ISSN 0386－586X

土木研究所彙報

TECHNICAL NOTE OF PUBLIC WORKS RESEARCH INSTITUTE

第58号

Vol. 58

基幹施設の災害情報システム・ガイドライン（案）

GUIDELINES FOR DISASTER INFORMATION SYSTEMS FOR IMPORTANT INFRA－STRUCTURES

平成4年3月

March 1992

建設省土木研究所

Published by

Public Works Research Institute, Ministry of Construction

Copyright © (1992) 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，土木研究所長の文書による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58号1992年3月

Technical Note of PWRI
Vol. 58 March 1992

基幹施設の災害情報システム・ガイドライン（案）

GIDELINES FOR DISASTER INFORMATION SYSTEMS FOR IMPORTANT INFRA-STRUCTURES

要 旨：

本報告は，建設省総合技術開発プロジェクト「災害情報システムの開発(昭和62～平成3年度)」の最終成果である「災害情報システム・ガイドライン（案），平成4年3月」の中から，建設省所管施設の災害復旧の支援を目指した災害情報システムに係わる部分を「基幹施設の災害情報システム・ガイドライン（案)」として抜粋したものである。

大規模な自然災害が発生した場合には，被害の拡大防止対策，二次災害の防止対策及び被災した施設の復旧を適切に実施することが，社会不安の増大を防止し，都市機能の損傷を最小限に食い止める上で極めて重要である。このためには，災害発生後において，施設の被災・復旧に関する情報を迅速に収集・処理・伝達するとともに，これを施設管理者の円滑な復旧に役立たせることが重要である。本報告は，上記の観点から，地震災害，水害，土砂災害により被災した建設省直轄施設の復旧を支援する災害情報システムを開発し，これをガイドラインの様式にとりまとめたものである。

本報告は，以下に示す2巻より構成されている。

第Ⅰ巻　総論及び提言：災害情報システムの全体像，及び，運用に際しての留意事項を示す。建設省における災害情報システムの設計例，建設本省・地方建設局・工事事務所における情報機器の配置例，及び，災害情報システムの構築に要する概略の費用についても記述している。

第Ⅱ巻　基幹施設の災害情報システム：地震災害・水害・土砂災害に対して，それぞれ必要とされる災害情報システムを示したものであり，以下に示す5編から構成されている。

第1編　共通編：地震災害・水害・土砂災害に共通して必要とされる情報と，平常時及び災害発生時における情報の取扱いの基本的な考え方について示す。また，電子野帳及び電子スチルカメラを用いてリアルタイムで情報を収集できる地上検知システムについても記述している。

第2編　震災復旧編：地震災害に対する災害情報システムについて示す。ヘリコプターやビデオカメラを用いた上空からの情報収集方法，及び，道路網の復旧過程の予測手法について記述している。

第3編　地震時の地表変状編：地震に伴う地表変状の予測手法，地表変状に起因する地中構造物及び道路施設の被害の予測手法について示す。地表変状に係わる情報を処理・表示するためのプレパイロットシステムについても記述している。

第4編　水害復旧編：水害に対する災害情報システムについて示す。水害情報の収

集・処理方法，及び，水害に伴う浸水の拡大予測手法について記述している。
第5編　土砂災害復旧編：土砂災害に対する災害情報システムについて示す。土砂災害情報の収集・処理方法，及び，復旧工法の選定手法について記述している。
キーワード：災害情報，情報システム，震災，水害，土砂災害，防災対策

Synopsis：

The present report describes "Guidelines for Disaster Information System for Infra-structures". This is a part of the "Guidelines for Disaster Information Systems" which was complied in March 1992 as the final accomplishments of a comprehensive five year research project entitled "Development of Disaster Information Systems". This Research Project was conducted by the Public Works Research Institute, Building Research Institute and Geographical Survey Institute, Ministry of Construction, from 1987 to 1991 fiscal year.

When a destructive disaster occurs, for mitigating anxiety of public and functional damage of urban area, it is of great importance to prevent a spread of damage, prevent secondary effect associated with structural damage and to promptly repair structures damaged. For facilitating the restoration, it is important to immediately collect, process and transfer accurate damage information.

Systems for collecting, processing and transferring the damage information, which are required for prompt repair and restoration, is described in the report in a form of guidelines.

This report consists of two parts. In "Part I General Remarks and Proposals", an outline of the Disaster Information Systems proposed for the Ministry of Construction is presented. It includes facilities and instruments required for the Head quarters, Regional Construction Bureaus and Regional Construction Offices as well as the possible cost for implementation.

In "Part II Damage Information Systems for Important Infra-structures", the Damage Information Systems are described for an earthquake, flooding and land slide, respectively. They are presented in the following five chapters. In"Chapter 1 Common Part", fundamental policy, requirements and facilities commonly required for the Damage Information Systems for an earthquake, flooding and land slide are presented. A damage information system with use of an Electric Still Camera and a Electric Handy Recorder is proposed. In "Chapter 2 Damage Information Systems for an Earthquake", damage information collection systems with active use of helicopter and video camera are proposed. Restoration evaluation systems of road with use of road network analysis is also proposed. Including these systems, a disaster prevention systems for an earthquake is presented. In "Chapter 3 Damge Information Systems for Ground Failure during an Earthquake", estimation method of ground movement due to soil liquefaction, and damage inspection method of embedded underground structures are presented. A pre-pilot system for processing the ground failure data is also described. In "Chapter 4 Damage Information Systems for Flooding", a system for collecting and processing damage information due to flooding is proposed. A real-time estimation method of the area affected by a flooding is also presented. In "Chapter

5 Damage Infomation Systems for Land Slide", a system for collecting and processing damage infomation associated with a large scale land slide is proposed. A method foe selecting the most appropriate repair method is also presented.

Key Words : Disaster, Information, Earthquake, Flood, Land Slide

はしがき

都市域への人口・資産の集中が進むのに伴い，地震・水害・土砂災害など大規模な自然災害に対する防災対策の重要性が高まっている。特に，都市域における生産活動や社会活動を支える基幹施設については，施設そのものの防災対策はもとより，万一被災した場合の復旧に関わる十分な検討が求められている。

大規模な自然災害が発生した場合には，被害の拡大防止対策，二次災害の防止対策，及び被災した施設の復旧を適切に実施することが，社会不安の増大を防止し，都市機能の損傷を最小限に食い止める上で極めて重要である。このためには，災害発生後において，施設の被災・復旧に関する情報を迅速に収集し，処理・伝達するとともに，施設管理者の円滑な災害復旧に役立たせることが重要である。

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62年から5か年計画で「災害情報システムの開発」をとりあげ，近年進歩の著しいニューメディアやリモートセンシング等の先端技術を積極的に取り入れた災害情報システムの研究開発を行った。

このたび，5か年にわたるプロジェクトが終了し，最終成果は「災害情報システム・ガイドライン（案）」としてとりまとめられた。本報告は，「災害情報システム・ガイドライン（案）」のうち，土木研究所が担当した基幹施設に対する災害情報システムを中心として，「基幹施設の災害情報システム・ガイドライン（案）」として抜粋したものである。本ガイドライン（案）が広く活用され，基幹施設の防災対策に寄与できれば幸いである。

終わりに，本研究の実施にあたり，熱心に御指導，御協力を頂いた，㈱国土開発技術研究センターに設置された災害情報システムの開発委員会梅村魁委員長，復旧計画作成支援システムの開発委員会久保慶三郎委員長をはじめ，分科会長，委員，幹事，委託先の担当者ならびに本省の関連各位の方々に厚く御礼申し上げる次第である。

平成4年3月

建設省土木研究所　所　長　岩崎　敏男

序　文

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62年に研究に着手し，平成3年度に終了した「災害情報システムの開発」の研究成果を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，平成3年度までに「新耐震設計法の開発」から「災害情報システムの開発」まで23課題が終了し，これらの開発成果は，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・水害・土砂災害など自然災害の軽減を図るためには，施設の耐災性を改善することはもとより，万一，災害が発生した場合の復旧を迅速に行うことが重要である。このためには，平常時から必要な情報を整理・蓄積しておくとともに，災害発生後に情報収集を迅速に行い，復旧に必要な情報を的確に処理・伝達することが重要である。このような状況の下に総合技術開発プロジェクトの一つとして「災害情報システムの開発」が昭和62年から5か年計画でとりあげられ，災害情報収集技術，リモートセンシングデータの高度処理技術，マッピングデータベースの利用技術，都市防災総合情報システム，及び，復及計画作成支援システムに関する研究成果が「災害情報システム・ガイドライン(案)」としてとりまとめられたものである。本成果が防災対策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，(財)国土開発技術研究センターに設置された災害情報システムの開発全体委員会(委員長　梅村　魁　東京大学名誉教授)とその下の基本技術委員会(委員長　中村　英夫　東京大学教授)，都市防災総合情報システム委員会(委員長　梶　秀樹　筑波大学教授)，復旧計画作成支援システムの開発委員会(委員長　久保慶三郎　東京大学名誉教授)の御指導と御協力によって，土木研究所，建築研究所，国土地理院を中心に行われたものである。ここに，関係各位に深く感謝の意を表わすものである。

平成4年3月

建設省大臣官房
技術審議官　豊田　高司

まえがき

「災害情報システム・ガイドライン(案)」は，昭和62年度から平成3年度の5か年にわたって検討した建設省総合技術開発プロジェクト「災害情報システムの開発」の研究開発成果をとりまとめたものである。

本プロジェクトの実施にあたっては，㈶国土開発技術研究センターに「災害情報システムの開発全体委員会」を組織し，その下に3つの委員会，9つの分科会を設置し，その指導のもと，建設省土木研究所，建設省建築研究所及び建設省国土地理院において研究開発を進めた。研究開発成果としては，以下の3項目に大別できる。

①災害情報システムの基本的な技術である災害情報の収集等の高度化に関する研究

②建設省において整備し，所管施設の迅速な復旧の支援システムに関する研究

③地方公共団体において整備し，地震後の市街地火災等の都市災害対策の支援システムに関する研究

本ガイドライン(案)においては，研究開発した技術についてその内容を記述し，導入にあたっての留意点，配慮すべき事項などを提言としてとりまとめた。

本ガイドライン(案)を利用するにあたっては，まず「第Ⅰ巻　総論及び提言」で全体のイメージをおおまかにとらえ，詳細については，検討するシステムについて，第Ⅱ巻~第Ⅳ巻の内容を参照されたい。

第Ⅰ巻においては，研究開発の概要及びその成果を概括的にとりまとめた。ここでは，開発した技術・システムを建設省内の各機関にどのように導入すればよいか理解しやすく示すことに意を用いた。また，地方公共団体に導入する都市災害総合情報システムについては，対象が多岐にわたるため，導入に際して一般的に留意すべき事項についてとりまとめた。

本プロジェクトは，その名の示す通り災害情報に関するものであるが，本ガイドライン(案)は一般の情報システムを整備する際にも参考になると考えられる。

なお，情報システムに関するハード，ソフトの技術は日進月歩の勢いで開発されているので，本ガイドライン(案)に示したシステムについては，技術の進歩に合わせて見直す必要がある。

本ガイドライン(案)が広く活用され，災害の防除に資することを願う次第である。

最後に，本プロジェクトに実施にあたり，熱心なご指導，ご協力をいただいた委員，幹事等関係各位に厚くお礼申し上げる次第である。

平成4年3月

災害情報システムの開発委員会

委員長　梅村　　魁

目　次

第Ⅰ巻　総論及び提言……1
第１章　災害情報システムの構築に向けて（提言）……3
第２章　研究開発の目的と経緯……14
２．１　研究開発の目的……14
２．２　研究開発の方針……14
２．３　研究体制と研究経緯……14
第３章　災害情報システム開発の必要性と基本的な考え方……24
３．１　災害情報システム開発の必要性……24
３．２　本ガイドラインにおける災害情報システム……25
３．３　対象とする災害とシステムを整備する機関……25
第４章　研究開発成果の概要……27
４．１　研究開発成果の概要……27
第５章　建設省における災害情報システム（復旧計画作成支援システム）の導入への提言……58
５．１　建設省における災害情報の流れ……58
５．２　災害情報システムの全体構成……58
５．３　災害情報システムの概略設計……58
５．４　機器配置と概略費用……76
５．５　システムの運用に関する配慮事項……80
第６章　地方公共団体における災害情報システム（都市防災総合情報システム）の導入への提言……83
６．１　地方公共団体において必要な災害情報の流れ……83
６．２　システム設計の基本方針……86
６．３　システムの機能……88
６．４　整備の優先順位……94
６．５　システムの運用に関する配慮事項……95
第７章　今後の課題……98

第Ⅱ巻　基幹施設の災害情報システム……99
第１編　共通編……101
第１章　総則……101
１．１　適用範囲……101
１．２　用語の定義……101
第２章　災害時に必要な情報……105
２．１　直轄組織の役割と業務内容……105
２．１．１　直轄組織の役割と業務区分……105
２．１．２　警戒時の業務……105
２．１．３　災害発生直後の業務……106
２．１．４　災害発生後数日の業務……106
２．１．５　災害復旧時の業務……107
２．２　災害時に必要とされる情報……107
２．２．１　組織の役割に応じて災害時に必要とされる情報……107
２．２．２　警戒時に必要とされる情報……108
２．２．３　災害発生直後に必要とされる情報……109

2．2．4　災害発生後数日に必要とされる情報 ……110
2．2．5　災害復旧時に必要とされる情報 ……110
2．2．6　災害復旧情報支援システムで必要とされる情報の性格 ……111
第3章　平常時における災害情報の整備 ……113
3．1　平常時の災害関連業務と情報 ……113
3．1．1　平常時の災害関連業務 ……113
3．1．2　平常時に必要とされる災害関連情報 ……113
3．2　平常時における災害情報の整備 ……114
3．2．1　平常時における基本情報の整備 ……114
3．2．2　平常時における状況情報の整備 ……115
3．2．3　平常時における加工情報の整備 ……115
第4章　災害情報地上検知システム ……116
4．1　システムの概要 ……116
4．2　電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置の機能及び仕様 ……119
4．2．1　電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置の機能 ……119
4．2．2　電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置の仕様 ……122
4．3　システムの適用性と情報の活用 ……124
4．3．1　システムの構築 ……124
4．3．2　処理装置の機能 ……125
4．3．3　情報の活用 ……129
4．3．4　情報の活用 ……136
4．4　整備方法 ……137
第5章　災害復旧情報支援システム ……148
5．1　システムの機能 ……148
5．1．1　システムの目的 ……148
5．1．2　システムの機能 ……155
5．1．3　収集機能 ……156
5．1．4　震災に関する処理機能 ……157
5．1．5　水害に関する処理機能 ……158
5．1．6　土砂災害に関する処理機能 ……158
5．1．7　表示機能 ……159
5．1．8　伝達機能 ……163
5．2　システムの構成 ……165
5．2．1　設計方針 ……165
5．2．2　システムのネットワーク化 ……168
5．2．3　システムの機器構成 ……171
5．3　整備計画 ……176
第6章　システムの平常時における活用 ……183
第7章　システム導入にあたっての体制整備 ……184

第2編　震災復旧編 ……185
第1章　震災・復旧情報収集システム ……185
1．1　震災復旧の流れと必要な情報 ……185
1．1．1　震災復旧の流れ ……185
1．1．2　情報収集の基本方針 ……186

1．1．3　震災復旧の第１段階に必要とされる情報 ……187
1．1．4　震災復旧の第２段階に必要とされる情報 ……189
1．1．5　震災復旧の第３段階に必要とされる情報 ……192
1．2　地上からの震災・復旧情報収集システム ……192
1．2．1　一般 ……192
1．2．2　緊急調査で収集すべき情報 ……194
1．2．3　応急調査で収集すべき情報 ……196
1．2．4　本復旧のための調査で収集すべき情報 ……199
1．2．5　地上からの情報収集方法 ……201
1．2．6　地上からの情報収集に用いる機材 ……205
1．2．7　一般住民からの情報収集 ……206
1．3　上空からの震災・復旧情報収集システム ……206
1．3．1　一般 ……206
1．3．2　ヘリコプターの運航体制 ……211
1．3．3　ヘリコプターの飛行方法 ……212
1．3．4　地上本部及び地上調査班と連携した上空からの震災情報収集体制 ……216
1．3．5　上空から収集すべき情報 ……219
1．3．6　上空からの情報収集に用いる機材 ……224
1．3．7　可視ビデオカメラを用いた被災状況の撮影方法 ……226
1．3．8　熱赤外線ビデオカメラを用いた被災状況の撮影方法 ……233
1．3．9　斜め写真及びビデオ映像を用いた震災状況の簡易測量法 ……241
1．3．9．1　一般 ……241
1．3．9．2　PSEP法の基本 ……241
1．3．9．3　PSEP法による解析の流れ ……243
1．3．10　航空機の利用 ……246
第２章　震災・復旧情報伝達システム ……247
2．1　震災・復旧情報伝達システムが備えるべき要件 ……247
2．2　震災・復旧情報伝達システムの構成 ……248
2．3　ヘリコプターからの情報伝達 ……259
2．4　地上調査班からの情報伝達 ……261
2．5　各部署間における情報伝達 ……263
2．6　関係防災機関との情報伝達 ……265
2．7　広報活動 ……267
2．8　非常用電源の整備 ……270
第３章　震災・復旧情報分析システム ……275
3．1　一般 ……275
3．2　震災・復旧情報分析システム ……276
3．2．1　一般 ……276
3．2．2　入力サブシステム ……277
3．2．3　地図情報サブシステム ……281
3．2．4　基本情報サブシステム ……281
3．2．5　地震・気象情報サブシステム ……282
3．2．6　被害情報サブシステム ……282
3．2．7　復旧資機材サブシステム ……283
3．2．8　措置情報サブシステム ……283

3．2．9　復旧情報サブシステム ……284
3．2．10　復旧過程予測サブシステム ……285
3．2．11　広報サブシステム ……286
3．3　復旧過程予測サブシステムを用いた復旧過程の解析 ……286
3．3．1　復旧過程解析の基本的な考え方 ……286
3．3．2　震後における道路施設の復旧過程の予測方法 ……288
3．3．3　復旧過程の解析に必要な道路網モデルの情報 ……294
3．3．4　復旧過程予測サブシステムの利用方法 ……296
3．3．5　震前における復旧過程予測サブシステムの利用 ……296

第3編　地震時の地表変状編 ……299
第1章　地表変状の予測 ……299
1．1　地表変状情報 ……299
1．1．1　地表変状情報とは ……299
1．1．2　地震動と地表変状，構造物被害の関係 ……300
1．1．3　地表変状情報の震災復旧への活用 ……300
1．1．4　地震動・地表変状情報の収集に当たっての事前準備 ……301
1．2　地表変状の予測 ……302
1．2．1　地表変状の発生しやすい箇所の把握 ……302
1．2．2　事前に整備すべき情報 ……302
1．2．3　地震直後に必要な情報と収集方法 ……303
1．2．4　地表変状の調査上の留意点 ……304
1．2．5　地震動強さに関する情報の収集 ……304
1．2．6　地震動の観測と利用 ……306
1．2．7　余震に関する情報の収集・利用 ……308
1．2．8　液状化の予測方法 ……310
1．2．9　液状化の予測に必要な情報 ……314
1．2．10　液状化の予測への既存資料の活用 ……314
1．2．11　地盤流動の予測方法 ……317
第2章　地中構造物の被害予測 ……323
2．1　地中構造物の被害の特徴 ……323
2．2　地中構造物の被害発生要因 ……323
2．2．1　地中構造物の被害発生原因 ……323
2．2．2　地震動による地盤ひずみに起因する被害 ……323
2．2．3　地盤の液状化に起因する被害 ……328
2．2．4　地盤流動に起因する被害 ……330
2．3　地中構造物の被害予測方法 ……331
2．3．1　地中構造物の被害発生原因 ……331
2．3．2　地中構造物の被害発生地点の地形的特徴 ……331
2．3．3　地中構造物の被害に与える構造諸元の影響 ……333
2．3．4　地中構造物の被害と地盤の液状化 ……336
2．3．5　地中構造物の被害と地盤ひずみ ……337
2．3．6　地中構造物の被害予測方法 ……337
2．3．7　被害予測におけるインデックス施設 ……339
第3章　道路施設等の被害予測 ……341

3．1　道路施設の被害と地震動の関係 ……341
3．2　地震動情報の活用 ……341
3．2．1　地震動情報の活用 ……341
3．2．2　強震計の配置 ……342
3．2．3　強震観測のネットワーク化 ……344
3．3　地震動による施設被害の予測 ……348
第4章　地表変状情報処理システム ……350
4．1　地表変状情報処理システムの必要性 ……350
4．2　地表変状情報の処理プロセス ……351
4．3　既往の復旧情報処理支援システム ……352
4．4　地表変状情報処理システムに必要な機能 ……354
4．4．1　地震動情報の処理・表示機能 ……357
4．4．2　液状化発生の予測処理・表示機能 ……358
4．4．3　地盤流動の予測処理・表示機能 ……360
4．4．4　地中構造物の被害発生予測処理・表示機能 ……362
4．4．5　実測情報の入力，処理・表示機能 ……363
4．4．6　履歴情報の入力，処理，利用機能 ……365
4．5　地表変状情報処理システムの運用に必要なデータベース ……365
4．6　地表変状情報処理システムのパイロットシステム ……366
4．6．1　パイロットシステム開発の目的 ……366
4．6．2　パイロットシステムの処理，表示機能 ……367
4．7　システム構築上の留意事項 ……385

第4編　水害復旧編 ……387
第1章　水害情報の収集 ……387
1．1　概説 ……387
1．1．1　水防災対策の流れ ……387
1．1．2　情報収集の基本方針 ……387
1．1．3　平常時の情報収集 ……390
1．1．4　水害発生時の情報収集 ……390
1．1．5　水害発生後の情報収集 ……392
1．2　水防災データベース ……393
1．2．1　水防災データベースの位置づけ ……393
1．2．2　水防災データベースの項目，内容 ……393
1．2．3　データの属性および整理様式 ……395
1．2．4　データベース情報の収集・加工・整理手法 ……400
1．2．4．1　河川管理施設等の情報の収集・加工・整理手法 ……400
1．2．4．2　流域内地形情報の収集・加工・整理 ……401
1．2．4．3　流域内社会情報の収集・加工・整理手法 ……403
1．2．4．4　既往水害情報の収集・加工・整理手法 ……411
1．2．4．5　水防・復旧工事関連情報の収集・加工・整理 ……411
1．2．4．6　避難誘導関連情報の収集・加工・整理 ……411
1．2．4．7　浸水拡大予測情報の収集・加工・整理 ……412
1．2．4．8　表示用データの収集・加工・整理 ……412
1．2．5　データ整備の優先順位 ……412

1．2．6　データベースの管理 ……413
1．2．7　データベースの更新 ……413
1．3　浸水拡大予測システム ……414
1．3．1　大規模水害の潜在的危険性 ……414
1．3．2　浸水拡大予測システムの目的 ……414
1．3．3　浸水拡大予測システムに必要とされる機能 ……415
1．3．4　氾濫モデル ……415
1．3．5　事前計算結果のデータベース化 ……417
1．3．6　リアルタイム計算の可能性 ……418
1．4　空中からの情報収集 ……419
1．4．1　空中から収集すべき情報 ……419
1．4．2　河川管理施設等の被災情報の収集 ……419
1．4．3　浸水情報・道路冠水情報の収集 ……420
1．5　既存体制・システムによる情報の収集 ……421
1．5．1　既存体制・システムで収集すべき情報 ……421
1．5．2　気象・水文情報の収集 ……421
1．5．3　河川巡視情報の収集 ……422
1．5．4　河川管理施設等の被災情報の収集 ……422
1．5．5　浸水情報・道路冠水情報の収集 ……424
1．5．6　本復旧に関する情報の収集 ……424
1．5．7　流域被害に関する情報収集 ……425
第2章　水害情報の分析 ……426
2．1　概説 ……426
2．1．1　水害情報分析の目的 ……426
2．1．2　水害情報分析の内容 ……426
2．1．3　斜め映像の解析手法 ……426
2．2　気象・水文情報の分析 ……430
2．2．1　気象・水文情報の分析内容 ……430
2．2．2　洪水規模の推定・予測手法 ……430
2．2．3　危険箇所の把握に関する分析手法 ……431
2．3　水防活動に関する分析 ……431
2．3．1　水防活動に関する分析内容 ……431
2．3．2　関係機関の安全性に関する分析手法 ……432
2．3．3　水防活動の実施箇所・実施時期に関する分析手法 ……432
2．3．4　水防工法に関する分析手法 ……433
2．3．5　水防資機材に関する分析手法 ……434
2．4　河川管理施設等の被害に関する分析 ……434
2．4．1　河川管理施設等の被害に関する分析内容 ……434
2．4．2　被災地点の分析手法 ……434
2．4．3　最大破堤幅の分析手法 ……434
2．4．4　最低破堤敷高の分析手法 ……435
2．4．5　破堤流入量の分析手法 ……435
2．5　流域被害に関する分析 ……436
2．5．1　流域被害に関する内容分析 ……436
2．5．2　浸水域に関する分析手法 ……436

2．5．3　道路冠水予測手法 ……437
2．5．4　被災人口推定手法 ……437
2．5．5　浸水戸数推定手法 ……437
2．5．6　流域被害額算定手法 ……437
2．6　避難誘導に関する分析 ……438
2．6．1　避難誘導に関する分析内容 ……438
2．6．2　避難所の安全性に関する分析手法 ……438
2．6．3　救援物資に関する分析手法 ……441
2．7　緊急対策に関する分析 ……441
2．7．1　緊急対策に関する分析内容 ……441
2．7．2　粗締切に必要な資材量の分析 ……441
2．7．3　資機材の調達に関する分析手法 ……442
2．7．4　資機材の搬入に関する分析手法 ……442
第3章　水害情報の表示・伝達 ……444
3．1　水害情報の表示 ……444
3．1．1　一般 ……444
3．1．2　水害情報表示システム ……444
3．1．2．1　水害情報表示システムの位置づけ ……444
3．1．2．2　水害情報表示システムのメニュー構成 ……449
3．1．2．3　データ構造およびデータ容量 ……449
3．2　水害情報の伝達 ……451

第5編　土砂災害復旧編 ……453
第1章　土砂災害復旧計画作成支援システムの概要 ……453
第2章　土砂災害情報の収集・分析手法 ……456
2．1　平常時における情報収集 ……456
2．2　災害の概況把握のための情報収集・分析手法 ……457
2．2．1　災害の概況把握のための情報収集 ……457
2．2．2　災害概況に関する情報の整理と分析手法 ……462
2．2．3　災害拡大危険度評価を行う箇所の選定 ……463
2．3　大規模災害の拡大危険度評価のための情報収集（概略調査）・分析手法 ……463
2．3．1　天然ダムの災害拡大危険度評価のための情報収集 ……463
2．3．2　長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価のための情報収集 ……464
2．3．3　天然ダムの災害拡大危険度評価のための情報分析手法 ……469
2．3．4　長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価のための情報分析手法 ……476
2．4　大規模災害の拡大詳細予測のための情報収集（詳細調査）・分析手法 ……480
2．4．1　天然ダムの災害拡大詳細予測のための情報収集 ……480
2．4．2　長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大詳細予測のための情報収集 ……480
2．4．3　天然ダムの災害拡大詳細予測のための情報分析手法 ……481
2．4．4　長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大詳細予測のための情報分析手法 ……481
2．5　土砂災害情報収集のための手法 ……483
2．5．1　ヘリコプターによる災害情報の収集 ……483
2．5．2　地上調査による災害情報の収集 ……488
2．5．3　地上検知センサーによる災害情報の収集 ……490
2．6　大規模災害の拡大予測区域に関する情報の伝達のための整理手法 ……496

第３章　災害復旧に関する情報の分析手法 ……498
３．１　災害復旧箇所及び災害復旧工法選定のための情報分析手法 ……498
３．１．１　土砂災害復旧箇所の選定手法 ……498
３．１．２　大規模災害の応急復旧工法の選定手法 ……500
３．１．３　大規模災害の本復旧工法の選定手法 ……502
３．２　復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分析手法 ……504
３．２．１　土砂・流木の必要処理量の推定手法 ……505
３．２．２　復旧資機材の必要量の推定手法 ……506
３．２．３　復旧資機材の搬入路の選定手法 ……507
３．２．４　土砂・流木の処分方法・処分場所の選定手法 ……508
第４章　土砂災害情報の伝達 ……509

参考資料 ……511
災害情報システムの開発全体委員会委員名簿 ……513
基本技術委員会委員名簿 ……517
都市防災総合情報システム委員会委員名簿 ……519
復旧計画作成支援システムの開発委員会委員名簿 ……521
情報収集システム分科会委員名簿 ……524
マッピング・データ・ベース分科会委員名簿 ……526
リモート・センシング分科会委員名簿 ……527
都市防災総合情報システム分科会委員名簿 ……528
地表変状情報の処理システムの開発分科会委員名簿 ……529
震災復旧計画作成支援システムの開発分科会委員名簿 ……531
水害復旧計画作成支援システムの開発分科会委員名簿 ……533
土砂災害復旧計画作成支援システムの開発分科会委員名簿 ……535
災害復旧情報支援システムの開発分科会委員名簿 ……537

第Ⅰ巻　総論及び提言

第1章　災害情報システムの構築に向けて（提言）

1．1　災害情報システムの構築に向けて

地震，水害，土砂災害等大規模な自然災害が発生した場合には，被害の拡大防止対策，二次災害防止対策及び被災した施設の復旧等を迅速かつ適切に実施することが，被害の拡大や社会不安の増大を防ぐ上で極めて重要である。

災害時には，いかに早く適切な対応をとるかが最も重要であり，そのためには，平常時から必要な情報を蓄積，整理しておくとともに，いざ災害が発生した場合に情報収集を迅速に行い，必要な情報を的確に処理・伝達することにより，災害応急対策，災害復旧に役立たせることが重要である。

このためには，建設省，地方公共団体及び防災関係機関が従来から実施している情報収集体制の充実を図ることはもちろんであるが，例えば，ヘリコプターを用いた上空からの情報収集・伝達システム，コンピューター等の情報処理機器を用いた高度な情報処理，通信衛星を用いた通信システム等の最近の技術革新の著しい先端技術を，災害情報システムに積極的に活用するための研究開発を行い，その結果を取り入れた最新の災害情報システムを構築することが必要である。

また，大地震等の大規模な自然災害が発生した場合の危機管理については，平時よりその対応を事前に十分検討しておくことが重要である。

さらに，第4次全国総合開発計画においても，都市化，情報化，技術革新等が進展する中で，複雑，多様化していく災害へ的確に対応し，あらゆる側面で国民生活の安全性を確保していくことがますます重要になると述べている。

以上のような背景から，先端技術を取り入れた災害情報システムを構築するための基本的な事項を提言するとともに，建設省における災害情報システムの導入及び都市防災の観点からの地方公共団体における災害情報システムの導入のガイドライン（案）をとりまとめた。

(1) 庁舎の新築，改築時には災害情報システムを導入できるよう災害情報の収集，処理，伝達等に必要な機器，電源等の条件及び必要なスペースについて事前に十分検討し，関係部局と調整の上災害情報システムの実現を図るよう配慮する。

(2) 災害情報システムは，平常時には日常の業務で使用し，データベースのデータの蓄積，更新を行い，災害時には災害情報システムとして機能するよう配慮する。

(3) 災害情報システムは，短期間に全体システムを整備し運用することが望ましい。しかし，整備途上においても，サブシステムが単独でも効果を発揮するとともに，データが全て揃わないと結果が全く得られないといったことがないようなシステムとするよう配慮する。

(4) ヘリコプターによる上空からの情報の収集，処理，伝達を迅速かつ的確に行うために必要な機器の整備を行うとともに，災害時のヘリコプターの運行方法，指揮系統の一元化及びビデオ撮影手法をあらかじめ決めておくよう配慮する。

(5) 災害情報を迅速に収集し，適切な処理・予測を行うため，従来の観測システムの充実に加え，地上検知システム等の導入により，各種データの観測体制の充実に配慮する。

(6) 通信手段は，回線のデジタル化等による高速化，大容量化を推進するとともに，衛星通信を積極的に利用することによる複数ルート化等の信頼性向上策に配慮する。

(7) 地方公共団体において構築する都市防災総合情報システムは，当該地方公共団体の災害に対する危険度，都市規模に応じて当該地方公共団体に最も有効なシステムを構築するよう配慮する。

(8) 災害情報システムの構築にあたっては，人員等の運用体制，システムのメンテナンス等に配慮する。

(9) 災害情報システムの構築においては，既存システムとの機能分担，情報交換等の既存システムとの整合性に配慮する。

(10) 災害情報システムの導入にあたっては，システムの分散化等による情報システムの安全性と情報処理

機器等の機器自体の耐浸水性，耐震性等の安全性，バックアップ電源の確保，停電時のノイズの影響等に配慮する。

(11) 大規模な災害時においては，建設省，地方公共団体及びライフライン系の防災関係機関等との情報の相互連携が重要であるため，各機関の情報様式，体制及びハードの機器等についてあらかじめ打ち合わせておくよう配慮する。

(12) 災害情報システムの整備にあたっては，いざという時に誤操作なく迅速に操作できるよう，訓練，研修等により機器に習熟しておくよう配慮する。

(13) 災害時には情報伝達が混乱する場合があるので，対外的な広報窓口を一元化するよう配慮する。

(14) 災害情報システムは大規模な災害時に対応できるシステムにしなければならない。しかし，想定を上回るような災害が発生する局面も考えられるので，システムが動作しない場合にも最低限の対応がとれるよう配慮する。

(15) 建設省においては，風水害に対応した災害情報システムは各種の機器も整備されてきているが，地震災害については風水害に比べて遅れており，地震の発生が懸念される地域においては，地震災害に対応できるシステムを早急に導入するよう配慮する。

(16) 災害情報システムの導入にあたっては，本ガイドライン（案）を参考にして基本的事項を決定した上でシステムの詳細設計を綿密に行う必要がある。

1．2 本プロジェクトにおける研究開発技術

本プロジェクトにおいて研究開発した技術は，以下の3種に大別できる。

(1) 基本技術に関するもの

(2) 基幹施設に関するもの

(3) 都市防災に関するもの

研究開発の成果は，それぞれ第II巻基本技術編，第III巻基幹施設編，第IV巻都市防災編としてまとめている。

［解 説］

(1) 基本技術に関するもの（基本技術委員会）

ヘリコプターを利用した災害現場の情報収集技術および活用技術，災害現場の巡視に用いる携帯用端末，防災用ディジタルマップの活用など，各種の災害対策に共通して活用可能な情報収集，活用のための基本的な技術の開発。

(2) 基幹施設に関するもの（復旧計画作成支援システムの開発委員会）

建設省の本省，地方建設局，事務所，出張所に導入し，災害復旧等に活用できる技術及びシステムの研究開発。

(3) 都市防災に関するもの（都市防災総合情報システム委員会）

地方公共団体に導入し，災害時の住民の避難誘導等の都市防災対策を支援する技術及びシステムの研究開発。

表-解 1・1　基本技術に関する研究開発技術（基本技術委員会）

1	GPSによるヘリコプター位置の決定
2	映像位置確認システムの開発
3	夜間における撮影技術の開発
4	ビデオ立体視技術の開発
5	ビデオ映像と地形図との重ね合わせ技術
6	ビデオ映像からの計測技術（平面計測）
7	ビデオ映像からの計測技術（三次元計測）
8	空中写真緊急撮影・提供システム
9	地上検知システム
10	熱映像等の高度処理技術の開発・簡易型熱映像解析システム
11	防災用ディジタルマップの開発

表-解 1・2　基幹施設に関する研究開発技術（復旧計画作成支援システムの開発委員会）

12	震災復旧情報収集システム
13	震災復旧情報伝達システム
14	震災復旧情報分析システム
15	地表変状情報の処理システム
16	浸水拡大予測システム
17	水害情報収集システム
18	水防災データベースシステム
19	ヘリコプターからの土砂災害情報収集システム
20	二次災害拡大予測システム
21	土砂災害復旧資機材の調達・搬入システム
22	災害復旧情報支援システム
23	地上検知システム

表-解 1・3　都市防災に関する研究開発技術（都市防災総合情報システム委員会）

24	災害状況検知システム
25	モニターカメラ配置支援システム
26	モニターカメラからの住所同定システム
27	リアルタイム型延焼拡大予測システム
28	最適避難経路探索システム
29	内部情報交換システム
30	避難誘導支援システム

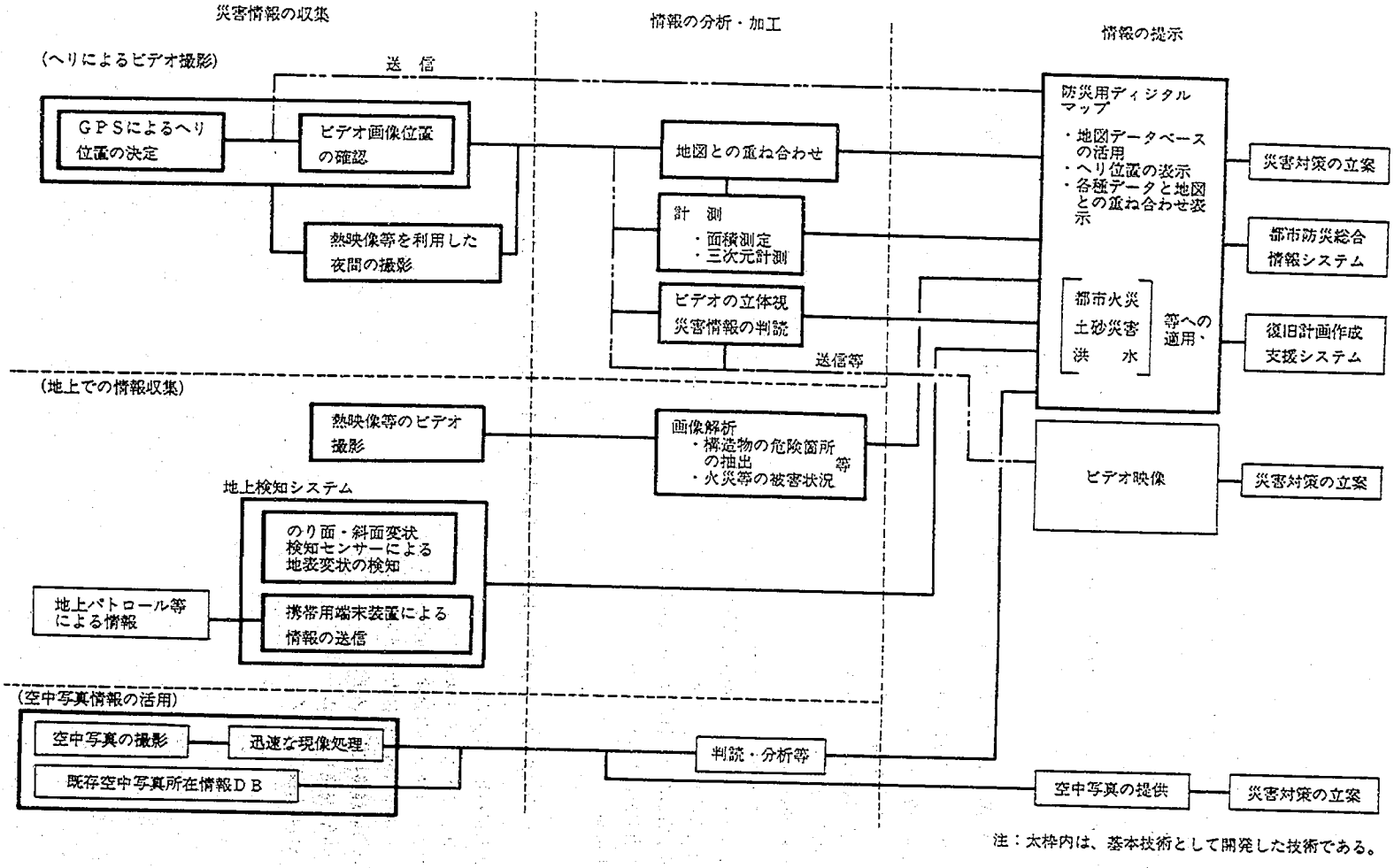


図-解 1-1　災害情報システムにおける基本技術の相互関係

表-解 1-4　災害の各段階と基本技術の適用（風水害及び地震災害の例）

技術項目＼時間軸	平常時	警戒時	災害時 I期(発災時)	II期(発災直後)	III期(1日以内)	IV期(2～3日以内)	V期(2～3日以降)
(ヘリテレビ) ヘリコプタによるテレビ撮影 (夜間撮影を含む。)		危険地域の監視	発災位置情報の提供 ←――― 被災地域の映像の取得及び災害本部等への提供(夜間撮影を含む。) ―――→				
(ビデオ画像の加工・分析) ビデオの立体視、判読及び計測			・風水害 浸水・流水・冠水状況の把握(孤立集落、堤防破壊の有無等)被災地点の確認 ・地震災害 津波の有無、地震火災の有無及び発生点の確認	・風水害 被害の概略状況(交通網、集落、人家等)、流水の様相(有無、方向)、避難場所の状況、破堤・崩壊地点及びその周囲の状況、二次災害の有無(不安定土砂、地割れ、地下水の噴出等)等の把握 洪水範囲、破堤長、洪水面積等及び亀裂長、変異量、崩壊土砂量等の計測 ・地震災害 地盤状況及び斜面崩壊・土石流等の有無　構造物の被害、火災の発生地点の周辺状況・延焼方向等、避難地の状況、二次災害の有無等の把握	・風水害 被害の状況(交通網、孤立集落、人家、農)、破堤地点及びその周辺状況、崩壊土砂、土石流及び地滑りの概略範囲等の把握 ・地震災害 構造物の異常の有無、不等沈下による建物の傾斜や崩壊、二次災害の有無等の把握	・風水害 最大洪水深、被害規模、崩壊土砂、土石流、地滑り等の詳細範囲の把握 崩壊土砂量、移動量等の計測 ・地震災害 構造物の被害状況等の把握、火災による焼失面積、津波の被害面積、沈下量・段差量等の計測
(地上での情報収集) 地上検知システム ・携帯用端末	道路及び河川の巡回	道路及び河川の状況、構造物等についての文字、画像情報の収集・表示	←――― 工事事務所、出張所、現場などからの文字、画像情報の収集、表示 ―――→				
・のり面斜面変状検知センサ			斜面・のり面の変状位置及び量の把握、地滑りの発生位置の把握	←――― 地すべりの移動量の把握 ―――→			
熱映像等の高度処理	路面・のり面の異常把握 堤防、ダム等の構造物の異常把握		のり面・斜面の異常の把握、橋脚、堤防、ダム等の異常把握 洪水状況の把握				平常時との比較による異常の詳細把握
(空中写真の活用) 空中写真の活用	国土地理院及び林野庁の定期撮影、地方自治体等での撮影、過去の災害の空中写真の保管		撮影の必要性把握のための災害状況の把握		災害状況把握のための撮影(比較的小縮尺)		被害状況調査のための撮影(比較的大縮尺)
(地理情報システムの活用) 防災用ディジタルマップ	各種行政業務の基礎データ、基本システムとしての多目的な利用	(対策本部の活動) 警戒体制 (堤防情報) ・土砂災害等の危険箇所図　等	(対策本部の活動) 災害位置の把握、ヘリコプタの運行 (提供情報) ・防災無線等の情報による災害速報図 ・ヘリコプタ運行計画図　等	(対策本部の活動) 災害概況の把握、避難救援計画の作成 (提供情報) ・ヘリコプタ情報等による災害概況図 ・既往データベースからの避難情報図、避難計画図、救援支援情報図 (二次災害危険時) ヘリコプタからの情報等をもとにした災害危険地域シミュレーションマップ、二次災害危険情報図　等	(対策本部の活動) 詳細な被災状況の把握、復旧計画の作成 (提供情報) ・ヘリ画像等の情報による市街状況図 ・復旧情報図　等		

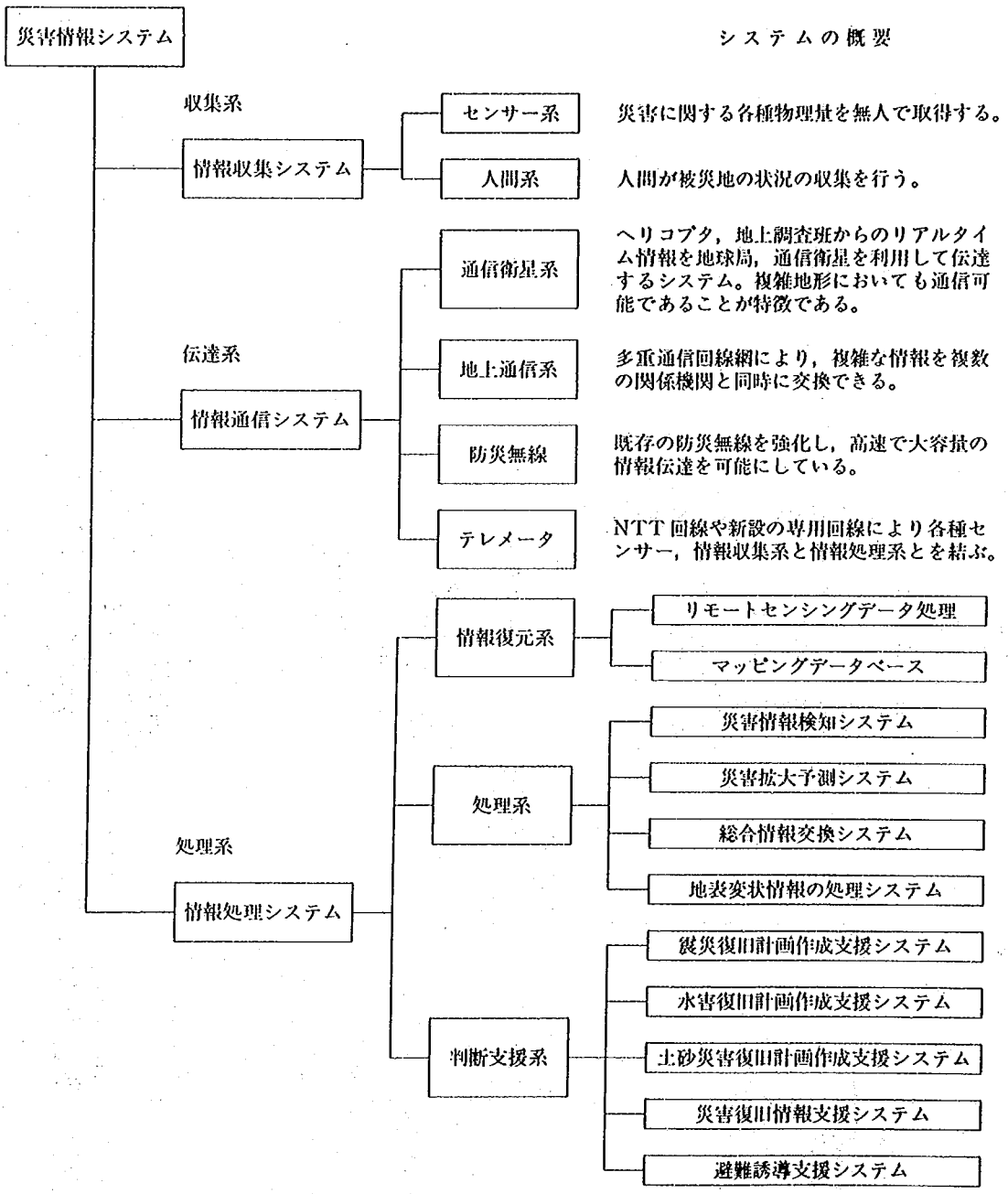


図-解 1・2　災害情報システムの全体構成（その 1）

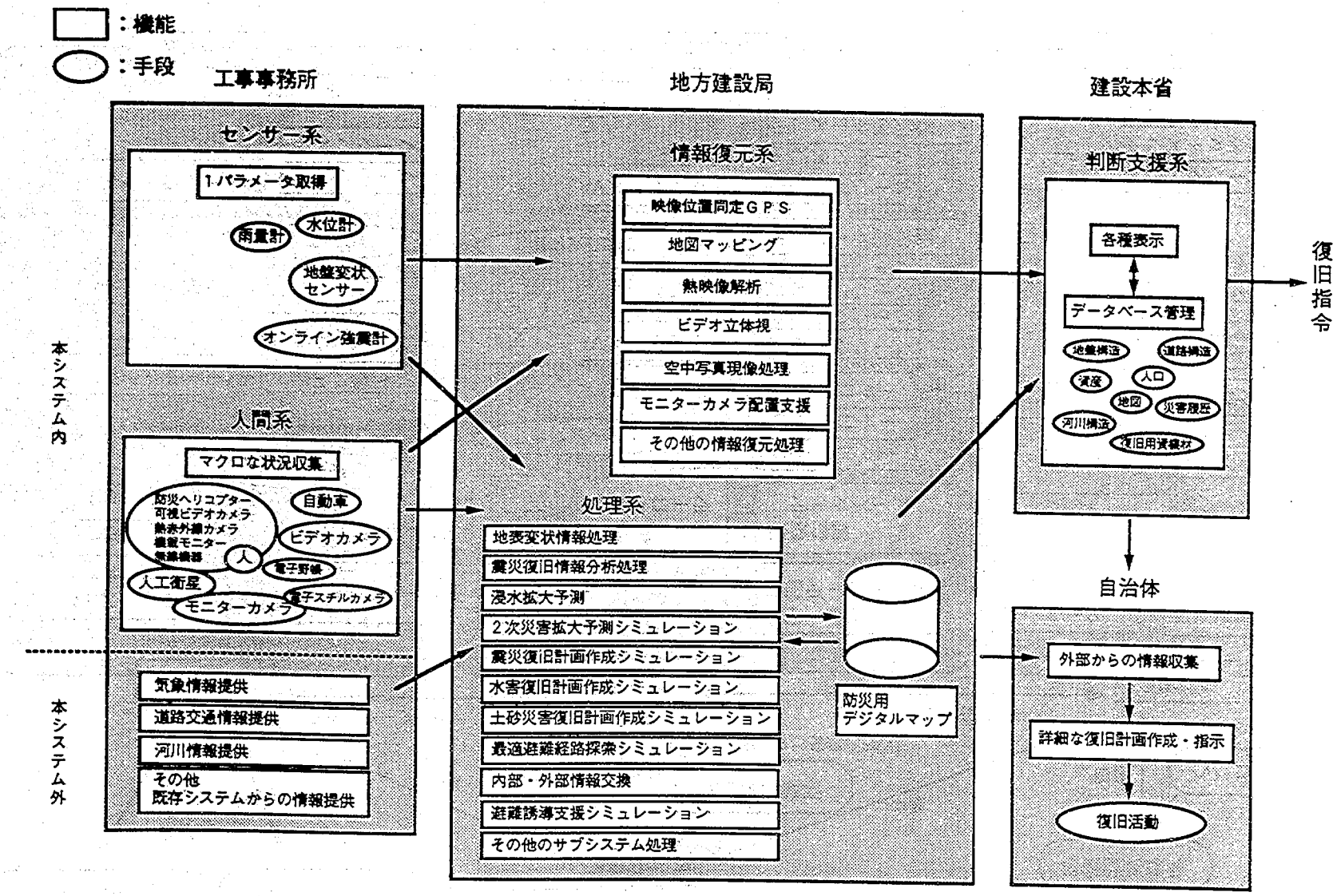


図-解 1-3　災害情報システムの全体構成（その２）

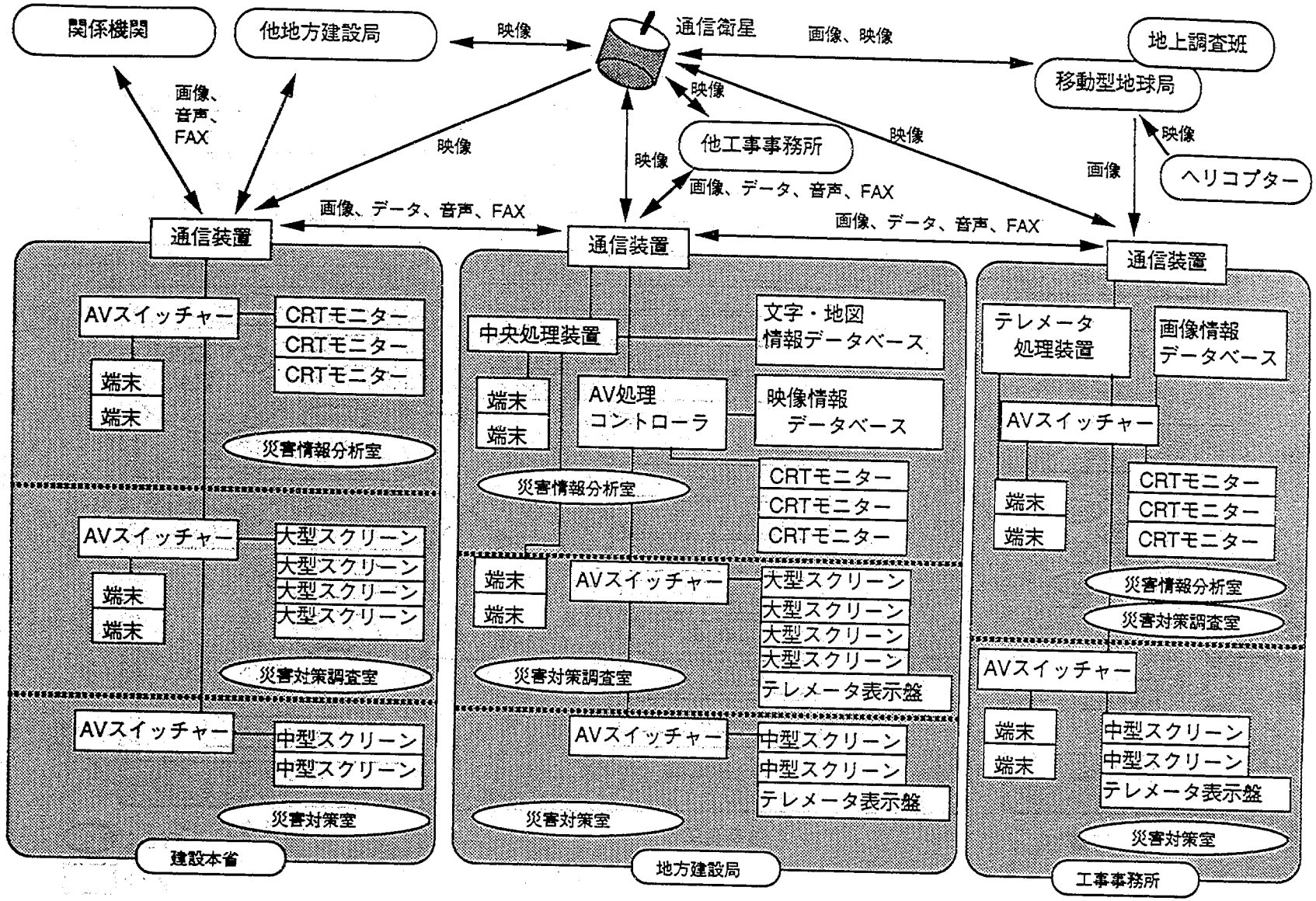


図-解 1-4　災害情報システムの全体構成（その 3）

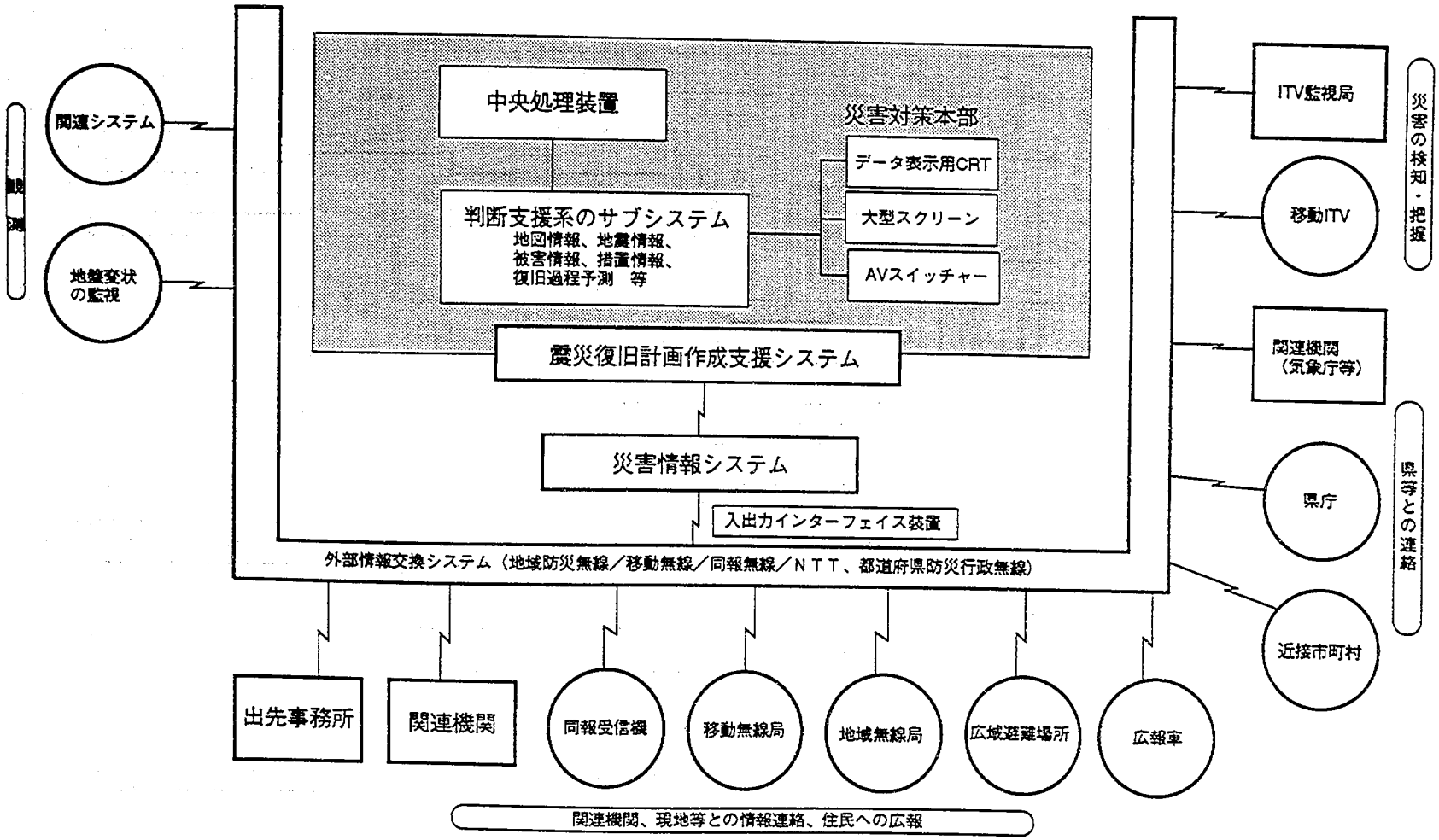


図-解 1-5　震災に対応したシステムの系統図

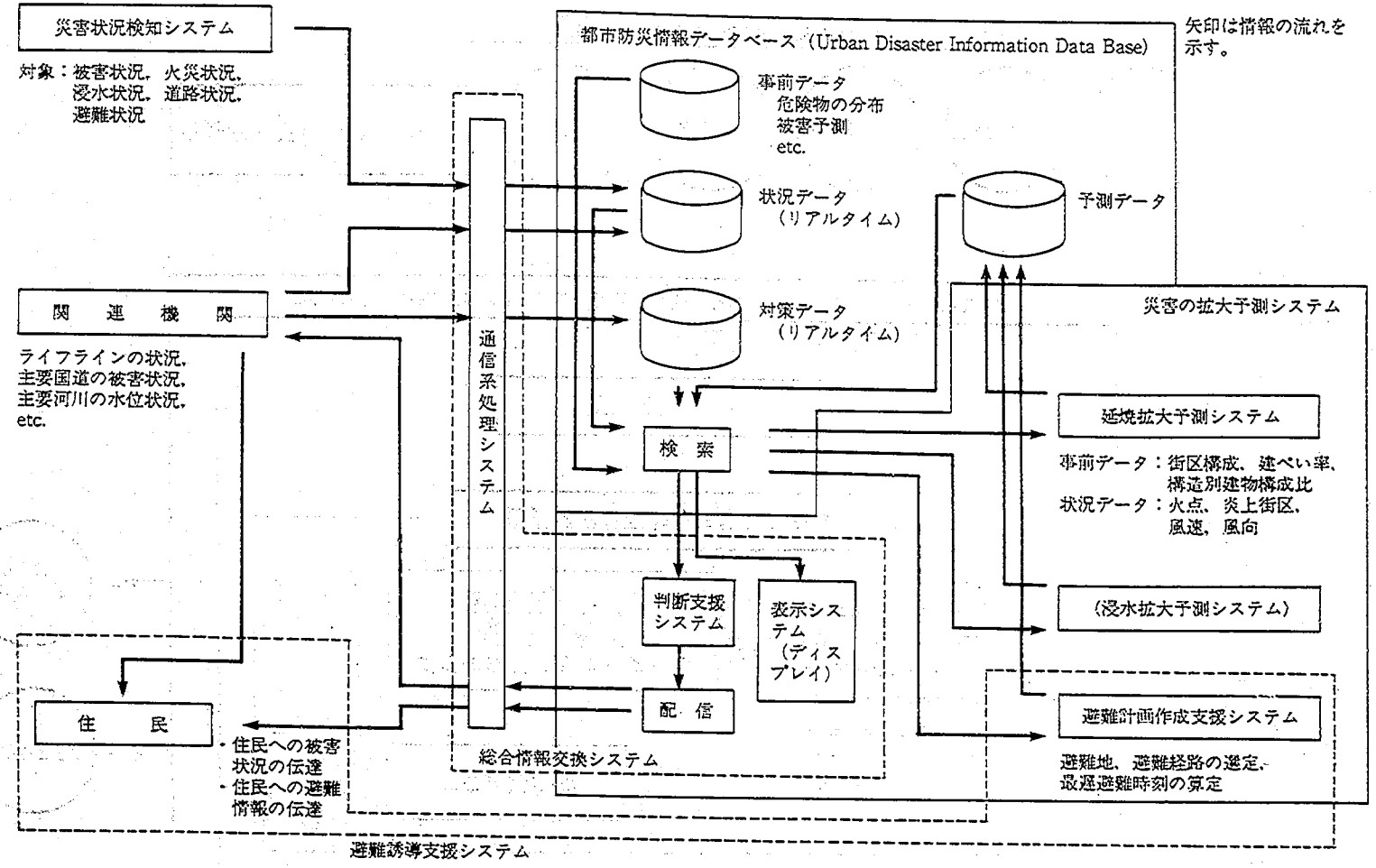


図-解 1-6　都市防災総合情報システム（Complehensive Information System for Urban Disaster Mitigation）の全体基本図

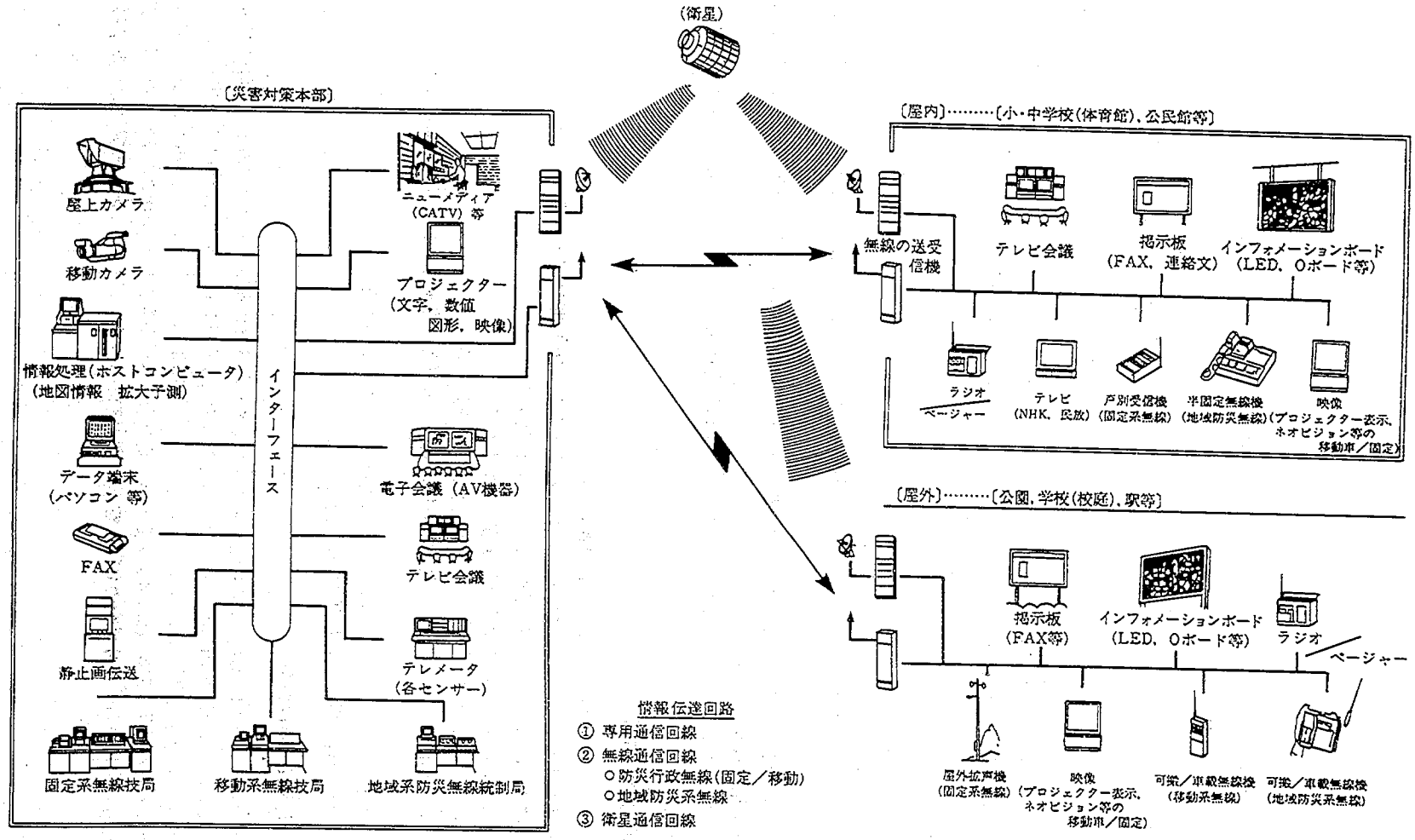


図-解 1-7　都市防災総合情報システム（Complehensive Information System for Urban Disaster Mitigation）の機器構成図

第2章　研究開発の目的と経緯

2．1　研究開発の目的

地震，水害，土砂災害等大規模な災害が発生した場合には，被害の拡大防止対策，二次災害防止対策あるいは被災した施設の復旧対策等を適切に実施することが，被害の拡大や社会不安の増大を防ぐ上で極めて重要である。このためには，災害発生後において災害に関する情報を的確かつ迅速に収集し，処理，伝達するとともに，円滑な復旧に役立たせることが重要である。

また，近年特に進歩の著しいニューメディアやリモートセンシング等の先端技術についても積極的な活用を図る必要がある。

このようなことから，建設省総合技術開発プロジェクト「災害情報システムの開発」において，以下の事項について検討・開発した。(図-解 2・1)

(1) ヘリコプター等を利用した災害発生時の情報収集システムおよびその周辺技術（夜間撮影技術等）
(2) ビデオ映像からの計測技術などリモートセンシングデータの高度処理技術
(3) 防災用マッピングデータベースの利用技術
(4) 都市防災総合情報システム
(5) 復旧計画作成支援システム

これらの技術開発の成果は，以下の体制の確立に資するものである。

(1) バーズアイ情報収集体制：ヘリコプター，航空機などによる空からの情報収集を行い，迅速な状況把握を可能とする。
(2) オンライン災害対策体制：災害毎の状況に基づき，最も適切な対応を時々刻々検討することにより，一体的な災害対策を行う
(3) 防災用マッピングデータベース：マッピングデータに災害情報を付加して，防災用マッピングデータベースを構築する。

2．2　研究開発の方針

災害情報システムの研究開発は次の方針で進めた。

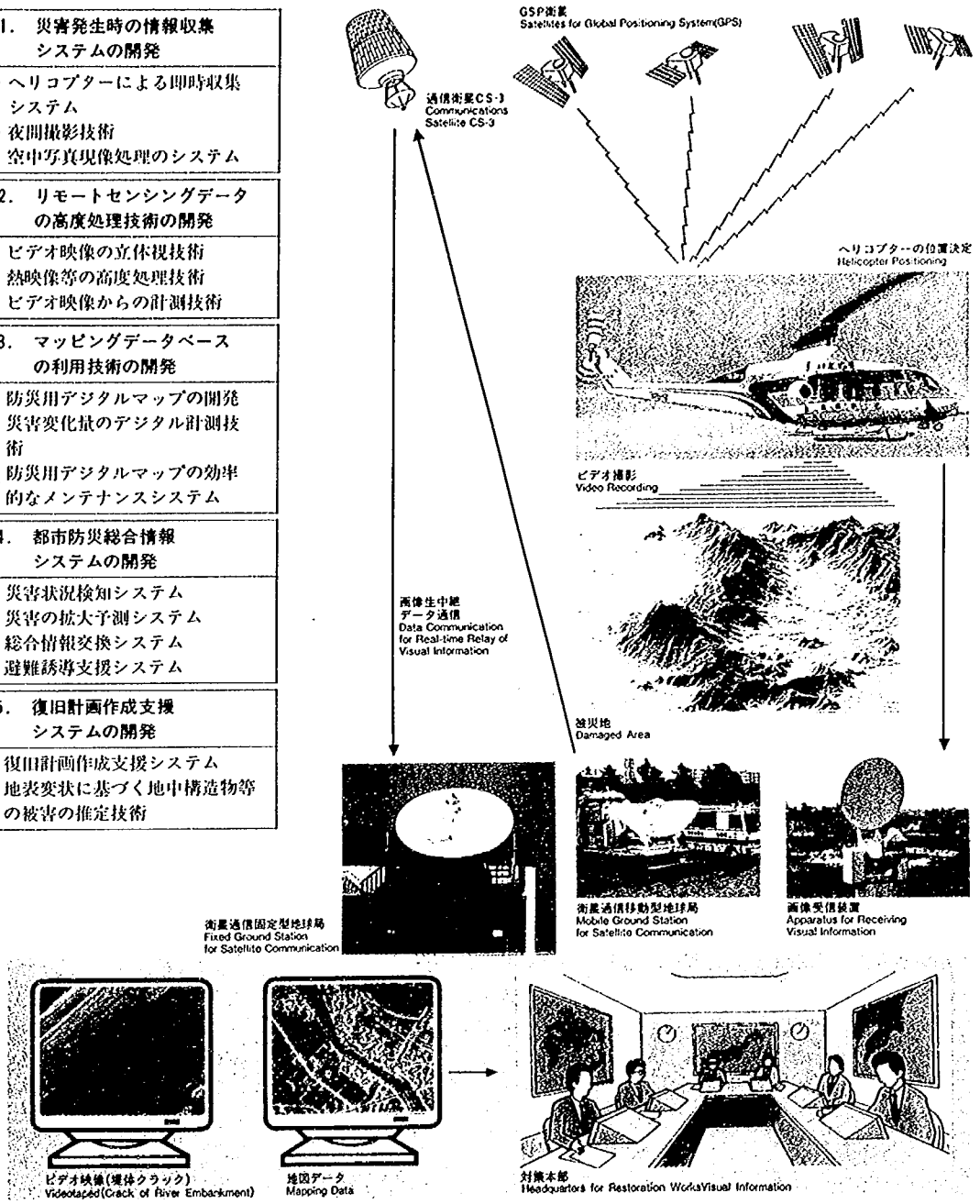
(1) 科学技術の進歩の速度を考慮に入れ，すくなくとも5～10年間は耐えうるシステムを導入し，さらに10～20年先に対して柔軟に対応しうるシステムを構築する。
(2) 基本的に必要な機能が確実に達成しうるシステムを構築する。
(3) 理論，技術，応用の3要素のバランスがとれた研究を進める。
(4) システム計画にあたっては，必要情報，時間，費用，装置等を考慮して優先順位および整備レベルを明確にする。
(5) 既存の体制に拘束されることの少ない革新的なシステムを計画する。
(6) 必要な重点項目を定め，集中的に研究開発を行う。

2．3　研究体制と研究経緯

本研究開発は，建設省大臣官房技術調査室，河川局防災課災害対策調査室の企画調整の下に，昭和62年度から平成3年度にわたって，建設省土木研究所，建設省建築研究所ならびに国土地理院が担当して実施した。

本研究は高度でかつ専門的な知識が必要とされるため，(財)国土開発技術研究センターに図-解 2・2 に示すような「災害情報システムの開発全体委員会」およびその下に委員会，分科会を設け多数の学識経験者の協力を得て進められた。これらの委員会および分科会の名簿は巻末に付属資料として，分科会の年度別研究経緯を表-解 2・1 に示す。

1. 災害発生時の情報収集システムの開発
・ヘリコプターによる即時収集システム ・夜間撮影技術 ・空中写真現像処理のシステム
2. リモートセンシングデータの高度処理技術の開発
・ビデオ映像の立体視技術 ・熱映像等の高度処理技術 ・ビデオ映像からの計測技術
3. マッピングデータベースの利用技術の開発
・防災用デジタルマップの開発 ・災害変化量のデジタル計測技術 ・防災用デジタルマップの効率的なメンテナンスシステム
4. 都市防災総合情報システムの開発
・災害状況検知システム ・災害の拡大予測システム ・総合情報交換システム ・避難誘導支援システム
5. 復旧計画作成支援システムの開発
・復旧計画作成支援システム ・地表変状に基づく地中構造物等の被害の推定技術



技術開発の成果は次のような体制づくりに役立ちます

① バーズアイ情報収集体制

地震などの大災害の場合，これまでの地上からの情報収集だけでは時間がかかる恐れがあります。ヘリコプター・航空機などを使って空からの情報収集を行って，迅速な状況把握に努めます。
（バーズアイ＝Birds Eyeとは鳥の目，ひいては鳥瞰を意味します。）

② オンライン災害対策体制

災害時には，事前の予想とは異なる事態がしばしば起るものです。
災害毎の状況に基いて最も適切な対応を時々刻々検討し，多数ほのぼる関係機関と緊密に連絡をとりあえる体制を確立します。

③ マッピングデータサービス体制

空から収集した情報を加工して，日常時において有益なマッピングデータを広く関係機関や一般に提供できるようになります。

図-解 2・1　災害情報システムの開発

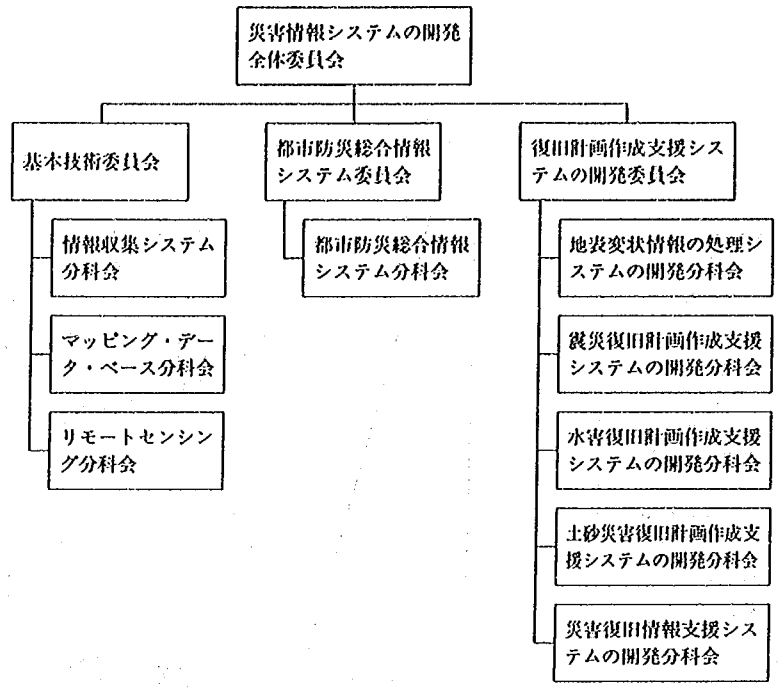

災害情報システムの開発
全体委員会
基本技術委員会
都市防災総合情報
システム委員会
復旧計画作成支援システ
ムの開発委員会
情報収集システム
分科会
マッピング・デー
ク・ベース分科会
リモートセンシン
グ分科会
都市防災総合情報
システム分科会
地表変状情報の処理シ
ステムの開発分科会
震災復旧計画作成支援
システムの開発分科会
水害復旧計画作成支援
システムの開発分科会
土砂災害復旧計画作成支
援システムの開発分科会
災害復旧情報支援シス
テムの開発分科会
担当
国土地理院
建築研究所
土木研究所

図-解 2・2 組織体制

表-解 2-1　年度別研究経緯 (1)

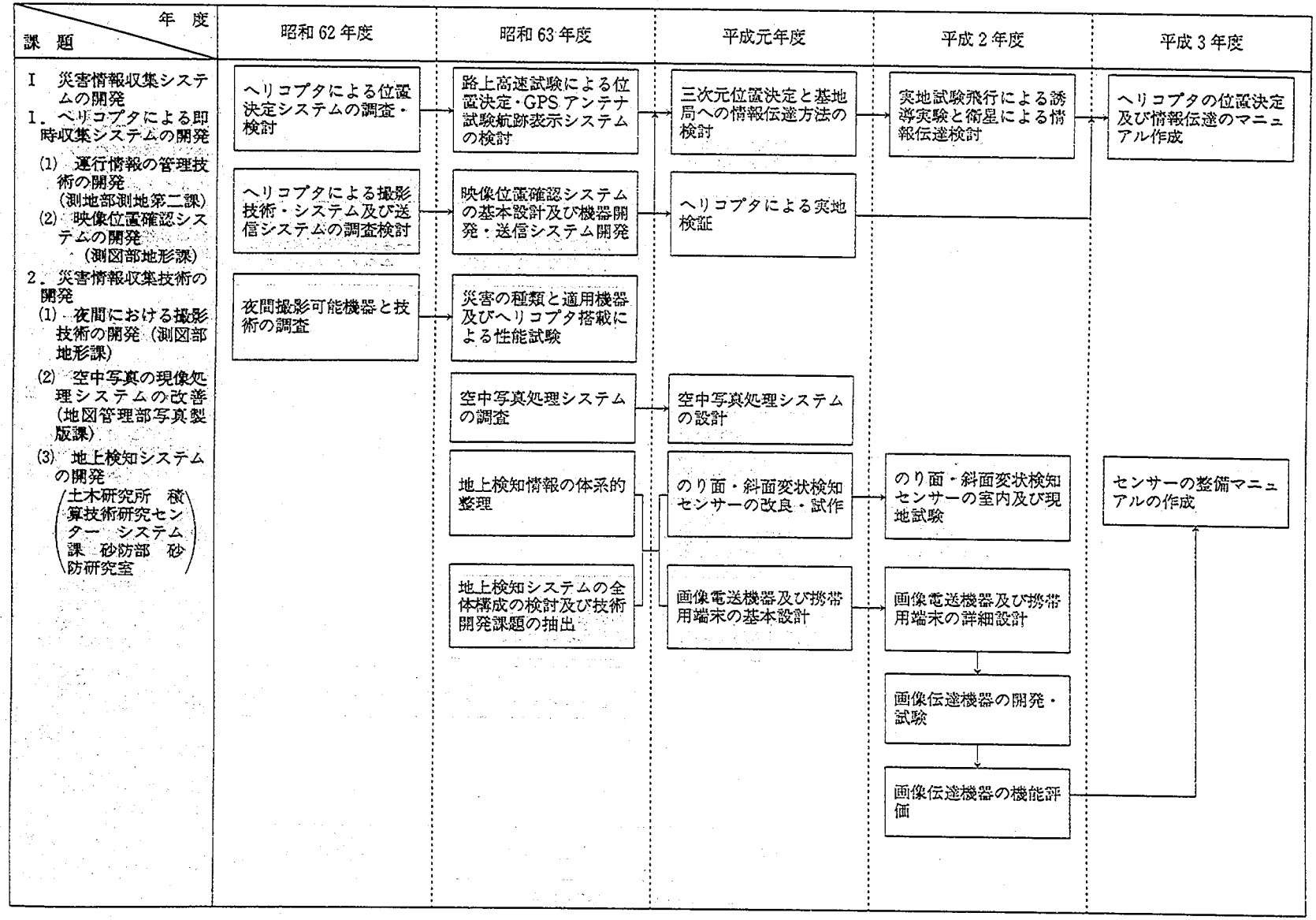


表-解 2-1　年度別研究経緯 (2)

課題＼年度	昭和 62 年度	昭和 63 年度	平成元年度	平成 2 年度	平成 3 年度
Ⅱ リモートセンシングデータの高度処理技術の開発 1．ビデオ映像の高度処理技術の開発 (1) ビデオ映像の立体視技術の開発（地理調査部地理第一課）	判読キーの試作・検討	判読キーのマニュアルの作成			
(2) ビデオ映像と地形図との重ね合わせ技術の開発（測図部国土基本図課）		地上基準点の設定及びビデオ映像の高速幾何補正技術の検討	ビデオ映像と地形図との重ね合わせ表示技術の開発		
(3) ビデオ映像からの計測技術の開発（測図部国土基本図課）			ビデオ映像の写真化の検討・三次元計測手法の検討	三次元計測手法の開発と適用性の検討	ビデオ映像による三次元計測手法の開発
2．熱映像等の高度処理技術の開発（測図部写真測量技術開発室）			熱映像等システムの調査・災害調査への適用性の検討	被害状況把握のための画像強調処理手法の開発	調査運用マニュアル作成
Ⅲ マッピングデータベースの利用技術の開発 1．マッピングデータベースの利用技術の開発 (1) 防災用ディジタルマップの開発（測図部写真測量技術開発室）	防災用ディジタルマップの作成手法及びデータ構造の検討	防災用ディジタルマップの表現手法の検討・モデル地区でのシミュレーション			
(2) 防災用ディジタルマップの効率的な利用技術の開発（地理調査部地理調査技術開発室）			山地の土石流災害への利用手法の検討	広域土石流災害への利用手法の検討	水害への利用手法の検討及び防災用ディジタルマップのとりまとめ

表-解 2-1　年度別研究経緯 (3)

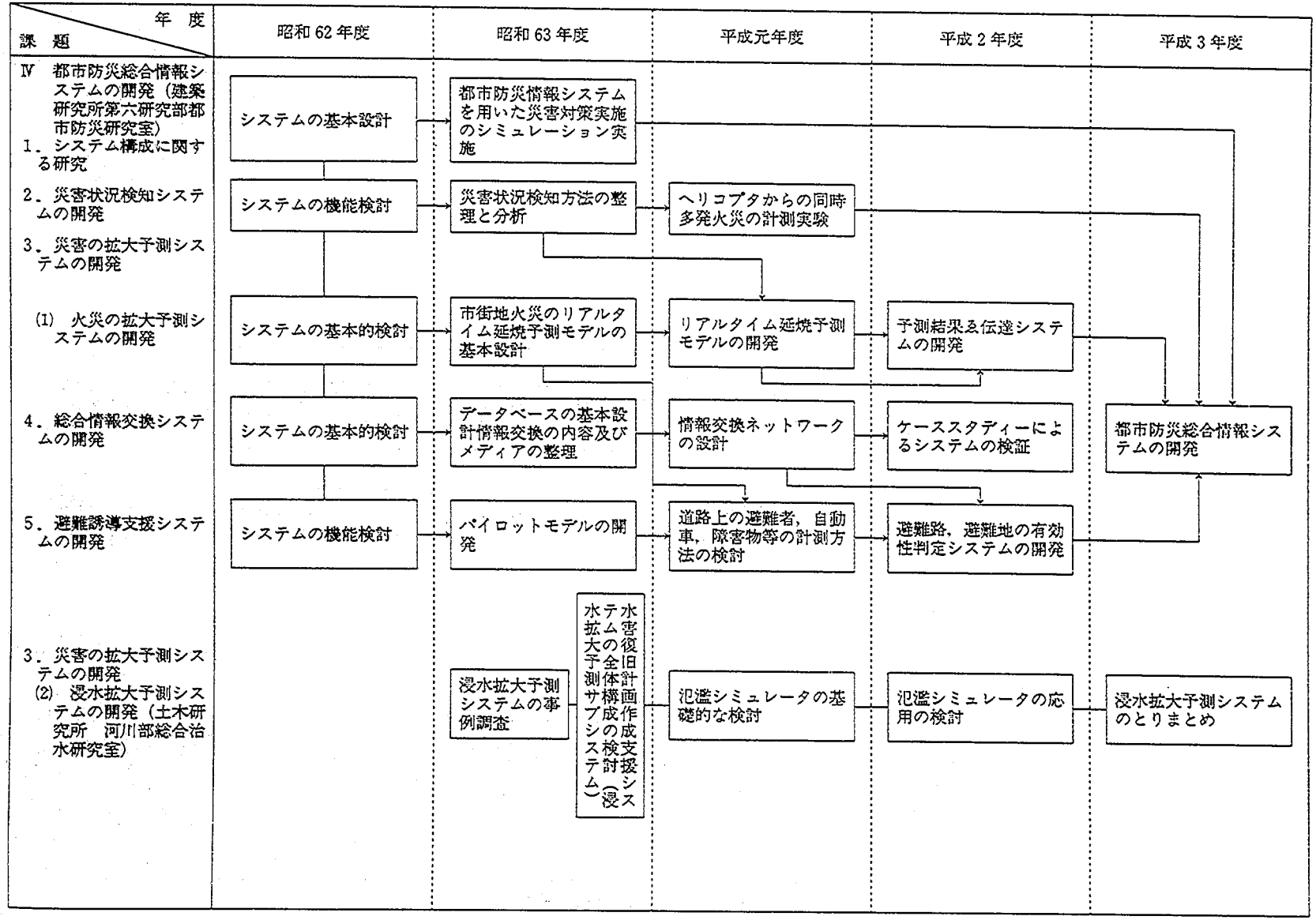


表-解2-1　年度別研究経緯 (4)

課題＼年度	昭和62年度	昭和63年度	平成元年度	平成2年度	平成3年度
V 復旧計画作成支援システムの開発 1．地表変状情報の処理システムの開発（土木研究所 地震防災部振動研究室）	地表変状情報の整理	地表変状発生要因の分析(地表面傾斜の影響)〔振動台実験〕	地表変状発生要因の分析（地層構成の影響）〔振動台実験，数値解析〕	地表変状の予測技術の検討〔振動台実験，数値解析〕	地表変状予測技術のとりまとめ
(1) 地表変状の予測技術の開発				地表変状による地中構造物被害の発生特性の検討〔振動台実験・数値解析〕	
(2) 地表変状に基づく地中構造物被害の推定技術の開発	地中構造物の被害事例の収集・整理	地中構造物被害の発生要因の分析	地表変状による地盤ひずみの発生特性の検討〔振動台実験〕	地表変状に基づく地中構造物被害の推定技術の検討	地表変状に基づく地中構造物被害の推定技術のとりまとめ
(3) 地表変状情報の処理システムの開発	地表変状に基づく復旧計画作成システムの基本フレームの検討	地表変状に関する各種情報の収集・処理・表示フレーム（1次予測）の検討	地表変状のダイナミック表示（2次予測）の検討	地表変状及び地中構造物の被害が道路機能，堤防機能に及ぼす影響の分析及び復旧計画支援の検討	地表変状情報の処理システムのとりまとめ

表-解 2-1　年度別研究経緯 (5)

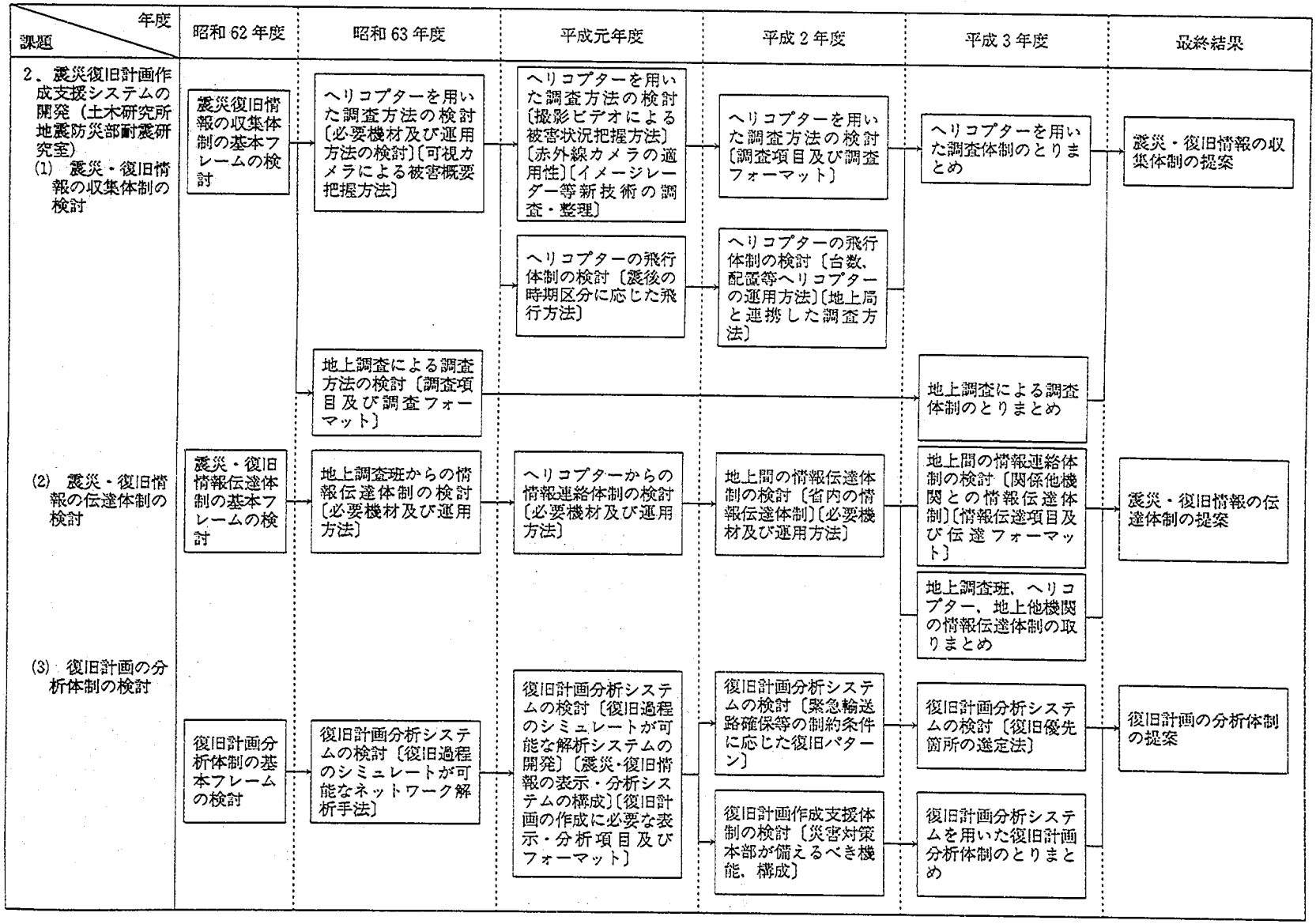


表-解2-1　年度別研究経緯　(6)

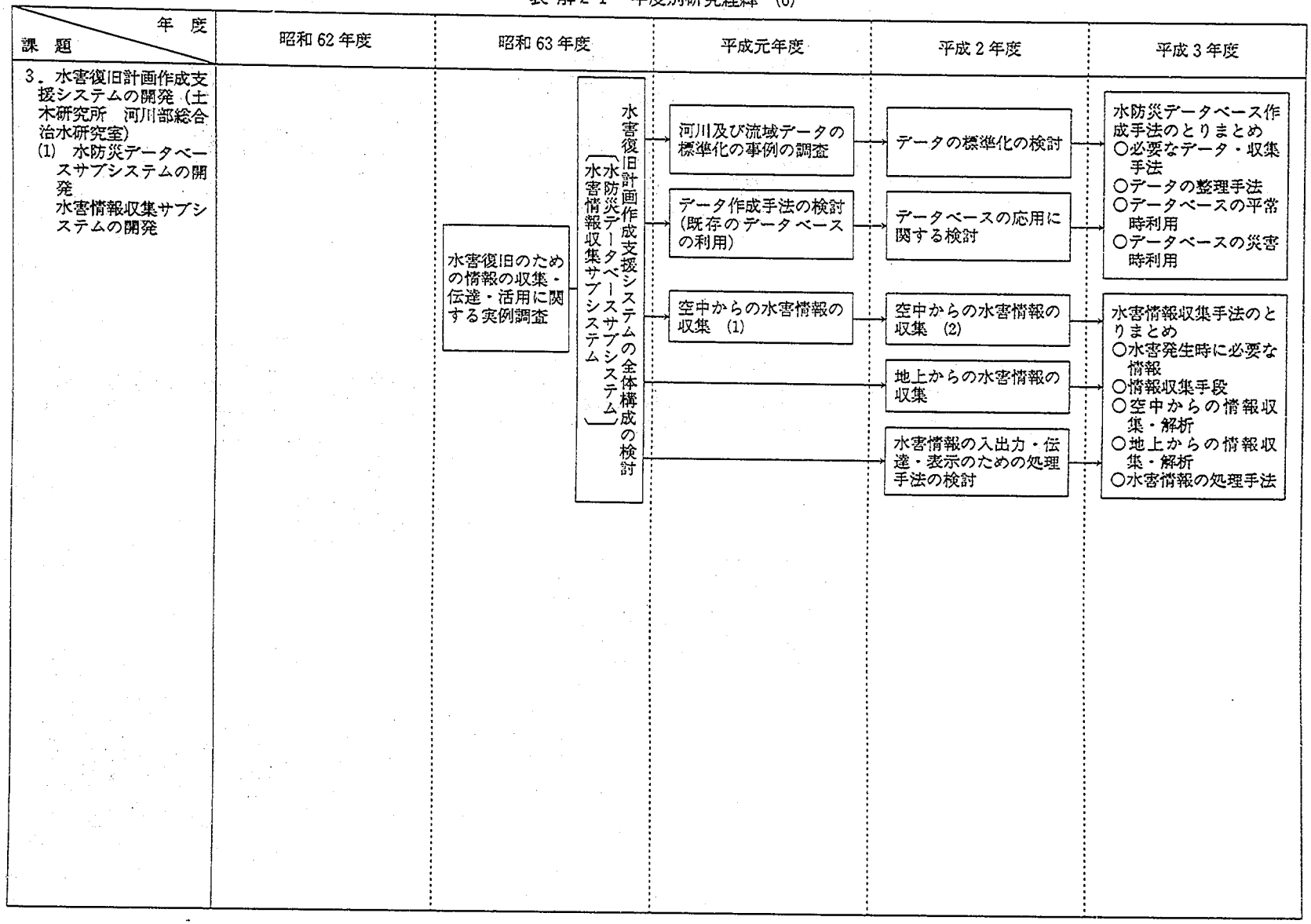


表-解 2-1　年度別研究経緯 (7)

課題＼年度	昭和 62 年度	昭和 63 年度	平成元年度	平成 2 年度	平成 3 年度
4．土砂災害復旧計画作成支援システムの開発（土木研究所　砂防部砂防研究室）		土砂災害復旧時の情報の流れに関する実態調査			
		土砂災害復旧計画作成支援システムの全体構成の検討	土砂災害拡大予測手法の検討	ヘリ及び地上検知センサーからの被災情報の収集，伝達手法の検討	災害拡大区域内の住民等の避難のための判断情報の収集，解析，利用手法の検討
				災害復旧優先箇所及び災害復旧工法の選定手法の検討	災害復旧資機材の調達，搬入及び土砂，流木処理法の検討
					土砂災害復旧計画作成支援システムの開発
5．災害復旧情報支援システムの開発（土木研究所　積算技術研究センターシステム課）		災害復旧支援における現行管理システムの課題抽出		センサー入力情報及び既設データベース情報の処理に関する検討	
(1)　災害復旧情報支援システムの整備方策の開発		災害復旧情報支援システム全体構成の検討	災害復旧情報システムの詳細検討	災害復旧情報支援システムの整備方策の開発	災害復旧情報支援システムの整備計画マニュアルの作成
(2)　災害復旧情報支援パイロットシステムの開発		災害復旧支援のためのデータベースの活用方法の検討	プロトタイプの試作（震災復旧）及び改良（地表変状）	プロトタイプの機能試験・評価	導入に必要な体制整備等のとりまとめ
		パイロットシステムの構成検討	管理地図情報システムの基本設計	写真・映像情報システムの基本設計	一次情報の処理・利用システムのとりまとめ
				管理地図情報システムの適用性検討	管理地図情報システムのテストラン及び実用化

第3章　災害情報システム開発の必要性と基本的な考え方

3．1　災害情報システム開発の必要性

地震，暴風，洪水，土石流等大規模な自然災害が世界各地で発生し，多数の人命が失われるなど自然災害は深刻な影響を及ぼしている。国際連合は，1990年代を「国際防災の10年（IDNDR）」とし，世界各国が自然災害による人命や財産などの被害を軽減するために，協調して取り組んでいくことを決議し，災害対策の重要性を強調している。

我が国においては，国土保全事業を始めとする各種の災害対策事業を推進するとともに，防災体制の充実等のソフトな対策により，安全な国土基盤の形成に努めているにもかかわらず，毎年自然災害による被害を受けている。さらに，東海地方の大規模地震や首都圏直下型地震の発生が懸念されている。

このような災害には，平常時から災害を防止，軽減するためハード，ソフト両面の対策を推進することはもちろん，災害発生時には，災害応急対策，災害復旧を迅速かつ的確に行う必要がある。そのためには，災害情報をいかに迅速かつ的確に収集，処理，伝達できるかが重要であり，可能な新しい技術を導入し，災害情報システムを構築していくことが不可欠である。

［解　説］

(1)　技術革新

コンピューターなどの情報処理機器，ディジタル通信等の通信技術の分野において，著しい技術革新が進んでいる。また，ヘリコプター等を利用して上空から情報収集することもできるようになっている。これらの機器を利用することによって，災害に関する情報の収集，処理，伝達もますます高度化することができる。

これらのハイテク機器によって大量の情報を高速に伝達し，処理し，変換することが可能となるほか，これまで音声，文字，数値の形で扱われてきた災害情報に，映像情報も取り入れることもできる。さらには，得られた情報に種々の処理をすることにより，より精密な数値予測など，災害対策上有効な情報にすることができる。

これらの新技術を導入するにあたっては，個別の技術を個々に導入するのではなく，災害情報システム全体のなかにその技術やシステムの占める位置付けを明確にした上で，包括的な導入を図るべきである。今後は，ハードウエアのみならず，運用方法，プログラム等のソフトウエアも含めた総合的なシステム整備を図る必要がある。

(2)　社会構造の変化

人々の生活，移動，物流の形態が広域かつ多様化している。特に，大都市では高層建築物，地下空間の利用など，上下方向への都市空間の拡大がみられ，人々の活動する空間はより多様かつ複雑になっている。こうした社会構造の変化に伴い災害の形態も変化し複雑になっている。災害によりある機能が停止した場合，その影響が他の機能に広範囲に波及し，大きな混乱が生じるなど災害連鎖が懸念されている。

首都圏への一極集中が進み，人口，都市機能，情報等は東京という非常に限られた所に複雑な形で集中している。さらに，我が国の国際社会に占める地位が大きくなっており，首都圏に大規模な災害が発生した場合，その影響は日本国内のみに止まらず世界に波及することが予測される。特に，首都圏は，1923年の関東大震災以来大規模な自然災害を経験しておらず，災害対策や災害情報システムが十分であるか実証されていないこともひとつの懸念材料となっている。こうした観点からも，情報を迅速に収集できる災害情報システムの整備が必要となっている。

(3)　社会資本ストックの蓄積

戦後，住宅・社会資本の着実な整備は，災害対策上大きな効果を発揮している。一方では，こうした施設のメンテナンスの必要性は増加しており，そのためにも，災害情報システムの整備が必要である。また，新しい社会資本の整備にあたっては整備した施設を維持管理するためのシステム化も進んでおり，こうした情報を有機的に結び付けることにより，災害による被害の軽減にも資する。

(4) 災害対策に対する社会のニーズ

ますます多様になる社会状況の中，災害対策についてもよりきめ細かな対応が要求されている。そのため，災害時に，迅速かつ的確に情報を収集し，状況の変化に対応するためには災害情報システムの整備が不可欠である。

3．2 本ガイドラインにおける災害情報システム

本ガイドライン（案）では，以下のものまたはその組合わせを「災害情報システム」として扱う
(1) 災害に関する情報を迅速かつ正確に収集する技術
(2) これまで不可視であった情報を収集する技術
(3) 災害に関する情報を利用，加工しやすい形で蓄積する技術
(4) 避難，復旧等の判断支援のための予測を行う技術

[解 説]

本プロジェクトにおいては，災害時の情報の収集，伝達，表示及び処理に関する機器開発，運用方法に関する技術を災害情報システムとして取り扱う。

具体的には，以下のようなものである。

(1) 建設省所管施設の被害を最小限にするための応急対策，被災した施設の復旧に関する災害情報を迅速かつ適切に収集，伝達，処理するシステム。
(2) 災害発生を検知しその位置，規模等を表示するシステム。
(3) ヘリコプター，地上からの巡視調査等により収集した災害現場の情報を分析するシステム。
(4) 復旧過程の予測を行い，適切な応急対策を支援するシステム。
(5) 地震後の市街地火災等の都市災害に対し，その発生を検知し，被害の拡大予測，避難誘導等を支援するシステム。

なお，研究開発の成果は第II巻に詳細に記述している。

3．3 対象とする災害とシステムを整備する機関

本ガイドラインにおいて対象とする災害と災害情報システムを整備する機関は以下の通り。

表-3・1 災害種別と災害情報システムを整備する機関

	地震災害	水害	土砂災害	地震後の市街地火災
建設本省 地方建設局 工事事務所等	震災復旧計画作成支援システム	水害復旧計画作成支援システム	土砂災害復旧計画作成支援システム	――
地方公共団体	都市防災総合情報システム	都市防災総合情報システム（浸水拡大予測システム）	――	都市防災総合情報システム（延焼拡大予測システム，避難誘導支援システム）

[解 説]

本ガイドラインで扱う災害情報システムは，使用目的から次の2つに大別できる。

(1) 建設省所管の施設の被災状況の把握及び復旧計画作成を支援するシステム
(2) 各種災害による被害の状況を効率的に検知し，住民の避難誘導等を支援するシステム

(1)については建設省の各機関において導入・運用するものであり，建設本省，地方建設局，工事事務所において，下記の専用の部屋を設定し，システム機器を設置するものとする。

表-解 3・1　建設本省，地方建設局，工事事務所の部屋構成

災害情報分析室	収集した災害情報の整理及び復旧計画立案のための分析を行う。
災害対策調査室	災害情報分析室の情報に基づき復旧計画の立案，関係機関との連絡調整を行う。
災害対策室	災害対策調査室の情報に基づき応急対策等の判断を行う。

(2)の都市防災総合情報システムは地方公共団体において導入する。導入にあたっては対象災害，地方公共団体の規模等によって整備パターンが異なることから，災害状況の検知，災害の拡大予測，避難誘導等の支援，総合的な災害情報の交換をおこなうためのシステム構成について検討し，スペース，機器等については個々の地方公共団体の実情に合わせて検討するものとする。

第4章　研究開発成果の概要

4．1　研究開発成果の概要

本プロジェクトにおいて研究開発した技術は，以下の3種に大別できる。
(1) 基本技術に関するもの
(2) 基幹施設に関するもの
(3) 都市防災に関するもの
研究開発の成果は，それぞれ第II巻基本技術編，第III巻基幹施設編，第IV巻都市防災編としてまとめられている。

[解　説]

(1) 基本技術に関するもの（基本技術委員会）

ヘリコプターを利用した災害現場の情報収集技術および活用技術，災害現場の巡視に用いる携帯用端末，防災用ディジタルマップの活用など，各種の災害対策に共通して活用可能な情報収集，活用のための基本的な技術の開発。

(2) 基幹施設に関するもの（復旧計画作成支援システムの開発委員会）

建設省の本省，地方建設局，事務所，出張所に導入し，災害復旧等に活用できる技術及びシステムの研究開発。

(3) 都市防災に関するもの
（都市防災総合情報システム委員会）

地方公共団体に導入し，災害時の住民の避難誘導等の都市防災対策を支援する技術及びシステムの研究開発。

表-解4・1～表-解4・3に研究開発成果の一覧を，図-解4・1～図-解4・30に個別研究開発結果の概要を示す。

図中の(B)は基本的な情報（災害時に刻々と変化しない情報で平時に整備しておくもの），(C)は状況情報（災害時にその状況が刻々と変化していく情報）である。

表-解4・1　基本技術に関する研究開発技術
（基本技術委員会）

1	GPSによるヘリコプター位置の決定
2	映像位置確認システムの開発
3	夜間における撮影技術の開発
4	ビデオ立体視技術の開発
5	ビデオ映像と地形図との重ね合わせ技術
6	ビデオ映像からの計測技術（平面計測）
7	ビデオ映像からの計測技術（三次元計測）
8	空中写真緊急撮影・提供システム
9	地上検知システム
10	熱映像等の高度処理技術の開発・簡易型熱映像解析システム
11	防災用ディジタルマップの開発

表-解4・2　基幹施設に関する研究開発技術
（復旧計画作成支援システムの開発委員会）

12	震災復旧情報収集システム
13	震災復旧情報伝達システム
14	震災復旧情報分析システム
15	地表変状情報の処理システム
16	浸水拡大予測システム
17	水害情報収集システム
18	水防災データベースシステム
19	ヘリコプターからの土砂災害情報収集システム
20	二次災害拡大予測システム
21	土砂災害復旧資機材の調達・搬入システム
22	災害復旧情報支援システム
23	地上検知システム

表-解4・3　都市防災に関する研究開発技術
（都市防災総合情報システム委員会）

24	災害状況検知システム
25	モニターカメラ配置支援システム
26	モニターカメラからの住所同定システム
27	リアルタイム型延焼拡大予測システム
28	最適避難経路探索システム
29	内部情報交換システム
30	避難誘導支援システム

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
GPSによるヘリコプターの位置情報（C） GPS測位データ（C）	GPSによるヘリコプターの位置（緯度、経度、高度）情報を映像と重ね併せて送信する。	映像データの上に表示された位置情報（C） 地図の上に表示されたヘリコプター位置情報（C）

運用形態		
機器	規模	人員
ヘリコプター GPS受信機 コンピュータ モデム スーパーインポーズ装置 送信機 受信機 映像位置表示装置	GPS受信機 スーパーインポーズ装置 送信機 } はヘリコプター搭載	ヘリコプター乗員　2名 システム稼働要員（基地局）　1名

図-解4-1　開発した技術・システムの名称（GPSによるヘリコプター位置の決定）

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
ヘリコプタの方位角（C） 〃　ピッチング角（C） 〃　ローリング角（C） カメラのパン角（C） 〃　チルト角（C） ヘリコプタの対地高度（C）	災害地のビデオ映像の位置をリアルタイムで計測する。	災害映像位置情報（C）

運用形態		
機器	規模	人員
ビデオカメラ カメラマウント ディレクショナルジャイロ 電波高度計 パーソナルコンピューター データプロセッサ タイトルジェネレータ	ヘリコプタ搭載	4～5名

図-解4-2　開発した技術・システムの名称（映像位置確認システムの開発）

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
カメラ撮影（C）	夜間における災害映像を効果的に撮影する。	災害映像（ビデオテープ）（C） ・地形の変形 ・構造物の変形、破壊 ・道路上の支障物 ・水害 ・雪害 ・火災

運用形態		
機器	規模	人員
・超高感度カラーカメラ ・熱赤外線カメラ ・カメラマウント	ヘリコプタ搭載	2名

図-解4-3　開発した技術・システムの名称（夜間における撮影技術の開発）

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
被災状況等を撮影したビデオ映像（C）	ビデオ映像の立体視と立体映像の判読	被災状況等のビデオ映像の判読結果（C）

＊　ビデオ立体視技術は，被災地の状況等をより詳細に把握するため，ビデオ映像を取得し，立体視を行うもので，その際のビデオ映像の取得方法(撮影条件，撮影方法)，明瞭で立体視可能なビデオ映像を再現するための再生条件，また，判読する際の留意点等をとりまとめたビデオ映像の判読マニュアルを作成したものである。

運用形態		
機器	規模	人員
ビデオテープの立体視を行うシステムで，ビデオデッキ等既存の機器を組み合わせて作成されたものである。	据え置き	非常時 操作に必要な人員は，１～２名である。

図-解 4-4　開発した技術・システムの名称（ビデオ立体視技術の開発）

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
ビデオ映像の抽出（C） 入力用基図（基図自体はB，位置はC） 撮影位置等の情報（C）	入力用基図のビデオカメラによる入力 ディジタルマップデータファイル作成 データの反転 映像とディジタルマップ画像との対応点の選点 画像の幾何補正及び再配列 接合点の抽出 モザイク処理 映像とディジタルマップ画像の重ね合わせ 被害地域の抽出	災害映像の幾何補正済み画像 災害映像と地形画像の重ね合わせ画像 被害地域の抽出画像 （ディジタルマップデータ整備後は，災害地域の地形図の抽出画像）

運用形態		
機器	規模	人員
パソコン又はEWS 画像再生装置，画像処理装置及び映像出力装置 地形図読みとり装置	据置型が基本であるが，車両積載による移動も可能である。 ただし，計測中は車両を停止する必要がある。	通常時　2名 非常時　4名 ディジタルマップデータ整備後　2名

＊　ディジタルマップデータ整備後は，入力情報における入力用基図は不要である。
＊　高品位映像機器（ハイビジョン）等による画像の鮮明化，DTMデータを用いた処理（EWS使用）による精度の向上が期待できる。

図-解4-5　開発した技術・システムの名称（ビデオ映像と地形図との重ね合わせ技術）

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
計測用ビデオ画像の抽出（C） 画像の撮影状況入力（C） ビデオカメラの焦点距離 被写体までの距離又は地上基準点数値 飛行高度及び位置情報	・地上基準点の場合 画像上の対応点を指示 ・共通 変換係数及び撮影縮尺の計算 計測点の入力 地上座標等への変換	計測結果 長さ，面積（数値） 計測図

運用形態		
機器	規模	人員
パソコン又はEWS 映像再生装置、画像処理装置及び映像出力装置	据置型が基本であるが、車両積載による移動も可能である。ただし、計測中は車両を停止する必要がある。	通常時　1名 非常時　2名

＊　高品位映像機器（ハイビジョン）等での処理による精度の向上が期待できる。

図-解4-6　開発した技術・システムの名称（ビデオ映像からの計測技術（平面計測））

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
計測用ビデオ画像の抽出及び立体視画像の抽出（C） 画像の撮影状況入手力（C） ビデオカメラの焦点距離 被写体までの距離及び撮影カメラの状態 又は地上基準点数値 飛行高度及び撮影位置 撮影カメラの状態	・地上基準点の場合 画像上の対応点を指示 ・被写体までの距離及びカメラ状態の場合 画像上の距離計測点を指示 カメラの傾斜角等からモデルの状態を計算 ・共通 撮影縮尺の計算 立体計測用パスポイントの選択 計測点等を入力 地上座標への変換 計測図作成	計測結果 長さ、面積、高さ、体積（数値） 計測図

運用形態		
機器	規模	人員
パソコン又はEWS 映像再生装置，画像処理装置及び映像出力装置	据置型が基本であるが，車両積載による移動も可能である。ただし，計測中は，車両を停止する必要がある。	通常時　1名 非常時　2名

＊　高品位映像機器（ハイビジョン）等での処理による精度の向上が期待できる。

図-解4-7　開発した技術・システムの名称（ビデオ映像からの計測技術（三次元計測））

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
1　災害時における航空測量会社の自主撮影（C）	1　空中写真撮影情報連絡システムの組織化 空中写真を撮影する航空測量会社は，気象条件の関係で土日，休日を問わない撮影体制をとっており，災害時には即時に自主撮影を行っている。 自主撮影の利点は迅速性にあるが，どこの会社がどのような空中写真を撮影したかは分かり難い。 このため，自主撮影の空中写真を災害情報として迅速に入手するために，空中写真撮影情報収集システムを組織して，情報を一元化する必要がある。	災害の空中写真の入手（D）
2　災害時における空中写真の撮影（C）	2　可搬型空中写真現像処理装置の作製と配置 航空カメラ用のフィルム（24 cm×24 cm）は，特殊なサイズであるため，写真処理施設は限られている。このため，撮影後ユーザーに届く所要時間は，現像所の近くで6時間，遠距離の場合2～3日である。 また，災害で現像処理施設が使用不可能になる場合，迅速に空中写真を入手するには，可搬型現像処理装置を地方に配置する。	空中写真の複製 入手した空中写真を災害対策本部，現地で利用するためには，大量に複製する必要がある。このためには，カラーコピー機が有効である。 現在のカラーコピー機では，空中写真の印画からの複製はできるが，ネガフィルムからの複製は完全ではない。
3　既撮影空中写真の入手（B） 国土地理院撮影 頒布→㈱日本地図センター　03-3261-6952 林野庁・都道府県撮影 頒布→㈱日本林業技術協会　03-3261-6952 上記以外の官公庁，地方自治体撮影 保管　航空測量会社（大部分） 奈良国立文化財研究所（一部） 防災科学技術研究所（災害関係）	3　空中写真の検索システムの標準化・保存施設の設置 これまで撮影された空中写真は膨大なもので，国土地理院，林野庁が撮影したものは，一般に頒布するとともに保存されている。 他の官公庁，地方公共団体が撮影したものは，大部分が航空測量会社に保管されているが，その数が多くなり紛失するものもでてきている。 また，検索方法も各社によってバラバラで，所在情報も不明確である。 空中写真は，国土の貴重な記録であるとともに，災害の予測等の研究に欠かせないものであるため，空中写真を集中して保存する施設の設置が必要である。	

運用形態		
機器	規模	人員
空中写真用可搬型現像処理システム	空中写真用可搬型現像処理システム（車両積載）の作製経費は，一式1億1千4百万円余かかり，作製することは可能であるが，災害は，いつ，どこで発生するか分からないため，全国に配置する経費，維持管理経費が必要である。	現像処理装置は，常時運転することにより安定した現像処理ができる。このためには，オペレーターを最低5名と運転手が必要である。

図-解4･8　開発した技術・システムの名称（空中写真緊急撮影，提供システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・平常時 河川系及び道路系工事事務所における平常時の巡視で収集する巡視情報（C） ・災害時 災害復旧情報支援システムの各サブシステム（地表変状情報の処理システム，震災復旧計画作成支援システム，水害復旧計画作成システム，土砂災害復旧計画作成支援システム）に必要とされる災害発生時の現場の状況，施設被害状況などの状況情報（C）	・処理概要 巡視員が現場で得た災害関連情報を文字・数値及び写真の形でパトロールカーから建設省の無線通信網等の伝送回線を介して工事事務所等に伝送する。 工事事務所等では，情報を受信，蓄積し，災害関連情報のリアルタイム表示や，報告書の作成，他機関への伝送を行う。	・平常時 収集した巡視情報を基にした日報，週報等の情報 ・災害時 収集した災害関連情報を基にした各種報告書（カラー帳票）

運用形態		
機器	規模	人員
現場側：電子野帳，電子スチルカメラ，車載伝送装置 事務所/出張所側：据置型伝送装置，処理装置，モデム，入力ユニット，カラープリンタ	電子野帳，電子スチルカメラ：携帯型 伝送装置：車載型 処理装置，モデム，伝送装置，入力ユニット，カラープリンタ：据置型	1～2人

図-解4-9　開発した技術・システムの名称（地上検知システム）

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
マルチバンドのビデオデータ （リアルカラー、近赤外、中間赤外、熱赤外ビデオ画像データ） 平常時は（B） 災害時は（C）	（土木構造物の異常抽出の場合） ビデオ画像のA/D変換 温度変換 温度解析（平均温度、温度差の算出等） 温度特徴領域の抽出（マニュアル作業） その他の諸条件を考慮しての異常領域の抽出（マニュアル作業及び考察） （高温災害（火山噴火等）の場合） ビデオ画像のA/D変換 温度変換 オーバーレイ・レベルスライス表示	（土木構造物の異常抽出の場合） 土木構造物に内在する異常、危険箇所に関する情報。（C） 平常時は構造物管理台帳という形で整理されると考えられる。（B） （高温災害（火山噴火等）の場合）（C） オーバーレイ・レベルスライス画像。 （これは、被災地の温度分布、範囲の特定などに有効）

運用形態		
機器	規模	人員
パソコン ビデオ A/Dコンバータなど	原則的には、据置。ただし、パソコンを中心としたシステムであるため、車両搭載も可能。	2～3人ほど。非常時のオーバーレイ画像等の作成は、1人でも可能。

＊　システムの発展性　高品質ビデオ装置の使用、EWS（高分解能表示装置付き）の使用、処理のリアルタイム化（特にオーバーレイ・レベルスライス表示のリアルタイム化）

図-解4-10　開発した技術・システムの名称（熱映像等の高度処理技術の開発・簡易型熱映像解析システム）

担当機関名	国土地理院

入力情報	処理概要	出力情報
都市火災情報 山地災害（土石流）情報 低地水害情報 } B, C	・各種地図をコンピュータで画像として取り扱えるディジタルマップとして処理する。 ・ディジタルマップに各種災害情報を重ね合わせ災害情報システムとして処理する。	・各種地図をコンピュータで画像として取り扱える（ディジタルマップ） ・都市火災，山地災害(土石流)，低地水害を例に以下の情報を画像処理，出力表示することができる ・ディジタルマップ上に共通情報を画像表示する ・ディジタルマップ上にヘリコプタの情報を画像表示する ・ディジタルマップ上に災害発生情報を画像表示する ・ディジタルマップ上に災害復旧情報を画像表示する ・ディジタルマップ上の画像を拡大・縮小，スクロールする (B, C)

運用形態		
機器	規模	人員
パーソナルコンピュータ　又は エンジニアリングワークステーション	据え置き	通常時の維持に必要な人員　1～2名 非常時の稼働に必要な人員　5～6名

図-解4-11　開発した技術・システムの名称（防災用ディジタルマップの開発）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
[ヘリコプター] ・被害・復旧情報（可視ビデオ画像）（C） ・　〃　（熱赤外線ビデオ画像）（C） ・　〃　（音声）（C） [地上調査班] ・被害・復旧情報（可視ビデオ画像）（C） ・　〃　（熱赤外線ビデオ画像）（C） ・　〃　（静止画像）（C） ・　〃　（文字）（C） ・　〃　（音声）（C）	・可視ビデオカメラによる撮影 ・熱赤外線カメラによる撮影 ・無線機器による入力 ・可視ビデオカメラによる撮影 ・熱赤外線カメラによる撮影 ・電子スチルカメラによる撮影 ・電子野帳による入力 ・無線機器による入力	

運用形態		
機器	規模	人員
[ヘリコプター]・防災ヘリコプター	機体搭載	1名
・可視ビデオカメラ	機体搭載	1名
・熱赤外線カメラ	機体搭載	1名
・機載モニター	機体搭載	1名
・無線機器	機体搭載	1名　＊ヘリコプター1機あたり
[地上調査班]・可視ビデオカメラ	手持ち	1名
・熱赤外線カメラ	手持ち	1名
・電子スチルカメラ	手持ち	1名
・電子野帳	手持ち	1名
・携帯用無線機器	車両搭載	1名　＊地上調査班1班あたり

図-解 4-12　開発した技術・システムの名称（震災復旧情報収集システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
[ヘリコプターから] ・被害・復旧情報（動画像）（C） ・〃（音声）（C） [地上調査班から] ・被害・復旧情報（動画像）（C） ・〃（静止画像）（C） ・〃（文字）（C） ・〃（音声）（C） [各部署の端末から] ・道路網，河川網，構造物情報（地図）（B）	・衛星通信系及び地上通信系による通信 ・〃 ・衛星通信系及び地上通信系による通信 ・〃 ・〃 ・〃 ・地上通信系による通信 ・〃 ・〃 ・〃 ・〃	[災害対策本部における表示] 入力情報と同じ

運用形態		
機器	規模	人員
[衛星通信系]・動画像伝送装置	・機体搭載	1名
・通信衛星		0名
・固定型地球局	・据え置き	0名
・移動型地球局	・車両搭載	0名
・動画像受信装置	・据え置き	0名
・衛星系端局装置	・据え置き	1名
[地上通信系]・静止画像送受信装置	・据え置き	0名
・建設省全国多重通信回線網		0名
・地上系端局装置	・据え置き	1名
[表示]・スクリーン	・据え置き	1名
・モニター架	・据え置き	1名
・TV会議ユニット	・据え置き	1名

図-解4-13　開発した技術・システムの名称（震災復旧情報伝達システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
[被害・復旧情報等の集計，検索] ・被害・復旧情報（文字）(C) ・備蓄資機材情報（文字）(C) ・広報情報（文字）(C) ・地震，気象情報（文字）(C) [道路網の復旧過程予測] ・道路網，構造物情報（地図）(B) ・被害・復旧情報（地図）(B) ・備蓄資機材情報（地図）(B)	被害・復旧情報の集計，検索を行う。 ネットワーク解析により，道路網の復旧過程をシミュレートする。	・被害・復旧情報の集計，検索情報（文字）(C) ・備蓄資機材情報の集計，検索情報（文字）(C) ・広報情報の集計，検索情報（文字）(C) ・地震・気象情報の集計，検索情報（文字）(C) ・道路網の復旧過程（文字）(B) ・投入資機材量（文字）(B) ・被災施設の復旧優先順位（文字）(B) ・備蓄資機材の配置方策（文字）(B)

運用形態		
機器	規模	人員
・ホストコンピュータ ・文字情報用マルチワークステーション ・地図情報用エンジニアリングワークステーション	・据え置き ・据え置き ・据え置き	0人 5～15人 5～15人

図-解4-14　開発した技術・システムの名称（震災復旧情報分析システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
[地震諸元に関する情報] ・地震のマグニチュード，震央位置，各地の震度階(C)（手入力） ・各地の実測地震動強さ（オンライン強震計，及び他機関との地震情報ネットワークからの自動入力）(C) [被害に関する情報] ・液状化や地盤の変状（C) ・地盤や施設の被害（ヘリコプター，地上調査班からの報告に基づき手ないし自動入力）(C) [震前に準備した各種データベース] ・地図，地質，地形，地震履歴，構造物諸元に関するデータベースとのリンク（B)	・実測の地震動強さ，あるいは距離減衰式に基づき予測した地震動強さを地図上に表示する。(秒単位) ・地震動強さと地盤情報から液状化や地盤流動等の地盤の変状を予測・表示（秒単位) ・地盤の変状程度と地中構造物の諸元から地中構造物の被害を予測・表示（秒単位) ・現場から報告される被害に関する情報を電子ファイル上で時系列として管理し，被害箇所・程度の分布図，被害集計表の作成を行う。(情報の入力は随時に行い秒単位，また作図作表についても秒単位) ・選択した施設に関する諸元（設計図等の図面類も含む）等を表示する。(秒単位)	・各地の地震動強さの分布図 ・液状化の発生可能性の分布図 ・地盤流動量の分布図 ・地中構造物の被災可能性の分布図 ・地盤変状，構造物被害の発生箇所の分布図 ・　〃　発生状況の集計表 ・構造物の諸元や設計図面等 ・構造物，道路位置等の地図

運用形態		
機器	規模	人員
[ワークステーション] ・ワークステーション本体 ・各種データベースを記憶しておくための大容量記憶装置 ・処理結果を印刷するための印字装置 ・オンライン強震計や電子野帳等と接続するための受信装置	事務所等に据置	通常時：1人(なお常勤の必要はなく，構造物諸元等のデータベース更新時のみ必要) 災害時：1人
[各種センサー] ・オンライン強震計 ・地盤変状センサー	各地に据置	通常時：1人(メンテナンス的な維持管理のみが必要) 災害時：0人

図-解 4-15　開発した技術・システムの名称（地表変状情報の処理システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
浸水予測情報（B） 浸水現況情報手入力（C） 破堤地点，破堤幅手入力（C） （破堤流速手入力）（C）	n時間後の浸水域をリアルタイムで予測する。	浸水予測図 市町村別浸水予測面積一覧表

運用形態		
機器	規模	人員
ワークステーション又はパソコン	据え置き	1～2人

図-解 4-16　開発した技術・システムの名称（浸水拡大予測システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
浸水状況斜め映像（C） 被災状況斜め映像（広域）（C） 被災状況斜め映像（詳細）（C）	浸水域の斜め映像を平面座標およびメッシュ座標に変換する。 浸水面積を計算する。 被災地点の平面位置を求める。 被災状況（破堤幅，破堤流速等）を計測する。	浸水状況図，浸水現況情報→水防災データベース 市町村別浸水面積一覧表 被災地点図，被災地点一覧表 被災状況図

運用形態		
機器	規模	人員
ワークステーション又はパソコン	据え置き	1～2人

図-解4-17　開発した技術・システムの名称（水害情報収集システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
浸水現況情報手入力（C）←水害情報収集システム 浸水拡大予測システム（C） 流域内道路情報（B） 流域内人口分布情報（B） 流域内世帯数分布情報（B） 流域内資産額分布情報（B） 被災箇所，被災規模手入力（C） 堤防横断面図（B）	流域内道路の冠水状況を推定・予測する。 被災人口を推定・予測する。 浸水戸数を推定・予測する。 被害額を推定・予測する。 緊急復旧資機材必要量を計算する。（数十秒）	道路冠水図，区間一覧表 被災人口分布図，市町村別集計表 浸水戸数分布図，市町村別集計表 被害額分布図，市町村別集計表 被災地点別必要資機材量集計表 資機材保有箇所一覧表

運用形態		
機器	規模	人員
ワークステーション又はパソコン	据え置き	1～2人

図-解4-18　開発した技術・システムの名称（水防災データベースシステム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・天然ダム，長大斜面崩壊・地滑りに関するヘリコプターからの目視情報（C）	・大規模土砂災害に関する情報を整理する。	・大規模土砂災害の情報（C） （二次災害拡大予測システムに繋る）

運用形態		
機器	規模	人員
電子野帳またはワークステーション ヘリコプター	手持ちまたは据置	・通常時に必要な人員　1人 ・非常時に必要な人員　3人

図-解 4-19　開発した技術・システムの名称（ヘリコプターからの土砂災害情報収集システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・天然ダム，長大斜面崩壊・地すべりに関する情報（C） ・上流及び下流域の地形データベース情報（B）	・災害拡大予測をする。	・災害拡大予測区域図（C） ・災害拡大予測時刻（C）

運用形態		
機器	規模	人員
ワークステーション	据置	・通常時に必要な人員　1人 ・非常時に必要な人員　3人（災害の規模による）

図-解 4-20　開発した技術・システムの名称（二次災害拡大予測システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・平常時の資機材の備蓄情報（B） ・道路の被災情報（C） ・土砂災害情報（C）	・必要資機材の種類と量を推定する。 ・資機材の搬入路を選定する。	・必要な資機材の種類と量または不足量（C） ・資機材の搬入路（C）

運用形態		
機器	規模	人員
ワークステーション	据置	・通常時に必要な人員　1人 ・非常時に必要な人員　3人（災害の規模による）

図-解4-21　開発した技術・システムの名称（土砂災害復旧資機材の調達・搬入システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
① 情報の種類 判断支援のための各サブシステム（震災復旧計画作成支援システム・地表変状情報の処理システム・水害復旧計画作成支援システム・土砂災害復旧計画作成支援システム）が必要とする全ての基本情報および状況情報。 ② 情報の取得方法 既存センサ，河川情報システムや道路情報システム等の既存システム，地上検知システムやオンライン強震計ネットワークシステム等の新システム等から提供される。	① 震災による被害状況や復旧支援情報（復旧の優先度，復旧過程予測等）の提供（震災復旧計画作成支援システム） ② 地表変状や施設被害の状況把握と予測（地表変状情報の処理システム） ③ 浸水拡大等の予測や被害状況および復旧支援情報（備蓄資機材等）の提供（水害復旧計画作成支援システム） ④ 土砂災害の発生等の予測や復旧支援情報（復旧工法選定，優先箇所選定等）の提供（土砂災害復旧計画作成支援システム）	判断支援のための各サブシステム（震災復旧計画作成支援システム・地表変状情報の処理システム・水害復旧計画作成支援システム・土砂災害復旧計画作成支援システム）により予測，シミュレーション等の処理を行った加工情報。

運用形態		
機器	規模	人員
1）データベースサーバ（ミニコンまたはWS） 2）処理装置（WS） 3）シミュレーションエンジン（WSまたはスーパーミニコン） 4）通信サーバ（WS） 5）システム間アダプタ（WS） 6）プリント・FAXサーバ（WS） 7）状況表示装置（スイッチャ，大型表示ボード等） 8）ローカルエリアネットワーク	据え置き	2～3人

図-解4-22　開発した技術・システムの名称（災害復旧情報支援システム）

担当機関名	土木研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・平常時 河川系及び道路系工事事務所における平常時の巡視で収集する巡視情報（C） ・災害時 災害復旧情報支援システムの各サブシステム（地表変状情報の処理システム，震災復旧計画作成支援システム，水害復旧計画作成システム，土砂災害復旧計画作成支援システム）に必要とされる災害発生時の現場の状況，施設被害状況などの状況情報（C）	・処理概要 巡視員が現場で得た災害関連情報を文字・数値及び写真の形でパトロールカーから建設省の無線通信網等の伝送回線を介して工事事務所等に伝送する。 工事事務所等では，情報を受信，蓄積し，災害関連情報のリアルタイム表示や，報告書の作成，他機関への伝送を行う。	・平常時 収集した巡視情報を基にした日報，週報等の情報 ・災害時 収集した災害関連情報を基にした各種報告書（カラー帳票）

運用形態		
機器	規模	人員
現場側：電子野帳，電子スチルカメラ，車載伝送装置 事務所/出張所側：据置型伝送装置，処理装置，モデム，入力ユニット，カラープリンタ	電子野帳，電子スチルカメラ：携帯型 伝送装置：車載型 処理装置，モデム，伝送装置，入力ユニット，カラープリンタ：据置型	1～2人

図-解 4-23　開発した技術・システムの名称（地上検知システム）

担当機関名	建築研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・市街地における出火のビデオ映像（C） 高所もしくはヘリコプター等からのビデオ映像として取得 ・市街地における延焼領域のビデオ映像（C） 高所もしくはヘリコプター等からのビデオ映像として取得 ・市街地内のネオンサイン映像（B） 高所もしくはヘリコプター等からのビデオ映像として取得	都市防災総合情報システムの災害拡大予測システムへの与条件の入力部であり，市街地火災の出火点，延焼状況を高所配置された，もしくはヘリコプター等に載せたモニターカメラで撮影し，その映像から画像解析により火災領域を自動検出するシステム。 可視映像により分析するため，火災領域とまちがいやすいネオンサイン情報については，あらかじめその領域の情報を得ておく必要がある。 画像処理については，ビデオ映像をデジタル化できる機能を有したものでハードウェアによる画像処理機構がついたものが必要。これを制御するコンピュータはパソコンレベルで可能。	あるビデオ映像の中の，火災領域（出火点，延焼中領域）を映像として抽出（C）

運用形態		
機器	規模	人員
・コンピュータ（パソコン，EWS程度） ・画像処理装置 ・ビデオ装置一式（カメラ，VCR他）	機能的に手持ちであることを前提としていない。車載（ヘリコプター等）でも可能であろうが，主として消防本部，災害対策本部等での据置が主となる。	・通常時の維持に必要な人員 パソコン，EWSのメンテナンス人員による兼務可能 ・非常時の稼働に必要な人員 高所カメラ，ヘリコプターからのビデオ映像処理担当：1 画像処理による火災検知担当：1

図-解 4-24　開発した技術・システムの名称（災害状況検知システム）

担当機関名	建築研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・地図データベース（B） 建物の形状・高さ，道路等をコンピュータで取り扱えることができるようにしたもの。 事前に作成または購入する必要がある。 ・モニターカメラのパラメーター（手入力）（C） 画角，設置高さ，俯角	地図データベースを用いて，EWS等のCRT上で，モニターカメラの視野を三次元的に解析する対話形式のシステム。設定された条件のモニターカメラからどの範囲の市街地を見通すことができるかを計算し，効率的な災害状況検知用のモニターカメラの配置計画を支援する。 パソコンからEWS程度の処理性能があれば稼働可能であるが，画面は高解像度のものが望ましい。	指定されたモニターカメラパラメーターに基づいて，モニターカメラから見通すことの可能な市街地の領域。

運用形態		
機器	規模	人員
・コンピュータ（パソコン，EWS程度）	災害時に稼働させることを想定しておらず，災害状況検知のためのモニターカメラの配置を効率的にすることを主眼としているため，基本的に配置。機能としては手持ち，車載も可能。	・通常時の維持に必要な人員 パソコン・EWSのメンテナンス人員による兼務可能 ・非常時の稼働に必要な人員 カメラ配置支援操作に必要な人員：1

図-解4・25　開発した技術・システムの名称（モニターカメラ配置支援システム）

担当機関名	建築研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・地図データベース（B） 建物の形状，高さ，道路，街区等をコンピュータで取り扱えることができるようにしたもの。 事前に作成または購入する必要がある。 ・モニターカメラからのビデオ映像（C） 高所もしくはヘリコプター等からのビデオ映像として取得	市街地に関するディジタルマッピング情報を用いて，モニターカメラ等で撮影された映像から，対応する場所の住所を同定するシステム。 画像処理については，ビデオ映像をデジタル化できる機能を有したものでハードウェアーによる画像処理機構がついたものが必要。これを制御するコンピュータはパソコンレベルで可能。	モニターカメラで撮影された映像の場所の地図データベース上での位置，町丁目等の住所（C）

運用形態		
機器	規模	人員
・コンピュータ（パソコン，EWS程度） ・画像処理装置 ・ビデオ装置一式（カメラ，VCR他）	機能的に手持ちであること前提としていない。車載（ヘリコプター等）でも可能であろうが，主として消防本部，災害対策本部等での据置が主となる。	・通常時の維持に必要な人員 パソコン・EWSのメンテナンス人員による兼務可能 ・非常時の稼働に必要な人員 高所カメラ，ヘリコプターからのビデオ映像処理担当：1 住所同定作業担当：1

図-解4-26　開発した技術・システムの名称（モニターカメラからの住所同定システム）

担当機関名	建築研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・市街地形状データ（B） 市街地を道路・河川・鉄道・公園等の線的施設で分割した"街区"に分けたデータ。 線的施設の幅員も必要。 ・市街地構造データ（B） 上記の"街区"の中の建物構造（木造率，防火造率，耐火造率，建ぺい率） 事前に作成または購入する必要がある。 ・気象データ（C） 災害時の風向・風速データ。気象台，市の観測施設等から入手。 ・リアルタイムの延焼状況データ（C） 前述の災害状況検知システム，通報等を用いて入手。	災害状況検知システムにより解析された市街地火災の出火点情報，延焼情報，ならびに気象情報に基づいて，将来の市街地火災の延焼状況予測を短時間で行うシステム。 現状のEWS程度の処理能力があれば延焼予測計算は可能。 災害状況検知システムとの有機的な運用を考えると，このEWSが，画像処理装置を制御できることが望ましい。	各街区の延焼着火予測時刻（C）

運用形態		
機器	規模	人員
・コンピュータ（EWS程度） ・画像処理装置 ・ビデオ装置一式（カメラ，VCR他）	基本的に，消防本部，災害対策本部等での据置による運用が主となる。	・通常時の維持に必要な人員 パソコン・EWSのメンテナンス人員による兼務可能 ・非常時の稼働に必要な人員 ビデオ映像処理担当：1 延焼予測計算担当：1

図-解4-27　開発した技術・システムの名称（リアルタイム型延焼拡大予測システム）

担当機関名	建築研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・避難路ネットワークデータ（B） 道路ネットワークとその幅員のデータ 事前に作成又は購入する必要がある。 ・避難地データ（B） 道路ネットワーク上での避難地の位置，ゲート，収容人員等のデータ 事前に作成する必要がある。 ・一時収容場所集合人員（B） 事前に作成する必要がある。 ・危険物貯蔵施設位置（B） 事前に作成する必要がある。 ・市街地延焼予測結果（C） リアルタイム型延焼拡大予測システムによる延焼着火時刻の予測結果 ・各種制御パラメータ（C） シミュレーションの度に指定する。	市街地火災の際に住民の広域避難が必要となった場合，①延焼拡大予測に基づく道路通行可能性判定，②一定の基準（最短経路，曲がり角最小，一定規模の幅員以上の道路の選択など）に従った避難ルートの探索，③各地区の避難誘導状況のガイダンス，など避難誘導に必要な情報を出力するシステム。	・延焼予測に基づく通行可能道路判定（C） ・一定の基準に基づく避難ルート（C） ・指定ルートによる避難に基づく避難状況（C）

運用形態		
機器	規模	人員
・コンピュータ（EWS程度）	基本的に，消防本部，災害対策本部等での据置による運用が主となる。	・通常時の維持に必要な人員 パソコン・EWSのメンテナンス人員による兼務可能 ・非常時の稼働に必要な人員 延焼予測計算担当：1 最適避難経路探索システム操作担当：1

図-解 4-28　開発した技術・システムの名称（最適避難経路探索システム）

担当機関名	建築研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・ラスター型地図データ（B） 事前にスキャナー等を用いて光ディスク（もしくは光磁気ディスク）等に格納しておく必要がある。 ・地図属性データ（B） 町丁目コード・名称とその地図上での位置，目標物コード・名称とその地図上での位置，電話番号，など 事前に作成しておく必要がある。 ・施設情報（B，C） 防災関連施設の位置，名称，その内容（属性情報）など 事前に作成しておき，外部情報交換システム等を用いて取得した情報として必要に応じてその都度更新する。 ・定性的・定量的被害情報（C） 外部情報交換システム等を用いて取得した情報としてその都度入力	ラスター形式の地図情報を用い，それに町丁目名称，目標物情報などの属性情報を付加し，様々な地図検索を支援するとともに，災害時の被害情報，防災関連施設の情報を入力・管理し，地方公共団体の災害対策本部または災害対策担当部門における災害現状把握を支援する情報提供システム。	・定性的被害情報の表示（C） ・定量的被害情報の表示（C） ・防災関連施設の地図検索，地図表示，属性表示（B，C） ・目標物検索，地図表示，属性表示，（B，C） ・電話番号検索，地図表示，属性表示（B，C） ・町丁目検索，地図表示（B） ・その他

運用形態		
機器	規模	人員
・コンピュータ EWS ネットワーク端末としてのパソコン ・光ディスク装置（光磁気ディスク装置） ・スキャナ装置	基本的に，消防本部，災害対策本部等での据置による運用が主となる。	・通常時の維持に必要な人員 パソコン・EWSのメンテナンス人員による兼務可能 ・非常時の稼働に必要な人員 内部情報交換システム操作担当：1 その他端末パソコンごとに操作担当：1×n

図-解4-29　開発した技術・システムの名称（内部情報交換システム）

担当機関名	建築研究所

入力情報	処理概要	出力情報
・避難路ネットワークデータ（B） 道路ネットワークデータとその幅員のデータ 事前に作成または購入する必要がある。 ・避難地データ（B） 道路ネットワーク上での避難地の位置，ゲート，収容人員等のデータ 事前に作成する必要がある。 ・一時収容場所集合人員（B） 事前に作成する必要がある。 ・災害時通行不能（幅員減少）道路位置（C） 外部情報交換システム等を用いて取得した情報としてその都度入力 ・市街地延焼予測結果（C） リアルタイム型延焼拡大予測システムによる延焼着火時刻の予測結果 ・各種制御パラメータ シミュレーションの度に指定する。	市街地火災時に，住民が広域避難を行う際，指定された避難路を通って指定された避難地に向かうことが妥当であるかのチェック，困難である場合には，避難路の迂回，別の避難地へ誘導するために必要な情報を出力し，避難誘導を支援するシステム。	・避難割当図（初期，最適解，変化部分）（C） ・避難ルート図（初期，最適解，変化部分）（C） ・最遅避難開始時刻図（初期，最適解，変化部分）（C） ・避難困難者予測図（初期，最適解，変化部分）（C） ・避難完了時刻予測図（初期，最適解，変化部分）（C）

運用形態		
機器	規模	人員
・コンピュータ（EWS程度）	基本的に，消防本部，災害対策本部等での据置による運用が主となる。	・通常時の維持に必要な人員 パソコン・EWSのメンテナンス人員による兼務可能 ・非常時の稼働に必要な人員 延焼予測計算担当：1 避難誘導支援システム操作担当：1

図-解 4-30　開発した技術・システムの名称（避難誘導支援システム）

第5章 建設省における災害情報システム（復旧計画作成支援システム）の導入への提言

5．1 建設省における災害情報の流れ

災害情報システム整備にあたって，建設省における災害時の情報の流れ，関連を整理しておくことが重要である。

〔解 説〕

災害情報システムの導入にあたっては，あらかじめ建設省における災害時の情報の流れ等について十分な調査を行う必要がある。

地震災害，水害，土砂災害について情報の連関を図-解5・1～図-解5・3に示す。

5．2 災害情報システムの全体構成

建設省の災害時の情報の連関，本プロジェクトにおいて開発したシステムの機能に基づき，対象とする機関に導入するシステムの位置付けを行い全体構成を策定することが重要である。

〔解 説〕

建設省(本省，地方建設局，事務所等)において，本プロジェクトで研究開発したシステム図-解5・4～図-解5・6に示す。実際にシステムを整備する際には，情報処理装置の記憶容量や通信速度等について，より具体的，詳細に検討する必要がある。特に，実際にシステムを操作，データを入力する担当者及び出力結果を用いて判断を下す人のニーズを，十分に検討しておくことが使い易いシステムとするうえで重要である。

この災害情報システムは収集系，伝達系，処理系から構成されている。収集系では，設置されたセンサーによる情報収集，ヘリコプターや地上調査班が自動車などを用いて人間による情報収集及び既存の他のシステムからの情報収集もある。

伝達系では，既存のテレメータ，防災無線，通信衛生，地上系の通信をさらに整備した構成が考えられる。

処理系では，災害状況をリアルタイムで把握するための情報復元系とデータベースを利用した処理系及び最終的な復旧計画の策定を支援する判断支援系に分けることができる。 防災関係機関ではこのシステムから得られる情報をいち早く入手し，地域に適した災害対策を立てることが可能となる。

5．3 災害情報システムの概略設計

本プロジェクトで研究開発した災害情報システムの概略を図表を用いて解り易く整理する。

〔解 説〕

全体構成図に基づき，災害情報システムがどのようなサブシステムから構成されているかを明らかにし，機器構成図及び機器構成表により災害情報の流れと各機関において必要な機器を示した。

