ISSN 0386-586X

土木研究所彙報

TECHNICAL NOTE OF THE PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE

Vol. 45

土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)

Manual for Repair Methods of Civil Engineering Structures Damaged by Earthquakes

昭和61年12月

December 1986

建設省土木研究所

Published by

The Public Works Research Institute, Ministry of Construction

Copyright©1986 by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted,
nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は，土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載，複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

土木研究所彙報
第45号　1986年12月

Technical Note of PWRI
Vol.45　December 1986

土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)

Manual for Repair Methods of Civil Engineering Structures Damaged by Earthquakes

要　旨：

本報告は，建設省総合技術開発プロジェクト「震災構造物の復旧技術の開発（昭和56～60年度)」の最終成果のうち，「土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)」をとりまとめたものである。地震により被災した河川，海岸，砂防，道路および下水道管路施設の復旧を対象として，被災度の判定手法，被災状況に応じた復旧工法，全体的な復旧の進め方，具体的な復旧事例などについて記述している。

キーワード：震災復旧，被災判定，復旧工法，復旧対策，地震災害

Synopsis :

The present report describes "Manual for Repair Methods of Civil Engineering Structures Damaged by Earthquakes" which were Compiled as a final in March 1986 result of a comprehensive five year research project entitled "Development of Repair Methods for Structures Damaged by Earthquakes" conducted in the Ministry of Construction from 1981 to 1986 fiscal year. It describes post earthquake measures by providing assessment of damage extent, repair methods corresponding to various damage degree, fundamental strategy for repair and restoration, examples of repair and restoration, etc, for objecting the Rever, Coastal, Sabo, Road and Sewage pipe facilities damaged by earthquakes.

Key Words : Repair Methords, Restoration from Earthquake Damage, Damage Inspection, Damage Assessment, Earthquake Disaster.

序　文

我が国は、環太平洋地震帯に位置し世界でも有数の地震国であり、歴史的にも多大の被害を受けてきた。こうした地震による被災の経験をふまえ、明治以来、構造物の耐震化に関する技術開発が重ねられ、近年では長大橋、超高層ビル等の大規模構造物も数多く建設されるようになった。

特に、昭和43年の十勝沖地震、昭和46年のロスアンゼルス地震等の教訓をふまえ、昭和47年から５ヶ年間にわたって、土木構造物、建築物の新しい耐震設計法の研究開発が、建設省総合技術開発プロジェクトとして進められ、世界的にも高水準の耐震技術が樹立されるに至った。

こうした耐震技術の向上によって、構造物の崩壊や倒壊によって人命を奪われるといった危険は少なくなったが、昭和53年の伊豆大島近海地震や宮城県沖地震の例にみられるように、なお大地震時には部分的破壊を中心とした構造物の被災が予想されるので、被災して破損したり、耐震性が低下した構造物に対する対策が今後の大きな課題となっている。また、昭和55年10月、11月に相次いで発生したアルジェリア地震、南イタリア地震においては、耐震性が低下した構造物における余震による二次的被害の発生、救援・復旧の遅れによる被害の拡大などがみられ、余震対策、救援・復旧対策の重要性が示唆された。

このような背景の下に建設省では総合技術開発プロジェクトとして昭和56年から５ヶ年計画で「震災構造物の復旧技術の開発」をとりあげ、大地震により被災した構造物や斜面等の復旧に関して、被災度の判定手法、被災形状・程度に応じた復旧技術及び復旧の総合的評価手法を開発したものである。本プロジェクトのうち、土木構造物については建設省土木研究所及び国土地理院が担当した。調査・研究の推進にあたっては(財)国土開発技術研究センターへ委託が行われ、同センターに「震災復旧技術研究開発土木委員会（岡本舜三委員長)」を設け、さらにこの委員会のもとに「土工分科会（石原研而分科会長)」、「橋梁構造物分科会(伯野元彦分科会長)」、「地中構造物分科会（片山恒雄分科会長)」、「復旧技術評価分科会（久保慶三郎分科会長)」の４分科会を設け、産学官の学識経験者に委員、幹事をお願いし、懇切なご指導のもとに作業を行った。

この「土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)」は上記の委員会及び４分科会での研究成果をふまえて作成したものであり、本マニュアル(案)が広く関係機関に活用され、震災構造物の復旧に寄与できれば幸いである。

終わりに、本業務の実施にあたり、熱心にご指導、ご協力いただいた委員長、分科会長はじめ委員、幹事、委託先の担当者ならびに大臣官房技術調査室の方々に厚く御礼申し上げる次第である。

昭和61年４月

建設省土木研究所
所長　富　永　正　照

はしがき

本報告書は、建設省総合技術開発プロジェクトの一環として、昭和56年度に研究に着手し、昭和60年度に終了した「震災構造物の復旧技術の開発」の研究成果を土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)としてとりまとめたものである。

総合技術開発プロジェクトは、建設技術に関する研究開発課題のうち、特に社会的要請が強く、各方面の研究分野にまたがり、かつ大規模な研究を要する課題について、産学官の緊密な協力体制の下に、研究開発を総合的かつ計画的に推進するため、昭和47年度に設けた制度であり、昭和60年までに、「新耐震設計法の開発」から「震災構造物の復旧技術の開発」まで15課題が終了し、これら開発成果は、建設行政をはじめとし、各方面に広く活用されているところである。

現在、財政再建に伴う予算的制約など、最近の技術開発をとりまく環境も厳しさを増してきているところであるが、このような状況においてこそ、多方面の専門知識を必要とする建設技術の研究開発を、産学官の有機的連携と協調により、各研究機関の特徴を生かしつつ推進している本プロジェクトの意義は大きいといえる。

地震災害の軽減を図るためには、施設の耐震性を改善するとともに災害を少なくするような施設管理を行い、万一、災害が発生した場合には迅速な復旧を行うことが必要である。近年、各種施設に対する耐震設計法は、かなり整備されてきたが、地震後の復旧の進め方に関してはほとんど研究成果がなかったのが実状である。このような状況の下に総合技術開発プロジェクトのひとつとして「震災構造物の復旧技術の開発」が昭和56年度より5ヶ年計画でとりあげられ、土木構造物に関しては「土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)」として研究成果がとりまとめられたものである。本成果が合理的な震災復旧の手引きとして各方面において広く利用され、災害の軽減に生かされることを念願する次第である。

なお、研究開発は、土木研究所及び国土地理院を中心として、(財)国土開発技術研究センターをはじめ、学識経験者等の多大な協力を得て進められたものであり、御協力をいただいた広汎な関係各位に深く感謝の意を表する次第である。

昭和61年4月

建設大臣官房
技術審議官　杉　山　好　信

まえがき

最近における国内外に発生した地震被害の経験から、大地震時に耐力が低下した構造物をいかに復旧すべきかという課題が重視され、建設省においては総合技術開発プロジェクトの一環として、昭和56年度から5ヶ年計画で「震災構造物の復旧技術の開発」をとりあげ、研究を進めてきた。

これら復旧技術の研究開発にあたって、昭和56年度から(財)国土開発技術研究センターに「震災復旧技術研究開発土木委員会」が設置された。本委員会において、震災構造物の復旧に必要な被災調査方法、被災判定法および復旧技術に関する調査・研究を行い、5ヶ年の研究成果にもとづき「土木構造物の震災復旧技術マニュアル(案)」としてとりまとめることができた。

本マニュアル(案)は、共通編、河川・海岸・砂防施設編、道路施設編、下水道管路施設編よりなる本文・解説と復旧事例集により構成されている。このような広い範囲にわたって土木構造物の震災復旧を調査・研究した例は、国内ではもとより世界でも例をみず非常に意義のある研究成果といえよう。現場において実際の震災に直面した時、本マニュアルどおりに復旧が進め難い場合もあると考えられるが、その際は現場の状況に即した臨機応変の処置をとり、積極的に震災復旧を進めていくことが肝要である。このように、本マニュアルには、さらに内容の充実を要するもの、今後の研究を待たなければならないものも残されているが、本マニュアルが有効に活用され、今後の土木構造物の震災復旧に貢献できることを願うものである。

最後に、本委員会に参加され御協力を惜しまれなかった委員、幹事の各位ならびに関係各位に厚く御礼を申し上げる次第である。

昭和61年4月

震災復旧技術研究開発土木委員会
委員長　岡　本　舜　三

目　次

I　共通編 …… 1
1. 総　則 …… 3
1.1　適用範囲 …… 3
1.2　関連法規 …… 4
1.3　用語の定義 …… 6
1.4　地震災害及び震後状況の特徴 …… 6
2. 震災復旧の基本方針 …… 21
3. 震前対策 …… 21
4. 復旧の進め方 …… 27
4.1　復旧の流れ …… 27
4.2　震後体制 …… 29
4.3　震災復旧をするに当たって考慮すべき項目 …… 31
4.3.1　震災復旧の第1段階における評価項目 …… 31
4.3.2　震災復旧の第2段階における評価項目 …… 33
4.3.3　震災復旧の第3段階における評価項目 …… 38
4.4　震災復旧水準 …… 38
4.4.1　応急復旧水準 …… 38
4.4.2　本復旧水準 …… 40
4.5　関係機関との協議 …… 42
5. 被災調査 …… 42
5.1　一般 …… 42
5.2　地上からの写真撮影による調査 …… 45
5.3　航空写真等による調査 …… 45
5.3.1　一般 …… 45
5.3.2　航空機からの目視調査 …… 46
5.3.3　航空写真の判読 …… 49
5.3.4　航空写真による測定・図化 …… 49
5.4　地盤調査 …… 54
6. 情報連絡及び広報 …… 63
6.1　一般 …… 63
6.2　情報連絡及び収集 …… 64
6.3　広報活動 …… 66
7. 余震対策 …… 67
7.1　一般 …… 67
7.2　余震対策 …… 69
8. 降雨対策 …… 69
8.1　一般 …… 69
8.2　降雨対策 …… 69
9. 津波対策 …… 70
9.1　一般 …… 70
9.2　津波対策 …… 74
参考文献 …… 74

II　河川・海岸・砂防施設編 …… 77
1. 総　論 …… 79
1.1　河川・海岸・砂防施設の震災復旧の基本方針 …… 79
1.2　震前対策 …… 80
1.3　河川・海岸・砂防施設の震災復旧の進め方 …… 82
1.3.1　一般 …… 82
1.3.2　情報連絡及び広報活動 …… 83
1.3.3　水防 …… 84
2. 河川施設 …… 84
2.1　一般 …… 84
2.2　緊急調査及び緊急措置 …… 88
2.2.1　緊急調査 …… 88
2.2.2　緊急措置 …… 91
2.3　被災調査 …… 92
2.3.1　堤防・護岸の応急調査 …… 92
2.3.2　樋門等の応急調査 …… 94
2.3.3　堤防・護岸の本復旧のための調査 …… 96
2.3.4　樋門等の本復旧のための調査 …… 96
2.4　被災判定 …… 97
2.4.1　堤防・護岸の応急復旧のための判定 …… 97
2.4.2　樋門等の応急復旧のための判定 …… 98
2.4.3　堤防・護岸の本復旧のための判定 …… 100
2.4.4　樋門等の本復旧のための判定 …… 100
2.5　復旧工法 …… 101
2.5.1　堤防・護岸の応急復旧工法 …… 101
2.5.2　樋門等の応急復旧工法 …… 102
2.5.3　堤防・護岸の本復旧工法 …… 105
2.5.4　樋門等の本復旧工法 …… 113
3. 海岸施設 …… 113
3.1　一般 …… 113
3.2　緊急調査及び緊急措置 …… 117
3.2.1　緊急調査 …… 117
3.2.2　緊急措置 …… 119
3.3　被災調査 …… 119
3.3.1　応急調査 …… 119
3.3.2　本復旧のための調査 …… 119
3.4　被災判定 …… 120

3.4.1 応急復旧のための判定…… 120
3.4.2 本復旧のための判定…… 122
3.5 復旧工法…… 122
4. 砂防等施設及びその他…… 122
4.1 一般…… 122
4.2 緊急調査及び緊急措置…… 124
4.2.1 緊急調査…… 124
4.2.2 緊急措置…… 125
4.3 被災調査…… 125
4.3.1 応急調査…… 125
4.3.2 本復旧のための調査…… 128
4.4 被災判定…… 129
4.4.1 応急復旧のための判定…… 129
4.4.2 本復旧のための判定…… 129
4.5 復旧工法…… 130
4.5.1 応急復旧工法…… 130
4.5.2 本復旧工法…… 131
参考文献…… 138

III 道路施設編…… 139
1. 総 論…… 141
1.1 道路施設の復旧の基本方針…… 141
1.2 震前対策…… 146
1.3 道路施設の震災復旧の進め方…… 147
1.3.1 一般…… 147
1.3.2 復旧計画…… 147
1.3.3 道路通行規制…… 151
1.3.4 広報活動…… 152
2. 緊急調査及び緊急措置 …… 152
2.1 緊急調査…… 152
2.2 緊急措置…… 155
3. 道路橋…… 156
3.1 一般…… 156
3.2 被災調査…… 163
3.2.1 応急調査…… 163
3.2.2 本復旧のための調査…… 165
3.3 被災判定…… 167
3.3.1 応急復旧のための判定…… 167
3.3.2 本復旧のための判定…… 178
3.4 応急復旧工法…… 178
3.4.1 損傷の進行防止のための応急復旧工法…… 178
3.4.2 通行車両、歩行者の安全性確保のための応急復旧工法…… 180
3.4.3 仮橋による応急機能の回復…… 181
3.5 本復旧工法…… 181
3.5.1 一般…… 181
3.5.2 基礎…… 181
3.5.3 RC橋脚…… 182
3.5.4 鋼製橋脚…… 189
3.5.5 橋台…… 190
3.5.6 上部構造…… 190
3.5.7 支承部…… 194
3.5.8 伸縮継手…… 197
3.5.9 その他…… 197
4. 道路盛土…… 197
4.1 一般…… 197
4.2 被災調査…… 198
4.2.1 応急調査…… 198
4.2.2 本復旧のための調査…… 200
4.3 被災判定…… 200
4.3.1 応急復旧のための判定…… 200
4.3.2 本復旧のための判定…… 207
4.4 復旧工法…… 207
4.4.1 応急復旧工法…… 207
4.4.2 本復旧工法…… 209
5. 斜面・切土のり面…… 220
5.1 一般…… 220
5.2 被災調査…… 221
5.2.1 応急調査…… 221
5.2.2 本復旧のための調査…… 222
5.3 被災判定…… 225
5.3.1 応急復旧のための判定…… 225
5.3.2 本復旧のための判定…… 229
5.4 復旧工法…… 230
5.4.1 応急復旧工法…… 230
5.4.2 本復旧工法…… 231
6. トンネル…… 258
6.1 一般…… 258
6.2 被災調査…… 261
6.2.1 応急調査…… 261
6.2.2 本復旧のための調査…… 264
6.3 被災判定…… 264
6.3.1 応急復旧のための判定…… 264
6.3.2 本復旧のための判定…… 265
6.4 応急復旧工法…… 265
6.5 本復旧工法…… 266
7. 共同溝・カルバート…… 266
7.1 一般…… 266
7.2 被災調査…… 267

7.2.1 応急調査……267
7.2.2 本復旧のための調査……267
7.3 被災判定……268
7.3.1 応急復旧のための判定……268
7.3.2 本復旧のための判定……268
7.4 応急復旧工法……268
7.5 本復旧工法……268
8. その他……269
参考文献……269

Ⅳ 下水道管路施設編……273
1. 総 論……275
1.1 記述の範囲……275
1.2 下水道管路施設の被害事例……275
1.2.1 一般……275
1.2.2 被害事例の把握の重要性……275
1.2.3 被害形態の分類……277
1.2.4 地震動強さの影響……283
1.2.5 地形，地盤条件の影響……287
1.2.6 管路構造等の影響……290
1.3 震前対策……291
1.4 被災調査……292
1.5 被災判定……292
1.6 復旧……293
1.7 他機関との協議連絡及び広報……293
2. 緊急調査及び緊急措置……294
2.1 緊急調査の方法と用具……294
2.2 緊急調査の着眼点……295
2.3 緊急措置のための判定……300
2.4 緊急措置……301
3. 応急調査及び応急復旧工事……301
3.1 応急調査の方法と用具……301
3.2 応急調査の着眼点……302
3.3 応急復旧工事のための判定……305
3.4 応急復旧工事……305
4. 本復旧のための調査法……307
4.1 本復旧のための調査法の選定……307
4.2 調査方法……308
4.3 本復旧工事のための判定……340
5. 本復旧工事……340
5.1 一般……340
5.2 復旧工法の選定方針……340
5.3 復旧工法……341
参考文献……372

Ⅴ 復旧事例集……375
1. 共通編に関する復旧事例……377
1.1 震災復旧に関連する法規……377
1.1.1 震災復旧に関連する法規の目的……377
1.1.2 震後対応事項と関連する法規等の条文・内容……377
1.2 既往地震災害時における震後対応事例……390
1.2.1 既往地震における震後対応の実態及び問題点……390
1.2.2 震後組織体制の事例……400
1.2.3 震後の各種対応経過の事例……404
1.3 上空からの被災調査……404
1.3.1 斜め写真（長野県西部地震における適用例）……404
1.3.2 ヘリコプターによる被災調査（ビデオによる被害調査事例）……408
2. 河川・海岸・砂防施設編に関する復旧事例……414
2.1 河川施設における震後対応例……414
2.2 河川施設に関する復旧事例……416
2.2.1 河川堤防・護岸に関する復旧事例……416
2.2.2 樋門等に関する復旧事例……421
2.3 海岸施設に関する復旧事例……435
2.4 砂防施設に関する復旧事例……436
3. 道路施設編に関する復旧事例……451
3.1 道路震災復旧における震後対応及び応急復旧対応の事例……451
3.1.1 長野県西部地震における道路復旧……451
3.1.2 長崎水害における国道34号の復旧……453
3.2 道路橋の復旧事例……459
3.2.1 落橋した事例……459
3.2.2 鉄筋コンクリート橋脚・橋台の復旧事例……463
3.2.3 上部構造の復旧事例……474
3.2.4 支承部の復旧事例……478
3.3 道路盛土の復旧事例……489
3.4 斜面・切土のり面の復旧事例……496
3.5 トンネルの復旧事例……508
3.5.1 稲取トンネルの事例(1978.1.14伊豆大島近海地震)……508
3.5.2 東名高速道路日本坂トンネル火災の事例……511
3.6 共同溝・カルバートの復旧事例……513
3.6.1 ジョセフ・ジェンセン浄水場流出送水路の事例(1971.2.9サンフェルナンド地震)……513

4．下水道管路施設編に関する復旧事例…… 518
4.1　既往地震における震後対応事例…… 518
4.2　下水道管路施設の復旧事例…… 523
4.2.1　被害の事例…… 523
4.2.2　調査の事例…… 524
4.2.3　応急復旧の事例(1)…… 525
4.2.4　応急復旧の事例(2)…… 525
4.2.5　本復旧の事例(1)…… 529
4.2.6　本復旧の事例(2)…… 533

I 共　通　編

1. 総 則

1.1 適用範囲

1) 本マニュアルの対象施設

本マニュアルは，地震により被災した河川，海岸，砂防，道路及び下水道の公共土木施設を対象とした被災調査，被災判定，緊急措置及び復旧工事に適用する。

2) 本マニュアルの構成

本マニュアルは5編より成り，各施設に共通する事項は「第Ⅰ編共通編」に示す。また，河川・海岸・砂防施設の震災復旧は「第Ⅱ編河川・海岸・砂防施設編」，道路施設の震災復旧は「第Ⅲ編道路施設編」，下水道管路施設の震災復旧は「第Ⅳ編下水道管路施設編」に，それぞれ示す。また「第Ⅴ編復旧事例集」には既往地震による震災復旧の事例等を示すので，震災復旧に際して適宜参考にするのがよい。

3) 本マニュアルの想定地震規模

本マニュアルは，気象庁震度階Ⅴ程度の地震が人口数十万人程度までの地方中核都市及び周辺地域に生じた事例を参考にして作成した。したがって，これよりも震災の程度及び範囲が著しく大きいか，もしくは，小さい場合には，被災状況に応じて本マニュアルを適宜変更修正して用いるものとする。

4) 本マニュアルの利用対象者

本マニュアルでは，1)に示した施設管理者を対象として，震災復旧に必要な事項を網羅的に示した。したがって，利用に際しては，必要とされる項目を適宜取捨選択して用いるものとする。

［解説］

1) 本マニュアルの対象施設

本マニュアルは建設省所管の河川，海岸，砂防，道路及び下水道の公共土木施設を対象として，震災を受けた場合早期復旧に必要な被災調査，被災判定及び復旧工法等に関する技術的な手法と同時に全般的な観点からの復旧の考え方，復旧体制，情報連絡，広報，関連機関との協議などソフト面における対応方法を示すものである。なお，河川施設のうちのダムについては，既往地震により大きな震害を受けた事例がほとんど報告されていないことから，ここでは対象としていない。

2) 本マニュアルの構成

本マニュアルは以下の5編から構成されている。

第Ⅰ編　共通編
第Ⅱ編　河川・海岸・砂防施設編
第Ⅲ編　道路施設編
第Ⅳ編　下水道管路施設編
第Ⅴ編　復旧事例集

第Ⅰ編～第Ⅴ編の性格及び対象とする公共土木施設の関連は表－1・解1に示す通りである。ここで第Ⅰ編は，第Ⅱ編～第Ⅳ編に示す個々の施設に共通する震災復旧の流れ，震災復旧の基本的な考え方などの項目を示したものである。本編は，各種の施設に全般的にあてはまる事項を示したため，施設の種類によっては直接関係しない項目もあるが，個々の施設編と一対となって機能するようにとりまとめてあるため第Ⅱ編～第Ⅳ編に示す各施設編の利用に際しては，適宜第Ⅰ編の中から必要な項目を抽出し，当該施設にあてはま

表－1・解1　本マニュアルの構成及び対象施設

構　成	対　象　施　設
第Ⅰ編　共通編	第Ⅱ編～第Ⅳ編に示す施設に共通する事項
第Ⅱ編　河川・海岸・砂防施設編	・河川施設―河川管理施設（堤防，護岸，樋門，樋管，水門，堰等） ・海岸施設―海岸保全施設 ・砂防等施設その他―砂防施設，地すべり防止施設，急傾斜地崩壊防止施設，斜面
第Ⅲ編　道路施設編	橋梁，盛土，斜面，切土のり面，トンネル，共同溝，カルバート，歩道橋，標識，情報板
第Ⅳ編　下水道管路施設編	本管，枝管，取付け管，マンホール，伏越し，ます
第Ⅴ編　復旧事例集	第Ⅰ編～第Ⅳ編に示す施設の復旧等の事例

るように利用していくのがよい。また，第Ⅴ編は既往の震災復旧の事例から，代表的な被害形態，復旧工法等を選び，復旧事例集としてとりまとめたものである。また，震災復旧に関連する法規の概要も示している。震災復旧の考え方，工法等の選定に際して，適宜，利用していくのがよい。

3) 本マニュアルでの想定地震規模

本マニュアルの作成に際しては，主として近年我が国に生じた新潟地震（昭和39年，マグニチュードM＝7.5），十勝沖地震（昭和43年，M＝7.9），伊豆半島沖地震（昭和49年，M＝6.8），伊豆大島近海地震（昭和53年，M＝7.0），宮城県沖地震（昭和53年，M＝7.4），浦河沖地震（昭和57年，M＝7.1），日本海中部地震（昭和58年，M＝7.7），長野県西部地震（昭和59年，M＝6.8）による被災及び復旧状況を参考にした。これらの地震は，規模としてはマグニチュード6.8～7.9であり，人口40～60万人程度の地方中核都市及びその周辺の町村に災害を与えたもので，気象庁震度はおおむねⅤであった。また，1923年の関東地震のように大規模な都市型火災は生じていない。これら8地震による施設の被害などの復旧状況は，地震の特性，地域の物性，その他の条件によって相互に非常に大きく異なっており，地震災害の様相を一概に論ずることは出来ない。しかしながら，これらの地震災害に対してとられた被災調査法及び復旧法には，幾つかの基本的な共通の考え方がある。本マニュアルは，このような既往地震後にとられた震災復旧の経験を通して現在までに蓄積された被災調査方法，緊急措置，被災判定法及び復旧工法をマニュアルの形にとりまとめたものである。したがって，震災の程度及び範囲が著しく大きいか，もしくは小さい場合には被災状況に応じて本マニュアルを適宜修正して用いることが必要である。

4) 本マニュアルの利用対象者

本マニュアルの利用対象者は，主として建設省地方建設局（北海道開発局，沖縄総合事務局を含む）の本局，工事事務所，出張所の職員を基本とした。ただし，第Ⅳ編については利用対象者として地方公共団体の職員を基本とした。震後にどのような情報を必要とするかは，施設管理者の立場と深いかかわりあいを持っており，したがって，本来は利用対象者層を限定しないとマニュアルを作成することはできない。しかしながら，ここでは現場の第一線の担当者から地域全体を広域的に管理する上部管理者に至るまでの幅広い層を対象として，震災復旧に必要な事項を網羅的に記載することとした。また，対象地域も特に限定せず，一般的に震災復旧にあたって留意すべき事項を示すこととしたため，地域の特殊性等については，考慮していない。したがって利用に際しては，当該利用者に相当する項目を取捨抽出し，また，地域特性等を補って利用するものとする。

5) その他

3)に示したように，本マニュアルは主として既往地震後にとられた震災復旧を基本として，マニュアルの形にとりまとめたものである。したがって，今後の資料の蓄積，調査研究の発展，新技術の開発に伴い，内容の見直しを図っていくことが必要である。

1.2 関連法規

> 震災復旧に当たっては，被災調査，被災判定，緊急措置，復旧工事等は本マニュアルに準拠するほか，関連する法規，基準，指針などにより行うものとする。

[解説]

1) 関連法規

震災復旧に関連する主要な法規としては表－1・解2に示すものがある。なお，これらの主要な法規については，その概要を第Ⅴ編に示す。

2) 関連基準

震災復旧においては関連する基準類等を参考にすることとなるが，一般の設計・維持管理に用いる基準類以外で，震災復旧に役立つと考えられるものを以下に示す。

① (社)日本道路協会：道路維持修繕要綱，昭和53年7月
② (社)日本道路協会：道路橋補修便覧，昭和54年2月
③ (社)全日本建設技術協会：土木施設災害復旧の机上査定添付写真の撮り方，昭和58年9月
④ 建設省土木研究所：災害時応急橋上部構造設計・図面集，土木研究所資料第2153号
⑤ 直轄道路災害関係実務要覧，建設省道路局国道第一課監修，昭和60年7月
⑧ 土木施設復旧工法設計要覧，建設省河川局防災課監修，昭和55年2月

表－1・解2　震災復旧に関連する主要な法規

	法規	所管省庁	災害予防	応急対策	災害復旧	財政金融	施行年月日
災害対策に関する法規	災害対策基本法	国土庁	○	○	○		昭36.11.15
	大規模地震対策特別措置法	国土庁	○	○			昭53. 6.15
災害予防に関連した法規	河川法	建設省	○	○			昭39. 4.10
	砂防法	建設省	○				明30. 3.30
	地すべり等防止法	建設・農水省	○	○			昭33. 3.31
	急傾斜地の崩壊による災害の防止に関する法律	建設省	○				昭44. 4. 1
	海岸法	建設・運輸・農水省	○				昭31. 5.11
	治山治水緊急措置法	建設・農水省	○				昭35. 3.31
	道路法	建設省	○	○			昭27. 6.10
	都市計画法	建設省	○				昭43. 6.15
	都市再開発法	建設省	○				昭44. 6. 3
	宅地造成等規制法	建設省	○				昭36.11. 7
	防災のための集団移転促進事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律	国土庁	○			○	昭44.12. 8
	下水道法	建設・厚生省	○				昭33. 4.24
	建築基準法	建設省	○				昭25.11.23
災害応急対策に関する法規	気象業務法	気象庁		○			昭27. 6. 2
	災害救助法	厚生省		○			昭22.10.14
	水防法	自治・建設省		○			昭24. 6. 4
	水害予防組合法	自治・建設省		○			明41. 4.13
	消防法	消防庁		○			昭23. 7.24
財政金融措置に関する法規	激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律	国土庁				○	昭37. 9. 6
	地震防災対策強化地域における地震対策緊急整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律	国土庁				○	昭55. 5.28
	公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法	建設・運輸・農水省		○	○	○	昭26. 3.31
	地方交付税法	自治省				○	昭25. 5.30
関連法規	日本赤十字社法	厚生省		○			昭27. 8.14
	自衛隊法	防衛庁		○			昭29. 6. 9
	警察法	警察庁		○			昭29. 6. 8
	放送法	郵政省		○			昭25. 5. 2
	電波法	郵政省		○			昭25. 5. 2
	公衆電気通信法	郵政省		○			昭28. 1.31

1.3 用語の定義

本マニュアルで使用する用語は，以下の定義による。

1) 緊急調査
地震発生後おおむね1日程度で，重要な箇所を中心に施設被害の概要を把握するとともに，大きな二次災害につながる可能性のある被害を発見するために行う調査。

2) 緊急措置のための判定
緊急措置をとる必要性の有無を施設ごとの重要性，被災度判定などの判断基準に従って判定すること。

3) 緊急措置
緊急調査もしくは応急調査の結果，大きな二次災害につながる危険があると認められる被害に対して，緊急に行う施設管理上の措置。

4) 応急調査
緊急調査で被害が発見された箇所等を中心に被害状況（全体的な被害を含む）を把握するために行う調査。

5) 応急復旧のための判定
応急復旧工法選択のために構造物の被災状況を判定，分類すること。

6) 応急復旧
応急的に施設機能を確保するために行う復旧工事。

7) 本復旧のための調査
本復旧を実施するに際して必要な調査。なお，被災機構を解明するための調査も含む。

8) 本復旧のための判定
本復旧工法選択のために構造物の被災状況を判定・分類すること。

9) 本復旧
施設の本来の機能を回復するために行う工事。

10) 震災復旧の第1段階
地震後の数時間からほぼ1日程度の期間であり，主要施設の被害状況の概要の把握及び二次災害の防止を第1目的とした措置を行う段階。

11) 震災復旧の第2段階
全体的な被災状況を把握し，必要に応じて応急復旧を行う段階。

12) 震災復旧の第3段階
震後の混乱が収まり，本復旧のために必要な調査を行うとともに，本復旧を行う段階。

13) 一次災害
本震による地震動，津波により直接的に生じる被害及び本震とほとんど同時に発生した火事，爆発，その他の異常現象により生じる被害のうち，社会通念上災害と見なされる被害をいう。

14) 二次災害
一次災害発生後に，一次災害に起因して新たに生じる影響（二次的影響）のうち，社会通念上災害と見なされる被害をいう。二次災害には，一次災害による施設機能の低下に伴って新たに生じる災害と一次災害の拡大に伴って新たに生じる災害とがある。

15) 余 震
本震に引き続いて起こる一群の地震。ただし，本マニュアルでは，本震に比較的近接して，本震の発生後，震災復旧が行われる程度の期間内に，発生する地震を余震という。

16) 余命期間
物理的な耐用年数及び要求される機能の両者から定められる当該施設の今後の利用可能期間。

1.4 地震災害及び震後状況の特徴

地震災害及び震後状況は，地震の規模及び被災地域の特性により大きく異なる。したがって，地震災害及び震後状況を想定するためには，既往の被害事例等を基本として，当該地域における被災の特性を考慮する必要がある。

[解説]

1) 地震動の強さと震害

地震災害の程度は，地震動の強さによって異なり，地震動が強くなるほど一般に被害程度は大きくなる。表—1・解3は，気象庁震度階級を，また，表—1・解4～表—1・解11は東京都震度階級を，それぞれ示したものである。一般には，震度IV以下では土木施設に被害を生じることは稀であり，震度V以上が震災復旧の対象となると考えてもよい。また，図—1・解1は既往の地震に際してどの程度のマグニチュード及び震央距離において公共土木施設の被害が生じているかをまとめたものであり，住民一人当たりの被害額を示している。これによれば，地震のマグニチュードが大きくなるにつれて，より広範囲で被害が発生すること

がわかる。表－1・解12は，このような結果をもとに被害の発生し得る範囲を地震のマグニチュードごとに示したものである。被災調査に際しておおよそどの程度の範囲を調査する必要があるかを定める際に参考にするのがよい。表－1・解13は震度に応じて主要な土木施設がどの程度の被害を受けるかをごく大雑把に示したものである。

2) 震後の時期区分とその被災の特徴

震後の社会活動，復旧活動は地震が発生してからの時間によって大きく変化していく。このため，震災復旧にあたっては，社会全体の復旧活動がどのような流れにあるかを把握した上で，その段階の需要に見合った復旧を行うことが基本的に重要である。

3) 地震被害と施設の特性

道路施設，河川・海岸・砂防施設，下水道施設が地震によってどのようなタイプの被害を受け，これにより，どのような機能障害を生じるかを整理すると表－1・解14に示すとおりである。これらの施設は車両等，雨水等，下水等をそれぞれ流すという点では共通であるが，地震後に求められている機能は相互に異なっている。

① 各施設の本来機能

・道路施設　車両等の通行
・河川施設　洪水の防止，河川水の利用・管理
・海岸施設　波浪，高潮，津波等の浸入防止及び海岸浸蝕の防止

表－1・解3　気象庁震度階級（1949年）と参考事項（1978年）

震度	説　明	参考事項
0	無感。人体に感じないで地震計に記録される程度。（0.8ガル未満）	吊り下げ物のわずかに揺れるのが目視されたりカタカタと音がきこえても，体に揺れを感じなければ無感である。
I	微震。静止している人や，とくに地震に注意深い人に感じる程度の地震動。（0.8～2.5ガル）	静かにしている場合に揺れをわずかに感じ，その時間も長くない。立っていては感じない場合が多い。
II	軽震。大勢の人に感じる程度のもので，戸や障子がわずかに動くのがわかる程度の地震動。（2.5～8.0ガル）	吊り下げ物の動くのがわかり，立っていても揺れをわずかに感じるが，動いている場合にはほとんど感じない。眠っていても目をさますことがある。
III	弱震。家屋が揺れ，戸や障子がガタガタと鳴動し，電灯のような吊り下げ物は相当揺れ，器内の水面の動くのがわかる程度の地震動。（8.0～25ガル）	ちょっとおどろくほどに感じ，眠っている人も目をさますが，戸外に飛び出すまでもないし，恐怖感はない。戸外にいる人もかなりの人が感じるが，歩いている場合は感じない人もいる。
IV	中震。家屋の動揺がはげしく，すわりのわるい花びんなどはたおれ，器内の水はあふれ出る。また，歩いている人にも感じられ，多くの人が戸外に飛び出す程度の地震動。（25～80ガル）	眠っている人は飛び起き，恐怖感を覚える。電柱・立木などの揺れるのがわかる。一般の家屋の瓦がはずれることはあっても，まだ被害らしいものではない。軽いめまいを覚える。
V	強震。壁に割れ目がはいり，墓石・石どうろうがたおれたり，煙突・石垣などが破損する程度の地震動。（80～250ガル）	立っていることはかなりむずかしい。一般家屋に軽微な被害が出はじめる。軟弱な地盤では割れたり崩れたりする。すわりのわるい家具はたおれる。
VI	烈震。家屋の倒壊は30%以下で，山崩れがおき，地割れが生じ，多くの人が立っていられない程度の地震動。	歩行はむずかしく，はわないと動けない。
VII	激震。家屋の倒壊が30%以上に及び，山崩れ・地割れ・断層などを生じる。（400ガル以上）	

表－1・解4　東京都震度階級（その1）

震度階 ＼ 区分		屋外の構造物			
		道路	橋	電柱・電線等	墓石・石灯籠等
0	無感				
I	微震				
II	軽震				
III	弱震			電線が少し揺れる	
IV	中震			電線がかなり揺れる	石灯籠のうち，不安定なものは，一部倒れたり，ずれたりするものもある
V	強震	弱 1.盛土道路の路肩の部分にひびが入ることがある 2.急斜面にある道路が損壊することがある	レンガ造，無筋コンクリート橋脚に亀裂の生ずることがある	1.電線が大きく揺れる 2.小範囲で停電する場合がある	1.石灯籠はかなり倒れる 2.墓石は回転したり，ずれたりし不安定なものは倒れる
		強 1.盛土道路では，大きな地割れが入ったり，路肩が崩れることがある 2.石畳は相互に押し合い，かなり多くのすき間やつき上げを生ずる 3.傾斜面の道路は，土砂崩れなどによる損壊を生ずることがある	1.橋の取付部分に段差が生じたり，盛土の路肩部分が崩れることがある 2.木造の橋は，小被害を生じる 3.レンガ造，無筋コンクリート橋脚に切断，相対ずれの生じることがある	1.看板の落下などにより，電線が断線する場合がある 2.一部の地域で停電する場合がある	1.ほとんど倒れる 2.セメントで固定したものも，ほとんど移動するか回転する 3.記念碑等は台石上でずれたり，回転し倒れるものもある 4.鳥居はかなり破損する
VI	烈震	1.傾斜面の道路に土砂崩れなどにより，かなりの損壊を生ずる 2.道路の地割れ，陥没，つき上げが生ずる	1.取付部分の盛土が全面的に崩れ，路面と橋体との間は大きな段差間隙ができる 2.木造の橋は，大被害を生ずる 3.コンクリート橋，鉄橋に被害が生ずることがあり，まれに落橋することがある	1.道路の地割れ，陥没等により，電柱が傾斜することがある 2.変電所のがいしの一部が，破損する場合がある 3.広範囲に停電する場合がある	記念碑などもかなり倒れる
VII	激震	大被害を生ずる	大被害を生ずる		

表－1・解5　東京都震度階級（その2）

震度階	区分	交通機関等		
		鉄道	自動車	自転車
0	無感			
I	微震			
II	軽震			
III	弱震	1.走行中の電車などの運転手は，少数のものが架線の揺れなどで地震だと気づく 2.停車中の電車では，多くの乗客が地震だと気づく	停止した自動車がかなり揺れ，地震だと気づく人が多い	
IV	中震	1.走行中の電車などの運転手は，架線の揺れなどでかなりのものが地震だと気づく 2.新幹線は自動的に一時停止し，在来線及び地下鉄は25km/h以下の速度で徐行運転する	走行中のかなりの運転者が，電柱，電線，照明灯の揺れで地震だと気づく	1.立っている自転車が倒れることがある 2.自転車に乗っていて地震だとわかる
V	強震	弱 1.運転手の多くが地震だと気づき，在来線及び地下鉄は運転を一時見合せる 2.盛土で地盤の悪い所では，かなり亀裂が生ずる	1.車輪がパンクしたような感じがする 2.ハンドルを取られるような感じがする 3.前方の道路が波打つ感じがする 4.停車中の車が動くことがある	よろけて自転車の運転が困難になる
		強 1.盛土で地盤の悪い所では，沈下が生ずる 2.切取斜面で落石などが，かなり生ずる	1.四輪が同時にパンクしたようになり，ハンドルを取られて運転が困難になる 2.停車中の車両が移動し，駐車間隔が狭いと互いにぶつかることがある	自転車の運転ができない
VI	烈震	1.鉄道線路は，曲るものもあり，盛土の一部が崩壊する 2.地盤の悪い所の橋台，橋脚の一部に亀裂が生ずる 3.貨物列車など脱線，転覆することがある	1.停止している自動車が踊り出し，駐車間隔が狭いと相互にぶつかる 2.スピードを出しているとハンドルを取られて相手の車線に飛び出すことがある	
VII	激震	1.線路は大被害を受ける 2.地盤の悪い所の盛土はほとんど崩壊し，かなり多くの橋梁で，けたの落下，橋台，橋脚の傾斜が生ずる	追突や飛び出し，曲りそこね側壁衝突などが続出する	

表—1・解6　東京都震度階級（その3）

震度階＼区分		その他			
		地下埋設管	擁壁	地変	プール・池・湖水・井戸等
0	無感				
I	微震				
II	軽震				
III	弱震				プール・池等の水面が少し揺れる
IV	中震			1.宅地造成地などの盛土でひび割れが生ずる場合がある 2.山地で崖崩れをまれに生ずることがある	1.プール・池等の水面もかなり揺れ，池の水がにごることもある 2.井戸の水位が変化することもある
V	強震	弱 1.水道管で，鉄管の継手部の抜け出しや，破損，折損がわずかに生ずる 2.ガス管で，配管接続部にゆるみを生ずることがある	排水孔の無い石積みのものは，崩れたり，はらんだりするものがある	1.山地や崖地などで落石を生ずることがある 2.宅地造成地などの盛土や傾斜地などの盛土や傾斜地にやや大きな亀裂を生ずることがある 3.水田に液状化現象が起こり，噴砂，噴泥が生じることがある	1.池や湖水の泥が攪乱され水がにごる 2.池・河川・湖が波立って岸に波のあとが残る 3.プールの水が少し溢れ出る 4.井戸の水位が変化することが多い 5.泉の湧出量が変わり出始めたり涸れたりする
		強 1.地割れ部分や異なった地盤の境い目では，水道鉄管の継手部のぬけ出しや破損，折損がかなり生じ，ガス管でも配管接続部に破損が生じることがある 2.地盤の良い所でも，水道鉄管の破損が生じることがあり，ガス管の配管接続部にゆるみを生じることがある 3.一部の地域で断水を生じ，ガスの供給を停止することがある	1.地盤の悪い所の石積みのものは，崩れたり，はらみ出すものが多い 2.コンクリートのものでも，普段から前かがみのものには被害を受けるものがある	1.平らな地面にも亀裂を生じることがある 2.軟弱な地盤の所では陥没，地遣が生ずる 3.地盤によっては，砂の液状化現象が起こり，水や砂や泥の噴出が生ずる 4.山地では落石，山崩れが多く起こる	1.池・プールの水が大きく溢れ出る 2.井戸の水位が変化し，涸れたり，水が出始める 3.泉の湧出量が変わり出始めたり涸れたりすることが多い
VI	烈震	1.軟弱地盤などで，水道鉄管は，かなり破損・折損し鋼管以外のガス管もかなり破損する 2.広範囲に断水やガスの供給停止を生ずる	1.雨のあとなどでは，石積みのものは，かなり崩れる 2.コンクリートのものでも，被害を受けるものが多い	1.地面に無数の亀裂が生ずる 2.山地では，落石，山崩れがいたるところで発生する	1.水面に大きな波が立つ 2.プール・池の水が躍って飛び出す 3.河川は，崩壊した土砂の流入により，流水がふさがれ湖，滝等ができることがある
VII	激震		無筋コンクリートの擁壁は，ほとんど崩れ，鉄筋コンクリートのものも被害を受けるものが多い	地形が変わる程の地変が生ずることがある	1.運河・河川・湖の水も躍って岸を越える 2.河川は，崩壊した土砂の流入により，流水がふさがれ，湖，滝等ができることが各所で起きる

表—1・解7　東京都震度階級（その4）

震度階	区分	建築物			
		木造家屋	鉄筋コンクリート造	レンガ造・石造・ブロック造	戸・障子・窓ガラス
0	無感				
I	微震				
II	軽震				戸・障子がわずかに振動する
III	弱震	建物が揺れ，天井，床がきしみ，音がする			戸・障子がガタガタ音をたてて振動する
IV	中震	1.かなり揺れる 2.老朽家屋は，まれに破損することがある 3.壁土がぱらぱら落ちたり天井板のすき間からほこりが落ちることがある 4.棟瓦や棟近くの瓦は，はずれたり落ちたりする	かなり揺れ，きしみ音がすることがある	無筋の壁体にひび割れが生じ，小破損することがある	1.扉，窓が開閉する 2.開いた戸や窓がバタンバタンする 3.ビルのスチールサッシのハメ殺し窓で，パテ止めガラスは割れて落ちることがある
V	強震	弱 1.柱，梁の継手の破損する家がわずかに生じる 2.しっくい壁にひびが入りわずかに落ちる 3.老朽家屋はかなり破損し傾くものも生じる 4.瓦はかなりずれる 5.しっくい天井は一部に，はくりの生ずることがある	1.かなり揺れる 2.きしみ音とともに，モルタル壁などに亀裂が入り，コンクリート壁にも小さな亀裂が入ることもある 3.天井については，木造家屋の記述に準ずる（以下同じ）	無筋の壁が，わずかに転倒する	1.木製の戸は，はずれることもあるが，ガラスの割れることは少ない 2.ビルのスチールサッシのハメ殺し窓で，パテ止めのガラスに割れて落ちるものがかなりある 3.障子は破れることがある
		強 1.柱，梁等の継手に破損のゆるみの生ずることがある 2.羽目板がはずれることがある 3.土台のずれる家がわずかに出る 4.老朽家屋，屋根の重い家，一階に壁や柱の少ない建物等では，かなり破損し中には倒れるものもある 5.かなり多くのしっくい壁でひびが入り，大壁が落ちることがある 6.瓦はずれることが多く，中には落ちるものもある 7.しっくい天井はかなり落ちる	1.設計，施行の悪いものは，鉄筋が露出したり，座屈するものもあり，部分破壊するものもある。 2.壁のタイルなどの化粧材で落ちるものが生ずる	外壁がくずれたり亀裂が入るなど破壊が生じ，かなり崩壊する	1.開き戸は変形し，開かなくなることがある 2.鉄製の扉，シャッターは変形により開かなくなることがある 3.戸・障子は外れ，破損するものが多い 4.窓ガラスは枠ごとはずれることがある 5.ビルのスチールサッシのハメ殺し窓で，パテ止めのガラスは，かなり多く破損落下する 6.ビルのゴムパッキンを使用したハメ殺し窓や，ハメ殺し以外のものでも少しのガラスが破損し落下する
VI	烈震	1.柱・梁等がゆるみ，破損がひどく倒れるものが少しある 2.土台のずれる家が多くなる 3.老朽家屋，屋根の重い家，一階に壁や柱の少ない建物等のかなり多くが倒れる	1.設計・施工の良いものでも，柱，梁，耐力壁に亀裂を生ずるものもある 2.設計・施工の悪いものは，かなり部分破壊を生ずる 3.壁のタイルなどの化粧板は，かなり落下する	鉄筋で補強した壁体も，ほとんど崩壊する	1.戸・障子が吹き飛ぶ 2.ビルのゴムパッキンを使用したハメ殺し窓や，ハメ殺し以外のものでもかなりガラスが落下する

表—1・解7　東京都震度階級（その4，つづき）

震度階＼区分		建築物			
		木造家屋	鉄筋コンクリート造	レンガ造・石造・ブロック造	戸・障子・窓ガラス
VI	烈震	4.ほとんどの外壁に深い大きなひび割れが入り，多くのものが落ちる 5.かなり多くの天井は，落下し間仕切壁も破損する 6.瓦はほとんどずれ，かなり落下する			
VII	激震	家全体の破損の程度がいちじるしく，倒れる家が多い	1.設計・施工の良い建物でも部分破壊を生ずるものがでる 2.設計・施工の悪いものは，ほとんど崩壊する		ビルの窓ガラスは，ほとんど破損落下する

＊組積造・補強コンクリートブロック造で建築基準法施行令に従って施行されたものは，鉄筋コンクリート造に準ずる耐震性をもつ

表—1・解8　東京都震度階級（その5）

震度階＼区分		付属構造物			
		エレベーター	看板等	煙突・高架水そう等	塀
0	無感				
I	微震				
II	軽震				
III	弱震		取付の悪いものはかなり揺れる		
IV	中震		かなり揺れる		
V	強震	弱 カウンターウエイトがはずれたり，配線やワイヤーが巻きついたりして運転不能になることがある	取付の悪いものは落ちることがある	1.レンガ製の煙突は，上部が崩れるものがある 2.煙突にひび割れが生じまれに折損する 3.屋上の鉄骨架台上の高架水そうは，破損するものもある	1.ブロック塀で，鉄筋のないものや基礎の弱いものはくずれたり倒れることがある 2.大谷石塀は倒れるものがある
		強 カウンターウエイトがはずれたり，配線やワイヤーが巻きつき，運転不能となることがかなりある	1.取り付けの悪いものはかなり落ちる 2.外壁のタイルは，剝離落下するものがある	1.煙突に折損するものが少し出る 2.屋上の鉄骨架台上の高架水そうはかなり破損する	1.ブロック塀で鉄筋のないものや基礎の弱いものは倒れるものが多い
VI	烈震	多くのエレベーターが運転不能となる	建築外壁の装飾タイル等は，かなり落下する	1.煙突は，かなり破損し，倒れるものもある 2.屋上の高架水そうの多くのものが破損する	1.ブロック塀で鉄筋のないものや基礎の弱いものはほとんど倒れる 2.大谷石塀はほとんど倒れる
VII	激震		建物外壁の装飾タイル等はほとんど落ちる		

表－1・解9　東京都震度階級（その6）

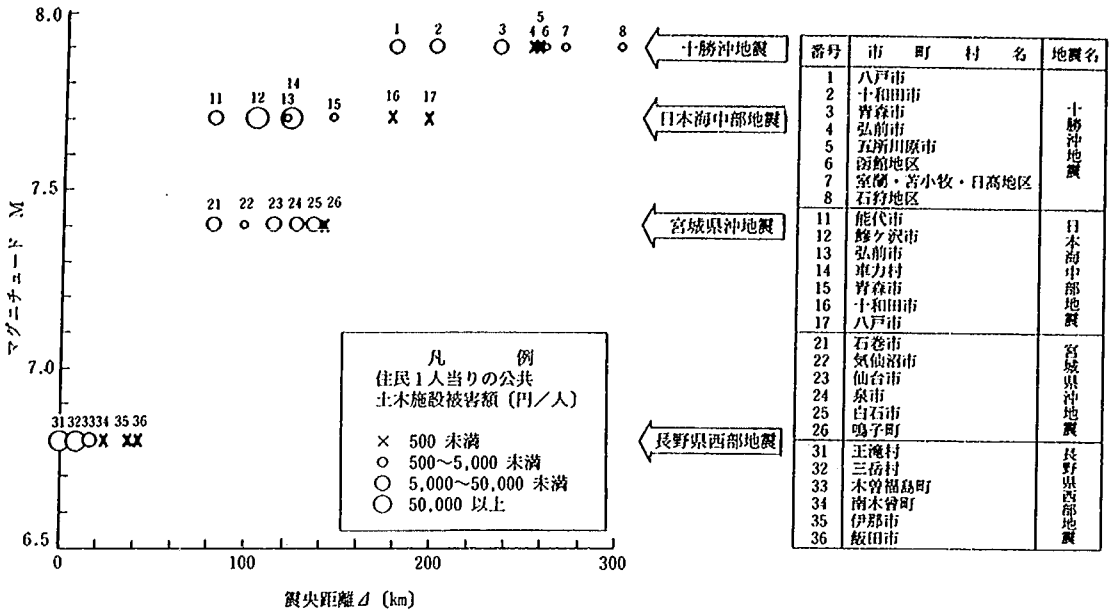
震度階＼区分		屋内の収容物				
		家具	置物等	絵・額・振子時計	電灯・シャンデリア等の吊下物	書棚・陳列棚・自動販売機（屋外のものを含む）
0	無感					
I	微震					
II	軽震				わずかに揺れる	
III	弱震	食器棚の食器がふれ合い音をたてる	1.花びんやすわりの悪いものはガタガタ揺れ動いたりする 2.金魚鉢などの器の水が揺れる	1.額などはカタカタ音をたてる 2.振子時計はまれに止まる	やや大きく揺れる	
IV	中震	1.かなり振動する 2.瀬戸物・ガラス器でこわれるものもある	1.激しく揺れ，不安定な花びんなどが倒れる 2.金魚鉢など，水のいっぱい入った器の水がこぼれる	1.激しく揺れ，額などはずれたり，落ちるものもある 2.かなりの振子時計が止まる	1.激しく動く 2.吊り下がった物どうしがぶつかり合う 3.寺の鐘が揺れ動く	1.書棚の本が落ちることがある 2.陳列棚の上段のびんなどの商品が落ちることがある 3.棚のものが落ちることがある
V	強震	弱 1.机やロッカーなどが移動することがある 2.タンス・細長い家具・テレビ・クーラーで倒れたり，ずれたりするものもある 3.机，家具の引出しがとび出すことがある	1.安定な花びんも倒れることがある 2.電話の受話器がはずれることがある 3.人形ケースなど固定の悪いものは落下する	1.取付の悪いものは，かなり落ちる 2.ほとんどの振子時計が止まる	1.取付の悪い螢光灯の球が落下する 2.チェーン吊りの螢光灯で落ちるものがある 3.寺の鐘が鳴ることもある	1.書棚の本がかなり落ちる 2.陳列棚の酒びんや薬局の薬品，塗料店の品物がかなり落ちる 3.棚のものが，かなり落ちる 4.自動販売機で足場の悪いものはずれたり倒れたりする
		強 1.重い家具も移動し倒れるものもある 2.タンス・細長い家具・テレビなど倒れるものが多くなる 3.冷蔵庫・ピアノが倒れることがある	1.電話の受話器ははずれることが多い 2.多くのものが倒れたり，ずれ動き，家具などの上のものは落ちる	1.取付の悪いものは，ほとんど落ちる 2.振子時計はすべて止まる	1.シャンデリアやチェーン吊りの螢光灯は，激しく揺れ，天井にぶつかるなどしてかなり落下する 2.寺の鐘が激しく動く	1.陳列棚の酒びんや薬局の薬品，塗料店の品物のほとんどが落ちる 2.棚のものがほとんど落ちる 3.自動販売機はかなり倒れる
VI	烈震	非常にすわりの良いものも倒れる	ほとんどの物が倒れたり大きくずれ動く	すべて落ちる	吊下物はほとんど落下する	書棚・陳列棚・自動販売機はほとんど倒れる
VII	激震					

表－1・解10 東京都震度階級（その7）

震度階＼区分		火気使用器具		
		ガスコンロ・ガステーブル等	ガスストーブ・石油ストーブ	L・P・Gボンベ
0	無感			
I	微震			
II	軽震			
III	弱震	ガスコンロの上のヤカンなどがガタガタ音をたてる		
IV	中震	ガスコンロの上のヤカンなどがずれたり，底の丸いものは傾いたりすることがある	建物の上層階など置場所によっては，石油ストーブの対震自動火装置が作動することがある	鎖止めのないもので，すわりの悪いものは転倒するものがある
V	強度	弱 1.台上にあるガスコンロ，ガステーブルは移動したり，落ちたりするものがある 2.貯湯式のガス湯沸器で台に固定されていないものは倒れるものがある	1.石油ストーブの対震自動消火装置がかなり作動する 2.ガスストーブ・電気ストーブで転倒するものがある	1.鎖止めのないもの，鎖止めの弱いものは転倒する 2.細長いボンベで鎖止めの位置が高すぎるものは抜け出して倒れるものがある
		強 1.ガスコンロ・ガステーブルはかなり移動したり落ちたりする 2.ガス湯沸器で取付けの悪い壁式のものは落ちるものがある 3.貯湯式のガス湯沸器で台に固定されていないものはかなり倒れ，固定されたものでも倒れるものがある 4.営業用のガスレンジなどにも移動したり転倒したりするものがある	1.石油ストーブの対震自動消火装置が作動する 2.円筒型で重心の高い石油ストーブは転倒する 3.ポット型石油ストーブの燃料そうが転倒する 4.ガスストーブ・電気ストーブはかなり転倒する	1.細長いボンベで鎖止めの良いものも壁体ごと倒れるものがある 2.細長いボンベで鎖止めの位置が高いものは抜け出してかなり倒れる
VI	烈震	ガスコンロ・ガステーブルは移動したり落ちる	ガスストーブ・石油ストーブは，ほとんどのものが移動し，倒れる	ほとんど倒れる
VII	激震			

表—1・解11　東京都震度階級（その8）

震度階＼区分		人間に与える影響		
		起きている人の感覚と心理	眠っている人	人々の行動
0	無感	人体に感じないで地震計で知る		
I	微震	建物上階にいる人，静座・横臥している人で特に敏感な人が地震かなと感じる		
II	軽震	1.屋内で静止した多くの人々が感じる 2.屋内でも動いている人は感じない	浅い眠りの人は目をさます	
III	弱震	1.屋内にいるほとんどの人が感じる 2.屋外にいるかなりの人が感じる 3.歩行中の人は少数が感じる	眠っている人は目をさます	座っている人で立ち上る人もいる
IV	中震	1.歩いている人もすべて感じる 2.高層ビルの高いところや歩道橋の上にいる人は軽い目まいのように感じる 3.かなり多くの人が驚く	ほとんどの人が目覚め，驚いて飛び起きる人もある	1.屋外に逃げ出す者もある 2.座っている人のうちかなりの人が立ち上る
V	強震	弱 ほとんどの人が物にすがりたいと感じる	ほとんとの人が驚いて飛び起きる	1.かなり多くの人が屋外へ走り出そうとする 2.その場で立ちすくむ者もある
		強 ほとんどの人が恐怖を感じ，あるいは目まいがする	1.一瞬何が起こったのかわからず，茫然とする 2.ベッドから転げ落ちることがある	1.直立困難になり，物につかまらないと歩けない 2.階段を降りるのはほとんど不可能になる 3.物にぶつかって動けない 4.かなり多くの子供が泣き騒ぐ
VI	烈震	1.まわりの景色がぐるぐるまわるように見える 2.茫然自失の状態となりほとんどの人が生命の危険を感じる	ベッドから振り落とされる	1.足もとがさらわれ，体が打ち倒されるようになり，立っていることができない 2.床が波打ったようになりつまづいて歩行不可能で這ってしか動けない
VII	激震			



番号	市町村名	地震名
1	八戸市	十勝沖地震
2	十和田市	
3	青森市	
4	弘前市	
5	五所川原市	
6	函館地区	
7	室蘭・苫小牧・日高地区	
8	石狩地区	
11	能代市	日本海中部地震
12	鰺ケ沢市	
13	弘前市	
14	車力村	
15	青森市	
16	十和田市	
17	八戸市	
21	石巻市	宮城県沖地震
22	気仙沼市	
23	仙台市	
24	泉市	
25	白石市	
26	鳴子町	
31	王滝村	長野県西部地震
32	三岳村	
33	木曽福島町	
34	南木曽町	
35	伊那市	
36	飯田市	

図－1・解1　マグニチュードおよび震央距離に対する公共土木施設被害額の関係

表－1・解12　公共土木施設の震害の範囲と地震の規模

地震の規模（マグニチュード）	震害が生じる可能性のある範囲
M＝6.5	震源の真上でも，一般にほとんど被害はない。
M＝7	震央から半径20km程度
M＝7.5	〃　半径120km程度
M＝8	〃　半径200～300km程度

注）特に地盤の軟弱な箇所では上記よりも広い範囲で震害の生じる可能性もある。

・砂防施設　斜面の浸蝕，崩壊の防止
・下水道施設　汚水，雨水の排除

② 対象物の制御の可能性
・道路施設　ある程度可能
・河川施設　不可能（ダムによる調整で部分的には可能）
・下水道施設　不可能（下水使用禁止要請などで一部可能）

③ 施設のネットワーク
・道路施設　双方向網目状ネットワーク又は双方行直線状ネットワーク
・河川施設　一方向樹木状ネットワーク
・下水道施設　一方向樹木状ネットワーク

以上のような点から，震災復旧に伴う施設の特性をまとめると以下のようになる。

a）河川・海岸・砂防施設

河川・海岸・砂防施設は本来防災のために設置されている施設であり，流下してくる水を利用しながら堤内地に氾濫させることなく流下させたり，浸蝕を防止したりすることに存在意義がある。したがって，一般に施設被害はそのまま溢水，浸水，浸蝕等に結びつく場合が多い。ただし，道路施設とは異なり，地震のために直接的に流下水量が増加したり，水位が上昇することはない。

b）道路施設

道路施設が被災した場合には，被災度に応じて，大なり小なり必ず交通容量に影響を与える。また，震後には，被災地における救急救助活動，市街地火災のための消火活動，被災地における生活必需物資の搬入，被災箇所への復旧人員・資機材の搬入などにより，一般に交通量が増加する場合が多く，震後の需要は平常時とは異なる。なお，道路施設は，当該施設の復旧と同時に，他の社会的な復旧活動に基幹的な役割を果た

表－1・解13　地震動の強さ（震度階）と震害の関係

施設 / 震度	河川堤防	道　路	橋　梁	下水道管
IV	一般に被害なし	一般に被害なし	一般に被害なし	一般に被害なし
V 弱	・堤体に部分的な亀裂	・道路盛土の路肩部における亀裂 ・片切片盛部の亀裂 ・斜面からの落石	・無筋の橋脚，橋台の亀裂	・目地部及びマンホール接続部の被害が一部発生
V 強	・堤体の沈下，亀裂の拡大 ・液状化発生箇所ではすべり，沈下	・盛土部における大きな地割れ，路肩の崩壊 ・山間部道路斜面の崩壊 ・沿道のブロック塀倒壊，看板の落下	・橋梁取付盛土部分の沈下 ・支承部の破損 ・鉄筋コンクリート橋脚の亀裂	・液状化など地盤破壊箇所における目地被害，管路の浮上沈下
VI	・亀裂，すべり，沈下 ・液状化に伴うすべり，沈下が多数発生	・道路の地割れ，陥没 ・路体の欠落，道路斜面・法面の崩壊	・取付部の大きな沈下 ・支承部の破損 ・鉄筋コンクリート橋脚の破損	・管の折損，継ぎ手の抜け出し ・液状化発生箇所では管の蛇行，抜け出し，不等沈下

表－1・解14　施設の機能と被害

施　設	施　設　機　能	被　　害	機　能　障　害
道　路	交通機能	道路の沈下，亀裂，段差	通行不能
		道路の欠壊	通行不能
			周辺施設被害
トンネル	交通機能	落盤，道路閉塞	通行不能
橋　梁	交通機能	橋脚，上部工等の部分的被害	通行不能
		落橋	周辺施設被害
付帯施設		倒壊，落下	通行不能
河川堤防	流下機能	堤体の沈下，陥没	溢水，浸水
		堤体の亀裂	浸水
樋門水門	堤防機能	ゲートの遮水性障害（ずれ等）	内水被害
	流下機能	函体の閉塞	内水被害
砂　防	土石流防止	砂防施設の倒壊	浸蝕，土石流発生
	地すべり，斜面崩壊防止	地すべり，急傾斜地崩壊防止施設の倒壊	土石流発生，斜面崩壊
海　岸	浸蝕防止機能	堤体の沈下，陥没，倒壊	海岸浸食
	高潮防止機能	堤体の沈下，陥没，倒壊	浸水
下水道管路	流下機能	管路の折損，ずれ，はなれ，開き，閉塞	下水浸水
		路面陥没・マンホール突出，管内への土砂・ガスの混入	道路交通障害
			火災，人命被害
ポンプ場	流下機能	ポンプ場処理場機能停止	浸水被害
処理場		緊急放流	環境汚染

すことが特徴といえる。

c）下水道施設

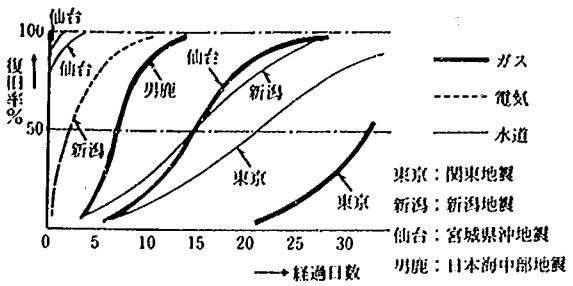
下水道は，汚水を集め処理を行うとともに，雨水を流下させる機能を持つシステムである。したがって，下水道機能の低下は雨水による浸水被害をもたらすと同時に，汚水排水不良による環境面での問題を生じさせる。また，河川が自然流下を基本としているのに対して，下水道では，加圧して下水を搬送する部分も多く，このため，ポンプ場，処理場等の地震被害が全体の機能に影響を及ぼす場合がある。河川同様，地震により直接的に需要が増大することはないが，流下水量を制御することは基本的にはできない。

以上に述べた施設の地震時特性をまとめると表－1・解15に示すとおりである。

4) ライフライン施設の被害とその影響

ライフライン施設の被害は，施設管理上のみならず日常生活を含めて復旧活動に各方面から大きな影響を与える。普段何気無く使っているシステム，機器がライフライン施設の被害のために使用不能となり，思わぬ影響を受けることが多いため，ライフライン施設の被害及び復旧の特徴とともに，これらが所管施設の復旧活動におよぼす影響を正しく理解しておくことが重要である。

表－1・解16はライフライン施設の被害に伴う主要な影響について簡単に示したものである。1つのシステムあるいは機器が使用不能となると連鎖的にその影響が波及していくことに注意しておかなければならない。また，図－1・解2は既往の地震に際してライフライン施設の復旧がどの程度の時間で進められていったかを関東地震，新潟地震，宮城県沖地震，日本海中部地震について示したものである。ライフライン施設の震災復旧は，地域特性，都市構造，津波による浸水，火災等の条件によって大きく異なるが，一般に電力の復旧は比較的早いのに対して，ガスの復旧の場合には，ガス漏れのないことを確認しつつ1ブロックずつ復旧していかなければならないため，復旧に長時間を要するのが普通である。



図－1・解2 既往地震におけるライフライン施設の復旧状況

5) 水害との類似性

地震に比較して集中豪雨等による水害は，現地において経験する機会が相対的に多い。したがって，水害と地震被害との類似点及び相違点を把握しておくことは，水害により得た知識・経験を震害に対して生かすために有効である。水害についても各種のパターンがあるが，表－1・解17は長崎水害を例にとり，震災との比較をした例を示すものである。

表－1・解15 施設の地震時特性

施設	道路	河川・海岸・砂防	下水道
対象	車両交通等	流下水 (浸食土砂含む)	雨水，汚水
制御	ある程度可能	不可能	不可能
ネットワーク	双方向網目状又は双方向直線状	一方向樹木状	一方向樹木状
地震後の需要	一般に地震後は交通需要が増大	基本的には変化なし	基本的には変化なし
備考	交通を安全・確実に確保することが本来の目的である	溢水，浸水，斜面崩壊等による災害防止が本来目的である	汚水処理，雨水浸水防止が本来目的である

表－1・解16　ライフライン施設の地震被害の特徴

施設／項目	上水道	電力	ガス	電話	下水道
規模	都市	数県	都市	全国	都市
設置位置	地中	地上	地中	地上・地中	地中
施設が被災することによる直接的影響	・漏水に伴う家屋浸水，道路損壊等	・漏電または電柱の倒壊に伴う危険	・ガス漏れ，火災，爆発	・電柱の倒壊に伴う危険	・衛生環境の悪化
日常生活への影響	・飲料水不足 ・洗面所・トイレの使用禁止 ・炊事・洗濯の不能 ・風呂の使用不能	・停電（照明不能） ・テレビ・冷蔵庫など電気製品の使用不能 ・エレベーターの使用不能 ・停電によるパニック（地下街など）	・炊事不能 ・ガス風呂の使用不能 ・暖房不能	・電話の使用不能	・トイレの使用不能 ・炊事，洗濯の不能 ・風呂の使用不能
震災復旧活動に及ぼす影響	・断水に伴う自家発電不能（電算システム，下水道ポンプ場，マイクロ回線，ファックスなど） ・いっ水による交通路の遮断または道路の二次災害	・電算機使用不能 ・信号機の停止による交通障害 ・アスファルトプラントなど各種電気で稼動する施設の停止 ・夜間の照明不能 ・テレビ、ビデオ等各種電気製品の使用不能 ・テレメータリングシステム使用不能 ・マイクロフィルムからの文書取り出し不能	・ガス漏れに伴う交通路の遮断	・情報連絡不能（情報授受） ・ファックス使用不能	・雨水の流下不能による交通路の遮断
代替性	・井戸水 ・給水車	・自家発電（空冷） ・送配電系統の切替 ・懐中電灯，ろうそく	・他の代替燃料	・無線 ・建設省マイクロ回線 ・アマチュア無線 ・重要加入電話	・簡易トイレ

表－1・解17　長崎水害及び一般の地震被害の共通点及び相違点

項目		長崎水害の場合	地震の場合	備考
共通する項目	被害範囲	・20km×20kmの範囲に被害集中	・M7クラスの直下型地震に相当する	・M8クラスでは100km×100km程度
	被害形態	・がけ崩れ発生，死者・行方不明の大部分は土砂災害による ・法面崩壊，路体流出，崩土 ・道路が寸断され，長崎市が一時的に孤立	・降雨後の山地における地震では，土石流の発生あり（例，長野県西部地震） ・山岳地における地震では，左欄と同じ被害形態となる（例，伊豆半島沖地震，伊豆大島近海地震，長野県西部地震） ・道路が遮断されると，山岳地では町村等の孤立が生じる	
	道路以外のライフライン施設の被害	・電気，ガス，水道，電話，鉄道の不通	・M7クラスの直下型地震であれば，同様の被害が生じる	・供給施設の場合，ターミナル施設が被災を受けていなければ，復旧日数は比較的短い（水害，地震とも）
	被災調査，復旧の手順	・基本的に緊急措置，応急復旧，本復旧の順で構成されている	・左欄と同じ	
相違する項目	災害発生の予告	・気圧配置等により，ある程度は事前に降雨の発生を知ることができる。ただし，今回は，予想を上廻る集中豪雨が発生	・突然発生	
	被害の発生	・被害は数時間の間に発生	・ほぼ瞬間的に発生	
	被災対象物	・土石流による直撃を受けた箇所・構造物のみに被害発生。ただし，被災状況は激甚である	・被災区域内においては，程度の差はあっても全ての構造物に被害を生じる可能性がある。従って，復旧資材（例，アスファルトプラント，生コン工場等）の製作工場等も被害を受けることがあり得る	
	余震		・M7クラスの地震では，余震による被害の拡大はあまり大きくないが，心理的な影響は大きい	・M8クラスの大規模地震では，M7～7.5程度の余震が生じ得る ・豪雨後には斜面崩壊の危険性がある

2. 震災復旧の基本方針

1) 一 般

公共土木施設の震災復旧は，震後における社会全体の復旧活動，民生の安定などに与える影響が大きいので，施設の被災状況を迅速かつ的確に把握し，防災（業務）計画に基づき，関係機関との調整をはかり，速やかな復旧を行うものとする。

2) 震災復旧の第1段階

震災復旧の第1段階においては，できるだけ短時間に施設の被災状況の概略を把握し，以後の対応・復旧の基本方針を定めるとともに，二次災害の危険性を適切に判定し，必要に応じて緊急措置を行う。

3) 震災復旧の第2段階

震災復旧の第2段階においては，施設全体の被災状況を把握し，二次災害の危険性，施設復旧の緊急性，施設の用途，重要度，本復旧までの工期等に基づいて応急復旧の必要性を判断する。応急復旧が必要な場合には，応急復旧の優先順位及び復旧水準を定め，適切な工法で応急復旧を行う。

4) 震災復旧の第3段階

震災復旧の第3段階においては，施設の重要性，被災の箇所及びその程度，復旧の難易度，施設の将来計画を考慮して本復旧水準を定めるとともに，地域の将来計画・復興計画を配慮して本復旧を行う。

[解説]

1) 震災復旧の基本方針

本マニュアルで対象とする公共土木施設が地震被害を受けた場合には各種の影響を社会生活に与える。このため，震災復旧に当たっては，施設被害が地域社会に与える影響を的確に把握して，速やかに復旧を行うことが重要である。既往の震災復旧例によれば，震災の特徴及び震後の対応は地震ごとに必ずしも同じではない。本マニュアルに示す各種調査，判定，復旧の方法等は，あくまでも過去の事例からみて基本的，かつ，平均的な考え方を示したものであり，震災に直面した場合には，本マニュアルに示されている通りに復旧を進めていかなければならないという性格のものではない。したがって，被災規模に応じて，臨機応変に，かつ，速やかに震災復旧を進めていくことが重要である。

また，適切な復旧を行うためには十分な事前対策を実施しておくことが重要である。

2) 震災復旧の第1段階における基本方針

震災復旧の第1段階においては，限られた人数で短時間に重要な箇所を中心として所管施設の被災状況の概略を調査し，以後の対応・復旧の方針を決めるための情報を得なければならない。このため，緊急調査では正確さよりもむしろ迅速さに重点を置き，小さな被害にはあまりとらわれることなく，全容の把握を行うことが重要である。さらに，緊急調査において大きな二次災害につながる危険があると認められる被害に対しては緊急措置を行う。

3) 震災復旧の第2段階における基本方針

震災復旧の第2段階においては応急復旧が必要であるか，また，必要とされる場合にはどこから，どの程度の応急復旧を行うかが最も重要な判断となる。応急復旧の必要性及び，どの程度の応急復旧を行うか，すなわち，応急復旧における機能確保の水準および強度上の耐震性の水準については，「4.4 震災復旧水準」に従って判断するものとする。また，どこから応急復旧するか，すなわち，応急復旧の優先度は，「4.3.2 震災復旧の第2段階における評価項目」に従って適切に判断することが重要である。応急復旧は，本復旧の支障とならないよう，工期，工法等を十分検討して実施するものとする。

4) 震災復旧の第3段階における基本方針

震災復旧の第3段階においては，すでに震後の混乱も治まっており，施設に要求される機能及び水準を適切に判断するとともに，施設の将来計画を配慮して本復旧を行うことが重要である。

3. 震前対策

震災復旧を的確に行うためには，震前に十分対策を立てておくことが重要である。震前対策としては以下の事項を検討しておくものとする。

1) 震災時の組織体制
2) 震災訓練の実施
3) 施設の点検，整備
4) 復旧資機材等の整備
5) 重要施設の設計図書及び管理図書の整備
6) 震災業務計画の整備
7) その他

［解説］

1) 震災時の組織体制

震災時の組織体制は震災の規模，地域特性，時期等に応じて弾力的に組み上げていく必要があるが，以下の事項についてはどのような震災パターンになろうとも震後に必ず対応が必要とされるものである。

a）組織内の体制および関係機関との連絡協力体制の確立

震後に一番混乱するのは，震災直後（震災復旧の第1段階及び第2段階の初期）であり，この時期を過ぎると震後の時間経過とともに，組織内あるいは他機関との連絡調整は次第に順調に進むようになる場合が多い。したがって地震が発生した直後に焦点をあてて，まずどうするかについて組織内の体制及び関係機関との連絡協力体制を検討しておくのがよい。具体的には以下のような事項があげられる。

i）組織内の体制

・指揮命令系統の一元化

特に，情報連絡手段が使用不能となった場合，指揮命令系統を構成する職員が不在，出張，けがをした場合，ただちに参集できない場合でも機能するよう検討しておくことが必要である。

・緊急調査体制の検討

各種の季節，時間帯を想定して，緊急調査をどのような体制で実施するか，また，緊急措置をどのようにするかについて検討しておくことが必要である。

・応急調査体制の検討

応急復旧の実施について事務所から出張所に対する応援，他事務所からの応援体制を検討しておく必要がある。

ii）関係機関との連絡協力体制

・関係機関の一覧及び協議協力を要する事項のリストアップ

震災復旧ではどのような機関と協議連絡，協力をとり合う必要があるかをあらかじめ検討し，必要とされる協議，協力の内容を打ち合わせておくことが重要である。

・協議連絡系統の一元化

窓口に対する連絡が不能となった場合に対する次善の方策も含めて協議，連絡系統の一元化を検討しておくことが重要である。

・緊急調査及び緊急措置の協力体制

管理施設が互いに近くに存在する場合，あるいは，占用物件等に対しては，あらかじめ，緊急調査を協力して実施できないかを検討しておくのがよい。また緊急措置についても協力して実施できる範囲があれば，こうした点をあらかじめ検討しておくことが必要である。

・被害情報の交換

所管施設の被害情報あるいは関連情報を，迅速に交換し合う方策を検討しておくのがよい。

・情報連絡手段の相互利用

建設省のマイクロ回線は商用電話に比較して一般に優れた耐震性を有しており，震災時に有効に機能した例が多い。また都道府県には都道府県防災行政無線（基地局，固定局，移動局，テレメーター），孤立防止用無線電話等が設置されているため，相互に情報連絡手段として利用し合うシステムを検討しておくのがよい。

iii）組織内もしくは関係機関との情報連絡がとれない場合の対応措置の検討

地震直後においては，電話等のふくそう，断線等のため組織内，関係機関を問わず，一時的に情報連絡が不能となる場合が多い。したがって，このような場合の緊急調査など震後の対応の分担をあらかじめ検討しておくのがよい。

b）職員の非常招集及び参集方法の検討

近年我が国に生じた地震は，いずれも勤務時間帯もしくはその前後に生じており，職員の招集，参集上，特に大きな障害が生じた事例は少ない。しかしながら，地震が夜間に発生したような場合には，職員をどのように招集するかが重要な課題となる。招集，参集の方法は災害の規模(広域か，局所的か)，地域の特性，職員の居住区と事務所の位置関係等によって大きく異なると考えられるため，こうした事項を判断した上で適切な方策を検討しておくことが重要である。この際には一般に次のような条件を考慮しておく必要がある。

・電話が使用不能の場合
・交通機関が使用不能の場合
・職員自身もしくは家族が負傷した場合
・参集場所

震度がある一定以上となった場合には，自主的に職員が職場に参集するような体制としておくことが有効であろう。また，勤務時間帯に地震が発生した場合を想定すると，職員の家族の安否をまとめて確認する役割体制をあらかじめ定めておくのがよい。

c）組織体制の維持方法の検討

震災規模が大きい場合，水，食料等を確保して職員の安全をはかり，組織体制の維持に努める。

d）専門家による支援体制の整備

震災が大規模で，かつ，特異な被災形態の場合には，専門家の適切なアドバイスが被災度の判定，被災の進展，二次災害の危険性，復旧工法等を検討する上で有効な場合が多い。したがって，必要に応じて震後に専門家の支援を速やかに得られるよう，あらかじめ検討しておくのがよい。なおこのような体制の１つにアドバイザー制度（建設省河川局防災課）があるのでこれを有効に活用するのがよい。

e）情報連絡員等の活用方法の検討

被災状況を広範囲に，かつ，きめ細かく把握する上では，情報連絡員，水門監視員，道路モニター，水防団等からの情報が有効と考えられる。上記連絡員等は，本来，震災時を想定したものではないが，体制の検討を行い，必要かつ可能な範囲から上記システムの利用を検討しておくのがよい。

2) 震災訓練の実施

震災訓練は震後の迅速な復旧を図るために極めて有効である。震災訓練としては，混乱期（震災復旧の第１段階及び第２段階の初期）の対応に重点を置くのがよいが，この際には，以下のような訓練を行うと，職員に地震被害を実感として抱かせたり，問題点を把握するのに有効である。

- 緊急調査の結果はどうやって事務所に連絡するか，緊急措置としては何をすればよいのか
- 上部機関，下部機関，関係機関には何を連絡すればよいのか

想定される状況は以下の通りである。

- 電気，水道が使用不能の場合
- 電話，マイクロ回線が使用不能の場合
- 道路の亀裂，段差でパトロールカーが使用不能の場合

なお，震災訓練としては，現地における実動訓練と同時に災害を想定した図上訓練も非常に有効である。

3) 施設の点検・整備

施設の現状をよく把握し，耐震性をあらかじめ検討し，必要に応じて整備をしておくことは基本的に施設の地震被害を軽減するとともに，被害の発見及び復旧を迅速に行うために有効である。

a）地震災害を受ける可能性の高い箇所の把握

i）既往災害履歴（災害カルテ）の作成

地震災害の危険性は，既往災害の発生状況を調べることにより概略把握することができる。このため，震災のみならず豪雨災害等も含めた所管施設の災害履歴（災害カルテ）を作成しておくことが有効である。

ii）耐震点検

構造物の中には耐震点検法が用意されているものもあるため，こうした手段により，必要に応じて耐震性を判断しておくことが重要である。

iii）日常点検

漏水や湧水，何らかの変状などが発生している箇所または構造物は，一般に地震災害の危険性が相対的に高いので，これらの箇所を点検・把握しておくのがよい。

iv）地震災害の危険箇所

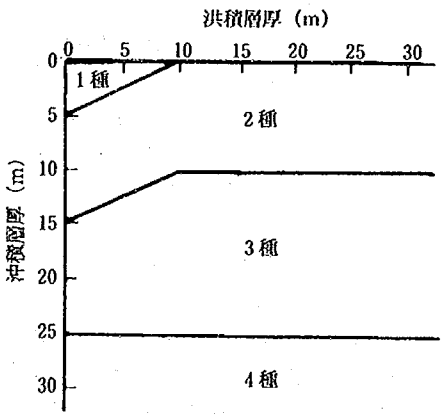
既往地震において多くの被害が集中している軟弱地盤及び液状化する地盤は次のような方法で把握することができる。

・軟弱地盤

図－１・解３は，道路橋示方書耐震設計編による地盤種別（簡略法）を示したものであり，これにより４種地盤（軟弱地盤）と判定される箇所は，被害を受ける可能性が相対的に高いとみてもよい。

・液状化する地盤

表－１・解18は，微地形分類に基づく液状化発



図－１・解３　沖積層厚と洪積層厚による地盤種別

表－１・解18　微地形分類に基づく液状化発生の判断基準

区分		地盤
(A)	液状化する可能性が高い地域	現河道，旧河道，旧水面上の盛土地，埋立地
(B)	液状化する可能性がある地域	(A)，(C)に属しない沖積低地
(C)	液状化する可能性が低い地域	台地，丘陵，山地

生の判断基準として示したものである。現河道，旧河道，旧水面上の盛土地，埋立地は液状化する可能性が高く，したがって，そのような地盤上の構造物は被害を受ける可能性が相対的に高いとみてもよい。

b）施設の点検整備

被害調査を迅速に行うためには，以下のような項目に対する施設の整備をしておくことが有効である。

・橋梁の点検足場（検査路）を整備しておく
・埋設管路の位置を把握しておく

4) 復旧資機材等の整備

緊急措置及び応急復旧を的確，迅速に行うためには，復旧に必要な資機材を整備しておくとともに，民間関連業者等における整備状況及びそれらの調達方式をあらかじめ調査・検討し，民間保有の機械等を確実に活用できる体制を整備しておくのがよい。特に以下の項目については十分検討しておくことが重要である。

a）緊急調査及び緊急措置に必要な資機材（例，バリケード，交通標識，シート，携帯用無線等，具体的には，各編の緊急調査及び緊急措置の項を参照）については高架下など適当な場所に備蓄基地の整備を図ると共にこれらを備蓄しておくことが望ましい。なお，これらの資機材は，震後，ただちに使用可能なように場所を定めて保管しておくことが有効である。また，同時に，これらを常時においても使用することが重要である。これは，普段から使用しておくことにより，消耗品等を補充し，また，取り扱いについても習熟することができるためである。

b）応急復旧で必要となる資機材，要員等については民間業者と協定を締結し，その所在，保有量，搬入方法についても調査・検討しておくことが重要である。この協定には，震災直後に連絡が十分できない場合の自主的な民間業者の緊急調査及び緊急措置を盛り込んでおくのがよい。

応急復旧時の民間保有機械等の活用体制に関しては，昭和60年1月25日付で次のような建設省事務次官通達が出されている。

「地震，洪水等の異常な天然現象により生じた災害の応急復旧を迅速に行うためには，建設省保有の建設機械，資材，要員（以下「機械等」という）では不足することが考えられるので，地域性，業界との関係等各地方建設局等の実情を踏まえて，民間保有の機械等を応急復旧時に活用できるように，建設業者，測量業者，建設コンサルタント，建設機械器具賃貸業者又はこれら業界の団体と協定を締結する等平常時において，民間保有の機械等を確実に活用できる体制の整備を推進されたい。

また，広域的な災害の場合に備えて民間保有の機械等による他地方建設局等への応援ができるよう配慮されたい。」

c）震後の混乱期には，電話等情報伝達手段が途絶する場合が多く，震災復旧に多大な影響を与える場合が多い。このため，情報伝達，通信手段に関しては，以下の事項を中心に，事前に十分な対応を検討しておくことが重要である。

・マイクロ回線の耐震化（システムとしての耐震化）
・無線（できるだけ，容量の大きく，混信しにくいもの）
・衛星を利用した移動用無線
・FAX によるビジュアルな映像の送信システム
・VTR を用いた地上もしくは空中からの即時中継技術
・非常用バッテリー（せっかく非常用バッテリーがあっても，地震により転倒したり，容量不足のため，使用できなかった例もあるので，こうした点に十分注意しておく）

ここで特に重要な点は，震災時には，報道機関等を中心にして大出力の無線機が多数持ち込まれることが多いため，出力の弱い無線の感度が悪化し，混信が生じて事実上使用不能となる場合があることである。一例を挙げると，昭和59年の長野県西部地震の場合には50wクラスの大出力の無線が200台程度も持ち込まれている。一般の行政無線は1～10wのものが多いため，ほとんど混信のため使用できなくなる。したがって，無線を用意する際にはこのような点に留意するとともに，できる限り出力の大きく，混信しにくい周波数帯域のものを選ぶことが重要である。

5) 施設の設計図書及び管理図書の整備

被災調査及び復旧工法の選定にあたっては，当該施設の設計図書及び管理図書が有効である。したがって，あらかじめこうした図書の整備を図ることが重要である。この際には，以下の点に留意しておくのがよい。

a）震災復旧の第1段階及び第2段階では，細かい設計図書よりも一般図程度のものがあれば一般に十分間に合う。したがって，一般図程度の情報が震後の混乱期においても即座に取り出せるように保管場所，保管方法を定めるのがよい。このためには，特に以下の点に注意するのがよい。

・停電した場合のマイクロフィルム化された図面の取り出し方法の検討。

・構造寸法，基礎の種別，根入れ等，一般図としての用件を備えた管理図書を整備しておくこと。

b）保管場所自身が被災（倒壊，焼失，浸水）しないよう配慮する。

6) 震災業務計画の整備

震災時に，ただちに震災復旧に着手できるよう，所要の組織単位ごとに震災業務計画を整備しておくことが必要である。震災業務計画の整備に際しては，国レベル，地方レベルにおける上位及び下位の防災計画との整合性を配慮することが重要である。

災害対策基本法に基づく地域防災会議は，地方における，災害に関連する機関で構成されているため，この会議を活用して，事前に相互の計画の調整をとることが重要である。

主な防災計画とその作成主体を示すと，表－1・解19の通りである。

7) その他

以上の他，震前に検討しておくことが望ましい事項を示すと，以下のようになる。

a）庁舎の耐震化及び内部機器・設備の耐震化

庁舎は，地震動，津波，土砂害，火災に対して基本的に安全な場所に設置するとともに，耐震化対策を加えておくのがよい。同様に，マイクロ回線，テレメータ施設などの内部の機器・設備の耐震化も重要である。また，非常用バッテリー自身の転倒の他，周辺の機材の転倒により非常用バッテリーが使用不能にならないよう十分注意しておかなければならない。なお，非常用電源は，使用する機器の容量及び時間を考慮して，十分な性能の発揮できることが重要である。既往の事例では，複写機及びFAXが使用できるだけの容量が非常用電源になかったために支障をきたした例がある。

b）代替通信手段の検討

電話・マイクロ回線が不通となった場合の代替連絡方法，無線（衛星中継含む）の使用範囲，混信しにくい周波数バンド等

c）非常用備品の整備

懐中電灯，トランジスターラジオ，飲料水，小型発電機，非常用燃料，非常食，寝具，救急箱等

d）残土，廃棄物の処理方法の検討

震後には被害物の撤去等に伴い一般に大量のガレキ，土砂，路上放置物等が発生する。したがって，あらかじめこうした廃棄物の処理方法，処理場等を検討しておくのがよい。

e）ヘリコプターの有効利用

ヘリコプターは緊急時の災害調査，孤立地区への復旧資材の輸送等に有効に用いることができるが，このためには，以下の項目をあらかじめ検討しておくことが必要である。

表－1・解19 主な防災計画と作成主体

根拠法律	計画名	作成主体
災害対策基本法	防災基本計画	中央防災会議
	防災業務計画	指定行政機関の長 指定公共機関
	地域防災計画 都道府県地域防災計画 市町村地域防災計画	 都道府県防災会議 市町村防災会議又は市町村長
大規模地震対策特別措置法	地震防災基本計画	中央防災会議
	地震防災強化計画	指定行政機関の長 指定公共機関 都道府県防災会議 市町村防災会議又は市町村長 石油コンビナート等防災本部 石油コンビナート等防災本部の協議会
	地震防災応急計画	病院，劇場，百貨店等の施設，石油類，火薬類等を取扱う施設等の管理・運営者

① 着陸地点の選定

ヘリコプターはあらかじめ運輸省に申請し，許可された箇所にしか着陸できない。このため，管内で着陸候補地点をあらかじめ選定し，必要な申請をしておくのがよい。なお，着陸するために必要な条件は「5.1 一般」に示す。

② ヘリコプター保有会社との協定

協定内容としては「使用優先契約」と「専用契約」があり，「専用契約」することが望ましい。

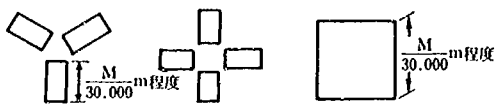
③ 緊急時のヘリコプター運航の指揮，命令体制の確立

④ 緊急時のヘリコプター運航計画の作成

f）対空標識の設置

対空標識は，空中三角測量や空中写真の標定を実施するために，基準点にあらかじめ標識を設置し，撮影の際空中写真上にその場所が明確に写し込まれるようにするものである。

対空標識の形状は，一般的に図—1・解4に示すものが使用される。材料としては，白色の化学合成板等の長期保存に耐えられる堅固なものとし，建物の屋上に設置するときは直接ペンキで描く。図—1・解5は設置例を示したものである。ここで対空標識の大きさは，空中写真の写真縮尺を $1/M$ としたとき，一般的には写真上で確認できる最小の大きさが $M/40000$ mであると言われているので，安全性を見込んで $M/30000$ m程度とするのがよい。ただし，この大きさは写真の撮影方向に対してとらなければならない。

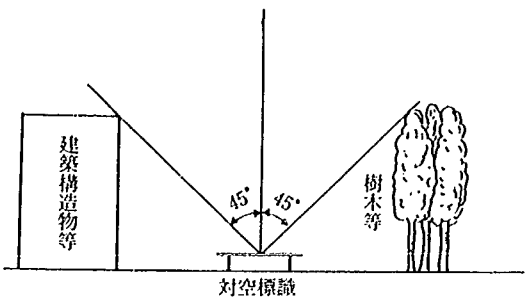


図—1・解4 対空標識の形状

対空標識を設置する場合は，測量に使用する少なくとも1対の写真上に写されていて，位置が確認できるようにするために図—1・解6のように上空視界を，最低でも45°以上確保する必要がある。なお，震災後には，標定点測量や対空標識設置のために現地に立入ることが困難な場合も多いと考えられるので，事前に次に示すような項目に注意して対空標識を設置しておくのがよい。

- 河川測量等を実施する場合は，基準点の位置を永久構造物上で上空視界が確保できる場所に選定するよう努め，その基準点には可能な限り対空標識を設置することが望ましい。しかし，対空標識設置が困難な場合は基準点の場所を写真上で測定できるようにした詳細な図（点の記）を作成しておく。
- 河川及び道路の距離標を航空写真から判読できる形状及び大きさとしておけば航空写真の標定点として使用することができるため有効である。その場合，形状及び大きさは図—1・解4を参考とし，人為的な破損を受けにくい頑丈な構造とする。
- 斜め写真においては，垂直写真のような上空視界の確保だけでは不十分なので，俯角・撮影コース・撮影高度・撮影方向に対する向き・大きさなどを考慮する。

図—1・解5 対空標識設置例



図－1・解6　対空標識の上空視界

4. 復旧の進め方

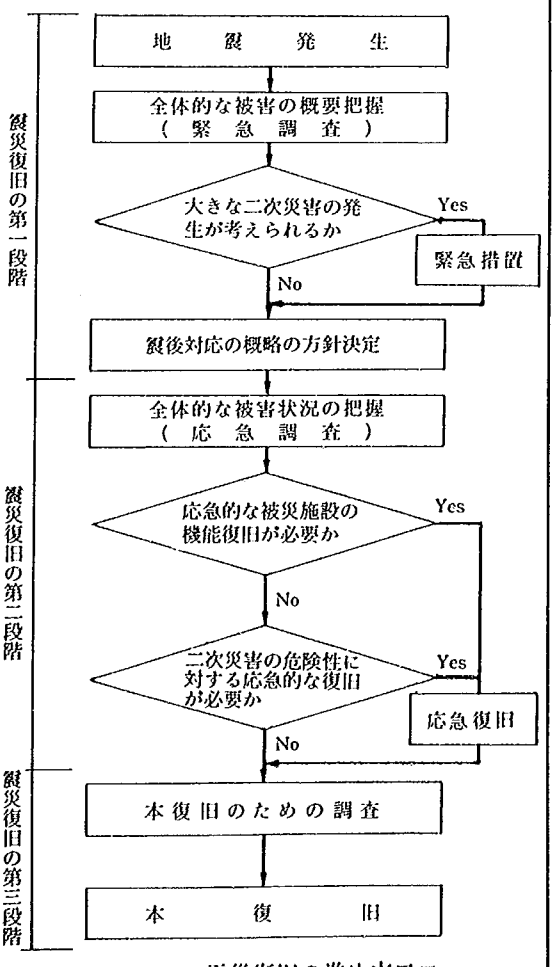
4.1 復旧の流れ

震後に必要となる復旧の対象及び水準は，震後の時期区分によって変化するため，それぞれの段階に応じた復旧を進めることが重要である。震後の復旧過程は一般に次のように3段階に分けられる。

1) 震災復旧の第1段階
重要な箇所を中心に施設被害の概略を把握するとともに，大きな二次災害につながる危険性が認められる箇所に緊急的な施設管理上の対応をとる段階

2) 震災復旧の第2段階
全体的な被害状況を把握し，必要に応じて応急復旧を行う段階

3) 震災復旧の第3段階
震後の混乱が収まり，本復旧のために必要な調査を行うとともに本復旧を行う段階



図－1・1　震災復旧の進め方フロー

[解説]

1) 震災復旧の第1段階（緊急調査―緊急措置のための判定―緊急措置）

既往の地震による被災調査状況を調査すると，まず，車・徒歩等（場合によりヘリコプターも利用）により数パーティーに分かれて所管施設の概略の被害状況を調査するのが通例である。この段階では，十分な職員の動員ができなかったり，携行機材等も十分でなかったりするが，とにかく，全管理施設を見てくることに重点が置かれている。被害が著しい場合には，車の通行が不能となり，徒歩で調査をしなければならなかったり，場合によっては立ち入り調査ができなくて未調査区間が残ったりすることもあり，管理施設を一巡してくるだけで，昭和53年宮城県沖地震の場合には約10時間(午後5時14分～翌日深夜3時)，昭和58年日本海中部地震の場合には約9時間（午後0時～午後9時）を要している。このように調査結果が一応判明するのは，従来の例では地震発生後12～24時間たった段階であるが，この段階で被害情報の整理・分析が行なわれ，翌日以後の調査を実施するに当たって調査の方針，体制，重点調査地区等の判断に大きな役割を持つ。このため，ここでは，この段階を震災復旧の第1段階と呼び，この間に行われる調査を緊急調査と呼ぶこととする。なお，既往の地震による被害調査では，このあとに，さらに第2次，第3次の調査パーティーを派遣し，被害状況を更に詳細に把握することが行われるが，このような調査は後述する応急調査に含めることとする。

緊急調査の段階では，管理施設の被害状況を一巡してみてくることに重点がある。従って主として以下に

重点を置いて調査するものとする。

① 当該施設被害の大規模な進展の可能性が明らかにあるか否か。

② 一次災害または上記①に伴う当該施設の被害が周辺の住民または資産に大きな影響を与えているか。もしくはその可能性が明らかにあるか。

③ 所管外施設の被害により，所管施設に大きな影響を与えていないか。

また，これらを調査するためには，一般に以下の点に留意しなければならない。

① 小さな被害及びその対応に目をうばわれない。

② 結果としてどの程度の範囲まで被害があったかという点は，調査が全部終了しないとわからない。したがって，まず，全体把握に全力をつくす。

③ 途中で事務所，出張所等に連絡を入れないまま，先に進んではならない。

また，緊急調査の段階で，重大な被害が見つかり，大きな二次災害につながる危険性が認められる場合には，状況に応じて適切な措置を講じるものとする。ただし，一般にこの段階ではすみやかに十分な応急復旧工事等を実施することは不可能であることから，対応措置としては，工事を伴わない施設管理上の措置が重点となる。しかし，緊急調査と平行して応急的に工事が行われる場合もあるがこれについては応急復旧に準じる。

緊急調査すべき項目，緊急措置を必要とするか否かの判定及び緊急措置の具体的な事項については，管理施設の種別に応じて第II編，第III編，第IV編に示す。

2) 震災復旧の第2段階（応急調査—応急復旧のための判定—応急復旧）

既往の地震による復旧状況をみると，震災復旧の第1段階の緊急調査が行われ，必要に応じて緊急措置がとられた後に，一般に，もう少し詳細な被害調査が行われ，状況によっては被害の拡大，大規模な二次災害の防止等を目的とした応急復旧工事が行われる場合がある。ここでは，第1段階の緊急調査，緊急措置に引続き実施される調査から必要に応じて応急復旧が実施されるまでの段階を震災復旧の第2段階と呼び，この段階に行われる調査を「応急調査」，応急復旧の必要性及び応急復旧工法選択のために構造物の被災状況を判定・分類することを「応急復旧のための判定」と呼ぶこととする。ただし，場合によっては，応急調査及び応急復旧のための判定のみを行って応急復旧をしない場合もある。この場合には，応急調査の内容は後述する本復旧のための調査に引き継がれることになる。

応急調査では，緊急調査の結果，被害の発見された箇所を中心として，原則として全所管施設に対して被害状況の把握を行う。ただし，明らかに被害が無いとみなし得る施設については応急調査を行う必要はない。応急調査の段階では，必要に応じて複数回の調査が可能であり，また，場合によっては専門的な知識を有する技術者による調査も行い得る。このため，全体から細部へ，また，概要から詳細にわたる調査へと，逐次調査の重点を移していくことが重要である。なお，応急調査段階になって，緊急調査では見落とされていた重大な被災が発見されたりすることもあるが，この場合の対応は緊急措置に従うものとする。

応急調査の観点としては，以下の項目が重要である。

① 緊急調査で見落とされたり，あるいは，調査不能であった区間に重大な被害がないかを調査する（特に初期の段階）

② 本復旧に至るまでの間に当該施設の応急的な機能の回復を図る必要があるか否か

③ 本復旧に至るまでの間に，大規模な当該施設の被害の進展があるか否か

④ 一次災害または上記③に伴う当該施設の被害が周辺住民または資産に大きな被害を与える可能性があるか否か

なお，これらのうち，①については基本的に緊急調査と同じであるが，緊急調査段階では，ざっと重大な災害の有無を視認してくる程度のことしかできないのに対して，応急調査では，一般にある程度くり返して調査することが可能となる点が異なっている。また，②，③及び④についてはいずれも，応急復旧の必要性を判定するための調査であるが，この結果はもちろん後述する本復旧にも参考になるものであり，この限りでは，本復旧のための調査と何ら変わる所はない。実際の被害調査は全て一連の流れとして多方面から同時平行的に行われるものであり，これを応急復旧のため，あるいは本復旧のためと明確に分けられる性格のものではない。しかし，ここでは，施設の応急的な機能の回復を図るか，もしくは大規模な被害の進展及び周辺への二次災害の防止を早急に図ることの重要性に鑑み，震災復旧の第2段階を区分して設けた。したがって，時系列的にみた場合に，必ずしも全ての場合，緊急調査→応急調査→本復旧のための調査という順番で行われるものではないことに注意しなければならない。

3) 震災復旧の第3段階（本復旧のための調査—本復

旧のための判定—本復旧)

必要に応じて震災復旧の第1段階の緊急措置及び震災復旧の第2段階の応急復旧が行われた後に，本復旧を実施するための調査を行い，その結果を判定し，本復旧を行う一連の過程を震災復旧の第3段階と呼ぶことにする。なお，前述したように，地震規模あるいは被災状況によっては，緊急調査もしくは応急調査が本復旧のための調査ということもあり得るし，また，緊急調査及び応急調査の一部が本復旧のための調査となるという場合もあることに注意しなければならない。また，応急復旧を実施する場合で，応急調査を行いながら同時に本復旧のための調査も行い，将来本復旧の段階で支障とならないように応急復旧工法を選定するといった場合には，時系列的に応急調査→本復旧のための調査と分けられないことは前述した通りである。いずれにしても，長期的に当該施設の機能を回復するために行う復旧工事が本復旧工事であり，このための工法等を選定するために行う調査が本復旧のための調査である。

4.2 震後体制

震災後においては災害に対する迅速な対応が可能となるよう，震後体制をとるものとする。

[解説]

1) 震後体制をとる必要性

河川・海岸・砂防・道路・下水道管路等の施設の管理者が，日常，施設を管理運用している組織体制は施設の計画，建設，維持管理等を計画的に進めていくために適した構成となっているが，震後において迅速に復旧を図るためには，一般に通常の組織体制は効率的ではない。この理由は，通常行っている業務とは異なった業務を日常とは一変した環境下で速やかに行わなければならないためである。このため，震災時の対応に適した体制に組織を組みかえることが有効である。図—1・解7及び図—1・解8は，それぞれ，昭和53年宮城県沖地震に際して事務所においてとられた道路および河川の震後体制の例を示したものである。

2) 震後体制のポイント

震後体制をとるに当っては，次の事項に注意するのがよい。

① 全職員に対する役割り分担の明確化

日常業務では，各人の責任分担が日々の業務経験を通して明確になっており，この範囲内における業務遂行は順調に行われるが，災害後には一応の役割り分担を決めても，どうしても分担の境界が手慣れないためにしっくりいかない場合が多い。基本的には，ある程度の時間が経ち，震後体制に全職員が慣れることが一番重要であるが，上位と下位の指示範囲を明確にしておく必要がある。また，いったんとった体制がスムーズに流れない場合には，状況に応じて臨機応変に体制を変更していくことが重要である。

② 第1線（現場）への職員の応援

出張所等現場の第1線では，調査及び復旧の全過程を通して職員数が絶対的に不足する場合が大部分である。したがって，現場の第1線に職員の応援を図ることが重要である。なお，この他に事務所の中に調査及び復旧の全体を取扱う組織を作り，この組織に出張所等の現場の第1線を組み入れて，全体として調査復旧にあたることも有効である。また，事務所の震後体制とは別に，災害報告書の作成，現地調査，応急復旧の設計・積算等を行うことを目的として，事務所内に災害対策室が設置された例がある。災害対策室は，出張所を含む事務所職員13名，本局から7名，他の工事事務所から8名の計28名で構成され，復旧を進める上で非常に有効に機能したと言われている。

③ 指示，命令，情報収集系統の一元化

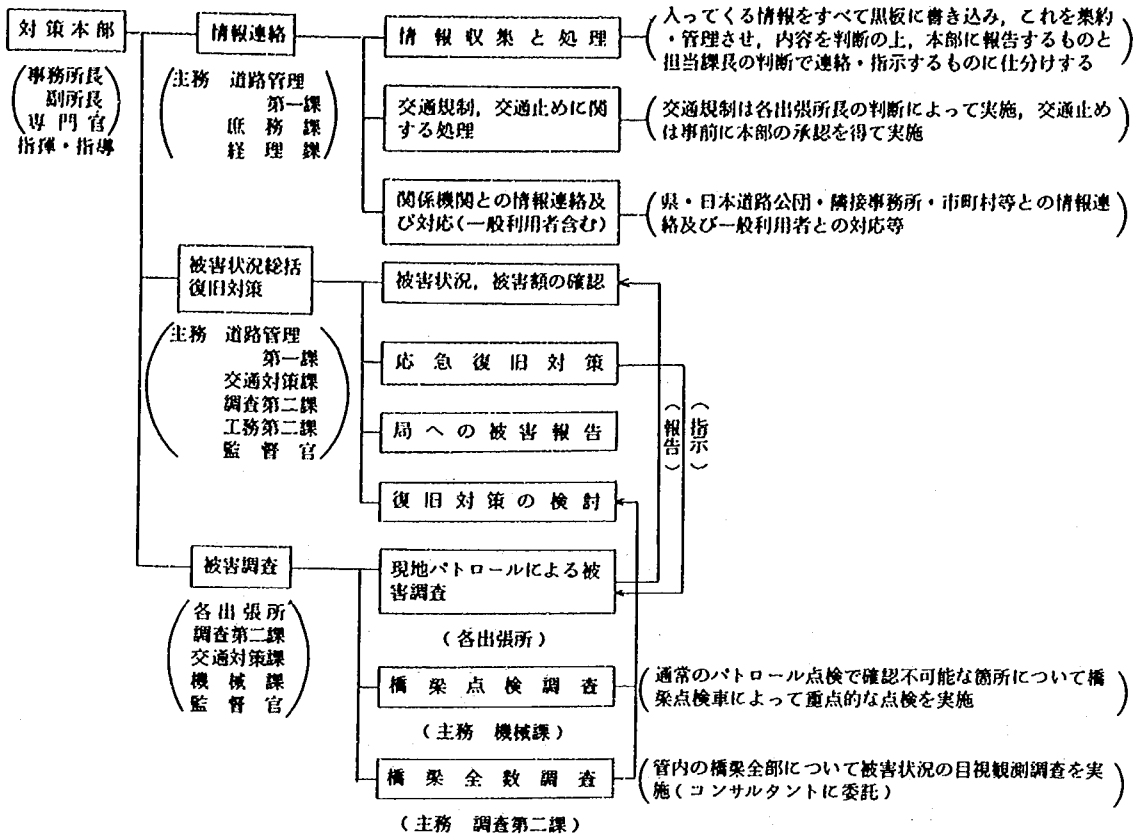
震災時の混乱期には相互に整合し合わない指示，命令が各方面から独立に出され，現在の第1線における効率的な調査・復旧の妨げとなったり，あるいは，せっかく収集した重要な情報がそれを必要とする部所に流れていなかったために対応が遅れたり，円滑に行かなかったりする事例が報告されている。したがって，指示，命令の伝達は常に組織の責任者から一元化して現場へ下すようにすることが非常に重要である。なお，情報連絡及び収集については6.2に示す。

④ 組織及び現場の責任者は常に連絡可能な所にいること

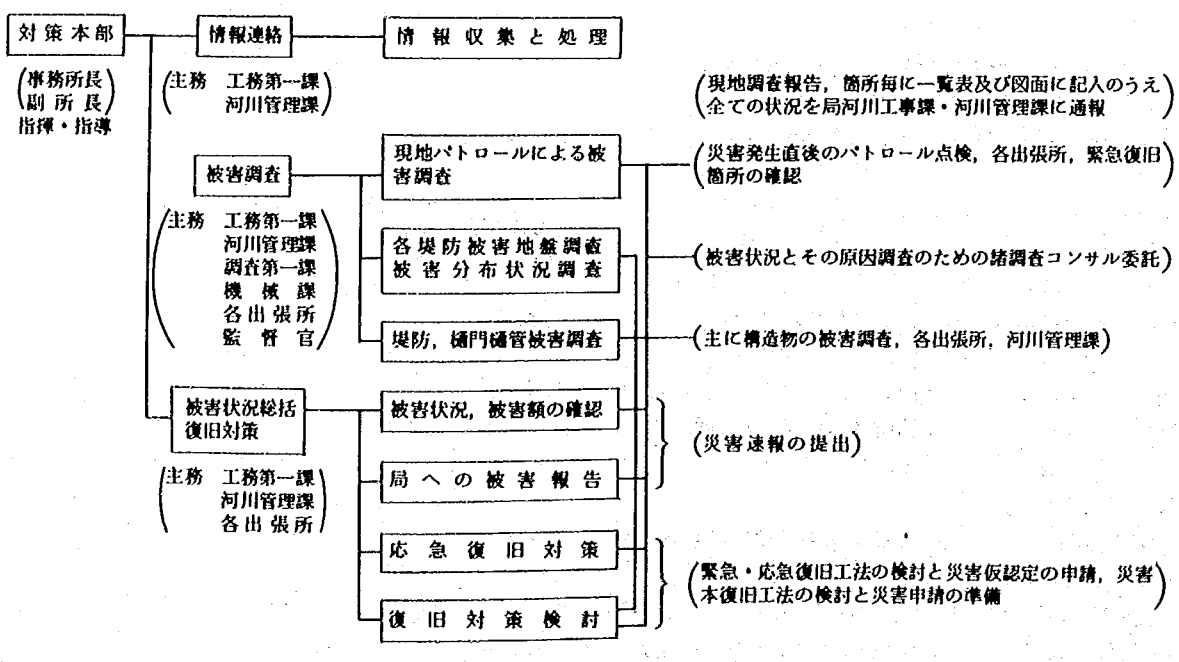
組織及び現場の責任者は常に連絡可能な所にいなければならない。震災直後の混乱期には，いったん現場に出ると，なかなか事務所に戻れなくなる場合があり，上部機関，関連機関等との連絡に支障をきたした場合もある。したがって，組織の長は，原則としては，事務所で全体の指揮をとるのがよい。なお，被害箇所が限定されている場合や，被害の大勢が判明した段階には，この限りではない。

⑤ 専門家，地震経験者の意見を聞く

地震経験者の判断は，復旧の大要を決定するに際して非常に有効な場合が多い。また，被災状況の判定，



図—1・解7　仙台工事事務所内緊急組織体制（道路関係）



図—1・解8　仙台工事事務所内緊急組織体制（河川関係）

復旧工法の選定等に際して専門家の果たす役割も非常に重要である。したがって，これらの地震経験者，専門家がいる場合にはその意見を適切に取り入れることが重要である。なお,専門家の派遣を行うアドバイザー制度があるが，これについては「3. 震前対策」の解説を参照されたい。

⑥ 民間会社の応援，協力体制の確立

被災調査及び復旧の全過程において民間会社の応援，協力を得ることは，復旧をスムーズに運ぶためには有効である。なお，応急復旧時の民間保有機械等の活用体制については,「3. 震前対策」を参照されたい。

⑦ 職員の健康管理

災害復旧が長期化した場合には，職員の健康管理が重要となる。特に，大震災時には通常の勤務時間を超過する業務,休日返上といった事態となる場合が多く，緊急体制ではあっても，交替性をとるなど持続可能な体制としておくことが必要である。また，常に職員の志気を維持するように図らねばならない。

4.3 震災復旧をするに当たって考慮すべき項目

4.3.1 震災復旧の第1段階における評価項目

震災復旧の第1段階において，緊急調査及び緊急措置を実施するに際しては，原則として以下の項目について考慮するものとする。

1) 地震（本震）の特性及び余震，津波，気象条件
2) 被災地域の特性
3) 二次災害発生の可能性
4) 他施設との関連
5) その他

[解説]

震災復旧の第1段階においては，迅速に施設被害の概要を把握するとともに，大きな二次災害につながる可能性のある被害に対して緊急措置を行うものであり，ともかく，管理施設の被災状況等について大勢を的確に判断し，措置することに重点がある。このため，個々の緊急調査及び緊急措置には，震災復旧の第2段階及び第3段階のように，復旧優先度に関する選択の余地が少なく，このため，評価項目としては，二次災害発生の可能性及び影響に対する考慮が大部分を占めているといっても過言ではないが，一応，以下の項目について考慮しておくことが必要である。

1) 地震（本震）の特性及び余震，津波，気象条件

a）本震の特性

i）震源，震央域のおおよその範囲（管理区域との距離）

ii）規 模

震害の範囲と地震の規模については「1.4 地震災害及び震後の状況の特徴」を参照

b）余 震

i）余震情報

ii）余震による一次災害の拡大及び二次災害の危険性の有無

c）津 波

i）津波情報（到達時間，波浪高さ）

ii）沿岸部及び河川の下流域での津波の影響範囲

d）気象条件

i）雨，雪，台風，高潮等の気象情報

ii）一次災害の拡大及び二次災害の危険性の有無

2) 被災地域の特性

地域の特性（都市型，農村型，山村型）は，緊急調査，緊急措置の方法及びそれらに必要とされる時間に大きな影響を与える。

3) 二次災害発生の可能性及び影響

本震による一次災害発生後には，一次災害に起因して各種の二次的な影響（二次的影響）が予想される。二次的影響の形態を各施設ごとに分類すると表—1・解20に示すようになり，一次災害の拡大がある場合とない場合に応じて,タイプA～タイプEに分けられる。このうち，二次災害として考慮しなければならないのは，タイプA，タイプB，タイプDの3種類である。タイプC及びタイプEについては被災施設の使用又は利用上新たに生じる影響であり，災害という範ちゅうで取り扱うべきかどうかは各施設ごとに判断する必要がある。

なお，当該施設自体の新たな被害の進展(タイプA)には余震，降雨等による被害の進展以外に所管外施設の被害の拡大に起因して発生するものもあることに注意しなければならない。

二次災害の可能性は，震災復旧の第1段階だけではなく，震災復旧の第2段階，第3段階にも関連するものであるが，震災復旧の第1段階においては，特に，人命の損失を伴う二次災害につながる可能性のある被害の発見と適切な措置を講じることが重要である。ただし，どの程度の二次災害の可能性までを震災復旧の第1段階で対応すべきかは，震災の規模及び範囲により変化することに留意しなければならない。また，人命の損失を伴う二次災害につながる可能性のある被害

表—1・解20　一次災害に伴う二次的影響の分類

一次災害に伴う二次的影響のタイプ		河川，海岸，砂防施設	道路施設	下水道管路施設	備考
一次災害の拡大がある場合	タイプA 当該施設自体に新たに発生する被害（他施設の被害の進展に伴って当該施設に生じる被害も含む）	①堤防，護岸の亀裂沈下の進展→崩壊 ②法面，斜面の亀裂進展→崩壊 ③樋門，樋管の亀裂の進展→破壊 ④上記②に伴う河道埋塞	①橋梁の被害進展→落橋 ②斜面の亀裂の進展→崩壊 ③トンネル覆工の亀裂の進展→落盤 ④下水道管の被害の進展→路面の凹凸，陥没	①管路内への土砂流入→埋塞 ②管体亀裂の進展→破壊 ③道路盛土の亀裂の進展→盛土の崩壊→盛土内の管路の被害	二次災害の危険性有り
	タイプB タイプAに伴って新たに生じる災害	①上記①または③→河川水，海水の浸水→洪水 ②上記②→土砂災害 ③上記④→埋塞土砂の決壊→洪水，土砂害	①上記①→進行車両の落下，橋梁下の道路，鉄道等の被害 ②上記②→沿道人家の埋没，人命・財産の被害 ③上記③，④→交通事故	①上記①②③→漏水，浸水，土壌汚染	二次災害の危険性有り
	タイプC タイプAに伴って新たに生じる影響（ただし，上記タイプBを除く）	①利水施設の被害進展→利水制限，利水不能 ②崩土の河川への混入→河川の汚濁→利水制限，利水不能	①通行規制，迂回→渋滞の発生 ②道路交通容量の低下→生活，生産活動等への波及 ③緊急車両(救急車，消防車等)の通行不能→人命，財産への影響	①下水道施設使用制限→生活環境の悪化 ②汚水の河川への放流	
一次災害の拡大がない場合	タイプD 一次災害に伴う当該施設の機能低下によって新たに引き起こされる災害	①堤防，護岸の沈下→残留堤防高を超える水位の発生→洪水 ②河道埋塞→減少した流水断面を超える水位の発生→洪水	①落橋，路体の欠壊→交通事故 ②道路上の落石，崩土→交通事故 ③路面の凹凸，陥没→交通事故	①管路流下能力低下，喪失→漏水，浸水，土壌汚染	二次災害の危険性有り
	タイプE 一次災害に伴う当該施設の機能低下によって新たに生じる影響（ただし，タイプDを除く）	①利水施設の機能低下→利水制限，利水不能 ②河道埋塞→河川水の汚濁→河水利用制限	①通行規制，迂回→渋滞の発生 ②道路交通容量の低下→生活，生産活動等への波及 ③緊急車両(救急車，消防車等)の通行不能→人命，財産への影響	①下水道施設使用制限→生活環境の悪化 ②汚水の河川への放流	影響の形態はタイプCと同じ

が発見されたとしても，被害が複数あり同時に対応できない場合には，より影響の大きい被害に対する対策を優先する必要がある。いずれにしても，二次災害の可能性のある被害に対する対応は直接的には，緊急調査等の実施担当者の判断に委ねられる部分が大きい。このため，どのような二次災害の形態が大きな影響を引き起こす可能性があるかについて地域特性等を考慮して可能な範囲で事前に十分検討しておくことが望まれる。

4) 他施設との関連

緊急調査及び緊急措置の実施に際して，必要に応じて関連する他施設の管理者と連絡・調整をとる必要がある。

5) その他

その他，震災復旧の第1段階で考慮しておく必要がある項目は以下の通りである。

a) 緊急措置がその後の復旧に与える影響

b) 火災，浸水等，復旧活動の阻害要因

c) 応急調査を重点的に実施すべき被災地域

4.3.2 震災復旧の第2段階における評価項目

震災復旧の第2段階における復旧の方針を定めるに際しては，原則として以下の項目を考慮するものとする。

1) 被災状況及び程度

2) 一次災害に伴う二次的影響(二次災害含む)の程度

3) 一次災害に伴う二次的影響(二次災害含む)の生じる確率

4) 応急復旧に対する制約条件

5) その他

[解説]

震災復旧の第2段階において，一般的に考慮しておく必要のある主要な項目を示したものである。震災復旧の第2段階では，主として同時多発した震害の中から応急復旧箇所を選定し，復旧優先度をどのように定めるかの判断が重要となる。すなわち，震災規模が小さく，全箇所に対する復旧が同時に可能となる場合には優先度は問題とはならないが，震災規模が大きく，応急復旧が必要とされる全ての箇所に十分な復旧資機材を投入できない場合には，被災施設の重要度，二次災害の危険性などを考慮して応急復旧の要否及び優先度を適切に設定することが重要である。

応急復旧の優先度の決定に際しては，一次災害に伴う二次的影響の程度とそのような影響の生じる可能性（確率）の2つが基本となるが，両者の関係により応急復旧の優先度を分類すると表－1・解21のようになる。ここで，二次的影響については，表－1・解20に示すように分類することができる。震災復旧の第1段階においては特に二次災害の影響に着目して緊急措置がとられるのに対して，震災復旧の第2段階では，二次災害の他に震後の社会・生産活動の障害となっている影響（タイプC，タイプE）についても考慮することが必要である。また，二次的影響が生じる可能性(確率）とは，本復旧完了までの期間に施設の機能が低下したことによる新たな障害が発生する可能性である。表－1・解21は，二次的影響の程度とそのような影響の生じる可能性の2つだけから応急復旧の優先度を分類したものであるが，実際には，この他に，本文に示すように被災状況及び程度，応急復旧に対する制約条件等を加味して，総合的に応急復旧の優先度を定めて行かなければならない。

表－1・解21 一次災害に伴う二次的影響の程度及びそれが生じる可能性からみた応急復旧の優先度

		二次的影響の程度	
		小	大
二次的影響の生じる可能性	低	優先度 3	優先度 2
	高	優先度 2	優先度 1

震災復旧の第2段階における復旧の方針を定めるに際して考慮すべき項目を示すと以下のようになる。

1) 被災状況及び程度

a) 全体被害の状況

i) 管轄外の施設を含めた被災状況

管轄施設の被災状況は，応急復旧の優先度等を判断する上で基本材料となるが，この他に，周辺地域の被災状況も把握しておくことが重要である。これは，当該地域の被災状況と周辺地域の被災状況との関係で，以下のような状況が想定されるためである。

① 周辺地域で重大な被災が生じている場合には，自らの復旧のみでなく，他の地域の復旧に対して人員，資機材等をサポートする立場になることがある。

② 周辺地域が当該地域と同程度の被災度の場合には，周辺地域と緊密な連絡・協議を行って応急復旧を行う必要がある。

③ 当該地域が周辺地域より被災度が著しい場合に

は，当該地域が応急復旧の主導的立場に立つ必要がある。

ii）地域の地震被害の全体把握

① 人的被害　　死者，行方不明者等
② 建物被害　　倒壊，焼失
③ 都市機能被害　上下水道，ガス，電気，電話，交通等
④ 関連施設被害　当該施設に影響を及ぼす施設の被害把握

なお，被災の特性を被災範囲及び被災度で分類すると，表－1・解22のようになる。このうち，震災復旧上重要なのは，タイプII，III，IVである。それぞれの特徴は一般に以下のようになる。

・タイプI　　当該施設の復旧に集中できる。
・タイプII　　時間的に余裕を持って，応急復旧優先度を決定できる。本復旧との調整も可能。
・タイプIII　　二次災害対応が重要であるが，限定することができる。
・タイプIV　　広範囲に二次災害対応が必要となり，応急復旧優先度を的確に判断することが重要となる。

b）構造物としての耐荷力の低下程度

c）施設機能の低下程度

表－1・解22　被災範囲及び被災度による被災特性の分類

		被災範囲	
		局所的	広域的
被災度	軽微	タイプ－I	タイプ－II
	重大	タイプ－III	タイプ－IV

2)　一次災害による二次的影響の程度

一次災害による二次的影響については，表－1・解20に示したように，タイプA～Dに分けられる。それぞれのタイプごとに考慮すべき項目を示すと以下のようになる。

a）タイプA

当該施設自体の被害が進展して新たに生じる被害，または他施設の被害の進展に伴って当該施設に生じる被害であり，当該施設の物的な損失の大きさで表わされる。

b）タイプB

タイプAに伴って新たに生じる災害であり，その程度は次のように分けて表わされる。

i）影響を与える地域の範囲

① 当面する二次災害が影響を与える地域の範囲
② 二次災害の規模に応じた範囲の設定，予測

ii）影響程度の算定

① 人的要素

居住者，滞留者等の人口，世帯数等

② 物的要素

・公共施設の資産額
・公益事業資産額
・農林水産資産額
・商工鉱資産額
・家計用資産額

c）タイプC

タイプAに伴って生じる影響のうち，タイプBには分類されない施設の使用不能または使用制限等による障害の程度であり，次のように表わされる。

i）他施設の応急復旧及び本復旧に対する影響

・交通の不能に伴う各種施設の復旧の遅れ
・道路交通の制限に伴う大型重機の搬入不能に伴う復旧の遅れ

ii）社会的影響

・道路交通の不能に伴う食料等の不足
・河川からの取水施設の被災に伴う農作物への影響
・下水道施設の被災に伴う生活環境の悪化

iii）経済的影響

・迂回して通行することに伴う損失（走行損失，時間損失）

d）タイプD

一次災害の拡大は生じないが，一次災害に伴う当該施設の機能低下によって新たに引き起される災害であり，次のような形態がある。

i）河川施設

低下した流水機能を超える水位または流量が生じたことに起因する洪水等が考えられ，その影響程度はタイプBに準じて表わされる。

ii）道路施設

交通機能（特に安全性）が低下したことに起因する事故が考えられ，事故の程度（特に人身事故）を考慮する。

iii）下水道施設

低下した流下機能を超える流入水が生じたことに起因する浸水等が考えられ，その影響程度はタイプBに準じて表わされる。

c）タイプE

一次災害に伴う当該施設被害の影響のうち，タイプDには分類されない施設の使用不能または使用制限等による障害であり，影響程度の算定はタイプCに準じる。

3) 一次災害に伴う二次的影響の生じる確率

一次災害に伴う二次的影響の生じる確率で，これには，例えば道路施設のように，当該箇所の被災が確実に道路交通に影響を与える場合と，河川・海岸・砂防施設のように，浸水防止が本来目的である施設において，洪水，高潮等が生じなければ，施設機能の低下の影響が顕在化しない場合に分けることができる。いずれにしても，これらを一次災害に伴う二次的影響を生じさせる発生促進要因とみなすと，これには以下のようなものがある。

a）自然的影響

二次災害を促進する自然的要因としては，次のものがある。

道路　・余震
　　・降雨
河川　・余震（堤体被害の増大）
　　・水位上昇（被災部分からの浸水）
　　・台風による降雨
　　・梅雨期の降雨
　　・高潮
　　・豪雪，融雪期
下水道　・流下水量の増加
　　・台風による降雨
　　・梅雨期の降雨

b）人為的影響

人為的な要因に伴って二次的影響が促進される場合もあるので注意しなければならない。事例を示すと次のとおりである。

道路　・重量車両の通行（落橋，路肩崩壊）
河川　・ダムの放流による水位の上昇（被災堤防から浸水）
下水道　・重量車両の通行（管路被害の増大）
　　・上水道の回復（処理水量の増大・浸水）

4) 応急復旧に対する制約条件

a）応急復旧開始に至るまでの制約条件

i）社会的条件

①救助活動が進行中

救出活動が行われていたり，行方不明者の捜索が行われている場合に，応急復旧工事に着手できない場合がある。

② 復旧責任が不明

だれが復旧すべきかが不明であるとか，係争中などで着手できない場合がある。

③ 被害現場保存が求められている

保障，責任問題等により現場保存が必要とされる場合がある。

ii）地理的条件

・被災箇所へのアプローチ

iii）物的条件

① 復旧用資材が不足
② 復旧用機材が不足
③ 復旧人員が不足
④ 用地確保の困難性

iv）調　整

① 他地域の復旧完了後に応急復旧を行う場合
② 他施設の復旧と合わせて応急復旧を行う場合

v）費　用

b）応急復旧完了に関する制約条件

i）自然的条件

① 二次災害を生じる恐れのある時期が明白である場合

台風シーズン，梅雨期，融雪期など，復旧完了すべき時期が明白な場合には，その時期までに応急復旧を完了する必要がある。

② 二次災害がさしせまっている場合

すみやかに復旧を行う。

ii）社会的条件

① 地域的行事

地域に恒例の祭り，大会等の大きな行事が予定されている場合には，これらと復旧期間との関係を考慮しておく必要がある。

② 観光シーズン

観光が主な産業となっている地域において観光シーズンまでに応急復旧を終了させる場合

iii）その他

緊急措置または代替手段では，短期間しか対応できない場合

・ダム放流停止が限界の場合（河川）
・代替道路の容量不足，ヘリコプター等による代替輸送の限界（道路）
・緊急放流の継続困難，バキュームカーによる輸送の限界，上水道の回復（下水道）

c）応急復旧工事の難易度

i）工　期
ii）工　費

表－1・解23(a) 応急復旧の評価項目

分類	評価項目	道路	河川・海岸・砂防	下水道
全体的被害把握	・管轄外を含む当該施設被害	・管轄外の被害の方が甚大か，または管轄地域の被害が甚大か	・管轄外の被害の方が甚大か，または管轄地域の被害が甚大か	・管轄外の被害の方が甚大か，または管轄地域の被害が甚大か
	・地域の被害	・人的被害の発生はあるか ・家屋倒壊，火災の発生はあるか ・都市機能障害の被害は重大か ・関連施設の被害は広域か，または軽微か	・人的被害の発生はあるか ・家屋倒壊，火災の発生はあるか ・都市機能障害の被害は重大か ・関連施設の被害は広域か，または軽微か	・人的被害の発生はあるか ・家屋倒壊，火災の発生はあるか ・都市機能障害の被害は重大か ・関連施設の被害は広域か，または軽微か
	・構造物としての耐力低下の程度	・構造物としての耐荷力	・構造物としての耐荷力	・構造物としての耐荷力
	・被災部分の安定性	・法面は安定か ・橋梁の落下の危険はあるか	・沈下，亀裂は増加しているか	・沈下，埋塞は進行しているか
	・施設機能の低下程度	・機能としての耐荷力	・機能としての耐荷力	・機能としての耐荷力
	・使用不能による影響の程度	・他施設に対する影響 ・社会的影響 ・経済的影響	・社会的影響 ・経済的影響	・社会的影響 ・経済的影響
一次災害に伴う二次的影響の生じる確率（二次災害促進要因）	・人為的要因	・重量車両通行危険	・ダム放流の水位上昇	・重量車両通行危険
	・自然的要因	・余震 ・津波 ・降雨 台風，梅雨 融雪，豪雪 ・土石流	・余震 ・津波 ・水位上昇の危険性 台風，梅雨 高潮 融雪，豪雪 ・土石流	・余震 ・津波 ・水位上昇の危険性 台風，梅雨 高潮 融雪，豪雪
影響範囲	・影響範囲の面的広がり	・道路崩壊範囲 ・橋梁落下地点	・堤防溢水による浸水範囲 ・樋門，水門からの浸水範囲 ・海岸浸食範囲 ・自然ダム崩壊時の浸水範囲	・管路閉鎖時の浸水範囲 ・ポンプ場付近の浸水範囲 ・処理場付近の浸水範囲 ・緊急放流時の環境汚染範囲
	・影響地区の重要度	・居住世帯数 ・DAMAGE POTENTIAL	・居住世帯数 ・DAMAGE POTENTIAL	・居住世帯数 ・DAMAGE POTENTIAL

表－1・解23(b) 応急復旧の評価項目

応急復旧開始までの制約条件	・社会的条件	・救急救助等の活動中のため，復旧開始が出来ない場合 ・行方不明者の捜索のため復旧開始が出来ない場合 ・復旧責任分担者の確定が出来ないため復旧に取りかかれない場合 ・刑事責任等で現場保存が要求されている場合	・救急救助等の活動中のため，復旧開始が出来ない場合 ・行方不明者の捜索のため復旧開始が出来ない場合 ・復旧責任分担者の確定が出来ないため復旧に取りかかれない場合 ・刑事責任等で現場保存が要求されている場合	
	・地理的条件	・被災箇所へのアプローチは容易か，困難か	・被災箇所へのアプローチは容易か，困難か	・被災箇所へのアプローチは容易か，困難か
	・物的条件	・復旧資材の在庫はあるか ・復旧機材の調整は可能か ・特殊な機材を必要とするか ・復旧人員の手配はつくか ・上部官庁等へ応援部隊の依頼	・復旧資材の在庫はあるか ・復旧機材の調整は可能か ・特殊な機材を必要とするか ・復旧人員の手配はつくか ・上部官庁等へ応援部隊の依頼	・復旧資材の在庫はあるか ・復旧機材の調整は可能か ・特殊な機材を必要とするか ・復旧人員の手配はつくか ・上部官庁等へ応援部隊の依頼
	・調整	・河川，下水道その他の機関との調整		・道路，ガス，上水道その他の機関との調整
応急復旧完了までの制約条件	・自然条件	・降雨等の二次災害促進要因の発生時期が明らかな場合 ・降雨等の二次災害促進要因の発生時期が差し迫っている場合	・降雨等の二次災害促進要因の発生時期が明らかな場合 ・降雨等の二次災害促進要因の発生時期が差し迫っている場合	・降雨等の二次災害促進要因の発生時期が明らかな場合 ・降雨等の二次災害促進要因の発生時期が差し迫っている場合
	・社会的条件	・公共施設の暫定的使用が限界にきた場合 ・観光シーズンを迎えて復旧を終了させなければならない場合 ・地域の祭りなどの行事がある場合	・公共施設の暫定的使用が限界にきた場合 ・観光シーズンを迎えて復旧を終了させなければならない場合 ・地域の祭りなどの行事がある場合	・公共施設の暫定的使用が限界にきた場合 ・観光シーズンを迎えて復旧を終了させなければならない場合 ・地域の祭りなどの行事がある場合
	・その他	・ヘリコプターによる物資等の輸送が限界に来ている場合 ・代替道路の交通容量が不足となってきている場合	・ダム放流停止が限界にきている場合	・緊急放流を継続できない状態に至っている場合 ・バキュームカーによる搬送が限界に至っている場合 ・上水道の回復により下水道の処理量が急に増加する場合

以上に示した評価項目をまとめると，表—1・解23のようになる。

4.3.3 震災復旧の第3段階における評価項目

震災復旧の第3段階において，本復旧を実施するに際して以下の項目を考慮することを原則とする。

1) 地域及び施設の将来計画
2) 再度災害の危険性
3) 他施設との関連
4) その他

[解説]

震災復旧の第3段階において考慮すべき項目を示したものである。震災復旧の第3段階になると，一般に震後の混乱も納まり，また，応急復旧により短期的な施設の機能も一応満足されているため，本復旧における施設の機能（効用）及び施設の耐震性の水準をどのように定めるかに判断のポイントが移ってくる。

震災復旧の第3段階においては以下の項目を考慮して復旧に当たるのがよい。

1) 地域及び施設の将来計画

本復旧に際しては，地域の将来計画，復興計画との整合性を考慮して，所管施設の将来計画に合わせて復旧することが重要である。

2) 再度災害の危険性

被災施設の本復旧に際しては，再度災害の危険性を十分検討して復旧することが重要である（「2. 震災復旧の基本方針」参照）。

3) 他施設との関連

本復旧に際しては，復旧工程，復旧工法などにつき関連する他施設の復旧との整合性を考慮しておく必要がある。

4) その他

各種施設の震災復旧が進んでくると，残された復旧作業に地元住民等の関心が集まりがちになる。したがって，所管施設外の施設の復旧状況等も総合的に勘案しながら，全体の復旧方針を決定していくことが必要とされる。

4.4 震災復旧水準

4.4.1 応急復旧水準

応急復旧水準は，原則として，本復旧完了までの間に想定される外力レベルを基本とし当該構造物の被害状況の他，外力レベルの推定精度，施設全体の用途・重要度，二次災害の規模及び可能性，地域全体の被害状況等を総合的に判断して定める。

[解説]

応急復旧を行う必要があるかどうかの判断は，構造物の種別ごとに，第II編，III編，IV編に示すが，ここでは，こうした判断により応急復旧を実施する必要があると判断された場合の基本的な復旧水準の考え方を示したものである。

震災の形態とこれによる機能の低下は，構造物ごとに同一ではないが，個々の構造物もしくはこれらの集合体としての施設の震災復旧は，地震による構造物の耐荷力の低下もしくは喪失とその復旧過程と考えることができる。ここで外力及び耐荷力とは，表—1・解24に示すように，文字通り構造物に作用する外力及び耐荷力と捕える他に，例えば，向こう半年間の予想高水位及びこれに対する堤防の残存高さ，あるいは，向こう半年間の交通需要及びこれに対する交通容量，といった捕え方をすることもできる。外力レベルは図—1・解9に示すように，時間とともに単調増加するが，これはある一定の外力に生じる可能性（期待値）が一般に被災後1日よりも1週間，1週間よりも1ヶ月間の方が大きいというように，時間の経過とともに大きくなっていくことを示したものである。ただし，外力の期待値は，地震後の時間とともに徐々に増加するものと，ある特定の時期に急増するものとがある。後者については，台風の襲来が予想されるとか，梅雨期が迫っているといった場合が，これに相当する。

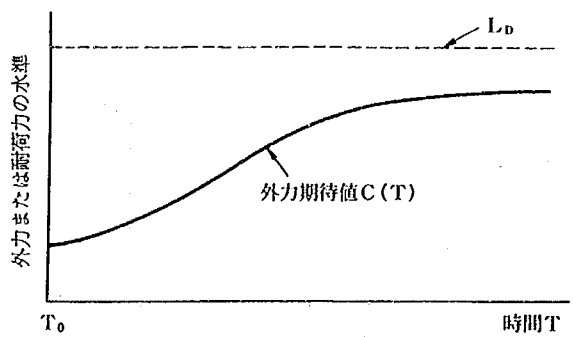
図—1・解9をもとに，構造物が持つ耐荷力を超える外力が生じた場合に，二次災害が発生すると考えて，二次災害の発生の可能性と時間経過の関係を示すと以下のように分類される。なお，以下では，次の記号を用いるものとする。

L_0 ：震災直後に構造物が有する耐荷力
$C(T)$ ：時間Tにおける外力
T_0 ：地震発生時間
T_{1s} ：応急復旧に着手する時期

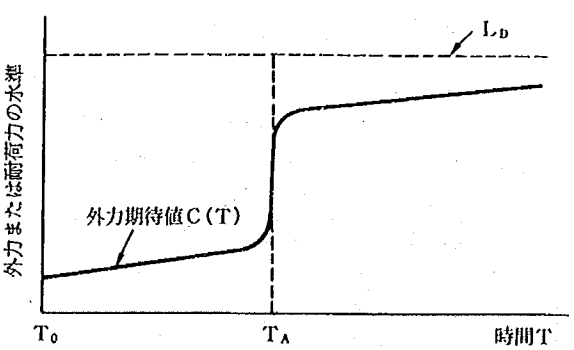
T_{1E}　：応急復旧を完了する時期
T_{1R}　：応急復旧に要する時間（$=T_{1E}-T_{1S}$）
T_{2S}　：本復旧に着手する時期
T_{2E}　：本復旧を完了する時期
T_{2R}　：本復旧に要する時間（$=T_{2E}-T_{2S}$）

表—1・解24　応急復旧水準を定めるに際して考慮すべき主要な外力（需要）及び耐荷力（容量）

種別		外力（需要）	耐荷力（容量）
外力及び耐荷力とみなした場合	・余震 ・風 ・雪 ・降雨、高潮、融雪	・地震力 ・風力 ・雪荷重 ・水位(流水)地下水位	・耐荷力 ・　〃 ・　〃 ・堤防高さ（流水機能）耐荷力
需要、容量とみなした場合	・交通 ・雨水、汚水の排除 ・河川水の利用	・交通需要 ・流量 ・利水調整の必要量	・交通容量 ・流下能力 ・利水管理能力



（a）外力の期待値が震後の時間経過につれて徐々に大きくなる場合



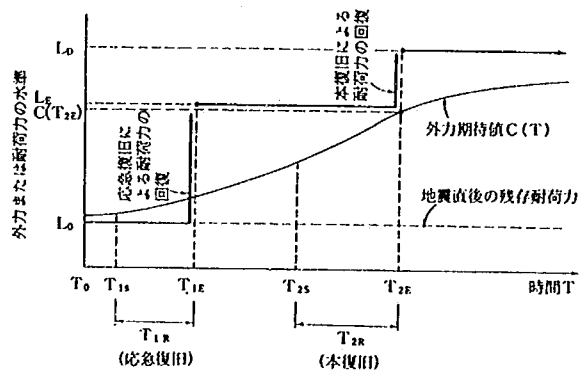
（b）外力の期待値がある特定の時期T_Aに大きくなる場合

図—1・解9　地震後の時間経過と外力の期待値との関係

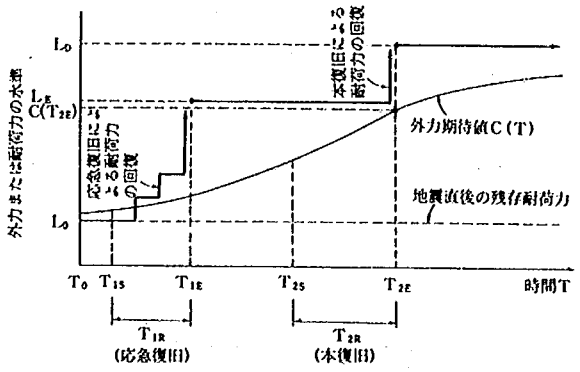
T_C　：外力が耐荷力と等しくなる時期
L_E　：応急復旧で目標となる復旧水準
L_D　：長期的に構造物が有するべき耐荷力レベル

1）現在，災害が拡大中か，もしくは，目前に予測される場合

図—1・解10に示すように，被災後の耐荷力L_0が被災直後においても外力より下廻っている状態，すなわち，$L_0 < C(T_0)$の状態に相当する。この場合には，災害が現に進行中であるか，もしくは，目前に予測されている訳であるから，最も優先度の高い対応が必要とされる。この場合には，とりあえず早急に回復すべき応急復旧水準は$C(T_0)$であるが，本復旧が完了する時期T_{2E}において想定すべき外力レベルは$C(T_{2E})$であるため，応急復旧水準としては$C(T_{2E})$にある余裕を見込んだL_Eを想定するものとする。$C(T_{2E})$にどの程度の余裕を見込むかは，外力の期待値の推定精度，二次災害の影響の大きさ，震災の規模，資機材量等を総合的に勘案して定める必要がある。なお，一度にL_Eの



（a）一度に応急復旧できる場合



（b）段階的に応急復旧する場合

図—1・解10　災害が進行中もしくは目前に予測される場合の応急復旧

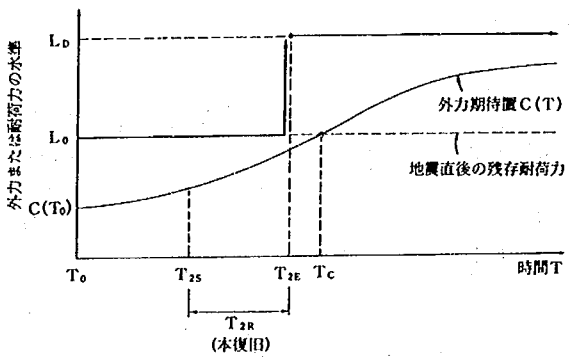
レベルまで応急復旧をすることができない場合には，段階的に応急復旧していくことが必要とされる。いずれにしてもこの場合には応急復旧の期間中は常に災害に直面していることとなるので，T_{1R}を可能な限り小さくする復旧工法を採用して災害の進行を抑止することが重要である。

2) 現在は被害が進行していないが，二次災害発生の恐れのある場合

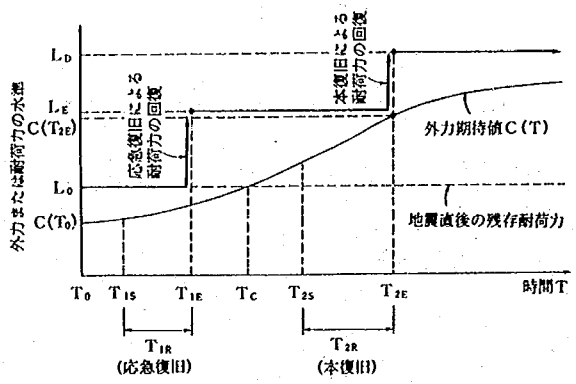
図—1・解11に示すように，被災後の耐荷力 L_0が被災直後の外力を上廻っている状態，すなわち，$L_0 \geqq C(T_0)$ の状態に相当する。この場合には，外力期待値 $C(T)$ が残存耐力 L_0を上廻る時期 T_Cを基本として，以下のように分けられる。

i）応急復旧不要の場合

図—1・解11（a）に示すように，本復旧の完了時期 T_{2E}が T_Cよりも小さい場合，すなわち，$T_{2E} < T_C$ の場合には直接本復旧の実施が可能であり，基本的に応急復旧は不要となる。



（a）本復旧可能な場合（応急復旧不要）



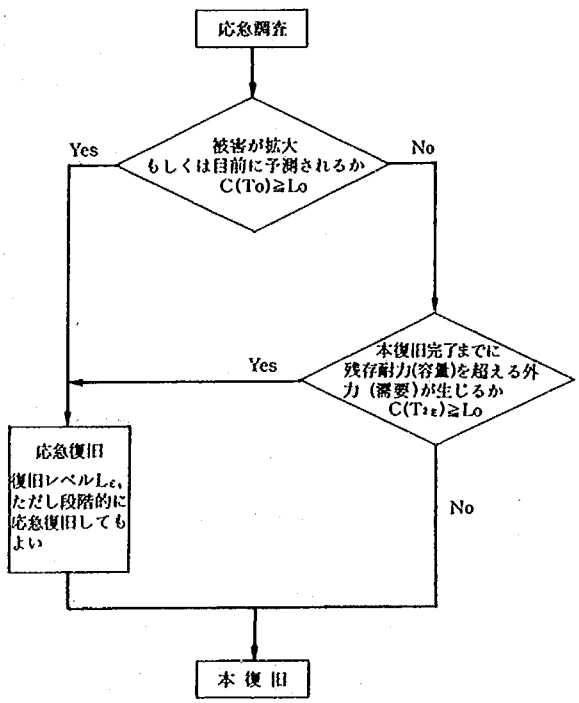
（b）応急復旧→本復旧となる場合

図—1・解11 現在被害が進行していないが重大な二次災害の恐れがある場合の応急復旧水準

ii）応急復旧→本復旧の場合

図—1・解11（b）に示すように，本復旧の完了時期 T_{2E}が T_Cと等しいか，もしくは大きい場合，すなわち，$T_{2E} \geqq T_C$の場合には，応急復旧が必要となる。応急復旧レベルは，本復旧が完了する時期 T_{2E}に相当する外力期待値 $C(T_{2E})$ を基本とし，これにある程度の余裕を見込んだレベル L_Eとするものとする。ここで，どの程度の余裕を見込むかは，外力期待値の推定精度，二次災害の影響度，震災の規模，資機材量，等を総合的に勘案して定めるものとする。

図—1・解12は，以上に示した応急復旧の基本的な流れをフローとして示したものである。



図—1・解12 応急復旧フロー

4.4.2 本復旧水準

本復旧の水準は，以下の項目を検討し，総合的に判断して定めるものとする。

1) 被災施設の効用，機能の増大
2) ルート変更
3) 修復の可能性
4) 耐震性の向上

[解説]

本復旧を行う必要があるかどうかの判断は，構造物

の種別ごとに，第II編，III編，IV編に示すが，ここでは，こうした判断より本復旧を実施する必要があると判断された場合の基本的な復旧水準の考え方を示したものである。

1) 被災施設の効用，機能の増大

当該被災施設に近い将来，効用，機能の増大を図るような計画がある場合，もしくは，今回の震害を契機として施設の効用，機能を増大することが望ましい場合には，効用，機能を増大させて復旧するものとする。施設の将来計画を定める際には，所管外施設を含んだ地域全体の将来計画，復興計画との整合性を考慮しておくことが重要である。また，この場合には，効用，機能の増大だけではなく構造物の耐震性の向上も同時に図るようにしておくことが重要である。

2) ルート変更

被災度が特に大きく，原ルートによる復旧が困難な場合，もしくは，将来計画等との関連から，ルートを変更して復旧する場合等がこれに相当する。この場合には，変更したルート全体としての耐震性が向上するようにしておくことが重要である。

3) 修復の可能性

被災施設の修復の可能性を判断するに際しては，以下の項目が判断材料となる。

a) 技術的に修復可能か

現状の技術レベルからみて，修復できない場合

b) 復旧費用

修復するのに要する費用が高すぎる場合がこれに該当する。この場合に，どの程度の復旧費用であれば修復不可能とみなすかは一概には決められないが，施設を新設する場合の費用（新設費用）との比を目安として，総合的に判断していくことが必要とされる。

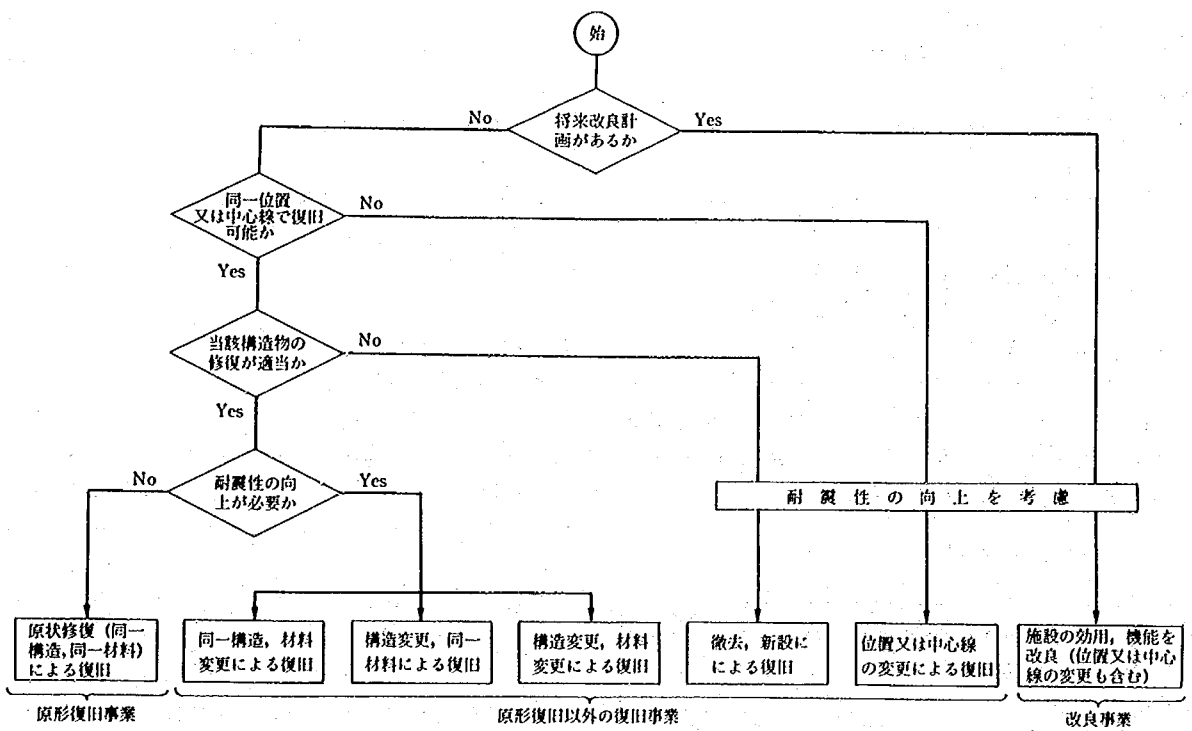
c) 施設の余命期間

被災施設の余命期間が短く，仮に，修復したとしても，長期間の使用に耐えない場合には修復せず，新設するのがよい。ここで，余命期間は当該施設の物理的な耐用年数に基づく今後の利用可能期間から決まる場合と，当該施設に要求される機能の変更から決まる場合がある。ただし，前者については，施設の中には，時間とともに耐力，耐久性が低下していくものと，反対に，時間によって耐力，耐久性が低下しないものとがあることに注意しておかなければならない。

4) 耐震性の向上

本復旧に際して，どの程度の耐震性を持たせるかを検討するに際しては，以下の事項を考慮するものとする。

a) 再度災害の危険性



図－1・解13 本復旧水準

基本的に，次の地震により再び被災を受ける可能性のある構造物に対しては，耐震性のレベルを高くしておくのがよい。

b）施設の重要性

基本的に，重要度の高い施設に対しては，耐震性のレベルを高くしておくのがよい。

c）施設の余命期間

基本的に，余命期間の長い施設に対しては，耐震性のレベルを高くしておくのがよい。

d）復旧の難易度

復旧が困難とは，復旧に特別な機器，資材等を要し，また，大がかりな施工を要することを意味する。基本的に復旧の困難な施設に対しては，耐震性のレベルを高くしておくのがよい。

e）既往地震による類似被災例の多少

既往の地震により，類似の被害がくり返し発生している場合には，基本的に耐震性の向上を図り，被害を受けにくくしておくのがよい。特に，当該地震以前にも同じ箇所で被災した履歴があり，損傷が蓄積される可能性がある場合には，耐震性のレベルを十分検討するものとする。

f）被災の程度

被災度が大きく，かつ，特異な被災を受けた構造物に対しては，被災原因を十分検討するとともに，耐震性のレベルを上げるのがよい。

耐震性の向上を図るためには，基本的に以下の手法が考えられる。

- 構造は変化させないが，材料を変更して復旧する場合
- 構造を変化させて，同一材料で変更して復旧する場合
- 構造及び材料を変更して復旧する場合

いずれの方法をとるかは，構造物の種類に応じて，第II編，III編，IV編により定めるものとする。

以上の事項をフローチャートとして示すと図—1・解13のようになる。これは，あくまでも一般的な本復旧水準の考え方を示したものであり，施設の特性を十分勘案して判断するものとする。

4.5 関係機関との協議

震後の対応措置，復旧工事を行うに当たっては，関係機関との協議・調整を十分図るものとする。

[解説]

災害の発生後，または，災害が発生する恐れがある場合には，地方公共団体には，災害対策基本法に基づき，災害対策本部が設けられる。地震後の被害調査，各種の対応措置，復旧工事を行うにあたっては，その内容，時期，実施方法等について災害対策本部や関係機関と十分協議，調整を図り，復旧をスムーズに進める必要がある。地震後に関連するであろう機関については，事前に連絡方法や協議の内容について意見交換をしておくことが望ましい。

関係機関との連絡調整のうち，初期の意志決定に関わる事項は特に重要である。初期の段階でうまく協議，連絡しあえば簡単に済む課題も，協議なしで事が運ばれたためにその後の調整に大変な時間を要した例もある。

所管施設の被害が住民等に重大な影響を与える可能性がある場合には，どのような形で避難誘導を行うのか市町村との関連で検討しておくのがよい。

5. 被災調査

5.1 一 般

1) 被災調査は，震後の各段階に適合し，現地の被災状況を確実に把握できる方法により実施するものとする。
2) 被災調査においては，写真及びビデオを活用するのがよい。
3) 被災調査に当たっては，既存の地形地盤資料および施設の建設時の図書等を有効に活用する。

[解説]

1) 震後の段階に適合した調査方法の採用

被災調査を行う場合には，i）どのような対象を，ii）どのような精度で，iii）どの程度の時間内に調査するかが基本となるが，これらの3要素はいずれも震後の各段階で同一ではない。したがって，震後の段階区分に適合した方法により，調査することが重要である。

震後の段階区分別に，被災調査法に要求される特徴を挙げると以下のようになる。

a）震災復旧の第1段階（緊急調査）

重要な箇所を中心に施設被害の概要を調査するもの

であり，基本的には目視が中心となるが，これを補充するために写真，ビデオの利用が考えられる。また，ヘリコプターによる上空からの調査は，被害が広域的に生じている場合，あるいは，地上からの調査が不能な場合等に有効な方法である。なお，この段階の調査では，ある程度正確さよりも迅速さが優先される。

b）震災復旧の第2段階（応急調査）

緊急調査の結果，被害が発見された箇所を中心に，原則として全所管施設に対して被害状況を把握し，応急復旧の必要性の判定および応急復旧工法の選定の資料を得るための調査である。したがって，この段階においても，詳細な調査よりも，既往の図面，空中写真，ビデオ映像等との照合により大局的な調査が基本となり，簡易な測量，地盤調査等を併用することになる。

c）震災復旧の第3段階（本復旧のための調査）

本復旧を行うための調査であり，この段階になると震後の混乱もかなり収まっていることから，かなり詳細な調査法を採用することができるようになる。本復旧のための調査では，調査項目に被災原因の究明に関わる調査も適宜取り入れるのがよい。

表－1・解25は震災状況の把握に利用できる主要な調査方法を震後の時期区分ごとに整理したものである。これを参考にして，適切な調査方法を選択するのがよい。なお，さらに具体的な調査方法及び，これに必要な調査用具については，第II編，第III編及び第IV編に示す。

表－1・解25　震後の各段階ごとの被災調査方法の分類

調査方法	適用性		
	第1段階	第2段階	第3段階
目視調査	◎		
ヘリコプターを用いた調査	◎	○	
航空写真を用いた調査	○	◎	
写真撮影	◎	○	○
ビデオ撮影	◎	○	
平面，縦横断測量		◎	◎
地盤調査		○	◎

◎ 非常に有効
○ 有効

2） 緊急調査及び応急調査実施上の留意事項

a）第一にパトロールカーは，緊急サイレン（赤色点滅）で現場に急行し，パトロールを実施しなければならない。しかし，道路自体の被災のため，車両が通行不能となる場合が多く，また，過去の震災事例より道路混雑のため車による迅速なパトロールができなかった事例が多い。後者のような際には，自動車よりも自転車やオートバイの使用が有効な場合もある。

b）パーソナル無線，マイクロ携帯無線を必ず持参すること。地震直後には，一般に，電話の利用はできない。なお，無線も万能ではない。これについては，「6.2 情報連絡及び収集」に示す。

c）ヘリコプターは緊急時の災害調査には非常に有効であるが，以下の点に注意しておく必要がある。

① ヘリコプターはあらかじめ運輸省に申請し，許可された箇所にしか着陸することができない(「3. 震前対策」参照)。なお，着陸地点は表－1・解26に示す条件を満足していることが必要である。

② 緊急ヘリはいつも飛べるとは限らない（例，気象条件)。

③ 重機の輸送にもヘリを使用できるので，輸送能力について検討する。

なお，ヘリコプターを利用した航空写真等による調査については5.3に示す。

d）緊急調査は第一線の施設管理者だけでは十分対応できないことが考えられるため，測量・設計会社と調査・点検に関する協定を結んでおくのがよい。

3） 写真及びビデオの利用

写真及びビデオによる画像情報は正確に被災状況を伝えるために極めて有効である。ただし，それがどこの場所であり，いつの情報かは常に明確にしておかなければならない。普通の写真では，震後に現像，プリントができないことも考えられる。一方，即時性という点では，ポラロイドカメラが有効であるが，ポラロイド写真は，画質，保存性，焼き増しができない等プリント写真に比べて問題点もある。このため，普通の写真のほかにポラロイド等を併用することが有効であろう。また，ビデオは写真と異なり，撮影後に現像を要せず，すぐに映像を見ることができ，震後の混乱期で現像ができない，あるいは，現像に時間がかかるような場合には非常に有効である。また，当該画面の周辺の状況も同時に収録しておくことにより，総合的にその被害状況を判定できる点でも優れている。しかしながら，ビデオテープは長期の保存には適していない。

カメラ，ビデオともに，その取り扱い法をよく理解

表－1・解26　ヘリポートの具備すべき条件

1　離着陸（発着）のため必要最小限度の地積

(1)　離着陸のための必要最小限度の地積は右表による。

(2)　地　表　面

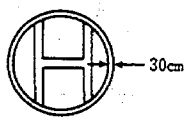
ア　舗装された場所が最も望ましい。

イ　グランド等の場合、板、とたん、砂塵等が巻き上らないよう処置すること（地表面が乾燥している場合は、砂塵の巻き上げ防止のため十分な散水を行う）

ウ　草地の場合は硬質低草地であること。

2　着　陸　点

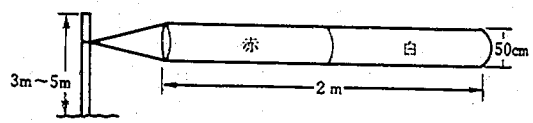
着陸点（直径30m）のほぼ中央に石灰等で直径10mの正円を画き、中央にHと記す。



3　着陸帯付近（着陸点中央からなるべく離れた地点で地形、施設等による風の影響の少ない場所）に吹き流し、または旗をたてる。

(1)　布　製

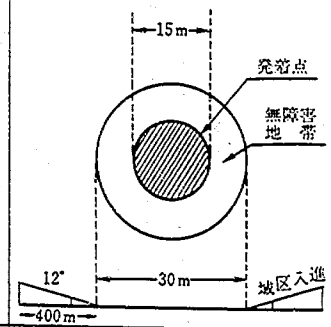
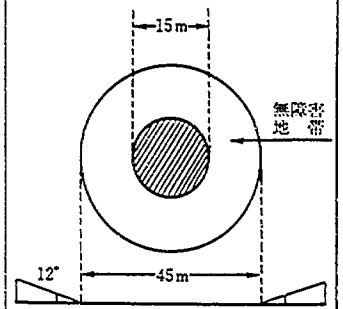
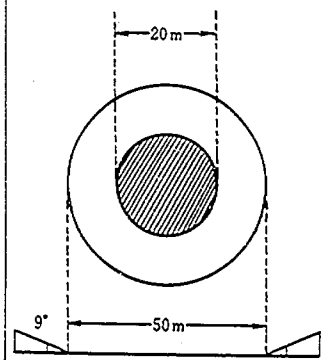
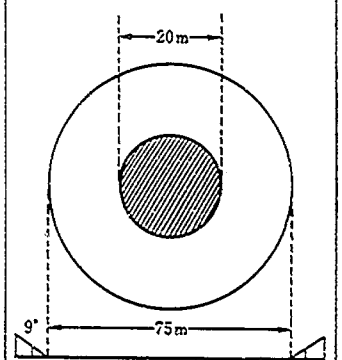
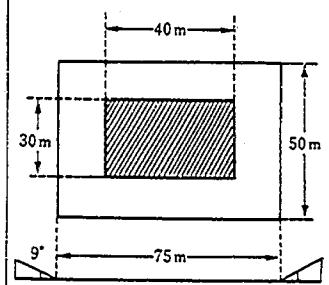
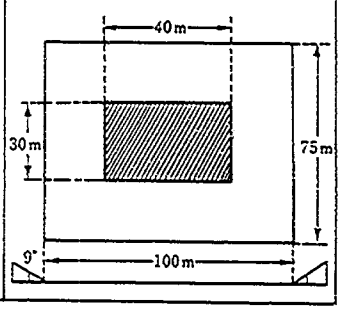
(2)　風速25m／秒程度に耐えられる強度



4　救急車等、車両の出入りの便がよい場所であること。

5　電話等、通信手段の利用が可能であること。

注）本表は自衛隊のヘリコプターの事例である。

項目＼区分		昼間使用	夜間使用
発着場	H－13H H－13KH OH－6J 小型		
着陸帯	H－19 HU－IB 中型		
草地	V－107 大型		

（注）発着点とは、安全・容易に接地するため準備された地点
無障害地帯：離着陸に障害とならない地域

しておくことが重要である。そのためには，常に日頃から使用し，取り扱いに親しんでおくことが重要である。日頃使い慣れたものを使用することが重要であり，必ずしも高級な製品が震後の調査に有効とは限らない。

4) 既存資料の利用

被災調査（特に，応急調査段階）にあたっては，既存資料を有効に活用することが重要である。このためには，事前にこうした資料の整備を図っておかなければならない（「3. 震前対策」参照）。

5.2 地上からの写真撮影による調査

写真は被害状況資料として有効であるため，撮影意図に適した位置、構図、機材を用いて撮影するものとする。

[解説]

1) 撮影目的の明確化

撮影に際しては何をどのような目的で撮るのかを明確にしておかなければならない。

2) 撮影方法

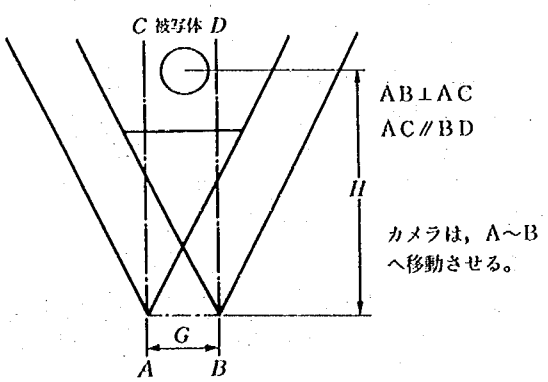
撮影方法については，「土木施設災害復旧の机上査定添付写真の撮り方(建設省河川局防災課監修)，(社)全日本建設技術協会」によるのがよい。

3) 立体写真の撮影

a）撮影方法

立体写真は，異なる位置からカメラ光軸が平行になるように移動して，同じ被写体を重複させて撮影するものであり，立体視により被害状況を鮮明に把握することができ，ポール等を写し込むことにより，簡便な計測も可能である。

立体写真の撮影方法を図－1・解14で説明すると，



図－1・解14 立体写真の撮影

A点で写真を撮影した後，カメラをB点に移して写真を撮れば良い。A点からB点の距離を撮影基線長といい，この距離が長いほど立体感のある写真が得られる。

b）撮影基線長の決め方

図－1・解14のように，被写体は，左右のカメラの撮影範囲で，かつ，重複する部分になければならない。しかし，撮影基線長が短すぎても，また，長すぎても立体感の良い写真にならない。いま，撮影基線長をGとし，カメラから被写体までの距離をHとすると、G/Hを基線比という。

立体写真を撮影するときの基線比は，次のようにする。

立体写真を見るだけ	$1/100 < G/H < 1/10$
写真の測定を行う	$1/20 < G/H < 1/3$

5.3 航空写真等による調査

5.3.1 一 般

1) 適用性

航空写真等による調査は，広域に及ぶ被災状況を迅速に把握する必要がある場合，もしくは，立入りや接近が困難な場所の被災状況の把握が必要な場合に有効である。

2) 調査方法

航空写真等による調査には，航空機を利用した空からの目視，航空写真等の判読及び航空写真等の測定，図化があるが各方法は目的，調査精度，所要期間，費用等が異なるので，実施にあたっては復旧の段階，調査の目的及び各方法の適用性等を考慮して適切な方法を採用する。なお，調査のための航空機としては低空飛行及び低速飛行が可能なヘリコプターが有効である。

3) 事前準備

航空写真等による調査は，一般に迅速性が最も強く期待されるので被災後速やかに，かつ，効率的に調査を実施するためには特に調査体制等に関する事前の検討，準備が必要である。

[解説]

1) 用語の説明

本節で用いる目視，判読及び測定，図化という用語の意味を以下に説明する。

a）目 視

目視とは，カメラや測定器等を用いずに人間の眼で調査対象物を直接見ることにより，地物及び被災規模

や被災状況等を把握するものである。

b）判　読

本節での判読とは，写真もしくはビデオ画像等の判読を意味する。つまり，調査対象物を人間の眼で直接見るのではなく，写真もしくはビデオ画像に示される濃淡や色彩，模様から地物の種類や性質および被災状況や規模等に関する情報を定性的に抽出することである。

c）測定，図化

本節での測定及び図化とは，写真測量用の機器（コンパレータや図化機等）を用いて写真（ビデオ画像を写真化したものも含む）から地物の位置，長さ，面積，土量を測定したり地形等を図面として描画することをさす。

2)　各調査法の適用性

航空写真等による調査の各方法は，表－1・解27に示すような調査段階において用いられることが多い。

航空機等からの目視，ビデオ画像，写真の判読を主体とした方法は広域に及ぶ被災状況を迅速に把握するために用いられる。この調査では，被災箇所の位置，形態及び概略の規模等の把握が主体となる。この調査においては，技術者の目視だけでなくビデオ画像や写真を活用し，被災状況等を客観的に伝達できるようにする努力が必要となる。なお，航空機には飛行機とヘリコプターがあるが，低速飛行や低空飛行の容易なヘリコプターが用いられることが多い。

当調査の成果としては，1/2.5万もしくは1/5万の地形図等に被災箇所及び被災概要を記した被災分布図を整理することが最低限要求される。

航空写真（垂直，斜め）の判読及び簡易な測定を主体とした調査は主に応急復旧調査段階で用いられる。緊急調査で把握された被災箇所のうち，比較的被災面積が広い箇所，地形等の問題から進入や接近が困難な箇所及び現地調査よりも当調査による方が効率的な調査が可能な箇所における被災状況の詳細な把握が当調査の対象となる。当調査では被災状況の確認，被災規模の測定及び被災拡大の可能性の検討などが主目的となる。当調査の成果を活用し，応急復旧の要否や復旧工法が検討される。

図化機を用いた航空写真（垂直，斜め）の詳細な測定，図化を主体とした方法は，応急復旧調査及び本復旧調査段階で用いられる。当調査の目的は，応急復旧及び本復旧工法の計画及び設計に必要な被災箇所の平面図や断面図等の図面を作成すること及び被災機構の究明に役立つ資料を得ることである。現地測量が困難もしくは非効率的な被災箇所においては，当手法が活用されることが多い。

表－1・解27

調査段階に応じた航空写真等による調査の方法

調査段階 ＼ 調査方法	緊急調査	応急調査	本復旧調査
航空機等からの目視，ビデオ画像，写真の判読を主体とした方法	←（被災後1，2日程度）	……→	
航空写真（垂直，斜め）の判読及び簡易な測定を主体とした方法	←……	——（被災後1週間程度）	
図化機を用いた航空写真（垂直，斜め）の詳細な測定，図化を主体とした方法		←……	——→（本復旧の実施まで）

5.3.2　航空機からの目視調査

1)　事前準備

航空機からの目視調査は被災発生後1，2日以内に実施・完了することが求められている。したがって，被災発生前に過去の被災経験等により，あらかじめ被災箇所等を想定した調査計画等の事前準備をしておくことが望ましい。

2)　被災位置の確認

航空機からの目視調査において，被災位置の確認は最も重要なことである。したがって目視調査中は，常に自分の位置（飛行位置）を地図又は既撮の航空写真等の上で確認し，被災箇所を正確に記録する。

3)　報　告

航空機からの目視調査により把握した被災位置及び被災状況はビデオや写真等の客観的な伝達方法を活用し，飛行終了後迅速に報告する。

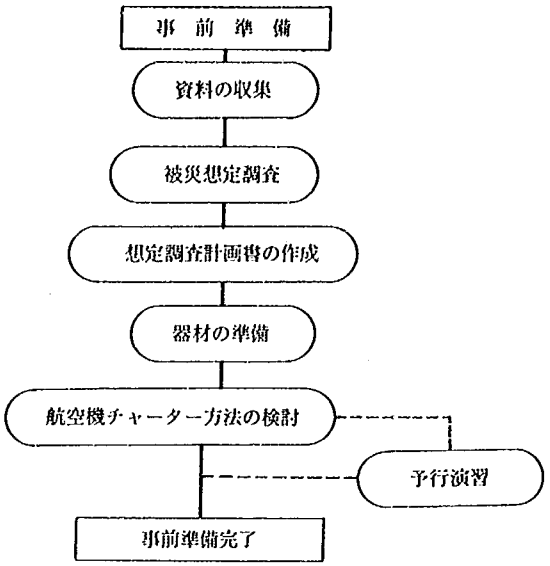
［解説］

航空機からの目視調査は，図－1・解15に示すような工程で進められる。

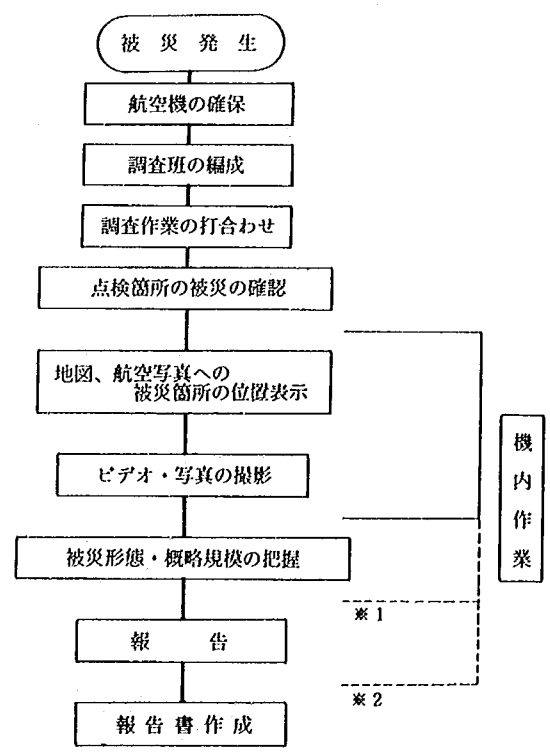
1)　事前準備（図－1・解15（a）参照）

被災発生前に過去の被災経験等からあらかじめ被災箇所を想定し，それに応じた調査計画を作成しておくことが望ましい。

つまり，調査体制の確立，調査方法の検討，航空機のチャーター方法の検討，器材・資料の確保等を行い，万一の場合に備えておくことが望ましい。なお，当調査で用いる航空機としては，低空飛行及び低速飛行の



a）事前準備



b）調査作業

※1） 撮影したビデオ画像や写真を利用して判読することも可能であり、その場合は飛行終了後の室内作業となる。

※2） 緊急を要する場合には機内から無線によって、被災箇所及び被災状況の概要を報告する場合がある。

図—1・解15 航空機からの目視調査の工程

可能なヘリコプターが主体となるので，以下にはヘリコプターにおける調査の要点を中心に述べる。

a）ヘリコプターのチャーター方法の検討

当調査は被災発生後1，2日以内に実施・完了することが求められている。したがって，被災発生直後にヘリコプターを確保する必要があり，そのためには，平常から緊急時のヘリコプターのチャーター方法を検討，確立しておくことが必要である。

なお，ヘリコプターから航空カメラやビデオカメラによる撮影を計画する場合にはブレのない良好な画像を得るために防振装置のついたヘリコプターを確保できるようにしておかなければならない。

b）ヘリコプターによる飛行計画の作成

ヘリコプターを利用して被災場所を迅速に効率良く調査するためには緊急時に管内の要所に仮設ヘリポートを確保できる体制を整備しておくことが必要である。したがって，事前に仮設ヘリポートの候補地を検討しておくとともに被災後すみやかに必要な申請が行えるように準備しておくことが必要である。また，カメラの位置がヘリコプターの左右どちらか一方に限られたり，飛行が制限される区域もあるのでこれらを考慮した飛行コースや進入路等を検討しておく。なお，ヘリポートの具備すべき条件については表—1・解26を参照するとよい。

c）資料及び器材

ヘリコプターからの目視調査を円滑に実施するためには，表—1・解28及び表—1・解29に示す資料や器材器具を収集・保管もしくは緊急時に迅速に確保できるようにしておくことが必要である。

表—1・解28 資料一覧

地図（縮尺1/2.5万～1/20万及び台帳図等），土地利用図，既撮の航空写真，調査表

表—1・解29 器材器具一覧

ヘリコプター，ズームレンズ付カメラ，ビデオカメラ，無線機，画像再生装置（テレビおよびビデオ画像コピー装置等），貨物自動車(ヘリポート燃料輸送)，双眼鏡

d）予行演習

ヘリコプターから見た場合の目標物の認識及び調査用の地図，航空写真の読み方に慣れるために予め予行演習を行っておくことが望ましい。この予行演習を行うことにより調査計画内容の妥当性を検討することが

できる。また，予行演習での調査成果は通常の維持管理業務に役立てることができる。

ビデオ撮影ではアイレンズで狭い視野を見るため，乗り物酔いを起こし易いので普段からの訓練が必要である。機体にビデオカメラを設置して，モニターテレビを見ながら撮影できる間接撮影方式の方が望ましい。

2) 調査作業

a) 飛行位置の確認

飛行位置の確認は，緊急調査において最も重要なことである。

ヘリコプターからの目視調査において，被災箇所の状況を記録し，かつ，その内容を関係者に客観的に伝えるためには写真の他にビデオを利用することが有効である。

a) ビデオ画像の特徴

① ビデオ画像は多くの人が同時にモニターできる。

② 現像が不要で記録結果を直ちに再生できる。

③ 連続記録が可能なので広範囲に連続撮影ができ被災箇所の前後関係がわかりやすい。

④ 記録データが大量になってもスペース的，重量的に少なくてすむ。

⑤ タイマー表示や他の計測データ，他の画面との合成がしやすく記録情報の密度が濃くなる。

b) ビデオ撮影時の留意点

ビデオ撮影時においても，被災位置及び被災状況を後でわかりやすくするために以下のような事項に留意して，撮影を実施しなければならない。

① 被災場所のみを撮影するのではなく，撮影コース上で被災場所の前後にあって，地図などで位置の確認ができるものも写すようにする。

② 被災箇所では，最初に全景を撮りその後次第にクローズアップの画像を撮る。クローズアップをズームレンズのみに頼るとヘリコプターの振動が画像に影響してくるので，可能な限り被写体とヘリコプターとの距離の調節でアップの写真を撮るようにする。

③ 撮影対象物をカメラで追跡する場合には，画像がスムーズに連続するようにゆっくり移動する。

④ ヘリコプターからの撮影では，撮影方向が機体の左右どちらか一方向に限られたり，管制区域などで飛行が制限されたりすることがあるので，これらを考慮して進入コースや飛行コースを検討する。

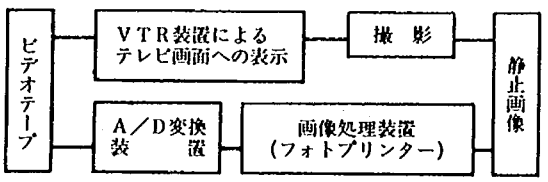
⑤ 撮影にあたっては，飛行コース，撮影位置，撮影時刻，カメラの状態，撮影対象物の特徴等に関する操縦士や搭乗者（撮影士やナビゲーター）の交信及び会話の内容等を記録または録音しておくことが望ましい。なお，録音に関してはヘリコプター自体が発する騒音を少なくするために搭乗者交信用ヘッドホンの端子を利用した方が良い。

⑥ ヘリコプターの位置を地図上で確認できたときは，地図に位置や時刻および撮影方向を順次記入しておくことにより，被災場所を正確に地図に記入することができる。この際，ビデオ画像にはビデオ用タイマーを接続し，時間が常時記録されていることが望ましい。

c) 静止画像の作成

ビデオ画像は毎秒30コマで撮影された連続画像である。この画像から静止画像を作成すれば，災害資料写真等として利用することができる。

図—1・解16は，ビデオテープから静止画像を作成する方法を示したものである。



図—1・解16 ビデオテープから静止画像を作成する方法

最も一般的に用いられている方法は，ビデオテープレコーダーの装置を用いてテレビ画面に画像を表示し，その写真を撮影する方法である。現在はハードコピー作成用の特殊な撮影装置がありカラーコピーまで作成できるようになっている。

他の方法は，ビデオ信号をA/D変換装置を通してディジタル化し，さらに画像処理装置などを用いてフィルム上に画像を焼き付けて静止画像を作成するものである。この場合は，前者に比べて質の良い画像が得られる。

ビデオ画像は，状況伝達や記録の他，写真と同じように判読や概略の測定にも使用することができる。例えば，斜面崩壊等が生じ緊急に崩壊規模の概数を必要とする場合，既成の地形図に画像を移写することにより概測値を求めることができる。この場合，立体視できるように撮影されていれば，それから静止画像を作成し，立体視により移写することにより単写真を用いるより一層精度の良いものになる。

5.3.3 航空写真の判読

1) 航空写真の判読は，密着写真あるいは写真を適度な大きさに拡大して肉眼または立体鏡で写真上の対象物を正確に判別し，判読結果を写真，地形図，調査表などに記録整理することが必要である。

2) 成果の活用段階

判読のためには，白黒写真よりもカラー写真の方が色調の差などが読み取れるので得られる情報が多い。写真上に透明のオーバーレイを置いて定性的な判読結果を書き込むだけであれば，写真取得後1，2日程度の作業で行うことができるので，緊急調査もしくは応急調査の初期の段階で成果を活用することができる。

[解説]

1) 判読に用いる写真の要件

判読のための写真としては，概略の判読のみを目的とする場合には一般カメラで撮影されたものでもよい。しかし，航空写真を撮影する場合は通常判読のみならず測定及び図化を目的として撮影することが多いので，この場合には測量用カメラで撮影されたものでなければならない。詳細な判読及び測定，図化を前提とする場合には写真は立体視可能なように撮影されていなければならない。立体視できるように撮影された航空写真の例を**写真－1・解1**に示す。この場合の例は斜め写真である。また，**写真－1・解1**を用いた崩壊地の判読結果を**図－1・解17**に示す。

2) 垂直写真と斜め写真の特徴

垂直写真と斜め写真の有効性は調査対象物及び調査目的等によって異なるので，以下に述べる両者の一般的な特性の差異を考慮してどちらか一方を選定もしくは両者を併用する形で調査を進めればよい。

垂直写真と比較した場合の斜め写真の一般的な利点及び欠点は次のように整理できる（垂直及び斜め写真の定義は5.3.4の解説（1）を参照）。

利点：① 垂直写真では死角となり状況を捕えにくい急斜面や構造物等の側方からの調査に適している。

② 斜めから撮影するので平素見慣れている，鳥瞰的な影像が得られ，奥行きや高さの感じが判り易くなり視覚的判読調査に適している。

③ 垂直写真の撮影には一般に飛行機が用いられ撮影高度の関係で，雲などのために撮影ができないことが多いが，斜め写真の撮影には一般にヘリコプターが用いられるので低高度からの撮影が可能であり，多少の雲があっても雲の下から撮影できるので撮影の機会が多くなる。さらに，被写体に接近して大縮尺の撮影が可能である。

欠点：① 山岳や構造物の裏側が死角となり写真に写らない。したがって，それらの判読や測定ができない。

②比較的平面的な被写体を正対しない角度で撮影する場合，一枚の写真の中でも遠近の差による写真縮尺の差が大きくなり，判読及び測定に不利，不便をきたすことがある。

3) 写真判読項目と図式（例）

参考のために斜面・のり面の調査に必要な判読項目及びその表現図式の例を**表－1・解30**に示す。

5.3.4 航空写真による測定・図化

1) 航空写真測量

航空写真による詳細な測定，図化つまり航空写真測量は，測量用カメラで立体視が可能なように撮影された写真及び図化機を使って被災規模を測定したり，被災状況などを示す地形図等の図面を作成するのに用いられる。

2) 必要作業期間

図化までを含めると作業には写真取得後1週間～1ヶ月程度を要する。

3) 成果の活用段階

写真測量の成果は応急及び本復旧工法の計画及び設計，さらには被災原因の究明のために用いられる。

[解説]

航空写真測量のうち，主な工程である航空写真の撮影及び測定・図化について述べる。

1) 航空写真の撮影

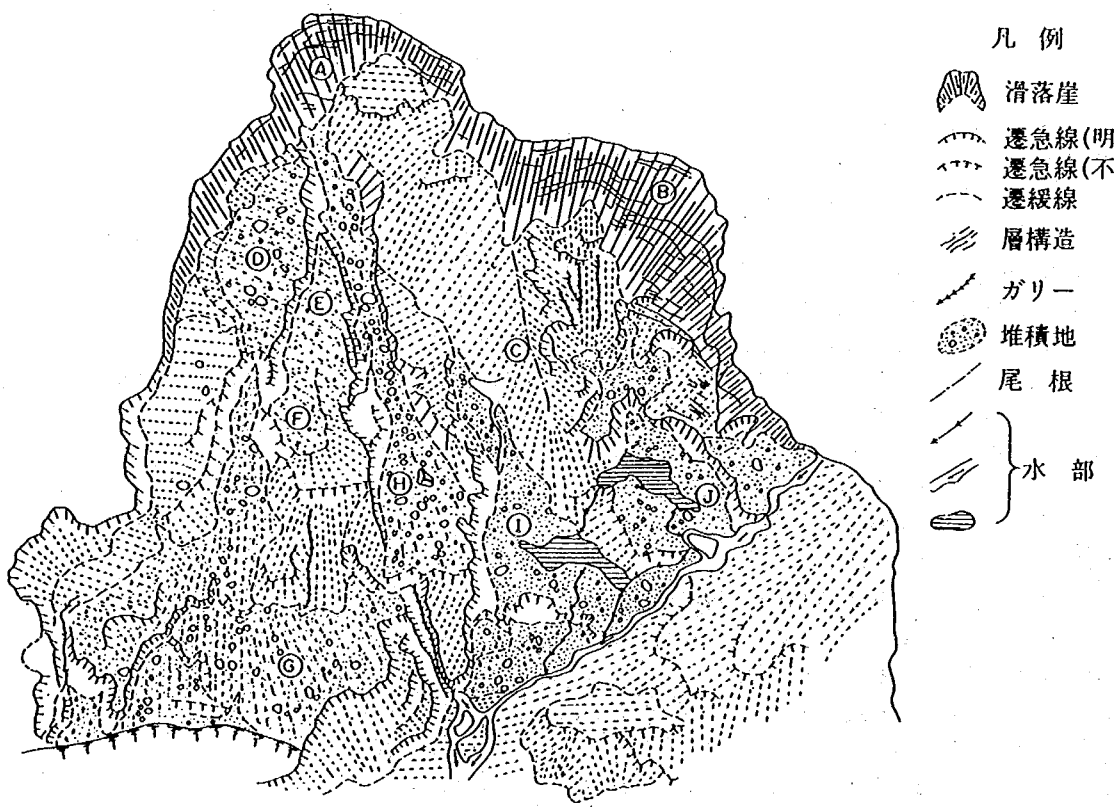
a）撮影方向による区分

写真は撮影方向（カメラの光軸の傾き）により，垂直写真と斜め写真に区分される。以下にそれぞれの定義及び撮影時の制限等を整理する。

① 垂直写真

垂真写真は，航空機から航空カメラを用いて撮影される写真のうち，撮影カメラの光軸の傾きが鉛直方向から概ね5度以内であるものを言う。地図作成などの測量用写真として広く使われていて，被災の全体的な調査に適している。その撮影方法は，撮影コース方向

写真－1・解1　崩壊地の立体写真の例
（長野県西部地震による松越地区の斜面崩壊）



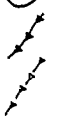
図－1・解17　松越地区の崩壊地判読図

の重複度が約60%，コース間の重複度が約30%となるように撮影される。このように，垂直写真は撮影方法等に制限があるので撮影飛行は風の弱い晴れた日で太陽高度が高い時間を選び，水平に等高度で直線飛行して撮影する。

② 斜め写真

斜め写真は主にヘリコプターから中型測量用カメラまたは，航空カメラで撮影される写真で，撮影カメラの光輪の傾きが鉛直方向から概ね5度以上であるものを言う。広い地域を少ない写真枚数で調査したい時(洪水区域など）や垂直写真では死角となる急斜面などの調査に適している。撮影方法は，ステレオ写真の撮影を前提とした時，図－1・解18のように連続平行撮影，旋回飛行による収れん撮影，線飛行による収れん撮影

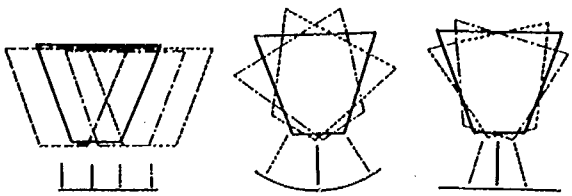
表－1・解30　判読項目及び表現図式の例（斜面・切土のり面の場合）

被災状況項目			土地条件分類項目		
項目	図式	備考	項目	図式	備考
崩壊地		崩壊源 流送域 堆積域	露岩地		直接露出
					表土の薄い被覆あり
		発生位置（不明の場合は？とする）	層理・節理・亀裂		露岩地表面の状況
落石		落下経路 停止落石	落石予備物質		集合体として分布するもの
亀裂		線状 開口 段差を有すもの			単独に存在（形状を表現）
			崩壊地		崩壊源
陥没			崩壊跡地		
沈下			崩壊予備物質		
隆起			地すべり地		滑落崖・凹地・クラック地すべり土塊・移動方向等を表現する。
はらみ出し			ガリー・リル		明瞭
噴砂					不明瞭
倒壊物		すべての倒壊物に適用	遷急線		明瞭
傾動物		すべての傾動物に適用	遷緩線		不明瞭
移動方向		最大移動方向	崩積土堆		
全壊家屋	×	家屋の緑どり線を描画し、その中に表示する。	落石堆		
半壊家屋	△				
一部破損	○				
被災パターン	1－1　など	被災パターン・被災ランク表より該当するものの記号を表示する。	渓床堆積物		
被災ランク	×　など				

項目	図式	備考
土石流堆積物		
その他の堆積地形		a：沖積地　必要に応じて表現 f：扇状地 t：段丘
植生		1/25,000地形図図式に準じて記号を入れる。特徴的な範囲を図示。
伐採跡地		
開放水域		河川・湖沼・池等

一般項目

項目	図式	備考
切土のり面		工作物のないのり面
盛土のり面		
防護工		コンクリート擁壁
		石積擁壁
		落石防止工
		吹付け
道路		
その他		上記以外の防護工や建物・施設等の緑どり線。
尾根		
水系		



図—1・解18 斜め写真の撮影方法

に区分される。連続平行撮影でステレオ写真を得るためには撮影コースの重複度が60%以上であることが必要で可能であれば80%前後の重複をもたせて撮影した写真の中から測定に適する適当なオーバーラップの写真を選定抽出して使用することが望ましい。また，収れん写真を図化する場合には，収れん角が20度以内でなければならない。

斜め写真の測定・図化には解析図化機を用いる必要がある。垂直写真の測定・図化に従来より用いられてきたアナログ図化機のほとんどは，写真の傾きに対する許容範囲が小さいので斜め写真の測定・図化が実施できない。しかし，解析図化機にはこのような制限が無く写真がステレオ撮影されておれば概ね測定が可能である。

b) 測定単位及び標準的撮影諸元

表—1・解31は斜面調査における測定項目及びその標準的な測定オーダーを整理したものである。また，表—1・解32は，斜め写真の場合を例として，航空カメラまたは中型測定用カメラで写真を撮影し，写真から直接測定する場合の測定精度10cm以内，図化した図面での測定精度20cm以内で縮尺1/500の地形図を作成するときの標準的な撮影諸元を示したものである。

2) 測定，図化

図—1・解19は，被災調査時の写真測量における作業工程を示したものである。緊急な被災調査時においても撮影を実施する以前に対空標識が設置されており，標定点測量もなされているならば，この工程に従うことができるがそのような場合は多くない。したがって，急を要する被災調査では，当初は必ずしも現地での標定のための基準点は他の何らかの資料から求めて図化を行う場合が多い。

a) 標定点測量

写真を使って測定を実施するためには，図化機によって写真を標定しなければならない。

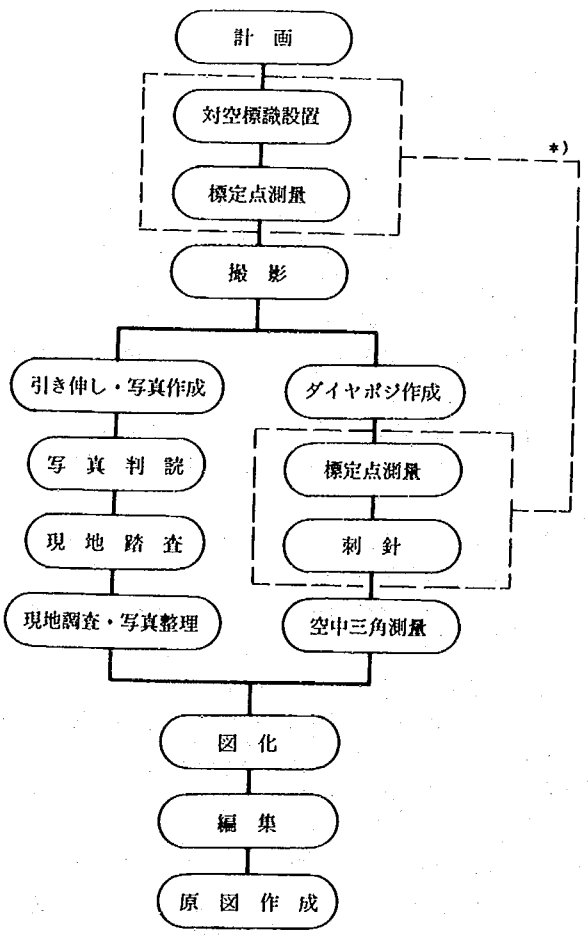
標定とは，立体視可能な2枚（1組）の写真間の相対的な傾き等の関係を決め，さらに，縮尺を考慮した上で，実際の地形と一致させることである。

表—1・解31 測定オーダー

判定項目	測定オーダー	判定項目	測定オーダー
落石予備物質（礫）の長径	0.1m	盛土法面高	1m
崩壊地・崩壊土量	10m	盛土法面勾配	10%
落石（礫）の長径	0.1m		
亀裂（線状）の長さ	0.1m	斜面下端の傾斜度	10%
亀裂（開口）の長さ	0.1m	斜面の平均傾斜	10%
開口部の最大幅	0.1m	崩壊頭部までの角度	10%
開口部の最大深	0.1m	斜面の高さ	1m
亀裂（段差）の長さ	0.1m	崩壊高	1m
段差の最大高さ	0.1m	崩壊幅	1m
亀裂による移動量	0.1m	崩壊深	1m
陥没の深さ	0.1m	崩壊斜面長	1m
沈下の最大深さ	0.1m	崩土の到達距離	1m
隆起の最大量	0.1m		
はらみ出しの最大量	1m	地すべり傾斜	10%
噴砂地の半径	0.1m	地すべり斜面長	1m
建物等の傾斜角度	10%	渓床面積	10%
切土法面高	1m	流域面積	1km
切土法面勾配	10%	崩壊面積	10m

表－1・解32　撮影の諸元

カメラの種類	航空写真測量用カメラ		中型カメラ
撮影方法	連続平行撮影		収れん撮影
画面サイズ	23cm×23cm	18cm×18cm	6cm×6cm
焦点距離　f	15cm	21cm	6cm
撮影高度　H	約300m	約300m	約80m
撮影俯角　θ	約45°	約45°	約45°
撮影斜距離　D	450m	450m	450m
主点付近の撮影縮尺	1/3000	1/2140	1/2000
主点付近の全撮影巾	690m	380m	120m
撮影基線長　B	270m	150m	40m
1/500図化への拡大率	×6	×4.3	×4
図化の測定精度	約20cm		
大きさ等の測定精度	約10cm		



*)　被災調査においては破線で示すように、標定点測量等は写真撮影後になされることが多い。

図－1・解19　地図作成工程図

そのためには，1つのステレオ部分（1モデル）について平面位置の既知な基準点が2点以上，標高の既知な基準点が3点以上必要であるが，一般に写真測量を実施する場合には，そのような基準点が不足する。したがって，写真に写っている既設の基準点（対空標識を設置）をもとに空中三角測量を行って解析的に基準点（パスポイント）を写真上に増設する。

1コースだけの空中三角測量を例にとると，既設の基準点は初めと終わりのモデルにそれぞれ2点，途中には2～3モデルごとに1点の割合で必要で，これらの基準点の座標をもとに各モデルごとに6点のパスポイントを増設することができる。しかし既設の基準点が必要な場所に存在しない時は空中三角測量のパスポイントの計算精度に影響が出るため，標定点測量を行って基準点を設置する必要がある。なお，対空標識の詳細については本編「3.　震前対策」を参照するとよい。

ところが，緊急を要する被災調査においては，災害発生後緊急に撮影を行った写真を利用して測定，図化を行わざるを得ず，撮影以前に対空標識を設置する時間的余裕もなく，また，測定，図化以前に標定点測量を実施できる場合は少ない。このように写真上に既設の基準点がない（対空標識が写っていない）場合は，既測の地形図や空中三角測量の可能な比較的小縮尺の垂直写真を利用して測定・図化しようとするモデルを標定することになる。つまり，既測の地形図上で平面位置と標高が明確な点を抽出して写真に刺針し，これを基準点の代わりに用いて標定する。このような場合は，利用した点の位置や標定時の残差を記録しておき，

測定・図化成果の利用に際して誤りがないようにしなければならない。

一般的に，応急調査段階における測定・図化では，平面位置と標高について過大な誤差がなければ特に測定，図化精度を問題にする必要はないと考えられる。しかし，本復旧調査段階では，本復旧工事の計画や設計のために，刺針点等（基準点）の標定点測量を改めて行い精度の高い測定，図化成果を得ることが要求される。

b）斜め写真からの図化

航空写真測量によって平面図及び縦横断図を作成することができる。これらは，垂直写真によっても可能である。ただし，撮影方法の特色から大縮尺図面の作成及び急傾斜部の微地形の表現などは斜め写真による図化の方に利点がある。さらに図化に解析図化機を用いると以下のような可能性を引き出すことができる。

① 投影面の変更

同一モデルで投影面を変えての図化，測定が可能である。したがって，平面図ばかりでなく側面図，立体図，正対図，断面図などを描画することができる。

② 写真縮尺と図化縮尺の比

写真縮尺と図化縮尺との比は，解析図化機ではアナログ図化機のような機械構造的な制限がないので，拡大率を大きくして図化できる。

5.4 地盤調査

1) 調査目的

地盤調査は，復旧工法の設計を行い，又，必要に応じて被災機構を究明するために必要な地盤構成・土質特性を把握するために実施する。

2) 既往調査資料の収集・整理

当該箇所において，地盤調査を実施する前に近傍で得られる既往の地盤調査資料を収集・整理し，当該地盤性状の把握を行い，追加地盤調査が必要な場合には，その調査計画の立案に有効に生かすのがよい。

3) 調査方法

地盤調査の方法として，以下のような現地調査法，室内試験法がある。

現地調査法

- 現地踏査
- サウンディング
- ボーリング，標準貫入試験，サンプリング（試料採取）
- 物理探査
- 現地測定（地下水測定，斜面移動測定等）

室内試験法

- 物理試験（粒度分析等）
- 力学試験（せん断試験等）

4) 調査方法の選定

地盤調査の諸方法は，目的，適用範囲，調査精度，所要期間等が異なるので，実施にあたっては，復旧の段階，調査の目的，各方法の適用性を考慮して適切な方法を採用する。地盤調査は，通常震災復旧の第2段階以降で用いられる。中でも，第2段階では目視や簡易な測定を含む現地踏査を主体とした方法による。第3段階では，それらに加えてサウンディング，ボーリング，標準貫入試験，サンプリング，室内試験等を合わせた詳細な方法による。

［解説］

1) 調査目的

地盤調査は，被災箇所の応急及び本復旧工の設計を行うために，必要な地盤構成・土質特性を把握することを目的として実施する。中規模以上の被災箇所において被災機構を究明し，再度災害の防止及び他の箇所での同様の機構に基づく災害の予測や防止のための対策をはかる技術の向上に資することのためにも行う。復旧工の設計に必要な土質特性や，被災機構に寄与する地盤特性の関わり方は構造物の種別・規模，被災の形態，復旧工の種類により様々であり，個々の構造物において実施される地盤調査の種類は第II編以降において述べる。

2) 既往の調査資料の収集・整理

地盤調査を効率的に行うには，既往の土質調査資料を基に，地盤の概略の状況を知ることが必要である。このような目的のために，近傍での各種工事に伴う土質調査結果を収集し整理するとよい。これらの調査結果から当該地盤性状が正確に把握できず追加地盤調査が必要と判断される場合にも，これらの結果を有効に利用し調査計画を立案する。

3) 調査方法

既往の地盤調査法の種類・特徴は表－1・解33のようにまとめられる。この表に示された各調査・試験法は，目的（得られる結果），適応地盤硬さ，適応深度，結果から得られる情報の精度，機動性，所要時間，費用等が異なるので，方法の選択・実施にあたっては，調査の目的や必要とされる内容を十分考慮する必要が

ある。

4) 現地踏査

表－1・解33の内，簡単な目視に準ずるクラック等の定規による測定，鉄筋等の貫入，石灰水の注入等の現地踏査法は，厳密な意味での地盤調査法とは言い難いが，地盤や盛土・斜面の概略の被災度の把握に従来より多用されているものであるのでこの表に含めた。これらの現地踏査は，通常応急調査段階で行われる。ただし，堤防亀裂の状態の把握に用いられる石灰水注入は，応急調査段階で行われるが，その結果は本復旧工事において切返し工が行われる段階に石灰水の浸透深さから亀裂深さが測定され切返し深さの妥当性を確認することに用いられる。

5) ボーリング・サンプリング

現地踏査以上の本格的な土質調査機器を用いた地盤調査は，現実には本復旧を行う段階で，本復旧工の詳細設計を行ったり，被災機構の解明をはかるために行われるものと考えられる。このような本格的な地盤調査の進め方は，以下のようである。調査対象箇所・構造物が，比較的局所的な場合，地盤調査の主体は，ボーリング，標準貫入試験，サンプリング，室内試験になろう。ボーリングは通常，標準貫入試験と合わせて実施される。標準貫入試験は，従来から我国において地盤調査法として広く用いられ，間接的ではあるが，地盤の強度定数・支持力等の概略の推定に用いられる。ただし，地盤が特に軟弱な粘性土又は玉石・レキ混りの土の場合には，調査精度はかなり低くなる。又，標準貫入試験の特徴は，チューブ型のサンプラーを動的に貫入することにより，攪乱した試料の採取が可能であり，それにより土層の肉眼による判別や，より詳しい土粒子の比重や粒度等の室内物理試験に供することができることにある。

6) 室内土質試験

室内試験としては，土層構成の確認及び土層の力学的性質の概略の判別のために行われる物理試験と，土層の圧縮性やせん断強度を求める力学試験とがある。これらの試験を実施するために，何らかの方法で地盤から試料を採取（サンプリング）する必要がある。土層の判別や物理試験のためには攪乱試料でよく，そのためには，浅層部のみに用いられるオーガーボーリング等の方法，深層部まで適用可能な標準貫入試験（前述）が用いられる。一方，多くの力学試験は，地盤内の状態から試験に供するまでに乱れを受けるとその結果が異なるものであり，したがって，このためには不攪乱試料の採取が必要とされる。不攪乱試料の採取は，それぞれの土の特性に適応したサンプリング法による必要がある。

7) サウンディング

調査対象箇所が広範囲にわたる場合には，調査費・期間の節減のために，代表的な数地点においては，上述した諸方法による外，それらの数地点の中間では一般にボーリング孔を要せず比較的簡単に実施できるサウンディングにより補間を行うのがよい。サウンディングは，標準貫入試験を除いて土の採取ができないが，貫入時の抵抗から近傍の既知の土層構成・土層種別結果と関連づけることが可能であり，土層の概略の把握に有用である。サウンディングの方法にも多種のものがあるので，方法の選定にあたってはそれぞれの特徴を考慮して実施する。

8) 物理探査

やや特殊なものであるが，土層・地層の速度剛性，すなわち，弾性波速度等を試料採取をせずに調査する手法として物理探査がある。この結果は，土層・地層構成の判別，地盤の地震応答解析のための弾性定数を定めることに用いられる。さらに，電磁波探査法が舗装下の空洞探査に用いられることがある。これらは，各方法において適用性が異なるので，内容をよく検討する必要がある。

9) 現地測定

くい基礎等の設計を行うために，ボーリング孔を用いて孔内水平載荷試験を行い土層の変形・強度特性を現地で求める場合がある。

のり面・斜面の崩壊原因に大きく寄与したり，大規模掘削工事の施工等に影響の大きい地下水の状況を把握することが必要な場合には各種の地下水調査を行う。

のり面・斜面の今後の変状のおそれを調べ，二次災害の防止を図ること等のためには，地震後できるだけ速かに，伸縮計（地すべり計）等を用いた現場計測を行うのがよい。

10) 動力学試験

被災機構の詳細な解析や復旧工の耐震性の詳細な評価のためには，静力学的な室内試験以外に土・地盤の動的変形特性や動的強度特性を求める動力学試験を実施することがある。実施計画の立案，調査結果の評価等については，専門技術者の助言を得ることが望ましい。

11) 振動式貫入試験

既往の被災事例から，地盤の液状化現象は種々の構造物の被災度を大きくする主要な原因の一つであるこ

目視等の現地踏査

表－1・解33(1)　既往の地盤調査法

目　的	分　類	種　類	方　法	主な利用法
複雑な計器を用いないで被災の形態・程度の概略を把握する。	目視	目視・写真撮影	噴砂・噴水の跡から，地盤液状化の有無・範囲を把握する。亀裂・崩壊の状況から、被災パターン・被害ランクを記録する。	被災原因として液状化現象があるかどうか判別する。盛土・斜面等の場合，被災パターン・被害ランクから復旧工法の選定に役立てる。
	亀裂幅測定	定規で測る	一般に亀裂幅の最大の値及び亀裂長さを測定し記録する。	亀裂深さの推定，被害ランクの判定を行う
	亀裂深度測定	ポール・鉄筋等の貫入	ポールや鉄筋を亀裂に押込み亀裂深さを推定する。鉄筋の方が細かい亀裂に押込み可能でより正確に推定ができる。	亀裂深さの概略値から，被災範囲及び必要な切返し範囲の概略の推定を行う。
		石灰水を注入し後に掘り出す	石灰と水を1:1.5に混ぜた石灰水を亀裂表面から注入し後に掘り出し亀裂範囲を測定する。	切返し深さの確認を行う。

備考
現在の利用状況
◎　良く利用されている
○　時々利用されている
△　あまり利用されていない

表－1・解33(2)　既往の地盤調査法

サウンディング

目的	分類		種類	ボーリング孔の必要性	測定法	主な利用法	適応土質	現在の利用状況
土層の強度・支持力，土層構成の概略の判別	静的貫入	ポータブルコーン貫入試験	単管式，二重管式	不要	コーンを人力で貫入するときの面積当りの抵抗値 q_c	粘性土強度の推定	ごく軟弱な粘土，ピート	○
		オランダ式二重管コーン貫入試験	2t，10t式（油圧）	〃	コーンをハンドル又は油圧で貫入するときの抵抗値 qdc，周面摩擦力 f_s	標準貫入試験に対する補間調査	玉石を除くあらゆる土	○
		スウェーデン式サウンディング		〃	スクリューポイントについて (1) 5,15,25,50,75,100kg載荷による沈下量 (2) 100kg載荷による貫入量25cmに要する半回転数 N_a，N_a は貫入量1mに換算 N_{sw}	同上	玉石を除くあらゆる土 レキは困難	○
		三成分コーン貫入試験	種々	〃	オランダ式コーン貫入試験のコーンについて貫入抵抗力 q_c，周面摩擦力 f_s，間げき水圧 p を電気計測する。	オランダ式貫入試験と同様	玉石を除くあらゆる土	△
	コーン型動的貫入	動的円錐貫入試験	大型動的コーン貫入試験機	〃	コーン又は標準貫入試験用サンプラーについてハンマー63.5kg，落下高75cm，貫入量30cmに要する打撃回数 N_d	標準貫入試験に対する補間調査	玉石を除くあらゆる土ただし軟弱な粘土は不正確	△
			中型動的コーン貫入試験機	〃	コーンについて，ハンマー30kg，落下高35cm，貫入量30cmに要する打撃回数 N_d	同上	玉石密な砂・レキを除くあらゆる土	△
			土研式衝撃貫入試験機	〃	コーンについて，ハンマー5kg，落下高50cm，貫入量15cmに要する打撃回数 N_d	同上	同上	△
			斜面調査用簡易貫入試験	〃	コーンについて，ハンマー5kg，落下高50cm，貫入量10cmに要する打撃回数 N_d	土の硬軟の判別（主として斜面）	玉石を除くあらゆる土	○
			オートマチックラムサウンディング機	〃	コーンについて，ハンマー63.5kg，落下高50cm貫入量20cmに要する打撃回数 N_d	標準貫入試験に対する補間調査	玉石を除くあらゆる土	△
		振動式貫入試験	土研式振動貫入試験機	〃	棒状バイブレーターをとりつけたコーンの貫入抵抗をバイブレーター作動時，無作動時測定	液状化層の判別，液状化強度の推定	主として砂質土	△
	ねじり	ベーン試験		要	ボーリング孔底で4枚翼ベーンを押し込みねじるときの回転力とねじれ角を測定	軟弱粘性土強度の測定	軟弱な粘性土，ピート質土	△
	動的チューブ型貫入	標準貫入試験		〃	2つ割りにできるチューブについてハンマー63.5kg，落下高75cm，貫入量30cmに要する打撃回数	支持力，c，ϕの推定，弾性波速度の推定，撹乱試料の採取	玉石を除くあらゆる土ただし軟弱な粘土は不適	◎

表－1・解33(3)　既往の地盤調査法

ボーリング・サンプリング

目的	分類	種類	ボーリング孔の必要性	方法	主な利用法	適応土質	現在の利用状況
試料採取 土層観察	ボーリング	ロータリーボーリング	—	掘削用具に回転力を与えて地盤を攪拌しながら，給水する水によって掘削くずを孔外に排出し削孔する。	一部のサウンディング，サンプリング，現地試験のため削孔	玉石を除くあらゆる土	◎
	不攪乱試料サンプリング 土層観察及び室内力学試験用試料採取	固定ピストン式シンウォールサンプリング	要	所定深度のボーリング孔底において単管サンプリングチューブを押し込んで試料を採取する。	軟弱粘性土の力学試験のための試料採取	軟弱な粘性土 N＝0～4	◎
		デニソン型サンプリング	〃	所定深度のボーリング孔底において外管を回転しつつ内管のサンプリングチューブを押し込んで試料を採取する。	硬質粘性土の力学試験のための試料採取	硬質な粘性土 N＝0～20	○
		サンドサンプリング	〃	密度の小さい砂に対しては特殊な静的押し込みサンプラー又は固定ピストン式サンプラーを，密度の大きい砂に対してはコアドリル式サンプラーを用いる。	砂質土の精度の高い力学試験のための試料採取		△
		フォイルサンプリング	不要	金属フォイルテープを内蔵したサンプラーを押し込み試料を採取する。	表層から連続した軟弱粘性土の試料採取，詳細軟弱地盤調査	軟弱な粘性土 N＝0～2	△
		ブロックサンプリング（テストピット）	〃	地表あるいは，ごく浅い所，ピットなどから乱さない試料を土塊として採取する。	精度の高い力学試験のための試料を多量に採取	あらゆる土層，高品質の不攪乱試料大量に採取	△
	攪乱試料サンプリング 土層観察及び室内物理試験用試料採取	検土杖	不要	きれこみの入ったロッドを押し又は叩きこみ，所定深度においてハンドルを回して引上げ，きれこみ中の土を観察する。	表層の土の判別	玉石・レキを除く土層	△
		オーガーボーリング	〃	種々の形状をしたオーガーを回転して押し込み試料を採取する。	概略調査において代表的な試料採取	玉石を除く土層	○
		標準貫入試験（サウンディング参照）	要	サウンディングの項参照。	サウンディングの項参照	玉石を除くあらゆる土	◎

表－1・解33(4)　既往の地盤調査法

物　理　探　査

	目　　的	分　類	種　　類	ボーリング孔の必要性	測　定　方　法	主な利用法	現在の利用状況
物理探査	土層・地層の速度剛性，空洞・埋設物の探査，地下水状況の探査	弾性波探査法	屈折法（P波，S波）	不　要	地表面で火薬又はかけやの打撃による振動を受振し初動到達の時間と距離の関係（走時曲線）を作成し，弾性波速度 V_p, V_s および速度層断面を求める。	地盤の弾性波速度および速度層断面から地層の工学的判断を行う。	○
			浅層反射法（SH波）	〃	地表面でかけやによる板叩き法による反射波を受振し波動到達時間と距離の関係から，弾性波速度 V_s を求める。またその反射面から速度層断面を求める。	利用法は上記屈折法と同じであるが，地層のより微細な構造も探査できる。	△
			孔内速度検層法（P波，S波）	要	ボーリング孔内かけやの打撃等による振動を受振し，到達時間と距離の関係から弾性波速度 V_p, V_s および孔内の速度層区分を得る。	この探査のデータから，地層の速度層モデルを決定し応答計算などを行う。	○
		電気探査法	水平探査法，垂直探査法	不　要	電極間隔を一定に保ち測線上を移動（水平探査）又はある1点を中心にして電極間隔を増して（垂直探査）見掛け比抵抗と電極間隔の関係を得る。	比抵抗分布，比抵抗断面の作成，地下水位また空洞などの位置を推定する。	△
		電磁波探査法	地下レーダー法	〃	電磁波を利用した浅層地下探査で，地表に置いたアンテナから電磁波パルスを放射し，地下の境界面で生じた反射波を受信アンテナでとらえる。	電磁波の反射断面より，地盤内の空洞の位置，埋没管の位置などを推定する。	△

その他の現地調査

表－1・解33(5)　既往の地盤調査法

	目的	分類	種類	ボーリング孔の必要性	測定方法	主な利用法	現在の利用状況
載荷試験	土層の変形・強度特性の把握	孔内水平荷重試験（横方向K値測定）	プレッシオメータ，ＬＬＴ，ＫＫＴ	要	ボーリング孔内壁に変形性を有する圧力室を挿入し加圧力と変形の関連を求める。	杭の設計のための横方向K値測定	○
地下水調査	地下水・浸透水の状態の調査	地下水位調査	地下水位測定	要	ボーリング孔，深井戸等を用いて，地下水位を測定する。調査目的によっては時間的な変動をとらえることもある。	広域の地下水面図等	○
		地下水追跡	トレーサー法	要	ラジオアイソトープ，電解物質，色素などを投入し，その濃度を測定する。	広域の地下水面図等	△
		検層類	電気検層 ガンマ線検層（密度検層） ニュートロン検層	要	電気検層は電極を孔中に挿入し，比抵抗を測定する。ガンマ線検層，ニュートロン検層はそれぞれの線源を孔中に挿入しそれらの散乱，吸収の割合から密度，含水量を算出する。	地層の比抵抗，密度，含水量を算出する。	△
		現場透水試験	ボーリング孔を利用した透水試験	要	測定方法は，揚水法，注水法，注入量を一定に保つ方法等があり地層の状態，被圧地下水の状態によっていろいろな透水係数算出式がある。	地盤の透水係数，貯留係数を求める。	○
		揚水試験	揚水井と観測井を用いた揚水試験	要	揚水井戸と数本の観測井戸を掘削し，揚水井戸から地下水を揚水しながら観測井の地下水位を観測する。	地盤の透水係数，貯留係数を求める。	△
斜面挙動調査	斜面・のり面の変状の調査	伸縮計（地すべり計）	地表面の水平変位の測定	不要	伸縮計を用いて地表面上の２点間の相対変位を測定する。	地すべりによる地表面移動量を求める。	○
		傾斜計	地中の水平変位の測定	要	ボーリング孔内に地盤の動きに追従して変形する可とう管を設置し，傾斜計を挿入して水平変位を測定する。	地すべり，崩壊地での地中の水平移動量を算出する。	○
		ひずみ計	地中の水平変位（ひずみ）の測定	要	ボーリング孔内に地中ひずみ計を挿入し，地中ひずみ計の曲げひずみ量を測定する。	地すべり地におけるすべり面の深さを推定する。	△

表－1・解33(6)　既往の地盤調査法

室　内　土　質　試　験

	目　的	分　類		種　類	試料の状態	測定される量	主な利用法	現在の利用状況
室内土質試験	土層・地層の基本的性質，強度，変形特性等の測定	物理試験		土粒子の比重試験	撹　乱	土粒子の比重 G_s	間げき比，密度，飽和度等基本状態量の計等	◎
				含水量試験	撹　乱	含水比 w（%）	土の状態判断	◎
				粒度分析試験	撹　乱	粒径加積曲線	土の分類	◎
				液性限界試験	撹　乱	液性限界 w_L（%）	土の分類 粘性土の安定性判定	◎
				塑性限界試験	撹　乱	塑性限界 w_P（%）	塑性指数	◎
				砂の最大・最小密度試験	撹　乱	最大密度 ρd_{max}（最小間げき比 e_{min}） 最小密度 ρd_{min}（最大間げき比 e_{max}）	砂の安定性判定，相対密度	○
		力学試験		透水試験	撹　乱 （不撹乱）	透水係数 k（cm/see）	透水性	○
				圧密試験	不撹乱	圧密係数 c_v（cm²/sec） 圧縮指数 c_c 圧密降状応力 p_c（kg/cm²） 体積圧縮係数 m_v（cm²/kg）	沈下量，沈下時間	○
				一軸圧縮試験	不撹乱	一軸圧縮強さ q_u（kg/cm²） 変形係数 E_{50}（kg/cm²）	粘性土の強度，支持力	○
				三軸圧縮試験	不撹乱	粘着力 c（kg/cm²） 内部摩擦角 ϕ（°）	土の強度，支持力	○
				一面せん断試験	不撹乱	同　上	同上	△
		動力学試験	動的変形試験	繰返し三軸圧縮試験	不撹乱	せん断剛性率 G，減衰定数 h	地盤の地震応答解析	△
				繰返しねじりせん断試験	不撹乱	同上	同上	△
				共振円柱ねじり試験	不撹乱	同上（微小変形時）	同上	△
			液状化試験 動的強度	繰返し三軸圧縮試験	不撹乱	土の動的強度 τ_f，砂の液状化強度 τ_l，R_l	地盤の地震時安定判定	△
				繰返しねじりせん断試験	不撹乱	同上	同上	△

とが分かっている。被災機構のために所与の地盤の液状化特性を調査する手法として従来，標準貫入試験やサンプリング試料についての繰返し三軸試験が実施されている。また，近年，オランダ式コーン貫入試験機を用いて液状化特性を推定することも行われるようになってきている。さらに，液状化特性を安価にかつ迅速に調査する手法として最近土木研究所において表－1・解33中の振動式貫入試験が開発された。この試験機は，同表中のオランダ式貫入試験の貫入コーン部に対して電気式高周波棒状バイブレーターを封入したもので，試験法としてはバイブレーターを作動させないで静的貫入を行ったときの先端貫入抵抗値 q_c^Sとバイブレーターを作動させて振動的貫入を行ったときの先端貫入抵抗値 q_c^Vとを比較することにより，地盤の液状化特性を推定しようとするものである。試験結果は，次式により定義される貫入低抗低下度 D に整理される。

$$D = \frac{q_c^S - q_c^V}{q_c^S} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1・解1)$$

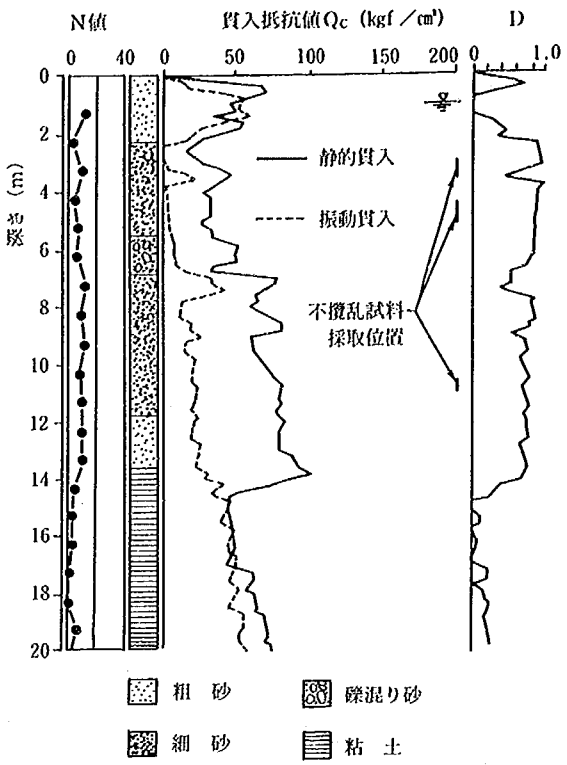
液状化しやすい地盤においては，振動貫入抵抗値 q_c^Vは静的貫入抵抗値 q_c^Sに比べて低下するため，D は1に近づく。一方，液状化し難い地盤においては，振動貫入抵抗値 q_c^Vは静的貫入抵抗値 q_c^Sに比べて低下し難いため，D は0に近い。なお，以下の試験結果では貫入ロッドの上端で測定した貫入抵抗値 Q_c^S，Q_c^V を用いている。

また，本試験結果と盛土の沈下量との関係を得る地点においては，D を地下水位以下で深さ方向に加えたものを貫入抵抗低下層厚（以下$\Sigma D \cdot \Delta Z$とする）として求めた。これは液状化層の液状化度を考慮した厚さとしての意味をもってくる。

本試験機では，現在までに土槽を用いた室内実験，砂質地盤における現地試験を行っている。それらのうち，現地試験により得られた結果について試験結果例，盛土の沈下量との関係及び繰返し三軸試験結果との関係を以下に述べる。

現地試験結果例として，秋田県内の堤防において実施した例を図－1・解20に示す。

この地点は日本海中部地震時に堤防沈下の被害が著しく，周辺地盤に噴砂が認められた地点である。この図には，Q_c^S，Q_c^V，D を柱状図，標準貫入試験結果，不撹乱試料採取位置と合わせて示している。この図からわかるように Q_c^Sから地盤の強度が連続的に得られること，さらに，砂層から粘土層に変化すると直ちに D が低下し，液状化しにくくなることがわかる。

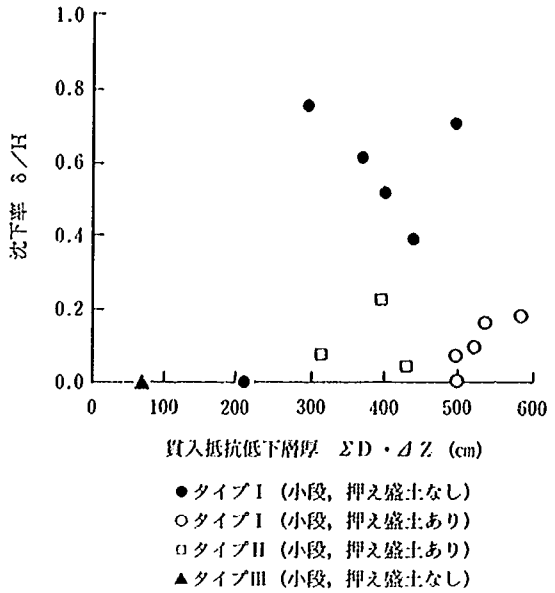


図－1・解20 深さ方向のN値と貫入抵抗の関係

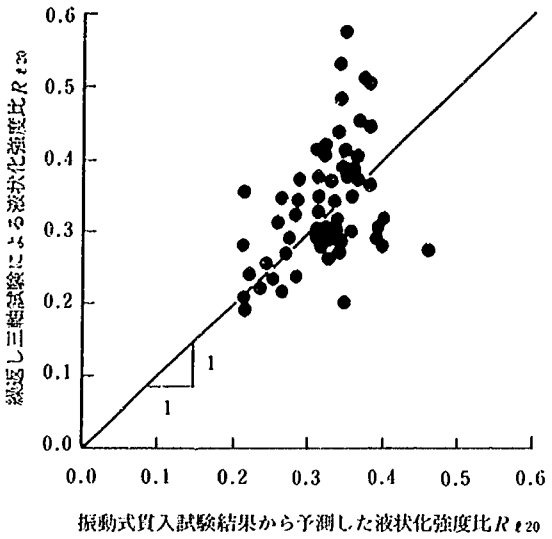
次に本試験結果と盛土の沈下量については，沈下量の大小に応じて15地点を整理した沈下量については堤防管理者の資料等から求めた沈下量（δ）を盛土高（H）で割ったものを沈下率（以下δ/Hとする）として求めた。今回の調査地点の成層構造は各地点毎に異なり，これに伴い D の鉛直分布も各地点毎に異なるため，これを次の3種類に分類した。タイプIは，D の大きさは一様に1.0近くが連続しており，液状化の程度，液状化層の厚さとも大きいと思われるものである。図－1・解20はこのタイプである。タイプIIは，D は全体的に大きいが，深さによって D の変動が著しいものである。タイプIIIは，D の変動は著しいがその大きさは全体的に小さく，液状化の程度，液状化層の厚さとも小さいと思われるものである。分類した結果は全15地点でタイプI－11地点，タイプII－3地点，タイプIII－1地点となった。

図－1・解21は調査を行った全地点の$\Sigma D \cdot \Delta Z$とδ/Hの関係であり，D のタイプ別，さらに小段あるいは押え盛土の有無の別に整理して示している。この図から小段あるいは押え盛土のあるものの方が同じ$\Sigma D \cdot \Delta Z$の値であってもδ/Hは小さいことがわかる。

本試験結果と液状化強度のより詳細な判定法である



図—1・解21　貫入抵抗低下層厚と沈下率の関係



図—1・解22　振動式貫入試験結果から予測した液状化強度比R_{l20}と繰返し三軸試験による液状化強度比R_{l20}の関係

繰返し三軸試験結果との関係を63個のデータを用いて整理した。

本試験から求められた D と繰返し三軸試験から求められた液状化強度比 R_{l20}（以下 R_{l20}とする）の整理にあたっては今までの検討結果から，まず土かぶり厚による鉛直有効上載圧（以下σ_v'とする）を考慮した液状化強度τ_{l20}（R_{l20}にσ_v'を乗じたもの，以下τ_{l20}とする）と D で整理を行ったのち，R_{l20}と D の関係の実験式を導いた。実験式は，τ_{l20}～ D の関係にσ_v'の影響を考慮してτ_{l20}～ D，σ_v'の関係を求め，さらに R_{l20}～ D，σ_v'の関係に直した。その結果，以下のような実験式が得られた。

$$R_{l20}=\{0.2\times\sigma_v'^2\times(1-D)^2-\left(\frac{0.144}{\sigma_v'+0.4}\right)+0.3\}/\sigma_v' \cdots\cdots (1・解2)$$

式—1・解2を用いて振動式貫入試験結果の D から R_{l20}を予測した結果と，対応する位置で繰返し三軸試験から求めた R_{l20}の比較を図—1・解22に示す。

この試験機は開発されて未だ日が浅いが，上述したように盛土の地震時沈下量と D との相関が見られることや，D からある程度の精度で液状化強度を推定可能なこと等が報告されているので，今後のデータの集積とともにさらに有効な調査法となる可能性がある。

6. 情報連絡及び広報

6.1 — 般

震災後の情報連絡及び広報活動は，震災復旧を円滑に進めるために重要であるので，迅速かつ的確に実施するものとする。

[解説]

現場の第1線において震後の復旧を進める上で何が一番の障害であったかを調べると，的確な情報が入らなかったことが挙げられる場合が多い。情報が入らなかった原因としては，情報伝達手段の不通が多いが，同時に情報の与え方あるいは受け取り方に問題があった場合も少なくない。このために，相互に意志の疎通を欠いた復旧作業となったり，あるいは，主旨が正しく理解されなかったために，後々調整に多大な労力を要することとなる。したがって，震後の復旧を円滑に進めるためには情報連絡を迅速かつ的確に実施することが重要である。

また，震災復旧を円滑に進めるに当たっては，関係機関や地元住民の協力を正しく得ることが重要であるが，このためには，復旧の方針，内容等が，正しく関係機関，地元住民等に理解される必要がある。

6.2 情報連絡及び収集

1) 震後において必要な情報を確実に連絡できる体制をとるものとする。
2) 情報の連絡方法および処理方法を定めるものとする。
3) 一般市民から広く災害情報を収集できる体制を組んでおくのがよい。

[解説]

1) 情報連絡体制の一元化

震災直後の混乱期には，情報を出す側も情報を受け取る側も，ともに全容を把握しきれないままに，断片的な情報連絡をすることになりがちであり，情報連絡体制を確立しておかないと，混乱に一層の拍車をかける結果となる。このような場合には，情報を流したり，受け取る際に窓口を1つにし，情報収集体制を一元化しておくことが基本的には重要であるが，同時に，以下の点にも注意しておかなければならない。

a）窓口（特に，電話交換室）には，熟練した技術者を置き，ここで即座に必要な判断を下すか，もしくは必要な部所に連絡をまわせるようにしておく。

b）入った情報は，いつ，誰から，要件の3つを簡単にメモするのがよい。また，このための様式及び記入要領を整備しておくのがよい。このようなメモを作成することは，i）本当にそのような情報が入っているか否かの確認に役立ち，また，ii）このメモを関係部局にまわすことにより情報伝達の効率化を図ることができる。なお，電話に簡単に取り付く小型録音装置も市販されているので，こうした小型録音装置の利用も有効である。

2) 情報連絡方法

震災復旧の第1段階及び震災復旧の第2段階の初期においては，一般に電話回線は通話のふくそうにより使用できないことが多い。また，建設省マイクロ回線は一般に一般電話回線に比べるとはるかに耐震性があるが，地震の規模等によっては，使用が制限される場合もあり得る。このような場合の連絡方法としては，次の方法がある。

a）災害時優先電話等

一般電話回線（一般加入電話）は，災害が生じ，大規模なふくそうが生じた場合には，電話局が発信，受信ともに通話規制を行い，事実上使用できない場合が多い。しかしながらあらかじめ災害用に指定された電話についてはこのような通話規制の対象外となる。このため，電話局と協議して指定を受け，このような指定電話の所在，番号を平常から防災関係者に明らかにしておき，災害時に支障なく使用できるようにしておくことが必要である。指定を受ける方式には，次の2つがある。

i）災害時優先電話

発信・受信ともに規制の対象外となる。

ii）緊急・非常通話用電話

交換台を通して（100番）申し込む電話で，「発信」のみ規制の対象となる。ただし，実態としては，災害時優先電話とほぼ等しい扱いを受けるとされている。

b）無 線

有線回線が不通になった場合には無線は強力な情報伝達手段となるが，万能という訳ではなく，以下の点に注意しなければならない。

i）無線の通話バンドの適合性について

手持ちの防災無線，パトロールカー無線及び携帯無線の交信バンドが合致していることが必要である。

ii）混 信

震災時には多数の交信が発生するため，混信する場合が多い（「3. 震前対策」解説参照）。このため，できる限り出力の大きい無線を利用するとともに，必要に応じて他のバンドに切り換えることを打合せておくことが重要である。

iii）無線の利用可能範囲の把握

山影などは電波障害箇所となるため無線交信はできないことが普通である。また，無線の出力によっては交信距離が短い場合もある。このため，できる限り出力の大きいものを使用するとともに，無線の利用可能範囲を把握しておくことが重要である。なお，震後に無線を有効に利用するためには，無線の使用方法，無線を利用した簡潔な情報連絡方法などに習熟しておくことが重要である。このためには，普段の日常業務においても無線を使用しておくことが重要であろう。通信衛星を利用した無線は事前に回線を確保しておけば，山影などの電波障害がなく有効である。また，最近普及している自動車電話も便利である。

c）都道府県防災行政無線

都道府県には防災行政無線（基地局，固定局，移動局，テレメーター）が設置されている箇所が多く，震災時に有効な情報手段となる。このため，十分な回線数を確保しておく事が必要である。

d）アマチュア無線

既往の災害時には，孤立地区からの情報連絡にアマ

チュア無線が威力を発揮した事例が多い。当該地区内にこうした協力が得られないかを検討するのがよい。

c）その他

情報連絡としては，ヘリコプターを用いた即時中継技術等，近年，新しい手法が次々と開発されているため，こうした新技術を有効に活用していくことが重要である。

3) 情報連絡及び処理方法

a）上部機関から下部機関へ情報連絡

i）指示情報プラス関連情報とその確度の連絡

基本的には，「これこれをすべし」の指示情報として，連絡を与えるのがよいが，同時に，その時点までに把握されている関連情報とその確度を示すことが重要である。震災復旧では，常時の管理とは違った観点から他方面の情報を必要とするものであり，また，その情報がかなり確かなものか，あるいは単に今わかっている所ではこのようになっているという程度のものかにより，現場での受け取り方は全く異なってくる。

ii）複雑で重要な連絡は書類で

電話連絡は誰が言ったのか，本当にそのような連絡があったのか，内容は正しく理解されたのか等がわからなくなる場合が多い。さらに，工法の打合せ，災害実態の詳細な報告等は電話のみではうまくいかないのが普通である。したがって，災害時には，面倒でも書いてはっきり先方に伝えることが誤解を防ぎ，結局は時間の節約になる。このためには，ファックス等の利用も有効である。ただし，震災後には，ケーブルが不通となる場合があるため，建設省のマイクロ回線，商用回線等複数の系統を利用し得るようにしておくことが重要である。なお，最近では簡易なファックスや防災用のデータ伝送など新しい機械が開発されており，こうした新技術を積極的に取り入れていくことが重要である。さらに将来的には，防災対策を強化するために防災用のデータ伝送やファクシミリ伝送など，新技術を取り入れた高度な防災システムの構築を検討することが望ましい。

iii）短兵急に現場からの情報を要求しない

被害情報に関する情報収集には，ある時間が必要であるが，事務所等から出張所に被害状況の報告を求める際には，どうしても短兵急になりがちである。これは特に，被災の現場を見ていない担当者にありがちである。現場の第1線において必要な情報を正確に収集するためにはどのような体制で望むべきかを検討することが重要である。

b）下部機関から上部機関への情報連絡

災害に直面した現場では，どうしてもその対応に目をうばわれ，被災状況の詳細については上部機関への連絡が後まわしになりがちである。このため，現場を見ていない上部機関との間に判断の差を生みがちであるので，このような点に注意しておくのがよい。

4) 一般からの情報連絡

震災が広範囲に生じた場合には，一般からの連絡が被害及びその拡大の発見，二次災害の可能性の通報等に重要な役割を果たす。ただし，この場合には，以下の事項に留意しておかなければならない。

a）情報の適正な分類

一般からは，当該管理者にとって重要な情報も重要でない情報も，ごちゃまぜになって入ってくるのが普通である。したがって，多量の情報の中から重要な情報を迅速に選び出すとともに，それらの情報を震後の組織体制の中でどこまで持ち上げるべきかをよく検討することが重要である。

b）いつの時点の情報か？

必ずしも時間的に新しい時点の情報が古い時点の情報よりも，後から入ってくるとは限らない。現場における震後の状況は刻々と変化するため，情報を受け取る際には，いつの時点の情報であるかを常に明確にしておかなければならない。

c）情報の発信元の確認

情報がもたらされた場合には，それがどのような経路により入ったものであるか，また，誰が発信人であるかを把握しておくことが重要である。また，同一の情報であっても，複数の経路から違った独立の情報として入ったために，混乱をきたしたこともあるため，情報の正確さを正しく判断しなければならない。

5) 電話連絡する際の留意事項

上記1)と多少重複するが，電話連絡する際には，以下の点に留意するのがよい。

a）技術者による電話交換

震災直後（特に震災復旧の第1段階及び第2段階）には各所から混乱した電話が入ってくるが，このような場合に窓口の交換所では，即座に必要な部所に回線をまわすとともに，外部からの関係がない問合せにも適切に対応することが重要となる。このためには，電話交換には事務所業務に慣れた技術者をあてることが有効である。

b）電話連絡簿の作成

外部からの電話連絡には，いつ，誰から，要件を簡単にメモ（電話連絡簿）するのがよい。これにより，そのような情報が入ったかどうかを確認することがで

き，また，このメモを関係部局にまわすことにより，情報伝達の効率化を図ることができる。なお，このような電話による応対をする窓口は一元化しておくことが重要である。

6.3 広報活動

> 地域住民に対して被害状況，復旧の状況，復旧の見通しなどの広報活動を適切に行うのがよい。

〔解説〕

1) 広報活動の必要性

被災状況や復旧方針，復旧状況を地域住民に理解させることは，民生を安定させるとともに，復旧に対する支援を得るために極めて重要である。このため，被災状況を適切に地域住民に広報する他，マスコミを通した報道にも協力することが重要である。

2) 震災復旧の時期区分に応じた広報活動

震後に必要とされる広報活動は，震後の時期区分によって変化する。震災復旧の第1段階～第3段階にわけての広報活動のポイントは一般に以下の通りである。

a）震災復旧の第1段階（緊急調査～緊急措置）

この段階では，管理者側にも十分な情報が得られていない場合が多いため，管理者側から積極的な広報活動はできない。しかしながら，マスコミ等からの問い合わせは，この時期に集中するため，被害状況の把握度に応じて，以下のような広報が考えられる。

i）相当の被害があった模様，目下鋭意調査中。

ii）現在調査中であるが，……には被害が発生。

iii）……に被害発生，現在対策を鋭意検討中。

b）震災復旧の第2段階（応急調査～応急復旧）

震災復旧の第2段階に入ると，時間の経過とともに被害状況もほぼ把握でき，これに対する復旧工法の検討が開始される。この段階の広報のポイントは，以下の通りである。

i）二次災害の危険性の有無

ii）施設被害の概要

被害があったという広報と同時に，ある箇所には被害がない，もしくは，軽微だという広報を出すことが重要である。

iii）復旧の見通し

施設の機能が非常に大きく損なわれた場合には，これに対する復旧見通しの広報が重要である。応急調査の段階では復旧時間を詳細に把握することはむずかしい場合が多いが，大きく間違わない範囲で，復旧見通しを広報することが重要である。また，復旧工事の進歩に合わせて，復旧期日を短縮する方向で，徐々に復旧見通しを訂正していくのがよい。

c）震災復旧の第3段階（本復旧のための調査～本復旧）

震災復旧の第3段階に入ると，広報の重点は本復旧の期日に移る。復旧期日の広報については，震災復旧の第2段階に示したものと基本的に同じであるが，所管外施設の復旧に比較して，管理施設の復旧が遅くなるような場合には，復旧作業の困難さ，及び，これに対する復旧作業の進展状況をわかりやすく広報するのがよい。

3) 地元住民に対する広報

管理施設の被災により，直接的に不便を蒙ったり，復旧作業の影響を受ける地元住民に対しては，被害地点及び，復旧見通し（応急復旧含む）を，できるだけわかりやすく，また，くり返し広報するのがよい。これは，復旧作業に対する地域住民の理解を深め，支援を得るためには非常に重要である。既往の被災に際して，地元住民に対する広報として好評であった事例として以下のものがある。

a）適切な看板の設置

被災箇所には，管理者名の入ったできるだけ大きな看板を設置するのがよい。これは，被災箇所にすでに管理者の復旧の手が入れられていることを示し，被災箇所が放置されているのではないかとの住民の不安感を拭い去るためには有効である。さらに，こうした看板に被災状況の写真を掲示すると，地元住民の理解を得るために役立つ。

b）地元住民からの要望（苦情）の把握

施設を利用できないために不便を蒙ったり，復旧作業の影響を受ける地元住民からは，復旧作業に関して，各種の要望（苦情）が寄せられるのが通例である。このような要望の中には，所管外施設に対する要望が混ざっている場合も多いが，これらに対しては，地元に詳しい職員を中心として，住民の中に入りきめ細かく対応していくことが望まれる。

4) マスコミを通した広報

地震被害の影響を直接的に受けた地元住民及びその他の住民のいずれに対しても，マスコミを通した広報は一般に非常に大きな影響力を持つ。したがって，震災復旧の第1段階及び第2段階では被災状況について，また，震災復旧の第3段階では復旧状況について，それぞれ，適切に広報活動を行うものとする。

マスコミに対する広報では，以下の点に留意するのがよい。

a)マスコミに対する対応としては窓口を一元化し，業務に精通した対応担当者を定めておく。

b）必要に応じて被害の現地復旧状況等をマスコミ関係者に見せ，正しい理解を得る。

c)公表した内容に基本的な変更が生じた場合には，早期に修正の広報を行う。

7. 余震対策

7.1 一 般

1) 本震の発生後には，一般に多数回の余震が発生するため，震災復旧に際しては余震の影響を考慮するものとする。

2) 余震の発生見通し等に関しては気象庁，地震専門家等から正確な情報を得る。

[解説]

1) 余震の特性

浅発地震はある限られた地域内に，ある時間に群れをなして発生する傾向がある。このような一群の地震のうち突出してマグニチュードの大きい地震が本震であり，それに引き続いて起こる地震を一般に余震と呼ぶ。しかしながら，本震からどの程度の期間内に，また，どの程度の範囲に生じたものを余震とみなすか等，余震の定義は地震学的にも必ずしも明確でないのが実情である。しかしながら，震災復旧という観点からは，それが地震学的にみて余震であろうとなかろうと本震に比較的近接し，また，本震の発生後震災復旧が行われる程度の期間内に発生する地震は余震と同等の影響を有する。このような点から，ここでは本震の震央の近傍に比較的まとまってある期間内に発生するものを工学的な余震と定義し，以下，これを単に余震とよぶこととする。

1926年～1981年間に我が国に何らかの被害をもたらした125回のマグニチュードM≧6.0の浅発地震の調査結果によれば，余震には次のような特性がある。

a）余震の発生確率

本震発生後1日以内に余震を伴った地震は125回中86回（69%）であり，また，本震発生後90日以内に余震を伴った地震は125回中111回（89%）である。したがって，本震発生後90日以内には，ほぼ全数に近い地震が余震を伴うと見てよく，また，本震発生後1日以内に限っても70%近い確率で余震が発生していることになる。このような点から，公共土木施設に被害を生じさせるような規模の本震が発生した場合には，その後に必ず余震が発生するものと考えるのがよい。

b）最大余震の規模（マグニチュード）

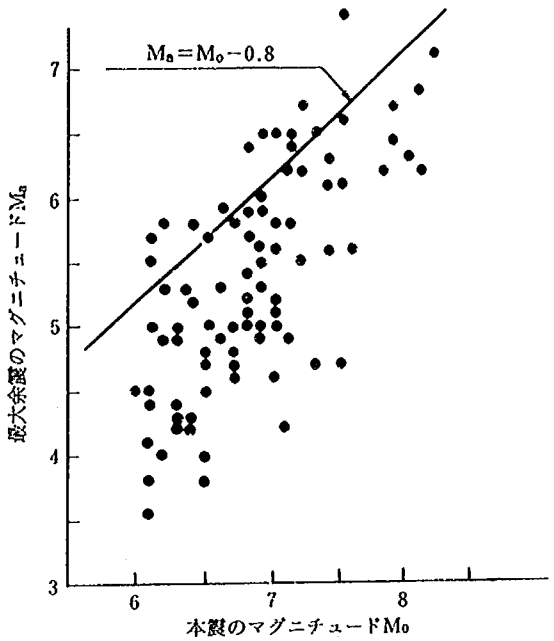
一連の余震の中で震災復旧に最も重要な影響を与えるのは，これらのうちの最も大きい余震，すなわち，最大余震である。既往地震について本震のマグニチュードM_oと最大余震のマグニチュードM_aがどのような関係にあるかを示すと表－1・解34のようになる。これによれば，最大余震のマグニチュードM_aと本震のマグニチュードM_oの関係は地震ごとにかなり変化しており，昭和43年十勝沖地震のように両者の差が0.4と小さかった例もあれば，昭和39年新潟地震のように両者の差が1.6と大きかった例もある。このように，最大余震のマグニチュードM_aは一律には決められないが，上述した125回の浅発地震の調査結果によれば，近似的には，最大余震のマグニチュードM_aは本震のマグニチュードM_oから0.8を引いた程度と見ておけばよいと考えられる（図－1・解23参照）。

c）余震の発生回数

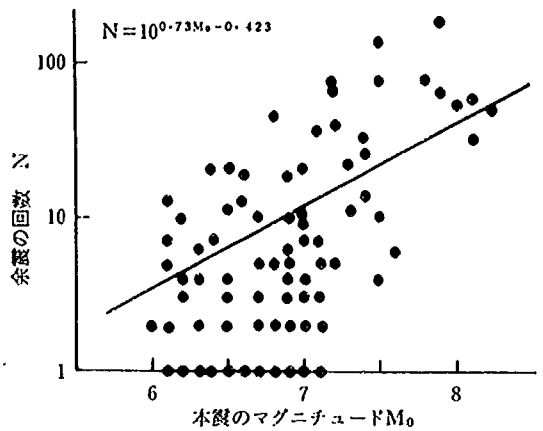
震災復旧に影響を与える可能性のあるマグニチュー

表－1・解34 近年の地震における最大余震の規模および発生時間

地震名	本震		余震		マグニチュード差 $M_a - M_o$	本震から最大余震発生までの時間差
	発生年月日時分	マグニチュードM_o	発生月日時分	マグニチュードM_a		
新潟地震	昭和39年6月16日13時01分	7.5	6月16日16時15分	5.9	1.6	3時間
十勝沖地震	昭和43年5月16早9時48分	7.9	5月16日19時39分	7.5	0.4	10時間
伊豆大島近海地震	昭和53年1月14日12時24分	7.0	1月15日7時32分	5.8	1.2	19時間
宮城県沖地震	昭和53年6月12日17時14分	7.4	6月14日20時34分	6.3	1.1	2.1日
日本海中部地震	昭和58年5月26日12時00分	7.7	6月21日15時25分	7.1	0.6	27.1日
長野県西部地震	昭和59年9月14日8時48分	6.8	9月15日7時14分	6.2	0.6	22時間



図—1・解23 本震のマグニチュードと最大余震のマグニチュードの関係



図—1・解24 余震の回数と本震のマグニチュードとの関係

ド4以上の余震が本震発生後3ヶ月以内に何回発生するかを本震のマグニチュードM_0との関係で示した結果が図—1・解24である。これによれば，ばらつきが非常に大きいが本震のマグニチュードM_0が大きくなると一般に余震の発生回数も増加し，安全側に評価(回数を大きく評価)すると，$M_0 = 8$クラスの巨大地震ではマグニチュード4以上の余震は150回程度発生することとなる。いずれにしても，本震の規模が大きい場合には，かなりの頻度で余震が発生するものと想定して震災復旧を行う必要がある。

なお，単位時間当たりの余震の発生回数は，本震の発生後時間とともにかなり規則的に減少していくことが知られている。このような点を表わしたものとしては，大森公式が有名である。すなわち，本震後t日の単位時間当たりのある大きさ以上の余震回数を$n(t)$とすると，$n(t)$は次式で与えられる。

$$n(t) = \frac{k}{t + c} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1 \cdot 解3)$$

なお，kおよびcは係数である。一般にcは大きくても1日，普通は0.1日程度以下であるから，$t >> c$では式—1・解3は次のようになる。

$$n(t) = kt^{-1} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots \quad (1 \cdot 解4)$$

したがって，余震回数$n(t)$は本震発生後急速に減少していくとみることができる。

ただし，ここで重要な点は，余震の発生回数は本震発生後ほぼ規則的に減少していくが，最大余震がいつ生じるかは地震によって大きく異なる点である。

d) その他

余震を考える上で，上記以外に注意しておかなければならない点を示すと以下のようになる。

① ある地震が生じた場合に，これが本震であり，その後に生じる地震がこれよりも常に小さいかどうかは結果としてしかわからない。仮に，ある規模の地震が起こった後で，さらにこれを上回る規模の地震が生じたとすれば，前者が前震，後者が本震となる。

② 地震の中には，事例はそれ程多くはないが，大きさがあまり変わらないいくつかの本震とその余震系列が重なり合って起こる場合がある。したがって，強い地震があった場合にあとは余震のみとは必ずしも言い切れない。

③ 地震の中には，多数の地震がある特定地域に生じる場合がある（群発地震）。

2) 最大余震による地震強度

震災復旧上最も問題となるのは，余震のマグニチュードではなく，最大余震の地震動強度である。いま，余震の発生位置が本震の発生位置と同じと考えると，上述の本震と最大余震のマグニチュード差(0.8)より，地震動の距離減衰式をもとに本震に対する最大余震の地震動強度を推定することができる。震災復旧上おおよその目安としては，最大余震による地震動強度を本震の約60%と見込んでおけばよい。ただし，余震の発生位置によっては，本震と同程度の地震動となることもあることに注意しなければならない。

7.2 余震対策

余震による重大な被害の拡大が認められるか，もしくは，その可能性が高い場合には，必要に応じて緊急措置もしくは応急復旧を行うものとする。

[解説]

1) 構造面からの検討と措置・対策

本震により重大な損傷を被った構造物が，余震により被害が進行拡大し，崩壊等を起こした結果，大規模な二次災害につながることのないよう，想定される災害の大きさ及び可能性に応じて余震に対する適切な措置，対策を講じるのがよい。このため具体的な判断は，第II編，第III編，第IV編の緊急措置のための判断及び応急復旧のための判断によるものとするが，一般的に重要な点を示すと以下のようになる。

① 大被害を生じた構造物に対しては，余震による被害の進展が認められないかを，くり返し調査しておく。

② 本震の60%程度の地震動を基本として，大被害を生じた構造物の耐震性を検討する。

③ 構造的な対応，措置がとれない場合には，危険範囲の設定，規制等を行う。

なお，余震に対する措置，対策が必要と判断された場合の緊急措置及び応急復旧は，第II編，第III編，第IV編によるものとする。

2) 心理的な余震の影響

余震は物理的な被害の拡大と同時に，心理的な面から震災復旧に携わる担当者のみならず，地元住民に大きな影響を与える。ある程度余震がおさまらないと実務的な震災復旧に手がつかなかった事例がある。

8. 降雨対策

8.1 一 般

震前や震後の降雨は，各施設の被害を拡大させる可能性があるので注意を要する。

[解説]

降雨による被害の形態には，盛土または斜面が降雨の浸透により弱くなり崩壊するもの，降雨による流量増加に伴う被害箇所からの越水・氾濫によるものがある。

既往の地震において，各施設について，震前または震後の降雨により被害が拡大した例として以下のようなものがある。なお，同様の被災事例は，第II編，第III編にも記述されている。

1. 河 川

河川では降雨により堤防沈下箇所からの越水，亀裂・崩壊箇所の決壊が考えられる。

復旧の遅れにより堤防の決壊したものとして福井地震の例がある。

この他，関東地震の後にも，神奈川県下の各河川で同様の事例が報告されている。

また，土砂が河川をせき止め，その後の降雨により決壊・洪水に至ったものとして，善光寺地震と立山の例がある。

2. 道 路

道路では，降雨による盛土・切土・斜面等の被害の増大が考えられる。

地震前の降雨により，盛土の被害が大きくなったと考えられるものとして，十勝沖地震(1968年5月16日)での国道4号，国鉄東北本線の例がある。

また，伊豆大島近海地震（1978年1月14日）では，地震（1978年1月14日では，地震後の降雨により斜面の被害が拡大した例がある。

3. 下水道

下水道では，雨水の流入による流量増加に伴う被害箇所でのオーバーフロー等が考えられるが，今までの地震では，そのようなことは報告されていない。

8.2 降雨対策

地震後の降雨により，被害の拡大が予想される場合には，降雨対策を行う。

[解説]

各施設について行い得る降雨対策として以下のものがある。

i）降雨状況の把握
ii）降雨の影響の遮断
iii）降雨の影響の速やかな除去
iv）被害進展の可能性の把握
v）被害進展の防護

これらの観点から各施設では，震後直ちに次のような作業を行う。

1) 降雨状況の把握

i) テレメーター等による各観測所の水位，降雨量の記録の確認

ii) 気象情報（気象官署，レーダー雨量計等）による今後の降雨の可能性の判断

さらに，各施設において，被災調査により被害の確認された箇所では，被害及び被害の予測される状況に応じた対策を施す。そのために必要な資機材は準備しておくことが望ましい。

各施設ごとの注意点及び対策について以下に述べる。

2) 河 川

河川では，堤防余裕高の少ない箇所，漏水が認められる箇所については注意する。

対策としては被害の状況により次のことを行う。

- 亀裂部分……土砂充填，土のう積みとビニールシート張りによる雨水浸入防止
- 崩壊部分……緊急盛土，土のう積みによる堤体補強，洗掘防止
- 沈下部分……緊急盛土，土のう積みによる越水防止

3) 道 路

道路では，降雨による危険箇所（日常のパトロール等により把握しておく）については注意する。

対策としては，被害の状況により次のことを行う。

- 路面の亀裂部分……土砂充填，アスファルトパッチング，土のう積みとビニールシート張りによる雨水浸入防止
- のり面の亀裂部分……土のう積み，ビニールシート張りによる雨水浸入防止，斜面では伸縮計を用いた動態観測による崩壊の危険性の察知，集水ボーリングによる地下水位の低下
- 道路の崩壊部分……土砂充填，土のう積みとビニールシート張りによる雨水浸入防止
- 排水施設の損傷部分……シート等による仮設水路の敷設

その他，道路施設の被害ではないが，渓流の斜面が崩壊した場合，崩壊土砂がその後の降雨で土石流となる可能性があり，なおかつ，土石流が発生した場合に道路に被害が及ぶと予想される時には，ダム等により抑えるか，流出すると思われる土砂を排除することが考えられる。

4) 下水道

下水道では，崩壊による管路への土砂の流入，ポンプ場の故障による流下能力の低下が考えられるので，低地等の水はけのよくない地域でのオーバーフローに注意する。

対策として，オーバーフローに対しては，ポンプ排水を行うものとするが，事前に土地の高低，排水系統について調査を行っておくことが望ましい。

9. 津波対策

9.1 一 般

1) 津 波

地震の震源が海底にある場合，津波が発生し，陸地に被害をもたらすことがあるので，震災復旧に際しては津波の影響に留意する必要がある。

2) 津波による被害

津波は発生要因・規模・場所等によりその到達範囲・時間は異なり，さらに海岸線・湾の形状や地形によって被害状況は異なったものとなる。

3) 津波の規模

津波の規模は，地震の規模と密接に関連しており，通常，地震マグニチュード6以下では目立った津波はほとんど起こらない。

[解説]

1) 津 波

① 津波の発生

津波は海底地震，海底火山の爆発などによって海底地盤に急激な変形が生じた場合に突発的に生ずる波形勾配の極めて小さい長波であって，ほとんどエネルギーを消耗することなく陸岸に向かって伝播する。

(2) 津波の波高・周期・伝播

津波は一般に一連の波の山と谷とによって形成されている。平均潮位から山の高さを津波の波高，また一定の地点で山の通過後次の山が到達するまでに要する時間を津波の周期と言う。津波の周期は，一般に数分から数十分のことが多いが，湾内での反射・共鳴などによって複雑に変化する。

津波の伝播速度 c は水深 h の平方根に比例し，次式で表わされる。

$$c = \sqrt{gh} \quad \cdots\cdots (1 \cdot 解5)$$

ここに g ：重力加速度

例えば水深が4,000mのときには，$c \fallingdotseq 200$m/sの速

度で伝播することになる。

(3) 津波の変形・遡上

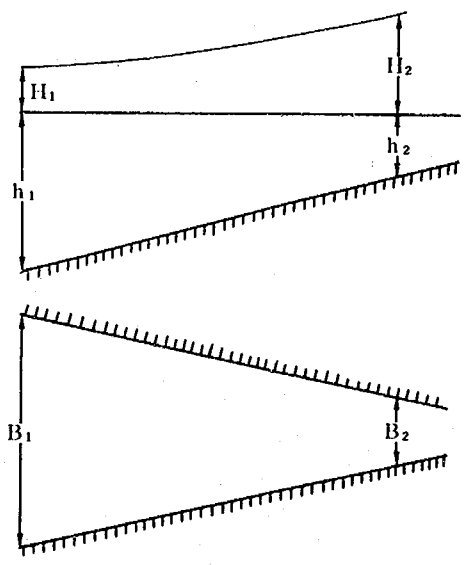
津波の波高は湾の形状(幅や水深)，湾の固有振動周期並びに津波の周期に大きく影響される。津波エネルギーが減衰せずに保存されるとすれば，湾の幅，水深が変わる場合の波高変化は式－1・解6によって求められる。

$$\frac{H_2}{H_1} = \left(\frac{B_1^2 \cdot h_1}{B_2^2 \cdot h_2}\right)^{1/4} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots (1・解6)$$

ここに H_1 は幅 B_1，水深 h_1 の地点での津波波高(m)，H_2 は幅 B_2，水深 h_2 の地点での津波波高 (m) であって，その定義は図－1・解25に示すとおりである。式－1・解4によると津波波高は水深の¼乗に逆比例して，また幅の平方根に逆比例して増大することがわかる。したがって，津波波高は海浜や湾の水深が浅くなるにつれ，又，湾の幅が狭くなるにつれて大きくなる。

上式は本来進行波に対する式であるために，反射波がある場合は適用できない。また波の変形が著しい場合の適用にも問題はあるが，その大略の傾向は良く合致していると言われている。また実際には底面摩擦等によりエネルギーが消耗し，波高が低くなる。

津波は一般に繰返して来襲するものであって，その場合引き波から始まるときと寄せ波から始まるときとがある。これらは震源での津波の発生状況によって決まる。また湾内などでは湾の固有振動周期と共振して波高をさらに増大させる共鳴が生ずることがあるが，その場合最高水位は必ずしも津波第一波とならないので注意が必要である。



図－1・解25 湾の幅 B_1B_2，水深 h_1h_2 と津波波高 H_1H_2 の関係

また津波の周期は風浪に比べるとずっと長いので，減衰することなしに陸岸や河道を大きな勢いで遡上する。陸上部に遡上する津波の波速については，正確には波面の形状を考慮する必要があるが近似的には $c = \sqrt{gh}$ の式の h に遡上する波の水位を代入して求めることができる。

例えば，日本海中部地震のときに八森海岸では水位差約4mで遡上したと言われるがこのときの遡上速度は上式によれば6.3m/secとなる。

2) 津波による被害

(1) 津波を生ずる地震

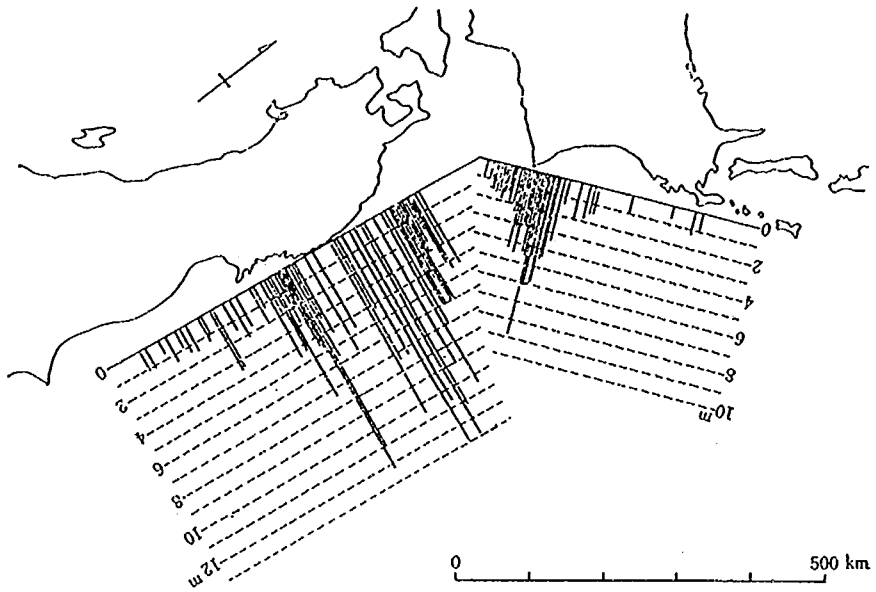
我が国は津波の常襲地帯であり，これらの津波は太平洋岸や日本海を震源とする近地地震によるものと，太平洋のチリやアラスカなどの遠地地震によるものとがある。近地地震による場合は，津波来襲に先立って地震動があるが，遠地地震では地震動はなく，津波が直接来襲することになる。地震後の津波の発生等については，気象庁が予警報を発することになっているが，地震発生時には津波の恐れがあるかどうか的確に把握する必要がある。

(2) 陸上への遡上

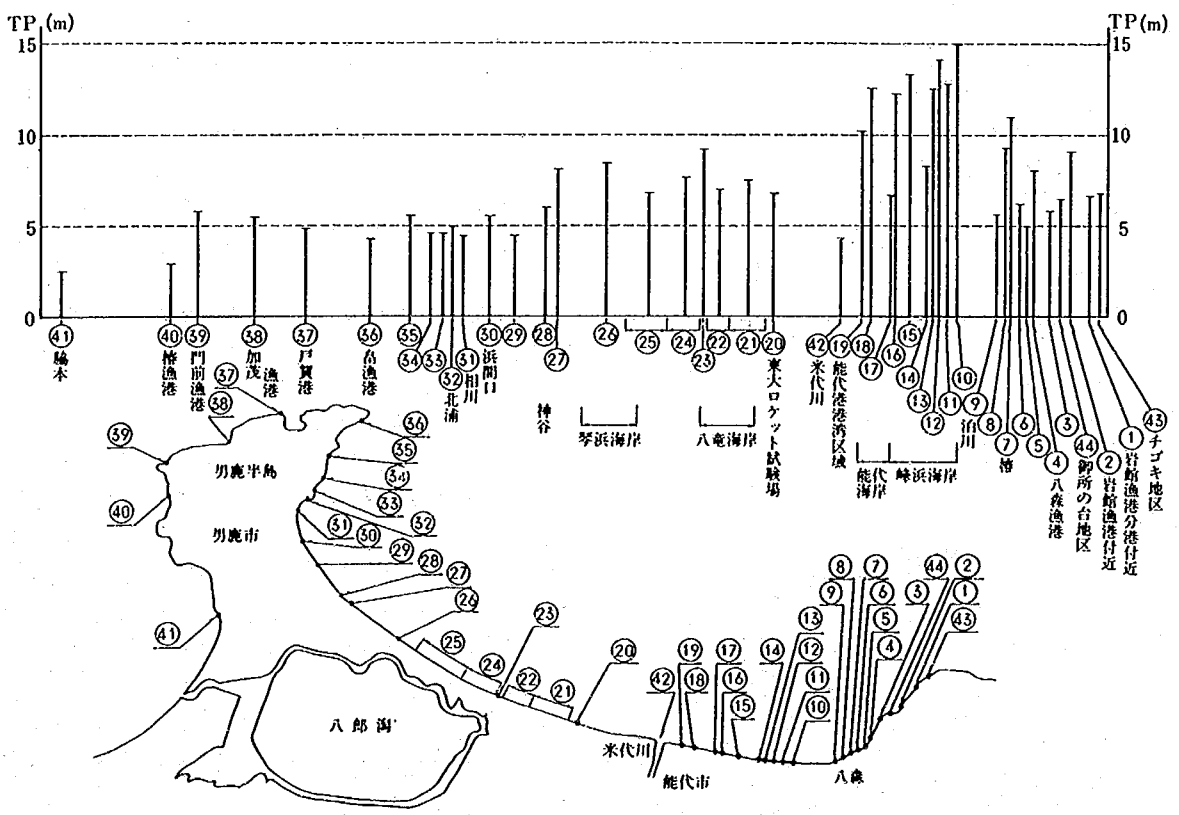
津波の波高が高い場合，津波は陸上部へ侵入する。陸上部の地形が河口部などのように低地の場合，津波は内陸へ相当深く侵入することもある。したがって陸上部の地形形状にも考慮を払う必要がある。津波が来襲し，陸岸に対して大きな破壊を及ぼすのは，陸岸に対し比較的近くまで十分な深海の存在する場合や，緩勾配海岸において波状段波が形成される場合などである。

近地地震による津波の代表例として図－1・解26に1933年の三陸津波の遡上高を示す。ここに遡上高とは平均海面上の鉛直高さのことである。図－1・解26によると最大遡上高は約13mに達する。三陸海岸はリアス式海岸であって，V字型の深い湾が数多くある。そのためその他の急深でない海岸に比較して大きな津波遡上高が観測された。また，図－1・解27には1983年の日本海中部地震津波において，大きな遡上が見られた秋田県沿岸の遡上高分布を示す。この津波は緩勾配海岸に来襲したものであって，従来このような海岸での津波遡上高はあまり高くないと言われていた。しかし，図－1・解27によると津波遡上高の最大は約15mに達している。これは津波により波状段波が発達したためと考えられている。

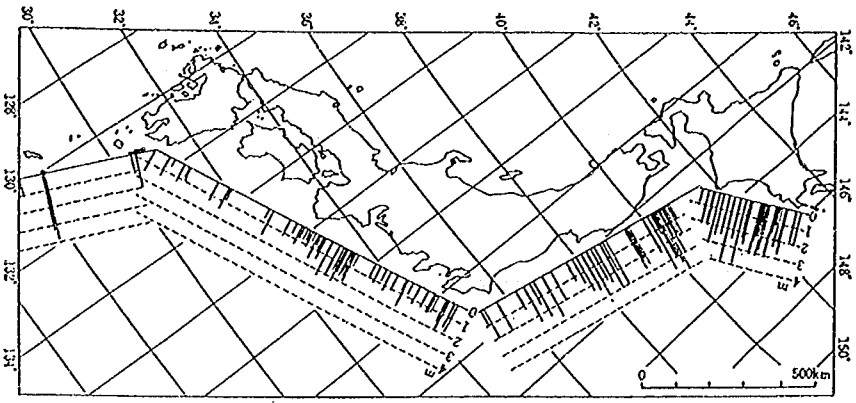
遠地地震による津波の代表例として図－1・解28に



図— 1 ・解26　1933年三陸津波の際の津波遡上高



図— 1 ・解27　秋田県沿岸における津波遡上高（○印は堤防護岸高を示す。）



図—1・解28 1960年チリ地震津波の際遡上高

表—1・解35 津波のマグニチュードm

津波のマグニチュード(m)	津波の高さ(H)	被害程度
−1	50cm	なし
0	1m	非常にわずかの被害
1	2	海岸および船の被害
2	4〜 6	若干の内陸までの被害や人的損失
3	10〜20	400km以上の海岸線に顕著な被害
4	30	500km以上の海岸線に顕著な被害

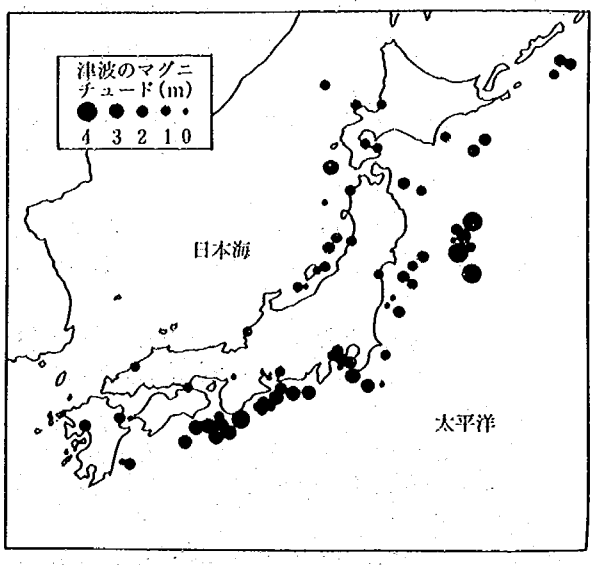
1960年のチリ地震津波の遡上高を示した。三陸海岸では海岸線に沿って水深5,000〜8,000mの日本海溝が横たわり，これが比較的沿岸近くまで迫っている。このため沿岸近くまで津波エネルギーが減殺されることなく到達し，このエネルギーが浅い部分に集中することとなる。このような現象が起こってから汀線までの間は，津波は大きなエネルギー消耗を伴ってくるから，この現象が起こる地点が陸岸より何程の距離にあるかが，津波エネルギーの汀線到達時の大きさを規定するものの一つと考えられる。

3) 津波の規模

津波の大きさを表わすのに，津波の被害程度と結びつけて表—1・解35に示すような津波マグニチュードが定められている。この津波マグニチュードは地震の規模（M）と密接に関連しており，ほぼ次の関係が成立する。

$$m = 2.61\,M - 18.44 \quad \cdots\cdots (1・解7)$$

ここに，m, M は各々津波及び地震マグニチュードである。M <6.4の地震では目立った津波はほとんど起こらない。また，通常震源が浅くなればなるほど大きな津波を生じさせる。我が国に起こった既往の推定波源における津波マグニチュードは図—1・解29に示すようであって，大きな津波は三陸沿岸及び南海道に集中していることがわかる。



図—1・解29 推定波源における津波のマグニチュード

9.2 津波対策

津波が来襲し，人的，物的な被害が生ずる可能性がある場合には，次の事項を行う。
1) 水門のある場所では必要に応じて速やかに水門を閉じ，津波の侵入を防止する。
2) 水門の操作や，地震直後における緊急調査時においては，津波に流される危険があるのでそのような際には十分な注意をする。

[解説]

津波が来襲すると，津波波高によっては，海岸施設や河口部の河川施設が破壊されることがある。そのほか津波により船や漂流物が散乱し，かつ家屋等に衝突することによる被害，油や化学物質などの危険物が流出し，それが火災等につながって災害をひき起こすことがある。また，海水が陸域に侵入すると低地においては冠水が長びき，日常生活において種々の障害が出ることも予想される。

また日本海のように閉じた海域で津波が生ずると，長時間にわたって繰返し津波が来襲する可能性があるので注意が必要である。

なお，水門の操作に関しては，河川の流水の状況にも注意を払うことが必要である。

参考文献

1) (財)国土開発技術研究センター：昭和56年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和57年3月
2) (財)国土開発技術研究センター：昭和57年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和58年3月
3) (財)国土開発技術研究センター：昭和58年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和59年3月
4) (財)国土開発技術研究センター：昭和59年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和60年3月
5) (財)国土開発技術研究センター：昭和60年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和61年3月
6) 建設省土木研究所：新潟地震調査報告，土木研究所報告 第125号，昭和40年1月
7) 建設省土木研究所：1968年十勝沖地震災害調査報告，土木研究所報告 第141号，昭和46年6月
8) 建設省土木研究所：1978年伊豆大島近海地震災害調査報告，土木研究所報告 第158号，昭和57年3月
9) 建設省土木研究所：1978年宮城県沖地震災害調査報告，土木研究所報告 第159号，昭和58年3月
10) 建設省土木研究所：1983年日本海中部地震災害調査報告，土木研究所報告 第165号，昭和60年3月
11) 建設省東北地方建設局仙台工事事務所：宮城県沖地震体験速報，昭和53年6月
12) 建設省東北地方建設局：1978年宮城県沖地震災害報告書，昭和54年11月
13) 三崎安則：東北地方の既往地震との対応，道路セミナー，昭和58年9月
14) 建設省東北地方建設局能代工事事務所：日本海中部地震災害記録
15) 建設省東北地方建設局企画部：日本海中部地震を顧みて（前・後編），建設月報とうほく，昭和58年10月，11月
16) 建設省東北地方建設局北上川下流工事事務所所長（地震発生当時）星畑国松氏に対するインタビュー
17) 建設省土木研究所：既往地震における震後の交通確保に関する調査，土木研究所資料第1854号，昭和57年7月
18) 建設省土木研究所：地震後の道路交通機能の評価方法，土木研究所資料第2128号，昭和59年3月
19) 建設省土木研究所：前・余震の頻度及び規模に関する調査，土木研究所資料第1995号，昭和58年3月
20) 荒川直士，川島一彦：震災復旧に関連した余震の規模，頻度およびこれによる地震動強度，土木技術資料，VOL.26－8，昭和59年8月
21) 日本道路協会，道路震災対策委員会：道路の震災対策に関する調査報告（I），1978年伊豆大島近海地震災害，昭和54年3月
22) 福井県：福井県震災誌，昭和24年6月
23) 土木学会：大正12年関東大地震震害調査報告(第一巻)，昭和2年
24) 木曽川上流工事事務所：木曽川の治水史を語る，昭和44年
25) 土木学会：昭和39年新潟地震震害調査報告，昭和

41年
26) 建設省土木研究所：長野県西部地震による被害および震後体制の概要，土木研究所資料第2159号，昭和59年12月
27) 昭和59年（1984年）長野県西部地震非常災害対策本部：昭和59年（1984年）長野県西部地震について，1984.12.20
28) 土木学会：長野県西部地震―メカニズムと災害―，1984
29) 石崎勝義：河道埋塞土砂の対策，土木学会河川災害シンポジウム，1985
30) 滝沢俊二：長野県西部地震災害，木曽郡王滝村被災地の状況と応急復旧の工事計画，防災，第424号，1985
31) 長野県木曽建設事務所：長野県西部地震災害，1984.12
32) 建設省土木研究所：昭和57年7月長崎水害における道路の被害および復旧体制，土木研究所資料，第2157号，昭和59年2月
33) 山本茂樹，針貝武紀，中恒光弘：1982.7.23長崎大水害を振り返って，道路，1983.10
34) 針貝武紀：国道34号災害復旧工事―7.23長崎大水害の事例を振り返る―，土木技術，第38巻7号
35) 建設省長崎工事事務所：長崎34号災害復旧の足どり，昭和58年3月
36) 長崎県：7.23長崎水害の記録，昭和59年3月
37) 長崎県土木部：7.23長崎大水害誌，昭和58年1月
38) 長崎大学学術調査団：昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報告書，昭和57年11月
39) 能代市：日本海中部地震・能代市の災害記録―この教訓を後世に―，昭和59年12月
40) 建設省中国地方建設局：昭和58年7月豪雨災害誌，昭和59年3月
41) 建設省北陸地方建設局新潟国道工事事務所：新潟地震による国道の被災について，昭和39年11月
42) 建設省国土地理院：斜め写真等による被災調査法，国土地理院技術資料 No.139，昭和60年3月
43) 建設産業調査会：最新建設防災ハンドブック，昭和58年7月
44) 仙台市総務局防災対策室：'78宮城県沖地震 ①災害の記録，昭和54年6月
45) 仙台市総務局防災対策室：'78宮城県沖地震 ②被害実態と住民対応，昭和54年12月
46) (財)消防科学総合センター：地域防災データ総覧 地震災害・火山災害編，昭和59年3月
47) 久保慶三郎：ライフライン施設の震害と都市機能，安全を考える講演会，昭和58年10月
48) 岡部慶三：1984年長野県西部地震および災害の総合調査（地震時の情報伝達・住民の対応に関する調査研究），自然災害特別研究突発災害研究成果，昭和60年3月
49) 防災情報システム研究会（建設省）：防災情報システム報告書，昭和61年3月
50) 土質工学会：土質調査法―第2回改訂版―，昭和57年11月
51) 土質工学会：土質試験法―第2回改訂版―，昭和54年11月
52) 伊藤，古賀，島津：振動式貫入試験結果と原位置液状化強度の関係について，第20回土質工学研究発表会，1985.6
53) 佐々木他：新しく開発した振動式貫入試験機，土木技術資料，1983.2
54) 佐々木他：液状化強度のための振動式貫入試験機，第28回土質工学シンポジウム，1983.11

II　河川・海岸・砂防施設編

1. 総 論

1.1 河川・海岸・砂防施設の震災復旧の基本方針

1) 対象範囲

本編では，河川管理施設（以下，河川施設という），海岸保全施設（以下，海岸施設という），砂防施設・地すべり防止施設・急傾斜地崩壊防止施設（以下，砂防等施設という）及び砂防等施設にかかわる斜面崩壊の震災復旧について述べる。

2) 復旧の基本方針

河川施設，海岸施設，砂防等施設の復旧に際しては，第Ⅰ編「2. 震災復旧の基本方針」による他，以下の基本方針の下に行うものとする。

a）一 般

河川施設，海岸施設，砂防等施設の震災復旧は各施設の被災の程度に応じ，防災機能の速やかな回復をはかり，降雨・出水・高潮・波浪・余震・その他に起因する二次災害を防止する。この場合，諸施設の種別，立地条件，被災の程度，施設周辺の地形条件等の変化，季節・気象条件等により，二次災害の形態・可能性は異なるので，諸施設並びに周辺の被災状況を迅速かつ適確に把握し，必要に応じて速やかな緊急措置，応急復旧，さらに本復旧を行う。

b）復旧の優先順位

震災復旧に際しては，上記の諸状況の他，施設の重要度や復旧に要する資機材及び工期等を総合的に判断し，復旧の優先順位を定める。

c）復旧の水準

施設の復旧には，緊急措置，応急復旧，本復旧の各段階がある。緊急措置では，二次災害の防止に必要な最小限の措置を講ずる。応急復旧では，本復旧完了までの間に想定される外力レベルを基本として被災前の機能の応急的な回復をはかる。本復旧では，原形復旧を原則とするが，再度災害の危険を未然に防止するため必要と考えられる場合には，施設の重要度に応じた耐震性を有する構造とする。

[解説]

1) 対象範囲

本編で述べる河川・海岸・砂防等施設の内容は以下の通りである。

河川施設ではダムを除く河川管理施設を対象とする。海岸施設では海岸保全施設を対象とする。砂防等施設その他では砂防施設，地すべり防止施設，急傾斜地崩壊防止施設及びこれらの諸施設にかかわる斜面を対象とする。

2) 復旧の基本方針

復旧にあたって諸施設の被災状況の評価の観点として，それらが本来果すべき防災機能をどの程度失ったかということと，防ぐべき災害である出水等がどの程度緊急に迫っているかということに注目する必要がある。したがって，防災機能の低下によって，例えば河川・海岸堤防の場合，天端の沈下等によって，越水が現実に生じた場合，あるいは，緊急に予想される出水・高潮に対する余裕高が不足するような場合には，速やかに必要天端高を確保すべく対策を講ずる必要がある。土砂災害についても同様で，斜面に亀裂が生じたり，山腹や渓岸斜面の崩壊により土砂が渓床に堆積し，その後の降雨や出水等によって土砂崩壊や土石流等の二次災害が危惧される場合にはこれを未然に防止するように対策を施す必要がある。

地震発生後の復旧は段階を追って進められるが，その基本的な流れは，図―2・解1のようである。

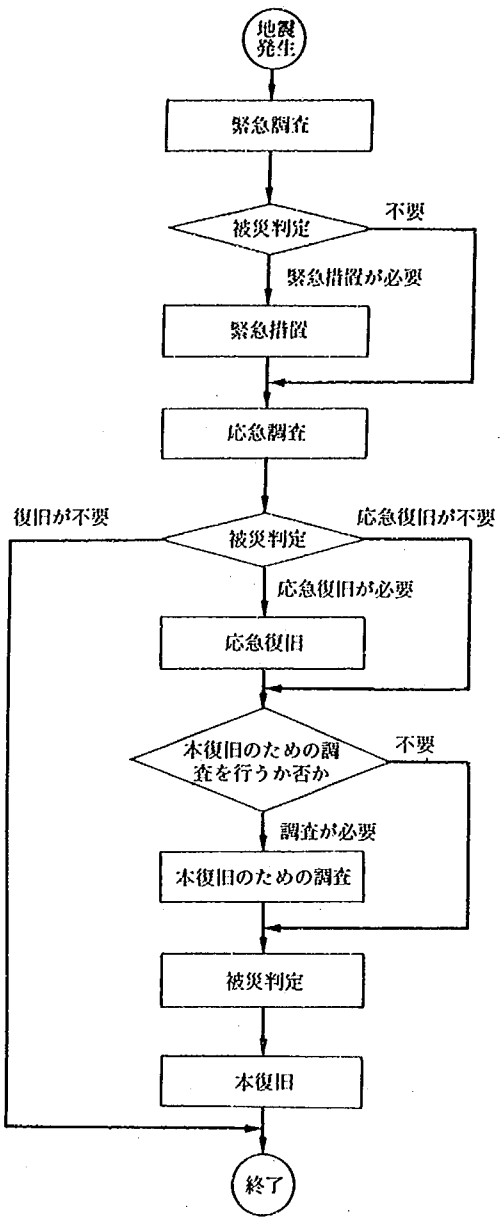
このうち，地震発生から緊急措置までが震災復旧の第1段階であり，被害の概要の把握及び二次災害防止のための措置を行う時期である。この段階での被災判定として，緊急調査を行った結果，緊急措置を行うか否か，行う場合の方法・範囲・優先順位の判定を行う。

応急調査から応急復旧までが，震災復旧の第2段階であり，被害全体の詳細な把握と施設の機能の応急的な回復を行う時期である。この段階での被災判定として，応急調査を行った結果，復旧を行うか否か，復旧を応急復旧・本復旧の2段階で行うかどうか，応急復旧を行う場合の工法・範囲・優先順位の判定を行う。

本復旧のための調査から本復旧終了までが震災復旧の第3段階であり，施設の機能回復を本格的に行う時期である。この中で本復旧のための調査は，応急調査で十分な調査が行われているか否かを考慮して必要に応じて実施し，被災判定に役立てる。被災判定では，本復旧を行う場合の工法・範囲の判定を行う。

各段階での調査，判定，措置，復旧の内容については，後に個別に説明する。

上述の復旧の流れはあくまで基本的なものであり，現実にはいくつかのそれ以外の過程をとる場合がある。例えば，緊急調査は地震直後に非常に短時間に重大な被災を調査するものであり，時間帯等によってはそのような箇所の部分的な見落としがあったり，さらには本震後の余震等により被害の拡大が生じたりする



図－２・解１　地震発生から調査・復旧終了までの流れ

場合もあろう。ここでいう応急調査時に，そのような箇所が発見された場合には，その重要度に応じて緊急措置的な処置を迅速にとる必要がある場合も生じうる。

又，応急復旧を行った箇所で，本復旧のための調査を行った結果，当初応急復旧と考えていた工法が本復旧として十分であると判定される場合も稀にはあろう。この場合には，応急復旧としてとられた復旧が，最終的には本復旧となることになる。

3)　復旧の優先順位

震災復旧に際しては，二次災害に対する緊急度を考慮して，必要に応じてまず緊急措置・応急復旧を行うものであるが，この場合，どの箇所の復旧を優先的に行うかは，施設の重要度や復旧に必要な資機材の入手可能性や工期等も考慮して決定する。

4)　復旧の水準

震災復旧においては，諸施設の被災度を考慮し，必要に応じて緊急措置，応急復旧を施した上で本復旧を適切に組合わせて行う。

緊急措置は現地踏査を主体とする緊急調査結果に基づいて，地震後１日程度で迅速に行うことを原則とする。したがって，本格的な建設機械を要するような工事を全面的に行うことは，ほとんど不可能である。しかし，種々の状況を考慮して二次災害のおそれのある箇所では，比較的容易に行いうる範囲内で二次災害を防止する措置を行う必要がある。

応急復旧については，管理区域全体の被害の程度や可能な工期を考慮して，妥当な復旧の水準を定める。工期，すなわち，時間的な対応は季節・気象条件により異なるが，通常２週間ないし１ヶ月程度で迅速に行う必要がある。その一方で本復旧で手戻りにならないように適切な工法を選定することが望ましい。被災の小さい所では，応急復旧を行わずに本復旧を行うことがある。

本復旧は，被災規模・形態，地盤条件，既往の被災歴等を考慮して，被災箇所ごとに適切な工法を検討する。この場合，災害復旧においては，諸施設の機能を原形に復旧することを原則とする。既往の被災歴等から見て，原構造に復旧するだけでは，構造物の安定性に信頼が十分置かれないと考えられる場合には，例えば堤防について，押え盛土を設ける等の構造改善をはかる。被害の程度が顕著でかつ被災機構が明らかにされ，再度災害を防止するため必要と考えられる場合には，施設の耐震性を向上させた構造で復旧を行う。このような例として，1983年日本海中部地震における八郎潟干拓地堤防の例がある。その他に，特に樋門等の構造物の場合将来計画を踏まえた工事を行う。

1.2　震前対策

震災復旧を適確・迅速に行うためには，震前に十分対策を立てておくことが重要である。震前対

策としては，第Ⅰ編「3. 震前対策」によるものとし，以下の事項の検討・準備を行っておくのがよい。

1) 震災時の組織体制の整備
2) 震災訓練の実施
3) 施設の点検，整備
4) 復旧資機材等の整備
5) 重要施設の設計図書及び管理図面の整備
6) 震災業務計画の整備
7) その他

[解説]

1) 震災時の組織体制

第Ⅰ編「3. 震前対策」によるものとする。

2) 震災訓練の実施

第Ⅰ編「3. 震前対策」によるものとする。

3. 施設の点検，整備

河川・海岸・砂防等施設の地震被害及び二次災害の可能性を予測する方法は未だ確立したとは言えないが，その概略を地盤の硬・軟やこれまでの履歴等により推定することが望ましい。これにより，被災後の調査時に重点をおいて見るべき箇所の選定や二次災害のおそれのある箇所における警報体制の整備をはかることができる。また，河川堤防の事前耐震点検の方法については近年種々の方法が提案されているが，他の施設も含め未だ確立されたものはない。しかし，従来の被災事例（宮城県沖地震等）から見て，表－2・解1，解2のような箇所で被害が発生しやすいと考えられる。旧河道については，現堤からかなり離れた箇所の高水敷にも噴砂が発生することがある。

4) 復旧資機材の整備

表－2・解1 被害の発生しやすい箇所（河川施設）

河川施設	被害の発生しやすい箇所
堤防 (特殊堤を含む)	1. 旧河道上の箇所 2. 旧川の締切り箇所 3. 破堤実績のある箇所 4. 軟弱地盤上の箇所 5. 築堤後間もない箇所 6. 断面が不規則となっている箇所（取付け道路坂路等の接続部等） 7. 樋管等横断工作物の埋設してある箇所 8. 漏水のある箇所 9. 旧堤への腹付け，嵩上げ箇所
護岸	1.（「堤防」に該当する箇所） 2. 堤防の被害箇所 3. 勾配の変化する箇所（法面と天端の接続部等） 4. 施工の古い箇所
樋門，樋管，水門，堰，揚排水機場等	1. コンクリートの断面変化部 2. コンクリート構造物と鋼構造物の接続部 3. 鋼構造物の溶接部，断面変化部，ボルト接続部 4. 目地 5. 門柱 6. 管理橋の橋脚 7. 戸当り 8. ゲート 9. アンカーボルト 10. 翼壁の取付部 11. 原動機基礎とポンプの基礎の境界 12. 原動機冷却水関連施設

表－2・解2　被害の発生しやすい箇所（砂防等施設並びに斜面）

砂防等施設	被害の発生しやすい箇所
砂防施設 地すべり防止施設 急傾斜地崩壊防止施設 斜面	1. 施設や斜面に異常・変化の見られる箇所 2. 崖錐や崩土の脚部を切取った斜面 3. 節理等の発達した岩盤で，かつゆるんでいる急斜面 4. 斜面の表面に転石や浮石の多い急斜面 5. 周辺に湧水の多い急斜面 6. 空石積擁壁 7. 練りコンクリートブロック積擁壁で胴込コンクリートが薄くかつ，3分のり程度よりも急なもの

地震後の緊急調査・措置を速やかに実施するために，緊急調査のための資料・資材及び緊急措置のための資材・機材を準備しておく。特に河川堤防等の緊急措置に土のうが用いられるが，緊急時を想定した土のう袋及び土取場の確保が必要である。事前耐震点検によって被害予測がある程度なされると，予測結果に基づいて緊急措置時に必要な資材・機材の入手可能性及び必要搬入路の設定等の検討が必要である。

5)　重要施設の設計図書及び管理図面の整備

震後速やかに緊急調査を実施できるよう，また復旧に備えて構造物の位置，履歴，地盤条件等の関係資料を整備しておくことが必要である。緊急時には，これらを直ちに取出せるように準備しておく。整備が望ましい資料は以下のようなものである。

a）河川施設
- 河川管理台帳
  平面図（1/2,500程度）
  構造物台帳
- 堤防台帳
- 堤防現況平面図
- 土質・地質関係資料
- 想定氾濫区域図
- 工事施工記録
- 維持管理記録
- 過去の被災記録
- 定期縦横断測量図
- 空中写真
- 治水地形分類図

b）海岸施設
- 管内の平面図（1/50,000～1/100,000）
- 海岸保全区域図（1/50,000）
- 海岸保全区域台帳
- 海岸保全施設台帳
- 過去の被災記録
- 空中写真
- 維持管理記録

c）砂防等施設
- 管内の平面図（1/5,000）
- 管内の地質図
- 管内の空中写真
- 管内の崩壊地等調査資料
- 構造物等の施設台帳
- 既往履歴調査・維持管理の記録
- 震災構造物の復旧技術マニュアル
- 本編「4.1　一般」の解説4）に記されている図書
- 緊急調査時点検箇所並びに点検項目のチェックリスト

1.3　河川・海岸・砂防施設の震災復旧の進め方

1.3.1　一　般

地震が発生し，河川・海岸・砂防等施設に被害が生じた場合には，地震の規模，被害状況に応じて以下の対策を講じるものとする。

1)　職員の非常招集
2)　緊急体制の設置
3)　緊急調査及び必要に応じて緊急措置の実施
4)　応急調査及び必要に応じて応急復旧の実施
5)　本復旧のための調査及び本復旧の実施
6)　関係機関との協議
7)　情報連絡及び広報活動
8)　水防活動

[解説]

河川・海岸・砂防等施設に被害が生じた場合に必要

な対策を示したものである。具体的には，以下の通りである。

1) 職員の非常招集

地震が発生した場合は，まず職員を招集する。参集の途上では，可能な限り被災状況を見てくることが有効である。

2) 緊急体制の設置

第Ⅰ編「4.2 緊急体制」に従って緊急体制をとる。震後の組織体制（時間外の職員の非常招集も含める）の構成は，全体被害の規模，河川・海岸・砂防等施設の被害状況及びその分布等に見合った構成とする。

震後の体制は各地方建設局の災害対策要領に従う。

3) 緊急調査及び緊急措置

緊急調査は，地震直後に施設の被害の概要，被害の位置を迅速に把握し，緊急措置の必要な箇所の判断を行うことを目的とする。緊急措置は，さらにそのまま放置すると津波や洪水，または危険な区域内への立入りによる二次災害の可能性がある場合に実施するものである。緊急調査の重点箇所，項目，緊急措置の方法等については施設ごとに，2章～4章に述べられている。

4) 応急調査及び応急復旧

応急調査は，緊急調査で被害が発見された箇所等を中心に全体的な被災状況を把握し，又，応急復旧・本復旧の工事量を概算することを目的とする。応急復旧は，本復旧を行うまでの間に生ずる可能性のある二次災害を防止するために，応急的に施設機能を確保するものである。応急調査の項目，方法，応急復旧の工法等については，施設ごとに，2章～4章に述べられている。

5) 本復旧のための調査及び本復旧

本復旧のための調査は，被災を受けた施設の本来の機能を回復する工事を実施するに際して必要となる詳細な被災度や設計定数を求めるために行う。又，将来において当該箇所又は他の箇所において同様の災害を防止するために大規模な被害箇所においては被災機構を究明するためにも行う。この調査結果に基づいて，施設の本来の機能水準を回復するために本復旧を実施する。

本復旧のための調査の項目，方法，本復旧の工法等については，施設の種類ごとに2章～4章に述べられている。

6) 関係機関との協議

第Ⅰ編「4.4 関係機関との協議」に従い，関係機関との協議を行う。河川・海岸・砂防等施設の震災復旧で協議する必要がある関係機関としては，一般に，以下のものがあげられる。被災の規模，範囲，地域特性等を勘案して，これらを適宜取捨選択し，適切に協議連絡を行っていくことが重要である。

- 道路管理者
- ダム管理者
- 警察署
- 消防署
- 関係地方自治体
- 関係公団
- テレビ，ラジオ放送局
- 新聞社

7) 広報活動

第Ⅰ編「6.3 情報連絡及び広報活動」及び本編「1.3.2 情報連絡及び広報活動」に従って，必要に応じて広報活動を行う。

8) 水防活動

河川施設が大規模な被害を受け，復旧工事を進める段階で，出水等による二次災害の危険が緊急のものとなった場合，災害復旧工事と合わせて本編「1.3.3 水防」に述べるように水防活動による二次災害の防止をはかる必要がある。

1.3.2 情報連絡及び広報活動

震災後の情報連絡及び広報活動は，第Ⅰ編「6. 情報連絡及び広報活動」による他下記による。

1) 二次災害に対して大きな原因である降雨・水位・潮位等の情報は，所管の観測網及び気象官署，県，公団等からの情報も利用する。

2) 被害状況について住民や他機関からの通報があった場合には，必要に応じて速やかに調査確認をする。

3) 洪水・高潮による二次災害のおそれのある場合には，本編「1.3.3 水防」により，水防警報を行う。また，施設への立入が制限される場合には，その旨を速やかに知らせる。

[解説]

情報連絡については，各地方建設局の災害対策要領に従う。また，河川巡視等を委託している場合には，巡視員等を震後体制に取込むことができるようにする。兼用道路において通行規制の措置が必要な場合には，道路管理者との協議により速やかにその措置を行う。

1.3.3 水 防

河川・海岸施設において，洪水または高潮による二次災害のおそれがある場合には地震被害の程度，緊急性に応じて水防警報を行う。

[解説]

水防については，各々の河川における水防実施要領に従うものとする。

水防警報には，待機・準備・出動・警戒・解除等がある。それぞれの内容について以下に示す。

1) 待 機

気象予警報及び河川状況等により必要と認めるとき，出水あるいは水位の再上昇が予想される場合に，状況に応じて直ちに水防機関が出動できるように待機する必要がある旨を警告し，または，水防機関の出動期間が長引くような場合に，出動人員を減らしても差し支えはないが水防活動をやめることはできない旨を警告するもの。

2) 準 備

雨量，水位，流量その他の河川状況により必要と認めるとき，水防に関する情報連絡，水防資機材の整備，水閘門機能等の点検，通信及び輸送の確保等に努めるとともに，水防機関に出動の準備をさせる必要がある旨を警告するもの。

3) 出 動

洪水注意報等により，または被災程度から判断して水位，流量その他の河川状況により水位が危険と思われる水位を越えるおそれがあるとき，水防機関が出動する必要がある旨を警告するもの。

4) 警 戒

洪水警報等により，または被災程度から判断して既に水位が危険と思われる水位を越え災害のおこるおそれがあるとき，水位，滞水時間その他水防活動上必要な状況を明示するとともに，越水，漏水，法崩，亀裂，その他の河川状況により警戒を必要とする事項を指摘して警告するもの。

5) 解 除

危険と思われる水位以下に下降したとき，または水防作業を必要とする河川状況が解消したと認めるとき，水防活動を必要とする出水状況が解消した旨及び当該基準水位観測所名による一連の水防警報を解除する旨を通告するもの。

震災後に水防警報を行うにあたっては，被災を受けた施設の状況は常時のものとは同じではないことを考慮して，これらの中から震後の堤防の被災程度と気象情報，河川・海岸状況等により最も適した水防警報を行う。

2. 河川施設

2.1 一 般

1) 対象範囲

本章では，堤防，護岸，樋門，樋管，水門，堰等の河川施設を対象とする。

2) 被災の特徴

河川施設の地震被害を原因別に見ると，地震動によるもの，津波によるもの及び地震後の洪水・高潮等による二次災害があり，これらの原因によって被害の形態・規模が異なったものとなるので，既往地震による被害を参考にして復旧を進めるのがよい。

a) 地震動による被害

地震動による被害は，地震の規模により広範囲の箇所で生じ得るが，その形態・規模は構造物の種類，地震動の強さ，地形，地盤条件等によって異なる。

b) 津波による被害

津波による被害は，津波の規模，地形等によっては河口近くの河川施設においても生ずる。

c) 洪水・高潮等による二次災害

洪水・高潮等による二次災害は，地震動や津波による施設被害とその後の気象条件によって越水，氾濫等の形態をとる。

[解説]

1) 対象範囲

本章では，河川施設を堤防・護岸及び樋門等に分類し記述している。

・堤防・護岸

堤防（特殊堤を含む），護岸について記述している。

・樋門等

樋門・樋管・水門・堰について記述している。また閘門，陸閘のような門柱，ゲートを有している等類似の点についてはこれらの構造物を参考にする。

河川施設である他の構造物，例えば，伏越，河川トンネル等については，既往の被災事例も少ないので，本章では特にふれていないが，必要な場合には「第III

編　道路施設編，第6章トンネル」「第Ⅳ編　下水道管路施設編」を参考にするとよい。

2)　被災の特徴

既往の地震でみられた河川施設の一般的な被害形態は，地震動又は津波により河川施設自体が被害をうけるものと，施設が被害をうけた後に洪水，津波により他の施設が被害を受けるものとに分けられる。表－2・解3に既往地震による河川施設の一般的な被害形態を示す。表－2・解4，解5には，既往地震による河川施設の被害例を示す。

3)　地震動による被害

地震動による被害は地震の規模が大きいときには各地で生じ得るが，一般に震央に近いほど，また，地盤が軟弱あるいは硬軟の差の激しいところで被害が大きくなることが多い。このことは堤防はもちろんのこと，それ以外の樋門・樋管・水門・堰等についても言えることである。

樋門・樋管・水門・堰等では，地盤の他に基礎の問題もあり，特に古い時代に作られたものについては，基礎が十分でない場合も見うけられ被害の原因の一つとなっている。

図－2・解2は，新潟地震，宮城県沖地震，日本海中部地震によって被害を受けた直轄河川堤防の被害率を震央距離区間ごとに求めて示したものである。

表－2・解3　地震による河川の被害形態

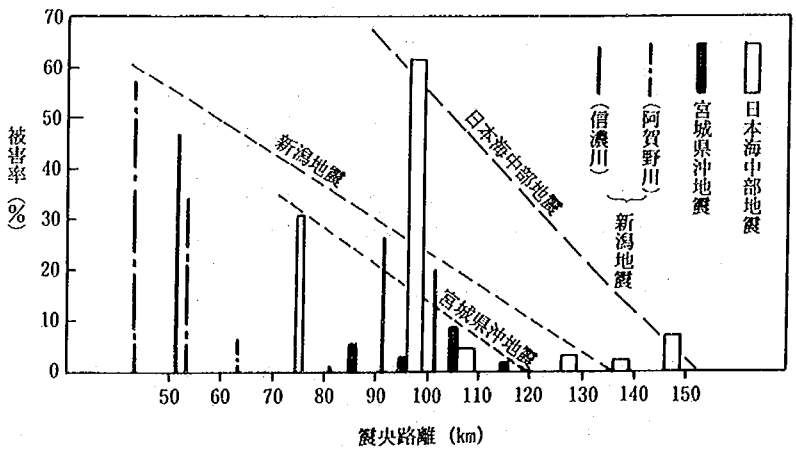
施設	施設の被害		他へ与える影響
	地震前による被害	津波による被害	二次災害
堤防(土堤)	縦断亀裂，横断亀裂，沈下，陥没，滑動，崩壊，法尻隆起，噴砂	堤体洗掘	浸水
特殊堤	縦断亀裂，横断亀裂，沈下，陥没，滑動，崩壊，擁壁の傾斜，擁壁の転倒，継目のズレ，継目の開口		〃
護岸	開口，はらみ，滑動，崩壊	ブロック散乱 コンクリート護岸倒壊	堤体洗掘
樋門 樋管 水門	函体・呑口・吐口の亀裂，継手・目地の開き，函体軸線の曲り，函体の閉塞，門柱の亀裂・傾斜，翼壁・胸壁の目地の開き・はらみ出し		浸水，湛水

表－2・解4　主な地震による堤防・護岸の被害（津波も含む）

地震名	被害地点	被害概要	被災原因
1964年新潟地震	阿賀野川堤防	堤体の沈下，縦横断亀裂（左岸1.5km，右岸2km）	地震動
〃	阿賀野川松浜特殊堤	擁壁傾斜，目地ズレ	〃
1968年十勝沖地震	馬淵川堤防	堤体の沈下，縦断亀裂（延長2km） 護岸の破壊（延長2.7km）	〃
〃	鵜川下流部堤防	堤体の沈下，縦断亀裂	〃
1978年宮城県沖地震	北上川橋浦第4堤防	堤体の沈下，縦断亀裂	地震動
〃	吉田川山崎堤防	〃	〃
〃	名取川閖上特殊堤	特殊堤開口，傾斜，盛土縦断亀裂	〃
1983年日本海中部地震	岩木川豊富築堤	護岸の破壊，堤防縦断亀裂	〃
〃	米代川中島築堤	堤体の沈下，陥没，縦横断亀裂，護岸の沈下，亀裂，崩壊，隆起，開口	地震動・津波
〃	八郎潟干拓堤防	堤体の沈下，縦断亀裂，アスファルトフェーシングの亀裂	地震動

表—2・解5　主な地震による樋門・樋管・水門・堰の被害

地震名	被害地点	被害概要	被災原因
1964年新潟地震	下山樋管（阿賀野川左岸下山地区）	堤体沈下による樋管中央部継手の切断	地震動
1978年宮城県沖地震	阿久戸排水樋管（鳴瀬川右岸）	門柱折損し，川側に7度の残留傾斜	〃
〃	阿武隈大堰（阿武隈川水系阿武隈川）	中間支柱は約2.5度の残留傾斜 ゲート戸当り金物損傷	〃
1983年日本海中部地震	津花川排水樋門（高瀬川水系津花川）	継手部遊間10cm，止水板破損	〃
〃	流川排水樋門（高瀬川水系流川）	継手部遊間3～4cm止水板破損の可能性あり	〃
〃	長泥排水樋管（岩木川右岸）	門柱と翼壁の分離	〃
〃	豊巻樋門（雄物川左岸）	函体の縦断及び横断クラック	



図—2・解2　被害率と震央距離

震央距離区間ごとの堤防延長や堤体ならびに地盤の特性が異なるので，各々の被害率は異なるが，おおむね震央距離が遠くなるにつれて被害率は小さくなる傾向がある。これらの被害率を包絡する線を引くことによって堤防に被害が生じはじめる震央距離を求めることができる。一方，地表の最大加速度は震央距離とともに小さくなることが分っており強震計の記録を整理することにより震央距離からその値を推定することができる。これらの値から河川堤防に被害を生じはじめる地表の最大加速度を求めてみると宮城県沖地震ではおよそ160gal（震度Ⅴ）程度と推定される。

表—2・解6は，宮城県沖地震のときの北上川・鳴瀬川・名取川・阿武隈川及び日本海中部地震のときの米代川・岩木川の堤防被害箇所を治水地形分類図によって，堤防周辺の微地形別に分類し，箇所数及び延長を分類したものである。

この表に示すように，宮城県沖地震による65箇所の被害箇所のうち54%に相当する35箇所が氾濫平野に分類される地盤上の堤防であり，これに次いで14%に相当する旧河道上の堤防の被害が多い。被害延長についてみると堤防被害の60%は氾濫平野上の堤防に生じており，これに次いで干拓地上の堤防の被害延長が長い。

表－2・解6　基盤の微地形分類と被害箇所，延長

		台地	自然堤防	旧川微高地	砂丘	旧河道旧落堀	氾濫平野	旧湿地	干拓地	計
宮城県沖地震	被害箇所	—	(13.1) 8.5	(7.7) 5	(6.2) 4	(13.8) 9	(53.8) 35	—	(5.4) 3.5	(100%) 65か所
	被害延長	—	(8.6) 1.73	(8.0) 1.61	(1.3) 0.27	(4.4) 0.89	(60.0) 12.12	—	(17.8) 3.59	(100%) 20.21km
日本海中部地震	米代川堤防延長	(2.1) 1.5	(7.2) 5.0	(18.3) 12.8	(1.1) 0.8	(18.3) 12.8	(52.5) 36.7	(0.4) 0.3	—	(100%) 69.9km
	米代川被害延長	(0) 0	(13.0) 0.36	(13.4) 0.37	(25.4) 0.70	(12.7) 0.35	(29.0) 0.80	(6.5) 0.18	—	(100%) 2.76km
	米代川被害率(%)	0	7.7	2.9	88.0	2.7	2.2	60.0	—	(3.9%)
	岩木川堤防延長	—	(13.7) 13.9	(31.2) 31.6	—	(5.4) 5.5	(36.2) 36.7	(6.5) 6.6	(6.9) 7.0	(100%) 101.3km
	岩木川被害延長	—	(2.1) 0.08	(23.4) 0.88	—	(41.2) 1.55	(9.6) 0.36	(0) 0	(23.7) 0.89	(100%) 3.76km
	岩木川被害率(%)	—	0.6	2.8	—	28.2	1.0	0	12.7	(3.7%)

注)（ ）内は計に対する百分率

日本海中部地震による被害延長は，岩木川では，旧河道・旧落堀上のものが長く，米代川では氾濫平野，砂丘のものが長い。また被害率の大きい微地形分類は砂丘，旧河道・旧落堀，干拓地などである。

表－2・解6によれば堤防に被害を生じた箇所は微地形分類で氾濫平野，旧河道・旧落堀，干拓地などに区分される軟弱な地盤上の堤防に多く生じていることがわかる。

特に旧河道や破堤跡などで地震による被害が生じ易いことは，定性的には関東大震災や新潟地震の調査でも明らかになっているようにかなり古くから経験されている。

被害の形態としては，亀裂・沈下・傾斜・移動・破壊等がある。地盤が液状化した場合には沈下・移動等が大きく，全体的な破壊に至ることが多いと言われている。

4)　津波による被害

第Ⅰ編「9.　津波対策」に述べたように海洋で生じた地震の場合には津波が生ずる可能性があり，津波による被害は海岸施設，河口近くの河川施設，さらにそれらによって保護された陸地の人命・人家・財産・諸施設に及ぶことがある。津波による海岸施設の被害事例は，本編「3.　海岸施設」にも例示されている。河川施設の被害形態としては，法面崩壊，洗掘，破堤，崩落，前傾，倒壊，散乱等が生ずる。

5)　洪水・高潮等による二次災害

河川施設に被害が生じた場合，その後に生ずる津波や洪水・高潮等によって越水・浸水・氾濫等の二次災害を生ずることがある。又，河口付近のいわゆるゼロメートル地帯においては，洪水・高潮がなくとも，常時の潮位変動により同様の二次災害を生ずる可能性がある。地震により河川堤防が被害を受け復旧が完了しないうちに降雨にみまわれ洪水となった典型的な例として以下に述べる福井地震と約1ヶ月後の水害があげられる。

福井地震（1948年6月28日，M＝7.3）による河川堤防の被害は，九頭龍川31箇所，日野川26箇所，足羽川23箇所，竹田川13箇所，兵庫川16箇所，その他の河川を合わせて126箇所におよんだ。被害の状況は，全線にわたって1～5mの沈下，地割，陥没，崩壊といった惨状を呈し，箇所によっては原形を留めない所もあった。また，護岸工事もほとんど崩壊した。

地震の発生が梅雨期であったため水害が危惧されたが，翌月の7月下旬これが現実のものとなった。終戦直後の昭和23年であったこと，福井市の地震被害が死者3,900名，倒壊家屋38,000戸と大震災であったことから，堤防の応急復旧はほとんど行われなかったものと思われる。このため，7月23日から降り始めた雨によ

り大水害を招くこととなった。

この水害による被害は，以下のようであった。

堤防決壊	143箇所
堤防決壊延長	約21.5km
浸水面積	約198km²
冠水面積	約149km²
家財流出	約2,000戸
浸水家屋	約27,000戸

公共施設，その他一般資産の損害についてはほとんどふれられていないが，農業関係では，水稲の収穫減約20万石，耕地の被害額約８億円（当時の金額）と報告されている。

6) 津波による二次災害

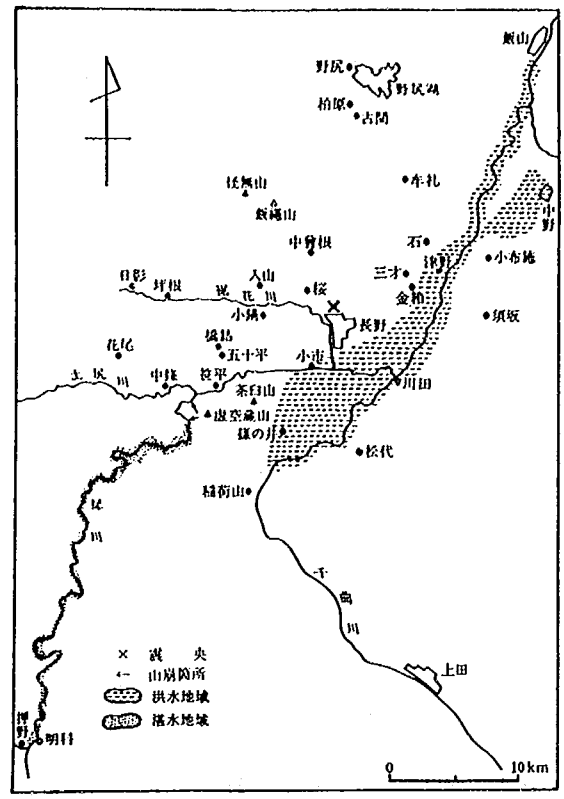
津波が，被災した（または被災していない）護岸，河川堤防を越え浸水被害を起こした例は，東南海地震，南海地震，新潟地震，日本海中部地震等で見られた。例えば，新潟地震における浸水は，a）直接津波の浸入により浸水したもの，b）河川堤防が沈下して河水が流入したもの，c）樋門・樋管の被災により操作不能となり浸水したもの，とが主たるものであった。

7) 大規模な二次災害

大規模な二次災害の例として，崩壊土砂が河川をせき止め，決壊・洪水に至った例がある。このような例として，以下のような善光寺地震における千曲川支川犀川の例がある。

1847年５月８日，現在の長野市付近でM＝7.4の地震が発生した（善光寺地震）。震央付近の震度はVI～VIIと推定されており，ちょうど善光寺の御開帳と重なったため，家屋の倒壊，火災により多数の死者（善光寺の町だけでも数千人）を出した。

震源地付近は，現在でも山崩れの多い地区であるが，この地震により４万件をこす山崩れが発生したと言われる。このうち，虚空蔵山の山崩れは，規模及びその後に与えた影響の大きさからいって最大級のものであった。２箇所で発生した山崩れは，千曲川の支流の犀川をせき止め，この結果，約30kmにわたる細長い湖が出現した（図－２・解３）。この他にも，下流の小市付近において山崩れが発生しており，当初の復旧の努力はそちらの方に集中されていた。ところが，地震発生後２週間目に２日間にわたって大雨が降り，19日目に虚空蔵山の土手が決壊，大量の水が一気に犀川へ流れ落ち，善光寺平に大洪水をみまった。図－２・解３は，この洪水による浸水地域も示している。洪水による被害は死者100人余，流出家屋810軒，土砂の入った家屋2,135軒であった。この他にも土砂が川をせき止め



図－２・解３ 善光寺地震の湛水地域と洪水地域

降雨により決壊したものがいくつかあったが，いずれも大きな被害には至らなかった。

また，決壊・洪水には至らなかったが，長野県西部地震において王滝川沿いの土砂崩壊による河道閉塞においても決壊が懸念された。

2.2 緊急調査及び緊急措置

2.2.1 緊急調査

1) 調査目的

緊急調査は地震直後に河川施設（堤防，護岸，樋門，樋管，水門，堰等）について管理区域全体にわたって被災の有無，大小・位置を迅速に把握し，二次災害のおそれがあり緊急措置の必要な箇所の抽出を行うこと，及び以後の調査・復旧方針の検討を目的として実施する。

2) 調査方法

緊急調査は，目視，写真撮影を主体として第Ⅰ編「5. 被災調査」に従う。なお，管理延長が長い場合，被害が大きく目的地まで到達するのに時間がかかる場合，広範囲に被害が及んでいると想

定される場合には，ヘリコプター等の空からの目視，写真撮影も有効である。

3) 緊急調査用器具・資料，調査項目

緊急調査には，平面図，野帳，カメラの他，それらの器具・資料，緊急調査の項目を記した調査項目一覧表を持って行くのがよい。

4) 緊急調査・措置の分担

緊急調査では，迅速に調査を済ませるため，立入禁止区域の設定等，ごく軽微な作業を除き緊急措置は別作業班によるものとする。調査期間はおおむね1日程度を目標とする。

5) 報 告

被害の状況は現場から速やかに事務所に報告を行う。

6) その他

河口部において，津波の危険性のある場合は調査に十分注意する。

表—2・解7 緊急調査用器具・資料

資材・機材	必要数量	備 考
野帳		
平面図（1/2,500）		
スタッフ		
ポール		
コンベックス		
巻尺		
カメラもしくはポラロイドカメラ		
フィルム		
ストロボ		
ホワイトボード（黒板）		
懐中電燈		
無線機（トランシーバー）		
ポータブルテープレコーダー		
ビデオカメラ		

[解説]

1) 調査方法

緊急調査では，迅速に被災の概要，被災の位置を把握するため，堤防管理用道路から車を使って調査することを原則とする。調査する場合には表—2・解1，解2に示されているような被害の発生しやすい箇所を参考にするとよい。

車を使う場合には，車から見える範囲で被災の位置，概要を平面図，野帳に記入し，写真撮影を行う。

また，被害の規模により，車が通れない場合には，徒歩により被害の位置，概要を平面図，野帳に記入し，写真撮影を行う。

ただし，樋門・樋管・水門のような堤防機能及び流下機能を有しているものについてはゲートの開閉の確認，堤防と樋門等の構造物との境界の横断亀裂及び流水による函体の閉塞の有無等の被害の確認を行い，止水機能及び流下機能に重大な影響がないかどうかの判定をする。影響があると思われるときはその状況を野帳に記入し写真撮影を行う。

写真撮影については第Ⅰ編「5. 被災調査」による。また，管理延長が長い場合，被害が大きく目的地まで到達するのに時間がかかる場合や広範囲に被害が及んでいると想定される場合には，ヘリコプター等の空からの目視，写真撮影も有効であるが，その場合には，第Ⅰ編「5.2 航空写真等による調査」による。

2) 調査器具

緊急調査用器具・資料を表—2・解7に示す。

緊急調査には調査器具，調査項目を記したチェックリストを用いるとよい。

チェックリスト（河川堤防）の例を表—2・解8に示す。

3) 緊急調査・措置の分担

緊急調査中に二次災害の危険性があると思われるときには，緊急措置を行う。緊急調査班は迅速に作業を済ますため，危険な区域の立ち入り禁止等の軽微な作業にとどめ，その他の措置（石灰の投入も含む）については別途作業班に委ねるのがよい。

4) 報 告

報告は速やかに行うものとするが，無線を使用するときは事務所と連絡をとり詳細な連絡は混信を避けるため事務所からの呼び出しを受けてから報告を行うのがよい。特に被害の大きな箇所において，緊急措置を必要とする場合には作業班の応援を求める。

5) その他

河口部において，津波の危険性がある場合には，調査を中断するか，細心の注意をはらい継続する。津波の危険性の判断については第Ⅰ編「9. 津波対策」，本編「3. 海岸施設」を参考にするとよい。

表－2・解8　チェックリスト（河川堤防）

1．現場へ携行すべき調査器具

1.本チェックリスト　2.カメラ(普通)*　3.ポラロイドカメラ　4.ストロボ(電池確認)
5.ホワイトボード（黒板）　6.スタッフ　7.ポール　8.コンベックス　9.巻尺
10.懐中電燈（電池確認）　11.無線通信装置　12.トラロープ　13.バリケード

＊カメラは，広角レンズ等も利用する。

2．地震による被害の平面図（縮尺１：2500）への記入

調 査 項 目　（河川堤防）

調査項目	堤体および高水護岸の着目点
被害位置 被害の有無 被害の大小 を調査する	縦断亀裂，横断亀裂，段差量，沈下量，護岸の開口，護岸の転倒，継目のズレ
	高水敷および低水護岸の着目点
	縦断亀裂，横断亀裂，段差量，沈下量，護岸の開口，護岸の転倒，継目のズレ
	構造物と接合する堤体の着目点
	構造物との誤差，堤体部の亀裂，構造物の亀裂，構造物の変状

地下水・地表水・降雨には十分注意する

3．復旧必要資材・機材一覧*

1．盛土材料	2．鋼矢板	3．土のう袋
4．ビニールシート	5．トラロープ	6．バリケード
7．ユンボ，ブルドーザーその他の重機		8．安全標識

＊搬入路の状況も注意する

2.2.2 緊急措置

緊急調査により，津波，降雨，洪水，または危険な区域内への立入りによる二次災害の可能性がある場合には，緊急措置として次のことを行う。

1) 立入禁止のためにバリケード・警告板の設置
2) 土のう積みまたは盛土による堤防高の確保，堤防法面の洗掘防止
3) ビニールシート張りまたは土砂による亀裂部分からの雨水の浸透防止
4) 水防警報の実施
5) 水門，樋門等の門扉の操作による津波の侵入防止
6) 必要なダムの放流操作の協議・要請
7) 報 告

[解説]

1) 緊急措置は，二次災害防止のために行われるものである。

二次災害の要因には次のものがある。

a) 津波
b) 降雨・洪水・高潮
c) 危険な区域内への立入り防止

緊急措置は，施設の被災が大きくこのような二次災害のおそれが緊急かつ大きい箇所について，比較的容易に行いうる方法により迅速に行う。

これらに対する措置としては次の事項がある。

a) 津波：樋門等の門扉の操作……i)
b) 降雨・洪水・高潮：土のう積み，または，盛土による堤防高の確保，堤防法面の洗掘防止……ii)
ビニールシート張り，または，土砂による亀裂部分からの雨水浸透防止……iii)
水防警報の実施……iv)
適切なダム放流操作の協議・要請…v)
c) 危険な区域内への立入り防止：立入禁止のためのバリケード・警告板の設置……vi)

上記i)～vi)のうち，調査を行っている時点で，できることはvi)である。そのため調査班の車には無線機，バリケード，トラロープは常備することが望ましい。i)のような事態のときには調査を中断するか，細心の注意をはらい継続する。ii)，iii)は事務所に連絡のうえ別途作業班を編成する。iv)が必要と思われるときは，事務所に連絡のうえ事務所から市町村に連絡する。v)が必要と思われるときは，事務所に連絡のうえ事務所からダム管理者と協議する。

津波被害防止の為の樋門等の門扉操作については，あらかじめ内外水位等の条件による門扉開度の程度を検討しておき，適切な操作によって津波の浸入や内水滞留の被害が生じないようにすることが必要である。

河口部に位置する樋門等で津波の来襲時に堤内地盤高を越える外水位上昇のおそれがある場合には，津波の浸入を防止するために門扉を閉じることが必要である。しかし，河口からある程度の距離があって津波の遡上によって外水位の上昇する可能性があるものの，その程度が河口部ほどではない場合には，門扉操作をどのようにすべきか定説はない。

津波の遡上による外水位の上昇は一般に短時間しか生じないが，このような場所で門扉を完全に締め切ったままにしておくと湛水被害を生じる可能性がある。これを避けるためには，門扉を完全に締めるのではなく一部開いたままとし，危険時間が経過した後再び門扉を開ける操作を行う必要が生じる。このような操作方法を検討するためには，内外水位高，津波による水位変動の周期，内水流量等によって変動する内水位上昇量が，支川堤防高を越えないことを確認する必要がある。門扉の操作方法を設定するに当っては，操作の容易性や計画規模を越える現象が生じた場合の影響等を総合的に勘案する必要があるが，水理現象面からこれ等の条件に応じた門扉の最適開度を見積る為には，以下に述べる水理計算法が参考になろう。

この方法は，支川合流部における支川を貯留タンクと考え，このタンクに流入する支川の自己流と本川合流部での水位変動に応じた流入，流出量とに着目した連続方程式の解から，タンク水位が支川堤防高を越えないような門扉の最適開口度を求めようとするものである。この方法は，本川水位の時間的な変動を正弦波で近似するなど現象を単純化して取扱っているので，得られる解も近似解であることに留意する必要がある。

本方法により門扉開口高を得るためには，次の諸量を知る必要がある。

(1) 津波遡上時の支川の単位幅当り流量 q
(2) 支川合流部における津波の振幅 H_T 及び周期 T_T
(3) 初期水位から測定した支川堤防高 H_b，支川平均幅 B_b，及び門扉を閉め切った時の支川貯留量 V
(4) 津波に備え門扉を操作してから再び門扉を開けるまでの時間 t

ただし，次の場合は本手法の適用外である。

1) $V/q \cdot B_b > t$

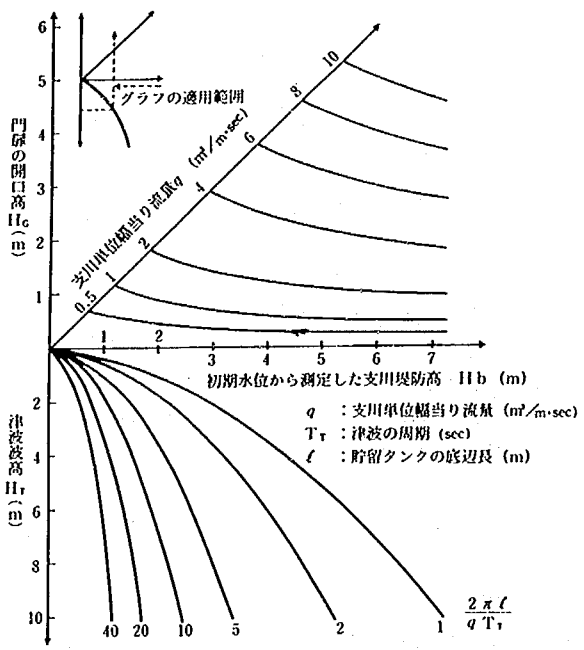
この場合には，t時間中門扉を完全閉塞しておいても支川が氾濫しないので門扉を完全に閉塞することができる。

2) $H_T/H_b < 0.8$

この場合には，津波の振幅が支川堤防高に比べて小さいので，支川の内水排除ができる範囲であれば，門扉の開口高がどのような場合でも支川の氾濫が生じない。

図－2・解4に本手法による試算結果を示す。

2) 緊急措置のための資材・機材について表－2・解9に示す。



図－2・解4　初期水位から測定した支川堤防高及び支川単位幅当たり流量毎の門扉の開口高

表－2・解9　緊急措置のための資材・機材

資材・機材	必要数量	備　　考
土のう袋 トラロープ バリケード ビニールシート 安全標識 石灰 バケツ		土砂または土砂を採取できる箇所の確保

2.3 被災調査

2.3.1 堤防・護岸の応急調査

1) 調査目的

応急調査では，管理区域全体の被災状況の詳細な把握，復旧が必要か否かの判定，応急復旧箇所の選定，応急復旧工法の選定，応急復旧工・本復旧工の量の概数把握のために，被害の見落としがないよう現地踏査を主体とした調査を実施する。

2) 調査箇所

調査箇所は管理区域全体の堤防本体及び護岸である。堤防に付帯する構造物(樋門，樋管，水門，堰等)の調査については2.3.2「樋門等の応急調査」によるが，構造物と堤防の接する所では一般に被害が顕著になることが多いので，調査時には留意が必要である。又，堤防周辺の高水敷及び堤内地についても概略の調査を行う。応急復旧・本復旧が必要と考えられる所については測量等を含む調査を行う。

3) 調査項目

調査項目は，堤防（土堤）の亀裂・沈下・陥没・崩壊，特殊堤・護岸のずれであり，各施設については表－2・1によるものとする。

表－2・1　調査項目

施　設	現　象	記　録　項　目
土　堤	縦断亀裂、横断亀裂、沈下、陥没、滑動、崩壊	範囲、亀裂幅、亀裂深度、沈下量、段差、被災延長
特殊堤および護岸	亀裂、沈下、陥没、傾斜(前傾)、転倒、縦目のズレ、開口	亀裂幅、沈下量、段差量、傾斜度、ズレの量、開口幅
構造物と盛土との境界	段　差、沈　下	範囲、段差量、沈下量、被災延長
高水敷及び堤内地	亀裂、沈下、隆起、噴砂	範囲、亀裂幅、亀裂深度、沈下量、隆起量、噴砂形状

4) 調査方法

調査方法は以下のものとする。

a）測量（縦断測量，横断測量）
b）現地踏査（写真撮影も含む）
c）地盤調査
d）航空写真等からの判読・測定
e）動態観測

具体的な方法は，第Ⅰ編「5. 被災調査」によるものとし，又，これらを適宜組合わせて行う。

5) 調査結果の整理

応急調査の結果は堤防平面図（構造物においては構造物平面図）及び調査票に被災箇所，被災状況等を整理する。

6) その他

調査にあたっては，除草を行い被災の状況が明確に判断できるようにする。

［解説］

1) 調査箇所

応急調査では，緊急調査では行えなかった管理区域全体の被災状況を詳細に調査する。本項では河川施設の内，樋門等の付帯構造物を除く堤防・護岸の調査について述べる。樋門等の付帯構造物は次項において述べる。表—2・解1に示したような箇所では被害が生ずることが多いので，調査時には特に注意が必要である。堤防周辺の高水敷及び堤内地において地盤の被災状況が観察されることがあるので（特に砂質地盤の液状化現象に伴う噴砂・噴水・亀裂等）概略調査を行い，堤防周辺地盤に異常が見られた箇所では同箇所の河川施設について（特に基礎等の地中部）入念なチェックを行う。

2) 調査項目

既往地震に見られた堤防・護岸の被害形態は，表—2・解3，解4に例示されている。調査時においても，これらの被害形態を考慮して，注目する現象・部位・記録項目を定めた。

3) 調査方法

a）測量

i）応急復旧・本復旧の必要があると考えられる箇所では緊急調査後直ちに実施する。

ii）内容は縦断測量を中心に行い，被害の著しい所は横断測量を実施する。

iii）この測量の結果から工事に用いる土量及び必要資材の概略の算定を行う。

b）現地調査

i）被害のあった区間を見落とすことのないように現地踏査を行う。

(1) 必要な箇所は除草を行う。

(2) 堤防の横断方向に人を配置し，各々が受け持ち幅だけをチェックする全幅員調査を行う。

(3) 1班3名～5名で1班あたり延長5km～10kmとする。

(4) 亀裂深度の確認は，石灰水(石灰：水＝1：1.5)を注入するかまたはポール，鉄筋等を挿入する。石灰を注入する班は上記現地踏査班と別にした方がよい。

(5) 被災箇所は必ず写真撮影を行う。

ii）調査項目では特に横断亀裂には注意を要する。

iii）調査は現地では平面図に記入し事務所に帰ってから調査票にまとめ直す。

iv）現地踏査用資材・機材は緊急調査用資材・機材一覧表（表—2・解7）を参照されたい。

c）地盤調査

b）現地踏査以外の地盤調査は，一般に期間と費用を要するものであり，短期間に工事を終えなければならない応急復旧においては，被災機構が地盤条件に起因するものと推定されても，地盤条件を十分に調査するゆとりがなく，従って調査を持っての工法決定はできないのが通常である。したがって，狭い意味での応急復旧のみに利用するための地盤調査が行われることは余りないと考えられる。しかし，応急調査段階では，本復旧の工法についても（仮締切堤を含めて）概略の選定を行う必要があり，そのためにも，被災度が大きかった所について，被災機構の推定，また，それに密接に関連づけられる地盤条件の概略の把握が必要となり，このような目的を持つ地盤調査の一部が応急調査段階で開始されることがある。

例えば，1978年宮城県沖地震で被害を生じた北上川下流工事事務所管内の吉田川堤防においては，地震後直ちに災害復旧工事（本復旧）に資するために，地盤の地質・土質状況の把握を目的とした地盤調査が実施されている。このときに実施した項目は，数本のボーリング孔を用いた標準貫入試験が主体で，地盤の硬さの概況を把握するとともに，採取した撹乱試料を用いた各種の物理試験(比重，粒度，液性限界，塑性限界)を実施している。また，1本のボーリング孔においては不撹乱試料を採取し，含水量，単位体積重量，一軸圧縮試験を実施した。さらに，堤体の浅層部について砂置換法による現場密度測定を実施した。この調査結果は，本復旧過程において堤防切返し時の仮設堤の構造を決定するために用いられた。吉田川堤防地盤は軟弱粘性地盤が卓越する地盤であったが，砂層の液状化が被災機構に関与していたと思われる同じ地震の同事務所管内の鳴瀬川堤防地盤においてもほぼ同様の土質調査を実施するとともに，砂層部分については標準貫入試験のN値及び粒度試験結果の均等係数から，地盤の液状化の可能性を推定している。

d）航空写真等からの判読・測定

規模が大きい堤防の被害や液状化による周辺地区の噴砂の状況等については，地上からでは全体の被災状

況を観察できない場合があり，航空写真等の判読・測定を利用することが考えられる。

航空写真等からの判読・測定を利用する場合の一般的な方法については，第Ⅰ編「5.3 航空写真等による調査」を参考にする。

e）動態観測

地震時に崩壊しなかった部分が降雨・余震等で徐々に動き出すおそれがある場合には，簡易な伸縮計等によって動態観測を行う。

4) 調査結果の整理

調査結果は堤防平面図に位置概要を記入し後に調査票に詳細な被害状況を記入し整理するのがよい。

調査票の例を表—2・解10に示す。

2.3.2 樋門等の応急調査

1) 調査目的

応急調査では，管理区域内の樋門等の被災状況の詳細な把握，復旧が必要か否かの判定，応急復旧箇所の選定，応急復旧工法の選定，応急復旧工，本復旧工の量の概数把握のために，被害の見落としがないよう現地踏査を主体とした調査を実施する。

2) 調査箇所

樋門・樋管・水門・堰等の全数について調査を行うが，特に応急復旧・本復旧の必要が認められるものについて重点的に行う。

3) 調査項目・方法

樋門・樋管・水門・堰等の応急復旧調査にあたっては，門扉の損傷，函体の損傷の有無の把握に重点を置き，門扉の開閉操作，目視及び簡単な計測を行う。

4) 調査結果の整理

応急復旧調査の結果は構造物平面図，展開図及び調査票に被災箇所，被災状況等を整理する。

[解説]

調査方法の詳細について以下に述べる。

1) 樋門等の調査

緊急調査では時間の制約のため十分な調査が行えないが，応急調査の段階ではやや詳細な調査や場合によっては二度，三度と繰返して調査する時間的余裕がでてくる。したがって，この段階では呑吐口からの視察で異常のなかったものについても被害の有無を確認することができるので調査対象は樋門等の全部について行うこととする。

2) 門扉の開閉操作

樋門・樋管・水門等のうち門扉のあるものは地震動によって戸当り金物に損傷を生じたり，はなはだしい場合には門柱の破壊等のために門扉の操作ができなくなることがある。このような場合には内水の排除ができなくなったり，外水の侵入による内水氾濫や浸水等が生じるおそれがあるため，門扉が異常なく開閉操作できることを確かめ対策の必要な箇所を把握する。

3) 函体の調査

函体に亀裂や継ぎ手の開きなどの損傷を生じる場合には一般に堤防本体の樋門・樋管の横過部分に亀裂や沈下を生じたり，周辺地盤に噴砂痕跡を示す場合が多い。したがってこのような箇所の樋門・樋管については特に注意して調査することが必要である。

函体の内径が十分大きい場合には内部に入って函体の損傷を調べる。この場合函体内部の水をポンプ等によって排除するかまたはこれができない場合はゴムボート等を用いると効率的である。

函体の内径が小さくて内部に人が入れない場合の調査法は，「第Ⅳ編下水道管路施設編」に述べられたテレビカメラ等の器具を用いる方法を参考にするとよい。

4) 門柱・管理橋等の調査

門柱，管理橋等の調査にあたっては「第Ⅲ編道路施設編」に述べられた道路橋の応急調査法を参考にするとよい。

5) ポンプの作動試験

排水機場等のポンプについては，ポンプが作動しなくなることによって内水の排除ができなくなる。そのため，ポンプの作動試験を行うことにより，異常を発見するものである。

6) 気象条件等の把握

台風や降雨が近づいているかどうか，被災した樋門等の周辺に内水滞留や外水の浸水のおそれがないかどうかを把握する。

7) 調査の整理

調査結果を構造物平面図，調査票に整理する。整理の方法は堤防の場合に準ずる。函体の被害状況の整理にあたっては函体の展開図に亀裂等の位置や程度を整理する。

表－２・解10(1)　調査票　－河川堤防－

2 km／枚

管理事務所名		水系名 河川名		左右岸別		記録した距離範囲	km ～ km	記録責任者名		記録年月日	

距離標 km	10km										11km										12km	
付帯構造物の位置と種類																						
被害の概要	縦断亀裂範囲																					
	沈下・陥没範囲																					
	滑動・崩壊範囲																					
	被害の状況 地盤の種類																					
	被災パターン 被害ランク																					
除草の必要となる範囲																						
緊急的な特記事項																						
応急復旧・対策内容と範囲																						

表－２・解10(2)　調査票　－河川堤防－

No. －1

管理事務所名		水系名 河川名		左・右岸別		記録した距離範囲	Km ～ Km	記録責任者名		記録年月日	

堤防の被害		測定値又は状況	被害の延長
縦断亀裂	亀裂巾		
	亀裂深度		
横断亀裂	亀裂巾		
	亀裂深度		
沈下・陥没	沈下量		
	陥没深さ		
滑動・崩壊	沈下量		
	段差量		
保護工 護岸の被害			
擁壁の被害	傾斜度		
	継目のズレ量		
	継目の開口量		
護岸・その他	護岸の被災		
	その他の被災		
付帯構造物			
付帯構造物	種類		
	位置		
	被災内容		
	接合部の状況		

堤防の特質	
盛土高	
被災後の盛土高	
HWLの高さ	
盛土幅	
被災後の盛土幅	
基盤の土質	
応急復旧・対策の実行の有無とその種類	
過去の被災履歴	

被災パターン	
被害ランク	

2.3.3 堤防・護岸の本復旧のための調査

1) 調査目的

本復旧のための調査では，本復旧工法の選定及び設計，被災機構の究明のために，必要に応じて地盤調査を主体とした調査並びにそれに基づく解析を実施する。

2) 調査箇所

調査する箇所は，本復旧を実施する箇所，被災機構の究明に必要な箇所であるが応急調査で十分な調査が行われている場合には，その成果を活用する。

3) 調査項目

調査項目は，軟弱層の層厚・地盤強度・変形特性，液状化層の層厚・液状化強度，透水層の層厚・透水性等の地盤条件が主たるものであり，これらから復旧工法の選定・設計を行う。

4) 調査方法

調査方法は地盤調査を主体とした以下のようなものを適宜組合せて行う。

a）既往の土質調査資料の収集・整理

b）サウンディング

c）ボーリング，標準貫入試験，サンプリング（試料採取）

d）物理探査

e）現地測定

f）室内試験

5) 調査結果の整理

調査により得られた資料は，将来の地震対策のための重要な資料となるので被害調査報告書として整理しておく。

〔解説〕

1) 調査箇所

応急復旧のための調査の段階で十分な調査が行われ復旧工法の決定に必要な資料が十分整っている場合にはそれらの成果を活用する。復旧工法の決定に必要な資料が不足する場合には次項以降を参考にして調査を行う。

2) 調査項目

調査項目は被害形態，本復旧工法の種類により異なるが，本復旧のための調査を必要とするような被害は地盤が原因となっている場合が多いため，軟弱層，液状化層，透水層等の地盤条件を調査する。又，その結果に基づき，本復旧工法の選定・解析・設計を行う。

3) 調査方法

調査方法は，地盤調査が主体となる。

地盤調査を行うにあたっては既往の土質調査資料を収集・整理のうえ，目的に応じた方法により調査を行う。調査方法の詳細については，第Ⅰ編「5.4 地盤調査」を参考にする。

本復旧のための調査として行われる地盤調査は，本復旧工法の設計及び被災機構の究明のために実施されるもので，応急調査段階で実施した調査に加えて，かなり詳細な調査が行われる。

例えば，応急調査段階の地盤調査に関して紹介した事例でもある北上川下流工事事務所管内吉田川山崎堤防では，本復旧のための調査として，ボーリングによる地層構成の確認，力学試験のための不撹乱試料採取，静的土質試験，動的土質試験（相対密度，繰返し三軸による液状化及び動的強度試験），堤防沿いの土層分布調査，応急復旧で打設した止水矢板効果の確認のための揚水試験を実施している。同様に，同じく1978年宮城県沖地震において被害を受けた仙台工事事務所管内名取川閖上堤防においても，本復旧段階において地質状況の把握と止水矢板の根入長の決定を目的とした地盤調査を実施している。この結果から地下水位，N値，粒度分布，D_{50}，さらに噴砂現象が観察されたことに基づいて，表層部の砂の液状化により被害が生じたものと考えている。又，応急調査段階で行った地盤調査結果とも合わせて推定した地層性状から液状化防止のための対策工法の選定の検討を行っている。

4) 調査結果の整理

調査により得られた資料は，今後の地震対策の資料となるため被害調査報告書として整理しておく。

2.3.4 樋門等の本復旧のための調査

1) 調査目的

本復旧のための調査では，本復旧工法の選定及び設計，被災機構の究明のために実施し，地盤調査を主体とした調査方法を用いる。樋門・樋管・水門・堰等の構造物において施設を改築，新設する必要があると認められる場合には代替施設の建設のための調査をあわせて実施する必要がある。

2) 調査箇所

調査する箇所は，本復旧を実施する箇所，必要に応じて代替施設の建設箇所，被災機構の究明に必要な箇所であるが，応急調査で十分な調査が行われている場合には，その成果を活用する。

3) 調査項目

調査項目は，被害の形態，本復旧工法により異なるが，樋門・樋管・水門等において本復旧を必要とする被害は，地盤，基礎が原因となっている場合が多いことから，地盤条件については特に詳細に検討する必要がある。

4) 調査方法

調査方法は，調査項目に応じて検討することとする。

5) 調査結果の整理

調査により得られた資料は，被害調査報告書として整理しておく。

[解説]

1) 調査箇所

応急復旧のための調査の段階で十分な調査が行われ復旧工法の決定に必要な資料が十分整っている場合にはそれらの成果を活用する。被害が甚大で復旧工法の決定に必要な資料が不足する場合には次項以降を参考にして調査を行う。

2) 調査項目

調査項目は被害形態，本復旧工法の種類により異なるが，樋門・樋管・水門・堰において本復旧を必要とする被害は，地盤または基礎が原因となっている場合が多いことから地盤及び基礎周辺については特に詳細に調査項目を検討する必要がある。また必要に応じて堤防の開削を行い，函体と堤防の間の空隙及び函体外壁のクラックについて調査を実施する。以下に調査実施にあたって留意すべき項目を示す。

- 地盤
- 基礎
- ゲート
- 函体（函体軸線の曲がり量，床版の沈下量）
- 構造物周辺の堤防の損傷

2.4 被災判定

2.4.1 堤防・護岸の応急復旧のための判定

1) 判定内容

応急調査により得られた堤防・護岸の被災の形態・規模から，復旧を必要とするか否か，復旧を行う場合には堤防としての残留機能，震後の降雨・洪水・高潮・余震等の外力に対する安定性，緊急措置の内容・程度，本復旧が完了するまでの期間の長さを考慮し，応急復旧を行う必要があるか否か（応急復旧及び本復旧の2段階に分けて復旧を行うか，又は，本復旧のみの1段階で復旧を行うか）を判定する。応急復旧を行う場合には被災度，工期を考慮して，適切な復旧水準，工法，範囲，優先順位を判定する。

2) 判定方法

被災の形態・規模を亀裂・段差の位置・深さ・方向，沈下量・形状等から被災パターン，被害ランクに分類し，被災判定に役立てる。

[解説]

1) 一 般

管理区域全体の堤防・護岸の被災状況を応急調査により把握した後に下記の事項の判定を行う。

a) 復旧を行う必要があるか否か

堤防・護岸の場合，目視により極く軽微な亀裂以上の被害が見られた場合には被害の程度に応じた何らかの復旧を行うのが通常である。

b) 復旧工事の進め方

応急復旧を行う必要があると判定された場合における応急復旧水準は各施設自体の被災の程度と，二次災害をもたらす原因である融雪，梅雨，台風等までの期間や本復旧が完了するまでの期間の長さを合わせて考慮する必要がある。一般に本復旧を実施・完了するまでの期間はかなり長いものであり(数ヶ月～数年)，本復旧を完了するまでの間に生ずる外力条件とその大きさは本復旧段階で考慮するべきものと余り変わらないのが通常である。また，管理区域内の被害の全体の状況，工事に許される期間にもよる。応急復旧は，応急的な工法により構造物の機能を最低限保持するものである。

被災の規模により，復旧工事の進め方は次のようになろう。

(1) 被災の規模が大きく，二次災害のおそれが高く，かつ，本復旧に長期の工期を要する場合：当面の機能回復のために，一旦応急復旧を行い，次いで本復旧を行う。

(2) 被災の規模が少さく，二次災害のおそれが低い場合：本復旧のみの1段階で行う。なお，全体的な工事の状況から可能である場合には，本復旧工を応急復旧時期に行うことがある。

2) 判定の留意点

被災の規模や堤体の残留機能の判定は，越水に対する天端高の余裕や亀裂（特に横断亀裂）の深さによることが妥当であろう。

構造体としての被災度に堤防として要求される止水

機能の低下を加味して土堤の被災のパターン，ランクの分類を行ったものとして表－2・解11がある。被災パターンと，被害ランクは被災の形態・規模を表わし，これらを分類することにより，被害の発生機構を推定し，又，堤防としての機能損傷の程度を把握することができ，その後の復旧工法の選定にも役立てることができる。この被災パターンは，亀裂に位置・方向，沈下・崩壊の程度，構造物の近傍か否かにより分類をしたものである。

パターンⅠは，のり面の滑動・崩壊が浅い部分に限られたもので残る堤体本体が健全であれば，残存止水機能は比較的高いと考えられる。このような被災は，地盤は比較的良好であるが，堤体又はのり面の締固めが不十分であった場合に生ずることが多い。

パターンII，II′は，亀裂が堤体の中央部に及ぶものでパターンⅠに比べ，堤体の止水機能・安定上問題があると考えられるものである。パターンIIは堤体のかなりの部分に，縦亀裂・崩壊を生じたものである。パターンII′は，堤体を横断する亀裂が発生したものである。これらはいずれも地盤が弱点となって発生したものと考えられる。この中でも，パターンIIの出現することが最も多い。パターンII′が生ずることは余り多くないが，堤防の縦断方向に地盤の硬軟の変化が著しい場合，例えば，屈曲の著しかった旧河道を付替えて，新しい堤体が旧河道上を横切るようにした所等で見られることがある。この場合の横断亀裂は出水期に直ちに水みちとなるもので，堤体機能上非常に問題が大きいと考えられる。

パターンIIIは，基礎地盤の支持力低下が著しいときに見られるもので，基礎地盤が砂質で液状化したような場合が多いと考えられる。

パターンIVも又，基礎地盤の支持力不足がその原因と考えられるが，特に基礎地盤が粘性土，又は，有機質（ピート）地盤の場合に多くこのようなパターンとなるようである。

パターンVは，堤体自体について言えば，そのメカニズムは上述したパターンⅠ～IVのいずれかに起因するものであるが，特にくいで支持された構造物が一般に地震時に変形し難しいことから，構造物近傍での亀裂・段差が生ずるものである。この場合にもパターンII′と同様に堤体横断方向に亀裂が生じ，堤体機能上の問題が多い。

さらに，被害ランク α，β，γ は既往の被災経験から見て次のような状態に対応すると考えられる。

α：被害大

β：被害中

γ：被災小

なお，この被害ランク α，β，γ の分類に示した亀裂幅，段差量等の基準値は，既往の被災事例から見た一応の目安である。

パラペット・ウォールや擁壁を有するような特殊堤については，従来の被災経験も少なく，土堤のように被災パターン，被害ランクを分類するまでには至らないが，被災事例として表－2・解4に例示した1964年新潟地震における阿賀野川松浜特殊堤や1978年宮城県沖地震における名取川閖上特殊堤の擁壁傾斜，目地ズレ，開口等が挙げられる。この場合，被災度の判定には，擁壁の傾斜程度，目地の開口の程度等に注目するのがよい。

2.4.2 樋門等の応急復旧のための判定

1) 判定内容

応急調査により得られた樋門等の被災の形態・規模から，復旧を必要とするか否か，復旧を行う場合には施設としての残留機能と餘後の降雨・洪水・高潮，余震に対する安定性，緊急措置の内容・程度，本復旧を行うまでの期間の長さを考慮し，応急復旧を行う必要があるか否か（応急復旧及び本復旧の2段階に分けて復旧を行うか，又は，本復旧のみの1段階で復旧を行うか）を判定する。応急復旧を行う場合の工法，範囲，優先順位の判定を行う。

2) 判定方法

樋門・樋管・水門・堰の特に甚大な被害をうけた箇所については，被災形態，被害程度，二次災害の可能性等を考慮して，被災判定を行う。

［解説］

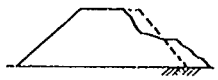
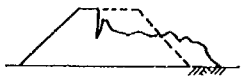
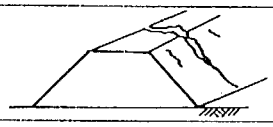
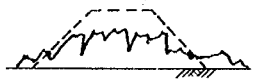
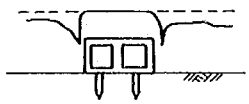
応急復旧のための判定では，特に樋門・樋管・水門・堰の堤防機能，流下機能の被害程度に着目し判定を行わなければならない。具体的には，堤防機能に関してはゲート開閉の可否，ゲートの遮水性能の良否，河川水位の高低が判定に当って検討すべき評価項目である。また流下機能に関しては，土砂流入による函体の閉塞が検討すべき評価項目である。さらに余震，降雨により堤防機能，流下機能が低下する可能性についても十分な検討が必要である。これらの検討にあたって評価すべき項目は以下のとおりである。

・ゲート開閉の可否

・ゲート遮水性能の良否

表—2・解11　河川堤防の被災パターン，被害ランク分類

(1)　被災パターン分類表

被災パターン	被　災　模　式　図	被　害　形　態
I 型		法面の流出，崩壊又は亀裂段差の発生が法肩に限られるもの。
II 型		堤体のすべり崩壊又は縦断亀裂，段差の発生が堤体天端中央部まで及ぶもの。
II′ 型		堤体に横断亀裂，段差が発生したもの。
III 型		破壊が基礎地盤に及び盛土形状が原形をとどめないもの。
IV 型		堤体の一様な沈下に伴って，堤体形状をある程度保ちつつ変形したもの。
V 型		構造物背面の堤体盛土が沈下及び亀裂を生じたもの。

(2)　被害ランク分類表

被災パターン	被害ランク	被　害　ラ　ン　ク　分　類　表
I	β	亀裂幅15cm以上，又は段差量20cm以上
	γ	亀裂幅15cm未満，かつ段差量20cm未満
II	α	亀裂幅30cmをこえ，かつ段差量50cmをこえるもの
	β	亀裂幅30cm以下，又は段差量50cm以下で，γ でないもの
	γ	亀裂幅15cm未満，かつ段差量20cm未満
II′	α	亀裂幅30cmをこえ，かつ段差量50cmをこえるもの
	β	亀裂幅30cm以下，又は段差量50cm以下で，γ でないもの
	γ	亀裂幅15cm未満，かつ段差量20cm未満
III	α	――――――
IV	α	沈下量100cm以上
	β	沈下量50cm以上，100cm未満
	γ	沈下量50cm未満
V	α	沈下量50cm以上
	β	沈下量20cm以上，50cm未満
	γ	沈下量20cm未満

・余震によるゲート被害の可能性
・河川水位の高低
・河川水位上昇の可能性
・漏水による堤防機能低下の可能性
・土砂流入による函体閉塞の可能性
・取水，排水機能の低下が周囲に与える影響度

2.4.3 堤防・護岸の本復旧のための判定

1) 判定内容
堤防・護岸の被災前の構造形式と施設としての機能のほか，応急調査または本復旧のための調査に基づいた被災規模や被災機構，さらに再度災害の可能性等の観点から，本復旧の水準，適切な工法・範囲の判定を行う。
2) 判定方法
応急調査により把握した被災パターン，被害ランク及び本復旧のための調査により明らかにされた被災機構や地盤条件等を被災判定に役立てる。

[解説]
1) 判定内容
地震により被災を受けた堤防・護岸においては，応急調査によって被災の状況を把握し，復旧の必要性の有無，復旧の進め方（本復旧のみで復旧するか，又は応急復旧・本復旧の2段階で行うか）の判定を行う。いいかえれば，本復旧にかかわる判定の一部，例えば，本復旧を行う必要があるか否かの判定は，応急復旧のための判定の段階で行われていると考えられる。したがって，ここに言う本復旧のための判定は，本復旧を行う箇所において行うものである。そして，判定の内容は，本復旧を行う上での水準と適切な工法・範囲の判断である。

ここで対象とする箇所においては一般に本復旧に先立って被災の程度により緊急措置，応急復旧，あるいはその両者を行っており，施設の一定の機能回復がある。しかし，本復旧に先立つ緊急措置，応急復旧の内容は，一般に施設本来の機能水準に対する安定性・信頼性の観点からは不十分なものであり，それゆえに本復旧が行われる意味がある。

施設本来の機能水準は多くの場合，原形に復旧することにより回復されると考えられるが，施設が重要，被災規模が大きい，被災による影響が大きい，過去に被災歴がある等の場合には，構造改善をはかったり，再度災害防止のために耐震性を持たせた構造とすることが望ましいと考えられる。

2) 判定方法
本復旧の水準を判定するためには，被害を生じた対象地震の規模と被災規模の相互比較が必要である。地震の再現期間や地震動の大きさ及び被災の形態・規模や機構を考慮することは施設の水準を向上さすべきか否かの判定に有用である。被災の規模・形態の判定の多くは応急調査時の現地踏査や測定からなされているが，応急調査時の現地踏査や判定は本復旧段階における上述の目的のための被災規模の判定にも有用である。又，被災規模の判定の結果並びに本復旧のための調査から明らかにされた被災機構と地盤条件を検討することにより本復旧の工法・範囲等が合理的に定められる。

2.4.4 樋門等の本復旧のための判定

1) 判定内容
樋門等の被災前の施設としての本来機能の回復のほか，応急調査または本復旧のための調査に基づいた被災規模や被災機構，再度災害の可能性，施設の将来計画を考慮し，本復旧の水準，適切な工法・範囲の判定を行う。
2) 判定方法
樋門・樋管・水門・堰の本復旧にあたっては被災形態・被害程度とともに施設の重要度や将来の改築計画を考慮して被災判定を行う。

[解説]
1) 被害が比較的軽微な場合
堤体内に設置された函体や，周辺堤防には異常が認められないが，門扉や門柱，管理橋等にのみ亀裂等の被害が認められる場合には，その被害形態や程度を評価し適切な本復旧工法選定の判断資料とする。

門柱や管理橋の被害程度の判定にあたっては「第III編道路施設編」の道路橋や，橋脚についての記述を参考にするとよい。
2) 被害が甚大な場合
樋管等の函体に大きな亀裂や損傷を生じたり継手目地に大きな開きが生じた場合や周辺堤防にも亀裂や沈下をともなっているような甚大な被害の場合には堤防を開削して復旧しなければならない。このような場合には被害形態や程度のみならず施設の改築計画や内外水の条件についても検討し評価しなければならない。改築計画が近い将来予定されている場合には施設の規模を計画に合わせて復旧することが有利となるし，内外水の条件によっては仮締切りの規模や施工中の切り

まわしなどの仮設条件が変るからである。

また，施設の存在する地盤の条件や基礎の構造についても検討し復旧工期をできるだけ短縮するよう工夫しなければならない。

なお函体に生じた亀裂の程度や継手の開きの程度によって本復旧の水準は変るが，これらがどの程度大きい場合から開削，再構築などの工法をとるべきかの一般的なルールは定め難い。これは各種の施設の存在する地盤や地震動の条件，構造物の形状・機能等によってこのようなルールは様々に変るからである。しかし，樋管等の被害程度を評価判定する上でサンフェルナンド地震によって被災した上水道施設の管路の復旧にあたって用いられた判断基準が参考になろう。表－２・解12及び表－２・解13にはひびわれ及び継手被害に対する復旧工法の判断基準を示す。

表－２・解12　サンフェルナンド地震による
ひび割れの復旧工法事例

クラックの幅	復　旧　工　法
0.5㎜以下	補修しない
0.5～ 0.8㎜	水のある所ではエポキシで補修
0.8～ 6.4㎜	Vカット(深さ2.5cm)の後補修
6.4～12.7㎜	補修可能ならVカットの後グラウト圧入
12.7㎜以下	取り壊し，再構築

表－２・解13　サンフェルナンド地震による
継手被害の復旧工法事例

継手の被害		復　旧　工　法
圧　縮		心要ならコンクリート部を修復し突出したジョイント部を外し，コーキングしなおし
伸び	被害軽微	特に対策をとらない
	13 ㎜ 以 下	コーキングしなおし
	13 ～ 25 ㎜	伸縮材料の取り替え，コーキングしなおし
	25 ㎜ 以 上 (水路のみ)	A．必要なら伸縮材料にドライパック・ジョイントを付け加える B．必要に応じて外部に止水板を付加する C．特殊な方法を指示する

2.5　復旧工法

2.5.1　堤防・護岸の応急復旧工法

1)　応急復旧工法の工種

応急復旧工法の工種は，表－２・２から選定し，適宜組合わせて用いる。

表－２・２　応急復旧工法の工種

主　目　的	工　　種
雨水浸透防止	土砂充填・盛土 切返し
天端高確保	土砂充填・盛土 切返し・盛土 土のう積 仮締切
堤体漏水防止	土砂充填・盛土 土のう積 切返し 良質土による保護（表のり） 止水矢板（表のり，　H.W.L.位置）
地盤漏水防止	止水矢板（表のり尻）
洗掘防止 破損護岸の修繕	土のう積 目詰めコンクリート
堤体の安定確保	土のう積 土留矢板 押え盛土
特殊堤の亀裂・目地ずれ	土のう積 目詰めコンクリート 仮締切

2)　応急復旧工法の選定

被災判定の結果，応急復旧が必要な堤防・護岸については，被災判定結果に，さらに以下の項目を考慮に入れて復旧工法を選定する。

a）設計条件
- 地形，地盤条件

b）施工条件
- 気象条件，水位
- 周辺の土地利用状況
- 資材，機材の可能投入量（鋼矢板，シー

資材，機材の可能投入量（鋼矢板，シート，土のう，重機）
・資材，機材の搬入可能性（重機に対する搬路）
・労働力の確保
c）工期
d）工費

［解説］

1） 応急復旧工法の工種

応急復旧の内容は被災状況によって変る。表－2・2，表－2・解14は被災状況を考慮して，応急復旧の目的ごとに用いられる工種を示したものである。

堤体天端，のり面に亀裂が生じた場合には，降雨や浸透水により堤体強度が弱化するおそれがある。これに対しては，亀裂が軽微なものであれば，土砂を充填する，ビニールシート張をする，亀裂がやや大きく深い場合には，切返しを行い盛土をする。

天端の一部又は，全面的な沈下があった場合は，天端高の確保をする必要がある。亀裂の性状から見て堤体のゆるみが小さいと見られる場合には，亀裂に土砂充填を行い，その上に盛土を行う。堤体のゆるみが大きいと見られる場合には，亀裂深さ以上に切返しを行い，その上に盛土を行う。さらに，堤防の沈下が大規模な場合には，現堤とは別に仮締切を行うことが必要な場合もある。

堤体に縦断又は横断亀裂が生じ，出水期に堤体漏水のおそれがある場合には，上述の雨水浸透防止のための諸方法の他，必要に応じて表のりを難透水性の良質土で履うか表のりの中間部（H.W.L. 位置）に止水矢板を打設することを行う。

堤体の被害が大規模でそれに伴って基礎地盤のゆるみのおそれがある場合には，地盤漏水防止のために，表のり尻に止水矢板を打設する。

表のりや護岸に亀裂等を生じ，流れに対する洗掘のおそれがある場合には，表のりや護岸部に土のう積を行う。護岸の亀裂が軽微な場合には，目詰めコンクリートによる修繕を行う。

堤体・のり面に大きな被害が生じ，堤体の長期安定に不安がある場合には，土留矢板あるいは押え盛土により堤体の安定確保を行う。

パラペット・ウォールや擁壁を有する特殊堤において，目地の開口が生じた場合には，土のう積や目詰めコンクリートにより漏水防止を図る。

2） 応急復旧工法の選定

応急復旧工法は，被災判定で分類された被災パターン，被害ランクをもとに，本文2)の項目を加味して表－2・解15「応急復旧工法選定一覧表」を参考にするとよい。

なお，応急復旧では，出水期かどうかの季節の判断が，工期・数量に与える影響が大きく，出水期であれば，より緊急，確実な工法の選定が必要となる。

3） 応急復旧工法の設計・施工法

復旧工法の設計・施工法を工種ごとにまとめたものを表－2・解18に示す。

2.5.2 樋門等の応急復旧工法

樋門，樋管，水門等に被害を生じ，放置すると堤体自身に損傷をもたらしたり，内水氾濫を生じるおそれのある場合には被害の部位，形態，程度に応じた適切な応急復旧を行う。

［解説］

1） 樋門・樋管・水門等の被害のため内水排除が困難となった場合または，被害箇所から周辺の堤防堤体に水が侵入し堤体を弱化させるおそれのある場合には可搬ポンプ等を用いてポンプ排水を行う。

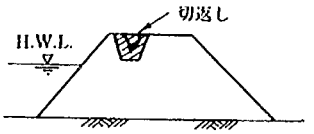
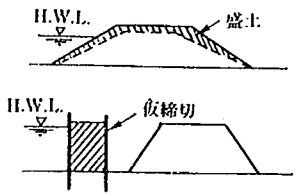
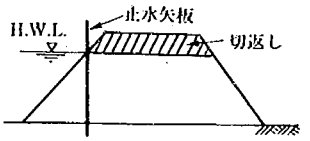
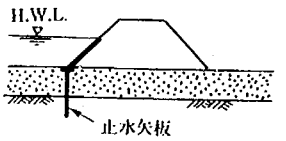
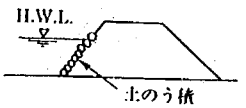
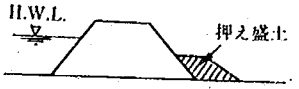
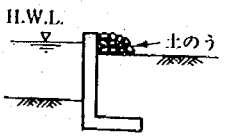
2） 樋門・樋管・水門等に接する堤体に大きな陥没や横断亀裂を生じた場合には鋼矢板を用いて仮締切り工を行う。

3） 門柱，管理橋等に被害を生じた場合には被害が進行して倒壊や落橋に至らないよう被害程度に応じて仮組支保工等を設置する。

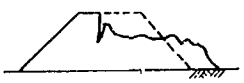
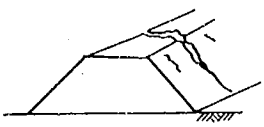
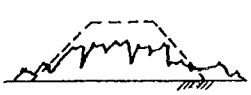
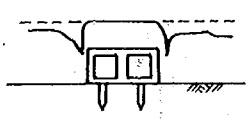
4） 門扉に生じた被害のために操作不能となった場合には気象条件や外水の水位条件と内水条件に応じて角落し，土のう積，矢板締切りなどにより締切りを行いポンプ排水による内水排除を行う。ただし外水の侵入のおそれのない場合には締切りは必要でない。

5） その他翼壁部護岸や水路に生じた被害の応急復旧は堤防・護岸の応急復旧に準じて行う。

表--2・解14　応急復旧工法工種の説明

主目的	工種	工種説明	代表例図
雨水浸透防止	土砂充填・盛土 切返し	変状を生じた部分から雨水の堤体への浸透を防ぎ，堤体の弱化を防止する。	
天端高確保	土砂充填・盛土 切返し・盛土 土のう積 仮締切	変状を生じた部分を土砂で補充し，高水等に対する安定を図る。被害が大規模なときは緊急に締切ることも考える。	
堤体漏水防止	土砂充填・盛土 土のう積 切返し 良質土による保護 （表のり） 止水矢板(表のり，H.W.L. 位置)	堤体に生じた亀裂等により漏水が心配されるときは，土砂で補充するとともに堤体を難透水性の材料で覆い堤体への浸透を防止し，堤体の弱化を防止する。	
地盤漏水防止	止水矢板 （表のり尻）	地盤の透水性が心配されるときには，地盤内漏水を防ぎ間隙水圧を低下させ堤体の安定をはかる。	
洗掘防止 破損護岸の修繕	土のう積 目詰めコンクリート	雨水及び河川水の流水による堤体の洗掘・崩壊を防ぎ，堤体の弱化を防止する。	
堤体の安定確保	土のう積 押え盛土 土留矢板	被害を受けた堤体の地盤を考慮し押え盛土的な作用で堤体を安定させる。用地が不足するときは土留工も考える。	
特殊堤の亀裂・目地ずれ	土のう積 目詰コンクリート 仮締切	止水性が損なわれた特殊堤の破損箇所を緊急に補修するか，仮の堤防を築く。	

表－2・解15　応急復旧工法選定一覧表（河川堤防）

被災状況				雨水浸透防止		天端高確保				堤体漏水防止					地盤漏水防止	洗掘防止	破損護岸の修繕	堤体の安定確保		
被災模式図（パターン）	説明	被害ランク		土砂充填・盛土	切返し	土砂充填・盛土	切返し・盛土	土のう積	仮締切	土砂充填・盛土	土のう積	切返し	良質土による保護（表のり）	止水矢板（表のり・HWL位置）	止水矢板（表のり尻）	土のう積	目詰めコンクリート	土のう積	土留矢板	押え盛土
	法面の流出，崩壊又は亀裂段差の発生が法肩に限られるもの。	崩壊	β	◎	○					◎	◎	○				◎				
			γ	○	○					○	◎	○				◎				
		亀裂	β	○	○							○				◎	△			
			γ		○							○				◎	○			
	堤体のすべり崩壊又は縦断亀裂・段差の発生が堤体天端中央部まで及ぶもの。	崩壊	α	◎	○					◎	◎	○			△	◎		○	△	△
			β	◎	○					◎	◎	○				◎		△	△	△
		縦断亀裂	α	◎	◎	○	△			○	◎	◎			△	◎				
			β	○	◎	△	○			○	○	◎				◎				
			γ	△	◎		△			○	△	◎				○				
	堤体の横断亀裂・段差の発生したもの。	横断亀裂	α	◎	◎	○	△	◎	○	◎	◎	◎	○	○	△	◎				
			β	○	◎	△	○	◎	△	○	◎	◎		△		◎				
			γ	△	◎		○	◎		△	◎	◎				○				
	破壊が基礎地盤に及び堤体形状が原形をとどめないもの。		α	◎	○	◎	○	◎	○	◎	◎	○			○	◎		◎	△	△
	堤体に一様な沈下に伴って堤体形状をある程度保ちつつ変形したもの。		α	△		◎	△	◎	△	◎	◎									
			β	△		◎	△	◎		◎	◎									
			γ			○	△	○		○	○									
	構造物の背面の堤体盛土が沈下及び亀裂を生じたもの。		α	◎	○	◎	△	◎	△	◎	◎	○	○	○		◎				
			β	◎	○	◎	○	◎		◎	◎	○	△	△		◎				
			γ	○	△	○	○	◎		○	◎	△				◎				

注）◎：最も良く用いられる工法　○：たびたび用いられる工法　△：あまり用いられない工法

2.5.3 堤防・護岸の本復旧工法

1) 本復旧工法の工種

本復旧工法の工種は，以下のものから選定し，適宜組合わせて用いる。

表－2・3 本復旧工法の工種

主目的	工種
堤体強度確保	切返し・盛土
堤体漏水防止	切返し・盛土
地盤漏水防止	止水矢板
洗掘防止	護岸工
堤体の安定確保	押え盛土 地盤改良
特殊堤の安定確保	擁壁再施工 擁壁補強 擁壁補修

2) 本復旧工法の選定

被災判定の結果，本復旧が必要な堤防・護岸については，被災判定結果に，さらに以下の項目を考慮に入れて復旧工法を選定する。

a) 設計条件
- 被災機構
- 地形，地盤条件
- 応急復旧の程度
- 重要度
- 復旧水準
- 用地
- 上下流，対岸の堤防，護岸の状況

b) 施工条件
- 資材，機材の搬入可能性（重機等）

c) 工期

d) 工費

[解説]

1) 本復旧工法の工種

本復旧工法の内容は被災状況，応急復旧の内容，必要復旧水準等によって変る。表－2・3，表－2・解16は，これらの条件を考慮して，本復旧の目的ごとに用いられる工種を示したものである。

堤体天端，のり面に亀裂・ゆるみ等が生じ堤体強度の低下が生じたり，堤体漏水のおそれがある場合には，亀裂を生じた部分の切返しを行うと同時に必要天端高まで盛土を行う。

堤体に大規模な変形が生じたり，周辺地盤において液状化の痕跡が見られるなどして地盤にゆるみが生じ地盤の漏水の懸念がある場合には，表のり先に矢板を打設し，地盤漏水の防止を図る。この場合，矢板は透水層の下の難透水層まで打設することを原則とする。

既存の護岸が破損したり，堤防に被害があった場合には，洗掘防止のために護岸を施工する。既存の護岸の被害が軽微な亀裂程度であれば亀裂に充填材を注入し補修する。亀裂の規模が大きい場合や護岸が崩壊した場合には撤去・再施工が行われる場合が多い。護岸のない箇所での堤防の被害箇所では，石積・コンクリートブロック積，石張・コンクリートブロック張，コンクリートのり枠張，蛇かご張・連結ブロック張の中から選定し施工する。

堤体の被災が基礎地盤によると思われる場合には，堤防直下の地盤改良を行うことが望ましい。また堤体のすべり崩壊のような場合にはのり尻部分のみを地盤改良することも効果があると思われる。用地に支障がなければ押え盛土も効果が期待できる。

特殊堤が被災した場合には，軽微な亀裂等であれば亀裂部分に充填材を注入する。また被害の大きい場合には，擁壁の撤去・再施工が考えられるが，用地等の問題でこれにより難い場合は被災した擁壁を覆うようにして新しく擁壁を施工する。

2) 本復旧工法の選定

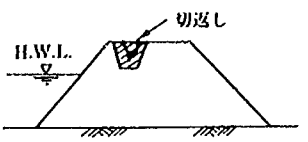
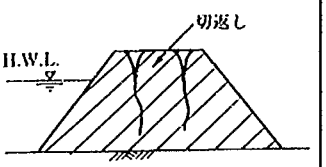
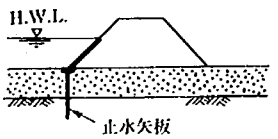
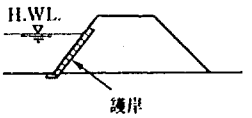
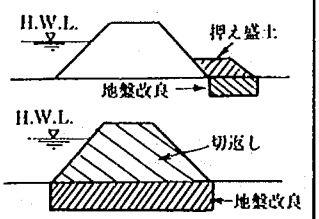
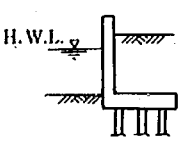
復旧工法は被災判定で分類された被災パターン，被害ランクをもとに，本文2)の項目を加味して表－2・解17「本復旧工法選定一覧表」を参考にするとよい。

堤防を開削する場合には本体工事に加えて仮締切工の検討が必要となる。工法の選定にあたっては水理条件，本体工事の規模，季節，工期等を十分把握し，外水に対して安全かつ経済的な工法を選定しなければならない。

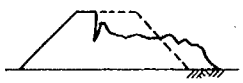
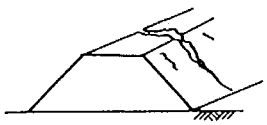
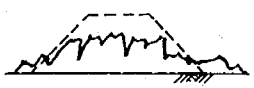
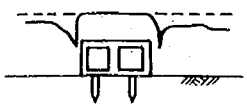
3) 本復旧工法の設計・施工法

復旧工法の設計・施工法を工種ごとにまとめたものを表－2・解18に示す。

表－2・16 本復旧工法工種の説明

主 目 的	工 種	工 種 説 明	代 表 例 図
堤体強度確保	切返し・盛土	変状を生じた部分の掘削，補充，締固めを行い高水等に対する安定をはかる。	
堤体漏水防止	切返し・盛土	堤体に生じた亀裂等により漏水が心配されるので弱化した堤体を掘削し，再び盛土を行い締固め，堤体の安定をはかる。	
地盤漏水防止	止水矢板 （表のり尻）	地盤の透水性が心配されるときには，地盤内漏水を防ぎ間隙水圧を低下させ堤体の安定をはかる。	
洗掘防止	護岸工	雨水及び河川水の流水による堤体の洗掘・崩壊を防ぎ堤体の弱化を防止する。	
堤体の安定確保	押え盛土 地盤改良	被害を受けた堤体の地盤を考慮し押え盛土的な作用で堤体を安定させる。用地が不足する時は土留工も考える。	
特殊堤の安定確保	擁壁再施工 擁壁補強 擁壁補修	止水性が損われた特殊堤を再施工又は補強補修し，高水等に対する安定をはかる。	

表—2・解17　本復旧工法選定一覧表（河川堤防）

被災状況				堤体強度確保	堤体漏水防止	地盤漏水防止	洗掘防止	堤体の安定確保	
被災模式図(パターン)	説明			切返し・盛土	切返し・盛土	止水矢板	護岸工	押え盛土	地盤改良
	法面の流出，崩壊又は亀裂段差の発生が法肩に限られるもの。	崩壊	β	◎	◎	○	◎		
			γ	◎	◎	△	◎		
		亀裂	β	◎	◎	○	◎		
			γ	◎	◎	△	○		
	堤体のすべり崩壊又は縦断亀裂・段差の発生が堤体天端中央部まで及ぶもの。	崩壊	α	◎	◎	○	◎	○	△
			β	◎	◎	○	◎	△	
		縦断亀裂	α	◎	◎	◎	◎		
			β	◎	◎	○	◎		
			γ	◎	◎	△	○		
	堤体に横断亀裂・段差の発生したもの。	横断亀裂	α	◎	◎	◎	◎		
			β	◎	◎	◎	◎		
			γ	◎	◎	○	◎		
	破壊が基礎地盤に及び堤体形状が原形をとどめないもの。		α	◎	◎	◎	◎	○	○
	堤体の一様な沈下に伴って堤体形状をある程度保ちつつ変形したもの。		α	◎	◎	○	◎		
			β	◎	◎	○	◎		
			γ	◎	◎	△	○		
	構造物の背面の堤体盛土が沈下及び亀裂を生じたもの。		α	◎	◎	○	◎		
			β	◎	◎	○	◎		
			γ	◎	◎	△	○		

注）◎：最も良く用いられる工法
　　○：たびたび用いられる工法
　　△：あまり用いられない工法

表－2・解18(1)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
土砂充填工		土砂充填は，堤体天端，のり面に軽微な亀裂が生じ，降雨や浸透水により堤体強度が弱化するおそれがある場合に，亀裂を土砂で充填するものである。これは応急復旧のみで用いられるものであり，本復旧では切返しを行う。	雨水浸透防止のために，土砂充填工と合わせて，さらにビニールシートで覆っておくと効果的である。	
切返し工		切返しは，堤体天端，のり面に大きな亀裂が生じ，降雨や浸透水により堤体強度が弱化するおそれがある場合に，亀裂部分を掘削し締固め直すものである。応急復旧では大きい亀裂の天端付近の表層部を部分的に切返す。本復旧では弱化した堤体部はすべて切返す。したがって全面的に切返す場合もあり，この場合，仮締切を行ってから切返すことになる。	本復旧時に掘削する深度は緊急調査時に流しこんだ石灰に基づく。 切返し部分の境界が弱点とならないように段切り等の配慮が必要である。	
盛土工		盛土は，天端の一部または全面的な沈下があった場合に天端高の確保をするために行うものである。応急復旧で行う場合は亀裂を土砂で充填したのち，必要な天端高を確保するために盛土を行う。本復旧で用いる場合も堤体の切返しとともに用い，切返しで不足する断面を盛土する。	応急復旧時の盛土高は，管理区域内全体の被害を考慮して定める。 本復旧時には，原形復旧を原則とする。 盛土時には土をよく締固める。	・建設省河川砂防技術基準(案) ・解説・河川管理施設等構造令
良質土による保護		良質土による保護は応急復旧において堤体に縦断又は横断亀裂が生じ，流れに対する洗掘のおそれがある場合に行われるもので表のりを難透水性の良質土で覆うものである。		
土のう積		土のう積は応急復旧において表のりや護岸に亀裂等を生じ，流れに対する洗掘のおそれがある場合に表のりや護岸部に行うものである。また盛土の代用として，天端高の確保，堤体の漏水防止に用いられる場合もある。		

表－2・解18(2)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
仮締切工		仮締切は，堤防の沈下が大規模な場合に，応急復旧として現堤とは別に行うことが考えられる。また，本復旧時において，大規模な切返しを行う場合には仮締切が必要である。 仮締切工の型式に次のようなものがある。 ・土堤締切 ・土俵積締切 ・鋼矢板締切 ・切梁式鋼矢板締切 ・その他	水中または流れに接して設ける構造物を施工するために設ける仮設構造物であり，施工時期，本体工事規模にあわせ十分な高さと工事施工中の土圧，水圧，上載荷重，浸透水に対して安定な構造とする。 施工中，施工後の安定性確認のため必要に応じて，壁体の変位を測定し異常の早期発見に努める。仮設構造物であるので完成後より施工途中で危険な場合があるので注意する。 仮締切工の形状は流水に対して極端な抵抗とならないようにする。	・仮締切堤設置基準(案) ・鋼矢板二重式工法仮締切設計指針(案)
止水矢板工(表のり H.W.L.位置)		この場合の止水矢板は，応急復旧において堤体に縦断又は横断亀裂が生じ，出水期に堤体漏水が生ずるおそれがある場合には，必要に応じて表のりの中間部（H.W.L.位置）に止水矢板を打設する。	矢板の根入れ深度は，特に安定計算は行わないが地盤まで打込む。	
止水矢板工(表のり尻)		堤体に大規模な変形が生じたり，周辺地盤において液状化の痕跡が見られるなどして砂質透水性地盤にゆるみが生じ地盤の漏水の懸念がある場合に，表のり先に矢板を打設し，地盤漏水の防止を図るものである。止水矢板は護岸工の基礎として用いられることが多い。	透水性のよい砂層は基本的に遮水し，不透水層まで根入れするものとする。遮水工としての鋼矢板は，継手からの漏水があってはならないので，止水性の小さい簡易鋼矢板などを用いてはならない。一般にはU－II型以上のものを使用し打込みに際しては継手の爪が外れないように正確に打ち込む。	・建設省河川砂防技術基準(案) ・解説・河川管理施設等構造令
土留矢板工		土留矢板工は，堤体・のり面に大きな被害が生じ，堤体の本復旧完了までの安定に不安がある場合に，堤体の安定確保のために応急復旧として用いられることがある。 土留矢板工は，押え盛土ができないような用地事情の場合に用いられる。	矢板は自立矢板として計算するのがよい。 軟弱な地盤に施工されるので矢板の変位には注意する。	・斜面崩壊防止工事の設計と実例 ・道路土工－擁壁・カルバート・仮設構造物工指針

表－2・解18(3)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
押え盛土工		押え盛土工は，堤体・のり面に大きな被害が生じ，地盤が軟弱で堤体の長期安定に不安がある場合に，押え盛土をしたり，のり勾配をゆるくしたりして堤体の安定確保のために行うものである。	安定度評価は円弧すべり計算による。用地等の問題を考慮しておかねばならない。	
目詰めコンクリート		目詰めコンクリートは，護岸、又はパラペット・ウォールや擁壁を有する特殊堤において，軽微な目地の開きが生じた場合に，吸い出し防止，漏水防止を図るために行われるものである。	目詰めコンクリートは，流水に対して，信頼性のあるものを用いる。	
護岸工	石積・コンクリートブロック積	既存の護岸が砂損したり，堤防に被害があった場合には，洗掘防止のために護岸を施工する。既存の護岸の被害が軽微な亀裂程度であれば亀裂に充填材を注入し補修する。亀裂の規模が大きい場合や護岸が崩壊した場合には撤去・再施工が行われる場合が多い。護岸のない箇所での堤防の被害箇所では，石積・コンクリートブロック積，石張・コンクリートブロック張，コンクリートのり枠張，蛇かご張・連結ブロック張の中から選定し施工する。 石積・コンクリートブロック積は急流及び中小河川に用いられることが多い。	標準構造は石積の場合，割石控長35～45cm，胴込めと裏込めコンクリート総控厚35～65cmである。 コンクリートブロック積の場合，控長30～40cm標準35cm，胴込めコンクリート総控厚35～65cmである。 勾配は，1：0.4～0.6程度であり，標準的には1：0.5である。また，直高は1.5～6.0mとする。	・建設省河川砂防技術基準(案) ・解説・河川管理施設等構造令
	石張，コンクリートブロック張	護岸は，堤防ののり勾配の関係から石張，コンクリートブロック張が用いられることが多い。	標準構造は，石張の場合，控長25～45cm，胴込めコンクリート施工する。 コンクリートブロック張の場合，控長30～40cm標準35cm，胴込めコンクリート施工とする。いずれも勾配は1：1.5以上であり，直高は3～7mとする。	同　上

表－2・解18(4)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
護岸工	コンクリートのり枠張	コンクリートのり枠張は，高潮区間の堤防，波力を受ける箇所に用いることもある。	コンクリートのり枠張の標準構造は，枠寸法幅25～50×厚さ30～100cm，枠間隔１～2.5m，中張コンクリート厚10～20cmであるが，高潮・波力を受ける箇所では，枠寸法幅30～50×厚さ40～100cm，枠間隔1.5～10m，コンクリート厚さ30～50cmとし，のり勾配は１：1.5以上とする。	・建設省河川砂防技術基準(案) ・解説・河川管理施設等構造令
	蛇かご張，連結ブロック張	蛇かご張，連結ブロック張は，小規模河川，応急工法，在来河岸へのすりつけに用いるが，特に次のような場合に適している。 1．将来の工事において障害とならないようにする場合 2．数年間河状の変化状況をみたほうがよい場合	蛇かご張は，鉄線蛇かごに石を詰めたものとし連結コンクリートブロック張は厚さ10～30cmのブロックを鉄筋等で連結したものである。これらは屈撓性に富み，のり覆工，根固工を一体とした施工が可能であり，施工も容易であるが，使用にあたっては耐久性等について検討を行う。	同　上

表－2・解18(5)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
地盤改良	固結工法	基礎地盤の強度を増加させるために，軟弱粘性地盤中に生石灰や，セメント，又は石灰などの固結材による改良柱体を作るものである。 強度増加は一般に著しい。コンパクションパイルに比して，周辺地盤への影響は小さいため，構造物周辺での施工にすぐれている。	設計は，強度増加したパイルと地盤を複合体として，すべりに抵抗するものとして安定計算を行う。改良体の強度のばらつきは通常の土に比べて非常に大きいので，計算の強度定数決定には留意が必要である。 施工にあたっては，石灰パイルを打ち込む場合打設間隔によっては側方地盤の変位を伴うことがあり注意を要する。	・道路土工一軟弱地盤対策工指針
	置換工法	地震時に弱点となる部分を置換し，堤体のすべりを抑制しようとするものである。 また，ゆるい砂質地盤に対して，地震による液状化のしにくい粒石で置換することがある。	掘削のり勾配は掘削される深さと土のせん断強さにより異なり，鉛直～2割の範囲で選ばれる。 置き換え部に用いる良質材の選定には盛土高，軟弱層の厚さ，構造物の種類および地下水位などを考慮し，材料としてできるだけ透水性がよく将来地下水以下になっても十分支持力を確保できるような砂その他の良質土を選ぶことが望ましい。	同　上
	締固め工法	砂地盤に対して，密度を増してせん断強さを増大させ，地震時の液状化を防止するものである。 締固め工法には，地盤中を締固めながら砂等を補給するものと，地表に重錘を落下させその衝撃力により締固めるものがあるが，粒径が74μ以下の細粒分を多く含む地盤での改良効果は減じるとされているので注意が必要である。	堤体の安定のためには，堤体直下の締固めが有効であるが，堤体の新設又は全面的な切返し時以外は難しい。堤体安定のために必要な周辺地盤の締固め必要範囲は十分な検討が必要である。 施工にあたっては，振動・騒音などに十分な配慮が必要である。 地表面付近では締固めが困難であるが作用力が大きく重要な部分であるので，十分注意しつつ施工するとともに，パイプロ施工後ローラなどで転圧を行っておくとよい。	同　上

2.5.4 樋門等の本復旧工法

1) 樋門・樋管・水門・堰等の復旧工法は被害の部位・被害形態・被害程度に応じて適切に選択しなければならない。
3) 門柱・管理橋等を生じた被害の復旧は「第III編道路施設編・橋梁」に述べられた工法を参考にするとよい。
2) 樋門等の函体の被害を，堤防に開削することなく函体内部から復旧する場合には「第IV編下水道管路施設編」に述べられた管路を内部から復旧する工法を参考にする。

[解説]

1) 樋門・樋管・水門・堰等の門扉や戸当り金物のみに被害を生じた場合の復旧事例には宮城県沖地震による阿武隈大堰及び北上大堰の例がある。

阿武隈大堰では堰軸方向，又，北上大堰では上下流方向の慣性力により地震時に巻き上げられていたゲート本体が堰柱の戸当り金物に衝突し，損傷が生じた。

本復旧は戸当り金物を取換えることによって対応している（土木研究所報告№159号，p.198)。

2) 門柱・管理橋等に生じた被害は「第III編道路編」に述べられた橋脚の復旧工法を参考にして行う。

3) 樋門等の函体の被害を函体内部から復旧する工法には亀裂被害に対してVカットコーキング，エポキシ樹脂注入，鋼板接着等の工法がある。また補助工法として,通水状態で作業を可能にする止水枠工法がある。これらについては「第IV編　下水道管路施設編」を参考にするとよい。

4) 樋門・樋管の函体に生じた大きな損傷や，函体の沈下による流下機能の損傷に対しては堤防を開削して復旧を行う。この場合には被害形態や被災機構に関する本復旧のための調査結果を活用し，必要に応じ地盤改良や基礎杭の増設を行い同程度の規模の地震による再度災害を生じないよう配慮するのがよい。

3. 海岸施設

3.1 一　般

1)対象範囲
本章では，海岸堤防，護岸，離岸堤，消波堤等の海岸保全施設を対象とする。本マニュアルでは，これらの施設を海岸施設と呼ぶ。
2) 被災の特徴
海岸施設の被害を原因別に見ると，津波によるもの，地震動によるもの，それらが複合したもの，および地震後の高潮等による二次災害がある。これらの原因によって被害の形態・規模は異なったものとなるので既往の地震，津波による被害の特徴を参考にして復旧を進めるのがよい。海岸施設の被害は，主として津波の流水力や地震動によって生ずる。その被害の形態，規模は津波の規模，地震動の大きさ，構造物の種類，地形，地盤条件等によって異なる。

[解説]

施設被害をもたらす原因には，津波，地震動，それらの複合した場合及び地震後に高潮等が来襲した場合などが考えられる。表－2・解19は既往地震による海岸施設の一般的な被害形態を示す。津波が主たる外力となって施設が被災した例として，日本海中部地震津波における海岸護岸，離岸堤及び消波堤の被災例を表－2・解20～表－2・解22に示す。海岸護岸の被災では津波の戻り流れによる洗掘が生じ易い。また戻り流れの流水力により倒壊したり傾斜する例がある。離岸堤及び消波堤では構成体である異形ブロックが津波の流水力で散乱する例が多い。

海岸施設の地震動による被害は，港湾岸壁等を除いて従来余り多くはないが，海岸堤防・護岸について表－2・解23のような実態がとりまとめられている。

表－2・解19　既往地震・津波による海岸施設の被害形態

施設の種類	施設の被害		他への影響
	地震動によるもの	津波によるもの	二次災害
海岸堤防・護岸	堤体亀裂，継目破壊	護岸倒壊，傾斜，基礎洗掘	高潮氾濫
離岸堤・消波堤	沈下	ブロック散乱	

表—2・解20　海岸護岸の津波被災箇所一覧表

海岸名（港湾，漁港）	構造物の種類	構造型式及び天端高	被災状況 形態	被災状況 規模	津波高（T.P.+）	震度	施工年	備考
青苗漁港海岸（北海道奥尻町）	護岸	コンクリート重力式T.P.3.5m	胸壁天端破損及び亀裂	被災延長440m	痕跡高4.5m	4	S27～44	
小泊漁港海岸	護岸	ブロック練積T.P.+3.98m～4.08m	背後からの引波による倒壊	被災延長56m	痕跡高4.5～5.3m	5	S47	
桑木漁港海岸	護岸	重力式T.P.+3.7m	背後からの引波により上部工が倒壊	被災延長38m	痕跡高4.0m	5	S42	
岩館漁港海岸（分港）	護岸	直立型単塊式消波工付T.P.+4.65m	津波により上部工（パラペット）倒壊津波ブロック（4t）散乱	被災延長115m	痕跡高6.98m	5	S37 S56	
岩館漁港海岸（小入川地区）	護岸	直立型単塊式T.P.+5.65m	津波により上部工（パラペット）倒壊	被災延長225m	痕跡高8.84m	5	S35	
岩館漁港海岸（小入川地区）	護岸	消波工は単塊式T.P.4.5m	消波ブロック（2t）の沈下	被災延長185m	痕跡高8.82m	5	S48～49	
八森漁港海岸茂浦，泊地区	護岸	直立型単塊式消波工付T.P.+4.35m	津波により消波ブロック沈下（津波による基礎部分の洗掘）ブロック重量4t	被災延長茂浦470m泊 54m	痕跡高（茂浦）8.66m（泊）6.21m	5	茂浦S34～35 S46～48 泊S33～34，S50	地盤—砂質土
八森漁港海岸（中浜地区）	護岸	傾斜型異形ブロック式T.P.+4.35m	同上	被災延長375m	痕跡高8.22m	5	S55～56	地盤—砂質土
峰浜海岸（大沼地区）	護岸	重力式T.P.+5.3m根固工（4t）	護岸の波返し部分（無筋）の倒壊	被災延長557m	近傍の痕跡高6.91～11.27m	5	S48	水沢川河口の北側保安林施設
能代港海岸能代港区米代川河口北	階段護岸	階段護岸T.P.+5.0m	継目端部で陥没，津波により法面覆工の破壊堤体土砂の吸い出し，洗掘。	被災延長545m	近傍の痕跡高6.10，6.32m（7.4m：港研資料）	5		津波は護岸を越流して，背後の防砂林の中まで侵入
琴浜海岸（宮沢地区）	階段護岸	階段護岸T.P.+5.25m	継目端部で陥没，津波により法面覆工の破壊堤体土砂の吸い出し，洗掘。	3箇所被災延長164m	近傍の痕跡高6.31，6.23m5.94，5.78m	5	S52～57	計画波高 H=5.7m 計画周期 T=11.6s 計画高潮位T.P.+1.5m
浜間口海岸	護岸消波工	重力式4tブロック	護岸傾倒津波によりブロック散乱	1箇所被災延長167m	近傍の痕跡高4.70～6.25m	5	不明	計画波高 H=5.7m 計画周期 T=11.6s 計画高潮位T.P.+1.5m
船川港海岸	護岸	傾斜式T.P.3.10m	津波による吸出しにより本体工が前傾，水叩きが沈下した。	被災延長190m	船川港内（0.8～1.8m）	5	S38	

表－2・解21　離岸堤被災箇所一覧表

海岸名(港湾,漁港)	構造物の種類	構造型式及び天端高	被災状況 形態	被災状況 規模	津波遡上高(T.P.+)	震度	施工年	備考
小泊漁港海岸	離岸堤	3.4tブロック乱積 T.P.+2.7m	ブロック散乱	1基 延長55m	遡上高 4.5～5.3m	5	S54	計画波高 H =2.3m 計画高潮位T.P.+0.691m
八竜海岸(浜田・八森地区)	離岸堤	8tブロック乱積 設置水深－2m T.P.+3.0m	津波によりブロック散乱 散乱距離 30～70m	14基 1312m	離岸堤背後で 4.5～7.5m 近傍の最大遡上高 10.23m	5	S43～57	計画波高 H =5.7m 計画周期 T =11.6s 計画高潮位T.P.+1.5m
北浦海岸	離岸堤	8tブロック	ブロック散乱	1基 延長60m	最大遡上高 4.93m	5	S47～53	同上
遠之沢漁港海岸(本港地区)	離岸堤	傾斜型 3.4t異形ブロック式	津波によるブロック散乱	延長92m	構造物付近 3.95m 遡上高 5.02m	5	S49	地盤－軟岩
岩城海岸	離岸堤	8tブロック 設置水深－3m T.P.+2.3m	ブロック散乱	2基 延長118m		5	S56～57	計画波高 H =9.2m 計画周期 T =14.0s 計画高潮位T.P.+1.3m
本荘海岸	離岸堤	8tブロック乱積 設置水深－3m T.P.+2.3m	ブロック散乱	2基 延長150m	1.9～2.2m (本荘港北側突堤) ―港研資料―	5	S49～57	同上
平沢漁港海岸	離岸堤	傾斜型 5.4t異形ブロック式 T.P.+2.25m	津波によりブロック沈下	延長45m	構造物付近 1.25m 遡上高 2.71m	4	S49～50	地盤－砂質土
中村漁港海岸(愛媛県西郷町)	離岸堤	異形ブロック	ブロック沈下	延長74m	痕跡高 2.20m	7	S53～54	

表－2・解22　消波堤被災箇所一覧表

海岸名(港湾,漁港)	構造物の種類	構造型式及び天端高	被災状況 形態	被災状況 規模	津波高(T.P.+)	震度	施工年	備考
蜂浜海岸(カッチキ台)	消波堤	4tブロック層積	津波によりブロック散乱	散乱個数 123 被災延長 299m	近傍の最大痕跡高 (南側) 8.27m (北側) 7.97	5	S56～57	水沢川と境川の中間 保安林施設
蜂浜海岸(青山地区)	消波堤	4tブロック層積	津波によりブロック散乱	散乱個数 200 被災延長 600m	近傍の最大痕跡高 (南側) 10.42m (中間) 11.18m (北側) 10.24m	5	S55～56	境川と竹生川の中間 保安林施設
蜂浜海岸(沼田地区)	消波堤	4tブロック層積 T.P.+4.0m	津波によりブロック散乱及び破損 移動距離 70～135m	2箇所 被災延長 761m	最大痕跡高 12.30m	5	S50～56	計画波高 H=5.7m 計画周期 T=11.6s 計画高潮位T.P.+1.5m
八竜海岸(釜谷地先)	消波堤	4tブロック層積 T.P.+4.0m	津波によりブロック散乱及び破損	3箇所 被災延長 452m	背後の痕跡高 6.09～9.15m	5	S50～56	計画波高 H=5.7m 計画周期 T=11.6s 計画高潮位T.P.+1.5m
浅内海岸	消波堤	4tブロック乱積	津波によりブロック散乱	1箇所 被災延長 218m	消波堤背後の痕跡高 5.32m 近傍の最大痕跡高 5.77m	5	S54～57	防砂堤の南側隣接
安田海岸	消波堤	4tブロック層積	津波によりブロック散乱	1箇所 被災延長 304m	痕跡高 3.06～4.47m	5	S55	
北浦海岸	消波堤	4tブロック層積	津波によりブロック散乱	1箇所 被災延長 750m	痕跡高 4.42～4.53m	5	S47～53	同上 野村川河口
門前海岸	消波堤	4tブロック層積	津波によりブロック散乱	1箇所 被災延長 78m	門前漁港防波堤の東側で痕跡高 4.7m：港研資料	5	S49	計画波高 H=5.7m 計画周期 T=11.6s 計画高潮位T.P.+1.5m
本荘海岸	消波堤	4tブロック	津波によりブロック散乱	2箇所 被災延長 127m	1.9～2.2m (本荘港北側突堤) ：港研資料	4	S49～57	計画波高 H=9.2m 計画周期 T=14.0s 計画高潮位T.P.+1.3m
西目海岸	消波堤	4tブロック	津波によりブロック散乱	9箇所 被災延長 279m	1.9m (西目漁港) ：港研資料	4	S48～50	同上

表－2・23 海岸構造物の地震被災例一覧表

県名	海岸名	地震名	震度	地質	被災状況	
					形態	規模
新潟県	新潟東海岸	新潟	5	旧信濃川の河道変遷の影響を受けた地域の海岸砂丘	パラペットウォールの沈下，傾斜，ジョイントの開口，折損	被災範囲 延長 1,200m
新潟県	新潟西海岸	新潟	5	〃	パラペットウォールの沈下	被災範囲 延長 610m 沈下量最大 3m
青森県	下北八戸海岸	十勝沖	5	海岸平野堆積物	天端工沈下 堤体崩壊	沈下L＝ 820m 崩壊L＝ 750m
青森県	下北八戸海岸	十勝沖	5	海岸平野堆積物	天端亀裂 堤体クラック	亀裂 幅 4cm深さ50cm 延長 240m クラック 幅 5cm深さ40cm 延長 229m
宮城県	東名海岸	宮城県沖	5	上から，砂，貝混りシルト層，砂，第三紀角れき凝灰岩	表のり覆工，天端工，亀裂，沈下，崩壊	堤防 5箇所 延長 279m
宮城県	蒲浦田海岸	宮城県沖	5		階段堤防の階段，天端部分の亀裂，破壊，小口工の傾斜	延長 22m
宮城県	黒崎海岸	宮城県沖	5		石積護岸の欠壊	
青森県	青森海岸 西田沢工区	十勝沖	5	表面 れき混り 下層 砂層7～8m その下はシルト N値 16～28	天端工，表のり被覆工のクラック，ジョイントの開き，不等沈下	クラック2cm，5箇所，ジョイントの開き 2～5cm 被災延長 1,120m
青森県	百石海岸	十勝沖	5	背後地砂地盤 その後方，沼（奥入瀬川の旧河道）	裏のり被覆工沈下L＝ 720m 天端工沈下，クラックL＝ 720m 堤体のずれL＝10m	クラック50cm 沈下最大 101cm
宮城県	平和田海岸	宮城県沖	5		護岸工の沈下，亀裂	延長 198m
宮城県	鰐ケ渕海岸	宮城県沖	5		護岸工の沈下，亀裂	延長 72m
岩手県	太田名部海岸	宮城県沖	4		天端工 クラック 基礎工 沈下 格子枠陥没	被災延長 17.6m
岩手県	高田海岸 （下宿）	宮城県沖	5	沖積層 後背地に古川沼があることから相当軟弱	天端クラック 継目の開き	被災延長 9.6m
岩手県	高田海岸 （下宿の1）	宮城県沖	5	〃	天端工，表法覆工継目の開き 水叩沈下 4～6cm	被災延長 14.0m
岩手県	高田海岸 （下宿の2）	宮城県沖	5	〃	天端工のクラック 天端工，表法覆工 継目の開き（2cm） 根留沈下	被災延長 30.6m
青森県	青森海岸	日本海中部	4		堤防斜路の目地のひらき，段差	被災延長 22m
青森県	青森海岸	日本海中部	4		堤防裏法覆沈下，地割れ，目地開き	被災延長 80m
青森県	青森海岸	日本海中部	4		橋台のクラック	2基
青森県	青森海岸	日本海中部	4		橋台・堤防のクラック目地開き	橋台1基 被災延長10m
青森県	青森海岸	日本海中部	4		橋台・堤防のクラック，目地開き	橋台1基 被災延長 5m
青森県	青森海岸	日本海中部	4		離岸堤の異形ブロックの沈下，散乱	被災延長 45m
青森県	青森海岸	日本海中部	4		〃	被災延長 58m
青森県	青森海岸	日本海中部	4		〃	被災延長 138m

被災形態は，堤防の老朽化，構造物の諸元，施工法，地質，地盤，地震特性等種々の条件により異なると思われるが，海岸堤防護岸では沈下，亀裂，崩壊，傾斜及びジョイントの開きがほとんどである。

被災要因の内，震度階級については被災箇所の大半は震度階級Vの地区であり，沈下，亀裂，崩壊等の被災が発生し，被災規模の著しい箇所もある。震度階級IVの地区においては，表面剝離，小規模の亀裂，沈下がみられる。

海岸堤防・護岸の設置されているところの表層地質は，ほとんど砂丘砂，沖積堆積物であるが，被害は沖積堆積物のいわゆる軟弱地盤地域に集中することは，過去の大地震のたびに見出されている現象である。被災の著しいところは，氾濫平野地域（河口付近の海岸堤防）及び湿地帯であり，砂丘砂地域は新潟，東名海岸の被災事例でみられるように，被災規模は極めて小さい。

これらの施設被害に対する復旧の考え方は，構造型式が河川堤防護岸に類似した海岸堤防・護岸等においては，本編「2. 河川施設」が参考になろう。本章では「2. 河川施設」において記述されていない海岸施設特有の事項について述べている。

3.2 緊急調査及び緊急措置

3.2.1 緊急調査

1)調査目的

緊急調査は地震直後に海岸施設（堤防，護岸，離岸堤，消波堤，樋門，樋管等）について管理区域全体にわたって被災の有無・大小・位置を迅速に把握し，二次災害のおそれがあり緊急措置の必要な箇所の判断を行うこと及び以後の調査・復旧方針の検討を目的として実施する。

2) 調査方法

緊急調査は，目視，写真撮影を主体として第I編「5. 災害調査」に従う。なお，管理延長が長い場合，被害が大きく目的地まで到達するのに時間がかかる場合，広範囲に被害が及んでいると想定される場合には，ヘリコプター等の空からの目視，写真撮影も有効である。

3) 緊急調査用器具・資料，調査項目

緊急調査には，平面図，野帳，カメラの他，それらの器具・資料，緊急調査の項目を記した調査項目一覧表を持参すると良い。

4) 緊急調査・措置の分担

緊急調査では，迅速に調査を済ませるため，立入禁止区域の設定等，ごく軽微な作業を除き緊急措置は別作業班によるものとする。調査期間はおおむね1日程度を目標とする。

5) 報 告

被害の状況は現場から事務所に速やかに報告を行う。

6) その他

津波の危険性のある場合は調査に十分注意する。

[解説]

1) 調査方法

緊急調査では，目視が主体であり，被災箇所を平面図(1/2,500程度)に記入するとともに写真撮影を行う。被災地は津波遡上後は車の通行が不可能なことが多い。このような場所では徒歩により調査を行う。

2) 調査器具

緊急調査用器具・資料には表—2・解24のようなものがある。また，緊急調査には調査器具・調査項目を記したチェックリストを用いると良い。表—2・解25はチェックリスト（海岸施設）の例を示す。

表—2・解24 緊急調査用器具・資料

資材・機材	必要数量	備 考
野帳		
平面図（1/2,500）		
スタッフ		
ポール		
コンベックス		
巻尺		
カメラもしくは ポラロイドカメラ		
フィルム		
ストロボ		
ホワイドボード（黒板）		
懐中電燈		
無線機（トランシーバー）		
ポータブルテープレコーダー		
ビデオカメラ		

表－2・解25　チェックリスト

1．現場へ携行すべき調査器具

1.本チェックリスト　2.カメラ(普通)*　3.ポラロイドカメラ　4.ストロボ(電池確認)
5.ホワイトボード（黒板）　6.スタッフ　7.ポール　8.コンベックス　9.巻尺
10.無線通信装置　11.トラロープ　12.バリケード

＊カメラは，広角レンズ等も利用する。

2．平面図(縮尺1：2500)に地震津波による被害を記入

調 査 項 目　(海岸施設)

調査項目

被害位置
被害の有無
被害の大小
を調査する

海岸堤防・護岸の着目点

亀裂、段差量、沈下量、護岸の開口、護岸の転倒・傾倒、継目のズレ

構造物と接合する堤体の着目点

構造物との段差、堤体部の亀裂、構造物の亀裂、構造物の変状

離岸堤・消波堤の着目点

ブロックの散乱，ブロックの破壊

津波には十分注意する

3.2.2 緊急措置

緊急調査により，津波または危険な区域内への立入りによる二次災害の可能性があると判断される場合には，緊急措置として次のことを行う。

1) 水門の操作による津波の侵入防止

2) 立入禁止のためのバリケード・警告板の設置

[解説]

緊急措置は，二次災害防止のために行われるものである。二次災害の要因としては津波や，危険な区域内への立入りなどがある。これらに対する措置として，津波に対しては水門の操作を行う。危険な区域内への立入りに関しては，立入禁止のためのバリケード・警告板の設置などがある。これらの作業においても，津波の来襲が予想される場合には十分注意を払いつつ行う。

なお，水門の操作にあたっては，河川の流水状況に注意を払う必要がある。

3.3 被災調査

3.3.1 応急調査

1) 調査目的

応急調査では，管理区域全体の被災状況の詳細な把握，復旧が必要か否かの判定，応急復旧箇所の選定，応急復旧工法の選定，応急復旧工・本復旧工の量の概数把握のための調査を行う。また津波痕跡が消滅しないうちそれらの痕跡を保存するための作業を行う。

2) 調査箇所・項目・方法

調査の対象とすべき箇所は海岸施設及び津波遡上域全体とする。この場合，津波遡上域全体を調査対象として構造物の被災状況を写真に記録するとともに，沿岸部の遡上痕跡を写真・スケッチ等で記録する。また後の測量に役立つように地物に目印をつける。

[解説]

海岸施設の被害原因を十分明らかにし，適切な復旧工法を選択するためには，被災外力である津波の状況を定量的に調べておく必要がある。このためには，構造物の被災状況と津波の遡上痕跡を記録する必要がある。応急調査においては，当該構造物の被災状況を写真等により記録する。また沿岸部遡上痕跡を写真やスケッチ等により記録するが，この場合構造物や地物の目印となる基準高さからの相対高をスタッフ，ポールを用いて測っておく。調査期間に限度のある応急調査においては遡上痕跡すべてについて定量的な測量を行うことは一般に困難であるが，後に行う本復旧のための調査の間に降雨や災害復旧等があると痕跡が不明瞭となるので，その可能性がある場合には地物に痕跡の目印をつける必要がある。

3.3.2 本復旧のための調査

1) 調査目的

本復旧のための調査では，本復旧工法の選定及び設計，被災原因究明のための調査を行う。被災機構究明のためには津波痕跡調査が重要である。

2) 調査箇所・調査項目・調査方法

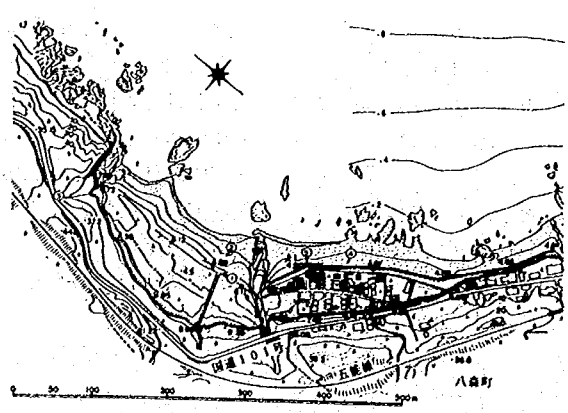
調査箇所は，本復旧を実施する箇所，被災機構究明に必要な箇所である。特に後者においては，津波の遡上域全域とする。調査項目は構造物の被災状況，津波痕跡等である。これらは測量により詳しく調べる。

3) 調査結果の整理

得られた資料は，被害調査報告書として整理しておく。

[解説]

津波の遡上高は地形や地物の状態により相当大きく変化する。したがって調査においてはできるだけ多数の地点で遡上高を測定する必要がある。津波来襲後時間が経過すると，降雨の影響や被災後の復旧等により明瞭な痕跡が失われるからである。図－2・解5は日本海中部地震津波時における遡上高調査の一例とし



図－2・解5 小入川地区の遡上高分布

て，秋田県八森町小入川地区の遡上高分布を示したものである。

遡上高調査の結果は，海岸保全施設や河川管理施設の計画外力の見直しを行う必要がある場合に重要な資料となり，また被災機構の推定に役立つ。

3.4 被災判定

3.4.1 応急復旧のための判定

1) 判定内容

応急調査により得られた被災の形態から，復旧を必要とするか否か，復旧を行う場合には，残留機能，安定性，本復旧が完了するまでの期間の長さを考慮し，応急復旧を行う必要があるか否か(応急復旧及び本復旧の2段階に分けて復旧を行うか，又は，本復旧のみの1段階で復旧を行うか)を判定する。応急復旧を行う場合には被災度，工期を考慮して適切な復旧水準，工法，範囲，優先順位を判定する。

2) 判定方法

被災の形態から被災パターンに分類し，被災判定に役立てる。

[解説]

1) 一 般

管理区域全体の海岸施設の被災状況を応急調査により把握した後に下記の事項の判定を行う。

a) 復旧を行う必要があるか否か。

b) 復旧工事の進め方

応急復旧を行う必要があると判定された場合における応急復旧水準は，各施設自体の被災の程度と，高潮等の二次災害をもたらす原因である台風等までの期間や，本復旧が完了するまでの時間の長さを合わせて考慮する必要がある。一般に本復旧を実施・完了するまでの期間はかなり長いものであり（数ヶ月～数年）その間に生ずる外力条件とその大きさはその構造物が本復旧段階で考慮すべきものと余り変わらないのが通常である。また，管理区域内の被害の全体の状況，工事に許される期間にもよる。応急復旧は，応急的な工法により構造物の機能を最低限保持するものである。

被災の規模により，復旧工事の進め方は次のようになろう。

(1) 被災の規模が大きく，二次災害のおそれが高く，かつ，本復旧に長期の工期を要する場合：施設の被災状況から見て放置した場合に本復旧完了までの安定性・信頼性に欠けると判断される場合には，一旦応急復旧を行い，次いで，本復旧を行う。

施設が本復旧完了時まで一応の機能を有すると判断される場合には，本復旧のみの1段階で行う。

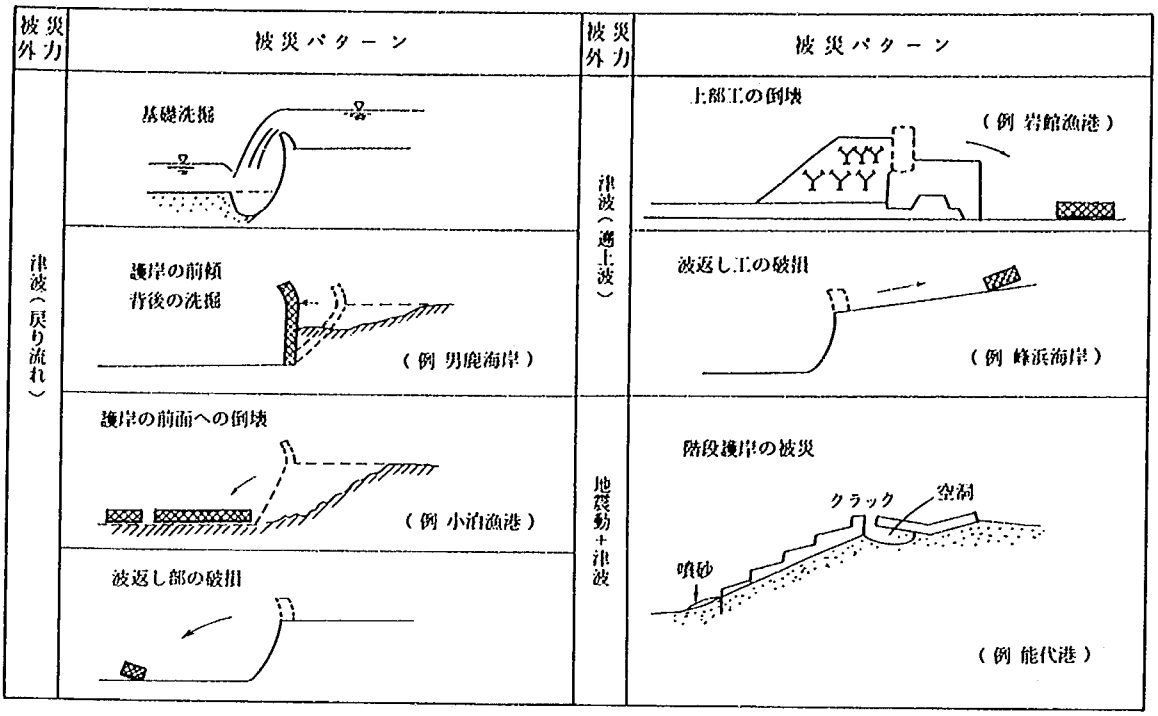
(2) 被災の規模が小さく，二次災害のおそれが低い場合：本復旧のみを一段階で行う。なお，全体的な工事の状況から可能である場合は，本復旧工を応急復旧時期に行うことがある。

2) 被災パターンの分類

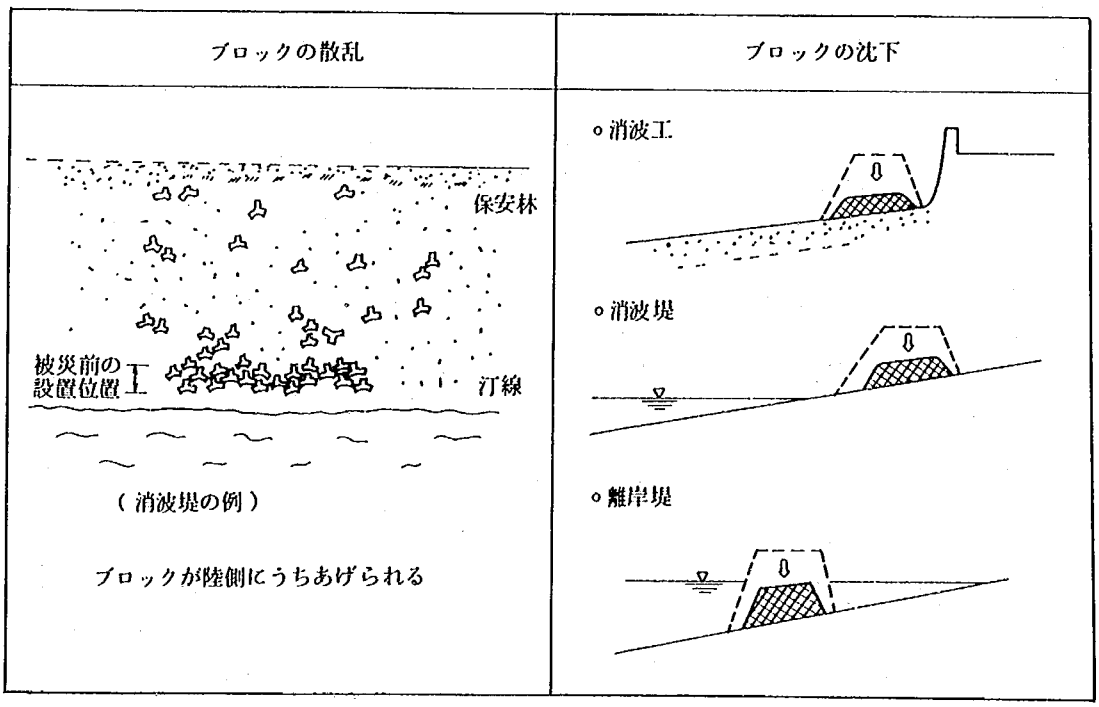
海岸施設の津波による被災パターンは構造物ごとに数種類に分類される。過去の津波による構造物の被災例はそれほど多くはないが，日本海中部地震津波を例としてそれらの種類をまとめると，表—2・解26のようになる。また個々の被災例を模式図として示したのが図—2・解6と図—2・解7である。なお図—2・解6の中には，被災外力として地震動と津波の両者が考えられるものも含まれている。

表—2・解26 構造物の被災パターン

区 分	被災外力	施設の種類	被災パターン	被災件数
海岸保全施設 52件	津波（戻り流れ）	堤防・護岸	基礎洗掘	3
			護岸の前傾	2
			護岸の倒壊（前方）	3
			波返し工の破損	1
	津波（遡上波）		上部工の倒壊(後方)	2
			波返し工の破損	1
	地震動＋津波		階段護岸の被災	2
	津波	消波工（根固工）	ブロック散乱	5
			ブロックの沈下	14
		消波堤	ブロックの散乱	6
			ブロックの沈下	1
		離岸堤	ブロックの散乱	17
			ブロックの沈下	6



図－２・解６　海岸堤防・護岸の被災パターン



図－２・解７　離岸堤・消波堤等の被災パターン

3.4.2 本復旧のための判定

本復旧のために，施設の被災前の構造形式と施設としての機能のほか，応急調査または本復旧のための調査に基づいた被災規模や被災機構，再度災害の可能性の観点から，本復旧の水準，適切な工法・範囲の判定を行う。

[解説]

ここに言う本復旧のための判定は，本復旧を行う上での水準と適切な工法・範囲の判断である。

応急調査により把握した被災パターン及び本復旧のための調査により明らかにされた被災機構，外力や地盤条件等は，本復旧のための判定に有用である。

施設本来の機能水準は多くの場合，原形に復旧することにより回復されると考えられるが，施設が重要，被災規模が大きい，被災による影響が大きい等の場合には，再度災害防止のために耐震性を持たせた構造とすることが望ましいと考えられることもある。

3.5 復旧工法

被災した構造物の復旧は，応急復旧と本復旧とに分けられる。応急復旧については，被災した海岸堤防や護岸の前面に異形ブロック等を投入する方法が考えられる。被災した海岸施設についてはできるだけ速やかに本復旧を行う。復旧においては，被害の程度によって最適な復旧工法を選択するものとするが，少くとも原形復旧が必要である。

[解説]

海岸堤防や護岸の復旧においては，河川施設の復旧に準じて行うものとする。過去の復旧事例はそれほど多くはないが，日本海中部地震の場合には以下に述べるようにして原形復旧が行われている。

(1) 護 岸

堤体の沈下，倒壊等比較的大規模な被災箇所においては，切り返し工を行ったのち，コンクリートまたはブロックによる被覆工を施工する。一方波返し工の倒壊，被覆工のクラック等比較的軽微な被災箇所については，被災部のコンクリートの打ち直し，または亀裂間のモルタル注入等を実施する。

(2) 消波堤，離岸堤

被災した消波堤，離岸堤については異形ブロックを回収するとともに，必要に応じて破損分等を補充し，原形に復する。図—2・解8は八森海岸の離岸堤の復旧例である。

4. 砂防等施設及びその他

4.1 一 般

1) 対象範囲

本章では砂防施設，地すべり防止施設，急傾斜地崩壊防止施設（以下砂防等施設という）並びに砂防等施設にかかわる斜面崩壊，巨大崩壊を対象とする。

2) 被災の特徴

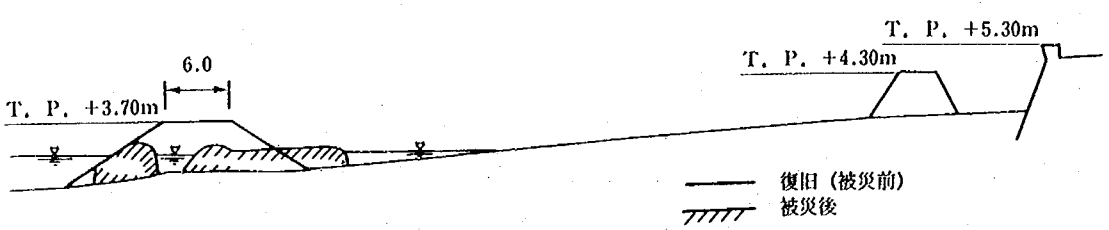
地震による災害は，砂防等施設の施設自体の被害は比較的少なく，山腹斜面，人工のり面などの崩壊が中心となることが多い。なお，崩壊土砂や堆積土砂などによる二次災害が危惧される場合には緊急措置を考慮する必要がある。

3) 自然斜面の巨大崩壊

巨大崩壊が発生すると大量の土砂が渓床に堆積し，また塞き止め湖を形成することも多い。

塞き止め湖が形成され，その閉塞土砂の決壊が危惧される場合には，緊急措置を考慮する必要がある。

また，渓床に堆積した大量の崩積土や崩壊地の大量の残土が以後長年にわたり流出することが予想される。



図—2・解8 八森海岸離岸堤復旧例

〔解説〕

1) 対象範囲

震災復旧の基本方針については，第Ⅰ編「2. 震災復旧の基本方針」に示されている。

本章では砂防等施設並びに当施設にかかわる斜面崩壊，巨大崩壊の復旧の基本方針に関する事項を示した。

なお，崖地においては斜面崩壊のほかに落石を生ずることもあるが，落石対策の詳細については第Ⅲ編「5. 斜面・切土のり面」を参照のこと。

2) 砂防等施設の既往被災の特徴

砂防施設は事業施工箇所の特性から河川上流部の比較的地盤の堅固な箇所におおむねコンクリート造で築造されているため，我が国既往地震の地震動による被害はほんの一部の砂防ダムにおいて水通し天端及び側壁等にクラックの発生が見られた程度であった。

但し，地すべり地等の不安定な地盤上に設けられた谷止工・排水路工等については，基盤の変動に伴う被災も考えられるので注意が必要である。

又，地震によって発生した土石流により，砂防施設が埋まったり，損壊することもあるので注意を要する。

急傾斜地の我が国既往地震による崩壊は，急傾斜地崩壊危険区域の防止工事の未着手地区で発生し，防止工事が完成した所では一部の施設にずれや亀裂が見られた程度で崩壊までに至っていない。

3) 自然斜面の巨大崩壊

a) 自然斜面の巨大崩壊の規模

巨大崩壊の定義について確立されたものはまだ無いが，ここでは崩壊土量が 5×10^6m³以上のものを言うことにする。

b) 地震による巨大崩壊の例

我国における地震による巨大崩壊の例を表—2・解27に示す。

c) 塞き止め湖の形成

塞き止め湖が形成され，その閉塞土砂が決壊するおそれがあり，それが決壊すると，下流河川沿川に土石流や大洪水をもたらすことが危惧される場合には，緊急措置を考慮する必要がある。

d) 関係機関との協議

巨大崩壊が発生すると被災範囲も広くなり，被災施設も河川，道路，砂防，林道，治山等多岐にわたることが多い。

地震後の被災調査，各種の応急復旧，震災復旧方針について各施設の管理者である関係官庁，関係地方公共団体等並びに地権者と協議し，出合い丁場とならない様に並びに手戻りのない様にする必要がある。

4) 関連指針・参考資料

本章に関連する技術指針，参考資料等に下記のものがある。

・建設省河川砂防技術基準（案） 調査編・計画編・設計編〔Ⅰ・Ⅱ〕
建設省河川局監修 山海堂発行

・斜面崩壊防止工事の設計と実例 急傾斜地崩壊防止工事技術指針
建設省河川局砂防部監修 (社)全国治水砂防協会発行

・土石流対策工マニュアル（案） 総合土石流対策等技術検討会資料
建設省河川局砂防部砂防課

・落石対策便覧
(社)日本道路協会

表—2・解27 地震による国内の主な巨大崩壊

崩壊地	県名	河川名	崩壊土量 (m³)	地震名	マグニチュード	生起年 (西暦)
大沢崩れ	山梨・静岡	富士川	7.5×10^7			1331. 8.19
帰雲山	岐阜	庄川	2.5×10^7		7.9	1586. 1.18
大谷崩れ	静岡	安倍川	1.2×10^8	慶長地震	7.9	1605. 2. 3
名立崩れ	新潟	—	4×10^7	高田地震	6.6	1751. 5.20
虚空蔵山	長野	犀川	10^7以上	善光寺地震	7.4	1847. 5. 8
大鳶山崩れ	富山	常願寺川	4.1×10^8	飛越地震	6.9	1858. 4. 9
御岳崩れ	長野	木曽川	3.6×10^7	長野県西部地震	6.8	1984. 9.14

注) マグニチュード，生起年は理科年表（東京天文台）による
崩壊土量は土木研究所講演会（昭和59年度）講演集による

4.2 緊急調査及び緊急措置

4.2.1 緊急調査

1) 調査目的
緊急調査は，対象区域内における被災の概略の位置・規模・種類を地震直後迅速に把握し，また警戒・避難等の緊急措置が必要な箇所の判断を行うために実施する。
2) 調査方法
目視を基本とし，必要に応じてヘリコプターを利用した空からの調査を行う。空からのビデオを用いた調査は緊急調査として有効である。
3) 調査用器材
緊急調査への出立時には，平面図，カメラ，無線機，野帳等の緊急調査に必要な器材・資料をチェックリストを用いて点検し携行する。
4) 被災報告
緊急調査の結果は，分かった範囲から順次に直ちに事務所へ報告するものとする。

［解説］
1) 調査方法
a）緊急調査に当たり，人家周辺等で地上からの立ち入りが容易な区域は，踏査による調査を主体とし，山間部等で地上からの立ち入りが困難な区域は，ヘリコプターによる空からの調査を主体として行う。
調査方法については第Ⅰ編「5. 被災調査」を参照のこと。
b）巨大な崩壊が発生した場合には，被災地域が広大となり，かつ被災地域への立入りが一般に困難なことが多いので，ヘリコプターによる空中からの目視，ビデオ，斜め写真等による調査が望ましい。
2) 調査用器材
緊急調査に必要な器材・資料として表－2・解28のものがある。
3) 緊急調査項目
a）一 般
緊急調査の視点は一般に表－2・解29のとおりである。
b）巨大崩壊
巨大崩壊の発生が確認された場合には，崩壊の発生状況，崩壊土量，残土量，二次崩壊の危険性，土石流発生状況，渓床の土砂堆積状況，塞き止め湖の有無，塞き止め湖閉塞土砂決壊の危険性，二次土石流発生の危険性，施設被災の概況等を調査する。塞き止め湖閉塞土砂決壊の危険度並びに二次土石流発生の危険度を判定するに当たっては，専門家，学識経験者等の意見を聞くことが望ましい。
4) 崩壊土量の推定
緊急調査における崩壊土量の推定は目視を基本として，平面図上に崩壊の位置並びに形状を移写し，周辺の樹木，尾根や谷の地形等から崩壊の幅，長さ，深さを推定し，崩壊土量を推定する。なお諸元を推定するに当たって，崩壊前の空中写真と崩壊後のビデオや写真とを比較検討することが望ましい。

表－2・解28 緊急調査用器材・資料

器材・資料	必要数量	備考
野帳（耐水性の用紙を用いたもの）		筆記用具
平面図（1/5,000）		
空中写真		
構造物台帳図面の写し		
カメラもしくはポラロイドカメラ		フィルム，ストロボ，電池
ビデオカメラ		テープ，バッテリー
ホワイトボード（黒板）		油性ペン，黒板試き
ライト（懐中電灯）		電池
無線機（トランシーバー）		電池
超小型テープレコーダー		テープ，電池
双眼鏡		
ハンドレベル		
クリノメーター		
ポール		
巻尺		
コンベックス		

表－2・解29 緊急調査の視点

調査対象	調査の視点
山腹斜面	巨大崩壊（5×10^6m²以上）， 大規模崩壊（5×10^4m²以上）
渓床	崩土による塞き止め湖の形成と決壊の危険性，施設の被災状況
地すべり	崩壊の発生，亀裂の発生，施設の変状
急傾斜地	崩壊の発生，落石の発生 亀裂の発生，はらみ出し，施設の変状

4.2.2 緊急措置

緊急調査の結果，下記事項等により人命への危険が危惧される場合には市町村長に対し情報を提供し警戒避難を助言する。また，亀裂等への雨水の流入防止対策に努める。

1) 集落等の近隣斜面に亀裂等が発生し，崩壊の危険性が高い場合。

2) 渓床に崩土が堆積し，降雨により二次土石流発生の危険性が高い場合。

3) 塞き止め湖閉塞土砂の決壊の危険性が高い場合。なお，塞き止め湖の上流に貯水ダムがある場合には，ダム管理者に適切な放流操作を要請する。

[解説]

1) 斜面等に亀裂が発生した場合

集落等の近隣斜面に亀裂等が発生し，崩壊の危険性が高い場合には，警報器付伸縮計等を用いて亀裂の計測を行うとともに，市町村長に対し情報を提供し警戒避難を助言する。

亀裂等へはシート張り等を施し，雨水の流入を防止し，崩壊の抑制に努める。

2) 二次土石流

斜面崩壊等によって崩土等が渓床に堆積し，その後の豪雨等により土砂害の危険が予想される場合には，市町村長に対し情報を提供し，二次土石流の発生が危惧される場合には警戒避難を助言する。

3) 塞き止め湖が形成された場合

塞き止め湖の決壊が危惧され，これにより土石流や大洪水の発生が予想される場合には市町村長に対し情報を提供し，下流河川沿川の住民の警戒避難を助言する。

4.3 被災調査

4.3.1 応急調査

1) 調査目的

応急調査は対象区域内における被災程度並びに崩壊・堆積土砂量等の被災の概略数量を把握し，また余震や豪雨等による二次災害の危険性の把握並びに応急復旧工法選定のため被災後早急に行う。

2) 調査方法

a) 簡易な地上測量を基本とし，必要に応じて空中写真撮影，ヘリコプターを利用した斜め写真撮影，写真図化を行う。

b) 応急復旧を計画する場合には，必要に応じ施設予定箇所の基礎地質調査を行う。

3) 被災報告

応急調査の結果は，分った範囲から毎日事務所へ報告する。

[解説]

1) 応急調査方法

a) 調査方法については第Ⅰ編「5. 被災調査」を参照。

b) 被災地が広大な場合や被災地への立ち入りが困難な場合には，空中写真，斜め写真等を撮影しこれを用いて被災地の平面図，縦横断面図を作成し，応急復旧に資することが望ましい。

b) 崩壊土量の計測に当たり，現地への立ち入りが可能な場合には，崩壊地の簡易縦横断測量を行い，元地形を推定して崩壊土量を計測する。

現地への立ち入りが困難な場合には，崩壊前の空中写真と崩壊後の空中写真とを用いて，崩壊地の崩壊前後のメッシュ測定又は縦横断測定を実施し，前後の測定値の差より崩壊土量を計測する。

2) 応急調査項目

a) 一 般

応急調査の視点は一般に表－2・解30のようである。

b) 巨大崩壊

巨大崩壊が発生した場合には，ビデオ，空中写真，空からの目視，現地踏査等を実施し，また崩壊前並びに崩壊後の空中写真の判読や図化を活用して，緊急調査項目の精度を高め二次災害の防止対策に必要な調査を実施する。

3) 地すべり滑落予測

地すべり地の頭部に亀裂や段落ちなどが発生し，それが拡大しつつあるときは，滑落が発生するか否か，その時期はいつかを予測する必要がある。

現在これらを予測する方法は確立されたものが無く，その時期を確定することは極めて困難である。しかし，地すべりから極力，人命・財産を守るため必要に応じ，亀裂や段落ちをまたいで警報器付の伸縮計(精度0.2㎜程度)を設置して，一定時間当りの伸縮速度を測定し，危険状態と判断されるときは，市町村長に対し情報を提供し住民に対する警戒避難を市町村長に助言する。

なお，伸縮計は地すべりの運動方向に平行に，主亀裂をまたいで明瞭な亀裂や段落ちのある場所に，各調

表－2・解30 応急調査の視点

調査対象	調査の視点
山腹斜面	巨大崩壊（5×10^6m²以上），大規模崩壊（5×10^4m²以上） 中規模崩壊（5×10^2m²以上）
渓床	崩土による塞き止め湖の形成と決壊の危険性 土砂堆積状況と二次土石流災害の危険性 施設の被災状況
地すべり	崩壊の発生，亀裂の発生，施設の変状 亀裂箇所には必要に応じ警報装置付の伸縮計等を設置し，移動状況を調べる。
急傾斜地	崩壊の発生，落石の発生 亀裂の発生，はらみ出し，施設の変状 亀裂箇所には必要に応じ警報装置付の伸縮計等を設置し，移動状況を調べる。

査測線に沿って適宜設置する。伸縮計のスパンは原則として20m以下とする。

亀裂の開き方は，地すべりの規模とすべり土塊の土質とも関連を持っている。規模が大きい地すべりはひずみ速度の加速がゆっくりなことが多く，規模が小さい地すべりはひずみ速度が早いことが多い。すべり土塊の土質が粘質土の場合は比較的大きなひずみ速度でもなかなか滑落しないし，砂質土や風化岩で構成されているときは短時間で滑落する傾向がある。

可塑性の大きい土塊ほど地盤が大きな変形を示してもなかなか滑落しない傾向がある。

岩→風化岩→崩積土→粘質土

この順に亀裂発生から滑落までの時間が，短→長となり，すべりのひずみ速度の加速程度も，大→小となる。

地形との関連では，地すべりの末端が斜面途中に露出し，付近に崖崩れなどを発生しているような場合は滑落し易く，斜面勾配が急なことが多い。また，地すべり末端部に隆起を生じている場合は滑落し難く，斜面勾配が比較的緩やかなことが多い。すべり面は，直線状のものが弧状のすべり面に比べて滑落し易い。

斎藤らは亀裂のひずみ速度と斜面が破壊に至るまでの時間との関係を現場測定などを基に次の実験式を示している。但し，本式には余震の影響が考慮されていないので適用に当たってその点に配慮が必要である。

$$\log_{10}tr=2.33-0.916\log_{10}\varepsilon\pm0.59$$

注）±0.59は測定値の95%を含む範囲

実験式の定数は，移動土塊の土質，斜面勾配，すべり面の形状によって異なる。

砂岩の岩盤地すべりの例

$$\log_{10}tr=1.795-0.458\log_{10}\varepsilon$$

凝灰岩の地すべりでの例

$$\log_{10}tr=1.79-0.746\log_{10}\varepsilon$$

ここに

tr：クリープ破壊に至るまでの時間（分）
現在のひずみ速度εが，このまま，あるいはさらに増大して行き，地すべりが滑落するまでに要する時間。

ε：現在の伸縮計の定常ひずみ速度（10^{-4}/分）
伸縮計の線長が主亀裂をまたいで10mの場合，εはmm/分の単位となる。

滑落直前の斜面にしばしば発生する微候として次のものがある。

a）地すべり末端部や側面部の斜面に崖崩れや落石が連続的に発生したり，斜面や崖面から岩片や砂等がサラサラと落下しだした場合。

b）地盤に振動や地鳴りが生じたり，風も無いのに樹木の枝や葉がすれ合った音を発したり，電線に揺れが認められる時や建物のキシミ音が連続的になった時。

c）湧水や沢水が急に止まったり（逆に湧水が急に増量することもある），濁ったり，或は沢沿いに泥土が押し出して来た時。これらは，クリープ運動が末端部まで影響を及ぼして地盤内に新たに亀裂を生じ，地下水や地表水の流路が変更したり，側面部の小沢の上流部等で崖崩れが発生したことを示す。

4） 巨大崩壊により塞き止め湖を形成した例（御岳崩れ）

1984年9月14日午前8時45分頃，長野県西部の木曽郡王滝村の御岳山（3,063m）の南山麓を震央とするM

6.8の地震が発生し，御岳奥の院（2,940m）南方の南斜面の標高2,000～2,550m付近のやや尾根形をした凸形部が，幅300～400m，水平長1,200m，鉛直厚50～150mにわたり崩壊した。

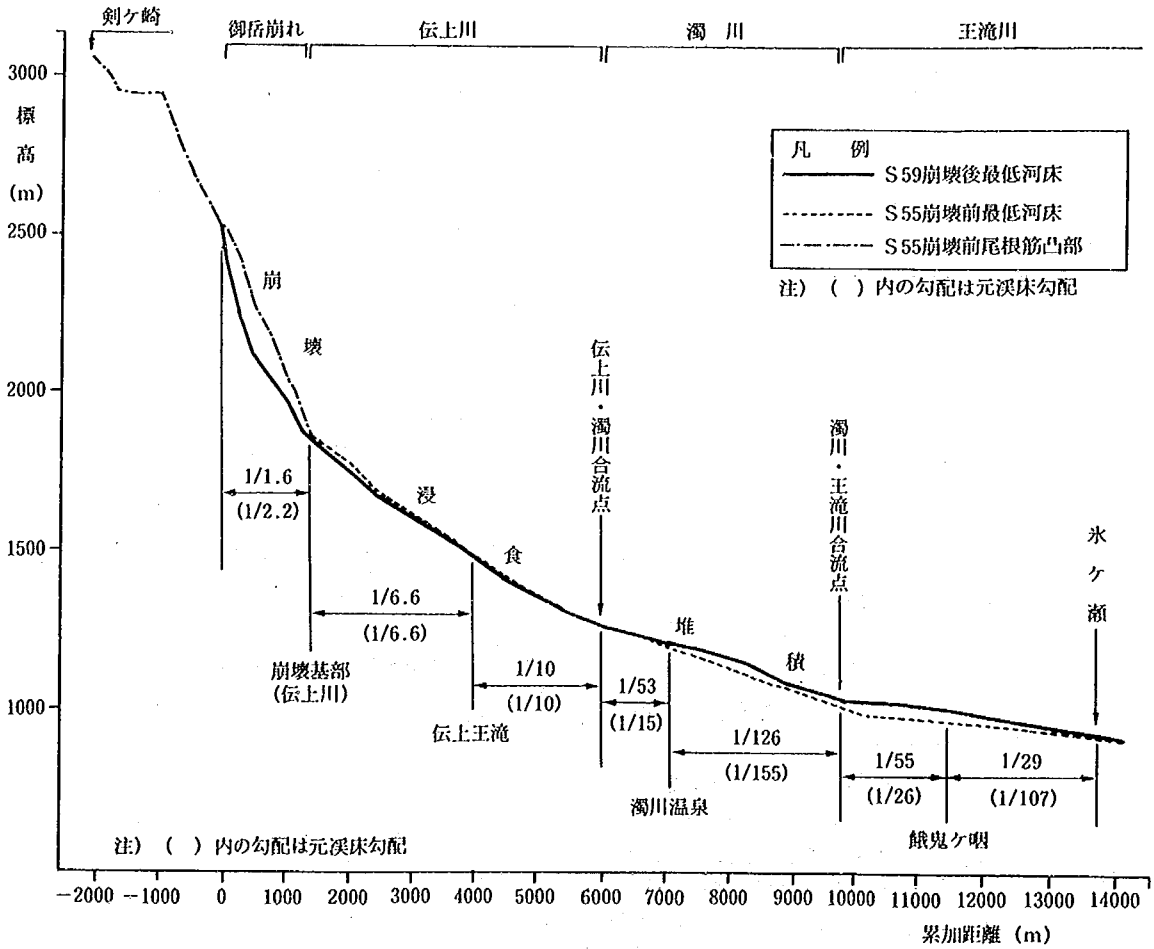
「御岳崩れ」の巨大崩壊は約3,600万m³におよび，この崩落土砂は伝上川，濁川を約9㎞流下して王滝川に入り，王滝川を河道閉塞して塞き止め湖を形成した。

河道閉塞は濁川の王滝川への合流点から下流にかけて延長4.1km，最大幅約450m，埋塞深さは旧河床から20～50m，埋塞土砂量は約2,100万m³とされている。

このため，王滝川は濁沢合流点でダム状に堰止され湛水延長2.75km，湛水面積0.33㎢，湛水量約365万m³の天然ダムが現出した。

図－2・解9に御岳崩れによる土石流の流下前後の河床縦断面を示す。

注）崩壊土量並びに埋塞土量は被災前後の空中写真測量の計測により算定されたものである。



図－2・解9　土石流流下前後の河床縦断面

4.3.2 本復旧のための調査

1) 調査目的

本復旧のための調査は，対象区域内における被災施設の確認，崩壊・堆積土砂量等の被災数量の把握，被災施設等の被災機構の調査（基盤の地盤調査，構造物の耐震性）を行い，復旧工事または補強工事の規模・工法の選定・設計に役立てる。

2) 調査方法

a）地上測量を基本とし，必要に応じて空中写真撮影，基準点に基づいた写真図化を行う。

b）計画構造物基礎の地質，渓床堆積物の土質，クラック発生等の異状を示した斜面並びにのり面の移動土塊の厚さ等をボーリング，物理探査，土質試験などにより必要に応じ地盤調査をする。

3) 調査資料の整理

調査により得られた資料は，被害調査報告書として整理を行う。

〔解説〕

1)本復旧のための調査方法

a）本復旧のための測量は，工事設計数量の算定ないし，精算に必要な精度で測量を行う。

b）施設被害の発生した場合は，構造物の耐震性を検討すると共に，基盤に問題を有することが多いので，基盤の地盤調査を行い，被災機構の解明に努める。

c）斜面の崩壊又は亀裂等が発生した場合は，崩壊の拡大，土塊の滑落等の危険性並びに規模を調査し，対策工法を検討する。

d）渓床堆積が生じた場合は，その規模，粒径等の堆積物の性状，渓床勾配等の地形を調査し，土砂流出の危険性並びに対策工法を検討する。

e）調査方法については第Ⅰ編「5. 被災調査」を参照のこと。

2) 本復旧のための調査項目

a）一 般

復旧工事または補強工事の規模，工法の選定に必要な資料を得ることを目的として行う調査である。

本復旧調査のための視点は一般に表—2・解31のようである。

b）巨大崩壊

基礎の地質並びに構造，崩壊の形状並びに大きさ，

表—2・解31 本復旧のための調査の視点

調査対象	調査の視点
山腹斜面	崩壊の平面図（s＝1/5,000）上での位置・形状，崩壊地の勾配・方位，崩壊の幅・長さ・深さ，崩壊土量，崩土の土質，崩壊地の地質構造，崩壊残土量，亀裂の発生状況
渓床	堆積土の平面図（s＝1/5,000）上での位置・形状，堆積勾配，堆積の幅・延長・厚さ，堆積土量，堆積土の土質 構造物の被災状況（倍置，種類，被災程度，被災数量，基礎の地質）
地すべり	主亀裂または滑落崖の分布と陥没帯の有無，並びに側面亀裂の分布とから地すべり頭部を確認し平面図（s＝1/5,000以上）に記入する。 構造物の被災変状の程度， 地すべり頭部付近や側面亀裂付近での湧水の有無， 末端部の隆起の有無，二次的な小地すべりブロックの有無， 地すべりの範囲，すべり面勾配の推定， 基盤並びに地すべり土塊の地質構造・土質，すべり面の深さ， 地下水脈の位置，すべり面の土質定数
急傾斜地	崩壊の縦横断形，斜面勾配並びに方位，斜面長，崩壊の長さ・深さ，風化層の厚さ・土質，基盤の地質構造，湧水の有無，集水範囲，保全対象との位置関係，構造物又は斜面に亀裂等の異常の発生した位置・異常の種類・異常の程度・異常の数量
落石	落石の到達した範囲・大きさ・数量， 落石予備物質の大きさ・位置（高さ・距離）及び落石通過路の状態（斜面の勾配・形状・凹凸・硬さ・立木状態など） 斜面と保全対象間の余裕並びに位置関係

崩壊の深さ，崩壊残土の状況，流出土砂の堆積範囲並びに堆積厚，堆積土砂の土質等を調査するとともに，崩壊の拡大防止，堆積土砂の流下防止，河道堆積土砂の除去，並びに塞き止め湖の措置等を決定するに必要な事項について調査する。

3) 調査資料の整理

地震による被災状況は一つの地盤調査を表わしていると言える。後世の計画にも役立つようにできるだけ詳細に記録を残しておくことが望ましい。

4.4 被災判定

4.4.1 応急復旧のための判定

1) 被災判定

応急調査により得られた砂防等施設並びに斜面の被災形態・程度・規模から，復旧を行うか否かの判定を行う。復旧を行う場合には砂防等施設の残留機能と，砂防等施設並びに斜面が余震又は中小豪雨や融雪又は洪水により，被災の拡大が大きいと予想される（施設の維持）とき，二次災害の発生が危惧される（民生の安定）ときには，これらの安定性，緊急措置の内容・程度，本復旧を行うまでの期間の長さを考慮し，応急復旧を行うか否か，行う場合の工法・範囲・優先順位の判定を行う。

2) 二次災害の点検

応急調査の結果，本復旧までの間に被災箇所が，予想される余震又は被災後の中小豪雨や融雪又は洪水により，二次災害の発生が危惧されるときには下記の危険性の程度を判定し，危険性の高い場合には市町村長に対し情報を提供し警戒避難を助言する。

a）塞き止め湖閉塞土砂の決壊
b）土石流の発生
c）斜面崩壊
d）その他

[解説]

1) 被災判定

応急復旧は余震や豪雨により，塞き止め湖閉塞土砂の決壊や土石流の発生などの二次災害の防止と，被災施設をそのままにしておくと施設が更に大きく破壊されるおそれのある場合に行うものである。

被災箇所のうち，余震並びに中小の豪雨や洪水に対して持ちこたえ得る様な箇所は本復旧において施工するものとする。

2) 二次災害の点検

a）塞き止め湖閉塞土砂の決壊

塞き止め湖を形成した直後の閉塞土砂は多くの場合水分を多量に含み軟弱である。天然ダムを構成している土・砂・礫・玉石・転石の割合や大きさにより耐浸食性が異なるが，天然ダムの洪水流下方向の長さが短い場合には，洪水が天然ダムを越流しこれを決壊させるおそれがある。

b）土石流の発生

塞き止め湖閉塞土砂の決壊の場合を除き，土石流は渓床勾配がおおむね1/4よりも急な勾配の所で発生し，発生した土石流は砂礫型土石流でおおむね1/20，泥流型土石流でおおむね1/30の渓床勾配の付近まで土石流状態で到達することがある。

なお，土石流には砂礫型土石流と泥流型土石流の中間型のものもある。

また，軟弱な崩土が上流に大量に堆積している場合には，土石流が発生しなくても掃流により相当量の土砂が流下堆積することもあるので，河床勾配の急変点，渓流の曲率の小さな屈曲点等においては注意が必要である。

c）斜面崩壊

斜面に亀裂や段差が生じた場合には，亀裂等の開きの程度，亀裂等の生じた範囲，亀裂等の拡大速さより崩壊の規模・範囲等を判定する。

4.4.2 本復旧のための判定

本復旧のための判定に当たり，砂防等施設の構造・施設の残留機能のほか，砂防等施設・斜面の応急調査・本復旧のための調査に基づいた被災規模並びに被災機構，更に応急復旧による施設の機能並びに安全性の回復度等を配慮し下記の判定を行う。

なお，既往調査資料，被災後の調査により得られた地盤条件並びに被災機構等は，本復旧のための判定に活用する。

1) 砂防等施設の復旧水準

a)施設の被災程度により，補修，補強，増設，撤去新設等の判定。

b）再度災害の可能性・将来計画等を考慮し，必要な機能と安全性を原形に復旧するか，また施設の重要度に応じ再度災害防止対策をどの程度加味した構造並びに規模で復旧するかの判定。

2) 斜面等の対策水準

a）斜面の変状・崩壊の程度により，斜面崩壊の危険度と対策水準の判定。

b）渓床堆積土砂の流出による危険度と対策水準の判定。

c）塞き止め湖の対策水準の判定。

[解説]

1) 本復旧の考え方

a）復旧は従前機能の復旧を原則とするが，被災施設の被災機構を調査し，再度災害の防止をはかるに必要な機能と安全性を有する構造並びに規模とする。

b）社会通念上経済的に妥当な工法並びに規模・構造であること。

c）現地の地形，地質，気象条件に適合し，充分な耐久性を有する工法であること。

d）現地への資機材搬入，現地での施工条件に適合した工法であること。

2) 砂防等施設

地震動により施設が被災した場合には，当該地盤に問題を有する事が多いことから，地盤並びに周辺の地質構造を検討し，当該地盤に適合した復旧方法を選定する。

3) 斜面等

a）斜 面

斜面に亀裂や段差が生じた場合並びに斜面崩壊がさらに拡大するおそれのある場合には，地表水や湧水や地下水の速やかな排除を図ると共に，移動土塊の厚さ・幅並びにすべり面の土質等から，必要に応じ抑制工や抑止工を計画する。

b）渓床堆積土砂

土砂堆積地並びに保全対象付近における渓床勾配，堆積砂礫の粒径，集水面積等から，土砂流出の危険性を判断する。

新しい崩積土や堆積土の上に砂防施設を設ける場合には，地盤が十分締め固っておらず，地盤の支持力が不十分なことが多いので，基礎並びに洗掘対策を十分に行う必要がある。

また，大量の崩積土や堆積土が存在する場合には，降雨ごとに相当量の土砂が移動し，構造物が土砂で摩耗するので，砂防施設の摩耗対策にも配慮が必要である。

c）塞き止め湖

塞き止め湖閉塞土砂の開削を計画する。

開削が技術的又は経済的に困難な場合には，閉塞土砂の決壊防止施設を計画する。

また，両者を組み合わせて計画する。

3) 巨大崩壊対策

a）崩壊地

崩壊残土が大量に存在している場合には，階段ダム工等の崩壊拡大防止施設を計画する。

b）渓床堆積土砂

渓床に堆積した土砂量は膨大であり，これが下流へ流下すると河道並びにダム貯水池への堆砂が懸念されるため，土砂を堆積地に固定するため階段床固工・砂防ダム等の施設を計画する。

これらの施設で対処できない土砂に対しては渓流の平野部への出口等に大容量の流出土砂調節砂防ダム等を計画する。

c）塞き止め湖

当解説の「3) 斜面等」の「c）塞き止め湖」を参照のこと。

4.5 復旧工法

4.5.1 応急復旧工法

1) 一 般

応急復旧工法を選定するに当たっては，

a）応急復旧の目的を達成できること

b）迅速に現地で施工できること

c）復旧資機材の入手が容易であること

d）本復旧工事に当たり手戻りとならないこと

e）経済的にすぐれていること

に配慮し，現地の状況に合わせて適切に決定する。

2) 斜面崩壊等にかかわる応急復旧工法

応急復旧工法の現象別の主な対策工として表－2・4がある。

表－2・4 斜面崩壊等の対策工

現 象	対 策 工
渓床堆積・土石流	排土工，床固工，誘導工
塞き止め湖の形成	閉塞土砂の開削，階段床固工
山腹斜面にクラック等発生	クラック部へのシート張り，排水路工，排水ボーリング
集落内の斜面等崩壊	排土工，土留柵工，排水路工，ふとんかご工
集落内の落石	排石工，浮石除石工，柵工

3) 巨大崩壊にかかわる応急復旧工法

a) 塞き止め湖閉塞土砂の決壊が危惧される場合には閉塞土砂の開削，決壊防止対策施設等の応急復旧を実施する。

b) 渓床堆積土砂による土石流等が危惧される場合には渓床堆積物流出防止ダム，土石流誘導工等を施工する。

[解説]

1) 応急復旧工法

応急復旧工法の各適用条件等については，本編「4.5.2 本復旧工法」を参照のこと。

2) 塞き止め湖が形成された場合の応急対策の例（御岳崩れ）

1984年9月14日の長野県西部地震に伴う御岳崩れにより王滝川に塞き止め湖が形成された。王滝川と左支濁川の合流点柳ヶ瀬から右支鮮川の合流点氷ヶ瀬にかけて王滝川に延長4.1kmにわたり堆積した土砂は豪雨があった場合に流出するおそれがあったため埋塞土砂の流出を抑制するために埋塞土の下流部（氷ヶ瀬道路トンネル横の河道狭さく部）に床止工一基（5トン六脚ブロック349個）が施工された。なお本工事には長野県の他の建設事務所管内で他の災害復旧工事用に製作されていたブロックが急きょ使用された。当該応急復旧工事は10月29日完了した。

塞き止め湖の湛水位の上昇を抑えるため，柳ヶ瀬付近の埋塞土の一部を掘削し，河道（L＝520m，B＝23m）を設けた。下流部において一部流路固定のため河道掘削（L＝280m，B＝23m）が実施された。掘削工事の完了は10月13日であった。

氷ヶ瀬の営林署貯木場付近において流路固定のため右岸に河道（L＝700m）を付替えると共に，右支鮮川の取り合い河道掘削（L＝150m）が実施された。掘削工事の完了は10月30日であった。なお，作業に必要な機械及び資材等は，陸上からの搬入が不可能であったため，ヘリコプターによって空輸された。

応急復旧工事の概要を図—2・解10に示す。

4.5.2 本復旧工法

1) 一 般

被災施設の復旧範囲並びに復旧工法は，本復旧のための調査に基づき，被災施設の原形，隣接する施設，被災規模，被災程度，被災機構，社会的な重要度，経済性，現地の地形地質，気象条件，耐久性，資機材の搬入条件，現場の施工条件等を勘案のうえ現場の状況に合わせて適切に決定する。

2) 砂防施設

砂防施設の代表的なものとして，次のものがある。

施設はできるだけ堅固な地盤に設けることが望ましい。

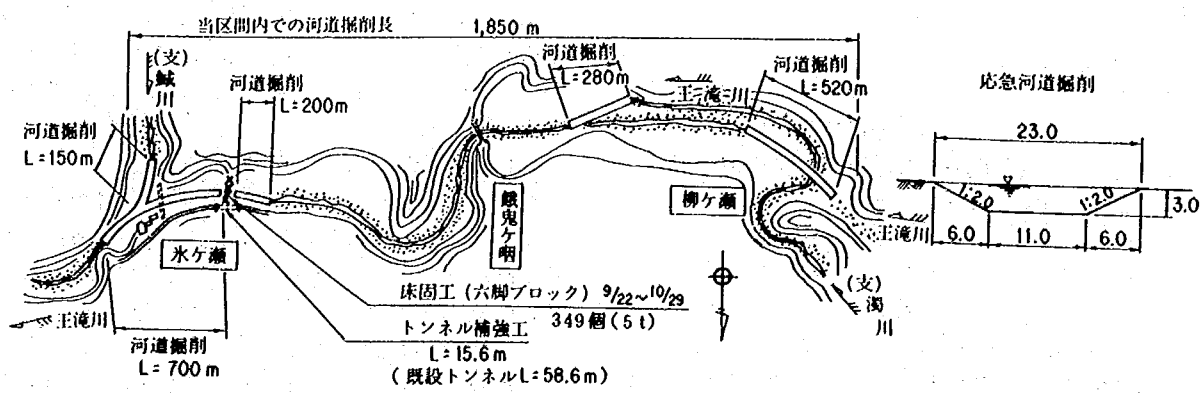
崩積土，堆積土の上に設ける場合には，基礎の安全性検討並びに洗掘対策を充分に行う必要がある。

- 渓岸山腹崩壊抑制工
- 渓床堆積土砂の流出抑制工
- 流出土砂調節工
- 流出土砂誘導工

3) 地すべり防止施設

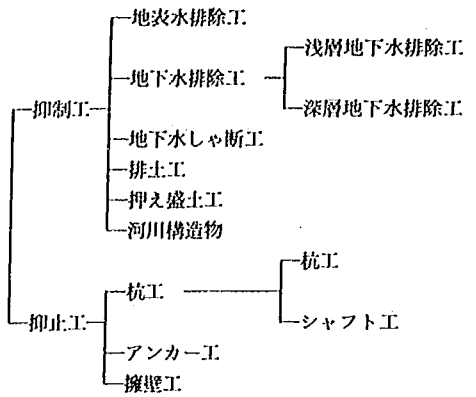
地すべり防止施設は，抑制工と抑止工に大別される。

工法の主体は抑制工とし，抑止工は直接人家，施設などを守るため小さな運動ブロックの安定を



図—2・解10 王滝川応急復旧工事概要

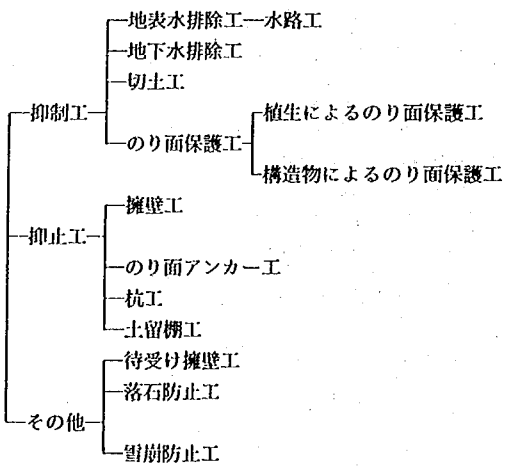
図る場合に実施する。



4) 急傾斜地崩壊防止施設

急傾斜地崩壊防止施設は，抑制工と抑止工並びにその他に大別される。

急傾斜地崩壊防止工事を実施する斜面は人家と密接しており，ひとたび崩壊すれば直ちに人命の損傷につながる危険性が極めて高いため，特に安全性，耐久性，地質条件，被災機構，気象条件などに充分配慮しなければならない。



〔解説〕

1) 砂防施設

砂防施設の計画並びに復旧に当たっては，その目的並びに被災機構を明確にし，砂防施設の機能が最も有効に発揮されるよう配慮する。

砂防工の種類を表—2・解32に示す。

表—2・解32 砂防工

渓岸山腹崩壊抑制工	砂防ダム，床固め工，護岸，山腹工
渓床堆積土砂の流出抑制工	砂防ダム，床固め工，流路工
流出土砂調節工	砂防ダム，砂留工
流出土砂誘導工	護岸工，流出土砂誘導工

a) 砂防ダム

砂防ダムはその主な目的により次のものがある。

i) 山脚固定ダム

目的とする山脚固定箇所の直下流部に砂防ダムを築造し，河床を上昇させて山脚を固定し，山腹の崩壊等の抑止及び拡大の防止をはかる。

ii) 渓床堆積物流出防止ダム

渓床の縦浸食を防止して，土砂の固定をはかる。縦浸食区域が長距離にわたるときは，数基の砂防ダムを階段状に連続して設ける。階段状ダム群において，最下流部等の基幹となる砂防ダムは基礎を岩着させることが望ましい。

iii) 土石流対策ダム

土石流の抑止あるいは抑制をはかる。土石流の緩和のためには，土砂の流出形態を土石流の形態から掃流状態に変化させる必要がある。このためには渓床勾配の緩和並びに渓床幅の拡大をはかる必要がある。

iv) 流出土砂調節ダム

平野部への流出土砂の調節をはかる。流出土砂調節ダムはなるべく大容量であることが望ましい。流出土砂量の調節や粒径の調整機能は主に堆砂面において発揮されるので，堆砂面積の増大をはかることが望ましい。

b) 床固め工

床固め工は地形条件，基盤条件などから通常，砂防ダムを築造することが適当でない場合に用いられる。床固め工は，縦浸食を防止して渓床を安定させ，渓床堆積物の再移動，渓岸の欠壊等の防止をはかると共に，護岸等工作物の基礎保護をはかる。床固め工は，縦浸食防止区間に階段状に設けることが多い。

c) 護 岸

護岸はその施工場所により次のものがある。

i) 山脚部の渓岸保全

山腹が横浸食を受けて崩壊し易くなっている渓岸斜面の支持及び根固めをはかる。又は，導流護岸又は流路の変更により，崩壊の危険な箇所に水流が衝突するのを防止する。

ii) 渓流下流域での流路固定

渓流の下流域は上流に比べれば渓床勾配は緩やかになるが，しかし一般河川に比べるとなお急である。渓岸が乱流の作用によって交互に浸食を受けることが多く，両岸に護岸工を必要とすることが多い。

iii) 横工上流部の渓岸保全

渓流の浸食は縦浸食と横浸食が相関連して作用することが多い。

床固め工や砂防ダム工により縦浸食を防止しても，なお横浸食がやまない場合に渓岸の固定をはかる。

d）水　制

水流を渓岸から遠ざける必要がある場合に施工する。

渓流においては直角水制並びに上向き水制（70°～90°）を用いることが多い。

e）流路工

流路工は，流路を是正して乱流防止をはかり，横浸食を防止すると共に，縦断勾配を規正し縦浸食防止をはかる。このため流路工は床固め工と護岸工とが併用して施工されることが多い。