このように各システムの機能，構成，規模を大まかにイメージすることによって，システムに対する理解を容易にし，具体のシステム設計を行う指針となる。

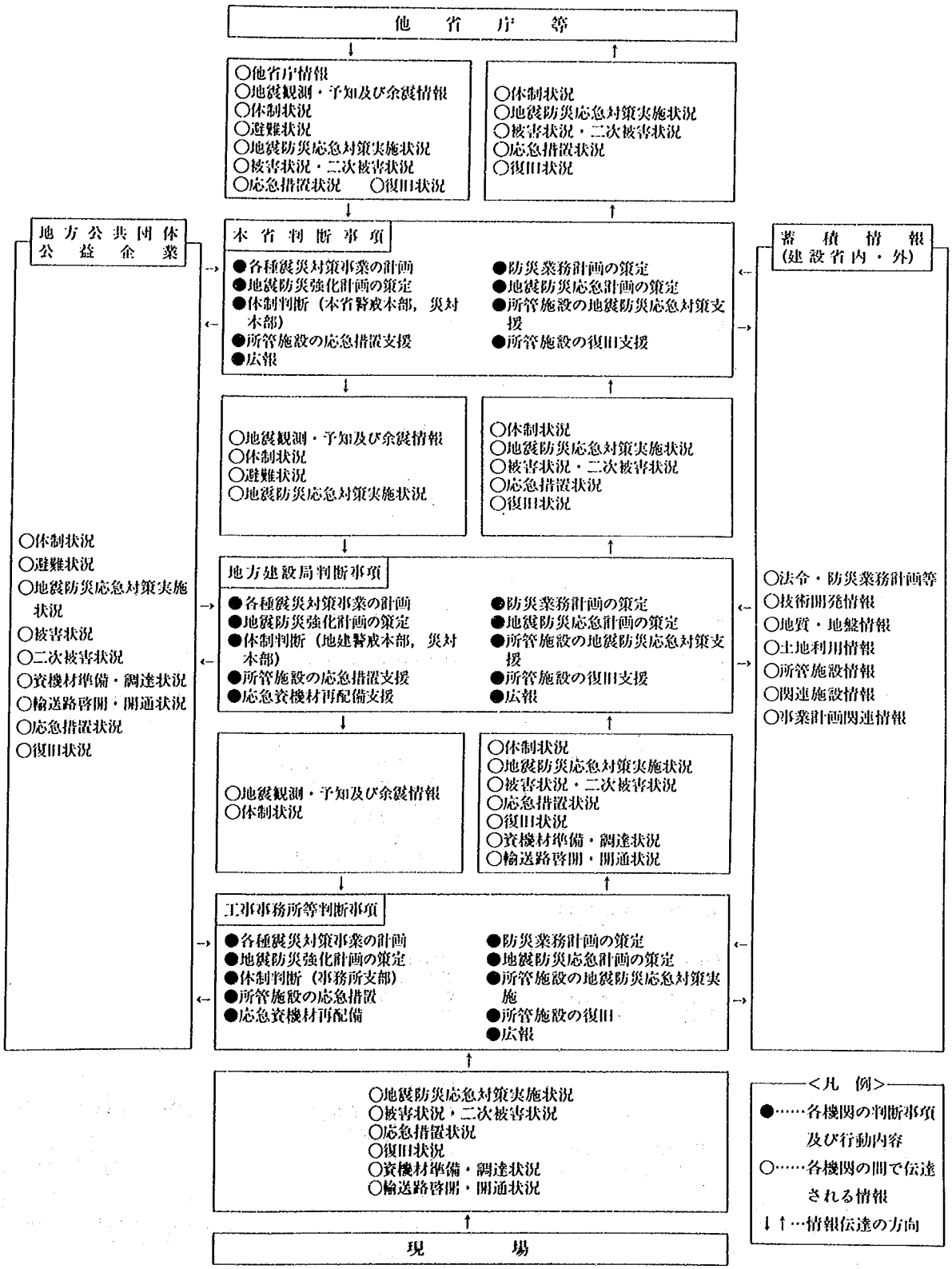


図-解 5・1　建設省機関の情報連関図（地震災害）

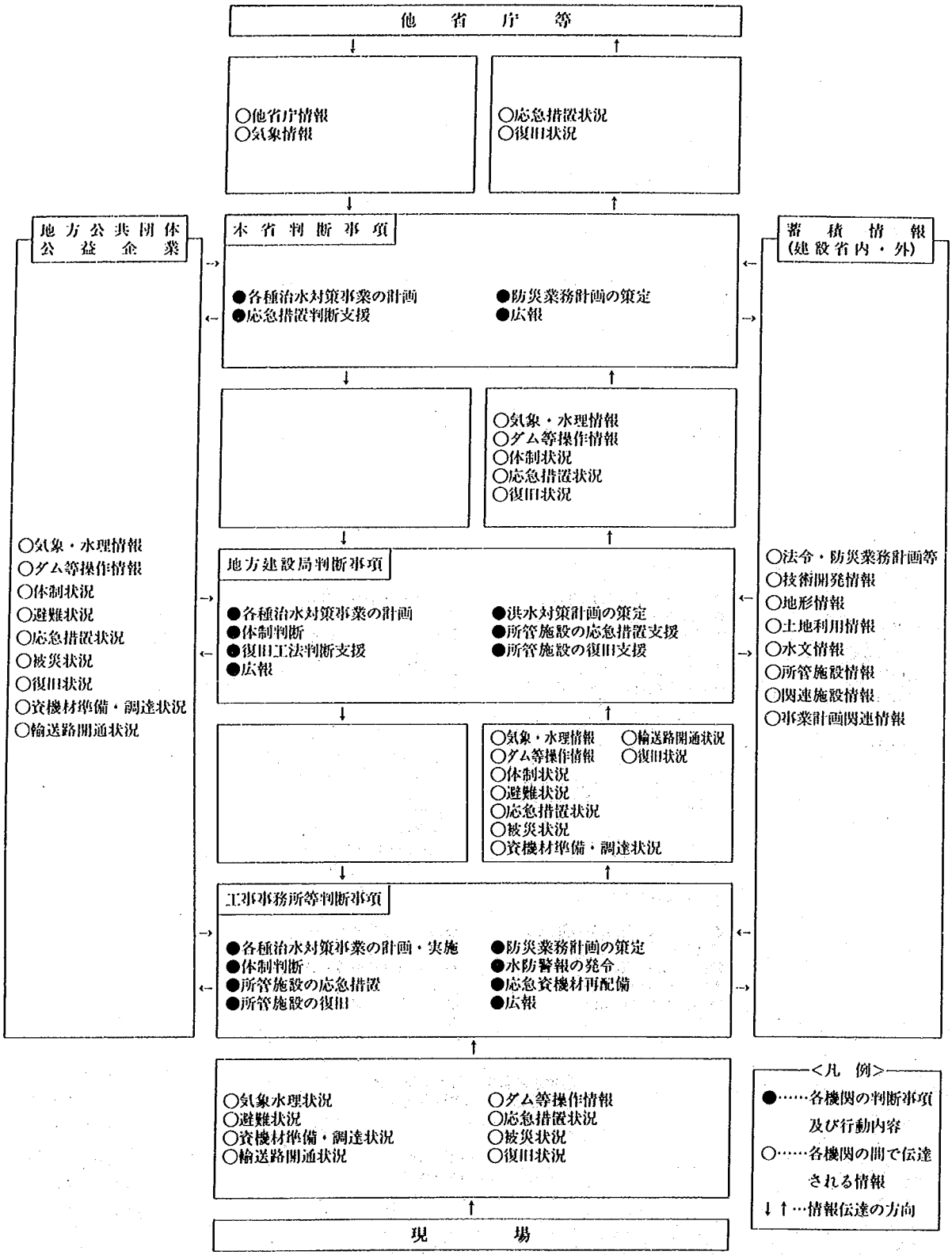


図-解 5・2 建設省機関の情報連関図（水害）

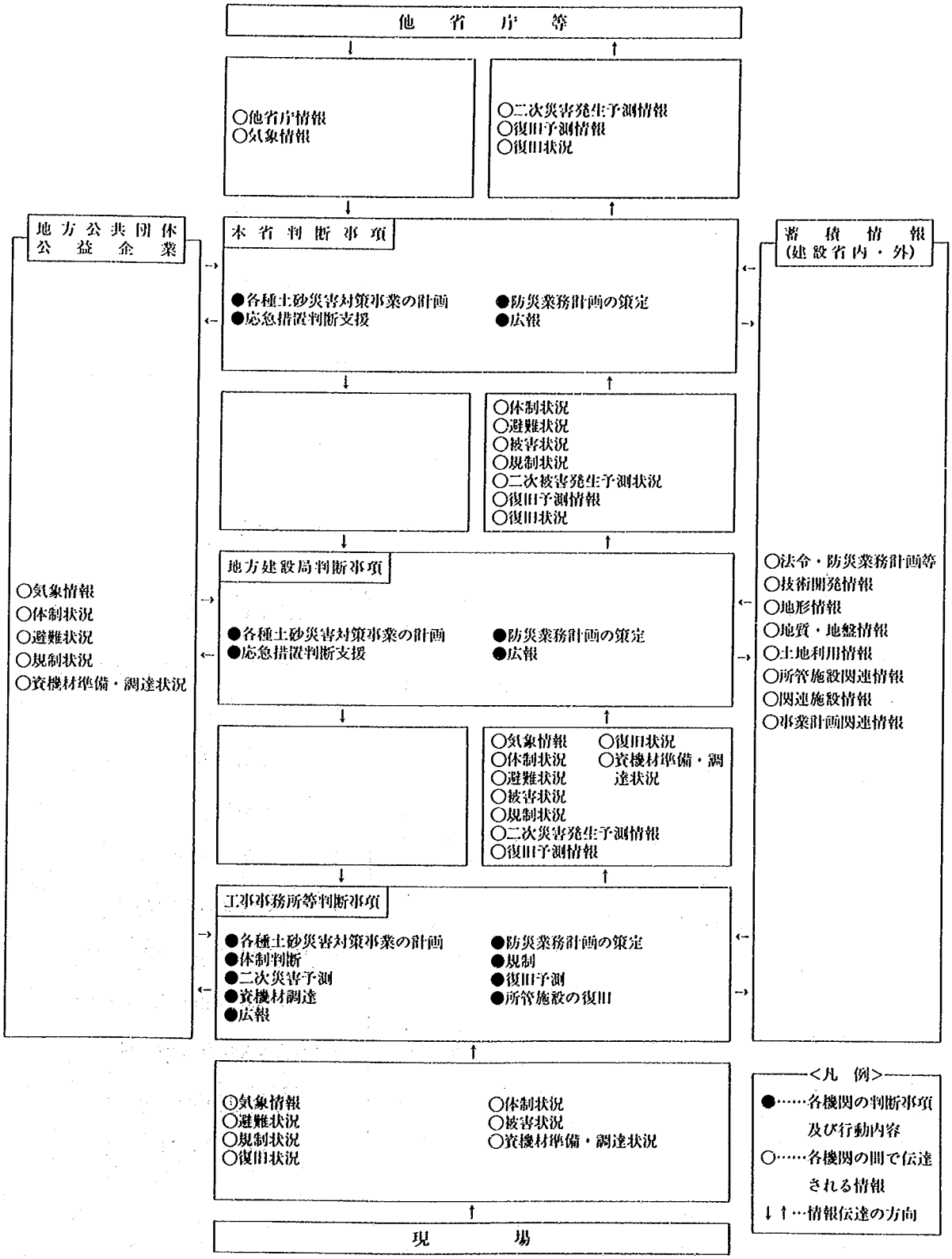


図-解 5・3　建設省機関の情報連関図（土砂災害）

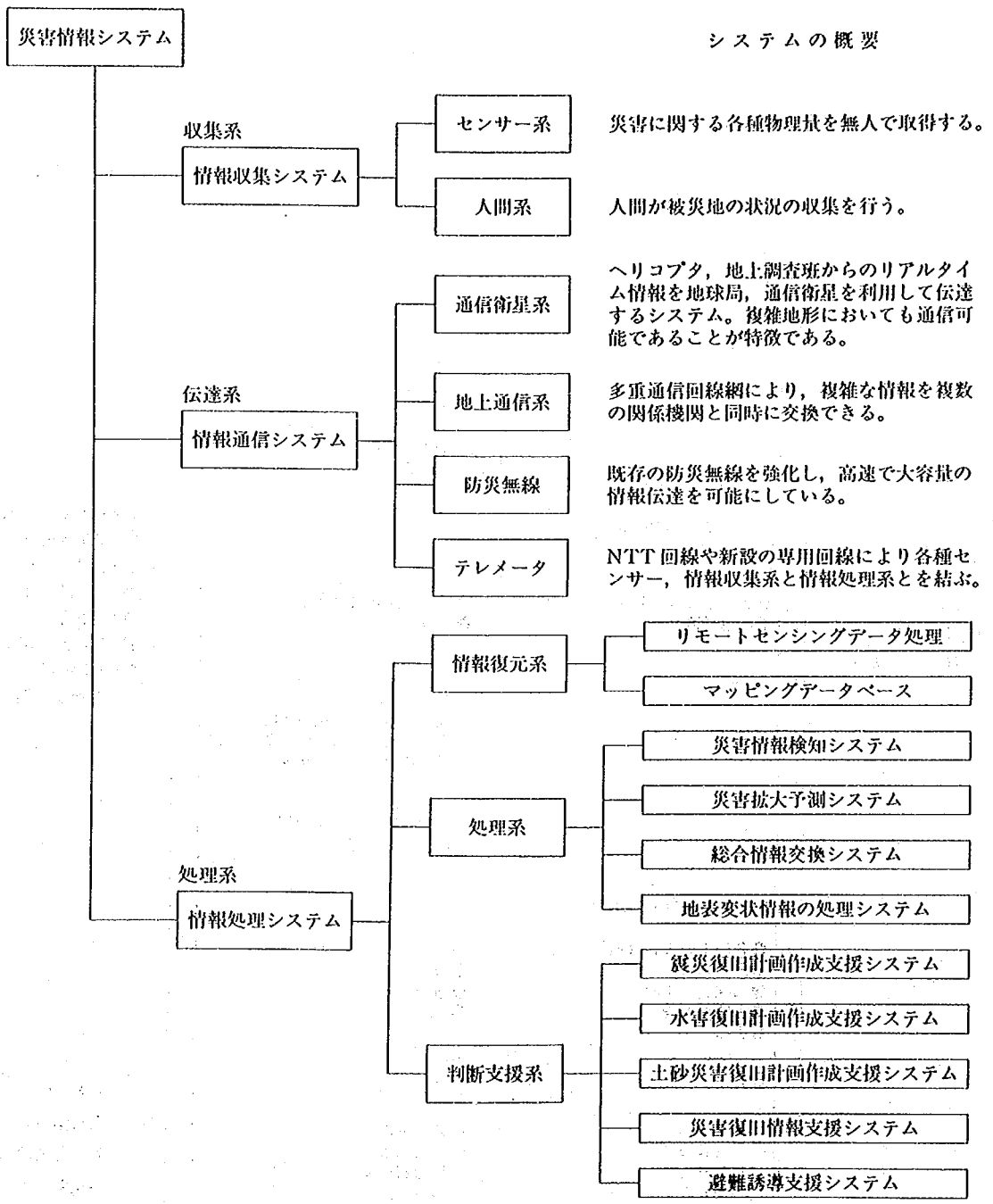


図-解 5・4　災害情報システムの全体構成（その 1）

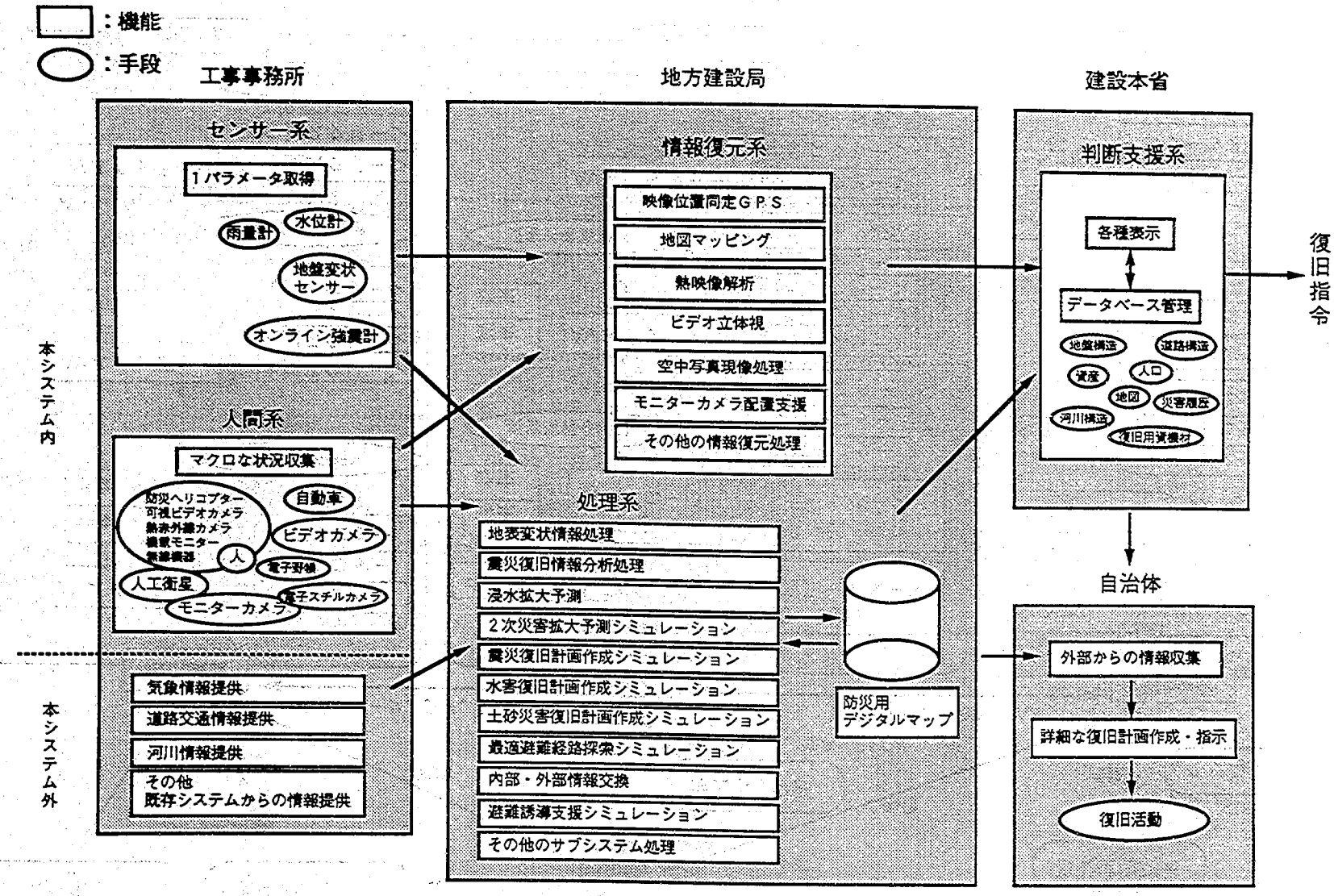


図-解 5-5　災害情報システムの全体構成（その２）

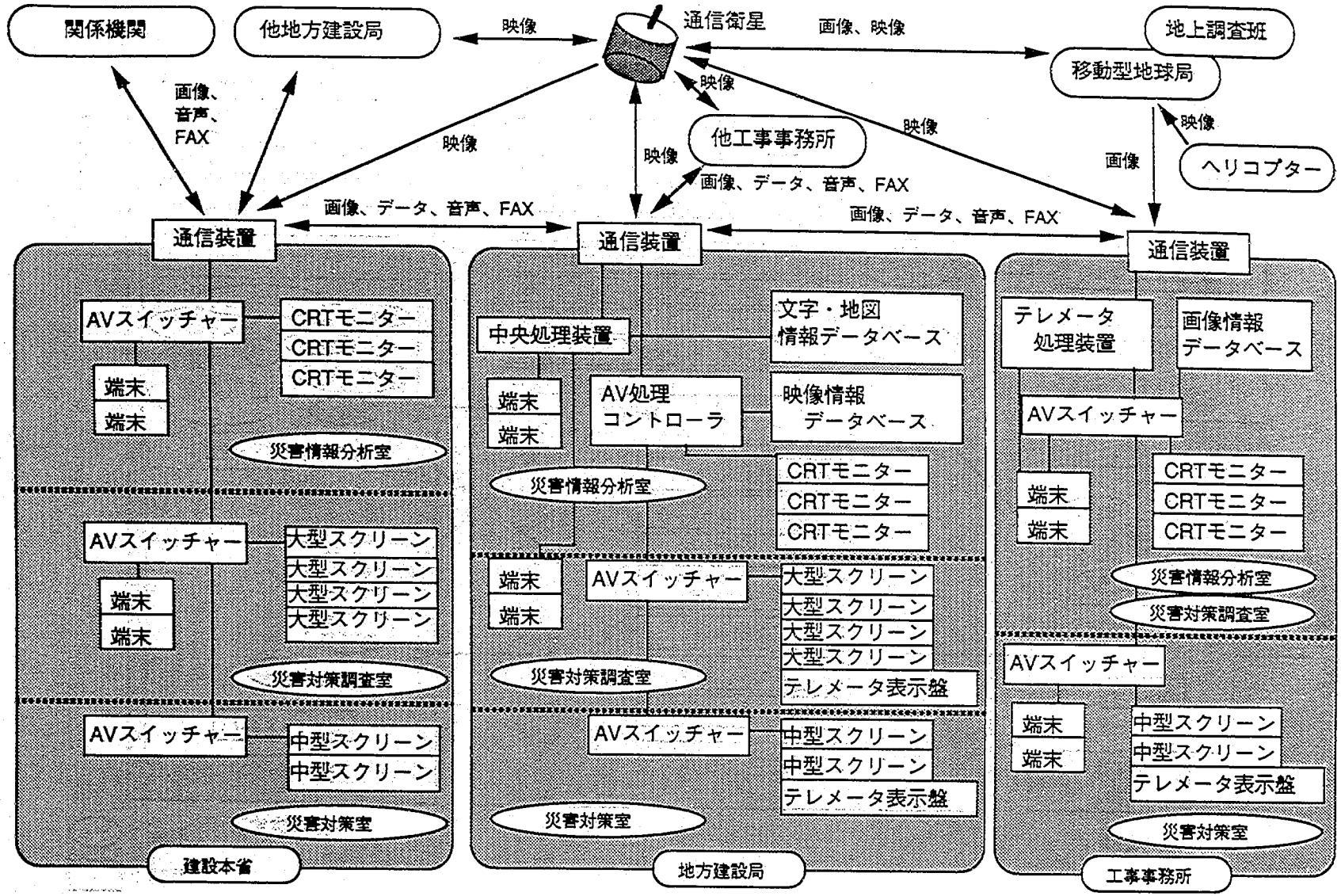


図-解5・6　災害情報システムの全体構成（その3）

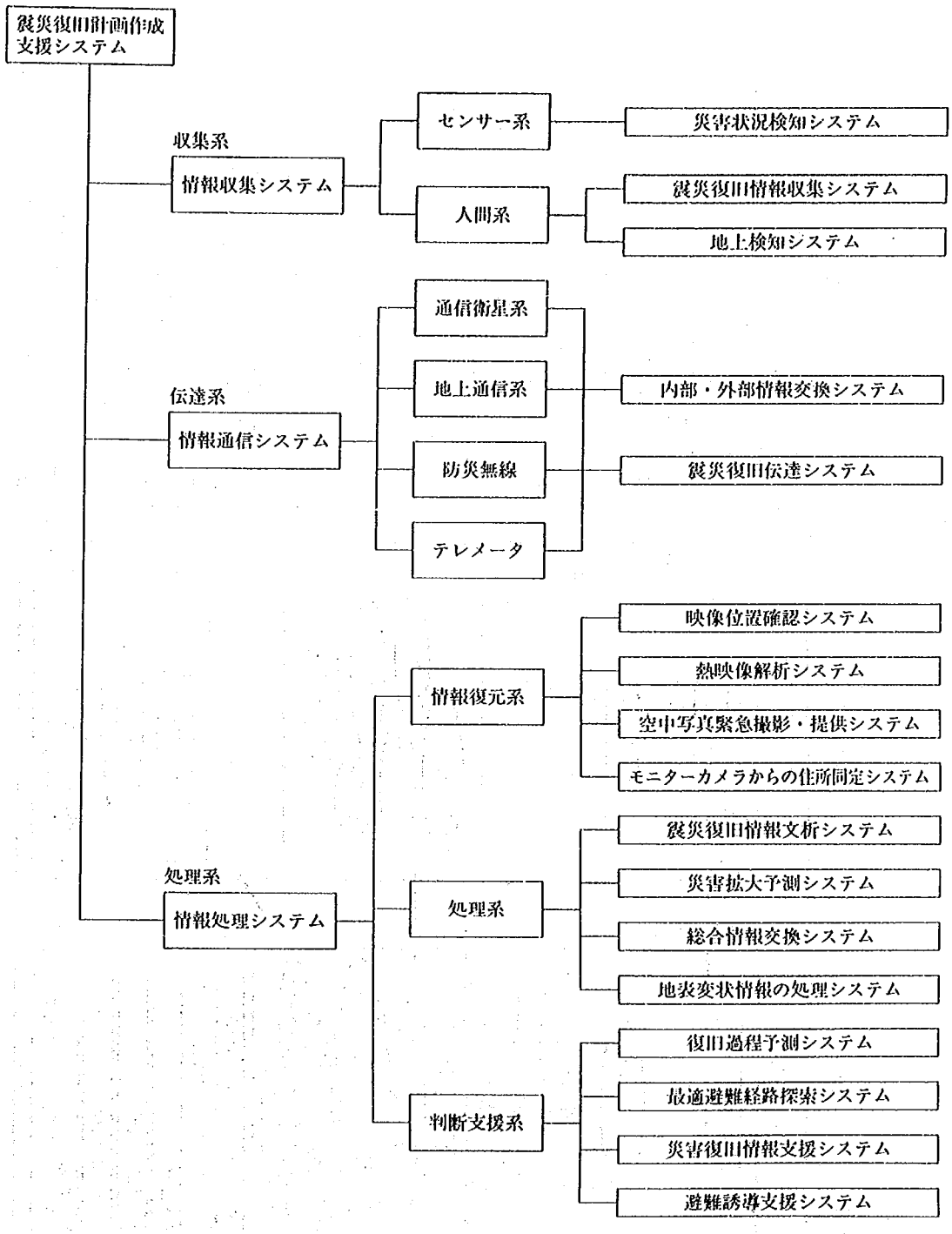


図-解 5・7　震災に対応するシステムの全体基本図

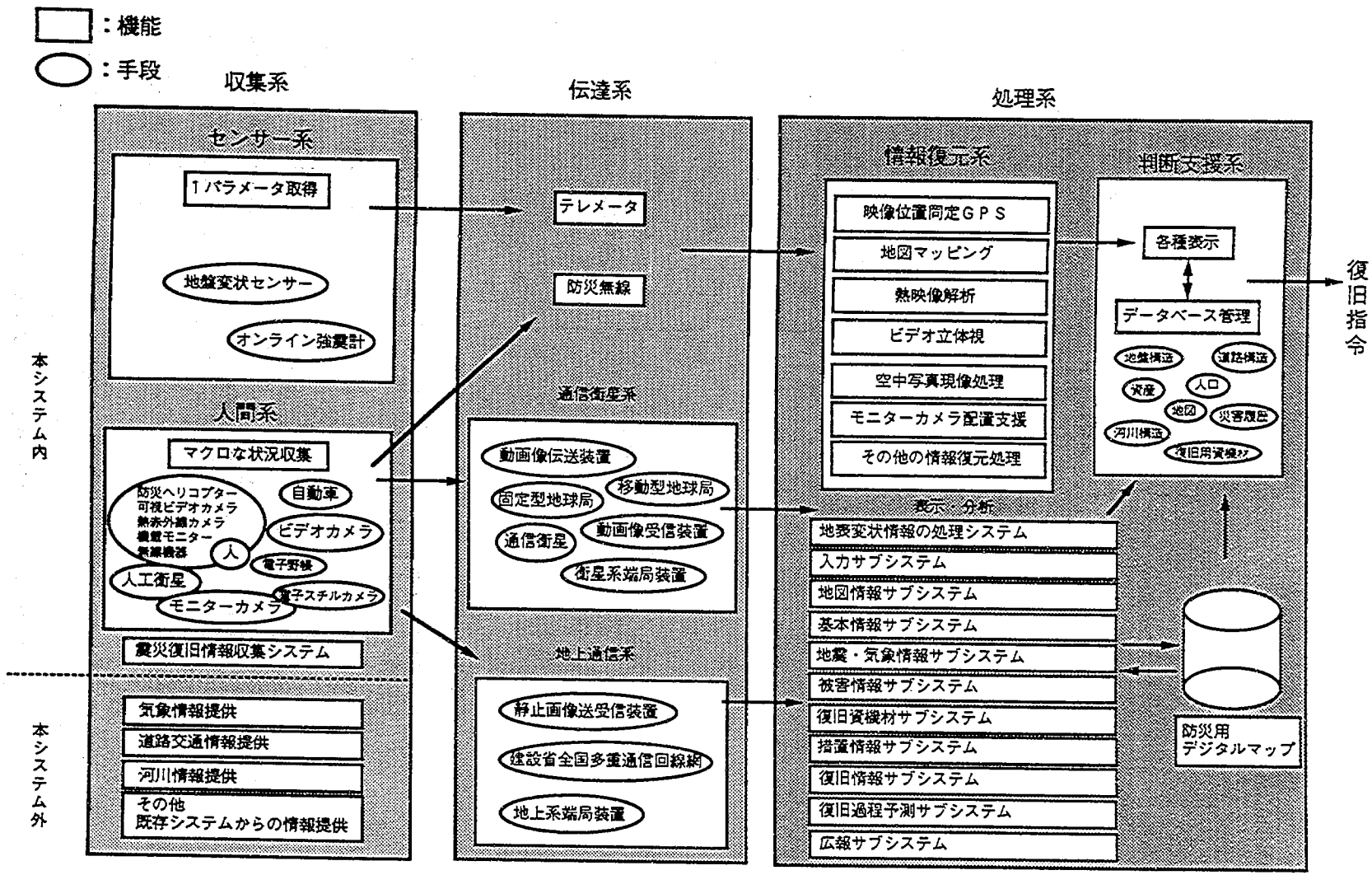


図-解 5-8　震災に対応したシステムの系統図

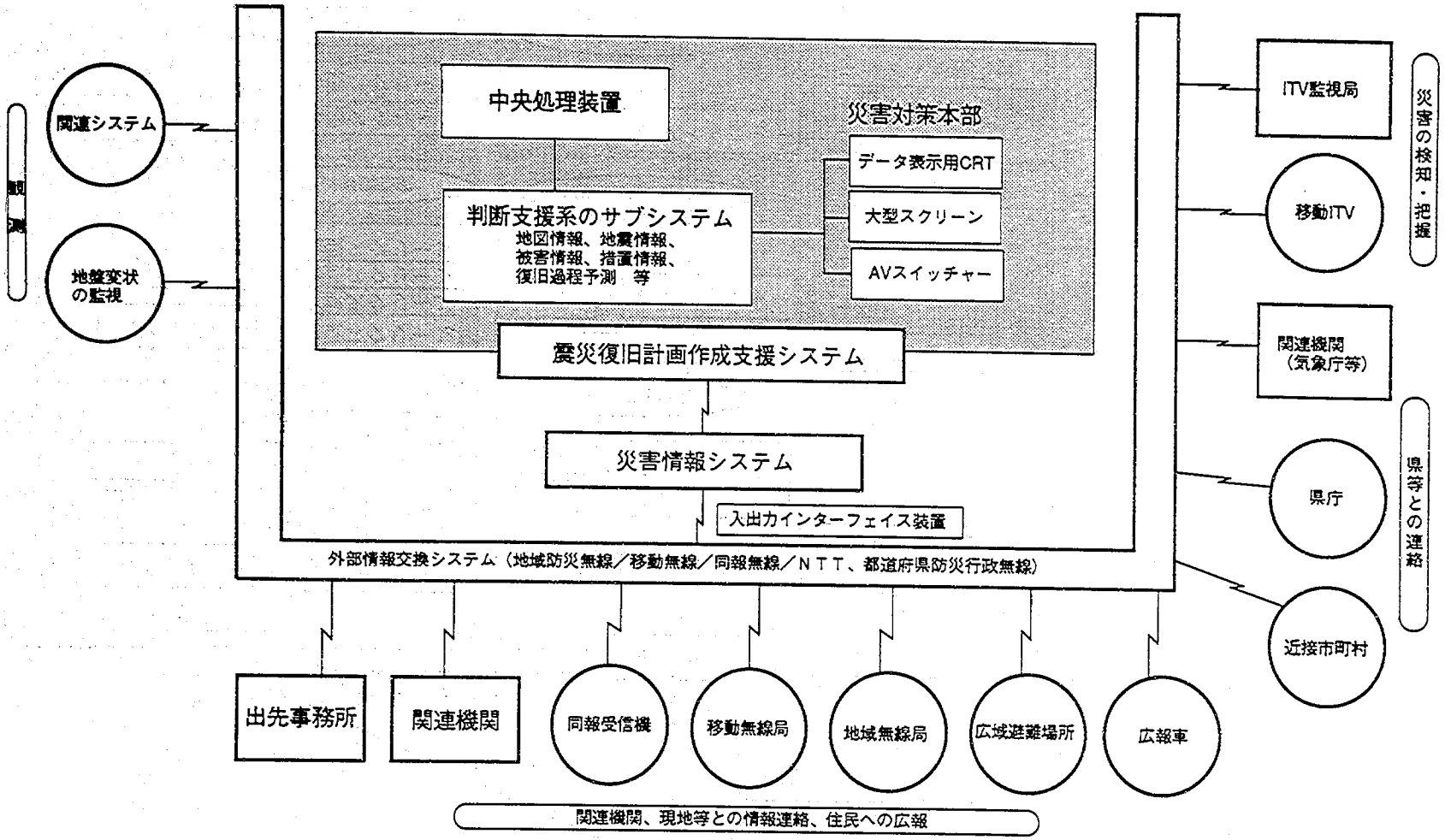


図-解5･9　震災に対応したシステムの系統図

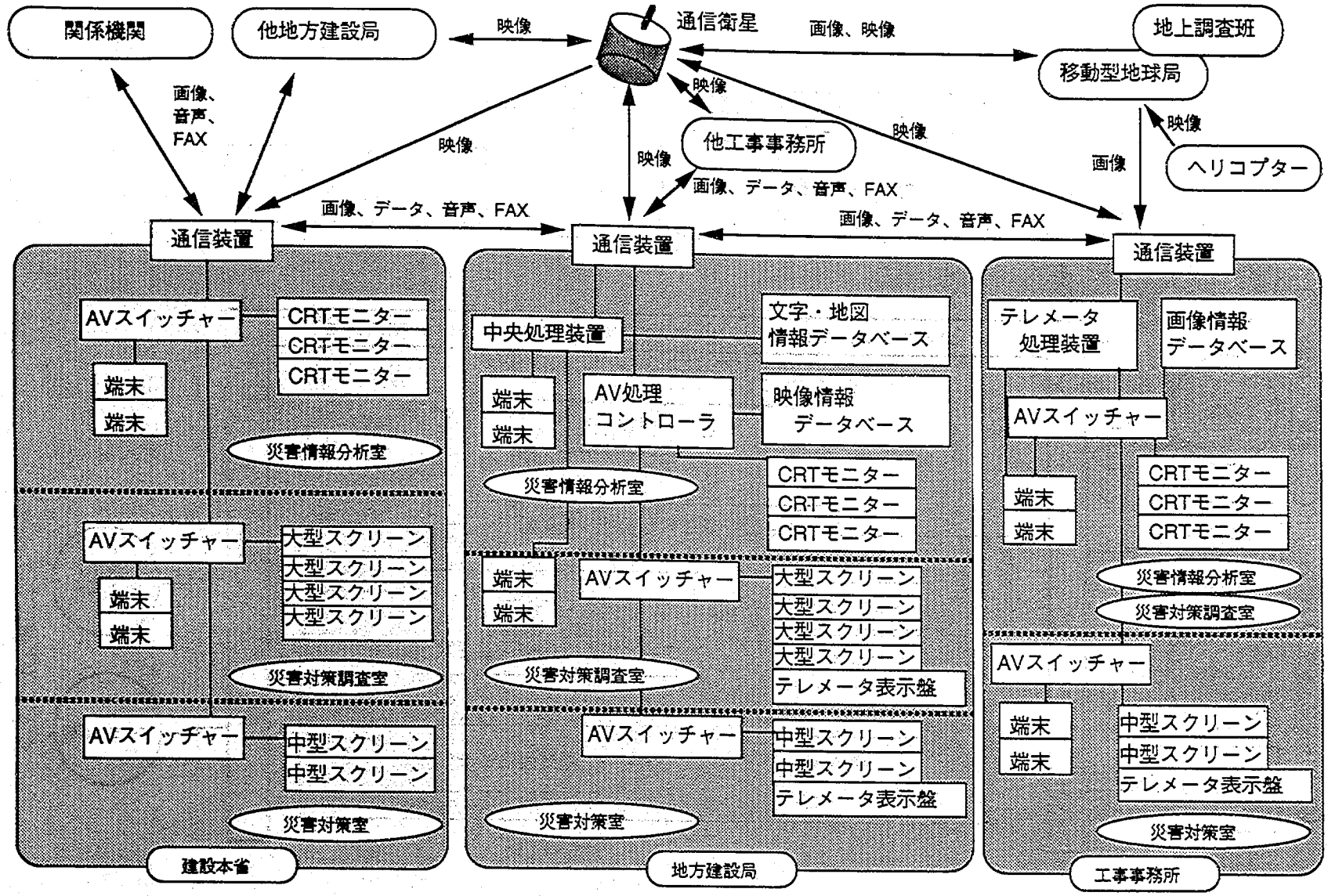


図-解 5・10　震災に対応したシステムの機器構成図

表-解 5・1　震災に対応したシステムの機器構成表

系	災害種別	機器項目	特徴
情報収集系	共通	機載ビデオカメラシステム	カメラ振動防止懸架装置を装備していること
	共通	GPS 受信システム	水平位置 100 m 程度，垂直位置 50 m 程度の精度で位置決め可能なこと
	共通	垂直スチルカメラ	有効画角 53 ㎜×53 ㎜
	共通	熱赤外線ビデオカメラ	−30℃～＋55℃の範囲で被写体識別が可能なこと
	共通	モニタビデオカメラ	水平解像度 300 本以上
	共通	ハイビジョンシステム	水平解像度 1125 本以上
	共通	ナイトビジョンシステム	最低照度 0.0211 ux の下でカラー映像の得られること
	共通	電子スチルカメラ	撮影映像をビデオフロッピーに記録できること
	共通	電子野長	簡易入力機能を有し，IC メモリに内容を保持できること
	共通	ポータブル伝送装置	画像データ等，データ圧縮機能を有すること
	土砂	地盤変状センサー	
	地震	オンライン強震計	デジタル記録あり，通信機能を有すること
情報伝達系	共通	通信衛星	
	共通	固定型地球局	本省・各地建・各工事事務所に設置
	共通	移動型地球局	地上調査班に随行する
	共通	画像伝送装置	ヘリコプターに搭載
	共通	画像受信装置	各地建のみ設置
	共通	全国多重通信回線網	150 MHz 周波数帯を用いた無線回線
	共通	送受信装置	本省・各地建・各工事事務所に設置
	共通	画像送信装置	地上調査班に搭載
情報処理系	共通	中央処理装置	スーパーミニコン程度の処理能力を有すること
	共通	地図情報用エンジニアリングワークステーション	迅速な応答が要求されるため専用のワークステーションを確保すること
	共通	文字情報用マルチワークステーション	迅速な応答が要求されるため専用のワークステーションを確保すること
	共通	動画像データベース用 VTR ライブラリ	ヘリコプターおよび地上調査班からの動画像のデータベースライブラリ
	共通	静止画像データベース用 VDR ライブラリ	地上調査班からの静止画像のデータベースライブラリ
	共通	大型スクリーン	200 インチ程度
	共通	中型スクリーン	70 インチ程度
	共通	モニター架	
	共通	テレメータ表示盤	地震・気象情報等をリアルタイムで表示可能なこと
	共通	書画カメラ	紙面に描かれた図表等を投影できること
	共通	電子黒板	黒板上に描かれた図表等を投影できること
	共通	AV スイッチャー	VTR・VDR・TV チューナ等を集中操作しスクリーン上の映像の通信・切り替えが可能であること
	共通	TV 会議ユニット	
	定通	衛星・地上系端局装置	

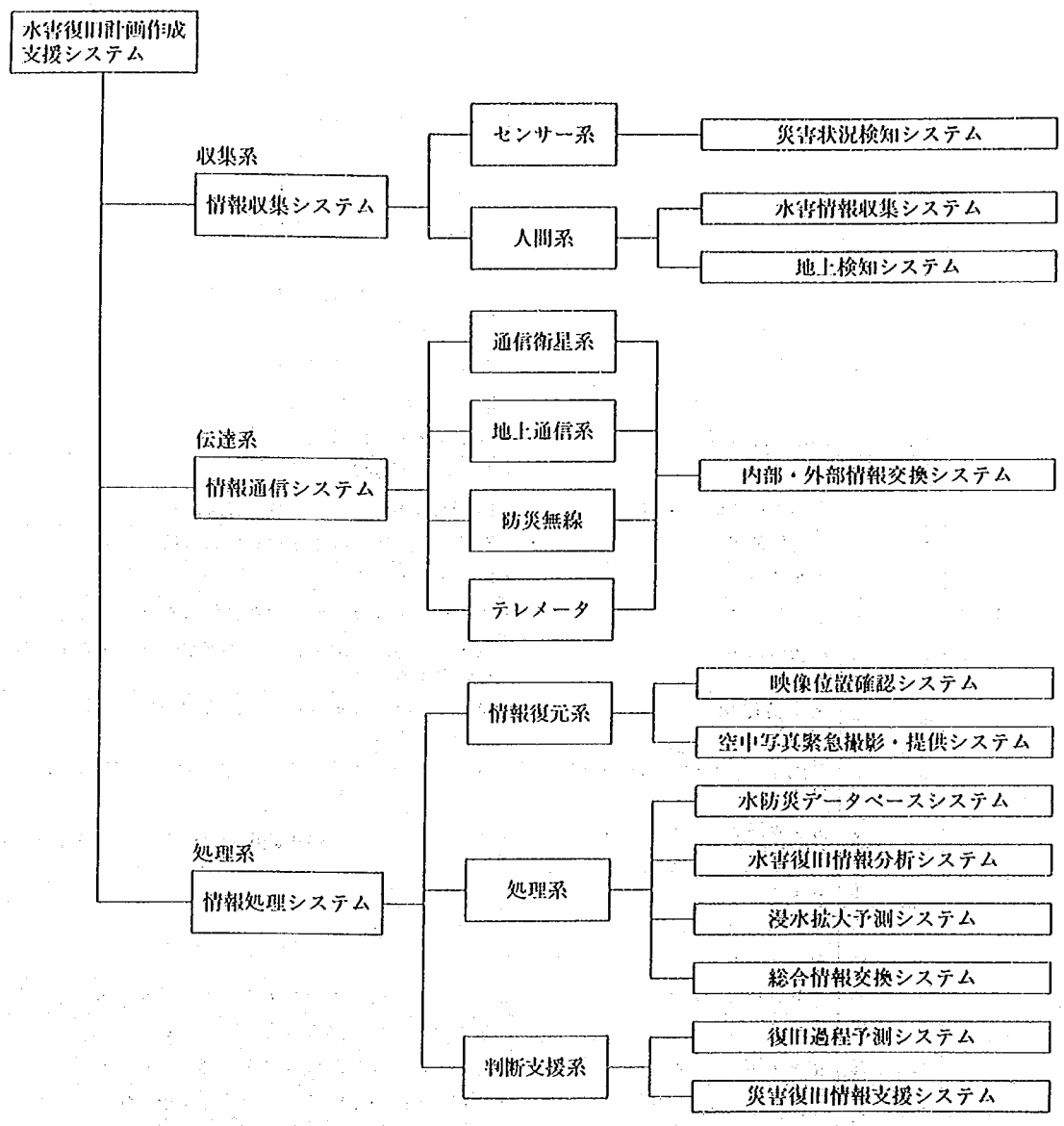


図-解5・11　水害に対応するシステムの全体基本図

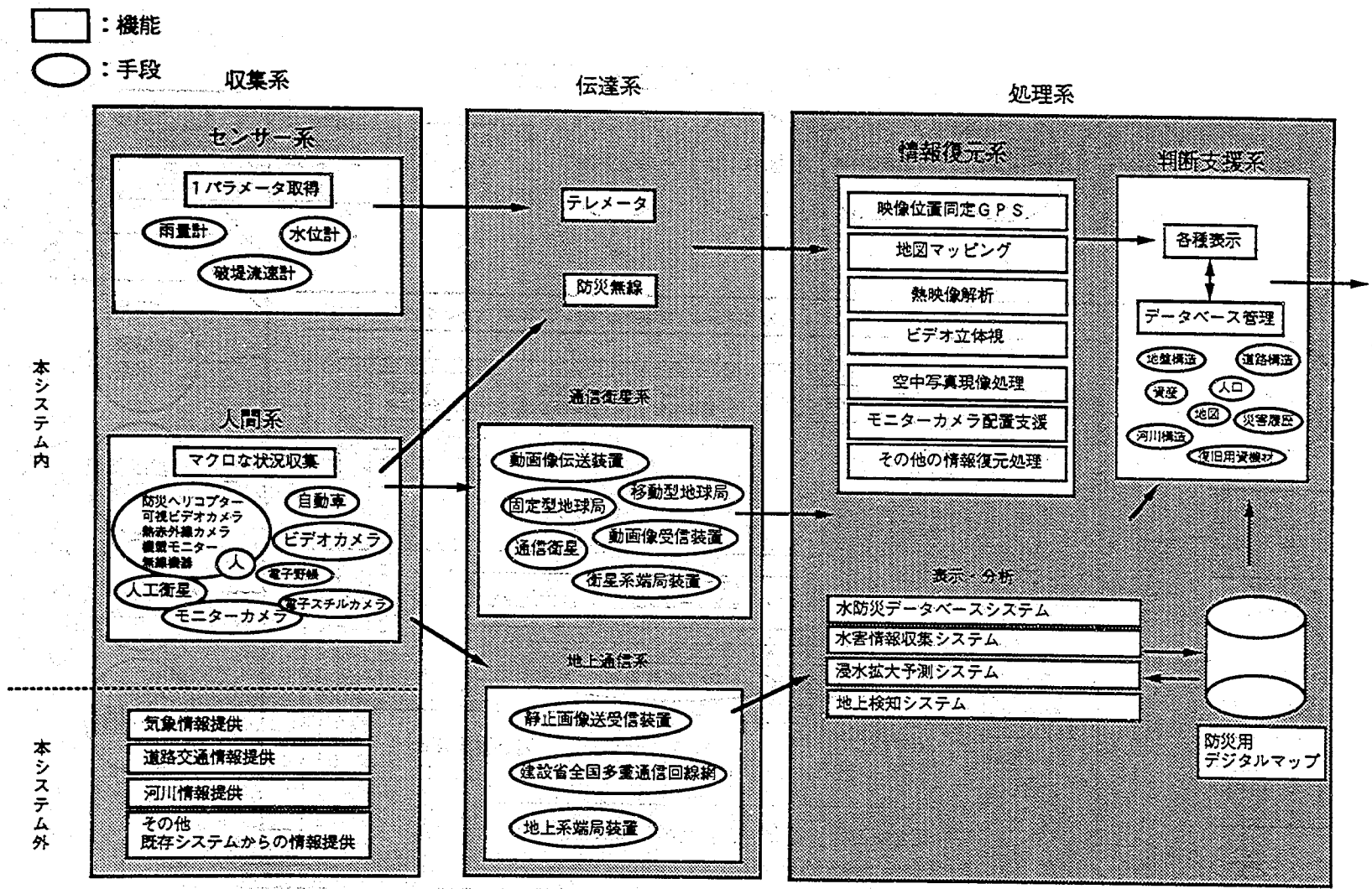


図-解 5・12　水害に対応したシステムの系統図

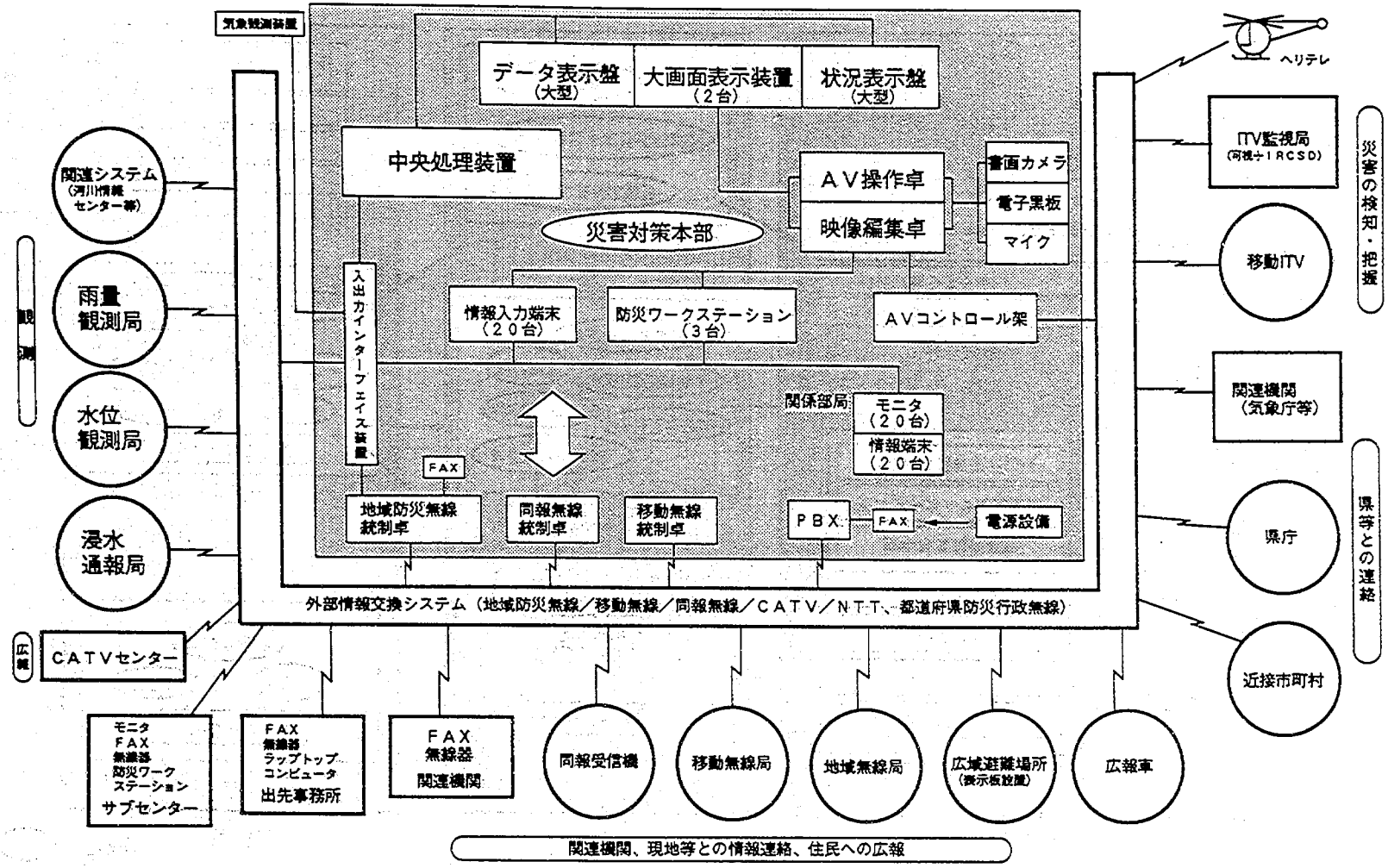


図-解 5-13　水害に対応するシステムの機器構成図

表-解 5・2　水害に対応するシステムの機器構成表

系	機器項目	特徴
情報収集系	機載ビデオカメラシステム	カメラ振動防止懸架装置を装備していること
	GPS 受信システム	水平位置 100 m 程度，垂直位置 50 m 程度の精度で位置決め可能なこと
	ITV 監視装置	
	移動 ITV	
	モニター（固定）カメラ	市役所ほか数ケ所に設置
	雨量観測局	テレメータリングによる観測
	水位観測局	テレメータリングによる観測
	浸水通報局	テレメータリングによる観測
情報伝達系	固定回線（有線通信）網	MTT 回線
	固定回線（無線通信）網	屋外拡声子局，戸別受信機
	移動回線網	可搬型/携帯型/車載型無線機
	通信衛星	送/受信装置
	CATIV 網	共聴アンテナ設備
	ページャー	(異なった施設間でのメッセージ伝達に使用)
	映像通信網	静止画像伝送装置，FPU 装置
情報処理系	中央処理装置	スーパーミニコン程度の処理能力を有すること
	防災エンジニアリングワークステーション	迅速な応答が要求されるため専用のワークステーションを確保すること
	データ表示盤	テレメータリングされているデータをリアルタイムで表示可能なこと
	情報入力端末	入力作業のしやすいマンマシンインタフェースを備えていること
	状況表示盤	各種情報が集約された形式で見やすく表示されること
	中画面表示装置	100 インチ程度
	書画カメラ	紙面に描かれた図表等を投影できること
	電子黒板	黒板上に描かれた図表等を投影できること
	AV 操作卓	VTR・VDR・TV チューナ等を集中操作し，スクリーン上の映像の通信・切り替えが可能であること
	地域防災無線統制卓	
	同報無線統制卓	
	移動無線統制卓	

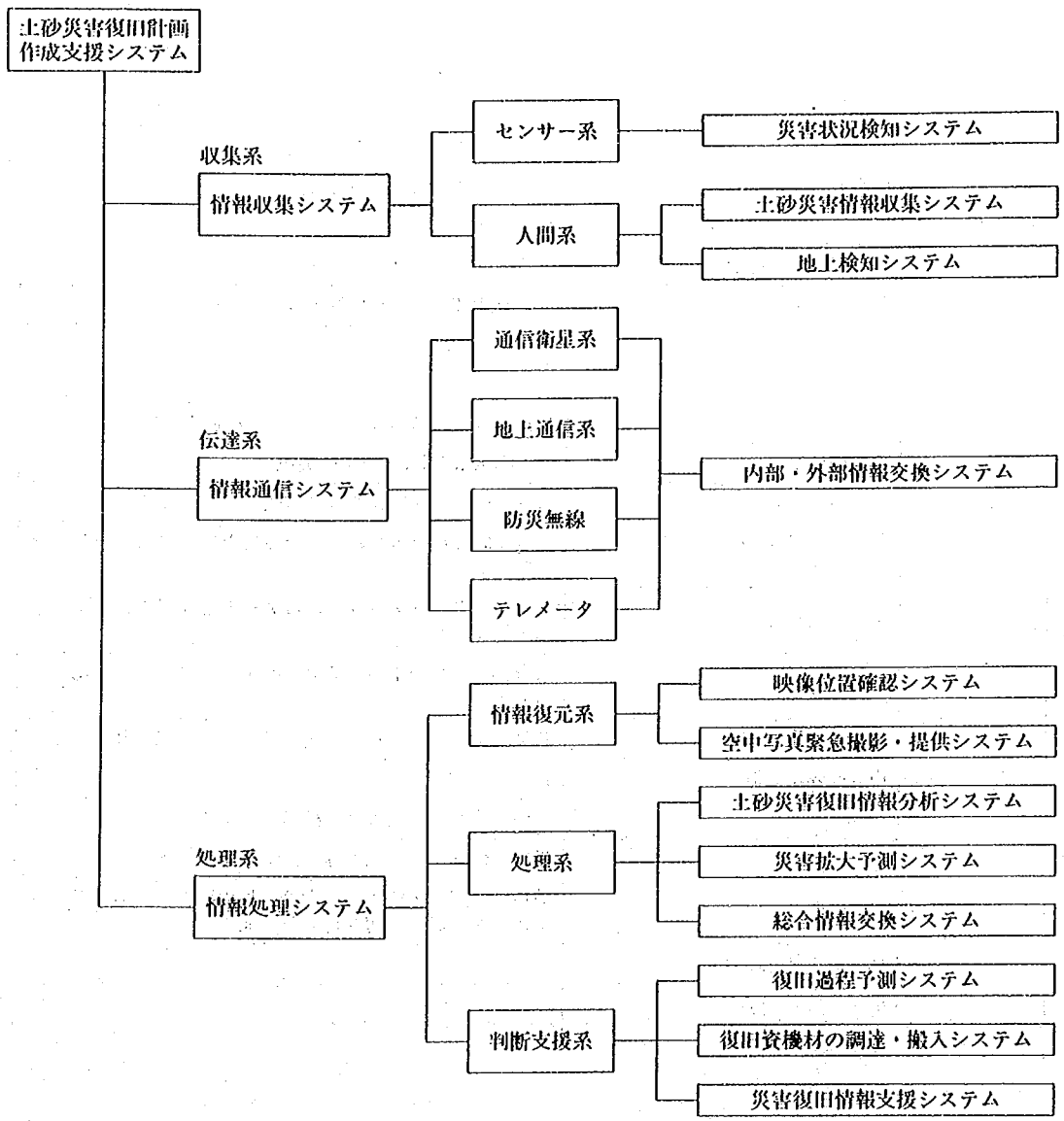


図-解 5・14　土砂災害に対応するシステムの全体基本図

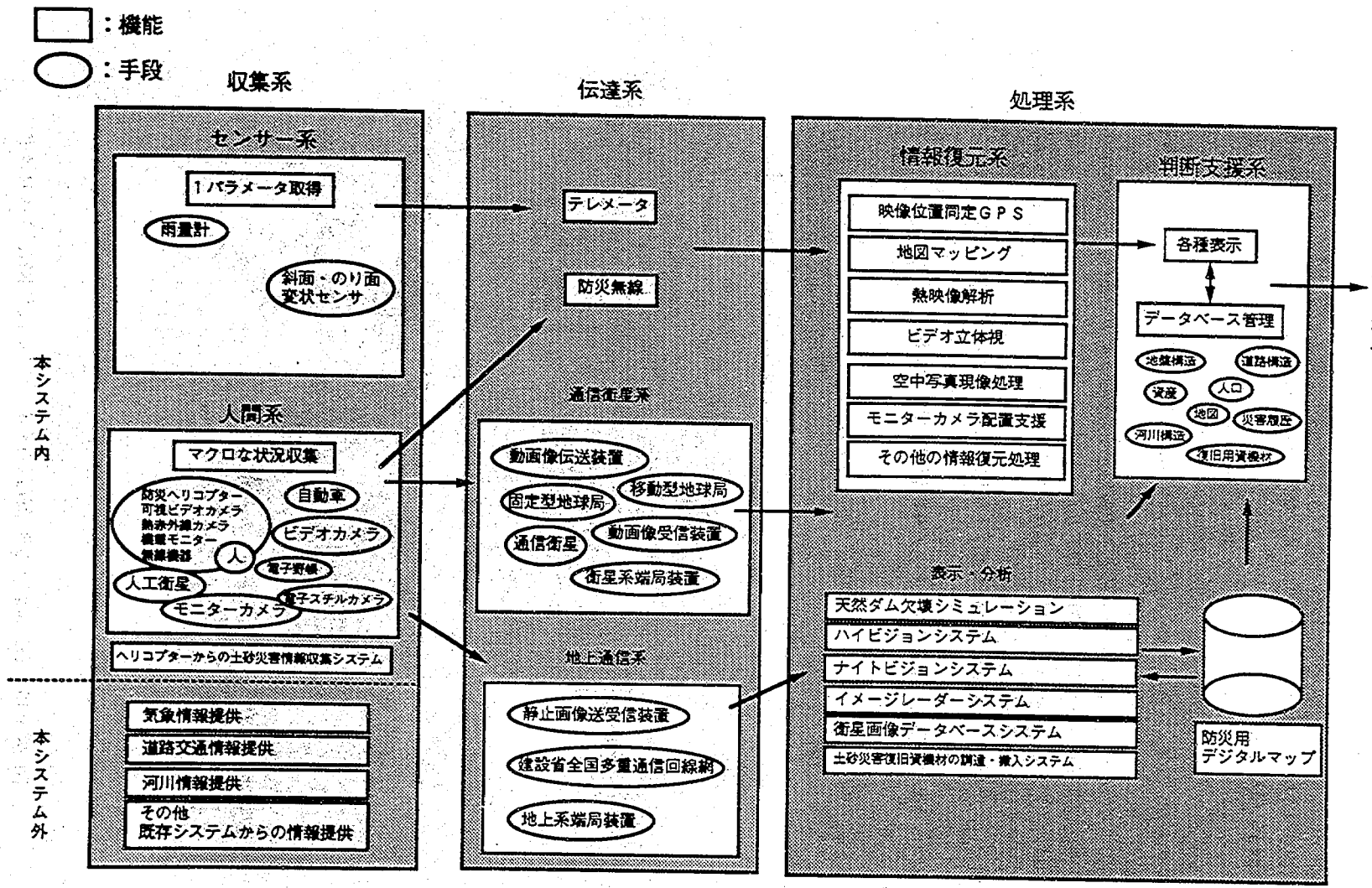


図-解5-15　土砂災害に対応したシステムの系統図

5．4　機器配置と概略費用

災害情報システムの全体像をおおまかにイメージするために機器配置のイメージ図，機器配置の概略図及び機器に関する概略費用を示す。

〔解　説〕

災害情報システムの導入にあたって，システムの全体像，機器配置のためのスペース及び概略の費用あらかじめ示すことが，導入にむけて次の段階に進む前提となる。

このため，より詳細に設計するための目安として概略費用の算定が必要である。ここでは，首都機能の移転により実現性の高い本省及び関東地方建設局を想定した。

この費用は，整備する機器のみを本当におおまかに算定したもので，オーダーとして受け止めていただきたい。

次の段階では，必要とする機器を具体化してより精度を高める必要がある。

また，ソフトウエアの作成，保守及びシステム維持管理費用は含まれていない。

表-解 5・3　災害情報システムの機器に要する概略費用

建設本省	約 5 億円
地方建設局（1）	約 20 億円
事務所（40）	約 200 億円

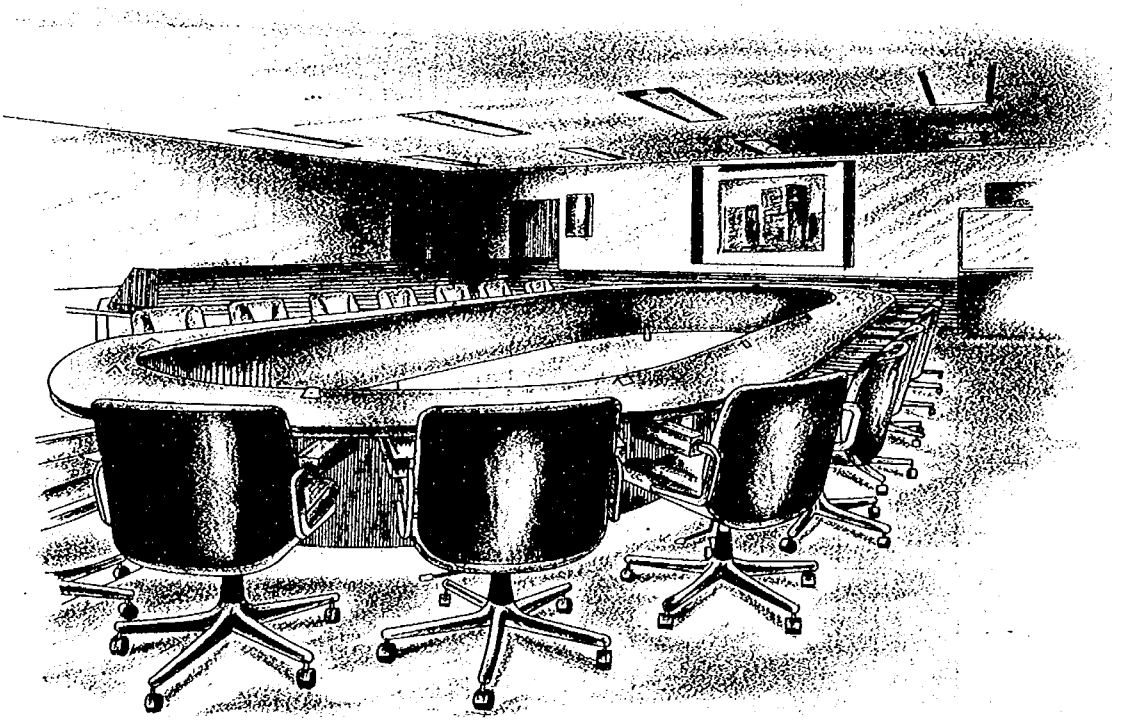


図-解 5・16　各室における機器配置のイメージ：建設省本省，災害対策室

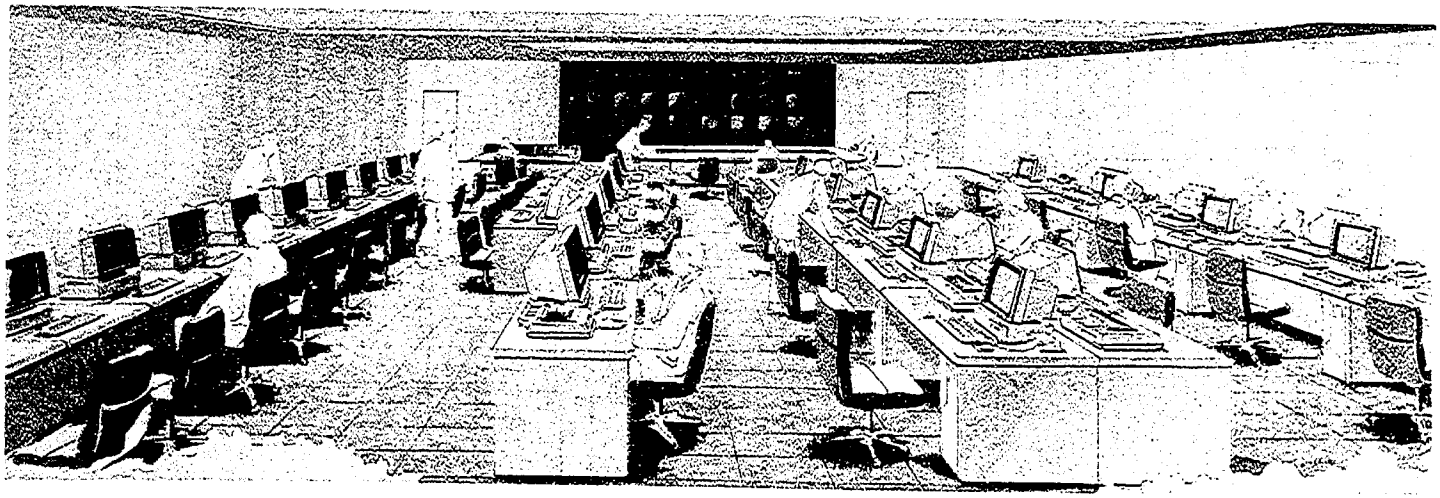


図-解 5-17　各室における機器配置のイメージ：地方建設局、災害情報分析室

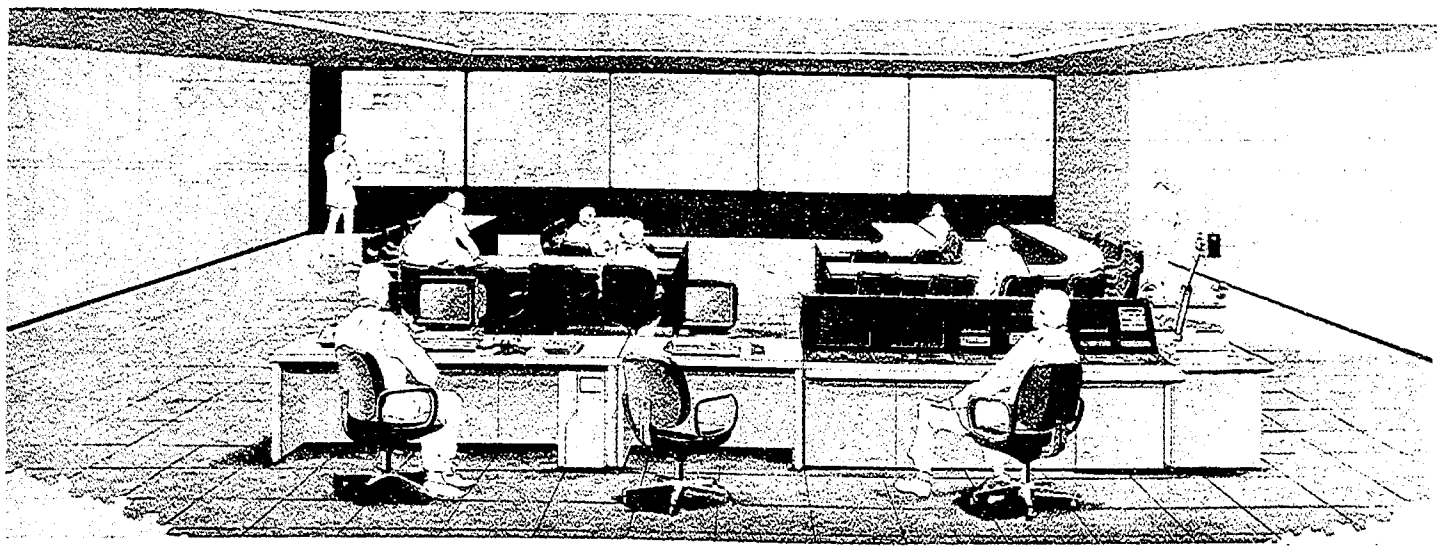


図-解 5-18　各室における機器配置のイメージ：地方建設局、災害対策調査室

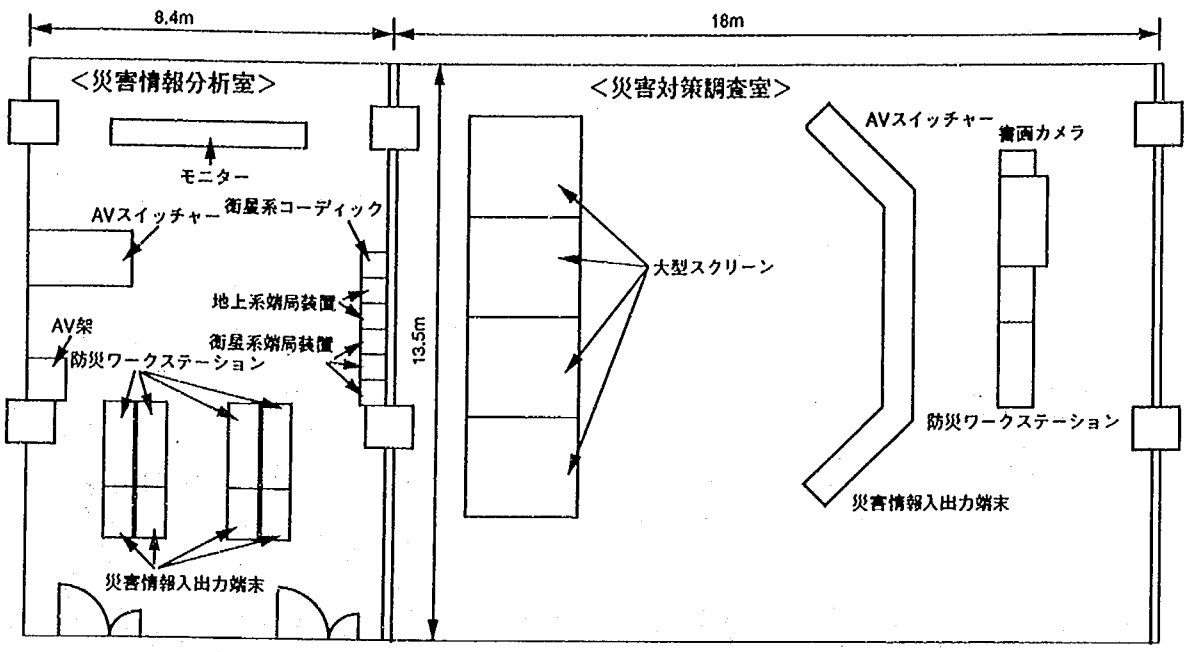


図-解 5・19　災害情報システムの機器配置図（建設省本省１）

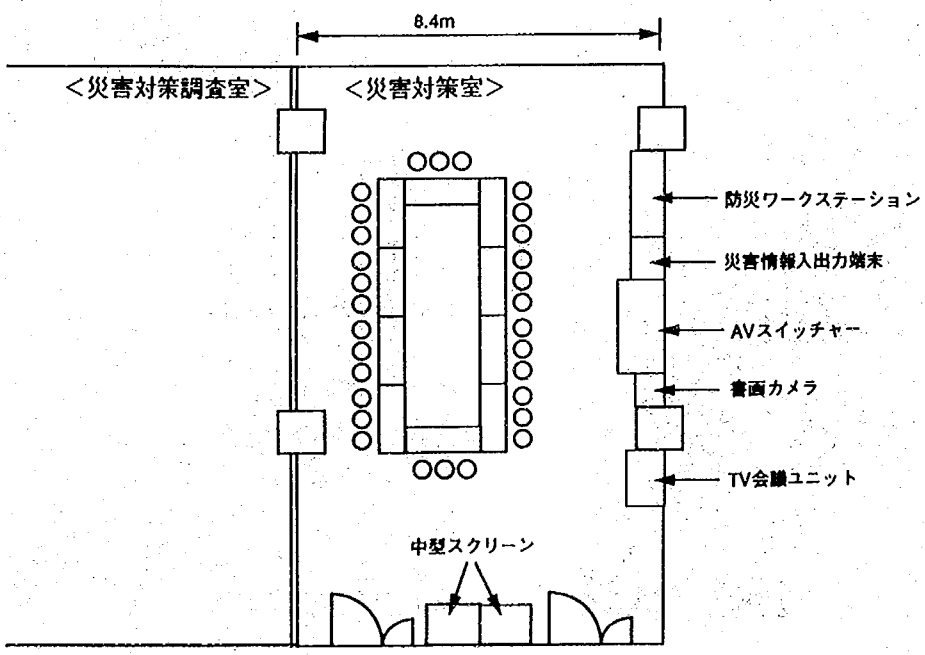


図-解 5・20　災害情報システムの機器配置図（建設省本省２）

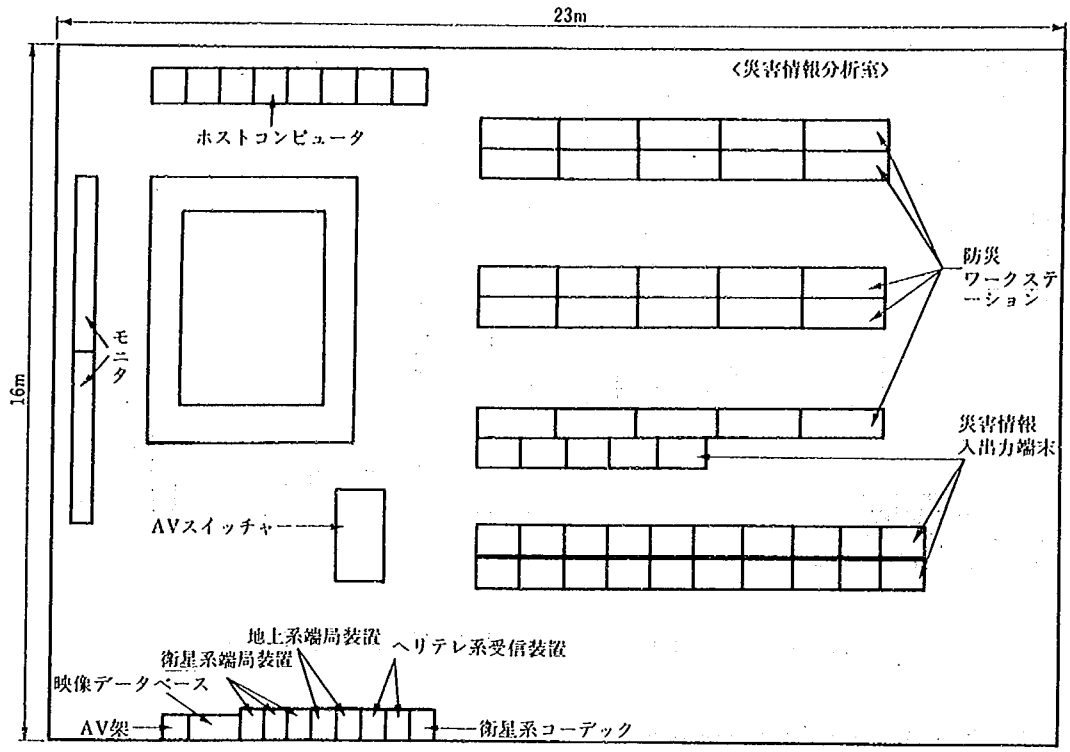


図-解 5・21　災害情報システムの機器配置図（地方建設局 1）

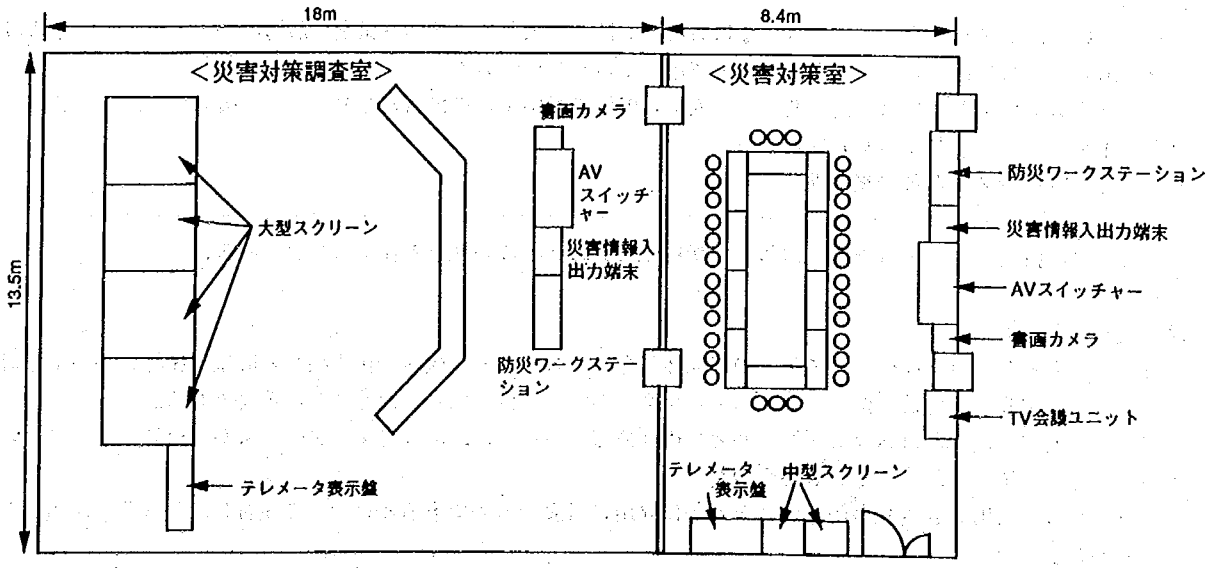


図-解 5・22　災害情報システムの機器配置図（地方建設局 2）

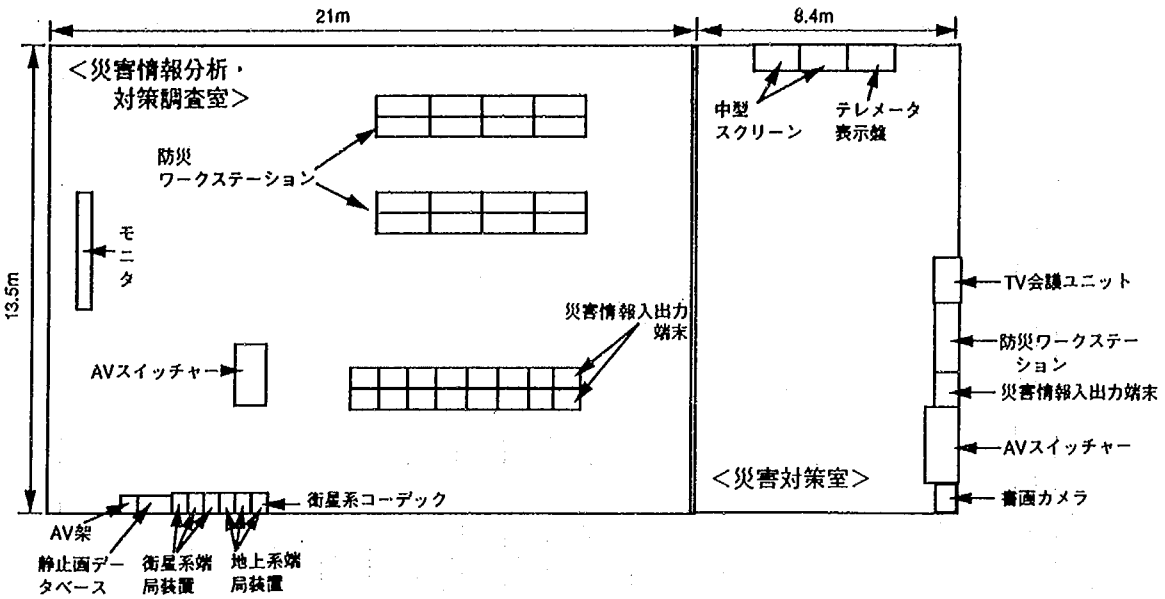


図-解 5・23　災害情報システムの機器配置図（工事事務所）

5．5　システムの運用に関する配慮事項

ここでは，導入にあたっての配慮事項について記述する。

5．5．1　導入時の分析

災害情報に関する技術，システムを整備するにあたっては，その組織・部局の情報の連関を全体的に把握し，導入する技術，システムがそのなかのどこに位置するのかを把握する必要がある。

〔解　説〕

新しい技術，システムを実際に導入するにあたっては，導入を考えている組織，部局において扱っている情報とその流れを十分に把握し，その上で導入・運用していく必要がある。

システム構築にあたっては最高判断を下す人から現場で対応する担当者までのニーズを明確にし，システム設計者と十分な打合せをしておく必要がある。

5．5．2　既存システムとの整合性

導入する技術，システムの扱う情報と，既存システムとの整合性を確保する必要がある。

〔解　説〕

導入しようとしている技術・システムの機能と既存のシステムとの機能分担や相互の情報交換等について検討し，システム相互の連携及び整合性をシステム構築にあたっては考慮しておくことが重要である。

例えば，復旧支援や避難誘導支援等に必要な地理情報については，既存のデータベースから得ることができるのか，新たに蓄積しておくことが必要なのか。

また，共通で利用できるものか，システム毎に専用に必要なものであるかについて検討し，効率化を図ることが重要である。

完全な統一規格を設定することができればベストであるが，情報の記入様式（フォーマット）やデータ通信の規格（プロトコル）については，できるだけ統一化を図ることが望ましい。

5．5．3　システムの拡張性

> 将来，新たな技術，システムを導入することが予想されることから，機能追加が容易でかつもとのシステムの機能，迅速性等を損なわない形でシステム整備をする必要がある。

〔解　説〕

新技術の技術革新は著しく，できなかったことができるようになったり，高価なため導入できなかったものが安価になったりするなど，システムに追加できる技術がどんどん出てくると考えられるので，機能追加等の拡張性を考えたシステムとしておくことが望ましい。

また，災害情報システムとして大きな全体システムを短期に構築することが望ましいが，種々の制約が難しい場合が考えられるので，システムの段階的整備と優先順位を考慮しておく必要がある。例えば事務所単位でシステムを構築し，整合を図りながら順次他の事務所，地方建設局等に拡張していく方法が有効な場合もある。この場合にも，フォーマット，プロトコル等の統一化を図っておくことが重要である。

5．5．4　システム導入効果

> システムの導入にあたって時間短縮，人件費節減等の直接的，経費的な効果だけでなく，災害時対応は緊急を用することから金額で表現できない大きな効用があることや，平常時の業務における効用等の間接効果等を幅広く考えることが必要である。

〔解　説〕

災害情報システムの導入において，具体的なシステムの設計が作成されると，直接効果として，新たなシステムを導入することによる時間短縮効果や単位時間当りの人件費の節約による経費面の効果を数字で算定することができる。

しかし，災害時の対応は緊急事態における対応であり，災害情報システムを整備することは不可欠であると考えるべきである。

しかしながら，導入に際してはシステムの導入効果を求められる場合が多い。このため，危機管理体制のシミュレーションや平常時は日常業務に利用できるシステムとすることにより，間接的な効果が大きいことに留意する必要がある。

5．5．5　運用の容易さ

> 災害時にシステムを運用できる人員が確保できる体制にしておくことが重要である。さらに，緊急時に使うものであるから，誤操作のないような運用の容易さを十分考慮する必要がある。
>
> また，平常時において機器の取り扱いに習熟しておくことが重要である。

〔解　説〕

システムの運用に当たって必要な人員の確保はもちろんであるが，一部の要員が参集できなくともシステムが運用できる体制を確保しておくことが不可欠である。また，災害時は緊急時であることから，システム整備にあたって誤操作のないようできるだけ簡易な操作，利用し易いシステムとすることが必要である。さらに，平常時における業務としても利用することにより，機器操作に習熟しておくようなシステムとすることが重要である。

平常時に訓練を行い要員の育成と機器操作の習熟に努めるよう留意すべきである。

5．5．6　システムの機能停止時の対応

> システムの機能停止を最小限度に抑える方策にいて検討し，システムの機能が停止するような大規模な災害時の対応についても考慮しておく必要がある。

[解 説]

災害情報システムの導入は，災害発生に備えての危機管理対策であるが，災害の規模によっては機器そのものや建築物の倒壊等によりシステムが全く停止する場合も予想される。

例えば，気象条件によるヘリコプターの運行不能や浸水や停電による機能停止も考えられる。システムのメンテナンス不足によるシステムダウンも考えられる。

このため，バックアップ電源の確保と停電時のノイズの影響を受けないようなシステムや庁舎内における配置場所等にいても検討しておくことによりシステム停止をできるだけ回避する方策を講じておくことが必要である。

こうした対策を講じておいても想定を上回る大規模災害によりシステムが停止する場合も考えられそのよう時においても他の機関において機能を補完したり，精度，迅速性は落ちても人力で最低限の対応がとれる体制等についても対応策を講じておくことが望ましい。

災害情報システムは，ある程度想定した災害について構築するが，最悪のシナリオも想定しておく必要がある。

第6章　地方公共団体における災害情報システム（都市防災総合情報システム）の導入への提言

6．1　地方公共団体において必要な災害情報の流れ

災害時に地方公共団体が収集，処理，伝達するべき情報は，対処するべき災害の種類によってその必要度が異なるが，以下の表に示すように，非常に多岐にわたっており，災害緊急時に都市の安全性を面的に確保しようとすれば，迅速で的確な情報処理が必要となる。これに対処するためには，災害情報システムの導入が不可欠となる。

表-解6･1　必要となる災害情報交換体制の検討表

時期	I/O	情報項目	情報内容	優先度(1)(2)(3)	情報交換の相手	情報形態	情報交換の手段	区分	建設省所管
平常時	I	気象現況	地域内概況		気象庁	文字・図形	専用回線または無線	外	
			地点別風向風速		気象庁	数値・図形	専用回線または無線	外	
			地点別降水量		気象庁	数値・図形	専用回線または無線	外	
	I	気象予報	地域内概況		気象庁	文字・図形	専用回線または無線	外	
			注意報・警報		気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	水位現況	地域内概況		建設省工事事務所	文字・図形	専用回線または無線	外	*
			地点別水位		建設省工事事務所	数値・図形	専用回線または無線	外	*
			同		庁内関係部署	数値・図形	内線または専用回線	内	*
			同		河川情報センター等	数値・図形	専用回線または無線	外	*
	I	水位予報	地点別水位		河川情報センター等	数値・図形	専用回線または無線	外	*
	I	資機材管理	資機材出入情報		庁内関係部署	文字・数値	内線または専用回線	内	
			資機材在庫情報		庁内関係部署	文字・数値	内線または専用回線	内	
	O	気象予報	地域内概況		庁外関係機関	文字・図形	専用回線または無線	外	
			注意報・警報		庁外関係機関	文字	専用回線または無線	外	
	O	水位予報	地点別水位		庁外関係機関	数値・図形	専用回線または無線	外	*
	O	資機材管理	資機材出入指示		庁内関係部署	文字・数値	内線または専用回線	内	
災害予知時 発災前	I	気象現況	地域内概況	◎−○	気象庁	文字・図形	専用回線または無線	外	
			地点別風光風速	△−△	気象庁	数値・図形	専用回線または無線	外	
			地点別降水量	△−◎	気象庁	数値・図形	専用回線または無線	外	
	I	気象予報	地域内概況	◎−◎	気象庁	文字・図形	専用回線または無線	外	
			注意報・警報	○−◎	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	地震予知情報	警戒宣言	◎−−	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	水位現況	地域内概況	○−○	建設省工事事務所	文字・図形	専用回線または無線	外	*
			地点別水位	△−◎	建設省工事事務所	数値・図形	専用回線または無線	外	*
			同	△−◎	庁内関係部署	数値・図形	専用回線または無線	内	*
			同	△−◎	河川情報センター等	数値・図形	専用回線または無線	外	*
	I	水位予報	地点別水位	△−○	河川情報センター等	数値・図形	専用回線または無線	外	*
	I	上部機関連絡	指導・指示	○−○	県・国	数値・図形	専用回線または無線	外	*
	I	体制整備	ライフライン機関応況	◎−◎	ライフライン機関(通信)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	◎−◎	ライフライン機関(電気)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	○−○	ライフライン機関(水道)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	○−○	ライフライン機関(ガス)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	○−○	ライフライン機関(交通)	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			消防・警察対応状況	○−○	消防本部・警察署	音声・文字	専用回線または無線	内外	
			住民組織対応状況	○−○	消防団・自主防災組織	音声・文字	専用回線または無線	外	
	O	体制整備	要員招集	◎−◎	市職員	音声	公衆回線(ワンコールシステム)	内	
			要員配備指示	◎−◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
			資機材確認	◎−◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
			警戒体制指示	◎−◎	庁内関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
	O	広報	警戒宣言	◎−◎	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			配備状況	○−○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			住民広報内容	◎−◎	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			警戒宣言	◎−◎	住民	音声	無線・マスメディア・広報車	外	
			避難勧告	◎−◎	住民	音声	無線・マスメディア・広報車	外	
発災直後 （発災後1時間程度）	I	被害状況	建物倒壊状況	◎−○	ヘリコプタ(市・消防等)	映像	無線	相	*
			公共施設損壊状況	◎−○	警察署・関係機関	音声・文字	無線	外	*
			道路支障状況	◎△◎	ヘリコプタ(市・消防等)	映像	無線	相	*
			同	◎△◎	警察署	音声	専用回線または無線	外	*

時期	I/O	情報項目	情報内容	優先度(1)(2)(3)	情報交換の相手	情報形態	情報交換の手段	区分	建設省所管
発災直後	I	被害状況	ライフライン支障状況	◎△◎	ライフライン機関(通信)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
発災後			同	◎△◎	ライフライン機関(電気)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
1時間程度			同	○△○	ライフライン機関(水道)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	○△○	ライフライン機関(ガス)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	○△○	ライフライン機関(交通)	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			出火状況	◎○−	ヘリコプタ(市・消防等)	映像	無線	相	*
			同	◎△−	ヘリコプタ(市・民間等)	映像	無線	相	*
			同	◎○−	消防本部	音声	専用回線または無線	内	*
			溢水状況	○−◎	ヘリコプタ(市・消防等)	映像	無線	相	*
			同	○−◎	消防士・水防団員	音声	無線	外	*
			堤防損傷状況	◎−◎	消防士・水防団員	音声	無線	外	*
			人的被害概況	◎△◎	市職員・消防士警察官	音声・文字	無線	外	*
			人的被害個別情報	×◎△	市職員・消防士警察官	音声・文字	無線	外	*
			同	△◎△	住民	音声	公衆回線	外	
			避難地安全確保状況	◎×◎	市職員・消防士警察官	音声・文字	無線	外	
			避難路安全確保状況	◎×◎	市職員・消防士警察官	音声・文字	無線	外	
			医療機関機能確保	◎◎◎	医療機関	音声・文字	無線	外	
	I	気象現況	地域内概況	△△○	気象庁	文字・図形	専用回線または無線	外	
			地点別風向風速	◎×△	気象庁	数値・図形	専用回線または無線	外	
			地点別降水量	○×◎	気象庁	数値・図形	専用回線または無線	外	
	I	気象予報	地域内概況	○△◎	気象庁	文字・図形	専用回線または無線	外	
			注意報・警報	○△◎	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	地震予知情報	余震情報	◎○−	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	津波予知情報	規模	◎○−	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
			到来時刻	◎○−	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	水位予報	地点別水位	△×○	河川情報センター等	数値・図形	専用回線または無線	外	*
	I	上部機関連絡	指導・指示	◎△○	県・国	音声・文字	専用回線または無線	外	*
	I	体制整備	ライフライン機関対応状況	◎△◎	ライフライン機関(通信)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	◎△○	ライフライン機関(電気)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	○△○	ライフライン機関(水道)	音声・文字	専用回線無線	外	(*)
			同	○△○	ライフライン機関(ガス)	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			同	○△○	ライフライン機関(交通)	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			消防・警察対応状況	○○○	消防本部・警察署	音声・文字	専用回線または無線	内外	
			住民組織対応状況	○○○	消防団・自主防災組織	音声・文字	専用回線または無線	外	
			避難場所準備状況	◎△○	市職員	音声	無線	外	
			医療機関対応状況	◎○○	医療機関	音声	専用回線または無線	外	
	I	関係機関連絡	隣接自治体状況	○△○	他自治体	音声・文字	専用回線または無線	外	
	O	体制整備	要員招集	◎○◎	市職員	音声	公衆回線	外	
			要員配備指示	◎△◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
			機器・資材確認	◎△◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
			対策体制指示	◎×◎	庁外関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
	O	被害状況連絡	建物倒壊状況	◎−○	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	*
			同	○−○	庁内関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			道路支障状況	◎○◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	*
			同	○○○	庁内関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			ライフライン支障状況	◎△◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	(*)
			同	○△○	庁内関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			出火状況	◎○−	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	*
			同	○△−	庁内関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			同	◎◎−	消防本部	音声・文字	専用回線または無線	内外	*
			溢水状況	○−◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	*
			同	○−◎	庁内関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			堤防損傷状況	◎−◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	*
			同	◎−◎	庁内関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			人的被害概況	◎○◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
			要救護者状況	◎○◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
	O	被害拡大予測	延焼拡大予測	◎×−	庁内関係部署	文字・図形	内線または連絡文	内	*
			同	△×−	庁外関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			浸水拡大予測	○−◎	庁内関係部署	文字・図形	内線または連絡文	内	*
			同	△−○	庁外関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
	O	対策指令	要員出勤指示	◎△◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
			同	◎×◎	庁外関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			機器・資材配備	◎△◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
			避難命令	◎−◎	住民	音声	無線・マスメディア・広報車	外	
	O	広報	住民広報内容	△○○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			建物損傷状況	○−○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			道路支障状況	○○○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			ライフライン支障状況	○○○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			出火状況	△△−	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			溢水状況	○−○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			堤防損傷状況	○−○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*

時期	I/O	情報項目	情報内容	優先度(1X2X3)	情報交換の相手	情報形態	情報交換の手段	区分	建設省所管
発災直後（発災後1時間程度）	O	広報	人的被害概況	○○○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			人的被害個別情報	×◎△	報道機関	音声・文字	専用回線又は無線	外	
			同	×◎△	住民	音声・文字	無線・マスメディア・広報車	外	
			物的被害概況	△◎△	住民	音声・文字	無線・マスメディア・広報車	外	＊
			医療機関対応状況	◎○○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
			同	◎◎○	住民	音声・文字	無線・マスメディア・広報車	外	＊
	O	上部機関報告	人的被害概況	△○○	県・国	音声・文字	専用回線または無線	外	
			物的被害概況	△○○	県・国	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
	O	関係機関連絡	人的被害概況	△△△	隣接自治体等	音声・文字	専用回線または無線	外	
			物的被害概況	△△△	隣接自治体等	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
応急対策（発災後3日間程度）	I	被害状況	建物崩壊状況	◎－○	ヘリコプタ(市・消防等)	映像	無線	相	＊
			公共施設損壊状況	◎－○	警察署・関係機関	音声・文字	無線	外	＊
			道路支障状況	◎△◎	ヘリコプタ(市・消防等)	映像	無線	相	＊
			同	◎△◎	警察署	音声	専用回線または無線	外	＊
			ライフライン支障状況	◎△◎	ライフライン機関(通信)	音声・文・図	専用回線または無線	外	(＊)
			同	◎△◎	ライフライン機関(電気)	音声・文・図	専用回線または無線	外	(＊)
			同	◎△◎	ライフライン機関(水道)	音声・文・図	専用回線または無線	外	(＊)
			同	◎△◎	ライフライン機関(ガス)	音声・文・図	専用回線または無線	外	(＊)
			同	◎△◎	ライフライン機関(交通)	音声・文・図	専用回線または無線	外	＊
			延焼拡大状況	◎×－	ヘリコプタ(市・消防等)	映像	無線	相	＊
			同	◎×－	固定カメラ(市・民間等)	映像	無線	相	＊
			同	◎×－	消防本部・警察署	音声	専用回線または無線	内外	＊
			浸水拡大状況	○－◎	ヘリコプタ(市・消防等)	映像	無線	相	＊
			同	○－◎	消防士・水防団員員	音声	無線	外	＊
			人的被害概況	◎△◎	市職員・消防士警察官	音声・文字	無線	外	(＊)
			人的被害個別情報	×◎△	市職員・消防士警察官	音声・文字	無線	外	
			同	△◎△	住民	音声	公衆回線	外	
			個人安否情報	△◎△	住民・市職員・警察官	音声・文字	無線	外	
			避難地安全確保状況	◎×◎	市職員・消防士警察官	音声・文字	無線	外	＊
			避難路安全確保状況	◎×◎	市職員・消防士警察官	音声・文字	無線	外	＊
			医療機関機能確保	◎◎◎	医療機関	音声・文字	無線	外	
	I	気象現況	地域内概況	△△○	気象庁	文字・図形	専用回線または無線	外	
			地点別風向風速	◎×△	気象庁	数値・図形	専用回線または無線	外	
			地点別降水量	○×◎	気象庁	数値・図形	専用回線または無線	外	
	I	気象予報	地域内概況	○△◎	気象庁	文字・図形	専用回線または無線	外	
			注意報・警報	○△◎	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	地震予知情報	余震情報	◎○－	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	津波予知情報	規模	◎○－	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
			到来時刻	◎○－	気象庁	文字	専用回線または無線	外	
	I	水位予報	地点別水位	△×○	河川情報センター	数値・図形	専用回線または無線	外	＊
	I	上部機関連絡	指導・指示	◎△○	県・国	数値・文字	専用回線または無線	外	＊
	I	対策実施状況	ライフライン機関対応状況	◎△◎	ライフライン機関(通信)	音声・文字	専用回線または無線	外	(＊)
			同	○△○	ライフライン機関(電気)	音声・文字	専用回線または無線	外	(＊)
			同	○△○	ライフライン機関(水道)	音声・文字	専用回線または無線	外	(＊)
			同	○△○	ライフライン機関(ガス)	音声・文字	専用回線または無線	外	(＊)
			同	○△○	ライフライン機関(交通)	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
			消防・警察対応状況	○○○	消防本部・警察署	音声・文字	専用回線または無線	外	
			住民組織対応状況	○○○	消防団・自主防災組織	音声・文字	専用回線または無線	外	
			避難場所避難状況	◎△○	市職員	音声・文字	無線	外	(＊)
			応急対策状況	◎△○	市職員	音声・文字	無線	外	(＊)
	I	関係機関連絡	隣接自治体状況	○△○	他自治体	音声・文字	専用回線または無線	外	
	O	対策指令	要員出勤指示	◎△◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	
			同	◎△◎	庁内関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			機器・資材配備	◎△◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	(＊)
			避難誘導指令	◎－◎	市職員・警察官	音声・文字	専用回線または無線	外	(＊)
	O	被害状況連絡	建物倒壊状況	◎－○	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	＊
			同	○－○	庁外関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
			道路支障状況	◎○◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	＊
			同	○○○	庁外関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
			ライフライン支障状況	◎△◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	(＊)
			同	○△○	庁外関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	(＊)
			延焼拡大状況	◎×－	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	＊
			同	◎×－	消防本部・警察署	音声・文字	専用回線または無線	内外	＊
			同	○×－	その他関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
			浸水拡大状況	○－◎	庁内関係部署	音声・文字	内線又は連絡文	内	＊
			同	○×◎	消防本部・警察署	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
			同	○－○	庁外関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	＊
			人的被害概況	◎◎◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	(＊)
			要救護者状況	◎◎◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	

時期	I/O	情報項目	情報内容	優先度(1X2X3)	情報交換の相手	情報形態	情報交換の手段	区分	建設省所管
応急対策（発災後3日間程度）	O	被害状況連絡	医療機関対応状況	◎◎◎	庁内関係部署	音声・文字	内線または連絡文	内	*
			同	◎◎◎	消防本部・警察署	音声・文字	専用回線または無線	内外	*
			同	○○○	その他関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
	O	被害拡大予測	延焼延焼拡大予測	◎×－	庁内関係部署	文字・図形	内線または連絡文	内	*
			同	◎×－	消防本部・警察署	音声・文字	専用回線または無線	内外	*
			同	○×－	その他関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			浸水拡大予測	○－◎	庁内関係部署	文字・図形	内線または連絡文	内	*
			同	○－◎	消防本部・警察署	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			同	△－○	その他関係機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
	O	広報	住民広報内容	△○○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			建物損壊状況	○－○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			道路支障状況	○○○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			ライフライン支障状況	○○○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	(*)
			出火状況	△△－	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			溢水状況	○－○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			堤防損傷状況	○－○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			人的被害概況	○○○	報道機関	音声・数値	専用回線または無線	外	(*)
			人的被害個別情報	○◎○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			同	○◎○	住民	音声・文字	無線・マスメディア・広報車	外	
			個人安否情報	○◎○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			同	○◎○	住民	音声・文字	無線・マスメディア・広報車	外	
			物的被害概況	○◎○	住民	音声・文字	無線・マスメディア・広報車	外	*
			応急対策状況	○◎○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	*
			同	○◎○	住民	音声・文字	無線・マスメディア・広報車	外	
			医療機関対応状況	◎◎○	報道機関	音声・文字	専用回線または無線	外	
			同	◎◎○	住民	音声・文字	無線・マスメディア・広報車	外	
	O	上部機関報告	人的被害概況	○○○	県・国	音声・数値	専用回線または無線	外	(*)
			物的被害概況	○○○	県・国	音声・数値	専用回線または無線	外	*
	O	関係機関連絡	人的被害概況	○○○	隣接自治体等	音声・数値	専用回線または無線	外	(*)
			物的被害概況	○○○	隣接自治体等	音声・数値	専用回線または無線	外	*
	O	支援要請	人員派遣	◎△◎	自衛隊	文字	専用回線または無線	外	
			資機材貸与	◎△◎	隣接自治体等	文字・音声	専用回線または無線	外	(*)

〔優先度〕(1) 大規模地震（避難必要）を想定した場合
(2) 小規模地震（避難不要）を想定した場合
(3) 大規模水害（避難必要）を想定した場合

〔優先度〕◎：優先度が非常に高い
○：優先度が高い
△：優先度がやや高い
×：優先度が低い
－：想定する災害では不要

〔区分〕外：外部関係機関との情報交換
内：市町村内部での各担当部局間の情報交換
相：都市防災総合情報システムを構成する各サブシステム間の情報交換

6．2 システム設計の基本方針

6．2．1 都市防災総合情報システムの設置主体

都市防災総合情報システムを構築するにあたっては，システムを導入する地方公共団体の行政機構や，システムに持たせる機能（発災時対応のみに限るか，平常時の予防や復旧・復興対策にも活用するのかなど）などの条件により，設置主体となる部局の選定は柔軟に検討される必要がある。

都市防災総合情報システムでは，大規模地震時に市街地大火が発生することを前提とし，火災の検地，火災拡大予測，さらにこれらの機能を支持するための総合情報交換システムの検討が中心となっていた。

しかし本来，都市防災総合情報システムは，地震災害，風水害など各種の災害時に，情報の迅速な収集と有効活用を図ることにより，地方公共団体が行う発災前の災害予防，発災時の緊急対応，その後の応急対応，復旧対応を支援することを目的としたシステムの検討を行うことである。

このため，本システムを活用するセクションは，平常時の災害予防対策，発災時の応急対策，さらに災害後の復旧・復興対策など，災害の時間的な経過とともに，都市部局，災害対策本部（総務部局），消防部局など，複数の部局が関わりを持つことになってくる。また同時に，地方公共団体ごとの行政機構により，災害対策を第一義的に総括する部局も異なっている場合がある。

したがって，都市防災総合情報システムを構築するにあたっては，システムを導入する地方公共団体の行政機構や，システムに持たせる機能（発災時対応のみに限るか，平常時の予防や復旧・復興対策にも活用するのかな

総　務	115	60.6 %
市　民	24	12.6 %
消　防	13	6.8 %
企　画	11	5.8 %
環　境	8	4.2 %
公　室	4	2.1 %
その他	15	7.9 %
計	190	100.0 %

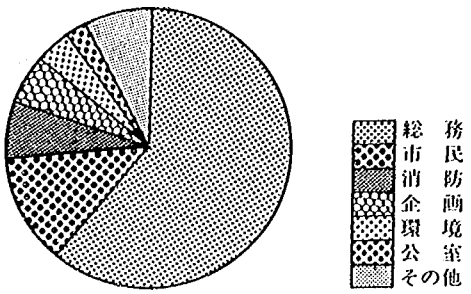


図-解 6･1　地方公共団体（人口 10 万人以上）における防災担当主管課

ど）などの条件により，設置主体となる部局の選定は柔軟に検討される必要がある。

6．2．2　システム設計にあたっての基本方針

都市防災総合情報システムの設計にあたっては，(1)防災担当部局と道路管理，河川管理，都市計画，消防などの関連部局との調整，(2)既存の情報システムとの連携，(3)システムの平常時利用，(4)対象とする災害の種類，(5)人口規模，市域面積などの都市規模に配慮して行う必要がある。

(1)　道路，河川，都市，消防など関連部局との調整の問題

6．2．1で述べた都市防災総合情報システムの設置主体にも関わることであるが，システムに持たせる機能によっては，単独の部局だけで有効な情報システムを構築することが不可能な場合が多い。

たとえば，既存の防災行政無線などをベースとし単に通信機能だけを求めたシステムとするのか，それともデータ収集機能や情報処理機能を持たせたシステムにするのかにより，関連する部局は大きく異なってくる。

したがって，設置主体をどこの部局にするかは別として，システム設計の段階で，関連する部局を含め行政内部全体を通じ，システム構築のための合意形成を図っておくことが不可欠である。

(2)　既存の情報システムとの連携

現在多くの地方公共団体においては，防災以外の分野においても，各種の情報システムがすでに構築され，あるいは導入が計画されている。

たとえば，消防指令システム，道路・河川情報システム，都市計画管理システム，福祉医療システム，行政情報システムなどでは，都市防災総合情報システムに関連の深い情報を扱っている。

したがって，都市防災総合情報システムの守備範囲をどこまでにするかという問題と関わってはくるものの，地方公共団体内部における既存・計画中の情報システムとの連携をとり，システムやデータの有効な共有化を図ることが必要である。

(3)　システムの平常時利用

都市防災総合情報システムの導入に当たっては，災害時のみならず平常時においてもシステムが有効に活用されることが重要な要因となる。

このためには，システムを管理する部局のみならず，関連する情報を日常的に取り扱う部局間で，情報のデータベース化，共有化が図られ，都市防災総合情報システムが他の部局においても日常的に利用されることが望ましいと考えられる。

さらに，システムを管理する部局においても，発災時のシステム利用のみならず，災害予防対策や地域防災計画への活用，災害復旧対策への活用など，日常的に活用できるシステムを構築することが望ましい。

(4)　対象とする災害の種類（発生頻度の高い災害，最も心配されている災害をメインにするか）

主に自然災害を対象として考えると，我が国においては風水害の発生頻度が最も高いと考えられる。しかし，地方公共団体に対するアンケート調査によれば，地震に対する対策の緊急度も風水害に対する対策の緊急度とあ

まり差がないという結果が出ている。

また，地域によっては，火山噴火災害，あるいは雪害などが災害対策の中で大きな位置を占める場合もある。都市防災総合情報システムを導入した場合，基本的にはどのような災害にも対処できる機能を持たせることが必要と考えられ，そのためには，各種の災害に対する検知システムや災害拡大予測機能を持たせることなどが要求される。

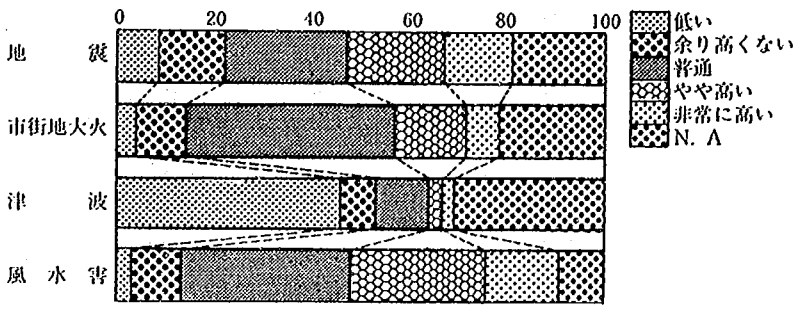


図-解 6・2 地方公共団体（人口 10 万人以上）における各種災害に対する対策の緊急性

しかしながら，予算的な問題，あるいは対策の緊急度などの条件により，対象とする災害をある程度特定したシステムを構築するケースが出てくることもありうると考えられる。

(5) 人口規模，市域面積など

これらの条件は，取り扱う情報の量，あるいはハード機器の形態などに関わってくる条件であり，具体的なシステム設計時の配慮事項となる。

6．3 システムの機能

6．3．1 都市防災総合情報システムを構成する諸機能

都市防災総合情報システムを構成する機能を大きく分けると，以下の機能に分類することができる。

(1) 災害検知機能
(2) 災害の拡大予測機能
(3) 避難誘導支援機能
(4) 情報交換機能
　1）情報の収集・伝達機能
　2）データベース機能

(1) 災害状況検知機能

しかし，地方公共団体が都市防災総合情報システムを導入する際には，大地震時に対応できるシステムだけでなく，地域の特性などの諸条件により，風水害や土砂災害に対応できるシステムを構築したいという要望もあろうし，またどのような災害が起きても対処できるシステムを構築すべきであるという考えもあろう。

これらの要望に沿った都市防災総合情報システムを構築するには，風水害や土砂災害などを独自に検知するセンサー機能を持たせたシステムを設計することも考えられる。

しかしより現実的なのは，気象情報システム(MICOS)，河川情報システム，雨量情報システム，土石流予警報システムなど，既存の情報システムから効率的に情報を得ることも必要であり，この場合には「災害検知機能」というよりも，むしろ「情報交換機能（情報収集）」の充実ということが必要となる。

情報入手の相手方は，国，都道府県，地方公共団体内の他の部局，さらに民間企業など様々であり，また得られる情報の内容や形態も都市防災総合情報システムにそのまま活用できないこともある。したがって，外部機関などの情報システムから情報提供を受ける場合には，都市防災総合情報システムの設計段階から，情報入手の方法や情報の加工・処理方法を事前に検討しておくことが重要である。

(2) 災害の拡大予測機能

火災の拡大予測を行うためには，出火点情報，市街地属性（建物構造，建ぺい率など），境界属性（道路，河川，鉄道など），気象情報（風光，風速）などの諸情報が必要であり，さらに火災検知情報をもとに延焼速度を算

定して予測に用いることもできる。

このうち，市街地の属性や境界属性などは，都市防災総合情報システムの中で事前にデータベース化された情報を利用し，また刻々と変化する気象情報や火災検知情報などはリアルタイムで入力されることとなる。したがって，都市防災総合情報システムに火災の拡大予測機能を持たせるためには，事前のデータベース整備と同時に，気象情報や災害検知情報などをオンラインリアルタイムで接続して収集できる機能が必要となる。

一方，(1)においても述べたが，災害の拡大予測機能が対象とするのは火災だけでなく，水害や，また場合によっては火山噴火災害時の予測機能が求められる場合も考えられる。

特に水害関係の土砂災害発生予測や浸水被害予測などに対する，地方公共団体のニーズは高い。これらの災害拡大予測機能をシステムに持たせるためには，市街地の地形や過去の被害発生実績などの情報を事前にデータベース化しておくとともに，水位，雨量テレメータシステム，気象観測システムなどの観測系のシステムとオンラインリアルタイムで接続し，データ収集できることが必要である。

(3) 避難誘導支援機能

避難誘導支援機能は大地震による市街地大火発生時に，一時集合場所に集まった避難者を広域避難場所へ安全に誘導するための支援を行うことを目的としている。

この避難誘導支援システムは，都市防災総合情報システムの主要機能の一つであり，地図利用情報管理システム（マッピリング・データベース・システム）を活用して災害状況検知機能，火災拡大予測機能とリンクさせて，安全性・避難距離などの諸条件を考慮しながら広域避難場所への最適避難ルートを決定するものである。

したがって，都市防災総合情報システムに避難誘導支援機能を持たせるためには，道路地図情報や一時集合場所情報，広域避難場所情報，標準避難ルート情報，特殊危険域（危険物関係施設）情報などのデータベース化を図るとともに，火災検知情報や火災拡大予測情報をリアルタイムで入力処理する機能を備えることが必要である。

一方，風水害時を前提とした場合には，避難誘導支援を実施するということは，すなわち災害拡大予測を行って要避難区域と避難先を判定することであり，地震後の市街地火災時の避難誘導支援システムとは性格の異なったものになると考えられる。

(4) 情報交換機能（情報収集・伝達機能）

都市防災総合情報システムを根幹的に支える機能が情報交換機能（情報収集・伝達機能）であり，構成的には無線と有線を相互補完的に組み合わせた通信ネットワークシステムである。

防災行政無線システムを主体とし，地域防災無線や，さらにそれを補う形で有線（NTT），通信衛生などを活用し，音声，FAX，映像，データなどの各種形態の情報を効率的に取り扱えるものとする必要がある。

1）取り扱う情報

都市防災総合情報システムを有効に機能させるためには，種々の場面で種々の情報を収集するこが必要となり，またその情報の形態も，音声，文字・図面，データ，映像など様々である。

特に一般的なのは，NTT 回線や防災行政無線，地域防災無線などを用いて音声やFAXにより情報収集を行うことであるが，既に地域防災無線を用いてデータ通信や静止画伝送を行うことも可能となっている。

また，最近では映像による情報収集が注目され，消防担当部局においては既にヘリテレを活用しているところもあり（東京消防庁，大阪市消防局など），また高所カメラによる情報収集も墨田区防災センター，神戸市消防局などで実施されている。

映像による情報収集は，得られる情報量が多くまた情報の精度が高いなど，災害時における効果は非常に大きいことが知られており，予算的な面での制約を除外して考えれば有効な手段といえる。また将来的には，地域防災無線系を用いて現場からの映像情報を伝達することも可能となろう。

一方，火災検地システムを始めとし，気象情報システム（MICOS），河川情報システム，雨量情報システム，土石流予警報システムなど，既存の情報システムからオンラインで効率的に情報を入手することも必要となる。外部機関などの情報システムから情報提供を受ける場合には，都市防災総合情報システムの設計段階から情報入手の方法や情報の加工・処理方法を事前に検討しておくことが必要である。

2）通信ネットワーク

現在のところ，市町村防災行政無線に関しては，その普及率は約7割に達しているが，地域防災無線につい

てはまだごく一部の地方公共団体で導入されているに過ぎない。

しかし，地域防災無線の導入を検討している地方公共団体も多く，今後は除々に普及率が高まっていくと考えられる。特に地域防災無線系は災害時のみならず，平常時の利用が認められているため，活用効率も高いと考えられている。

また衛星通信回線を用いた防災情報システムは，システムの信頼性も高く，エリアカバー力にも優れているが，市町村が単独で活用するにはコストが高すぎるという問題がある。 このため，都道府県単位で整備し，市町村に情報を流すという方式が現実的と考えられる。 一方，有線系は，災害時，特に大規模地震時などにおいて通信機能が途絶する可能性が高いため，信頼性に欠ける面があることは否めない。しかしながら，災害の種類や規模によっては，有線系が有効に機能する場合もあり，また特にCATVは，住民レベルへの情報提供手段としては非常に効果があると考えられている。このため，無線系と有線系をうまく組み合わせて通信ネットワークを構成していくことが必要である。

(5) 情報交換機能（データベース機能）

都市防災総合情報システムに，災害の拡大予測機能や避難誘導支援機能を持たせるためには，地図情報や市街地属性などを初め，各種のデータベースを事前に整備しておくことが必要である。

それに加え，道路，河川，都市，建築，消防，福祉，課税など，関連部局で日常的に活用する各種情報のデータベース化，共有化を推進していくこともシステムの日常利用の推進という面からも重要なことである。

しかしながら現時点では，防災担当部局で独自に何らかのデータベースを構築している，あるいは他の部局で作成されたデータベースを共有しているという例はごくわずかである。

都市防災総合情報システムを導入していく場合，災害予防や復旧・復興対策立案のためのデータベース，あるいは過去の災害履歴データベースなど，主として災害対策にかかわる情報のデータベース化を行っておくことは，人事異動に伴う担当者の交代などに影響されることなく，情報の蓄積を行っていくことが可能となり，継続的に情報が活用されるという面でも非常に重要なことである。

表-解6・2 防災関係データベース利用状況
（人口10万人以上の市・特別区）

利用している	利用してない	今後予定	N. A
5.7%	63.2%	6.2%	24.9%

6．3．2 各種災害事象に対して都市防災総合情報システムに求められる機能

対処すべき災害の種類が地方公共団体ごとに違い，それに応じて，整備すべきシステムの機能が異なってくる。これを簡単に整理すると別表のようになる。

表-解 6-3　各種災害事象に対して求められる機能の検討

	中規模水害（昭和 61 年小貝川水害級）	中規模地震（宮城県沖地震級）	大規模地震（関東大地震級）
災害検知機能	降雨量と河川水位をリアルタイムで検知するテレメータシステムの導入が必要である。	市街地大火が発生しない場合には，検知機能の有効性は明確でない。建物被害や構造物被害などの検知が主となるため，災対本部が災害発生の検知を行うためには情報伝達機能の整備が果たす役割が大である。	火災の検知システムの活用と合わせ，他機関とのオンライン通信網の整備により，市街地大火の検知が非常に有効に実施され，被害状況の早期把握が可能となる。
災害拡大予測機能	降雨量と河川流量・河川水位上昇の予測システム，さらに浸水区域予測のためのシミュレーションシステムが必要である。	市街地大火が発生しない場合には，災害拡大予測機能の有効性は明確ではない。	市街地大火の延焼拡大予測が可能になることにより，避難必要地域・避難時期などの判断を早期に行うことができ，住民の独自行動の防止，避難時の混乱防止などに果たす役割が大である。
避難誘導支援機能	浸水拡大予測機能の充実がそのまま，避難誘導支援機能となり得る。	市街地大火が発生しない場合には，避難誘導支援機能の有効性は明確でない。	定量的には示されないが，火災の延焼拡大予測機能と合わせ，避難対策の促進は大きく測られることになり，多くの人名が救助されることになる。
情報伝達機能	無線系の情報伝達手段の必要性が最もクローズアップされている。特に災対本部が現場からの情報を収集し，判断を下すためにも，情報伝達手段そのものを確立しておくことの重要度が高い。	職員の非常召集，災対本部での被害状況把握，防災関係機関への連絡，住民への情報提供など，全ての面において情報伝達機能の充実が果たす役割が大きい。その効果を定量的に表現することは難しいが，対策の質的な向上が促進される。	災害対策本部を中心とし，避難対策のみならず，その他の対策活動の時間的な面での短縮及び対策の質的な向上が図られることになる。地域防災無線系を中心とし，場合によっては衛星通信系の活用により，一層効果的な情報の伝達手段の充実が図られる。
データベース機能	過去の水害時における降雨量と被害発生範囲（浸水区域・土砂災害発生箇所など）などの実績，災害危険区域などの情報をデータベース化しておくことの必要性が高い。	安否情報の管理，地震発生後の住民に対する行政サービスの提供，ライフライン関連機関などの復旧活動の円滑化などのために非常に有効であり，都市防災総合情報システムの中心をなすものと考えられる。	市街地属性や避難場所情報など，火災の拡大予測・避難誘導支援機能のためのデータベース整備を図ると同時に，地震後の住民に対する行政サービスの提供や，震後の復旧活動の円滑化など，整備されるべきデータベースは多岐にわたる。

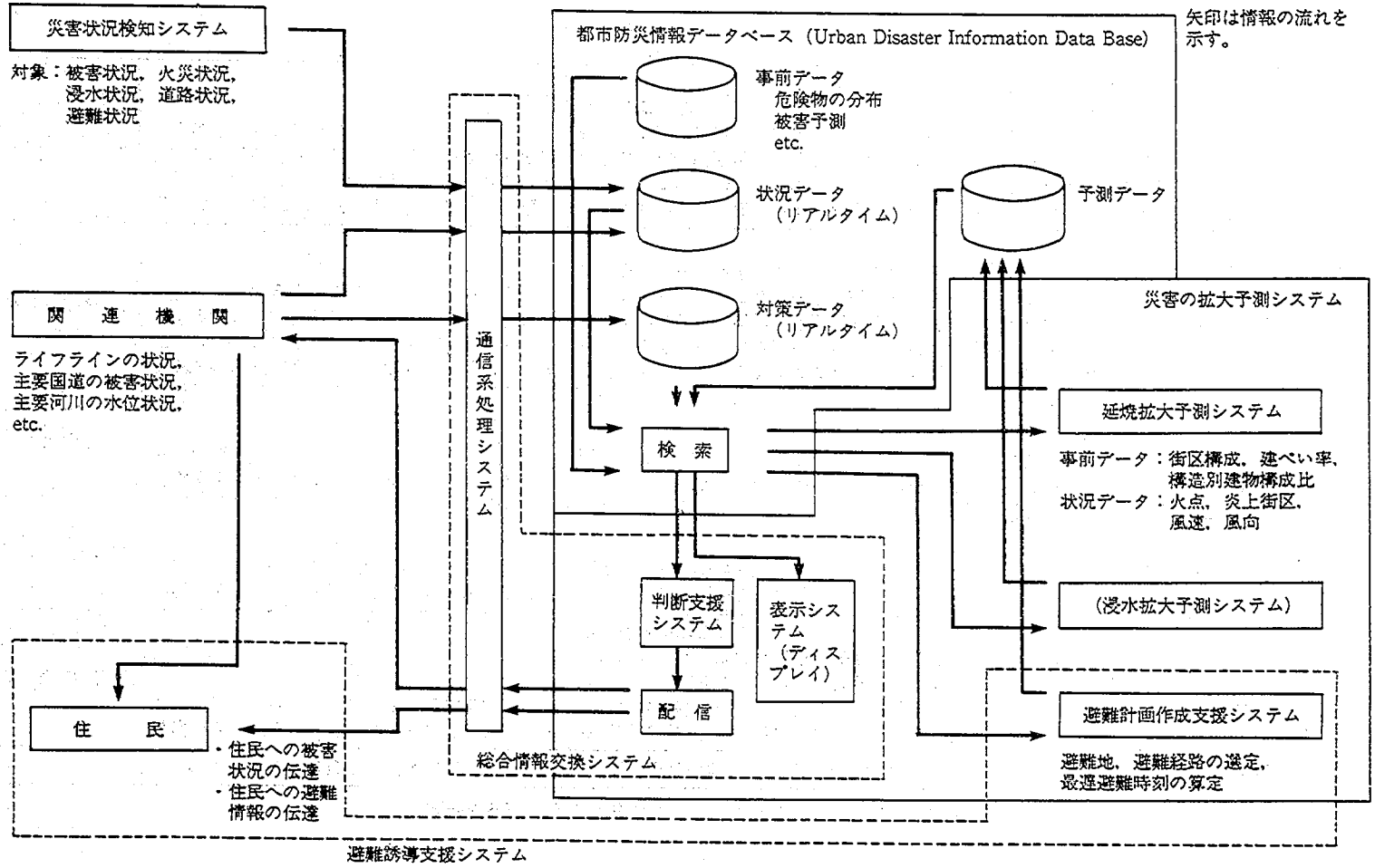


図-解 6-3　都市防災総合情報システム（Complehensive Information System for Urban Disaster Mitigation）の全体基本図（すべての災害に対応するシステム）

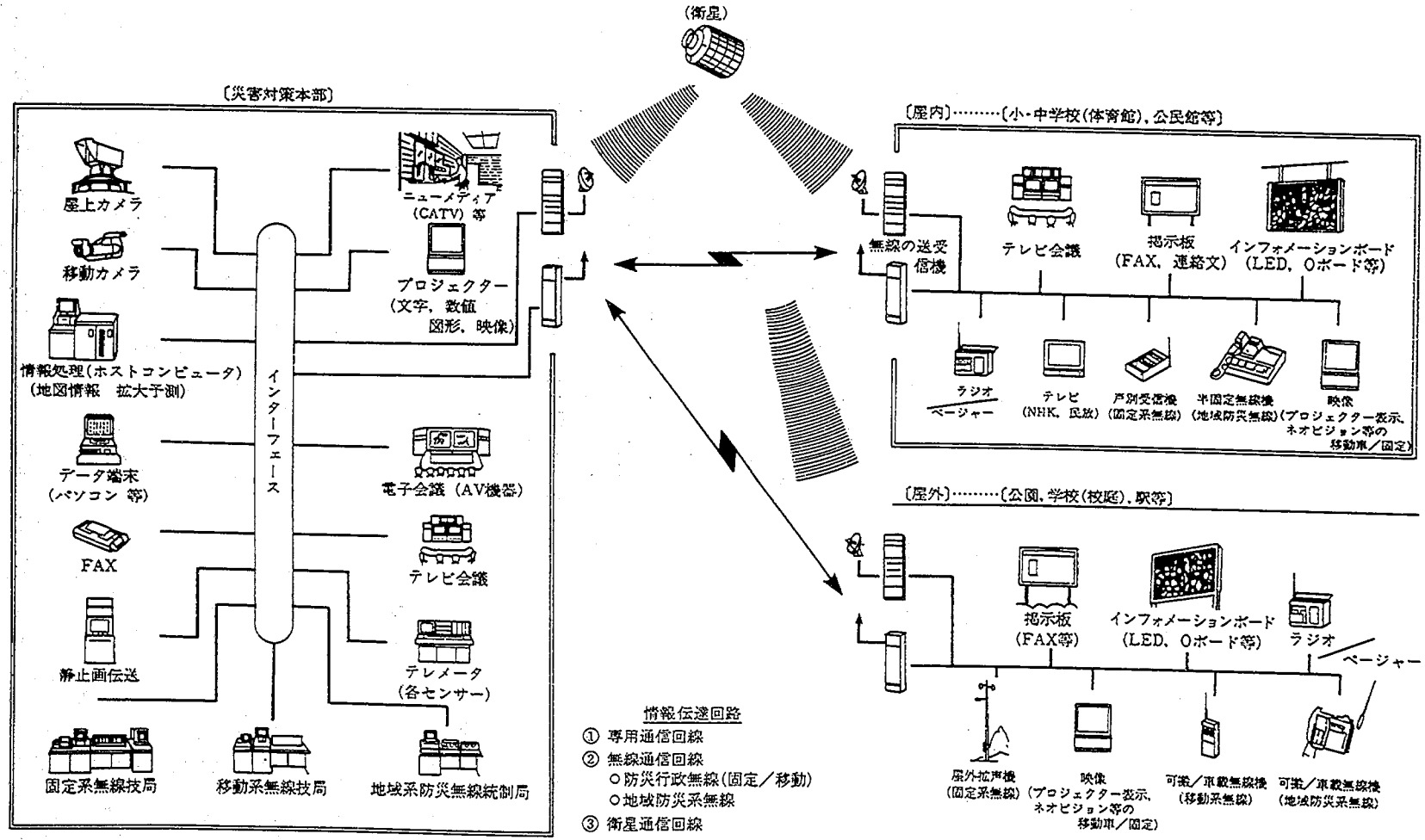


図-解 6-4　都市防災総合情報システム（Complehensive Information System for Urban Disaster Mitigation）の機器構成図（すべての災害に対応するシステム）

6．4　整備の優先順位

対処すべき災害の種類が地方公共団体ごとに違い，それに応じて整備すべきシステムの構成が異なってくるが，それ以外に，システムを段階的に整備していくことが現実的な方策である。

(1)　外部情報交換システム（通信ネットワークシステム）の整備

都市防災総合情報システムの基本となるのは通信ネットワークシステムであり，この通信ネットワークシステムは，防災対策に必要な情報収集・伝達・指示・連絡などを行うために欠くべからざるものである。

過去に発生した災害時の情報問題を見ても，この通信ネットワークシステムの未整備に起因する問題が非常に多く存在することが明らかとなっている。すなわち，通信ネットワークシステムは都市防災総合情報システムのインフラストラクチャーとも言え，どのよう形態のシステムを構築する場合においても，この通信システムの整備を図ることが出発点となる。

通信システム系機器については，有線系と無線系が相互補完的に組み合わせられるべきであるが，無線系の基本となる市町村防災行政無線の整備率は，同報系 45.4%，移動系 69.2%（平成 2 年 3 月 31 日現在　消防白書）にとどまっているという状況である。また，同じく無線系の通信ネットワークを構成するものとして，地域防災無線が大きな効力を発揮するが，全国的に見ると地域防災無線を導入しようとする地方防災無線が大きな効力を発揮するが，全国的に見ると地域防災無線を導入している都市はまだごく少数に限られている。

都市防災総合情報システムを導入しようとする地方公共団体においては，まず，この通信ネットワークシステムを整備することが必要であり，特に防災行政無線の固定系・移動系の整備を図ることが基本となる。

また，防災行政無線は災害対策を行う上で必要最低限の通信を無線で確保するものであるため，必要に応じて有線系回線や地域防災無線，さらには通信衛星系等を用い，相互補完的に通信ネットワークを構築することが必要である。

(2)　内部情報交換システム（状況把握，対策支援）の整備

外部情報交換システム（情報通信ネットワーク）の整備に伴い，外部との情報収集・伝達手段が確立されること，災害対策を実施していく上で必要なさまざまな情報が災害対策本部に集まってくることになる。

このとき，市町村災害対策本部や防災担当部局の対策を支援するために，各種の情報を処理し，活用しやすい形態で提供することが必要であり，このためのシステムが内部情報交換システムとして位置づけられている。

内部情報交換システムは，

1）基本機能
- ・データベース管理機能
- ・ネットワーク機能
- ・オンラインリアルタイム入力機能
- ・地図情報処理機能
- ・統計処理機能
- ・出力機能

2）アプリケーション機能
- ・観測データ処理機能
- ・災害情報処理機能
- ・地域情報処理機能
- ・支援情報処理機能
- ・訓練機能
- ・応急対策支援処理機能

などの機能が考えられる。

整備の優先順位としては，基本機能から順次整備を図っていくことが考えられるが，特にこの中でも，データ

ベース管理機能，ネットワーク機能，出力機能などは基本的に必要とされる機能であり，さらにシステムを拡充させていく場合には，地図情報処理機能，統計処理機能，オンラインリアルタイム入力機能などをあわせて整備することにより，平常時においても利用効果の高いシステムの構築が可能となる。

また，いずれの場合においても，外部情報交換システムの整備を行う時点で，収集情報をどのように処理するかを同時に検討しておく必要がある。すなわち，内部情報交換システムを使った情報の処理方法に応じて，情報通信ネットワークにのせて収集・伝達すべき情報の内容や形態，情報処理量などが影響を受けてくるため，両者を切り離してシステム設計を行うことは不可能であり，システム設計当初より外部情報交換システムと内部情報交換システムの双方を念頭に置いた設計を行う必要がある。

(3) 災害状況検知システム（テレメータシステムを含む），災害拡大予測システム，避難誘導システムの整備

災害状況検知システムとは，火災の発生や河川の溢水，さらに土砂災害の発生など，災害の発生を検知するためのシステムである。

このうち火災の検知システムは，高所カメラでとらえた煙や炎から自動的に住所を同定することも可能な，精緻なシステムとなっている。

一方，我が国において発生頻度の高い風水害や土砂災害などの発生を検知できるシステムも，これらの災害を対象とした災害対策を実施していく上で欠くべからざるものである。 河川の溢水や土砂災害の発生を検知するためには，気象条件をオンラインで入手したり，雨量・河川水位などの情報を収集するテレメータシステムなどが整備される必要があるが，これらのシステムも災害状況検知システムの一つとして位置づけられる。

特にこれらは，災害状況の検知だけでなく，同時に災害発生の予測を行うことも可能であり，災害拡大予測システムの機能も同時に持ち併せていると考えられる。さらに，災害状況検知・災害拡大予測の双方のシステムが整備されて初めて，避難誘導支援システムが有効に機能することになる。

このような，災害状況検知，災害拡大予測，そして避難誘導支援という一連のシステムは，各々がお互いに深い関わり合いを持っており，最終的に災害から人命を守るための避難誘導支援を行うためには，災害状況検知，災害拡大予測機能の整備を行っておくことが大前提となる。

この災害状況検知・災害拡大予測・避難誘導支援の各システムは，災害対策本部の活動支援を行う重要な役割を果たすものであるが，その導入に当たっては，各地方公共団体で災害発生頻度の高い災害を優先させて，システムを構築することが考えられる。さらに，災害拡大予測，あるいは避難誘導支援システムについては，対象とする災害（市街地大火，浸水被害，土砂災害など）とシステムに持たせる精度により，システム構築に当たって必要となる期間や費用が大きく異なってくることに留意する必要がある。

6．5 システムの運用に関する配慮事項

6．5．1 システムを操作する人員体制

> 地方公共団体の状況に合わせて，夜間，休日のシステム操作の要員確保の体制，システム導入後のメンテナンスの体制を十分考えておく必要がある。

(1) 時間的な問題（24時間体制にするかどうか）

24時間体制の消防担当部局を別にすると，夜間，休日時の防災情報システムの運用体制は非常に大きな課題である。

この問題を解決するために，夜間や休日には防災情報システムを消防担当部局に移管する等の対策を講じている地方公共団体もある。また，防災担当部局の職員が毎日交代で当直しているケースもある。

いつ起こるか分からない災害に備えた都市防災総合情報システムでは，その管理も当然24時間体制にする必要がある。しかしどのような体制にするかは，各地方公共団体の状況に合わせて最も適当な管理方法を選択することが望ましい。

(2) メンテナンス体制

都市防災総合情報システム導入後には，機器そのもののメンテナンスやデータベースの情報更新，さらに部分

的な機器の入れ換えやプログラムの変更等，各種のメンテナンスが必要となってくる。

専門的な点についてはメーカーサイドでメンテナンスを行う必要もあるが，日常的なデータの更新等は，外部委託する場合と，内部の職員が実施する場合がある。

日常的なデータの更新は常に行われている必要があり，またデータを活用する職員がデータの変化に精通していることもあり，内部職員による更新が望ましいと考えられるが，いずれにしても，システム導入後には，これらのメンテナンスにかかる諸経費やマンパワーが継続的に必要となることを考慮しておく必要がある。

	0 人	1～4人	5～9人	10～24人	25～49人	50人以上
～10万人	4	2	0	0	0	0
30～29万人	66	38	11	2	2	0
30～49万人	18	10	2	2	0	1
50～99万人	5	8	1	0	0	0
100万人～	3	1	0	0	1	0

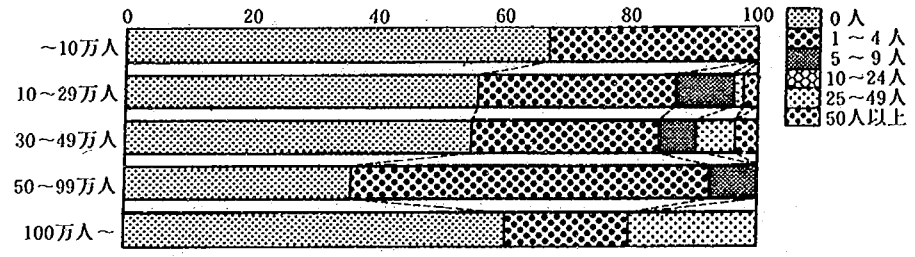


図-解 6・5　地方公共団体（人口 10 万人以上）における夜間時の防災行政無線操作可能者数

6．5．2　システムの規模

都市防災総合情報システムを導入する場合には，当初の開発・導入コストに加え，ランニングコストも考慮しておく必要がある。

導入時のコストについては，システムの規模により大きく異なることは当然であるが，さらに，庁舎新改築時などに合わせると，経費が節減できる場合もある。

(1)　東京都墨田区防災情報システムの例――予算約 11 億円

・映像情報系（高所カメラ，携帯用 VTR，静止画伝送装置（警察署，消防署との間で相互に現場状況の静止画像を送ることが可能）。

・防災行政無線系（移動系，固定系，戸別受信装置）。

・地域防災無線系（区土木事務所，医師会，区立小学校，生活関連機関，警察署，消防署，その他区の施設。なお，区立小学校にはデータターミナル・無線用 FAX 設置）。

・情報処理支援系（被害情報入力装置（道路，鉄道，橋などの被害情報データをキーボード操作でコンピューターに入力），地図情報システム

・災害対策本部室（70 インチプロジェクター 2 台，災害状況表示盤，書画カメラ，自然画処理装置など）

① 映像情報系機器

- 庁舎高所カメラ……1
- 映像操作卓……2
- 70インチプロジェクター……2
- 災害対策本部室用カラーカメラ……1
- 災害対策本部室用書画カメラ……1
- 無線指令室用書画カメラ……1
- 自然画処理装置……1
- 携帯用VTR……2
- 静止画伝送装置……5

② 無線情報系機器

i）[800 MHz帯地域防災系]

- 統制局無線装置……1
- 統制台……1
- 遠隔制御装置……12
- 半固定型一般局……136
- 可搬型一般局……5
- 車載型一般局……2
- 無線用FAX……41
- 中継局無線装置……1

ii）[400 MHz帯移動系]

- 基地局無線装置……2
- 主制御装置……1
- 遠隔制御器……4
- 5W携帯型無線機……10
- 1W携帯型無線機……5
- 5W半固定型無線機……6
- 5W車載型無線機……13

iii）[60 MHz帯固定系]

- 親局無線装置……1
- 親局操作卓……1
- 子局位置表示盤……1
- 屋外拡声装置……60
- 戸別受信装置……161

③ 情報処理支援系機器

- ホストコンピューター……1
- 制御装置……1
- 被害情報入力装置……2
- 災害状況表示盤……1
- データターミナル……40
- 地図検索システム……1
- 地震監視警報装置……1

(2) 東京都多摩市防災情報システムの例――予算約4千万円

- 映像情報系（携帯用VTR，アマチュア無線クラブの協力によるビデオ映像の収集）
- 防災行政無線系（移動系，固定系，戸別受信装置）
- 災害対策本部室（42インチプロジェクター2台，書画カメラ，自然画処理装置，電子黒板）

第7章　今後の課題

本プロジェクトにおいて研究開発した災害情報システムは，建設省，地方公共団体等において災害情報を迅速かつ正確に収集，伝達するために必要なシステムである。この災害情報システムを整備し有効に活用するためには，高度情報化社会に対応して，長期的には全国ネットワークを形成することが望ましい。

本プロジェクトにおいては，災害時に適用できる技術について研究開発を行ったものであるが，技術的には可能であっても，実施に移す場合に，例えば電波の免許の取得等の各種の許認可等行政上の制約も考えられるが，本プロジェクトにより得られた知見により災害情報システムの有用性を主張することにより，そうした制約を取り払うよう努力すべきである。

一方，災害時におけるマスコミによる一般住民への情報伝達は非常に大きな役割を担っている。したがって，一般住民に対する情報伝達は，マスコミを通じて行うのが最も有効であると考えられる。本プロジェクトにおいて研究開発した災害情報システムを整備することで，防災関係行政機関は迅速かつ正確な情報を得ることが可能となる。このため，防災関係行政機関においても，各機関の行政上の役割に応じて得た情報をマスコミ等を通じて住民に提供することについて，どの機関が，どの時点でどういった情報をどういう形で提供するかについて今後十分に検討すべきである。

さらに，一般住民に直接情報を伝える時には，住民が災害時の混乱した心理状況にあることに配慮し，情報を受け取る住民が誤解するような専門用語や紛らわしい表現を避け，意図したことが正確に伝わるよう表現には細心の工夫が必要である。

我が国の災害対策は，行政機関をはじめとする防災関係機関が中心となって実施されてきており，国民各自の「自らの生命・身体・財産は自分で守る」という自覚と協力が過去に比較するとともすれば薄れる傾向にある。災害対策は，行政が中心的な役割を果たすものの，個人や家族レベル，地域社会，企業，ボランティアと幅広い防災活動を充実させることが肝要である。こうした観点からも，災害時における行政と住民のかかわりといった，社会システムとしての災害対策がどうあるべきかについても今後議論すべき課題であると考えられる。

第II巻　基幹施設の災害情報システム

第1編 共 通 編

第1章 総 則

1．1 適用範囲

(1) 本巻は，地震災害，水害，土砂災害により被災した建設省直轄施設の復旧を支援する災害情報システムの構築に適用する。
(2) 本巻では，(1)に示す施設管理者を対象として，基幹施設の災害情報システムの構築に必要な事項を網羅的に示した。したがって，本巻の利用に際しては，管理施設の種別及び対象とする災害種別に応じて，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) 本巻は，建設省所管の河川・道路・砂防・海岸及び下水道の公共土木施設を対象として，地震災害・水害・土砂災害に伴う災害情報を迅速かつ適切に収集・処理・伝達し，円滑な復旧を支援するための基幹施設の災害情報システムの構築に適用するものである。

本巻は，以下の5編から構成されている。

第1編 共通編
第2編 震災復旧編
第3編 地震時の地表変状編
第4編 水害復旧編
第5編 土砂災害復旧編

第1編は，第2編～第5編に示す個々の災害種別に対する災害情報システムに共通する情報の流れ，平常時及び災害発生時における情報の取扱い，及び，災害情報地上検知システムについて示すとともに，個々の災害種別に対する災害情報システムを統括する災害復旧情報支援システムの基本的な考え方及び機器構成を示すものである。本編は第2編～第5編と一体となって機能するようにとりまとめてあるため，第2編～第5編の利用に際しては，適宜第1編の中から必要な項目を抽出し，対象とする災害種別にあてはまるように利用するのがよい。

(2) 本巻の利用対象者は，建設本省，地方建設局，工事事務所，出張所における公共土木施設の管理者を基本とした。公共土木施設の災害復旧に際して必要とされる情報は施設管理者の立場と深く関連しているが，ここでは，基幹施設の災害情報システムの構築に必要な事項を網羅的に示すこととした。このため，本巻の利用に際しては，管理施設の種別に応じて，当該利用者に関連する項目を適宜取捨選択して用いるものとする。

(3) その他

本巻に示す災害情報システムは，施設管理者に必要な災害情報をできる限り迅速かつ適切に収集・処理・伝達するために，ヘリコプターを用いた上空からの情報収集・伝達技術，コンピュータ等の情報処理機器を用いた高度情報処理技術，通信衛星を用いた通信技術等近年進捗の著しい先端技術を，現時点で導入が可能な範囲で積極的に取り入れたものである。ただし，このような先端技術は日進月歩で開発が進むものであることから，本巻の利用に際しては，新技術の開発に応じて，適宜内容の見直しを図っていくことが必要である。

1．2 用語の解説

本巻で用いる用語の意味は次の通りとする。
第1編 共通編

(1) システム

災害復旧計画の作成に必要な情報の提供・支援を目的として，コンピュータ等の機器による情報の収集・処理・表示・伝達を円滑に行うもの。

(2) パイロットシステム

システムのデータ処理系・表示系の具体的な検討手段として，主に地表変状情報の処理システムを対象として試作したシステムである。

第2編 震災復旧編

(3) 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ものをいう。

(4) 二次災害

一次災害発生後に，一次災害による施設機能の低下に伴って新たに生じる影響のうち，社会通念上災害と見なされるもの。

(5) 余震

本震に引き続いて起こる一群の地震のうち，本震に比較的近接して発生する地震で，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。

(6) 震災復旧の第1段階

地震発生後の数時間からほぼ1日程度の期間であり，主要な施設の被災状況の概要の把握，及び，二次災害の防止を目的とした緊急措置を行う段階。

(7) 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とともに，本復旧方針を決定する段階。

(8) 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。

(9) 緊急調査

地震発生後，速やかに重要な箇所を中心に道路構造物の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。

(10) 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措置。

(11) 応急調査

全体的な被害状況を把握するとともに，応急復旧の実施及び本復旧方針の決定のために行う調査。

(12) 応急復旧

応急的に輸送機能を確保するために行う復旧工事。

(13) 本復旧のための調査

本復旧の実施に必要な情報を得るために行う調査であり，地震による被害の再発を防止するために行う被災機構の解明や，構造物の耐震性を高めるために行う調査も含む。

(14) 本復旧

道路の本来の機能を回復するために行う工事。

(15) 簡易測量法

緊急措置及び応急復旧の方針を定めるために必要とされる施設被害の縦横断面図を，上空から撮影された斜め写真及びビデオ映像から作成するための手法。

(16) 災害情報分析室

震災復旧情報の収集，整理，及び，震災復旧計画作成のために必要な情報分析を行うための部署。

(17) 災害対策調査室

災害情報分析室からの情報に基づいて，震災復旧計画の方針を定めるとともに，関係防災機関との連絡・

調整を行うための部署。

(18) 災害対策室

災害対策調査室からの情報に基づいて，震災復旧計画の策定を行うための部署。

(19) 可視ビデオカメラ

可視光線の反射を映像化する装置であり，肉眼で観察するのと同様の画像が得られる。特に，昼間の調査に適している。

(20) 熱赤外線カメラ

撮影対象物が放射する熱エネルギーを熱赤外線検知素子により検出し，熱エネルギーの分布を複数諧の色調で表現する装置。周囲の明るさに関係なく撮影対象物を識別できるため，特に，夜間の調査に適している。

(21) 写真測量用カメラ

上空から垂直写真もしくは斜め写真を撮影するための装置。一般のカメラに比べてフィルムサイズが大きい上，撮影に伴う誤差が小さいため，精度よく写真測量を行うことが可能である。

第3編 地震時の地表変状編

(22) 液状化

地震動による間隙水圧の上昇により，飽和した砂質土層がせん断強度を失い，土の構造に破壊が生じること。

(23) 地盤流動

液状化に伴い，地盤が大きく変形，移動すること。

(24) 地表変状

地震時に発生する地盤の沈下，亀裂といった変状や，液状化により生じる噴砂，噴水の痕跡，さらには地中構造物の被害に起因する陥没や内容物の流出等の地表に現れ，目視により確認が可能な変状。

(25) 地震動

地震が発生し地震波が伝播する際，その経路にあたる地盤に生じる振動。

(26) 強震計

地盤や構造物に被害が生じるほどの強い地震動までを，正確に計測及び記録することを目的とした地震計の一種。

(27) 微地形

地形を，その土地の形成過程や現在の地形的特徴から分類したもの。

(28) 地盤種別

地震時における地盤の振動特性に応じて，工学的に分類する地盤の種別。

第4編 水害復旧編

(29) 水防災

水害に関する防災活動の総称。水害復旧，水防，避難誘導などを指す。

(30) 破堤流速（破堤流量）

破堤地点で，河川から堤内地に流入する氾濫水の流速（流量）。

(31) 氾濫メッシュ

氾濫計算で，氾濫域を分割する単位。資産・人口・世帯数などの整理単位としても使用。

(32) 水害シミュレータ

平常時において，水害時に発生する現象を予測・表示し，治水計画検討や水害時の対応行動検討などを行うためのシステム。

第5編 土砂災害復旧編

(33) 土石流

土砂や石礫が水と一体となって移動する現象。渓床堆積土砂（崖すい性堆積土砂）の土石流化と崩壊・地すべり土塊の土石流化が一般に多い。斜面から渓流にかけて起こり，扇状地に堆積する。

(34) 小規模崩壊

風化生成物中あるいは基岩と風化生成物の境界で発生する厚さ数10 cm～2 m程度の崩壊で，その移動土砂量は，100～103程度の崩壊をいう。

(35) 地すべり

斜面の一部が継続的，また断続的に下方に移動する現象。特徴は，緩斜面で発生が多く，特定の地質に起こりやすい。移動土塊が大きく，移動の抑止，防止が大変である。また，土石流化するときは被害が大きい。

(36) 長大斜面崩壊

基盤との境界面によって崩壊形態が決められ，地質構造（すべり面深さと傾き）に支配される崩壊で，移動土砂量が104～105程度の崩壊をいう。巨大崩壊と同様に，土石流となって流下したり，河川をせき止めて天然ダムを形成することもある。

(37) 大規模地すべり

移動土塊量が大きく（概ね10^7m³以上），地質構造の不均一性が著しいため，地下水も複数の層に分かれて存在する地すべりで，その発生は重力性のクリープに起因することが多い。建設省河川砂防技術基準(案)では，対策の対象となっていなかった。すべり面の深さとしては，30～100 m程度である。

(38) 天然ダム

天然ダムは，河川上流や支川からの土砂流出の堆積や河道側岸斜面からの移動土砂によって河道が本来持っていた流水の疎通断面を閉塞し，上流側への湛水や溢水氾濫などを生じることをいう。

(39) パイピング

天然ダム内部における浸透水により土粒子等が流出してパイプ状の水みちができ，これが拡大して崩壊にいたる現象。

第２章　災害時に必要な情報

２．１　直轄組織の役割と業務内容

２．１．１　直轄組織の役割と業務区分

建設省の各組織が行う災害対応業務は，下記のような災害の状況変化に応じて，その内容を区分することができる。

(1)　警戒時
　異常降雨等により，あらかじめ災害の発生が予想される時期

(2)　災害発生直後
　災害発生直後から数時間が経過するまでの時期

(3)　災害発生後数日
　災害発生後２～３日が経過するまでの時期

(4)　災害復旧時
　災害が沈静化し，公共土木施設の災害復旧を行う時期

［解　説］

建設省の本省，地方建設局，工事事務所，出張所の各組織は，災害が発生した場合に災害の程度により，その対策として，本省は建設省非常災害対策本部，地方建設局は災害対策本部，工事事務所は災害対策支部，出張所は災害対策支部の班として機能する。

(1)　警戒時

異常降雨等により河川の指定，警戒水位を越えた場合など，あらかじめ災害発生が予想された場合に地方建設局，工事事務所により警戒体制を発令し，管轄区域の状況把握を行う。

(2)　災害発生直後

災害発生時および直後の数時間が経過するまでは，その災害による被災状況の概略を把握するとともに，被災の状況に応じて緊急復旧を行う。

(3)　災害発生後数日

災害発生から２～３日が経過するまでは，その災害による被災状況の詳細を把握し，被災状況に応じて応急復旧を行う。

(4)　災害復旧時

災害が沈静化した状況で，被災額および復旧額を算定し，本格復旧を行う。

２．１．２　警戒時の業務

台風による異常降雨など，あらかじめ災害の発生が予想される場合，建設省の各組織は状況の変化を詳細に把握するとともに，規制・避難誘導，および予測の業務を行う。

［解　説］

警戒時に本省，地方建設局，工事事務所，出張所が行う業務を示す。

(1)　本省

各地方建設局からの状況変化の情報と異常降雨等の気象情報の把握により，国土に影響をあたえる重大な状況変化の把握を行う。

(2)　地方建設局

地方建設局が管轄する各工事事務所からの状況変化の情報と異常降雨等の気象情報をまとめ，地方的な状況把握と予測を行う。

(3) 工事事務所

工事事務所が管轄する地域の雨量，水位や管内の状況を把握し，それらをまとめて，地方建設局に連絡する。また，状況により警戒体制を発令し事前の規制，避難誘導を行う。

(4) 出張所

出張所管内の雨量，水位情報を把握し危険箇所の巡視を強化し，状況変化の把握を行うとともに事務所へ連絡する。また，災害の発生による被害をおさえるために事前規制や避難誘導を行う。

2．1．3 災害発生直後の業務

> 災害発生時および直後において，建設省の各組織は，いち早く災害状況の概略を把握する。また，大きな二次災害につながる危険性が高い箇所の点検，施設構造物の点検，施設の動作点検を行うとともに，必要な規制の実施や住民の避難誘導の業務を行う。

[解 説]

災害発生直後に本省，地方建設局，工事事務所，出張所が行う業務を示す。

(1) 本省

災害対策体制を設置し，各地方建設局からの災害状況の報告を受け，国土に影響をおよぼす重大な被害の発生状況を把握するとともに，建設省非常災害対策本部の対策会議を行う。被害の大きさを考慮して，関係する他の省庁と連絡，調整をし関係諸機関との協議を行う。

(2) 地方建設局

災害の発生とともに，災害対策本部を設置し，地方建設局管轄の各工事事務所からの災害による被害の概略状況を把握するとともに，工事事務所への指導，調整を行い，本省へ報告する。また，都道府県と災害の状況に関する情報の連絡，調整をする。

(3) 工事事務所

災害の発生とともに，災害対策支部を設置し，各出張所からの被害の概略情報を把握し，地方建設局（災害対策本部）に連絡を行う。二次災害を予防するために，地方自治体と連絡，調整を行い，規制の実施や住民への避難誘導を行う。

(4) 出張所

災害現地調査を行い，その被害の概略状況を把握し，工事事務所（災害対策支部）へ災害状況の報告を行う。また，二次災害の危険性の高い箇所の巡視ならびに施設の点検を行うとともに，規制の実施や住民への避難誘導を行う。

2．1．4 災害発生後数日の業務

> 災害発生後2～3日にわたり，建設省の各組織は，被災状況の詳細を把握するとともに，必要に応じて復旧計画を作成し，応急復旧のための業務を行う。また引き続き，災害による状況や気象の変化等を考慮して規制・避難誘導を実施する。

[解 説]

災害発生後数日に本省，地方建設局，工事事務所，出張所が行う業務を示す。

(1) 本省

各地方建設局からの災害状況の詳細報告を受け，国土に影響をおよぼす重大な被害の発生状況を把握するとともに，建設省非常災害対策本部の対策会議を行う。被害の大きさを考慮して，関係する他の省庁と連絡，調整をし関係諸機関との協議を行う。

(2) 地方建設局

各工事事務所からの報告による被害状況の詳細を把握し，災害対策の計画，指導を行うとともに，本省へ被害状況の詳細と災害への対応を報告する。災害状況を都道府県と連絡をとり，関係諸機関と協議する。また，広域

応援体制にかかわる地方建設局間の調整を行う。

(3) 工事事務所

災害発生箇所の現地調査を行い，被害の詳細な状況と状況変化を把握し，地方建設局へ被害の詳細状況や災害への対応について報告する。これらの被害の状況から応急復旧工事の計画をたて，復旧資材，人員を確保し応急復旧を実施し，災害の復旧額，災害被害額の算定を行い，本復旧工事の計画をたてる。引き続き警戒が必要な状況では，規制，避難誘導を実施し地方自治体，関係諸機関との連絡を密にし，調整，協議を行う。

(4) 出張所

災害の発生した現地調査を行い，その被害の詳細状況を把握し，工事事務所へ災害状況の報告を行う。また，二次災害の危険性の高い箇所の巡視ならびに施設構造物，施設の動作点検を行うとともに，規制の実施や住民への避難誘導を行う。

2．1．5　災害復旧時の業務

災害復旧時において建設省の各組織は，本復旧工事のために必要な詳細調査を行い，その結果をもとに本復旧工事を実施する。また被災状況や気象の変化等を考慮して規制の解除を行う。

[解　説]

災害復旧時に本省，地方建設局，工事事務所，出張所が行う業務を示す。

(1) 本省

各地方建設局からの災害復旧情報の報告を受け，国土に影響をおよぼす重大な災害の場合に他省庁との連絡，調整を行う。また，災害に関連した資料を整理し保存を行う。

(2) 地方建設局

各工事事務所からの災害復旧状況の報告を受け，復旧状況を把握し工事事務所への指導を行い，本省へ報告する。広域応援体制にかかわる地方建設局間の調整を行うとともに，都道府県と災害復旧状況の連絡，調整を行う。また，災害に関連した資料を整理し保存を行う。

(3) 工事事務所

災害の本復旧を行うとともに，工事事務所管内の災害復旧状況を把握し，地方建設局へ復旧状況の報告を行う。また，災害に関連した資料を整理し保存する。本復旧による規制等の実施について，地方自治体の関係諸機関に連絡，調整を行う。

(4) 出張所

災害の本復旧を行うとともに，復旧状況を工事事務所に報告する。

2．2　災害時に必要とされる情報

2．2．1　組織の役割に応じて災害時に必要とされる情報

建設省の各組織においては，災害の状況変化に応じて，下記のような各情報が必要とされる。

(1) 警戒時

状況の変化の詳細把握と今後の予測を行うための情報

(2) 災害発生直後

被災状況の概況把握を行うための情報

(3) 災害発生後数日

詳細な被害状況の把握，復旧時期の予測，復旧計画の作成を行うための情報

(4) 災害復旧時

復旧状況の把握を行うための情報

[解 説]

(1) 警戒時

本省，地方建設局においては，それぞれの管轄区域の状況を広域的に把握することにより，各下部組織の指導を行うための情報が必要である。また，工事事務所，出張所は一体となって状況変化を把握し，災害への事前防止対策を行うための情報が必要となる。

(2) 災害発生直後

本省，地方建設局は，大局的に状況を把握し，それぞれの関係部署との調整や下部組織の統括・指導を行うための情報が必要となる。また，工事事務所と出張所は被害の全容を把握し，緊急措置を講ずるための情報が必要となる。

(3) 災害発生後数日

本省，地方建設局は，法制度等に係わる重要事項・広域応援体制への対応，関係部署との調整等のための大局的かつ詳細な情報が必要となる。工事事務所，出張所は，災害復旧活動の拠点として応急復旧にあたるための情報が必要となる。

(4) 災害復旧時

本省，地方建設局は，災害復旧に関する法制度に係わる重要事項への対応，関係部署との調整等のための情報が必要となる。工事事務所，出張所は，本復旧を行いその状況を把握するための情報が必要となる。

2.2.2 警戒時に必要とされる情報

建設省の各組織が警戒時に必要とする情報は，下記のとおりである。

(1) 本省

国土に影響を及ぼす重大かつ甚大な災害への対応に必要な全国的な状況把握を行うための情報

(2) 地方建設局

管轄区域に影響を及ぼす広域かつ甚大な災害への対応に必要な状況変化の把握を行うための情報

(3) 工事事務所

管轄区域に影響を及ぼす災害への対応に必要な状況変化の把握および災害対策支部長が各種判断（水防団出動要請等）を行うための情報

(4) 出張所

管轄区域に影響を及ぼす災害への対応に必要な状況変化の把握を行うための情報

[解 説]

(1) 本省

全国に渡り状況変化を把握するための情報として，気象情報(台風の規模，進路，注意報，警報，降雨情報等)が必要となる。

(2) 地方建設局

管轄区域について広域的に状況変化を把握し，各工事事務所の指導を行なうための情報として，気象情報（台風の規模，進路，注意報，警報，降雨情報等）等外部機関の提供する各種情報や，建設省独自の観測網による観測データ（雨量，水位等）が必要となる。

(3) 工事事務所

管轄区域についての状況変化を把握し，災害への事前防止対策を行なうための情報として，気象情報（台風の規模，進路，注意報，警報，降雨情報等）等外部機関の提供する各種情報，建設省独自の観測網による観測データ（雨量，水位等）および現場状況に関する情報（施設状況，水位，河川・道路および周辺状況）が必要となる。

(4) 出張所

管轄区域についての状況変化を把握し，災害に対処するための情報として，気象情報（台風の規模，進路，注意報，警報，降雨情報等）等外部機関の提供する各種情報，建設省独自の観測網による観測データ（雨量，水位等）および現場状況に関する情報（施設状況，水位，河川・道路および周辺状況）が必要となる。

2．2．3　災害発生直後に必要とされる情報

建設省の各組織が災害発生直後に必要とする情報は，下記のとおりである。

(1)　本省

地方建設局・公団・地方自治体等への指導，中央防災会議・政府対策本部との連絡調整，政府調査団の派遣準備，他省庁等との調整，マスコミへの情報提供等に必要となる大局的な状況把握のための情報

(2)　地方建設局

工事事務所への指導，地方自治体・他機関との調整，マスコミへの情報提供，本省への報告等のために必要となる大局的な状況把握のための情報

(3)　工事事務所

災害対策支部長の各種判断（水防団出動要請等），災害応急対策活動（被害調査，迂回路選定，通行規制処置，障害物の除去，緊急復旧等）の実施，出張所への指示，地方自治体との調整，道路交通対策（道路利用者，関係機関への連絡），周辺住民への情報提供，地方建設局等への報告等を行なうために必要となる管轄区域全域についての情報

(4)　出張所

災害応急対策活動（被害調査，迂回路選定，通行規制処置，障害物の除去，緊急復旧等）の実施，道路交通対策（道路利用者，関係機関への連絡），地方自治体との調整等を行なうための情報

［解　説］

(1)　本省

大局的な状況把握のための情報として，気象庁情報，一般被害情報（テレビ，地方建設局からの情報による人的被害，火災発生状況等の概略），河川・道路被害の概要（被災位置，被災規模等），これまでに講じた措置（水防団出動要請，緊急水防対策，通行規制措置状況，迂回路設定状況等），今後とるべき措置（被災調査，緊急措置等の今後の方針の概要），現地態勢の概要（被災調査，緊急措置に要する資機材および人員の確保状況の概要）等が必要となる。

(2)　地方建設局

大局的な状況把握のための情報として，気象庁情報，強震観測情報，一般被害情報（テレビ，工事事務所からの情報による人的被害，火災発生状況等），現地の状況（管内全域の概略情報），河川・道路被害の概要（ヘリコプター等による被災位置・被災規模，洪水状況，通行可能路線等），これまでに講じた措置（水防団出動要請，緊急水防対策，通行規制措置状況，迂回路設定状況，緊急措置状況等），今後とるべき措置（現地調査，緊急輸送路確保方針，資機材等の確保方針，緊急措置等の今後の方針の概要），現地態勢の概要（諸活動に要する資機材および人員の確保状況等）等が必要となる。

(3)　工事事務所

管轄区域全域についての情報として，気象庁情報，強震観測情報，一般被害および現地の状況情報（テレビ，出張所からの情報による人的被害，沿道火災発生状況等），河川・道路被害の概要（ヘリコプター等による被災状況，洪水状況，通行可能路線，代替え路線の道路状況等），これまでに講じた措置（水防団出動要請，緊急水防対策，通行規制措置状況，迂回路設定状況等），今後とるべき措置（現地調査，緊急輸送路および資機材等の確保方針，緊急措置等の計画），各現場の態勢（対応策活動に要する人員，資機材の確保状況），その他関連情報が必要となる。

(4)　出張所

管轄区域全域についての情報として，気象庁情報，強震観測情報，一般被害および現地の状況情報（テレビ・地域住民および巡視情報による人的被害，沿道火災発生状況等），河川・道路被害の概要（巡視による被災状況，洪水状況，通行可能路線，代替え路線の道路状況等），これまでに講じた措置（水防団出動要請，緊急水防対策，通行規制措置状況，迂回路設定状況等），今後とるべき措置（現地調査，緊急措置等の計画），各現場の態勢（対応策活動に要する人員，資機材の確保状況），その他関連情報が必要となる。

2．2．4　災害発生後数日に必要とされる情報

建設省の各組織が災害発生後数日に必要とする情報は，下記のとおりである。

(1)　本省

非常災害対策本部本部長の判断（法制度等に係る重要事項），広域応援体制に関する地方建設局への指示，地方建設局・公団・地方自治体への指導，中央防災会議・政府対策本部との連絡調整，政府調査団への派遣，建設大臣現地視察の準備，他省庁等との調整，国会への報告，マスコミへの情報提供等のために必要となる大局的な状況把握のための情報

(2)　地方建設局

災害対策本部本部長の判断（自衛隊要請等重要事項），広域応援体制に係る地方建設局間の調整，工事事務所への指導，地方自治体との調整，建設大臣現地調査等の準備，他機関との調整，マスコミへの情報提供，本省への報告等のために必要となる大局的な状況把握のための情報

(3)　工事事務所

災害対策支部長の各種判断（水防団出動要請等），災害応急対策活動（被害調査，迂回路選定，通行規制処置，障害物の除去，応急復旧等）の実施，出張所への指示，地方自治体との調整，道路交通対策（道路利用者，関係機関への連絡），周辺住民への情報提供，地方建設局等への報告等を行なうための管轄区域全域についての詳細な情報

(4)　出張所

災害応急対策活動（被害調査，迂回路選定，通行規制処置，障害物の除去，応急復旧等）の実施，道路交通対策（道路利用者，関係機関への連絡），地方自治体との調整等を行なうための詳細な情報

［解　説］

(1)　本省

一般被害情報・現地の概況，河川・道路状況（河川施設状況，交通確保路線，被害概算額を含む被害の詳細，復旧見込み等），これまでに講じた措置（緊急措置，迂回路設定，交通確保等の総括），今後とるべき措置（応急復旧およびこれに替わる本復旧の基本方針等），現地態勢の概要（応急復旧等に要する資機材，人員等の確保状況）等が必要となる。

(2)　地方建設局

一般被害および現地の状況（管内全域の具体的情報），河川・道路状況（河川施設状況，交通確保路線，被害概算額を含む被害の詳細，復旧見込み等），これまでに講じた措置（緊急措置，迂回路設定，応急復旧，交通確保等），今後とるべき措置（応急復旧，本復旧の基本方針，資機材等の確保方針等），現地態勢の概要（応急復旧等に要する資機材，人員等の確保状況）等が必要となる。

(3)　工事事務所

一般被害および現地の状況（テレビ，出張所等による情報），河川・道路状況（河川施設状況，交通確保路線，被害概算額を含む被害の詳細，復旧見込み，通行止め区間に係る代替え路等の道路状況等），これまでに講じた措置（緊急措置，迂回路設定，応急復旧，交通確保等），今後とるべき措置（応急復旧，本復旧の基本方針，資機材等の確保方針等），現地態勢の概要（応急復旧等に要する資機材，人員等の確保状況）等が必要となる。

(4)　出張所

一般被害および現地の状況情報（テレビ・地域住民からの情報および巡視情報），河川・道路状況（河川施設状況，交通確保路線，被害の詳細，復旧見込み，通行止め区間に係る代替路等の道路状況等），これまでに講じた措置（緊急措置，迂回路設定，応急復旧，交通確保等），今後とるべき措置（応急復旧，本復旧の基本方針，資機材等の確保方針等），現地態勢の概要（応急復旧等に要する資機材，人員等の確保状況）等が必要となる。

2．2．5　災害復旧時に必要とされる情報

建設省の各組織が災害復旧時に必要とする情報は，下記のとおりである。

(1) 本省

非常災害対策本部本部長の判断（法制度等に係る重要事項），地方建設局・公団・地方自治体への指導，中央防災会議・政府対策本部・政府調査団等との連絡調整，他省庁等の調整，マスコミへの情報提供等のために必要となる大局的な状況把握のための情報

(2) 地方建設局

災害対策本部本部長の判断，工事事務所への指導，地方自治体との調整，他機関との調整，マスコミへの情報提供，本省への報告等のために必要となる大局的な状況把握のための情報

(3) 工事事務所

災害対策支部長の各種判断，災害応急対策活動（被害調査，本復旧）の実施，出張所への指示，地方自治体との調整，周辺住民への情報提供，地方建設局等への報告等を行なうための管轄区域全域についての詳細な情報

(4) 出張所

災害応急対策活動（被害調査，本復旧）の実施，地方自治体との調整等を行なうための詳細な情報

[解　説]

(1) 本省

河川・道路状況，これまでに講じた措置(応急復旧，交通の確保状況，災害査定状況等)，今後とるべき措置(本復旧等の方針)，現地態勢の概要（応急復旧等に要する資機材等の確保状況等）等が必要となる。

(2) 地方建設局

河川・道路状況（河川施設状況，交通確保路線，交通規制内容および復旧見込み），これまでに講じた措置（応急復旧等の進捗状況，交通の確保状況等），今後とるべき措置(本復旧の方針およびこれに要する資機材等の確保方針)，現地態勢の概要（応急復旧等に要する資機材等の確保状況等）等が必要となる。

(3) 工事事務所

河川・道路状況（河川施設状況，交通確保路線，交通規制内容および復旧見込み，復旧に要するパイロット道路等の状況），これまでに講じた措置（応急復旧等の進捗状況，交通の確保状況等），今後とるべき措置（本復旧計画およびこれに要する資機材等の確保方針），現地態勢（応急復旧等に要する資機材等の確保状況等）等が必要となる。

(4) 出張所

河川・道路状況（河川施設状況，交通確保路線，交通規制内容および復旧見込み，復旧に要するパイロット道路等の状況），これまでに講じた措置（応急復旧等の進捗状況，交通の確保状況等），今後とるべき措置（本復旧計画およびこれに要する資機材等の確保方針），現地態勢（応急復旧等に要する資機材等の確保状況等）等が必要となる。

2．2．6　災害復旧情報支援システムで必要とされる情報の性格

警戒時，災害発生直後，災害発生後数日，災害復旧時といった災害の各段階に応じて必要とされる情報は，現場状況に関する一次情報とそれを処理加工した二次情報に分けられる。

[解　説]

(1) 一次情報，二次情報

1）一次情報

収集された情報であり，施設や河川・道路計画，地盤構造等に付随し固定された基本情報と，人手やセンサーで収集された時々刻々と変化する状況に関する現場の状況情報がある。

2）二次情報

一次情報に基づき予測等の処理加工を加えた情報である。

(2) 各災害に必要とされる情報の種類

震災，水害，土砂災害について，災害時に必要となる情報を一次情報，二次情報に分類したものを以下に示す。

1）一次情報

① 震災

・地図，河川構造・施設，道路構造・施設，地盤構造，災害履歴，復旧用資機材，防災備蓄施設，河川・道路計画，現地の画像（VTR等），その他

・地震，気象，津波警報状況，道路周辺および施設状況，河川周辺および施設状況，被害状況，復旧状況，措置状況，警戒体制状況，現地対策本部状況，復旧工事状況，巡視状況，連絡事項，その他

② 水害

・地図，地形，資産・人口分布，河川構造・施設，河川指定・警戒・計画高水位等，災害履歴，復旧用資機材，水防倉庫，河川計画，浸水拡大事前計算情報，その他

・気象，雨量・水位，河川周辺および施設状況，被害状況（河川・流域），道路状況，警戒体制状況，洪水警報状況，水防活動状況，現地対策本部状況，緊急復旧工事状況，巡視状況，連絡事項，その他

③ 土砂災害

・地図，河川構造および施設，河川指定・警戒・計画高水位等，災害履歴，復旧用資機材情報，防災備蓄施設，河川計画，土砂災害危険区域分布図，その他

・気象，雨量・水位，河川周辺および人家施設状況，被害状況，道路状況，警戒体制状況，地盤変動状況（天然ダム情報，長大斜面崩壊，地滑り情報，斜面・のり面の変状情報），住民の避難状況，洪水警報状況，水防活動状況，現地対策本部状況，復旧工事状況，巡視状況，連絡事項，その他

2）二次情報

① 震災

・震源，震央距離，震度分布，最大加速度，最大加速度分布，液状化発生予測，地盤流動量予測，施設被害予測，地中構造物被害予測，被害分布図，備蓄資機材情報表示，被災情報，措置情報，復旧情報，復旧過程予測（道路系），復旧優先度，その他

② 水害

・水位予測，洪水予報，水防警報，浸水拡大予測，被害分布図，通行可能道路，復旧資機材量，その他

③ 土砂災害

・水位予測，洪水予報，水防警報，土砂災害発生・拡大予測，被害分布図，危険区域算定箇所，復旧優先箇所，その他

第3章　平常時における災害情報の整備

3．1　平常時の災害関連業務と情報

3．1．1　平常時の災害関連業務

建設省の各組織は，防災対策の計画・調整・訓練や，維持管理の一環としての巡回点検等，災害が発生した場合の影響を最小限にくいとめるための業務を行う。

[解　説]

本省，地方建設局，工事事務所，出張所が平常時に行う業務を示す。

(1)　本省

本省は，行政部門として，全国にわたる広域的かつ総合的な防災対策および防災施設整備の計画，調整を行うとともに，他省庁との連絡，調整を行う。

(2)　地方建設局

地方建設局は，管轄区域に関する政策立案部門として，防災計画，防災施設整備の計画，調整を行うとともに，都道府県との連絡，調整を行う。また，災害発生時に迅速な対応が行えるように施設の現状を把握するとともに防災教育，訓練を行う。

(3)　工事事務所

工事事務所は，災害時での災害復旧の直接担当部門として，防災計画，防災施設整備の計画，調整をするとともに，地方自治体と連絡，調整を行う。また，災害発生時に迅速な対応を行えるように防災教育，訓練を行い，施設の現状を把握するために，現地調査をし，関係記録の整備，保管を行う。

(4)　出張所

出張所は，工事事務所と一体になって直轄事業の担当部門として，施設の現状を把握，管理するために巡視を行うとともに，関係記録の整理，保管を行う。

3．1．2　平常時に必要とされる災害関連情報

災害が発生した場合に迅速に対応できるように，日常の維持，管理業務，防災業務を円滑に実施するためには，下記のような情報が必要である。

(1)　本省

全国にわたる広域的かつ総合的な防災対策および防災施設整備の計画，調整を行うための地図，河川情報，道路情報等の情報

(2)　地方建設局

管轄区域の防災計画，防災施設整備の計画・調整を行うとともに，施設の現状を把握するための地図，河川構造，道路構造，施設情報等の基本情報および巡視情報（重要項目），センサ情報（水位，雨量等）等の状況情報

(3)　工事事務所

管轄区域の防災計画，防災施設整備の計画等を行うとともに，施設の現状を把握するための地図，河川構造，道路構造，施設情報等の基本情報および巡視情報，センサ情報（水位，雨量等）等の状況情報

(4)　出張所

管轄区域の施設の現状を把握するための巡視情報

[解　説]

(1)　本省

・地図，河川・道路計画，資産・人口分布情報，災害履歴，その他

(2) 地方建設局

・地図，河川構造・施設情報，道路構造・施設情報，河川・道路計画，地盤構造，地形情報，災害履歴，地震情報，気象情報，津波警報状況，雨量・水位情報，道路状況，巡視情報（重要事項），その他

(3) 工事事務所

・地図，河川構造・施設情報，道路構造・施設情報，地盤構造，災害履歴，復旧用資機材情報，防災備蓄施設（水防倉庫），河川・道路計画，現地の画像（VTR等），地形情報，資産・人口分布状況，河川指定・警戒・計画高水位等，浸水拡大事前計算情報，土砂災害危険区域分布図，地震情報，気象情報，津波警報状況，雨量・水位情報，道路状況，巡視情報，その他

(4) 出張所

・地震情報，気象情報，津波警報状況，雨量・水位情報，道路状況，巡視情報，その他

3．2 平常時における災害情報の整備

3．2．1 平常時における基本情報の整備

災害対応の判断業務を的確に行うためには，平常時から基本情報を整備しておく必要がある。また，既に整備されている既存データベースのうち，活用できるものは積極的に活用すべきである。

[解 説]

災害時の災害対応支援のための情報は，正確さと迅速さが要求される。正確な二次情報を得るためには正確な一次情報が必要であり，このためには正確な情報の収集が必要となる。収集情報としての一次情報には基本情報と状況情報があり，このうち基本情報は施設，環境等に付随する固定的な情報であるが，現場状況に合った最新の情報となるように，日時を定め年1回～数回の更新を行う必要がある。

(1) 基本情報の種類

基本情報として必要となる情報は，災害の種別ごとに異なる。震災，水害，土砂災害ごとに必要となる基本情報には，次のようなものがある。

1）震災用基本情報

・地図，河川構造・施設，道路構造・施設，地盤構造，災害履歴，復旧用資機材，防災備蓄施設，河川・道路計画，現地の画像（VTR等），その他

2）水害用基本情報

・地図，地形，資産・人口分布，河川構造・施設，河川指定・警戒・計画高水位等，災害履歴，復旧用資機材，水防倉庫，河川計画，浸水拡大事前計算情報，その他

3）土砂災害用基本情報

・地図，河川構造および施設，河川指定・警戒・計画高水位等，災害履歴，復旧用資機材情報，防災備蓄施設，河川計画，土砂災害危険区域分布図，その他

(2) 既存データベース

既に整備されている既存データベースのうち，活用できるものは積極的に活用することにより整備の効率化を図る必要がある。

既に整備されているかまたは整備を予定されているデータベースとして，以下のデータベースがある。

・国土数値情報
・河川管理データベース
・道路管理データベース
・各種地盤情報データベース
・地中構造物データベース

3．2．2　平常時における状況情報の整備

災害対応の判断業務を的確に行うためには，平常時の巡視業務で収集した情報および過去に発生した災害の状況情報を整理し，履歴情報として管理しておかなければならない。

［解　説］

一次情報には，基本情報と状況情報がある。状況情報は現時点での現場の状況を表すものであり，定期的に現場情報を収集することにより，その現場に関して時系列で状況を表すことが可能となる。災害時においてはこの情報を活用することにより，現場の状況推移を把握することが可能である。

震災，水害，土砂災害ごとに必要となる状況情報には，次のようなものがある。

(1)　震災用状況情報

・地震，気象，津波警報状況，道路周辺および施設状況，河川周辺および施設状況，被害状況，復旧状況，措置状況，警戒体制状況，現地対策本部状況，復旧工事状況，巡視状況，連絡事項，その他

(2)　水害用状況情報

・気象，雨量・水位，河川周辺および施設状況，被害状況（河川・流域），道路状況，警戒体制状況，洪水警報状況，水防活動状況，現地対策本部状況，緊急復旧工事状況，巡視状況，連絡事項，その他

(3)　土砂災害用状況情報

・気象，雨量・水位，河川周辺および人家施設状況，被害状況，道路状況，警戒体制状況，地盤変動状況（天然ダム情報，長大斜面崩壊，地滑り情報，斜面・のり面の変状情報），住民の避難状況，洪水警報状況，水防活動状況，現地対策本部状況，復旧工事状況，巡視状況，連絡事項，その他

3．2．3　平常時における加工情報の整備

災害時の迅速な判断のためには，必要に応じてあらかじめ加工した情報を整理・保管し，それを活用することも考えるべきである。

［解　説］

二次情報としての加工情報は，一次情報をもとに作成し得られる情報である。災害時においては，担当部署および災害関連部署の職員等に多種多様な加工情報を整理して提供することにより，担当者の状況判断を容易にさせる必要がある。また平常時においては，これらの加工情報を活用し，危険地域の監視等災害の予防処置の検討を行うことが可能である。

また加工情報の中には，情報を作成するのに長時間を必要とするものもあり，緊急の災害時に間に合わない場合がある。このため平常時から加工情報を作成し，データベースに格納しておくことにより，災害時への対応を迅速に行うことが可能となる。

震災，水害，土砂災害ごとに整備しておくことが考えられる加工情報としては，次のようなものがある。

(1)　震災用加工情報

・震源，震央距離，震度分布，最大加速度，最大加速度分布，液状化発生予測，地盤流動量予測，施設被害予測，地中構造物被害予測，被害分布図，備蓄資機材情報表示，被災情報，措置情報，復旧情報，復旧過程予測（道路系），復旧優先度，その他

(2)　水害用加工情報

・水位予測，洪水予報，水防警報，浸水拡大予測，被害分布図，通行可能道路，復旧資機材量，その他

(3)　土砂災害用加工情報

・水位予測，洪水予報，水防警報，土砂災害発生・拡大予測，被害分布図，危険区域算定箇所，復旧優先箇所，その他

第4章　災害情報地上検知システム

4．1　システムの概要

災害情報地上検知システムは，地震災害，水害，土砂災害等の災害発生時に，災害復旧計画の策定等の判断に際して重要な情報源となる現場の状況を，現地で的確に検知・収集し，伝達することを目的とするものである。

[解　説]

(1)　目的

災害発生時の地上での情報収集は，地域的で詳細な状況把握を行う方法として有効である。また，ヘリコプターによる空中からの情報収集は，災害状況を迅速かつ広域的に把握する方法として有効である。この両者の情報を連携させ，相互補完することにより災害情報の質と量のレベルアップが図られ，災害時の迅速かつ適切な対応への支援が可能となる。

地上での情報収集の方法には，「人による収集」と「センサーによる収集」がある。「人による収集」は，人間の判断により最適な場所で柔軟に情報の収集に対応できるが，収集に手間，時間，コストがかかる面もある。これに対して，「センサーによる収集」は，コストはあまりかからずに，過酷な条件下でも定量的な情報を収集することができるが，設置される場所が固定されているため柔軟な対応ができないことがある。このように，「人による収集」と「センサーによる収集」はそれぞれ長短があるため，互いに補完し合うことが必要である。

災害情報地上検知システムは，災害後の復旧計画策定等に際し，適切な意志決定のために必要となる現場の状況情報を，パトロール員が必要最小限の情報項目を見落とすことなく収集・収録し，迅速かつ正確に伝達することを目的とするものである。

(2)　課題

実際に発生した災害の現場で，どのような情報が収集，伝達されたかを「日本海中部地震」，「長崎水害」，「千葉東方沖地震」を事例として調査した結果，表-Ⅰ・解4・1に示すように，情報の収集，伝達，保管・検索面での課題が多く，システム化の必要性が明らかになっている。

表-Ⅰ・解4・1　情報の収集，伝達，保管・検索の課題

情報収集面での課題	・被災状況の情報の精度が不十分である。 ・情報収集手段，方法にバラツキがある。 ・被災地からの第一報と第二報が食い違うときがある。
情報伝達面での課題	・電話連絡はミスが出やすく，混乱を招くことがある。 ・情報伝達方法が確立していないため，迅速性，正確性に欠ける。
情報の保管・検索面での課題	・過去の災害事例や，危険箇所の整理が不十分のため，災害発生時に使用することが困難である。 ・地図，写真，報告書等を書類として保管しているため，スペースをとる。また，分散して保管しているため，検索を行う際に時間がかかる。

(3)　システムの概要

災害情報地上検知システムは，電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置および処理装置から構成される。システムの機能は，災害現場における状況情報を電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置を用いて収集・伝送する機能と，工事事務所・出張所で処理装置を用いて情報の受信・蓄積・検索表示を行う機能に分けられる。

表-Ⅰ・解4・2に災害現場で使用する機器の概要および導入によって期待される効果を示す。また，システムの利用イメージを図-Ⅰ・解4・1に，各機器の外観イメージを写真-Ⅰ・解4・1～写真-Ⅰ・解4・4にそれぞれ示す。

表-Ⅰ・解4・2　機器の概要および導入によって期待される効果

機　器	概　要	導入によって期待される効果
電子野帳	事務所または出張所で使用している野帳を電子化し，現場の状況を入力する装置	・これまで「人による収集」には，情報のバラツキがあったが，電子野帳を使用することにより平準化された情報が収集できる。 ・従来の野帳で記入の負担が大きかった夜間や雨中の作業でも使用でき，作業負担が軽減できる。
電子スチルカメラ	撮影した写真を電子化し，ビデオフロッピーディスクに蓄積するカメラ	・被災現場で撮影した写真を画像情報として電子化するため，リアルタイムに伝送することができる。 ・画像情報の保管を省力化できる。また，画像の検索が容易になる。
伝送装置	・電子野帳で入力した情報と電子スチルカメラで撮影した画像情報をリンクさせて，事務所または出張所に送信する装置。 ・伝送路としては，建設省移動通信システム(*1)（以降，K－COSMOSと記述する），マイクロ回線，建設省400 MHz帯移動多重無線，NTT回線に対応する。	・災害現場の電子野帳の情報と電子スチルカメラの画像情報を事務所または出張所に伝送することにより，事務所または出張所においてリアルタイムに現場の状況把握を行える。 ・現場と事務所または出張所で同一の情報を持てるため，事務所または出張所から現場へのより適切な指示が行える。 ・現場から情報を伝送できるため，事務所または出張所に帰所せずに，次の被災現場に巡視を行うことが可能となる。

（＊1）　移動局（パトロールカー）と事務所間の無線回線の選定にマルチアクセス（MCA）方式を採用し，建設省マイクロ回線と統合的に運用することにより，事務所・移動局間および移動局相互間を自動的にダイヤル接続するシステムである。平成4年度には，一部の地方建設局において導入される予定になっている。



写真-Ⅰ・解4・1　電子野帳

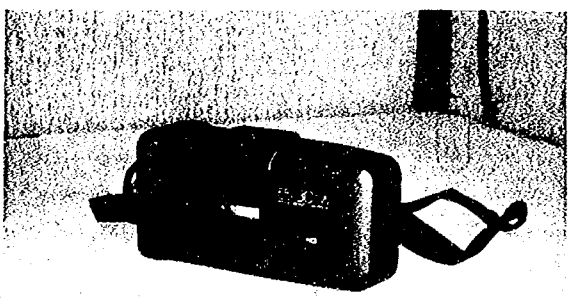


写真-Ⅰ・解4・2　電子スチルカメラ

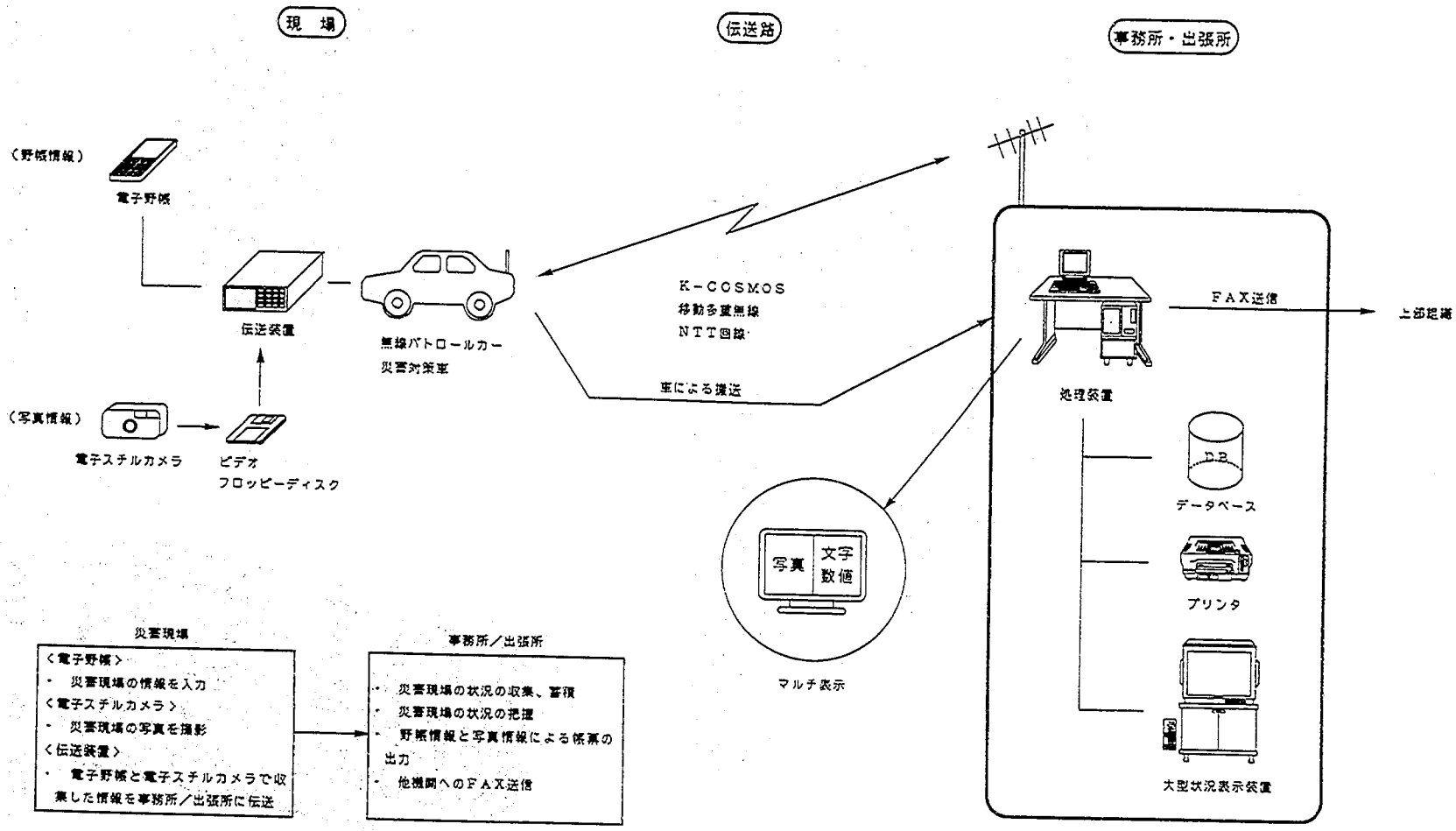


図-Ⅰ・解4・1　災害情報地上検知システムの利用イメージ

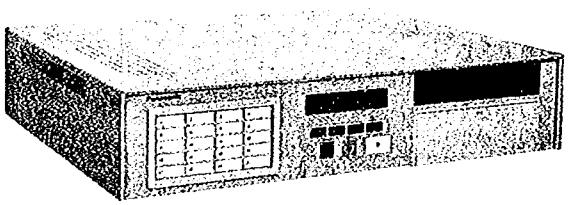


写真-Ⅰ・解 4・3　伝送装置

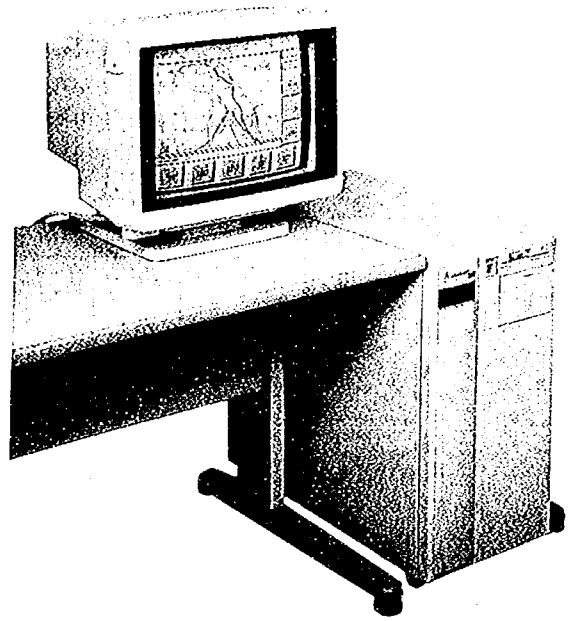


写真-Ⅰ・解 4・4　処理装置

4．2　電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置の機能および仕様

4．2．1　電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置の機能

電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置は，以下の機能を有するものとする。

(1)　電子野帳
- 軽量，小型で片手で持てる。
- １度の充電で数回の巡視に使用が可能である。
- 耐水，防滴，防塵，耐衝撃性があり，野外や雨天での使用に耐える。
- 照明により夜間の使用が可能である。

(2)　電子スチルカメラ
- 軽量，小型で肩から掛けられる。
- 全自動で簡単に撮影ができる。
- 夜間のフラッシュ撮影が可能である。
- レンズの交換が可能である。
- 耐水，防滴，防塵，耐衝撃性があり，野外や雨天での使用に耐える。

(3)　伝送装置
- 画像品質の選択により，送信時間の短縮が行える。
- 自動車電源で使用できる。
- 耐水，防滴，防塵，耐衝撃性がある。
- 車の中で安定性がある。

[解　説]

(1)　必要機能の抽出方法

工事事務所においてヒアリング，アンケート調査を実施し，その結果をもとに，現場でのニーズから各機器に要求される機能を抽出した。

(2) 優先度の決定方法と基準

電子野帳，電子スチルカメラおよび伝送装置に必要とされる機能の中には，互いに背反するもの（大きさと操作性など）があるため，現場業務上の必要性からみた優先度を検討する必要がある。そこで，それぞれの機器の各機能に関して，運用上の必要性と技術的実現性を評価し，開発の優先度を決定した。優先度の基準を表-Ⅰ・解4・3に示す。

表-Ⅰ・解4・3 優先度の基準

項目	組み合せ				備考
運用上からの必要性	○	○	△	△	○：必要である △：できればあったほうがよい
技術上の可能性に基づく実現性	○	△	○	△	○：実現性が高い △：実現性が低い
ランク (開発の優先度)	A	C	B	C	A：必要性が高く実現性も高いもの B：実現性は高いが必要性はさほどでないもの C：必要であっても実現性が低いもの

(3) 必要機能と優先度

表-Ⅰ・解4・3の基準に従い，各機器に要求される機能と開発の優先度を表-Ⅰ・解4・4～表-Ⅰ・解4・6に示す。

表-Ⅰ・解4・4 電子野帳の要求機能と開発優先度

機能項目	機能	ランク			備考
		必要性	実現性	ランク	
携帯性	・肩から掛けられる	○	○	A	・巡視現場に携帯する ・足場の悪いところがある
	・片手でもてる	○	○	A	
	・ポケットに入る	△	○	B	
バッテリー	・主電源が切れた後のデータ保障	○	○	A	・1回の充電で数回以上の巡視ができる
	・長時間連続使用	○	○	A	・1回8時間以上の巡視ができる
素材・ケース，キー	・耐水，防滴	○	○	A	・雨の時に使うことがある ・野外で使う
	・耐衝撃	○	○	A	
	・耐腐食	○	○	A	
	・耐熱，耐寒	○	○	A	
	・防塵	○	○	A	
	・手袋を着用しての使用	△	○	B	
照明	・夜間での表示，入力	○	○	A	・夜間に使うことがある
その他	・時計	○	○	A	
	・電卓	△	○	B	
	・手書き入力	△	△	C	
	・地図の表示	△	△	C	

表-Ⅰ・解4・5　電子スチルカメラの要求機能と開発優先度

機能項目	機能	ランク			備考
		必要性	実現性	ランク	
携帯性	・肩から掛けられる	○	○	A	・災害・巡視現場に携帯する
	・片手で持てる	△	○	B	・足場の悪いところがある
	・ポケットに入る	△	○	B	・長時間携帯で負担とならない
バッテリー	・低消費電力タイプ	○	○	A	・災害・巡回で長時間使用する
	・補助バッテリー	△	○	B	
	・バッテリー警報	△	○	B	
	・オートパワーオフ	○	○	A	
	・現場での充電	○	○	A	
素材（ケース等）	・耐水，防滴	○	○	A	・野外で使用する
	・耐衝撃	○	○	A	・気象条件が悪いときに使用することがある
	・耐腐食	○	○	A	
	・耐熱，耐寒	△	○	B	
	・防塵	○	○	A	
撮像	・レンズを交換できる（望遠・広角等）	○	○	A	・夜間に使用することがある
	・カラー撮影	○	○	A	・現場に近寄れないことがある
	・ストロボ撮影	○	○	A	・広範囲に撮影することがある
	・夜間でも操作表示を視認できる	○	○	A	
その他	・記憶モードの選定（粗/密）	△	○	B	
	・音声記録	△	△＊	C	
	・操作が簡単	○	○	A	

＊：可能であるが記録用フロッピーディスクが統一規格でない

表-Ⅰ・解4・6　伝送装置の要求機能と開発優先度

機能項目	機能	ランク			備考
		必要性	実現性	ランク	
携帯性	・肩から掛けて携帯できる	△	○	B	・災害・巡回現場に携帯する
	・車載でき，車の中で安定性がある	○	○	A	・足場の悪い場所がある
通信	・画像品質を選択し送信時間を変えられる	○	○	A	・現場から野帳情報・画像情報を伝送する
	・NTT 回線による通信	△	○	B	・通信が混雑している時にも送信できる
	・事務所または出張所から現場への情報伝送	△	△	C	
バッテリー	・低消費電力タイプ	○	○	A	・1回の充電で長時間使用する
	・自動車用電源で使用可能	○	○	A	
	・バッテリー警報	△	○	B	
	・オートパワーオフ	△	○	B	
	・補助バッテリー	△	○	B	
	・現場での充電	△	○	B	
素材（ケース等）	・耐水，防滴	○	○	A	・野外で使用することがある
	・耐衝撃	○	○	A	・気象条件が悪いときに使用することがある
	・耐熱，耐寒	△	○	B	
	・防塵	○	○	A	
照明	・蛍光キー	△	○	B	・夜間に使用することがある

4．2．2　電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置の仕様

電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置の仕様は以下のとおりとする。

(1)　電子野帳

項目		仕様
CPU		16ビット以上
メモリ	ROM	128KB以上
	RAM	768KB以上
	漢字ROM	JIS第1，第2水準
表示		表示エリア……160×200ドット以上 英，数，カナ表示……20桁×10行以上 全角文字（漢字）表示……10桁×10行以上
		ELバックライト照明付
タッチパネル	セル数	6×10セル以上
	寿命	50万回以上（素手による押し下げ）
通信速度		1200，2400，4800，9600 BPS
外部インターフェイス		光通信インターフェイス ICメモリカードインターフェイス
電源	主電源 動作時間	単体動作時間：12時間以上
	主電源 充電時間	4時間以下
	補助電源	あり
	メモリ保護	あり
環境条件		動作時　温度　0～40℃　湿度　30～80% 保存時　温度　−10～50℃　湿度　20～85%（非結露）
カレンダ・時計		年月日時分秒曜日
ブザー		圧電素子
外形		幅100㎜×長200㎜×厚35㎜以下
重量		600g以下

(2)　伝送装置

1）本体部

項目		仕様
表示画素数		640 H×480 V
入出力映像信号		NTSCコンポジット信号，アナログRGB信号，S-VIDEO信号
符号化・複合化方式		JPEG（CCITT/ISO）
画質		ファイン，ノーマル，ラフの3種類以上
内部メモリ	画像情報	640KB以上
	電子野帳情報	10KB以上
外部インターフェイス	電子野帳I/F	RS−232−C，1200/2400/4800/9600 BPS
	モデムI/F	RS−232−C，4800/9600 BPS
	処理装置I/F	RS−232−C，9600/19200 BPS
電源		AC100V，DC12V
重量		9kg以下
外形		幅500㎜×高さ100㎜×奥行き380㎜以下

2）モデム部

項目		仕様
適用回線		専用回線，電話回線
通信速度		4800 BPS
通信方式		半二重通信
誤り制御方式		回線のビットエラーレートに応じた適応型エラー制御方式
変調方式		位相変調方式
送信レベル		−1 ～ −15 dBm
受信レベル		0 ～ −40 dBm
外部インターフェース	適合インターフェース	RS−232−C準拠
	通信速度	4800/9600 BPS
	同期方式	調歩同期方式
電源		AC100V，DC12V
重量		1.5 kg以下
外形		幅 200 ㎜×高さ 50 ㎜×奥行き 250 ㎜以下

(3) 電子スチルカメラ

統一規格に基づき生産されている電子スチルカメラを使用する。

[解　説]

(1) 開発の考え方

開発に段階を設け，現場のニーズが高く，かつ，開発する時点での技術で開発可能なものを優先的に開発し，以降の段階で改良していくものとする。また，建設省の各工事事務所に既に導入されている装置の仕様を基本とし，さらに応用して高度化を図るものとする。

(2) 仕様決定の考え方

表-Ⅰ・解 4・4，表-Ⅰ・解 4・5 および表-Ⅰ・解 4・6 に整理したシステムの各機器に要求される機能と開発の優先度に従い，開発を二段階に分け，第一段階で求められる機能を対象として機器の開発を行った。

1）第一段階

アンケート・ヒアリング調査結果より求められたAランクの必要機能を対象とする。これに基づく各機器の概要を以下に示す。

① 電子野帳

現在，使用されている野帳に対して，ハンディターミナルの技術を取り入れ電子機器とし，文字・数値情報の入力を行える。

② 電子スチルカメラ

工事事務所で既に導入が開始されている，電子スチルカメラ懇談会がまとめた統一規格に基づいた電子スチルカメラを使用する。記憶媒体はフロッピーディスクとなる。

電子スチルカメラ懇談会は，カメラメーカーと電気メーカーによって構成される電子スチルカメラの規格統一を目的とした業界団体である。

③ 伝送装置

現在，画像のみの伝送を対象としている建設省写真伝送装置標準仕様を基本とし，さらに電子野帳の情報を伝送する。形態は，パトロールカーでの使用を考慮し，車載型とする。また，ビデオフロッピープレイヤー，モニター等は既存の製品を利用する。

2）第二段階

アンケート・ヒアリング調査結果より求められたB，Cランクの必要機能を満足させ，さらに，機能を拡張

し，高度化する。主な機能として，以下のようなものがあげられる。

① 電子野帳

手書き文字の入力，地図の表示ができる。

② 電子スチルカメラ

記憶媒体としてICカードを使い，小型化，軽量化を図る。

③ 伝送装置

小型・軽量で，現場まで持ち運びができ，現場から情報を伝送できる。

4．3 システムの適用性と情報の活用

4．3．1 システムの構築

災害情報地上検知システムを有効に活用するためには，現場で情報を収集し，的確に伝送を行なう現場での機能と，情報の蓄積・加工を行なう事務所または出張所での機能を有機的にリンクさせるためのシステム構築が必要である。

[解 説]

災害情報地上検知システムを有効に活用するためには，収集された情報を事務所または出張所の処理装置に蓄積し，表示，印刷等を行い，状況情報の収集・処理システムとしての活用を図ることが必要である。

(1) システムの機能

システムの機能は，情報の収集，伝達を行う現場での機能と，情報の受信，入力，蓄積，処理，表示，印刷を行う事務所または出張所での機能に分けられる。図-I・解4・2にシステムの基本的な機能を示す。

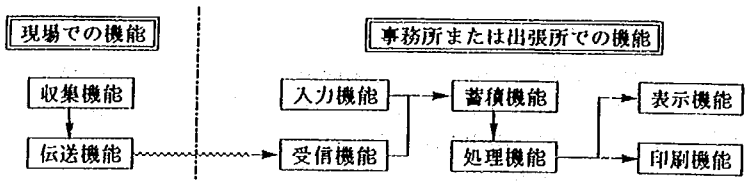


図-I・解4・2 基本的な機能

1）現場での機能

① 収集機能

現場の状況を電子野帳に入力し，電子スチルカメラで撮影する情報収集機能

② 伝送機能

電子野帳，電子スチルカメラの情報を伝送装置でリンクさせ，伝送路を介して事務所または出張所に伝送する機能

2）事務所または出張所での機能

① 受信機能

現場から伝送された電子野帳，電子スチルカメラの情報を受信する機能

② 入力機能

緊急性がなく，現場から伝送する必要のない場合に，事務所または出張所に設置した伝送装置により，電子野帳，電子スチルカメラにより収集した文字・数値および画像情報をリンクさせた形で装置に入力する機能

③ 蓄積機能

受信機能および入力機能により受信・入力された現場の情報を蓄積する機能

④ 処理機能

蓄積機能により蓄積された情報を使用目的に応じて加工する機能

⑤ 表示機能

処理機能により加工された情報を表示する機能

⑥ 印刷機能

処理機能により加工された情報を印刷する機能

(2) システムの構成

システムは，大きく，現場で携帯する機器と事務所または出張所に据え置く機器とから構成されている。図-Ⅰ・解4・3に基本的なシステムの構成を示す。

1）現場で携帯する機器

① 電子野帳

現場の状況を文字・数値情報の形で入力する。

② 電子スチルカメラ

現場の状況を撮影し，フロッピーディスクに蓄積する。

③ 伝送装置（車載型）

パトロールカーに積載し，電子野帳に入力した情報と電子スチルカメラで撮影した情報をリンクさせ，伝送路を介して事務所または出張所向けに伝送する。

2）事務所または出張所に据え置く機器

① 伝送装置（据置型）

事務所または出張所に設置し，電子野帳に入力した文字・数値情報と電子スチルカメラで撮影した画像情報をリンクさせた形で処理装置に入力する。

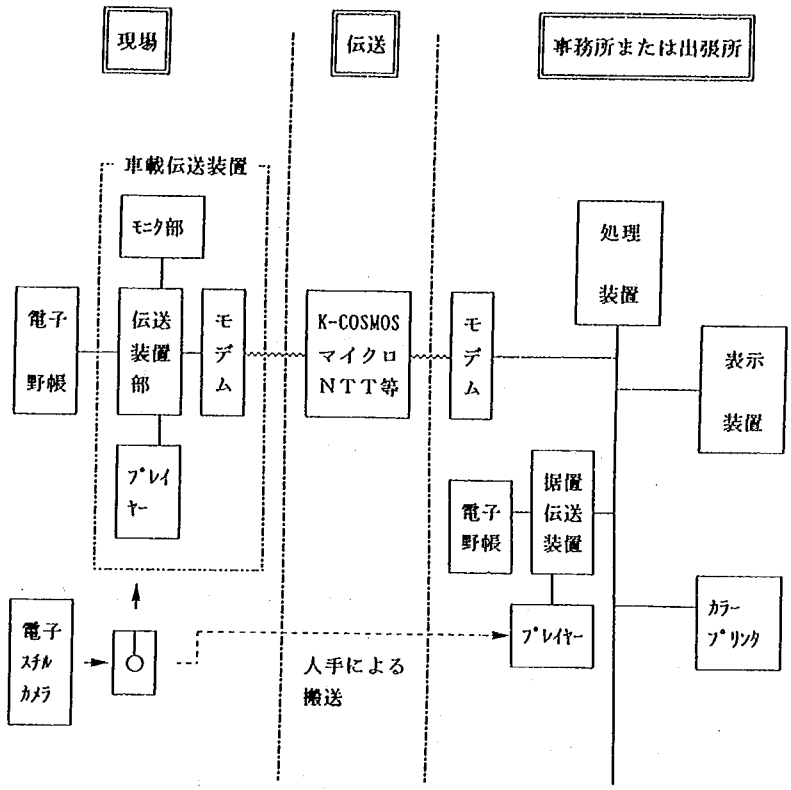


図-Ⅰ・解4・3 基本的なシステムの構成

② 処理装置

電子野帳および電子スチルカメラにより収集された情報を受信，入力，蓄積し，必要に応じて加工した上で，検索，表示，印刷などを行う。

③ 表示装置（CRT）

蓄積・処理された情報を文字・数値および画像の形で表示する。

④ カラープリンタ

蓄積した情報を，各種報告書形式でカラー印刷する。

4．3．2 処理装置の機能

事務所または出張所では，複数の現場からの情報を同時に受信するためのリアルタイム通信機能と，大量の写真情報を扱うマルチメディアデータベース機能が必要である。

[解 説]

災害発生時に複数の災害現場から伝送される情報を同時に受信・蓄積し，有効な状況把握に必要な高速の処理を実現するために，事務所または出張所の機器には，複数の災害現場からの情報を同時に受信するためのリアルタイム通信機能と，大量の写真情報を扱うマルチメディアデータベース機能が必要となる。事務所または出張所

の機器構成は，情報を蓄積し，検索，表示，印刷するための処理装置が中心となるが，1台の処理装置で構成する方法と，機能を分離して複数の装置で構成する方法が考えられる。整備を計画する際には，必要な伝送回線数，整備の最終段階での機能・構成等と整備する機器の機能・性能を十分に考慮し，構成を決定するべきである。

(1) 必要とされる機能

現在，標準となっている仕様および今後主流になることが予想される技術を考慮した，事務所または出張所の装置に必要と考えられる機能は，以下のとおりである。

1）機器に関する専門知識がなくても簡単に扱うことができること。
2）操作に対する応答時間が実用に耐えられる範囲内であること。(表示要求から数秒程度で反応があること)
3）複数の現場から伝送される文字・数値情報および写真情報を受信・蓄積できること。
4）事務所または出張所に設置された据置型伝送装置を使用して，現場で収集した情報を入力できること。
5）現場から伝送された情報と事務所または出張所で入力された情報を同じ条件で扱うことができること。
6）本体内に1年間以上の情報が蓄積でき，また，必要に応じて，補助記憶媒体にも情報を蓄積できること。
7）本体内または補助記憶媒体に蓄積した全ての現場情報を迅速，簡単に検索でき，必要に応じて加工できること。
8）文字・数値とカラー写真による帳票を作成できること。
9）蓄積・加工した情報をFAXで簡単かつ即座に送信できること。
10）将来の拡張に耐えられること。
11）電子スチルカメラ以外で撮影した写真も扱うことができること。
12）加工した情報を複数の職員が見られるように大型の表示装置に表示できること。
13）巡視計画書を作成し，印刷できること。

(2) 必要とされる性能

(1)の機能を実現するためには，以下の条件を満たす装置が必要と考えられる。

1）ハードウェア
・処理速度12 MIPS相当
・非同期の複数入出力
・JPEG準拠の画像圧縮伸張
・文字・数値情報は磁気ディスクに蓄積し，写真情報は光磁気ディスクに蓄積
・B4カラープリンタへの出力
・FAX出力
・大型状況表示装置との接続

2）基本ソフトウェア
・OSはUNIX
・複数の入出力処理を同時に行えるリアルタイム制御
・マルチメディアデータベース機能

(3) 開発機器の仕様

平成3年度に実用システムとして開発したシステムでは，図-Ⅰ・解4・4に示すように，2台のワークステーションを使用して機能を分担し，リアルタイム通信機能とマルチメディアデータベース機能を実現した。

開発したシステムの仕様を表-Ⅰ・解4・7，表-Ⅰ・解4・8に示す。

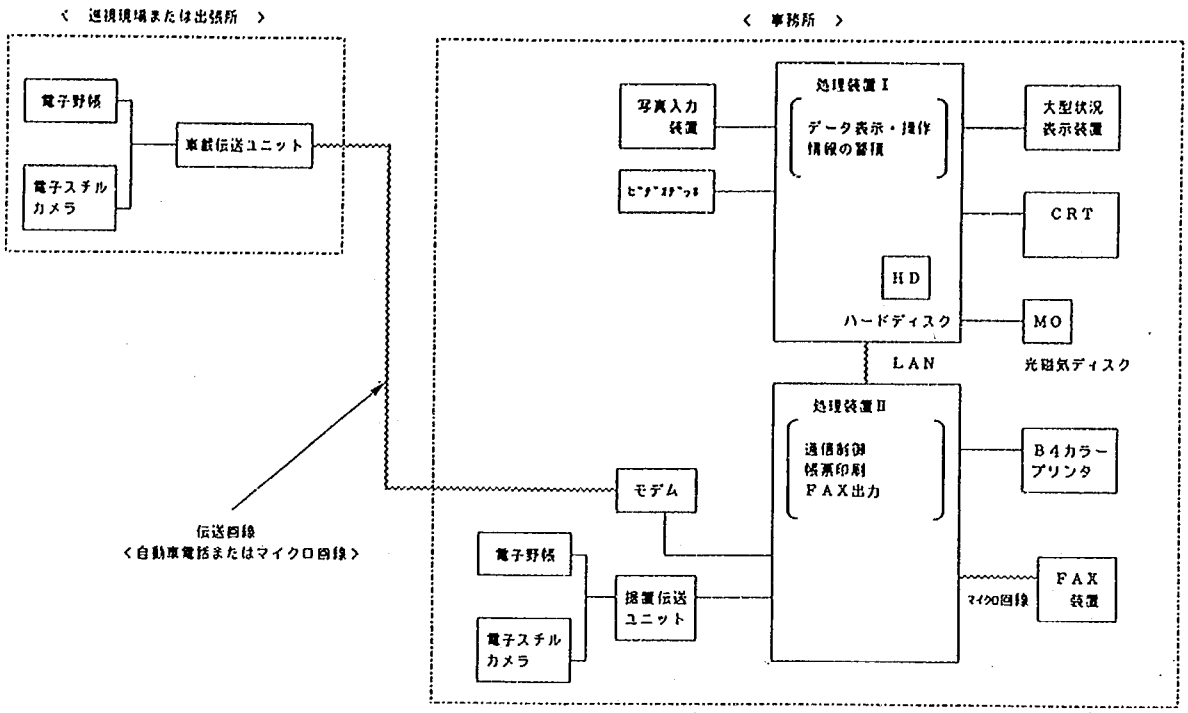


図-Ⅰ・解 4・4　実用システムのシステム構成図

表-I・解4・7　処理装置の仕様

項目			仕様
処理部	演算処理部	プロセッサ	32 ビット (68040 相当 12 MIPS)
		演算方式	固定少数点方式，浮動少数点方式
	主記憶部	容量	48 MB
		アクセス単位	32 ビット (データ部)＋7 ECC ビット
		エラーチェック	ECC (Error Check Code)
固定ディスク部	磁気ディスク部 (プログラム・野帳データ・管理データ)	記憶容量	660 MB システム　300 MB データ　360 MB (1 情報　150 B)
		データ転送速度	1.2 MB/SEC
	光磁気ディスク部 (写真)	記憶容量	600 MB (1 画像 30 KB)
		データ転送速度	620 KB/SEC
補助記憶部		補助記憶装置	フロッピーディスク装置
		大容量補助記憶装置	カートリッジ磁気テープ装置
画像圧縮伸張部		圧縮伸張方式	JPEG (CCITT/ISO) 準拠
伝送装置接続部		接続インタフェース	RS－422
		データ転送速度	19200/9600 BPS
モデム接続部		接続インタフェース	RS－232－C
		データ転送速度	9600/4800/2400 BPS
FAX 情報送信部		適用通信回線	建設省マイクロ回線 NTT 回線
		制御手順	G3FAX 手順
大型状況表示装置出力部		解像度	1920×1035 ドット (ハイビジョン対応)
		表示色	1670 万色
		接続インタフェース	アナログ RGB 方式
映像信号入力部		解像度	640×480 ドット
		接続インタフェース	NTSC コンポジットビデオ信号
CRT 部		画面サイズ	20 インチ
		解像度	1280×1024 ドット
		表示色	1670 万色
タッチスクリーン部		方式	赤外線　LED 検出方式
		分解能	44 行×57 列または 87 行×113 列 (プログラム切換)
		インタフェース	RS－232－C
基本ソフト	OS		UNIX
	処理方式		X-WINDOW による分散処理
	リアルタイム制御	制御方式	ハードウェア割込み利用による優先制御 (マシンチェック，タイマ割込み，バス割込み，入出力割込み，OS による割込み)
		入出力方式	非同期の入出力に対応
	ファイル方式	高速応答性ファイル設定	連続域ファイル設定可能
	データベース	マルチメディア対応	コード情報(文字・数値)，イメージ情報(写真) の統合管理
	ユーザーインターフェース		キーボード，マウス

表-Ⅰ・解 4・8　周辺機器の仕様

装　　置	項　　目	仕　　様
モデム	適用回線	専用回線，電話回線
	通信速度	4800 BPS
	通信方式	半二重通信
	誤り制御方式	回線のビットエラーレートに応じた適応型エラー制御方式
	外部インタフェース	RS−232−C
カラープリンタ	印字方式	熱転写方式
	分解能	300 DPI
	印字色	27 万色
	用紙サイズ	B4
写真入力装置	形式	卓上カラーイメージスキャナ
	原稿サイズ	A4 サイズ相当
	走査方式	光学系移動による原稿固定読取り
	分解能	300 DPI
大型状況表示装置	画面サイズ	36 インチ
	受信方式	HDTV 方式，NTSC 方式

4．3．3　システムの適用性

災害情報地上検知システムは，河川，道路，および砂防系の工事事務所における災害時の現場情報の収集による状況把握業務，および平常時の巡視業務に適用するものである。

［解　説］

(1)　適用する業務

災害情報地上検知システムは，災害時および平常時の巡視業務に適用することができる。適用するためには，導入する事務所の種類と，対応させようとする災害の種類（震災，水害，土砂災害等）や巡視業務の種類に合わせて，電子野帳の入力項目，帳票の出力形式等を決定する必要がある。

1）災害時の適用

①　河川系工事事務所

ⅰ）震災への適用

・施設被害状況の情報収集と状況把握

ⅱ）水害および土砂災害への適用

・河川周辺および施設状況の情報収集と状況把握

・河川および流域の被害状況の情報収集と状況把握

・水防活動状況の情報収集と状況把握

ⅲ）その他の災害（火山の噴火，津波等）への適用

・各種状況の情報収集と把握

②　砂防系工事事務所

ⅰ）震災への適用

・施設被害状況の情報収集と状況把握

ⅱ）水害への適用

・河川周辺および施設状況の情報収集と状況把握

・河川および流域の被害状況の情報収集と状況把握

・水防活動状況の情報収集と状況把握

iii）土砂災害への適用

・河川周辺および人家施設状況の情報収集と状況把握
・被害状況の情報収集と状況把握
・地盤変動状況の情報収集と状況把握
・住民の避難状況の情報収集と状況把握
・水防活動状況の情報収集と状況把握
・復旧工事状況の情報収集と状況把握

iv）その他の災害（火山の噴火，津波等）への適用

・各種状況の情報収集と把握

③ 道路系工事事務所

i）震災への適用

・道路周辺および施設状況の情報収集と状況把握
・被害状況の情報収集と状況把握
・復旧工事状況の情報収集と状況把握

ii）水害への適用

・道路周辺および施設状況の情報収集と状況把握
・被害状況の情報収集と状況把握

iii）土砂災害への適用

・道路周辺および人家施設状況の情報収集と状況把握
・被害状況の情報収集と状況把握
・地盤変動状況の情報収集と状況把握
・住民の避難状況の情報収集と状況把握
・復旧工事状況の情報収集と状況把握

iv）その他の災害（火山の噴火，津波等）への適用

・各種状況の情報収集と把握

2）平常時の適用

① 河川系工事事務所への適用

・通常巡視，定期巡視などにおける情報収集，状況把握，報告書作成など

② 道路系工事事務所

・通常巡回，夜間巡回，定期巡回などにおける情報収集，状況把握，報告書作成など

(2) 伝送路の選定

現場で収集した情報を伝送する伝送路についても，災害時，平常時それぞれについて，用途に応じて，有効な伝送路を選択する必要がある。

伝送路としては，K-COSMOS，400 MHz 帯移動多重無線，マイクロ回線，NTT 自動車電話等が利用可能であるが，それぞれ得失がある。各伝送路の特色と災害時，平常時の適用性を**表-I・解 4・9** に示す。

1）災害時

災害時に収集した情報は，車両により事務所または出張所に持ち帰って，直接装置に入力することもあるが，一般的には緊急性が高いこともあり，現場から直接，事務所または出張所に伝送する必要がある。

伝送路としては，伝送路の確保，利用時の容易性から考え，パトロールカーの車内から伝送できる K-COSMOS が最も優れているが，K-COSMOS は，現在，整備途上にある。自動車電話による NTT 回線の利用は，災害時の伝送路の確保に難点があり，利用上の有効性は低い。

したがって，災害時における伝送路としては，K-COSMOS が最も適しており，K-COSMOS が整備されていない場合には，移動多重無線，NTT 自動車電話の順に有効である。また，現場の情報を収集して，マイクロ回線が設置されている最寄りの出張所まで情報を持ち帰り，事務所または出張所に伝送する場合には，マイクロ

表-Ⅰ・解4・9　適用する伝送路

伝送路	特色	災害時	平常時
K-COSMOS	事務所・移動局（パトロールカー）間および移動局相互間で無線通信が可能。マイクロ回線と統合的に運用されるため，移動局と事務所内の電話が直接接続できる。 現在のNTT自動車電話と同程度のデータ通信速度が得られると考えられる。	◎	◎
建設省400MHz帯移動多重無線	無線機，アンテナを積載した災害対策車と事務所間で無線通信が可能。回線の品質は良く，現在のマイクロ回線と同程度の速度でのデータ通信が可能。	○	×
マイクロ回線	本省，地方建設局，工事事務所などの建設省の各組織を接続している通信網。回線の品質は良く，現在整備されつつあるデジタル化が進めば，データ通信速度はさらに高速化される。	△	○
NTT自動車電話	NTTが提供している自動車・加入電話間の無線通信システム。データ通信速度では，移動多重無線，マイクロ回線に劣る。	△	○

◎：最適　○：適合　△：難あり　×：不適

回線も有効な伝送路である。

2）平常時

平常時においては，現場の情報を収集して，持ち帰り，処理する業務が中心になるが，緊急時などでは，現場から直接，事務所または出張所に伝送することが有効になる。

現場から事務所または出張所へ情報を伝送する回線としては，K-COSMOSが最も適しており，これが未整備の時はNTT自動車電話が有効である。

また，現場の情報を収集して，出張所に持ち帰り，処理する業務が中心になるため，マイクロ回線の有効性も高い。

(3) 導入効果

災害時および平常時に災害情報地上検知システムを利用した巡視業務の流れを図-Ⅰ・解4・5，図-Ⅰ・解4・6に，また，荒川上流工事事務所および相武国道工事事務所を対象とした処理事例を図-Ⅰ・解4・7～図-Ⅰ・解4・12に示す。

災害情報地上検知システムによって期待される効果は以下のとおりである。

・現場での巡視業務の作業負荷の軽減
・現場情報をリアルタイムに事務所へ伝送することによる状況把握の質的向上
・現場情報の蓄積，整理の作業の自動化
・蓄積，整理された情報の検索作業の迅速化
・災害時の情報収集業務，および平常時の巡視業務に関わる作業時間の短縮
・災害時の情報収集業務，および平常時の巡視業務に関わる費用の低減

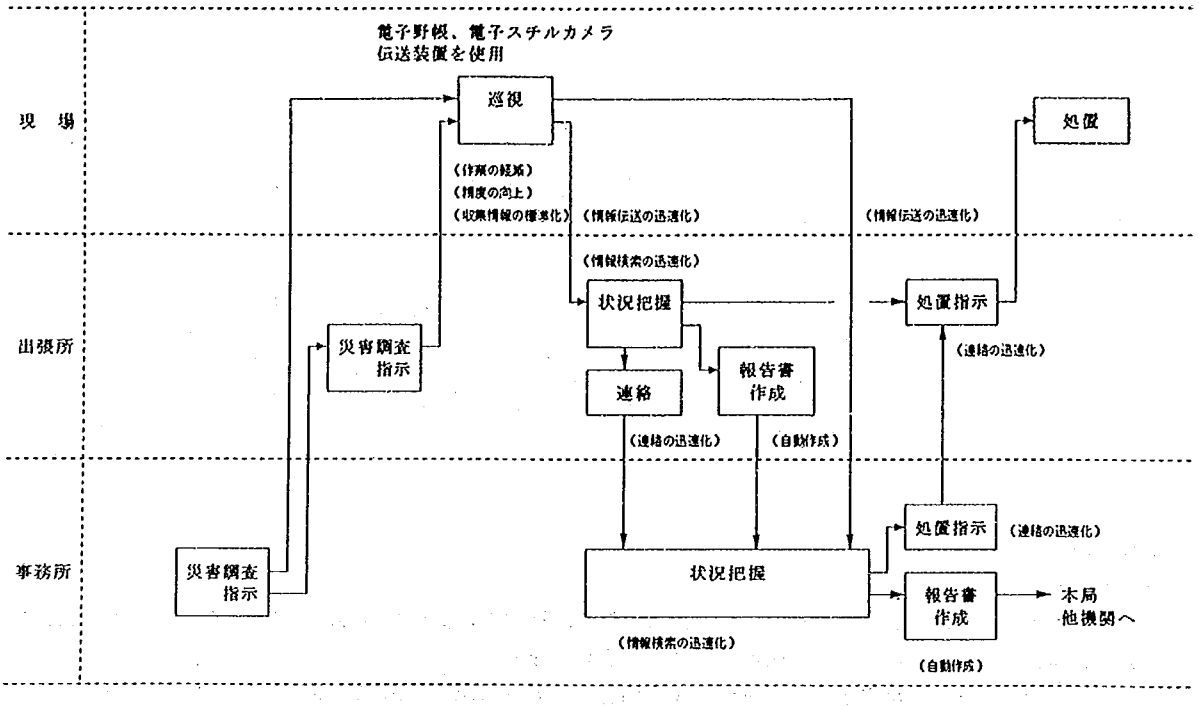


図-Ⅰ・4・5　災害情報地上検知システムを利用した巡視業務の流れ（災害時）

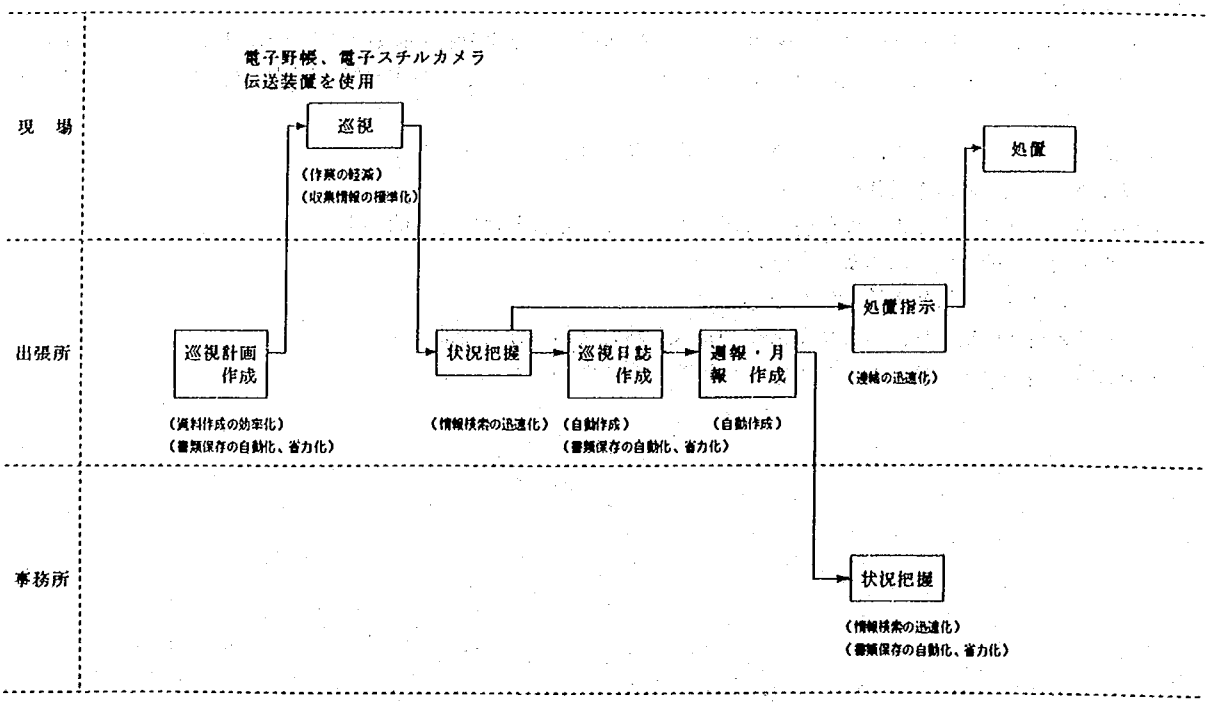


図-1・解4・6　災害情報地上検知システムを利用した巡視業務の流れ（平常時）

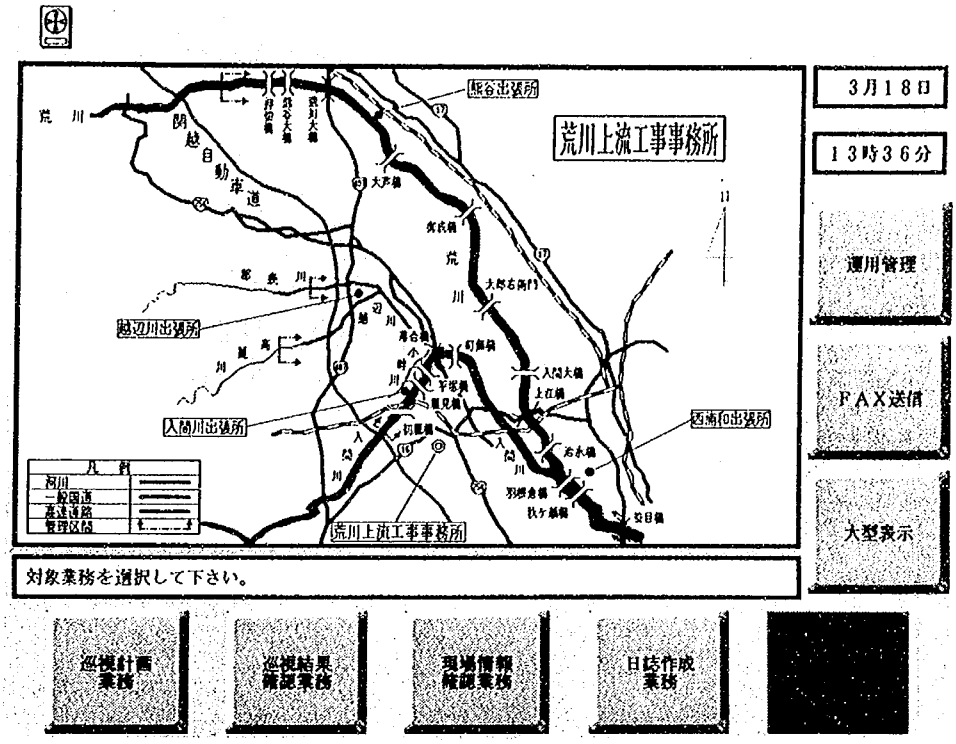


図-Ⅰ・解4・7　CTR表示例（荒川上流工事事務所管内図）

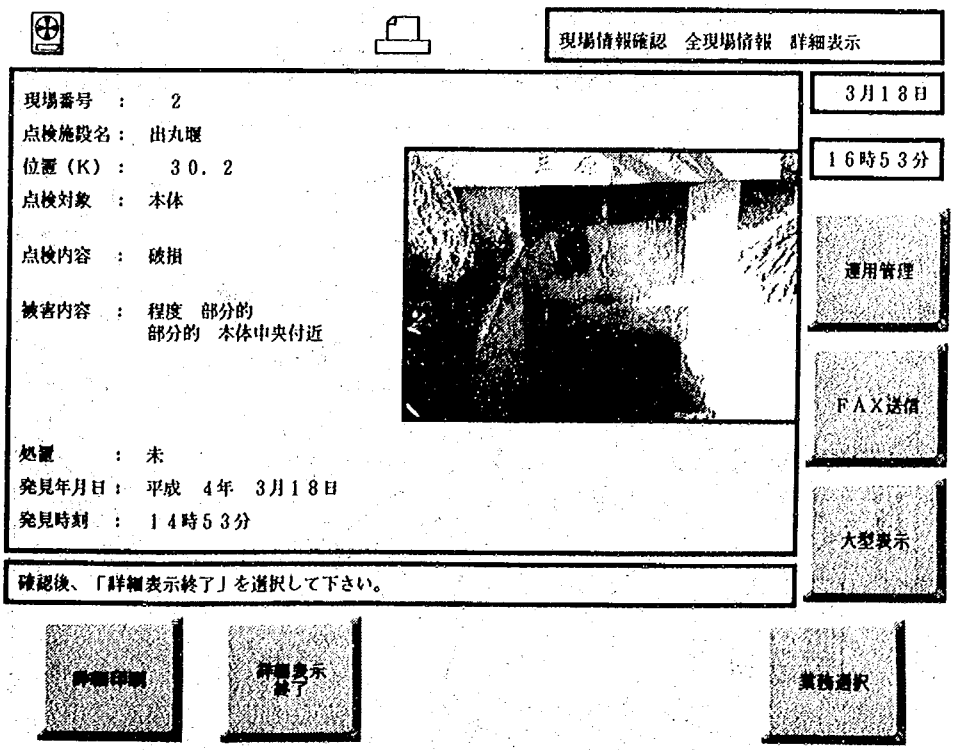


図-Ⅰ・解4・8　CTR表示例（荒川上流工事事務所現場情報）

平成 4年 3月18日 17時13分

個別現場情報（1／1）

平成 4年 3月18日

現場番号	2
施設名	出丸堰
位置	30.2K
点検対象	本体
点検内容	破損
被害内容	程度 部分的 部分的 本体中央付近
処置	未
発見班	10班
発見年月日	平成 4年 3月18日
発見時刻	14時53分



備考

図-I・解4・9 カラープリンタ出力例（荒川上流工事事務所現場情報）

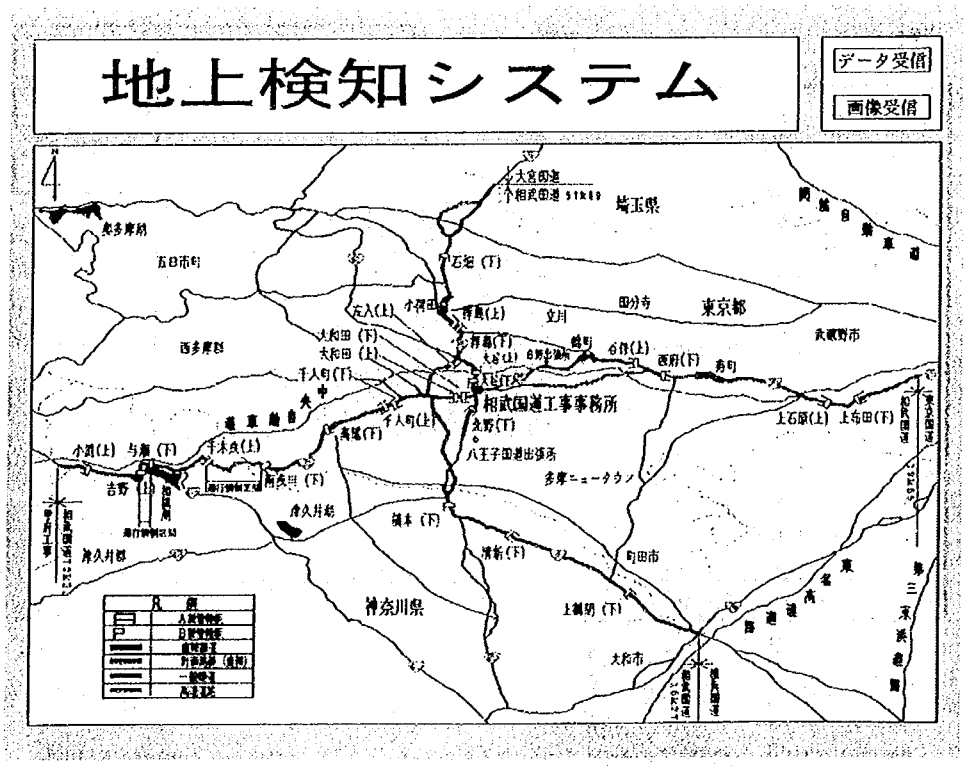
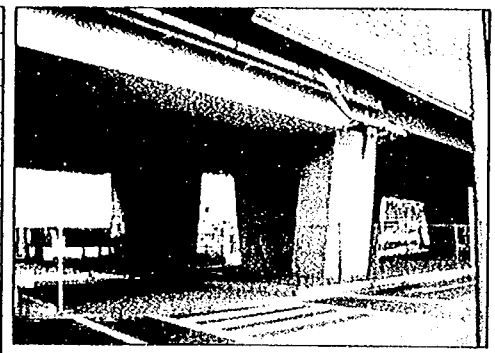


図-1・解4・10 CTR表示例（相武国道工事事務所管内図）

災害情報				
1	情報源		自らの発見情報	
2	班　名		パトロール第　4班	
3	発見番号		第　4班の１０	
4	発見者名		相武太郎	
5	発見日時		2月　4日１３時３６分	
6	位　置 距離標		国道２０号 ５０Ｋ２００ｍ　地点	
7	場　所		大和田橋	
8	状　況	イ	支橋部の破損	
		ロ		
		ハ		
9	報告完了		2月　4日１３時３９分	



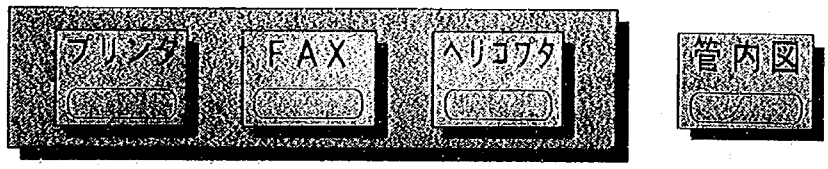


図-Ⅰ・解 4・11　CTR 表示例（相武国道工事事務所現場情報）

災害情報				
1	情報源		自らの発見情報	
2	班　名		パトロール第　4班	
3	発見番号		第　4班の１０	
4	発見者名		相武太郎	
5	発見日時		2月　4日１３時３６分	
6	位　置 距離標		国道２０号 ５０Ｋ２００ｍ　地点	
7	場　所		大和田橋	
8	状　況	イ	支橋部の破損	
		ロ		
		ハ		
9	報告完了		2月　4日１３時３９分	



図-Ⅰ・解 4・12　カラープリンタ出力例（相武国道工事事務所現場情報）

4．3．4　情報の活用

災害情報地上検知システムによって収集した情報は，蓄積することにより，災害時の災害復旧情報支援システムの状況情報等として，また，平常時の巡視業務の報告書の作成等に活用するものとする。
そのためには，データベースによる一元管理が有効である。

［解　説］

(1)　災害時の活用

1）収集した情報は，災害復旧情報支援システムの状況情報（現場の状況を表す情報）として活用される。災害復旧情報支援システムは，震災，水害，土砂災害に対応するための情報処理サブシステムを有しており，収集された状況情報と，平常時から整備されている基本情報（施設，地盤構造等に付随する基本的な情報）をもとに処理・加工を行って，加工情報を作成し，事務所等の職員に情報提供を行い，災害対応の判断を支援するものである。

2）災害時および平常時において収集した情報を履歴情報（時系列で状況を表す情報）として保管し，この履歴情報を災害時に活用することにより，以下のことが可能となる。

・応急復旧計画の立案のための情報提供
・人員の配置計画立案のための情報提供
・被害額の算定と復旧額の算定のための情報提供
・災害拡大予測検討のための情報提供
・水防団出動要請の判断のための情報提供

2）収集した情報は，災害に関連する各種報告書の作成に利用することが可能である。報告書には，文字・数値以外に電子スチルカメラにより撮影した画像を付加することができる。

(2)　平常時の活用

①　巡視により収集した情報をもとに日報，週報，月報等を作成することができる。報告書には，文字・数値以外に電子スチルカメラにより撮影した画像を付加することが可能である。

②　平常時または災害時に収集した情報を履歴情報として保管し，この履歴情報を平常時に活用することにより，防災点検業務の円滑化に資することができる。

(3)　情報の活用方法

1）情報の検索

収集・蓄積された情報を有効に活用するためには，様々な手段による検索が必要である。検索の種類とそれぞれの検索が有効と思われる業務を次に示す。

・時系列の検索
　過去との比較による，被害拡大の予測
・地点による検索
　特定地域の危険箇所の洗い出し
・施設による検索
　同種の既往災害の調査による，復旧工法の検討
・被害内容による検索
　同一被害内容の調査による，被害額の検討

2）収集情報と付加情報

電子野帳，電子スチルカメラによる収集情報に加えて，各業務ごとに必要となる付加情報（復旧工法，被害額等）をあわせて管理することにより，システムの有効性を高めることができる。

(4)　データベースによる一元管理

災害時，平常時に収集した情報は，多種多様な情報（文字・数値，画像）があり，これらの情報は，一つの情報が複数の業務に利用されることが多い。また，一つの業務が複数の情報を利用する場合も多い。

これらの情報を有効に検索し，活用するためには，情報の一元管理が必要である。また，時々刻々と変化する情報を扱うため，データの即時性が要求される。

したがって，収集した情報を受信する事務所または出張所では，リアルタイムなデータ処理を行えるようなシステムの構築が不可欠の要件である。

4．4　整備方法

災害情報地上検知システムを事務所または出張所に整備するに際しては，システム導入による効果を考慮し，順次，段階的に整備するのが望ましい。

〔解　説〕

(1)　整備の考え方

システムを導入しようとする場合，新しい技術の開発を待つ必要や，他のシステムの開発，成熟などを待つ必要などの問題が存在する場合が多い。したがって，システムを導入するにあたっては，すべてを一時期に完成しようとするのではなく，段階的に構築していくのが現実的と考えられる。

また，段階的な整備を行う際には，システム導入による効果を考慮して，第1段階では，最小の構成で最大の効果が上げられる構成・機能とし，その後，期待される効果が高い機能から順次追加していくことが必要である。

(2)　段階的整備方法

災害情報地上検知システムは，災害復旧情報支援システムが整備されている状況においては，情報を収集し，それを災害復旧情報支援システムに渡す収集系に位置付けられる。しかし，災害復旧情報支援システムが未整備の状況においても，単独システムとしての整備を要求される場合があり，この場合には，情報の収集機能以外に処理，伝達（出力）の機能を持つ必要がある。

それぞれについての段階的整備方法を以下に示す。

1）災害復旧情報支援システムの収集系としての整備

災害復旧情報支援システムの整備が計画されている場合には，災害情報地上検知システムは，災害復旧情報支援システムの収集系として整備され，災害復旧情報支援システムに必要な現場情報を収集し，災害復旧情報支援システムに渡す役割を果たす。一方，災害復旧情報支援システムについては，対象とする事務所ごとに，必要となるサブシステムを段階的に整備することとなる。

したがって，災害情報地上検知システムは，災害復旧情報支援システムの段階的整備に合わせ，各段階において要求される収集機能を満足し，必要な情報を収集できるよう，段階的に整備する必要がある。ただし，この場合，最初の段階からすべての機器を整備しておいて，取り扱う情報の種類や項目を追加していくタイプの段階的整備となる。

図-Ⅰ・解4・13に災害復旧情報支援システムの収集系として整備される場合のシステム構成図を示す。

2）単独システムとしての整備

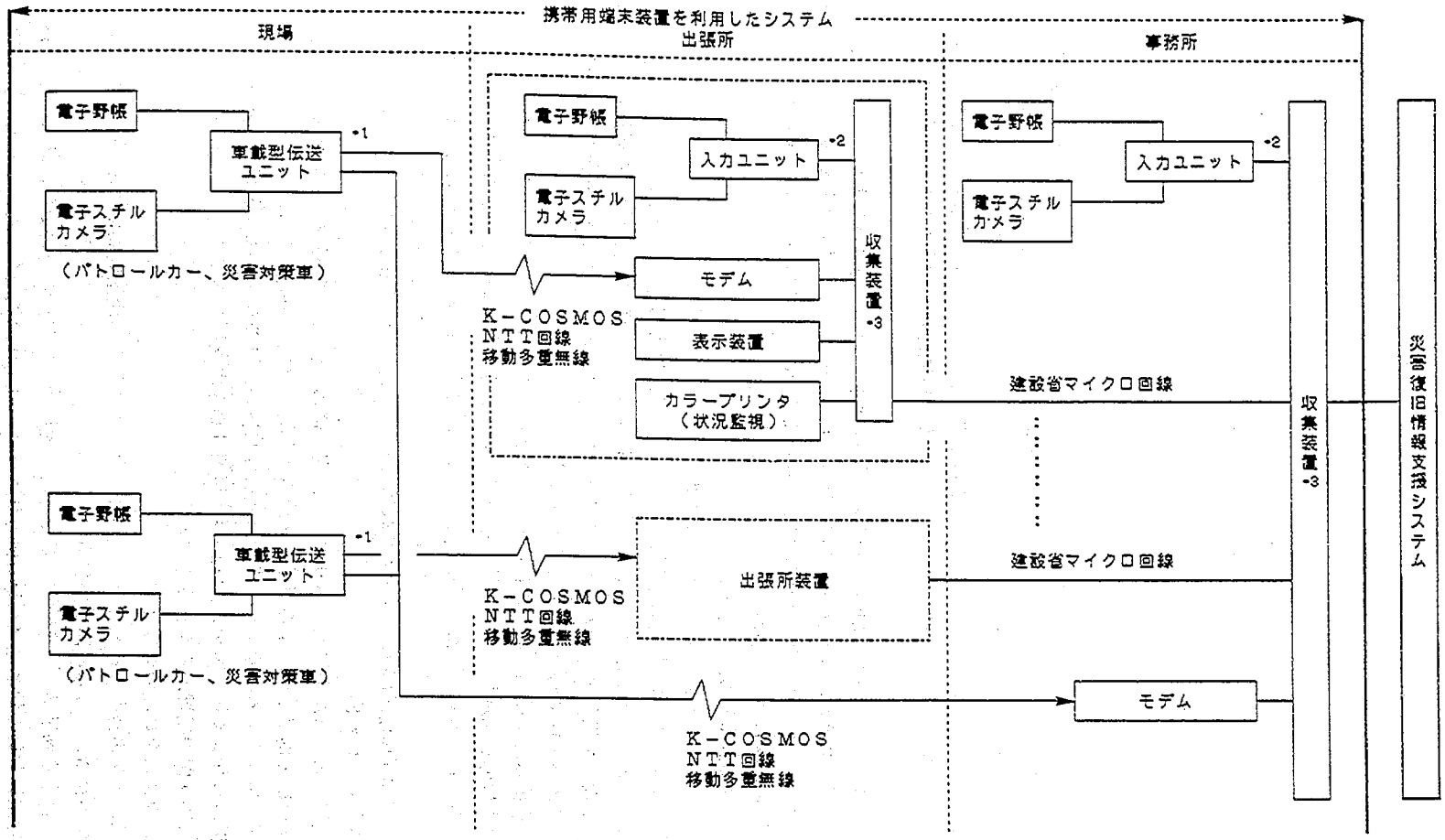
災害復旧情報支援システムが未整備であり，かつ，巡視情報の収集と業務処理の効率化のニーズが高い場合には，以下に示す機能を前提条件とする単独システムとしての整備が必要となる。

・災害復旧情報支援システムのサブシステム（地表変状情報の処理システム，震災復旧計画作成支援システム，水害復旧計画作成支援システム，土砂災害復旧計画作成支援システム）は，扱わない。
・災害時は，被害状況の把握のみを行うものとする。
・平常時は，巡視業務を処理の対象とする。

河川系，道路系の工事事務所のそれぞれについて，単独システムの段階的整備を以下に示す。

①　河川系工事事務所における段階的整備方法

システム導入による効果は，災害時および平常時の現場情報の収集と連絡業務に対して最も高く，次に，平常時における巡視業務の効率化（巡視計画書作成機能，日誌作成機能など）による業務改善効果が高いと考えられる。したがって，以下に示す3段階の段階的整備が有効である。



（＊1）伝送装置本体、ﾓﾃﾞﾑ、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾄﾞﾗｲﾔｰ等を車載用のラックに組み込んだ装置
（＊2）伝送装置本体、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾄﾞﾗｲﾔｰ等を据置用のラックに組み込んだ装置
（＊3）情報を収集・蓄積し、事務所または災害復旧情報支援システムに伝達する装置

図-Ⅰ-解4-13　災害復旧情報システムが整備されている場合のシステム構成

i）第1段階

システム導入による効果が最も高いと考えられる災害時および平常時の現場情報の収集・連絡業務を実現する。

災害時および平常時において，電子野帳，電子スチルカメラを使って現場の情報（文字・数値情報，写真）を収集し，現場または出張所から事務所に対して，収集した情報を伝送する。事務所では，現場または出張所から送られた情報を受信し，CRT画面上でのマルチ表示，カラー印刷，FAX伝送による連絡などを行う。

第1段階のシステム構成を図-I・解4・14に示す。

ii）第2段階

災害時および平常時の巡視業務支援機能を拡張し，巡視業務の高度化を図る。

災害時は，被害情報を事務所で一元管理する，事務所中心の運用となる。出張所は出張所から出発した巡視班の情報を集約し，事務所に対して伝送する。事務所では，現場または出張所から送られる現場情報を受信し，CRT画面上での表示，カラー印刷，FAX伝送による連絡などを行う。

一方，平常時は，出張所中心の運用となる。出張所から出発した巡視班は，巡視が終了すると，出張所に帰り，収集した情報を入力し，日誌を作成する。さらに，作成，蓄積した日誌をもとに，週報を作成し，その情報を事務所に伝送する。事務所では，出張所から送られた週報情報をもとに週報を作成する。

第2段階のシステム構成を図-I・解4・15に示す。

iii）第3段階

巡視業務支援機能と災害時の情報提供機能の高度化を図る。

出張所では，写真入力装置により普通のカメラで撮影した写真も現場情報として処理装置に蓄積できる。事務所においても，写真入力装置により普通のカメラで撮影した写真を現場情報として処理装置に蓄積でき，また，大型状況表示装置での状況把握が可能となる。さらに，事務所と出張所の間の情報交換により，文字・数値情報および写真情報等の伝送が可能となる。

第3段階のシステム構成を図-I・解4・16に示す。

② 道路系工事事務所における段階的整備方法

道路系の業務においては，災害時および平常時の緊急時の現場情報の収集と連絡業務に対しての導入効果が特に高いことから，以下に示す2段階の段階的整備が有効と考えられる。

i）第1段階

システム導入による効果が特に高いと考えられる災害時および平常時の緊急時の現場情報収集・連絡業務を実現する。

災害時および平常時の緊急時において，電子野帳，電子スチルカメラを使って現場の情報（文字・数値情報，写真）を収集し，現場または出張所から事務所に対して，収集した情報を伝送する。事務所では，現場または出張所から送られた情報を受信し，CRT画面上でのマルチ表示，カラー印刷，FAX伝送による連絡などを行う。

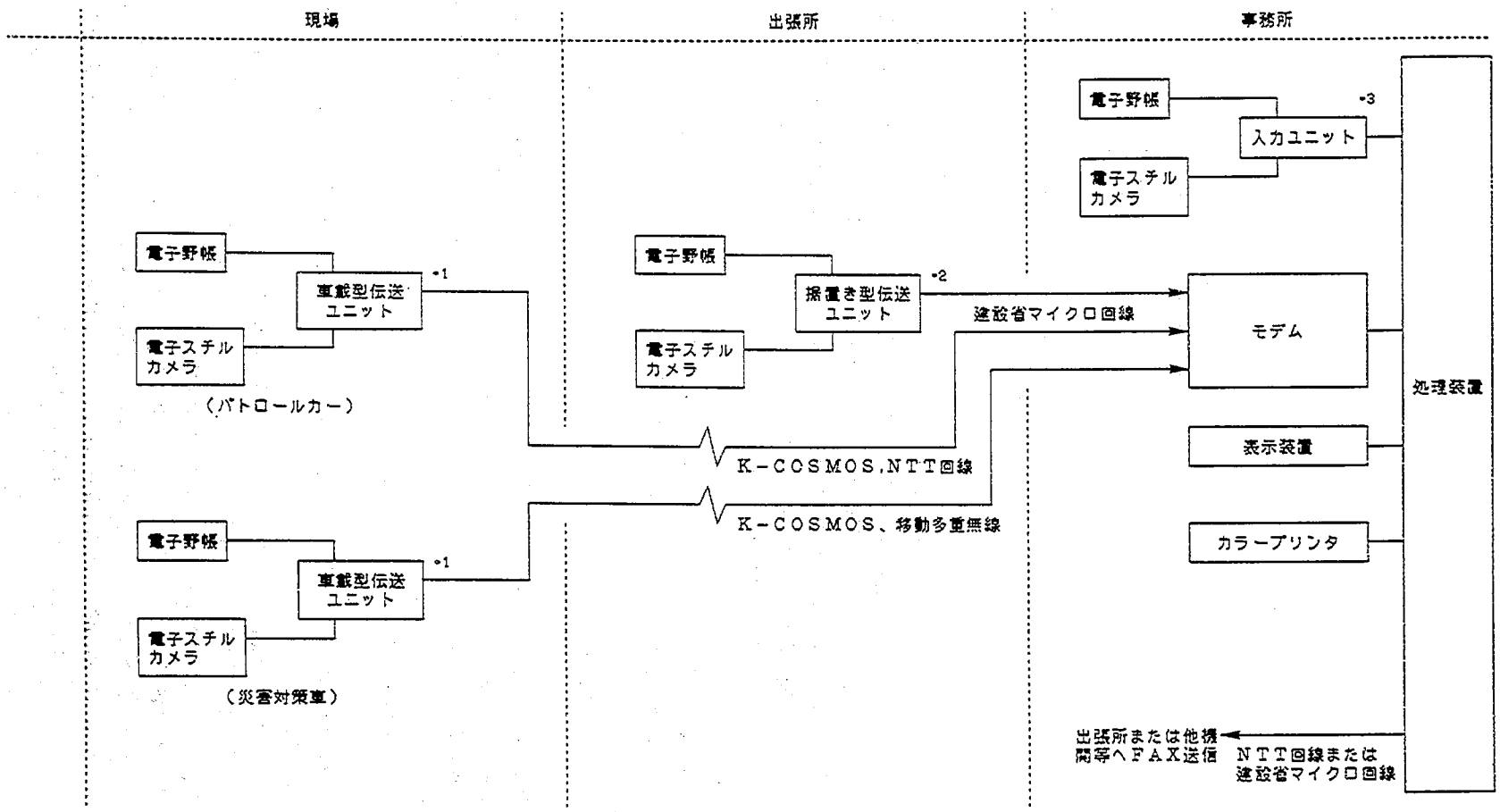
第1段階のシステム構成を図-I・解4・17に示す。

ii）第2段階

災害時および平常時の巡視業務支援機能を拡張し，巡視業務の高度化を図るとともに，災害時の情報提供機能の高度化を図る。

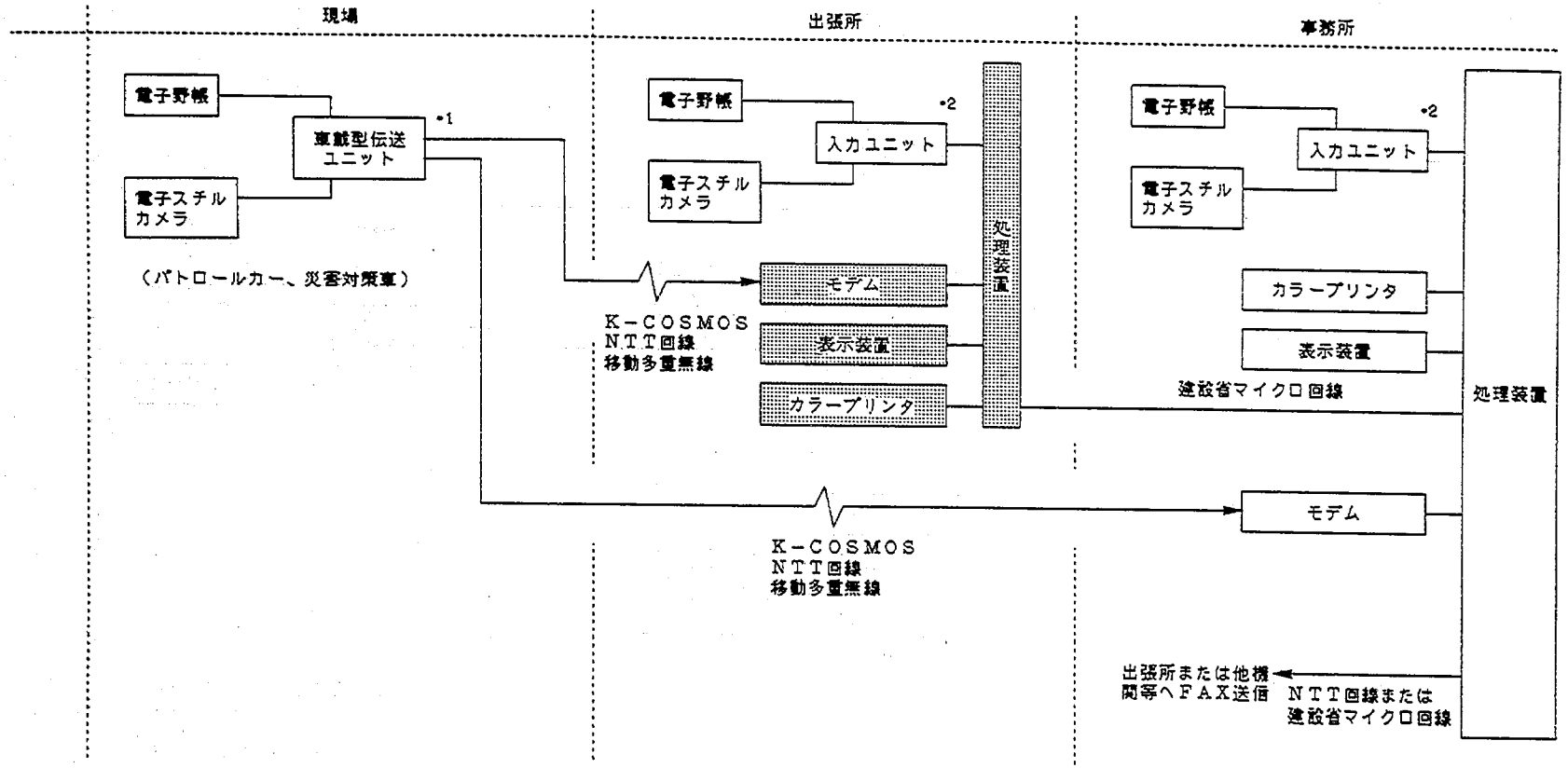
災害時には，被害情報を事務所で一元管理する，事務所中心の運用となる。出張所は出張所から出発した巡視班の情報を集約し，事務所に対して伝送する。事務所では，送られてくる現場情報を受信することにより，第1段階に加えて，大型状況表示装置での表示ができる。

一方，平常時には，出張所から出た巡視班は，巡視中に出張所の判断が必要な緊急事態を発見した場合に，収集した現場情報を出張所に伝送する。出張所では，この情報を受信し，CRT画面に表示する。さらに，必要に応じて受信した現場情報を工事事務所に伝送する。事務所では，出張所から伝送された情報を受信し，CRT画面上でのマルチ表示，カラー印刷，FAX伝送などを行う。



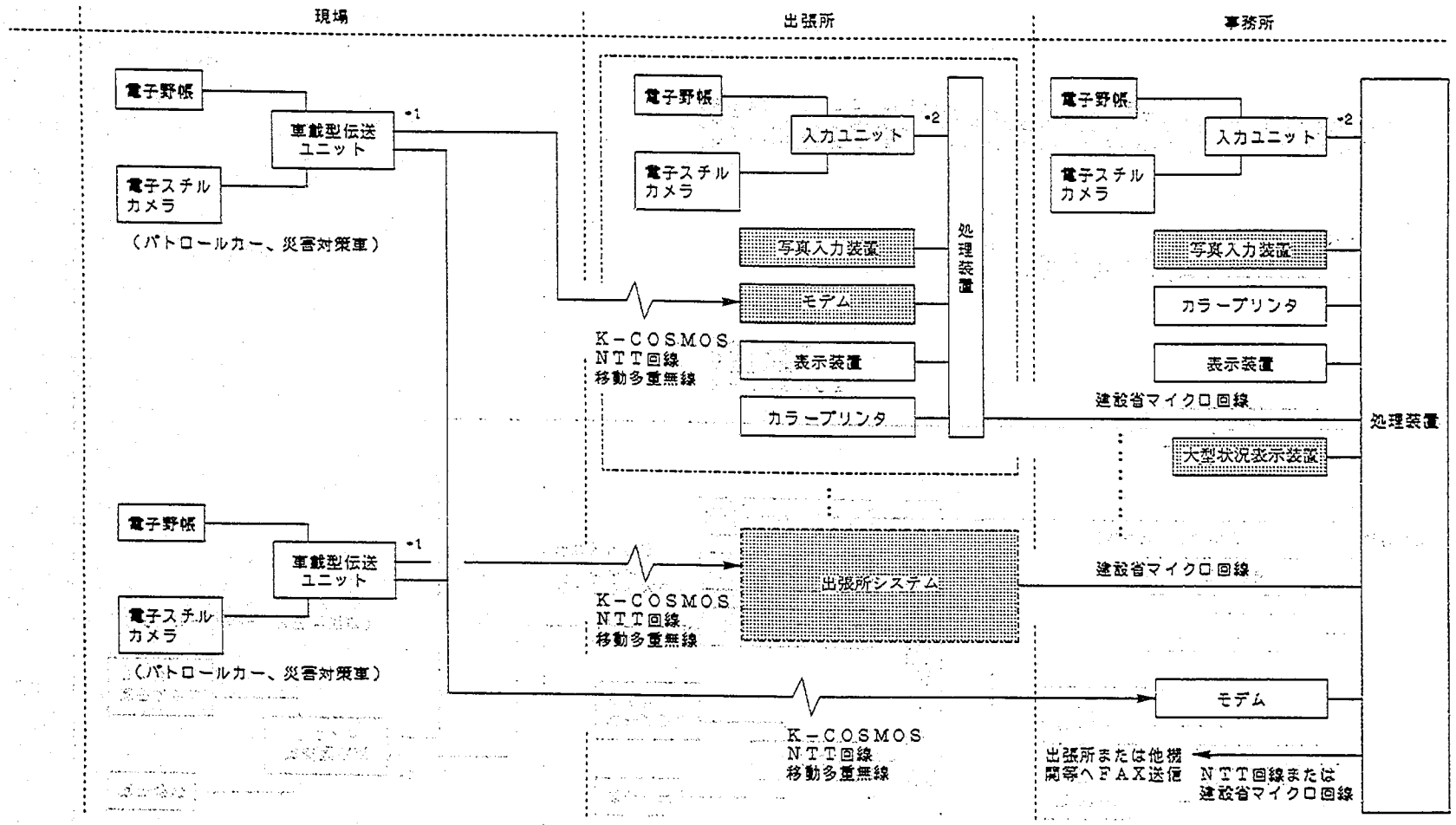
（＊１）伝送装置本体、ﾓﾃﾞﾑ、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾌﾞﾚｲﾔｰ等を車載用のラックに組み込んだ装置
（＊２）伝送装置本体、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾌﾞﾚｲﾔｰ等を据置用のラックに組み込んだ装置
（＊３）帰所してから情報を入力するための機器であり、据置型伝送ユニットからﾓﾃﾞﾑを抜いた装置

図-Ⅰ-解4-14　第１段階のシステム構成（河川系）



（＊1）伝送装置本体、ﾓﾃﾞﾑ、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾄﾞﾗｲﾊﾞｰ等を車載用のラックに組み込んだ装置
（＊2）帰所してから情報を入力するための機器であり、据置型伝送ユニットからﾓﾃﾞﾑを抜いた装置
（＊3）ハッチングは、前段階に対して付加する機器を表す。

図-I・解4・15　第2段階のシステム構成（河川系）



（＊1）伝送装置本体、ﾓﾃﾞﾑ、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾄﾞﾗｲﾊﾞｰ等を車載用のラックに組み込んだ装置
（＊2）帰所してから情報を入力するための機器であり、据置型伝送ユニットからﾓﾃﾞﾑを抜いた装置
（＊3）ハッチングは、前段階に対して付加する機器を表す。

図-Ⅰ・解4・16　第3段階のシステム構成（河川系）

また，さらに，工事事務所と出張所の間の情報交換により，文字・数値情報，写真情報等の伝送ができる。

第２段階のシステム構成を図-Ⅰ・解4・18に示す。

(3) 体制

システムの運用を行うには，システムを導入するための体制とシステム導入後にシステムを管理・運用するための運用体制が必要である。

1）システム導入のための体制

システムを導入するためには，導入方針を確立することが重要である。このためには，システムに対するニーズ調査や段階的整備方策の作成，費用の検討などを行う，システム導入のための体制を整備する必要がある。

システム導入のための体制として必要な担当部署とその職務の概要を以下に示す。

① 調査担当者

・現状調査とシステムに対するニーズ調査を実施し，分析結果を整理する。

② システム導入検討担当者

・調査担当者による分析結果を踏まえ，事務所に最適な段階的整備方策を作成し，その中でシステムの機能，機器の整備の指針を示す。

・導入および運用・保守のための費用を算出する。

・具体的な導入計画および業務の移行手順を示す。

③ 機能・機器に関する設計および製作担当者

・段階的整備方策に基づいて，具体的に機能・機器の設計・選定を行い，設計書にまとめる。

・作成された設計書に基づき，具体的に機器・機能の製作を行う。

2）システム運用のための体制

システムを導入した後，これを長期的に管理し，効果的に運用していくためには，管理・運用体制を明確にしておく必要がある。さらに，具体的な運用にあたっては，建設省の内規や組織規定，職務規定等を十分に検討し，システムを管理，運用していく上での細則を定める必要がある。

運用体制として必要な担当部署とその職務の概要を以下に示す。

① システムの利用者

・担当業務の職掌と権限に応じて許可される情報の閲覧・書き換えの範囲内でシステムを利用する。

② システムの運用責任者

・システムの稼働状態を監視・管理する。

・入力・蓄積されたデータに対し，更新・削除等のデータ管理を行う。

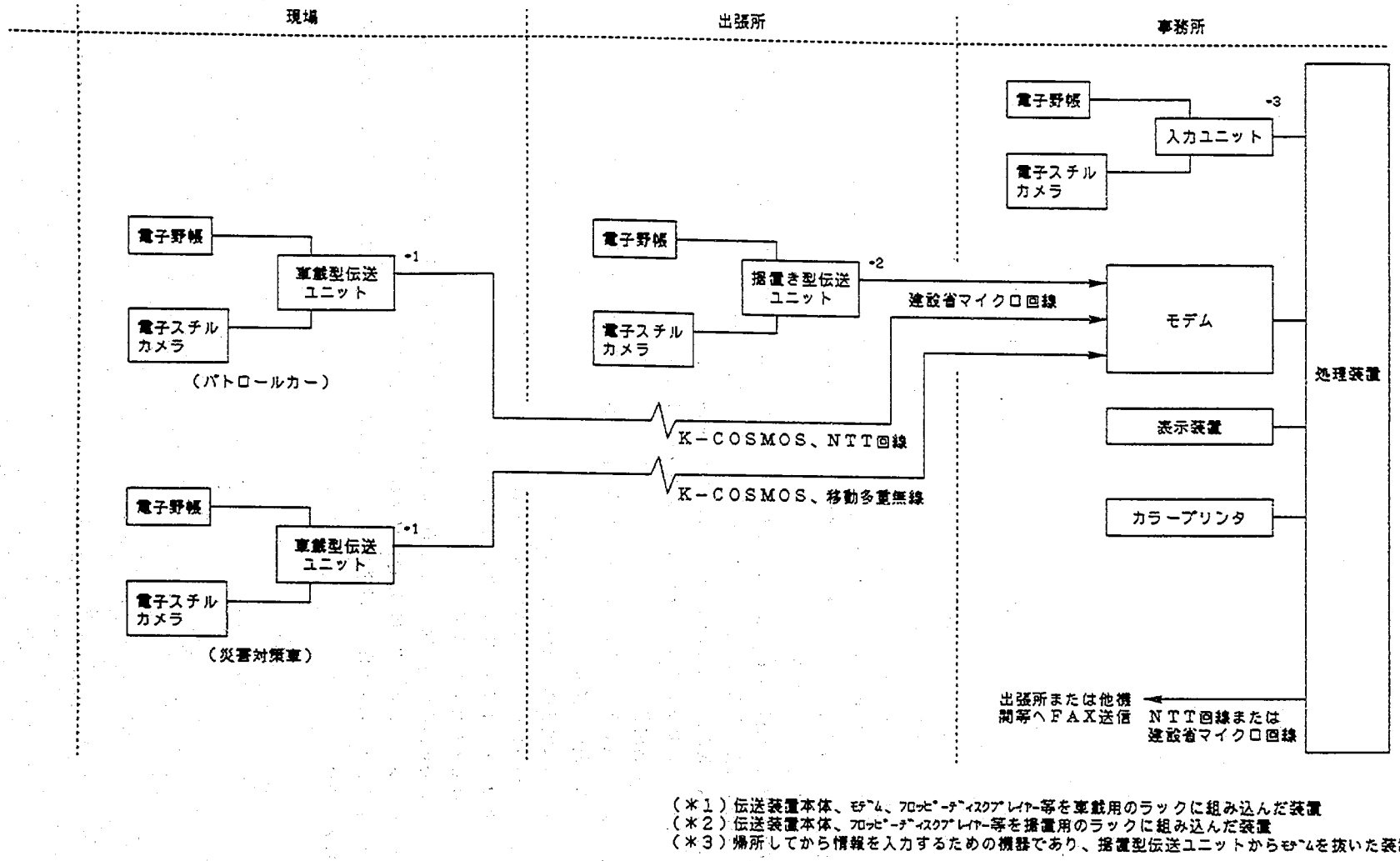
・ハードウェアおよびソフトウェアの管理を行う。

③ ハードウェアシステム保全者

・システムの正常な稼働を保証するために定期的かつ必要時に，ハードウェアの保守を実施する。

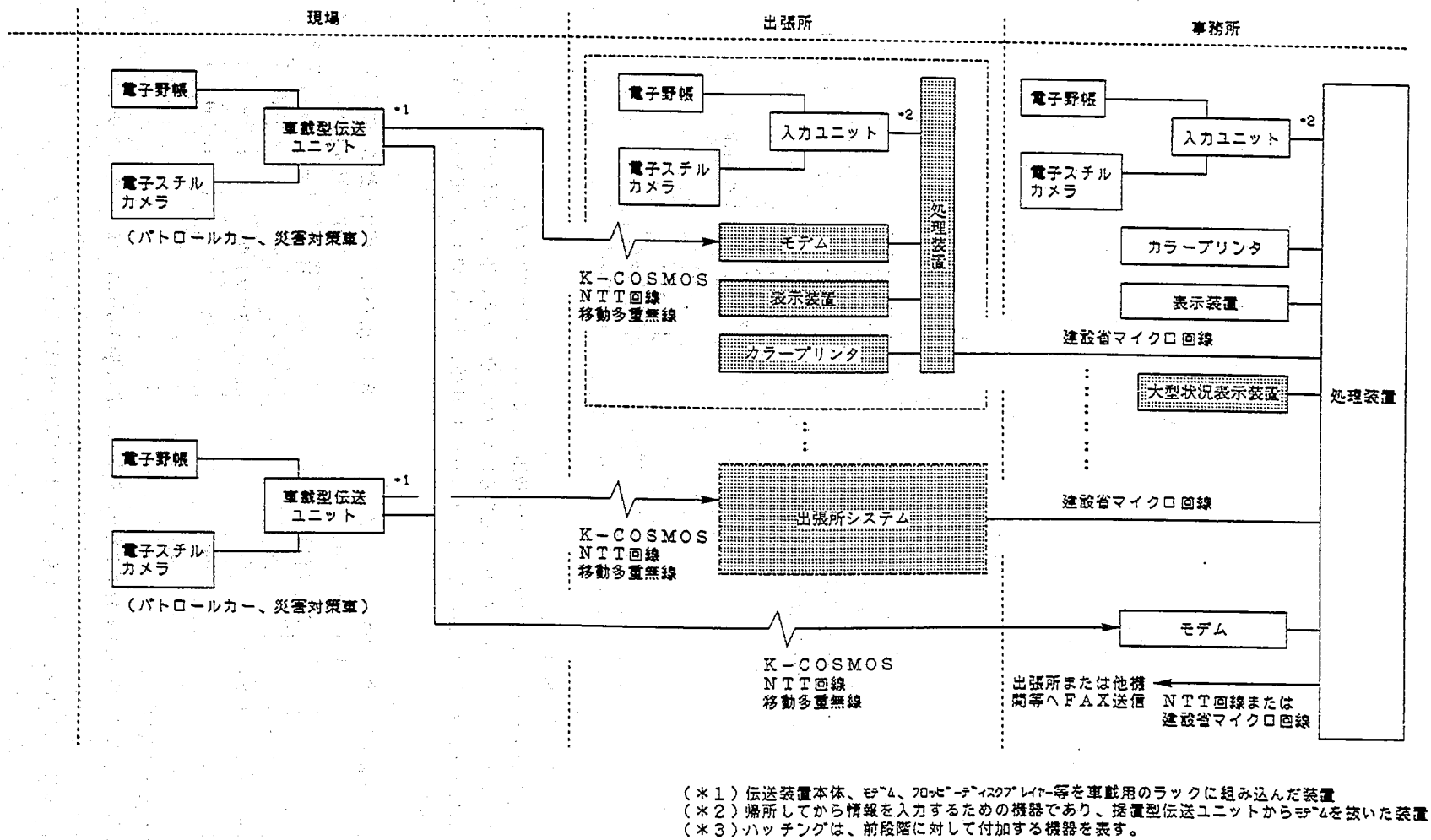
・オペレーションシステム（OS）等のソフトウェアの管理を行う。

・ハードウェアシステム保全者は必ずしも常設しておく必要はなく，場合によっては，外部委託の方法も可能である。



（＊1）伝送装置本体、ﾓﾃﾞﾑ、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾄﾞﾗｲﾊﾞｰ等を車載用のラックに組み込んだ装置
（＊2）伝送装置本体、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾄﾞﾗｲﾊﾞｰ等を据置用のラックに組み込んだ装置
（＊3）帰所してから情報を入力するための機器であり、据置型伝送ユニットからﾓﾃﾞﾑを抜いた装置

図-Ⅰ・解4・17　第1段階のシステム構成（道路系）



（＊1）伝送装置本体、ﾓﾃﾞﾑ、ﾌﾛｯﾋﾟｰﾃﾞｨｽｸﾄﾞﾗｲﾊﾞｰ等を車載用のラックに組み込んだ装置
（＊2）帰所してから情報を入力するための機器であり、据置型伝送ユニットからﾓﾃﾞﾑを抜いた装置
（＊3）ハッチングは、前段階に対して付加する機器を表す。

図-Ⅰ・解4・18　第2段階のシステム構成（道路系）

(4) 費用

1) 費用の内訳

システムの整備に要する費用の内訳を図-I・解4・19に示す。

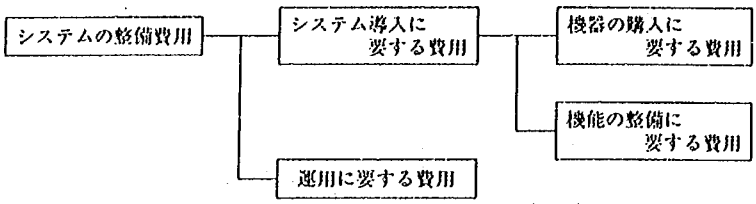


図-I・解4・19 システムの費用

2) システムの整備費用

システムの整備費用を表-I・解4・10に示す。費用の算出にあたっては，評価するために開発した実用システムを参考にした。

表-I・解4・10 システムの整備費用

項目		費用（千円）
システム導入に要する費用	機器の購入に要する費用	39,150
	機能の整備に要する費用	18,350
	合計	57,500
運用に要する費用（年間）		1,640

① 機器の購入に要する費用

機器の購入に要する費用を表-I・解4・11に示す。ただし，電子スチルカメラは市販品（100～1,500千円）を用いることとしたため，1台200（千円）として計算した。

表-I・解4・11 機器の購入に要する費用

機器名	費用（千円）	備考
電子野帳	900	3台［300（千円）/1台］
電子スチルカメラ	600	3台［200（千円）/1台］
車載型伝送ユニット	2,500	
据置き型伝送ユニット	2,500	
処理装置	27,150	表示装置を含む
入力ユニット	2,000	
モデム	700	
カラープリンタ	2,800	
合計	39,150	

② 機能の整備に要する費用

機能の整備に要する費用には，処理装置での費用と，電子野帳での費用とがある。さらに，機能の整備に要する費用の内訳として，システムの標準となる標準ソフトウェアと，事務所固有の業務形態に対応するための個別業務ソフトウェアとに分けられる。1台あたりの機能の整備に要する費用を表-I・解4・12，表-I・解4・13に示す。

表-I・解4・12 機能の整備に要する費用（電子野帳）

項目	費用（千円）
標準ソフトウェア	100
個別業務ソフトウェア	100
合計	200

表-I・解4・13 機能の整備に要する費用（処理装置）

項目	費用（千円）
標準ソフトウェア	2,050
個別業務ソフトウェア	15,700
合計	17,750

③ 運用に要する費用

運用を行って行く上で発生する費用であり，電気料，用紙等の消耗品と保守の費用とからなる。

i) 電気料

消費電力はシステム全体で2 KVAとし，1 KVAHが13円として算定した。

・電気料　年間　2KVA×24 H×365 H×13 円≒230（千円）

ii）消耗品

消耗品はプリンタ用紙・リボン，電子スチルカメラ用フロッピーディスク，資料保存用ファイルである。

・消耗品　年間　200（千円）

iii）保守費用

機器の年間保守費用は，一般的にシステムの全機器費用の3.1%程度であり，この率を使用して算出した。

・保守費用　年間　39,150（千円）×3.1%≒1,210（千円）

第5章　災害復旧情報支援システム

5．1　システムの機能

5．1．1　システムの目的

災害復旧情報支援システムは，地震，異常降雨，土砂災害等の複数種類の災害に対応しデータを処理・加工して，予測，シミュレーション等を行い，判断支援を行うことを目的とする。

[解　説]

(1)　基本的考え方

1）情報の収集・提供および伝達の強化

高度な情報利用を実現するため，最新の技術を利用し，情報収集手段と情報の提供手段を強化するとともに，それらの情報を結びつける伝送手段を強化する。それにより，災害時に発生する情報のうち，必要なものを必要な形で収集，処理および伝達することができる。

2）基本情報の整備・活用

建設省の防災関連業務は，企画，計画，調査，建設，維持管理という一連のサイクルからなっており，それぞれの業務の中でノウハウが蓄積されている。これらのノウハウを平常時のみならず災害時においても，有効に活用することが必要であるが，そのためには平常時，災害時に必要とされる基本情報を蓄積，整備しておかなければならない。

3）柔軟なシステム運用

地震，異常降雨，土砂災害等の様々な自然現象に建設省の組織ごとに対応し，また現在までに構築されている既設のシステムを含めた総合的なシステムとして運用を図ることが望ましい。

4）防災サイクルからみたシステム

災害は，平常時，災害発生直後，災害発生後数日，災害復旧時をへて平常時に戻るサイクルを形成するものであり，この間に知識，ノウハウの修得が行われる。これらの知識，ノウハウは，次の災害時に活かしていく必要がある。すなわち，災害復旧情報支援システムは，前記1），2），3）の考え方を踏まえて，成長していくシステムとして構築しておかなければならない。

図-Ⅰ・解5・1にシステムのイメージを示す。

(2)　システムの概要

災害復旧情報支援システムは，災害発生時に現場の情報を迅速に収集し，工事事務所の職員に現場の状況を把握させるとともに，その後の詳細な状況情報と基本情報から処理・加工し，災害拡大予測，シミュレーション，復旧工法の選定，復旧用資材の情報等を提供し，災害への様々な対応を支援するものである。また，平常時には，巡視業務を支援することにより業務の効率化にも資することができる。

災害復旧情報支援システムは，下記に列挙するような収集，処理，表示，伝達の各機能から構成され，収集した一次情報を処理・加工して，二次情報を作成し表示，伝達する。

図-Ⅰ・解5・2～図-Ⅰ・解5・6にシステムの構成を示す。

1）収集

既存センサ，新システム(地上検知システム，オンライン強震計ネットワークシステム)，既存システムからデータを収集しデータベースに格納する。

2）処理

地震，異常降雨，土砂災害等の災害の判断支援を行うために，地表変状情報の処理システム，震災復旧計画作成支援システム，水害復旧計画作成支援システム，土砂災害復旧計画作成支援システムの4つのサブシステムにより一次情報を処理・加工し，二次情報を作成する。

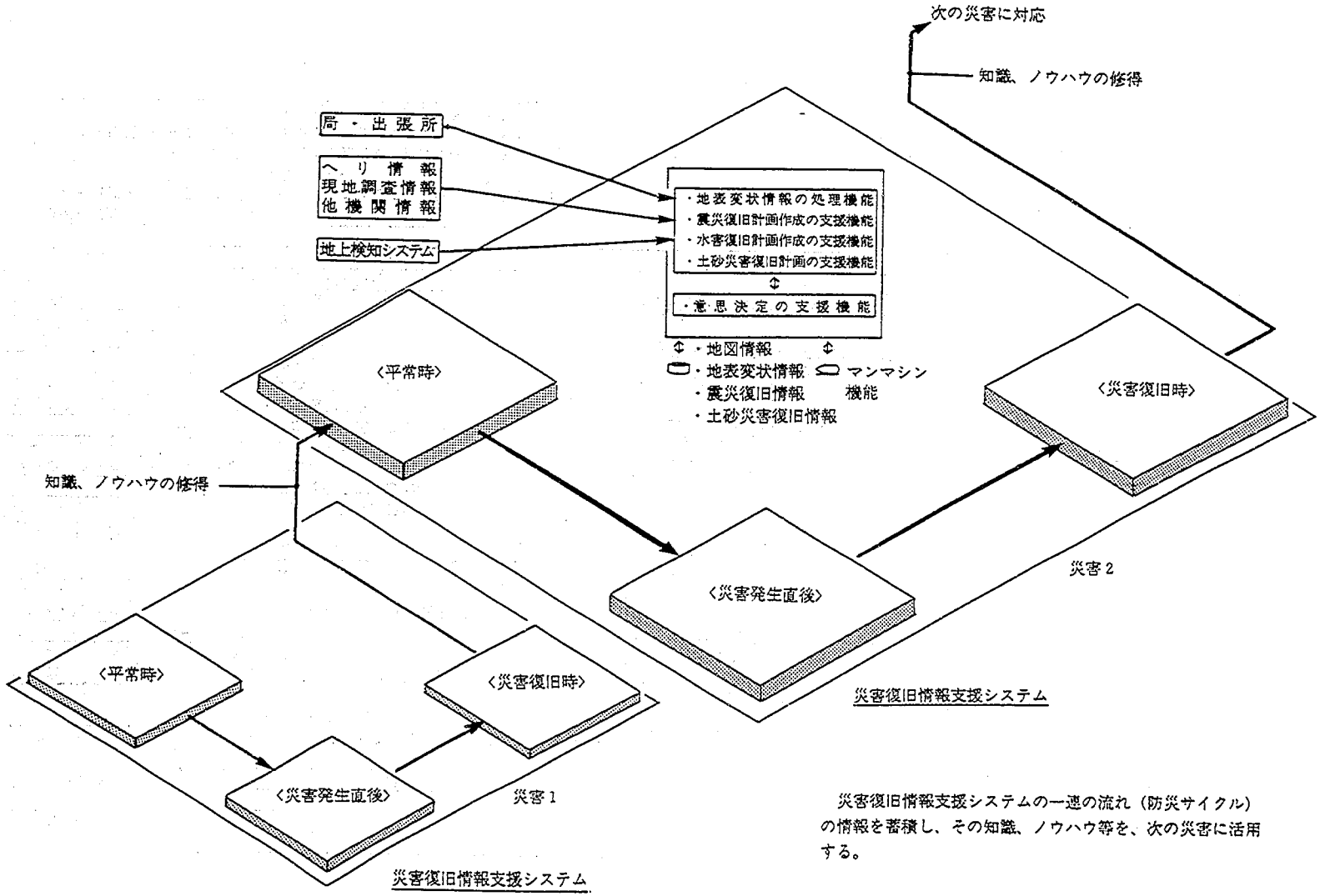


図-Ⅰ・解5・1　災害復旧情報支援システムのイメージ

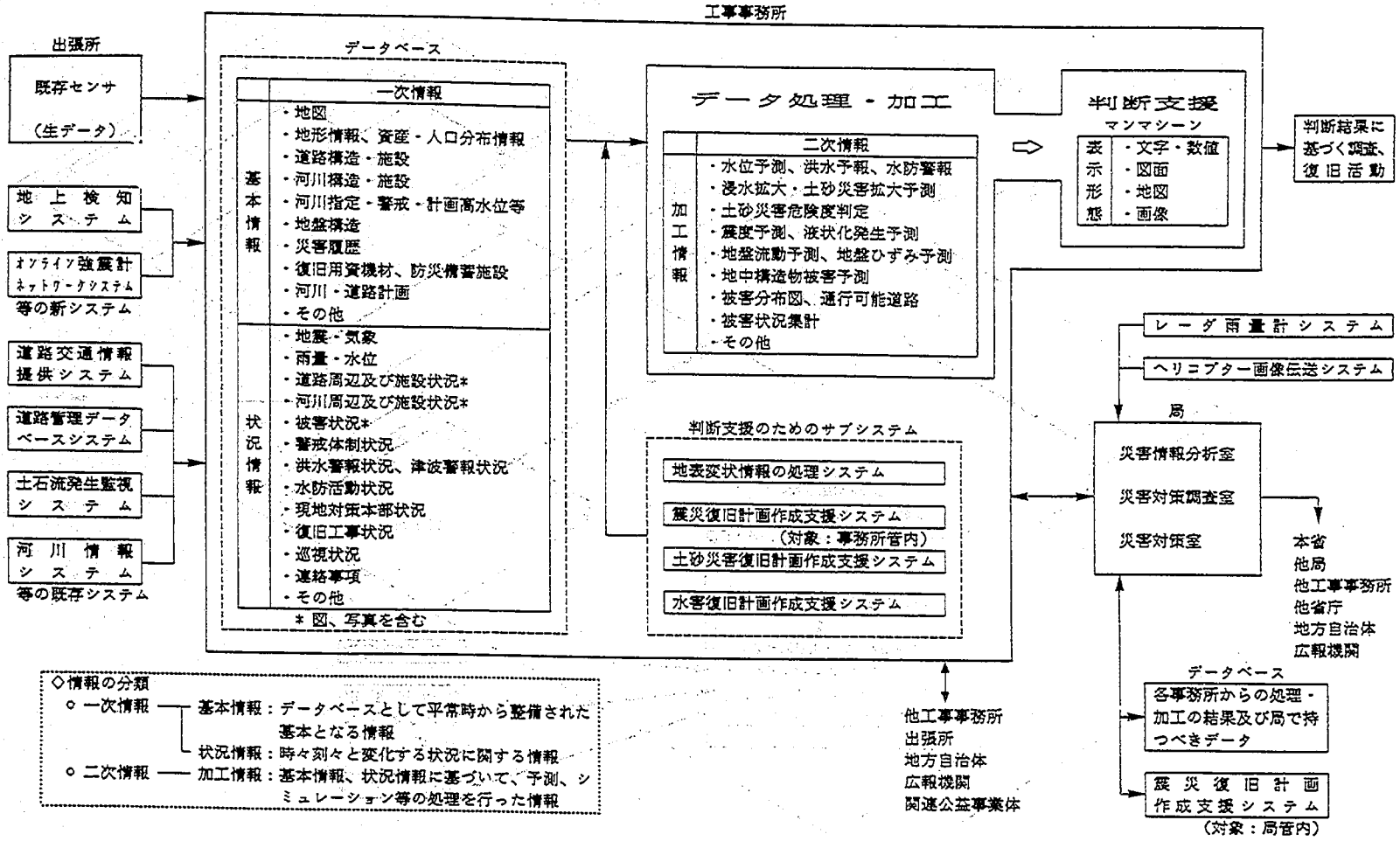


図-Ⅰ-解5-2　災害復旧情報支援システムの構成―複数種類の災害への対応―

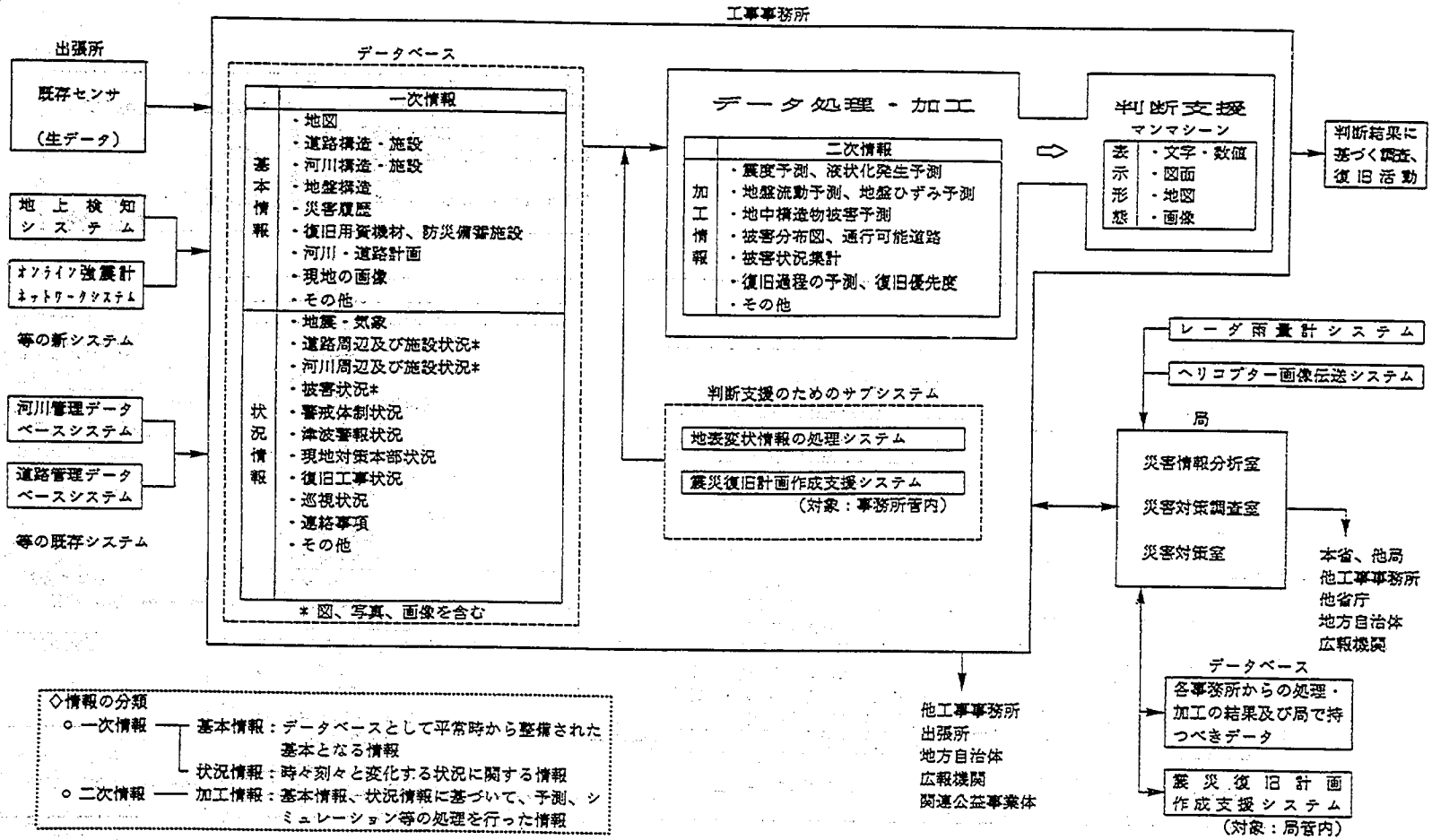


図-I・解5・3　災害復旧情報支援システムの構成―地震時への対応（狭域）―

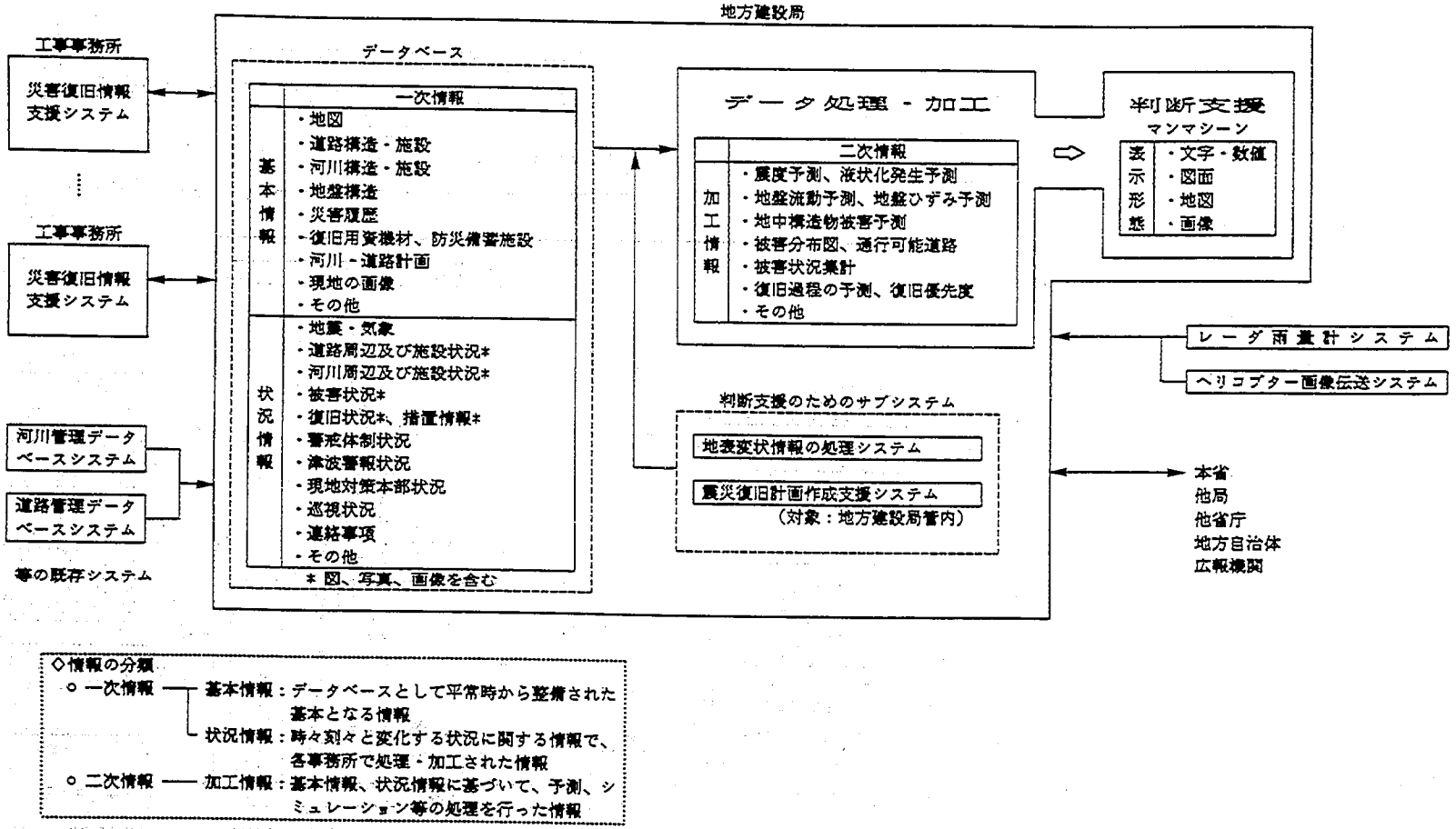


図-I・解5-4　災害復旧情報支援システムの構成ー地震時への対応（広域）ー

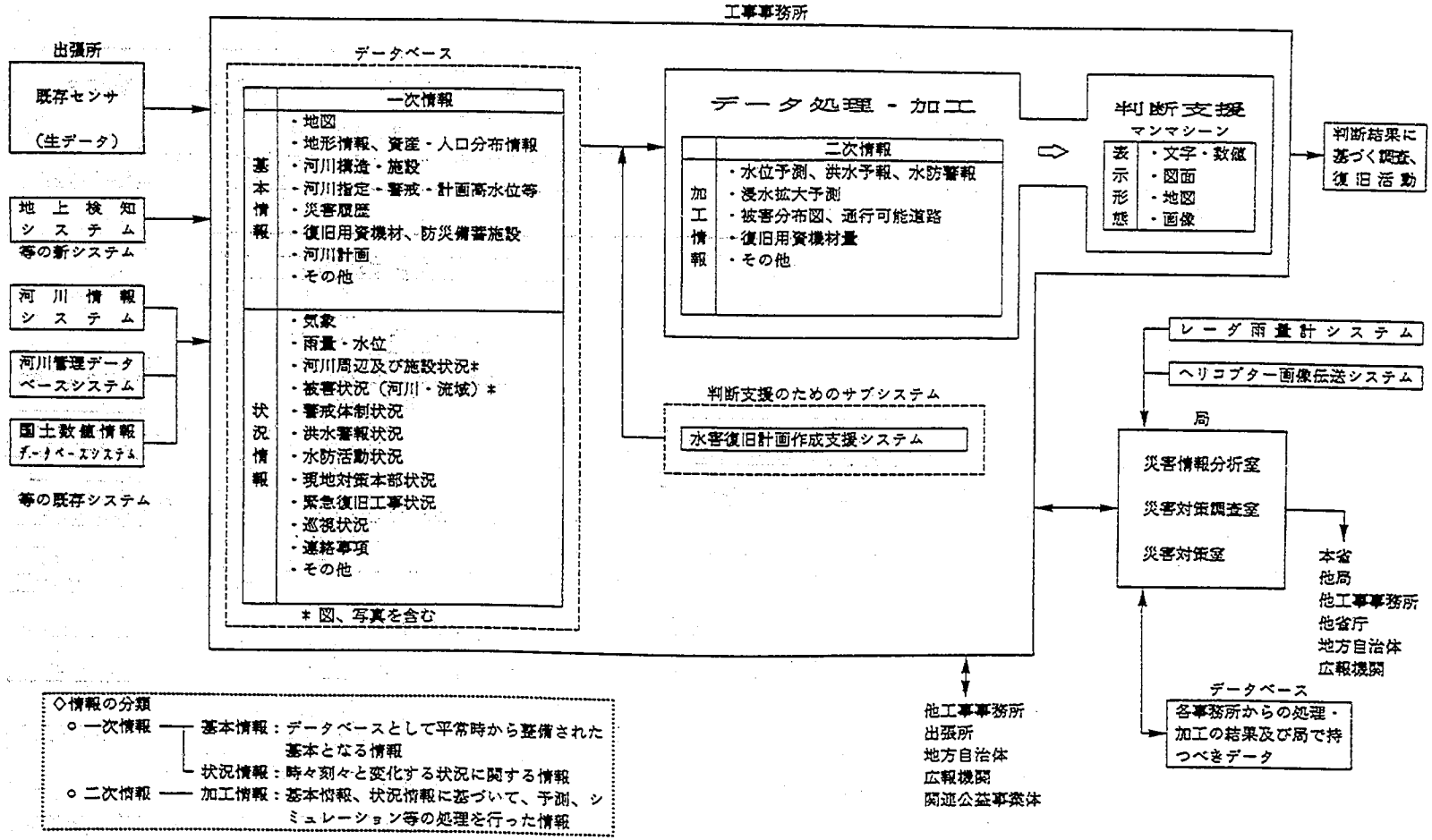


図-Ⅰ・解5-5　災害復旧情報支援システムの構成―異常降雨時への対応―

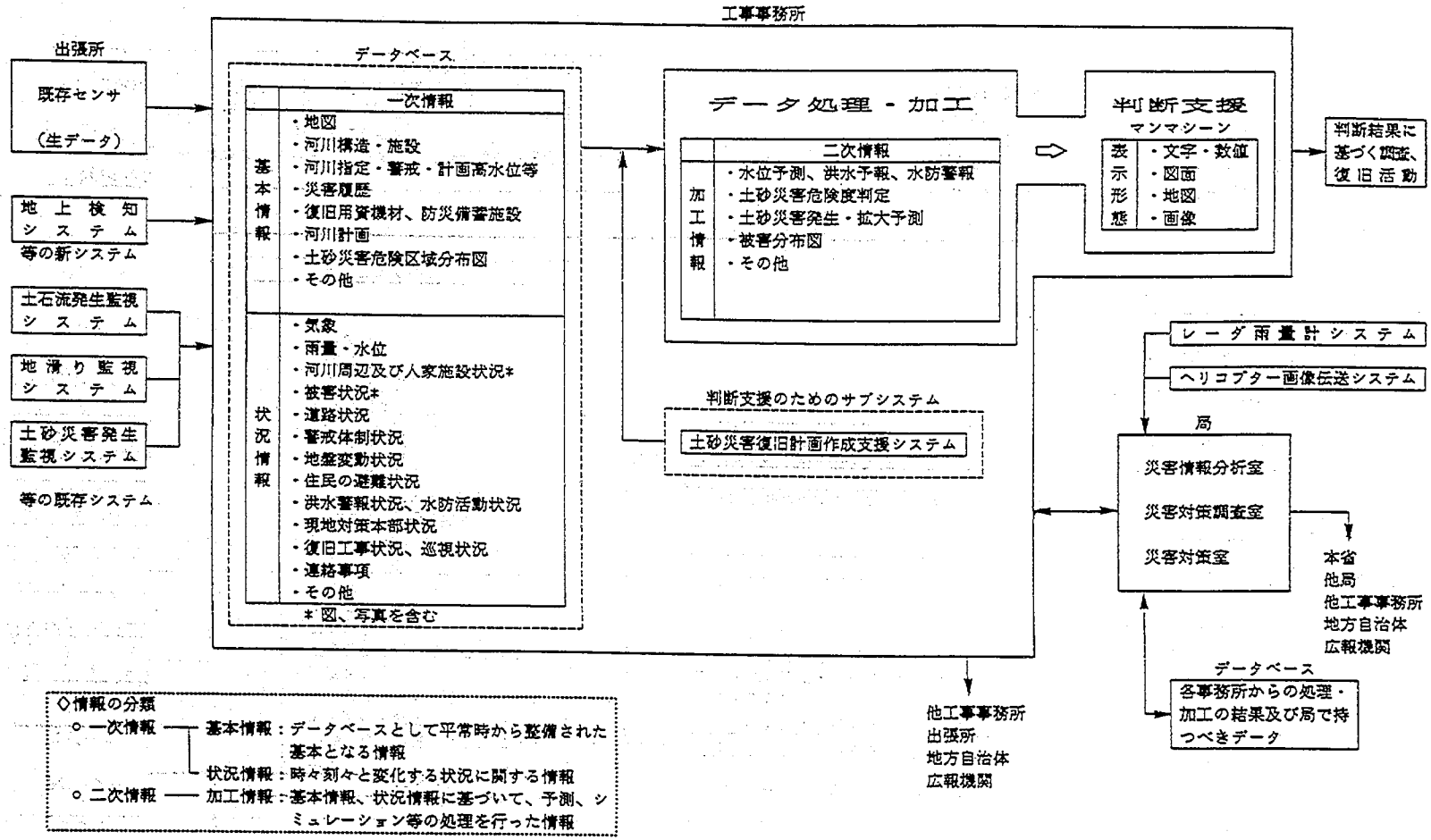


図-I・解5・6　災害復旧情報支援システムの構成—土砂災害への対応—

3）表示

収集した情報および処理・加工した情報を表示する。

4）伝達

処理・加工したデータを必要に応じて建設省の各組織および関係する諸機関に伝達する。

5．1．2　システムの機能

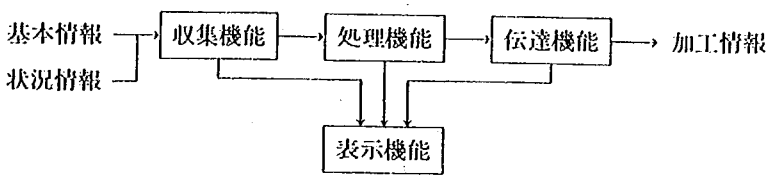
災害復旧情報支援システムがその目的を達成するためには，収集機能，処理機能，表示機能，伝達機能の4機能が必要である。

[解　説]

災害復旧情報支援システムが，その目的を達成するために必要となる基本的な機能を，図-Ⅰ・解5・7に示す。

(1)　収集機能

災害復旧情報支援システムが取り扱う情報としては基本情報，状況情報，加工情報の3つがあるが，収集機能ではこのうちの基本情報と状況情報を入力・収集する。これらの情報は自動または手動で入力されデータベースに蓄積，格納される。



図Ⅰ・解5・7　システムの機能

(2)　処理機能

本システム内に，震災対応として地表変状情報の処理システム，震災復旧計画作成支援システム，水害対応として水害復旧計画作成支援システム，土砂災害対応として土砂災害復旧計画作成支援システムの4つのサブシステムがあり，収集機能が収集した基本情報，状況情報に基づき予測，シミュレーション等の処理を行う。その結果として，加工情報を作成しデータベースに蓄積する。処理内容には災害の種類に応じ次の3種類がある。

1）震災時の処理

地表変状情報の処理システム，震災復旧計画作成支援システムの各サブシステムにより，地震時の地震状況，被災状況の把握や，復旧計画の立案等を行う。

2）水害時の処理

水害復旧計画作成支援システムのサブシステムによる処理で，水害時の浸水域拡大予測，被災状況の把握や，復旧計画の立案等を行う。

3）土砂災害時の処理

土砂災害復旧計画作成支援システムのサブシステムによる処理で，土砂災害時の土砂災害発生予測，拡大予測や，復旧計画の立案等を行う。

(3)　表示機能

収集機能が収集した情報，処理機能が処理した加工情報，伝達機能が送信する情報等を事務所，出張所の職員に対して表示する。表示媒体としては，担当職員等に対してはCRT装置を使用し，災害対策本部長・支部長等を含めた復旧計画の立案のためには，大型表示装置による表示が効果的である。

(4)　伝達機能

処理加工した加工情報を地方建設局，他工事事務所，地方自治体，広報機関，関連公益事業体等に送信する。送信先に本システムが整備されている時は回線接続を利用した情報伝送で，また，本システムが未整備の時はFAX送信の利用が考えられる。

5．1．3　収集機能

収集機能としては，平常時における基本情報と状況情報および災害時における状況情報を収集し，データベースに格納する機能を有しなければならない。

［解　説］

(1)　基本情報の収集

基本情報は，データベースとして平常時から整備される基本となる情報であり，地図，河川・道路施設情報，河川・道路計画情報，地盤情報等の情報がある。これらの情報は施設の工事，環境の変化等があった時には変更されデータベースに格納される。

情報の入力は，入力端末装置としてのキーボード，イメージスキャナ等から入力し，また既存データベースの情報を利用する場合は，それぞれの既存データベースが提供する媒体に従い磁気テープ，フロッピーディスク等で入力する。

(2)　状況情報の収集

状況情報は時々刻々と変化する情報で，気象，水位，施設状況等の情報がある。これらの情報は，現場で電子野帳，電子スチルカメラやITVカメラを用いて収集した現場情報と，既存の他システムとの情報交換で入力した情報，およびその他の情報として気象庁等他機関からFAX，電話で連絡された情報がある。

1）現場情報の収集

災害復旧情報支援システムにおける現場情報の収集は，地上検知システムがその機能を分担する。

地上検知システムは電子野帳，電子スチルカメラを用いて現場で情報収集を行い，収集した情報は緊急時には建設省移動通信システム（K-COSMOS），マイクロ回線またはNTT回線を利用して事務所または出張所に伝送する。また時間的に余裕のある時は車等で情報を持ち帰る。伝送装置を使用し伝送した場合は，情報は自動的に本システムに入力される。車等で持ち帰った場合は，手動で電子野帳，電子スチルカメラの情報を入力する。この場合，電子野帳，電子スチルカメラそれぞれの情報格納媒体（ICカード，フロッピーディスク）を本システムに接続し，情報を入力する。また手書きの図面等を現場からFAXで送信したときは，FAXで受信した後イメージスキャナで入力する。

さらにITVカメラを平常時から現場に設置し，常時現場状況をITVモニターで監視している場合は，災害時やITVによる異常発見時には災害復旧情報支援システムの表示装置を用いて表示を行うことが可能である。

2）関連システムの情報収集

河川情報システム，オンライン強震計ネットワーク，ヘリコプター画像伝送システム，道路情報システム，土石流発生監視システム等からの情報である。システム間が回線接続されている場合は，情報の自動入力が効果的である。また回線接続されていない場合は，入手した情報をキーボードから入力する。

関連システムとして以下に示すものがある。

①　河川系

テレメータシステム
レーダー雨量計システム
河川情報システム
河川管理データベースシステム（導入予定）
河川情報センターネットワーク（㈱河川情報センター）
建設情報システムネットワーク（㈱日本建設情報総合センター）

②　砂防系

土石流発生監視システム
オンライン強震計ネットワークシステム
ヘリコプター画像伝送システム
河川情報センターネットワーク（㈱河川情報センター）

建設情報システムネットワーク（㈱日本建設情報総合センター）

③ 道路系

道路情報システム

オンライン強震計ネットワークシステム

ヘリコプター画像伝送システム

道路管理データベースシステム

建設情報システムネットワーク（㈱日本建設情報総合センター）

3）その他の情報

地方建設局，他工事事務所，気象庁等からの情報である。相手が地方建設局，他工事事務所で，既に災害復旧情報支援システムが整備済みでシステム間が回線接続されているときは，情報は自動的に本システムに入力される。そうでない場合は，情報はFAX，電話連絡で連絡されるので，キーボード，イメージスキャナを使用し入力する必要がある。

5．1．4 震災に関する処理機能

震災に対応した情報処理機能としては，地震発生時に，地震情報，液状化および地盤流動，施設被害等の被害状況に係る情報を迅速に提供するとともに，復旧シミュレーションや復旧状況に係る情報を提供する機能を有しなければならない。

［解 説］

災害時に工事事務所，地方建設局が災害に対処するためには，現場の状況を迅速・正確に把握するとともに，被害予測や復旧のシミュレーションを行い，加工情報を作成することにより，災害の正確な推移を予測することが重要となる。本システムは，震災に関してのこれらの情報を提供する機能として，以下のサブシステムを有する。これらのサブシステムの処理機能についての詳細な内容は，第2～3編に記載されている。

(1) 地表変状情報の処理システム

地震の発生から施設復旧の着手までの期間の状態を想定すると，各所で被害が発生し，その情報の収集把握，伝達ならびに復旧計画策定のための情報加工は極めて困難な厳しい状況下で実施せざるを得ない。

厳しい状況下とは，被害が同時・多発・大量に発生し，その処理を迅速・円滑に要求されることにある。すなわち，

1）被害把握に必要な道路等が使えない。

2）被害情報を伝達する手段が限られている。

3）被害把握や原因究明に専門外の人も従事せざるを得ない。

4）被害集計や原因究明，対応の決定等をごく短期間に行わなければならない。

5）救援養成（例えば道路陥没）も多く寄せられる。

6）被害把握に必要な直接情報が必ずしも的確に得られない。

特に大都市に規模の大きな地震による被害が発生した場合はこの傾向は著しい。

これに対処するためには，情報の収集，情報の整理，情報の加工，情報の提供を前に述べた困難な状況下でも円滑に行えるシステムを確立しておくことが必要である。

このような観点から，本サブシステムは，地表変状情報の処理と表示，地表変状に基づく地中構造物の被害の推定，埋設構造物を有する道路や堤防の地表変状情報に基づく機能損傷程度の表示を行うものである。

地表変状情報の処理システムの処理機能を以下に示す。

・地震情報表示

・液状化および地盤流動，地盤ひずみ予測

・施設被害予測

・施設情報表示

・被害情報表示

・復旧情報表示

(2) 震災復旧計画作成支援システム

大規模な地震が発生した場合には，円滑な復旧を進める上で，被災および復旧に係わる情報を的確かつ迅速に収集し，処理，伝達することが重要である。

本サブシステムは，災害情報を速やかに収集し，大量の情報をシステマティックに処理し，分析し，施設管理者が災害対策を実施する際に必要となる情報を提供するものである。

震災復旧計画作成支援システムの処理機能を以下に示す。

・地震情報集計
・平常時データベース
・被災情報集計
・復旧情報集計
・復旧シミュレーション

5．1．5 水害に関する処理機能

水害に対応した情報処理機能としては，水害発生時に，浸水域計測・表示，浸水域の拡大予想，被災状況，復旧用資機材に係る情報を提供する機能を有しなければならない。

[解 説]

本システムは水害に関してのこれらの情報を提供する機能として以下のサブシステムを有する。サブシステムの処理機能についての詳細な内容は，第4編に記載されている。

(1) 水害復旧計画作成支援システム

大規模な水害が発生した場合には，被害の拡大防止対策あるいは被災した施設の復旧対策等を適切に実施することが，被害の拡大や社会不安の増大を防ぐ上できわめて重要となる。このためには平常時あるいは水害発生後において，水害に関する様々な情報を的確かつ迅速に収集し，処理・伝達することによって，円滑な復旧に役立たせることが重要である。

このような観点から，本サブシステムは平常時あるいは水害発生後における情報の有効な収集と活用を図り，発災前の水害対策，水害発生後の緊急対応，その後の応急対応，復旧対応を支援することにより，水害の未然防止や被害軽減に貢献することを目的とする。

水害復旧計画作成支援システムの機能を以下に示す。

・浸水域計測・表示
・浸水域の拡大予測
・被災地点・被災情報表示
・水防用資機材情報表示
・復旧用資機材情報表示
・復旧用資機材の選定
・復旧用資機材の必要量予測
・道路冠水予測
・被災額・被災人口予測

5．1．6 土砂災害に関する処理機能

土砂災害に対応した情報処理機能としては，土砂災害発生時に，土砂災害発生情報，土砂災害拡大予測，復旧に関する情報等を提供する機能を有しなければならない。

［解　説］

本システムは土砂災害に関してのこれらの情報を提供する機能として以下のサブシステムを有する。サブシステムの処理機能についての詳細な内容は，第５編に記載されている。

(1)　土砂災害復旧計画作成支援システム

大規模な土砂災害が発生した場合には，災害の拡大防止，二次災害防止および被災した施設の復旧等を迅速かつ適切に実施することは極めて重要である。このためには土砂災害発生後において土砂災害の発生状況，気象の予測，復旧資機材の配備状況等に関する情報を的確かつ迅速に収集伝達することにより，円滑な復旧に役立たせることが必要とされる。

本サブシステムは，収集された被災情報，気象情報をもとに被害の拡大予測を実施するとともに，適切な復旧計画を作成できるよう，担当者が土砂災害対策を実施する際に必要な情報を提供するものである。

土砂災害復旧計画作成支援システムの機能を以下に示す。

・土砂災害発生予測
・復旧資機材情報表示
・土砂流木処理場情報表示
・土砂災害拡大予測
・土砂災害復旧工法選定
・土砂災害復旧優先箇所選定

５．１．７　表示機能

収集した基本情報や状況情報また加工情報をもとに，的確な対応策を講じるためには，情報提供を行う対象者に応じて，適切な表示をすることが必要である。なお，その際，地図情報と合わせて表示することにより，判断支援の効果を高めることができる。

［解　説］

災害復旧情報支援システムは，収集した基本情報や状況情報また加工情報を意志決定者に提供することにより，災害に対処するに際し的確な判断を下せるよう支援するものである。

表示方法，表示装置，および管理地図情報システムについて以下に示す。

(1)　表示方法

基本情報，状況情報，加工情報はそれぞれ情報の構成要素として文字・数値データ，図形データ，画像データから成っている。表示はこれら構成要素をすべて表示し，各データを単独で表示したりその組合せで表示（地図上に位置を示す等）することにより，現場状況の的確な把握を行うことが可能となる。

(2)　表示装置

情報提供を行う対象者によって適切な表示装置を選定するものとする。

１）CRT 装置での表示

出張所，工事事務所，地方建設局の主にシステム運用者，実際に作業を行う人への情報提供を行う。

２）大型表示装置での表示

工事事務所，地方建設局で災害に対処する職員を対象とし，会議室，災害対策室等で多数の職員が災害復旧等の検討を行う際の復旧情報支援を行う。

(3)　管理地図情報システム

各種情報表示を効果的に行うためには，地図情報とリンクしてマルチメディア表示をすることが望ましい。そのためには，最適な縮尺を持つ地図上に表示する事が必要である。このため背景地図として次の３種類の地図を内蔵・管理し，適宜画面表示等に利用することとする。

１）広域図

表示画面上で当該地方建設局管内全域をカバーできる程度の地図。

2）中域図

表示画面上で当該工事事務所管内が一覧できる程度の地図。

3）狭域図

表示画面上で被災箇所周辺の狭い範囲の街区の状況が詳細に判別できる程度の地図。

ここに説明した各域図の種類を表-Ⅰ・解5・1に，表示例を図-Ⅰ・解5・8に示す。

表-Ⅰ・解5・1　域図の種類

種類	用　途	地図項目
広域図	地震時の震源情報等の広い範囲を表示する。 索引地図（詳細地図を検索するための地図）。 地方の全体的な把握に利用。	行政界，高速道・国道等の主要道路網，主要河川，海岸線等
中域図	変状域の表示等，ある程度の規模の範囲を表示する。 事務所管内全域での状況把握。 復旧経路の検討時等，広い地域での検討に利用。	行政界，主要道路網，鉄道，河川網，海岸線，湖沼，橋梁，トンネル等
狭域図	被災箇所周辺のより詳細な状況を把握，地下埋設物設置位置，道路幅員等の詳細情報の把握。	道路界，鉄道，水涯線，建物，地下埋設物，橋梁，トンネル，盛土等

この管理地図を利用するための基本的な機能としては，以下が考えられる。

①　入力機能

地図および属性を入力する機能である。ベクトル化された地図データの入力，紙地図のイメージリーダーによる読み込み機能も必要である。

②　出力機能

各サブシステムで加工された地図情報および計算・集計された数値データの帳表出力機能である。また，各種データのバックアップ出力も必要である。

③　データ管理機能

地図上の図形とその属性データを関連付けて管理する機能である。データの検索・登録・更新管理機能も必要である。

④　表示機能

地図上の図形やその属性データ等をディスプレイ上に表示する機能である。また，メッシュ等の作図機能も必要となる。

⑤　処理機能

属性データの集計や図形データの編集，距離計測，属性データのグラフ化機能等が必要である。

各機能の詳細を表-Ⅰ・解5・2に示す。

また，災害復旧情報支援システムにおける各サブシステム（地表変状情報の処理システム，震災復旧計画作成支援システム，水害復旧計画作成支援システム，土砂災害復旧計画作成支援システム）において，図形としての認識に立った表示，図形演算処理，検索処理等の図形操作が必要なものはベクトル情報とし，図形操作の必要性の少ないもの，背景図としてのみ表示するものはラスター情報とすると，管理地図情報システムが管理する共通地図要素のデータ形式（ベクトル/ラスター）は以下のようになる。

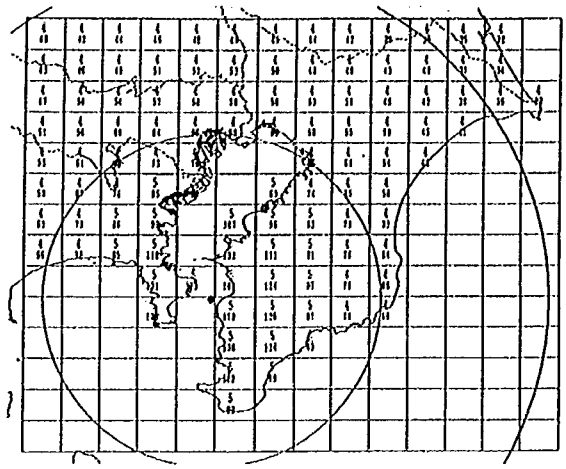
1）行政界

表示されている地図の位置・場所を判断するための情報として用いるため，ラスター形式とする。

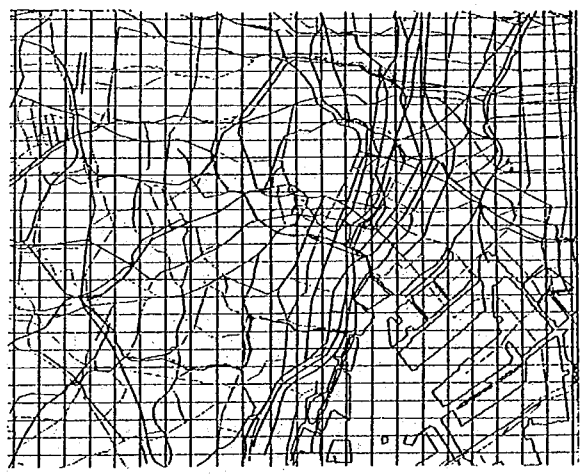
2）道路界

道路網（道路ネットワーク）や復旧経路の選定，通行可能区間等を検索・表示する必要があるため，道路界はベクトル形式とする。

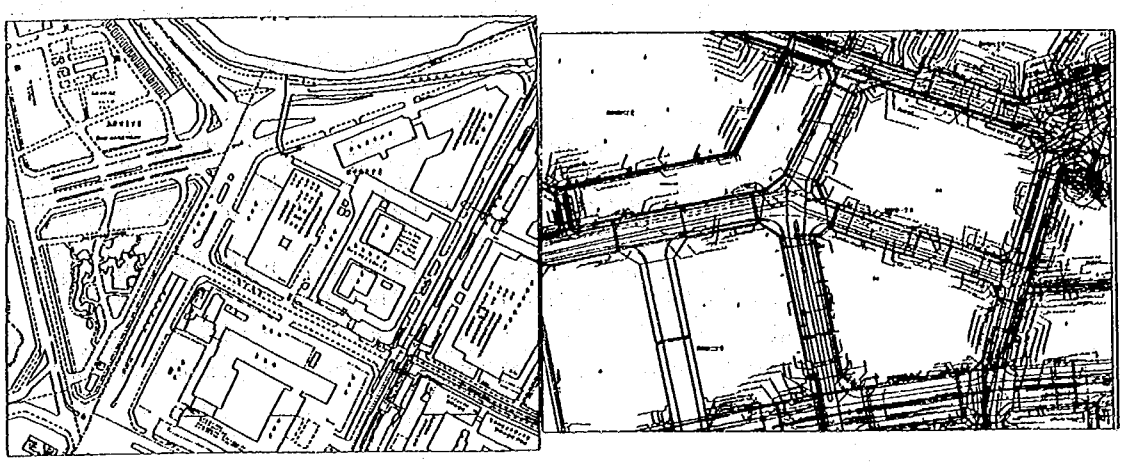
道路界のシンボル/真形表示は，幅員を持たない1本の線で道路を表現する場合をシンボル表示，幅員を持った2本の線で道路を表現する場合を真形表示とする。



(1) 広域図（取扱う範囲：約 150 km四方，縮尺：概ね 1/250,000 程度）



(2) 中域図（取扱う範囲：約 10 km四方，縮尺：概ね 1/25,000 程度）



① 地上構造物　　② 地下埋設物

(3) 狭域図（取扱う範囲：約 500 m 四方，縮尺：概ね 1/1,500 程度）

図-Ⅰ・解 5・8　地図の表示例

表-1・解5・2　管理地図情報システムにおける機能の詳細

機能		内容
入力機能	ベクトル地図データの入力	一般に公開されているベクトルデークをMT（磁気テープ）またはFD（フロッピーディスク）から入力する。
	属性データの入力	ベクトル地図データの入力と同様に，地図・属性データベースに格納する時に地図の図形と属性に認識番号を付し対応付けをする。(これによって，道路をディスプレイ上でヒットした時に，道路幅員等を取り出すというようなことが可能になる。)
	ラスター地図データの入力	イメージリーダーを使用して，紙地図を読み取り地図データベースに入力する。
出力機能	地図，地図上の図形の出力	災害記録として保存する時，あるいは報告書に添付する時等にプロッターまたはハードコピー出力する。
	帳表の出力	災害記録として保存する時，あるいは報告書に添付する時等に集計表等をプリント出力する。
	データのバックアップ	操作記録，地図データ等をバックアップする時にMTあるいはFD等に出力する。
データ管理機能	地図・属性の一元管理	ベクトル地図の図形データ，属性データ，ラスター地図，あるいは現場写真等のイメージデータを関連付けて管理する。
	検索	地図上の図形を指示して属性データを検索する，あるいは，属性データを指示して地図上の図形を検索する。(被災地点名を入力して，その地点を画面表示されている地図上の図形のブリンク表示等に利用する。) ある属性データを指示して，他の関連する属性データを検索する。(備蓄資材種別を指定して，各備蓄基地ごとにその資材量を一覧表示する時等に利用する。)
	履歴管理	システムの操作履歴を収集・管理する。(災害復旧過程の処理のシミュレーション等に利用する。) データ修正，更新等の履歴を収集・管理する。
表示機能	地図の重ね合わせ表示	ベクトル地図の必要な情報のみの重ね合わせ表示（道路レイヤーと行政界レイヤーのみの表示等） ラスター地図とベクトル地図の重ね合わせ表示（背景地図としてのラスター地図上に地下埋設物等の構造物をベクトル化し重ね合わせ表示する。) 地図と図形の重ね合わせ表示（地図上にメッシュを表示，あるいは地図上に被害地点の記号等を表示)
	拡大・縮小	表示地図は，前述のように広域図，中域図，狭域図の三種があるが，中間的な範囲での検討をする場合，被害地点，備蓄基地，その他の情報が一箇所に集中している場合等は，その地域を拡大して検討する。
	スクロール	広域図，中域図，…と範囲が狭くなるに連れて，管内の地図枚数は増加していく。したがって，表示狭域図から上位中域図に戻って次の狭域図を検索表示するというような方法よりも，スクロール機能によって，例えば，道路線に沿って次々と狭域図が見られる方が操作性が良い。
	表示属性の設定	表示する地図要素の色設定（道路種別による色分け表示，被害ランクによる色分け表示，等々) 表示要素の網掛表示（ハッチング)，縁取表示（変状域等，他の領域との違いをはっきりさせ視認性を高めることで，緊急時の判断ミス等をなくす。)
処理機能	編集	図形編集（構造物の追加，形状変更，等のベクトル地図の修正・追加を行う。) 属性編集（構造物諸元の変更，備蓄資機材の追加・削除・変更等を行う。)
	計測	ベクトル地図の図形の面積計算（変状域の面積計算，被害法面の面積計算等を行う。) ベクトル地図の図形に対する距離計算（道路の不通区間の距離計算，復旧路の距離計算等を地図上の図形の長さから求める。)
	集計	属性データの集計（備蓄資機材量の備蓄基地別集計，被害構造物の種類別集計等) 計測結果の集計（計測機能で計測した変状面積のランク別集計等)
	グラフ作成	属性データのグラフ化（計測・集計した結果等をグラフ化し集計する。)
	緩衝処理	図形相互の緩衝部分の計算（液状化域と軟弱地盤帯の重なる部分の計算等分析・解析に利用する。)

3）建物界

建物倒壊被害や浸水域被害等の予測・判断を行うため，建物界はベクトル形式とする。

4）水涯線

水害復旧計画作成支援システムでは，破堤被害箇所の入力・検索，浸水被害等の処理を行うためベクトル形式とする。

5）鉄道

災害復旧情報支援システムの各サブシステムでの鉄道の利用は，表示地図の背景情報として表示するためラスター形式とする。

6）地形

地表変状情報の処理システム・水害復旧計画作成支援システム・土砂災害復旧計画作成支援システムでは，標高を用いた処理を行うため，主曲線・計曲線の等高線はベクトル形式とする必要がある。

さらに，土砂災害復旧計画作成支援システムでは，崩土・露岩・壁岩等の変形地情報が被害拡大予測に必要と思われるためベクトル形式とする必要がある。

7）注記

地名や目標物，交差点名等による地図検索を行うためベクトル形式とする。

各サブシステムごとの共通地図要素レイヤーのベクトル/ラスター区分および表示形状を表-Ⅰ・解5・3に示す。

5．1．8　伝達機能

各行政機関間の連携を図り，円滑な復旧活動を行うためには，災害時に処理加工して作成した加工情報を工事事務所内で使用するばかりでなく，同情報を地方建設局，他工事事務所，地方自治体，広報機関，関連公益事業体へ伝達する機能を有する必要がある。

［解　説］

工事事務所は発生した災害に対応し，復旧業務の中心となって復旧活動を行うが，地方建設局は被災状況や工事事務所の災害への対応状況を把握し，また大規模広域地震の場合は，災害を受けた複数工事事務所を統括し，工事事務所間の調整，指示を行わねばならない。また同一河川の上流・下流工事事務所等，隣接する工事事務所間でも情報交換を行い，円滑な復旧活動を行う必要がある。地方自治体は管轄区域内での復旧活動があり，建設省との円滑な共同作業が望まれる。広報機関，関連公益企業体との関係も同様である。このため工事事務所が把握した災害情報を，必要に応じ関係機関に対して迅速，正確，確実に伝達することが重要である。

(1)　システム間が回線接続されている場合

伝達先が地方建設局・他工事事務所の災害復旧情報支援システムかまたは既存システムで，システム間が回線接続されているときは，回線を通したデータ通信の形で行われる。

本システム内の情報を処理加工可能な形で伝達するもので，伝達先システムでは，その情報を状況情報とし，それをもとに処理加工して，加工情報を作成することも可能である。

(2)　システム間が回線接続されていない場合

伝達先に災害復旧情報支援システムその他既存システムがないか，またはあっても回線接続されていないときは，FAXにより情報を伝達する。

本システムを建設省マイクロ回線網またはNTT公衆回線網に接続することにより，必要な情報を伝達先へ直接FAXすることが可能である。

表-I・解5・3　共通地図要素レイヤーのベクトル/ラスター分類と表示形状

地図要素	レイヤー	地表変状情報の処理				震災復旧計画作成支援				水害復旧計画作成支援				土砂災害復旧計画作成			
		ベクトル	ラスター	シンボル	真形	ベクトル	ラスター	シンボル	真形	ベクトル	ラスター	シンボル	真形	ベクトル	ラスター	シンボル	真形
行政界	すべてのレイヤー	△	◎	−	−	△	◎	−	−	△	◎	−	−	△	◎	−	−
道路界	一般国道，主要地方道，一般都道府県道，高速道路	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎
	その他道路	△	◎	◎	△	◎	△	△	◎	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△
	高架部，橋	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎
	歩道橋	◎	△	△	◎	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△
	石段	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△
建物界	一般建物（目標物を含む）	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎
	無壁舎	◎	△	△	◎	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△
水涯線	一級河川，二級河川，その他河川区間	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	◎	△	△	◎	△	◎	◎	△
	海岸線	△	◎	−	−	△	◎	−	−	◎	△	−	−	△	◎	−	−
	湖沼・池	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△
鉄道	すべてのレイヤー	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△
地形	計曲線，主曲線	◎	×	×	◎	△	◎	◎	△	◎	×	×	◎	◎	×	×	◎
	崩土，露岩・壁岩等の変形地，被覆	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	◎	△	△	◎
	塀・垣・石垣等の構囲	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△
	盛土・切土	◎	△	△	◎	△	◎	◎	△	△	◎	◎	△	◎	△	△	◎
注記	建物名，地名	◎	×	−	−	◎	×	−	−	◎	×	−	−	◎	×	−	−
	その他	△	◎	−	−	△	◎	−	−	△	◎	−	−	△	◎	−	−

【凡例】　◎：最適または必須形態，△：最適ではないが可，×：不適形態，−：両形態とも該当せず

5．2　システムの構成

5．2．1　設計方針

災害復旧情報支援システムの設計に際しては，下記の基本方針によることとする。
(1) 今後数年で実用化のめどが得られている技術と伝送路を前提とすること。
(2) 既に整備されている災害関連システムとの有機的結合を図ること。
(3) 災害時での的確な運用対応が可能であるとともに，平常時においても情報収集，加工処理，保管・検索等の日常運用に対処できる利用効率の高いシステムであること。

［解　説］

(1) システムに取り込む技術と伝送路

今後数年から10年をめどにシステムの整備を行うものとしたときには，まず，現時点または今後数年で実用化できる技術を応用してシステムの構築を行う必要がある。

現場から事務所または出張所までの伝送路としては，建設省移動通信システム（K-COSMOS）の利用を第一とするが，建設省移動通信システムは現在整備途上にあるため，建設省マイクロ回線，建設省400 MHz帯移動多重無線およびNTT回線での利用も考慮に入れる必要がある。

(2) 関連システムとの結合

災害復旧情報支援システムの整備にあたっては，既に現場に導入されている，または導入が予定されているシステムと関連する情報の相互活用を図る。

災害復旧情報支援システムの整備は，他システムとの情報交換を必須条件とはしないものの，災害支援という性格上，それぞれの現場に合わせて積極的に他システムを活用していくことが望まれる。

災害の監視・復旧に関連して，現在建設省に導入されている，または導入が予定されているシステムとして以下のものがある。

1）河川系
- テレメータシステム
- レーダ雨量計システム
- 河川情報システム
- 河川管理データベースシステム（導入予定）
- 河川情報センターネットワーク（㈶河川情報センター）
- 建設情報システムネットワーク（㈶日本建設情報総合センター）

2）砂防系
- 土石流発生監視システム
- 河川情報センターネットワーク（㈶河川情報センター）
- 建設情報システムネットワーク（㈶日本建設情報総合センター）

3）道路系
- 道路情報システム
- 道路管理データベースシステム
- 建設情報システムネットワーク（㈶日本建設情報総合センター）

(3) システムの情報量の算定

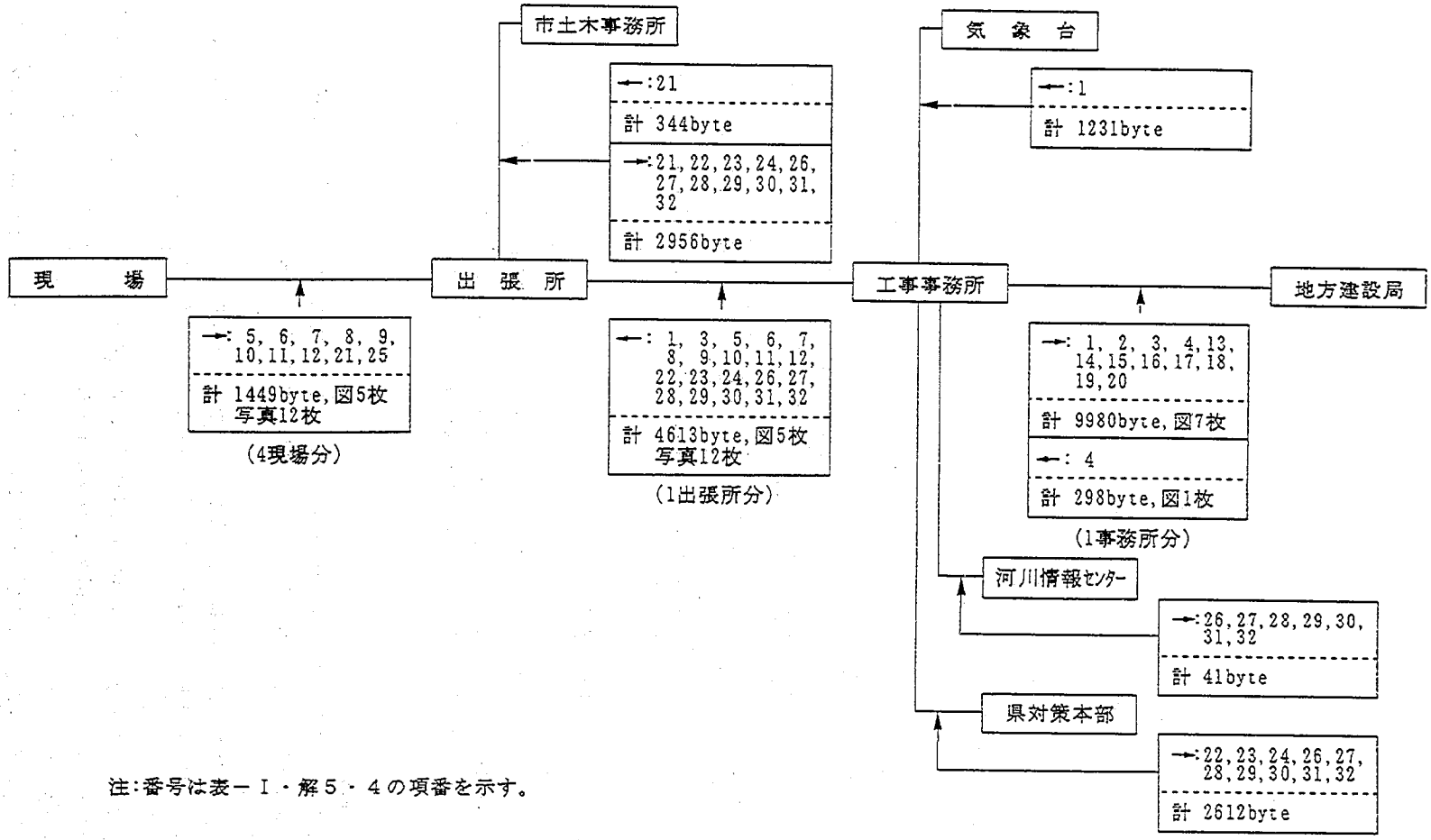
長崎工事事務所の「災害対策計画書」に基づいた地震と異常降雨時における情報量を算定したものを，表-1・解5・4および図-1・解5・9に示す。

現場－出張所－工事事務所－地方建設局間では，伝送情報の種類に文字・数値以外に図形と写真があることがわかる。また，関係他機関に対しては文字・数値情報のみであり，情報量も出張所－市土木事務所間を除いては少容量であることがわかる。

表-Ⅰ・解5・4　地震と異常降雨時における情報量

項番	名称	データ量			データの発生タイミング		
		コード(byte)	図面(枚)	写真(枚)		平常時	災害時
1	気象情報（地震・津波を含む）	1231			気象情報発表時		○
2	報告または連絡事項記録簿	238			随時	○	○
3	警戒体制の発令解除について	336			体制発令時		○
4	災害対策用建設機械出動要請・命令書	298	1		災害対策用建設機械出動要請		○
5	地震発生後の点検（排水機場速報）	243			震度4以上（発生～4時間以内）		○
6	地震発生後の点検（排水機場報告）	347		4	震度4以上（発生～2日以内）	△	○
7	地震発生後の点検（堰速報）	141			震度4以上（発生～4時間以内）		○
8	地震発生後の点検（堰報告）	241	2	2	震度4以上（発生～2日以内）	△	○
9	地震発生後の点検（水門および樋門樋管速報）	175			震度4以上（発生～4時間以内）		○
10	地震発生後の点検（水門および樋門樋管報告）	297		4	震度4以上（発生～2日以内）	△	○
11	地震発生後の点検（堤防速報）	71			震度4以上（発生～4時間以内）		○
12	地震発生後の点検（堤防報告）	218	2	2	震度4以上（発生～2日以内）	△	○
13	出水状況（水位，雨量）	1960			第二・非常警戒体制時の毎正時		○
14	水位・予測	394	1		第二・非常警戒体制時の毎正時		○
15	洪水予報・水防警報	3991			洪水警報発表時，水防警報（出動時）		○
16	破堤等重大災害状況	688			異常発見後に直ちに		○
17	破堤・氾濫状況	233			異常発見後に直ちに		○
18	破堤等重大災害状況図	127	1		異常発見後に直ちに		○
19	河川施設災害状況	127	2		異常発見後に直ちに		○
20	災害復旧情報（定期報告）	357	2		災害時定期報告		○
21	災害情報「異常を発見した場合」	344			第一警戒体制以上で異常発見後に直ちに		○
22	時間雨量・累加雨量情報	1464			第二・非常警戒体制時の毎正時	○	○
23	時刻水位情報	849			第二・非常警戒体制時の毎正時	○	○
24	時間雨量・時刻水位・予測水位・情報	258			第二・非常警戒体制時の毎正時		○
25	河川巡視状況定時報告	730			第一警戒体制以上で巡視中に1時間ごと		○
26	水防警報（待機）	15			水防警報（待機）発令時		○
27	水防警報（準備）	17			水防警報（準備）発令時		○
28	水防警報（出動）	17			水防警報（出動）発令時		○
29	水防警報（指示）	24			水防警報（指示）発令時		○
30	水防警報（指示）	41			水防警報（指示）発令時		○
31	水防警報（待機）	14			水防警報（待機）発令時		○
32	水防警報（解除）	21			水防警報（解除）発令時		○

注：△は，平常時パトロールにおいても，異常発見時に発生する。



注:番号は表－Ⅰ・解５・４の項番を示す。

図-Ⅰ・解5-9　長崎工事事務所における災害時の情報量と情報の流れ

(4) 利用効率の高いシステム

平常時においても，巡視業務などに適用することにより業務の効率化を図るとともに，収集した情報を維持管理業務に活用するなど利用効率の高いシステムをめざす。

(5) 災害復旧情報支援システムの安全対策

災害復旧情報支援システムは，設置される地方建設局や工事事務所業務内容や整備段階によってそれぞれ固有の目的を有しており，システムの安全対策はその目的に最も適した有効でかつ経済的なものを選択して実施することが必要である。災害復旧情報支援システムの安全対策は，①システムの技術面の対策，②環境・設備面の対策，③運用・管理面の対策が総合的に実施されることによって十分な効果を発揮するものであるとの観点から，システム構築を行う上での安全対策項目例を整理すると，表-Ⅰ・解5・5のとおりである。

表-Ⅰ・解5・5 災害復旧情報支援システムの安全対策（例）

対策分類	対策項目（例）
システムの技術面の対策	・システムの主な機器構成は，障害時に代替可能な機能を持たせる。 ・データを保存するファイルは，障害時に代替可能にするために二重化する。 ・システムの予防・保安を定期的に実施する。 ・災害時の混乱によって発生するデータ入力のエラーをチェックする機能を設ける。
環境・設備面の対策	・設備は耐震，耐火，防火，防風，停電防止等の措置を講ずる。 ・設置場所の天井，床，照明器具等の落下・損壊防止措置を講ずる。 ・設置場所は，防火区画等の防火・防煙に対する措置を講ずる。 ・設置場所の配線・ダクト等の不燃化・延焼防止・耐火等の措置を講ずる。 ・システム機器，データ保管設備等には転倒・移動等に対する措置を講ずる。
運用・管理面の対策	・システムの通常時・障害時・緊急時運用のための人員の確保と，配置・作業内容に関する規程を整備する。 ・システム稼働に際し，緊急事態の発生時における早期連絡手順・早期代替手順・早期復旧手順を明文化するとともに，代替手順も合わせて記述する。 ・重要なファイルはバックアップをとる。 ・データの修正入力手続（方法，期限，確認方法，承認等）について明確にし，マニュアル化する。

5．2．2 システムのネットワーク化

災害復旧情報支援システムの形態は事務所中心の分散方式とし，地方建設局，工事事務所それぞれを必要に応じて有機的に接続し，ネットワークを構成するものとする。また，大規模災害により，一部の事務所機能がマヒする事態に陥るようなケースにおける危機管理方策についても検討しておかなければならない。

［解 説］

(1) システムの形態

災害復旧情報支援システムは工事事務所中心の分散方式として構成される。災害対応業務からシステムの形態を見ると，工事事務所と地方建設局のシステムの性格は，次のとおりである。

1）工事事務所のシステム

工事事務所は災害時には復旧業務の中心となる。工事事務所の災害復旧情報支援システムは，この復旧支援のために必要な工事事務所管内の詳細なデータベースとすべての復旧支援機能を持つ。

2）地方建設局のシステム

地方建設局は広域災害時に複数工事事務所を統括し，各工事事務所間の調整，指示を行う。地方建設局の災害復旧情報支援システムは，この復旧支援のために必要なデータベースと機能を持つ。