また流路工は一般に渓流の下流域に施工される。

f）基盤の支持が不充分な地盤の上に設ける砂防施設

新しい崩積土や堆積土の厚さが深い場合には，地盤が充分まだ締め固まっておらず，地盤の支持力が不充分なことが多い。

この様な所に構造物を設ける場合の対策として

・構造物の高さを低くする。

・基礎部にフーチングを付け，底面積を広くする。

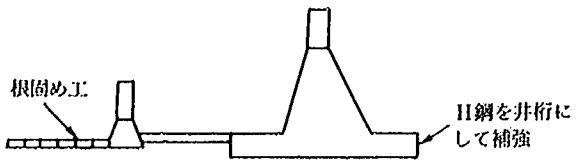
　この場合，基礎部はフーチング部も合わせて一体構造とし，H鋼，鉄筋等で補強する必要がある。

・構造物を柔軟性のある構造にする。

　ふとんかご，蛇カゴ，コンクリート組ブロック，組枠工，鋼構造など，地盤が不等沈下しても，それに追従できる構造のもの。

・基盤を補強する。

　杭，ケーソン等で基盤を補強する。



図―２・解11　基礎地盤の支持が充分でない箇所での砂防ダムの例

2)　地すべり防止施設

地すべり防止工法は，発生機構，規模等に応じて適切に抑制工法及び抑止工法を組み合わせて計画する。

抑止工は地すべり土塊の動きが継続している場合は効果が期待できないのみでなく，施工自体危険を伴うこともあるので，このようなときは，抑制工を先行し，地すべりの動きや力を軽減させてから適切な時期に実施するべきである。

地すべり防止工の種類を表―２・解33に示す。

地すべりの形態別に地すべり防止工の運用を示すと表―２・解34のようになる。

5)　急傾斜地崩壊防止施設

崩壊防止工事は，抑制工と抑止工とに大別される。

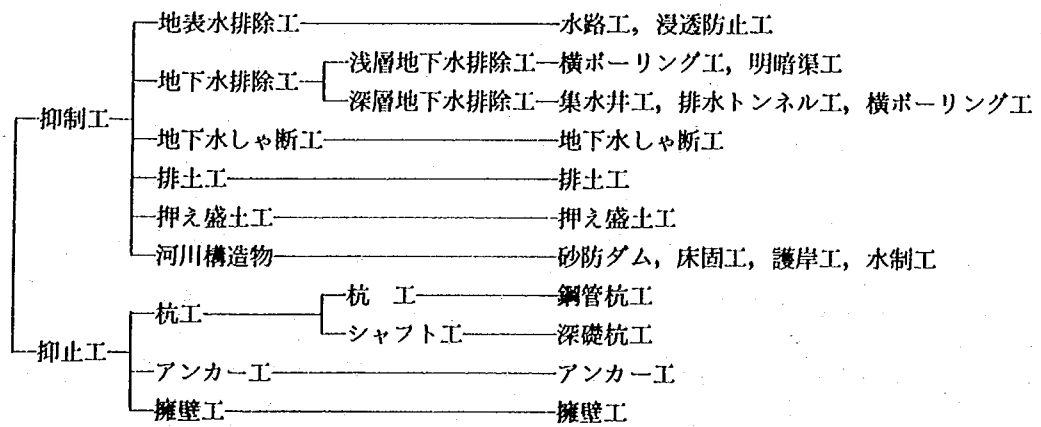
地表水排除工は湧水が多い場合や地下水位が高い場合はもちろん，他の防止施設と併設することが望ましい。

急傾斜地崩壊防止工の種類を表―２・解35に示す。

急傾斜面の地盤別に急傾斜地崩壊防止工の適用を示すと表―２・解36のようになる。また，のり面の状態別に構造物によるのり面保護工の選定について表―２・解37に示す。

落石防止工の選定について示すと表―２・解38のようである。

表―２・解33　地すべり防止工

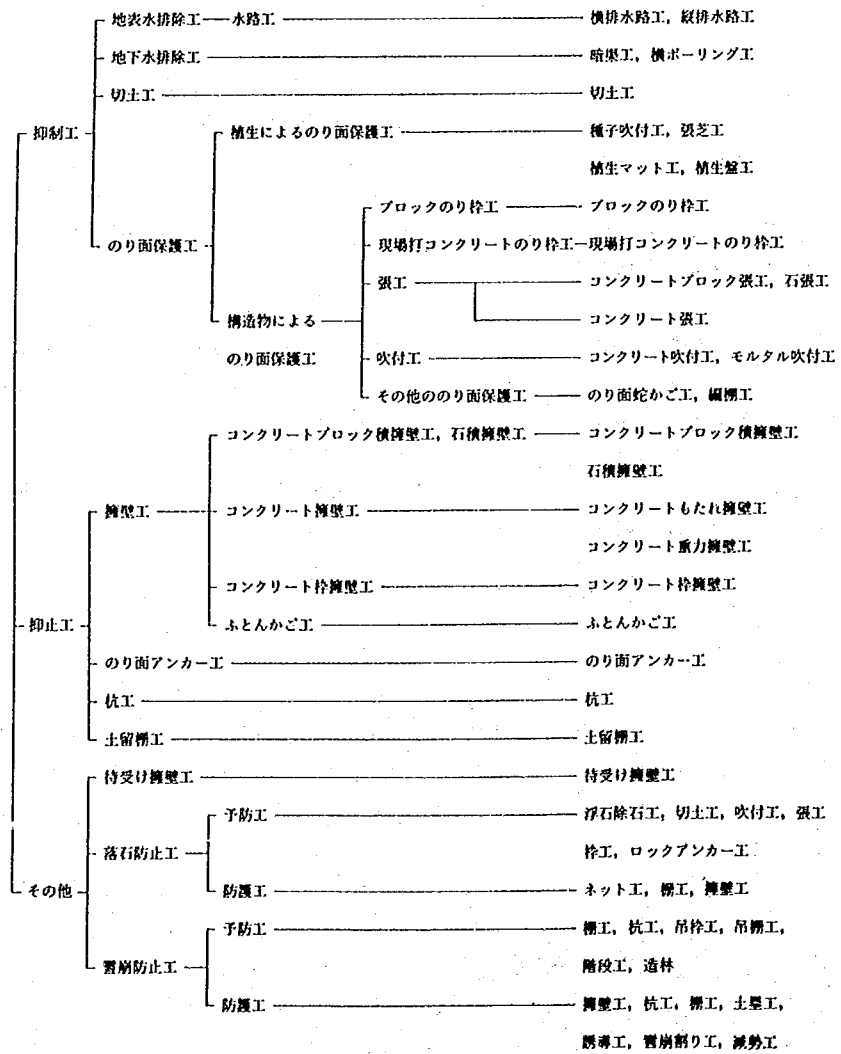


表—2・解34 地すべり防止工の適用一覧

対策工法＼地すべりの型	岩盤すべり	風化岩地すべり	崩積土地すべり	粘質土地すべり
地表水排除工（浸透防止工，水路工）	○	◎	◎	◎
浅層地下水排除工（暗渠工，横ボーリング工）	△	△	○	◎
深層地下水排除工（集水井工，トンネル工，横ボーリング工）	◎	◎	◎	○
排土工	◎	◎	○	△
押え盛土工（擁壁を含む）	○	○	◎	◎
河川構造物	○	○	◎	◎
杭　工	◎	◎	○	△
シャフト工	◎	◎	○	△
アンカー工	○	○	△	△

注）◎：最も良く用いられる工法　○：たびたび用いられる工法　△：あまり用いられない工法

表—2・解35 急傾斜地崩壊防止工



表— 2 ・解36(1)　急傾斜地崩壊防止工の適用一覧（滑落）

地盤 / 崩壊防止施設	表土	マサ	層理状で流れ盤の段丘堆積物・崩積土	基盤と崩積土・段丘堆積物との境界に湧水有	シラス・ローム	温泉余土	第三紀層の軟岩	割れ目が発達しかつゆるんでいる岩盤	互層構造で流れ盤の岩盤
地表水排除工	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○
地下水排除工	△	△	○	◎	○	◎	○	△	○
切土工	◎	◎	○	○	◎	○	△	○	○
植生工	○	○	○	○	○	△	△		
ブロックのり枠工	◎	◎	○	△	△	△	○		
現場打のり枠工	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	◎	◎
張工		○	△	△	△	△	○	○	○
モルタル吹付工					△			△	△
コンクリート吹付工		○	△	△	○	△	○	○	○
編柵工	◎	○			△	△			
コンクリートブロック積擁壁工		○	○	△	○	△	△	△	△
コンクリートもたれ擁壁工		○	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎
コンクリート重力擁壁工		○	◎	◎	○	◎	◎	◎	◎
コンクリート枠擁壁工			△	○	△	○	△	△	△
ふとんかご工		△	○	◎	○	○	○	○	△
のり面カンカー工		△	△	△	△	△	○	○	○
杭工	△	△	△	△		○	○	△	○
土留柵工	◎	◎	△	△	○	△			
待ち受け擁壁工	◎	◎	△		△		△	○	△
落石防止工	○	○	○	△		△	△	◎	△

注）◎：最も良く用いられる工法　○：たびたび用いまれる工法　△：あまり用いられない工法

表— 2 ・解36(2) 急傾斜地崩壊防止工の適用一覧（急崖の崩落）

崩壊防止施設 ＼ 地盤	表土	シラス・ローム	砂礫層とシルト層の互層で湧水による地層の洗出し	段丘堆積物・風化集塊岩等からの玉石抜け出し	急崖部第三紀層の風化表層	第三紀層互層弱層部の浸食による凹崖	割れ目が発達しかつゆるんでいる岩盤	脚部・弱層部の浸食によるオーバーハング	縦方向の節理の発達した溶岩
地表水排除工	○	○	○	○	○	○	△	△	△
地下水排除工		◎	○	△		△			
切土工	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○
植生工	△	△	△	△					
ブロックのり枠工				△					
現場打のり枠工	○	○	○	○	○	○	○	○	
張工			△	△	○	△	△	△	△
モルタル吹付工						△	○	△	△
コンクリート吹付工					○	○	◎	○	○
コンクリードブロック積擁壁工			△		△	△			
コンクリートもたれ擁壁工			△	△	△	△	△		△
コンクリート重力擁壁工					△	△	○		○
ふとんかご工					△	△	○		○
のり面アンカー工					○	△		○	○
待ち受け擁壁工	◎	○	○	◎	◎	○	○	○	○
落石防止工			○	◎		◎	◎	○	◎

注） a） 凡例

◎：最も良く用いられる工法

○：たびたび用いられる工法

△：あまり用いられない工法

無印：ほとんど用いられない工法

b） 工法選定上の注意

・防止工は，いくつかの工種を組み合わせて用いることが多い。

・植生工は，構造物によるのり面保護工と併用して用いられることが多い。

・積雪地帯において，斜面整正後に雪崩の危険が予想される場合には，雪崩防止工を併設する。

表－２・解37　構造物によるのり面保護工の選定

のり面の状態	工法
のり面に湧水があり，のり面勾配が1：1.0より緩い場合	ブロックのり枠工
のり面勾配が1：1.0より急な場合，のり長が長大な場合，湧水を伴う風化岩等ののり面で長期安定に不安のある場合等	現場打コンクリートのり枠工
土砂・崖錐・土丹・崩れやすい粘土ののり面で，勾配が1：1.0よりゆるい場合	石積工，ブロック張工
土砂・崖錐・土丹・崩れやすい粘土ののり面で，勾配が1：1.0より急な場合	石積工，ブロック積工，コンクリートもたれ擁壁工
節理の多い岩盤ののり面で風化・浸食・岩片剥離のおそれがある場合	コンクリート張工，のり面アンカー工
風化しやすい岩等ののり面で湧水がない場合	モルタルまたはコンクリート吹付工
のり面に湧水が多く，土砂が流出するおそれのある場合等	蛇かご工，ふとんかご工
のり面表層の土砂が流失するおそれのある場合等	柵工

表－２・解38　落石防止工の選定

予想される落石の１個当たりの大きさ			巨礫（φ１m位）数㎥の規模		中規模（φ40cm位）数百kgの規模		小規模　数十kg以下の規模	
目的別対策工種 ＼ 落石のタイプ			剥離型	抜け落ち型	剥離型	抜け落ち型	剥離型	抜け落ち型
落石予防工	浮石等の除去	浮石除去・切土工	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	礫間充填物等の浸食防止	排水工（他の工種と併用）	○	◎	○	◎	○	◎
		吹付工	△		○		◎	
		編柵工				○		○
		植生工						○
	発生源に落石を抑止する	根固工	△	△				
		コンクリート張工	△	△	○	○	○	○
		現場打ちコンクリート枠工	△	△	○	○	○	○
		ロックアンカー工	△	△				
落石防護工		落石防止ネット			△	△	○	○
		落石防止柵			△	△	○	○
		落石防止擁壁			○	○	○	○

注）落石防止工は，予想される落石の規模や，斜面の状態に応じて実施する。
◎：最も良く用いられる工法　○：たびたび用いられる工法　△：あまり用いられない工法

参考文献

1) (財)国土開発技術研究センター：昭和56年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和57年3月
2) (財)国土開発技術研究センター：昭和57年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和58年3月
3) (財)国土開発技術研究センター：昭和58年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和59年3月
4) (財)国土開発技術研究センター：昭和59年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和60年3月
5) (財)国土開発技術研究センター：昭和60年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和61年3月
6) 建設省土木研究所：新潟地震調査報告，土木研究所報告　第125号，昭和40年1月
7) 建設省土木研究所：1968年十勝沖地震災害調査報告，土木研究所報告　第141号，昭和46年6月
8) 建設省土木研究所：1978年伊豆大島近海地震災害調査報告，土木研究所報告　第158号，昭和57年3月
9) 建設省土木研究所：1978年宮城県沖地震災害調査報告，土木研究所報告　第159号，昭和58年3月
10) 建設省土木研究所：1983年日本海中部地震災害調査報告，土木研究所報告　第165号，昭和60年3月
11) 建設省東北地方建設局：1978年宮城県沖地震災害報告書，昭和54年11月
12) 建設省東北地方建設局：1983年日本海中部地震災害報告書（第1次），昭和59年5月
13) 石崎勝義：河道埋塞土砂の対策，土木学会河川災害シンポジウム，1985
14) 建設省東北地方建設局北上川下流工事事務所：宮城県沖地震による河川構造物等被害状況写真等，昭和53年7月
15) 青森県土木部：日本海中部地震の記録公共土木施設等被災写真集，昭和59年3月
16) 川上隆，渡部保雄：1978年宮城県沖地震による河川構造物等の被害について，第34回建設省技術研究会報告（昭和53年度）
17) 長谷川久夫，他：宮城県沖地震により被災した河川堤防の復旧について，第35回建設省技術研究会報告（昭和54年度）
18) 中沢弐仁，岩松幸雄，工藤真之助：樋門・樋管の設計と考え方，鹿島出版会，昭和53年
19) 建設省土木研究所振動研究室　新潟地震および宮城県沖地震による樋管の被害状況および復旧に関する資料調査：土木研究所資料第1843号
20) 建設省河川局監修，(社)日本河川協会編，山海堂：建設省河川砂防技術基準（案）調査編・計画編，昭和51年6月
21) 建設省河川局監修，(社)日本河川協会編，山海堂：建設省河川砂防技術基準（案）設計編，昭和60年10月
22) 建設省河川局監修(社)全国治水砂防協会：斜面崩壊工事の設計と実例，急傾斜崩壊防止工事技術指針，昭和57年8月
23) 河川管理施設等構造令研究会編，(社)日本河川協会・山海堂：解説・河川管理施設等構造令，昭和52年12月
24) (社)日本道路協会：道路土工—軟弱地盤対策工指針　昭和52年1月
25) (社)日本道路協会：道路土工—擁壁・カルバート・仮設構造物工指針　昭和52年1月
26) (社)日本道路協会：落石対策便覧　昭和58年7月
27) 河川局治水課：仮締切堤設置基準（案）
28) 河川局治水課：鋼矢板二重式工法仮締切設計指針（案）
29) 土木研究所・東北地方建設局：昭和58年度一日土研　共通部門パネルディスカッション「土構造物の耐震性」議事録，昭和58年11月

III 道 路 施 設 編

1. 総 論

1.1 道路施設の復旧の基本方針

道路施設の復旧に際しては，第Ⅰ編「2. 震災復旧の基本方針」による他，以下の基本方針の下に行うものとする。

1) 道路施設の地震被害は，施設ごとに大きく異なるため，施設の特性に合わせた被災調査，被災判定，復旧を行う。

2) 震災復旧に際しては，震後の状況，路線の重要性，代替路線の有無，道路及び沿道施設の被害状況，復旧に要する資機材，人員及び時間等を総合的に判断して，復旧の優先順位を定めるものとする。

3) 震後の交通特性は常時とは同一ではない。道路の復旧に際してはこの様な点を考慮して行う。

[解説]

1) 復旧の基本方針

道路の震災復旧は，震後における社会全体の復旧活動，民生の安定などに与える影響が大きいため，道路施設の被災状況を迅速かつ的確に把握して，速やかな復旧を行うことが重要である。復旧の基本方針については，第Ⅰ編「2. 震災復旧の基本方針」に示されているが，これらに加えて本章では，道路施設の復旧に固有な，復旧の基本方針に係わる事項を示した。

2) 道路施設の特性

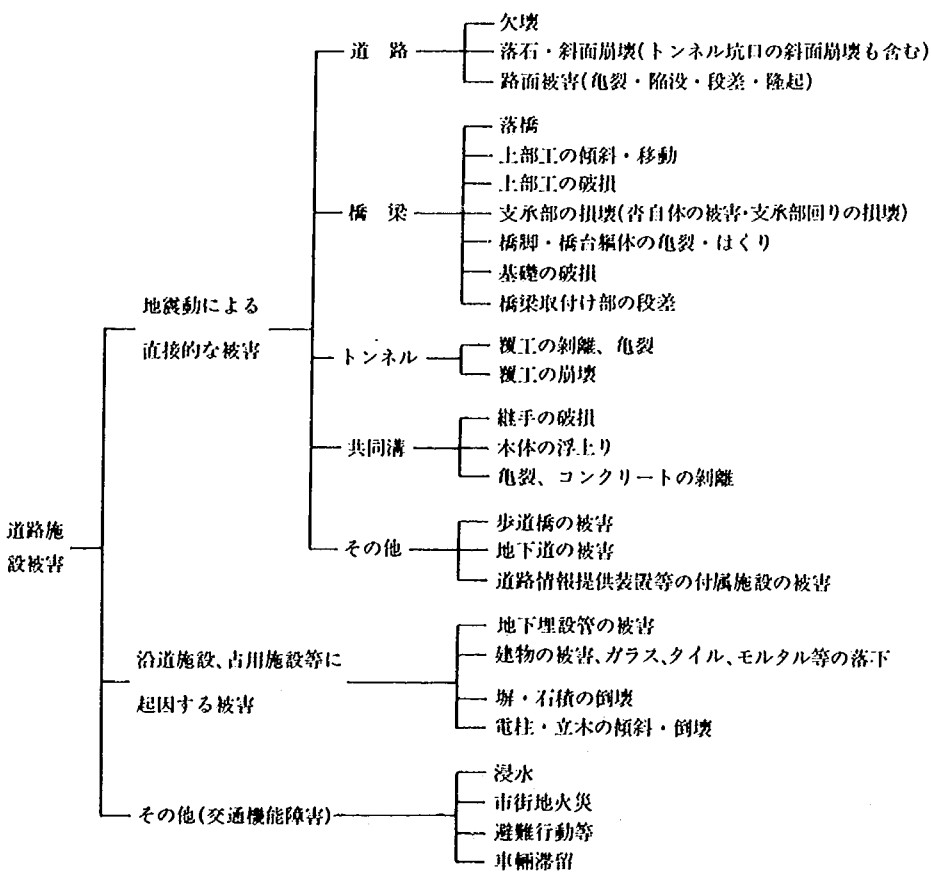
a) 道路施設被害の特徴

道路施設の主要な被害形態を分類すると図—3・解1のようになる。被害の特徴としては一般に以下のような点が挙げられる。

① 道路構造本体

i) 道 路

・軟弱地盤上の盛土，砂質地盤上（液状化）の盛土において路面沈下，亀裂，のり面崩壊などの被害が生じやすい。



図—3・解1 道路施設の被害形態

・自然斜面，切土・のり面部分においては斜面崩壊，落石などの被害が生じやすい。
・片切り土・片盛土部では，盛土部の沈下により切土盛土境界に段差・亀裂が生じやすい。

ii）橋　梁
・橋脚及び橋台躯体の被害が多い。この中には，地盤部のすべり，破壊（液状化含む）等による橋脚及び橋台躯体の傾斜，沈下が含まれる。
・支承及び支承周辺の天端コンクリート，モルタルの被害が多い。
・取付け盛土の沈下に伴う段差が多く見られる。
・上部構造単独の被害は比較的少ない。

iii）トンネル
・坑口付近の斜面崩壊が多い。
・断層がまともにトンネルを横断した場合を除けば，トンネル本体の被害例は少ないが，コンクリート覆工が剝離した事例はある。

iv）共同溝
・震災事例はまだ無い。しかし，類似構造物の被害例から継手部の損傷等が予想される。

v）その他
・横断歩道橋—既往地震による被害例はない。
・地下横断歩道—目地部のはなれ，破損が生じやすい。
・ガードレール，道路標識，道路情報提供装置—基本的に，構造物本体の被害事例は少ない。

②　道路構造本体以外

停電による信号機能障害，液状化による信号機の沈下の事例がある。

i）沿道建築物等，占用施設

建築物の倒壊の他，水道管路の被害，ガス漏れ，民家のブロック塀の崩壊の事例がある。

ii）浸水被害

新潟地震では，津波による浸水被害が生じた。

iii）火　災

関東地震では，火災により多大な被害を生じた。

b）施設被害形態と復旧期間

図—3・解1に示した施設被害の形態では，施設被害形態によって復旧に要する時間は大きく異なる。これを新潟地震，伊豆大島近海地震，宮城県沖地震及び日本海中部地震の4地震における通行規制箇所数の，時間的な解除の様子で示すと図—3・解2～図—3・解5のようになる。これより，以下の事項が指摘される。

①　小規模な落石，崩土，路面陥没，亀裂は比較的短時間に復旧可能である。

②　橋梁の被害及び大規模な斜面崩壊は復旧に要する時間が長い。

表—3・解1は道路構造本体及び本体以外の被害形態別に，既往の地震において復旧に要した時間を示したものである。復旧計画を立てるに際して参考にするのがよい。

3)　復旧優先度の設定

被害箇所及び被害程度が大きく，同時復旧できない場合には，復旧に優先順位を設け，優先度の高いものから順に復旧していかなければならない。優先度は，震災の規模，範囲，地域の特性等各種の要因により大きく異なり，一概に定めることはむずかしい。しかしながら震災復旧に当り，優先度を高める必要がある箇所を示すと表—3・解2のようになる。ここでは施設機能の低下の影響を，①二次災害の危険性の他に，②救急・救援活動に対する影響，③一般交通に対する影響，④道路の社会的機能に対する影響に分けて評価項目を整理している。

一般に，緊急措置の段階では重大な二次災害防止が基本となり，また，本復旧段階になると震後の混乱も収まりある程度の余裕をもって復旧に当たることができるようになる場合が多いことから，復旧優先度の設定が非常に重大な意味をもつのは主として応急復旧段階と考えられる。図—3・解6は，応急復旧における路線としての復旧優先度の基本的な判定フローを示したものである。一方，個々の被災施設の応急復旧の流れを示すと図—3・解7のようになる。ただし，これはあくまでも基本的な考え方を一般論として示したものであり，震災の特徴，地域の特徴等の条件により適宜修正変更した上で，当該地震被害に見合った優先度の設定を行うことが重要である。なお，復旧優先順位を定めるに際して考慮すべき評価項目に関しては，「1.3.2　復旧計画」を参照するものとする。

4)　震後の交通特性

震後の交通特性は以下の観点から，平常時の交通特性と大きく異なる。

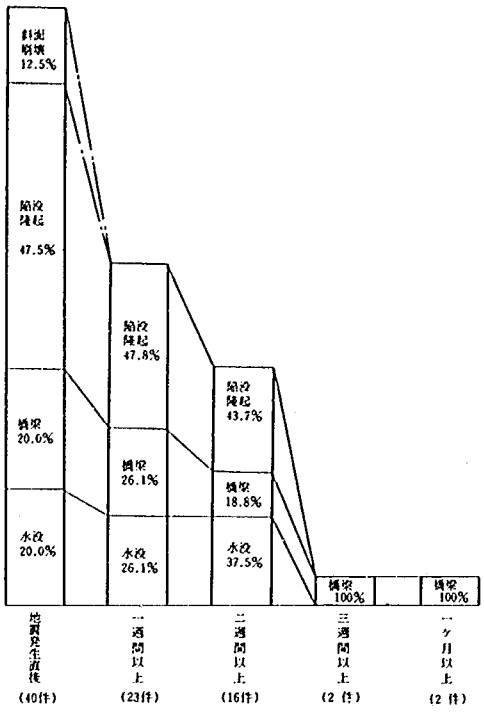
a）都道府県公安委員会等は，災害応急対策に必要な物資の緊急輸送等のため交通規制を行うことがある。

b)交通信号が機能しない可能性がある。

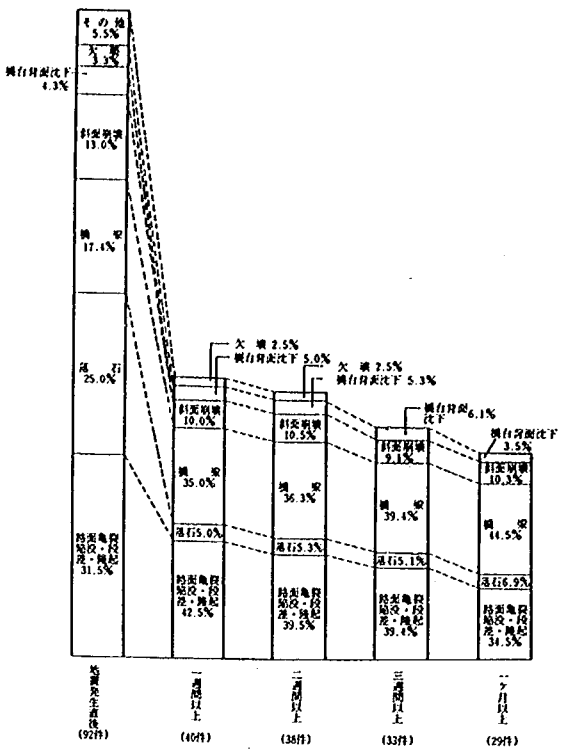
c）地震発生が勤務時間内の場合には，帰宅目的の車両が急増する。

d）路上放置車両が大量にでる可能性がある。

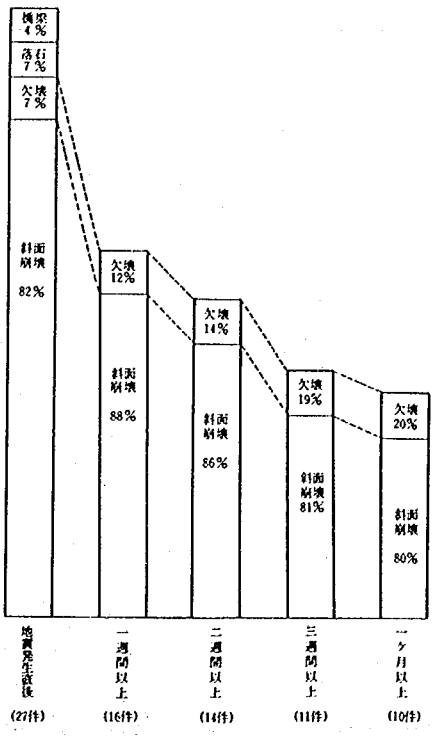
e）見舞い目的の交通が発生する（地震影響地域内，



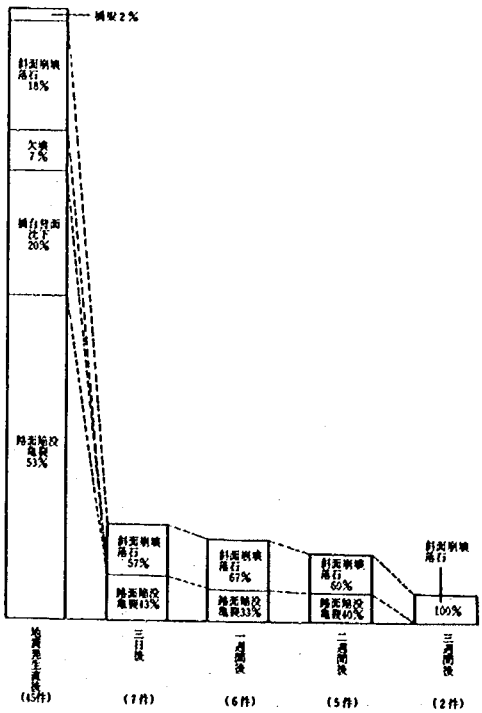
図—3・解2　通行規制件数の要因別内訳の時間的変化（新潟地震）



図—3・解4　通行規制件数の要因別内訳の時間的変化（宮城県沖地震）



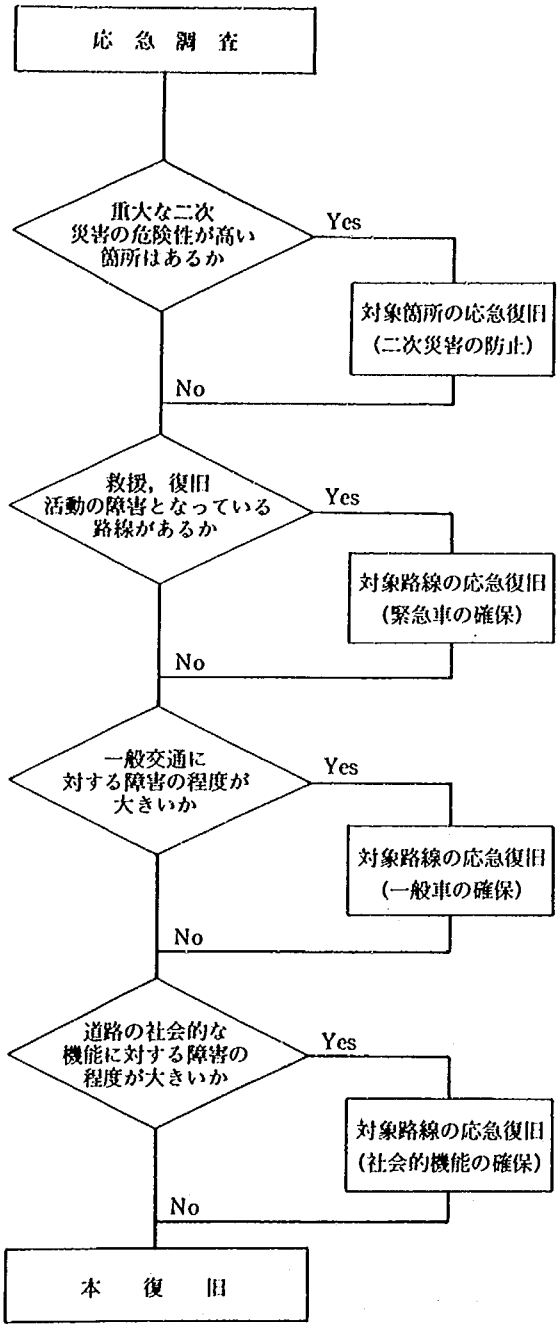
図—3・解3　通行規制件数の要因別内訳の時間的変化（伊豆大島近海地震）



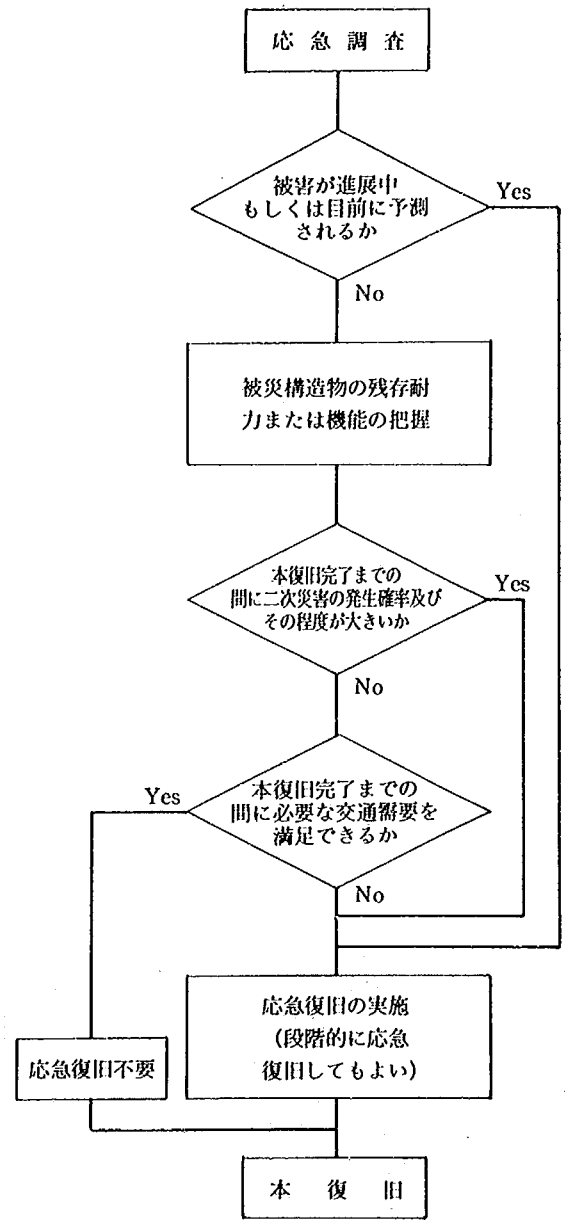
図—3・解5　通行規制件数の要因別内訳の時間的変化（日本海中部地震）

表—3・解1　被害形態別の復旧期間

形態			3時間	1日	3日	1週間	1ヶ月	3ヶ月	1年	事例あるいは文献（通行規制期間）
道路構造本体	道路	欠壊	→	→	→	→	→	→	→	伊豆大島近海地震，長野県西部地震
		亀裂・陥没・段差・隆起	→	→	→	→	→			宮城県沖地震
		落石・斜面崩壊	→	→	→					宮城県沖地震
	橋梁	上部工の破損・傾斜・移動・落橋	→	→	→	→	→	→		新潟地震昭和大橋（6ヶ月） 宮城県沖地震錦桜橋（6/12～24） 6/25より仮橋にて
		支承部の損壊	→	→	→	→	→			宮城県沖地震　天王橋
		橋脚・橋台躯体の亀裂・はくり・基礎の破壊	→	→	→	→	→			宮城県沖地震　関上大橋
		橋梁取付部の段差	→	→	→					新潟地震 宮城県沖地震
	付属物	歩道橋の被害	構造物自体にほとんど被害なしまた道路構造に与える影響もなし							
		地下道の被害	上に同じ							
		信号機等の付帯施設の被害	→	→	→					宮城県沖地震
道路構造本体以外	沿道施設	地下埋設管の被害	→	→						宮城県沖地震の白石市田町（6/12～13） 〃　の古川市古川駅前（6/12）
		建物の被害 ガラス・モルタル等の落下	→	→	→	→				宮城県沖地震の346号線 （6/12～13）
		塀・石積の倒壊	→	→	→					宮城県沖地震
		電柱・立木の傾斜・倒壊	→	→	→					宮城県沖地震の宮城町作並 （6/12）
	その他	浸水	→	→	→	→	→	→		新潟地震では6/16から6/27まで浸水
		市街地火災	→	→	→					関東大震災による
		避難行動	→	→	→					関東大震災による
		車両滞留	→	→	→	→				



図—3・解6　道路施設における路線としての応急復旧の進め方フロー



図—3・解7　各被災施設に対する応急復旧の必要性の判定

及び，他地域からの流入)。

f) 復旧及び復旧物資輸送目的の交通が発生する。

g) 路上に家具，ゴミ等が放出される。

h) 占用埋設物の復旧のため，道路の掘り返しが行われている。

したがって，道路の復旧に際しては，震後の交通特性に見合った被災調査，復旧方法，優先順位の決定等を行わなければならない。

表—3・解2　路線としての復旧優先箇所

復旧優先度の評価項目	復旧優先箇所	緊急措置	応急復旧		本復旧
			緊急車の確保	一般交通の確保	
二次災害の発生危険性	重大な二次災害の発生危険性が高い被災箇所	◎	◎	◎	◎
救急・救援活動に対する影響	孤立地区の発生原因となっている被災箇所		◎		
	行方不明者の捜索活動に対して障害となっている被災箇所		◎		
	被災中心地域への救援および復旧物資の輸送交通の障害となっている被災箇所		◎	○	
一般交通に対する影響	路線または道路区間として復旧上，ネックとなる被災箇所			◎	
	交通量が多い路線に存在する被災箇所			○	◎
	迂回に伴う障害・損失が大きい被災箇所			◎	○
	復旧に多大の日数を要する被災箇所			○	◎
道路の社会的な機能に対する影響	他の施設の機能または復旧に支障となっている被災箇所			○	◎
	地域の行事など復旧期限に制約がある被災箇所			◎	◎

凡例　◎　判断要因として特に重要な要素　　○　判断要因となる要素

1.2　震前対策

震災復旧を的確に行うためには，震前に十分対策を立てておくことが有効である。震前対策としては，第Ⅰ編「3．震前対策」による他，以下の事項を検討しておくのがよい。

1)　道路網としての耐震性の把握
2)　道路管理体制の強化
3)　資機材の備蓄

[解説]

1)　道路網の耐震性評価

道路網としての耐震性をネットワークの観点からあらかじめ把握しておくのがよい。この際には，以下の点に留意するのがよい。

a）地震被害を受ける可能性の高い路線の把握

地形及び地盤条件から地震被害を受ける可能性の高い路線をあらかじめ検討しておくのがよい(第Ⅰ編「3．震前対策」解説3)参照)。

b）　迂回路の選定

当該路線が被災した場合の迂回路の選定は，短距離トリップを対象とした局所的な迂回路のみならず，長距離トリップに対する広域的な迂回路はどこかを検討しておくのがよい。

c)道路網としての耐震性の把握

当該箇所の被災の可能性が高く，また，被災した場合に迂回路が無い区間を事前に把握しておくのがよい。

2)　道路管理体制の強化

a）道路被災箇所の迅速な把握体制

道路モニター，道路監視装置を用いた交通状況の把握・体制の検討

b）迅速な震後対応

沿道の民間業者の応援を含む適切な震後体制の検討

c）業者との協力体制

d）関係機関との連絡体制

e）復旧用資機材，応急組立橋等の所在を常に把握するように心がける。

3) 資機材の備蓄

道路の残地及びガード下など適切な場所に復旧用の資機材を備蓄し，その数量，位置等を常に把握しておくのがよい。

1.3 道路施設の震災復旧の進め方

1.3.1 一 般

地震が発生し，道路施設に被害が生じている可能性がある場合には，地震の規模，被害状況に応じて以下の対策を講じるものとする。

1) 職員の非常招集
2) 緊急体制の設置
3) 緊急調査及び必要に応じて緊急措置の実施
4) 応急調査及び必要に応じて応急復旧の実施
5) 本復旧のための調査及び本復旧の実施
6) 関係機関との協議
7) 通行規制
8) 広報活動

[解説]

道路施設に被害が生じている可能性がある場合に必要な対策を示したものである。具体的には，以下の通りである。

1) 職員の非常招集

地震が発生した場合は，まず職員を非常招集する。参集の途上では，可能な限り被災状況を見てくることが有効である。

2) 緊急体制の設置

第Ⅰ編「4.2 緊急体制」にしたがって緊急体制をとる。

3) 緊急調査及び緊急措置

「2. 緊急調査及び緊急措置」にしたがって緊急調査を行い，必置に応じて緊急措置を行う。

4) 応急調査及び応急復旧

施設の種類ごとに，3章～8章にしたがい，応急調査を行い，必要に応じて応急復旧を行う。

5) 本復旧のための調査及び本復旧

施設の種類ごとに，3章～8章にしたがい，本復旧のための調査，本復旧を行う。

6) 関係機関との協議

第Ⅰ編「4.5 関係機関との協議」にしたがい，関係機関との協議を行う。道路施設の震災復旧で協議する必要がある関係機関としては，一般に，以下のものが挙げられる。被災の規模，範囲，地域特性等を勘案して，これらを適当に取捨追加し，適切に協議連絡を行っていくことが重要である。

- 警察署
- 消防署
- 関係地方自治体
- 関係公団
- バス，タクシー会社
- 交通情報センター
- テレビ，ラジオ放送局
- 新聞社
- 道路占用者
  - 上水道
  - 下水道
  - ガス
  - 電気
  - 電話

7) 通行規制

「1.3.3 道路通行規制」にしたがって，必要に応じて適切な通行規制を行う。

8) 広報活動

第Ⅰ編「6.3 広報活動」及び本編「1.3.4 広報活動」にしたがって，必要に応じて広報活動を行う。

1.3.2 復旧計画

地震後に道路に要求される機能は，地震の規模，地域特性，地震発生からの経過時間によって異なるため，これらの状況に応じた復旧計画を立てるものとする。

[解説]

1) 震後の発生交通とその特性

震後には平常時とは全く異なった各種の活動が行われる。このため，道路施設の震災復旧計画を立てるためには，震後のどの段階で，どういった交通が発生するかをあらかじめよく把握しておくことが重要である。交通発生の要因は，地震の規模，地域特性及び地震発生からの経過時間等によって一般に大きく異なるのが普通であるが，概略の交通発生要因を主として道路利用者の立場から整理すると表－3・解3のようになる。また，表－3・解4は，これを震後交通の活動範囲として示したものである。

2) 震後に必要とされる道路機能

表—3・解3　震後交通の発生要因（利用者の立場から）

時期区分 / 項目	震災復旧の第1段階	震災復旧の第2段階		震災復旧の第3段階	
	被震避難期	救援期	応急復旧期	復旧期	復興期
消火	消防活動，転戦指令 応援要請，水源の確保	避難地周辺市街地 重点消火 大火災地区の把握	残火確認 残火消火	被害調査	報告
水防	津波情報把握，決壊箇所の確認	堤防被害判定 復旧資機材・人員の要請・輸送 せきとめ作業	せきとめ作業 排水施設復旧	排水作業 被害調査	報告
救急救助	救出機材調達，救出・輸送車両・人員確保 出動指示	収容			
避難誘導	人員の確保，誘導活動 避難所開設				
医療	医師・看護婦の確保 医薬品・医療品の調達 応急治療	救護用資機材の確保 人員・資機材の輸送 治療 救護所開設	巡回診療活動，治療用品・人員の確保 避難所の防疫	消毒剤等の散布	保健衛生指導
広報	被害状況の収集 災害報道 避難広報	災害報道	交通状況報道 復旧状況報道		尋ね人
救援	水源の被害調査 水源確保 給水車の調達 人員確保	災害拡大把握 灯き出し 食糧の地区別需要度調査 食糧配給 給水活動	食糧配給 給水活動 生活物資の地区別需要度調査	生活物資の配給	
死体処理			情報収集 捜索用機材・人員・車両の確保 安置所の開設 検視，火葬	埋葬	
警備	被害状況把握 避難誘導	警戒	行方不明者捜索 警戒 犯罪取締り	復旧協力	報告
動員	他地域へ協力要請		活動別需要調べ 車両の調達 輸送		
道路施設確保	道路被害把握，道路啓開 他地域・関係機関への協力要請	道路啓開 道路被害判定	活動必要数の把握 配車	活動必要数の把握 配車	
点検回収	コンビナート・ダムなどの点検要請 応急資機材の調達	応急修理 油回収			
ゴミ・し尿の処理	被害把握	避難地の汚物処理施設建設	人員・車両・資機材の確保	焼却・処理 清掃活動・くみとり作業 倒壊物運搬処理施設の復旧	
各種施設	送電停止，製造停止 施設点検，被害状況調査 他地域へ応援要請	人員・車両・資機材の確保 災害拡大の把握	応急復旧 避難所需要施設へ電気などの供給 仮設住宅建設	復旧用建設資機材の輸送 人員の確保	復興 建設活動

表—3・解4　震後交通のOD

被災を受ける人間の立場からみた震後過程	交通に関する対応手段	活動範囲	発生側施設・需要側施設
被震避難期	消防活動	2km×2km	消防署→火災現場
	救急活動	2km×2km	消防署・警察署→現場
救援期	構造物の被災度判定	10km×10km	担当機関→現場
	重点消火	10km×10km	水源地・火災現場→火災
	傷病人の収容	市区町村	現場→救護所→後方医療施設
	医療用資機材人員の輸送	都道府県，市区町村単位	医療機関→救護所
	救援用資機材人員の輸送	市区町村	関係機関→現場
	復旧資機材人員の確保	隣接都道府県	倉庫→輸送基地
	給水活動	都道府県，市内町村単位	浄水場・給水所→避難場所給水拠点
	食糧配給	都道府県，市区町村単位	倉庫→集積地→避難場所
	水防活動	被災地	輸送基地→現場
	警戒	市区町村単位	警察署→現場
応急復旧期	死体処理	市区町村	被災現場→死体収容所
	巡回診療	市区町村	病院→避難所
	復旧用資機材人員の輸送	隣接都道府県	輸送基地→現場
	給水活動	都道府県，市区町村単位	浄水場・給水所→避難場所給水拠点
	食糧配給	都道府県，市区町村単位	倉庫→集積地→避難場所
	生活物資の配給	都道府県	輸送基地→集積地→現場・避難場所
	水防活動	市区町村単位	輸送基地→現場
	警戒	市区町村単位	警察署→現場
	日常交通	通勤圏	自宅→目的地
復旧期	消毒剤等の散布	市区町村	倉庫→被災現場
	復旧用資機材人員の確保	隣接都道府県	輸送基地→現場
	給水活動	都道府県，市区町村単位	浄水場・給水場→避難場所給水拠点
	食糧配給	都道府県，市区町村単位	倉庫→集積地→避難場所
	生活物資の配給ゴミ・し尿の処理	隣接都道府県，市区町村	倉庫→集積地→避難場所被災現場・避難場所→投棄場所→処理場
	日常交通	通勤圏	自宅→目的地

震後の道路機能を利用者の立場から整理すると表－3・解5のように，連結性，確実性，大量性，安全性の4つに分類される。これらのうち，震後の各段階において一般にどのような機能，状態が必要とされるかを示した結果が表－3・解6である。これより，一般的には，震後の時間経過とともに道路に要求される機能は，連結性→確実性→大量性→安全性へと大きく移り変わっていくことがわかる。

表－3・解5　震後の道路機能の分類

状態	定義
連結性	途中に被害等があったとしても，ある点から目的地までが，迂回路等を利用して連結されている状態
確実性	ある点から目的地まで，災害時に許容される安全性をもって，確実に所用の時間内で行きつける状態
大量性	確実ではないが、災害時に許可される安全性をもって，通常の道路が持つ大量輸送が可能な状態
安全性	通常の道路交通と同程度の安全性をもって輸送が可能な状態

表－3・解6　社会的に見た震後の各過程で必要とされる道路機能

社会的に見た震後過程	道路を利用する社会活動	震後の道路機能			
		連結性	確実性	大量性	安全性
被震避難期	消防活動	○			
	救急救助	○			
救援期	重点消火	○	○		
	傷病人の収容	○	○		
	医療用資機材の輸送	○	○		
	救援用資機材の輸送	○	○		
	給水活動	○	○		
	食糧配給	○	○		
	水防活動	○	○		
	警戒	○			
応急復旧期	死体処理	○			
	巡回診療	○			
	復旧用資機材の輸送	○	○	○	
	給水活動	○	○	○	
	食糧配給	○	○	○	
	生活物資の配給	○	○	○	
	水防活動	○	○	○	
	警戒	○	○	○	
	日常交通	○	○	○	○
復旧期	消毒剤等の散布	○	○		
	復旧用資機材の輸送	○	○	○	○
	給水活動	○	○	○	
	食糧配給	○	○	○	
	生活物資の配給	○	○	○	○
	ゴミ・し尿の処理	○	○	○	
	日常交通	○	○	○	○

3) 復旧計画

以上より,道路施設の復旧計画を立てるに際しては,基本的に以下の点に留意するものとする。

a) 震災復旧の第2段階では,連結性を確保(具体的には,孤立地区を無くす)するとともに,復旧物資の輸送,給水活動のように特定箇所に対する特定目的に対して発生する交通需要に徐々に応えられるようにする。さらに,確実性の確保をはかる。

b) 震災復旧の第3段階では,大量性の確保から安全性の確保へと徐々に復旧水準を上げていく。

ただし,上記はあくまでも基本的な考え方を一般論として示したものであり,被災の状況,地域特性等を十分考慮して復旧計画を定めることが必要である。

1.3.3 道路通行規制

> 道路通行規制は,震後の時期区分及び被害状況に応じて適切に行うものとする。

[解説]

1) 道路通行規制の種類

被害形態に応じて道路通行規制の内容を適切に選択しなければならない。表—3・解7は新潟地震(昭和39年),伊豆大島近海地震(昭和53年)及び宮城県沖地震(昭和53年)の3地震により,実際にとられた道路通行規制の種類を被災形態によって整理したものである。道路通行規制の内容は,被災形態のみならず周辺の地域特性,震災の規模及び範囲によっても変わってくるので,これらの条件を勘案して適切に定める必要がある。また,規制の内容も,応急復旧,本復旧等,情勢の変化に対応して逐次変化させていくことが必要である。

表—3・解7 既往地震時に行われた通行規制

被害要因	通行規制のタイプ					
	全面通行止め	重量車両規制	夜間通行規制	走行速度規制	交互通行	車線制限
欠壊	●		●			
亀裂・陥没・段差・隆起	●	●		●		●
落石・斜面崩壊	●		●			●
上部工の傾斜・移動・落橋	●	●			●	
支承部の損壊	●	●				
橋脚,橋台,躯体の亀裂・はくり,基礎の破損		●				●
橋梁取付部の段差	●	●			●	●
地下埋設管の被害	●					●
塀・石積の倒壊	●					
電柱・立木の傾斜倒壊	●	●				

注) ●印は新潟地震,伊豆大島近海地震,宮城県沖地震による通行規制事例

2) 道路通行規制の目的

道路通行規制は道路法第46条「通行の禁止または制限」に基づき道路管理者が実施するものであり,その目的は,時間的に変化し,震災直後(震災復旧の第1段階及び第2段階の初期)と部分復旧段階では同一ではない。したがって,道路通行規制の実施に際しては以下の点に留意しておくのがよい。

a) 被災直後の規制

この段階の規制は,一般に次のことに気を付ける。

① 被災実態を知らないため,無理をしても通行しようとする者を制止する。

② 被災箇所を通らないと目的を達しない等の者を抑制する。

この段階において通ろうとする者は,応々にして衝動的であり,理性に欠け暴力的となる場合もある。

b) 部分復旧段階の規制

この段階では,既に災害実態は周知されているが,復旧が済んだ所まで通りたいとする者に対する規制が必要となる。したがって,この段階で出される道路利用者からの要望は,日常の不便の解消が中心となりやすい。ただし,このような地域住民の足の確保に関する要望を受け入れることと復旧を早期に完成させることは相反する場合が多く,基本的には一刻も早く復旧を達成することを第1条件に置くことが重要である。

3) その他

a) 緊急輸送車両の確認証明書の交付

警察とよく協議をして,緊急輸送車両の確認証明書(緊マーク)の交付手続きが円滑に行われるようにする必要がある。

b) 被災状況写真及び迂回路表示看板の掲示

被災後の道路通行規制において被災写真及び迂回路表示看板を規制標識とともに掲示しておくことは,道路利用者に被害の実態を納得させるとともに通行規制を円滑に実施するのに有効である。

1.3.4 広報活動

道路の被災状況，迂回路，復旧見通し等に関する広報は第Ⅰ編「6.3 広報活動」による他，管内の被災状況だけではなく，周辺地域を含めた道路通行規制状況及び迂回路に関する情報として与えるものとする。

［解説］

1) 震後に一般道路利用者への情報として必要とされるのは，

a）道路通行規制状況（迂回路を含む）

b）復旧の見通し

が多い。これらについては，関係機関と十分協議したうえで，道路利用者に適切な情報として与えることが必要である。

2) 一般の道路利用者に上記情報を与える手段としては，以下のものがある。

a）道路情報センター

b）マスコミ（TV，ラジオ，新聞）

c）道路情報表示装置

d）路側通信システムなど

2. 緊急調査及び緊急措置

2.1 緊急調査

緊急調査では重要な箇所を中心にできる限り短時間に道路施設の被害の概要を把握するものとする。

調査の観点は以下の通りである。

1) 道路が通れるかどうか

2) 重要施設の重大な被害状況の概要把握

3) 大きな二次災害の危険性の把握

［解説］

1) 緊急調査のポイント

緊急調査の要点は，第Ⅰ編「4.1 復旧の流れ」に示したように重要な箇所を中心に施設被害の概略を把握するとともに，大きな二次災害につながる危険性があると認められる箇所を判定するために行うことにある。

道路施設の場合には，基本的に以下の事項を緊急調査段階で把握することが重要である。

a）道路が通れるかどうか

震後の道路交通機能は，被害の目視調査結果に基づき，表－3・解8に示すように大きく5段階に分けることができる。このうち，緊急調査段階では大被害及び中被害を中心とした被害の発見に全力を傾けるものとする。

なお，緊急調査段階の調査では，短時間に，しかも限られた人員による目視による外観調査しかできない場合が大部分であるため，その後の応急調査や本復旧のための調査で緊急調査の見落しがないかを慎重に検討してゆく必要があることは，第Ⅰ編「4.1 復旧の流れ」に示した通りである。

表－3・解8 被災状況と交通機能の分類（緊急調査段階）

被災度	被災状況の概要	交通機能
被害なし	目視調査により，特に被害が認められない場合	通行可
被害軽微	路肩等にクラック，崩土が生じているが，道路本線の交通には特に支障が無い場合	通行可
小被害	道路本線に小さな段差，崩土，落石が認められるが，通常の交通は可能な場合	注意走行表示
中被害	道路本線に大きな段差，崩土，落石が認められ，通常の通行が困難な場合	通行規制
大被害	通行ができない場合	通行止め

b）重要施設の重大な被害状況の概要把握

震後の復旧で長時間を要するのは，橋梁の被害，大規模な斜面崩壊等である。したがって，こうした重要施設については，可能であれば震後の被害の進展，拡大の可能性を含めて，予想される被害状況の概要を把握しておくのがよい。

c）大きな二次災害の危険性の把握

二次災害の中には第Ⅰ編「4.3.1 震災復旧の第1段階における評価項目」に示したように，一次災害による路面被害等に伴って発生する災害と一次災害が拡大することに伴って新たに発生する災害の2つがある。いずれに対しても，道路に致命的な影響を与えるような重大な二次災害につながる可能性については緊急調査の段階でも留意しておくものとする。なお，被災調

査が夜間となる場合には，二次災害の危険性を判断することは難しいので，夜が明けてから再度調査する必要がある。

2) 緊急調査項目

上記1)に示した緊急調査のポイントに留意した上で，一般的には表—3・解9に示す項目を中心として緊急調査を行うのがよい。ただし，これは，短時間に重大な施設被害の概要を把握するために必要な最小限の項目を示したものであり，被災の規模，地域特性等により適宜取捨追加することが必要である。

3) 携行機材

緊急調査に必要な機材をまとめると一般に表—3・解10に示す通りである。被災の規模，地域特性等に応じて適当に取捨追加して携行するのがよい。携行機材の選定に際しては，状況に応じて以下の事項に留意するのがよい。

a) 夜間調査となる場合も多いので，照明具に配慮すること。ただし，商用電気は使用できないと考えておいた方がよい。

b) 雨あるいは雪等の気象条件下の調査に耐える筆記具を使用すること(例：ボールペンは雨に濡れると，書けない場合が多い)。

c) 道路被害のため，パトロールカーが使用不能となる場合が多い。したがって，軽量，小型で携帯性に富んだものであること。

d) 通信機材が非常に重要である。混信，無線の利用不能箇所等に留意すること(第Ⅰ編「6.2 情報連絡及び収集」参照)。

4) 緊急調査の留意点

緊急調査を実施する上で，個別に留意しておくことが必要な項目を示すと以下のようになる。

a) 道路パトロールカーは地震規模がある程度以上になると交通混雑，路面段差，崩土等のため使用できない場合が多い。この場合には，バイク，自転車の利用が有効である。ただし，最後は徒歩にならざるを得ない。

b) 広域的な被害調査には，ヘリコプターによる上空からの調査も有効である。特に，道路被害等により，調査不能区間が多数存在するような場合には上空からの調査が極めて有効である。

c) 緊急調査は通常のパトロールに比べて非常に時間を要する。たとえば，1978年宮城県沖地震の例では17時30分に緊急調査をスタートしてから，最後のパーティーが帰着したのは翌日の午前3時近くであり，9時間を要している。同様に，1983年日本海中部地震の場合には12時05分から20時00分まで8時間を要している。

このように通常のパトロールに比較して緊急調査に時間を要する理由は一般に，以下の通りである。

① 交通混雑

震災直後には，通常とは全く異なった交通需要が生じ，非常に混雑する場合が多い。

② 交通不能箇所の迂回

③ 緊急調査及び緊急措置の実施

④ 情報連絡

情報連絡がスムーズに行かず，このために，結局パトロールカーまでひきかえしたりして時間を要した事例が多い。

⑤ パトロールカーの使用不能

⑥ 余震の影響

⑦ 夜間の調査

⑧ 雨中，雪中での調査

緊急調査のやり方は，震災規模，特徴，地域特性等によって変化するが，以下のような点に特に留意しておくことが重要である。

① 小さな被害及びその対応に目をうばわれない。

② 結果としてどの程度の範囲まで被害があったかという点は，緊急調査が全部終わらないとわからない。したがって，まず，全体把握に全力を尽くす。

③ 可能であれば，調査範囲を分割して，分担調査をする。

④ 基本的には，往路は調査区間をとにかく見てまわることに全力を尽くし，復路は必要に応じて緊急措置を行う。

d) 緊急調査の結果は，わかった範囲から逐次災害対策本部へ報告することが重要である。緊急調査に出発したパーティーがなかなか本部へ連絡できなかった理由としては以下のものが掲げられる。

① 被災調査結果の対応に手がいっぱいであった。

② 次々と被害が見つかり，先に進むことに全力投球した。

③ 連絡手段がなかった。

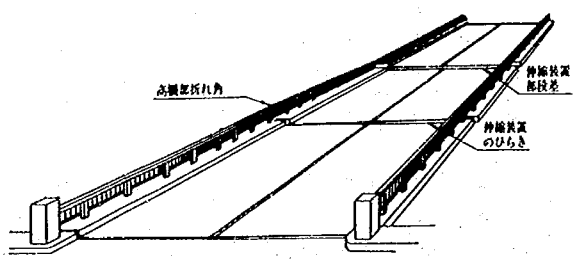
④ 緊急措置に手間どった。

いずれにしても，このような状況になると，緊急調査を終えて調査パーティーが帰着するまで，本部では被災情報が何も得られないこととなり，震後対策を立案することができない。したがって，緊急調査段階では調査のポイントが全体把握であることに留意し，適宜事務所へ情報連絡することが非常に重要である(第Ⅰ編「6.2 情報連絡及び収集」参照)。

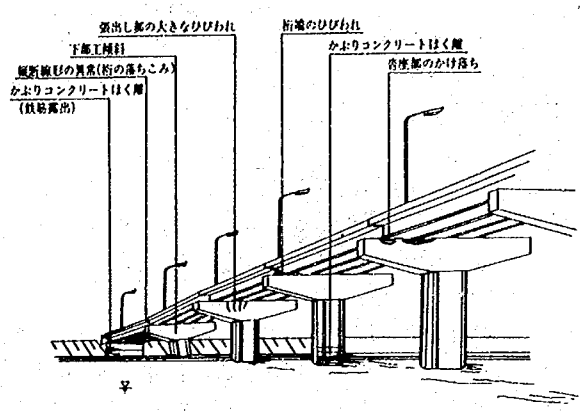
表—3・解9　緊急調査の主要な項目

対象施設			調査ポイント
道路構造物本体	道路	平坦道路	大きな路面陥没，亀裂，路上障害物
		低盛土～高盛土	大きな路面陥没，路体沈下，流失
		斜面 切土のり面	大規模斜面崩壊，大きな落石 大きな路面欠壊
	橋梁	全体	落橋
		橋面	高欄，地覆のずれまたは折れ角，蛇行
			縦断線形の折れ角
			伸縮部のひらき・盛り上がり，段差
		橋梁側面 上部工	不連続な（折れ）たわみ
		橋梁側面 下部工	沈下，傾斜，大きなひびわれ，コンクリート剝離
	トンネル		坑口周辺の大崩壊，覆工の大規模な崩落
	共同溝		路面上への突出（地上からのパトロール）、本体の大破損（共同溝内からの調査の場合，収容物件については，管理者の責任）
	カルバート 地下横断歩道		大きな路面陥没
	横断歩道橋		落橋，橋脚の大破損
道路構造物本体以外	沿道施設		道路上への建築物等の大きな倒壊 道路施設の被害が重大な影響を与えていないか
	占用施設		道路機能に大きな影響を与えていないか
	その他		大規模な浸水，津波の有無 大規模な火災の有無 車両滞留状況

注）橋梁の被災調査のポイントは図—3・解8，図—3・解9参照



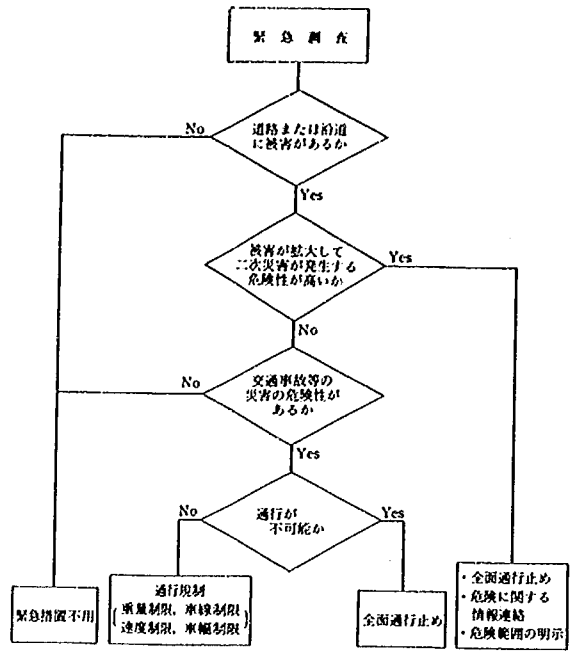
図—3・解8　橋面点検で調査すべき箇所



図—3・解9　橋梁側面からの点検で調査すべき箇所

表—3・解10　緊急調査に必要な主要機材

用　途	機　　材
点検書類	緊急調査マニュアル（点検表付） 管理図，野帳
点検具	双眼鏡(暗視用)，ポール，コンベックス，懐中電灯(大型)，電池，投光器(電源エンジン付)
記録具	カメラ（フラッシュ，電池），フィルム，VTRカメラ（電源バッテリー，カートリッジ），黒板（チョーク），ポラロイドカメラ
通信機材	パーソナル無線 携帯無線（電源）
通行規制用機材	バリケード，ロープ 規制標識
その他	スコップ，防水シート，ノコギリ，ナタ，常温アスファルトなど



図—3・解10　道路施設における緊急措置の流れ

2.2　緊急措置

緊急調査により，大きな二次災害につながる危険性があると認められる場合においては交通の危険または周辺地域への被害の拡大を防止するため，区間を定めて以下の緊急措置をとるものとする。

1)　道路通行規制
2)　危険範囲の設定

[解説]

緊急調査により道路構造物，沿道施設，占用施設に表—3・解9に示した重大な被害が発見された場合には，図—3・解10の流れにしたがって，緊急措置を講じるものとする。緊急措置を講じるに際しては，以下の事項に留意するのがよい。

1)　緊急措置をすべきか否かの判断

緊急措置は限られた時間の中で被害の大勢を把握しつつ行わなければならないため，常に時間との戦いになる。この際に，被害程度が表—3・解8に示した大被害に相当し，明らかに通行止めにした方がよい場合には，一般に判断に困らないが，表—3・解8に示した中被害が発見された場合には，どの範囲までを第1段階で対処しておくべきかの判断は，許される時間及び対応のきめ細さの二者択一となり，判断に迷う場合が多い。これは，被災の規模，程度（広域か，局所的か），地域特性によって変化するため，一概に言えないが，一応，以下の点が第1段階の緊急措置を実際に行う際の判断材料となろう。

a）道路利用者にはわかりにくいが，極めて重大な被害

例えば，橋脚の大被害，支承天端コンクリートの大被害

b）被害が進行，進展する可能性の高い場合

2)　二次災害の危険性

重大な二次災害が発生する危険性があると認められる場合には，状況に応じて通行規制，危険範囲の設定及び避難に関する情報連絡を行うものとする。二次災害の中には，①道路自体の被害が進展する場合，②①に伴って災害が発生する場合，③一次災害による道路機能低下に伴って災害が発生する場合の3つがある。それぞれに対する二次災害の代表的な事例を示すと以下のようになる。

a）道路自体に新たな被害が発生する場合

これは，地震に伴う一次災害により道路自体または沿道の施設等が被災し，その被災箇所の被害が震後の降雨や余震により進展して道路自体の被害が拡大または新たに発生することである。

①　橋梁の被害が進展することによる落橋

② 斜面の亀裂が進展することに伴う崩壊
③ トンネル上面の亀裂の進展に伴う落盤
④ 下水道管の被害の進展に伴う路面の段差，陥没

b）道路自体の被害が拡大することによって災害が発生する場合

① 橋梁被害が拡大して落橋したことに伴う通行車両の転落，橋下の道路，鉄道等の被害
② 斜面の亀裂が拡大して崩壊したことに伴う人命，財産の被害
③ 下水道管の被害が拡大して路面が陥没したことに伴う事故

c）一次災害による道路機能低下に伴って災害が発生する場合

① 落橋，路面欠壊，落石等が放置されていたことによる交通事故
② 路面の段差，陥没が放置されていたことに伴う交通事故

3. 道路橋

3.1 一 般

1) 緊急調査により異常の発見された道路橋を中心として，落橋の可能性のある橋，著しい被害の進行の認められる橋の発見を基本とした応急調査を行う。応急調査の結果，必要と認められた場合には，橋の機能の応急的回復及び重大な損傷の進行防止をはかるため，応急復旧を行うのがよい。応急調査，応急復旧のための判定及び応急復旧工法は，それぞれ「3.2.1 応急調査」，「3.3.1 応急復旧のための判定」及び「3.4 応急復旧工法」によるものとする。

2) 緊急調査及び応急調査の結果を基本とし，地震時に被災する可能性のある箇所を中心として道路橋の機能を長期的に確保する上で影響のある損傷の発見を基本とした本復旧のための調査を行う。本復旧のための調査，本復旧のための判定及び本復旧工法は，それぞれ「3.2.2 本復旧のための調査」，「3.3.2 本復旧のための判定」及び「3.5 本復旧工法」によるものとする。

[解説]

1) 被災調査及び復旧は，一般に，落橋等重大な被害につながる可能性のある箇所から始め，順次細部にまでわたって調査，復旧を進めていくのが，一般的である。調査及び復旧は大きく，緊急→応急→本復旧に分けられるが，これらの分け方はあくまでも全体の流れを明瞭にするためにつけたものであり，地震規模や被災の程度によっては必ずしもこのような手順にならない場合もあることに注意しなければならない。なお，緊急調査については，「2.1 緊急調査」に示した通りである。

2) 緊急調査段階では，できるだけ短期間に道路及び沿道施設全体の被害の概要を把握することを目的としているため，道路橋に対しては落橋もしくは落橋に至るような重大な損傷がないかを調査し，これらが発見された場合には，バリケード，ロープ等で通行禁止等の規制措置を講じるだけで，時間的制約から詳細な調査，判定及び措置を行うことはできない場合が多い。これに対して，応急調査段階では，被災状況によっては単に一回だけの調査ではなく，必要に応じて複数回の調査を行うことが可能となり，また，専門知識を有する技術者による判断も可能になる。なお，この段階で，緊急調査時に見落とされていた落橋に至るような重大な損傷が発見されるといった場合も考えられるが，この場合の措置は「2.2 緊急措置」にしたがうものとする。

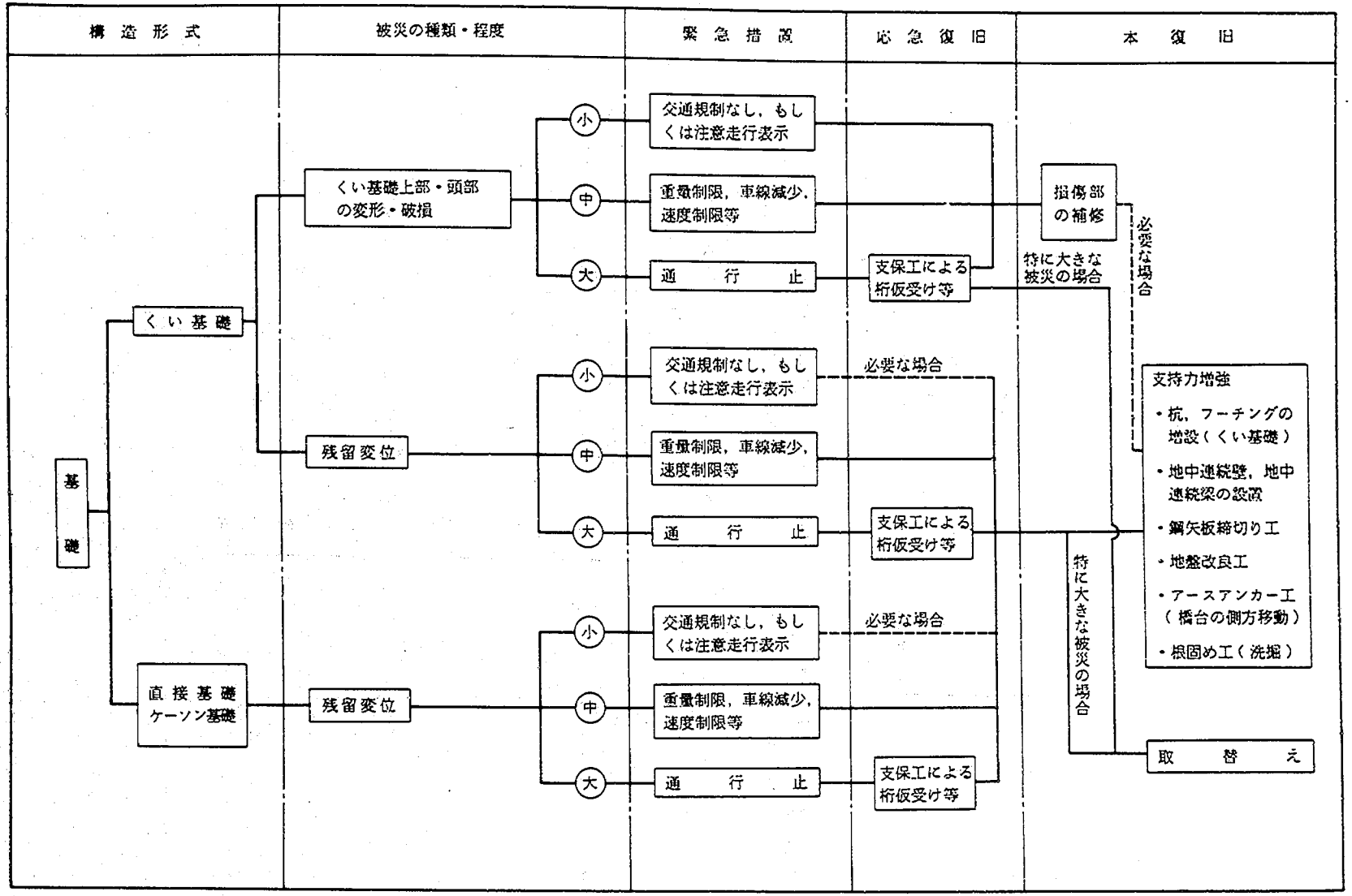
3) 応急調査は，本復旧に至るまでの間に，応急的な復旧を行う必要があるかないかを検討し，合わせて本復旧の参考にするものである。したがって，基本的には本復旧に至るまでのある程度短期間の機能，耐力といったことが判断の基準となる。これに対して本復旧のための調査では，橋の長期的な機能の確保をはかることができるか否かが判断の基準となり，両者は同一ではないことに注意しなければならない。

4) 表－3・解11は，既往の地震による道路橋の典型的な被災箇所を示したものであり，表中に示されている項目に対して被災調査を行うのがよい。既往の地震では，桁橋が被災している場合が多いため，表－3・解11は主に桁橋を対象としているが，桁橋以外の橋に対する被災調査も，表－3・解11に準ずるのがよい。また，表－3・解12～表－3・解16は，箇所別に調査及び復旧すべき項目を示したものであり，応急復旧段階から本復旧段階にかけて全体としてどのような流れとなるかをまとめている。これらに対する具体的な調査及び復旧工法については後述する。

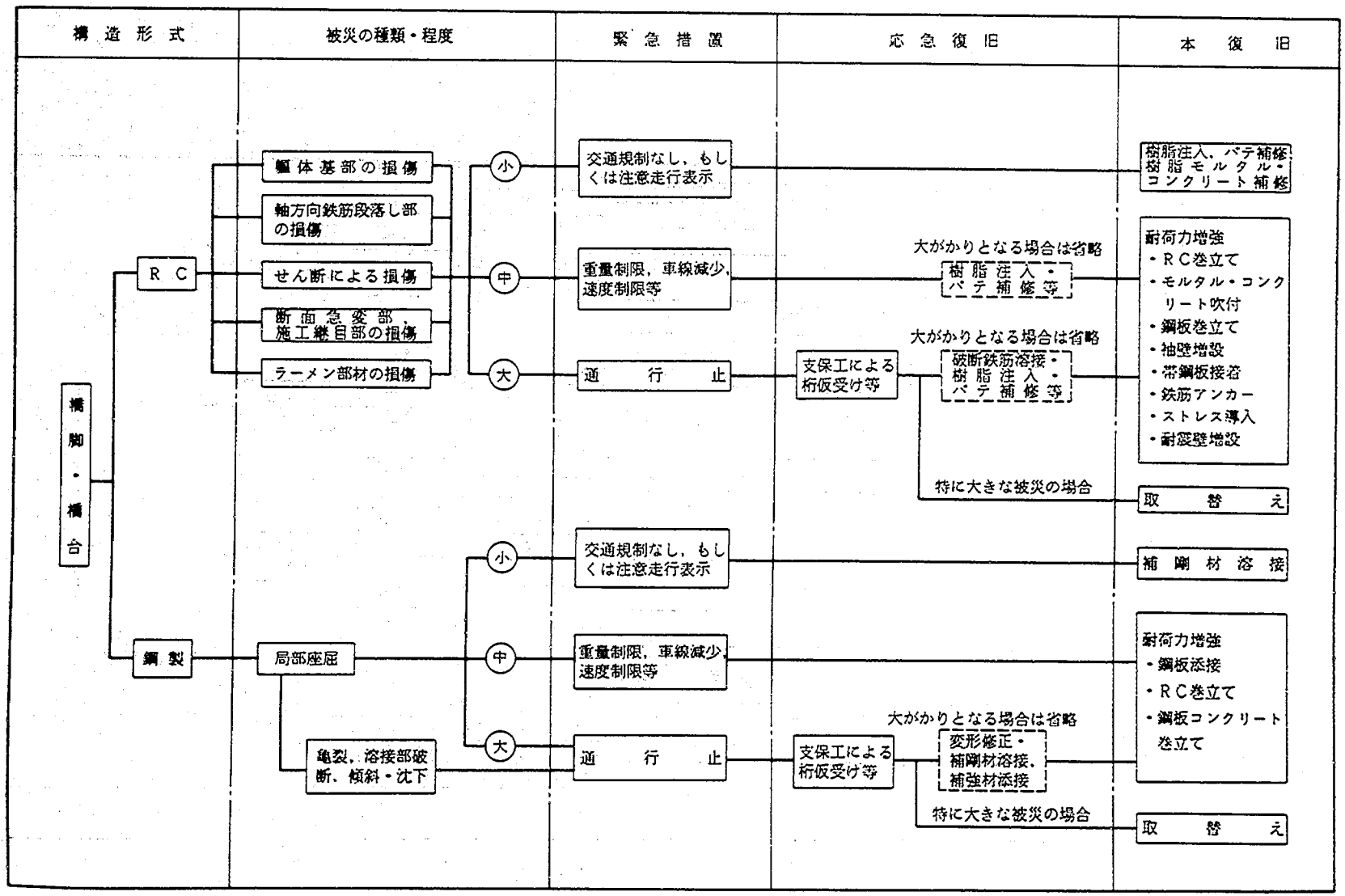
表－3・解11　道路橋の典型的な地震被害（被災調査を行うべき項目）

- 基礎
  - くい基礎 ― ① くい上部・頭部の変形・破損，残留変位
  - 直接基礎，ケーソン基礎 ― ② 残留変位
- 下部構造
  - 橋脚
    - RC橋脚
      - ③ 躯体基部のひびわれ，コンクリートはく離，鉄筋はらみ出し，鉄筋破断，躯体の傾斜・沈下
      - ④ 軸方向鉄筋段落し部のひびわれ，コンクリートはく離，鉄筋はらみ出し，鉄筋破断，躯体の傾斜・沈下
      - ⑤ せん断ひびわれ，コンクリートはく落・はく離，鉄筋露出，躯体の傾斜・沈下
      - ⑥ 断面急変部，施工継目部のひびわれ，コンクリートはく離，鉄筋はらみ出し，鉄筋破断，躯体の傾斜・沈下
      - ⑦ ラーメン部材のひびわれ，コンクリートはく離，鉄筋はらみ出し，鉄筋破断，躯体の傾斜・沈下
    - 鋼製橋脚 ― ⑧ 局部座屈，亀裂，溶接部破断，躯体の傾斜・沈下
  - 橋台 ― ⑨ ひびわれ，コンクリートはく離，鉄筋はらみ出し，鉄筋破断，傾斜・沈下
- 上部構造
  - コンクリート橋 ― ⑩ 支点上主桁等のひびわれ・損壊，桁移動，支点沈下
  - 鋼橋 ― ⑪ 支点上部材の変形・破損，桁移動，支点沈下
- 支承部
  - ⑫ 沓本体，ソールプレートの変形・破損
  - ⑬ 移動制限装置の変形・破損（上沓ストッパー，下沓サイドブロック等）
  - ⑭ アンカーボルトの抜出し・変形・破断
  - ⑮ セットボルトのゆるみ・破断（ピン支承，ローラー支承）
  - ⑯ ピンキャップの抜出し，ピンの破断（ピン支承，ローラー支承）
  - ⑰ ローラー，ロッカーの逸脱（ローラー支承，ロッカー支承）
  - ⑱ 浮上り防止装置の変形・破損（サイドプレート等）
  - ⑲ 沓座モルタルのひびわれ・損壊
  - ⑳ 沓座コンクリートのひびわれ・損壊
- 伸縮装置
  - ㉑ 目地材の脱落（突合せ形式，盲目地形式）
  - ㉒ フェースプレートの破損（鋼製形式）
  - ㉓ ジョイントゴムの破断（突合せ形式，ゴムジョイント形式）
  - ㉔ アンカーコンクリート部の破損
  - ㉕ 目閉じ・目開き
  - ㉖ 段差
- その他 ― ㉗ 高欄，ダンパー等の損傷

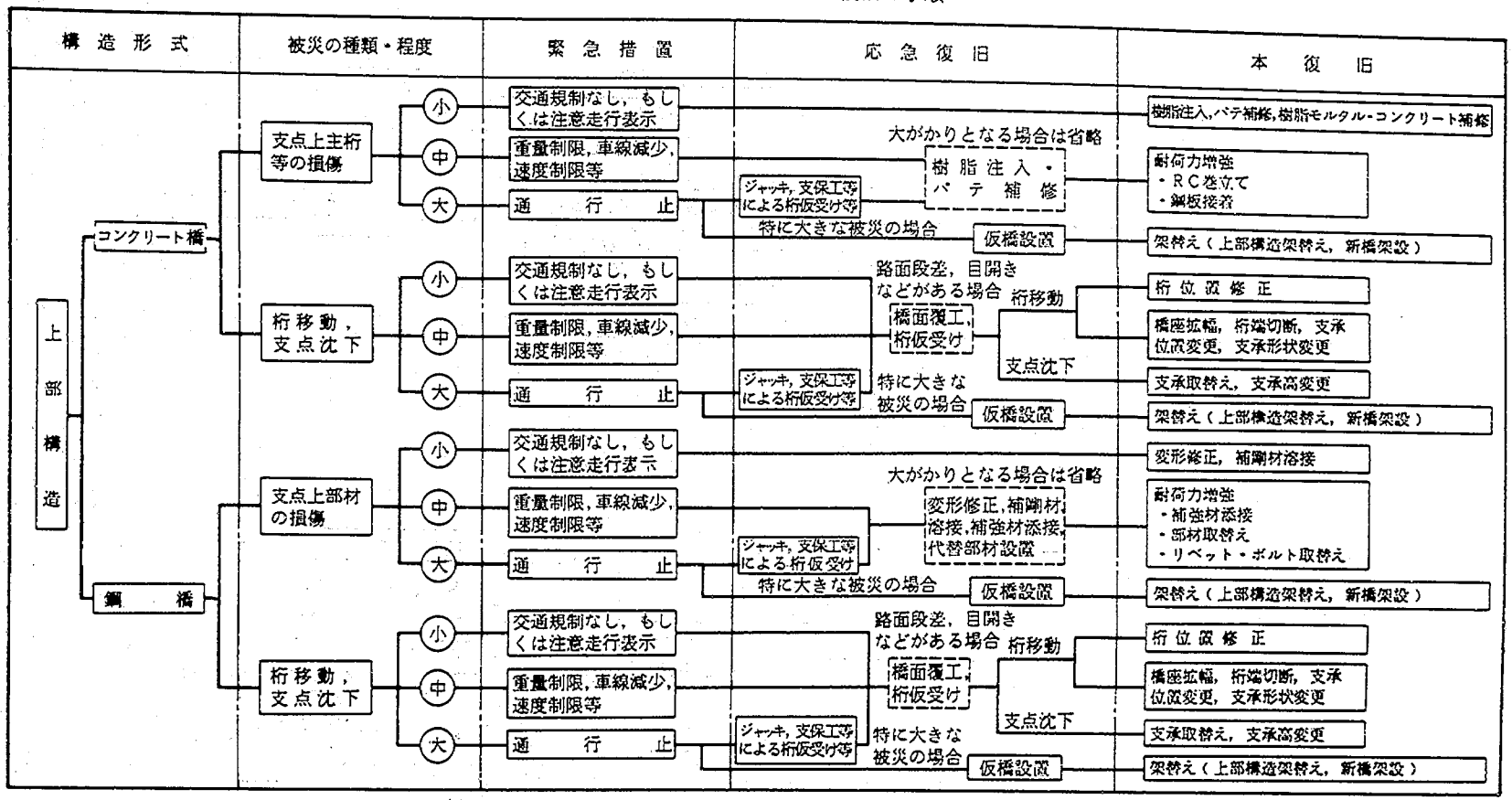
表－3・解12　基礎の復旧の手順



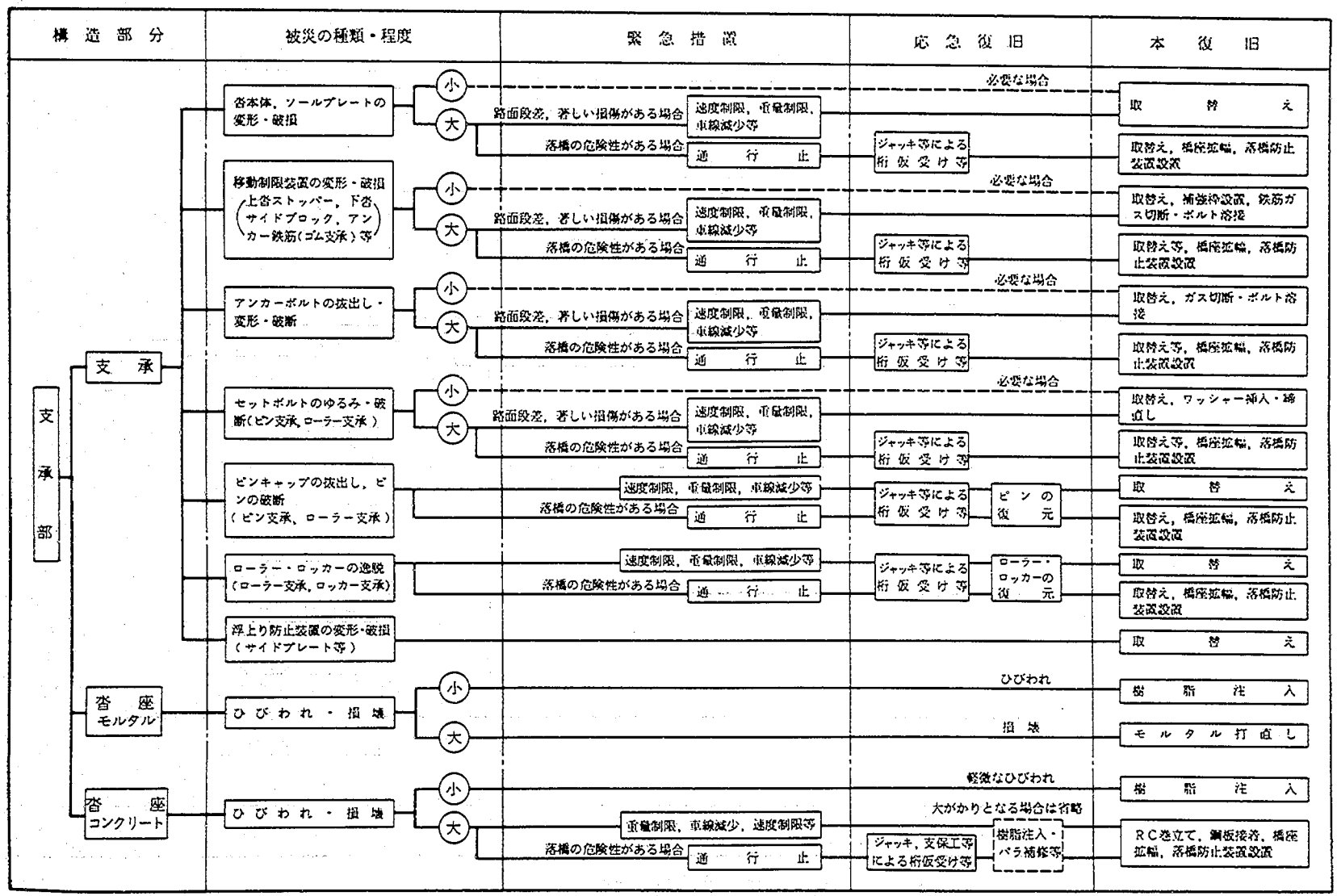
表－3・解13　橋脚，橋台の復旧の手順



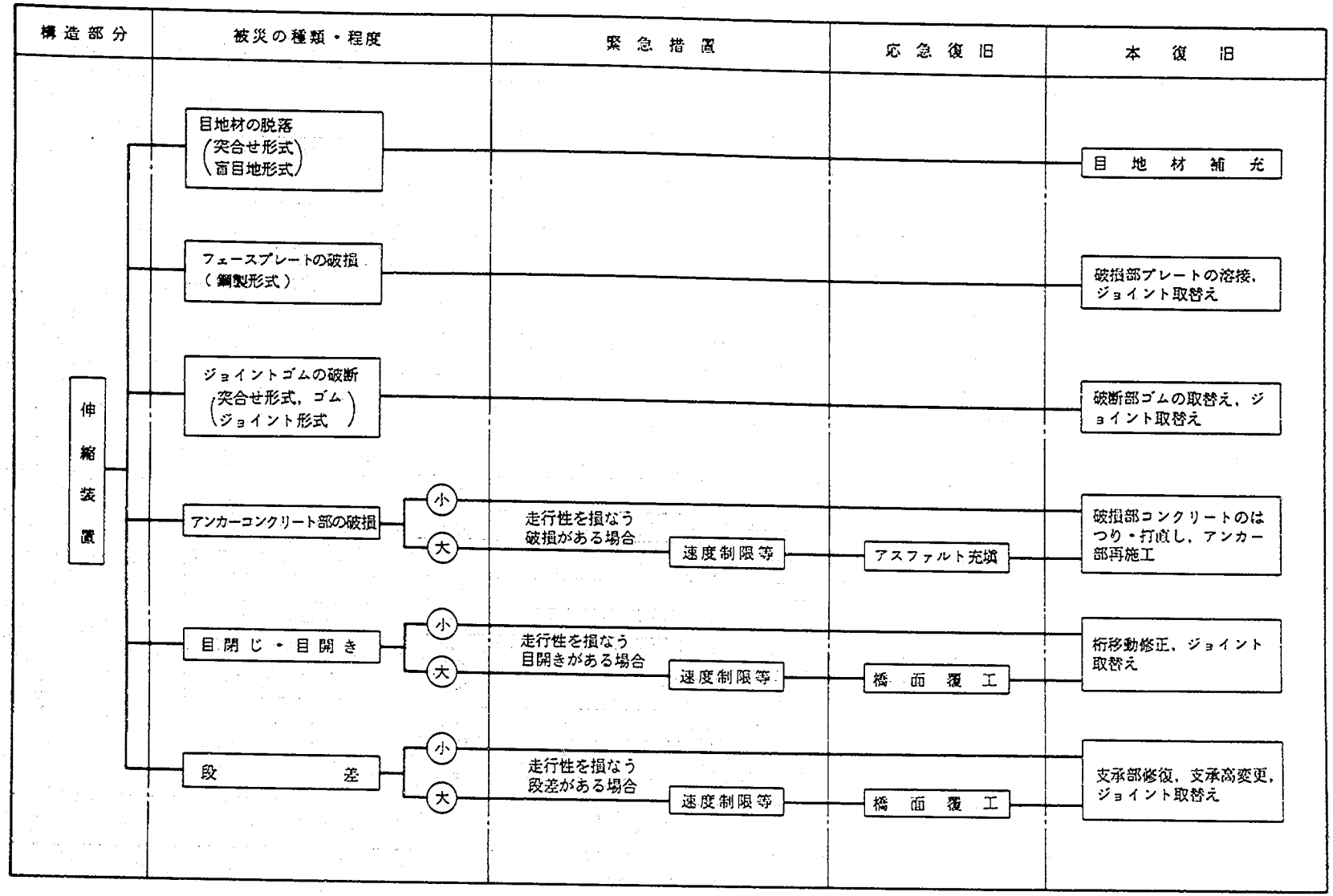
表－3・解14　上部構造の復旧の手順



表－3・解15　支承部の復旧の手順



表—3・解16　伸縮装置の復旧の手順



3.2 被災調査

3.2.1 応急調査

1) 緊急調査により異常の発見された道路橋を中心として，落橋の可能性のある橋，著しい被害の進行の認められる橋の発見を基本とした応急調査を行う。

2) 応急調査では，以下の箇所に関する調査を先行的に行う。

a) 橋脚の破壊の有無

b) 沓座コンクリートの破壊の有無

c) 上部構造の一次部材の破断の有無

その後，順次，細部の調査に移るものとする。主要な調査項目は以下の通りである。

a) 基　礎

明らかな移動，傾斜及び周囲の変状

b) 橋　脚

i) RC 橋脚

コンクリートのひび割れ・剝離，鉄筋の破断・座屈及びこれらの発生している位置（橋脚基部，中間位置）

ii) 鋼製橋脚

へこみ，ふくらみ，亀裂及び破断

c) 橋　台

RC 橋脚に準じる

d) 上部構造

i) コンクリート橋

コンクリートのひび割れ・剝離，鉄筋の破断

ii) 鋼　橋

一次部材（主要部材）の座屈・変形・破断

二次部材（一次部材以外の部材）の座屈・変形・破断

e) 支承部

支承本体の破損，沓座コンクリートの破損，アンカーボルトの抜けだし・破断，桁端から下部構造頂部縁端までの桁の長さ，かけ違い部(ゲルバーの場合）の長さ，ダンパーの損傷，上部構造の移動

f) 伸縮装置

走行性に影響のある段差，目閉じ，目開き

g) 取り付け盛土

走行性に影響のある沈下

h) その他

高欄の損傷

〔解説〕

1) 応急調査は緊急調査で被害が発見された箇所を中心に被害状況（全体的な被害を含む）を把握するために行うものである。応急調査には点検書類，点検用自動車，通行規制用機材，現場接近のための器材，測定具及び記録具が必要である。表－3・解17は応急調査の際に必要とされる資器材の一覧を示したものである。

2) 応急調査では，支承周辺，上部構造(特に支点上)，下部構造，基礎について調査するものとする。応急調査の結果は，表－3・解18に示すような応急調査点検記録票に記載するのが，便利である。以下に各部分に対する応急調査の着目点を示す。

a) 基　礎

明らかに目視によりわかる程度の残留変位，傾斜をしていないかを調査する。また，周辺地盤に大きな洗掘，広範囲な液状化による亀裂，軟弱地盤のすべり等が，生じている場合には，これらについて調査しておくのがよい。

b) 橋　脚

i) RC 橋脚

RC 橋脚の場合には，損傷の位置が損傷程度とともに重要となる。このため，損傷が橋脚基部で生じているか，橋脚の中間の高さ（主鉄筋の段落とし位置）で生じているかを調査するものとする。また，帯鉄筋の配置によるが，橋脚の高さ h と幅 d の比 h/d がおおむね 3 程度以上であるか，以下であるかも，損傷の形態（一般に h/d が 3 以上の場合には曲げ破壊，h/d が 3 以下の場合にはせん断破壊となる）を知る上で重要であるので，調査する必要がある。また，RC 橋脚の損傷は，一般に以下のように進行する。

(1) コンクリートのひび割れ

(2) コンクリートの剝離

(3) 鉄筋の座屈 } ただし，曲げ破壊の

(4) 鉄筋の破断 } 場合のみ

したがって，損傷の程度を把握するためには，上記のいずれの段階に相当するかを調査することが重要である。また，破損が活荷重，余震等により進行するか否かを把握するためには，破損箇所にモルタルを付けておくことが有効である。この場合には，破損箇所の全面にモルタルを付けなくても主要な数箇所にひび割れ，剝離の長手方向に長さ10cm程度にモルタルを付けておくだけでもよい。このように付けたモルタルに新たにひび割れが生じた場合は，破損が進行していると判断できる。

表－3・解17　応急調査の必要資器材一覧

点検書類	橋梁台帳，被災測定指針，点検表，野帳
通行規制用機材	バリケード，ロープ，規制標識，案内標識
現場接近のための器材	梯子，脚立，安全索
測定具	双眼鏡(暗視用)，点検ハンマー，コンベックス，ひびわれ幅測定定規，巻尺，ポール，箱尺，スラントルール
記録具	カメラ，フィルム，フラッシュ，ビデオカメラ，カラースプレー，黒板
その他	スコップ，常温アスファルト，懐中電燈，モルタル（ひびわれ拡大発見用）

表－3・解18　応急調査記録票の例

ふりがな		橋梁位置		管理事務所		点検者名		点検日時	
橋名									
耐荷力に関する調査	点検箇所	変状の概況		被災度			備考		
	①基礎			A，B，C，D					
	②橋脚			A，B，C，D					
	③橋台			A，B，C，D					
	④上部構造			A，B，C，D，E					
	⑤支承部			A，B，C，D					
耐荷力に関する判定結果（①～⑤のうち，最も被災度の大きいもの）				A，B，C，D，E					
走行性に関する調査	⑥伸縮装置			a，b，c					
	⑦取付盛土（沈下）			a，b，c					
	⑧高欄			a，b，c					
走行性に関する判定結果（⑥～⑧のうち，最も被災度の大きいもの）				a，b，c					
	総合判定			A－a，B－a　応急復旧不要 A－b，B－b，C－a，C－a　通行規制 A－c，B－c，C－c，D，E　全面通行止					

なお，以上は単柱式RC橋脚について示したものであるが，ラーメン式橋脚の場合にも，これに準じて被災調査を行うものとする。

ii）鋼製橋脚

鋼製橋脚の破損は一般に以下の順に進行する。

（a－1）リブ（縦リブもしくは横リブ）間の鋼板が波打つようにふくらむかもしくはへこむ。

（a－2）もしくは鋼板が全体として（リブも含んで)面外の変形をする。(a－1)の形態となるか(a－2）の形態となるかは，リブの剛性によって異なるが，いずれも局部座屈が生じている証拠である。なお，変形が小さい場合には，鋼板の初期不整合，溶接時の残留変形との区別に留意しなければならないが，応急調査段階では，明らかな異常の発見が重要である。

（b）溶接部の局所的盛り上がり・変形・破断

したがって，被災度を判定する上では，上記のような変形状況が重要であるので，いずれの段階に相当するかを調査するものとする。

c）橋　台

橋台の被災調査項目はRC橋脚に準じるが，この際に，橋台本体に損傷が生じているのか，パラペット及びウイングに損傷が生じているのかを区別して調査するものとする。一般には，後者の損傷は応急段階の橋梁の耐荷力及び走行性に与える影響は小さい。

d）上部構造

i）コンクリート橋

上部構造の被害は支点周辺（特に，固定支点）に生じる場合が多いので，この付近を中心として調査するのがよい。調査すべき項目としては，コンクリートのひび割れ・剝離，橋軸方向の鉄筋もしくはPC鋼棒の破断があげられる。

ii）鋼　橋

支点周辺（特に，固定支点）に破損が生じやすい点は，コンクリート橋と同様である。調査すべき項目は以下の通りである。

（a）耐荷力に直接影響する一次部材の座屈・変形・破断

（b）耐荷力に直接影響しない二次部材の座屈・変形・破断

ここで，一次部材とは，鈑桁橋の場合には，上下フランジ及びウエブ，また，トラス橋の場合には，上下弦材及び斜材をいう。二次部材とは，一次部材以外の部材で，横構，対傾構等をいう。

e）支承部

支承には各種の形式があり，これに応じて被災箇所も異なる。したがって，表－3・解19に基づいて，被災調査箇所を調査するものとする。このうち，セットボルトの破断（特に，ボス部も同時に破壊しているような場合)，サイドブロックの破断，ピンの破断，アンカーボルトの破断，沓座コンクリートの破壊はいずれも支承としての横抵抗を失わしめる損傷であり，余震等により落橋につながる可能性があるため，十分調査することが重要である。なお，この様な支承部の著しい損傷は，上部構造の移動もしくは下部構造の傾斜，横移動等に関連している場合があるため，これらについても調査しておくのがよい。また，ダンパーの損傷は，水平力の分担率等に影響があるので，このような点に留意して調査するのがよい。

f）伸縮装置

走行性に対する観点から伸縮装置の段差，目閉じ，目開き量を調査するのがよい。

g）取り付け盛土

走行性に対する観点から取り付け盛土の沈下量を調査するのがよい。

h）その他

高欄の損傷は，歩行者の安全確保の面から調査するのがよい。

3.2.2　本復旧のための調査

本復旧のための調査の内容は基本的に「3.2.1 応急調査」と同じである。ただし，本復旧のための調査では，長期的な橋の機能及び耐荷力の保持という観点から調査項目を選定するとともに，本復旧工法の選定ができるように応急調査結果の精度を上げることが重要である。

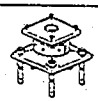
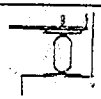
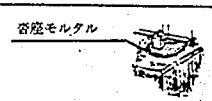
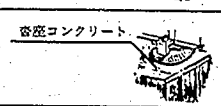
[解説]

本復旧のための調査は長期的に橋の機能及び耐荷力を保持するために本復旧が必要とされるか否か，また，どのような本復旧をするかを判定するために行う調査であり，応急復旧調査とは調査の観点は異なっても調査項目は基本的に同じである。ただし，本復旧段階では必要に応じて地盤調査を第Ⅰ編共通編の「5.4　地盤調査」にしたがって行うものとする。本復旧のための調査における主要調査項目を示すと次のようになる。

a）基　礎

i）基礎の残留移動が生じている可能性がある場合には，橋脚及び橋台の天端位置における水準測量を行

表－3・解19　支承部の損傷

支承構造種類及び沓座部		名称／損傷状況／構造図	プレートソール変形	ボルトセット破断	ボルトゆるみ	ローラー抜け出し	ピン切断	ピンナット脱落	上沓破断	ストッパーひびわれ	サイド破断	ブロック変形	アンカー破断	ボルト変形	抜け上り	プレートサイド破壊	プレート変形	沓の移動	コンクリート沓座ひびわれ亀裂	コンクリート沓座破壊	モルタル沓座ひびわれ亀裂	モルタル沓座破壊
支承	線支承		○（上沓と一体）	－	－	－	－	－	●	○	●	○	●	○	○	○	○	－				
	支承板支承		○	●	○	－	－	－	●	○	●	○	●	○	○	－	－	－				
	ピン支承		○	●	○	－	●	●	－	－	－	－	●	○	○	－	－	－				
	ピボット支承		○	●	○	－	－	－	－	－	－	－	●	○	○	－	－	－				
	ローラー支承		○	●	○	●	○	●	－	－	●	○	●	－	○	－	－	－				
	ロッカー支承		○	●	○	○	－	－	－	－	●	○	●	○	○	－	－	－				
	ゴム支承		－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	●	○	○	－	－	●				
沓座	沓座モルタル																			○	○	－
	沓座コンクリート																		○	－	－	●

注　●応急調査で着目すべき損傷
　　○本復旧調査で着目する損傷

い，残留移動量を明確にする。基礎の残留移動に伴う橋脚及び橋台の移動量は，上部構造に生じる不静定力を解析する際に基本となるばかりではなく，基礎の移動原因を解明するために重要な資料となる。

ii）基礎の残留移動が著しい場合には周辺地盤を掘削した上で，被災原因を検討する。

iii）基礎の残留移動が地震後も進行する可能性がある場合には，継続して移動量を計測する。

iv）基礎周辺に洗掘がないかを調査する。

b）橋　脚

「3.2.1　応急調査」の解説参照。ただし，著しい損傷が認められた橋脚及びこれに近接した橋脚については，土中に埋まっている橋脚部分についても，損傷が生じていないかを調査しておくのがよい。

c）橋　台

橋台は，上部構造との衝突，橋台背面土の動土圧等の影響を受けやすいので，以下の事項に着目して調査を行うのがよい。

i）橋台のパラペットと上部構造が接触していないか。

ii）橋台とパラペットの衝突により，パラペット基部にクラック，破損を生じていないか。

iii）ウイングの損傷

d）上部構造

「3.2.1　応急調査」の解説参照。また，基礎，橋脚に，残留移動が生じている場合にはこれによる影響を調査しておく。

e）支承部

i）上部構造もしくは下部構造の移動により，支承の移動制限装置に余裕があるか。

ii）沓座モルタルが剝離し，下沓が遊んでいないか。

iii）ダンパー支承を使用している場合には，ダンパーの機能は正常か。

f）伸縮装置

伸縮装置の遊間は適切か，また，目地材の脱落，フェースプレート，ジョイントゴム，アンカーコンクリートの損傷等がないかを調査する。

3.3　被災判定

3.3.1　応急復旧のための判定

1)　「3.2.1　応急調査」に基づき，応急復旧段階では耐荷力に関する被災度及び走行の安全性に関する被災度を判定する。

2)　耐荷力に関する被災度を以下の5ランクに判定する。

A：被害無し…耐荷力に関して特に異常が認められない場合

B：小被害……短期的には耐荷力の低下に影響のない場合

C：中被害……耐荷力の低下に影響のある損傷であるが，余震，活荷重等による被害の進行がなければ，当面の利用が可能な場合

D：大被害……耐荷力の低下に著しい影響のある損傷を生じており，落橋等致命的な被害の可能性がある場合

E：落橋……落橋した場合

3)　走行性に関する被災度を以下の3ランクに判定する。

a：被害無し…走行性に関して特に異常が認められない場合

b：通行注意…異常は認められるが，走行できる場合

c：通行不可…走行できない場合

4)　被災度の判定区分にしたがって，必要に応じて通行規制等の措置を講じるとともに損傷の進行防止のための応急復旧工事あるいは走行性確保のための応急復旧工事を行う。

表－3・1及び表－3・2は一応の目安を示したものである。

表－3・1　損傷の進行防止のための応急復旧の目安

被災度	緊急措置	損傷の進行防止のための応急復旧
A	必要なし	必要なし
B	注意走行表示	必要なし
C	通行規制	必要に応じて実施
D	全面通行止	必要に応じて落橋防止対策を実施
E	全面通行止	必要に応じて仮橋設置

表－3・2　走行性確保のための応急復旧の目安

被災度	緊急措置	走行性確保のための応急復旧
a	必要無し	必要無し
b	通行規制	必要に応じて実施
c	全面通行止	必要に応じて実施

[解説]

1) 耐荷力に関する被災度をA：被害無し，B：小被害，C：中被害，D：大被害，E：落橋の5ランクに区分することとした。ここで，短期的な耐荷力とは，本復旧に至るまでの期間における耐荷力を指すものであり，その期間の長さは全体的な被災度に応じて異なる。一般に十分な調査のできない応急復旧のための調査段階では，BとC，及び，CとDの判定の区分をつけにくい場合もあると考えられるが，当面応急復旧をしなくても使用できるか否かがBとCの判定区分に，また，放置することにより落橋の可能性があるか否かがCとDの判定区分に，それぞれ，該当している。また，走行性に関する被災度は，a：被害無し，b：通行注意，c：通行不可の3ランクに区分することとした。この場合，取り付け盛土の沈下，伸縮継手部の目閉じ，目開き及び段差に着目して被災度を判定するものとする。

2) 被災度を判定した後の規制及び応急復旧の手順は，一般に図－3・解11のようになる。ただし，これは，あくまでも標準的な目安を示したものであり，被害の特性等を総合的に判断して行うことが重要である。

3) 応急復旧段階での耐荷力に関する被災度の判定においては，落橋につながるか否かの判定が最も重要である。応急調査段階の調査結果だけからの判断にはむずかしい面もあるが，一応，以下の4つの状態に着目するのがよい。

a) 支承が脱落して橋面に顕著な段差が生じているか

b) 桁端から下部構造縁端までの桁の長さもしくは桁のかけ違い長さが十分であるか

c) 下部構造に重大な被害があるか

d) 破損が活荷重，余震等によって進行するか

4) C：中被害と判断された場合には，被災状況，被災度に応じて通行規制を行うものとする。通行規制としては，以下のものが考えられる。

a) 重量制限（例 二輪車及び乗用車のみ通行）

b) 車線制限（例 中央の1車線を残してバリケード設置）

c) 1車両ずつ通行

d) 速度制限（例 徐行運転）

また，これらを組み合わせることも考えられる。なお，状況の条件，復旧作業の進展等に合わせて次のような場合には，適宜，通行規制の内容を変化させるのがよい。

a) 詳細な調査によりさらに危険な損傷が確認されたり，破損の進行が認められる場合，あるいは，当面の安全が確認された場合

b) 応急復旧が完了した場合

c) 余震の発生の可能性がほとんどなくなった場合

5) 耐荷力に関する被災度の判定は以下のように行うことを原則とする。

a) 基 礎

基礎部分の被害は一般に掘削しないと発見できない場合が多い。しかしながら，既往の地震被害では，基礎に大被害が生じた場合には，その影響で橋脚，上部構造等に大きな変状が生じる場合が多いことから，以下に示す橋脚，上部構造等に大きな変状が生じていない場合には，応急復旧のための判定段階ではA：被害無しもしくはB：小被害と判定してもよい。ただし，周辺地盤に洗掘，広範囲な液状化による亀裂，軟弱地盤のすべり等が生じている場合には，基礎の残留変位，傾斜に着目し，明らかな異常がある場合には，この限りではない。

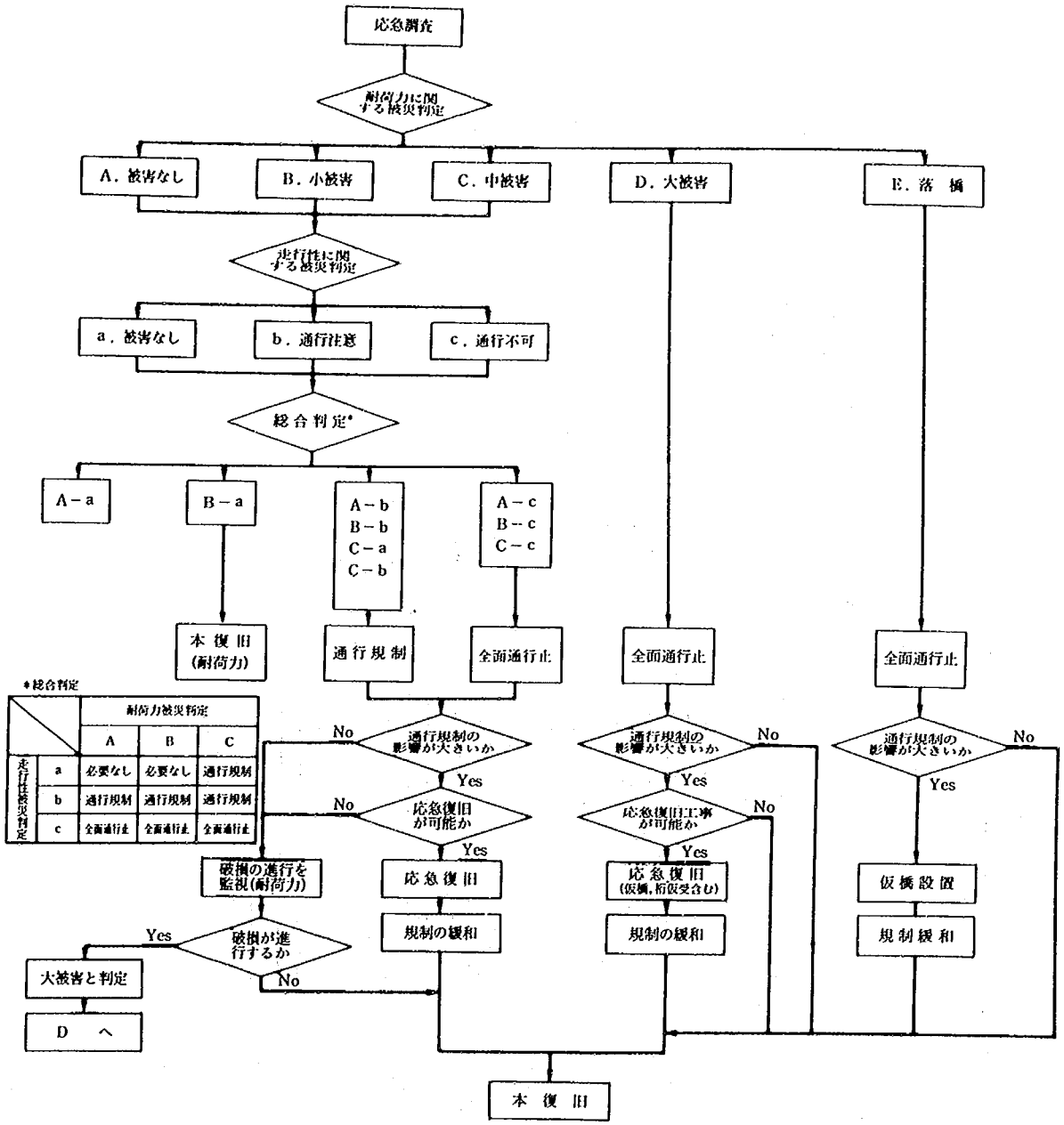
b) 橋 脚

橋脚の地震による被災の種類及び程度は，材料及び構造特性によって異なるため，橋脚の材料及び構造特性を考慮して被災判定を行うものとする。

i) 鉄筋コンクリート橋脚

単柱の鉄筋コンクリート橋脚の被災度は，被災の発生している部所に応じて表－3・解20～表－3・解22によるものとする。表－3・解20～表－3・解22は，それぞれ，橋脚基部に曲げ破壊が生じた場合，軸方向鉄筋の段落し部で破壊が生じた場合，及び，せん断破壊した場合に対する被災度を外観から簡単に判定できるよう既往の鉄筋コンクリート橋脚の被災の特徴及び室内における模型実験結果からとりまとめたものである。これらの判定表を用いるに際しては以下の点に注意する必要がある。

(1) 被害の発生部所によって同じような破損状況に見えても被災度が異なるため，どこでコンクリートのひび割れ，剝離等が生じているかに注意する必要がある。一般に，橋脚の高さと幅の比が3程度以上あり，橋脚の基部に破損が生じている場合は，表－3・解20を，また，橋脚の中間部（軸方向鉄筋の段落し位置）で破損が生じている場合には，表－3・解21を適用すればよい。これに対して，橋脚の高さと幅の比が3程度以下の背の低い橋脚で，斜めひび割れが躯体天端から下端にかけて発生しているような場合は表－3・解22を適用するものとする。



図－3・解11　応急復旧のための判定手順

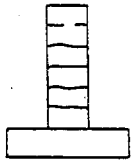
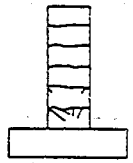
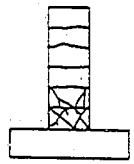
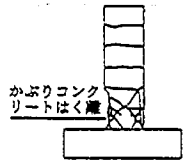
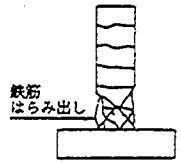
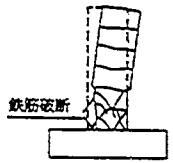
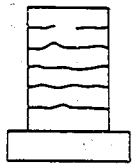
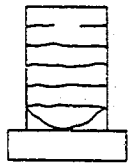
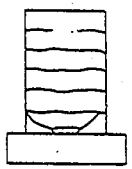
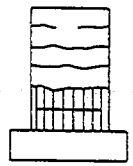
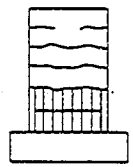
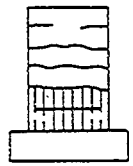
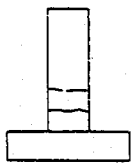
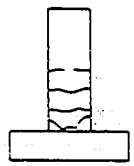
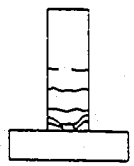
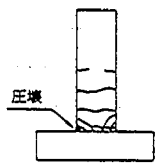
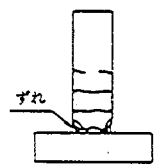
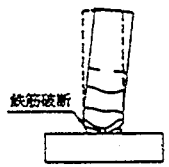
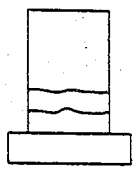
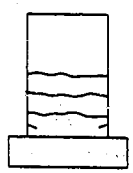
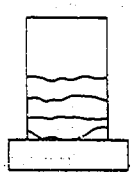
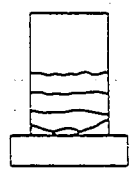
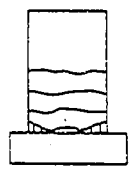
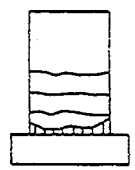
(2) 軸方向鉄筋比が小さい場合には，一般にコンクリートの破壊が小さく見える（表－3・解20中の軸方向鉄筋比小の場合を参照)。

(3) 古い時代に作られた橋脚では，帯鉄筋が軸方向鉄筋の内側に入っているものがあり，このような橋脚では表－3・解20～表－3・解22に示したよりも，もろい破壊をする可能性があるため，表－3・解20～表－3・解22による判定を1ランクずつ上げるものとする。また，曲げ上げ筋が入っていないものもあり，このような場合には，フーチングにも大きなひび割れが入る場合がある。

(4) 断面急変部の損傷，施工継ぎ目部の損傷，ラーメン部材の損傷等，上記以外の種類の損傷に対する被災判定は，橋脚の構造特性，上記の基本的な損傷に対する被災判定などを考慮して行うものとする。

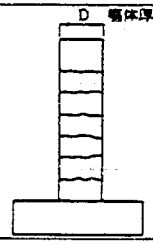
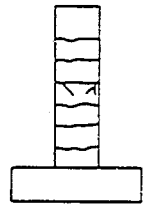
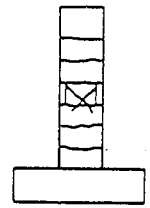
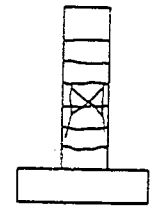
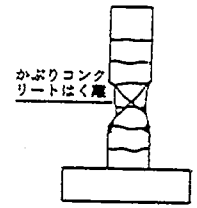
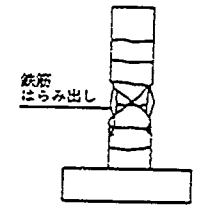
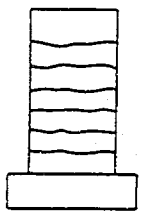
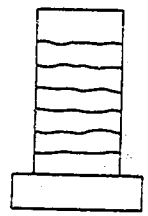
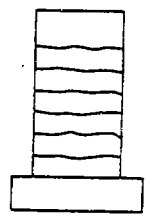
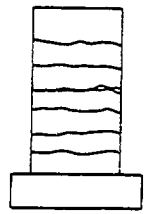
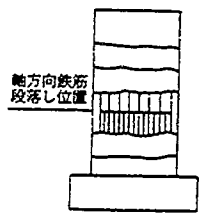
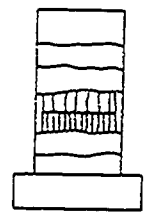
ii）鋼製橋脚

表—3・解20　RC橋脚基部に損傷が生じている場合の被災判定表

観測される損傷			① 水平ひびわれのみ	② 斜めひびわれ（貫通せず）	③ 斜めひびわれ貫通	④ かぶりコンクリートはく離	⑤ 鉄筋はらみ出し	⑥ 軸方向鉄筋破断および躯体傾斜
損傷状況	通常の場合 P≧0.5%	側面図						
		正面図						
	軸方向鉄筋比小の場合 P<0.5%	側面図						
		正面図						
被災度			B：小被害	B：小被害	B：小被害	C：中被害	C：中被害	D：大被害
残留強度			Pu (1.1Py～1.3Py)	Pu (1.1Py～1.3Py)	1.1Py	1.0Py	Py以下	Py以下
残留変形性能 $\frac{\delta u-\delta}{\delta u-\delta y}\times 100$ (%)			70%	50%	30%	10%	0％	0％

Py：降伏耐力　Pu：終局耐力　δ_y：降伏変位　δ_u：終局変位　δ：最大履歴変位

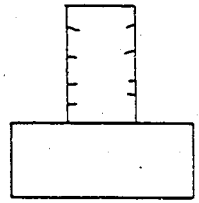
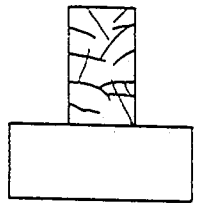
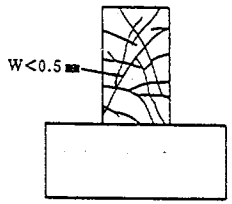
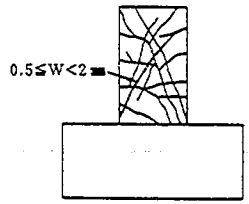
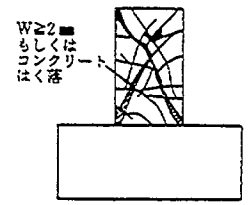
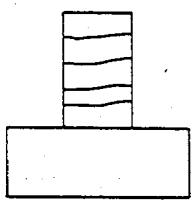
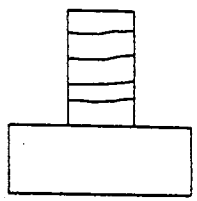
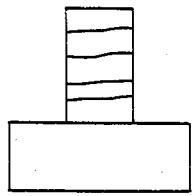
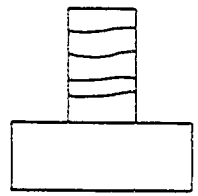
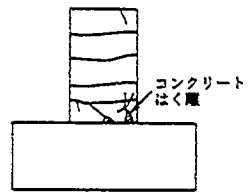
表—3・解21　ＲＣ橋脚軸方向鉄筋段落し部に損傷が生じている場合の被災判定表

観測される損傷		① 水平ひびわれのみ	② 斜めひびわれ（D／2以下）	③ 斜めひびわれ（D／2以上）	④ 斜めひびわれ貫通（鉛直ひびわれ進展）	⑤ かぶりコンクリートはく離	⑤ 鉄筋はらみ出し
損傷状況	側面図						
	正面図						
被災度		B：小被害	B：小被害	B：小被害	C：中被害	C：中被害	D：大被害
残留強度		Pu (1.05Py～1.1Py)	Pu (1.05Py～1.1Py)	1.0Py	1.0Py	Py以下	Py以下
残留変形性能 $\frac{\delta u-\delta}{\delta u-\delta y}\times 100$ (%)		100%	70%	40%	10%	0％	0％

Py：降伏耐力　Pu：終局耐力　δ_y：降伏変位　δ_u：終局変位　δ：最大履歴変位

注：＊1　Dは橋体厚

表－3・解22　ＲＣ橋脚のせん断による損傷が生じている場合の被災判定表

観測される損傷		① 水平ひびわれのみ	② 斜めひびわれ(貫通せず)	③ 斜めひびわれ貫通 (ひびわれ幅W<0.5㎜)	④ 斜めひびわれ幅 0.5㎜≦W<2㎜	⑤ 斜めひびわれ幅W≧2㎜ コンクリートはく落・はく離
損傷状況	側面図					
	正面図					
被災度		B：小被害	C：中被害	C：中被害	C：中被害	D：大被害
残留強度		Pu	Pu	Pu	Py程度	Py以下
残留変形性能 $\frac{\delta u-\delta}{\delta u-\delta y}\times 100$ (%)		100%	100%	50～100%	0～50%	0%

Py：降伏耐力　Pu：終局耐力　δ_y：降伏変位　δ_u：終局変位　δ：最大履歴変位

地震により鋼製橋脚に被害を生じた事例は現在までにないことから，鋼製橋脚の被災特性に関する研究は鉄筋コンクリート橋脚に比較すると非常に少ないのが実状である。このため，鉄筋コンクリート橋脚のように外観の被災状況から簡単に被災度を判定することは現状ではむずかしい。表－3・解23は，模型橋脚を用いた繰り返し交番載荷実験結果をもとに，被災度の一応の判定法を示したものである。もとになる実験ケースが少ないため，今後検討すべき点が残されているが，おおよその目安を与えると考えられる。ただし，表－3・解23の利用に際しては以下の点に注意しなければならない。

(1) 溶接部の亀裂もしくは破断が生じた場合には，残留耐力が降伏点を下回っている。

(2) 昭和48年改訂の示方書では，補剛板は補剛材で囲まれた範囲を両縁支持板とみなして設計されていた。しかし，補剛板に使用される板要素は一般に板厚が薄く溶接による初期変形，残留応力などの初期不整の影響が大きいこと，また補剛材は板の両縁支持条件を満たすほど十分に剛ではないことなどから，補剛板を両縁支持板と同じように扱うのは必ずしも妥当ではない。このようなことから，昭和55年改訂の示方書では補剛材を十分剛なものとみなさず，補剛板の局部座屈に関する項目を改訂している。ただし，ここで示した被災判定表を作成するために行った実験に用いた模型は昭和48年示方書で設計されたものであることから，昭和55年の示方書で設計された鋼製橋脚の座屈モードが，ここに示しているパネル全体の座屈モードではなく，補剛材間の座屈モードになる可能性もある。このため被災判定表の適用にあたっては注意を要する。

(3) ラーメン構造の鋼製橋脚では，被災により1ヶ所に塑性ヒンジができても，まだ，全体としては耐荷力を期待できる場合がある。

c）橋　台

橋台の被災判定は橋脚の被災判定に準ずるものとする。ただし，パラペット及びウイングのひび割れ等の損傷はB：小被害と判定する。

d）上部構造

上部構造の地震による被災の種類及び程度は，材料及び，構造特性によって異なるため，上部構造の材料及び構造特性を考慮して表－3・解24を基本として被災判定を行うものとする。

i）コンクリート橋

RC 橋及び PC 橋の地震時の被害は，主に支承付近に発生している。これは，地震時の水平反力は支承部に集中する結果，水平反力が大きい場合は，上部構造あるいは支承のどちらか弱いほうが被害を受けるためである。したがって，支承が強固な場合は，上部構造にひび割れが発生するが，ひび割れ（2㎜程度）程度の被害の場合は，B：小被害と判定してよい。コンクリート部が大きくひび割れ（1㎝程度）もしくは剝離している場合には，水平反力に対する抵抗が期待できなくなるので，C：中被害と判定する。また，支承部だけでなく，橋軸方向の鉄筋（PC 桁の場合には，PC 鋼棒）が相当数破断しているような場合には，D：大被害と判定する。

ii）鋼　橋

トラスの上下弦材，斜材等の一次部材に破断が生じている場合には，D：大被害と判定する。このような場合には，上部構造全体として明らかに異常な変形が見られる場合が多い。一次部材に座屈，変形等が生じ，その進行が認められない場合には，C：中被害と判定する。また，橋の耐荷力に直接影響の少ない対傾構，横構等の二次部材の破断，変形等は，B：小被害と判定する。ただし，二次部材であっても相当数の破断がある場合には，状況に応じて，C：中被害もしくはD：大被害と判定する。

e）支承部

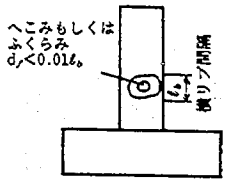
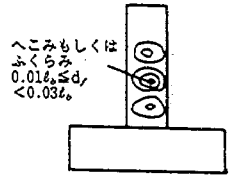
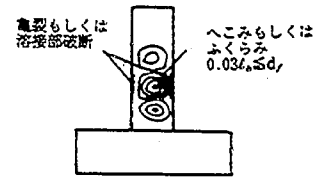
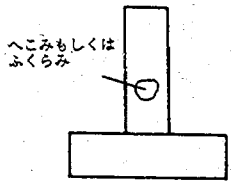
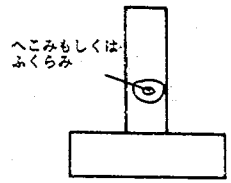
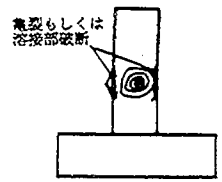
支承部の各部の被災状況に応じ，表－3・解25のように判定する。ここで，セットボルトの破断やソールプレート・ボス部の被災，アンカーボルトの破断，沓座コンクリートの著しい破壊の場合には，余震に対して支承としての拘束効果が全く失われた状態となっており，D：大被害と判定する。

なお，桁移動が生じ，桁端から下部構造頂部までの桁の長さもしくは桁のかけ違いの長さが不足している場合には，落橋防止装置の有無，及び，支承付近の上下部構造の損傷状況等を考慮して，落橋の可能性がある場合にはD：大被害と判定する。ただし，単に可動沓の遊間が無くなっている程度の場合にはB：小被害と判定してもよい。

6) 走行性に関する被災度の判定は以下のように行うことを原則とする。

伸縮装置の損傷，目開きもしくは段差がある場合には，表－3・解26に基づき走行性を検討し，走行性を損なうような場合には，その程度に応じてb：通行注意あるいはc：通行不可と判定する。

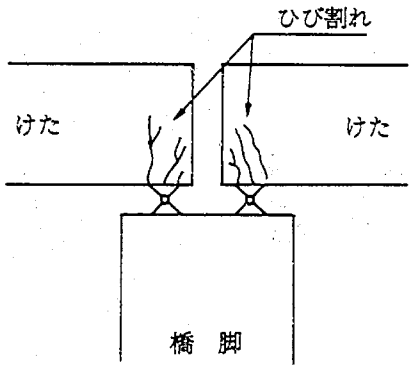
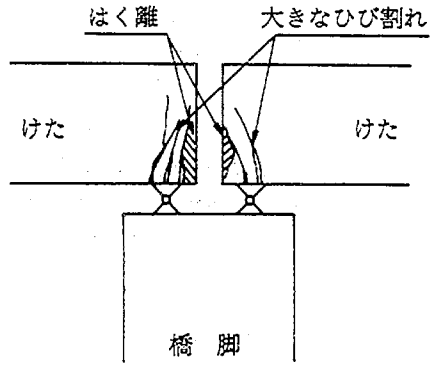
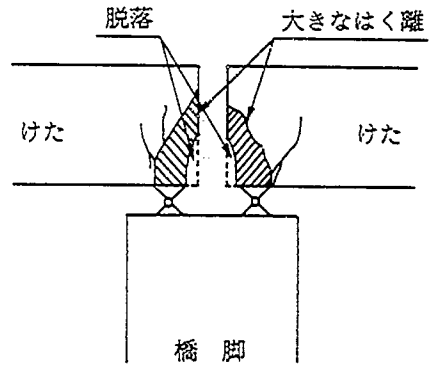
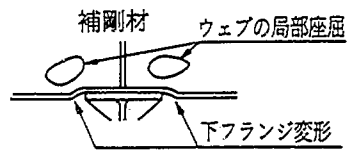
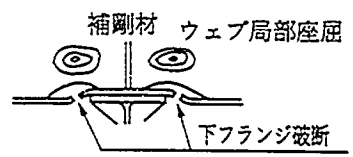
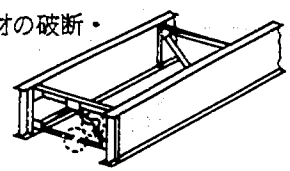
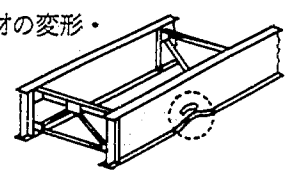
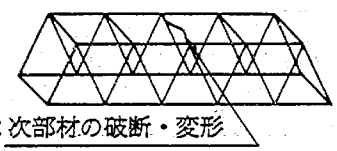
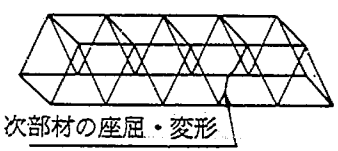
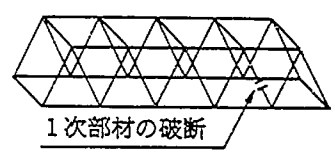
表—3・解23　鋼製橋脚の判定表被災

観測される損傷		① 残留変形 (へこみもしくはふくらみ量d_f)<$0.01\ell_b$ *1	② 残留変形 $0.01\ell_b \leqq$ (へこみもしくはふくらみ量d_f)<$0.03\ell_b$	③ 亀裂もしくは溶接部破断残留変形 $0.03\ell_b \leqq$ (へこみもしくはふくらみ量d_f)
損傷状況	正面図			
	側面図			
被災度		B：小被害	C：中被害	D：大被害
残留強度		Pu	0.8Pu～Pu (Py'～Pu)	0.6Pu以下 (0.7Py'以下)
残留変形性能 $\frac{\delta u-\delta}{\delta u-\delta y}\times 100$ (%)		30%	0～30%	0%

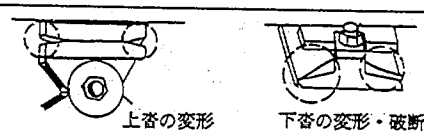
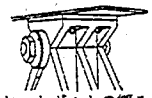
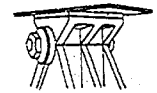
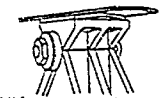
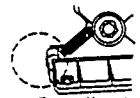
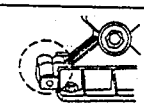
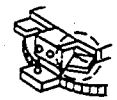
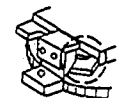
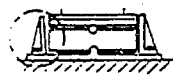
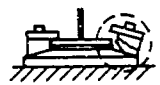
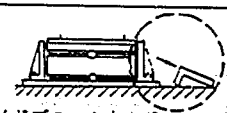
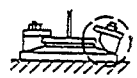
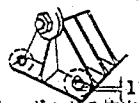
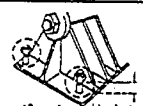
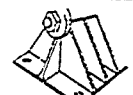
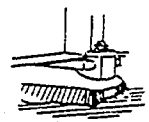
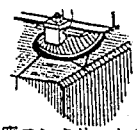
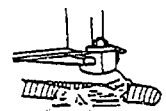
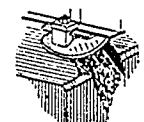
Py'：降伏耐力　Pu：終局耐力　δ_y：降伏変位　δ_u：終局変位　δ：最大履歴変位
('は溶接による残留ひずみの影響がないものとした時の値)

注：*1 ℓ_b は横リブ間隔（有効座屈長）

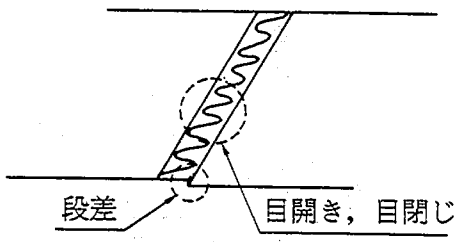
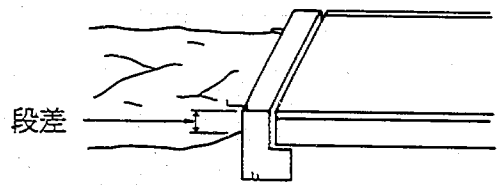
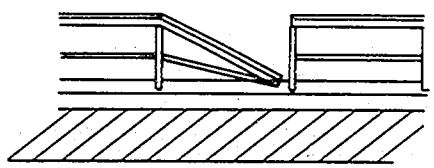
表—3・解24　上部構造の被災判定表

		B：小被害	C：中被害	D：大被害
コンクリート橋				
鋼　橋	支承周辺			
	鈑桁	2次部材の破断・変形 	1次部材の変形・座屈 	
	トラス			

表—3・解25　支承部の被災判定表

	B：小被害	C：中被害	D：大被害
上沓・下沓の鋳物部	 上沓の変形　下沓の変形・破断		
セットボルト	 セットボルトの緩み	 セットボルトの破断	 セットボルトの破断やソールプレート，ボス部の被害
ローラー	 ローラーの抜け出し	 ローラーの抜け出し	
ピン及びピンキャップ	 ピンキャップの抜出し	 ピンの切断	
上沓ストッパー	 上沓ストッパーのきれつ	 上沓ストッパーの破断	
サイドブロック	 サイドブロックの変形  下沓ストッパーのきれつ	 サイドブロック止めボルトの破断  上沓ストッパーの破断	
アンカーボルト	 1 cm 以下 アンカーボルトの抜出し(1 cm 以下)	 1 cm 以上 アンカーボルトの抜出し(1 cm 以上)	 アンカーボルトの破断
沓座モルタル及び沓座コンクリート	 沓座モルタルの亀裂  沓座コンクリートの亀裂	 沓座モルタルの破壊  沓座コンクリートの破壊	 沓座コンクリートの破壊

表—3・解26　走行性の被災判定表

	被害	判定
伸縮継手		伸縮断手の遊間量，段差量に着目し，通行車輌の走行性を考慮してｂ：通行注意あるいはｃ：通行止めと判定する。
取付盛土		取付盛土の沈下量に着目し，通行車輌の走行性を考慮してｂ：通行注意あるいはｃ：通行止めと判定する。
高欄		歩行者の安全性を考慮して，ｂ：通行注意あるいはｃ：通行止めと判定する。

3.3.2 本復旧のための判定

1) 「3.2.2 本復旧のための調査」に基づき，本復旧段階の被災度を以下の4ランクに判定する。

A：被害無し……特に異常が認められないか，もしくは，永久構造物として問題がないと判断される場合

B：小被害……耐荷力等に影響のない損傷

C：中被害……耐荷力等に影響のある損傷

D：大被害……耐荷力等に著しい影響のある損傷

2) 上記の被災度に応じて一般的な本復旧工法を表—3・3に示す。

表—3・3 本復旧工法の選定

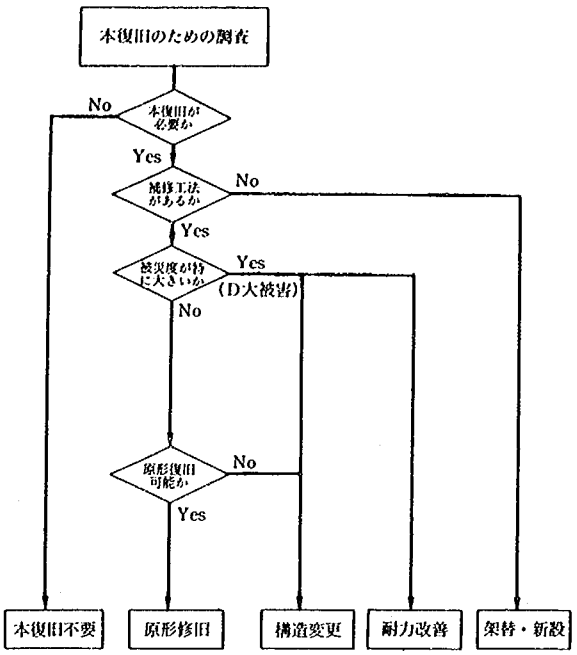
被災度	A	被害なし	本復旧不要
	B	小被害	原形復旧，構造変更
	C	中被害	原形復旧，構造変更
	D	大被害	耐力改善，構造変更

これらの判定はあくまでも一般的な本復旧の考え方を示したものであり，被災の規模・程度・重要度・将来計画等を勘案して総合的に判定することが重要である。

［解説］

1) ここに示した被災度は，基本的に「3.3.1 応急復旧のための判定」に示した被災度と同じであるが，応急復旧のための判定では本復旧を行うまでの短期的な耐荷力を基本としているのに対して，ここでは地震後の長期的な橋の機能を基本として判定する必要があることに注意しなければならない。長期的な橋の機能に影響があるか否かの判定は，当該橋の設計に準拠した設計基準等により各部の変位，変形，及び応力度の照査を行った上で行うものとする。

2) 本復旧をどのように行うかの判定を基本的に被災の程度に応じて，本復旧不要の他に，原形復旧，構造変更，耐力改善に区分することとした。ただし，補修することが技術的，経済的に困難な場合には，架替新設により復旧するものとする。判定の基本的な流れは，図—3・解12に示す通りである。なお，もとの構造系に戻して復旧することが困難な場合には，構造変更とする。また，当該地震以前にも同じ箇所で被災した履歴があり，損傷が蓄積される可能性がある場合には耐力改善をはかるのがよい。



図—3・解12 本復旧のための判定の手順

3.4 応急復旧工法

3.4.1 損傷の進行防止のための応急復旧工法

「3.3.1 応急復旧のための判定」において，C：中被害及びD：大被害と判定された場合には，必要に応じて以下の工法から適切なものを選定して損傷の進行防止のための応急復旧を行うものとする。

1) 樹脂注入
2) 変形修正，補強材添接，代替部材設置
3) 落橋防止対策
4) 桁仮受

［解説］

1) 樹脂注入

コンクリート部材のひび割れに対しても樹脂を注入し損傷の進行防止をはかるものである。

2) 変形修正，補強材添接，代替部材設置

鋼部材の破損もしくは変形がある場合に，変形の修正，補強材添接，もしくは代替部材の設置を行って，損傷の進行を防止するとともに，耐荷力の回復等を行うものである（図—3・解13～図—3・解15参照）。溶接施工による場合，溶接結果は作業環境に大きく左右

されるので，あらかじめ継手形状，溶接姿勢，溶接棒，溶接条件，現場の作業環境などを考慮しておく必要がある。特に，リベット構造などに用いられてきたSS41材は，炭素（C）含有量が高かったり，硫黄（S）や燐（P）の偏析も顕著なことが多いので溶接には注意を要する。また，溶接性を考慮したSM41材であっても，板厚が厚くなると，継手の拘束や熱影響部の冷却速度が大となり，硬化，脆化あるいは割れを起こすことがあるので，この場合には，低水素系の溶接棒を用いたり，予熱をするなどの対策が必要である。さらに，現場溶接では，特に次の点に注意しなければならない。

a）交通による振動が，溶接作業に影響を与えないようにする。この振動が激しい場合は，溶接を控える。

b）溶接作業が安全かつ安定した状態で行えるような足場を確保する。

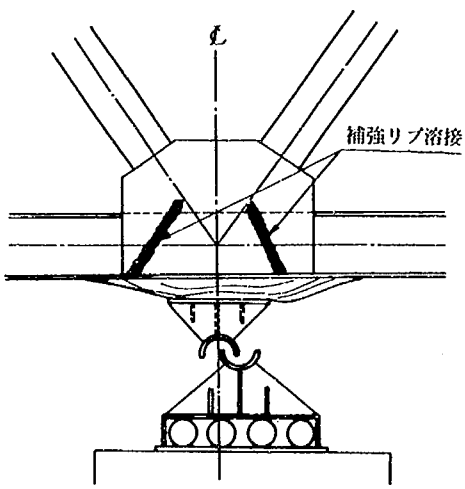
c）溶接継手は，拘束が大きくなることが多いので，溶接割れ防止上，十分な予熱の実施，耐割れ性の優れた溶接棒の使用，溶接順序の工夫などを考慮する。

3) 簡易な落橋防止対策

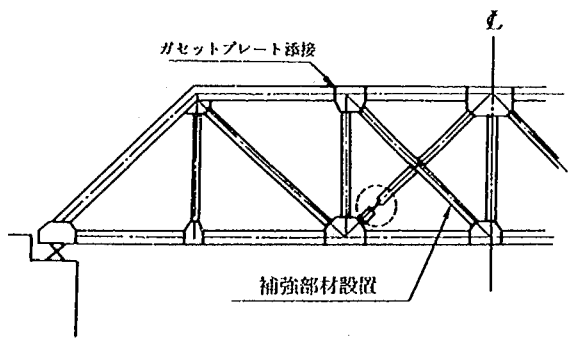
桁移動が生じたり，支承もしくは沓座コンクリートに損傷が生じて落橋の危険性がある場合に，落橋防止装置等を設置して落橋の危険性を回避するものである（図－3・解16～図－3・解18参照）。

4) 桁仮受

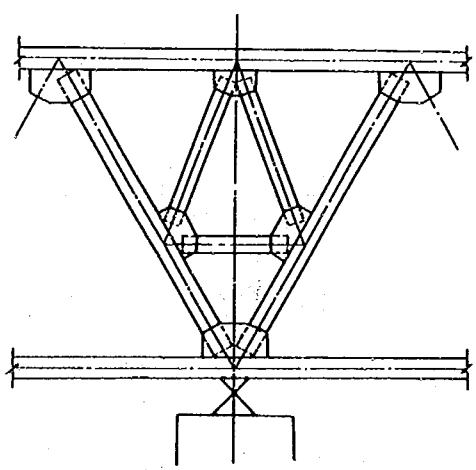
下部構造に耐荷力の低下につながるような損傷もしくは残留変位がある場合，上部構造に耐荷力の低下につながるような損傷，桁移動もしくは支点沈下がある場合，支承もしくは沓座コンクリートに余裕等により落橋につながるような損傷がある場合に，支保工，ジャッキ等により上部構造を支持するものである（図－3・解19及び図－3・解20参照）。



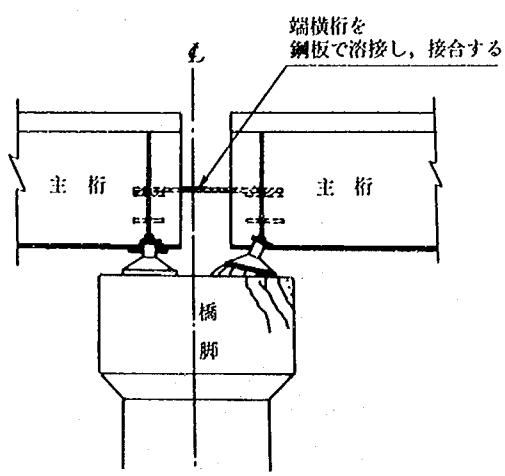
図－3・解13　補強材添接（例1当て板添接）



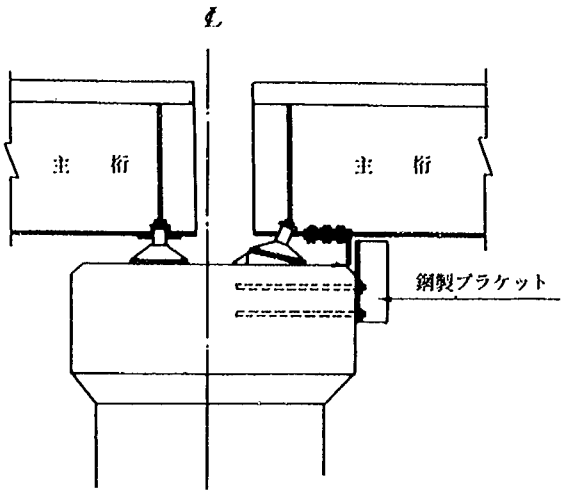
図－3・解15　代替部材設置



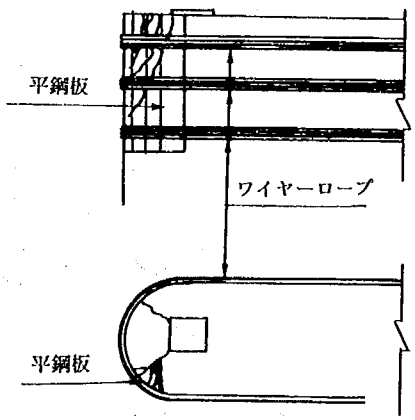
図－3・解14　補強材添接
（例2補強部材設置）



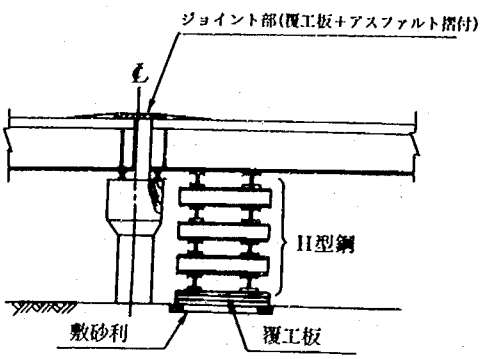
図－3・解16　簡易な落橋防止装置
（例1桁連結装置の設置）



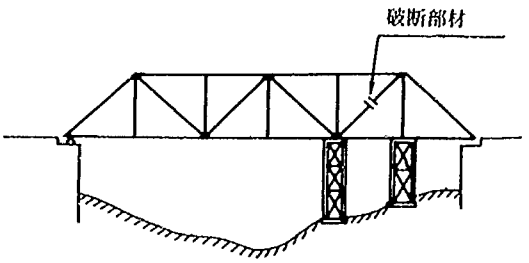
図—3・解17 簡易な落橋防止対策
(例2移制限装置の設置)



図—3・解18 簡易な落橋防止対策
(例3沓座コンクリートの
応急的緊張)



図—3・解19 桁仮受け (例1)



図—3・解20 桁仮受け (例2)

3.4.2 通行車両,歩行者の安全性確保のための応急復旧工法

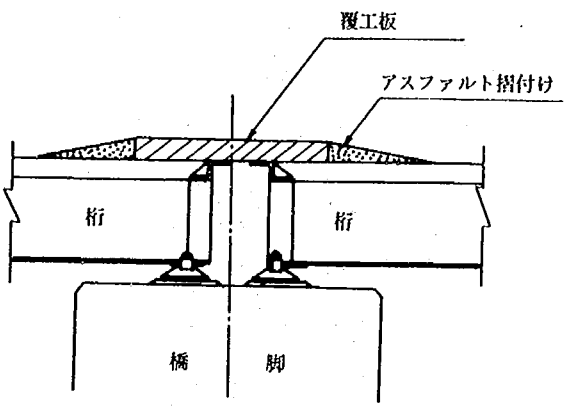
「3.3.1 応急復旧のための判定」において,b:通行注意及びc:通行不可と判定された場合で,路面段差,伸縮装置の目開き・破損,高欄の抜けだし・変形等が生じた場合には,必要に応じて以下の工法から適切なものを選定して通行車両,歩行者の安全性確保のための応急復旧を行うものとする。

1) 橋面覆工
2) 段差修正
3) 単管パイプ等による高欄修復

[解説]

(1) 橋面覆工

路面段差,伸縮装置の過大な目開きもしくは破損がある場合に,覆工板設置,アスファルトすり付け,鋼板溶接(鋼製伸縮装置)等により路面修復を行って通行車両の安全性を確保する(図—3・解21参照)。



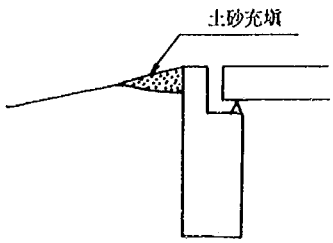
図—3・解21 橋面覆工

(2) 段差修正

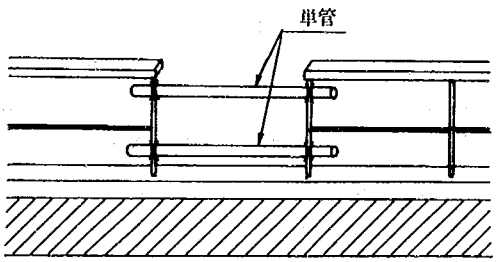
支承の破損（ローラーの抜けだし等）により，路面段差が生じた場合は，ジャッキ等により桁仮受を行って段差修復を行い，走行性を確保する。取り付け盛土が沈下した場合には，土砂充填により復旧を行う（図－3・解22参照)。

(3) 単管パイプ等による高欄修復

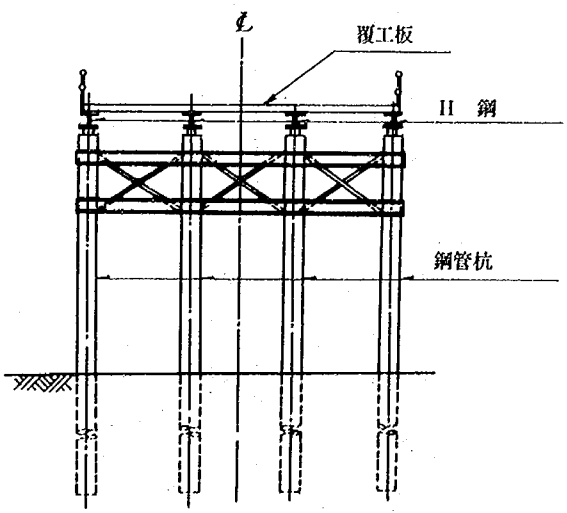
高欄の抜け出しがある場合に，単管パイプ等を設置して高欄を修復するものである（図－3・解23参照)。



図－3・解22　段差修正



図－3・解23　高欄修復



図－3・解24　錦桜橋の仮橋

3.4.3 仮橋による応急機能の回復

落橋した場合には全面通行止の影響を考慮し，必要に応じて仮橋設置による応急復旧を行うものとする。

[解説]

仮橋による応急機能の回復の例として1978年宮城県沖地震による錦桜橋の例がある。この場合，図－3・解24に示すように下部構造には鋼管が用いられ，上部構造ではH型鋼に覆工板が架設された。

3.5 本復旧工法

3.5.1 一　般

「3.4.2 本復旧のための判定」に基づいて以下の項目を総合的に考慮して適切な工法を選定する。

1) 工　期
2) 工　費
3) 施工性
4) 資機材の確保条件
5) 景　観

[解説]

本復旧にあたり考慮すべき主要な要因を示した。これらは，当該橋の被災状況のみならず，周辺地域の対策状況により大きく変化するものであるので，これらを総合的に考慮して適正な工法を選定することが重要である。また，本復旧において構造変更もしくは耐力改善をはかる場合には，この影響が全体の構造系にどのような影響を与えるかを検討しておくことが必要である。

3.5.2 基　礎

被災判定に基づいて以下の工法から適切なものを選定して本復旧を行うものとする。

1) 基礎損傷部の補修
2) 杭，フーチングの増設
3) 地中連続壁，地中連続梁の設置
4) 鋼矢板締切り工
5) 地盤改良工
6) アースアンカー工
7) 根固め工
8) 取り替え

〔解説〕

1) 基礎損傷部の補修

コンクリート杭のひび割れ，コンクリート剝離・折損，鋼管杭の破損・変形等が生じている場合に，損傷部を補修して耐荷力を回復するものである。

2) 杭，フーチングの増設

杭基礎の損傷もしくは残留変位がある場合に，杭及びフーチングを増設して基礎の支持力を回復するものである。

3) 地中連続壁，地中連続梁の設置

基礎の残留変位がある場合に，基礎間に地中連続壁もしくは地中連続梁を設置して基礎の支持力を回復するものである。

4) 鋼矢板締切り工

基礎の残留変位がある場合に，鋼矢板を基礎周辺に設置して基礎の支持力を回復するものである。

5) 地盤改良工

基礎の残留変位がある場合に，基礎周辺にグラウト注入などを行って，基礎の支持力を回復するものである。

6) アースアンカー工

橋台の側方移動が生じている場合に，アースアンカーを設置して橋台基礎の支持力を回復するものである。

7) 根固め工

洗掘による支持力不足に起因して基礎の残留変位が生じている場合に，基礎周辺に根固めを行って基礎の支持力を回復するものである。

8) 取り替え

損傷もしくは残留変位が著しいような場合に，基礎を取り替えて基礎の支持力を回復するものである。

3.5.3 RC 橋脚

被災判定に基づいて以下の工法から適切なものを選定して本復旧を行うものとする。

1) 樹脂注入，パテ補修，樹脂モルタル補修，樹脂コンクリート補修
2) RC 巻立て
3) 鋼板巻立て
4) 袖壁増設
5) 帯鋼板接着
6) 鉄筋アンカー
7) ストレス導入
8) 耐震壁増設
9) 取り替え

〔解説〕

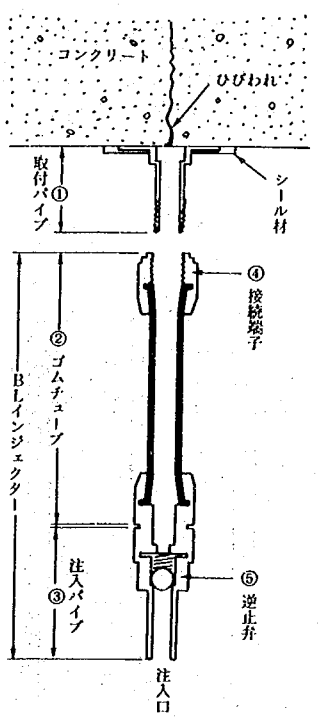
1) この解説では主として RC 単柱橋脚の復旧工法について記述するが，RC ラーメン橋脚の場合も基本的な考え方にはあまり違いがないので，単柱に準じて復旧するものとする。

2) 本復旧工法は，損傷状況とその被災度に応じ表—3・解27のようなものを選定することを基本とする。ただし，現状では樹脂注入，及び RC 巻立て以外の補修工法は実験的な検討の事例が少ないため，実施にあたっては他の実験例などを含めて，十分検討した上で採用するのがよい。

3) 復旧工法

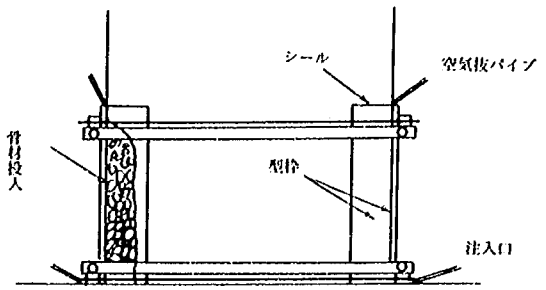
a) 樹脂注入，断面補修（樹脂パテ，モルタル，コンクリート補修）

被災程度が軽く，耐荷力の低下がごく小さい場合で，ひび割れもしくはコンクリートの剝離がある場合に，ひび割れに対しては樹脂注入，コンクリートの剝離に対しては樹脂パテ，モルタル，コンクリートによる断面補修を行って耐荷力を回復するものである。従来，ひび割れに対する樹脂注入は充填性への信頼性が低く，鉄筋の防錆など耐久性の向上に主眼がおかれていた。最近では，注入工法も進歩し，低粘度の樹脂を長時間にわたって注入できる注入工法（図—3・解25）も開発されており，充填性への信頼が高くなっている



図—3・解25 注入器の一例

ので，樹脂注入により力学的性状の回復効果が期待できる。効果については実験的に確認されている。コンクリートの圧壊，剥離などにより部分的に断面欠損を生じた場合，接着強度が高く，強度発現の早い無機物のバインダーが入った樹脂を使用して補修するのが好ましい。橋脚のように大きな断面は，一般に断面欠損量も大きいため，補修後の剛性などの低下を小さくするためにはヤング係数の大きい材料を使用することが好ましい。そのためには，粗骨材も入った樹脂（レジンコンクリート）を用いるのがよい。断面が小さい場合には，型枠を組みあらかじめ骨材を入れておき樹脂を注入して固めるプレパックド工法（図—3・解26）などを検討するとよい。樹脂注入，断面補修後の耐荷力は，表—3・解28を参考に補修部分の剛性を変えて計算するのがよい。



図—3・解26　プレパックド工法

b）RC 巻立て

被災程度が重く，耐荷力の低下が顕著な場合もしくはぜい性的な破壊をした場合に，RC巻立てを行って耐荷力を回復するものである（図—3・解27)。RC 巻立ては，震災を受けた橋脚の補修には最も実績のある方

表—3・解27　RC橋脚の復旧工法

損傷状況＼被災の程度		小被害		中被害	大被害
基部の損傷	表—3・解20に示される損傷	① ② ③	④	⑤	⑥
	復旧工法	樹脂注入	RC 巻立て モルタル・コンクリート吹付け＊	RC 巻立て モルタル・コンクリート吹付け＊	RC 巻立て 取替え
軸方向鉄筋段落し部の損傷	表—3・解21に示される損傷	① ②	③ ④	⑤	⑥
	復旧工法	樹脂注入	RC 巻立て モルタル・コンクリート吹付け＊ 袖壁増設＊ 鋼板巻立て＊ 帯鋼板接着＊	RC 巻立て	RC 巻立て 取替え
せん断による損傷	表—3・解22に示される損傷	① ②	③	④	⑤
	復旧工法	樹脂注入	RC 巻立て モルタル・コンクリート吹付け＊ 袖壁増設＊ 帯鋼板接着＊ 鉄筋アンカー＊ ストレス導入＊	RC 巻立て 鋼板巻立て＊ 耐震壁増設 ラーメンの場合で他の工法と組合わせる	RC 巻立て 耐震壁増設 ラーメンの場合で他の工法と組合わせる 取替え

注：＊の工法は実験例が少なく，実施するにあたり検討を要する。

表—3・解28 補修・補強設計

(1) 曲げ被壊

被災程度	表—3・解20に示される損傷	補修・補強方法	常時の設計	変形性能照査	
				降伏時	終局時
降伏以前	①以前	補修・補強しない樹脂注入	通常	通常	通常
		RC巻立て	合成	合成	合成
		鋼板巻立て	合成	合成	合成
降伏から終局以前	②, ③	樹脂注入断面修復	鉄筋2/3Es	鉄筋2/3Es	通常
		RC巻立て	内部無視	内部鉄筋1/3Es	合成
		鋼板巻立て	内部無視	内部鉄筋1/3Es	合成
終局以後	④, ⑤, ⑥	RC巻立て	内部無視	内部無視	合成

(2) 段落し破壊，せん断破壊

被災程度	表-3・解21, 22に示される損傷	補修・補強方法		常時の設計	変形性能照査	
					降伏時	終局時
降伏以前	①以前	樹脂注入		通常	通常	通常
		RC巻立て		合成	合成	合成
		鋼板巻立て		合成	合成	合成
降伏から終局以前	②, ③	樹脂注入断面修復	破壊部	通常	通常	通常
			基部	鉄筋2/3Es	鉄筋2/3Es	通常
		RC巻立て鋼板巻立て	破壊部	合成	合成	合成
			基部	内部鉄筋2/3Es	内部鉄筋2/3Es	合成
終局以後	④, ⑤, ⑥	RC巻立て		内部無視	内部無視	合成

注1) RC巻立て，鋼板巻立てを実施するにあたっても，斜ひびわれには樹脂注入補修をおこなうことを原則とする。

注2) 使用している用語の意味

常時における「通常」：通常の弾性設計による設計

変形性能における「通常」：道路橋示方書に示される終局強度設計

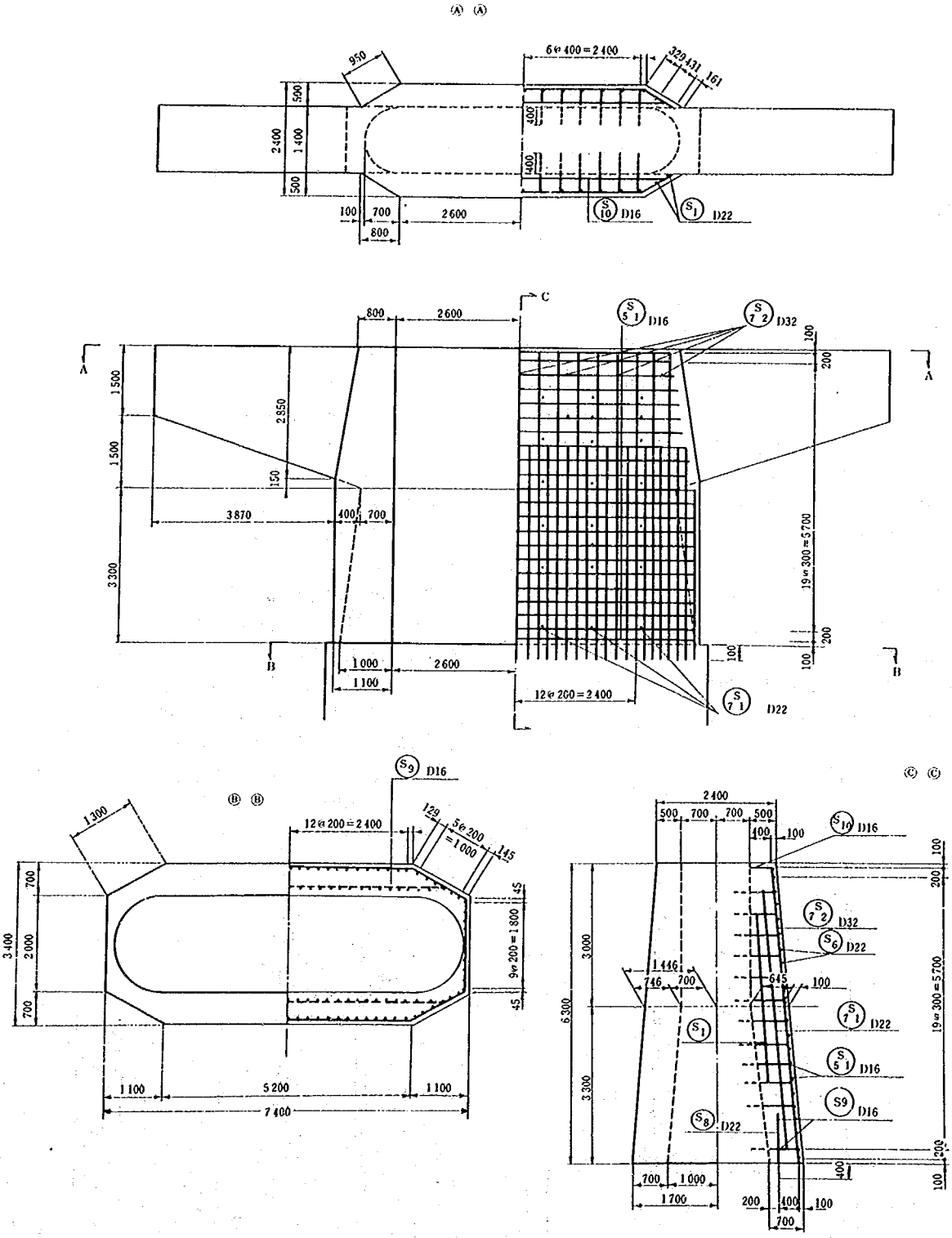
「合成」：新・旧部材が一体作用するものとしての「通常」の設計

「鉄筋2/3Es，内部鉄筋1/3または2/3Es」：被災程度に応じ橋脚躯体の剛性の低下を弾性領域における鉄筋のヤング係数低下によって考慮した設計

「内部無視」：剛性の低下が著しく被災した橋脚躯体の強度は考慮せず，巻立てのみ外力に抵抗するものとした設計

破壊部：せん断破壊をしている部分，柱中間の段落し部の破壊も含む。
せん断破壊部分に樹脂注入することによりせん断耐力は回復するため，注入・断面修復，巻き立て補修・補強の際「通常」あるいは「合成」設計するものとする。

基部：橋脚基部
せん断破壊にもかかわらず基部で鉄筋が降伏した場合，鉄筋の抜出しなどにより剛性の低下は大きいことを考慮し「(内部) 鉄筋のヤング係数を2/3Es」に低下させることによって対処する。


Ⓐ Ⓐ
950
6@400=2400
329 431 161
2400
500
1400
500
400
400
100
700
800
2600
S10 D16
S1 D22
C
800
2600
S51 D16
S72 D32
A
A
1500
1500
3300
2950
150
3870
400
700
19@300=5700
200
100
B
B
1000
1100
2600
12@200=2400
S71 D22
Ⓑ Ⓑ
S9 D16
1300
12@200=2400
129
5@200=1000
145
3400
700
2000
700
45
9@200=1800
45
1100
5200
1100
7400
Ⓒ Ⓒ
2400
500
700
700
500
400
100
S10 D16
100
200
S72 D32
S6 D22
3000
6300
3300
1446
746
700
645
100
S1
S71 D22
S51 D16
S9 D16
S8 D22
19@300=5700
300
400
100
700
1000
1700
200
400
100
700

図—3・解27　RC巻立て

法であり，一般には補強も兼ねて行われている。実験結果でも新旧コンクリートは一体化して働いていることが確かめられており，耐荷力の向上には有効な補強方法である。RC巻立ての設計には，通常，被災した橋脚の耐荷力は無視しているが，じん性を考慮した設計をするためには，部材の性状を正しく評価し，変位を求める必要がある。補修後の耐荷力の計算を行う際には，橋脚が地震によりどの程度の状態まで被災したのかを考え，表—3・解28のように考えるとよい。RC巻立てにより十分な補強効果を得るには，鉄筋を十分フーチングに定着し，打継面の表面処理(チッピング)を行い，さし筋を設けなければならない。

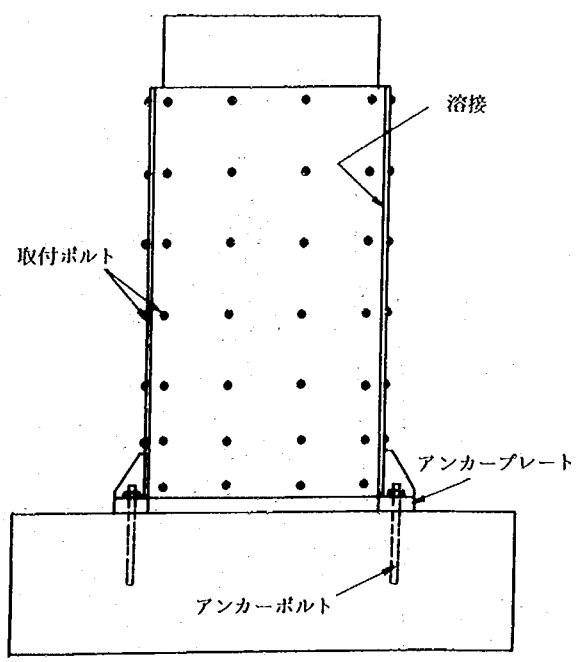
c）鋼板巻立て

比較的小断面の部材の損傷部に鋼板巻立てを行って，耐荷力を回復するものである（図—3・解28)。鋼板巻立てによる復旧は，断面を大きくすることが困難な場合に有利であるが，曲げ耐荷力を大きくする目的で実施する場合にはつぎのような検討が必要である。

i）接着面付近のコンクリート部分のせん断強度が十分にとれないため，接着面ではがれやすく，厚い鋼板を接着しても有効に活用することができない。

ii）フーチングへの良好な定着方法がない。

iii)橋脚は，大きな正負の水平荷重が作用するため，鋼板が引っ張りを受け降伏すると残留ひずみを生じるため，その後圧縮されると座屈しやすくなる。



図—3・解28　鋼板巻立て

ii）は鋼板端部に十分なスティフナーと剛性の高いアンカープレートを溶接し，アンカボルトによってフーチングに十分定着することによって改善される。

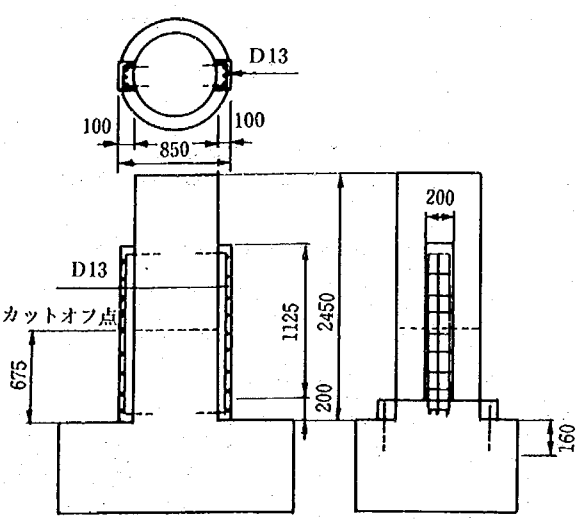
i），iii）は橋脚に鋼板取り付け用ボルトを打ち込む。その際，鋼板が剝離してもそのボルトによって鋼板の座屈防止，せん断力の伝達が出来るだけのボルトを打ち込んでおくなどの工夫をするとある程度改善される。せん断に対する補修・補強には，小断面の部材であれば実験的にも効果の高いことが確認されている。鋼板巻立て補修・補強後の耐荷力計算は，橋脚の被災程度に応じ表—3・解28のように考えるとよい。

d）袖壁増設

軸方向鉄筋段落し部の損傷もしくはせん断による損傷が生じた場合に，袖壁を増設して耐荷力を回復するものである（図—3・解29)。壁式橋脚が地震動を受けて被災した方向に袖壁を増設することにより耐荷力の向上をはかることが期待できる。しかし，閉合した帯鉄筋を配筋することが困難であり，じん性に対する効果はほとんど期待できない。

e）帯鋼板接着

軸方向鉄筋段落し部の損傷もしくはせん断による損傷が生じた場合に，帯鋼板接着を行って耐荷力を回復するものである（図—3・解30)。軸方向鉄筋段落し部に対して，主鉄筋とそれに直角な方向に帯鋼板を接着することにより，じん性の向上が期待できると考えられる。さらに，主鉄筋方向の帯鋼板をフーチングに定着すれば，補強効果が得られるが，その際，鋼板巻立てと同様付着強度等の検討が必要である。せん断に対しては，主鉄筋に直角な方向に帯鋼板を接着すること



図—3・解29　袖壁増設

によってじん性は向上する。

f）鉄筋アンカー

せん断による損傷が生じた場合に，鉄筋アンカーを行って耐荷力を回復するものである（図—3・解31)。ひび割れの広がりを抑制するために，ひび割れに直交するように穿孔し鉄筋を通して樹脂などで定着する工法であり，ひび割れへの樹脂注入と併用することにより補修効果が期待できるが，実施例は皆無である。

g）ストレス導入

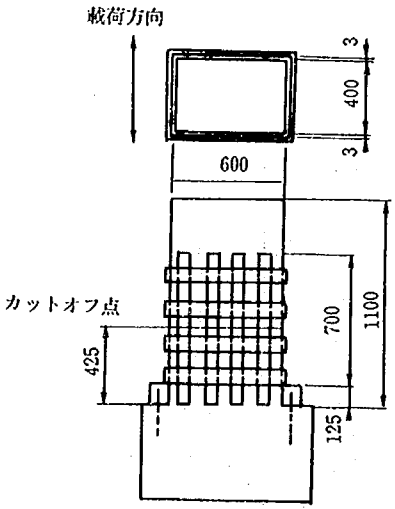
大きなひび割れを生じた場合に，ストレスの導入を行って耐荷力を回復するものである（図—3・解32)。従来，乾燥収縮や偏心荷重によるクリープなどにより大きなひび割れを生じた場合，ひび割れの閉合，抑制のためによく使われている方法である。震災を受けて生じた大きなひび割れや残留変位を生じた場合に，それを抑制するためにストレスを導入するものである。コンクリート巻立てと併用すれば補強効果も期待できる。せん断ひび割れに対しても，ストレスを導入して締め付け耐荷力の回復をはかることができる。

h）耐震壁増設

ラーメン橋脚の面内方向に損傷を生じた場合に，損傷部材の補修をした上で耐震壁を増設して耐荷力を回復するものである（図—3・解33)。ラーメン橋脚の面内方向（通常，橋軸直角方向）の地震動により損傷を受けた場合，その橋脚の空間内に壁を増設するものである。建築に実験例が多く，耐荷力の向上が大きいことが報告されている。また，施工にあたって，既設部材への鉄筋の定着には樹脂アンカーまたは改良型メカニカルアンカーがよいと報告されている（図—3・解34)。

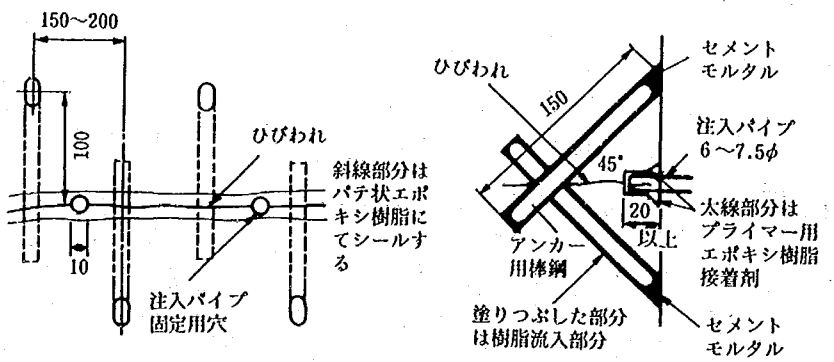
i）取り替え

損傷が著しく，復旧が困難な場合に橋脚を取り替えるものである。ここで，橋脚の復旧のためフーチングに鉄筋を定着することなどによりフーチングの強度が不足している場合には，フーチングも補強しなければならない（図—3・解35)。また，復旧により橋脚重量が増加する場合は，基礎に対する荷重増加の影響を検討し，必要に応じて基礎の補強も行わなければならない（図—3・解36)。

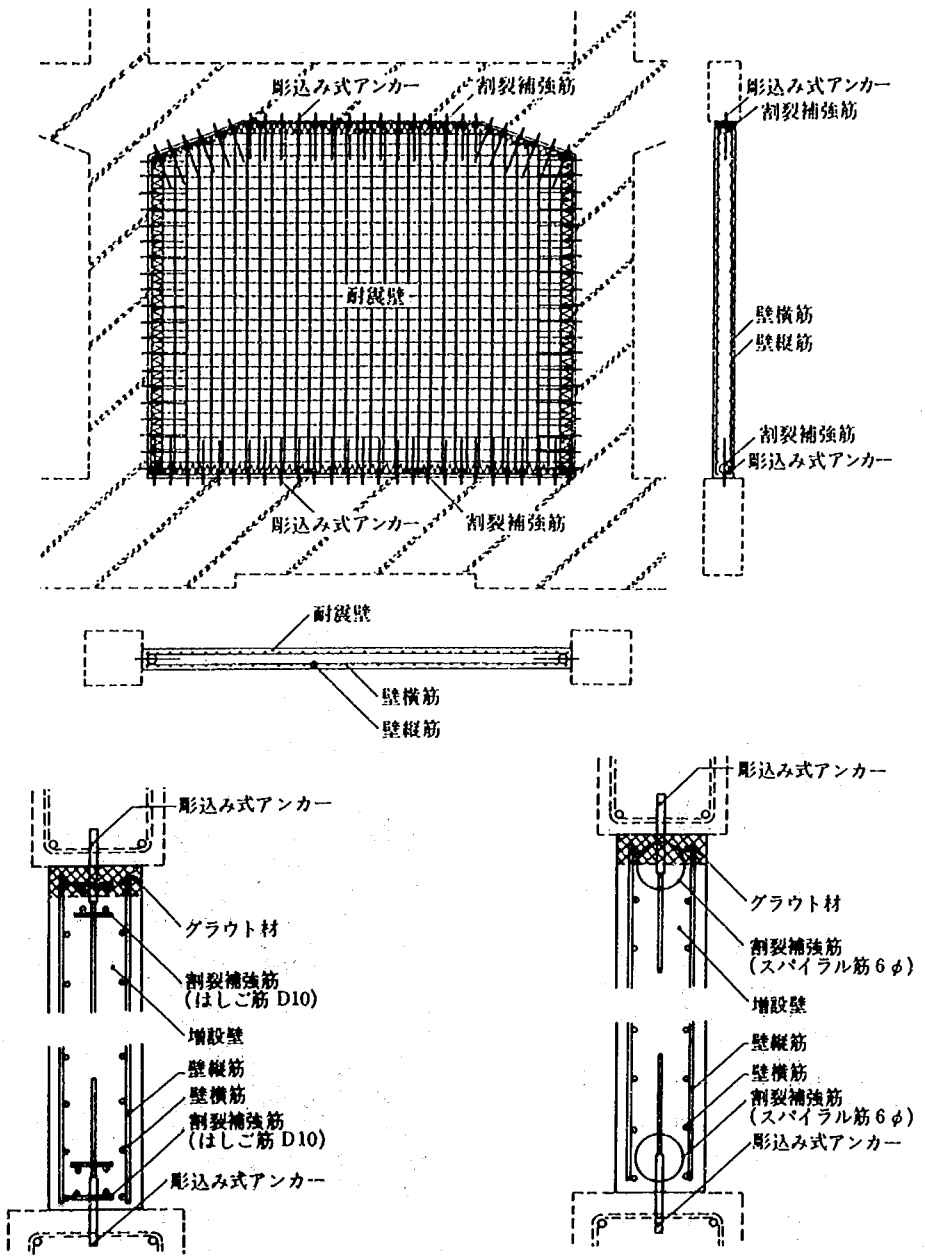


図—3・解30　帯鋼板接着

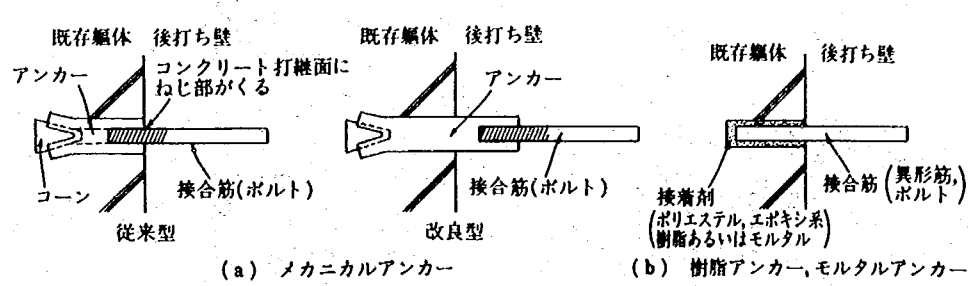
図—3・解32　ストレス導入



図—3・解31　アンカーを併用するひびわれ補修

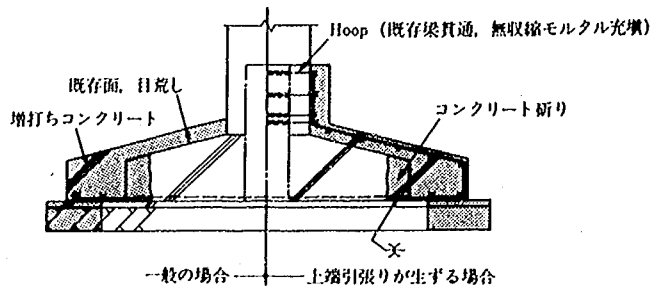


図―3・解33 耐震壁増設

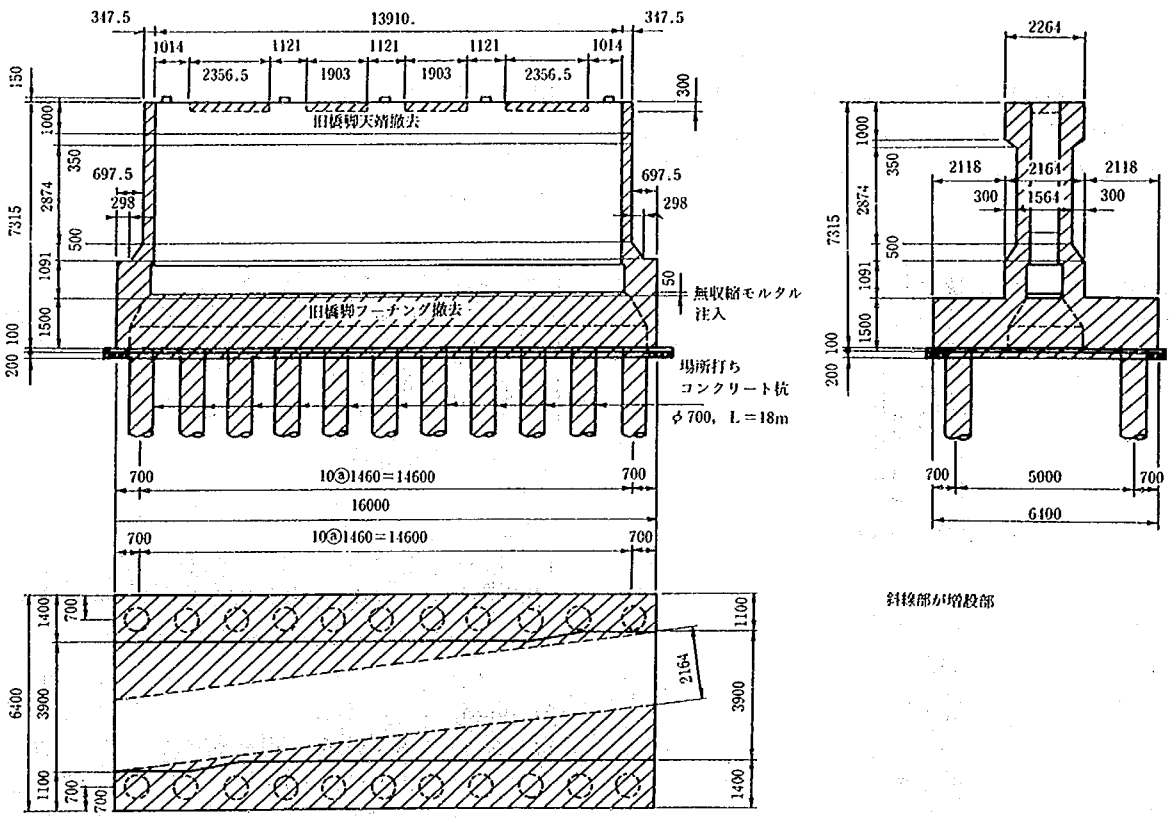


(a) メカニカルアンカー　　(b) 樹脂アンカー,モルタルアンカー

図―3・解34 彫込み式アンカー接合法の代表例



図－3・解35　フーチングの補強



図－3・解36　鉄筋コンクリート巻立て，フーチング拡大，杭増設による補強
（橋脚躯体の耐力，基礎の支持力が不足している場合）

3.5.4　鋼製橋脚

被災判定に基づいて以下の工法から適切なものを選定して本復旧を行うものとする。

1)　内側に中詰めをする方法
2)　外側から補剛板等を添接する方法
3)　1)，2）を併用する方法
4)　取り替え

[解説]

地震による鋼製橋脚の被災及び復旧例は現在のところ無いため，工法として考えられるものをあげた。したがって，実施に際しては，被災部分の状況を十分勘案の上，工法を選定することが重要である。復旧工法を大別すると基本的に次の2つになる。

1)　中詰めをして補剛する方法

コンクリートの中詰めがこれに相当する。中詰めが可能であり，また，鋼製橋脚に破断が生じていないよ

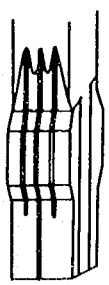
うな場合には，鋼製橋脚が中詰めコンクリートを拘束すると同時に，中詰めコンクリートが鋼製橋脚の変形・局部座屈の進行を防止する役目を持つことから，両者の共同作用により耐荷力及びねばりの向上が期待できる。ただし，橋脚の重量が大きく増加する場合には，基礎に対する荷重増加の影響を検討し，必要な場合には基礎の補強等も行っておかなければならない。

2) 外側から補剛する方法

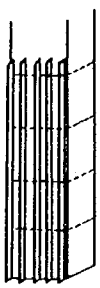
基本的に添え木をして補剛する方法で，補剛材に何を用いるかによってさらに次のように分けられる。

i) 補剛材（鋼板）添接

補剛材添接の場合に，図－3・解37～図－3・解39のように各種の方法が考えられるが，いずれの場合にも，鋼製橋脚の変形に合わせて補剛材を製作する必要がある。また，この場合には，溶接に伴う熱応力により悪影響を及ぼさないように配慮することが重要である。特に，桁仮受等をしないで軸力が入ったまま補修する場合には，この点に十分注意する必要がある。



図－3・解37 補剛材添接（例1）



図－3・解38 補剛材添接（例2）

図－3・解39 補剛材添接（例3）

ii) RC 巻立て

RC を巻立てる場合には，どのようにして鋼製橋脚と巻き立てたコンクリートの共同作用を生じさせるかがポイントとなる。このためには，スタッドを打つ等の対策を検討しておくのがよい。ただし，橋脚重量が大幅に増加した場合の基礎に対する配慮は，中詰めコンクリート工法の場合と同じである。

3) 1) 及び2) を併用する方法

鋼板コンクリート巻立てがこれに相当する。

3.5.5 橋 台

1)躯 体

「3.5.3 RC 橋脚」に準じて本復旧を行うものとする。

2) パラペット，取り付け盛土

被災判定に基づいて「3.5.3 RC 橋脚」に準ずる他，以下の工法から適切なものを選定して本復旧を行うものとする。

a) パラペット打ち替え

b) 踏掛版設置

［解説］

1) 躯体の被害については RC 橋脚に準じて本復旧を行えばよいが，橋台には土圧が作用しているので必要に応じて矢板による土留め等を行うものとする。

2) 主桁と橋台の相対変位によりパラペットと桁端部の遊間が不足した場合，パラペットの打ち替えにより復旧を行ってもよいが，主桁の切断により遊間を確保してもよい。取り付け盛土が沈下した場合，踏掛版を設置するのは，被害の再発を防止するために有効である。

3.5.6 上部構造

1) 上部構造の損傷に対する復旧

「3.3.2 本復旧のための判定」に基づき，上部構造の材質，被災箇所に応じて以下の工法から適切なものを選定して本復旧を行うものとする。

a) コンクリート橋

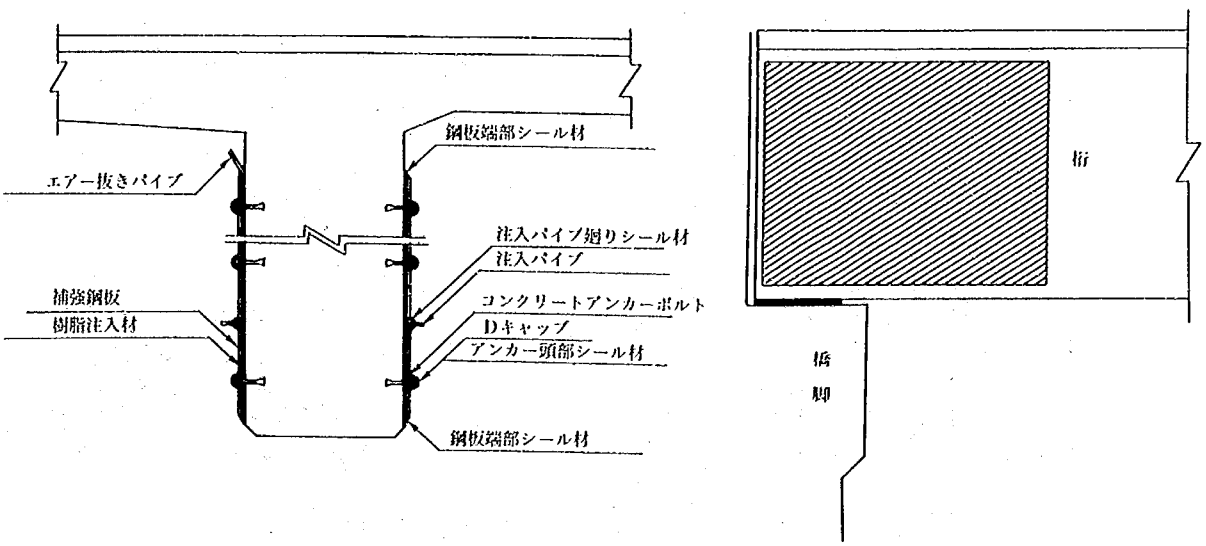
i) 樹脂注入，パテ補修，樹脂モルタル補修，樹脂コンクリート補修

ii) RC 巻立て

iii) 鋼板接着

iv）かけ替え
b）鋼　橋
i）変形修正
ii）補強材添接
iii）部材取り替え
iv）リベット・ボルト取り替え
v）かけ替え
2)　主桁の移動，支点沈下に対する復旧
被災判定に基づいて以下の工法から適切なものを選定して本復旧を行うものとする。
i）桁位置修正
ii）沓座拡幅
iii）桁端切断
iv）支承位置変更
v）支承形状変更
vi）支承取り替え
vii）支承高修正
viii）かけ替え

[解説]
1)　コンクリート橋の損傷は基本的に「3.5.3　RC橋脚」に準拠して復旧するものとする。工法の特徴は「3.5.3　RC橋脚」に示した通りである。既往の地震では支承直上の桁端部に損傷が生じた場合が多いが，これに対する補修例をあげると以下のようになる。
a）樹脂モルタル補修，樹脂注入
支承上の桁端部に小さなクラックが生じた場合には，クラックに沿ってVカット（幅1cm，深さ1cm程度）し，カット面を十分清掃した後，セメントペースト，モルタルで充填するものである。強度を必要とする場合には，低粘性エポキシ樹脂，パテ状エポキシ樹脂，樹脂モルタルなどを用いる。
b）鋼板接着工法
図—3・解40に示すように，鋼板をアンカーボルトとエポキシ樹脂系の接着剤で張りつけるもので，鋼板接着の方法によって，圧着工法と注入接着工法がある。
2)　鋼橋の地震被害としては，一般に，橋全体のねじり変形，部材の破断・変形，部材の亀裂，リベット・ボルトの切断の4つがある。
a）橋全体のねじり変形
地震時の下部構造変形に伴い上部構造がねじり変形し，変形が元に戻らず残留変形した状態となると，橋台位置で沓が浮き上がった状態になる。このような状態で放置すると通行に支障をきたすことになるので，本復旧工法としては，以下の工法が考えられる。
i）上部構造の変形は修正せず，支承位置の浮き上がりに対しては，沓座モルタルの高さを調整して対処する（図—3・解41参照）。
ii）対傾構，横構を撤去し，橋のねじり変形を修正し，再度，対傾構，横構を取付ける。あるいは，橋のかけ替えを行う。
b）部材の破断
部材の破断は，部材の重要度に応じて対処方法が異なる。トラスの上下弦材のような一次部材では，部材の破断は落橋につながるおそれがあるので，本復旧としては，部材交換が可能であれば交換し，不可能な場



図—3・解40　コンクリート桁の鋼板接着工法

合はかけ替えする。対傾構，横構等の２次部材は，設計計算上考慮していないが，その部材がなくても問題がない場合と分配横桁のように水平力分担の役割を果たしている部材もある。したがって，破損部材の役割を勘案して対処方法を決定する必要がある。

c）部材の変形

部材の変形は，棒部材の座屈・変形，トラスの下弦材ウェブのような板部材の座屈・変形に分けられる。棒部材の場合は，部材交換をしている事例が多いが，板部材の場合は，取り替えが不可能な場合が多く，ガスバーナーにより加熱し，ジャッキ反力を利用して変形を矯正するか，もしくは，必要があれば添接板を取付け補強するのがよい（図―３・解42及び図―３・解43参照）。

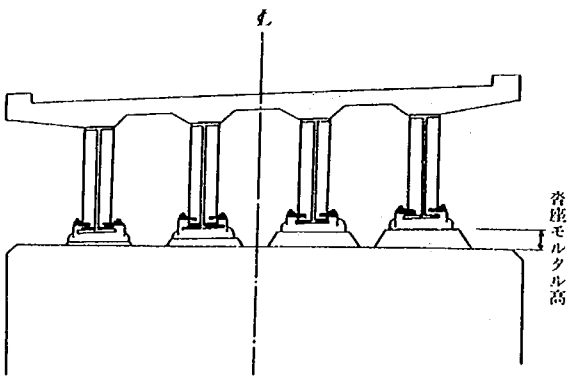
d）亀　裂

地震被害として鋼橋の部材が亀裂を生じた事例は少ない。交通荷重により疲労亀裂を生じている場合が多く，地震による被災か否か判別しにくいところもある。亀裂程度の被災の場合は，本復旧として，亀裂の進展を防ぐため亀裂先端にストップホールをあけ添接板をボルト接合する方法が行われる（図―３・解44参照）。

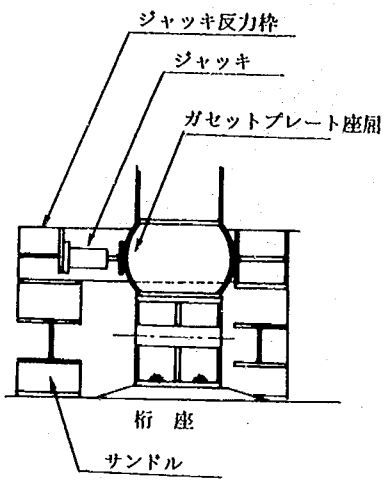
c）リベット・ボルトの切断

リベットが切断した場合，新規ボルトで接合する。ただし，一本のリベットが破断した場合でも一枚の添接板あるいはガセットに接合しているすべてのリベットをボルトに交換するのがよい。これは，異種の接合方法のものを同一箇所で混用するのを避けるためである。（図―３・解45参照）

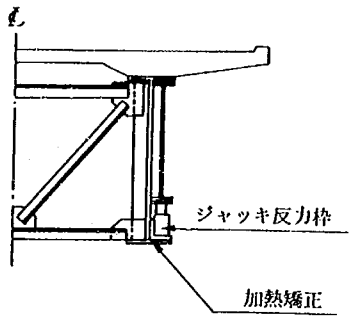
3)　主桁の移動に対する本復旧工法としては，一般に次の２種類の方法がある。



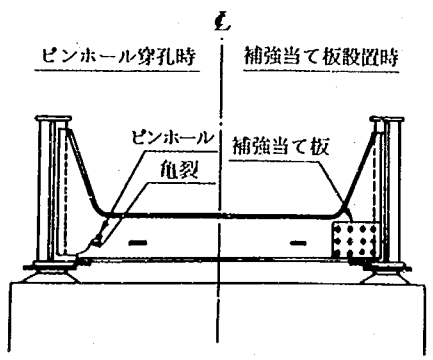
図―３・解41　沓座モルタル高さによる調整



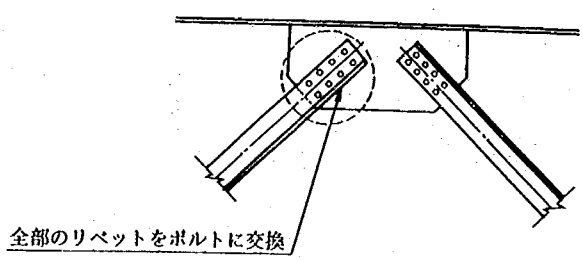
図―３・解42　加熱矯正



図―３・解43　ジャッキによる変形修正



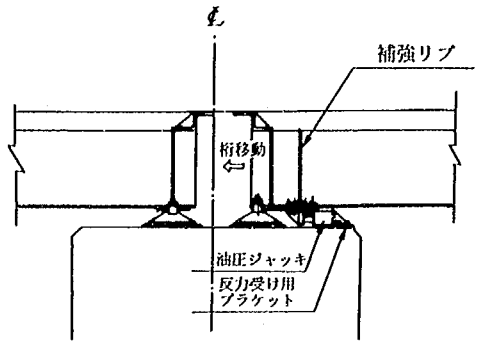
図―３・解44　当て板補強



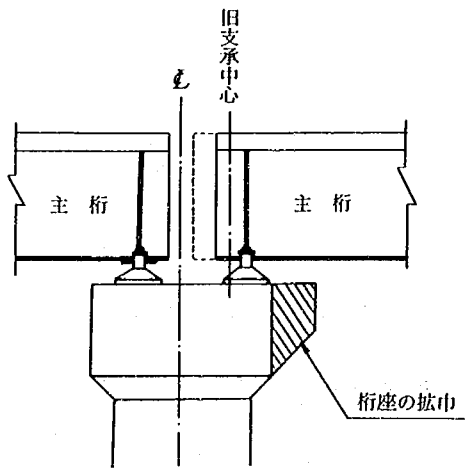
図―３・解45　ボルト接合

a）主桁を原位置に移動修正する方法

主桁をジャッキ，レバーブロック等により元の位置に戻し，沓破損部の補修あるいは取り替えを行い，ジョイント部の補修を行う（図—３・解46参照)。



図—３・解46　桁位置修正



図—３・解47　沓位置の変更により桁移動しないで復旧する方法
（例１橋座拡幅）

b）主桁を原位置に移動修正しない場合

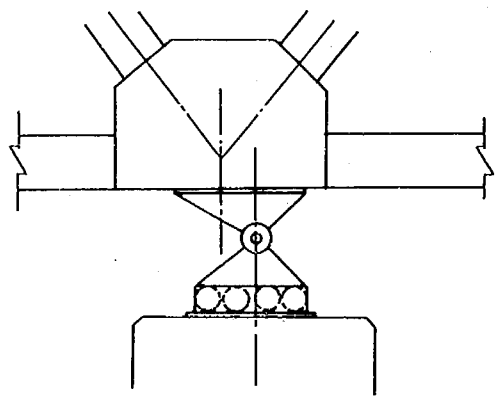
i）沓位置の変更

桁の仮受を行い，旧沓を撤去し，必要に応じて上部構造に補剛材等を添接補強した後，新しい沓の据え付けを行う（図—３・解47及び図—３・解48参照)。

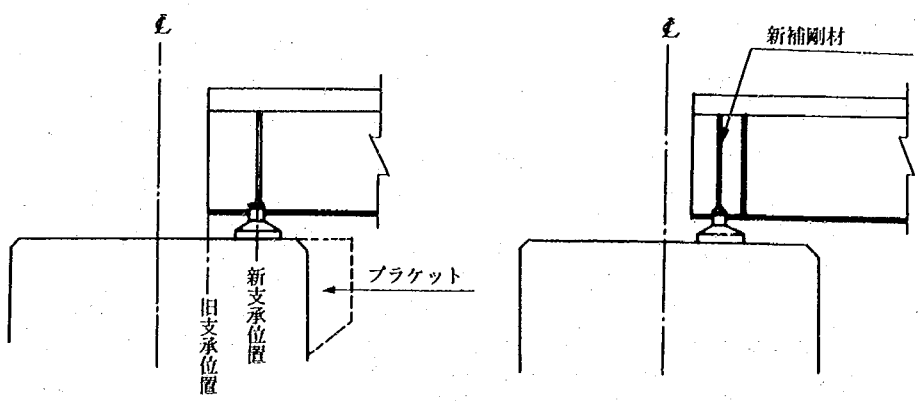
ii）沓形状の変更

トラス橋のピン・ローラー支承の場合，上下部構造の相対移動によりトラスの格点と沓中心がずれる場合がある。このような場合，沓の取り替え，沓位置の変更等は比較的大規模な工事が必要となるが，移動量が上沓の形状変更で対処できる範囲であれば図—３・解49に示すような対策工法が可能である。なお，一般的には，桁を移動修正しないで対処できる場合には，桁移動をしないで復旧される場合が多い。

4）　支点沈下に対する本復旧工法としては，支点沈下の原因が支承の破損である場合には，旧支承を撤去し，新しい支承を据え付ける。また，下部構造の沈下，傾斜による場合には，別途，これらの長期的な安定性を



図—３・解49　上沓の形状変更により桁移動しないで復旧する方法



図—３・解48　沓位置の変更により，桁移動しないで復旧する方法（例２）

検討した上で，支承高さを変更することが考えられる。この際に，沓座モルタルをむやみに厚くすると，再び地震被害を受けやすくなるので，5cm程度以上となる場合には，鉄筋コンクリート台座を新設するのがよい。

3.5.7 支承部

1) 支 承

被災判定に基づいて一般に以下のような本復旧を行うものとする。

a）沓本体，ソールプレートの変形・破損に対する復旧

b）移動制限装置の変形・破損に対する復旧

c）アンカーボルトの抜けだし・変形・破断に対する復旧

d）セットボルトのゆるみ・破断に対する復旧

e）ピンキャップの抜けだし，ピンの破断に対する復旧

f）ローラー，ロッカーの逸脱に対する復旧

g）浮き上がり防止装置の変形・破損に対する復旧

2) 沓座モルタル

被災判定に基づいて以下の工法から適切なものを選定して本復旧を行うものとする。

a）樹脂注入

b）モルタル打ち直し

3) 沓座コンクリート

被災判定に基づいて以下の工法から適切なものを選定して本復旧を行うものとする。

a）樹脂注入

b）RC 巻立て

c）鋼板接着

[解説]

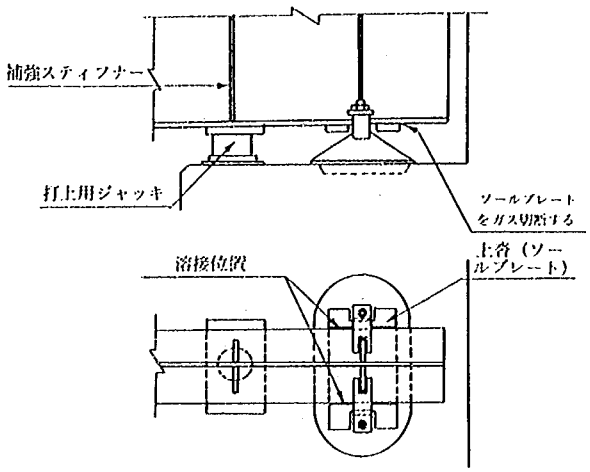
1) 支承の被害には，被災箇所に応じて，以下のように本復旧するのがよい。

a）沓本体，ソールプレートの変形・破損に対する復旧

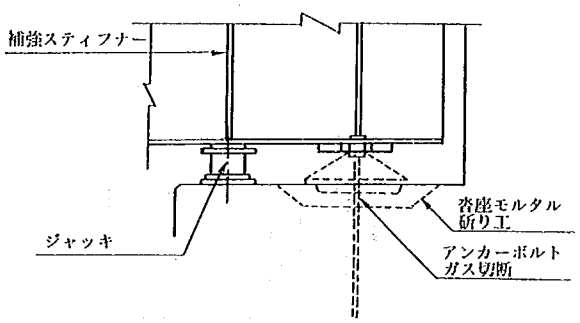
沓本体，ソールプレートに変形・破損がある場合には，一般に沓及びソールプレート全体の取り替えによって復旧する（図—3・解50及び図—3・解51参照）。

b）移動制限装置の変形・破損に対する復旧

上沓ストッパー，下沓サイドブロック，アンカー鉄筋（ゴム支承）等の移動制限装置に変形もしくは破損がある場合，取り替えるかもしくは移動制限代替装置の設置によって復旧する。アンカー鉄筋については埋



図—3・解50 上沓部の取替



図—3・解51 下沓部の取替

め込み部分を残してガス切断し，ボルトを溶接して修復してもよい。鋼橋の場合は橋台あるいは橋脚上に作業スペースとしての空間があり，部材補強も比較的施工しやすいので沓破損部の取り替えは容易である。一方，コンクリート橋の場合は，桁下空間が狭くジャッキスペースがないので桁の持ち上げにフラットジャッキ等を使用することもあるが，一般に上沓部の取り替えは困難である。このため代替制限装置，たとえば補強枠設置工法等の設置で復旧される場合が多い（図—3・解52及び図—3・解53参照）。

c）アンカーボルトの抜け出し・変形・破損に対する復旧

アンカーボルトの抜け出し，変形，もしくは破断がある場合，取り替えもしくはガス切断・ボルト溶接によって復旧する。

d）セットボルトのゆるみ・破断に対する復旧（ピン支承，ローラー支承）

セットボルトのゆるみもしくは破断がある場合，取り替えによって復旧する。軽微なゆるみに対しては

ワッシャー挿入・締め直しによって修復してもよい。

e）ピンキャップの抜け出し，ピンの破損に対する復旧（ピン支承，ローラー支承）

ピンキャップの抜け出しもしくはピンの破損がある場合，取り替えによって復旧する。ピンを工場製作する場合にはピンの径は若干小さめにしたほうがセットした際にピンの機能を果たすためによい。

f）ローラー，ロッカーの逸脱に対する復旧（ローラー支承，ロッカー支承）

ローラー，ロッカーの逸脱がある場合，ローラー部，ロッカー部の取り替えもしくは沓の取り替えによって復旧する。

g）浮き上がり防止装置の変形・破損に対する復旧

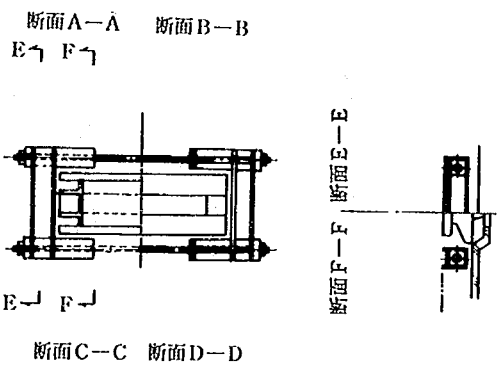
サイドプレート等の浮き上がり防止装置に変形もしくは破損がある場合，取り替えによって復旧する。なお，損傷が著しい場合，修復が困難な場合などでは支承全体の取り替えによって復旧することも考えられる。

2） 沓座モルタル

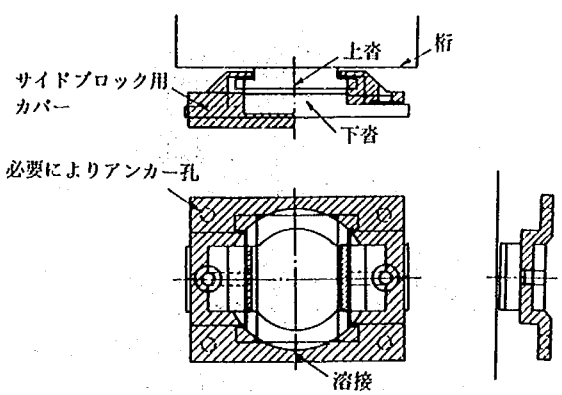
沓座モルタルは，沓据え付け時の高さ調整，及び沓防護のために施工されるものである。沓座モルタルのひびわれ程度であれば，本復旧として樹脂を注入し，ひび割れの進展を防ぐ処置をとればよい。沓座モルタルの損傷は，アンカーボルトの水平耐力の低下につながり，次の地震の際の被害の誘因となる。したがって，沓座モルタルが損壊した場合は，沓座モルタル全面打ち替えを行うのがよい。全面打ち替えは，沓を撤去し，既存モルタルをはつり取り，沓の取付けを行った後に無収縮モルタルを打設する。沓撤去の際にアンカーボルトの付着切れがない場合は，既設のアンカーボルトを利用してもよい（図－３・解54～図－３・解57参照）。

3） 沓座コンクリート

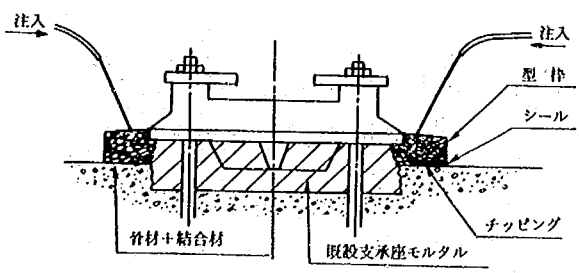
沓座コンクリートのひび割れの対処方法は，樹脂注入工法が一般的である。被害が大きい場合には，下部構造全体を巻立て補強する。部分的な場合には，鋼板接着工法を用い欠損部にモルタルを充填する方法が取られる場合が多い（図－３・解58及び図－３・解59参照）。なお，桁がかりの長さS_Eが不十分な場合には，橋座拡幅によりS_Eの確保をはかることが必要である（図－３・解60及び図－３・解61参照）。

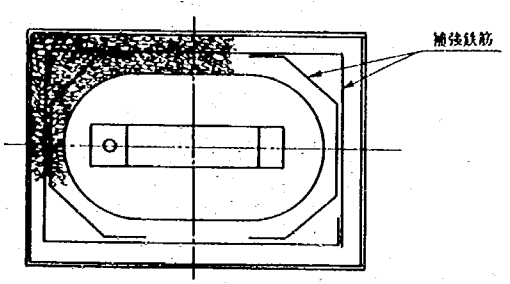


図－３・解52 補強枠設置工法（例１）

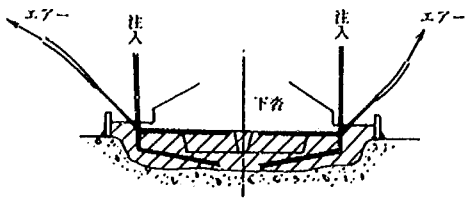


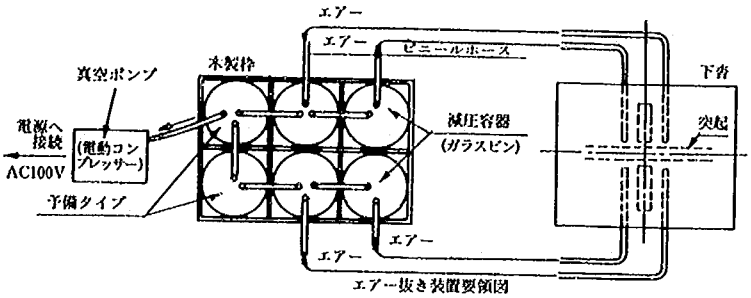
図－３・解53 補強枠設置工法（例２）



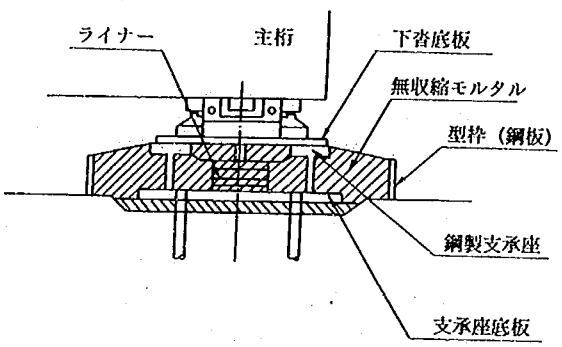


図－３・解54 沓座モルタル打替（例１）

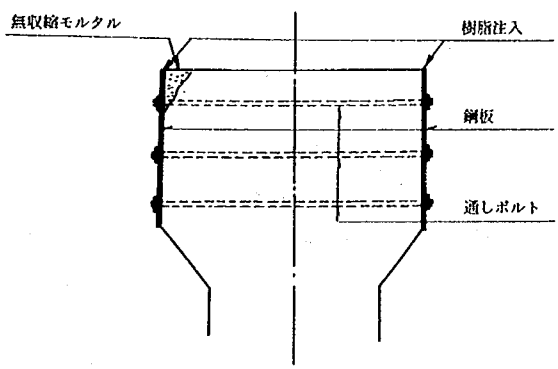




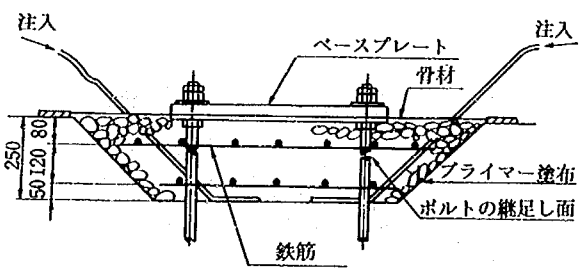
図—3・解55 沓座モルタル打替（例2）



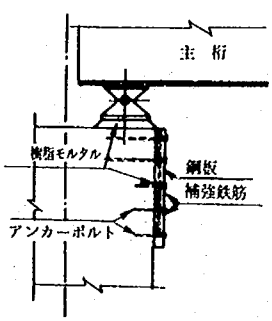
図—3・解56 沓座モルタル打替（例3）



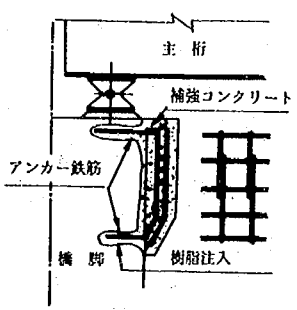
図—3・解59 鋼板接着工法（例2）



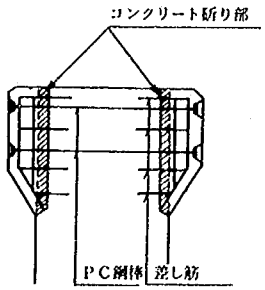
図—3・解57 沓座モルタル打替（例4）



図—3・解58 鋼板接着工法(例1)



図—3・解60 沓座拡幅工法（例1補強コンクリート沓座拡幅工法）



図—3・解61　沓座拡幅工法
(例2 PC鋼棒沓座拡幅)

3.5.8　伸縮継手

被災判定に基づいて一般に以下のような本復旧を行うものとする。
1)　目地材の脱落に対する復旧
2)　フェースプレートの破損に対する復旧
3)　ジョイントゴムの破断に対する復旧
4)　アンカーコンクリート部の破損に対する復旧
5)　目閉じ・目開きに対する復旧
6)　段差に対する復旧

[解説]

1)　目地材の脱落に対する復旧(突き合わせ形式，盲目地形式)

目地材の脱落がある場合，目地材を補充して伸縮装置の機能を回復する。

2)　フェースプレート破損に対する復旧(鋼製形式)

フェースプレートの破損がある場合，破損部プレートの溶接もしくはジョイント取り替えによって伸縮装置の機能を回復する。

3)　ジョイントゴムの破断に対する復旧(突き合わせ形式，ゴムジョイント形式)

ジョイントゴムの破断がある場合，破断部ゴムの取り替えもしくはジョイント取り替えによって伸縮装置の機能を回復する。

4)　アンカーコンクリート部の破損に対する復旧

アンカーコンクリート部の破損がある場合，破損部コンクリートのはつり，打ち直しもしくはアンカー部の再施工によって伸縮装置の機能を回復する。

5)　目閉じ，目開きに対する復旧

目閉じもしくは目開きがある場合，桁移動修正もしくはジョイント取り替えによって伸縮装置の機能を回復する。なお，目閉じ，目開きもしくは段差の原因となった主桁移動，下部構造の損傷・残留変位，支承部の損傷等についても検討し，それらについても復旧を行わなければならない。

6)　段差に対する復旧

段差がある場合，支承部の修復，支承高変更もしくはジョイント取り替えによって伸縮装置の機能を回復する。なお，伸縮継手部の被害は上部構造どうしの相対移動や支承の被害の結果として生じている場合が大部分である。したがって，主因を復旧すれば継手部の被害も復旧される場合が多い。

3.5.9　その他

ダンパー等にその機能を損なうような損傷などが生じた場合，補修もしくは取り替えを行って復旧するものとする。

[解説]

減衰機構のとらせ方により復旧方法が異なるが，被災状況に応じて当該箇所の取り替えもしくはダンパー本体の取り替えを行うのが一般的である。

4.　道路盛土

4.1　一　般

1)　対象範囲

本章では，路面，盛土，盛土のり面及び路面水の排水施設を対象とする。

2)　被災の特徴

道路盛土の地震被害は，盛土構造，地盤条件，盛土の含水状態等によって被害の形態，規模が異なったものとなるので，既往地震による被害を参考にして復旧を進めるのがよい。

[解説]

1)　対象範囲

本章では，路面，盛土本体，盛土のり面，路面水の排水施設を対象とする。盛土の被災は盛土本体のみならず，地盤条件によっても影響されるので，調査・復旧においては周辺地盤にも配慮する必要がある。

2)　被災の特徴

既往の地震に見られた道路盛土の主たる被害形態を表—3・解29に示す。

過去の大地震では，しばしば盛土が甚大な被害を被っている。1964年新潟地震に際しては，飽和した砂

表—3・解29 盛土被害の形態

構造物部位	施設の被害
路面・盛土本体	亀裂，沈下，陥没，段差，滑動，崩壊
のり面・のり面保護工	亀裂，傾斜，滑動，崩壊，転倒，継目のズレ，継目の開口
構造物取付部	沈下，陥没，段差
排水施設	亀裂，継目のズレ，継目の開口，折損

地盤の液状化に伴う，道路盛土や河川堤防の被害が見られた。1968年十勝沖地震に際しては，地震前に降雨があったことにより路体の強度が減少し盛土の被害を大きくした。また，この地震では築造後日の浅い鉄道盛土に多く被害が生じたことが特徴であった。1975年の大分県中部地震や1978年の伊豆大島近海地震においては，山岳部の道路盛土の被害が目立った。1978年6月に発生した宮城県沖地震においては，軟弱地盤上の道路盛土や河川堤防，ならびに一部の山岳部道路などの盛土構造物の被害が多く見られた。1983年の日本海中部地震においては，地盤液状化により八郎潟堤防に甚大な被害を生じ，また周辺の道路でも地盤の液状化による盛土の被害とともに軟弱地盤上の盛土下を横断するカルバート周辺の埋戻し土の液状化による局所的な盛土の沈下を生じた。1984年の長野県西部地震では斜面崩壊や落石，崩壊土砂によって道路に被害を生じ，盛土区間の路肩沈下や擁壁の傾倒が多く見られた。

これらの近年の地震による盛土区間の被害額の道路被害額全体に占める割合は1～2の地震を除いて小さいものの，山岳部の道路にあっては盛土区間の被害が通行止めの主要な原因の一つになっている。特に代替ルートのない場合には社会経済活動に与える影響は小さくないものと考えられる。

盛土の地震被害を左右する要因は，作用する地震力とともに地盤条件であると考えられる。すなわち過去の被害例によれば，平地部盛土においては砂質地盤の液状化や軟弱な粘性土地盤が壊滅的な被害をもたらし，山岳部においては片切片盛部における被害例が目立っている。

地震による盛土の被害は，本震発生とほとんど同時に発生するものと考えられるが，地盤液状化による盛土の被害例で主要動がおさまってからしばらく後に被害が生じた事例もあり，また，比較的軽微な変状については，本震終了後時日を経た後に路面やのり面に現れる場合があるようである。十勝沖地震の事例にみられるように路体が水で浸潤すると被害が拡大する傾向がある。

なお，地震による盛土の変状のための一般利用者の被害は，路面の段差により生じた2次的な被害が報告されている他は過去の地震においては報告されていない。

4.2 被災調査

4.2.1 応急調査

1) 調査目的

応急調査では，管理区域全体の被災状況の詳細な把握，復旧が必要か否かの判定，応急復旧箇所の選定，応急復旧工法の選定，応急復旧工・本復旧工の量の概数把握のために，被害の見落としがないよう現地踏査を主体とした調査を実施する。

2) 調査箇所

調査箇所は，道路の盛土区間の構造物，すなわち路面（路肩を含む），盛土本体，盛土のり面（のり面保護工を含む），排水施設，構造物(橋台，カルバート）の取付部である。又，盛土周辺の地盤についても概略の調査を行う。応急復旧・本復旧が必要と考えられる所については，測量等を含む調査を行う。

3) 調査項目

調査項目は，路面・盛土本体等の亀裂・沈下・陥没・崩壊・段差・のり面保護工のずれであり，各部位については表—3・4によるものとする。

表—3・4 調査項目

部位	現象	記録項目
路面	縦断亀裂・横断亀裂・沈下・陥没路面下空洞	範囲・亀裂幅・亀裂深度・沈下量・段差量・被災延長・路面下空洞の有無
路肩	亀裂・沈下・陥没・崩壊	範囲・亀裂幅・沈下量・段差量・被災延長
盛土本体	縦断亀裂・横断亀裂・沈下・陥没・滑動・崩壊	範囲・亀裂幅・亀裂深度・沈下量・段差量・被災延長
のり面保護工	亀裂・沈下・陥没・傾斜(前傾)・転倒・継目のズレ・開口	亀裂幅・沈下量・段差・傾斜度・ズレの量・開口幅
排水施設	地表施設の亀裂・沈下・崩壊・地下施設の崩壊	施設種別・範囲・亀裂幅・沈下量・被災延長
構造物の取付部	段差・沈下	範囲・段差量・沈下量・被災延長

4) 調査方法

調査方法は以下のものとする。

a）測量（縦断測量，横断測量）

b）現地踏査（写真撮影も含む）
c）地盤調査
d）航空写真等からの判読・測定
e）動態観測

具体的な方法は，第Ⅰ編「5. 被災調査」によるものとし，また，これらを適宜組合わせて行う。

5) 調査結果の整理

応急調査の結果は平面図・横断図（擁壁等の構造物においては構造物一般図）及び調査票に被災箇所，被災状況等を整理する。

6) その他

調査にあたっては，除草を行い被災の状況が明瞭に判断できるようにする。

[解説]

1) 調査箇所

本項では道路施設のうち，盛土区間の構造物，すなわち，盛土本体，橋梁・トンネル・切土部分を除く路面，擁壁を含めたのり面保護工，付帯する排水施設等の調査について述べる。盛土と橋台やボックスカルバート等の構造物の接する境界の所では，両者の変形特性の違いにより，被害が生ずることが多いので，調査時には，注意を要する。地盤が液状化等の被災を受けた場合には盛土本体が移動していることもあるので，周辺地域の被害状況（噴砂，噴水，亀裂等）の概略調査を行うとよい。

2) 調査項目

調査時には，盛土としての安定性，道路としての走行性の両面から調査する。それぞれの盛土の部位により被害の現象は異なる。そのため，調査し記録する項目は，部位により表－3・4のようになる。

3) 調査方法

a）測 量

i）応急復旧・本復旧の必要があると考えられる箇所では，緊急調査後直ちに実施する。

ii）内容は縦断測量と横断測量を実施する。

iii）この測量結果から工事に用いる土量及び必要資材の概略の算定を行う。

b）現地踏査

i）災害のあった区間を見落とすことのないように現地踏査を行う。

ii）調査項目では，排水工の被害にも二次災害の観点から注意を要する。

iii）被災箇所は必ず写真撮影を行う。

iv）調査は，現地では平面図（道路台帳附図）に記入し事務所に帰ってから調査票にまとめ直す。

v）現地踏査用資材・機材は緊急調査用資材・機材一覧表（表－3・解10）を参照されたい。

c）地盤調査

現地踏査以外の地盤調査は，一般に期間と費用を要するものであり，短期間に工事を終えなければならない応急復旧においては，被災機構が地盤条件に起因するものと推定されても，地盤条件を十分に調査するゆとりがなく，したがって調査結果を待った工法決定はできないのが通常である。したがって，狭い意味での応急復旧のみに利用するための地盤調査が行われることは少ないと考えられる。しかし，応急調査段階では，本復旧の工法についても概略の選定を行う必要があり，そのためにも，被災度が大きかった所について，被災機構の推定，また，それに密接に関連づけられる地盤条件の概略の把握が必要となる。したがって，そのような目的を持つ地盤調査の一部が応急調査段階で開始されることがある。

d）航空写真等からの判読・測定

規模が大きい山地盛土の崩壊，液状化による平地盛土の移動，周辺地区の噴砂の状況になると地上からでは全体の被災状態を観察できない場合があり，航空写真等の判読・測定を利用することが考えられる。

平地盛土の応急調査では航空写真等の中でも垂直写真が有効であるが，山地盛土の応急調査においては航空写真等の中でも特に斜め写真の利用が有効である。ヘリコプターから撮影した斜め写真を用いれば垂直写真では死角となり判読が困難な急勾配箇所についても判読・測定が可能となるし，大縮尺の写真が得られるので亀裂の長さや幅等に関しても精度の高い情報を得ることができる。さらに，応急復旧や本復旧のための測量が必要があっても被災箇所への立入りが危険な場合には地上測量の代わりに斜め写真を用いて測定・図化を行って縦，横断図や平面図を得ることもできる。ただし，詳細な判読や測定を目的とする場合の斜め写真は計測用のカメラで撮影されており，かつ立体視が可能なように充分なオーバーラップをもって撮影されていることが必要である。

航空写真等からの判読・測定を利用する場合の一般的な方法については，第Ⅰ編「5.3 航空写真等による調査」を参考にする。

e）動態観側

地震時に崩壊しなかった部分が降雨・余震で除々に動き出すおそれがある場合には，簡易な伸縮計等によって動態観測を行う。

3) 調査結果の整理

現地踏査結果を整理するための調査票の例を表—3・解30に示す。

4.2.2 本復旧のための調査

1) 調査目的

本復旧のための調査では，本復旧工法の選定及び設計，被災機構の究明のために，必要に応じて，地盤調査を主体とした調査並びにそれに基づく解析を実施する。

2) 調査箇所

調査する箇所は，本復旧を実施する箇所，被災機構の究明に必要な箇所であるが，応急調査で十分な調査が行われている場合には，その成果を活用する。

3) 調査項目

調査項目は平地盛土においては，軟弱層の層厚・地盤強度，変形特性・液状化層の層厚・液状化強度等の地盤条件，山地盛土においては地山形状，地下水の状況や盛土材料強度等が主たるものである。

4) 調査方法

調査方法は地盤調査を主体とした以下のようなものとする。

a) 既往の土質調査資料の収集・整理

b) サウンディング

c) ボーリング，標準貫入試験，サンプリング（試料採取）

d) 物理探査

e) 現地測定

f) 室内試験

5) 調査結果の整理

調査により得られた資料は，将来の地震対策のための重要な資料となるので被害調査報告書として整理しておく。

[解説]

1) 調査箇所

応急復旧のための調査の段階で十分な調査が行われ復旧工法の決定に必要な資料が十分整っている場合にはその成果を活用する。復旧工法の決定に必要な資料が不足する場合には次項以降を参考にして調査を行う。

2) 調査項目

調査項目は被害形態，本復旧工法の種類により異なるが，本復旧のための調査を必要とするような被害は，地盤，地下水あるいは盛土材料が原因となっている場合が多いため，軟弱層，液状化層，地山形状，地下水の状況，盛土材料強度等の地盤条件，地下水条件，盛土条件を調査する。