(2) システムのネットワーク

工事事務所と地方建設局および他工事事務所間は，それぞれのシステムを必要に応じて相互に接続し，広域的なネットワークを構成して情報交換を行う。

地方建設局から工事事務所までのネットワークを図-Ⅰ・解5・10に示す。

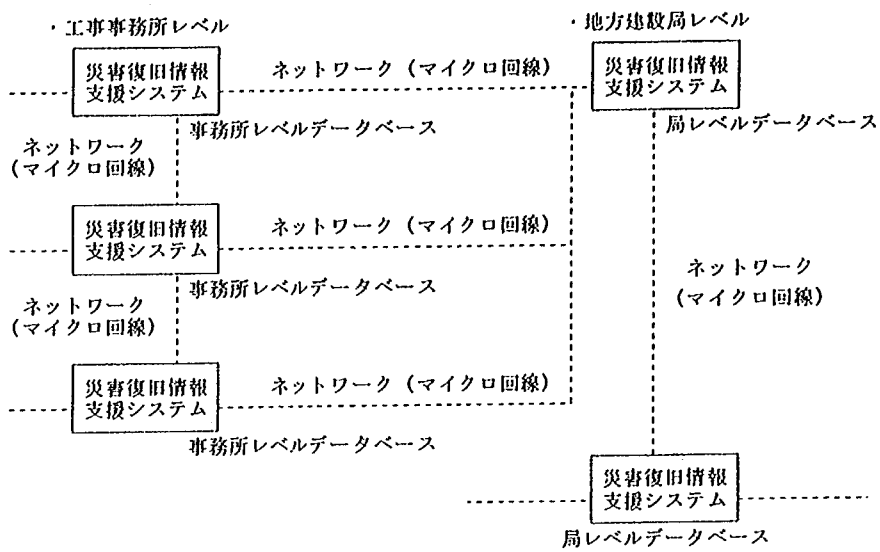


図-Ⅰ・解5・10　システムのネットワーク

(3) データベースの構築

データベースの構築を行う場合，地方建設局に集中してデータベースを構築する方法と，各工事事務所と地方建設局にデータベースを分散して構築する方法がある。

地方建設局への集中したデータベースの構築も可能であるが，回線を使ったデータの利用を考えた場合，画像・図形など大容量データの更新作業や検索結果の伝送時間など，多くの課題が残される。このため，工事事務所の業務から考えたデータベースは分散方式とするのが望ましい。

したがって，システム整備の方策として，情報の発生源ごと（事務所ごと）に情報を整備することを基本に，データベースの分散型による情報の整備と提供を支援するシステムを構築することが，整備の初期の段階には重要である。そして，分散化されたシステムの整備が進むとともに，分散型によるデータベースのネットワーク化が確立される。

表-Ⅰ・解5・6に地方建設局集中型と工事事務所分散型でのデータベース構築の形態と特性の比較を示す。

(4) 災害の規模によるシステムの対応

1）大規模災害と中小規模災害へのシステムの対応

災害への対応業務は，災害の規模によってその性格が異なる。中小規模災害の場合は，被害範囲が小さいため工事事務所を中心として対応することになるのに対し，大規模災害の場合には，被害範囲が大きく複数の工事事務所にまたがって被害が発生するため，地方建設局が中心となって対応する必要がある。このため，災害復旧情報支援システムとしては，災害への対応を中小規模災害対応と大規模災害対応とに分ける必要がある。

大規模災害への対応に際しては，水害および土砂災害について，過去の経験から複数の工事事務所にまたがるような規模のケースでも，関係する工事事務所どうしの連携によって対応できることがわかっているため，対象となる災害の種類は震災に限定される。

また，大規模災害に対応するシステムでは，工事事務所のシステムが停止した場合に，特定の隣接工事事務所がその機能をバックアップする機能を有する必要がある。

大規模災害と中小規模災害へのシステムの対応について，運用の中心となる組織，工事事務所および地方建設局の業務と必要な機能をまとめると，以下のようになる。

表-I・解5・6　データベース構築形態と特性

項　　目	地方建設局集中型	工事事務所分散型
データの入力更新作業	同一データベース内に各工事事務所のデータベースを構築した場合，ある工事事務所のデータを更新中は，他の工事事務所からのアクセス（検索等）はできない。したがって，工事事務所ごとのデータベースを独立して構築する必要がある。	更新，検索は事務所ごとなので効率がよい。
検索・応答	検索が遅い。（特に画像・図形データ）	検索が早い。
計算機の規模	大規模となる。	小規模で済む。
ソフトウェアの柔軟性	柔軟性が低い。各工事事務所の情報が統合されているため，各工事事務所の要望に対応したソフトウェアの改造または新規作成が必要である。	各工事事務所ごとのニーズにきめ細かに対応できるなど柔軟性が高い。
情報の関連性	情報が一箇所に集約されるため，各工事事務所の情報は関連が取れる。	工事事務所ごとの情報であるため，他工事事務所の情報と関連が取りにくい。
検索結果の伝送時間	画像・図形情報の伝送時間に時間がかかる。	画像・図形情報の伝送時間は基本的にかからない。

① 中小規模災害（震災，水害，土砂災害）への対応

i）運用の中心となる組織

工事事務所を中心に運用されるシステムとする。

ii）工事事務所の業務と必要となる機能

・災害時に被災状況を把握し，復旧に関する判断および復旧活動を行う。

・災害復旧情報支援システムはこのための管内の詳細なデータベースと，状況把握・復旧に関する判断および活動に関する支援機能を持つ。

iii）地方建設局の業務と必要となる機能

・災害時に各工事事務所の被災状況と復旧状況を把握し，事務所間の調整や情報交換が円滑に行われるよう指導する。

・災害復旧情報支援システムはこのための管内の広域データベースと状況把握のための支援機能を持つ。

② 大規模災害（震災）への対応

i）運用の中心となる組織

地方建設局を中心に運用されるシステムとする。

ii）工事事務所の業務と必要となる機能

・災害時に地方建設局の指示に基づき，状況把握のための情報収集と復旧活動を行う。

・災害復旧情報支援システムはこのための管内の詳細なデータベースと，状況把握および復旧活動のための支援機能を持つ。

・災害復旧情報支援システムは，特定の隣接工事事務所のシステムの機能が停止した場合に，隣接工事事務所のデータベース機能と，その状況把握および復旧活動支援機能をバックアップする機能を持つ。

iii）地方建設局の業務と必要となる機能

・災害時に各工事事務所の被災状況と復旧状況を把握し，事務所間の人員・資機材の最適配置を検討し，事務所に対して状況把握のための情報収集および復旧活動の指示を行う。

・災害復旧情報支援システムはこのための管内の広域データベースと状況把握および復旧に関する判断支援機能を持つ。

2）大規模災害発生時の事務所間バックアップの必要性

災害復旧情報支援システムには安全性，信頼性の観点から処理の内容に次の条件が要求される。

① 正確性～データが誤って処理されないこと。

② 迅速性～必要なデータが必要なときに得られること。
③ 継続性～業務処理が停止，停滞することなく，適用業務に影響を及ぼさないこと。
④ 機密性～データが漏洩または不当に開示されないこと。

このうち，特に継続性に関しては，災害復旧情報支援システムの性格から，

・適用業務が一定期間内に処理しなければならない。
・オンライン/リアルタイムで大量のデータ処理を行っている。
・システムが一旦停止すると，データ量や業務の繁雑さからみて手作業での復旧は困難である。

といった点を考慮しなければならない。

これら①～④の条件を満足するために，復旧業務の中心となるべき工事事務所の機能が停止するほどの大規模災害が発生した場合には，隣接の工事事務所に設置されたシステムがバックアップとして稼働し，災害によるシステムへの被害を最小限にとどめるものとする。実際にどの事務所システムが機能停止した場合にどの隣接事務所システムがバックアップするかは，それぞれの事務所間の対象業務の関連性，類似性やシステムの整備状況，処理規模や，情報交換の際に利用する通信回線の容量などからあらかじめ決めておくものとする。

つぎに，大規模災害が発生した場合の影響をデータ単位でとらえると，以下の６種類に分類することができる。

① 収集系統の混乱によるデータの重複（本来１件であるべきデータが２件以上のデータとして取り扱われるか，または２件以上のデータが１件として取り扱われる）
② 収集系統の混乱によるデータの変更（本来正しいデータが誤ったデータとして取り扱われる）
③ 収集系統の混乱によるデータの未収集（本来収集されるべきデータが収集されない）
④ データベースの機能損失によるデータの破壊（本来あるべきデータが存在しない）
⑤ 処理機能の損失によるデータの停止，停滞（処理が行われる過程でデータの流れが止まってしまう）
⑥ 処理機能の損失によるデータの漏洩（処理が行われる過程でデータが誤ったフローで流れてしまう）

これらのうち，システムの正確性は，①②③④に深く関係し，さらに迅速性は③⑤に，継続性は③④⑤に，機密性は⑥に深く関係する。

災害復旧情報支援システムは，バックアップを行うことにより①～⑥の影響を最小限度にとどめるシステムとする。

3）大規模災害発生時の地方建設局および工事事務所のシステム

大規模災害が発生した時の地方建設局と工事事務所のシステムについて，災害復旧業務の特徴，システムの機能，取扱う情報の観点から整理したのが表-Ⅰ・解5・7である。

5．2．3 システムの機器構成

災害復旧情報支援システムは，下記のような各機器によって構成される。
(1) データベースサーバ
(2) 処理装置
(3) シミュレーションエンジン
(4) システム間アダプタ
(5) 大型状況表示装置
(6) ローカルエリアネットワーク

[解 説]

災害復旧情報支援システムの基本的機器構成を図-Ⅰ・解5・11～図-Ⅰ・解5・12に示す。

(1) データベース・サーバ

データベースサーバーに要求される機能を以下に示す。

・基本情報，状況情報，加工情報を蓄積する。
・蓄積情報は文字・数値，図形，画像とする。

表-I・解5・7　大規模災害発生時の地方建設局・工事事務所のシステム

	地方建設局	工事事務所
業務の特徴	複数の工事事務所における被害状況，復旧状況，人員配置状況，復旧用資機材の情報を把握し，管内における人員・資機材の最適配置を検討し，管内全体の復旧計画の作成と，事務所間の調整を行う。	地方建設局の指示に基づいて，管内におけるほかの管理者の管理する道路を含めた被害状況，復旧状況と事務所の動員状況，復旧資機材等の情報を把握し，復旧作業を行う。
機能	・管内の広域なエリアについての状況把握および復旧に関する判断支援を行う。 ・広域図に，幹線道路の状況等重要な情報を表示する。 ・各工事事務所の集約した情報を収集する。 ・広域なエリアについてのシミュレーションを行う。	・事務所管内の状況把握および復旧活動のための支援を行う。 ・中域図，狭域図に復旧経路や地下埋設物等に関する詳細情報の表示を行う。 ・管内の詳細な情報を収集する。 ・管内のエリアについてのシミュレーションを行う。 ・特定の隣接工事事務所のバックアップを行う。
取扱う情報	・基本情報 管内の状況把握および復旧に関する判断支援に必要な情報と，主要幹線等，管内の概要を把握するための広域図（震災時の震源情報や広域な範囲を表示するもので，管内の全体的な把握に利用する。）を取扱う。 ・状況情報 各工事事務所が地方建設局の指示に基づいて収集した情報を取扱う。 ・加工情報 平常時からシミュレーションを行なっておくと情報と災害発生後に作成する情報を取扱う。	＜当該事務所分＞ ・基本情報 状況把握および復旧活動のため支援に必要な工事事務所管内の情報と，管内全域の状況把握を行なうための中域図（変状等の表示などある程度の規模の範囲を表示するもので，事務所管内全域での状況把握や復旧経路の検討等広い範囲での検討に利用する。）および地下埋設物設置位置や道路幅員等を表示するための狭域図（被災箇所周辺のより詳細な状況を表示する。）を取扱う。 ・状況情報 状況把握および復旧活動のための支援に必要な詳細な情報を取扱う。 ・加工情報 平常時からシミュレーションを行っておく情報と，災害発生後に作成する情報を取扱う。 ＜隣接工事事務所分＞ ・基本情報 状況把握および復旧活動のための支援に必要な詳細な事務所管内の情報と，管内全域の状況把握を行なうための中域図と復旧活動を行なうための狭域図を通常から取扱う。 ・状況情報 隣接工事事務所管内の詳細情報を受信，蓄積する。 ・加工情報 バックアップ後作成した情報を取扱う。

・LANに接続する。
・データベース機能を実現するためのソフトェアを組み込む。

上記機能を実現するため，エンジンの目標性能は次の基本的考え方を持って想定する。

・現在のパソコンの高性能クラスである32ビットマシンで，性能は5 MIPS位である。
・同等クラスのマシンを使用し，画像や写真，文書をファイルする光ディスク・ファイリングシステムの応答速度(キーボードから文書を取り出す指示を与えてから写真や文書がディスプレイに表示されるまでの時間)が，5～15秒位である。したがって，本システムの要求性能（検索時間2～5秒）を満たすためには5～10倍以上の性能を必要としている。
・高性能のワークステーションの性能が現在，40 MIPS位である。

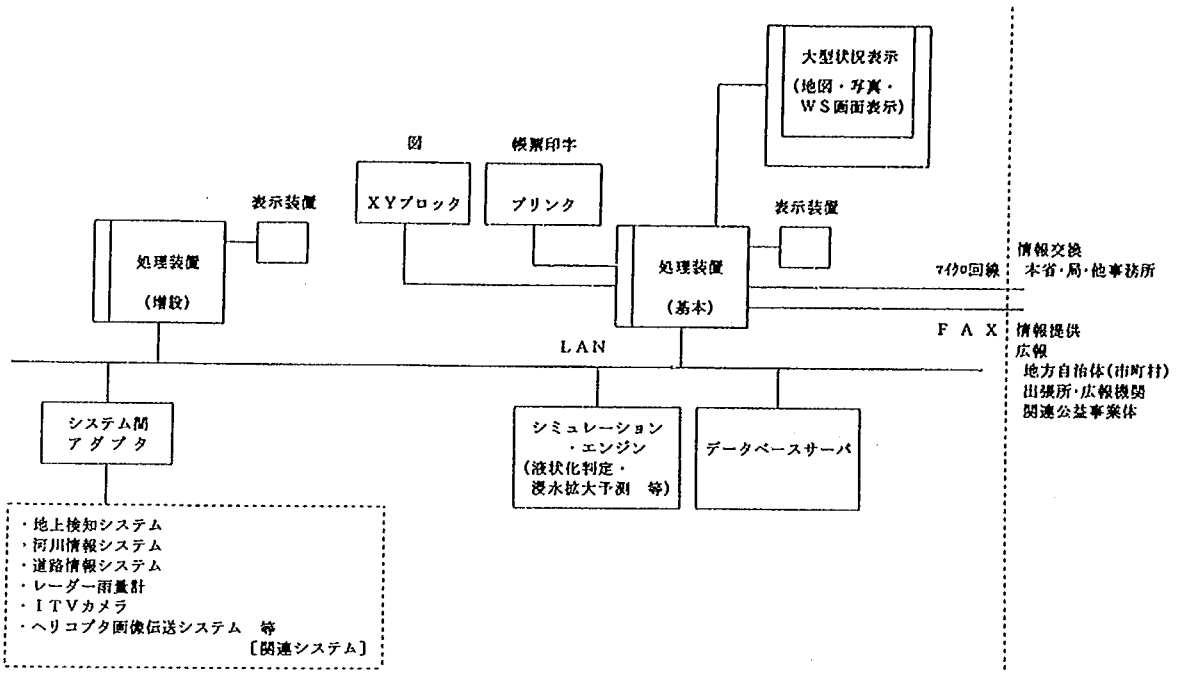


図-I・解5・11　災害復旧情報支援システムの基本的機器構成（工事事務所）

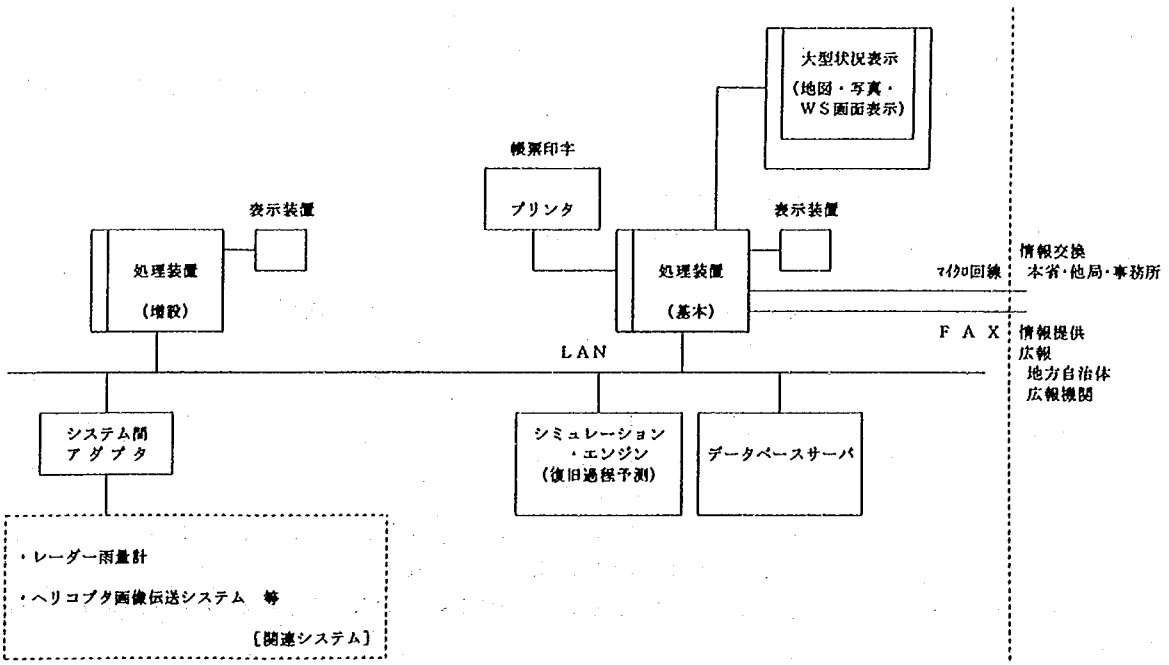


図-I・解5・12　災害復旧情報支援システムの基本的機器構成（地方建設局）

以上から，データベース・サーバーの機能を考えると，50～100 MIPS が必要と考えられる。

(2) 処理装置

処理装置に要求される機能を以下に示す。

・運用を行うためのマンマシンとして操作や表示を行う。
・文字・数値，図形，画像情報をマルチウィンドウを使用してカラー表示する。
・データベース・サーバーやシミュレーションエンジンに対するアクセス要求を出す。
・大型状況表示装置，プリンタ，XY プロッタを接続し，出力を制御する。
・LAN に接続する。この場合，1 台は基本処理装置とし，大型状況表示装置，運用プリンタ，XY プロッタを接続する。2 台目以降の処理装置は増設処理装置とする。
・サブシステムの機能を実現するためアプリケーションソフトウェアを組み込む。

処理性能については上記機能を満足させるものとして，以下のとおりとする。

・処理性能	50～100 MIPS	
・主記憶装置	40 MB	
・磁気ディスク装置	1000 MB	
・ディスプレイ	CRT サイズ	：20 インチ
	表示色	：カラー
	解像度	：1280×1024 ドット
・プリンタ	レーザプリンタ	：300～400 トット/インチ
・スキャナ	分解能	：300～400 トット/インチ
・ソフトウエア	OS は UNIX とする。	

上記処理装置の購入に要する費用は，おおむね 2000 万～3500 万円程度である。

(3) シミュレーションエンジン

シミュレーションエンジンに要求される機能を以下に示す。

・処理装置からのアクセス要求に従い，データベース・サーバーから必要情報の提供を受けシミュレーションを行う。
・LAN に接続する。
・各種シミュレーション機能を実現するためのソフトウェアを組み込む。

上記機能を満足するためには，エンジンの処理性能はデータベース・サーバーと同様の考えで，50～100 MIPS 以上が必要と考えられる。

(4) システム間アダプタ

システム間アダプタに要求される機能を以下に示す。

・関連システムを接続するためのインターフェイスを持つ。
・LAN に接続する。
・関連システムから入力した情報のフォーマットを変更し，データベースに格納する。
・データフォーマットの変更を実現するためのソフトウェアを組み込む。

(5) 大型状況表示装置

大型状況表示装置に要求される機能を以下に示す。

・文字・数値，図形，画像をマルチウィンドウを使用してカラー表示する。
・静止画像と，VTR やヘリコプタ画像等現場からの映像を表示する。
・システムの把握しているリアルタイム情報や現場からの画像・映像情報を適時選択して表示する。
・大局的な状況を把握するためのものであり，大画面表示が必要である。

大型表示装置を工事事務所または地方建設局の会議室等で使用する条件で，使用環境と必要な画面寸法に対応した方式を以下に示す。

（環境）	（画面寸法）	（方式）
明室	30～40型	CRT，PDP，LCDの直視型
明室	40～50型	CRT，LCDの背面投射
暗室	40～120型	CRT，LCDの前面投射

ただし

CRT　：通常のカラー受像管

PDP　：プラズマディスプレイパネル

LCD　：液晶ディスプレイ

直視型　：ディスプレイ面を直接見る方式

背面投射：CRT，LCDの画像をレンズ系で透過スクリーン上に背面から投射し前面より見る方式

前面投射：CRT，LCDの画像をレンズ系で反射スクリーン上に前面から投射して見る方式

50型以上の大画面ディスプレイは価格的にも投射型が有利であり，CRTとLCDが競合している。直視型の大画面ディスプレイは，CRTが圧倒的に優位である。しかし現状では重量・容積の点から，40型程度が限界である。CRT投射方式は，初期の段階は解像度も輝度も不充分であったが，最近は種々の改良が加えられ，スクリーン上で直視形に近い解像度と輝度が得られるようになった。直視型LCDの主流は3～6型であるが，高コントラスト14型フルカラーLCDや，HDTV用の14.3型パネルが開発されている。LCDで27型以上の直視型大画面ディスプレイが実用化されるのは，まだ先のことである。また，直視型LCD大画面ディスプレイが実現する前に，42型フルカラー投射型LCDが開発されている。

表-I・解5・8に，背面投射・前面投射CRTでの大型状況表示装置仕様例を示す。

表-I・解5・8　大型状況表示装置仕様例

メーカー	松下	日立	ソニー
品番	TH－S716B	C70－2010R	PVP－6000QJ
画面サイズ	70型	70型	60型
CRT	9型	9型	7型
明るさ	200ft－L	100ft－L	150ft－L
表示ドット数	1280ドット ×1024ライン	1280ドット ×1024ライン	1280ドット ×1024ライン
走査周波数　水平 垂直	15～90KHz 38～155Hz	15～70KHz 40～125Hz	15～65KHz 38～150Hz
デジタルコンバーゼンス対応周波数	標準2周波（ソースセレクタとの組合せで16周波まで対応可）	16周波	1周波
外形寸法　横幅 高さ 奥行	158.0cm 198.0cm 124.0cm	144.7cm 198.0cm 110.6cm	130.0cm 190.0cm 99.0cm
重量	約300kg	約250kg	約210kg

上記一覧表の大型状況表示装置の費用については，投射機以外にスクリーンや取付工事，調整等を含めて，おおむね1000万～2000万円程度である。

(6)　ローカルエリアネットワーク

本システムのように，分散型システムでは，ローカルエリアネットワーク（LAN）が重要な機能となる。したがってシステム導入設計時に，トランザクションの量や画像データの通信量を分析した上で，導入するLANを決めていくことにする。

現段階では，要求性能で求められた10MbpsをベースにLANの導入を目標とする。

今後数年間に解決すべき課題として，通信コストの低減を大前提とした上でマルチメディア化，高速化，イン

テリジェント化，高信頼化等がある。これらにより音声，画像，文字・数値を含めたマルチメディアに対応する通信が可能となる。さらに数年後～10数年後には，ミリ波無線を用いた無線LANによる画像などの高速データ伝送等が可能になると思われるが，これによって災害時での災害対策本部の設置に合わせた状況表示装置やプリンタ，処理装置等の配置を比較的自由に行えるようになろう。

5．3　整備計画

工事事務所に必要とされる機能には，事務所の種別や地域特性に応じて優先順位がつけられる。本システムの構築においては，経済性や効果の点から，この優先順位を考慮し，必要機能に応じた段階整備を行うものとする。このためにシステム導入にあたっては，調査，段階的整備方策，各段階に合わせた費用を検討し，整備方策を作成する。

［解　説］

システムの対象となる工事事務所には，河川系，道路系の種別があり，またその管理範囲も都市内や山間部さまざまである。そのため事務所の種別やおかれている地域特性により，各工事事務所が優先的に対応すべき災害の種別に違いがある。この点を考慮して災害復旧情報支援システムの必要機能においても，各工事事務所が必要とする機能に優先順位を決定する必要がある。

ここで，モデル事務所として，関東地方建設局管内の荒川上流工事事務所および相武国道工事事務所の2事務所を選定し，これらの事務所を対象として行ったケーススタディの結果から，各事務所におけるシステムの段階的な整備の考え方について整理するとともに，各段階に応じたシステムの整備に要する概算費用を見積ると以下のとおりである。

(1)　段階的整備方策

モデル事務所を対象として実施したヒアリングおよびアンケート調査の結果をもとに，モデル事務所における情報および関連システムの整備状況の整理を行った上で，各事務所の条件に適合した災害復旧情報支援システムを検討し，またシステムの段階的整備の考え方を機能，機器および情報の観点からまとめると，以下のように整理できる。

1）機能の整備

工事事務所におけるシステムの段階的整備を考える際には，対象となる事務所の業務内容（河川系・道路系）および地域特性（都市内・山間部の有無等）が重要な要因になる。また，河川系，道路系とも，日常的に経験の多い災害に対応する機能の優先度が高いことや，システムの経済性を考慮して，各モデル事務所におけるシステムの機能の段階的整備の考え方を表-Ⅰ・解5・9～表-Ⅰ・解5・10のように整理するとともに，各段階ごとのシステム構成を図-Ⅰ・解5・13～図-Ⅰ・解5・14のように想定した。

2）機器の整備

各モデル事務所におけるシステムの第一段階の機能を満足するためには，収集系，処理系，表示系，伝達系の各装置について当初からの整備が必要になる。また，各装置の性能についても，投資効率等を考慮すると，当初より最終段階をにらんでおく必要がある。したがって，災害復旧情報支援システムのうちハード機器については，システム導入時にすべての機器を整備し，最終段階までその構成は同一のものとするのがよい。各モデル事務所におけるシステムの機器構成を図-Ⅰ・解5・15～図-Ⅰ・解5・16に示す。なお，処理装置については，最少1台から複数台までの構成が可能であるため，運用状況を考慮しながら必要に応じて増設することができる。

表-Ⅰ・解5・9　荒川上流工事事務所を対象とした機能の段階的整備方策の例

	第一段階	第二段階
整備の考え方	水害に関する全機能を整備する	震災に対する全機能を整備する
機能	(水害復旧計画作成支援システム) 浸水域の計測・表示 浸水域の拡大予測 被災地点・被災情報表示 道路冠水予測 水防用資機材情報表示 復旧用資機材情報表示 復旧用資機材の選定 復旧用資機材の必要量予測 被災額・被災人口予測	(地表変状情報の処理システム) 地震情報表示 液状化および地盤流動・地盤ひずみ予測 施設被害予測 施設情報表示 被害情報表示 復旧情報表示 (震災復旧計画作成支援システム) 地震情報集計 平常時データベース 被災情報集計 復旧情報集計 復旧シミュレーション

表-Ⅰ・解5・10　相武国道工事事務所を対象とした機能の段階的整備方策の例

	第一段階	第二段階	第三段階
整備の考え方	土砂災害に関する全機能と震災に関する機能のうち特に優先度の高い機能を整備する	震災に関する機能のうち優先度の高い機能を整備する	震災に関する機能のうち優先度の低い機能と水害に関する機能のうち必要な機能を整備する
機能	(地表変状情報の処理システム) 地震情報表示 液状化および地盤流動・地盤ひずみ予測 施設被害予測 施設情報表示 (震災復旧計画作成支援システム) 地震情報集計 (土砂災害復旧計画作成支援システム) 土砂災害発生予測 復旧資材情報表示 土砂流木処理場情報表示 土砂災害拡大予測 土砂災害復旧工法選定 土砂災害復旧優先箇所選定	(地表変状情報の処理システム) 被害情報表示 復旧情報表示 (震災復旧計画作成支援システム) 平常時データベース 被災情報集計	(震災復旧計画作成支援システム) 復旧情報集計 復旧シミュレーション (水害復旧計画作成支援システム) 浸水域の計測・表示 浸水域の拡大予測 被災地点・被災情報表示 道路冠水予測

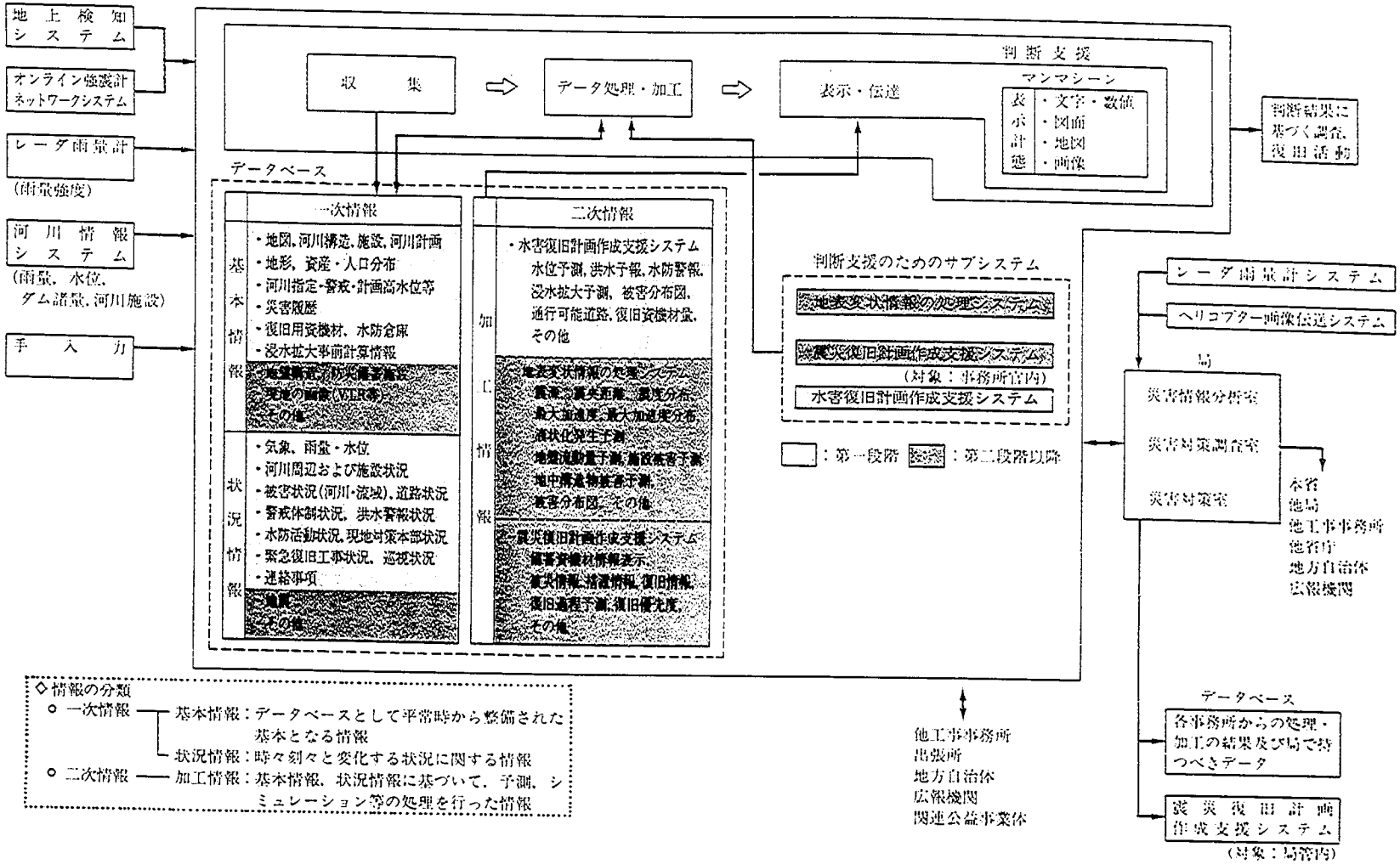


図-I・解5・13　荒川上流工事事務所における災害復旧情報支援システムの構成（第1段階）

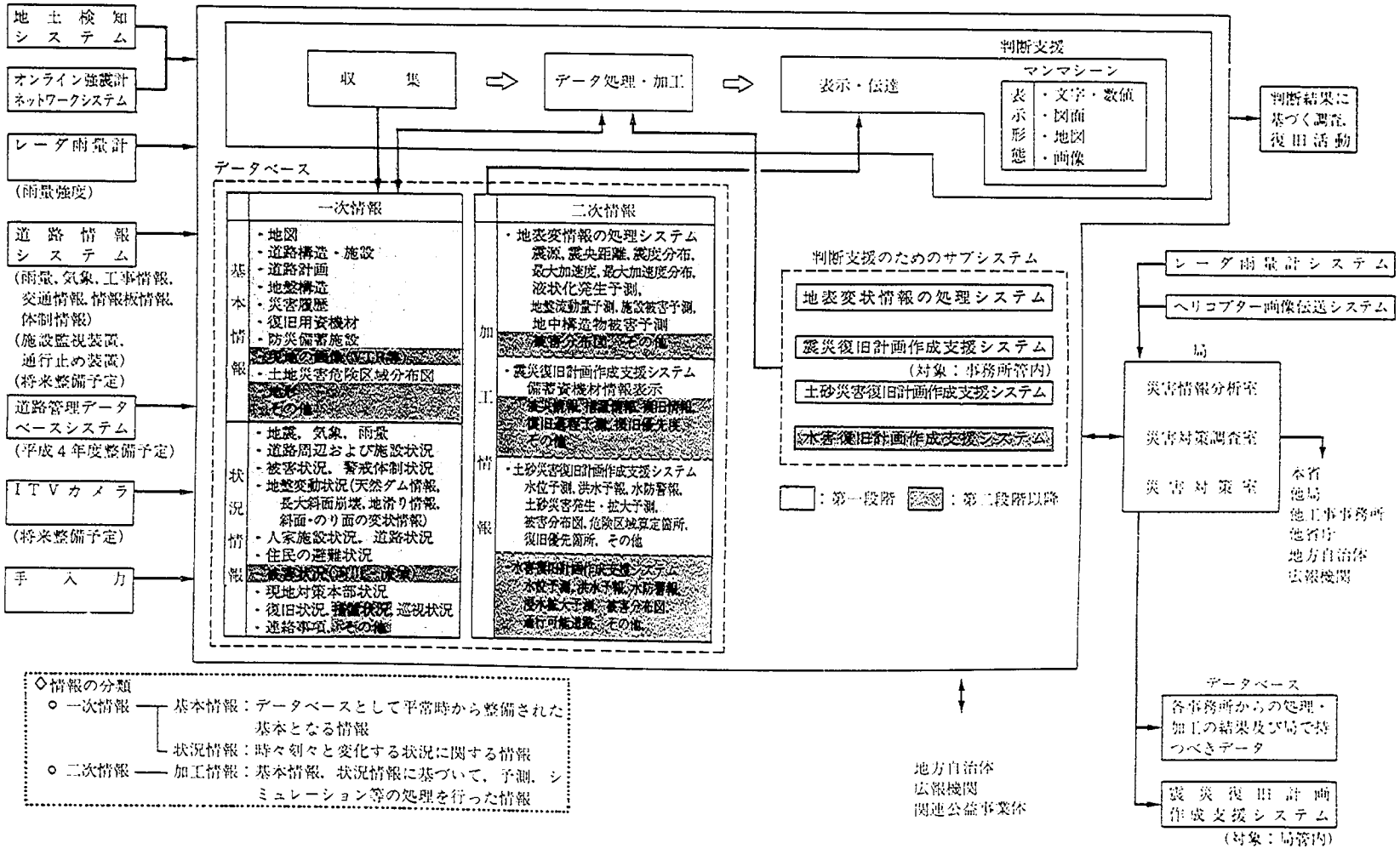


図-Ⅰ・解5・14　相武国道工事事務所における災害復旧情報支援システムの構成（第１段階）

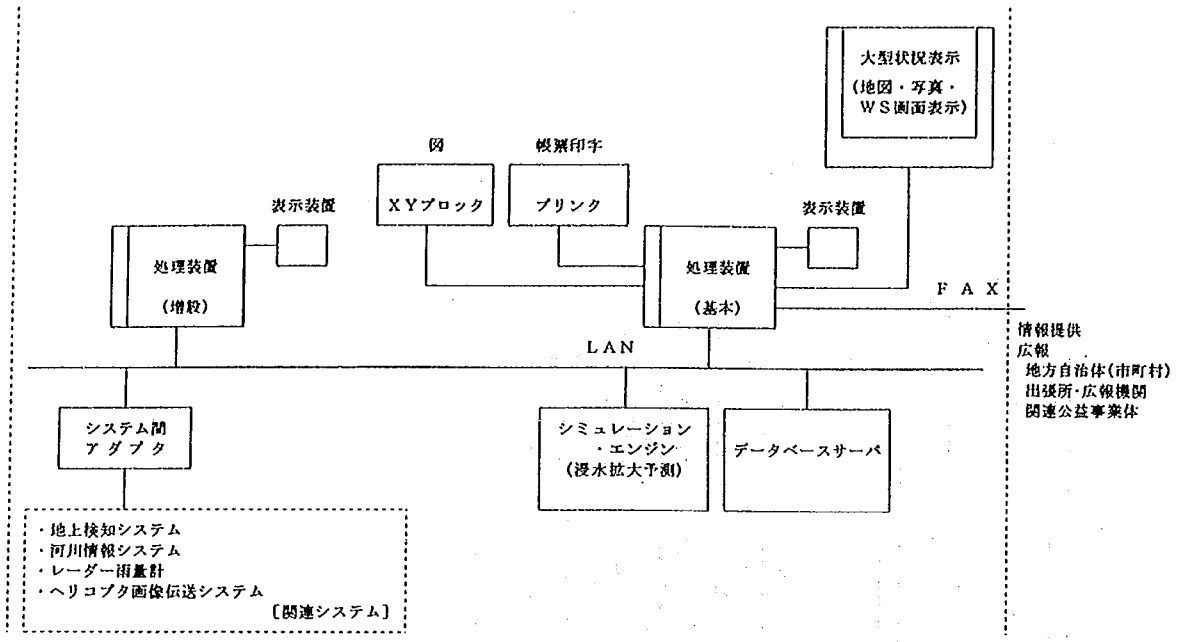


図-I・解5・15　荒川上流工事事務所における災害復旧情報支援システムの機器構成

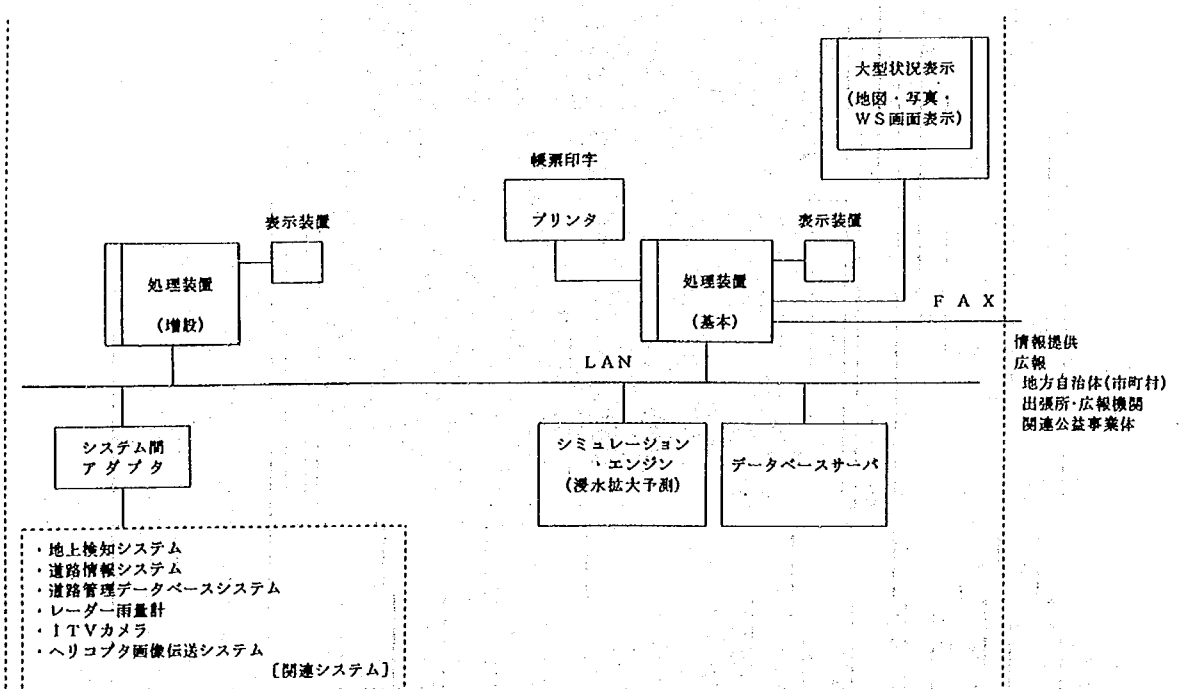


図-I・解5・16　相武国道工事事務所における災害復旧情報支援システムの機器構成

3）情報の整備

災害復旧情報支援システムの情報の整備は，工事事務所における情報の保存・管理の状況とシステムの段階整備を考慮しながら行う。システムに必要な情報が事務所において保存・管理されていなければ，新に情報の保存・管理を行う必要がある。保存・管理されている情報が台帳や帳票の形で整備されていれば，人手によって災害復旧情報支援システムに入力し，データベースとして整備する。また，関連システムとの情報の整備に関しては，MT等の媒体による整備とオンラインによる整備が考えられる。ただし，関連システムの情報を取り扱うためには，データの変換が必要となる。

(2) システムの整備に要する費用

災害復旧情報支援システムの費用の内訳を図-Ⅰ・解5・17に示す。

前項の結果に基づいて，整備段階に応じたシステムの整備に要する概略の費用を算出すると，表-Ⅰ・解5・11～表-Ⅰ・解5・12のとおりである。

なお，今回の費用見積りに際しては，直接作業に必要となる人件費のみを対象としたものであるため，実際の導入を検討する場合には，別途詳細な見積りを行う必要がある。

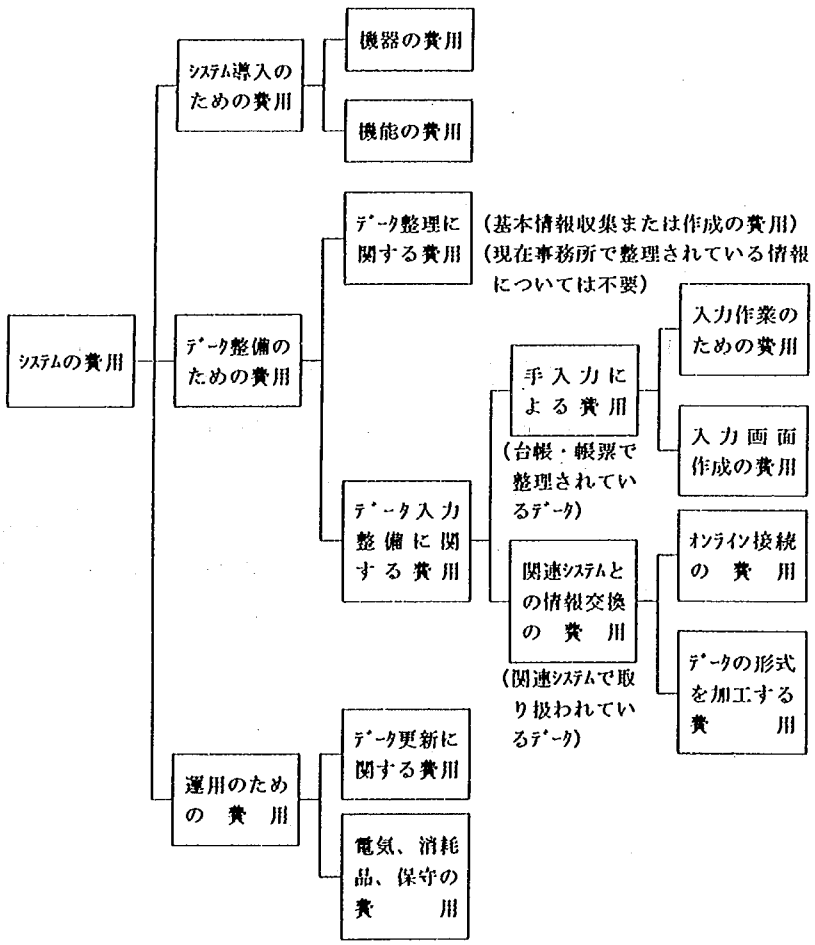


図-Ⅰ・解5・17　システムの費用

表-Ⅰ・解5・11　荒川上流工事事務所を対象としたシステムの整備費用（直接費用のみ）の見積り例

項目			合計（千円）	段階構築（千円）	
				第一段階	第二段階
導入時	内訳	機器の費用	256,500	256,500	—
		機能の費用	181,500	59,400	122,100
		データ整備に関する費用	11,200	11,200	—
		入力作業のための費用	66,700	66,400	300
		入力画面作成の費用	42,300	42,300	—
		関連システムとの情報交換の費用	33,300	33,300	—
	合計		591,500	469,100	122,400
運用時（年間）	運用のための費用		—	16,200	16,200

表-Ⅰ・解5・12　相武国道工事事務所を対象としたシステムの整備費用（直接費用のみ）の見積り例

項目			合計（千円）	段階構築（千円）		
				第一段階	第二段階	第三段階
導入時	内訳	機器の費用	254,500	254,500	—	—
		機能の費用	238,300	120,800	46,200	71,300
		データ整理に関する費用	—	—	—	—
		入力作業のための費用	87,700	87,400	—	300
		入力画面作成の費用	54,100	54,100	—	—
		関連システムとの情報交換の費用	53,500	53,500	—	—
	合計		688,100	570,300	46,200	71,600
運用時（年間）	運用のための費用		—	18,100	18,100	18,200

第6章　システムの平常時における活用

災害復旧情報支援システムは，災害時において災害の復旧業務の支援を主な目的とするが，平常時においてもその機能と情報を活用し，業務の効率化を実現することができる。

〔解　説〕

災害復旧情報支援システムは，災害時のみならず，平常時の業務にも活用することのできる利用効率の高いシステムである。また，システムの平常時の活用は，災害時において，円滑に機器の操作を行うためにも必要である。

システムの平常時の活用としては，各サブシステムの機能を平常時に活用するものと，収集した情報を平常時に活用するものがある。

(1)　各サブシステムの機能の活用

災害復旧情報支援システムの構成要素である地上検知システムや処理系のサブシステムの機能を活用するもので，次に示すものがある。

1）巡視業務の効率化

災害復旧情報支援システムの収集系である地上検知システムの情報収集機能を巡回業務に活用し，業務の高度化，効率化を図る。これは地上検知システムの携帯用端末装置や伝送装置を利用して収集した巡回情報をデータベースに格納するとともに，これら巡回情報をもとにして，巡回日報，週報，月報の作成を行うもので，巡回業務の高度化，効率化を図る。

2）危険区域の重点監視

各サブシステムの危険区域の状況の表示・予測機能により，巡回で危険区域を重点的に監視し，災害の事前防止を行う。

3）復旧用備蓄材の管理点検

復旧用備蓄材の管理点検を行い災害に備える。

4）防災訓練への活用

震災，水害等のシミュレーション機能により，災害時を想定した訓練を行い災害に備える。

(2)　収集した情報の活用

一次情報や二次情報の活用方法は次に示すとおりである。

1）施設管理への効率化

基本情報や収集した状況情報から施設に関する現状を把握し，その結果をもとに適切な推持・修繕を行うことで施設の保全を図る。

2）工事計画立案への活用

震災，水害等のシミュレーション結果を工事計画の立案に活用することで，計画の見直し等を行い災害への事前防止を図る。

3）災害報告書の作成への利用

災害報告書の作成に利用する。

第7章　システム導入にあたっての体制整備

システム導入にあたっては，導入システムの検討やシステム運用のための体制を整備する必要がある。

[解　説]

システムの導入を行うためには，システムに対するニーズ調査，段階的整備方策の作成，費用の検討などを行い，導入方針を確立するための体制と，導入後，システムを長期的に管理し，効果的に運用して行くための管理・運用体制についてあらかじめ定めておく必要がある。

それぞれについて，災害復旧情報支援システムに必要な体制を以下に示す。

なお，体制については，管理を直轄，作業を外部委託とすることも一案であるが，これについては，システムを導入する事務所等の組織および業務を考慮して検討する必要がある。

(1)　システム導入のための体制

システムを導入する工事事務所または地方建設局に次の担当者を設ける。

1）調査担当者

災害復旧情報支援システムに対するニーズ調査と関連システムおよび情報の整備状況に関する実態調査を実施し，分析結果を整理する。

2）システム導入検討担当者

調査の分析結果を踏まえ，最適な段階的整備方策を作成し，システムの機器・機能・データの整備指針，導入計画，業務の移行手順を示すとともに，導入および運用・保守にかかる費用を見積る。

3）機能・機器に関する設計および製作担当者

段階的整備方策に基づき，機器・機能の設計選定，設計書の作成，製作を行う。

4）データ整理担当者

新たに整理する必要のあるデータの入手および台帳・帳票化を行う。

5）データ入力整備担当者

台帳・帳票化されているデータについて入力画面の設計・製作および入力作業を行うとともに，オンラインで入力されるデータについて関連システムとの接続および取り込んだデータの加工に関する設計・製作を行う。

(2)　システム運用のための体制

システムを導入した工事事務所または地方建設局に次の担当者を設ける。

1）システムの利用者

担当業務の職掌と権限に応じて許可される情報の閲覧および書換えの範囲内でシステムを利用する。また，システムの利用範囲に合わせて，講習会の機会を与えるものとする。

2）データ整理担当者

データを決められた形式にしたがって収集し，規定された入力書式へ記入する。

3）システムの運用責任者

データのデータベースへの登録，更新・削除等のデータ管理，ハードウェア・ソフトウェアの管理およびシステムの稼動状態の管理を行う。

4）ハードウェアシステム保全者

ハードウェアの保守およびオペレーションシステム（OS）やデータベース・マネージメント・システム（DBMS）等のソフトウェアの管理を行う。

5）災害復旧情報支援システム総括責任者

地方建設局レベルおよび全国レベルで災害復旧情報支援システムの統一が図れるように，システムの総括管理を行う。

第２編　震災復旧編

第１章　震災・復旧情報収集システム

１．１　震災復旧の流れと必要な情報

１．１．１　震災復旧の流れ

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

本復旧のために必要な詳細調査を行うとともに，本復旧を行う段階

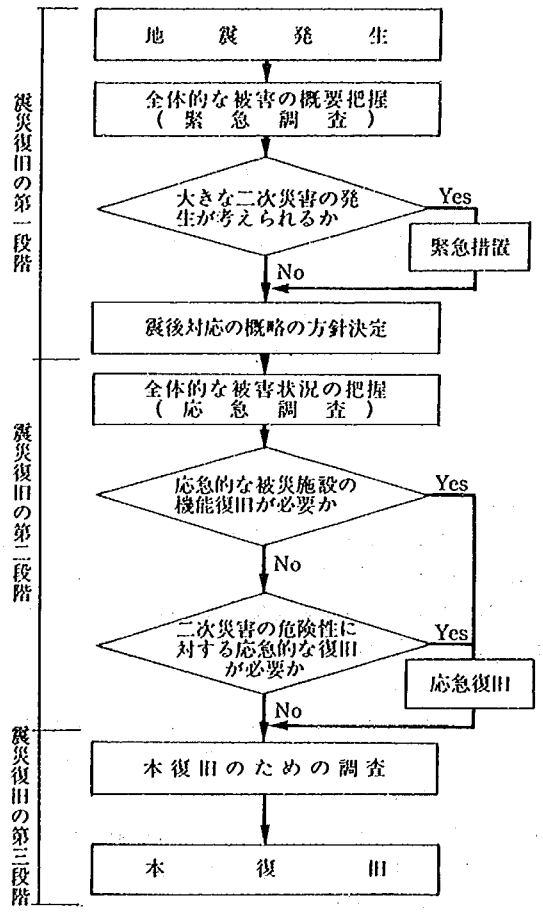


図-II・1・1　震災復旧の流れ

［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）

震災復旧の第１段階では，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する。このため，緊急調査では詳細さよりもむしろ迅速さに重点をおき，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となる。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。

(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）

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，必要とされる箇所にはどこから，どの程度

の応急復旧を行うかの判断が最も重要となる。応急復旧が必要な場合には，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。

(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）

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実施する。

1．1．2 情報収集の基本方針

(1) 一般

大規模な震災が発生した場合には，被害の拡大防止対策，二次災害防止対策及び被災した施設の復旧対策を適切に実施することが，被害の拡大や社会不安の増大を防ぐ上で重要である。このため，震災復旧に係わる情報を，震後の時間経過に応じて的確かつ迅速に収集し，円滑な復旧に役立たせるものとする。

(2) 震災復旧の第1段階

以後の対応・復旧の基本方針を定めるために，被害状況の概略の全体像，及び，大きな二次災害につながる可能性のある被害に係わる情報の収集を行う。

(3) 震災復旧の第2段階

応急復旧の必要性等を判断するために，被害状況の全体像，二次災害の可能性，及び，被害の拡大に係わる情報の収集を行う。

(4) 震災復旧の第3段階

地域の将来計画・復興計画を考慮して本復旧を行うために，復旧工法の選定等に係わる詳細な情報の収集を行う。

［解 説］

(1) 震災復旧の第1段階

震災復旧の第1段階では，管理施設の被災状況を網羅的に把握することに重点がある。このため，主として以下の項目を考慮した情報収集を行う。

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。

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) 所管外施設の被害が，所管施設に大きな影響を与えていないか。

また，情報収集に際しては，以下の点に注意しなければならない。

1)軽微な被害及びその対応に目を奪われない。

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，調査が全て終了するまでわからない。したがって，まず全体像の把握に全力を尽くす。

3)調査の状況及び調査により得られた情報は，できる限りリアルタイムで事務所，出張所等に伝達する。

(2) 震災復旧の第2段階

震災復旧の第2段階では，緊急調査により被害が発見された箇所を中心として，全所管施設に対して被害状況の把握を行う。主として，以下の項目を考慮した情報収集を行う。

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。

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。

3) 本復旧に至るまでの間に，当該施設の被害の大規模な進展があるか。

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。

(3) 震災復旧の第3段階

震災復旧の第3段階になると，一般に震後の混乱も治まり，また，応急復旧により短期的な施設の機能も満足されているため，本復旧における施設の機能及び施設の耐震性の水準をどのように進めるかを判断するための，

施設毎の詳細な情報の収集に重点をおく。

1．1．3　震災復旧の第1段階に必要とされる情報

震災復旧の第1段階における緊急調査では，以下の項目に係わる情報の収集に重点をおくものとする。
(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］

(1) 地震の特性及び余震，津波，気象条件

1）本震の特性
① 震源，震央域の概略の範囲（管理区域との距離）
② 規模

2）余震
① 余震情報
② 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

3）津波
① 津波情報（到達時間，波浪高さ）
② 沿岸部及び河川下流域での津波の影響範囲

4）気象条件
① 雨，雪，台風，高潮等の気象情報
② 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・緊急措置の方法ならび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

本震による一次災害発生後には，一次災害に起因する各種の二次的な影響が予想される。二次的影響の形態を施設の種類毎に分類すると表-II・解1・1に示すようになる。

二次災害の可能性は，震災復旧の第1段階だけでなく，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段階では特に，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段階で取り扱うべきかは，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。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は，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しい。

(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は，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段階で考慮する必要がある項目は，以下の通りである。
a）緊急措置が以後の復旧に与える影響に係わる情報
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

表-Ⅱ・解 1・1　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→河川利用制限	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

1．1．4　震災復旧の第2段階に必要とされる情報

震災復旧の第2段階における応急調査では，以下の項目に係わる情報の収集に重点をおくものとする。
(1) 被災状況及び程度
(2) 一次災害に伴う二次的影響（二次災害を含む）の程度
(3) 一次災害に伴う二次的影響（二次災害を含む）の発生する確率
(4) その他

［解　説］

(1) 被災状況及び程度

1）全体被害の状況

① 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，周辺施設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間で，次のような状況が想定されるためである。

i）周辺地域で重大な災害が発生している場合には，管轄施設の復旧だけでなく，周辺地域の復旧に対して人員・資機材等を支援する立場になることがある。

ii）周辺地域が当該地域と同程度の被害度の場合には，周辺地域と緊密な連絡・協議を行いつつ応急復旧を実施する必要がある。

iii）当該地域の被害が周辺地域より著しい場合には，当該地域が応急復旧の主導的立場に立つ必要がある。

② 当該地域の被害状況の全体像

i）人的被害……死者，行方不明者等

ii）建物被害……倒壊，焼失

iii）都市機能被害……上下水道，ガス，電気，電話，交通等

iv）関連施設被害……当該施設に影響を及ぼす施設の被害

2）構造物としての耐荷力の低下程度

3）施設機能の低下程度

(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-II・解1・1に示したように，タイプA～Dに分けられる。それぞれのタイプ毎に，二次的影響として収集すべき情報を示すと次のようになる。

1）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を調査する。

2）タイプB

タイプAに伴って新たに生じる被害であり，次の項目を調査する。

① 影響を与える地域の範囲

② 影響の程度

i）人的要素

居住者，滞留者等の人口，世帯数等

ii）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

3）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，次の項目を調査する。

① 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よる復旧の遅れ

② 社会的影響
- 道路交通等の不能に伴う食料等の不足
- 河川からの取水施設の被害に伴う農作物への影響
- 下水道施設の被害に伴う生活環境の悪化

③ 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）

4）タイプD

一次被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こされる災害であり，次の項目を調査する。

① 河川施設

低下した流下機能を上回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る。影響の調査はタイプBに準じる。

② 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）を調査する。

5）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る。影響の調査はタイプDに準じる。

(3) 一次災害に伴う二次的影響の生じる確率

二次的影響の生じる確率を判断するためには，これを生じさせる発生促進要因に係わる情報を収集することが重要である。二次的影響の発生促進要因として収集すべき情報を示すと次のようになる。

1）自然的要因

① 道路施設に対する要因
- 余震
- 降雨

② 河川施設に対する要因
- 余震（堤体被害の拡大）
- 水位上昇（被害部分からの浸水）

2）人為的要因

① 道路施設に対する要因
- 重量車両の通行（落橋，路肩崩壊）等

② 河川施設に対する要因
- ダムの放流による水位の上昇等

以上，震災復旧の第2段階に必要とされる情報をまとめると表-II・解1・2のようになる。

表-II・解 1・2　震災復旧の第２段階で必要とされる情報

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，軽徴か	・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，軽徴か	・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，軽徴か
	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 ・水位上昇の可能性（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
応急復旧開始までの制約条件	社会的条件	・緊急救助等の活躍中のため，復旧開始ができない場合 ・行方不明者の捜索のため復旧開始ができない場合 ・復旧責任分担者の確定ができ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	・緊急救助等の活躍中のため，復旧開始ができない場合 ・行方不明者の捜索のため復旧開始ができない場合 ・復旧責任分担者の確定ができ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

分　類	評価項目	道　路	河川・海岸・砂防	下 水 道
応急復旧開始までの制約条件	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 ・地域の祭り等の行事がある場合	・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 ・地域の祭り等の行事がある場合	・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 ・地域の祭り等の行事がある場合
	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増加する場合

1．1．5　震災復旧の第3段階に必要とされる情報

震災復旧の第3段階における調査では，以下の項目に係わる情報の収集に重点をおくものとする。

(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

1．2　地上からの震災・復旧情報収集システム

1．2．1　一般

(1)　地上からの震災情報の収集は，震後の時期区分に応じて，現地の被害状況を確実に把握できる方法により実施する。
(2)　震災情報の収集には，既存の地形地盤資料及び施設の建設時の図書等を有効に活用する。
(3)　一般住民から広く情報を収集できる体制を組んでおくのがよい。

［解　説］

(1)　震後の時期区分に応じた情報収集方法

震災情報の収集を行う場合には，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収集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時間区分で同一ではない。したがって，震後の時期区分に応じた方法により情報収集を行うことが重要である。

震後の時期区分に応じて，震災情報の収集方法に要求される特徴を挙げると以下のようになる。

１）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・ビデオ等の利用が考えられる。この段階の情報収集には，ある程度正確さよりも迅速さが優先される。

２）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調査し，応急復旧の必要性の判定及び応急復旧工法の選定のための資料を収集するものである。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，上空から得られた写真，ビデオ映像等との照合による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。

３）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情報収集であり，この段階になると震後の混乱もかなり治まっていることから，かなり詳細な調査方法を採用することができるようになる。なお，本復旧のための情報収集では，被災原因の究明に係わる項目の調査を適宜取り入れるのがよい。

表-II・解1・3は，地上からの震災情報の収集に利用できる主要な方法を，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，適切な情報収集方法を選択するのがよい。

(2)　緊急調査及び応急調査を実施する上での留意事項

１）第一にパトロールカーは，緊急サイレン（赤色点滅）で調査地域に直行し，パトロールを実施しなければならない。しかし，道路自体の被害のため，車両が通行不能となる場合が多く，また，道路混雑のため車両による迅速なパトロールができなかった事例も多い。後者のような場合には，自動車よりも自転車や自動２輪等の利用が有効な場合もある。

表-II・解1・3　震後の時期区分に応じた情報収集方法の分類

情報収集方法	適用性		
	第１段階	第２段階	第３段階
目視調査	◎		
写真撮影	◎	○	○
ビデオ撮影	◎	○	
平面，縦横断測量		◎	◎
地盤調査		○	◎

２）地震直後には，一般に，電話回線の利用ができないため，パーソナル無線やマイクロ携帯無線を必ず携帯するようにする。ただし，無線も万能ではないため，取扱い等に関して事前に十分検討しておく必要がある。なお，情報収集結果の連絡の詳細については，「２．４地上調査班からの情報伝達」に示す。

３）緊急調査については第一線の施設管理者だけでは十分に対応できない場合も考えられるため，あらかじめ，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)　既存資料の活用

情報収集（特に，応急調査段階）に際しては，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。

(4)　一般住民からの情報収集

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。したがって，広く一般住民から情報を入手し，適切に分類・確認し，復旧方針の策定に役立たせる体制作りが重要である。これについては，「１．２．７一般住民からの情報収集」に示す。

1，2，2　緊急調査で収集すべき情報

緊急調査で収集すべき情報は，「1．1．3震災復旧の第一段階に必要とされる情報」に規定する情報を基本として，上空からの情報収集との連携を考慮して定めるものとする。

〔解　説〕

(1)　収集すべき情報

緊急調査の要点は，「1．1．2情報収集の基本方針」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。

1）道路施設

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。

①　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-II・解1・4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。

表-II・解1・4　被害状況と交通機能の分類（道路施設）

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ない場合	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，通常の交通が困難な場合	通行規制
大被害	通行ができない場合	通行止め

②　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。

③　大きな二次災害の危険性の把握

二次災害の中には「1.1.3震災復旧の第1段階に必要とされる情報」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，調査が夜間になる場合には，適切な方法でできるだけ多くの情報を収集するとともに，夜が明けてから再度確認のための調査を実施する必要がある。

上述した緊急調査のポイントに留意した上で，一般的には表-II・解1・5に示す項目を中心として情報収集を行うのがよい。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，被害の規模，地域特性等により適宜取捨選択することが必要である。

2）河川施設

既往の震災事例から見て被害が発生しやすいと考えられる箇所を表-II・解1・6に示す。河川施設の緊急調査では，このような箇所を中心に，表-II・解1・7に示すような被害に係わる情報の収集を行うものとする。

(2)　上空からの情報収集との連携

表-II・解1・5及び表-II・解1・7に示した緊急調査項目のうち，○印を記した項目はヘリコプターによる上空からの調査が有効な項目である。このような情報項目については，「1，3，4地上本部及び地上調査班と連携した上

表-Ⅱ・解1・5　緊急調査で収集すべき情報（道路施設）

対象施設		調査項目	上空からの調査の有効性
道路	平坦道路	大きな陥没	○
		大きな亀裂	○
	低盛土・高盛土	大きな陥没	○
		路体沈下	○
		流失	○
	斜面・切土のり面	大規模な斜面崩壊	○
		大きな落石	○
		大きな決壊	○
橋梁	全体	落橋	○
	橋面	高欄・地覆のずれ，折れ角，蛇行	○
		縦断線形の折れ角	△
		伸縮部の開き，盛り上がり	△
		伸縮部の段差	△
	上部工	不連続な折れ・たわみ	△
	下部工（橋脚，橋台）	かぶりコンクリートの剥離	○
		傾斜	○
		沓座部の欠け落ち	△
		張り出し部の大きな亀裂	△
トンネル		坑口周辺の斜面崩壊	○
		覆工への大規模な崩落	×
共同溝		路面上への突出	○
		本体の大きな損傷	×
カルバート・地下横断歩道		大きな路面陥没	○
		本体の大きな損傷	×
横断歩道橋		落橋	○
		橋脚の大きな損傷	○

注）○：上空からの調査が有効なもの，△：上空からの調査が比較的有効なもの，
×：上空からの調査ができていないもの

表-Ⅱ・解1・6　被害が発生しやすい箇所（河川施設）

堤防（特殊堤を含む）	1．旧河道上の箇所 2．旧川の締切箇所 3．破堤実績のある箇所 4．軟弱地盤上の箇所 5．築堤後まもない箇所 6．断面が不規則となっている箇所(取付道路坂路等の接続部等) 7．樋管等横断工作物が埋設してある箇所 8．漏水のある箇所 9．旧堤への取り付け，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（のり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．原動機冷却水関係施設
砂防施設 地滑り防止施設 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．崖錘や崩土の脚部を切りとった斜面 3．節理等の発達した岩盤で，かつ，緩んでいる箇所 4．斜面の表面に軽石や浮き石の多い急斜面 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

表-II・解 1・7　緊急調査で収集すべき情報（河川施設）

対象施設			上空からの調査の有効性
堤防（土堤及び特殊堤共通）	天端	天端亀裂	○
		天端陥没	○
	のり面	のり面縦断亀裂	○
		のり面横断亀裂	○
		のり面崩壊	○
		漏水	△
	堤体全体	決壊，浸水	○
		堤体沈下	○
特殊堤	擁壁	擁壁の傾斜	△
		擁壁の転倒	○
	継目部	継目のずれ	△
		継目の開口	△
護岸工		亀裂	△
		崩壊	○
		滑動	△
		はらみ	△
樋門，樋管，水門	函体	亀裂	×
		継手・目地の開き	×
		閉塞	×
		軸線の曲がり	×
	門柱	亀裂	○
		傾斜	△
	翼壁・胸壁	目地の開き	△
		はらみ出し	△
		倒壊	○
	呑吐口	大きな損傷	△

注）○：上空からの調査が有効なもの，△：上空からの調査が比較的有効なもの，
×：上空からの調査ができていないもの

空からの震災情報収集体制」に定める所により，上空と連携して情報収集を進めるのがよい。

1．2．3　応急調査で収集すべき情報

応急調査では，緊急調査により異常の発見された箇所を中心として，「1．1．4 震災復旧の第2段階に必要とされる情報」に示す内容に係わる情報を収集するものとする。

［解　説］

(1)　橋梁

落橋の可能性がある橋，著しい被害の進行が認められる橋の発見に係わる情報を，以下の優先順位で行う。

1）橋脚の破壊の有無

2）沓座コンクリートの破壊の有無

3）上部構造の一次部材の破断の有無

4）その他，細部に至る損傷の有無

主要な調査項目を示すと，表-II・解1・8の通りである。

表-II・解1・8　橋梁の応急調査項目

調査箇所		調査のポイント
基礎		明かな移動，傾斜，周辺の変状
橋脚	RC橋脚	コンクリートのひび割れ・剥離，鉄筋の破断・座屈，発生位置
	鋼製橋脚	へこみ，ふくらみ，亀裂，破断
橋台		RC橋脚に準じる
上部構造	コンクリート橋	コンクリートのひび割れ・剥離，鉄筋の破断
	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
支承部		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出し・破断，ダンパーの損傷，上部構造の移動
伸縮装置		走行性に影響のある段差，目閉じ，目開き
取り付け盛土		走行性に影響のある沈下
その他		高欄の損傷

(2)　盛土等

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被害に係わる情報収集を行う。盛土と橋台やボックスカルバート等の構造物が接する境界では，両者の変形特性の違いにより被害を生じることが多いため，特に注意が必要である。また，地盤が液状化等を生じた場合には，盛土本体が移動していることもあるため，周辺地域の概略調査（噴砂，噴水，亀裂等）の有無に係わる情報も重要となる。応急復旧あるいは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字資する。

情報収集は，盛土としての安定性及び道路としての走行性に着目して，表-II・解1・9に示す項目について行う。

表-II・解1・9　盛土等の応急調査項目

部位	現象	調査項目
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，転倒，継目のずれ，開口	亀裂幅，沈下量，段差，傾斜度，ずれの量，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
構造物の取り付け部	段差，沈下	範囲，段差量，沈下量，被災延長

(3)　斜面・切土のり面等

切土のり面の他，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の被害に係わる情報収集を行う。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とする。一般に，地震により被害を受けやすい箇所は地震によっても被害を受けやすいため，まず，通常の維持管理や点検等により要注意箇所と認識されている箇所に着目する必要がある。また，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注意が必要である。

情報収集は，表-II・解 1・10 に示す項目について行う。

(4) トンネル

トンネル本体，坑口周辺斜面，及び，トンネル地山の被害に係わる情報収集を行う。トンネル本体に生じた既往の震害例によれば，常時に変状がある場合や以下に示すような特殊条件が存在する場合に被害が多く生じる傾向があるため，こうした箇所については特に注意が必要である。

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場合
2）クリープを生じるような不安定な箇所にトンネルがある場合
3）偏圧や膨圧により既に変状を生じている場合
4）無巻きあるいはごく薄い覆工しか施工されていない場合
5）施工途上にある場合
6）凍害等により覆工強度が劣化している場合
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場合

表-II・解 1・10 斜面・切土のり面の応急調査項目

施設等	現象	調査項目
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，剝離	範囲，幅，深度，段差量，移動量，剝離，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，被災延長
切土のり面に付帯する施設	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

情報収集は，表-II・解 1・11 に示す項目について行う。

表-II・解 1・11 トンネルの応急調査項目

調査箇所	調査ポイント
覆工コンクリート	クラックのパターン・長さ・幅，圧ざの有無・剝離面積・厚さ，土砂流入量，湧水量
施工目地	開き，ずれ量，土砂流入量，湧水量
内面形状	側面のはらみ出し量，路面の盤ぶくれ量
坑口	クラックのパターン・長さ・幅，前傾量，周辺斜面の崩壊土砂量
地山	異常の有無

(5) 共同溝，カルバート

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の被害に係わる情報の収集を行う。ここで，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箇所については被害が発生しやすいと考えられるため，特に詳細な調査が必要である。なお，電気・電話・ガス・上下水道等の公益物件の損傷についても，共同溝管理者として調査を行うことが望ましい。

情報収集は，共同溝の機能である公益物件の保護機能，公益物件の点検作業空間の確保機能の損傷程度，及び，構造本体の被害に着目して，表-II・解 1・12 に示す項目について行う。

(6) 堤防，護岸

管理区域全体の堤防本体及び護岸の被害に係わる情報の収集を行う。構造物と堤防が接する箇所では一般に被害が顕著となることが多いため，特に注意が必要である。また，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入念なチェックが必要である。

情報収集は，表-II・解 1・13 に示す項目について行う。

表-II・解 1・12　共同溝・カルバートの応急調査項目

調査箇所	調　査　ポ　イ　ン　ト
函体部	クラックの幅・長さ・パターン，漏水量，剥離面積・厚さ
継手部	クラックの幅・長さ・パターン，漏水量，開き量，ずれ量，土砂流入量
換気口等との取付部	クラックの幅・長さ・パターン，漏水量，土砂流入量
付帯施設	異常の有無

表-II・解 1・13　堤防・護岸の応急調査項目

部　位	現　象	調査項目
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
特殊堤及び護岸	亀裂，沈下，陥没，傾斜，転倒，継目のずれ，開口	亀裂幅，沈下量，段差量，傾斜度，ずれの量，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

(7)　樋門等

管理区域全体の樋門・樋管・水門・堰の被害に係わる情報の収集を行う。情報収集は，以下の項目について行う。

1）門扉の損傷
2）函体の損傷
3）門柱・管理橋の損傷
4）門扉の開閉操作の可否
5）ポンプ操作の可否

1．2．4　本復旧のための調査で収集すべき情報

本復旧のための調査では，本復旧を実施する箇所及び応急調査が十分に行われていない箇所を中心に，「1．1．5 震災復旧の第3段階に必要とされる情報」に示す内容に係わる情報を収集するものとする。

[解　説]

本復旧工法の選定に必要な資料が不足する場合には，施設種類毎に，以降を参照して情報収集を行う。

(1)　橋梁

本復旧のための調査の内容は基本的に「1．2．3 応急調査で収集すべき情報」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。

情報収集は，以下に示す項目を中心に行う。

1）基礎

① 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なく，基礎の移動原因を解明するための重要な資料になる。

② 基礎の残留移動が激しい場合には，周辺地盤を掘削した上で，被災原因を検討する。
③ 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。
④ 基礎周辺に洗掘がないかを調査する。

2）橋脚

「1．2．3応急調査で収集すべき情報」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。

3）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。

① 橋台のパラペットと上部構造が接触していないか。
② 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。
③ ウィングの損傷

4）上部構造

「1．2．3応急調査で収集すべき情報」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。

5）支承部

① 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異常があるか。
② 沓座モルタルが剥離し，下沓が遊んでいないか。
③ 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。

6）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。

(2) 盛土

情報収集を行う項目は，被害形態，本復旧工法の種類によって異なるが，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，及び，盛土条件を調査する。

(3) 斜面・切土のり面等

調査項目は被害形態や本復旧工法の種類によって異なる。復旧工法を選定なら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。ここに，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。

(4) トンネル

調査項目は被害形態及び本復旧工法等により異なるが，トンネル本体のみならず，周辺地山についても実施するのがよい。

情報収集は，以下の項目を中心に行う。

1）トンネル内空断面の変状
2）地山の緩み，変状
3）覆工と地山の間の空隙
4）坑口周辺斜面の状態

(5) 共同溝，カルバート

調査項目は被害形態及び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ため，地盤条件については特に詳細な調査が必要である。

情報収集は，以下の項目を中心に行う。

1）地盤条件
2）共同溝軸線の曲がり量，水準の変位量
3）共同溝外壁のクラック状態
4）共同溝外壁と周辺地盤の間の空隙の有無

(6) 堤防，護岸

調査項目は被害形態及び本復旧工法により異なるが，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。

(7) 樋門等

調査項目は被害形態及び本復旧工法により異なるが，本復旧のための調査を必要とするような被害は地盤及び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。

1．2．5 地上からの情報収集方法

(1) 地上からの震災情報の収集は，震後の時期区分に応じて，現地の被害状況を確実に把握できる方法により実施する。
(2) 地上からの震災情報の収集は，原則として地上本部の指示によって行い，必要に応じて上空からの調査との連携を図るものとする。

[解 説]

(1) 緊急調査

重要な箇所を中心に施設被害の概要を把握することを目的とするため，目視を基本として，必要に応じて写真及びビデオカメラを利用する。緊急調査を行う上での留意点を挙げると次のようになる。

1）道路パトロールカーは，地震の規模がある程度以上になると，交通混雑，路面段差，崩土等のために使用できない場合が多い。この場合には，自転車，自動2輪等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。

2）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。例えば，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年の日本海中部地震では12時05分から20時00分まで8時間を要している。

また，地震規模は小さいが，大都市圏に近い位置で生じた地震の例として，1987年12月千葉県東方沖地震の際に，関東地方建設局管内の事務所及び出張所でパトロールがどのように行われたかを示すと次のようになる。

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
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
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

緊急調査の方法は，震災規模，被害の特徴，地域特性等によって変化するが，特に以下の点に留意する必要がある。

1）小さな被害及びその対応に目を奪われない。
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ことは緊急調査が完了するまでわからない。した

がって，まず，全体把握に全力を尽くす。

3）可能な限り調査範囲を分割して，分担調査を行う。

4）基本的には，往路は調査区間をとにかく見て回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ようにする。

なお，緊急調査の結果は，ビデオ画像等をリアルタイムで地上本部に伝送するとともに，わかった範囲から逐次地上本部に伝達するようにすることが重要である。地上調査班から

① パトロール区間長

事務所及び出張所の種別ごとに，パトロールを実施した区間長を示すと図-II・解1・1の通りである。これによれば，0～30㎞の区間をパトロールしたパーティーが多いが，中には50㎞を越すようなパーティーもある。パトロール区間長の平均及び標準偏差は，それぞれ，19.0㎞及び11.7㎞である。

② パーティー員数

1パーティーを構成した員数を示すと図-II・解1・2の通りである。パーティー員数の平均及び標準偏差は，それぞれ，1.57人及び0.79人である。

③ パトロールに要した時間

パトロールに要した時間及び通常のパトロールに対する時間割合を示すと，それぞれ，図-II・解1・3及び図-II・解1・4の通りである。千葉県東方沖地震では，宮城県沖地震及び日本海中部地震に比較するとほとんど被害は生じていないが，それでも，通常のパトロールよりも平均で35%程度の時間を要しており，最大では400%程度もの時間を要したパーティーもある。

なお，地上調査班からの情報伝達方法の詳細については，「2．4地上調査班からの情報伝達」に示す。

(2) 応急調査

緊急調査の結果被害が発見された箇所を中心として，応急復旧の必要性及び応急復旧工法の選定に必要な資料を得るために，写真やビデオカメラを用いた情報収集及び簡単な位地盤調査が中心となる。特に写真撮影を行う場合には，ビデオカメラのように連続的な撮影ができないため，撮影意図に適した位置，構図，機材を選定することが重要である。

1）写真撮影の方法

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とり方（建設省河川局防災課監修），㈱全日本建設技術協会」によるのがよい。

2）立体写真の撮影

立体写真の撮影は，図-II・解1・5に示すように，異なる位置からカメラの光軸が平行になるように移動して，同じ被写体が重複して撮影されるように行う。ポール等を写し込むことにより，簡単な計測も可能である。ここに，A点からB点までの距離を撮影基線長というが，この距離が長すぎても短すぎても良い立体写真は得られない。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で定義される基線比を次のように設定する必要がある。

$1/100 < G/H < 1/10$ （立体写真を見るだけの場合） （II・解1・1a）

$1/20 < G/H < 1/3$ （写真測量を行う場合） （II・解1・1b）

(3) 本復旧のための調査

本復旧のための調査では，本復旧工法の選定及び設計，被害原因の究明のために，必要に応じて地盤調査及び解析を実施する。

(4) 上空からの情報収集との連携

地上調査班は，基本的には地上本部の指示を受けて独自の調査を行う。ただし，震災復旧の第1段階における上空からの調査で二次災害の発生の可能性が認められた施設について，より定量的な情報を得る必要があるような場合には，上空からの調査と連携した地上からの調査が特に有効になる。上空からの調査と地上からの調査の連携については「1．3．4地上本部及び地上調査班と連携した上空からの震災情報収集体制」に示す。

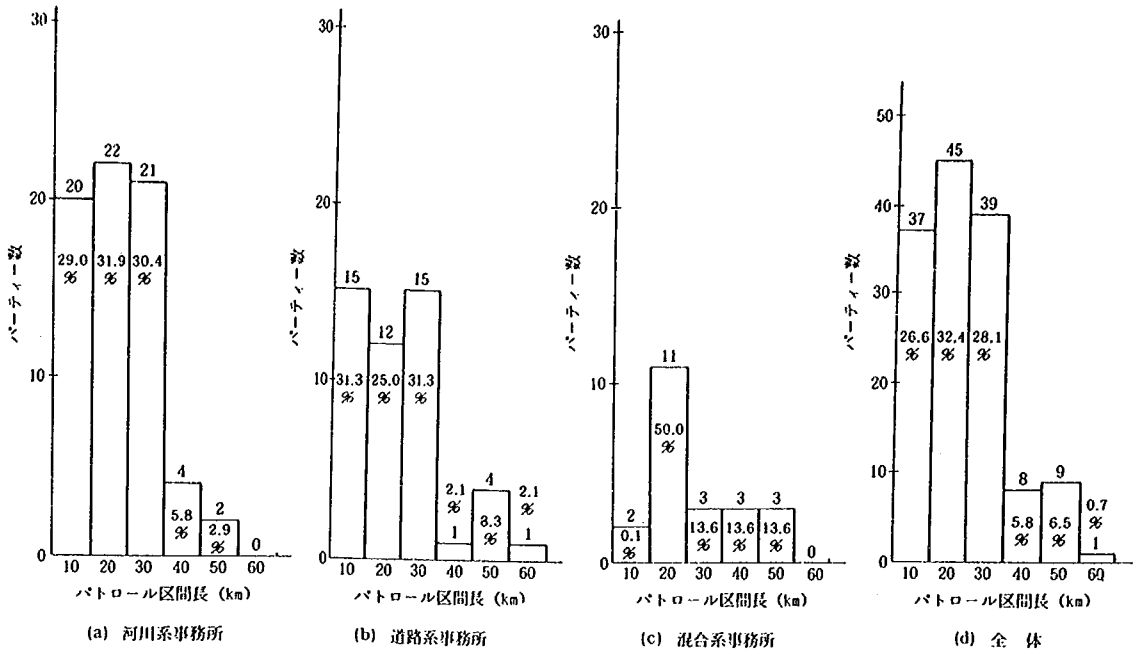


図-II・解1・1　パトロール区間長（1987年千葉県東方沖地震）

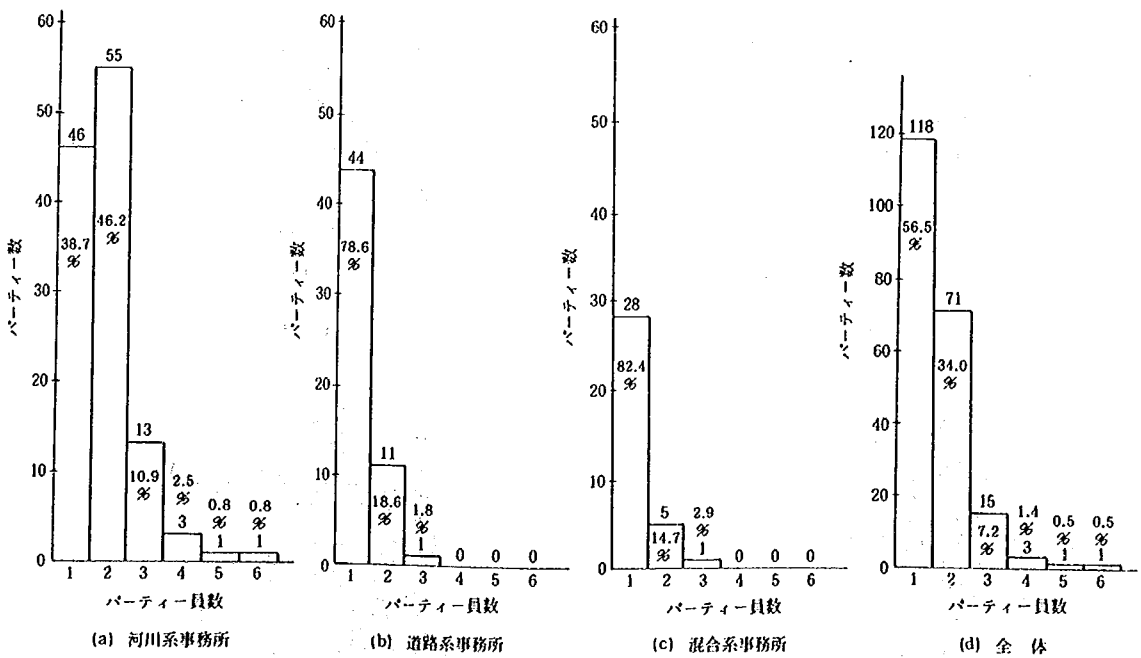


図-II・解1・2　パーティー員数（1987年千葉県東方沖地震）

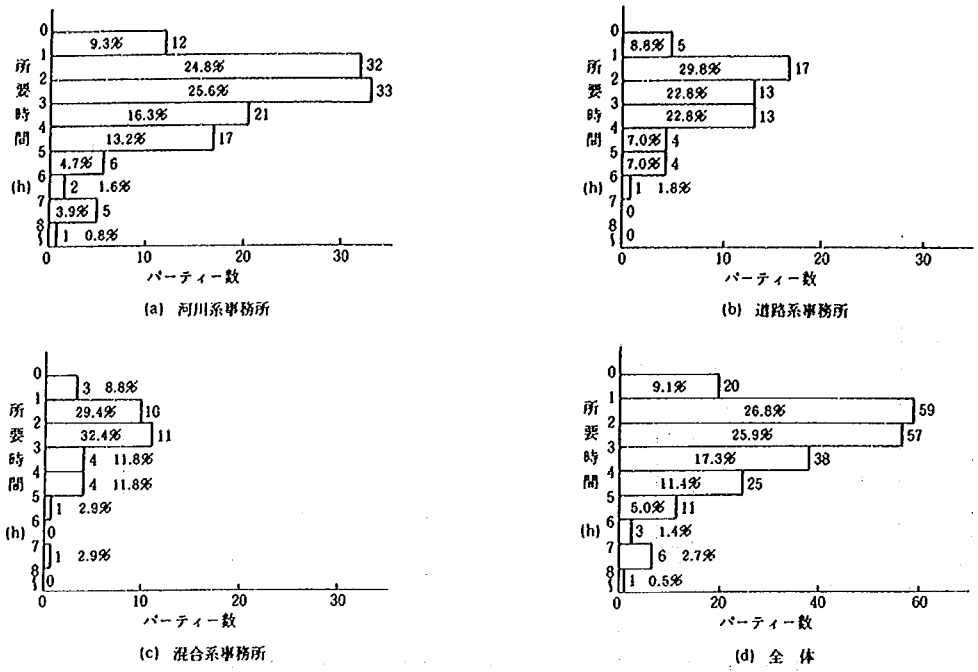


図-II・解 1・3　パトロールに要した時間（1987 年千葉県東方沖地震）

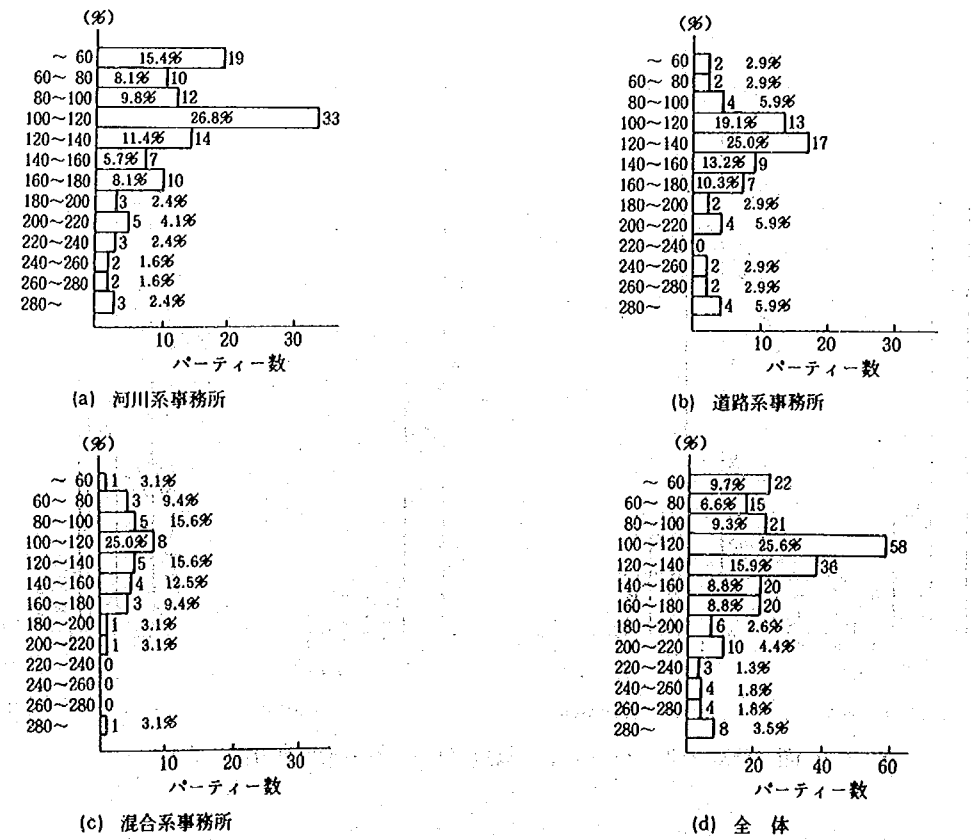


図-II・解 1・4　通常のパトロールに対する時間割合（1987 年千葉県東方沖地震）

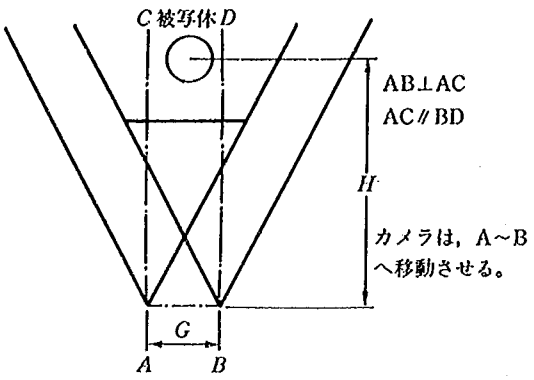


図-II・解 1・5　立体写真の撮影方法

1．2．6　地上からの情報収集に用いる機材

地上からの調査では，被災の規模，地域特性，震後の時期区分等に応じて必要とされる機材を，適宜取捨選択して携行するものとする。

［解　説］

(1)　携行機材

地上からの調査に携行すべき機材をまとめると，表-II・解 1・14 の通りである。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。

表-II・解 1・14　地上からの情報収集に必要な携行機材

用　途	機　材
点検書類	緊急調査マニュアル(点検票)，管理図，野帳，施設台帳，被災度判定用マニュアル
点検具	双眼鏡，ポール，コンベックス，懐中電灯，電池，投光器（電気エンジン付），巻尺，点検ハンマー
記録具	カメラ（フラッシュ，電池），フィルム，可視ビデオカメラ（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，カラースプレー，VTR 収録再生装置
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，モルタル（ひび割れ拡大発見用）等

1）夜間調査となる場合も多いので，照明具に注意すること。ただし，商用電気は使用できないと考えておかなければならない。

2）雨あるいは雪等の気象条件下での調査に耐える筆記具を使用すること。

3）道路被害のために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。

4）通信機材が非常に重要である。無線の混線や利用不能地域等に留意すること。ここに，情報の伝達方法については，「2．4 地上調査班からの情報伝達」に示す。

(2)　その他調査に役立つ機材

上述した機材の他にも，情報収集能力を向上させ，より迅速な調査を実施する上で有効な機材として，以下のものが挙げられる。こうした機材については，常時から整備を図り，適宜調査に携行するのがよい。

1）電子スチルカメラ
2）電子野帳

電子スチルカメラ及び電子野帳の機能及び取扱いについては，第1編共通編「4．2電子野帳，電子スチルカメラ，伝送装置の機能及び仕様」に示す。

1．2．7　一般住民からの情報収集

一般住民からの連絡は被害及びその拡大の発見などに重要な役割を果たす場合が多いため，広く情報を収集できる体制を組んでおくのがよい。

［解　説］

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判定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。

(1)　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そうでない情報も，ごちゃ混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。

(2)　いつの時点の情報か

かなら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時々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。

(3)　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，同一の情報であっても，複数の経路から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。

1．3　上空からの震災・復旧情報収集システム

1．3．1　一般

(1)　上空からの震災情報の収集は，震後の時期区分に応じて必要とされる情報を，適切な飛行方法で，適切な機材を用いることにより実施する。
(2)　上空からの震災情報の収集には，ヘリコプターを基本として，航空機の利用も検討するのがよい。

［解　説］

(1)　大規模地震が発生し，広域的に被害が生じ，被害の拡大も予想されるような状況下では，被災状況を速やかに把握して適切な対策を講じることが重要となる。既往の地震時における震災復旧の実態を調査すると，震災情報の収集について以下の点が指摘されている。

1）情報の収集に時間がかかる

放置車両等の路上障害物，施設の被害，帰宅目的の車両の増加などによる道路の交通渋滞等によって，施設の調査が思うようにはかどらない。また，電話回線の不通・輻輳により情報の伝達が思うようにできない場合がある。

2）収集される情報の内容が不十分

震後の混乱が主な原因であり，伝達される情報の内容が断片的で，情報の受け手側で被災状況の把握が十分にできない場合がある。

3）情報が正確でない

未確認情報が多量にはいって来ると同時に，調査担当者の主観的な判断が介入することもあるため，各々の

情報の信頼性を評価できない場合がある。

このように，過去の経験によれば，地上調査班による調査だけでは，広域同時多発型もしくは山間地における激甚な震災の発生後に迅速に震災情報を収集し，これを適切な部署に伝達することが難しい。このため，このような震災が発生した場合には，交通施設の被害や道路渋滞に影響されず，機動性に富むヘリコプターを用いた上空からの情報収集が有効である。また，正確な情報を収集するためには，写真，可視ビデオカメラ，熱赤外線カメラ等の映像機器を用いることが有効である。

ここに，上空から震災状況をどの程度の精度で行い得るかを明らかにするため，**写真-II・解 1・1** に示す建設省防災ヘリコプターを用いて，河川及び道路施設に模擬的に設けた地震被害を調査した結果を示すと**写真-II・解 1・2～写真-II・解 1・13** の通りである。なお，**図-II・解 1・6** には，ヘリコプターの飛行経路を示している。ヘリコプターからの模擬地震被害の識別程度について，代表的な例を挙げると以下のようになる。

① RC 橋脚及び PC 桁の損傷

写真-II・解 1・9 は，**写真-II・解 1・2** に示した RC 橋脚基部及び固定支承直上の PC 桁の損傷を示したものであり，可視ビデオカメラのモニター画面をスチルカメラで撮影したものである。RC橋脚基部の損傷は，設計水平震度を大きく上回る地震力が作用した場合に生じる被害である。橋脚の全周にわたり被りコンクリートに幅約 5 cmのクラック（画面上のガードレールの寸法と比較することによりおおよそ推定できる）が生じている。ただし，まだ主鉄筋の座屈や破断は生じていないことが識別できる。したがって，この損傷は，道路震災対策便覧（震災復旧編，日本道路協会）に規定される RC 橋脚基部の損傷程度のうち「小被害」にあたり，震災復旧の第 2 段階までは車線規制や速度規制を要しないと判断される。

一方，PC 桁の損傷は，桁に大きな水平力が作用した場合に固定支承周辺に発生する被害である。沓座コンクリートに幅約 5 cmのクラックが生じているが，コンクリートの剥落までは生じていないことが識別できる。

したがって，この損傷は，上部構造の損傷程度



写真-II・解 1・1　建設省防災ヘリコプター〝あおぞら号〟



写真-II・解 1・2　PC 桁橋の固定支承部及び RC 橋脚基部の模擬地震被害（幅 5 cmの白テープで作成，太田山高架橋）



写真-II・解 1・3　堤体の模擬地震被害（幅 10 cm，深さ 20 cmの溝，向川澄樋門下流）

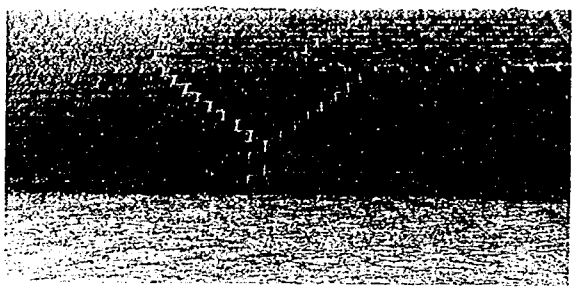


写真-II・解 1・4　堤防護岸の模擬地震被害（白粘土で作成，大月橋下流）

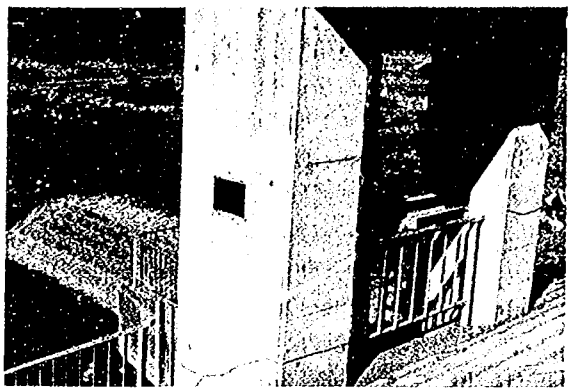


写真-II・解 1・5　樋門の門柱の模擬地震被害（幅 5 cm のテープで作成，加草中樋門）



写真-II・解 1・6　堤防法尻の液状化に伴う噴砂（向川澄樋門近辺）

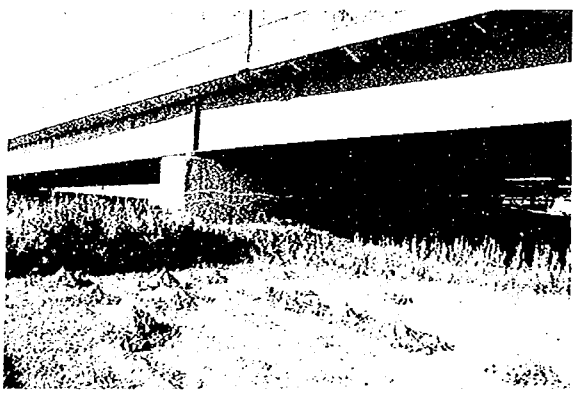


写真-II・解 1・7　RC 橋脚中間高さ（主鉄筋段落し位置）の模擬地震被害（向川澄樋門近辺）

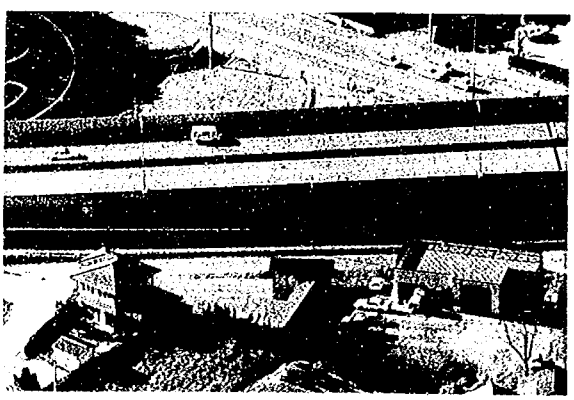


写真-II・解 1・8　国道 16 号を高度 300 m から撮影した可視ビデオ画像

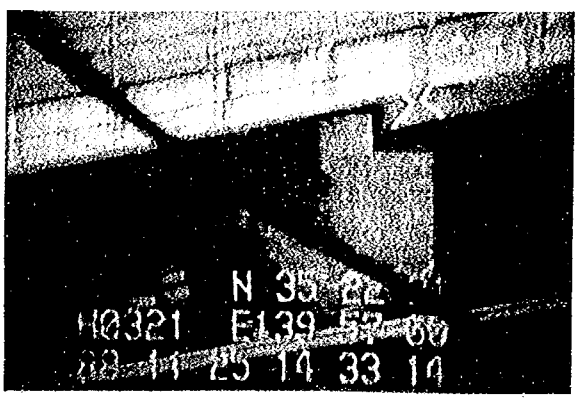


写真-II・解 1・9　PC 桁固定支承部及び RC 橋脚基部の模擬地震被害を高度 321 m から撮影した可視ビデオ画像



写真-II・解 1・10　堤体の模擬地震被害を高度 288 m から撮影した可視ビデオ画像

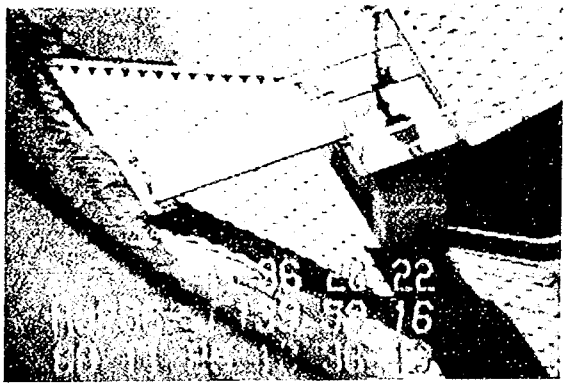


写真-II・解 1・11　門柱の模擬地震被害を高度 283 m から撮影した可視ビデオ画像

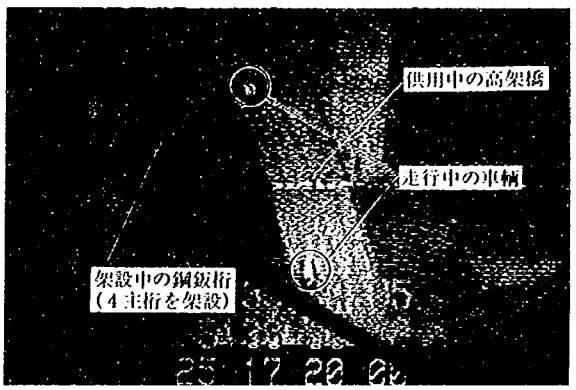


写真-II・解 1・12　国道 16 号を撮影した熱赤外線画像

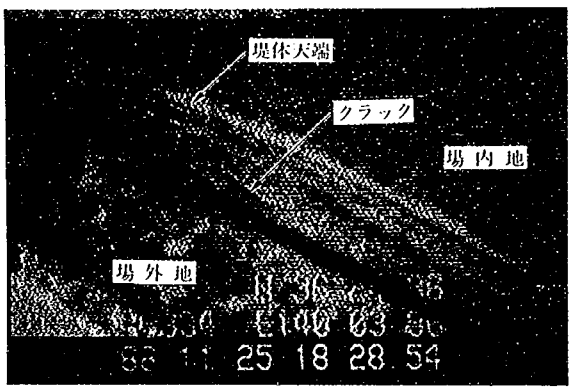


写真-II・解 1・13　堤体の模擬地震被害を撮影した熱赤外線画像

のうち「小被害」に相当すると判定できる。

② 堤体の損傷

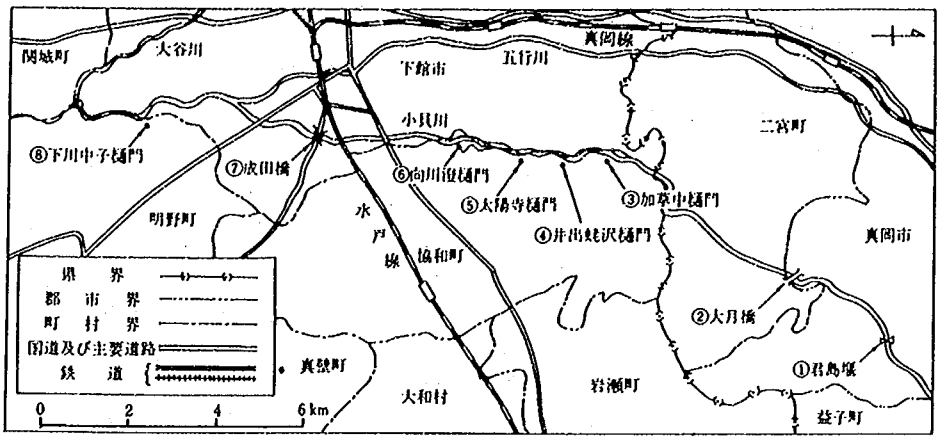
写真-II・解 1・10 は，写真-II・解 1・3 に示した河川堤防の模擬的な被災を可視ビデオカメラで撮影したものである。地震被害らしさが足りないため，周辺の段差と被害との区別がつきにくいが，模擬地震被害としての意図がわかれば，堤体のクラックとして十分に識別することができる。また，堤体幅との比較から，クラックの幅もおおよそ推測できる。

このクラックを，夜間に熱赤外線カメラで撮影した画像が写真-II・解 1・13 である。熱赤外線カメラでは，撮影対象物の表面温度の分布を白から黒の複数諧の色調で表現する。このため，堤体の表面とクラック内部のわずかな温度差を検出することによって，肉眼では全く見えない夜間であるにも係わらず，クラックが存在することを識別することができる。

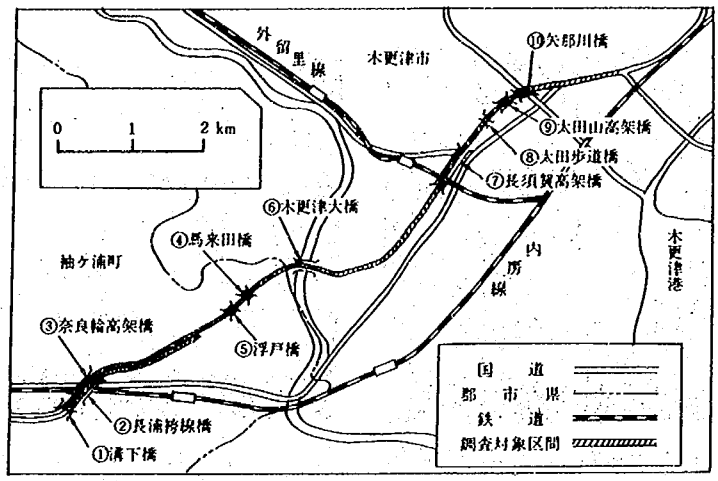
③ 樋門の損傷

写真-II・解 1・11 は，写真-II・解 1・5 に示した樋門の門柱の損傷を可視ビデオカメラで撮影したものである。クラックが門柱の中間高さに生じていることから，損傷形態としては曲げ破壊ではなく，主鉄筋の段落し位置に生じたせん断破壊による損傷の可能性が高いことがわかる。また，クラックの幅は 5 cm程度であることも推測できる。

なお，どのような情報を，どのような精度で，どの程度の時間内に収集するかは，地震発生からの時期区分に応じて変化するため，ヘリコプター等による震災情報の収集は震後の時期区分に応じて適切な方法によ



(a) 河川施設（①～⑧は模擬地震被害を設けた施設）



(b) 道路施設（①～⑩は模擬地震被害を設けた施設）

図-II・解 1・6 模擬地震被害調査におけるヘリコプターの飛行経路

ることが重要である。ヘリコプター等による情報収集の特徴を，震後の復旧段階に応じて示すと次のようになる。

1）震災復旧の第1段階

地上からの調査班に比べてはるかに高速な飛行を利用して，短時間に広範囲の調査を行うことができ，上空からの調査が最も有効かつ必要な時期である。上空からの調査のメリットを最大限に活かして，大規模な被害や放置すると重大な2次災害を引き起こす可能性のある被害を中心に，速やかに被害の全体像の把握を行い，以後の復旧方針の策定に資することが重要である。

2）震災復旧の第2段階

地上調査班が行う応急調査に基づいて応急復旧に着手される時期であり，この段階になると上空からの調査は徐々に2次的になってくると考えられる。震災復旧の第2段階で，ヘリコプター等による調査が有効なのは，次のような局面である。

① 地上からの調査が行えない状況であるにも係わらず，早急に応急復旧に取り組まなければならない場合

② 上空からの調査によっても地上からの調査と変わらない十分な精度で定量的な資料を得ることができ，これを応急復旧に反映できる場合

3）震災復旧の第3段階

復旧対象施設の種類，被害部位，及び，被害の特徴等によっては，部分的にヘリコプター等による情報収集

が有効な場合もあるが，基本的にこの段階になるとヘリコプター等の利用はそれほど期待されない。

(2)震災情報の収集には，ヘリコプターが有効である。この理由は，以下の通りである。

1）被災箇所を中心に，ホバリングも含めて小半径で旋回ができる。

2）航空機に比較すると，離着陸に要するスペースが小さい。

3）目視あるいはビデオカメラを用いて被災状況を調査するためには，高度と飛行速度のバランスから，飛行機では高速すぎる。

(3) 大高度からの調査や離発着場から遠い地域の調査に際しては，ヘリコプター以外の航空機の利用が有効となる場合がある。上空からの情報収集に際しては，ヘリコプターの他に，航空機の適用も検討しておくのがよい。

1，3，2　ヘリコプターの運航体制

震災情報の収集に係わるヘリコプターの運航に際しては，以下の点に十分留意しなければならない。

(1) ヘリポートの確保

(2) 気象条件による飛行の制約

(3) 最低安全高度

(4) その他

[解　説]

(1) ヘリポートの確保

ヘリポートは，大別して，飛行場，公共用ヘリポート，非公共用ヘリポート，及び，場外臨時離発着場の4種類がある。ヘリポートの確保に際しては，航空法に定める所に従い，以下の点に留意する必要がある。

1）ヘリコプターは，事前の許可なく，目的地以外で着陸することはできない。

2）飛行場及び公共用ヘリポートについては運航受託会社が，また，その他のヘリポートについては使用者等が事前に使用承認を得ておく必要がある。

3）場外臨時離発着場は細かい基準に適合したものとして認められているため，常時から周辺の状況の変化に注意しておく必要がある。

(2) 気象条件による飛行の制約

航空機の飛行方式には有視界飛行方式と計器飛行方式があり，ヘリコプターは有視界飛行方式によるのが一般的である。有視界飛行方式では一定の気象条件（地上での視程が5㎞以上，かつ，雲底の高さが300ｍ以上）が満たされないと離陸許可を得ることができないため，調査対象地域の気象条件に十分な注意が必要である。

(3) 最低安全高度

有視界飛行方式で飛行する航空機には，それ以上低く飛んではならないという最低安全高度が定められている。最低安全高度は飛行する空域によって異なり，概ね次の通りである。

1）市街地

航空機を中心として水平距離600ｍ以内の最も高い障害物の上端から300ｍの高度。

2）人・家屋の少ない地域及び広い水面

地上または水上の障害物の上端から150ｍの高度

3）1）2）以外の地域

地表または水面から150ｍの高度

(4) その他

航空法令手続き，飛行制限空域，運航受託会社との打ち合せ等，ヘリコプターの運航に必要な事項については，航空法に準拠して，事前に十分に検討しておくことが望ましい。

1．3．3　ヘリコプターの飛行方法

ヘリコプターを用いた上空からの調査が有効な震災復旧の第1段階及び第2段階においては，震後の時間経過及び必要とされる情報に応じて，以下の方法でヘリコプターを飛行させるのがよい。

(1)　緊急飛行
(2)　一定飛行
(3)　調査飛行

[解　説]

ヘリコプターによる上空からの情報収集が特に有効な，震災復旧の第1段階及び第2段階におけるヘリコプターの適切な飛行方法を規定したものである。

ヘリコプターは，空中停止機能，徴速運航機能，サークリング（回転半径の小さ名旋回飛行）機能等，一般の航空機にはない特殊な飛行性能を有している。このため，震災調査のように，広域調査と同時に特定箇所の調査が必要とされる場合には，こうした機能を十分使いこなすことが必要とされる。震後の時期区分に応じて必要とされる情報とヘリコプターの飛行特性を組み合わせると，震災調査を行うためには次に示す3種類の飛行方法が有効である。

(1)　緊急飛行

災害対策の基本方針を定めるために，震災直後に行う視察飛行である。飛行に際しては，以下の点に留意する。

1）震災直後は地上本部との連絡が十分にできない場合もあると考えられることから，震災の発生が認められた場合には，直ちに独自の判断で離陸し，被災地区に直行する。

2）被災地区に到着した後は，その中心と外周を飛行することにより，被災地区の大勢及び重要な施設の被災状況を判断する。

3）復旧の概略の方針を決定するのに必要な情報を短時間に入手するために，被災地域に到着後，概ね30分程度で必要な情報収集を終える。

4）調査施設の決定は，原則としてヘリコプターに搭乗した調査者の判断によるため，被災地域の特性と同時に，施設被害の工学的な特性に詳しい調査者の搭乗が必要とされる。一般には，こうした特性を1人で全てカバーする調査者はいないため，複数の調査者が連携プレーの下に搭乗するのがよい。「1．3，1一般」に示した模擬被害に対する調査飛行による検討から判断すると，ヘリコプターの操縦，ビデオカメラの操作といった基本的なクルーの他に，**表-II・解1・15**に示す調査者の搭乗が必要と考えられる。

5）飛行高度は必ずしも低くとる必要はない。特に広域的に震災が生じている場合にはなるべく高度を上げ（1000 m程度），震災の全体像を把握する必要がある。

6）被災状況は，昼間であれば可視ビデオカメラに，また，夜間であれば熱赤外線カメラに記録すると同時に，これをリアルタイムで地上本部に伝送し，震災の専門家による大局的な復旧方針の検討を加える。ビデオ映像には飛行経路，被災施設の特徴がわかるように，適宜音声を入れるのがよい。

表-II・解1・15　緊急飛行に必要な調査者
（基本クルーは含まない）

役　　割	望ましい体制	最低必要な体制
地上ルートの決定 地上本部との連絡	調査者A	調査者A
飛行地点の確認，飛行ルートの地図への記入，調査施設の名称，位置の確認	調査者B	
道路の流れ具合いの調査，施設の大きな被災状況の調査，ビデオカメラに対する音声記録	調査者C	調査者B

7）地上本部では，伝送されたビデオ映像を分析・記録して次の一定飛行で重点的に調査すべき地域を定めるとともに，震災復旧の基本方針を決定する。なお，**表-II・解1・15**のうち，飛行地点の確認には，被災地域を上から見ることに対して相当の経験を必要とする。これは，大都市域であろうと，山間地であろうと，特徴のある施設，構造物をもとに，その他の地区の位置を判断すること

になるからである。なお，飛行位置の確認には，第2巻基本技術編で示すGPS航法システムが非常に有効である。また，日常管理している区間でも，地上から調査するのと上空から調査するのとでは感覚的に大きな違いがある。したがって，予め上空からの調査に十分慣れておくことが必要である。

(2) 一定飛行

被災状況を一定のフォーマットで調査・分析するためのビデオ画像を得ることを目的とした飛行であり，震前に予め想定した飛行経路の中から，緊急飛行による調査結果をもとに地上本部で飛行経路を選定し，これに基づいて飛行及び撮影を行う。飛行に際しては，以下の点に留意する。

1）原則として，飛行経路は，調査の途中では地上本部等の指示により変更しない。

2）飛行中は，可視ビデオカメラあるいは熱赤外線ビデオカメラを用いて機体直下の状況を連続的に撮影する。この時，原則として搭乗者の指示により臨機応変に撮影対象物を変更することはしない。これは，撮影対象物を臨機応変に変えるとどうしても調査漏れが生じ，地上本部でビデオ画像を分析する際に支障が生じる可能性があるためである。

3）飛行高度は，原則として「1．3．2ヘリコプターの運航体制」に定める最低安全高度とする。

4）施設の被災特性が判断できる調査者を同乗させる。調査者は地上本部と緊密に連絡をとるとともに，肉眼，双眼鏡等を用いて状況を観察する。また，被災状況に対する説明を音声でビデオ映像に挿入する。このような一連の作業は一人ではできないため，操縦者やビデオカメラの操作といった基本クルーの他に，表-II・解1・16に示す調査者を同乗させることが必要である。

一定飛行では，図-II・解1・7に示すように，以下のように飛行するのがよい。

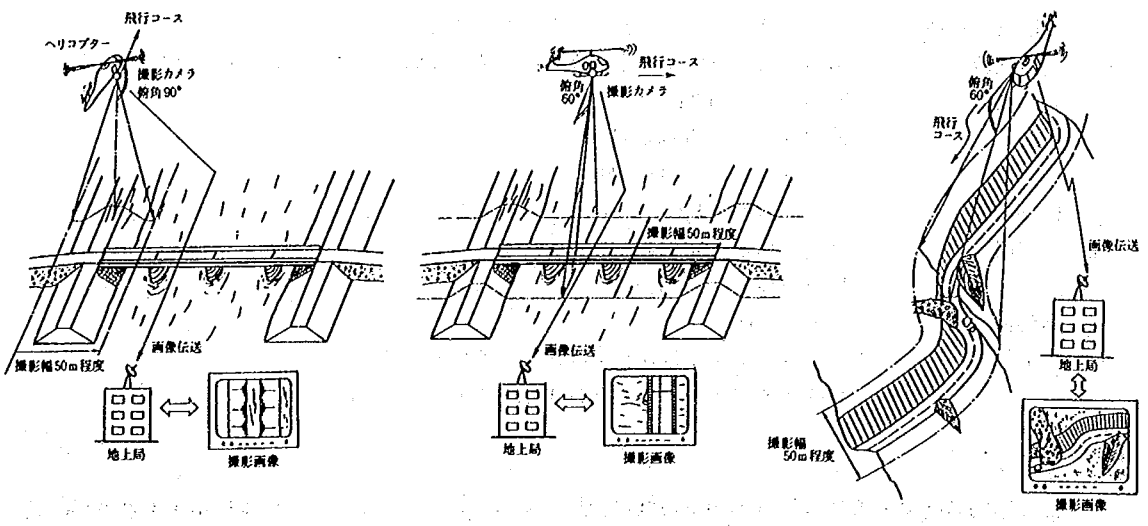
1）河川施設を調査する場合には，氾濫の発生が予想される下流域から上流域に向かって飛行し，被害の見られなくなった地点で次の調査対象河川に移動する。

2）道路施設を調査する場合には，復旧用幹線道路の調査を主眼とし，被災の見られなくなった地点で次の調査対象道路に移動する。

いずれの施設を調査する場合にも，一つの河川もしくは路線の調査終了後，次のどの河川もしくは路線に調査を移すかは，被災範囲，移動時間等をもとに，あらかじめ何通りかのシナリオを作成しておくことが重要である。

表-II・解1・16　一定飛行に必要な調査者
（基本クルーは含まない）

役　　割	調　査　者
ルートの確認，地上本部との連絡	A
調査施設の名称，位置，ビデオカメラへの音声記録	B



(a) 河川堤防の調査　　(b) 都市内道路の調査　　(c) 山岳道路の調査

図-II・解1・7　一定飛行における飛行方法の例

(3) 調査飛行

上述した緊急飛行及び一定飛行の後に，応急復旧に必要な特定の施設に対する詳細な被災情報を得るために行う飛行である。飛行に際しては，以下の点に留意する。

1）最短経路で調査対象施設に直行する。

2）調査対象施設に到着後は，地上本部からの指示を受けつつ，最低安全高度でホバーリング，旋回飛行等を組み合わせて様々な角度からビデオ撮影を行い，定量的な被害情報を収集する。

3）ビデオ画像はリアルタイムで地上本部に伝送し，専門家の判断を加えるとともに，必要なカメラ操作の指示を受ける。

操縦者やビデオカメラの操作といった基本クルーの他に，表-II・解 1・17 に示す調査者を同乗させることが必要である。

上述した3種類の飛行方法は，震後の時間経過に応じて，表-II・解 1・18 に示す組合せで用いるのがよい。

ここに，ヘリコプターによる調査には，どの程度の時間が必要とされるかを検討する際の参考にするため，机上でヘリコプターの運航調査を行った一例を示すと，以下の通りである。

表-II・解 1・17 調査飛行に必要な調査者
(基本クルーは含まない)

役　　割	調 査 者
ルートの確認，地上本部との連絡	A
個々の調査施設の被災状況，ビデオカメラへの音声記録	B

表-II・解 1・18 震後の時間経過に応じたヘリコプターの飛行方法

	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
緊急飛行	————		
一定飛行	————		
調査飛行	————	----------	----------

1）机上調査に際しての前提条件

① 飛行コース　：建設省関東地方建設局管内の道路及び河川堤防の直上を，上記の一定飛行により飛行する。すなわち，飛行コースは道路及び河川堤防に沿った形とする。

② 飛行コース上に係る航空交通管制圏及び特別管制区はすべて以下の飛行が可能なものとした。

③ 基地（燃料補給）：東京ヘリポート，川越ヘリポートの2箇所

④ 使用機数　：あおぞら号（ウエスカムカメラ外装，補助タンク1個付き）を1機とする。

⑤ 対地高度　：原則として 300 m とする。

⑥ 速度　：情報収集時　50 km/H
　　空輸時　140 km/H

⑦ 稼動時間　：昼間 10 時間程度とする。

⑧ 諸制限　：燃料補給他　40 分/回
　　橋脚斜撮影　15 分/橋

⑨ 燃料消費量　：約 540 ℓ/H

⑩ 撮影　：カメラアングルは連続平衡撮影を原則とする。
　　ビデオカメラの焦点距離は 12.5～130 m/m とする。

2）調査ケース

① ケースI

1都3県内の関東地方建設局直轄の道路及び河川のすべてを調査対象とし，以下に示す工事事務所ごとにフライトする。

東京国道（工事事務所）（2フライト）→横浜国道（2フライト）→相武国道（1フライト）→大宮国道（2

表-II・解1・19　ヘリコプターによる調査に要する時間（ケースI）

対象（数量）	情報収集時間				燃料使用量
	空輸	作業	燃料補給	計	
道路（992 km）	延べ　429分	延べ　1790分	延べ　400分	10フライト（4.4 H） 延べ　2619分	約20000ℓ
河川（816 km）	延べ　240分	延べ　1189分	延べ　240分	6フライト（2.8 H） 延べ　1669分	約12900ℓ
計	延べ　669分	延べ　2979分	延べ　640分	16フライト（7.2 H） 延べ　4288分	約32900ℓ

※翌日のための燃料補給時間は除いてある。

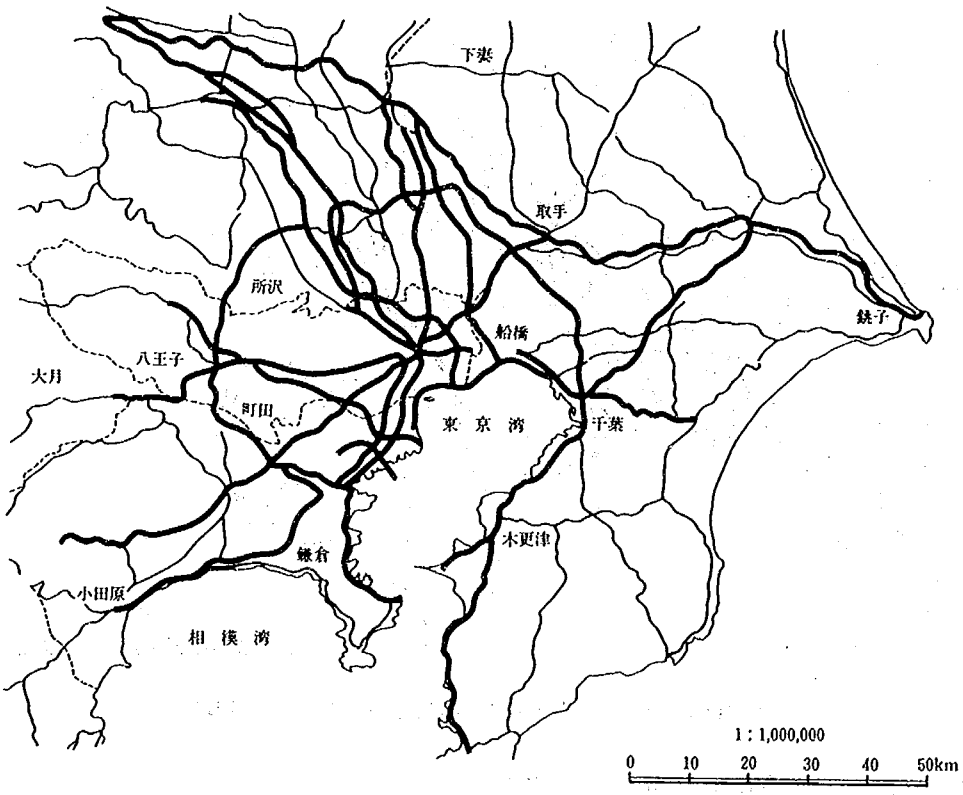


図-II・解1・8　ヘリコプターの飛行ルート（ケースI）

フライト）→千葉国道（3フライト）→京浜工事（1フライト）→荒川下流・上流工事（1フライト）→江戸川工事（1フライト）→利根川下流・上流（3フライト）の計16フライト

② ケースII

被害甚大想定した区域の中で「首都40 km圏と平塚～横須賀地域」を調査対象とし，国道15号線から時計回りにフライトする。ヘリコプターの飛行ルート及び調査に要する時間を示すと，それぞれ図-II・解1・9及び表-II・解1・20のようになる。

③ ケースIII

重被害地域の中で，都心から平塚～海老名にかけての地域を対象とし，国道15，1，246号線をフライトする。ヘリコプターの飛行ルート及び調査に要する時間を示すと，それぞれ，図-II・解1・10及び表-II・解1・21のようになる。

表-II・解1・20　ヘリコプターによる調査に要する時間（ケースII）

対象（数量）	情報収集時間				燃料使用量
	空輸	作業	燃料補給	計	
道路（616 km）	延べ 149分	延べ 1189分	延べ 240分	5フライト（2.6日） 延べ 1578分	約12100ℓ
河川（328 km）	延べ 80分	延べ 484分	延べ 80分	3フライト（1.1日） 延べ 644分	約 5100ℓ
計	延べ 229分	延べ 1673分	延べ 320分	8フライト（3.7日） 延べ 2222分	約17200ℓ

※翌日のための燃料補給時間は除いてある。

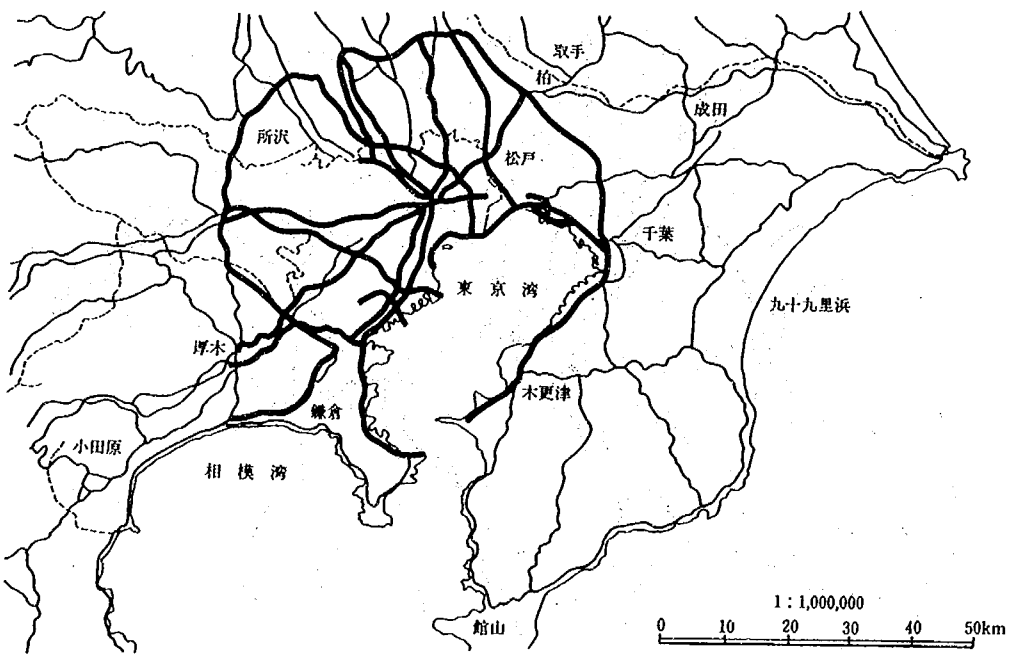


図-II・解1・9　ヘリコプターの飛行ルート（ケースII）

3）震後の調査に必要とされるヘリコプターの台数

上記の調査によりヘリコプターを1機とした場合には，多くのフライト回数及び日数を有することが明らかにされた。図-II・解1・11は，本調査により得られたヘリコプターによる調査に要する時間とヘリコプター台数との関係を示したものであり，ヘリコプターの投入台数を決定する目安となる。

1，3，4　地上本部及び地上調査班と連携した上空からの震災情報収集体制

上空からの震災情報の収集は，1，3，3に規定するヘリコプターの飛行方法に応じて，地上本部及び地上調査班との連絡・調整を十分に行いながら進めるものとする。

[解　説]

上空からの情報収集を円滑に行うためには，調査対象施設やカメラ操作に係わる地上本部との連絡・調整が必要である。また，上空から得られた情報を復旧方針の策定に有効に利用するためには，上空からの調査に連携して頂上調査班が当該地域に向い，より詳細な状況把握を行うといった調査体制が重要となる。

表-II・解 1・21　ヘリコプターによる調査に要する時間（ケースIII）

対象（数量）	情報収集時間				燃料使用量
	空輸	作業	燃料補給	計	
道路（138 km）	1フライト 44分	1フライト 211分	40分	1フライト 295分	約 2300ℓ

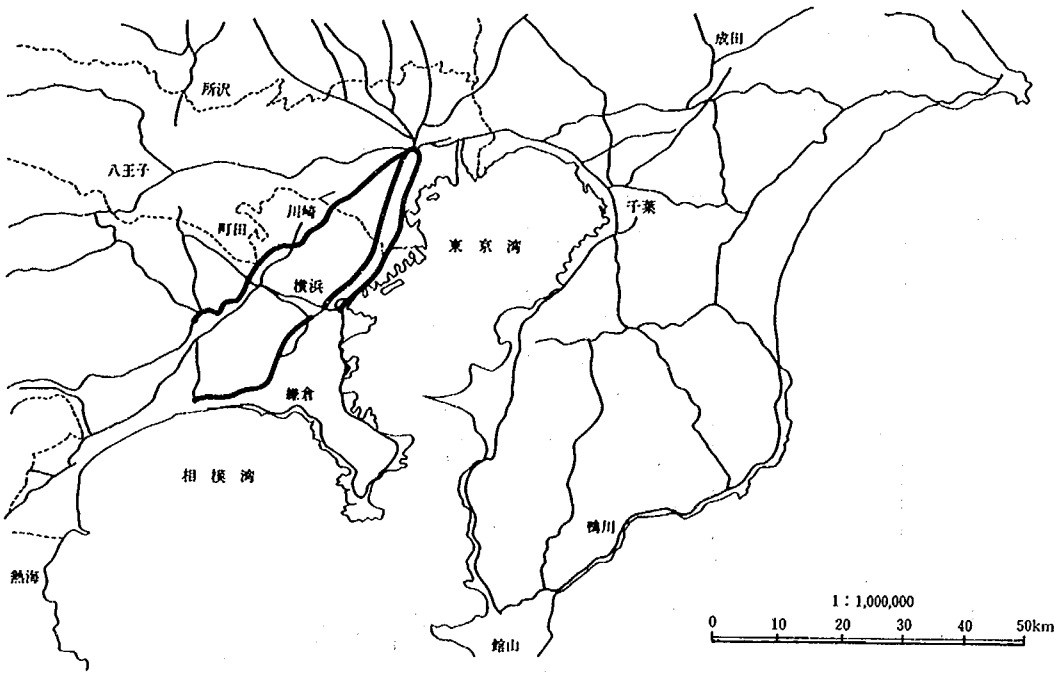


図-II・解 1・10　ヘリコプターの飛行ルート（ケースIII）

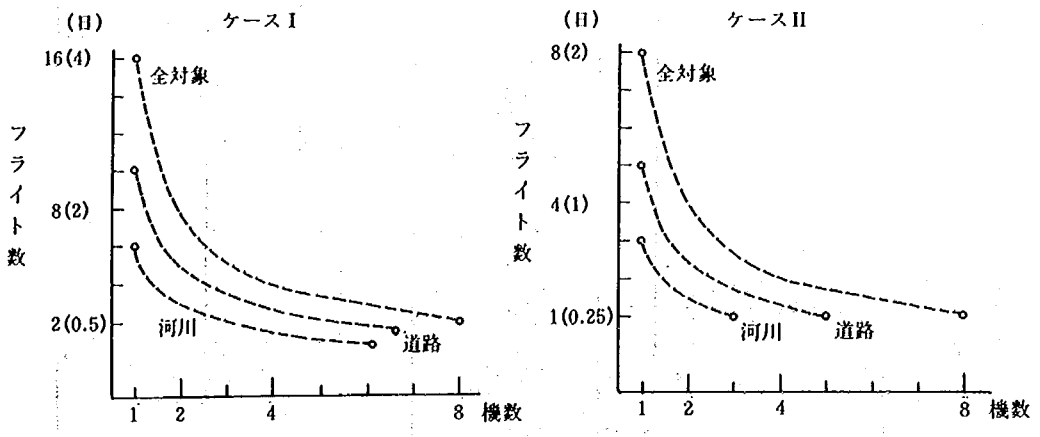


図-II・解 1・11　ヘリコプター調査に要する時間とヘリコプターの台数の関係

このような調査体制を「ヘリコプター」,「地上本部」,「地上調査班」の連携という観点から整理すると図-II・解1・12のようになる。すなわち,「1，3，3ヘリコプターの飛行方法」に定める3種類の飛行方法に応じた連携調査のポイントを示すと以下の通りである。

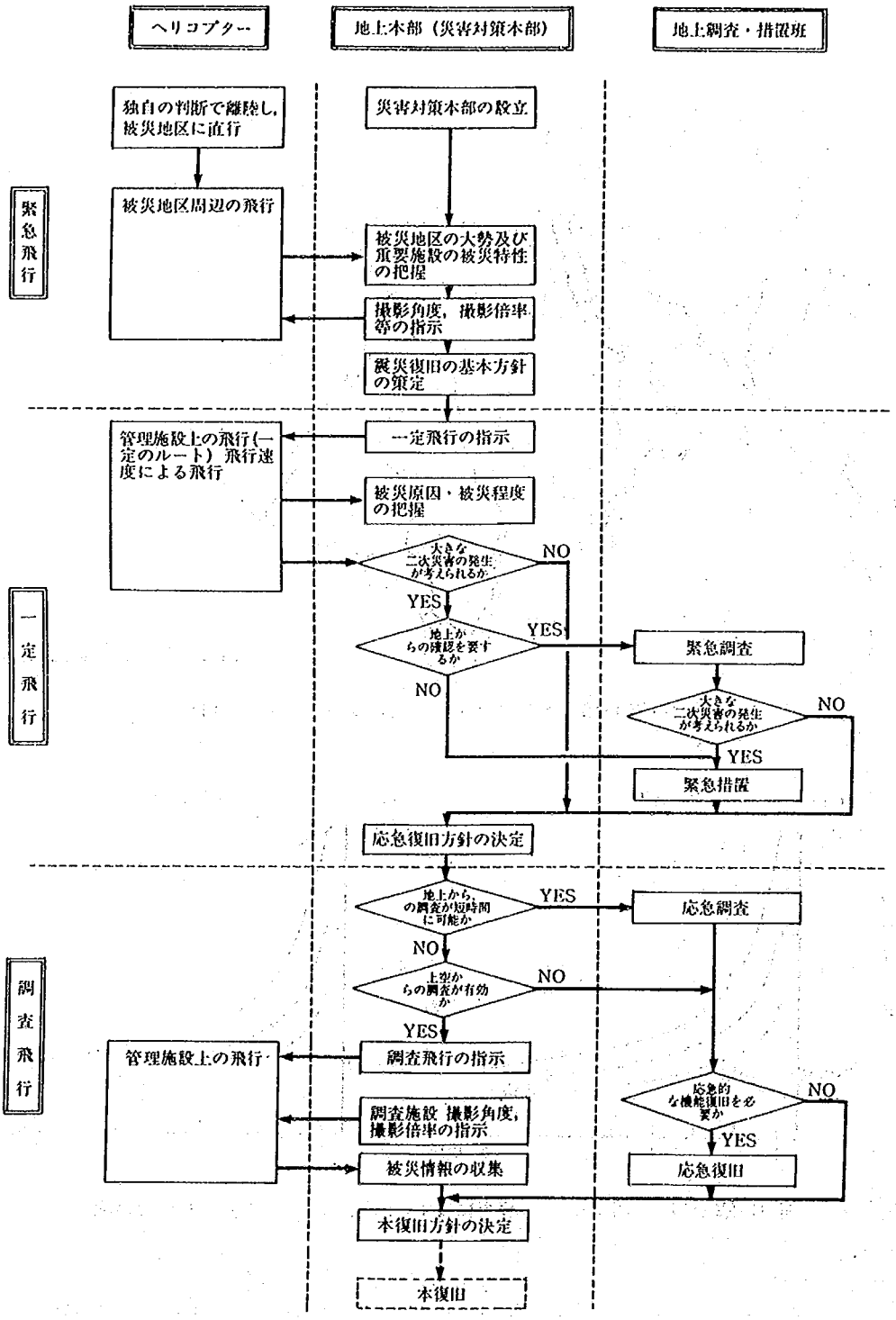


図-II・解1・12　地上本部及び地上調査班と連携したヘリコプターの調査体制

(1) 緊急飛行

1）地上本部は，ヘリコプターから伝達されるビデオ画像等に基づいて被害地域の特徴や重要施設の被害状況を把握するとともに，撮影角度・撮影倍率等のカメラ操作の指示を行う。

2）地上本部は，1）の指示により得られたビデオ画像に基づいて震災復旧の基本方針を決定するとともに，より定量的な情報の収集を目指した一定飛行の指示を行う。

(2) 一定飛行

1）地上本部は，ヘリコプターから伝達されるビデオ画像に基いて被災原因・被害程度等を把握するとともに，大きな二次災害を生じる可能性のある被害を抽出し，地上からの調査の必要性を判断する。

2）地上からの調査が必要と判断された場合には，地上本部の指示を受けて地上調査班が当該地域に急行し，より詳細な情報の入手を図るとともに，必要に応じて緊急措置を行う。

3）地上本部は，ヘリコプター及び地上調査班からの情報を総合的に判断して，応急復旧の基本方針を決定する。

(3) 調査飛行

1）地上本部は，この段階における上空からの調査の有効性を鑑み，有効と判断される場合には調査飛行の指示を行う。調査飛行に際しては，調査施設，撮影角度，撮影倍率，飛行速度等の指示を行い，詳細な情報の入手に務める。

2）上空からの調査があまり有効でない場合には，地上調査班が地上本部の指示を受けて応急調査を行う。応急的な機能回復が必要と判断される施設被害に対しては応急復旧を行う。

3）地上本部は，ヘリコプター及び地上調査班からの情報を総合的に判断して，本復旧の基本方針を決定する。

1．3．5　上空から収集すべき情報

上空からの調査では，1．1．3～1．1．5に定めた情報のうち，ヘリコプターの飛行方法に応じて，特に上空からの把握が有効な項目について行うものとする。

［解　説］

(1) 飛行時期に応じた収集情報

1）緊急飛行

緊急飛行では，震災直後に災害の大勢を把握するために，「1．1．3震災復旧の第1段階に必要とされる情報」に定める情報項目のうち，(2) 被災地域の特性，及び，(3) 二次災害発生の可能性に係わる情報の収集に重点をおく。情報収集のポイントは，以下の通りである。

① 被災の範囲はどこまでか。また，被災程度は激甚であるか。

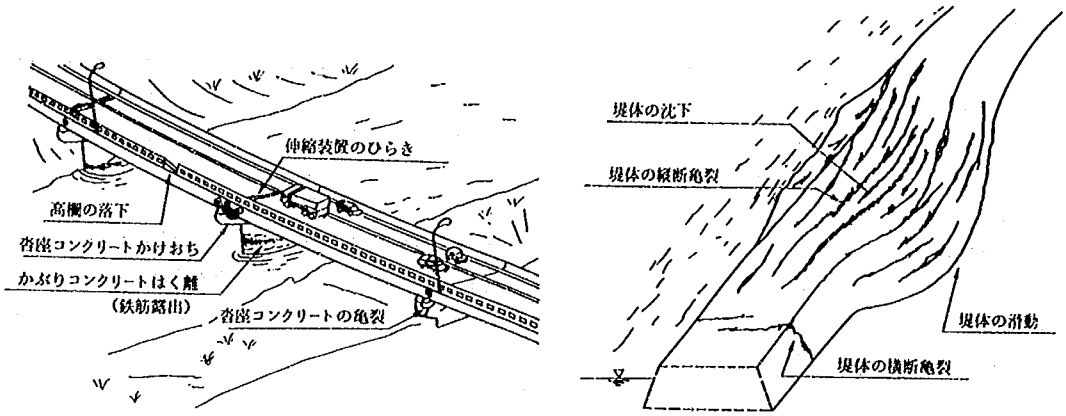
② 特に重要な施設について，被災は生じているか。また，被災の程度は激甚であるか。

③ 火災，爆発，津波など，将来重大な二次災害に発展する可能性の高い災害が生じているか。

2）一定飛行では，「1．1．3震災復旧の第1段階に必要とされる情報」に定める情報項目のうち，(3) 二次災害発生の可能性，及び，(4) 他施設との関連に係わる情報の収集に重点をおく。例えば，道路施設及び河川施設について具体的な調査項目を示すと表-II・解1・5及び表-II・解1・7のようになる。図-II・解1・13は，これを橋梁及び河川堤防を例にとって示したものである。ただし，これは地上からの調査も含めて，震災復旧の第1段階に必要とされる緊急調査項目を示したものであり，この中で○印のついた項目がヘリコプターによる上空からの調査が特に有効な項目である。また，表-II・解1・5及び表-II・解1・7に示した調査項目は，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ることから，被災の規模，地域特性等により適宜取捨選択する必要がある。

(2) 昭和53年伊豆大島近海地震による上空からの被災状況調査の有効性

ヘリコプターから撮影したビデオ画像を用いて震災状況の把握がどの程度の精度で行い得るかを検証した一例として，昭和53年1月14日の伊豆大島近海地震の際に伊豆半島で生じた被害をヘリコプターから撮影したビデオ画像を用いて，被害状況の判読解析を行った結果を示すと以下の通りである。



(a) 橋梁　　(b) 河川堤防

図-II・解 1・13　一定飛行で調査すべき被害項目の一例

伊豆大島近海地震は，伊豆半島東方沖の海底を震源として発生したマグニチュード 7.0 の地震である。これにより，図-II・解 1・14 に示す 5 地点においては，道路沿いに斜面の崩壊等が生じ，著しい被害が生じた。ビデオ画像は，地震発生の当日と翌日に数回にわたって報道の目的に収録されたものであり，被害状況，被害原因，二次災害の可能性等を工学的に調査するためには撮影方向及び撮影範囲等が不十分であるが，実際の震災状況を撮影した数少ないビデオ画像であることから，解析に用いることとした。

本解析では，上記のビデオ画像を，ヘリコプターの緊急飛行（「1．3．3 ヘリコプターの飛行方法」参照）により地上本部に伝送された画像と見なした上で，表-II・解 1・22 に示す 3 人の地質の専門家（経験年数が〝長い〟（調査者 A），〝中程度〟（調査者 B），〝短い〟（調査者 C））に被害状況を判読してもらうこととした。なお，調査者 A は地震後に現地調査に携わった経験があり，12 年前の地震であってもかなり鮮明に被災の特徴を記憶している。他の 2 名の調査者は，地震被害に関する知識はあるものの，被災状況を詳しく見るのはこれが初めてである。

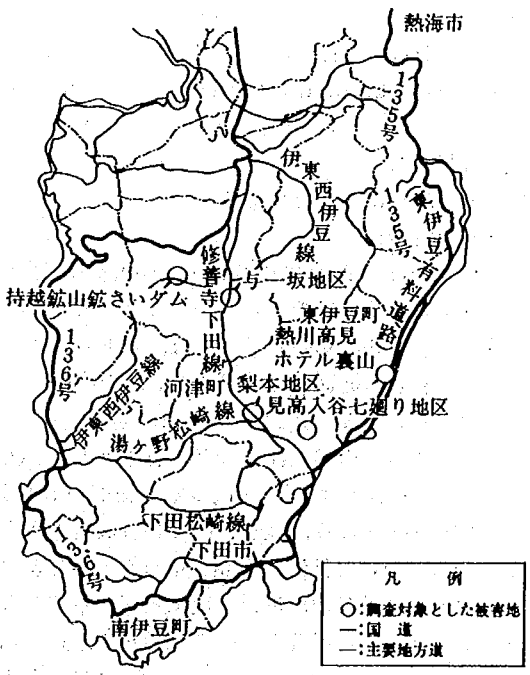
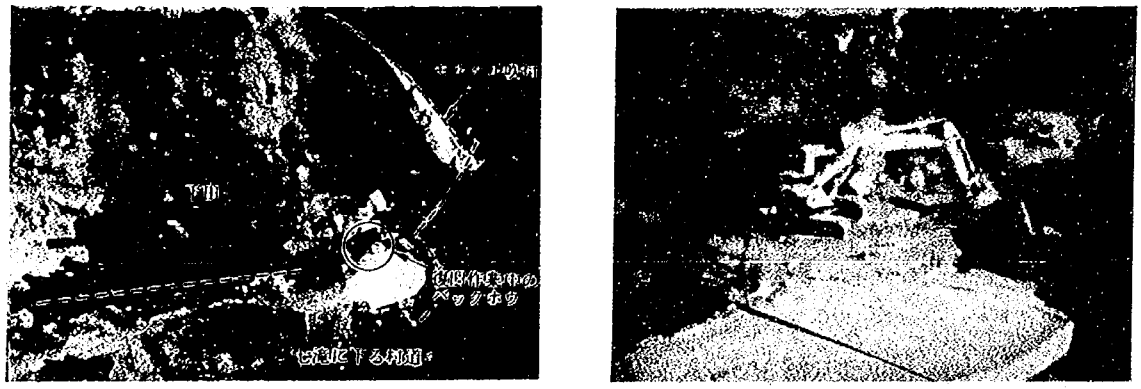


図-II・解 1・14　解析対象とした被害の位置（昭和 53 年伊豆大島近海地震）

5 地点における被災状況を撮影した代表的なビデオ画像，3 人の調査者による被害の判読結果，及び，調査者 A による被災状況のスケッチ図を示すと，写真-II・解 1・14～写真-II・解 1・18，表-II・解 1・22，表-II・解 1・23，及び，図-II・解 1・15～図-II・解 1・19 の通りである。本解析により，ビデオ画像からの被災状況の判読精度に関して，得られた知見をまとめると以下のようになる。

1）梨本地区の斜面崩壊

写真-II・解 1・14 は被災地域の全景及び復旧作業中のバックホウを，また，図－II・解 1・15 はビデオ画像をもとに調査者 A が作成したスケッチ図を，それぞれ示したものである。これによれば，崩壊は大きく右側の深い地滑り性崩壊と左側のやや浅い崩壊からなっていることが判読されている。ただし，崩壊面の上端が撮影されていないため，今後の被害の拡大の可能性を判断する上で重要な亀裂等が生じているかどうかが判読できない。震災情報収集用の調査では，崩壊面だけでなく，崩壊面の上部及び側面も撮影することが重要である。また，表-II・解 1・22 は，3 人の調査者による判読結果を示したものであ



(a) 被災地域の全景　　(b) 復旧作業中のバックホゥと周辺の被災状況のクローズアップ

写真-II・解 1・14　梨本地区（主要地方道修善寺～下田線）の斜面崩壊

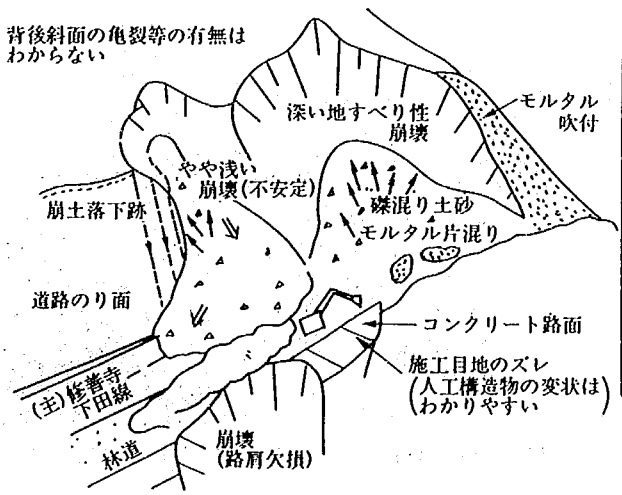


図-II・解 1・15　調査者Aが判読した被災状況のスケッチ図（梨本地区）

表-II・解 1・22　被災状況の判読精度（梨本地区）

調査対象	調査者 A	調査者 B	調査者 C	地震後に調査された値
崩壊面の平均的な幅（m）	70（重機（10 m）× 7）	60～80	50	100 m
崩壊面における平均的な崩壊深さ（m）	10(崩壊幅 × 1/7～1/10)	5～10	10～20	5 m
崩壊面の面積（m²）	*	320～480	*	
崩壊土量（m³）	20,000（30 m × 70 m × 10 m）	20,000	60,000	26,500
道路の被災延長（m）	100（崩壊幅＋α）	80	50	125

注）＊は，ビデオ画像から判定できなかったことを示す。
（ ）内は，調査者Aの判断材料を示す。

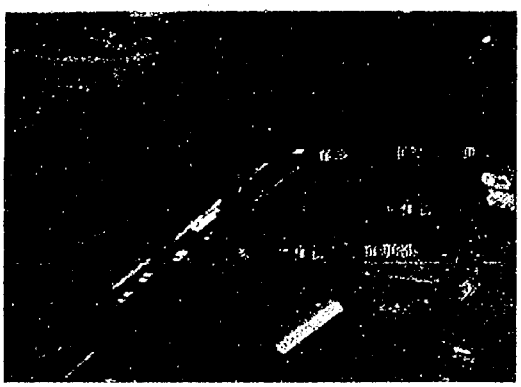
る。地震後の調査によれば，崩壊土砂量は 26,500 m³であるが，調査者A及びBはともに 20,000 m³と，ほぼこれに近い値を推定している。調査者はA及びBはいずれも，ビデオ画像中のバックホゥの大きさを基準として，崩壊面積や崩壊深さを割出していることから，調査対象物の近傍に人工的な工作物が存在する場合にはこれをビデオ画像に映し込んでおくことが判読の精度を高める上で有効と考えられる。定量的な判読に役に立つ人工工作物としては，道路，ガードレール，自動車，重機，人間等が挙げられる。

2）与一坂地区の落石

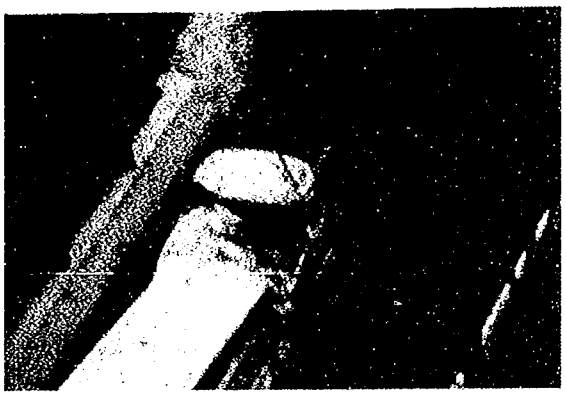
写真-II・解 1・15 は，落石が道路通過中のバスの右前頭部を直撃した与一坂地区において，沿道斜面からの崩土とバスの損傷状況を示したものである。また，図-II・解 1・16 は，ビデオ画像をもとに調査者Aが作成したスケッチ図を示したものである。バスを直撃した石は撮影されていないが，法面上方から落石があり，バスに損傷を与えた後，ガードレールを突き破って道路下に落下していった状況がよく判読されている。

3）見高入谷七廻り地区の斜面崩壊

写真-II・解 1・16 は崩壊地区を示したものである。被災範囲が大きく，どのような地形条件の中でどの範囲に被害が生じたのかは，この画像からだけでは十分に識別できない。広範囲な領域で被害が生じた場合には，へ



(a) 落石とバスの被災状況



(b) 落石により損傷を受けたバス前頭部のクローズアップ

写真-II・解 1・15 与一坂地区（主要地方道修善寺～下田線）の落石

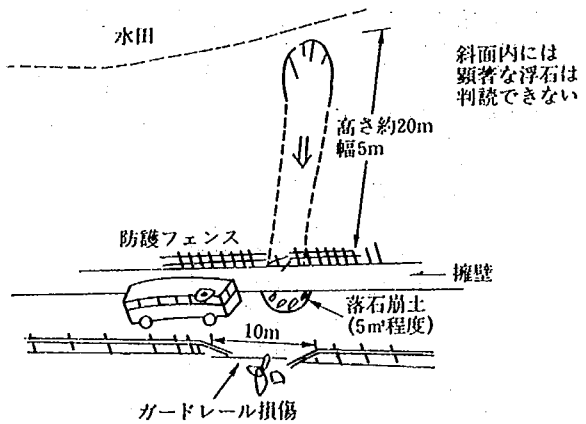


図-II・解 1・16 調査者Aが判読した被災状況のスケッチ図（与一坂地区）

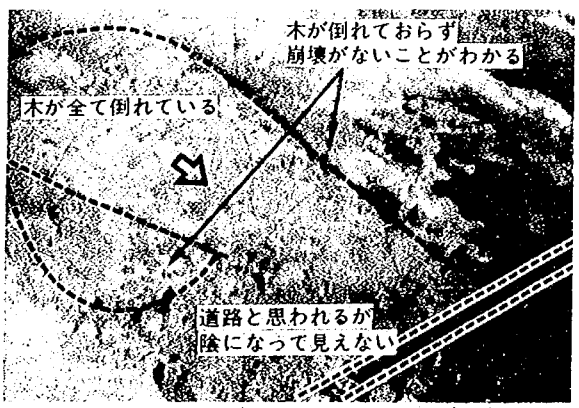


写真-II・解 1・16 見高入谷七廻り地区の被災状況

リコプターの高度を上げて，周辺の全景を撮影することが，被害の全容を把握する上で重要である。図-II・解 1・17 は，ビデオ画像をもとに調査者Aが作成したスケッチ図を示したものである。画像の中央部分で木が全て倒れていることから，緩傾斜の自然斜面が大規模な表層の崩壊を生じ，右下の道路を埋没させていること，また，滑落崖がはっきりしないことから，崩壊深度は浅いことも判読できている。しかし，ビデオ画像の中には大規模な崩壊範囲に相応した寸法の基準となる人工工作物がないこと，また，上述したように全域を撮影した画像がないことから，被災の大きさの定量的な把握は困難である。

4）持越鉱山鉱さいダムの決壊

写真-II・解 1・17 は山頂に設けられた鉱さいダムから鉱さいが流出して持越川に流入している状況，

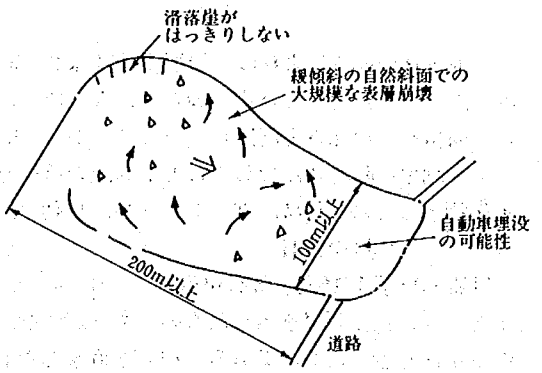
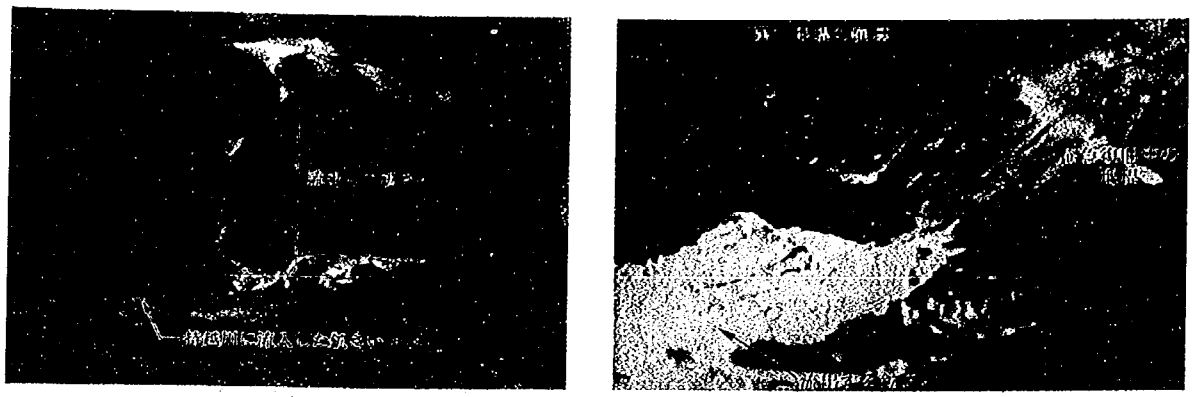


図-II・解 1・17 調査者Aが判読した被災状況のスケッチ図（見高入谷七廻地区）



(a) 鉱さいの流出と持越川への流出　　(b) 第一堰堤の崩壊状況（応急復旧中）

写真-II・解 1・17　持越鉱山鉱さいダムの決壊

及び，応急復旧の進む第一堰堤を，それぞれ示したものである。図-II・解 1・18 は調査者Aが作成したスケッチ図を，また，表-II・解 1・23 は 3 人の調査者による判読結果を示したものである。震後の現地調査によれば堰堤の崩壊幅は 73 m であったが，3 人の調査者は復旧中の重機の大きさを基準にこれを 30～50 m と推定している。また，スケッチ図によれば，鉱さいダムの 1／3 の範囲で鉱さいの流出が生じていることが判読できているが，堰堤の寸法や崩壊深さがわからないため崩壊土量の推定はできない

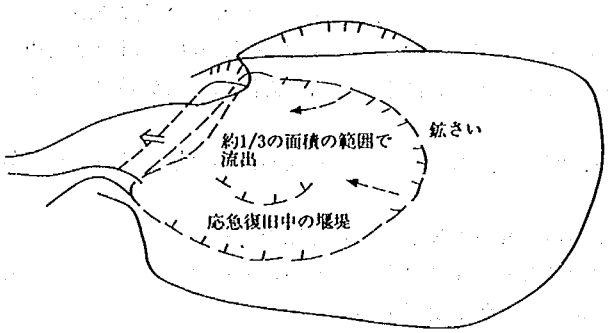


図-II・解 1・18　調査者Aが判読した被災状況のスケッチ図（持越鉱山鉱さいダム）

表-II・解 1・23　被災状況の判読精度（持越鉱山鉱さいダム）

調査対象	調査者 A	調査者 B	調査者 C	地震後に調査された値
第一堰堤の崩壊幅（m）	50 m（重機（10 m）× 5）	40	30～50	73
第一堰堤の崩壊した部分の高さ（m）	5 m（崩壊幅 × 1/7～1/10）	*	4～5	
崩壊土量（m³）	*	*	3,000	80,000
流失した鉱さいが持越川を流下した長さ（m）	*	1,000	20,000	

注）＊は，ビデオ画像から判定できなかったことを示す。
（ ）内は，調査者 A の判断材料を示す。

5）熱川高見ホテル裏側の斜面崩壊

写真-II・解 1・18 は，熱川高見ホテルの裏側で斜面崩壊が生じ，道路に面した 1 棟が原型をとどめないほど破壊された状況を示したものである。また，図-II・解 1・19 は調査者Aが作成したスケッチ図を示したものである。崩壊地区の上端には小さな道路があり，5 m 程度の非常に深い滑落崖があること，画像の手前の道路が崩土で閉塞されていることが判読できている。

(3) ビデオ映像を中心とした上空からの地震被害調査の留意点

ヘリコプター等から撮影したビデオ映像は地震被害



写真-II・解 1・18　熱川高見ホテル裏側の斜面崩壊

の全容を知ると同時に，被害の詳細についてもかなりの精度で知ることができる。ビデオカメラ映像を中心とした上空から地震被害調査を行うためには，以下の点に留意しておく必要がある。

1）機体の振動の影響を受けない防振架台が必ず必要である。

2）被災状況の定量的な把握には，道路（橋，横断歩道橋，車線ラインや路肩等を含む），ガードレール，自動車や復旧用の重機，人間，自動販売機，大きさのわかっているものが有効である。また，空き缶なども路面の小さな亀裂幅等を知るためには有効である。したがって，調査対象とする施設や事象の数倍～数分の一程度の大きさの補助的な物体が存在することは被災状況を定量的に把握するためには極めて重要である。このため，こうした補助的物体が被災地域にある場合には，これが画面の一部に写るように撮影することが有効である。

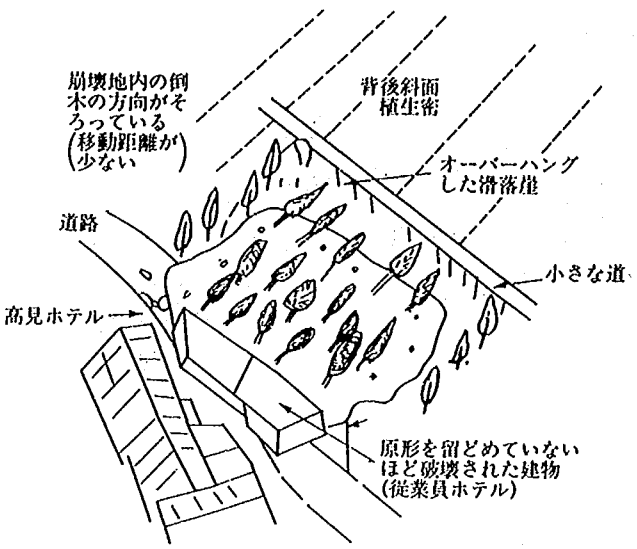


図-II・解 1・19　調査者Aが判読した被災状況のスケッチ図（熱川高見ホテル）

3）ビデオ画像から推定した対象物の大きさはいずれも実際の寸法を過小に評価する傾向にある。これは，画像という限られた範囲内の情報から推定していることが実際の大規模な現象を過小に評価するためである。

4）調査対象物や対象事象が10～100 m程度のスケールであれば，ビデオ映像から被災状況の把握をかなりの精度で行うことができ，被災対象物や対象事象が10 m以下と小規模な場合，あるいは，100 m以上と大規模な場合には，有効な情報を得るために飛行高度，飛行方法，ズーム倍率等の撮影方法に工夫が必要である。