3) 調査方法

調査方法は，地盤調査が主体となる。

地盤調査を行うにあたっては既往の土質調査資料を収集・整理のうえ，目的に応じた方法により調査を行う。なお，調査方法の詳細については，第Ⅰ編「5.4 地盤調査」を参考にする。

本復旧のための調査として行われる地盤調査は，本復旧工法の設計及び被災機構の究明のために実施されるもので，応急調査段階で実施した調査に加えて，かなり詳細な調査が行われる。

例えば，第Ⅴ編「3.3 道路盛土の復旧事例」で紹介している能代南バイパスでは，本復旧のための調査として，ボーリングによる地層構成の確認，標準貫入試験や振動式貫入試験による地盤強度の把握，地震応答解析に用いるための PS 検層，動的強度を調べるための不撹乱試料の採取，復旧工設計のための土質定数を求める室内土質試験，その他被害の状況把握のために典型的な被災箇所における平面，縦横断測量，コンクリート舗装盤下の空洞状況の確認調査が行われた。これらの調査により，本復旧工法の検討が行われ，液状化対策工法が決定された。

4) 調査結果の整理

調査により得られた資料は，今後の地震対策の資料となるため被害調査報告書として整理しておく。

4.3 被災判定

4.3.1 応急復旧のための判定

1) 判定内容

応急調査により得られた道路盛土の被災の形態・規模から，道路としての走行性と震後の降雨・余震等の外力に対する構造としての安定性，さらに迂回路の有無，当該道路の重要性を考慮し，復旧を行う必要があるか否か，復旧を行う場合には応急復旧を行う必要があるか否か（応急復旧及び本復旧の2段階に分けて復旧を行うか，または本復旧のみの1段階で復旧を行うか）を判定する。応急復旧を行う場合には，被災度，工期を考慮して，適切な復旧水準，工法，範囲，優先順位の判定を行う。

表－3・解30(1) 調査票（道路盛土）

No －1

事務所名		道路名		被災ケ所距離程	Km ～ Km	記録責任者		記録年月日	年 月 日 時

盛土の被災		測定値	被害の延長
路面	亀裂巾		
	亀裂深度		
	沈下量		
	段差量		
路肩	亀裂巾		
	亀裂深度		
	沈下量		
	段差量		
安全施設排水施設	亀裂巾		
	亀裂深度		
	沈下量		
	段差量		
盛土本体	亀裂巾		
	亀裂深度		
	沈下量		
保護工	亀裂巾		
	沈下量		
	段差量		
	傾斜度		
付帯する構造物との境界	亀裂巾		
	段差量		
	沈下量		

盛土の特質	
盛土高	
法勾配	
地山勾配（傾斜盛土）	
既設保護工種別	
保護工・残存率	
基盤の地質・土質	
過去の被災履歴	
被災パターン	
被害ランク	

表－3・解30(2)　調査票（道路盛土）

No －2

事務所名		道路名		被災ケ所距離程	Km ～ Km	記録責任者		記録年月日	年 月 日 時

実施した土質調査の数量・調査地点

調査方法

調査数量

調査地点

土質調査結果

調査結果のまとめ

基礎地盤について

地下水・地表水・雨量の状況

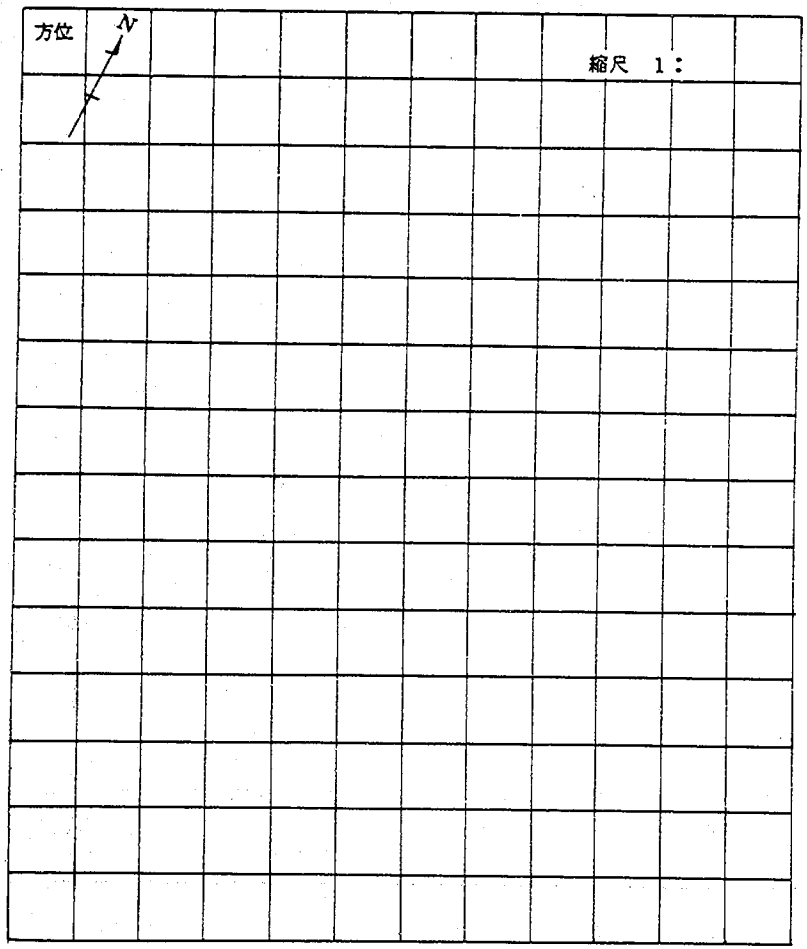
崩壊しなかった部分の強度

表－３・解30(3)　調査票（道路盛土）

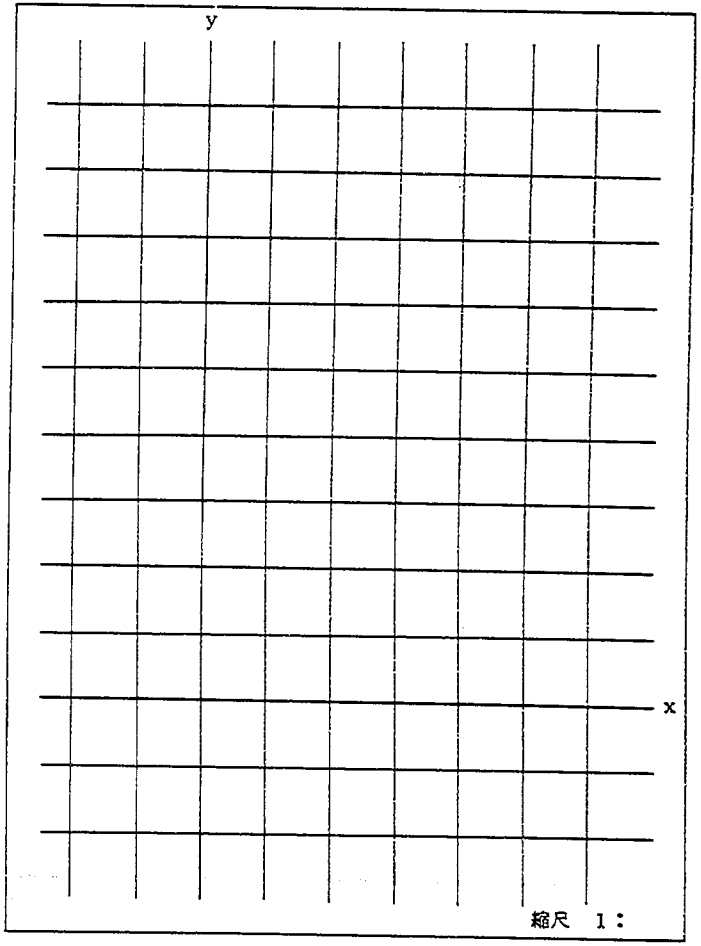
No　－３

事務所名		道路面		被災ケ所距離程	Km　～　Km	記録責任者		記録年月日	年　月　日　時

被害平面図・調査地点位置図



被害断面図



表－3・解30(4)　調査票（道路盛土）

No. －4

事務所名		道路名		被災ケ所 距離程	km　～　km	撮影者		撮影 年月日	

写　真　No.1 ◦ 原則として全景写真とクローズアップの写真 ◦ ホワイトボード等を利用して撮影年月日，時間，位置，内容，撮影方向を同時に撮影する。	写　真　No.1　コメント
写　真　No.2 ◦ 原則として全景写真とクローズアップの写真 ◦ ホワイトボード等を利用して撮影年月日，時間，位置，内容，撮影方向を同時に撮影する。	写　真　No.2　コメント

2) 判定方法

道路盛土の走行性，及び安定性を支配する被災形態・規模を，亀裂・段差の位置・深さ・沈下量・形状等から被災パターン，被害ランクに分類し，被災判定に役立てる。

[解説]

1) 一 般

管理区域全体の道路盛土区間の被災状況を応急調査により把握した後に下記の事項の判定を行う。

a) 復旧を行う必要があるか否か

道路盛土の路面やのり面について，目視により極く軽微な亀裂以上の被害が見られた場合には被害の程度に応じた何らかな復旧を行うのが通常である。

b) 復旧工事の進め方

復旧を行う必要があると判定された場合において，復旧工事の進め方としてはいくつかのものがある。

いうまでもなく，道路は盛土区間のみならず全区間の連続した線として，その機能を果たすものである。したがって，震後においても重要な地域，迂回路のない地域等においては，被災を受けた盛土区間も復旧段階に応じてある程度の交通機能を果たすことが要請される。そのため，応急調査に基づいて，どの程度走行機能があるか，構造としてどの程度安定しているかを判定する必要がある。これらの判定に基づいて，必要に応じて応急的な工法により構造の安定性を保持しつつ要請される走行機能を確保するのが応急復旧である。

この場合，各施設自体の被災の程度と，緊急措置による構造の安定度や本復旧が完了するまでの期間の長さを合わせて考慮する必要がある。一般に本復旧を実施・完了するまでの期間はかなり長いものであり(数ヶ月～1年以内)，その間にその道路にどの程度の通行機能を期待するか，いいかえれば，その道路にどの程度の通行規制が許容し得るかが考慮すべき点である。

応急復旧段階の復旧水準は，管理区域内の被害の全体の状況，工事に許される期間にもよるが，被災の規模により，復旧工事の進め方は次のようになろう。

(1) 被災の規模が大きく，かつ，本復旧に長期の工期を要する場合：当面の機能回復のために，一旦必要水準の応急復旧を行い，次いで本復旧を行う。

(2) 被災の規模が小さく本復旧工が比較的容易な場合：本復旧のみの1段階で行う。なお，全体的な工事の状況から可能である場合には，本復旧工の内容を応急復旧時期に行う。

2) 判定の留意点

一般に道路施設の被災度は，道路の走行機能から見た被災の程度と，構造としての安定度が損なわれた被災の程度とが複合したものであるが，道路盛土の場合，両者は一般には完全に独立したものではない。すなわち，走行性が損なわれているような被害が発生した場合，盛土構造としても安定度が低下したことになる。ただし，厳密に見ていくと盛土が長い区間にわたって沈下したとしても，不陸がそれほど大きくなければ，ある程度の走行性は確保される場合もあり，この場合には，二つの被災度は互いに独立と見ることもできる。

道路盛土の走行性の機能と構造の安定性とを合わせて，被災のパターン，ランクの分類を行ったものとして表－3・解31・解32がある。ここでは，盛土を地山の傾斜度により平地盛土，傾斜地盤上の盛土に分類している。また，亀裂を生じた位置，亀裂の大きさや段差量によりパターン，ランクを分類した。被災パターンと被害ランクは被災の形態・規模を表わし，これらを分類することにより，被害の発生機構を推定し又，道路盛土としての機能低下の程度を把握することができ，その後の復旧工法の選定にも役立てることができる。

パターンⅠは，のり面の滑動・崩壊が浅い部分に限られたもので，残る部分が健全であれば，走行機能は比較的高いと考えられる。このような被災は，地盤は比較的良好であるが，盛土またはのり面の締固めが不十分であった場合に生ずることが多い。

パターンⅡは，亀裂が路面の中央部に及ぶものでパターンⅠに比べ，走行機能上問題があると考えられるものである。このパターンは，地盤が弱点となって発生したものと考えられる。

パターンⅢは，基礎地盤の支持力低下が特に著しいときに見られるもので，基礎地盤が砂質で液状化したような場合が多いと考えられる。

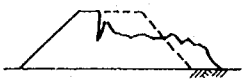
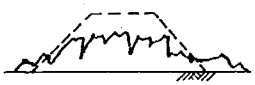
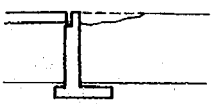
パターンⅣも又，基礎地盤の支持力不足がその原因と考えられるが，特に基礎地盤が粘性土，または有機質（ピート）地盤の場合に多くこのようなパターンとなるようである。

パターンⅤは，盛土自体について言えば，そのメカニズムは上述したパターンⅠ～Ⅳのいずれかに起因するものであるが，特にくいで支持された構造物が一般に地震時に変形し難いことから，構造物近傍での亀裂・段差が目立つものである。

ここに被害ランクα，β，γは，既往の被災経験から見ておおよそ次のような意味を持つと考えられる。

表—3・解31 平地盛土被災パターンと被害ランク分類

(1) 被災パターン分類表

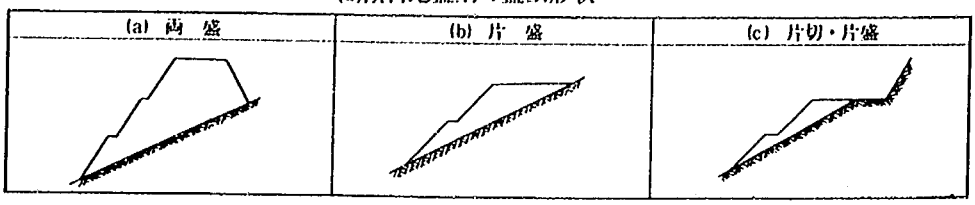
被災パターン	被災模式図	被害形態
I型		のり面の流出，崩壊又は亀裂段差の発生が道路車線まで及ばず，のり肩にかぎられるもの。
II型		盛土のすべり崩壊又は亀裂，段差の発生が道路車線まで及ぶもの。
III型		破壊が基礎地盤に及び盛土形状が原形をとどめないもの。
IV型		盛土の一様な沈下に伴って，盛土形状をある程度保ちつつ変形したもの。
V型		構造物背面の盛土が沈下及び亀裂を起こしたもの。

(2) 被害ランク類表

被災パターン	被害ランク	被害ランクの説明
I	β	亀裂幅15cm以上又は段差量20cm以上
	γ	亀裂幅15cm未満，かつ段差量20cm未満
II	α	亀裂幅30cmをこえ，かつ段差量50cmをこえたもの
	β	亀裂幅30cm以下又は段差量50cm以下
III	α	————
IV	β	沈下量50cm以上
	γ	沈下量50cm未満
V	β	沈下量20cm以上
	γ	沈下量20cm未満

表—3・解32　傾斜地盤上の盛土形状及び被害ランク

(1)傾斜地盤上の盛土形状



(2) 被害ランク分類

被害ランク	被害ランク説明
α	盛土が完全に滑動し，路面及び路肩が消失したもの
β	盛土の変形に伴い路面に亀裂や段差が生じたもの
γ	無被害又は盛土に変状をきたしていない路面にヘアークラック程度のもの

傾斜地盤上の盛土については被災パターンと被害ランクがほとんど重複するので被害ランクを規定する。

α：被害　大，全面通行止め
β：被害　中，片側通行止め
γ：被害　小，通行規制なし，もしくは，注意走行

4.3.2 本復旧のための判定

1)判定内容
道路盛土の被災前の構造形式と施設としての機能のほか，応急調査または本復旧のための調査に基づいた被災規模や被災機構，さらに再度災害の可能性等の観点から，本復旧の水準，適切な工法・範囲の判定を行う。
2) 判定方法
応急調査により把握した被災パターン，被害ランク及び本復旧のための調査により明らかにされた被災機構や地盤条件等を被災判定に役立てる。

［解説］
1) 判定内容
地震により被災を受けた道路盛土においては，応急調査によって被災の状況を把握し，復旧の必要性の有無，復旧の進め方（本復旧のみで復旧するか，または応急復旧・本復旧の2段階で行うか）の判定を行う。いいかえれば，本復旧にかかわる判定の一部，例えば，(本)復旧を行う必要があるか否かの判定は，応急復旧のための判定の段階で行われていると考えられる。したがって，ここに言う本復旧のための判定は，本復旧を行う箇所において行うものである。そして，判定の内容は，本復旧を行う上での水準と適切な工法・範囲の判断である。
ここで対象とする箇所においては一般に本復旧に先立って被災の程度により緊急措置，応急復旧，あるいはその両者に行っており，施設の一定の機能回復がある。しかし，本復旧に先立つ緊急措置，応急復旧の内容は，一般に施設本来の機能水準に対する安定性・信頼性の観点からは不十分なものであり，それゆえに本復旧が行われる意味がある。
施設本来の機能水準は多くの場合，原形に復旧することにより回復されると考えられるが，施設が重要，被災規模が大きい，被災による影響が大きい，過去に被災歴がある等の場合には，構造改善をはかったり再度災害防止のために耐震性を持たせた構造とすることが望ましいと考えられる。
2) 判定方法
本復旧の水準を判定するためには，被害を生じた対象地震の規模と被災規模の相互比較が必要である。地震の再現期間やその大きさ及び被災の形態・規模や機構を考慮することは施設の水準を向上すべきか否かの判定に有用である。被災の規模の判定の多くは応急調査時の現地踏査や測定からなされているが，これは本復旧段階における上述の目的のための被災規模の判定にも有用である。又，被災規模の判定の結果並びに本復旧のための調査から明らかにされた被災機構と地盤条件を検討することにより本復旧の工法・範囲等を合理的に定められる。

4.4 復旧工法

4.4.1 応急復旧工法

1) 応急復旧工法の工種
盛土の応急復旧工法は，表—3・4から選定し，適宜組合わせて用いる。

表－3・4　応急復旧工法の工種

主 目 的	工　　種
雨水侵入による盛土崩壊防止	土砂充填 アスファルトシール 土のう積 アスカーブ ビニールシート張 仮設排水路
交通による盛土崩壊防止	盛土 土のう積 土留矢板工 木杭
通行の確保（幅員の確保迂回路の設定）	盛土・舗装工 土留矢板工 さん橋・応急仮設橋（ベーリー橋） 迂回路工事
通行の安全確保（段差・陥没の処理）	すりつけ工 土砂充填・盛土 アスファルトパッチング

2)　応急復旧工法の選定

被災判定の結果，応急復旧が必要な盛土については，被災判定結果に，さらに以下の項目を考慮に入れて復旧工法を選定する。

a）設計条件
- ・外力条件（降雨条件，余震の程度）
- ・地形，地盤条件
- ・復旧水準（交通量，迂回路の有無）

b）施工条件
- ・周辺の土地利用状況
- ・資材，機材，労働力の可能投入量
- ・資材，機材の搬入可能性

c）工　期

d）工　費

なお，応急復旧工法の選定にあたっては，本復旧を実施する場合に工事が手戻りとならないように本復旧工法の概要を考慮した上で選定を進めることが必要である。

［解説］

1)　応急復旧工法の工種

応急復旧の内容は被災状況によって変る。表－3・4，表－3・解33は被災状況を考慮して，応急復旧の目的ごとに用いられる工種を示したものである。

盛土ののり面・路面に亀裂・崩壊が生じた場合には雨水の浸透・表流水による盛土の崩壊の発生・進行が考えられる。これに対して路面の亀裂で軽微なものであれば，亀裂の上からアスファルトシールを行う。路面の亀裂でやや大きく深い場合は土砂充填ののち，アスファルトシールを行う。盛土ののり面に亀裂が生じた場合は土砂充填ののちビニールシートで亀裂部分を覆い，さらに路面部分に土のう積みまたはアスカーブを行い，亀裂部分へ雨水が侵入するのを防ぐ。盛土本体・のり面に崩壊が生じた場合には，崩壊部分の整形を行ったのちビニールシートで崩壊部分を覆い，路面部分に土のう積みまたはアスカーブを行い，崩壊部分へ雨水が侵入するのを防ぐ。盛土の崩壊等により排水溝が破損し，流水が盛土のり面等に流出するおそれのある場合は仮排水路を設定し，排水路の切回しを行う。これらの工事は直接交通開放とは関係はなく全面通行止の場合であってもこれらの工事を行い盛土の崩壊防止に努める。

盛土のり面・路面に亀裂・崩壊が生じた場合，被害程度により交通開放をするが，この場合亀裂・沈下・崩壊の状況によっては交通荷重による盛土の崩壊の発生・進行が考えられる。盛土のり面の安定が不十分と考えられる亀裂・崩壊に対しては，土のう積み，盛土によりのり面の安定をはかる。盛土による安定をはかる場合には木杭による補強もあわせて行うこともある。路面の亀裂・沈下とのり面・のり尻部分の変状により盛土のすべり崩壊のおそれがある場合には土留矢板工によりすべりを抑える。この場合，すべり崩壊のおそれが強い場合には路面に矢板を打設し，交通荷重を抑える。それ以外の場合には盛土のり面に矢板を打設し，本復旧時の擁壁等ののり面保護工の仮設材と兼用する場合も考えられる。これらの工事とともに雨水浸透防止の処理もあわせて行う。

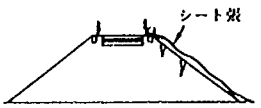
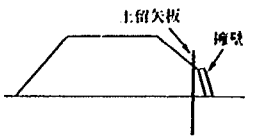
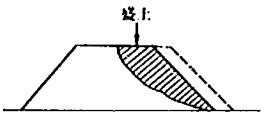
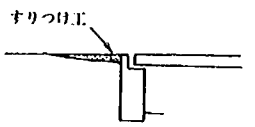
盛土の崩壊により，通行が制限されるか不能となった場合，通行を確保するため崩壊部分に盛土，舗装を行い交通開放する。崩壊部分が大きく，盛土量が大量となるような山地部分の盛土部分ではさん橋・応急仮設橋（ベーリー橋），仮道を設ける迂回路工事を行い交通開放する。

橋梁取付部等の段差，路面の部分的な陥没により通行の安全がさまたげられることがある。これに対して段差部分ではアスファルトによるすりつけ工が行われる。陥没では，小さいものはアスファルトパッチングにより，大きなものは土砂充填ののちアスファルトパッチングを行う。

2)　応急復旧工法の選定

応急復旧工法は，被災判定で分類された被災パターン，被害ランクをもとに，本文2）の項目を加味して表－3・解34「応急復旧工法選定一覧表」を参考にす

表—3・解33　応急復旧工法工種の説明

主目的	工種	工種説明	代表例図
雨水侵入による盛土崩壊防止	土砂充填 アスファルトシート 土のう積 アスカーブ ビニールシート張 仮設排水路	路面及び盛土のり面の亀裂・崩壊に対して雨水の侵入を防止し，盛土の崩壊を防止する。	
交通による盛土崩壊防止	盛土 土のう積 土留矢板工 木杭	通過交通による盛土の崩壊を防止するために盛土の安定性を増加させる。	
通行の確保 (幅員の確保 迂回路の設定)	盛土・舗装工 土留矢板工 さん橋・応急仮設橋 (ベーリー橋) 迂回路工事	通行を確保するために幅員の確保を行う。 被害の大きいときは迂回路の工事をすることもある。	
通行の安全確保 (段差・陥没の処理)	すりつけ工 土砂充填 アスファルト パッチング	橋梁の取付部等の段差，路面の陥没の被害に対して処理を行い通行の安全を確保する。	

るとよい。

3)　応急復旧工法の設計・施工法

復旧工法の設計・施工法を工種ごとにまとめたものを表—3・解37に示す。

4.4.2　本復旧工法

1)　本復旧工法の工種

本復旧工法の工種は，表—3・5から選定し，適宜組合わせて用いる。

表—3・5　本復旧工法の工種

主目的	工種
雨水処理	排水溝 アスカーブ
道路機能確保	盛土・舗装工 アスファルトシール 空洞へのアスファルト注入 踏掛板（取付部）
盛土が問題となる場合の盛土安定性確保	盛土工 擁壁工 のり枠工
地盤が問題となる場合の盛土安定性確保	押え盛土工 地盤改良工 地下排水工 矢板工

2)　本復旧工法の選定

被災判定の結果，本復旧が必要な盛土については，被災判定結果に，さらに以下の項目を考慮に入れて復旧工法を選定する。

a）設計条件
- 被災機構
- 地形，地盤条件
- 応急復旧の程度
- 重要度
- 復旧水準
- 用地

b）施工条件
- 周辺の土地利用状況
- 機材の搬入可能性

c）工　費

d）工　期

[解説]

1)　本復旧工法の工種

本復旧の内容は被災状況により変る。表—3・5，表—3・解35は被災状況を考慮して，本復旧の目的ごとに用いられる工種を示したものである。

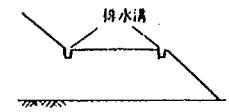
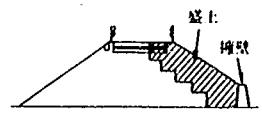
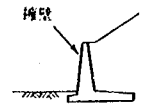
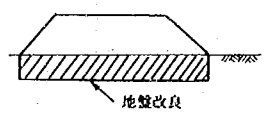
盛土の崩壊等により排水施設が被害を受けた場合に

表－3・解34　応急復旧工法選定一覧表（道路盛土）

被災状況			盛土崩壊防止 雨水侵入による						崩壊防止 交通による盛土				通行の確保（回路の設定 幅員の確保迂）				処理（段差・陥没の 通行の安全確保		
被災模式図（パターン）	説明	被害ランク	土砂充填	アスファルトシール	土のう積	アスカーブ	ビニールシート張	仮設排水路	盛土	土のう積	土留矢板工	木杭	盛土・舗装工	土留矢板工	さん橋・応急仮設橋	迂回路工事	すりつけ工	土砂充填	アスファルトパッチング
	のり面の流出崩壊又は，亀裂，段差の発生が道路車線まで及ばずに，のり肩に限られるもの。	崩壊 β	○	△	◎	○	◎	○		○		△							
		崩壊 γ	△	△	◎	○	◎	○		○									
		亀裂 β	○	△	○		◎	△		○									
		亀裂 γ	△	△	○		◎	△		○									
	盛土のすべり崩壊又は，亀裂段差の発生が道路車線まで及ぶもの。	崩壊 α	○		○	○	◎	◎	○	○	○	△	◎	△		△	△	△	△
		崩壊 β	△		○	○	◎	◎	△	○	△	△	○	△			△	△	△
		亀裂 α	◎	◎	○		◎	△		○	○		○	△			△	△	△
		亀裂 β	○	◎	○		◎	△		○	△		△	△			△	△	△
	破壊が基礎地盤に及び，盛土形状が原形をとどめないもの。	α	△			△		◎					◎	△	△	△			
	盛土の一様な沈下に伴って盛土形状をある程度保ちつつ変形したもの。	β		○				○					○				△		△
		γ		△				△					△				△		△
	構造物の背面の盛土が沈下及び亀裂を起こしたもの。	β				△		△									◎	◎	△
		γ															◎	○	△
	傾斜地盤上の盛土が変形を起こしたもの。	α			○	○	△	◎	◎	○	○	△	◎	○	△	△			
		β	○	◎	○	△	○	○	○	△	△		○	△					
		γ		○	○		◎	△		△									

注）◎：最も良く用いられる工法　○：たびたび用いられる工法　△：あまり用いられない工法

表—3・解35　本復旧工法工種の説明

主目的	工種	工種設明	代表例図
雨水処理	排水溝 アスカーブ	路面及び盛土のり面において降雨の浸透又は表面水の流水による盛土の弱化を防止する。	
道路機能確保	盛土・舗装工 アスファルトシール 空洞への アスファルト注入 踏掛板	本来の道路機能の確保のために盛土を行い幅員の確保を行ったり打換えによる走行性の向上をはかる。	
盛土が問題となる場合の盛土安定性確保	盛土工 擁壁工 のり枠工	盛土ののり勾配が急であったり，のり面の保護に問題がある場合には，盛土の擁壁によるのり勾配の緩和，のり枠工等によるのり面の保護を行い盛土の安定をはかる。	
地盤が問題となる場合の盛土安定性確保	押え盛土工 地盤改良工 地下排水工 矢板工	地盤が軟弱であるなど地盤が問題となり，盛土が被害を受けた場合には地盤改良，地盤の側方流動防止，地盤内排水，押え盛土等により盛土の安定をはかる。	

は，排水溝の整備（掘直し，新設）アスカーブの新設を行い，雨水ののり面への流出を防ぎ，盛土の安定をはかる。

盛土の崩壊，沈下に伴い通行が制限された場合は被災前の道路機能の確保のために盛土・舗装を行う。またコンクリート舗装・構造物取付部の踏掛板の下に空洞が発見された場合，その空洞が軽微であれば舗装に孔をあけ，アスファルトを注入する。空洞の規模が大きいときは舗装板・踏掛板を撤去し舗装・再施工を行うことも考える。

盛土の被災が盛土条件によると思われる盛土のり勾配が急であったり，のり面の保護が十分でないような場合には，のり勾配を緩和するために盛土工，擁壁工を施工する。用地の問題がない場合は盛土工のみで対処することもある。のり面の保護のためにはのり枠工を施工する。

盛土の被災が盛土の基礎地盤条件（軟弱地盤，液状化地盤，湧水地盤，集水地形等）の場合には次のような対策をとることを考える。

軟弱地盤に対しては，地盤改良，液状化地盤に対しては地盤改良，盛土のり尻部分に矢板を打設し，両側の矢板の頭部をタイロッドでとめ盛土の側方への流動を抑えることを考える。

湧水地盤に対しては地下排水工（暗渠等）を施工する。さらにのり面，のり尻部分には透水性のよい擁壁工を施工する。

集水地形に対しては地山から雨水等を盛土に侵入させないように排水施設，止水を行い，さらにのり面，のり尻部分には透水性のよい擁壁工を施工する。

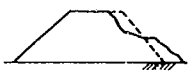
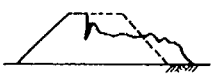
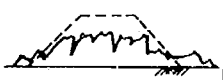
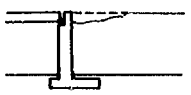
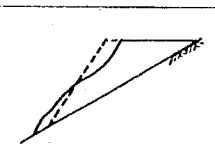
2)　本復旧工法の選定

復旧工法は被災判定で分類された被災パターン，被害ランクをもとに，本文2)の項目を加味して表—3・解36「本復旧工法選定一覧表」を参考にするとよい。

3)　本復旧工法の設計・施工法

復旧工法の設計・施工法を工種ごとにまとめたものを表—3・解37に示す。

表—3・解36　本復旧工法選定一覧表（道路盛土）

被災状況				雨水処理		道路機能確保				定確保る場合の盛土安盛土が問題とな			定性確保る場合の盛土安地盤が問題とな			
被災模式図（パターン）	説明	被害ランク		排水溝	アスカーブ	盛土・舗装工	アスファルトシール	空洞へのアスファルト注入	路掛板	盛土工	擁壁工	のり枠工	押え盛土工	地盤改良工	地下排水工	矢板工
	のり面の流出崩壊又は，亀裂，段差の発生が道路車線まで及ばずに，のり肩に限られるもの。	崩壊	β	◎	△	○				○	△	○				
			γ	◎	△	△				△		△				
		亀裂	β	○	△	○	○				△	○				
			γ	○	△	△	◎					△				
	盛土のすべり崩壊又は，亀裂，段差の発生が道路車線まで及ぶもの。	崩壊	α	◎	△	◎				○	○	○	△	○		△
			β	◎	△	◎				△	△	△		△		
		亀裂	α	○	△	◎	△			○	○	○		△		
			β	○	△	◎	○	△		△	△	△				
	破壊が基礎地盤に及び，盛土形状が原形をとどめないもの。		α	◎	○	◎				○	○	△	○	◎	△	△
	盛土の一様な沈下に伴って盛土形状をある程度保ちつつ変形したもの。		β	◎		◎				○		△		△		
			γ	○		◎				△		△				
	構造物の背面の盛土が沈下及び亀裂を起こしたもの。		β	△		◎			○	△		△				
			γ	△		◎		○	○	△		△				
	傾斜地盤上の盛土が変形を起こしたもの。		α	◎	○	◎				◎	○	○			○	△
			β	◎	△	◎				○	○	○			△	△
			γ	△	△	◎				△	△	△				

注）◎：最も良く用いられる工法　○：たびたび用いられる工法　△：あまり用いられない工法

表－3・解37(1)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
アスファルトシール		アスファルトシールは盛土ののり面・路面に亀裂・崩壊が生じた場合に，雨水の浸透・表流水による盛土の崩壊の発生・進行を防止するために行う。	路面の亀裂で軽微なものであれば，亀裂の上からアスファルトシールを行い，路面の亀裂でやや大きく深い場合は土砂充填ののち，アスファルトシールを行う。	
アスファルトパッチング		アスファルトパッチングは，路面の部分的な陥没により通行の安全を確保するために行う。	陥没した部分では，小さいものはアスファルトパッチングにより，大きなものは土砂充填ののちアスファルトパッチングを行う。	
アスファルト注入		アスファルト注入は，コンクリート舗装・構造物取付部の踏掛板の下に空洞が発見された場合に行われるものである。	コンクリート舗装・構造物取付部の踏掛板の下の空洞が，軽微であれば舗装に孔をあけ，アスファルトを注入する。	
すりつけ工		アスファルトによるすりつけ工は，橋梁取付部等の段差の箇所に応急的に行われるものである。	応急的に行うので箇所数，数量を把握し除々にゆるくすりつけるようにする。	
舗装工		ここでいう舗装工は，打換えであり，アスファルトシール，パッチングなどは含まない。応急復旧では，盛土の崩壊により，通行が制限されるか不能となった場合，通行を確保するため崩壊部分に盛土とともに用いられる。本復旧では，盛土の崩壊，沈下に伴い通行が制限されていた場合，被災前の道路機能の確保のために盛土工とともに用いられ，またコンクリート舗装・構造物取付部の踏掛板の下に空洞が発見された場合，その空洞の規模が大きいときは舗装板・踏掛板を撤去し舗装・再施工を行う。	舗装に大きな亀裂が生じた場合は亀裂の深さまで打換えを行う。応急復旧でアスファルトパッチング，シールをした場合も，亀裂が大きければ打換えを行う。	・アスファルト舗装要綱

表—3・解37(2)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
土のう積		土のう積は，応急復旧において盛土ののり面に亀裂が生じた場合，亀裂部分へ雨水が侵入するのを防ぐために，用いられる。	土のう積は，亀裂部分を土砂充填ののちビニールシートで覆い，さらに路面部分からの雨水侵入防止のために行われるものである。また，盛土本体・のり面に崩壊が生じた場合にも，崩壊部分の整正を行ったのちビニールシートで崩壊部分を覆い，路面部分からの雨水の侵入防止のために用いられる。	
ビニールシート張		ビニールシート張は，応急復旧において盛土ののり面に亀裂・崩壊が生じた場合，亀裂・崩壊部分へ雨水が侵入するのを防ぐために行われるものである。	ビニールシート張は，耐久性に問題があるので長期使用はさける。ビニールシートをとめるために土のうを用いることが多い。	
仮設排水路		仮設排水路は，盛土の崩壊等により排水溝が破損し，流水が盛土のり面等に流出するおそれのある場合に行うものである。	仮設排水路は流末の処理に十分注意する。	
排水溝		排水溝は，盛土の崩壊等により排水施設が被害を受けた場合，排水施設がその機能を果たしていなかった場合に設置される。被害の程度により，新設，撤去・再施工，据直しの形態をとる。	排水施設は過去の降雨による流出量などを参考として経験的に定めてきたものが多いが，雨水流出量の算定は合理式を用いて計算するのが望ましい。排水施設の断面余裕は土砂などの堆積を考慮して20%程度とする。 排水施設の破壊は主として水が排水溝内を流れず，その外側や底裏を流れて周囲の土を洗掘することによる。表流水を受ける排水施設は，それをのみ込みやすくするため，地山に十分食い込ませるとか，不透水性の材料で入念に埋戻しを行うなどの配慮をしなければならない。 急流となるところでは，水が跳ね出さないようにふたを設けたり，少々の跳水があっても排水溝の外側が洗掘されないように張芝や張石などで保護をしておくなどの措置が必要である。	

表－3・解37(3)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
アスカーブ		アスカーブは，本復旧において，盛土の崩壊等により排水施設が被害を受けた場合に，排水施設の整備の一環として行われるものである。また，応急復旧においても，土のう積と同様に亀裂・崩壊部分へ雨水が侵入するのを防ぐために用いる。アスカーブは，土のう積に比べて耐久性があるので，本復旧完了時までに長期間かかる場合に用いる。	アスカーブは，応急復旧において路面亀裂が生じた場合，亀裂部分へ雨水が侵入するのを防ぐために，亀裂部分を土砂充填ののちビニールシート覆い，さらに路面部分からの雨水侵入防止のために行われるものである。また，盛土本体・のり面に崩壊が生じた場合にも，崩壊部分の整正を行ったのちビニールシートで崩壊部分を覆い，路面部分からの雨水の侵入防止のために用いられる。	
土砂充填		土砂充填は，路面・盛土のり面の亀裂がやや大きく深い場合に，盛土内に雨水が侵入しないよう行うものである。	土砂充填は，亀裂に対してアスファルトシールをする前に行う。盛土ののり面に亀裂が生じた場合にも土砂充填ののちビニールシートで亀裂部分を覆う。橋梁取付部等の段差，路面の部分的な陥没により通行の安全がさまたげられる場合にも，大きな段差・陥没は土砂充填ののちアスファルトパッチングを行う。	
木杭		木杭は，盛土のり面・路面に亀裂・崩壊が生じ盛土のり面の安定が不十分と考えられる場合に土のう・盛土とあわせて応急的な補強材として用いる。		
踏掛板		踏掛板は橋台などの構造物と盛土の接続部に生ずる段差をやわらげるものである。軟弱地盤で残留沈下が大きくまた長期にわたると思われる場合には、設置しないことも含めて十分検討する。 また，既設の踏掛板が被害を受けた場合は踏掛板を撤去し再施工する。踏掛板の被害がなく，板の下に空洞ができた場合にはアスファルト注入等の処理を行う。	踏掛板の長さは橋台等の種類・型式・高さ，裏込め材の種類，地盤の種類により適宜定める。一般には５ｍ以上である。 設計方法については，荷重として舗装重量，衝撃を含めた活荷重を考慮し，単純はりとして設計する。	・セメントコンクリート舗装要綱

表—3・解37(4)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
盛　土　工		盛土工は，盛土のり面・路面に亀裂・崩壊が生じた場合，応急復旧として，盛土のり面の安定を図るために行われるものである。また，盛土の崩壊により，通行が制限されるか不能となった場合にも，交通開放するために崩壊部分に盛土・舗装を行う。 本復旧では，盛土の被災が盛土によると思われる盛土のり勾配が急な場合にはのり勾配を緩和したり，擁壁工等の保護工と合わせて盛土工を行う。	盛土のり面の安定を計算によって検討する必要があるのは，のり長の長い場合，地山からわき水が多い場合，あるいは用地事情で勾配を標準以上にしなければならない場合などに限られると考えてよく，上記以外は盛土材料と盛土高によってのり面勾配を決定し，特に計算を必要としない。 安定計算は一般に円弧すべり分割法を用いる。 施工にあたっては，良質な材料を選択すること，締固め管理を十分に行うことが必要である。	・道路土工—のり面工・斜面安定工指針 ・斜面崩壊防止工事の設計と実例
土留矢板工		土留矢板工は，応急復旧において路面の亀裂・沈下とのり面・のり尻部分の変状により盛土のすべり崩壊のおそれがある場合にすべりを抑えるために用いる。すべり崩壊のおそれが強い場合には路面に矢板を打設し交通荷重を抑え，それ以外の場合には盛土のり面に矢板を打設し，本復旧時の擁壁等ののり面保護工の仮設材と兼用する場合も考えられる。	矢板の根入れ深さは円弧すべり法により想定すべり面を決定し，矢板に作用する応力を求める。 応急復旧において打込んだ矢板を諸般の事情にから引抜けなくなった場合には，永久構造物の矢板として計算しなおし本土留工または，その一部とすることも考えられる。	・斜面崩壊防止工事の設計と実例 ・道路土工—のり面工・斜面安定工指針
さん橋・ 応急仮設橋 （ベーリー橋）		さん橋・応急仮設橋（ベーリー橋）は，盛土の崩壊部分が大きく，盛土量が大量となるような山地部の盛土部分で用いられる。	ベーリー橋は数量が限られているので使用にあたっては使用箇所等の検討を行っておく。	
迂回路工事		迂回路工事も，さん橋・応急仮設橋（ベーリー橋）と同様に，盛土の崩壊部分が大きく，盛土量が大量となるような山地部の盛土部分で用いられる。	迂回路は種々の条件により決定される。盛土が崩壊した場合，盛土で復旧するのに時間がかかるときなどは一時的に仮道を作り既存の道路に取付けることがある。	

表－3・解37(5)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
擁壁工	重力式擁壁	重力式擁壁は，盛土のり面が崩壊したような場合にのり面下部をおさえのり面安定のために用いられることが多い。この工法は地盤が比較的よく，擁壁高が低い場合（４m以下）に適している。	重力式擁壁は，自重によって土圧を支持するので，く体の断面に引張応力が生じないように設計するのが原則である。 施工にあたっては，地表水及び湧水の処理を十分に行い背面埋戻し土に間隙水圧が生じないようにする。基礎部分の土質，湧水等に注意し，不等沈下の防止をはかる。	・道路土工一擁壁・カルバード・仮設構造物工指針 ・斜面崩壊防止工事の設計と実例
	もたれ式擁壁	もたれ式擁壁は自立できないので，一般に地山の良好な場所に作られる。そのため，盛土では既存の石積・ブロック積の亀裂等の被害において，その石積・ブロック積を覆うように施工することもある。擁壁高の適用範囲は５～15m程度である。	もたれ式擁壁は，重力式擁壁が自立できない状態での構造となっており，地山あるいは裏込め土などによって支えられながら，自重により土圧に抵抗する。したがって，設計の考え方は重力式に準ずる。 施工にあたっては，重力式擁壁と同様に，地表水，湧水には十分注意する。また，沈下しないように基礎にも十分注意する。	同　上
	逆Ｔ型擁壁	逆Ｔ型擁壁（Ｌ型擁壁も含む）は，盛土が崩壊した場合に盛土のり面をゆるくしたり，直接盛土をおさえて，盛土の安定を図るために用いられる。逆Ｔ型擁壁は，底版上の土の重量を擁壁の安定に利用できるためコンクリートの重量は重力式擁壁に比べ少なくできる。しかし，施工にあたり掘削量が多くなり，仮設工が必要な場合もある。 擁壁高は３～８m程度が多い。	逆Ｔ型擁壁は作用土圧に対して，く体の自重とかかと版上の裏込め土を含めた重量で抵抗させるものとする。 施工にあたっては，重力式擁壁と同様に，地表水，湧水には十分注意する。	同　上
	井桁組擁壁	井桁組擁壁は，たわみ性であるので盛土の多少の変形には対応でき，透水性があるので，山地部等において湧水の多い地盤の盛土が崩壊した場合に用いられる。また，盛土が集水地形にあり，盛土内に水が浸透しやすい箇所にも用いられる。	井桁組擁壁の設計は，一般にもたれ式擁壁と同様に行うが，たわみ性壁に働く土圧について未解明な部分が多いため注意を要する。 施工にあたっては，基礎の設置，部材の組立てに十分注意する。	同　上

表—3・解37(6)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
のり枠工		のり枠工は，わき水のあるのり面，長大のり面や標準勾配より急な盛土のり面などで，状況によって植生が適さない箇所，あるいは植生を行っても表面が崩落するおそれのある場合に用いられ1：0.8より緩やかな勾配ののり面に適用される。 盛土の場合，のり面の崩壊を防止することはほとんどできないが，のり面の侵食を防止し，盛土の安定には寄与する。また，石積・ブロック積の亀裂に対して，現場打のり枠工とアンカーにより石積・ブロック積を補強することもある。	のり枠工は，わくの交点部分にすべり止めのため，長さ50～100cmのくいまたは鉄筋のアンカーを設置し，わく内は良質土で埋戻し，植生で保護することが望ましい。 施工にあたっては，わき水処理の不備によるわくの裏の土砂流出とわくの中詰材の締め固め不足による脱落防止には特に注意が必要である。	・斜面崩壊防止工事の設計と実例 ・道路土工—のり面工・斜面安定工指針
押え盛土工		押え盛土は，盛土の被災が盛土の基礎地盤（軟弱地盤，液状化地盤）によると思われる場合にすべりに対し抵抗させ，安定を図るものである。	安定度評価は円弧すべり計算による。 用地等の問題を考慮しておかねばならない。	・道路土工—軟弱地盤対策工指針
地下排水工		地下排水工は，盛土の被災が盛土の基礎地盤（液状化地盤，湧水地盤，集水地形等）によると思われる場合に行われる。液状化地盤に対しては地下排水工により地下水位を低下させる効果がある。湧水地盤・集水地形に対しても盛土内の含水量を低下させ，盛土を安定させる効果がある。	地下排水施設は，通常設計は行わないが，重要な排水施設では，調査資料に基づいて浸透流の検討を行う。	・道路土工—排水工指針
矢板工		矢板工は，盛土の崩壊が盛土の基礎地盤（軟弱地盤，液状化地盤）によると思われる場合に行われる。用地はほとんどいらないので，構造物等に近接している場合，供用中の道路であっても用いることができる。	矢板工は，盛土のり尻部分に矢板を打設し，応急的には自立矢板，本復旧としては，盛土両側の矢板の頭部をタイロッドでとめることが考えられる。円弧すべり法により想定すべり面を決定し，矢板に作用する応力を求める。	・道路土工—擁壁・カルバード・仮設構造物工指針 ・道路土工—軟弱地盤対策工指針

表—3・解37(7)　設計・施工法一覧表

工　種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点	参考文献
地盤改良	固結工法	基礎地盤の強度を増加させるために，軟弱粘性地盤中に生石灰や，セメント，又は石灰などの固結材による改良柱体を作るものである。 強度増加は一般に著しい。コンパクションパイルに比して，周辺地盤への影響は小さいため，構造物周辺での施工にすぐれている。	設計は，強度増加したパイルと地盤を複合体として，すべりに抵抗するものとして安定計算を行う。改良体の強度のばらつきは通常の土に比べて非常に大きいので，計算の強度定数決定には留意が必要である。 施工にあたっては，石灰パイルを打ち込む場合打設間隔によっては側方地盤の変位を伴うことがあり注意を要する。	・道路土工—軟弱地盤対策工指針
	置換工法	地震時に弱点となる部分を置換し，盛土のすべりを抑制しようとするものである。 また，ゆるい砂質地盤に対して，地震による液状化のしにくい砕石で置換することがある。	掘削のり勾配は掘削される深さと土のせん断強さにより異なり，鉛直～2割の範囲で選ばれる。 置き換え部に用いる良質材の選定には盛土高，軟弱層の厚さ，構造物の種類および地下水位などを考慮し，材料としてできるだけ透水性がよく将来地下水位以下になっても十分支持力を確保できるような砂その他の良質土を選ぶことが望ましい。	同　上
	締固め工法	砂地盤に対して，密度を増してせん断強さを増大させ，地震時の液状化を防止するものである。 締固め工法には，地盤中を締固めながら砂等を補給するものと，地表に重錘を落下させその衝撃力により締固めるものがあるが，粒径が74μ以下の細粒分を多く含む地盤での改良効果は減じるとされているので注意が必要である。	盛土の安定のためには，盛土直下の締固めが有効であるが，盛土の新設又は全面的な切返し時以外は難しい。盛土安定のために必要な周辺地盤の締固め必要範囲は十分な検討が必要である。 施工にあたっては，振動・騒音などに十分な配慮が必要である。 地表面付近では締固めが困難であるが作用力が大きく重要な部分であるので，十分注意しつつ施工するとともに，バイブロ施工後ローラなどで転圧を行っておくとよい。	同　上

5. 斜面・切土のり面

5.1 一 般

1) 対象範囲

本章では，切土のり面のほか，道路もしくは切土のり面に接する斜面（自然斜面を指す）及びそれらに付帯する斜面・切土のり面安定用の構造物を対象とする。

2) 被災の特徴

道路斜面・切土のり面の地震被害は，斜面・切土のり面の地形条件，地盤条件，含水状態等によって被害の形態，規模が異なったものとなる また，斜面・切土のり面に付帯する安定用構造物も斜面・切土のり面との関連で様々な被害を受ける。従って，復旧のための調査，判定，設計・施工にあたっては各被災箇所の被害の形態，規模を充分に把握するとともに既往地震における被害及び復旧事例を参考にして復旧を進めるのがよい。

［解説］

1) 対象範囲

本章では，道路切土のり面のほか道路もしくは切土のり面に接する斜面（自然斜面を指す）及びそれらに付帯する斜面・切土のり面安定用の構造物を対象とする。構造物にはのり枠工や吹付工等の構造物によるのり面保護工，のり面排水工及び落石防止工（落石防護擁壁工や落石覆工）等がある。

2) 被災の特徴

過去の地震による斜面・切土のり面の主な被害形態をみると，斜面・切土のり面の表層崩壊，更には落石の発生事例が著しく多い。これらの発生状況を降雨時と比較すると地震時では落石の発生件数が多い傾向が認められる。特にオーバーハング部を持つ岩の斜面や亀裂等の発達している岩からなる斜面・切土のり面及び根が浮いた転石が分布する斜面・切土のり面において落石が多発している。一方，斜面・切土のり面の表層崩壊に関しては，縦・横断面の形状が凸状をなす斜面・切土のり面での崩壊事例が降雨時に比較して多いこと，また，崩壊の頭部が尾根部に近いつまり高い位置にまで達していることが多いなどの傾向が認められている。

落石や表層崩壊と比較して発生件数はかなり少ないが，斜面・切土のり面のやや深い崩壊も相当数発生しており重大な被害につながっている。深く広範囲に及ぶ斜面・切土のり面の崩壊，地すべり及び土石流の発生数は非常に少ないが、1984年9月の長野県西部地震の例をあげるまでもなく，万一発生した場合には激甚な被害をもたらす。

斜面・切土のり面に付帯する安定用構造物については，はらみ出し，亀裂，ずれ，傾斜，転倒等斜面・切土のり面との関連で軽微なものから重大なものまで様々な形態の被害を受ける。以下には，1978年1月の伊豆大島近海地震（震度5程度）での崩壊防止工の安定度の傾向をまとめたものを記す。

a）一部の例外を除き，程度のよいのり面保護工を施工した箇所は、ほとんど被害を受けていない。コンクリート擁壁工，井桁擁壁工，現場打ちコンクリートのり枠工などがこれに当たる。石積擁壁工，ブロック積擁壁工で被害を受けているものは，空積みもしくは勾配が急でかつ胴込めコンクリートの極めて薄い練り石積・練りブロック積擁壁工である。

b）コンクリート吹付工，モルタル吹付工，落石防止柵工なども有効に働いていると見られる箇所が多数あるが，効果には限度があると判断される。

c）地震で損傷しなかったもの，あるいは損傷の程度が軽微だった崩壊防止工には，

① 土圧を考慮した（設計に入っている）構造物（擁壁工等）。

② 安定している地山に密着していたもの即ち地震時に地山と一体となっていたもの（現場打ちコンクリートのり枠工等，但し構造物自体も何がしかの抑止効果を有しているもの）。

③ フレキシブルな構造物即ち地震のエネルギーを変形により吸収したもの（コンクリート枠擁壁工等）。

道路斜面・切土のり面の被害は、地形条件や地盤条件の他に地震発生時の地盤の含水状態にも大きな影響を受ける。地震前の降雨により斜面・切土のり面の被害が大きくなったと考えられるものとして1968年5月の十勝沖地震における国道4号，国鉄東北本線の例がある。更に、斜面・切土のり面の被害は，地震後の降雨の影響も強く受ける。1978年1月の伊豆大島近海地震では，地震後の降雨により斜面の被害が拡大した例がある。

5.2 被災調査

5.2.1 応急調査

1) 調査目的

応急調査では,管理区域全体の被災状況の把握,復旧が必要か否かの判定,応急復旧箇所の選定,応急復旧工法の選定,応急復旧工・本復旧工の量の概数把握のための調査であり,被害の見落としがないよう現地踏査を主体とし,必要な場合には航空写真等の判読,測定という方法を適宜組合わせた調査を実施する。

2) 調査箇所

調査箇所は,切土のり面のほか道路もしくは切土のり面に接する斜面及びそれらに付帯する斜面・切土のり面安定用の構造物であり,応急復旧・本復旧が必要と考えられる箇所については測量等を含む調査を行う。また,斜面・切土のり面からの崩壊土砂や落石が路面に堆積している場合もあるので,路面上も調査の対象箇所とする。

3) 調査項目

調査項目は,はらみ出し,亀裂,移動,はく離,落石,崩壊などの有無等であり表—3・6によるものとする。

表—3・6 調査項目

施設等	現象	記録項目
斜面・切土のり面	はらみ出し	範囲,はらみ出し量,形態,被災延長
	亀裂・移動・はく離	範囲,幅,深度,段差量,移動量,はく離,形態,被災延長
	落石・崩壊	範囲,落石量,崩壊幅,崩壊深度,崩土量,残留土石量,形態,被災延長
構造物切土のり面等に付帯する	はらみ出し	範囲,はらみ出し量,形態,被災延長
	亀裂・陥没・ずれ	範囲,亀裂幅,陥没深度,ずれ,幅,形態,被災延長
	傾斜・転倒・ずり落ち	範囲,傾斜度,被災延長

4) 調査方法

調査方法は,以下のものとする。

a) 測量(縦断測量,横断測量)

b) 現地踏査(写真撮影を含む)

c) 地盤調査

d) 航空写真の判読・測定

e) 動態観測

具体的な方法は,第Ⅰ編「5. 被災調査」によるものとし,また,これらを適宜組合わせて行う。

5) 調査結果の整理

応急調査の結果は平面図,横断図(のり面保護工等の構造物においては構造物一般図)及び調査票に被災箇所,被災状況等を整理する。

[解説]

1) 調査箇所

地震により被害を受けやすい斜面・切土のり面及び安定用構造物は一般に豪雨によっても被害を受けやすいものである。従って,調査時にまず必要な箇所は,通常の維持管理や点検時により要注意箇所と認識されている所である。更に,地震時には急勾配部や縦・横断面とも凸状の地形をしている箇所及び浮石・転石が分布している箇所が被害を生じやすいのでそれらの箇所が要注意箇所に加わる。

2) 調査項目

既往地震において多く見られた被害形態は「5.1 解説2) 被災の特徴」に述べられている。調査時においては,これらの被害形態を参考にして注目する現象,記録項目を定めている。

3) 調査方法

a) 測量

① 応急復旧,本復旧が必要であると考えられる箇所では緊急調査後直ちに実施する。

② 内容は縦断測量,横断測量を実施する。

③ この測量の結果から工事における土工量及び工事に用いる必要資材の概略の算定を行う。

b) 現地踏査

① 被害のあった区間を見落としなく現地踏査を行う。その際、必ず被災箇所の写真撮影を行う。写真の撮影方法については,第Ⅰ編「5.2 地上からの写真撮影による調査」を参照されたい。

② 調査項目では,特に二次災害の危険性を検討するために,はらみ出しの状況や亀裂,陥没,ずれの状況に注意する。

③ 調査結果は,現地では平面図(道路台帳)に記入し事務所に帰ってから調査票にまとめなおす。

④ 現地踏査用資材・機材は緊急調査用資材・機材一覧表(表—3・解10)を参照されたい。

c) 地盤調査

現地踏査等による目視を主体とした調査のみでは,

被災形態や規模，二次災害の危険性などを検討するために必要な地盤構成を把握できないことがある。この場合には地盤調査により被災した斜面・切土のり面及びその周辺の地盤構成の概略を求めることがある。そのためには，既往地盤調査資料の見直し，簡易なサウンディング機器によるサウンディング更に必要に応じてボーリング等の地盤調査を適宜行う。

現地踏査以外の方法での地盤調査は，一般に期間と費用を要するものである。従って短期間に工事を終えなければならない応急復旧においては，被災機構が地盤条件に起因するものと推定されても，地盤条件を十分に調査するゆとりがなく，調査を待っての工法選定はできないのが通常である。したがって，狭い意味での応急復旧のみに利用するための地盤調査が行われることは少ないと考えられる。しかし，応急調査段階では，本復旧の工法についても概略の推定を行う必要があり，そのためにも，被災度が大きかった所については，被災機構の推定，また、それに密接に関連づけられる地盤条件の概略の把握が必要となる。従って，そのような目的を持つ地盤調査の一部が応急調査段階で開始されることがある。

例えば，1985年長野県西部地震で松越地区の大規模崩壊により道路流失という被害を生じた県道御岳王滝黒沢線の東地区においては地震後直ちに災害復旧工事（本復旧）に資するために崩壊地周辺の地質構造，安定度の把握を目的とした地盤調査が実施されている。このときに実施した項目は，数本のボーリング孔を用いた標準貫入試験が主体であった。これらの調査結果は本復旧工法の計画及び本復旧工法の一つに採用されたアンカー工の周面摩擦力の推定などに役立てられた。

d）航空写真等の判読・測定

規模が大きい斜面・切土のり面の崩壊になると地上からでは全体の被災状態を観察できない場合があり，航空写真等の判読・測定を利用することが考えられる。また，被災箇所や急勾配で立入りや接近が困難な場合も同様である。

道路斜面・切土のり面の応急調査においては航空写真等の中でも特に斜め写真の利用が有効である。ヘリコプターから撮影した斜め写真を用いれば垂直写真では死角となり判読が困難な急勾配箇所についても判読・測定が可能となるし，大縮尺の写真が得られるので亀裂の長さや巾等に関しても精度の高い情報を得ることができる。更に，応急復旧や本復旧のための測量が必要であっても被災箇所への立入りが危険な場合には地上測量の代わりに斜め写真を用いて測定・図化を行って縦・横断図や平面図を得ることもできる。ただし，詳細な判読や測定・図化を目的とする場合の斜め写真は計測用のカメラで撮影されており，かつ立体視が可能なように充分なオーバーラップをもって撮影されていることが必要である。

航空写真等からの判読・測定を利用する場合の一般的な方法については，第Ⅰ編「5.3 航空写真等による調査」を参考にする。

e）動態観測

地震時には完全な崩壊には至らなかった斜面・切土のり面の一部に亀裂やはらみ出し等が発生し，降雨や余震等で徐々に動きだす恐れがある場合には，簡易な伸縮計等によって動態観測を行う。また，崩壊箇所においても再移動の恐れがある場合には同様に動態観測を行う。規模が大きな崩壊形態を有している被災箇所に適用されることが特に多い。

4) 調査結果の整理

現地踏査結果を整理するための調査票の例を表－3・解38に示す。これらの調査票の大きさはA4版が使いやすい。

5.2.2 本復旧のための調査

1) 調査目的

本復旧のための調査では，本復旧工法選定及び設計，被災機構の究明のために，必要に応じて地盤調査を主体とした調査並びにそれに基づく解析を実施する。

2) 調査箇所

調査箇所は，本復旧を実施する箇所，被災機構の究明に必要な箇所であるが，応急調査で充分な調査が行われている場合には必ずしも実施しなくてよい。

3) 調査項目

調査項目は，崩壊残土や不安定部分の位置や量及び物性等の地盤条件が主たるものであり，これから，復旧工法の選定及び設計を行う。

4) 調査方法

調査方法は，熟練技術者による地形，地質調査及び地盤調査を主体とした以下のようなものとする。

a）既往の土質調査資料の収集，整理

b）現地踏査による詳細な地形，地質調査

c）サウンディング

d）ボーリング，標準貫入試験，試験採取

表－3・解38(1) 調査票—道路— —斜面門切土のり面—

No －1

事務所名		道路名		被災ヶ所距離程	km ～ km	記録責任者		記録年月日	年 月 日 時

斜面・切土のり面の被災		測定値	被害の延長
はらみ出し	はらみ出し量		
亀裂・移動・はく離	亀裂巾		
	亀裂深度		
	段差量		
	移動量		
	はく離量		
落石・崩壊	落石量		
	崩壊深度		
	崩土量		
	残留土石量		

斜面・切土のり面の被災	
のり高・斜面高	
のり面勾配・斜面勾配	
既設保護工種別	
保護工・残存率	
基盤の地質	
植生の状況	
過去の被災履歴	

付帯する構造物の被災			
はらみ出し	はらみ出し量		
亀裂・陥没・ずれ	亀裂巾		
	陥没深度		
	ずれの巾		
傾斜・転倒・ずり落ち	傾斜度		
	ずれ段差		

第1段階被災パターン		→	第2段階被災パターン	
第1段階被害ランク			第2段階被害ランク	

表－3・解38(2) 調査票—道路— —斜面・切土のり面—

No －2

事務所名		道路名		被災ヶ所距離程	km ～ km	記録責任者		記録年月日	年 月 日 時

実施した土質調査等の数量・調査地点	土質等の調査結果	調査結果のまとめ
調査方法		地質状況
調査数量		地下水・地表水・雨量の状況
調査地点		崩壊後の斜面安定性

表— 3 ・解38(3) 調査票—道路— —斜面・切土のり面—

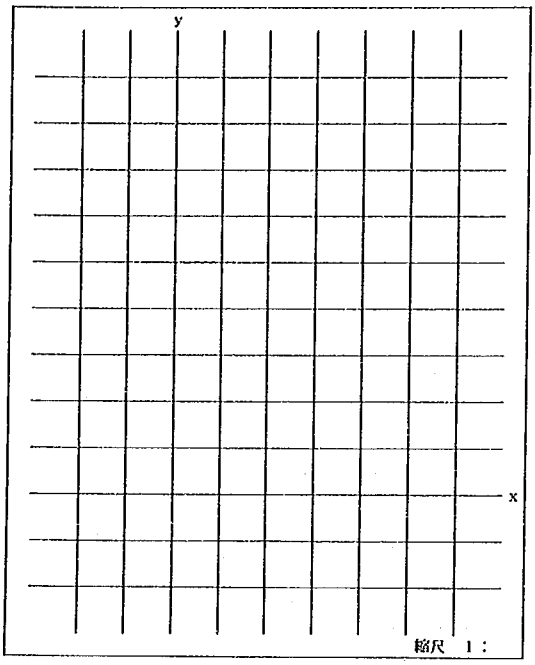
No —3

事務所名		道路名		被災ヶ所距離程	km ～ km	記録責任者		記録年月日	年 月 日 時

被害平面図・調査地点位置図

方位	N								縮尺	1：	

被害断面図



表— 3 ・解38(4) 調査票—道路— —斜面・切土のり面—

No —4

事務所名		道路名		被災ヶ所距離程	km ～ km	撮影者		撮影年月日	

写 真 No.1
- 原則として全景写真とクローズアップ写真
- ホワイトボード等を利用して撮影年月日，時間位置，内容，撮影方向を同時に撮影する。

写 真 No.1 コメント

写 真 No.2
- 原則として全景写真とクローズアップ写真
- ホワイトボード等を利用して撮影年月日，時間位置，内容，撮影方向を同時に撮影する。

写 真 No.2 コメント

注) 写真は必要な枚数だけ添付する

c）物理探査
f）現地測定
g）室内試験

5) 調査結果の整理

調査により得られた資料は以後の維持管理及び将来の地震対策のための重要な資料となるので，被害調査報告書として整理しておく。

[解説]

1) 調査箇所

応急復旧のための調査の段階で十分な調査が行われ復旧工法の選定に資料が十分整っている場合にはその成果を活用する。被害が甚大で復旧工法の決定に必要な資料が不足する場合には次項以降を参考にして調査を行う。

2) 調査項目

調査項目は被害形態や本復旧工法の工種により異なる。復旧工法を選定並びに設計するためには，地盤条件を十分に把握することが必要となる。この場合，復旧工法を検討する場合の対象となる要因（崩壊残土や亀裂等の発生した不安定部分の位置や量及びその物性）の詳細な把握と復旧に用いる構造物のための基礎地盤の資料を得るための調査に重点を置くことになる。なお，不安定部分の物性とは，安定度に係わる単位体積重量や強度定数（c，ϕ）等である。

3) 調査方法

調査方法は，現地踏査による詳細な地形，地質調査及び地盤調査が主体となる。

現地踏査による詳細な地形，地質調査においては以下に説明するような流れで被災機構を明らかにし，本復旧工法の選定及び設計に役立てる。

斜面及び切土のり面の地山形成の地質的，地形的解釈（どのような地質的，地形的変遷を経て現在ある斜面や切土のり面の地山になったかについての解釈）を立て，発生した崩壊や異常，変状等の誘因となった地震動が素因的な条件に及ぼした影響を検討することにより総合的に被災機構を明らかにする。

地盤調査においては，詳細な地形，地質調査によって想定した被災機構の確認及び本復旧工法の設計，施工のために必要な地盤構成及び定数の把握が主眼となる。地盤調査方法の詳細については，第Ⅰ編「5.4 地盤調査」を参考にする。

本復旧のための調査として行われる地盤調査は，本復旧工法の設計及び被災機構の究明のために実施されるもので，応急調査段階で実施した調査に加えて，かなり詳細な調査が行われる。

例えば，1978年伊豆大島近海で被害を生じた主要地方道修繕寺下田線川合野地区の斜面・切土のり面においては，本復旧のための調査として地層構成の確認，すべり面の把握を目的としたボーリング及び弾性波探査を実施している。この調査により不安定土砂の深さが4～10mで，基礎が風化した安山岩及び凝灰角礫岩よりなることを把握し，主な本復旧工法として深礎抑止杭の採用及びその設計に役立てた。

5.3 被災判定

5.3.1 応急復旧のための判定

1) 判定内容

応急調査により得られた道路斜面・切土のり面及びそれらに付帯する構造物の被災の形態，規模から斜面・切土のり面に接する路面の道路としての走行性と震後の降雨，余震に対する斜面・切土のり面自体の安定性，更に迂回路の有無，当該道路の重要性を考慮し，復旧を行う必要があるか否か，復旧を行う場合には応急復旧を行う必要があるか否か即ち応急復旧及び本復旧の2段階に分けて復旧を行うか，又は本復旧のみの1段階で復旧を行うかを判定する。応急復旧を行う場合には，被災度，工期を考慮して適切な復旧水準，工法，範囲，優先順位の判定を行う。

2) 判定方法

斜面・切土のり面に接する路面の道路としての走行性及び斜面・切土のり面自体の安定性を支配する被害の形態（亀裂・はらみ出し・移動等の発生状況）規模及び地山の地形，地質条件から被災パターン，被害ランクに分類するとともに，本復旧までの期間における再移動，つまり，二次災害の危険性を検討し被災判定に役立てる。

[解説]

1) 一般

管理区域全体の道路沿い斜面・切土のり面区域の被災状況を応急調査により把握した後に下記の事項の判定を行う。

a）復旧を行う必要があるか否か

道路斜面・切土のり面及びそれらの安定用構造物について目視により極く軽微な亀裂以上の被害が見られた場合には被害の程度に応じた何らかの復旧を行うのが通常である。

b）復旧工事の進め方

復旧を行う必要があると判定された場合において，復旧工事の進め方としてはいくつかのものがある。

いうまでもなく，道路は斜面・切土のり面が存在する区間のみならず，全区間の連続した線としての機能を果たすものである。従って，震後においても重要な地域，迂回路のない地域においては，被災を受けた斜面・切土のり面に接する道路区間も復旧段階に応じてある程度の交通機能を果たすことが要請される。そのため，応急調査に基づいて被災した斜面・切土のり面自体がどの程度安定しているかを判定する必要がある。これらの判定に基づいて必要な措置(通行規制等)を実施し，必要に応じた応急的な工法により要請される走行機能を確保するのが応急復旧である。

この場合，斜面・切土のり面及び構造物自体の被災の程度と，緊急措置によるそれらの安定度や本復旧が完了するまでの期間の長さを合わせて考慮する必要がある。一般に本復旧を実施・完了するまでの期間はかなり長いものであり(数ヶ月～数年)，その間にその道路にどの程度の通行機能を期待するのか，いいかえれば，その道路にどの程度の通行規制が許容し得るかが考慮すべき点である。

応急復旧段階の復旧水準は，管理区域内の被害の全体の状況，工事に許される期間にもよるが，被災の規模により，かつ，復旧工事の進め方は次のようになろう。

① 被災の規模が大きく，かつ，本復旧に長期の工期を要する場合：当面の機能回復のために，一旦必要水準の応急復旧を行い，次いで本復旧を行う。

② 被災の規模が小さく本復旧工が比較的容易な場合：本復旧のみの１段階で行う。全体的な工事の状況が可能であれば本復旧工の内容を応急復旧時期に行う。

2) 判定の留意点

道路斜面・切土のり面の被災度は，一般に道路の走行機能から見た被災の程度（斜面・切土のり面の崩壊等により生じた路面上への堆積土砂石の存在によって影響を受ける）と斜面・切土のり面自体としての安定性が損なわれた被災の程度とがあると考えられる。これは複合したものであり両者は完全に独立したものではない。すなわち，走行性が損なわれるような被害が生じた場合，斜面・切土のり面としても安定性が一般に低下したことになる。ただし，小規模な崩壊や落石の場合には，斜面・切土のり面にあった不安定部分が地震により全て落下してしまいもはや斜面・切土のり面上には安定部分しか残らなければ，斜面・切土のり面自体の安定性は確保される場合もあり，この場合には，二つの被災度は互いに独立と見ることができる。

被災した斜面・切土のり面に接する路面の道路としての走行性の機能と斜面・切土のり面自体の被災程度とを合わせて被災パターン，被害ランクの分類を行ったものとして表－３・解39がある。ここでは，斜面・切土のり面の潜在的な崩壊形態及び規模から被災パターンが分類されている。また，崩壊土塊の相対的な規模，はらみ出し，亀裂等の程度及び土塊の移動程度から，被害ランクが分類されている。しかし，表－３・解39は斜面・切土のり面自体の変状等を中心にして作成されたものであるので，構造物のみの被害については詳細な分類がなされていない。この種の被害については以下のような考えに従って判定を進めることができる。

斜面・切土のり面の被害には斜面・切土のり面自体の被害の他にそれらに付帯するのり面保護工等構造物の被害がある。構造物の被害には，構造物それ自体の原因（老朽化等）による被害と斜面・切土のり面の不安定化による被害とがある。構造物のみの被害は一般に復旧上大きな問題はなく，表－３・解40ではγもしくはβの被害ランクに相当する。一方，斜面・切土のり面の不安定化による構造物の被害は復旧上問題となるので充分な注意が必要であり，一般にβもしくはαの被害ランクに相当する。

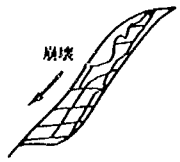
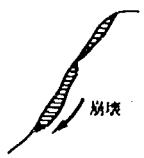
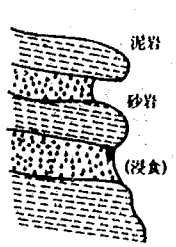
このような分類を利用し，適切な措置，応急復旧工法選定に役立てる。表－３・解39における被害ランクαs，α，β，γは，必要な通行規制等の措置の観点から見た場合及そ表－３・解40のような意味を持つと考えられる。

なお，表－３・解40は被害ランクを分類する際に考慮すべきはらみ出し，亀裂等の程度や土塊の移動程度については，被災時に生じたままで継続的な進行がない場合の措置の目安を示したものであり，動態観測等により継続的な変動の進行が認められる場合には，被害ランクを１ランク上げる形で措置を考えるべきである。

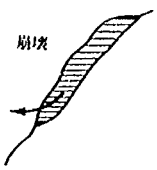
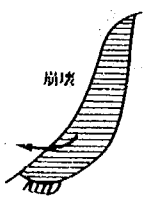
3) 路上の崩土除去に対する留意点

応急復旧段階の初期において応急調査結果に基づいた被災判定により表－３・解40に示されたような措置がなされるわけであるが，重要な地域や迂回路のない地域等においては，応急復旧工法の一種である崩土等の除去法により路上に堆積している崩土等をできるだけ早く全部あるいは一部除去し，たとえ一車線でも開

表－3・解39(1) 斜面・切土のり面の被害パターン，被害ランク

斜面被災パターン			被害ランク	被害の形態（被害ランクの説明）
Ⅰ型（浅・表層崩壊）	Ⅰ－1型 模式図 	切取りあるいは風化（乾燥収縮又は凍土）により，表面付近の層理，割れ目（節理・亀裂）がゆるみこれらによってはく離脱落する崩壊。	β 斜面が部分的に崩壊する。	切土のり面では，モルタル吹付け面が部分的に損傷していたり，落石防止ネットあるいは棚に損傷がみられる。斜面については層理・割れ目にそって部分的に崩壊する。またモルタル吹付面，斜面等にクラックが入る。
			γ 斜面のごく1部に変状が発生する。	小さな石や表層がごくわずか移動し，斜面全体についてはほぼ安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。また航空写真では判読が困難。
	Ⅰ－2型 模式図 	斜面では主に表土層が滑落する。この場合のすべり面は地表面に平行していることが多い。 切土のり面では，のり面浅部が崩壊するものでのり面が比較的軟かい土，岩からなる場合この型の崩壊になりやすい。このすべり面は円弧に近い形状をしている。	α 斜面が全面的に崩壊する。	切土のり面では，モルタル吹付け面が全面的に損傷するが浅い崩壊である。斜面では表土層が全面的に崩壊する。
			β 斜面が部分的に崩壊する。	切土のり面では，モルタル吹付面が部分的に損傷していたり，落石防止ネットあるいは棚に損傷がみられる。斜面では，表土層が部分的に崩壊する。またモルタル吹付面，斜面にクラックが入る。
			γ 斜面のごく1部に変状が発生する。	小さな石や表層がごくわずか移動し，斜面全体としてはほとんど安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。また航空写真では判読が困難。
	Ⅰ－3型 模式図 	泥岩と砂岩互層のような，透水性や浸食に対する抵抗が異なる層がある場合，強い層が局部的にオーバーハングする形になりそれが崩壊する。	α 斜面が全面的に崩壊する。	斜面全体が崩壊し，落石が著しい。のり面保護工等も全体的に損傷をうける。
			β 斜面が部分的に崩壊する。	部分的であるが崩壊がおこり，多くの場合は落石となる。
			γ 斜面のごく1部に変状が発生する。	小さな石や表層がごくわずか移動し，斜面全体としてはほとんど安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。また航空写真では判読が困難。

表－3・解39(2)　斜面・切土のり面の被災パターン，被害ランク

II型（基盤におよばないやや深い崩壊）	II型 模式図  	基盤をおおっている風化土や崩積土（崖錐層）が厚くやや深い位置から崩壊する。（基盤にはおよばない）	α 斜面が全面的に崩壊する。	切土のり面では，モルタル吹付け面等が全面的にやや深い所から崩壊しているため，崩土の量もかなり多い。斜面では，表土層が深い位置から全面的に崩壊する。
			β 斜面が部分的に崩壊する。	切土のり面では，モルタル吹付け面等が部分的にやや深い所から崩壊している。斜面では，表土層が深い位置から部分的に崩壊する。
			γ 斜面のごく1部に変状が発生する。	斜面がごくわずか移動し斜面全体としてはほとんど安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。また航空写真では判読が困難。
III型（基盤におよぶ深い崩壊）	III型 模式図  	基盤におよぶ崩壊で，すべり面が大部分基盤中にある。 崩壊斜面の上部はほとんど垂直な滑落崖が形成される。	α_s 斜面が全面的に崩壊し，復旧には工法の変更が必要である。	切土のり面，斜面とも基盤内のすべり面より上部が全面的に崩壊する。復旧には，トンネル，迂回路等でしか機能が回復しない。
			α 斜面が全面的に崩壊する。	切土のり面では，のり面全体にわたって基盤内より崩壊し，保護工は全面的に損傷する。復旧には切土等が必要である。
			β 斜面が部分的に崩壊する。	切土のり面では，モルタル吹付面等が部分的であるが基盤内より崩壊しており，モルタル再吹付では復旧できない。斜面では部分的ではあるが基盤内より崩壊する。
			γ 斜面のごく1部に変状が発生する。	斜面がごくわずか，移動し斜面全体としてはほとんど安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。また航空写真では判読が困難。

表－3・解39(3)　斜面・切土のり面の被災パターン，被害ランク

落石型(R)	転石型（抜け落ち型落石）R－I型	岩塊，玉石，れきなどのまわりを充填するマトリックスが地表水等によって浸食されたり風化されたりして岩塊だけが表面に浮出し，落石する。	α（大）	落石土量が　100m³以上のもの。
			β（中）	〃　100～5 m³のもの。
			γ（小）	〃　5 m³未満のもの。
	浮石型（はく離型落石）R－II型	節理層理等の割れ目が発達した岩の場合で，この割れ目が浸食，風化等により拡大されブロック状に岩がはく離して落石する。	α（大）	落石土量が　100m³以上のもの。
			β（中）	〃　100～5 m³のもの。
			γ（小）	〃　5 m³未満のもの。

表－3・解40　被害ランクと心要な措置の目安

被害ランク	被害程度	措置の内容
αs	被害特大	全面通行止め
α	被害　大	全面通行止め（II，III，R-I，R-II型）または， 一車線（片側）通行規制（I-2，I-3型）
β	被害　中	全面通行止め（II，III型）または， 一車線（片側）通行規制（I-1，I-2，I-3，R-I，R-II型）
γ	被害　小	路側通行規制（II，III，R-I，R-II型）または， 注意走行表示（I-1，I-2，I-3型）

放することが強く要請される場合がある。この場合には，路上に堆積している崩土等を除去することが，斜面・切土のり面に残っている移動土層や不安定部分及び斜面・切土のり面全体の安定に及ぼす影響を判定することが必要となる。一般に，崩壊部分と崩積部分が完全に分かれていない限り下部の崩積土を除去することは押さえ盛土部分を除去することに相当し，安定性を損なうことになる。ただし，その影響程度は，崩壊形態や崩土，地山の材料，地形により大きく変わり一概に評価することは不可能である。従って，詳細な調査（動態観測を含むことがある）をもとにケースバイケースで慎重に判定を進めることが要求される。

5.3.2　本復旧のための判定

1)　判定内容

斜面・切土のり面の被災前の形状，斜面・切土のり面に付帯する構造物の被災前の構造形式及び付帯する構造物を含んだ斜面・切土のり面の被災前の全体的な安定性のほか，応急調査又は本復旧のための調査に基づいた被災規模や被災機構，更

に応急復旧による道路の通行機能，斜面・切土のり面の安定性の回復度，再度災害の可能性等の観点から本復旧の水準，適切な工法・範囲の判定を行う。

2) 判定方法

応急調査により把握した被災パターン，被害ランク及び本復旧のための調査により明らかにされた被災機構や地盤条件等を被災判定に役立てる。

[解説]

1) 判定内容

地震により被災を受けた斜面・切土のり面及びそれらに付帯する構造物においては応急調査によって被災の状況を把握し，復旧の必要性の有無，復旧の進め方（本復旧のみで復旧するか，又は応急復旧・本復旧の2段階で行うか）の判定を行う。いいかえれば，本復旧にかかわる判定の一部，例えば，(本)復旧を行う必要があるか否かの判定は，応急復旧のための判定の段階で行われると考えられる。従って，ここに言う本復旧のための判定は，本復旧を行う箇所において行うものである。そして，判定の内容は，本復旧を行う上での水準と適切な工法・範囲の判定である。

ここで対象とする箇所においては一般に本復旧に先立って被災の程度に応じた緊急措置や応急復旧がなされていることが多い。しかし，それらのみでは斜面・切土のり面等の本来の安定もしくは機能水準に対する信頼性の観点からは一般に不十分なものであり，それゆえに本復旧が行われる意味がある。

斜面・切土のり面等の本来の安定もしくは機能水準は，一般の施設のように原形に復旧することにより回復されることは必ずしも多くないので復旧の形態については被害箇所の状況及び原因に応じたものを慎重に検討することが必要となる。また，対象箇所の被害規模が大きい，被災による影響が大きい，過去に被災歴がある等の場合には，再度災害防止のために耐震性を持たせることが望ましいと考えられる。

2) 判定方法

本復旧の水準を判定するためには，被害を生じた対象地震の規模と被災規模の相互比較が必要である。地震の再現期間やその大きさ及び被災の形態・規模や機構を考慮することは施設の水準を向上すべきか否かの判定に有用である。被災の規模・形態の判定の多くは応急調査時の現地踏査や測定からなされているが，これらは本復旧段階における施設の復旧水準や工法・範囲の判定にも有用である。また，本復旧のための調査から明らかにされた被災機構と地盤条件を検討することにより本復旧の工法・範囲等が合理的に定められる。

5.4 復旧工法

5.4.1 応急復旧工法

1) 応急復旧工法の工種

斜面・切土のり面及びそれらに付帯する構造物の応急復旧工法は，以下のものから選定し，適宜組合わせて用いる。

2) 応急復旧工法の選定

被災判定の結果，応急復旧が必要な斜面・切土のり面及びそれらに付帯する構造物については，被災判定結果に加えて以下の項目を考慮に入れて，応急復旧法を選定する。

a) 設計条件

- 外力条件（降雨条件，余震の程度）
- 地形，地盤条件
- 復旧水準（交通量，迂回路の有無）

表—3・7 応急復旧工法の工種

主目的	工種	工種細分
早急な通行確保	崩土除去工	崩土除去工（落石排除工）
	地表水排除工	地表水排除工（仮排水路工） シート被覆工
	切土工	不安定部分の切土工
	ネット工	ネット工（落石防止網工）
	崩土防護工	崩土防止柵工（落石防止柵工） H鋼矢板工（親杭横矢板工）
	杭工等	木杭工
	押え盛土工	土俵積工（土のう積工）
二次災害の防止注)	切土工	不安定部分の切土工 全体的な切土工
	地表水排除工	地表水排除工（仮排水路工） シート被覆工
	地下水排除工	暗きょ工
	ネット工	ネット工（落石防止網工）
	杭工等	木杭工 H鋼，鋼管杭工 土留め柵工 編柵工
	押え盛土工	押え盛土工 土俵積工（土のう積工） じゃかご工（ふとんかご工）

注) 二次災害の防止を主目的にした応急復旧工法の中に崩土防護工を含めていないが，応急復旧工法の施工時には崩土防護工が併用される場合が多い。

b）施工条件
・周辺の土地利用状況
・資材，機材，労働力の可能投入量
・資材，機材の搬入可能性
c）工期
d）工費

なお，応急復旧工法の選定にあたっては，本復旧を実施する場合に工事が手戻りとならないように本復旧工法の概要を考慮した上で選定を進めることが必要である。

[解説]

1) 応急復旧工法の工種

応急復旧工法選定にあたって用いる工種は表—3・解41のとおりである。

表—3・解41の(1)表は早急な通行確保を主目的とする場合に用いる工種であり，これらは路上もしくは路側付近で施工できるものが中心である。一方、表—3・解41の(2)表は二次災害防止を主目的とした工種であり，(1)表の工種と比較すると被災した斜面・切土のり面に立入って施工する工種が多くなる。

なお，表—3・解41は斜面・切土のり面に発生した崩壊等の被害に対する応急復旧工の工種を中心に示したものであり，斜面・切土のり面自体には変状はなくのり面保護工等の構造物のみに発生した変状に対する復旧工法に関してはあまりふれられてはいない。構造物のみが老朽化等を素因として破損したり，変形した場合には，その部分のみを補修するような復旧工法が一般に採用されている。例えば，のり枠工の中詰材が緩んだような場合は，中詰材を補充することがなされている。このような復旧工は，構造物の破損の程度が比較的軽微で道路の通行機能確保に問題を及ぼさないと判断される場合には，必ずしも応急復旧段階では施工せず，本復旧段階で施工することもある。

2) 応急復旧工法選定の目安

応急復旧工法は，被災判定で分類された被災パターン，被害ランクをもとに，本項の本文2）で述べた項目を加味し，更には，表—3・解42応急復旧工法選定の目安を参考にして選定し，適宜組合わせて用いるとよい。

表—3・解42中の二次災害の危険度とは斜面・切土のり面上に残存する不安定土層等の本復旧までの期間の再移動の危険性を指す。被害ランクがγで崩壊斜面の危険度が小さい場合，すなわち，場合によっては放置しておいてもさしあたりは安定している場合には，応急復旧工事を実施しない場合も多い。被害ランクγのものは路上に到達している崩土や落石はごく少量もしくはない場合もあり，崩土除去は緊急措置時になされていてることも多い。

5.4.2 本復旧工法

1) 本復旧工法の工種

斜面・切土のり面及びそれらに付帯する構造物の本復旧工法は，以下のものから選定し，適宜組合わせて用いる。表—3・8本復旧法の工種。

表—3・8 本復旧工法の工種

主目的	工種	工種細分
浸食，崩壊，落石等の発生の抑制（雨水等の作用を受けないようにする。）	排水工	地表水排除工 地下水排除工
	植生工	植生工
	吹付工	モルタル吹付工 コンクリート吹付工
	張工	石張工，ブロック張工 コンクリート張工
	枠工	プレキャストのり枠工 現場打ちコンクリートのり枠工 吹付のり枠工
	部分的な切土工	不安定土塊の切土工
崩壊，落石等の発生の抑止（力のバランスをとる。）	擁壁工	石積・ブロック積擁壁工 もたれコンクリート擁壁工 重力式コンクリート擁壁工 コンクリート枠擁壁工
	アンカー工	アンカー工 ロックボルト工
	杭工	杭工
	押え盛土工	押え盛土工
	落石予防工	根固工 ワイヤーロープ掛工 覆式落石防止網工
抑制および抑止	柵工	編柵工 土留柵工
	じゃかご工	じゃかご工
崩壊，落石等の防護（崩壊，落石が発生しても被害を生じさせない。）	網工	ポケット式落石防止網工
	柵工	落石防止柵工
	擁壁工	落石防止擁壁工（待受け式擁壁）
	覆工	落石覆工（洞門工）

2) 本復旧工法の選定

被災判定の結果，本復旧が必要な斜面・切土のり面及びそれらに付帯する構造物については，被災判定結果に加えて以下の着眼点を考慮に入れ本復旧工法を選定する。

a）設計条件
・被害機構
・地形，地盤条件
・復旧水準

表－3・解41(1) 早急な通行確保を主目的とする場合に用いる応急復旧工法の種類と工種説明

工　種	工種細分	工種説明
崩土除去工	崩土除去工	路上に落下し堆積している崩土や落石を除去し，道路の交通機能を確保しようとするものである。
地表水排除工	地表水排除工 （仮排水路工）	ビニールシート，U形溝などにより仮設の排水溝を設け，地表水を排除するものである。
	シート被覆工	亀裂の開口部や不安定部分にビニールシートをかぶせ，水が流入しないようにするものである。
切土工	不安定部分の切土工	被災した斜面や切土のり面の一部に残った極めて不安定な部分を切土により除去するものである。
ネット工	ネット工 （落石防止網工）	崩壊部や崩積土に合成樹脂ネットまたは，ワイヤーネットをかぶせ小規模な不安定部分の移動を防ぐものである。
崩土防護工	崩土防止柵工 （仮設防護柵工）	丸太や足場パイプにワイヤーネット等を組合わせて簡略な柵構造を作り，路上に設置し，小規模な崩落土等を捕らえるものである。
	H鋼矢板 （親杭横矢板工）	路面にH鋼を打込み，松丸太，松矢板，鋼矢板等を横にわたして，小規模な崩落土等を捕らえるものである。
杭工等	木杭工	移動した浅い土層を地山に固定するために木杭を打込むものである。
押え盛土工	土俵積土 （土のう積土）	押さえ盛土工と同様の機能を有するが，盛土のかわりに土俵（土のう）を積むものである。

表－3・解41(2) 二次災害の防止を主目的とする場合に用いる応急復旧工法の種類と工種説明

工　種	工種細分	工種説明
切土工	不安定部分の切土工	（1）表に比べてやや規模の大きな土工となる。
	全体的な切土	崩土頭部や不安定層全体を切土し，全体的な安定を図ろうとするものである。
地表水排除工	地表水排除工 （仮排水路工） シート被覆工	（1）表に同じ ただし，面的なカバーをより充実させることになる。
地下水排除工	暗きょ工	水が多い場合に暗きょを掘り表層の地下水を排除し，安定を図ろうとするものである。
ネット工	ネット工	（1）表に同じ
杭工類	木杭工	（1）表に同じ
	H鋼，鋼管杭工	杭として抵抗力の大きなH形鋼や鋼管杭工を用い抑止力を高めるものである。
	土留柵工	杭部にH鋼を用い，編柵工より大きな土留めを図るものである。
	編柵工	木杭にそだやネットなどを編み込んだものであり，表面の土砂移動も防ごうとするものである。
押え盛土工	押え盛土工	想定されるすべり土塊の脚部に盛土し，すべり力に抵抗させ安定を図るものである。
	土俵積工 （土のう積工）	（1）表に同じ
	じゃかご工 （ふとんかご工）	番線で編まれた金網でじゃかご（円柱状）やふとんかご（長方形状）を作りその中に割石等をつめこみ押え盛土の機能を図るものである。

注）（1）表とは表－3・解41(1)を指す。

表—3・解42(1)　応急復旧工法選定の目安

被災パターン	被害ランク	二次災害の危険度	応急復旧			
			早急な通行確保が主目的		二次災害の防止が主目的	
			工法選定の着眼点	工法例	工法選定の着眼点	工法例
面I—1	β	大 中 小	一般には路上に堆積した崩土の除去のみで充分であるが，不安定土砂が斜面・切土のり面上に残っている場合には，特に不安定な部分を切土するか、ネットで移動を防止する。または，路側に崩土防止柵工を設置する。	崩土防止柵工 不安定部分の切土工，ネット工 崩土除去工	一般的には対策が不要であるが，不安定土砂が斜面・切土のり面上に残っている場合には不安定部分を切土するかネットで移動を防止する。	シート被覆工 不安定部分の切土工，ネット工 不　要
	γ	大 中 小		(崩土防止柵工) ネット工 (崩土除去工)		不安定部分の切土工 ネット工 不　要

注）被災パターン，被害ランクについては表—3・解40を参照

表—3・解42(2)　応急復旧工法選定の目安

被災パターン	被害ランク	二次災害の危険度	応急 復旧			
			早急な通行確保が主目的		二次災害の防止が主目的	
			工法選定の着眼点	工法例	工法選定の着眼点	工法例
型2—I	α	大 ｜ 中 ｜ 小	一般には路上に堆積した崩土の除去のみで充分であるが，不安定土砂が斜面・切土のり面上に残っている場合には，特に不安定な部分を切土するか，ネットで移動を防止する。または，路側に崩土防止柵工を設置する。	崩土防止柵工 ｜ 不安定部分の 切土工，ネット工 ｜ 崩土除去工	一般的には対策が不要な場合が多い。 斜面・切土のり面の下部に不安定土砂があれば土俵積工もしくは木杭工で押える。 中・上部に不安定土砂がある場合は，特に不安定部分を切土するかネットで移動を防止する。 降雨の影響が想定される場合には，地表水排除工を計画する。	仮排水路工，木杭工 編柵工 ｜ シート被覆工 不安定部分の切土工 ｜ ネット工
	β	大 ｜ 中 ｜ 小		崩土防止工 ｜ 不安定部分の 切土工，ネット工 ｜ 崩土除去工		シート被覆工 ｜ 不安定部分の 切土工，ネット工 ｜ 不　要
	γ	大 ｜ 中 ｜ 小		(崩土除去柵工) ｜ ネット工 ｜ (崩土除去工)		不安定部分の切土工 ｜ ネット工 ｜ 不　要

注）被災パターン，被害ランクについては表—3・解40を参照

表—3・解42(3)　応急復旧工法選定の目安

被災パターン	被害ランク	二次災害危険度	応急復旧			
			早急な通行確保が主目的		二次災害の防止が主目的	
			工法選定の着眼点	工法例	工法選定の着眼点	工法例
I型 3—I	α	大 ｜ 中 ｜ 小	一般には路上に堆積した崩土の除去のみで充分である。オーバーハングした部分等の不安定土砂が残っている場合には，除去するかネットで移動を防止する。または，路側に崩土防止柵工を設置する。	崩土防止柵工 ｜ 不安定部分の切土工，ネット工 ｜ 崩土除去工	一般的には対策が不要な場合が多い。 オーバーハングした部分等不安定土砂が残っている場合には切土工で除去するか，ネットで移動を防止する。	仮排水路工 ｜ 不安定部分の切土工 ｜ ネット工
	β	大 ｜ 中 ｜ 小		崩土防止工 ｜ 不安定部分の切土工，ネット工 ｜ 崩土除去工		不安定部分の切土工 ｜ ネット工 ｜ 不　要
	γ	大 ｜ 中 ｜ 小		(崩土除去柵工) ｜ ネット工 ｜ (崩土除去工)		ネット工 ｜ 不　要

注）被災パターン，被害ランクについては表—3・解40を参照

表—3・解42(4)　応急復旧工法選定の目安

被災パターン	被害ランク	二次災害の危険度	応急 早急な通行確保が主目的 工法選定の着眼点	応急 早急な通行確保が主目的 工法例	復旧 二次災害の防止が主目的 工法選定の着眼点	復旧 二次災害の防止が主目的 工法例
型 II	α	大 ― 中 ― 小	崩土除去により崩壊土塊全体および斜面・切土のり面が不安定化しないように注意する。崩土除去による不安定化が懸念される場合には崩土上に仮道を設けるか迂回路を求める。 路上に堆積した崩土除去の他に斜面・切土のり面上に残存する崩壊土砂の移動を防止するために土俵積工や木杭工を計画するか崩土防護工として程度の高いH鋼矢板工を併用する。 降雨の影響が大きいと考えられる場合には，地表水排除工を考える。	仮道建設，迂回路 ｜ H鋼矢板工 土俵積工，杭工 ｜ 不安定部分の切土工 崩土除去工	崩壊規模が大きいので簡易な対策では不充分な場合が多い。 全体的な切土工によりある程度の安定度を確保し，地表水排除工で降雨の影響を受けないようにすることが基本となる。 上記の他に杭工類や押え盛土で抑止力を付加することを計画することもある。 表層部分の土砂移動を防止するために編柵工を計画することもある。	土留め柵工 ｜ 全体的な切土工 ｜ 仮排水路工 押え盛土工
	β	大 ― 中 ― 小		H鋼矢板工 ｜ 土俵積工，杭工 ｜ 不安定部分の切土工 崩土除去工		土留め柵工 全体的な切土工 ｜ 不安定部分の切土工 ｜ シート被覆工 土俵積工
	γ	大 ― 中 ― 小		崩土除去柵工 ｜ 崩土除去工		全体的な切土工 ｜ 不安定部分の切土工 シート被覆工 ｜ (シート被覆工)

注）被災パターン，被害ランクについては表—3・解40を参照

表—3・解42(5)　応急復旧工法選定の目安

被災パターン	被害ランク	二次災害の危険度	応急復旧			
			早急な通行確保が主目的		二次災害の防止が主目的	
			工法選定の着眼点	工法例	工法選定の着眼点	工法例
面 III	αs	大 — 中 — 小	崩壊土量が多いため崩土除去が困難であるし，路上の崩土を無理に除去すると土塊全体が不安定化する恐れが大きい。 崩土の表層部の移動を防止した上で崩土上に仮道を設けるか迂回路を求める。	迂回路 仮設道路	規模が大きいので抜本的対策は困難なことが多い。そこで，できるだけ降雨の影響を少なくするために地表水および地下水排除工を計画することが中心となる。	放置 仮排水路工
	α	大 — 中 — 小		迂回路 H鋼矢板工 崩土除去工		H鋼，鋼管杭工 全体的な切土工 仮排水路工
	β	大 — 中 — 小	崩土除去により崩土土塊全体および斜面・切土のり面全体が不安定化しないように注意する。 崩土を除去する場合にはある程度大規模なH鋼矢板工を設置する。	不安定部分の切土工 H鋼矢板工 H鋼矢板工 崩土除去柵工 崩土除去工	地表水排除工で降雨の影響を受けないようにすることが基本となる。 切土が可能な場合は，切土により安定度を増加させる。また，杭工類や押え盛土で抑止力を付加することを計画することもある。	全体的な切土工 H鋼杭工 不安定部分の切土工 仮排水路工 シート被覆工 押え盛土
	γ	大 — 中 — 小		H鋼矢板工 崩土防止柵工 崩土除去工		全体的な切土工 不安定部分の切土工 シート被覆工 (シート被覆工)

注）被災パターン，被害ランクについては表—3・解40を参照

表—3・解42(6)　応急復旧工法選定の目安

被災パターン	被害ランク	二次災害の危険度	応急復旧			
			早急な通行確保が主目的		二次災害の防止が目的	
			工法選定の着眼点	工法例	工法選定の着眼点	工法例
R—I型 および R—II型	α	大 中 小	一般には路上に堆積した落石の除去のみで充分な場合が多い。 特に不安定部分は転石や浮石が残っている場合には除去するか，ネット工（落石防止柵工）を設置する。	崩土防止柵工 不安定部分の切土工，ネット工 崩土除去工	不安定な転石や浮石がある場合にそれを除去するかネット工で移動を防止することが基本となる。 残斜面・切土のり面上での対策が困難な場合には程度の良い崩土防止柵工（落石防止柵工）を設置する。	仮排水路工 不安定部分の切土工 崩土防止柵工 ネット工
	β	大 中 小		崩土防止工 ネット工 崩土除去工		崩土防止柵工 不安定部分の切土工，ネット工 不　要
	γ	大 中 小		ネット工 (崩土除去工)		不安定部分の切土工 ネット工 不　要

注）被災パターン，被害ランクについては表—3・解40を参照

・用　地
b）施工条件
・周辺の土地利用状況
・機材の搬入可能性
c）工　期
d）工　費

[解説]

1)　本復旧工法の工種

本復旧工法選定にあたって用いる工種は表－3・43のとおりである。

2)　本復旧工法選定の目安

本復旧工法は，被災判定で分類された被災パターン，被害ランクをもとに，本項の本文2）で述べた項目を加味し，更には，表－3・解44「本復旧工法選定の目安」を参考にして選定し，適宜用いるとよい。表－3・解44中の二次災害の危険度とは，斜面・切土のり面に残存する不安定土層等及び斜面・切土のり面自体の長期にわたる期間の再移動の危険度を指す。

3)　設計，施工の要点

本復旧工法の設計・施工の要点を工種ごとにまとめたものを表－3・解45に示す。本復旧工の設計・施工時の主な参考図書としては，以下のものがあげられる。

□道路土工　のり面・斜面安定工指針：日本道路協会，1979年4月
□道路土工　擁壁・カルバート・仮設構造物指針，日本道路協会，1977年1月
□設計要請　第1編　土工：日本道路公団
□斜面崩壊防止工事の設計と実例：全国治水砂防協会，1982年8月
□アース・アンカー工法：土質工学会，1976年9月
□落石対策便覧：日本道路協会：1983年7月

表－3・解43(1)　抑制を主目的とした本復旧工法の種類と工種説明

工　種	工種細分	工種説明
排水工	地表水排除工	地表水を集水し，斜面外へ速やかに排水したり，地表水の斜面内への流入を防止する。
	地下水排除工	斜面内の地下水を排除し，間隙水圧を低下させ，斜面を安定させる。
吹付工	モルタル吹付工	のり面の浸食を防止するとともにのり面を外気および雨水等から遮断することにより風化を防止し，斜面を形成する地盤の強度低下を防ぐ。
	コンクリート吹付工	
張工	石張・ブロック張工	のり面の風化，浸食および軽微なはく離，崩壊を防止する。
	コンクリート張工	
枠工	プレキャストのり枠工	のり面を被覆し，のり面の浸食を防止する。
	現場打ちのり枠工	浸食を防止するだけでなく，小規模な崩壊を抑止する。
	吹付のり枠工	
部分的な切土工	不安定部分の切土工	オーバーハング部の切り取り，表層の不安定土層の切り取り，浮石等の除去を行い，崩壊する危険のある土層，岩塊を取り除く。

表—3・解43(2) 抑止を主目的とした本復旧工法の工種と工種説明

工　種	工種細分	工種説明
全体的な切土工	切土工	斜面を雨水等の作用を受けても安全であるような勾配あるいは高さまで切り取る。
擁壁工	石積・ブロック積擁壁工	斜面下部の小規模な崩壊を防止する。
	もたれコンクリート擁壁工	崩壊を直接抑止するほか，浸食風化に対するのり面保護工の基礎となる。
	重力式コンクリート擁壁工	崩壊を直接抑止するほか，押え盛土の安定，のり面保護工の基礎となる。
	コンクリート枠擁壁工	湧水が多く，地盤が比較的軟弱な斜面の小崩壊を防止し，安定を計る。
アンカー工	アンカー工	アンカーの引張り抵抗力により土砂斜面や岩斜面の崩壊を抑止する。のり枠工に併用されることが多い。
	ロックボルト工	落石や岩斜面の表層崩壊を抑止する。
杭工	杭工	鋼管杭の曲げモーメントおよびせん断抵抗によりすべり力に抵抗し，斜面の安定度を向上させる。
押え盛土工	押え盛土工	想定されるすべり土塊の脚部に盛土し，すべり力に抵抗させ安定を図る。
落石予防工	根固工 ワイヤーロープ掛工 覆式落石防止網工	落石の発生源となる，不安定岩石塊や玉石を斜面，切土のり面上に固定し，移動しないようにする。

表—3・解43(3) その他の本復旧工法の種類と工種説明

工　種	工種細分	工種説明
柵工	編柵工	斜面や切土のり面の表面の浸食を防ぐため木杭を打込みこれに，そだ，竹，または，ネットなどを編んで土留めを行う。
	土留め柵工	H鋼をたてこみ，これにネットや矢板をとりつけ土留めを行う。表面浸食防止，小規模崩土の防護機能もある。
じゃかご工	じゃかご工	浸食防止，地下水排除，押え盛土的な機能を期待して用いられる。
網工	ポケット式 落石防止工	斜面・切土のり面の上部に支柱を立てて金網をはり，落石が発生しても飛跳させず落下させるものである。
柵工	落石防止柵工	H鋼の支柱に金網，ロープ，エキスパンドメタル等を張り，落下してくる落石を捕らえるものである。
擁壁工	落石防止擁壁 （待受け式擁壁工）	落下してくる落石や崩土を阻止するために主に斜面や切土のり面の下端に設置するもので，壁背面のポケットで落石や崩土を捕らえるものである。コンクリート製と鋼製のものがある。
覆工	落石覆工 （洞門工）	鋼材や鉄筋コンクリート等で道路を覆い，落石や崩土が路面に直接落下するのを防ぐものである。

表－3・解44(1)　本復旧工法選定の目安

被災パターン		被害ランク		二次災害危険度	本復旧		
模式図	説明	模式図	被害ランクの説明		工法選定の着眼点	工法例	備考
I－1型模式図	切取りあるいは風化（乾燥収縮又は凍上）により，表面付近の層理，割れ目（節理・亀裂）がゆるみこれらによってはく離脱落する崩壊。	β：斜面が部分的に崩壊する。	切土法面では，モルタル吹付け面が部分的に損傷していたり，落石防止ネットあるいは柵に損傷がみられる。自然斜面については層理・割れ目にそって部分的に崩壊する。またモルタル吹付面，自然斜面等にクラックが入る。	大 中 小	不安定部分が全部落ちてしまっていれば，当面対策が不要な場合もある。 抜け落ちた部分の上部が不安定になっていれば，それを除去するか，抜け落ち部の間詰めをして安定を保つ。 不安定土砂を除去した後，必要に応じて構造物によるのり面保護工を計画する。 のり面保護工を用いない場合には，落石防止網または柵等で被災を防ぐ。	コンクリート吹付工 待受け式擁壁工 落石防止網または柵 部分的な不安定土塊の除去 間詰め工 不要	
		γ：斜面のごく一部が崩壊する。	小さな石や表層がごくわずか移動し，斜面全体については何ら安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。	大 中 小	一般的には，対策が不要であり，対策するとしても部分的な不安定土砂を除去するだけで充分な場合が多い。 不安定土砂の除去だけでは不充分な場合には，落石防止網または柵を設置する。 風化の進行が大のときは吹付工を計画することもある。	落石防止網または柵 部分的な不安定土塊の除去 不要	

表－3・解44(2)　本復旧工法選定の目安

被災パターン		被害ランク		二次災害危険度	本復旧		
模式図	説明	模式図	被害ランクの説明		工法選定の着眼点	工法例	備考
I－2型模式図	自然斜面では主に表土層が滑落する。この場合のすべり面は地表面に平行していることが多い。切土法面では，法面浅部が崩壊するもので，法面が比較的軟かい土，岩からなる場合この型の崩壊になりやすい。このすべり面は円弧に近い形状をしている。	α 斜面が全面的に崩壊する。	切土法面では，モルタル吹付け面が全面的に損傷するが浅い崩壊である。自然斜面では表土層が全面的に崩壊する。	大 ↑ 中 ↓ 小	地表水の影響が将来大きいと予想される場合には，地表水排除工を原則的に計画する。 部分的に不安定な土砂の除去は原則であるが，抜本的には全体的な表土層の切土を考える。切土後は適切なのり面保護工を考慮する。 切土しない場合には，現場打のり枠工や編柵，土留柵工で不安定土層を斜面に固定するか，待受け式擁壁工で被災を防止する。	全体的な切土工＋のり面保護工 現場打のり枠工（アンカー付） 編柵，土留柵工 待受け式擁壁工 部分的な不安定土塊の除去	
		β 斜面が部分的に崩壊する。	切土法面では，モルタル吹付面が部分的に損傷していたり，落石防止ネットあるいは柵に損傷がみられる。自然斜面では，表土層が部分的に崩壊する。またモルタル吹付面，自然斜面にクラックが入る。	大 ↑ 中 ↓ 小		全体的な切土工＋のり面保護工 現場打のり枠工 編柵，土留柵工 待受け式擁壁工 部分的な不安定土塊の除去	
		γ 斜面のごく一部が崩壊する。	小さな石や表層がごくわずか移動し，斜面全体について，何ら安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。	大 ↑ 中 ↓ 小	大がかりな対策は一般的に不要であり，するとしても小規模な待受け式擁壁工のみで十分な場合が多い。 斜面内での対策を考える場合，抜本的には全体的な不安定土層の切土が考えられる。切土しない場合には，現場打のり枠工や編柵，土留柵工で不安定土層を固定する。	全体的な切土工＋のり面保護工 編柵，土留柵工 待受け式擁壁工 部分的な不安定土塊の除去 不要	裸地であることが表土の移動の原因であれば，植生工を計画する。

表－3・解44(3)　本復旧工法選定の目安

被災パターン		被害ランク		二次災害危険度	本復旧		
模式図	説明	模式図	被害ランクの説明		工法選定の着眼点	工法例	備考
Ⅰ－3型 模式図 	泥岩と砂岩互層のような，透水性や浸食に対する抵抗が異なる層がある場合，強い層が局部的にオーバーハングする形になりそれが崩壊する。	α 斜面が全体的に崩壊する。 	斜面全体が崩壊し，落石が著しい。法面保護工等も全体的に損傷をうける。	大 ↑ 中 ↓ 小	部分的な不安定土塊の最小限の除去をし，落石防止柵でカバーすれば充分な場合が多い。 また，部分的な不安定岩塊に対してはロックボルト工が用いられる場合もある。 抜本的には全体的な切土が望ましいが，充分に切れない場合には，現場打のり枠工や吹付工等，構造物によるのり面保護工を用いる。 地下水の影響が大きい場合には地下水排除工も考えられる。また，地下水がある場合の斜面の保護には透過性のもの，例えばのり枠工を用いることに注意。	全体的な切土工 現場打のり枠工 待受け式擁壁工 落石防止網，柵 部分的な不安定土塊の除去	
		β 斜面が部分的に崩壊する。 	部分的であるが崩壊がおこり，多くの場合は落石となる。	大 ↑ 中 ↓ 小		全体的な切土工 現場打のり枠工 待受け式擁壁工 落石防止網，柵 部分的な不安定土塊の除去	
		γ 斜面のごく一部が崩壊する。 	小さな石や表層がごくわずか移動し，斜面全体について何ら安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。	大 ↑ 中 ↓ 小	一般的には対策が不要な場合が多い。他はα，βに同じ。	待受け式擁壁工 落石防止網，柵 部分的な不安定土塊の除去 不要	

表— 3 ・解44(4) 本復旧工法選定の目安

被災パターン		被害ランク		二次災害の危険度	本復旧		
模式図	説明	模式図	被害ランクの説明		工法選定の着眼点	工法例	備考
II 型 模式図 	基盤をおおっている風化土や崩積土（崖錐層）が比較的深い位置から崩壊する。（基盤にはおよばない）	α 斜面が全面的に崩壊する。 	切土法面では，モルタル吹付け面等が全面的にやや深い所から崩壊しているため，崩土の量もかなり多い。自然斜面では，表土層が深い位置から全面的に崩壊する。	大 ↑ 中 ↓ 小	不安定土砂の除去と地表水排除工が基本となる。地下水の影響が大きな場合には地下水排除工も考える。全体的な切土工も基本的なものであるが切土量が多くなる場合には困難なことが多い。充分な切土工ができない場合には現場打のり枠工とアンカー工を組合せたり，擁壁工を用いて抑止する。崩壊規模が大きくなると待受け式擁護壁工だけでは不十分な場合が多いので，待受け式擁壁工を用いる場合には土留柵工などとの組合せを考える方が良い。	全体的な切土工 現場打のり枠工＋アンカー工 重力式擁壁工 地表水排除工	
		β 斜面が部分的に崩壊する。 	切土法面では，モルタル吹付け面等が部分的にやや深い所から崩壊している。自然斜面では，表土層が深い位置から部分的に崩壊する。	大 ↑ 中 ↓ 小	基本的にはαと同じであるが，不安定土塊を切土できない場合，押え盛土工で抑止力をつけるか，杭工で抑止力をつけることも考えられる。	全体的な切土工 現場打のり枠工＋アンカー工 重力式擁壁工 待受け式擁壁工 地表水排除工	
		γ 斜面のごく一部が崩壊する。 	斜面がごくわずか移動し斜面全体については何ら安定度が低下せず現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。	大 ↑ 中 ↓ 小	βに同じ	重力式擁壁工 地表水排水工 不要	

表－3・解44(5)　本復旧工法選定の目安

被災パターン		被害ランク		二次災害危険度	本復旧		
模式図	説明	模式図	被害ランクの説明		工法選定の着眼点	工法例	備考
III型 模式図	基盤におよぶ崩壊で，すべり面が大部分基盤中にある。崩壊斜面の上部はほとんど垂直な滑落崖が形成される。	α_2 斜面が全面的に崩壊し，復旧には工法の変更が必要である。	切土法面，自然斜面共基盤より全面的に崩壊する。復旧には，トンネル，迂回路等でしか機能が回復しない。	大←中→小	一般的に移動土塊量が数万m³を越すような場合には，斜面対策を実施するよりもトンネルや橋梁で崩壊をさけるか，路線変更し，迂回する方が得策である。	路線変更 トンネル 橋梁	・地すべり性の崩壊の場合は地すべり防止技術を用いる。
		α 斜面が全面的に崩壊する。	切土法面では，法面全体にわたって基盤より崩壊し，保護工は全面的に損傷する。復旧には切土等が必要である。	大←中→小	崩壊規模が大きいので単一の工法で対応することはほぼ不可能である。また，地下水の影響を受けるので地表水排除工とともに地下水排除工も計画するのが原則である。 全体的な切土も困難なので切土工は斜面上部の除荷という目的で計画されることが多い。斜面下部に用地が得られる場合，押え盛土との併用は有効である。 地すべり性であることが多いので，コンクリート枠擁壁工や杭，シャフト工等の地すべり防止技術が用いられることが多い。 やや小規模の崩壊には現場打のり枠工とアンカー工と併用することもある。	全体的な切土工 シャフト工 杭工 現場打のり枠工＋アンカー工 擁壁工 地表地下水排除工 部分的な切土工	・地すべり性の崩壊の場合は地すべり防止技術を用いる。
		β 斜面が部分的に崩壊する。	切土法面では，モルタル吹付面等が部分的であるが基盤より崩壊しており，モルタル再吹付では復旧できない。自然斜面では部分的ではあるが基盤より崩壊する。	大←中→小		全体的な切土工 杭工 現場打のり枠工＋アンカー工 擁壁工 地表・地下水排除工 部分的な切土工	・地すべり性の崩壊の場合は地すべり防止技術を用いる。
		γ 斜面のごく一部が崩壊する。	斜面がごくわずか移動し，斜面全体については，何ら安定度が低下せず，現地踏査時にかなり表面に接近しないとわからない。	大←中→小		全体的な切土工 現場打のり枠工＋アンカー工 擁壁工 地下水排除工 地表水排除工 部分的な切土工	・地すべり性の崩壊の場合は地すべり防止技術を用いる。

表－3・解44(6) 本復旧工法選定の目安

被災パターン		被害ランク		二次災害危険度	本復旧		
模式図	説明	模式図	被害ランクの説明		工法選定の着眼点	工法例	備考
転石型（抜け落ち型落石）R－I型	岩塊，玉石，れきなどのまわりを充填するマトリックスが地表水等によって浸食されたり風化されたりして岩塊だけが表面に浮出し，落石する。	α（大）	落石土量が100m³以上のもの	大←中→小	不安定になっている落石源を除去する除石工が基本となる。落石源が多量な場合には斜面の全体的な切土工も考えられる。 除石工と反対に浮石の根を固めるために，根固工やワイヤーロープ掛工が用いられることが多い。 除石や根固めが充分に実施できない場合には，落石防止網や柵工で被災を防ぐ。落石規模が比較的大きな場合には，落石誘導工や落石防止壁が用いられる。さらに規模が大きな場合には，網や柵と壁などの組み合せで落石を防止するか，覆工で対応する場合が多い。	覆工 切土工 現場打のり枠＋アンカー 落石誘導工 防止壁 落石防止網，柵	・転石周辺の地表水および地下水が転石を不安定化させる危険性が大きな場合には，地表水，地下水排除工を計画すべきである。
		β（中）	落石土量が100～5m³のもの	大←中→小		覆工 現場打のり枠工＋アンカー 落石誘導工 防止壁 落石防止網，柵 部分的な不安定岩塊の除去	
		γ（小）	落石土量が5m³未満のもの	大←中→小		現場打のり枠工＋アンカー 落石防止網，柵 部分的な不安定岩塊の除去 不要	
浮石型（はく離型落石）R－II型	節理層理等の割れ目が発達した岩の場合で，これの割れ目が浸食，風化等により拡大されブロック状に岩がはく離して落石する。	α（大）	落石土量が100m³以上のもの	大←中→小	不安定な岩層の部分的なもしくは全体的な切土が基本となる。 部分的に不安定部がある場合には，ロックボルト工やロックアンカー工，もしくは根固め工で不安定岩塊を地山に固定することが考えられる。 最低限の不安定岩塊の除去および表面の切土後，コンクリート吹付工や張工で風化を防ぐか落石防止網，柵，壁で被災を防ぐ。 また，コンクリート張工プラスアンカー工で斜面全体を押え込む工法が用いられることもある。ただし，地下水がある場合には，現場打のり枠工プラスアンカー工が用いられる。 ある程度大量の不安定岩塊からなる場合，幾つかの工法を組合せて用いることは，R－Iに対する対策と同様である。	覆工 切土工 張工＋アンカー 吹付工，張工 落石防止網，柵	
		β（中）	落石土量が100～5m³のもの	大←中→小		覆工 張工＋アンカー工 吹付工，張工 落石防止網，柵 部分的な不安定岩塊の除去	
		γ（小）	落石土量が5m³未満のもの	大←中→小		コンクリート吹付工 落石防止網，柵 部分的な不安定岩塊の除去 不要	

表—3・解45(1) 設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
抑制を主目的とした本復旧工法	排水工	地表水排除工	最も基本的な工法の一つであり、斜面・切土のり面の安定確保上不可欠な工法である。単独で用いられることはまれで他の工法と併用されることが多い。 被災パターンⅠ－2型，Ⅱ型及びⅢ型の復旧には，原則的に採用される。また，R－Ⅰ型の復旧にも用いられることがある	一般に，斜面背後の集水面積が広い（約 0.1km²以上）の場合には，地表水排除工，特に横排水路工，縦排水路工，谷止工などの水路の断面等の設計に際しては，集水域からの流出量を求め，この値から必要な水路の断面を検討することが望ましい。水路等の断面は，土砂などの堆積を考慮して流出量より25%程度余裕をもった断面とする。 また，排水路の線形や勾配の急激な変化によって溢水や跳水が生じることがないよう必要に応じて落差工，減勢工，跳水防止工を設けることが望ましい。 縦排水路工は，原則としてのり面整形後に施工するが，流速が大きくなり安定した構造が必要なため特に入念な施工が必要である。
		地下水排除工	被災の原因として，地下水の影響が大きかったと判断された箇所の復旧には，原則的に計画することになる。 被災パターンⅡ型及びⅢ型の比較的規模の大きな崩壊の復旧に際して採用されることが多い。 また，Ⅰ－3型において，地下水の影響が大きい場合にも用いられることがある。	浅層地下水排除工としては，暗渠工，横ボーリング工等がある。深層地下水排除工としては，横ボーリング工，集水井工，排水トンネル工等がある。 暗渠工及び明暗渠工の施工は，浸透水及び地下水の排除を円滑に行なうために掘削と埋戻しを入念に行なわなければならない。 排水ボーリング工の施工は，地下水の水位，流量等の調査結果に基づいて計画的に施工しなければならない。 暗渠工は，斜面そのものに施工されることは少なく，斜面上部で隣接地域からの地下水を遮断する目的で設置する場合が多い。 横ボーリング工の施工は，排水路を実施した後に行なうことを原則とする。
	植生によるのり面保護工	植生工	被災地において，植生工のみが単独で用いられることはない。定安勾配での切土のり面保護及びのり枠工の間詰工として，用いられることが多い。	植生工には，種子散布工，客土吹付工，張芝工，植生マット工，筋芝工，植生袋工などがあるが，選定にあたっては，のり面の形，のり面の土質，施工目的，気象，施工時期などを総合的に検討して決定する必要がある。

表—3・解45(2)　設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
抑制を主目的とした本復旧工法	吹付工	モルタル吹付工 コンクリート吹付工	湧水がない岩盤で，割目が小さく，かつ規模の大きな崩壊や岩塊の抜け出しが懸念されない箇所に適用することが，原則である。耐久性及び周囲の環境に与える影響を充分検討することが前提となるが，施工性及び経済性が優れている。 被災パターンⅠ型の岩斜面・のり面及びR—Ⅱ型の復旧に用いられることが多い。	のり面の状態は，不均質であるため吹付層の中間付近に原則として鉄筋を入れた上にワイヤーラス，ワイヤーメッシュ等の補強金網の張付けを行なうとともに，縦方向に伸縮目地も設置する。 吹付工ののり肩部は，地表水の浸透等により，最も崩壊しやすい部分となるため，地山に沿って吹付工を巻き込み，吹付工の上方には原則として排水工を設置する。 また，吹付工のり尻に表面流水による浸食を防止するため，排水路を一体として設置する。 吹付厚の標準は，モルタル吹付けで8～10cm，コンクリート吹付工では10～20cmが標準である。 吹付工の耐久性は，施工時の気象条件にも大きく影響されるので，施工時期や施工時間等に十分注意をはらわなくてはならない。 施工のり面は，あらかじめ浮石や立木，切株などをきれいに取り除いておく。また，吹付面が吸水性の場合は，施工前に散水し余分な水分は圧縮空気等を用いて除去しなければならない。
	張工	石張・ブロック張工 コンクリート張工	勾配が1：1.0より緩い斜面・切土のり面で植生工が適さない場合や，粘着力のない土砂，土丹及び崩れやすい粘土の斜面・切土のり面には，石張・ブロック張工が用いられる。 コンクリート張工は，勾配が1：1.0より急で，節理の発達した岩盤斜面・のり面やよくしまった土砂面で吹付工やプレキャストのり枠工では不安と思われる斜面・のり面に用いられる。 被災パターンⅠ型及びR—Ⅱ型の復旧に用いられることが多い。	コンクリート張工の厚さの決定は，地山の状態，のり高，のり勾配及び最低気温等を考慮して決定すべきであるが，非常に厚くしなければならないような地山の条件が悪い場合には，土圧を考慮したもたれ擁壁工との適否を十分に検討することが必要となる。 岩質のり面にコンクリートを打設し，岩盤の風化を防ぐとともに補強するのり面保護工であり，厚さは等厚で20～60cmが一般的である。 のり勾配は，1：0.5より緩い勾配が標準であり，のり高の限界20m程度である。直高が5m以上の場合には，適切な基礎を設置することが望ましい。 一般に，1：1.0程度の勾配には，無筋コンクリート張工が用いられ，1：0.5程度の勾配には鉄筋コンクリート張工が用いられる。

表－3・解45(3)　設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
抑制を主目的とした本復旧工法	張工	石張・ブロック張工 コンクリート張工		天端及び小口部は，背後に水が回らないように地山に十分巻き込み，雨水等の浸透を防止しなければならない。 コンクリートの打継ぎを行なう場合，その打継面を水平にすると継手上部がすべり出す恐れがあるので，打継面はのり面に垂直にすることが望ましい。また，打継部には，打継鉄筋を設置することが望ましい。
	枠工	プレキャストのり枠工	プレキャストのり枠工には，崩壊の抑止機能を期待することがほとんどできない。安定勾配に切土されたのり面において，表面の浸食が懸念され，植生工によるのり面保護工のみでは不充分な場合の浸食防止に用いられる。適用可能なのり面は，勾配が1：1.0程度までである。	プレキャストのり枠工には，プラスチック製，鉄製及びコンクリートブロック製などがあるが，耐久性の観点から，コンクリートブロックが一般的に用いられている。枠の交点部分には，すべり止めのため長さ50～100cm程度のアンカーピンを設置し，枠内は良質土で埋め戻して，植生工で保護するのが一般的である。
		現場打のり枠工 吹付のり枠工	現場打コンクリートのり枠工は，切土のり面の安定勾配がとれない場合，または，湧水を伴ったり，土質が良好でない場合に用いられるほか，節理割目等の発達した岩盤，コンクリート吹付工等で浮石を止めることのできない場合にも支持的機能を期待して適用する。一般的にのり勾配が1：1.0より急なのり面に多く用いられる。 吹付のり枠工の機能は，現場打のり枠工とほぼ同様であるが，施工性が良いので凹凸のあるのり面にも施工できる。両工種ともアンカー工と組合せて用いられることも多い。 被災パターンⅠ型，Ⅱ型及びR－Ⅱ型の復旧に用いられることが多い。	断面形状は，幅30～60cm，厚さはほぼこれと同じものとし，枠の間隔については，一般に1.0～5.0mを標準とする。 のり枠の桁に鉄筋を入れ，交点にはすべり止めの鉄筋または，アンカーを設けて補強することが望ましい。 桁の配筋は，鉄筋のかぶりが正しく保てるように，モルタル塊等のスペーサーを用いて，正確に施工しなければならない。 桁と桁の間の中詰めは，環境面から植生が望ましいが，勾配が急なこと，地山が硬くて根系の生成が困難なことから，コンクリート張，ブロック張などが一般に用いられる。

表—3・解45(4)　設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
抑制を主目的とした本復旧工法	部分的な切土工	不安定部分の切土工	最も基本的な工法の一つで，完全に実施されれば，最も確実な方法の一つである。 被災パターンⅠ型及びR—Ⅱ型の復旧に用いられることが多い。また，Ⅱ型，Ⅲ型においても場合によっては，採用される。	人力施工による場合も多く，また，急勾配部での作業となることが多いので作業の安全に留意する。また，道路交通を確保しながら作業を行なう場合には，切取り土（岩）塊の万一の落下による事故を防止するために，路側または路上に仮設防護柵を設置することが必要となる。
抑止を主目的とした本復旧工法	全体的な切土工	切土工	斜面・切土のり面が，雨水等の作用を受けて不安定化しないような勾配に切取るもので，最も基本的な工法である。完全に実施されれば，最も確実な方法である。ただし，用地等の制約で実施できない場合もあり，その場合には，構造物による復旧工法が用いられる。 切土後の表面は，主に植生工によるのり面保護がなされることが多い。 被災パターンⅠ型，Ⅱ型及びⅢ型の復旧に用いられることが多い。	切土のり面の安定を検討する場合，安定計算が必要なケースはごくまれであり，標準値を参考にして，安定上の必要事項について十分考慮した上で総合的に判断すべきである。 切土ののり肩付近は，最も浸食を受けやすく植生も定着しにくいため崩壊しやすく，この対策としてのり肩部のラウンディングを行なうと効果的である。 切土高7～10mの一様な硬岩であれば，単一のり勾配のり面でよいが，切土高が7～10mを越える場合，土質及び岩質の変化する場合には，小段をつけたのり面とする必要がある。また，土質及び岩質が一様でない場合は，各層に適した勾配に変化させたのり面とする場合もある。 数種の岩が互層をなしている場合，それが薄層であっても風化の早く進む岩では，そこから表面の崩壊が起りかなり広範囲にのり面を損傷することがあるので，モルタル吹付などの処置を講ずる必要がある。
	擁壁工	石積・ブロック積擁壁工	斜面・切土のり面下部の小規模な崩壊の抑止と保護のために用いられる。のり勾配が1：1.0より急なもの（一般には1：0.3～1：0.5が多い）で，土の崩れを防ぐなど主としてのり面の保護に用いられ，背面の地山が締っているなど，土圧が小さい場合に適用される。	コンクリートブロックは，控長35cmを標準とする。石積擁壁，ブロック積擁壁の直高限度は原則として7mとする。 擁壁の根入れ深さは，一般に0.5m以上とする。 擁壁背面の水を排除するため，内径7.5cm程度の水抜孔を3㎡に1か所以上の割合で設置する。 伸縮目地の間隔は，20m程度に1か所を標準とする。

表―3・解45(5) 設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
抑止を主目的とした本復旧工法	擁壁工	石積・ブロック積擁壁工		石積工の安定度を大にするため，下層ほど形の大きい石を用い，根石は基礎になじむように据え付けなければならない。 裏込栗石には，原則として目潰材を施し，砂礫の吸出し防止のため入念に詰め込めなければならない。水抜き工は，排水を良好にするため一般に下層に多く配置するのが望ましい。
		もたれコンクリート擁壁工 重力式コンクリート擁壁工	重力式コンクリート擁壁工は，斜面・切土のり面下部の不安定部分を直接抑止するほか，押え盛土の安定及びのり枠工等の基礎に用いられる。 もたれコンクリート擁壁工は，比較的良好な地山で用いられ，重力式コンクリート擁壁工と比べると，崩壊を比較的小さな壁体で抑止できる。この工法は，浸食及び風化に対するのり面保護効果も合わせて有している。 被災パターンⅡ型の復旧に用いられることが多い。また，Ⅲ型の復旧にも用いられることがある。	設計にあたっては，土圧に対して以下の安定を検討する。 ① 転倒に対する安定 ② 滑動に対する安定 ③ 基礎地盤の支持力に対する安定 ④ 全体としての安定 ⑤ 土圧や擁壁重量その他の荷重によって生ずる応力が，躯体内の任意点で許容応力の範囲内にあることの確認 一般に，特別な場合を除いて，水圧は考慮しないことが多い。従って，間隙水圧が発生しないよう排水に対する設計は特に留意するものとする。 擁壁の天端には，斜面上部からの崩土や落石に備えて，落石防止棚を設置するものとする。 伸縮継目は，10～20mに1か所程度標準として設け，鉛直打継目は仕切型枠を強固に支持し，継目付近のコンクリートを振動機によって十分締固めなければならない。
		コンクリート枠擁壁工（井桁擁壁工）	湧水が多く，地盤が比較的軟弱な斜面・切土のり面の小崩壊を抑止し，安定を図るものである。斜面・切土のり面下部での基礎掘削や斜面・切土のり面の切取りを必要としない場合が多く，また，それが必要な場合でも最小限に止めることができる。そして，透水性が良好で屈撓性があるので，地すべり性の崩	基礎は枠の組上り精度を保つため，慎重に施工しなければならない。 水平に設置する部材で長大なものは，2点吊りとし基礎部を先行して一定区間を下部より横方向へと連続して施工する。 ブロックを2段程度組み上げたら中詰めを行ない，同時に裏込めも行なって背後地盤と密着させ，同時に立上がるよう施工する。

表—3・解45(6) 設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
抑止を主目的とした本復旧工法	擁壁工	コンクリート枠擁壁工 （井桁擁壁工）	壊が予想される箇所にも適用できる。	詰石は，部材に衝撃を与えぬよう枠内に入れ，枠の周囲には，枠間隔より大きめの石材を張り立て内側には大小とり混ぜた礫を空隙が少なくなるよう密に施工する。 中詰めには，土砂を混入しなくてはならない。また，背後より土砂の侵入を防ぐため，背後地山と接する部分には吸出し防止材を施工する。
	アンカー工	アンカー工	硬岩または，軟岩の斜面・切土のり面において，岩盤に節理・亀裂・層理があり，表面の岩盤が崩落または剝離するおそれがある場合，不安定な岩盤を直接安定な岩盤に緊結して崩落・剝離を防止するために用いられる。また，流れ盤となる不連続面が顕著な岩盤，亀裂の多い岩盤や風化の激しい岩盤，崩積土，表層土の崩落や滑落を防止するため，現場打コンクリートのり枠工，コンクリート張工，コンクリート擁壁工，杭工等の他の工法と併用し，これらの安定性を高める目的で用いる。 被災パターンII型及びIII型の復旧に用いられることが多く，またR型においても規模が大きな場合には，用いられることがある。	アンカー工の設計において，特に留意しなければならない事項は次のとおりである。 ① すべり面をなるべく的確に想定する。 ② 構造物及びアンカーの配置の検討 ③ 斜面の安定の検討及び必要アンカー力の算定 ④ アンカー体の設計 ⑤ アンカー体定着位置の検討 ⑥ アンカー引張材の設計 ⑦ 初期緊張力の決定 ⑧ 構造物定着部の設計 原則としてアンカー体定着長は，10m以下とし，4～7mの範囲が望ましい。 アンカー工を施工する場所は，一般に傾斜が急で施工位置も高所になる場合が多いので，しっかりとした足場を確保し安全施工に努める。 削孔技術の良否が，施工されたアンカーの良否を大きく作用するため，削孔にあたっては，地盤を緩めたり，水みちを作ったり，有害なスライムを残さないよう十分注意する必要がある。また，削孔時に使用する水が，斜面に害を及ぼさないように注意する必要がある。 引張材の取り扱いにあたっては，傷をつけないように十分注意

表—3・解45(7)　設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
抑止を主目的とした本復旧工法	アンカー工	アンカー工		し，防錆処理を行なうとともに，ごみ，油等の不純物を清掃する。
		ロックボルト工	落石や斜面の表層崩壊を抑止するのに用いられる。 被災パターンⅠ－1型及びR型の復旧に用いられることが多い。	ロックボルトだけでは，浮石，転石の固定に十分でない時は，浮石，転石の基部や周囲にコンクリートを打設し，補強する場合もある。また，ロックボルトの頭部の腐食防止を兼ね浮石・転石の固定を補強する目的で，コンクリート（モルタル）吹付工と併用される場合もある。
	杭工	杭工	杭材の曲げモーメントもしくは，せん断抵抗によりすべり力に抵抗し，不安定土塊の安定度を向上させるものであり，限られた用地で崩壊に対して比較的大きな抑止力を有する工法である。 被災パターンⅢ型の復旧に用いられることが多い。	杭の設計方法には，杭の施工位置及び地すべり土塊の安定度に応じて，モーメント杭及びせん断杭の２つがある。 杭工の施工位置が地すべり圧縮部で杭より前面の地すべり土塊が十分な強度をもち反力が期待できる場合にはせん断杭で設計することもできるがそれ以外についてはモーメント杭で設計する。 杭の曲げに対する抵抗力は非常に小さいので，杭頭から不動岩盤にアンカーしたテンションタイによって抵抗させたり，もぐり杭のように杭の有効長を短くすることも行なわれている。 また，杭の根入れは，基盤の性質にもよるが大体，全長の1／2～1／3とする。 杭の施工法は，直接杭を打設する方法と大口径ボーリング等により削孔後，その孔内に部材を挿入する方法があり，一般には後者がよく用いられる。 地盤条件の関係で大口径ボーリング等による削孔が困難な場合，または，すべり土圧が大きく杭工では計画安全率の確保が困難な場合は，シャフト工法が用いられる。 杭の間隔は，狭すぎたり広すぎたりした場合には土塊の性状によっては基礎破壊や移動土塊のなか抜けが生じることもあるので，径300～450mm程度の鋼管杭を用いる場合には，杭の間隔は少なくとも最小1.5～最大４ｍの範囲を越えてはならない。

表—3・解45(8) 設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
抑止を主目的とした本復旧工法	押え盛土工	押え盛土工	道路においては，施工用地が狭小なため，単独で施工される例は少ないが，重力式コンクリート擁壁工と組合せて用いられる場合がある。 被災パターンⅡ型及びⅢ型の復旧に用いられることがある。	特になし
	落石予防工	根固工	斜面・切土のり面上の不安定な浮石及び転石は，部分的な切土工により除去することが望ましいが簡単に除去できない大きさの浮石・転石がある場合には，根固工が用いられる。 被災パターンR型の復旧に用いられる。	この工法は，コンクリートまたは石積工などにより浮石・転石などの基礎部を固める比較的規模の小さいものから，鉄筋コンクリートまたはH鋼などの支柱によって押える大規模なものである。 この他，浮石の多い斜面でオーバーハングあるいは，鉛直に切り立った岩の亀裂にコンクリート及びモルタルを充填して，岩自身の風化防止と安定を確保するための根固めもある。
		ワイヤーロープ掛工	ワイヤーロープ掛工は，根固工の一種と考えられ，浮石や転石が滑動や転落しないように，格子状にしたワイヤーロープや数本のロープ等を用いて直接浮石などの基部を覆ったり掛けたりして斜面上に固定させる工法である。 浮石や転石が巨大な場合とか，土地の制約条件等で応急的に斜面上に固定しなければならない時に良く用いられる。 被災パターンR型の復旧に用いられる。	ロープ等で浮石などを覆ったり掛けたりする場合，このロープ等から抜け出すことのないように十分にその安定性を確保しなければならない。また，浮石等の重みに十分耐えられるように，ロープの支持力部は，アンカーボルトなどを用いてしっかりした基岩にとりつけなければならない。
		覆式落石防止網工	落石防止網は，ネット，ワイヤーロープなどの軽量部材を使用して，落石発生の恐れのある斜面・切土のり面を覆い，落石に対処するために用いられるもので，被災パターンR型の復旧に用いられる。さらに，非常に小規模な崩壊が発生したとしても，道路交通等に与える被害を減少させることができるた	覆式落石防止網は，地山との結合力を失った岩石（落石）をネットと地山の摩擦で抑止するものであるから，ネットは，その場合に生ずるネット張力及び自重に耐えるだけの強度を持たせるように設計する。

表—3・解45(9) 設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
	落石予防工	覆式落石防止網工	め，被災パターンⅠ－1型及びⅠ－2型の復旧に用いられる。	
その他の本復旧工法	柵工	編柵工	編柵工には，斜面・切土のり面の表面浸食を防止する機能と表層部の崩壊を抑止する土留め機能とがある。 浸食防止機能を主体とする場合は，斜面の薄い表層土の浸食防止及び安定勾配に切られた土砂のり面の浸食防止に用いる。 一方，土留め機能については，一般に深さ1m未満の表層土の安定しか計れないために，その適用範囲は，被災パターンⅠ型の一部のみに限られる。	一般に杭長は1～2m程度とし，杭の太さは9～15cm，杭間隔は0.5～1.0mを標準とする。また，杭の配列間隔は傾斜度や杭の長さにより異なるが一般に斜面長方向1.5～3.0m程度とする。杭の根入れは，杭長の2／3は埋込まねばならない。 編柵工の杭は一般に径も小さく長さも短いことから打込み方式となる。杭の打込み方向は，一般に鉛直方向から斜面直角方向までの間とする。 斜面上に降雨水や湧水等が滞留したり，また，新たな水みちができ浸食など起さないよう注意する。
		土留柵工	土留柵工には，土留め機能の他に浸食防止機能を有しているが，一般には土留め機能を主目的として用いられることが多い。 土留柵工の土留め機能は，一般に深さ3m未満の表層土の安定しか計れないので，その適用範囲は被災パターンⅠ型もしくはⅡ型の一部に限られる。	杭及び杭間の土留部の設計を計算により行なう場合には，外力により生じるせん断及び曲げモーメントに対して安全であるように設計する。 土留柵部は，浸食された土砂や積雪の下方への移動を防止するため，一般に地表面より1～2mの高さとする。 杭の根入れ深さは，根入れ地盤の破壊が起こらないように十分とる。根入れ地盤が傾斜している場合には，水平な地盤の場合よりも割増しをして用いる。 杭の間隔は1～2m程度とし，配列間隔は一般に斜面長方向に5～10m間隔に配置する。 地盤に有害な振動を与えないよう，一般に挿入杭が用いられる。 削孔においては，循環水より地盤が緩んだり，水みちができ斜面崩壊を起こす恐れがあるので，できる限り循環水の使用量を少なくしたり，泥水を濃くする配慮が必要である。

表—3・解45(10)　設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
その他の本復旧工法	蛇かご工	蛇かご工	蛇かご工には，主に浸食防止と地下水排除機能を目的とされる蛇かご工と，主に地下水排除と押え盛土（崩壊抑止）機能を目的とされるふとんかご工とがある。 蛇かご工は，崩壊の発生の懸念が少ない斜面・切土のり面で湧水が多い場合の浸食防止及び地下水排除に用いられる。 ふとんかご工は，湧水に起因した小・中規模の崩壊が懸念される斜面・切土のり面の崩壊発生及び拡大の抑止に用いられる。また，屈撓性があるので地すべり的な崩壊の抑止にも用いられる。	のり面からの流出土砂によって蛇かごが目詰りを起こす恐れがある場合には，周囲を砂利などで保護する。 床ごしらえの後，間割をしてかご頭の位置を定め布設し，詰石の際ののり肩及びのり尻屈折部が偏平にならないよう注意する。 蛇かご間の連結が必要な場合は，のり肩1mごとに蛇かご用鉄線と同一規格の鉄線で累結する。 構造物とかごに間隙を生じた場合，栗石で間詰めする。詰石にあたっては外回りになるべく大きい石を選び，かごの先端から逐時詰め込み，できるだけ空隙を少なくし所定量を充填する。
	網工	ポケット式落石防止網工	落石が発生しても，飛跳させずに落下させるものであるが対応できる落石規模は，一般に1ton-m未満であるので，適用範囲としては，非常に小規模な落石の発生しか懸念されない箇所に限られる。	ポケット式落石防止網の設計は，次の手順に従って行なう。 ① 落石のエネルギーを決める。 ② ポケット式落石防止網の可能吸収エネルギーを計算する。 ③ 可能吸収エネルギーが，落石のエネルギーより大きくなれば，ロープの破断荷重に耐えるようにアンカーの安定性を検討する。 施工にあたっては，アンカーを確実堅固な地盤上に設置することが要点となる。
	柵工	落石防止柵工	落石防止柵は，比較的小規模な落石対策として有効であり同時に小規模な崩土対策の役割を果たすが，一般に市販されている柵で防ぎ得る落石エネルギーは，約10t・mであるので適用範囲は，比較的小規模な落石及び崩土に限られる。 斜面・切土のり面の中腹もしくは下端に単独で設置される他，擁壁工の天端に併設されることも多い。	落石防止柵の設計は，次の手順に従って行なう。 ① 柵の高さは落石が柵を飛び越えないように決定する。 ② 落石のエネルギーを充分に吸収できるように，支柱の断面，ロープの径・本数を決定する。 ③ 支柱が塑性変形をしても基礎が破壊されないように，基礎の形状・寸法を決定する。 落石防止柵を石積・ブロック積擁壁の上に設ける場合は，石積・ブロック積擁壁の耐力が，コンクリート擁壁に比べて小さいの

表—3・解45(11) 設計・施工法一覧表（斜面・切土のり面）

	工種	工種細分	適用の考え方	設計・施工の留意点
その他の本復旧工法	柵工	落石防止柵工		で，基礎の耐力について十分な配慮が必要である。
	擁壁工	落石防止擁壁工 （待受け式擁壁工）	落石防止擁壁は，岩石が道路に落下することを防止する防護工として，また，崩土が考えられる場所の防護工として用いられるもので，主として道路の側近に設置されるものである。また，落石防止擁壁は，その背後にポケット部を設け，ある程度の落石や崩土を堆積させることができる構造とすることが望ましいことから，対象とする背面地形の斜面勾配が緩やかな場所や道路の側方に余裕のある場所に作られることが多い。 擁壁の規模が確保できる場合には，数百 ton·mのエネルギーを持つ落石まで対象にできるので，小規模及びやや規模の大きな落石対策に用いることができる。	落石防止擁壁は，通常重力式コンクリート擁壁として造られるが，その基本的な考え方は，落石や崩土の持つ運動エネルギーを擁壁本体及び支持地盤の変形エネルギーに換えて吸収することにより，落石や崩土を停止させるという考え方によっている。従って，その設計に際しては，地形，地質の他，落石にあたっては予想される落石の重量，落下高さ，崩土にあたっては予想される崩壊高さなどを考慮し，落石防止擁壁の安定及び躯体断面の補強などについて検討を行なう必要がある。 落石防止擁壁の安定は，一般の擁壁と同様に直接基礎としての安定について検討を行えばよい。安定計算の方法は，次の事項について検討を行なう。 ① 地盤の支持に対する検討 ② 転倒に対する検討 ③ 滑動に対する検討
	覆工	落石覆工 （洞門工）	落石覆工は，一般に道路の側方に余裕がなく，落石の発生し易い急傾斜面が連続する場合，あるいは，落石の規模が大きかったり，落石防護柵等ではその上を飛び越す恐れのある場合などに使用される。 比較的規模の大きな落石や崩土も対処できるため，安全性確保の面からは確実な方法であるが，非常に高価なため，復旧での適用範囲はかなり限られたものとなる。	一般に落石による衝撃荷重を静的荷重に置き換えて，許容応力度法により設計する。設計にあたっては，死荷重，土圧，堆積土，落石，地震等の荷重を考慮する。サンドクッションの厚さは，90 cmを標準とすることが多い。

6. トンネル
6.1 一 般

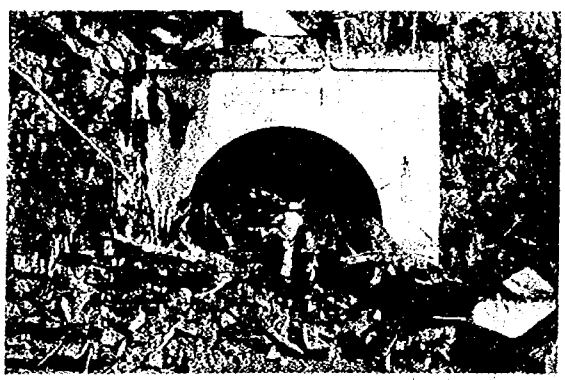
1) 過去の地震による山岳トンネルの震害事例の内容は，トンネル本体の変形・損傷，坑口周辺斜面の崩壊による坑口の閉塞等，ならびに換気・照明等の付属施設の損傷などの被災形態に大別される。トンネルの被災調査，判定，復旧にあたっては本章による他，関連する基準類による。
2) トンネル本体の変形・損傷ならびに坑口周辺斜面の崩壊による坑口の閉塞などは，地山の不良や地滑り，まれには断層の活動などの地山の変状にともなって生ずることが多いので，被災調査や復旧にあたっては，トンネル本体のみならず周辺地山の変状の有無についても留意するのがよい。また坑口周辺斜面の崩壊の調査や復旧については，本編第5章を参考にするのがよい。

［解説］
1) 本章では，主として山岳トンネル本体の構造的被害の調査，被災判定，復旧工法を取り扱う。トンネルには，一般に，換気施設，照明施設，非常用施設等の付属施設を伴うものがあり，これらについては通常の維持修繕基準を参考にして調査，復旧を行うのがよい。本章に関連する基準類を以下に示す。

- 道路トンネル技術基準
  建設省（道企発第91号） 昭和49年11月29日
- 道路照明施設設置基準
  建設省（道企発第9号） 昭和56年3月27日
- トンネル標準示方書（山岳編）・同解説
  土木学会 昭和52年1月
- 道路トンネル技術基準（換気編）・同解説
  日本道路協会 昭和60年12月
- 道路維持修繕要綱
  日本道路協会 昭和53年7月

2) 既往の震害事例におけるトンネル本体の構造的被害（広義）は，本文に述べたようにトンネル本体の変形・損傷，坑口周辺斜面の崩壊による坑口の閉塞等，ならびに換気・照明等の付属施設の損傷などの被災形態に大別される。一般に坑口の閉塞は周辺斜面の崩壊によるものが多く見られるが，稀には1984年長野県西部地震に際して王滝村村道で見られたように，周辺河川等から氾濫した土砂によりトンネル内空全面が埋没した例もある。写真－3・解1に坑口閉塞の例を，また写真－3・解2にトンネルの埋没事例を示す。

写真－3・解1 白田トンネル（国道135号線）
下田側坑の崩落
（1978年伊豆大島近海地震）



写真－3・解2 永ケ瀬トンネル（王滝村村道）
の閉塞状況
（1984年長野県西部地震）

トンネル本体の変形，損傷の主な事例には，次のような形態のものが見られる。

変形 ① トンネル断面の変形
② トンネル軸線の曲がり
損傷 ③ 覆工コンクリートのクラック，剝離
④ 施工継目の開き，ずれ

⑤ 側壁のはらみ出し
⑥ 路面の盤ぶくれ
⑦ インバートの破損
⑧ 覆工コンクリートの破損箇所，施工継目等からの土砂の流入や漏水
⑨ 坑門のクラック，前傾，崩壊

吉川は，既往の地震による鉄道トンネルの被災事例を整理しトンネルの被害形態を表—3・解46のように分類している。

なお，以上の被害形態は山岳トンネルについてのものであるが，近年建設されている水底トンネルや平地部での都市トンネルでは，大規模な地震を経験していないことからこのような経験に基づく分類を行うことはできない。しかし，小規模ではあるが，類似の構造物である下水道等の震災事例より類推すると，水底トンネルや都市トンネルの被害は，山岳トンネルで見られる上述の被害形態のうち⑤，⑥，⑦を除く被害形態に分類できると考えられるので，被災調査にあたっては原則的に山岳トンネルに準じた着眼点に沿って調査するのがよいと考えられる。ただし，換気塔等の存在や伸縮継手等は，山岳トンネルには見られない都市トンネル特有の構造であるので，これらについてはなお今後の経験の蓄積が必要である。

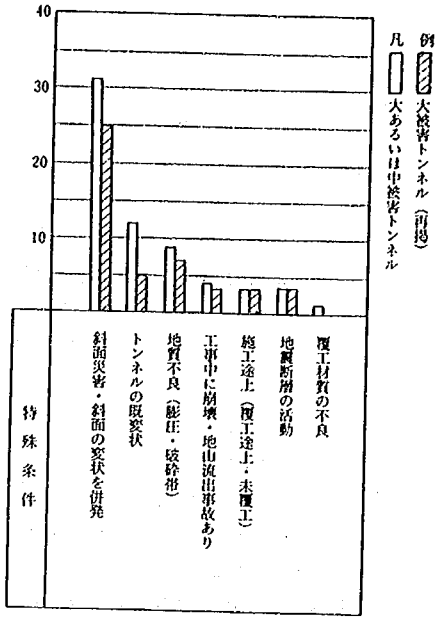
表—3・解46 地震によるトンネルの被害形態（吉川他）

箇所	被害状態	程度		
本体	クラック	機能に支障	有	
		安全上の問題		
		機能に支障	無	顕著
		安全上の問題		軽微
	覆工の欠落	機能に支障	有	
		安全上の問題		
		機能に支障	無	顕著
		安全上の問題		軽微
	トンネルの変形	規格に支障	有	
			無	
	トンネルの移動	規格に支障	有	
			無	
	崩落			
路盤	盤ぶくれ	機能に支障	有	
		規格に支障	無	
	土砂流入			
坑門	クラック	機能に支障	有	
		規格に支障		
		機能に支障	無	顕著
		規格に支障		軽微
	面壁の欠落	機能に支障	有	
		規格に支障		
		機能に支障	無	顕著
		規格に支障		軽微
	変形(はらみ出し等)			
	変位(滑動，前傾等)			
	崩落			
	埋没			

3) トンネル本体に生じる損傷は，覆工体がブロック状になっておりそれぞれのブロックの地震時応答が異なるために生じたと思われるものと，地山そのものが地滑りや断層運動などの変状を生じたために覆工にも生じたと考えられる損傷に大別できる。地滑り等の地山の変状に起因する損傷は，特に土被りの薄いトンネルにおいて生じ易い。すなわち，トンネル本体に損傷を生じるのは，覆工の不良や地山の地質条件が不良であるといった特殊な条件がトンネルの地震被害の直接的原因と考えられる。これらの箇所では一般に常時においても変状を生じ易いので，通常の点検時に変状の見られるトンネルは，震後の被災調査にあたっても特に注意深く点検するのがよい。吉川は，鉄道トンネルにおける震災事例についてこのような特殊な条件について次のように述べている。

過去の鉄道トンネルの地震被害事例，特に大被害となった事例では斜面の変状，トンネル本体の既変状，地質不良等の特殊な条件が介在している場合が多く，124例の被害事例のうち44%が，更に大被害トンネルに限れば83%までに何等かの特殊条件が介在している。図—3・解62は，中被害以上の被害トンネルを対象とし，被害原因（特殊条件）ごとの件数を示したものである。斜面被害に関するもの（斜面崩壊による坑口の閉塞等）が36件と最も多く，このうち70%の25件が大被害となっている。また絶対数は少ないものの，施工中のトンネル，断層が介在した場合には全て大被害に至っている。

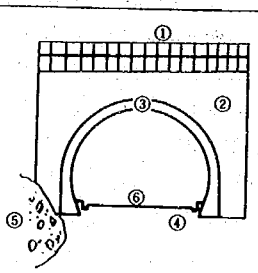
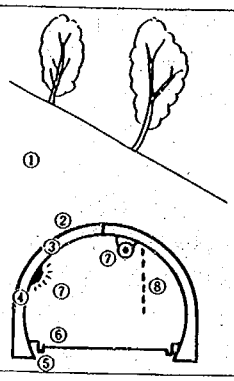
なお，緊急調査や応急調査に際してトンネル周辺の斜面の状況を道路上から調査することは困難な場合が多いと考えられるが，このような場合には第Ⅰ編第5章5．3航空写真等による調査を参考にして，ヘリコプター等を活用した調査を行うのがよい。



図—3・解62 被害トンネルにおける特殊条件の介在状況（吉川他）

4) 緊急調査段階では，できるだけ短時間に道路及び道路施設全体の被害の概要を把握することを目的としているため，トンネルについては本体に異常がないか，坑口が土砂で閉塞していないか，付属施設に変状はないかという項目を調査し，道路の交通機能の確保性を評価する程度の時間的余裕しかない。応急調査段階では，被害程度に応じ単に1回だけの調査ではなく複数回の調査が可能である。この段階では，被災内容の量的な把握や機器を用いた調査もある程度可能であるので，トンネルに生じた変状が進行しているかどうかについても把握することが必要である。図—3・解63に調査の着眼点を概念的に示す。

5) 変状の発見されたトンネルでは，応急調査の結果に基づき本復旧までの間に応急復旧を要するかどうかを判断し，必要な手段を講じなければならない。応急復旧の主な内容は，崩落土砂や覆工コンクリートの破片等の除去（排土工）と覆工や坑門の応急的補強等に大別できる。覆工や坑門の応急的補強は本復旧までの短期的な対応であり，この間における変状の進行を防

調査箇所			調査箇所	
			応急	本復旧
坑口		①斜面（落石フェンス等含む） ②面壁 ③覆工と坑門の接続部 ④側溝 ⑤崩落土砂 ⑥路面	簡単な計測（継続的観測）	詳細な計測（継続的観測）
本体		①地山（土被りの小さい箇所） ②覆工背面空隙 ③覆工コンクリート ④施工継目 ⑤側溝 ⑥路面 ⑦付属施設 ⑧漏水	簡単な計測（継続的観測）	詳細な計測（継続的観測）
路線の性格		①交通量 ②代替ルートの有無 ③崩落土砂の捨場 ④将来計画	○ ○ ○ —	○ ○ — ○

図—3・解63 調査の着眼点と調査法

止し道路交通の機能を回復するためのものであるから，防護工等の設置によって内空断面が多少小さくなり，所要の建築限界を満足できない場合も生じる。

6) 地震により被災したトンネルの本復旧は，本復旧調査の結果に基づいて行うが，このとき計画する本復旧の水準は第Ⅰ編第2章に述べられている震災復旧の基本方針に従い，トンネル本体の被災内容や程度，坑口周辺斜面の異常の有無や程度のほか，当該路線の重要度あるいは改築計画などを参考にして設定する。目標とする復旧水準を達成するための具体的な工法の選定は，上に述べた項目のみならず本復旧期間中の通行規制の状況にも影響される。

なお，道路トンネルが地震により被災した事例は多くないので，本復旧のための調査方法や工法は現状では主として通常時におけるトンネル変状の対処事例を参考にせざるを得ないのが実情であり，又それによりほぼ対応可能である。震災時にはこのマニュアル(案)に述べられた主旨を十分理解し，また，今後の技術的進歩による新しい技術や知識をも活用する態度が望ましい。

6.2 被災調査

6.2.1 応急調査

1) 応急調査では，緊急調査により異常の発見されたトンネルについて損傷の内容，程度，損傷の進行を把握するための応急調査を行う。調査箇所は，トンネル本体，坑口周辺斜面及びトンネル地山であり，特に応急復旧の必要が認められるトンネルについて重点的に行う。

2) 調査項目は，覆工，施工継目，路面，側溝，坑門，坑口周斜面及び地山の異常の発見，漏水量の把握及び簡単な計測である。

3) 調査方法は，目視及び簡単な計測器具による計測である。また，被害が徐々に進行する場合があるので，必要に応じて継続的な調査・測定法について検討する必要がある。

4) 応急調査では，異常の被災調査のほかに路線の性格として，交通量，代替ルートの有無，崩壊土砂の捨場，将来計画等に関する調査も行い，被災判定の資料とする。

5) 調査結果は，調査票に記入するとともにトンネルの平面図，断面図に図示する。また被害写真を添付する。

[解説]

1) 応急調査は，緊急調査により異常の発見されたトンネルを中心に被災の内容程度，損傷の進行の可能性を把握し，応急復旧計画を策定するために行うものであるから，これらの項目をできるだけ定量的に把握するよう努めなければならない。また，緊急調査時点で異常の発見されていないトンネルについてもトンネル本体及び周辺地山の全般的な調査を行い，異常のないことをこの時点で再確認することが必要である。

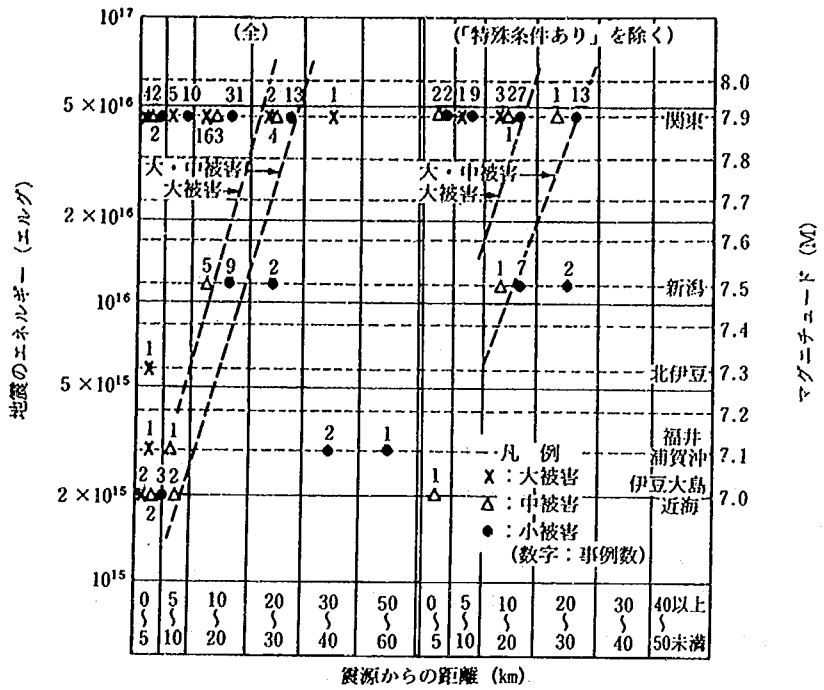
過去の震害事例によると図—3・解64に示すように，同じ地震規模（マグニチュード）でも震源からの距離が小さくなるにつれて被害は生じ易くなっている。これは，一般に震央周辺では地山の変状が生じ易いためである。また，地震規模が大きくなるにつれ，被害の生じる震源からの距離が大きくなっている。これらの傾向を参考にして，特に震央距離の小さい範囲にあるトンネルは特に注意して調査するのがよい。

またトンネル本体に生じた過去の震害は，常時に変状がある場合や特殊条件が存在する場合に多く生じる傾向があるので，これらのトンネルについては特に注意して調査を行う必要がある。ここで，特殊条件とは以下に示す事項である。

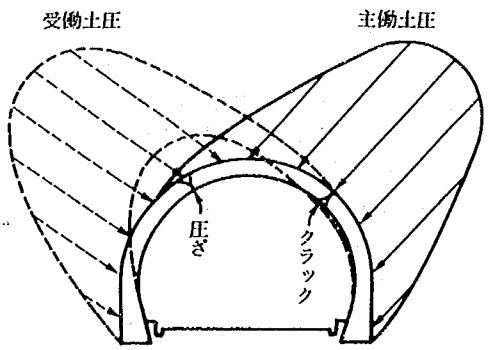
(1) トンネルの存在する地山が，斜面の滑動，地震断層のずれにより変位を生じている。
(2) クリープを生ずるような不安定な斜面下にトンネルがある。
(3) 偏圧や膨圧による変状をすでに生じている。
(4) 無巻きやごく薄い覆工しか施工されていない。
(5) 施工途上にある。
(6) 凍害等により覆工強度が劣化している。
(7) 工事中に地山の流出，崩壊を生じた履歴があり，覆工上部の地山が緩んでいる。

2) トンネル本体に生じた変状は，坑門付近を除けば内空側に現れたものを見るわけであるが，その種類や現れ方から変状の原因を推定する上で参考になることが多い。例えば，図—3・解65に示すように内空側のひび割れは，主働的な荷重点では開いた引張り亀裂を生じ，受働土圧が不足して応力が開放される側では閉じた圧縮亀裂（圧ざ）となる。圧縮亀裂の入っている覆工の背面では，開いた引張り亀裂が発生していると考えられる。

ひび割れの方向としては，トンネル軸と平行なもの，直角なもの，斜めのもの，放射状のものなどがある。ひびわれ状況だけからその発生原因を断定することは困難であるが，主たる原因の一つとしては，例えば平



図－3・解64 震源からの距離とトンネルの被害



図－3・解65 偏土圧によるクラッククラックと圧ざ

行なものは土圧によるものであり，直角なものは，沈下か土圧による押出しによるものであり，斜めのものは不同沈下によるものであり，放射状のものは覆工背面に密着した突出岩塊の押出しによるものと考えることができる。

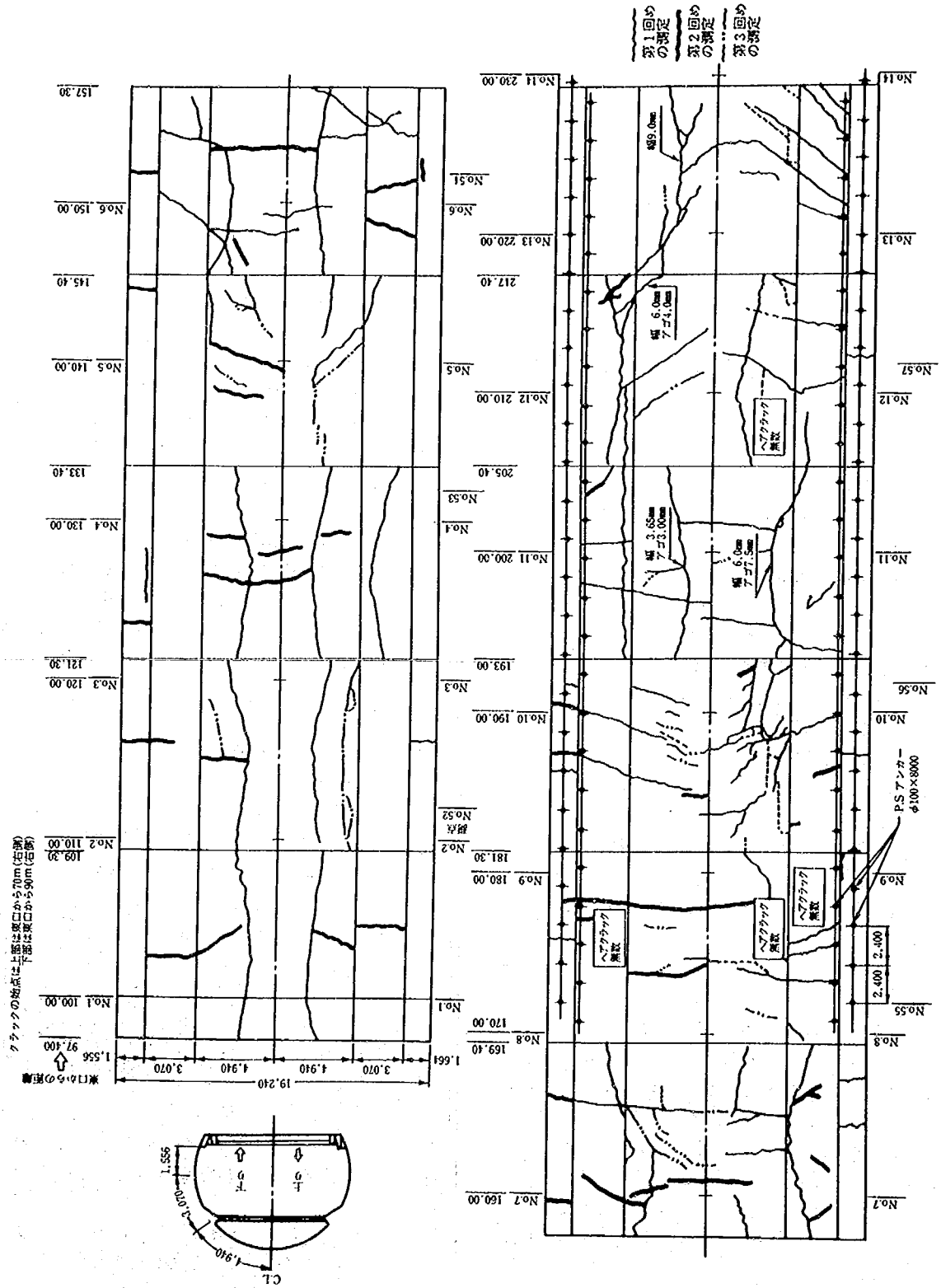
またアーチと側壁，インバートと側壁の施工継目は，構造上応力が集中しやすいだけでなく，各ブロックの地震時の応答の違いなどから，変状の初期にこのあたりからひび割れが発生することが多い。従って，これらの点に留意して次ぎに述べる項目について調査する。

(1) 覆工コンクリートのクラックパターン，長さ，幅
(2) 覆工コンクリートの圧ざの有無と剝離面積，厚さ
(3) 施工継目の開き，ずれ量
(4) 覆工コンクリート，施工継目からの土砂流入量
(5) 覆工コンクリート，施工継目からの漏水量
(6) 側面のはらみ出し量
(7) 路面の盤ぶくれ量
(8) 坑門コンクリートのクラックパターン，長さ，幅
(9) 坑門の前傾量
(10) 坑口周辺斜面の崩壊土砂量
(11) 地山の異常の有無

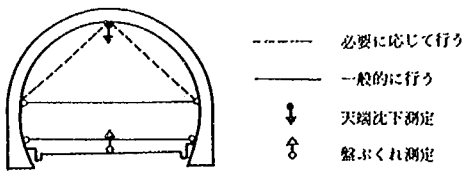
3) 調査方法は，目視及び簡単な計測器具による計測である。目視による坑内観察調査を行い，ひび割れ・目地切れ，圧ざ・剝離・剝落，漏水の有無を調べ本体に変状の認められる場合には，内空変位の計測や天端の沈下測定などを行う。

① ひび割れ・目地切れ

ひび割れ・目地切れの位置，幅，長さを測定する。ひび割れの主要なものについては，その幅を測定する。図－3・解66には，ひび割れ調査結果の展開図の例を示す。ひび割れの進行性については，ひび割れ端末の



図—3・解66 ひび割れ調査結果の展開図の例



図—3・解67 内空変位測定位置の例

伸長のチェック及びモルタルパットによるのがよい。

② 剝離・剝落・圧ざ

剝離・剝落・圧ざについては，その位置，範囲，深さ及び進行性について調査する。進行性についての調査は，調査時点毎の深さ，範囲の拡大をもって示す。

③ 漏 水

漏水については，位置，量，濁り等について調査する。

④ 内空変位の測定

トンネルの内空断面の変状を断面測定器を用いて測定し，変状が認められ計測を始めた時からのデータを照合して変位速度を求める。図—3・解67に変位測定位置の例を示す。

6.2.2 本復旧のための調査

1) 本復旧が必要とされるトンネルの被害原因を究明し本復旧工事の規模，工法の選定に必要な資料を得るために，被害箇所について詳細な計測と継続的な観測を実施する。

2) 本復旧調査は被害形態，本復旧工法により異なるが，トンネル本体のみならず地山についても実施するのがよい。

3) 調査方法は，調査項目に応じ適切な手段を用いることとする。

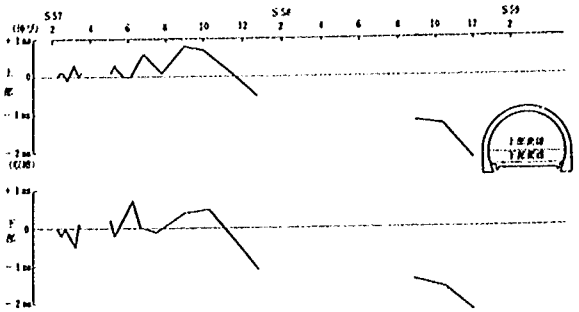
4) 調査結果は，被害調査報告書としてとりまとめる。

[解説]

1) 本復旧調査は，本復旧が必要とされるトンネル被害箇所について被災原因の究明，本復旧工事の規模・工法の選定に必要な資料を得るために行う調査である。トンネルの場合，被災原因，地山の状態，覆工の状態によって復旧工法が大きく変化することから，詳細な調査が必要である。

2) 調査は図—3・解65に示したような箇所について実施することが必要であるが，主な着目点を以下に示す。

① トンネル内空断面の変状



図—3・解68 側壁間内空変位の測定例

② 地山のゆるみ，変状

③ 覆工と地山の間の空隙

④ 坑口周辺斜面の状態

3) トンネル内のひび割れや圧ざなどの変状，ならびに内空断面の測定は6.2.1応急調査で述べた方法に準じて行えばよい。地震後の調査ではないが，内空断面の変位を継続観察した例を参考として図—3・解68に示す。

地山と覆工背面の状況については，覆工にボーリング孔を設け地山と覆工の空隙の大きさ，幅，長さ等を調べる。また覆工背面にある坑木，ずり等あるいは裏込めの有無についても調べる。覆工の巻厚や背面の状態の調査には，ボアスコープカメラを用いるとよい。

6.3 被災判定

6.3.1 応急復旧のための判定

1) 応急調査結果に基づき，トンネルの被災度を表—3・9に示すように4段階に区分する。

表—3・9 トンネルの被災度区分

トンネルの被災度	交通に対する措置	異常の監視の有無	応急復旧の内容
A	必要なし	無	必要なし
B	注意走行	有	・崩落土砂等の除去
C	通行規制	有	・崩落土砂等の除去 ・応急復旧（補強）
D	通行止め	有	

2) トンネル被災度の区分にあたっては，被害の進行の可能性についても配慮しなければならない。

3) トンネル被災度の区分に従って，表—3・9に示すように必要に応じて交通に対する措置ならびに応急復旧を実施する。

[解説]

1) トンネルの被災度Aとは，無被害又は，非常に軽微な損傷をいう。トンネルの被災度Bとは，覆工の軽微な剝離や坑口周辺の少量の土砂崩壊が生じた場合で，土砂の排除により交通機能が確保でき，被害の拡大や進行の恐れのない場合をいう。

トンネルの被災度Cとは，崩落した土砂等の排除だけでは被害の拡大を防除できない場合で，仮組支保工などによる補強等を行って交通の用に供せる場合をいう。

トンネルの被災度Dとは，これらの何れの手段を講じても危険と認められる場合であり，通行止めを行って異常の監視を行う。

2) 照明施設，換気施設等のトンネルの付属施設にのみ被害を生じた場合や，湧水の増加により路面に一部湛水するなどの被害を生じた場合には，維持管理基準等に準拠して交通に対する措置ならびに復旧内容を定める。

6.3.2 本復旧のための判定

1) 本復旧調査の結果に基づき，本復旧の水準を定める。
2) 本復旧のための判定にあたっては，トンネル本体の被災内容・程度のみならず地山の変状や坑口周辺の斜面の変状，ならびにトンネルの前後区間の路線の改築計画やトンネルそのものの将来の改築計画をも考慮しなければならない。

[解説]

本復旧調査の結果，地山に変状がなくトンネル本体及び坑口周辺斜面の損傷が軽微である場合には，被災箇所について局所的復旧を行う。地山に若干の変状が認められ，トンネル本体，坑口周辺斜面にも中程度の被害があり，従来の構造諸元では長期間にわたる安全性を確保できない場合には，構造諸元の変更を伴う復旧を行う。地山に中程度の変状が認められ，トンネル本体，坑口周辺斜面に大被害が生じている場合には，トンネル本体及び斜面について構造変更及び補強を伴う復旧を行う。地山や坑口周辺斜面に大被害を生じ，どのような復旧を行っても長期間にわたる安全性を確保した復旧が困難な場合には，路線の変更について検討をおこなう。

6.4 応急復旧工法

応急復旧のための判定結課に基づき，応急復旧が必要と認められるものについては，その被災度に応じ適切な復旧工法により工事を実施しなければならない。

[解説]

応急復旧工法を以下に示す。

1) 排　土

坑口周辺斜面の崩壊や覆工の崩落により路面上にコンクリート片や土砂が堆積している場合には，速やかに交通機能の回復を計る目的で排土を行う。ただし，土砂を除去することにより新たな崩壊を生ずる可能性があるので，排土を行う際には崩壊の進行防止について十分検討を行わなければならない。

2) 仮組支保工

トンネルにクラックやはらみ出し等の被害が発生し，放置すれば被害が進行して部分的な剝離や崩壊が生じる可能性のある場合には，H鋼等の支保工を建て込み補強する。支保工の設計施工にあたっては，以下のことを考慮する。

1) 形が単純で，取扱い易いこと。
2) 継手は取扱いが容易で，強度上の弱点とならないこと。
3) 各支保工間のつなぎ材は十分丈夫なものとすること。
4) 支保工脚部は荷重に十分耐える面積を有し，側圧に対しても耐えうる構造とすること。
5) 建築限界を侵す場合については，トンネル坑口において車両規制を実施すること。

写真－3・解3には，1984年長野県西部地震の際に氷ヶ瀬トンネルに設置された支保工の状況を示す。

写真－3・解3　支保工によるトンネルの応急復旧例

6.5 本復旧工法

本復旧のための判定結果に基づき，本復旧が必要と認められるものについては，その本復旧の水準に適合するよう適切な復旧工法により工事を実施しなければならない。

[解説]

本復旧工法は，大別して地山を含むトンネル本体に対して行われる工法とトンネル周辺の斜面に対して行われる工法に分類することができる。覆工の被害に対しては，縫い返し工，内巻き工，インバート設置など覆工に対して行われる工法と，覆工背面への注入工，ロックボルト，吹付けコンクリート補強工など周辺地山をも含めた復旧工法がある。また漏水に対しては，導水工，防水工等がある。更に，斜面に対しては，排水工，吹付工，張工，枠工，切土工等がある。

1) 覆工の縫い返し工

ひび割れ，圧ざ，剝離，断面の変形等の変状が著しく覆工の機能が失われている場合でかつ内巻きを行う余裕がない場合には，覆工を取り壊して部分的あるいは全体的に覆工を打換える。覆工を部分的に打替える場合には，その継目部は覆工の材軸線と直角になるようにしなければならない。

2) 内巻き工

覆工に変状が生じており，内空断面に余裕がある場合に採用される。内巻きを行う方法としては，鉄筋コンクリートによる方法と吹き付けコンクリートを用いる方法がある。吹き付けコンクリートを用いる場合，強度を高めるために，溶接金網を用いたり鋼繊維コンクリートを用いたりする。

3) ロックボルト，吹付けコンクリート補強工

トンネル内空の建築限界に余裕があり，しかも変状の原因が偏圧，膨圧等による様な場合に、本工法による補強を行えば効果面からも適切で適用しやすい補強工である。

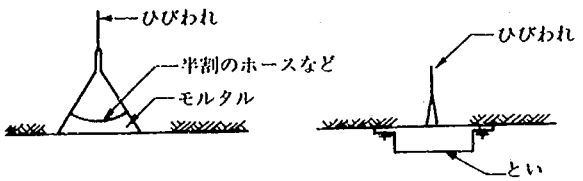
4) 裏込め注入

覆工背面に空隙がある場合に行う。裏込め注入は，覆工と地山を密着させることにより荷重を均等化させ，覆工の強度を有効に利用することができるようになるので，覆工に被害が生じた場合にはまず検討されるべき工法である。

5) 漏水対策

漏水防止対策の基本は，地山から出てくる水を停滞を生じることなく，排出することである。排水工については，覆工背面排水工と覆工表面排水工がある。覆工表面排水工としては，覆工コンクリートをVカットし，半割りホースを埋め込む工法や簡単にといを設置し，漏水を側溝あるいは中央排水管に導く工法等がある。図－3・解69に覆工表面排水工の概要を示す。

防水工法としては，覆工表面にセメント系又は樹脂系の防水材を用いて防水層を設ける方法や，防水シートを覆工面に張り，吹き付けコンクリートで保護する工法等がある。



図－3・解69 覆工表面排水工

7. 共同溝・カルバート

7.1 一 般

1) 本章では，共同溝本体についての調査，判定，復旧について取り扱う。

2) 共同溝本体の地震時の被害としては，以下の形態が考えられる。

- 函体コンクリートのクラック
- 目地の開き，ずれ
- 目地からの土砂流入
- 函体内部への漏水
- 函体軸線の曲がり
- 函体の浮き上がり

3) 共同溝の機能は，電気，電話，ガス，上下水道等公益物件の保護機能及びその点検作業空間の確保機能であることから，地震により被害が発生した場合，共同溝管理者（道路管理者）は占用者（公益事業者）と密接に連絡をとりつつ，共同溝本体及び公益物件の被害に対応しなければならない。

4) 共同溝の緊急調査，緊急措置については，本編第2章で取扱う。また，調査，判定，復旧を行うに当っては，共同溝と同様の線状地中構造物である下水道管路施設を取扱っている第4編を参照するのがよい。

[解説]

1) 共同溝は，現在までのところ地震による被害が報告されていないため本章においては共同溝の通常の老朽化及び類似構造物の地震被害事例を参考に共同溝本体の調査，判定，復旧について取り扱う。また，照明，換気，排水設備等付帯設備については，通常の維持・修繕基準を参考に調査，判定，復旧を行うのがよい。

2) 共同溝本体の地震時被害の形態を類似構造物の被害より推定すると，本文のような被害が考えられる。また、想定される被害原因としては，地中線状構造物であることから以下のものが考えられる。

- 地盤振動に対する共同溝軸方向及び軸直角方向の強度不足
- 共同溝断面変化部における構造物の振動性状の違い
- 基盤急変部における周辺地盤の振動性状の違い
- 地盤の液状化による共同溝の浮き上がり

3) 共同溝の機能は，電気，電話，ガス，上下水道等の公益物件の保護機能及びその点検作業空間を確保する機能であることから，公益物件の地震被害を十分考慮に入れ共同溝本体の被災調査，被災判定，，復旧工法を検討しなければならない。更にこれ等の調査，判定，復旧を行うにあたって，共同溝管理者（道路管理者）は，占用者（公益事業者）と密接に連絡をとり円滑に復旧を行なわなければならない。

なお，被害の復旧に当っては本マニュアルの他に通常の共同溝維持管理規準等も参考にすることとする。共同溝維持管理規準の例を以下に示す。

- 関東地方建設局共同溝管理規定
- 関東地方建設局共同溝保安細則
- 共同溝ガス導管管理基準
- 地中送電線路保安細則

4) 共同溝の緊急調査，緊急措置については，本編第2章の道路施設全体の緊急調査，緊急措置で取扱うこととし，本章では述べない。調査，判定，復旧を行うに当っては，共同溝と同様の線状地中構造物である下水道管路施設を取扱っている第4編を参照するのがよい。

7.2 被災調査

7.2.1 応急調査

1) 調査目的は，緊急調査で発見できなかった被害の発見及び被災判定のための資料収集である。
2) 調査箇所は，全路線についての共同溝本体，照明，換気，排水施設等付属施設である。共同溝断面の変化部，基盤急変部，地盤の液状化の可能性のある地点については，被害が発生しやすいと考えられるので，特に詳細な調査が必要である。なお公益物件についても，共同溝管理者として調査を行うことが望ましい。
3) 調査項目は，共同溝の機能である公益物件の保護機能及び公益物件の点検作業空間の確保機能の損傷程度の把握に重点を置くとともに，構造本体の被害について調査を行う。
4) 調査方法は，目視及び簡単な計測機具による計測である。
5) 調査結果は，路線図，横断図に詳細に記入するとともに，写真を添付することが望ましい。また調査結果一覧表を作成する。

[解説]

1) 調査目的は，緊急調査で発見できなかった被害の発見及び被災判定のための資料収集である。

2) 調査箇所は，全路線についての共同溝本体，照明，換気，排水設備等付帯設備である共同溝断面の変化部，基盤急変部，地盤の液状化の可能性のある地点については，被害が発生しやすいと考えられるので，特に詳細な調査が必要である。なお公益物件についても共同溝管理者として調査を行うことが望ましい。

3) 調査項目を以下に示す。

- 共同溝本体，付帯設備の被害の有無
- 函体クラックの幅，長さ，クラックパターン
- 函体の剝離面積，厚さ
- 目地の開き，ずれ
- 目地からの土砂流入量
- 漏水量

4) 調査方法は，目視及び簡単な計測機具による計測である。

5) 調査結果は，路線図，横断図，縦断図に詳細に記入するとともに写真を添付するのが望ましい。また調査結果一覧表を作成する。

7.2.2 本復旧のための調査

1) 調査目的は，本復旧が必要とされる共同溝被害箇所について本復旧工事の規模，工法の選定に必要な資料を得ることである。
2) 調査箇所は，本復旧が必要とされる被害箇所である。
3) 調査項目は，被害の形態，本復旧工法により

異なるが，共同溝において本復旧を必要とする被害は，地盤が原因となって発生する場合が多いと考えられるので，地盤条件については特に詳細な調査が必要である。調査項目を以下に示す。

・地盤条件
・共同溝軸線の曲り量，水準の変位量
・共同溝外壁のクラック状態
・共同溝外壁と周辺地盤の間の空隙の有無

4) 調査方法は，調査項目に応じて適切な方法を検討しなければならない。

5) 調査結果は，被害調査報告書として取りまとめる。

7.3 被災判定

7.3.1応急復旧のための判定

応急復旧のための判定は，共同溝本体，付帯設備の被害程度及び公益物件の被害程度に応じ応急復旧を行うか否か，また復旧を行う場合の規模，工法の選定の為，評価項目に従い被害を分類することである。

共同溝の場合以下の評価項目に従い応急復旧のための判定を行う。

・公益物件の保護機能の低下程度
・公益物件の点検作業空間確保機能の低下程度
・余震による上記機能低下の可能性

[解説]

応急復旧のための判定では，特に共同溝の機能である公益物件の保護機能及び公益物件の点検作業空間の確保機能の被害程度に着目し，判定を行わなければならない。また，余震によりこれ等の機能が低下する可能性についても十分な検討が必要である。

7.3.2 本復旧のための判定

本復旧のための判定は，応急調査，本調査の結果に基づき本復旧を行うか否か，また復旧を行う場合の規模，工法選定の為，評価項目に従い被害を分類することである。

共同溝の場合以下の評価項目に従い本復旧のための判定を行う。

・被害原因
・共同溝本体の損傷程度
・付帯設備の損傷程度
・共同溝機能低下の可能性

[解説]

応急調査及び本調査の結果に基づき，被害原因，共同溝本体及び付帯設備の損傷程度，共同溝機能低下の可能性について総合的な検討を行い判定しなければならない。

7.4 応急復旧工法

応急復旧のための被災判定の結果応急復旧が必要な共同溝については，適切な応急復旧法により応急復旧を行わなければならない。

[解説]

応急調査の結果に基づく被災判定の結果，応急復旧が必要な被災箇所については，公益物件の被害程度，道路交通への影響，必要資材・機材の有無，資材・機材の搬入可能性，労働力の確保等の条件を考慮にいれ，適切な応急復旧工法により応急復旧を行わなければならない。

7.5 本復旧工法

本復旧のための被災判定の結果本復旧が必要な共同溝については，適切な本復旧工法により本復旧を行わなければならない。

[解説]

本調査の結果に基づく被災判定の結果，本復旧が必要な被災箇所については，公益物件への影響，道路交通への影響，周辺環境への影響を考慮に入れ適切な本復旧工法により本復旧を行わなければならない。

(参考)

1971年サンフェルナンド地震においてジョセフジェンセン (Joseph Jensen) 浄水場の流出送水路は，著しい被害を受けた。この流出送水路は，鉄筋コンクリート製のダブルボックスカルバートであったが，ひびわれ及び継手被害に対する復旧工法の選定は，表—3・解47，表—3・解48に示す基準により行われた。

表－3・解47　サンフェルナンド地震による
ひび割れの復旧工法事例

クラックの幅	補　修　方　法
0.5mm以下	補修しない
0.5～0.8mm	水のある所ではエポキシで補修
0.8～6.4mm	Vカット（深さ2.5cm）の後補修
6.4～12.7mm	補修可能ならVカットの後グラウト圧入
12.7mm以上	取り壊し，再構築

表－3・解48　サンフェルナンド地震による
継手被害の復旧工法事例

	継手の被害	補　修　方　法
伸び	圧　縮	必要ならコンクリート部を修復し突出したジョイント部を外し、コーキングしなおし
	被害軽微	特に対策をとらない
	13mm以下	コーキングしなおし
	13～25mm	伸縮材料の取り替え、コーキングしなおし
	25mm以上（水路のみ）	A．必要なら伸縮材料にドライパック・ジョイントを付け加える B．必要に応じて外部に止水板を付加 C．特殊な方法を指示する

8.　その他

1)　歩道橋，標識・情報板，その他の施設等の被災調査及び復旧は各々の構造特性，道路交通への影響等を考慮して行うものとする。

2)　歩道橋の被災調査及び復旧は，「3.道路橋」に準じて行うものとする。特に，余震等による落橋の危険性を検討し，歩道橋通行者及び橋下の道路交通の安全を図ることが重要である。

3)　標識・情報板については，破損及び変形の有無を調査し，破損もしくは変形がある場合には損傷部の修復もしくは部品取り替えによって復旧するものとする。特に，余震等による部品の落下，構造の倒壊などの危険性を検討し，道路交通の安全を図ることが重要である。

[解説]

既往の震害例によれば，歩道橋，標識，情報板等の施設に被害を受けた事例はそれ程多くないが，道路交通に対する影響の有無を基本として，被災調査及び復旧を行うものとする。歩道橋については，特性の類似した「3.道路橋」によるものとする。

参考文献

1)　建設省土木研究所：1978年宮城県沖地震災害調査報告，土木研究所報告第159号，昭和58年3月
2)　建設省東北地方建設局：1978年宮城県沖地震災害報告書，昭和54年11月
3)　宮城県土木部道路建設課：1978年宮城県沖地震による橋梁震害調査報告書，昭和53年10月
4)　宮城県土木部：1978年宮城県沖地震公共土木施設被災報告書（中間報告書），昭和54年1月
5)　土木学会東北支部：1978年宮城県沖地震調査報告書，昭和55年4月
6)　建設省土木研究所：1978年宮城県沖地震調査概報，土研資料第1422号，昭和53年10月
7)　建設省土木研究所：伊達橋強震記録の解析（第1報），土研資料1695号，昭和56年7月
8)　日本道路協会：宮城県沖地震による道路橋の被害ならびに支承部の耐震性に関する調査報告書，昭和55年3月
9)　建設省土木研究所：新飯野川橋橋脚の地震応答特性ならびに1978年宮城県沖地震による被害原因の検討，土研資料1581号，昭和55年3月
10)　建設省土木研究所：1983年日本海中部地震災害報告書，土木研究所報告第165号，昭和60年3月
11)　秋田県土木部：昭和58年日本海中部地震－土木施設等災害記録－，昭和59年5月
12)　建設省土木研究所：新潟地震調査報告，土木研究所報告第125号，昭和40年6月
13)　新潟県土木部：新潟地震公共土木施設被災写真集，昭和40年3月
14)　北海道開発局：第26回（昭和57年度）北海道開発局技術研究発表会論文集，昭和58年2月
15)　建設省土木研究所：鋼製橋脚模型正負交番載荷実験，土研資料第2147号，昭和59年3月
16)　建設省土木研究所：RC橋脚の動的耐力に関する実験的研究－(その1）昭和56年度～昭和58年度の検討結果－，土研資料第2232号，昭和60年8月
17)　建設省土木研究所：RC橋脚の動的耐力に関す

る実験的研究—(その2)断面形状，荷重載荷方向，らせん鉄筋及びせん断補強鉄筋の影響—，土研資料第2279号，昭和61年1月
18) 萩原良二，小山達彦，吉田武史：鉄筋コンクリート橋脚の主鉄筋比と耐震性，土木技術資料第27巻第1号，昭和60年2月
19) 岩崎敏男，萩原良二：地震による鉄筋コンクリート橋脚の被災度の判定法，土木技術資料第27巻第2号，昭和60年2月
20) 日本コンクリート工学協会：既存鉄筋コンクリート構造物の耐震補強ハンドブック，昭和59年10月
21) 日本道路協会：道路橋補修便覧，昭和54年2月
22) 日本道路協会：道路橋支承便覧，昭和48年4月
23) 久保慶三郎：地震と土木構造物　第5章，鹿島出版会
24) 小野田耕治，楠山豊治，吉川恵也：伊豆大島近海地震による被害(1)—鉄道トンネルの例—，トンネルと地下，第9巻第6号，昭和53年6月
25) 吉川恵也：鉄道トンネルの震災と地震対策，トンネルと地下，第15巻第8号，昭和59年
26) 吉川恵也：鉄道トンネルの震災事例調査，鉄研報告，No.1123　昭和54年
27) 今田徹：伊豆大島近海地震による被害(2)—鉄道トンネルの例—，トンネルと地下第9巻第7号，昭和53年7月
28) 日本道路協会：道路維持修繕要綱，昭和53年7月
29) 建設省土木研究所：　1978年伊豆大島近海地震災害調査報告，土木研究所報告第158号，昭和57年3月
30) 日本トンネル技術協会：ロックボルト及び吹付コンクリートによるトンネル改築に関する調査報告書(日本国有鉄道岐阜工事局委託)，昭和55年3月
31) 日本トンネル技術協会：ロックボルト及び吹付コンクリートによるトンネル改築に関する調査報告書(日本国有鉄道岐阜工事局委託)，昭和56年3月
32) 佐藤秀一編：共同溝，森北出版，昭和56年
33) 建設省関東地方建設局：関東地方建設局道路災害対策計画，昭和58年6月
34) Metropolitan Water District of Southern California. "Report of Structural Damage to Joseph Jensen Filtration Plant. Earthquake of February 9, 1971", March 30, 1971.
35) 土木学会：関東大地震震害調査報告（第3巻)，大正12年
36) 土木学会：新潟地震震害調査報告，昭和39年
37) 科学技術庁国立防災科学技術センター：新潟地震防災研究総合報告昭和41年3月
38) 建設省土木研究所：十勝沖地震災害調査報告，土研資料第141号，昭和39年
39) 宮城県：宮城県沖地震災害の教訓，昭和53年
40) 宮城県土木部：宮城県沖地震被害報告書，昭和53年
41) 日本道路協会：道路の震災対策に関する調査報告書（II）—道路構造物の被害予測に関する研究—，昭和54年9月
42) 特集宮城県沖地震，建設図書，橋梁と基礎 Vol. 12.No.12
43) 川島一彦，西川和広：宮城県沖地震による道路橋の支承被害，土木技術資料，Vol. 22—10, 1980
44) 建設省土木研究所：伊豆大島近海地震調査概要，土研資料第1346号，昭和49年1月
45) 日本橋梁建設協会：支承部補修工事施工の手引き，昭和59年6月
46) 日本橋梁建設協会：床版工事設計施工の手引き，昭和59年5月
47) 日本橋梁建設協会：鋼橋伸縮装置設計の手引き，昭和59年6月
48) 阪神高速道路公団保全施設部：阪神高速道路における土木構造物補修事例集，昭和57年3月
49) 建設省土木研究所：橋梁の補修・補強工事追跡調査に関する報告書集，土研資料第979号，昭和49年11月
50) 橋梁の維持管理特集，建設図書，橋梁と基礎 Vol. 8. No.10. 昭和53年
51) 補修と補強特集，建設図書，橋梁と基礎 Vol. 17. No.8. 昭和58年
52) 国土開発技術研究センター：昭和56年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和57年3月
53) 国土開発技術研究センター：昭和57年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和58年3月
54) 国土開発技術研究センター：昭和58年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和59年3月
55) 国土開発技術研究センター：昭和59年度震災構

造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和160年3月
56) 国土開発技術研究センター：昭和160年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和161年3月
57) 建設省河川局防災課：土木施設復旧工法設計要覧，昭和155年
58) 高架構造研究会：道路橋の点検補修，昭和153年
59) コンクリート構造物の補修ハンドブック，技報堂出版，昭和153年11月
60) 日本鉄道施設協会：防災・地震特集号，鉄道土木 Vol. 21. №6. 昭和154年
61) 東京都防災会議：東京区部における地震被害の想定に関する報告書，昭和153年5月
62) 東京都防災会議：東京都地域防災計画 震災編（S.55年改修），昭和155年
63) 建設省東北地方建設局仙台工事事務所：道路災害対策要領，昭和159年10月
64) 日本道路協会：道路橋伸縮装置便覧，昭和145年
65) 特集 橋梁の見えない部分，土木技術 Vol. 35. №12
66) 成田信之，村上己里，浅沼秀弥：1982年浦河沖地震による静内橋災害調査報告，天然資源の開発利用に関する日米会議，耐風・耐震構造専門部会，第15回合同部会会議録，筑波，昭和158年
67) 岩崎敏男，荻原良二，長谷川金二，小山達彦，吉田武史：鉄筋コンクリート橋脚の動的挙動に関する模型実験，天然資源の開発利用に関する日米会議，耐風・耐震構造専門部会，第16回合同部会会議録，メリーランド州ゲイザースバーグ，昭和159年
68) 広沢雅也：鉄筋コンクリート部材の強材と靭性，建築研究報告，№76，昭和152年3月
69) 柳田力，太田実：コンクリート構造物（橋脚・橋台）耐震設計法(案)，土研資料第1284号，昭和152年8月
70) 佐々木康，川島一彦，宇多高明：日本海中部地震被害調査速報，土木技術資料第25巻第7号，昭和158年
71) 梅森昭治：日本海中部地震における道路の被災状況と対策，道路 昭和158年10月
72) 建設省東北地方建設局：地震災害緊急調査マニュアル（案），昭和156年3月
73) 建設省道路局，建設省土木研究所，北海道開発局：静内橋地震災害調査報告書（1982年浦河沖地震），昭和157年12月
74) 建設省土木研究所：長野県西部地震による被害及び震後体制の概要，土研資料第2159号，昭和159年12月
75) 建設省土木研究所：昭和157年7月長崎水害における道路の被害及び復旧体制，土研資料第2157号，昭和159年2月
76) 山本茂樹，針貝武紀，中恒光弘：1982. 7. 23長崎大水害を振り返って，道路，昭和158年10月
77) 建設省北陸地方建設局新潟国道工事事務所：新潟地震による国道の被災について，昭和139年11月
78) 建設省東北地方建設局仙台工事事務所：宮城県沖地震体験速報，昭和153年6月
79) 三崎安則：東北地方の既往地震との対応，道路セミナー，昭和158年9月
80) 建設省東北地方建設局企画部：日本海中部地震を顧みて（前・後編），建設月報とうほく，昭和158年10月，11月
81) 建設省土木研究所：既往地震における震後の交通確保に関する調査，土研資料第1854号昭和157年7月
82) 神谷周浩：日本海中部地震災害について，道路交通経済，秋季号1983-10. no. 25. 昭和158年10月
83) 建設省土木研究所：地震後の道路交通機能確保の評価手法，土研資料第1854号昭和159年3月
84) 森浜和正，小林茂敏：鉄筋コンクリート橋脚の補強に関する一実験，第14回日本道路会議特定課題論文集，昭和156年
85) 森浜和正，小林茂敏：：震災を受けたＲＣ柱状部材の補修効果，第6回コンクリート工学年次講演会論文集，昭和159年
86) 森浜和正，小林茂敏，髙橋正志：震災を受けた橋脚のＲＣ巻立て補修の効果，第7回コンクリート工学年次講演会論文集，昭和160年
87) 石橋忠良，古谷時春：橋脚の耐震補修，補強に関する実験的研究，第5回コンクリート工学年次講演会論文集，昭和158年
88) 日本電信電話公社建築局通信建築研究所：耐震補強設計・施工資料，昭和157年10月
89) 納 宏，松野一博，柏原荘助：道路橋下部構造の補修・補強工法ー1978年宮城県沖地震による被災橋復旧例ー，第14回日本道路会議特定課題論文集，昭和156年

90) 高橋久衛，佐藤直昭：道路橋下部構造の補修・補強工法，第14回日本道路会議特定課題論文集，昭和56年
91) 日本建築学会：震害建物復旧の記録—新潟地震で被災した鉄筋コンクリート建物—，昭和41年4月
92) 建設省土木研究所：土構造物の地震被害事例，土研資料第1576号，昭和55年3月
93) 建設省土木研究所：1978年伊豆大島近海地震調査概要，土研資料第1346号，昭和53年2月
94) 建設省土木研究所：昭和57年7月長崎豪雨災害調査概要，土研資料第1958号，昭和58年3月
95) 建設省土木研究所：1983年日本海中部地震による道路盛土の被害調査結果，土研資料第2177号，昭和58年3月
96) 日本道路協会：セメントコンクリート舗装要綱，昭和59年2月
97) 日本道路協会アスファルト舗装要綱，昭和53年6月
98) 日本道路協会：道路土工要綱，昭和58年1月
99) 日本道路協会：道路土工　擁壁・カルバート・架設構造物工指針，昭和52年1月
100) 日本道路協会：道路土工　のり面工・斜面安定工指針，昭和54年4月
101) 日本道路協会：道路土工　施工指針，昭和52年1月
102) 日本道路協会：道路土工　排水工指針，昭和54年2月
103) 日本道路協会：道路土工　軟弱地盤対策工指針，昭和52年1月
104) 土木研究センター：補強土（テールアルメ）壁工法設計・施工マニュアル，昭和57年8月
105) 建設省土木研究所：1968年十勝沖地震災害調査報告，土木研究所報告第141号，昭和46年6月
106) 建設省土木研究所：1978年伊豆大島近海地震災害調査報告，土木研究報告第158号，昭和57年3月
107) 日本道路公団試験所：道路土工部と地震対策—自動車専用道路における震災対策を考えるための基礎資料—日本道路公団試験所技術資料第209号，昭和52年4月

Ⅳ　下水道管路施設編

1. 総 論

1.1 記述の範囲

1) 第IV編の記述範囲

この編は，人口数万人から数十万人程度の都市における下水道施設の震災復旧について記述する。よって，下水道施設の通常の維持管理，補修等については下水道法等によるものとする。

2) 取扱う対象構造物

この編で取扱う対象構造物は，主として下水道管路施設（本管，枝管，取付け管，マンホール，伏越し，ます等）であり，原則として処理施設，ポンプ場等は取扱わない。

[解説]

1) 第IV編の記述範囲

本編は，「第Ⅰ編1.1適用範囲」に述べたように近年の我が国の震害事例を参考に作成したものであるが，この編では特に1978年宮城県沖地震（マグニチュードM＝7.4），1983年日本海中部地震（M＝7.7）等の地震による下水道管路施設の被害事例を主な参考としている。したがって想定している地震動は，これらの地震によるものと同程度であり，また，想定している都市の規模としては，人口数万人から数十万人程度の都市である。そのため，大規模地震あるいは直下型地震により都市機能が著しい被害を受けた場合，並びに都市規模が著しく大きい場合，あるいは小さい場合には，被災地の実情等を考慮し，本編を適宜修正して使用する必要がある。

2) 取扱う対象構造物

一般に下水道施設は，管路施設，ポンプ場施設，処理施設により構成されるが，本編では，これらの施設の内，既往震害事例が多く，施設量としても圧倒的に大きい管路施設を対象構造物とし，特に管きょ，マンホールを中心に調査，判定，復旧工法について述べる。

なお，本編は，震災復旧を対象としているため，通常の維持管理，補修等については下水道法によるほか，以下の指針等によるものとする。

下水道施設設計指針と解説
日本下水道協会　昭和59年

下水道維持管理指針
日本下水道協会　昭和54年

下水道施設地震対策指針と解説
日本下水道協会　昭和56年

下水道シールド工法の指針と解説
日本下水道協会　昭和45年

1.2 下水道管路施設の被害事例

1.2.1 一 般

下水道管路施設は地下に埋設された構造物であり，その被害の発生には地震動強さ以外に，施設が埋設されている地域の地形や地盤条件が大きく影響する。また，管路施設の構造によっても被害の形態やその発生程度が異なるため，被害発生箇所の分布を把握したり，被害程度の調査や復旧を行うに際しては，過去の地震による被害の特徴を十分理解しておくことが重要である。

[解説]

既往の震害事例を見ると，下水道管路は地震被害を受けやすい構造物であると考えられる。管が完全に閉塞するような事態は，地盤の液状化が発生しない限りまれであるが，管の亀裂，目地のずれ，蛇行等の被害は地震時に多く発生している。

どの程度の地震から調査体制をとる必要があるか，調査の実施する際まずどこに注目すればよいのか，また，どのような形態の被害に対処しなければならないのかなどは，復旧を円滑に進めていく上で是非とも知っておかなければならない事項である。本節は，これらについて記述するものである。なお，「第Ⅴ編震災復旧事例集」には，近年の震災の具体的な復旧事例を収録してあるので参照されたい。

1.2.2 被害事例の把握の重要性

下水道管路施設の被害は同時多発するうえ，下水道管路施設は埋設構造物であるため，その被害の発見及び調査には，多大な労力と特殊な手法を必要とする。したがって，起こりうる被害形態を適切に予測しておくことにより，地震後の調査，復旧を効率的に実施することができる。

[解説]

下水道管路施設が地震により被害を受けた事例は，下水道の整備された都市が震害を受けることが少なかったため多くはないが，被害の認められた地震についてその被害の概要を示したものが表—4・解1であ

表—4・解1　下水道施設が被害を受けた主な地震と被害の要概

地震名 M，年月日	被害施設地	気象庁震度階	下水道施設被害	
			管路施設	ポンプ場・処理場
関東地震 M＝7.9 1923. 9. 1	東京	VI	他埋設管と比べて比較的被害軽微 総延長180kmのうち，被害約250箇所，山手と下町の境界付近で被害発生	処理場に若干の損害あるものの汚水処理に影響なし
新潟地震 M＝7.5 1984. 6.16	新潟市	V	液状化による被害大 浮上り，管マンホールの衝突，離脱，亀裂，蛇行等管きょ延長35kmの70%被害，金額的被害率90%	液状化による沈砂池，ポンプ井の浮上15箇所中11箇所被害，うち8箇所機能停止（構造的被害大）
十勝沖地震 M＝7.9 1968. 5.16	函館市	V	埋立地において液状化による被害（管きょの浮上等）	施設なし
	室蘭市	IV	総延長5.5kmの内，軟弱地盤中に埋設された管きょが750mにわたり沈下	2箇所のポンプ場が軽微被害
宮城県沖地震 M＝7.4 1978. 6.12	仙台市	V	軟弱地盤地域，宅造地で被害，いずれも流下に支障なし，総延長約690kmの内，供用枝線の被害約630m（未供用幹線被害大）	主なポンプ場11箇所のうち，9箇所が停電，圧送管被害等により，機能停止
	塩釜市	V	軟弱地盤地域（埋立地）で被害，総延長約27kmの内，約700m被害	被害軽微，機能停止なし
日本海中部地震 M＝7.7 1983. 5.26	秋田市	V	液状化による管路被害 総延長286kmの内，布設替え延長約1.7km，マンホール被害93ヶ所	液状化による被害（雨水沈澱池の浮上り）
	能代市	V	液状化による管路被害大 総延長約60kmのうち布設替え延長約8km	建設中の処理場，ポンプ場被害なし
サンフェルナンド地震 M＝6.6 1971. 2. 9	サンフェルナンドロスアンゼルス	V程度	主に断層運動に起因すると考えられる地盤の変状による管路の被害 被害総延長3.8km（復旧延長）	被害は報告されていない

る。

これらの震害事例から下水道管路施設の被害の特徴としては，都市全域にわたり同時に被害が発生すること，及び周辺地盤の液状化が発生するか否かにより大きく被害の形態・程度が変化することがあげられる。

また下水道管路施設はその施設のほとんどが地中に埋設されているため，被害の発見および被害の詳細な調査には特殊な手法を必要とする場合が多く，起こりうる被害形態を把握しておくことは，地震後の調査・復旧を円滑に進めていく上で重要である。

1.2.3 被害形態の分類

下水道管路施設の地震被害の形態は，管路施設の構造種別により異なる。円滑に震災復旧を行うためには，調査記録やその集計整理にあたって用いる被害形態及び被害程度の記述方法を統一しておくことが望ましい。

また，地震被害の調査結果を整理するに当っては管中心までの埋設深度を用いるものとする。

[解説]

円滑に震災復旧を行うためには，調査結果の記録やその整理にあたって用いる被害の形態および程度の記述方法を，本小節，並びに「表－4・解13 被害程度の分類の目安（緊急調査）」，「表－4・解16 被害程度の分類の目安（応急調査）」を参考とし，統一しておくことが望ましい。

1) 下水道管路施設一般部の被害形態

管きょ，マンホール，ます及び取付け管の地震による被害形態及び程度は，一般に表－4・解2～表－4・解4に示すように分類される。ただし，表中に示す被害程度の分類は，各被害形態ごとの大小関係を概略表しているにすぎない。また，各被害形態間の被害の程度の大小関係も対応しているとは言えず，これらの被害形態の現れ方も施設の構造により変化するものである。

図－4・解1，図－4・解2に，各々管きょ，マンホール等の被害形態を模式的に示す。また，写真－4・解1～写真－4・解4には，既往地震で見られた各被害形態の例を示す。

なお，シールドにより布設された管きょにおいては，地下深部に設置されていることが多いため，管自体にはほとんど被害が発生しないものと考えられるが，内巻コンクリートの亀裂，剝離等の被害が発生することは考えられる。また，鉛直方向に地盤条件が急激に変化する箇所では，シールド用マンホール及びマンホールと管路の接続部において被害の発生する可能性がある。

各被害形態は，通常，単独で発生するよりもむしろ複合して発生する場合が多く，震度が大きくなるほど，多種の形態が同時に発生する傾向がある。

2) 下水道管路施設特殊部の被害形態

特殊部については，これまで震害事例がほとんどなく，被害形態，程度を分類することは現状ではむずかしいが，他施設の被害から推定されると次のような被害形態が考えられる。

a）伏越し部

基本的には，管きょと同様の被害が考えられる。しかし，伏越し室，伏越し室と管路の接続部等において亀裂，目地破損等の被害の発生が考えられる。

b）水管橋

橋脚，橋台の沈下，傾斜，亀裂等通常の橋梁に見られる被害（第III編道路施設編，3. 道路橋参照）の他，管路と接合している伸縮継手，橋脚，橋台上の伸縮継手のずれ，開き，破損等の被害が考えられる。

c）雨水調整池

雨水調整池の沈下，浮上の他，壁等の亀裂，流入，流出管の被害が考えられる。

3) 被害調査結果の記録における管きょの埋設深度

下水道管きょの埋設深度を表す用語には図－4・解3に示すように次の4つのものがある。

① 管頂までの埋設深度（又は土被り厚）
② 管中心までの埋設深度
③ 管底までの埋設深度
④ 掘削深度

通常，管路の流下能力の照査などの計画・設計面では③の「管底までの埋設深度」が必要とされ，管きょを設置する施工面からは土工量や上載荷重の検討に必要な④の「掘削深度」や①の「土被り厚」が用いられる。また異径の管を接続する場合などには②の「管中心までの埋設深度」が用いられることもある。

一方，地中に埋設された構造物の動的な地震時挙動を考案する時には，管路が周辺地盤の地震時応答に応じた変位をすると仮定した扱いが主流であり，この時の応答は管の中心の深度の応答変位をとる。

上記の4つの埋設深度のうち①～③の値は，管径が判ればいずれも相互に独立な値ではないから，管径とこれらのうちの何れか1つの値が記録されていれば他の値は自ずと求められる。

上述のような下水道管きょの設計施工の実務面並び

表—4・解2　管きょの被害形態と程度

被害形態	程度 小 ←→ 大	主な地盤構造条件
目地及び継ぎ手部被害	目地のずれ，開き ——→ 破損 継ぎ手部のかけ ——→ 破損 （ずれ，開きの拡大，目地(材)） （破損，ゴム・パッキン離脱）	軟弱地盤，宅造地，地盤変化部，液状化しやすい地盤，マンホール近傍
管体被害	亀裂（縦断・横断） ——→ 破損（亀裂拡大） ——→ 破壊	
管中心線のずれ，管のはなれ	蛇行（左右） ——→ 蛇行（上下） ——→ 管中心線の大幅なずれ，管の大幅なはなれ	上記および地すべり等顕著な地盤変状
管体浮上（液状化が発生した場合のみ）	管軸のずれ，蛇行（上下，左右） ——→ 浮上	液状化しやすい地盤

表—4・解3　マンホール等の被害形態と程度

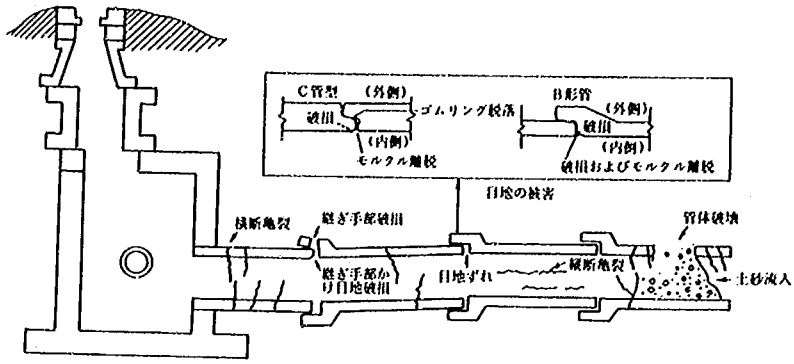
被害形態	程度 小 ←→ 大	主な地盤構造条件
ふた，ふた受枠の被害	ずれ ——→ ふたのずれ ——→ 破損	軟弱地盤，宅造地，液状化しやすい地盤，深さ方向の地盤条件の変化 マンホールの構造（RCか否かなど）
斜壁・直壁の被害	目地のずれ ——→ 目地破損 ——→ 軸線のずれ（鉛直方向）	
	亀裂（縦断，円周方向） ——→ 破損＊	
壁立上がり部の被害	亀裂（管を中心とした放射状の亀裂が顕著） ——→ 破損＊	
底版の被害	亀裂 ——→ 破損＊	
インバートの被害	亀裂 ——→ 破損＊	
本体の浮上・周辺土の沈下	周辺土の沈下＊＊ ——→ 本体の浮上（液状化発生の場合のみ）	軟弱地盤（周辺土の沈下），液状化しやすい地盤（浮上＝周辺土の沈下）

＊　亀裂の拡大

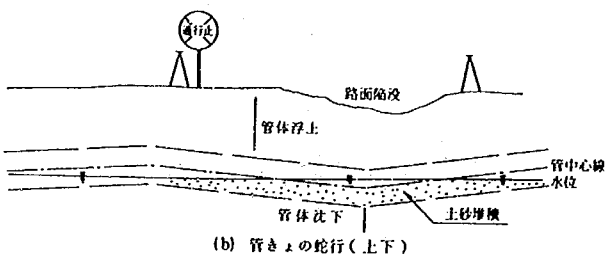
＊＊　本体の浮上と周辺地盤の沈下は区別がつきにくい。粘性土からなる軟弱地盤では，周辺地盤の沈下のみで本体の浮上はない。地盤が液状化した場合には，①本体の浮上までにいたらず，液状化終了後地盤が沈下する。②本体がわずかに浮上する。③本体が顕著に浮上するの3つの場合に分けられる。前二者は，外観上，周辺地盤の沈下と見られる。

表—4・解4　ますおよび取付け管の被害形態と程度

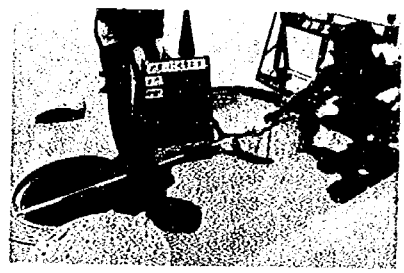
被害形態	程度 小 ←→ 大	主な地盤構造条件
ますの被害	ふたのずれ，ふたわくの破損 ——→ 本体の破損	軟弱地盤，宅造地，液状化しやすい地盤
取付け管の被害	本管・ますへの突出 ——→ 管体破損	



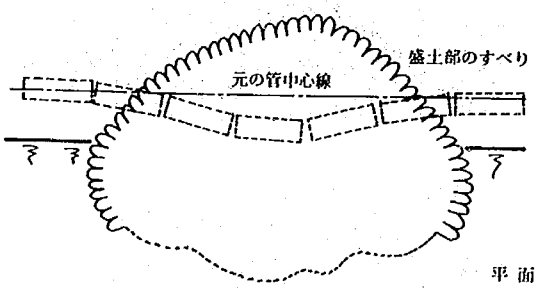
(a)目地および管体 (断面図)



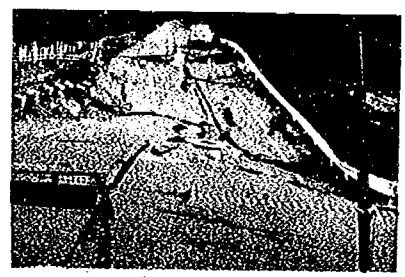
(b) 管きょの蛇行(上下)



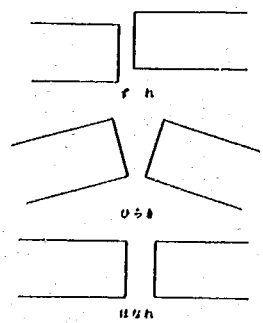
(b)管軸の上下のずれ



平面図

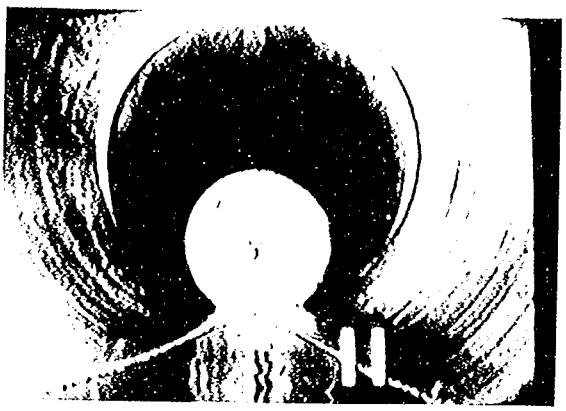


(c)管軸の大幅なずれ・管のはなれ



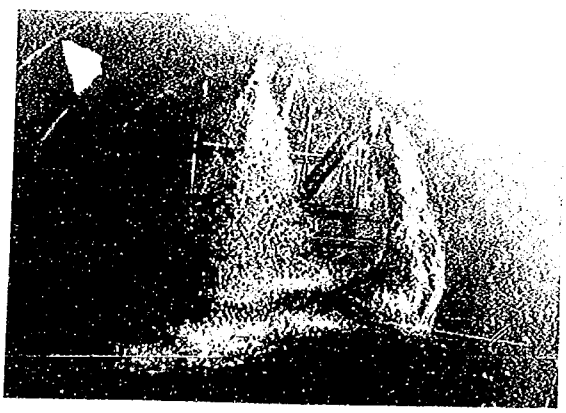
(d)目地ずれ，目地開き，目地はなれ

図—4・解1　管きょの被害形態



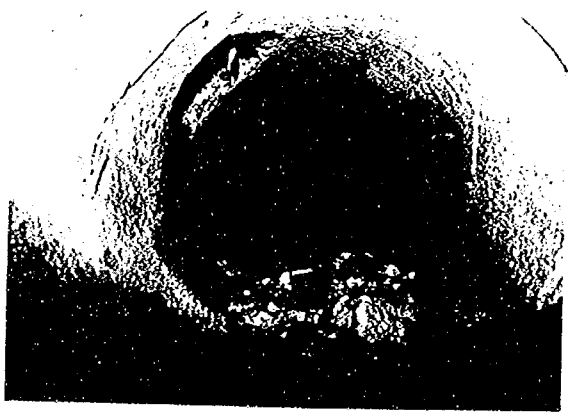
(a)目地のはなれ
(TVカメラによる)

(d)管体破壊（ポンプ室流入管）



(b)目地破損，地下水浸入
(推進管 ϕ 2200)

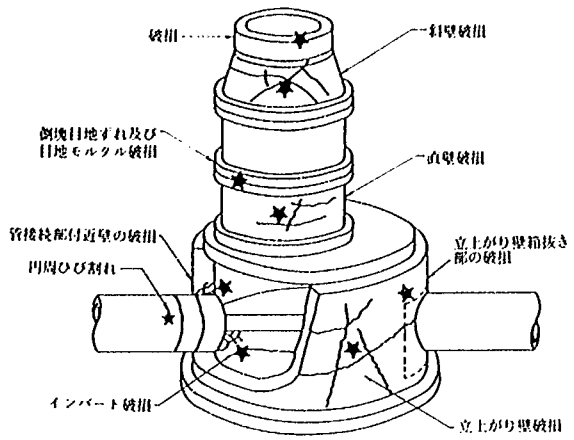
(e)管体亀裂，
地下水浸入
(推進管 ϕ 2200)



(c)管体亀裂

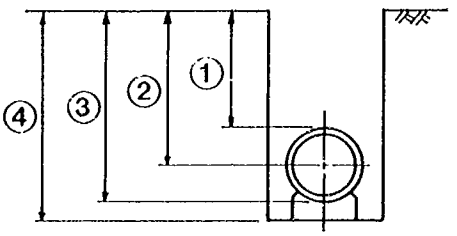
(f)目地破損，
目地材の離脱，
土砂浸入

写真—4・解1　円形管きょの被害例



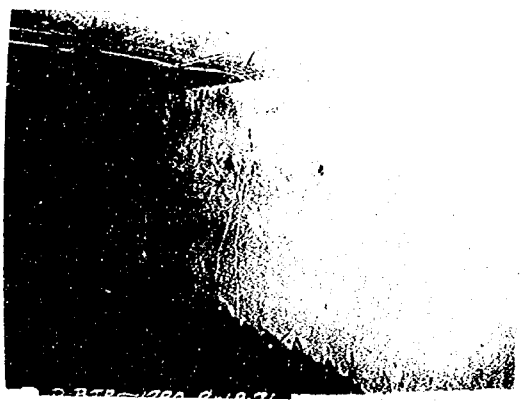
図—4・解2　マンホール等の被害形態

に，地中管路の耐震設計法の現況を総合的に勘案して，地震被害の調査結果を記録するに当っては，管中心までの埋設深度を代表値として用い，管径と共に記録するものとした。



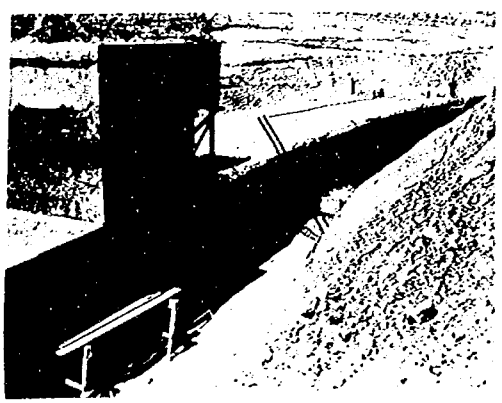
図—4・解3　下水道管きょの埋設深度

(a)目地のひらき（外部より撮影）



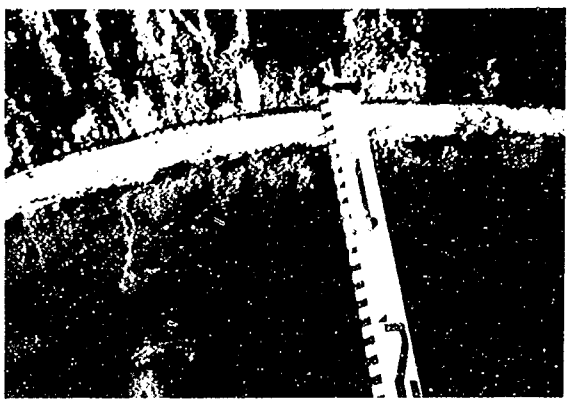
(b)管体亀裂

(d)目地部破損

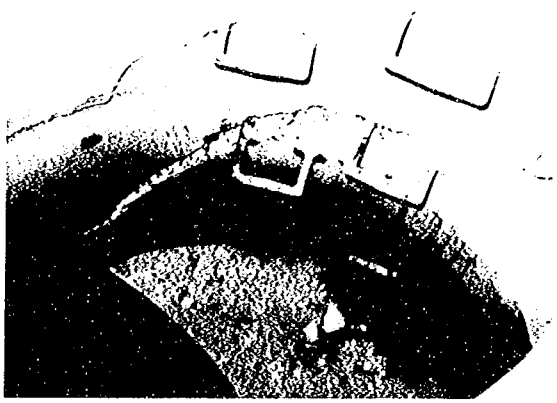


(c)管体破損

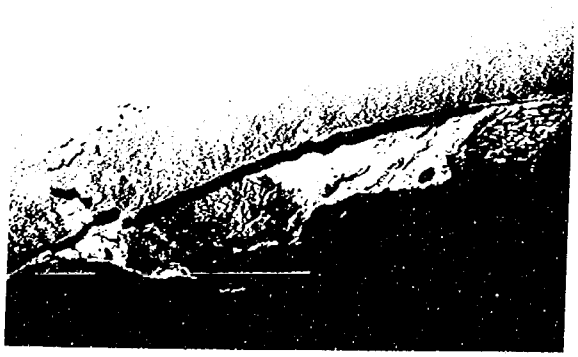
写真—4・解2　箱型管きょの被害例



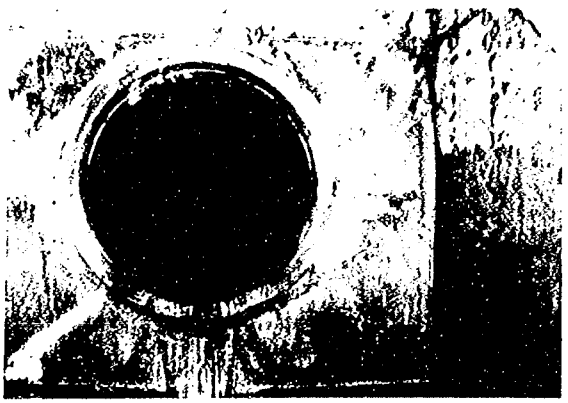
(a)直壁のずれ



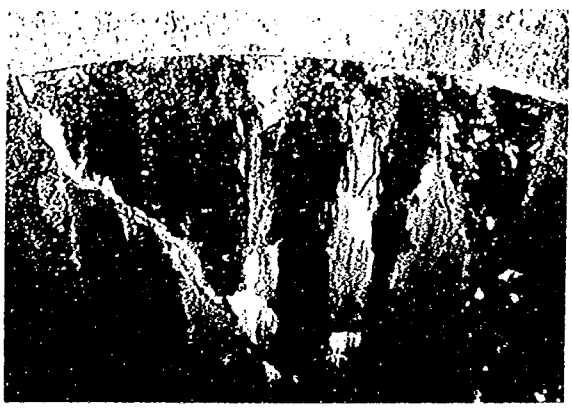
(d)壁立上がり部破損



(b)直壁の目地破損



(e)壁立上がり部亀裂



(c)直壁破損

(f)土砂によるマンホールの閉塞

写真—4・解3(1) マンホールの被害例

(g)マンホールの浮上

(h)直壁のずれ

写真－4・解3(2)　マンホールの被害例

写真－4・解4　ますの被害例

1.2.4　地震動強さの影響

下水道管路施設に生じる被害の形態及び程度は地震動強さによって異なる。震前対策をたてる際や，緊急調査のための体制を検討する際には，地震動のおおよその強さに応じた被害形態と被害程度の関係を理解しておくことが参考となる。

[解説]

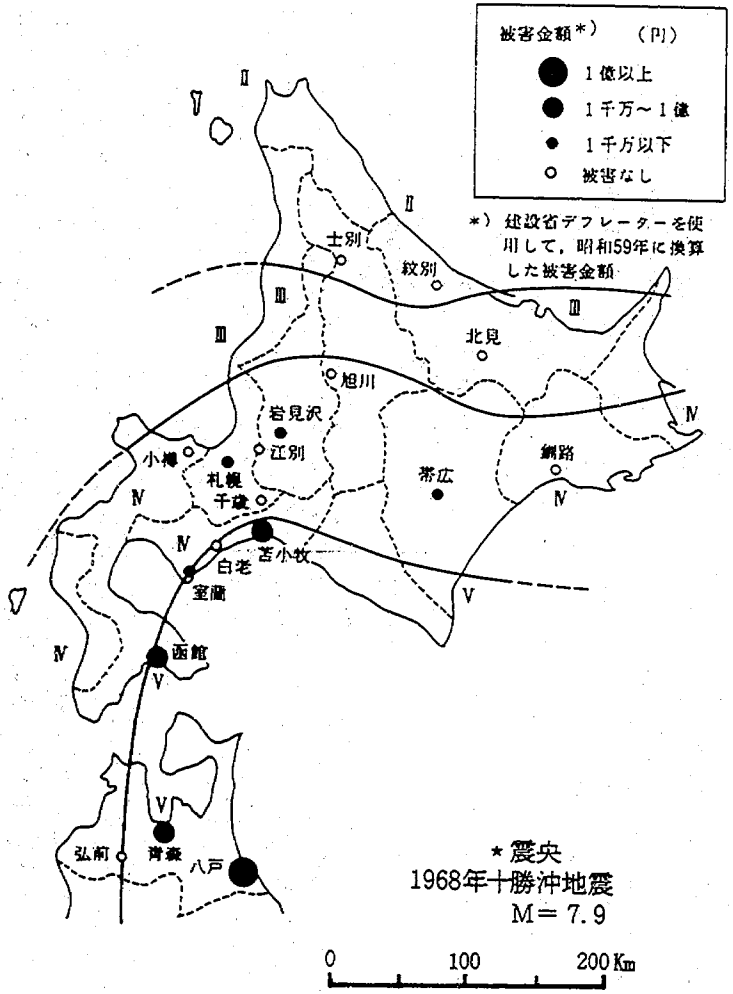
1)　下水道施設に被害が生じる地震動強さ

既往の下水道施設の被害と震度階の分布の関係を，十勝沖地震，宮城県沖地震，日本海中部地震について示したものが図－4・解4～図－4・解6である。これより震度IVあるいはVから下水道施設に被害が発生しはじめることがわかる。ただし，図中の金額はその都市における下水道施設の被害総額であり，その都市の下水道施設の規模を考慮して被害の程度を見る必要がある。