5）撮影方法としては，以下の方法が有効である。

① 周辺の地理条件も含めて崩壊地点の全体的な位置関係を撮影し，その後被災施設の全景，さらに被災施設の中の特定の調査対象へと撮影対象を移す。

② 被災施設正面だけでなく，被害の上方，側方についても被害等がないかを撮影する。

6）被災状況から被害の種類，原因，余震による崩壊の拡大の可能性等を検討するためには，地盤条件，構造条件や施設に関する十分な知識を有する担当者があたることが重要である。

1．3．6　上空からの情報収集に用いる機材

上空からの調査では，できるだけ視覚的な情報を収集するため，以下に示す機材をヘリコプターに整備するとともに，被災規模・地域特性・震後の時期区分等に応じて必要とされる機材を適宜取捨選択して携行するものとする。

(1) 可視ビデオカメラ
(2) 熱赤外線ビデオカメラ
(3) 振動防止用懸架装置
(4) 写真測量用カメラ
(5) ビデオ収録再生装置
(6) モニター
(7) その他

［解　説］

(1)　ヘリコプターに整備すべき機材

正確な情報をできるだけ迅速に収集するために，以下に示す映像機器をあらかじめヘリコプターに整備しておくのがよい。なお，映像機器の選定に際しては，望遠倍率及び解像度など映像機器の能力が，必要とされる震災情報の精度を十分に満足できるよう配慮することが重要である。

1）可視ビデオカメラ

可視光線の反射を映像化する装置であり，肉眼で観察するのとほぼ同様な画像が得られる。ただし，一般に，撮影対象物を肉眼で識別できる程度の光量が確保できない場合には映像が得られにくいため，夜間の調査には不適当である。

現在，建設省防災ヘリコプター〝あおぞら号〟に搭載されている可視ビデオカメラの主要な性能を示すと，表-II・解 1・24 の通りである。

表-II・解 1・24　建設省防災ヘリコプターに搭載されている可視ビデオカメラの主要性能（HL-95 型）

水平解像度	600 本
望遠倍率	12.5～257 mm（25～514 mm）
表示方法	カラー
電源	DC 12 V

注）（　）内は，2 倍エクステンダーを使用した場合。

2）熱赤外線ビデオカメラ

夜間における調査に有効なのが熱赤外線ビデオカメラの利用である。熱赤外線ビデオカメラは，撮影対象物が放射する熱エネルギーを熱赤外線検知素子により検出し，熱エネルギー（表面温度）の分布を複数諧の色調で表現する装置であるため，周囲の明るさに関係なく撮影対象物を識別することができる。ただし，熱赤外線ビデオカメラによって撮影される画像は，通常肉眼で観察される景色ではなく，あくまでも温度分布である。したがって，色彩の違い等により肉眼で識別できる景色であっても，温度分布が均一であれば，一定の色調になり撮影対象物の識別ができないため，注意が必要である。

現在，建設省防災ヘリコプター〝あおぞら号〟に搭載されている熱赤外線ビデオカメラの主要な性能を示すと，表-II・解 1・25 の通りである。

表-II・解 1・25　建設省防災ヘリコプターに搭載されている熱赤外線ビデオカメラの主要性能（サーマルイメージシステム 2500 B）

熱赤外線波長帯域	8～12 μm
走査線本数	525 本
視野角	29° × 15°（7° × 3.25°）
瞬時視野角	1.87 mrad（0.47 mrad）
最小温度分解度	0.2° C
表示方法	白黒 256 諧調
電源	DC 12 V

注）（　）内は，望遠レンズを使用した場合。

3）振動防止用懸架装置

ビデオカメラに伝わるヘリコプターの振動を緩和して，安定した画像を収集するための装置である。一般に，ズームアップした画像ほどカメラの振動の影響を受けやすいため，施設の細かな被害の観察が必要とされる震災調査においては，極めて重要である。

現在，建設省防災ヘリコプター〝あおぞら号〟の可視ビデオカメラに装備されている振動防止用懸架装置の主要な性能を示すと，表-II・解 1・26 の通りである。

表-II・解 1・26　建設省防災ヘリコプターの可視ビデオカメラに整備されている振動防止用懸架装置の主要性能（ウェスカム）

カメラドーム径	820 mm（3 軸ジャイロ搭載）
防振周波数	5～200 Hz
最大揺れ	0.5 mrad 以下
カメラ回転角度	水平 360°，仰角 30°，俯角 90°

4）写真測量用カメラ

被害地域や施設被害の写真測量を行う場合に必要とされる垂直写真及び斜め写真を収集するための装置である。一般のカメラに比べてフィルムサイズが大きい上，撮影に伴う誤差が小さいため，精度よく測量を行うことが可能である。

現在，建設省防災ヘリコプター〝あおぞら号〟に搭載されている写真測量用カメラの主要な性能を示すと，表-II・解 1・27 の通りである。

5）その他

上述した機材の他にも，上空からの情報収集能力を向上させ，より迅速な調査を実施する上で有効な新技術の開発が見込まれる。機材の整備に際しては，このような新技術についても適用性の検討を行うのがよい。新技術として，現状で開発されているものを挙げると次の通りである。

① 高感度カメラ

通常の可視ビデオカメラに比べてはるかに微弱な光量のもとでもカラー映像を得ることができる。

表-II・解 1・27 建設省防災ヘリコプターに搭載されている写真測量用カメラの主要性能 (214 AH-21 型)

有効画面サイズ	53 mm × 53 mm
リゾ・マーク数	25
レンズ収差	20 μ 以下
シャッター速度	B・1～1/500 sec
マガジン容量	100 コマ以上
レンズ	F 5.6/60 mm

注）＊カラーフィルムは約 100 枚，白黒フィルムは約 170 枚収納可能。

② 電子シャッター付きカメラ

通常の可視ビデオカメラのシャッタースピードが 1/30 秒と固定されているのに対して，シャッタースピードを任意に変更することができる。1/30 秒よりも短いシャッタースピードを用いれば，式（II・解 1.6)画像の流れ発生速度を引き上げることができるため，ヘリコプターの飛行速度をより高速にした調査が可能となる。

③ ハイビジョンシステム

通常の可視ビデオカメラに比べると，走査線が 525 本に対して 1125 本，画素数が 5 倍以上である等，はるかにきめ細かな画像を得ることができる。

④ イメージレーダーシステム

Xバンドのレーダー波を用いることにより，大高度からでも鮮明な画像を得ることができる。通常の可視ビデオカメラでは困難である雲の上からの撮影が可能である。

⑤ カメラリモートコントロールシステム

カメラ操作及び画像伝送操作を地上本部等の遠隔地からリモートコントロールすることができる。

(2) 携行機材

情報収集に係わる作業を円滑に進めるため，上空からの調査に際しては表-II・解 1・28 に示す携行機材を適宜準備しておくのがよい。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。

1）上空からの現在位置の把握は，普段からよく知っている地域の調査であっても難しい。このため，上空から管轄区域をみることに優れた担当者を育成することが何よりも重要である。調査対象地域のできるだけ詳細な地図を携行するのがよい。

表-II・解 1・28 上空からの情報収集に必要な携行機材

用 途	携 行 機 材
点検書類	緊急調査マニュアル，管理図，地形図，野帳
点 検 具	双眼鏡
記 録 具	カメラ（ズームレンズ，電池），フィルム，VTR カメラ（バッテリー，カートリッジ），黒板
そ の 他	筆記具（鉛筆，カラーペン）など

2）夜間調査となる場合も多いため，照明具（サーチライト）等に配慮する必要がある。

3）ヘリコプターに搭載できる人員・重量は限られているため，できるだけ軽量・小型で携帯性に富んだ機材を選択するのがよい。

1，3，7 可視ビデオカメラを用いた被災状況の撮影方法

ヘリコプターから可視ビデオカメラを用いて撮影を行う場合には，調査対象とする施設及び被害の大きさに応じて，撮影方向，撮影幅，撮影角度等を適切に定めなければならない。これらの諸元は，図-II・1・2 に従って定めるのがよい。

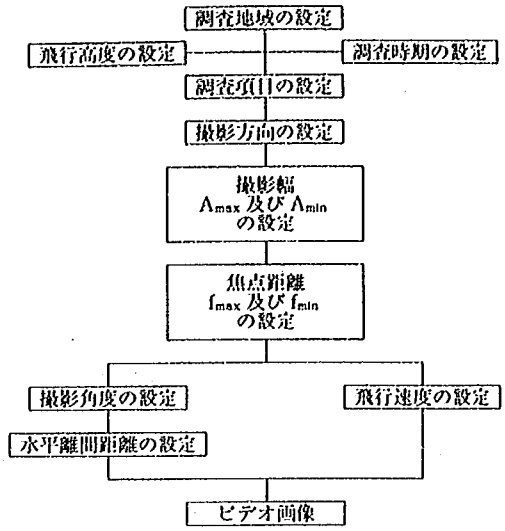
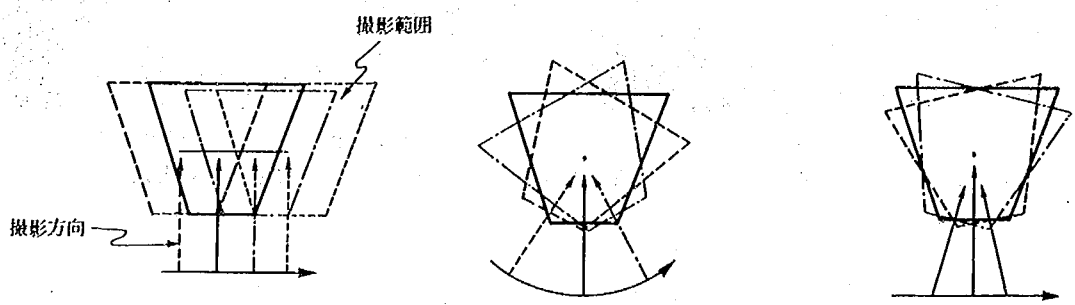


図-II・1・2　ヘリコプターからの可視ビデオカメラの撮影手順

［解　説］

(1)　撮影方向の決定

ヘリコプターからビデオ撮影を行う場合には，その飛行方法に応じて撮影方向を変える必要がある。撮影方向を機体の進行方向と撮影対象施設との位置関係に基づいて整理すると，図-II・解 1・20 に示すように，垂直撮影，連続平衡撮影（斜め撮影），収斂撮影（斜め撮影）の３つに分類することができる。



(a)　連続平衡撮影　　(b)　旋回収斂撮影　　(c)　直線収斂撮影

図-II・解 1・20　ヘリコプターからのビデオ撮影方向の分類

１）垂直撮影

進行方向に対して常に直下を撮影するもので，ぶれが一番少なく，広範囲を漏れなく撮影することができる。また，画像の歪みが少ないため，各種の画像処理に最も適している。

２）連続平衡撮影

進行方向に対して常に真横を撮影するもので，調査者が肉眼で眺める景色がそのまま撮影できる。また，橋桁の下の橋脚のように垂直撮影では撮影できない箇所も，ある程度の俯角（撮影角度）をとることにより撮影できる。ただし，撮影角度の影響で画像処理には誤差が生じやすい。

３）収斂撮影

調査対象施設に常に光軸を合わせるもので，特定施設の被害を様々な角度から撮影するのに適している。

以上の撮影方向は，「1，3，3 ヘリコプターの飛行方法」に定めた３種類の飛行方法に応じて，表-II・解 1・29 に示す組合せで用いるのがよい。

(2) 飛行高度の決定

航空法により定められた最低安全高度(「1．3．2ヘリコプターの運航体制」参照)を基準とするのがよい。

表-II・解1・29 ヘリコプターの飛行方法と撮影方向の組合せ

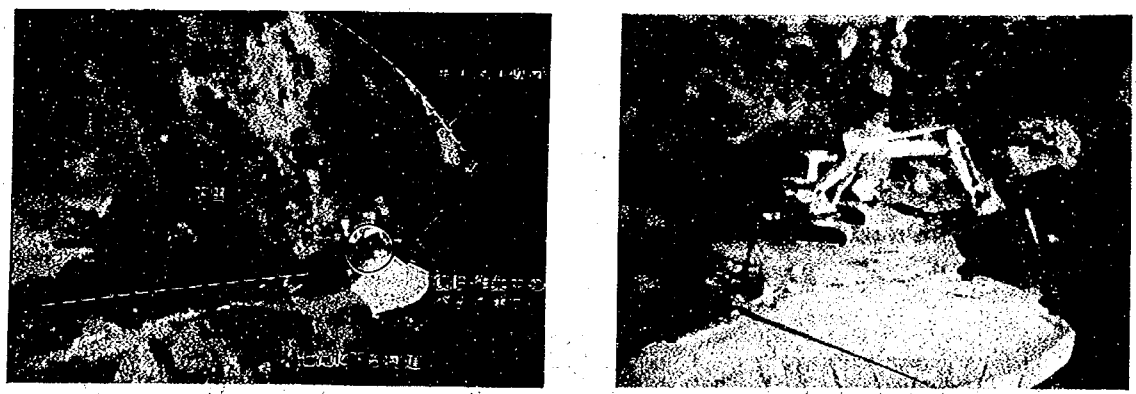
ヘリコプターの飛行方法	撮 影 方 向
緊急飛行	垂直撮影，収斂撮影
一定飛行	連続平衡撮影
調査飛行	収斂撮影

(3) 調査対象施設の特徴に応じた撮影幅の決定

撮影すべき幅には，施設の全容を捉えるためにはこれ以下であってはならないという最小値 A_{min} と，被害を画像上で識別できるだけの解像幅を得るためにはこれ以上撮影範囲を大きくしてはならないという最大値 A_{max} がある。このうち，撮影幅の最小値 A_{min} は施設の大きさから定めればよいため，特に問題はない。例えば，昭和53年の伊豆大島近海地震の際にヘリコプターから撮影された斜面崩壊の画像を示したのが写真-II・解1・19であるが，この場合には沿道を含む崩壊斜面の大きさが撮影幅の最小値となる。これに対して，撮影幅の最大値 A_{max} を定めるためには，ビデオ画像の解像力を考えに入れておかなければならない。

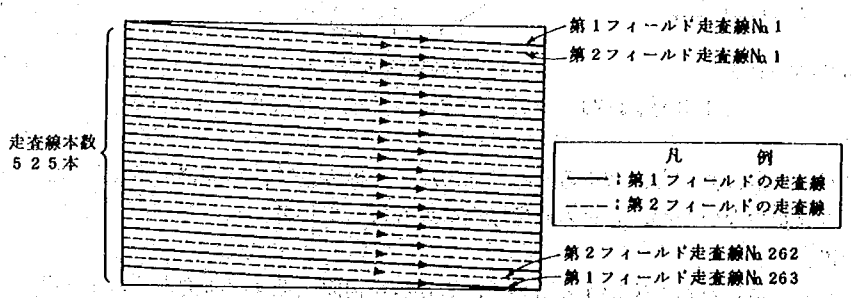
すなわち，ビデオ画像は，図-II・解1・21に示すように，一般に525本の走査線から構成されており，解像幅と撮影幅の間には次の関係がある。

$$A = M \times N/6 \qquad (II・解1・2)$$



(a) 斜面崩壊の全景　　(b) 復旧作業中のバックホゥのクローズアップ

写真-II・解1・19 修善寺～下田線梨本地区の大規模斜面崩壊（1978年伊豆大島近海地震）



注）インターレース方式による記録方式では，2つの走査フィールドにより1画面が構成される。

図-II・解1・21 ビデオ画像の構成

ここに，A：撮影幅 (m)，M：解像幅 (m)，N：垂直解像度 (本) である。垂直解像度Nとは画像を構成する走査線の有効本数である。1画面は525本の走査線から構成されるが，これから機械信号を記憶させるのに必要な40本を差し引いた上に，インターレース方式という記録方式に固有な解像度の現象率70%を乗じた約340本

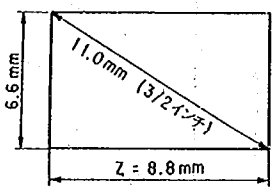
が有効な走査線本数となる。ここで，式（II・解1・2）の右辺で6で割っているのは，走査線相互の重なりを考慮すると物体の存在を認識するためには一般に最低6本の走査線を必要とするためである。施設の被害を画像上で識別するためには，解像幅Mが被害の大きさを表わす単位（例えば，鉄筋コンクリート橋脚の被害を識別するためには，基本となるコンクリートの剥離が識別できなければならない。このため，コンクリートの剥離が生じる範囲が単位となる）よりも小さいことが条件になる。したがって，撮影幅の最大値 A_{max} は，こうした被害の大きさを表わす単位の大きさから式（II・解1・2）を用いて算出することができる。

(4) ビデオカメラの焦点距離の決定

図-II・解1・22に示すように，撮影幅 A とビデオカメラの焦点距離 f との間には次の関係がある。

$$f = Z \times H/A \qquad \text{(II・解1・3)}$$

ここに，f：ビデオカメラの焦点距離（㎜），H：飛行高度（m），Z：カメラの撮像管の横幅（㎜）である。したがって，ヘリコプターの飛行高度を与えることにより，前述の撮影幅の最大値 A_{max} 及び最小値 A_{min} に応じた焦点距離 f_{min} 及び f_{max} を式（II・解1・3）より算出することができる。焦点距離 f は，調査対象施設の大きさ及び被害の特徴に応じて次式を満足するように定める必要がある。



カメラの撮像管の大きさ

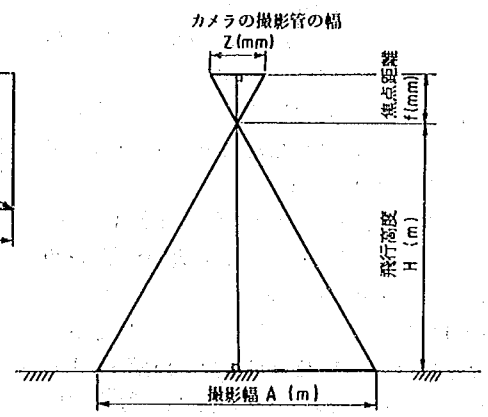


図-II・解1・22　ビデオカメラの撮影幅と焦点距離の関係

$$f_{max} > f = \geqq A_{min} \qquad \text{(II・解1・4)}$$

(5) 施設からの水平離間距離の決定

連続平衡撮影では，まず，撮影角度を定めなければならない。撮影角度は，調査対象施設の種類，飛行高度等によって定めなければならないが，最低安全高度の場合には一般に45～60度程度がよいと考えられる。撮影角度及び飛行高度が決まれば，図-II・解1・23に示すように，施設からの水平離間距離 h は次式で算出できる。

$$h = H \cdot \tan\alpha \qquad \text{(II・解1・5)}$$

ここに，h：施設からの水平離間距離（m），H：飛行高度（m），α：撮影角度（度）である。

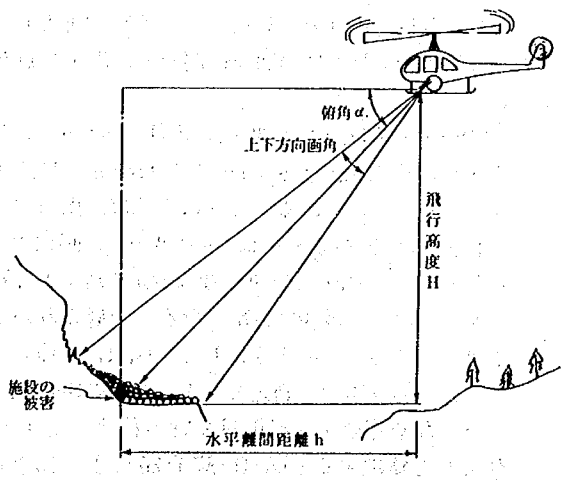


図-II・解1・23　飛行速度及び撮影角度と施設からの水平離間距離の関係

(6) ヘリコプターの飛行速度の決定

調査を迅速に行うためには，基本的にできるだけ高速で飛行するのが望ましい。高速で撮影されたビデオ画像で人間の目では十分に追従できない場合でも，ビデオデッキの静止機能もしくはスロー再生機能を用いることにより被害状況の把握が可能と言われている。ただし，飛行速度があまり速すぎると，調査対象施設の輪郭が流れて記録されるため，ビデオ画像から正しい被害状況を把握することができなくなる。

ここで，画像が流れるのは，ビデオの1画面が走査される速度を撮像管上の撮影対象物の移動速度が上回った場合である。したがって，画像が流れない範囲でのヘリコプターの最高速度，すなわち，流れ発生速度 V_L は次式で算出することができる。

$$V_L = 2.5 \times ZH/f \qquad (II\cdot解\ 1\cdot6)$$

建設省防災ヘリコプター〝あおぞら号〟に搭載されている可視ビデオカメラを用いて調査を行う場合を想定すると，ヘリコプターの飛行高度 H，ビデオカメラの焦点距離 f，及び，流れ発生速度 V_L の関係は，図-II・解 1・24 に示すようになる。

ここに，ヘリコプターが安定して飛行できる最低巡航速度は一般に 60 km/h 程度であるため，式（II・解 1・6）による流れ発生速度がこれを下回る場合には，最低巡航速度で飛行しても画像が流れてしまうことになる。このような場合には，図-II・解 1・25 に示すように，ビデオカメラの撮像管上での撮影対象物の移動速度ができるだけ小さくなるように，収斂撮影等の撮影方法を用いるのが有効である。

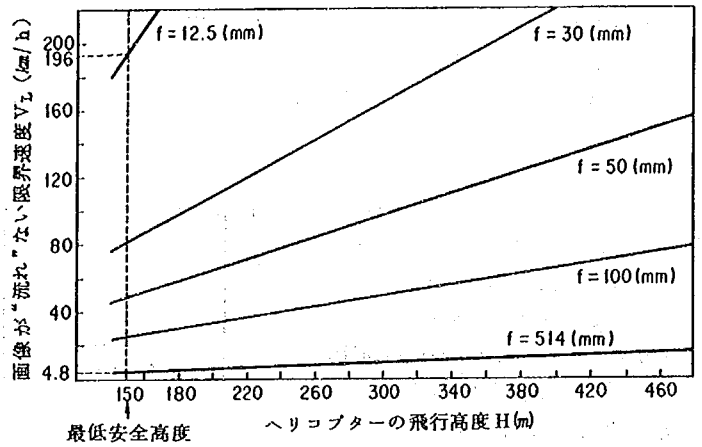


図-II・解 1・24 ヘリコプターの飛行高度，ビデオカメラの焦点距離，及び，流れ発生速度の関係

ここに，上述した流れ発生速度 V_L を検証することを目的として，**写真**-II・解 1・20 に示す 2 種類の模擬地震被害のパネルを撮影対象として行った撮影実験の結果を示すと**写真**-II・解 1・22 及び**写真**-II・解 1・23 の通りである。なお，撮影実験は，**写真**-II・解 1・21 に示すように，模擬地震被害のパネルを試験車の側面に固定した上で試験車を走行させ，この状況を地上に設置した可視ビデオカメラで撮影することにより行った。

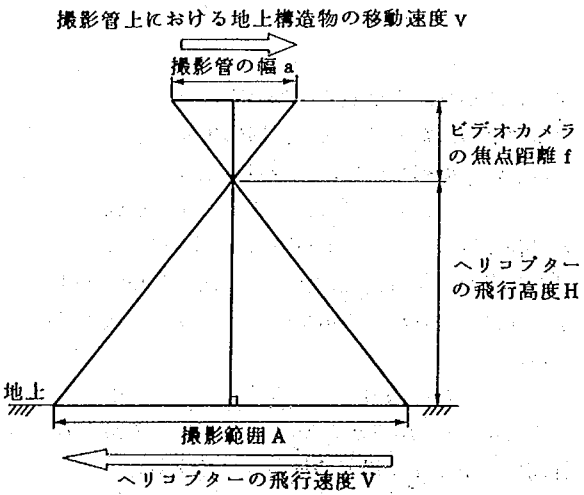


図-II・解 1・25 ヘリコプターの飛行速度とカメラの撮像管上における撮影対象物の移動速度の関係

これによれば，流れ発生速度 V_L とビデオ画像上での模擬地震被害の識別程度の関係に関して，以下の点が指摘される。

1）**写真**-II・解 1・22 は，撮影距離 H を 50 m，ビデオカメラの焦点距離 f を 40 mm とした場合のビデオ画像を示したものである。これによれば，撮影対象物の移動速度 V が 5 ～20 km/h の場合には画像の〝流れ〟が生じていないが，速度 30 km/h を越すと〝流れ〟が生じ始め，速度 40 km/h になると一層これがはっきりしてくる。このようにして，画像に〝流れ〟が生じているか否かを判定し，これを撮影距離 H，カメラの焦点距離 f，撮影対象物の移動速度 V の関係として整理すると図-II・解 1・26 のようになる。図-II・解 1・26 によれば，ビデオ画像に〝流れ〟が生じるか否かは，式（II・解 1・6）により適切に判定できることがわかる。

2）ただし，ビデオ画像に〝流れ〟が生じても，調査しようとする被害の大きさに比べて〝流れ〟の大きさが小さければ，被害の識別は可能である。**写真**-II・解 1・23 の例では，鉄筋のように径の小さいものは移動速度が流れ発生速度を超えると識別できなくなるが，コンクリートの剝落のように寸法の大きいものは移動速度が流れ発生速度をある程度上回っても識別が可能である。したがって，施設の損傷を識別する上でのヘリコプターの最高速度 V_{max} は，流れ発生速度 V_L を基本として，損傷の大きさとビデオ画像の〝流れ〟の大きさとの関係から，調査対象とする損傷の種別及び程度ごとに定めるのが望ましい。

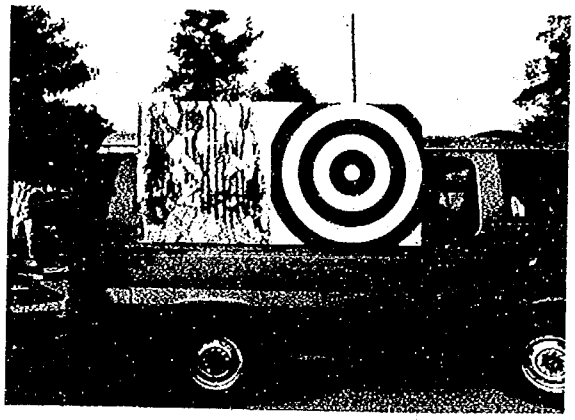
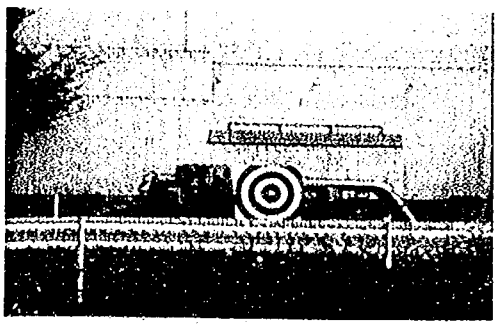


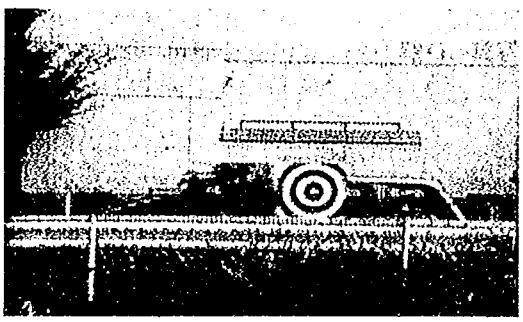
写真-II・解 1・20　撮影の対象としたRC橋脚の模擬地震被害のパネル（橋脚径，主鉄筋径，帯鉄筋径はそれぞれ 90 cm, 15 mm 10 mm）及び同心円のパネル（同心円の幅は 10 cm）



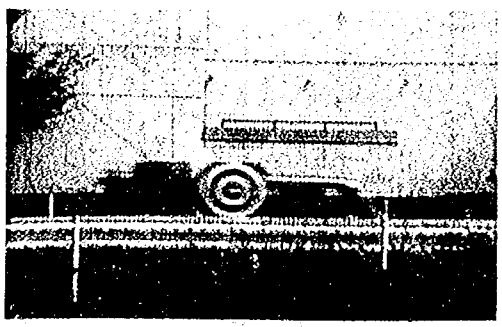
写真-II・解 1・21　撮影実験の方法



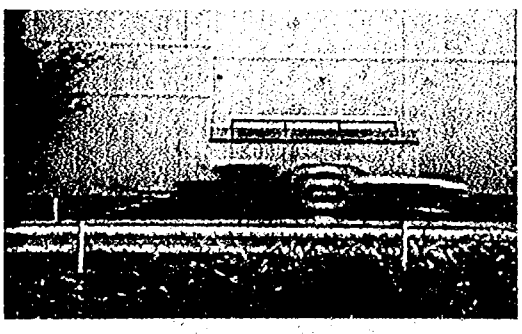
(a)　5 km/h



(b)　20 km/h



(c)　40 km/h

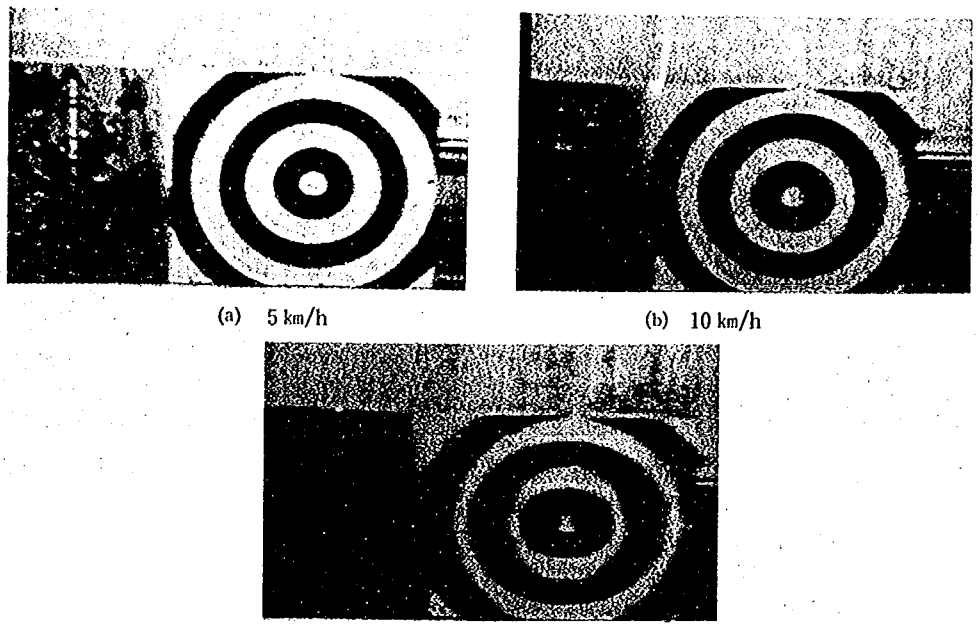


(d)　70 km/h

写真-II・解 1・22　撮影距離 50 m，カメラの焦点距離 40 mmの時のビデオ画像（式（II・解 1・6）による流れ発生速度 $V_L = 20$ km/h）

一例として，RC橋脚の損傷の識別度合を，撮影距離 H，カメラの焦点距離 f，撮影対象物の移動速度 V の関係として整理すると図-II・解 1・27 のようになる。これによれば，本検討で対象としたRC橋脚の主鉄筋及びコンクリートの剝落を識別する上でのヘリコプターの最高速度 V_{max} は次のように与えられる。

$$V_{max} = \begin{cases} V_L & \text{（主鉄筋の損傷を識別する上での最高速度）} \\ V_L + 20 & \text{（コンクリートの剝落を識別する上での最高速度）} \end{cases}$$



(a) 5 km/h　　(b) 10 km/h

(c) 20 km/h

写真-II・解 1・23　撮影距離 50 m，カメラの焦点距離 143 mmの時のビデオ画像（式（II・解 1・6）による流れ発生速度 $V_L = 5.7$ km/h）

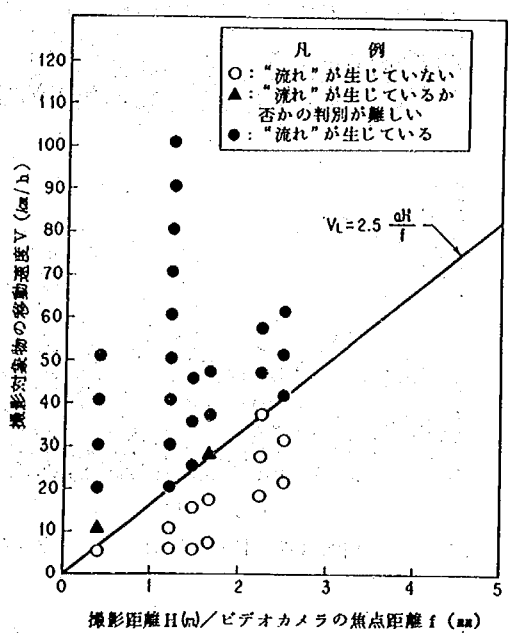


図-II・解 1・26　ビデオ画像の〝流れ〟の発生と撮影対象物の移動速度，撮影距離，ビデオカメラの焦点距離の関係

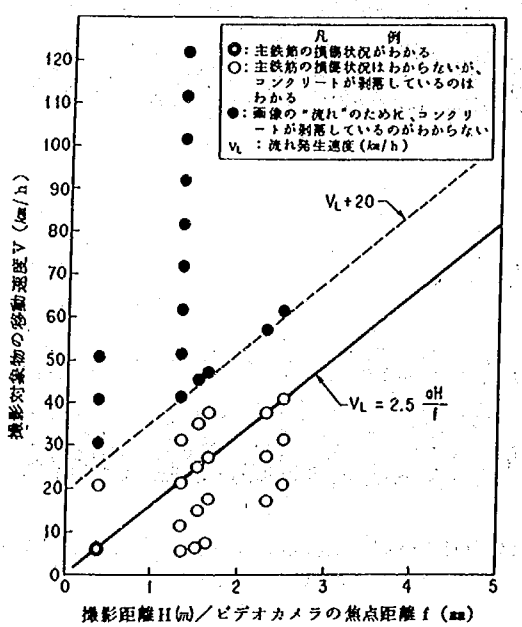
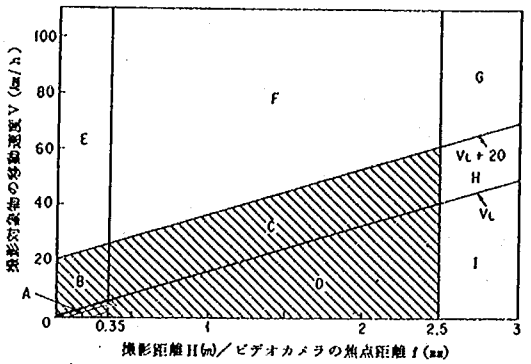


図-II・解 1・27　RC 橋脚の損傷の識別程度と撮影対象物の移動速度，撮影距離，ビデオカメラの焦点距離の関係

また，RC橋脚の損傷を画面上で識別するために必要な解像幅が得られ，かつ，損傷が識別できる範囲にビデオ画像の〝流れ〟を抑えるために必要とされるビデオカメラの焦点距離とヘリコプターの最高速度の関係は図-II・解1・28のように与えられる。



注1）領域A……RC橋脚の主鉄筋の損傷を識別できる。
注2）領域A～D …主鉄筋の損傷は識別できないが，コンクリートの剥落は識別できる。
注3）領域E～I …主鉄筋の損傷，コンクリートの剥落ともに識別できない。

図-II・解1・28　RC橋脚の損傷を識別するためのヘリコプターの最高速度，撮影距離，ビデオカメラの焦点距離の関係

(7)　その他

上述した諸元の他に，留意する点を挙げると以下の通りである。

1）太陽光線

可視ビデオカメラによる撮影でも一般のカメラと同じように逆光を避けるのが望ましい。これは撮影対象物が陰になるのを防ぐとともに，ヘリコプターの搭乗した調査者が双眼鏡等で行う目視調査を容易にするためである。

2）ビデオカメラの設置位置

一般にビデオカメラは機体の左右どちらかに設置されている。このため，機体を挟んで反対側の状況を撮影しようとする場合には，機体が障害となり良好な画像が得られない。したがって，撮影対象施設が機体の直下またはビデオカメラが設置されている側に位置するように，適宜ヘリコプターの飛行位置を調整する必要がある。

1．3．8　熱赤外線ビデオカメラを用いた被災状況の撮影方法

上空から熱赤外線ビデオカメラを用いて撮影を行う場合には，調査対象とする施設及び被害の大きさに応じて撮影方向，撮影幅，撮影角度等を定めるとともに，撮影時の時間帯及び気象条件に応じてカメラのレベル(撮影基準温度)及びゲインを適切に調整する必要がある。これらの諸元は，図-II・1・3に従って定めるのがよい。

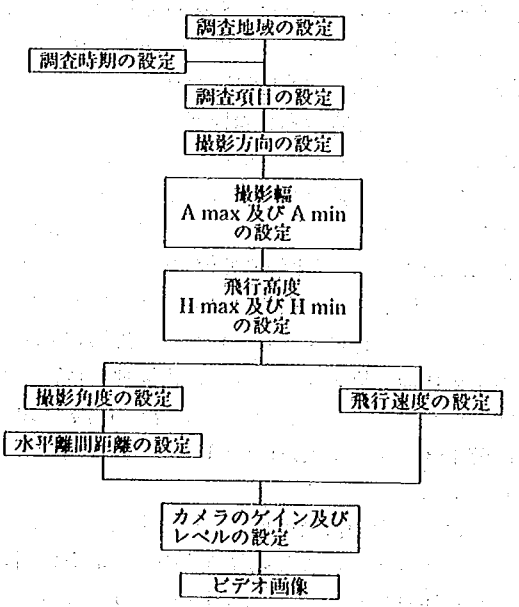


図-II・1・3　ヘリコプターからの熱赤外線ビデオカメラの撮影手順

[解　説]

(1)　撮影方向の決定

「1．3．7可視ビデオカメラを用いた被災状況の撮影方法」解説参照。

(2) 調査対象施設の特徴に応じた撮影幅の決定

施設の全容を捉えるために必要な撮影幅の最小値 A_{min}，及び，被害を画像上で識別できるだけの解像幅を得るために必要な撮影幅の最大値 A_{max} を定める。A_{min} 及び A_{max} の具体的な決定方法は，可視ビデオカメラを用いる場合と全く同様であり，「1，3，7 可視ビデオカメラを用いた被災状況の撮影方法」を参照するのがよい。

(3) 飛行高度の決定

熱赤外線ビデオカメラでは，一般に，焦点距離を変化させて画像のズームアップを行うことができない。このため，調査に必要とされる撮影幅は，ヘリコプターの飛行高度を適切に設定することにより調整する必要がある。ここに，ヘリコプターの飛行高度 H と撮影幅 A の間には，図-II・解 1・29 に示すように，次の関係がある。

$$H = A/\tan\alpha \qquad (II\cdot解\ 1\cdot7)$$

ここに，H：ヘリコプターの飛行高度 (m)，A：ビデオカメラの撮影幅 (m)，α：ビデオカメラの撮影視野角 (度) である。したがって，前述した撮影幅の最小値 A_{min} 及び最大値 A_{max} に応じた飛行高度 H_{min} 及び H_{max} は，式 (II・解 1・7) で算出することができる。ヘリコプターの飛行高度 H は，調査対象施設の特徴に応じて，次式を満足するように定める必要がある。

$$H_{min} < H \leqq H_{max} \qquad (II\cdot解1\cdot8)$$

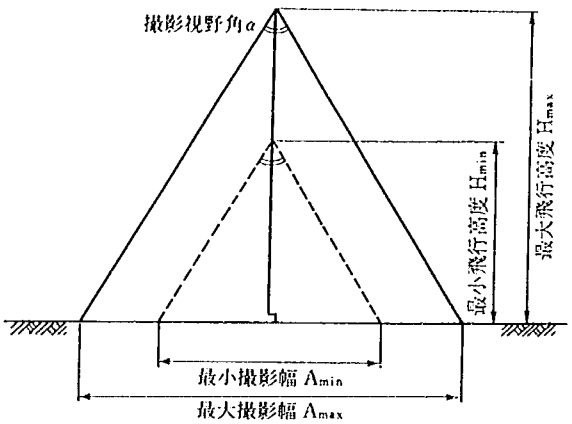


図-II・解 1・29 ヘリコプターの飛行高度と熱赤外線ビデオカメラの撮影幅の関係

(4) ビデオカメラのレベル及びゲインの設定

熱赤外線ビデオカメラは，撮影対象物の表面温度の分布を複数諧の色調で表現する装置である。このため，十分に被害が識別できるだけの撮影幅が得られるように撮影しても，カメラのレベル (撮影基準温度) 及びゲイン (撮影温度幅) の設定が適切に行われていなければ，画像上での色調の違いが明確にならず，被害の識別は困難である。一般に，被害の識別の程度は，構造物の種別，被害の程度，撮影時の気象条件，撮影時の季節，撮影時間帯によって変化するため，撮影に際してはこれら諸条件に応じて最も被害の識別が容易になるようにカメラのレベル及びゲインを適宜調整することが重要である。

ここに，熱赤外線ビデオカメラを用いて震災状況の把握がどの程度の精度で行い得るかを明らかにするため，写真-II・解 1・24 に示す熱赤外線ビデオカメラを用いて，写真-II・解 1・25 に示すように RC 橋脚模型及び盛土模型に設けた模擬的な地震被害を対象として実施した撮影実験の結果を示すと，写真-II・解1・26～写真-II・解1・30 の通りである。撮影実験に用いた熱赤外線ビデオカメラの主要性能，撮影条件，及び，模擬地震被害の表面温度と気温の時系列変化を示すと，表-II・解 1・30～表-II・解 1・31，及び，図-II・解 1・30～図-II・解 1・31 の通りである。

以上に示した模擬地震被害の撮影実験により，熱赤外線ビデオカメラによる震災情報の収集能力に関して得られた知見をまとめると，以下のようになる。

1) RC 橋脚のコンクリートの剥落や鉄筋の露出，盛土の亀裂は，いずれも適切な距離からの撮影であれば十分に識別できる。被害の程度としては，被害部所の広がりと損傷度がともに大きい方が識別は容易となる。

2) 被害の識別程度を大きく左右する撮影条件とし

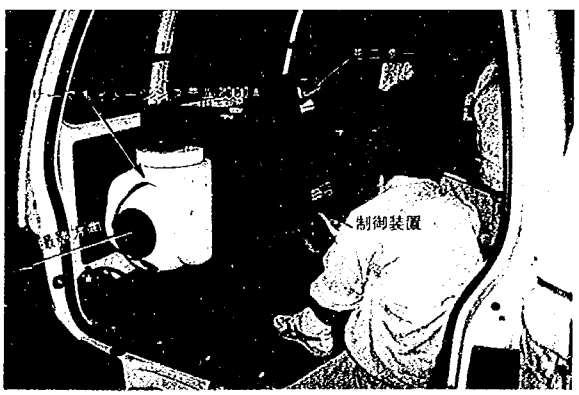
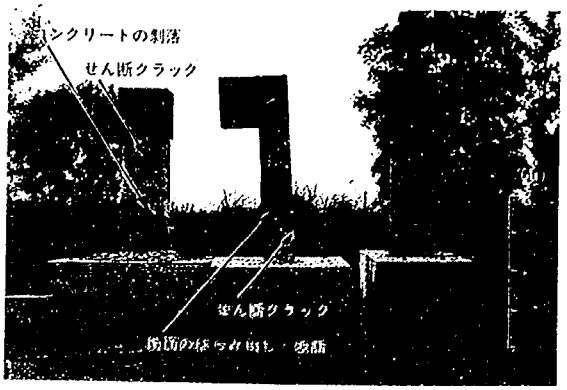


写真-II・解 1・24 撮影実験に用いた熱赤外線ビデオカメラ (サーマルイメージシステム 2500 B)



(a) RC 橋脚模型（左側から，「大被害」の中空橋脚，「大被害」の中実橋脚，「無被害」の橋脚）

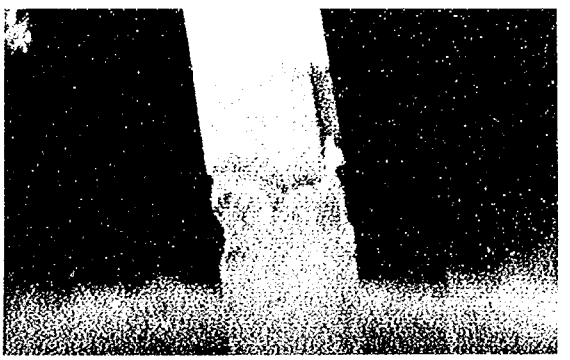


(b) 盛土模型（写真中央に 3 本の亀裂を作成した）

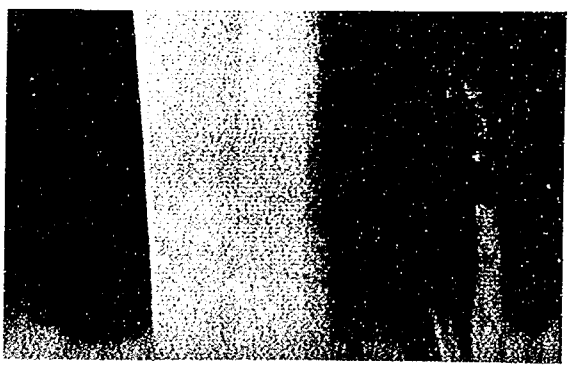
写真-II・解 1・25　撮影の対象とした RC 橋脚模型及び盛土模型の模擬地震被害



(a) 「大被害」の中空橋脚



(b) 「大被害」の中実橋脚



(c) 「無被害」の橋脚

写真-II・解 1・26　被害の程度による識別程度の変化（RC 橋脚模型，11 月 30 日，18：00，撮影距離 25 m，望遠レンズ使用）

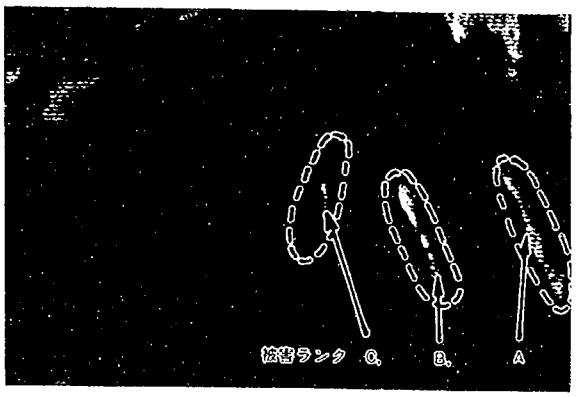
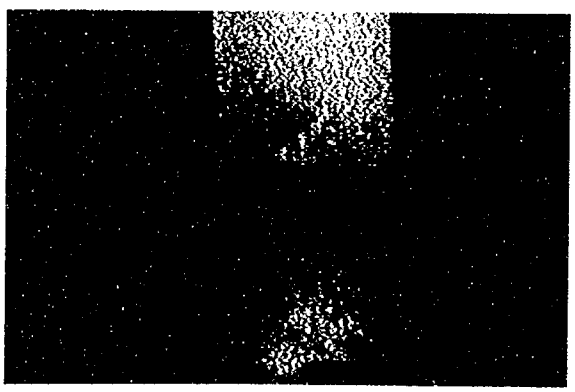
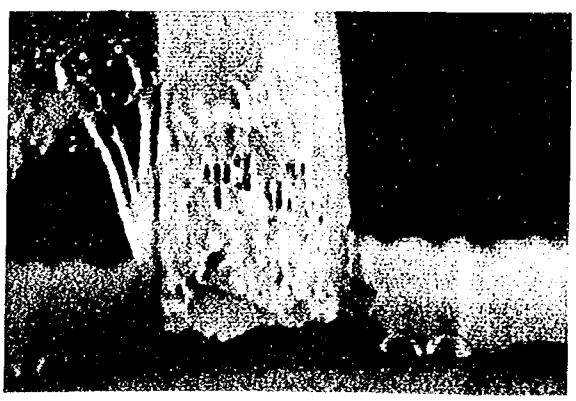


写真-II・解 1・27　被害の程度による識別程度の変化（盛土模型，11月30日，19：00，撮影距離32 m，望遠レンズ使用）



(a)　夏期（撮影時間帯 19：00）

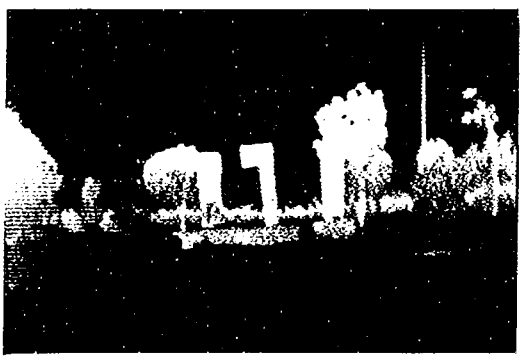


(b)　冬期（撮影時間帯 20：00）

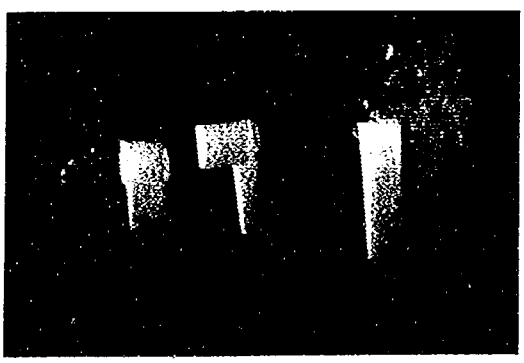
写真-II・解 1・28　撮影季節による被害の識別程度の変化（「大被害」の中空橋脚，撮影距離25 m，望遠レンズ使用）



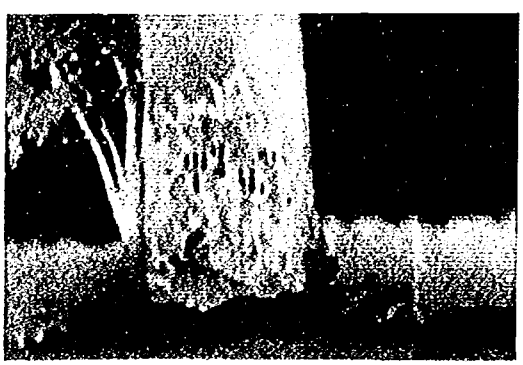
(a)　撮影距離 100 m（標準レンズ，解像幅 0.187 m）



(b)　撮影距離 50 m（標準レンズ，解像幅 0.094 m）

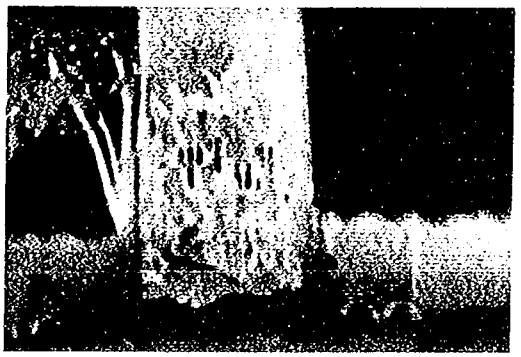


(c)　撮影距離 25 m（標準レンズ，解像幅 0.047 m）

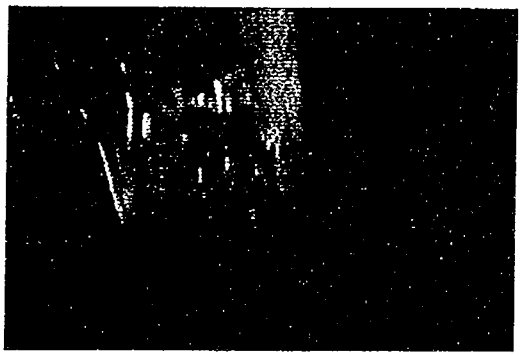


(d)　撮影距離 25 m（望遠レンズ，解像幅 0.012 m）

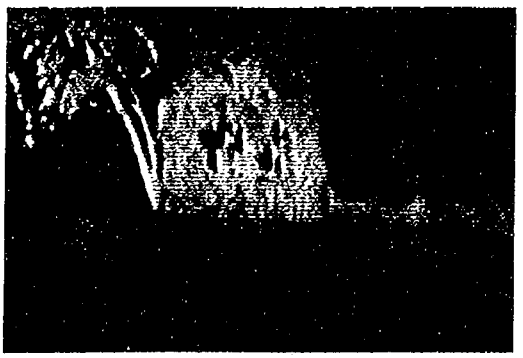
写真-II・解 1・29　撮影距離による被害の識別程度の変化（11月30日，18：00）



(a) 18：00（撮影温度幅 2.0～5.0℃



(b) 22：00（撮影温度幅 1.0～2.8℃



(c) 5：00（撮影温度幅 1.8～2.6℃

写真-II・解 1・30　撮影時間帯による被害の識別程度の変化（11月30日，「大被害」の中空橋脚，撮影距離 25 m，望遠レンズ使用）

表-II・解 1・30　サーマルイメージシステム 2000 A の主要性能

赤外線波長帯域	8～12 μm
冷却剤	圧縮アルゴンガス
走査線本数	525 本
視野角	28° × 15°（7° × 3.25°）*
瞬時視野角	1.87 mrad（0.47 mrad）*
最小温度分解能	0.2℃
表示方法	白黒 256 諧調
電源	DC 12 V

＊（　）内は，望遠レンズを使用した場合

表-II・解 1・31　撮影条件

	RC 橋脚模型		盛土模型	
撮影日時	1989 年 9 月 14 日	1989 年 11 月 30 日	1989 年 9 月 14 日	1989 年 11 月 30 日
撮影時間帯（日没直後）（深　夜）（日の出前）	19：00 23：00 5：00	18：00 22：00 5：00	21：00 2：00 6：00	19：00 23：00 6：00
撮影距離	100，50，25 m		32，60 m	
使用レンズ	標準レンズ，望遠レンズ			

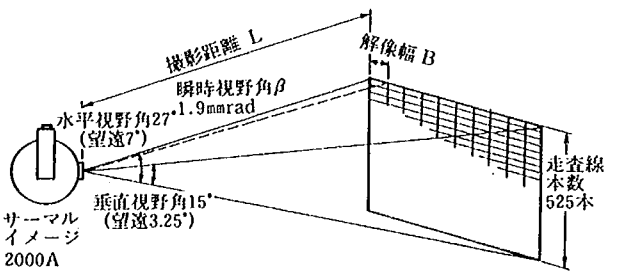
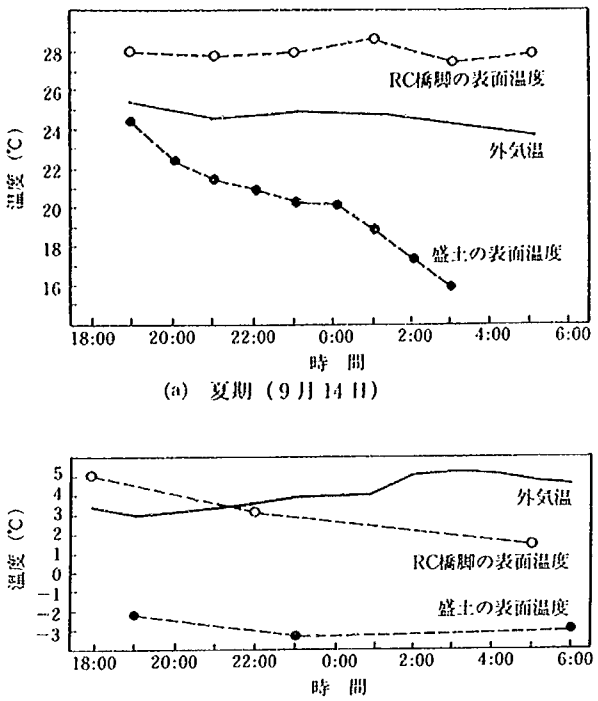


図-II・解 1・30　サーマルイメージシステム 2000 A の画角，撮影幅，解像幅

て，撮影幅及び解像幅が挙げられる。撮影幅は撮影対象物に対して大きすぎてはならない。また，解像幅は調査しようとする被害のうち最も小さい要素（コンクリートのクラック，鉄筋等）より小さくなければならない。本実験の対象とした RC 橋脚の被害を鉄筋の露出まで含めて把握するためには，表-II・解 1・32 に示すように，撮影幅を 3.1 m 以上，解像幅を 0.012 m 以下とする必要がある。

3）橋脚及び盛土の被害はともに，日没から日の出前に移るにつれて識別しにくくなる。これは，時間の経過に伴い，被害部分の中では被害の大きい部分と小さい部分の温度差が，また，被害部分と被害のない一般部分の温度差が，それぞれ小さくなるためである。

また，熱赤外線画像に及ぼす風の影響を明らかにするため，写真-II・解1・31に示すRC橋脚の部分模型に設け



(a) 夏期（9月14日）

(b) 冬期（11月30日）

図-II・解 1・31 橋脚表面温度，盛土表面温度，及び，気温の時系列変化

表-II・解 1・32 解像幅による被害の識別程度の変化（「大被害」の中空橋脚）

解像幅(m)	被害の識別程度
0.012	コンクリートの剥落や鉄筋の露出まで詳細にわかる。
0.047	コンクリートの剥落がわかる。
0.094	何らかの異常が生じていることがわかる。
0.187	被害が生じているか否かはほとんどわからない。

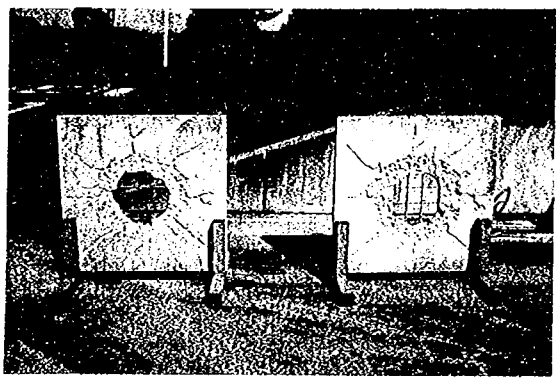


写真-II・解 1・31 撮影の対象としたRC橋脚の部分模型（同様の模擬地震被害を設けた部分模型を2体作成した）

た模擬的な地震被害を対象として行った撮影実験の結果を示すと，写真-II・解 1・33 の通りである。撮影実験の方法，撮影条件，及び，模擬地震被害の表面温度と気温の時系列変化を示すと，写真-II・解 1・32，表-II・解 1・33，及び，図-II・解 1・32 の通りである。

以上に示した模擬地震被害の撮影実験により，熱赤外線画像に及ぼす風の影響に関して得られた知見をまとめると，以下のようになる。

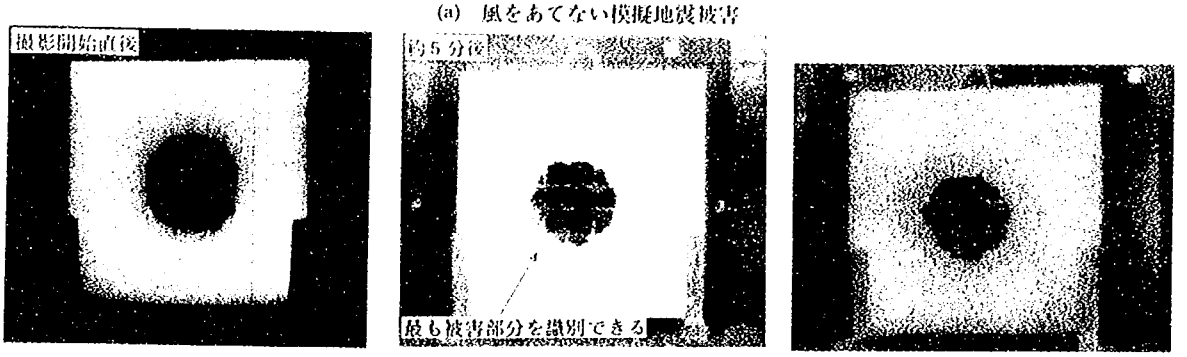


(a) 模擬地震被害の設置方法　　(b) 送風機

写真-II・解 1・32 模擬地震被害の撮影方法



(a) 風をあてない模擬地震被害



(b) 風をあてた模擬地震被害

写真-II・解 1・33　風の有無が模擬地震被害の識別程度に及ぼす影響

表-II・解 1・33　撮影条件

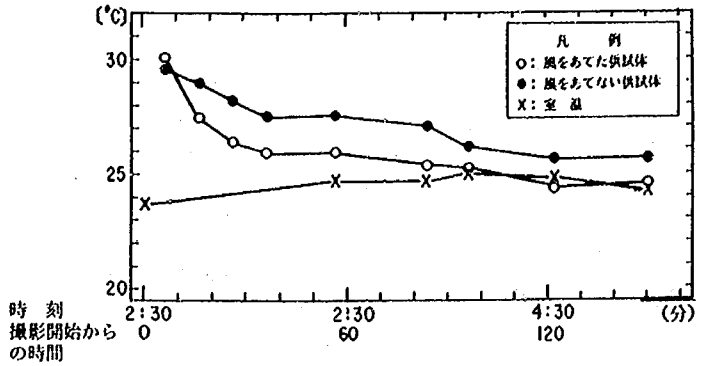
ケース	1		2	
供試体	風をあてる	風をあてない	風をあてる	風をあてない
風速	5 m/sec		10 m/sec	
撮影距離	4 m			
撮影継続時間	2：30 p.m.～5：00 p.m.		2：00 p.m.～4：30 p.m.	
撮影日時	1991.10.2		1991.10.3	

1）風がある場合には風がない場合に比べて構造物が早く冷却される。この傾向は風速が大きいほど著しいため，風速が大きい場合の方が早く被害を識別しにくくなる。

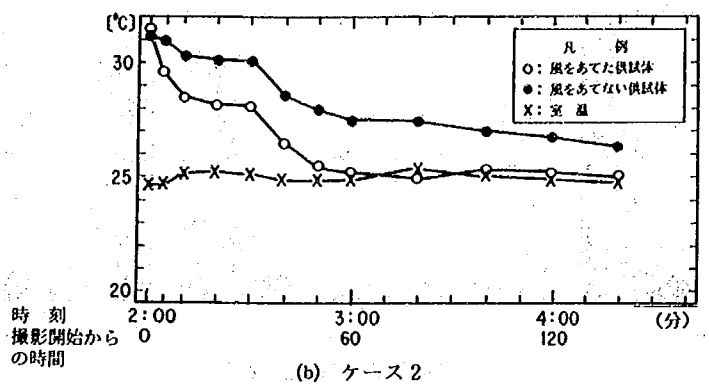
2）風がある場合には，構造物に風があたり始めてからある一定時間が経過した段階で最も被害の識別が容易となる時間が存在する。これは，被害部分と無被害部分との間の熱放射量が異なるために，両者間の温度差が最も大きくなる時点が存在するためである。ただし，いくら長時間風があたり続けても下がり得る表面温度には限界があるため，やがて被害の識別程度は低下する。

3）被害が識別できるか否かは，被害部分とその周辺の無被害部分の温度差の大小により決定される。RC 橋脚の部分模型の鉄筋部・コンクリート剥落部・クラック部について，無被害部分との温度差の時系列変化を示すと図-II・解 1・33 の通りである。また，被害の識別程度を次の 4 種類に分類し，被害部分の無被害部分に対する温度差と被害の識別程度の関係を示すと図-II・解 1・34 の通りである。

これによれば，RC 橋脚の被害を熱赤外線画像上で識別するために必要とされる無被害部分と被害部の最小の温度差（識別可能温度差）は，2.0℃程度である。

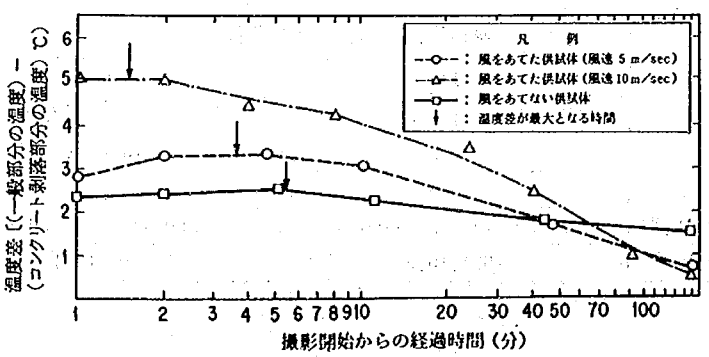


(a) ケース1

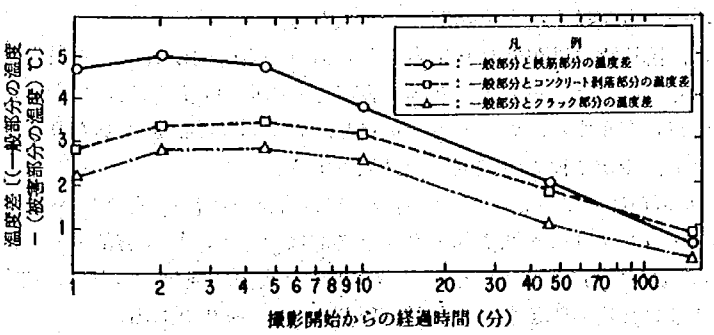


(b) ケース2

図-II・解 1・32 模擬地震被害の表面温度及び室温の時系列変化



(a) コンクリート剥落部の温度差の時系列変化



(b) 被害の種別ごとに見た温度差の時系列変化

図-II・解 1・33 被害部と無被害部の温度差の時系列変化

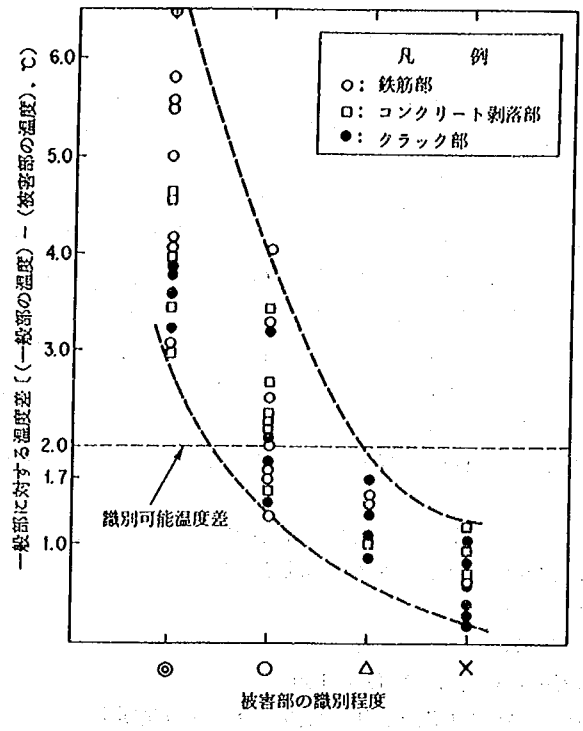


図-II・解1・34　被害の識別程度と温度差の関係

1．3．9　斜め写真及びビデオ映像を用いた震災状況の簡易測量法

1．3．9．1　一般

緊急措置及び応急復旧の方針を定めるためには，多少精度は粗くても速やかに施設被害の縦横断面図が必要とされるが，このためには，上空から撮影された斜め写真及びビデオ映像を用いた簡易測量法（PSEP 法）が有効である。

［解　説］

大規模かつ広域的な震災が生じた場合に，緊急措置及び応急復旧の方針を立案する上でまず必要とされるのは，施設被害の概略の形状や寸法諸元を示す縦横断面図である。地形図等の縦横断面図は，航空写真を用いた写真測量により正確に作成することができ，写真測量には多くの時間が必要とされる。このため，迅速な調査が要求される震災直後の調査には，これをそのまま適用することが困難である場合が多い。このような場合には，従来の写真測量の作業工程を大幅に省略し，施設被害のごく概略を，上空から撮影された斜め写真及びビデオ映像から解析することができる簡易測量法（PSEP 法）が有効である。

1．3．9．2　PSEP 法の基本

PSEP 法による施設被害の解析は，以下の基本方針の下に，復旧計画の策定に必要とされる解析精度を考慮して行うものとする。

(1) PSEP 法に用いるステレオペアは，震災直後に緊急飛行もしくは一定飛行により収集される斜め写真及びビデオ画像の中から選定する。

(2) 標定点の設置や標定点測量など，現地での作業を必要とする工程はできるだけ省略し，工程の短縮化を図る。

[解 説]

PSEP法により施設被害の縦横断面図を作成する上での基本方針を示したものである。なお，PSEP法は迅速性の観点から従来の写真測量に必要とされる工程を大幅に短縮するものであるため，写真測量に比べると解析精度は低下する。このため，PSEP法による施設被害の解析に際しては，復旧計画の策定に必要とされる情報の精度を明確にするとともに，解析精度がこれを下回らないように十分留意することが重要である。

(1) 一般に，単独の写真からは奥行き方向の形状を測定することができないため，PSEP法では，異なる場所から被写体が重複するように撮影された2枚1組の写真（ステレオペア）が必要である。2枚の写真をそれぞれが撮影された時点でのカメラの位置及び傾きを再現する位置にセットし，投影中心に相当する位置から光をあてれば，施設被害の3次元形状に相似な光学的な立体像が得られる。従来の写真測量においては，航空機から写真測量用カメラを用いて垂直撮影したステレオペアを用いるのが一般的であるが，PSEP法では迅速性を優先させるため，ヘリコプター等の緊急飛行及び一定飛行（「1.3.3ヘリコプターの飛行方法」参照）により収集された斜め写真及びビデオ映像の中からステレオペアを選定して用いる。

(2) 従来の写真測量法による解析は，図-II・解1・35に示すように，以下の手順で行われる。

1）標定点の設置

ステレオペアが撮影された時点のカメラの状態を解析的に算定できるように，被写体中に対地座標の算定が可能な標定点をあらかじめ設置しておく。カメラの状態として算定すべき項目としては以下のものがある。

①撮影中心の対地座標 (X_i, Y_i, Z_i) $(i = 1,2)$

②座標軸回りのカメラの傾き (ω_i, ϕ_i, k_i) $(i = 1,2)$

ここに，i は2枚の写真がそれぞれ撮影された時点のカメラの状態を示している。上記12個の未知数を算定するために，一般には，ステレオペアの重複する範囲内に6点以上の標定点を設定しなければならない。ただし，対地座標がわかっている基準点（三角点等）の配置はそれほど密ではないため，三角点等を用いた空中三角測量によって，対地座標を算定するのに必要なだけ標定点を増設しておく必要がある。

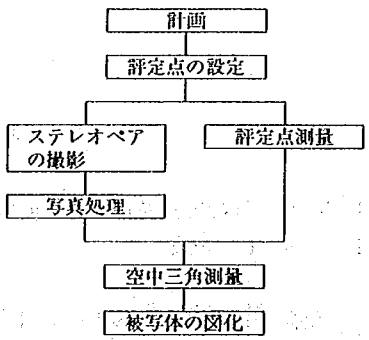


図-II・解1・35 従来の写真測量法による解析の流れ

2）ステレオペアの撮影

各々の写真間で被写体の一部を重複するように撮影する。重複させる範囲，すなわち重複率は，一般に，60%程度がよいとされている。撮影には，レンズの歪及びフィルムの湾曲に対する補正が行えるように，画面中心，画面距離，レンズ収差がわかっている高精度の写真測量用カメラが用いられる。

3）写真処理

ネガの現像及び解析作業を行うためのダイヤポジ（写真-II・解1・34参照）の作成を行う。ネガの大きさは24 cm×24 cmと大きい。これを処理できる施設は全国で数カ所程度に限られている。

4）標定点測量

1）で設置した標定点の対地座標を，三角点等の対地座標をもとに，現地で測量する。

5）空中三角測量

1）で算定した標定点の写真上での座標と，4）で測定した標定点の対地座標から，ステレオペアを撮影した時点のカメラの状態を算定する。

6）被写体の図化

ステレオペアをカメラの状態を再現するように解析図化



写真-II・解1・34 解析作業に用いられるダイヤポジ

機（写真-II・解 1・35 参照）にセットした後，前述した方法により，被写体中の任意点の対地座標の算定，描画の作成，等高線図の作成等を行う。

上記の作業工程のうち，標定点の設置，ステレオペアの撮影，及び，標定点測量は，現地での作業が必要とされる。震災直後における現地での作業には長大な時間を要するため，PSEP 法においてはこれらの作業工程を省略する所に特徴がある。



写真-II・解 1・35　解析図化機

1．3．9．3　PSEP 法による解析の流れ

PSEP 法による施設被害の解析は，図-II・1・4 に示すフローに従って，以下の手順で行うのがよい。

(1)　斜め写真及びビデオ映像の収集

緊急飛行もしくは一定飛行により，施設被害の撮影を行う。

(2)　ステレオペアの選定

収集された斜め写真及びビデオ映像の中から，画像相互の重複率，及び，長さの基準となり得る迅公的な工作物の存在に留意して，画像のペアを選定する。

(3)　ビデオ画面のハードコピーの作成

ビデオ映像を用いる場合には，ビデオ画面のハードコピーを作成する。

(4)　標定点の設定

ステレオペアの重複する範囲内に，写真上で 3 点以上の標定点を設定する。

(5)　写真座標の推定

被災地周辺の地形図，構造物設計図書等に基づき，標定点の写真座標を推定する。

(6)　施設被害の図化

解析図化機を用いて，従来の写真測量と同じ方法で，施設被害の縦横断面図を作成する。

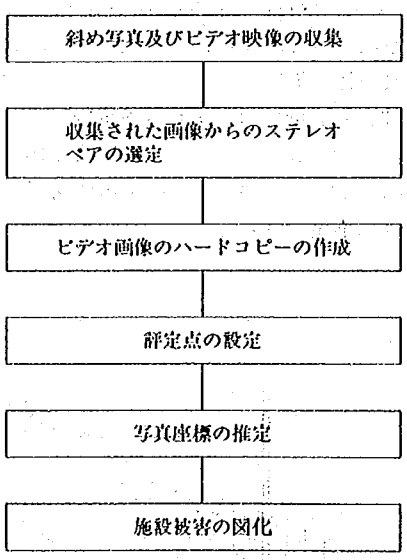


図-II・1・4　PSEP 法による解析の流れ

[解　説]

(1)　斜め写真及びビデオ映像の収集

緊急飛行もしくは調査飛行により施設被害の撮影を行う。撮影に際しては，ステレオペアとしての使用が可能な画像を得るために，以下の点に留意する必要がある。

1）ビデオカメラによる上空からの斜め撮影方法には，連続平衡撮影，旋回収斂撮影，及び，直線収斂撮影

(「1．3．7可視ビデオカメラを用いた被災状況の撮影方法」参照) がある。このうち，旋回収斂撮影及び直線収斂撮影は，カメラの光軸を常に被災施設に向けた撮影であり，画像相互の重複率は100%に近いものとなる。前述したように，ステレオペアとして用いる画像の重複率は60%程度が適切であることから，ビデオカメラによる撮影はできるだけ連続平衡撮影で行うのがよい。

2) 斜め写真の撮影は，ビデオカメラによる撮影のように連続的ではないため，できるだけ写真間の間隔を短くして，多くの画像を収集するのがよい。

3) 後述する標定点の設定を容易にし，解析の精度を高めるために，被災した箇所だけでなく，周辺の人工的な工作物も同一画面に写し込むようにする。

(2) ステレオペアの選定

斜め写真及びビデオ映像ともに，適切な重複率が得られ，かつ，周辺の人工工作物ができるだけ多く写っている画像のペアを選定する。

(3) ビデオ画面のハードコピーの作成

解析図化機を用いた解析作業では写真またはダイヤポジが必要とされるため，(2)で選定したビデオ画像からハードコピーを作成する。

(4) 標定点の設定

カメラの状態を規定する12個の未知数 (「1．3．9．2 PSEP法の基本」参照) は，最小限，3次元座標がわかっている標定点2点と，3次元座標のうちいずれか1つの座標がわかっている標定点1点があれば算定が可能である。このため，標定点の数を，従来の写真測量に用いられる6点以上という条件から，3点以上という条件に緩和する。

標定点は，写真上での座標が特定しやすいように，道路構造物であれば車道構成要素 (車線区画線，車道外側線等)，橋梁 (取付部，高欄，照明灯等) 等，河川構造物であれば河川構成要素 (河道外側線，護岸，堤防等)，樋門，水門，堰等，または，一般の建物，家屋，自動販売機など，人工工作物の端部に設定するのがよい。

(5) 写真座標の推定

施設被害の解析には必ずしも被災施設の対地座標は必要でなく，写真上での相対的な位置関係がわかればよい。このため，(4)で設定した標定点の写真座標を推定する。一例として，橋梁に標定点を設けた場合には，図-II・解1・36のようになる。すなわち，図中に示す標定点Aを写真座標の原点とすれば，標定点B及びCの写真座標は次のように推定できる。

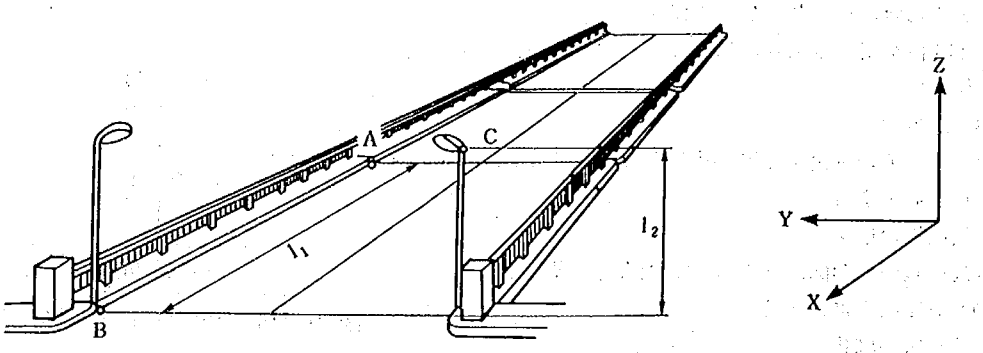


図-II・解1・36 写真座標値の設定例 (標定点を橋梁に設けた場合)

標定点B (l_1, 0, 0)

標定点C (*, *, l_2)

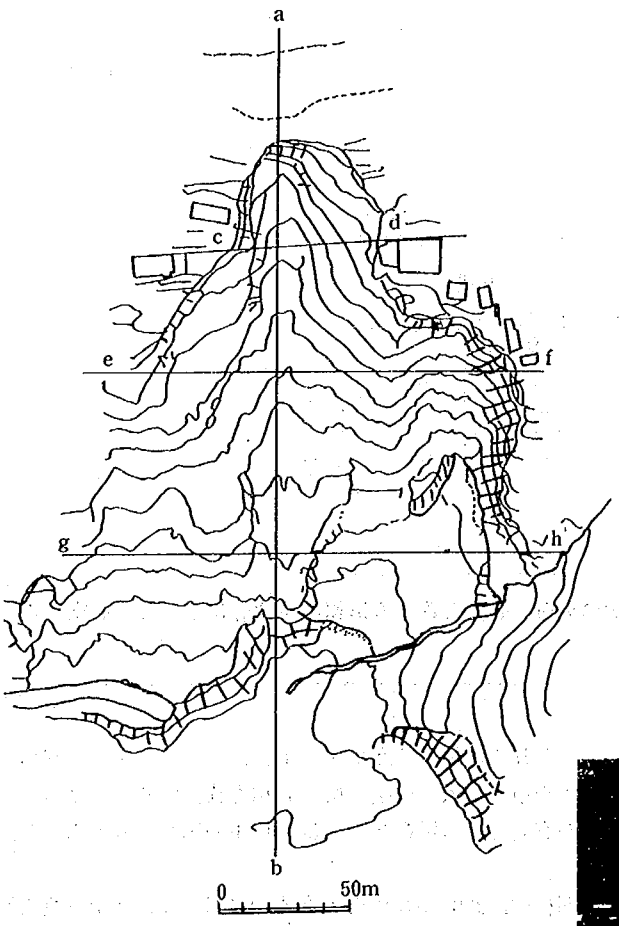
ここに，l_1及びl_2の値は，橋梁台帳等により調べるか，手がかりとなる情報が得られない場合には担当者の判断により推定する。また，*は，(4)に示した理由により座標値の特定が不要であることを示す。

写真座標の推定に際しては，震災直後に被災地周辺の大縮尺の地形図，構造物設計図書，路線図等の資料が入手可能であれば，より正確な値を推定することができる。なお，車道構成要素である車線区画線，車道外側線等

の寸法は，標準値が道路技術基準通達集（建設省道路局）により規定されているため，座標値の推定に有効に用いるのがよい。

(6) 施設被害の図化

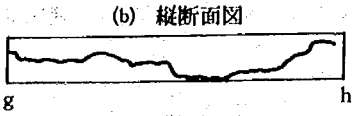
(5)で推定した標定点の写真座標から，ステレオペアが撮影された時点のカメラの状態を算定し，ステレオペアを解析図化機にセットする。この後，従来の写真測量と同じ方法により，被害部位の概略寸法の計測及び縦横断面図の描画を行う。



(a) 平面図



(b) 縦断面図



(c) 横断面図

図-II・解 1・37　県道御岳王滝黒沢線松越地区に生じた斜面崩壊の縦横断面図(PSEP 法による)

PSEP 法を用いた解析の一例として，昭和 59 年 9 月 14 日の長野県西部地震（M 6.8）により県道御岳王滝黒沢線の松越地区で生じた大規模斜面崩壊の縦横断面図を示すと図-II・解 1・37 の通りである。写真-II・解 1・36 には解析に用いた斜め写真を，また，表-II・解 1・34 には主要点間における寸法の計測値を従来の写真測量による計測値と比較した結果を，それぞれ示している。本解析によれば，写真測量による測量値に対する PSEP 法による計測値の誤差は，各寸法とも 5％程度に収まっている。

また，このような大規模斜面崩壊の解析に要する時間を，従来の写真測量による場合と PSEP 法による場合で比較して示すと，表-II・解 1・35 の通りである。これによれば，PSEP 法に要する時間は 4 時間強であり，これは従来の写真測量に要する時間（約 3.6 日）の約 1/20 に相当する。



写真-II・解 1・36　PSEP 法に用いた斜め写真（撮影距離 602 m，焦点距離 209 mm，俯角 30°）

表-II・解 1・34　解析に要する時間（松越地区の大規模斜面崩壊を対象とした場合）

(a)従来の写真測量法による場合

工　　程	所要時間	備　　考
①評定点の設置	約1時間	ステレオペア5組×6点分
②ステレオペアの撮影＊	約6時間	ステレオペア5組分
③写真処理 フィルム輸送 現像	約4時間 約2時間 約2時間	東京都内
④評定点測量＊＊	約3日	ステレオペア5組×6点分
⑤空中三角測量	約6時間	ステレオペア5組×6点分
⑥被写体の図化 主要施設の描写 等高線の記入 土量等の計測	約8時間 約1時間 約6時間 約1時間	
合計[1]	約3日15時間	

(b) PSEP法による場合

工　　程	所要時間	備　　考
①ステレオペアの選定	約10分	VTR再生モニター
②VTR画面のハード コピー作成	約10分	5枚
③標定点の設定	約30分	
④写真座標の推定 標定点・カメラデータ入力 写真設置・標定観測座 標値の算出	約90分 約20分 約10分 約1時間	解析図化機による作業
⑤被写体の図化 図面作成 土量等の計測	約2時間 約90分 約30分	解析図化機による作業
所要時間合計	約4時間20分	

注1）表中＊及び＊＊の工程は並行作業で行う。

表-II・解 1・35　従来の写真測量による計測値と
PSEP法による計測の比較

区間	簡易測量による測定値（m）	写真測量図面からの測定値（m）	誤差	誤差/実寸法
距離ａｂ	186	186	0	—
距離ｅｆ	123	128	−5	0.039
距離ｇｈ	153	156	−3	0.019
比高ａｂ	84	88	−4	0.045

1．3．10　航空機の利用

上空からの震災情報の収集に際しては，被災地域の分布，必要とされる情報の精度等に応じて，航空機の利用も検討するのがよい。

［解　説］

被災地域の分布特性や，震後の時期区分に応じて必要とされる情報の精度によっては，ヘリコプターの利用が適切でない場合がある。このような場合には，セスナ等の空中写真撮影用航空機の利用を検討するのがよい。

ヘリコプターに比べて，空中写真撮影用航空機の利用が有効となる場合としては，以下の場合が考えられる。

(1)　被災地域の分布

ヘリコプターの航続時間及び最高速度がそれぞれ3時間程度，220 km/h程度であるのに対して，空中写真撮影用航空機の航続時間及び最高速度はそれぞれ5時間程度，450 km/h程度である。したがって，調査を必要とする被災地域が離発着場から離れている場合や，被災地域が互いに離れた箇所に分散している場合には，1フライトあたりの航続距離が短いヘリコプターに比べて，航続距離の長い航空機の利用が有効となる。

(2)　必要とされる情報の精度

本復旧に向けて個々の被害のかなり定量的な情報が必要とされる震災復旧の第3段階において，大規模斜面崩壊など地上からの調査では被害の全体像を定量的に把握しにくい場合には，航空機からの空中写真を用いて，写真測量を行うことが有効となる。

航空機の利用に際しては，必要な局面で速やかにフライトが行えるよう，航空法令手続き，運航受託会社との打ち合せ等運航上必要な事項を事前に十分検討しておく必要がある。

第2章　震災・復旧情報伝達システム

2．1　震災・復旧情報伝達システムが備えるべき要件

震災・復旧情報伝達システムは，震災・復旧情報収集システムにより得られた情報を，震災復旧に携わる各機関及び各部署の間で迅速かつ適切に連絡することを目的としたものである。震災・復旧情報伝達システムが備えるべき要件は，以下の通りである。

(1)　文字情報や動画像情報等のように形態の異なる情報に対応できること。
(2)　収集された情報をリアルタイムに伝達できること。
(3)　被災地域内だけでなく，被災地域外の部署とも情報の交換ができること。

［解　説］

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。このような情報の不通や情報のあいまいさは，復旧作業を行う上で相互の意志の疎通を損なわせるばかりでなく，後々まで復旧作業の調整に多大な労力を要する原因となる。このため，ここでは，建設省内の各部署（本省，地建，事務所，ヘリコプター，地上調査班）及び復旧を進める上での関係機関（地方公共団体，関連省庁）の間で，迅速かつ適切に情報の伝達を行うために必要とされるシステムの骨格，及び，これに用いる情報伝達機器を示すものである。

(1)　文字情報や動画像情報等のように形態の異なる情報に対応できること。

ヘリコプターや地上調査班による被災地域の調査結果は，ビデオカメラを用いた動画像，カメラを用いた静止画像，あるいは，電子野帳に入力した文字情報などの様々な形態をとる。復旧対策の検討を行うためには，こうした様々な情報がその形態によらず，同じように迅速かつ正確に伝達される必要がある。特に，文字情報や音声情報に比べて大きな情報量を持つ動画像を遅滞なく伝達するためには，大規模な情報伝達容量を持った通信回線の整備が必要である。

震災情報として伝達される情報の形態としては，次のものが考えられる。

1）上空から収集される動画像
2）地上から収集される動画像
3）　〃　　静止画像
4）文字，図形，地図情報
5）地震・気象等のテレメータ情報
6）音声，FAX 情報

なお，上記の情報の具体的な内容については，1．2．3～1．2．5及び1．3．5に示した通りである。

(2)　収集された情報をリアルタイムに伝達できること

せっかく収集された情報も，部署から部署へ順次伝達されていったのでは，全ての施設管理者が同じ情報を共有できるまでに多くの時間を費やしてしまう。また，上空及び地上から動画像を収集する場合には，これをできるだけ復旧計画の検討に使いやすいものとするために，撮影箇所や撮影角度等の指示をリアルタイムで行う必要がある。このように，ヘリコプター及び地上調査班と各部署との間，あるいは，各部署の間でリアルタイムに情報の伝達を行うためには，相互をできるだけダイレクトに連絡する通信回線を整備するとともに，情報の送配信が短時間かつ円滑に行えるような情報伝達機器の整備が重要である。

(3)　被災地域内だけでなく被災地域外の部署とも情報の交換ができること

震災が広範囲に生じた場合には，被災地域外の部署からの支援が復旧作業を進める上で重要となる。被災地域外の部署からの支援を得るためには，被災地域の状況を正確に伝達するとともに，復旧用資機材等の情報を交換して相互の調整を図る必要がある。このように，かなり離れた部署の間で情報の伝達を行うためには，通信衛星

を利用した広範囲な通信ネットワークを整備しておくことが重要である。

2．2　震災・復旧情報伝達システムの構成

震災・復旧情報伝達システムは，以下の3つの組織から構成する。
(1) 災害情報分析室
震災・復旧情報の収集，整理，及び，復旧計画作成のための情報分析を行う。
(2) 災害対策調査室
災害情報分析室からの情報に基づき，復旧計画案の作成，及び，関係防災機関との連絡・調整を行う。
(3) 災害対策室
災害対策調査室からの情報に基づき，復旧計画の策定を行う。

［解　説］

震災・復旧情報伝達システムは，非常災害対策本部（建設本省），災害対策本部（地方建設局），及び，災害対策支部（工事事務所）ごとに，図-II・解2・1に示すように，以下の3つの組織から構成するものとする。

(1) 災害情報分析室

震災情報及び復旧情報は，全て災害情報分析室に入り，出ていく。ここでは，震災情報及び復旧情報を整理・分析し，この結果を災害対策調査室に届ける。

(2) 災害対策調査室

災害情報分析室で整理された情報を受け取り，復旧計画案の作成，関係防災機関との連絡・調整を行う。

(3) 災害対策室

災害対策調査室からの情報を受け取り，復旧計画全般に係わる意志決定を行う。

ここに，一例として，建設本省，関東地方建設局，及び，関東地方建設局管内37事務所を対象として，震災・復旧情報システムを検討した結果を示すと，以下の通りである。

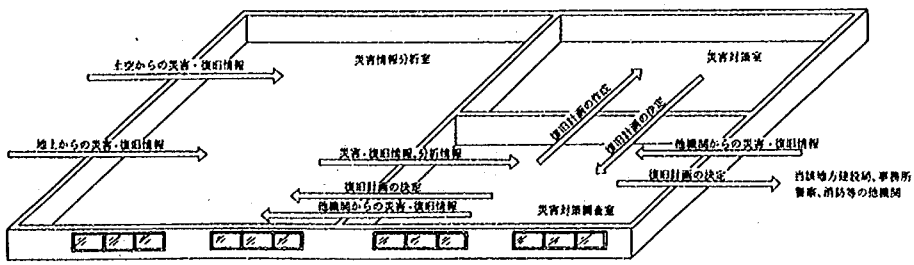
1）震災・復旧情報システムは，以下の3つのサブシステムにより構成される。
① 震災・復旧情報収集システム
② 震災・復旧情報伝達システム
③ 震災・復旧情報分析システム

2）震災・復旧情報システムの整備・運用に必要なスペース及びコストには，制約を設けないものとする。

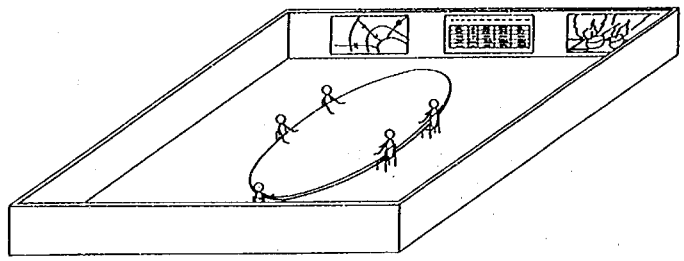
3）非常災害対策本部，災害対策本部，災害対策支部において，震災・復旧情報システムの運営に携わる人員数は，以下の通りとする。
① 非常災害対策本部及び災害対策本部
災害対策室（14名），災害対策調査室（27名），災害情報分析室（88名）
② 災害対策支部
災害対策室（5名），災害対策調査室（15名），災害情報分析室（50名）

4）各種情報の伝達先，情報表示機器の規模，情報分析システムの規模を表-II・解2・1に示すように想定する。

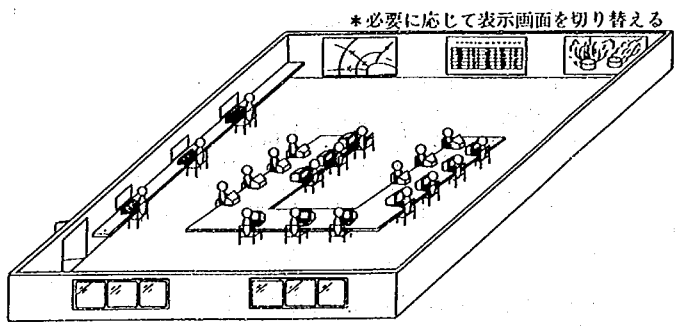
以上のようにして，震災・復旧情報システムとして，必要十分な機能を確保した場合と実現が比較的容易な範囲で機能の向上を目指した2つの場合について，それぞれ概略のシステム設計を行った。それぞれについて，3つのサブシステムの構成，必要とされる情報機器の台数，各部署における情報機器の配置例，及び，システム構成に係わる概略費用を示すと，図-II・解2・2～図-II・解2・7，表-II・解2・2～表-II・解2・3の通りである。また，必要十分な機能を確保した場合について，代表的な部署におけるシステムの運用イメージを示すと図-II・解2・8のようになる。



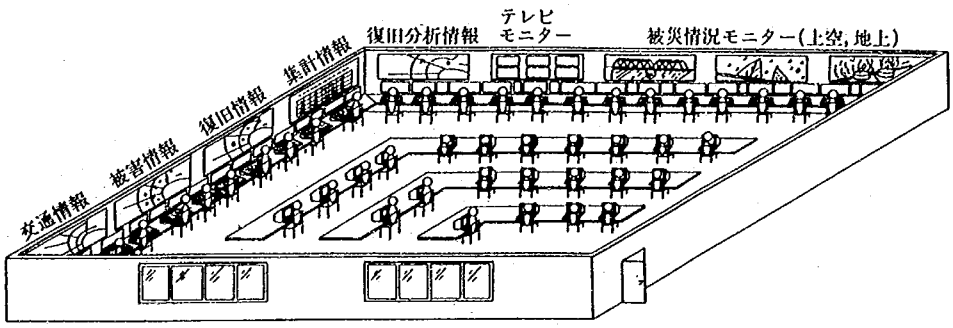
(a) 各部屋間の情報の流れ



(b) 災害対策室



(c) 災害対策調査室



(d) 災害情報分析室

図-II・解 2・1 各部署における基本的な部屋構成の例

表-II・解2・1　震災・復旧情報システムに想定する機能

(a)非常災害対策本部における機能

	各種情報の伝達												情報表示機器の規模	情報分析システムの規模		
	ヘリコプターの動画像			地上調査班の動画像			地上調査班の静止画像			テレメータ情報			システムの規模	文字・図形情報		
	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB		収集	伝達	DB
必要十分な機能を確保する場合		○			○			○					大	○	○	
実現が比較的容易な範囲で機能の向上を目指す場合		○											中	○	○	

(b)災害対策本部における機能

	各種情報の伝達												情報表示機器の規模	情報分析システムの規模		
	ヘリコプターの動画像			地上調査班の動画像			地上調査班の静止画像			テレメータ情報			システムの規模	文字・図形情報		
	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB		収集	伝達	DB
必要十分な機能を確保する場合	○	○	○		○	○		○		○	○	○	大	○	○	△
実現が比較的容易な範囲で機能の向上を目指す場合	○	○	○					○		○	○	○	中	○	○	△

(c)災害対策支部における機能

	各種情報の伝達												情報表示機器の規模	情報分析システムの規模		
	ヘリコプターの動画像			地上調査班の動画像			地上調査班の静止画像			テレメータ情報			システムの規模	文字・図形情報		
	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB	収集	伝達	DB		収集	伝達	DB
必要十分な機能を確保する場合		○		○	○		○	○	○	○	○	○	大	○	○	△
実現が比較的容易な範囲で機能の向上を目指す場合				○	○	○	○	○	○	○	○	○	中	○	○	△

注) DB：データベース
△：地図情報について，管理区域分を分散管理することを意味する。
大：大規模な構成（200インチ程度のスクリーンを使用）
中：中規模な構成（70インチ程度のスクリーンを使用）
小：小規模な構成（端末装置のモニターのみを使用）

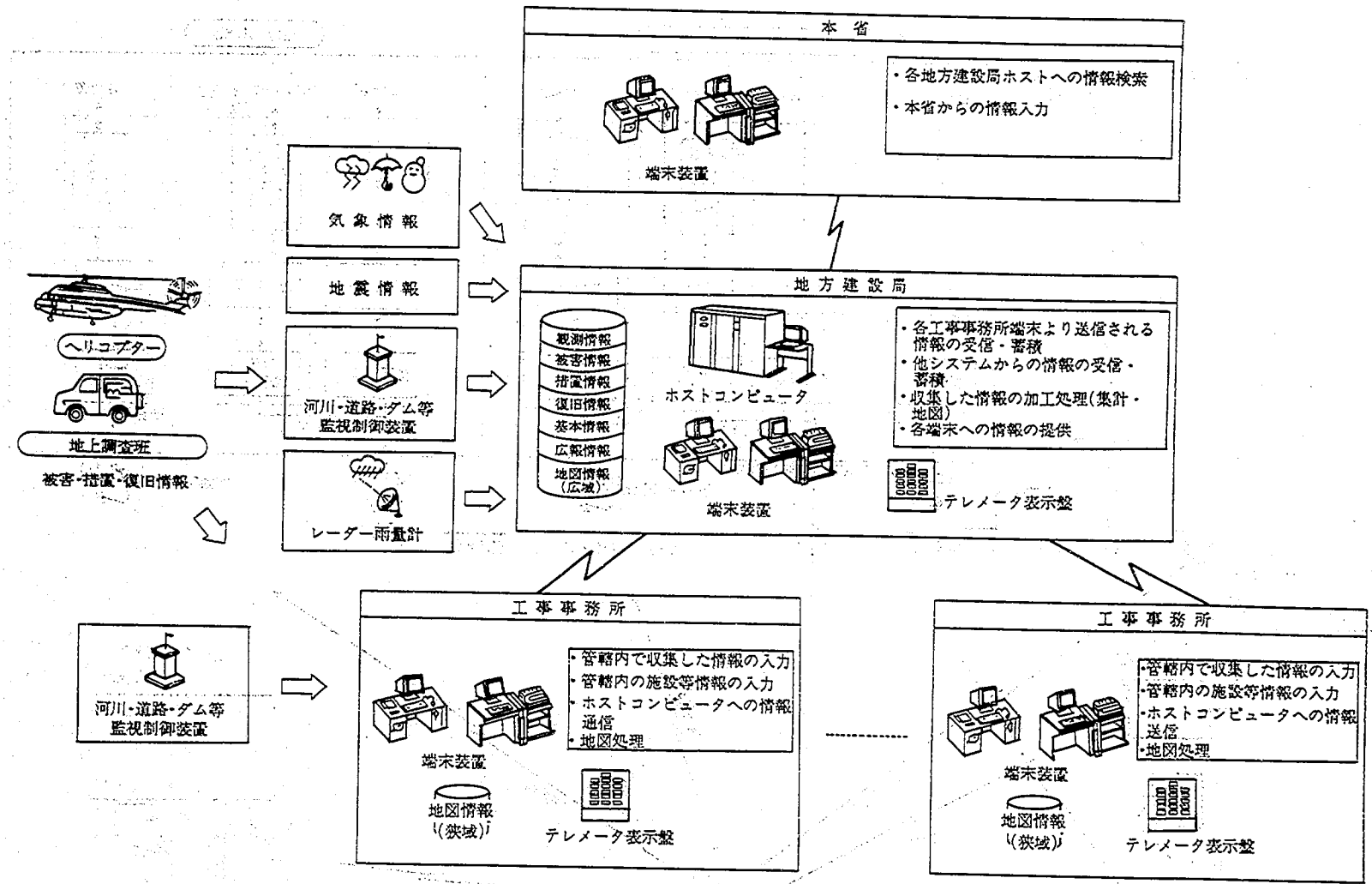


図-II・解2・2　震災・復旧情報収集システムの例

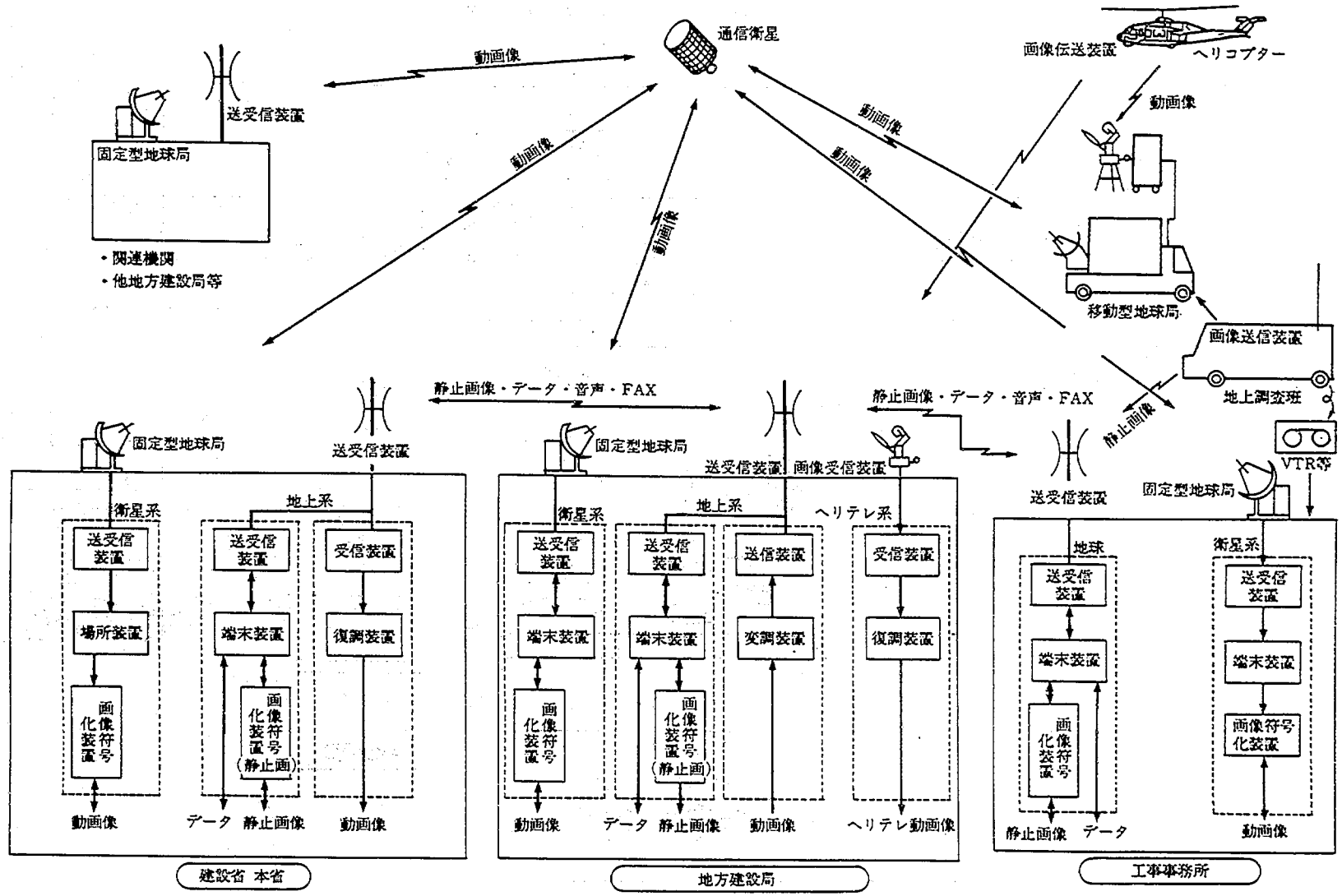


図-II・解2・3　震災・復旧情報伝達システムの構成例
(必要十分な機能を確保した場合)

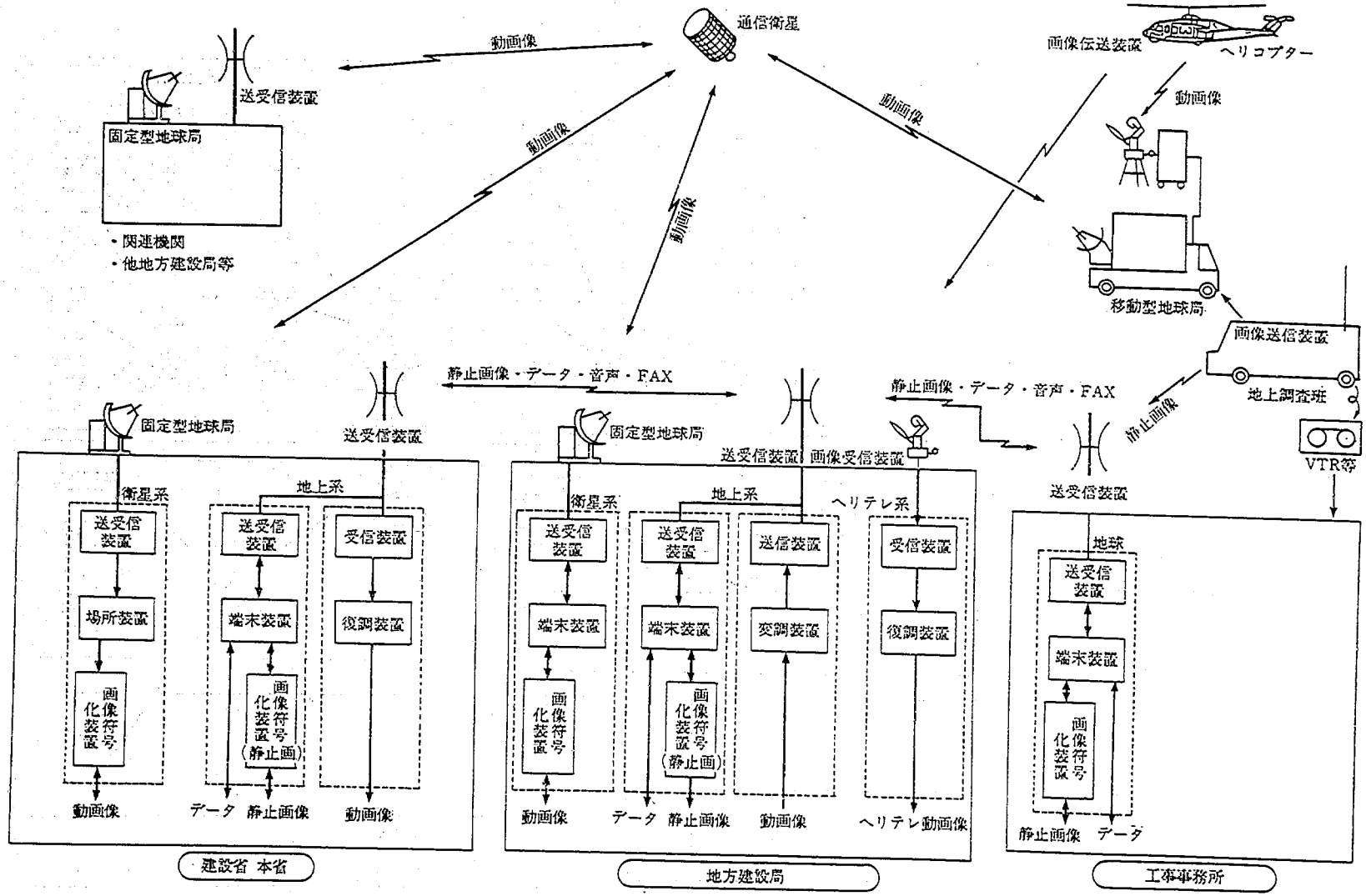


図-Ⅱ-解2-4　震災・復旧情報伝達システムの構成例
（実現が比較的容易な範囲で機能の向上を目指す場合）

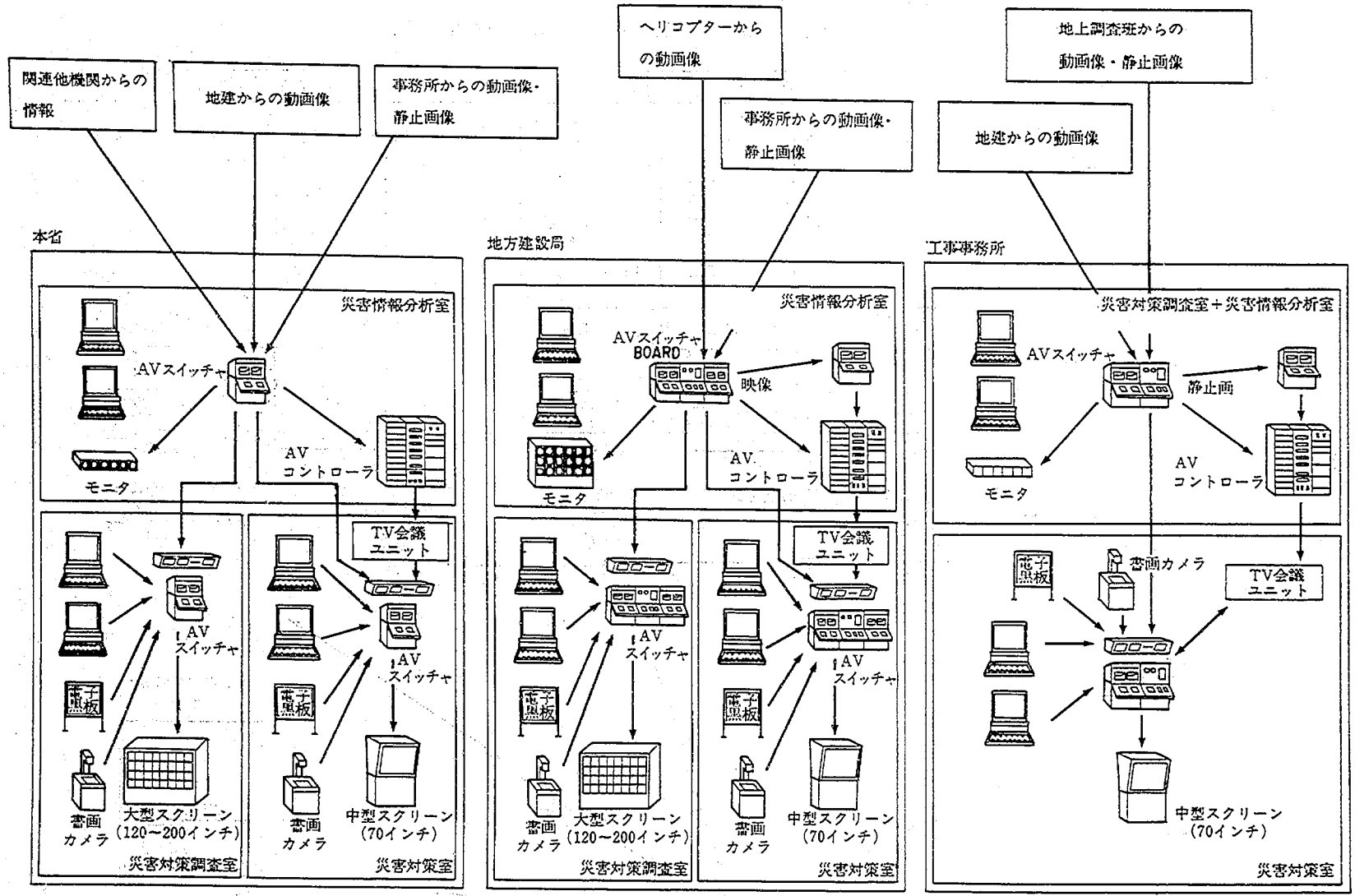


図-II-解2-5　震災・復旧情報表示システムの構成例
（必要十分な機能を確保した場合）

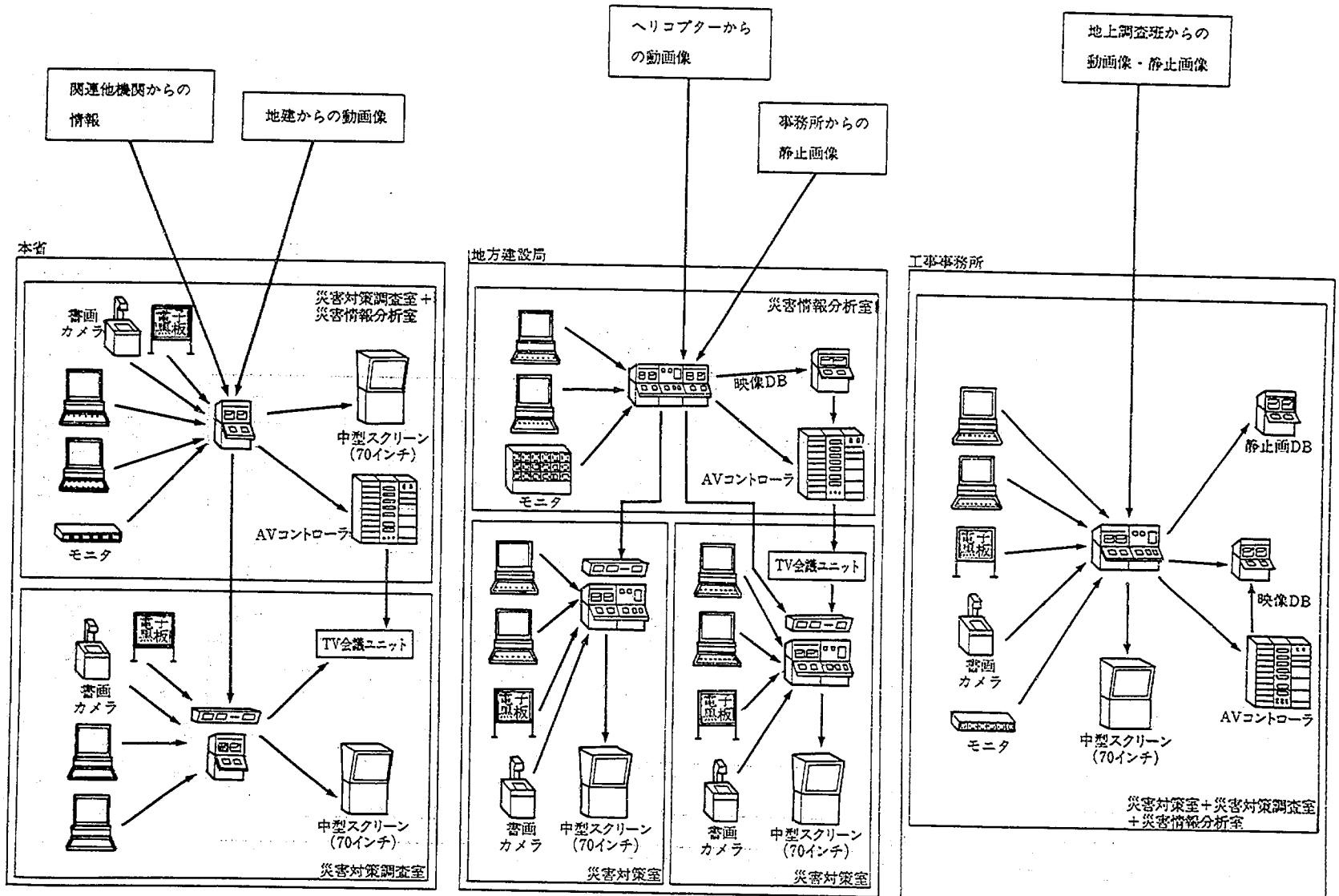
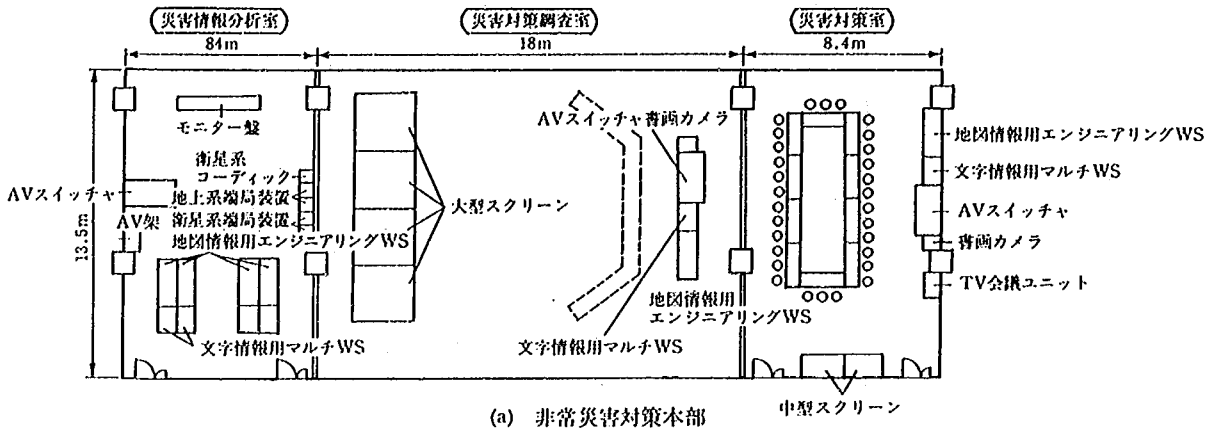
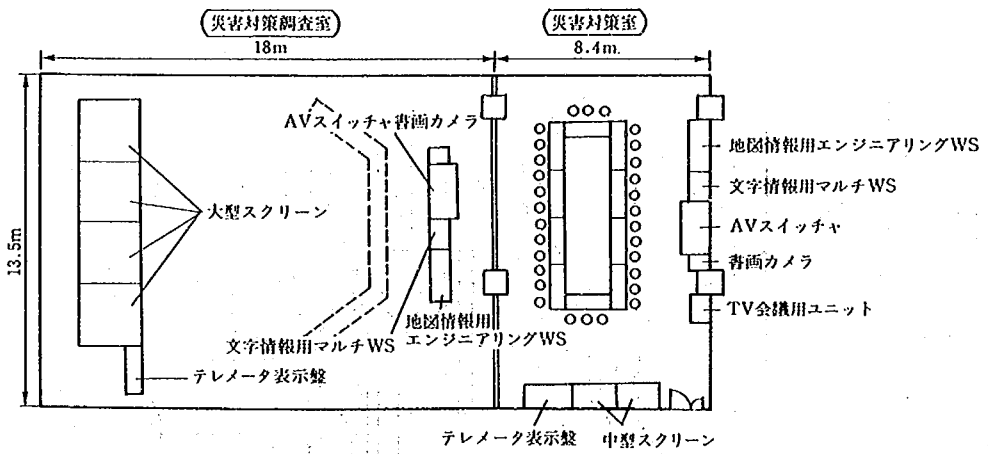
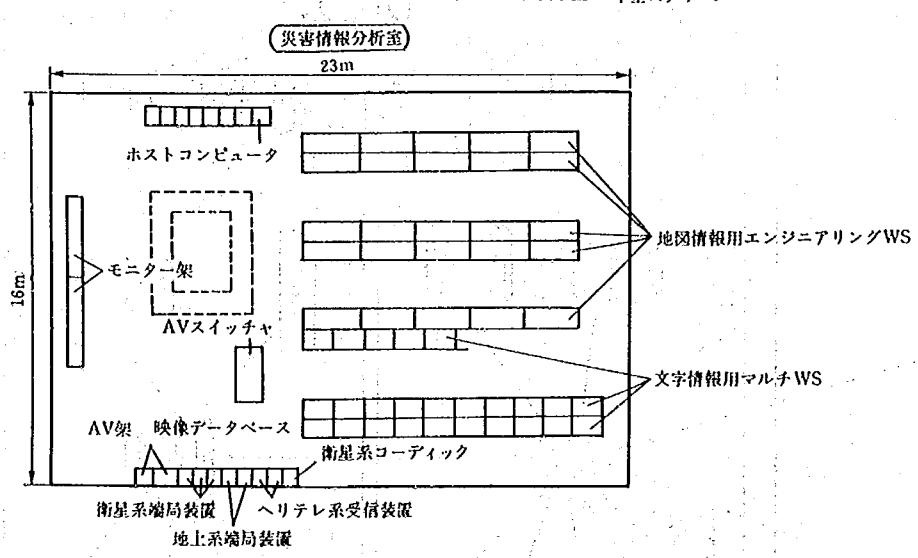


図-II・解2・6　震災・復旧情報表示システムの構成例
（実現が比較的容易な範囲で機能の向上を目指す場合）



(a) 非常災害対策本部





(b)災害対策本部

図-II・解 2・7 各部署における情報機器の配置例
(必要十分な機能を確保した場合)

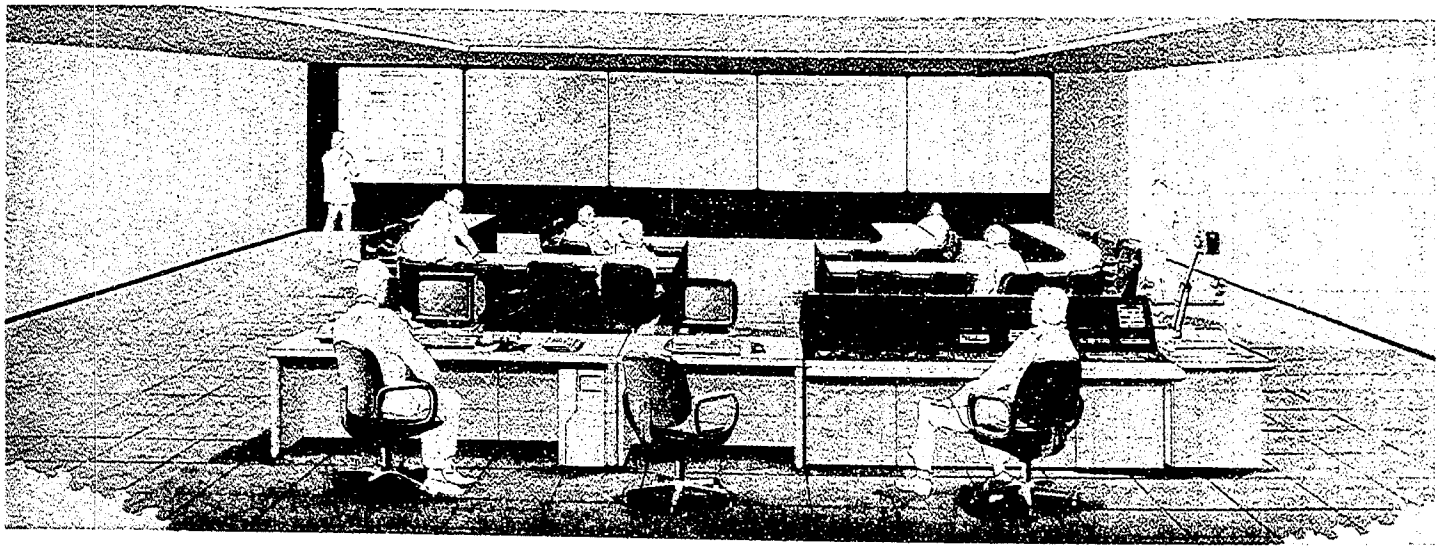
表-II・解 2・2　震災・復旧情報システムに必要とされる情報機器

(a)　必要十分な機能を確保した場合

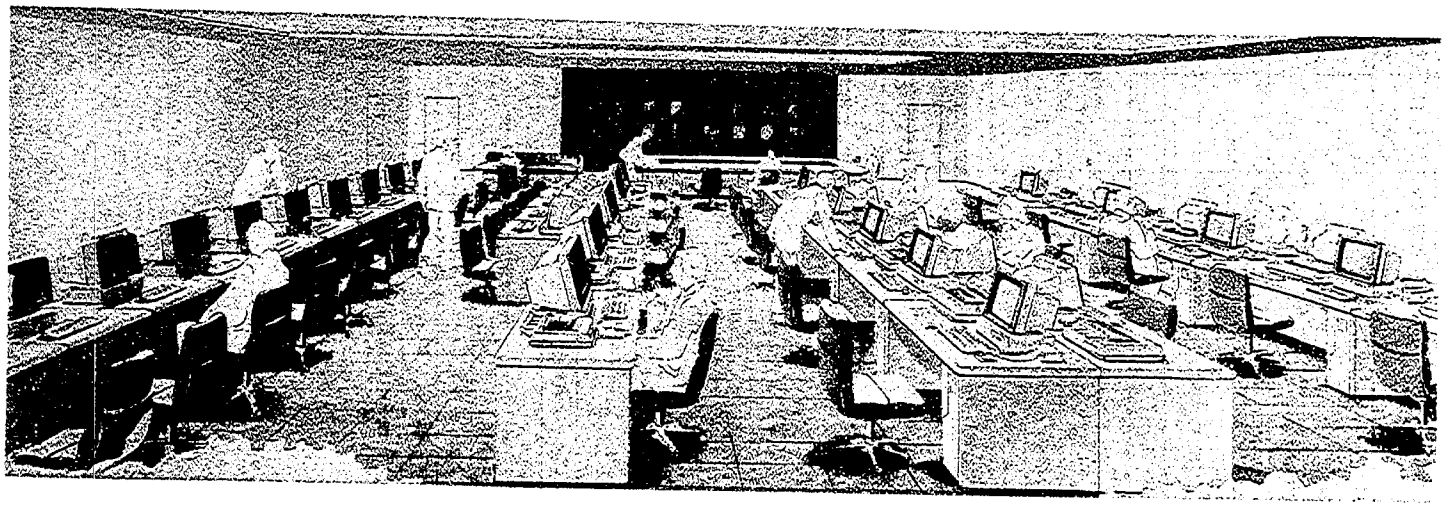
機器名称/部署	本省			地建			事務所	
	災害対策室	災害対策調査室	災害情報分析室	災害対策室	災害対策調査室	災害情報分析室	災害対策室	災害対策調査室＋災害情報分析室
ホストコンピュータ						1		
地図情報用エンジニアリング WS	1	1	4	1	1	25	1	15
文字情報用マルチ WS	1	1	4	1	1	25	1	15
大型スクリーン		4			4			
中型スクリーン	2			2			2	
モニター架			1			1		1
テレメータ表示盤		1		1	1		1	
書画カメラ	1	1		1	1		1	
電子黒板	1	1		1	1		1	
AV スイッチャ	1	1	1	1	1	1	1	1
TV 会議ユニット	1			1			1	
衛星・地上系端局装置			1			1		1

(b)　実現が比較的容易な範囲で機能の向上を目指した場合

機器名称/部署	本省		地建			事務所
	災害対策室	災害情報分析室	災害対策室	災害対策調査室	災害情報分析室	災害対策室＋災害対策調査室＋災害情報分析室
ホストコンピュータ					1	
地図情報用エンジニアリング WS	1	4	1	1	15	5
文字情報用マルチ WS	1	4	1	1	15	5
大型スクリーン						
中型スクリーン	2		1	2		1
モニター架		1			1	
テレメータ表示盤		1	1	1		1
書画カメラ	1		1	1		1
電子黒板	1		1	1		1
AV スイッチャ	1	1	1	1	1	1
TV 会議ユニット	1		1			1
衛星・地上系端局装置		1			1	1



(a) 災害対策調査室（災害対策本部）



(b) 災害情報分析室（災害対策本部）

図-II・解 2・8 震災・復旧情報システムの運用イメージ

表-II・解2・3　震災・復旧情報システムの構築に要する概略費用
（必要十分な機能を確保した場合）

部署		概略費用（×エンジニアリングWS 1台あたりの費用）	
		ケース2	ケース6
本省	災害対策室	4	4
	災害対策調査室	8	19
	災害情報分析室	18	
	小計	30	23
地建	災害対策室	5	5
	災害対策調査室	9	5
	災害情報分析室	75	56
	小計	89	66
事務所	災害対策室	5	14
	災害情報分析室	31	
	小計	36	
（本省）＋（地建）＋（37事務所）		1451	607

注）1.建設本省，関東地方建設局，及び，37事務所を対象とする。
2.衛星・地上系通信機器，ヘリコプター・ビデオカメラ等調査機器，及び工事費は含まれていない。

2．3　ヘリコプターからの情報伝達

ヘリコプターから地上への情報伝達としては，通信衛星を利用したビデオカメラによる動画像の伝送が最も有効である。

ヘリコプターからの情報伝達を円滑に行うために，以下の機器を整備しておくのがよい。

(1) 上空系画像送受信装置
(2) 通信衛星
(3) 固定型地球局
(4) 移動型地球局
(5) その他

［解　説］

(1) 情報伝送メディア

ヘリコプターから地上の各部署に伝達すべき情報としては，ビデオカメラによる動画像が最も有効である。動画像に映された内容を説明するための音声や飛行方法・ビデオ撮影方法の指示に係わる音声は，VTRに挿入することにより，動画像と同じ経路で伝達することができる。また，ビデオカメラの他にCCDカメラを用いれば，写真測量用の静止画像を動画像と同じ方法で伝達することができる。

(2) 情報伝送方法

ヘリコプターによる調査は行動範囲が広いこと，及び，ヘリコプターからの送信可能距離には限界があることから，ヘリコプターからの情報伝達には通信衛星を利用するのが有効である。この場合の情報の伝達経路としては，以下の2つが考えられる。

1）ヘリコプター（画像伝送装置）―移動型地球局―通信衛星―各部署（固定型地球局）
2）ヘリコプター（画像伝送装置）―近隣の部署（固定型地球局，または，画像受信装　置）―通信衛星―各

部署（固定型地球局）

上記1）は，移動型地球局がヘリコプターからの電波を受信可能な位置に追随することを前提とした場合であり，常に情報の伝達が可能である。また，上記2）は，移動型地球局がヘリコプターに追随できない場合であり，ヘリコプターからの送信範囲内にこれを受信可能な部署が存在している場合にのみ情報の伝達が可能となる。上空からの震災調査に際しては，状況に応じて上記2つの方法を使い分けるのがよい。

ヘリコプターからの情報伝達方法を示すと図-II・解2・9の通りである。

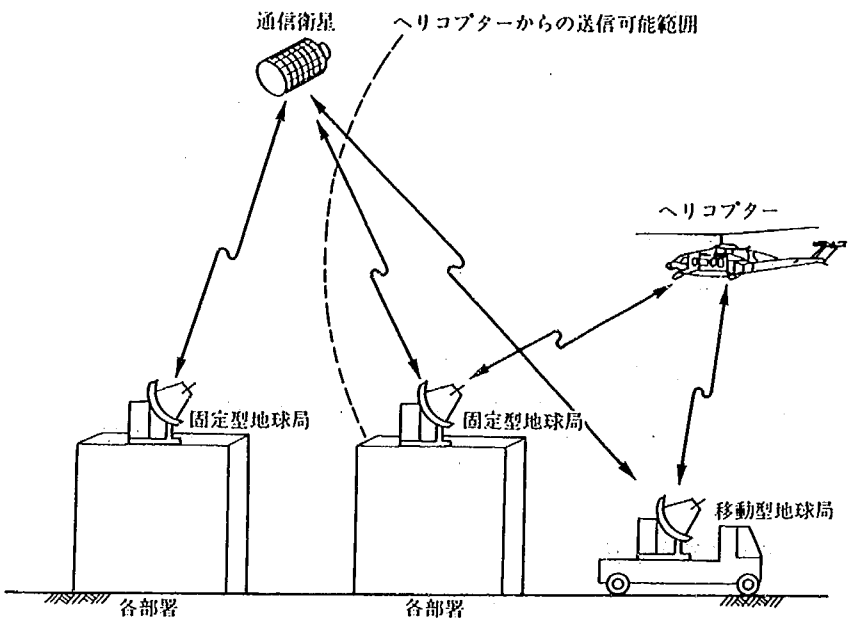


図-II・解2・9　ヘリコプターからの情報伝達方法

3）　情報伝送に用いる機器

1）上空系画像送受信装置

ビデオカメラにより撮影中の動画像，あるいは，VTRに録画された動画像を，マイクロ波帯あるいはUHF帯の電波に変換した上で送受信するための機器であり，ヘリコプター及び地上の部署に整備する。

2）通信衛星

現在利用が可能なのは，赤道上空35,800 km，東経132度の静止軌道に投入されている「さくら2号」である。この衛星は通信・放送衛星機構が管理し，君津衛星管制センターにより管制されている。「さくら2号」の中継器のうち1系統が建設省に割り当てられている。

3）固定型地球局

ヘリコプターや通信衛星との間で動画像・静止画像等の情報を送受信できる。特に，伝達先をヘリコプターとした場合には，半径約60 kmの範囲を自動追尾して各種情報を送受信できる。現在，中部地方建設局及び静岡国道工事事務所に1台ずつ配備されている。

4）移動型地球局

画像受信装置を車載して移動ができるようにしたものである。特に，伝達先をヘリコプターとした場合には，半径約25 km（昼間晴天実績約35 km）の範囲を自動追尾して各種情報を送受信できる。現在，東北，関東，中部，北陸，九州地方建設局に1台ずつ配備されている。

5）その他

上述した機器の他にも，ヘリコプターからの情報伝達能力を向上させ，より迅速な情報伝達を実施する上で有効な新技術の開発が見込まれる。機器の整備に際しては，このような新技術についても積極的に適用性の検

討を行うのがよい。新技術として，現状で開発されているものを挙げると次の通りである。

① CCD (Charge Coupled Device) カメラ

通常のカメラにおける撮像管の代わりに電荷結合素子を使用することにより，画像をディジタル情報として記録できるものである。画像の現像処理が不要であるため，情報をそのまま各部署に伝達して，リアルタイムでの写真測量が可能となる。

② アンテナ指向システム

ヘリコプターの送信アンテナを，常時地上局の受信アンテナに向けて自動的に調整するシステムである。このため，常に安定した状態で画像を伝達することができるだけでなく，ヘリコプターの姿勢を画像の伝送方向によって制御する必要がなくなるため，情報収集がより迅速に行えるようになる。

2．4　地上調査班からの情報伝達

(1) 伝達すべき情報

地上調査班から各部署には，以下の情報を伝達する。

1）ビデオカメラによる動画像

2）電子スチルカメラ，CCD カメラによる静止画像

3）電子野帳による文字・図形・地図情報

(2) 伝達方法

地上調査班からの情報伝達には，情報の形態に応じて通信衛星及び建設省全国多重通信回線網を利用するものとする。

(3) 情報伝達に用いる機器

1）地上系画像送受信装置

2）通信衛星

3）固定型地球局

4）移動型地球局

5）建設省全国多重通信回線網

[解　説]

(1) 伝達すべき情報

地上調査班から各部署に伝達できる情報は，動画像，静止画像，及び，文字・図形・地図情報の3種類である。ここに，動画像を説明するための音声や，調査方法・ビデオ撮影方法の指示に係わる音声は，VTR に挿入することにより動画像と同じ経路で伝達することができる。

(2) 伝達方法

地上調査班から伝達できる情報はヘリコプターからの伝達と比べると様々な形態がある。このため，情報の伝達に際しては，情報の形態毎に適切な方法を用いるとともに，形態の異なる情報間であまり伝達経路が異ならないように配慮する必要がある。地上調査班から各部署に情報を伝達する経路の設定は，以下の点を考慮して行う。

1）地上調査班からの送信可能距離には限界があるため，積極的に通信衛星の利用を考慮する。

2）動画像を除く情報については，建設省で整備が進められている全国多重通信回線網を用いることにより伝達が可能である。したがって，地上調査班からの送信可能範囲に画像受信装置を備えた部署が存在する場合には，通信衛星を介さずに直接該当部署に情報を伝達することができる。

以上の観点から，情報の伝達経路としては以下のものが考えられる。

1）ビデオカメラによる動画像

① 地上調査班（画像伝送装置）—移動型地球局—通信衛星—各部署（固定型地球局）

② 地上調査班（画像伝送装置）—(VTR 持込み)—固定型地球局を有する近隣の部署（固定型地球局）—通信衛星—各部署（固定型地球局）

上記①は移動型地球局が地上調査班からの電波を受信可能な位置に追随することを前提とした場合であり，常に情報の伝達が可能である。また，上記②は移動型地球局が地上調査班に追随できない場合に，VTR を近隣部署に持ち込む方法であり，各部署に情報が伝達されるまでに時間を要する。

2）静止画像，及び，文字・図形・地図情報

① 地上調査班（画像伝送装置）―移動型地球局―通信衛星―各部署（固定型地球局）

② 地上調査班（画像伝送装置）―近隣の部署（画像受信装置）―(建設省全国多重通信回線網）―各部署

上記②は全国多重通信回線網の利用を基本とした場合であり，上述したように地上調査班からの送信可能範囲に映像受信装置を備えた部署が存在することを前提としている。震災復旧の第1段階及び第2段階において，ヘリコプターからの情報伝達等により通信衛星回線が混み合う場合には，この方法が有効である。

地上調査班からの情報伝達方法を示すと図-II・解 2・10 の通りである。

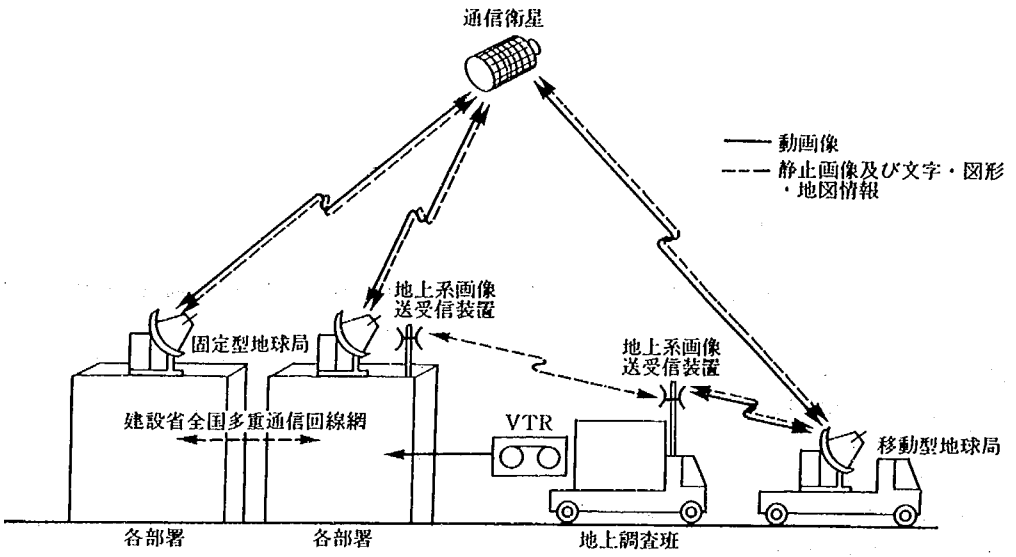


図-II・解 2・10　地上調査班からの情報伝達方法

(3) 情報伝達に用いる機器

1）画像伝送装置

動画像，静止画像，文字・図形・地図情報をマイクロ波帯あるいは UHF 帯の電波に変換した上で，これを送受信するための機器であり，地上調査班のパトロールカー及び各部署に整備する。なお，本機器は，後述する全国多重通信回線網が整備されている部署には既に整備されている。

2）通信衛星，固定型地球局，移動型地球局

「2．3 ヘリコプターからの情報伝達」解説参照

3）建設省全国多重通信回線網

建設省に割り当てられている 150 MHz 周波数帯を用いた無線回線網であり，昭和 31 年から整備が進められている。現在は，図-II・解 2・11 に示すように，全国約 1,000 箇所の部署のうち約 800 箇所を網羅するとともに，地方建設局と各都道府県庁舎を連絡している。現状では，静止画像等に比べて多くの情報容量を必要とする動画像を伝達することはできないが，将来に向けて回線のディジタル化を図ることにより，動画像の伝送も可能になると考えられる。

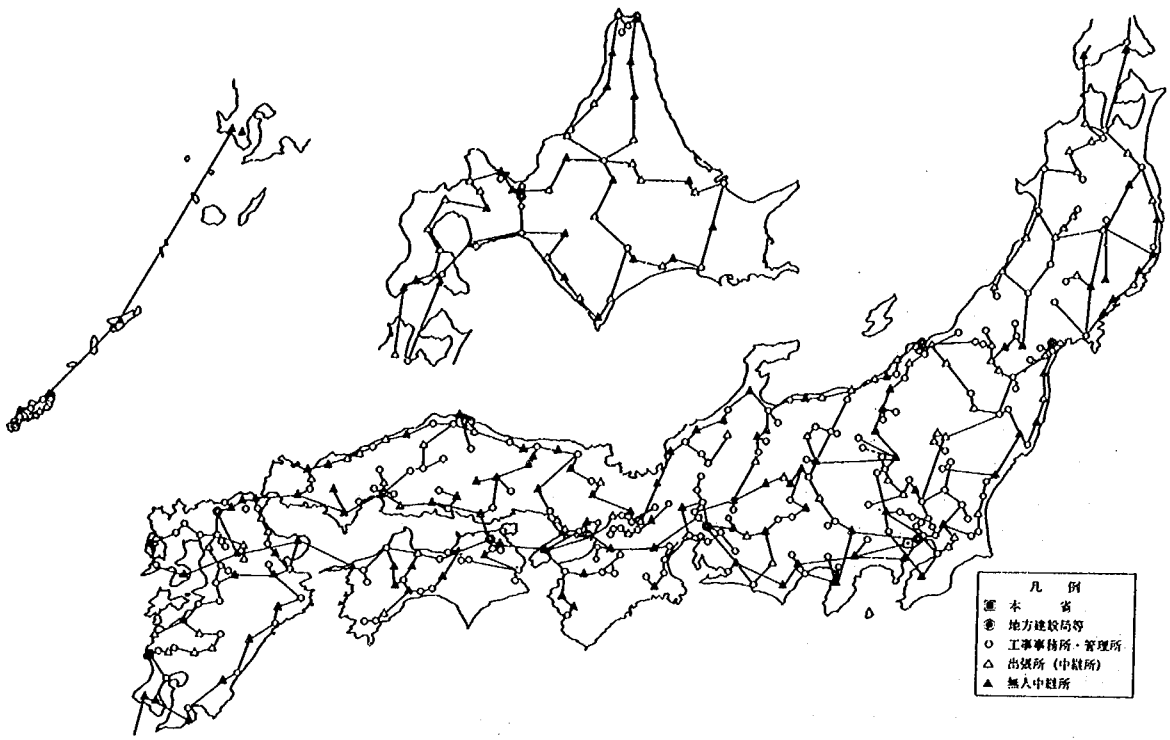


図-II・解 2・11　建設省全国多重通信回線網（幹線系，昭和 63 年 3 月現在）

2．5　各部署間における情報伝達

(1)　情報伝達メディア

建設省内の各部署（本省，地建，事務所）間では，以下のメディアによる震災・復旧情報を適切に伝達できるようにするのがよい。

1）上空から収集される動画像
2）地上から収集される動画像
3）地上から収集される静止画像
4）文字・図形・地図情報
5）地震・気象等のテレメータ情報
6）音声，FAX 情報

(2)　伝達方法

各部署間の情報伝達には，情報の形態に応じて通信衛星及び建設省全国多重通信回線網を利用するものとする。

(3)　情報伝達に用いる機器

1）地上系画像送受信装置
2）上空系画像送受信装置
3）通信衛星
4）固定型地球局
5）移動型地球局

[解 説]

(1) 情報伝達メディア

建設省内の各部署間において伝達すべき情報としては，上空からの調査や地上からの調査で収集された様々なメディアの情報がある。復旧計画の検討に必要な情報メディアとしては，以下のものが考えられる。

1）震前・震後に蓄積された動画像

2）震前・震後に蓄積された静止画像

3）震前に蓄積された管理図面，地形図等

4）震災情報分析システムによって分析された文字・図形情報

上記1）～3）は，被災の特徴を判断する目的で，リアルタイムで収集される動画像・静止画像と比較するために必要とされる情報である。また，4）は，震災情報分析システムを用いることにより，系統的に整理された被害・復旧等の情報，及び，復旧過程の推定に係わる情報である。震災情報分析システムの機能，取り扱う情報及びフォーマットについては，「第3章 震災・復旧情報分析システム」に示す。

(2) 情報伝達方法

建設省内の各部署間で情報を伝達する経路の設定は，以下の点を考慮して行う。

1）建設省内の各部署は，前述した建設省全国多重通信回線網により網羅的に連絡されているため，この回線網を利用することを基本とする。

2）動画像は全国多重通信回線網で伝達することができない。このため，通信衛星の利用を考慮するのがよい。ただし，将来，全国多重通信回線網のディジタル化が進めば，動画像の伝達も可能になると言われている。

以上の観点から，情報の伝達経路としては以下のものが考えられる。

1）上空・地上から収集される動画像，及び，震前・震後に蓄積された動画像

① 各部署（固定型地球局）—通信衛星—各部署（固定型地球局）

② 各部署（固定型地球局）—通信衛星—移動型地球局—(有線，または，VTR持込み)—各部署

上記①は，情報を受信する部署に固定型地球局が設置されていることを前提とした場合である。また，上記②は，情報を受信する固定型地球局の代わりに移動型地球局を用いる場合であり，移動型地球局を部署の近傍に配置した上で，移動型地球局と当該部署を直接ケーブルで連絡するか，または，移動型地球局において収録したVTRを部署に持ち込むことが必要となる。

2）動画像以外の情報

① 各部署—(建設省全国多重通信回線網)—各部署

建設省内の各部署間における情報伝達方法を示すと図-II・解2・12の通りである。

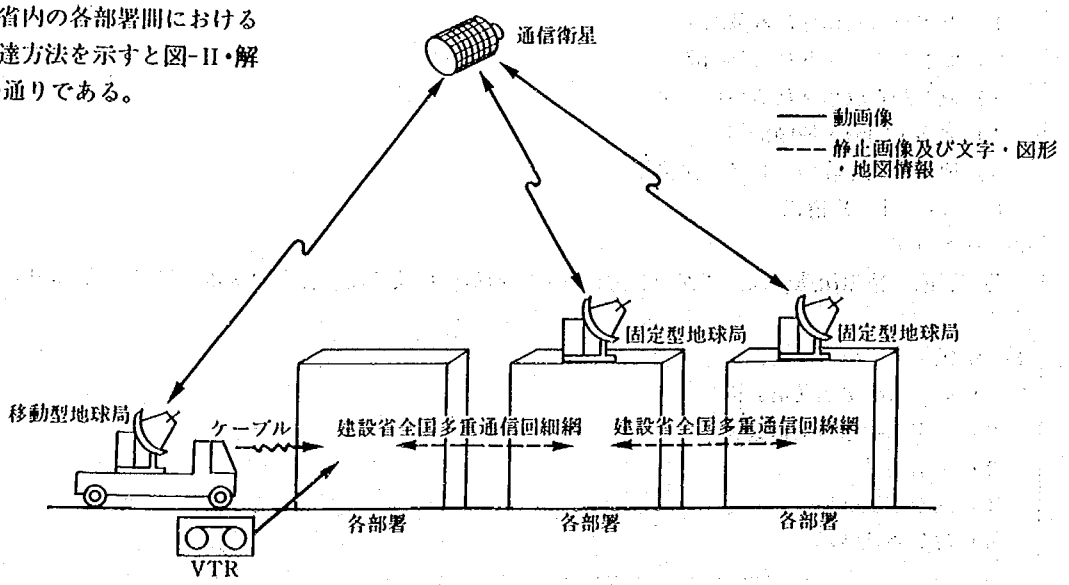


図-II・解2・12 建設省内の各部署間における情報伝達方法

(3) 情報伝達に用いる機器

地上系画像送受信装置，上空系画像送受信装置，通信衛星，固定型地球局，及び，移動型地球局については，「2．3ヘリコプターからの情報伝達」及び「2．4地上調査班からの情報伝達」の解説を参照。

2．6 関係防災機関との情報伝達

復旧を進める上で調整が必要となる関係防災機関との情報伝達は，以下の点に留意して行う。
(1) 伝達すべき情報
(2) 伝達方法

[解 説]

所管施設の被災状況や復旧方針，復旧状況を関係防災機関との間で連絡し合うことは，復旧の足並みを揃え，復旧に対する必要な支援を得るとともに，復旧を円滑に進める上で極めて重要である。このため，ここでは，関係省庁，地方公共団体，公益企業等，復旧を進める上で調整が必要とされる関係防災機関と情報伝達を行う上での基本的な留意事項を示すものである。

(1) 伝達すべき情報

関係防災機関との間で伝達すべき情報としては，大きく以下に示すものがある。

1）建設省所管施設に係わる被害の通報
2）関係防災機関が管理する施設に係わる被害の通報
3）建設省所管施設の被害・復旧状況，復旧見込みの連絡
4）関係防災機関が管理する施設の被害・復旧状況，復旧見込みの連絡
5）復旧活動の調整に係わる情報交換
6）復旧活動の応援依頼に係わる情報交換

これらの情報を震災時に円滑にやりとりするためには，平常時において関係防災機関と十分に協議し，情報のフォーマット，情報伝達を行う時期，窓口と責任者，情報伝達の手段等について，あらかじめ申し合わせておくことが重要である。

(2) 伝達方法

震災復旧の第1段階から第2段階の初期にかけては，一般のNTT電話回線は通話施設の被災や回線の輻輳等により使用できないと考えるのが賢明である。このような状態における関係防災機関との情報伝達方法としては，次のものがある。

1）中央防災無線網

昭和53年度から整備が進められている防災上の基幹回線であり，現在，図-II・解2・13に示す48の関係防災機関が電話及びFAXで連結されている。中央防災無線網の交換設備は国土庁に設置されており，国土庁からは他の関係防災機関に対して電話による一斉通報やFAXによる一斉同報が可能となっている。

2）災害時優先電話等

一般電話回線（一般加入電話）は，電話局による通話規制を受けて，事実上利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るとともに，平常時から指定電話の所在，番号等を関係防災機関との間で明らかにしておき，震災時に支障なく利用できるようにしておくことが重要である。指定を受ける方式としては，次の2つの方法がある。

① 災害時優先電話

発信・受信ともに規制の対象外となる。

② 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ことができるとされている。

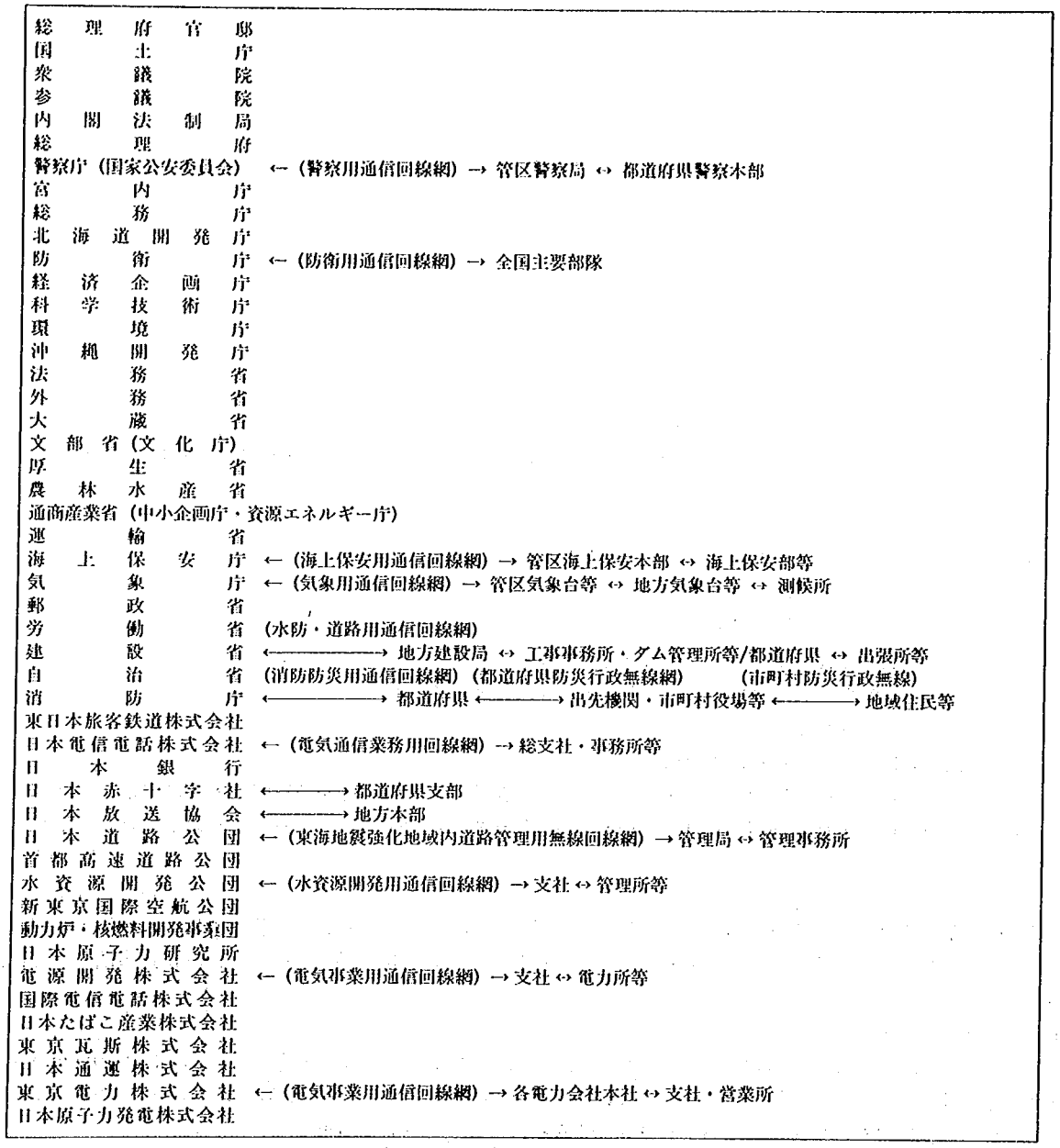


図-II・解 2・13　中央防災無線網を接続している指定行政機関及び指定公共機関

3）NTT 設置による無線通信手段（災害応急復旧用無線電話，孤立防止用無線電話）

災害応急復旧用無線電話は，大規模な災害が発生した場合に最低限の通信を確保するために関係防災機関に事前に配備しておき，加入電話が使用不能になった時に使用する過般型の自動式電話である。図-II・解 2・14 に示すように，県庁等の行政機関を中心に約 900 台が設置されている。

孤立防止用無線電話は，電話局等の通信途絶により孤立の恐れがある市町村の緊急通話を確保するために，郵便局，町村役場等の公共機関に設けられるものであり，現在，約 6900 台が配備されている。

また，過去の震災では，震災の発生と同時に報道関係機関からの問い合わせが殺到し，関係防災機関間の情報伝達ができなかった事例が多い。したがって，報道関係機関等には公開しない番号を持つ複数の電話を設置しておくことが有効である。

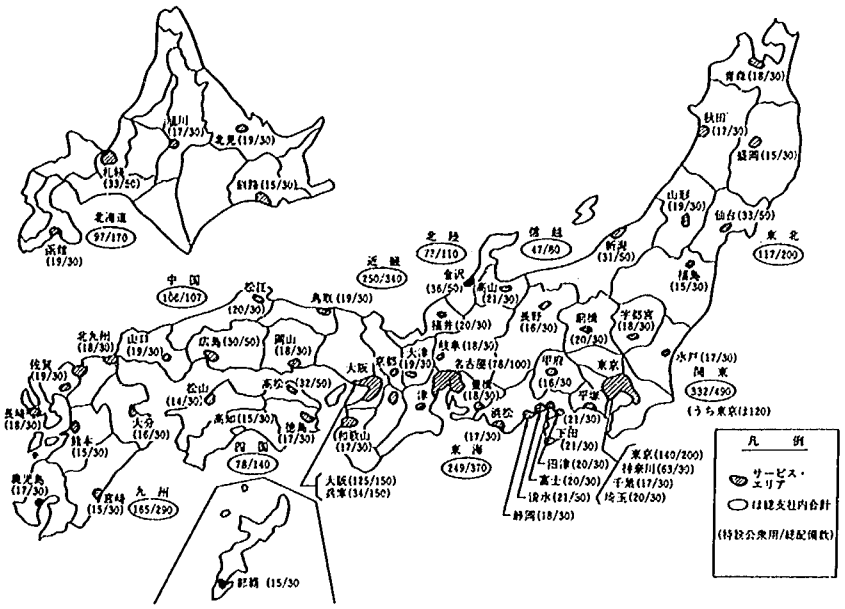


図-II・解 2・14　災害応急復旧用無線電話の配備状況

2．7　広報活動

地域住民に対しては，被害状況，復旧状況，及び，復旧の見通しに係わる情報を，適切な方法で伝達することが震災復旧に対する住民の正しい理解と協力を得る上で重要で る。

［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ほか，マスコミを通じた報道にも協力することが重要である。

(2)　広報活動の留意点

地域住民に対して広報を行う際には，混乱や流言飛語の発生を防ぐために，伝えようとする内容が住民に正確に理解されるように務めることが最も重要である。既往の災害時に，住民の間に混乱が起こったケースを挙げると，①昭和53年1月の伊豆大島近海地震の3日後，静岡県内で起こった「余震情報パニック」②昭和59年9月の長野県西部地震の4日後，長野県王滝村で起こった「避難準備指示パニック」③平成元年7月の伊東沖海底噴火の2日後，静岡県伊東市で起こった「津波情報パニック」等がある。また，災害流言が住民の間に広がったケースとしては，①昭和57年7月に発生した長崎水害（「ダムが決壊した」「伝染病が広がっている」などの流言が被災者の間に広がった）②昭和61年11月に起こった伊豆大島噴火（「大島測候所が燃えた」「元町に水蒸気爆発が起こる」「ヘリコプターが墜落した」といった数多くの流言が，避難途中の住民の間に流れた）などがある。

ここに，平成2年7月に端を発した雲仙普賢岳噴火災害では，災害情報の伝達方法に関して多くの貴重な経験が得られた。雲仙普賢岳では，平成2年7月以後表-II・解2・4に示す経緯を経て，平成3年6月3日に火砕流により43名の死者・行方不明者を出したが，この間において災害情報の収集と伝達に関して得られた教訓をまとめると以下のようになる。

1）災害の見通しと危険度の認識

①　今後の災害の見通しが明らかではない段階には，住民に与える心理的なインパクトも考慮すると，どう

表-II・解2・4 雲仙普賢岳噴火災害の概要
(平成3年6月3日の火砕流発生までの経緯)

日　　時	噴　火　等	対　応　策
平成2年 7月頃	地震が頻発するようになった	・関係機関で観測規模を拡張
平成3年 2月12日	2度目の噴火	・2月26日午前に島原市が避難計画を公表(1千4千人が対象)，眉山を中心に半径3kmの範囲，避難場所は市内
3月29日	3度目の噴火	
5月15日	水無川で土石流が発生	・水無川流域で避難(以降5回程度) ・雨天のため広報車の音声が伝わりにくい ・全体としては比較的スムーズに避難できた ・火砕流と異なり土石流では突き上げられる様な振動を感じる ・火砕流に比べて住民が恐怖を感じやすい ・土石流警報装置が設置されていた
5月20日	溶岩ドームが発生成長	
5月24日　AM 8：00	最初の火砕流が発生	
5月26日	火砕流が発生	・作業員1名火傷 ・火砕流に巻き込まれて助かったのは，奇跡的
5月29日	山火事が発生	・人家被害無し，ただし火砕流が高温化してきた
6月3日　PM 4：00	大規模火砕流が発生	・43名の死者・行方不明者 報道関係者　16名 タクシー運転手　4名 消防団員　12名 外国人　3名 地元住民　8名 ・全て北上木場地区(避難勧告地域)において被災

しても防災担当機関側はトーンを抑えた表現で，災害の見通しと危険度に対する認識を公表しがちである。しかし，こうした抑えた表現を用いることが，住民に対して正しく危険度の理解を得る上で間違った方向となり，住民と専門家との間に意識のズレが生じる場合がある。

② 災害情報を出す場合には，常に，「一般の人がどういう受け取り方をするか」という観点からも考えておかなければならない。過度に専門的で，まわりくどい表現は，専門家の意図したようには一般の住民には受け取られない可能性が高い。

2) 途中から状況が大幅に変化した場合の対応

5月26日に作業員がけがをしながらも奇跡的に助かった段階から，専門家側は，火砕流の高温化が起っていることを知り，火砕流の危険性を非常に強く強調した。これが「火山活動情報第1号」となって現われたが，「火山活動情報」が何を意味するのかについてマスコミを含めた住民には理解されていなかった。警報や警戒にはよく似た用語が用いられる場合があるが，住民にもわかりやすい表現を選ぶ必要がある。

3) 正常化の偏見

報道関係者や地元消防団にも，火砕流の危険性に対する認識が全くなかったと言えない。人間には，災害から目を反らそうとしたり，あるいは，まさか自分がその危険に出会うとは考えないといった「危険の知識はあっても，危険を実感できない」という面がある。こうした点も，災害情報を伝える際には十分考慮に入れておかなければならない。

4) 災害情報伝達システムの整備の重要性

① 6月3日の大火砕流では，測候所から4時直前に危険性を知らせるため，「山が危険」「避難するように」という連絡が出されたが，十分北上木場地区で警戒中の地元消防団やマスコミに伝えられなかった。

② 基本的な認識として，災害が起りつつある状況では，正しい情報を電話で伝えることはできないものと考えておかなければならない。

③ したがって，同報無線，ホットライン等の設置等，災害情報システムの構築が重要である。

④ なお，同報無線も万能でなく，雨が降ると，屋外拡声方式ではよく聞こえない等の問題点があることを知っておかなければならない。

5）ハザードマップの有効性

① 災害の規模が大きくなり，危険性の認識が個人のスケールを超えると，住民にとって災害の危険性を認識できなくなる場合がある。

② 避難は住民生活に直接の影響を与える。そのため，多くの場合には，住民にとって人気のない措置となる。このような場合に砂防地すべり技術センターが作成したハザードマップは，危険地区を住民に理解させるために非常に有効であった。

③ ハザードマップは，up-to-dateなものでなければならない。

④ ハザードマップは，住民にも分かるように簡単明瞭なものでなければならない。

6）新しいタイプの災害情報の報道

ロマプリエータ地震の際もそうであるが，災害を受けた地区程度の小規模の地区を対象にしたコミュニティーラジオが有効である。文字放送も有効である。常時はレジャーや観光情報を流し，災害時には，災害情報を流すことが有効と考えられる。

(3) 震後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。震後の時期区分に応じた広報活動のポイントは，一般に，次の通りである。

① 震災復旧の第1段階

この段階では，管理者側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，被害状況をどの程度把握できているかに応じて，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。

② 震災復旧の第2段階

この段階になると，時間の経過とともに被害状況も概ね把握でき，復旧工法の検討が開始される。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，軽微である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難しい場合が多いが，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，復旧工事の進捗に合わせて，復旧期間を短縮する方向で，段階的に復旧見通しを訂正していくのがよい。

③ 震災復旧の第3段階

この段階になると，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段階で示したものと基本的に同様であるが，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，復旧作業の進展状況をわかりやすく広報するのがよい。

(4) 地元住民に対する広報

管理施設の被害や復旧作業により，直接的に不便を蒙る地元住民に対しては，被害地点及び復旧見通し（応急復旧を含む）を，できるだけわかりやすく，繰り返し広報するのがよい。これは，復旧作業に対する地元住民の理解を深め，支援を得るために極めて重要である。既往の被災に際して，地元住民に好評であった事例を示すと

以下の通りである。

1）適切な看板の設置

被災地点には管理者名が記入され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いう住民の不安を拭い去る上で有効である。さらに，看板に被災状況の写真を貼付すると，地元住民の理解を得るのに役立つ。

2）地元住民からの要望（苦情）の把握

地元住民からは各種の要望（苦情）がよ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。

地元住民に対する災害情報の伝達方法には，同報無線，サイレン，広報車，有線放送，自主防災組織の伝達網などさまざまなものがある。これらの方法は，情報伝達量，伝達速度，伝達の正確さ，伝達範囲，地域性及び災害時の信頼性に関して，表-II・解2・5に示すような特徴を持っている。地元住民に対する広報は，こうした方法を適切に組み合わせて行うことが望ましい。

危険区域内にいる住民に対する緊急情報の伝達方法として，ヘリコプターや飛行機による上空からの大型マイクを用いた広報がある。建設省の防災ヘリコプター〝あおぞら号〟にも4kWのマイクが取り付けられており，高度300mから半径300mの範囲の住民に緊急情報の伝達が可能である。

(5) マスコミを通じた広報

地震被害の影響を直接的に受ける地元住民及びその他の住民のいずれに対しても，マスコミを通じた広報は一般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，適切に広報活動を行うことが重要である。

マスコミを通じた広報では，以下の点に留意するのがよい。

1）マスコミに対応する窓口を一元化し，業務に精通した担当者を予め定めておく。

2）必要に応じて被害状況及び復旧状況に係わる資料をマスコミ関係者に見せ，正しい理解を得る。

3）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。

4）マスコミは，一般に，各社が個別に被災状況や今後の復旧見通しを問い合わせてくるが，震災時にそのたび個別の報道機関に対応することはできない場合が多い。このような場合には，基本的には，定時に報道機関に被災情報や復旧見通し等を伝達したり，広報板で現状までの情報を常時提供できるようにしておくことが，混乱を少なくして正しい情報を報道関係者に伝えるのに有効である。ただし，突発的に被害の拡大があったような場合には，緊急に対応しなければならない。

2．8 非常用電源の整備

震災復旧情報伝達システムの整備に際しては，震災に伴う停電等によりシステムの機能が低下するのを防止するため，非常用電源の整備を進めていくことが重要である。

[解 説]

大規模な震災が生じた場合には，電力供給施設の破損等により，広域的かつある程度の期間停電すると考えておかなければならない。このような場合に，非常用電源の整備が十分でないと，部署内における通信機器や情報分析機器が使用できなくなるだけでなく，省内及び関係防災機関との情報連絡が行えず，復旧活動に大きな支障をきたすことになる。このため，震災復旧情報伝達システムの整備に際しては，停電が生じた場合に情報伝達に関してどのような障害が考えられるかを把握し，各部署ごとに必要とされる非常用電源の規模，バックアップを行うべき機器等について十分に検討することが重要である。

ここに，停電により復旧活動や情報伝達にどのような支障が生じるのかを，平成3年9月の台風19号災害を例にとり調査した結果を示すと，以下の通りである。この停電は台風に伴う風災害により生じたものであり，震災によるものではないが，従来都市域において大規模な停電が発生した事例は少ないことから，震災時の対応を検

表-II・解 2・5　災害情報の伝達手段の比較

	市町村防災行政無線固定系（同報無線）	サイレン・半鐘	広報車	有線放送電話 有線テレビ	自主防災組織による伝達
伝達情報量（○：大 ○：中 △：小）	(○) ・大量の情報の送信は可能であるが，内容の正確な聞きとりが困難になる。	(△) ・信号による警報の伝達のみである。	(○) ・大量の情報の送信は可能であるが，聞きとりが困難である。	(○) ・マスメディアと同様大量の情報の伝達が可能である。	(○) ・人づてのため多くの情報は伝達不可
伝達速度（○：速 △：遅）	(○) ・一斉放送により即時に伝達が可能である。	(○) ・即時に伝達が可能である。	(△) ・広報車が目的地に到着するまで，また周回のために時間を要する。	(○) ・即時に伝達が可能である。	(△) ・市町村から自主防災組織へ，さらに自主防災から住民へ戸別に伝達するため時間を要す。
伝達の正確さ（○：正確 ○：やや不正確）	(○) ・情報量や，環境条件により不正確になる可能性がある。	(○) ・事前に信号の意味を周知徹底することにより，正確な伝達が可能	(○) ・情報量，環境条件の他に運行速度によっても不正確になる可能性がある。	(○) ・マスメディアと同様，正確な伝達が可能である。	(○) ・人づてのため情報内容が変容する可能性がある ・正確な伝達なための訓練が必要
伝達範囲（○：広 ○：中 △：狭）	(○) ・設置箇所によるが，一応市町村全域に伝達可能 ・騒音，建物の密集による難聴地域がある。	(○) ・同報無線と同様であるが，信号であるため伝達範囲がやや広くなる。	(○) ・市町村全域を回ることは困難である。 ・走行ルートぞい以外の住民には聞こえにくい。	(△) ・端末設備のある施設，家庭に限られる。	(○) ・自主防災組織で掌握されている人に限られる。
地域性（○：地区レベル ○：市町村レベル △：広域）	(○) ・選択呼び出し機能によりある程度地区別の情報を伝達することが可能である。	(△) ・信号であるため地域による差はない。	(○) ・移動性により地区別に伝達内容を変えることが可能である。	(○) ・自主放送を行っている施設では地域性の高い情報の伝達が可能である。	(○) ・住民が必要とする，地区レベルの情報の伝達が可能である。
災害時の信頼性（○：有 △：無）	(○) ・非常電源により，地震発生時も機能し得る。	(○) ・地震発生時も機能し得る。	(△) ・交通混乱により，地震予知段階においても利用できない場合がある。	(△) ・地震発生時は，断線により利用できない場合がある。	(○) ・人づてのため地震発生時も機能し得る。

討する上で参考になると考えられる。

(1)　停電及びバックアップの状況

台風 19 号の影響により，広島県，山口県を中心に大規模な停電が発生した。地域によってばらつきがあるが停電時間は，図-II・解 2・15 に示すように，最大 140 時間とかなり長期間にわたっている。

当該地域の事務所等では非常用電源が整備されていたが，全ての需要を満足するにはいたらなかった部署が多い。一例として，非常用電源により部分的に電力を供給できた部署では，どのような設備・機器をバックアップしたかを示すと，表-II・解 2・6 の通りである。なお，バックアップ電源の空冷用ファンが強風のためうまく作動せず，一時的に停電になった事務所もあることから，非常用電源の整備に際しては，発電機及び燃料タンクが十

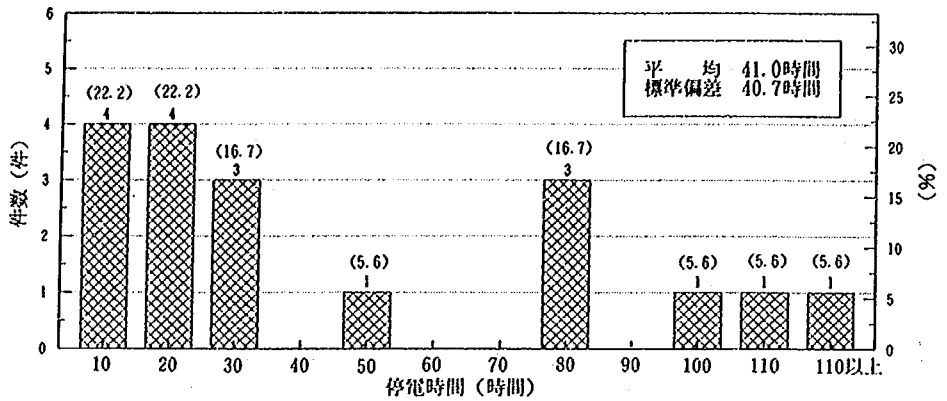


図-II・解 2・15 調査対象とした部署地域における停電時間

分な耐震性と同時に耐風性も確保できるよう配慮することが重要である。

(2) 停電が管理施設に及ぼした影響

停電の影響により管理施設にどのような障害が生じたかを示すと，表-II・解 2・7 の通りである。雨量及び水位に関する装置，FAX・コピー機・テレビ等の情報処理装置，所内業務を行う上での機器等，あらゆる機器に影響が及んでおり，停電が工事事務所の中枢機能を奪うことを示している。

表-II・解 2・6 非常用電源からの供給が行われた設備・機器

・庁舎内照明装置	・道路交通情報処理装置	・通信装置
・建設省専用通信装置	・非常警報受信制御装置	・TV
・河川情報処理装置	・庁舎内給水装置	

表-II・解 2・7 停電による管理施設に生じた障害

・気象 FAX	・トンネルの照明	・端末装置
・河川情報端末	・危険箇所での照明	・FAX
・河川情報センター端末	・トンネル非常警報装置	・コピー
・道路情報端末	・水質監視装置	・テレビ
・レーダー雨量端末	・排水施設（ポンプ）	・車庫のシャッター
・気泡式水位計	・信号機	
・ITV 情報カメラ	・路側放送	

(3) 停電中の情報連絡

事務所等からどのような箇所に情報連絡が行われたかを示すと，図-II・解2・16のようになる。これによれば，省内での連絡が最も多く，ついで電力会社，市，県，警察署の順となっている。ここに，情報連絡の手段を示す

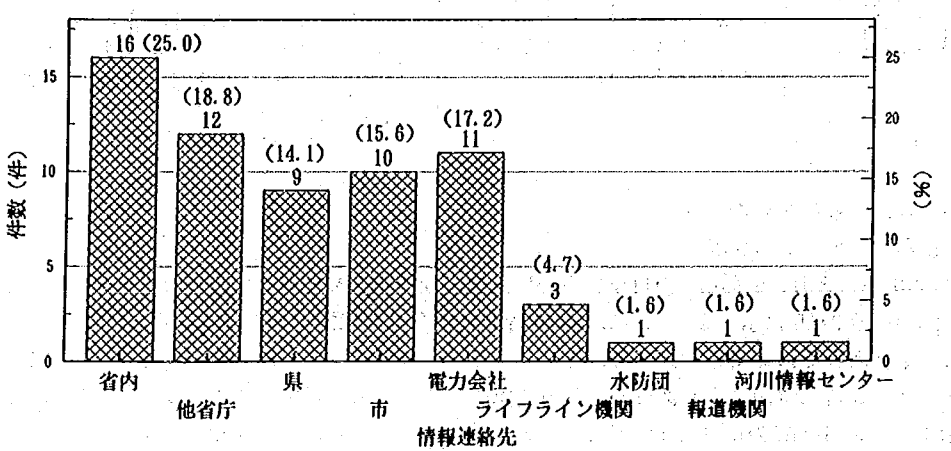


図-II・解 2・16 情報の連絡先

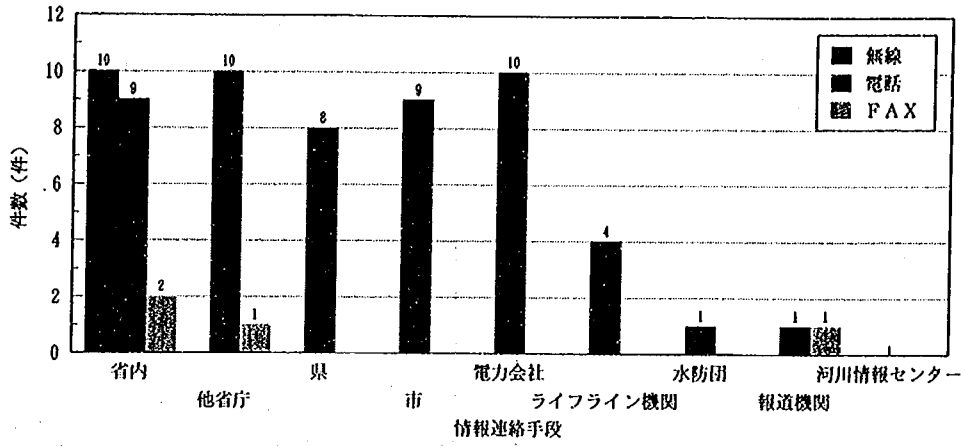


図-II・解 2・17　情報の連絡手段

と図-II・解 2・17 の通りであり，省内での連絡には無線と同等に電話が使用されており，関係防災機関との連絡にはほとんど電話が使用されていることがわかる。また，情報連絡の内容としては，以下に示すような項目が挙げられている。

1）被害に関する情報について
2）今後の復旧に関する情報について
3）交通規制及び交通渋滞に関する情報について
4）水防体制及び水防警報に関する情報について

(4)　停電がパトロールの遂行に及ぼした影響

停電は所管施設のパトロール調査に対しても大きな影響を及ぼしている。

停電により，パトロール調査を行う上で生じた困難をとりまとめると，表-II・解 2・8 の通りである。これによれば，信号機及び照明が停止することによる交通渋滞の発生が最も大きな問題点として挙げられている。ここに，停電によりテレホンカード式の公衆電話が使用できなくなるといった障害は，これまでにあまり注目されていなかった点であるが，十分な注意が必要である。

表-II・解 2・8　停電により生じたパトロールの遂行上の困難

・信号機が作動しないために交通渋滞及び交差点が輻輳のため通常のパトロールが出来ない。
・照明が消えているため，点検，災害箇所の復旧及び交通整理に支障がでる
・A 及び B 型情報板が使用できない。
・公衆電話でテレホンカードが使用できない。
・電話が混雑して，通じるのに時間がかかる。

(5)　停電がパトロール中の情報連絡に及ぼした影響

パトロール調査中に行った情報連絡上，停電によりどのような障害が生じたかを示すと，表-II・解 2・9 の通りである。これによれば，パトロールカーの無線が 1 チャンネルのために十分な連絡ができなかったり，他局との混信といった無線障害の発生が指摘される。

表-II・解 2・9　停電により生じたパトロール連絡上の困難

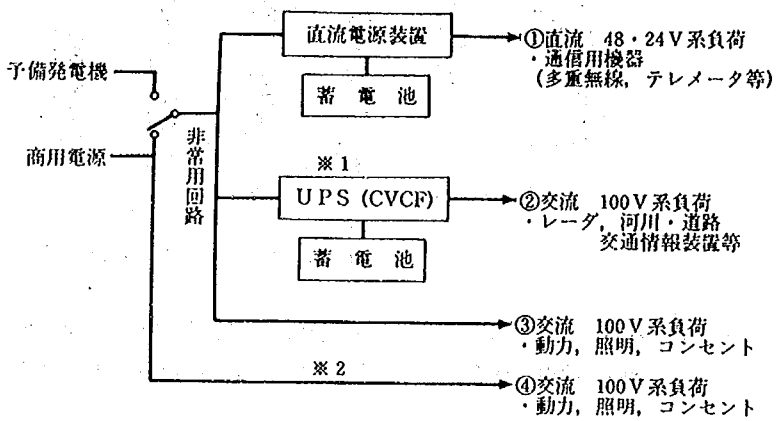
・無線が 1 チャンネルのため十分な連絡ができない。
・パトロールカーの無線が他局と混信して連絡が困難。
・公衆電話でテレホンカードが使用できず連絡ができない。
・災害状況のメモをコピーしようとしたが，コピー機が使用できず不便。

ここで，停電が生じたために必要とされた情報をとりまとめると，表-II・解2・10の通りである。これらの情報を入手・連絡するための設備・機器に対して，優先的に電気の供給を行うことが重要と考えられる。

表-II・解2・10 停電が生じたために重要となった情報

・台風の移動情報（気象情報）	・復旧計画
・停電の復旧見込み情報	・道路交通状況
・テレビからの情報	

建設省では，災害時の情報システムの信頼性の向上を目指して，非常用電源の整備の高度化を進めている。一例として，事務所等における非常用電源の一般的な構成を示すと図-II・解2・18の通りである。



※1：必要に応じて設置
※2：全て非常用回路としている場合もある。

図-II・解2・18 事務所等における非常用電源の一般的な構成

1）予備発電機

一般に原動機としてディーゼルエンジンを使用し，燃料としては軽油またはA重油を使用する。大容量が必要な場合にはガスタービンを使用する場合もある。

2）直流電源装置

48Vまたは24Vの電流を主に通信機器に供給する。蓄電池を併設することにより，予備発電機や受変電設備が故障した場合のバックアップを行うこともできる。

3）無停電電源装置（UPS）

予備発電機が立ち上がるまでのバックアップ装置として，100Vの電流を供給する。

ここに，事務所等に設置されている150kW程度の非常用電源を1時間稼動させるためには，約60リッターの燃料が必要とされる。燃料を備蓄するためのタンク容量の上限は消防法により表-II・解2・11のように定められており，これを超えた数量を取り扱う場合には危険物の取扱いに関する手続きを踏まなければならない。このため，大規模地震時にかなり長期的な停電が見込まれる場合には，業者との契約等により円滑に燃料の補給ができる。

表-II・解2・11 燃料を備蓄するためのタンク容量の上限（消防法による）

種別	品名	指定数量	引火点	備考
第4類	第1石油類	200ℓ	21℃未満	ガソリン
	第2石油類	1,000ℓ	21℃以上 70℃未満	灯油・軽油
	第3石油類	2,000ℓ	70℃以上 200℃未満	重油
	第4石油類	6,000ℓ	200℃以上	ギア油・シリンダ油

第3章　震災・復旧情報分析システム

3.1　一　般

震災・復旧情報分析システムは，大規模同時被害多発型の震災が発生した際に，誤情報を含む大量の情報から管理者の復旧に重要な情報を抽出することを目的として，以下の条件を備える必要がある。

1）震災復旧の第一段階から第三段階まで広く用いることができ，かつ，復旧がすべて終了した後までも情報の保存がなされること。
2）上級管理者から末端の管理者までが同一の情報を共有できること。
3）大量の情報を，更新機能を保ちつつ集計・分析・表示できること。
4）震災後の時間区分に応じて必要な精度で情報提供ができること。
5）管理区間以外の情報も提供できること。
6）震災復旧予測に対するシミュレーション機能を有していること。

[解　説]

(1)　震災復旧の第一段階から第三段階まで広く用いることができ，かつ，復旧がすべて終了した後までも情報の保存がなされること

「1.1震災復旧の流れと必要な情報」に示したように，上空及び地上から収集すべき情報や施設管理者に提供すべき分析情報は，震災復旧の基本方針に応じて大きく変化する。また，震災復旧に係わる全ての情報を時系列に保存しておけば，次に震災が生じた場合の対応に役立つだけでなく，震後の体制を事前に検討しておく上での貴重な基礎資料となる。以上の観点から，震災・復旧情報分析システムは，震後の時期区分に応じて必要とされる情報に対応でき，かつ，復旧が終了した後までも情報の保存ができるものであるのがよい。

(2)　上級管理者から末端の管理者までが同一の情報を共有できること

相互に食い違った情報をもとに相反する対策を講じたり，ある部署には情報が伝わっていても，肝心の部署にはその情報が伝わっていないといったことを根本的に防ぐためには，震災復旧に係わるすべての管理者が必要に応じて，同一のソースから同一の情報を受けられることが重要である。

(3)　大量の情報を，更新機能を保ちつつ集計・分析・表示できること

大震災になると，収集される情報は，いかに熟練していたとしても1～2人のベテランの管理者が全体把握を行える範囲を遙かに超越してしまうものと考えられる。もちろん，より本質的で重要な情報だけをすばやく把握できる体制を別途用意しておくことは重要であるが，大量の情報を，できれば個々には機能的でシステマティックな操作により，入力・更新できるシステムである必要がある。

(4)　震災後の時間区分に応じて必要な精度で情報提供できること

震災復旧に必要とされる情報の精度は，震災後の時間区分ごとに大きく異なる。従って，これらに柔軟に対応できるシステムである必要がある。

(5)　管理区間以外の震災・復旧情報も提供できること

従来，末端の管理機関になる程，管理区間の復旧を行うために必要な当該管理区間だけの被害情報以外がわからない場合があり，このため広域的な震災が発生した場合に，全体の状況を十分把握できずに不適切な対応をとってしまう場合があった。この点を踏まえて，本システムでは，情報の共有化を図ることにより管理区間以外の情報も必要に応じて得ることが可能となるようにしておく必要がある。

(6)　震災復旧予測に対するシミュレーション機能を有していること

震災を被った地域が広範囲におよび，かつ，被害の種類および程度が多岐にわたるほど，管理者が取り得る対応方策にも大きな幅が生じることが予想される。したがって，ある対策を講じた場合に，その影響・効果がどの程度となるかを素早く予測できる機能，さらには震災の拡大を含む復旧仮定のシミュレーション機能が必要とされる。これには，例えば，あと2日経てばどこまで復旧が進んでいるかといった，かなり直感的判断でわかる程

度の予測から，ある一定の制約条件のもとに目的関数を定め，これに対して最適な復旧の優先順位を予測するという複雑なシミュレーションまでがある。これらに柔軟に対応できるシステムである必要がある。

3．2 震災・復旧情報分析システム

3．2．1 一般

震災・復旧情報分析システムは，取り扱う情報の種類に応じて，以下に示す10個のサブシステムから構成するのがよい。

(1) 入力サブシステム
(2) 地図情報サブシステム
(3) 基本情報サブシステム
(4) 地震・気象情報サブシステム
(5) 被害情報サブシステム
(6) 復旧資機材サブシステム
(7) 措置情報サブシステム
(8) 復旧情報サブシステム
(9) 復旧過程予測サブシステム
(10) 広報サブシステム

[解 説]

震災・復旧情報分析システムは，道路施設，河川施設，関連施設の被災情報，および復旧情報等を入力し，これらの情報の整理・集計を行うとともに，整理・集計結果を震災復旧に使いやすいように加工して端末装置のディスプレイ上に図化出力するためのシステムである。種類・量とも多岐にわたる震災・復旧情報を円滑に処理するために，震災・復旧情報分析システムの構築に際しては，図-II・解3・1に示すように，取り扱う情報の種類に応じた10個のサブシステムを設けるのがよい。震災・復旧情報分析システムが備えるべき機能をまとめると，以下のようになる。

(1) 情報の管理機能

1）本省，地建本局，事務書，出張所にそれぞれ端末装置をそなえておくことにより，ホストコンピューターを通じて同一の情報を共有できるようにする。

2）道路網・河川網・構造物・復旧資機材等の基本情報を平常から入力しておくことにより，震災時に速やかに対応できるようにする。

3）全ての情報を情報の種類ごとにシステム的に更新し，一度入力された情報は時系列に保存することにより，随時必要な情報を出力できるようにする。

(2) 情報の入出力機能

1）情報の入力に際して，必ず入力時間・入力機関名の入力を行うことにより，情報の信頼度の評価および誤情報の消去を速やかに行うことができるようにする。

2）全ての情報は，被災・復旧等情報の種類ごとに一定のフォーマットに従いシステム的に入力できるようにする。

3）情報の入力を詳細な項目ごとに対話形式で行うことにより，情報の入力漏れを防ぎ，系統的に情報を整理できるようにする。

4）情報の入力に際しては，簡潔な情報は選択枝を設けて番号で入力し，詳細な情報は文字により入力するようにする。これにより，迅速な操作が必要とされる復旧の第一段階からより詳細な情報が要求される復旧の第三段階まで速やかに対応できるようにする。

5）情報の出力に際しては，選択枝で番号入力した情報を文字で出力できるようにする。

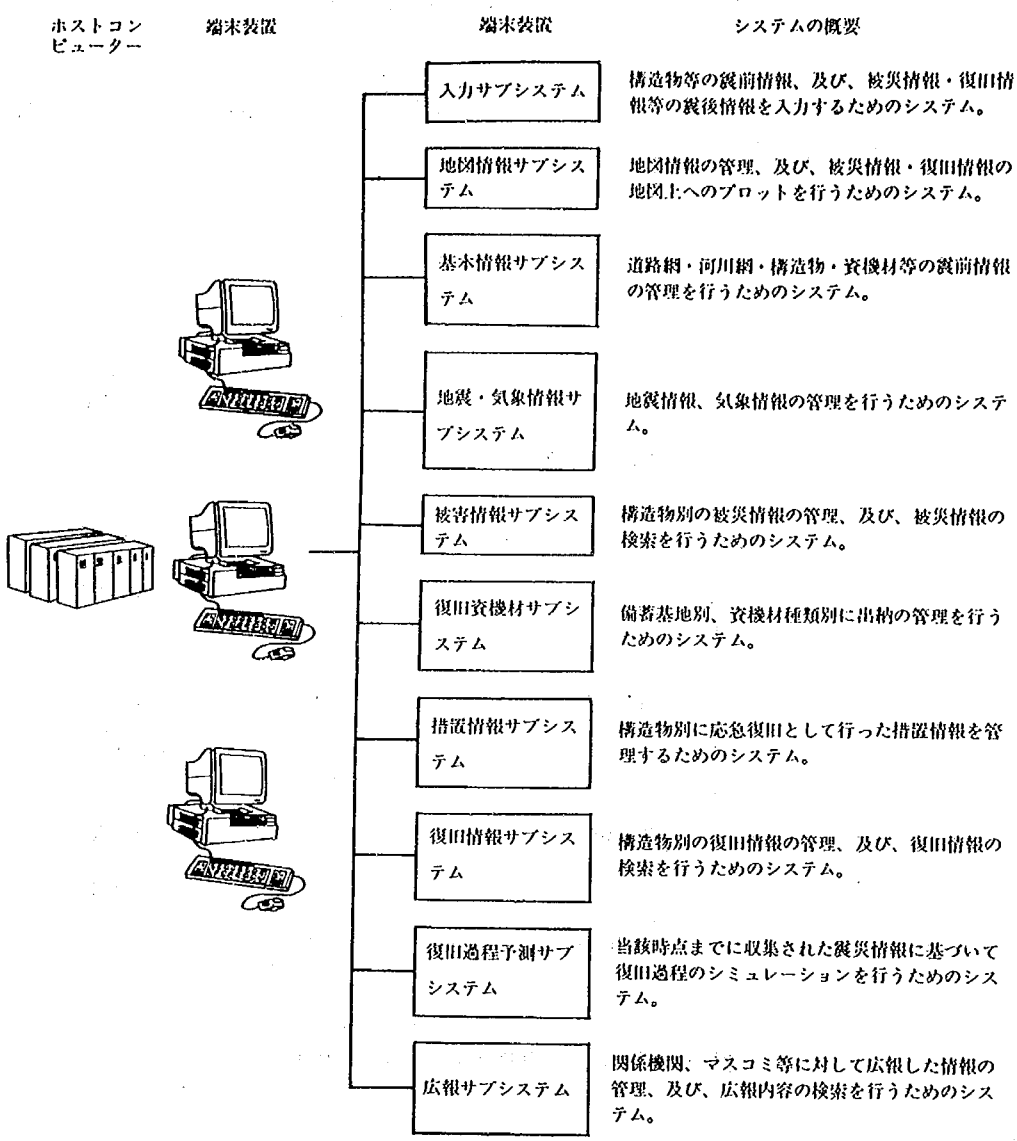


図-II・解3・1　震災・復旧情報分析システムの全体構成

3．2．2　入力サブシステム

入力サブシステムでは，以下に示す震前情報及び震後情報の入力を，一定のフォーマットに従って行えるようにするのがよい。

(1) 基本情報　　；震災復旧の対象地域に存在する道路・河川・構造物に関する震前情報
(2) 地震・気象情報；地震情報，気象情報に関する震後情報
(3) 復旧資機材情報；復旧前の資機材の種類・量および備蓄場所に関する震前情報
(4) 被害情報　　；管轄施設ごとの被災状況に関する震後情報
(5) 復旧情報　　；管轄施設の復旧情報および復旧に用いた資機材量に関する震後情報
(6) 措置情報　　；被災した管轄施設に対して行った措置情報および措置に用いた資機材量に関する震後情報

(7) 広報情報　　；広報した内容・相手機関・時期等に関する震後情報

〔解 説〕

入力サブシステムの構成としては，図-II・解3・2に示すものが考えられる。情報の入力は，図-II・解3・3に示すメインメニュー画面で入力サブシステムを選択した上で，以下の(1)~(7)の項目ごとに行う。

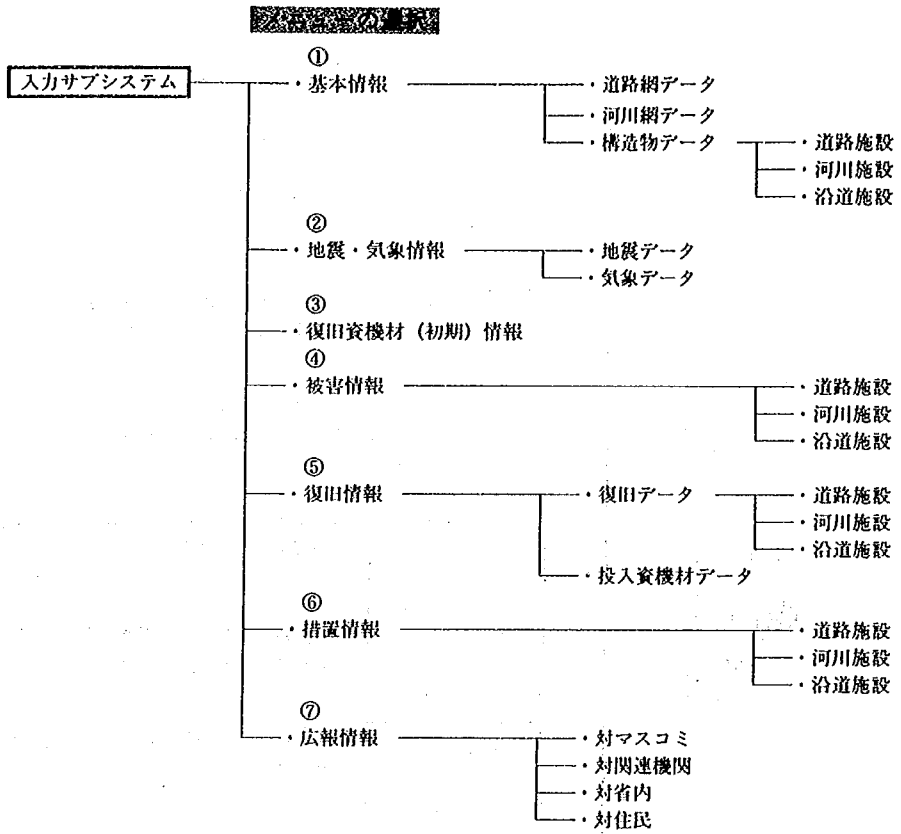


図-II・解3・2　入力サブシステムの構成例

(1) 基本情報

1）道路網データ

道路網を微小区間に分割し，各々の区間について以下の情報を入力する。

- 区間コード……道路区間の始点，終点ノード番号
- 路線名
- 長さ
- 属性コード……幹線道路，国道，県道，市町村道の別
- 車線数
- 時間交通量
- 制限値……重量制限，高さ制限等

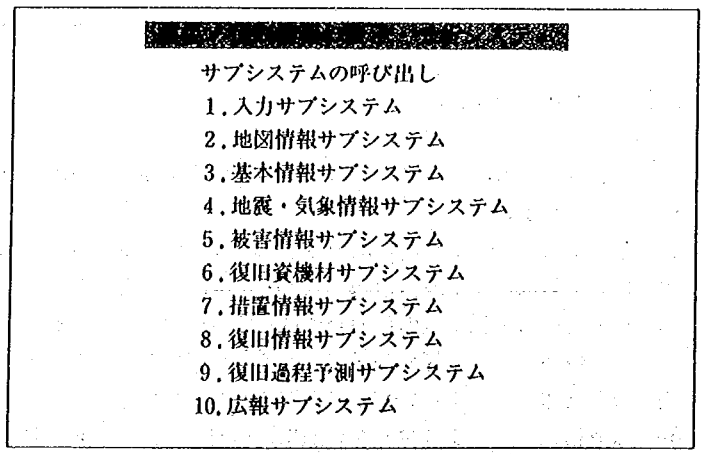


図-II・解3・3　震災復旧情報分析システムのメインメニューの例

2）河川網データ

河川網を微小区間に分割し，各々の区間について以下の情報を入力する。

・区間コード……河川区間の始点，終点ノード番号
・河川名
・長さ
・属性コード……1級河川，2級河川等の別
・河道条件……コンクリート，砂等の別
・断面……単断面，複断面の別
・時間流量

3）構造物データ

道路施設（橋梁，盛土，切土・斜面，トンネル等），河川施設（堤防，護岸，樋門・樋管，堰等），沿道施設について，個々の構造物ごとに入力する。橋梁を例にとると次のようになる。

・区間コード……構造物が存在する道路区間
・始点からの距離……道路区間の始点からの距離
・構造物番号……一連の番号を設定する
・橋梁名称
・管理者
・架設年月
・諸元……幅員，橋長，橋種，線形
・構造諸元……上部工形式，下部工形式，支承形式，基礎形式

(2) 地震・気象情報

1）地震データ

本震，余震について入力する。

・発生日時
・震源……場所，深さ
・震央距離
・マグニチュード
・各地の震度……全国各地の震度をわかる範囲で入力する。

2）気象データ

震災復旧の対象となる地域における，現在の気象および気象予報を入力する。

・地域区分……気象庁が発表する気象情報の最小単位で，都道府県または南部・北部等
・現在の気象状況
・気象予報……対象日時，天気，降水確率

気象に関する予報情報は最寄りの気象台・測候所から入手できる。予報は当日を含めて1週間分，また，降水確率は明後日分まで発表される。

(3) 復旧資機材情報

復旧前の資機材の種類・量および備蓄場所に関する情報である。

・備蓄ノード……資機材が備蓄されているノード
・管理者コード……建設省，警察，消防，県，市区町村等の別
・資材……資材種類（H鋼，鋼矢板，支保工等）ごとの備蓄量
・機材……機材種類（フルトーザー，バックホウ等）ごとの備蓄量
・人員……復旧作業に派遣できる人数

(4) 被害情報

橋梁を例にとると以下のようになる。

・構造物番号

・情報入手日時
・被災程度……大被害，中被害，小被害の別
・被災箇所……上部工，橋台，橋脚，支承，基礎等の別
・備考……被災状況の詳細

(5) 復旧情報

1）復旧情報

復旧の対象とする個々の構造物ごとに入力する。橋梁を例にとると以下のようになる。

・構造物番号
・情報入手日時
・復旧程度……応急復旧中，応急復旧完了，本復旧中，本復旧完了の別
・復旧見込み……復旧が完了する日時（予測）
・規制程度……通行止め，車線規制，通行可等の別
・復旧箇所……詳細な文字情報
・復旧方針……詳細な文字情報

2）投入資機材

個々の構造物ごとに，投入した資機材量を入力する。

・構造物番号
・備蓄ノード……資機材を用いる備蓄基地の番号
・投入資材量
・投入機材料
・投入人員

(6) 措置情報

橋梁を例にとると以下のようになる。

1）措置情報

・構造物番号
・情報入手日時
・措置内容……文字による詳細情報
・規制程度……通行止め，車線規制等の別
・復旧見通し

2）投入資機材

・構造物番号
・備蓄ノード
・投入資材量
・投入機材料
・投入人員

(7) 広報情報

・相手機関名
・相手機関担当者名
・広報担当機関名
・広報担当者名
・広報日時
・取材方法……記者会見，新聞発表等の別
・対象施設……道路構造物，河川構造物，路線，市区町村等の別
・内容種別……被災情報，復旧情報，復旧見通し情報等の別
・内容……文字による詳細情報

3．2．3　地図情報サブシステム

地図情報サブシステムでは，道路網地図，河川網地図，構造物地図等の重ね合わせ，及び，被災情報や復旧情報の地図上へのプロットが行えるようにするのがよい。

［解　説］

地図情報サブシステムの構成としては，図-II・解3・4に示すものが考えられる。各種地図の重ね合わせ，及び，各種情報の地図状へのプロットは，地図情報サブシステムのメニュー画面で以下に示す項目を選択することにより行う。

(1)　コードの表示

道路区間コード，河川区間コードおよび構造物コードを地図上に表示する。

(2)　各種地図の重ね合わせ

道路網地図，河川網地図，構造物地図，被災構造物地図，復旧構造物地図，措置構造物地図，資機材備蓄地図のうち，任意の複数個を選択し，重ね合わせて表示する。

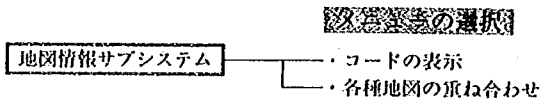


図-II・解3・4　地図情報サブシステムの構成例

なお，画面上に表示した地図情報は，以下に示す操作ができるようにするのが望ましい。

(1)　地図上の任意の点（例：構造物）にカーソルを合わせることにより，当該構造物に関する情報（例：基本情報，被災情報，復旧情報，措置情報等）を一覧表示する。

(2)　都道府県あるいは市区町村単位で地名を入力することにより，直ちに当該地域が表示する。

(3)　キーボード上の矢印を用いて画面を高速スクロールする。

(4)　画面を任意の縮尺に拡大・縮小する。この時，必ず縮尺を表示する。

(5)　被災構造物，復旧構造物等は基本的にマークあるいは色を変えて表示する。マークおよび色は画面上の操作により任意に設定できるようにする。

3．2．4　基本情報サブシステム

基本情報サブシステムでは，入力サブシステムにおいて入力した道路網データ，河川網データ，構造物データ等の基本情報を，それぞれ一覧表にとりまとめることができるようにするのがよい。

［解　説］

入力サブシステムにおいて入力した道路網データ，河川網データ，構造物データ等の基本情報を，それぞれ一覧表にとりまとめるためのシステムである。本サブシステムの構成としては図-II・解3・5に示すものが考えられる。

メインメニュー画面で基本情報サブシステムを選択することにより，サブシステムのメニュー画面が表示される。ここで，以下に示す(1)～(3)のうちいずれかを選択して，以下の情報の表示を行うことができる。

(1)　道路網データ一覧

道路区間ごとにデータを一覧表示する。

(2)　河川網データ一覧

河川区間ごとにデータを一覧表示する。

(3)　構造物データ一覧

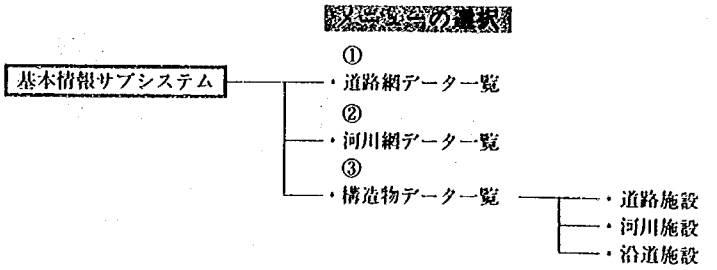


図-II・解3・5　基本情報サブシステムの構成例

道路施設として橋梁，盛土，トンネル等に関するデータ，河川施設として堤防，護岸，樋門等に関するデータを一覧表示する。

3．2．5　地震・気象情報サブシステム

地震・気象情報サブシステムでは，入力サブシステムにおいて入力した地震および気象情報を一覧表にとりまとめるとともに，一定のフォーマットに従って指示条件を入力することにより，各地の震度分布および余震頻度分布等を図化することができるようにするのがよい。

[解　説]

本サブシステムの構成としては図-II・解3・6に示すものが考えられる。メインメニュー画面で地震・気象情報サブシステムを選択することにより，本サブシステムのメニュー画面が表示される。ここで，以下に示す(1)～(4)のうちいずれかを選択して，以下の情報の表示を行うことができる。

(1)　地震データ一覧

本震，余震に関する情報を時系列で一覧表示する。

(2)　震度分布

本震および余震のそれぞれについて，地図上に各地の震度を表示する。

(3)　余震頻度分布

余震の発生回数を，横軸に日時を取ったグラフ上に表示する。

(4)　気象予報データ一覧

現在の気象および1週間後までの気象予報情報を，予報対象地域区分ごとに一覧表示する。

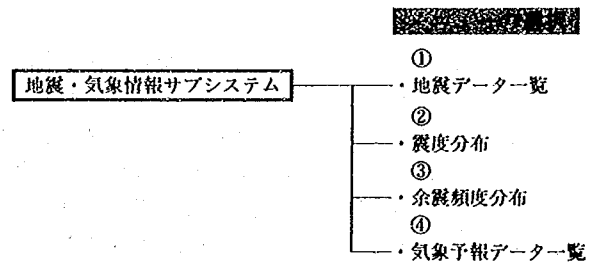


図-II・解3・6　地震・気象情報サブシステムの構成例

3．2．6　被害情報サブシステム

被害情報サブシステムでは，入力サブシステムにおいて入力した被害情報を被災施設ごとに一覧表にとりまとめるとともに，一定のフォーマットに従って指示条件を入力することにより，被災構造物の検索を行えるようにするのがよい。

[解　説]

本サブシステムの構成としては図-II・解3・7に示すものが考えられる。メインメニュー画面で被害情報サブシステムを選択することにより，本サブシステムのメニュー画面が表示される。ここで，以下に示す(1)および(2)のうちいずれかを選択して，以下の情報の表示を行うことができる。

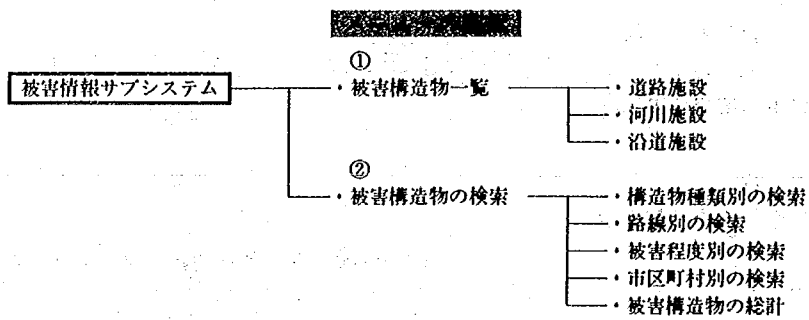


図-II・解3・7　被害情報サブシステムの構成例

(1) 被災構造物一覧：構造物別に被災情報を時系列で一覧表示する。表示画面は必要とする情報の詳細度に合わせて，概略モードと詳細モードとに切り替えることができる。

(2) 被災構造物の検索：管理区域内の構造物の被災状況を，構造物種類別（道路・河川構造物，橋梁等），被災程度別（大被害，中被害等）等様々な分類により検索し，一覧表示する。

3．2．7 復旧資機材サブシステム

復旧資機材サブシステムでは，入力サブシステムにおいて入力した震前の備蓄資機材量をもとに現在の復旧資機材量の管理，一覧表示を行うとともに，一定のフォーマットに従って指示条件を入力することにより，復旧資機材の検索を行えるようにするのがよい。

[解 説]

本サブシステムの構成としては図-II・解3・8に示すものが考えられる。メインメニュー画面で復旧資機材サブシステムを選択することにより，本サブシステムのメニュー画面が表示される。ここで，以下に示す(1)および(2)のうちいずれかを選択して，以下の情報の表示を行うことができる。

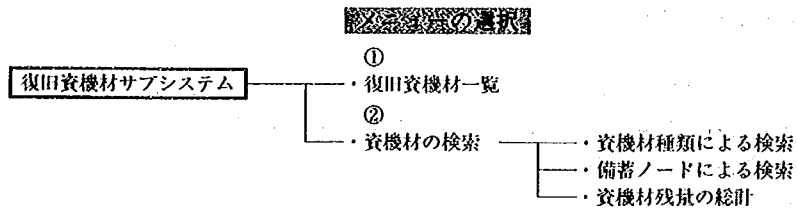


図-II・解3・8 復旧資機材サブシステムの構成例

(1) 復旧資機材一覧

入力サブシステムにおいて入力された備蓄資機材量から，施設の復旧のために投入された資機材量を逐次差し引くことにより，備蓄場所ごとの資機材残量を一覧表示する。また，表示画面は必要とする情報の詳細度に応じて，概略モードと詳細モードに切り替えることができる。

(2) 資機材の検索

管理区域の備蓄資機材量の状況を，資機材手類別，備蓄場所別に検索して一覧表示する。

3．2．8 措置情報サブシステム

措置情報サブシステムでは，入力サブシステムにおいて入力した措置情報および資機材情報を構造物ごとに一覧表にとりまとめるとともに，一定のフォーマットに従って指示条件を入力することにより，措置を行った構造物の検索を行えるようにするのがよい。

[解 説]

本サブシステムの構成としては図-II・解3・9に示すものが考えられる。メインメニュー画面で措置情報サブシステムを選択することにより，本サブシステムのメニュー画面が表示される。ここで，以下に示す(1)～(3)のうちいずれかを選択して，以下の情報の表示を行うことができる。

(1) 措置構造物一覧

構造物別に措置情報を一覧表示する。表示画面は必要とする情報の詳細度に合わせて，概略モードと詳細モードとに切り替えることができる。

(2) 措置構造物の検索

管理区域の措置に関する情報を，構造物種類別，規制手類別，規制解除見通し別等から検索して一覧表示する。

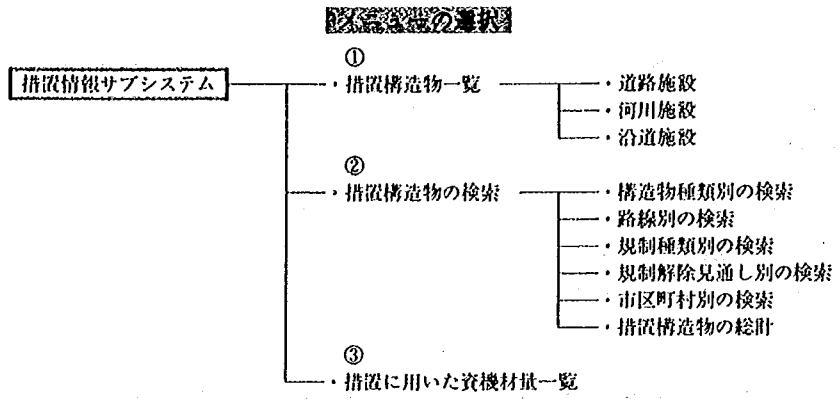


図-II・解 3・9　措置情報サブシステムの構成例

(3)　措置に用いた資機材量一覧

構造物別に当該時点までに措置のために投入した資機材量を一覧表示する。

3．2．9　復旧情報サブシステム

復旧情報サブシステムでは，入力サブシステムにおいて入力した復旧情報および資機材情報を構造物ごとに一覧表にとりまとめるとともに，一定のフォーマットに従って指示条件を入力することにより，復旧を行った構造物の検索を行えるようにするのがよい。

[解　説]

本サブシステムの構成としては図-II・解 3・10 に示すものが考えられる。メインメニュー画面で復旧情報サブシステムを選択することにより，本サブシステムのメニュー画面が表示される。ここで，以下に示す(1)～(3)のうちいずれかを選択して，以下の情報の表示を行うことができる。

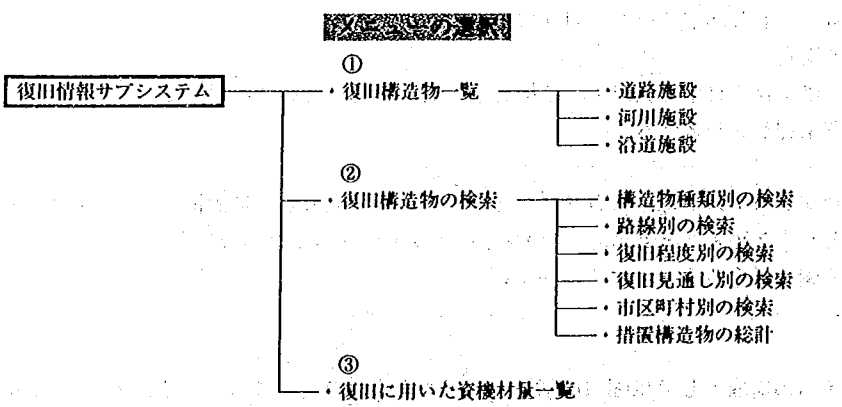


図-II・解 3・10　復旧情報サブシステムの構成例

(1)　復旧構造物一覧

構造物別に復旧情報を時系列で一覧表示する。表示画面は必要とする情報の詳細度に合わせて，概略モードと詳細モードとに切り替えることができる。

(2)　復旧構造物の検索

管理区域の復旧の状況を，構造物種類別，復旧程度別(仮復旧中，本復旧終了等)，復旧見通し別等から検索して一覧表示する。

(3) 復旧に用いた資機材量一覧

構造物別に当該時点までに投入した資機材量を一覧表示する。

3．2．10 復旧過程予測サブシステム

> 復旧過程予測サブシステムでは，道路網・河川網・構造物などの震前情報，および被災情報・復旧情報・資機材量情報等，当該時点までに収集された震後情報に基づいて，対策を加えることによる効果を各種制約条件のもとでシュミレートできるようにするものである。

[解 説]

本サブシステムの構成としては図-II・解3・11に示すものが考えられる。メインメニュー画面で復旧過程予測サブシステムを選択することにより，本サブシステムのメニュー画面が表示される。ここで，以下に示す(1)および(2)のうちいずれかを初期条件として入力し，(3)および(4)のいずれかを選択して，復旧過程のシミュレーションを行うことができる。

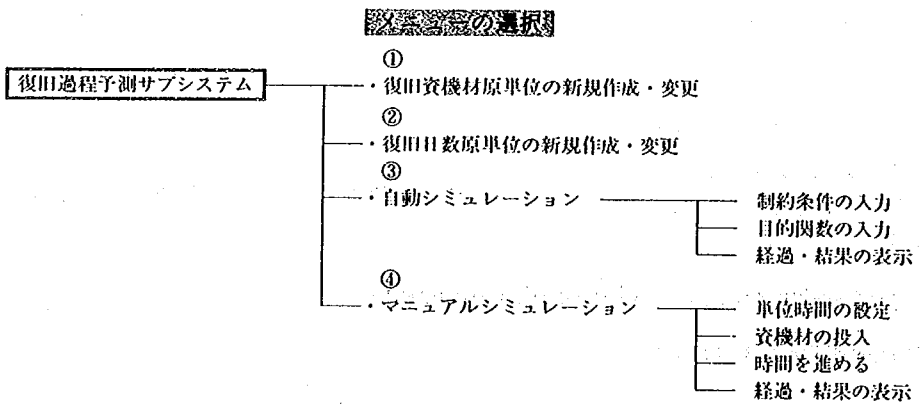


図-II・解3・11 復旧過程予測サブシステムの構成例

(1) 復旧資機材原単位の新規作成・変更

被災構造物の復旧は，原単位として定める資機材量を投入することによって行う。資機材原単位を構造物別，復旧箇所別（上部工，堤防等），復旧程度別（措置，応急復旧等）に入力する。

(2) 復旧日数原単位の新規作成・変更

復旧に要する日数は，原単位として定める日数を累計することにより算出される。復旧日数原単位を構造物別，復旧箇所別，復旧程度別に入力する。

(3) 自動シミュレーション

数学的手法により最適な復旧過程を算定する。ここに，制約条件（資機材量，人員数，気象条件等）は，各サブシステムに入力されているデータを基本としてこれを用いる。復旧を完了すべき日時が決められていたり，あるいは，優先復旧区間，優先復旧施設等が与えられていたり，特殊な制約条件がある場合や，復旧日数を最小にするのか，施設の機能回復度を最優先に復旧するといった目的関数を初期条件として入力する。シミュレーション結果として，全復旧に要する時間，全復旧に要する資機材量，各備蓄ノードから投入される全資機材量を一覧表示する。

(4) マニュアルシミュレーション

あらかじめシミュレーションの単位時間を設定し，単位時間ごとに復旧構造物，復旧箇所，投入資機材備蓄場所および復旧程度を入力する。これを繰り返すことにより，全復旧の完了までをシミュレートすることができる。シミュレーション結果として，全復旧に要した時間，復旧に要した全資機材量，各備蓄ノードから投入した資機材量等を一覧表示する。

3．2．11　広報サブシステム

広報サブシステムでは，入力サブシステムにおいて入力した広報に関する情報を，広報の対象となる管理施設ごとに一覧表にとりまとめるとともに，一定のフォーマットに従って指示条件を入力することにより，広報内容の検索を行えるようにするのがよい。

[解　説]

本サブシステムの構成としては図-II・解3・12に示すものが考えられる。メインメニュー画面で広報サブシステムを選択することにより，本サブシステムのメニュー画面が表示される。ここで，以下に示す(1)および(2)のうちいずれかを選択して，以下の情報の表示を行うことができる。

(1)　広報内容の一覧：広報を行った内容を相手機関別に時系列に一覧表示する。表示画面は必要とする情報の詳細度に合わせて，概略モードと詳細モードとに切り替えることができる。

(2)　広報内容の検索：広報内容を相手機関別，取材方法別，対象施設別，内容種類別等から検索して，時系列に一覧表示する。

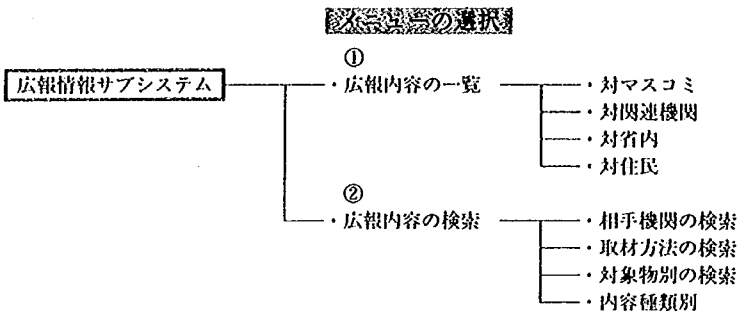


図-II・解3・12　広報サブシステムの構成例

3．3　復旧過程予測サブシステムを用いた復旧過程の解析

3．3．1　復旧過程解析の基本的な考え方

復旧過程の解析は，道路網の被害状況を初期条件として，以下のいずれかのモードにより，各種制約条件の下での最適な復旧方法を知るために行う解析である。

(1)　マニュアルシミュレーション

(2)　自動シミュレーション

自動シミュレーションでは，復旧の目的関数を適切に定めなければならない。

[解　説]

復旧過程予測サブシステムを用いた復旧過程の解析は，ホストコンピュータに接続された端末装置上で，端末操作者が復旧条件を順次入力することにより，図-II・解3・13に示す手順で行うマニュアルモードと，与えられた制約条件下で与えられた目的関数を最適に達成するための復旧手順を自動的に解析する自動シミュレーションモードがある。

復旧過程の基本的な解析アルゴリズムは，以下の通りである。

(1)　復旧開始からの時間を追って，被災した施設・構造物を順次復旧していく。ただし，復旧を行うためには，当該被災施設に資機材と人員を供給できることが必要であり，代替路線等を設けない限り（これを作るためには，別途資機材と人員を必要とする），隣接して複数ある被災構造物の中間地点の復旧にいきなり着手することはできない。

(2)　復旧には，被災程度に応じてあらかじめ原単位として与えられた復旧時間と，復旧資機材及び人員を必要とする。復旧機材および人員は，輸送が可能な地点に移動させて繰り返し使用することができる。

(3)　一箇所の復旧を行っている間に，資機材および人員に余裕があれば，他の複数地点の復旧を行うことがで

きる。したがって，どの構造物あるいはルートから復旧に取り組むかの判断が非常に重要となる。

(4) 輸送路が確保されていれば，一箇所の復旧を行うのに，複数の備蓄ノードから資機材および人員を供給することができる。したがって，いずれの備蓄ノードからどのような配分で資機材および人員を供給するかの判断が重要となる。特に，広域震災で限られた復旧資機材と人員をどの被災施設に優先的に振り向けるかは，基本的な復旧方針と関連して極めて重要な判断となる。

(5) 孤立地区の解消や，緊急物資輸送路の確保等のために優先的に復旧すべき路線がある場合には，指示者がこれを指示して，復旧に反映させることができる。

(6) 道路網全体あるいは一部の復旧を何通りも繰り返して行うことにより，最も効率のよい復旧方法を捜し出すことができる。

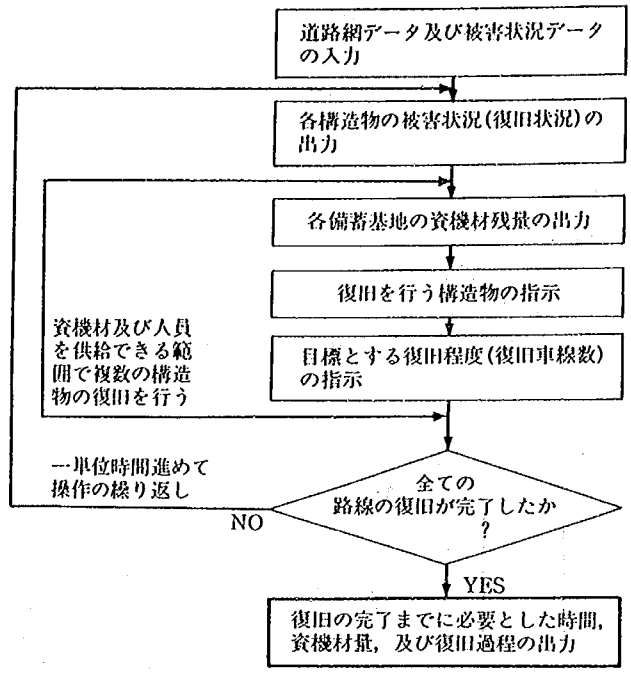


図-II・解3・13　復旧過程の解析手順

ルートが複雑に入り組んだ道路網を形成している地域および重要な基幹道路が複数ルートにわたって管理区域内に存在する地域に，震災により多数の道路被害が同時に生じた場合には，復旧をどのような路線からスタートさせればよいか，また，限られた備蓄資機材をどのように被災箇所に投入させれば効果的な復旧ができるか等，判断に迷う場合が予想される。このような場合に，本復旧過程予測サブシステムを有効に利用することができる。

復旧過程予測サブシステムでは，以下の条件を選択することができる。

1）備蓄資機材及び人員を，どのルートあるいは被災施設に，どれだけ割り当てるか。

2）復旧は片押しで行うか，両側から行うか。

3）n車線ある道路では，とりあえず1車線を確保してから先に進むか，もしくは，全ての車線を復旧してから先に進むか。

4）道路の混み具合いに応じて，どのルートで復旧資機材や人員を輸送するか。一般車の通行を認める場合と認めない場合では混乱度が異なってくる。

5）各種の制約条件

① 資機材，人員の制約

② 何等かの理由により，指定された期日までに復旧しなければならないルートあるいは地区がある場合

③ 何等かの理由により，ある期間復旧に着手できないルートもしくは地区がある場合

④ 他のライフライン施設の復旧との競合，調整がある場合

マニュアルモードでは，操作者が各ステップごとに上記の項目を判断しながら復旧過程を解析していくが，自動シミュレーションモードでは，何を最適化するかという目的関数を適切に定めなければならない。目的関数としては，一般に，以下のものが考えられる。

1）全体の復旧に要する時間を最小化する。

2）ある特定のルートあるいは地区の復旧に要する時間を最小にする。

3）必要となる復旧資機材や人員を最小とする。

なお，自動シミュレーションモードでも，解析に考慮できる制約条件はマニュアルシミュレーションモードと同じである。

3．3．2　震後における道路施設の復旧過程の予測方法

道路施設の復旧は，道路網の被災状況，復旧用備蓄資機材の配備状況等を初期条件として，復旧過程を時系列的にシミュレートすることにより解析する。

[解　説]

復旧過程予測サブシステムでは，時系列的に現時点からの復旧状況をシミュレートしていく。3．3．1に示した基本的な考え方をもとに，ここでは，復旧過程予測サブシステムのより具体的な計算過程を示す。

(1)　復旧過程の解析手順

道路施設の復旧過程の解析は，図-II・解3・14に示すように，以下の手順で行う。

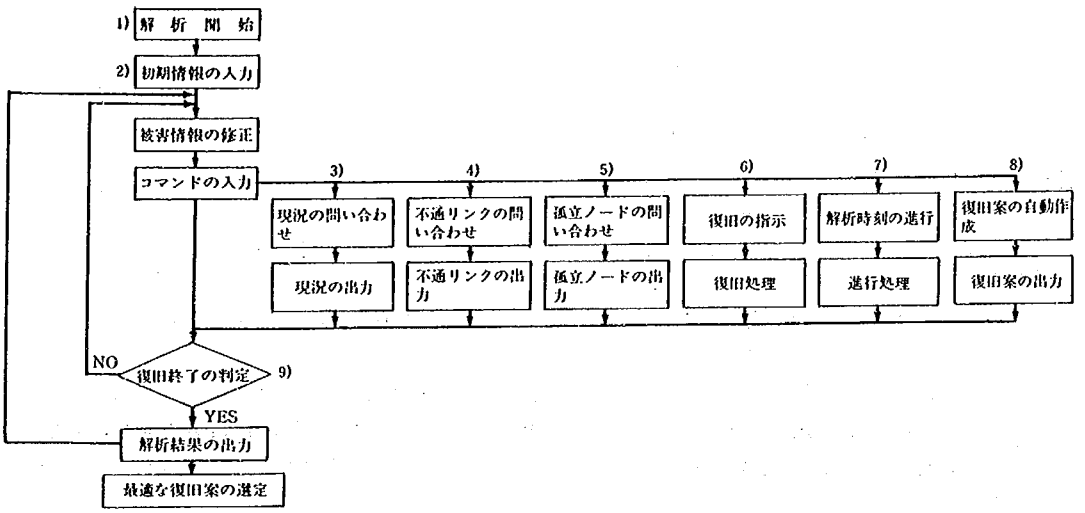


図-II・解3・14　道路施設の復旧順序の解析手順

1）初期情報の入力

復旧過程を解析する現在時刻における初期条件として，3．3．3に示す基本情報，被害・復旧情報，及び，解析指示情報の入力を行う。

2）被害情報の修正

二次災害による被害の拡大，新たな被害の発見，あるいは，震後の混乱による誤情報の混入等により，解析の途中で当初設定した被害情報とのずれが生じた場合には，適宜，被害情報を修正し，常に最新の被災状況を解析に反映できるようにしなければならない。

3）現況の問い合わせ

復旧の指示を行おうとする時点における，施設の被害・復旧情報，及び，各備蓄基地における復旧用備蓄資機材の残量を出力する。これが，当該時点において復旧過程予測サブシステムで把握されている被災の現況である。

4）不通リンクの問い合わせ

復旧の指示を行おうとする時点において，不通リンク(全車線が通行止めとなっている施設を含んだリンク)が存在するか否かを検索し，不通リンクが存在する場合にはその位置を出力する。

5）孤立ノードの問い合わせ

復旧の指示を行おうとする時点において，孤立ノード（接続する全てのリンクが不通となっているノード）が存在するか否かを検索し，孤立ノードが存在する場合にはその位置を出力する。

6）復旧の指示

復旧を行おうとする施設，復旧の程度，及び，どの備蓄基地からどれだけの資機材を投入するかを指示する。資機材が確保できる範囲で，備蓄基地から到達が可能な複数の施設に対して，繰り返して復旧の指示を行う。ここに，復旧の指示は，「3．3．1復旧過程解析の基本的な考え方」に示した様々な復旧の基本方針や制約条件の下に，端末操作者が行うシミュレーションは，道路網が複雑になると，最適な復旧方法を見い出すことが困難となるので，数学的手法に従った内部計算により最適な復旧過程を自動的に解析する必要がある。

7）解析時刻の進行

解析している時刻を単位時間だけ進める。復旧を完了した施設については，この復旧に投入していた人員及び復旧資機材のうちの残量を備蓄基地に返還するか，次の復旧地点に輸送するかを判断する。

復旧に要する時間は，式（II・解3.1）により算出する。

$$T_{Ri} = \sum_{j=1}^{i}(t_{Ri} + t_{Ti}) \qquad \text{(II・解 3.1)}$$

ここで，

t_{Ri} ：第 i 番目の施設を復旧するのに要する時間（日）

t_{Ti} ：第 i 番目の施設の復旧に必要な資機材及び人員を輸送するのに必要な時間（日）

ここで，第 i 番目の施設を復旧するのに必要な時間は，施設の種類，復旧すべき車線数，被害程度に応じて原単位として与えられているものとする。また，第 i 番目の施設の復旧に必要な資機材及び人員の輸送に要する時間 t_{Ti} は，式（II・解3.2）により算出する。

$$t_{Ti} = \max\{\frac{V_{ij}}{v_{ij}}\}\mathrm{j} \qquad \text{(II・解 3.2)}$$

ここで，

t_{Ti} ：第 i 番目の施設の復旧に必要な資機材及び人員を輸送するのに必要な時間(日)

V_{ij} ：第 i 番目の施設の復旧に必要な j 項目めの資機材及び人員（tf または人）

v_{ij} ：単位時間あたりに，指定された地点から第 i 番目の施設まで，第 j 項目めの資機材及び人員を輸送できる能力（tf/日または人/日）

ここで，第 i 番目の施設の復旧に必要な第 j 項目めの資機材及び人員 V_{ij} は，施設の種類，復旧すべき車線数，被害程度に応じて原単位として与えられているものとする。また，単位時間あたりに，指定された地点から第 i 番目の施設まで輸送できる能力 v_{ij} は，式（II・解3.3）により算出する。

$$v_{ij} = \min\{\frac{L_i}{m_{ik}}\}k \qquad \text{(II・解 3.3)}$$

ここで，

v_{ij} ：単位時間あたりに，指定された地点から第 i 番目の施設まで，第 j 項目めの資機材及び人員を輸送できる能力（tf/日または人/日）

L_i ：指定された地点(例えば，備蓄基地あるいは第 $i-1$ 番目の施設)から第 i 番目の施設までの距離（km）

m_{ik} ：第 i 項目めの資機材及び人員を，単位時間内に第 k リンク間を輸送できる能力（km・tf/日またはkm・人/日）

8）復旧終了の判定

道路網上に存在する全ての道路施設の復旧が終了したか否かを判定し，復旧が完了した場合には，以下の情報を出力する。

①各道路施設の復旧経過

②各備蓄基地からの資機材の投入経過

③全ての復旧が完了するまでに要した時間

9）道路施設の最適な復旧順序の選定

上記2）～8）の解析を，復旧に係わる各種の判断を変化させて繰り返すことにより，複数ケースの復旧過程の案が出力される。これらの復旧案の中から，最も復旧条件に見合った案を選定する。

ここに，一例として，千葉県の東南部に広域的な震災が生じた場合を想定して，道路施設の適切な復旧順序を解析した結果を示すと，以下のようになる。

1）解析対象

千葉県内の国道及び県道からなる道路網を，図-II・解3・15に示すように，619個のノード及び1010本のリンクによりモデル化する。道路網上で30箇所の平地盛土及び30箇所の橋梁が被災している状況を想定する。平地盛土及び橋梁の被災状況を表-II・解3・1に示す。

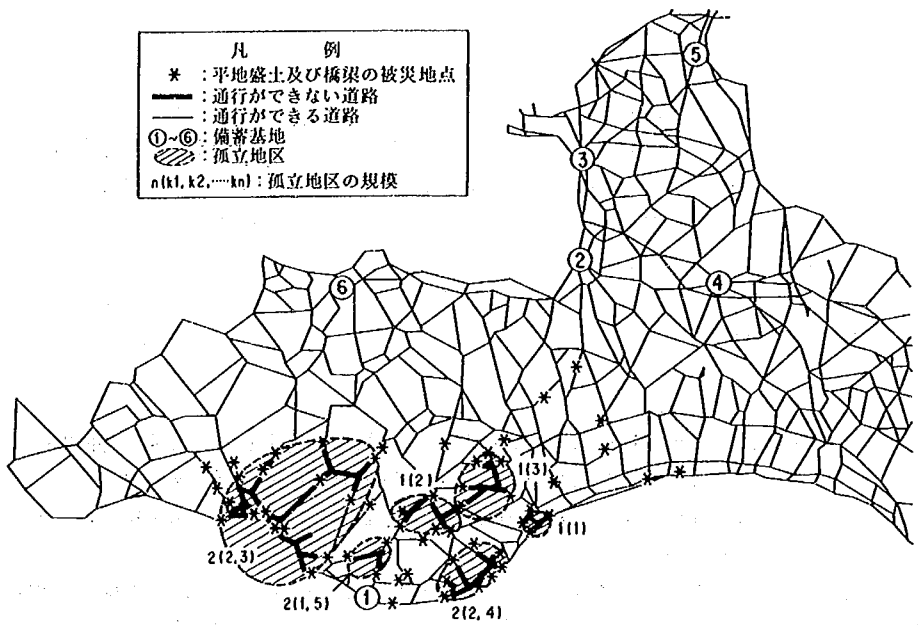


図-II・解3・15　解析の対象とした道路網

2）前提条件

① 図-II・解3・15に示す6箇所の備蓄基地には，10種類の資材，7種類の機材及び人員が備蓄されている。

② 被災施設の復旧には，被害パターン，被害程度，復旧車線数に応じて，復旧原単位として定める量の資材，機材，人員を必要とする。平地盛土及び橋梁の復旧原単位を表-II・解3・2に示す。

3）制約条件

① 備蓄されている機材及び人員の数量は表-II・解3・3の通りとする。なお，資材量には制約を設けない。

② 被災施設の復旧方法は，両側復旧とする。

③ 解析は自動シミュレーションで行う。目的関数は，全体の復旧に要する時間の最小化とする。

4）道路網の復旧過程

道路網が復旧する様子を時系列に示すと，図-II・解3・16の通りである。

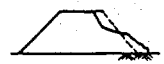
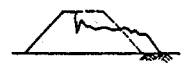
(2) 道路網の復旧に際しての基本的な方策

試算解析の結果によれば，道路網の復旧を適切に行うための基本的な方策として，以下の事項が指摘される。

1）被災施設の総数及び被災程度が同じで，かつ，全ての被災施設に資機材の投入が可能であれば，道路網の復旧が全て完了するまでに要する時間（総復旧時間）は同じである。

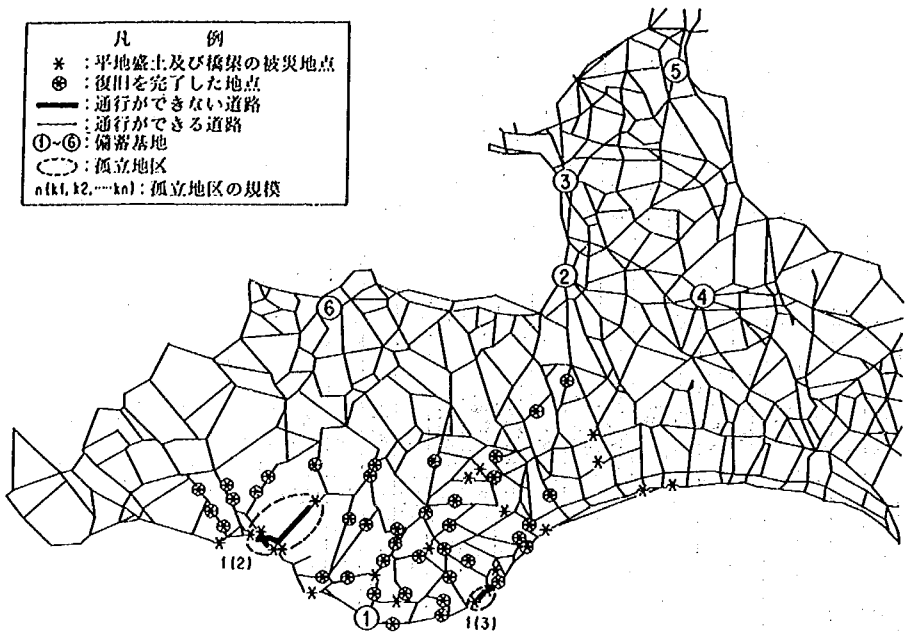
表-II・解3・1　土地盛土及び橋梁の被害状況

(a)平地盛土の被害状況

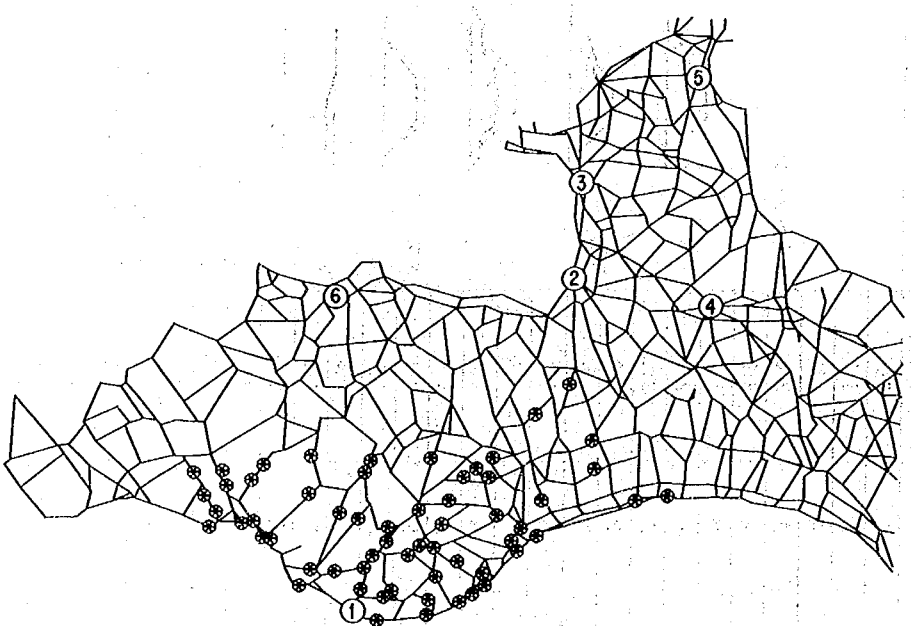
構造物番号	被災パターンコード	被害ランクコード	通行不能車線数(全車線数)	備考
平地盛土 1	III 型	A	2(2)	被災パターン I型  II型  III型  IV型  V型  被害ランク A：盛土が滑動，路面及び路肩が消失 B：路面に亀裂・段差が発生 C：無被害あるいは軽微な被害
〃 2	II 型	A	1(1)	
〃 3	III 型	A	2(2)	
〃 4	III 型	A	2(2)	
〃 5	II 型	A	2(2)	
〃 6	V 型	B	1(1)	
〃 7	III 型	A	2(2)	
〃 8	III 型	A	2(2)	
〃 9	V 型	B	2(2)	
〃 10	III 型	A	2(2)	
〃 11	II 型	B	1(2)	
〃 12	II 型	B	1(2)	
〃 13	II 型	A	2(2)	
〃 14	III 型	A	2(2)	
〃 15	V 型	B	2(2)	
〃 16	III 型	A	1(1)	
〃 17	II 型	B	1(2)	
〃 18	I 型	B	1(2)	
〃 19	III 型	A	2(2)	
〃 20	II 型	A	2(2)	
〃 21	III 型	A	2(2)	
〃 22	III 型	A	2(2)	
〃 23	III 型	A	2(2)	
〃 24	V 型	B	1(1)	
〃 25	III 型	A	2(2)	
〃 26	III 型	A	2(2)	
〃 27	II 型	A	2(2)	
〃 28	III 型	A	2(2)	
〃 29	II 型	B	1(2)	
〃 30	II 型	B	1(2)	

(b)橋梁の被害状況

構造物番号	被災部位	耐荷力の被災度	走行性の被災度	備考
橋梁 1	上部構	As	—	耐荷力に関する被災度 As：落橋 A：大被害 B：中被害 C：小被害 D：被害無し 走行性に対する被災度 a：通行不能 b：通行注意 c：被害無し
〃 2	上部構	As	—	
〃 3	支承部	A	a	
〃 4	橋脚	A	a	
〃 5	橋脚	A	a	
〃 6	支承部	A	a	
〃 7	上部構	As	—	
〃 8	橋脚	A	a	
〃 9	支承部	A	a	
〃 10	支承部	A	a	
〃 11	支承部	B	b	
〃 12	伸縮装置	—	a	
〃 13	上部構	As	—	
〃 14	上部構	As	—	
〃 15	橋脚	A	a	
〃 16	橋脚	A	a	
〃 17	支承部	B	b	
〃 18	支承部	B	b	
〃 19	上部構	As	—	
〃 20	支承部	A	a	
〃 21	橋脚	A	a	
〃 22	橋脚	A	a	
〃 23	上部構	As	—	
〃 24	橋脚	A	a	
〃 25	上部構	As	—	
〃 26	上部構	As	—	
〃 27	上部構	As	—	
〃 28	橋脚	A	a	
〃 29	伸縮装置	—	a	
〃 30	伸縮装置	—	a	



(a)　復旧開始から３日目の状況



(b)　復旧開始から７日目の状況

図-II・解3・16　道路網の復旧過程

表-II・解 3・2　解析に用いた復旧原単位

(a)　平地盛土の復旧原単位（被害パターンII型の場合）

被災パターン			II型							
被害ランク			A				B			
復旧程度			1車確保	2車確保	3車確保	4車確保	1車確保	2車確保	3車確保	4車確保
資料	H鋼A	(tf)	25	35	40	45	15	25	35	40
	鋼矢板	(tf)	30	40	50	60	20	30	40	50
	土砂	(tf)	500	700	800	900	300	500	700	800
	アスファルト合材	(tf)	80	110	140	170	50	80	110	140
	ビニールシート	(tf)	15	20	25	30	10	15	20	25
機材（延べ）	ブルトーザー	(台)	8	12	15	18	5	8	12	15
	タイヤショベル	(台)	5	7	8	9	3	5	7	8
	ダンプトラック	(台)	45	60	75	90	30	45	60	75
	杭打ち機	(台)	8	10	13	16	5	8	10	13
	クレーン車	(台)	5	7	8	9	3	5	7	8
	ローラー	(台)	8	11	13	15	5	8	11	13
人員（延べ）		(人)	50	70	90	110	30	50	70	90
時間		(H)	2.0	3.0	4.0	5.0	2.0	3.0	4.0	5.0

(b)　橋梁の復旧原単位

被災部位			上部構	橋脚	支承部		伸縮装置	取付盛土
耐荷力の被災度			As	A	A	B	—	—
走行性の被災度			—	a	a	b	a	a
資材	H鋼B	(tf)	100	50	30	10		
	H鋼C	(tf)	100	50	30	10		
	支保工	(tf)		100	50			
	鋼板	(tf)	300	20	20	10	20	20
	土砂	(tf)						200
	アスファルト	(tf)		30	30	10	30	30
	鋼管杭	(tf)	100					
機材	ブルトーザー	(台)	2	2	2	2		5
	タイヤショベル	(台)						5
	ダンプトラック	(台)	70	50	50	30	20	50
	クレーン車	(台)	10	5	5	3		
	ローラー	(台)		5	5	3	5	10
	ジャッキ	(台)	10	5	5	3		
人員		(人)	100	70	50	20	20	40
時間		(H)	5.0	4.0	3.0	2.0	1.0	4.0

表-II・解 3・3　各備蓄基地に備蓄されている機材及び人員

備蓄基地		①	②	③	④	⑤	⑥
機材（台）	ブルトーザー	10	5	10	10	5	10
	タイヤショベル	10	5	10	10	5	10
	ダンプトラック	50	50	75	50	50	75
	杭打ち機	10	10	5	10	10	5
	クレーン車	5	10	10	5	10	10
	ローラー	10	5	10	10	5	10
	ジャッキ	5	5	5	5	5	5
人員（人）		25	50	75	25	50	75

2）したがって，(1)の条件を満たしていれば，被災地域の大きさや分布形状が変化しても，総復旧時間は変化しない。

3）孤立地区の発生により，資機材を投入できない被災施設が存在する場合には，孤立地区の規模（孤立度）に応じて総復旧時間が変化する。

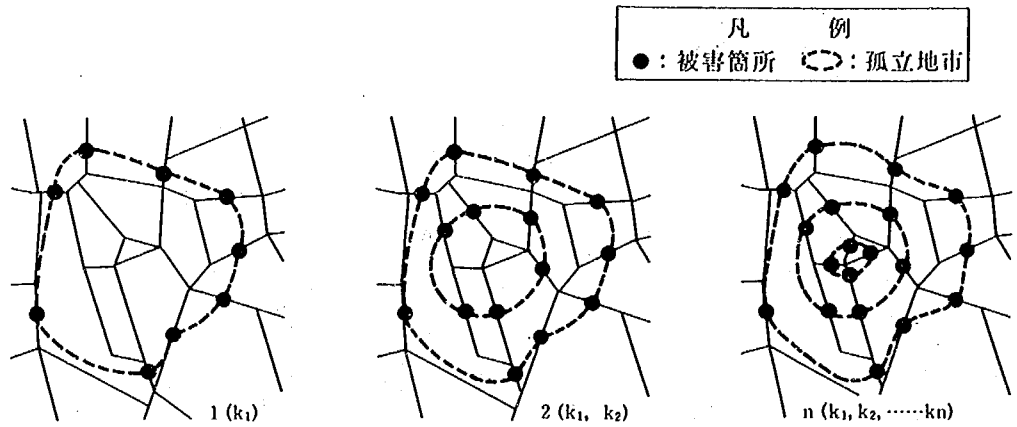
4）孤立度は，図-II・解3・17に示すように，以下のように定義できる。

$$n(k_1,\ k_2,\ k_3,\ \cdots\cdots,\ k_n) \qquad (\text{II}\cdot\text{解}\ 3.4)$$

ここに，

n ：孤立度（層）

k_i ：第 i 層目に位置する被災施設を復旧して，孤立度を i 層から $(i-1)$ 層に縮小するのに要する時間（日）



(a) 1層の孤立地区　(b) 2層の孤立地区　(c)多層の孤立地区

図-II・解3・17　孤立度の定義

したがって，孤立度がn層の施設の復旧に着手するまでには，以下の日数を必要とする。

$$Tn = \sum_{i=1}^{n} k_i \qquad (\text{II}\cdot\text{解}\ 3.5)$$

ここに，

T_n：孤立度が n 層の施設の復旧に着手するまでに要する時間（日）

多層の孤立地区では，まず外層に位置する被災施設を復旧しないと，内層に位置する被災施設の復旧に着手できないため，総復旧時間は長くなる。

5）道路網の総復旧時間をできるだけ短くするための方策として，次の事項が考えられる。

①まず，孤立地区に位置する被災施設の復旧を優先する。

②孤立地区が複数存在する場合には，規模の大きな孤立地区の復旧を優先する。

6）なお，震前においては，孤立地区となる可能性の高い地域があれば，孤立地区の発生を防止するため，当該地域を通過する路線に対して優先的に耐震化対策を図ることが有効である。

3．3．3　復旧過程の解析に必要な道路網モデルの情報

復旧過程の解析では，システム的な解析が可能となるようにモデル化するものとする。

［解　説］

復旧過程の解析に際しては，そのシステム的な取扱いが可能となるように，道路網及び道路網上に存在する各種施設の解析モデル化を行う必要がある。道路網モデルを作成するために電子計算機に入力すべき情報としては，以下のものがある（「３．２．２入力サブシステム」参照）。

(1)　基本情報

道路網，道路施設，復旧用備蓄資機材，及び，復旧原単位など道路及び震災対策に係わる情報。

(2)　被害・復旧情報

道路施設の被害状況，復旧状況など，復旧過程予測サブシステムの解析の初期条件を与える情報。

(3)　解析指示情報

復旧の指示，解析時刻の指定など，復旧過程の解析上必要とされる判断情報。

基本情報のうち，復旧用備蓄資機材情報及び復旧原単位情報は復旧過程の解析精度に大きな影響を与える。このため，その設定に際しては，資機材の分類をどの程度まで細かく考慮するか，被害の程度や復旧工法に応じた資機材量をどのように与えるか等，必要とされる解析精度を勘案して適切に定めることが重要である。

道路網の解析モデル化の例を示すと図-II・解 3・18 の通りである。ノードは，橋梁等の主要な構造物位置，交差点，備蓄基地，車線数が変化する位置，沿道条件が変化する位置等にとり，１つのリンク（隣接するノードとノードを結ぶ道路）では，道路特性や交通容量，沿道条件がなるべく一様となるようにするのがよい。

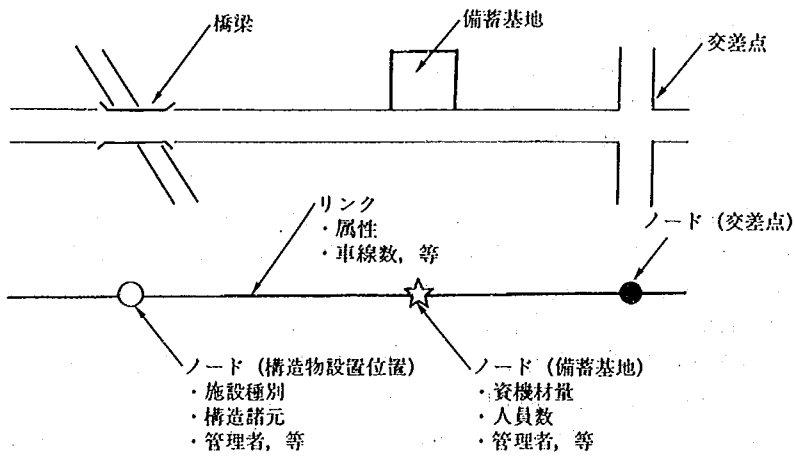


図-II・解 3・18　道路網の解析モデル化の例

また，復旧過程の解析に必要なデータを示すと図-II・解 3・19 の通りである。

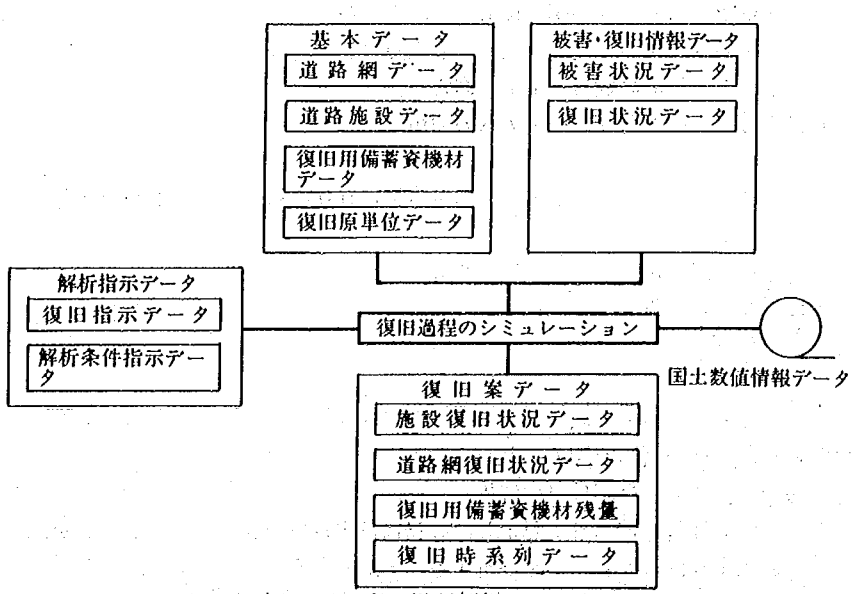


図-II・解 3・19　復旧過程解析のデータフロー

3．3．4　復旧過程予測サブシステムの利用方法

復旧過程予測サブシステムの利用イメージとしては，以下のものがある。
(1) 限られた復旧資機材，人員の配分方法の検討
(2) 限られた期日までに復旧しなければならなかったり，あるいは，ある期間には復旧に着手できないルートがある場合の復旧手順の検討
(3) 復旧した路線を，一般解放する場合としない場合の違いの検討
(4) 他のライフライン施設等の復旧を優先させても，道路復旧上支障のないルート及び時期の検討

［解　説］

復旧過程予測システムは，複雑な道路網に生じた被害を各種の制約条件下で復旧する場合の手順を検討するのに，有効に利用することができる。いろいろな利用の形態があるが，本文では，代表的な利用のイメージを示したものである。これらの概要を示すと，以下の通りである。

(1) 限られた復旧資機材，人員の配分方法の検討

復旧資機材や人員の確保が制約条件となる場合に，どこから優先的に復旧をはかればよいかを検討する。

(2) 限られた期日までに復旧しなければならないルートや，ある期間は復旧に着手できないルートがある場合の復旧手順の検討

社会的な条件や，資機材の調達，他施設の復旧，行方不明者の捜索活動等により，限られた期間までに復旧しなければならなかったり，反対に，ある期間は復旧に着手できない場合がある。このような制約条件下では，どのような復旧方法が最も妥当かを検討する。

(3) 復旧した路線を一般解放する場合としない場合の違いの検討

道路が不通となった場合には，沿道住民にとって生活の足を奪われ，大きく生活に影響する。このため，1車線でも復旧が済めば，地域生活の足としての道路交通を確保できるように強いニーズが出されるのが常である。一方，一般車を解放すれば，復旧資機材や人員の輸送に大きな支障が生じる場合もある。ここでは，このような影響を，平均輸送速度に差が生じると見なして考慮し，復旧された路線のうちのあるルートを一般解放する場合としない場合の影響を検討する。

(4) 他のライフライン施設等の復旧を優先させても，道路復旧上支障のないルート及び時期の検討

道路の復旧と，ライフライン施設等の占用物件あるいは沿道施設の復旧は競合する場合があり，復旧の時期等を適切に調節することが重要である。道路網の復旧では，全てがクリティカルパスではないため，ある時期にあるルートをライフライン施設等の復旧に優先を置いても支障のない場合がある。このようなルート及び時期を解析し，ライフライン施設等との復旧の競合を最小に抑える。

3．3．5　震前における復旧過程予測サブシステムの利用

復旧過程予測サブシステムは，震前にも道路の震災対策に有効に利用することができる。主な利用方法を示すと，以下のようになる。
(1) 備蓄資機材の適切な配備位置及び配備量の解析
(2) 震災対策の優先箇所の解析

［解　説］

復旧過程予測サブシステムは，本来，震後の道路網の復旧過程を解析するためのものであるが，震前にも道路施設の震災対策に関連した各種の利用を図ることができる。

(1) 備蓄資機材の適切な配備位置及び配備量の解析

対象地域に予想される地震被害を何通りか想定し，これに対する復旧シミュレーションを通して，必要な備蓄資機材の量と，どこに配備すれば最も有効かを解析することができる。

(2) 震災対策の優先箇所の解析

想定される何通りかの地震被害に対して，復旧過程のシミュレーションを行うことにより，復旧上ボトルネックとなる構造物，ルート等を絞り込むことができる。これらは，震災対策を行う際の優先箇所として，震前対策に反映することができる。

第3編　地震時の地表変状編

第1章　地表変状の予測

1．1　地表変状情報

1．1．1　地表変状情報とは

地震時に発生する地盤の沈下，亀裂や，液状化により生じる噴砂・噴水，さらには地中構造物の被害に起因する陥没等の変状は，地表に現われ目視により確認が可能な変状であるが，この様な地盤の変化・変状に関する情報全般のことを，ここでは地表変状情報と呼ぶ。

また，地盤の液状化や変形に起因して発生した地中構造物や施設の被害・変状についても，地表変状情報の一部として取り扱うものとする。

〔解　説〕

地震直後の情報の収集は，パトロールカーやヘリコプター等の調査班からの情報や，住民からの通報により行われ，これらの情報の取得は肉眼等による目視が主体となる。そのため，目視により地表あるいは空中より確認が可能な変状が，被害の程度やその後の被災程度の進展，さらには地中構造物等の肉眼では直接的な確認が不可能な施設の被害予測の基本情報として重要となる。

よって，この様な地表に現れた変状に関する情報を収集・処理・利用する体制の整備が，円滑な被害調査や震災復旧活動の実施のために必要である。

ここでは，地表に変状が現われ，目視等により直接的な確認が可能な変状を地表変状と呼び，さらに地盤の変状に起因する構造物の被害を含めて考えることとしている。具体的には，以下のような変状が上げられるが，写真-III・解1・1～写真-III・解1・4に地表変状の状況を例示する。

・地表面の亀裂，沈下，隆起といった地形的な変化
・液状化に伴う噴砂や噴水
・液状化に伴う大規模な地盤の流動



写真-III・解1・1　液状化による亀裂

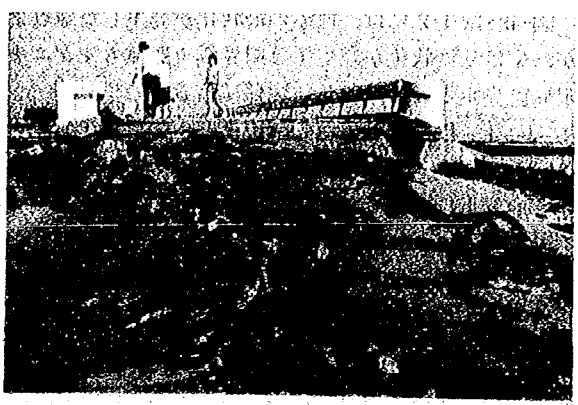


写真-III・解1・2　盛土の沈下，亀裂噴砂



写真-III・解1・3　堤防のすべり，沈下

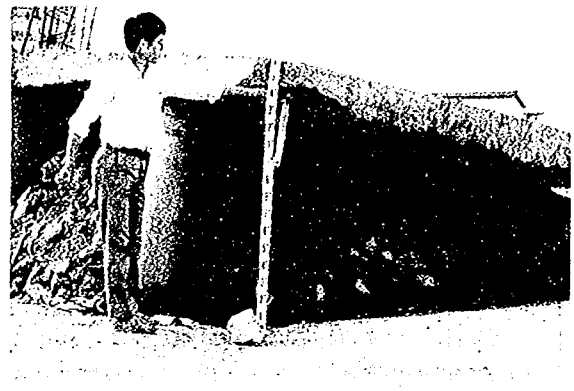


写真-III・解1・4　地下タンクの浮き上がり

・盛土や斜面の変形，崩壊
・地震断層に起因する地盤の亀裂，沈下，隆起
・地中構造物の被害に起因する水道水等の流出や地盤の陥没・隆起
・土木構造物や電柱等の屋外施設の被害

また，これらの地表変状情報は，実測や実態に基づく実情報と，本節で記述する予測手法に基づいて推定した予測情報に大別される。

1．1．2　地震動と地表変状，構造物被害の関係

地震に起因して発生する地盤の変状，各種構造物の被害と地震動の強さには密接な関係がある。そのため，地震動の強さから被害発生の可能性や被害程度の推定を行うことにより，地震直後の被災状況の実情報が入手できていない段階においても被害発生可能箇所の予測等が可能であり，被災調査のパトロール体制の編成を始めとする復旧支援の参考とすることができる。

[解　説]

既往の地震被害の調査結果から，液状化が発生する地盤の範囲や構造物の被害の発生と地震動の強さに密接な関係があることが指摘されている。

図-III・解1・1は，構造物として公共下水道施設をとりあげ，被害の発生位置と震度階の関係を整理した結果である[1]。これより，下水道施設の場合には震度V程度を越えると被害が発生し始めるといえる。また，図-III・解1・2は，下水道施設被害が発生した都市までの震央距離と地震のマグニチュードの関係を整理した結果であり，マグニチュードが大きくなるにつれて被害が発生する限界震央距離が大きくなっている[1]。

図-III・解1・2には，地盤の液状化が発生した地点までの震央距離とマグニチュードの関係についても併記したが，やはり液状化が発生する限界震央距離もマグニチュードの増加につれて大きくなり，下水道施設の被害発生限界震央距離とほぼ等しい関係にある。

1．1．3　地表変状情報の震災復旧への活用

地盤上に構築される道路盛土や河川堤防，あるいは地盤に埋設される地中構造物の被害の発生には，地盤の変状程度が密接に関係している。

そのため，地表の変状に関する情報を収集し，利用することは，地震直後の限られた時間の中で効率よく構造物の被害発生の可能性，被害の程度を推定する上で有効となる。

[解　説]

地震直後の施設の被害調査は，短時間で被害の概要を把握する必要から目視による調査が基本であるが，特に

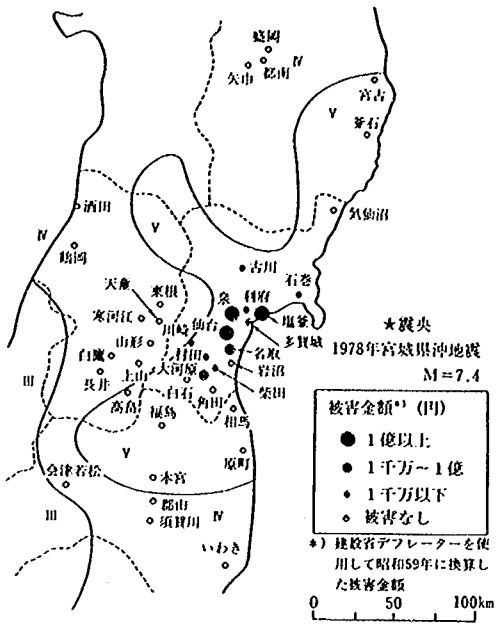


図-III・解 1・1　宮城県沖地震の公共下水道施設の被害と震度階分布

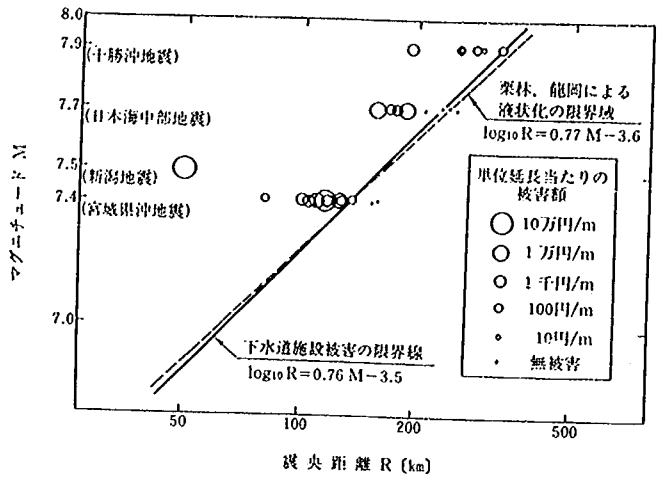


図-III・解 1・2　下水道施設被害及び液状化が生じた最大震央距離とマグニチュードの関係

地中に埋設された構造物の被害調査では施設が地中に埋設されているため，目視による調査が出来るのは，人間が入ることの出来る大断面の共同溝や，流下している下水の量が少ない大口径の下水道管路に限られてしまう。また，これら目視が可能な施設においても，地震直後の段階では限られた時間と人員で調査を実施しなければならないという制約から，施設内に人が入って調査することは困難な場合が多い。

そこで，地中に埋設された構造物が，地震時には地盤と共に振動し地盤の変状の影響を直接受け，その構造物の被害の発生程度と地盤の変状程度が密接な関係にあることから，地表変状から地中構造物の被害を推定することが，調査・復旧計画の策定にとって有効な手段となる。

1．1．4　地震動・地表変状情報の収集に当たっての事前準備

地震発生直後に管理地域内の地震動の強さを適切に把握できるように，強震計を系統的に配置・整備しておくことが望ましい。

また，地表の変状の状況を効率よく点検できるように，変状の発生可能性の高い地域を事前に整理し，発震後の調査体制の検討を行うとともに，点検時に必要な調査項目の確認を行っておくとよい。

［解　説］

被害の発生には地震動の強さが大きく影響するため，管理地域内の地震動強さの計測を行うことが重要である。現在，地震発生後に気象庁から各地の震度階が発表になるが，これらの震度階は測候所等の位置での地震動強さであるため，測候所等と管理地域の地盤条件の違いによって地震動強さが大きく異なる場合がある。また，測候所等の箇所数が限られることから，管理地域全体の面的な地震動強さの把握には不十分な場合が多い。そのため，地震後に管理地域の地震動強さを即時かつ即地的に把握できるように，強震計を系統的に配置・整備しておくことが望ましい。

強震計の配置計画に当たっては，管理地域内の地震動特性を面的に把握できるような配置密度にすることが望ましく，また，個別の強震計の配置位置については，地盤条件が一様な地域においてはその地域の代表点となる地点を選定したり，管理上で重要な施設を選定するのがよい。

なお，強震計とは地盤や構造物に被害が生じるほどの強い地震動を正確に計測及び記録することを目的とする地震計であり，地震予知に用いるような微弱な地震動の測定を目的とする地震計とは異なる。

1．2　地表変状の予測

1．2．1　地表変状の発生しやすい箇所の把握

地表変状が発生しやすい箇所を把握するためには，液状化の発生可能性の高い箇所及び地表が傾斜して地盤流動が発生しうる箇所を把握することが有効である。

[解　説]

多くの地表変状は，地盤の液状化や液状化に起因する地盤流動によってもたらされている。そのため，地表変状の発生しやすい箇所を事前に把握するには，液状化の発生可能性の高い箇所と，液状化により地盤が流動しうる地表面の傾斜した箇所を把握しておくことが有効である。

地盤の液状化は，水で飽和した粒径が均質でゆるい砂質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地盤流動が発生し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噴砂，噴水が認められる。

微地形分類により液状化の発生の可能性をマクロ的に把握できるが，液状化の発生する可能性の高い地形としては，表-III・解 1・1 の傾向があることが知られている[2)]。

表-III・解 1・1　地形と液状化発生可能性の関係

(A)　液状化する可能性の高い地形	埋立地，沖積低地上の盛土地，旧（海）水面上の盛土地，旧河川微高地，干拓地，潮汐平野，氾濫平野，海岸平野，砂丘，砂丘間低地，三角州，砂州，自然堤防，後背低地，現河道，旧河道，現河川敷，旧河川敷，(旧）湿地，(旧）落堀，
(B)　液状化する可能性のある地形	(A)でも(C)でもない地域 上記以外の盛土地扇状地など
(C)　液状化する可能性が低い地形	変形地，台地，段丘，山麓堆積地形，斜面，低地の微高地

また，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-III・解 1・2 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左側の領域は液状化の発生する可能性があることを示している。

管理区域の中で，以上のような液状化の発生箇所の有無及び分布をあらかじめ知っておくことは，震前対策及び震後の被害調査を行う上で有効である。

1．2．2　事前に整備すべき情報

地表変状の発生のしやすさを把握する際に必要となる情報は，地震動の強さ，地盤の液状化しやすさ，地形に関する情報等があり，地震時の適切な地表変状の予測のために事前に整備しておくことが望ましい。

[解　説]

地表変状の発生程度には，地震動強さ，地盤の液状化のしやすさ，地形の状況が影響することが知られている。

地震動の強さは，地震のマグニチュードと震央距離の影響を受けるとともに，地盤の状態に大きく左右されるため，表層の地盤の状態を把握しておく必要がある。そのためには基盤の深度や沖積層の厚さ，地盤の硬さ（せん断波速度）等の情報が必要となるため，地盤のボーリング調査結果として土層構成やPS検層の結果を収集・整

理しておくことが望ましい。

また，液状化のしやすさは，地盤の土質，地盤の締固めの程度と地下水の位置が重要な影響因子であるため，やはりボーリング調査結果として土質名，標準貫入試験結果（N値），地下水位に関する情報を収集・整理しておく必要がある。なお，ボーリング調査結果はその調査地点における点としての情報であるため，その地域の土層形成の特徴を反映している微地形に関する情報も併せて収集・整理しておくことが望ましい。

さらに，地盤の流動のしやすさには上記の地震動強さと液状化のしやすさに加えて，地表面の傾斜度が大きく影響するため，地形図等により地表面の傾斜度とその傾斜方向等に関する情報の収集・整理を行っておくことが望ましい。

なお，地震時の断層の発生を予測することは難しいが，既往の地震断層の分布に関する情報は地震の情報として活用できるので，事前に収集・整理を行っておくことが望ましい。

1．2．3　地震直後に必要な情報と収集方法

地震直後には地震が発生したということだけしか確認できない場合が多く，被害の状況確認のための調査体制の策定に際しては，その調査実施の必要性の有無や調査対象地域の決定のための情報の収集に努めることが必要である。

そのため，被害の発生に大きく影響する地震動強さに関する情報や，平常時から変状が進行しており被害発生の指標となるような箇所の被害状況に関する情報が参考となる。

これらの情報収集にあたっては，地震動強さについては気象庁から発表される各地の震度階や，地震のマグニチュードとその震央の位置からもおおよその強さが推定可能であるため，テレビ，ラジオ等の報道に注意するとともに，管理区域内の強震計の計測値の集約・分析に努めることが有効である。また，要注意箇所の被災状況に関する情報がすみやかに収集できるよう，地震直後の調査体制に従ったパトロールの実施や，住民等からの通報による情報の収集・確認・分析に努めることが重要である。

なお，地震直後には平常時に使用可能な電話や自動車の使用が制限される場合が多く，これらに変わる連絡手段，移動手段を事前に準備しておくことが望まれる。

［解　説］

地震直後には，当該地震が被害を発生させるほどの地震であったか，また，被災状況の調査を実施する必要があるかどうかの判断を短時間で求められる。そのため，震後の第一段階として被害発生の誘因である地震動強さ及びその分布に関する情報の収集に努めるとともに，被害発生の素因である構造物の耐震性の程度が既知であり，被害発生の予測の指標となるような特定の施設の被災状況に関する情報の収集に努めることが，震害状況の判断材料として有効である。

地震動強さに関する情報源としては，地震発生後数分から数十分の間に発表される気象庁からの各地の震度階や，合わせて発表される地震のマグニチュードと震央位置から，おおよその地震動強さを距離減衰式等から推定することが有効である。しかし，気象庁から発表される各地の震度階は測候所等のある場所のみを対象とした情報であるため，測候所間の地震動強さの分布をより詳細に把握できるよう，強震計の配置とその測定値の収集，伝達方法を確立していることが望ましい。なお，現段階においても道路施設等の管理者，ライフライン施設の管理者等では強震計を設置し，平常時から地震の監視を実施している機関もあるため，これらの機関の観測値も利用できるよう，震前から情報交換の窓口や協力体制の確立に努めておくことが望ましい。また，地震動強さの実測値だけではなく，地震のマグニチュードと震央の位置から既往の研究成果に基づく距離減衰式等により，管理地域内の地震動分布を推定することも，強震計の設置密度が低い地域では有効な方法となる。

そのため，近隣の気象台との連絡体制について震前から検討・調整し，専用電話や専用FAXの整備を行うとともに，オンライン化を図り地震発生と同時に気象台の有する地震情報（震央位置，マグニチュード，震度，津波等）が入手できるようなシステムを整備しておくことが，地震直後の調査体制の策定の円滑化に効果的である。

また，短時間で被害発生の可能性を判断する上で，ある施設が被災するかどうかがその地域の施設被害の発生の指標となり得るような施設を震前に検討・選択しておき，地震発生後にこれらの施設の被災状況を速やかに把

握できるような体制を確保しておくことが望ましい。

この様な指標となり得るような施設の選択にあたっては，パトロールの必要性に重きをおく場合には，例え軽微な被害であっても取りこぼしなく調査する必要があるため，被害の発生しやすい施設として平常時から変状の発生している箇所や，耐震性の程度が明らかであり被害を受ける可能性の高い施設を選択しておくことが効果的である。また，管理地域内全般の概略の被害状況を把握することに重きをおく場合には，管理地域内の施設の平均的な耐震性を有する施設や箇所を選択しておくことが効果的である。

これらの情報の収集にあたって，地震に関する情報はテレビやラジオの利用が有効かつ確実であると考えられる。また，現場からの被害状況の収集には平常時とは異なり自動車による移動や電話による情報交換が不可能な状態を想定して，体制を検討しておくことが必要である。これは，たとえ小規模地震であってもお見舞い電話等による電話利用者の増加による電話の不通が発生したり，大規模地震時には電話回線そのものの被災による電話の不通が発生するためであり，渋滞が発生している場合や道路そのものに被害が発生しているような地震規模の場合には，やはり一般の自動車の使用は不可能であると考えなければならない。そのため，管理者独自の情報収集・伝達方法について検討・整備しておくことが必要となる。

1．2．4　地表変状の調査上の留意点

地震直後における調査は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，目視による変状の調査，ビデオカメラやスチールカメラによる現況の記録程度にとどめ，一箇所の調査に時間をかけずに，広く管理地域内の被害の全容を把握するよう努めることが望ましい。

調査においては，地盤変状や地中構造物被害が地盤の液状化により引き起こされることが多いことから，液状化の痕跡（噴砂，噴水等）や地表の変状に注意し，調査を行う必要がある。

また，調査は被害の拡大及び二次災害を防止することに主眼をおき，緊急措置の必要性の有無を判断できるような情報の収集に配慮することが必要となる。

[解　説]

地震直後における調査は，短時間で，かつ限られた人員により調査を行い，被害の全容を概略把握することが第一目的となるため，調査の対象箇所も震前に選択しておいた優先的に点検すべき箇所や，通報，連絡のあった箇所を対象に，調査を行うことが効果的である。

また，調査の方法も短時間で調査を終えるために目視による調査を主体とし，目視による変状の調査，ビデオカメラやスチールカメラによる現況の記録程度にとどめることが地震直後の迅速な情報収集には要求される。そのため，調査体制も一箇所の調査に長時間をかけるのではなく，広く管理地域内の被害の全容を把握できるような，時間と人員の配分が望ましい。

これらの地表変状に関する情報は，集約され被害予測結果の修正やその後の復旧体制の策定に供されるとともに，現場においては被害の拡大及び二次災害の可能性の判断材料となり，緊急措置の必要性の有無の判断にも結び付く。

1．2．5　地震動強さに関する情報の収集

地震動強さは，被害の発生や地盤の液状化の予測の基本となる情報であるため，地震動強さに関する情報の収集に努める必要がある。

地震動に関する情報の収集方法としては，以下の方法が挙げられる。

(1)　気象庁が発表する各地の震度階
(2)　各地に設置されている強震計による実測値
(3)　地震の規模と震央の位置から推定した各地の地震動強さ
(4)　震前に準備しておいた地震動強さの期待値

［解　説］

地震動強さは，被害の発生や地盤の液状化の発生に大きく影響するため，地震動強さ及びその分布に関する情報の収集に努める必要がある。

地震動強さの表現としては，気象庁から発表されるような震度階や，加速度，速度，変位など種々の定義があるが，一般には震度階や加速度値が用いられている。

これら地震動に関する情報の収集方法としては，以下のような方法が挙げられる。

(1)　気象庁が発表する各地の震度階

地震発生後数分から数十分のうちに気象庁から各地の震度階が発表され，地震動強さの概要を把握する上では大いに参考となる情報である。しかし，この震度階は測候所等における地震動強さを観測員の体感や計測器の測定結果に基づき分類したものであり，測候所等から離れた地域や測候所等に近くても測候所等の立地場所と地盤条件の異なる地域では，地震動強さが異なる場合がある。

(2)　各地に設置されている強震計による実測値

強震計による実測値は強震計の設置位置での地震動強さを表わすものであり，地震動強さの把握に最も有効な方法である。

強震計による観測の場合には，管理対象地域や施設の地震動強さを直接計測できることが特徴であり，強震計を適切に配置・整備することにより，管理地域内の地震動強さの分布をより詳細に把握することが可能となる。

(3)　地震の規模と震央の位置から推定した各地の地震動強さ

地震発生時に気象庁が発表する地震のマグニチュードと震央の位置から，既往の研究成果に基づき求められた距離減衰式を用いて，管理地域内の地震動強さを推定することができる。この方法の場合には，強震計の無い地域においても地震動強さのおおよその推定が可能なことが特徴である。

ここで，地震のマグニチュードと震央からの距離（震央距離）等により，地震動強さを推定する式は距離減衰式として多くの提案があるが，ここでは土木研究所の提案式を以下に示す[3]。

$$\alpha_{max} = \begin{cases} 987.4 \times 10^{0.216M} & (\text{I種地盤}) \\ 232.5 \times 10^{0.313M} \times (\Delta + 30)^{-1.218} & (\text{II種地盤}) \\ 403.8 \times 10^{0.265M} & (\text{III種地盤}) \end{cases} \qquad \text{(式-III・解 1・1)}$$

ここで，

α_{max}　：最大水平加速度（ガル）

M　：地震のマグニチュード

Δ　：震央からの距離＝震央距離（km）

I～III：地盤種別（表-III・解 1・2 参照）

であり，地盤種別の決定は表-III・解 1・2 に基づき以下の手順により行う。

表-III・解 1・2　地盤種別の分類

地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)
I種	$T_G < 0.2$
II種	$0.2 \leqq T_G < 0.6$
III種	$0.6 \leqq T_G$

地盤の特性値 T_G の算出は，式-III・解 1・2 によって算出する。

$$T_G = 4\sum_{i=1}^{n} \frac{H_i}{V_{si}} \qquad \text{(式-III・解 1・2)}$$

ここで，

T_G：地盤の特性値（s）

H_i：i 番目の地層の厚さ（m）

V_{si}：i 番目の地層の平均せん断弾性波速度（m/s）

また，地層のせん断弾性波速度の実測値が入手できない場合には，既往の調査結果から得られたせん断弾性波速度と N 値の実験式である，式-III・解 1・3 を用いることが一般に行われている。

粘性土層の場合

$$V_{si} = 100N_i^{1/3} \quad (1 \leqq N_i \leqq 25) \qquad \text{(式-III・解 1・3)}$$

砂質土層の場合

$$V_{si} = 80N_i^{1/3} \quad (1 \leqq N_i \leqq 50)$$

N_i：標準貫入試験による i 番目の地層の平均N値

i ：当該地盤が地表面から基盤面まで n 層に区分されるときの，地表面から i 番目の地層の番号

ここでの基盤面とは，粘性土層の場合は N 値が 25 以上，砂質土層の場合は N 値が 50 以上の地層の上面，もしくはせん断弾性波速度が 300 m/s 程度以上の地層の上面をいう。

なお，地表面が基盤面と一致する場合は I 種地盤として取り扱う。

また，数多くの地盤を対象とした計算結果から T_G と沖積層厚 H_A および洪積層厚 H_D の相関が明らかになり，図-III・解 1・3 により近似的に地盤種別を区分できることができる。従って，T_G を式-III・解 1・2 で求めがたい場合（相当深く標準貫入試験を行っても基盤面が現われない場合など）には，図-III・解 1・3 により地盤種別分類を行うことも可能である。ここでいう沖積層には，がけ崩れなどによる新しい堆積層，表土，埋立土ならびに軟弱層を含み，洪積層には沖積層のうちの締まった砂層，砂れき層，玉石層を含んでいる。

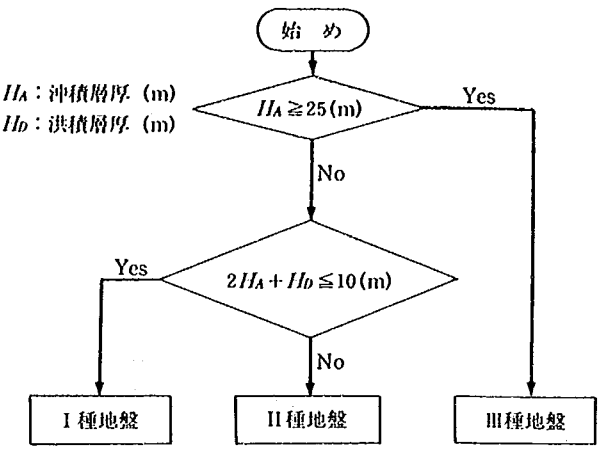


図-III・解 1・3 沖積層厚 H_A と洪積層厚 H_D による地盤種別分類

(4) 震前に準備しておいた地震動強さの期待値

震前に地震の規模や震央の位置を仮定し，地震動強さや液状化の可能性を過去の事例や地盤条件に基づいて解析・算定した結果を参照することも考えられる。しかし，発生した地震の規模や震央の位置等が計算上の仮定と異なる場合には，実際の地震動強さ等が予測値と異なる場合があることに注意が必要である。

1．2．6 地震動の観測と利用

地震動強さが被害の発生の有無，被害程度と密接な関係にあるため，地震動強さにより調査や注意体制の必要性の有無，さらには被害発生地域や被害程度を推定することも可能である。そのためには，地震発生直後に管理地域内の地震計の観測値を確実に伝達・集約できることが必要不可欠であり，また，強震計の密度も，管理地域内の地震動の分布を把握するに十分な密度である必要がある。

[解 説]

地震動強さと被害の発生程度に密接な関係があることは「1．1．1 地震動と地表変状，構造物被害の関係」において示した通りであるが，被害の発生程度を精度良く推定するためには，地震動強さを正確に計測することが必要である。また，地震動強さが地形や地盤の状態により変化するため，地形や地盤条件の変化に見合った強震計の配置密度を確保することが望ましい。

また，調査や注意体制の必要性の有無等の判断を，地震発生直後に直ちに要求されることから，観測値を速やかに，かつ確実に収集できる機器構成及び体制としておくことが必要となる。そのため，夜間等の地震発生にも対応できるようにするためにも，地震発生と同時に自動的に地震動に関する情報の伝達・集約が可能なテレメーターシステム等の使用が望ましい。このような新しい地震動の観測方法（ネットワーク化）については，「3．2．3 強震観測のネットワーク化」を参照されたい。

本項では現在でも数多く設置されている従来型の強震計及び観測形態の概要を以下に示すが，今後の強震計の放置に際しての留意点は「3．2．2 強震計の配置」を参照されたい。

(1) 強震計の概要

1）SMAC−B2 型強震計

強震計内部には，直行する水平 2 方向と鉛直方向の地震動を計測できるような振子が組み込まれている。加速度に比例するこの振子の変位量をてこで拡大し，記録紙(スタイラスペーパー)にペンで記録する機構になっている。振子の固有周期は 0.14 秒であり，記録紙上の振幅 40 mm が 500 gal になるように調整されている。ス

ターターが鉛直方向5 gal以上の振動を感知すると，ぜんまいにより記録紙が10 ㎜/秒の速度で約3分間送り出され，地震動を記録する。表-Ⅲ・解1・3にその仕様を示す。

2）SMAC－Q型強震計

SMAC－Q型強震計は，SMAC－B 2型強震計の改良型である。換振器の機構ほぼ同等であるが，B2型に比べ，振幅特性，測定加速度範囲が優れている。また，記録器の駆動には，DCマイクロモーター用いており，記録紙としてスタイラスペーパーよりコンパクトで，記録を多く収録できるスクラッチフィルムを使用している。表-Ⅲ・解1・4にその仕様を示す。

表-Ⅲ・解1・3　SMAC－B2型強度計の仕様

型　　式	加速度型強震計
測定成分	水平2成分，上下1成分
振子固有振動数	7.14 Hz
感　　度	40 ㎜/500 gal
減　　衰	空気式，h＝1
倍　　率	16倍
記録範囲	5～500 gal
記録紙	スタイラスペーパー 280 ㎜×10 m
記録駆動方式	手巻きゼンマイ式
送り速度	10 ㎜/sec
記録時間	3 min
動作回数	最大5回
スタータ	電気式：上下成分（可変） 機械式：水平100 gal
刻時パルス	1パルス/sec
電　　源	乾電池（FM5×4）12 V
外形寸法	540 W×540 D×385 H㎜
重　　量	約100 kg

表-Ⅲ・解1・4　SMAC－Q型強震計の仕様

型　　式	加速度型強震計
測定成分	水平2成分，鉛直1成分
振子固有周期	20 Hz
感　　度	5 ㎜/1000 gal
減　　衰	空気式，h＝0.6
倍　　率	8倍
記録範囲	5～1000 gal
記録紙	スクラッチフィルム 35 ㎜×45 m
記録駆動方式	DCマイクロモーター
送り速度	5 ㎜/sec
記録時間	1.5 min
動作回数	最大100回
スタータ	電気式：上下成分（可変）
刻時パルス	2パルス/sec
電　　源	乾電池（UM1×10）15 V 外部電源可
外形寸法	400 ϕ×310 H㎜
重　　量	約32 kg

3）電磁式強震計

電磁式強震計は，動コイル型換振器による加速度強震計である。動コイル型換振器とは，電磁誘導を利用したもので，振子の先に取り付けられたコイルが，永久磁石により作られた磁界の中を運動することにより，起電力を生じ電流が流れる。この電流によって加速度を測ることができる。電気信号に変換された地震動は，可視記録に直すために，感度調整器を経た後にビジグラフ等のレコーダーに書き込まれる。表-Ⅲ・解1・5に換振器の仕様を示す。

4）普及型強震計

この強震計は建設省の建設技術評価制度により開発された強震計であるが，例えば換振器にはせん断形圧電素子を用いているものがある。ここで，せん断形圧電素子とはある種の結晶にひずみを加えると，外力に比例した電荷を生ずる圧電現象を利用したもので，圧電素子の発生電荷から加速度を測定することができる。またその記録は，FM変調によるアナログ磁気記録として，カセットテープに収録される。表-Ⅲ・解1・6にその仕様例を示す。

1）～4）のいずれも内蔵された記録紙あるいはカセットテープ等に記録されるアナログデータであるため，記録の回収及び記録の読取りが必要であり，実測値を得るまでには相当時間がかかるので地震直後に利用することは困難であることに注意が必要である。

表-III・解 1・5　電磁式強震計の換振器の仕様

型　　式	加速度型強震計
換 振 器	動コイル型
測 定 成 分	水平2成分，上下1成分
固有振動数	3 Hz
測定最大加速度	600 gal
測定周波数範囲	0.3～30 Hz

表-III・解 1・6　普及型強震計の仕様例

型　　式	加速度計強震計
換 振 器	せん断形圧電素子
測 定 成 分	水平2成分，上下1成分
固有振動数	約1 KHz
測定加速度範囲	10～1,000 gal（公称値）
測定周波数範囲	0.1～30 Hz（公称値）
記 録 方 式	FM変調によるアナログ記録
記 録 時 間	C－90型テープを用いて45分
起動加速度	5，10，20 gal（上下成分）
校 正 信 号	3 Hz，100 galに相当する正弦波
連 動 機 能	マスタースレイブ起動
時　　計	月・日・時・分・秒，ディジタル表示
電　　源	AC100V 停電保障待機 15時間中5回起動
外 形 寸 法	390 W×250 D×330 Hmm
重　　量	約20 kg

(2)　観測形態

使用している強震計の機能・組合せにより観測形態は種々であるが，これまで用いられてきた方法を整理すると以下のようになる。

1）個別記録方式

・観測，記録が個々の観測箇所で独立で，同期がとれない方式（パターン1）

・観測，記録が個々の観測箇所で独立であるが，それぞれの観測箇所で絶対時刻を知ることにより同期をとる方式（パターン2）

・観測，記録が個々の観測箇所で独立であるが，絶対時刻を知る親機が子機を連動させることにより同期をとる方式（パターン3）

2）集中記録方式

・複数の換振器からの信号を同一の記録装置に収録する方式（パターン4）

図-III・解 1・4 に，パターン1～4の観測形態の模式図を示す。

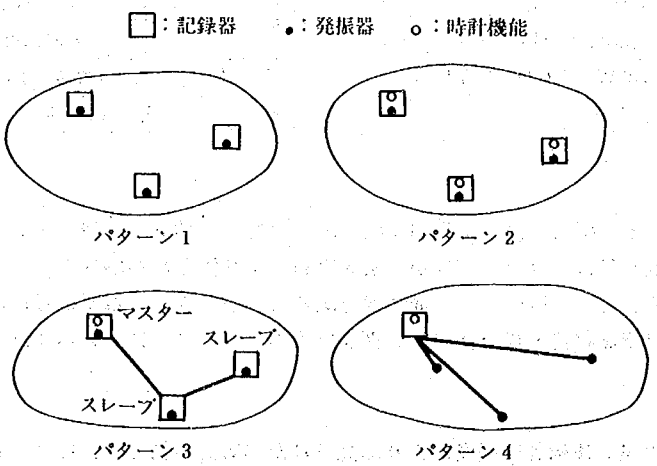


図-III・解 1・4　強震計による観測形態の模式図

1．2．7　余震に関する情報の収集・利用

被害が生じるような規模の地震が発生した場合には，その後もいくつかの余震をともなう場合が多く，余震により本震の際の被害が拡大したり余震により新たな被害が発生することもあり，調査や復旧活動中においても余震への警戒が必要であり，余震の発生見通し等について気象庁や専門家等から正確な情報を得る必

要がある。

また，余震の発生頻度の減少傾向から地震活動の平静化の状況が推察できるとともに，余震の発生地点の分布の推移から，今後の余震の発生域を推定することが可能となるため，余震情報の収集に務めることが望ましい。

［解　説］

一般に，被害を伴うほどの規模の地震が発生した場合には，引続きその周辺で数多くの地震が発生し，時間の経過とともにその発生頻度は減少していく。ここで，最初の大きな地震を本震といい，引続き発生する地震を余震といい，余震のうち最大のものを最大余震という。また，本震が発生する前から地震が同じ地域に発生し始め，本震に到る場合もあり，この場合にはこれらの地震を前震と呼び，そのうちの最大のものを最大前震という。表-III・解 1・7 は，近年の地震における最大余震の発生事例を整理した結果である[1]。

表-III・解 1・7　近年の地震における最大余震の規模及び発生時間

地震名	本震		余震		Ma－M0	本震から最大余震発生までの時間
	発生年月日時分	Ma	発生年月日時分	M0		
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日 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

1926～1981 年間に，わが国に何らかの被害をもたらしたM≧6.0 の本震の調査結果によれば，本震発生後の 90 日以内には，ほぼ全数に近い地震が工学的な余震をともなっており，本震発生後の 1 日間に限っても 70%近い確立で余震が発生している。

また，最大余震のマグニチュードと本震のマグニチュードの関係は地震毎にかなり変化しているが，地震学的には最大余震のマグニチュードは本震のマグニチュードから 1.0 を引いた程度とされている。一方，上述の調査によれば，近似的には余震のマグニチュードは本震のマグニチュードから 0.8 を引いた程度であることが示されており，余震に対する対応を検討する際には安全側の目安として本震のマグニチュードより 0.8 を引いた程度のマグニチュードの余震を想定しておけばよい。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が発生する地域が存在しうることに注意する必要がある。

さらに，一般に本震のマグニチュードが大きくなると余震の発生回数が増加し，余震の発生頻度は本震の発生からの日数に反比例して減少する傾向がある。

一方，本震の発生位置に対して（最大）余震がどのような位置，あるいは範囲で発生するかについては地震ごとに異なり，一群の余震の発生する領域（余震域という）内で最大余震が発生する場合もあれば，図-III・解 1・5 のように本震とはかけ離れた位置で最大余震が発生する場合もあることに注意が必要である[4]。

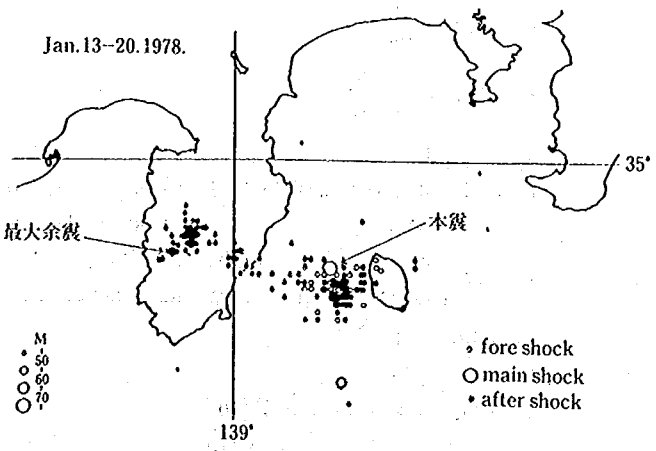


図-III・解 1・5　本震と最大余震の位置が離れている事例

1．2．8　液状化の予測方法

液状化の発生は，地震動強さとともに地盤の液状化の起こしやすさと密接な関係があり，震前に地盤に関する情報の収集・分析を行い，地盤の液状化のしやすさを把握しておくことにより，地震動強さの実測値あるいは予測値を用いて，液状化発生の可能性とその液状化程度を予測することが可能となる。

液状化の予測方法としては，その目的により簡易なものから詳細なものまで各種の方法があるが，地震動の強さと地盤の液状化強度の比で表される液状化に対する抵抗率 F_L により判断する方法が，地震動強さを考慮できるとともに液状化の程度を詳細に判断できることから広く用いられている。

しかし，広範囲に液状化の発生可能性を予測する場合には，多くの地盤情報に基づいて液状化に対する抵抗率 F_L を求めることが困難であることもあり，このような場合は概略的ではあるものの比較的収集の容易な微地形分類等を併用して予測することも行うことができる。

[解　説]

液状化の発生は，液状化発生の誘因である地震動の強さと，液状化発生の素因である地盤の液状化のしやすさと密接な関係にある。

そのため，液状化の予測法は何らかの方法でこれら素因と誘因を比較することにより判断するものが多いが，設計で考慮すべき地震動を固定して考え，地盤の液状化のしやすさのみを調査・判定するものもある。しかし，どの様な地震動が発生するか想定できない場合に対しても，液状化の予測を行う必要が有る場合には，地震動強さと対比すべき地盤の液状化のしやすさを直接推定できる予測法でなければならない。この様な条件を満足する液状化の予測法として，道路橋[5]等の施設の液状化の予測に用いられている F_L 法があるが，ここでは F_L 法とその他の簡易予測法を示す。

(1)　液状化に対する抵抗率 F_L による予測

1）液状化の判定を行う必要がある土層

地下水位面が現地盤面から 10 m 以内にある沖積層で，かつ現地盤面から 20 m 以内の範囲における平均粒径 D_{50} が 0.02 mm以上 2.0 mm以下である飽和砂質土層は，地震時に液状化の可能性があるため(2)項によって液状化の判定を行う。

2）液状化の判定

液状化の判定を行う必要のある土層に対しては，式-III・解 1・4 で定義される液状化に対する抵抗率 F_L を求め，この値が 1.0 以下の土層については液状化すると判断される。

$$F_L = R/L \qquad \text{(式-III・解 1・4)}$$

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \qquad \text{(式-III・解 1・5)}$$

$$L = r_d \cdot k_s \cdot \frac{\sigma_v}{\sigma_v'} \qquad \text{(式-III・解 1・6)}$$

$$R_1 = 0.0882\frac{N}{\sigma_v' + 0.7} \qquad \text{(式-III・解 1・7)}$$

$$R_2 = \begin{cases} 0.19 & (0.02\ \text{mm} \leqq D_{50} \leqq 0.05\ \text{mm}) \\ 0.225 \cdot \log_{10}(0.35/D_{50}) & (0.05\ \text{mm} < D_{50} \leqq 0.60\ \text{mm}) \\ -0.05 & (0.60\ \text{mm} < D_{50} \leqq 2.00\ \text{mm}) \end{cases} \qquad \text{(式-III・解 1・8)}$$

$$R_3 = \begin{cases} 0.00 & (0\,\% \leqq F_C \leqq 40\%) \\ 0.004\,F_C - 0.16 & (40\% < F_C \leqq 100\%) \end{cases} \qquad \text{(式-III・解 1・9)}$$

$$r_d = 1.0 - 0.015x \qquad \text{(式-III・解 1・10)}$$

$$k_s = \alpha_{max}/980 \qquad \text{(式-III・解 1・11)}$$

$$\sigma_v = \{\gamma_{t1} h_w + \gamma_{t2}(x - h_w)\}/10 \qquad \text{(式-III・解 1・12)}$$

$$\sigma_v' = \{\gamma_{t1} h_w + \gamma_{t2}'(x - h_w)\}/10 \qquad \text{(式-III・解 1・13)}$$

ここに，

F_L ：液状化に対する抵抗率
R ：動的せん断強度比
L ：地震時せん断応力比
R_1 ：N 値と有効上載圧 σ_v' の関数で表される動的せん断強度比 R の第1項
R_2 ：平均粒径 D_{50} の関数で表される動的せん断強度比 R の第2項
R_3 ：細粒分含有率 F_C の関数で表される動的せん断強度比 R の第3項
r_d ：地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数
k_s ：液状化の判定に用いる地表面での水平震度
α_{max} ：地表における水平最大加速度（gal）
σ_v ：全上載圧（kg f/cm²）
σ_v' ：有効上載圧（kg f/cm²）
N ：標準貫入試験から得られるN値
D_{50} ：土の平均粒径（mm）
F_C ：細粒分含有率（%）
x ：地表面からの深さ（m）
γ_{t1} ：地下水位面より浅い位置での土の単位体積重量（tf/m³）
砂質地盤の場合は，おおよそ 1.6～1.8 tf/m³である。
γ_{t2} ：地下水位面より深い位置での土の有効単位体積重量（tf/m³）
砂質地盤の場合は，おおよそ 1.8～2.0 tf/m³である。
γ_{t2}' ：地下水位面より深い位置での土の有効単位体積重量（tf/m³）
砂質地盤の場合は，おおよそ 0.8～1.0 tf/m³である。
h_w ：地表面から地下水位面までの深さ（m）

(2) 微地形分類による予測

液状化発生の素因である地盤の液状化のしやすさを，地形的な特徴から概略的に判断する手法として，微地形分類に基づく方法がある。**表-III・解 1・1** は，液状化のしやすさと微地形の関係を示したものであり，液状化に対する抵抗率 F_L を用いる方法と異なり，地震道の強さを考慮して液状化の発生の可能性を予測することはできないものの，ボーリング調査結果のような点としての情報に基づいた方法でないことから，比較的入手の容易な情報により地域としての平均的な液状化の発生可能性を予測できる特徴がある。

そのため，液状化の発生（液状化被害の発生）可能性を，微地形分類と液状化に対する抵抗率から求めた液状化層厚の関係から分類する方法が考えられる。**表-III・解 1・8** は，両者の関係から液状化の発生可能性を3段階に分類した例である。

表-III・解 1・8　微地形分類と液状化層厚に基づいた液状化の発生可能性の分類例(1)

微地形分類(2)	液状化層厚 H_{AS}（m）(3)		
	$0 \leqq H_{AS} \leqq 2$	$2 < H_{AS} \leqq 5$	$5 < H_{AS} \leqq 20$
(A)	B	A	A
(B)	C	B	A
(C)	C	C	B

注 (1)：液状化発生の可能性　A＝可能性が高い，B＝可能性がある，C＝可能性が低い
(2)：**表-III・解 1・1** に示される微地形の区分
(3)：深度 20 m までで液状化に対する抵抗率 F_L が 1.0 以下となる土層厚さの総厚

(3) 液状化発生の限界震央距離による予測

過去の液状化履歴に基づいた簡易な方法として，地震の規模（マグニチュードM）に応じて，震央から液状化

が発生した最遠の地点までの距離を液状化が発生する限界の震央距離として，これにより液状化の発生の有無を概略的に予測する方法がある。液状化の発生限界震央距離Rを，明治以降のわが国での地震経験に基づいて地震規模（マグニチュードM）との関係として整理した結果の例が図-III・解 1・6 である[6]。

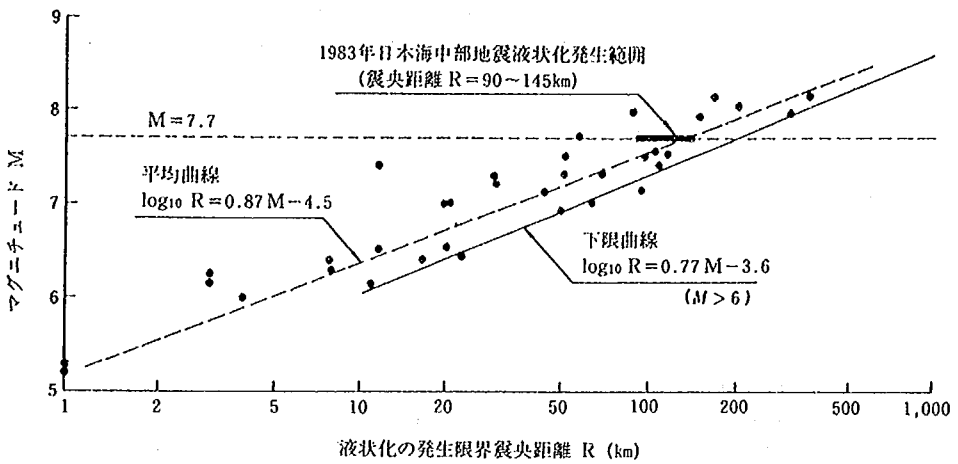


図-III・解 1・6　マグニチュードMと液状化の限界震央距離Rの関係例

この図より，地震のマグニチュード M と液状化の発生の可能性を予測しようとする地点までの震央距離がわかり，それが限界震央距離より遠い場合には液状化発生の可能性は低く，限界震央距離よりも近い場合には液状化の発生の可能性があると判断できる。図中には日本海中部地震の際の液状化発生範囲を示しているが，マグニチュード 7.7 の場合には震央距離が 140～200 km程度の範囲まで液状化発生の可能性があることが読み取れる。

本方法は，ボーリング調査結果等の詳細な情報を必要とせず，広域的な液状化の発生可能性を地震直後に短時間で予測できることが特徴としてあげられる。しかし，各地点の地質や地形的な特徴を考慮しているわけではなく，より詳細な液状化の発生可能性に関する情報を入手したい場合には，本節に述べた液状化に対する抵抗率 F_L を用いる方法等の詳細法を用いる必要がある。

(4)　F_L の分布特性及び構造物の被害程度を考慮した予測

(1)における F_L は，液状化の可能性の有る土層と，その液状化の程度を深度方向に予測するものである。そのため，液状化が地盤や構造物に与える影響程度を評価するためには，液状化層の深度分布とその液状化の程度を考慮した指標に変換する必要がある。

この様な液状化層の分布特性を考慮した評価指標として，ここでは液状化程度の深度分布に重み付けをして加算した液状化抵抗指数（P_L 値）及び橋梁の被害と関連づけた液状化危険度（I_{PL}）を例示する。

1）液状化抵抗指数（P_L 値）による予測

対象となる地盤全体あるいは地点の液状化の危険性を予測するために，深さ方向の液状化の範囲，程度を考慮した指標として，液状化抵抗指数（PL）が提案されている[7]。

$$P_L = \int_0^{20} F \cdot W(z)\, dz \qquad \text{(式-III・解 1・14)}$$

$$F = \begin{cases} 1 - F_L & (F_L < 1) \\ 0 & (F_L \geqq 1) \end{cases} \qquad \text{(式-III・解 1・15)}$$

$$W(z) = 10 - 0.5z \qquad \text{(式-III・解 1・16)}$$

ここで，P_L：液状化抵抗指数［$0 \leqq P_L \leqq 100$］

F：液状化の程度を表す関数

$W(z)$：深さ方向の重み係数

F_L：液状化に対する抵抗率（式-III・解 1・4 参照）

z：地表面からの深度（m）

また，表-III・解 1・9 は，この P_L 値と被害程度との関係を既往の震害事例より整理したものであるが，P_L 値を用いることにより液状化の影響程度をより具体的に評価できるとともに，その P_L 値の大小により各地域の液状化の影響度を表示することが可能となる。

表-III・解 1・9　P_L 値と液状化の影響程度の関係

$P_L = 0$	液状化の影響程度はかなり低い
$0 < P_L \leqq 5$	液状化の影響程度は低い
$5 < P_L \leqq 15$	液状化の影響程度は高い
$15 < P_L$	液状化の影響程度はかなり高い

2）液状化危険度（I_{PL} 値）による予測

液状化抵抗指数の考え方を基本として重み関数の設定をより簡便化するとともに，液状化が構造物の被害に及ぼす影響度合を考慮することを目的として，（式-III・解 1・17）が提案されている（図-III・解 1・7 参照）[8]。

$$I_{PL} = H^*/20 \qquad \text{（式-III・解 1・17）}$$

$$H^* = H_1^* + H_2^*$$

$$H_1^* = 1.5H_{FL1} + 1.0H_{FL2} + 0.5H_{FL3}$$

$$H_2^* = 1.0H_{FL1} + 0.5H_{FL2}$$

ここに，I_{PL}：地盤の液状化危険度［$0 \leqq I_{PL} \leqq 1.25$］

H^*：換算液状化層厚（m）

H_1^*：0～10 m の深度の液状化層でその影響度を考慮した換算層厚（m）

H_2^*：10～20 m の深度の液状化層でその影響度を考慮した換算層厚（m）

H_{FL1}：$F_L \leqq 0.6$ の土層の全層厚（m）

H_{FL2}：$0.6 < F_L \leqq 0.8$ の土層の全層厚（m）

H_{FL3}：$0.8 < F_L \leqq 1.0$ の土層の全層厚（m）

道路橋示方書[5]では F_L 値に応じて常時の土質定数値を低減することにより液状化の影響を考慮することとしているが，I_{PL} 値の定義では指標 H_1^* と H_2^* の重み付け係数を F_L 値に応じた低減係数 D_E 値の大小比率を引用することにより，橋梁に対する液状化の程度，範囲さらに地盤の支持力に及ぼす影響を考慮している。また，液状化層厚が基本となるので P_L 値よりも簡易に算定できるとともに，I_{PL} 値の範囲は 0 から 1.25 であるので，危険度の判断基準も P_L 値に比較して広い範囲で設定できる。ここで，P_L 値と I_{PL} 値は共に液状化しないと予測される層（$F_L > 1.0$）の影響は考慮していないため，そのような層がある場合は液状化の危険度を大きめに予測していることに注意が必要である。

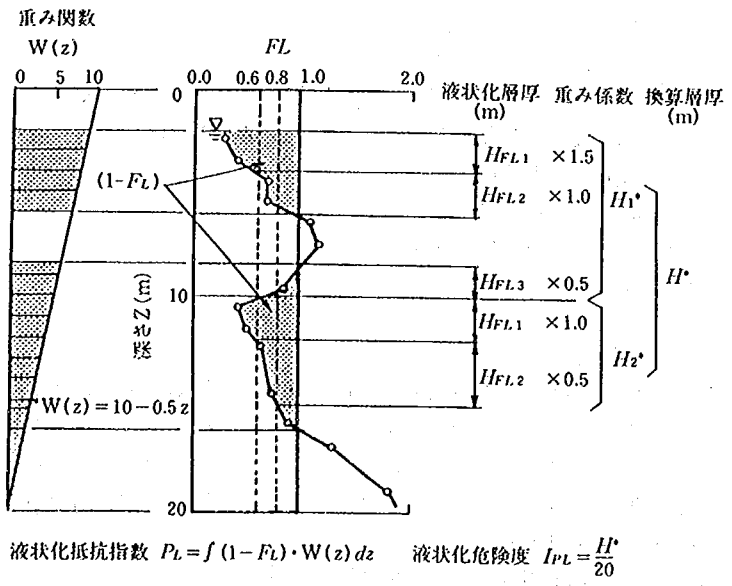


図-III・解 1・7　F_L，P_L 及び I_{PL} の概念

なお，P_L 値により液状化の危険度を予測する場合には，表-III・解 1・9 のように境界値として $P_L = 5$ および 15 が提示されているが，I_{PL} 値についてみると，それぞれ I_{PL} 値＝0.1～0.2 および 0.3～0.4 に対応している。

地盤の液状化危険度（I_{PL}）および地震時の液状化に関係したと想定される橋梁の被害レベルとの関係から，概略的な地盤の液状化危険度（I_{PL}）の判断基準は，次のように 3 グループに区分されている。

表-III・解 1・10　I_{PL}値と液状化の影響程度の関係（橋梁の場合）

$0.0 \leqq I_{PL} < 0.2$	$0.2 \leqq I_{PL} < 0.4$	$0.4 \leqq I_{PL} \leqq 1.25$
液状化により落橋に関係するような被害の事例は皆無であり，液状化の規模と橋梁に対す影響は小さいと見なせる。	液状化に関係する被害事例が見られ，橋梁に対する液状化の影響があると見なせる。	液状化による落橋の被害の事例があり，液状化の規模と橋梁に対する影響が非常に大きいと見なせる。

1．2．9　液状化の予測に必要な情報

液状化の予測には，地震動強さおよび地盤の液状化のしやすさを把握しておく必要がある。

地震動強さについては，実測値を得るための強震観測体制の整備とともに，地震動強さを推定しようとする場合には「1．2．5　地震動強さに関する情報の収集」に示したように，地盤の地層構成やせん断波速度等を把握しておく必要があるため，これらの地盤調査結果を収集しておくことが必要となる。

また，地盤の液状化のしやすさについては「1．2．8　液状化の予測方法」に示したように，詳細な液状化の予測のためには地下水位の位置，地盤の土質構成やN値等が必要となり，これらの地盤調査結果を収集しておくことが必要となる。

[解　説]

液状化の予測に必要となる情報とは，「1．2．8　液状化の予測方法]に示したように，地震動強さとともに地盤の液状化のしやすさを推定するのに必要となる情報である。

地震動強さについては，式-III・解 1・2 で表されるように，

(1)　地盤の土層構成

(2)　各土層のせん断波速度

を把握するに十分な地盤調査結果の収集・整理が必要となる。

また，地盤の液状化のしやすさについては，式-III・解 1・4 で表わされるように，

(1)　地下水位の位置

(2)　地盤の土質構成

(3)　各土層の単位体積重量

(4)　N値

(5)　平均粒径

(6)　細粒分含有率

等を把握する必要があるため，やはり地盤調査結果や土質に関するデータの収集・整理が必要となる。

これらの情報を得るための地盤調査法としては，ボーリング調査が一般に用いられている。ボーリング調査を実施することにより，地盤の地層の確認と地盤の締め固まり具合いをN値等として確認することができ，さらに多数の地点で調査を実施することにより調査結果の精度を高められるとともに，土層構成の空間的な変化をも把握することが可能となる。

1．2．10　液状化の予測への既存資料の活用

液状化の予測に必要な情報については「1．2．9　液状化の予測に必要な情報」に示したように，地盤に関する情報として地盤調査結果や土質に関するデータの収集・整備が必要となる。

これらの情報の整備のために，新たに広域的にボーリング調査を実施することは費用，時間がかかる場合が多いので，既存資料の活用を図ることが必要となる。

既存資料としては，国や公団，地方公共団体や民間等が作成し，公表している地質や地盤に関する文献や地図があげられる。また，これらの既存資料の内の一部では，電算による処理が可能な形式でデータベース

化されている例もある。

[解　説]

液状化の予測には地盤に関する情報として地盤調査結果や土質に関するデータベースの収集・整備が必要であり，かつ，管理地域内全域についてこれらの地盤情報を広域的に把握しておくことが必要となる。

これら地盤に関する情報は普通ボーリング調査により求められるが，管理地域内全域にわたりボーリング調査を実施することは一般に難しく，既設工事の調査段階に実施した調査結果や，国や公団，地方公共団体や民間等により取りまとめられ，公表されている既存資料の活用についても検討することが望ましい。

地盤情報として取り扱われている主な内容を表-III・解 1・11 に示す。また，公表されている地盤情報に関するデータベースのうち，代表的なものについてその内容を表-III・解 1・12 に示す。

表-III・解 1・11　地盤情報として取り扱われている主な内容とこれを構成する資料

地盤情報	内　容	地盤資料
土層情報（地層情報）	地質踏査やボーリング調査などによって得られ，土質（地質）柱状図に表される，土層（地層）構成（層序）およびその層相に関する情報。	土質柱状図，地質図
土質試験情報	原位置試験および室内試験情報の2種類がある。 1．原位置試験情報 調査対象の地盤を直接，調査・試験して得られるもので，その物理的・力学的性質を示す情報。 2．室内試験情報 ボーリングなどにより得られた試料ついて室内で土質試験を行って得られるもので，地盤を構成する土や岩石の物理的あるいは力学的性質を表す情報	 標準貫入試験結果 各種載荷試験結果 各種検層結果 物理試験結果 力学試験結果
土史・地層学的情報	土層（地層）形成における地質学的現象に関する情報。	含有化石種・量の分析結果 古地磁気調査結果 火山灰分析結果 絶対年代測定結果 成層状況調査結果
地形情報	地表面の起伏や傾斜に関する情報。	地形図 水準測量結果
地盤変動情報	地盤沈下や隆起についての情報。	水準測量結果 沈下観測結果
地下水情報	地下水位・水質に関する情報。	水位観測結果 水質試験結果
その他の情報	特殊な観測や解析・予測などによる情報	構造物の動態観測結果 常時微動観測結果 地震観測結果

表-Ⅲ・解 1・12　地盤情報データーベース例

データ項目 / 閲覧機関	地図情報	件別項目								孔別項目					土層別項目					試料採取			物理試験						力学試験															原位置試験				その他の試験	備考（中心となる計算機開発目的等）
		原資料番号	調査作者名	調査目的	調査場所	調査時期	発注機関	実施機関	地形区分	座標	緯度・経度	メッシュ	孔口標高	孔内水位	土層深度	土層名コード	地層区分	色調	記事	試料番号	採取方法	採取深度	土粒子比重	自然含水比	粒度組成	液性・塑性限界	湿潤密度	日本統一分類	一軸 一軸圧縮強度	一軸 破壊歪み	一軸 変形係数	直接 試験条件	直接 鋭敏比	三軸 試験条件	三軸 c・φ	三軸 c'・φ'	三軸 側圧・主応力差	圧密 圧縮降伏応力	圧密 圧縮指数	圧密 体積圧縮係数	圧密 圧密係数	圧密 圧密圧力	標準貫入 N値	貫入量 打撃回数	貫入量 貫入量	孔内水平載荷試験	環境透水試験	PS検層		
建設省（JACIC）		○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○		○	○				○	○		○	○	○	○			○	○	○	○	○		凡用機　開発中 省内のニーズに応じたデータベース
運輸省港湾技術研究所		○	○		○	○		○			○		○	○	○	○		○		○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○			○		○	○	○	○	○			○	○			特性試験の有無	凡用機 土質データの有効利用
国立防災科学技術研究所		○				○		○		○		○	○	○	○	○		○	○	○		○																				○	○					凡用機、パソコン 地震構造の解明、災害予測など
全国地質調査業協会連合会	○	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	○	○		○	○				○	○		○	○	○	○			○	○	○	○	○		パソコン 業界保有データの標準化
東京都土木技術研究所	○	○				○				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○		○	○				○					凡用機 都内の地質図作成、液状化検討など
土質工学会関西支部，関西地質調査支部会		○				○					○	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○		○	○				○					パソコン 大阪４区の地質図作成
土質工学会中部支部	○	○				○	○	○			○		○	○	○	○		○		○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○		○	○				○		○		○	常時微動 地震動	凡用機 名古屋地区の地盤図作成、震害予測など 名古屋大も疑似システム保有
豊田市	○	○		○		○	○			○			○	○	○	○	○																									○	○				パソコン 豊田市の地質図作成および行政的な利用など
豊橋技術科学大学		○				○	○		○		○	○	○	○	○	○	○																									○	○				パソコン 地盤特性の検討
大阪市立大学		○				○	○		○	○		○	○	○	○	○																										○	○				凡用機 地質構造の解明等 通称GEODAS開発中
熊本大学						○	○	○	○			○	○	○	○	○		○	○				○	○	○	○	○	○	○		○	○						○	○						○	○		各種原位置試験の有無	パソコン 熊本地区の地質、環境、防災等の検討
佐賀大学										○					○	○																										○					パソコン 佐賀平野の地質構造の解明など

1，2，11　地盤流動の予測方法

液状化することにより，地盤が大きく水平方向に移動する現象が「地盤流動」であり，地盤の大変形により地中構造物や施設の基礎に多大な被害が発生することが予想される。

現在，地盤流動の予測方法として提示されているものには，

(1) 既往の被害事例に基づいて推定する方法

(2) 地盤流動現象をモデル化し，数値計算により推定する方法

(3) 有限要素法を使用し，地盤の変形量を推定する方法

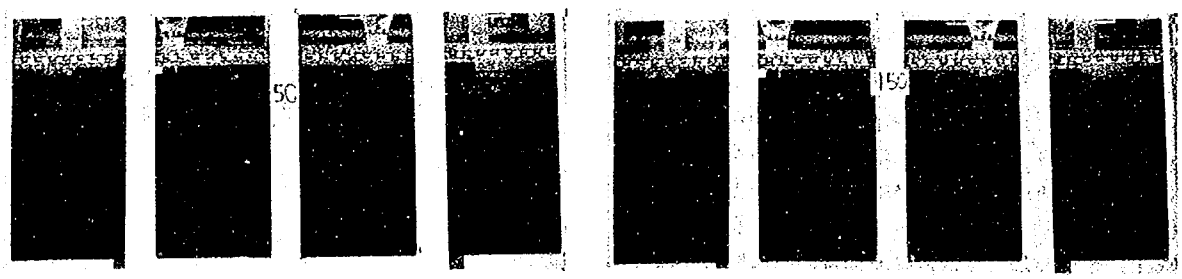
等がある。

これらの推定方法はまだ開発途上にあり，地盤流動の推定方法として用いる場合には，各方法の基本となる仮定や条件を十分理解し，適用を誤らない注意が必要である。

[解　説]

地盤が液状化することにより地盤の支持力が低下し，見かけ比重の軽い地下オイルタンクや下水管が浮き上がったり，見かけ比重の重い建物等が沈下・傾斜することはこれまでにも広く認識されてきている。液状化に伴う現象として，この様な支持力の変化による現象以外に，地盤が移動することにより被害が生じていることが確認され，地盤が液体化することにより，地盤全体が大きく移動・変形する「地盤流動」という現象が発生することが指摘されている。

写真-III・解 1・5 は地表面を写真の左手方向に傾斜させた地盤模型を用いた振動台実験により，地盤の流動現象を再現した一例である[11]。写真(a)は加振入力前の地盤模型の状態であるが，加振後の写真(b)と比較することにより，地盤模型が傾斜方向に移動していることが読み取れる。



(a) 加振前の地盤模型　　(b) 加振後の地盤模型

写真-III・解 1・5　地盤流動に関する模型振動実験例

既往の地震調査によれば，地盤流動が発生すると，数mにも及ぶ変位が生じている事例が確認されており，地形や地質の違いのために場所により流動量が異なる場合には，ライフライン等の構造物に多大の被害をもたらすことになる。

従って，地盤流動に対する構造物，特に地中構造物の耐震性を考えるためには，地盤流動量の予測が必要であるが，現在の所ではこの地盤流動量を推定する方法は，大きく以下の3種類に分類される。

(1) 既往の被害事例に基づいた推定する方法

(2) 地盤流動現象をモデル化し，数値計算により推定する方法

(3) 有限要素法を使用し，地盤の変形量を推定する方法

以下に，各推定方法を例示する。

(1) 既往の被害事例に基づいて推定する方法

浜田ら[9]は，既往の震害事例として，能代市と新潟市について地震によって生じた地表の永久変位量の分布を測定し，地盤流動の要因分析を行なっている。ここで，永久変位の測定は，地震前後に撮影した航空写真をもとに

測定点の位置を求め，地震前後の位置の差を変位のベクトル量として求めている。

図-III・解 1・8 には 1983 年日本海中部地震の際の能代市北部地域の地盤の永久変位図を，また，図-III・解 1・9 には測線に沿った地質断面図と水平変位量の整理結果の例を示す。このようにして算定した地盤の流動量について要因分析が行われているが，流動量に影響を及ぼす因子として次の要因が取り上げられている。

a．地表面の勾配
b．液状化層の厚さ
c．液状化層の深さ(上面と下面の深さ)
d．液状化層の勾配(上面と下面の勾配)
e．F_L値（平均値，最小値）
f．P_L値（平均値，最大値，差）
g．N 値
h．シルト層厚
i．地下水面（深度，勾配）
j．部分斜面長，部分斜面標高差

これらの永久変形量（D）を左右する因子について重回帰分析を行うことにより，次式による関係を提示している。

$$D = 0.75\sqrt{H^3}\sqrt{\theta} \qquad \text{(式-III・解 1・18)}$$

ここに，D：地表面での最大流動量（m），H：液状化層厚（m），θ：地表面勾配あるいは液状化層下面の勾配のいずれか大きい方の勾配（%）

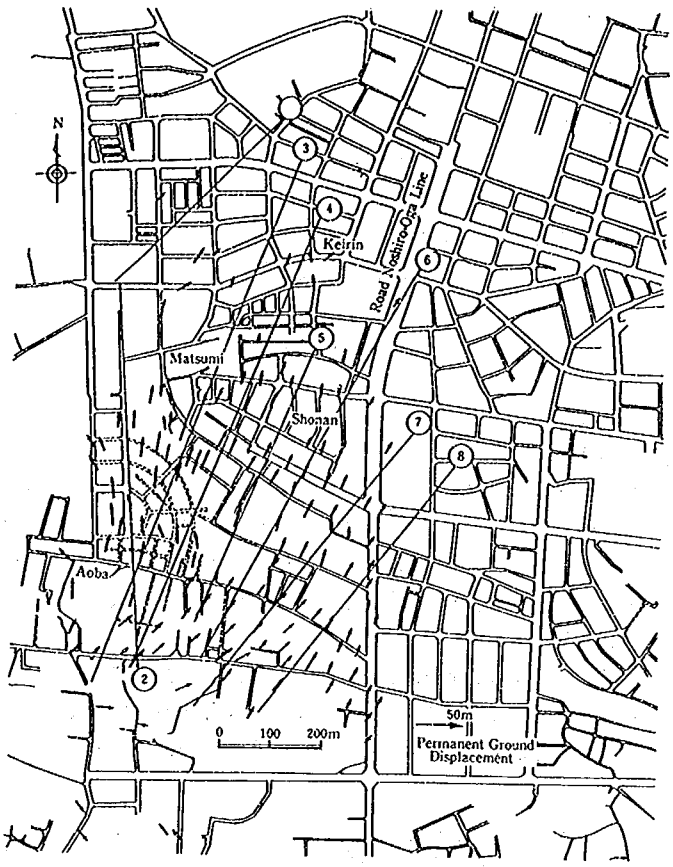


図-III・解 1・8　能代市北部地域の測線位置及び水平方向永久変位図

(2) 地盤流動現象をモデル化し，数値計算により推定する方法

1）変分原理による地盤流動量の数値解析手法

東畑ら[13]は既往の地盤変状の調査結果，振動台実験結果に基づいて，次の仮定に従って数値解析のための地盤モデルを想定している（図-III・解 1・10 参照）。

① 液状化地盤の変形は体積一定の下で起こり，連続の式 $\partial u/\partial x + \partial w/\partial z = 0$ が成り立つ。
② 液状化地盤の水平変位の深度分布は正弦曲線で近似できる。
③ 液状化層上面の水平変位と地表面の水平変位は等しい。つまり，不飽和層は液状化層上面と等しい変形を生じる。
④ 地表部の不飽和層はヤング率 E の弾性体とする。
⑤ 液状化層の応力・ひずみ関係を $\tau = G\gamma + \tau_r$ で与える。ここで，G はせん断定数，τ_r は残留強度である。

これらの仮定の 2）および 3）により地盤の水平変位は式（式-III・解 1・19）で表わされる（図-III・解 1・10 参照）。

$$U = F(x)\sin\left[\pi(z-B)/2H\right] \qquad \text{(式-III・解 1・19)}$$

ここに，U は液状化層内の水平変位，$F(x)$ は地表面変位，Z は地表面からの深度，H は液状化層厚である。

ここで，地盤流動が発生して地盤が変形し，地盤全体としてつり合い状態で変形が終了したと考えると，$F(x)$ を未知関数として地盤全体のポテンシャルエネルギーが最小となるように $F(x)$ を決定すればよいことになる。

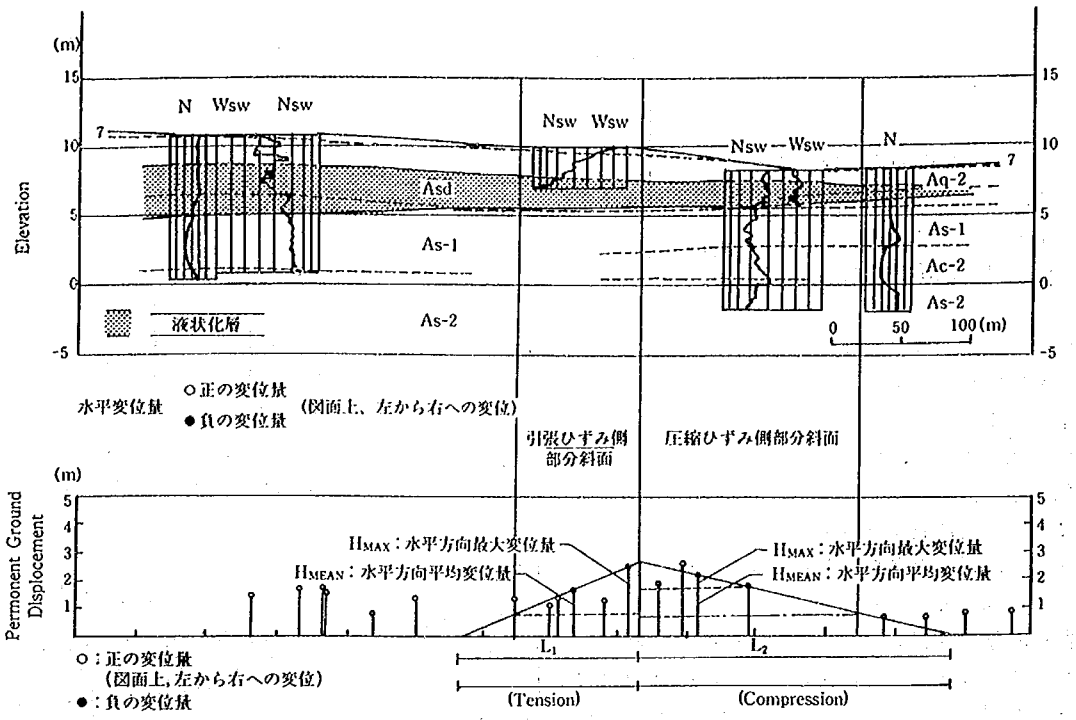


図-III・解 1・9　能代市北部地域（7－7'）地層断面図及び水平変位量

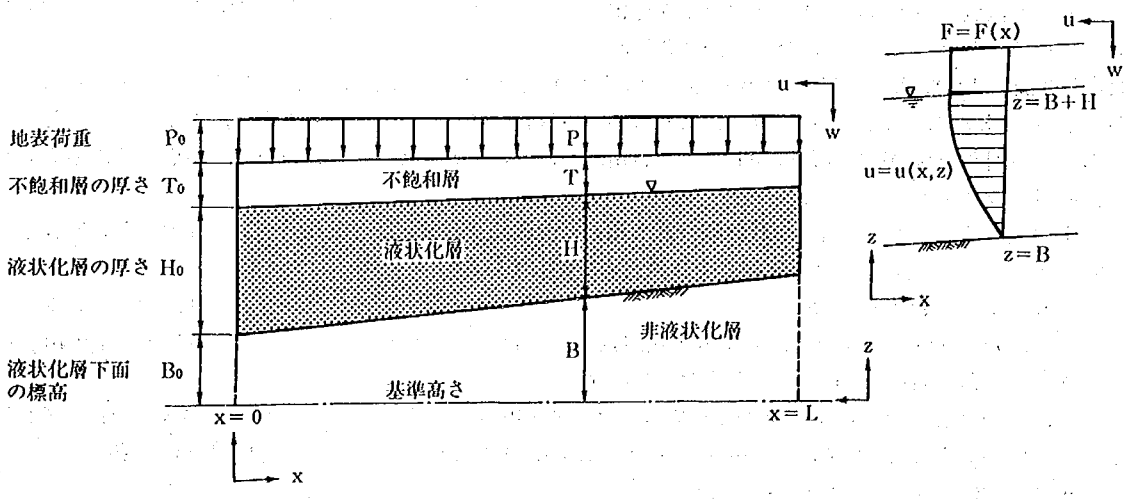


図-III・解 1・10　変分原理による永久変位量の計算モデル

ここで，ポテンシャルエネルギーは，液状化層のひずみエネルギー，液状化砂層の位置エネルギー，表層のひずみエネルギー，上載荷重の持つ位置エネルギーの総和とした。$F(x)$の算定方法および結果の詳細は文献13)を参照されたい。