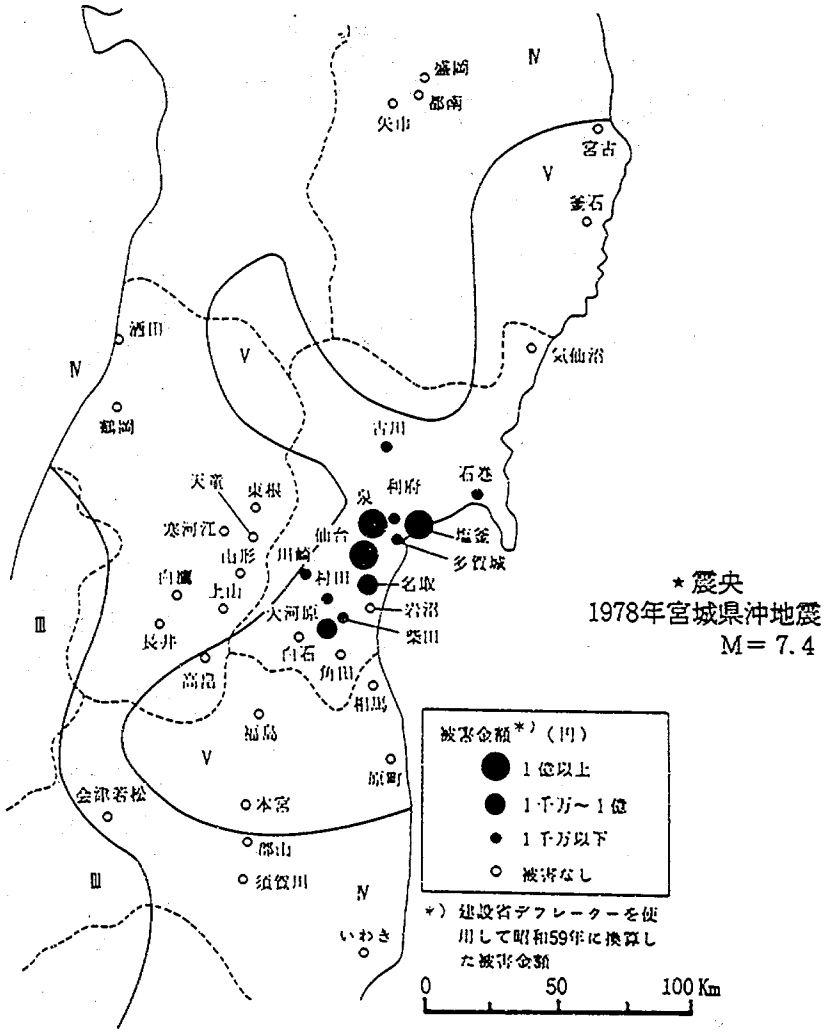
2)　下水道管路施設の被害形態，程度と地震動強さの関係

下水道管路施設各構造物の被害形態，程度と地震動強さの関係を明らかにすることは現状ではきわめて困難であるが，既往の震害事例から各構造物の被害と震度階の概略の関係を表－4・解5～表－4・解7に示す。管路施設の被害は，地震の強さばかりではなく，地盤条件，施設の構造にも影響されるが，これらの表では地盤，構造とも最悪の条件を想定しており，地盤あるいは構造条件が良い場合には，被害と震度階の関係は右にずれる。

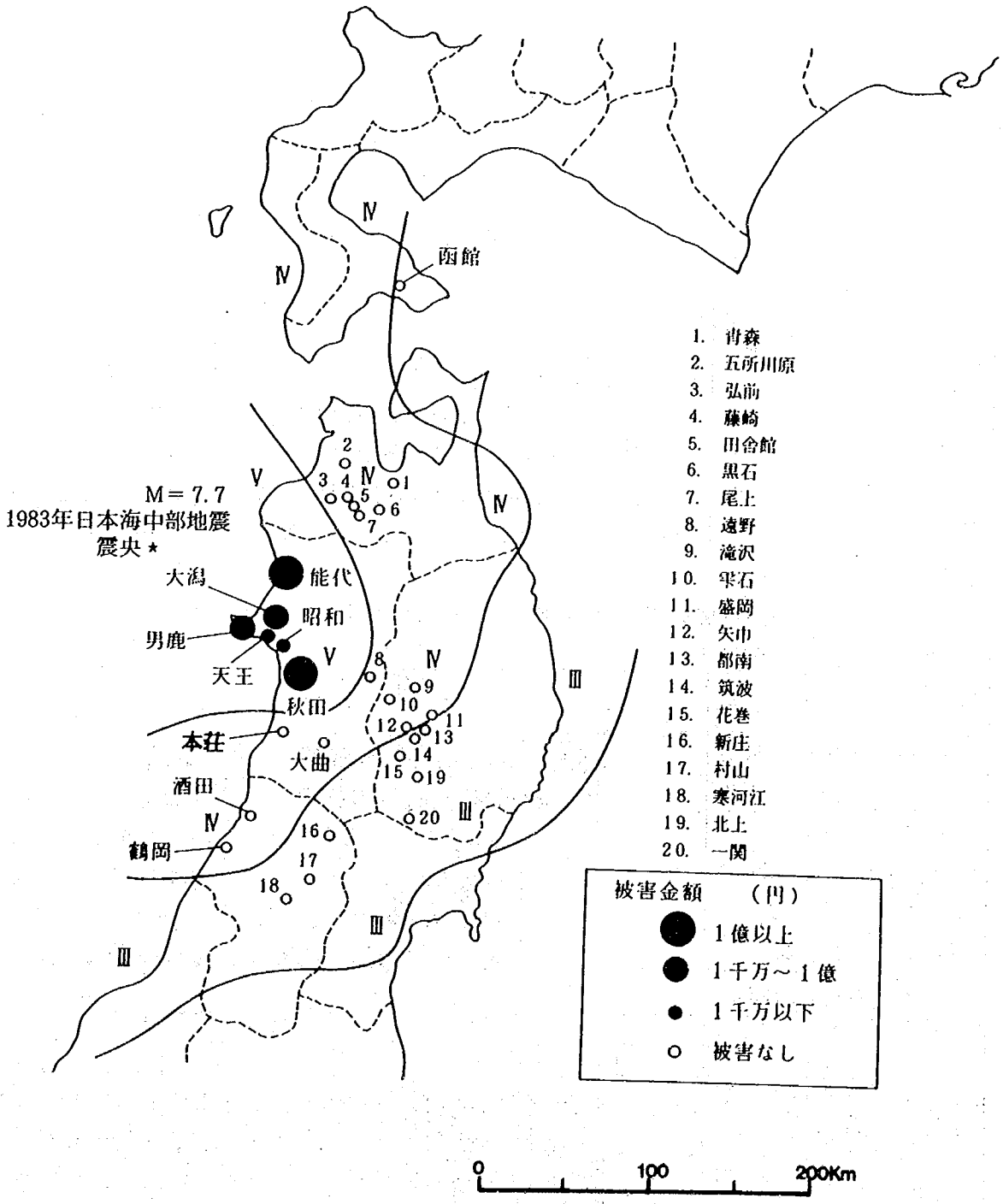
下水道管路施設は地盤の液状化が発生するか否かにより被害が大きく変化するため表－4・解5～表－4・解6には地盤に液状化が発生しない場合と発生した場合に分けて被害形態，程度と震度階の関係を示した。なお，表中，目地被害等は震度IVから発生するとしているが，これは平常時においても浸入水等の事故のある管路等，きわめて条件の悪い場合を想定しているためである。一般に震度IVでは施設全体の調査をする必要はないが，条件の悪い区間については，調査を実施することが望ましい。また，その他の構造物の被害形態，程度と震度階の関係について示したものが表－4・解7である。これらの構造物は震害事例がほ



図—4・解4　十勝沖地震の公共下水道施設の被害と震度階分布



図—4・解5　宮城県沖地震の公共下水道施設の被害と震度階分布



図—4・解6　日本海中部地震の公共下水道施設の被害と震度階分布

表—4・解5　管きょの被害形態，程度と震度階の関係の目安

(a)　地盤に液状化の生じない場合

被害形態	震度階 IV	V	VI
目地被害	ずれ・開き	破損	破壊
管体被害		亀裂	破損
管中心線のずれ・はなれ		ずれ	はなれ
取付け管の突出し		突出し	

(b)　地盤に液状化の生じた場合

被害形態	震度階 IV	V	VI
目地被害	ずれ・開き	破損	破壊
管体被害		亀裂・破損	破壊
管中心線のずれ・はなれ	ずれ・はなれ		大幅なずれ・はなれ
取付け管の突出し		突出し	
浮上			浮上

表—4・解6　マンホール等の被害形態，程度と震度階の関係の目安

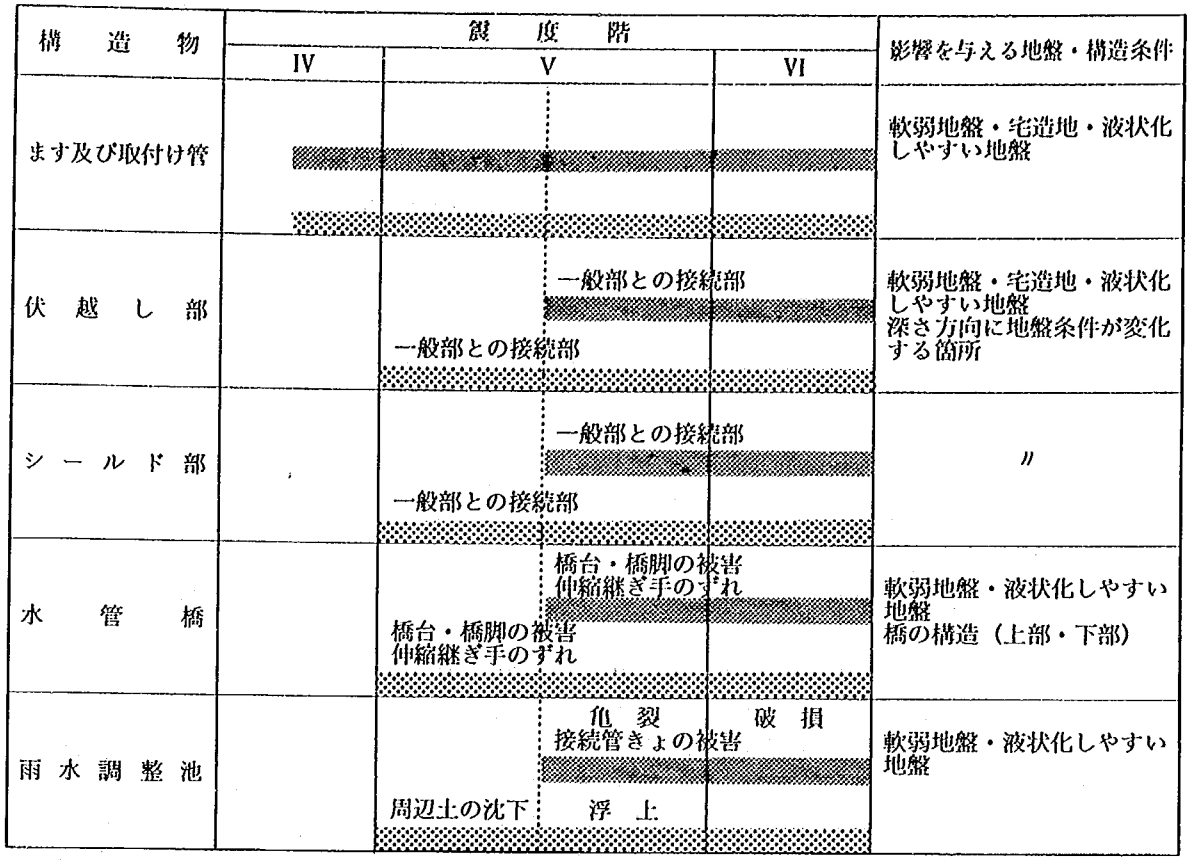
(a)　地盤に液状化の生じない場合

被害形態	震度階 IV	V	VI
ふた・ふた受枠の被害	ずれ	ふたの外れ	破損
斜壁・直壁の被害	目地ずれ	亀裂	破損
壁立ち上がり部・底版の被害		亀裂	破損
インバートの被害		亀裂	破損
周辺土の沈下		沈下小	沈下大
管の突出し		突出し	

(b)　地盤に液状化の生じた場合

被害形態	震度階 IV	V	VI
ふた・ふた受枠の被害	ずれ	破損	
斜壁・直壁の被害	目地ずれ	亀裂・破損	
壁立ち上がり部・底版の被害	亀裂	破損	
インバートの被害	亀裂	破損	
周辺土の沈下	沈下小	沈下大	
管の突出し	突出し		
浮上		浮上	

表—4・解7　その他の構造物の被害形態，程度と震度階の関係の目安



▒▒ 地盤に液状化の生じない場合
▒▒ 地盤に液状化の生じた場合

とんどなく，概略の関係を示しているにすぎない。

3)　下水道管路施設の被害に及ぼす液状化の影響

地盤の液状化は，震度IV程度から発生すると言われている。表—4・解5～表—4・解7に示すように，液状化が発生すると，同じ震度でも液状化が発生しない場合に比べて，一般に被害程度が大きくなるとともに表—4・解5～表—4・解7に示すほとんど全ての被害形態が複合して発生する傾向がある。特に液状化の程度が著しい場合には管体，マンホールが浮上するといった被害も発生する。また，浮上までに至らない場合でも管内への土砂の流入，堆積などの二次的な被害を生じ，下水の流下能力に重大な支障を及ぼすことがある。

1.2.5　地形，地盤条件の影響

下水道管路施設に生じる地震被害の形態や程度は，局所的な地形条件や地盤条件によって大きく影響される。震前対策の立案および震後調査の対象箇所の抽出や調査方法の選択にあたっては，地形，地盤条件が被害形態や被害程度に与える影響について十分理解しておく必要がある。

管路被害の発生しやすい地形，地盤としては，一般に以下のものがある。

1)　軟弱粘性土地盤
2)　ゆるい砂質土地盤
3)　地盤条件が急激に変化する部分
4)　宅造地

[解説]

管路被害の発生しやすい地形，地盤としては，一般に次のような箇所があげられる。

1)　軟弱粘性土地盤

主に粘性土からなるきわめて軟弱な地盤，平常時から地盤沈下が発生している地域，維持管理において亀

裂，浸入水等の事故がしばしば報告されている地域などは，地震時にも被害が発生しやすいと考えられる。

地震によりこれらの地域では，地盤（路面）の亀裂，隆起，沈下等地盤変状が多く認められ，このような場合，その地下に埋設された管路は，何らかの影響を受けていると考えられる。

2) ゆるい砂質土地盤

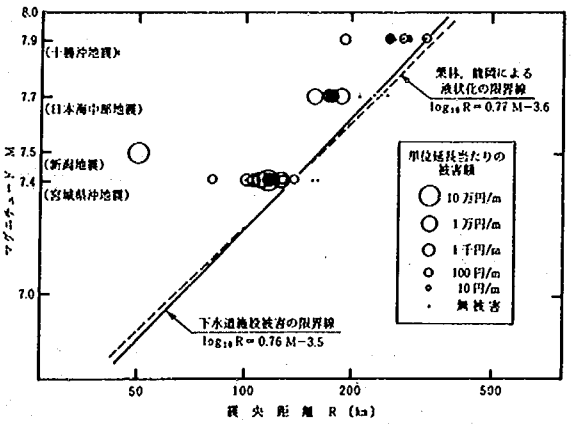
ゆるい砂質土地盤では液状化発生の可能性が高く，新潟地震，日本海中部地震の事例からわかるように，地盤が液状化すると下水道管路を初め，地中の埋設管は甚大な被害を受ける。このような場合には，上水道やガス管などの被害状況が下水道管路の被害の有無を知る上で参考になることが多い。

地盤の液状化は，水で飽和した粒径が均質でゆるい砂質土地盤が地震動を受けることにより，あたかも液体のように挙動する現象であり，地表が傾斜した地盤では大きな永久変形が生じる。また，多くの場合，液状化が発生すると地表面には噴砂，噴水が認められる（写真－4・解5参照）。

液状化の発生する可能性の高い地形としては，表－4・解8の傾向があることが知られている。処理区域の中で，この表に対応する地域の有無及び分布をあらかじめ知っておくことは，震前対策及び被害の調査を行ううえで重要である。

液状化現象は，一般に震度Ⅴ程度から発生するが，マグニチュードの大きい地震では，震度Ⅳ（つまり，震源からかなり遠い地域）でも発生することが知られている。図－4・解7は液状化が生じた限界震央距離とマグニチュードの関係を示したものであり，図中の限界線よりも右側の領域は液状化の発生する可能性が低いことを示している。図中には，下水道施設の被害とマグニチュード及び震央距離の関係も併記してある。これより，下水道施設の被害発生の限界震央距離は液状化発生の限界震央距離とほぼ一致することがわかる。

写真－4・解5　液状化による噴砂の例
（日本海中部地震）



図－4・解7　下水道施設被害および液状化が生じた最大震央距離とマグニチュードとの関係

表－4・解8　地形と液状化の発生可能性の関係

(A) 液状化する可能性の高い地形	現河道・現河川敷，旧河道・旧河川敷，砂丘間低地，旧水面の埋立地（海岸，湖岸，水田の埋立地等）
(B) 液状化する可能性のある地形	後背湿地，自然堤防，砂丘，砂州，砂浜 上記以外および(A)でも(C)でもない沖積低地
(C) 液状化する可能性が低い地形	台地，丘陵地，扇状地

地盤が液状化すると管路施設には，浮上，目地のひらき，管内への土砂の流入，堆積など流下機能に重大な障害を及ぼす被害が発生する場合が多い。

3) 地盤条件が急激に変化する部分

洪積地盤と沖積地盤の境界部，あるいは沖積層の厚さが急激に変化する部分等地盤急変部を横ぎるように管路が埋設されている箇所では，被害が発生しやすい。これは主に地盤の地震時の振動特性の違いが原因と考えられる。

また，断層運動によって管路被害が生じることもある。

4) 宅造地

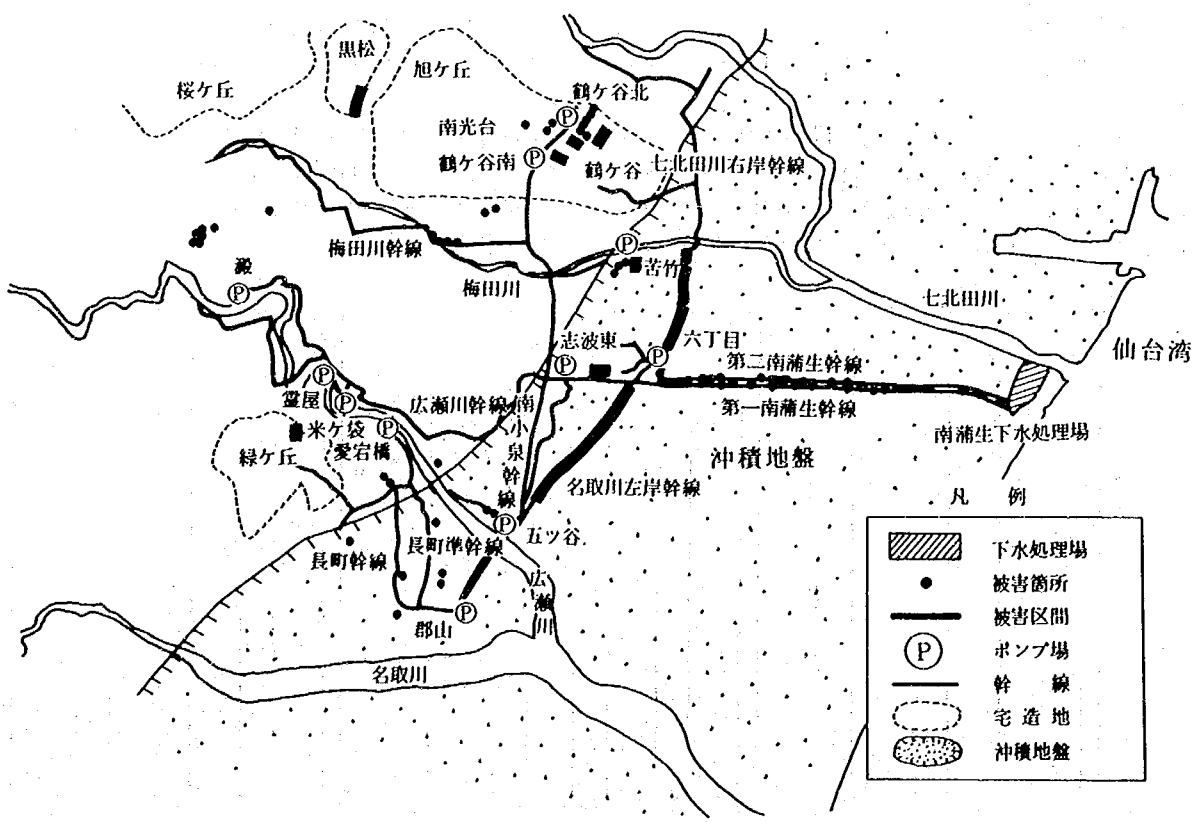
切盛りで造成された宅造地では，主に盛土部の揺りこみ沈下等により，切盛り境界部で被害が多く発生する。

また，斜面を造成した宅地では，地辷りが発生する場合があり，完全に辷らない状態でも地盤の変形により，管路に被害が発生する可能性がある。

図—4・解8に1978年宮城県沖地震による仙台市公共下水道の管路被害の分布を示す。地震当時存在していた管路全てについての被害調査は行われなかったが，おおよそ，上述の地形，地盤条件と被害の関係が対応づけられる。

図—4・解8で沖積地盤とある部分は，N値50以上となる地層までの深さが30～60mとかなり軟弱な地盤である。特に，下水道管路が被害を受けた一部の地域には，地震以前から地盤沈下が問題となっていた箇所が含まれている。一方，市中心部は良好な地盤上にあり，下水道をはじめ，水道，ガス等の地中埋設管はほとんど被害を受けていない。

図—4・解8の宅造地は，丘陵地帯を切盛りで造成した大規模な宅造地が散在している地域である。宅造地におけるガス，水道管の被害から切盛りの境界に埋設管の被害が集中することが報告されている。



図—4・解8 宮城県沖地震による仙台市公共下水道管路の被害

1.2.6 管路構造等の影響

下水道管路施設に生じる被害形態や被害程度は，管路の構造条件等にも大きく影響される。震前対策の立案及び震後調査の対象箇所の抽出や調査方法の選択にあたっては，構造的条件が被害形態や被害程度に与える影響について十分理解しておく必要がある。

管路被害に影響を及ぼす構造条件等としては，一般に以下のものがある。

1) 管種，管径
2) 埋設深度
3) 他構造物との接続部

［解説］

管路被害に影響を及ぼす構造的条件としては，日本海中部地震の被害事例から次のような条件があげられる。

1) 管種，管径

管路の被害の程度には，管種と管径が影響を及ぼすことがある。

一般に管径の小さい管路は地下浅部に埋設されているため被害を生じ易い。また，管種についても図—4・解9に示す秋田市の場合のように，陶管に多くの被害が発生することがある。ただし，この図に示した事例では，被害を生じた陶管の大部分は戦前に布設された古いものであることも考慮する必要がある。

2) 埋設深度

一般に埋設深度の浅い管きょでは被害が発生し易く，埋設深度が深くなるほど被害は少ない（図—4・解9参照）。シールド工法で敷設された管では，ほとんど被害は発生しないものと考えられる。しかし，深い管路でも，深さ方向に地盤条件が大きく変化している場合には，マンホール等において被害の発生が考えられる。

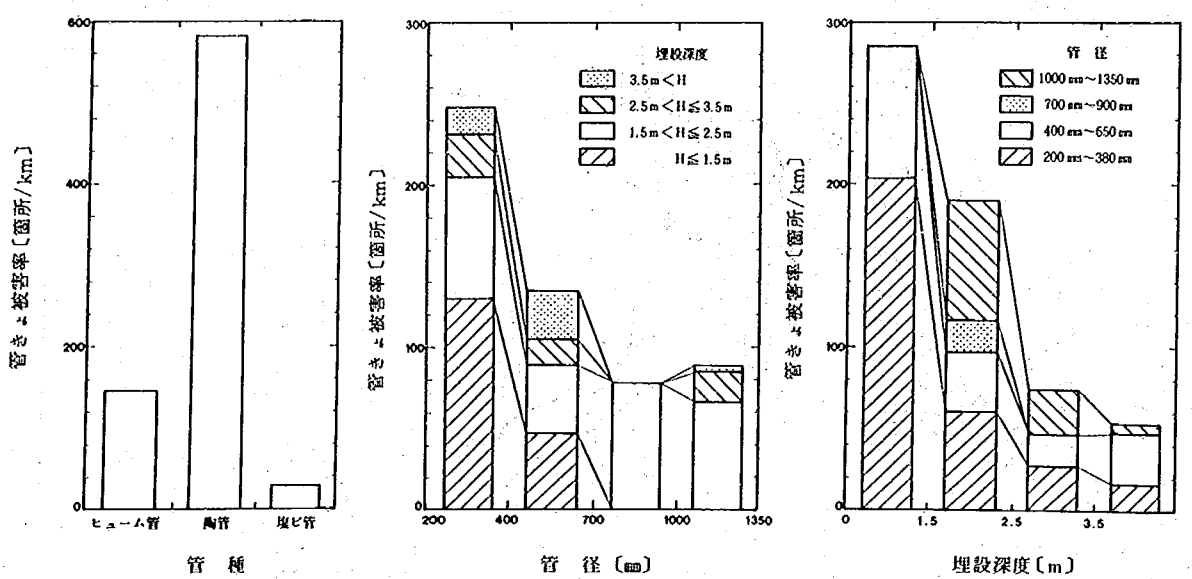
3) 他構造物との接続部

マンホール，雨水調整池，ポンプ場等と管きょの接続部において，被害が多く発生する。マンホールと管きょの接続部では，管きょ，マンホールとも被害を受けやすい。図—4・解10にマンホールからの距離と管きょの被害度数の関係を示す（1983年日本海中部地震，秋田市の例）。この図からもマンホールに近いほど管きょの被害が多いことがわかる。雨水調整池，ポンプ場等大きな構造物との接続部において，管きょは，破断等の大被害を受ける可能性が高い。

4) その他

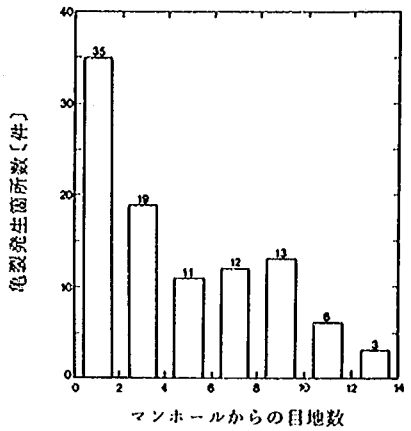
次のような箇所では地震時に被害を受けやすい。したがって，普段から台帳等を整備して，このような箇所を確認しておくことが必要である。

① 老朽化した施設



注）ここで管きょ被害率とは，目地ずれ，ひらき，はなれ，目地破害，管体の亀裂，破損等全ての異常箇所数の合計を管路延長で除した値である。図中の埋設深度は土被り厚により整理を行っている。

図—4・解9 管種，管径，埋設深度と管きょの被害率の関係（1983年日本海中部地震，秋田市の例）



図—4・解10　マンホール周辺管きょの被害度数の公布図
(1983年日本海中部地震，秋田市の例)

② 他の埋設物との交差箇所
③ 特別な載荷荷重のある箇所
④ 基礎構造あるいは支持条件の変化する箇所

1.3 震前対策

震後の混乱した状態の中で復旧作業を円滑に行うためには，平時から予め震災時の対策の体制，業務内容を策定，整理しておくとともに次の事項を実施しておくことが望ましい。

1) 下水道管路施設の台帳の整備
2) 平時の維持管理において発見された漏水箇所やその他の異常箇所並びに補修の記録の整備
3) 優先的に点検すべき箇所の抽出
4) 震災復旧における体制等の検討
5) 地震時の情報交換手段の整備
6) 可搬ポンプの整備
7) その他

[解説]

震前対策としては，「第Ⅰ編共通編3. 震前対策」に述べられた点について検討しておくほか，以下の事項を実施しておくのがよい。

1) 下水道管路施設の台帳の整備

下水道台帳（調書，一般図，施設平面図等）は，平時の維持管理においては技術的な基礎資料であり，地震時には震災の調査及び復旧の作業を円滑に行い，下水道の機能を速やかに確保するうえで重要な資料である。

台帳は，震災時の調査，復旧活動に用いやすいよう台帳の索引図を作成しておくとともに，各調査および復旧の段階において用いやすい縮尺及び大きさの施設平面図等を作成しておくことが望ましい。これらの台帳は，震災の調査，復旧を円滑に行うためには下水道本部用，調査班用及び復旧班用と複数部作成しておくことが望ましく，調査結果及び復旧状況に関する情報は誰が見てもわかるよう記入の方法及び記号について打ち合せておく必要がある。

また，これらの台帳から，ある施設の破損に対して，どの施設が代替施設として機能し得るかを把握しておくことは，下水道の機能をすみやかに確保するうえで重要である。

2) 平時の維持管理記録の整備

平時から漏水の認められる箇所や，その他の異常が認められる箇所は地震時にも被害を受けやすい箇所と考えられ，調査を行うにあたり要注意の箇所といえる。

また，平時から漏水，蛇行等の異常が認められる箇所を把握しておくことは，その被害が地震によるものかを判断する際，あるいは平時よりも異常の度合が伸展している箇所かどうかを判断するうえで重要であり，維持管理における記録は下水道台帳と同様，震災時に活用できるよう整備しておくことが必要である。

3) 優先的に点検すべき箇所の抽出

施設の構成，地盤条件等から被害を受けやすい箇所（あるいは被害発生の有無が他の施設の被害発生の有無の指標となるような代表的な箇所），及び下水道施設の構成上重要な箇所を選定し，地震直後に優先的に点検すべき箇所を整理しておくことは被害の調査，復旧を円滑に行う上で重要である。

4) 震災復旧における体制等の検討

震災の調査及び復旧を行うにあたり，事前に体制及び人員の配置等について検討を行い，各自の作業分担（本部，調査班，作業班等の別），及び調査，作業範囲について打ち合せておく必要がある。また，応急復旧に必要となる機械器具及び資材について，保有量及び保管場所について検討を行い，整備しておくとともに職員に周知徹底しておく必要がある。また，地元の建設業者と事前に協定あるいは打ち合せを行っておき，業者の保有している機械器具等の種類及び台数を把握しておくとともに地震時には応援を受けられる体制を確保しておくことが望ましい。同様に，周辺自治体との相互応援協定についても検討しておくことが望ましい。

5) 地震時の情報伝達手段の確保

地震直後の異常時において職員の召集，職員への情報の提供，調査，復旧に関する情報の伝達を行えるよう，電話のほかに無線電話等複数の系統の情報伝達手段を確保しておくことが望ましい。

6) 可搬ポンプの整備

震災による局地的な浸水被害に対処するための可搬ポンプやホース類を備蓄しておくのがよい。これらは常時，定期的に点検，試運転を行い機器の操作になれるとともに，燃料切れや潤滑油切れなどのないよう配慮するのがよい。

7) その他

震後の調査や緊急措置に必要な資機材についてもリストアップし，整えておくのがよい。特に震後の緊急調査にとってカメラは欠かせない機材のひとつである。

1.4 被災調査

判定，措置及び復旧を行うに必要となる情報を得るために行う調査であり，以下の3段階に大別される。

1) 緊急調査
2) 応急調査
3) 本復旧のための調査

[解説]

判定，措置及び復旧を行うに必要となる情報を得るために行う調査であり以下の3段階に大別される。

1) 緊急調査

汚水の逆流等重大な機能障害，管路の圧壊，マンホールの隆起等放置しておくと危険となる被害（二次災害発生の可能性）の発見のために行う調査であり，短時間で施設全体の危険箇所を把握する必要から目視等平易な方法により，下水処理場，ポンプ場，幹線等主要施設における被害の有無，下水道管路施設周辺の道路の異常の有無について概略の被害箇所，被害程度を把握する。

2) 応急調査

緊急調査と同様危険箇所の発見を目的とするとともに，下水道施設全体の復旧計画立案のための情報を得るために行う調査であり，目視及びメジャーによる計測等平易な方法により，管路，マンホール等施設全体について下水の流下状況，管路の蛇行，目地ずれ，土砂堆積の有無等概略の被害箇所，被害程度を把握する。

3) 本復旧のための調査

本復旧工事を実施するか否かの判定，復旧工事の数量，工法決定を行うに必要となる被害の形態，程度を把握するために行う詳細な調査であり，下水の流下能力，施設の構造的な被害の形態，程度について調査を行う。

1.5 被災判定

調査結果に基づいて下水道管路施設の被災の有無や措置，復旧などの対応を判定する上で評価すべき項目は次の4項目に大別される。

1) 下水道管路施設の構造的な被害程度
2) 下水道管路施設の機能的な被害程度
3) 他施設に与える影響の程度
4) 被災地の特殊性

なお，下水道管路施設の緊急措置や復旧方法を選定する際には，処理場やポンプ場等の拠点施設の被害の有無も配慮することが必要である。

[解説]

1) 下水道管路施設の構造的な被害程度

下水道管路施設の構造的な被害とは，管きょの亀裂，目地ずれあるいはマンホール直壁のずれ，亀裂等下水道管路施設の物理的な損傷を指し，その被害程度とは亀裂の幅，ずれの程度等を指す。

2) 下水道管路施設の機能的な被害程度

下水道管路施設の機能的な被害とは，下水道本来の機能である下水（汚水，雨水）の排除能力の低下を指し，その被害程度とは，排除能力の低下の程度を指す。下水道管路の縦断勾配の変化や，流入した土砂の堆積等による流下機能の低下などについて評価する。

3) 他施設に与える影響の程度

他施設に与える影響の程度とは，下水道の被害（構造的な被害，機能的な被害）が原因となり浸水や陥没などにより道路，周辺施設等に損傷を与えることによる二次災害の発生の可能性を指す。

4) 被災地の特殊性

各々の被災地における特殊性とは，下水道施設の供用，未供用施設の割合，都市計画の有無等であり，下水道施設の被害が都市機能及び住民生活に与える影響の程度の違いを指す。

また，大規模地震により都市全体が壊滅的な被害を受けた場合には，下水道施設の復旧よりも人命の救護に重点がおかれるのは当然であり，処理場やポンプ場

等の拠点施設に重大な被害が発生した場合には，管路施設の復旧とともに処理場，ポンプ場等の復旧を先行させる必要があり，おのずから下水道管路施設の被災判定の基準は変化するものである。

1.6 復　旧

震後の調査により，下水道施設の機能や構造に異常が発見された場合には，二次災害発生の危険性を取り除き，機能回復のために震後の時間的な経過に応じ，次のうち適切な復旧を図る。

1) 緊急措置
2) 応急復旧
3) 本復旧

[解説]

1) 緊急措置

重大な機能障害及び二次災害等の危険性を緊急に取り除くための仮の措置である。下水道本来の機能よりも浸水等の被害を防止し，道路交通等周辺施設に与える影響の大きさに重点をおいて必要な措置をとる。ここでは措置とは，可搬ポンプの設置や管理者が自ら行う種々の規制等の対策，並びに必要な関連機関への連絡，広報等を指す。

また，緊急措置は地震直後に必要となるものはもちろんのこと，調査が進むことにより緊急措置が必要となる危険箇所が発見されることがあり，この場合も同様の措置が必要である。

2) 応急復旧

緊急性はややおちるが，緊急措置と同様の目的を持つと共に，下水道施設の機能回復のために行う応急的な復旧工事を指す。ここでは応急的な復旧工事とは，ポンプによる下水の排除，管内の土砂浚渫，臨時の下水管の設置等，下水道の機能である下水の排除機能の確保を目的として行う工事を指す。

3) 本復旧

本来の下水道施設の機能を回復するために行う工事を指し，下水の排除機能の回復をはかるとともに，構造的な施設被害の復旧を行う。

1.7 他機関との協議連絡及び広報

調査，復旧の過程においては，他機関との協議及び情報交換が必要である。

協議連絡の必要がある内容の例を以下に示す。

警　　察
　危険箇所に関する情報の交換
道路管理者
　路面の異常に関する情報の交換
ガスの事業者
　ガス管の被害箇所に関する情報の交換
上水道の管理者
　水道管の被害箇所に関する情報の交換
県，市　町　村
　復旧方針に関する協議

また，調査，復旧を円滑に進めて行くためには地域住民への広報及び住民からの情報収集が必要である。

[解説]

下水道管路の大部分は道路下に埋設されており，道路の被害とは密接な関係があり，被害の発見，二次災害の防止のためには道路管理者，警察との協議及び情報交換が必要である。また，同じく道路下に埋設されているものとして道路を占用している上水道，ガス等の管理者との協議及び情報交換も同様に必要である。上水道の供給管路は，下水道管路とほぼ同じように地中浅部に埋設された同規模の構造であるので，その被害の有無や被害箇所等の情報は下水道管路施設の被害の有無を判断する上で大きな参考となる。

また，ガスの事業者からの情報は下水道の被害箇所の推定に大きな参考となるとともに，ガス管の破損により下水道管路内にガスが漏洩している事もあり，危険防止の意味からもガス管理者との情報交換は重要である。

被害の調査，特に緊急調査においては，住民からの通報は被害の概要を把握する有力な手段であり，電話連絡簿等を活用し情報の収集に努めるとともに，情報の集中化をはかり，誤報の発生，情報の重複を防止する必要がある。

また，マスコミ等を通じ，住民への情報（現状の報告，おねがい等）の周知徹底をはかり混乱の防止につとめるとともに，調査，復旧が円滑に進められるよう地域住民への広報を行う。

なお，復旧においては可能なかぎり，道路，上水道，ガス等の復旧工事と調整を行い，円滑かつ能率的な復旧を行うことが望ましい。特に，路面の復旧についてはいずれの企業体が行うか協議あるいは調整を行う必要がある。

2. 緊急調査及び緊急措置

2.1 緊急調査の方法と用具

1) 緊急調査は幹線，優先的に点検すべき箇所，通報，連絡のあった箇所を対象に行い，カメラ等による現況の記録，周辺道路状況の観察，記録を行う。
2) 緊急調査は，短時間で被害の概要を把握する必要性から，調査方法としては目視及びビデオカメラ等即応性の有る方法を中心とし，被害程度の計測はメジャー程度の簡単な方法を用いる。
3) 緊急調査は地表からの被害状況の把握が中心となるため，調査の対象は処理場，ポンプ場の他，主として道路及びマンホールの状況である。
4) 緊急調査の段階では，他機関から得られる情報及び住民からの通報が被害箇所の発見に有用である。

場合によってはヘリコプターなどを用いた空からの調査結果により，下水道管路への危険物等の思わぬ流入の可能性が判別できることもあり，必要に応じてこれらの情報を活用する。

〔解説〕

1) 緊急調査は幹線，優先的に点検すべき箇所，通報，連絡のあった箇所を対象に目視による被害の観察，メジャー等による被害の簡単な計測，カメラ等による現況の記録，下水道管路施設周辺の道路状況等の観察を行う。

2) 緊急調査に携帯すべき調査器具としては次のようなものがある。

a) 調　査　票

被害箇所及び被害形態に関する情報を記入，整理する。

b) 平　面　図

被害箇所の位置を記入(大縮尺の平面図)。下水道管路施設周辺の道路状況，マンホールの状況及び被害写真の撮影方向等を記入（小縮尺の平面図)。

c) 野　　帳

被害の状況等，今後の復旧活動に参考となる事項を記録する。

d) 筆 記 用 具

調査票及び野帳等への記入に用い，水に濡れてもにじむことのない筆記具（例えば鉛筆等）を用いる。

e) 懐 中 電 燈

夜間の調査及びマンホール内等の調査において照明として用いる。

f) スチールカメラ

被害の状況，あるいは緊急措置の状況を記録する。撮影の際には撮影位置及び方向を記録しておくこと。

g) フ ィ ル ム

スチールカメラ及びポラロイドカメラ用。フィルムには使用有効期限があるので注意のこと。

h) ス ト ロ ボ

夜間及びマンホール内等，暗部における撮影に用いる。

i) 電　　池

懐中電燈，ストロボ及びスチールカメラ（オートアイリス,オートフォーカス等電源を必要とするカメラ）用。

j) 黒　板　等

調査箇所，被害形態等を記入し，写真等に写し込む。

k) コンベックス

路面の亀裂，段差，マンホールの沈下，浮上り等概略の被害程度の計測に用いる。また，写真に写し込み，寸法の基準とする。

l) 無　線　機

本部への被害状況の報告，緊急措置の要請等現場からの連絡に用いる。

m) 管内内視用の鏡

道路よりマンホールを通し，管路の状況を観察するために用いる。

n) ビデオカメラ

被害状況を映像として記録,報告するために用いる。現像等を必要としないため即応性があり，被害箇所を連続的に記録できる特徴を有するため被害の状況を把握しやすく，また周辺状況もある程度理解できるので復旧計画の策定に参考となることが多い。

o) ポラロイドカメラ

スチールカメラ同様，被害状況及び緊急措置の状況の記録を行うために用いる。現像等を必要としないため即応性はあるが，焼き増しが難しいため，使用方法には検討を要する。

p) ポ　ー　ル

写真あるいはビデオカメラによる撮影において写し込むことにより被害状況の把握の助けとする。

q) 巻　　尺

基線として写真等に写し込んだり，被害延長等の計測に用いる。

r）ポータブルテープレコーダー

現場においてメモがわりに用いる。ただし，調査結果を整理するためにはテープを再生しながら筆記しなおす必要があり，即応性が有るとはいえず，あくまで補助的に用いる。

なお，調査に直接必要とはしないが，簡単な緊急措置が行えるようバリケード，標識，トラロープ等を持参することが望ましい。また，マンホール等に入り作業を行う場合には，「3.1 応急調査の方法と用具」に準じて作業者の安全確保に留意する必要がある。

3) 調査結果の整理には調査票を用いると便利であり，調査票には，被害の形態，被害の程度（個人の主観を取り除くため，できるだけ定量的な分類）が記入できるようにしておき，記入の方法等については平素から十分打ち合わせを行っておく。調査票の例及び記入例を表－4・解9，表－4・解10に示す。

調査により得られた情報の整理方法の例を以下に示す。

被害箇所の一覧表及び被害箇所図
（主要施設を対象としたもの）
被害概要図
（定性的なものでありスケッチ程度）
住民からの通報台帳
（表－4・解11，表－4・解12参照）
緊急措置の実施状況表
（被害箇所の一覧表あるいは被害箇所図に併記する事も考えられる）

2.2 緊急調査の着眼点

緊急調査は，被害の拡大及び二次災害を防止することを目的として行う調査であり，下水道本来の機能よりも道路，周辺施設等に与える影響の大きさに重点がおかれる。そのため，緊急調査は以下の着眼点から行う。

1) 処理場，ポンプ場の異常の有無
2) マンホール及び管路周辺の路面の異常の有無
3) マンホールからの下水の流出の有無
4) 下水管内への危険物（ガス，石油等）の流入の有無
5) マンホールふた，ふた受枠の異常の有無
6) マンホール内の異常の有無

[解説]

地震直後に行う緊急調査では，下水道施設の異常による下水の流出や管路施設の被害が原因となる道路，周辺施設等に与える影響を短時間で発見する必要から，調査は地表からの被害状況の把握が中心となる。

そのため，緊急調査は以下の着眼点から行う。

1) 処理場，ポンプ場の異常の有無

処理場，ポンプ場への下水の流入流出状況を確認することにより，下水道幹線の異常の有無及び処理場，ポンプ場の機能の異常の有無の発見に努め，施設周辺への下水流出の危険性を把握する必要がある。

2) マンホール及び管路周辺の路面の異常の有無

マンホールあるいは管路に被害が発生することにより，これらの被害が原因となり周辺の路面に異常が発生し，自動車，自転車，歩行者等の通行に重大な影響を与える事がある。

このような二次災害の発生の可能性，及び復旧活動の妨げとなるような被害箇所の発見のために，マンホールおよび管路周辺の路面状況の異常(陥没，隆起，亀裂，噴砂，噴水，波打ち等)を把握する必要がある。

3) マンホールからの下水の流出の有無

管路施設の異常によるマンホールからの下水の流出の有無について調査し，周辺施設の浸水，汚染の危険性を把握する必要がある。

4) 下水管内への危険物（ガス，石油等）の流入の有無

ガス管，石油タンク等の破損により，ガス，石油等の危険物が下水管内へ流入する場合があり，このような危険箇所の有無を把握するため，調査を実施するとともに他機関との情報交換に努める必要がある。

5) マンホールふた，ふた受枠の異常の有無

マンホールふた，ふた受枠の異常は，自動車，自転車，歩行者等がマンホール内へ落下する危険性があり，二次災害の発生を防止するために，このような異常箇所の把握に努める必要がある。

6) マンホール内の異常の有無

緊急調査の段階では，管路の被害状況の把握まで行うことは時間的に困難と考えられ，浸水及び周辺施設へ影響を与えるような被害箇所を発見することを目的とし，次のような項目について調査を行うことが考えられる。

マンホール内の土砂堆積及び下水の流下状況
マンホールと本管の接続部のずれ及び破損
マンホール内壁のずれ及び破損

表－4・解9　調査票の例（緊急調査用）〔原紙のサイズはA３〕

緊急調査

＿＿＿＿＿＿地震　下水道被害調査票

調査日時＿＿年＿＿月＿＿日＿＿時　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿下水道施設

台帳番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

排水区または処理区名＿＿＿＿＿＿　幹線名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

所　在＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　調査者所属および氏名＿＿＿＿＿＿＿＿

下水道施設諸元				
周辺状況の調査の可否	否・可	否の理由		
調査項目	異常の有無	被害形態および程度		図・写真No.
マンホール周辺の路面の異常	有・無			
管路周辺の路面の異常	有・無			
マンホールからの下水の流出の有無	有・無			
下水管内への危険物の流入の有無	有・無			
マンホールのふた，ふた受枠の異常	有・無			
調査者所見				
緊急措置				
マンホール内の調査の可否	否・可	否の理由		
調査項目	異常の有無	被害形態および程度		図・写真No.
マンホール内側壁の異常	有・無			
マンホール内の土砂堆積の有無	有・無			
流下状況の異常	有・無			
下水管内への危険物の流入の有無	有・無			
マンホールと本管の接続部の異常	有・無			
その他の被害	有・無			
調査者所見				
緊急措置				

案内図　縮尺 1/＿＿＿＿

平面図

表—4・解10　調査票の記入例（緊急調査用）〔原紙のサイズはＡ３〕

緊急調査

○○○○地震　下水道被害調査票

調査日時 昭和○○年○○月 ○○日 ○○時　○○市○○ 下水道施設

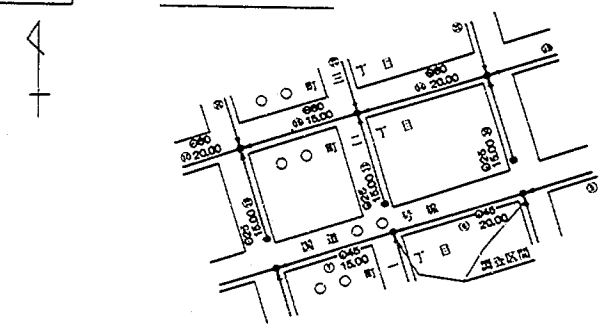
台帳番号 1234—5A—6

排水区または処理区名 ○○排水区　幹線名 ○○町○○幹線

所　在 ○○市○○町1-2-3○○前　調査者所属および氏名 ○○課○○○○

下水道施設諸元	附属マンホール内径90cm ～管径45cm，ヒューム管，管路延長20m平均埋設深度2.4m		
周辺状況の調査の可否	否・(可)	否の理由	
調査項目	異常の有無	被害形態および程度	図・写真No.
マンホール周辺の路面の異常	(有)・無	マンホールの浮上による路面との段差5cm程度	写-1
管路周辺の路面の異常	(有)・無	管路中心線に沿って1cm程度の亀裂有り	写-2, 図-1-①
マンホールからの下水の流出の有無	有・(無)		
下水管内への危険物の流入の有無	(有)・無	○○家の温水ボイラ用燃料タンクの転倒により灯油の流入有り	写-3, 図-1-②
マンホールのふた，ふた受枠の異常	(有)・無	ふた受枠に亀裂有り	写-4, 図-1-③
調査者所見	マンホールと路面の段差にはすりつけの必要有り。 下水管への灯油の流入は現在終了しており，特に対策の必要は無い。		
緊急措置	マンホールの周辺及び路面の亀裂箇所への土砂の投入 段差有りの標識設置		写-5. 写-6
マンホール内の調査の可否	(否)・可	否の理由	ふた受枠の破損によりふたが開かず
調査項目	異常の有無	被害形態および程度	図・写真No.
マンホール内側壁の異常	有・無		
マンホール内の土砂堆積の有無	有・無		
流下状況の異常	有・無		
下水管内への危険物の流入の有無	有・無		
マンホールと本管の接続部の異常	有・無		
その他の被害	有・無		
調査者所見	マンホールの浮上，管路上面の路面の異常から，管路施設には相当の被害が生じていることが予想される。しかし下水流出等の危険性は認められない。		
緊急措置	管路に対する緊急措置は行わない。		

案内図　縮尺 1/1000



平面図

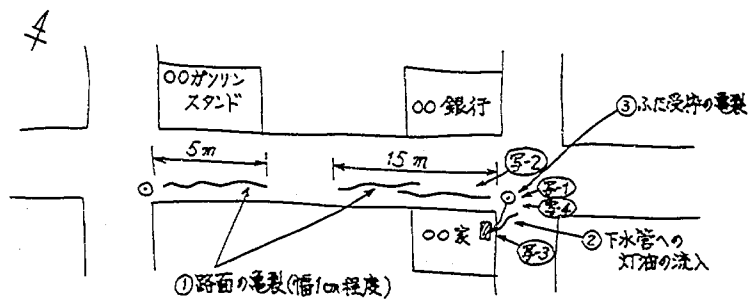


図-1 平面図

表—4・解11 通報台帳の例

＿＿＿＿＿＿地震 下水道被害通報台帳

通報者住所	
通報者氏名，連絡先	TEL
通報日時	年 月 日 時 分
被害箇所所在地	
通報内容	

記録者所属		記録者氏名	
施設名	下水道施設		
台帳番号			
排水区または処理区名			
幹線名			
所在			
本情報の連絡先			

表－4・解12　通報台帳の記入例

○○○○地震　下水道被害通報台帳

通報者住所	○○市○○町 1-2-3		
通報者氏名，連絡先	○○○○	TEL 1234－56－7890 (自宅)	
通報日時	昭和○○年○○月○○日○○時○○分		
被害箇所所在地	○○市○○町○○前		
通報内容	下水が流れず、トイレに逆流してきた。 また、家の前のマンホールがもちあがって、自動車の通行に 支障がでている。		
記録者所属	○○課	記録者氏名	○○○○
施設名	○○町○○	下水道施設	
台帳番号	1234－SA－6		
排水区または処理区名	○○排水区		
幹線名	○○町○○幹線		
所在	○○市○○町 1-2-3○○前		
本情報の連絡先	下水道課○○係，土木課○○係		

2.3 緊急措置のための判定

1) 緊急措置を行うか否かの判定は，二次災害発生の危険性の程度により判定を行い，他施設に与える影響の程度に重点をおく。

評価項目の例を以下に示す。

(1) 道路に与える影響

(2) 周辺施設に与える影響

以上の評価項目を総合的に判断し，緊急措置をとる必要があると判断した場合には，緊急措置をとる。

2) また，緊急措置は地震直後で十分な対応（人材，物資の調達等）が困難や状況で作業を行う必要から，下水道被害の影響を受ける道路，周辺施設等の重要性，必要資材，機材の数量等を考慮して措置を行うべき箇所を選定する。

［解説］

1) 緊急措置を行うか否かの判定は，二次災害発生の危険性の程度により判定を行い，他施設に与える影響の程度に重点がおかれるため，評価項目としては以下のような項目が考えられる。

① 道路に与える影響

管きょ，マンホール内への土砂流入による路面の沈下，陥没，亀裂の有無

管きょの浮上による道路面の隆起，亀裂の有無

マンホールの浮上による道路面の隆起，亀裂，道路とマンホールふた受枠との段差の有無

マンホールふた，あるいはふた受枠の破損によるマンホール内への自動車，自転車，歩行者等にの落下の危険性の有無

② 周辺施設に与える影響

下水の流出による周辺施設の汚染の可能性の有無

下水管への危険物（ガス，石油等）の流入による周辺施設，周辺住民への危険性の有無

2) 緊急措置をとる必要があるか否かの判定は，下水道施設周辺の道路，構造物の被害の有無，被害の程度について目視による調査結果に基づき短時間で判定を行う必要性から，優先的に点検すべき箇所，主要下水道幹線，主要道路を調査施設の対象とし，概略の被害状況から客観的に判定を行うことが必要となる。

客観的に判定を行うために必要となる定量的な資料を得るための試みとして，表－4・解13に示す被害程度の分類の目安を作成した。ただし，調査項目に対応する被害程度のランクづけ大，中，小の内容について

表－4・解13 被害程度の分類の目安（緊急調査）

施設	調査項目	被害程度		
		小	中	大
道路	路面とマンホールとの段差	車の走行で衝撃を感じる（段差3cm以下）	車の走行に支障有り（3～10cm）	車の走行不能（10cm以上）
	路面の沈下，隆起（なめらかな路面高の上下変動）	車の走行で衝撃を感じる	車の走行に支障有り	車の走行不能
	路面の陥没，段差	車の走行で衝撃を感じる（陥没，段差3cm以下）	車の走行に支障有り（3～10cm）	車の走行不能（10cm以上）
	路面の亀裂	二輪車の走行に支障無し（亀裂幅1cm以下）	二輪車の走行に支障有り（1～3cm）	二輪車の走行不能（3cm以上）
	マンホールのふた及びふた受枠の被害	ふた等の破損無し ふた受枠のずれ量小（ふた受枠のフランジ幅の1/3以下）	ふた受枠のずれ量中（ふた受枠のフランジ幅の1/3～2/3）	ふた等の破損有り ふた受枠のずれ量大（ふた受枠のフランジ幅の2/3以上）
周辺施設	下水の流出による汚染	下水の流出無し 住民からの苦情無し	―	下水の大量流出有り 住民からの苦情有り
	下水道内への危険物(ガス，石油等）の流入	危険物の流入無し	―	危険物の流入有り

は各都市の実状，地震による都市全体の被害の程度により修正すべきものである。

2.4 緊急措置

緊急措置を行う必要があると判定した箇所には，被害の状況に応じた緊急措置をとる。
緊急措置の例を以下に示す。

マンホールと道路の段差，道路の亀裂箇所等への安全さく，標識等の設置
段差部のすりつけ
亀裂，陥没部への土砂等の投入
危険箇所への通行規制
可搬式ポンプによる排水
下水道施設の使用中止の依頼

[解説]

1)下水道管路施設の被害が原因となり，道路等に重大な異常が発生した場合には，安全柵，標識等を設置し，自動車，自転車，歩行者等の落下事故及び交通事故の防止に努める。

2) 危険箇所に関する情報は，関係機関(道路管理者，警察等)に連絡し，指示を得るとともに，重大な危険箇所については通行規制等の依頼を行う。

3) 主要道路における路面の異常は，震後の調査，復旧活動の大きな妨げとなるため，路面の沈下，陥没，亀裂及びマンホールと路面の段差等の被害については，異常箇所へ土砂を投入する等の措置を行い，道路の機能の確保に努める。

4) マンホールから下水が流出している箇所には，可搬式ポンプを設置し，他の異常の無い下水道管きょ，排水路あるいは河川等への排水を行うとともに，土のうなどにより周辺施設の浸水防止に努める。

5) 工場等の下水が大量に発生する可能性のある利用者には，下水道施設の現状を伝えるとともに，下水の流出の危険性が考えられる場合には，下水の流出量の低減あるいは下水道施設の使用中止の依頼を行う。

3. 応急調査及び応急復旧工事

3.1 応急調査の方法と用具

1) 応急調査では，調査対象を管路まで広げ，目視による被害の観察，メジャー等による被害の簡単な計測，カメラ等による現況の記録，ロッド等による管路閉塞調査等を行う。

2) 応急調査の調査項目としては，マンホール及び周辺道路の調査とともに，必要に応じてマンホール内に入り，マンホール，管体，取付け管，取付けます等について被害の有無の調査を行う。

3) 応急調査は，数人の調査班により路線毎に調査を行う。

[解説]

1) 応急調査は，調査対象を管路まで広げ，被害の有無，被害形態及び程度について調査を行う。具体的な応急調査の方法としては，本復旧のための調査法に準じた方法を用いる事が可能であり，「4. 本復旧のための調査法」を参照されたい。

2) 応急調査に携帯すべき調査器具としては，次のようなものがある。

緊急調査に携帯すべき調査器具と同様なものとして，次のようなものがある。

a) 調査票　b) 平面図　c) 野帳　d) 筆記用具
e) 懐中電燈　f) スチールカメラ　g) フィルム
h) ストロボ　i) 電池　j) 黒板等
p) コンベックス　l) 無線機
m) 管内内視用の鏡　n) ビデオカメラ
o) ポラロイドカメラ　p) ポール　q) 巻尺
r) ポータブルテープレコーダー

上記調査器具以外に，管路の調査や，ある程度定量的な被害調査を行うために，次のようなものがある。

a) ロ　ッ　ド

取付け管の閉塞の有無の調査に用いる。

b) 測 量 機 器

マンホールの沈下，浮上及び水平移動量等の計測を行う。

c) ス タ ッ フ

測量及び写真撮影等の補助具として用いる。

d) 写真判定用メジャー

被害写真に写し込むことにより，写真判定用の基準長として用いる。

e) カラースプレー

調査済みマンホールに印をつけるのに用い，色を変えることにより被害の有無を表示し，後の詳細な調査が円滑に行えるようにする。

マンホールに入った作業者が安全に調査を行うために，次のようなものがある。

a) 酸素濃度計

酸素欠乏による事故を防止するための携帯型の酸素濃度計。

b）ガス検知器

下水管内へ流入した危険物（ガス，劇毒物等）による，爆発，中毒等の事故を防止するための携帯型のガス検知器。

c）送 風 機

管内の換気を行うとともに，作業者へ新鮮な空気を送るために用いる。

d）空気呼吸器

送風機により十分な換気が行えない箇所，あまり深くないマンホール等の調査において，作業者の呼吸を確保するために用いる。

e）は し ご

マンホール側壁，あるいは足掛金物の破損によりマンホール内へ降りられない場合に用いる。

f）安 全 帯

マンホール内への転落，酸欠等により作業者が意識を失った場合の安全確保のために用いる。

g）安全ロープ

下水の流れている管内において作業を行う場合，作業者が下水に流されるのを防止するために用いたり，マンホール内へ人が降りる場合や，調査器具を降ろす場合に用いる。

3) 幹線や管径の大きい管路において下水量が多い箇所での調査では，一般に下水の切まわし，あるいは管内一時貯留などの処置ができないため，管路内の調査は多くの困難が伴う。そのため応急調査は，次のように実施することが考えられる。

① 路線上における被害状況及びマンホールからの管路状況の調査結果から管路内の被害を推定する。

② 管路内から調査が必要と判断される場合は，深夜から早朝にかけて下水量の減少状況から安全に調査ができることを確認の上実施する。

4) 調査結果の整理には調査票を用いると便利であり，調査票には，被害の形態，被害の程度（個人の主観を取り除くため，できるだけ定量的な分類）が記入できるようにしておき，記入の方法等については平素から十分に打ち合せを行っておく。調査票の例及び記入例を表－4・解14，表－3・解15に示す。

5) 調査により得られた情報の整理方法の例としては以下のような事が考えられる。

被害箇所の一覧表及び被害箇所図

（全施設を対象としたもの）

被害図

（被害程度として大，中，小程度の分類を行う）

調査票，集計表

応急復旧の実施状況表

（被害箇所の一覧表あるいは被害箇所図に併記することも考えられる）

3.2 応急調査の着眼点

応急調査は，被害の拡大及び二次災害の防止を目的として行う調査であり，他施設に与える影響の程度とともに，利用者に与える影響の大きさとして下水道の機能的な被害程度及び下水道の構造的な被害程度に重点がおかれる。

そのため，応急調査は以下の着眼点から行う。

(1) 処理場，ポンプ場の異常の有無

(2) マンホール及び管路周辺の路面の異常の有無

(3) マンホールからの下水の流出の有無

(4) 下水道管内への危険物（ガス，石油等）の流入の有無

(5) 管きょ，マンホール，ます等下水道管路施設の被害の有無

(6) 下水の排除能力の低下の有無

［解説］

緊急調査の調査項目としては，マンホール及び周辺道路の調査が主であったが，応急調査ではこれらの他に必要に応じてマンホール内に入り，マンホール，管体，取付けます，取付け管等について被害の有無の調査を行う。

そのため，応急調査の具体的な調査項目は以下のとおりである。

1) 処理場，ポンプ場の異常の有無
   処理場，ポンプ場への下水の流入流出状況
2) マンホール及び管路周辺の路面の異常の有無
   路面状況の異常（沈下，陥没，隆起，亀裂，段差，噴砂，噴水，波打ち等）
3) マンホールからの下水の流出の有無
4) 下水道管内への危険物（ガス，石油等）の流入の有無
5) マンホールの異常の有無
   マンホールふた，ふた受枠のずれ
   マンホール内側壁のずれ，破損
   マンホール内の土砂堆積及び流下状況
   マンホールと本管の接続部のずれ，破損

表―4・解14　調査票の例（応急調査用）〔原紙のサイズはＡ３〕

応急調査

＿＿＿＿＿＿地震　下水道被害調査票

調査日時＿＿年＿＿月＿＿日＿＿時　＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿下水道施設

台帳番号＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

排水区または処理区名＿＿＿＿＿＿　幹線名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

所　在＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿　調査者所属および氏名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

下水道施設諸元				
調査項目		異常の有無	被害形態および程度	図・写真No.
路面からの調査	マンホール周辺の路面の異常	有・無		
	管路周辺の路面の異常	有・無		
	マンホールからの下水の流出の有無	有・無		
	下水管内への危険物の流入の有無	有・無		
マンホール	マンホールのふた、ふた受枠のずれ、破損	有・無		
	マンホール内側壁のずれ、破損	有・無		
	マンホール内の土砂堆積及び流下状況	有・無		
	マンホールと本管の接続部のずれ、破損	有・無		
管きょ	本管継ぎ目のはなれ、開き、ずれ、破損	有・無		
	管のたるみ、蛇行	有・無		
	管内への地下水、土砂等の浸入の有無	有・無		
	パッキンの外れ、目地材の離脱の有無	有・無		
	本管内の土砂堆積及び流下状況	有・無		
その他の構造物	取付け管の異常	有・無		
	取付けますの異常	有・無		
	その他の被害	有・無		
調査者所見				
応急復旧				

案内図　縮尺 1/＿＿＿＿

平面図

表—4・解15　調査票の記入例（応急調査用）〔原紙のサイズはＡ３〕

応急調査

○○○○地震　下水道被害調査票

調査日時 昭和○○年　○○月　○○日　○○時　○○市○○　下水道施設

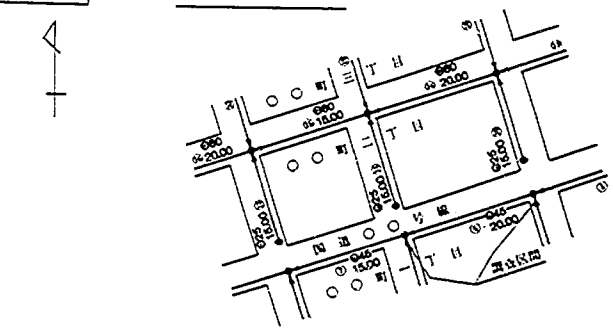
台帳番号 1234－5A－6

排水区または処理区名 ○○排水区　幹線名 ○○町○○幹線

所　在 ○○市○○町1-2-3○○前　調査者所属および氏名 ○○課○○○○

下水道施設諸元	附形のボールの発 90cm ～管発 45cm，ヒューム管，管路延長 20m 平均埋設程度 2.4m			
調査項目		異常の有無	被害形態および程度	図・写真No.
路面からの調査	マンホール周辺の路面の異常	(有)・無	マンホールと路面の段差 5cm 程度	写-1
	管路周辺の路面の異常	(有)・無	管路中心線に沿って 1cm 程度の亀裂有り	写-2, 図-1-①
	マンホールからの下水の流出の有無	有・(無)		
	下水管内への危険物の流入の有無	有・(無)		
マンホール	マンホールのふた，ふた受枠のずれ，破損	(有)・無	ふた受枠の亀裂	写-3 図-2
	マンホール内側壁のずれ，破損	(有)・無	側壁のずれ 5cm 程度	写-4 図-3
	マンホール内の土砂堆積及び流下状況	(有)・無	土砂堆積 5cm，下水は流れている	写-5
	マンホールと本管の接続部のずれ，破損	(有)・無	接続部の亀裂，浸水有り	写-6,7, 図-4
管きょ	本管継ぎ目のはなれ，開き，ずれ，破損	(有)・無	目地はなれ有り，土砂の浸入は認められない	
	管のたるみ，蛇行	(有)・無	隣のマンホールの光が見通せない	
	管内への地下水，土砂等の浸入の有無	(有)・無	目地部より浸水有り	写-8
	パッキンの外れ，目地材の離脱の有無	有・(無)		
	本管内の土砂堆積及び流下状況	(有)・無	土砂堆積有り，下水は流れている	
その他の構造物	取付け管の異常	(有)・無	下水の流れない管有り	図-1-②
	取付けますの異常	(有)・無	ますの傾斜，取付け管の離脱	写-9, 図-1-③
	その他の被害	有・無		
調査者所見	液状化による管路等の浮上が認められ，下水は流れているものの管きょ等の目地部にずれ，はなれ等の被害が多く認められる。管内しゅんせつの要有り。			
応急復旧				

案内図　縮尺 1/1000



平面図

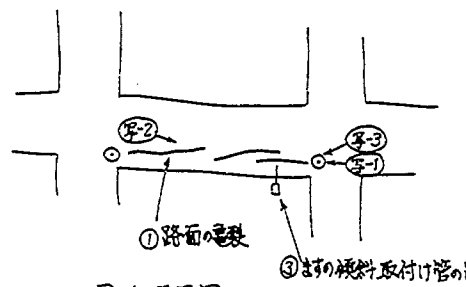


図-1 平面図

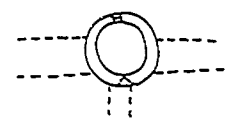


図-2 ふた受枠の亀裂

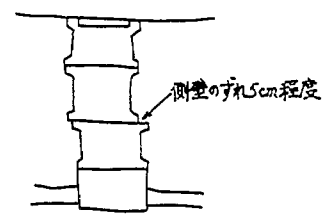


図-3 側壁のずれ

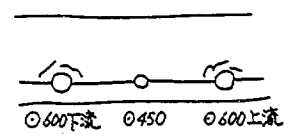


図-4 壁立上り部の亀裂

6) 管きょの異常の有無
本管継ぎ目のずれ，破損
管のたるみ（上下及び水平方向の蛇行）
管内への漏水
パッキンの外れ，目地材の離脱
本管内の土砂堆積及び水深
7) 取付け管，ます等の異常の有無
取付け管の異常（突出し，破損，圧壊）
取付けますの異常（漏水，亀裂，ずれ）

3.3 応急復旧工事のための判定

応急復旧工事を行うか否かの判定は，下水道施設の構造物な被害，下水道の機能的な被害，他施設に与える影響の程度に重点をおく。
評価項目の例を以下に示す。
(1) 下水道施設の構造的な被害程度
(2) 下水道施設利用者に与える影響
(3) 道路に与える影響
(4) 周辺施設に与える影響

[解説]
応急復旧工事は，本復旧工事までの一次的な下水道機能の確保を目的として行う工事であり，他施設に与える影響の程度とともに下水道本来の機能である下水の排除能力をも考慮して判定を行うことが必要となる。
評価項目の例を以下に示す。
① 下水道施設の構造的な被害程度
・管きょの被害程度
目地，継ぎ手のはなれ
目地，継ぎ手のひらき
目地，継ぎ手のずれ
目地，継ぎ手の破損
パッキンの外れ，目地材の離脱
管体の亀裂
管体の破壊
管体の上下の蛇行
管体の浮上
取付け管の突出し
土砂堆積
浸入水
・マンホールの被害程度
ふた，ふた受枠のずれ
ふた，ふた受枠の破損
斜壁，直壁の輪線のずれ
斜壁，直壁の目地破壊
斜壁，直壁の亀裂
斜壁，直壁の破壊
壁立上がり，底版，インバートの亀裂
壁立上がり，底版，インバートの破損
マンホールへの本管の突出し
マンホールと本管の接続部の亀裂
土砂堆積
浸入水
マンホール本体の浮上
・ますの被害程度
ふたのずれ
ふたの破損
本体の傾斜
本体の破損
取付け管の突出し
土砂堆積
浸入水
② 下水道施設利用者に与える影響
汚水の排除能力の低下の有無
雨水の排除能力の低下の有無
③ 道路に与える影響
④ 周辺施設に与える影響
以上の評価項目を総合的に判断し，応急復旧工事の必要があると判断した場合には，応急復旧工事を実施する。
応急復旧工事を行うか否かの判定に必要となる，定量的な資料を得るための試みとして表－4・解16に示す被害程度の分類の目安を作成した。ただし，各調査項目に対応する被害程度のランクづけ大，中，小の内容については各都市の実情，地震による都市全体の被害の程度により修正すべきである。

3.4 応急復旧工事

応急復旧工事を行うと判定した箇所には，被害の状況に応じた応急復旧工事を以下の内から選択し実施する。
1) 管路，マンホール内部の土砂のしゅんせつ
2) 止水バンド等による圧送管の止水
3) 可搬式ポンプによる下水の排除
4) 仮水路，仮管きょの設置
5) その他

表—4・解16 被害程度の分類の目安（応急調査）

	施設	調査項目		被害程度 小	被害程度 中	被害程度 大
下水道の構造的な被害程度	管きょ	目地はなれ 目地ずれ		受け口の深さ1/3未満 管厚の1/3以上	受け口の深さの1/3～2/3 管厚の1/3～2/3	受け口の深さの2/3以上 管厚の2/3以上
		継ぎ手部破損		継ぎ手部のかけ程度 漏水無し	若干の漏水有り 土砂の流出無し	継ぎ手部破壊 大幅な漏水有り 土砂の流入有り
		管体亀裂，破損		亀裂跡程度 漏水無し	若干の漏水有り 土砂の流入無し	管体の破壊 大幅な漏水有り 土砂の流入有り
		取付け管の異状		取付け管の突き出し （本管径の1/4以下）	（本管径の1/4～1/2）	（本管径の1/2以上）
		管体の浮上		浮上後の土被り厚0.8m以上	————	浮上後の土被り厚0.8m未満
	マンホール	斜壁・直壁のずれ		壁厚の1/3以下	壁厚の1/3～2/3	壁厚の2/3以上
		斜壁・直壁の亀裂，破損		亀裂跡程度 漏水無し	若干の漏水有り 土砂の流入無し	破壊 大幅な漏水有り 土砂の流入有り
		壁立上がり部，底版の亀裂，破損		亀裂跡程度 漏水無し	若干の漏水有り 土砂の流入無し	破壊 大幅な漏水有り 土砂の流入有り
下水道の機能的な被害程度	管路施設	下水の排除能力（管内の堆砂，汚泥深あるいは管路のたるみ）	円形管 Φ600以下	内径の25%以下	内径の25～50%	内径の50%以上
			円形管 Φ600～Φ1400	内径の15%以下	内径の15～30%	内径の30%以上
			円形管 Φ1400以上	内径の10%以下	内径の10～20%	内径の20%以上
		下水の排除能力（マンホール内の堆砂，汚泥深）	インバート直径 Φ600以下	直径の25%以下	直径の25～50%	直径の50%以上
			インバート直径Φ600～Φ1400	直径の15%以下	直径の15～30%	直径の30%以上
			インバート直径 Φ1400以上	直径の10%以下	直径の10～20%	直径の20%以上
		悪臭の発生		悪臭の発生無し 住民からの苦情無し	————	悪臭の発生有り 住民からの苦情有り
		下水道のシステムとしての重要度		下水道システムの機能回復に際して，さほど重要な施設ではない。	————	下水道システムの機能回復に際して重要な施設である
他施設に与える影響の程度（下水道の被害が原因となるもの）	道路	路面とマンホールとの段差		車の走行に支障無し（段差1cm以下）	車の走行で衝撃を感じる（1～3cm）	車の走行に支障有り（3cm以上）
		路面の沈下・隆起（なめらかな路面高の上下変動）		車の走行に支障無し	車の走行で衝撃を感じる	車の走行に支障有り
		路面の陥没，段差		車の走行に支障無し（段差，陥没1cm以下）	車の走行で衝撃を感じる（1～3cm）	車の走行に支障有り（3cm以上）
		路面の亀裂		二輪車の走行に支障無し（亀裂幅1cm以下）	二輪車の走行に支障有り（1～3cm）	二輪車の走行に支障有り（3cm以上）
		マンホールのふた及びふた受枠の被害		ふたの破損無し ふた受枠のずれ量小 （ふた受枠のフランジ幅の1/3以下）	ふた受枠のずれ量中 （ふた受枠のフランジ幅の1/3～2/3）	ふたの破損有り ふた受枠のずれ量大 （ふた受枠のフランジ幅の2/3以上）
	周辺施設	下水の流出による汚染		下水の流出無し 住民からの苦情無し	下水の少量の流出有り 住民からの苦情有り	下水の大量流出有り 住民からの苦情有り
		下水道内への危険物（ガス，石油等）の流入		危険物の流入無し	————	危険物の流入有り

[解説]

応急復旧工事を行うと判定した箇所には，被害の状況に応じた応急復旧工事を実施する必要がある。

以下に主な応急復旧工事の方法を示す。

1) 管路，マンホール内部の土砂の浚渫

津波あるいは上水道の被害により，大量の水とともに土砂が下水道管路内に流入し管路内に堆積している場合があり，下水の流下機能を確保するためには土砂の浚渫を必要とする。

ただし，地盤に液状化が生じた場合には，管きょの目地の開きやずれ等により管内に大量の土砂が流入することにより，管路を閉塞してしまうことがあり，この様な場合には管路の浚渫を行っても目地の被害箇所より再び土砂が浸入する場合が多く，さや管を入れる等の処置をほどこす必要がある。

土砂の浚渫は，平素に行っている管路の維持管理的な浚渫作業と同様に，人力による方法，吸泥車及び高圧洗浄車による方法，バケットによる方法等を用いる。

2) 止水バンド等による圧送管の止水

ポンプ場及び処理場においては，圧送管が多く使用されており，これらの管路に被害を受けるとポンプ場あるいは処理場の機能が停止する場合がある。この様な場合であっても管体の亀裂といった被害形態の場合には，止水バンドにより止水を行うことにより，管路の圧送能力を一時的に確保することが可能となる。

また，管中心線のずれ，フランジのひらき等によりフランジの接合が不具合になった様な場合にも，ゴム製可とう管を用いることにより管路の圧送能力を一時的に確保することが可能となる。

3) 可搬式ポンプによる下水の排除

マンホールから下水が流出している箇所には，可搬式ポンプを設置し，隣接する異常の無い下水管きょ，排水路あるいは河川等への排水を行うとともに，土のうなどにより周辺施設の浸水の防止を図る。

また，ポンプ場においてもポンプとモーターの中心線のずれにより，ポンプが運転できなくなる被害が発生することがあり，この様な場合にも可搬式ポンプを設置し下水の排水を行う。

4) 仮水路，仮管きょの設置

幹線に被害をうける等，ある区域全域にわたって下水の排除が不能となった場合には，臨時的に開きょにより仮水路の設置を行い，仮水路に下水を流すよう利用者を指導する。

また，取付け管等に被害を受けた場合には，隣接する異常の無い取付け管に仮管きょを接続することにより取付け管の機能を確保することが可能となる。

4. 本復旧のための調査法

4.1 本復旧のための調査法の選定

下水道管路施設の本復旧のための調査に用いる方法を選定するにあたっては，以下に示す要件を考慮する必要がある。

(1) 構造物の種類及び重要度
(2) 被害形態，程度
(3) 調査実施条件
(4) 調査方法の適用条件

[解説]

本復旧のための調査とは，本復旧にあたり，復旧工事の数量，復旧工法の決定に必要となる情報を得るために行う詳細な調査である。調査にあたっては緊急調査結果，応急調査結果並びに応急復旧の内容を考慮し，構造物の種類・重要度，被害知態・程度，調査実施条件，調査方法の適用条件等を十分に勘案して最適な方法を選択する必要がある。

1) 構造物の種類及び重要度

管きょ，マンホール，ます，取付け管等構造物の種類が異なれば適用される調査法は異なる。また，同じ管きょであっても人間が入れる場合と入れない場合，開水面を持つ管と圧送管等開水面を持たない管では調査法は異なる。

同種の構造物であっても，その重要度により調査に要求される精度は変化する。

重要な幹線，圧送管などは，大きな二次災害，将来重大な障害が発生しないよう軽微な被害に対しても詳細な調査を行うことが望ましい。

2) 被害形態，程度

「総論 1.2.3 被害形態の分類」で述べたように管路の地震被害の形態は多岐にわたるため，被害形態，程度に応じた調査法を選定する必要がある。

例えば，管きょの調査の場合，目地，管体の被害の調査には目視，テレビカメラ等による方法が適用され，管の蛇行状況の調査には，水位の測定（ＴＶカメラの結果も使える），測量，傾斜計などによる調査が用いられる。また，目地ずれ，クラック程度の被害の調査に対して適用可能な調査法であっても管体の破壊，管軸の大幅なずれ等の被害の調査には適用不可能な場合が

ある。

3) 調査実施条件

重要な管路で，調査中の下水の切りまわしが不可能な場合，地下水の浸入がはげしい場合等，水位の高い状態で調査を実施しなければならない場合もある。また，周辺の道路事情により，調査機器が搬入不可能な場合もあり，このような調査実施の現在条件と十分考慮する必要がある。

4) 調査方法の適用条件

上記1)～3)はいずれも調査方法の適用条件を調査を実施する側から見たものであり，調査法の選定を行うには，各調査方法の適用性について事前に十分理解しておき，震災発生時において，すばやく対応できるように準備しておくことが重要である。また，上で述べたような技術的な適用条件の他に調査の工期，費用，安全性等も調査法の選定において考慮する必要がある。同じような調査方法でも，メーカー，工事会社によってその適用性，精度等が若干異なる場合もあり注意する必要がある。

交通事情，気象条件等でごく短期間で復旧が要求される場合もあり，このような場合，調査も早急に行わねばならず精度とともに調査の速度（迅速性）が重要となる。

4.2 調査方法

下水道管路施設の調査方法は，直接探査法と間接探査法に大別される。

直接探査法は，被害箇所を確実に指定することができるとともに，被害程度を定量的に測定することが可能である。直接探査法としては，目視による被害箇所の把握，メジャー等による被害程度の測定，テレビカメラによる管内調査などが用いられる。

間接探査法は，種々の条件により直接探査が不可能な場合，あるいは直接探査のみでは，被害の判定が不可能な場合に適用される。間接探査法としては，下水の流下状況の観察，ロッドによる管路の閉塞調査，管路施設の水密性試験などが用いられる。

[解説]

下水道管路施設の調査方法を分類すると表—4・解17のようになり，直接探査と間接探査に大きく分類される。

直接探査は，管内外からの目視，管内にワイヤーで引き込まれた小型防水テレビカメラないしは，防水カメラによる方法などであり被害箇所を確実に指定することができ，メジャー等により，被害程度を直接（または間接に）定量的に測定することが可能である。何よりも直接目で見て被害程度の判定が可能である。ただし，管外からの調査は，重要な構造物で内部からの探査のみでは，被害程度の判定が困難な場合，復旧工事施工途上の調査時等に実施される。

間接探査は，種々の条件により直接探査が不可能な場合，あるいは直接探査のみでは被害の判定が不可能な場合に適用される。流下状況の観察，流量の測定，ロッドの使用等は後者に相当するが，一般に被害箇所，被害形態，程度を特定することは困難である。後者は通常，直接探査に補助的に用いられ，より効果的な判定を目指すものである。

表—4・解17に示した調査方法のうち主なものについて以下に概説する。また，各方法の概要及び適用範囲等を表—4・解18に，各工法の適用判定の目安を表—4・解19に示す。

1) 内部，外部からの目視，各種測定機器による測定及び測量

被害調査においては，被害を実際に観察して本復旧工事を行うか否かの判定，あるいはより詳細な調査の必要性の判定を行うことが必要である。

従来の震災復旧では，目視調査のみから被害を判定している場合が多いが，判定をより正確に行うとともに，適切な復旧工法を選定するためには，メジャー等測定機器を用いて計測を行うとともに，管の蛇行の調査などでは測量等を実施することが望ましい。

調査項目としては以下のような項目がある。

a）管きょ（図—4・解11参照）

管体亀裂……亀裂幅，長さ，深さ（計測が可能な場合）

目地継ぎ手部被害…開き量，ずれ量（方向），はなれ量，かけの大きさ

蛇行……中心からのずれ量（上下，左右）

管体沈下，浮上……沈下量，浮上量（設計高さからの高さの変化量，又は土破り量）

b）マンホール

全体……路面との相対的な隆起，沈下量

斜壁，直壁の被害…目地ずれ量(方向)，

表－4・解17(1) 調査方法の分類と適用性

方法		主な適用条件・特徴		主な使用機材
区分	工法	大口径管	小口径管	
直接探査	管内部及びマンホール内より目視	作業員が直接管内に入り被害の有無及びその形態・程度を調査する。	マンホール内から被害の有無を調査する。	懐中電燈 写真機等
	管内部及びマンホール内での直接計測	作業員が直接管内に入り，目地の開き，亀裂幅等をメジャー等で計測する。 作業に際しては，仮締切などを施し，酸欠，ガス中毒に対する対策を要する。	――――	メジャー（巻尺，コンベックス） 傾斜計等
	各種測量	マンホールの隆起等を測量するため，地上での測量を行う。また，作業員が直接管内に入り水準測量器，傾斜計等にて管軸のずれ，勾配等の変化を測定する。レーザー測量を用いれば，効率・精度に優れた測定を行う事が可能である。 管内作業に際し，作業場の整備，確保が必要である。	地上にてマンホール間の測量を行う事によって，管路，マンホールの異常の発見及び測定が可能である。 また，マンホール内にレーザー光線発光装置を設置し，受光装置をソリに乗せ管内を移動させる事で管内のレベルを計測できる。 この場合，管径はϕ200以上，測定可能延長は約70mであり，準備作業として発光装置の設置位置の水準測量，管内清掃が必要である。	各種測量機器 発電機 （小口径レーザー測量用記録計） 等
	外部からの目視，直接計測	全ての構造物に適用可能。 ただし，埋設物については開削が必要。		内部からの目視，直接計測に準ずる
	テレビカメラによる管内調査 (1) けん引式 図－4・解12(a) 図－4・解12(b)	――――	管内にワイヤーを通線し，カメラを接続し，けん引しながら管内状況を地上モニターにて調査する。また，ビデオテープに録画する事により保存し，ビデオスケーラーを用いる事で更に定量的な測定が可能である。 同時に傾斜計測器をけん引することにより管路勾配を知る事が可能である。 カメラには，直視のみ可能なものと，直視・側視が可能なものとがある。 管径はϕ200以上，調査可能延長は約100mである。管内水位はカメラの高さ以下である必要があり，施工性及び管内情報を精度長く得るためには管内清掃を十分行う。	管内洗浄器 テレビカメラモニター車 ワイヤー ウインチ類

表—4・解17(2) 調査方法の分類と適用性

方法		主な適用条件・特徴		主な使用機材
区分	工法	大口径管	小口径管	
直接探査	テレビカメラによる管内調査 (2) 自走式 図—4・解12(c)	———	マンホール間にワイヤーを通す必要がなく，片側のマンホールから管内を調査する事が可能である。 ビデオスケーラー及び傾斜計測器の併用は，けん引式と同様である。片側からの作業である為，管路が閉塞していてもマンホールから，その地点までの調査は可能である。 管径はϕ200以上，調査可能延長は約150mである。 管内水位は，テレビカメラ以下である必要があり，管内清掃が必要である。	自走式テレビカメラ テレビモニター車 動力車 管内洗浄器等
	テレビカメラによる管内調査 (3) 取付け管用 図—4・解12(d)	———	宅内接続ますより取付け管内へカメラを挿入し、管内の状況を地上モニターにて調査する。 ϕ100以上の取付け管に適用可能である。 管内の清掃が必要である。	取付け管内テレビカメラ テレビカメラモニター車 動力車 管内洗浄器等
	テレビカメラによる管内調査 (4) ビデオスケーラーによる計測 図—4・解13	———	テレビカメラにより管内状況を録画した画像に対し基準となる尺度を設定し目地の開き，亀裂幅等を計測する。 計測を正確に行う為には，画像が鮮明である事が好ましい。	ビデオスケーラー テレビモニター ビデオ等
	テレビカメラによる管内調査 (5) 特殊防水カメラによる管内撮影 図—4・解14	目視調査の際に作業者が管内にて撮影する。	テレビカメラ調査の際，写真機（リモコン式）を同時にけん引し撮影する事により更に良質な管内情報を得る。	写真機等

表—4・解17(3) 調査方法の分類と適用性

方法		主な適用条件・特徴		主な
区分	工法	大口径管	小口径管	使用機材
間接探査	流下状況の観察	マンホールからの下水の流下状況の目視により，管路としての異常の有無を調査する。予備的な調査であり，その後の調査のための情報を得るために行う。		懐中電燈 写真機等
	ロッドによる閉塞調査	———	ます等からロッドを挿入することにより取付け管等の概略の閉塞箇所を調査する。	各種ロッド等
	揚水試験 (マンホール間) 図—4・解15	埋設管が地下水位以深にある場合，または，雨期等地下水位が上昇する時期に管内への浸入水量を計測する方法である。 上流及び対象スパン内の取付け管からの流入と下流への流出を止水プラグにより止水し，一定時間内における揚水量により浸入水量を測定する。		止水プラグ ピーカー等
	揚水試験 (目地部，亀裂部等の箇所別) 図—4・解16	1/4円形止水枠を目地部，亀裂部に設置し，揚水試験を行う方法である。 また，地下水位が低い場合でも，その水位の減少量で漏水量が計測できる。 止水枠による揚水試験では，仮締切が不要であり，通水状態で調査できるが，水位はD/2程度が限度である。	———	鋼製止水枠 ピーカー等
	注水試験 図—4・解17	埋設管が地下水位以浅にある場合，調査対象スパンの通水を止め，満水状態にして一定時間内での水位の減少をマンホール内で計測し，水密性を調査する。 取付け管については，本管接続部を止水プラグ，またはパッカーにより家庭内からの流入口を止水し，接続するます内の水位の減少量にて水密性を調査する。		止水プラグ エアーパッカー等
	圧気試験 図—4・解18	———	直接テレビカメラで確認しながら異常と思われる目地部，亀裂部にエアーパッカーを設置し，低圧の空気の漏洩状況により水密性を調査する。 管径はϕ200以上，調査可能延長は約100mで，パッカーの密着度を良くする為に十分に管内洗浄を行う。	エアーパッカー コンプレッサー 動力車 ワイヤー ウインチ等
	流量試験 図—4・解19	マンホール内に流量計を設置し，水量を測定する事で，管内閉塞や浸入水等を調査する		流量計算
	地中レーダーによる埋設管路周辺の空洞調査および他埋設物設査 図—4・解20	埋設管周辺の地盤のゆるみや空洞を地上からのレーダー調査により発見し，不等沈下等の予防を図る。 感知した波形をモニターにて映像化または，コンピューターにて解析図化する事で地盤の異常や他埋設物の有無を確認する。 探査可能深度は約3mである。		地中レーダー モニター装置 発電機等

表—4・解17(4) 調査方法の分類と適用性

方法		主な適用条件・特徴		主な使用機材
区分	工法	大口径管	小口径管	
間接探査	水質検査 塩素イオン	――――――	下水中の塩素イオン濃度を測定することにより，希釈の度合から地下水の浸入量の多少を推定する方法である。 下水量が少ないか，あるいは僅かとなる深夜から早朝にかけてマンホールから採取した下水に試薬を注入し塩素濃度を測定する。測定箇所が多い場合はサンプルを持ち帰り分析室で測定するのが良い。 管が地下水位以下にあること。また地下水に海水が含まれていないことが必要である。	ピーカー 試薬 投薬量が判る目盛付き注入器等

亀裂の幅，長さ，深さ

壁立上がり部の被害……亀裂の幅，長さ，深さ

底版，インバートの被害…亀裂の幅，長さ，深さ

c）特殊部

伏越し部等では，管きょ，マンホールと同様である。水管橋については，橋梁，橋台の変位状況，変位量，亀裂の幅，長さ，深さなどである（道路施設編の橋梁の章を参照）。また，伸縮継ぎ手の変形状況，変化量も計測しておく。

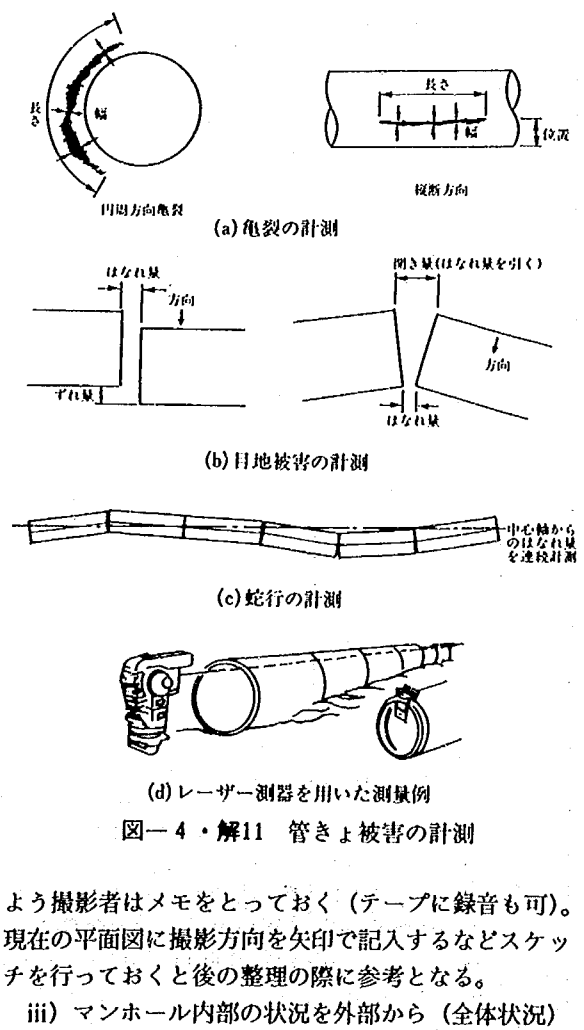
2) 写真撮影

目視調査においては，写真撮影を同時に行い記録を残しておくことが望ましい。この時ビデオも同時に撮っておくと後の判定，復旧工法選定において有益である。

写真は一つの被害箇所，区間で連続的に撮ることが望ましい。なお，本調査においては，焼ましの行いにくいポラロイドカメラの使用はさけるべきである。以下に参考のために管きょ・マンホールについておおよその調査の手順をあげておく。

i）箇所名，構造物被害の概略等を説明した黒板の準備及び撮影。

ii）被害箇所を中心とした，マンホール(路面から)，路面（連続的に），周辺の状況（家屋等）の撮影。噴砂など液状化した痕跡があれば撮影しておく。なお，どこからどちらの方向を撮ったかが後ではっきりわかるよう撮影者はメモをとっておく（テープに録音も可）。現在の平面図に撮影方向を矢印で記入するなどスケッチを行っておくと後の整理の際に参考となる。



図—4・解11 管きょ被害の計測

iii）マンホール内部の状況を外部から（全体状況）

表—4・解18(1) 調査方法の概要及び適用範囲

一般的工法名	レーザー光線による測量	対象構造物	小口径管きょ

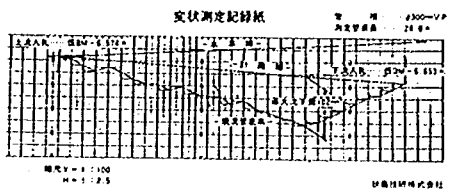
工法の概要

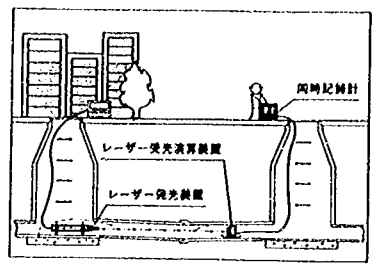
〈目的〉 地上からの測量で異常が推測される管路に対しその管軸の偏心量を測定する。水面勾配を測定する方法より正確かつ迅速な測量が可能。

〈概要〉 水準測量によって基準となるマンホールの高さを測り，マンホールにレーザー光線感光装置をセットし，受光装置を移動させ，1mごとに管底高を記録していく。(下図参照)

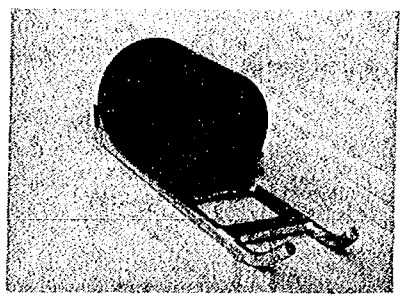
〈作業手順〉

1. 管内清掃
2. 水準測量
3. ユーザー光線測量
4. 水準測量の結果とあわせ図化

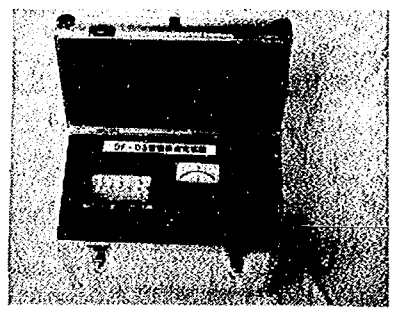




〈使用機材〉
右図



受光演算装置



同時記録計

適用範囲

〈管内状況〉 仮締切等で止水を施す。また，清掃を行い推積物等を排除する。閉塞している場合は，その箇所までの施工は可能。

〈管径〉 φ200㎜以上。

〈道路占有面積〉 記録計設置等の為，上下流マンホール周辺を占有する程度。

〈最大施工延長〉 70m未満。

〈作業能率〉 清掃から測量まで3時間半程（管きょ長30mの場合)。
測量のみでは150m/日程度可能。

備考

技術として新しい為，実績としては1㎞程度と少ない。

〈連絡先〉 扶桑技研㈱ 044-976-3003

表―4・解18(2) 調査方法の概要及び適用範囲

一般的工法名	ＴＶカメラによる管内調査（けん引式カメラ）	対象構造物	小口径管きょ

工法の概要

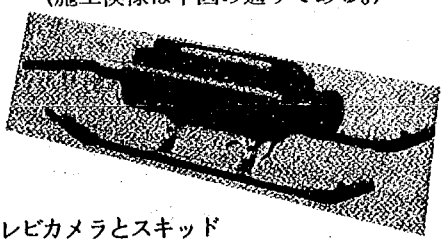
〈目的〉 管内からの目視調査が不可能な場合にＴＶカメラの映写するモニターにて管内状況を調査する。また，その記録をビデオに録画しビデオケーラーを重ねる事で，目地開き等，傾斜計を索引する事で管路のレベル変動を知る事が出来る。

〈概要〉 管内清掃を行い作業性の向上を図る。また，マンホール内での流量テスト等で管内閉塞のない事を確認した上で通線作業を行う。通線されたワイヤーにＴＶカメラを接続し上流側止水車のウインチにてけん引しながら調査を行う。
ＴＶカメラは下写真の様な形状（ϕ200㎜調査可能な大きさ）で，他に直視・側視可能なものもある。

〈作業手順〉

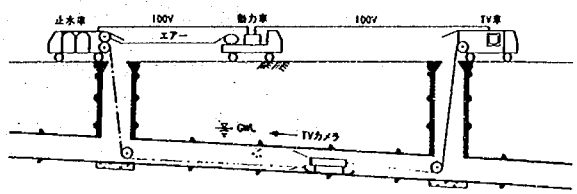
1. 管内清掃を行う。高圧洗浄車で下流から上流へ進ませ，清掃をしながら上流から下流へワイヤーを通線させる。
2. そのワイヤー先端にＴＶカメラを接続し，止水車ウインチ（又は専用ウインチ）にて上流へけん引する。
3. その後引きつづき異常箇所に対し圧気試験を施す事も可能。

（施工模様は下図の通りである。）



テレビカメラとスキッド

（施行模様）



適用範囲

〈管内状況〉 施工性や次段階の調査のために，清掃が施される事。管内水位はカメラが防水であるため，機能的に制限はないが，レンズが冠水すると調査不可能となるため，管径の1/3～1/2を限度とする。管内閉塞の場合は不可。

〈管径〉 ϕ200㎜以上。

〈道路占有面積〉 幅3ｍ×長さ10～15ｍ程度は最低必要。およそ対象スパン上片側通行止め程度を目安とする。

〈最大施工延長〉 ウインチによるワイヤー巻き上げの為，そのドラム等の制約を受け約100ｍを限度とする。

〈作業能率〉 約250ｍ/日

〈その他〉 作業に伴いＴＶカメラ車，動力車，止水車（各々２ｔ車クラス）を要する。

備考

〈連絡先〉
全国下水道維持管理技術協会（51社）
〔A.P.G. 工法 (Air Packed From Grouting Method)〕 03(432)6027
下水道管路施設維持管理研究会（46社）
〔T.A.P. 工法 (Television And Packer)〕 03(433)5519

表―4・解18(3) 調査方法の概要及び適用範囲

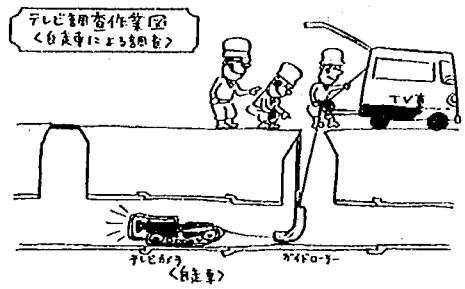
一般的工法名	TVカメラによる管内調査（自走式カメラ）	対象構造物	小口径管きょ

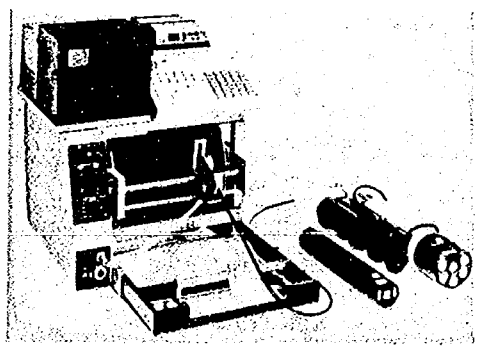
工法の概要

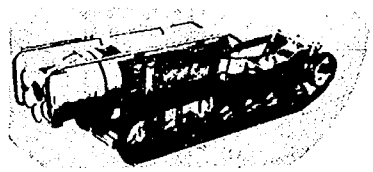
〈目的〉 けん引式同様，小口径管きょの調査を行う。ただし自走式であるため，ワイヤー通線の必要がなく，管内が閉塞している場合も調査可能。

〈概要〉 調査前準備は，けん引式同様十分行う。自走式カメラを管口にセットし地上からモニターを確認しながらリモートコントロールする。TVカメラの形状は，けん式とほぼ同じであるが，けん引式のスキッドのかわりにタイヤ又はキャタピラが装着されている。
カメラは勾配15～20°程度まで登る事が出来る。

〈作業手順〉
1. 準備工（清掃・流量調査等）
2. 調査作業（概要図は右のとおり）







適用範囲

〈管内状況〉 管内は清掃を施す。ただし閉塞した管路でも調査可能。
〈最大施工延長〉 TVカメラのケーブル長の関係上150m程を限度とする。
〈作業能率〉 約70m/日。
管径，その他諸条件はけん引式に準ずる。

備考

〈連絡先〉
全国下水道維持管理技術協会（51社）
〔A.P.G. 工法 (Air Packed From Grouting Method)〕 03(432)6027
下水道管路施設維持管理研究会（46社）
〔T.A.P. 工法 (Television And Packer)〕 03(433)5519

表－4・解18(4) 調査方法の概要及び適用範囲

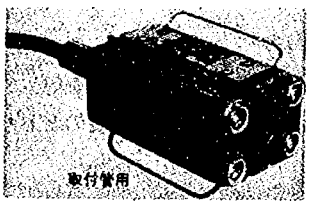
一般的工法名	ＴＶカメラによる管内調査（取付け管用）	対象構造物	取付け管

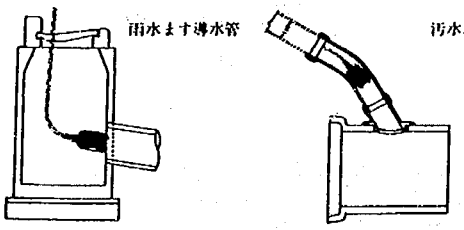
工法の概要

〈目的〉 宅内接続ますから本管へ通じる取付け管に対し，ＴＶカメラを通しその被害状況を調査する。

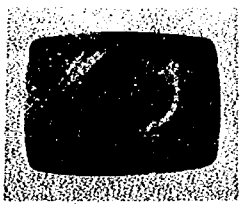
〈概要〉 接続ますにて通水を止め，ます内より取付け管内へＴＶカメラを通す。
地上からのモニター観測で調査を行う。
カメラの形態は右図のとおりで，60㎜×60㎜程度の大きさでφ80㎜内通過可能。

〈作業手順〉
1. 準備工…清掃工等
2. 止水工…止水プラグ等で通水を止める
3. 調査工…ＴＶカメラにて調査





撮影の一例



左側に曲り落込

適用範囲

〈管内状況〉 通水等を止める事。清掃等は十分に施し，堆積物を取除く。閉塞した管では，それ以深は適用不可。

〈管径〉 φ100㎜以上。

〈道路占有面積〉 ほとんどなし。

〈最大施工延長〉 20m程度。

〈その他〉 ビデオテープに収録可能。また，機種によっては画像の拡大も可能。

備考

〈連絡先〉
全国下水道維持管理技術協会（51社）
〔A.P.G. 工法 (Air Packed From Grouting Methed)〕 03(432)6027
下水道管路施設維持管理研究会（46社）
〔T.A.P. 工法 (Television And Packer)〕 03(433)5519

表－4・解18(5)　調査方法の概要及び適用範囲

一般的工法名	特殊防水カメラによる管内撮影	対象構造物	小口径管きょ

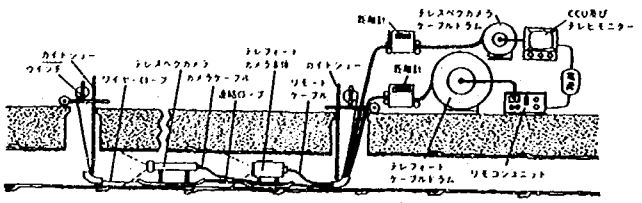
工法の概要

〈目的〉　管内の明瞭な記録が必要な場合，又は，ビデオでは画像が悪く，状況把握が困難となる場合に用いられる。
小口径管において良質な記録を得るのに有効である。

〈概要〉　けん引式ＴＶカメラに特殊防水性のカメラを継続し，その設置箇所を確認しつつ，各撮影を行う。
カメラは防水性であり，水中でも撮影に支障はないが，記録写真という点で映像が鮮明でなければならず，水中での作業は好ましくない。
シャッター操作は地上からの遠隔操作である。

〈作業手順〉　ＴＶカメラ（けん引式）に準ずる。

〈概要図〉



適用範囲

〈管内状況〉　施工性や次段階の調査のために，清掃が施される事。管内水位はカメラが防水であるため，機能的に制限はないが，レンズが冠水すると調査不可能となるため，管径の1/3～1/2を限度とする。管内閉塞の場合は不可。

〈管径〉　φ200㎜以上。

〈道路占有面積〉　幅３ｍ×長さ10～15ｍ程度は最低必要。およそ対象スパン上片側通行止め程度を目安とする。

〈最大施工延長〉　ウインチによるワイヤー巻き上げのため，そのドラム等の制約を受け約100ｍを限度とする。

〈作業能率〉　約250m/日。

〈その他〉　作業に伴いＴＶカメラ車，動力車，止水車（各々２ｔ車クラス）を要する。

備考

〈連絡先〉
全国下水道維持管理技術協会（51社）
〔A.P.G. 工法 (Air Packed From Grouting Method)〕 03(432)6027
下水道管路施設維持管理研究会（46社）
〔T.A.P. 工法 (Television And Packer)〕 03(433)5519

表—4・解18(6) 調査方法の概要及び適用範囲

一般的工法名	止水枠による揚水試験	対象構造物	大口径管きょ

工法の概要

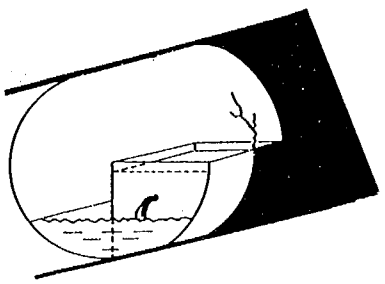
〈目的〉 通水を止めずに浸入水量（又は漏水量）を計測する。

〈概要〉 管路内，漏水箇所に1/4円止水枠を設置し，その枠内における浸入水量（又は漏水量）を測定する。

〈作業手順〉

1. 設置箇所の堆積物を除去し，目地部が真中にくる様枠をセットする。
2. 押え棒で止水枠を管体に圧着させる。
3. 枠内への浸入水量を測定する。

（※概要図を右に示す）



漏水箇所に設置

適用範囲

〈管内状況〉 通水のまま作業できるが，水深が管径の50%以下でなくてはならない。管内での作業となるため，安全対策を施す。

〈管径〉 作業員が管内に立入れる事が必要となる。（止水車はφ600㎜から対応可能である）

〈道路占有面積〉 対象スパン上下流のマンホール部周辺（3m×3m×2ヶ所程度）を占有する。

〈その他〉 本工法はOH止水枠工法（復旧工法）の一部となる。
また，箱型の枠を用いる事でボックスカルバートへの対応も可能となる。

備考

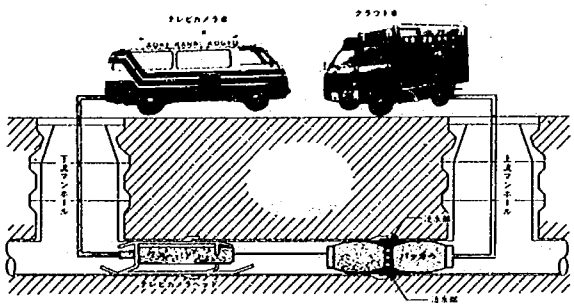
〈連絡先〉 東邦特殊工事 0489-88-6915

表－4・解18(7)　調査方法の概要及び適用範囲

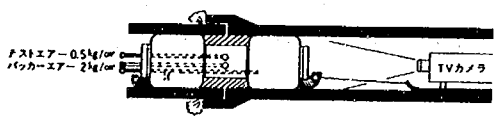
一般的工法名	圧気試験	対象構造物	小口径管きょ
工法の概要	〈目的〉　TVカメラ調査等で管体及び継ぎ手に異常が発見された場合に，その水密性を調査し，補修必要箇所を選別する。		

〈概要〉　パッカーにエアーを注入し調査箇所を密閉した上でテストエアーを圧入（0.2～0.5kg/cm²程度）する。
30秒間における圧気部の圧力低下により異常の有無を判定する。
作業はTVカメラにて位置を確認しながら行う。(下図参照)
圧気試験はスパン圧気テストと部分テストが可能であるが，通常TVカメラ調査と平行し部分圧気テストを行っている。

〈作業手順〉
1. 清掃等
   高圧洗浄ノズルでワイヤーを通線
2. TVカメラ調査
   下流側マンホールよりTVカメラにて調査し異常が想定される箇所を記録
3. 圧気テスト
   調査したTVカメラとパッカーを継続し，上流側より調査対象箇所ごとに圧気テストを行い，補修対象箇所を確認する。



(施行状況)



(詳細図)

適用範囲	〈管内状況〉　清掃等を十分に行い堆積物，付着物等を取除く。 パッカーの移動に支障をきたす様な管の突出し（2～3cm以上）は穿孔機等で削る。 〈最大施工延長〉　TVカメラの移動可能距離と同じく約100m程度。

〈道路占有面積〉　上下流マンホール付近で3m×7m程度のスペースは最低必要となるが，対象スパン上片側の通行止めを目安とする。
〈作業能率〉　1スパン内連続補修で1日当り50～60ヶ所施工可能である。
TVカメラ調査との組み合わせでは120m/日程度である。
〈その他〉　小口径管の被害発見・計測・復旧技術の一連のメンテナンスの一部として重要な意味を持つ。

備考	〈連絡先〉

表－4・解18(8) 調査方法の概要及び適用範囲

一般的工法名	地中レーダーによる埋設管周辺の空洞調査及び他埋設物調査	対象構造物	下水道管路

工法の概要

〈目的〉 管きょの埋設位置，深度，管きょ周辺の空洞，逸水等異常箇所の有無，分布状況及び管きょの折れ曲り等の発見を地上から速やかに行う。

〈概要〉 地中に向け電磁波（パレス波）を放射し，その反射波を捨え分解，変換し図化することで地中情報を得る。

可視記録の判定的解析は現地グラフィックレコーダー（反射波をその強度により解析，色分けして表示する）によるほか，反射波を磁気テープに記録しコンピューターにて画像処理，判定を行う事も可能。

〈作業手順〉

1. 路線設定…横断方向の測線（主として管路の位置を検知）又は縦断方向の測線（主として異常部を検知）を組合せて調査の目的を達成し得る構成とする。
2. 測　　定…送受信アンテナ，コントローラー，グラフィックレコーダーを所定の位置にセットし測定する。アンテナのけん引は通常人力であるが広範囲にわたり異常の有無のみを調べるような概略の調査の場合，自動車によるけん引（6 km/h程度）が有効である。
3. 解　　析…グラフィックレコーダーに映し出された画像を技術者が判定し異常箇所，状況を解析する。又，受作した反射波を磁気テープに記録し，コンピューターにて画像処理（デジタル変換→図化）し解析する方法もあり，問題箇所を詳細に追求できる。
4. 確　　認…締り込んだ問題箇所と開削工事等で確認する。

※作業風景，使用機材を下に示す。

適用範囲

〈地下水位〉 地下水位下は探査しづらい。

〈土被り〉 およそ2～3m程度まで探査可能。

しかし管種，地盤比抵抗により変化する。

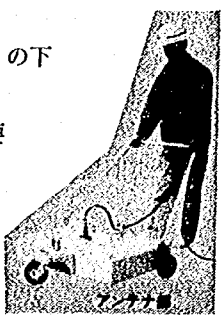
また，コンクリート構造物（厚さ10cm程度以上）の下については測定不可能。

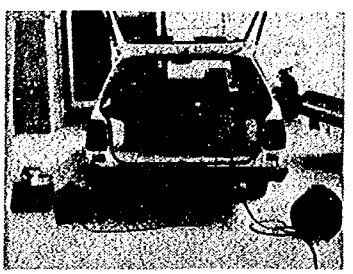
〈道路占有面積〉 測線に沿って幅2m～3m必要

〈作業能率〉 500～600m/日程度。

〈その他〉 雨天の場合探査不可（小雨は除く）。

現在可探深度の増大，精度向上のため研究開発の推進中である。





備考

〈連絡先〉 （探査会社）

応用地質	0488-82-5074
国際航業	03-262-6221
フジ地中情報	03-862-4561

表—4・解18(9)　調査方法の概要及び適用範囲

一般的工法名	スモーク試験	対象構造物	小口径管きょ

工法の概要

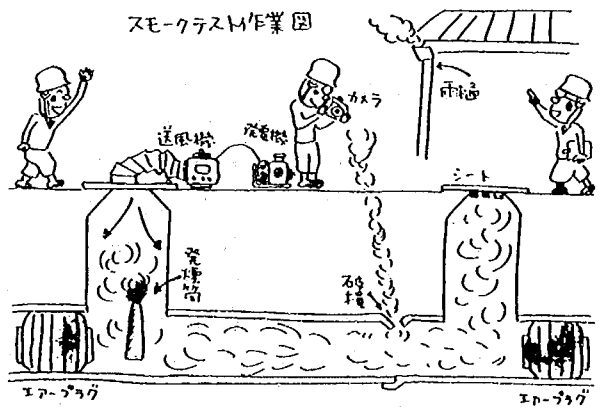
〈目的〉　雨水浸入の相当部分を占める浸透水の経路を公共部分（道路上，水路敷等）にて確認する。

〈概要〉　調査対象スパンに止水を施し，発煙筒，送風機（又は加圧送煙機）にて煙を管内に充満させる。その煙が管内より地上へ抜ける様子を観察し，その漏洩箇所を発見する。

〈作業手順〉

1. 準　　備…対象地区に対し承諾を受る。
2. 止 水 等…作業の前段階として止水・管内清掃等を行う。送風機，発煙筒などをマンホールに設置。
3. 送　　煙…発煙筒の煙をマンホールから管内へ送る。
4. 昇煙確認…昇煙箇所と度合いの確認及び箇所のマーキングと撮影を行う。
5. 機器の撤去

※風煙のみの調査と加圧送煙による調査があり，工費・工期とも後者は前者の2倍程度である。



適用範囲

〈管内状況〉　通水を止める（作業効率を高めるため，止水クラブはしっかりと設置）
明らかに破壊した管路では不可。

〈管径〉　φ600㎜以下の小口径管（取付け管も可）

〈道路占有面積〉　2m×5m程度（片側マンホール部分）を作業車両の駐車スペースとして要する。

〈最大施工延長〉　100m程度

〈作業能率〉　600m/日～300m/日（加圧送煙の場合）

〈その他〉　管きょが地下水位下に布設されている場合は不可。土被りは約10mを限度とする。
必要機材として発煙筒（2～3スパンに1本程），発電機，送煙機（又は専用加圧装置），止煙栓，止水栓等がある。

備考

〈連絡先〉

表－4・解18(10) 調査方法の概要及び適用範囲

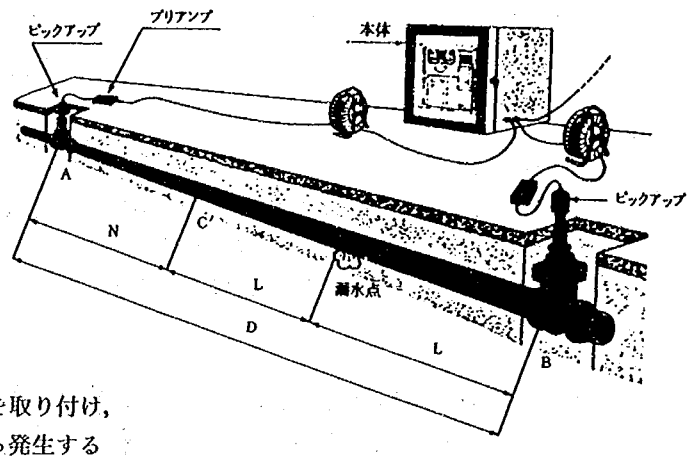
一般的工法名	相関式漏水探査法	対象構造物	圧送管

工法の概要

〈目的〉 圧送管の漏水箇所を漏水時発生するノイズを感知する事で発見する。
開削等の手間をとらず簡易な装置で調査できる。

〈概要〉

水道管の漏水探知のために開発された装置であり，バルブ等の付属物にピックアップを取り付けるか，既設下水管ではボーリングをし，ピックアップを直接管体に取り付けることにより漏水位置を特定することができる。



〈作業手順〉

右図のようにA，B点にピックアップを取り付け，
B点よりLmの地点にある漏水箇所から発生する
漏水音をある瞬間（1/1000秒単位）でとらえると，漏水音は漏水
箇所より左右両方向に同じ速度で伝達して，B点に音が達し
たとき，反対側に伝達された音はB点までの距離に等しいLm先（C点）まで伝達されていることになる。
このとき，先に伝達されてきたB側の音がC点からA点に伝達されるまで遅らせることにより，A，Bのピックアップでとらえる音の波形は同じものとなり，相関度が最大となる。この相関度が最大になるまでの遅延時間をチャート紙に表示するのがリークノイズコレレーターである。
（バルブ以外に既設の管体にピックアップを取付ける事も可能）

適用範囲

〈管内状況〉 大きな内圧が加わっている方が発見が容易である。
〈その他〉 被害が大きく多量の漏水のある場所の方がより発見しやすい。

備考

〈連絡先〉 日本水道協会 03-264-2281

表－4・解19(1)　調査方法の適用判定表（直接探査）

（評価(各項目ごとの評価)
○……適する
△……やや適する）

工法＼適用項目	構造物形態 大口径管	構造物形態 小口径管	構造物形態 その他の適用可能な構造物	被害形態・程度 目地被害	被害形態・程度 管体被害	被害形態・程度 管軸のずれはなれ	被害形態・程度 取付け管の突出し	被害形態・程度 その他	管内状況 通水・滞水	管内状況 堆積物	施工環境・地下水位等	調査程度	備考
管内部及びマンホール内より目視 小口径	○（φ800㎜以上）	△（φ700㎜以下（マンホール内より）	（マンホール）箱型暗きょ	△	△	△	○	浸入水・堆積物の有無及びその程度	（漏水・堆積程度により観察できる範囲は異なる。）		管内での調査作業のため，管内における安全対策を施す。 道路占有は対象スパン上片側通行とする。	作業員が被害の有無を発見する程度。 具体的被害程度は，詳細の調査を要する。	
管内部及びマンホール内より目視 大口径				○	○	△	○						
管内部及びマンホール内での直接計測	○		（マンホール）箱型暗きょ	○	○	○	○	管路勾配	仮締切り水替え等	清掃が必要	同上	目地開き段差や亀裂管体の傾斜等，定量値を作業員が管内にて計測する。	
水準測量	○	○（φ200㎜以上）	箱型暗きょ			○			同上	同上	まずマンホールのレベルを測定した後，安全対策を施し管内で測量する。 道路占有は，上下流マンホール部片側通行とする。 小口径管の場合，十分清掃後レーザー光線測量器にて約70mまで正確な測定値を得る。	マンホール間及び管路き目単位長ごとの管軸の変位に対し，定量的な値を得る。	トランシットやレーザー測量装置等，持ち込み管内作業となる。
TVカメラによる管内調査 (1)けん引式	△（φ1000㎜程度以下）	○（φ200㎜以上）		○	○	○（傾斜計使用）	○		TVカメラより水位が低いこと	同上	道路上は，対象スパン上片側通行とする。 調査可能延長は約100m，調査能率は約240m/日である。 閉塞している管路は調査不可能。	ビデオスケーラーを併用することにより，定量値を得る。	カメラには直視，側視可能なものと，直視のみ可能なものがある。カメラは完全防水となっているものが多いが一部耐水性におとるものもある。 状況によりφ1000㎜程度採査可能。
TVカメラによる管内調査 (2)自走式		○（φ200㎜以上）		○	○	○（同上）	○	管路閉塞状態	同上	同上	道路上は，対象スパン上片側通行となる。 調査可能延長約150m。 調査能率は約70m／h。 閉塞している管も調査可能である。	同上	カメラの特性は，けん引式とほぼ同等である。 又自走台車にはタイヤ式とキャタピラ式がある。
TVカメラによる管内調査 (3)取付け管用			取付け管（φ100㎜以上）	○	○			管路閉塞状態	仮締切り止水等	同上	宅地内接続桝より調査を行なう。 調査可能延長約20m。 閉塞している場合も調査可能である。	同上	カメラの機能上はφ85㎜以上の管内は，採査可能。 管の曲がりが60°を超えると調査は難しい。
TVカメラによる管内調査 (4)ビデオスケーラーによる計測		○		○	○		○				モニター上で計測する為，鮮明な画像を得る事が好ましい。側視画像が含まれていれば更に詳細値を得る。	TVカメラにて録画したビデオテープに対し，スケーラーを重ねることで定量値を得る。	
TVカメラによる管内調査 (5)特殊防水カメラによる管内撮影		○		○	○		○		仮締切り止水等	清掃が必要	道路上は，対象スパン片側通行とする。 調査可能延長は併用TVカメラの性能による。	管内状況の記録としてビデオよりも，明確なものを得る。	地上よりのリモートコントロールにより，防水性の箱の中のカメラで随時撮影を行う。

表－4・解19(2)　調査方法の適用判定表（間接探査）

評価(各項目ごとの評価)
○……適する
△……やや適する

適用項目 / 工法	構造物形態			被害形態・程度					管内状況		施工環境・地下水位等	調査程度	備考
	大口径管	小口径管	その他の適用可能な構造物	目地被害	管体被害	管軸のずれはなれ	取付け管の突出し	その他	通水・滞水	堆積物			
湧水試験（マンホール間）	○	○	箱型暗きょ	△（浸入水の有無及び浸入水量）	△（浸入水の有無及び浸入水量）				完全に止水を施す	清掃が必要	埋設管が地下水位下の場合に採用する。 対象スパンは、止水プラグ等で、完全に通水を止める必要がある。道路上は対象スパンの上下流マンホール部片側通行とする。	スパン内の浸入水量は定量値が得られ、被害の有無は確認可能だが、その浸入箇所及び状況は確認不可能である。	
湧水試験（目地部、亀裂部等部分ごと）	○			○（浸入水の有無及び浸入水量）	○（浸入水の有無及び浸入水量）				（管径）D／2	調査部分のみ清掃が必要	埋設管が地下水下の場合は、侵入水量、地下水上の場合は漏水量を計測する。 管内作業のみ、安全対象を施す。 道路占有は対象スパンの上下流マンホール部片側通行とする。	浸入水量を計測する事で、被害程度を推定する。	
注水試験	○	○		○（漏水の有無及び漏水量）	○（漏水の有無及び漏水量）				完全に止水を施す	清掃が必要	埋設管が地下水上の場合に採用する。 対象スパンは、止水プラグ等で、完全に通水を止める必要がある。 道路上は対象スパンの上下流マンホール部片側通行とする	漏水量は定量値が得られる	
圧気試験		○（φ200㎜以上）		○（漏水箇所の発見）	○（漏水箇所の発見）				同上	同上	明らかに浸入水のある箇所は調査対象としない。 調査可能延長は約100 mで1回のテストに要する時間は1.5～2 ㎜である。 道路は対象スパン上片側通行とする。	空気圧の低下の様子で水密性の異常を発見。	スパン圧気試験と部分圧気試験とあるが、現在では部分圧気試験として漏水箇所の発見に採用する事が多い
流量試験	○	○	箱型暗きょ	△（浸入水の有無及び浸入水量）	△（浸入水の有無及び浸入水量）			管路閉塞の有無	インバート下	同上	マンホール内での作業となる為、安全対策を施す。 道路はマンホール周辺片側通行とする。	管内通水量、流速等の変化より管路閉塞や浸入水の有無等を推定する。	
スモーク試験	○	○		△（漏水の有無）	△（漏水の有無）				完全に止水を施す	同上	埋設管が地下水位上にあり、上部土質があまり締まっていない時採用する。 止水や対象スパン上道路占有については注水試験と同様である。 明らかに浸入水のある時は、不採用。	漏水の可能性のある位置を比重の軽い煙を送りその漏洩状況で判断する。	

表－4・解19(2) 調査方法の適用判定表（間接探査）

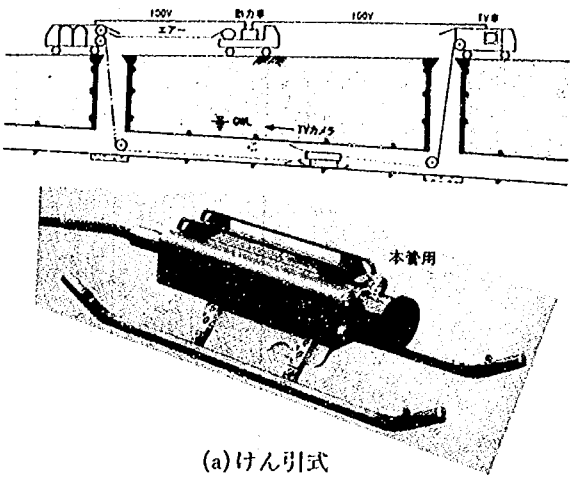
評価(各項目ごとの評価)
○……適する
△……やや適する

工法＼適用項目	構造物形態			被害形態・程度					管内状況		施工環境・地下水位等	調査程度	備考
	大口径管	小口径管	その他の適用可能な構造物	目地被用	管体被害	管軸のずれはなれ	取付け管の突出し	その他	通水・滞水	堆積物			
地中レーダーによる埋設管路周辺の空洞調査及び他埋設物調査	○	○	マンホール 箱型暗きょ			○		埋設物下の空洞，地盤のゆるみ 埋設物と交錯			路面上は，平坦な程効率がよい。 路面下は3m程度まで探査可能であるが地下水位下では探査不可能となる。 また，他構造物の基礎等厚いコンクリート構造物下は探査不可能である。	作業車内のモニター上又はコンピューターによる。 解析図化にて，路面下の状況を確認，把握する。	現場・技術者によるモニター読みとりにて解析する場合と，現地データーをコンピューターにて解析し図化する方法がある。

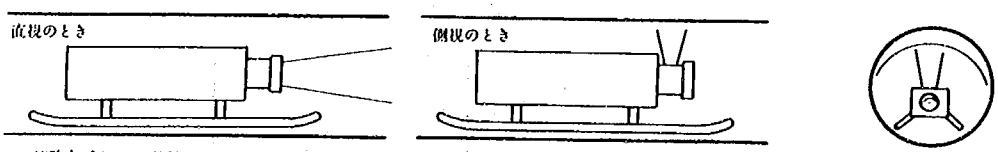
表－4・解19(3) 調査方法の適用判定表（圧送管に対する調査法）

評価(各項目ごとの評価)
○……適する
△……やや適する

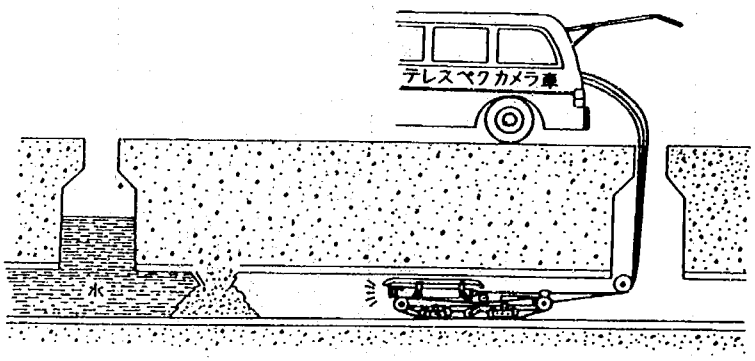
工法＼適用項目	構造物形態			被害形態・程度					管内状況		施工環境・地下水位等	調査程度	備考
	大口径管	小口径管	その他の適用可能な構造物	目地被用	管体被害	管軸のずれはなれ	取付け管の突出し	その他	通水・滞水	堆積物			
相関式漏水探査法			圧送管	○ (漏水の有無)							道路は，対象スパン上片側通行とする。	漏水音の伝播速度の解析により，その位置を調査する。	
管路周辺の水質試験			同上	△							地上からの測定であるため，道路は作業時通行止めとなる。	漏水の可能性のある道路に対し，その周辺土壌の水質試験をすることでその被害程度箇所を推定する。管	作業が大規模であるが，調査程度は詳細でない。



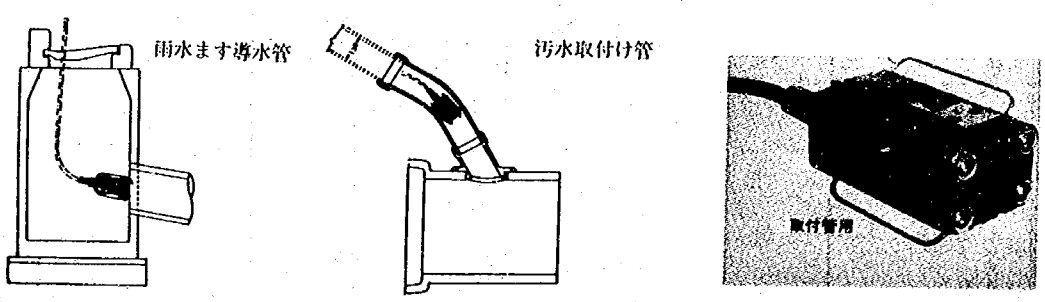
(a)けん引式



(b)直視と側視



(c)自走式



(d)取付け管

図—4・解12 TVカメラによる管きょの調査

の撮影。被害部分のアップの撮影。

iv)マンホール内部から被害部分(管きょ，マンホール)のアップの撮影。

v)管内に入ることが可能であれば，各管体，目地の状況を調査する。マンホール区間である程度の被害があれば，この区間の全ての管体，目地，取付け管の状況を撮影することが望ましい。

被害部分は，アップでも撮影する。なお，撮影にあたっては，管体に管体番号，目地番号等をチョークで書いておくと後の整理の際便利である。

vi)復旧工事においては(例えば開削後)工事状況の写真と同様に，被害に着目した写真を撮影する。

なお写真による記録は次のことに留意する。

① 写真が混同して区別が困難になるのを避けるため，被害状況の撮影前に現場を確認できる路線の風景，目印となる学校，橋などの構築物を写しておく。更に被害現場の巡回順序をメモしておくことが写真の整理の際に参考となる。

② 被害写真の撮影の際，濡れた壁面の反射(ハレーション)による障害をさけるため，撮影する方向に留意するとともに照明，ストロボ等の光源とカメラの間隔をあけて写すことが望ましい。

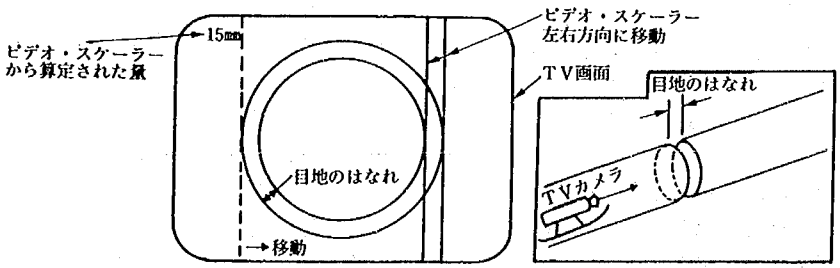
③ 被害写真にはコンベックス等寸法の基準となるものを写し込んでおき，被害の整理において概略の被害程度が判断できるようにしておく。

3) ＴＶカメラ及び管内防水カメラ

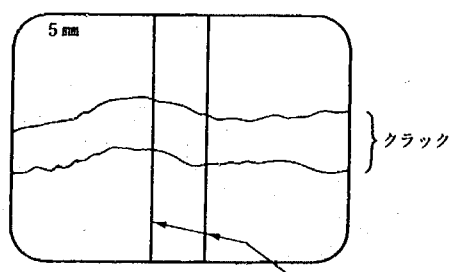
管内に人が入れない小口径管に使用される。ただし，口径が大きい場合でも，何らかの事情(人命に与える危険性が予測される場合等)により他の調査法が適用不可能な場合にも有効である。

ＴＶカメラ調査の概略を図―4・解12に示す。比較的口径の大きな管に対しては，ワイヤーけん引が一般的であるが，取付け管等管径が小さい場合には，ロッドで挿入される。調査を行う前には，管内洗浄を行う必要がある。

ＴＶカメラ自体の防水性は，一般には心配する必要はないが，カメラが水没すると視界はまったくなくなり，被害箇所の調査は不可能となる。



(a) 直視の場合



(b) 側視の場合

ビデオ・スケーラー：スケーラーを長さのわかっている部分に合わせる(例えば管路)，既知の長さをインプットすることにより自動的にスケーラーの縮尺が決定される。次に，スケーラーを計測したい部分に合わせることにより，その長さ(実寸)が画面上に表示される。直視の場合には，カメラ高さ，カメラから対象までの距離，管径がわかれば，幾何学的に実際の目地ずれ量，はなれ量が計算できる。

図―4・解13 ビデオ・スケーラーによる被害の計測

最近の技術革新により，カラー，側視可能なカメラも一般的になりつつある。また，画面にスケールを挿入することにより，あるいは傾斜計を装着することにより定量的な計測も可能である（図—4・解13参照)。

管が土砂等で閉塞し，ワイヤーを通すことができない場合もあり，このような場合には，自走車による調査が有効である（図—4・解12(c)参照)。この場合でも可能なかぎり，事前に管内洗浄を行う必要がある。

TVカメラの画像は，ビデオに収録され，被災の判定，復旧工法の選定などに有効に用いられる。調査結果を記録として残す場合，テレビ画像を写真撮影することが一般的であるが，精密な判定が必要な場合などには，被害箇所を直接写真撮影することが必要となる場合も多い。このような場合には，TVカメラと管内防水カメラを連結して用いると有効である（図—4・解14参照)。管内防水カメラは，通常の自動カメラを防水箱に装着したもので，TVカメラ車からの操作で撮影可能である。調査項目は，1)で述べたものと同様であり，ビデオ・スケーラー等を用いることにより，定量的な調査を行うことが望ましい。

このような測定により，管の蛇行状況も判明する(目地の開き量，ずれ量などから推定，上下方向の蛇行については，水位の測定からも推定できる)。

4) 水密性試験

マンホール，管内に貯められた水の水位の増減により，漏水状況，管の被害状況を計測する間接探査法である。時間，費用がかかるが直接探査のみでは被災と判定できない場合に用いられ，復旧工法選定に際しての資料ともなる。しかし被害箇所やその被害の程度を明確に決定できない欠点がある。

いくつかの方法があるが，以下に代表的な方法を示す。

a）揚水試験

地下水位が管の上部にある場合は，深夜等下水の使用が無い，あるいは特定できる条件のとき管内の水深あるいは流量を測定することによって，管路の損傷を推定する。測定が難しい場合は，図—4・解15に示すように，上流側を止水し，下流側のマンホールに堰を設置し，水位変化を測定する。

b）止水枠工法（図—4・解16参照)

管路内に1/4円止水枠を置いて，枠内に浸入する水量を直接測定する。この方法によれば，下水の流下を止めることなく，管底部における浸入水量を測定することができる。大口径管の調査に適用される。

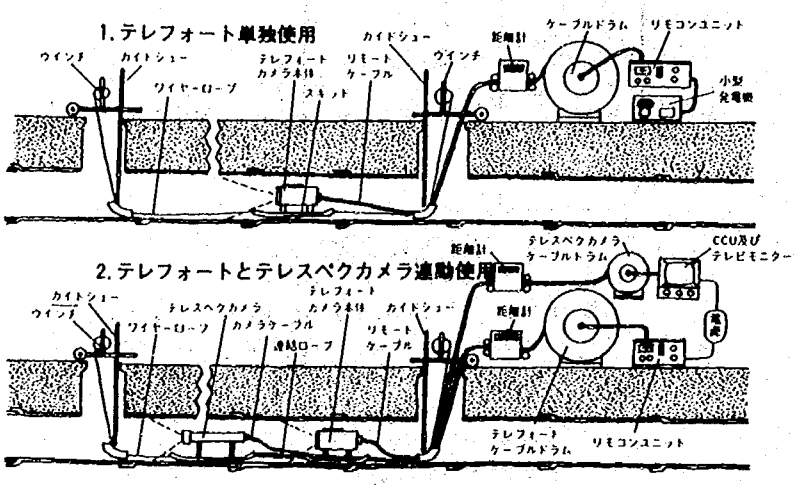
c）注水試験

マンホール等の上下流をエアー・プラグで止水の後，注水し，水面の動きを水位計又は，スタッフ等のスケールで測定する。管路の被害を調査するために管路を含めて行うことも可能である。

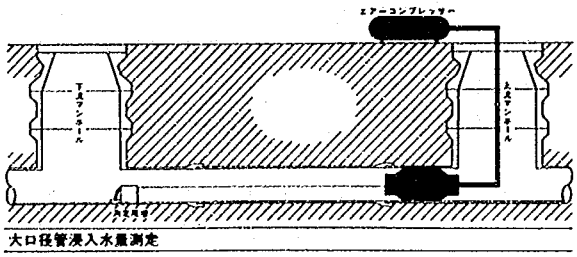
注水試験は，地下水位が管路の下部にある場合に有効である。図—4・解17に本管の試験方法を示す。まず，①止水エアー・プラグ(A)(B)を用いて，マンホールからの漏水量を測定し，②次にエアー・プラグ(A)(C)を用いてマンホールと本管からの漏水量を測定する。本管からの漏水量は，②—①により求められる。

d）加圧空気による気密性試験（図—4・解18参照)

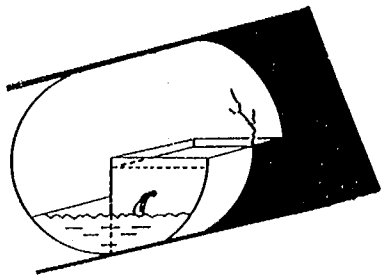
水のかわりに加圧空気を用いた方法で，小口径管の目地異状，クラックの程度（管の外側まで発達しているか否か）を判定することができる。2個のプラグ間（空気圧で管路に固定）を圧気し，管内圧力の変化か



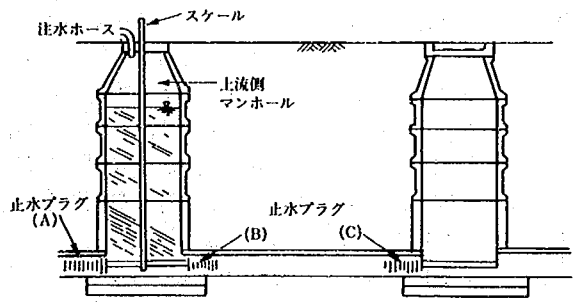
図—4・解14 管内防水カメラの使用例

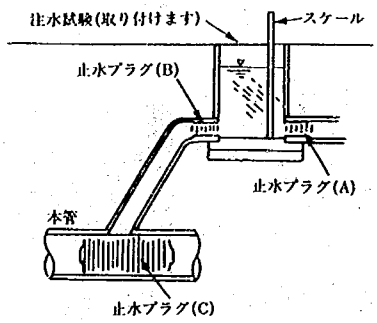


図—4・解15　揚水試験

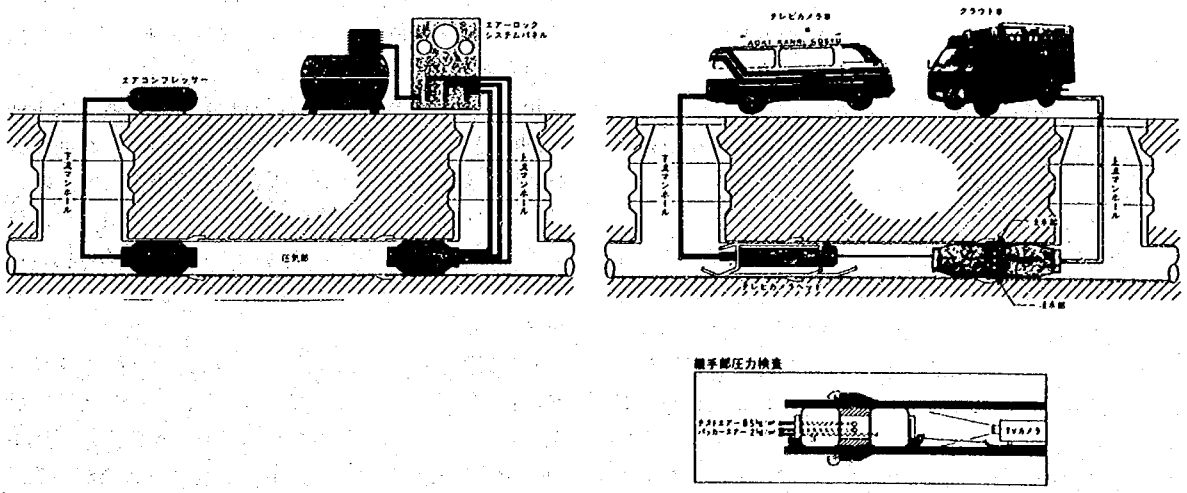


図—4・解16　止水枠工法

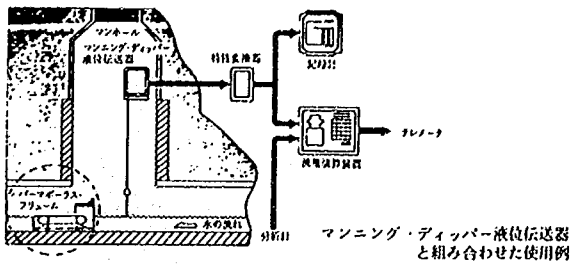




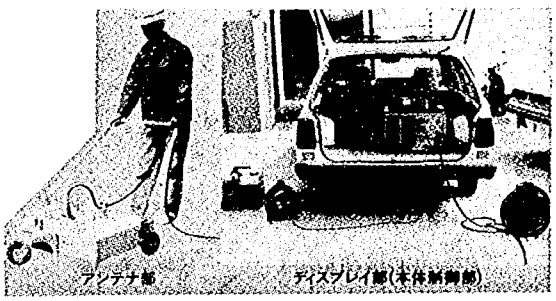
図—4・解17　注水試験

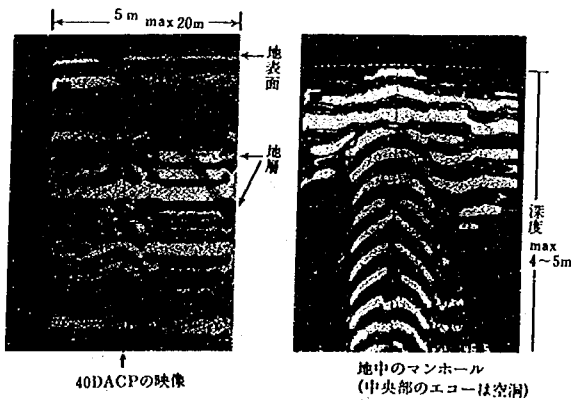


図—4・解18　加圧空気による気密性試験



図—4・解19 流量試験





図—4・解20 地中レーザー

ら，管路の異常の有無を判断する。TVカメラ調査と組み合わせると効果的である。

5) 特殊な調査

前節で述べたように，きわめて重大な被害（例えば管の浮上等），あるいは水管橋部などの特殊部については，個々の被害，構造物に対応した調査が必要である。

また，採用された復旧工法を行うために必要となる特殊な調査，改良復旧を行うために必要な調査等も考えられる（例えば，ボーリング，サウンディング等）。これらの調査は，前節までに述べた調査を行った上で（この場合は，被害数量の把握が主となる），復旧工事着手前にあらためて行うことが必要である。

下水道管路一般の耐震性を将来高めていくためには，やや研究的色彩の強い調査が必要となる。このためには3.4で述べた調査を被害箇所全てについて出来るだけ定量的に行い，きちんと整理しておくことが基本となる。調査に際しては，復旧設計の資料とするばかりでなく，下水道施設の耐震性向上のための基礎資料として利用することも十分心がけて調査を実施しておくべきである。

6) 調査の方法，手順

管きょ，マンホール，取付け管について調査の方法，手順を一般的に述べる。特殊な被害，特殊部については，本節の応用で個々の被害，構造物に応じて対処する。なお，ここで述べる項目の他に，復旧工事実施の際必要となる，道路交通状況，掘削可能か否か等，施工環境も調べておく。

なお，管きょの調査に際しては，事前に管内を洗浄しておくことが望ましい。TVカメラ調査では，必らず洗浄が必要である。十分に洗浄を行っていないと，小さな亀裂，目地ずれ等を見落す可能性がある。管内洗浄法には，高圧洗浄車，真空式吸泥車，バケットマシン式清掃車，手巻きウィンチ，ブロワ式吸泥車，手動式しゅんせつ器，特殊掃除器などがある。各方法の詳細は，下水道維持管理指針等を参照されたい。

a）人が内に入れる管きょ

i）マンホールの被害状況，路面の状況，流下状況，土砂堆積状況，などから判断して調査の必要性を判断する。この時ガス，水道管等他埋設物の被害も参考にする。

ii）マンホールから管内を観測しi）と合わせて調査の必要性を判断する。この目視調査のみで十分であるなら，被害部位の写真撮影，調査票の記入を行う（後述7）参照）。

iii）路面の状況などから判断して必要ならマンホール間の路上で，水準測量，距離測量を行う。路面の異状隆起，陥没が認められる場合，管の上下方向の蛇行及び種々の被害が予測される。管内からの目視と並行して測量を行っておくことは，マンホール間の被害の状況をマクロにつかむ上で，また復旧設計のためにも望ましい。

iv）管内に潜行して，目視による調査を行う。クラック，目地ごとに被害の状況を観察し，必要に応じて計測を行い，写真撮影，調査票への記入を行う。管内潜行に際しては，有毒ガスに十分注意する必要がある。地震時には，ガス管からのガスの漏洩の可能性もありえるため，平常時にもまして注意が必要である。必要に応じて，事前に管内洗浄を行う。

v）iv）の潜行目視調査のみでは，被害程度を判定

しえない場合，水密性試験等を実施する。

vi）重要な管きょでⅰ）～iv）までの調査で判定しえない場合，掘削して外部から継ぎ手の状況，亀裂の発展度合を目視及び各種の測定で調査する。

vii）復旧工事に際して（例えば掘削後）調査結果との不整合があらわれた場合には，あらためて調査を行う（vi）と同様）。

b）人が内に入れない管きょ

ⅰ）～iii）は，a）の人が内に入れる管きょと同様である。

iv）ⅰ）～iii）の調査結果により，より詳細な調査が必要であればＴＶカメラによる調査を行う。ＴＶカメラ調査に先立って管内の洗浄を必ず行う。ＴＶカメラには，傾斜計を付し，ビデオ・スケーラーを併用して，定量的な調査を行うことが望ましい。水位が高い場合には，止水栓を施し，ポンプで管内の水をくみ上げておく。

v）必要に応じて，水密性試験を行う。

vi）a）のvii）と同様。

c）マンホール

ⅰ）マンホール周辺の路面の観察を行う。マンホールの突出，周辺の路面亀裂等異常があれば，写真を撮るとともに異常の程度を計測する。

ⅱ）マンホール蓋を開き，マンホール内を観察する。異常が認められれば，マンホールに入り，各種計測を行う。調査の項目は1)を参照されたい。

iii）ⅱ）の目視調査のみでは，被害程度を判定できない場合，水密性試験を実施する。

iv）重要なマンホールでⅰ）～iii）までの調査で判定しえない場合，掘削して外部から目地の状況，亀裂の進行度合を目視及び各種の測定から調査する。

v）復旧工事に際して（たとえば掘削後）調査結果との不整合があらわれた場合には，あらためて調査を行う（iv）と同様）。

d）取付け管・ます

ⅰ）住民からの使用状況に関する通報による。住民からの通報は，一括して電話連絡簿に記入しておき，いつでも対応できるようにしておく。

ⅱ）現場においては，ますの状況を調査するとともに，取付け管については住民から状況を聴取するとともに水を流し，流通の度合を調べる。この時，本管内に調査員またはＴＶカメラがある場合には，連絡をとり合うと有効である。

iii）取付け管が埋設されている地表面の状況を観察する。地表に亀裂，隆起，陥没等変状があった場合，取付け管は被害を受けていると考えられる。

iv）ⅱ）から流通疎外が認められた場合，ロッドをますから挿入して，被害箇所の位置を確認する。

v）必要ならば，取付け管用のＴＶカメラを挿入して調査する。

e）圧送管

ⅰ）処理場，ポンプ場で流入流出量を観測する。

ⅱ）路面上を踏査して，水のにじみ出しがないかを確認する。「1.2　下水道管路施設の被害事例」で述べた被害の発生しやすい箇所を特に入念に見る。

iii）上記ⅰ），ⅱ）でも被害を確認できない場合には以下のような方法が考えられる。

・水道の漏水箇所発見に用いられる相関式漏水探知装置を適用する。ただし，十分な内圧をかけることが必要である（詳細は表－4・解18(10)に示す）。

・管路近傍で連続的に地下水を採取し，水質を検査する。（この方法は，宮城県沖地震の際，仙台市で用いられた。詳細は第Ⅴ編復旧事例集に示す）。

iv）以上で被害の確認ができれば，圧送を中止し，管内外からの調査を行う。

7）報告及び整理

調査結果は，調査担当者が責任を持ってあらかじめ決められた調査票様式に記入し，報告する。調査票は，ここに示す例を参考にして各施設に応じた様式をあらかじめ決定，作成しておくことが望ましい。

調査票の例及び記入例を表－4・解20～表－4・解27に示す。被害の報告は，各々の被害の状況が詳細にわかるもの（出来れば定量的に），マンホール区間等で被害数量をとりまとめたもの，写真（必ずマンホール番号，目地番号，管体番号がわかるようにしたもの），スケッチ，図面等に分けておいた方がよい。例に示すように，調査票に判定結果，復旧工法（予定）を書き込めるようにしておくと後に便利である。

被害箇所が判明ししだい，路線平面図に位置及び被害状況を記入していく。こうしておくことにより，全体の被害状況が容易に把握できる他，調査の計画を立てていく上でも便利である。同様に被害数量についても，一覧表を作成しておき，判明ししだい記入し，必要に応じて集計する。

表—4・解20　調査票の例（管路その１）〔原紙のサイズはＡ３〕

路線No	管径 (mm)	距離 (m)	目地数又は距離	── 目地数又は距離 ── 1 5 10 15 20 25 30 35 40	図写真ビデオ番号
				路面状況	
		被害程度 (cm)	目地ずれ		
			目地ひらき		
			はなれ		
			亀裂		
				路面状況	
		被害程度 (cm)	目地ずれ		
			目地ひらき		
			はなれ		
			亀裂		
				路面状況	
		被害程度 (cm)	目地ずれ		
			目地ひらき		
			はなれ		
			亀裂		
				路面状況	
		被害程度 (cm)	目地ずれ		
			目地ひらき		
			はなれ		
			亀裂		
				路面状況	
		被害程度 (cm)	目地ずれ		
			目地ひらき		
			はなれ		
			亀裂		

＿＿＿地震下水道被害
調査票その１（管路）

調査日時＿＿年＿＿月＿＿日

＿＿＿市＿＿＿下水道施設

台帳番号＿＿＿＿

排水区または処理区名＿＿＿＿

幹線名＿＿＿＿

所在＿＿＿＿

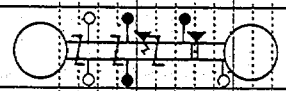
調査者及び所属＿＿＿＿

凡例

記号	被害		記号	被害	
	目地・継ぎ手	ずれ		管路	国道区間行(上下)
		開き			国道区間行(左右)
		はなれ		取付け管	管取出取付け
		かけ			管取付口
		破損		その他	堆砂区間
		パッキン脱離			浸入水
	管体	横断亀裂	記号	部位名称	
		縦断亀裂	○	マンホール	
		破損		管きょ	
		穴のあいている箇所		未確認管きょ	
		破壊		取付け管	

H.P. ヒューム管
T.P. 陶管
V.P. 塩ビ管

表―4・解21　調査票の記入例（管路その１）〔原紙のサイズはA３〕

路線No.	管径 (mm)	距離 (m)	目地数又は距離	―― 目地数又は ~~距離~~ ―― 1 5 10 15 20 25 30 35 40	写真ビデオ番号
SA-6	450	20.0		路面状況	
					
			被害程度(cm) 目地ずれ	5 8 14	
			被害程度(cm) 目地ひらき		
			被害程度(cm) はなれ	10	
			被害程度(cm) 亀裂	1	
				路面状況	
			被害程度(cm) 目地ずれ		
			被害程度(cm) 目地ひらき		
			被害程度(cm) はなれ		
			被害程度(cm) 亀裂		
				路面状況	
			被害程度(cm) 目地ずれ		
			被害程度(cm) 目地ひらき		
			被害程度(cm) はなれ		
			被害程度(cm) 亀裂		
				路面状況	
			被害程度(cm) 目地ずれ		
			被害程度(cm) 目地ひらき		
			被害程度(cm) はなれ		
			被害程度(cm) 亀裂		
				路面状況	
			被害程度(cm) 目地ずれ		
			被害程度(cm) 目地ひらき		
			被害程度(cm) はなれ		
			被害程度(cm) 亀裂		

○○○○ 地震下水道被害
調査票その１（管路）

調査日時 ○○年 ○○月 ○○日

○○市 ○○下水道施設

台帳番号 1234－SA－6

排水区または処理区名 ○○排水区

幹線名 ○○町○○幹線

所在 ○○市○○町1－2－3

調査者及び所属 ○○課○○○○

凡例

記号	被害		記号	被害	
	目地・継ぎ手	ずれ		継手	継手区間（上下）
		開き			継手区間（左右）
		はなれ		取付け管	突出取付け管
		かけ			取付け管及び取付け不良
		破損		その他	土砂堆積区間
		パッキン脱離			浸入水
	管体	横断亀裂	記号	部位名称	
		縦断亀裂	○	マンホール	
		破損		管きょ	
		穴のあいている箇所		未確認管きょ	
		破壊		取付け管	

H.P. ヒューム管
T.P. 陶　管
V.P. 塩ビ管

表—4・解22　調査票の例（管路その2）〔原紙のサイズはB4〕

……地震下水道被害調査票その2（管路）
被 災 判 定

調査日時……年……月……日……時　……市……下水道施設
台帳番号……　排水区または処理区名……
所　在……　調査者名及び所属……

路線名 No	調査者所見	判定	復旧工法

表－4・解23　調査票の記入例（管路その2）〔原紙のサイズはB4〕

○○○○地震下水道被害調査票その2（管路）
被災判定

調査日時○○年○○月○○日○○時　○○市○○下水道施設
台帳番号1234-5A-6　排水区または処理区名○○排水区
所在○○市○○町1-2-3　調査者名及び所属○○課○○○○

路線名 No	調査者所見	判定	復旧工法
○○町○○幹線 1234-5A-6	管軸の上下の蛇行が大きく，目地部のずれはなれが認められ，一部の管体には横断亀裂が発生しており浸入水量も多い．	管路の勾配が不足しており流下能力が不足している．また，浸入水量も多い．	開削により，管きょの取直し，あるいは新管布設．

表－4・解24 調査票の例（マンホール）〔原紙のサイズはB4〕

.....地震下水道被害調査票（マンホール）

調査日時 年 月 日 時　　.....市.....下水道施設
台帳番号.....　　排水区または処理区名.....
所　在.....　　調査者名及び所属.....

	被害形態及び程度（単位：cm）						図・写真・ビデオNo.
ふた受枠部	ずれ 有・無	破損 有・無					
斜壁・直壁	目地ずれ 有・無	目地破損 有・無	亀裂 有・無	破損 有・無	漏水 有・無		
壁立上がり	亀裂 有・無	破損 有・無	漏水 有・無				
底版	亀裂 有・無	破損 有・無	漏水 有・無				
インバート	亀裂 有・無	破損 有・無	漏水 有・無				
マンホールと本管の接続部	管のつき出し 有・無	亀裂 有・無	漏水 有・無	管の脱落 有・無			
本体の浮上，周辺土の沈下							
その他							
調査者所見							
判定							
復旧工法の選定							

表－4・解25　調査票の記入例（マンホール）〔原紙のサイズはB4〕

○○○○地震下水道被害調査票（マンホール）

調査日時○○年○○月○○日○○時　　○○市○○下水道施設
台帳番号 1234-5A-6-7　　排水区または処理区名○○排水区
所在○○市○○町1-2-3　　調査者名及び所属○○課○○○○

	被害形態及び程度（単位：cm）						図・写真・ビデオNo.
ふた受枠部	ずれ (有)・無 3cm	破損 (有)・無 亀裂1cm					写-1, 2
斜壁・直壁	目地ずれ (有)・無 1～5cm	目地破損 有・(無)	亀裂 有・(無)	破損 有・(無)	漏水 (有)・無 にじみ程度		写-3, 4
壁立上がり	亀裂 (有)・無 0.5cm	破損 有・(無)	漏水 (有)・無 10l/分程度				写-5～8
底版	亀裂 有・(無)	破損 有・(無)	漏水 有・(無)				
インバート	亀裂 (有)・無	破損 有・(無)	漏水 有・(無)				写-9
マンホールと本管の接続部	管のつき出し (有)・無 1cm	亀裂 (有)・無 L=100cm b=0.5cm	漏水 (有)・無 20l/分程度	管の脱落 有・(無)			写-5～8
本体の浮上，周辺土の沈下	路面が2cm程度沈下しており，マンホール周辺に段差あり．						写-1
その他	管路上部の路面に1cm程度の亀裂が15mにわたり発生．						写-10
調査者所見	直壁のずれは小さいが，浸入水の量が多い						
判定	復旧を必要とする．しかし現時点では，二次災害の危険は認められず下水の排除能力も有り復旧を急ぐ必要はない．						
復旧工法の選定	開削により直壁打直し						

表－4・解26　調査票の例（ます及び取付け管）〔原紙のサイズはB4〕

……地震下水道被害調査票（ます及び取付け管）

調査日時　年　月　日　時　　……市……下水道施設
台帳番号……　　排水区または処理区名……
所　在……　　調査者名及び所属……

	被害形態及び程度（単位：cm）						図・写真・ビデオNo
ます	ふたのずれ	ふた枠の破損	本体の破損	漏　水			
	有・無	有・無	有・無	有・無			
取付け管	本管・ますへの突出	管体破損	漏　水				
	有・無	有・無	有・無				
その他							
調査者所見							
判　定							
復旧工法の選定							

表－4・解27　調査票の記入例（ます及び取付け管）〔原紙のサイズはB4〕

○○○○地震下水道被害調査票（ます及び取付け管）

調査日時○○年○○月○○日○○時　○○市○○下水道施設
台帳番号 1234-5A-6　排水区または処理区名○○排水区
所在○○町○○町1-2-3　調査者名及び所属○○課○○○○

	被害形態及び程度（単位：cm）						図・写真・ビデオNo.
ます	ふたのずれ	ふた枠の破損	本体の破損	漏水			写-1
	(有)・無	(有)・無	有・(無)	有・(無)			
	1cm	枠のがけ					
取付け管	本管・ますへの突出	管体破損	漏水				ビデオ No.8
	(有)・無	有・(無)	有・(無)				
	本管へ5cm突出						
その他							
調査者所見	本管へ突出がひどく，浸入水とともに土砂の流入がある。 ますについては，構造的にも機能的にも問題なし。						
判定	本管との接続部の復旧が必要						
復旧工法の選定	開削により本管1本と本管に接続する取付管1本を新管に布設替え。						

4.3 本復旧工事のための判定

1) 本復旧工事のための判定は，震後の下水道の機能と震前の下水道の機能との比較，施設の余命，今後の施設の利用計画等長期的な観点から下水道の構造的な被害程度，下水道の機能的な被害程度，他施設に与える影響の程度，被災地の特殊性について検討し，本復旧工事実施の有無を判断しなければならない。
2) 以下の評価項目を総合的に判断し，本復旧工事の必要があると判断した場合には復旧工事を実施する。

- 管きょの被害程度
- マンホールの被害程度
- ますの被害程度
- 施設の余命
  耐用年限に近づいてないか
- 今後の施設の利用計画
  改修の計画等の有無
- 利用者に与える影響
- 道路に与える影響
- 周辺施設に与える影響

[解説]

本復旧工事は，原則として下水道施設を原形に復することを目的に行う工事であるが，震害の再発を防止するために改良工事を行う場合や，将来計画を考慮して施設の改良工事を行ったり，逆に本復旧を行わず，新設の施設の完成まで応急復旧工事のみで下水道の機能を維持させる場合も考えられる。本復旧工事を実施するか否かの判定では，下水道の構造的被害程度のみならず，上記の様な長期的な観点から判定を行う必要がある。

評価項目としては，下水道の構造的な被害程度，下水道の機能的な被害程度及び他施設に与える影響の程度，被災地の特殊性の四項目を考慮する必要がある。特に，漏水箇所，土砂の流入箇所，管路の縦断勾配のくるい等，下水道本来の機能及び道路等周辺施設に影響を及ぼす被害については，本復旧工事を実施する必要がある。

5. 本復旧工事

5.1 一 般

本復旧工事は，原則として下水道施設を原形に復することを目的に行う工事である。
しかし，震害の再発を防止するために改良工事を行う場合や，将来計画を考慮して施設の改良工事を行ったり，逆に本復旧を行わず，応急復旧工事のみで，下水道施設の機能を維持させた後，新規に計画している別の管路施設へ切り替える場合もある。

[解説]

本復旧のための調査結果に基づき，被害を受けた構造物を原形に復する。ただし，種々の理由により原形復旧を行えない場合，あるいは，原形復旧が著しく不適当な場合には，この限りではない。また，被害により，その構造物が構造的に明らかな弱点を持ち，再度の地震に対して，被害の再発の可能性がきわめて高いと判断された場合，当該構造物の重要性も鑑み，改良復旧することが望ましい。

下水道管路の復旧工事はその構造から，大口径管等を除き，その被害復旧は布設替えが一般的である。管体強度に問題がある場合には，新管に入替えるが，強度に問題がなく，目地のずれ，あるいは蛇行などにより所定の流量が確保されない場合などには，旧管をそのまま再布設することも可能である。布設替えは，通常掘削を伴うため，仮設が工事において大きなウェイトを占めることになる。また，工事に際しては，路面を占有するため，道路管理者との密接な協議が必要であり，場合により他埋設企業者との協議も必要となる。

大口径管等布設替えが不可能な場合，あるいは工費，工期などから布設替えが適当でないと判断された場合には，その構造及び，種々の条件から判断して，最適な復旧工法を選択する必要がある。

5.2 復旧工法の選定方針

復旧工法選定にあたっては，以下に示す項目を考慮する必要がある。
1) 構造物の種類，重要度及び構造物の余命
2) 被害形態，程度
3) 土質，地下水位及び埋設深度

4) 施工環境
5) 復旧工法の適用性
これらの項目を十分に勘案して，最適な工法を選択する必要がある。

[解説]
復旧工法の選定にあたっては，以下に示す項目を考慮する必要がある。
1) 構造物の種類，重要度及び構造物の余命
構造物の種類によって復旧工法が異なるのは当然である。また，同じ管きょであっても口径，管種によって異なる。
本復旧が，原形復旧を目指すならば，復旧工法の選定においては，構造物の重要度，余命は直接関係はしない。しかし，種々の要因から完全な原形復旧が不可能な場合，あるいは，改良復旧を行う場合などに，これらの要因が，工法選定において係わってくる。より重要な構造物ほど，また，より余命の長い構造物ほど，強度，機能を原形に近く復する，あるいは，原形を越えるような強度と機能に復旧する工法を選定することが望ましい。
2) 被害形態及び程度
一般の下水道管きょ，マンホールの場合，復旧工法はほとんど被害形態，程度で決まる。過去の震災復旧例を見ると，比較的小口径の管の場合の被害形態は，目地被害，管体亀裂，蛇行が卓越しており，これらは，大部分布設替えが行われている（管体に被害のあるものは新管に入れ替え，再布設)。しかし，大口径管や推進工法等により布設された管等では，簡単に布設替えが困難であり，種々の工法が被害形態，程度に応じて適用される。次に述べる土質，地下水位と合わせて，工法の適用性を十分に勘案して，形態，程度に応じた工法の選択が必要である。
3) 土質，地下水位及び埋設深度
土質，埋設深度によっては，同じ工法でも工費が大きく変わってくる場合がある。埋設深度が深い推進管では，開削が不可能な場合もある。また，地下水位が管上部にある場合には，まず，薬液注入等により浸入水をとめねばならない（布設替えの場合には，このようなことは考えなくてもよい)。また，水があることにより，ある種の接着剤は使用することができない。
4) 施工環境
通常なら開削，再布設により復旧が行われる被害でも，交通の状況（交通量の多い交差点などで，長期にわたる交通止めが不可能な場合など）などにより，管内施工を余儀なくされる場合も考えられる。また，土質，地下水位によっては開削が不可能な場合もある(工事の周辺への影響)。
5) 復旧工法の適用性
上述した1)～4)は全て，復旧工法各々の適用性の問題と言える。技術的な適用性(適用できる亀裂幅など)はもちろんのこと，経済性，工期，周辺環境への影響にも検討の上，工法を選定する。

5.3 復旧工法

下水道管路施設の復旧工法は，施設の構造的な強度回復を目的とする工法，下水の排除能力の回復を目的とする工法及び止水を目的とする工法に大別される。
同じ被害形態，被害程度であっても，その施工環境により最適な工法があり，各工法の適用性を十分に知っておくことが必要である。

[解説]
1) 復旧工法の種類及び適用性
復旧工法には構造的な強度回復を目的としたものと，止水を目的としたものがある，管路外からの浸入水は，長期的に見て処理場に大きな負担となり，たとえ軽微な被害といえども補修が望まれる。
管体強度の回復を目指す方法には，新管入れ替えの他に，各種樹脂等を注入する方法，箱型のＲＣ管きょでは，その上，鋼板を接着する方法，管，マンホール内外からのコンクリート巻立て工法などがあるが，巻立て工法を除き，大部分の工法は事前の止水が必要である。表－４・解28に主な工法の適用条件，特徴等を示す。小口径管の場合は，経済性，工期から考えて新管布設替えが一般的である。
表－４・解29に止水を目的とした代表的な，補修工法を示す。グラウティング，シーリング材には，メーカーにより様々な特徴があり，目的，状況に応じて使いわける必要がある。コーキング材には，水に接すると膨張して止水するものも開発されている。
また，管軸の変動の修正を目的とする工法の主な適用条件と特徴を表－４・解30に示す。
各工法の概要及び適用範囲等を表－４・解31に示すが，以下にいくつかの工法について記す。
a）樹脂注入工法
大口径管，ＲＣ長方形きょ，マンホール等の亀裂をふさぐとともに，ある程度の強度回復を目的とする工

表—4・解28　強度回復を目的とする工法

(a) 工　法

方法		主な適用条件・特徴		主な使用材料	主な使用機材
区分	工法	大口径管（箱型暗きょも含む）	小口径管		
強度回復を目的とする工法	新管布設替え	開削工事が可能である場合，最も一般的でかつ施工後も信頼のおける方法である。管種，管，被害形態・程度に関係なく適用可能であるが，土破りが大きく工費が高くなる場合，被害程度によっては他工法との比較が必要である。 なお，施工後同様の被害を再度受けないように対処する事が必要である。		山留め材 管きょ等	土工機械等
	コンクリート巻立て	開削工事が可能であり，管体被害の程度が小さい場合，他工法との経済比較，開削工事が周辺に及ぼす影響，工事手間等を考慮し，施工後の効果を考え他工法との比較が必要でたる。 また，新管布設替えと同様土破りが大きな問題となる。		モルタルコンクリート 山留め材等	土工機械等
	樹脂注入工法 図—4・解21	構造物体に亀裂が発生した場合エポキシ系樹脂を注入し，強度の回復を図ると同時に浸入水に対処する方法であす。しかし，施工時に浸入水があると補修不可能であり事前に止水の必要がある。 0.05㎜程度の微細な亀裂にも施工可能で作業効率も良い。 作業員が管内にて作業する為，酸欠，ガス中毒等に対し安全対策を施す。	————	エポキシ系樹脂シール材等	BLインジェクター等
	鋼板接着工法 図—4・解22	構造物に破損又は局部的な破壊を生じた箇所に鋼板接着によって耐荷力を補う。 接着面はエポキシ系樹脂にて調整する。 施工時に湧水浸入水等が多量にある場合，Vカットし止水ホースで排水しながら急結剤にてコーキング，グラウト材を裏込注入した後通常の鋼板接着工法を施す。 主として箱型暗きょに適用するが円型管でも鋼板を加工する事で対応可能である。 管内作業となるため，安全対策を施す。	————	グラウト材 シール材 鋼材等	発電機 （電気溶接機） 等

(b) 補助工法

方法	主な適用条件・特徴		主な使用材料	主な使用機材
工法	大口径管（箱型暗きょも含む）	小口径管		
特殊止水枠を用いた管底部補修工法 図—4・解23	箱型暗きょのインバート部補修に適用し，止水枠を組み，通水状態で作業が可能である。 使用材料は急結性で施工後約3時間で実用強度に達する為施工能率が良い。 管内作業のため，安全対策を施す。	————	セメント系材料（急結性）	発電機 水中ポンプ 鋼製止水枠

表－4・解29(1) 止水を目的とする工法

方法		主な適用条件・特徴		主な使用材料	主な使用機材
区分	工法	大口径管（箱型暗きょも含む）	小口径管		
止水を目的とする工法	薬液注入工法 (1) グラウト止水	浸入水発生箇所付近に路上よりロッドによるグラウト注入を施し，土壌全体に渡り固結止水する。 土質条件等を十分に検討しグラウト材を選定する。また，管体に過大圧力がかからぬ様注意する。 路上からの施工となるため，交通に与える影響は大きい。 止水材に関しては，関連法令を参考とする事。	―――	各種止水材	ミキサー グラウトポンプ コンプレッサー ボーリングマシン等
	薬液注入工法 (2) 注入パイプによる止水 図－4・解24	目地部，亀裂部をVカットし注入用パイプをセットし，グラウト材逆流防止のため，急結性水剤にてコーキングする。 パイプより注入材を圧入裏込し，管外にまで浸透させる。 注入後硬化を持ちパイプを取除き仕上げをする。 通常のモルタルコーキングでは不十分な場合採用する。 施工時通水量，流速が大きく，水替不可能な場合は施工不可能となる。 目地開きの限度はおよそ5cm程度（Vカット幅以下），段差については管厚の半分程度である。 道路占有は対象スパンの上下流マンホール部周辺片側通行となる。 管内作業となるため，安全対策を施す。	―――	各種止水材	ミキサー グラウトポンプ コンプレッサー 等
	薬液注入工法 (3) 止水枠工法 図－4・解25	目地部，亀裂部よりの湧水，浸入水がある場合に1/4円の止水枠を組み，簡易ポンプ排水後枠内にて止水作業を行う。ホース状の止水材を埋め込み急結剤にてコーキングしながら止水材と止水用注入液を置換して止水していく方法である。 仮締切り水替え等を施さず通水のまま作業が可能である。 止水材の使い分けで現場状況に対処する。 道路占有は対象スパンの上下流マンホール部片側通行となる。また，管内作業のため，安全対策は十分施す。 目地開きは10cm程度まで対応可能である。	―――	急結剤 各種止水材	発電機 電気ドリル 水中ポンプ 鋼製止水枠等

表—4・解29(2) 止水を目的とする工法

方法		主な適用条件・特徴		主な使用材料	主な使用機材
区分	工法	大口径管（箱型暗きょも含む）	小口径管		
止水を目的とする工法	薬液注入工法 (4) 注入リングによる止水 図—4・解26	目地部，亀裂部に注入リングを圧着させ，圧力をかけた注入液を管体外部にまで浸透させ，ドーナツ状のグラウトリングを作り止水する方法である。 仮締切，水替え等が不用で作業が容易である。目地開き，亀裂幅が小さい場合，Vカットを施すと効果的である。 道路占有は対象スパンの上下流マンホール部片側通行となる。また，管内作業のため，安全対策を十分施す。	———	各種止水材	注入リング 発電機等
	薬液注入工法 (5) パッカーによる止水 図—4・解27	———	地上からの遠隔操作でパッカー（ゴム風船状のもの）を管内亀裂部及び目地部に圧着させ，止水注入液を圧入し，ドーナツ状のグラウトリングを作り止水する。 注入圧は地下水圧との釣合いから決定する。（約1.5～2.5kg/㎠） テレビカメラにて監視しながら施工するため正確に補修が行える。 目地開きは1.5cm程度，施工延長は100m程度を限度とし，道路占有は対象スパン上片側通行となる。 取付け管，卵形管に対しても適用可能である。	各種止水材	パッカー TVカメラ 作業車 動力車等
	Vカットコーキング工法	対象スパンを仮締切するか又は止水枠を組むことで施工箇所への通水を止めて補修を行う。目地開き，亀裂部をVカットし，急結モルタル等でコーキングを行う。その浸入水量によりエポキシ系樹脂やセメント系膨潤性止水材等コーキング材を使い分ける。 道路占有は，対象スパンの上下流マンホール部片側通行となる。又，管内作業であるため，安全対策を十分施す。	———	各種 コーキング材	発電機 電気ドリル 専用ガン等
	シーリング工法	粘着性，弾性のあるシール材を，目地部，亀裂部に接着し止水する。 シール材に定型と不定型がある。 道路占有，管内安全対策等作業条件は，Vカットコーキング工法と同様である。	———	ブチルゴム系シール材 ウレタンゴム系シール材	専用ガン等

表—4・解29(3) 止水を目的とする工法

方法		主な適用条件・特徴		主な使用材料	主な使用機材
区分	工法	大口径管（箱型暗きょも含む）	小口径管		
止水を目的とする工法	止水バンド工法 図—4・解28	浸入水発生箇所に管内部から止水線を有するゴムバンドをあて，その上から金属バンドを油圧シャッキにて広げて管体にゴムバンドを圧着させる。 目地部開き，段差とも5cm程度までは施工可能ではあるが外水圧が高い場合は急結剤等で防護した後止水バンドを施す。 補修部分は止水バンドの分だけ管内に突き出しが生じる。 道路占有，管内安全対策等作業条件は，Vカットコーキング工法と同様である。経済的には他工法に比べて割高となる。	———	ゴムバンド 押え金属バンド ボルト類	油圧ジャッキ
	可とう性継ぎ手工法 (1) 止水ジュイント 図—4・解29	不等沈下等により既往の目地止水材が欠損し，機能が損われた箱型暗きょに対しその機能回復をはかる。管体と止水ジョイントをアンカーボルトで締め付け，止水を図る工法である。 山型継ぎ手を使用して以後の不等沈下にも対応する事が可能である 浸入水量が多い場合，急結剤にめ止水を施す。なお，管内部にジョイントが突出しない様管体をはつりジョイントを設置する方法もある。 施工時は仮締切りをし，作業効率を向上させるとともに安全性にも注意をはらう。 道路占有は対象スパンの上下流マンホール部周辺片側通行となる。 目地開きは約8cm程度，目地部段差は約5cmを限度とする。 経済的には他工法と比べ割高となる。	———	止水ジョイント アンカーボルト ブチルゴム系 シール材等	発電機 コンプレッサー 電気ドリル等
	可とう性継ぎ手工法 (2) 可とう性パイプ 図—4・解30	円形管に対し止水ジョイントと同様の目的を持つ。一方の管体にパイプをセットし，外圧により変位させ他方の管体に接合する。 接合部は通常の管体どうしの接合と同様である。作業は，一部開削工事となり通行止め区間が生じる。 目地部の段差は製品性能上20cm程度を限度とする。経済的には他工法と比べ割高となる。	———	可とう性パイプ ターンバックル ボルト類	ジャッキ類 土工機械等

表—4・解29(4) 止水を目的とする工法

方法		主な適用条件・特徴		主な使用材料	主な使用機材
区分	工法	大口径管（箱型暗きょも含む）	小口径管		
止水を目的とする工法	二重管工法 図—4・解31	———	既設管の持つ強度を活用しつつ管内に硬質ポリエチレンパイプを挿入し漏水等を防ぐ。 施工は一部開削工事であるため交通等に影響を及ぼす。また，取付け管との接続と，管径の縮小が問題となる。 若干の管軸の変位は既設管と挿入管との間隙をセメントミルクで充填する際に調整が可能である。 施工に際し仮締切りを施す。 マンホール内部で短管を溶着し，挿入する「無開削工法」もある。	ポリエチレン管 セメントミルク	溶着機 ウインチ （土工機械）等
	ホースライニング工法 図—4・解32	———	浸入水，漏水の防止，酸化防止等のため，既設管の持つ強度を活用しつつ，内面に継ぎ目の無いシールホースを反転装着し管の再製を図る。 施工はマンホールから可能であるが取付け管接合部については開削し削孔する。 空気圧にてホースを接着させて行くので管体内部の付着物は十分除去されている事が必要である。 接着剤は熱により硬化するので硬化が確認できるまで内圧をかけたまま加熱保持する。 管径はホース厚分小さくなる。また，スパン途中部分のみの施工不可能である。 施工に際し，仮締切りを施す。 道路上は上下流マンホール部片側交通となる。	シールホース 溶着剤 （エポキシ系）	反転機 管端リング等

法である。一般にＲＣ構造物では，従来の強度の70%程度に回復するといわれている。

樹脂注入には，種々の方法があるが，現状では，水のある所では使用することができない。漏水のある箇所では，事前の止水が必要である。

図—4・解21に，ゴム製のインジェクターにより，低圧で樹脂を注入する工法を示す。この工法では長時間にわたり注入圧力が一定に保たれ，亀裂の奥深くまで樹脂を注入することが可能である。

b）鋼板接着工法

ＲＣ長方形きょが，亀裂などにより全体的に強度が不足した場合に適用される。鋼板をコンクリート面に仮止めし，鋼板とコンクリート面の間にエポキシ系樹脂を注入する。（図—4・解22参照）一体化された鋼板は，コンクリート内部の鉄筋と同じ働きをし，曲げ補強，せん断補強の効果が得られる。

c）パッカー工法

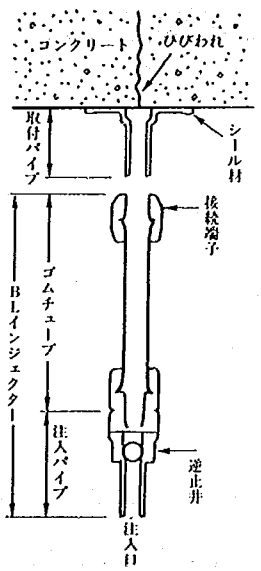
小口径管の目地，亀裂などからの浸入水を防止する工法で，パッカーを用いて，管内より薬液を注入する（図—4・解27参照）。ＴＶカメラで被害を確かめながら注入し，効果の確認もＴＶカメラで行う。

d）二重管工法

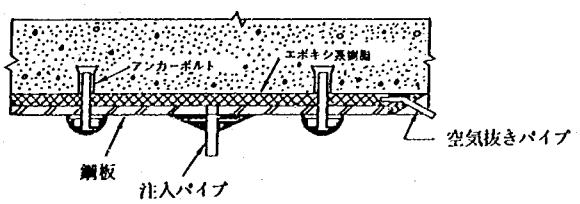
被害を受けた管内に，ポリエチレン管を挿入し，間隙にセメントミルクを注入する。強度面の回復のみな

表—4・解30　管軸の変動の修正を目的とする工法

方法		主な適用条件・特徴		主な使用材料	主な使用機材
区分	工法	大口径管（箱型暗きょも含む）	小口径管		
管軸の変動の修正を目的とする工法	薬液注入によるレベル修正方法	開削工事をせず，管軸の変化を路上からのグラウト注入圧にて修正する方法である。 修正後浸入水が発生する場合管内からの補修が必要となる。 管軸の変位は30cm程度が限界である。 また，グラウト材の性質からN値の高い層や砂礫層の様に間隙の大きな層は不適である。 取付け管が外れている場合は部分的に開削し接合する。 路上からの作業であるため，道路交通に及ぼす影響は大きい。 また，他の埋設物が進接する場合，注入に際し安全性を検討すると同時に埋設物に対し，変位計測棒を設け影響を計測する。 通水に関しては，仮締切り又は切回し（管内外）を施す。		グラウト材（水ガラス系） 空隙保持材	発電機 注入ポンプ ミキサー 穿孔機 高圧ジェット 等
	新管布設替え又は設置直し	開削工事が可能である場合，あるいは上記レベル修正工法が施工不可能な場合に，土被り等の諸条件，経済性を踏まえ採用の適・不適を検討する。 開削工事であるため，周辺に及ぼす影響は他工法に比べて大きい。 現場被害状況に応じ新管を用いる。		山留め材 管きょ等	土工機械等



図—4・解21　樹脂注入工法の例



図—4・解22　鋼板接着工法

図—4・解23　特殊止水枠を用いた管底部補修法

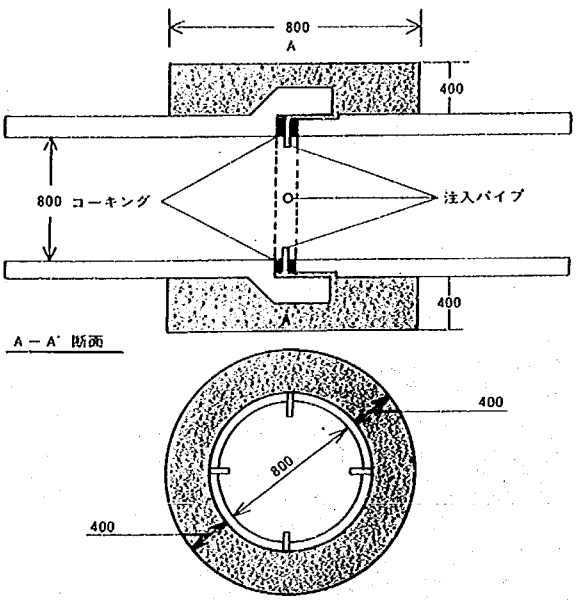
らず浸入水の防止もはかることができる（図—4・解31参照）。ただし，一段口径の小さな管を布設したのと同様であるため，管の流下能力が減少する。口径150mmから1000mmの管に適用される。

2)　構造物の種類，被害形態，程度に応じた復旧工法

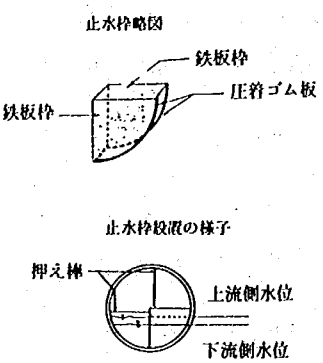
表—4・解32～表—4・解35に人が管内に入れる管きょ(ヒューム管)，現場打ちRC管きょ，人が管内に入れない管きょ，マンホールについて，被害形態，程度に応じた復旧工法を示す。これらは，一般的な状況に対する一つの例であり，実際の工法選択にあたっては，これらの他に「5.2　復旧工法の選定方針」で述べた種々の要件を十分考慮する必要がある。各工法の適

用判定の目安を表－4・解36～表－4・解39に示す。また，各被害形態，程度は単独に発生することはまれで，ほとんどの場合，複合した被害形態となる。したがって，復旧工法決定に際しては，ある区間にわたって，被害形態及び程度を総合的に判断する必要がある。

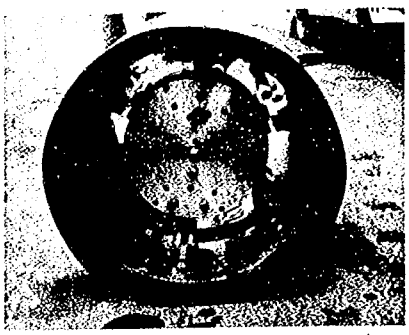
参考のために，宮城県沖地震，日本海中部地震，サンフェルナンド地震（箱型ＲＣ暗きょ）で採用された復旧工法を表－4・解40～表－4・解42に示す。



図－4・解24　注入パイプによる止水



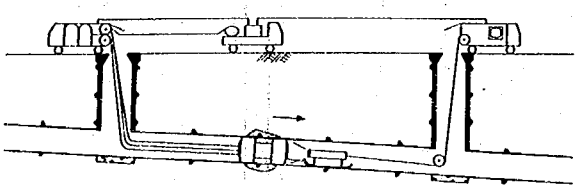
図－4・解25　止水枠工法

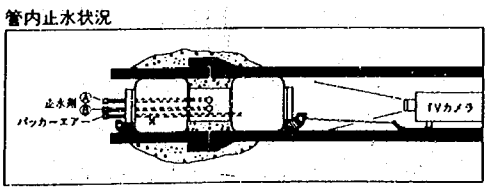


油圧リング(φ600%～φ800%)

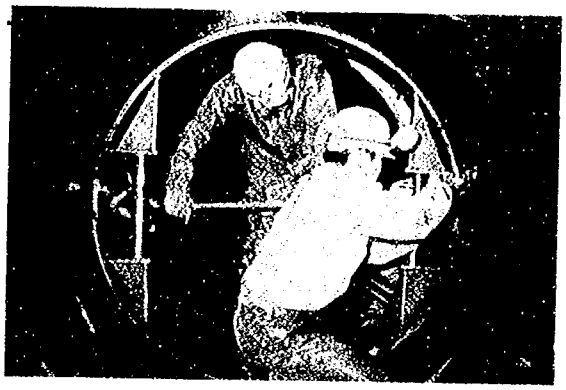
注入リング(φ900%以上)

図－4・解26　注入リングによる止水

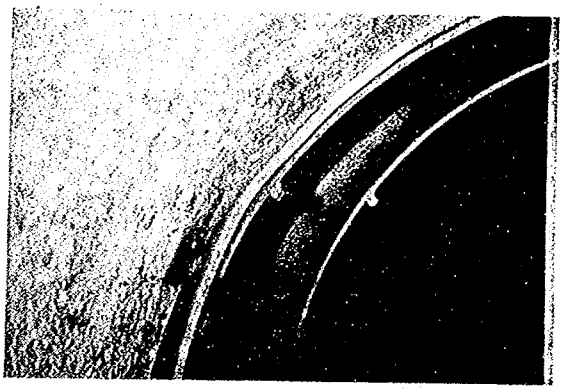




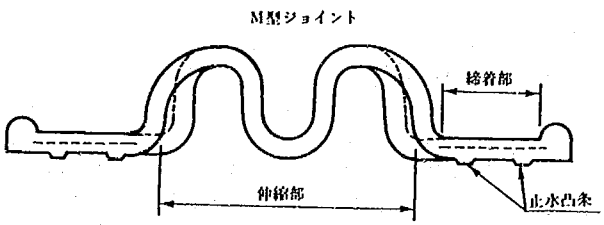
図－4・解27　パッカー工法



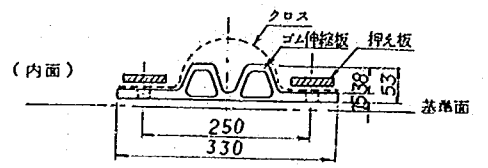
(施行状況)

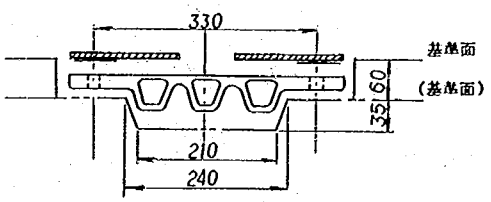


図—4・解28　止水バンド工法



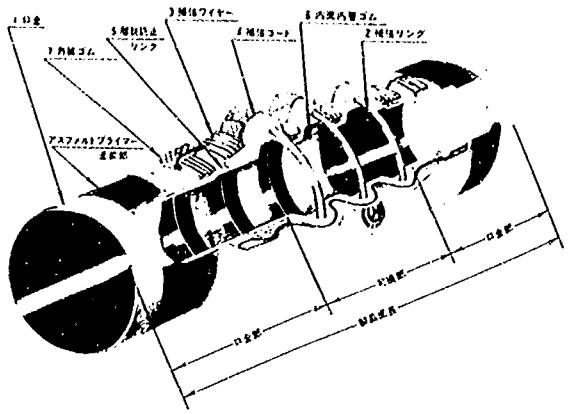
(M型ジョイント)



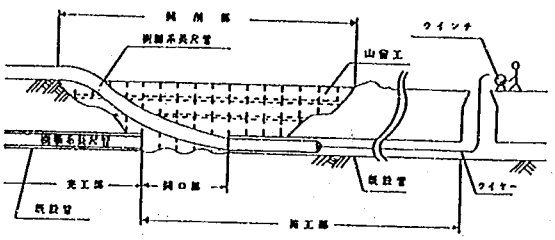


(山型ジョイント)

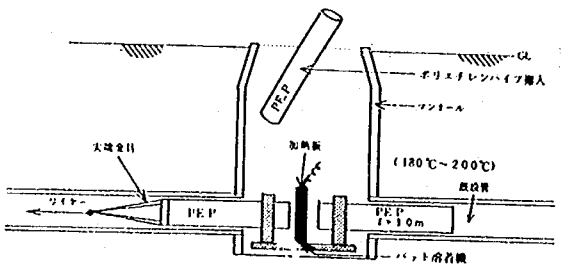
図—4・解29　止水ジョイント



図—4・解30　可とう性パイプ

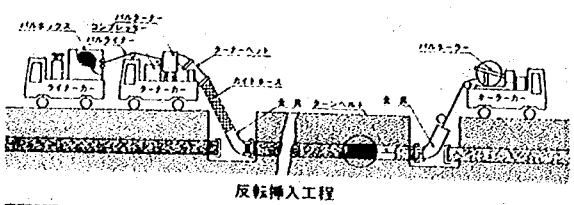


(開削工法)

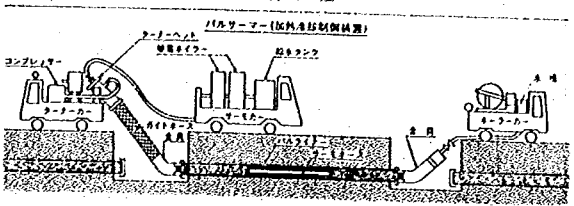


(無開削工法)

図—4・解31　二重管工法



反転挿入工程



加熱・冷却工程

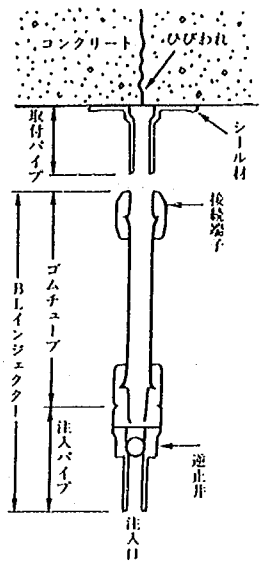
図—4・解32　ホースライニング工法

表—4・解31(1) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	樹脂注入工法	対象構造物	大口径管きょ 箱型暗きょ，マンホール

工法の概要

〈目的〉 管きょにひび割れ等が発生した場合，エポキシ樹脂を注入し強度の回復を施す。
微細なひび割れから適用可能であり，注入装備も簡易であるため，効率のよい作業が可能。



※BLインジェクターは
①取付けパイプ ②ゴムチューブ
③注入パイプ ④接続端子
よりなる。

〈作業手順〉

1. 亀裂に沿って幅5cm程度を清掃し付着物を取除く。
2. 取付けパイプを亀裂の中心にセットし，そのまわりと亀裂表面をBLシールで厚さ3mm程度シーリングする。
3. 取付けパイプにBLインジェクターの接続端子を充分にねじ込み，BLグラウトを注入する。
   BLインジェクターの外径が25mm（約2倍）程度にふくらんだら注入を止め次の注入口に移行する。
4. BLグラウトの硬化をチューブに触れて確認する。
5. チューブを撤去しディスクサンダーで平担に仕上げる。

〈使用材料〉
取付けパイプセット用シール材…ポリエステル樹脂
注入材料…エポキシ系樹脂
分断された構造物を接続はするが，グラウト材自体に強度は求められない。
硬化までおよそ1日程度。
注入量はクラック幅と深さから算出する。

適用範囲

〈管内状況〉 施工箇所は付着物がない事。また，使用材料の特性上，水に弱いため，止水を施す。浸入水に対しても確認される場合は適さない。管内にての作業であるので安全対策が必要。
〈道路占有面積〉 資材搬入，換気等のため，スパン上下流のマンホール周辺，片側通行程度の占有。
〈亀裂〉 0.05mm以上のひび割れに対し可能。ひび割れが大きい場合は骨材を設置後注入する。
〈作業能率〉 パイプセット後，次の箇所に移動可能なため，能率は良い。
〈止水材〉 硬化まで1～3日，それまでの間は耐水性に劣る。

備考

〈連絡先〉 ショーボンド建設ピックス事業部 03-269-8101

表－4・解31(2)　復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	鋼　板　接　着　工　法	対象構造物	大口径管きょ 箱型暗きょ

工法の概要

〈目的〉 コンクリート構造物の破損，局部的な破壊を生じた箇所を補修し強度回復をはかる。

〈概要〉 耐荷力の不足したコンクリート構造物に鋼板を仮止めし，コンクリート面と鋼板の間にエポキシ樹脂を注入し接着固定する工法である。

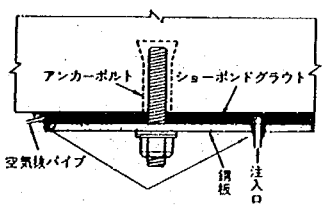
円型管きょには鋼板を円型に加工するなどして適用することができる。

〈作業手順〉

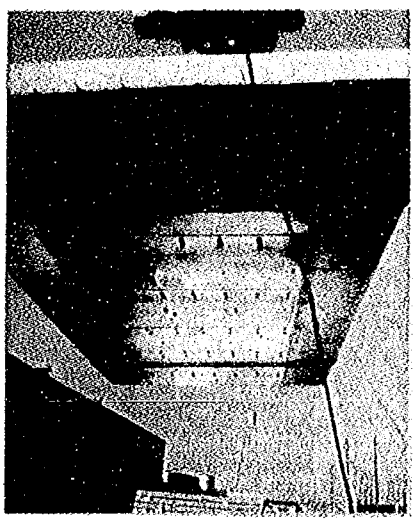
1. コンクリートの表面をディスクサンダー等でケレンし，不陸をショーボンド#101で調整する。
2. アンカぼボルト用のアンカーをコンクリート面に設置する。
3. 鋼板表面をショーボンドシンナーで清掃する。
4. 注入パイプ・空気抜きパイプを取り付ける。
5. 鋼板を取り付け，アンカーボルトで締め付ける。
6. 鋼板周辺部,注入孔まわり等をショーボンド#101でシールする。
7. 注入孔よりショーボンドクラウトを注入する。
8. 養生後塗装を行う。
   （養生にはおよそ１晩を要する）

※ショーボンド#101
エポキシ系パラ状の材料

(詳細図)



(鋼板接着状況)



適用範囲

〈管内状況〉 作業員が管内に立入り作業をするため，安全措置を施す。
通水は止める必要があり，浸入水もない方が好ましい。施工箇所に水がある場合は，Vカットにて急結性セメントをコーキングしグラウト材を注入し止水を施してから施工する。

〈管径〉 φ800㎜以上の管きょで作業員が管内で方向転換できる事が必要である。

〈道路占有面積〉 マンホール部分片側通行程度の占有。

〈目地・亀裂〉 特に制限はない。

〈作業能率〉 １日１人当り0.5㎡の施工が可能。

備考

〈連絡先〉 ショーボンド建設ピックス事業部　03-269-8101

表－4・解31(3) 復旧工法の概要及び適用範囲

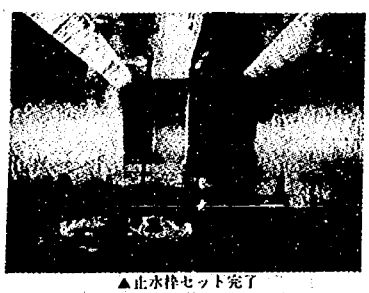
一般的工法名	特殊止水枠を用いた管底部補修工法	対象構造物	箱型暗きょ

工法の概要

〈目的〉 箱型暗きょ，管底部の侵食箇所やインバートはく離箇所の補修を通水を止めずに施す。
また，早強性材料を使用する事で工期短縮をはかる事ができる。

〈概要〉 施工箇所に止水枠をセットし，枠内から水を除く。清掃後防止措置（プライマー塗布）を施し，ショウクイック材等を打設する。
ショウクイック材は，粘着力，耐摩耗性，早強性に優れ，硬化収縮がセメントモルタルより小さいので収縮亀裂が少ない。

〈作業手順〉
1. 施工箇所に止水枠をセットし，押え棒で圧着させる。
2. プライマー塗布をしショウクイック材等で仕上げを行う。


▲止水枠セット完了

〈ショウクイック材の特性〉
可使時間30～60分
2時間で100kg/cm²の強度を得る。
厚付けは5～300mmまで可能である。
耐摩耗性は1：2モルタルの約2倍である。

◀ショウクイック仕上げ

適用範囲

〈管内状況〉 管内作業のため，安全措置を施す。管内は通水状態のまま施工できるが，管内水位は50cm以下である事，施工箇所は十分な清掃を要する。
〈道路占有面積〉 マンホール部片側占有程度（8m×3m程度を作業スペースとして要する）
〈目地・亀裂〉 特に制限はない。
〈作業能率〉 2～3m/日程度。

備考

〈連絡先〉 東邦特殊工事 0489-88-6915

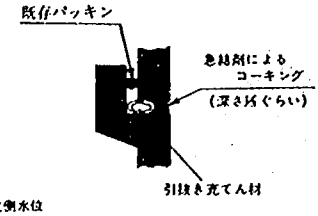
表－4・解31(4) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	止水枠工法	対象構造物	大口径管きょ

工法の概要

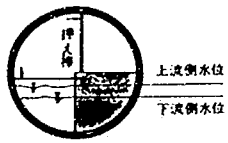
〈目的〉 大口径管路内（作業員が入れる程度）に目地部等から浸入水がある場合に，仮締切等を行わず，通水状態のまま止水作業が出来る。

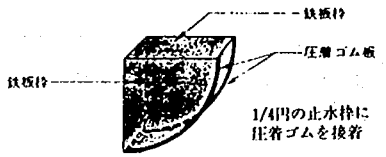
〈概要〉 止水枠を組んで枠内のみ仮排水を施し，急結性のコーキング材と引抜き充填材を用いて注入パイプをセットしていく。（セット数はφ600㎜の場合3箇所，φ1,800㎜の場合8箇所程度を目安とする。）
注入パイプは注入の他に確認の目的をもつ。（最下部の注入パイプより圧入した止水剤が上部パイプから確認出来るまで注入する。）



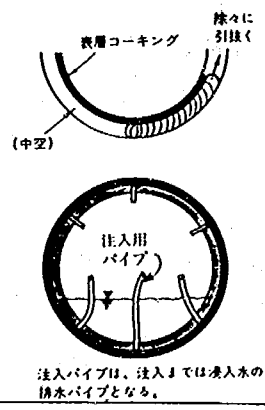
〈作業手順〉

1. 補修する目地の前後50cm幅程度，付着物等の除去を施す。
2. 目地が中心にくるように止水枠をセットし押え棒で管体に圧着させる。
3. 止水枠内の水をポンプで排水する。
4. 目地内を清掃・研磨する。





5. 目地内に引抜き充填材（ビニールホース等）を約2/3深まで埋め込む。
6. 表層をコーキングしながら除々に上記充填材を引き抜く。
同時に注入及び確認用のパイプをセットする。
注入パイプは管底部には必ずセットし，そのセット間隔は50～100cm程度とする。
（パイプは流水面より上に出るようにする。）
7. 管底部のパイプより止水材を注入し管頂部のパイプから流出した事を確認し注入を止める。



適用範囲

〈管内状況〉 止水枠内の仮排水以外は止水，水替え等は不要。作業員が管内に立入るため，その作業スペースとしてφ600㎜程度分必要となり，また，酸欠防止対策等を施す。

〈道路占有面積〉 資材搬入，換気等の為スパン上下流のマンホール周辺片側通行程度の占有（約3m×3m×2ヶ所）

〈目地〉 目地開きは約10cm程度まで可。段差は特に制約はないが復旧後，機能を損う事がなければ可。

〈作業能率〉 通常，連続補修（1スパン内）の場合φ900㎜で4.6箇所/日，φ1,350㎜で5.2箇所/日，部分補修の場合（2スパン以上）その80%程度である。

〈止水材〉 ウレタン系とセメント系を現場状況，施工後の機能目的等で使い分ける。

〈管内水位〉 1/4円止水枠を使用するため，管径の半分以下とする。

〈その他〉 止水枠を他工法と併用し活用もできる。

備考

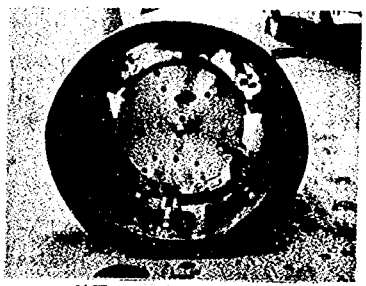
昭和54年熊谷市にて施工開始 以後研究開発推進。

〈連絡先〉 東邦特殊工事 0489-88-6915

表－4・解31(5) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	注入リングによる止水	対象構造物	大口径管きょ
工法の概要	〈目的〉 通水を止めず止水工を行う。また，中口径管(φ600～φ1,000㎜程度で管内での作業がやや困難な状況）等でも容易に施工可能である。		

〈概要〉 注入リングを施工箇所にセットし，注入材を圧入し管外にドーナツ状のグラウトリングを作成し止水を行う。注入圧は施工場所の土質・地下水等の諸条件により決定する。
およその原理は，パッカー工法と同じである。



油圧リング(φ 600‰～φ 800‰)

注入リング(φ 900‰以上)

〈作業手順〉

1. 準　　備…管内清掃，安全措置を十分施す。
2. リングセット…管内又は管外でリングを組みたて止水箇所に設置する。
3. 止　　水…地上のグラウト車から止水材を圧入し管外に浸み出させ，グラウトリングを作って止水する。
4. 残留ゲル除去

適用範囲	〈管内状況〉 通水状態のまま施工が可能であるが，作業上の問題から水深は30～50cmを限度（大口径管）とする。施工部分の堆積物・付着物は除去する。また，安全対策は十分施す。 〈管径〉 φ600～2,800㎜。 〈道路占有面積〉 2ｍ×10m（マンホール周り）程度。 〈最大施工延長〉 150m程度。 〈目地開き〉 特に制約はないが，グラウト材に強度回復の能力は無いので管体に耐荷力がない時は不可。 〈作業能率〉 3～6ヶ所/日
備考	〈連絡先〉 明日香工業 03-253-9331

表－4・解31(6) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	パッカーによる止水（小口径管用）	対象構造物	小口径管きょ

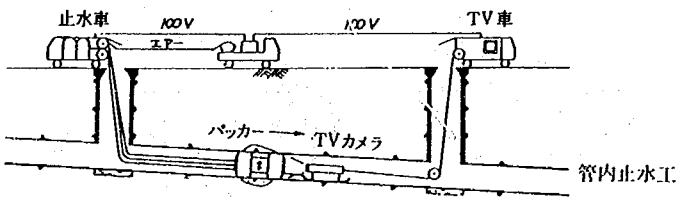
工法の概要

〈目的〉 小口径管路内(φ600㎜程を目安とする)にて浸入水等がある場合作業員が直接管内で作業不可能なため，パッカー（可とう性のゴム風せんのようなもの）を利用し，亀裂部等から止水材を注入し補修する。

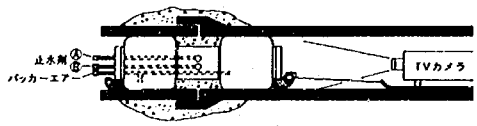
〈概要〉 パッカーに空気を送り(約2kg/㎠)ふくらませ固定する。注入パッカーの間に止水材を充填させ，1.5～2.5kg/㎠の圧力をかけて亀裂部，継ぎ手部より注入する。(注入時間は土質，土破り，間げき率等に大きく左右されるが，φ250㎜で約30～50分と考えられる。これは，パッカー据付けから止水材充填，注入硬化及び撤去の時間である。)また，卵形管に対しても施工可能である。

〈作業手順〉

1. 予備調査清掃を十分行う。(作業効率向上の為)
2. ＴＶカメラ，圧気試験等で不良箇所の発見・確認を行う。
3. ＴＶカメラとパッカーをワイヤーで連結し，地上のモニターで補修位置を確認しながら，ウインチにて索引移動させ止水材を注入していく。
4. 管内の残留ゲルを高圧洗浄車で取除いた後，施工後のＴＶカメラ調査，水密性試験を行う。



管内止水工



(詳細図)

適用範囲

〈管内状況〉 パッカーの効果を高めるため，管内からは完全に土砂を取除き，また，枝管等の突出しも2～5㎝以上のものはカッターにて切断する。
流水に対しては，上・下流で止水プラグを用いて止水をする。

〈道路占有面積〉 作業員の駐車スペースとして3m幅10m程度の延長が必要。

〈目地〉 止水効果から開きは1.5㎝程度，段差は1㎝程度（カメラの移動に支障のない程度）を限度とする。

〈最大施工延長〉 ウインチによるワイヤー巻き上げのためドラムの大きさ等から制約を受け約100mを限度とする。

〈作業能率〉 1日当り連続補修（1スパン内）の場合10箇所，部分補修（2スパン以上）の場合5～10箇所程度補修可能である。

〈卵形管に対する補修〉 φ250では通常のパッカー，φ300以上では卵形パッカーを用いる。ＴＶカメラは，ソリを1ランク小さくする事で対応する。

備考

〈連絡先〉
全国下水道維持管理技術協会（51社）
〔A.P.G. 工法 (Air Packed From Grouting Method)〕 03(432)6027
下水道管路施設維持管理研究会（46社）
〔T.A.P. 工法 (Television And Packer)〕 03(433)5519

表—4・解31(7) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	パッカーによる止水（取付け管用）	対象構造物	取付け管

工法の概要

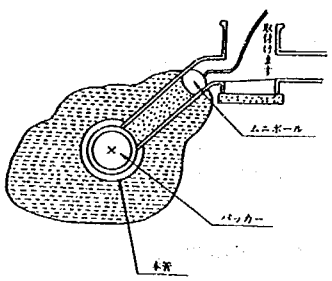
〈目的〉 取付け管に浸入水が見られる場合本管用パッカーからの注入材の圧入によって，取付け管周辺に止水材を充填させ止水を行う。

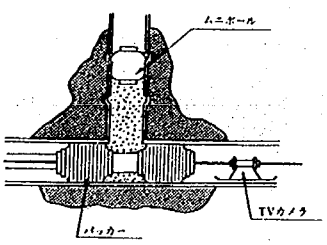
〈概要〉 取付け管にムニボールと呼ばれる止水栓を用いて密閉し，本管にセットしたパッカーから止水材を圧入し，取付け管内に充満させ取付け管外に浸透させる方法とパラレルパッカーという特殊な機具を用いて注入材の量を削減する方法がある。左図は通常の方法，右図はパラレルパッカー使用の場合である。

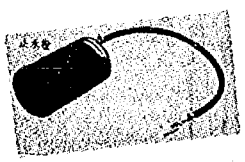
パラレルパッカーを取付け管内に設置すると本管から注入された止水材はパラレルパッカーと取付け管の間を伝わり浸透する。

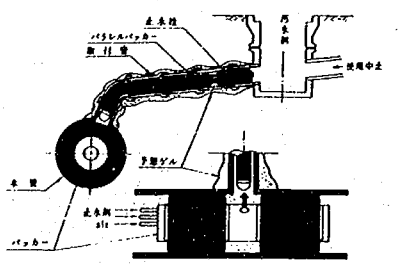
管長が短かい場合には本管側パッカーから止水材を注入するが，管長が長く高低差が大きい場合には，注入用止水栓を用いて，上下から注入する。

管内の残留ゲルは高圧洗浄車により除去する。









適用範囲

〈管内状況〉 取付け管は，閉塞する事なく，また，堆積物等は完全に排除されている事，通水は止められている事が必要である。

〈管径〉 φ100㎜以上。

〈道路占有面積〉 本管に対するパッカー工法と同様。

備考

〈連絡先〉

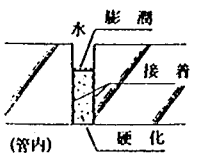
表－4・解31(8) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	膨潤性止水材によるコーキング工法	対象構造物	大口径管きょ 箱型暗きょ
工法の概要	〈目的〉 浸入水発生箇所又は破損（軽度）箇所に対し，止水材充填という作業のみで施工ができるため施工性に富む。		

〈概要〉 膨潤性樹脂に，ポルトランドセメントを混練してある止水材を手中でこねて充填をする。2～3分間押えていると，止水材が膨張して止水効果を発揮する。
浸入水の逃げ道を1箇所に集中させる様に充填したのち，急硬性モルタルにて素早くバックアップを施す。

〈作業手順〉

1. 付着物等の除去…施工箇所に付着物等ある場合，除去して接着性を高める。
2. 充　　填…膨潤性止水材を手中で団子状又は，ひも状に練り，充填していく。充填する間隙が小さい場合Vカットを施す。
   浸入水の逃げ道を1箇所に集中させる様に，周辺部分から充填をはじめ，最後の1箇所を充填する時は，一度水を手で押え，周辺部がはく離しない事を確めた上，急硬性セメントでバックアップを施す。
3. 仕　上　げ…管内に盛り上っている止水材をやすり等でけずりをとる。



適用範囲	〈管内状況〉 管内作業のため，安全対策を施す。通水は止めた方が作業が容易となるが，流量が少なければ特に問題はない。 〈道路占有面積〉 作業員の出入りのためマンホール部分占有 〈目地・亀裂〉 幅約20㎜まで可 〈その他〉 現在までの実績から接着面が濡れている場合，接着能力は低下する事が判明
備考	成功した実績も多数あるが，コンスタントな成果を得られず，現在，接着性，膨張性を高めるため，開発推進中である。 〈連絡先〉 ㈱コムロ 03-403-1657

表－4・解31(9) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	止水パンド工法	対象構造物	大口径管きょ

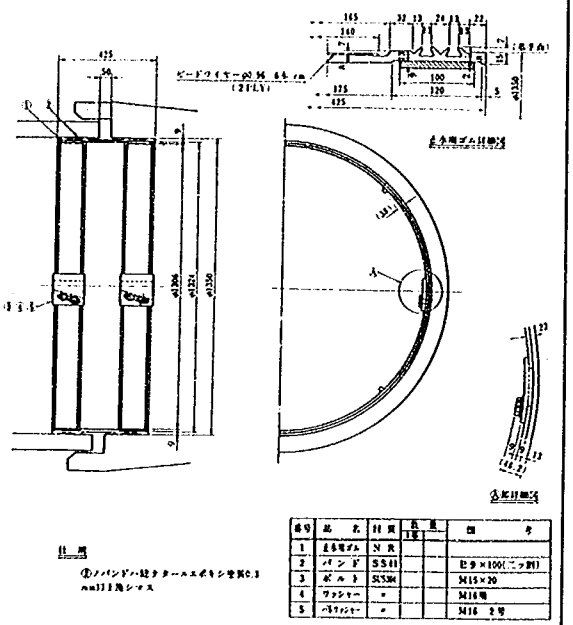
工法の概要

〈目的〉 内径φ1,000㎜以上のヒューム管又はＰＣ管のジョイント部に止水パンドを設置し漏水を止める。

〈概要〉 ゴムパンドを管内面にあて，２分割の金属パンドをジャッキで拡げパンドを圧着させて止水を行う。

〈作業手順〉

1. 施工箇所を清掃し接着面の不陸をならす。
2. 止水ゴムパンド（幅425㎜）を継ぎ手部にあてる。
3. 止水パンドに対し上から金属パンドを当て，油圧ジャッキで拡げて管内面に圧着させる。
   その接続部はクサビ形の材料（下図）を打ち込んで固定する。
   （油圧ジャッキは２台使用）



適用範囲

〈管内状況〉 管内作業であるため，安全対策を施す。管内の通水は止める事が必要である。また，作業に十分なスペースを設ける事。

〈管種・管径〉 ヒューム管（Ｂ・Ｃ種），ＰＣ管に適用（φ1,000㎜以上）

〈道路占有面積〉 マンホール部分片側通行程度。

〈目地〉 開き，段差とも50㎜まで適用可，また，曲がりは5°まで可。

〈作業効率〉 １日当り５箇所施工可能。

〈その他〉 内水圧10kg/㎠５分間保持で漏水のない事を試験にて確認。

備考

〈連絡先〉 西武ポリマ化成 03-940-9113

表－4・解31(10) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	可とう性継ぎ手工法（M型ジョイント）	対象構造物	箱型暗きょ

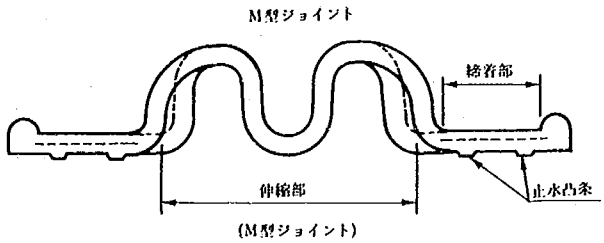
工法の概要

〈目的〉 構造物の継ぎ手部又は亀裂からの浸入水を恒久的に止水する。
また，継ぎ手部に可とう性を与え以後のせん断変形に耐える。

〈概要〉 管内部から止水ジョイントをあてボルトで締めつけ止水する。管体との接着面は，エポキシ系樹脂をぬり不陸を修正する。
ボルトの締めつけピッチは，構造物本体への影響と止水性から240㎜程度が好ましい。

〈作業手順〉

1. 施工部分を清掃しエポキシ系樹脂を塗付する。
2. 構造物にアンカーボルトを建込み，止水ジョイントをボルトピッチにあわせて加工する。
3. 締着板も同様に加工したのち止水ジョイントをセットして締めつける。



適用範囲

〈管内状況〉 管内作業のため，安全対策を施す。また，通水は止める。共同溝等，管内にケーブルなど発火性，引火性の強いもの，又は熱の影響を受けてはいけないものがある場合，それを切廻すだけのスペースが必要。浸入水等のある場合は止水（急結モルタル等）した後施工する。

〈管径〉 1.5m×1.5m以上の箱型暗きょ。

〈道路占有面積〉 3m×5m程度。

〈目地・亀裂〉 製品の規格によるが段差はコーナー部の施工性から5cm程度以下とする。

〈最大施工延長〉 30m程度で通風の良い事。

〈施工能率〉 1.5m×1.5m…約7日/箇所
3m×5m……約25日/箇所

〈構造物〉 コンクリート構造物に適用するが，アンカーボルトを建込む前にその劣化等を調べる。

備考

〈連絡先〉 東京ファブリック工業 03-352-1541

表－4・解31(11) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	可とう性継ぎ手工法（コルゲート型ジョイント）	対象構造物	箱型暗きょ

工法の概要

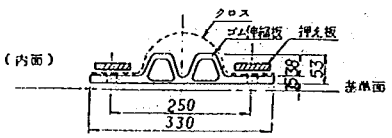
〈目的〉 構造物の継ぎ手部又は亀裂からの浸入水を恒久的に止水する。
また，継ぎ手部に可とう性を与え以後のせん断変形に耐える。

〈概要〉 M型ジョイントと同様，止水ジョイントを締着板とボルトで管体に圧着させる。段差の生じているものについては，コンクリートのはつり，打増しにより面合せを施す。
また，管内へ設置箇所が突出さない様，構造物をはつり埋め込み設置も可能。
ボルト締めつけピッチは150mm（M16ボルト）又は200mm（M20ボルト）である。

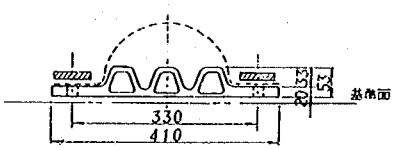
〈作業手順〉

1. 施工箇所のコンクリートをはつり（又は打増し）面合せ及びジョイントセット準備をしてホールインボルトを打ち込む。ボルトピッチは構造物への影響と止水性から150mm以上200mm以下とする。
2. 止水ジョイントとコンクリート面との接着面は水密性保持のためブチルゴム系シーリング材を塗付し，ジョイントをセットする。
3. 押え板をあて，ボルトで締めつける。そのボルト廻りはエポキシ系樹脂で固める。

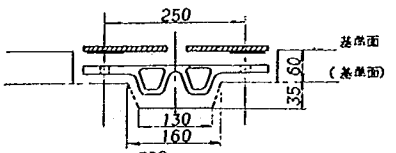
(1) E－2内



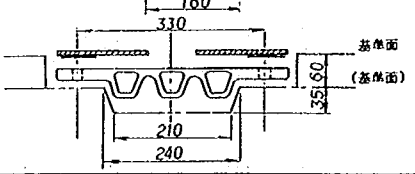
(2) E－3内



(3) E－2外



(4) E－3外



適用範囲

〈管内状況〉 管内作業のため，安全対策を施す。また，施工箇所に水があると施工不可能となる為，通水及び浸入水は止水する。管内に配管等のある場合，ゴムは現場接合となる。
〈管径〉 管内で作業するのに十分なスペースをもった箱型暗きょ。
〈道路占有面積〉 マンホール部分片側通行程度。
〈目地・亀裂〉 幅については実績から60～80mm程度に適応可，段差については管厚の50%までとする。
〈施工可能延長〉 ジョイント延長10m/日程度。（コンクリートはつり等は別途算定）
〈構造物〉 M型ジョイントと同様に構造物の劣化を確認施工する。
〈止水ジョイント〉 2山タイプと3山タイプがあり，設置後のセン断変形に対し前者は100mm，後者は200mmまで対応可である。

備考

〈連絡先〉 西武ポリマ化成 03-940-9113

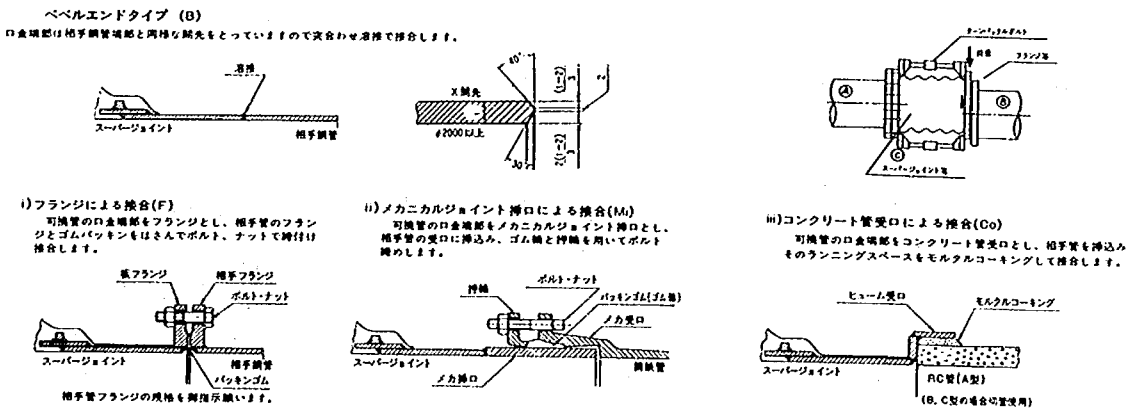
表－4・解31(2)　復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	可とう性継ぎ手工法（可とう性パイプ）	対象構造物	大口径管きょ 小口径管きょ
工法の概要	〈目的〉　曲がり，折れ，ずれ等の起きた管路の恒久的な復旧を行う。 また，管種を問わず復旧を行う。		

〈概要〉　偏心した管と管を柔軟なゴムのパイプで接続し機能を回復する。
パイプと管路の接続は，管路の種別によって溶接，ボルト締め等で行う。

〈作業手順〉

1. 一方の管にターンバックルボルトを取り付けた可とう性パイプを接続する。
2. ターンバックルで長さを調節しつつパイプの自由端に荷重を加え，偏心方向に変形させる。
3. 更にターンバックルを調節しパイプを相手側管路に接続し，ターンバックルを取除く。(下図参照)



適用範囲	〈管径〉　φ150～2,200mmに適用される。 〈道路占有面積〉　接合部分が開削工事となるため，施工時は通行止めとする。 〈目地〉　開きは20cmまで可，段差は製品により10cm又は，20cmに適用可能。 〈圧力〉　10kg/cm²まで耐えられる。
備考	〈連絡先〉　西武ポリマ化成　03-940-9113

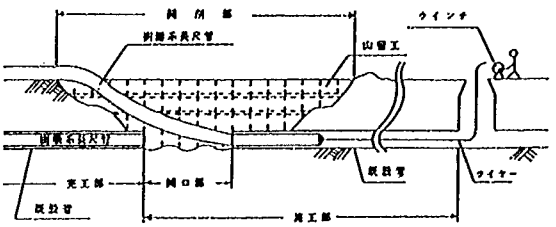
表－4・解31(13) 復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	二　重　管　工　法	対象構造物	小口径管きょ

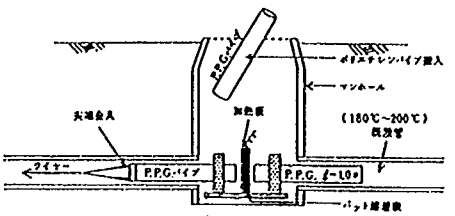
工法の概要

〈目的〉 既設管の持つ外圧強度及び耐用度を活用しつつ，内部劣化及び接合部よりの漏水等を長大管（樹脂系）で防護し更正する。

(一部開削工法)



(無開削工法)

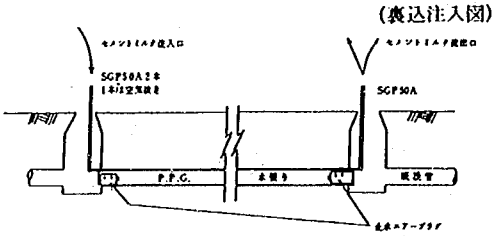


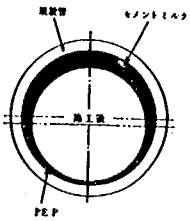
マンホールからポリエチレンパイプを搬入し溶接機にて圧着させながらけん引していく。
マンホール部を開削し(左記工法よりも開削範囲が狭い)4～8mの管を用いて作業効率を高める方法もある。

〈作業手順〉

1. 開削又は無開削にて投入準備をする。ワイヤーを通線しけん引準備をする。(パイロット金具等でパイプの挿入性を確認)
2. ポリエチレン管を投入する。
3. 既設管とポリエチレン管の間にセメントミルクを注入する。(下図)

(裏込注入図)





施工後の管断面

適用範囲

〈管内状況〉 施工区間のマンホール及び既設管内の堆積物を清掃，除去する。
通水は止める事を必要とする。管内突起物（取付け管等）に穿孔する。

〈管径〉 ϕ250～ϕ1,000mm。

〈道路占有面積〉 上流側3m×7m，下流側2m×5m，それぞれマンホール周辺（無開削の場合）に必要。

〈目地〉 段差1cm以下である事。

〈最大施工延長〉 150～170mが最も効果的。

〈施工能率〉 ϕ 350→ϕ200（ϕ250） …100m/8日
ϕ 500→ϕ350（ϕ400）
ϕ 800→ϕ600（ϕ700） } …100m/9日
ϕ1,000→ϕ800（ϕ900）

備考

〈連絡先〉
全国下水道維持管理技術協会（51社）
{A.P.G. 工法 (Air Packed From Grouting Method)} 03(432)6027
下水道管路施設維持管理研究会（46社）
{T.A.P. 工法 (Television And Packer)} 03(433)5519

表－4・解31(14)　復旧工法の概要及び適用範囲

一般的工法名	ホースライニング工法	対象構造物	小口径管きょ

工法の概要

〈目的〉　既設管の持つ外圧強度及び耐用度を活用しつつ，内部劣化，浸入水の防止及び補修を行う。

マンホール部のみの狭いスペースで継ぎ目のない長尺の施工が可能である。

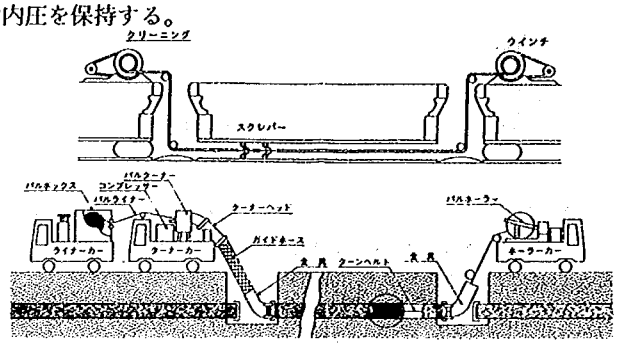
〈概要〉　スワッバー，スクレパー等で管内の付着物を管外に除去したのち反転機をマンホール部にセットする。

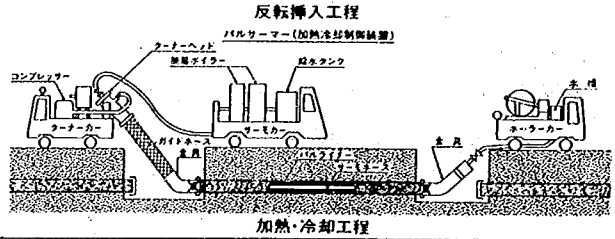
シールホースを挿入し，硬化を待って，管端リングで末端を処理し仕上げる。

挿入は空気圧により行われ，硬化接着するまで内圧を保持する。

〈作業手順〉

1. 準備…施工区間前後の止水及び作業スペースとしてマンホール立上り部の撤去（φ500mm以上）
2. 清掃…高圧洗浄車，スクレパー等で清掃。
3. 硬化性樹脂塗布…シールホース内面に接着剤を均一に塗布し反転機に巻きとる。
4. 反転挿入…反転機に圧縮空気を加え挿入。
5. 加熱硬化…内圧を保持したまま蒸気などで加熱し硬化させる。
6. 管端処理…外傷防止などのため，管端リングでシールホースを固定し，リング及びホースを接着剤で固める。
7. 取付け管部の処理…取付け管部を掘削し穿孔を行う。





適用範囲

〈管内状況〉　十分な清掃と通水を止める事が必要。

〈管径〉　φ200～600mm。

〈道路占有面積〉　発進部2.5～3.0(m)×7.0～10.0(m)　到達部2.5～3.0(m)×8.0(m)　(ベルト反転式)

2.5～3.0(m)×3.0(m)　(自走式)

※「自走式」は上図で「ホーラーカー」が不要となる。

〈最上施工延長〉　150m程度（φ200～400mm）80～100m(φ400～600mm)

〈施工効率〉　350m/日～200m/日程度

〈使用材料〉　引張強さ…150kgf/cm²以上伸び10%以上

接着剤……エポキシ材（圧縮強度700kgf/cm²以上）

備考

新技術のため下水道に関する実績は少ないが，ガスでは数多くの実績を持つ。

現在φ700，φ800mmについて開発中である。

〈連絡先〉　日本ホースライニング協会　06-311-3798

下水道ホースライニング研究会（芦森工業内）06-271-7392

表－4・解31(15) 復旧工法の概要及び適用範囲

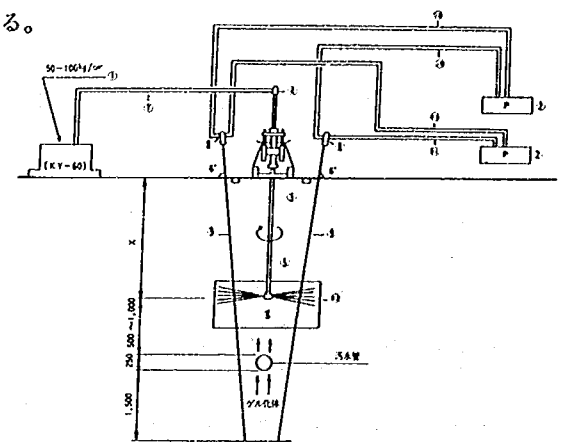
一般的工法名	薬液注入によるレベル修正工法	対象構造物	管路・マンホール

工法の概要

〈目的〉 管路・マンホールの不等沈下によるひずみ，たるみ（管軸のずれ）を無開削にて，短かい工期で復旧する。また，以後の沈下に対し防護となり得る。

〈概要〉 変動のあった管路（又はマンホール）の偏心方向の反対側を撹拌し，偏心方向に薬注による圧力を加えて管軸のずれの修正を行う。
薬注量やその圧力は現地土質等を検討の上決定する。
近接構造物等の調査は十分に行う事。