図-III・解 1・11は日本海中部地震で観測された能代市内の地盤流動地点で想定した地盤モデルであり，同地点で実測された水平変位量の分布と数値解析法の適用結果を対比したものである。地表部の不飽和層のヤング率及び単位体積重量は，それぞれ1，100 tf/m²及び1.6 tf/m³，また液状化層の単位体積重量は1.6 tf/m³と想定している。なお，解析では斜面上端を自由としている。同図によれば，山側の右端での変位は3.1 mと算出され

たが，実測値は4 m程度であり，ほぼ類似の結果となっている。また，推定値は全体的に実測値よりも大きめの値となっているが，斜面方向の変位分布について，斜面上方の変位が大きく，下方になるに従って小さくなる傾向は実測値と似た傾向を示している。

2）地盤流動の数値解析モデルを用いた簡易予測

本法は1）で提示された数値解析手法を用いて，地盤流動に関係する要因をパラメトリックに変化させて流動量を算定して，算定した流動量と各要因との回帰分析を行うことにより簡易予測式を誘導している[14]。

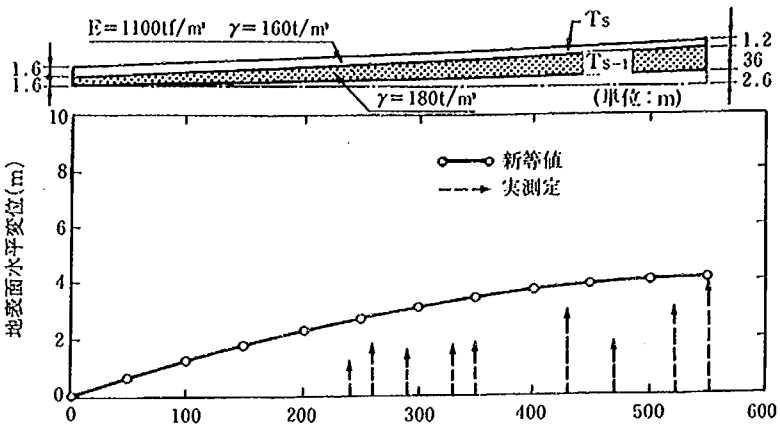


図-Ⅲ・解1・11　実地震による地盤流動量と数値解析による推定結果の比較例(日本海中部地震，能代市)

図-Ⅲ・解1・12にパラメトリック解析で想定した地盤モデルの概要を示す。ここで，既往の振動台実験[10),11)]に基づいて地盤流動に関与する主要因として流動範囲長，液状化層厚，不飽和層厚，地表面の傾斜角の4要因を取り上げている。ここで，地表面，非液状化層下面および液状化層下面は相互に平行であるとしている。ただし，液状化層厚HLと非液状化層厚H_{NL}の和が20 mを越え，液状化層が深度20 m以深の領域に生じるような組合せについては，液状化層厚H_Lを$H_L = 10 - H_{NL}$により求め，不飽和層厚についてはそのままの値を用いて設定している。なお，解析対象地盤の境界条件は斜面上端を自由，斜面下端を固定として，斜面中央と斜面上端の地表面変位を流動量の算定位置としている。

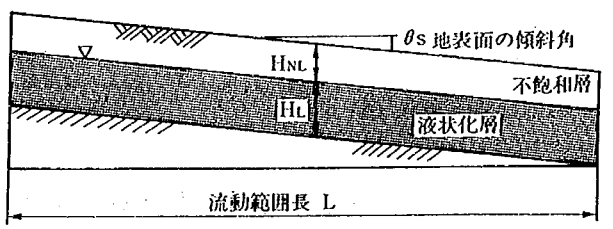


図-Ⅲ・解1・12　地盤流動の簡易予測のための地盤条件

以上の検討条件により，前節の数値解析法を用いて流動量を算定して，これと前述の4要因との関係を（式-Ⅲ・解1・20）で仮定して，回帰分析により係数を算定している。

$$D = a \cdot L^{b} \cdot H_L^{c} \cdot H_{NL}^{d} \cdot \theta s^{e} \qquad \text{(式-Ⅲ・解 1・20)}$$

ここに，D：地盤流動量 (m)，L：流動範囲長 (m)，H_L：液状化層厚 (m)，H_{NL}：不飽和層厚 (m)，θs：地表面の傾斜角 (%)，a，b，c，dおよびe：定数

なお，流動範囲長Lが10 m～1000 mまでの全データを用いて回帰した場合，水平変位の大きな領域で相関が悪くなる傾向がみられたため，L=10 m～100 m，100 m～1000 mの2種類にデータを分類し，各々について式（式-Ⅲ・解1・21）のように回帰を行っている。

[斜面長10～100 mの場合]

斜面中央：$D = 1{,}73 \times 10^{-5} L^{1.91} H_L^{0.298} H_{NL}^{-0.275} \theta s^{0.963}$ （式-Ⅲ・解1・21－1）

斜面上端：$D = 2.07 \times 10^{-5} L^{1.96} H_L^{0.295} H_{NL}^{-0.276} \theta s^{0.978}$ （式-Ⅲ・解1・21－2）

[斜面長100～1000 mの場合]

斜面中央：$D = 1.29 \times 10^{-5} L^{1.99} H_L^{0.280} H_{NL}^{-0.243} \theta s^{0.995}$ （式-Ⅲ・解1・21－3）

斜面上端：$D = 1.70 \times 10^{-5} L^{1.99} H_L^{0.278} H_{NL}^{-0.242} \theta s^{0.995}$ （式-Ⅲ・解1・21－4）

これらの簡易予測方法の適用性を検証するために，実測データとの比較を行っている。実測データ及び地盤図は，浜田らの報告[16)]のうち日本海中部地震と新潟地震についてそれぞれ27地点，12地点が選定されている。

図-Ⅲ・解1・13に流動範囲長L=100～1000mの場合について，簡易予測式による推定流動量と実測流動

量の比較結果を示す。また，浜田らの推定式（式-III・解1・18）による流動量が併記されている。ここで，簡易推定値は斜面上端（最大値）及び斜面中央での流動量であるのに対して，浜田らの式及び実測値は想定した地盤流動範囲内での最大流動量である。同図から，推定値が小さい領域で実測値がかなり大きくなる場合があるが，実地盤への適用上においては，ほぼ妥当な算定値が得られていることが分かる。

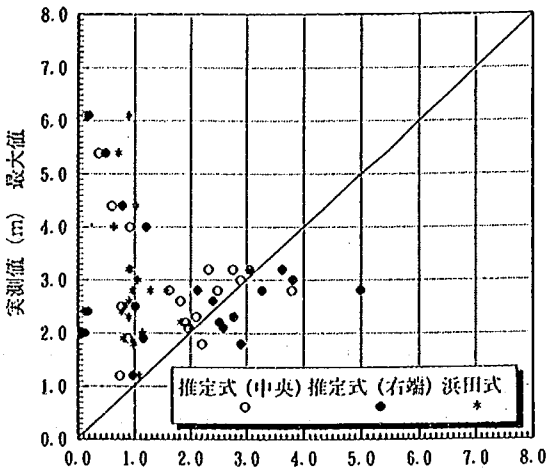


図-III・解1・13　地盤流動量の簡易予測と実測値の比較

(3) 有限要素法を使用し，地盤の変形量を推定する方法

1）液状化を地盤の剛性の低下としてとらえ，変形量を有限要素法により算定する方法

安田ら[10]は液状化した地盤を極めて軟らかい固体であると仮定し，液状化層の剛性を1/100程度に減少させ（ポアソン比は約0.5のまま），有限要素法により解析し地盤の変形量を推定する方法を提案し，室内模型実験の結果との比較を行っている（図-III・解1・14参照）。

2）非線形有限要素法による動的解析

土の応力～ひずみ関係をモデル化し，有限要素解析を行うものである。しかし，既往のモデルは想定している変形が，地盤流動といったような大きなひずみレベル（数十%以上）まで考慮していない事に注意が必要である。

3）液状化を地盤の剛性の低下としてとらえ，変形量を土の残留強度から決定する方法

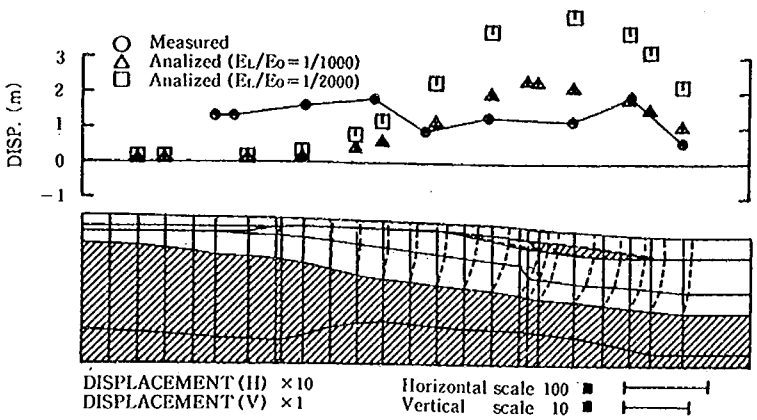


図-III・解1・14　有限要素法を利用した解析結果の例

2）と同様，地盤を極めて軟らかい固体として考え，土の残留強度と土の移動の収支を満足させることにより地盤の変形量を決定する。

ただし，土の残留強度の決定方法の問題や，計算の仮定において地盤内部の変位モードをどう仮定するかが問題となる。

参考文献

1）土木研究所：土木構造物の震災復旧技術マニュアル（案），土木研究所彙報第45号，昭和61年12月
2）岩崎敏男，龍岡文夫，常田賢一，安田　進，佐藤弘行：流動化履歴地点の地盤特性（その1～5），第32～36回土木学会年次学術講演会，1977～1981年
3）川島，相沢，高橋：最大地震動および地震応答スペクトルの距離減衰式，土木研究所報告，第166号，昭和60年9月
4）㈱全国防災協会：二次災害の予知と対策　No.2，昭和62年10月
5）㈱道路協会：道路橋示方書V耐震設計編，平成2年2月
6）栗林，龍岡，吉田：明治以降の本邦の液状化履歴，土木研究所彙報　第30号，昭和49年12月
7）岩崎，龍岡，常田，安田：砂質地盤の地震時流動化の簡易判定法と適用例，第5回日本地震工学シンポジウ

ム，1978年11月
8）常田，松本，福井：地盤の液状化の簡易予測手法，土木技術資料/第34巻，第3号，平成4年3月
9）浜田，安田，磯山，恵本：液状化による地盤の永久変位と地震被害に関する研究，土木学会論文集，No. 376，III－6，1986.
10）松本，常田，佐谷：液状化による地盤流動量に関する模型実験，第25回土質工学研究発表会，平成2年6月
11）佐々木，常田，松本，佐谷：液状化に伴う地盤流動特性，土木技術資料/第33巻，第1号，平成3年1月
12）松本，常田，佐谷：液状化に伴う流動特性に与える境界条件の影響の検討，第26回土質工学研究発表会，平成3年6月
13）Towhata, I., Sasaki, Y., Tokida, K., Matsumoto, H. and Tamari, Y.：Permanent Displacement of Liquefied Ground, Proc. of 9th Asian Regional Conferece on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol.1, pp 437-440, Bangkok, December, 1991
14）東，常田，松本，東畑：液状化による地盤流動量の簡易予測，土木学会第47回年次学術講演会，平成4年9月
15）Hamada, M. and T.D. O'Rourke：Case Studies of Liquefaction and Lifeline Performance During Past Earthquakes Vol. 1 Japanese Case Studies, Technical Report NCEER-92-0001, National Center for Earthquake Engineering Research, February, 1992.
16）安田，永瀬，規矩：液状化による永久変位の簡易解析法，第8回日本地震工学シンポジウム，1990年12月

第２章　地中構造物の被害予測

２．１　地中構造物の被害の特徴

地中構造物であるライフライン等の地震被害を考える場合，次の事項に注意することが必要である。
(1) 延長が長いために，被害が都市規模で広範囲にわたり発生する。
(2) 被害を直接目視できない場合が多い。
(3) 施設の正確な情報は，その施設の管理者しか持っていない。
また，地中構造物の被害は地盤の変状と密接な関係にあるため，地盤の変状状況から地中構造物の被害を推定することも可能である。
なお，地中構造物の被害が原因となり，地中構造物の周辺にある道路等の施設に影響をもたらす場合がある。

［解　説］

地中に埋設される水道，ガス，下水道等のライフライン施設は，都市全域にわたり敷設されているため，地震の発生により都市全域にわたるような広範囲の領域で，被害が同時多発することが特徴としてあげられる。また，「１．１．２　地表変状情報の震災復旧への活用」で述べたように，目視により直接的被害調査を行うことは，地中構造物では困難な場合が多く，間接的に被害調査を行う工夫が必要となる。さらに，施設の埋設位置やその施設の構造等の詳細については，その施設の管理責任者自身しか把握しておらず，円滑な被害調査，復旧活動のためには，施設相互の被害状況や道路等の地表での変状に関する情報の集約・共有体制を形成しておくことが望ましい。

また，地中構造物自身の被害だけにとどまらず，地中構造物が被災していることが原因となり施設周辺の地下水や土砂を吸い込むことにより地表の沈下や陥没を引き起こしたり，液状化に伴う地中構造物の浮き上がりにより，地表面の隆起や地上の構造物に変状をきたす場合がある。

２．２　地中構造物の被害発生要因

２．２．１　地中構造物の被害発生原因

地中構造物に発生する被害は，その原因によって以下のように大別される。
(1) 地震動による地盤ひずみに起因する被害
(2) 地盤の液状化による被害
(3) 液状化に起因する地盤流動による被害

［解　説］

地盤の変状による地中構造物の地震被害は，その原因に応じて以下の３つに大別できる。
(1) 地震動による地盤ひずみに起因する被害
(2) 地盤の液状化による被害
(3) 液状化に起因する地盤流動による被害

つまり，地中構造物の被害には，地盤のひずみや地盤流動のように地盤の変位・変形が原因となって被害が発生する場合と，液状化のように地盤が地中構造物を支持できなくなることにより構造物に沈下，隆起等の変状が発生する場合がある。

２．２．２　地震動による地盤ひずみに起因する被害

地震により地盤が振動することにより地盤内部にはひずみが発生する。この地盤ひずみは地震動の強さと

ともに，地盤の不均一さや地形の影響を受けて増幅されて，地中構造物に被害をもたらす場合がある。

そのため，地震動が大きく増幅されやすい軟弱な地盤，土層構成や地形の変化部を縦断するような地中構造物や，深度方向に長い構造物や断面形状が変化する構造物等は被害の発生しやすい箇所となりやすい。

また，造成地等では地震による振動を受けることにより，盛土部分に不等沈下や滑りを生じ，地中構造物に被害が発生する場合がある。

[解 説]

地盤は地震により振動することにより，伸縮ひずみやせん断ひずみを生じる。これらのひずみの内，地中に水平方向に長く埋設されている構造物の場合には，水平面内の伸縮ひずみが特に被害発生の誘因として影響を与える。

この水平面内の地盤ひずみは地震動強さに応じて大きくなるため，地震動が増幅されやすい軟弱な地盤が厚く堆積している地域は被害発生の注意箇所である。図-III・解 2・1 は 1978 年宮城県沖地震における仙台市の公共下水道管路の被害分布であるが[1]，軟弱な地盤が 30～60 m と厚く堆積している沖積地盤内において被害が多く発生していることが分かる。

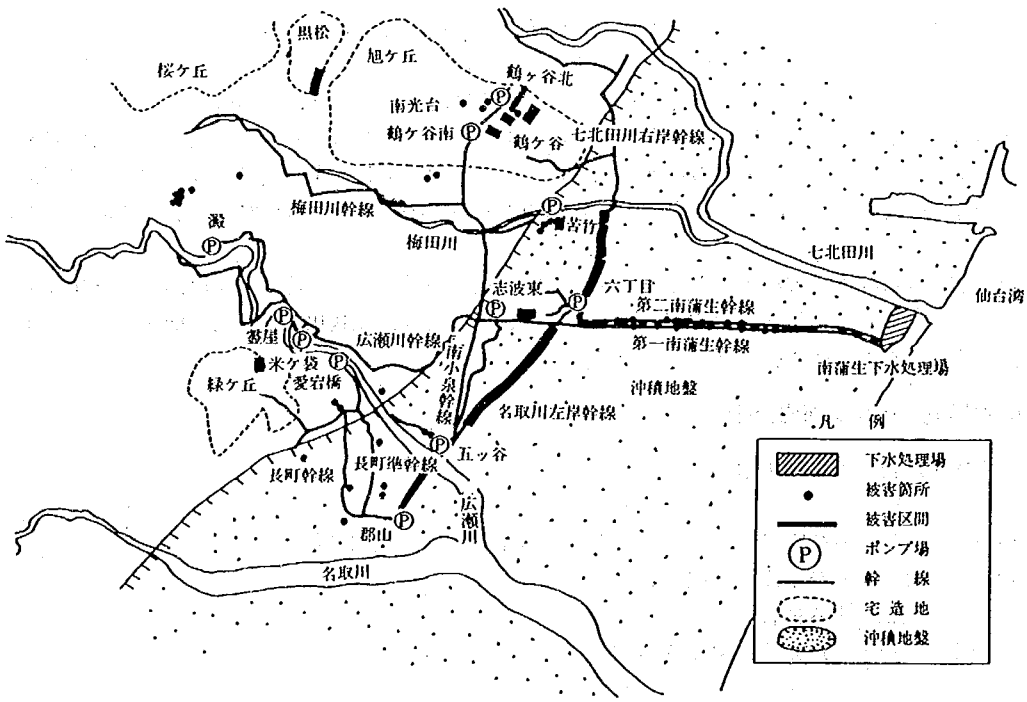


図-III・解 2・1 宮城県沖地震による仙台市公共下水道管路の被害

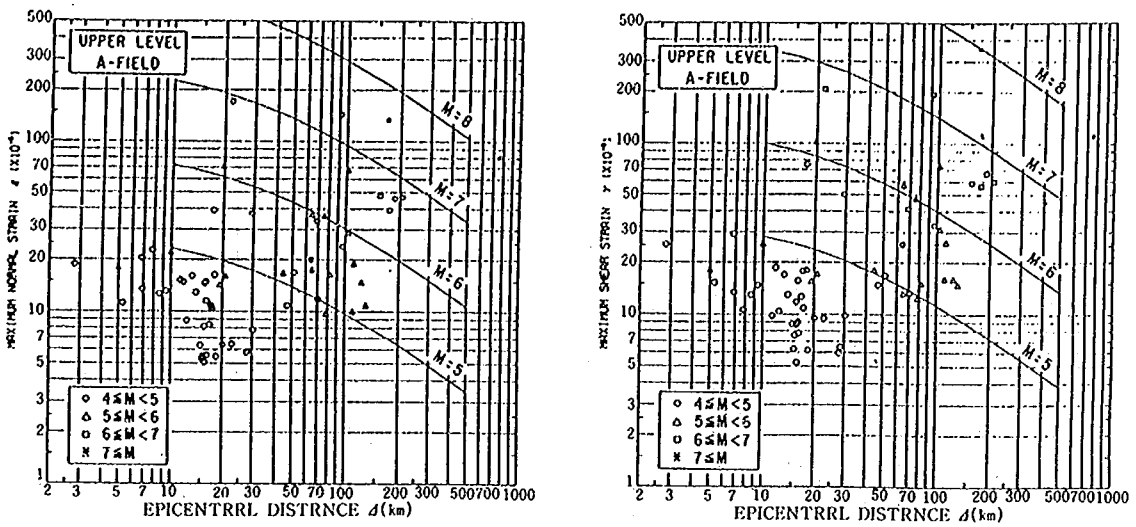
また，地震動の強さは地盤の不均一さ等の影響により増幅されるため，地震動の大きさとともに，地盤条件の変化部分を管理地域内全般にわたって把握しておくことが望ましい。

さらに，マンホールのように深度方向に長い構造物では，水平面内の地盤ひずみよりも鉛直面内の地盤ひずみが被害発生の誘因として影響が大きいと考えられる。また，マンホールと管路との接続部のように，構造形式が変化する部分は地盤の振動による挙動が異なるため，弱点となりやすい。そのため，地震動が深度方向に大きく増幅されやすい軟弱な地盤が厚く堆積しているような箇所は，被害発生に対する注意が必要な箇所である。

以下に，地中構造物の地震応答あるいは被害の推定に必要な地盤ひずみ及び地盤変位の算定方法の一例を示す。

(1) 地盤ひずみの距離減衰の推定法

図-III・解 2・2 は，土木研究所で観測された強震観測記録に基づき，地震時の地盤ひずみの距離減衰特性につい



(a) 伸縮ひずみ ε_{max}　　(b) せん断ひずみ γ_{max}

図-III・解 2・2　最大地盤ひずみの距離減衰特性

て整理した結果であり，図中の回帰式は式-III・解 2・1 により表される[2]。

$$\varepsilon_{max} = 1.237 * 10^{0.483M} * (\Delta + 30)^{-06741} * 10^{-6}$$

$$\gamma_{max} = 0.894 * 10^{0.548M} * (\Delta + 30)^{-0.774} * 10^{-6} \qquad \text{(式-III・解 2・1)}$$

ここに，ε_{max}：地盤の伸縮ひずみ，γ_{max}：地盤のせん断ひずみ，M：マグニチュード，Δ：震央距離（km）

なお，式-III・解 2・1 は，土木研究所構内の観測地点での地盤条件（道路橋示方書 V 耐震設計編による II 種地盤）に対して導かれたものであり，これと異なる地盤条件を考える場合は注意が必要である。また，用いた強震観測記録は比較的中小規模の地震動が多いことから，式-III・解 2・1 による推定値が工学的にやや小さめの値となっていることに留意することが必要である。

(2) 地盤変位の推定法

また，地中構造物のように地盤の変位応答が構造物の動的応答に関係の深い場合は，地盤の変位を考慮した設計法が取られているが，地震時の地盤の変位振幅はその振動挙動を正弦曲線で近似することにより，式-III・解 2・2 により算定されている[3]。

$$U_h(z) = \frac{2}{\pi^2} S_v \cdot T_s \cdot \cos\frac{\pi z}{2H} \qquad \text{(式-III・解 2・2)}$$

ここに，

$U_h(z)$：地表面からの深さ z（m）における水平方向の変位振幅（cm）

S_v　：速度応答スペクトル（cm/s）であり表層地盤の固有周期 T_s に応じて求める

T_s　：表層地盤の固有周期（s）

H　：表層地盤の厚さ（m）

である。

なお，式-III・解 2・2 により変位振幅を求める際には表層地盤の固有周期 T_s と，速度応答スペクトル S_v が必要となるが，T_s については式-III・解 1・2 により求められる地盤の特性値（T_G）から，式-III・解 2・3 により算定する。

$$T_s = 1.25 T_G \qquad \text{(式-III・解 2・3)}$$

ここで，速度応答スペクトル S_v の推定については，簡便法として以下のような方法がある。

(1) 地震を特定しないで地域区分毎に予め設定した地震動を考える方法

共同溝設計指針[3]では，速度応答スペクトル S_v が図-III・解 2・3 で規定されており，地域区分毎に表層地盤の標準速度応答スペクトルを算定することになっている。この場合の速度応答スペクトルは特定の地震に対応するも

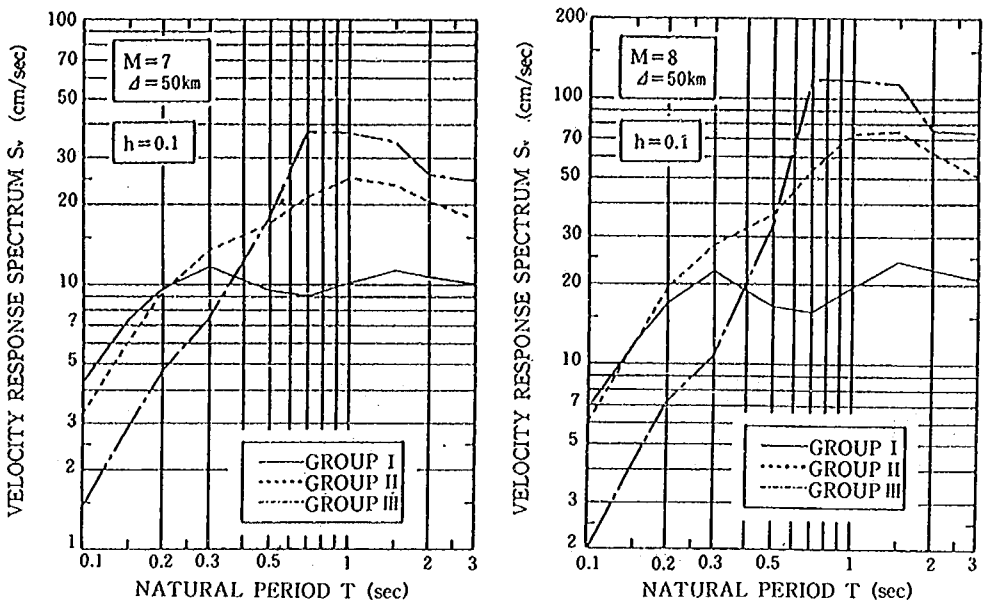


図-III・解 2・3　地域区分に応じた速度応答スペクトル S_v の例[3]

のではないため，地震を想定して地中構造物の地震危険度を推定するといった目的には使用できない。

(2)　特定の地震により発生すると予想される地震動を考える方法

これは，任意の規模（＝マグニチュード）で，任意の位置を震源とする特定の地震に対する地中構造物の地震危険度を推定するための速度応答スペクトルの距離減衰特性を推定するものである。以下に，本方法の一例を示す。

現在，地震時の地盤の挙動は強震観測により計測されているが，加速度を記録するのが一般的である。ここで，強震観測で得られた加速度記録を積分することにより速度スペクトルを計算できるが，本法はこれを重回帰分析することにより速度応答スペクトルの距離減衰式を導こうとするものである[4]。

解析対象とした強震記録は，地盤上で得られたSMAC型強震加速度記録の水平2成分197記録（394成分）であり，まず各々の強震記録について水平2成分の合成を考慮した水平面内の最大速度応答スペクトルを算定している。なお，速度応答スペクトルの算定のための固有周期（T）の範囲は0.1～3.0秒とし，減衰定数（h）は0.1としている。

距離減衰特性式として，（式-III・解2・4）式により地盤種別（GC），固有周期毎に距離減衰式を仮定し，重回帰分析により係数a（T，GC），b（T，GC）及びc（T，GC）を算出している。

$$S_v(T,h=0.1)=a(T,GC)\times 10^{b(T,GC)M}\times(\Delta+30)^{c(T,GC)} \qquad \text{(式-III・解 2・4)}$$

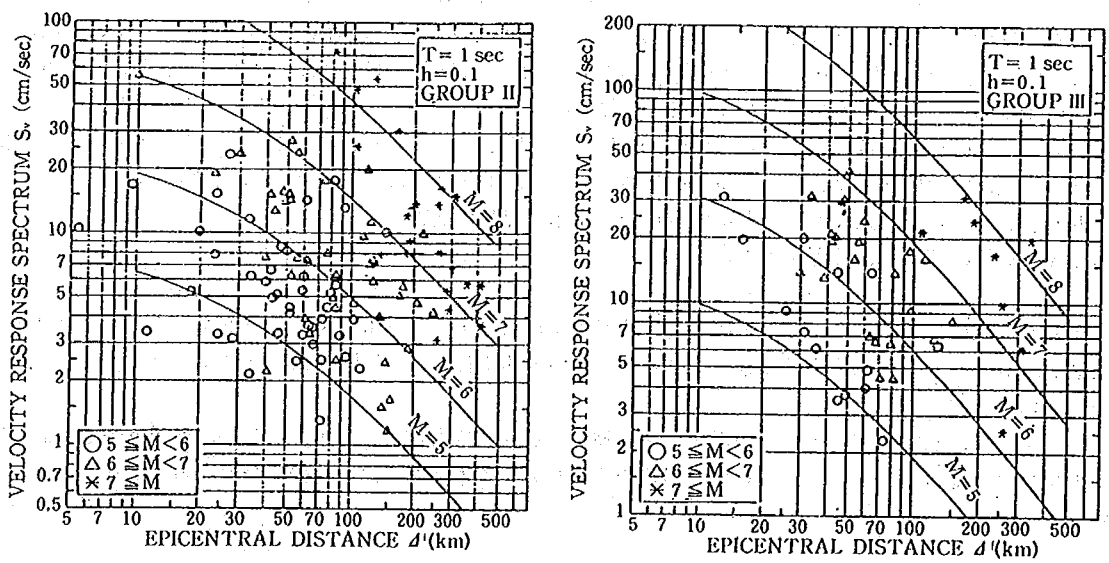
ここに，S_v：速度応答スペクトル値［cm/s］，M：地震のマグニチュード，Δ：震央距離［km］

重回帰分析により，地盤種別，固有周期毎の係数a（T，GC），b（T，GC）及びc（T，GC）を算出した結果は表-III・解2・1の通りである。また，図-III・解2・4に固有周期（T）が1.0秒の場合を例として，II種及びIII種の地盤に対する速度応答スペクトル値（S_v）の実測値及び（式-III・解2・4）式に基づいて推定したM＝5，6，7及び8に対するS_vの距離減衰の回帰曲線も併記してある。同図によれば，回帰曲線は実測値から算定した観測値の分布傾向を表わしており，回帰曲線，観測値のいずれにおいても，S_v値は震央距離（Δ）の増加，つまり震源から離れるに従って小さくなるのが分かる。また，地盤種別の差異を見ると，II種地盤のS_vの推定値に比較してIII種地盤のそれは大きい傾向が得られている。

図-III・解2・5は任意のマグニチュード（M），震央距離（Δ）に対する地盤種別毎の速度応答スペクトルの推定結果例であり，M＝7およびM＝8の地震に対して，震央距離が50 kmの場合について，速度応答スペクトルを対比したものである。これより，同一震央距離においてM＝8の地震に対するS_vはM＝7のそれのおおむね2～3

表-III・解 2・1　速度応答スペクトルの距離減衰式の係数 a，b，c の値

固有周期 T(s)	I 種 地 盤			II 種 地 盤			III 種 種 地 盤		
	係数 a	係数 b	係数 c	係数 a	係数 b	係数 c	係数 a	係数 b	係数 c
0.1	22.882	0.206	−1.142	11.368	0.270	−1.280	15.125	0.136	−1.038
0.15	51.428	0.206	−1.199	14.5810	0.290	−1.264	17.956	0.166	−1.025
0.2	50.038	0.246	−1.281	14.138	0.214	−1.249	30.782	0.188	−1.121
0.3	71.829	0.283	−1.456	13.409	0.317	−1.166	74.473	0.159	−1.109
0.5	18.222	0.240	−1.032	9.582	0.332	−1.091	58.627	0.267	−1.253
0.7	19.884	0.238	−1.055	6.455	0.399	−1.195	16.780	0.498	−1.649
1	31.304	0.284	−1.302	2.042	0.464	−1.134	5.133	0.497	−1.376
1.5	22.377	0.332	−1.377	1.291	0.499	−1.171	1.674	0.517	−1.212
2	23.052	0.326	−1.374	1.104	0.482	−1.105	1.601	0.463	−1.067
3	18.222	0.317	−1.301	1.592	0.459	−1.139	1.817	0.480	−1.172



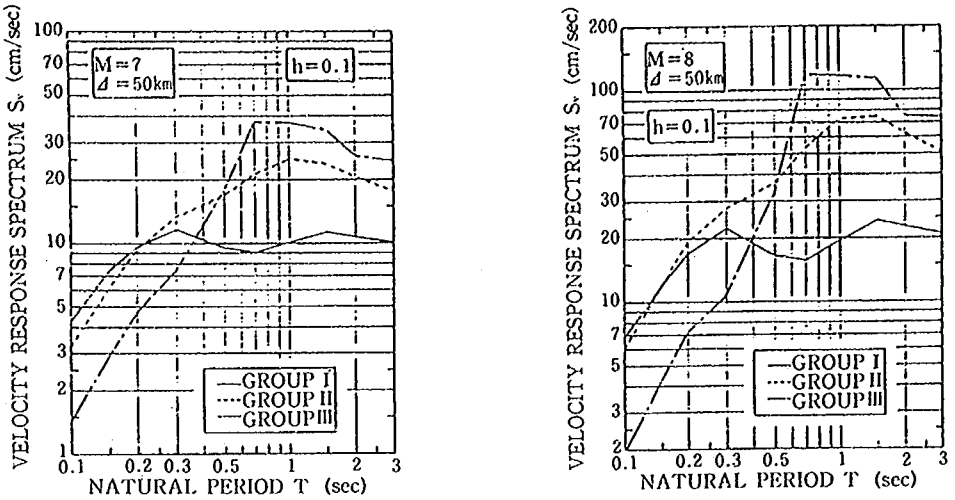
(a)　II種地盤　　(b)　III種地盤

図-III・解 2・4　速度応答スペクトルの距離減衰例

倍の応答値となっていることが分かる。

ここで，既往の地中地震記録の解析によれば，せん断波速度 300 m/s 程度以上，N値 50 程度以上の工学的な基盤上における強震記録のスペクトル特性はI種地盤上よりもII種地盤のそれに類似していることが指摘されている[5]。従って，任意のマグニチュードおよび震央距離を持つ地震に対する表層地盤（$h=0.1$ とみなす）の速度応答スペクトルの推定方法として，本文で強震記録から直接算出されたII種地盤での距離減衰式（式-III・解 2・5）（例えば，図-III・解 2・5 のII種地の推定値）を用いることできる。ただし，固有周期（T）は表層地盤のそれ（T_s）に読み換えることになる。

$$S_v(T_s) = a(T_s) \times 10^{b(TS)M} \times (\Delta + 30)^{c(TS)} \qquad \text{(式-III・解 2・5)}$$



(a) M＝7，Δ＝50 km　　(b) M＝8，Δ＝50 km

図-III・解 2・5　速度応答スペクトルの例

ここで，係数 a (T_s)，b (T_s) および c (TS) は，表-III・解 2・1 において GC がII種地盤である場合の係数 a (T, GC)，b (T, GC) および c (T, GC) を用いる。図-III・解 2・2 と図-III・解 2・5 (a)を比較すると，図-III・解 2・2 の地域区分Aでの速度応答スペクトルと図-III・解 2・5 (a)のII種地盤でのそれとはほぼ近似でき，式-III・解 2・5 による推定での $M＝7$ および震央距離 50 kmの想定地震による速度応答スペクトルが共同溝指針でのそれにほぼ対応している。なお，式-III・解 2・5 により速度応答スペクトルの距離減衰を推定する場合に，推定値に対する観測値の標準偏差分のばらつきを見込む場合は，推定結果に 1.78 を乗ずるとよい。

図－III・解２・１　宮城県沖地震による仙台市公共下水道管路の被害

２．２．３　地盤の液状化に起因する被害

地盤が液状化することにより地中構造物は地盤の支持力を失い，下水道管路や地下タンクのように見かけ比重が地盤よりも軽い構造物は浮き上がりを生じ，構造物本体あるいは構造物に接続する付帯施設との取り合い部に被害が生じる。

このように，液状化が発生するか否かにより被害の形態・程度が大きく異なるため，地震動強さが同程度と予想される地域であっても，液状化の起きやすさが異なる地域間では被害程度が異なることを考慮する必要がある。

[解　説]

地盤に液状化が発生すると地盤のせん断強度が小さくなるため，地中構造物の重量や浮力を支持しきれず，地中構造物に沈下や浮き上がりを生じることがある。このような地中構造物の沈下や浮き上がりといった現象は，液状化が発生した場合に特有な被害形態の一つであり，このように液状化が起きるか否かで被害の形態や，その被害程度が大きく異なってくることが既往の被害事例から指摘されている。

地中構造物の例として，下水道管路を対象として被害形態，程度と地震動強さの概略の関係を，既往の震害事例から整理したものが表-III・解 2・2～表-III・解 2・4 である[1]。下水道管路の被害は地震動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ため，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てくる。

地中構造物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-III・解 2・2～表-III・解 2・4 では，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ている。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異常のある管路等，きわめ

表-III・解 2・2　下水道管きょの被害形態，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	破壊
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-III・解 2・3　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	

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程度では被害が発生することは稀であるが，条件の悪い区間については被害の発生の可能性があることを考慮することが望ましい。

また，液状化が発生した場合には表-III・解 2・2～表-III・解 2・4 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。

表-III・解 2・4　その他の構造物の被害形態，程度と震度階の関係の目安

構造物	震度階 IV	震度階 V	震度階 VI	影響を与える地盤・構造条件
ます及び取付け管				軟弱地盤・宅造地・液状化しやすい地盤
伏越し部		一般部との接続部 一般部との接続部		軟弱地盤・宅造地・液状化しやすい地盤 深さ方向に地盤条件が変化する箇所
シール下部		一般部との接続部 一般部との接続部		〃
水管橋		橋台・橋脚の被害、伸縮継ぎ手のずれ		軟弱地盤・液状化しやすい地盤 橋の構造（上部・下部）
雨水調整池		亀裂　破損 接続管きょの被害 周辺土の沈下　浮上		軟弱地盤・液状化しやすい地盤

▒ 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

2．2．4　地盤流動に起因する被害

液状化に伴って地盤流動が発生した場合には，地盤の大きな変位によりライフライン等の線状の地中構造物には，圧縮・引っ張り力とともに，曲げやせん断力が作用し，座屈や破断にいたる被害が生じる場合がある。また，地盤の流動量が深度方向に異なることからマンホール等の深度方向に長い構造物には，ズレを生じさせる場合がある。

このような地盤流動による地盤の変形は，地震動の振動のみにより生じるひずみの値よりもはるかに大きく，地中構造物の被害発生の主要な原因となる場合がある。

［解　説］

液状化に伴って地盤が大きく変形する地盤流動が発生した場合には，**写真-III・解 2・1** に示すように，管路が座屈したり地表に突き上げられるような変状が地中構造物に発生する。**写真-III・解 2・1** の場合には，管軸方向に地盤が流動し突き上げられたと考えられるが，管軸直交方向に地盤流動が生じた場合には，**図-III・解 2・6** に示すように，数十cmから数mにも及ぶ水平変位が生じた事例もある。



写真-III・解 2・1　地盤流動による埋設管の突き上げ，座屈

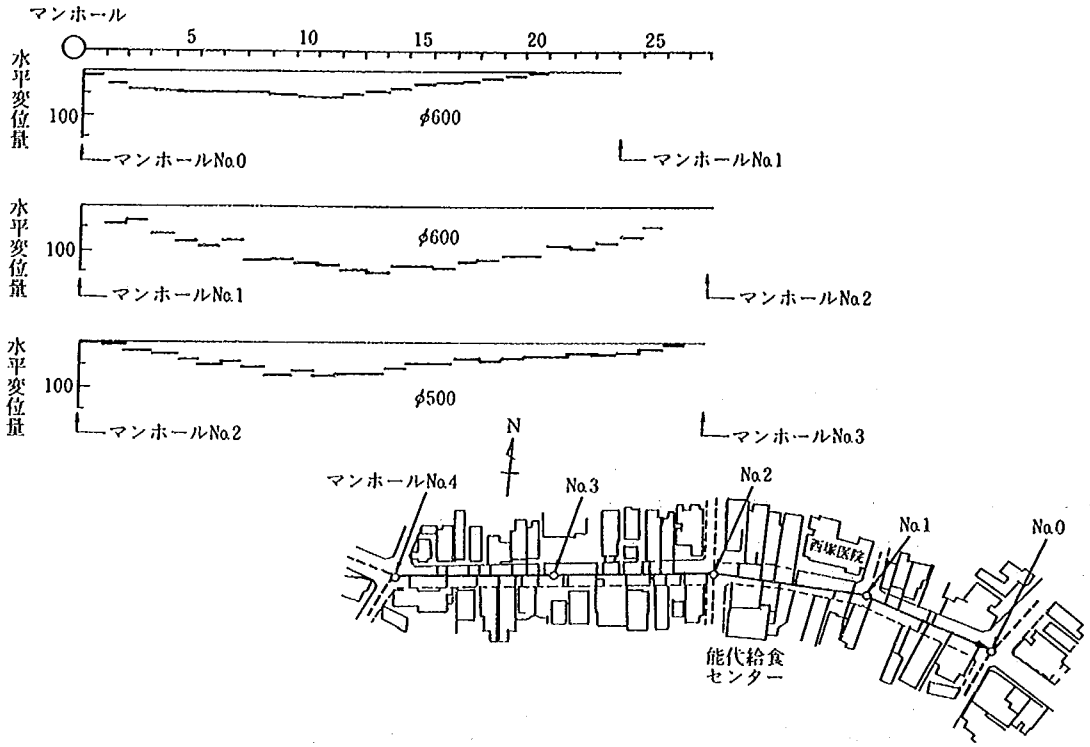


図-III・解 2・6　下水道管路の管軸直交方向の水平変位の分布例

2．3　地中構造物の被害予測方法

2．3．1　地中構造物の被害発生原因

地中構造物の被害は，地盤の変形に伴う構造物の変形あるいは地盤からの構造物への過大な外力の作用により生じると考えられる。

そのため，地中構造物の被害を予測するためには，地盤のひずみや変形量を予測し，その地盤の変形量と構造物の被害形態・程度を関係付けておくことが必要となる。

また，地中構造物の構造諸元により被害の形態・程度が異なるため，構造諸元が被害の形態・程度に与える影響も考慮することが望ましい。

[解　説]

地中構造物の被害事例を調査すると，地盤の変形に伴い構造物に変形が生じた事例や地盤からの構造物への過大な外力の作用により被害が生じた事例が多く見られ，地盤がひずんだり変形を生じることが被害発生の誘引となっていることがわかる。

そのため，地中構造物の被害を予測するためには，地震による地盤のひずみや変形量を予測する手法の開発と，その地盤の変形量と構造物の被害形態・程度の関係を明らかにしておく必要がある。また，地中構造物の材質や断面寸法，継手構造等の構造諸元により被害の形態・程度が異なることが既往の震害事例から指摘されており，構造諸元が被害の形態・程度に与える影響も考慮することが望ましい。

2．3．2　地中構造物の被害発生地点の地形的特徴

地中構造物の被害発生地点の地形的な特徴としては，

(1)　地震動が増幅されやすい軟弱地盤や地形の変化部

(2) 液状化が発生しやすい緩い飽和砂質土の堆積している地域
(3) 地盤に沈下等の変状が生じやすい新しい盛土や造成された地域
(4) 地盤流動や地滑りが生じやすい傾斜地

等があげられ，地中構造物に被害が発生しやすい箇所として，これらの地形の分布を震前から把握・整理しておくことが被害予測の際の参考となる。

[解 説]

地中構造物に被害が発生しやすい地形的特徴を既往の震害事例から整理すると，次の地形，地域に被害が生じやすいことが指摘できる。

(1) 地震動が増幅されやすい軟弱地盤や地形の変化部
(2) 液状化が発生しやすい緩い飽和砂質土の堆積している地域
(3) 地盤に沈下等の変状が生じやすい新しい盛土や造成された地域
(4) 地盤流動や地滑りが生じやすい傾斜地

既往の事例として，1988年千葉県東方沖地震の際に千葉県東部における道路及び上水道の被害発生地点を整理した結果が図-III・解2・7である。図中には被害の集中している地域として，直径2km（≒3㎢）内に6箇所以上の被害箇所を含む地域を示している。

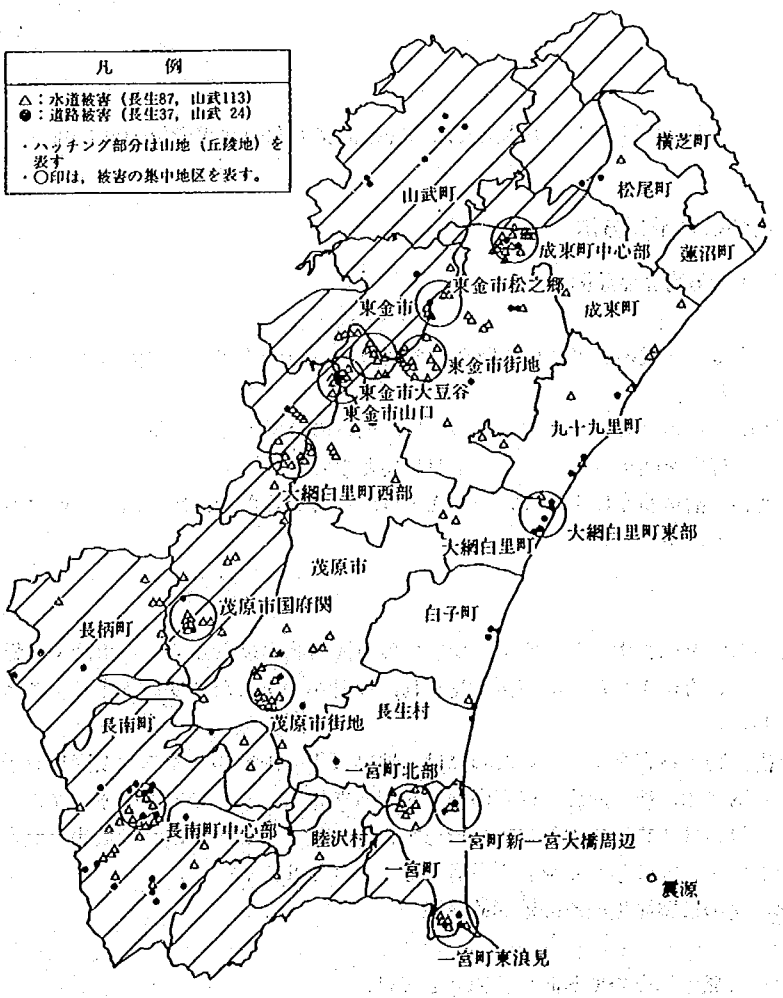


図-III・解2・7 千葉県東方沖地震の際の道路及び上水道の被害分布

この被害集中箇所の地形を整理すると次のようになっている。

Ⅰ．盛土もしくは盛土地…7箇所

Ⅱ．谷底平野もしくは，段丘の低位置と斜面との境界…7箇所

Ⅲ．自然堤防，砂州およびこれらと他の地形（海岸平野，埋土）との境界…4箇所

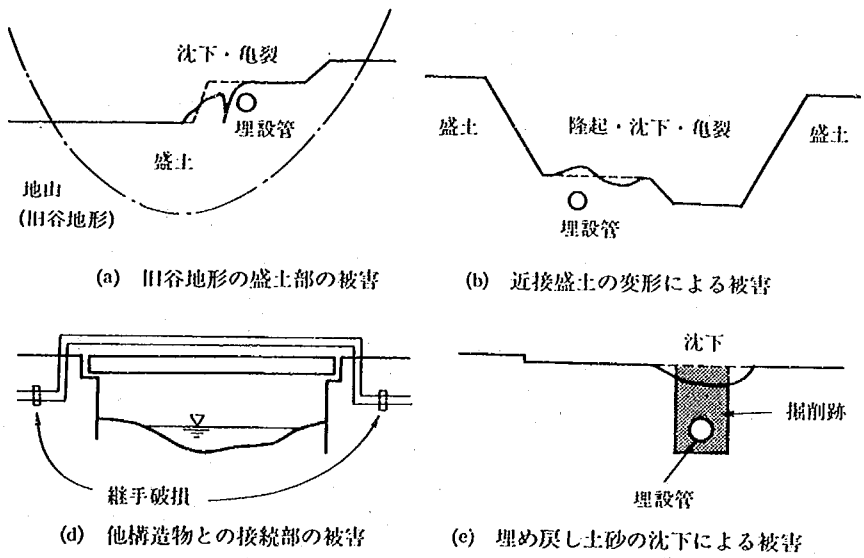
Ⅳ．平坦化地（≒切盛り造成地）…2箇所

Ⅴ．後背低地…1箇所

Ⅵ．海岸平野…1箇所

千葉県東方沖地震の場合には，液状化に起因する被害は少ないが，盛土地や地形の変化部において被害が多く発生していることがうかがえる。

また，代表的な埋設管被害と周辺の変状との関係を図-Ⅲ・解2・8に示すが，地盤の変状と被害の発生が密接に関係していることがわかる。



(a) 旧谷地形の盛土部の被害　(b) 近接盛土の変形による被害

(d) 他構造物との接続部の被害　(e) 埋め戻し土砂の沈下による被害

図-Ⅲ・解2・8　埋設管被害と周辺の変状との関係

2．3．3　地中構造物の被害に与える構造諸元の影響

地中構造物の被害の発生程度に関係する要因として，次の構造緒元を考えることが必要である。

(1) 材質

(2) 断面寸法

(3) 埋設深度

(4) 構造物，構造変化部からの距離，位置

(5) 敷設工法

そのため，被害形態・程度を推定する際に構造諸元に関する情報が必要となる。

[解　説]

既往の震害事例の調査から，地中構造物の被害の発生程度に地中構造物の構造諸元が影響を与えることが指摘されている。

以下に震害事例を示しながら，各構造諸元と地中構造物被害の関係について示す。

(1) 材質，断面寸法，埋設深度

千葉県東方沖地震の際の上水道の被害を対象に，管種，管径，被害形態のクロス集計を行った結果が表-III・解2・5である。これより，管種としては石綿管とビニール管に被害が多く，管径が100㎜未満の管の被害が多くなっており，また，被害形態に着目すると石綿管では管体の被害が多く，ビニール管では継手部の被害が多く発生していることがわかる。ただし，表-III・解2・5は被害件数で整理を行っており，各管種別の管路延長の違いが考慮されていない。管路延長の違いを考慮するために被害箇所数を管路延長で除して被害率（箇所/km）として整理したものが表-III・解2・6，表-III・解2・7である。管路延長そのものが6㎞程度と極端に短い鋼管の被害率を除けば，表-III・解2・5の結果と同様の傾向にあり，被害の発生程度は石綿管，ビニール管，ダクタイル鋳鉄管の順に大きく，石綿管では管体の被害率が大きくなっている。

同様に，日本海中部地震の際の秋田市の事例でも図-III・解2・9に示すように，管種は陶管，ヒューム管，塩ビ管の順に被害率が小さくなり，管径が大きく，埋設深度が深いほど被害率が小さくなることが指摘されている[1]。

表-III・解2・5 上水道の管種，管径，被害形態のクロス集計表（千葉県東方沖地震）

		管径				管径 (㎜)				被害形態			備考
		ACP	VP	SP	DIP	100未満	100～200未満	200～300未満	300～	継手破損	継手理離	折損	
管種	ACP	79 (39.5%)	—	—	—	44	25	9	1	14	6	59	
	VP		81 (40.5%)	—	—	71	10	0	0	43	10	28	
	SP			30 (15.0%)	—	23	6	0	1	14	6	10	
	DIP				10 (50%)	1	5	3	1	1	9	0	
管径	100未満					139 (69.5%)	—	—	—	52	16	71	
	100～200未満						46 (23.0%)	—	—	16	10	20	
	200～300未満							12 (60%)	—	2	4	6	折損最大径(ACP) 250 4箇所
	300～								3 (1.5%)	2	1	0	被害最大径(SP) 450 継手破損
被害形態	継手破損									72 (36.0%)	—	—	
	継手離脱										31 (15.5%)	—	
	折損											97 (48.5%)	

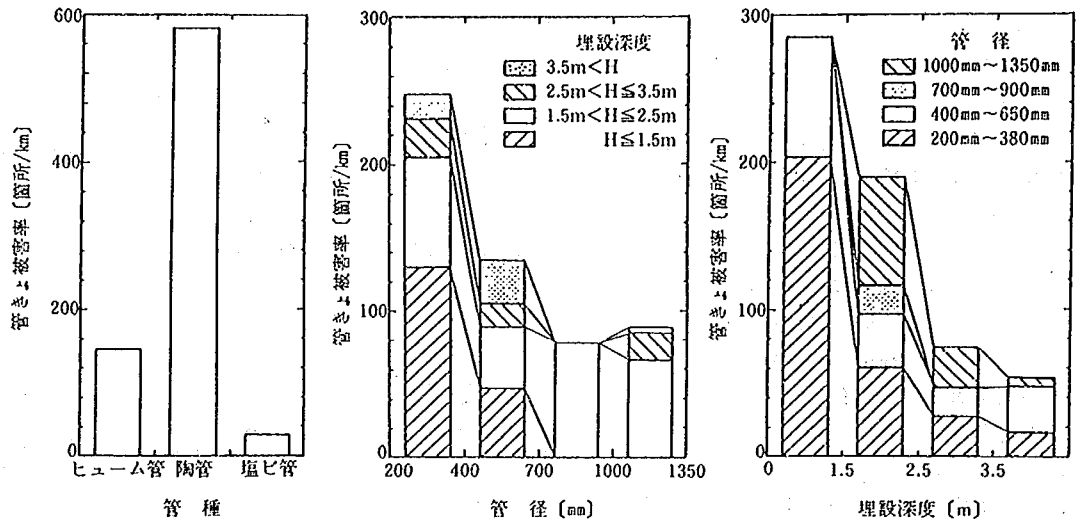
注) ACP：石綿管，VP：ビニール管，SP：鋼管，DIP：ダクタイル鋳鉄管

表-III・解2・6 管種及び被害形態別被害件数（長生郡上水道）

管種＼被害形態	継手破損	継手離脱	折損	管種別被害件数	管路延長〔km〕
石綿管	7	3	29	39	184. (14.6%)
ビニール管	15	1	20	36	862. (68.5%)
鋼管	1	1	8	10	5.75 (0.5%)
ダクタイル鋳鉄管	1	1	0	2	206. (16.4%)
計	24	6	57	87	1257.75(100.0%)

表-III・解2・7　管種及び被害形態別被害件数（長生郡上水道）（件数/km）

被害形態 / 管種	継手破損	継手離脱	折損	管種別被害率
石　綿　管	0.038	0.016	0.158	0.212
ビニール管	0.017	0.001	0.023	0.042
鋼　　管	0.174	0.174	1.39	1.74
ダクタイル鋳鉄管	0.005	0.005	0.0	0.010



注）ここで管きょ被害率とは，目地ずれ，ひらき，はなれ，目地被害，管体の亀裂，破損等全ての異常箇所数の合計を管理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-III・解2・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）

(2)　構造物，構造変化部からの距離，位置

管路部分とマンホールや建物との接続部の様に構造が変化する部分では被害が発生しやすい事が指摘されている。図-III・解2・10は，下水道管路についてマンホールからの距離と管きょの被害度数の関係を示している[1]。この図からもマンホールに近い程，言い換えれば構造変化部に近い程管きょの被害が多いことがわかる。

(3)　敷設工法

敷設工法の違いが直接地中構造物の被害の発生程度を左右することは少ないと考えられるが，開削により敷設できるような箇所は，一般に埋設深度が浅く地震動の影響を受けやすく，埋め戻し土の変状に起因する地中構造物の被害が発生する可能性が考えられ，シールド工法で敷設する必要があるような箇所では，埋設深度が深く地震動の影響を受けにくく，地盤そのものの安定度も高い場合が多い。

そのため，既設の古い地中構造物の被害の発生可能性を予測する際に，詳細な地盤に関する情報が得られない場合には敷設工法に関する情報が参考となる場合がある。

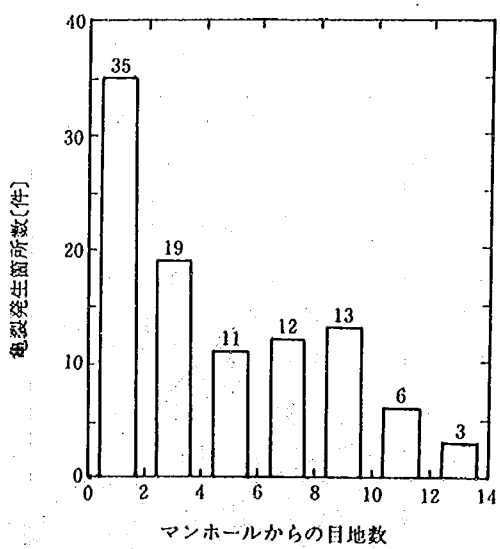


図-III・解2・10　マンホール周辺管きょの被害度数の分布図（1983年日本海中部地震，秋田市の例）

2．3．4　地中構造物の被害と地盤の液状化

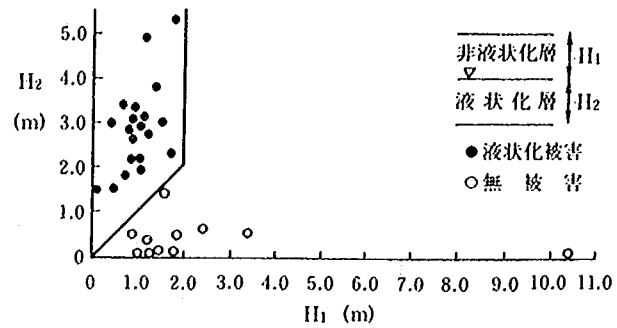
地盤の液状化が原因となり地中構造物に被害が生じる場合，その液状化層の厚さや深度，液状化の程度が地中構造物の被害程度と密接な関係にある。

［解　説］

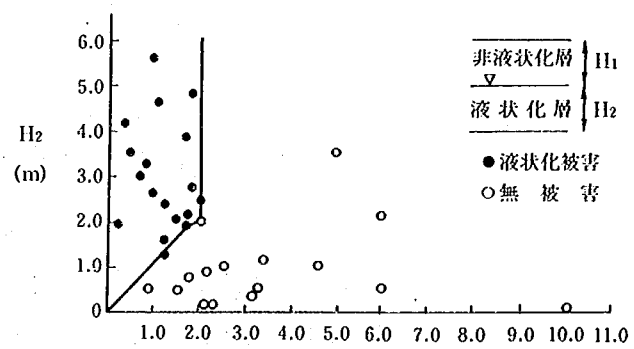
地盤に液状化が生じた場合には，液状化の程度とともに，地中構造物が液状化層の中や液状化層以浅に位置するのか，液状化層よりも深い位置に位置するのかといった位置関係が，地中構造物の被害の状況・程度に影響を与える。

図-Ⅲ・解 2・11 は，住家に被害が発生する液状化層と非液状化層の条件を，整理した結果 6）であり，地表付近の非液状化層厚が 2 m 程度以下と薄く，かつ，その非液状化層の厚さが液状化層の厚さよりも薄い場合に住家に被害が発生することが読み取れる。同図は，地中構造物の被害ではなく地盤上に構築された住家の被害であるが，地表付近に埋設されている上水道，下水道，ガス管等のサービス管の被害にも同様の傾向があると考えられる。

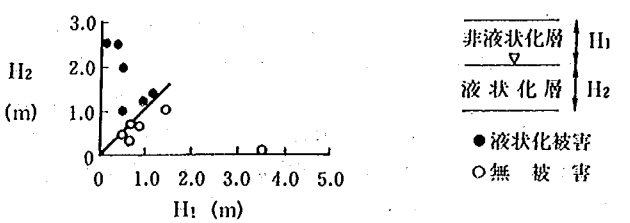
また，既往地震における液状化および非液状化地点の 87 地点に対して，深度 10 m 以浅での地下水位以下の砂質土層の層厚（H_s）と地下水位（H_w）あるいは地表面付近の非液状化層の層厚（H_o）との関係を調べた結果を図-Ⅲ・解 2・12



(a)　三の池，柳原，石田川原，五明光，追泊

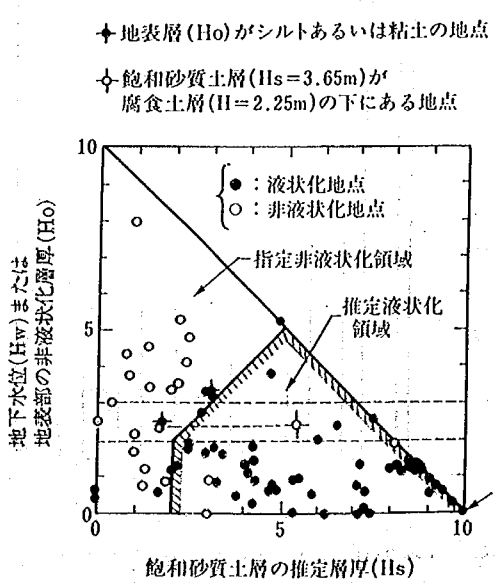


(b)　車力村牛潟，下牛潟，太田光，富范



(c)　男鹿市脇本地区

図-Ⅲ・解 2・11　地表面で液状化被害が生じるときの非液状化層と液状化層厚との関係（1983 年日本海中部地震，秋田県南秋田郡若美町の例）



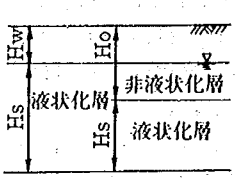


図-Ⅲ・解 2・12　液状化（噴砂）発生に関する飽和砂質度層厚（H_s）と地下水位（H_w）あるいは地表部の非液状化層厚（H_o）の関係

に示す。ここでのH_sは土質，N値等のデータに基づいて決めている。同図から，液状化地点（液状化が地表まで及んでいる地点）非液状化地点の分布領域は図のような傾向にあるが，大部分の液状化地点ではH_sが2～3 mより大きく，またH_wあるいはH_oは2～3 m程度より小さい傾向にある。換言すれば，H_sが2～3 mより小さいかH_wあるいはH_oが2～3 m程度以上であれば，地盤内での液状化が地表まで及ばないと判断できる。

2．3．5　地中構造物の被害と地盤ひずみ

強い地震による地盤の振動や地盤流動に起因する地盤のひずみにより地中構造物に被害が生じる場合，その被害程度は地盤ひずみの大きさと密接な関係にあると考えられる。

[解　説]

強い地震による地盤の振動や地盤流動に起因する地盤のひずみと，地中構造物の被害の関係については，図-III・解2・13に示すような検討がなされている[1]。ここでは，低圧ガス導管の被害率と地盤ひずみの関係として整理を行っているが，地盤ひずみの増加にともない低圧ガス導管の被害率が増加する傾向にあることが読み取れる。また，鋳鉄管と鋼管といった管種の違いによる影響も認められる。

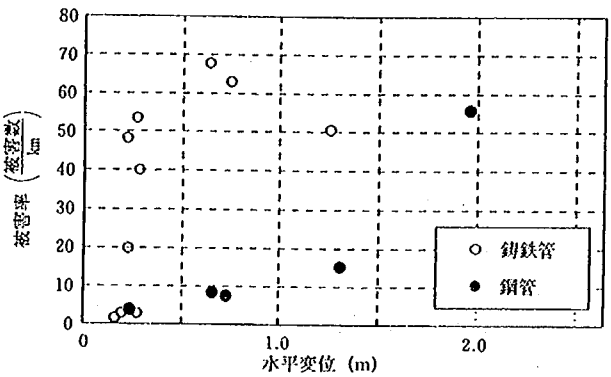


図-III・解2・13　低圧ガス導管の被害率と地盤ひずみの関係（1983年日本海中部地震，秋田県能代市の例）

2．3．6　地中構造物の被害予測方法

地中構造物の被害が地盤の液状化や地盤ひずみにより引き起こされることから，地中構造物の被害予測の方法としては，

(1)　地盤の液状化を考慮した予測

(2)　地盤流動を考慮した予測

(3)　地盤の振動による地盤ひずみを考慮した予測

等があげられる。

これらの被害予測は被害発生の誘因に対するものであり，さらに地中構造物の構造諸元等の被害発生の素因も考慮することが必要である。

なお，地中構造物の被害程度の予測のためには，地盤の変状程度，地盤変状と構造物の変状との関係，構造物の変状・機能特性等を明らかにしておくことが必要である。

[解　説]

地中構造物の被害は，地盤のひずみや地盤流動のように地盤の変形により被害が発生する場合と，液状化のように地中構造物を支持できなくなることにより構造物に沈下，隆起等の変状が発生する場合があげられる。そのため，地中構造物の被害の推定の際に考慮すべき事項は，地盤の支持力の照査と地盤のひずみにより構造物に作用する変位が許容できるかどうかの照査に大別される。つまり，地中構造物の被害の評価としては，液状化の有無，地盤ひずみ・変形の大きさ，地中構造物の種類，材質，寸法に基づいて行うことになる。

以下に，地盤の変状程度や地中構造物の被害程度を考慮したマクロ的な被害予測の方法例を示す。これらの方法では，被害程度を箇所的に詳細に予測するのではなく，広域的かつマクロ的に被害危険度のゾーニングをするようなことを想定しているので，被害レベルも大，中，小といった粗い区分となっている。なお，これらの被害程度の区分の判断基準値は各構造物毎に異なり，今後，被害データ，構造物特性を考慮した上で，設定法を調査，

検討してゆくことが必要である。

(1) 液状化による沈下・隆起に対する被災度の簡易評価例

段階－1

地中構造物の設置地域が，液状化の可能性がある地盤かどうかの評価を行う。

段階－2

地中構造物が液状化層内に位置しているか。

段階－3

表-III・解2・8のマクロ評価基準に従って，変状形態・程度の評価を行う。

(2) 構造物に作用する変位からの被災度の簡易評価例

段階－1

・地震の振動による地盤内ひずみの予測

・地盤流動により発生する地盤変位の予測

段階－2

表-III・解2・9のマクロ評価基準により，地盤の変形レベルに基づき構造物の変状形態・程度を評価する。

また，地中構造物の被害予測手法を検討するに当たって，既往の地中構造物の耐震計算がどのように行われているかを表-III・解2・10に示す。

1）共同溝[3]

応答変位法により検討。

地中の変位振幅の深度分布はcosカーブで表現される。

変位振幅は，地域，表層地盤の固有周期の影響を考慮。

構造物周辺の地盤ひずみの，構造物への伝達率を考慮。

共同溝の継手による断面力の低減を考慮。

地盤条件の変化部の影響を割増し係数により考慮。

2）石油パイプライン[8]

応答変位法により検討。

埋設深度による地中の変位振幅の変化は考慮していない。

変位振幅は，地域，土地利用区分，表層地盤の固有周期の影響を考慮。

構造物周辺の地盤ひずみの，構造物への伝達率を考慮。

地盤条件の変化部の影響は考慮されていない。

3）下水道管路[9]

直接地盤ひずみを推定する。

地盤ひずみは，地域，地盤，液状化，埋設深度の影響を考慮。

表-III・解2・8　液状化地盤内での隆起，沈下に対する地中構造物の変状のマクロ評価基準例

地中構造物	材質	変状形態・程度		
		隆起	変状小	沈下
		大 中 小		小 中 大
上水道	鋼管 鋳鉄管 鉛管 塩ビ管			
下水道	ヒューム管 塩ビ管 陶管			
ガス	鋼管 鋳鉄管			

表-III・解2・9　地盤ひずみによる地中構造物の被害判定の概念

地中構造物	材質	変状形態・程度 小 ← 地盤内ひずみ変形 → 大 A　B　C　D
上水道	鋼管	無被害……残留変形……破談
	鋳鉄管	無被害……残留変形……破談
	鉛管	無被害……残留変形……破談
	塩ビ管	無被害……残留変形……破談
下水道	ヒューム管	無被害……継手離脱，破損……管体破損
	塩ビ管	無被害……継手離脱，破損……管体破損
	陶管	無被害……継手離脱，破損……管体破損
ガス	鋼管	無被害……残留変形……破断
	鋳鉄管	無被害……残留変形……破断

(注) 表中のA，B，C，Dには，被害程度を判断するひずみ量が設定される。

表-III・解 2・10　地中構造物の耐震計算法の比較

比較項目		共同溝	石油パイプライン	下水道管路
計算方法		変位から(Su)	変位から(Su)	地盤ひずみ
考慮する影響	地域	○	○	○
〃	表層地盤の固有周期	○	○	—
〃	土地利用区分	—	○	—
〃	地盤	—	—	○
〃	液状化	—	—	○
〃	地盤条件の変化部	○	—	—
〃	埋設深度	○	—	○
〃	継手の存在	○	—	○
地盤ひずみの構造物への伝達率		○	○	—
方向（断面力）		軸(P, M)	軸(δ)	軸(δ)，変位
関連の地震動・地盤定数		L, K	L, K	L, τ

2．3．7　被害予測におけるインデックス施設

地震発生直後の短時間のうちに施設の被害概況を把握するためには，震前にインデックス施設を選定しておき，これらインデックス施設の被災状況の調査結果に基づき，管理施設全体の被災調査の必要の有無や施設全体の被害概況を推定することが効果的である。

ここでインデックス施設とは，地上や空中からの調査により被災状況の把握が可能な建造物や道路施設，地盤そのものを指し，それら施設の耐震性の程度が事前に把握されており，地震時のその施設の被災の有無からその設置地域内の地震動強さや，他の類似施設や地中構造物の被災可能性を推定する基準として用いることが可能な施設のことをいう。

［解　説］

地上や空中からの調査により被災状況の把握が可能な建造物や道路施設，地盤そのもののうち，耐震性の程度が予め把握されており，地震発生時の被災の有無からその設置地域内の地震動強さや，他の類似施設や地中構造物の被災可能性を推定する基準として用いることが可能な施設のことを，被害予測におけるインデックス施設と呼ぶ。

このインデックス施設を震前に選定しておくことにより，地震発生直後の限られた調査時間の中で，インデックス施設の被災の有無，並びに被災の程度を調査することにより，施設全体の調査の必要の有無や，施設全体の被害概況を把握することが可能となる。

つまり，過去の被災事例や耐震設計に基づき被災し始める地震動強さが把握できるような施設について震前に調査・選定しておき，地震発生時にはこれらインデックス施設の被災調査を優先的に実施し，「この施設が被災した場合には地震動強さは強い。また，この施設が被災していない場合には地震動強さは弱く，被災調査の必要性はない。」といったような判断基準を設けておくことにより，震後の調査・復旧体制の策定の円滑化が図れる。

参考文献

1）土木研究所：土木構造物の震災復旧技術マニュアル（案），土木研究所彙報第 45 号，昭和 61 年 12 月
2）常田，田村，相沢：土木研究所構内の高密度強震観測記録の解析，土木研究所資料第 2798 号，平成元年 8 月
3）㈳日本道路協会：共同溝設計指針，昭和 61 年 3 月
4）常田，田村，深田：速度応答スペクトルの距離減衰特性，第 47 回土木学会年次学術講演会，平成 4 年 9 月
5）荒川，川島，田村，相沢，高橋：東京湾岸における地中地震動特性の解析，土木研究所資料第 2119 号，昭和 59 年 3 月
6）栗原，堀田，浅田：1983 年日本海中部地震における秋田県南秋田郡若美町の液状化被害，第 24 回土質工学研

究発表会，1989
7）岩崎，常田，栓：地震時における砂質地盤の液状化判定法と耐震設計への適用に関する研究，土木研究所資料第1729号，昭和56年9月
8）㈳日本道路協会：石油パイプライン技術基準案—1974，昭和49年6月
9）㈳日本下水道協会：下水道施設地震対策指針と解説，昭和56年9月

第３章　道路施設等の被害予測

３．１　道路施設の被害と地震動の関係

道路施設の被害の発生には，盛土，切土，橋梁等の構造の違いとともに，地震動の強さが密接に関係しているため，自動計測の可能な地震動強さに関する情報を利用することにより，地震直後の十分な被害状況が把握されていない段階においても，調査体制の必要の有無，調査すべき地域の決定の参考となる。

そのため，地震動の強さと各種道路施設の被害の関係を整理しておくことが，地震直後の調査・復旧計画の策定に有効である。

また，地震発生前に長期間の降雨が続いた場合には，盛土等の土構造物においては被害の発生が増加する傾向があることに注意する必要がある。

［解　説］

道路施設の地震による被災の形態・程度は，盛土，切土，橋梁といった構造の違いとともに，土質・地形的な違いや震源までの距離の違いによる地震動強さの違いが大きく影響を与える。ここで，各施設毎に被害の程度と地震動強さの関係が対応付けられると，地震発生直後で施設の被害状況に関する情報が入手できない状況であっても，管理施設の立地地点や各地の地震動強さに関する情報が自動的に計測・集約できる体制を確立しておくことにより，地震直後の十分な被害状況が把握されていない段階においても，調査体制の必要の有無や重点的に調査すべき地域の決定が容易となる。

このように，自動的に計測される地震動強さや収集された地震動強さに関する情報から震後の対応を決定する際に，その被害状況の推定精度を高めるためには，地震動強さに関する情報を精度良くかつ高い密度で入手できる体制を整備しておくとともに，管理施設の耐震性の程度を正しく評価・分類しておくことが重要である。特に，重要拠点施設については，施設自身の地震による振動の強さを計測するような計測システムを設けたり，耐震性の程度を詳細に調査しておくことが望ましい。

また，斜面や盛土のような土構造物の場合には，地震発生前に長期間の降雨が続いた場合には，土の強度低下が生じている場合があり，地震以外の原因により被害の発生が増長される場合があることに注意が必要である。

３．２　地震動情報の活用

３．２．１　地震動情報の活用

現在，道路施設の震後点検は気象庁より発表される震度で，Ⅳ以上の地震が発生した場合に注意体制をとる対応としていることが多いが，これは震度が被害発生と相関があるとの前提に基づいている。しかし，気象庁から発表される震度階は地震動強さを大まかにランク分けしたものであり，その震度を観測する測候所の箇所も限られるために，管理地域内のどの地域，どの道路施設に被害発生の可能性が高く，どの地域，どの施設を重点的に点検すべきかを判断するには不十分である。

そこで，地震動強さの観測機器を管理地域内，管理施設に適切な密度で配置し，これらの機器から得られる地震動に関する情報をリアルタイムで管理中枢に伝送・集約することにより，地震発生時の初期対応の迅速化と点検箇所の優先順位付け等作業の効率化が図られる。さらに，道路施設の利用者への迅速かつ的確な情報提供が可能となり，二次災害の低減にもつながる。

［解　説］

気象庁から発表される震度階の値によって震後の対応体制を決定する現行の方法では，次のような問題が生じる。

(1)　震度の観測を行っている測候所等の数には限りがあり，管理地域全域の地震動の強さを地質や地形の影響

まで考慮した形で的確に把握するには観測地点の密度が低いため，一箇所の測候所等の震度階が広い範囲の地域の震後対応を決定することとなり，被害の発生の可能性の低い地域まで点検を行うこととなったり，重大な被害が発生している地域を見落としたり，調査が後まわしとなる恐れがある。

(2) 震度階は無感の震度0から激震の震度7までの8段階にしか分類されず，同じ震度階であっても施設に生じる被害の程度には幅があり，効果的な震後対応を決定するには精度が不十分である。

そこで，地震動強さの観測機器を管理地域内，管理施設に適切な密度で配置し，これらの機器から得られる地震動に関する情報をリアルタイムで管理中枢に伝送・集約することが，地震発生時の初期対応の迅速化と点検箇所の優先順位付け等の作業の効率化と，道路施設の利用者への迅速かつ的確な情報提供には必要不可欠である。

3．2．2 強震計の配置

地震動情報を効果的に復旧活動に活用するためには，地震動に関する情報が，
(1) 十分な精度で
(2) 管理地域内全域にわたり適切な密度で
(3) 地震発生と同時に
(4) 管理中枢に伝達・集約
できることが必要であり，これらの条件を有した地震動の観測，伝達，集約までを行う地震動情報の収集体制（ネットワーク）の整備が必要である。

そのためには，情報源となる地震動観測が適切に行えるような強震計の選定及び設置が必要である。

[解 説]

(1) 地震動の計測機器（強震計）に必要とされる基本的事項

1）換振器

地震動の計測対象には，変位，速度及び加速度等の物理量があるが，通常構造物の耐震性を考慮する場合は，構造物が慣性力に対して安定であるかどうかといった照査を行うことから，加速度を観測するのが一般的である。しかし，観測目的に応じてこれらを選ぶ必要がある。

地震動を動的運動あるいは電気信号に変換する装置を換振器というが，動的運動に変換するものには機械式振子があり，電気信号に変換するものには動コイル型，サーボ型及び圧電素子型等がある。前者は商用電源を必要とせず安定した性能を有しているが，記録の処理の上で多くの労力を必要とすることから，最近では記録の処理が容易な後者が主流となっている。

2）記録方式及び記録媒体

記録方式はアナログ式とディジタル式に大別できる。アナログ方式とは，地震動を記録紙上または磁気テープ上にアナログ波形として記録するものであり，ディジタル方式とは，地震動を半導体メモリー，磁気テープ，フロッピーディスク，ICカード等にディジタル数値として記録するものである。最近では，大きい地震動から小さい地震動まで精度よく計測することを目的として，ダイナミックレンジの広いディジタル方式の強震計が一般的になりつつある。

3）測定周波数範囲

たとえば，SMAC−B2型強震計の振子の固有周期は，7.14 Hz，減衰定数が1.0であるため短周期領域での感度が低下しており，記録の活用できる周波数領域は1/3～12 Hz程度である。しかしながら，近年建設が進んでいる長大橋梁の中には，固有周期が10秒程度と長周期の構造物が存在し，一方では構造物の部材の中には固有振動数が30 Hz程度に達するものがある。そのため計測器は，0.1～30 Hz程度の範囲の周波数帯域を有していることが望ましい。

4）測定加速度範囲

地震動の最大加速度は，既往地震において数百galとなる場合もあることから，測定加速度は1,000 gal程度は見込む必要があると考えられる。また，周期10秒の地震動を計測するためには，最小0.1 gal程度の加速度の計測能力を有している必要がある。

4）分解能

測定加速度範囲を考慮すると，観測には104（0.1 galから1,000 gal程度の範囲）のダイナミックレンジが必要となることから，16ビット以上のAD変換機能を有するものが望ましい。

6）サンプリング間隔

地震動に含まれる周波数の6倍以上の周波数でサンプリングするのが一般的である。そのため，30 Hzまでの地震動を確実にとるためには，30×6＝180≒200 Hzのサンプリング間隔が必要となる。

7）遅延回路

遅延回路とは，リアルタイムで観測している地震動をある時間遅らせて出力する回路のことをいう。通常の地震動の観測では記録開始のトリガーは，誤動作を少なくするために振幅の大きいS波を用いるため，S波に先行して揺れ始めるP波を記録することはできない。そのため，P波の発生から記録するためには，5秒程度以上の遅延回路を有する計測機器が望ましい。

8）時計機能

SMAC型強震計は加速度波形と同時にタイムコードを刻時するが，時計機能がないため強震計が起動した絶対時刻は記録されない。そのため，強震記録の該当地震の特定は観測期間内に発生した地震履歴から推定しており，必ずしも有効な観測方法とは言い難い。

従って，時計機能を内蔵し計測器が起動した絶対時刻の収録及び時刻の自動修正ができるものが望ましい。

9）測定成分数

3成分の換振器を内蔵し単体で観測できる（個別記録）ものが望ましい。

10）連動機能

大規模あるいは複雑な構造物では，構造物の各部において振動性状が異なる場合もあることから，多点での地震動観測が必要となる。したがって，複数の強震計を連動で同時に機能させることができるものが望ましい。

11）地震動強度の表示

記録紙上に地震動波形を記録するものは，観測者が一目で記録の有無，概略の振動性状を確認できるという利点があるが，磁気媒体上にアナログ量またはディジタル量で記録する場合には，現地で記録内容を確認することはできない。そのため，記録媒体中の地震動記録に関する情報，例えば起動時刻，最大加速度値等の呼び出し及び表示ができるものが望ましい。

12）無停電電源装置

商用電源を必要とする強震計は大地震により電気の供給が失われ，本震はとらえても余震まではとらえきれないといった事例もある。このような電源の瞬断あるいは停電時を補償するバックアップ電源を装備しているものが望ましい。

13）その他

・強震計の遠隔制御及び観測データの転送等の相互通信機能が付加できるものが望ましい。
・観測データの処理ソフトの組込みができるものが望ましい。
・堅牢であり，耐水性，耐久性に優れているものが望ましい。
・点検，保守が簡便であるものが望ましい。

(2) 強震計の配置位置についての留意事項

強震計の配置を検討する際に，地震動を正確に把握するために考慮すべき要因は以下の事項があげられる。

① 設置の間隔（地震動の補足，路線，道路の維持・管理）
② 現有のシステムとのつながり（事務所・出張所の無線，道路管理用テレメータ，　用地）
③ 重要構造物（長大橋梁等）及び重要度の高い箇所（山間部のルート）
④ 地盤条件（被害の発生しやすい地種地盤や軟弱地盤）
⑤ 管理境界

それぞれの項目について以下に示す。

1）設置の間隔について

マクロな地震動の分布を把握するためには，強震計をバランス良く配置する必要があり，強震計の配置計画

において，強震計の間隔は最も重要な事項であり，震後点検の策定資料，情報提供，維持・管理及び強震計のメンテナンスのしやすさを考慮すると，設置間隔は20㎞程度を標準とすることが望ましい[1]。

なお，この際には隣接する強震計の配置間隔だけではなく，各強震計が路線上において設置位置周辺の区間の地震動の代表と見なせるような平均的な設置環境であり，路線上においてもバランス良く配置するよう注意が必要である。

2）現有システムとのつながり

現在用いられている各種テレメータ監視装置やマイクロ無線等の活用を図ることが，情報の収集の迅速性，経済性の面から有効である。

また，強震計の設置に当たっては観測小屋の建設も必要となるが，既存のテレメータシステムの観測局や事務所構内への強震計の併設を検討することにより，観測小屋や用地の問題が解決される場合がある。

3）重要構造物及び重要度の高い箇所

橋梁などは道路のネットワークにおいて重要な役割を果たしており，この様な構造物に被害が生じた場合には，緊急輸送計画全体に及ぼす影響が大きく，優先的に点検を実施する必要がある。

また，山間部においては地震に伴い斜面の崩壊や落石等の被害が発生し，道路が通行不能となる場合があり，山間部では迂回路が無い場合も多く，孤立地域を作らないためにも優先的な点検の実施が必要である。

このような重要度の高い構造物や箇所に強震計を設置し，地震動強さを迅速に収集できる体制を組んでおくことが必要である。

4）地盤条件

被害の発生しやすい地盤条件として田種地盤や沖積平野などの軟弱地盤が考えられる。これらの地域においては地震による液状化の発生が考えられ，

i）地盤の沈下による路面の亀裂，段差

ii）地盤流動による道路のすべり

iii）地中構造物（地下埋設物）の浮き上がりによる道路の損傷

等のさまざまな被害の発生が考えられる。このような被害の発生しやすい地域の地震動強さを把握できるような強震計の設置位置の選定が必要である。そのため，強震計の設置位置の選定にあたっては，周辺を含めて地盤調査を実施し，土質・地形的な特徴を把握しておくことが望ましい。

5）管理境界について

震後点検においてはその点検区間を設定しておく必要があるが，管理境界付近に強震計が設置されていない場合には，同一路線でありながら管理境界の両サイドで，一方では点検が必要と判断され，もう一方では点検が不要と判断されるような場合に，点検の区間をどの様に設定するかという問題が生じる。そのため，管理境界付近に強震計を設置することにより，点検の必要な地域の取りこぼしを防止することが可能となる。

(3) 強震計設置上の留意点

強震計の設置上の留意点として以下の事項が挙げられる。

1）地震動以外の有害な地盤振動（交通振動，工事に伴う振動等）を拾わないこと，あるいは地震動とこれらの振動を区別できること。

2）設置位置は周辺の地震動強さの代表値となりうるような地形・地盤条件であること。

3）テレメータ等による電波等が確実に本部に伝達されること。

4）地震時においても確実に動作できるよう，非常電源等が確保されていること。

5）耐久性や機器の信頼性が高く，いつ起こるかわからない地震に対して確実に計測が継続できること。

6）機器の維持管理が容易であること。

3.2.3 強震観測のネットワーク化

強震観測のネットワークを構築することにより，リアルタイムで地震情報の収集を行い，震後の対応の決定を行っているシステムは既にいくつか運用されているが，管理すべき施設の特性や管理延長，管理面積の大小に応じて種々のシステム，種々の運用体制がとられており，施設の特性や震後対応の際に要求する情報

の量と質に合わせた強震観測ネットワークの構築が必要となる。

[解　説]

「3．2．2　地震動情報の活用」に述べたように，地震動情報を効果的に復旧活動に活用するためには，地震動に関する情報が，①十分な精度で，②管理地域内全域にわたり適切な密度で，③地震発生と同時に，④管理中枢に伝達・集約できることが必要であり，これらの条件を有した地震動の観測，伝達，集約までを行う地震動情報の収集のためのネットワークの整備が必要である。

既往の強震観測ネットワークもいくつか存在し運用されているが，これら強震観測ネットワークは，

① 管理すべき施設の特性

・被災特性：地震による影響の受け方が施設により異なるため，施設毎に被害が生じ始める地震動に違いがあり，また，被害箇所を復旧するに当たっても復旧の難易度が，施設の特性や被災形態により異なってくる。

・利用形態：道路やライフライン施設の多くはネットワークとして，線あるいは面としての利用であり，個々の構造物のような点としての運用形態とは異なり，点として発生する被害が施設全体の機能に与える影響が問題となる。

② 管理延長，管理面積

・管理すべき施設の量，地域の広さにより，たとえ同じ施設であっても管理体制，使用可能な機器構成に違いがある。③震後対応の際に要求する情報の量と質

・地震後の調査の必要の有無の決定，2次災害の防止等を目的とする施設の利用制限の決定，施設地震の被災可能性を予測するための情報の量と質は当然異なり，情報を利用する各段階において必要とされる情報の内容が異なってくる。に応じて種々のシステム種々の運用体制がとられており，これらの条件に最適な強震観測ネットワークの構築が必要となる。

(1) 既往の強震観測と地震情報の利用を目的としたシステム

東京ガス㈱では，南関東地域の供給エリアに現在約40箇所の地震計（加速度計）を配置し，同社の無線によりリアルタイムで本社供給センターに地震動分布が表示されるシステムを運用中であり，緊急体制，供給遮断，停止等の判断の基礎データとしている。同社ではこのシステムの有効性に鑑み，将来的には供給エリア全体に300箇所程度の地震計（SIセンサー）を設置し，システムの強化を計画している。

日本道路公団では，早くから管理事務所内に落球式の地震計を設置し，この地震計の加速度値から，点検（25 gal），速度規制（50 gal），通行止め（80 gal）等の体制，規制措置をとってきている。しかし，地震計が旧式化したこと，維持管理費用がかさむこと等から，地震計を電気・電子式のタイプに更新することを計画中である。

また，JR各社（新幹線，在来線）においても同様のシステムが運用されており，新幹線では沿線に沿って約20㎞間隔で地震計が設置されており，観測値はオンラインで地区指令及び総合指令に伝達され，速度規制，停止等の措置がとられている。

(2) 道路施設における強震観測ネットワークシステム

道路施設を一例として強震観測ネットワークシステムの概要を示す。

1）現行における問題点と新システムの必要性

地震後の道路管理体制は気象庁の発表する震度階に基づいている場合が多いが，震度階自体が工学的にあいまいな量であり，震度階の公表地点がごく限られるなどの理由から，以下のような課題が指摘されている。

ⅰ）必ずしも被害の実態に即した点検出動が行われているとはいえない（特に震度階のあいまいさによる）。

ⅱ）事務所管内の1箇所での震度から全管内一様の点検を行う必要があるため，点検の優先順位や，本当に点検の必要な地域を特定できないなど，地震後の点検等の体制に合理性に欠ける面がある。

ⅲ）二次災害の危険性が高い場合には，交通規制あるいは的確な利用者への情報提供等の即座の対応が求められるが，現行の組織体応では二次災害の危険性を確認するまでに多くの時間がかかりすぎている。

上記の問題を解決するために，独自に管理道路に沿って適切な密度で地震計等のセンサーを配置し，観測結果をテレメータで事務所等の管理中枢にリアルタイムで伝達し，地震動の分布に応じた合理的な点検体制がと

りうるような強震観測ネットワークの構築が望ましい。

2）システムに要求される機能

システムの検討に当たって考慮が必要な事項として以下のものが考えられるが，システムの概略のイメージを図-III・解 3・1 に示す。

・地震発生を検知し，その強度等を明確な物理量として観測・記録できること。
・道路管理という目的から，管理道路沿いに適切な間隔，密度で地震計等を配置すること。
・基本的にオンライン・リアルタイムシステムであること。
・関係する全ての事務所，局，出張所等で情報を共有しうること（どこからでも即時にアクセスが可能なこと）。
・観測結果等は現場の職員の判断の基準となるようわかりやすい形で表示すること。
・これらの情報を必要に応じて道路利用者へ提供できること。
・システムは一定の安定性・信頼性を持ち，従来のテレメータ以上の維持管理負担がかからないものであること。

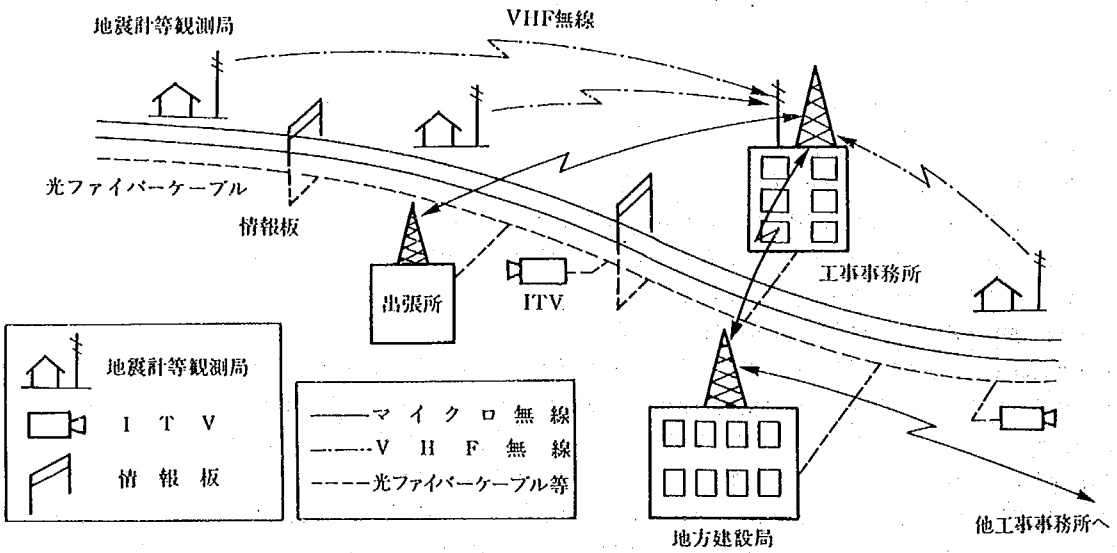


図-III・解 3・1　地震計・遠隔監視装置システムのイメージ

3）道路情報システムとの関連

現状の道路情報システム及び将来動向を考慮したシステムとするのがよい。

・観測結果等の情報は工事事務所に集約する。
・既存のテレメータ観測局の利用を出来るだけ図る。
・当面は VHF，無線，マイクロ無線を用い，将来的には光ファイバーケーブルを活用したバックアップ及びシステムの高度化を図る。

4）情報収集システムの構成，基本仕様

・地震計。
・地震計を設置する場合の設置地点の制約条件（設置位置の選定基準）。
・地震計設置用の基礎の形式，センサーの固定方法，観測局舎等の地震計の設置方法。
・地震計の配置間隔。

5）情報伝達・処理システム

情報伝達・処理システムの一例を図-III・解 3・2 に示す。

・事務所，建設局，出張所等を結ぶマイクロ回線を用いたマクロな情報伝達については，当面は現状の道路

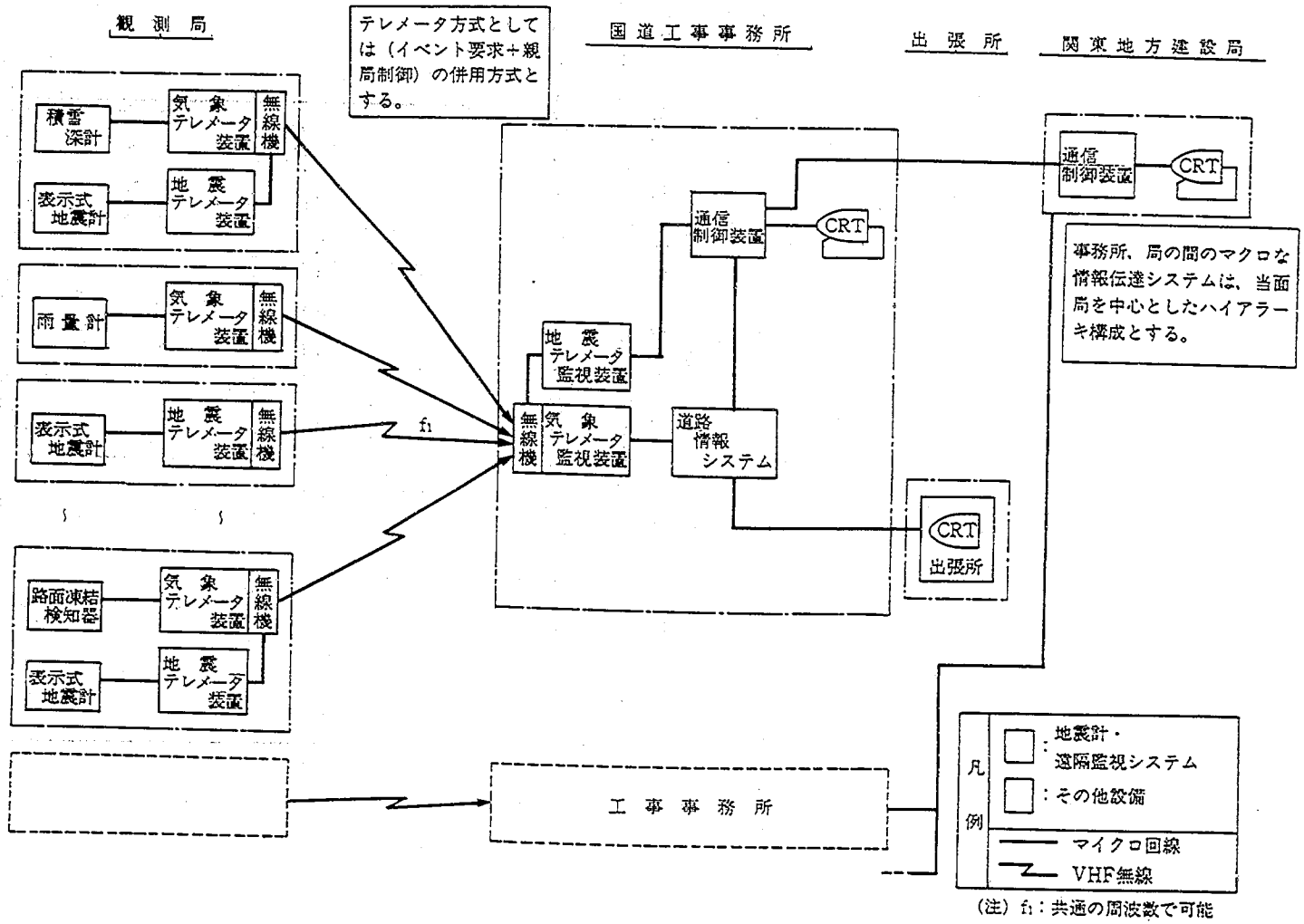


図-Ⅲ・解3・2　情報伝達・処理システムのイメージ

情報システムとの継続性に配慮し，局に情報を集中する形のネットワークとするが，将来的にはより信頼性，柔軟性に富むメッシュ状（事務所間を相互に結ぶ）のネットワークとする。

・テレメータ方式としては，地震の発生に際して子局から親局を呼び出すイベント要求方式と親局制御方式を組み合わせた併用方式とする。

・システムの構成としては，既存のテレメータとの整合性，経済性から，既存のテレメータ設置箇所を出来るだけ活用し，無線機の共有を図る。

・事務所，局等においては，各々のコンピュータないしはエンジニアリング・ワークステーション等に，上記システムを稼働するために必要なソフトウェアー及びシステムの運用方法に基づく地震発生判定システム，点検出動等の判定システムのプログラムを整備する。

3．3　地震動による施設被害の予測

盛土，切土，橋梁等の構造別に，被害が発生し始める最小の地震動強さや，被害の程度と地震動強さの関係を震前に明らかにしておくことにより，観測あるいは予測の地震動強さに基づいて，地震直後の段階から道路施設の被害の予測が可能となり，効率的な調査・警戒体制の策定が可能となる。

［解　説］

現在のところ，観測あるいは予測による地震動の特性と道路施設等の被害の程度を予測する方法は確立していないのが実状であり，今後の調査研究に負うところが大きいが，現時点での調査・研究の事例を以下に示す。

地震動の強さと道路施設の被害発生の関係を整理した一例が図-III・解 3・3 である。この図では，道路の被害として橋梁，盛土，切土，斜面，路面等の全ての被害を対象として，施設に被害が生じた最小の加速度値について整理が行われている。なお，1964 年新潟地震，1978 年伊豆大島近海地震等の被害発生区域においては強震観測結果が得られていない地震もあるが，周辺の観測結果，気象庁の震度階，地震動の距離減衰特性等を考慮して総合的に判断している。その他の地震についても，強震記録が得られているといっても密度は十分ではなく，誤差を含んでいることに注意が必要である。

これより，おおむね最大加速度が 80～100 gal を越えると何らかの被害が発生し始め，150 gal 程度を越えると明らかな被害が発生していると考えられる。

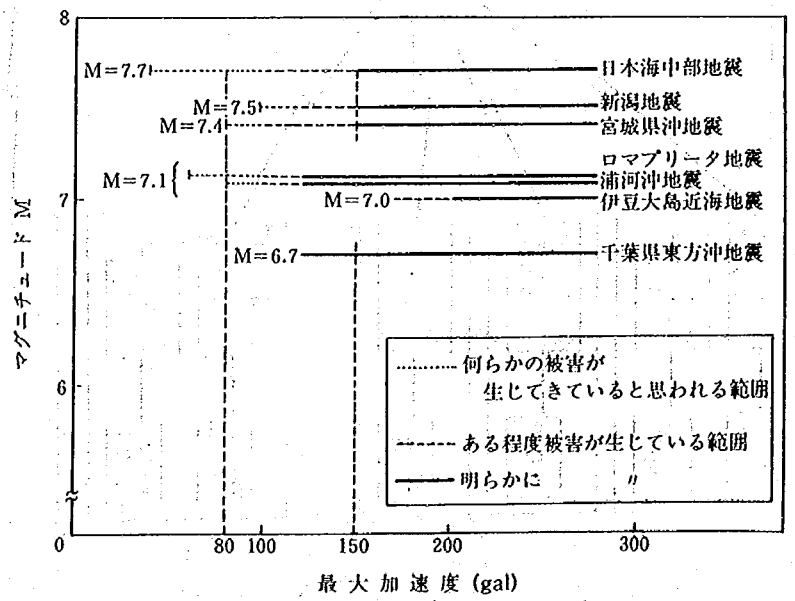


図-III・解 3・3　道路被害と観測された最大加速度の関係

また，近年の研究成果に基づき，SI 値（スペクトル・インテンシティ）[2]が最大加速度よりも被害程度との相関が高いことが指摘されている[3]。この SI 値とは，地震動を 1 自由度系の振動モデルに作用させたときの周期 0.1 秒から 2.5 秒の範囲における速度応答スペクトルの平均値により定義され，式-III・解 3・1 により計算される。

$$SI = \frac{1}{2.4}\int_{0.1}^{2.5} S_v \cdot dT \quad (h = 0.2)$$

（式-III・解 3・1）

SI 値と地震被害の関係を整理した結果の例を図-III・解 3・4 に示す[3]。この図より，地震被害の発生の有無に関して，加速度と被害の間には明確な関係が認められないものの，SI 値が 25 cm/s を越えると被害が発生することが読み取れる。

また，図-III・解 3・5 は，1989 年 10 月に米国カリフォルニア州で発生したロマプリータ地震（M=7.1）の際に甚大な被害が発生したサイプレス高架橋の地盤を対象として行った地震応答解析の結果である。対象とした地盤は洪積地盤と軟弱て地盤の境界部分であるが，軟弱て地盤部で被害が発生している。解析結果によれば，地盤表面の加速度，スペクトル強度のいずれも洪積地盤部よりも軟弱て地盤部で増幅されているが，スペクトル強度の方が地盤条件の差異をよく捉えているようである。

このように，SI 値は最大加速度に比べれば被害との対応がよいことが一般的に認識されているが，SI 値に基づいて被害の発生を推定しうるほどの十分なデータが蓄積されるには至っておらず，観測・研究の継続が必要な分野である。

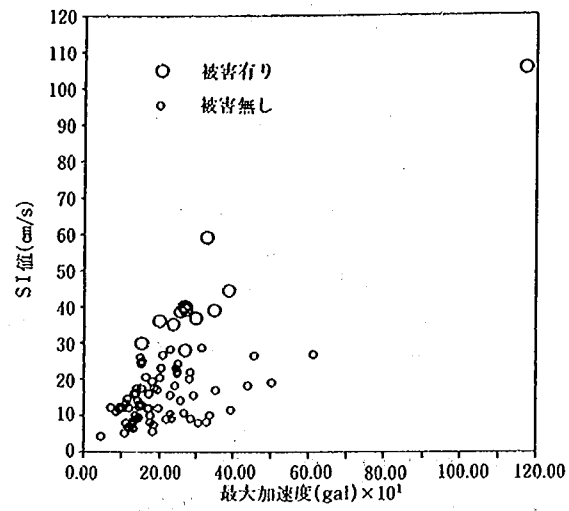


図-III・解 3・4　SI 値と地震被害の関係

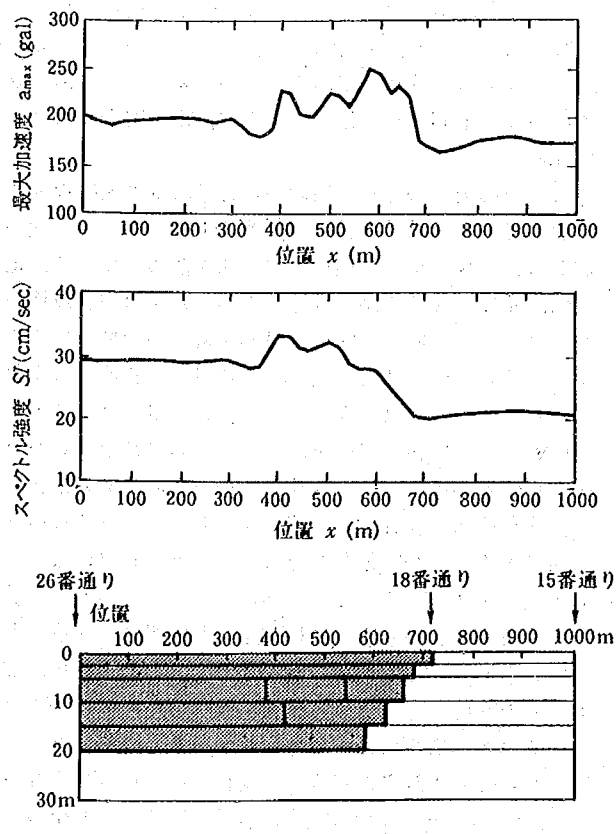


図-III・解 3・5　ロマプリータ地震で被災したサイプレス通りにおいて，応答解析により算出した地表面加速度，スペクトル強度（SI 値）の分布と地震被害の関係

参考文献

1）佐々木，常田，栗原：地震動観測のネットワークシステム，第 18 回日本道路会議，平成元年 10 月

2）Housner, G.W.：Behavior of Structures during Earthquakes, Journal of the Engineering Mechanics Division, ASCE, Vol.85, No.4, October, 1959

3）Katayama, T. et al.：Ground Shaking Severity Detector by Use of Spectrum Intensity (SI), Proc. of 7th Japan Earthquake Engineering Symposium, December, 1986

4）田村：ロマ・プリェータ地震によるサイプレス通りの地震動特性，土木技術資料/第 33 巻，第 7 号，平成 3 年 7 月

第4章　地表変状情報処理システム

4．1　地表変状情報処理システムの必要性

各種の構造物，特にその損傷の徴候を発見し，損傷程度を判断するに必要な情報の収集を迅速，的確に把握することが難しい地中構造物に対しては，地表に現れた地盤の変化，地表に存在する構造物の損傷などの間接情報（地表変状）から，構造物の被害を推定し，周辺の道路や河川施設に与える影響を推定できる「地表変状情報処理システム」を整備することが，「同時」，「多発」，「大量」に発生する被害に対して，「迅速」，「円滑」な復旧計画の策定の支援となる。

［解　説］

地震が発生した場合の，道路施設やライフライン等の発災から施設復旧の着手までの期間の作業の特徴としては，各所で被害が発生しその情報の収集把握，伝達ならびに復旧計画策定のための情報加工を，平常時の管理・パトロールに比べてきわめて困難な厳しい状況下で作業を実施しなければならないことがあげられる。この厳しい状況下とは，被害が「同時」，「多発」，「大量」に発生し，その処理を「迅速」，「円滑」に要求されることにある。特に大都市に規模の大きな地震による被害が発生した場合はこの傾向は著しい。これに対処するためには，困難な状況下でも，①情報の収集，②情報の整理，③情報の加工，④情報の提供を円滑に行える（エキスパート的）システムを確立しておくことが必要とされ，情報収集が比較的迅速に行える地表変状や地震情報に基づき，各地の被害予測やその後の被害調査情報の円滑な管理・利用が行える地表変状情報処理システムの開発が必要とされる。

ここで震後に得られる情報の質と量の時系列的な変化を考えてみると，一般に図-III・解4・1に示すような傾向がある。震後の早い時期には定量的な情報は少なく，定性的，間接的な情報が大部分を占め，震後の施設点検が進むにつれて時間とともに定量的な情報が増加してくる。また震後の早い時期ほど，得られる情報は共通する事象に対して相互に脈絡のない形で重複して得られることが多い。一方，震後の対応を決定するために必要な判断材料も時間の経過につれて変化し，得られた個別の情報，定性的な情報を総合化し，何らかの方法で定量的な情報に加工することが震後対応を決定する上で必要になってくる。そのため，「情報の収集」とともに「情報の整理」，「情報の加工」ならびに加工した情報の「提供」が復旧計画の策定に重要な役割を果たす。この「整理，加工」の内容は，収集される情報，判断のために求められている情報の質や量に応じて変化すべきものであり，当然ながら時間の経過に対応して変化しなければならない。

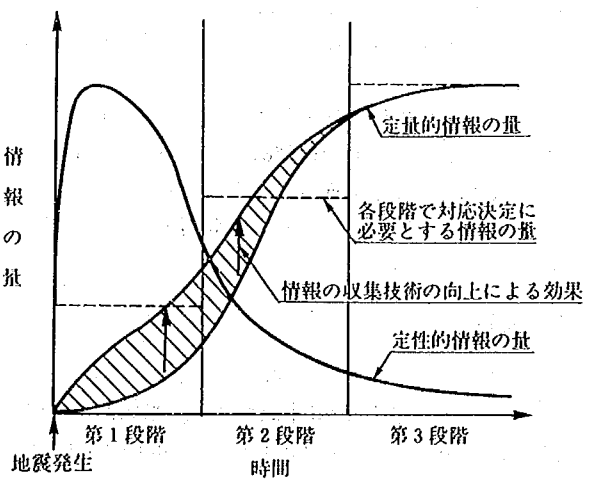


図-III・解4・1　情報の質と量の時間的な変化

この際に，復旧計画の策定に有効に反映させる情報の収集，整理，加工ならびに提供に当たって，地上に存在する施設にあっては損傷の徴候を発見し，損傷程度を判断するに必要な情報を収集することは比較的容易であるが，都市の基盤を構成する施設の少なからぬものが地中に埋設されており，その損傷の有無や程度を迅速，的確に把握するのは地表の構造物にくらべて容易ではない。その主な理由としては，

(1)　地中に埋設された構造物の損傷は直接，目で確認しにくい。

(2)　延長が長く，埋設構造物の所在地が管理者にしか判っていない。

ことなどがあげられる。

一方，これらの損傷は，

(1) 地震動の大きさ

(2) 埋設された地盤の特性，埋設深さ

(3) 構造物の特性

等と密接に関連し，致命的な多くの損傷は周辺地盤の流動などによってもたらされることも多く，ガス漏れ，水漏れ，断線などの機能障害という間接的な情報からも損傷の有無を知ることができるという特徴を持つ。

従って，地表に現れた地盤の変化，地表に存在する構造物の損傷などの間接情報（地表変状）から，地中構造物を始めとして，各種の構造物，施設の被害を推定できる地表変状情報処理システムの整備が必要とされる。

4．2　地表変状情報の処理プロセス

地表変状情報処理システムに必要とされる情報の処理プロセスを整理すると，以下の機能等に集約される。

(1) 地表変状に関する情報の処理・表示

(2) 地表変状に基づく地中構造物等の被害の予測・表示

(3)地中構造物の被害による道路等の機能損傷の程度の予測・表示

[解　説]

地表変状情報処理システムの必要性については，「4．1　地表変状情報処理システムの必要性」に述べたとおりであり，地表変状情報の処理システムにおける情報の処理プロセスを開発すべき技術・機能として整理すると，

(1) 地表変状情報の処理（情報の整理と予測）し，表示（一次情報の提供）する技術

(2) 地表変状に基く地中構造物の被害を推定し，表示する技術

(3) 地中構造物の被害により誘発される道路等の機能損傷を予測し，表示する技術

に集約され，換言すれば「震後にどのようなデータを集めてどのような処理を行えば円滑，迅速に地中構造物を始めとする各種の構造物の復旧計画の策定を支援できるのかを明確にしたガイドラインを与え，そのために必要な震前に集めておくべき情報，震後の情報，それらの処理の方法を明確にしたシステム」である必要がある。

震前・震後の各種の情報を整理し，復旧のためにそれらの情報がどのように活用されるかということを整理してみると図-III・解 4・2，図-III・解 4・3 のようになる。これらの図における矢印は，ある情報（複数）を基にして新たな情報を得る加工（評価，判断を含む）過程を示している。実線で囲んだ枠は確認された情報・事象を表わしている。これらの情報の中で特に地震後の地表変状情報とは，地盤被害情報(12)が主なものであるが関連する情報としては施設被害情報(13)，火災情報(15)が挙げられ，広義の地表変状情報にはこれらも含まれる。

震後の復旧を円滑に実施するには，図-III・解 4・3 に示した情報の流れ（活用）が迅速，円滑になされることが必要であり，「地表変状情報の処理システム」は，図-III・解 4・2，図-III・解 4・3 における点線で囲んだ情報とその加工過程の部分に相当する。

このような処理プロセスを，熟練しなくても円滑，迅速にたどることのできるシステムに要求される処理プロセスとしては次のような事項があげられる。

(1) 情報の整理・表示

・表示する情報とその表示精度の選択機能

・時々刻々更新される各種情報の特性を考慮した表示機能

・異なる情報，加工結果を重ね合わせ，表示する機能

(2) 情報の加工

・地表変状の発生予測機能

・地表変状情報（広義）から地中構造物の被害を推定する機能

・ある箇所での地中構造物の被害がその施設系統全体系に与える影響の予測機能

・地中構造物の被害が周辺施設に与える影響の評価機能

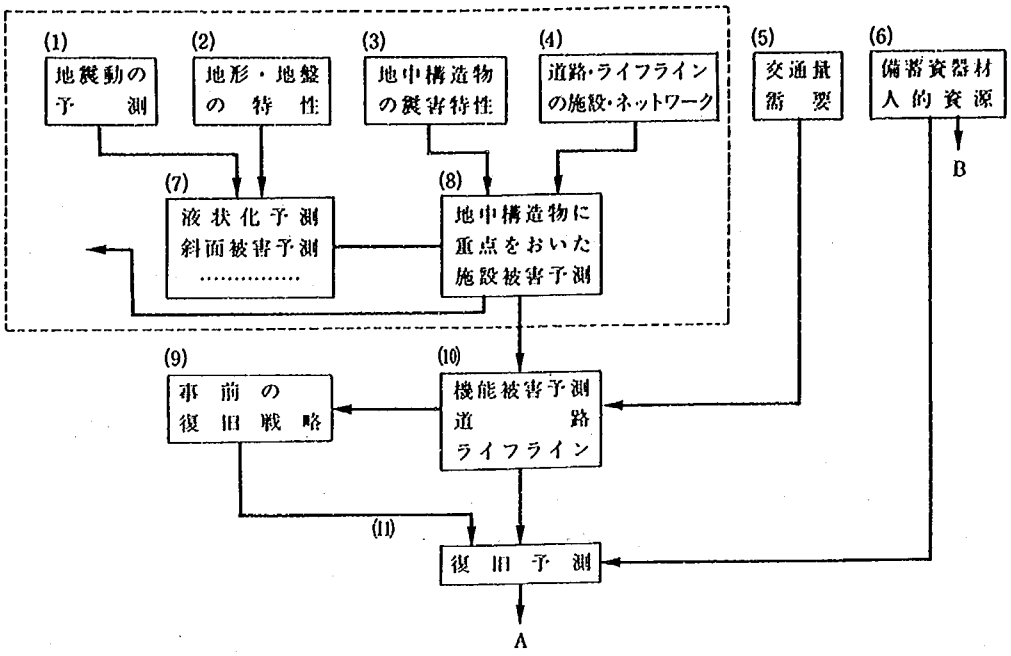


図-III・解 4・2　地震前の情報および地震前対策のながれ

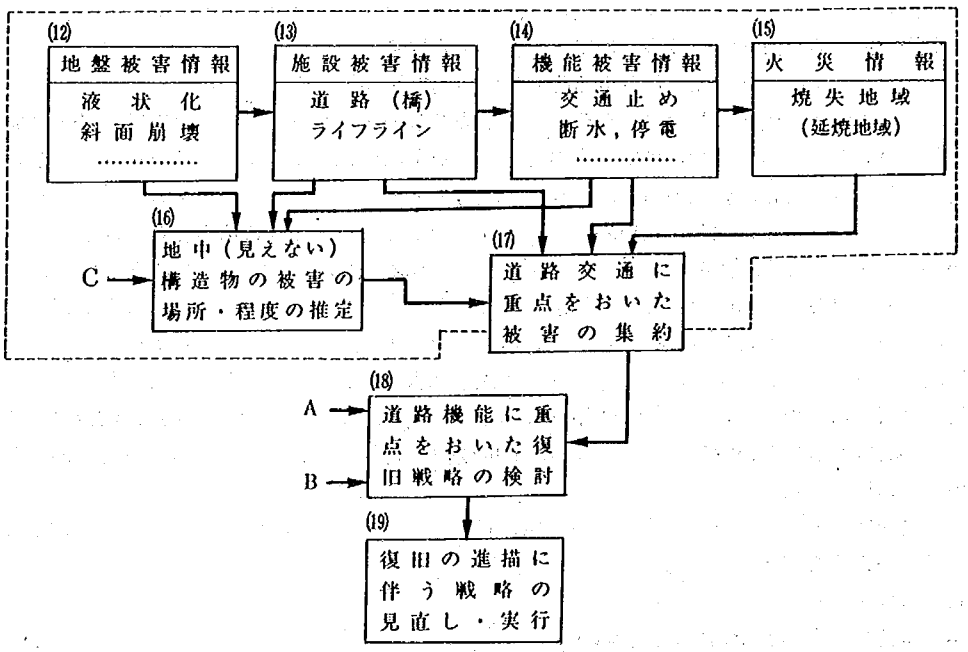


図-III・解 4・3　地震後の情報および地震後対策のながれ

4．3　既往の復旧情報処理支援システム

震災を対象とした既往の復旧情報支援システムには，震前に各地，各施設の被災可能性を予測し，その被災が施設のネットワークや社会生活に与える影響を評価する機能を有するものや，さらに震後の被災に関する情報の収集，整理まで行える機能を有して復旧計画の策定支援を目的としたシステムまで，種々の段階の

システムが検討されている。

また，管理すべき施設の特性を考慮するために，各システムにおける被害予測の方法や扱うべき情報の内容は異なっている。

［解　説］

震災を対象とした既往の復旧情報支援システムの機能は大きく震前に用いられる機能と，震後に用いられる機能に大別される。

震前に用いられる機能としては，

(1) 地震のゆれの強さや，液状化に代表される地盤被害の予測

(2) 施設の被災可能性の予測

(3) 被災施設が，施設のネットワークや周辺施設，社会生活に与える影響の評価

などがあげられ，被災予測が主体となる。

これに対して，震後に用いられる機能としては，

(1) 被災情報の収集・分析

(2) 被災原因の分析

(3) 復旧方法の選定

など，リアルタイムで集まってくる被災情報に基づき，限られた時間，人員，復旧資機材のもとに，最良の復旧計画をたてることにある。

しかし，既往の復旧情報処理支援システムは，震前の利用を主体に構築されているものが多く，研究・開発の途上にあるといえる。また，管理すべき施設が地上の構造物か地中の構造物か，点としての構造物かネットワークを形成する構造物かといった施設の特性により，被災のメカニズムや被災箇所の影響の拡散機構が異なるため，管理対象施設毎に固有・個別のシステム開発が行われている。

以下に，既往の復旧情報処理支援システムの一例として，日本電信電話株式会社（NTT）において開発された電気通信局外施設の地震時信頼性評価手法（TEL－SAPP）の開発の背景と概要を示す。

これまでは，電気通信設備の被災の防止については，ハード・ソフト両面から災害に対する施設の信頼性について検討し，対策を実施してきた。しかし，情報化社会の進展に伴い，電気通信の重要性が今後一段と高まってくることから，更に，効率的かつ経済的な対策の実施を展開していく必要がある。そのため，NTTでは局外通信設備の被災に対する信頼性を定量的に評価，表示する手法としてTEL－SAPPを開発した。

本システムの構成は，図-Ⅲ・解4・4に示すように，設備の信頼性の評価は，①発生震度の予測，②地盤の動きの予測，③設備の信頼度の予測

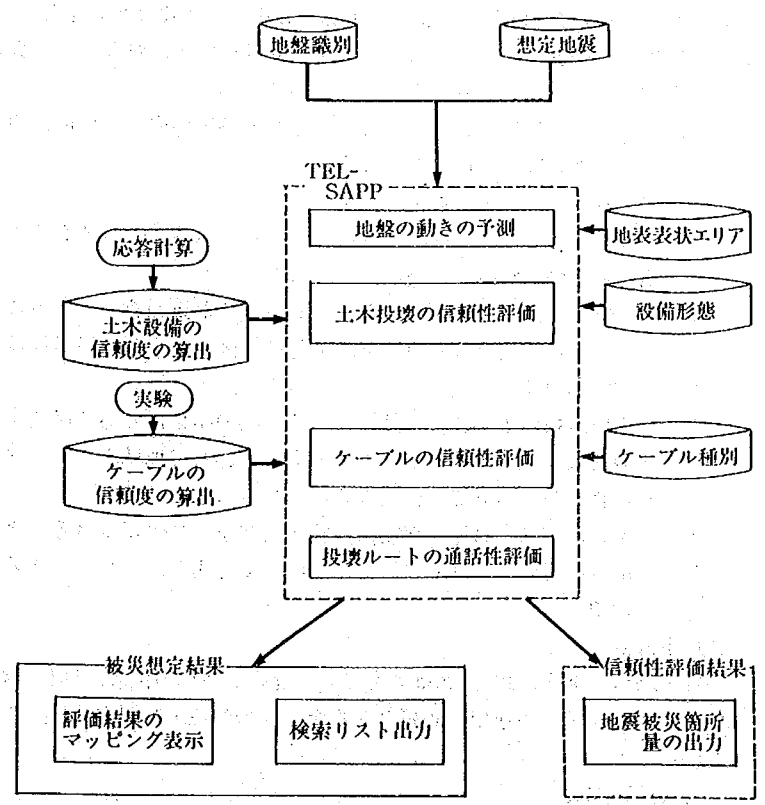


図-Ⅲ・解4・4　信頼性評価システム（TEL－SAPP）の概要（地震の例）

の3段階のステップから構成される。その信頼性の評価結果は，パソコンのCRT上にマッピング表示した設備図に，信頼度のランクとして表示されるとともに，それらの設備の詳細なデータ（区間名，管種，ケーブル種別，信頼度等）を対話形式で任意に検索できるようになっている。

このようにして得られた信頼性の評価結果は，最適な耐震対策方針の決定や，事前の最適な復旧対策（復旧資機材等の配備，復旧要員の配備等）の検討に利用される。

4．4 地表変状システムに必要な機能

地表変状情報処理システムに必要な機能としては大きく，情報の入力，情報の処理，処理結果の表示，情報の処理に必要となる基礎データの管理機能に分けられるとともに，取り扱うべき情報の種類からは次の機能に大別される。

(1) 処理結果の表示の背景となる地形図，施設図の管理・表示機能
(2) 各種集計・検索機能
(3) 地震動情報の処理・表示機能
(4) 液状化発生の予測処理・表示機能
(5) 地盤流動の予測処理・表示機能
(6) 地中構造物の被害発生予測処理・表示機能
(7) 実測情報の入力，処理，表示機能
(8) 履歴情報の入力，処理，表示機能

[解 説]

地表変状情報処理システムに要求される機能は，震後の混乱した状態の中で復旧計画作成担当者が必要な判断材料として，「被害が発生」と報告された，あるいは「被害が発生しているはずである」と推定される箇所の分布，被害内容，程度，影響等の状況を迅速，的確に収集，処理および表示することであり，扱うべき情報の種類により上記の8機能に大別される。

また，地表変状情報処理システムに要求される処理の内容，機能は以下の通りである。

1）地形図，施設図の管理・表示方法

ⓐ ズームアップ，ズームダウンができること。
ⓑ 埋設構造物の種別，位置，構造等が表示できること（イレーズもできること。以下同じ）。
ⓒ 地表近くの地盤構成を表示できること。
ⓓ 震央位置，震央距離を示す円弧，計算震度が重ね書きできること。
ⓔ 液状化の可能性を持つ地域を，可能性の大小により数段階程度に区分（色分け等）ができること。
ⓕ 地盤流動の発生可能性を表示できること。
ⓖ 埋設構造物の予測被害（計算による予測の結果）のある区間を表示できること。
ⓗ 比較的大縮尺の地形図上に被害の大小に応じて地域をブロック化して表示できること。
ⓘ 構造物の被害の有無，程度等が表示できること。
ⓙ 水もれ，ガスもれ等の埋設構造物の変状位置を表示できること。
ⓚ 復旧資機材の搬入経路（試案）を図上で探索し，コピーできること。
ⓛ その他

2）集計表

被害路線，健全路線，（又は被害堤防，健全堤防）の位置，延長，被害内容程度を作表する。

さらに，システムの運用に必要となるデータの整理・処理方法は次の通りである。

1）基本データ

①構造物現況

i）各種の施設管理データベース

②施設現況

ｉ）各種の施設管理データベース

③地盤情報

ｉ）地表面の標高分布→地表の傾斜度の分布

ii）基盤の深度分布

iii）地盤の特性値 T_G の分布→地盤種別の分布

iv）微地形分類

v）液状化可能性土層厚の分布（N値に基づく F_L 法による方法等）

vi）液状化の危険度（ｄ），ｅ）の結果より判定）

2）災害時１次データ（現象データ）

①構造物・施設・被害状況

②地表変状状況

座標の入力方法

・道路距離標による入力（点，区間）

・地番による入力（点）

・画面へのダイレクト入力（点，区間）

変状状況の入力

・代表被害形態メニューから選択

噴砂……噴砂直径

噴水……発生の有無

亀裂……長さ，幅，方向

沈下……沈下量，面積

流動……流動量，流動方向

・文章による備考の付加機能

表示方法

・表示の縮尺に連動した被害場所・形態の表示

・点あるいは区間による被害発生位置，被害形態の表示（大縮尺時）

・被害の程度，方向の表示（小縮尺時）

③地震情報

入力項目（気象庁発表情報程度）

ｉ）地震発生日時

ii）マグニチュードM

iii）震央位置（経緯度，深さ）

iv）震度分布

3）災害時２次データ（加工データ）

①震央距離

ｉ）入力，処理方法

ａ）２）の③の情報に基づく任意座標までの距離計算

ｂ）〃　メッシュ中央までの距離計算

ｃ）作図用の同一震央距離の計算

ii）表示方法

ａ）画面上に２～５本程度の同一震央距離線を表示

ｂ）任意震央距離の等値線の表示

ｃ）メッシュ毎の震央距離の画面への数値表示

ｄ）任意位置（カーソル位置）における震央距離の数値表示

②液状化発生の予測

i）入力，処理方法

a）基本データ

メッシュ毎に求められた地盤の特性値，微地形分類，液状化の発生可能性の土層厚の分布

b）最大加速度の推定値

震央距離，マグニチュード，地盤種別に基づく最大加速度の推定

c）これらの情報に基づく液状化発生危険度の計算

メッシュ毎の液状化発生危険度のランク（液状化可能性の土層厚と微地形分類に基づくランク分け），最大加速度の値に基づいて判定した結果

d）2）の②の実被害情報に基づく液状化発生の危険度の予測式，予測結果の修正処理（場所＋液状化程度）

ii）表示方法

a）メッシュ毎の予測結果のカラー表示

但し，ズームアップ，ダウンに連動あるいは固定した平均化処理が可能なこと

b）予測結果のスムージングのオプション

③地盤流動の予測

i）入力，処理方法

a）基本データ

メッシュ毎に求められた（液状化可能性の土層厚，地表の傾斜度）

b）最大加速度の推定

震央距離，マグニチュード，地盤種別に基づく最大加速度の推定

c）これらの情報に基づく地盤流動の予測

d）2）の②の実被害情報に基づく地盤流動の予測式，予測結果の修正処理（場所＋流動程度）

ii）表示方法

a）地盤流動の発生可能性の程度のカラー表示（前項②と同様の機能）

b）地盤流動量，流動方向の数値表示及びベクトル表示

④埋設構造物の被害予測

i）入力，処理方法

a）基本データ（埋設構造物の位置，構造緒元）

種別：共同溝，下水道，上水道…

構造：断面寸法，材質，埋設深度…

b）3）の③に基づく地盤流動量

c）これらの情報に基づく埋設構造物の被害予測

d）2）の①の実被害情報に基づく埋設構造物の予測式，予測結果の修正処理（場所＋被害程度）

ii）表示方法

a）危険地域のカラー表示（前項②と同様の機能）…埋設構造物の有無は問わない

b）施設情報と被害発生予測箇所の重ね合わせによる危険施設のカラー表示

c）施設名，被害程度等の一覧表

d）被害形態，程度別カラー表示，あるいはマーク表示

4）実被害情報に基づく地盤流動，被害予測モデルの修正

a）ランク分けのしきい値の修正

b）予測式の係数の修正

これらの修正がマニュアルあるいは自動で実施できること

4．4．1　地震動情報の処理・表示機能

地震動情報としては，発生した地震の諸元に関して地震のマグニチュード，震央の位置（緯度，経度等），各地の地震動の強さに関して震度階や加速度値があげられ，各地の地震動の強さについては実測値と予測値に分けられる。

これら地震情報の内，地震の諸元は各地の地震動の強さを予測するための基礎情報となるものであり，各地の地震動の強さは液状化や構造物被害の発生可能性の評価に必要となる情報である。

地震情報の処理・表示に要求される機能は以下のとおりである。

(1)　地震諸元，各地の震度階の入力機能
(2)　地震諸元，各地の震度階の表示機能
(3)　震央距離の計算・表示機能
(4)　各地の地震動強さの予測・表示機能
(5)　地震動強さに関する実測情報の入力機能
(6)　本震並びに余震の震央位置，発生状況に関する情報の蓄積・記憶・表示機能
(7)　地震動強さの実測値に基づく予測地震動強さの修正機能
(8)　既往の地震諸元，地震動強さに関する情報の蓄積・記憶・表示機能
(9)　地震動強さの予測式の修正機能

［解　説］

地震動情報は，発生した地震の諸元に関する情報と，各地の地震動強さに関する情報に分けられる。地震の諸元に関する情報としては，地震のマグニチュード，震央の位置（緯度，経度等）等があげられ，距離減衰式等により各地の地震動強さを推定する際の入力データとなるとともに，管理地域までの距離やマグニチュードの大きさから，管理地域内に被害が発生する可能性の有無の概略の判断材料ともなる。

また，各地の地震動強さに関する情報は，震度階や加速度値等の形で観測・整理され，直接，地盤や施設の被害の発生可能性を予測・評価する材料となる。

しかし，地形や地質の条件により，その地点における地震動強さが大きく変化することが知られており，気象庁から発表される各地の震度階の分布程度では，各地の被災程度を予測するには観測所の密度の低さから不十分である。そのため，管理地域内の地震動強さの分布をより密に観測し，これら実測情報を活用することがシステムに要求される機能であるとともに，得られた実測情報（地震の諸元や各地の地震動強さ）に基づき，各地の地震動強さをより精度良く予測する機能が必要となる。

このように，地震情報の処理・表示に関して必要とされる機能は以下のとおりである。

(1)　地震諸元，各地の震度階の入力機能

発生した地震に関して，地震のマグニチュード，震央位置（緯度，経度等）と共に，地震の発生時刻，地震名，各地の震度階等を入力する機能である。

(2)　地震諸元，各地の震度階の表示機能

入力された地震諸元や各地の震度階を文章あるいは地図上に表示する機能である。

(3)　震央距離の計算・表示機能

入力された震央位置から，地震動強さを予測しようとする箇所までの距離を計算すると共に，地図上に震央距離の等値線を表示する機能である。

(4)　各地の地震動強さの予測・表示機能

地震動強さを予測しようとする地点の地盤条件と，震央距離，地震のマグニチュードを用い，距離減衰式等により地震動の強さを，加速度や速度の形で予測し，地図上に表示する機能である。**写真-III・解 4・1** に予測・表示例を示す。

そのため，地震動強さを予測しようとする地点の地盤条件を評価する方法として，**表-III・解 1・3** の方法等を使用する場合には，各地点の基盤面深度やせん断弾性波速度の深度分布等の地盤情報の管理・処理機能も必要とな

る。

(5) 地震動強さに関する実測情報の入力機能

各地の地震観測施設からの実測の地震動強さに関する情報を入力し，管理する機能である。管理する情報の内容としては，最大加速度値（南北方向，東西方向，上下方向），観測地点名，観測地点の地盤条件などがあげられる。

(6) 本震並びに余震の震央位置，発生状況に関する情報の蓄積・記憶・表示機能

本震並びに余震の発生状況を時系列で管理し，余震の発生頻度の変遷状況の確認のための情報の提供を行うとともに，震央位置やマグニチュード等を地図上に表示することにより，当該地震の余震域に関する情報の提供を行う機能である。

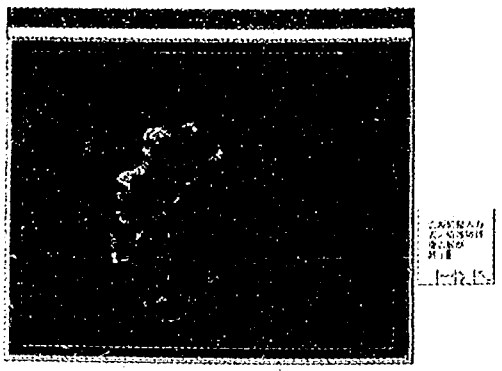


写真-III・解 4・1 地震動強さの予測結果の表示例
（メッシュの寸法は約 10 km四方）

(7) 地震動強さの実測値に基づく予測地震動強さの修正機能

地震動強さの実測値が得られている箇所の，実測加速度値と予測加速度値を比較することにより，距離減衰式等の地震動強さの予測アルゴリズムの修正を行う機能であり，自動で行う場合と，操作者が介在して会話形式で修正を加える機能が考えられる。

(8) 既往の地震諸元，地震動強さに関する情報の蓄積・記憶・表示機能

管理地域内の施設に影響を与えた既往の地震や，システムの運用にともなって蓄積される地震の諸元や地震動強さの分布等の情報を，蓄積・記憶し「地震の履歴，地震度強さの履歴」として，地震動強さの予測アルゴリズムの改良のための資料や，地震時の対応の検討資料を提供する機能である。

(9) 地震動強さの予測式の修正機能

(8)により蓄積された「地震の履歴，地震度強さの履歴」に基づき，地震動強さの予測式の修正を行う機能であり，自動で行う場合と操作者が介在して会話形式で修正を加える機能が考えられる。

4．4．2 液状化発生の予測処理・表示機能

液状化の発生の有無が道路や河川施設，ライフラインに代表される地中構造物等の被害の発生とその程度に大きく影響を与える。そのため，これらの施設の被害予測のためには，液状化の発生の可能性の予測とその結果を表示する機能が必要となる。

液状化発生の予測処理・表示に要求される機能は以下のとおりである。

(1) 液状化の予測に必要となる基本情報の入力，管理，表示機能
(2) 予測地震動強さによる液状化の予測・表示機能
(3) 実測地震動強さによる液状化の予測・表示機能
(4) 液状化の影響程度の評価・表示機能

[解 説]

道路や河川施設のように地盤上に直接建設される土構造物や，ライフラインに代表されるような地中に直接埋設される構造物等の被害の発生やその被害程度には，これら構造物の支持地盤の液状化の発生の有無とその液状化の程度が大きく影響を与える。

そのため，液状化の発生の可能性を予測・評価することが，地震直後の被害発生の可能性を予測するうえで参考となる情報を提供する手段となる。また，液状化の程度や地形的な条件が同一であっても，その地域の利用状況やその地域に建設されている構造物の特性によって液状化に起因する影響，構造物に生じる被害の程度が異なるため，第一段階としての地盤の液状化の予測とともに，第二段階に相当する液状化の影響程度の評価といった機能が要求され，以下に示す機能が必要とされる。

(1) 液状化の予測に必要となる基本情報の入力，管理，表示機能

液状化の予測方法については，「2．2．8　液状化の予測方法」に述べた通りであり，液状化の予測の必要性の評価，並びに液状化の予測に必要となる基本情報としては「1．2．9　液状化の予測に必要な情報」に述べた情報が必要となる。具体的な項目は以下の通りである。

① 土質の状態（沖積地盤か洪積地盤か，砂質土か粘性土か等）
② 微地形分類
③ hw：地表面から地下水位面までの深さ
④ σv：全上載圧
⑤ σv'：有効上載圧
⑥ N：標準貫入試験から得られるN値
⑦ D 50：土の平均粒径
⑧ Fc：細粒分含有率　これらの項目は，地盤のボーリング調査結果に基づいて求められる情報であり，液状化の予測を実施しようとする地域内の既往の調査結果の収集・整理を行うとともに，情報の不足箇所についてはボーリング調査の実施を検討するのがよい。

これらの基本情報を，ボーリング調査結果の整理様式そのままの形で蓄積，管理することも考えられるが，地震の発生直後の限られた時間内に液状化の予測等の処理に使えるような情報に加工した後に，蓄積，管理する方式が望ましい。具体的には，液状化の発生可能性を式-III・解 1・4 に示される液状化に対する抵抗率 FL により判断するのであれば，地震が発生してからでないと得られない情報は地表における最大水平加速度だけであるため，その他の式-III・解 1・5 から式-III・解 1・13 の計算については震前に実施しておき，震後に実施すべき計算量を減少させるとともに，蓄積，管理すべき情報の量を減少させることが望ましい。

そのためシステムに要求される機能は，震前に地盤の調査結果より必要な情報を入力する機能，入力された情報の一次処理を行い情報の集約化を施した後に蓄積する機能，入力された情報や一次処理を施した情報を操作者に理解しやすい形で表示する機能があげられる。

写真-III・解 4・2 及び写真-III・4・3 に，各々地盤種別の分類及び微地形分類の表示例を示す。

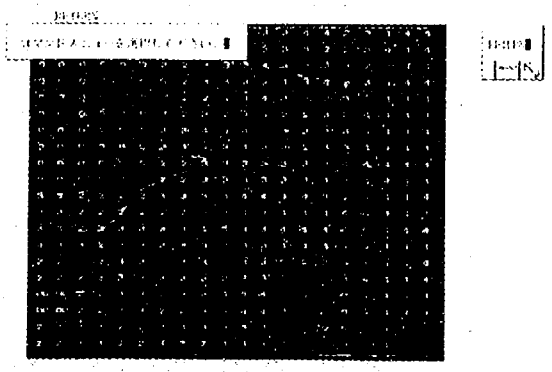


写真-III・解4・2　地盤種別の表示例

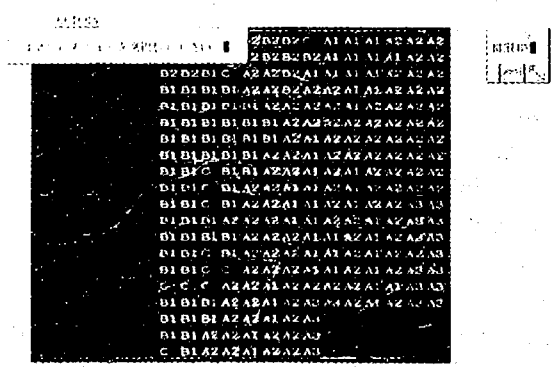


写真-III・解4・3　微地形分類の表示例

(2) 予測地震動強さによる液状化の予測・表示機能

地震観測網が十分整備されていない場合には，実測の地震動強さに基づいて液状化の予測を行うことはできない。また，地震観測施設が整備されている場合であっても，その情報の収集・伝達に長時間を必要とする場合にも，地震直後に液状化の予測を行うことはできない。そのため，予測地震動に基づいて液状化の予測を行う機能が必要となる。

地震動の予測の方法については，「1．2．5　地震動強さに関する情報の収集」に述べた「(3)地震の規模と震央の位置から推定した各地の地震動強さ」や「(4)震前に準備しておいた地震動強さの期待値」等の方法がある。ま

た液状化の予測は，「1．2．8　液状化の予測方法」で述べた方法等に基づき，震前に準備しておいた基本情報((1)項を参照）に基づき予測を行うことがあげられる。

得られた液状化の予測結果は，表-III・解1・8の方法等により液状化の発生可能性としてランク分けを行い，そのランクに従って該当エリアの色を変えて地図上に表示させることにより，管理地域全体の液状化の発生状況を，また特定エリアの液状化の発生可能性を即時に検索し，数値や文字により表示する機能を有することが望ましい。

写真-III・解4・4に液状化の予測結果の表示例を示すが，液状化の可能性の大小をメッシュ毎に色付きの枠で表現しており，赤，黄及び青は各々液状化の可能性が高い地域，可能性のある地域及び可能性が低い地域を表わしている。

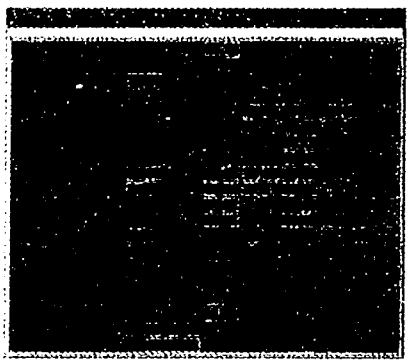


写真-III・解4・4　液状化の予測結果の表示例

(3)　実測地震動強さによる液状化の予測・表示機能

各地の地震動の強さは，発生した地震の特性やその地域の地盤，地形の影響を複雑に受け変化することが知られており，液状化や被害の予測においては，予測の地震動強さを用いるよりも強震観測施設等により計測した実測の地震動強さを用いることが，予測結果の精度向上に重要である。

被害に結び付くほどの強い地震動を測るには加速度や速度が一般に用いられ，直交する水平2方向と上下方向の3方向の地震動強さを計測する機器が一般的である。そのため，この様な機器で得られる地震動強さは，ある特定の方向の地震動を計測しているにすぎず，地震動の真の最大値にするために補正を施す必要がある。式-III・解4・1は，既往の地震動記録の解析結果より水平2成分の合成波の最大水平加速度と水平方向2方向の各最大値の関係を整理した結果である。

$$\tilde{\alpha}_{max} = 1.086 * \alpha_{max} \qquad \text{(式-III・解4・1)}$$

ここで，

$\tilde{\alpha}_{max}$：水平2成分の合成波の最大加速度

α_{max}：水平2成分の最大加速度の内，大きい方の最大加速度

この様な実測の地震動強さに補正を施して最大加速度値を求めた後の処理は，「(2)予測地震動強さによる液状化の予測・表示機能」と同様である。

しかし，実測地震動の得られる地点には限りがあり，予測地震動強さに基づいた予測結果と併用した情報の処理結果の表示や，実測の地震動強さに基づき地震動強さの予測式に修正を加えて，予測結果の精度の向上を図る等の機能を有していることが望ましい。

(4)　液状化の影響程度の評価・表示機能

液状化が地盤の変状や構造物に与える影響程度は，その液状化の程度と液状化層の厚さや深度といった空間的な分布，構造物と液状化層の位置関係が影響することが知られており，地表面に生じる変状や地表に設置される構造物では，地表付近の浅い位置での液状化の発生が被害を増幅させたり，逆に地表付近に非液状化層が存在することが被害の低減につながることが既往の震害事例から指摘されている。

この様な液状化層の分布特性を考慮した評価指標として，「1．2．8　液状化の予測方法」でのP_L値あるいはI_{PL}値を算出して表示することにより，構造物等の被害程度までも考慮した予測が可能となる。

4．4．3　地盤流動の予測処理・表示機能

液状化の発生に伴い，「地盤流動」と呼ばれる地盤の大きな変形が生じる場合があり，構造物の基礎やライフラインに代表される線状の長尺構造物に重大な被害を生じさせることがある。そのため，これら施設の被害予測のためには，地盤流動の可能性の予測とその結果を表示する機能が必要となる。

地盤流動の発生程度は，液状化の程度と地表面や液状化層の傾斜の影響を受けるため，「4．4．2　液状化発生の予測処理・表示機能」に述べた方法により液状化程度を予測した結果とともに，標高に代表される地形に関する情報に基づいた地盤流動の予測・表示機能が必要とされる。

地盤流動の予測処理・表示に要求される機能は以下のとおりである。
(1) 地盤流動の予測に必要となる基本情報の入力，管理，表示機能
(2) 予測地震動強さによる地盤流動の予測・表示機能
(3) 実測地震動強さによる地盤流動の予測・表示機能

[解　説]

地盤流動の発生程度に関する研究は，「1．2．11　地盤流動の予測法」に示したように，現在，研究途上にある課題ではあるが，地盤流動の発生には液状化の程度と地表面や液状化層の傾斜といった土質・地形的な因子が大きく影響を与えることが明らかとなっている。

そのため，地盤流動の予測に際しては，「4．4．2　液状化発生の予測処理・表示機能」に述べた方法により液状化程度を予測した結果とともに，標高に代表される地形的な情報に基づいた地盤流動の予測・表示機能が必要とされ，以下に示する機能が必要とされる。

(1) 地盤流動の予測に必要となる基本情報の入力，管理，表示機能

地盤流動の予測方法については，「1．2．11　地盤流動の予測方法」に述べた通り，多くの方法が提案されているが，いずれの方法においても共通することは，液状化の生じる領域と地形に関する情報が地盤流動量の予測に必要であるということである。そのため，地盤流動の予測に必要な基本的な項目としては以下のような項目があげられる。

1）液状化が生じる領域（液状化の予測に必要な項目は「4．4．2　液状化発生の予測　処理・表示機能」を参照のこと）

2）各地の標高，あるいは地表の傾斜方向と傾斜度

3）地盤流動を防止するような構造物（護岸や剛性の高い基礎等）の存在

これらの内2），3）の項目は，地形図や現地の踏査等により得られる情報であり，地形の変化等の取りこぼしがないよう，液状化の予測のために収集したボーリング調査の密度程度で，情報の整理・管理をしておくのがよい。そのため，地盤のボーリング調査の実施並びに結果の整理の際には，各ボーリング調査位置の標高差や地表面の平均的な傾斜方向・程度に関する情報も含めておくことが望ましい。

また，入力された標高等が正しく入力されていることを確認できるように，入力データの印字機能とともに，地図上への標高図の重ね合わせの機能を付加しておくのがよい。

(2) 予測あるいは実測の地震動強さによる地盤流動の予測・表示機能

地震動の強さは，直接，地盤の流動量や流動方向を決定するような因子ではないが，液状化の発生や液状化が生じる領域を予測・決定する重要な情報である。そのため，「4．4．2　液状化発生の予測処理・表示機能」で述べたように，液状化領域の予測を，予測の地震動強さから求めるのか，実測の地震動強さから求めるのかによって，地盤流動の予測方法が二つに分けられる。

しかし，液状化が生じる領域が算定されてからの地盤流動の予測処理の方法は同じであり，同じアルゴリズム，機能が使用可能である。例えば，地盤の流動量を式-III・解1・18及び式-III・解1・21により推定する場合には，得られた液状化の生じる領域に関する情報から液状化層厚や非液状化層の厚さを求め，地形に関する情報から地表の勾配を求めることにより，地盤の流動量を推定することができる。

なお，式-III・解1・18及び式-III・解1・21のような予測方法は，地盤をある断面で切り出した2次元的な地形にモデル化して提案された方法であるため，実際の3次元的な地形の変化を2次元的な断面に切り出す必要がある。そのためには，地盤流動の予測を行おうとする地点の，地表面が最も傾斜している方向の勾配（最急勾配）を計算に用い，得られた地盤流動量の予測値が最急勾配方向に生じると仮定する方法が考えられる。

得られた地盤流動に関する予測結果は，流動方向を矢印の向きで，また流動量を矢印の長さで表わし，地図上に重ね書き（ベクトル表示）することにより，各地の地盤流動の発生可能性と，その流動方向が認識できる機能が必要である。

写真-III・解4・5に地盤流動の予測結果の表示例を示すが，矢印の向きは流動方向を，またその長さは流動量を表わすようになっている

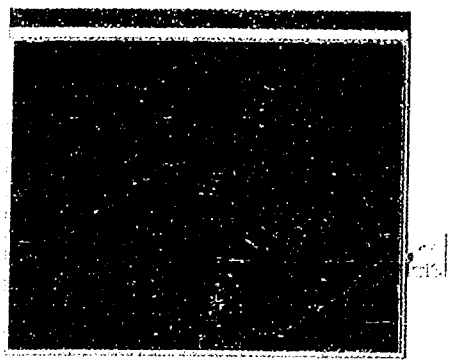


写真-III・解 4・5　地盤流動量の予測結果の表示例

4．4．4　地中構造物の被害発生予測処理・表示機能

地中構造物の被害予測方法は，「2．3．6　地中構造物の被害予測方法」の通りであるが，液状化の予測の場合と同様に，予測の地震動強さに基づいて予測処理・表示を行う機能と，実測の地震動強さに基づいて予測処理・表示を行う機能が必要である。

［解　説］

地中構造物の被害の発生予測の方法は，「2．3．6　地中構造物の被害予測方法」に述べたように，

(1)　地盤の液状化を考慮した予測

(2)　地盤流動を考慮した予測

(3)　地盤の振動よる地盤ひずみを考慮した予測

に大別され，さらに液状化の予測の場合と同様に，予測の地震動強さに基づく場合と，実測の地震動強さに基づいて予測処理・表示を行う場合が考えられる。

(1)　地盤の液状化及び地盤流動の可能性からの予測

地盤の液状化の可能性から地中構造物の被害予測を行う場合には，液状化に伴う地中構造物の浮き上がりが主な被害要因であることから，地中構造物の見かけの比重が液状化した土の比重（約2程度）に比べて大きいのか小さいのかといった構造諸元と，構造物が液状化層の中に位置するのかといった埋設位置に関する情報が必要となる。そのため，地中構造物の被災可能性の予測の第一段階は，「1．2．8　液状化の予測方法」に示した方法により液状化層の位置を予測し，構造物が液状化層内に位置するのかの判定を行うことであり，第二段階は構造物の諸元から見かけ比重を検索し，被害の形態・程度を予測することである。この被害の形態・程度の予測に当たっては，「2．3．6　地中構造物の被害予測方法」で述べた表-III・解2・6を用いることができる。

また，地盤流動の可能性から地中構造物の被害予測を行う場合には，流動地盤の変位，あるいは流動地盤の変位に伴う表層の非液状化地盤の変位により，地中構造物に過大な荷重や変位が生じることが主な被害要因であることから，「1．2．11　地盤流動の予測方法」に示した方法により地盤流動の発生可能性及び地盤の流動量を予測し，液状化層あるいは液状化層より浅部の非液状化層内に構造物が存在するかどうかにより，被災可能性のある施設を選択することができる。そのため，詳細な構造物の諸元や埋設深度等がわからない場合においても，各地域における地中構造物の被災可能性のランクとして評価することが可能である。

(2)　地盤流動に起因する地盤ひずみからの予測

(1)に述べた手順により，地盤の流動量を予測し，被害予測を行おうとする地域と周辺地域との地盤流動量の違いから地盤ひずみを求め，その地盤ひずみの大小により表-III・解2・9を用いて，構造物別，構造諸元別に被害の可能性と被害形態・程度を予測することができる。このためには，構造物の種類，構造条件等の詳細な情報と，その情報に見合った精度と密度を有する地盤情報の整備が必要となる。

(3) 地震により地盤が振動することによる地盤ひずみからの予測

地盤の液状化を伴わない場合で，地震動による地盤振動に起因する地中構造物の被害を予測するためには，地盤振動の強さを地盤ひずみの量に変換することにより，(2)と同様に表-III・解2・9から，構造物別，構造諸元別に被害の可能性と被害形態・程度を予測することができる。この場合にも，構造物の種類，構造条件等の詳細な情報と，その情報に見合った精度と密度を有する地盤情報の整備が必要である。

(4) 被害予測結果の処理・表示

地中構造物の被害予測結果の処理・表示の内容としては，

1）被害発生の可能性の地域別のランク分けの表示
2）被害施設の地図上で表示
3）被害施設の地域別の集計・表示
4）被害施設の構造種別別（下水道，ガス，上水道，電力，電話等）の集計・表示

に大別され，1）及び2）は地図上への重ね書き表示として，3）及び4）は集計結果としての一覧表の作成・表示の形態をとる。また，3）の集計結果は地域別の被害率として地図上の表示させることにより，2）の場合よりも構造物の事実情報（配置，施設の内容）に基づいたより詳細な被害発生の可能性のランク分けが可能となる。

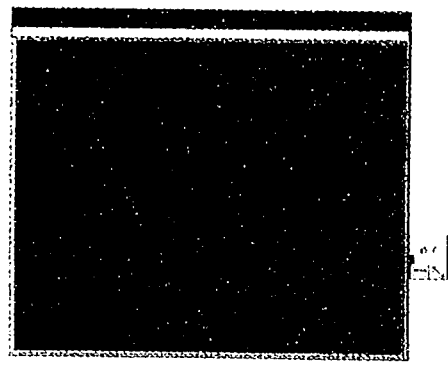


写真-III・解4・6 被害施設の位置，被害程度の表示例

写真-III・解4・6に被害施設の位置表示の例を示すが，被害程度を色分けしている。

4．4．5 実測情報の入力，処理・表示機能

地震の発生直後には，地震動強さ，液状化，地盤流動や構造物被害に関する情報は予測値が主であるが，発災後時間の経過とともに実測値や現場からの事実情報が収集されてくる。

実測情報としては，以下の項目があげられる。

(1) 各地の地震動強さ
(2) 液状化の発生地点とその変状形態・程度
(3) 地盤流動の発生地点とその流動方向・程度
(4) 地上に位置する各種構造物の被害の発生地点とその形態・程
(5) 地上より確認できる地中構造物の異常の発生位置とその形態・程度

地表変状情報処理システムには，以上の情報を短時間で，かつ間違いなく入力できる機能と，入力された事実情報を種々の条件にしたがって検索・集計できる処理機能と，結果を把握しやすい形で地図上への表示や作表の機能が必要である。

[解 説]

地震発生の直後の段階では，地震動強さ，液状化，地盤流動や構造物被害の発生に関する情報は予測値が主となる。これが，震後の時間の経過とともに地震観測や現場からのパトロール結果に基づいた事実情報が収集されてくる。

これらの実測値や事実情報は，その情報の得られた地点の実際の状況を示しているのは勿論のこと，この実測・事実情報と地震動や被害発生可能性の予測値との比較を行い，各種の予測式，予測方法に修正を加えることにより，実測情報が得られていない地域に関する予測値の精度向上を図ることができる。さらに，地震情報や各地の地震動強さ，さらには液状化や構造物の被害発生箇所に関する実測情報を蓄積することにより，システムを運用している地域の地震特性や地域の発災特性を加味した，地震動や被害の予測手法へと情報の処理機能を更新させることが可能となる。

また，被害状況や復旧状況に代表されるような，災害の復旧活動そのものに直接関連する事実情報は，復旧活動の進展，今後の復旧活動の策定に重要な情報であるとともに，復旧の状況や平常時のメンテナンスの状況とあわせて，構造物の諸元等に関する基本情報の修正・更新が行われていることが，次の地震時の地表変状情報処理システムの運用や予測結果の精度に大きく影響を与えるため，合わせて集中管理する機能が重要である。

実測情報として扱うべき情報としては，以下の項目があげられる。

(1) 各地の地震動強さ

(2) 液状化の発生地点とその変状形態・程度

(3) 地盤流動の発生地点とその流動方向・程度

(4) 地上に位置する各種構造物の被害の発生地点とその形態・程度

(5) 地上より確認できる地中構造物の異常の発生位置とその形態・程度

地表変状情報処理システムには，以上の情報を短時間で，かつ，間違いなく入力できる機能と，入力された事実情報を種々の条件にしたがって検索・集計できる処理機能と，結果を把握しやすい形で地図上への表示や作表の機能が必要である。

以下に，具体の入力，処理・表示機能の内容について述べる。

(1) 各地の地震動強さ

地震動の測定方法については，「3．2．2 地震動情報の収集体制」で述べた機器や体制を設けておくことにより，地震の発生や各地の地震動強さに関する情報をリアルタイムでかつ自動的に地表変状情報処理システムに取り込むことが可能である。また，オフラインの地震計や気象庁の観測所，関連企業体等の観測値については，震前にこれらの観測箇所の位置等の基本情報については入力を済ませておき，地震発生後には観測地点の選択と地震動情報の入力だけで作業が済むような処理・入力機能を組んでおくことや，気象庁の観測所や関連企業体の観測システムとの接続等についても検討し，地震情報の自動入力，相互のやり取りの機能を有していることが望ましい。

入力された実測の地震動強さや，地震のマグニチュードや震度等の地震情報は，地震概況として地図上に加速度値やSI値等の地震動強さの分布を示すとともに，本震や余震の震源域の分布，余震の発生頻度の経時変化をグラフとして処理・表示する機能が必要である。

また，得られた実測地震動強さと予測の地震動強さの比較・分析を行い，地震動強さの予測式の修正や，地震動強さが常に大きい，あるいは常に小さい地域の選別を行う処理機能等を有していれば，地震が発生するたびに本システムを運用するすることにより，システムそのものが地震に関する履歴情報を蓄え，地震を経験することによりシステムに組み込まれている地震動の予測式等に学習機能を持たせることも可能となる。

(2) 液状化や地盤流動，各種構造物の発生地点とその変状形態・程度

現場のパトロールからの報告や関連企業体からの報告等に基づき，液状化や地盤流動，これらの現象に起因して生じる各種構造物の被害について，その発生地点とその変状形態・程度等の情報を即時に入力し，得られた情報を時系列で管理できる機能が必要である。ここで管理される構造物の被害情報は，その後の復旧活動に関する情報や平常時の維持管理情報とリンクし，現在の施設の状況が常に認識・管理されるように情報の共有化を図っておく必要がある。

また，被害情報の入力の際の被害発生位置の特定に当たっては，道路の距離標や交差点名，地番，目標構造物(交番や学校等の目印となる施設)等から，該当する地域の地図や台帳が即時に検索できるような機能を有していることが入力の迅速化には重要な機能である。さらには，特定された施設に関する施工図面や構造諸元等の情報が，被害状況の入力の際に用意に検索・出力する機能を持たせることにより，被災箇所の応急復旧や本復旧の計画策定に参考となる情報の提供が可能となる。

得られた被害情報は，地域別や構造物別，被害の形態や程度別といった検索キーに従って，分類集計され，被害概況の把握や今後の復旧見通しの検討のための基礎資料として提供できる機能が必要である。

4．4．6　履歴情報の入力，処理，利用機能

地震の発生後に順次入力される情報としては，以下の項目があげられる。
(1) 地震諸元に関する情報
(2) 各地の地震動強さに関する実測情報
(3) 液状化，地盤流動等の地表変状に関する事実情報
(4) 地上の構造物の被害に関する事実情報
(5) 地中構造物の異常に関する事実情報
(6) 復旧状況に関する情報

これらの情報を入力・蓄積し時経列的に管理することにより，復旧活動の進捗状況や復旧見通しの把握に利用できるように，情報の加工を行う機能が必要である。

[解　説]

地震の発生直後に本システムに入力される情報としては，以下のような項目がある。

(1) 地震諸元に関する情報
　本震や余震のマグニチュードMや震央位置，各地の震度階等
(2) 各地の地震動強さに関する実測情報
　最大加速度，SI値，震度等
(3) 液状化，地盤流動等の地表変状に関する事実情報
　被害の形態（噴砂，沈下，隆起，亀裂等）とその程度（沈下量や亀裂の幅・長さ等）
　被害の発生位置
(4) 地上の構造物の被害に関する事実情報
　被害形態と程度
　被害構造物の位置
(5) 地中構造物の異常に関する事実情報
　路面への出水や陥没といった直接的な被害情報
　断水，停電等の間接的な被害に関する情報
(6) 復旧状況に関する情報
　緊急措置，応急・本復旧の状況
　復旧資機材・復旧人員の状況

これらの情報を入力・蓄積し，時経列的に管理し復旧活動の進捗状況や復旧見通しの把握に利用できるよう，情報の加工を行う機能を有することが望ましい。

また，この様に各種の情報を履歴として一元管理することにより，時々刻々変化する被害や復旧状況の今現在の状況の正しい把握が可能となるとともに，被害情報等に誤報が含まれてはいないか，情報にダブリはないか，調査活動，復旧活動に漏れは無いかと言った確認が可能となる。

このようにして入力・履歴管理された情報は，その後の震災復旧の訓練のシナリオや，復旧体制，復旧用資機材の備蓄計画等の検討の基礎資料としても用いることができる。

4．5　地表変状情報処理システムの運用に必要なデータベース

地表変状情報処理システムの運用にあたって，準備しておくべきデータベースとしては主として以下の情報があげられる。
(1) 地震動強さの予測
　1）地盤の地震動増幅特性の分布
(2) 液状化の予測

2）徴地形分類の分布
3）地下水位の分布
4）液状化強度の分布
(3) 地盤流動の予測
5）標高の分布
(4) 構造物の被害予測
6）構造物の設置位置及び構造諸元
(5) 処理結果の背景として位置
7）海岸線や行政界，主要河川・道路・鉄道，町並み，目標構造物等の地図情報

[解 説]

地表変状情報処理システムの運用にあたって，震前に準備しておくべきデータベースとしては，上記の情報に関するデータベースがあげられる。

これらの情報は，地盤のボーリング結果や施設の諸元等のように点の情報として与えられるものと，徴地形分類のように面として与えられる情報，さらには海岸線等の地形情報のように線状の情報として与えられる情報に大別され，これらの情報を重ね合わせて処理を行うための工夫が必要となる。

ここで，処理結果の背景として位置を明らかにするための情報としては，

・海岸線や行政界
・主要河川
・主要道路
・主要鉄道
・町並み
・目標構造物等

の地図情報を準備しておく必要があり，これらの情報の内容・精度と地図の縮尺等は，各種被害予測結果の表示や被害情報の入力作業等の作業別に，必要となる背景の情報や縮尺が異なる。

各地の震度階や震央，余震行きの表示のためには複数の都道府県にまたがるような小縮尺の地図が必要であり，表示すべき情報の内容としては，海岸線や行政界（県境等），主要河川・道路・鉄道程度で十分，位置を把握することが可能である。

また，徴地形分類や地盤情報に基づいて，各地の地震動強さや液状化の発生可能性等をより詳細に予測した場合には，その地盤情報等に見合った広さを表示できるように，中縮尺の地図が必要となり，表示すべき情報の内容も小縮尺の場合に比べて多くなり，背景として表示する河川や道路，鉄道の路線も増えてくる。

さらに，被害情報の入力等に当たっては，被災地点や被災構造物の位置を地図上で特定できるように，大縮尺の地図を用い，町並みや目標構造物の位置までが把握できるような，施設の管理台帳レベルの縮尺と内容の地図が必要となる。

4．6 地表変状情報処理システムのパイロットシステム

4．6．1 パイロットシステム開発の目的

具体的に地表変状情報を処理し，被害予測を行い結果を表示するシステムを構築することにより，システム構築上の留意点を明らかにすることができるとともに，システムの効率的な運用に結び付く情報の管理手法，復旧計画策定者の理解しやすい情報の処理結果の表示手法の検討を行うことができることから，現場におけるパイロットシステムの構築の前段階としてパイロットシステムの開発を実施した。

[解 説]