施工模式図



〈作業手順〉

1. 管路レベル計測（水準測量等）
2. 変動させようとする方向の土圧を軽減する。(その方法として高圧水噴射による撹判し空隙保持剤を注入する)
3. 偏心方向に薬液注入（二重管瞬結）を施しその圧力で修正を行う。
4. 修正成果の確認。

〈作用材料〉

水ガラス系懸濁型瞬結タイプ（注入材）
コロイドセメント系（空隙保持剤）
（工事規模の小さい時はコロイドセメント系のみ用いる場合もある。(空隙保持剤も兼)）

記号	名称	数量	適号	記号	名称	数量	適号
①	ジェットカッター機	1	KY－60	⑪	ジェット用高圧ホース	1式	140kg/cm²
②	注入ポンプ	2	BGW－3	⑫	注入用スイベル（二重管）	1式	40.5%
③	孔	2	0－1	⑬	注入用ロッド（二重管）	1式	40.5%
④	ジェットススイベル	1	40.5%	⑭	A液・注入ホース	1式	19%
⑤	ジェット用ロッド	1式	40.5%	⑮	B液・注入ホース	1式	19%
⑥	高圧ジェット水噴射ノズル	1式	45.0%	⑯	高圧ジェット水による改良巾		1.0～1.5m

適用範囲

〈管内状況〉 管内は止水・清掃し，通水は管外又は管内にて配管切廻しを行う。
〈管径〉 ϕ200～2,000mm　　1～3号マンホール
〈土被り〉 3～10m程度。
〈沈下量〉 約30cmまで修正可。
〈土質〉 N＞6，又は，砂礫層では不適。
〈道路占有範囲〉 薬注に要するスペース（約4m幅×施工延長）程度。
〈施工効率〉 ϕ200～ϕ500　2.0～6.0m/日　　ϕ600～ϕ1,500以上　1.0～4.0m/日
〈水使用量〉 10.0m³/日程度
〈近接構造物への対策〉 クラウンから1.5mの位置に円を描き，その内側の構造物に対しては，変位計測棒を設置し計測をする。

備考

〈連絡先〉 扶桑技研　　044-976-3003（スコープ工法）
青木管理興業　0273-26-7719（ＰＳＰ工法）

表—4・解32　人が管内に入れる管きょの復旧工法

被害形態	工法	備考
①管体破壊・破損	新管布設替え，コンクリート巻立て	
②管体亀裂	止水の上，樹脂注入 樹脂注入には種々の方法があるが図—4・解21にインジェクターにより低圧でエポキシ系樹脂を注入する工法を示す。大部分の樹脂注入工法は，水が無い所でのみ適用可能である。 巻立て	
③継ぎ手破損	Vカットの後モルタル充てん	
④目地のずれ等	シーリング(表—4・解29参照)，Vカットモルタル充てん，止水バンド（表—4・解29参照）など	
⑤　②～④の全て	ライニング工法（表—4・解29参照）	
⑥上下方向の蛇行	布設替え（開削の上，再布設） レベル修正工法	
⑦左右方向の蛇行	③～⑤で対応出来ない場合は布設替え	
⑧浮上り・管中心線の大幅なずれ	布設替え	

表—4・解33　現場打ちＲＣ管きょの復旧工法

被害形態	工法	備考
①管体破壊・破損	再構築	
②管体亀裂	止水の後，樹脂注入 コンクリート巻立て	
③継ぎ手破損	Vカットの後モルタル充てん	
④目地のずれ等	シーリング，Vカットモルタル充てん	
⑤全体に管体強度が不足していると考えられる場合	鋼板接着（図—4・解22参照）	
⑥浮上り・管中心線のずれ	再構築	

表—4・解34　人が管内に入れない管きょの復旧工法

被害形態	工法	備考
①管体破壊・破損	新管布設替え	
②管体亀裂	新管布設替え	
③継ぎ手破損	軽微な場合には止水のみ 重大な場合には新管布設	
④目地のずれ	マンホール区間全体の被害状況，施工条件等を勘案して決定する。 ・区間全体としてはそれほどの被害ではないが，交通条件等から開削が不可能な場合→パッカーによる薬液注入工法（図—4・解27参照） ・その他→布設替え	
⑤ ②～④の全てで布設替えが不利な場合	二重管工法	
⑥上下方向の蛇行	布設替え	
⑦左右方向の蛇行	②～⑤で対応できない場合は布設替え	
⑧浮上り，管中心線の大幅なずれ	布設替え	

表—4・解35　マンホールの復旧工法

被害形態	工法	備考
斜壁・直壁の目地ずれ	設置直し	
斜壁・直壁の亀裂	亀裂の入った壁をとり替え，設置直し 被害が軽微の場合は，薬液注入による止水	
壁上がり部の亀裂	再構築 被害が軽微な場合，樹脂注入あるいは，薬液注入による止水	
底版の亀裂	再構築 被害が軽微な場合，樹脂注入	

表－4・解36(1) 復旧工法の適用判定表（強度回復を目的とする工法）

凡例

記号	構造物形態への適用性
○	適する
△	やや適する

記号	道路占有の面から見た適用性
◎	狭い面積でかつ短期間の道路占有
○	狭い面積でかつ長期間の道路占有 広い面積でかつ短期間の道路占有
△	広い面積でかつ長期間の道路占有

適用項目 ＼ 工法	構造物形態			被害形態・程度					開削の有無	施工環境		管内状態		備考
	大口径管	小口径管	その他の適用可能な構造物	目地被害	管体被害	管軸のずれはなれ	取付け管の突出し	その他		道路占有	その他土被り、地下水位等	通水滞水	その他の状況	
新管布設替え	○	○	箱型暗きょ	目地はずれ等	破損破壊等	30cm以上の偏心	取付け管に異常のある場合。	土砂等による閉塞他	開削	△	土被りが大きい場合，他工法との比較検討が必要。 地下水位が高い場合，土留法，止水法の検討，水替え等の措置が必要。	仮締切等止水が必要	――――	
コンクリート巻立て	○	○	箱型暗きょ		中程度の破損破壊				同上	△	同上	同上	――――	経済性，施工性から他工法との比較検討を十分に行なう。
樹脂注入工法	○		箱型暗きょ	軽微な目地被害箇所	亀裂等（微小な亀裂も可能）				非開削	◎	地下水が被圧等されていると，注入材の浸透が困難となる。 管内作業であるため，酸欠，ガス中毒等に対し安全対策を施す。	同上	浸入水量が多い場合施工不可能となる。 注入部分は，十分清掃する。	0.05mm微細な亀裂も，施工可能である。
鋼板接着工法	○		箱型暗きょ		中程度以下の破損局部的な破壊				同上	◎	特に制約はない。 管内作業であるため，酸欠，ガス中毒等に対し安全対策を施す。	同上	浸入水量が多い場合，Vカットコーキングの後施工する。 接着面は，付着物を除去しエポキシ系樹脂シール材等で調整を施す。	

表－4・解36(2) 復旧工法の適用判定表（補助工法）

凡例

記号	構造物形態への適用性
○	適する
△	やや適する

記号	道路占有の面から見た適用性
◎	狭い面積でかつ短期間の道路占有
○	狭い面積でかつ長期間の道路占有 広い面積でかつ短期間の道路占有
△	広い面積でかつ長期間の道路占有

適用項目 ＼ 工法	構造物形態			被害形態・程度					開削の有無	施工環境		管内状態		備考
	大口径管	小口径管	その他の適用可能な構造物	目地被害	管体被害	管軸のずれはなれ	取付け管の突出し	その他		道路占有	その他土被り、地下水位等	通水滞水	その他の状況	
特殊止水枠を用いた管底部改修工法	○（¼円型の枠）		箱型暗きょ（箱型の枠）	軽度な目地破損目地はずれ等	インバートのはく離				同上	◎	土被り，地下水位等は，特に制約はない。 止水枠内は水中ポンプにて水替えを施す。 管内作業のため，安全対策を施す。	（箱型止水枠）水深50cm以下の場合止水不要 （¼円型止水枠）管径50%以下の場合止水不要。	施工箇所は堆積物付着物を取り除く。	実用強度に達するまで3時間程度である。 止水枠を仮設として使用し通水を止めない。

表―4・解37(1) 復旧工法の適用判定表（止水を目的とする工法）

凡例

記号	構造物形態への適用性
○	適する
△	やや適する

記号	道路占有の面から見た適用性
◎	狭い面積でかつ短期間の道路占有
○	狭い面積でかつ長期間の道路占有 広い面積でかつ短期間の道路占有
△	広い面積でかつ長期間の道路占有

適用項目 / 工法	構造物形態			被害形態・程度					開削の有無	施工環境		管内状態		備考
	大口径管	小口径管	その他の適用可能な構造物	目地被害	管体被害	管軸のずれはなれ	取付け管の突出し	その他		道路占有	その他土被り、地下水位等	通水滞水	その他の状況	
薬液注入工法 i）路上からの注入による止水	○			目地開き段差による既往止水装備の破損	亀裂等				非開削	○	土被りが大きい場合穿孔費用が割高 地下水位、土質条件等によっては注入剤量が多量となり非効率的となる。	仮締切等止水が必要	浸入水が多量にある場合施工効果は期待できないと判断できる	
薬液注入工法 ii）注入パイプによる止水	○			目地開き（約5cm以下Vカット幅以下） 目地段差（管厚の半分程度）	亀裂等				同上	◎	土被り、地下水位等は特に制約はないが管体周辺の空隙が大きいと止水剤量が多く非効率的となる。 管内作業のため、安全対策を施す。施工延長は150mを限度とする。	同上	通水量、流速が大きく水替え不可能な場合施工不可能となる 施工箇所は付着物等を除去 注入パイプセット間隔は1m以内とする。	
薬液注入工法 iii）止水枠工法	○			目地開き（約10cm以下） 目地段差（管厚の半分程度）	亀裂等				同上	◎	土被り、地下水位等は特に制約はない。 止水枠内は水中ポンプにて水替えを施す。 管内作業のため、安全対策を施す。	水深が管径の50%以下の場合止水等不要	施工箇所は付着物等取除く 注入パイプセット間隔は50～100cm	止水剤は水と反応し泉化する
薬液注入工法 iv）注入リングによる止水	○			目地開き段差による既往止水装備の破損	亀裂等				同上	◎	土被り、地下水位等は、特に制約はない。 目地開きや亀裂の隔が狭い場合は、Vカットを施すと効果的である。 管内作業のため、安全対策を施す。 施工延長は，150mを限度とする。	作業に支障がない程度（30～50%程度）であれば止水等不要	施工箇所の堆積物等を取除く	
薬液注入工法 v）パッカーによる止水		○	取付け管（φ100以上）	目地開き（約1～2cm以下） 目地段差（約1cm以下）	亀裂等				同上	◎	土被り、地下水位等は特に制約はない。 施工延長は最大約100m可能である。	カメラでの監視に支障がない程度（管径の½程度）であれば水替え等不要（取付け管の場合止水が必要）	パッカーの密着効果を高めるため、管内の堆積物付着物を取除く。	取付け管補修は、本管部からの注入にて行う。特殊パッカーを使用する場合もある。
Vカットコーキング工法	○		箱型暗きょ	目地開き（約5～7cm） 目地段差（管厚の半分程度）					同上	◎	土被り、地下水位等は特に制約はない。 管内作業のため、安全対策を施す。	仮締切等止水が必要	浸入水の量により、急結剤の使用コーキング材の使い分け等、より効果的に施工する。 Vカット部分は付着物等を取除く。	
シーリング工法	○		箱型暗きょ	目地開き段差による既往止水装備の破損	亀裂等				同上	◎	土被り、地下水位等は特に制約はない。 管内作業のため安全対策を施す。	仮締切等止水が必要	浸入水量が多くシール材接着が不可能な場合は、急結剤等で止水を施す。	
Vカット＋薬液注入併用工法	○		箱型暗きょ	目地開き段差による既往止水装備の破損	亀裂等				同上	◎			破損の大きい箇所をVカットし補修し漏水箇所に薬注する	水と反応し固結する注入材を用いる

表－4・解37(2)　復旧工法の適用判定表（止水を目的とする工法）

凡例

記号	構造物形態への適性
○	適する
△	やや適する

記号	道路占有の面から見た適用性
◎	狭い面積でかつ長期間の道路占有
○	狭い面積でかつ長期間の道路占有 広い面積でかつ短期間の道路占有
△	広い面積でかつ長期間の道路占有

工法＼適用項目		構造物形態			被害形態・程度					開削の有無	施工環境		管内状態		備考
		大口径管	小口径管	その他	目地被害	管体被害	管軸のずれはなれ	取付け管の突出し	その他		道路占有	その他土被り，地下水位等	通水滞水	その他の状況	
止水バンド工法	内部から	○（φ1000(mm)以上）			目地開き（約5cm以下） 目地段差（約5cm以下）				管体曲がり約5°以下	非開削	◎	土被りは，特に制約をうけない。 地下水位が高く外水圧が高い場合は，急結剤等による防護が必要となる。 管内施工のため，安全対策を施す。	仮締切等 止水が必要	浸入水量が多い場合は急結剤等で止水を施す。 止水バンド圧着面は平に調整されている事が好ましい。	3cm以上の目地開きの場合は隙間に骨材を入れ，プレパクト施工を施す。 材料費が割高である。
	外部から		○							開削	○				
可とう性継ぎ手工法 i）止水ジョイント ①山型ジョイント				箱型暗きょ（1.5m×1.5m以上） 共同溝等	目地開き（約8cm以下） 目地段差（約5cm以下）					非開削	◎	同上	同上	浸入水量が多い場合，急結剤等で止水を施す。 止水ジョイント圧着面は調整されている事が好ましい。 ケーブル等は施工時，発電機を使用するため，防護策を施す。	目地開き段差の制約は施工上の限界で製品の許容値ではない。 材料費が割高である。
可とう性継ぎ手工法 i）止水ジョイント ②ゴム伸縮板				箱型暗きょ 鋼管推管	目地開き（約8cm以下）					同上	◎	土被り地下水位は特に制約はない。 管内施工のみ安全対策を施す。	同上	ほぼ山型ジョイントに準ずるが，不等沈下が発生している場合はせん断に対して対応が難しいため，不適である。	材料費が割高である。
可とう性継ぎ手工法 ii）可とう性パイプ		○	△		目地はずれ目地段差等（約20cm以下）					開削	○	土被りが大きい場合，施工手間がかかり，工費も割高となる。 地下水位が高い場合，補助工法が必要である。	同上	――――	小口径管では工費が割高となり不適である。 材料費が高い。
二重管工法			○		目地開き段差による既往止水装置の破損	亀裂等				開削	△	土被りが大きい場合，施工手間がかかる。 地下水位が高い場合，補助工法が必要である。 非開削工法の場合は，土被り地下水位による制約はない。 施工延長は，150m程度が適する。	同上	管内の堆積物付着物は取り除く。 取付け管突出しがある場合，削孔又は開削除去する。 又，その際接合部は開削にて止水仕上げを行なう。	
										非開削	◎				
ホースライニング			○	圧送管	目地開き段差による既往止水装置の破損	亀裂等 老朽化 腐食化				非開削	◎	土被り，地下水位等による制約は特にない。	同上	二重管工法に準ずる。 外水圧が高く浸入水量が多い場合不適。 接着剤の主成分がエポキシ系のため，接着困難となる。	

表－4・解38　復旧工法の適用判定表（管軸の変動の修正を目的とする工法）

工法＼適用項目	構造物形態			被害形態・程度					開削の有無	施工環境		管内状態		備考
	大口径管	小口径管	その他	目地被害	管体被害	管軸のずれはなれ	取付け管の突出し	その他		道路占有	その他土被り，地下水位等	通水滞水	その他の状況	
薬液注入によるレベル修正工法	○	○					約30cm以下		非開削	○	土被りが大きい場合，削孔費が割高となる。 間隙率含水率N値等施工性効率，工費に影響を及ぼすため，十分な調査検討を要す。	管内配管又は管外への水替えが必要	堆積物，滞水等を排除する。 修正後は管内調査により修後の影響等を確認，必要に応じ補修を行なう。	

記号＼項目	止水効果	強度回復の効果	道路占有
◎	完全に止水できる	ほぼ元来の強度に回復できる	占有面積…小 占有期間…小
○	常時の使用に差し支えなし	常時の使用に差し支えなし	占有面積…大 〃 期間…小 占有面積…小 〃 期間…大
△	他工法併用を要する	他工法併用を要する	占有面積…大 占有期間…大

表－4・解39 復旧工法の適用判定表
（マンホールの復旧工法）

被害箇所（形態）	工法	開削の有無	目的及び工法概要			適用条件		主な使用機材
			概要	止水効果	強度回復の効果	道路占有	その他の適用条件	
Ⅰ．斜壁，直壁（ずれ）	設置直し	開削		◎	◎	○		
（亀裂）	設置替え	同上		◎	◎	○		
	モルタルコーキング	非開削	被害が軽度な場合に亀裂部にVカットを施し，止水材料を充填する。	◎	○	◎	施工部分は清掃研磨を施す。	ウレタン系 セメント系 エポキシ系
Ⅱ．壁体部 （破損）	再構築	開削		◎	◎	△	地下水に対しては補助工法の検討が必要	
	モルタルコーキング	非開削	局部的なはく離等，その構造に影響を与えない程度の被害の場合その部分を炎層コーキングする事で補修を行う。	○	○	◎	施工部分は付着物等を取除く。	セメント系 エポキシ系
（亀裂）	モルタルコーキング	同上	強度を保持している構造物の亀裂からの浸入水をVカットコーキングにて止水を行う。	◎	○	◎	施工部分は，清掃研磨を施す。	同上
	樹脂注入	非開削	構造物が原形をとどめている場合，エポキシ系樹脂を注入する事で，強度の回復を図る。	◎	◎	◎	浸入水がある場合は施工不可能。	エポキシ系
Ⅲ．インバート部，管路接合部（破損，はずれ）	再構築	開削	重度な被害で他の手段が考えられない場合施す。	◎	◎	△	地下水に対しては，補助工法の検討が必要。	
	可とう性ジョイント取付け	同上	管体がはずれている場合に接合部に可とう性ジョイントを設置し，せん断変形に対処する。	◎	○	○	地下水に対しては，補助工法の検討が必要。 埋設深度が深い場合他工法との比較検討を行う。 （経済性）高価	可とう性ジョイント
（開き）	モルタルコーキング	非開削	軽度な被害で止水を目的とする場合Vカットを施しモルタル等をコーキングして補修を行う。	○	○	◎	浸入水量が多い場合施工困難。 管内は仮締切り等で止水を施す。	ウレタン系 セメント系
	止水材充填	同上	継ぎ手部開き，はずれ等で浸入水が発生している場合，止水材を充填し補修を行う。	◎	○	◎	浸入水量の多少にかかわらず施工可能。 管内は仮締切り等で止水を施す。	膨潤性止水材
	グラウト注入	同上	軽度な被害で，止水を目的とする場合，マンホール内又は路上からグラウト注入を施し補修する。	◎	○	◎（マンホール内からの施工）	地下水位，土被り，土質条件等は，グラウト材のゲルタイムや使用量，路上からの場合は削孔費に影響する。	ウレタン系 セメント系
（はく離）	モルタル等打増し	同上	はく離部分を新たに打増す。 ボックスカルバートの場合，通水状態のまま止水枠を組んで早強性の材料で施工する方法もある。	○（特殊モルタル使用の場合） △（普通モルタル使用の場合）	○（特殊モルタル使用の場合） △（普通モルタル使用の場合）	◎	地下水位，土被りに関しては特に制約を受けない。 止水枠又は仮締切り等により施工箇所は止水を施す。	モルタル等

表—4・解40　被害形態・程度に応じた管きょ・マンホールの復旧工法（宮城県沖地震）

(a) 管きょの復旧方法

管体亀裂破損及び管体沈下浮上	開　削	① 撤去，新管布設，原形復旧 ② 撤去，新管，管径，管理変更 ③ 撤去，新管，管基礎変更（ex. 360°ＲＣ基礎等） ④ 補助工法併用（ex. 薬注*，鋼製カラー継ぎ手等）
	管内施工	① 亀裂部Ｖカット，止水材充填**
管継ぎ手部目地破損	開　削	① 撤去，新管布設，原形復旧 ② 撤去，在来管再布設，原形復旧 ③ 目地Ｖカット，モルタル充填，外部360°コンクリート巻立て ④ 補助工法併用（ex. 薬注*）
	管内施工	① Ｖカット，樹脂セメント目地注入，鋼製止水バンド取付 ② Ｖカット，止水モルタル充填 ③ Ｖカット，モルタル充填 ④ Ｖカット，止水材充填 ⑤ 防水剤塗布

*薬　注：（水ガラス系）ＬＷ・ソレタンシュ・ＬＡＧ・ＣＣＰ等
**止水剤：急結膨張性セメント系

(b) マンホールの復旧方法

壁立上がり部亀裂破損	開　削	① 撤去，新設，原形復旧 ② 撤去，新設，ＲＣ壁に変更復旧 ③ 撤去，新設，外部ＲＣ壁巻立防護，内部防水剤塗布 ④ 補助工法併用（薬注等*）
	内部施工	① 亀裂部Ｖカット，止水剤充填** ② 止水剤塗布 ③ インバート部かさ上げ（無筋）
マンホール側壁（斜直壁）本体亀裂ズレ目地破損	開　削	① 撤去，新品設置 ② 在来品据付直し ③ （撤去新品設置 or 在来品据付直し）＋外部ＲＣ壁巻立て防護 ④ 補助工法併用（ex. 薬注等*）
	内部施工	① Ｖカット，止水剤 or モルタル充填 ② （Ｖカット or 止水剤）＋内部ＲＣ巻打設防護 ③ 内部ＲＣ壁打設防護

*薬　注：（水ガラス系）ＬＷ・ソレタンシュ・ＬＡＧ・ＣＣＰ等
**止水剤：急結膨張性セメント

表—4・解41 被害形態・程度に応じた管きょ・マンホールの復旧工法
（日本海中部地震）

種目	被災状況		復旧方法
管きょ	破損		布設替え
	漏水		布設替え
	目地ズレ（横断方向）	管厚の1/3以上のズレ	布設替え
		管厚の1/3未満のズレ	Vカットコーキング
	蛇行（縦断方向）		布設替え
マンホール壁立上がり	破損		取りこわし築造
	亀裂		Vカットモルタル補修
	移動		インバート補正
マンホール直壁・斜壁	破損		取り替え
	漏水		Vカットモルタル補修
	ズレ	大	開削による設置直し
		小	モルタル補修
マンホール底版	破損		取りこわし築造
	漏水		インバート修正
	亀裂		Vカットモルタル補修
取付け管	破損		布設替え
	突出		管口補修

表—4・解42 被害形態・程度に応じた箱型RC暗きょの復旧工法
（サンフェルナンド地震）

(a) 亀裂

亀裂の幅	補修方法
① 0.5㎜以下	補修しない
⑴Ⓐ 0.5～0.8㎜	水のある所ではエポキシで補修 水のない所では補修しない
② 0.8～6.4㎜	Vカット（深さ2.5㎝）の後補修
③ 6.4～12.7㎜	補修可能ならVカットの後グラウト圧入
④12.7㎜以上	取り壊し，再構築

(b) 継ぎ手

継ぎ手の被害		補修方法
⑤圧縮		必要ならコンクリート部を修復し突出したジョイント部を外し，コーキングしなおし
伸び	被害軽微	特に対策をとらない
	⑥13㎜以下	コーキングしなおし
	⑦13～25㎜	伸縮材料の取り替え，コーキングしなおし
	⑧25㎜以上（水路のみ）	A．必要なら伸縮材料にドライパック・ジョイントを付け加える B．必要に応じて外部に止水板を付加 C．特殊な方法を指示する

参考文献

1) 西田哲夫，菅野敏夫，竹川真一郎：'78宮城県沖地震下水道施設被害報告，下水道協会誌，Vol. 16，№180，1979. 5
2) 西田哲夫，菅野敏夫，竹川真一郎：'78宮城県沖地震下水道施設被害報告，下水道協会誌，Vol. 16，№181，1979. 6
3) 八戸市，仙台市，新潟市：下水道施設この無残/震度5の被害記録，月刊下水道，Vol. 1，№2，1978.10
4) 栗林宗人，安藤　茂：宮城県沖地震による下水道施設の被害，土木技術資料，Vol. 20，№11，1978.11
5) 建設省土木研究所：昭和58年日本海中部地震による下水道管路施設の被害調査—（その1）被害の特徴—，土木研究所資料，第2244号，昭和60年3月
6) 建設省土木研究所：昭和58年日本海中部地震による下水道施設の被害調査—（その2）被害状況写真集—，土木研究所資料，第2237号，昭和60年3月
7) 亀田泰武，小田内富雄：日本海中部地震による下水施設災害について，下水道協会誌，Vol. 21，№242，昭和59年11月
8) 建設省土木研究所：1983年日本海中部地震災害調査報告，土木研究所報告，第165号，昭和60年

3月
9) 国土開発技術研究センター震災復旧技術研究開発土木委員会：昭和58年度建設省土木研究所委託震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和59年3月
10) 国土開発技術研究センター震災復旧技術研究開発土木委員会：昭和59年度建設省土木研究所委託震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和60年3月
11) 国土開発技術研究センター震災復旧技術研究開発土木委員会：昭和60年度建設省土木研究所委託震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和61年3月

V 復旧事例集

1. 共通編に関する復旧事例

1.1 震災復旧に関連する法規

1.1.1 震災復旧に関連する法規の目的

1) 災害対策基本法

災害対策基本法は，我が国における災害対策の基本的事項を規定している法律であり，災害に対処する基本的な考え方，防災に関する組織，防災計画，災害予防のための措置，災害応急対策，災害復旧，財政金融措置，災害緊急事態の場合の措置など，災害全般にわたる事項について包括的な基本方針と枠組みを定めている。この災害対策基本法に基づき各部門別の各種の法制度が制定されているのであって，その意味では災害に関する憲法であるとも言えよう。しかし，災害対策基本法は昭和36年，伊勢湾台風後に制定された経緯もあり，主として水害を念頭において定められている。このため震災対策には必ずしも適合しない場合もある。

災害対策基本法は，国土，国民の生命，身体，財産を災害から保護するために，防災に関して国，地方公共団体その他の公共機関が防災体制を確立し，それぞれの責任分担を明確にして，防災計画の作成，災害予防，災害応急対策，災害復旧，防災に関する財政金融措置その他災害対策のための基本的事項を規定し，総合的で計画的な防災行政の制度の整備と推進を図ることによって，社会の秩序の維持と公共の福祉を確保することを主な狙いとしている（法1条)。

2) 大規模地震対策特別措置法

昭和53年1月に伊豆大島近海地震が発生したことも契機となり，地震に対する防災対策の強化を図るべく「大規模地震対策特別措置法案」がまとめられ，第84回通常国会に提出され，6月に成立し，12月から施行された。

その後，中央防災会議に専門委員会が設置され，そこでの検討結果により，東海地域について，昭和54年8月に静岡県を中心とする6県170市町村の区域が地震防災対策強化地域として指定され，次いで「東海地震の地震防災対策強化地域に係る地震防災計画」が同年9月3日に中央防災会議において決定された。

この法律においては，大規模な地震の発生を予知することを前提として，事前の措置として地震防災対策強化地域の指定とその指定地域についての地震観測体制の強化をはかる一方，指定地域について地震の発生の予知がされた場合に具体的にとるべき措置を定めるとともに地震防災のための緊急施設整備を進めるなどの地震防災体制を整備しておき，地震の発生の予知がなされた場合には混乱なく迅速的確な地震防災応急対策を実施し，地震による災害から国民の生命，身体，財産を守ろうとするものである（法1条)。

3) 公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法

公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法は，その第一条において，「地方公共団体の財政力に適応するように国の負担を定めて」と規定し，地方公共団体の財政力により国の負担割合（国庫負担率）を決定する建前をとっている。

即ち，地方公共団体が施工又は，その一部を負担する災害復旧事業費と当該地方公共団体の標準税収入（地方交付税法で定める方法により算定した地方税の収入見込額をいう）を比較して，国庫負担率を決定するものであり，この考え方は，激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律における公共土木施設等災害復旧事業に係る財政援助の規定の基本となっている。

4) 激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律

激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律は，災害対策基本法に規定する著しく激甚である災害が発生した場合における国の地方公共団体に対する特別の財政援助又は被災者に対する特別の助成措置について規定したものである。本法は，国民経済に著しい影響を及ぼす激甚な災害が発生した場合に，中央防災会議に諮ったうえで，当該災害を激甚災害として指定するとともに，これに対し適用すべき措置を指定し，もって地方公共団体に対する財政負担の緩和，又は，被災者に対する特別の財政援助を行うことを目的として制定された。

1.1.2 震後対応事項と関連する法規等の条文・内容

1) 事前対策

a) 連絡網支援体制

災害対策基本法

〈防災に関する組織の整備〉

指定行政機関の長，指定地方行政機関の長，都道府県知事，市町村長，その他の執行機関，指定公共機関，指定地方公共機関，公共的団体，防災上重要な施設の管理者（以下「災害予防責任者」と略称する。）は，法令または防災計画の定めるところに従って，それぞれその所掌事務または業務について，災害の予測，予報または災害に関する情報を迅速に伝達するため必要な

組織を整備し，絶えずその改善に努めなければならない（法47条1項）。

また，それらの災害予防責任者は，防災業務計画または地域防災計画を的確に，かつ円滑に実施するため，防災に関する組織を整備するだけではなく，防災に関する事務または業務に従事する職員の配置と服務の基準を定めなければならないとされている（法47条2項）。

大都市震災対策推進要綱

公的機関における防災体制としては，防災活動を密接な連携の下に行う必要のある防災関係相互間に国，地方公共団体それぞれの段階において，相互協力に関する計画を予め定めておくものとし，特に次の点に留意を要するものとしている。

イ）情報の組織的収集と総合的な解析

ロ）消防，警察，自衛隊，海上保安庁などの実働機関の連携協力体制の確保

ハ）交通，通信機能の維持と緊急復旧

また，地震災害は広域的なものとなる可能性もあり，活動態勢もまた広域的な対応が可能なように整備すべきものとしており，自衛隊，海上保安庁の災害派遣については，国において総合的に調整を図るものとしている。

b）資材，建設機械の調達，労働力の確保対策

災害対策基本法

〈防災に必要な物資，資材の備蓄，整備〉

災害予防責任者は，法令または防災計画の定めるところに従って，その所掌事務または業務に関係のある災害応急対策または災害復旧に必要な物資，資材を備蓄，整備，点検し，その管理に属する防災に関する施設設備を整備し，点検をしなければならない（法49条）。

大都市震災対策推進要綱

〈応急対策用資機材の整備〉

各防災関係機関は，応急対策を的確，迅速に行うため，消防，水防などの資機材の整備を図り，点検を強化しておかなければならない。また，移動用無線機，復旧用資機材，主要食料，衣料，医薬品，応急住宅建設資材などについて，予めその在庫量を把握し，調達，輸送，復旧要員の確保などの方法について民間と連携をもった計画を策定しておくべきことを定めている。

建設省防災業務計画

〈建設機材の現況の把握と緊急使用〉

ブルドーザー，浚渫船などの応急用主要機械，仮設橋梁など応急用特殊機材の国内保有現況を把握し，緊急事態に際し速やかに調達し得るよう準備体制を整えておくものとしている。

〈技術者の現況の把握とその動員〉

災害応急対策，災害復旧に必要な土木，建築，電気，機械などの技術者，技能者の職員数，技術，知識，技能の程度を把握し，緊急時に動員し得るよう必要な措置を講ずるものとしている。

〈災害時における復旧資材の需給計画〉

応急復旧を円滑に行うため，主要な災害復旧用資材の民間在庫量を地域別に把握し，緊急時に迅速に調達，供給し得るよう措置するものとしている。

c）事前の耐震点検（弱点箇所の把握）

災害対策基本法

災害対策として最も肝要な点は，災害が発生する以前に災害の発生を未然に防止し，災害の発生に備えて心構えをしておくことである。このような観点から，災害対策基本法は，災害予防のための措置として，防災組織の整備，防災訓練の実施，防災に関する物資，資材の備蓄，整備点検，災害応急対策の実施の障害の除去などをあげて，日常から備えておくべきことを定めている（法46条1項）。

災害予防を実施すべき責任を有する者は，指定行政機関の長，指定地方行政機関の長，都道府県知事，市町村長，指定公共機関，指定地方公共機関，法令により災害予防の実施について責任を有する者であり，これらの者は法令または防災計画の定めるところに従って，災害予防の諸措置を実施しなければならない（法46条2項）。

大都市震災対策推進要綱

〈公共施設などの点検整備〉

公共，公益施設は，防災上また避難救護に重要な役割を果すものであり，更に特殊建築物，危険物施設は地震発生に際して大きな被害を及ぼすおそれがあるので，次の施設の耐震性について早急に点検を行い，所要の整備を図るため必要な措置や指導をするものとしている。

〈公共施設〉

① 道路（橋梁，トンネル，擁壁など），② 河川（堤防，護岸，排水機場など），③ ダム，④ 砂防設備など，⑤ 海岸（堤防，護岸，水門，排水機場など），⑥

鉄道(盛土部，橋梁，変電所，停車場など)，⑦ 地下鉄，⑧ 港湾(岸壁，桟橋など)，⑨ 空港(管制塔，保安施設，滑走路など)，⑩ 都市公園(休憩所，体育館，動物舎など)，⑪ 下水道(ポンプ場，処理場など)，⑫ 官公庁建物，⑬中央御売市場

〈公益施設〉

① 電気，② ガス，③ 水道，④ 放送，通信

〈特殊建築物〉

① 高層建築物，② 地下街，③ 劇場，④ 百貨店，⑤ 旅館，⑥ 学校，⑦ 病院，⑧ 社会教育施設，社会福祉施設

〈危険物施設〉

① 石油類，② 高圧ガス，③ 毒物，劇物，④ 火薬，⑤ 放射性物質，⑥ 病原菌

建設省防災業務計画

〈災害危険区域の指定〉

災害の未然防止のため，水防上重点を置くべき区域，地辷り防止区域，崖崩れ危険区域，災害危険区域，宅地造成工事規制区域，道路交通危険区間などを調査のうえ指定し，所要の防災対策を実施し，または実施するよう指導するものとしている。

2) 震後対応

a) 職員の召集待機

大都市震災対策推進要綱

〈災害対策本部の設置〉

政府においては，災害の規模その他の状況により非常災害対策本部または緊急災害対策本部を設置する。指定行政機関，指定公共機関においては，災害対策本部を設置する。地方公共団体においては，災害対策本部を設置する。この場合，迅速な防災業務を開始できるように，予め本部の設置手続，場所，構成員，要員の参集方法，防災関係機関相互間の連絡方法などを定めておき，防災中枢機能の早期確立を図るものと定めている。

b) 支援体制

災害対策基本法

〈災害時における職員の派遣〉

災害が発生した場合には，常々経験のない事に遭遇することもあれば，一時多発的な事務処理に対応しきれない場合がある。このような場合に相互に職員の派遣を求め，または国の職員などの専門的知識を有する者の応援を得たいというケースが往々にして生ずる。

そこで災害対策基本法は，都道府県知事，都道府県の委員会，またはその委員は，災害応急対策または災害復旧のため，必要があるときは，指定行政機関の長または指定地方行政機関の長に対して，その機関の職員の派遣を要請することができる旨を定めている(法29条1項)。

同様に，市町村長，市町村の委員会またはその委員は，その必要があるときは，指定地方行政機関の長に対してその機関の職員の派遣を要請することができる(法29条2項)。

また，都道府県知事または市町村長は内閣総理大臣または都道府県知事に対して指定行政機関または指定地方行政機関の職員の派遣について斡旋を求めることもできる(法30条)。

これらの要請を受けた指定行政機関の長，指定地方行政機関の長，都道府県知事，市町村長などは，所掌事務に支障のない限り，適任と認める職員を派遣しなければならない(法31条)。この斡旋または要請により派遣された職員に対しては，都道府県または市町村は災害派遣手当を支給することができる(法32条)。

〈他の市町村長に対する応援の要求〉

市町村長は，災害の発生に際し，応急措置を実施するため必要がある場合には，他の市町村の市町村長に対し，応援を求めることができる。応援を求められた市町村長は，自己の市町村の区域内での応急措置を実施するため応援の余力がないなどの正当の理由がない限り，応援をしなければならない(法67条)。

〈市町村長の都道府県知事に対する要求〉

市町村長は，災害の発生に際し，応急措置を実施するため必要があるときは，都道府県知事に対して応援を求め，または応急措置の実施を要請することができる。応援の要請を受けた都道府県知事は，交通手段がないなど止むを得ない事由がない限り要請を拒んではならない(法68条)。

〈都道府県知事に対する応援の要求〉

都道府県知事は，災害の発生に際し，応急措置を実施するため必要があるときは，他の都道府県知事に対して応援を求めることができる。応援を求められた都道府県知事は，正当な事由がない限り応援を拒むことはできない(法74条)。通常は地域防災計画または協定によって近隣の都道府県の間で応援協力が定められている。

3) 緊急調査

a) 緊急パトロール

災害対策基本法

〈情報の収集，伝達〉

災害応急対策責任者は，災害応急対策の一環として，また災害応急対策を的確に効率よく進めるため災害に関する情報を収集し，関係機関や住民に伝達するように努めなければならない（法51条）。

災害に関する情報には多種多様なものがあるが，その主なものは，予報，警報などに関する情報，被害状況（死者，負傷者，避難者，要救護者の数及び所在，公共施設の被災状況），道路，鉄道などの通行可能状況，通信線の利用可能状況，その他の被害と今後の見込みまたは見通し，被災地の治安状況などである。これらの災害に関する情報は時間の経過と共に刻々変化して行くものであるから，常時その把握に努め，必要とされる災害関係機関や地方公共団体，住民などに迅速的確に伝達しなければならない（法51条）。

建設省防災業務計画

〈災害時における情報の収集〉

関係機関と緊密な連絡をとり，情報の交換，収集に努めるほか，都道府県知事，市町村長から，被害状況などを報告させ，緊急の場合には現地に係官を派遣するなど，情報の収集にあたるものとしている。

b）航空写真等による調査

大都市震災対策推進要綱

震災に際して，災害応急対策を実施するうえでまず必要な情報は次のとおりであり，所掌官庁はその収集に努めるべきことが定められている（＊印は，建設省所掌）。

イ）火災の発生状況，ロ）死者，負傷者などの状況，ハ）家屋の倒壊状況＊，ニ）地震の現況，津波の予報，ホ）電気，ガス，水道，通信施設，ヘ）主要道路＊，鉄道など交通施設の状況，ト）堤防，護岸の状況＊，チ）住民の避難状況，リ）重要な施設，物の被害状況，ヌ）災害の拡大予想，ル）交通状況＊，ヲ）被災者の状況，ワ）治安の状況，カ）生活必需品，防災関係資材などの需給，価格の動向＊，ヨ）金融情勢，タ）通信施設，交通施設，道路，電気，ガス，水道などの応急復旧状況とその見通し＊，レ）各機関の行った救援対策＊

これらの情報の収集については，航空機，舟艇，車両，高層建築物などを利用した各般の方法によるものとし，地方公共団体は管内の情報を総括し，所掌官庁は出先機関，地方公共団体などから収集した情報を非常（緊急）対策本部，関係機関に通報，連絡するものとしている。

c）一般からの情報収集

災害対策基本法

〈発見者の通報義務〉

災害が発生するおそれがある異常な現象を発見した者は，遅滞なく，その異常現象について市町村長（市町村の職員），警察官，海上保安官に通報しなければならない（法54条1項）。通報を受けた警察官，海上保安官は，市町村長に通報しなければならない（法54条3項）。これらの通報を受けた市町村長は，その内容を気象庁（気象台）その他の関係機関に通知しなければならない（法54条4項）。災害が発生するおそれのある異常現象とは，津波の前兆である異常な引き潮，洪水による破堤のおそれ，地すべりの前兆である家屋の傾きまたは大地の鳴動などである。

4）緊急措置

a）二次災害防止

災害対策基本法

〈市町村の応急措置〉

市町村長は，その市町村内で災害が発生し，あるいはまさに発生しようとしているときは，消防，水防，救助などの災害の発生を防止し，あるいは災害の拡大を防止するために必要な応急措置（以下「応急措置」と略称する。）を速やかに実施しなければならない。また，市町村の委員会，公共的団体，防災上重要な施設の管理者なども市町村長の指揮の下に所掌する事務に関して，市町村長と協力しながら応急措置を実施しなければならない（法62条）。

市町村長は，災害が発生し，あるいはまさに発生しようとしているときの災害応急措置を実施する第一次的な現場責任者であり，その他の防災機関などの協力を得ながら，迅速に災害の防御あるいは拡大の防止のための応急措置を講ずる責務を有する。

〈市町村長などの警戒区域設定権〉

市町村長は，応急措置を実施する場合に，人の生命・身体に対する危険を防止するため特に必要があると認めるときは，警戒区域を設定し，災害応急対策に従事している者以外の者に対して，警戒区域内への立入りを禁止または制限し，あるいはその区域からの退去を命ずることができる。市町村長やその委任を受けた市町村の職員が現場にいないとき，または市町村長の要求があったときは，警察官または海上保安官は，市町

村長と同様に警戒区域を設定し，人の立入りの禁止や退去の措置をとることができる（法63条）。

〈応急公用負担〉

市町村長は，災害に際し応急措置を実施するため緊急の必要があると認めるときは，その市町村の区域内にある他人の土地，建物その他の工作物を一時使用し，あるときは土石，竹木その他の物件を使用もしくは収用することができる。また，応急措置の実施にあたり支障となるものを除去することができる（法64条）。これが市町村長の権限としての使用・収用権で応急公用負担と呼ばれているものである。

災害が収まったのち，これらの使用した土地，物件は所有者に返還され，これによって生じた損失は補償されることは当然である。この応急公用負担は応急措置を実施するために緊急の必要があって課されるものであるから，一般の公用収用（使用）の場合と異なり，簡易な手続で収用または使用をすることができる。

また，市町村長は応急措置を実施するため緊急の必要があると認めるときは，現場に居合わせた者を応急措置の業務に従事させることができる（法65条）。

〈都道府県の応急措置〉

都道府県知事は，その都道府県の区域内で災害が発生し，あるいは災害がまさに発生しようとしているときは，その所掌する事務に係る応急措置を速やかに実施しなければならない。さらに都道府県知事は，管下市町村の実施する応急措置が的確，円滑に実施されるように配慮しなければならない（法70条1項）。

都道府県の委員会（公安委員会，教育委員会など）も同様にその所掌事務に係る応急措置を実施しなければならない（法70条2項）。

なお，応急措置の的確，円滑な実施のため必要があると認めるときは，都道府県知事は，指定行政機関の長，指定地方行政機関の長，他の執行機関，指定地方公共機関に対して応急措置の実施を要請，要求することができる（法70条3項）。

〈都道府県知事の従事命令など〉

都道府県知事は，災害の発生に際し，応急措置を実施するため特に必要があると認めるときは医療，土木建築工事，輸送関係者などに対して応急措置に関する従事命令，協力命令を発することができ，医薬品，食糧などの保管命令を発し，施設，土地，家屋，物資を収用または使用することができる。この場合の事務手続の詳細は，災害救助法に規定されている（法71条）。なお，都道府県知事の従事命令，協力命令，保管命令を受け，あるいは収用，使用された者には実費代償または損失の補償が支払われる。

〈都道府県知事の指示〉

都道府県知事は，その区域内の市町村の実施する応急措置が的確，円滑に行われるようにするため特に必要があると認めるときは，市町村長に対して応急措置の実施について必要な指示をし，他の市町村長に応援すべきことを指示することができる（法72条）。

また，災害の発生により，市町村がその事務の全部または大部分を執行することができなくなったときは，都道府県知事は応急措置をその市町村長に代わって実施しなければならない（法73条）。

〈指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長の応急措置〉

指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長は，災害が発生し，あるいは災害がまさに発生しようとしているときは，その所掌事務に係る応急措置を速やかに実施しなければならない。また，同時に都道府県，市町村が実施する災害応急対策が的確，迅速に行われるようにするため，必要な施策を講じなければならない。

この場合において必要があると認めるときは，都道府県知事，市町村長，指定公共機関，指定地方公共団体に対して応急措置の実施を要請し，指示することができる（法77条）。

〈指定行政機関の長などの収用権〉

指定行政機関の長及び指定地方行政機関の長は，災害が発生した場合において，応急措置を実施するため，特に必要があると認めるときは，防災業務計画に定めるところにより，応急措置の実施に必要な物資の生産，集荷，販売，保管，輸送を業とする者に対して，その取り扱う物資の保管を命じ，必要な物資を収用することができる。この保管命令，収用については公用令書を発行して行わなければならず，必要と認めるときは職員に立入検査をさせることもできる（法78条）。

〈指定公共機関，指定地方公共機関の応急措置〉

指定公共機関，指定地方公共機関は，災害が発生し，またはまさに発生しようとしているときは，その所掌事務に係る応急措置を速やかに実施し，指定地方行政機関の長，都道府県知事，市町村長などが実施する応急措置が的確，円滑に行われるように，必要な措置を講じなければならない。また，応急措置を実施するため特に必要がある場合には，これらの防災関係機関に対して応援を求めることができる（法80条）。

〈通信設備の優先使用権〉

災害が発生した場合に，応急措置の実施に必要な通信のため，緊急に特別の必要があるときは，指定行政

機関の長，指定地方行政機関の長，都道府県知事，市町村長は，公衆電気通信設備を優先的に利用し，有線電気通信設備，無線設備を使用することができる（法79条）。

河川法

洪水・高潮等による危険が切迫した場合で，水害を軽減する措置をとるため緊急の必要があるときは，河川管理者はその現場において必要な土地を使用し，土石等の資材を使用し，車輛等の運搬具を使用し，工作物その他障害物を処分することができる。さらに，このような措置をとるため緊急の必要がある場合は，その附近に居住する者等を当該業務に従事させることができる（法22条）。

道路法

道路管理者は，道路を常時良好な状態に保つよう維持，修繕しなければならず，その技術的基準等は政令で定めることとされている（法42条）。道路管理者は，道路に関する非常災害のためやむを得ない必要がある場合においては，災害の現場において，必要な土地を一時使用し，または土石，竹木その他の物件を使用し，収用し，若しくは処分することができる。また，道路の構造または交通に対する危険を防止するためやむを得ないと認められる場合においては，災害の現場に在る者又はその附近に居住する者を防ぎょに従事させることができる（法68条）。

地すべり等防止法

〈立退きの指示〉

地すべりにより著しい危険が切迫していると認められるときは，都道府県知事またはその命を受けた吏員は，必要と認める区域内の居住者に対して避難のために立退くべきことを指示することができる（法25条）。

大都市震災対策推進要綱

〈消防対策〉

震災の被害の大小は火災を中心とした二次災害の発生と拡大の状況如何によって決まるので，火災による被害を最少限度にくいとめるため，次の点に留意して，消防活動を行うものと定めている。

イ）地震発生直後の出火防止，初期消火の呼びかけ

ロ）自主防災組織，自衛消防組織による初期消火の徹底

ハ）消防機関による火災拡大危険地域，交通確保の要地などの地域を重点にした全火災の鎮圧を目標とした消火活動

ニ）警察，自衛隊，海上保安庁の各機関による消火活動の協力

ホ）ガス事業者による製造・供給の禁止，遮断の措置

〈避難対策〉

地震発生時において市町村長，警察官，消防機関，海上保安官は，以下の諸点に留意して，住民に対して的確な避難のための指示を行うものとしている。

イ）消防機関，警察などは重点的に避難路確保のための消火，水防活動を行うこと。

ロ）避難時の混乱を避けるため，防災関係諸機関は相互に連絡し，協力すること。

ハ）避難者の人命の安全を第一義とし，特に老人，病人，子供などの弱者の保護に特に配慮すること。

ニ）避難は陸路の外，水路，空路による避難も併せ行うこと。

建設省防災業務計画

〈避　難〉

洪水，高潮，地辷りにより著しい危険が切迫していると認められる場合の，立退きの時期，方法，避難先などについて予め具体的な計画を定めるよう指導するものとしている。

〈水防活動〉

水災の警戒，防止，被害軽減のため，別に定める水防計画に基づき，水防上必要な監視，予報，警戒，通信，連絡，輸送，水防団体の水防活動，協力応援などが円滑に実施されるよう指導するものとしている。

b）交通の禁止，制限

災害対策基本法

都道府県公安委員会は，災害の発生に際して，災害応急対策に従事する者や災害応急対策に必要な物資の緊急輸送を確保するために必要があるときは，道路の区間を指定して，緊急車両以外の車両の通行を禁止し，または制限することができる（法76条）。この禁止，制限を行おうとするときは，あらかじめ道路管理者に通知しなければならない。緊急を要する場合で通知するいとまがないときは事後において速やかに通知しなければならない（施行令32条）。

交通の禁止または制限が行われた場合の，緊急車両であることの確認は，都道府県知事または公安委員会が行い緊急車両である旨の標章及び証明書を交付する

(施行令33条)。

大規模地震対策特別措置法

強化地域及びその隣接の都道府県公安委員会は，避難路，緊急輸送路の確保のため必要があるときは，歩行者または車両の通行を禁止または制限することができる（法24条)。

道路法

道路の破損，欠壊，その他の理由による交通の危険がある場合や道路工事のためやむを得ない場合などには，道路の通行の禁止・制限をすることができる（法46条)。

5) 被災調査

建設省防災業務計画

〈災害復旧計画〉

災害を復旧するに当たっては，次の基本方針により迅速，適切な復旧を図るものとしている。① 災害発生後できるだけ早期の災害査定の実施，特に必要がある場合には直ちに緊急査定の実施，② 被災施設の重要度などを勘案した緊急事業の決定，③ 直轄事業は概ね2箇年，補助事業の緊急事業は3箇年，その他の事業は4箇年以内に完了するための必要な措置と国庫金の早期支出についての配慮，④ 再度災害の防止の観点から，原形復旧が著しく不適当な場合における代替施設の設置と災害関連事業の実施，⑤ 復旧資材の円滑な供給，⑥ 都市災害の場合，土地区画整理事業の実施による都市の防災構造化の推進の指導。

6) 被災判定

大都市震災対策推進要綱

〈施設の緊急復旧〉

施設の緊急復旧は重要度に応じ順位をつけて，次により重点的に実施する。

道路—落橋，法面崩落，盛土欠壊，橋台背面盛土沈下，路面の亀裂について緊急に最少限の交通を確保するため，予め定めた計画に従い緊急復旧を行う。

鉄道—線路施設，電気施設の破損について，緊急物資輸送路線から重点的に復旧を行う。

港湾—繋留施設，外郭施設の被害について，仮桟橋，仮道の設置などにより陸上への輸送が行えるよう重点的に復旧または仮設を実施する。

河川，海岸堤防—法面崩落，亀裂，沈下，破堤などについて，仮締切による応急復旧，内水排除を行う。

通信施設—主要防災関係機関相互間に臨時の通信網を確保するとともに早急に緊急復旧をはかる。

電気，ガス，水道—災害の程度，設備の重要度，復旧の難易，他系統の状態などを勘案して，官公署，病院，放送，交通など緊急度の高いものから優先的に復旧する。

建設省防災業務計画

〈災害時における応急工事〉

河川，海岸，道路などの公共土木施設が被災した場合において民生安定，交通確保，施設の増破防止などを図るために必要があるときは，応急復旧資材の確保，輸送径路の指定，現地への係官の派遣などを行い，仮道，仮橋，仮締切などの応急工事の迅速，重点的な施行またはその指導を行うものとしている。

7) 復旧優先順位

政　令

〈復旧の緊急性〉

公共土木施設の災害復旧事業は，再度災害を防止して公共の福祉を確保するため速やかな施行を図ることが必要である。

「負担法第8条の2」では，政府は災害復旧事業のうち緊要なものとして政令で定めるもの（令第7条の2）については，これを施行する地方公共団体又はその機関が災害発生の年度及びこれに続く2箇年以内にこれを完了することができるように，財政の許す範囲において，災害復旧事業費の国庫負担金の交付につき必要な措置を講ずることとされており，所要の経費を予算に計上することはもとより，災害査定や国庫負担金の交付手続きの迅速化を図ることとしている。

建設省所管に係る公共土木施設のうち，政令で定められている緊要な災害復旧事業は次のとおりである。

a）河川にあっては，

イ）破堤。

ロ）堤防の欠壊で破堤のおそれがあるもの。

ハ）一級河川及び二級河川の堤防の脚部の深掘れで根固めをする必要があるもの。

ニ）河川の埋そくで流水の疎通を著しく阻害するもの。

ホ）護岸，床止，水門，樋門，樋管又は天然の河岸の全壊または欠壊で，これを放置すると著しい被害を生ずる恐れがあるもの。

b）海岸にあっては，

イ）破堤。

ロ）堤防の欠壊で破堤のおそれがあるもの。

ハ）堤防の前面の砂浜における土砂の流出で根固めをする必要があるもの。

ニ）護岸，水門，樋門，樋管または天然の海岸の全壊又は欠壊で，これを放置すると著しい被害を生ずるおそれがあるもの。

c）砂防設備，地すべり防止施設，急傾斜地崩壊防止施設にあっては，

イ）堰堤，床止，護岸，堤防，山腹工又は天然の河岸の全壊又は欠壊で，これを放置すると著しい被害を生ずるおそれがあるもの。

ロ）流路工若しくは床止の埋そく又は天然の河岸の埋没で，これを放置すると著しい被害を生ずるおそれがあるもの。

d）道路にあっては，

イ）巾員3メートル以上の道路の埋没又は欠壊（軽微なものを除く）。

ロ）巾員3メートル未満の道路の埋没又は欠壊で，これによって当該道路による交通が不可能又は著しく困難であるもの（う回道路による交通が困難でない場合を除く）。

ハ）道路の埋没又は欠壊で，これを放置すると著しい被害を生ずるおそれがあるもの。

等いずれかの災害によって必要を生じた事業とされている。

また，現地査定では災害復旧事業として採択した工事箇所については，「方針第11」によりどのような順位で復旧しなければならないか，表－5・1に示す基準により各箇所の緊急度を表わす順位を決定して査定設計書の鏡にその旨を明記することになっている。

8） 応急復旧

公共土木施設被害復旧事業費国庫負担法事務取扱要綱

〈応急工事〉

応急工事は本来的には被災した施設の管理者が負担して施行すべきであるので，国庫負担の対象とはならないが，「施行令第4条（災害復旧事業費の範囲）第2項」において，「工事費には，主務大臣が特別の事情があると認める応急工事費，応急工事に使用した材料で復旧工事に使用できるものに要した費用を含むものとする」と規定されている。即ち応急工事は主務大臣が特別の事情があると認めたもののみ国庫負担の対象となるのであって，これについては「要綱第9」に次の2つが規定されている。

a）仮道工事，仮さん道工事，仮橋工事，仮締切工事及び欠壊防止工事（応急仮工事という）。

b）事業費の決定前に施行した工事のうち復旧工事の全部又は一部となるもの（応急本工事という）。

なお，上記の「応急工事に使用した材料で復旧工事に使用できるものに要した費用」については，被災した施設の管理者が施工したもので，上記の主務大臣が特別の事情があると認めることができないものについて規定したものである。

(1) 応急仮工事費の限度額

応急仮工事費は，応急仮工事を除く復旧工事費が，都道府県又は指定都市に係るものにあっては15万円に，市（指定都市を除く）町村に係るものにあっては10万円に満たないものについては適用されない（方針第7.1）。

(2) 仮道工事，仮桟道工事及び仮橋工事

応急仮工事のうち仮道工事，仮桟橋工事及び仮橋工事については，「要綱第9.1項イ及びロ」に次のように規定されている。

a）一般国道，主要地方道又は主要地方道以外の都道府県道若しくは市町村道で，交通上特に重要と認められるものが被災して交通に著しい支障を及ぼし，これらの復旧に長時間を要し，かつ適当な迂回路がないため緊急に施行しなければならない仮道工事，仮桟道工事及び仮橋工事。

b）a）にかかげるもののほか，道路又は橋梁が被災して民生安定上必要があるため，緊急に施行しなければならない仮道工事，仮桟道工事又は仮橋工事。

a）の「交通上特に重要と認められるもの」については「方針7.1.3」に次のように規定されている。

① 自動車の交通量が1日100台以上あるもの。

② 定期バス路線，又は定期貨物自動車路線に係るもの。

③ 官公署，学校，病院，郵便局，停車場等の公共的施設に通じているもの。

また「適当な迂回路の有無については「方針第7.1.2」に，迂回距離（原則として2キロメートル程度を基準とする），耐荷重，路面の状態，交通量等を勘案して認定すること」になっている。

したがって，被災した路線が上述の条件の1つを満しておれば，市町村道といえども仮道，仮桟道及び仮橋工事を本復旧工事と併せて採択することとなっている。

b）の「民生安定上必要があるため」とは，食糧物資の輸送又は復旧資材の運搬等のために早急に交通路を確保する必要がある場合で，この場合には路線の種

表―5・1　緊急順位表

順位 / 工種	A	B	C	D
河川	一級河川及び二級河川の破堤箇所で重大な被害を与えているもの	①一級河川及び二級河川の破壊箇所でA以外のもの並びに準用河川及び普通河川の破堤箇所で重大な被害を与えているもの ②一級河川及び二級河川の堤防欠壊箇所で放置すれば破堤して重大な被害を与えるおそれのあるもの ③一級河川及び二級河川の堤防の脚部に深掘れを生じた箇所で放置すれば破堤して重大な被害を与えるおそれのあるもの ④河床が識別できない程度に埋そくした箇所で重大な被害を与えているもの及び放置すれば重大な被害を与えるおそれのあるもの ⑤河口付近の埋そく箇所で重大な被害を与えているもの及び流水が著しく阻害されるため，放置すれば重大な被害を与えるおそれのあるもの ⑥護岸，床止，水門，ひ門，ひ管及び天然河岸の欠壊又は破壊箇所で重大な被害を与えているもの	①準用河川及び普通河川の破堤箇所でB以外のもの ②一級河川及び二級河川の堤防欠壊箇所でB以外のもの並びに準用河川及び普通河川の堤防欠壊箇所で放置すれば破堤して重大な被害を与えるおそれのあるもの ③一級河川及び二級河川の堤防の脚部に深掘れが生じた箇所でB以外のもの並びに準用河川及び普通河川の堤防の脚部に深掘れが生じた箇所で放置すれば破堤のおそれのあるもの ④護岸，床止，水門，ひ門，ひ管，水制工，導流堤及び天然河岸の欠壊又は破壊箇所で放置すれば重大な被害を与えるおそれのあるもの	①一級河川，二級河川，準用河川及び普通河川の堤防欠壊箇所で早急に破堤するおそれのないもの ②一級河川，二級河川，準用河川及び普通河川の堤防の脚部に深掘れが生じた箇所で早急に破堤するおそれのないもの ③護岸，床止，水門，ひ門，ひ管，水制工，導流堤及び天然河岸の欠壊又は破壊箇所で放置しても重大な被害を与えるおそれのないもの ④その他これらに類するもの
海岸	破堤箇所で重大な被害を与えているもの	①破堤箇所でA以外のもの ②堤防の欠壊箇所で放置すれば破堤して重大な被害を与えるおそれのあるもの ③堤防前面の海浜が流失した箇所で重大な被害を与えているもの ④護岸，胸壁，水門，ひ門，ひ管及び天然海岸の欠陥又は破壊箇所で重大な被害を与えているもの	①堤防の欠壊箇所で破壊のおそれのあるもの ②堤防前面の海浜が流失した箇所で放置すると重大な被害を与えるおそれのあるもの ③護岸，胸壁，水門，ひ門，ひ管及び天然海岸の欠壊又は破壊箇所で放置すれば重大な被害を与えるおそれのあるもの	①堤防の欠壊箇所で早急に破堤するおそれのないもの ②護岸，胸壁，水門，ひ門，ひ管及び天然海岸の欠壊又は破壊箇所で放置しても重大な被害を与えるおそれのないもの ③突堤のみの工事箇所 ④その他これらに類するもの
砂防関係	えん堤本体の破壊箇所でその下流に重大な被害を与え又は与えるおそれのあるもの	①えん堤本体の破壊箇所でその上流の既設えん堤に影響を与えるおそれのあるもの ②流路工が識別できない程度に埋没した箇所でその上流又は下流に重大な影響を与え又は与えられるおそれのあるもの ③堤防，護岸，床止，流路工，水たたき工及び山腹工の埋没，欠壊又は破壊箇所で重大な被害を与えているもの ④天然の河岸の欠壊又は埋没箇所で重大な被害を与えているもの，又は与えるおそれがあるもの	①堤防，護岸，床止，流路工，水たたき工及び山腹工の埋没，欠壊又は破壊箇所で放置すれば重大な被害を与えるおそれのあるもの	①堤防，護岸，床止，流路工，水たたき工及び山腹工の埋没，欠壊又は破壊箇所で放置しても重大な被害を与えるおそれのないもの ②その他これらに類するもの
道路（橋梁を含む）	幅員3メートル以上の国道及び主要地方道の自動車交通不能箇所で重大な被害を与えているもの	①幅員3メートル以上の国道及び主要地方道の自動車交通不能箇所でA以外のもの及び幅員3メートル以上の地方道（主要地方道を除く。）の自動車交通不能箇所 ②幅員3メートル以上の国道及び主要地方道の欠壊又は破壊箇所で自動車の交通が著しく危険なもの ③道路の交通不能箇所でう回路による交通が著しく困難なもの ④道路の埋没箇所で重大な被害を与えているもの	①幅員3メートル以上の地方道（主要地方道を除く。）の欠壊又は破壊箇所で自動車の交通が著しく危険なもの ②道路の交通が危険な箇所でう回路による交通が著しく困難なもの ③河川又は海岸沿いの道路の根固工又は水制工及び橋梁の根固工，床止工若しくはそで石積工の破壊箇所で放置すれば重大な被害を与えるおそれのあるもの ④道路の埋没箇所で放置すれば重大な被害を与えるおそれのあるもの	①道路の欠壊又は破壊箇所でA，B及びC以外のもの ②道路の埋没箇所で放置しても重大な被害を与えるおそれのないもの ③河川又は海岸沿いの道路の根固工又は水制工及び橋梁の根固工，床止工若しくはそで石積工の破壊箇所でC以外のもの ④橋梁のちり除工のみの工事箇所 ⑤その他これらに類するもの

類に関係なく仮道，仮桟道及び仮橋工事が採択される。

なお，前記のａ），ｂ）の応急仮工事には渡船も含まれる（方針第7.1.5）。

(3) 仮締切工事及び欠壊防止工事

応急仮工事のうち河川，海岸，砂防設備等の仮締切工事及び欠壊防止工事については「要綱第9.1項ハ及びニ」に次のように規定されている。

ａ）河川，海岸若しくはこれらと効用をかねる道路又は砂防設備が被災して通常の状態における流水又は海水が侵入し，当該被災箇所の背後に甚大な被害を与えているため，又はそのおそれが大きいため緊急に施行しなければならない仮締切工事。

ｂ）河川，海岸若しくはこれと効用をかねる道路又は砂防設備が被災して，次期出水等により当該被災施設に隣接する一連の施設又は当該被災箇所の背後地に甚大な被害を与えるおそれが大きいため緊急に施行しなければならない欠壊防止工事。

ａ）の場合の「通常の状態」については「査定方針第7.1.6」により，河川にあっては警戒水位（警戒水位の定めがない場合には河岸高の５割程度），海岸にあっては推定春秋大潮満潮面に１メートル程度を加えた高さを基準とし，通常発生する波浪を勘案して定めることとしている。また，仮締切工等の高さは施行時期を考慮し通常の状態の水位等を越えない高さとし，工法は毎年１回程度の出水等により直ちに被災するおそれがなく，できる限り本工事の一部として利用できるようにすることとなっている。

(4) 応急仮工事が被災した場合

前の災害で採択された施工済みのもの，あるいは施工中の応急仮工事が異常な天然現象により再度被災した場合には，原則として被災部分に係る新たな災害は採択されない。ただし，次に該当する場合には慎重に検討した上で採択できることとなっている。

即ち，「方針第7.2」において，応急仮工事が被災し，これらの施設に係る工事を早急に施行しなければならない場合において，当該被災部分に係る新たな工事は，本復旧工事の着手又は施行が，次の理由で遅延している場合等に限り採択できるとされている。

ａ）当初の応急仮工事が採択された年に発生した災害が激甚であり，かつ都道府県を単位とする１水系又は１路線に係る被災箇所が多数あって，重要被災箇所から順次復旧しなければならない等のため，本復旧工事の着手又は施行が遅延しているときの被災。

ｂ）本復旧工事の竣功までに長期間を要する被災。

ｃ）原施設が被災した年と同一年の新たな被災。

また，応急仮工事として施行した施設が査定前に被災した場合には，当該応急仮工事の施行の必要性，時期，方法等を検討し，やむを得ない場合は新たな応急工事の費用と合せて採択することができる。

9) 本復旧

公共土木施設災害復旧事業費国庫負担法事務取扱要綱

〈原形復旧〉

災害復旧事業は前述のとおり原形復旧を原則としている。原形復旧の概念は「要綱第２条１項」において，「原形に復旧することとは，被災前の位置に被災施設と形状，寸法及び材質の等しい施設に復旧することをいう」となっている。これをそのまま字句どおりに解釈すれば，災害にかかった施設と全く同じものを復旧することが原形復旧であると解されるが，これは災害復旧事業の本旨から考えると必ずしも妥当な解釈とは言えないようである。原形復旧は被災位置に当該施設の従前の効用を復旧することをその内容としていると解すべきである。この場合，当該施設の従前の効用とは，当該施設のもっていた利用上の効用をさすものであり，河川，海岸においては堤防などの法線，堤防高，天端巾等であり，また法面や天端の被覆工の有無等をいう。また道路，橋梁においては巾員，勾配，路面の舗装の有無等であり，さらに橋梁にあっては材質を指していると考えられる。

実際災害後の現地においては，地形，地盤等の変動のため原形に復旧することが不可能な場合がしばしばある。このような場合原形復旧をどのように考え，またどのように処理すべきであろうかが問題となるが，このことについては「要綱第２条２項」に規定されている。

〈原形に復旧することが著しく不適当な場合〉

原形復旧が著しく不適当な場合とは，技術的に見て著しく不適当な場合と，社会通念上著しく不適当な場合とに分けて考えることができる。技術的に見て著しく不適当な場合とは，災害により地形地盤等の変動等があったため，原形に復旧しても再度被害を受けることが明らかである等のため，技術的に見ても，また国家財政上の見地から見ても著しく不経済である場合と考えられる。また社会通念上著しく不適当な場合とは，被災の程度，背後地の経済効果，被災施設に接続する一連の施設の効用等から考えて，社会通念上原形に復旧することが著しく不適当な場合と考えられる。

以上の理由から，原形復旧が著しく不適当な場合は，被災施設の法線又は位置の変更等は勿論，被災施設の

従前の効用を増大（減少の場合もある）して復旧することも認めているが，これは災害復旧事業である限り通常の改良事業とは異なり，効用の増大は必要最小限度に止められている。

原形に復旧することが著しく不適当な場合の災害復旧事業の範囲については，「要綱第3.2項」にイからヲまで12項目にわたって規定されている。これについては以下順次述べるが，これを要約したものを表－5・2に示す。

10) 津波対策

a）津　波

気象業務法

(1) 一般の予報及び警報

気象庁は，気象，地象(地震と火山現象を除く)，津波，高潮，波浪，洪水についての一般の利用に適合する予報及び警報を定時または随時にしなければならない(法13条1項)。津波警報は津波予報区に分けて出される。

予報及び警報を出す場合には，気象庁は自ら予報事項及び警報事項の周知の措置をとるほか，報道機関の協力を求めて公衆に周知させるように努めなければならない(法13条3項)。また，津波警報は警察庁又は都道府県警察，海上保安庁，日本電信電話(株)及び日本放送協会の各機関に対して通知される。

(2) 航空機，船舶の利用に適合する予報及び警報

気象庁は，気象，地象，津波，高潮，波浪についての航空機，船舶に適合する予報及び警報をしなければならない。また，鉄道事業，電気事業その他特殊な事業の利用に適合する予報及び警報をすることができる。

(3) 水防活動の利用に適合する予報及び警報

気象庁は水防法第10条第3項の規定により定められた河川について，建設大臣と共同して，水位，流量を示して洪水についての水防活動の利用に適合する予報及び警報をしなければならない。この場合において気象庁及び建設大臣は，公衆に周知させる措置を講じなければならない(法14条の2)。この水防活動の利用に適合するため津波に対する予報・警報を行う。

(4) 予報業務の許可，警報の制限

気象庁以外の者が気象，地象，津波，高潮，波浪，洪水の予報業務をしようとするときは，気象庁長官の許可を受けなければならない。また気象庁以外の者は警報をしてはならない(法23条)。上記の水防活動の利用に適合する予報及び警報を気象庁と共同して行う建設大臣にはこの制限は適用されない。

b）津波対策

大都市震災対策推進要綱

〈震災に関する知識の普及〉

震災による被害を最小限に止めるためには，平素から地域住民，特殊建築物の防災責任者，職域，学校などを対象とした震災に関する有効な知識の普及活動を行っておくことが重要である。この場合，地方公共団体において地震対策に関する地域住民からの相談に応ずる窓口を設置し，住宅と宅地の耐震診断と補強の指導が行えるように建築技術者の団体の活用による組織体制の整備をはかるほか，次の内容に重点を置いた広報教育を，ラジオ，テレビ，広報紙，研修会などを通じて実施すべきものとしている。

イ）地震，津波についての一般知識

ロ）建物の点検と補強方法

ハ）地震発生時の心得（室内，戸外，車内，地下街，劇場などの各場合について）

ニ）火災発生防止，初期消火の心得

ホ）初期救助，救護の方法

ヘ）非常食料，身回り品，非常持出しなどの準備

ト）道路交通の規制

チ）情報入手の方法

建設省防災業務計画

〈避　難〉

洪水，高潮，地辷りにより著しい危険が切迫していると認められる場合の，立退きの時期，方法，避難先などについて予め具体的な計画を定めるよう指導するものとしている。

11) 情報連絡

a）連絡先の明確化，連絡網の明確化

災害対策基本法

〈情報の収集，伝達〉

災害応急対策責任者は，災害応急対策の一環として，また災害応急対策を的確に効率よく進めるため災害に関する情報を収集し，関係機関や住民に伝達するように努めなければならない（法51条)。

〈被害状況などの報告〉

市町村長，都道府県知事，指定公共機関の長，指定行政機関の長はそれぞれの所管する区域，所掌事務または業務に係る災害が発生したときは，速やかに，災害の発生の状況及びこれに対してとられた措置の概要

表―5・2　負担法事務取扱要綱領第3―2項（原形復旧不適当）全文の要約

細則	被災箇所の状況	復旧工法	対象種目	原形復旧が不適当であることの主旨	復旧工法の採択限度
イ	河床の変動，地形地盤変動，海岸汀線移動	⊙位置，法線の変更（これに伴う形状寸法，材質の変更，根固工，水制工，床止工，突堤工，排水工，消波工等の新設） ⊙道路を橋梁，さん道，トンネルとする。	河川，海岸，砂防，道路，橋梁	技術的に不適当	従前の効用の回復
ロ	著しく埋塞，埋没	⊙近傍に土砂止め堰堤等	河川，砂防，道路，橋梁	技術的に不適当	従前の効用を回復
ハ	河川水衝部，海岸波浪収れん部となる	⊙今回の洪水，高潮，波浪等を対象の工法	河川，海岸，砂防，兼用道路，橋梁	技術的に不適当	従前の効用の増大（必要最少限度）
ニ	河川水衝部，海岸波浪収れん部でなくなる	⊙現状に合わす（程度を落とす）	河川，海岸，砂防，兼用道路，橋梁	技術的に不適当	従前の効用の減（必要最少限度）
ホ	背後地に集落地，主要交通幹線路等	⊙今回の洪水，高潮，波浪等を対象の工法	河川，海岸，砂防，兼用道路，橋梁	社会通念上で不適当	従前の効用の増大（必要最少限度）
ヘ	被災施設に係る改修工事が近く施行	⊙改修工事完成までに必要な最小工事	河川，海岸，砂防，道路，橋梁	社会通念上で不適当	従前の効用の減（必要最少限度）
ト	被災激甚（広範囲に被災）	⊙今回の洪水，高潮，波浪等を対象し一定計画による工事	河川，海岸，砂防，道路	社会通念上で不適当	従前の効用の増大（必要最少限度）
チ	越水，越波	⊙今回の洪水，高潮，波浪等を対象として水叩工，被覆工等を設ける	河川，海岸，砂防，道路	技術的に不適当	従前の効用の増大（必要最少限度）
リ	木橋又は木造部分の被災で，治水上又は道路交通上原形復旧不適当	⊙木橋，木造部分を永久構造（これに伴いけた下高を上げる）	木橋又は一部が木造橋の木造部分	社会通念上で不適当	従前の効用の増大（必要最少限度）
ヌ	橋梁が全延長被災，流量の増大，河床変動	⊙今回の洪水等を対象として，全延長にけた下高を上げる（これに伴う形状寸法の変更，材質の改良）	橋梁	技術的に不適当	従前の効用の増大（必要最少限度）
ル	被災施設に接続する一連の施設の位置，規模，構造等を勘案	⊙接続施設の位置，規模，構造等に合わす	河川，海岸，砂防，道路，橋梁	社会通念上で不適当	従前の効用の増大（必要最少限度）
ヲ		⊙イ～ルに類する工事			

を都道府県知事または内閣総理大臣に報告しなければならない(法53条)。報告義務者と報告する相手方は以下のとおりである。

① 市町村長→都道府県知事
② 都道府県知事→内閣総理大臣
③ 指定公共機関の代表者→内閣総理大臣
④ 指定行政機関の長→内閣総理大臣

②③④の場合，内閣総理大臣に報告するときは，あわせて報告事項を中央防災会議に通報することとされている。

〈発見者の通報義務〉

災害が発生するおそれがある異常な現象を発見した者は，遅滞なく，その異常現象について市町村長（市町村の職員），警察官，海上保安官に通報しなければならない(法54条1項)。通報を受けた警察官，海上保安官は，市町村長に通報しなければならない（法54条3項)。これらの通報を受けた市町村長は，その内容を気象庁（気象台）その他の関係機関に通知しなければならない(法54条4項)。災害が発生するおそれのある異常現象とは，津波の前兆である異常な引き潮，洪水による破堤のおそれ，地すべりの前兆である家屋の傾きまたは大地の鳴動などである。

〈都道府県知事の通知，要請〉

都道府県知事は，気象庁その他の国の機関から災害に関する予報，警報の通知を受けたときは，予想される災害の事態とこれに対してとるべき措置について，関係指定地方行政機関の長，指定地方公共機関，市町村長その他の関係者に対して，必要な通知や要請をしなければならない（法55条)。

大都市震災対策推進要綱

〈情報の収集，伝達体制〉

各防災機関は，予め定められた区分に従い，直ちに情報の収集活動を行う。有線通信手段が途絶した場合，日本電信電話㈱，自衛隊，警察などは主要防災機関，報道機関相互間の無線・有線通信系を早期に確立すべきものとしている。

情報は，一般被害，火災，津波，浸水，通信交通状況，避難状況など各般に及ぶが，発災初期においては危険地域の住民の避難など住民の安全確保のために必要な情報を最優先に収集し，得た情報は直ちに関係の防災機関に通報，連絡する。

市町村，都道府県は管内の情報を総合的に収集分析し，応急対策に活用し，避難など住民の安全確保に必要な情報は速やかにＰＲし，収集した情報は国の対策本部に通報する。

b）連絡項目と内容程度

災害対策基本法

災害に関する情報には多種多様なものがあるが，その主なものは，予報，警報などに関する情報，被害状況（死者，負傷者，避難者，要救護者の数及び所在，公共施設の被災状況)，道路，鉄道などの通行可能状況，通信線の利用可能状況，その他の被害と今後の見込みまたは見通し，被災地の治安状況などである。これらの災害に関する情報は時間の経過と共に刻々変化して行くものであるから，常時その把握に努め，必要とされる災害関係機関や地方公共団体，住民などに迅速的確に伝達しなければならない（法51条)。

大都市震災対策推進要綱

震災に際して，災害応急対策を実施するうえでまず必要な情報は，次のとおりであり，所掌官庁はその収集に努めるべきことが定められている（＊印は，建設省所掌)。

イ）火災の発生状況，ロ）死者，負傷者などの状況，ハ）家屋の倒壊状況＊，ニ）地震の現況，津波の予報，ホ）電気，ガス，水道，通信施設，ヘ）主要道路＊，鉄道など交通施設の状況，ト）堤防，護岸の状況＊，チ）住民の避難状況，リ）重要な施設，物の被害状況，ヌ）災害の拡大予想，ル）交通状況＊，ヲ）被災者の状況，ワ）治安の状況，カ）生活必需品，防災関係資材などの需給，価格の動向＊，ヨ）金融情勢，タ）通信施設，交通施設，道路，電気，ガス，水道などの応急復旧状況とその見通し＊，レ）各機関の行った救援対策＊

12) 広　報

災害対策基本法

〈市町村長の警報の伝達，警告〉

市町村長は，災害に関する予報，警報，都道府県知事等からの通知，要請を受けたときには，その予報，警報，通知の内容を消防団，水防団などの関係機関，住民などに伝達しなければならない。また必要があるときは，予想される災害の事態やこれに対してとるべき措置について通知，要請，警告をすることができる（法56条)。

〈通信設備の優先利用，放送の依頼〉

前述した法第55条，及び56条による通知，要請，警告が急を要するものであるときなど特別の必要があるときは，都道府県知事または市町村長は，公衆電気通

信設備（電話）を優先的に利用し，有線電気通信設備（有線放送），無線設備を使用し，放送局に放送することを求めることができる(法57条)。多くの場合，地域防災計画において電話，有線放送，無電設備の使用，放送の依頼の細目が定められ，放送の依頼については放送事業者との間に協定が結ばれている例が多い。

〈防災信号〉

市町村長が住民に対して災害に関する警報の発令，伝達，警告，避難の勧告，指示などを行う場合には，単純，明快で誤解を招かないようにするために定型化した信号を予め定めておき，これを住民に徹底させておいて，非常の場合にこれを使用することが，効率的でありその趣旨を市町村の隅々にまで徹底させることができる。

防災信号については，従来から消防法や水防法によりサイレン及び半鐘を使用した防災信号が定められているが，近時有線放送および同報無線電話などの普及に伴いこれらのメディアによる伝達も多くなってきている。

また，広報車による巡回放送も活用されているが，不徹底，不明瞭な場合もあり，時間を要するため，これは補助的手段であると考えられている。

大都市震災対策推進要綱

〈情報の収集，伝達体制，通信施設の整備〉

震災が発生した場合に，避難，救護など直ちに必要な対策を実施するためには，被災の状況を迅速，的確に把握し，伝達することが必要不可欠の条件である。

このため，各防災関係機関は情報収集体制の整備を行うとともに各機関相互間と民間協力団体を含めた情報の収集，解析，伝達の体制を整備しておく必要がある。

この場合，震災により有線通信回線は相当途絶することも予想し，行政無線網の充実，多ルート化，移動無線の整備，市外局の分散，さらにアマチュア無線の活用などによる通信系の緊急確保を図るよう配慮すべきであるとしている。

また，国民へのＰＲ体制は放送機関の協力を得て推進すべきであるとしている。

建設省防災業務計画

〈災害時における広報宣伝〉

災害の状況，見通し，応急対策の措置状況などを報道機関を通じて一般住民に周知させるものとしている。

1.2 既往地震災害時における震後対応事例

1.2.1 既往地震における震後対応の実態及び問題点

河川，道路，下水道施設について，地震後の対応，さらに震災復旧を経験して得られた種々の問題点，教訓，提案を取りまとめた。対象とした地震は，1968年十勝沖地震(河川，道路)，1978年宮城県沖地震(河川，道路，下水道）の３地震のほか，主として道路施設を中心に1984年長野県西部地震及び1983年長崎水害における事例についても収集した。

表―５・３は河川施設の震後対応及び問題点についてまとめたものである。同表は，十勝沖地震については北上川下流工事事務所，日本海中部地震については青森，秋田，能代の各工事事務所を対象としている。

道路施設の震後対応および問題点を表―５・４にまとめた。同表の対象とした地震・工事事務所は，十勝沖地震については東北地方建設局全体，宮城県沖地震については仙台工事事務所，日本海中部地震については秋田，能代の各工事事務所である。

表―５・５は下水道施設の震後対応及び問題点を宮城県沖地震（仙台市)，日本海中部地震（秋田市，能代市）についてまとめたものである。なお，同表には，参考のために浦河沖地震における上水道の対応も含めている。

表―５・６は長野県西部地震における震後対応の特徴及び教訓をまとめたものである。本地震は，山間地域に生じた直下型の地震であり，海洋性の地震にはない特徴を有している。

表―５・７は長崎水害での国道34号線の被災に対する長崎工事事務所での対応及び教訓をまとめたものであり，これらの対応は震害後の対応と類似点が多い。

以上の事例より，河川・道路施設では，各段階においてほぼ同様の問題があることがわかる。特に注目されるのは，調査における問題が多いことで，人員の不足，おい茂った草が調査の障害になることなどがあげられている。また，調査と関連して，情報連絡に関する問題点も多いことがわかる。

表—5・3　既往震害における対応と問題点：河川関係

項目＼地震種別	十勝沖地震（S43.5.16,AM9:49）		宮城県沖地震（S53.6.12,PM5:14）		日本海中部地震（S58.5.26,PM6:01）	
	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案
事前対策		・災害対策要領はあったが，広範囲の地震に応用できなかった。	宮城県では震災後，地震を想定した防災訓練を実施している。	・平時からの堤防などの草刈り実施の必要性。 ・危険箇所，過去の出水箇所などの整理結果を踏まえた点検すべき地点の優先順位の設定。 ・パトロール，応急復旧体制の確立。 ・平時からの職員及び業者への地震時の対応の指導。	地震時の危険箇所を事前にチェックする要領のたたき台を作成中。	・平時からの草刈り実施の必要性。 ・重機搬入路の事前調査が必要。
震後対策の体制		・指揮が中断して末端まで指示が徹底せず，空転した。	・局内に地震対策本部設置。 ・北上川下流工事では災害対策室設置 ・出張所だけでは手がまわらず，ほとんど事務所で対応。	・職員の招集方法の確立。 ・連絡のつかない職員の対応策の教育指導。 ・専門知識を持つ業者の効果的活用。	・震災対策支部設置（各工事事務所） ・震災経験者の指揮と指示があった。	・水門操作員との連絡の難しさ。
緊急調査	・徒歩点検多用	・交通渋滞で調査に多くの時間を要した。	・工事事務所，出張所で実施，主として目視，徒歩で点検。	・堤防上の草の繁茂による亀裂確認の見落し。 ・被害発見のための専門知識の現場技術者への教育。 ・ビデオが有効。 ・無線が混信し，連絡がむずかしい。 ・人員不足のため，調査人員は最小限に限定。	・2班で両岸を歩いて巡回。（青森工事） ・被害の概要把握を目的に半日ほどかけた（能代工事）。 ・業者をパトロールに使用した。	・手短かにすます事も必要である。 ・堤防上の草の繁茂による亀裂の見落し。 ・テープレコーダーが有効。 ・業者に無線がないため連絡に苦労した。
緊急措置			・堤防のいたんだ箇所の交通止め。 ・シート張り ・草刈り	・交通止めの標識等が不足。 ・人命に係わる場合，自衛隊の出動も検討すべきである。	・シート，土のうを大量に手配。 ・被害箇所の交通止め。 ・シートをかける。 ・土のう積。	・緊急措置は，お金は二の次にしても対応すべき。
被災調査	・総動員で班を編成	・人員不足。 ・的確な判断を行うリーダーが少ない。	・4人編成の直轄で実施。 ・ボーリング，安定計算はコンサルタント会社へ。 ・女子も現地へ出た（地元で評価された）。 ・水害地形図が役に立った。	・草のため多く見落しが出た。 ・石灰による亀裂調査はあまりよくわからない。 ・写真のとり方のサンプルがあるとよい。	・地震災害緊急調査マニュアル*にて実施。ただし，記入しやすいように改良した（青森工事）。 ・調査班と石灰班を別にしたことが効果的であった。 ・区間ごとに業者を決め，至急出動させ調査させた（青森工事）。 ・主に目視測量により調査した。 ・調査マニュアル*に従って調査するには人員不足。 ・あまり経験のない人にもすぐに理解できる調査マニュアルがほしい。	・写真撮影マニュアルがほしい。 ・草が多く，見落しが出た。草刈りが必要 ・現行調査マニュアル*は，原因調査が主で，復旧工事のための視点での項目が抜けているようだ。

項目＼地震種別	十勝沖地震		宮城県沖地震		日本海中部地震	
	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案
被災調査					・大河川では構造物ごとに調査班を編成するのが理想的である。 ・調査用の資材が不足した。 ・現地調査用図面の整備，距離標の整備が必要。	
復旧優先順位			・工事が簡単かどうか，出水期をこえられるかどうか，影響の大きさetcを検討した。	・マニュアルが必要である。		
応急復旧			・地元業者へ特命発注。 ・発注業者にも精査指示。 ・クラックの入った場所は，地盤漏水を防ぐため，矢板打設，グラウト工実施。 ・土のう張り，目詰めコンクリート打設実施。	・重機搬入路をさがすのに苦労した。 ・重機搬入用道路を砂利で補強したが一部，砂利の量が少なかったため，使用に耐えず，復旧工事が大幅に遅れた。	・業者に説明会を開き，十分復旧工法を周知させた。 ・亀裂に対しては切返し，沈下に対しては土のう積ないしは盛土。	・局からの場所・工法・被害額などの問合せに対し，時間的な余裕が欲しい。 ・調査との優先順位で苦労した。
本復旧	・設計要員を他事務所から応援させ，設計も単純工法に統一させた。		・設計，積算に一部応援を入れた。 ・高さをもとにもどしながら前面を土のうでおさえた。 ・被害の大きい箇所は再築堤とした。 ・コンクリート格子張り護岸あり。	・材料，人手の手配が県内では不十分であった。	・宮城県沖での復旧工法では旧式すぎて大蔵省と協議できないので，工法決定に時間がかかった。 ・原形復旧	・復旧マニュアルが必要。
情報・連絡			・無線使用 ・報道陣が仙台に集中したのがよかった。 ・住民からの通報，苦情も若干あった。	・無線の混信。 ・無線機の使用周波数の検討が必要。	・無線使用	・無線が混信した。 ・情報の一本化が必要。 ・業者へ同一周波数の無線を持たせたい。
広報			・地元の市・町・村長及び地元の防災会議に説明(工事工程を含めて)。			・住民からの電話が非常に多かった（パニック状態)。 ・土研などからの調査は，まとまって来てほしい。
その他				・復旧工事には道路の確保が最も重要 ・事前に重機搬入路を検討しておくことが必要。		・家族の安全の確認が必要。 ・夜間の食事の確保が必要。 ・ガス，水道，仮眠所等に対し，臨機応変に対応できるようにしたい。 ・備品の点検が必要。 ・復旧資料作成のための図面等の確保に時間がかかった。

＊東北地方建設局河川部，河川関係地震災害緊急調査マニュアル(案)　昭和56年3月

表－5・4　既往震害における対応と問題点：道路関係

項目＼地震	十勝沖地震（S43.5.16.AM9:49）		宮城県沖地震（S53.6.12.PM5:14）		日本海中部地震（S58.5.26.PM0:01）	
	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案
事前対策		・災害対策要領はあったが、広範囲の地震に応用出来なかった。		・災害時に対する研修等が必要。 ・切土、盛土法面では立木伐採、除草が是非必要。 ・橋梁台帳の整備や資料の整備が必要		
震後対策の体制		・末端まで指示が徹底せず、空転した。	・局内に地震対策本部設置。 ・工事事務所から各出張所へ応援。	・職員の招集について、その方法を確立しておく必要あり。 ・連絡のつかない職員も出るので、その場合の対応策を教育指導しておく必要あり。 ・専門知識を持つ業者を体制内に位置づける事を検討すべきである。 ・体制に組み込まれていなかった出張所もあったようである。 ・事務所の指示系統を一本化すべきである。	・震災対策支部設置（各工事事務所） ・震災経験者の指揮と指示があった。	・担当者が公務で不在で、巡回者の出動がおくれた。
緊急調査	・パトロールカーによる巡回。 ・徒歩による巡回。	・交通渋滞でパトロールカーによる巡回は時間がかかった。	・緊急パトロール実施。 ・橋梁については繰返し調査を行った。	・道路混雑で全区間走行に8時間も要した例があった。 ・橋梁については専門家に委託すればよい。 ・橋梁点検施設が必要。 ・橋梁点検要領があれば能率的。 ・点検順序をあらかじめ決めておくとよい。 ・出張所では手がまわらない。	・概略の被害の把握を目標とし、半日ほどかけた（能代工事）。 ・道路台帳に被害を記入（能代工事）。	・道路が混んでパトロールができない。 ・震度4程度の地震の場合、業者にパトロールさせる事も考えるべきだ。 ・被災延長が大きいため、細部までなかなか目がとどかない。 ・舗装版下の空洞の確認が困難。 ・被害の見おとしがかなりあった。
緊急措置		・標識、バリケード類不足。	・看板などで走行上の注意を喚起し、危険箇所については片側通行などを行う。 ・特に危険な箇所はバリケードを張る ・地下埋設水道管被害などによる交通止め有り。	・バリケード、標識等が不足した。 ・交通止めの報告はあったが、終了に関する報告がない例もあった。 ・50ccのバイクまでは歩道橋を通すことも考えられる。	・標識、バリケード等の設置 ・片側通行あるいは通行止めの指示。 ・一部迂回処置。 ・当初は業者が独自で処置をした。	
被災調査	・総動員で班を編成	・人員不足 ・的確な判断を行うリーダーが少ない。	・写真撮影も含む調査。 ・橋梁点検車も使用。	・写真の撮り方などのサンプルがあるとよい。 ・橋梁点検要領が必要。 ・橋梁点検車を活用すべきである。 ・橋梁点検施設が必要。 ・橋梁の被災内容の把握がおくれたため、復旧工法の決定がおくれた。	・コンサルタントに依頼（秋田工事）。 ・測量、空洞調査、地盤変状調査等を行った。本復旧のためにボーリング、土質試験等も行った。	・写真撮影マニュアルがほしい。 ・業者を利用すべきだ。

地震 / 種別 / 項目	十勝沖地震		宮城県沖地震		日本海中部地震	
	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案
復旧優先順位					・七号線確保最優先	
応急復旧	・路面段差に山砂・砕石を入れ走行させた。		・段差は常温合材で処理。 ・法面崩落部の排土等を実施。 ・国鉄・高速道が止まり，国道の交通確保のため危険橋梁も仮復旧で通行させた。 ・切れた固定容はアンカーボルトで固定した。	・停電のためアスファルトプラントが稼動できず，加熱合材が使用できなかった。	・被災したコンクリート舗装版撤去，アスファルトで舗装（能代南バイパス） ・パッチング ・地元業者の応援あり。	・機械の入手がむずかしかった。 ・突発的な事故の場合の建設機械の手配について考えておく必要がある。 ・現場に工法を決定しうる技術者が必要。 ・電話不通のため業者への連絡に手間どった。
本復旧	・設計要員を他事務所から応援させ，設計も単純工法に統一。		・設計・積算に一部応援を入れた。	・橋梁の設計に資料がなく，時間を要した。	・マンモスパイプロタンパーによる締固め等による液状化発生防止を考慮した復旧(能代工事)。	・停電，被害によりアスファルト・プラント等の生産停止もありうるので，資材調査を早急に行う必要がある。 ・盛土部の流動により用地杭が移動し，それの復元に手間どった。
情報・連絡		・停電と電話不通のほか，マイクロ回線も自家発電の故障で不通になり，連絡体制に支障となった。 ・警察・報道機関をはじめ，各機関とも当初，未確認情報で動き混乱を生じた。	・無線による交信。 ・警察，消防等からも情報を入手し，これを巡回情報で修正し，道路交通情報センターで調整した。	・道路情報センターから誤報が発せられた。 ・無線使用できず（仙台東国道）。 ・情報の収集窓口を一本化したい。 ・電話が通じない。 ・難聴地域が存在する。 ・他の官庁と調整をはかる。 ・無線車の周波数を切りかえる事を検討したい。 ・本局自家発電の故障でマイクロ回線も制限された。 ・災害現場からの通信不能が目立った ・携帯無線が不足していた。	・無線による交信。 ・マイクロ回線による交信。	・橋梁落下の誤報があり，混乱した。 ・同じ情報が何度も入り，混乱した。 ・情報の窓口を一本化すべきだ。 ・マイクロ回線は有効であったが，携帯無線は不足した。 ・無線は混信した。
広報		・ラジオ，テレビで一般ドライバー向けの情報を流していなかった。 ・一般ドライバーに対応する情報がないため，道路管理者が苦慮した。	・道路交通情報センターが一般ドライバーの問合せに応じた。 ・ラジオ・テレビとも逐次情報を提供し，一般ドライバー及び関係各機関もこれを利用した。	・懸命の復旧作業もＰＲ不足で，一般に評価されなかった。	・報道機関が道路情報センターの情報を常時流した。 ・ラジオが徹底して情報を流した。 ・災害記録を発行し，好評を得た。 ・七号線を確保した事をアピールした。	
その他				・職員の老令化。 ・自家発電の容量が小さい。 ・第三者に与えた被害の補償の措置。 ・夜食の提供。		

表—5・5　既往震害における対応と問題点：下水道関係

項目＼地震	宮城県沖地震（S53.6.12.PM5:14）		日本海中部地震（S58.5.26.PM0:01）		浦河沖地震（上水道）（S57.3.21.AM11:32）	
	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案
事前対策					・地震時配水戦略（優先順位を事前に決定）の立案。 ・仕切り弁を密に配置。 ・復旧しやすい構造の採用。 ・地盤調査に基づいて，より耐震的な管に布設替え。	
震後対策の体制			・市役所内部からの応援あり（能代市） ・仙台市から技術指導あり（秋田市）		・職員が中心で復旧は水道課，応急給水は災害対策本部が対応した。応急給水は，他市町村，自衛隊の応援を要請。	・復旧に際しては，その施設の状況を熟知していなければならないため，復旧工事では，応援が必ずしも有効な戦力とはならない。
緊急調査	・処理場，ポンプ場を主にして，機能面から点検。		・職員が道路面を点検。 ・人孔を中心に調査。	・地震後，まず，どこを点検したらよいのか判断がつかない。 ・調査にタクシーを使ったが，タクシーの確保が困難であった。	・浄水場の機械類点検，配水池点検。	・自家発電装置からの漏電があり得るため，自家発電も停止。
緊急措置	・汚水の処理場，ポンプ場からの溢，河川等への放流。 ・路上の危険箇所にバリケード設置。	・汚水の河川等への放流は，環境汚染の恐れがあり，何らかの対策が必要である。	・ポンプ場から河川へ放流。 ・路上の危険箇所に，バリケード設置 ・被害箇所の交通止め。		・機械類の停止。 ・点検の後，塩素注入を50%増にして，配水池へ送水開始。 ・配水池の流出バルブ閉止。	・テレメータ回線（電々公社）麻痺のため配水池のバルブ閉止・点検は職員が急行して行った。
被害調査	・未供用管は大部分目視点検。 ・供用管については，ガス・水道管の被害の多い部分について，人孔から目視点検。 ・小口径管は，TVカメラで調査。 ・圧送管は，地下水調査を実施。	・圧送管の点検は，きわめて困難で被害の発見もれがいくつかあった。	・職員＋民間企業の体制で行った。 ・TVカメラを活用した。	・地盤の液状化のため，管内の土砂を浚渫しても翌日には再び土砂に埋ってしまう。 ・管が水没又は，閉塞していたりして，TVカメラが通らないことがあった。	・配水区域をブロックに分け，各ブロックごとに送水して漏水箇所を発見。	・漏水調査のために多量の水が必要で，回復地域への供給に支障が出た。
復旧優先順位	・ポンプ場の応急復旧を優先。		・閉塞を伴わない被害は後にまわす。 ・道路も被害を受けている所は，先に復旧。		・病院，消火栓の順で復旧，消火栓は火災のためではなく，応急給水のため。	・復旧優先順位を事前に決定していたため特に問題はなかった。
応急復旧	・ポンプ場を主に応急復旧。		・取付管を中心に応急復旧（＝本復旧）した。		・応急復旧，即ち本復旧	・本来機能（各戸給水）を早期に回復することも第一目標とし，仮配管による応急復旧は行わなかった。

項目＼地震種別	宮城県沖地震		日本海中部地震		浦河沖地震（上水道）	
	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案	対応	問題点及び提案
本復旧	・地震3箇月後から約半年間で完了（仙台市）。		・地震4箇月後から復旧に着手（能代市）。		・本校管，給水管合わせて，約180箇所の被害を約10日間で復旧。	・余震で新たな被害発生。 ・水道の復旧は，夜間に行われることが多いため，職員の健康管理が問題となる。 ・復旧作業に際して，職員の交通事故に気をつかった。 ・他の埋設管を傷つけない配慮が必要。 ・大型機械を使用する際には，交通への配慮が必要。
情報・連絡	・地震直後・本部と処理場・ポンプ場との連絡がつかず職員が急行した。				・水道課長が常に本部にいて全ての情報が集中する体制をとった。	・情報の集中化を図る。
広報			・新聞に道路陥没に関する注意を掲載		・マスコミによる報道には，積極的に協力。	・水道組織・職員のみの対応では，限度がある。 ・住民からの苦情に対して，否定的対応はとらない方がよい。
その他						・地震時には，責任者が落ちついていることが重要。

表－5・6　長野県西部地震の震後対応の特徴及び教訓

項　目	長野県西部地震における震後対応上の特徴	教　　訓
緊急調査	・正午近くまで，震源地がどこか判明しなかった。このため的を絞ったパトロールができなかった。 ・被害集中地区では道路の寸断により，パトロールカーが使用できず，徒歩により調査せざるを得なかった。 ・無線による連絡はパトロールカーまで戻らなければならないため，時間を要した。 ・山間部では，無線の通信不能箇所が多かった。	・自転車，バイクの利用 ・緊急調査におけるヘリコプターの有効性 ・緊急時のヘリの利用体制，利用方法のポイント ・携帯式無線の利用 ・使用不能箇所の事前把握
緊急措置	・村道1号線の啓開，早期確保 ・大岩橋では，地震直後4 t 規制とされたが，荷重車でチェック後，14 t 規制に緩和された。	・代替路線（道路の面的整備）の有効性 ・橋の耐荷力の簡易判定法
応急調査	・道路寸断により被害箇所にすぐ入ることができなかった。	・斜め写真など航空写真による調査方法
応急復旧 優先順位	・二次災害の防止 ・行方不明者の捜索 行方不明者捜索～道路復旧の競合 行方不明者捜索活動のため，三浦ダム放流停止 ・孤立地区の解消	・行方不明者の捜索など他の作業と復旧作業が競合した場合の対応事例の調査整理 ・行方不明者家族との連絡ができない場合の対応
応急復旧	・ベーリー橋を用いた県道の復旧 ・民地を通る迂回路の建設 ・工事用道路，林道，仮橋（木橋）を用いた迂回路の確保 ・埋塞土下流端部に床止工設置 ・埋塞土に閉塞された河道堀削による天然ダムの水位上昇抑止 ・資機材の搬入が陸上からできない→ヘリコプターを利用	・ベーリー橋の有効性 ・部分復旧段階における一般車の通行の取扱い。 ・周辺地区にある資機材の緊急調達
余　震	・余震のうち，規模の大きかったものは， 9月15日　午前7時14分のM6.2及び 10月3日　午前9時12分のM5.5 の2回である。 ・余震による被害の拡大が一部で見られた。	・余震発生及び余震に伴う被害の事例 ・余震は復旧活動及び地域住民の生活に心理的に大きな不安を与えること。
降雨対策	・降雨に伴う出水による河道閉塞土砂の流出防止及び行方不明者捜索活動の便を考慮してダムの放流が停止された。 ・斜面亀裂へのシート張り，変状観測 ・土石流氾濫堆積物上に施工した仮橋（木橋）取付け盛土の一部が地震後の出水（11月15日）により流出した。 ・応急復旧に施工した床止工の一部が地震後の出水(11月15日)により流出した。	・大規模地震時の流水管理の基本的事項の整理 ・大出水時（豪雨等）の対策 ・斜面の簡易な崩壊危険性判定方法
情報連絡	・「せき止め湖が危険だ」「裏山が崩れる」などの誤情報が流れて，一時パニック状態が生じた。 ・山間地の地震であり，住民が各地に散在しているため情報収集に時間がかかった。 ・少数の村役場職員の対応には限度がある。 ・無線が情報の収集・伝達に効果が大きかったが，場所（山の影になる位置）により無線が届かない。また，同一バンド内で多数の交信が入り，混信した。 ・防災行政無線（木曽地方事務所災害対策本部～管内の11町村間）のふくそう。	・二次災害の危険性に対する判定基準 ・被害状況の適切な広報の必要性 ・防災行政無線を日常業務にも利用することの重要性 ・緊急性の高い通話に優先させる方法の検討

表—5・7　長崎水害における災害後の対応および教訓

項　　目	対　　応	教　　訓
震後体制	・災害対策本部設置（長崎国道工事事務所） ・被災後1週間（復旧にやや見通しが立ちはじめた段階）後に，組織の組みかえを行った。	・災害復旧に臨機応変に対応可能な緊急体制の検討
緊急調査	・23日19時40分　第1回(所長，道路管理課長) ・23日22時　第2回(大村出張所長) ・24日0時～2時　第3回(道路管理課長,交通対策係長) ・24日6時～15時　第4回(工務課長他) ・豪雨中であり,調査自体が非常に危険であった。 ・所長が自分の目で確める時間的余裕がない。	・悪天候下における緊急調査方法の検討 ・ヘリコプターの有効利用
緊急措置	・交通止め	
被災調査	・測量さえも困難であった（雨中）。 ・時間との戦い——正確さと時間の二律背反	・簡便でシステム的な調査方法の検討
復旧優先順位	・国道34号の一刻も早い復旧を図る。 ・被災区間の両側より順次復旧（被災区間内に交差する道路なし） ・長崎地方恒例の精霊流し（8月14日夕）に間に合うよう応急復旧したい。 ・応急復旧工事に支障が出ない範囲で地区住民の足の確保を図る。	・地元に恒例の行事がある場合には，復旧期間に暗黙の制約を受ける場合がある。 ・部分復旧すると地区住民から交通関係に関して強い要望が出る。これと応急工事用車輛とのバランスのとりかた。
応急復旧	・技術検討決定委員会(所長，副所長，管理課長，工務課長）により，工法等を迅速に決定 ・被災区域の両側より崩土処理を主体として開始 ・ベーリー橋（建設省九州技術事務所）を使用 ・プレキャストボックスを緊急輸送（福島県いわき市→現地） ・迂回路用地（市有地，民有地の借上げ，及び民家の稼転補償） ・本復旧に支障とならない工法を採用 ・現地調査に専門家の応援を得た。	・行方不明者の捜索活動との関連 ・本復旧工法との関連
本復旧	・将来実施予定の砂防事業の支障とならないよう，本復旧工法を選定 ・「57年度いっぱい，できるだけ早く」を目標に本復旧を実施	・将来計画との調整 ・本復旧目標（復旧期日）のたてかた。

項　　目	対　　応	教　　訓
情報・連絡	・現場との連絡は災害対策の無線を使用した。 ・電話連絡だけでは、連絡者，連絡を受けた者，内容，時期等がわからなくなり，また，正しく内容が理解されたか等もはっきりしない場合があった。	・無線の使用不能箇所の事前把握 ・書面による連絡が有効 ・ファックスの利用
	・関係機関との協議調整を図った。	・特に，初期の意志決定に係わる協議調整が重要である。
広　　報	・復旧にやや見通しが立ちはじめた時期に組織の組みかえを行い，報道関係担当官を設置し，窓口を一元化した。	・開通時期の見通しの打ち出し方
	・報道を重要な広報機能ととらえ，積極的に対応した。 ・復旧に基本的変化が生じた場合には記者クラブで発表した。 ・記者を現地に案内し，災害状況を理解させた。	・懸命の復旧作業を，正当にＰＲすることが重要
通行規制	・被災後の時間によって，規制の目的，内容が変化する。 ×被災直後――被害実態を知らない者，被災箇所を通らないと目的を達しない者を規制 ×部分復旧段階――復旧の済んだ所まで通りたいとする者を規制	・衝動的，暴力的になるドライバー（被災直後の規制）に対する対応 ・地元住民の足の確保と復旧工事との関連
	・国道34号線沿いのマイカーに限り，応急復旧段階で通行許可証(㊙マーク)を発行ただし，どこまでが緊急な用件かの把握が困難→警察に発行を依頼した。 ・有料道路（長崎バイパス）の無料開放 ・通行規制箇所に大きな看板を設置（被災箇所の写真を掲示すると，被災状況を納得させるのに有効）	・通行許可証等の取扱い。
二次災害防止	・降雨による斜面崩壊にそなえて，自動警報装置を設置（直下の住民に通報） ・道路直下で実施されている行方不明者の捜索活動に影響が出ないよう注意した（道路上の崩土の落下防止等）。	・二次災害の実例を調査し，防止対策を具体的に調査する。
地元住民への対応	・現場担当者のヘッドに出張所長及び監督官をあてた。 ・現場担当者が可能な限り，地元に入り，充分意見を聞いたことが高く評価された。	・地元から寄せられた苦情，要望，不安等の調査，整理

1.2.2 震後組織体制の事例

1) 宮城県沖地震における事例

宮城県沖地震発生直後，東北地方建設局ではただちに災害対策本部を設置し，災害に対処した。対策本部は「東北地方建設局・宮城県沖地震対策本部要綱」に基づき運営されたが，この要領には組織，指揮系統の他，本部（地方建設局），支部（事務所）の業務分担も規定されている。以下に業務分担を示す。

① 本部の業務
- 道路の通行規制に関する業務
- 防災対策及び災害応急措置に関する業務
- 災害発生時における災害復旧業務
- 住民に対する情報連絡活動
- その他，災害対策業務の総括及び本部長が特に定める業務

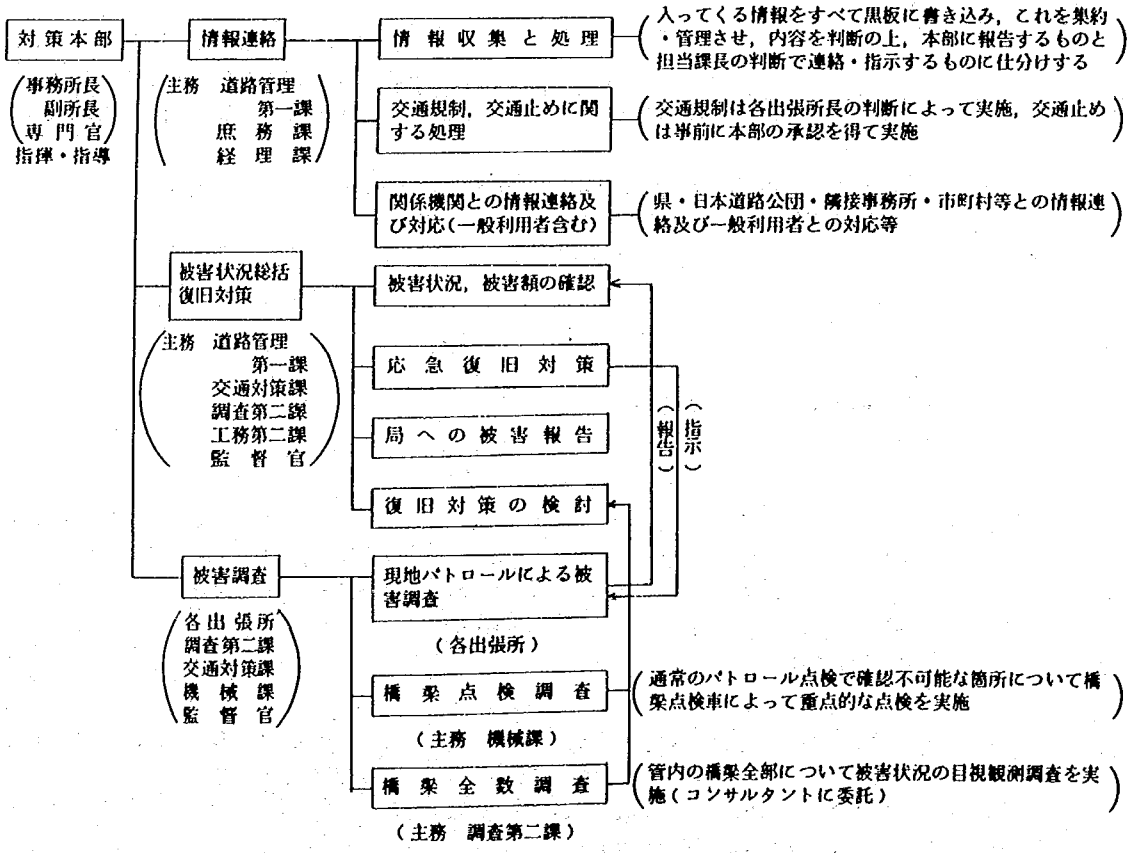
② 支部の業務
- 災害状況等の調査及び本部長への報告
- 諸規定，諸要領に基づく本部長への報告
- 本部の業務で定めた業務
- 本部長から指令を受けた業務及びその報告
- その他，支部長（事務所長）が特に定めた業務

図—5・1～5・3に宮城県沖地震の際の各工事事務所の緊急組織体制を示す。なお，同図には，慣用的に対策本部という名称が用いられているが，上記要領に従えば，支部ということになる。河川，道路両施設とも，情報連絡，復旧対策，被害調査に大別され，各々さらに細かい分担に分けられている。

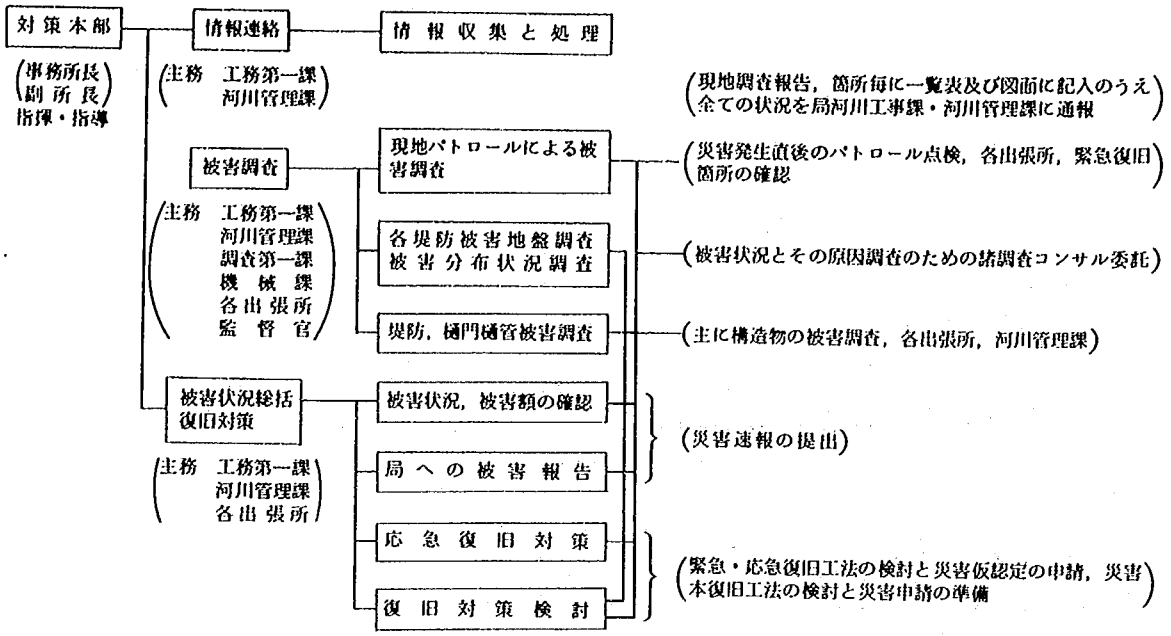
図—5・3に北上川下流工事事務所の緊急組織体制を示したが，この組織とは別に，災害発生報告書の作成，現地調査，緊急復旧の設計・積算等を行うことを目的として，事務所内に災害対策室が，地震発生後約1週間たった6月20日に設置され，7月19日に解散した。災害対策室は，出張長を含む事務所職員13名，本局から7名，他の工事事務所から8名の計28名で構成され，復旧を進める上で非常に有効に機能したと言われている。同対策室の構成を表—5・8に示す。

2) 長崎水害における事例

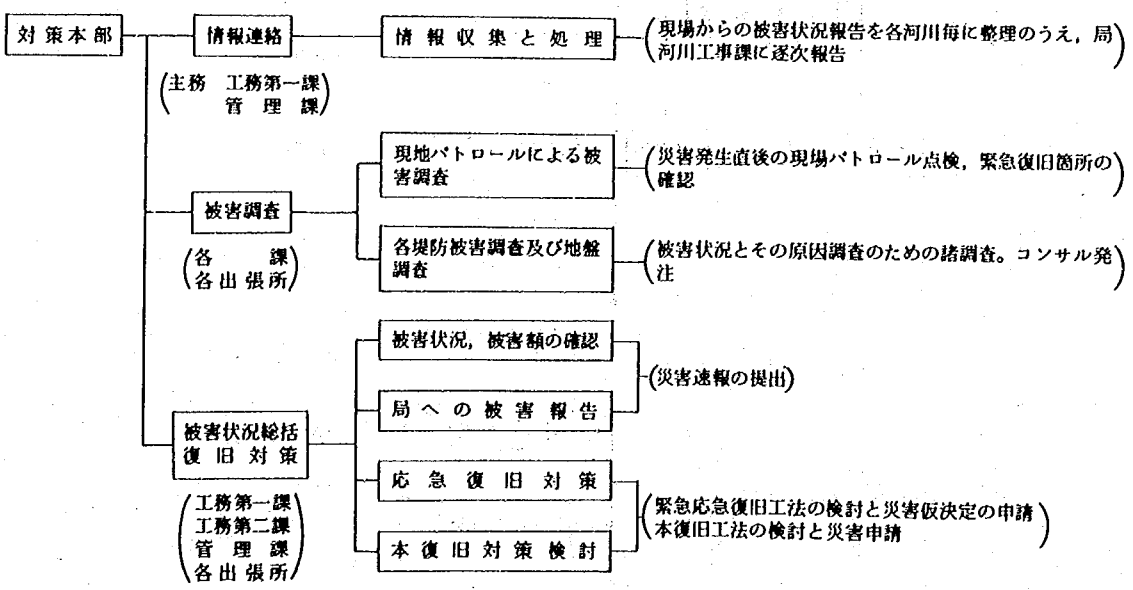
図—5・4は長崎工事事務所における災害後の組織体制の事例を示したものである。本事例においては，災害発生後，7日目の7月30日をもって組織の組み変



図—5・1 仙台工事事務所内緊急組織体制（道路関係）



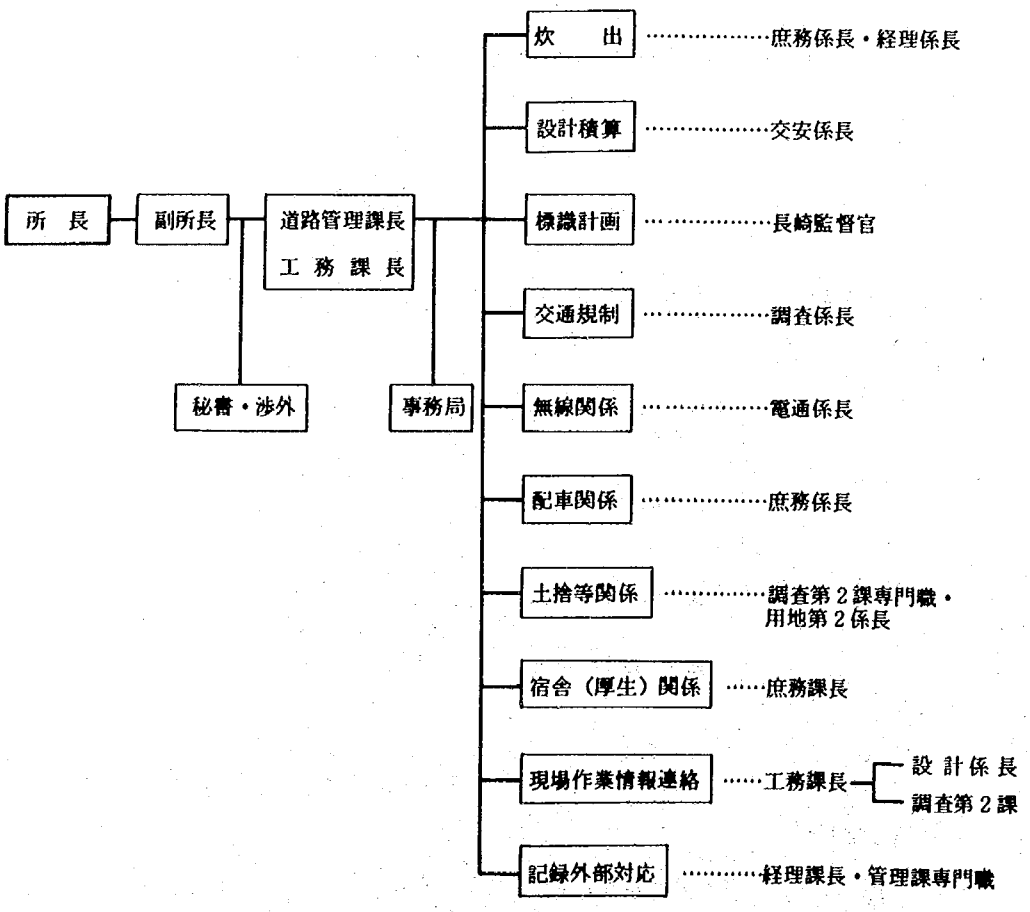
図—5・2　仙台工事事務所内緊急組織体制（河川関係）



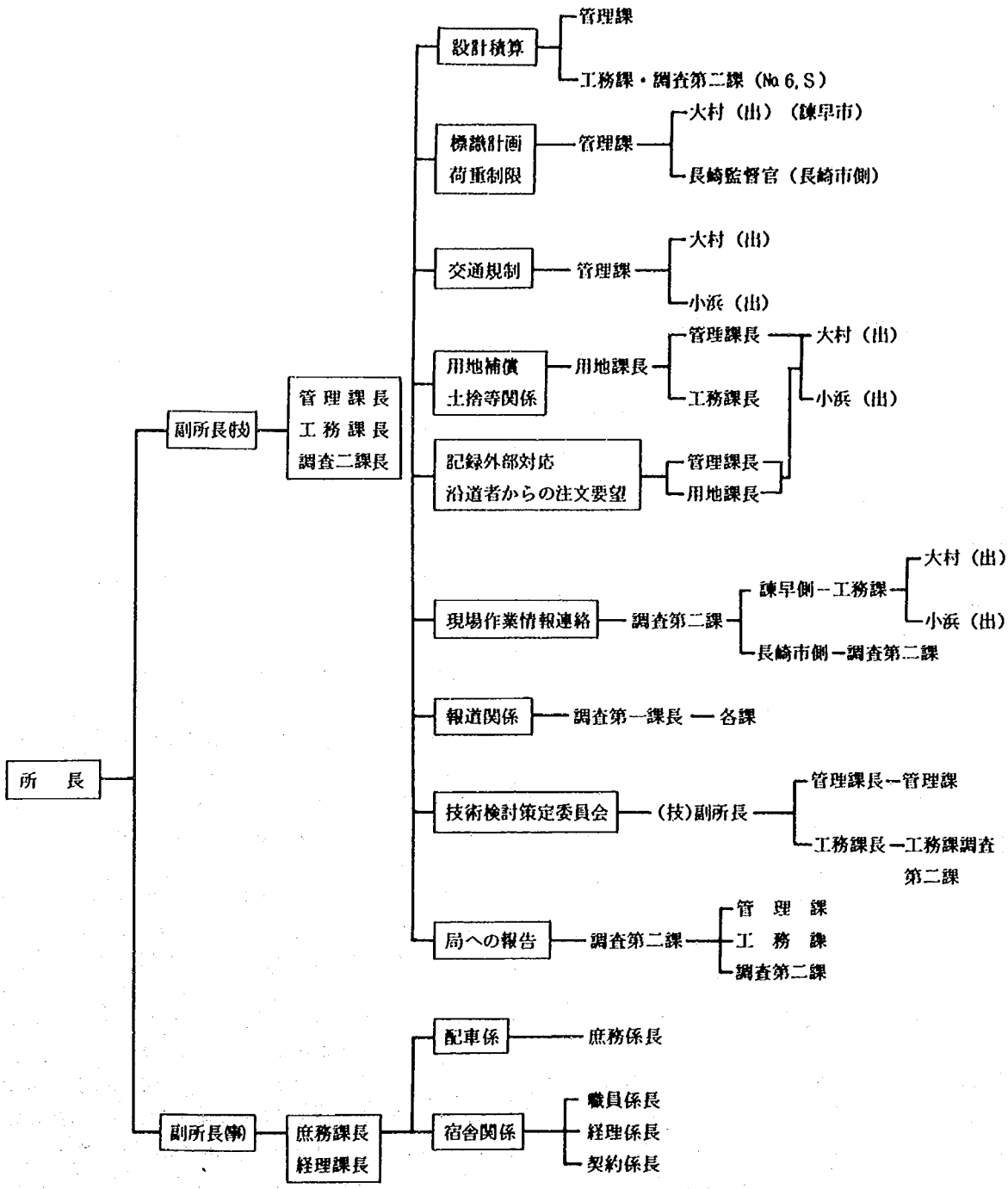
図—5・3　北上川下流工事事務所内緊急組織体制

表—5・8　北上川下流工事事務所災害対策室の構成

災害対策室構成職員の所属（計28名）			
北上川下流工事事務所		本　局	他の工事事務所
事務所長	北上大堰出張所長	河川工事課補佐	三春ダム工事調査設計課長
副所長（技術）	〃　係長	〃　係長	〃　課員
工務第二課課長	〃　主任	〃　課員（2名）	青森工事工務第一課員
〃　係長	飯野川出張所管理係長	河川管理課係長	岩手工事建設専門官
〃　主任	米谷出張所主任	河川計画課員	赤川ダム調査事務所調査設計課員（2名）
〃　課員（3名）		技術管理課長	阿仁川ダム調査事務所調査設計課員（2名）
（事務所　8名 出張所　5名）　計　13　名		計　7　名	計　8　名



図—5・4(1)　長崎工事災害対策本部組織表（7月26日～7月29日）



図―5・4(2)　長崎工事災害対策本部組織表（7月30日～）

えが行われており，よりきめ細かいものとなっている。

1.2.3 震後の各種対応経過の事例

表－5・9～表－5・11は地震発生後の，建設省地方建設局，工事事務所の対応状況を時間経過に沿ってまとめたものである。表－5・9，表－5・10は，各々，宮城県沖地震における東北地方建設局，北上川下流工事事務所の対応状況，表－5・11は日本海中部地震における能代工事事務所の対応状況である。地方建設局と工事事務所とでは，地震発生後の対応が異なることがわかる。

1.3 上空からの被災調査

1.3.1 斜め写真（長野県西部地震における適用例）

斜め写真の特色，適用性及び斜め写真による調査の方法一般については，第1編「5.3 航空写真等による調査」で述べられている。ここでは，昭和59年9月の長野県西部地震で発生した斜面崩壊のうち松越地区の崩壊地調査における斜め写真の活用事例を紹介する。

表－5・9 東北地方建設局の対応（宮城県沖地震）

月 日	時 間	対 応
6. 12	17：14	地震発生 地建地震対策本部設置（被災状況本省へ報告）
6. 13	8：30 15：00 19：00	局幹部会議（情勢協議） 宮城県防災会議 地建対策本部会議（緊急対策打合せ）
6. 14	18：00	地建対策本部会議（情勢報告）
6. 15		緊急応急復旧37箇所，816，600千円本省提出 緊急応急復旧工事開始
6. 16		緊急応急復旧第1回大蔵省打合せ（河川）
6. 19		道路関係本省説明
6. 20		管内災害応援職員派遣 緊急応急復旧第2回大蔵省打合せ（河川）
6. 21		緊急応急復旧第3回大蔵省打合せ（河川）
6. 22		道路関係者本省説明
6. 30		緊急応急復旧34箇所中27箇所完了 宮城県防災会議
7. 13		緊急応急復旧完了
7. 14		地建対策本部解散

1) 斜め写真の撮影条件

松越地区の崩壊地の立体視可能な斜め写真を写真－5・1に示す。この斜め写真は，判読のみならず測定，図化までを目的としているので，航空カメラ用防震架台つきのヘリコプターに搭載された航空カメラにより撮影されたものである。主な撮影条件を以下に列記する。

- 天候：快晴
- ヘリコプター：ベル206Bジェットレンジャー
- カメラ：RC－8（焦点距離 f＝210㎜）
- フィルム：EK カラー2445
- 撮影高度：350m
- 撮影俯角：45°
- 撮影縮尺：約1/2,000
- オーバーラップ率：60％

2) 斜め写真からの判読

写真－5・1からの崩壊地の判読図を図－5・5に示す。崩壊地の地形，地質の判読結果は以下のとおりである。

崩壊は段丘面を深くえぐるように発生し，その平面形態としては2箇所の明瞭な馬蹄形の滑落崖が連続して観察される（図－5・5のA及びBの部分）。これらの崩壊ブロックA，Bを分割する小尾根Cが存在する。また，Aブロックの左側にはAブロックの崩壊より崩壊深の浅いブロックDも観察される。基盤の走向傾斜はD，Eで観察され，比較的フラットな面が基盤であると判読され，その走向はN－S方向を示し，傾斜はE方向で全体的に流れ盤の斜面であると考えられる。滑落崖はほぼ垂直で断片的に層状構造がみられ，上位層の堆積物は段丘礫層である可能性が強い。また，段丘面より上位の比高70m付近には御岳火山熔岩の柱状節理の発達した壁岩が連続してみられ，これらの崩落物質が段丘面上に堆積し，薄い崖錐層を形成している。崩壊地内部に残積する崩土は凹地状を呈する部分（G，H，I，J）に散在し，それらは全体に角礫状の岩塊を主体としており，ガリー発達状況，押し出し部の流動形態からみてマトリックスは泥質である可能性が強いと考えられる。また，CやFの小尾根は基盤の一部であると想定され，それらの間に谷地形が認められることから基盤の元地形は非常に不連続であったものと推定される。

表—5・10　北上川下流工事事務所の対応（宮城県沖地震）

月　日	時　間	状　　況	対　　応
6．12	17：14	地　震　発　生	・事務所長より全職員に登庁命令 ・事務所長室にて対策会議（各課長） ・各出張所へ被害調査の指示
	17：21	津 波 警 報 発 令	・河口部担当出張所に水閘門の操作指示
	18：00		・応援班（副所長・工務第二課長・調査課長）を編成，津波で混乱が予測される出張所へ出発 ・対策本部（事務所長・副所長・各課長等）で情報収集及び連絡
	20：30	津 波 警 報 解 除	
	21：00		・調査打ち切り ・収集情報検討
6．13	1：00		・連絡用員５名を残し，一応解散
	5：00		・出張所へ応援（６班18名）調査開始
	11：00		・緊急応急復旧工法検討及び積算開始
	12：00		・出張所より調査結果報告 ・本局へ被害報告
	13：00		・緊急復旧工事を業者へ指示，スタート
	22：00		・災害復旧費の第１報を局へ連絡
6．14	11：00		・本局での復旧工法検討へ出発（事務所６名，出張所８名） ・本局にて工法検討，図面作成，積算，調書作成，被災写真整理等開始
6．15	3：00		・第２報作業終了
6．16			・復旧工事着手（特命随意契約）
6．17			・6.18(日)の全員出勤（女子を含む）決定
6．20			・災害対策室設置（本局，各出張所の派遣者を含み計28名） 災害発生報告書，現地調査・緊急復旧の設計・積算，監督等
7．4 〜 7．7		本省よりの現地調査	・本省の現地調査に基づいて決定申請書作成
7．17			・作成した決定申請書を本局へ提出
7．19			・作成した決定申請書を本省へ提出 ・災害対策室開散

表－5・11 能代工事事務所の対応（日本海中部地震）

月 日	時 間	状 況	対 応
5. 26	12：01	地震発生（震度5）	・パトロール開始（車2台）
	12：04		・各出張所へパトロール指示（所長，副所長）
	12：05		・(国*)維持業者へパトロール協力を依頼 ・(二**)パトロール開始（2名）
	12：14	大津波警報発令	
	12：16		・局より水閘門を閉めるよう指示
	12：20		・警察より道路交通止めの情報第1報入る ・庁内放送にて津波に対する避難命令
	12：30		・地震災害対策本部を副所長室に設置
	12：35	大津波構内へ浸入	・7号能代南ＢＰ浅内地区道路面陥没，隆起のため交通止め（12：20業者自主的に実施）の情報入る。課長現地確認（13：30）
	13：10		・7号能代ＢＰ，能代二線橋，桧山新橋取付部路面30～50cm陥没，確認，徐行通行可
	13：40 〜 14：00		・被害の大要把握
	14：50		・(国)事務所からの応援班調査開始
	15：00		・関係機関（報道関係・消防・警察等）へ通報
	17：00		・(国)パトロールにより構造物無被害確認
	18：30		・7号能代ＢＰ，能代二線橋，桧山新橋その後段差摺付完了
	19：00		・関係機関へ道路情報通報
	19：40		・幹部全員で対策検討（27日1時まで）
	20：00		・(二)パトロール終了，事務所にて検討会
	20：58	大津波警報解除	
	22：00		・鹿渡地区片側開通（23：00全面開通）
5. 27	2：05		・能代南ＢＰ，片側開通（4：00全面開通）
	4：30		・関係機関へ道路情報通報
		・政府調査団 現地災害調査 ・建設大臣他 現地災害調査	・(二)4班で調査開始
5. 28		・能代市に災害救助法適用	
5. 30		・参議院災害対策特別委員会調査団現地災害調査	

＊ 能代国道維持出張所　＊＊二ツ井出張所

3) 斜め写真からの図化

写真－5・1を用いて図化を実施した。写真－5・1の斜め写真には標定点が写っていないので，縮尺1/5,000及び1/10,000の垂直写真を用いて空中三角測量を行い斜め写真の標定に役立てた。垂直写真の基準点は国家基準点を机上選定し，斜め写真用の補助基準点を同時に選定観測して座標値を求め，斜め写真の標定を行った。空中三角測量及び斜め写真の図化に用いた機器は以下のとおりである。

・空中三角測量：移写器，ステコメーター，電子計算機　ACOS－350

・図化：解析図化機　アビリオット　AC－1

写真－5・1　松越地区の崩壊地の立体斜め写真

図－5・5　斜め写真からの判読図

・計測：電子計算機　ACOS—350

斜め写真からの図化図面は，平面図，正対図，立面図の３種類を作成した（いずれも縮尺1/500）。

図—５・６は平面図であり，等高線の間隔は１mごとである。参考のために縮尺1/4,000の垂直写真から図化した平面図を図—５・７に示す。垂直写真からの図化図面と比較すると斜め写真からの図化図面は，全体に微地形が良く表現されており，特に急斜面部ではその傾向が一層顕著で崩落部の詳細な状況が非常に明瞭に分かる。

図—５・８は正対面であり，等高線間隔は１mごとである。正対図は崩壊地にほぼ正対した面から見た状況を表現した図面で，崩壊地内の凹凸状況，滑落部におけるガリー状の侵食部の状況及び硬質の基盤岩がネックとして凸状に残っている状況が平面図に比べかなり明瞭に表現されており，崩壊地内部の微地形が平面図とは違った角度から読みとれる。

図—５・９は立面図であり，等高線の間隔は５mごとである。立面図は崩壊を水平方向から見た状況を表現した図面で，特に崩壊地の横断形状が明瞭に表現されており，他の図面と併用することにより地層構造，基盤岩などの位置が直接的に読み取れ３次元的な形状がより一層理解出来る。崩壊地の頭部にあった県道の流出跡の縦断形状などはほぼ垂直に近い急斜面部であり，通常の垂直空中写真では判読，計測，図化が非常に困難であり，かつ精度が悪くなる。また，現地での実測は作業の安全上実施困難であることも考えると崩壊地の斜め写真による判読，計測，図化は非常に有効な手段であると言える。

4)　図化・測定精度などの検討

写真測量の精度は，基準点の測量精度によって決定されると一般的に言われているが，今回の調査では災害後緊急に撮影を行った斜め写真を使用して図化，計測を行っているため，通常の精密図化を行う際に設置する対空標識及びそれに伴う実測による基準点測量などは実施していない。また，災害時における緊急の計測，図化の場合には今後も同様な方法によらざるを得ない場合も多い。したがって，今回の斜め写真測量の精度については，上記の点を考慮して検討を加えた。

災害後短時間で災害地内の精度の良い図面を作成することが目的であることを考慮すると，補助基準点を設けるための小縮尺垂直写真の空中三角測量において，平面位置については縮尺的に大きな誤差が無く，標高については全体で大きな傾きが無ければ基準点との誤差は，特に問題にする必要は無いと考えられる。

垂直写真（1/5,000，1/10,000）による空中三角測量の残差の検討の結果，全体的な精度をみる標準偏差の値としては0.002196が得られた。即ち，測地座標系では，1,000mで約2.2mの誤差が生じたことになる。また，斜め写真の標定の残差を検討した結果では，測地座標系で位置の誤差がX軸方向で69.0cm，Y軸方向で33.9cm，高さの誤差が47.7cmであった。しかし，これらの結果はいずれも測地座標系に対する言わば絶対誤差とも呼ぶべきものであり，前述した通り今回のような調査の場合，あくまでも調査地域内及びその近隣地域での精度，即ち相対精度が最も重要な問題となってくる。

相対誤差にはカメラの収差，写真縮尺，コンパレータでの座標測定精度などが影響するが，大部分は写真縮尺によって決定されると言っても過言ではない。今回の場合，被写体が明確に捕えられた急崖部に対する障害がほとんど無い斜め写真を使用したこと及び大縮尺（主点付近の写真縮尺1/2000）の写真を用いたことにより，位置及び高さの誤差はいずれも10cm未満であり，絶対誤差よりはるかに小さく，構造物の概略設計や崩壊地の詳細な調査などに使用する図面としては充分な精度を持っていると言える。

5)　斜め写真の利点及び利用上の要点

上記のことをまとめると斜め写真の利点及び利用上の要点は以下のようになる。

a)大縮尺の斜め写真を用いることにより崩壊地(特に急傾斜部）の判読が詳細に実施出来る。

b）斜め写真から図化した平面図では，特に急斜面部の微地形が良く表現される。

c）平面図，立面図，正対図のそれぞれの図面は目的を明確にして使用すれば，崩壊地の３次元的な形状が良く理解できかつ解析にも有効である。

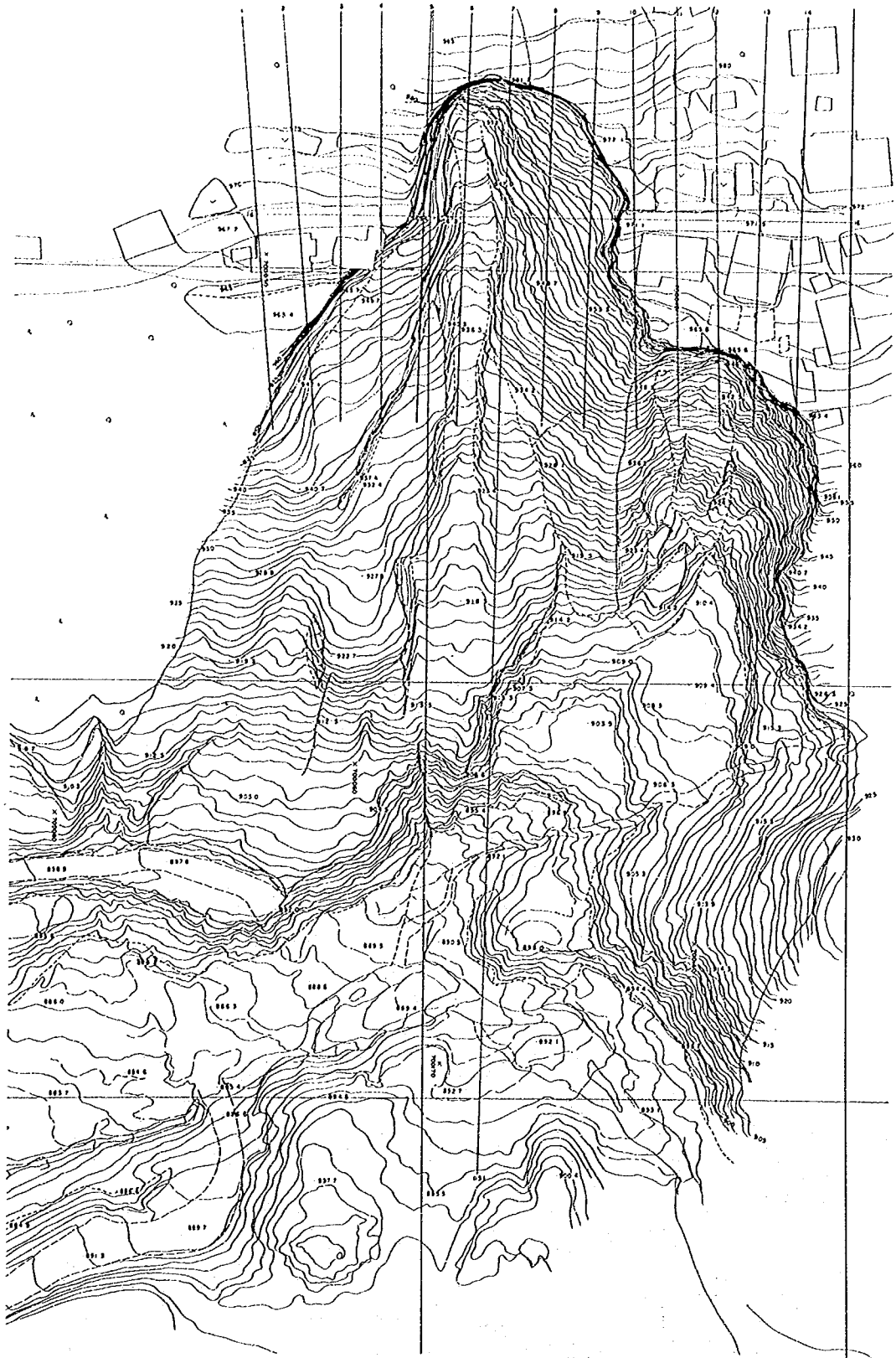
d）急勾配の崩壊地においては，垂直写真や現地での実測が困難であることを考慮すると斜め写真による図化は，時間的にも精度的にも非常に有効な手段であると言うことが出来る。

e）大縮尺斜め写真の測定における相対誤差は小さいが，基準点測量を実施しない場合測地座標系に対する誤差は大きいので本復旧工事などに用いる時には，その点を考慮して崩壊地隣接部において基準点測量を実施する方が良い。

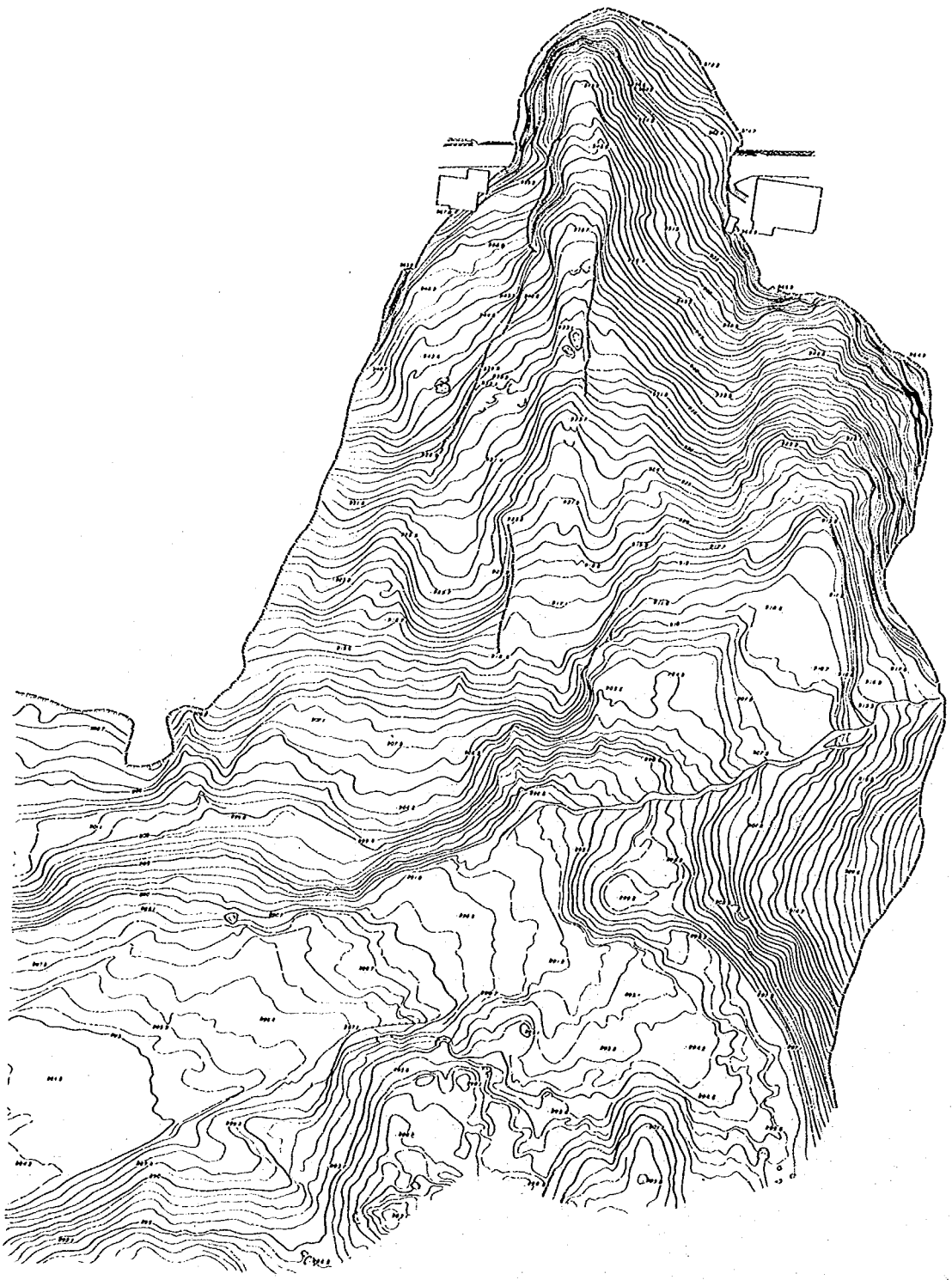
1.3.2　ヘリコプターによる被災調査(ビデオによる被害調査事例)

1)　概　要

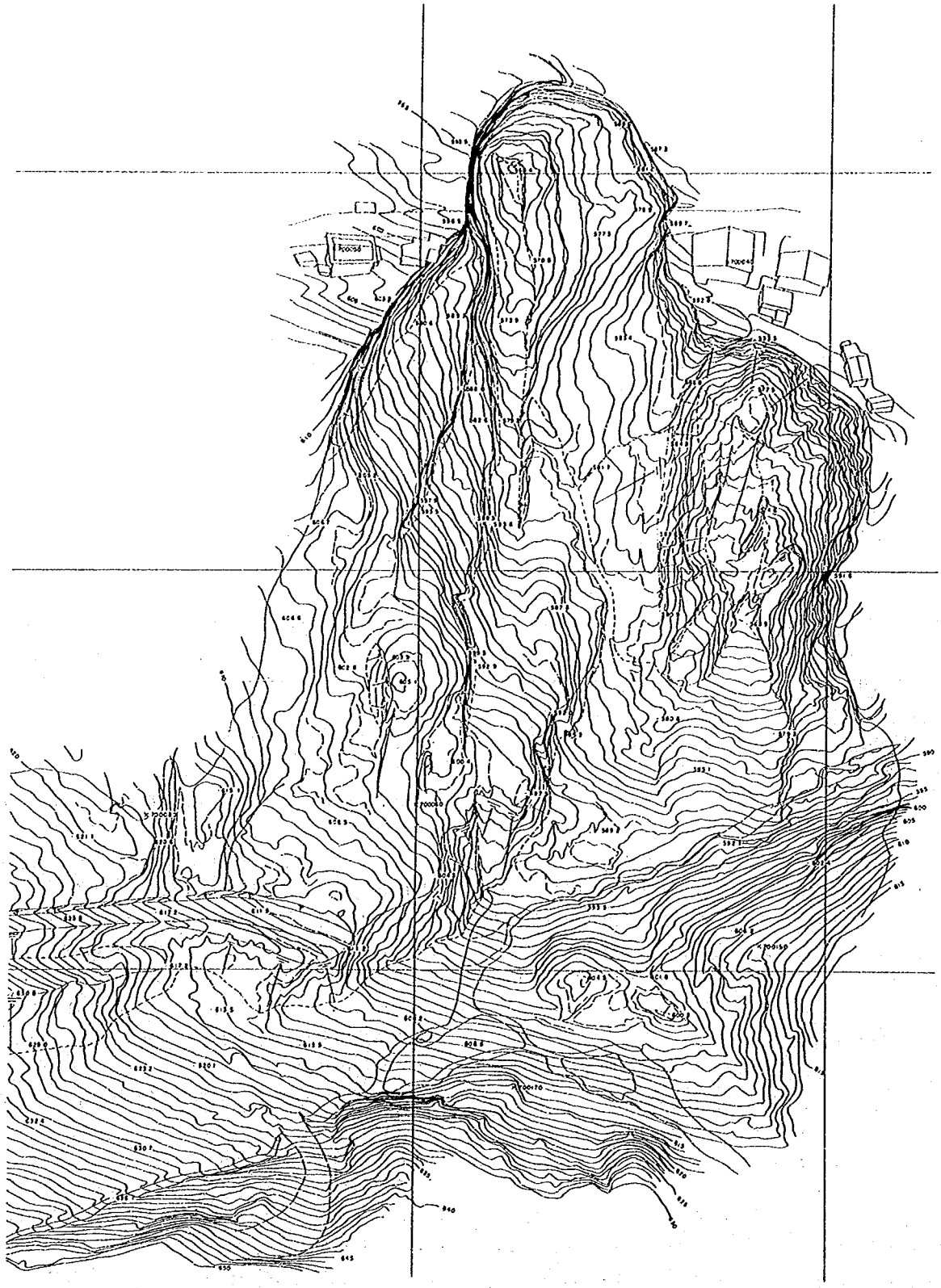
ヘリコプターは狭い面積で離発着ができること，旋



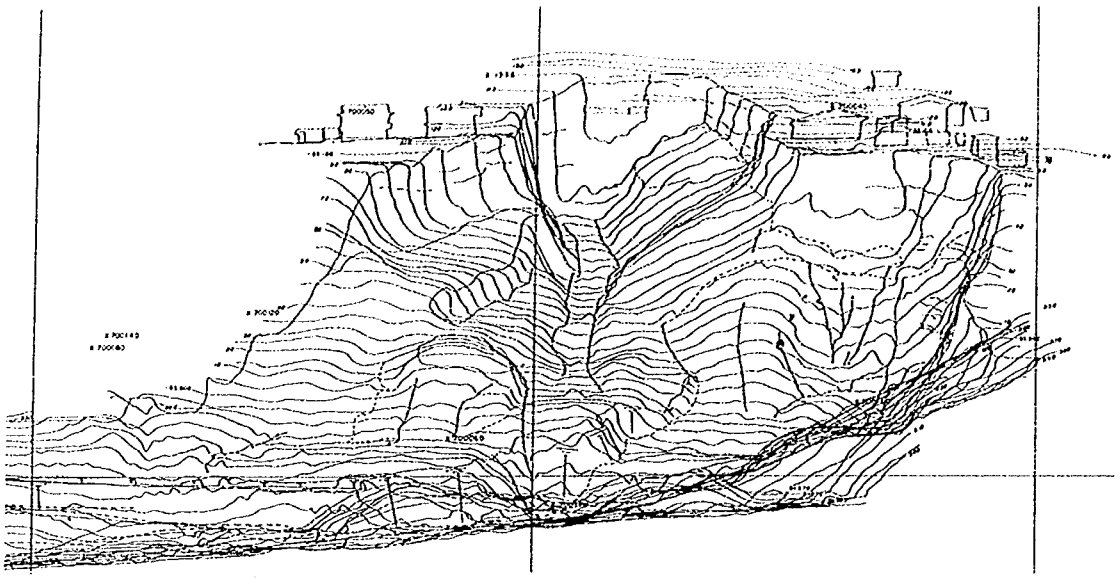
図—5・6　斜め写真から図化した平面図



図—5・7　垂直写真から図化した平面図



図—5・8　斜め写真から図化した正対図



図—5・9　斜め写真から図化した立面図

回，飛行速度（低速・ホバーリング），高度（低高度保持）などの点において機動的な能力を有していることから，震災直後の被災調査には最適なものである。ヘリコプターを用いた被災調査は，目視，カメラ撮影及びビデオ撮影により実施することができる。震災時におけるヘリコプターからのビデオ撮影による効果及び問題点を把握するため昭和60年8月，関東地方建設局により試験調査が実施されているので，以下にその事例を示す。

2)　撮影方法

a）使用機材

使用したヘリコプターは乗客4人乗り（前1人，後3人）のものであり，ビデオカメラを後部座席の窓側に設置して斜め撮影を行っている。使用したビデオカメラは業務用であり，家庭用に比べて解像度等の点ですぐれており，レンズ焦点距離9m/m～117m/mZアップである。

b）沿道被害調査

本調査は道路沿道地域の被災状況の把握を目的とした調査であり，次の条件で実施した。

・高度　300m　　・速度　108km/h

・レンズ　40m/m

c）橋梁被害調査

本調査は，ヘリコプターが局所的な被災状況をどの程度把握できるかを知るため，橋脚に亀裂・はく離の模擬被害図を貼付して，次の条件で調査を行った。

・高度　150m

・速度　20～30km/h（ホバーリング）

・レンズ　9～117m/m

d）路面被害調査

本調査は，路面の被害状況及び交通障害の程度の把握を目的とした調査であり，次の条件で実施した。

・高度　200～300m　　・速度　100km/h

・レンズ　115m/m

3)　被災調査の結果及び課題

a）被災調査の結果

沿道被害調査においては，今回実施した条件によるヘリコプターからのビデオ撮影により，被害状況を把握できることが判った。写真—5・2は沿道被害調査を目的としてビデオ撮影した画面の一例である。

橋梁被害調査では，橋脚にはく離が生じているような被害状況を把握することができた。写真—5・3はビデオ撮影した橋脚被害の状況である。

路面被害調査においては，数センチ程度の大きな路面亀裂や欠壊等を判読できることが判った。

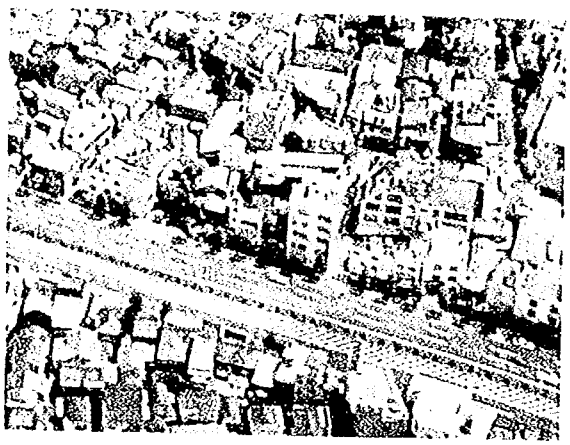
b）今後の課題

今回のビデオ撮影による被災調査の結果，得られた課題は次のとおりである。

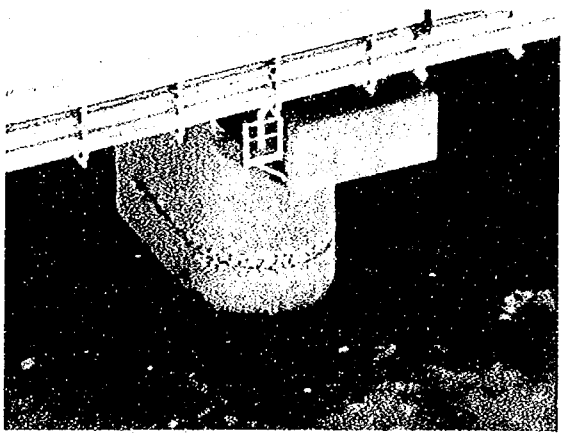
i）撮影場所の特定が難しい

撮影場所を特定することは難しく，これは搭乗しているオペレーターにおいても同様である。このため次のような対策を実施しておくのがよい。

①　あらかじめ撮影計画を検討して，飛行コース及びカメラアングルを定めておく。



写真－5・2　ヘリコプターからのビデオ撮影による沿道被害調査画面



写真－5・3　ヘリコプターからのビデオ撮影による橋梁被害調査画面

② 緊急時にそなえて，専門ナビゲーターを育成しておく。

③ 航空機にポジショニングシステムを搭載する。

④ 地理に詳しい職員を搭乗させ，適宜場所を指示するとともに，ビデオに音声で場所を記録する。

ii）ヘリコプターの機体振動の問題

ビデオ画面は，ヘリコプターの機体振動により，ぶれて撮影される。これは，橋梁被害や路面被害調査のように，大きくズームアップして撮影した時程著しい。最近では，見やすい画面を取得できるよう「特殊な防振架台」が開発されているので，これを使用するのがよい。

iii）カメラアングルについて

ビデオ撮影は斜め写真となるため，路面被害調査においては，沿道の建物の陰になって調査不能箇所が生じる場合がある。また，ビデオの影像から各種計測・計量を行う場合には，適切な高度から垂直アングルで撮影するのが望ましい。

参考文献

1) (財)国土開発技術研究センター：昭和58年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和59年3月
2) (財)国土開発技術研究センター：昭和59年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和60年3月
3) (財)国土開発技術研究センター：昭和60年度震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和61年3月
4) 建設省土木研究所：1978年宮城県沖地震災害調査報告，土木研究所報告　第159号，昭和58年3月
5) 建設省土木研究所：1983年日本海中部地震災害調査報告，土木研究所報告　第165号，昭和60年3月
6) 建設省東北地方建設局仙台工事事務所：宮城県沖地震体験速報，昭和53年6月
7) 建設省東北地方建設局：1978年宮城県沖地震災害報告書，昭和54年11月
8) 三崎安則：東北地方の既往地震との対応，道路セミナー，昭和58年9月
9) 建設省東北地方建設局企画部：日本海中部地震を顧みて（前・後編），建設月報とうほく，昭和58年10月，11月
10) 建設省土木研究所：長野県西部地震による被害及び震後体制の概要，土木研究所資料第2159号，昭和59年12月
11) 建設省土木研究所：昭和57年7月長崎水害における道路の被害および復旧体制，土木研究所資料，第2157号，昭和59年2月
12) 建設省国土地理院：斜め写真等による被災調査法，国土地理院技術資料　No.139，昭和60年3月
13) 建設産業調査会：最新建設防災ハンドブック，昭和58年7月
14) 防災情報システム研究会（建設省）：防災情報システム報告書，昭和61年3月

2. 河川・海岸・砂防施設編に関する復旧事例

2.1 河川施設における震後対応例

—日本海中部地震における岩木川の対応—

1) 被害の概要

日本海中部地震は1983年5月26日12時00分頃，秋田県沖を震源地とするマグニチュード7.7の地震である。震度は秋田・むつ・深浦で震度Ⅴ，青森・八戸・盛岡・酒田等で震度Ⅳであった。河川施設の被害は岩木川・米代川・雄物川・八郎潟等で顕著であり，このうち岩木川は直轄河川の中では最も被害が大きかったところである。

岩木川は，岩木山に源を発し，津軽平野を北流し，十三湖を経て，日本海に注ぐ河川である。地震では堤防延長115.3kmに対し，29箇所，延長5,838mの被害があり，その被害額は19億6千万円に及んだ。被害は堤防の縦横断亀裂，沈下が主なものであった。それらの被害のほとんどは河口から20kmまでの下流部であり，特に旧河道部に築堤している箇所の被害が多かった。図—5・10に堤防の被害地点を示す。

被害状況，復旧状況の一般的な事例として富萢第一築堤について2.2.1 1)に示すので個別の箇所の参考とされたい。

2) 緊急調査

岩木川を管理する建設省青森工事事務所五所川原出張所では，地震発生直後の12：00ごろから緊急調査に出動した。緊急調査では野帳を使用し，大きな被害箇所において，被害位置及び被害程度の確認を行った。事務所では現場からの報告により被害が甚大であると判明したため，事務所からも職員を派遣し調査にあたらせた。これらの作業は21：00ごろまで行われ，その結果を被害報告及び翌日からの応急調査の資料とした。

3) 応急調査

応急調査は，地震発生翌日の27日朝から開始した。調査にあたって，4名程度を1班とし13班を作成した。担当区間は各班の作業量が均等になるように設定した。ちなみに，下流部での担当区間は1班あたり8～11kmであった。

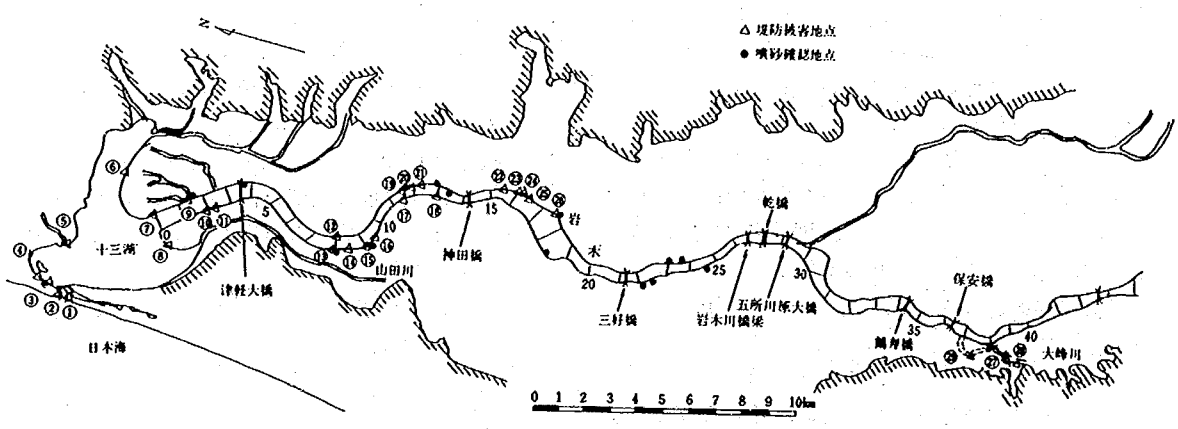
調査の方法はローラー作戦と呼ばれる方法で実施した。これは堤防の天端に責任者1名を配置し，指揮，記録にあたらせ，その他の人をのり面・高水敷に配置し，一斉に調査するものである。この調査では東北地建で作成した河川関係地震災害緊急マニュアル（案）に添付されている調査票を事務所で独自に改良・簡略化して使用した。なお，位置の確認には1/2,500の平面図を用いている。

応急調査時の問題点としては，堤防のり面・高水敷の除草が済んでいないために，調査に影響を与えたこと，写真撮影にあたって災害申請に使用できないもの（位置の記し方で距離をkmで表示しなければいけないところをNo.で表示してしまったようなこと）が多数あった。

応急調査後に調査とは別の班で亀裂部分への石灰の投入，ビニールシート張りが被害の保存のために実施された。これに用いたビニールシートは反復使用に耐えられるため，事務所の水防資材を使用した。

4) 本復旧調査

岩木川では被災機構の解明のため，表—5・12に示すような内容及び方法の調査を実施した。これらの調査は被害の著しかった富萢地区，豊富地区で実施された。



図—5・10 岩木川における河川堤防の被害地点

表－5・12　岩木川で実施された本復旧のための調査

調査内容	調査項目	調査及び試験方法	調査及び試験目的
堤体及び地盤内の破壊程度	開削調査	クラックの発達状態の観察	どの程度地盤内に破壊が生じたかの確認
堤体履歴の把握	開削調査	堤体材料の観察	堤体材料と何回程度施工されたかの確認
堤体の土質特性の把握	開削調査	サンプリング	室内土質試験に供するため
	サウンディング	ダッチコーン	強度特性の把握（地表より連続した状態で把握可能）
	ボーリング調査	標準貫入試験	強度特性の把握（地表より連続した状態で把握可能）及び地層の確認
	室内土質試験	物理試験	物理的性質の把握
		三軸及び一軸圧縮試験	力学物性の把握
		動的変形試験	広範囲な歪領域での動的変形特性の把握
基礎地盤の土質特性の把握	サウンディング	ダッチコーン	強度特性の把握（地表より連続した状態で把握可能）
	ボーリング調査	標準貫入試験	強度特性の把握（地表より連続した状態で把握可能）及び地層の確認
		サンプリング	地層状況を把握するとともに，室内土質試験に供するため
		ＰＳ検層	微小歪領域での動的変形特性の把握
	室内土質試験	物理試験	物理的性質の把握
		三軸及び一軸圧縮試験	力学特性の把握
		液状化強度試験	液状化強度の把握
		動的変形試験	広範囲な歪領域での動的変形特性の把握

5) 復旧状況

応急復旧及び本復旧についてここでは岩木川全体の復旧の基本的な考え方を述べる。

復旧にあたっては，被害の形態を縦断亀裂，横断亀裂，沈下，護岸亀裂に分類し，それに応じて表－5・13のような復旧工法をとっている。復旧工事は昭和59年12月までに完了した。

2.2 河川施設に関する復旧事例

2.2.1 河川堤防・護岸に関する復旧事例

1) 一般的な堤防被害の復旧事例

岩木川富萢第一築堤（日本海中部地震（1983.5.26））

a）被害状況

当該箇所は十三湖に注ぐ河口から1.8kmの左岸側の早川を締切った箇所にあたっており，延長175mにわたり，堤防天端の沈下，縦横断亀裂が発生した。最大沈下量は45cm，最大縦断亀裂幅は25cm，最大横断亀裂幅は10cmであった。また，堤防周辺の堤内地，堤外地ともに噴砂がみられた。

b）応急復旧

応急復旧は「2.1 河川施設における震後対応事例」に述べられているように，被害の形態によりとるべき応急復旧がきめられていたため，それに基づいて実施した。当該箇所では縦横断亀裂・沈下に対して部分切返し，土砂充填盛土，土のう張を行っている。

数量としては切返し263m³，土のう張1004m²であり，工期は5月29日から6月5日までであった。

c）本復旧

本復旧も応急復旧と同様に被害の形態から本復旧工法の基準が示されていたため，それに基づいて実施した。本復旧は2箇年にわたり行われ，昭和58年度は上流側90mを昭和59年度は下流側を実施した。

昭和58年の本復旧では工事区間全区間の仮締切を行ったのち，大きな縦断亀裂の入った箇所の全面的な切返しを実施した。昭和59年度では昭和58年度と同様に工事区間全区間の仮締切を行い全面切返しを実施した。

図－5・11に代表的な2断面について被災状況，応急復旧，本復旧の工事の範囲について断面図に示す。

表－5・14に昭和58年度と昭和59年度に実施した本復旧工事の数量を示す。

2) 液状化した地盤上の堤防において再度災害防止を考慮し，止水矢板を用いた復旧事例

八郎潟干拓堤防（日本海中部地震（1983.5.26））

a）被害状況

八郎潟干拓堤防は昭和32年から51年まで実施された八郎潟干拓事業により築造された堤防である。八郎潟干拓地は最大で50mにも及ぶ軟弱層の上にあり，堤防築造においても基礎地盤の軟弱層を砂で置換し，緩速施工を行うなど施工に留意している。

表－5・13 被災形態と復旧工法

被災形態＼復旧工法			応急復旧		本復旧		
			切返し，盛土	土のう張	締切	切返し	護岸(含矢板)
沈下無	縦断亀裂	幅5cm以下	○（部分）	×	×	×	×
		幅5～15cm	○（部分）	○	×	×	○
		幅15cm以上	○（穴うめ）	○	×	○（部分）	○
		幅15cm以上切返断面大	○（穴うめ）	○	○	○（部分）	○
沈下有	大		○（盛土）	○	○	○（全面）	○
	小		○（盛土）	○	×	○（部分）	○
横断亀裂			×	○	○	○（全面）	○
護岸亀裂			×	○	×	×	○

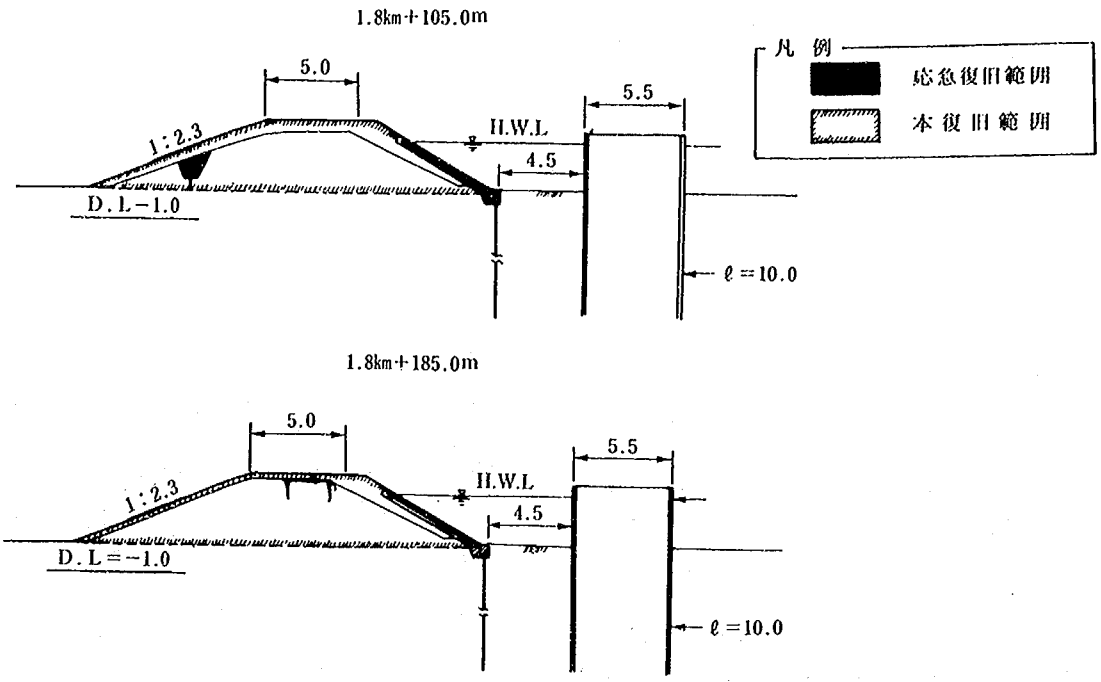


図5・11　富菟第一築堤応急復旧及び本復旧の範囲

表—5・14　富菟第一築堤本復旧工事数量

	昭和58年度	昭和59年度	合　計
仮締切			
鋼矢板二重締切（延長）	112m	112.8m	224.8m
土堤締切（土量）	864m³	338m³	1,202m³
切返し・盛土			
（締固め土量）	4,640m³	3,880m³	8,520m³
護岸			
コンクリートブロック張	562.9m²	531m²	1,093.9m²
法留(鋼矢板II型 ℓ=10m)	226枚	212枚	438枚

日本海中部地震による被害は中央の干拓堤防のほぼ全周にわたっているが，特に軟弱層が厚い正面堤防の被害が著しい。正面堤防では，天端沈下量も大きく堤防のり面に被覆されていたアスファルトフェーシングに亀裂・段差が発生した。また，のり尻付近に設置されていた側溝，ますの水平移動，損傷などの被害が大きく，その付近には噴砂が多くみられた。

b）応急復旧

応急復旧では，沈下量の大きい区間については，常時満水位までの土のう積み，及びアスファルトフェーシングの亀裂のパッチングを行った。

c）本復旧

被害の大きかった正面堤防について述べると，本復旧にあたっては原形復旧を原則とするが，液状化防止のため止水矢板（鋼矢板）を施工し，裏のり尻に排水ドレーンを設け，水位の低下をはかった。さらに，押え盛土を川表，川裏の両側に施工し，敷幅を拡大するようにした。その他には，堤防天端幅は3m（現在は2m）とし，堤防のり面には雨水及び高水時の堤体への浸透水防止のためにアスファルトフェーシングを施工した。なお，止水矢板の前面には洗掘防止のために捨石を行った。図—5・12に正面堤防で被害の大きかった箇所（天端沈下量1m以上）の復旧基本断面図を示す。

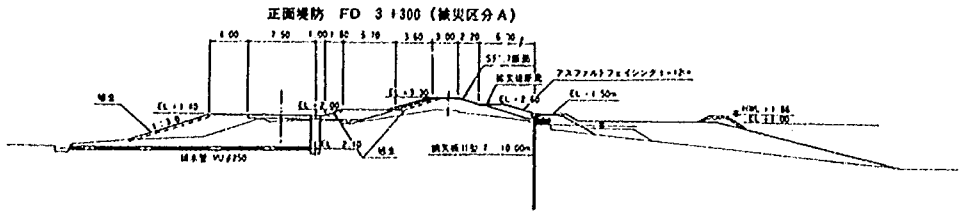
3）軟弱地盤の堤内地側のり尻付近を砕石置換した例

名取川閖上上堤防（宮城県沖地震（1978.6.12））

a）被災状況

名取川は宮城・山形県境に源を発し仙台市南部を東流し太平洋に注ぐ河川であり，河口から5.4kmの地点で仙台市市街部を貫流している広瀬川と合流する。

名取川は宮城県沖地震により河口から上流5.6kmまでの区間及び左支広瀬川の名取川合流点から上流1.6kmまでの区間が集中的に被害を受けた。本事例の中でも，軟弱地盤の堤内地側のり尻付近を砕石置換した例，特殊堤の復旧事例，横断亀裂が生じた箇所の復旧事例について名取川の事例を用いている。



図－5・12 八郎潟干拓堤防基本設計断面図

当該箇所は名取川右岸2.2km＋150から上流側160mにわたり堤防天端に最大幅30cm，最大深さ3mにも及ぶ縦断亀裂が発生した。また，堤内側のり面及び小段には亀裂が多く発生し，すべりも生じた。

この箇所は堤内地側に沼があり，昭和25年8月の洪水において破堤し，さらに昭和53年2月の地震(M6.7)でも規模は小さいが今回の被害と同様な被害を受けている。

地盤状況は，堤内地盤高の0～－8mまではN値が10以下のゆるい砂層とシルト層であり，それ以深は密な砂層となっている。

また，堤防の周囲では広い範囲で噴砂が見られた。写真－5・4に堤防川裏ののり面の被害状況を示す。

b）応急復旧

応急復旧にあたっては，亀裂部分の切返し，H.W.L.まで土のう張を行った。さらに53年2月の災害復旧で行う予定であった鋼矢板による止水矢板の打設を行った。これらの工事は7月9日までに完了した。

c）本復旧

本復旧では，すべりの主因であると思われる堤内地側の沼を埋立て，さらに堤防のり尻部分の砕石による置換を行い押え盛土を実施した。なお，砕石置換については，浅層の液状化防止に関して裏止水矢板とともに検討を行った結果決定したものである。押え盛土ののり面にはコンクリートブロック(空)積を施工した。工事は昭和53年度中に完了した。図－5・13に災害復旧の断面図を示す。写真－5・5に復旧の状況を示す。

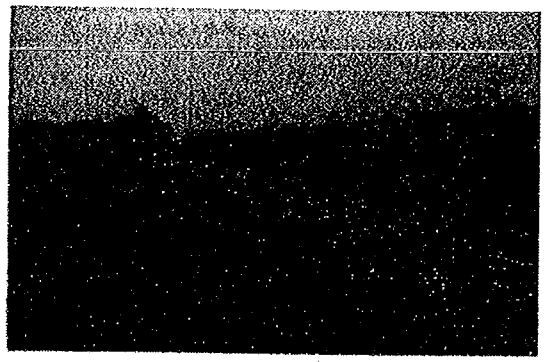
4) 特殊堤の復旧事例

名取川閖上特殊堤地区（宮城県沖地震（1978.6.12））

a）被害状況

名取川河口部の右岸には600mにわたり特殊堤が設置されている。このうち589mに被害があり，特に下流部289mの被害が大きかった。特殊堤の形態は被害の大きかった下流側が重力式擁壁の上部にL型擁壁を継ぎ足したものであり，被害は各擁壁のブロック間のジョイントの開口，前後の傾き，上下の擁壁の間にもズレが生じた。上流側は基礎から一体のコンクリート擁壁となっており，各ブロックのジョイントに多少のズレが生じた程度であった。擁壁の裏の盛土には縦断亀裂が発生し，擁壁と盛土との間にも沈下・段差の被害が発生した。堤防の基礎地盤は地表から2m程度が盛土であり，その下に約4m程度のN値2～3の非常にゆるいシルト層がある。

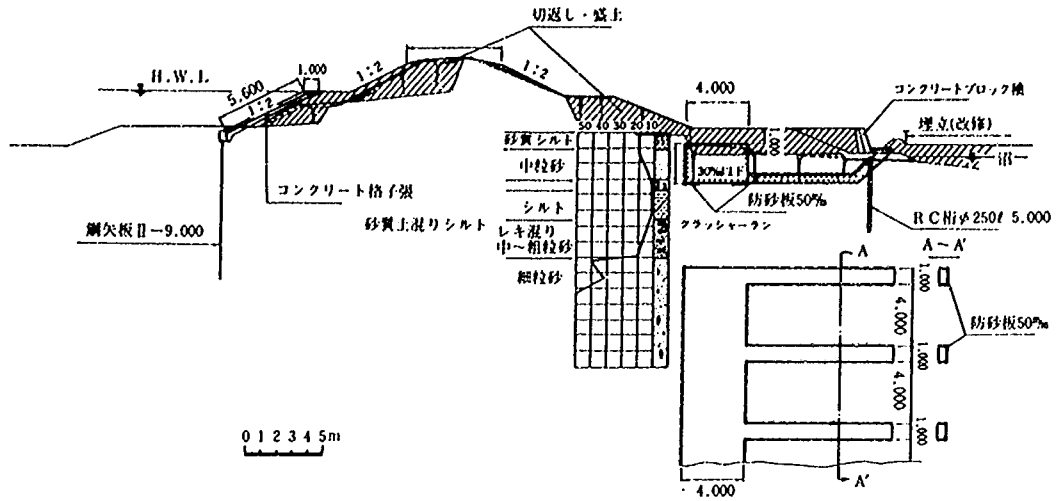
写真－5・4 閖上上堤防堤防川裏のり面及び堤脚部のすべりによる亀裂
すべりによる亀裂と隆起並びに堤脚付近の移動が激しい



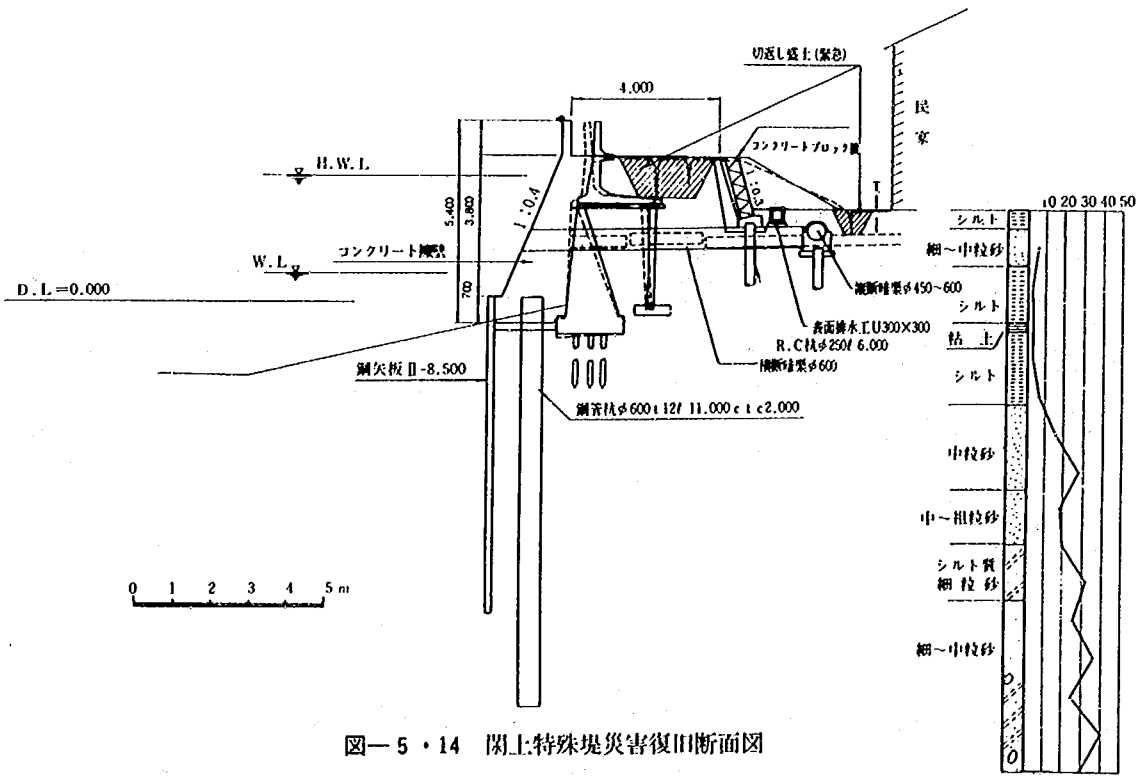
写真－5・5 閖上上堤防の復旧状況 押え盛土，腰石積，暗渠排水工による復旧

b）応急復旧状況

応急復旧では，特殊堤裏の盛土の縦断亀裂の切返し，擁壁の開口，ズレの箇所へのコンクリートの充填を



図— 5 ・13　閑上土堤防災害復旧断面図



図— 5 ・14　閑上特殊堤災害復旧断面図

行った。さらに堤防を横断していた家庭用下水管が数多く破損したため，これらの整理・統合も行った。復旧は昭和53年7月5日に完了した。

c）本復旧状況

本復旧は，昭和53年度に縦断暗渠（ヒューム管φ450～600mm），表面排水溝（U—300×300），コンクリートブロック積の施工を行った。昭和54年度は既存の被災した擁壁の前面を覆うように新しく擁壁を施工した。図— 5 ・14に災害復旧の断面図を示す。

5）軟弱地盤上の堤防において押え盛土を実施した例

吉田川山崎堤防（宮城県沖地震（1978.6.12）

a）被害状況

当該箇所は，鳴瀬川右支川吉田川右岸13.4km～18.2kmであり，延長4,780mにわたり堤防が被害を受けた。堤防の基礎地盤は，厚さ10～20mの軟弱粘土層であり，

昭和20年代に築堤した当時も堤防が陥没したことがあったような箇所である。

被害状況は，堤防天端の２～３ｍの陥没，堤体に最大幅約60cm，深さ1.5～３ｍに及ぶ亀裂が生じたものである。写真－５・６に堤防天端の被害状況を示す。

ｂ）応急復旧状況

応急復旧は，被害の大きかった3,000ｍの区間については，在来の堤防高まで盛土を行い，表のりにはH.W.L.までの土のう積を実施した。さらに，特に被害の大きかった2,100ｍの区間については，表のり尻に止水矢板を施工し，基礎地盤の漏水防止を図った。工事は６月15日に着工し，７月15日に完了した。その間には６月26日～28日の降雨により指定水位に達することもあったが，大事には至らなかった。写真－５・７に応急復旧状況を示す。

ｃ）本復旧状況

本復旧は，被害の小さかった下流側290ｍについては堤防天端の切返しを行い，被害の大きかった上流側4,490ｍは全面的に切返しを行った。復旧工事は昭和53年度中に高水護岸の下段まで施工し，高水護岸の残りについては昭和54年度に施工した。図－５・15に復旧横断図を示す。

6)横断亀裂が生じた箇所の復旧事例

名取川今泉第二堤防（宮城県沖地震（1978.6.12））

ａ）被害状況

名取川の左岸3.8kmから5.6km及び左支川広瀬川左岸０kmから1.6km間は延長3,150ｍの堤防が断続的に被災しており，当該箇所はその区間内に含まれている。

当該箇所は，堤防天端を仙台市道と兼用しており，アスファルト舗装がされている。地盤状況は地表から深さ５ｍ程度まで粘性土を中心とした土層でN値は４以下である。深さ５ｍ以深は砂層でありN値は徐々に増している。

被害は天端が舗装されていたため，明瞭に亀裂が確認され，その幅は１～５cm程度であった。深さについては石灰を投入したが確認はできなかった。

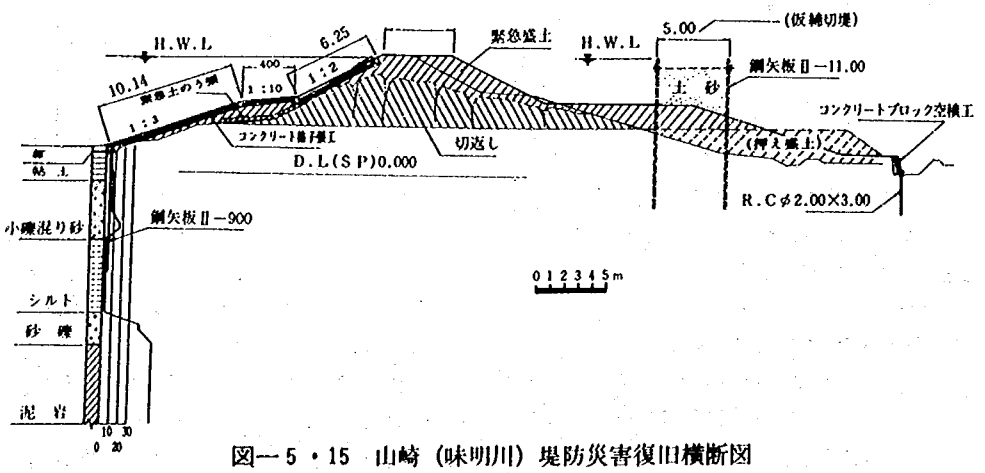
写真－５・８に堤防天端の横断亀裂の状況を示す。

ｂ）応急復旧

応急復旧では亀裂部分を天端からH.W.L.の位置まで切返し，堤防川表側のH.W.L.の位置に亀裂を中心

写真－５・６　山崎堤防天端被害状況

写真－５・７　山崎堤防応急復旧状況



図－５・15　山崎（味明川）堤防災害復旧横断図

に上下流10mずつ延長20mにわたり鋼矢板を基盤面まで打込んだ。さらに川表堤防のり面にはのり尻からH.W.L.までの土のう積を行い，出水時の漏水防止をはかった。工事は6月23日に完了した。

c）本復旧

本復旧では，亀裂部分について堤防基盤面まで切返しを行った。また川表のり尻部には止水矢板を打込み，のり面にはコンクリート格子張による護岸を施工した。工事は昭和53年度中に完了した。

図—5・16に被害復旧断面図，写真—5・9に堤防亀裂の切返し施工状況を示す。

7)津波による被害の復旧事例

塩川堤防（日本海中部地震（1983.5.26））

a）被害状況

河口から約270m上流の左岸側で，延長202mにわたって河川堤防が被災した。被災箇所はほぼ海に直面する位置にある。河口部で河道は右回りに大きく蛇行しているために，堤防の被災状況は下流部ほど激しかった。河川堤防には連結ブロックが設置されていたが，津波の流水力により連結ブロック護岸の背後の堤体は大きく洗掘された。また，これに伴って破壊された連結ブロックは流水力により一箇所に集まった。

b）復　旧

表—5・15は塩川における被害復旧状況を示す。現況としては連結ブロックの設置されていた箇所と天然河岸とがある。両者とも盛土が行われ，そののち連結ブロック及び張芝が行われた。復旧工事の着工はいずれも58年8月15日であり，長くても約2箇月で復旧工事が完了している。

2.2.2　樋門等に関する復旧事例

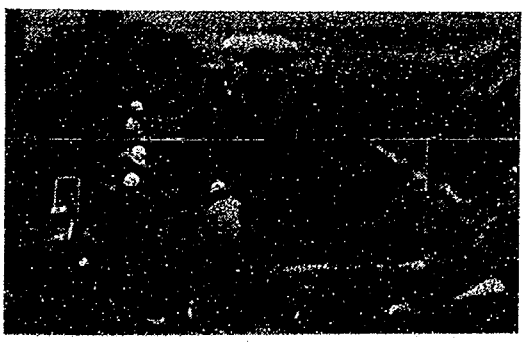
1)　開削調査を行った事例

豊巻樋門（日本海中部地震（1983.5.26））

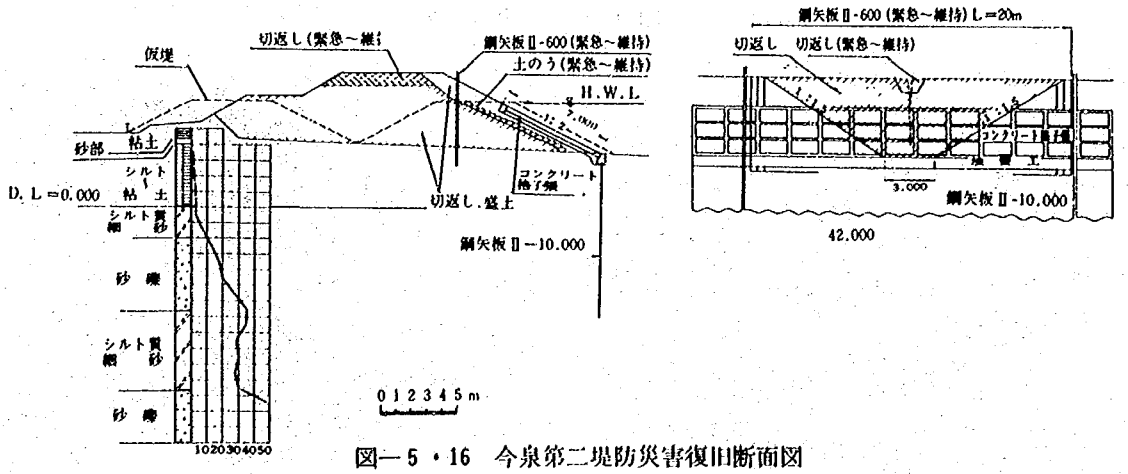
a）設置状況

豊巻樋門は雄物川左岸の河口から約6km上流の秋田県秋田市豊岩字豊巻地内に位置し，昭和19年8月に竣工した。この樋門は幅2.0m，高さ2.5mの馬蹄形2連の断面を持ちその延長は24.85mである。函体は無筋コンクリート製であるが，底部（0.9m間隔，函軸方向，

写真—5・8　今泉第二堤防天端横断亀裂



写真—5・9　今泉第二堤防亀裂部の切返し施工中



図—5・16　今泉第二堤防災害復旧断面図

表—5・15 塙川における災害復旧状況（河口より上流へ778号～776号）

番号 / 項目	58災 778号	58災 777号	58災 776号
現況	連結ブロック	天然	天然
復旧工種	盛土 25m³	盛土 80m³	盛土 85m³
	連結ブロック L＝202m A＝1,305m²	連結ブロック L＝80m A＝560m²	連結ブロック L＝21m A＝125.5m²
	張芝 41m²	張芝 28m²	張芝 26m²
	筋芝 235m²		
	在材 780.8m² 新規ブロック 524.8m²		
着工	58. 8. 15	58. 8. 15	58. 8. 15
完成	58. 10. 26	58. 10. 5	58. 9. 26

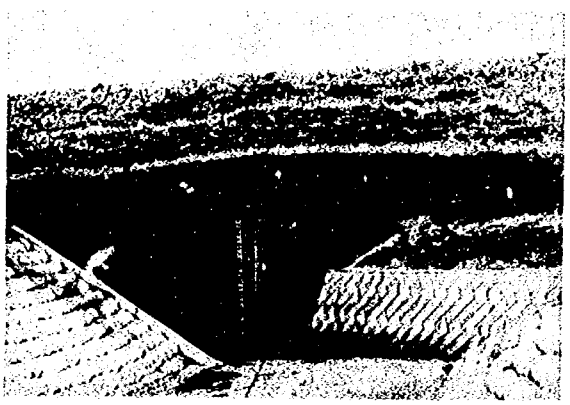
函軸直角方向）及び肩部（函軸方向）に6kg/mの鉄製レールが入れられ補強されている。写真—5・10に呑口側の全景を示す。

函体部の基礎には松丸太（ϕ150，l 5.45m@0.9m）が使用されているが，昭和53年に門扉，門柱，管理橋等の補修工事を実施しており，門柱基礎にはＰＣパイル（ϕ350，l 9mを6本配置）による基礎が設置されている。

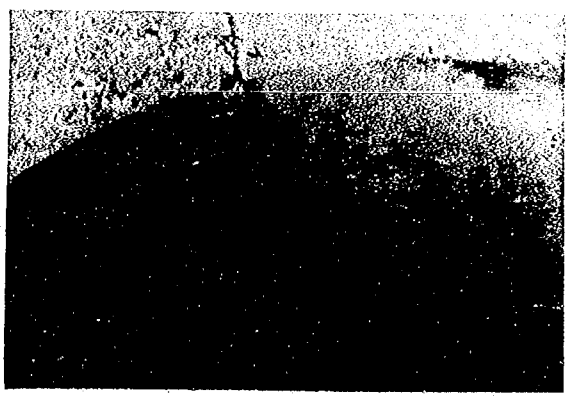
地質断面図を図—5・17に示す。N値1～4の比較的軟弱なシルト層が堤内で約5m，堤外で約7m堆積している。

b）被害状況

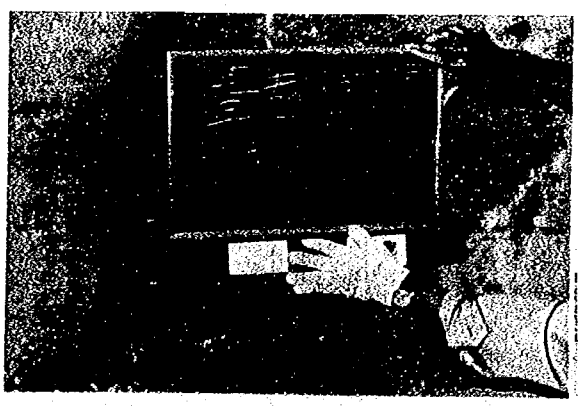
頂部アーチ部中央には2連とも全長にわたって函軸方向に幅20～30㎜（呑口より見て左側の樋門），10㎜（呑口より見て右側の樋門）のクラックが生じた。また函軸直角方向には，函体中央部及び吐口側より約4mの位置に左右の樋門とも幅30～60㎜（左側），20～30㎜（右側）の亀裂が発生している。これらの被害の状況を写真—5・11，写真—5・12に示す。なお堤防上及び堤内側法面にも幅2㎝及び10㎝のクラックが発生してい



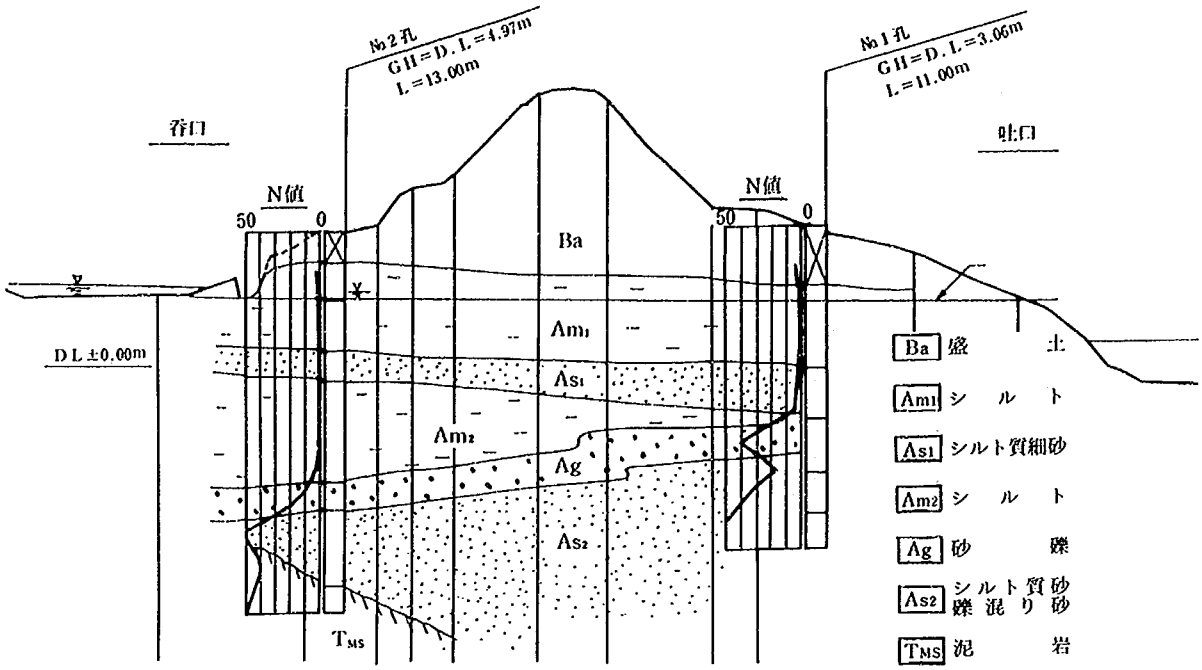
写真—5・10 豊巻樋門呑口側の全景



写真—5・11 豊巻樋門アーチ部の縦断クラック



写真—5・12 豊巻樋門側壁のクラック



図—5・17　豊巻樋門周辺堤防の地質断面図

る。

c）調査方法・判定

被害は，地震発生当日の午後4時頃（地震発生は12時頃）秋田工事事務所の職員が樋門内部に入って確認した。クラック幅の計測，写真撮影等の調査が行われたが，樋門機能に当面支障はないものと判断された。

本樋門の詳細な調査は，地震発生後約1年を経た昭和59年6月から約5箇月間にわたって実施された。この時点では，樋門の撤去・新設は決定されていた。この調査の結果は調査報告書としてまとめられているが，以下に要点を述べる。

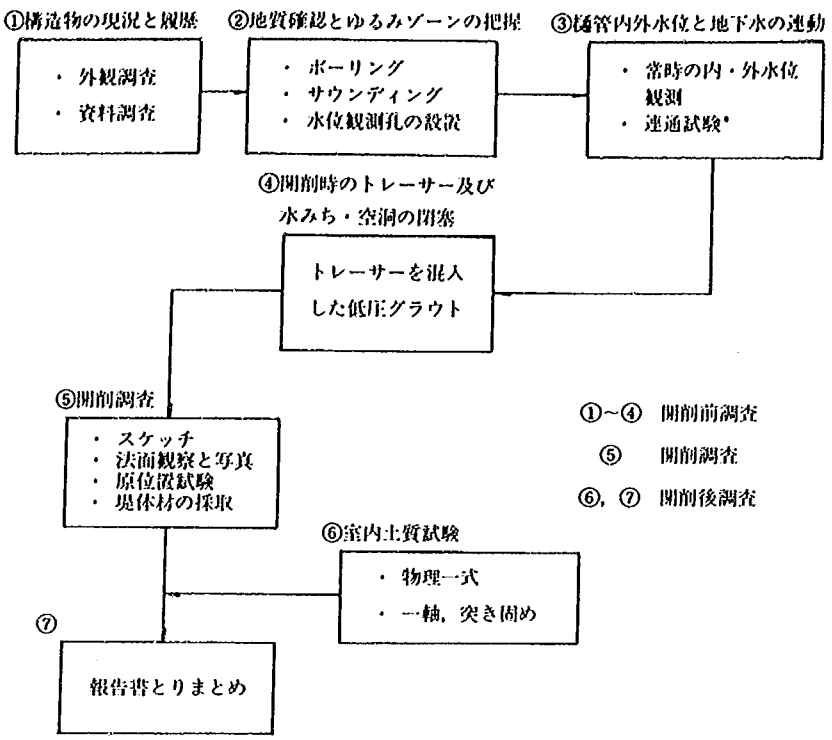
調査の主目的は，以下の2項目であった。

① 堤体や構造物周辺の変状及び土質状況を明らかにし，被害原因及び被災機構の検討を行う。

② 開削前調査結果と開削調査結果を比較し，非開削調査の適用性の確認を行う。

上記の目的にそって図—5・18に示す流れにより各種の調査が行われた。調査は，開削前調査，開削調査，室内土質試験に分けられる。開削前調査は，主に非開削による土質調査を目的としており，構造物の履歴・現況調査，地盤の緩みゾーン確認のための土質調査（ボーリング2本，静的コーン貫入試験5本），地下水位の観測(水位観測及び連通試験)，トレーサーを混入したグラウト圧入からなる。

開削調査は，被害状況の外部からの確認，非開削調査の妥当性の検証のために行われた。室内土質試験では，物理試験，一軸圧縮試験(土質及びコンクリート)，単位体積重量測定，突固め試験が行われた。連通試験は，樋門の吐口を土のう等で閉塞し樋門内部の水位を上昇させ2本のボーリング孔，4本のコーン貫入試験孔を観測孔として行われた。結果は，樋門に横断クラックが発生している箇所付近で水位の応答が他孔と比較して大きくかつ早くなっている。グラウト注入は注入量により空洞の大きさを推定するとともに，開削時に水みちや空洞の位置・形状を確認することを目的として行われた。注入は，連通試験にも用いられたボーリング孔，コーン貫入試験孔を用い，着色剤を混入したセメントミルクを水みちや空洞が拡大しないよう低圧の状態で行った。図—5・19には，各孔における注入量（総注入量—孔内体積）を円の大きさで概略示している。開削後スケッチされた樋門外壁及び地盤断面の状況のスケッチを図—5・20に示す。函体内部から観察されたクラックは外部からも観察されており，小クラックやコンクリートの劣化状況も詳しく観察されている。グラウトはB—2からP—2（図—5・19参照）にかけて最も連続的に函体に付着固結しており，次にB—1の地点で広く分布していた。またグラウト材の基礎面への浸入はわずかであった。本調査の結果，函



図—5・18 豊巻樋門詳細調査の流れ

体クラック背後の堤体中に空洞やゆるみゾーンが局部的に存在し，今後将来的にも水みちとして連続し空洞の発生につながる可能性が示された。また非開削調査についてもその適用性が確認された。

d）復旧工事

本樋門は，災害復旧事業の適用をうけて撤去・新設を行うことになり，昭和59年2月には設計が完了している。新樋門は，鉄筋コンクリート製でϕ400，l＝7mのRC杭で支持される構造となっている。新設工事は，昭和59年3月に開始され昭和60年2月に竣工している。写真—5・13に新設の樋門の吐口側全景を示す。

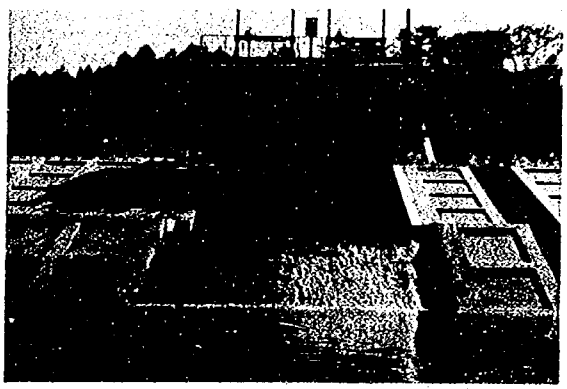
2) 門柱折損に対する復旧事例

阿久戸樋管（宮城県沖地震（1978.6.12））

a）設置状況

本樋管は，鳴瀬川右岸17.7km＋50m地点の宮城県志田郡鹿島台町船越字阿久戸地内に設置されている自然排水方式の樋管であり，竣工は昭和30年3月である。本樋管の集水区域は，鳴瀬川右岸堤と鹿島台町阿久戸地内丘陵地の接合点より上流の約925 haであり，本樋管はこの地区に常時湛水する内水を鳴瀬川に排除するために構築されたものである。

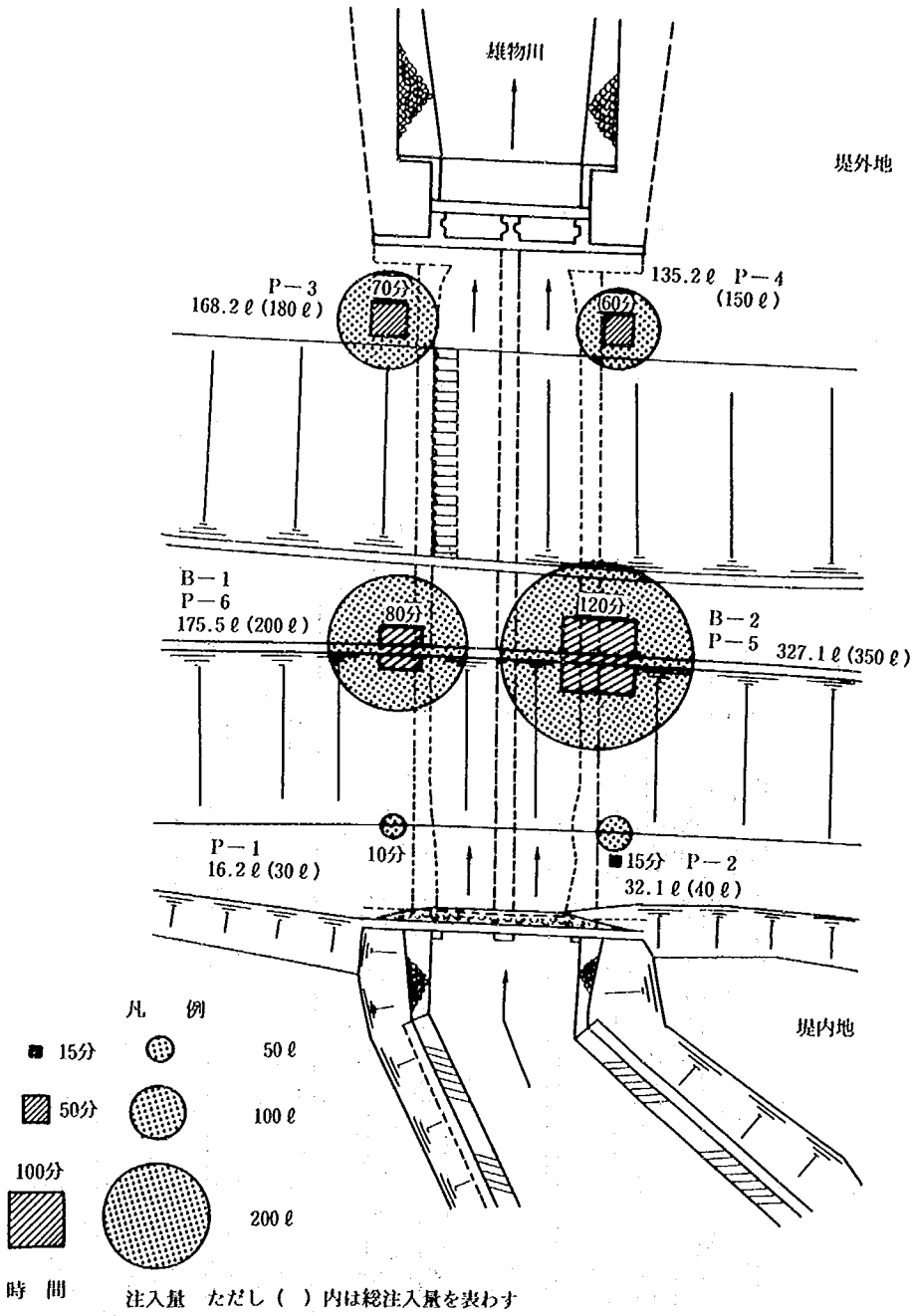
構造一般図は図—5・21に示すとおりであり，管長40.15m×幅2m×高さ1.8m(矩形)の鉄筋コンクリート製である。竣工図等図面は現存しない。扉は，2.26m×2.52mの木製であり，これを鋼製手動昇開機により上下方法に移動させ開閉する構造となっている。なお本樋管の上流には，阿久戸機関場樋管(管長45.0m×幅2m×高さ2mの矩形，鉄筋コンクリート造)，下流には旧阿久戸樋管（管長18.2m×幅2.46m×高さ2.14mの馬蹄型，レンガ造）がそれぞれ隣接して設置されている。これらの2樋管には地震被害は発生しなかった。



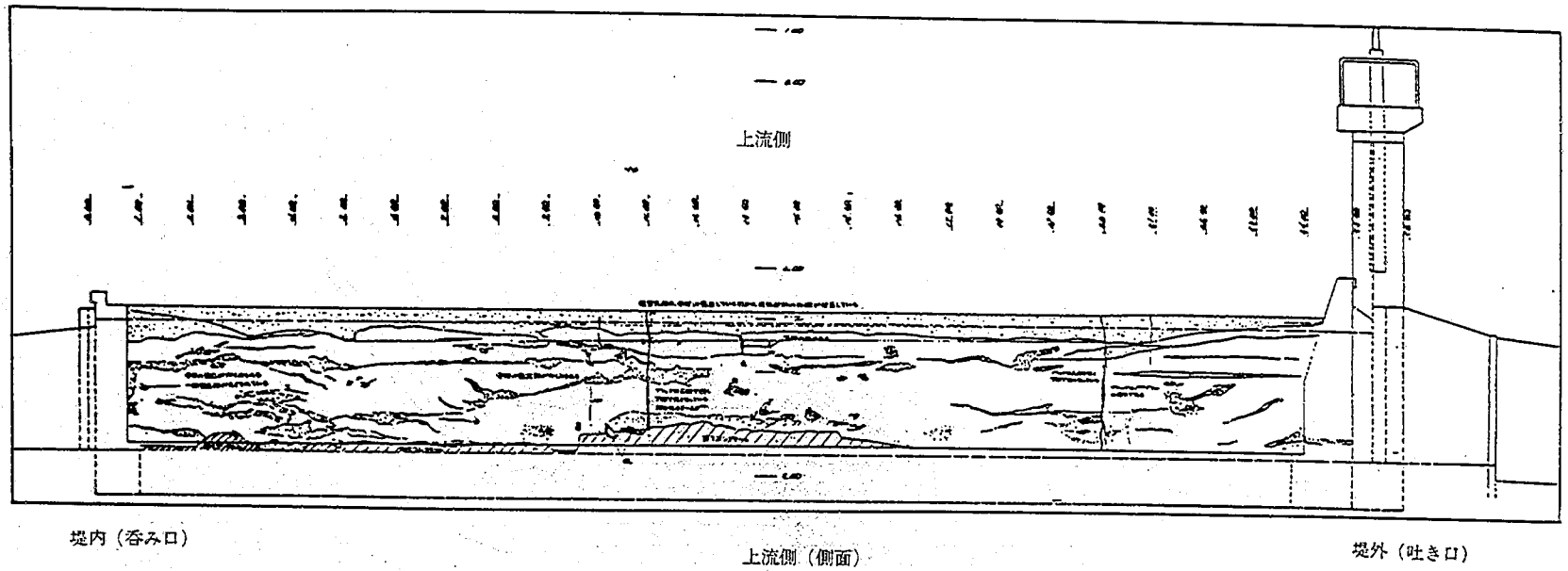
写真—5・13 豊巻樋門新設後の吐口側全景

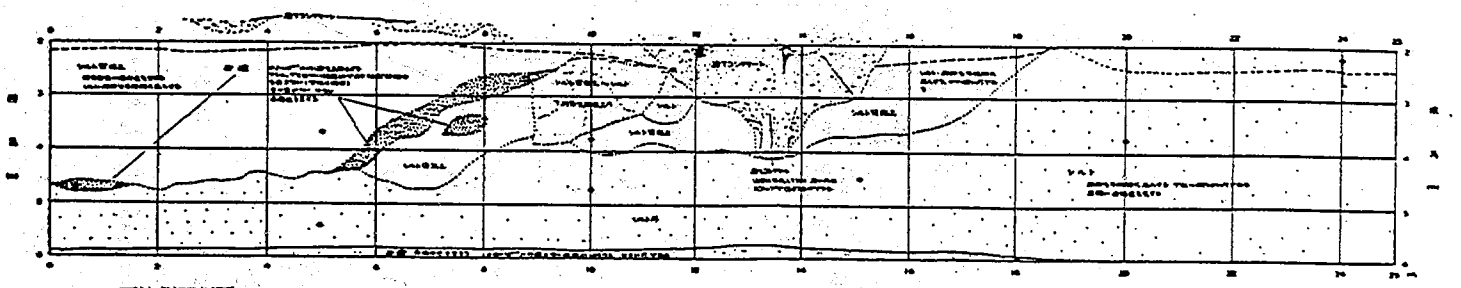
b）被害状況

門柱が折損し川側に約7度の残留傾斜を生じるとと

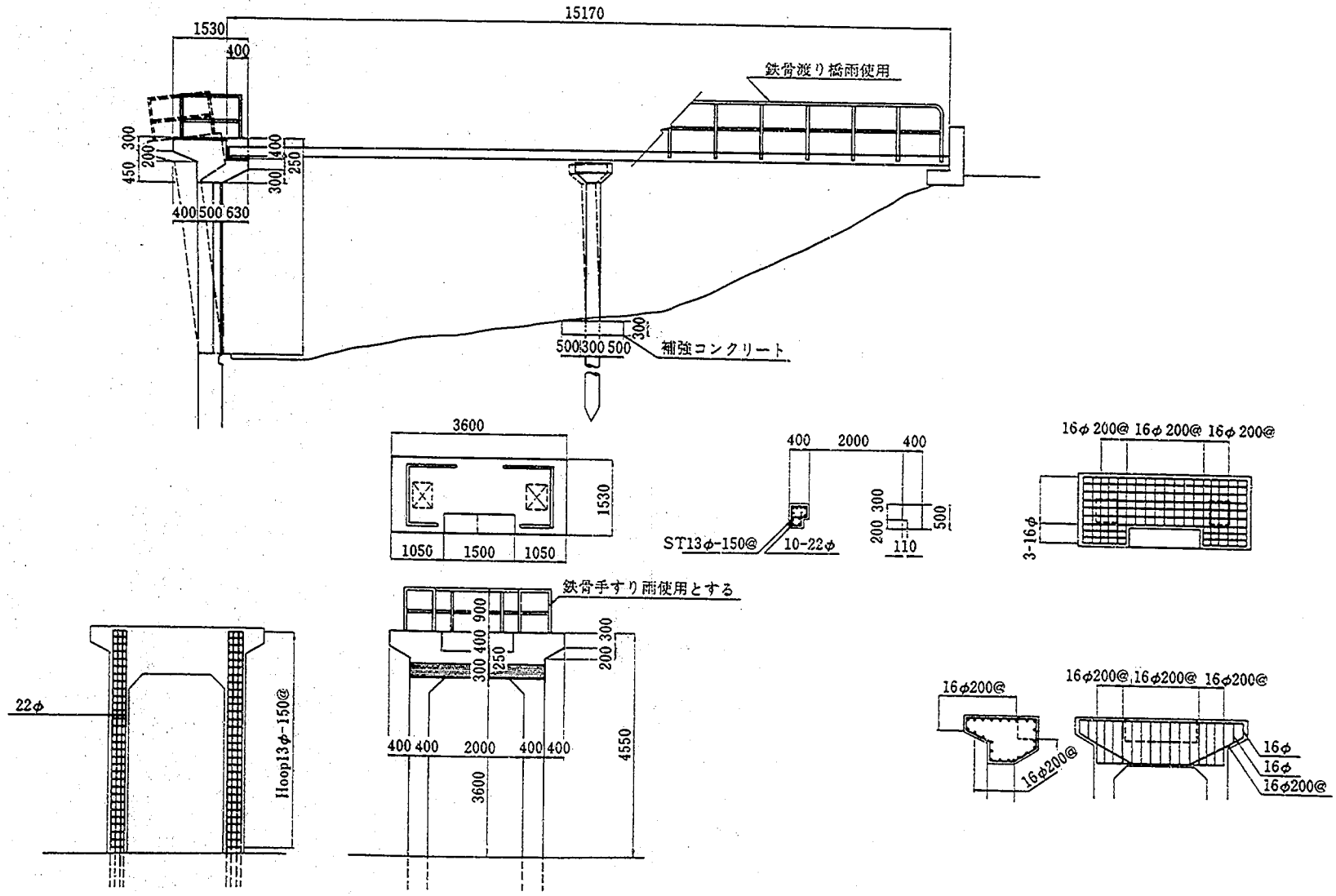


図—5・19 豊巻樋門におけるグラウト注入位置及び注入量





図―5・20 豊巻樋門外壁及び地盤断面状況のスケッチ

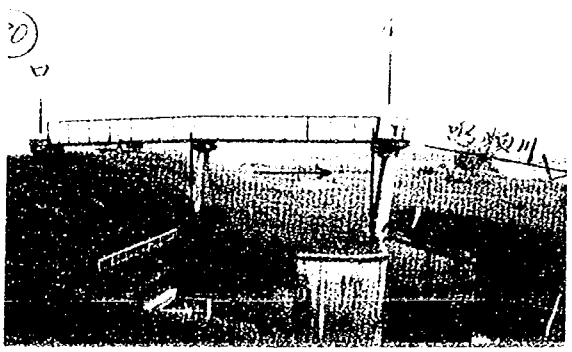


図―5・21　阿久戸樋管構造一般図

もに，中間支柱も川側に約2.5度の残留傾斜を生じた。このため門柱上部の操作台に取付けられていた門扉の手動昇開機の回転が不能となった。ただし，門柱の折損箇所が胸壁の天端付近であったため，門扉，戸当たり金具及び捲上機等については特に被害はなかった。写真－5・14はこのような被害の状況を示したものである。なお，本樋管は当初観音開き方式の扉になっていたが，その後これを手動昇開式に変更したものであり，門柱はその際に新規に設置されたものである。このため，胸壁にさし筋しこれに門柱本体の鉄筋を重ねる構造となっていた。

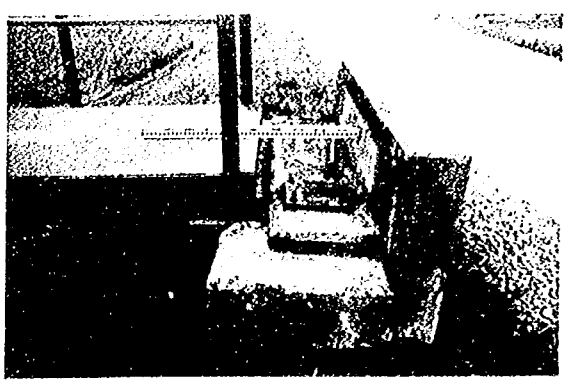
c）調査方法・判定

地震後，建設省北上川下流工事事務所鹿島台出張所（以下，出張所と呼ぶ）の職員がパトロールに出発し，地震当日（6月12日）には堤体を中心とした被害の発見に全力を挙げた。調査は，出張所の職員を4名ずつ2班に分けて行った。本樋管の被害は6月13日に発見され，箱尺を利用して傾斜，目地の開き等を調査し第一報を出張所に入れた。樋門の手動昇開機のハンドルの作動状況を直接確認することはしなかったが，門柱が約7度傾斜していることから当然動作は不能と判断した。このため，梅雨期を控え早急に機能の回復をはかる必要があることから，応急復旧を行うべきであると判断した。地震後2～3日して，事務所から職員の応援を得て堤防の被害の点検グループと構造物（樋門樋管，護岸等）の被害の点検グループ，計4班を構成し，被害状況の詳細な把握に努めた。この際，写真を撮影するとともに門柱，中間支柱の傾斜等を測定した。

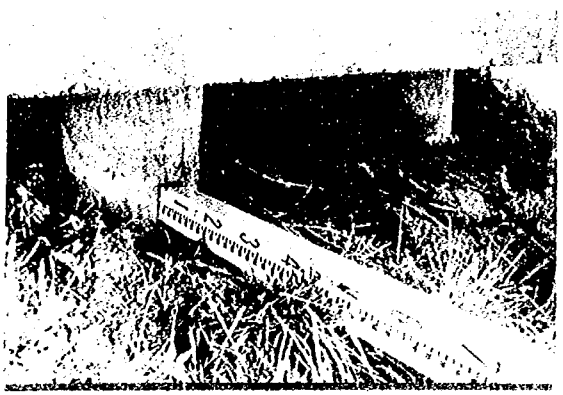


（a）門柱及び中間支柱の残留変形

（b）門柱基部の被害状況

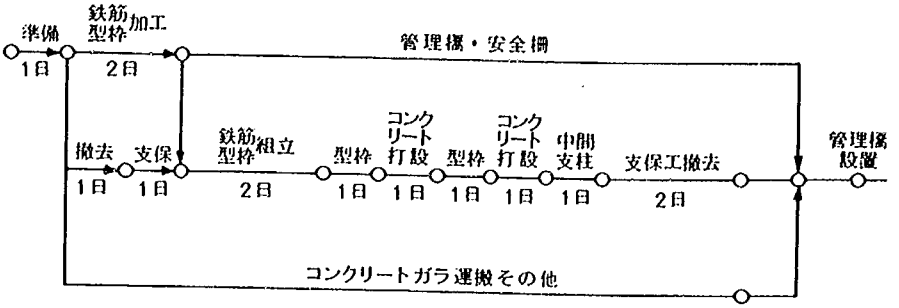


（c）管理橋の移動



（d）中間支柱ぐいの周辺状況

写真－5・14　阿久戸樋管の被害状況



図—5・22　阿久戸樋管の応急復旧工事日程

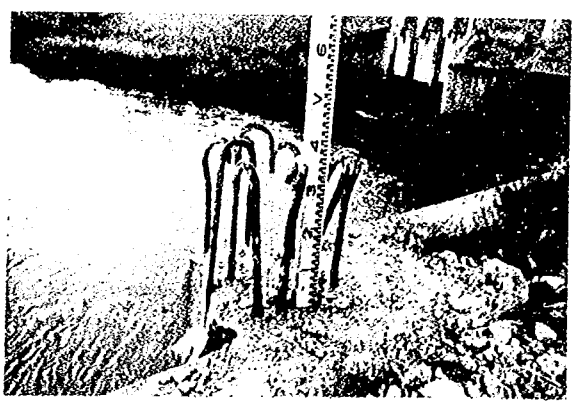
d）復旧工事

門柱及び操作台は全面改築することとし，管理橋支柱については図—5・21に示すように，基礎根元部をコンクリートで補強することとした。工事は6月15日に着工し，図—5・22に示す工程により6月29日に完成した。総工費は1,140千円であった。復旧に使用した主要機材は表—5・16に示すとおりである。この間本樋管の呑口を締切り，本樋管が分担すべき排水は隣接の旧阿久戸樋管及び阿久戸機関場樋管により行った。

表—5・16
阿久戸樋管の応急復旧工事に使用した主要機材

機　　械	延　台　数
トラッククレーン　NK-200A	@1×2日＝2台
ダンプトラック　(4t積)	@1×2日＝2台
生　コ　ン　車	@1×2日＝2台

(a)橋脚の切断



(c)橋脚下からの鉄筋

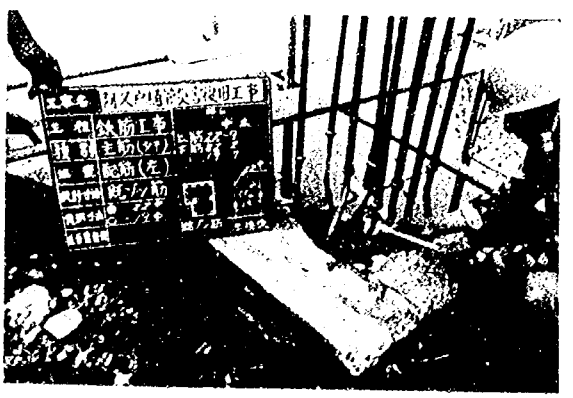
復旧工事は非常にスムーズに行うことができたが，これには以下の事情が幸いした。

(1) 原形復旧のため，発注のための数量出しが比較的容易であった。

(2) 堤体の被害が多かったが，堤体被害の復旧に要する資材と本樋管の復旧に要する資機材に重複が少なかったため，資機材の手配に支障を生じなかった。

(3) 本樋管のすぐ近くに道路があり，資機材の搬入が容易であった。

写真—5・15は応急復旧工事の状況を示したものである。なお，この復旧は応急復旧工事（建設省土木研究所資料第1843号では「緊急応急復旧工事」と呼んで



(c)橋脚の応急復旧

写真—5・15　阿久戸樋管の応急復旧工事の状況

いる）の段階で十分な復旧が行われたため，改めて本復旧工事は行われていない。

3） 継手部の遊間拡大に対する復旧事例

津花川・流川樋門（日本海中部地震（1983.5.26））

a）設置状況

津花川・流川両樋門は，小川原湖へ流入する高瀬川の右岸河口付近の青森県上北郡上北町大字大浦地内に位置し，昭和58年３月に竣工している。

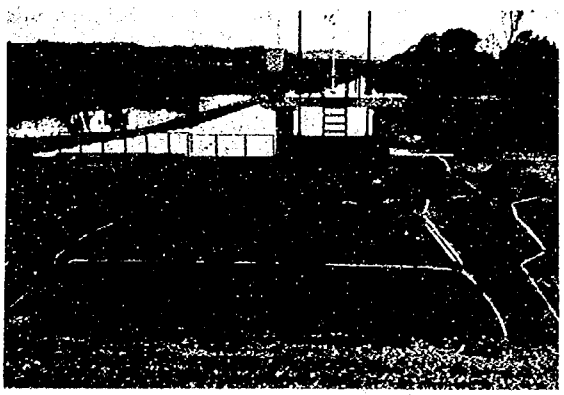
津花川樋門は，管長30m×幅3.4m×高さ1.8m（矩形２連）の鉄筋コンクリート製であり，樋門の基礎には鋼管杭（ϕ406.5，l＝32m）が使用されている。また流川樋門は，管長28m×幅3.5m×高さ1.8m（矩形２連）の鉄筋コンクリート製であり，樋門の基礎にはやはり鋼管杭（ϕ406.5，l＝36m）が使用されている。

両樋門とも周辺の地質は極めて軟弱であり，津花川樋門ではN値０の粘土質シルトが堤内側で約20m，堤外側で約22m堆積しており，流川樋門では堤内側で約20m，堤外側で約23mで堆積している。

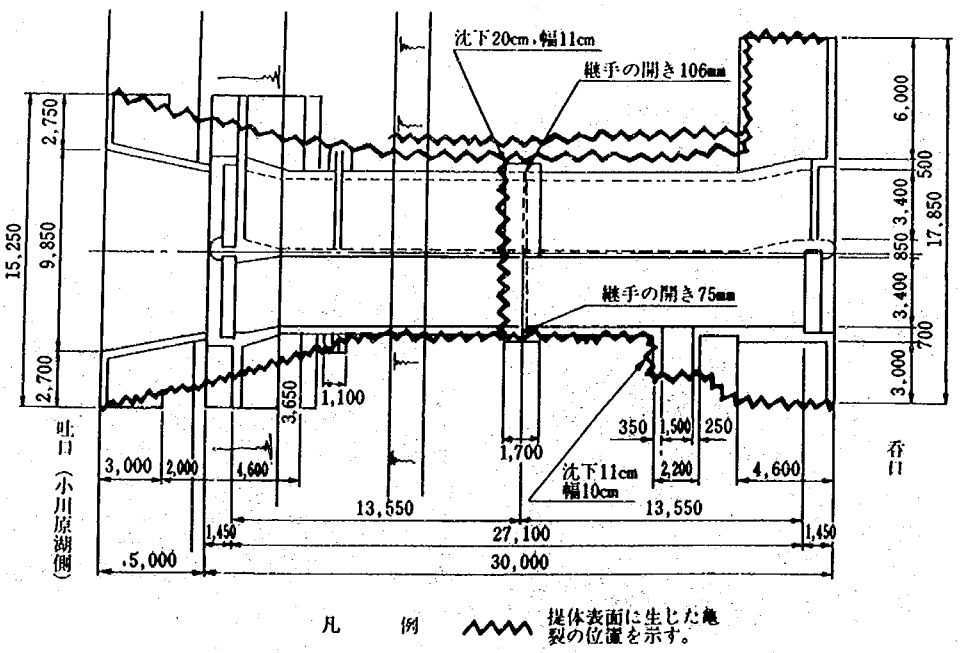
b）被害状況

津花川樋門の被害は，樋門盛土部及び堤体のクラックと樋門本体の継手遊間の拡大であった。クラックは，図―５・23に示す位置に幅10～11cm，深さ70cm程度で発生し，周辺部はクラックを境に約10～20cm沈下した。樋門本体は，本体中央付近にある継手に約８～11cmの遊間拡大が生じ止水板の切れた箇所もあった。この継手の開きは，地震前の調査（昭和57年12月25日）によると約６～８cm程度であったことから，地震によりさらに継手の開きが大きくなったと認められる。写真―５・16に樋門上部盛土のクラック発生状況を，また写真―５・17に継手部の遊間拡大及び止水板の破損状況を示す。

流川樋門においても津花川樋門と同様樋門盛土部堤体のクラック及び樋門本体の継手遊間の拡大が認められた。クラックの発生位置は津花川樋門とほぼ同じ位置であったが，クラック幅は１～２cm程度であり沈下はほとんど認められなかった。また，樋門本体継手部には約３cmの遊間が生じた。



写真―５・16 津花川樋門上部盛土のクラック発生状況



図―５・23 津花川樋門の被害状況

写真—5・17　津花川樋門継手遊間の拡大及び止水板の破損状況

c）調査方法・判定

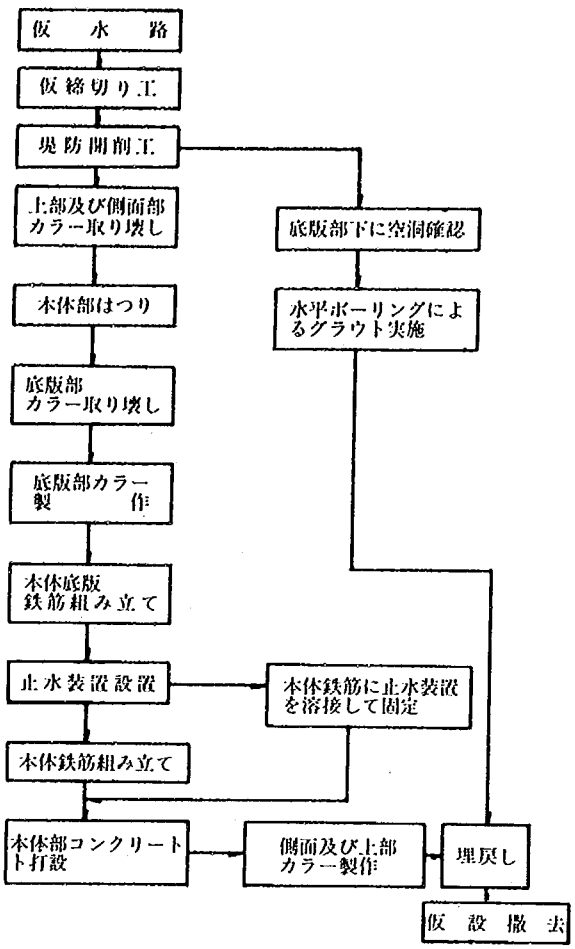
両樋門の被害は，地震発生後直ちに行った目視調査により発見された。津花川樋門の機能は，地震発生直後の調査では全く問題なしと判定されたが，軟弱地盤上にあり今後も継手部の開きが拡大することも考えられるため，継手部の修復及び改良復旧すべきであると判断された。流川樋門についても樋門の機能は全く問題ないと判定されたが，その後止水板が切れていることも考えられ，継手の目地の補修が必要であると判断している。

d）復旧工事

復旧工事は，津花川樋門については継手部の遊間拡大を抑えるとともに樋門の変形に追従できる機能を持つ止水装置を継手部に設置することを主な目的として実施した。工事は図—5・24に示すように，仮排水路・仮締切工→堤防開削工→本体継手部とり壊し工→止水装置設置工→本体復旧工→埋戻しの順で実施された。継手部の補修は，掘削完了後写真—5・18に示すように本体継手部を函軸方向にそれぞれ2mのとり壊しを行い図—5・25に示す可撓性止水装置を設置した。

止水装置は相対変位量100mmに対応できるものであり，継目部に本体内側より設置している。また，継目部本体外周部には本体に突起を設け，その突起部を拘束するように函体全周にわたって鉄筋コンクリート製カラーを巻立てた。

流川水門の復旧工事は，継手部目地の漏水防止を目

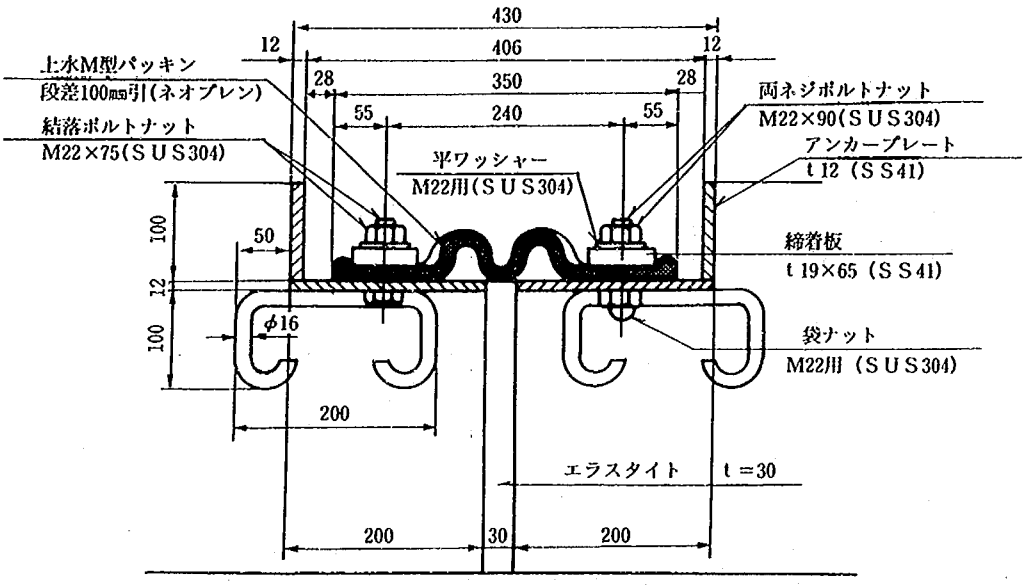


図—5・24　津花川樋門本復旧工事の施工工程

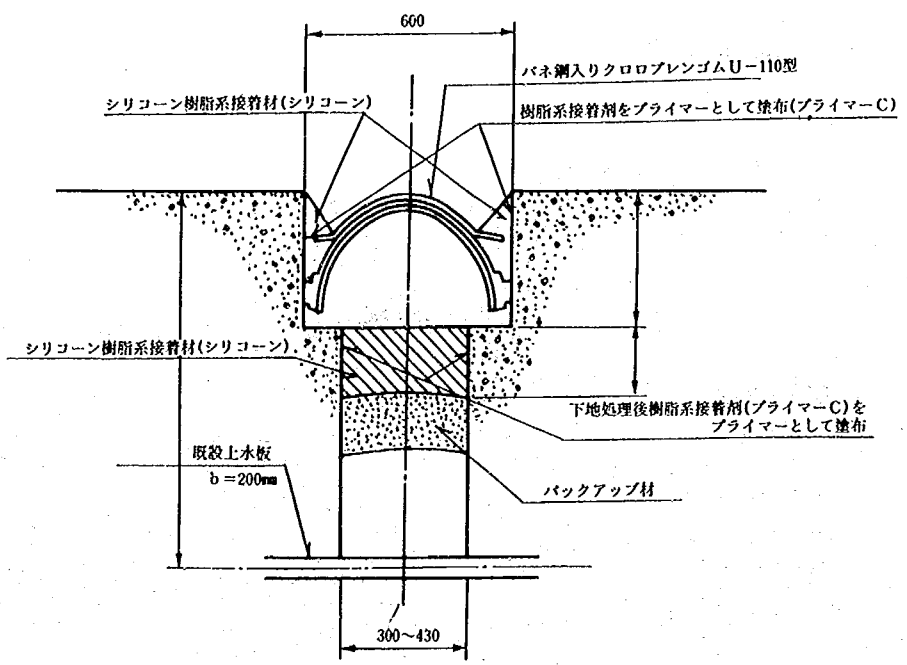
写真—5・18　津花川樋門継手部の取り壊し状況

的として実施した。本樋門は，津花川樋門と同様軟弱地盤上に設置されているが，継手部の開きは比較的少ないため，目地だけを補修することになった。

工事は，樋門内部作業となるため仮排水路，仮締切を行った後，樋門内部より継手部目地部分を幅6cm，深さ6cmの寸法ではつり，遊間部にバックアップ材を設置した後，同部に下地処理を行い樹脂系接着剤を塗付してからシリコーンを充填した。その後はつり面を下地処理後樹脂接着剤を塗付してから，バネ鋼入りクロロプレンゴムを設置しシリコーンで充填している図—5・26に目地補修復旧図を示す。

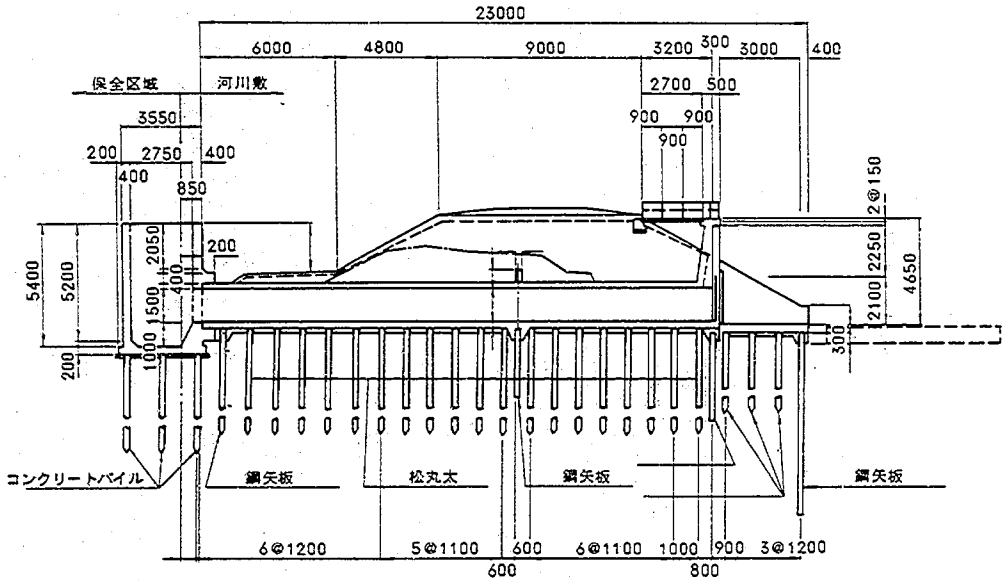


図—5・25 津花川樋門の可撓性止水装置断面図

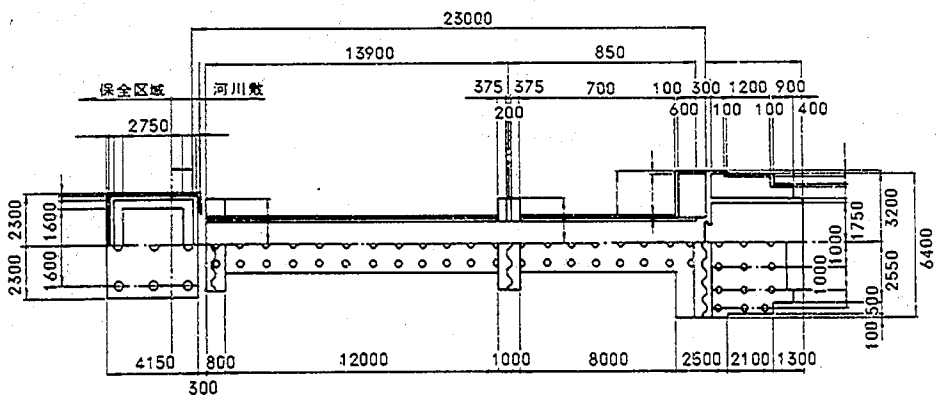


図—5・26 流川樋門目地補修断面図

側　面　図



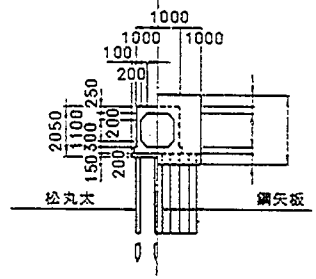
平　面　図



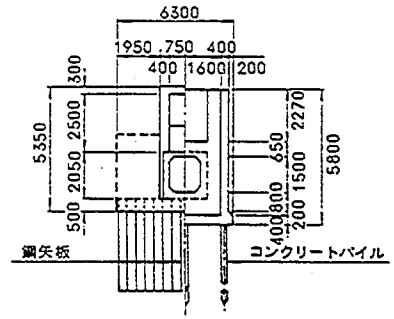
図—5・27　下山樋門構造一般図

断　面　図

A—A′断面　B—B′断面



正　面　　背　面



4) 函体移動に対する復旧事例

下山樋管（新潟地震（1964.6.16））

a）設置状況

下山樋管は阿賀野川左岸新潟県新潟市下山地先の排水樋管で，周辺低湿地の排水を目的として旧内務省時代に設置（竣工年は不詳）されたものである。ポンプは新潟市の下水道課が管理し，樋管は建設省が管理していた。構造は，図—5・27に示すように延長約17m，内面寸法は2.2m（高さ）×2.75m（幅）の長方形断面で鉄筋コンクリート構造である。コンクリート壁の厚さは，天井及び側壁が30cmで，床版は35cmとなっている。基礎は木杭を使用している。

b）被害状況

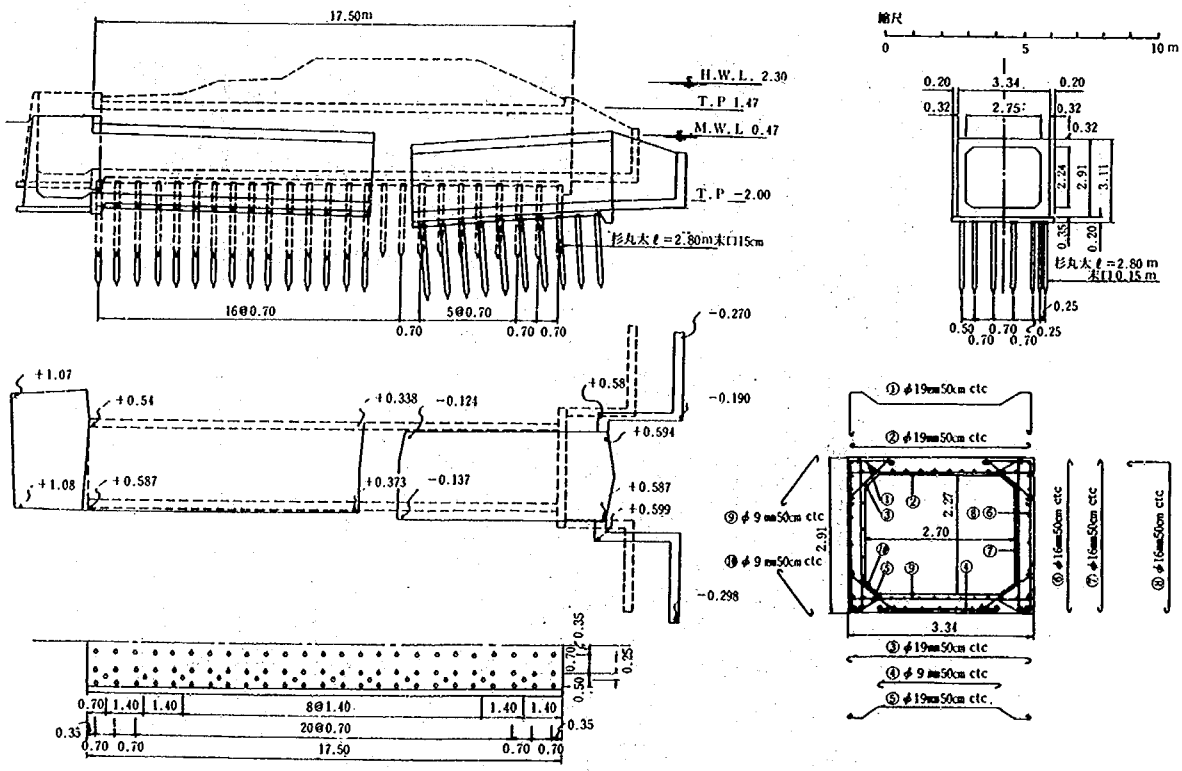
被害状況は，図—5・28に示すように樋管のほぼ中央部（裏側より10mの所）が切断され，川側の部分が沈下陥没している。沈下量は約2mに達し，かつ堤外側に滑り出している。写真—5・19は復旧時のものであるが，樋管中央が引きちぎられ約1.5mの隙間が生じているのがわかる。また，写真—5・20は下山地区の堤体の被害を示したものである。本樋管周辺では，延長約2.4kmにわたり全面的に本堤天端，法面，法尻等に幅30～50cm，深さ0.5～2mの亀裂が3～4本程度堤軸に沿って入ったとされている。また，写真—5・21は樋管とポンプ場との間にある水槽の被害状況で，水槽の方が地盤の液状化により浮上したものと判断される。

c）調査方法・判定

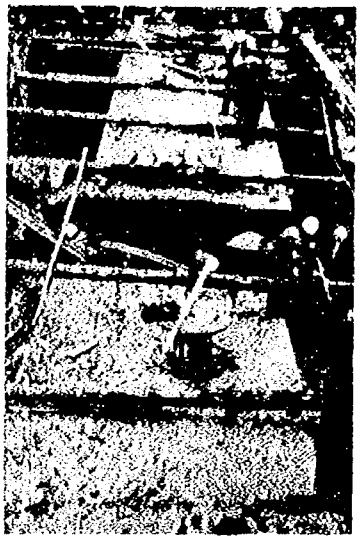
被害が発見された日時ははっきりしないが，地震発生当日か若しくはその翌日に前述した新津工事事務所新潟出張所の調査により発見されたと考えられる。下山地区では，ほぼ全域にわたり堤体の沈下，はらみ出し，堤防護岸の陥没，すべり出し等が生じていた。調圧水槽が液状化により浮き上がり，一目で被害の大きさが予想された。樋管の中には，液状化により噴出した砂が詰り，中に入ることはできなかったが，樋管直上の堤体に陥没がありまた樋管自体の折れ曲がり具合から樋管の折損と判断した。

この樋管の被災原因としては，

(1) 周辺の堤防に，基礎地盤の液状化に伴う著しい沈下亀裂が発生したこと



図—5・28 下山樋管の被害状況



写真—5・19　下山樋管の被害状況

(2) 平常の漏水により樋管に沿って空洞ができていたこと

(3) 施工年代が古く，設計において地震に対する考慮がされていなかったこと

などを挙げることができよう。

参考までにこの樋管の近傍（約5m下流）で行われたボーリングの試験結果を図—5・29に示す。この結果によると，地盤はシルト混じりの中砂～細砂でN値は低く，－5mくらいまでN＜5であり，－10mでN値10程度となっている。

なお，地震直後には主として堤体の被害状況を中心に情報の収集を図っていたが，本樋管の被害が発見されたことから，他の樋管，水門についても改めて被害調査を行った。

d）復旧工事

下山樋管は観音開扉であったが，扉が動作不能となったため，樋管からの河水の浸入を防止するため仮締切りを応急復旧により行った。内水の排除は，その他の箇所とも合わせてポンプアップにより行っている。

本復旧工事は，昭和39年11月16日～昭和40年3月25日にかけて工費14,380千円をもって行われた。復旧工事の前にはボーリングを行い，地盤状況を調査している。この結果，液状化に対処するために基礎杭の長さを従前の2.8mから8.5mと長くしている。ただし，写真，復旧工事の工程表等は現在残されていない。

写真—5・20　下山地区堤体の被害状況

写真—5・21　下山樋管水槽の浮き上り状況

2.3 海岸施設に関する復旧事例

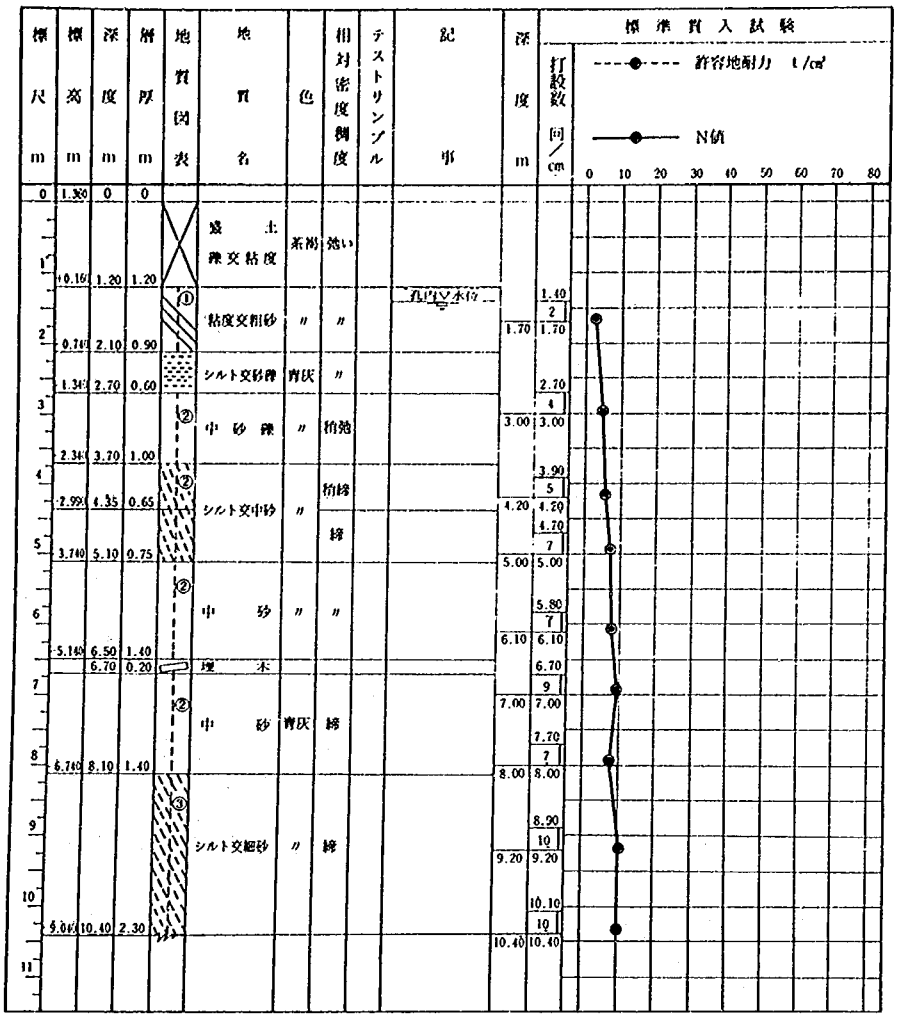
1) 八森海岸離岸堤（日本海中部地震（1983.5.26））

a）被害状況

八森海岸には侵食対策の目的で14基の離岸堤が設置されていたが，これらの異形ブロックが激しく散乱した。使用されているブロックの重量は8トンである。ブロックの散乱距離の最大値は70mにも達した。

b）復　旧

八森海岸の離岸堤の異形ブロック散乱の復旧においては，破損したブロックは新規のものと取り換えられた。表—5・17は離岸堤の復旧延長，新規ブロック個数及び在来ブロック個数をまとめたものである。一番北側の離岸堤は被災しなかったため，13基分のまとめを示す。設置年度の古いものほど新規ブロックが多く用いられた。また表には被害復旧の着工時期と完成時期も示すが，いずれも復旧に約6箇月を要した。



図—5・29 下山樋管付近地盤のボーリング柱状図

2.4 砂防施設に関する復旧事例

1) 地震動による斜面崩壊によって発生した土石流による砂防ダムの被災例と堆積土砂流出扞止対策

木曽川右支王滝川左支鈴ヶ沢(長野県木曽郡王滝村)(長野県西部地震(1984.9.14))

a) 概 要

御岳山(3063m)南麓八合目(標高2550m)附近を頭部とする巨大崩壊(御岳崩れ)は3.6×10^7m³に及び,その大部分の土砂は濁沢川を流下して王滝川に達したが,その一部の土砂は崩壊の向かいに位置する三笠山へ連なる小三笠山北方の尾根(図—5・38)を越えて東股に流入し土石流を発生させ,また,越流土砂の一部は小三笠山西方の尾根(図—5・38)を越えて中股に流入した。この土石流は,国有林内の長野営林局治山ダムの水通し天端並びに袖部,長野県砂防ダムの左岸袖の一部を破壊し,下流部では泥流状になって王滝川にまで達した。

b) 土石流の状況

中股川に流下した土砂は,約2kmにわたって平均勾配1/5.7の沢を下り,標高1600m附近より小山状をなして堆積を始め,標高1430m附近で停止している。停止末端部の状態は樹木片を多数含み,多孔質な熔岩のズリ状に破砕された岩屑流が小山をなして停止している。中股においては,泥流状の堆積層は認められなかった。

東股に流下した土砂は,標高1400m附近から堆積を始め,段丘地形の痕跡が見られる。段丘構成層は,シ

表—5・17　八森海岸離岸堤の復旧状況（北側から南側へ811～823号）

項目＼番号	811	812	813	814	815	816	817
復旧延長 (m)	115	112	93	106	110	101	95
新規ブロック(個)	294	394	292	467	414	452	268
ブロック (個)	86	20	30	29	5	67	89
合　計(個)	380	414	322	496	419	519	357
着　工	58.12. 1	58.12. 1	58.12. 1	58.12. 1	58.12. 1	58.12.19	58.12.11
完　成	59. 5.23	59. 5. 3	59. 4.18	59. 6.13	59. 4.10	59. 6.20	59. 5. 2

項目＼番号	818	819	820	821	822	823
復旧延長 (m)	104	109	80	93	96	90
新規ブロック(個)	238	153	373	243	325	429
ブロック (個)	143	60	75	160	146	188
合　計(個)	381	213	448	403	471	617
着　工	58.12.19	58.12. 1	59.12.15	59.12.15	59.11. 8	59.11. 8
完　成	59. 5. 9	59. 6. 6	60. 5. 9	60. 5. 9	60. 5. 9	60. 5. 9

表—5・18　既設の砂防ダム・治山ダム

番号	ダム名	管理者	流域面積 km²	元渓床勾配	ダム高 m	長さ m	水通し天端厚 m	堤体積 m³	計画堆砂勾配	計画貯砂量 m³	施工年
①	不　明	長野営林局			5.0	44.5		528			
②	九蔵砂防ダム	長野県	12.8	1/24.5	10.7	67.0	2.0	3411	1/49	10700	S39～41 通常砂防
③	九蔵砂防ダム	長野県	13.3	1/28.6	8.0	27.0	2.0	548	1/57.2	25500	S34-35 特緊砂防

注）番号：図—5・32参照

ルト質土砂をマトリックスとした泥流型土石流の砂礫層である。しかし源頭部の尾根（標高1950m）附近での堆積物は熔岩質の岩屑である。東股，中股，西股の三川合流点（標高約1260m）附近から河床上昇が生じており，谷幅も広くなっていて，その下流の狭窄部(標高約1200m)まで続いている。鈴ヶ沢下流部において，数回にわたって泥流の押し寄せたことが目撃されている。

c）砂防治山施設の状況

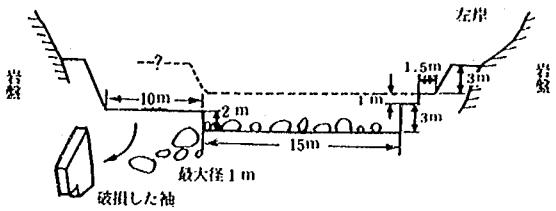
鈴ヶ沢の中・下流部に設置されていた砂防ダム・治山ダムは，表—5・18に示すとおりである。

国有林内の治山ダム（番号①）は，本体の水通天端並びに右岸袖部が破損し，袖は下流側にドアを開く様に倒れていた。ダム直上流の堆積勾配は，約1/11で上流側，下流側の堆積物の性状や粒径等に明瞭な差は認められない。(図—5・30)

九蔵高橋直上流の九蔵砂防ダム（番号②）は，左岸袖の一部に破損があった他，本体等に異常は認められなかった。

ダム上流部の堆砂地には，明瞭な堆積段丘が残っている。

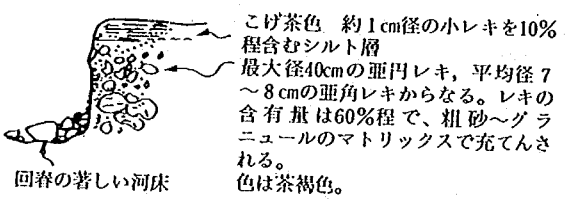
この堆積段丘の勾配は約1/13である。ダム附近の堆



図—5・30 破損した谷止め工（治山ダム）

積物は状況は，ダム上流域では大礫の平均径が約3m，下流域では1.5m前後となり，流下礫中の大径のものが九蔵砂防ダムにより停止していた。

標高980m附近の狭窄部上流の九蔵砂防ダム（番号③）は，被災を受けていない。ダム上流の堆砂地には西岸に比高1.5m前後の堆積段丘が残っていて，この段丘の堆積勾配は1/23である。段丘堆積物は最大径70cm，平均径5cmで，こげ茶色のマトリックスで充填される砂礫層からなる（図—5・31）。



図—5・31 堆砂域内の洪水段丘堆積物のスケッチ図

御岳山の巨大崩壊により，数回にわたる土石流が鈴ヶ沢に発生し流下したが，鈴ヶ沢の中流部に建設されていた2基の砂防ダムは，推定約8万m³の流出土砂を捕捉し，下流部に整備されていた流路工は，泥流の氾濫を最小限にくい止めた。鈴ヶ沢には数回にわたる土石流が発生したにもかかわらず土石流は減勢され，ここでは一人の死者も出ていない。

d）堆積土砂

標高1050m附近（番号④）から標高1120m（御岳林道の鈴ヶ沢の橋）附近の間における今回の土石流による堆積土砂の残土量は，縦断測量より概ね12.8万m³と算定された。

これらの土砂は，今後の豪雨により土石流となって流下し，二次土砂災害を及ぼすおそれがあるため，長野県では二基の砂防ダムを計画し施工した。

e）災害復旧

九蔵砂防ダム（番号②）

本体に腹付けして水通し天端厚並びに袖部厚を2.0m→3.0mに厚くするとともに，左岸の袖を復旧した。

事業費 4370万円　　コンクリート量 1182m³

この他，渓床の不安定土石流下防止対策として，激特砂防事業で鈴ヶ沢第1砂防ダム（番号④）（図—5・33），鈴ヶ沢第2砂防ダム（番号⑤）（図—5・34）の二基の砂防ダムを設置した。（表—5・19）

2） 地震動により亀裂の発生した地すべりの復旧調査例

長野県木曽郡王滝村上島（第Ⅳブロック）（長野県西部地震（1984.9.14））

a）被災概要

① 西側村営住宅ブロック（図—5・35）

村営住宅山側の畑内には，段差10～20cm，開口30～50cmの亀裂がほぼ東西に延び東側で陥没帯状となって体育館方面へつながる。村営住宅西側の道路上には，側方亀裂と思われる開口1cm程度のものが見られた。

村営住宅地内においては，側溝や土留壁に押し出し現象が見られた。特に，最下段の棟の下部の土留壁は全体に前傾した。村営住宅下部の村道路肩には段差5cm程度の亀裂が約40mにわたって連続していた。

村営住宅下方の村道の山側玉石積にゆるみを生じている箇所が所々認められた。

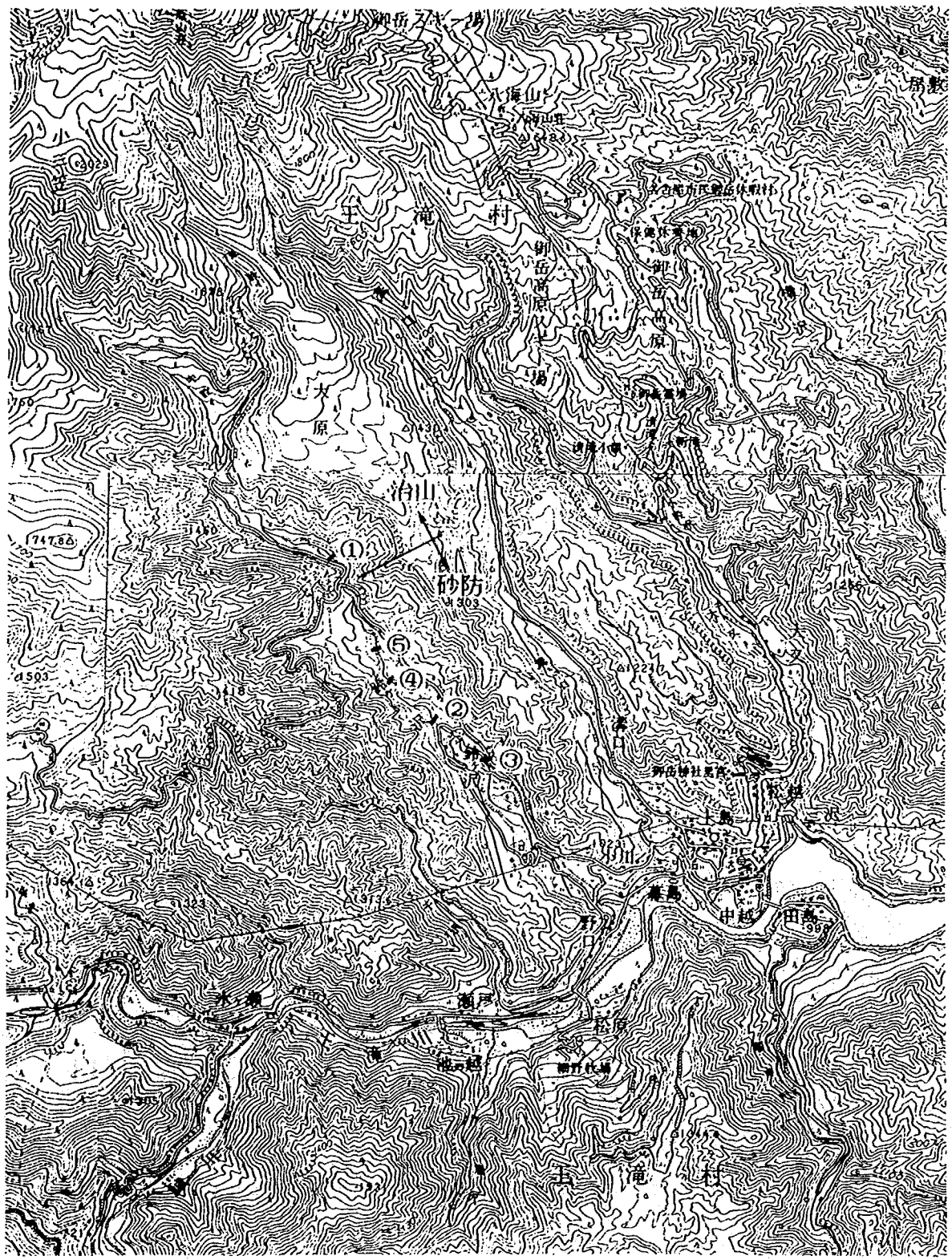
地すべりブロックの大きさは，概ね幅90m×奥行80mである。

表—5・19 激特砂防事業による砂防ダム

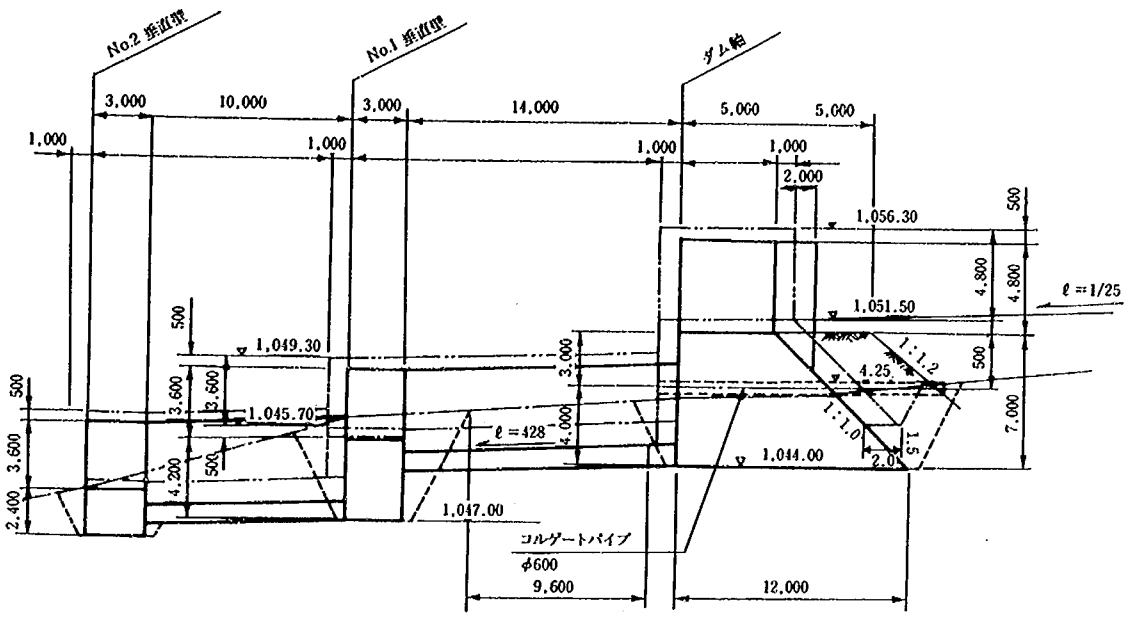
番号	ダム名	構造	流域面積 km²	渓床勾配	ダム高 m	ダム長 m	堤体積 m³	水通し天端厚 m	計画堆砂勾配	計画貯砂容量 m³	事業費（百万円）
④	鈴ヶ沢第1砂防ダム	鋼製枠ダム	12.2	1/13.7	7.0	62.0	8000	5.0	1/25	12800	300
⑤	鈴ヶ沢第2砂防ダム	コンクリート重力式	12.2	1/13.8	14.5	99.0	13900	3.0	1/28	99100	410

注）番号：図—5・32参照

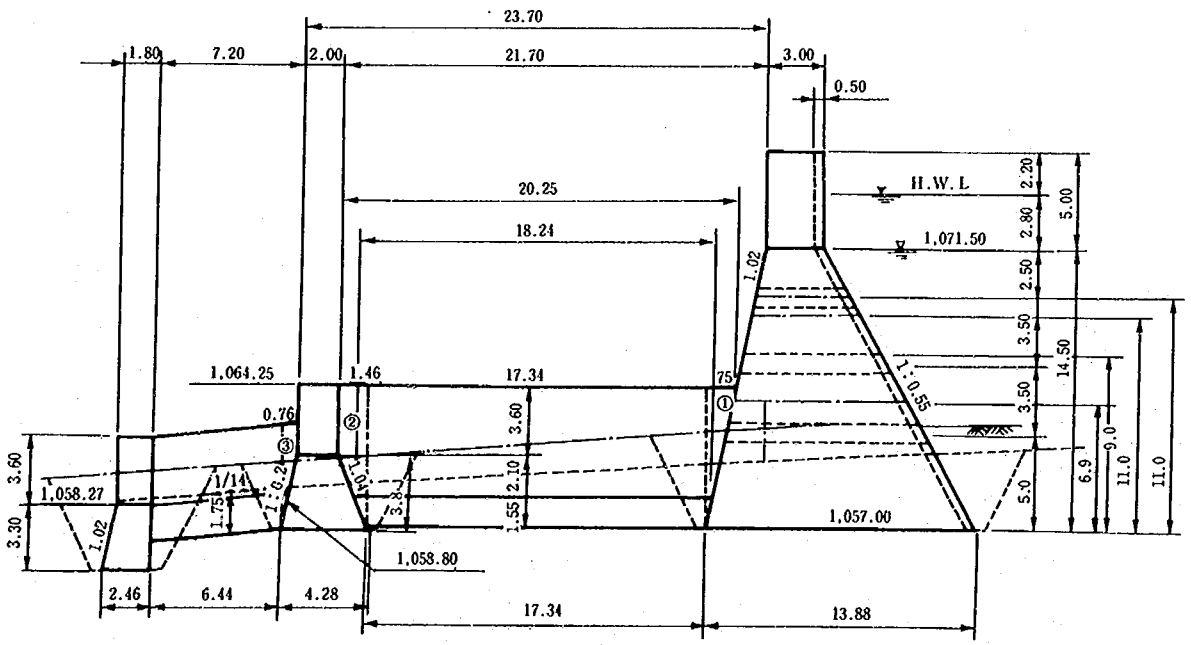
注）砂防ダム水通し天端厚は，土石流を考慮してコンクリート式重力ダムで3.0mとした。



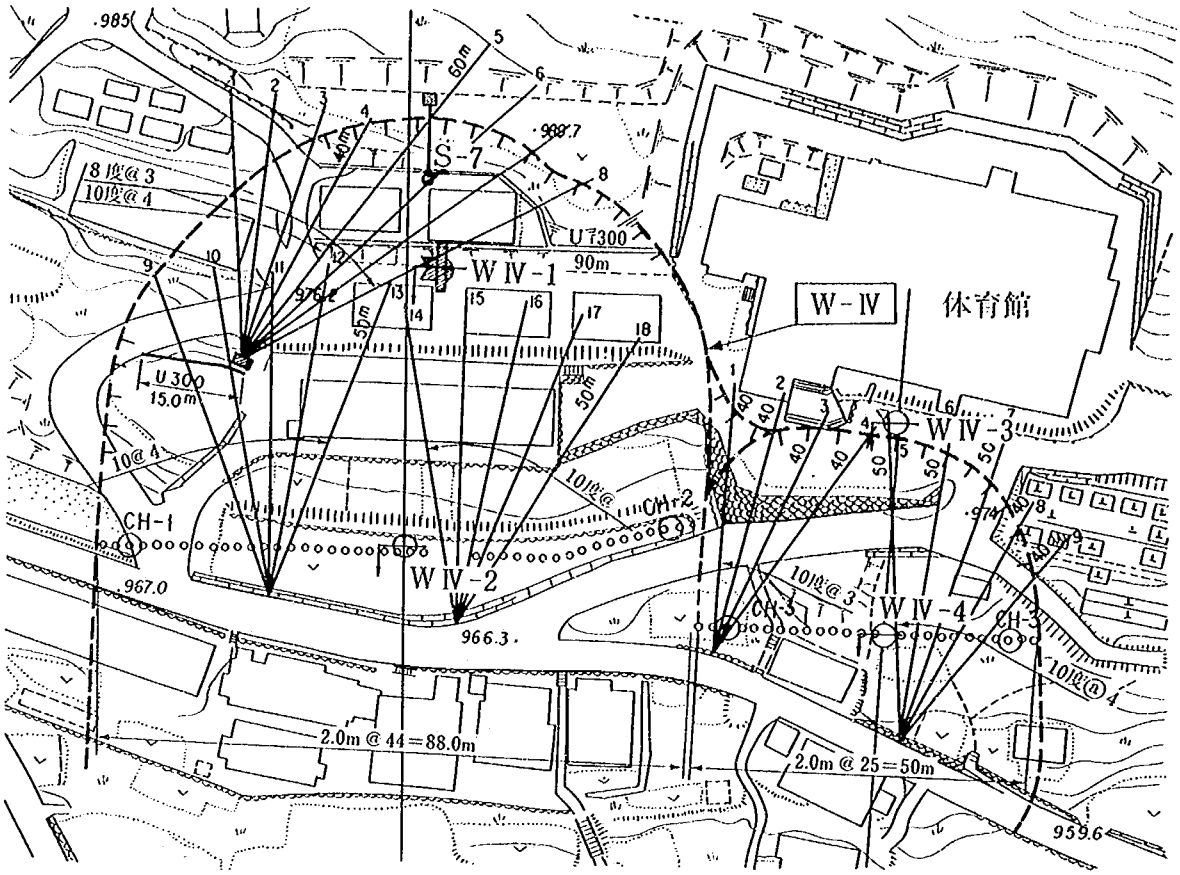
図—5・32　砂防ダム・治山ダムの位置図



図— 5 ・33　鈴ケ沢第一砂防ダム側面図（鋼製枠ダム）



図— 5 ・34　鈴ケ沢第二砂防ダム側面図（コンクリート重力式）



図—5・35　上島地区第Ⅳブロック地すべり調査及び対策工平面図

② 東側体育館側ブロック

体育館の南側に段差約50cm，開口約30cmの亀裂がほぼ東西に延びている。この亀裂の東側への延長線上において墓地を一部取り込んだ形で側方亀裂が認められた。

体育館の基礎部の盛土に沈下が見られ土留壁が前傾していたが，盛土内の現象と思われ，これは地すべりと無関係と考えられた。

地すべりブロックの大きさは，概ね幅50m×奥行50mである。

b）地形，地質概要

上島地区は，木曽御岳山（3068m）の南東麓に当たり，木曽川右支王滝川の左岸河岸段丘の上に位置し，役場が所在し村の中心地である。

上島地区一帯は，火山活動初期（洪積世中期）の火山噴出物の堆積後において基盤岩も含めて大規模な浸食が行われており，この浸食地形の上に王滝川及び支渓により運ばれた砂礫層及び未固結火山噴出物が堆積している。

河岸段丘の河川沿いには露岩は認められず，段丘の未固結層の厚さは，40～50mと推察された。この未固結層の上位には，比較的新しい火山噴出物及び流下物が分布しており，この上位の新しい堆積物が移動土塊の主体となっているものと考えられ，その層厚は7～10mである。

c）計器観測並びに地すべり調査

① 地盤伸縮計

村営住宅山側の地すべり頭部亀裂に地盤伸縮計を設置し，地すべり土塊の移動状況を監視した。

② ボーリング調査

地すべり頭部付近（No.1孔）及び末端付近（No.2孔）に深さ15mの調査ボーリングを各1本ずつ行い，地すべり土塊の深さを推定した。

地層は，安山岩礫混りの火山灰質粘性土からなり，これは泥流性堆積物と思われた。

混入する礫径及びN値から，深さ10m付近で層が区

別され，上層は下層に比し礫径が小さく，また，上層のN値は10以下が大半であるが，下層は50以上となっているものが多い。

③ パイプ歪計

ボーリングのNo.1孔を利用して，パイプ歪計を設置しすべり面の深さを調査した。

調査結果は，ボーリング調査で推定した位置と適合した。

④ 地下水位観測

No.1孔，No.2孔で観測し，降雨量と地下水位と地すべり移動量の関係を調査した。

平常時における地下水位は，地表面下12～14mの粘性土混り礫層内にある。

降雨後1～2日間で上昇のピークとなり2～5m上昇する。上昇した地下水位が平常水位に戻る回復日数は，2週間程度以内である。地すべりブロックの近隣山麓斜面から雨水が浸透しているものと思われた。

平常水位が位置する粘性土混り礫層は，礫が70%程度含まれているため透水性の高い部分が存在しているものと思われた。

⑤ 地下水垂直検層

No.1孔，No.2孔で地下水垂直検層を行い，地下水脈の位置を調査した。

d）安定解析（図—5・36）

すべり面深度は，No.1孔で10.4m，No.2孔で9.7mであった。

現況におけるすべり面の粘着力を1.0t/m²，観測された最適水位での安全率を0.98とした。

地すべり対策施工後の地すべりの計画安全率は1.2とした。

鋼管杭工の設計に当たっては，地震を直接の誘因として地すべりが発生しているため杭の許容応力度は短期とした。

地すべり対策工としては，抑止杭工と地下水上昇防止のための横ボーリング工を計画した。横ボーリング工による地下水位の計画低下高は3mとした。

e）地すべり対策

① 横ボーリング工

地すべり頭部地域ですべり面を5～10m貫通させ，すべり面付近での間隔が5～10mとなるように配置した。

② 抑止杭工

杭間隔は，基礎の破壊防止，土塊の中抜防止を考慮して2.0mとし，これに合う鋼管杭を選定した。

杭の根入長は，基礎の地質が礫質土でマトリックスが火山灰起源の粘性土からなり，N≒15程度の軟弱部を挟在していることから杭長の1/2とした。

③ 地すべり対策工（西側の村営住宅ブロック）

3) 急傾斜地崩壊の復旧例（図—5・37）

宮城県宮城郡松島町（愛宕地区）（宮城県沖地震(1978.6.12)）

a）概 要

地質は，指先で簡単に粉々にできる程著しく風化した凝灰岩である。斜面の向きは西側を向いている。

当崩壊は，急傾斜地崩壊防止工事の末着手地区で発生したもので，砂状になるまで風化の進んだ地帯での比較的深いすべり面を持つ。

b）復旧工事

斜面の地震に対する安定性を見た場合，降雨に対して弱い斜面は地震に対しても弱く，降雨に対して安定な崩壊防止施設は，地震に対しても一般に安定性が高い。

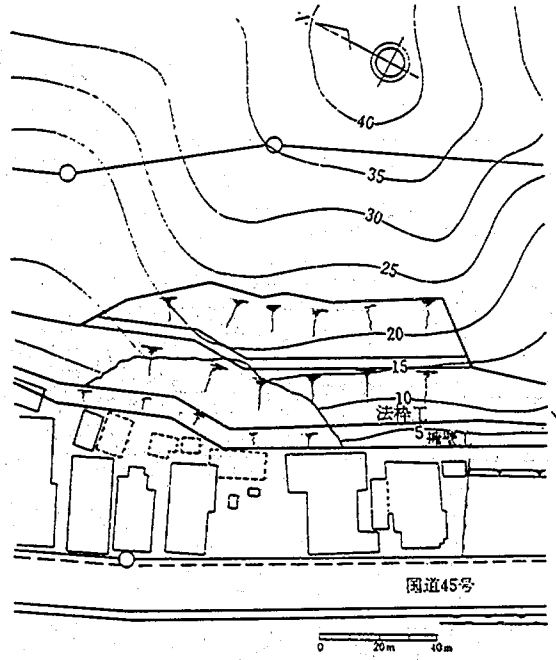
表—5・20 地すべり対策工

種 別	工 種	規格及び内容	数 量
地下水排除工	横ボーリング工	40m×4本 60m×4本 50m×10本	900m
抑止杭工	鋼管杭工	19.5m×45本 SKK41，φ267.4mm， t 6.6mm 削孔径300mm， 削孔深20m/本	877.5m
地表水排除工	開渠工	u300	105m

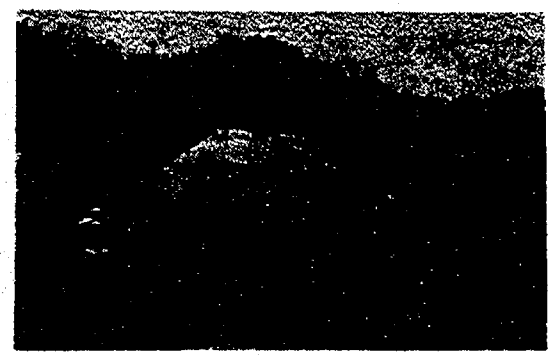
表—5・21 愛宕地区崩れ諸元

所在地			急傾斜地の概要				崩壊規模			工種
区域名	市郡	町村	高さ(m)	長さ(m)	勾配(度)	人家個数(戸)	高さ(m)	幅(m)	土量(m³)	
愛宕	宮城郡	松島町	40	300	56	18	24	85	2000	擁壁工 法枠工

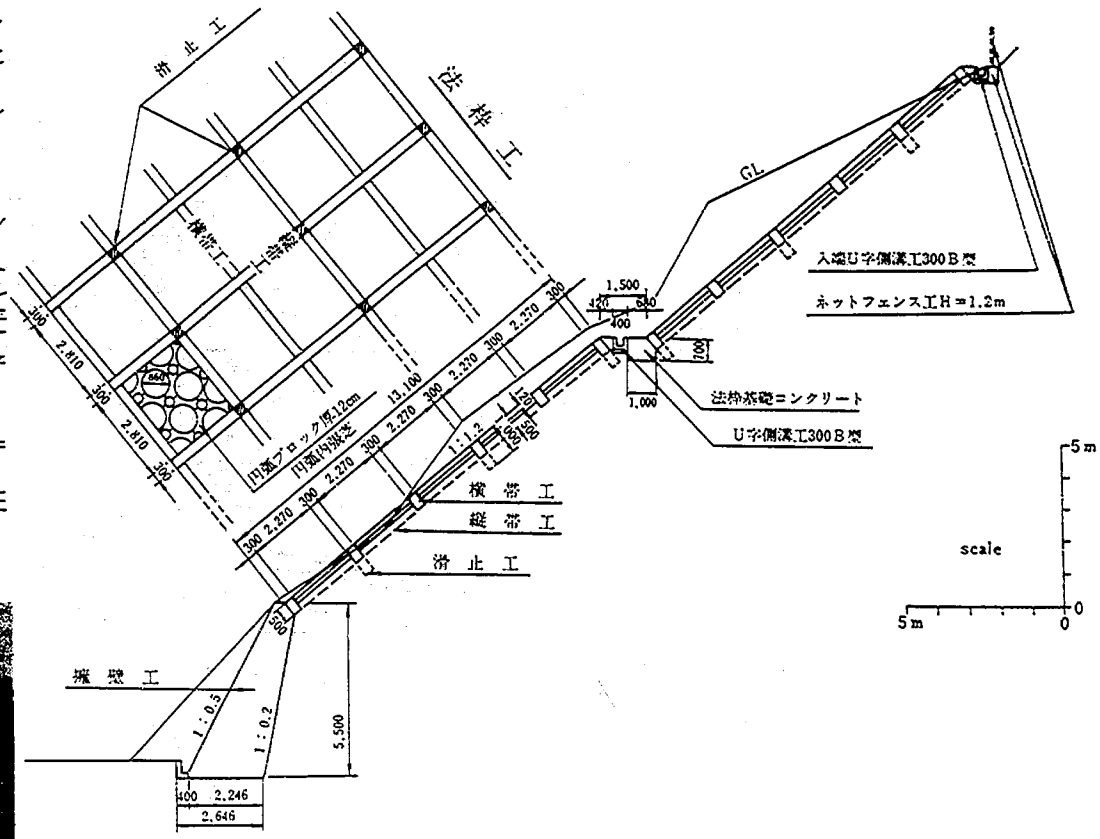
図―5・36　上島地区 (WIV) ブロック縦断面図



愛宕地区平面図



対策工が完成した愛宕地区



図―5・37　愛宕地区崖崩れ対策

今回の地震による急傾斜地崩壊に対する対策工事も，このような考え方を基本にして行われた。

4) 巨大崩壊により出現した塞き止め湖の対策例

木曽川右支王滝川(柳ヶ瀬～氷ヶ瀬)（長野県木曽郡王滝村）（長野県西部地震（1984.9.14））

a）概　要

御岳山（3063m）南麓八合目（標高2550m）附近を頭部とする巨大崩壊(御岳崩れ)は，$3.6\times10^7m^3$に及び，伝上川を流下して途中で一部の土砂は尾根を越して濁沢に流入し，再び合わさって濁川を流下し，左岸の濁川温泉を押し流して埋没し，王滝川に流入して王滝川を河道閉塞し柳ヶ瀬地区で天然ダムを形成した。

b）巨大崩壊

御岳奥の院（2940m）南斜面の標高2000～2550m付近のやや尾根形をした凸形部（図－5・38）が，幅300～400m，水平長1200m，鉛直厚50～150mにわたり午前8時48分49秒の地震とほぼ同時に崩壊した。

崩壊部の崩壊前の地形は小さな尾根地形を呈しているが，崩壊後は谷地形を呈している。すべり面は，風成の火山灰軽石層で形成されている。崩壊は旧谷を埋積して尾根を造っていた熔岩類がその下の軽石層をすべり台として旧谷地形に沿って滑動したために起こったものである。

この軽石層は，一見ぱさぱさに感じられるが軽石の多孔質の粒子自体がたっぷり水を含んでいて，練り返すと水分が出てくる。自然含水比が液性限界より高いので，練り返すと液状になってしまう。したがって，ひとたび崩壊すれば非常に流動性に富むものに変わる。

c）濁川の土砂堆積

濁沢と伝上川の合流点（図－5・39）より濁川と王滝川の合流点まで約3.8kmの渓床堆積は濁川温泉附近（図－5・39）が最も深く，40m近い堆積となっている。区間の平均的な堆積深は15～20mに及び総堆積土量は約750万m^3である。

d）塞き止め湖の形成

御岳崩れの崩壊土砂礫は，伝上川，濁川を約9km流下して王滝川に入り，王滝川を河道閉塞して塞き止め湖を形成した。

河道閉塞は，濁川の王滝川合流点の柳ヶ瀬から下流のウグイ川合流点の氷ヶ瀬（図－5・39）にかけて延長4.1km，最大幅約450m，埋塞深さは旧河床から20～50m，埋塞土砂量は約2100万m^3とされている。

このため王滝川は濁川合流点の柳ヶ瀬（図－5・39）でダム状に堰上され湛水延長2.75km，湛水面積0.33km^2，湛水量約365万m^3の天然ダムが現出した。

e）塞き止め湖の現出による住民の混乱

9月17日（月）午前8時40分，王滝村の災害対策本部が王滝川沿川の野口，中越の集落131戸（約300人）に避難準備勧告を出した。天候もはっきりしない日が続き，地震後の余震があって住民の神経が過敏になっていたことも加わり，この勧告が末端では避難命令として伝わったために一時は深刻なパニック状態が生じた。これは天然ダムの水位を自衛隊のヘリコプターが17日の早朝飛んで観測し，「今朝は昨日よりも1.5m水位が上昇している。」との報告を受けて王滝村の災害対策本部が「至急避難準備をして下さい。」と勧告した。

この日は，たまたま各省から成る政府調査団が現地に派遣されていてこの様な事情もすぐに政府に把握された。

翌18日（火）には水野建設相らが訪れたが，これに同行した治水関係者が王滝川の現地を調査した上で記者会見を行い，

- 王滝川の「天然ダム」は余程の降雨がない限り二次災害は起こらない。
- 河道を掘って天然ダムの水を抜く。
- 埋塞土砂の下流端に床止めを造って土砂流出を止める。

と発表した。これにより住民のパニックは治まった。

f）応急復旧

天然ダムの排水のため，重機を解体してヘリコプターで空輸し，天然ダムに幅7m，深さ1.5mの水抜き河道が設けられ9月26日（水）には毎秒2トンの放流が開始された（図－5・40）。

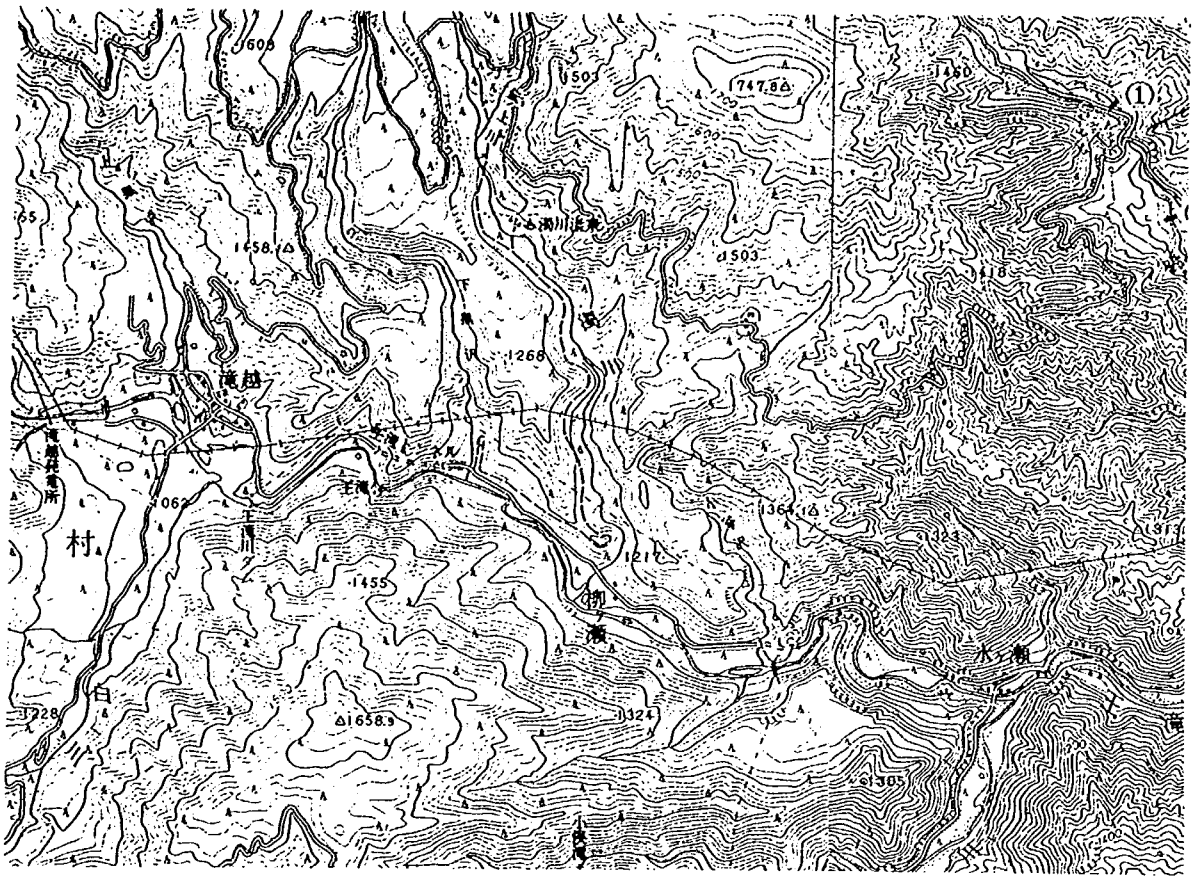
更に天然ダムに幅23m，深さ3m，長さ850mの河道を設けダムの水位の上昇を抑えるとともに，その下流部の関電水管橋上流において流路固定のための河道掘削（断面同じ，長さ280m）を実施し，これら一連の作業は10月23日に掘削を終えた。

柳ヶ瀬から氷ヶ瀬にかけての埋塞土砂は洪水により下流へ流出する恐れがあったため，応急的に土砂流出を抑制する必要があった。

このため埋塞区間の下流端付近（村道王滝線の氷ヶ瀬トンネル直上流の狭さく部）に床止工一基（5t六脚ブロック349個）が施工された。ブロックは陸上からの搬入が不可能であったためにヘリコプターにより空輸された。床止工は10月29日に竣工した。

氷ヶ瀬地区においても，流路固定のための河道掘削が行われ，床止工の上流を200m，下流を700m，右支ウグイ川の取付部を180mにわたって掘削し，これらの

図— 5 ・38　御岳崩れ位置図



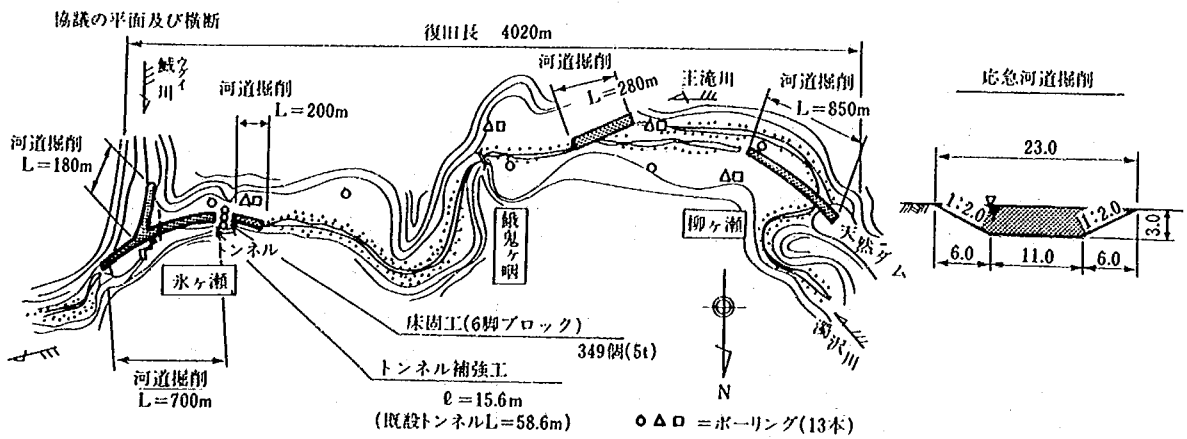
図— 5 ・39　濁沢及び王滝川の土砂堆積位置図

工　事　の　設　計　概　要

復旧延長　1,850m

応急仮
- 河道掘削　ℓ＝280m
- 床固工(6脚ブロック)349個(5t)
- トンネル補強工　ℓ＝15.6m
- 資材運搬費(ヘリコプター)1式

応急本
- 河道掘削　ℓ＝150＋700＋200＋850＝1,900m



図— 5 ・40　王滝川　応急復旧工事概要

工事は10月30日に完了した。柳ヶ瀬地区，氷ヶ瀬地区の総掘削土量は約10万m³で，床止工を含む応急対策概算額は約2億7500万円であった。なお，天然ダム上流にある関西電力の三浦ダムは地震後，二次災害防止や行方不明者の捜索，復旧作業促進のため放流を見合わせていたが10月19日より放流を再開した。

9)本復旧

王滝川の柳ヶ瀬から氷ヶ瀬の河道埋塞は，その規模があまりにも大きく，災害前の形状に復旧することは不適当であると判断され，埋塞土の流出防止を前提にした本復旧計画が決定された（図—5・41）。

① 基本方針

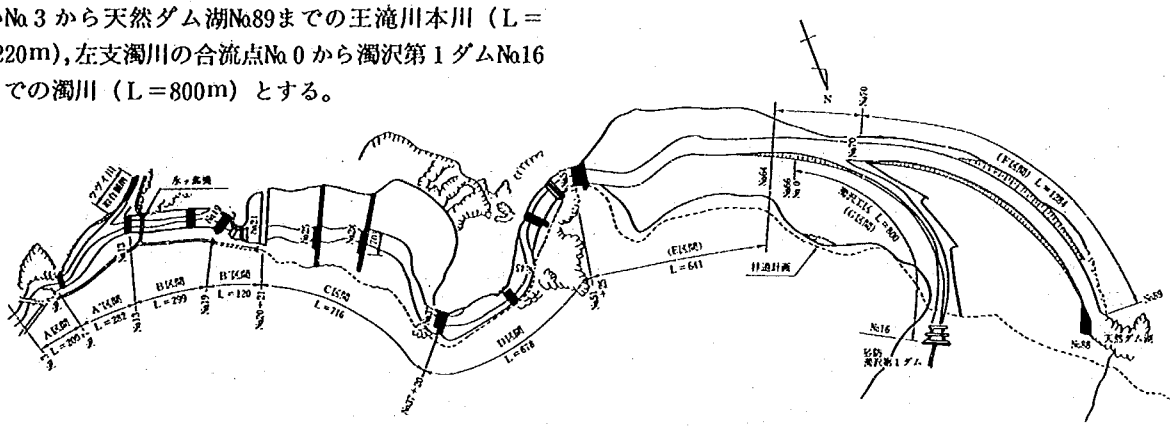
河道計画策定区間としては，土石流の堆積末端に近いNo.3から天然ダム湖No.89までの王滝川本川（L＝4220m），左支濁川の合流点No.0から濁沢第1ダムNo.16までの濁川（L＝800m）とする。

計画河道の計画高水流量は，三浦ダムの洪水調節効果を考慮しないことにして，カバー率を80%とした場合の10年確率流量とした（図—5・42）。濁川との合流点よりも上流のF区間（L＝1284m）（図—5・41）については，複断面で30年確率流量まで流下可能な断面とした。

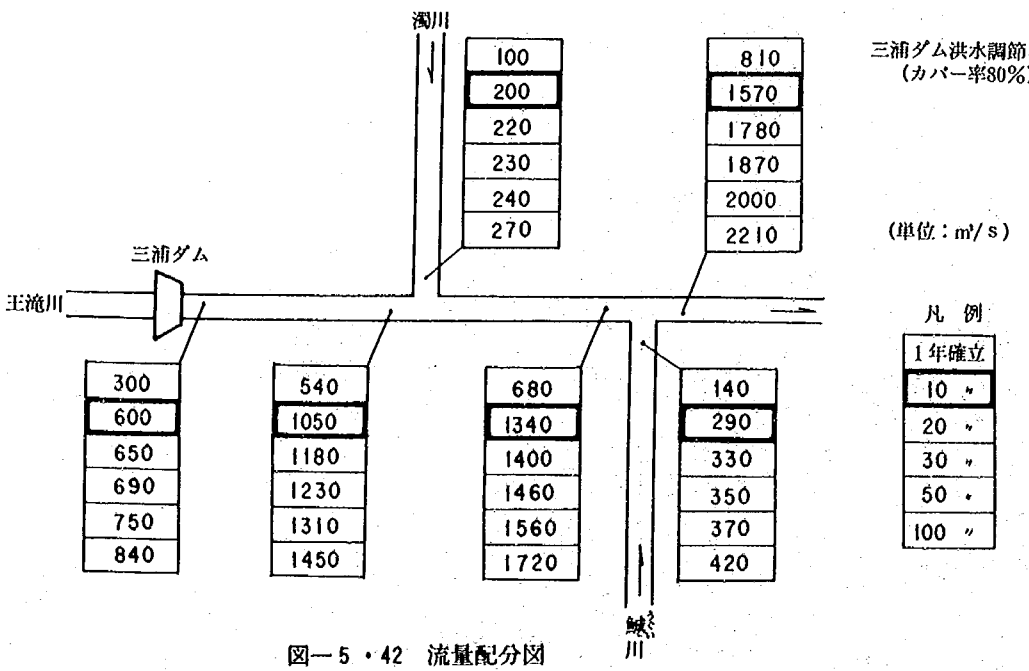
砂防ダムの設計洪水流量は100年確率流量を用いた。

河道の粗度係数は全区間n＝0.035とした。

河道計画区間の上流端条件となる天然ダムの湖水位は，その上流にある王滝トンネル(村道王滝線L＝370m)（図—5・39）が冠水しない高さに設定することにした。その水位は30年確率流量の背水位が王滝トンネル下口の路面高（標高1026.1m）より水面を1.0m下げ



図—5・41 王滝川（氷ケ瀬～柳ケ瀬）本復旧工事平面図



図—5・42 流量配分図

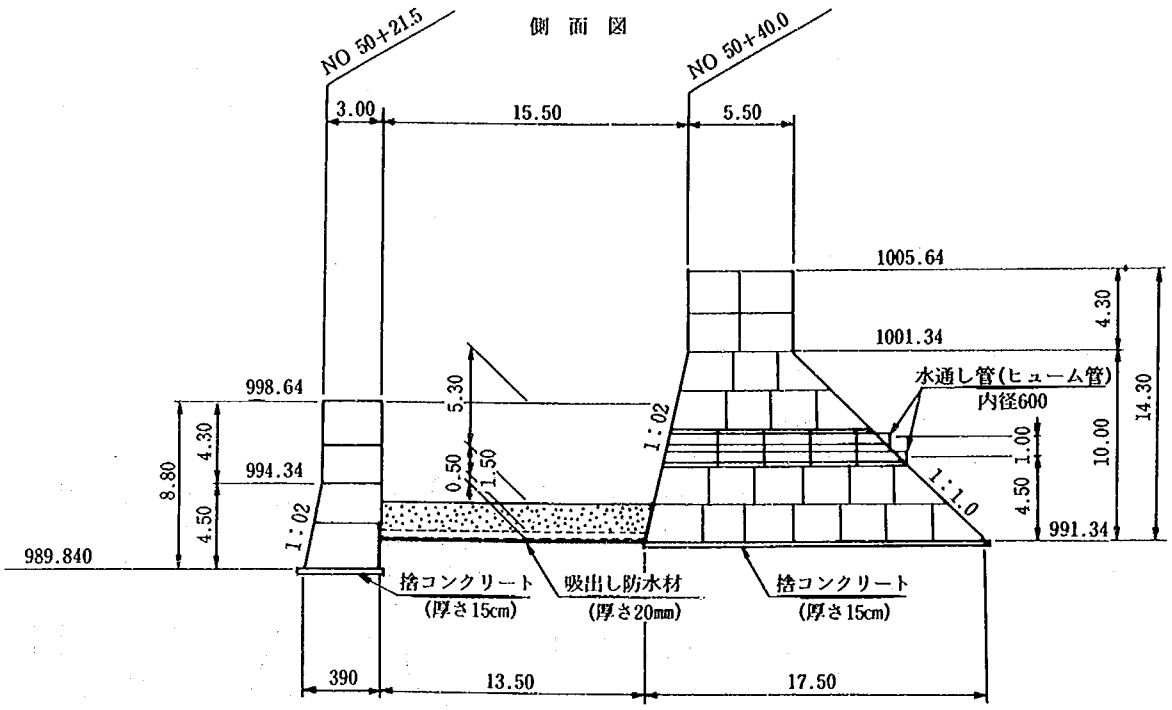
た高さとし，天然ダム湖水位を1024.0mに設定した。

② 砂防ダム並びに床固工群

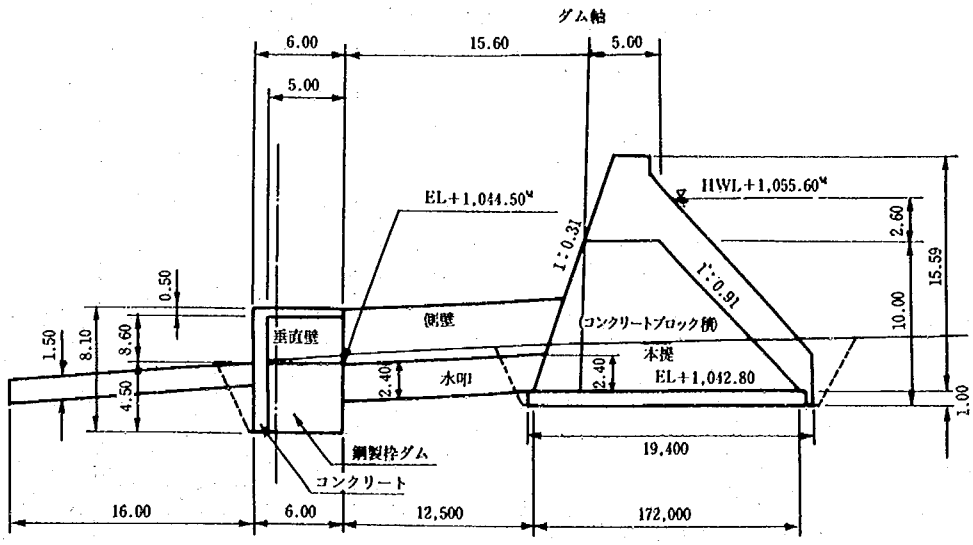
流出土砂の調節並びに抑止のため砂防ダムを計画することとしたが，王滝川左岸の道路計画との調整，砂防ダムの貯砂効率等から，本川区間ではNo51＋25mの狭窄部上流端以外に適地が無く，高さ10.0mの砂防ダム（図―5・43）を計画した。

水通し断面は100年確率流量を対象として設計し，余裕高は見ないこととした。

C区間の谷幅は最大300mもあり，その下流の狭窄部は砂防ダムの適地ではあるが氷ヶ瀬トンネルとの関連で河床を上げることが出来ないため，3基の床固工群で土砂調節並びに抑止を図ることとした。床固工の水通し断面は10年確率流量を対象とし，1mの余裕高を



図―5・43 王滝川砂防ダム（柳ケ瀬地区）（鋼製枠構造）



図―5・44 濁沢第一砂防ダム側面図

見ることとした。なお，余裕高を含めると100年確率流量まで流下可能である。

濁川には緊急砂防事業により砂防ダム２基（濁沢第１砂防ダム　コンクリート組みブロック造りH＝10.0m（図―５・44，図―５・45），濁沢第２砂防ダム　重力式コンクリート造りケーソン基礎H＝14.0m（図―５・46））を設けることとした。

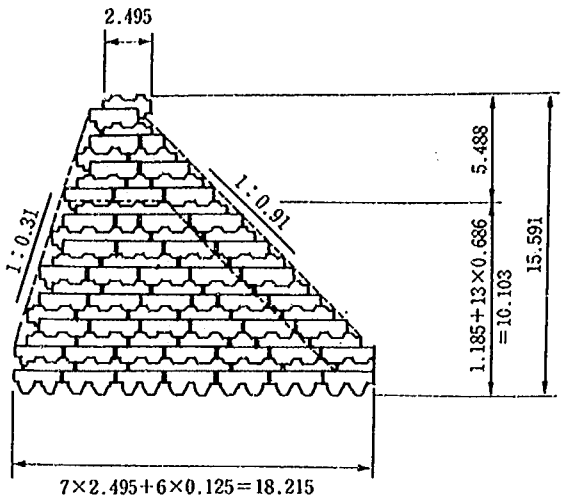
③　流路工

流路工は両岸護岸もしくは片岸護岸とし，必要に応じ床固工と帯工を設けることとした。

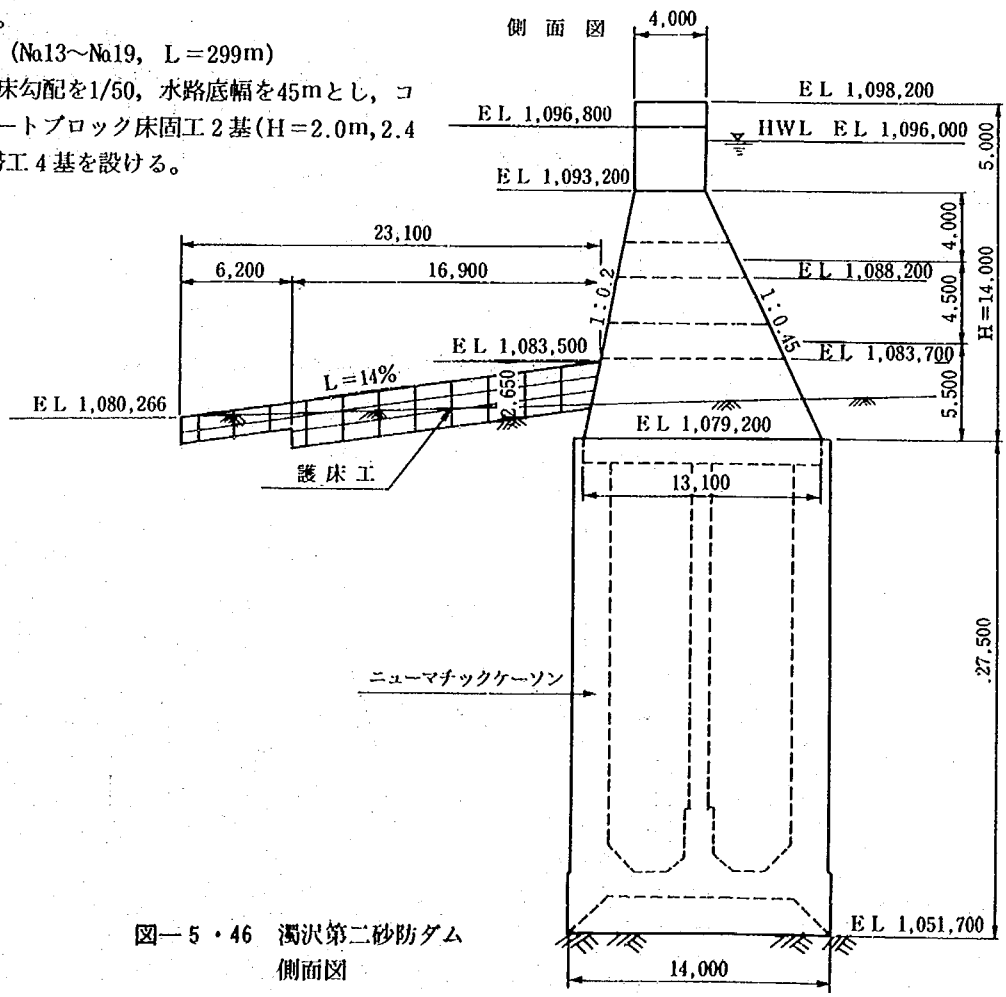
・A区間（No.３～No.７，L＝200m）
上流の計画河道と下流の現況河道との取合い掘削区間である。

・A′区間（No.７～No.13，L＝282m）
計画河床勾配を1/50，水路底幅を56mとし，コンクリートブロック帯工１基，帯工３基，隔壁工２基を設置する。左岸護岸は１：1.5の連結ブロック張りとし，右岸には護岸を設けないこととした。

・B区間（No.13～No.19，L＝299m）
計画河床勾配を1/50，水路底幅を45mとし，コンクリートブロック床固工２基（H＝2.0m，2.4m），帯工４基を設ける。



図―５・45　濁沢第一砂防ダム
本堤側面図



図―５・46　濁沢第二砂防ダム
側面図

護岸はA区間と同様とする。

・B'区間（№19～№21＋20m，L＝120m）
コンクリートブロック床固工基2基（H＝2.4m，3.2m），コンクリートブロックの帯工1基が連続的に設置され，計画河床勾配を1/50，1/70とし，河床はコンクリートブロック張りとする。

・C区間（№21＋20m～№37＋20m，L＝716m）
河床については現況を整正する程度とし，コンクリートブロックの床固工1基（H＝3.2m），コンクリートブロックの帯工2基を設ける。

・D区間（№37＋20m～№51＋25m，L＝678m）
計画河床勾配を1/70，水路底幅を45mとし，コンクリートブロックの床固工7基(H＝2.0m×7基)，コンクリートブロックの帯工1基を設ける。左岸にはA区間と同様な護岸を設置する。

・E区間（№51＋25m～№64，L＝641m）
№51＋25mにH＝10.0mの砂防ダム（鋼製枠構造）（図－5・43）を設置する。水通しの設計は100年確率洪水流量（Q＝1720m/s）を対象として設計し，水通し幅45.0m，水深4.3m袖小口勾配1：1とした。

・F区間（№64～№89，L＝1284m）
計画河床勾配を1/300，水路底幅を45mとし，洪水確率流量1/30の流量が流下しうる複断面とする。

・濁川区間（№0～№16，L＝800m）
計画河床勾配を1/27，水路底幅を40mとし，隔壁工を60mごとに設置する。

3. 道路施設編に関する復旧事例

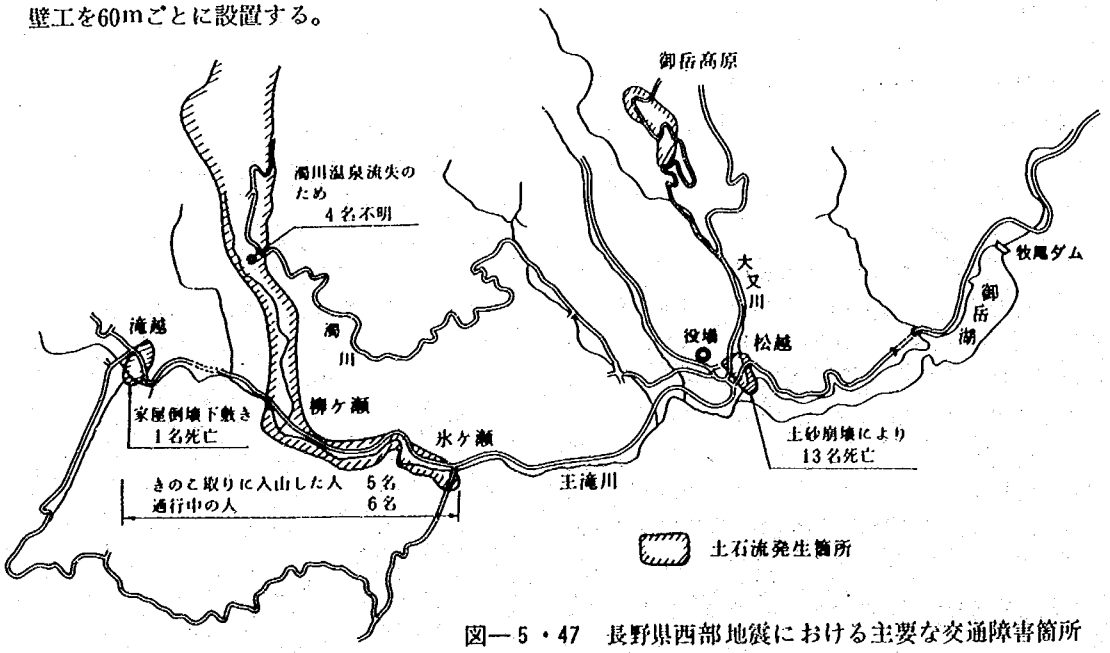
3.1 道路震災復旧における震後対応及び応急復旧対応の事例

3.1.1 長野県西部地震における道路復旧

1) 被害及び復旧の概要

1984年9月14日午前8時48分に発生した長野県西部地震は，山間地に生じた直下型の地震であり，大規模な斜面崩壊及びそれに伴う河道埋塞の発生など，近年我が国に発生した海洋性の地震には無い被災の特徴を有している。本地震における被害の大半は死者29名をはじめ大規模な斜面崩壊により発生しており，道路では，合計287箇所において被害74億円が生じた。大きな交通障害は図－5・47に示す王滝村内の3箇所である。

王滝村と木曽福島町を結ぶ唯一の県道である御岳王滝黒沢線は王滝村松越地区の斜面崩壊により路体が流失したため，地震発生と同時に通行止めとなった。迂回路としては，関西電力の牧尾ダムから王滝川右岸を通る村道1号線が利用された。この村道1号線にも路肩部に各所で部分的な亀裂が発生したため，路肩保護のため応急舗装，矢板の打設等による応急復旧工事が実施された。また，村道1号線の牙ヶ沢橋及び大岩橋を調査した結果，重車両の交通が不可能と判断されたため，14tの重量制限を加えて県道御岳王滝黒沢線の応急復旧が完了するまで交通開放された。低規格とは



図－5・47　長野県西部地震における主要な交通障害箇所

いえ，村道1号線が啓開されることにより木曽福島町方面との足が確保され，県道御岳王滝黒沢線が途絶している間の救助・復旧に重要な役割を果たした。なお，全面通行止めとなった県道御岳王滝黒沢線は応急組立橋を用いた松越地区の応急復旧工事が10月14日に完成したため9月14日以来の通行止めが解除されている。

また，同県道の王滝村中心部と御岳高原方面間も前述した松越地区の斜面崩壊により道路が欠壊した。本地区については10月8日に1車線（普通車，午後5：30～翌朝7：00まで開放）で仮開放されたことにより大又地区への交通が可能となり，10月28日に仮道路工事が完了した。

また，御岳崩れ（濁川の大土石流）により王滝村中心部と滝越地区を結ぶ村道が埋没し，滝越地区が孤立した。このため，工事用道路，林道等を利用した迂回路の応急確保が10月末に完了しているものの昭和60年12月現在本復旧には到っていない。

2) 緊急調査及び緊急措置

長野県木曽福島建設事務所では，地震直後に緊急調査を実施するため6班の調査班を編成したが，正午近くまで震源地がどこかが判明しなかった。このため，まず，管内全域のパトロールを実施していたが，そのうちに，報道機関の上空偵察および管内パトロール等により王滝村，三岳村に被害が集中していることがわかり，この方面にパトロールの主力を移しかえている。王滝村調査班が村道1号線をブルドーザにより崩落土を除去しつつ王滝村役場に到着したのは14日午前11時30分頃であった。緊急調査実施上の問題点としては，以下の項目が挙げられる。

① 山間地等においては，気象庁等による正確な震源位置の報告が行われるまで，どこで被害が集中的に発生しているかがつかみにくい。

② 道路の被害によりパトロールカーによる緊急調査は困難となる場合がある。

③ 山間部では無線の通信不能箇所が多い。

被災した県道の迂回路となった村道1号線に架かる大岩橋(昭和36年建設，有効幅員4.5m，スパン110m)の通行規制は載荷試験により決定されている。本橋は，昭和36年に牧尾ダムの建設に伴い村道の付け替えとして架けられたものであるが，設計条件は不明（2等橋と思われる）であった。地震後，午後2時47分頃に村道1号線は仮復旧されたが，大岩橋では支承及び伸縮継手に被害が認められたために，警察により4tの重量規制が実施され，橋の前後に設けた看板により利用者に表示された。しかしながら，復旧活動に関連して実際には4tを越える車も通行していたため，橋梁の安全性を確認するため，載荷試験が民間コンサルタントに委託して実施された。試験では14tトラックを載荷し，橋のたわみを実測した結果，実測のたわみは計算値より小さいことが確認されたため，9月22日に4tから14tに重量制限が変更された。ただし，支承等に被害があることから10t以上の自動車は1台ずつ通過するよう看板標識が出された。

3) 応急復旧の観点

応急復旧は，王滝村中心部への重機搬入路の確保及び孤立地区の解消が目標とされた。王滝村中心部から各方面に向う路線の応急復旧は以下の通りである。

a）王滝村中心部～木曽福島間

前述したように王滝村と木曽福島町を結ぶ唯一の県道である御岳王滝黒沢線は，王滝村松越地区の斜面崩壊により路体が流出（被災区間長約420m）したため，地震発生と同時に交通止めとなった。

本被災箇所では王滝村中心部と木曽福島方面の大型車交通を確保するために応急復旧が早急に必要とされたが，仮設道路の施工位置が行方不明者の捜索域に当っていたため，行方不明者の捜索活動の便及び代替迂回路（村道）がとりあえず確保されていることを考慮し，9月22日から復旧工事に着手されている。この復旧経過は表―5・22に示すとおりである。震災復旧といえども行方不明者の捜索等被災状況を配慮することが必要とされるが，一方では応急復旧を早急に進めなければ被災地区の復旧が進まないことから，両者の

表―5・22 県道御岳王滝黒沢線の応急復旧

日 時	事 項
9月14日	地震発生
9月18日	応急組立橋（中部地建）による応急復旧の決定
9月21日	現地災害対策本部において9月22日からの工事着工の承諾
9月22日	工事着手。行方不明者捜索のため警察，自衛隊立合いのもとに左岸側取付道路より着手。
9月23日	右岸側取付道路の着手は行方不明者捜索作業との関係で，24日に延期
9月24日	復旧工事作業箇所付近で行方不明者1名が遺体で発見される。
10月6日	橋台完成
10月9日	上部工完成
10月14日	供用開始

バランスをどのように図るかが重要といえる。また，本地区の応急復旧には建設省中部地方建設局所有の応急組立橋が有効に使用され，被災後1箇月の10月14日には交通が確保されている。

本被災箇所の本復旧工事は，昭和60年2月より着手され同年8月23日に完成(より)供用開始されている。本復旧は，応急仮設路の上流側（既存の道路位置）に建設され，被災後1周年内の完成を目標に実施された。

b）王滝村中心部～御岳高原

王滝村中心部と御岳高原方面を結ぶ道路も松越地区の斜面崩壊により遮断された。御岳高原方面へは迂回路が無いため，孤立地区の住民及び観光客はヘリコプターで避難・救助された。本地区では，応急復旧として崩壊箇所（被災区間長約40m）を迂回する600mの仮設道路が建設された。応急復旧の工程は表－5・23に示すとおりである。

迂回路は民地を通るため，9月23日に地元の了解をとり，一刻も早く道路を開通して孤立解消を図ることを目標に応急復旧工事が行われ，10月8日には1車線の通行が確保され，とりあえず孤立の解消が図られた。その後，道路の拡幅，安全施設の設置，舗装などを行い，10月28日に応急復旧を完了している。なお，10月8日に1車線の確保をしてから，10月28日の応急復旧完了までの間は，作業時間帯以外（主として夜間）については一般車に対する交通開放をしている。

本箇所は復旧額が約10億円にのぼる最大道路被災箇所であった。本復旧は，崩壊斜面を法枠工を用いて安定化を図り，道路中心を山側に絞った線形により実施されている。復旧は昭和60年2月に着手され，その後，家屋移転や団地の保障契約も平行して行われている。本箇所の復旧は，スキー場開きに間に合わせることを目標に実施されており，昭和60年12月2日に道路の供用が開始されている。なお，本被災箇所の本復旧の完了は昭和61年8月の予定である。

表－5・23 王滝村中心部と御岳高原方面を結ぶ道路の復旧状況

日　時	事　　項
9月14日	地震発生
9月23日	仮設迂回路による復旧の地元了解
9月24日	工事開始
10月7日	1車線復旧完了，信号機設置
10月8日	交通解放（1車線，普通車のみ）
10月9日～10月27日	迂回路の2車線拡幅作業 作業時間帯以外（主に夜間）は交通解放（1車線，普通車のみ）
10月28日	応急復旧完了

c）王滝村中心部～滝越地区

王滝村中心部から最奥の滝越地区への村道（一部は林道）（被災区間長約7km）は御岳山麓の斜面崩壊により流出した土砂によって埋没されるとともに，一部はこれにより形成された塞き止め湖に水没し，完全に不通となった。被害があまりにも甚大であったため，滝越地区への交通は現場に沿う復旧ではなく，全く別の工事用道路，林道等を利用した延長約15kmの迂回路によりかろうじて確保された。ただし，冬期はこの迂回路も使用不能となることが予想されたため，滝越地区の住民は王滝村中心部に避難することを余儀なくされた。迂回路が王滝川本線を横断する箇所では，氷ヶ瀬橋（鋼板桁橋，橋長56m）が土石流により流出したため，木橋が応急的に建設された。この仮橋は土石流による堆積土砂上に応急的に仮復旧されただけであるため，地震後の11月15日の出水時には，取付の仮道の一部が流出して不通となるなど，地震後の豪雨対策の困難さが示された。また，本地区の復旧に必要とされた重機は，一部，ヘリコプターにて空輸されているものの松越地区における県道の崩壊により10月14日まで搬入できなかった。

本被災箇所の本復旧は，埋没箇所下流端の氷ヶ瀬トンネルから塞き止め湖に水没している王滝トンネル（長さ400m）の約8kmについて，道路計画高さを上げた別ルートにより復旧が行われており，約14億円の復旧費用を用し，昭和61年夏の開通を予定している。なお，河川の復旧は，既存の王滝トンネルを利用することを前提として実施されている。

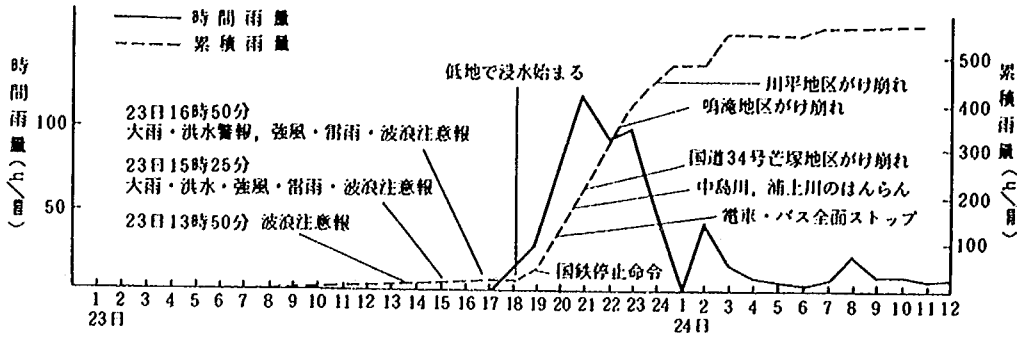
3.1.2 長崎水害における国道34号の復旧

1) 道路被害の概要

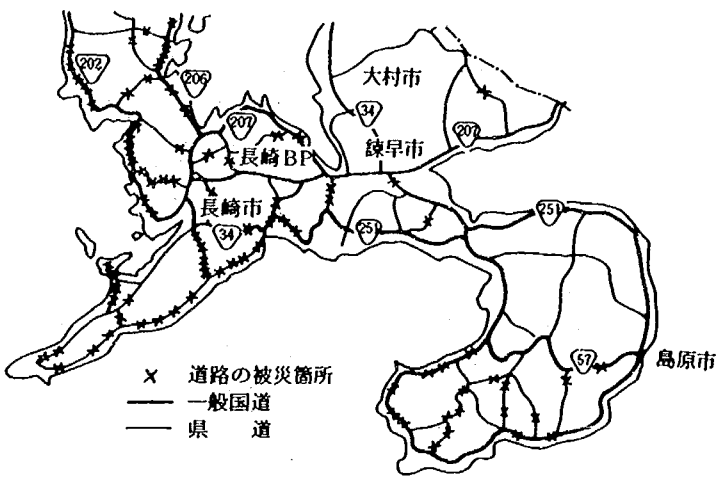
地震時の対応及び復旧の進め方は，地震に比較して現場で経験する機会が相対的に高い水害に類似した点が多い。このため以下に昭和57年長崎水害における国道34号線の災害復旧の事例を示す。

長崎水害は，昭和57年7月23日から24日にかけて，梅雨前線による豪雨（総雨量は500mm以上，時間雨量187mmと我が国観測史上最高の降雨を記録）により，死者，行方不明299名，総被害額3,000億円を越える被害を生じたものである。時間雨量の時間変化と主要な被害の出始めた時間の関係を図－5・48に示す。

道路被害は，図－5・49に示すように，長崎県内の各所で発生し，長崎市は一時的に他地区から完全に孤



図—5・48 時間雨量及び累積雨量（昭和57年7月23日1時～24日12時）



図—5・49 道路の主要な被害箇所

立する状態となった。国道34号も長崎市街の手前の峠部において図—5・50に示すように多大な被害が生じた。なお，国道34号は，長崎市と諫早・佐賀方面を結ぶ2車線の幹線であり，水害当時，25,000台/日を越える交通量があった。

2) 災害後の対応

a）緊急調査

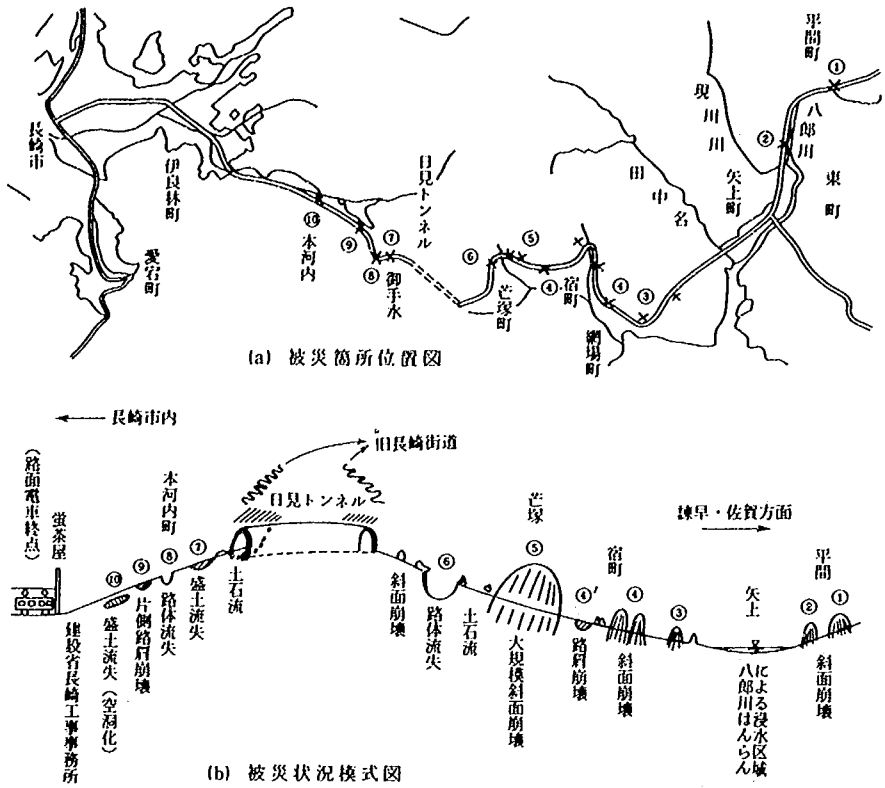
図—5・48に示すように長崎周辺では，7月23日午後6時頃から雨が降り出し，このわずか3時間後には市内の各所で被害が出始めた。このため，被害の実態を早急に調査する必要が生じたが，被災直後は降雨が終っても極めて危険であり，「足でかせいで」実態把握することは慎重を要した。

しかしながら実際には，建設省長崎国道工事事務所職員の必死の努力で時間雨量が50mmに達しつつあった23日19時40分に第1回目(所長，道路管理課長)，時間雨量が100mmを越え，集中豪雨の真最中の22時に諫早方面より第2回目(大村出張所長)，時間雨量が再び50mm台に下がり，ようやく豪雨のピークを脱しつつある24時から翌24日2時にかけて第3回目（道路管理課長，交通対策係長）と，合計3回の調査が実施された。さらに，翌24日6時～15時には被災箇所の16箇所及び職員宿舎の被災状況について目測と写真撮影による調査（工務課長，工務課技官）が行われている。

現場指揮の最高責任者である事務所長は，被災現場を自分の足で確かめる時間的余裕がなかったため，自ら視察するためにヘリコプターの貸与を各方面に要請したが実施されなかったとされる。

緊急調査は時間との戦いであり，被害の実態把握を正確さと迅速さのバランスを図りながら実施することは，非常に困難であった。一例を挙げると，被害後の24日には雨中で被害調査が実施されており，このため別班の報告と照合する際，野帳が1ページくっついて，その箇所だけが被災箇所からもれて報告され，後々，修正に苦労した事例もあるとされている。

b）応急復旧



図—5・50 国道34号主要被災箇所

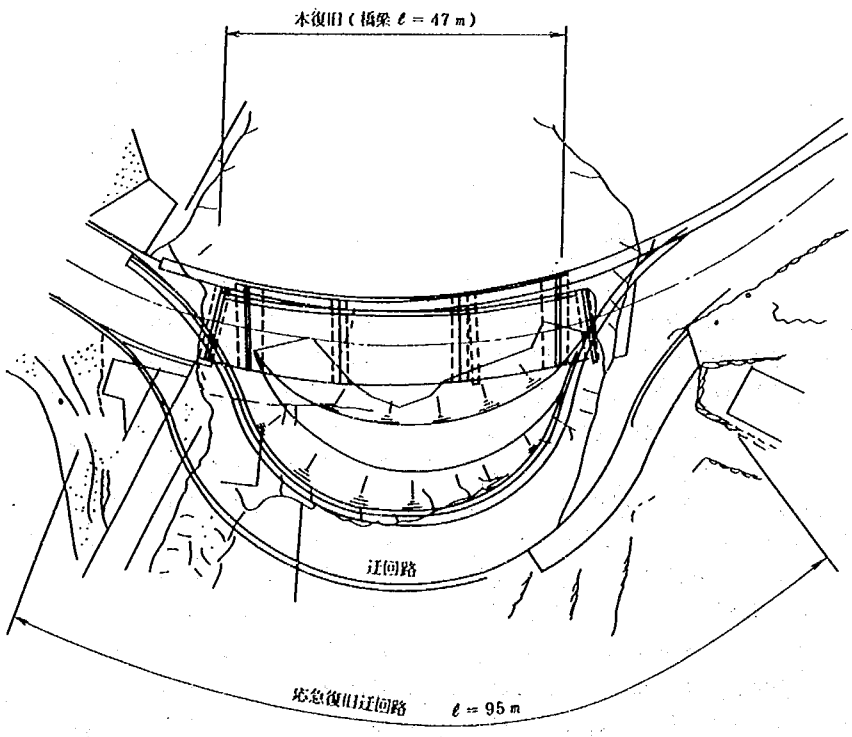
応急復旧に当っては，復旧工事そのものと同時に被災現場までの工事用道路の確保が重要な判断材料であった。今回の被災区間には，交差する道がないため，被災区間の両側より順次復旧しながら先に進むという方式が採られた。一般的には対策工法は，被災の実態に即して2，3の案にしぼり込み，最終的に工期，安全性，費用，材料の確保の可能性などから決定される。しかしながら，今回は全て短期間に，しかも未知の要素（たとえば土質，地質，すべり面の位置など。また，崩落土の下に車もろとも遺体が埋っていると推測されるという遺族らの情報も実際に掘ってみないと分らない。）を判明させつつ工法の決定をみなければならなかった。したがって，技術判断は正確さとともに迅速さが要求された。このため施工業者に加え，数社の大手建設業者から技術者の応援を得て「知恵を出す」役割を求めた。この上で，技術検討委員会（所長，副所長，工務課長，管理課長等で構成される）を設け，随時，発案し論議する形で工法が決定された。国道34号の応急復旧対応の流れを大きく整理すると，表—5・24に示すとおりとなる。

この中で最も応急復旧が困難であったのはNo.8地点（図—5・50参照）である。No.8地点では，道路が10mにわたって陥没し，路体が流失した。そのためベーリー橋を用いた工事用道路をまず施工した後，本復旧もかねて22基のプレキャストボックスの既成品が必要となったが，プレキャストボックスは福島県いわき市にしかなかったため，17m分，17基の製品を緊急輸送し，残る5m分，5基については早急にコンクリート打設を依頼した。完成後の輸送には，盆の帰省客による混雑にもかかわらず，建設省，道路公団，佐賀，長崎西県警の努力により，優先的な通行が確保された。本地点は，その復旧が済まないと，先の被災地点へは入れないという最もクリティカルな復旧箇所であることからベーリー橋の有効性が存分に発揮された例といえる。

No.6地点では，沢部における盛土の路体が巨大なスプーンでえぐられたように80mにわたって流失した。このため図—5・51に示すように沢の上流部に向けて，急カーブの迂回路を設けて2車線を確保することとした。迂回路用地は，市有地及び民有地を借上げ，人家

表―5・24 国道34号における応急復旧の経過

日　時	対　応　事　項
24日午前0時	応急復旧開始（長崎側及び諫早側より）
	工事用道路（最低1車線）を確保しつつ進む
午前2時	No 8の被害状況判明（10mにわたって，道路陥没路体流失）
	ベーリー橋（L＝30m，W＝3.5m，1車線）の架設を決定
	（九州地方建設局と打合せ）→九州技術事務所（久留米）あてベーリー橋の輸送，架設を依頼
25日午前2時	ベーリー橋現地（No 8）到着
27日午前2時	ベーリー橋架設完了
	本河内町より芒塚まで応急復旧完了
29日	No 5地点へ建設機械到着
	この間，No 1～No 4の崩土処理 ｝同時に実施
	交通混乱 ｝同時に実施
	No 7, No 6 の迂回路新設 ｝同時に実施



図―5・51 長崎市芒塚町地区の復旧概要

については移転補償が行われた。本復旧については山側にかなりの土石流がそのまま堆積しており，砂防事業が実施される際に支障にならないように，橋梁で復旧されている。

c）情報連絡

本災害において情報連絡に関して次のような事例及び教訓があった。

i）適切な看板の設置

交通規制箇所，被災箇所には大きな看板を設置し，さらに，看板には建設省等，行政当局の名前を入れることにより復旧が開始されたことを広く一般に知らせることは，地元住民の安心感を得るために有効であっ

た。また，交通箇所に立てた看板に，被災箇所の写真を掲示したところ，被災状況を納得させる上で極めて有効であった。

ii）現場との連絡

現場との連絡は，災害対策車の無線によって行った。ただし，日見峠が電波障害となり，無線通話ができない箇所があった。このように影になる箇所は予め調査し周知しておく必要がある。

iii）書面による連絡

電話連絡はいかに多弁，有弁であっても後に残らない。この結果，後になって誰が言ったのか，本当にそのような連絡があったのか，内容は正しく理解されたのか等がわからなくなる場合が多い。こうした点から，災害時には面倒でも書いてはっきり先方に伝えることが誤解を防ぎ，結局は時間の節約になり，有効と考えられる。

d）交通規制

長崎水害により，県道以上に限ると県内133箇所において道路交通が遮断された。これらの多くは，被災後3～5日で通行が可能となったが，通行止めの続く区間からの迂回交通等により相当の混乱を生じた。このため有料道路長崎バイパスが緊急措置として無料解放された（ただし，緊急車両等の通行確保のため一般車両の通行は著しく制限された）が，国道206号等主要な道路で一般車両の通行規制が行われた。被災直後から規制が全面解除されるまでの主要道路の通行規制状況を表－5・25に示す。

今回の災害に関連して取られた交通規制には，警察が行った全市的な交通規制と災害復旧工事との関連で事務所が主体的に決定して行った国道34号の通行規制がある。後者の規制について，この目的を被災直後と部分復旧段階に分けて示すと以下のようになる。

i）被災直後の規制

① 国道34号の被災実態を知らず，無理して入り込もうとする者を制止する。

② 国道34号を通らなければ目的を達しない（例え

表－5・25 主要道路の通行規制状況

<table>
<tr><th>路線</th><th colspan="4">通行規制等</th></tr>
<tr><td>国道34号</td><td colspan="4">7月24日～8月19日　芒塚地区で全面交通止
日見トンネル前後の区間で二輪・歩行者無制限，路線バス以外の一般車通行止
8月20日　開通　規制解除</td></tr>
<tr><td rowspan="5">長崎バイパス</td><td></td><td>路線バス</td><td>タクシー</td><td>その他一般車輌</td></tr>
<tr><td>7月24日～29日
30日
31日</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td>8月1日
2日
3日</td><td rowspan="2">7h～9h，17h，19h通行可</td><td>20h～4h通行可</td><td>20h～4h　一般車通行可</td></tr>
<tr><td rowspan="2">4日～19日</td><td rowspan="2">終日通行可</td><td>12h～20h　二輪，4トン車以上通行可
20h～4h　一般車通行可</td></tr>
<tr><td>20日</td><td colspan="3">規制解除　有料化</td></tr>
<tr><td>国道206号</td><td colspan="4">7月24日～27日　緊急車のみ通行可
7月28日　バス，タクシー等通行可
7月29日～30日　20h～7h　一般車通行可
7月31日～8月19日　17h～7h　一般車通行可　} 昼間規制
8月20日　規制解除</td></tr>
<tr><td>国道207号</td><td colspan="4">7月24日～8月19日　4トン以下の車通行可
8月20日　規制解除</td></tr>
</table>

ば，芒塚の被災者の所に見舞に行く）等の者を抑制する。

この段階においては，通ろうとする者は，衝動的であり，理性に欠け，暴力的となる場合が多い。Uターンできるぎりぎりのところ（具体的にはバイパスとの分岐点及び蛍茶屋の建設省長崎工事事務所前）で「これ以上は通れません」と1台1台を説得したが，その非合理なドライバーの挙動は次の会話によく表われている。

「初孫が産まれた。水が全く出なくなったので，それを持っていくところだ。」

「しかし，道は通れません。」

「それは困る。産湯もない有様じゃ，病気になるかもしれぬ。とにかくわしゃ行く。」

「通れないので締めて下さい。」

「とにかく行かせてくれ。」

「死んでも行けません。」

ii）部分復旧段階の規制とその判断基準

この段階では，すでに災害実態は周知されているが，復旧が済んだところまで，自由に通りたいとするものに対する規制が行われた。したがって，この段階で出される道路利用者からの要望は，日常の不便の解消が中心となり，具体的には「バスを道光バス停まで。」，「マイカーを通させて……。」等の陳情が出される。陳情は，所轄警察署，県警本部へとエスカレートし，署長，本部の交通部長が住民の声を代弁するために事務所を来訪した例もあった。

しかし，応急復旧を早期に達成することと，地域住民の足を確保することとは相反するものである。このため国道34号の応急復旧を第一に考え，交通解放の方針は，「復旧作業に支障とならない限り，地域住民の利便に資する交通を確保する」という点におかれた。このため，工事を阻害しない範囲で，バス通行の延伸を図り，また，沿線のマイカーに限り，通行許可証を発行した。通行許可証は，当初は建設省が発行したが，どこまでが緊急な用件であるかの把握が困難であったため，後に警察に発行を依頼した。表—5・26は以上に示したような国道34号における交通解放の経過をまとめたものである。

e）地元住民に対する対応

地元住民に対する対応は，① 足の確保に関する事項，② 災害及びその復旧工事に関係する事項，の2点に関するものであった。このうち①については，前節に示したとおりである。

②については，用地貸貸及び用地買収対象者，道路被災箇所直下の居住者，工事現場直近居住者等があり，それぞれ対応が異なる。しかし，最も基本的な点は，相手の置かれた環境を充分認識して対応することであり，災害復旧への理解を得ることが重要と考えられる。また，時間とともに市民の感情に微妙な変化が生じてくることに注意しなければならない。すなわち，被災当初は，その規模の大きさを認識して市民も寛容であるが，日が立つにつれていら立ちが表われてくる場合が多い。特に，家庭用水の供給，ゴミの処理，店舗の片付けなどが進むにつれて，市民のいらだちが復旧作業のうち残された課題に向けられてくるということになりやすい点に留意しておくことも重要であろう。

f）関係機関との協議

関係機関との連絡調整は，円滑な復旧を進めていくうえで非常に重要である。特に，初期の意志決定段階での連絡調整が重要であり，この段階でうまく協議し連絡しあえば簡単に済んだところを協議なしで事が運ばれたため，その後の調整に多大の時間を要した例もある。例を挙げると以下のとおりである。

① 同一災害現場に調整なしに複数機関の復旧隊が入り込み，建設機械がすれ違いもできなくなり，何ら

表—5・26 国道34号における交通解放の経過

日　　時	交　通　解　放　状　況
7月23日～7月25日まで	全面交通規制 職員4名，25日昼よりガードマン2名と交替 （災害写真の掲示，看板の設置）
7月27日～7月28日	通行許可証の発行　職員による交付 29日以降県警へ一元化
7月29日	バス運行（道光バス停まで）
8月2日	バス運行（芒塚バス停まで）
8月20日	開通，規制解除

稼働できない状況となる恐れが発生した。

② 国道34号の未復旧区間である種の車輌のみ通行を許可したことにより，擬似「ある種」の車輌が次々と現われ，結局すべての車輌の侵入を許すこととなり，復旧作業がストップしそうになった事例。

g）報道機関に対する対応

報道機関に対する対応には，以下のように2つの段階があった。

① 第1段階—混乱期（最初の1週間）

この間はいわば，平常時から臨戦時への過渡期であり，最も混乱した時期である。したがって，この間は"問われれば"「国道34号9.6kmの中に大規模な被災箇所でも9箇所あり，目下鋭意対策を検討中，開通の見通しは立っていない」と答えた。

② 第2段階—復旧にやや見通しが立ちはじめた頃から

7月30日に組織の組みかえを行い，報道関係担当官を置いて窓口を1本化し，報道を重要な広報機能ととらえ，積極的に対応した。報道関係への発表は，すべて県政記者クラブで行い，基本的な変化があれば，即刻，記者クラブで発表させた。また，記者をマイクロバスに乗せて，現場を案内することも，実状を理解させるために有効であった。

ここで，報道機関等への開通の見通しの出し方は一般にどの場合でも，判断に迷う場合が多いが，長崎水害の場合は，表—5・27に示すように復旧状況に応じて，大まかな見通しの段階から，より確実な見通しへと逐次変更されていった。

3.2 道路橋の復旧事例

3.2.1 落橋した事例

1) 昭和大橋

a）被害状況

昭和大橋（昭和39年竣工）は図—5・52に示すように活荷重合成鋼単純桁10連及び非合成単純鈑桁2連よりなる橋長304m，幅員24mの一等橋である。下部構造は径600mmの鋼杭9本を用いた1列のパイルベント橋脚であった。

1964年新潟地震により12連の橋桁が写真—5・22に示すように落橋した。

b）復旧工法

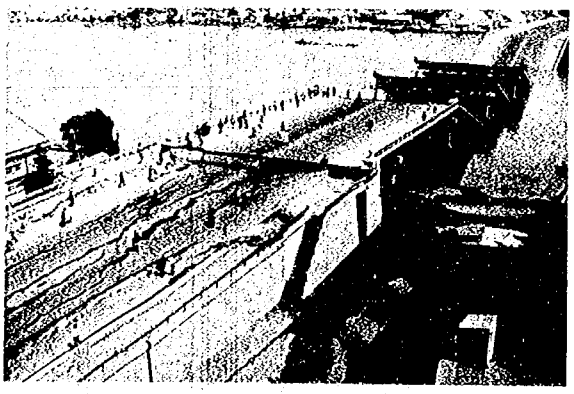
復旧では1列のパイルベント橋脚が写真—5・23に示すように2列のものに補強された。被害の無かった橋脚及び橋桁では写真—5・24に示すように床版に穴が開けられ，床版上から鋼杭を打ち足すことにより補強が行われた。

2) 錦桜橋

a）被害状況

国道346号の錦桜橋（昭和31年竣工）は図—5・53の一般図に示すように，非合成桁1連，下路単純トラス5連，ゲルバー鈑桁9連より成る橋長575.5m，幅員6.0mの橋梁である。

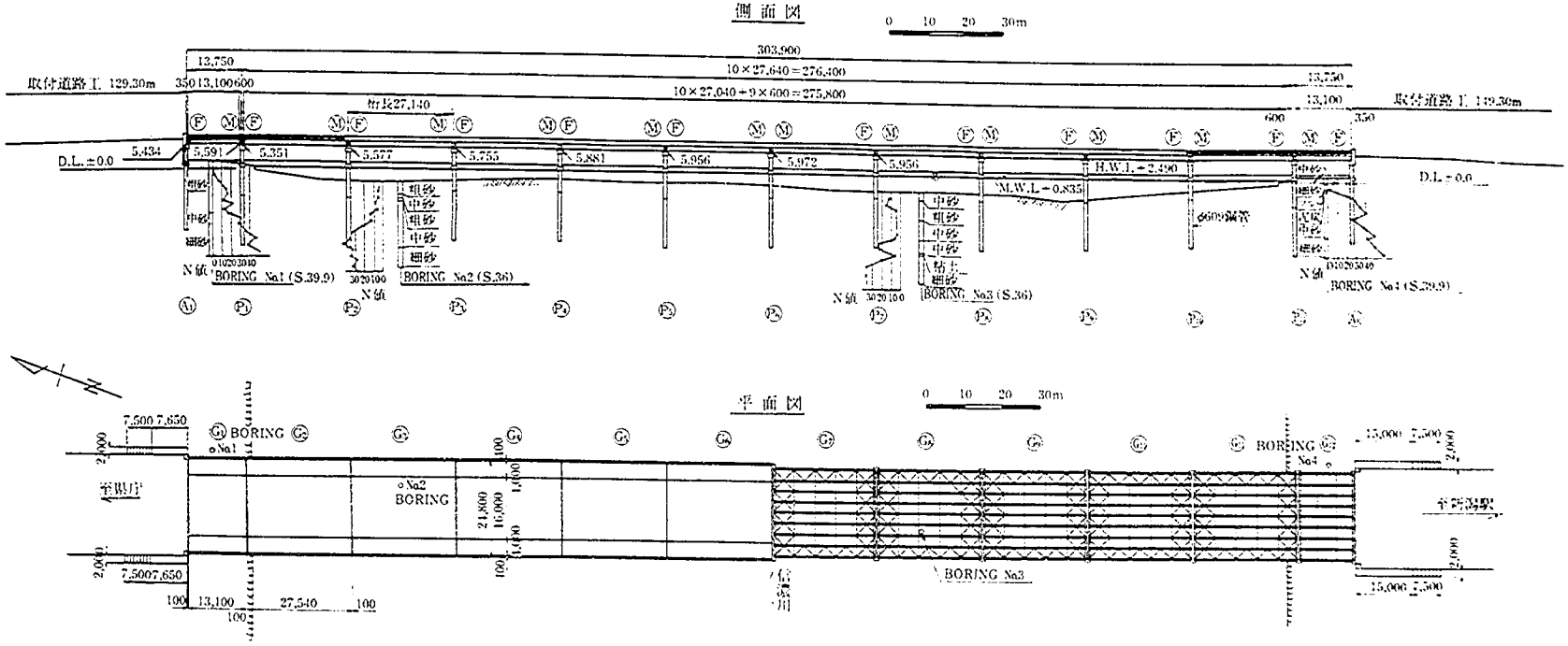
1978年宮城県沖地震によりP_7とP_8間のゲルバー吊



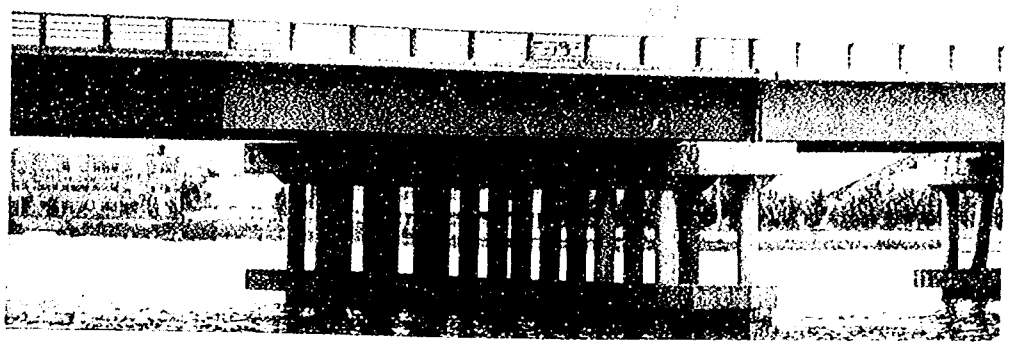
写真—5・22 昭和大橋落橋状況

表—5・27 国道34号の復旧見通しの広報の経過

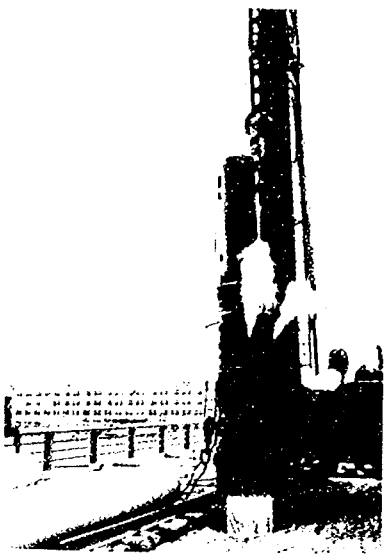
月　　日	広　　報　　内　　容
7月23日災害発生後	目下鋭意対策を検討中，開通の見通しは立っていない。
7月30日時点	見通しではないが，あげて，被災後1箇月で開通を目標に挑戦する。
8月2日時点	8月いっぱいを目標（これは，8月2日来県の道路局長及び8月7日来県の建設大臣の発言により，県民の脳裡にきざみ込まれた目標となった）
8月15日頃	「被災後1ヵ月（8月23日）を目標に挑戦」という願いがみのりつつある。
8月17～18日頃	8月20日にも開通
8月19日	よほどのこと（かなり強い雨）がない限り，8月20日午前6時開通
8月20日	開　　通



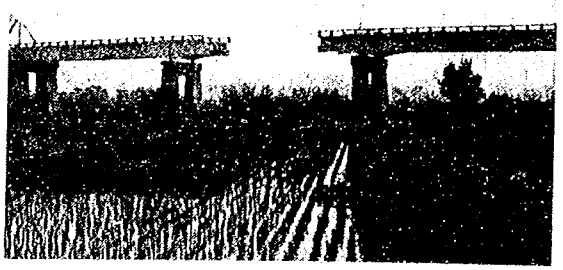
図—5・52 昭和大橋一般図



写真―5・23　昭和大橋復旧状況

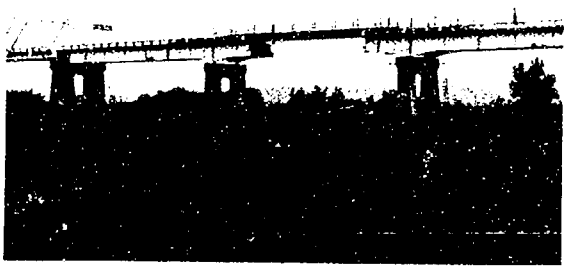


写真―5・24　昭和大橋復旧状況

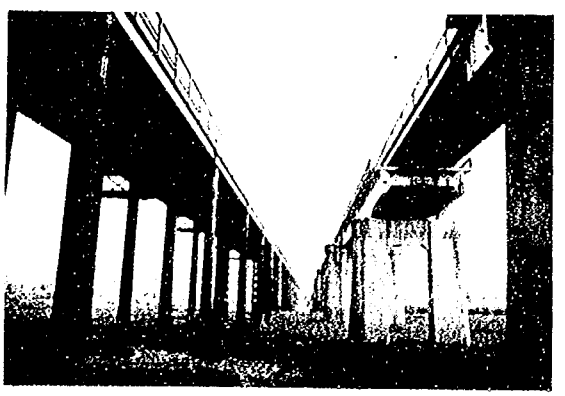


写真―5・25　錦桜橋ゲルバー吊桁の落橋

桁が写真―5・25に示すようにほとんど真下に落下した。その他，沓及び沓座モルタルの破損，主桁と橋台パラペットの接触，アンカーボルトの抜け出し等の被害を受けた。



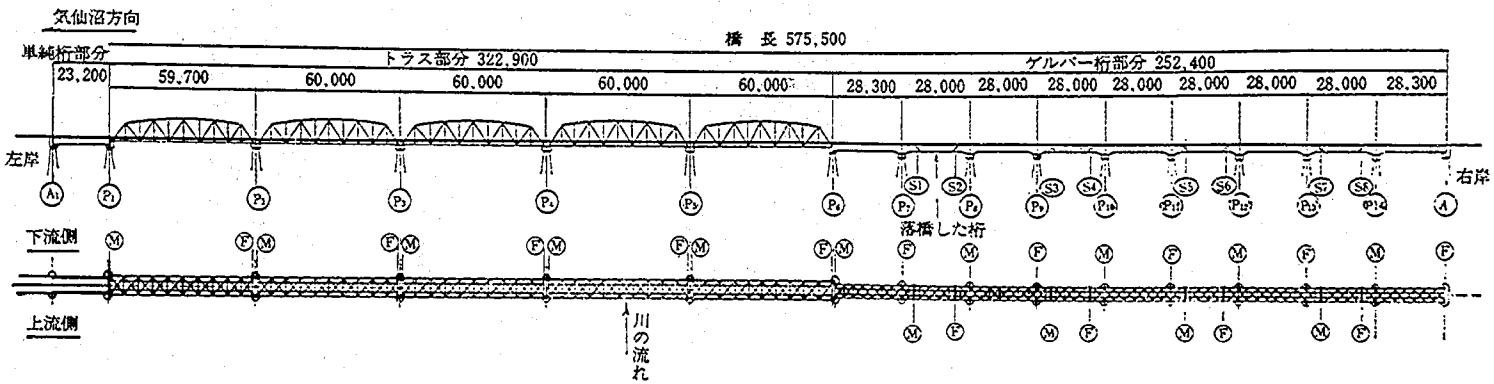
写真―5・26　落橋部仮橋（歩行者及び軽車輌用）



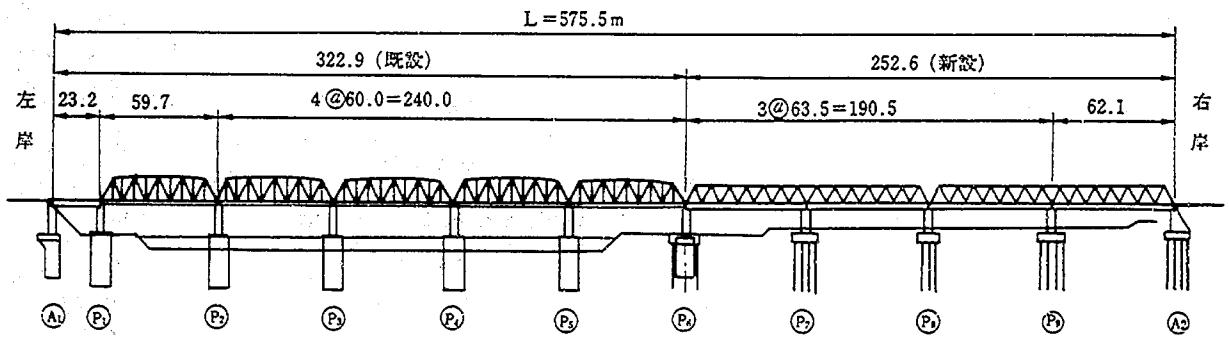
写真―5・27　仮橋（左が仮橋，右は本橋）

b）復旧工法

応急復旧では，写真―5・26に示すように歩行者及び軽車輌用として落橋部にH型鋼が渡され，覆工板が設置された。さらに，国道346号は仙台市から気仙沼方面への幹線路であるため応急復旧工事として写真―5・27に示すような橋長583.1m，幅員6.0mの仮橋



図— 5 ・53　錦桜橋構造一般図



図— 5 ・54　錦桜橋災害復旧図

が別途設置された。この仮橋の下部構造は鋼管橋脚であり，上部構造はH型鋼に覆工板を架設したものである。なお，仮橋の設置には約4箇月を要した。

本復旧としては，現橋梁の部材の再使用などを含んだ各種の比較設計が行われた結果，トラス区間では橋脚沓座縁端距離の確保，支承の新規交換等を主体とした復旧が行われた。また，ゲルバー鈑桁区間では原位置架替が行われ，上下部構造にはそれぞれ2径間連続トラス2連（2×2@63.5m）及び鋼管杭基礎が採用された（図—5・54参照）。

3.2.2 鉄筋コンクリート橋脚，橋台の復旧事例

1) 千代大橋

a）被害状況

国道4号（仙台バイパス）の千代大橋（昭和40年竣工）は9連の単純活荷重合成桁からなる橋長310m，幅員19mの1等橋である。下部構造は図—5・55に示すように張出式橋脚と半重力式の橋台からなっており，基礎はオープンケーソンである。

1978年宮城県沖地震によって橋台2基，橋脚8基からなる下部構造のうち，橋脚のすべてに図—5・56に示すような被害が生じた。P_1～P_4ではフーチング上面より約50cmの位置に躯体のほぼ全周にわたる水平ひび割れが生じ，P_1及びP_2では局部的にコンクリートの圧壊剝落・鉄筋の変形が生じた。P_5～P_8では張出部下縁位置付近の躯体に全周にわたる水平ひび割れが生じ，P_6では局部的に最大幅70cm，深さ15cmにわたりV字形にコンクリートが圧壊剝落し，その部分の鉄筋が露出した。

b）復旧工法

復旧は応急復旧，本復旧ともに一般交通を供用しながら行われた。応急復旧では主鉄筋が座屈し上部構造荷重を支持するのが危険と考えられたP_6について，橋脚に近い位置に支保工が設置され上部構造の反力を仮受けた。桁受材の選定では，搬入性及び施工性が考慮され，H型鋼が使用された。ひび割れとコンクリート剝離の状態から早急に補修の必要が考えられたP_1，P_2，P_6の3基については，応急復旧工事として躯体下端で70cm厚，上端で50cm厚の鉄筋コンクリートによる巻立てが実施された。橋脚の巻立て厚さは，最も損傷の著しい既設躯体の首部付近において宮城県沖地震により作用したと考えられる水平力を推定し，この水平力に耐えられるように決定された。

本復旧では残りの橋脚すべてについて，ひび割れに樹脂注入が行われ，更に応急復旧工事と同寸法で外部に鉄筋コンクリートによる巻立て復旧が行われた。図—5・57に橋脚復旧構造図を示す。

2) 静内橋

a）被害状況

国道235号の静内橋（昭和47年竣工）は，図—5・58の一般図に示すように，3径間連続鈑桁からなる橋長406.5mの橋梁である。1982年3月21日浦河沖地震に伴い特に，P_2，P_3，P_6の鉄筋段落し部に斜めひび割れの発生，コンクリートの剝離及び鉄筋座屈という大きな被害を受けた（写真—5・28参照）。この被害によりP_3は10cm程度沈下したため，静内橋は地震直後より全面通行止めとなった。

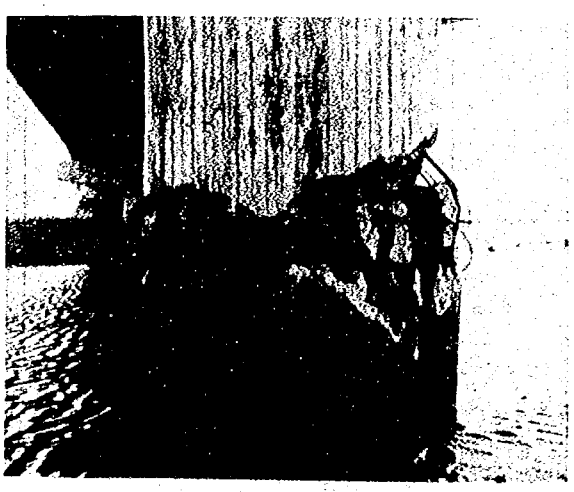
b）応急復旧

支点沈下したP_3橋脚はこれ以上沈下させないため，H形鋼により上部工を仮受した。応急復旧は日常生活に支障をきたさないよう，車両5t以下の交通を確保できることを目標に行われた。大きく破壊したP_2，P_3，P_6については橋脚がずれ，沈下を起こさないよう破壊部分にコンクリートを巻き，4辺にプレストレスを導入した（図—5・59参照）。巻きコンクリートの断面積は橋脚断面積以上とし，軸力の伝達は破壊部分をのぞく旧断面と新断面間の付着により行われるように巻きコンクリートの長さを決定した（図—5・60参照）。

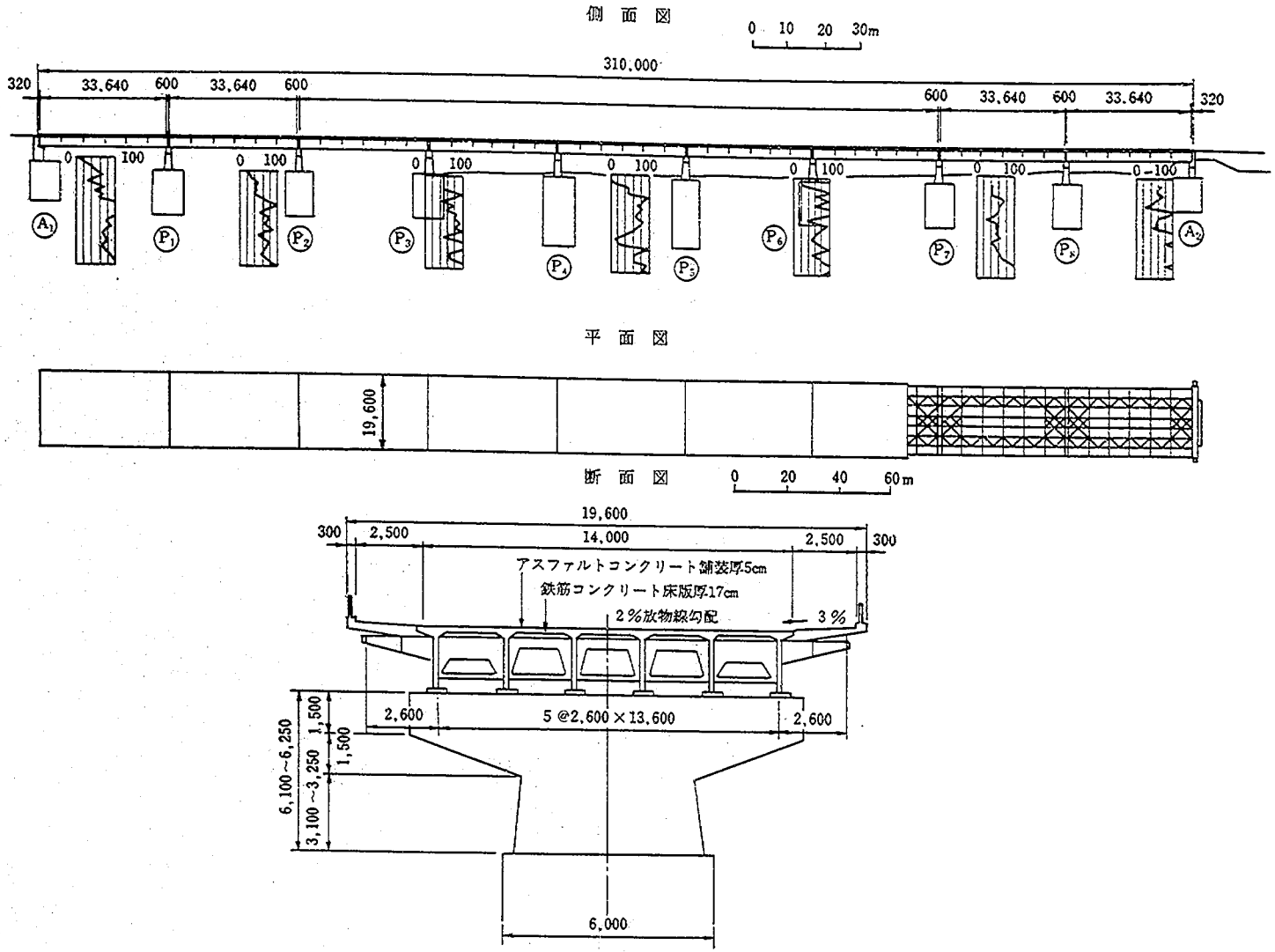
応急復旧後は，橋の入口にはバリケードを設け車両通行制限を行い，一方交互通行とした。

c）本復旧

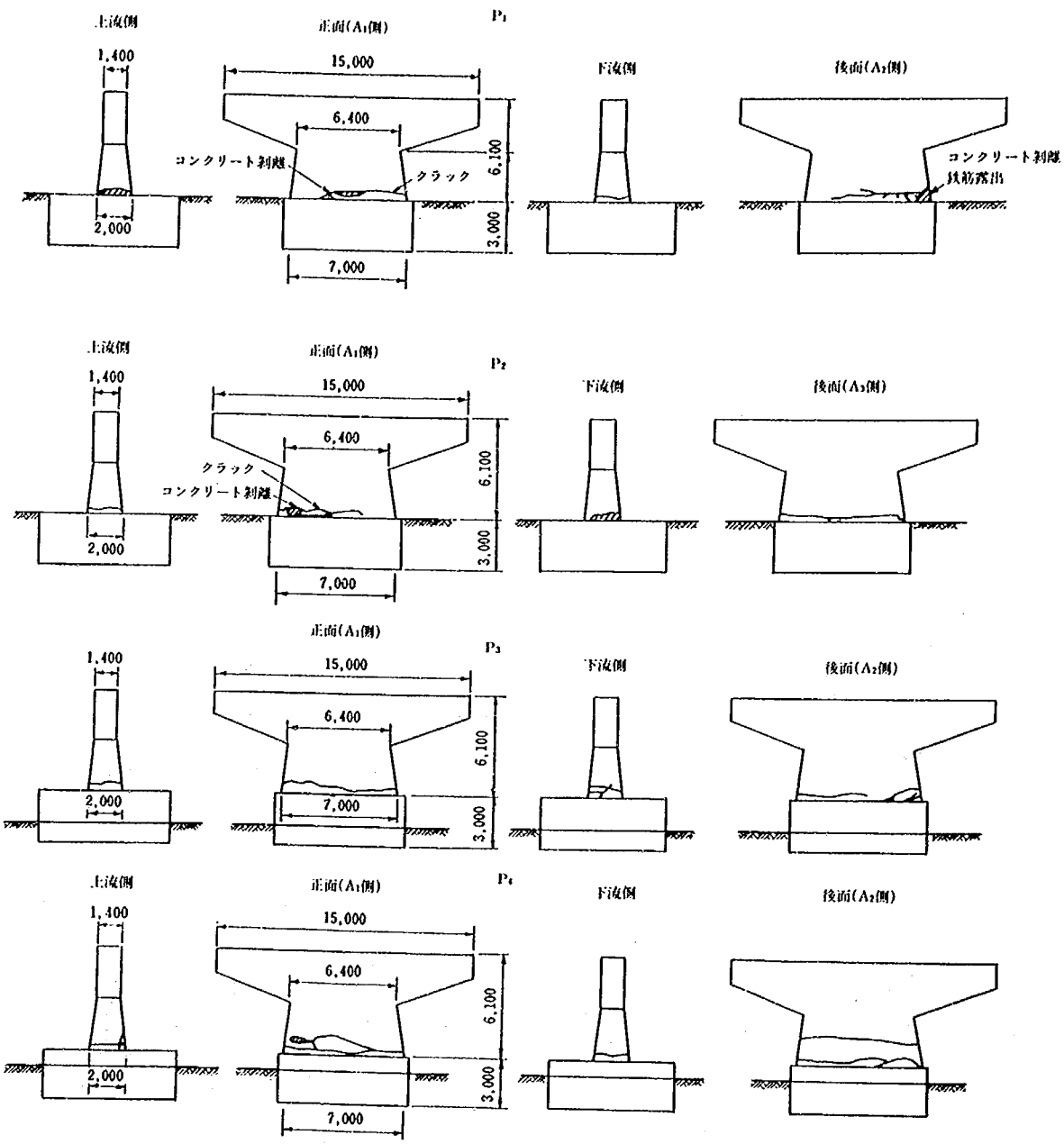
本復旧としてはすべての橋脚についてRC巻立て補強を行った（図—5・61及び図—5・62参照）。静内橋には周辺の地震記録により最大300 gal 程度の水平加速度が作用したものと推定され，復旧に当たっては設計震度$k_h=0.3$が作用しても鉄筋は降伏しないように



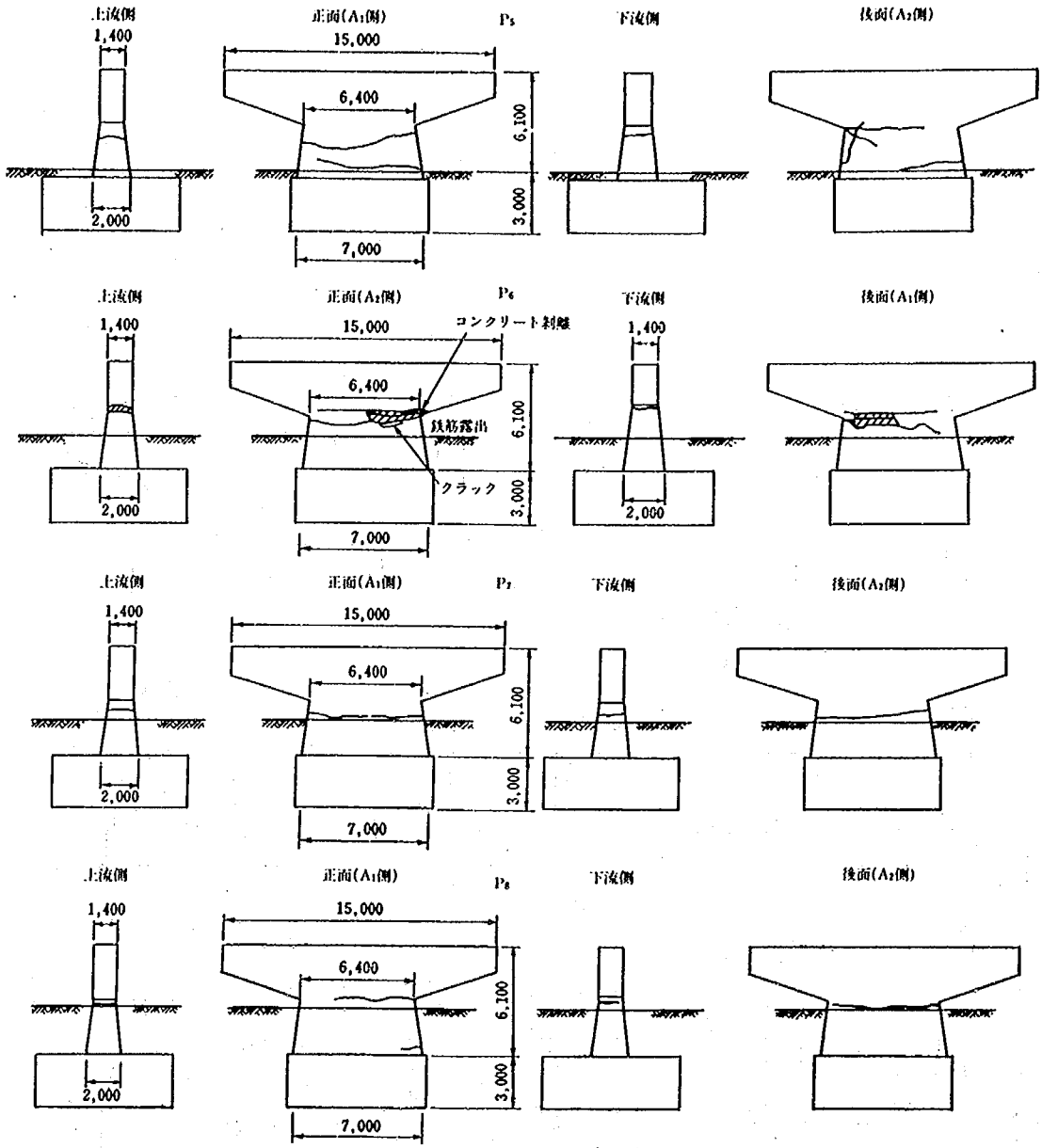
写真—5・28 被害状況（P_3）



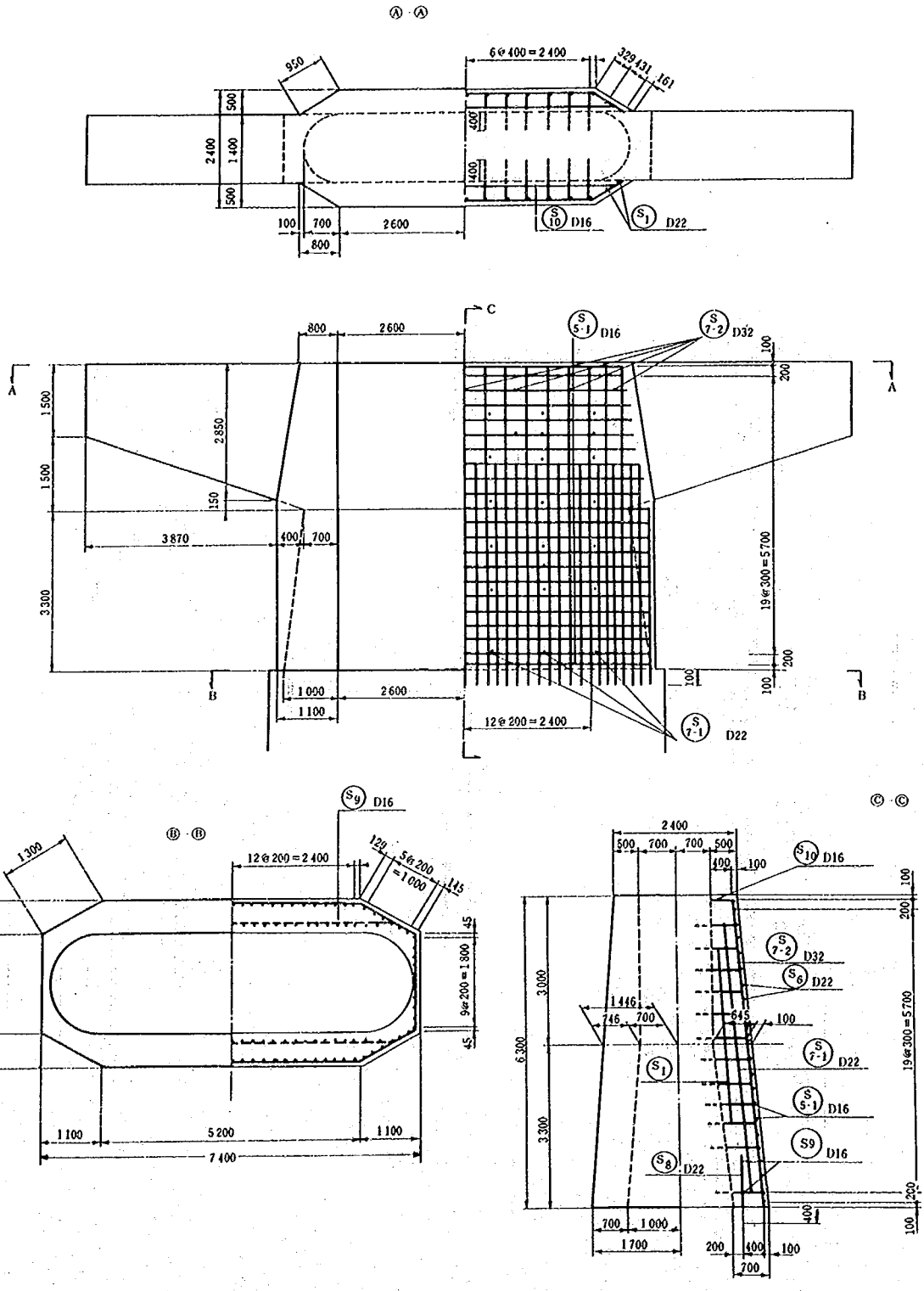
図—5・55 千代大橋一般図



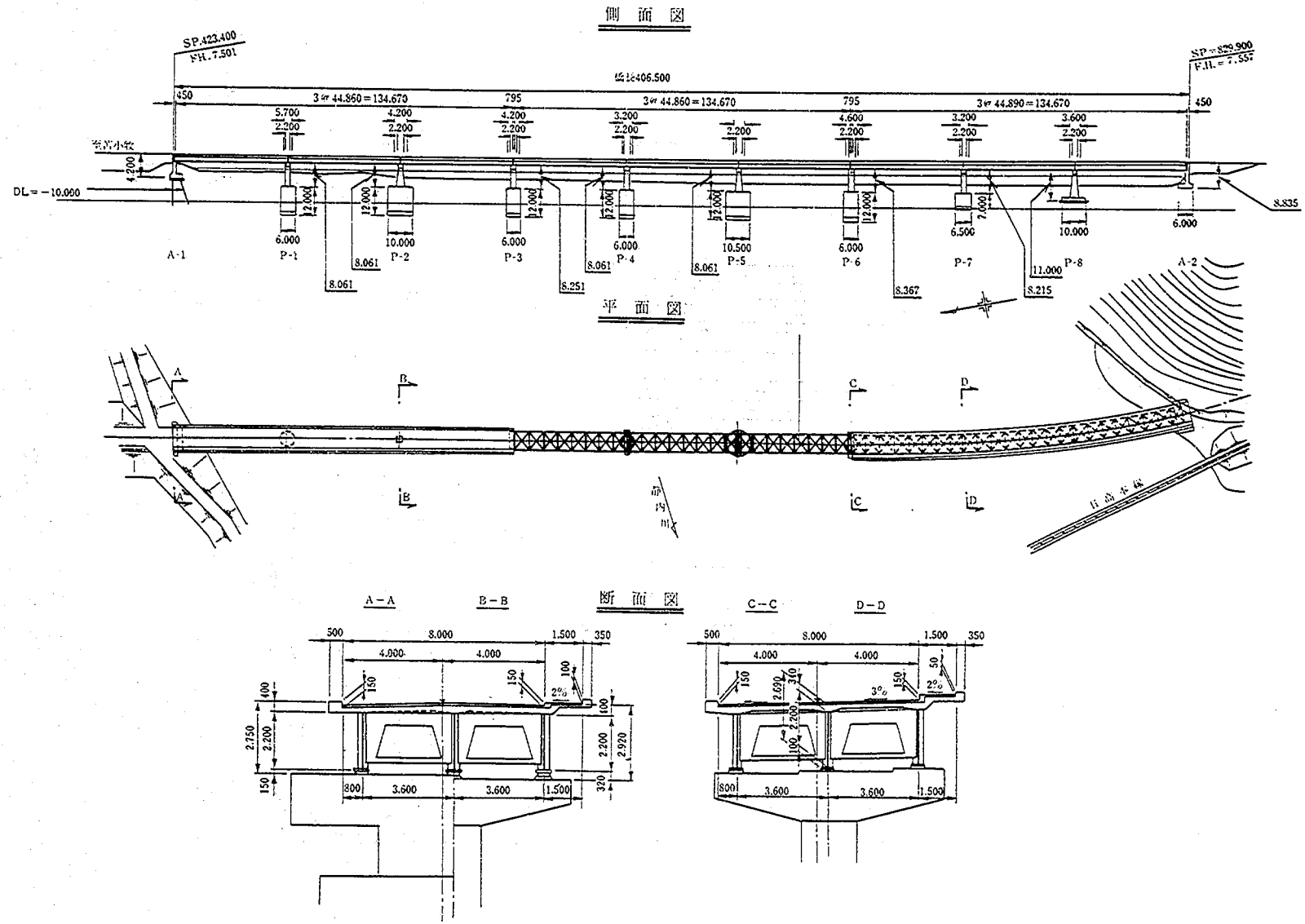
図—5・56(1) 千代大橋橋脚クラック発生位置



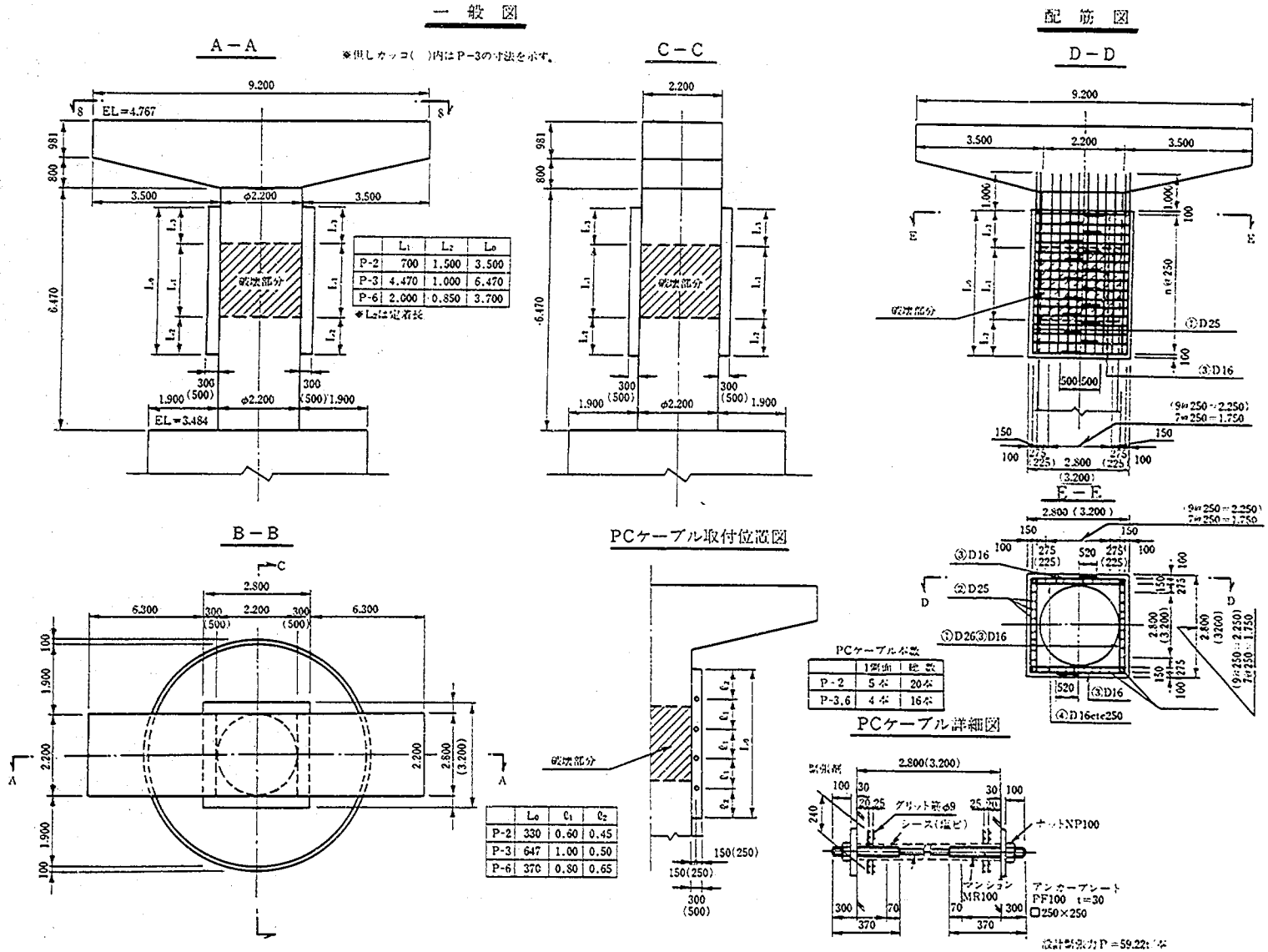
図— 5 ・56(2) 千代大橋橋脚クラック発生位置



図— 5 ・57　橋脚復旧構造図


側面図
SP.423.400
FH.7.501
SP=829.900
F.H.=7.557
橋長406.500
3@44.860=134.670
3@44.860=134.670
3@44.890=134.670
DL=−10.000
A-1
P-1
P-2
P-3
P-4
P-5
P-6
P-7
P-8
A-2
平面図
静内川
日高本線
断面図
A−A
B−B
C−C
D−D

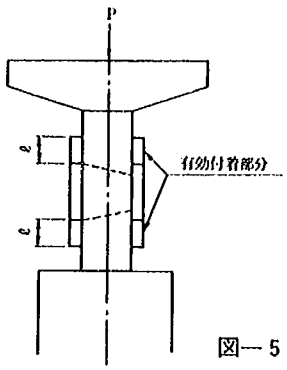
図—5・58 静内橋一般図



	L_1	L_2	L_0
P-2	700	1.500	3.500
P-3	4.470	1.000	6.470
P-6	2.000	0.850	3.700

※L_2は定着長

図—5・59 応急復旧図



図—5・60 有効付着長

設計した。曲げ及びせん断に対する検討は，被害程度により表—5・28，表—5・29のとおりとした。

施工にあたり，河積阻害率，仮設設備などについては河川関係者と協議し，施工時期についてはさけ・ます養殖事業などを配慮して復旧工事が進められた。

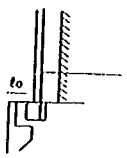
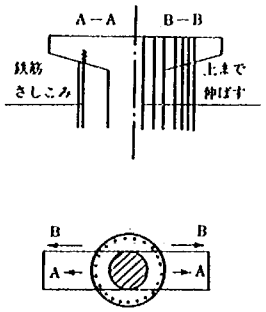
10月1日に全面開通となり，全面復旧までには半年を要した。

3) 竜馬橋

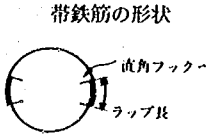
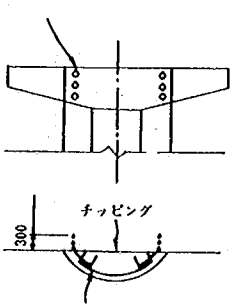
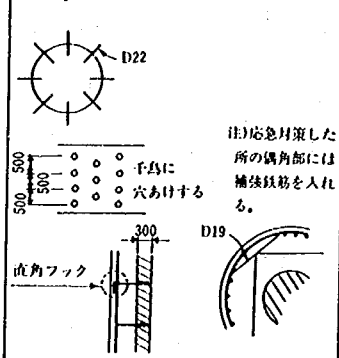
a) 被害状況

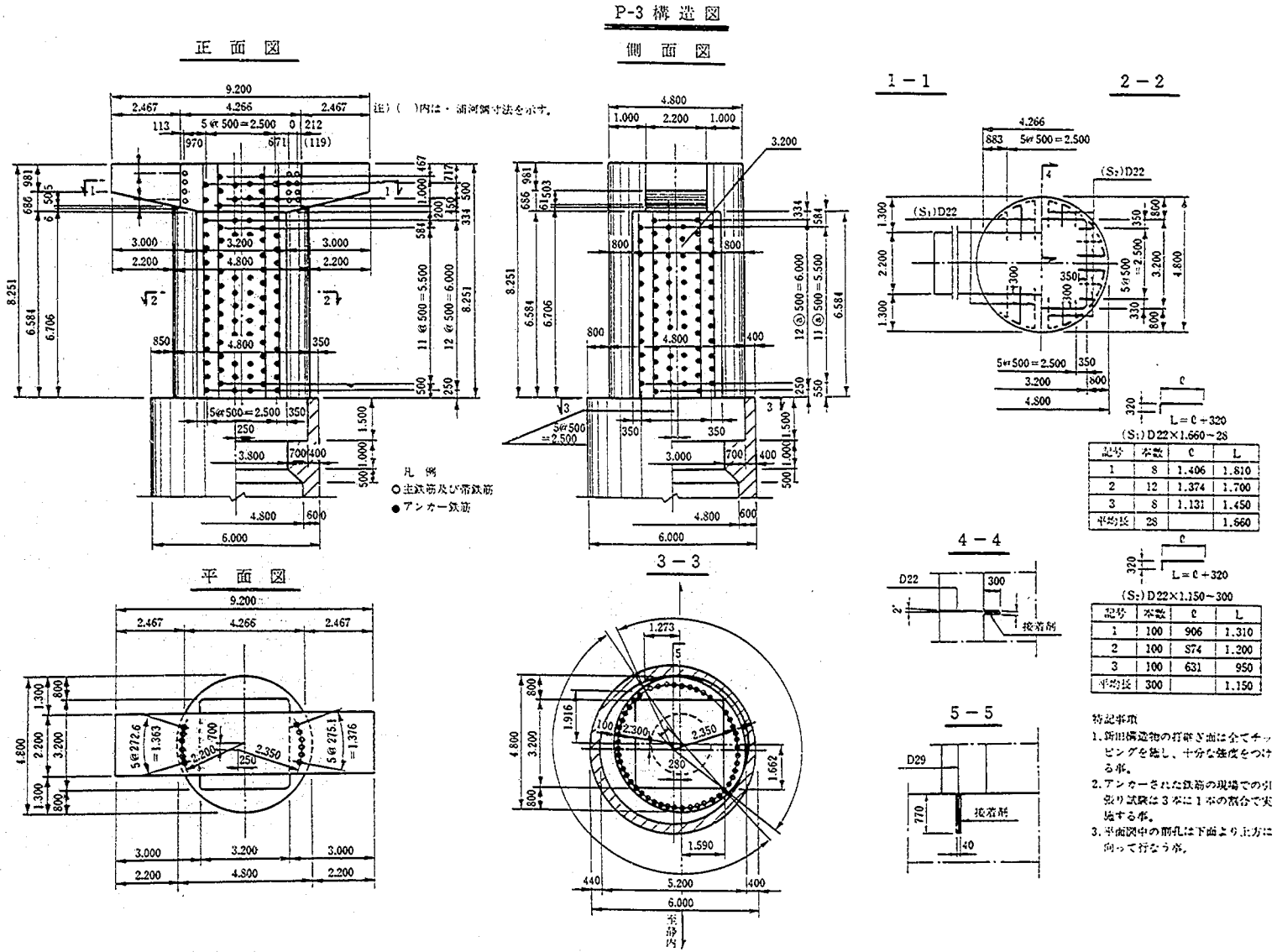
竜馬橋（昭和39年竣工）は，上部構造は単純合成鈑

表—5・28 部材の曲げに対する設計

	断面計算法	底版定着法	上梁との接合部
ランクA P-1.8	現躯体のコンクリート鉄筋を有効とする中実円断面として設計	 埋込み鉄筋は実施要領（P324）より決定する。 ℓo=70cmとする。 穴の間隔は25cm以上	腹付コンクリートと上梁との接合部は下図のようにする。  付根部分の曲げに対する鉄筋は，B—B断面の有効とする。
ランクB P-4.57	現躯体のコンクリート鉄筋を有効とする中実円断面として設計	ランクAと同じ	
ランクC P-2.36	現躯体のコンクリート躯体を無視し応急復旧断面を有効とした円環断面として設計	ランクAと同じ	

表—5・29 部材のせん断に対する検討

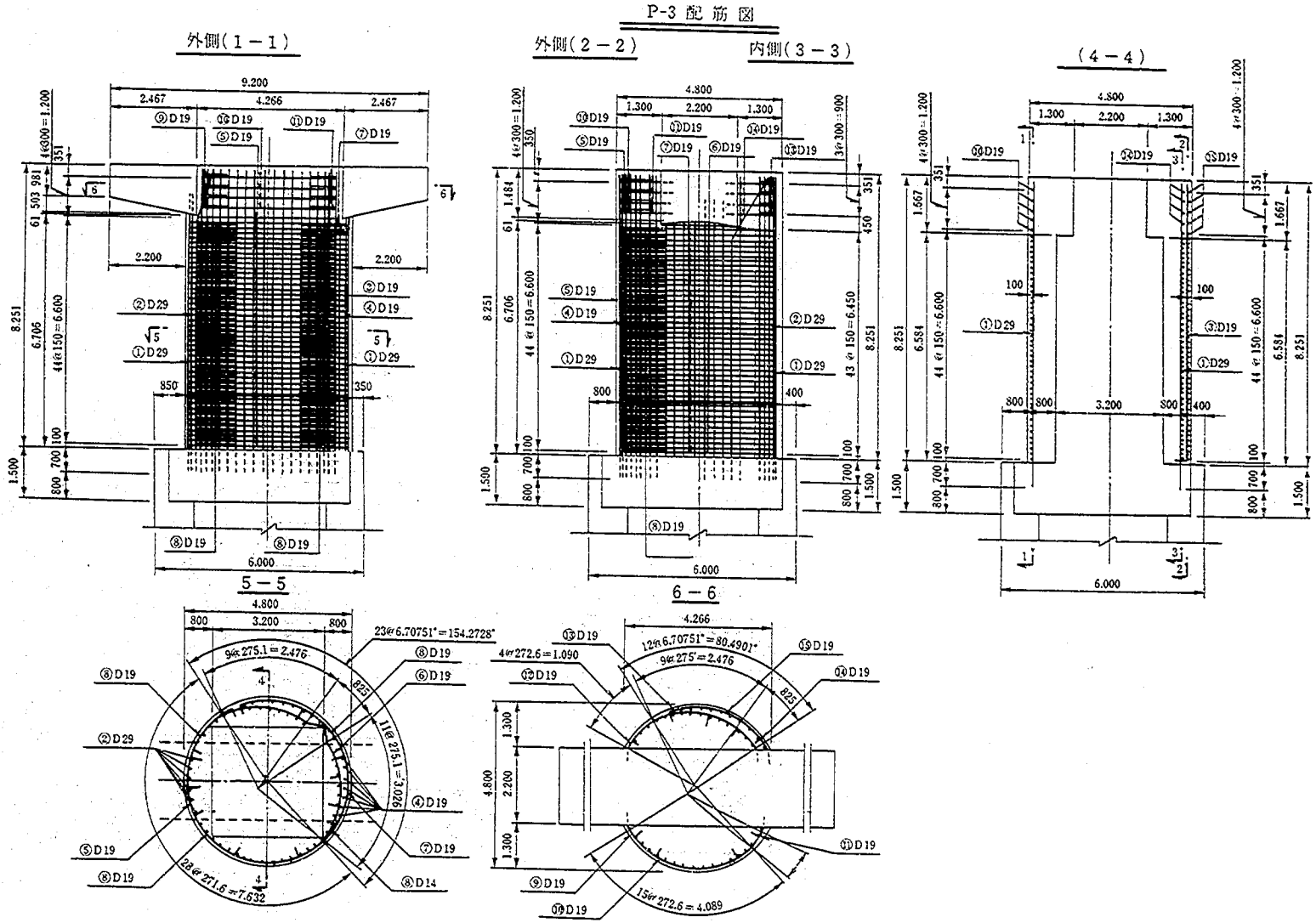
	断面計算法	帯鉄筋の状態	上梁との接合部	新旧打継目のせん断鉄筋
ランクA P-1.8	中実断面として全面積有効と考えて平均せん断応力度を計算する。 $\tau=\frac{S}{A}<\begin{matrix}\tau a=3.6\text{kg/cm}^2\\ \tau a'=5.4\text{kg/cm}^2\end{matrix}$	ランクに関係なく全てDϕ19を15cmピッチに入れる。 帯鉄筋の形状  主鉄筋が2段の場合いずれにも帯鉄筋を入れる。	上梁は@300ピッチに穴をあける。  ラップとって直角フックとする。	すべての案に対して十分にチッピングをして50cm間隔にD22の鉄筋を入れる。 
ランクB P-4.57	円環断面の面積を有効と考えて計算する。 $\tau=\frac{S}{A'}<\tau o$			
ランクC P-2.36	ランクBと同じ			



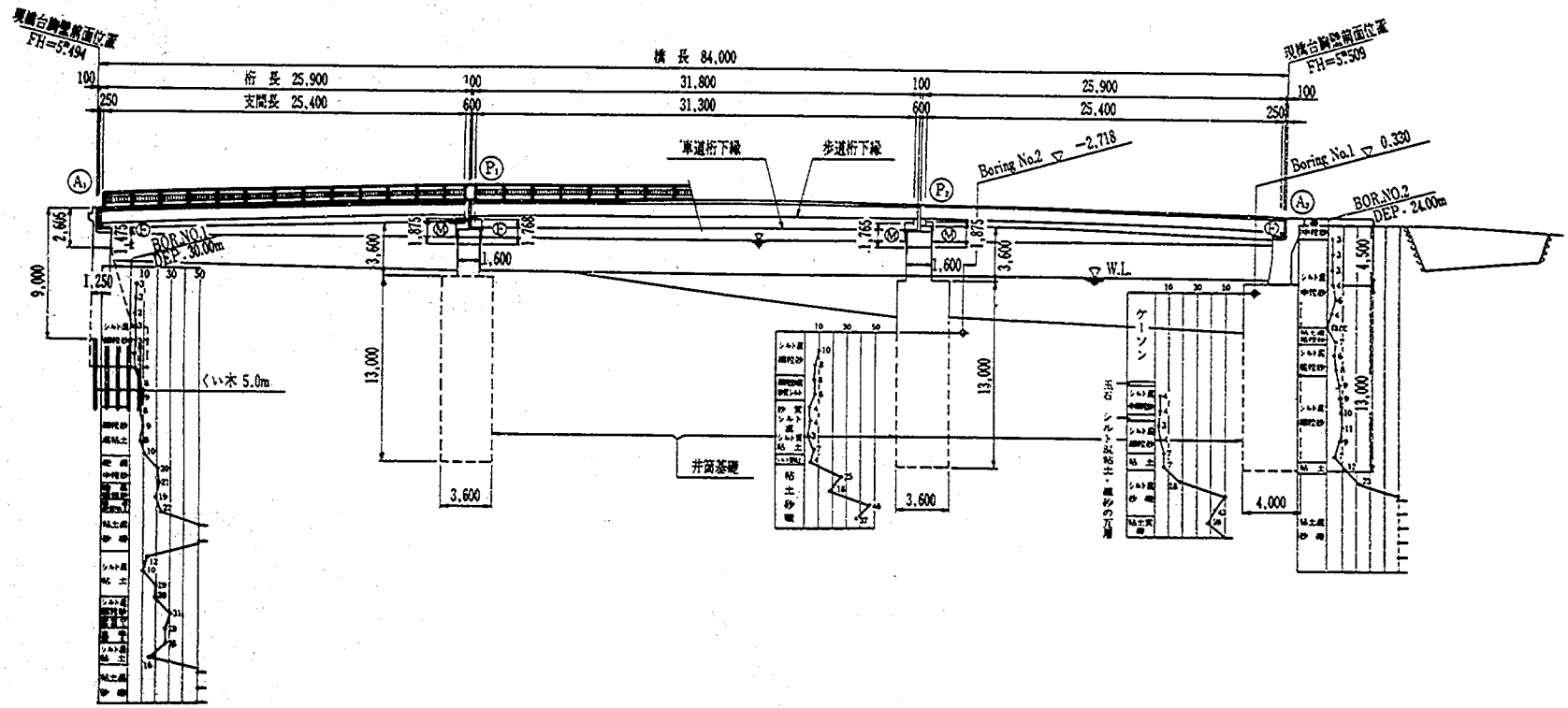
記号	本数	ℓ	L
1	8	1.406	1.810
2	12	1.374	1.700
3	8	1.131	1.450
平均長	28		1.660

記号	本数	ℓ	L
1	100	906	1.310
2	100	S74	1.200
3	100	631	950
平均長	300		1.150

図―5・61　本復旧構造図


P-3 配筋図
外側(1－1)
外側(2－2)
内側(3－3)
(4－4)
5－5
6－6
9.200
2.467
4.266
2.467
4.800
1.300
2.200
1.300
6.000
3.200
800
400
850
350
4@300=1.200
3@300=900
44@150=6.600
43@150=6.450
8.251
6.706
1.500
9@275.1=2.476
23@6.70751°=154.2728°
11@275.1=3.026
28@271.6=7.632
4@272.6=1.090
12@6.70751°=80.4901°
9@275'=2.476
15@272.6=4.089
825

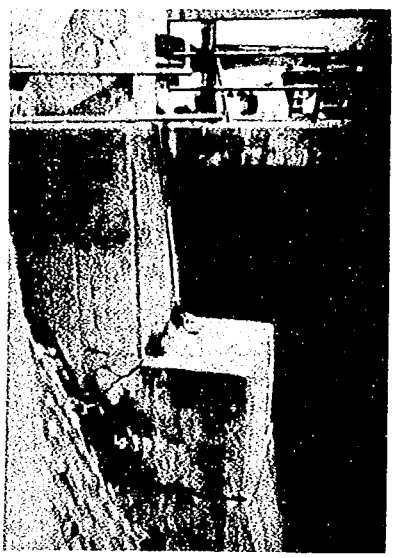
図—5・62 本復旧配筋図


現橋台胸壁前面位置
FH=5.494
橋 長 84,000
桁 長 25,900
支間長 25,400
31,800
31,300
25,900
25,400
現橋台胸壁前面位置
FH=5.509
車道桁下縁
歩道桁下縁
Boring No.2 -2,718
Boring No.1 0.330
BOR.NO.1
DEP. 30.00m
BOR.NO.2
DEP. 24.00m
W.L.
くい木 5.0m
井筒基礎
ケーソン
玉石 シルト混粘土・細砂の五層
粘土砂礫
9,000
13,000
3,600
4,000
4,500

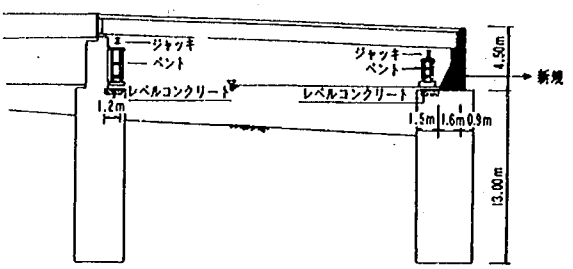
図—5・63 竜馬橋一般図

桁(25.4m+31.3m+25.4m)，下部構造はA_1橋台が重力式橋台及び木杭からなっており，P_1橋脚，P_2橋脚及びA_2橋台は壁式躯体及びケーソン基礎からなっている。図－5・63に一般図を示す。

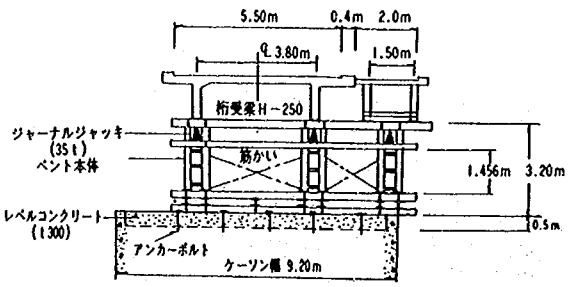
1983年日本海中部地震によりA_2橋台打ち継ぎ目が破壊し，写真－5・29に示すようにパラペットの橋台躯体への取付け部にひび割れが入ると共に，橋台のパラペット部と桁端の余裕量がなくなり支承部に被害を受けた。



写真－5・29　竜馬橋A_2橋台の被災状況



(1) 側 面 図



(2) A_2橋台断面図

図－5・64　竜馬橋復旧工法図

b）復旧工法

本復旧ではA_2橋台躯体を取り壊し，新規に躯体・支承・伸縮継手が施工され，踏掛版が新設された。A_2橋台の取り壊しに際しては支承より1m離れた位置に垂直補剛材を溶接して主桁の補強が行われ，この位置に図－5・64に示すようにベントを設置して桁がジャッキアップされた。

4) 羽黒橋

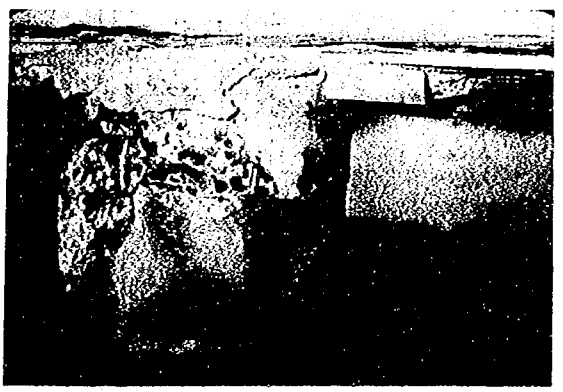
a）被害状況

羽黒橋（昭和47年竣工）は，橋長15.6m，幅員7.5mの1等橋である。上部構造はPC単純床版形式であり，下部構造はRCぐいを用いた1列のパイルベント橋台2基から成っている。

1983年日本海中部地震により写真－5・30に示すように基礎ぐいの頭部でコンクリートがはく離し，鉄筋が座屈した。

b）復旧工法

上部構造については詳細に調査した結果，再使用可能であったため，一時横に移動し仮橋として使用した。この間に橋台を新設し，その後桁が再使用された。



写真－5・30　羽黒橋被災状況

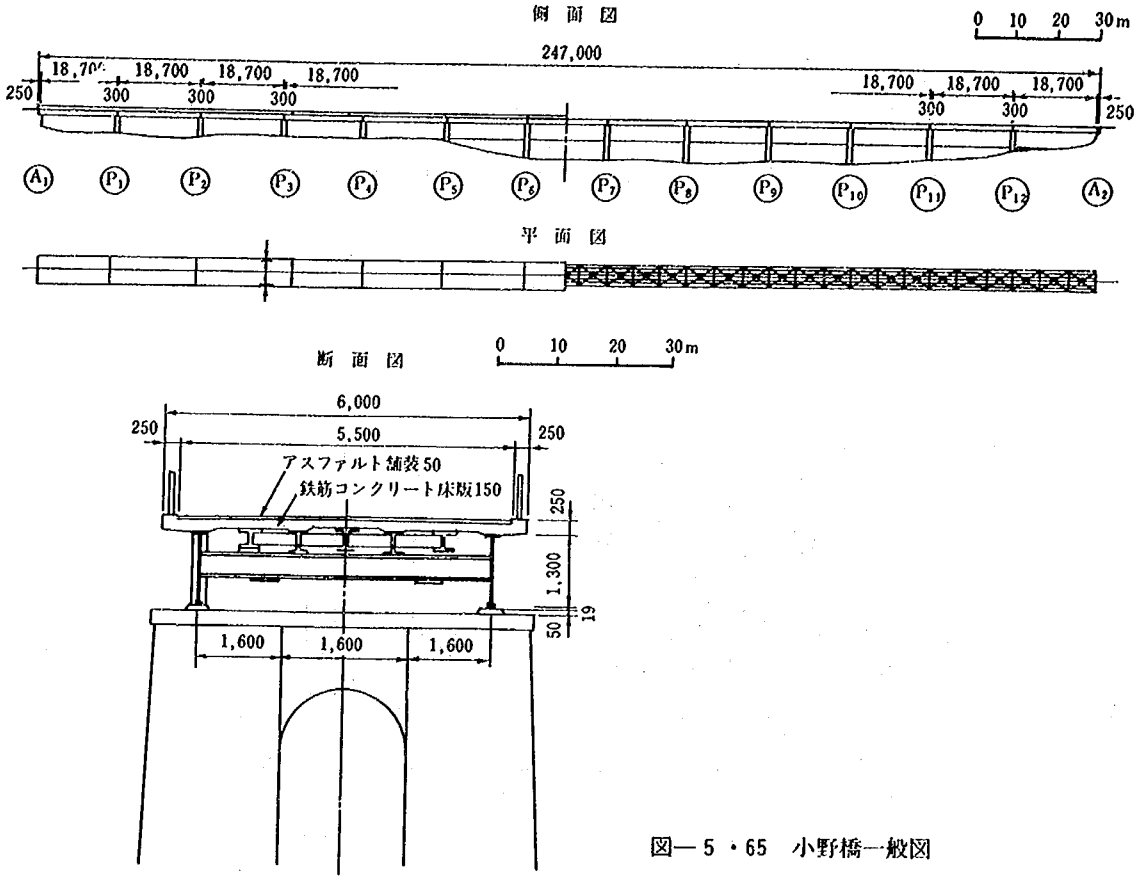
3.2.3 上部構造の復旧事例

1) 小野橋

a）被害状況

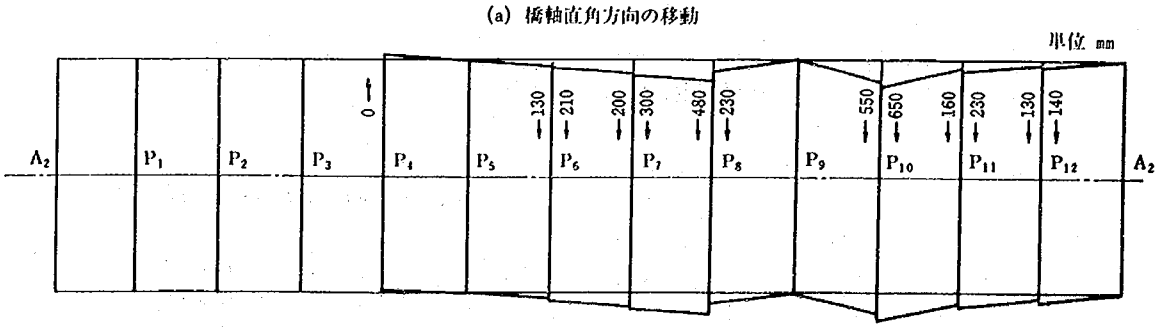
小野橋（昭和11年竣工）は，図－5・65に示すように13径間単純鋼プレートガーダー橋である。下部構造は，橋台は半重力式橋台(木杭基礎)，橋脚はRC門形ラーメン橋脚（小判形井筒基礎）より成っている。

1978年宮城県沖地震により，上部構造では図－5・66に示すように，P_4～P_{12}の9径間の桁が橋軸直角方向に移動した。このうち，P_{10}での移動量は下流側に65

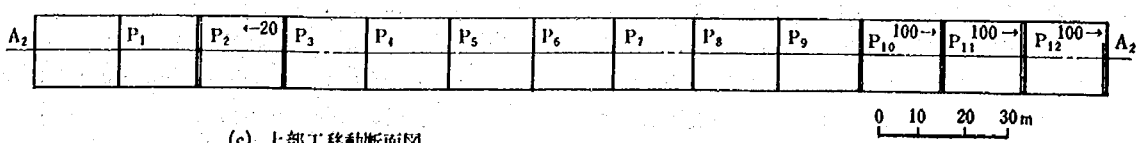


図— 5 ・65　小野橋一般図

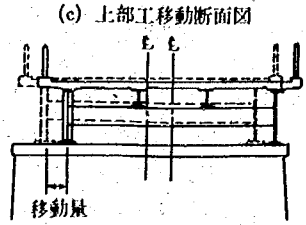
(a) 橋軸直角方向の移動



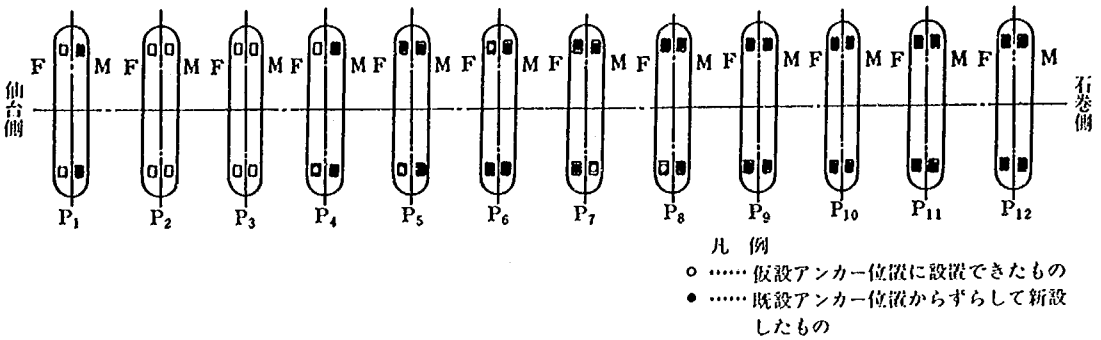
(b) 橋軸方向の移動



(c) 上部工移動断面図



図— 5 ・66　小野橋上部構造移動状況



図— 5 ・67　小野橋アンカーボルトの被災箇所

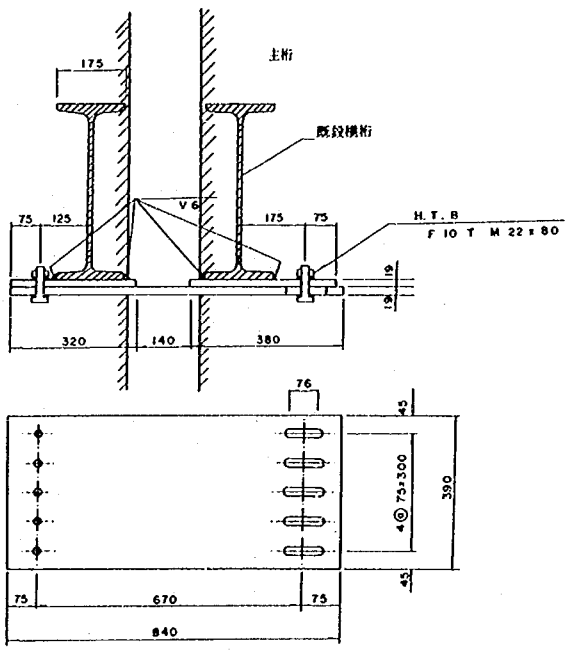
写真— 5 ・31　沓の応急復旧

cmにも達した。また，P_{11}の下流側沓座コンクリートには縦方向に約70cm，横方向に約40cmのひび割れが発生すると共に，図— 5 ・67に示すように12橋脚中の10橋脚においてアンカーボルトが破断した。

b）復旧工法

応急復旧では全面通行止めとした上で，P_5～P_9間の桁の移動を，ジャッキアップにより横取り修正された。桁移動修正は，35 t ジャーナルジャッキ 4 台及び，チェーンブロックが用いられ，押し出し工法により実施された。沓は写真— 5 ・31に示すように在来の沓に鋼板が添接され，アンカーボルトには在来よりも 1 ランク太くしたφ25mm (長さ30cm) が用いられた。縁端距離が不足しているため落橋防止装置（桁間連結装置）として，図— 5 ・68に示すように支点上の端横桁が連結された。P_{11}のひび割れは，厚さ 6 mmの平鋼が当て板され，径19mmのワイヤーロープでバンド締めが行われた。

本復旧では，床板の全面打換を行い，桁横移動による不揃い分を修正した。また，沓座は縁端距離の規定を満足するように拡幅された。なお，被災橋の早期復



図— 5 ・68　小野橋落橋防止構造

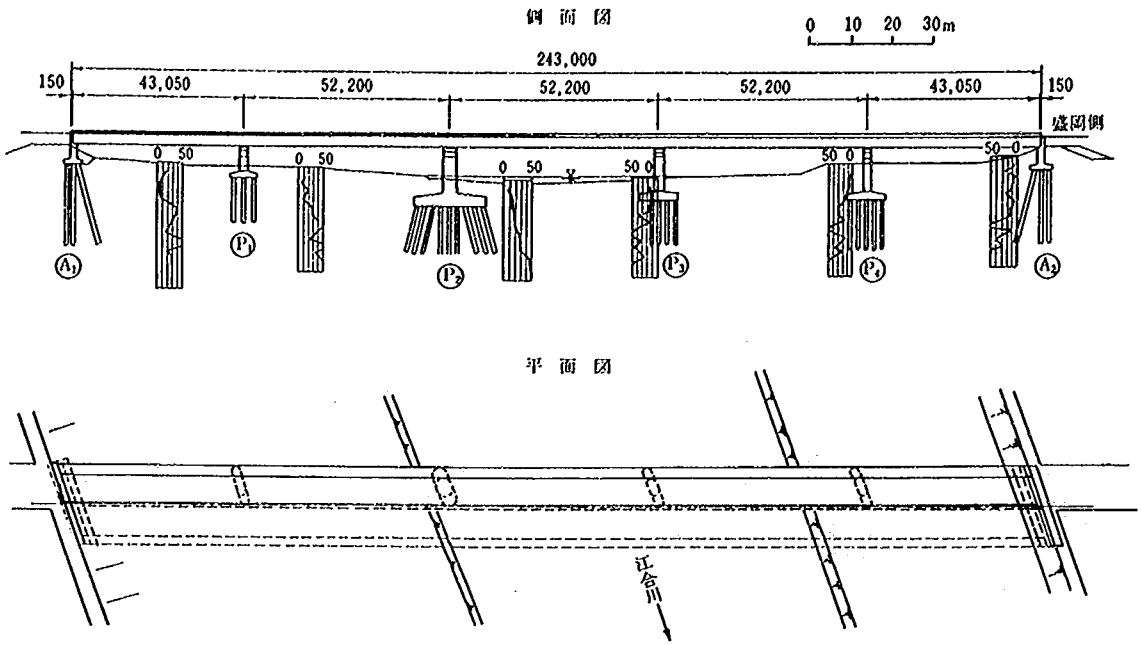
旧を図るとともに，本橋から1.4km下流に工事中であった新小野橋の供用を早める手段が講じられた。

2)新江合橋

a）被害状況

国道 4 号の新江合橋（昭和49年竣工）は，5 径間連続非合成鈑桁から成る長さ243m，幅員9.5mの 1 等橋である。下部構造は図— 5 ・69に示すように逆T式橋台 2 基，張出し式橋脚 4 基からなっており基礎形式は鋼管杭である。

1978年宮城県沖地震により，P_1～P_4のソールプレートと上沓のセットボルトのネジが破損し緩みが生じた。このうちP_2ではセットボルト 9 本が破損し飛散した。また，P_2上のG_1，G_2主桁のアンカーボルトに

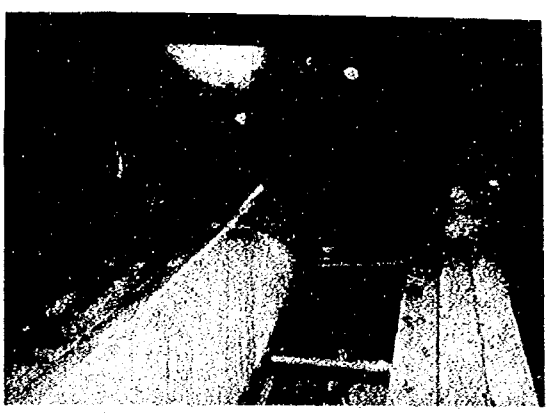


図—5・69 新江合橋一般図

一部緩みが生じた。対傾構はP₁～P₄の全支点上とP₂（固定）の両側に隣接する中間対傾構の斜材のL型鋼が座屈した。横構はP₂(固定)周辺で6箇所，P₁，P₃周辺で各1箇所座屈した。床板はP₂支点上G₂及びG₃主桁の上のフランジと床板のハンチとの接合部に於いて，支点上の前後約10mにわたりコンクリートが剝離し，床板とフランジの間に隙間が生じた。下部構造の被害は6基のうちP₃（可動沓）1基のみ被災した。

b）復旧工法

中間支点上の既設の対傾構は鋼トラスであったが，地震時の橋軸直角方向力に抵抗する重要な部材であり，また，地震時の応力状態が複雑であることから，復旧に当たっては剛度を高めるため，写真—5・32に示すように鋼板に取り替えられた。中間対傾構は斜材のみ座屈し，上下弦材は変形しなかったが，現地での施工性を考慮して，上下弦材も含めて取り替えが行われた。横構ガセットは主桁ウェブ面より40～50㎜を残して旧ガセットが切断され，裏当て板付きのガセットが現場溶接され取り替えられた。床板と主桁上フランジとの間のクラックは樹脂系接着剤を注入して復旧された。P₃橋脚は樹脂注入等により復旧が行われ，更に外側に60cm厚の鉄筋コンクリートの巻立て補強が行われた。なお，これらの復旧工事は，すべて交通を供用しながら行われた。



写真—5・32 新江合橋復旧状況

3) 米谷大橋

a）被害状況

県道湯沢～築館～志津川線の米谷大橋（昭和3年竣工)は，宮城県登米郡東和町と中田町の境に位置する。上部構造形式は，図—5・70に示すように3径間ゲルバートラスで，橋長は181.4m（57.15m+67.10m+57.15m)，幅員は5.5mである。支承は固定，可動それぞれピン，ローラー支承である。下部構造は重力式橋台及びラーメン橋脚，基礎は橋台が直接基礎，橋脚がケーソンで，地盤種別は第4種である。

1978年宮城県沖地震により上部構造及び支承部に被害が生じた。上部構造では，右岸側ゲルバー張出し径間上弦材（上流側）が，写真—5・33に示すように破

断し，このため下弦材が写真－5・34のように異状変形した。

b）復旧工法

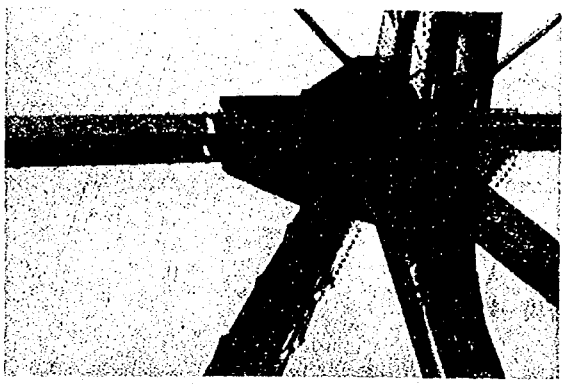
中央部の吊トラスについては変状がないのでそのまま使用し，左右岸の碇着トラスだけの新設（図－5・71参照）も考慮されたが，被災橋は昭和3年の架設で，橋齢も古いので災害復旧事業費に改良費を加えて，約30m下流に別途架け替えられた。

3.2.4 支承部の復旧事例

1） 新飯野川橋

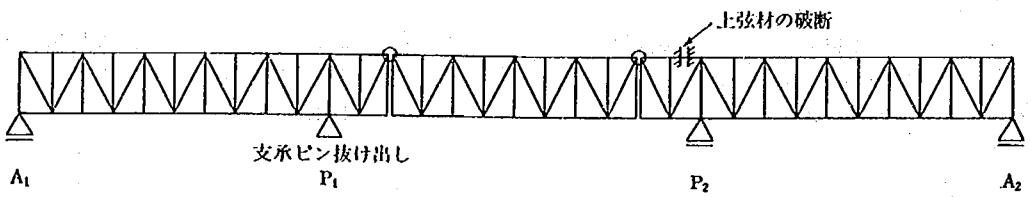
a）被害状況

国道45号の新飯野川橋（昭和49年竣工）は，宮城県桃生郡河北町において，北上川の交差部に架設された3径間連続鋼床鈑桁2連の道路橋である。一般図は図－5・72に示すとおりであり，下部構造は，P_1～P_5がニューマチックケーソン，A_L，A_Rが鋼管杭基礎である。また，上部構造は，橋長441.5m（径間長73.2m

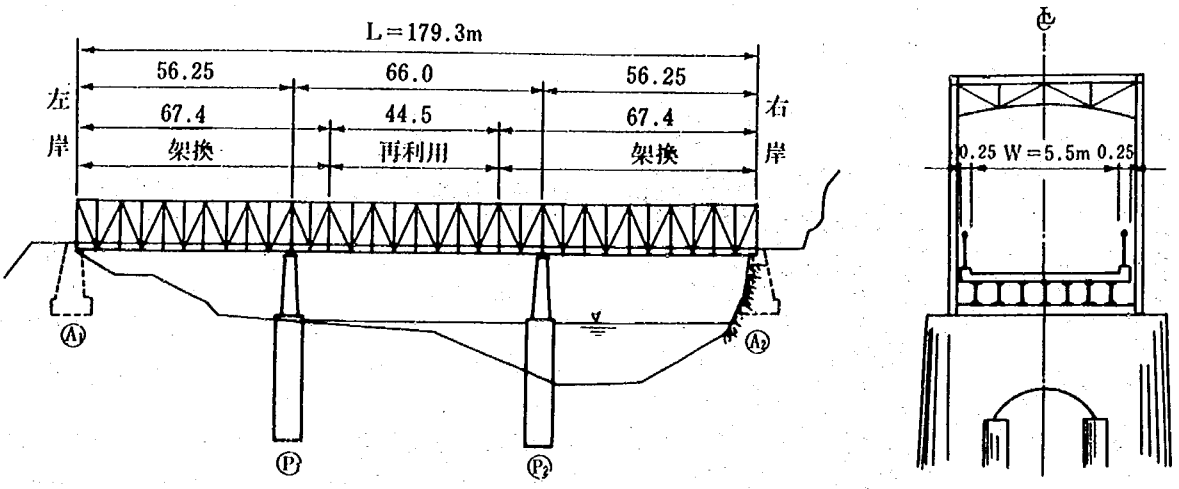


写真－5・33 右岸上流側ゲルバー張出部上弦材の切断箇所

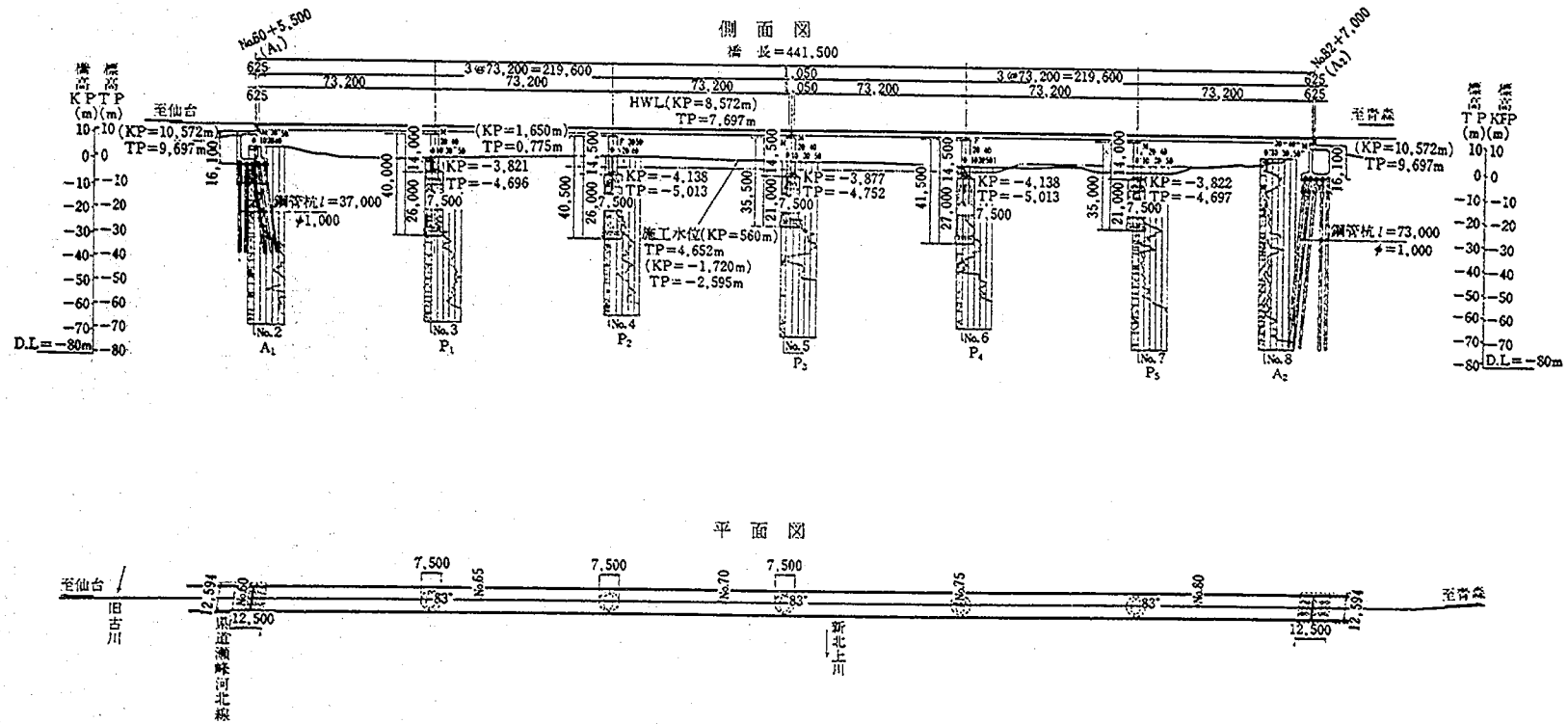
写真－5・34 上弦材切断による下弦材の異常変形（落込み）



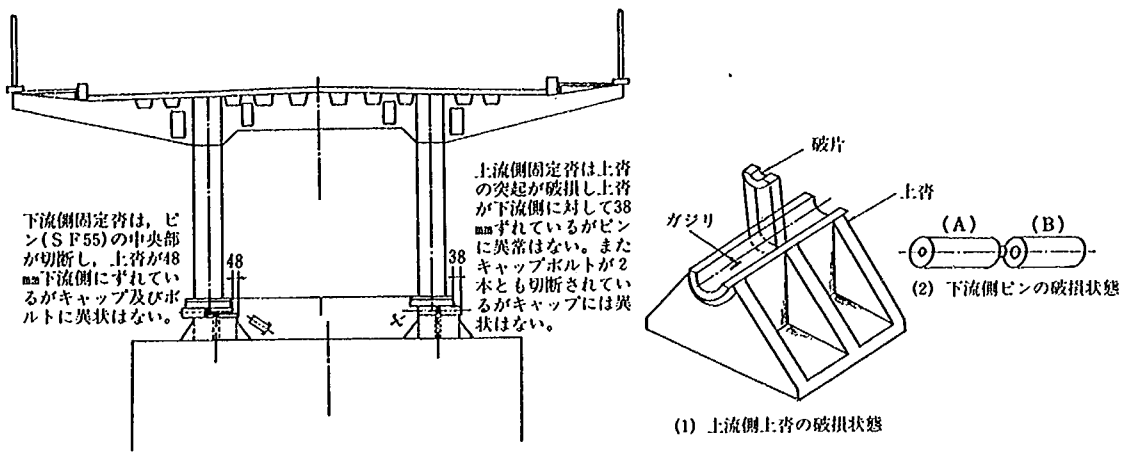
図－5・70 米谷大橋被災箇所



図－5・71 米谷大橋災害復旧橋



図—5・72　新飯野川橋一般図



図—5・73 新飯野川橋P_4橋脚における支承の被災状況

@6），総幅員10.8mの一等橋である。

1978年宮城県沖地震により，P_4橋脚上の固定支承が，図—5・73に示すように上下流側とも破損し，桁が橋軸直角方向（下流側）に38㎜（上流側支承）及び48㎜（下流側支承）移動した。

b）復旧工法

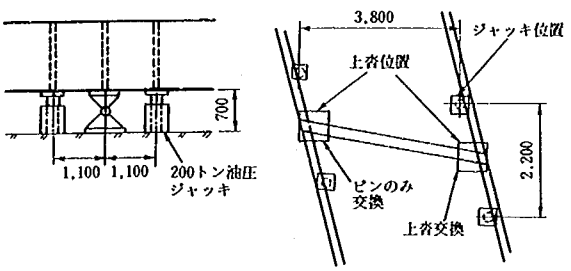
沓破損が著しいP_4については，放置しておくことは危険と判断されたため，応急復旧では，100tジャッキ5台を用いて荷重を分担し，桁の仮受けが行われた（死荷重反力は1箱桁全体で511t）。

P_4の固定沓の本復旧では，橋座に200tジャッキ（二連動式）4台を設置し，主桁をジャッキアップし，破損上沓が新設上沓と交換された（図—5・74参照）。主桁位置の修正には，主桁部と沓座ベットプレート部に設けたアンカー金具間にアイバーと50tテンションジャッキ2台を設置して，横取り修正された。桁の横移動修正を容易にするため，ソールプレートと上沓天端間にグリースを塗布した厚さ25㎜の鋼板とプラスチック製の板物が差し込まれた（図—5・75参照）。

2) 天王橋

一般国道45号の天王橋（昭和34年竣工）は，図—5・76に示すような橋長367.7m，幅員車道部6.0m，歩道部2.0mの一等橋である。上部構造は，張出式鋼ランガー桁（3径間）及び鋼ゲルバー桁から成っている。橋脚における支承はすべてピン及びローラー支承，橋台では鋳鋼製線支承を用いている。また，ゲルバー吊桁ではすべて鋳鋼製線支承である。下部構造は，橋台が重力式，橋脚が逆T式で，基礎はすべて小判形井筒基礎である。

1978年宮城県沖地震により，支承部でゲルバー桁

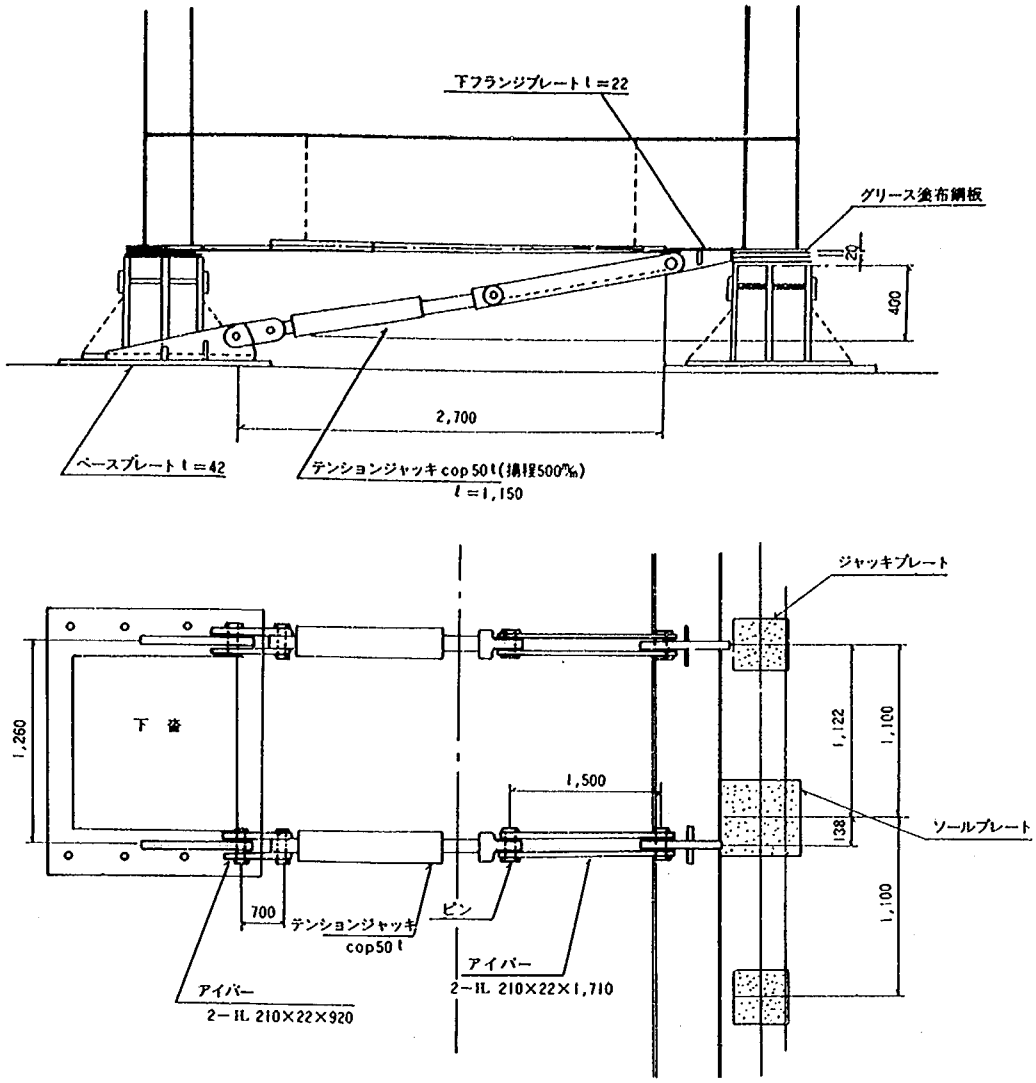


図—5・74 ジャッキ設定位置

P_6，P_7間の吊桁固定沓及び可動沓がそれぞれ2箇所ずつ破損した。また，下部構造では，A_1下流側固定沓の沓座コンクリートにひび割れが生じた。P_1下流側固定沓の沓座コンクリートでは，下沓アンカーボルトの角から外側に向かって大きなひび割れが発生し，その最大幅は18cm，深さ60～70cmに及んでおり，主鉄筋の先端が露出した（図—5・77参照）。また，橋脚中央部には，垂直方向に橋脚天端より，長さ5.2mにわたるひび割れが生じた。

b）復旧工法

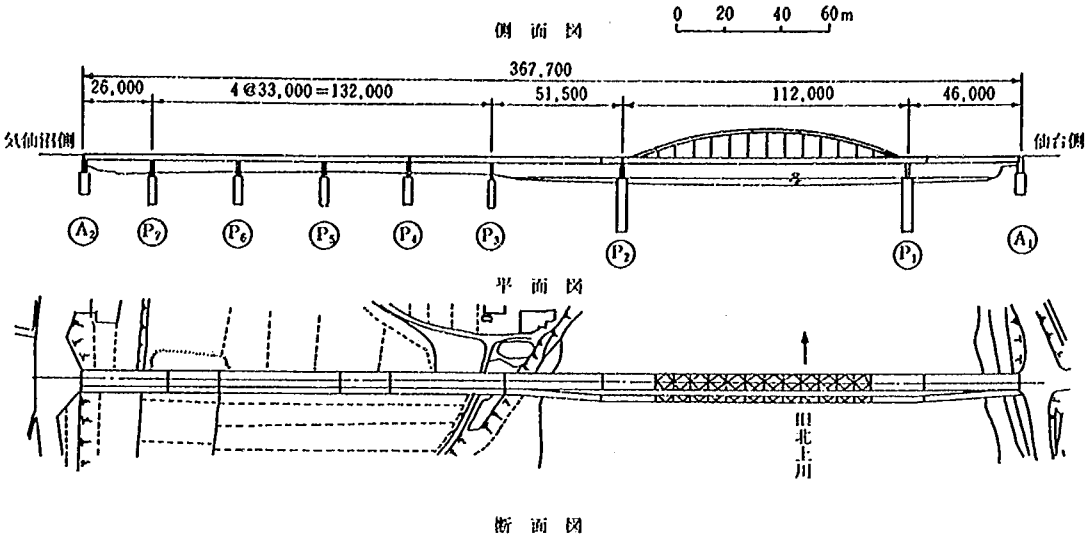
応急復旧段階では被害の程度，道路の重要度から，大型車両（積載重量1t以上）の通行禁止にとどめ，それ以外の車両は上流側の1車線を確保し，片側通行とされた。P_1の沓座の損傷によって沓がずれ，危険な状態になっている箇所については，応急復旧では，支点上対傾構を利用し，下フランジと橋脚天端との間に100tジャッキ4台を使用し，支点反力の一部が分担支持させられた。P_1の沓座コンクリートのひび割れに対しては，幅125cm，厚さ9㎜の平鋼板で沓座コンクリー



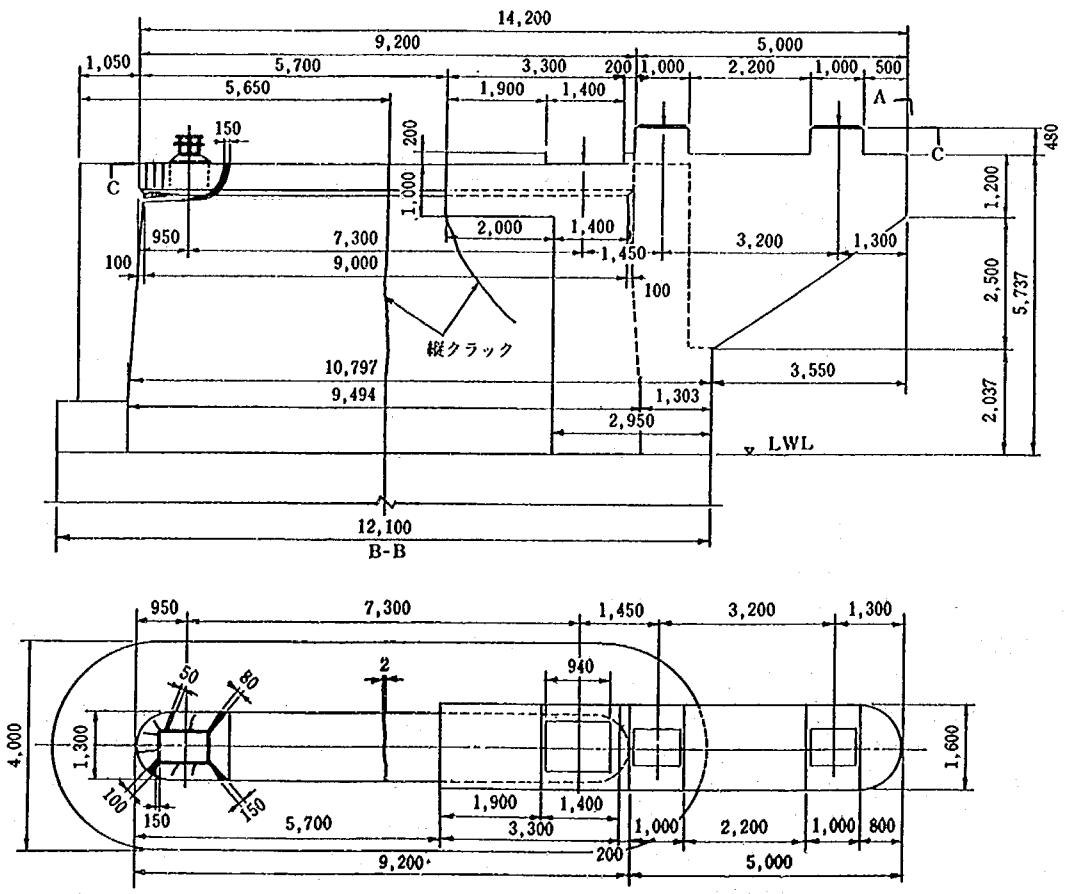
図—5・75 新飯野川橋主桁修正

ト側面に当て板が行われ，さらに18㎜のワイヤーロープで橋脚上部3箇所を仮緊結し，余震などによる破壊の進行が防止された。沓座コンクリートの補強に際して，上部荷重をフーチングに支持させるため，H形鋼がフーチング上から門形に建て込まれ，また，横方向の安定をはかるため，アンカー設置をする間，ワイヤーロープ（径18㎜）で躯体にしばり固定された。これによって下流側の沓を据付け直し，また復旧工事中下流側支承部の反力が躯体から除去された。

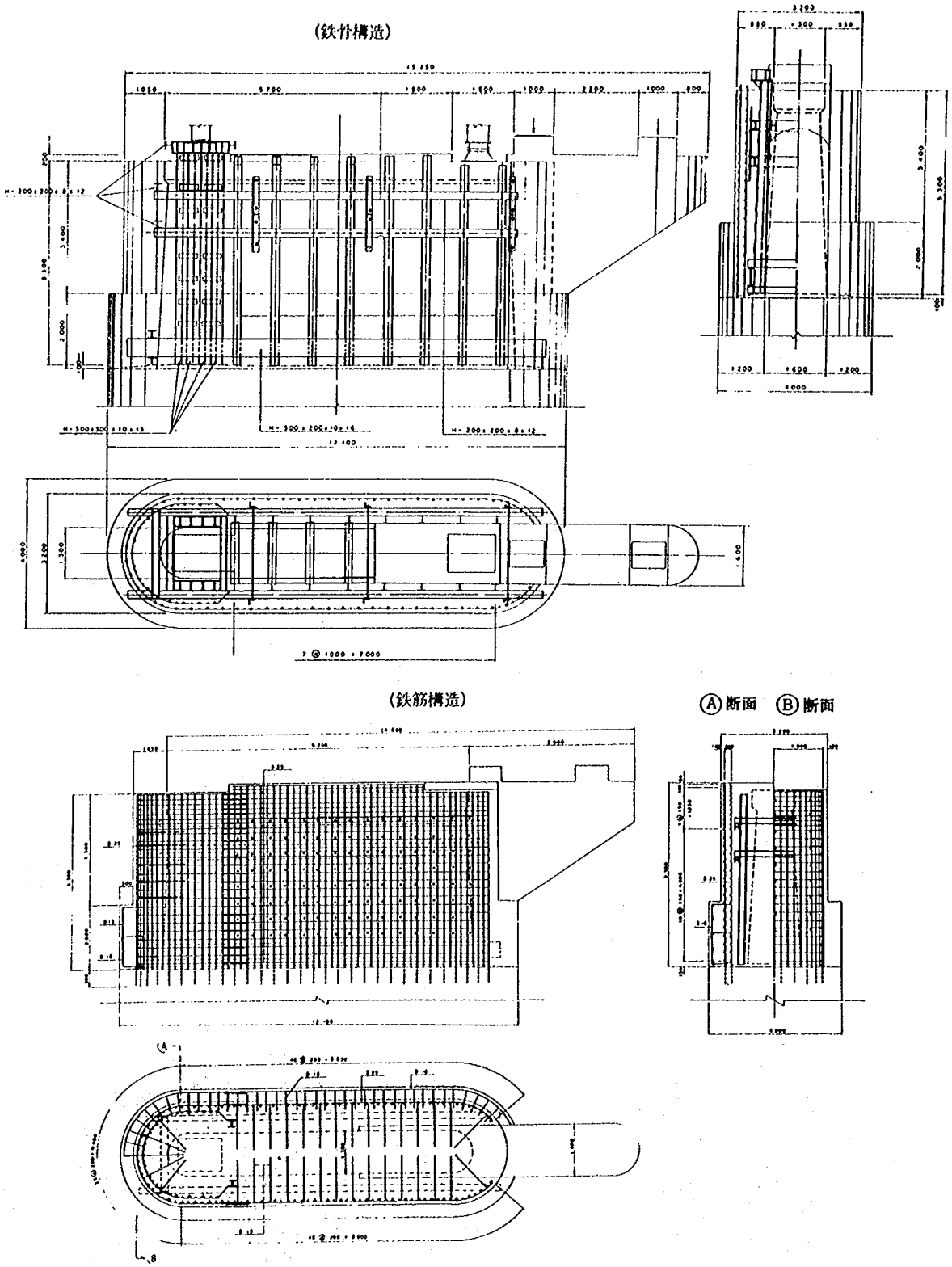
P_1におけるH形鋼による門形構造は，本復旧では応急復旧時のものに対して，更に橋軸直角方向の安定をはかり，工事中の通行車両及び余震に対する安全を確保するため，片側2本，計4本から片側4本計8本に増強された。P_1は被害程度が大きく，かつ固定沓であり，復旧工法をP_1の竪壁中央部の縦方向クラック並びに下流側沓座のクラックの発生原因から検討すると，鉄骨にて基本構造を確保することが最良であり，鉄骨鉄筋コンクリートとして既設コンクリートとの一体化をはかる工法が採用された（図—5・78参照）。鉄骨構造は，既設躯体の両側にH形鋼を1m間隔に縦列配置し，橋脚天端をH形鋼で連結し，さらに躯体にタイロッドで緊結された。鉄筋コンクリート巻厚は，躯体下部の主鉄筋2列配筋を基準にして80cmとされた。躯体巻立等によるフーチング上の荷重増に対するフーチングの補強では，躯体下部両側にそれぞれH形鋼を設け，応力が井筒基礎に均等に負担させられた。



図—5・76 天王橋一般図



図—5・77 天王橋沓座被災状況



図—5・78 天王橋橋脚復旧図

3) 柳津大橋

a) 被害状況

一般県道河南～津山線の柳津大橋（昭和50年竣工）は，北上川に架かる宮城県管理の橋で宮城県本吉郡津山町に位置する。上部構造は，3径間，2径間，単純下路ワーレントラスそれぞれ一連ずつで，橋長は450m（3×74.4m＋2×74.4m＋74.4m），幅員は10.5m（6.5m＋4.0m）である。支承は固定，可動それぞれピン及びローラー支承を使用している。基礎形式はすべて鋼管杭で，第4種地盤に設置されている。なお，設計には昭和46年の道路橋耐震設計指針が適用されていた。

1978年宮城県沖地震により，主として支承と上部構造の取付部に被害が生じており，3径間連続トラスの可動支承が設けられている右岸のA_R橋台部と，2径間連続トラスの固定端となっている左岸から第1番目のP_1橋脚部に損傷を受けていた（図－5・79参照）。P_1橋脚部の損傷は，2径間連続トラスの固定支承取付部に生じたもので，損傷の主なものは図－5・80に示すように，(i)下弦材ウェブの局部座屈，(ii)ウェブと下フランジ間及び下フランジとソールプレート間の隅肉溶接部の破断，(iii)下弦材フランジの亀裂，(iv)下フランジ，ソールプレート上沓の変形である。また，A_R橋台部では，ローラー支承の浮き上がり止め（サイドブロック）を固定するタップボルト（M24×75）が破断した。

b) 復旧工法

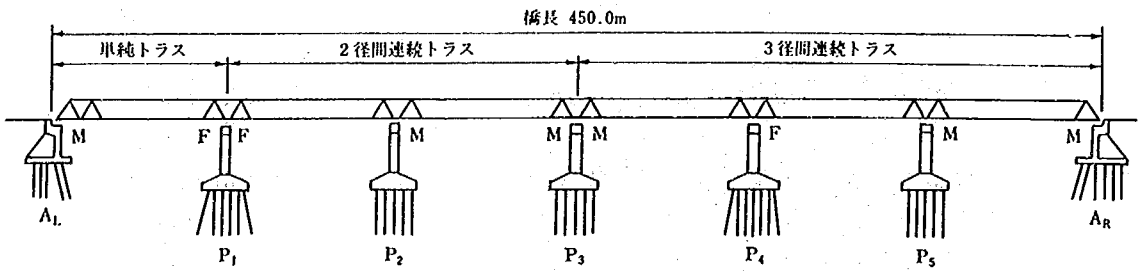
ソールプレートと下フランジ間及び下フランジとウェブ間の隅肉溶接の割れに対する応急復旧では，ガウジングにより旧溶接が除去され，できる限り歪み取りした上で再溶接が行われた。再溶接に際して隙間が完全に閉じない場合はフィラプレートを詰めて，あるいは当て板を重ねて溶接が行われた。また，桁本体は図－5・81に示すようにスティフナープレートの溶接により補強された。

本復旧ではP_1橋脚の近くで支保工により仮受が行われ，図－5・82に示すように被害を受けた旧桁が切断撤去され，新桁に取り替えられた。支保工は図－5・83に示す位置で，パイプベントを用いたものであり，その基礎にはコンクリートが打設された。

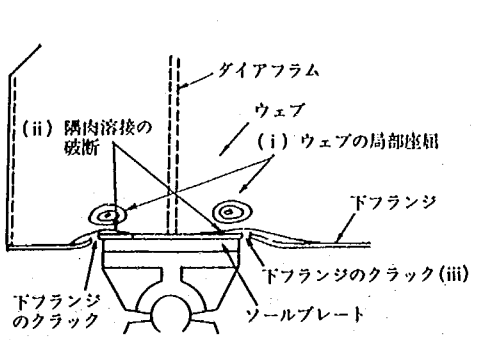
4) 伊達橋

a) 被害状況

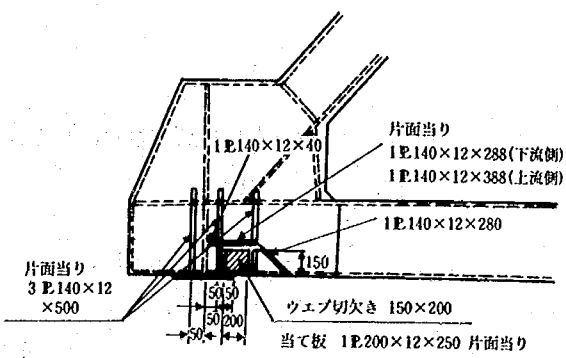
一般県道伊達～霊山線の伊達橋（昭和40年竣工）は，阿武隈川に架かる福島県管理の橋で，伊達郡伊達町に位置する。上部構造の形式は4径間連続ワーレントラスで，橋長は288m（4×71.68），幅員は7.0mである。支承は固定・可動それぞれピン・ローラー支承である。下部構造は張り出し式円柱橋脚，基礎はすべてケーソン基礎である。適用示方書は昭和31年鋼道路橋設計示方書の改訂案である。一般図を図－5・84に示す。



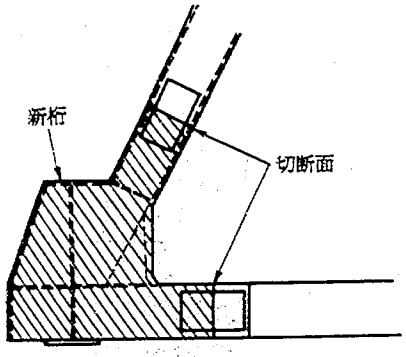
図－5・79 柳津大橋一般図



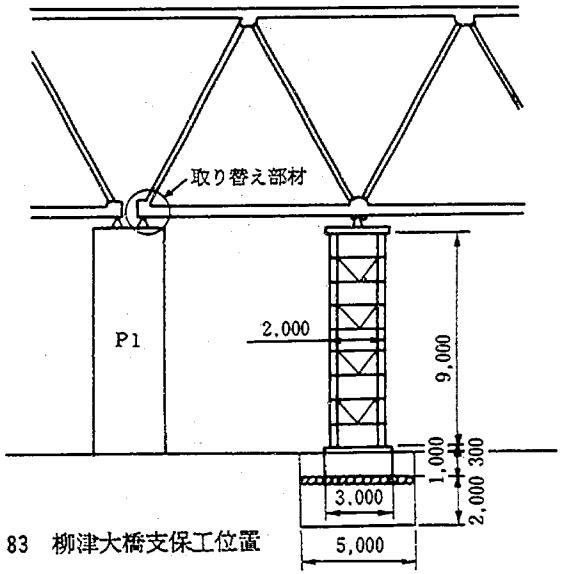
図－5・80 柳津大橋P_1橋脚の損傷



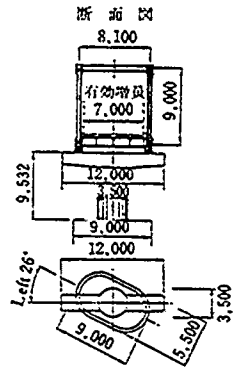
図－5・81 スティフナープレートによる補強

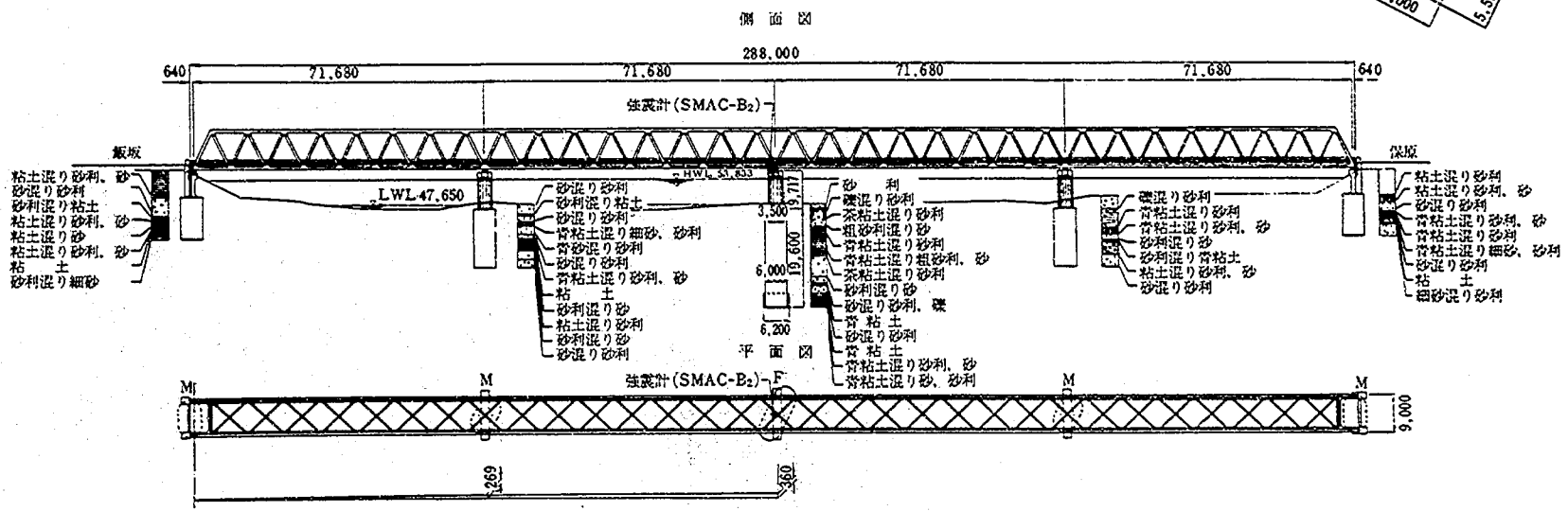


図—5・82　桁取り替え状況



図—5・83　柳津大橋支保工位置





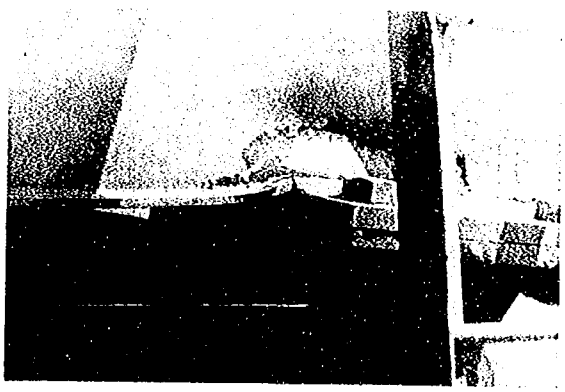
図—5・84　伊達橋一般図

1978年宮城県沖地震により，可動支承と固定支承付近の上部構造に被害が生じた。P_1及びP_3橋脚上の支承4個は，すべて何らかの損傷を受けている。P_3橋脚上（上流側）では，可動支承のピンが中央の切欠部で破断し，完全に抜出しており，その結果，桁が橋軸方向右岸側に約33㎜移動している。P_1橋脚（下流側）でも同様にピンが破断し，沓から抜出しかかっている。また，P_2橋脚上では，固定支承直上のトラス下弦材に写真－5・35に示すような局部座屈を始めとして，柳津大橋P_1支承部と同様な損傷を受けた。

b）復旧工法

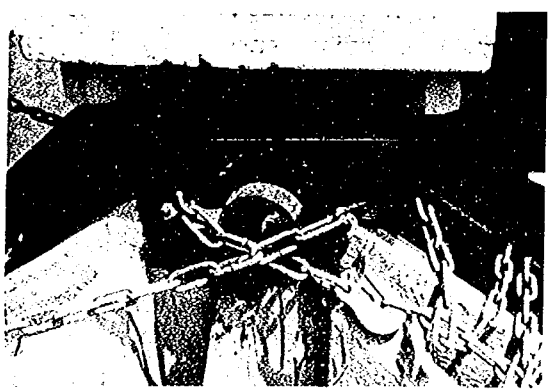
固定支承上のトラス下弦材の応急復旧では，写真－5・36に示すように下弦材のウェブがスティフナーの溶接により補強され，支承の両脇で桁仮受が行われた。また，可動支承のピンの破断に対しては，上沓と下沓とのずれに応じた写真－5・37に示すような異形のピンが差し込まれた。

本復旧では支承機能の回復に重点が置かれ，被害を受けた支承はすべて取り替えられた。取替に際して，外観上，損傷を受けていないアンカーボルトは，そのまま使用され，支承本体は図－5・85に示すようにベースプレートを介して溶接によりアンカーボルトに固定された。なお，支承の撤去据付時には全面通行止めとされた。また，トラス下弦材の復旧では，局部座屈の生じたウェブ及び下フランジには特に手を入れず，旧材を取り囲むように新規に箱断面を構成して軸力の伝達が図られた。（図－5・86参照）。この場合，旧材の軸力を解放し，新材だけで軸力を負担するような構造は不可能である。したがって，新材と旧材の軸力分担に関しては，軸力が増加し，旧材が変形の進行により圧縮材として機能しなくなってから，新材に軸力が導入されるものと考えられた。以上の本復旧には約2箇月を要した。

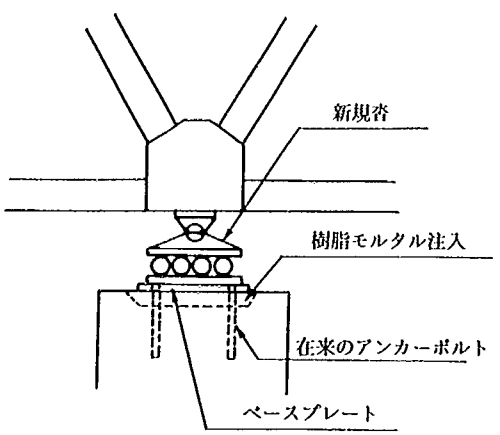


写真－5・35　伊達橋被災状況

写真－5・36　スティフナー溶接による応急復旧



写真－5・37　異形ピンによる応急復旧



図－5・85　沓の取り替え

5)秋雄大橋

a) 被害状況

主要地方道秋田雄和本荘線の秋雄大橋（昭和56年竣工)は，橋長は165mで幅員は10.5mの２径間及び３径間連続非合成鋼桁橋である（図―５・87参照)。

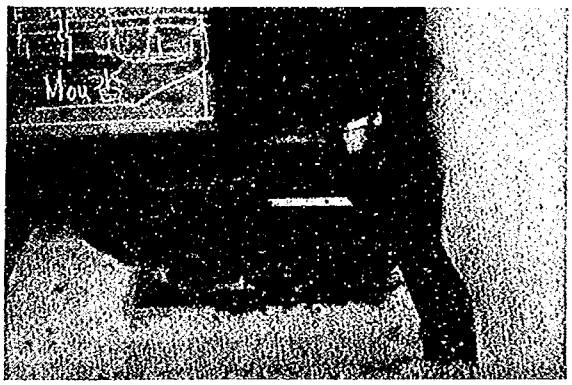
1983年日本海中部地震により，右岸橋台のパラペットと桁端が接触し，温度変化の余裕が０となった（写真―５・38参照)。

b) 復旧工法

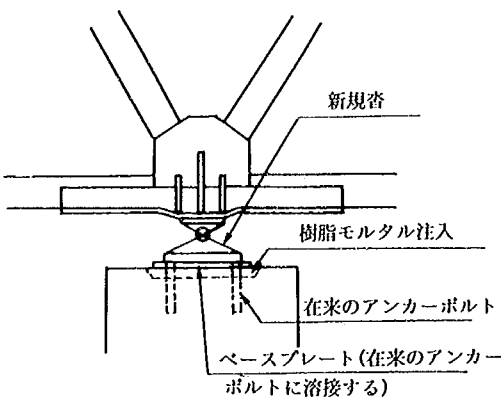
右岸橋台のパラペットと桁端の遊間を保つため，主桁の切断とパラペットの打ち換えが比較された結果，主桁の切断には，溶断に伴う熱応力の影響が考えられるため，パラペットの打ち換えで対処することとし，片側交通規制で施工された。また，伸縮継手を設置替えし，可動沓のストッパーを新規に施工し，温度変化の余裕を保つようにされた（図―５・88参照)。

6)男鹿大橋

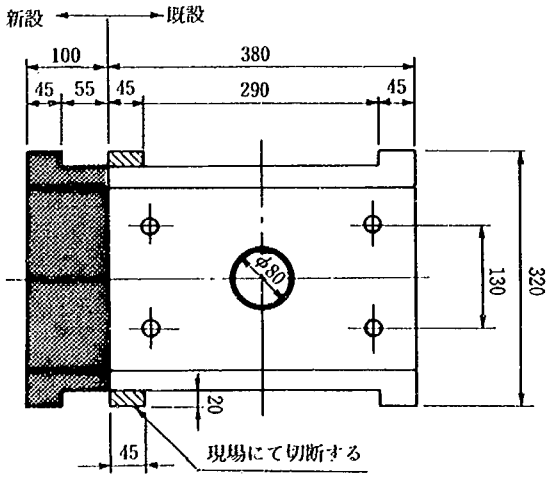
主要地方道秋田男鹿線（バイパス）の男鹿大橋（昭和48年竣工）は八郎潟南部の八郎潟調整地と日本海を結ぶ船越水道を横断する橋梁である。図―５・89に一般図を示す。この橋梁は上下車線分離構造（２車×２＝４車線）として計画され，地震発生時は片側２車線の上部構造は未施工の状態であった。橋梁の上部構造は



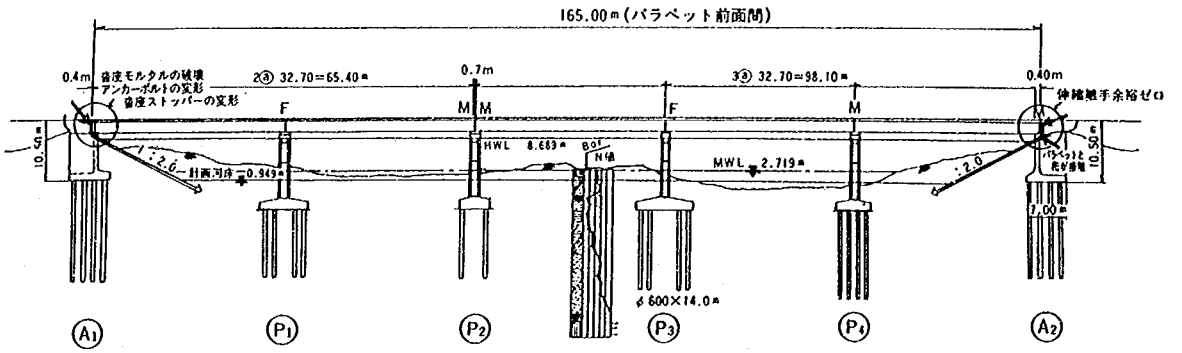
写真―５・38　秋雄大橋支承の被災



図―５・86　桁の補強



図―５・88　ストッパーの切断および新設

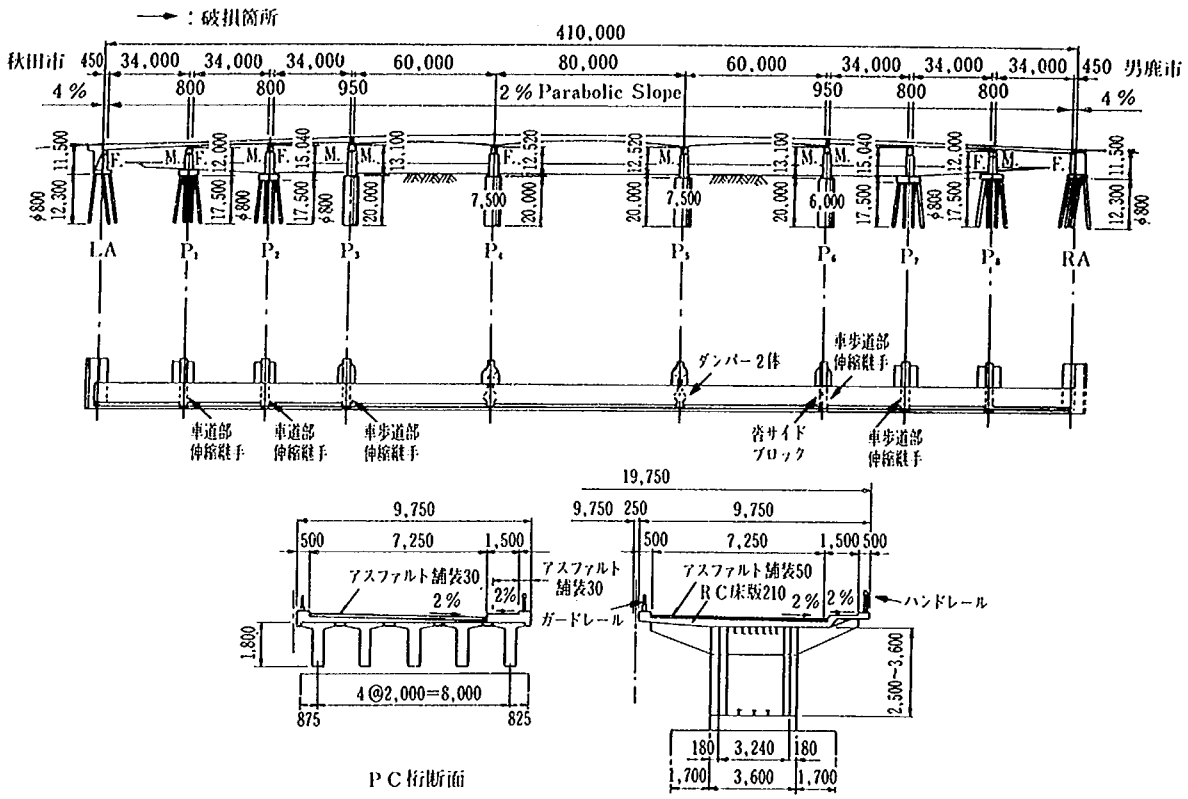


←は被害箇所　　ボーリングは代表例を示す

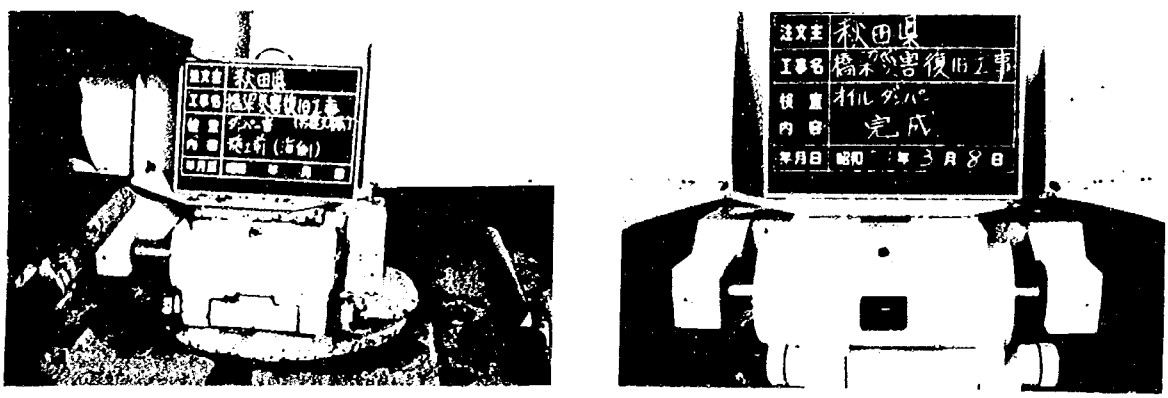
図―５・87　秋雄大橋一般図

中央の主橋梁が3径間連続鋼箱桁（60m＋80m＋60m），その他の取付橋梁が単純 PCT 桁(34m×2×2)である。基礎構造は主橋梁部がケーソン基礎，その他が鋼管ぐい基礎で上下車線を一体構造としたものである。下部構造の躯体は上下車線分離構造で張出しを有する円形断面の橋脚である。なお，主橋梁の中央2橋脚のうち1橋脚上で固定支承，他の橋脚上で可動支承が使われていたが，可動支承部ではオイルダンパーが併用されていた。

1983年日本海中部地震により，主橋梁部の橋脚の橋軸直角方向への移動（最大267mm）及び沈下（最大146mm）の発生，及び両端の可動支承のサイドブロックの破損，上下部構造の相対変位によるオイルダンパーの可動量の欠除，伸縮継手の破損及び高欄の抜け出しな



図—5・89 男鹿大橋一般図



(a) 施行前　　(b) 施行後

写真—5・39 オイルダンパーの復旧

どの被害が生じた。

b）復旧工法

P_5橋脚上のオイルダンパー2基は，地震により可動量が欠如したため，写真－5・39に示すようにダンパー本体をずらして取り替えられた。その他，伸縮継手5箇所，沓サイドロックの交換及び高欄の破損箇所が新設された。また，中央の3径間連続鋼箱桁のP_4(固定)，P_5（オイルダンパー沓）の変状が大きく，橋軸直角方向に大きく変位していたが，主桁の応力検討結果，縦横断の変位に関しては，応力オーバーの箇所もなく，主桁の内部変状も調査したが，異常は認められなかった。その後，下部構造の変位が進行しているかどうかを調査しながら管理されている。

3.3 道路盛土の復旧事例

1)盛土のり面のすべりを矢板によりおさえた箇所の復旧事例

一般国道45号　仙台市内福田町地区（宮城県沖地震(1978.6.12)）

a）被害状況

当該箇所は仙台市東部の国道45号福田町地区であり，梅田川にかかる梅田橋への取付のため盛土高約7mと高くなっている。盛土の両側には人家が隣接しており，道路へ直接出入りするために桟橋を設けている家も多い。

被害の状況は，路面中央部に亀裂が生じ，盛土のり尻に設置されていた練石積が前傾し，のり面がすべり崩壊をおこした。人家への出入りに用いている桟橋も被害を受けたが一般の交通に支障はなかった。

写真－5・40に被害状況写真，図－5・90に被害箇所平面図を示す。

b）復旧状況

応急復旧は，人家が近接していることと，盛土の崩壊を防止するために，練石積背面に鋼矢板（II型，長さ5m，延長55m）を打込み，のり面のすべりを抑止した。この工事には31日間を要した。

本復旧では，応急復旧ですべりの抑止と施工した鋼矢板を人家が近接しているために引抜くことはせずに，矢板の頭部に笠コンクリートを施工し，石積の積み直しを行い，のり面にはコンクリートのり枠を施工した。

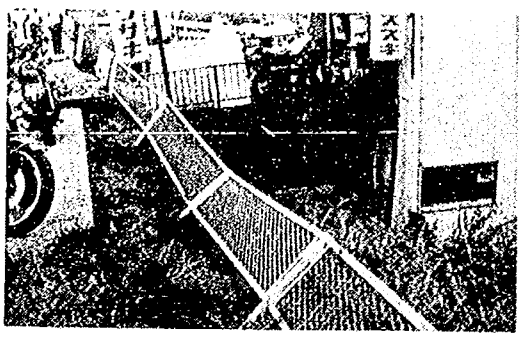
写真－5・41に復旧状況写真，図－5・91に復旧説明図，図－5・92に復旧断面詳細図を示す。

2) 地盤の液状化により盛土の被害が生じた箇所の復旧事例

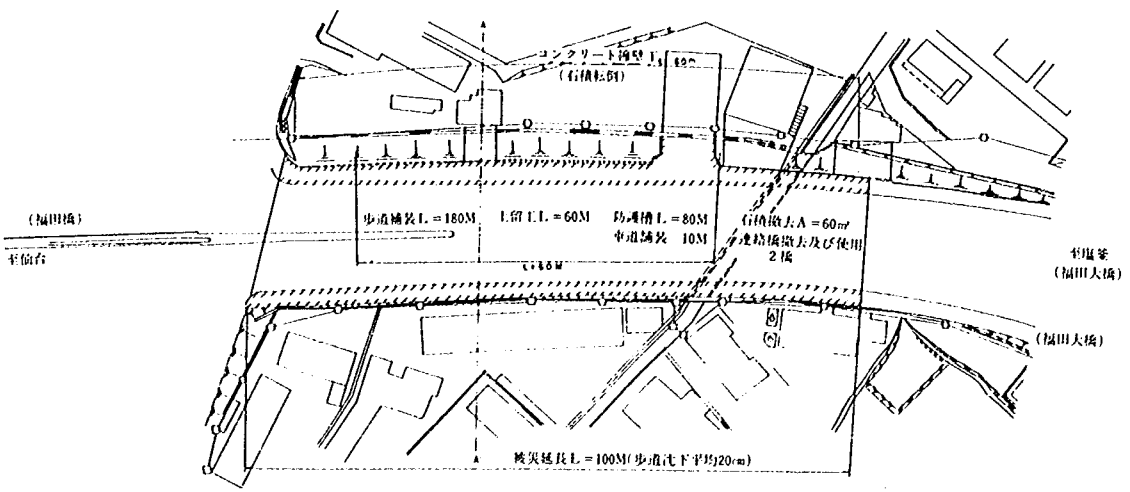
一般国道7号能代南バイパス（日本海中部地震(1983.5.26)）

a）被害状況

一般国道7号の能代南バイパスは，能代市南部の砂



写真－5・40　被害状況写真（仙台市福田町）



図－5・90　被災箇所平面図（仙台市福田町）

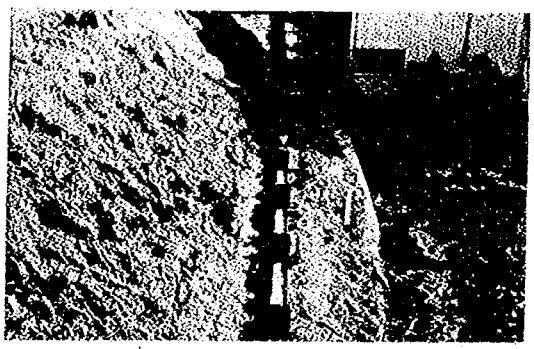
丘地帯を通過し，低盛土区間（高さ２ｍ程度）の多い延長4.6kmの道路である。

本バイパスは，昭和55年度に供用開始したが，軟弱な粘性土地盤の区間ではサンドコンパクションにより地盤改良が行われている。舗装は全区間連続鉄筋コンクリート舗装である。

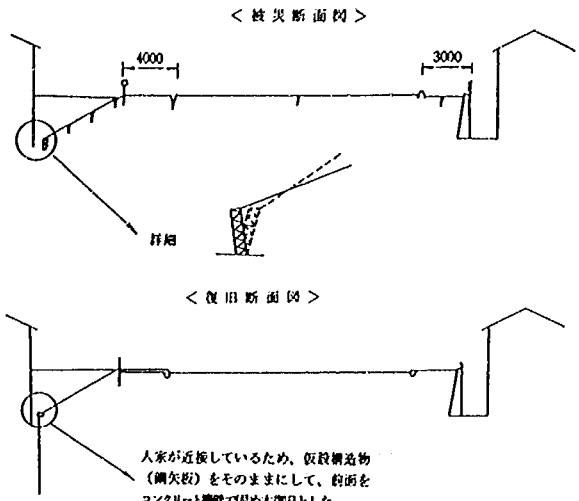
被害は，低盛土部分の地盤が液状化し盛土が崩壊したものが主であり，舗装版の浮き上がった箇所もあるなど低盛土としては大きな被害となった。盛土は側方にも流動しており用地杭，防雪柵の移動がみられた。また付近の田などにもあぜ・境界の移動・地盤の地割れが生じていた。しかし，サンドコンパクションの施工された区間の被害は小さかった。

図―５・93に最も被害の大きかった325km400付近の被害状況の横断図を示す。

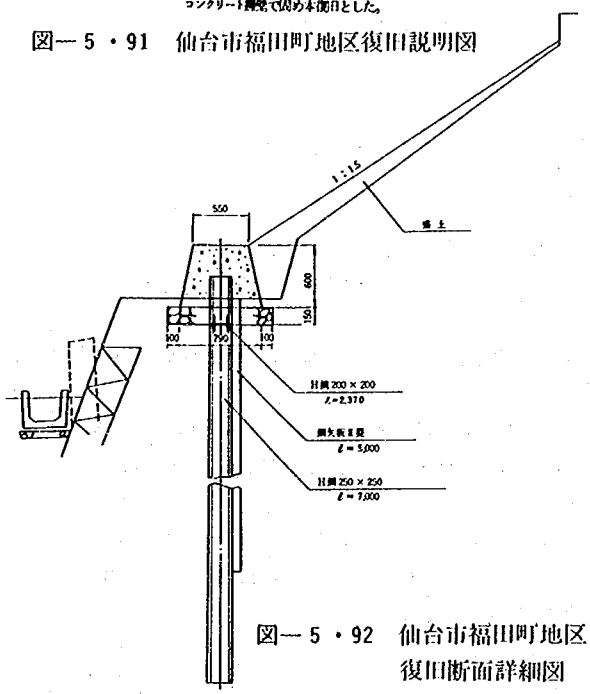
能代工事事務所では，地震発生と同時に道路パトロールを実施し，ただちに通行止めの処置をとった。その後，初動調査として，１/500の道路台帳附図を携帯し，それに路面の縦・横断亀裂，陥没浮き上がり等の事項の記入を行った。この作業に地震発生後３時間



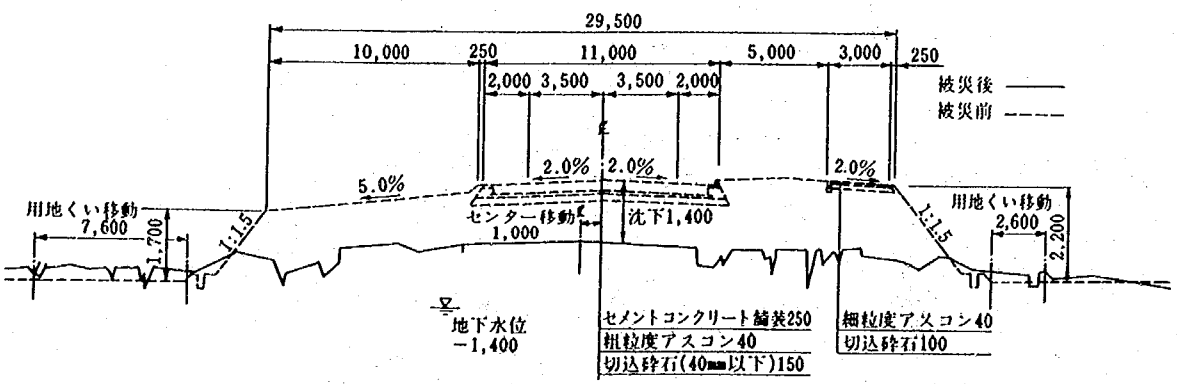
写真―５・41　復旧状況写真(仙台市福田町)



図―５・91　仙台市福田町地区復旧説明図



図―５・92　仙台市福田町地区復旧断面詳細図



図―５・93　能代南バイパス325km400付近の盛土横断図

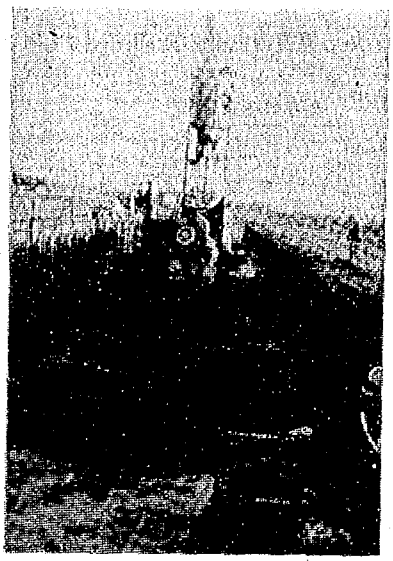
余りの時間を費やした。これは，コンクリート舗装版の被害が大きく，車両で被害箇所へ直行できなかったことも一因である。

b）応急復旧

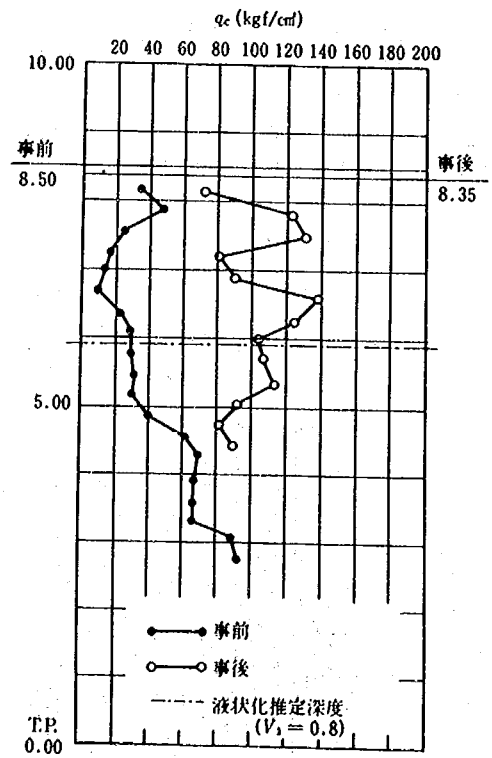
応急復旧では，バイパスの旧道を迂回路として利用できたため，バイパスを2車線同時に開通させることとし，舗装版の浮き上がり箇所については，ジャイアントブレーカーで舗装版を破壊し撤去の後，アスファルトで再舗装した。その他の亀裂・沈下等の箇所ではコンクリート舗装の上にアスファルト舗装を行った。これらの作業は，地震発生から約5時間後の17時から開始され，27日未明4時に終了し，16時間ぶりに全面開通した。復旧では，アスファルトプラントは確保できたが，ジャイアントブレーカー等の作業機械は近隣の市道等の被災により現場搬入に時間を要した。開通後は本復旧工事開始までの間，段差発生箇所等のパッチングを行っている。

c）本復旧

本復旧では，被害の原因が地盤の液状化によるものと推定されるため，今回程度の地震では被害が起きないように地盤改良が計画された。計画を行うに当たり，縦横断測量，ボーリング，ダッチコーン，ＰＳ検層，振動式貫入試験，空洞調査等を実施し，それらの結果から本復旧工法としてマンモスバイブロタンパーによる振動締固め工法が採用された。写真－5・42はマンモスバイブロタンパーによる施工状況である。これは，液状化した層が地表面から5～6ｍ程度と推定されることから，この深さの改良効果が期待でき，工費が安いことで選ばれたものである。この他に砕石置換工法，矢板・タイロッド，シートネットによる盛土補強工法等が比較検討されたが，工費が高いことから採用されなかった。また，マンモスバイブロタンパーの振動は地盤の状況により300m以上離れている民家・工場等にも影響があり，そのような所では，代替の工法として振動ローラー締固め及び敷網工法が採用されている。地盤に振動を与える機械の使用については事前に付近の家屋調査等が必要であると思われる。図－5・94にマンモスバイブロタンパーによる改良効果を示す。この図は被害の大きかった箇所でのダッチコーンの貫入抵抗値であり，改良後の貫入抵抗値を改良前と比較すると，5ｍ程度まで貫入抵抗値が2倍程度に増加していることが分かる。なお，図中の液状化推定深度は，重要度別補正係数（$\nu 3$）を0.8として，道路橋示方書の方法により求められたものである。舗装については，



写真－5・42　地盤改良工法として用いられたマンモスバイブロタンパーによる施工状況（能代南バイパス：能代工事事務所による）



図－5・94　マンモスバイブロタンパーによる改良効果（能代南バイパス）

被害のあったコンクリート舗装版を撤去し，工期が短く，補修が容易なアスファルト舗装とした。

3) 山地部盛土の本復旧においてテールアルメを実施した例

コバルトライン 宮城県牡鹿郡牡鹿町新山浜（宮城県沖地震（1978.6.12））

a）被害状況

当該道路は牡鹿半島中央部を通る有料道路である。当該箇所は高さ34.8mの傾斜地盤上の片盛土であり，地山の傾斜は32°，盛土のり勾配は1：1.2である。のり面の保護は植生で行われている。

被害は，道路中央付近より谷側の盛土が円弧状に滑落，アスファルトの舗装面には亀裂・段差が大きく発生し，路肩部分はほとんど崩壊し，コバルトラインの中では最大の被害であった。なお，最大亀裂幅は30cm，最大段差量は200cmであった。

b）応急復旧

応急復旧は被害規模も大きく，また山岳道路として急峻な地形の所にあるため，応急復旧であっても相当な工費と期間が見込まれた。地域住民の生活道路としては，海岸沿いの道路が使用できることからただちに本復旧にとりかかった。そのために通行規制は本復旧終了までの約9箇月という長期にわたった。

c）本復旧

本復旧では，テールアルメによる補強土工法がとられた。本復旧にあたっては崩壊が大きく急峻な地形のため原形に復旧することが困難と思われた。このため山側に線形を振替えることも考えたが復旧費が激増することから結局現在の平面線形のまま縦断線形を1m下げて復旧することとした。当初，直高約8.5mの逆T型擁壁を設置する予定であったが，詳細に検討した結果テールアルメに変更した。

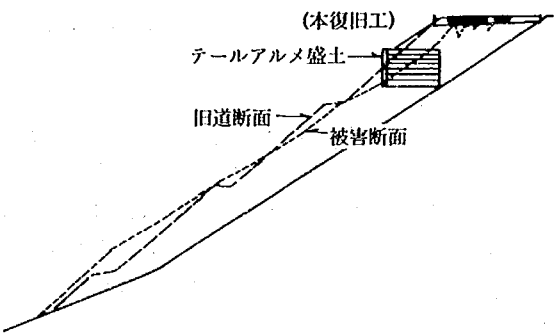
図—5・95に復旧の断面図，図—5・96に復旧工法（テールアルメ）の断面図を示す。

4) 山地部盛土の応急復旧において迂回路工事を実施した例

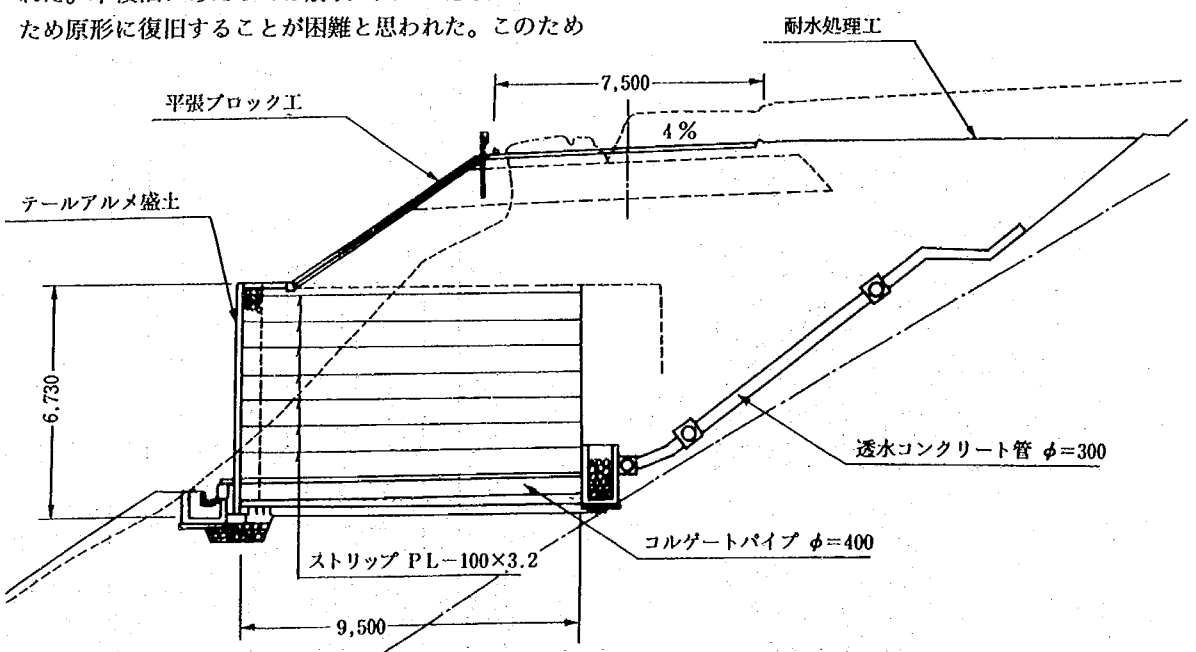
別府阿蘇道路（やまなみハイウェイ）大分県大分郡湯布院町字奥江（STA416～423付近）（大分県中部地震（1975.4.21））

a）被害状況

別府阿蘇道路は大分県大分郡湯布院町と熊本県阿蘇



図—5・95 災害復旧全体断面図（コバルトライン）



図—5・96 災害復旧工法断面図（コバルトライン）

郡一の宮町を結んでいる観光道路としての性格が強い道路であり，日本道路公団が管理している。

当該箇所は大分県中部地震により盛土が大きく崩壊した箇所であり，この別府阿蘇道路のうちで最も大きな被害箇所である。

盛土は傾斜地盤上の片切片盛であり，地山の傾斜度は35°盛土高さは22m，のり勾配は1：1.0，盛土のり面にはコンクリート擁壁（H≒2.5～3.5m）があり，その上部は石張が施工されている。

被害状況は延長90mにわたり盛土が地山境界付近で滑っており，道路の幅員の半分以上が崩壊した。この箇所は全体として沢部に盛土した区間であり，地震前にかなりの雨が降っており，さらに崩壊土砂がかなり下方まで達していたことからも地山部の表層，及び盛土はいずれも含水比が高い状態であったと思われる。

b）応急復旧

本道路は5月ごろから観光シーズンにはいるため，早期復旧を目指したが，本復旧工事に6箇月以上の工期を要するため，交通確保の面から迂回路の工事を行うことにした。迂回路は料金所の始点側から本道路にほとんど平行して町道（幅員3.5～5mの砂利道）があるため，その道路を改修して利用することにした。迂回路延長は1.600mであり，そのうち始点側900mは被害箇所の工事用道路も兼ねて幅員5.5mの2車線道路とし，終点側150mは本道路に取付けるために1車線の道路を新設した。残りの中間部550mは町道をそのまま使用し，迂回路は全て舗装した。迂回路の工事は6月1日から始まり，7月31日に供用を開始した。

c）本復旧

本復旧の実施にあたり次の4種類の工法について比較検討を行った。

(1) 路線変更案

延長180mにわたり，山側に道路センターを最大7mシフトさせ盛土をさける。

(2) 盛土補強案

現在の線形のままで，のり勾配を1：1.2から1：1.5に変更して盛土を行うそのためのり尻部にはH＝8mの逆T型擁壁，もしくは逆T型擁壁のかわりに井桁ブロックを施工する。

(3) 橋梁案

上部工は橋長120mの合成桁（30mスパン），下部工の基礎は橋台が直接基礎，橋脚は深礎杭基礎とする。

(4) テールアルメ案

現在の線形のままでのり勾配を1：1.2から1：1.5に変更して盛土を行う。そのため，のり尻部にH＝6m，のり面中腹にH＝4.5mのテールアルメを施工する。

表－5・30 比較検討結果

		土工量 (m³)	工費 (千円)	工期 (月)
路線変更案		16,000	160,000	6
盛土補強案	逆T型擁壁案	19,000	160,000	7
	井桁ブロック案	14,000	245,000	10
橋梁案		——	180,000	12
テールアルメ案		13,000	90,000	4

以上の4種の比較検討結果を表－5・30に示す。

これらの比較検討の結果，路線変更案は現地形から受ける制約が多く，橋梁案は工費・工期とも他の案に比べて不利であったため，最終的には盛土補強案（逆T型擁壁）とテールアルメ案が残った。この2案の中では，工費・工期ともテールアルメ案の方が有利であったが，当時日本におけるテールアルメ工法の実績は少なく，地震あるいは浸透水等に対する影響等も解明されておらず，そのために一般的な工法である逆T型擁壁で復旧することになった。図－5・97に復旧断面図を示す。

5) 山岳部盛土において被害を受けた石積を張コンクリートで補強した例

県道御岳王滝黒沢線　長野県木曽郡王滝村鞍馬上地区（長野県西部地震（1984.9.14））

a）被害状況

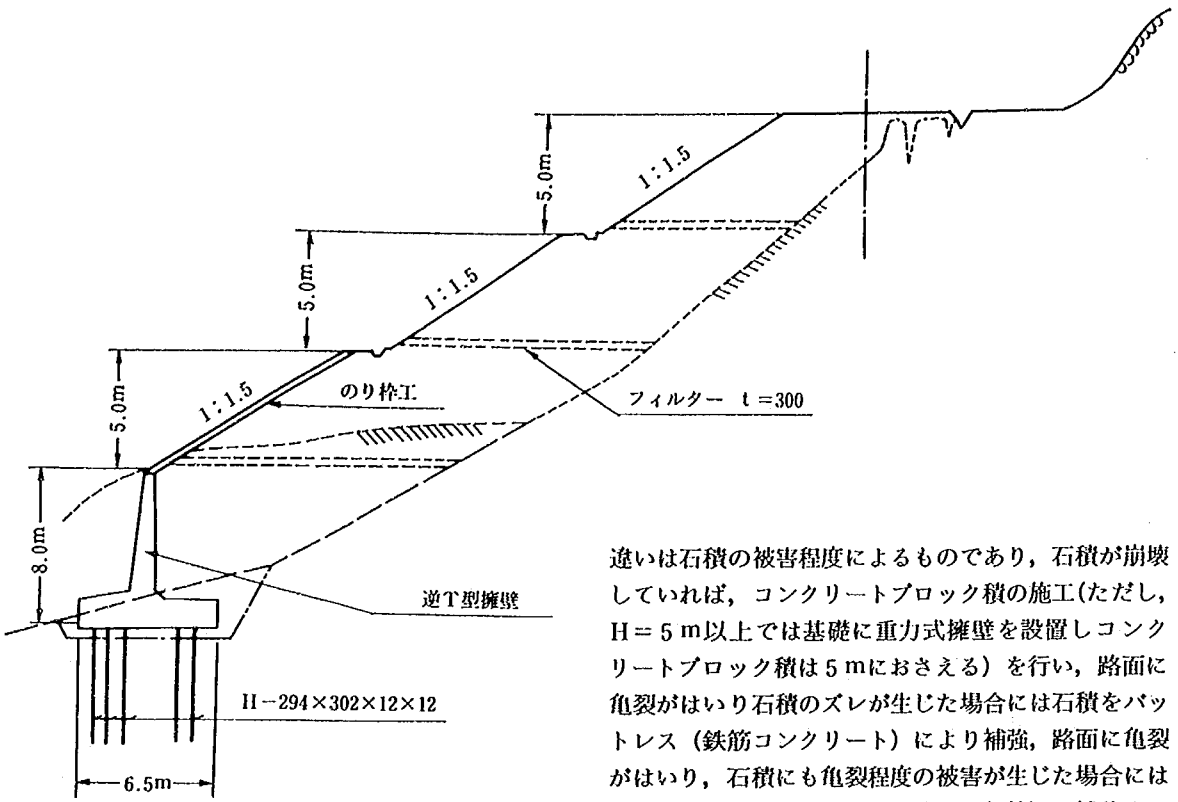
県道御岳王滝黒沢線は長野県木曽郡王滝村から他の町村に通じる唯一の県道である。長野県西部地震では王滝村松越地区を始めとして斜面崩壊・盛土亀裂・沈下等の被害がいたるところで見られた。そのうち鞍馬上地区は御岳湖（牧尾ダム建設による人造湖）左岸側に位置する盛土高3.5～8mの片切片盛箇所である。

盛土のり面には石積もしくは石張が施工されていた。

当該箇所の被害は路面中央部に幅5cm，深さ30cm程度の亀裂が発生し，路肩が大きく沈下した。また石積にも亀裂が生じた。

b）応急復旧

御岳王滝黒沢線は地震と同時に松越地区の斜面崩壊により，御岳湖左岸部分の区間の通行が不能となった。当該箇所も通行不能区間内であり，復旧期間中は御岳湖右岸側を通る村道1号線が重量制限付きながら迂回



図—5・97 災害復旧断面図（やまなみハイウェイ）

路として利用された。応急復旧にあたっては路面中央部に鋼矢板を打込み路面の崩壊を防ぎ，さらに保護工施工時の土留工としても利用した。石張が施工されていた部分では応急復旧で新しくコンクリートブロック積を施工した。路面については，舗装のオーバーレイを実施した。

なお，鞍馬上地区から200mあまり離れた鞍馬地区でも同様な路面亀裂・盛土沈下の被害があったが，こちらは応急復旧はしていない。これは，亀裂部分の下部が岩屑で鋼矢板が打込めなかったことや被害の状況から崩壊の可能性がないと判断されたことからである。

これらの工事は松越地区の応急仮設橋による復旧が終了した10月14日までに完了した。

c）本復旧

鞍馬上地区では石積の亀裂に対して張コンクリートにより補強している。

図—5・98，図—5・99に鞍馬上地区の復旧の平面図，断面図を示す。

また鞍馬地区では石積の亀裂・目地ズレに対してバットレスによる補強を行っている。これらの工法の違いは石積の被害程度によるものであり，石積が崩壊していれば，コンクリートブロック積の施工(ただし，H＝5m以上では基礎に重力式擁壁を設置しコンクリートブロック積は5mにおさえる）を行い，路面に亀裂がはいり石積のズレが生じた場合には石積をバットレス（鉄筋コンクリート）により補強，路面に亀裂がはいり，石積にも亀裂程度の被害が生じた場合には石積を張コンクリート（原則的には無筋）で補強する工法がとられている。

これらのことは長野県西部地震による県道被害の復旧の基本的な考え方になっている。

6) 構造物背面の取付盛土に段差が生じた箇所の復旧事例

一般国道4号仙台バイパス（宮城県沖地震(1978.6.12)）

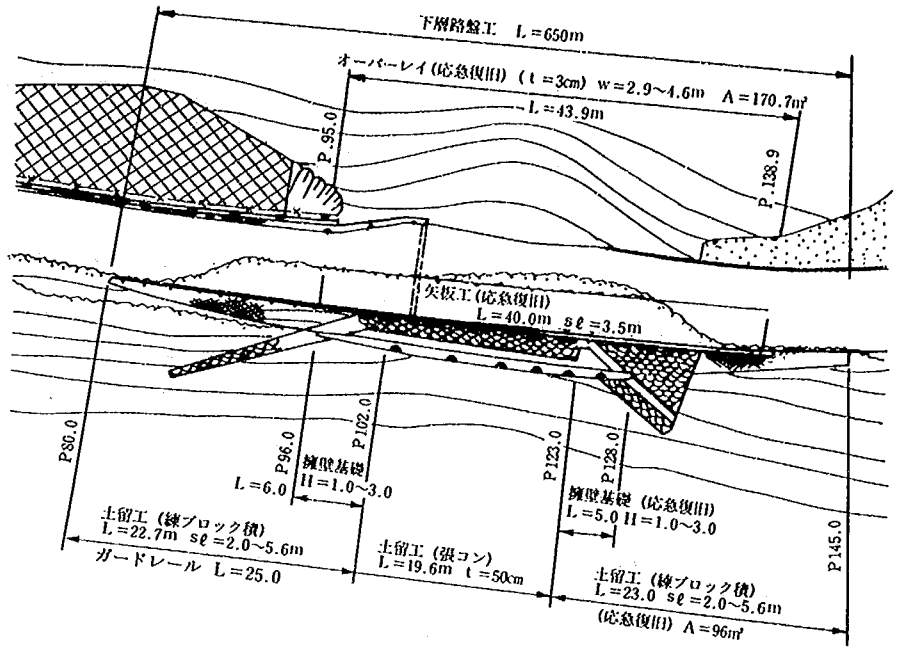
a）被害状況

仙台バイパスは一般国道4号のうち仙台市内をバイパスする延長22.9kmの道路であり，昭和45年4月に一部暫定ながら全線供用を開始した。

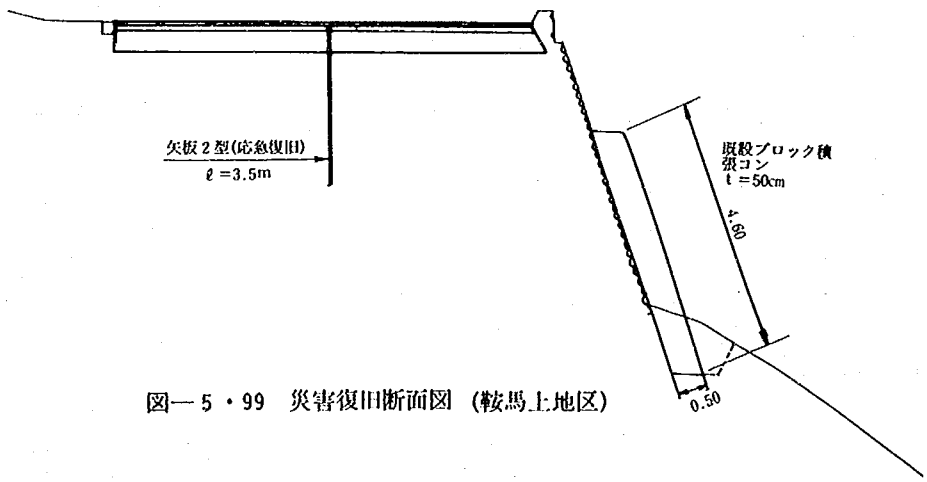
宮城県沖地震では，そのうち，仙台市郡山の広瀬川にかかる千代大橋から仙台市燕沢までの約8.2kmの区間で，構造物背面の沈下による段差が顕著にあらわれた。段差以外の被害ではのり面の崩壊した箇所が1箇所あった。

上記の区間は極度の軟弱地盤地帯であり，一部区間では建設時にペーパードレーン工，火薬による置換工法，サンドマット工を施工した箇所がある。

盛土は千代大橋から国道45号と交差する苦竹インターチェンジまでの区間が高さ0.5～3m程度の低い盛土であり，苦竹インターチェンジから仙台市燕沢ま



図—5・98 災害復旧平面図 (鞍馬土地区)



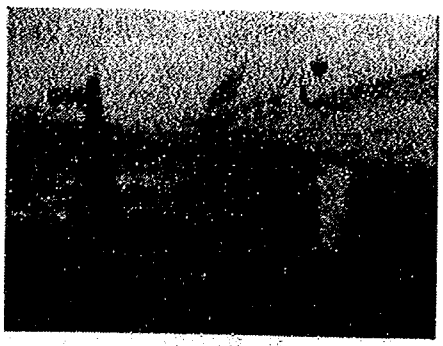
図—5・99 災害復旧断面図 (鞍馬土地区)

でが国鉄仙石線，東北本線との交差のために高さ7～9m程度の高い盛土となっている。

被害は，構造物背面に地震直後10～20cmの沈下が生じたが，時間の経過とともにこの沈下は進行して行った。これらの被害は地盤の変状と路体の沈下によるものと思われる。写真—5・43に被災状況を示す。

b) 緊急措置

地震直後，早期の交通確保と交通安全のため常温合材による最小限の段差のすりつけを行った。段差の処理には管内の業者を動員したが，停電のためアスファルトプラントの使用ができなかったために，出張所が



写真—5・43 被災状況(仙台市郡山～日の出間の路面段差)

保有していた常温合材を使用した。この緊急のすりつけは時間の経過とともに段差の進行が見られたため，その後1～2回行われた。これらの措置には段差発生13箇所に対して常温合材16ｔ土砂10m³を使用した。

また，利用者に注意を喚起するため「この先段差あり通行注意」の案内板を設置した。この措置は応急復旧終了まで実施した。

写真－5・44に緊急措置の状況を示す。

c）応急復旧

応急復旧では，暫定的に長さを5～10mにしてすりつけている。

この工事には加熱合材830ｔを使用し，地震発生後20日あまりで完了させた。

d）本復旧

本復旧ではすりつけの縦断勾配を0.5%として舗装した。そのため，すりつけ長さは30～65mとなった。本復旧の数量は切削工2,460m²，舗装工10,320m²であった。図－5・100に本復旧で行われたすりつけの標準縦断図を示す。

3.4 斜面・切土のり面の復旧事例

ここでは，1984年9月の長野県西部地震により比較的規模の小さな被災を受けた，① 踏切下地区と，② 本社1号地区の道路斜面・切土のり面復旧事例，及び1978年1月の伊豆大島近海地震により比較的大きな被災を受けた，③ 川合野地区と，④ 横瀬地区の復旧事例を紹介する。更に，特殊な例として長野県西部地震で発生した大規模崩壊により道路・橋梁の流失という被災を受けた，⑤ 松越・東地区の復旧事例について紹介する。

1) 凸部切土のり面の復旧例（国道361号線 踏切下地区，長野県西部地震）

a）被災状況

凸カーブの凸型状をした切土のり面（図－5・101）を保護していた練り石積擁壁（勾配1：0.2）にクラックやはらみ出しが発生した。この切土のり面の地質は

写真－5・44 応急復旧（仙台市郡山～日の出間の段差摺り付け．

洪積世の崖錐堆積層であり切土のり面の直高は6mでその上部には勾配30°程度の自然斜面が続いている。

b）復 旧

切土のり面の上部に続く自然斜面にはクラック等の変状が発見されなかったことから被災は切土のり面を保護しているブロック積工のみにしか及んでおらず当面被災拡大の可能性は小さいと判断されたため応急復旧はなされなかった。

本復旧に当たっては再度災害を防ぐために勾配を1：0.5に緩くし，練りブロック積工が施工された（図－5・102）。

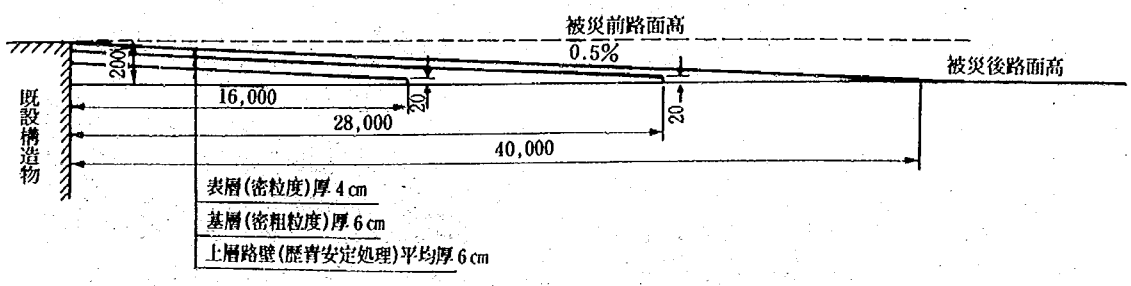
2) 一般的な斜面・切土のり面崩壊の復旧事例（三岳村道 本社1号地区，長野県西部地震）

a）被災状況

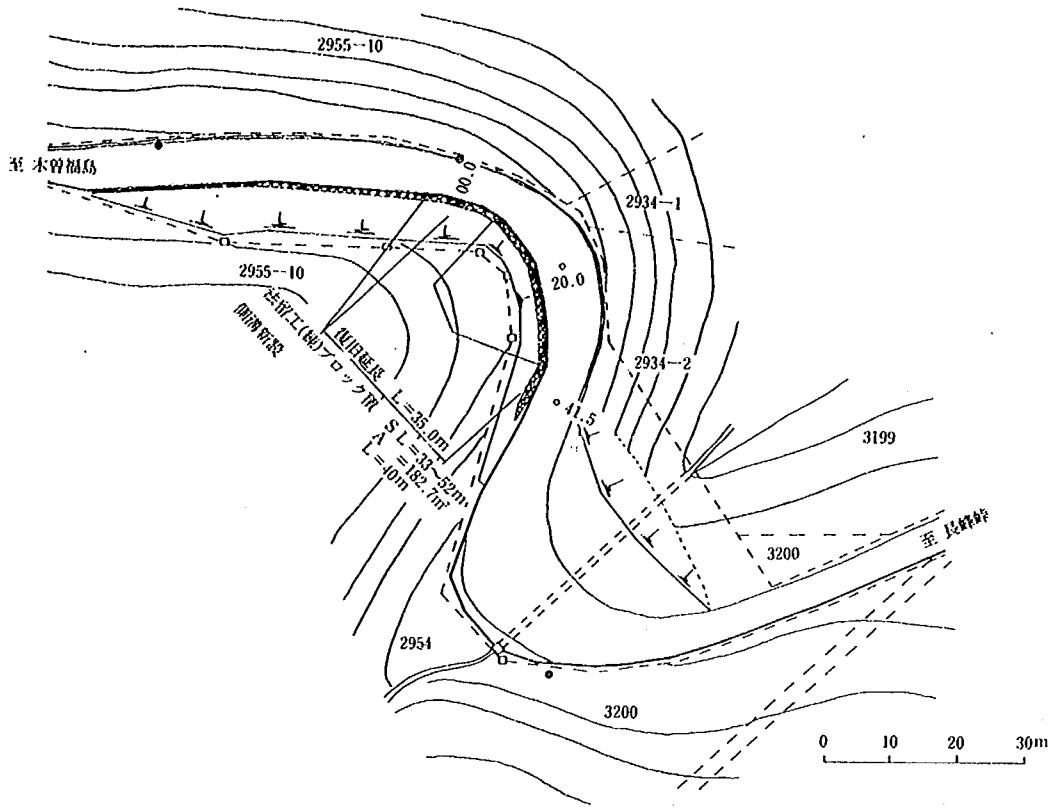
勾配1：0.3の練り石積擁壁で保護された切土のり面（のり長4m）の上部に続く高さ50m以上，勾配約40°の自然斜面の表層部が崩壊し，練り石積擁壁の一部を崩壊させるとともに崩土が路面に堆積した（図－5・103）。この崩壊は基盤を覆っている浅い崩積土の崩壊であり，被災パターンII型の被害ランクβに相当するものと考えられる。

b）復 旧

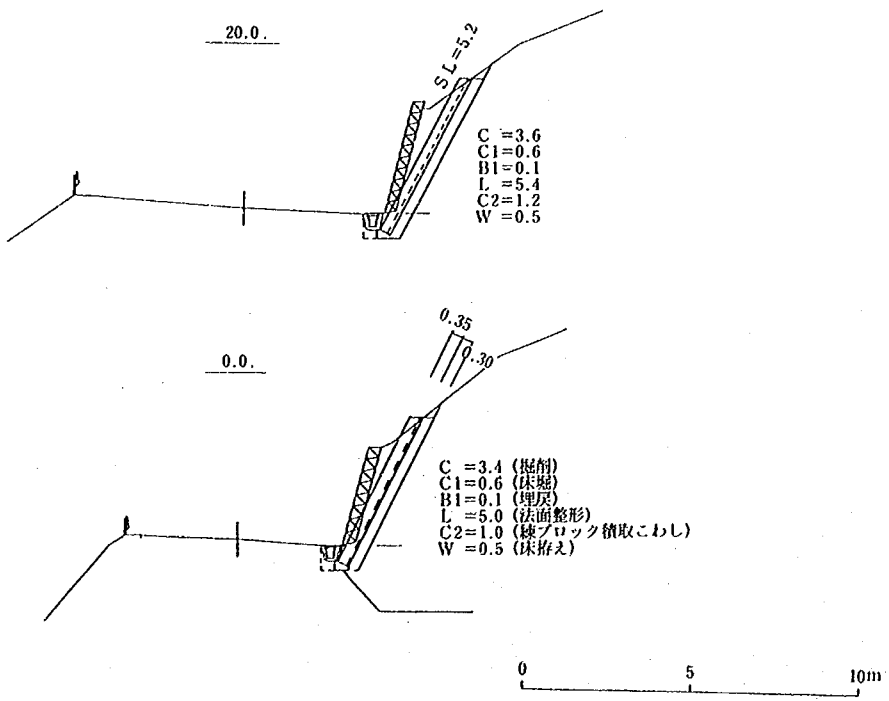
斜面上の不安定な部分は地震時に崩壊しているため



図－5・100 路面段差復旧標準断面図（仙台バイパス）



図— 5 ・101 長野県木曽郡関田村路切下 (国道361号, 59災)



図— 5 ・102 長野県木曽郡関田村路切下 (国道361号, 59災)

二次災害の危険度は比較的小さいと考えられたので輸送路確保を目的として崩土を除去する応急復旧がなされた。

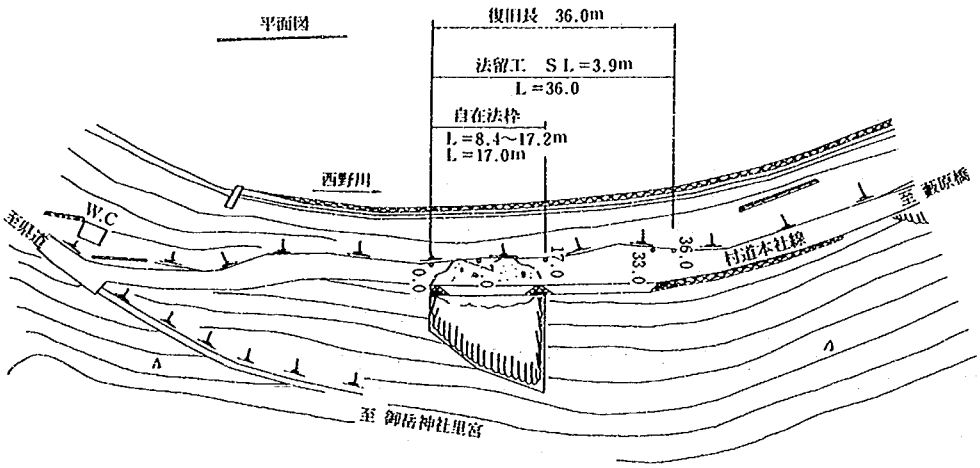
本復旧においては切土のり面部は練り石積擁壁のかわりに勾配1：0.5と緩くした練りブロック擁壁が採用されるとともにその上部に続く崩壊斜面のうちの不安定部分は吹付のり枠で保護された（図—5・104)。

3) 山側斜面の崩壊が大きく，道路を谷側へずらして付替え復旧した例（修繕寺下田線川合野地区，伊豆大島近海地震)

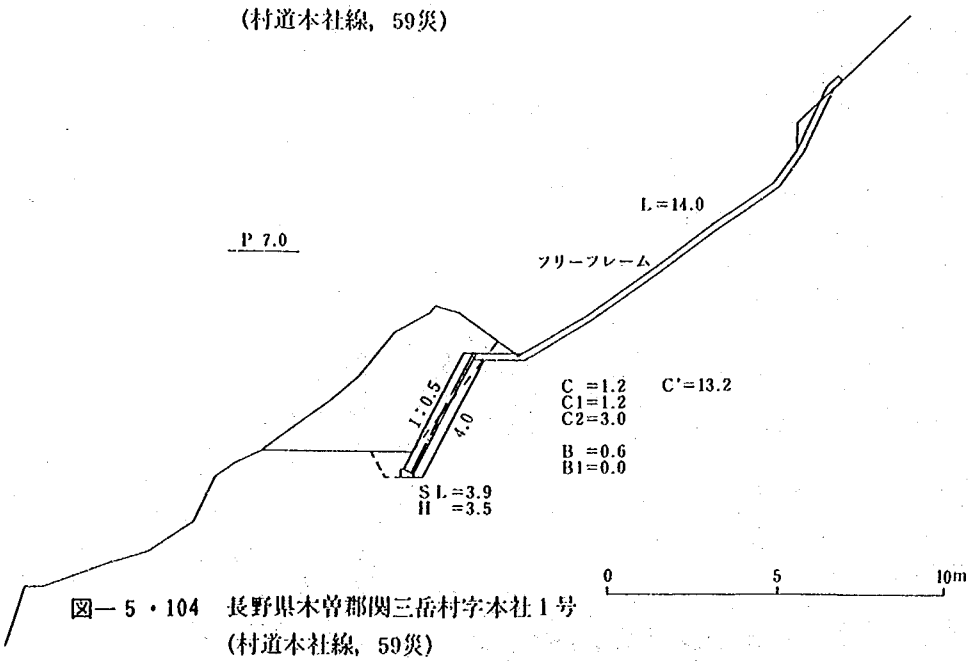
a）被災状況及び調査

崩壊は道路沿い延長142mにわたり最高点で路面から86mの高さより発生し，山腹土留めブロック積を倒壊し，また，崩土により道路下方の民家2戸を押しつぶした。被災パターンIII型で被害ランクαの大規模な崩壊であった。

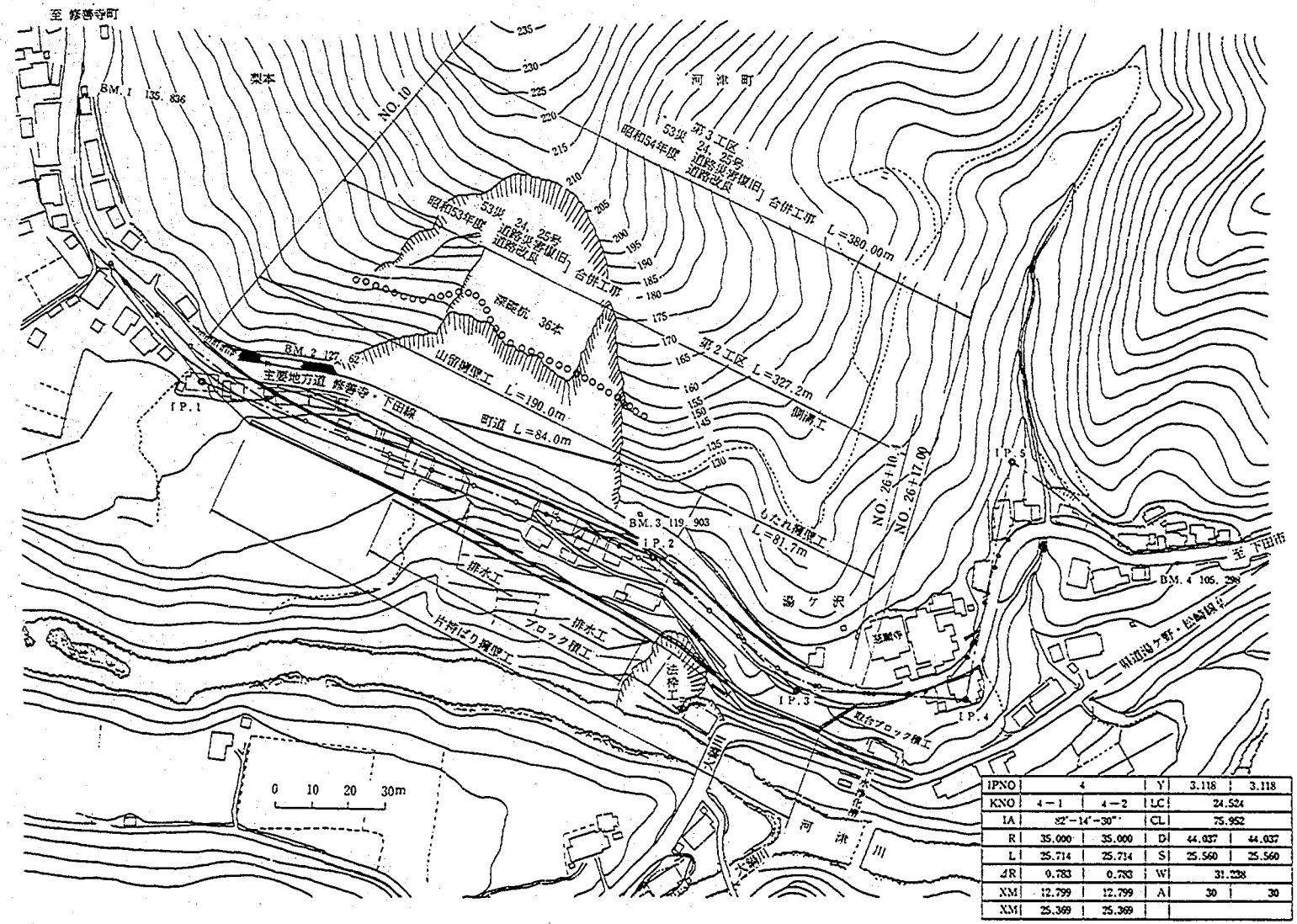
この地すべり性崩壊の形態は，上方滑落崖と下方滑落崖の2つの滑落崖で特徴づけられる（図—5・105)。上下2つのすべりよりなり，上方滑落崖に示される1次すべりが発生し，引き続いて下方滑落崖に示される2次すべりが発生したものと考えられた。上方滑落崖と下方滑落崖の間には2次滑落による崩土が分布する。上方滑落崖よりさらに上方の斜面には，滑落崖を囲むように新たにクラックが発生している他，尾根部に



図—5・103 長野県木曽郡関三岳村字本社1号
(村道本社線，59災)



図—5・104 長野県木曽郡関三岳村字本社1号
(村道本社線，59災)



IPNO	4		Y	3.118	3.118
KNO	4−1	4−2	LC	24.524	
IA	52°−14′−30″		CL	75.952	
R	35.000	35.000	D	44.037	44.037
L	25.714	25.714	S	25.560	25.560
ΔR	0.783	0.783	W	31.238	
XM	12.799	12.799	A	30	30
XM	25.369	25.369			

図— 5 ・105　道路改良本復旧　静岡県賀茂郡河津町梨本　川合野
（主要地方道　修善寺下田線　53災　24，25号）

おいても連続した地割れが認められた。地質調査(ボーリング9孔，弾性波探査，傾斜計観測）の結果，基盤は安山岩（天城側）及び凝灰角礫岩（天津側）よりなり，地すべりの規模は深さ（鉛直深度）にして，上方滑落崖による1次すべりが12.0m，下方滑落崖による2次すべりが3.5mである。放置すれば1次すべりにより残留した形の滑落土塊のすべりと，上方滑落崖より更に上方斜面への崩壊波及が予想された。

b）復　旧

崩壊土量が多いため路上の全面的な崩土除去が不可能なため，また，崩土の再移動の可能性は当面高くないことから，応急復旧としては緊急輸送，救出道路の確保を目的として崩土上に仮設道路を啓開した。

本復旧計画にあたっては不安定な滑落土塊の厚さが鉛直深度12.0mに及びさらにその下方には,風化度の非常に著しいほとんど粘･土砂状を呈する強風化岩が8.0mも続くため，切取り排土することはその量も膨大なものとなり，地形的にも難しいので，上方滑落崖付近の不安定な土塊を一部取り除き径2.0m,長さ18.0mの深礎工により抑止する方法をとった。道路本体は崩壊箇所から極力離して，川側に最大22.0m程度線形を移動し,山側には高さ4.0mのコンクリート重力式擁壁を設け，盛土の法下には，高さ7.0mの片持ばり式鉄筋コンクリート擁壁を設けることとした（図―5・106，図―5・107)。

4）　山側斜面の崩壊後，原形に復旧した例（修繕寺下田線梨本横瀬地区，伊豆大島近海地震）

a）被災及び調査

道路沿い山側斜面が延長102m,斜面長50mにわたって崩壊し，その前後の段差ブロック積にも亀裂が入り崩壊寸前の状態となった。また谷側においても路面幅8.0mの約半分が陥没し，一部は崩落した（図―5・108)。

この崩壊は,当初被災パターンII,被害ランクαもしくは被災パターンIII，被害ランクβと推定されたと考えられる。

この箇所は過去の豪雨でたびたび崩壊を繰り返したところであり，土質も悪く今回の地震動により，道路を含めて山側から谷側に及ぶ大きなすべりが生じるおそれがあると考えられたが，地質調査（ボーリング2孔，弾性波探査）から道路の下方は旧崩土及び旧滑落土塊と考えられる部分は，地表より相当深く，下方斜面の地形勾配も2割～2割5分と緩く安定した勾配となっているため，旧滑落土塊が大規模なすべりを生ずるとは考え難いので，上部斜面の崩壊と，盛土部分の陥没・崩落が個別に発生したものと判断された。

b）復　旧

応急復旧は，1978年1月から6月にかけて実施され山側については長さ4.00～7.70mのH鋼(300H）による仮設防護棚を設置するとともに崩土の除去及びのり勾配1：1.2で切取り整正がなされた。また，谷側についてはH鋼（300H）及び鋼矢板（SP―II型）による土留め工が施工された（図―5・108，図―5・109)。

本復旧は，応急復旧のあと1979年6月にかけて実施され，山側については被災したブロック積擁壁を取りこわし，高さ6mのもたれコンクリート擁壁でのり留めを施工した。一方，谷側については，ブロック積擁壁もしくは井桁擁壁により路肩補強を実施した(図―5・110，図―5・111)。

5）　大規模崩壊により被災した道路，橋梁等の被害の復旧例（御岳王滝黒沢線　松越・東部地区　長野県西部地震）

1984年9月14日の長野県西部地震で発生した松越地区の崩壊に係わる道路関係施設の被害及び復旧の概要について述べる。

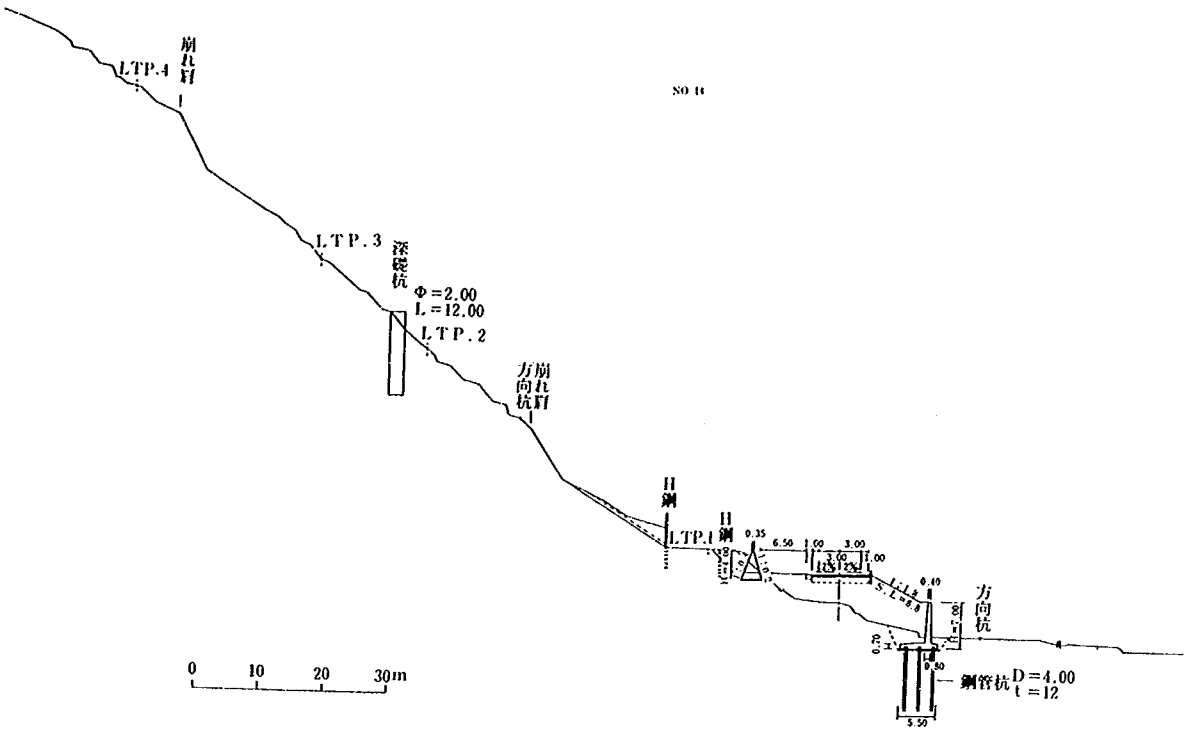
a）被害の概要

松越の崩壊により，県道御岳王滝黒沢線では崩壊地の頭部付近の東地区と崩壊土砂の氾乱域にあたった松越地区の2地区において橋梁を含む道路の流出という激甚な被害が発生した。東地区では，道路延長約50mが15～20m程度の深さで地盤もろとも流出し，松越地区では，新大又橋(コンクリートアーチ橋，橋幅6.5m)を含む全長420mの道路が流出した。これらの道路被害により，この路線は完全に通行不能となり王滝村への進入が不可能となった（図―5・112参照)。

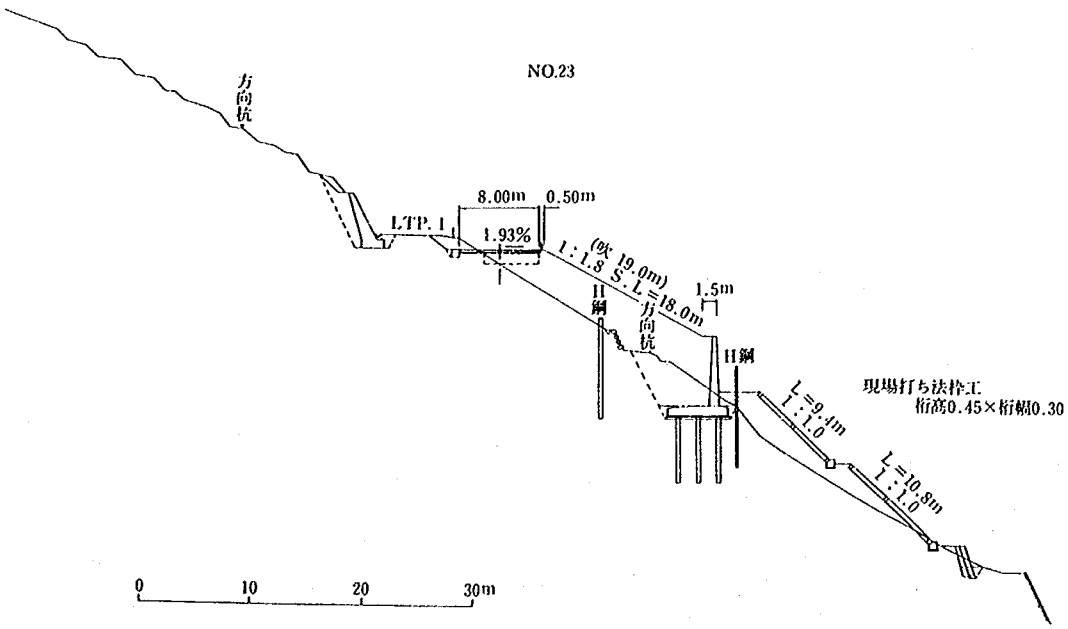
b）応急復旧の概要

東地区では，王滝村中心部から大又地区への生活道路を確保するため崩壊地頭部を迂回する全長590mの仮設道路が建設された。仮設道路は10月8日に幅員3mの一車線として普通車に対してのみ供用が開始され，10月28日には幅員が5mに拡幅された。表―5・31は，この応急工事の工程を示したものである。また，写真―5・45は，仮設道路の王滝村中心部からの入口付近の状況を示したものである。

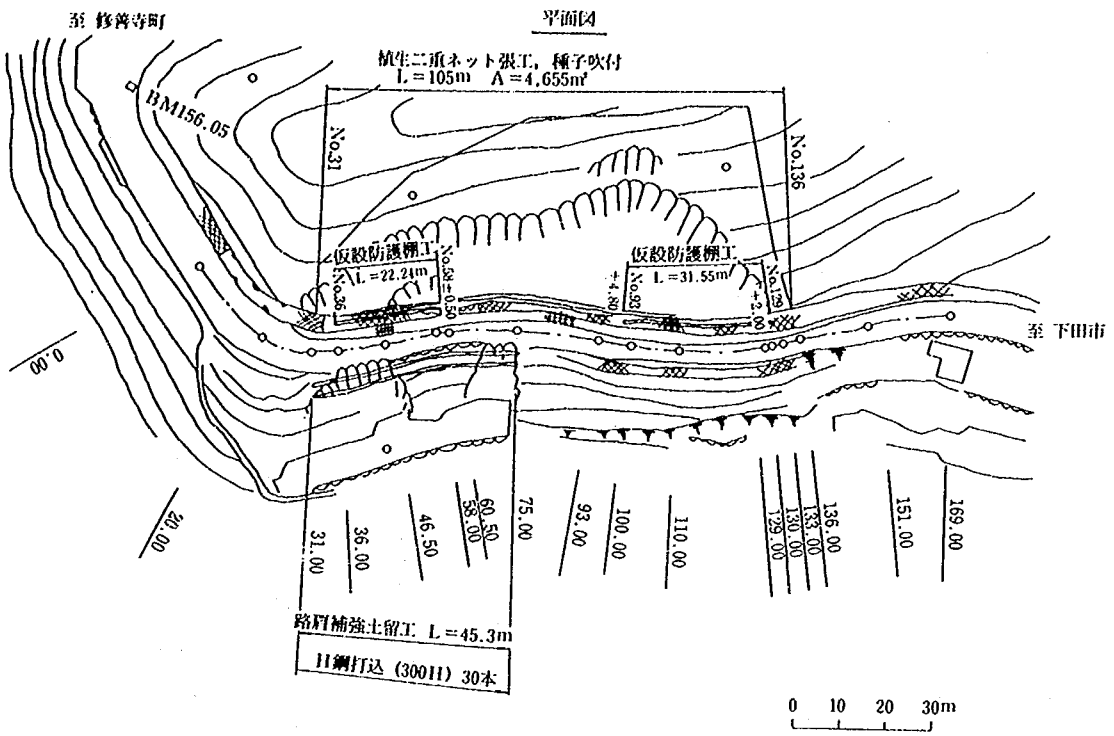
一方，松越地区においては，全長227m(大又川右岸109mと左岸168m）の橋梁取付道路が9月21日より施工され，10月14日に仮復旧した。流出した新大又橋の代わりには，建設省中部地方建設局が所有していた応急組立橋（ベーリー橋，橋長8m＋40m＋8m，橋幅6m）が用いられたが，その写真を写真―5・46に示



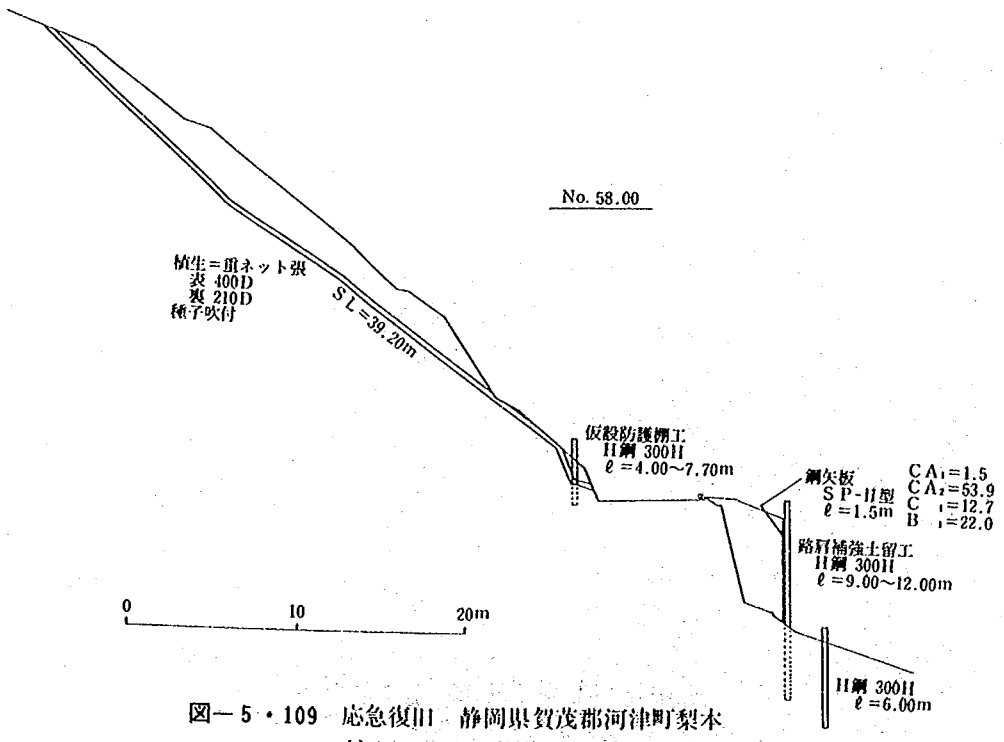
図— 5 ・106　道路改良本復旧　静岡県賀茂郡河津町梨本　川合野
(主要地方道　修善寺下田線　53災　24，25号)



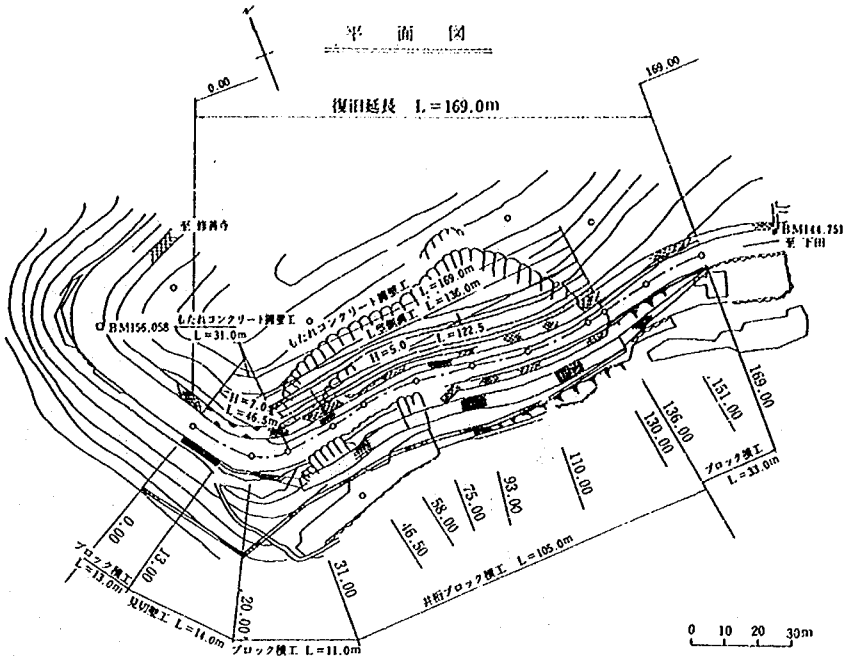
図— 5 ・107　道路改良本復旧　静岡県賀茂郡河津町梨本　川合野
(主要地方道　修善寺下田線　53災　24，25号)



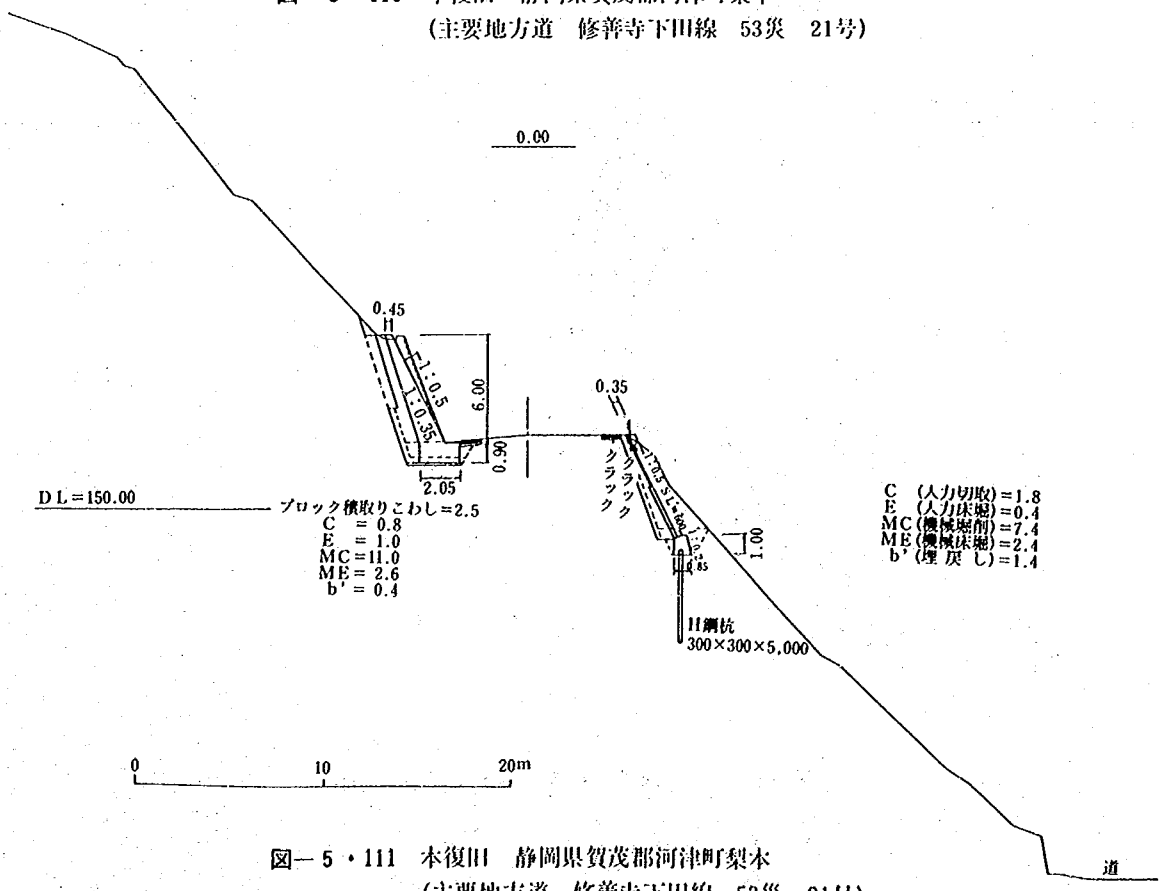
図—5・108　応急復旧　静岡県賀茂郡河津町梨本
(主要地方道　修善寺下田線　53災　21号)



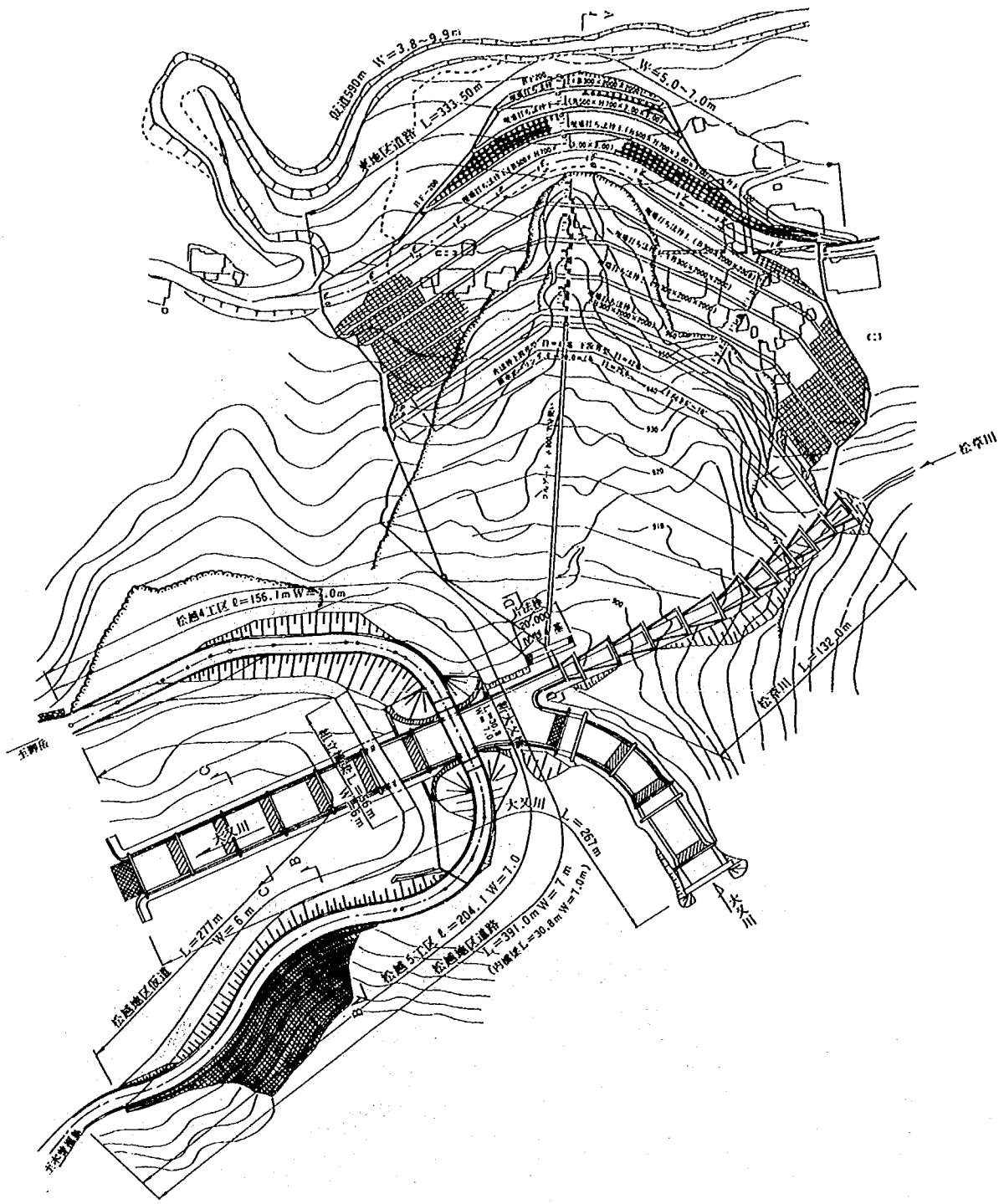
図—5・109　応急復旧　静岡県賀茂郡河津町梨本
(主要地方道　修善寺下田線　53災　21号)



図－5・110　本復旧　静岡県賀茂郡河津町梨本
(主要地方道　修善寺下田線　53災　21号)



図－5・111　本復旧　静岡県賀茂郡河津町梨本
(主要地方道　修善寺下田線　53災　21号)



図—5・112 東地区周辺災害復旧事業平面図

表—5・31　王滝村中心部と御岳高原方面を結ぶ県道の仮設道路
（l＝600m，W＝3m）応急復旧工事工程

月　日	曜日	仮　道　建　設　工　事	交　通　供　用
9月23日	日	地元了解	
24日	月	立木伐採	
25日	火	〃　，役場側より作業開始	
26日	水	パイロット20m	
27日	木	パイロット350m，物置移転の交渉成立	
28日	金	パイロット600m(貫通)，物置取りこわし完了，仕上げ用砕石敷設200m	
29日	土	路体の切盛ほぼ完了，路盤砕石敷設130m実施	
30日	㊡		
10月1日	月	路盤砕石敷設150m	
2日	火	路床が軟弱なため安定処理を実施	
3日	水	雨天のため作業休止	
4日	木	上層路盤工の敷設を300m実施	
5日	金	上層路盤工の敷地を300m実施（完了）	
6日	土	防じん処理完了，一部分(ヘアピン等)舗装(ℓ＝70m，t＝4cm)	
7日	㊡	路肩注意用のポール，信号機設置	
8日	月		8日午前7：00，9日午前7：00迄，普通車のみ一車線供用開始
9日	火	拡幅作業に着手，伐採完了，表土，(盛土不適土)のすき取り実施	午後17：30～翌朝7：00まで一車線（普通車のみ）供用（作業時間は午前7：00～午後18：30）
10日	水	狭少部の拡幅（切盛）	〃
11日	木	第一カーブ及び第2カーブの切り取りほぼ完了	〃
12日	金	待避所（3箇所）を残し，拡幅切盛作業はほぼ完了	〃
13日	土	用地交渉済の待避所1箇所の拡幅完了，土留工杭75本中45本を施工	〃
14日	㊡	土留工杭75本中70本打込み完了，待避所2箇所完了	〃
15日	月	土留土工杭完了，第2ヘアピンの拡幅盛土完了，待避所4箇所暫定完了	〃
16日	火	5箇所の拡幅完了，法面防護柵設置用の進入路30m完了	〃
17日	水	第2，第3カーブの防護柵（ガードレール）20m設置，その他は雨天のための休止	〃
18日	木	拡幅部の下層路工敷設及び表面処理工に着手，H鋼土留工の横矢板設置に着手	〃
19日	金	下層路盤工及び安定処理工ほぼ完了（第2カーブを除く）土留工継続	〃
20日	土	土留工継続，県道側からの入口拡幅作業	〃
21日	㊡	土留工完了	〃
22日	月	県道からの入口取付部及び第2カーブの盛出し部分を除き上層路盤工を完了	〃
23日	火	県道からの入口取付部及び第2カーブ盛出し部分の下層路盤及び安定処理工	緊急資材輸送のため，終日交通開放
24日	水	第2カーブ盛出し部の上層路盤施工	〃
25日	木	表層舗装工着手	午後17：30～翌朝7：00まで一車線（普通車のみ）供用
26日	金	〃　継続	
27日	土	〃　完了	
28日	㊡		午前7：00供用開始

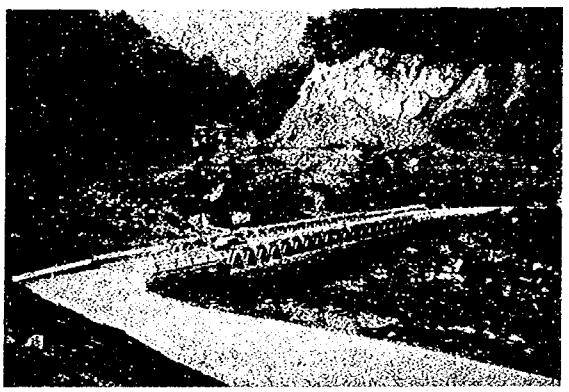
す。また，この仮設組立橋の架設工程を表－5・32に示す。なお，以上の復旧箇所の位置については図－5・112を参照されたい。

c）本復旧の概要

図－5・112には，東地区及び松越地区における道路関係の本復旧工事の概要も示されている。なお，松草川及び大又川の流路工と床固工は河川関係の事業である。

東地区では，道路延長333.5mを対象として1985年1月末から本復旧工事が開始され1986年8月末に完成予定である。主な工事は，道路築造232.9m，幅員は5.0～7.0m，自在法枠工（吹付けのり枠）15,765.5m²，

写真－5・45　東地区の仮設道路
（崩壊地の崖頭部を迂回）



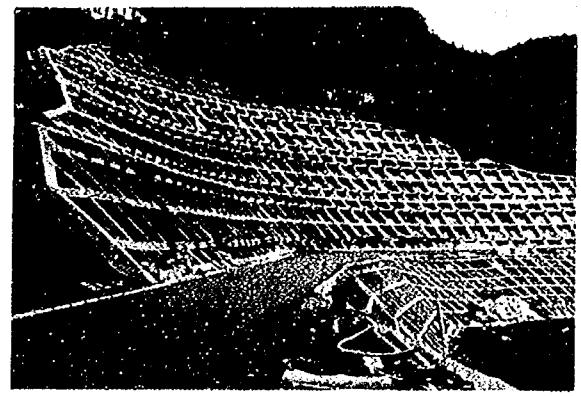
写真－5・46　新大又橋の応急復旧
（仮設組立トラス橋）

表－5・32　県道王滝黒沢線新大又橋
（l＝40m，W＝6m）架設工程

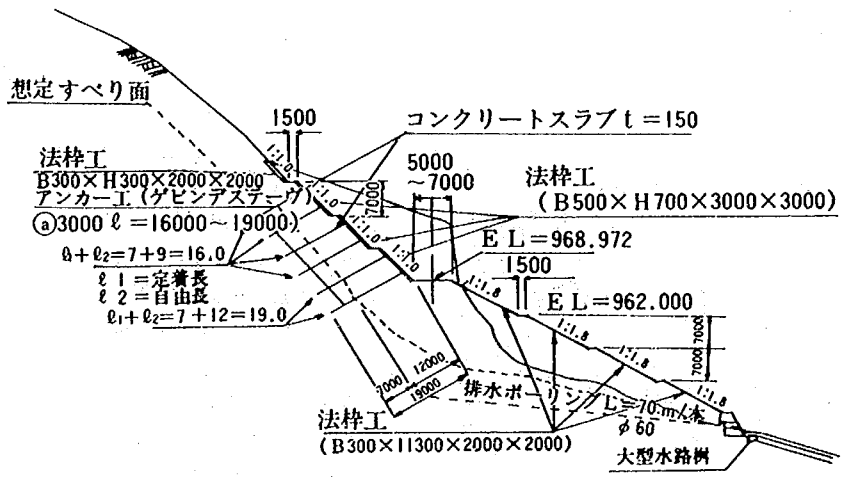
月　日	曜日	架　橋　工　事　内　容
9月26日	水	排水堀に着手
27日	木	橋台施工ヤードの地盤改良（ケミカル処理）を約100m²施工（全数量600m²）
28日	金	〃　〃　約100m²施工，排水暗渠工10m仮設
29日	土	〃　〃　約150m²施工
30日	㊐	〃　〃　約250m²施工（完了）
10月1日	月	地盤改良の養生，H鋼の搬入
2日	火	左岸側橋台のH鋼打込み着手
3日	水	雨天及び余震のため，作業休止
4日	木	左岸側橋台のH鋼打込み完了，右岸側橋台のH鋼打込み着手，完了（10本）
5日	金	橋台組立，ベント2基の組立，据付，上部工輸送用トラック静岡発（8台）
6日	土	右岸及び橋台完了，右岸側より桁1本を架設，上部工輸送用トラック静岡発（9台）
7日	㊐	主桁架設完了，横桁架設着手
8日	月	横桁12本架設するとともにグレーチング覆工板を乗せ，上部工概成，右岸側橋台及び両岸の橋台2基の補強コンクリートを打設
9日	火	グレーチング覆工板の締付けを行い，上部工完成
10日	水	残材，仮設材等の片付け
11日	木	橋台コンクリート養生
12日	金	〃
13日	土	〃
14日	㊐	供用開始

コンクリート片法枠(わく擁壁，高さ５m)87組，アースアンカー172本，排水横ボーリング（長さ70m）が25本，舗装工長さ333.5m，面積1,998㎡である。本復旧工事の標準断面を図－５・113に，また，施工状況を写真－５・47に示す。道路築造のため道路面より上部の不安定土層の切土（179,660㎥），下部の盛土（144,010㎥）がなされた。これらののり面の保護工としては吹付けのり枠工が，また，その間詰工には種子吹付けによる植生工が計画されている。さらに，この部分は崩壊地の頭部にあたりより深いすべりが想定されるため，排水ボーリング工による地下水の排除とアースアンカー工による補強が計画された。

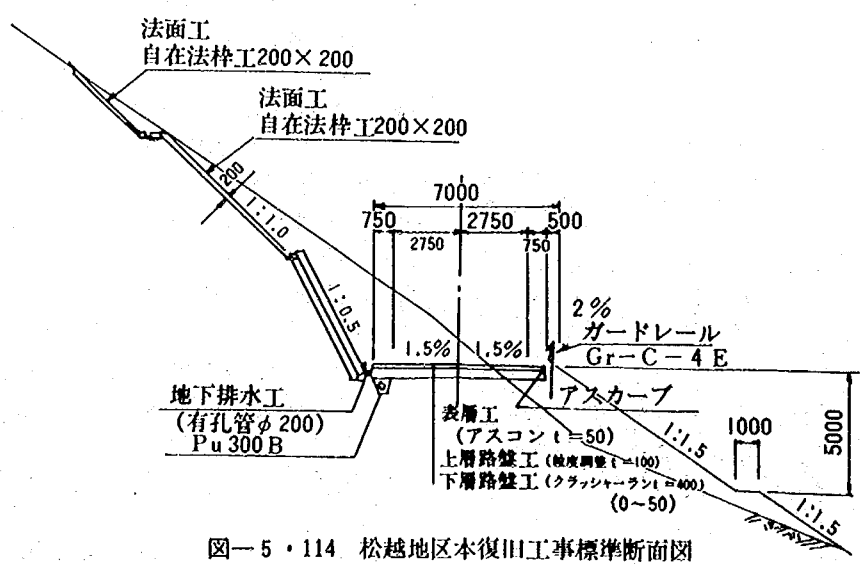
一方，松越地区においては，新大又橋(延長30.8m)を含む道路延長391mを対象として，1985年３月上旬か



写真－５・47　東地区本復旧工事施工状況



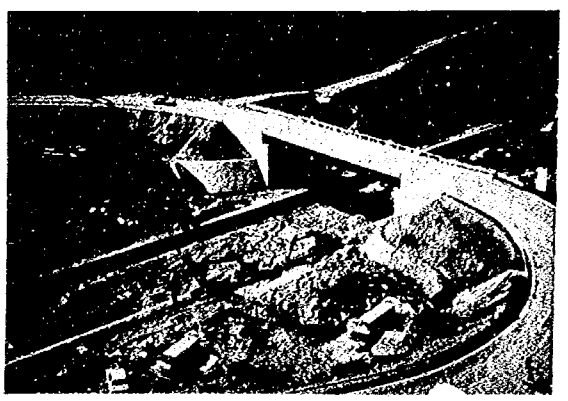
図－５・113　東地区本復旧工事標準断面図



図－５・114　松越地区本復旧工事標準断面図

ら本復旧工事が開始され1985年9月末に概成した。土工部に関する主な工事は，道路築造工延長372.9m，幅員7.0m，ブロック積擁壁工延長131.1m，高さ5m，自在法枠（吹付けのり枠）1,766.4m²，路盤工の延長203.6m，面積1,335.7m²，舗装工長さ359.1m，面積2,419.3m²である。当部分の標準断面図を図－5・114に，また，施工状況を写真－5・48に示す。ここでは，傾斜地に幅員7mの道路を築造するために切盛りがなされ，切土のり面では下部に積ブロックによる腰擁壁，上部は吹付けのり枠（間詰工は植生袋による植生工）が，また，盛土のり面では種子吹付工による植生工がのり面保護工として計画されている。なお，写真－5・48のモルタル吹付は，仮設道路工の切土のり面保護工が残されたものである。新大又橋の本復旧では，スパン長30.0m，幅員6.5mの新橋が架設された。上部工は単純活荷重合成鈑桁構造が，下部工は逆T式橋台2基である。写真－5・49に本復旧工事で架設された新大又橋を示す。

写真－5・48　松越地区本復旧工事施工状況



写真－5・49　新設された新大又橋

3.5　トンネルの復旧事例

3.5.1　稲取トンネルの事例（1978.1.14伊豆大島近海地震）

1)　設置状況

稲取トンネルは，伊豆急行株式会社が昭和35～36年に静岡県伊東～下田間の鉄道敷設を行った際，東伊豆町稲取に施工した鉄道用単線トンネルである。トンネル本体は，天城連山山麓の緩斜面下を貫いており，地質は天城火山群の三筋山東山麓付近から流出した火山泥流層であるため未固結で，火山灰質を多く含んでいる。昭和34年に伊豆急行が行ったボーリング調査によれば，「トンネル位置付近は断層破砕帯からなり，走行，傾斜とも不明である。断層は，暗青色ないし暗赤褐色の安山岩角礫（1～5㎜）であるが，原岩の組織はない。断層粘土は暗赤褐色を呈し，水分を多く含んでいて指が突き刺さる程度に軟弱である。断層破砕帯の水平方向の幅は11m以上である。」としている。

トンネルの施工は，底設導坑先進上半部断面工法によったが，温泉の影響で地山が泥土化されて切羽が自立しない為，鏡板を張って作業を行った。特にトンネル中間部では，木製の支保工では膨張性の土圧に対抗できず「V型の可縮支保工」を使用し，覆工厚70cmのインバート付き円形特殊断面を採用し，頂設導坑及び山側への迂回導坑を設けている。更に昭和47年には，断層破砕帯付近のクラックや変状が著しかったため，鋼製支保工（125H鋼）で18m区間を補強している。図－5・115にトンネル断面を示す（断面区分は，後出の図－5・116に示す）。但しトンネル断面の覆工厚は，地山状態により変化している。

2)　被害状況

伊豆大島近海地震では，トンネルにほぼ直角の右横ずれ断層が発生しトンネル本体に大被害を与えた。この断層は，トンネル中央付近を通る主断層と2，3の副断層からなっている。トンネルの被災状況を図－5・116に示す。地震断層を中心としてトンネル軸線の水平ずれ，路盤の浮き上がり，断面の著しい変状が発生している。写真－5・50（a）～（e）に代表的な被災状況を示す。設計断面に基づいて被害状況を判断すると，ずれを生じた主断層付近で変状が著しくこの箇所を中心として被害は広範囲に及んでいる。特に変形の著しい断面の測定結果を図－5・117に示す。

トンネルの被災状況を要約すると以下のようになる。

(1)　断層付近の右ずれ量は，水平方向に50～70cmで

ある。中央部前後300mにわたって隆起が生じ，軌道が大きく上下に蛇行している。

(2) 覆工コンクリートの変状は，断層付近を中心とする約150m区間で著しい。天端は，圧縮応力による圧ざ，剝離を生じ，S.L部付近では，引っ張り応力によるクラック，側壁の内側への押し出しを生じている。

(3) インバート部は強い横圧力をうけ，施工継目の圧ざ，破断が生じ，内空へ押し上げられているが，胴切り亀裂，大きな目違い亀裂は生じていない。

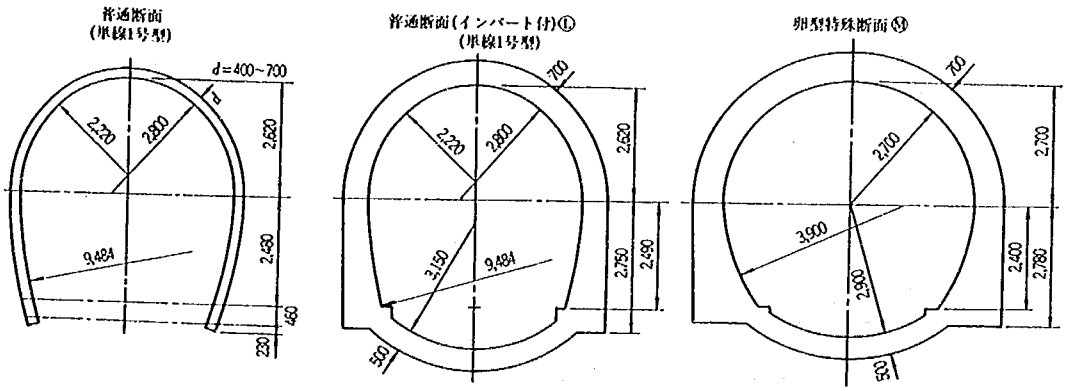
(4) 坑門は，地山変形により胴切り亀裂，前傾，打ち継目の破壊，前方への移動を生じている。

3) 調査方法・判定

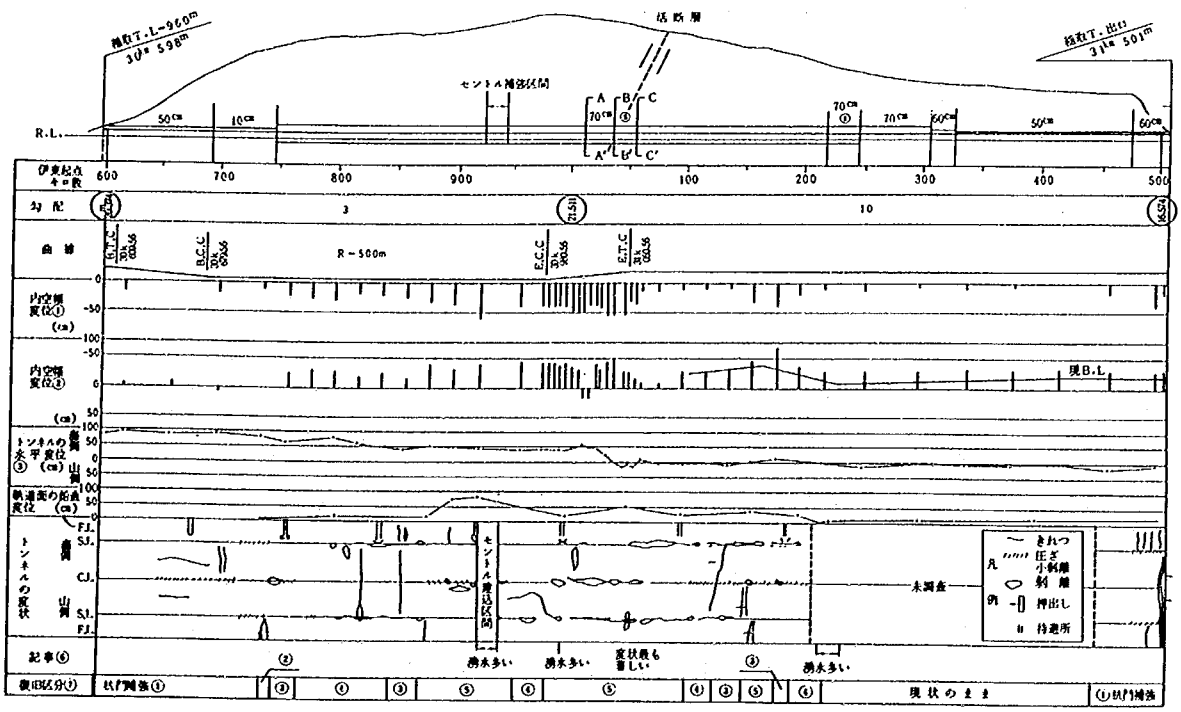
被災調査は，目視による調査の他トンネル中心線測量，水準測量を主に行っている。しかし，測量においてはトンネル坑口付近に基線ないしは基点を置いており，絶対的な変位量は測定されていない。また，内空の変位量については，断層付近についてのみ行っており，図—5・117に示す結果を得ている。これより断層の動きが50～70cmであることが判明した。

復旧工事を行うに当って以下の基本方針が定められた。

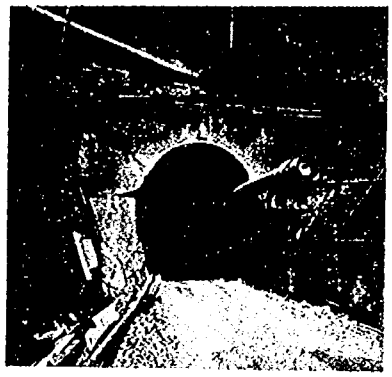
(1) 建築限界を侵さない。



図— 5・115 稲取トンネル標準横断面図



図— 5・116 稲取トンネルの被災状況と補修区分

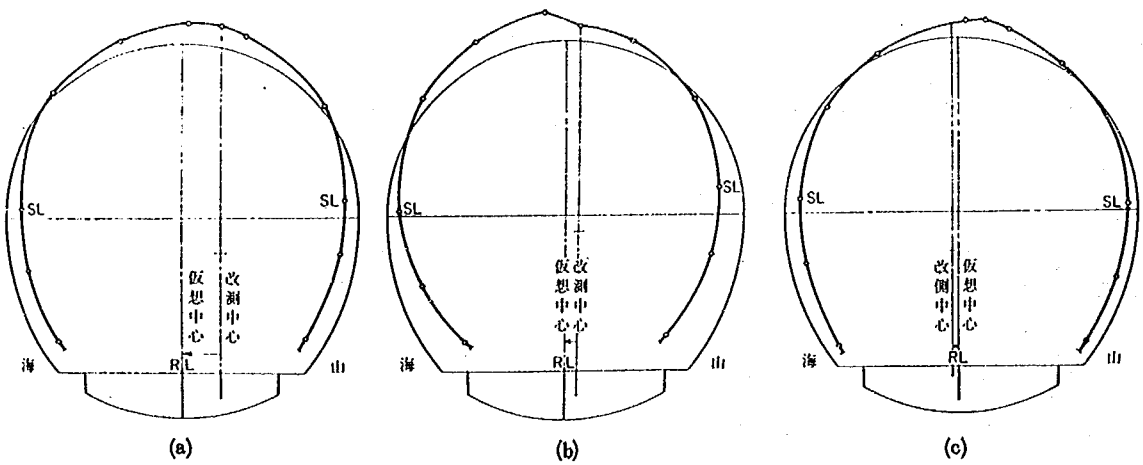


（a）坑門のクラックの状況

（b）覆工の崩落

（c）断層運動によりせん断された覆工　（d）圧ざ崩落したアーチ覆工　（e）側壁基部の押し上げ座屈

写真—5・50　稲取トンネルの被災状況



図—5・117　稲取トンネル断面変形の状況

(2) できるだけ早期に開通する(地震発生は1月で，夏の観光シーズンまでの開通が要求された)。
(3) 伊豆大島近海地震と同等の地震に対して耐力を持つ。
(4) 不安定な地山の土圧に耐えうる。
(5) 経済性を満足する。

これ等の基本方針を考慮にいれ，日本国有鉄道，日本鉄道建設公団，施工建設業者等と協議し，次の5案が復旧工法として提案された。

(1) 別路線案
別ルートの線路を新たに敷設する。
(2) 全面縫直し案
変状の著しい円形断面区間473mの現行覆工コンクリートを取り壊して新しく巻き立てる。
(3) 盤下げ新断面案
隆起した底版の盤下げを行い，円形断面内に新断面を施工する。
(4) ロックボルト・モルタル吹き付け案
現行覆工コンクリートにロックボルトを打ち込み，内壁にモルタル吹き付けを行う。
(5) 鋼材補強案
現行覆工コンクリートの内側にH鋼支保工を建て込む。

前節で述べた調査結果に基づきこれらの案を比較検討した結果，(3)の盤下げ新断面案が基本的に採用された。

4) 復旧工事

復旧工法は，トンネルの被害程度により断面形状を定め，次に示す復旧区分毎に決定している。なお，復旧区分毎の区間を図—5・116に示す。

(1) 断層及び脆弱地盤で亀裂の著しい区間
全面鉄筋入り SFRC(鋼繊維補強コンクリート)巻き立て，底版は鉄筋入り SFRC 打ち替え
(2) 亀裂，剝離が目立つ区間
鉄筋入り SF モルタル125mm吹き付け，底版は鉄筋コンクリート打ち替え
(3) 多少の亀裂がある区間
メシュ張り SF モルタル100mm吹き付け，底版は鉄筋コンクリート打ち替え
(4) 馬蹄形断面で被害の生じた区間（すべて微小亀裂程度)
メシュ張り SF モルタル60mm吹き付け

上記の補修の他，全区間に対して覆工裏の空隙を填充するため圧縮強度20kg/cm²を持つ裏込めエアモルタルを注入している。

3.5.2 東名高速道路日本坂トンネル火災の事例

1) 設置状況

日本坂トンネルは，静岡県静岡市小坂～焼津市野秋間に位置する東名高速道路で最も長いトンネルであり，延長は上り線2005m，下り線2045mである。図—5・118に日本坂トンネルの位置及び平面，縦断の概略図を示す。

2) 被害状況

本トンネル下り車線において追突事故に伴う車両火災が発生し，トンネル延長2045mのうち静岡側坑口より488m～1610mの1122m区間が直接火災の影響をうけ，トンネル本体及び付属施設に被害を生じた。写真—5・51に被災状況を示す。

3) 調査方法・判定

トンネル覆工コンクリートの被害状況は，現場における調査，コンクリートコアの採取による室内試験，熱による影響範囲の推定，コンクリート表面の受熱温度の測定，コンクリートの劣化の測定等の諸調査から把握した。図—5・119に実施した調査の一覧をしめす。日本坂トンネルの復旧に関しては，学識経験者，建設省，警察庁，消防関係機関の専門家からなる「日本坂トンネル技術対策検討委員会」により検討され，覆工，換気施設，防災施設について復旧の基本方針が決定されている。

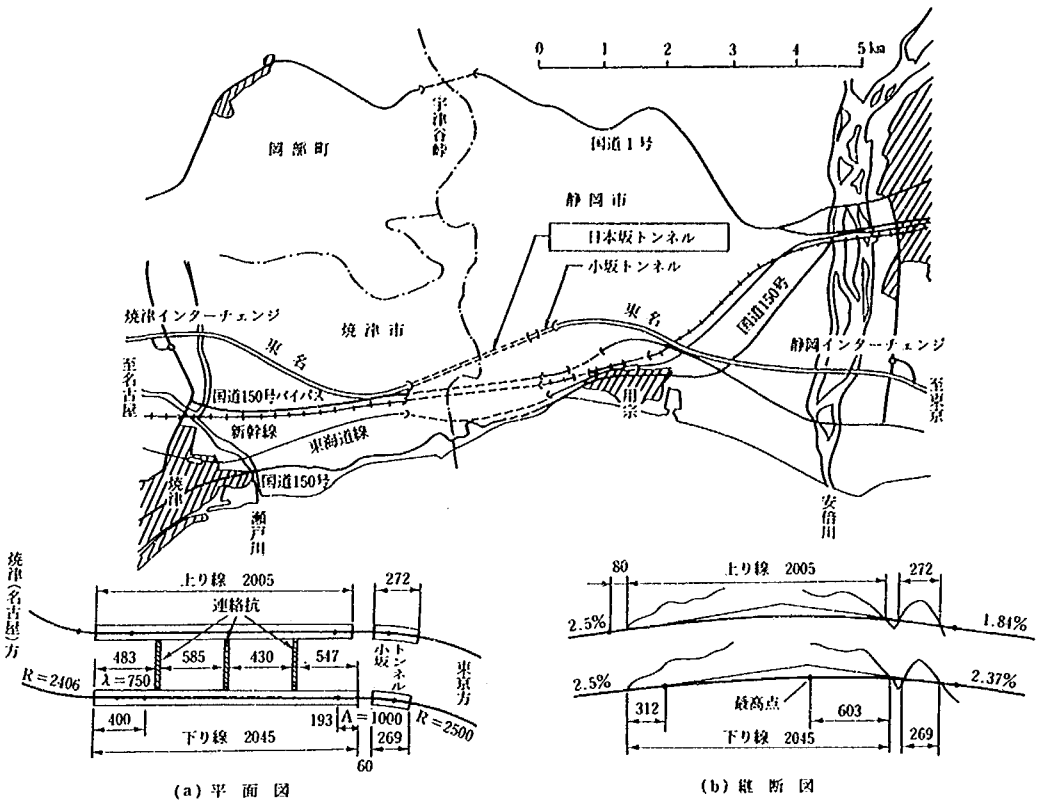
4) 復旧工事

本トンネルにおいて最も重要となる覆工の復旧工法については，以下の3案を比較検討している。

(1) SFRC(鋼繊維補強コンクリート)吹き付け工法
溶接金網（φ6 --#150×150mm）をアンカーボルトで固定した後5～10cm程度の SFRC を吹き付ける。
(2) 上半部巻き立て，側壁部吹き付け工法
上半部を25cm厚のコンクリートで巻き立て，側壁部は普通モルタルで吹き付ける。
(3) 全面巻き立て工法
全面を25cm厚の通常覆工コンクリートで巻き立てる。

これ等を比較検討した結果，多少費用は割高となるが工期が比較的短く（約2週間）内空断面を縮小せずに済むこと，また前年に発生した伊豆急行稲取トンネル震災復旧における実績を考慮して(1)の工法が選定された。図—5・120に溶接金網とアンカーボルトの展開図，断面図を示す。

また復旧が行われている間上り線を対面交通として供したが，その際以下の安全策がとられた。

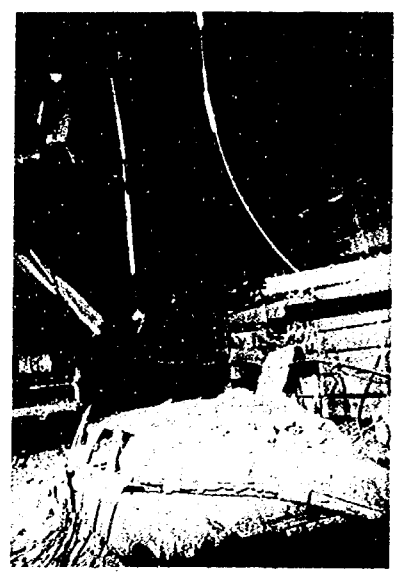


(a) 平 面 図　　(b) 縦 断 図

図— 5 ・118　日本坂トンネルの概略図

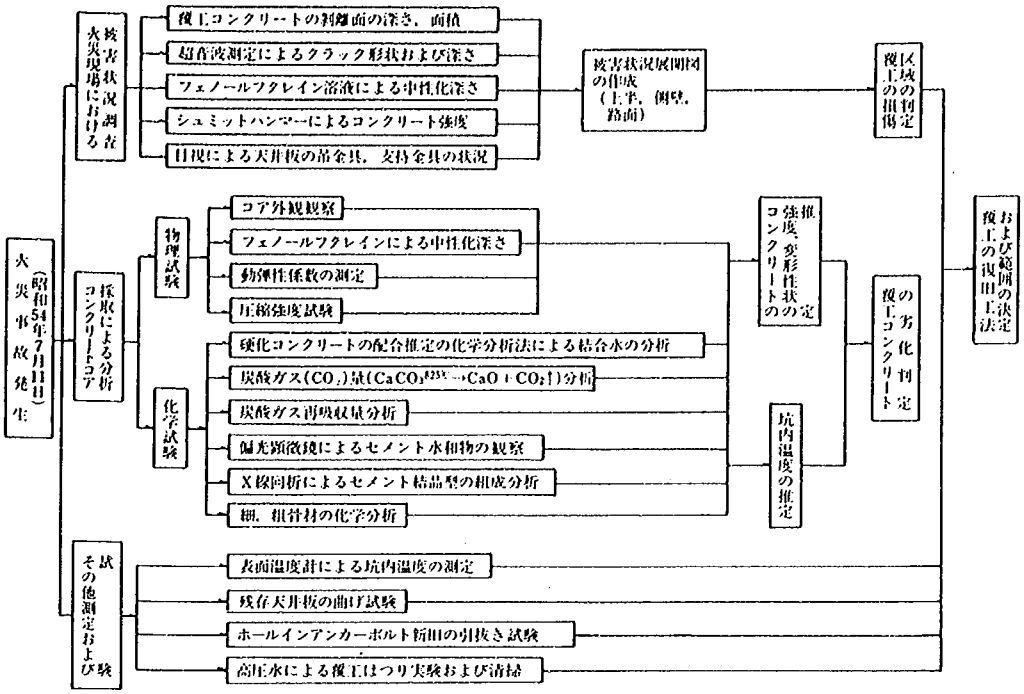
(a) 被災したトンネル内部

(b) 覆工の剝離状況



(c) 部分的に焼け残った天井板，内装

写真— 5 ・51　日本坂トンネルの被災状況



図－5・119　覆工コンクリート等の被災状況調査内容

(1) トンネル内の規制速度は80km/hから70km/hとする。
(2) トンネル内の進路変更は禁止する。
(3) 車間距離確認標識及び路面表示を実施する。
(4) トンネル明り部に注意喚起用のランブルストリップ薄層舗装を実施する。

3.6 共同溝・カルバートの復旧事例

3.6.1 ジョセフ・ジェンセン浄水場流出送水路の事例(1971.2.9サンフェルナンド地震)

1) 設置状況

ジョセフ・ジェンセン浄水場は，アメリカ合衆国カリフォルニア州ロサンゼルス近効に位置し，浄水施設，配水池からなる上水道施設であり，ロサンゼルス近郊の各市に給水することを目的としている。本施設は，地震発生の時点では建設中であり供用はされていなかった。

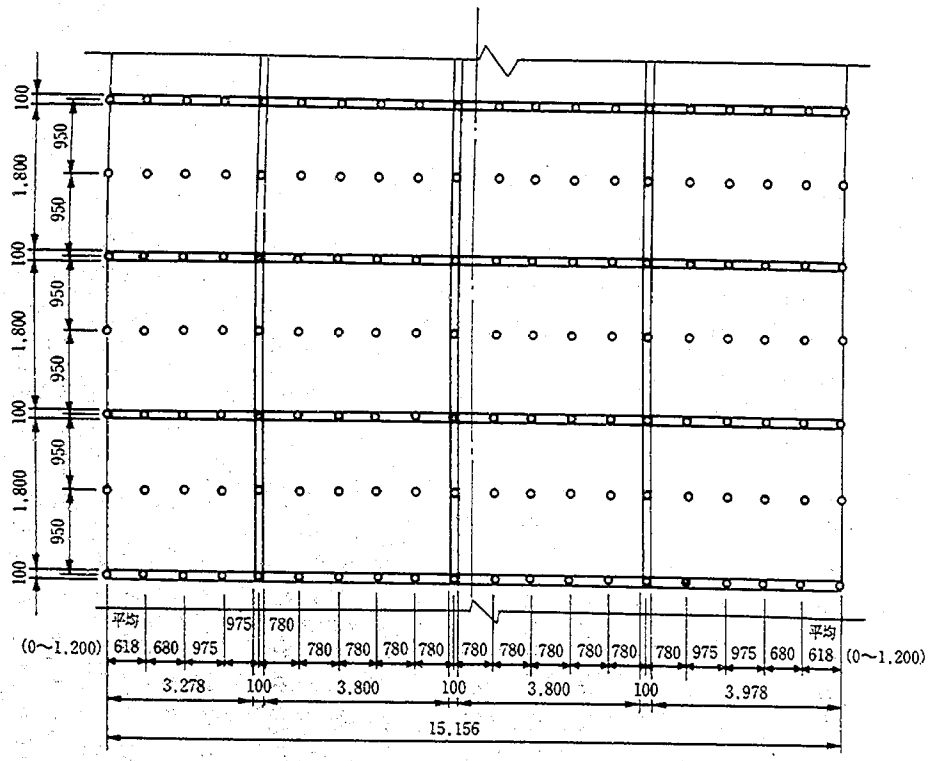
流出送水路は，浄水場西側に位置し南北方向に約600mの延長を持っている。送水路の構造は鉄筋コンクリート製のダブルボックス構造で，図－5・121に示すように日本における同種構造物とはほとんど変わらない。断面は，北側では図－5・121（a）であるが途中から同図（b）のように1ft高くなっている。施設の原地盤は丘陵地と沖積平地に分けられ，沖積層の粒径，密度等の工学的特性は，北西から南東へ行くに従って悪くなっている。地震発生当時水路は完成しており，約6mの土が埋め戻されていた。

2) 被害状況

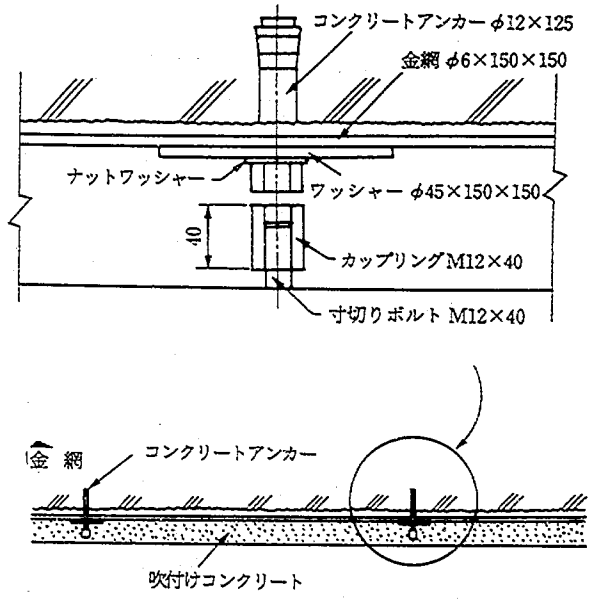
流出送水路全体にわたってほぼ連続的に縦方向のクラックが発生した。このクラックは，内壁の上端及び下端に発生したが，復旧の際の開削の結果外壁部分についてもほぼ同じ位置に発生が認められた。また北の方では被害は軽微であり，南に行くに従って徐々に著しくなっており，壁面の剥離も生じていた。継手については，ほぼ全てにズレが生じた。図－5・122に被害状況の概要を示す。写真－5・52及び写真－5・53は流入水路の被害状況であるが，伸縮ジョイントの分離の状況を外側及び内側から見たものである。また，クラックの状況を写真－5・54に示す。

3) 調査方法・判定

被災後目視による調査が行われ約1箇月後の3月に被害調査報告書が提出されている。この報告書はプラント施設を16の構造物に分け，それぞれについてクラックや破損の状況を詳細に述べている。しかし，この報告書で述べられている被害は，目視によって確認された被害に限られている。その後5月18日に追加報

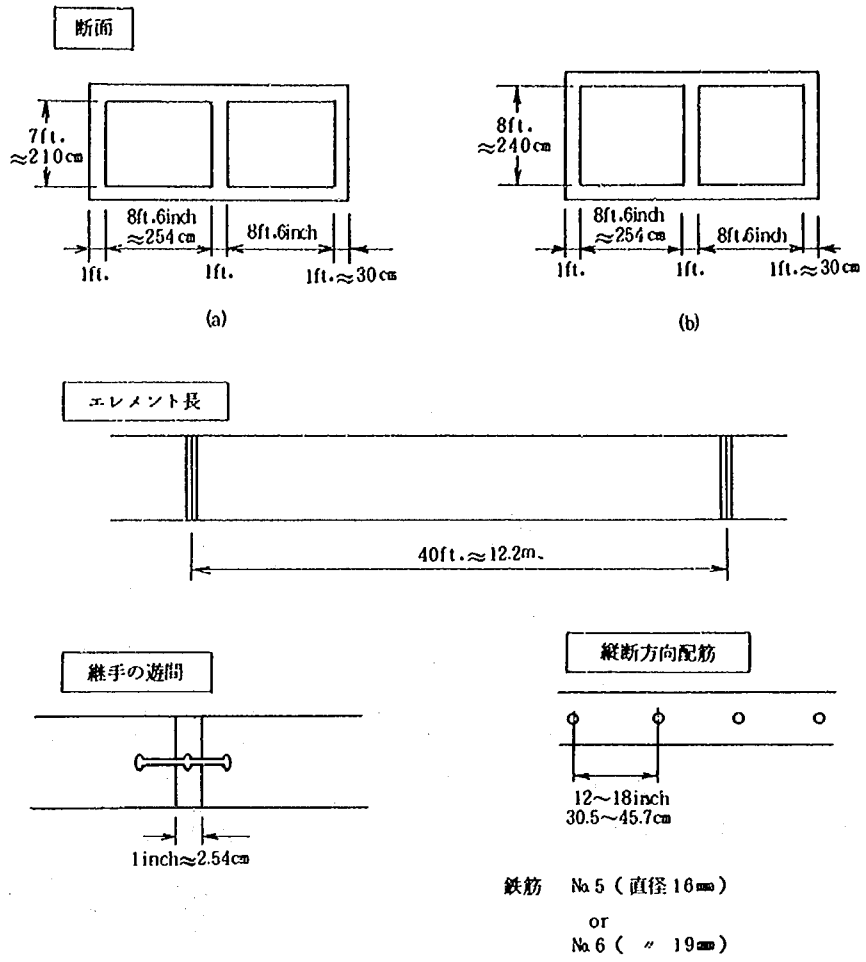


(a) 展開図



(b) 断面図

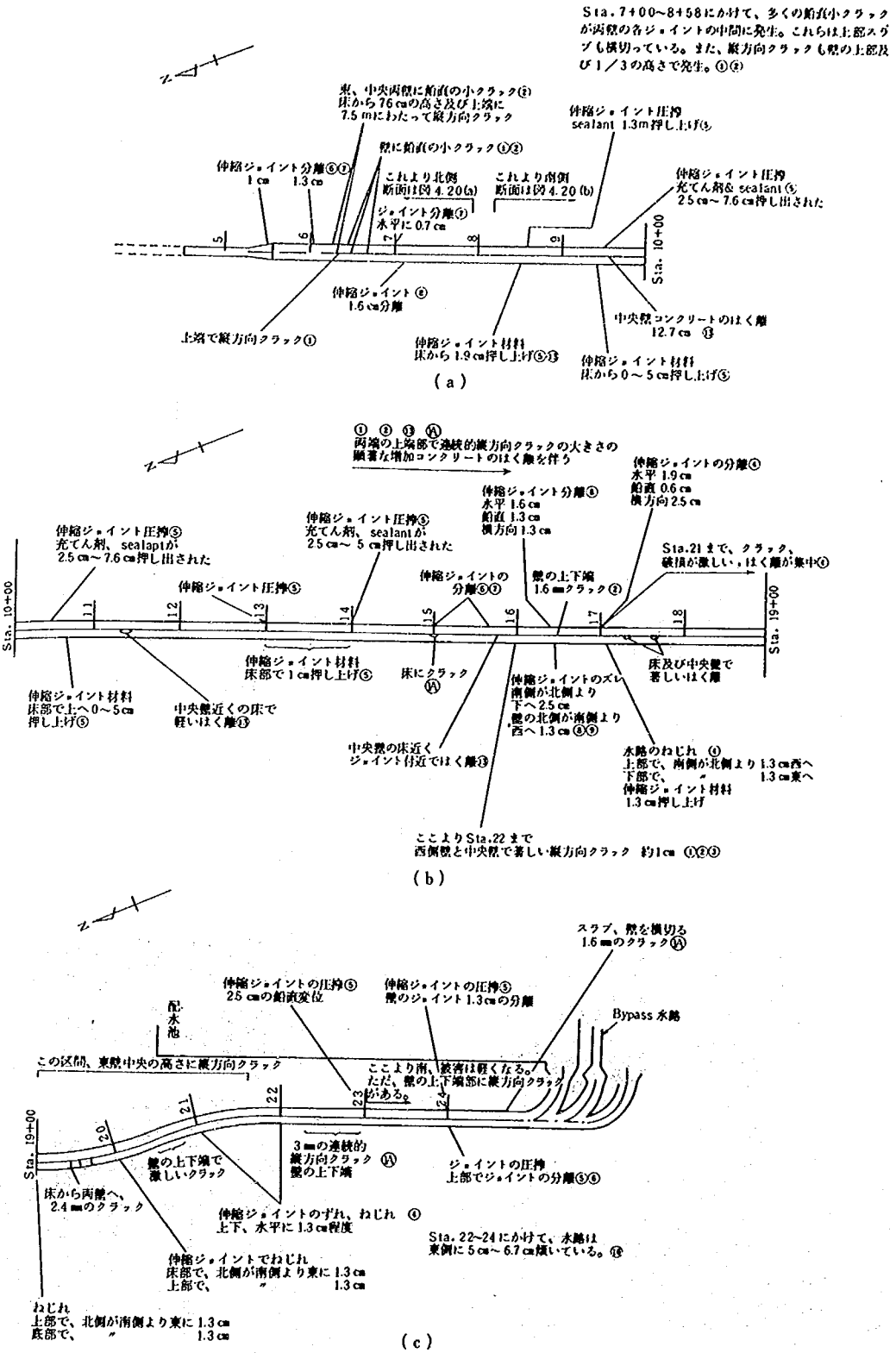
図—5・120 溶接金網とアンカーボルトの展開図，断面図



図—5・121 ジョセフ・ジョンセン流出送水路の構造

写真—5・52 継手の被害状況
(内部より)

写真—5・53 継手の被害状況
(外部より)



図—5・122 ジョセフ・ジョンセン流出送水路の被災状況

写真－5・54　クラックの発生状況

告書が出されており，クラックや継手破損等の被害を64の項目に分類しそれぞれの修復の方法を提示している。表－5・34にクラック及び継手被害の分類を示す。

4)　復旧工事

復旧作業は，追加報告書が出された後の5月24日から開始された。復旧作業が始まるまでの間は，被害報告書の作成と並行して被害復旧の責任主体について交渉がなされている。表－5・34には，クラック及び継手被害についてその被害程度に応じた復旧工法を示している。また図－5・122には，それぞれの被害に対して行われた復旧工法を表－5・34に示す番号で表している。

表－5・34　クラック及び継手被害の分類と復旧工法

(a) クラック

クラックの幅	補修方法
① 0.5㎜以下	補修しない
① 0.5～0.8㎜	水のある所ではエポキシで補修
② 0.8～6.4㎜	Vカット（深さ2.5cm）の後補修
③ 6.4～12.7㎜	補修可能ならVカットの後グラウト圧入
12.7㎜以上	取り壊し，再構築

(b) 継手

継手の被害		補修方法
⑤ 圧縮		必要ならコンクリート部を修復し突出したジョイント部を外し、コーキングしなおし
伸び	被害軽微	特に対策をとらない
	⑥13㎜以下	コーキングしなおし
	⑦13～25㎜	伸縮材料の取り替え、コーキングしなおし
	⑧25㎜以上（水路のみ）	A．必要なら伸縮材料にドライパック・ジョイントを付け加える B．必要に応じて外部に止水板を付加 C．特殊な方法を指示する

参考文献

1) 建設省土木研究所：長野県西部地震による被害および震後体制の概要，土木研究所資料，第2159号，昭和59年12月
2) 建設省土木研究所：昭和57年7月長崎水害における道路の被害および復旧体制，土木研究所資料，第2157号，昭和59年2月
3) 建設省土木研究所：1978年宮城県沖地震災害調査報告，土木研究所報告第159号，昭和58年3月
4) 建設省東北地方建設局：1978年宮城県沖地震災害報告書，昭和54年11月
5) 宮城県土木部道路建設課：1978年宮城県沖地震による橋梁震害調査報告書，昭和53年10月
6) 宮城県土木部：1978年宮城県沖地震公共土木施設被災報告書（中間報告書），昭和54年1月
7) 土木学会東北支部：1978年宮城県沖地震調査報告書，昭和55年4月
8) 建設省土木研究所：1978年宮城県沖地震調査概報，土研資料第1422号，昭和53年10月
9) 建設省土木研究所：伊達橋強震記録の解析(第1報)，土研資料第1695号，昭和56年7月
10) 日本道路協会：宮城県沖地震による道路橋の被害ならびに支承部の耐震性に関する調査報告書，昭和55年3月
11) 建設省土木研究所：新飯野川橋橋脚の地震応答特性ならびに1978年宮城県沖地震による被害原因の検討，土研資料1581号，昭和55年3月
12) 建設省土木研究所：1983年日本海中部地震災害報告書，土木研究所報告第165号，昭和60年3月
13) 秋田県土木部：昭和58年日本海中部地震—土木施設等災害記録—，昭和59年5月
14) 建設省土木研究所：新潟地震調査報告，土木研究所報告第125号，昭和40年6月
15) 新潟県土木部：新潟地震公共土木施設被災写真集，昭和40年3月
16) 北海道開発局：第26回（昭和57年度）北海道開発局技術研究発表会論文集，昭和58年2月

17) 小野寺，楠山，吉川：伊豆大島近海地震による被害(1)—鉄道トンネルの例—，トンネルと地下，第9巻第6号，昭和53年6月
18) 小野寺，楠山，佐藤：伊豆急行稲取トンネル復旧工事，土木施工，第20巻1号，昭和54年1月
19) 相原：東名高速道路日本坂トンネル復旧工事，日本道路公団技術情報，昭和55年1月
20) 鮫島，赤井，山田：日本坂トンネル火災事故の復旧工事，土木学会誌，昭和55年4月
21) Metropolitan Water District of Southern California, "Report of Structural Damage to Joseph Jensen Filtration Plant. Earthquake of February 9, 1971", March 30, 1971.
22) Metropolitan Water District of Southern California, "Addendum to Report of Structural Damege, Agreed upon Methods of Repair of Damage as Described in : Report of Structural Damage to Joseph Jensen Filtration Plant. Earthquake of February 9. 1971", May 18, 1971.

4. 下水道管路施設に関する復旧事例

4.1 既往地震における震後対応事例

1) ポンプ場に被害を受けたため汚水の放流を行った事例（1978年宮城県沖地震，仙台市）

1978年宮城県沖地震により，仙台市では市東部の軟弱地盤地域あるいは，市北部の宅造地を中心に下水道管路施設に被害が発生した。

下水道管路施設の被害，特に供用中の管路施設では流下に支障をきたすほどの被害はほとんど発生しなかった。しかし，市内で稼働中であった11箇所の中継ポンプ場のうち，9箇所のポンプ場が停電，自家発電装置の運転不能，圧送管，流入管の被害により圧送が不可能となり，付近の河川等への汚水の放流を余儀なくされた。

a）被害の概要

地震により，ポンプ場，下水道管路施設に被害が発生したものの，市の下水を一括して処理放流していた南蒲生下水処理場には，処理能力に支障を与えるほどの被害は発生しなかった。

下水道管路の被害は管路の目地ずれ，マンホールのずれ及び亀裂等の被害が大部分をしめ，管自体の圧壊等の壊滅的な被害は，ポンプ場の圧送管以外には報告されていない。ただ，マンホールや管きょの被害にともなって亀裂等から大量の地下水が浸入し，それが埋めもどし部の土砂を引き込んで地表部で陥没を引き起こしたり，埋めもどし部の沈下により舗装面に沈下や亀裂が生じ，マンホールふたが突出した形で道路交通に障害をあたえるといった状態はいたるところで見受けられた。

ポンプ場では表—5・35に示すように，圧送管，流入管の破損等構造的な被害とともに，停電，上水道の断水等により施設が運転不可能となる被害が発生している。そのため，表—5・35に示すように9箇所のポンプ場において河川等への汚水の放流が行われた。

b）緊急措置

地震発生後に正常に圧送を続けたポンプ場は11箇所のうち2箇所のみであり，9箇所のポンプ場は運転不能となり，流入してくる下水を処理するため，ゲート操作や，水中ポンプにより河川への放流を行った。

圧送不能となったポンプ場のうち6箇所のポンプ場は，停電あるいは自家発電装置の運転不能が主な原因であった。自家発電不能の6箇所のポンプ場のうち4箇所のポンプ場は，上水道の断水による自家発電装置の冷却水，潤滑水が得られなかったことが主要な原因であった。

河川等に放流された汚水は総計して47万m³以上にのぼり，南蒲生処理場の日最大流入量が約26万m³であることを考えると約二日分の量である。このうち45万m³と大量の放流を行った郡山ポンプ場では11日間にわたり放流が続けられたが，この際には雨水沈殿池において汚水の沈殿処理を行うとともに，雨水放流ゲート室において1.5～2 ppm程度の塩素滅菌を施した。郡山ポンプ場は合流式ポンプ場であり，平常時においても降雨時には雨水で希釈された汚水を名取川に放流しており，緊急時に際してこのような処置が可能であったと考えられる。これに対し，分流式の無人汚水中継ポンプ場である六丁目ポンプ場では，水中ポンプによる汚水を付近の用水堀に放流している。隣接する沼に放流せざるを得なかった鶴ヶ谷北ポンプ場では，吐出口にフェンスを張って浮遊物質の拡散を防止する処置を施した。

c）放流に際しての連絡先及び検討

河川への汚水の放流に際しては，関連諸機関との協議が必要であり，仙台市においては表—5・36に示す機関に対して事前に連絡が行われた。なお，放流に対する広報活動は行われていない。

生下水の河川への放流はやむを得ないとはいえ，本

来は極力さけねばならない措置である。仙台市の下水道部内では工場，事業所及び一般家庭に対して下水道の使用禁止を求めることが検討されたが，その可能性と有効性に疑問があるとして，実施されるには至らなかった。なお，広瀬川，名取川への生下水の放流では，水利権者との協議，調整等において解決すべき問題が多く持ち上がった。

2) 地盤の液状化により下水道管路施設に被害を受けた事例(1983年日本海中部地震，秋田市，能代市)

1983年日本海中部地震により，秋田市，能代市の公共下水道は，広範囲の地域にわたり下水道管路施設に被害が発生した。

下水道管路施設の被害は，地盤の液状化が原因と考えられ，能代市では市域全体にわたり管体の浮上り等液状化時独特の被害が発生するとともに，目地の開き・亀裂等により管路が土砂による閉塞するような被害箇所も多く発生した。

a) 被害の概要

地震により，広範囲の地域において地盤の液状化が発生しており，これに伴って下水道管路施設には管中心線のずれ，管体の浮上り等の被害が発生した。目地部に開きや破損等の被害が発生した箇所では，周辺の

表—5・35 ポンプ場の被害状況

被災内容 / ポンプ場	停電	断水	自家発故障	電気系統・機械の故障	圧送管の破損	流入管の破損	建物の被害・その他	流入・汚水の放流量処理
澱	○	・	・	・	・	・	○	圧送
霊屋	○	・	—	・	・	・	・	放流・少量
米ヶ袋	○	○ →	○	・	○	・	・	放流・2,000m³
愛宕橋	○	・	・	・	・	○	・	放流・2,000m³
郡山	○	・	・	○	○	・	○	放流・450,000m³
五ッ谷	○	・	○	○	○	・	○	放流・10,000m³
鶴ヶ谷北	○	○ →	○	・	○	○	○	放流・5,500m³
鶴ヶ谷南	○	○ →	○	・	・	・	・	放流・少量
苦竹	○	・	・	・	・	○	○	圧送
志波東	○	○ →	○	・	・	・	・	六丁目Ⓟへオーバーフロー
六丁目	○	○ →	○	○	・	・	○	放流・3,000m³

○……被災あり
・……被災なし
➡……上水道（冷却水）断水による自家発運転不能

表—5・36 下水の放流に際して連絡が行われた機関

建設省東北地方建設局仙台工事事務所	(河川管理者)
宮城県土木部河川水路課	(河川管理者)
仙台市公害部	(公害監督官庁)
東北電力仙台火力発電所	(水利権者)
広瀬・名取漁業協同組合	(水利権者)
〃	(漁業権者)
仙台衛生試験所	(水質管理)
仙台市下水道部南蒲生処理場	(水質管理)

土砂が浸入，堆積することにより管路が完全に閉塞する場合も多かった。写真－5・55に，地盤の液状化に伴い，土砂で完全に閉塞したマンホールの例を示す。

すでに公共下水道の供用が開始されていた秋田市では，処理場の被害は，下水道管路施設に比べ軽微であり，地震後も正常な機能をはたした。二箇所のポンプ場のうち，土崎ポンプ場では，雨水沈澱池が地盤の液状化のために沈下，傾斜した。しかし，この被害自体は直接ポンプ場機能に影響を与えるものではなく，冷却水を供給している工業用水管の切断に伴う断水のために，約24時間にわたり圧送を停止せざるを得なかった。

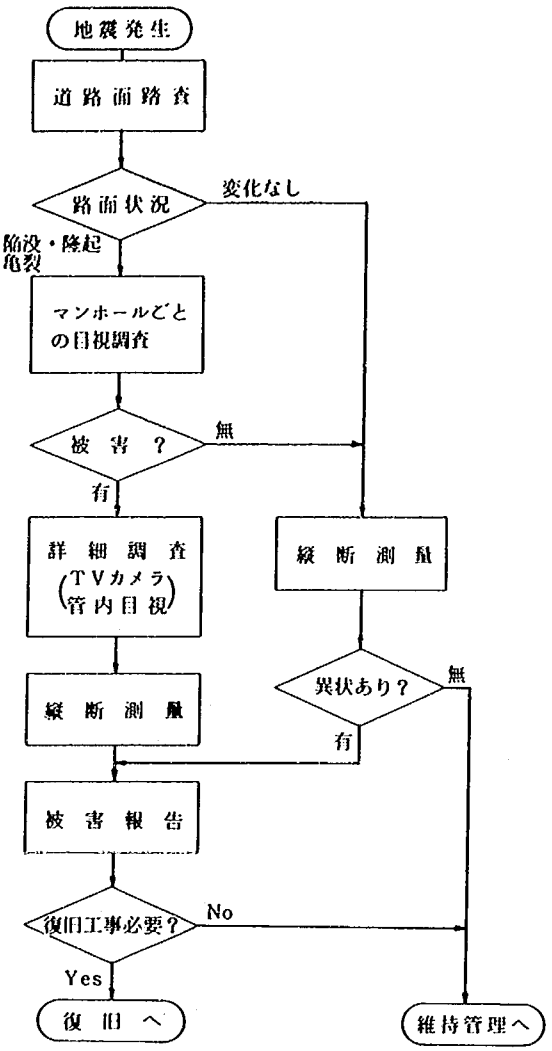
写真－5・55　土砂により完全に閉塞したマンホール

b）被災調査

地震発生後約20～30分後には緊急部内会議を開き，調査班を編成し，道路状況の異常（路面の陥没，亀裂等）の有無を目視により調査を行い，危険な被害箇所の把握に努めた。下水害管路施設の被害は都市全体にわたっており，これらの被害箇所，被害形態，被害程度の概略を早急に把握するために，まず，大口径管の異常の有無を路面状況の異常から判断し，マンホールからの目視による被害の把握を試みている。また，路線としての被害状況の把握のために，マンホール間での距離測量，高低差測量等を行っている。

詳細な調査としては，大口径管では管内に入り，目地の開きやずれ量を定規により測定し，小口径管ではテレビカメラにより漏水の有無，目地の開きやずれ量の計測が行われた。これらの調査結果は，表－5・37に示す被害報告書（秋田市の例）の様式に記入，整理され，その後の復旧の必要の有無，あるいは復旧工法決定の資料として用いられた。

これらの調査の流れの概要を図－5・123に示す。



図－5・123　調査の流れ（能代市）

c）復　旧

能代市では，上水道の断水や，水洗化がまだされていなかったこと等により，浸水等の被害は発生しなかったが，降雨にそなえるため排水ポンプの準備を行った。また，広い区域全体にわたり下水道管路施設に被害が発生した箇所では，排水を目的として仮設管（ϕ300mm，ヒューム管）の設置を行った。

本復旧工事における工法の選定は，基本的には秋田県（土木部公園下水道課）から出された下水道管路施設の災害復旧方針に基づいて作成された選定基準，表－5・38に従っている。この方針は，1978年宮城県沖地震の仙台市の事例を参考にして定められたもので，目地ずれに対して，管厚に対するずれの比により復旧工法を選択するなど，定量的な基準となっている。

表—5・37 被害報告書（秋田市）

様式－3
（秋田市）

「S58・日本海中部地震」による下水管渠被害調査

— 被 害 報 告 書 —

№＿＿＿＿＿＿＿＿
昭和 58 年　月　日

台帳番号＿＿＿＿＿

調査業者名＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

所 在　秋田市　　地先（　　前）

被害 / 項目	無し	有り							
1. 人孔周辺の路面状況の異常		陥没				応急処理の必要性			
		5㎝未満		5㎝以上		なし		あり	
2. 本管及び取付管上部の路面状況の異常		陥没				応急処理の必要性			
		5㎝未満		5㎝以上		なし		あり	
3. 人孔ふた，受枠部のズレ		1㎝未満			1㎝以上				
4. 人孔内側壁の破損・ズレ		（箇所数　　）			漏水				
		なし		小		大			
5. 人孔と本管の接続部破損・ズレ		（箇所数　　）			漏水				
		なし		小		大			
6. 本管継目の破損・ズレ		（箇所数　　）			漏水				
		なし		小		大			
7. 管のたるみ		本管　m				取付管			
		大		小		大　ケ所		小　ケ所	
8. 雨水・汚水ますの異常		キレツ，ズレあり				漏水あり			
		ケ所				ケ所			
9. 本管内の土砂堆積及び水深		土砂堆積				水深			
		5㎝未満		5㎝以上		10㎝未満		10㎝以上	

所 感＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

※ 台帳記入の際№＿も書くこと。

市担当者名＿＿＿＿＿＿＿＿

表—5・38　復旧工法の選定基準

(a) 秋田市

種目	被災状況		復旧方法
管きょ	破損	円形クラック	布設替え
		縦断方向クラック	布設替え
		管体破損	布設替え
	漏水	大口径管	内面からのコーキング（1m程度以上）
		小口径管	注入工法等
	目地ズレ（横断方向）		軽微なものはコーキング
	蛇行（縦断方向）		布設替え
マンホール壁立上がり	破損		取りこわし築造
	沈下・移動		取りこわし築造（小はインバートの修正）
	クラック		Vカットコーキング（漏水状況により工法選定）
マンホール直壁・斜壁	破損		壁の取り替え
	漏水		Vカットコーキングを原則
	ズレ	2cm程度以上	原形に修正—掘削
		小	Vカットコーキング
取付け管	突出し破損		布設替え

(b) 能代市

種目	被災状況		復旧方法
管きょ	破損		布設替え
	漏水		布設替え
	目地ズレ（横断方向）	管厚の⅓以上のズレ	布設替え
		管厚の⅓未満のズレ	Vカットコーキング
	蛇行（縦断方向）		布設替え
マンホール壁立上がり	破損		取りこわし築造
	クラック		Vカットモルタル補修
	移動		インバート補正
マンホール直壁・斜壁	破損		取り替え
	漏水		Vカットモルタル補修
	ズレ	大	開削による設置直し
		小	モルタル補修
マンホール底版	破損		取りこわし築造
	漏水		インバート修正
	クラック		Vカットモルタル補修
取付け管	破損		布設替え
	突出		管口補修

復旧の進めかたとしては，緊急及び応急段階では，路面の陥没等により交通に支障をきたす箇所や，管路の閉塞により日常生活に支障をきたす箇所を優先的に復旧している。本復旧段階では，幹線や被害の大きい箇所を優先的に復旧している。この際に，能代市では，ほとんど全ての道路下の下水道管路が被害を受けている区域（景林町，松美町付近）があり，このような区域では平行している幹線（道路）の工事の工程をずらすなどして交通の便宜を図った。

本地震は5月に発生したため，公共工事が少なく業者等を集めやすかったため，復旧工事が比較的順調に進んでおり，地震発生の時期が異なれば，復旧工事の体制及び工程が変化することが考えられる。

4.2 下水道管路施設の復旧事例

4.2.1 被害の事例

1) 地盤の液状化により管路全体にわたり大幅なずれが生じた事例（能代市，新柳町一号線）

能代市では地盤の液状化により顕著な地盤変状が各所で発生している。地盤変状の著しかった地域では，下水道管路全体にわたり大幅なずれが発生しており，新柳町一号線はこのような被害の代表的な例である。

a）施設の概要

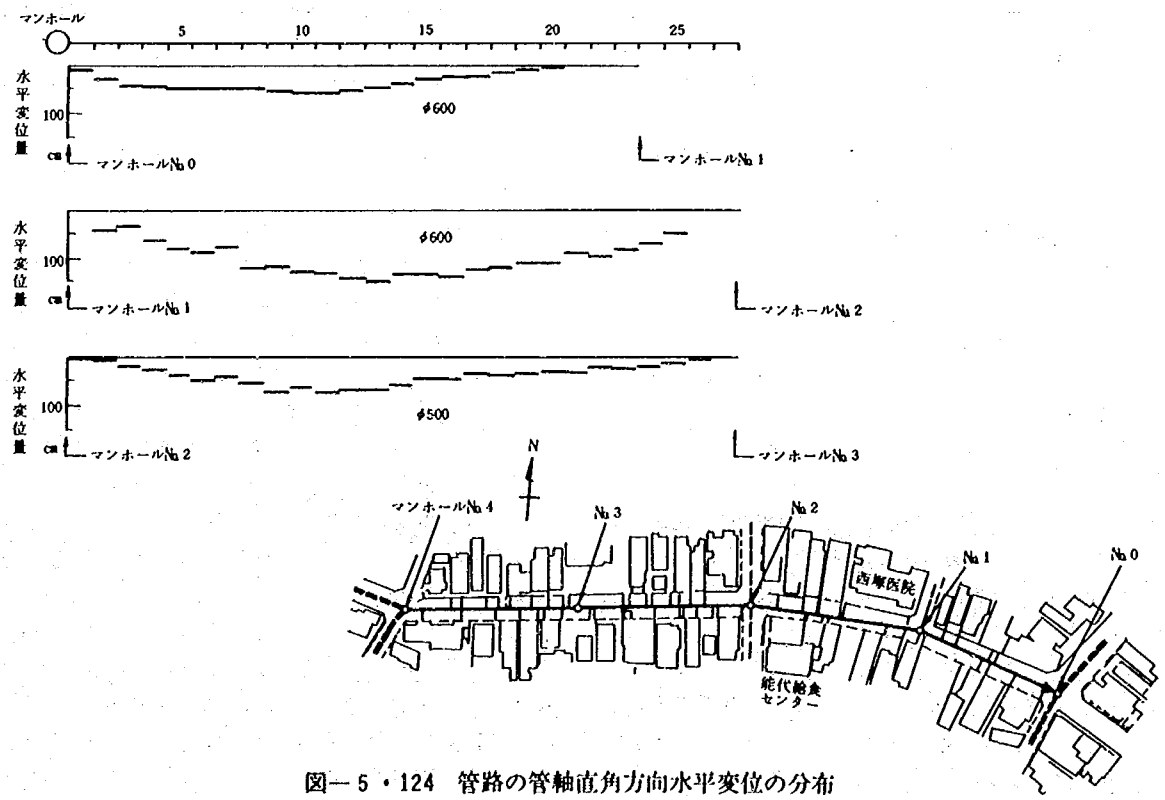
新柳町一号線は能代市景林町の市道（総幅員10m，歩道1.5m＊2）に埋設された合流管であり，昭和36，37年度に竣工した。管きょは道路のほぼ中央に開削工法により埋設されており，土被りは約1.4～1.7mである。管種は遠心力鉄筋コンクリート管A型管（カラー継手）ϕ500（ℓ＝135m）とϕ600（ℓ＝122m）であり，特別な基礎は設けられてなく砂基礎の状態であった。

地下水位は地表面より約2mの位置にあり，周辺地盤は主に砂，砂れきにより構成されている。

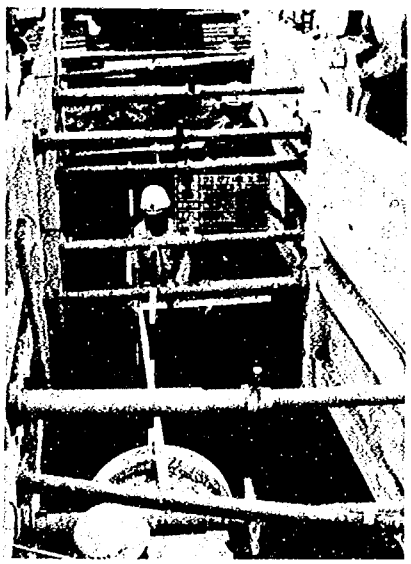
b）被害の概要

図—5・124はマンホール間での管きょの相対的なずれ量を開削時に調査した結果を示したものであり，管軸直角方向の水平変位はマンホールNo.1～2の間で最大1.5mに達している。開削時の被害の状況を写真—5・56に示す。

全般的に管体の被害はわずかであったが，マンホール取付け部の管きょには亀裂が生じるとともに，マンホール側壁立上がり部にも亀裂が発生した。また，管きょの大幅なずれに伴い，目地のずれ，カラーのずれおよび損傷，モルタルの離脱といった目地部の被害が多く発生している。



図—5・124 管路の管軸直角方向水平変位の分布



写真－5・56　開削時の管きょの状況
布設替え管（手前）と既設管（奥）との間で80cm程度の横ずれが生じている

本地域では路面の沈下やうねりが見られ，取付け管やガス管及び水道管の一部にも被害が発生している。

c）被災調査

応急調査としてはマンホールからの目視が行われ，本復旧のための調査としてはテレビカメラによる管内調査およびマンホール間の高低差測量が行われた。これらの調査の結果，管きょの目地のずれが多く確認されるとともに，マンホール間での勾配の狂いも確認されたため，開削により原状に復旧することが必要であると判断した。

d）復　旧

復旧工事は経済性を重視するとともに，テレビカメラ調査で発見できなかった管体の被害を確認するために開削工法が採用された。

施工は被害延長が長いため，下流側より掘削・建込み簡易土留土→既設管堀り上げ→既設管の被害調査→管布設工→埋戻しを一日のサイクル(管布設,約2～3本/日)で行った,既設管の掘り上げ時には,既設管きょのずれを測定し記録した（図－5・124，写真－5・56参照)。

既設管はその大部分が転用可能であり，破損したカラーをモルタルで補修することにより再使用した。新管は，各マンホール間で1本ずつ，計4本（A形管1本，B形管3本）使用したのみであった。

4.2.2　調査の事例

1）圧送管の漏水の有無を地下水の検査により行った事例（仙台市，第一南蒲生幹線）

第一南蒲生幹線は，南蒲生下水処理場へ流入する唯一の幹線であり，部分的に圧送管となっている。そのため，被害の調査のために下水の圧送を停止することは不可能であり，管内からの調査も不可能であった。

そこで被害の有無，特に下水の漏水の有無を調査することを目的として，管路周辺の地下水を採取し，水質の検査を行った。

a）施設の概要

本幹線は南蒲生下水処理場（仙台市唯一の処理場）へ流入する唯一の幹線である。処理場近くの5kmは圧力管となっている。管径は2100mm，平均土被り2m程度で，松杭，鳥居基礎並びに180°砂利基礎により支持されている。マンホールは本幹線が圧力管となっているため，全て特殊密閉型マンホールを使用している。

本幹線周辺の地質は沖積砂質層からなり，地下水位は地表より0.5～1.0mの位置にある。

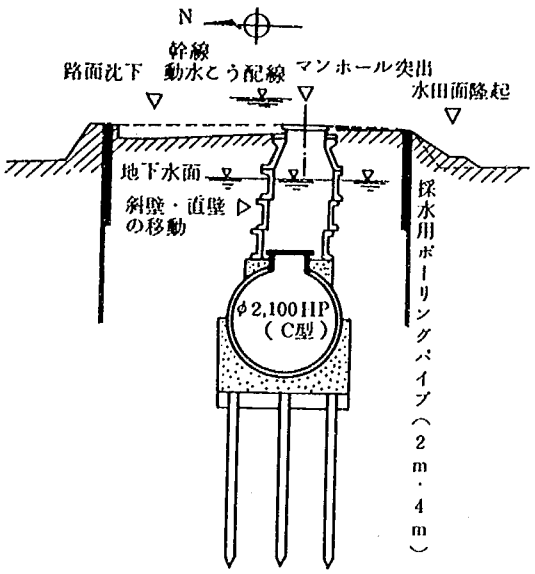
b）被害の概要

地震後の道路状況の視察により，処理場上流の約38kmの区間で，路面が50cm程度の高さでうねっており，マンホールの鉄ふたが突出している箇所が認められた。調査の結果，約30箇所のマンホールのうち15箇所のマンホールにおいて斜壁・直壁のずれ，亀裂等の被害が認められ，これらの被害は，壁立上り部より1段目及び2段目に集中している。管きょについては次項で述べる調査の結果，被害は無いと判断された。

c）被災調査

道路及びマンホールの目視による調査から，管きょにも何等かの被害が発生していることが懸念された。しかし，本幹線は圧送管となっており，処理場へ流入する唯一の幹線であるため，圧送を停止して被害調査を実施することは不可能であった。そのため圧送を続けながら被災調査を行う試みとして，マンホール間の水準測量と地下水の水質検査による管きょからの下水の漏水検査が行われた。

マンホール間の水準測量により若干のうねりは認められるものの，これだけからは被害の有無を判断できなかった。そので幹線に沿って25箇所の調査孔（ウェルポイント）を設け，地下水を採取し水質検査を行った。図－5・125にマンホール横断方向における地下水採取の状況を示すが，1箇所に2mと4mの2本のパイプを打ち込んだ（2mと4mは管頂部と管底部にほぼ対応する)。また，管路沿いの水質との比較を行うた



図—5・125 第一南蒲生幹線における採水調査の方法

めに，幹線から離れた自然状態と考えられる地点からも地下水を採取し，水質検査を行った。

本幹線は圧送管となっているため，管きょに何等かの被害があれば下水の漏水による地下水汚染が観測されるはずであり，水質検査により大腸菌数，合成洗剤及びアンモニア窒素の含有量の比較検討を行った。

検査の結果を図—5・126に示すが，幹線周辺の地下水と幹線から離れた自然状態と考えられる地点の地下水に有意な差は認められず，管きょに被害は無いものと判断された。

d）復　旧

被害を受けたマンホールは，比較的ずれ量の大きい（5～20cm）ものは開削，設置直しを行い，ずれ量が小さく（2cm以下程度），直壁ブロック自体の被害の小さいものについては，目地モルタルにより止水した後内部から直壁コンクリートを打設して復旧した。直壁ブロックの亀裂等，破損の大きいものは開削し，直壁ブロックの交換が行われた。

4.2.3 応急復旧の事例（1）

1) 高圧洗浄車とバキュームカーにより管内洗浄を行った事例（秋田市，枝線新屋第一排水区）

秋田市の枝線新屋第一排水区では，地盤の液状化により下水道管路の大部分で目地ずれが発生し，目地より大量の土砂が管内に流入することにより，管きょは殆ど閉塞状態となった。本地区は低地であり，また排水区域の下流に位置しているため，下水の機能を早急に確保するために，高圧洗浄車とバキュームカーにより管内洗浄が行われた。

a）施設の概要

この枝線の管きょ（ヒューム管，1種B型，φ300～400）は，地表面下約1.8mの位置に開削工法により埋設されている。周辺の土質は図—5・127に示すように砂質土が卓越しており，地表面下7m程度まではN値10以下と緩い地盤であり，地下水もGL—1.75mと浅く，液状化しやすい地盤であるといえる。

b）被害の概要

周辺の地盤が液状化することにより，管路のたるみ，蛇行等が発生し，大部分の目地がずれることにより液状化した大量の土砂が管内に流入し，写真—5・57に示すようにマンホール及び管きょはほとんど閉塞状態となった。取付け管についても写真—5・58に示すように，管きょの蛇行や本管への突出し等の被害が発生している。しかし，管体自体の亀裂等の被害は発生せず，マンホールについても被害は認められなかった。

c）応急復旧

被害地区は低地であり，また排水区域の下流に位置しているため，下水の機能を早急に確保するために，応急復旧として高圧洗浄車とバキュームカーによる管内洗浄を地震発生の翌日から2日間にわたって行った。取付け管についても約40箇所において布設替えが行われた。

4.2.4 応急復旧の事例（2）

1) 取付け管の被害を，無被害の取付け管に接続することにより復旧した事例（塩釜市，新富町）

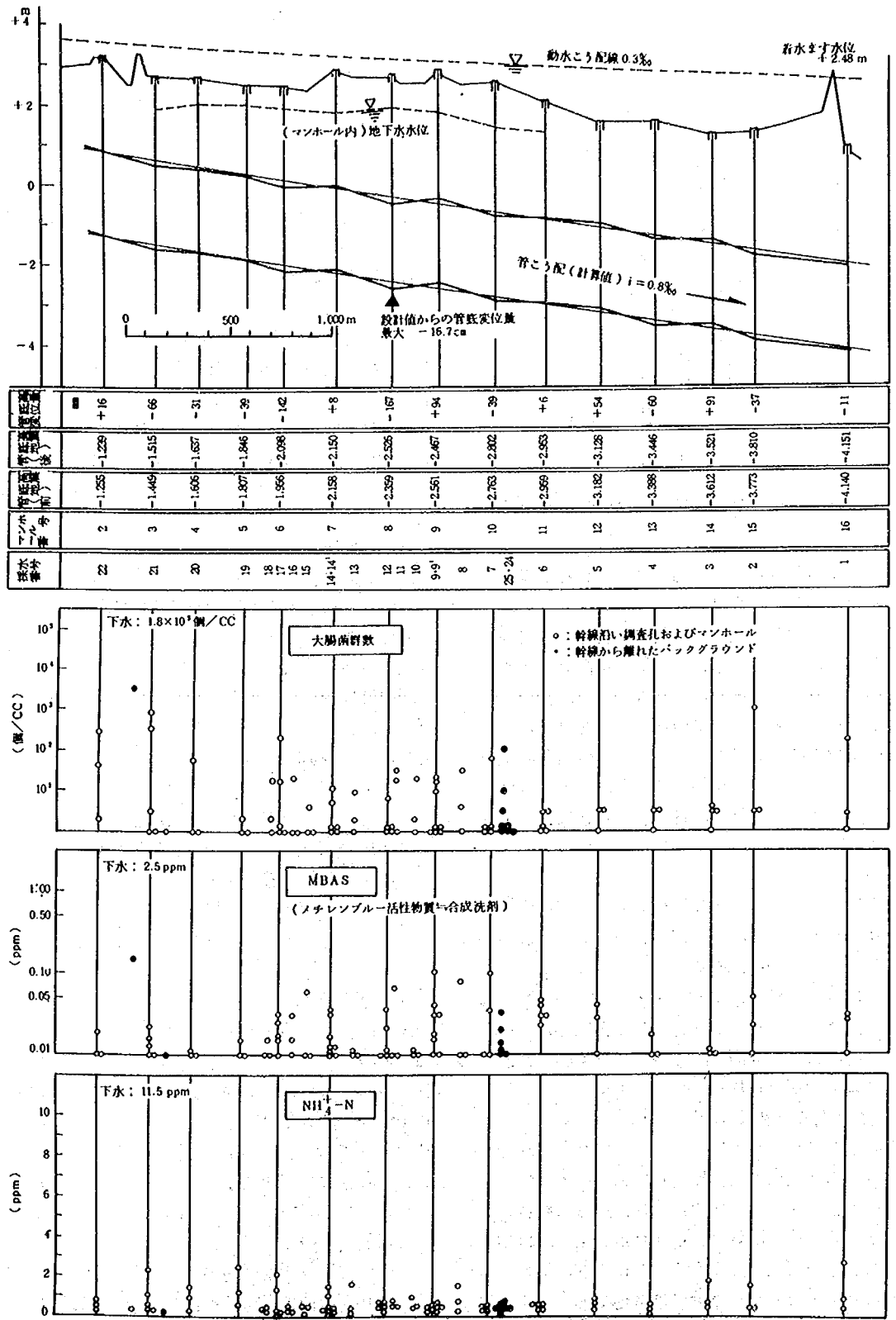
塩釜市の新富町では，国道45号線に埋設された本管へつながる取付け管に被害が発生し，国道の交通に支障を与えずに取付け管の機能を確保するために，歩道内において無被害の取付け管に連絡管を接続することが行われた。

a）施設の概要

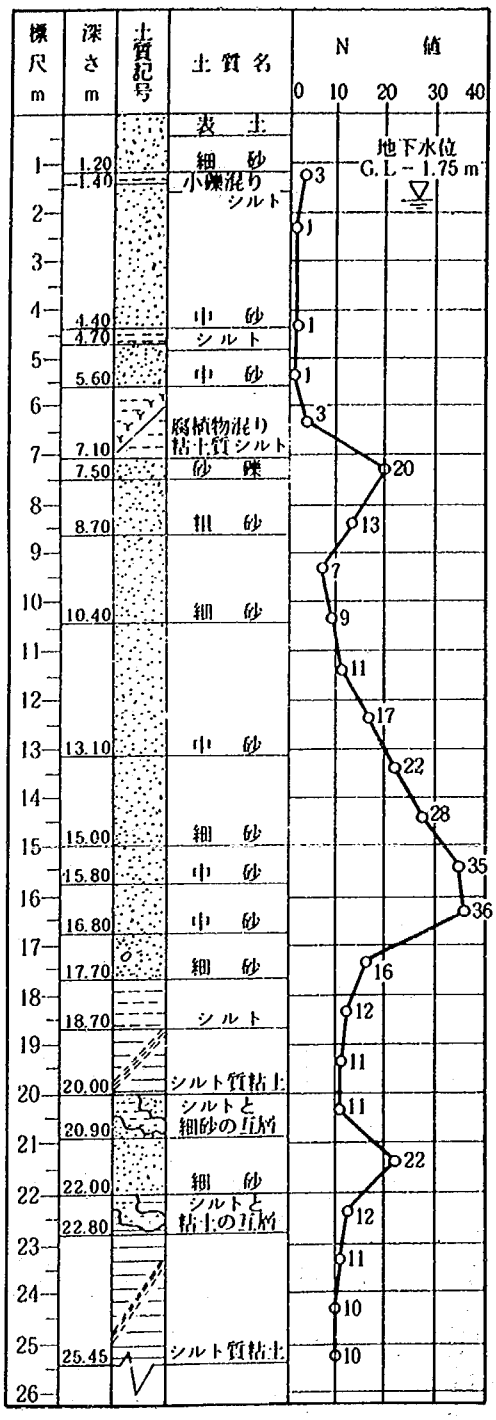
塩釜市新富町地区のます及び取付け管は，国道45号線に埋設された本管（合流管φ1350，φ1800）に接続されている。ますは国道の両側に設けられた歩道内に約10m程度の間隔で設置されており，それぞれのますより取付け管（土被り1.0m以上）が本管へ接続していた。これらの施設は昭和33年度から昭和38年度にかけて施工されており，取付け管はφ150の陶管であった。

b）被害の概要

ますの被害は側塊の破損，底版の亀裂，小口の破損等であり，再使用不可能なほど破損した箇所は1箇所のみであり，その他の18箇所についてはますの据付け



図—5・126 第一南蒲生幹線における測量結果及び地下水の検査結果



図－5・127　土質柱状図（新屋第一排水区）

写真－5・57　液状化により土砂で閉塞されたマンホール
（新屋第一排水区）

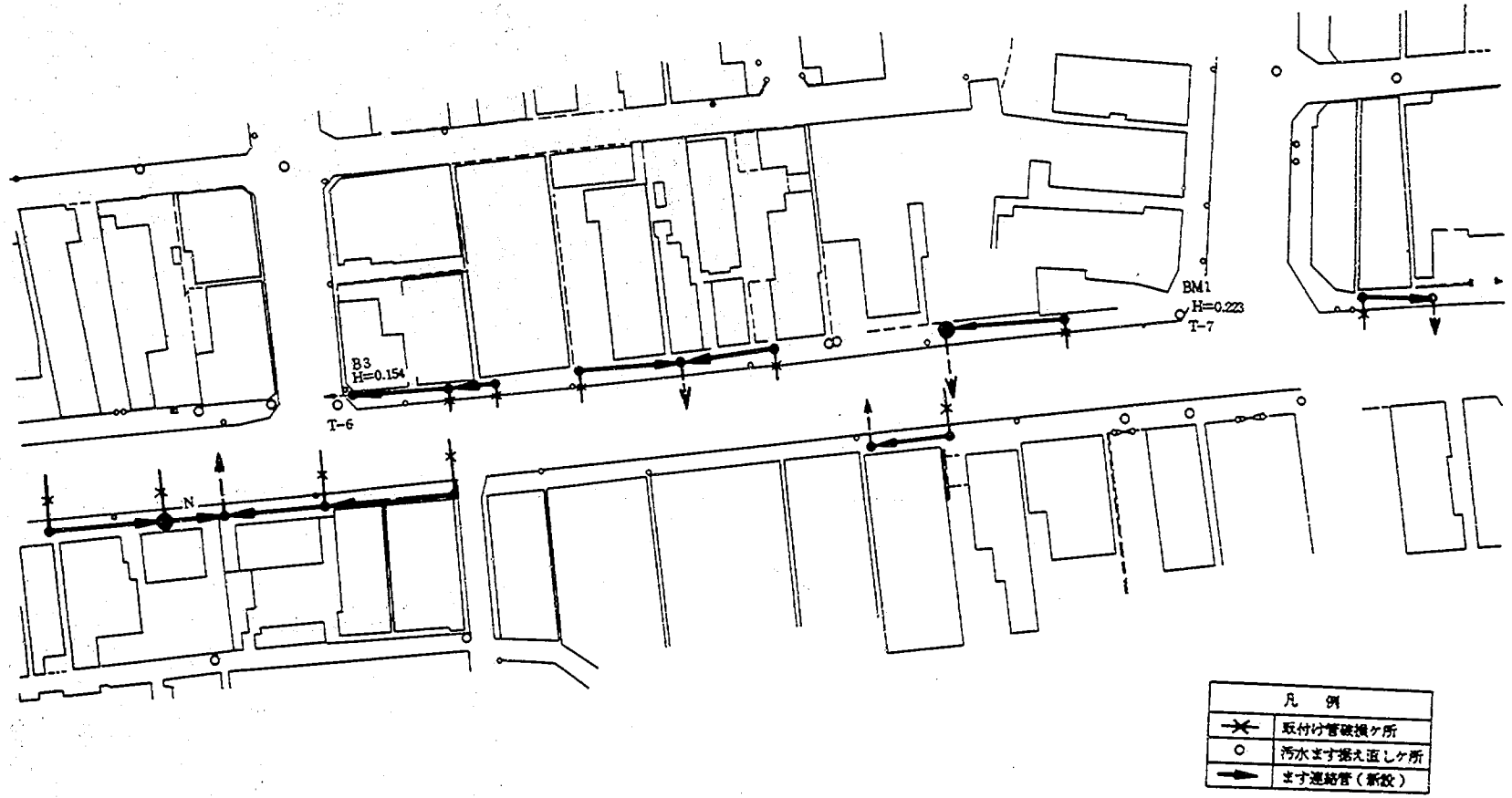
写真－5・58　地盤変状による取付け管の蛇行
（新屋第一排水区）

直しにより対応できる被害であった。

取付け管は20箇所で破損し，使用不可能となった。これらの被害状況の一部を図－5・128に示すが，被害は国道45号線の延長約900mにおよんでいる。

c）応急復旧

被害を受けた取付け管を復旧するために，国道を開削して取付け管を再布設することは国道の通過交通を妨げてしまう。そこで国道を開削することなく取付け管の機能を確保するために，被害を受けた取付け管につながるますから歩道内を通して連絡管（φ150陶管）を布設し，被害を受けていない取付け管につながるま



図—5・128　ます及び取付け管の被害，復旧状況図（新富町）

すに接続することが行われた。

施工は舗装カッター工→取付け管工→ます据付け直し工およびます新設工→舗装復旧工の順序で実施した。掘削は人力で行い，土留については掘削深が1m程度と浅いので，必要と思われる箇所にあて矢板を用いた。復旧時の状況を写真－5・59～写真－5・61に示す。

4.2.5 本復旧の事例（1）

1) 小口径管の目地被害をパッカー工法により補修した事例（秋田市，枝線八橋処理区，枝線）

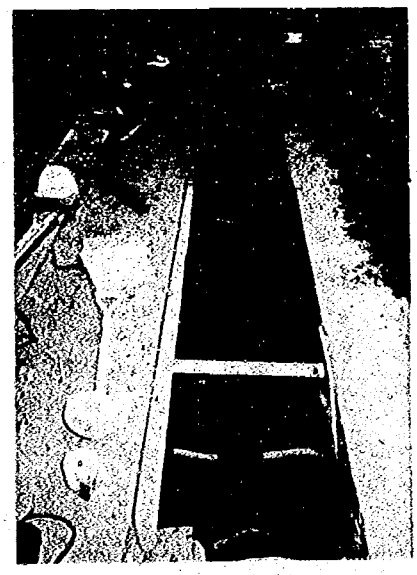
秋田市八橋処理区，枝線では，地盤の液状化により地下6.5mに埋設された小口径管（φ400およびφ300）の目地部にずれやはなれが発生した。本枝線は小口径管であるため，管内からの人力作業が困難なこと，また埋設深度が深いことからパッカー工法（小口径管止水工法）により補修を行った。

a）施設の概要

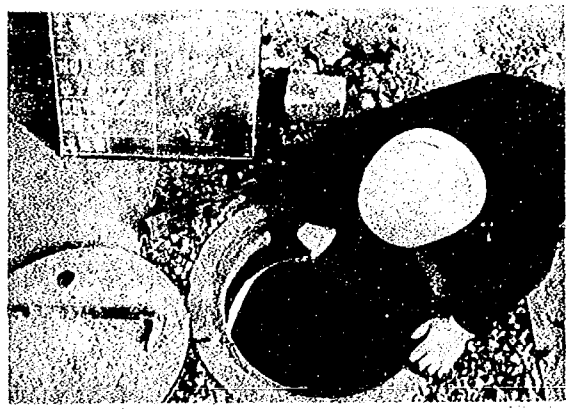
この枝線は，まず昭和53年にφ400の管きょが小口径推進工法（アイアンモール工法）により施工され，昭和56年にφ300の管が開削工法によって施工された。周辺の地盤は図－5・129に示すようにシルトと細砂により構成され，地下水位はGL－5.0m程度である。

b）被災調査及び被害の概要

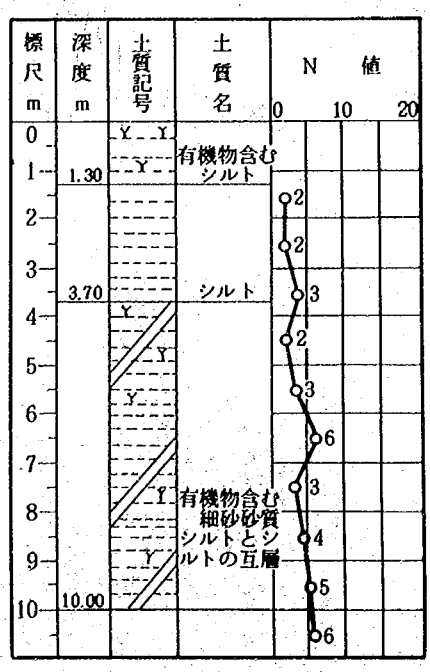
写真－5・59 人力掘削状況（新富町）



写真－5・60 取付け管配管状況（新富町）



写真－5・61 ます据え直し，モルタル工（新富町）



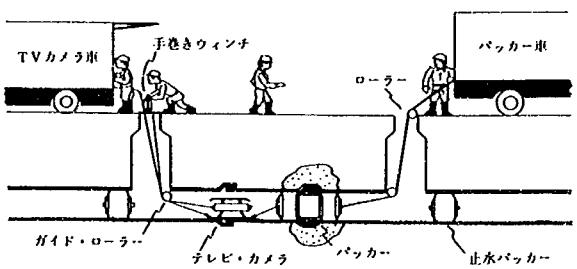
図－5・129 土質柱状図（八橋処理区）

本枝線の管きょは，テレビカメラによる調査が行われた。調査の結果，周辺地盤の液状化により延長200mの区間で26箇所において目地部にずれ，はなれが認められた。写真－5・62にテレビカメラ調査による目地部の状況を示す。

c）本復旧

本枝線は埋設深度が6.5mと深く，小口径管のため管内からの人力作業が困難なため，パッカー工法（小口径止水工法）により目地部の補強を行った。図－5・130にパッカー工法の概要を示し，写真－5・63～写真－5・65に施工中の状況を示す。

写真－5・62　継ぎ手部のずれ（ＴＶカメラによる）



図－5・130　パッカー工法の概要

2）　管体の亀裂，沈下，蛇行を開削により復旧した事例（秋田市，土崎港南遮集幹線）

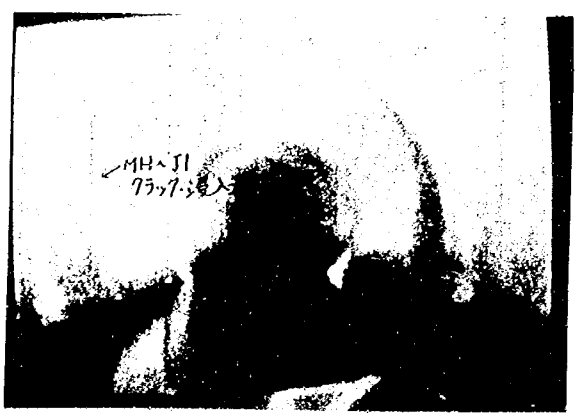
秋田市の土崎港南遮集幹線では，地表面下約4mに埋設されていたφ500の管きょが，周辺地盤の液状化により目地部や管体に被害を受けた。本幹線では被害の程度も大きく，埋設深度も浅いことから開削工法により新管に布設替えが行われた。

a）施設の概要

本幹線には図－5・131に示すように，土崎ポンプ場に接続する流入管と流出管が一つの道路下に2本埋設されていた。これらの管は昭和56年度に開削工法で設置されており，流出管（φ500）は地表面下約4m程度に埋設されており，流入管（φ1000）は地表面下約8mに埋設されていた。

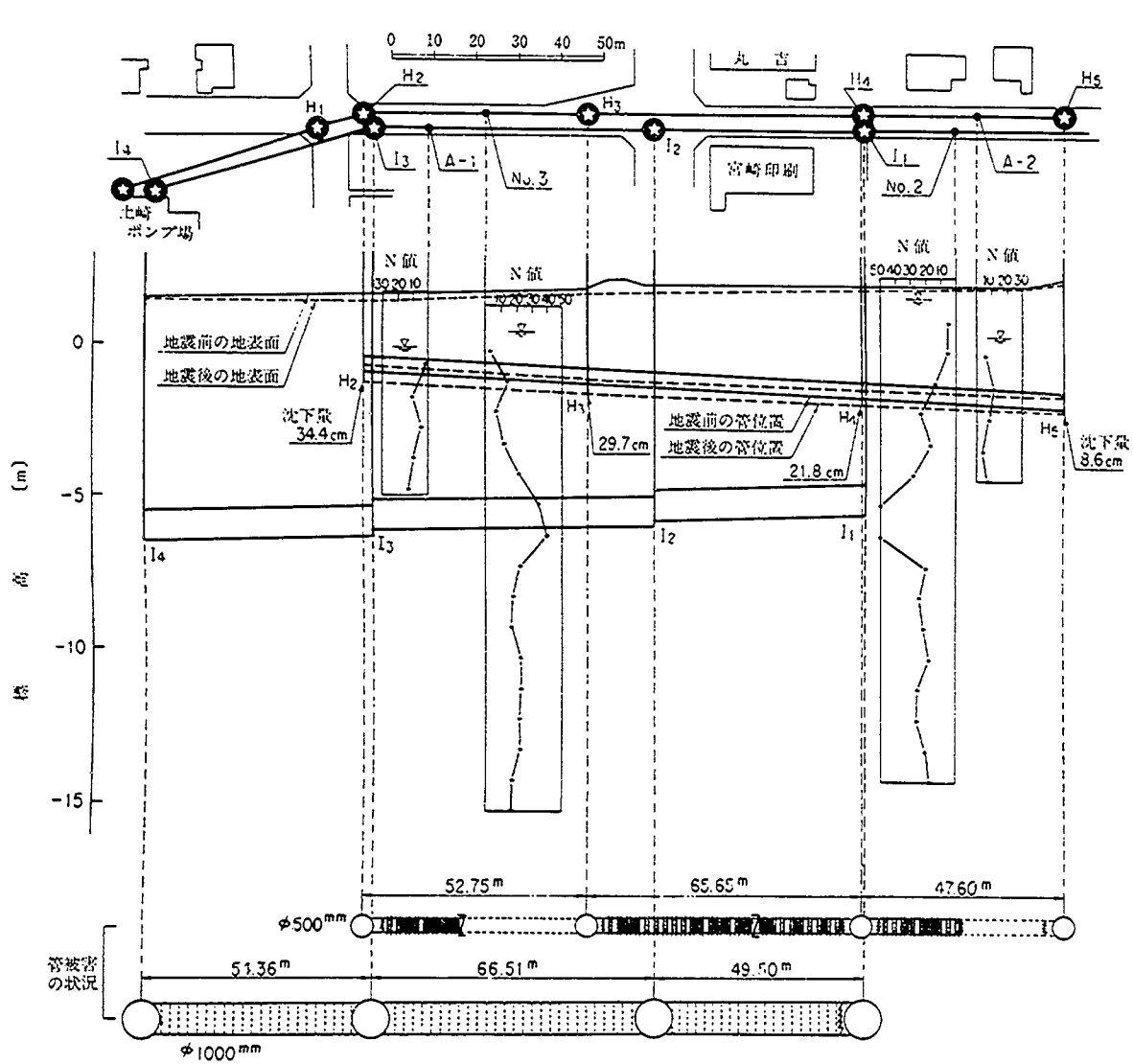
周辺地盤の地質は図－5・132に示すように，主に砂により構成され，地表面下3m程度まではN値10以下とゆるい地盤である。また，地下水位も地表面下1m程度と浅い位置にある。

写真－5・64　パッカー工法施工中（八橋処理区）

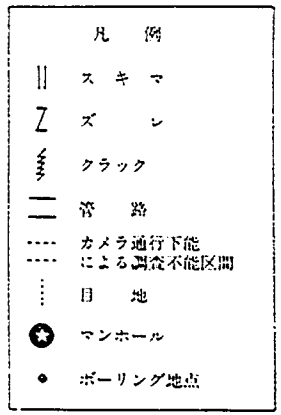


写真－5・63　施工前（八橋処理区）

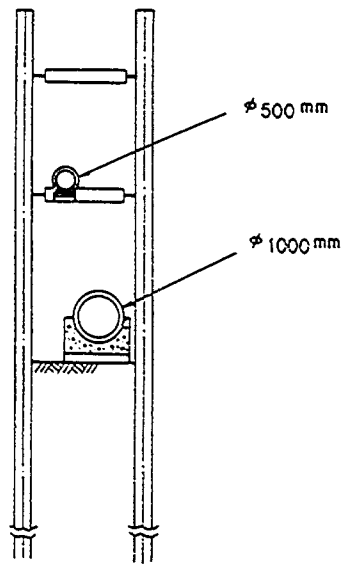
写真－5・65　施工完了（八橋処理区）



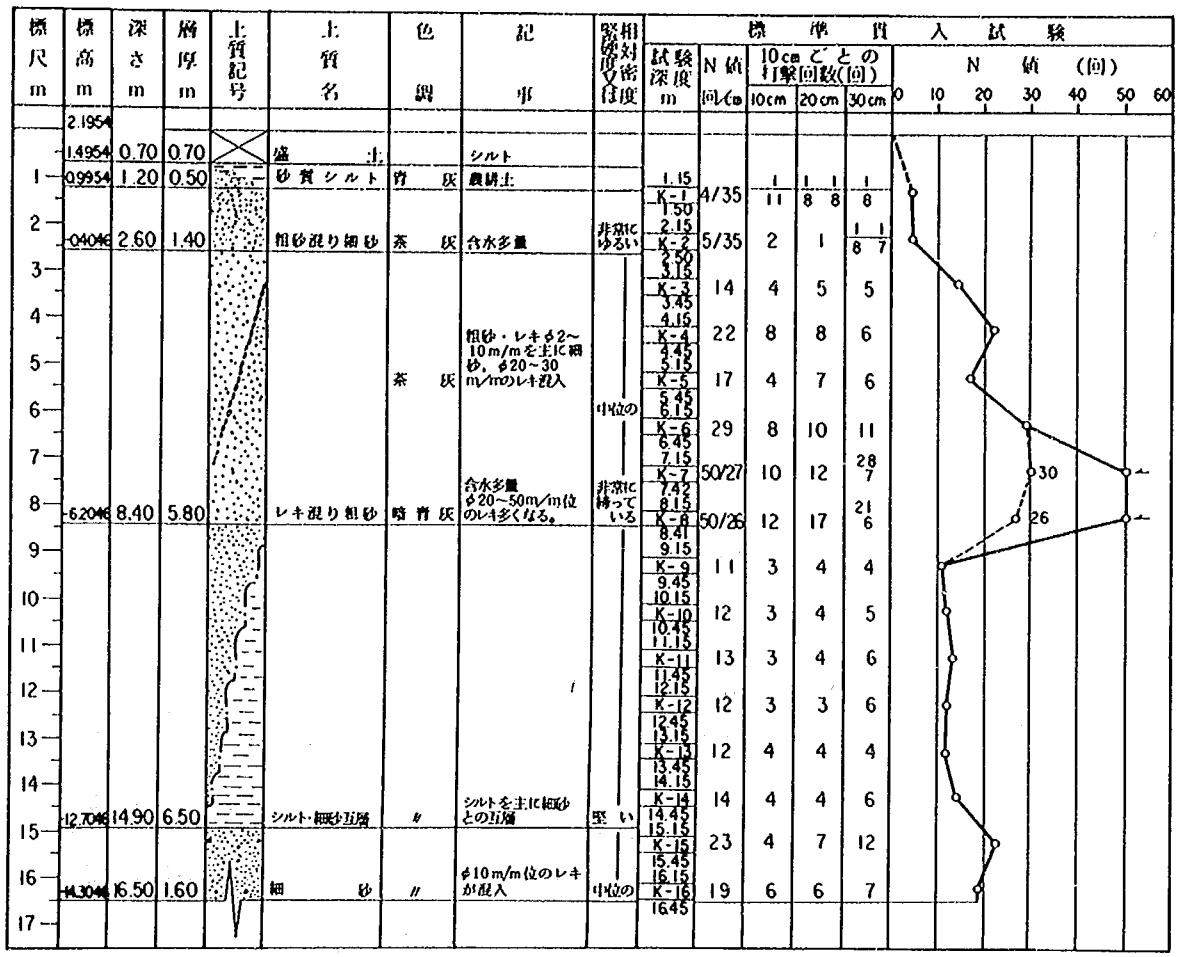
図－5・131　土崎港南遮集幹線の被害



※ボーリング柱状図は付属資料-2 付図2-1～4を参照



φ500㎜管およびφ1000㎜管の設置状況（秋田市土崎港南遮集幹線，設置時の状況）



秋田市土崎その3，地盤柱状図（調査年月：昭和56年1月，標高2.2 m，孔内水位：G.L.－0.56 m）

図－5・132 土質柱状図（土崎港南遮集幹線）

b）被災調査及び被害の概要

被災調査は，けん引式テレビカメラ（カラー・直視）と目視により行われたが，深い方のφ1000の管にはほとんど被害が無いのに比べ，浅い方のφ500の管は図－5・131に示すように，テレビカメラによる調査が可能であった区間の大部分に目地部の被害(平均2.5cm程度のはなれ，ずれ等)，管体の亀裂，沈下(10～30cm程度）が認められた。

この幹線の周辺では噴砂が認められており，表層5m程度以浅のゆるい砂地盤が液状化し，φ500の管路に被害を与えたと考えられる。

c）本復旧

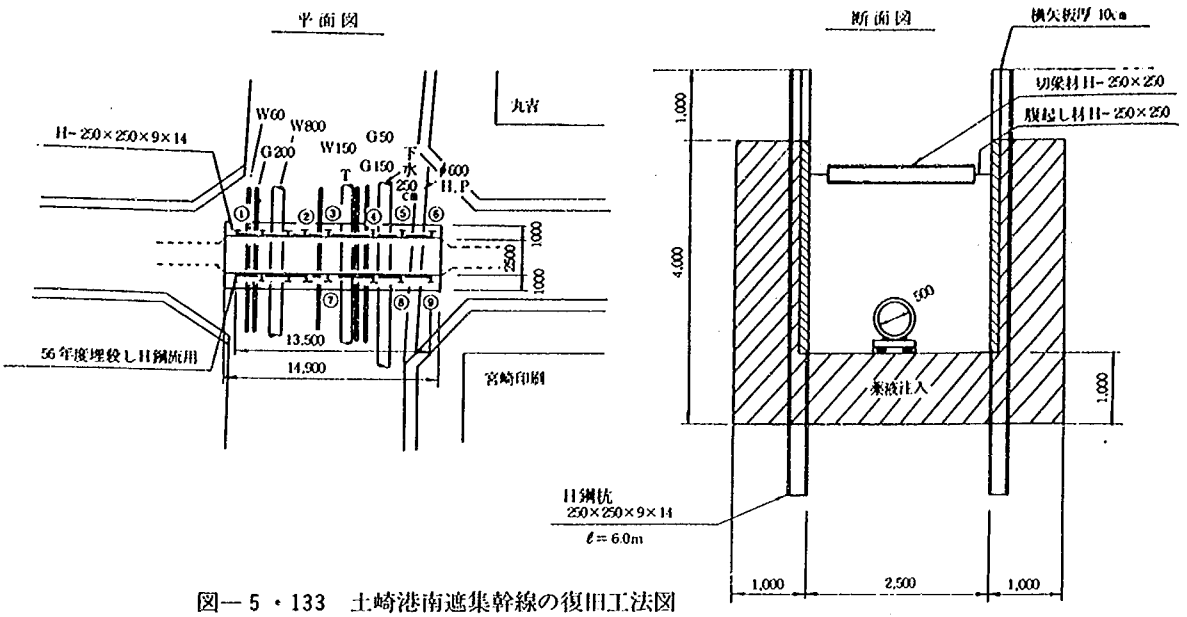
本幹線（φ500）の復旧工事は，目地部，管体とも被害が大きく，また埋設深度も浅いことから，全区間(221.6m)にわたって新管に開削工法により布設替え（梯子胴木基礎）することとした。なお一部の区間(14.9m）に対しては，図－5・133に示すように補助工法として薬液注入工法を採用した。

3） 薬液注入により止水の後，開削により復旧した事例（仙台市，七北田川右岸幹線その1）

仙台市，七北田川右岸幹線は，六丁目ポンプ場に流入する合流管であり，地震により管体及び目地部において亀裂が発生し，大量の地下水の浸入が認められた。本地域は地下水揚水規制を受けているため，開削に先立って薬液注入により周辺地盤の止水と地盤改良を行った。

a）施設の概要

本幹線は，仙台市東部の六丁目ポンプ場に流入する合流管である。被害は，本幹線のほぼ全延長にわたって発生しており，特に被害が大きかったのはポンプ場



図— 5 ・133　土崎港南遮集幹線の復旧工法図

直近の上流部で，工事名称により，その１からその５までに区分される（その１はポンプ場と最終マンホールを結ぶ19mの区間である)。管きょはφ2200のヒューム管であり，土被りは８m程度であった。

周辺地盤は，軟弱な泥炭，有機質粘土とローム互層が厚く分布しており(６～７m程度)，昭和49年には地下水の揚水規制の指定を受けている。

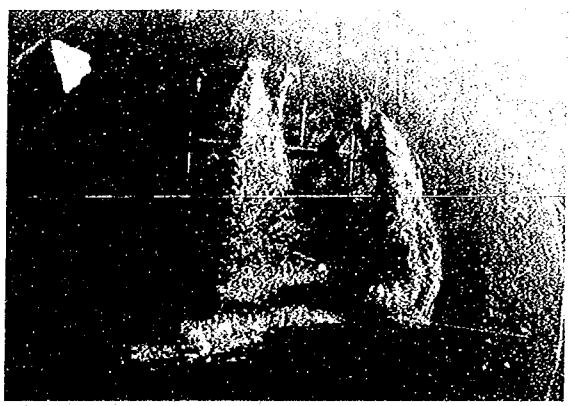
b）被災調査及び被害の概要

地震発生後，ポンプ場流入口付近で急激に水位が上昇したため，流入管きょに何等かの異常があることが推察された。本幹線は未供用であったので，水中ポンプで管内の排水を行い，管内の目視調査を実施したところ，写真—５・66に示すように管体及び目地部において７箇所の亀裂が認められ，大量の地下水が浸入していた。

c）本復旧

本幹線は，軟弱地盤中に深く埋設された大口径管であり被害も大きかったため，復旧は震後の再発を防止するために，既設管の弱点を補強する方針で実施された。

本地域は地下水揚水規制を受けているため，開削に先立って図—５・134に示すように二重管瞬結工法等による薬液注入工事を行い，周辺地盤の止水と地盤改良を行った。その後，開削により亀裂等損傷の著しい管きょは新管に布設替えし，更に鉄筋コンクリートにより巻立て防護した。既設管の使用が可能と判断される箇所については，既設の180°コンクリート基礎にかぶせる形で無筋360°巻立てを行った。これらの標準断面を図—５・135に示す。



写真—５・66　管体および目地の被害
(七北田川右岸幹線その１)

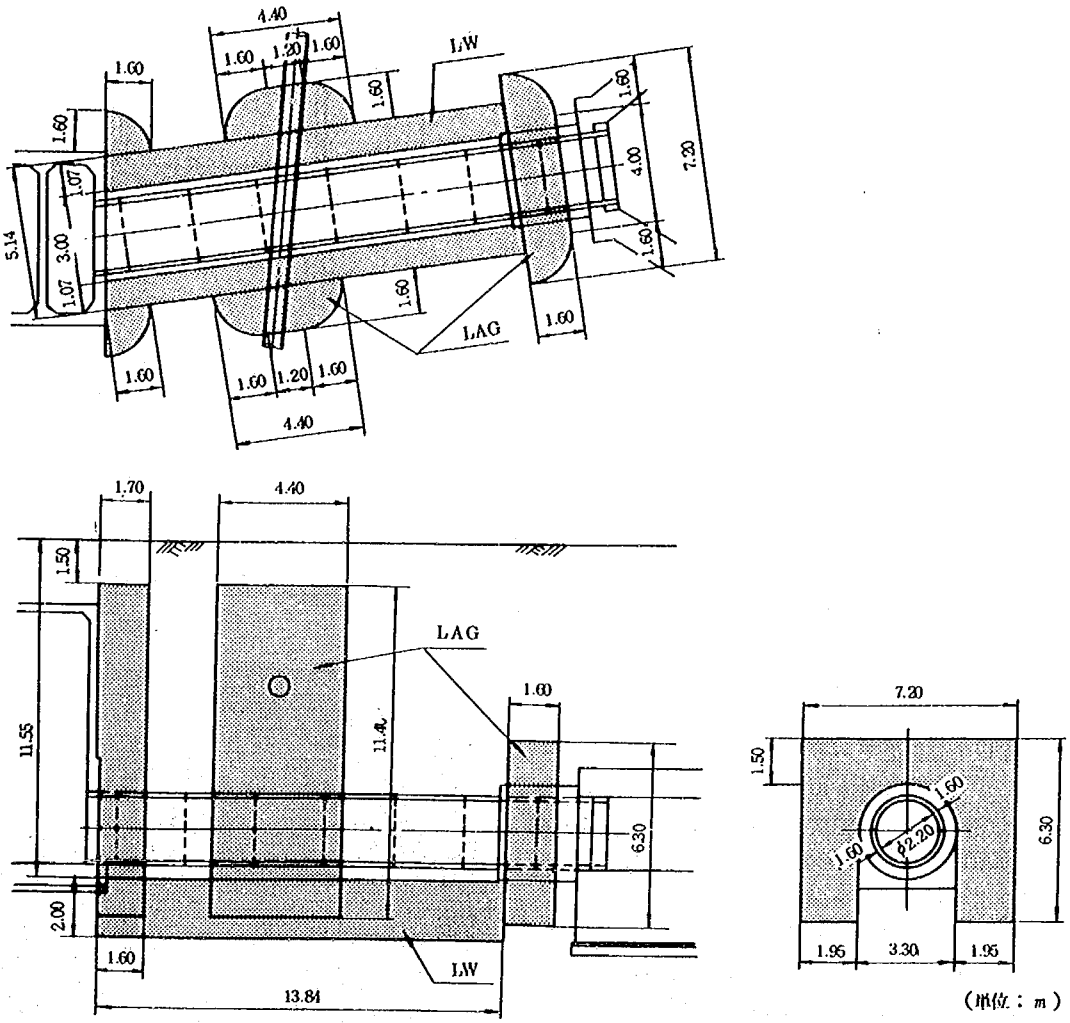
4.2.6　本復旧の事例（２）

1)　新管の布設及び管路をコンクリート巻立し復旧した事例（仙台市，苦竹伏越し）

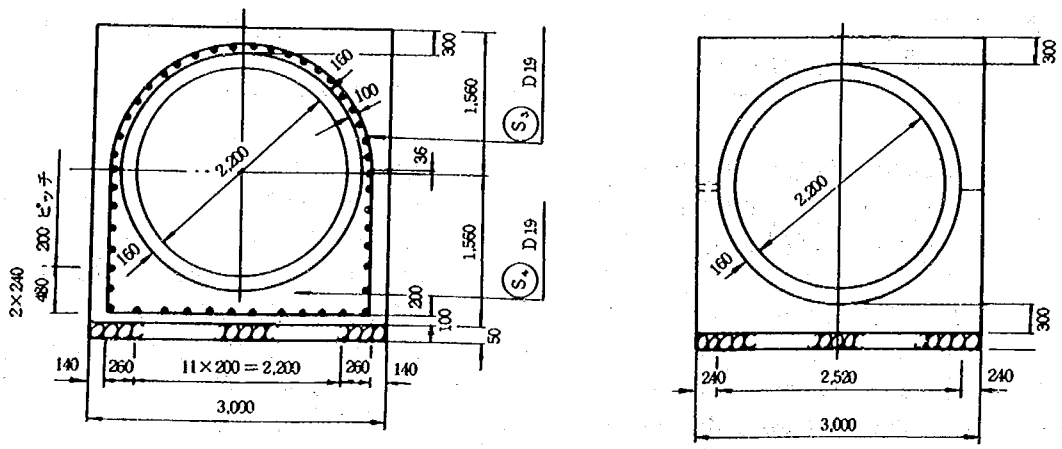
仙台市，苦竹伏越しでは，管体に亀裂が発生するとともに目地部に被害を受け，大量の地下水の浸入が認められた。そのため周辺地盤の止水及び補強を図った後，新管を布設するとともに管体の保護のために360°コンクリート巻立て基礎が採用された。

a）施設の概要

苦竹伏越しは，国道を土被り約3.7mで横断する延長約30mの管路であり，図—５・136に示すようにφ1650

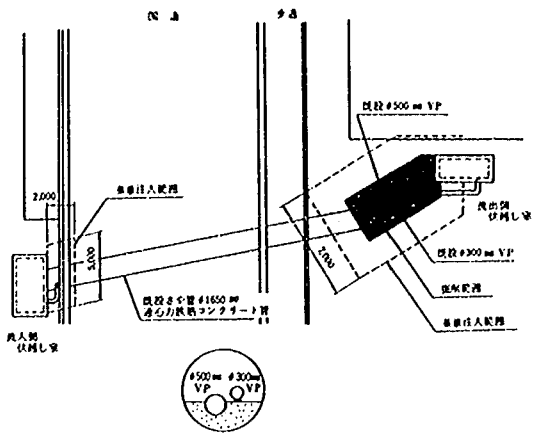


図—5・134 薬液注入工事の範囲（七北田川右岸幹線その1）



(a) 鉄筋コンクリート巻立て（新管部）　　(b) コンクリート巻立て

図—5・135 コンクリート巻立て標準断面図（七北田川右岸幹線その1）



図—5・136　苦竹伏越し平面図および薬注，開削範囲

のさや管（遠心力鉄筋コンクリート管）内部にφ300及びφ500の硬質塩化ビニール管が布設されている。しかし，さや管端部から流出側伏越し室までの約7mの区間は，さや管設置以後の計画変更により，さや管も無く，特別な基礎を有しない管路となっている。

b）被災調査及び被害の概要

地震発生後，約1箇月後を経過した頃，清掃のため流出側伏越し室から排水したところ異常な出水が認められたため，伏越し室から管内を目視により調査したところ，写真—5・67に示すように，φ500の管きょの目地部から大量の地下水の浸入が認められた。その後，管路上の路面20cm程度の沈下も認められ，φ1650のさや管にも異常が有ることが推察された。

写真—5・67　目地部からの地下水の浸入（苦竹伏越し）

c）本復旧

路面の沈下が認められていたため，復旧工事に先立って薬液注入により周辺地盤の止水及び補強を行った。

φ500の管きょについては，φ500の管内にφ350の塩化ビニール管を挿入することによる二重管工法により復旧された。さや管の露出部の約7mについては，φ500の管きょを撤去し，φ350の管きょで流出側伏越し室へ接続した。φ300の管きょには被害は無く，そのまま使用することとしたが，φ300とφ350の管きょ2本では，所定の流量を流せないため，φ400の硬質塩化ビニール管を並行して布設することとした。

図—5・137に開削した部分（約7mの区間）の断面を示す。この区間については，新設のφ350とφ400の管きょに対しては，補強として360°コンクリート巻立て基礎が採用された。

2)　地盤改良及び基礎形式の改良により復旧した事例（塩釜市，塩釜幹線その1）

塩釜幹線は，塩釜中央ポンプ場へ流入する鉄筋コンクリートボックスカルバートであり，軟弱な地盤上に布設されていたため，地震により管体に数mの水平及び鉛直変位が発生し，函体には鉄筋が露出するほどの被害が発生した。そのため原地の地盤状況及び被害の状況を鑑み，地盤改良するとともに函体の基礎形式に改良を加えた。

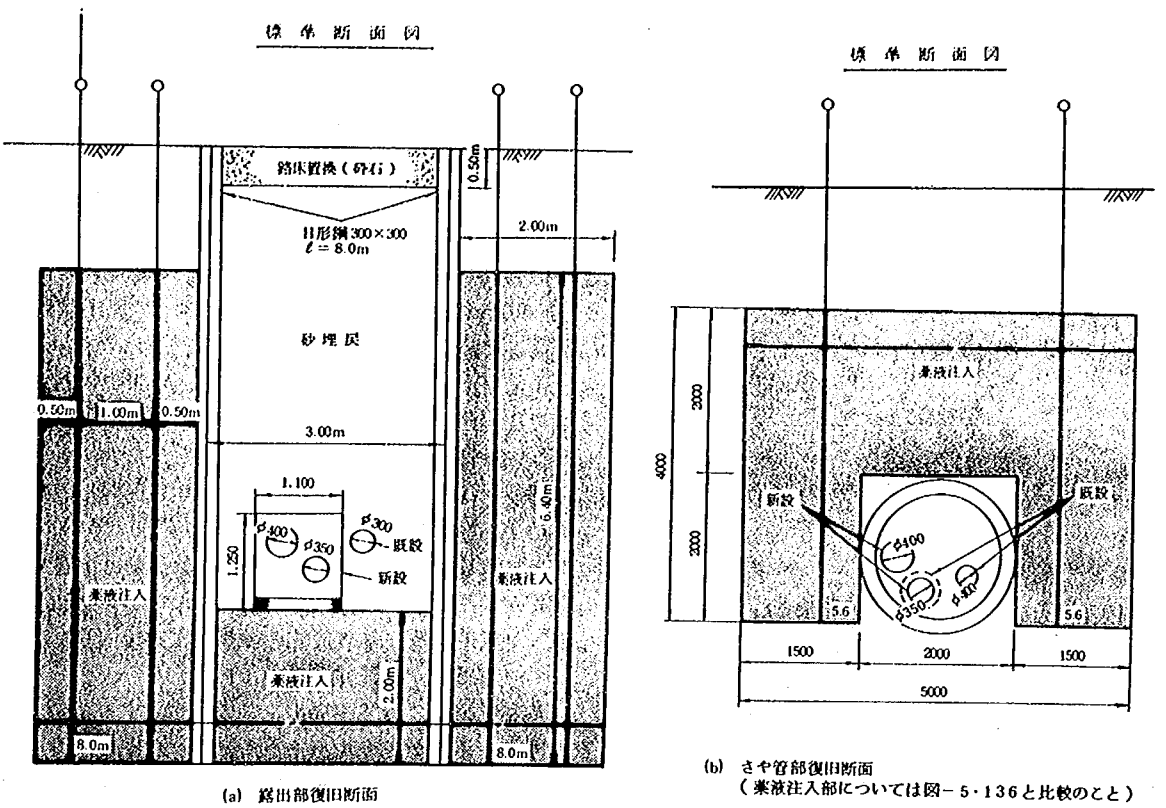
a）施設の概要

塩釜幹線その1は，図—5・138に示すように塩釜中央ポンプ場へ流入する幅2.4m，高さ2.16m，延長80mの現場打鉄筋コンクリートボックスカルバートであり，基礎には松杭（φ150，ℓ＝6.0m）が用いられており，土被り約1.7～3.1mの幹線である。

周辺の地盤は，約20m程度の深さまでN値が0に近い極めて軟弱なシルト質粘土層が存在しており，基盤と考えられるN値の高い層の深度も場所により大きく変化しており，地盤の急変部と考えられる。以上の様に本幹線は，極めて軟弱な地盤に位置しているため，施工時についてヒービングが起こったため，函体底面地盤のかなりの厚さを砂により置換してある。

b）被災調査及び被害の概要

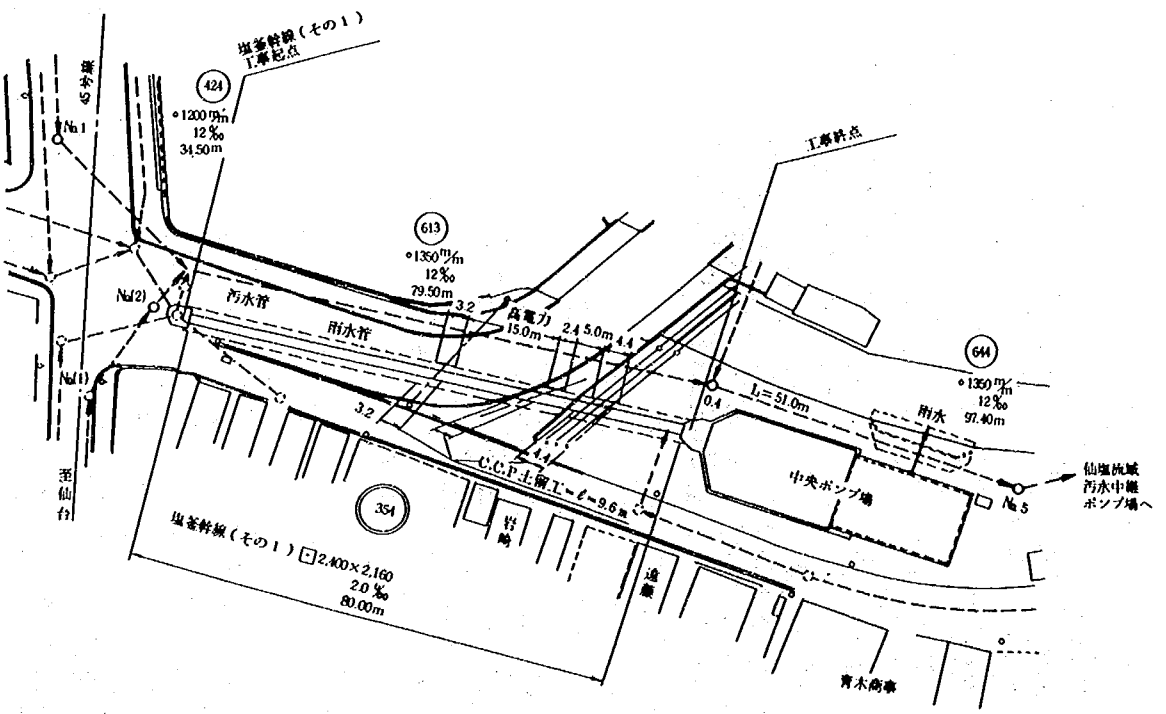
目視による函内からの調査の結果，函きょは大きく沈下していることが判明した。そのため，道路の水準測量を実施するとともに，函きょの滞水をポンプを用いて排除した後，函きょ内部の測量を行った。測量の結果を図—5・139に示すが，最大の水平変位は1.56m，



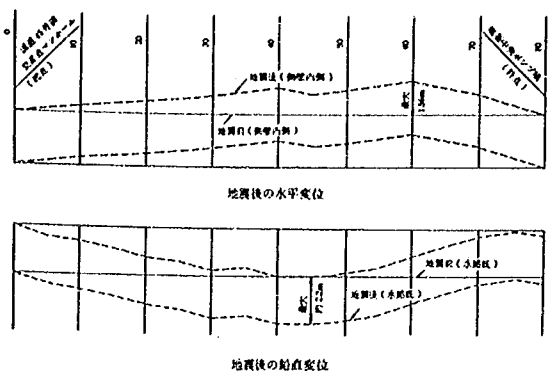
(a) 掘出部復旧断面

(b) さや管部復旧断面
（薬液注入部については図－5・136と比較のこと）

図―5・137 苦竹伏越し復旧断面図



図―5・138 塩釜幹線その1平面図



図— 5 ・139　塩釜幹線その１の地震による変位

最大の鉛直変位は—2.2mに達しており，このような函体の変位に伴い函体の目地は，ずれ，開き等の被害が発生し，止水板が切れている箇所が認められた。また本幹線がポンプ場に接続する付近では，函体に亀裂が発生し，鉄筋が露出するほどの大きな被害が認められた。

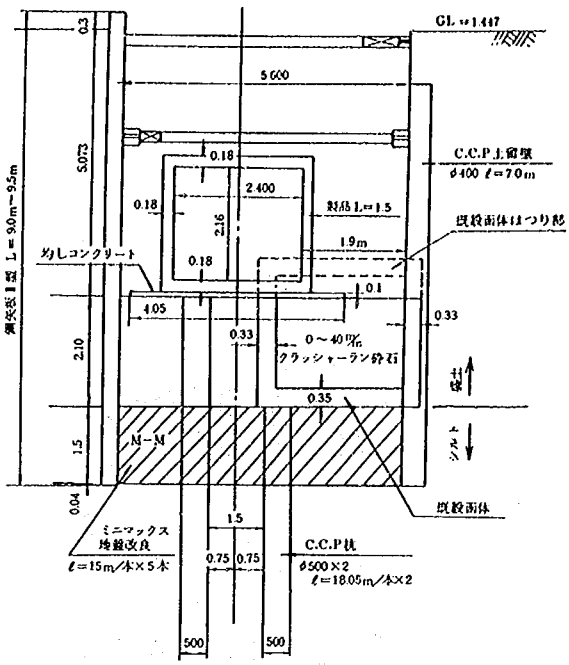
幹線上部の道路は，補修のためオーバレイを何度も実施しており，舗装厚は約１m程度となっていた。このため本幹線の沈下に伴う路面の沈下は認められず，舗装と地盤との間には空洞が生じていた。

c）本復旧

復旧工事は，本幹線位置の地盤条件と被害の状況を鑑み，地盤改良を行うとともに基礎を新たに施工した後，新しい函体により布設替えを実施することとした。復旧工事は，図-- 5・140に示すように開削の後，既設の函体の上部を新設函体の底面位置まではつり，既設函体に新設函体を載せる形で行われた。復旧工事の施工は，舗装とり壊し工→土留工→掘削工→既設函体はつり工→基礎工→函体等造工→埋戻し工の順序で行われた。

基礎工は，既設函体の底面より1.5mの厚さにわたりミニマックス[1]による地盤改良を行うとともに，新設函体基礎としてＣＣＰ杭[2](φ500，ℓ＝約18～19m)を，既設函体及び新設函体に各１例ずつ施工した。また，新設函体の底面以深の既設管体は残し，内空部に砕石を詰めて新設函体の基礎の一部として利用した。

1)　ミニマックス：ミニマックス工法とはロッドの先端から水平方向に固化材ミルクを高圧ジェットで噴射させながら回転させ引きぬいてくることにより，改良対象地盤と固化材ミルクを強制的に混合撹拌し，



図— 5 ・140　復旧工事標準断面図（塩釜幹線その１）

改良円柱体を造成するものである。

2)　CCP 杭：ボーリングマシンを利用して特殊な注入材（ＣＣＰ硬化材）を回転ノズルより高圧噴射し，土粒子と注入材を混合してパイル状のものを造成した杭。

3)　マンホール直壁を鉄筋コンクリート巻立てにより補強し復旧した事例（仙台市，七北田川右岸幹線その２）

仙台市，七北田川右岸幹線は，六丁目ポンプ場に流入する合流管であり，地震によりマンホールの斜・直壁ブロックの目地がずれた。本地域は軟弱地盤上に位置しており，被害の再発が予想されたため，マンホールの斜・直壁ブロックのすえなおしの後にマンホール外部から直壁を鉄筋コンクリート巻立てにより補強を行った。

a）施設の概要

本幹線は，仙台市の六丁目ポンプ場に流入する合流管である。被害は，本幹線のほぼ全延長にわたって発生しており，特に被害が大きかったのはポンプ場直近の上流部で，工事名称によりその１からその５までに区分される(その２は，最終マンホールの上流約500mの区間である)。管きょはφ2000のヒューム管であり，土被りは８m程度であった。

周辺地盤は，軟弱な泥炭質粘土とロームの互層が厚く分布している。

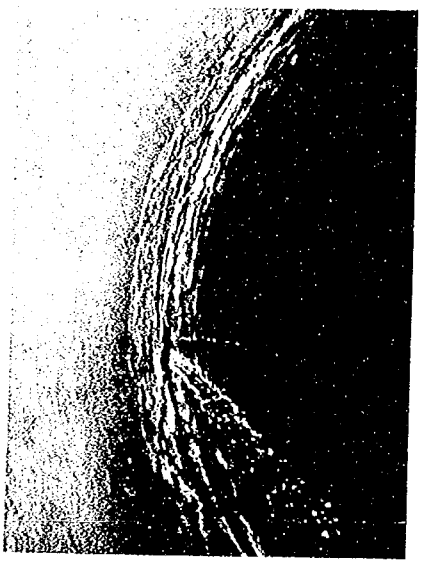
b）被災調査及び被害の概要

地震発生後，ポンプ場流入口付近で急激に水位が上昇したため，流入管きょに何等かの異常があることが推察された。本幹線は未供用であったので，水中ポンプにより管内の排水を行い，管内の目視調査を実施したところ，写真－5・68，写真－5・69に示すように4.9mの区間において管体亀裂，72箇所の目地部でずれが認められるとともに，3箇所のマンホールにおいて斜・直壁ブロックの目地のずれが認められた。特にマンホール直壁は，壁立上り部から一段目あるいは二段目のブロックには亀裂等の被害が発生している。

c）本復旧

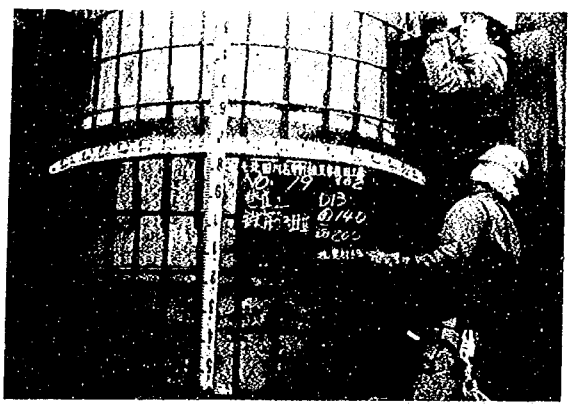
本幹線は軟弱地盤中に埋設された下水道管路施設であり，被害も大きかったため，復旧は震災の再発を防止するために，既設構造物の弱点を補強する方針で実施された。

被害を受けたマンホールは，薬液注入，掘削の後，写真－5・70，写真－5・71に示すように斜・直壁ブロックをすえ直しながら，鉄筋コンクリート巻立てを



写真－5・68　目地の被害
（七北田川右岸幹線その2）

写真－5・69　マンホール直壁の被害
（七北田川右岸幹線その2）



写真－5・70　マンホール巻立て鉄筋組立ての状況
（七北田川右岸幹線その2）

写真－5・71　マンホール鉄筋コンクリート巻立て完了
（七北田川右岸幹線その2）

行うことにより補強された。

参考文献

1) 西田哲夫，管野敏夫，竹川真一郎：'78宮城県沖地震下水道施設被害報告，下水道協会誌，Vol. 16, №180, 1979.5
2) 西田哲夫，管野敏夫，竹川真一郎：'78宮城県沖地震下水道施設被害報告，下水道協会誌，Vol. 16, №181, 1979.6
3) 八戸市，仙台市，新潟市：下水道施設この無残/震度5の被害記録，月刊下水道，Vol. 1, №2, 1978.10
4) 栗林宗人，安藤茂：宮城県沖地震による下水道施設の被害，土木技術資料，Vol. 20, №11, 1978.11
5) 建設省土木研究所：昭和58年日本海中部地震による下水道管路施設の被害調査一(その1) 被害の特徴一，土木研究所資料，第2244号，昭和60年3月
6) 建設省土木研究所：昭和58年日本海中部地震による下水道施設の被害調査一(その2) 被害状況写真集一，土木研究所資料，第2237号，昭和60年3月
7) 亀田泰武，小田内富雄：日本海中部地震による下水道施設災害について，下水道協会誌，Vol. 21, №242, 昭和59年11月
8) 建設省土木研究所：1983年日本海中部地震災害調査報告，土木研究所報告，第165号，昭和60年3月
9) 国土開発技術研究センター震災復旧技術研究開発土木委員会：昭和58年度建設省土木研究所委託震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和59年3月
10) 国土開発技術研究センター震災復旧技術研究開発土木委員会：昭和59年度建設省土木研究所委託震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和60年3月
11) 国土開発技術研究センター震災復旧技術研究開発土木委員会：昭和60年度建設省土木研究所委託震災構造物の復旧技術の開発に関する報告書，昭和61年3月