従来は，地震によって生じた地表変状に関する情報や地震規模等の情報を体系的に整理し，表示できるまでに

相当の時間を要している。その理由は，震後の混乱した状態の中で集まってくる情報は断片的で精粗の差があり，さらに，収集される情報の量が多いこと，並びに情報の内容が時間的にもダイナミックに変動するためである。また，質的に異なる各種の情報を理解し易い形で提示できる標準的な方法が確立していないためでもある。

すなわち，的確な被害状況の把握と理解のためには，適切な情報を選択し，適切に編集表示することが必要であり，このことが迅速な復旧計画作成に有用な助けとなる。

しかし，適切な情報の選択方法，情報の適切な編集や表示方法は，地震の規模，地震によって被害の生じる時間，場所などの境界条件にともなって変わることから，基本的なものを除いて体系的に定型化，標準化することが難しい。そこでこれに対処するために，仮想の地震被害を具体的に表示するパイロットモデルを開発することにより，これをある種の試験機またはシュミレーターとして活用することによって，幾つかの異なる境界条件のもとでの標準的な情報提示方法を検討吟味することが可能となる。

また，具体的に地表変状情報を処理し，被害予測を行い結果を表示するパイロットシステムを構築することにより，システム構築上の留意点を明らかにするとともに，情報の管理手法，処理結果の表示手法の検討を行うことができる。

4．6．2　パイロットシステムの処理・表示機能

パイロットシステムでの情報の処理・表示機能は，地表変状情報処理の本システムに要求される機能と同様であり，震後の混乱した状態の中で復旧計画，作成担当者が必要な判断材料として被害が発生と報告された，あるいは被害が発生しているはずと推定される箇所の分布，被害内容，程度，影響等の状況を迅速，的確に処理・表示することである。

［解　説］

(1)　パイロットシステムでの情報の処理・表示機能

パイロットシステムでの処理・表示機能は，地表変状情報処理の本システムに要求される機能と同様であるが，システム構築の際に検討した情報の処理・表示の内容，機能としては以下の事項があげられる。

1）地形図

①　ズームアップ，ズームダウンができること。

②　埋設構造物の種別，位置，構造等が重ね書きでこと（イレーズもできること）。

③　地表近くの地盤構成が重ね書きできること（イレーズもできること，以下同じ）。

④　震央位置，震央距離を示す円弧，計算震度が重ね書きできること。

⑤　液状化の可能性を持つ地域を，可能性の大小を3段階程度に色分けして重ね書きできること。

⑥　地盤流動の発生可能位置を重ね書きできること。

⑦　埋設構造物の予測被害（計算による予測の結果）のある位置，区間を重ね書きできること。

⑧　その他

2）集計表

①　被害路線，健全路線，（又は被害堤防，健全堤防）の位置，延長，被害内容程度を作表する。

(2)　パイロットシステムの情報の処理・表示のフロー

情報の処理・表示のフローを図-III・解4・11に示す。

(3)　パイロットシステムの情報の処理・表示機能

本パイロットシステムは，写真-III・解4・7に示すように災害情報の処理・表示を受け持つワークステーションと，施設や地盤に関するデータベースを記憶しておくためのハードディスクから構成されている。これにより，震前に準備しておいた地盤情報，道路施設情報と，震後に得られるマグニチュード，震央位置等の地震情報に基づき，各地域における最大加速度，震度階，液状化，地盤流動，地盤ひずみや被害発生可能箇所の予測を行うと共に，時々刻々得られる被害に関する事実情報に基づいて被害マップの更新や，予測加速度の修正を行える機能を有している。そのため，マグニチュードや震央位置を想定することにより被害発生危険箇所を震前に検討することも可能であり，震災対策策定のための基礎資料として用いたり，震災訓練に利用することもできる。

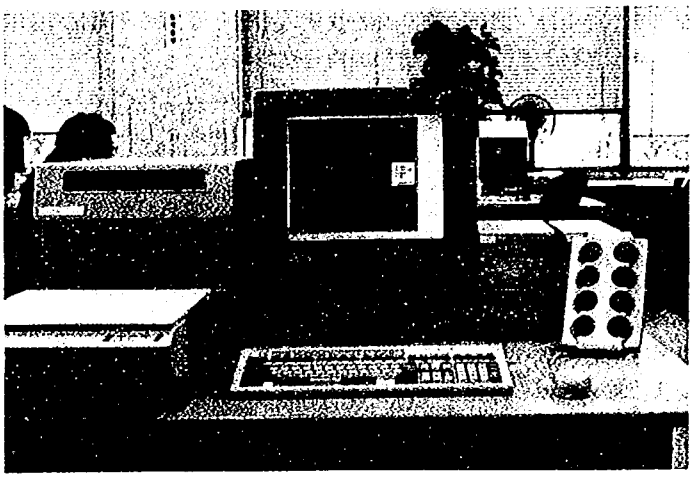


写真-III・解 4・7　地表変状情報処理システムのパイロットシステム

本システムの主要な機能は表-III・解 4・1 に示したとおりであり，データの基本となる地図について，地震や被害発生地域の概要を処理・把握するために，①約 150 km四方の全域地図（158 km×130 km），②約 10 km四方の広域地図（11.3 km×9.25 km）と，施設の位置や被害状況を処理・把握するための③約 500 m 四方の狭域詳細地図（566 m×463 m）の縮尺の異なる 3 種類のベクター（図形を線分の集合として取り扱い，線分の座標を数値として記憶していること）地図を用いている。

写真-III・解 4・8 から写真-III・解 4・50 に表示画面と操作表示内容を示す。

表-III・解 4・1　パイロットシステムの主要な機能

地図の検索と表示		1）全域地図（地図A：約 150 km四方）の表示 2）広域地図（地図B：約 10 km四方）の表示 3）狭域地図（地図C：約 500 m 四方）の表示
各種データの入力と表示		4）地震情報の入力と表示 5）地震動の観測情報の入力と表示 6）地盤，地形データの入力と表示 8）構造物データの入力，検索と表示 9）地名，交差点名，距離標の入力とこれらに該当する狭域地図の表示 10）構造物の被害状況の入力と表示
各種情報の処理・表示	予測	11）地震情報と地盤条件データによる地震動（地表面最大加速度）の予測と表示 12）地震動の観測情報の入力，表示と実測値による予測加速度の修正，表示 13）地盤の液状化の予測と表示 14）地盤の流動（量，方向）の予測と表示 15）地盤のひずみ/変位の予測と表示 16）地盤変状による構造物の被害の予測と表示
	実測	17）被害構造物の入力，検索と表示 18）被害構造物の集計と表示

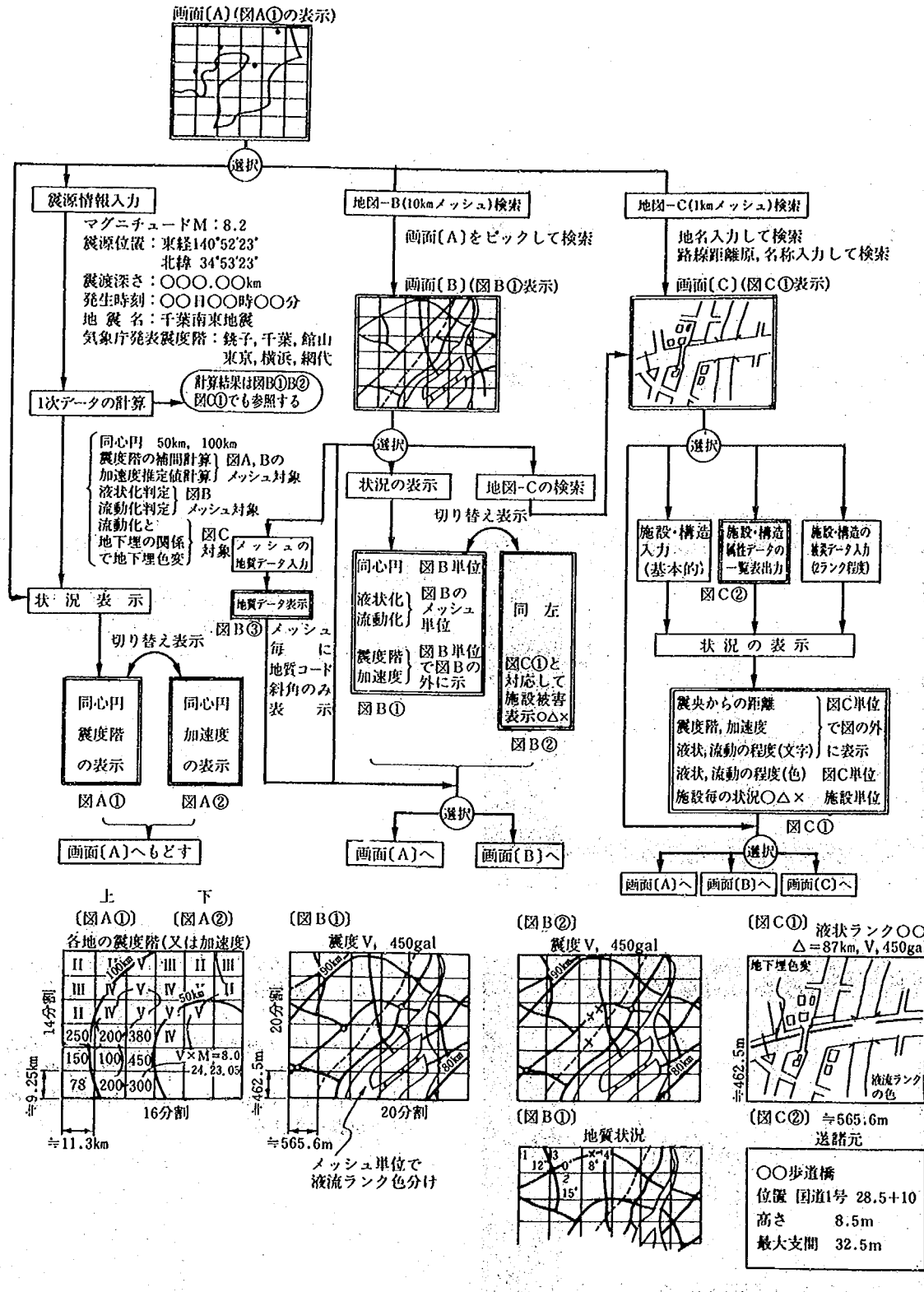


図-III・解 4・11　情報の処理・表示のフロー

＜画面＞

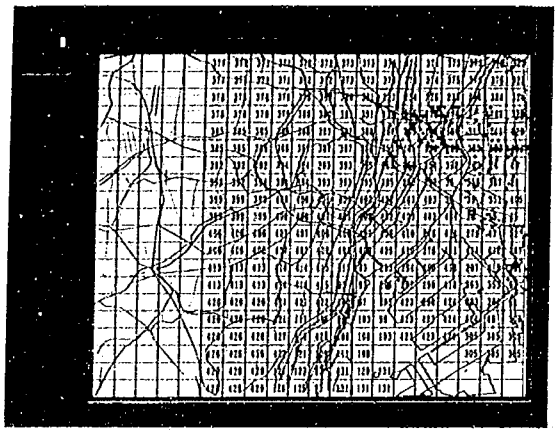


写真-III・解 4・8　離散データのメッシュ上への自動張り付け

＜操作，表示内容＞

丸印で示される離散的に得られた(点在している)データを，ディフォルト圏の方法に基づきメッシュ上に自動的に張り付けた結果を表示させたところ。

画面上には選択されたデータが赤色の丸印で示され，メッシュ上には選択されたデータの番号が表示されている。

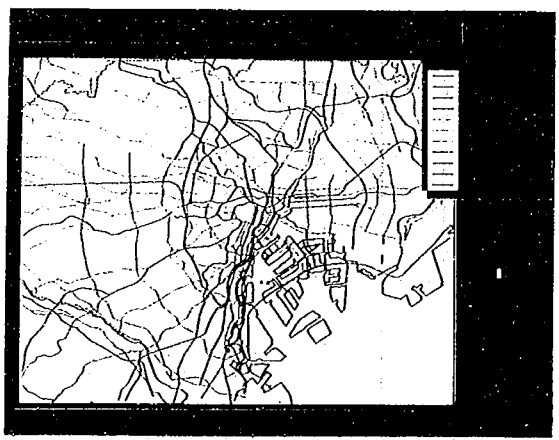


写真-III・解 4・9　パイロットシステムの起動画面

パイロットシステムの起動画面を示したところであり，メニューとして「道路情報」，「河川情報」，「災害情報」が示されている。

このメニューの内の「災害情報」を選択することにより地表変状情報の処理システムを始めとする災害情報の処理メニューが表示される。

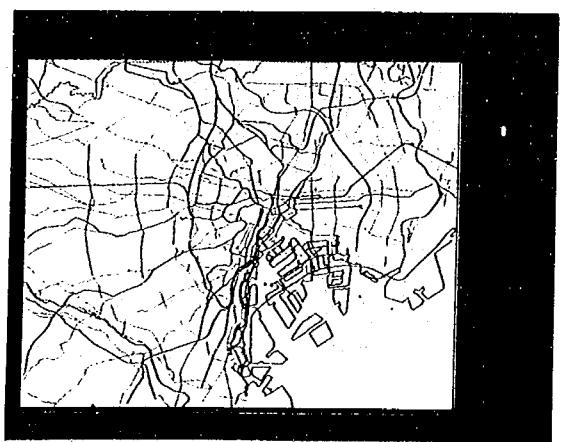


写真-III・解 4・10　「災害情報」を選択し，災害情報の処理メニューが表示された状態

パイロットシステムの起動画面に表示されるメニューから「災害情報」を選択すると，写真のようなメニューが表示される。

メニューには，「地表変状」，「震災復旧」，「水害復旧」，「土砂害復旧」の各種災害と共に，道路と河川の「現況」，並びに本システムの「操作履歴」のメニューが表示される。

＜画面＞

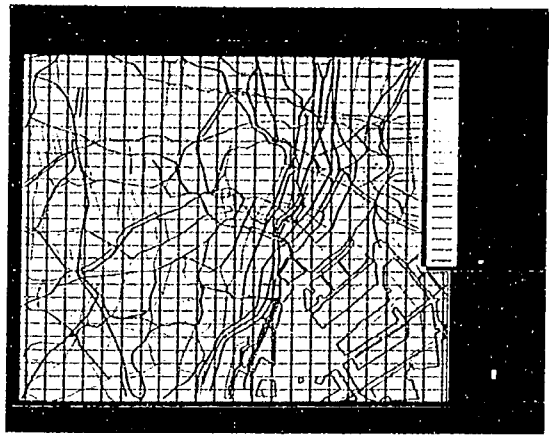


写真-III・解 4・11　地表変状情報の処理システムの起動画面

＜操作，表示内容＞

パイロットシステムの起動画面から「災害情報」，「地表変状」を順次選択し，地表変状情報の処理システムを起動した（表示されている広さは約 10 km四方）。

画面上には，海岸線や主要な行政界，道路，河川，鉄道が表示されると共に，地表変状情報処理システムのメニューとして，「震源情報」，「実測加速度入力」等のメニューが表示される。

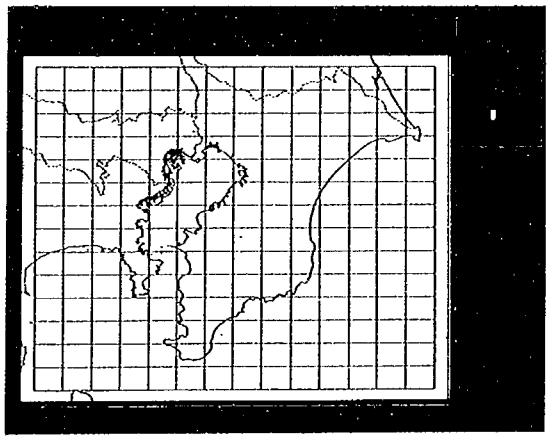


写真-III・解 4・12　「震源情報」を選択し，地図Aとメニューが表示された状態

地表変状情報処理システムのメニューより，「震源情報」を選択すると地図A（関東地域：約 150 km四方）と共に，「震源情報入力」，「表示情報切替」，「地震履歴」，「震央分布状況」のメニューが表示される。

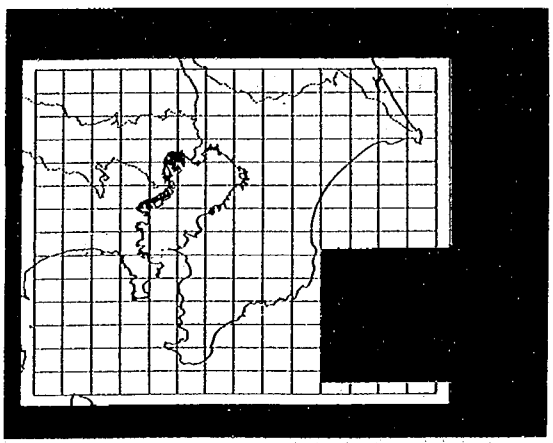


写真-III・解 4・13　電源情報の入力状況

メニューより「震源情報」を選択すると，画面のような震源に関する情報の入力画面が表示される。

ここでは，地震のマグニチュードM，震央位置の緯度・経度，地震の発生時刻，地震名，各地の震度階の入力を行う。

＜画面＞

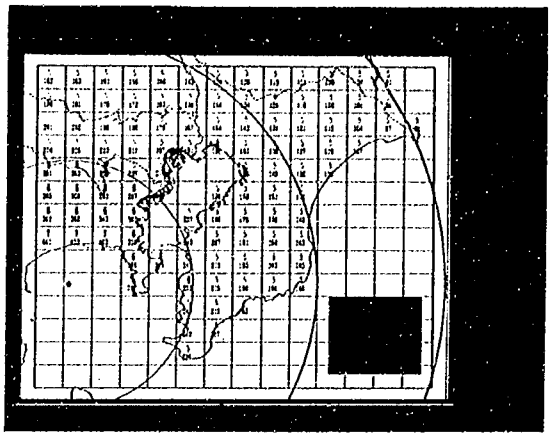


写真-III・解 4・14　予測震度階等の表示

＜操作，表示内容＞

入力された震源情報に従い，震央からの距離が50，100，150 kmの位置を同心円として表示すると共に，地図上には予測震度階と予測加速度（単位はgal＝cm/s²）が表示されている。

これらの情報の表示・非表示は自由に選択が可能である。

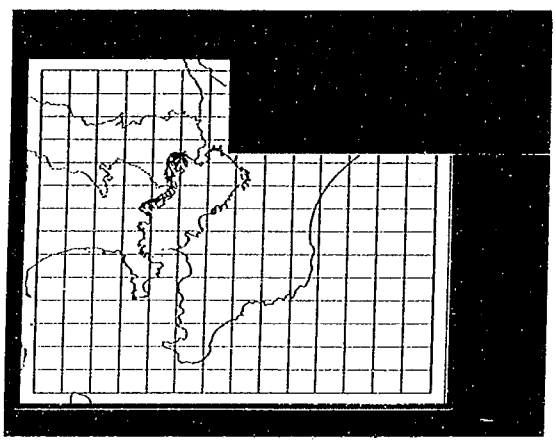


写真-III・解 4・15　履歴として管理されている地震名の表示

震源情報の入力された地震は，地震の履歴として管理され，被害予測等の想定地震や，震央位置の分布状況の表示のための基本情報として利用が可能である。

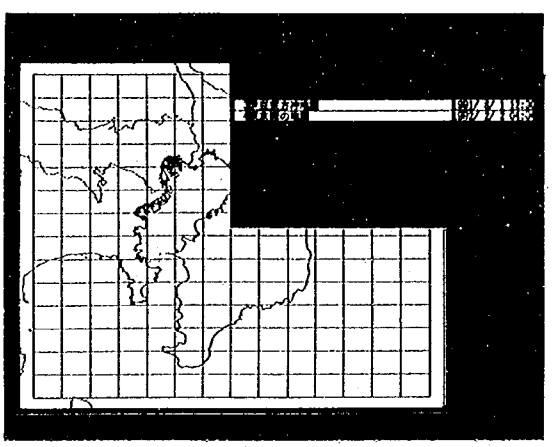


写真-III・解 4・16　震央位置の分布状況の表示対象とする地震名の選択

メニューより「震央分布状況」を選択すると，履歴として蓄積されている地震名のリストが表示され，画面上で表示対象とする地震名を選択することにより，地震名が白黒反転する。

＜画面＞

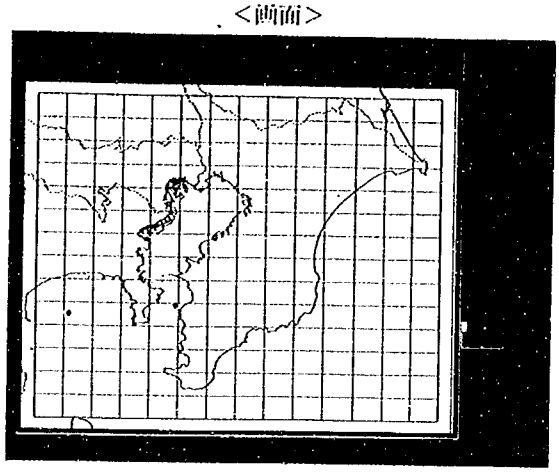


写真-III・解 4・17　震央位置の分布の表示

＜操作，表示内容＞

地震履歴から選択された地震の震央位置の分布状況を，地図上に丸印として表示している。

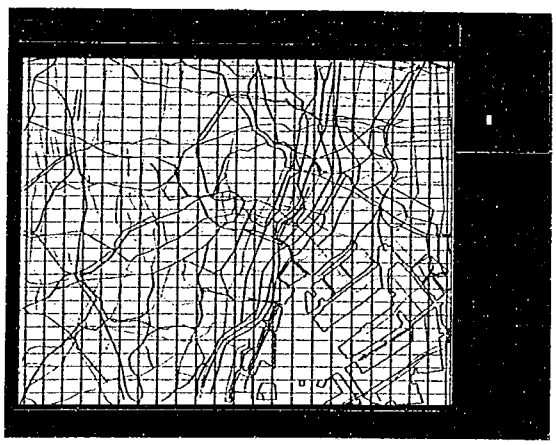


写真-III・解 4・18　「実測加速度入力」に対するメニュー

「震源情報」メニューを終了させ「実測加速度入力」を選択すると，「実測加速度入力」，「表示情報切替」，「凡例表示」，「凡例消去」のメニューが表示される。

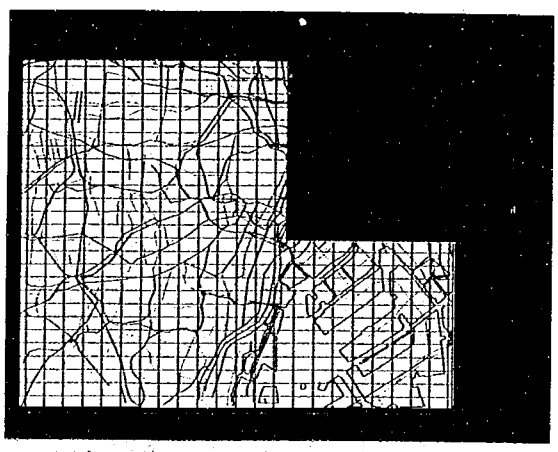


写真-III・解 4・19　実測加速度の入力状況

メニューより「実測加速度入力」を選択すると，強震計の設置されている箇所のリストが表示されている箇所のリストが表示され，東西，南北，上下方向の最大加速度の入力を行う。入力された実測加速度は各地の加速度の予測値の修正や，加速度の予測式の修正の基礎資料として蓄積される。

将来的には，テレメータ等により強震計の実測値が自動入力されるシステムも可能である。

＜画面＞

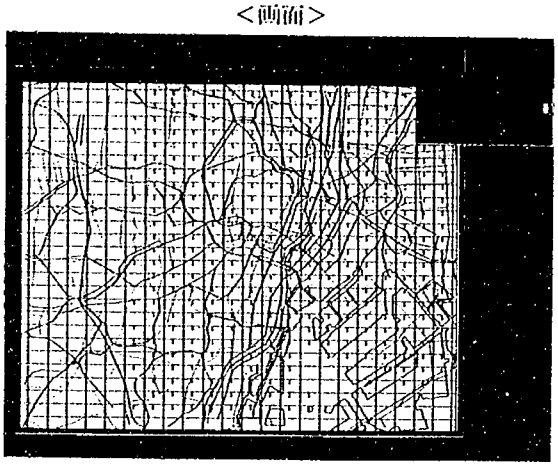


写真-III・解 4・20　予測震度階の表示

＜操作，表示内容＞

「表示情報切替」を選択し，予測震度階だけを表示させたところ。

地域を約500 m 四方のメッシュに分割し，その地域の地震動の増幅特性の違いを考慮し，震源情報をもとに距離減衰式に基づき各地の最大加速度と震度階を予測表示することができる。

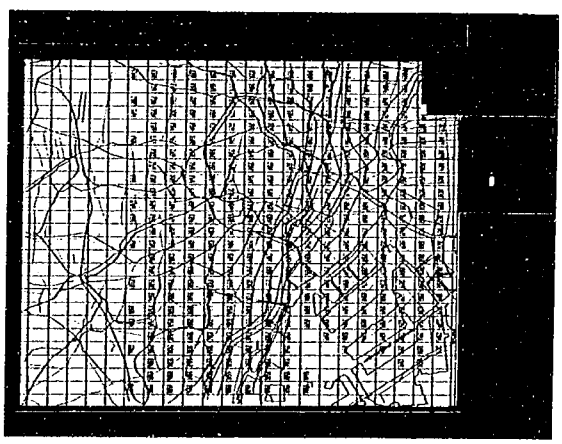


写真-III・解 4・21　予測及び実測加速度の表示

「表示情報切替」を選択し，実測加速度（メッシュ内上段の数値）と推定加速度（メッシュ内下段の数値）を表示させたところ。

ここで実測加速度とは，強震計の設置されているメッシュ内の推定加速度と強震計による実測加速度の値の比較による，類似の地震動の増幅特性を有するメッシュも含めて，推定加速度値に補正を施した値である。

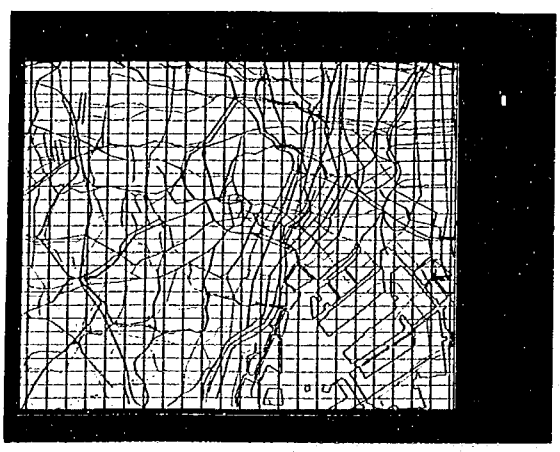


写真-III・解 4・22　液状化の予測に用いる加速度の選択

「実測加速度入力」メニューを終了させ「液状化情報」を選択すると，液状化の発生可能性の予測を予測加速度により行うのか実測加速度により行うのかの選択画面が表示される。

＜画面＞

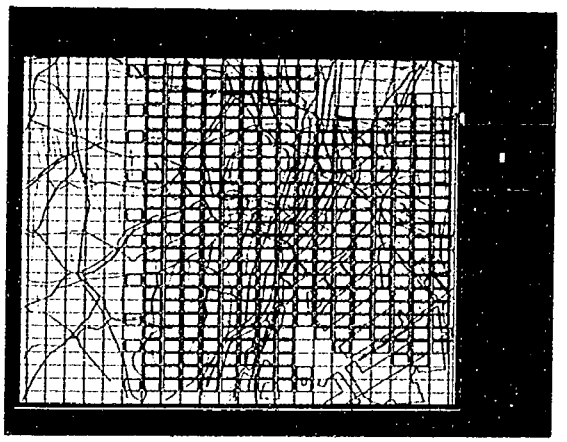


写真-III・解 4・23　予測加速度に基づく液状化の発生可能性の予測・表示

＜操作，表示内容＞

予測加速度と各地のボーリングデータ，微地形分類に基づき，液状化の発生の可能性を予測し，発生の可能性を「大」，「中」，「小」の3段階に分類・表示。

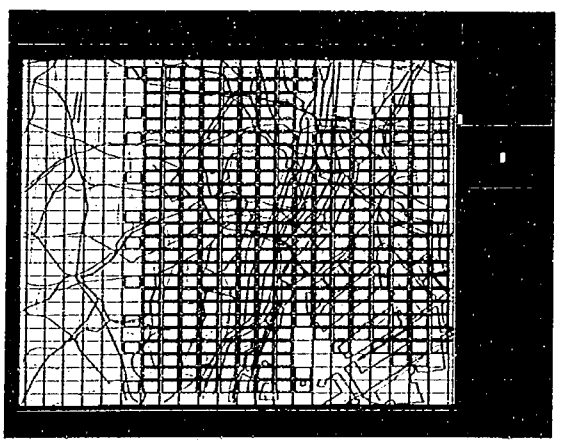


写真-III・解 4・24　実測加速度に基づく液状化の発生可能性の予測・表示

同じく，液状化の発生の可能性を予測し，表示させた状況であるが，こちらの写真では実測加速度の基づき液状化の発生の可能性を予測している。

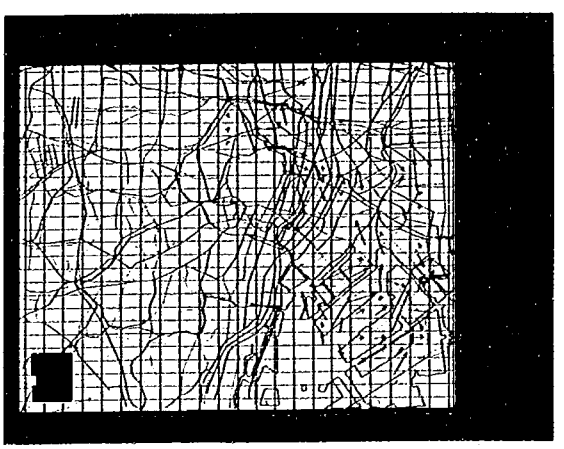


写真-III・解 4・25　予測加速度に基づく地盤の流動程度の予測・表示

「液状化情報」メニューを終了させ「地盤流動情報」を選択し，各地の地盤流動の量と方向を予測加速度値に基づく液状化の予測結果と地表面の傾斜の程度等から予測し，地図上に表示。

矢印の長さが地盤の流動量の大きさを，また，その矢印の方向が流動方向を表している。

＜画面＞

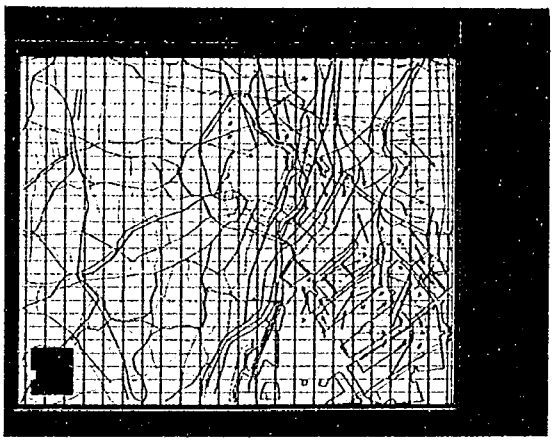


写真-III・解 4・26　実測加速度に基づく地盤の流動程度の予測・表示

＜操作，表示内容＞

同じく，地盤の流動程度を予測し地図上に表示させたところ。

ただし，ここでは実測加速度に基づいた液状化に予測結果を用いて，地盤の流動程度を予測している。

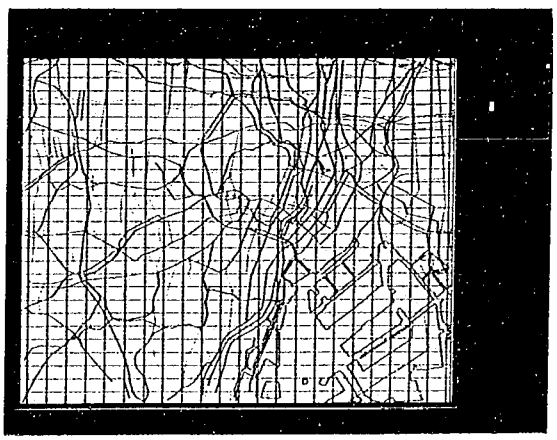


写真-III・解 4・27　「被害情報」メニューに対するサブメニューに選択画面

「地盤流動情報」メニューを終了させ「被害情報」メニューを選択・起動させた状態である。

画面上には「被害情報入力」，「被害情報集計」，「地表変状実情報」のメニューが表示されている。

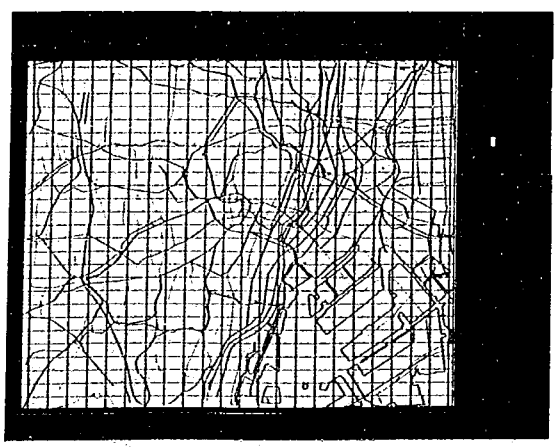


写真-III・解 4・28　「被害情報」より「被害情報」のサブメニューを選択しコマンドメニューを表示

「被害情報」メニューを選択することにより，「被害予測」，「被害予測集計表」，「被害実情報」，「予測・実情報」，「被害構造物」，「地下埋設物被害」のコマンド選択画面が表示される。

＜画面＞

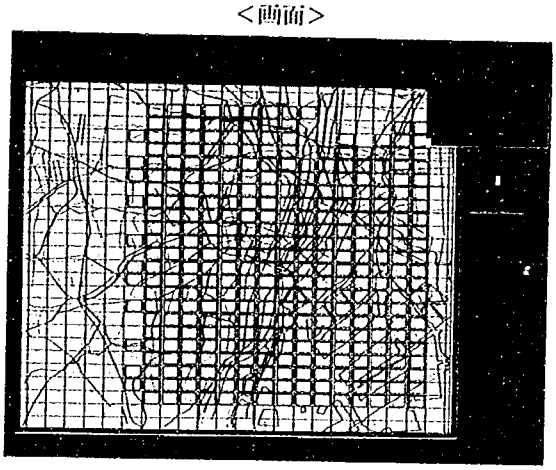


写真-III・解 4・29　予測加速度に基づく地盤ひずみの予測・表示

＜操作，表示内容＞

「被害予測」コマンドを選択し，各地の地盤ひずみの予測・表示。

ここでは，予測加速度に基づく地盤流動量の分布より，各地の地盤ひずみに大小を３段階に分類して表示させている。

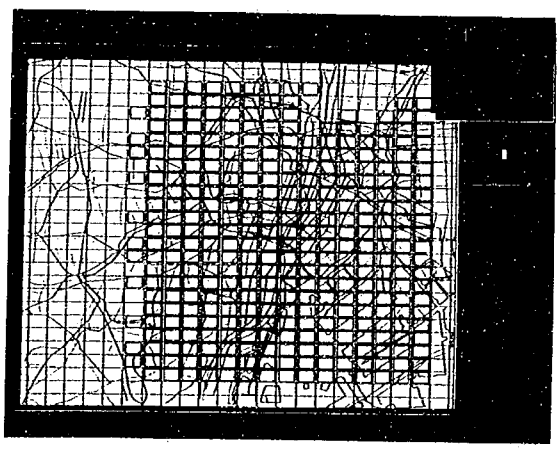


写真-III・解 4・30　実測加速度に基づく地盤ひずみの予測・表示

同じく各地の地盤ひずみの分布を予測し地図上に表示させたところ。

ただし，ここでは実測加速度を用いて求めた地盤流動量の予測結果に基づいて地盤ひずみの予測を行っている。

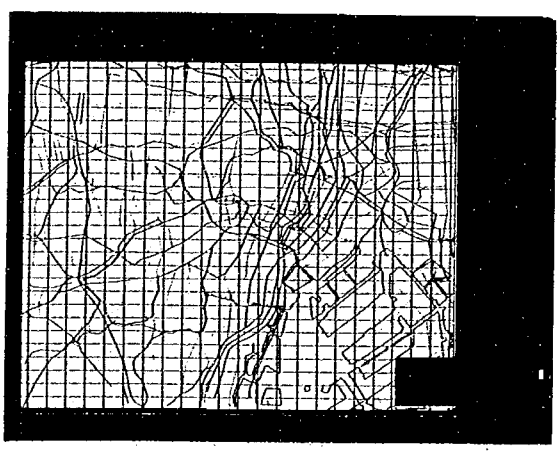


写真-III・解 4・31　被害予測結果の集計箇所の選択

「被害予測」コマンドを終了させ「被害予測集計表」コマンドを選択すると，被害予測結果の集計を行うべき集計箇所（メッシュ）の選択を要求してくる。

＜画面＞

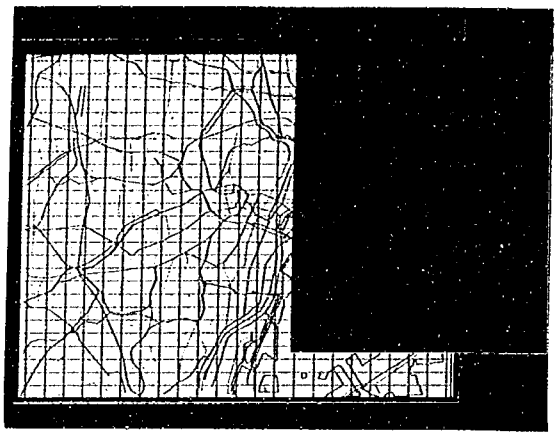


写真-III・解 4・32　被害予測結果の集計表の表示
(予測加速度の基づく)

＜操作，表示内容＞

地図上で選択された集計箇所（メッシュ）内における，地中構造物の種類別の全延長と，被害の発生が予測される地中構造物の延べ延長が表示される。

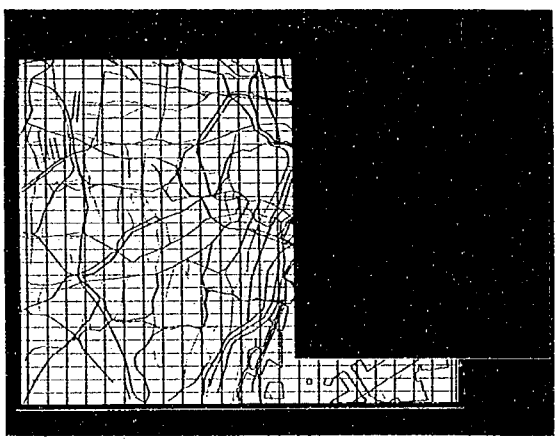


写真-III・解 4・33　被害予測結果の集計表の表示
(実測加速度に基づく)

同じく選択された集計箇所に対する被害予測結果の集計表の表示であるが，ここでは実測加速度に基づく予測を行っている。

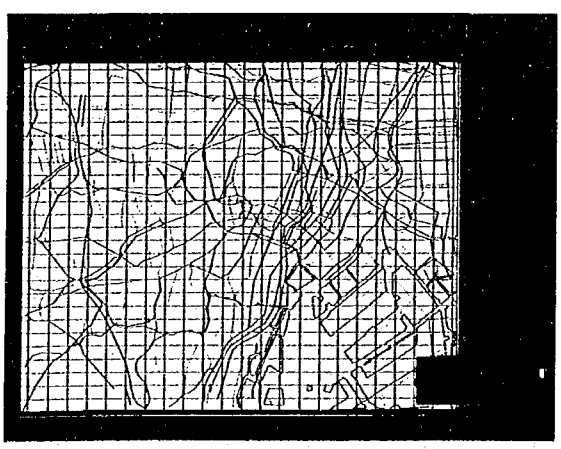


写真-III・解 4・34　被害実情報の入力を行おうとする地図（メッシュ）の選択

「被害予測集計表」コマンドを終了させ「被害実情報」コマンドを選択すると，被害に関する事実情報を入力しようとする地図（メッシュ）の選択が要求される。

＜画面＞

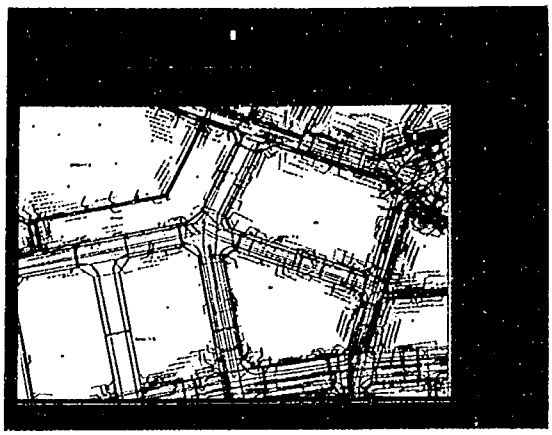


写真-III・解 4・35　狭域詳細地図（C図）の表示

＜操作，表示内容＞

地図を選択すると，選択されたメッシュの拡大地図（C図：約500ｍ四方）が表示される。

地図上には，街路や地中構造物が表示され，コマンドとして，「構造物選択」と「地震状況」が用意されている。

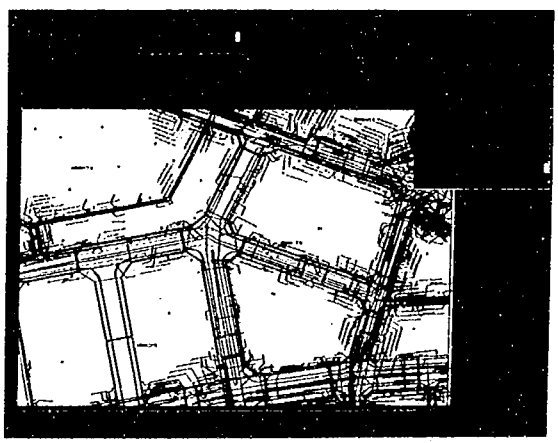


写真-III・解 4・36　当該メッシュの地震状況の表示

「地震状況」コマンドを選択し，当該メッシュにおける地震状況を表示させた状況。

ここでは地震状況として，液状化発生の可能性，震央からの距離，予測震度階，予測加速度を表示することができる。

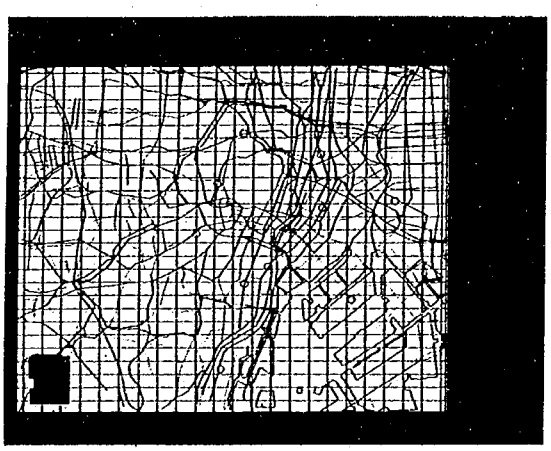


写真-III・解 4・37　実被害箇所の分布図の作成・表示

順次，被害構造物を選択し被災度を入力することにより，自動的に被害箇所と被災の程度の分布図が作成・表示される。

＜画面＞

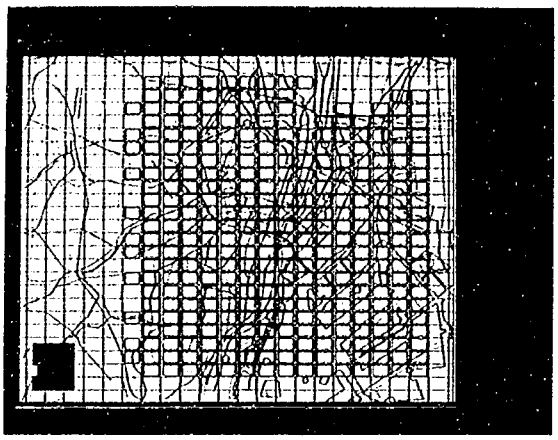


写真-III・解 4・38　被害箇所の分布図と地盤ひずみの予測結果の重ね合わせ表示

＜操作，表示内容＞

「被害実情報」メニューを終了し「被害・実情報」メニューを選択し，実被害箇所の分布図と地盤ひずみの予測結果を重ね合わせて表示させた状況。

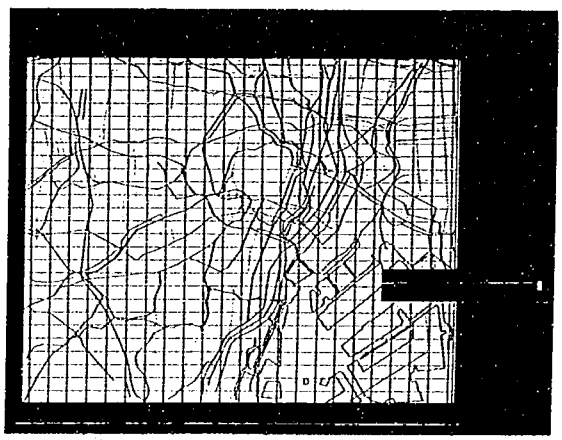


写真-III・解 4・39　被災前の状況を表示させる構造物の選択画面

「予測・実被害」メニューを終了し「被害構造物」メニューを選択すると，被害前の状況を表示させたい構造物を地図上で選択するよう要求してくる。

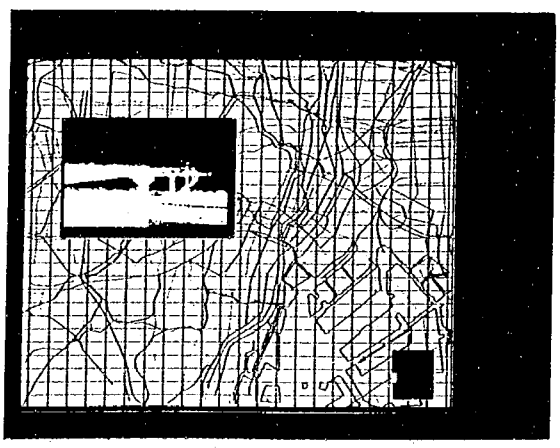


写真-III・解 4・40　事前に準備しておいた構造物に関する情報の自動検索・表示

選択された構造物に対する情報を自動的に検索し，画面上に表示。

ここでは，震央に撮影しデータベース化しておいた構造物の写真を画面上に表示させている。写真以外に一般図や建設資材の積算表等の情報とのリンクも可能である。

＜画面＞

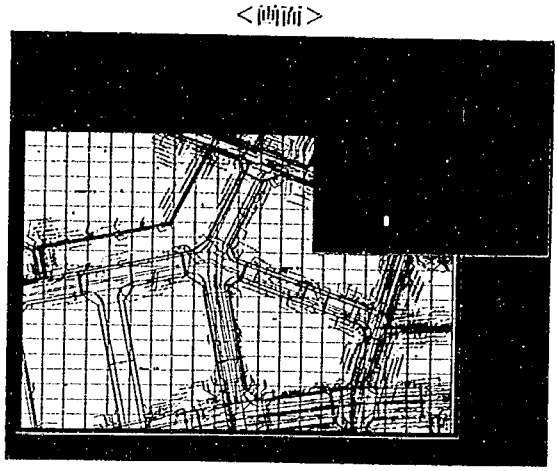


写真-III・解 4・41　地下埋設物の被害状況の入力画面

＜操作，表示内容＞

「被害構造物」メニューを終了し「地下埋設物被害」メニューを選択し，対象とする地下埋設物を地図上で順次選択すると，構造物の諸元が表示され，被害の発生日時，被害状況，被害程度の入力画面が表示される。

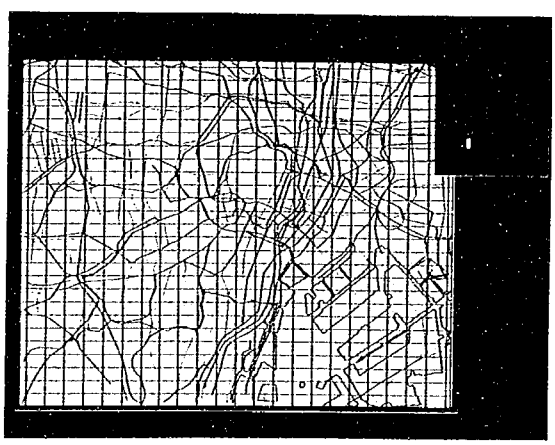


写真-III・解 4・42　被害情報の集計条件の入力画面

「地下埋設物被害」，「被害情報入力」メニューを順次終了させ，「被害情報集計」メニューを選択すると，集計すべき設備名，あるいは被害の発生日時順の選選択画面が表示される。

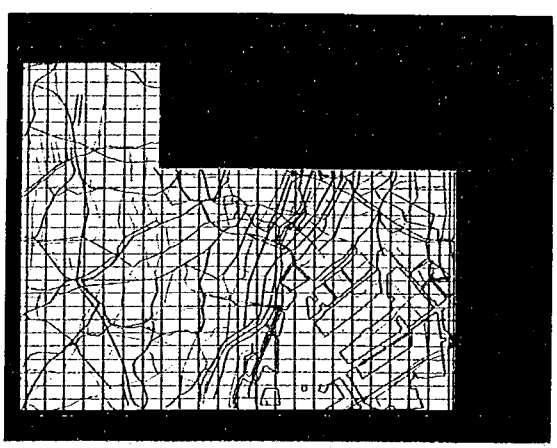


写真-III・解 4・43　設備別の被害状況の集計結果

被害設備として電力を選択し，被害設備の集計・表示を行う。

集計表には，被害の発生日時，設備の種別，被害の程度，被害状況が表示される。

＜画面＞

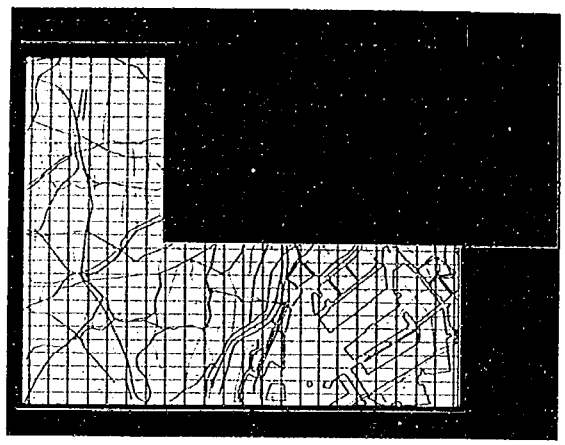


写真-III・解 4・44　被害発生日時順の
被害状況の集計結果

＜操作，表示内容＞

同じく，被害状況の集計を被害の発生日時順に，全設備について集計した結果を表示した状況。

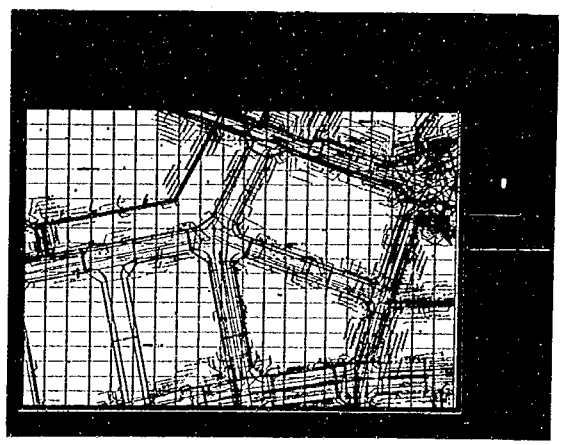


写真-III・解 4・45　地表変状の種類の選択画面

「被害情報集計」メニューを終了させ「地表変状実情報」メニューを選択すると，地表変状に関する事実情報を入力すべき地図の選択が要求されるとともに，地表変状の種類の選択画面が表示される。

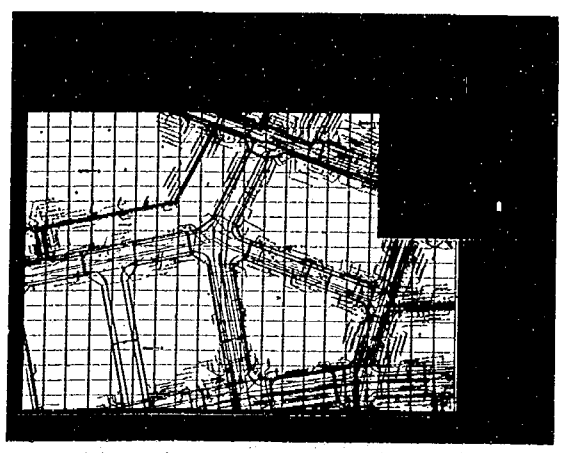


写真-III・解 4・46　地表変状情報の入力

地表変状の種類を選択し，変状の発生しているエリア（約 25 m 四方）を選択すると，被害箇所，被害程度，被害の発生日時に入力画面が表示される。

＜画面＞

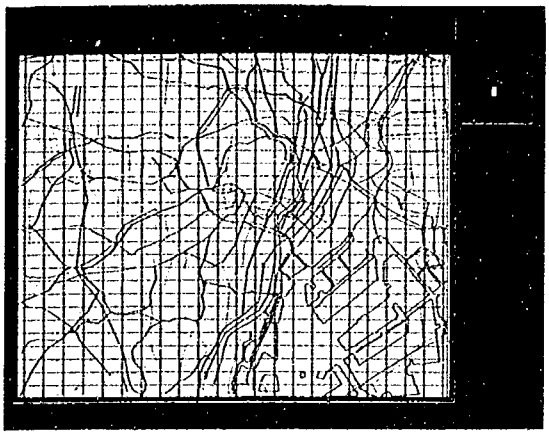


写真-III・解 4・47　表示すべき地盤情報の選択画面

＜操作，表示内容＞

「地形変状実情報」，「被害情報」メニューを順次終了し，「地盤情報表示」メニューを選択すると，地盤情報として「地盤種別」と「微地形分類」が選択メニューに表示される。

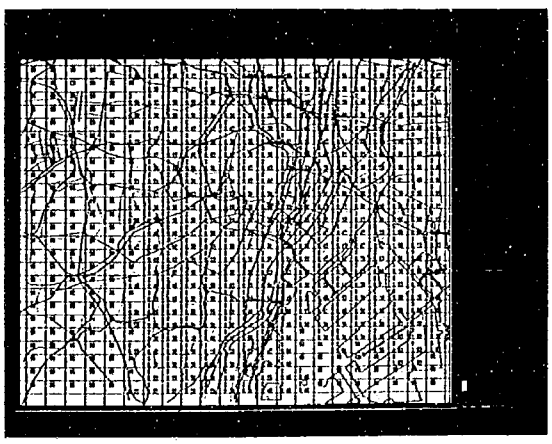


写真-III・解 4・48　地盤種別と地盤の特性値の表示

地盤情報として，地盤種別を選択したところ。

メッシュ内には，上段に地盤種別を，下段にはボーリングデータから算出された地盤の特性値T_Gの値が秒単位で表示されている。

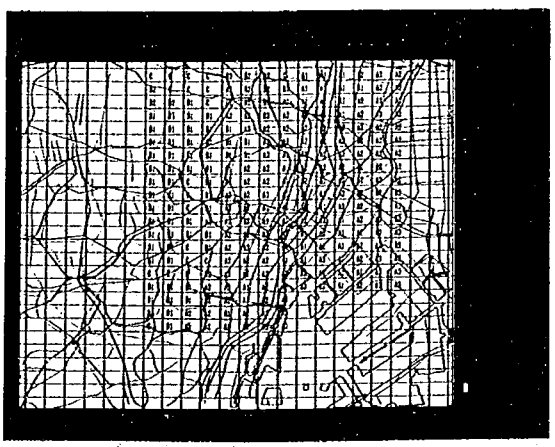


写真-III・解 4・49 微地形分類の表示

地盤情報として，微地形分類を選択したところ。

メッシュ内には，微地形分類を記号により表示させている。A，B，Cに順に液状化に発生に可能性の高い微地形分類を意味している。

＜画面＞

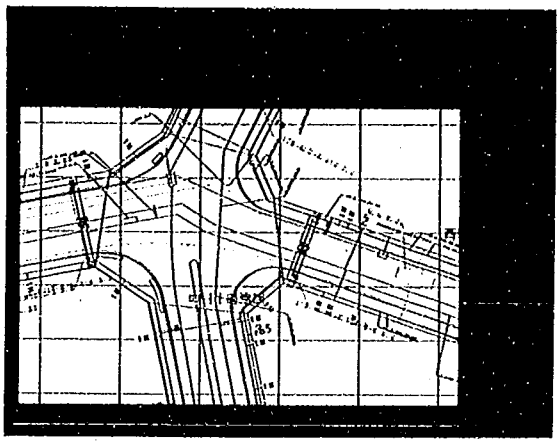


写真-III・解 4・50　表示地図の拡大，スクロール

＜操作，表示内容＞

表示地図を拡大，スクロールを行っている状況。

拡大率，スクロールの刻み幅は任意に設定が可能である。

4.7 システム構築上の留意事項

システムの構築にあたっては，基本情報となる地盤，地形，構造物，地図等のデータベースの構築のしやすさ，システム運用中の情報の利用のしやすさとともに，システム運用開始後のこれらデータベースのメンテナンスの容易さに注意して，基本情報の様式やシステム内での情報の管理方法を検討しておく必要がある。さらに，担当者がシステムの操作にすぐになじめるような操作体系とし，平常時の作業との流れ・操作性の連続性を考慮したシステムとする必要がある。

また，最適なシステムとは，取り扱うべき情報の量（管理すべき施設の量，管理すべき地域の広さ等）の大小により異なり，システム構築時に想定される扱うべき情報量と，システム構築時での使用可能な処理装置の処理能力の両者を考慮して，システムの全体構成を決定する必要がある。

さらには，情報管理システムや強震観測ネットワークの構築・接続等の将来計画をも考慮したシステムの切口を残しておく必要がある。

[解　説]

システムの構築にあたっては，システムの運用に必要となる基本情報である，地盤，地形，構造物，地図等のデータベースに関して，

①データベースの初期構築のしやすさ

②システム運用中の情報の利用のしやすさ

③システム運用開始後のこれらデータベースのメンテナンスの容易さ

に注意して，基本情報の様式やシステム内での情報の管理方法，運用開始後のデータベースのメンテナンス体制（メンテナンスのサイクル，内容，データの入力・修正方法等）について検討しておく必要がある。

さらに，稀にしか発生しない地震に対する対応が円滑に行えるよう，担当者がシステムの操作にすぐになじめるような操作体系に配慮し，平常時の作業との流れ，平常時のシステムの運用操作との連続性を考慮したシステムとしておくことが重要である。

また，最適なシステムとは，取り扱うべき情報の量（管理すべき施設の量，管理すべき地域の広さ等）の大小により異なり，システム構築時に現状とともに将来的に扱うべき情報量を想定し，システム構築段階で使用可能な処理装置の処理能力についても合わせて考慮し，システムの全体構成を決定する必要がある。

さらには，情報管理システムや強震観測ネットワークの構築・接続等の将来計画や，新技術や新たな機器の開発をも考慮したシステムの切口を残しておき，これらのネットワークや機器との接続の可能性を確保しておくことが望ましい。

参考文献

1）佐々木，常田，松本，宮川，野口：震災復旧のための情報支援システムの開発ー情報のビジュアル化ー，土木技術資料/第33巻，第1号，平成3年1月

2）Tokida, K., Matsumoto, H. and Sasaki, Y.：Visual Information System for Seismic Ground Hazard Zoning, 4th U.S.-Japan Workshop on Earthquake Disaster Prevention of Lifeline System, Los Angeles, USA, August, 1991

第4編　水害復旧編

第1章　水害情報の収集

1．1　概説

1．1．1　水防災対策の流れ

水防災対策については，水害時の流域の状況や情報収集状況によって，臨機応変にこれを実施する必要がある。このためには，平常時における情報収集や事前対策の検討，水害時における情報収集体制の整備や情報が不完全な場合の予測が重要である。

このため，以下の3つのシステムを整備する。

(1) 水防災データベースシステム
(2) 水害情報収集システム
(3) 浸水拡大予測システム

［解　説］

(1) 大規模な水害が発生した場合には，被害の拡大防止対策あるいは被災した施設の復旧対策等を適切に実施することが，被害を最小にし，社会不安の増大を防ぐ上できわめて重要となる。このためには平常時あるいは水害発生時において，水害に関する様々な情報を的確かつ迅速に収集し，処理・伝達することによって，円滑な復旧に役立たせることが重要である。このような観点から，平常時あるいは水害発生時における情報の収集と有効な活用を図り，発災前の水害対策，水害発生時の緊急対応，その後の応急対応，復旧対応を支援するシステムを利用することにより，水害を未然に防止し，被害を軽減するとともに，水害時における流域の面的な安全性の確保を図る必要がある。

(2) 本ガイドラインでは，水害復旧をはじめとし，避難誘導や水防活動などのいわゆる水防災に関する総合的なシステムを解説する。これらは情報という観点から，平常時において準備・利用するシステムと水害発生時において利用するシステムとに分類できる。ここで，平常時におけるシステムを，情報の保存形態から，水防災データベースシステムと呼ぶことにする。また，分析・予測するシステムの中で，浸水拡大予測に関する部分については，作成に特別な労力と注意が必要であり，かつ重要であるため，これを浸水拡大予測システムとして独立させた。水害発生時における情報収集のためのシステムを水害情報収集システムとした。

これらは整理の際の便宜上，3つのシステムとしたが，それぞれは独立したシステムではなく，互いに重要な関連をもっているため，特に意識して区別する必要はない。

3つのシステムの相互関連を図-Ⅳ-1-1に示す。

1．1．2　情報収集の基本方針

水防災活動に必要な情報については，以下のような時間区分に応じてこれを収集する。

(1) 平常時

平常時には，以下のような情報を収集する。

1) 平常時の水防災対策検討に使用する情報
2) 水害時に参照する情報で平常時に収集が可能な情報
3) 水害時の解析・予測に使用する情報

(2) 水害発生時

水害発生時には，以下のような情報を収集する。

1) 被害発生予測に関する情報

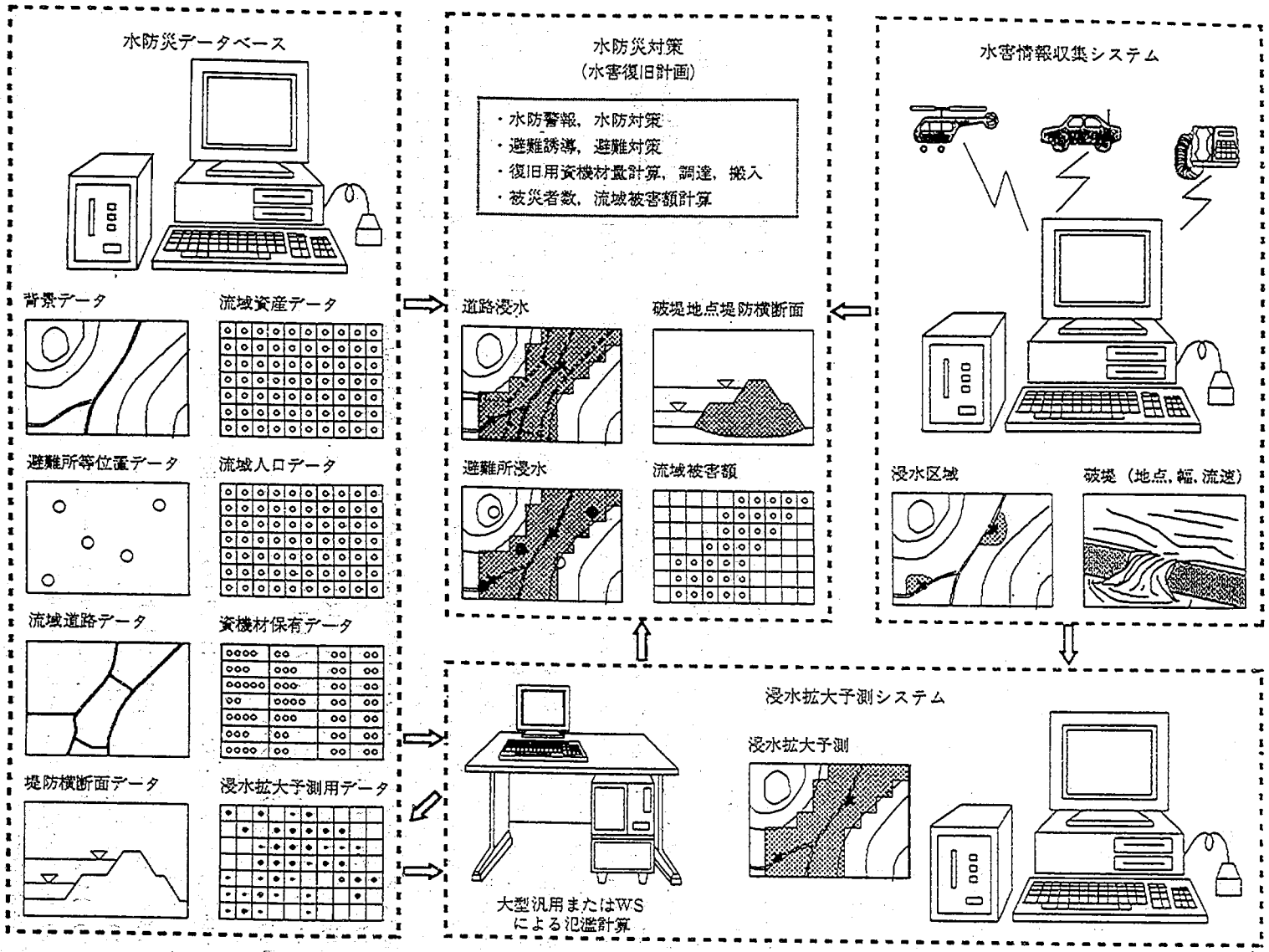


図-Ⅳ-1-1　各システムの相互関連

2）被害発生防止に関する情報
3）被害発生に関する情報
4）浸水状況・道路冠水状況に関する情報
5）緊急的な水防災活動に必要な情報

(3) 水害発生後

水害発生後には，以下のような情報を収集する。

1）復旧事業に必要な情報（補足調査）
2）被害状況に関する詳細な情報
3）その他，水害状況に関する詳細な情報

［解　説］

(1) 平常時

1）平常時の水防災対策検討に使用する情報

水害発生時における様々な水防災活動は，その時に収集された情報をもとに行うことが最も望ましい。しかしながら，水防，緊急復旧，避難誘導などの多岐にわたる活動を，水害発生中の限られた時間と人員とで検討することは難しいと考えられる。そこで，あらかじめ平常時の水害シミュレーション等によって，事前に対策を検討しておくことも重要である。

2）水害時に参照する情報で平常時に収集が可能な情報

水害発生時に必要とされる情報の中には，平常時において収集が可能なものが数多くある。これらを収集・整理しておくことによって，水害時の検索を容易にしておくことが，水防災対策を的確に実施する上で非常に重要である。

3）水害時の解析・予測に使用する情報

水害発生時には，気象条件や流域の浸水状況などの制約によって，必要な情報が十分に収集できない場合もあると考えられる。このような場合には，水害発生時に収集された限られた情報とあらかじめ平常時に収集しておいた情報をもとに，解析・予測しなければならない場面もでてくると考えられるので，これに必要な情報についても収集しておくことが望ましい。

(2) 水害発生時

水害発生時に情報を収集する際には，緊急復旧事業や復旧事業の申請等に必要な情報（1．5．6を参照）をカバーするように注意する必要がある。

1）被害発生予測に関する情報

地震災害などの他の災害と比較すると，水害の場合は被害の発生の外力に関する情報が収集しやすいといえる。将来的には，これらの予報値も利用できると考えられる。これらの情報は，水防災対策の基本的な情報であり，また水害に対する体制を整えるために重要である。次に，外力の情報によって大きな出水が予想された場合には，河道水位などの個々の施設の被害発生を予測するための情報を収集する必要がある。

2）3）被害発生防止および被害発生に関する情報

堤防などの河川管理施設等の被害が予測される場合には，これを防止する水防活動を効果的に実施するための情報が必要となる。また，これと同時に被害の情報も収集する必要がある。河川巡視などによって，これらを収集する。

4）5）浸水状況・道路冠水状況に関する情報および緊急的な水防災活動に必要な情報

被害が発生した場合には，浸水拡大防止対策や避難誘導などの様々な水防災対策を緊急的に行う必要がある。このためには，流域の浸水情報や道路の冠水情報を収集し，資材・機材の搬入や，さらに詳細な情報を収集するための通路や安全な避難路の確保を行う必要がある。

(3) 水害発生後

水害発生後には，復旧工事に必要な詳細な被災諸元の情報や，激特申請に必要な流域の一般資産被害などの調査を関係機関の協力のもとに実施する必要がある。

1．1．3　平常時の情報収集

平常時に収集した情報は，水防災データベースに整理する。また，資料作成にあたっては，更新期間や手法を制度化・マニュアル化しておくことが重要である。

[解　説]

(1) 近年では，マスメディアの発達などもあって，従来には要求されなかったような流域の被害の情報についても，水害発生時に要求される場合が多い。これらの情報を水害発生中に収集することは難しく，不可能な場合も多い反面，概算値・予測値でも有効である場合が多い。こうした情報を水害発生時に分析し，予測するためには，平常時において収集しておいた情報と，災害時に収集できた情報との重ね合わせが必要であるが，平常時において収集した情報をデータベースに保存しておけば，作業は比較的軽減されると考えられる。

(2) 災害対策用のデータベースのような，比較的使用頻度の低いデータベースの運用にあたっては，データの更新とシステムへの習熟が最も重要な課題の１つである。そこで，資料作成などの更新手続きについては，制度化・マニュアル化などによって，日常的な業務の一環にしておく必要がある。例えば，定期横断測量と同時に更新することが考えられる。また，更新作業が過大な負担とならないようにするためには，外部のデータベース等を積極的に活用することが考えられる。

1．1．4　水害発生時の情報収集

水害発生時には，既存の収集体制を高度化して活用するとともに，空中からの情報収集や画像情報の利用，多様な新技術を使った情報収集機器等を利用して必要な情報を収集する。

また，収集した情報は，水害後のできるだけ早い時期に整理・データベース化することが望ましい。

[解　説]

(1) 水害時における情報収集の特徴として，漏水や洗堀など地上でかなり注意しないと発見できない情報が非常に重要な位置を占めている点や，気象条件が悪い場合がほとんどで，また全国各地で同時発生することがあるなど，空中からの情報収集が不可能な場合が多い点があげられる。こうした点を考慮すると，現在の河川巡視による情報収集を基本として，可能な場合には空中からの情報収集を行うという体制が考えられる。

(2) 一方，仮に空中からの情報収集が可能な場合には，従来収集できなかった多様な情報を収集することができ，非常に有効である。空中からの情報収集は，広域的かつ面的な収集が可能であり全体的な把握が行えること，地上の状況に影響されず機動性が高いことなどの優れた特徴をもっている。しかしながら現在行なわれている空中からの情報収集は，航空写真の撮影や災害状況の概略的な把握といったものに限られている。そこで，その用途を拡大するとともに，多様化する収集対象に応じた撮影技術等を開発する必要がある。

(3) 各種画像情報について，その特徴と水害時での利用の可能性を整理すると次のようになる。

１）撮影機材による比較

画像情報の撮影機材の分類としては，画像をどのように認識，記録するかによって，化学的なメディア(フィルムなど）と電気的なメディア（磁気テープ，磁気ディスク，光ディスク，光磁気ディスクなど）の２種類があり，それぞれについて静止画を扱うもの（スチルカメラ）と動画を扱うもの（ムービーカメラ）がある。それぞれの特徴については，表-Ⅳ・1・1 に整理したように，個々の機器や規格によって異なっているが，おおむね以下のようになっている。

① 市販のスチルカメラ

機材の単価も低く，最も入手しやすいため，どこでも多数準備することができる。フィルムを記録メディアとしているため，単位長さあたりの画素数に換算すれば通常 500 本/㎜程度であり，テレビカメラの撮像面の 50～75 本/㎜と比較するとかなり精度が高い。フィルムの大きさにも，35 ㎜，6×6 など様々あり，大きいフィルムを使用すれば，一画面あたりの画素数が多くなるため，精度はさらに向上する。しかし，大きいフィルムを使用する場合，現像できる場所が限られ，時間もかかるため，災害時の利用を考えた場合機動性に問

表-Ⅳ・1・1　撮影機材による比較

記録メディア	画像の分類	撮影機材（規格）	画像（映像）の精度			取り扱い		
			単位長さ当たり	撮影面の大きさ	総　合	現像再生	伝　達	複写解析
化学的（フィルム）	静止画	35㎜，6Ｘ6など	高い	比較的大	○	○	×	△
		インスタントカメラ	やや高い	比較的大	○	◎	×	×
		航空測量用	高い	大きい	◎	×	×	×
	動　画	8㎜，16㎜など	高い	小さい	△	×	×	×
電　気　的	静止画	電子カメラ	低い	小さい	△	△	○	◎
	動　画	8㎜，VHSなど	低い	小さい	△	◎	◎	◎

◎：非常にすぐれている
○：優れている
△：あまり優れていない
×：優れていない

題がある。

② インスタントカメラ

市販のスチルカメラと同様の特徴をもっているが，現像処理が不用であることが特徴である。欠点としては，複製が難しいこと，一般的にはレンズの交換ができないこと，などが考えられる。

③ （航空）測量用カメラ

大きなフィルムを使用し，かつ機材ごとに補正係数を求めるなどの精度向上のための工夫がなされているため，精度は最も高いと考えられる。その反面，フィルム現像には特殊な機材を必要とするため，全国的にみても現像できる場所が限られ，運搬もふくめた処理に時間がかかるのが欠点である。

④ 8㎜ムービーなど

現在はほとんど使用されておらず，このため現像にも時間がかかるものと予想される。また，撮影時間も他と比べて短く，取扱いも面倒であるため，水害情報の収集にはあまり適していないと考えられる。

⑤ 電子スチルカメラ

静止画像を電気信号に変換し，フロッピーディスクなどに保存するものである。現在のところ，専用の再生機材がカメラと別途必要であり，本体・再生機材とも価格が高い。しかしながら，電気信号であり，かつ静止画像であるため，電話回線などを通じて伝達するのは技術的には容易である。

⑥ ビデオカメラ

動画を扱うものとしては最も一般的であり，静止画としても使用できる。現像の必要がなく，ほとんどの場合カメラに再生機能がついているため，現地での画像の確認ができる。情報量が多いため，リアルタイムで転送する場合には，高度な機器が必要とされる。フィルムと比較すると，精度は落ちる。

2）撮影方向による比較

① 鉛直撮影

航空写真のように撮影方向を鉛直にした場合，画面の歪みを無視すれば，画面上の位置がそのまま実際の位置となるため，地形図などとの比較が容易である。また，画面上に水平長さが既知のものがあれば，その長さを基準とすることによって，簡単な測量が可能になる。この反面，一般的にヘリコプターや固定翼機などの航空機の窓は開かないため，鉛直撮影をするためには，専用の撮影架台（あおぞら号のウェスカムなど）をもつか，航空写真用の航空機である必要があるが，これらの条件を満たした航空機はそれほど多くない。また，ある程度広い範囲を撮影しようとする場合には，撮影高度が必要であるため，雲が低くかかっている場合には撮影できない。したがって，気象条件や必要とする場所によっては，撮影できない場合も考えられる。

② 斜め撮影

一般的な撮影を行なう場合，ほとんどがこの映像になると予想される。報道機関や一般市民が撮影した映像も，ほとんどがこれに該当すると考えられるため，情報源として選択の幅は大幅に広がる。また，撮影する地点の高さに比べて広い範囲を写すことができ，雲の高さが低い場合でも撮影できる。さらに，航空機を使用しなくても，見通しさえよければ，小高い山頂やビルの屋上などからも撮影が可能である。しかしながら，定量的な解析を行なう場合には，斜め映像の座標変換をおこなう必要がある。

③ 水平撮影

地上からの撮影がこれにあたる。高さの基準となるものがあれば，湛水深などを簡単に解析できる。この反面，どうしても狭い範囲しか撮影できない欠点がある。

これらを総合すると，特に水害発生中に収集する第一次情報として見た場合，情報の精度よりも，むしろ撮影の容易さや撮影後の処理，解析処理や伝達のしやすさ等を重視した方がよいと考えられるため，ビデオによる斜め映像が適していると考えられる。これに対して，水害発生後の詳細な情報収集については，できるだけ大きなフィルムと専門的な機材を用いた，鉛直写真が望ましいと考えられる。したがって，情報収集時には，可能なかぎり両方の手段で収集することが望ましい。

(4) 情報収集機器については，電子野帳や電子スチルカメラなどによって，今まで収集されてきた情報を迅速かつ簡単に収集・伝達するほか，ラジコンヘリなどを使用することによって，いままで収集できなかった情報についても収集することが望まれる。ラジコンヘリの利点及び欠点を一覧表にしたものが表-Ⅳ・1・2である。このような利点，欠点を検討すると，ラジコンヘリは，定点における撮影用プラットフォームとしての利用価値が高いと考えられる。

表-Ⅳ・1・2 ラジコンヘリの利点及び欠点

利点		欠点	
価格	ヘリコプター，航空機等と比較すると価格及び維持管理費が大幅に安い。従って，各技術事務所などに必要数を配備することも可能と思われる。	天候	水害発生時には，当然雨が降っている可能性が高いと思われるが，ラジコンヘリでは機体の軽量化のために電気的な接点が露出している場合が多い。また，エンジンの出力にも余裕がないために，非常に雨に弱いという欠点がある。
運用	ヘリコプターや航空機の場合，近くに飛行場やヘリポートがない場合には，出動してから現場までに時間的なロスがあり，また飛行場の天候等にも左右されるなど，任意の時間に任意の場所にいることは不可能である。これに対してラジコンヘリでは，必要とされる地域のわずかな晴間をぬって撮影を行うなどの柔軟な運用が可能である。	操作	ラジコンヘリは，一般的に非常に操作が難しいと考えられている。
		移動	ラジコンヘリの飛行高度は約300 mまでとなっている。これは，航空法上の航空機の最低高度との兼ね合いの他，操縦者が地上から目視によって操作するという制約からである。移動範囲についても，広い範囲を移動する場合には，操縦者が視界の良い移動手段に乗るなどして一緒に移動する必要がある。

(5) 水害発生時に収集された情報の中で，特に復旧工事に関連しない情報については，資料が散逸したり，関係者の記憶が鮮明でなくなる可能性が高いと考えられる。そこで，できるだけ早い時期にデータベース化し，以後の水防災活動に役立てる必要がある。

1．1．5 水害発生後の情報収集

水害発生後には，水害発生時より精度の高い情報，詳細な情報を収集するために，水害発生時に収集した情報を参考にしながら関係機関等の協力のもと調査する。

また，収集した情報は，水害後のできるだけ早い時期に整理・データベース化することが望ましい。

[解 説]

(1) 水害発生後には，被害状況の情報についても，応急復旧や本復旧などの工事のために，水害発生時に収集さ

れた情報よりもさらに詳細な情報を収集する必要がある。また，市区町村や都道府県によって行われる水害統計調査や激特申請に必要な情報についても協力して収集する必要がある。

(2) このような情報を収集する際には，水害時に収集された概略の被災状況や浸水状況などを参考にして行うのがよい。

(3) 水害発生後に収集された情報の中で，特に復旧工事に関連しない情報については，資料が散逸したり，関係者の記憶が鮮明でなくなる可能性が高いと考えられる。そこで，できるだけ早い時期にデータベース化し，以後の水防災活動に役立てる必要がある。

1．2　水防災データベース

1．2．1　水防災データベースの位置づけ

水防災データベースシステムは，水害時に必要となる情報を，平常時において収集および整理・保存し，平常時における水防災対策の検討に資するとともに，水害発生時における迅速な情報検索，閲覧を行うことを目的とする。また，他の２システムの運用に必要なデータ類の蓄積を行う。

[解　説]

平常時において収集した情報の保存形態には様々な方法があると考えられるが，ここではデータベースとして保存することを考える。水防災に関係する情報をデータベース化することによる利点は，以下のように整理される。

(1) 一元的な管理

水防災に関係する情報の中には，単独でなく，他の情報と併せて利用することによって，はじめて有効に利用できるものが数多い。データベース化する事によって，各種情報を一元的に管理できるため，相互に関連する情報の重ね合わせや同時表示等が容易になると考えられる。

(2) 情報検索の高速化

水害時には，通常の業務では使用しない種類の情報を利用する場合が発生するが，これらの情報の検索は，ともすれば時間がかかる傾向にあると考えられる。データベース化することによって，これら普段使用しないような情報を検索する時間が短縮できる。

(3) データの更新

水防災データベースが対象とする情報は境界情報であるため，短期的に変化する情報はないが，中長期的にみると更新していく必要がある。このとき，情報の種類や内容によって更新する間隔は異なってくると考えられる。これらの作業について，データベース化することによって，更新が必要な箇所だけを訂正することが可能になり，作業量を軽減することが出来る。

(4) 外部データベース，情報ネットワークへの対応

高度情報化社会の進展によって，従来は水防災対策のために独自に調査を行ってきた情報についても，既にデータベースとして整理されているものもある。また，今後とも関連する情報のデータベース化が進展して行くと予想される。そこで，これらの情報を有効に利用していくためには，データベース化しておく必要があると考えられる。

また，外部に対する情報伝達についても，現在は担当者が個別に対応する必要があるが，情報の利用については一定のルールを設けることにより，外部から情報を検索することによって，外部でも容易に情報が得られると同時に，水害時の担当者の負担を軽減することに寄与すると考えられる。

1．2．2　水防災データベースの項目，内容

水防災データベースに格納するデータは，その内容あるいは目的ごとに，以下の８分類とし，それぞれに適した様式で整理する。

(1) 河川管理施設等に関する情報

(2) 流域内の地形に関する情報
(3) 流域内の社会状況に関する情報
(4) 既往水害に関する情報
(5) 水防・復旧工事に関する情報
(6) 避難誘導に関する情報
(7) 浸水拡大予測情報
(8) 表示用データ

[解 説]

ここでは，水防災データベースに格納する情報を8つに分類した。

(1)~(3)は，主に水位などの外力の情報から，被害に関する情報を予測するための情報であり，河道あるいは河川管理施設等，流域（氾濫域）の自然条件，流域（氾濫域）の社会条件という3つに分類している。

(4)は，外力情報から概略の水害規模を推定するための情報である。

(5)~(6)は，個別の水防災対策に特有の情報を集めたものである。

(7)は本来，水害時に収集された外力情報と事前に収集した地形情報から，リアルタイムで計算すべきものである。しかしながら，現在の情報計算手法および処理機器では，これを実施することは不可能であるため，暫定的に事前の計算によって，データベースの保存情報として与えようとするものである。従って，将来の情報処理機器の高速化や計算手法の改善等によって，別のシステムとして独立することも考えられる。

(8)は，背景となる地形図などの情報である。

それぞれの項目の内容を表-Ⅳ・1・3に示す。

表-Ⅳ・1・3 (1) 水防災データベースの項目・内容

Code	分 類	Code	項 目	内 容
01	河川管理施設	01	雨量観測所	名称，位置，種類，その他
		02	水位・流量観測所	名称，位置，種類，その他
		03	潮位観測所	名称，位置，種類，その他
		04	樋管・樋門	名称，位置，管理，諸元，その他
		05	排水機場	名称，位置，管理，諸元，その他
		06	河道縦横断	位置，平面図，横断図，縦断図，その他
		07	河川警報装置	名称，位置，種類，管理，その他
		08~	その他	
02	流域内地形	01	平均地盤高	位置，標高
		02	粗度係数	位置，粗度係数
		03	成土・ボックス	名称，位置，盛土高，ボックス諸元
		04	中小水路	名称，位置，水路幅，水路床高，その他
		05	治水地形分類	位置，図面
		06~	その他	
03	流域社会	01	土地利用	位置，土地利用構成比
		02	人口（居住人口）	位置，人口
		03	資産類	位置，種類別資産額
		04	道路	位置，路面高，幅員，高さ制限
		05	市街化区域等	位置，図面
		06~	その他	
04	既往水害	01	気象状況	水害No，時間，天気図，記事，その他
		02	雨量	水害No，観測所No，時間，雨量
		03	水位	水害No，観測所No，時間，水位
		04	河川管理施設被害	水害No，位置，記事
		05	浸水域・湛水位	水害No，位置，時間，湛水位
		06	道路冠水	水害No，位置，時間，冠水位
		07~	流域被害	水害No，市町村，記事
			その他	

表-Ⅳ・1・3 (2)　水防災データベースの項目・内容

Code	分　類	Code	項　目	内　容
05	水防・災害復旧関連	01	関係防災機関	名称，位置，連絡
		02	警戒・計画高水位	位置，警戒水位，計画高水位
		03	重要水防箇所	位置，ランク，指定理由
		04	水位相関	図面
		05	土砂採取可能点	名称，位置，可能量
		06	資機材	名称，位置，種類及び量，連絡
		07～	その他	
06	非難誘導関連	01	警察署・消防署	名称，位置，連絡
		02	避難所	名称，位置，高さ，収容力，連絡
		03	主要病院	名称，位置，収容力，連絡，その他
		04～	その他	
07	浸水拡大予測	01	浸水拡大予測	破堤点-湛水Ⅴ-浸水域-湛水位　曲線
08	表示用データ	01	地形図	
		02～	その他	

1．2．3　データの属性および整理様式

水防災データベースに保存される情報は，検索を容易にするために，河川コードに準拠した距離標による整理と，標準地域メッシュコードに準拠したメッシュによる整理の２つの整理様式を基本とする。

〔解　説〕

(1) 水防災データベースでは，検索を容易にするために，検索キーとして情報の属する位置を使用する。ここで，位置を示す基本体系として流域内の位置（２次元）と河道沿いでの位置（１次元）の２体系を使用する。

(2) 流域内の位置については，人口や世帯数などの流域内の区域を示す場合には，標準地域メッシュ体系に準拠して表示する。標準地域メッシュ体系は，行政管理庁告示第143号で定められた全国的に統一された様式であり，国土地理院の発行する標準的な地形図と対応していること，JISで採用され，国土数値情報や地域統計などの既存各種データベースがこれに準拠し，今後作成されるデータベースもこれに準拠する可能性が高いこと，などの特徴がある。標準地域メッシュ体系の基本単位である基準地域メッシュの画定方法は表-Ⅳ・1・4に，そのコードの付け方は図-Ⅳ・1・2および表-Ⅳ・1・5に示す通りである。また，地形図などに示された緯度・経度から基準メッシュコードを知る方法は，表-Ⅳ・1・6で示される。

表-Ⅳ・1・4　基準地域メッシュの画定方法

区画の種類	画定方法	一辺の長さ	地形図との関係
第１次地域区画	全国の地域を１度ごとの経線並びに偶数緯度及びその間隔を３等分した緯度における緯線とによって分割して第１次地域区画を画定します。	一辺がほぼ80 km の方形の地域	20万分の１地勢図（国土地理院発行）の１図葉の区画に相当します。
第２次地域区画	第１次地域区画を経線方向及び緯線方向に８等分して第２次地域区画を画定します。	一辺がほぼ10 km の方形の地域	２万５千分の１地形図（国土地理院発行）の１図葉のくかくに相当します。
基準地域メッシュ（第３次地域区画）	第２次地域区画を経線方向及び緯線方向に10等分して第３次地域区画を画定し，これを基準地域メッシュとします。	一辺がほぼ１kmの方形の地域	

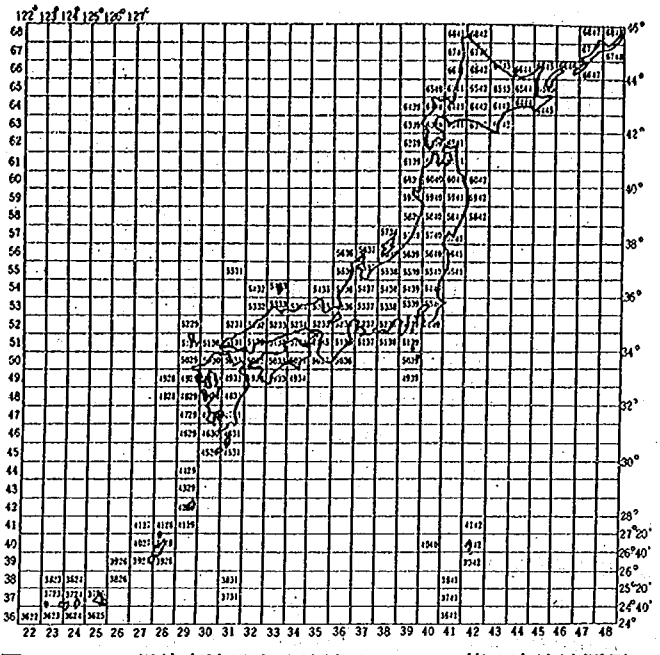


図-Ⅳ・1・2　経緯度法による地域メッシュの第１次地域区画

表-Ⅳ・1・5 (1)　基準地域メッシュ・コードの付け方

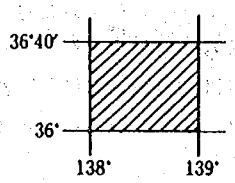
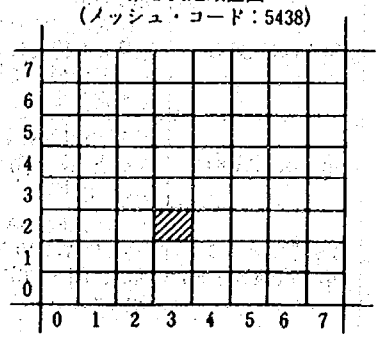
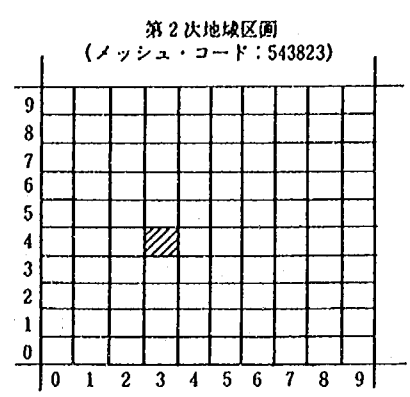
区画の種類	メッシュ・コードの桁数	メッシュ・コードの付け方	例
第１次地域区域	4桁	上２桁 (南端緯度) ×1.5[注1] 下２桁 西端緯度の下２桁	＜南端緯度 36°，西端緯度 138°の場合＞ (上２桁) ＝36×1.5[注1]＝54 (下２桁) ＝38 ↓ メッシュ・コード：5438 
第２次地域区画	6桁	上４桁 第１次区域区画のメッシュ・コード 5桁目 第１次地域区画の縦の等分区画に南から０～７の番号を付け，これをそれぞれの区画を示す数字とします。 6桁目 第１次地域区画の横の等分区画に西から０～７の番号を付け，これをそれぞれの区画を示す数字とします。	■の地域のメッシュ・コード：543823 第１次地域区画 (メッシュ・コード：5438) 

表-Ⅳ・1・5 (2)　基準地域メッシュ・コードの付け方

区画の種類	メッシュ・コードの桁数	メッシュ・コードの付け方	例
基準地域メッシュ（第３次地域区画）	８桁	上６桁 第２次地域区画のメッシュ・コード ７桁目 第２次地域区画の縦の等分区画に南から０～９の番号を付け，これをそれぞれの区画を示す数字とします。 ８桁目 第２次地域区画の横の等分区画に西から０～９の番号を付け，これをそれぞれの区画を示す数字とします。	図の地域のメッシュ・コード：54382343 

注）第１次地域区画の緯度は40′で区画されるため，1°は1.5区画分に相当する。
1°÷40′＝60÷40′＝1.5

表-Ⅳ・1・6 (1)　第１次地域区画の上２桁算出表

緯　度	第１次コード 上２桁	緯　度	第１次コード 上２桁	緯　度	第１次コード 上２桁
24°00′～	36	31°20′～	47	38°40′～	58
24°00′～	37	32°00′～	48	39°20′～	59
25°20′～	38	32°40′～	49	40°00′～	60
26°00′～	39	33°20′～	50	40°40′～	61
26°40′～	40	34°00′～	51	41°20′～	62
27°20′～	41	34°40′～	52	42°00′～	63
28°00′～	42	35°20′～	53	42°40′～	64
28°40′～	43	36°00′～	54	43°20′～	65
29°20′～	44	36°40′～	55	44°00′～	66
30°00′～	45	37°20′～	56	44°40′～	67
30°40′～	46	38°00′～	57	45°20′～	68

表-Ⅳ・1・6 (2)　第２次地域区画の算出表

第１次から緯度の余り	第２次上１桁
0′～	0
5′～	1
10′～	2
15′～	3
20′～	4
25′～	5
30′～	6
35′～	7

第１次から経度の余り	第２次下１桁
0′00″～	0
7′30″～	1
15′00″～	2
22′30″～	3
30′00″～	4
37′30″～	5
45′00″～	6
52′30″～	7

表-Ⅳ・1・6 (3)　基準地域メッシュ（第３次地域区画）の算出表

第２次から緯度の余り	第３次上１桁
0′00″～	0
0′30″～	1
1′00″～	2
1′30″～	3
2′00″～	4
2′30″～	5
3′00″～	6
3′30″～	7
4′00″～	8
4′30″～	9

第２次から経度の余り	第３次下１桁
0′00″～	0
0′45″～	1
1′30″～	2
2′15″～	3
3′00″～	4
3′45″～	5
4′30″～	6
5′15″～	7
6′00″～	8
6′45″～	9

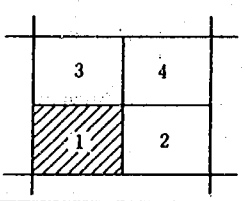
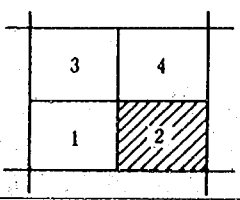
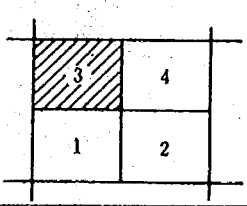
ただし，基準地域メッシュ（第３次地域区画）では，一辺約１kmのメッシュまでしか分割できないため，氾濫計算などを含む水防災対策の検討に用いることを考えると，さらに分割する必要がある。そこで，水防災データベースでは，国土数値情報の標高データの計測間隔と対応している４分の１地域メッシュ（一辺約 250 m）を基本とすることにする。分割地域メッシュの画定方法を表-Ⅳ・1・7 に，コードの付け方を表-Ⅳ・1・8 に示す。

この方法で整理する項目例を，図-Ⅳ・1・3 に示す。

表-Ⅳ・1・7　分割地域メッシュの画定方法

分割地域メッシュの種類	画 定 方 法	一辺の長さ
２分の１地域	基準地域メッシュ（第３次地域区画）を経線方向，緯線方向に２等分して画定します。	一辺がほぼ 500 m の方形の地域
４分の１地域メッシュ	２分の１地域メッシュを経線方向，緯線方向に２等分して画定します。	一辺がほぼ 250 m の方形の地域
８分の１地域メッシュ	４分の１地域メッシュを経線方向，緯線方向に２等分して画定します。	一辺がほぼ 125 mの方形の地域

表-Ⅳ・1・8　分割地域メッシュ・コードの付け方

分割地域メッシュの種類	メッシュ・コードの桁数	メッシュ・コードの付け方	例
２分の１地域メッシュ	９桁	上８桁 基準地域メッシュのコード ９桁目 基準地域メッシュの各辺を２と等分して得られる４個の区画に，南西側，南東側，北西側，北東側の順に１～４の番号をつけ，これをそれぞれの区画を示す数字とします。	▨の地域のメッシュ・コード：543823431 基準地域メッシュ（メッシュ・コード：54382343） 
４分の１地域メッシュ	10 桁	上９桁 ２分の１地域メッシュのコード 10 桁目 ２分の１地域メッシュの各辺を２等分して得られる４個の区画に２分の１地域メッシュの場合と同様の順に，１～４の番号を付け，これをそれぞれの区画を示す数字とします。	▨の地域のメッシュ・コード：5438234312 ２分の１地域メッシュ（メッシュ・コード：543823431） 
８分の１地域メッシュ	11 桁	上 10 桁 ４分の１地域メッシュのコード 11 桁目 ４分の１地域メッシュの各辺を２等分して得られる４個の区画に，２分の１地域メッシュの場合と同様に１～４の番号を付け，これをそれぞれの区画を示す数字とします。	▨の地域のメッシュ・コード：54382343123 ４分の１地域メッシュ（メッシュ・コード：5438234312） 

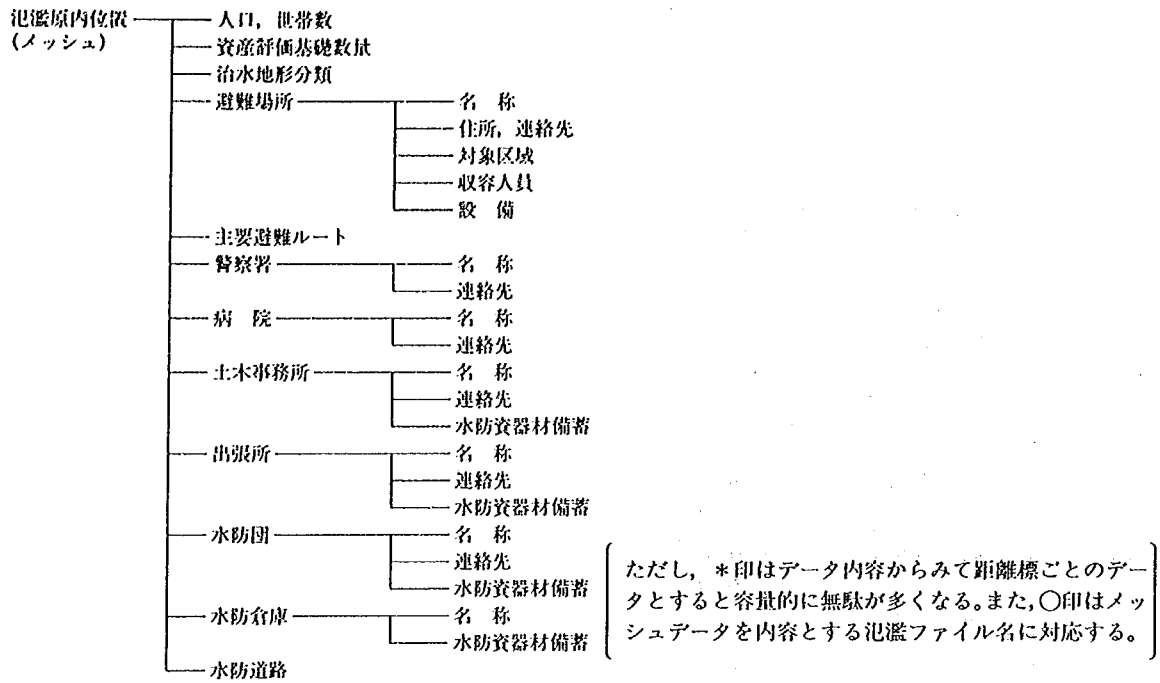


図-Ⅳ・1・3　検索キーにより分類したデータ間の関連

(3) 河道沿いの位置については，２次元的に表現することは当然可能ではあるが，現在の資料整理状況や河川管理という観点からの取扱の容易さを考えると，河道区間毎の累加距離（距離標）を採用することが望ましい。そこで，累加距離による記録も行うことにする。また，河道区間（河川名）を識別するためには，河川コードを使用する。これに，累加距離と左右岸を識別するコードを付加して拡張したもので，位置を表現する。この拡張方法を図-Ⅳ・1・4 に示す。また，他の平面的な位置を持つ情報と同時に表示するため，メッシュとの関係を別途整理する必要がある。

この方法で整理する項目例を，図-Ⅳ・1・5 に示す。

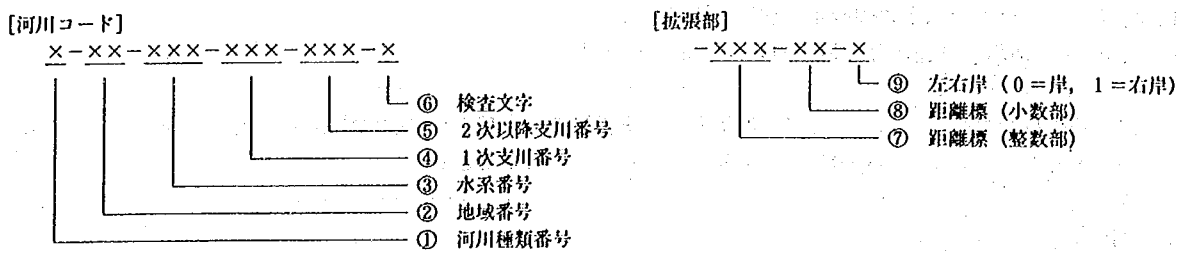


図-Ⅳ・1・4　河川コードの拡張案

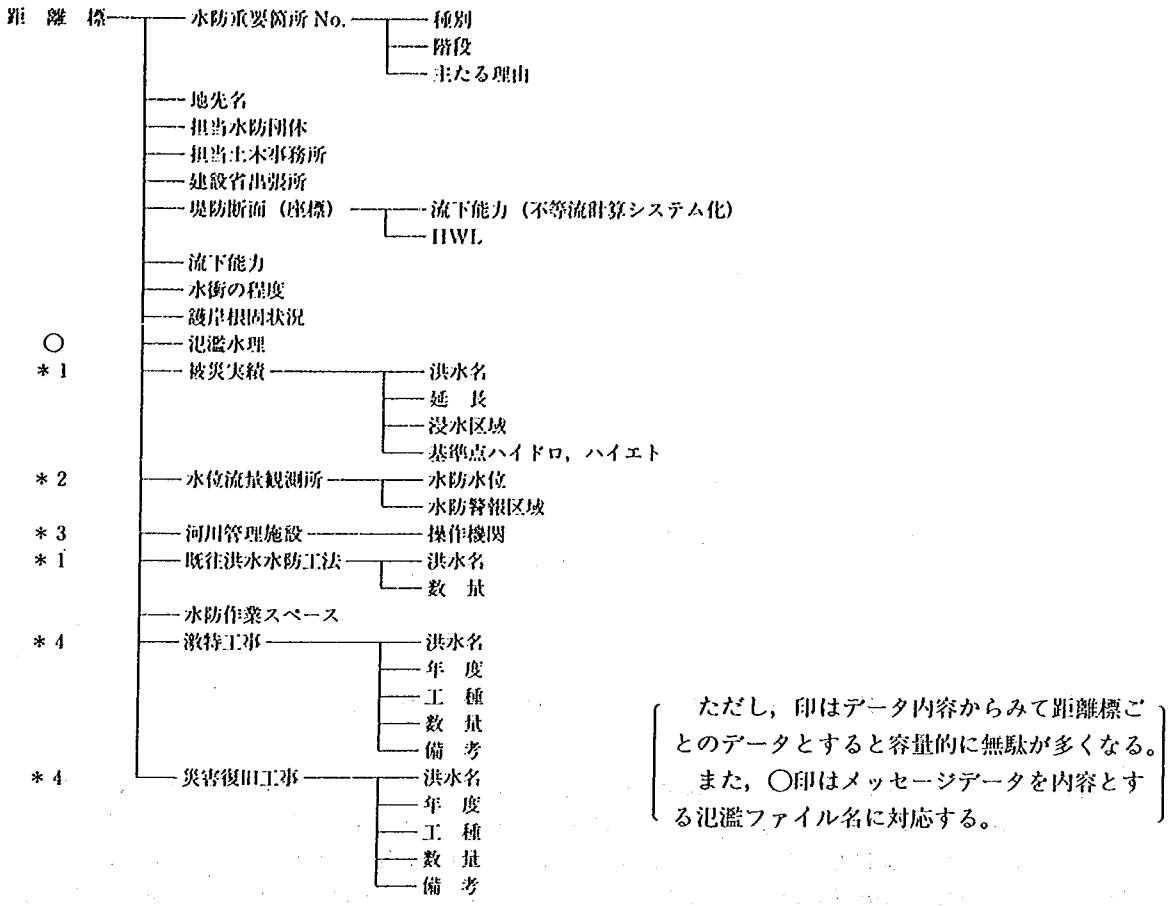


図-Ⅳ・1・5　検索キーにより分類したデータ間の関連

1．2．4　データベース情報の収集・加工・整理手法

1．2．4．1　河川管理施設等の情報の収集・加工・整理手法

河川管理施設等の情報については，原則として直轄区間およびこれに関係する区間の資料を収集するため，そのほとんどについて，既存の資料を活用して整理することができる。

［解　説］

(1)　雨量観測所については，必要な図面等から作成し，原則としてメッシュコードによって整理する。

(2)　水位観測所については，必要な図面等から作成し，原則として拡張河川コードによって整理する。

(3)　樋管・樋門・排水機場・堰などの河川工作物等や河川警報装置などのデータは，関係資料を整理するとともに，縦横断図面などデジタイザあるいはイメージスキャナ等で読みとり，原則として拡張河川コードによって整理する。

(4)　河道断面については，横断面図・平面図を定期測量成果から，デジタイザなどを利用して作成し，拡張河川コードによって整理する。また，洪水計算に用いるモデルに適合したものをデータ化して保存するとともに，河道断面の流下能力の計算結果についても同様に整理する。

(5) 水衝の程度は，一般に河道線形や洪水時の観測等によって定性的な判断で行われるが，ここではこの定義を明確にして相互比較を可能にするため，図-Ⅳ・1・6に示す方法で洪水時の流心線への接線と横断面に直交する法線との角度で定量化する。

(6) 護岸根固状況は，現在の高水護岸，低水護岸，根固工について，完成・暫定完成・未完成・計画上不必要の4段階にわけて整理する。

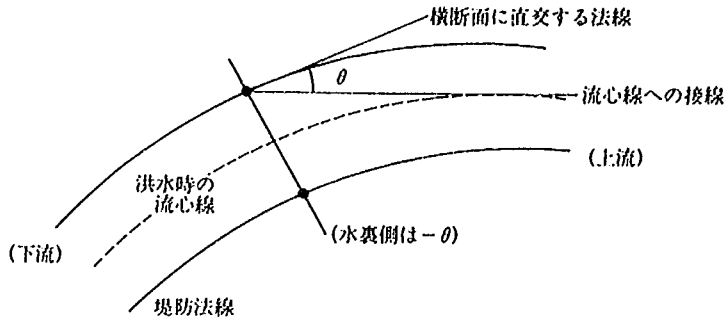


図-Ⅳ・1・6　水衝の程度の定義

(7) 警戒水位・指定水位・計画高水位等のデータは，該当地点の拡張河川コードで整理する。

(8) 重要水防箇所については，直轄区間およびその関連区間についての図面等から作成し，拡張河川コードによって整理する。

(9) 水位相関については，原則として水位相関図を作成した際のデータを，当該地点の拡張河川コードで整理する。

1．2．4．2　流域内地形情報の収集・加工・整理

流域内の地形情報は，想定氾濫区域を対象として，可能な限り小縮尺の地形図をもとに，新しくデータを作成することを原則とする。ただし，作成にかかる時間的・予算的な制約によって，これが不可能な場合には，国土数値情報を利用して作成することで代用する。

[解　説]

(1) 地盤高データの作成

地盤高のデータは，メッシュの平均地盤高（そのメッシュの浸水を表現する際に代表的な地盤の高さ）として記録する。このデータは，原則として以下のような方法で作成する。

1）当該流域内で，可能な限り小縮尺の地形図（国土基本図や市区町村図などが利用できる）を準備し，図-Ⅳ・1・7のように地図上にある単点標高をもとに等高線の補間線を描く。

2）この図面に，平面座標の基準となる4分の1標準地域メッシュを描く。

③ メッシュ交点の標高を，図-Ⅳ・1・8のようにして，これを挟む2本の等高線の距離内挿によって読み取り，周囲4点の標高値の平均をメッシュ平均地盤高とする。

④ メッシュ交点が，明らかにその周辺の標高を代表しない場合（例えば盛土の上に位置する場合など）は，直近の点で代替する。

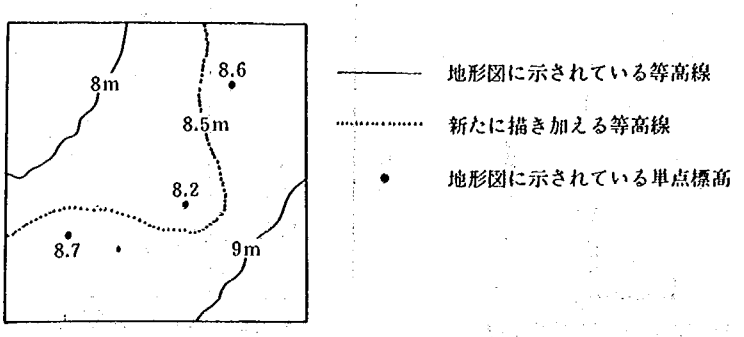


図-Ⅳ・1・7　等高線と単点標高の利用

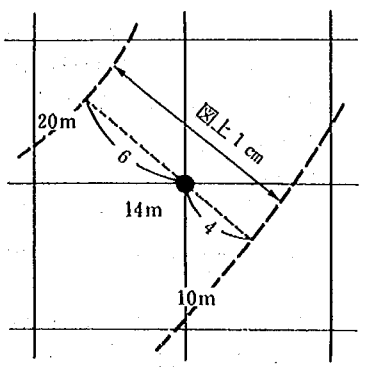


図-Ⅳ・1・8　標高値の判読基準

国土数値情報を利用する場合には，標高データ（KS-101-1）を利用して作成する。このデータは4分の1標準地域メッシュの交点である250m毎に標高が記録されているため，当該メッシュ周囲の4点を平均することによって，平均地盤高データを作成することができる。この場合，前述した方法によるものと比較すると，かなり誤差が大きくなる。特に，河道沿いのメッシュについては，誤差の影響が大きくなる傾向があるため，河道断面の法尻の標高で置換するなどの修正を行なっておく必要がある。

(2) 粗度係数データの作成

流域の粗度係数についても，メッシュの粗度係数として整理する。このデータは，可能であれば既往の氾濫洪水を用いて検証されたものを用いるのが好ましい。初めて検証洪水による再現計算を行う場合には，初期値として土地利用分類（地目）によって暫定値を設定し，氾濫シミュレーションによる既往水害の再現計算等によって修正することが望ましい。この場合，表-Ⅳ・1・9に示す値を利用して，面積比による加重平均によって算出するのが一般的である。この粗度係数は，流出計算に用いる等価粗度とは異なり，水田の粗度が特に小さいため，混同しないよう注意する必要がある。また，このとき利用するメッシュごとの土地利用分類データの作成手法は，流域の社会情報データの作成の項目で解説する。

表-Ⅳ・1・9 地目別マニングの粗度係数

地　　目	宅　地	水田・畑	山　林
マニングのn	0.040	0.025	0.060

出典：Xanthopoulos,Th.and Ch.Koutitas：Numerical Simulation of a Two Dimensional Flood Wave Propagation Due to Dam Failure,Jour. Hydraulic Research,Vol.14, No.2,1976. pp. 321－330

(3) 流域内の盛土およびボックスのデータの作成

盛土のデータおよびその下を通過するボックスのデータについても，図-Ⅳ・1・9のようにメッシュ単位で整理する。これらのデータについては，現況ではデータベース化や整理された資料が見あたらないため，データ収集のための現地調査を行なう必要がある。このとき調査する盛土の高さは，氾濫計算に求められる精度や流域の特性によって異なると考えられるが，従来の事例では高さ1m以上を対象とする事が多いようである。これは，以下のような理由によるものと考えられる。

1）微小な盛土が氾濫計算に与える影響は，他の要素のモデル化の精度との比較において，実用的には無視できること。

2）微小な盛土をすべてモデル化することは，データ作成作業が膨大なものとなり，かつ演算時間を増大させること。

3）氾濫原の粗度として表現することによって，ある程度代用できること。

これらが流域内のどこに存在するかを推定する方法として，道路の種類および地形図上の盛土記号の有無によって，ある程度の判別が可能である。実際の流域で，現地調査した結果を図-Ⅳ・1・10に示す。この結果，サンプル数は少ないものの以下のように結論できると考えられる。

1）2万5千分の1地形図上で，盛土の記号（図-Ⅳ・1・11）がある場合，ほぼ確実に1m以上の盛土である。

2）国道および主要地方道では，周囲の土地利用が水田である場合，盛土高は1m以上である確率が高い。

上記判定法によって，流域内の道路盛土のほとんどはカバーできるものと予想されるが，あくまでも参考

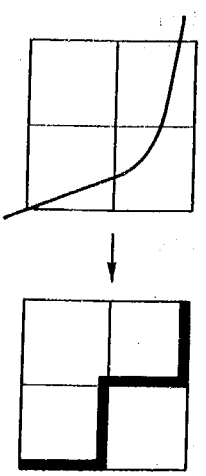


図-Ⅳ・1・9 二線堤のモデル化の方法

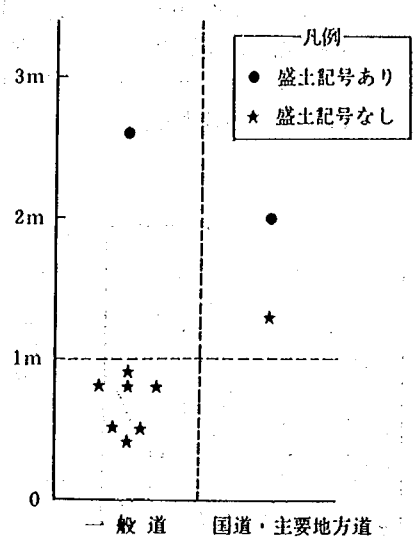


図-Ⅳ・1・10 道路種別と盛土表現

程度にとどめ，詳細な調査を実施することが望ましい。また，鉄道・旧川堤などの存在にも注意する必要がある。

(4) 流域内の中小水路データの作成

流域内の中小水路についても，盛土データと同様の方法で，メッシュ単位で整理する。既往の氾濫計算では，盛土の調査基準と同様な理由で幅 10 m 以上を対象とすることが多いようである。この幅であれば，2万5千分の1地形図上で水路として表現されていることがほとんどであるため，これらを対象とすれば十分である。

(5) 治水地形分類図データの作成

治水地形分類図については，デジタイザ等を利用して作成・整理する。

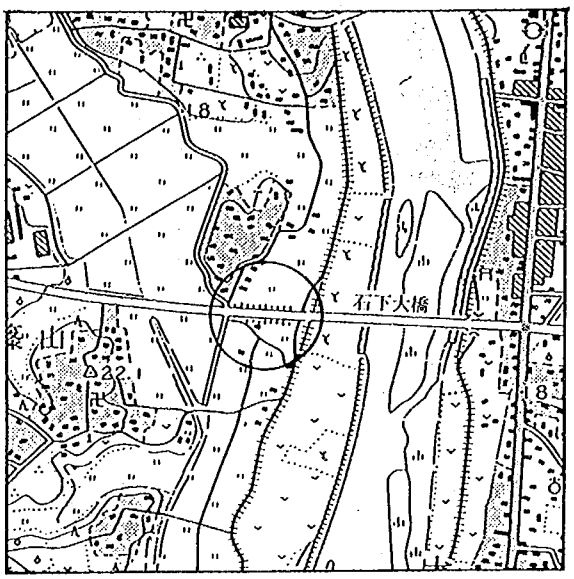


図-Ⅳ•1•11　盛土記号（1：25000 地形図）

1．2．4．3　流域内社会情報の収集・加工・整理手法

流域内の社会情報についても，想定氾濫区域を対象に，可能な限り詳細な図面や，該当する市町村等の資料をもとに作成することが望ましいが，国土数値情報や地域メッシュ統計を利用して行うことも可能である。

[解　説]

(1) 土地利用データの作成

土地利用データは，メッシュ内の土地利用面積比率をメッシュごとに整理する。この情報は，流域の粗度係数の算定に使用するほか，場合によっては人口や資産分布の算定にも使用することがある。このため，土地利用の分類としては，少なくともこれらに使用できる程度の分類が必要である。粗度係数の算定には，「宅地」・「田畑」・「山林」の3分類が，人口や資産の分布の算定には「宅地」・「田」・「畑」の3分類が必要と考えられるため，「宅地」・「田」・「畑」・「山林」の4分類が少なくとも必要となる。そこで，これら以外の土地利用と山林を1まとめにして「その他」とし，この4分類を作成することを基本とする。この4分類について，それぞれが各メッシュ内で占める面積を地図より読み取り，面積比を記録する。

国土数値情報を利用する場合には，2種類の土地利用データファイル（KS-200 および KS-202）を利用する。それぞれのファイルの概要は，以下の通りである。

1）土地利用面積ファイル（KS-200）

このデータファイルは，図-Ⅳ•1•12 に示すように，3次メッシュの範囲内の土地利用別面積を，市区町村別に整理したものである。国土数値情報では，表-Ⅳ•1•10 に示すように土地利用を 15 種類に区分しているが，このデータファイルには海水域の面積は入っておらず，14 分類となっている。また，同一3次メッシュに属する市区町村別データを合計することによって，その3次メッシュ全体の土地利用別面積を知ることができる。また，海水域の面積を含んだ3次メッシュの面積も併せて記録されているため，土地利用を百分率で示すことも可能である。

2）土地利用 1/10 細分区画データファイル（KS-202）

このデータファイルは，3次メッシュを縦横 10 等分した細分区画（1辺＝約 100 m，以下 1/10 細分区画と呼ぶ）内の土地利用区分のなかで，卓越している（最大の面積を占めている）ものを記録したものである。このファイルに含まれるデータは，1/10 細分区画内での細かい土地利用区分を無視しているので完全に定量的な

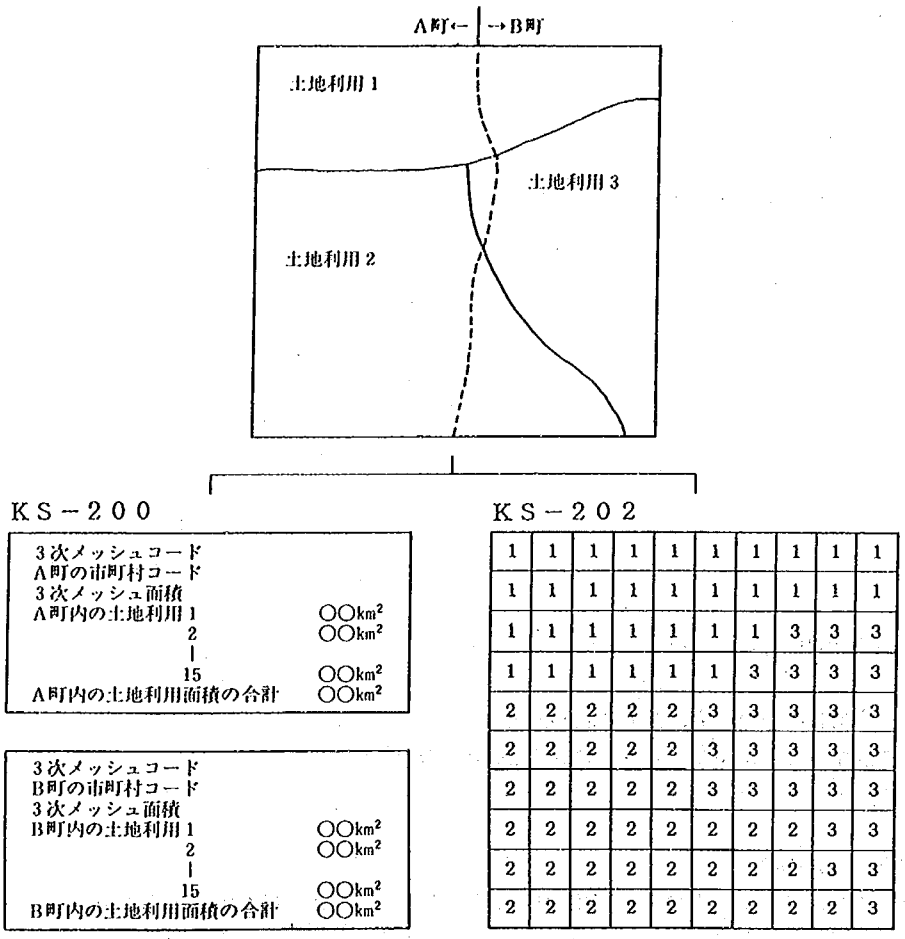


図-Ⅳ・1・12　2つの土地利用ファイルの概要

データとは言えないが，その反面，3次メッシュ内の土地利用の分布を定性的に示しているといえる。また，海水域も土地利用として記録されているため，土地利用区分は15種類である。

水防災データベースに用いる土地利用データは，定量的なデータである必要があるため，使用可能なデータファイルはKS-200である。しかしながら，このデータファイルの整理方式では，3次メッシュの大きさである約1kmメッシュでの土地利用データしか得られないことになるため，何らかの方法で250mメッシュ単位のデータに変換する必要がある。そこで，各々の3次メッシュの各土地利用のデータの集計値そのものは，KS-200を真値とし，3次メッシュ内の土地利用分布の傾向をKS-202データを用いて把握する方法で，これらのデータを作成する。具体的には，以下のような方法でKS-202のKS-200に対する過剰量・不足量を調整する（1/10細分区画に配分する）ことによって，以下のようにして作成する。

① 土地利用データを作成するための基本的なメッシュサイズとして，1/10細分区画を考える。

② 1/10細分区画内の土地利用はKS-202データでの土地利用のみで占められていると仮定する。

③ 海水域を除いた14分類を4分類に変換した上で，その土地利用区分ごとのメッシュ数を合計する。これによって，各土地利用区分の3次メッシュ内での百分率を計算する。

④ KS-200のデータについて同様に4分類し，3次メッシュ内での百分率を計算する。

⑤ KS-200の百分率を基準として，KS－202の百分率の過剰量・不足量を計算する。

⑥ 誤差の修正は，面積が過剰な土地利用となっている全ての1/10メッシュを一様に，不足している土地

表-Ⅳ・1・10　土地利用区分の定義

No.	区分	細区分	定義
1	田	田	湿田，乾田，蓮田および田をいい，季節により畑作物を栽培するものを含む。
2	畑	畑	麦，陸稲，野菜等を栽培する土地をいい，牧草を栽培する草地，芝地等を含む。
		空地（一部）	家屋周辺の樹木その他の植物の存しない土地をいう（明確に空地と判断できるものは畑としない）。
3	果樹園	果樹園	りんご，梨，桃，ブドウ等の果樹を栽培する土地をいう。
4	その他の樹木畑	桑畑，茶畑	桑または茶を栽培している土地をいう。
		その他の樹木畑	桐，はぜ，こうぞ，しゅろ等を栽培する土地および苗木畑
5	森林	紅葉樹林 針葉樹林 竹林 しゅろ科樹林	高さ2ｍ以上の他年生植物の密生している地域をいう。ただし，植林地帯等においては，樹の高さが2ｍ以下であっても森林とする。
		はい松地	はい松またはわい松の生育している土地
6	荒地	しの地	高さ2ｍ以下の竹，笹の密生している土地
		荒地	雑草地，裸地等をいい，湿地，沼地等で水草が点々と生えている地域を含む。
		がけ（土・岩）	土砂の崩壊等によって出来た急斜面をいい，人工的に作られた急斜面を含む。 その上部を地表に露出する岩石および地上に散在する岩石等をいう。
		万年雪	平年なみの気候状態にあって積雪が残雪もしくは氷塊として越年するものをいう。
		湿地	常に水を含んだじめじめした土地で雨期には水をたたえるところをいい沼地等を含む。
		採鉱地	現に鉱物を採掘している場所
7	建物用地(A)	総苗建物	住宅街，市街地等で建物が密集していて個々の区別がつきにくい場合，これを総苗して表示した建物
		独立建物（大）	工場，学校等個々の区別がつけられるものまたは区別する必要のある建物（長辺50ｍ以上）
		高層建物	3階以上の独立建物
		住宅団地	住宅団地（長辺50ｍ以上）は街区全域を計上
		建物類似の建築物	飛行場の格納庫，倉庫，市場，競技場の観覧席，畜舎，温室，側壁のない建物，鉄道道路の雪おおい場の建物
8	建物用地(B)	独立建物（小）	長辺50ｍ以下の独立建物
		2戸以上の家屋	2戸以上の独立建物（小）が近接（相互間隔13ｍ未満）しているときは，総括して計上する。
		樹林に囲まれた居住地	建物およびその周囲にある防風林，屋敷森等を含む地区で他の地区と区別できる地区
9	幹線交通用地	鉄道	鉄道，駅舎，操作場，側線等の鉄道上関連する敷地
		道路	幅員11ｍ以上の記号道路 幅員25ｍ以上の真幅道路 幹線道路に付随するインターチェンジ，駐車場等の用地
10	その他の用地	空地	家屋の周辺の樹林，その他の植物等の存しない土地をいい，学校や工場の敷地，港湾地区，人工造成地等の空地を含む。
		その他	ゴルフ場，運動競技場，空港，競馬場，野球場等の特定地区で建物及び水部を除く部分
11	湖沼	湖沼・池	自然湖，人造湖，池，養魚場等で平水時において常に水をたたえているところ（河川区域内の人工湖は含まない）
12	河川地(A)	河川敷（人工利用地は除く）	河川区域の河川敷（低水・高水敷，堤防，河川管理施設等）及び地形図による河川敷人工利用地は含めない。
13	河川地(B)	河川敷内の人工利用地	河川敷内にある区分1,2,3,4,7,8である区域及び10のうち荒地及び用途が判定できない空地を除く区域
14	海浜	海浜	海岸に接する砂，れき，岩の区域
15	海水域	海水域	廻頭岩，干潟は海水域 海水域の水面利用も海水域 シーバースも含める。

利用で一部置き換えることによって修正するものとする。すなわち，面積が過剰な土地利用単一であった1つの1/10メッシュ内に，複数の土地利用が存在することになる。

⑦ 過剰な土地利用が1つで不足する土地利用が3つの場合，あるいはその逆の場合には，過剰な土地利用のメッシュを不足した土地利用に均等に変換することで，整合させる。

⑧ 過剰な土地利用と不足する土地利用が2つづつの場合には，どの土地利用をどの土地利用に変換するかを選択する必要がある。このときの優先順位は，既往の研究により誤差の逆相関傾向が強かった「その他」を優先し，以下は土地利用面積比が大きいものとする。

⑨ 面積を調整した1/10メッシュを250 mメッシュに配分する。

(2) 人口データの作成

人口データについても，メッシュごとに整理する。このデータは，住民基本台帳から集計することを基本とするが，この作業は非常に膨大なものとなり，新規作成あるいはデータの更新に支障をきたす可能性が高い。そこで，前述した土地利用データと，国勢調査毎に更新され，かつ磁気テープの形で提供される総理府統計局の国勢調査地域メッシュデータを使用し，以下のようにして作成することで代用する。

人口の分布は，宅地面積の分布と同一と仮定する。「国勢調査地域メッシュ統計」には3次メッシュ内の人口が記録されているため，これに当該メッシュの宅地面積が3次メッシュ内の宅地面積に占める比率を掛けることによって推定する。

$$\text{当該メッシュ内人口} = \text{3次メッシュ内人口} \times \frac{\text{当該メッシュ内宅地面積}}{\text{3次メッシュ内宅地面積}}$$

(3) 流域内各種資産額データの作成

流域内各種資産額データについては，被害額の算出に用いることを目的としている。このため，治水経済調査要綱に示された被害率等の数値を使用して被害額が算出できるような分類でデータを作成する必要がある。これらのデータは，当該流域市町村で備えている家屋課税台帳その他の資料によって，新しく作成することを基本とするが，人口データと同様な理由で，土地利用データと各種統計データを用いて作成することで代用する。各資産項目別に，以下のような方法で算出する。

1）家庭用品資産

家庭用品資産の分布は，世帯の分布と同一と仮定する。「国勢調査地域メッシュ統計」には3次メッシュ内の世帯数が普通世帯と準世帯に区分して記録されているため，これを合計することによって3次メッシュ内の世帯数を得ることができるので，人口の場合と同様に，当該メッシュ内の世帯数を計算する。1世帯あたりの家庭用品評価額は建設省の治水経済調査要項の「各種資産評価及びデフレータ」より得ることができるため，これを掛けることによって推定することができる。

$$\text{当該メッシュ内家庭用品資産} = \text{1世帯あたりの家庭用品評価額} \times \text{当該メッシュ内世帯数}$$

$$\text{当該メッシュ内世帯数} = \text{3次メッシュ内世帯数} \times \frac{\text{当該メッシュ内宅地面積}}{\text{3次メッシュ内宅地面積}}$$

2）家屋資産

家屋資産の分布は，床面積の分布と同一であると仮定する。3次メッシュ内での1世帯あたりの平均床面積は「国勢調査地域メッシュ統計」中の畳数階級によって算出する。すなわち，6つの各階級（12畳未満，12～23畳，24～35畳，36～47畳，48～59畳，60畳以上）の代表値をそれぞれ5.5畳，17.5畳，29.5畳，41.5畳，53.5畳，65.5畳とし，階級ごとに集計されている世帯数の重みをつけ，1畳＝1.65 m²として求める。家庭用品資産と同様にして当該メッシュ内の世帯数を推定し，これに1世帯あたりの平均床面積を掛けることによって当該メッシュ内の床面積を計算する。家屋1 m²あたりの評価額は「各種資産評価及びデフレータ」より得ることが

できるため，これを掛けることによって推定することができる。

$$\text{当該メッシュ内家屋資産} = \text{家屋1㎡あたりの評価額} \times \text{当該メッシュ内床面積}$$
$$\text{当該メッシュ内床面積} = \text{3次メッシュ内1世帯平均床面積} \times \text{当該メッシュ内世帯数}$$

3）事業所資産（償却および在庫資産）

事業所資産の分布は，就業者数の分布と同一であると仮定する。「国勢調査地域メッシュ統計」には3次メッシュ内の産業分類別就業者数が記録されているので，人口の場合と同様にして，当該メッシュ内の産業分類別就業者数を推定する。これに「各種資産評価及びデフレータ」より得た産業分類ごとの1人あたりの償却資産および在庫資産の評価額を掛け，最後に，各産業の資産を合計することによって推定することができる。

$$\text{当該メッシュ内事業所資産} = \Sigma\left(\begin{array}{c}\text{産業分類別事業所}\\ \text{1人あたりの資産評価額}\end{array} \times \begin{array}{c}\text{当該メッシュ内}\\ \text{産業分類別就業者数}\end{array}\right)$$
$$\text{当該メッシュ内産業分類別就業者数} = \begin{array}{c}\text{3次メッシュ内}\\ \text{産業分類別就業者数}\end{array} \times \frac{\text{当該メッシュ内宅地面積}}{\text{3次メッシュ内宅地面積}}$$

4）農漁家資産（償却および在庫資産）

農漁家資産の分布は，農漁家戸数の分布と同一と仮定する。「国勢調査地域メッシュ統計」には，3次メッシュ内の農林漁業就業者世帯数と農林漁業非農林漁業就業者混合世帯数が記録されているため，この合計を農漁家戸数とし，家庭用品資産の場合と同様にして当該メッシュ内の農漁家戸数を推定する。「各種資産評価及びデフレータ」より得た農漁家1戸あたりの償却および在庫資産を掛けることによって推定することができる。

$$\text{当該メッシュ内農漁家資産} = \Sigma\left(\begin{array}{c}\text{産業分類別事業所}\\ \text{1人あたりの資産評価額}\end{array} \times \begin{array}{c}\text{当該メッシュ内}\\ \text{産業分類別就業者数}\end{array}\right)$$
$$\text{当該メッシュ内農漁家戸数} = \text{3次メッシュ内農漁家戸数} \times \frac{\text{当該メッシュ内宅地面積}}{\text{3次メッシュ内宅地面積}}$$

5）農作物資産

治水経済調査要綱では，農作物の単価を「各作物単位収穫量あたり」で表示している。ここでは，土地利用面積を利用して算出するために，作物を水稲と畑作物との2つに分類し，「作付面積あたり」の単価に変換して資産を評価した。

水稲については，単位面積あたりの収穫量を「農林水産統計年報」より算出し，これに「各種資産評価及びデフレータ」の単位収穫量あたりの単価を掛けることによって，単位面積あたりの水稲単価を求める。

畑作物については，「農林水産統計年報」より単位面積あたりの全畑作物合計収穫量を算出し，これに，「各種資産評価及びデフレータ」の各畑作物単価に「農林水産統計年報」の各作物の収穫量を重みとした加重平均することによって求めた全畑作物合計単位収穫量あたりの単価を掛けて，単位面積あたりの畑作物単価を求める。

最後に，それぞれの単位面積単価に，当該メッシュの土地利用面積の「水田」および「畑」を掛けることによって，農作物資産を推定することができる。

$$\text{当該メッシュ内農作物資産} = \begin{array}{l}\text{稲単位面積あたりの単価} \times \text{当該メッシュ内水田面積}\\ +\text{畑作物単位面積あたりの単価} \times \text{当該メッシュ内畑面積}\end{array}$$

(4) 流域内の道路データの作成

流域内の道路データは，水防活動，避難誘導活動，水害復旧活動などの水防災活動に関係する重要な道路を対象にして資料を収集する。この選定を行なう際には，以下の点に留意する必要がある。

1）水防活動については，水防活動の拠点（関係機関および水防倉庫）と重要水防箇所などの重点的に活動を行なう地点との連絡路を確保する。

2）避難誘導活動については，急傾斜地崩壊危険区域，落橋や通行不能になる可能性がある橋梁，その他水害時に危険がある道路をさける。

3）水害復旧活動については，大型車量が通行でき（幅員および高さ制限），流域内の資機材保管場所および流域外からのアクセス路（高速道路・主要国道等）と被災する可能性が高い地点との連絡路を確保する。

これらの情報は，水害時における道路の冠水状況を知ることを目的としている。このためには，氾濫域内での道路の位置と，その道路が位置する氾濫原からの比高を知っておく必要がある。

これらのデータのうち，位置については標高データ作成に用いたものと同程度の地形図から読み取ることによって作成するのを基本とする。ただし，作成にかかる時間的・予算的な制約によって，これが不可能な場合には，以下のような手法を用いて国土数値情報を利用してデータを作成する。

国土数値情報の道路に関するデータファイルは昭和58～59年度に更新されたが，その種類は大きく分けて，道路密度，高速道路，一般道路の3つである。このうち，道路密度については水防災対策に重要でないため，また，高速道路については一般道路と同様の手法でデータ作成できるため，この検討からは除外し，一般道路についての検討を行なうことにした。一般道路についてのデータファイルには3種類があり，この中で道路の位置が記録されているものが，KS-713である。

このデータファイルは，2次メッシュの範囲内の道路の位置を整理したものである。国土数値情報では，道路の位置や連続性を示すために，ノードとアークという概念を用いている。ノードとは，道路と図郭線（地図の外枠線）との交点，道路の交差・分岐点，路線の起終点，道路施設等の変化する点のことであり，2つのノード間を結ぶ道路をアークと呼んでいる。このイメージを図-Ⅳ・1・13に示す。また，各アークは本来であれば連続曲線であるが，これをデータ化するのはデータ量の問題から困難であるため，補間点という概念を用いて線分を連続させて近似し，位置を記録している。連続した線分と本来の道路曲線との間の誤差は，図-Ⅳ・1・14のように計測基図である2万5千分の1地形図上で1㎜以下となっている。これは，約25mに相当するが，データベースのメッシュサイズである250mと比較すると問題のない範囲であると考えられる。

道路冠水を予測するためには，その道路が位置するメッシュの湛水深から，道路の比高を引くことによって得ることができる。従って，道路の位置を氾濫計算に用いるメッシュで記録しておく必要がある。国土数値情報の道路位置データは，標準地域メッシュの2次メッシュ内の座標で記録されているため，この座標がどの氾濫メッシュに位置するかの関係によって作成することができる。また，ノードあるいは補間点の間隔が氾濫計算メッシュの間隔よりも広い場合には，この間に位置するメッシュも記録する必要がある。

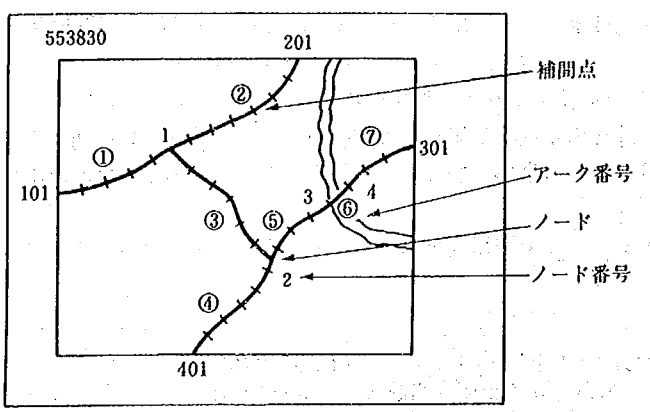


図-Ⅳ・1・13 KS-713による道路表現（イメージ）

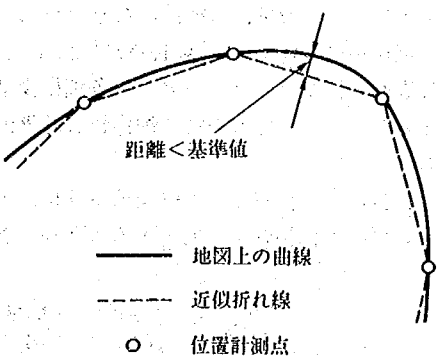


図-Ⅳ・1・14 曲線の計測

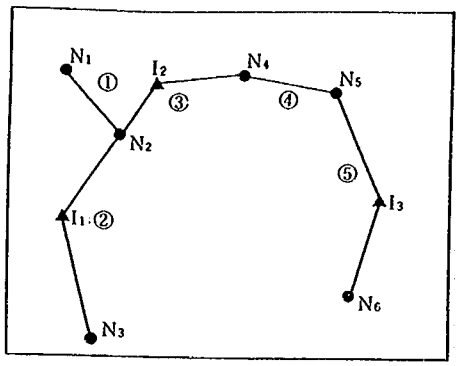
また，国土数値情報でノードとされている道路施設の変化点の中には，トンネル，行政界との交点，歩道の有無といった水防災対策に関係のない情報が含まれている。データの煩雑さをさけるためには，これらのノードを補間点と同じ扱いにすることにして，このノードを挟む２つのアークを１本のアークとして整理することも考えられる。この場合には，図-Ⅳ・1・15 に示すように，以下の手順で水防災対策に関係のないノードを補間点に変換する。

1）あるアークの終点ノードに注目して，そのノードに接続するアークの属性変化が水防災に関係するかどうか調べる。

2）水防災に関係のないノードであった場合，そのノードを補間点として記録する。

3）接続するアークの補間点を，さらに補間点として加える。

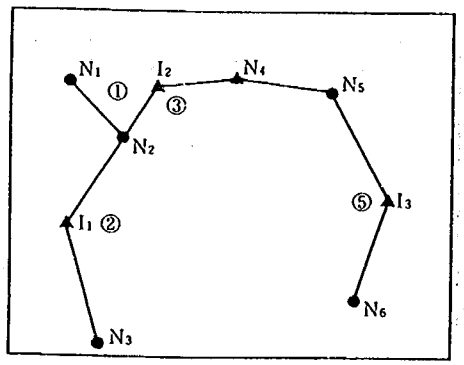
1)



●はノード，▲は補間点である。
N4とN5の間は，トンネルである。

①と②のアークは，終点ノードがそれぞれ分岐点，路線の起終点だから，修正はない。

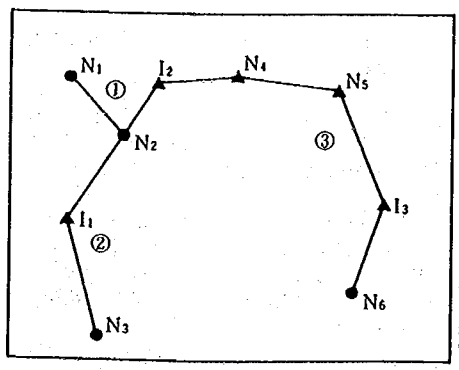
2)



③のアークの終点ノードN4は，トンネルという水防災に関係ないノードだから，N4を補間点にして，N5を終点にする。

この結果，④のアークはなくなり，③のアークの一部となる。

3)



③のアークの新しい終点ノードとなったN5も水防災に関係ないノードだから，補間点にする。また，⑤のアークの補間点だったI3も補間点となって，N6が終点ノードとなる。

したがって，④と⑤のアークはなくなり，③のアークの一部となる。

この結果，③のアークは，N2とN6を起終点とした，４つの補間点（I2，N4，N5，I3）をもったアークとなる。

図-Ⅳ・1・15　ノードの補間点化

4）終点のノードを接続するアークの終点ノードで置き換える。

次に，図-Ⅳ・1・16に示すように，以下のような手順でアークの位置するメッシュを記録する。

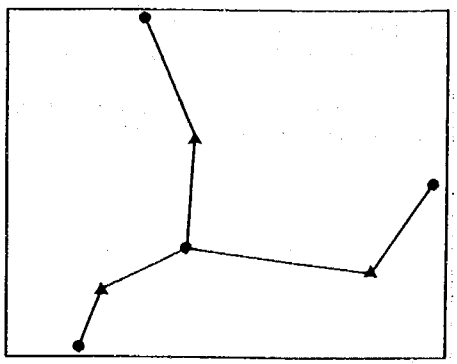
5）２次メッシュ内の座標と氾濫計算メッシュの座標との関係を調べる。

6）各アークのノードおよび補間点の２次メッシュ内座標を氾濫計算メッシュ座標に変換する。

7）隣接するノードおよび補間点の氾濫メッシュ座標が接していない場合，その間を直線で結び，その直線上に位置するメッシュ座標を記録する。

高さについては，盛土のデータと同様の現地調査によって作成することを基本とするが，これが不可能な場合には，１ｍ以上の盛土上にある道路については，盛土データによって代用し，それ以外の道路については，周囲の土地利用が宅地である道路については平均地盤高と同一，それ以外では平均地盤高＋50cmとする

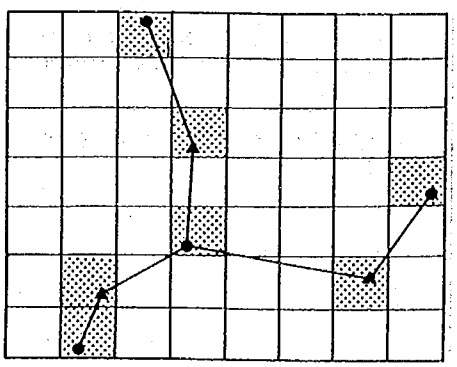
1)



●はノード，▲は補間点である。

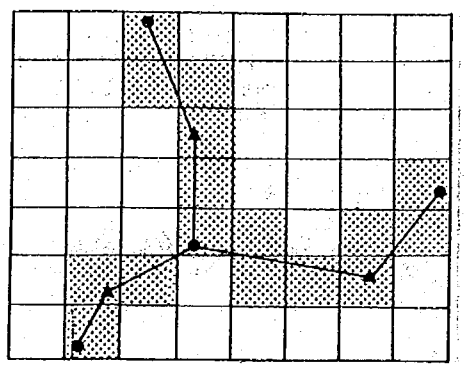
各アークのノードおよび補間点は，２次メッシュ内の座標で記録されている。

2)



各ノードおよび補間点の２次メッシュ内の座標を，氾濫メッシュの座標に変換して記録する。

3)



ノード，補間点間を直線で結び，その直線上にある氾濫メッシュの座標を記録する。

以上の作業をそれぞれのアークに対して行なうことによって，アーク上にある氾濫メッシュすなわち道路が位置する氾濫メッシュが記録できる。

ある道路が通行できる場合とは，その道路のアークが，以下の２つの条件を満たすときである。

①アークの幅員が，通行車両に対して十分。

②アーク上の氾濫メッシュの湛水深が，道路の比高よりも低い。

図-Ⅳ・1・16 メッシュ座標の記録

と推定したデータによって，代用する。

1．2．4．4　既往水害情報の収集・加工・整理手法

既往水害のデータは，水害発生時における様々な予測に使用するほか，平常時における各種対策の検討に非常に重要な情報である。これらの情報は，整理の容易さ等を考慮して水害ごとに整理することを基本とするが，各データに対して縦断的に検索・表示できることが重要である。

[解　説]

(1) 気象状況については，概況などについて整理し，必要に応じて天気図等をイメージスキャナ等で読み取って作成する。

(2) 雨量については，すでに各事務所において帳票形式で整理・保存されているが，実際に使用する場合には，特に古いデータについて目的のデータを捜し出すのにかなりの時間を要することが多々ある。そこで，これらを統一した様式で保存する。また，このときのティーセン係数などについても，同時に保存しておく。データは，各観測所ごとに整理する。

(3) 水位についても，雨量と同様に統一様式で各観測所ごとに保存する。また，HQについても同時に保存する。

(4) 浸水域および道路冠水のデータについては，航空写真や水害後の聞き取り調査によって，メッシュ単位で整理する。また，経時的な変化と最大の両方について整理しておくことが望ましい。

(5) 流域被害については，床上・床下別の浸水戸数，被災者人口，被害額の各項目について水害後調査したものを，原則としてメッシュ単位で整理する。これが不可能な場合には，市町村ごとの集計値について整理する。

(6) 以上の項目について，氾濫計算結果についても同様に整理しておく。

1．2．4．5　水防・復旧工事関連情報の収集・加工・整理

水防，復旧工事関連の情報についても，河川管理施設の情報と同様に，ほとんどが既存の資料を活用できると考えられる。ただし，特に水害復旧に関連する情報については，全てを流域内で調達することは難しいことが多いため，周辺の調達可能な流域の情報についてもあらかじめ収集しておく必要がある。また，既往水害の情報および事前におこなった氾濫計算結果などについての関連する情報についても整理する。

[解　説]

(1) 関係機関については，原則として建設省関連，県土木事務所，市町村役場などを対象とし，必要な個別資料およびこれらの位置を示す図面から，周辺地盤からの比高，連絡先などをメッシュ単位で整理する。

(2) 土砂採取可能地点および資機材については，原則として流域内に存在するものを対象に，必要に応じて定期的に調査・更新し，その位置，保有量などをメッシュ単位で整理する。また，周辺の流域のデータについても，定期的に収集しておく。

(3) 既往水害時の水防工法実施実績および被災実績，氾濫計算時の破堤・越水地点については，拡張河川コードで整理する。

1．2．4．6　避難誘導関連情報の収集・加工・整理

避難誘導関連情報については，流域に関連するものを対象とし，各市町村の防災計画書その他の関連資料およびこれらの位置を示す図面等から作成する。また，必要に応じて，関係機関の協力のもと別途調査を実施する。

[解　説]

(1) 避難誘導関連の情報については，流域によって多少の差異はあるが，現況ではほとんど市町村からの水害時の提供によっているのが現状である。しかしながら，これらの情報は，平常時に収集しておき，水害時における対応を事前に検討しておくとともに，市町村に対する指導等に役立てることが重要である。したがって，こ

れらのデータは，市町村等関係機関の協力のもとに作成する必要がある。

(2) 避難場所については，原則として指定避難所を対象とし，必要な個別資料およびこれらの位置を示す図面から，周辺地盤からの比高，連絡先，収容力などをメッシュ単位で整理する。

(3) 消防，警察，病院などの関連情報についても，同様に整理する。

(4) 既往水害による浸水実績などを，メッシュ単位で整理する。

1．2．4．7 浸水拡大予測情報の収集・加工・整理

浸水拡大予測に関する情報は，事前に計算した氾濫計算結果を想定破堤点および破堤流入量ハイドログラフごとに，氾濫域および湛水深を整理する。

[解 説]

詳細については，1．3 浸水拡大予測システムを参照する。

1．2．4．8 表示用データの収集・加工・整理

地形図などの表示用データについては，デジタイザなどによってベクトル型のデータとして整理する。

[解 説]

詳細については，3．1．2．3データ構造およびデータ容量を参照する。

1．2．5 データ整備の優先順位

水防災データベースには，最終的には1．2．2に示した8分類のすべての項目について整備する。しかしながら，予算・作業量等の関係によって段階的に整備する場合には，現在の資料整備状況および情報の重要度等によって判断する必要がある。

このとき，次のような観点から優先順位を決定することができる。

(1) 水害復旧に直接関連する重要な情報であり，現在資料収集および整理が進んでいるもの（比較的参照頻度が高いもの）を優先的にデータベース化する。

具体的には，表-Ⅳ・1・3中の以下のような項目が挙げられる。

1）河川管理施設情報の全項目

4）既往水害情報の全項目

5）水防・災害復旧関連情報の全項目

8）表示用データ

(2) 現在資料収集あるいは資料整理が進んでいないもの（既存の資料で代用できないもの）で，今後活用することが期待されるものを優先的にデータベース化する。

具体的には，表-Ⅳ・1・3中の以下のような項目が挙げられる。

2）流域内地形情報の全項目

3）流域内社会情報の全項目

6）避難誘導関連情報の全項目

7）浸水拡大予測情報

8）表示用データ

[解 説]

水防災データベースでは，1．2．2で示した8分類のすべての項目を保存しておくのが望ましい。しかしながら，予算あるいは作業の制約によって段階的に整備する場合には，情報の重要性，データベース化した際の効果，現在の資料の整備状況等を勘案して優先順位を設定する必要がある。

(1) は，情報の重要性や使用頻度に注目した場合であり，河川管理施設の情報や水防・復旧関連の情報について

データベース化する。このような情報は，すでに帳票などの形で整理されているものがほとんどであるため，データ作成に要する作業量が比較的小さく，またデータベースのシステムに慣れる意味での効果があると考えられる。しかしながら，データベース化した際の効果は，検索の高速化などそれほど大きくないものが多い。これらの情報はについては，河川管理データベースなど，すでに作成されているデータベースで代用できる場合には，これらの整合性をはかることで対応し，最終的には統合あるいは連結するといったことも考えられる。

(2) は，現在水害時に参照したくてもできない，あるいは非常に時間がかかる情報に注目した場合であり，浸水区域から道路冠水や流域被害を推定するなどのデータベース化する効果も非常に大きい。この反面，データ作成や整理に多くの時間と労力を要するわりに，水害発生時の使用頻度や重要性は比較的低い。これらについては，災害情報システムとして，治水経済調査などの資料作成や，平常時における水防対策の検討などに非常に重要であるため，通常業務の一貫としてこれらをデータベース化することも考えられる。

1．2．6　データベースの管理

> データベースを作成，更新した後には，不慮の事故等によってデータが失われないように，必要に応じてバックアップを実施することが望ましい。また，特に重要な情報については，データベースが使用できない場合でも参照できるように，従来の帳票形式でも保存しておくことを原則とする。
>
> また，データの内容によっては，検索が可能な権限等を明確にし，機密の保持につとめる必要がある。

[解　説]

水防災に関する情報を一元的に管理しようとする場合には，これが何らかの原因によって失われた際の被害はきわめて大きいと考えられる。そこで，できるだけ頻繁にこれらのデータをバックアップしておく必要がある。

また，水害時の長期にわたる停電により，電算化されたシステムが使用不能になることも十分に予想されるため，このような場合でも業務に対する支障を最小限にとどめるように，重要な情報については，従来の帳票形式によって参照できるようにしておく必要があると考えられる。

(2) データベース等の電算化された情報は，帳票などの物理的な保存形態と比較した場合に，管理に注意する必要がある。

1．2．7　データベースの更新

> 水防災データベースの内容は，必要に応じて定期的あるいは不定期に更新する。また，この手順を制度化あるいはマニュアル化しておくことが望ましい。

[解　説]

(1) 水防災データベースの内容には，長期的にほとんど変わらないものや，短期間で大幅に変動するものなど様々であるため，必要に応じて定期的に，あるいは随時行なう必要がある。

(2) このためには，どのような場合にデータを更新するのかの基準を設定し，必要であれば，関係機関との情報提供を制度化したり，更新が頻繁なものについては，通常業務の中に取り入れるなどの工夫が必要である。その一例として，以下のような手順が考えられる。

1）河川管理施設等の情報は，工事の完了時などにともなって，逐次更新する。これらについては，その頻度がそれほど高くなく，また通常の工事管理業務の一貫として行なうことが可能だと考えられる。また，道路の盛土については，避難路や水防用道路として，また氾濫水の拡大を防ぐなどの水防災の観点から重要と考えられるため，関係機関の連絡を密にするとともに，日常の巡視等でも注意し，逐次更新する必要がある。

2）流域の地形情報は，作成元の地形図やデータベース（国土数値情報など）の更新とともに更新することが望まし。水防災という観点からみて，土地利用や地形などの変化の影響が小さいと判断される場合には，特に行なう必要はないとも考えられる。一般的に，これらの更新間隔は比較的長いといえる。3）流域内の人口や資産は，国勢調査等の実施に併せてデータベース化されているため，これを利用して更新する。

4）既往水害情報は，次の出水期前の水防連絡会などに使用できるように，水害発生後できるだけすみやかに

更新する。

5）水防・復旧工事関連情報は，平常時の水防巡視業務の一貫として情報収集を行ない，出水期には定期的に更新する。可能であれば，1カ月程度が望ましい。

6）避難誘導関連情報は，水防連絡会などの機会を通じて，避難所として使用可能な施設の新設・改築や有効な避難路などができた場合に，関係機関との協議等によって実施する。

1．3　浸水拡大予測システム

1．3．1　大規模水害の潜在的危険性

わが国では有史以来，湿田を中心とした農耕社会が成立し，また近代以後も利水や舟運の便がよいなどの理由によって，氾濫原に人口・資産が集中している。このためそれぞれの時代の技術力や財力を結集して治水事業が進められてきたにも関わらず，現在においても，こうした状況は全く変わっていない。

治水施設の充実によって，近年では中小洪水による破堤氾濫現象が少なくなったため，従来地域住民がもっていた防災意識は低下しつつある。これに対し，高度情報化社会の進展や高度な土地利用などにより，水害に弱い情報処理機器や地下施設などが増加し，水害に対する潜在的な被害ポテンシャルは増大している。

[解　説]

わが国は，人口と資産の多くが氾濫原に集中している。このため，有史以来数多くの治水施設の整備が行なわれてきた。しかしながら，それぞれの時代の技術力や財力を結集した治水施設も，それを上回る自然の外力によって壊滅的な被害をうけることがしばしばであった。

技術力や財力が飛躍的に向上した現在においても，こうした状況にはまったく変化がなく，自然の外力を制御できる領域が広がったのみであることは，毎年全国各地で水害が発生していることからも明らかであろう。

こうしたなかで，平成3年河川審議会の答申では，壊滅的被害を防ぐ超過洪水対策を推進すること，危機時に対応できるソフトな対策の推進として確実な警戒避難を行なうための迅速な情報伝達体制を整備すること等が提言された。これはすなわち，自然を制御する方策とともに，制御できなくなった場合の対策も同時に考慮する必要性を指摘したといえる。

河川が氾濫することを想定して何らかの対策を検討しようとする場合には，氾濫現象そのものを理解している必要がある。しかしながら，近年のように治水施設や土地利用形態が短期間のうちに変化し，単一流域での氾濫頻度が低下している状態では，従来のように既往水害から氾濫状況を推測することは難しくなりつつある。また，避難対策等を検討するためには，標高や治水地形分類図などによる想定氾濫域だけでなく，時間的な氾濫水の変化についても知っておくことが望ましい。こうしたことから，浸水拡大予測を行なう必要性が従来にもまして高まっているといえる。

1．3．2　浸水拡大予測システムの目的

浸水の拡大速度は，火災などの他災害と比較して，一般的に拡大速度が大きいことが多い。また，いったん道路が冠水した場合には，救助活動や復旧活動に大きな支障を与えることが予測される。また，航空機などによる情報収集は天候に左右されやすいため，この意味からも予測の必要性は高いといえる。

[解　説]

水害時には，情報収集や復旧資機材の搬入などの様々な行動を必要とするが，このときに常に制約となるのが道路の冠水による通行不能である。また，流域の被害の概要についても，水害対策を検討する上で重要な情報である。しかしながら，現在のところこれらの流域の情報は現地から断片的に入ってくるだけであり，また，将来的にも空中からの把握という比較的天候に左右されやすい手段を使わなければならない。したがって，水害時において的確な水害対策を実施していくためには，浸水域の予測を行なうことが必要であり，これを簡単に行なうシステムを作成することが目的である。

1．3．3　浸水拡大予測システムに必要とされる機能

浸水拡大予測システムに必要とされる機能は，以下のように整理される。(1) 河道改修や流域の開発による流出形態の変化等に対応する必要がある。(2) 平常時において水防災対策の検討に気軽に利用できるような，また，水害発生時の限られた時間においても利用できるような速度をもっている必要がある。(3) データベースや水害情報収集システムの情報の重ね合わせを行える必要がある。

［解　説］

(1) 浸水拡大などの氾濫現象を推定する方法としては，治水地形分類図，既往水害による推定などがあるが，河川改修や流域の開発などによる流出形態の変化等に対応するため，氾濫シミュレーションを基本とする。

(2) データベースとの重ね合わせの容易さから，氾濫計算はデータベースの基本単位とした4分の1地域メッシュで行うことが考えられる。

1．3．4　氾濫モデル

浸水拡大予測システムでは，様々な氾濫モデルが使用可能であると考えられるが，精度面や適用範囲の広さ，また他のデータベースの利用可能性などから，2次元不定流モデルを使用するのが良いと考えられる。

［解　説］

氾濫モデルには様々な種類があるが，主として表-Ⅳ・1・11に示すようなモデルの中から，地形条件および使用目的から選択し用いられることが多い。各氾濫モデルの適用性について，氾濫原の断面特性と勾配によって整理したものが表-Ⅳ・1・12である。このうち，2次元不定流以外の3種類の2次元モデルの特徴を示すと，以下のようになる。

表-Ⅳ・1・11　氾濫モデルの種類と非定常項の省略

氾濫モデル ＼ 項目		開水路非定常流式の各項						備　考
		第1項	2	3	4	5	6	
一次元モデル	貯留関数法	×	×	△	×	○	○	]河道モデルと同様のモデルである。
	マスキンガム法	×	×	△	△	○	○	
	簡易一次元不定流モデル	×	×	×	○	○	○	慣性項と加速度項を省略した不定流モデルである。
二次元モデル	越流ポンドモデル	×	△	△	○	○	△	慣性項と抵抗項を一括して定数として取扱っている。
	氾濫ポンドモデル	○	×	×	○	○	○	
	開水路ポンドモデル	○	×	×	○	○	○	
	二次元不定流モデル	○	○	○	○	○	○	運動方程式は，x方向とy方向についてたてている。

注）○；考慮されている項
　　△；近似的に考慮されている項
　　×；考慮されていない項

$$\underbrace{\frac{1}{gA}\frac{\partial Q}{\partial t}}_{\text{第1項（加速度項）}}+\underbrace{\frac{2Q}{gA^2}\frac{\partial Q}{\partial x}}_{2}-\underbrace{\frac{Q^2}{gA^3}\frac{\partial a}{\partial x}}_{3}+\underbrace{\frac{\partial h}{\partial x}}_{4}-\underbrace{i_b}_{5}+\underbrace{\frac{n^2|Q|Q}{A^2R^{4/3}}}_{6}=0$$

（慣性項）　（水面勾配項）　（抵抗項）

表-Ⅳ・1・12　氾濫モデルの適用性

氾濫原の断面特性 / 氾濫原勾配	一次元モデル（谷底平野）	二次元モデル（その他）
i ≦ 1／1,000（デルタ、後背湿地、自然堤防）	演算労力 少 ―― 多 ・貯留関数法 ・マスキンガム法 ・簡易一次元不定流モデル	少 ―― 多 ・開水路ポンドモデル ・氾濫ポンドモデル ・二次元不定流モデル
i ≦ 1／1,000（扇状地、谷底平野）		少 ―― 多 ・越流ポンドモデル ・開水路ポンドモデル ・氾濫ポンドモデル ・二次元不定流モデル

(1) 越流ポンドモデル

越流ポンドモデルは，氾濫原をいくつかに分割したポンド間の流れを，水位差で流れる越流公式と同じ形で表現している。加速度項を無視しているため，氾濫原の勾配が大きい流域には適用できない。

(2) 氾濫ポンドモデル

氾濫ポンドモデルは，ポンド間の流れを水位差で流れる管路の式と同じ形で表現している。

(3) 開水路ポンドモデル

開水路ポンドモデルは，ポンド間の流れを開水路の式で表現している。氾濫ポンドモデルと同様に慣性項を無視しているため，横断方向の浸水深分布が表現できないとされている。

このように，２次元不定流モデル以外の２次元モデルは，流域をいくつかのポンドに分割し，ポンド間の流れを１次元とみなしているため，予想される氾濫水の流下方向と直交する方向にポンドの境界を設置することが望ましい。このため，ポンドの分割に際しては，モデル製作者に流域の地形に関する知識が要求され，従って主観的判断が入る余地がある。

これに対して，２次元不定流モデルは，Ｘ方向とＹ方向の両方について運動方程式をたてているため，氾濫原は機械的に分割することになって，モデル製作者の主観がはいらない。また非定常流式の全ての項について省略あるいは近似を行なわずに計算するため，適用範囲も広く，他モデルと比較して精度が高いと考えられる。この反面，計算に時間がかかる，データ作成に労力を要するなどの欠点もある。

しかしながら，近年の電子計算機技術の発達によって，計算時間や計算コストに関するデメリットはそれほど重要ではなくなり，むしろ流域の特性に応じてモデルを選択し，ポンド分割を行なう作業の方が負担になっていることが多い。この点で，２次元不定流モデルの場合，適用範囲を気にする場面は少なく，また流域分割を自由に設定できる利点を生かして，各種データベースを利用して氾濫計算用のデータを作成できるなどのメリットがあり，このような特徴を活かして２次元不定流モデルを利用する場面が次第に多くなって来つつあると考えられる。

モデルの全体の概要を模式的に示したものを図-Ⅳ・1・17 に示す。２次元不定流モデルは氾濫域のモデルであるが，氾濫解析に際しては河道の洪水流も計算する必要がある場合が多いことから，氾濫流と同時に河道計算をできるようになっている。

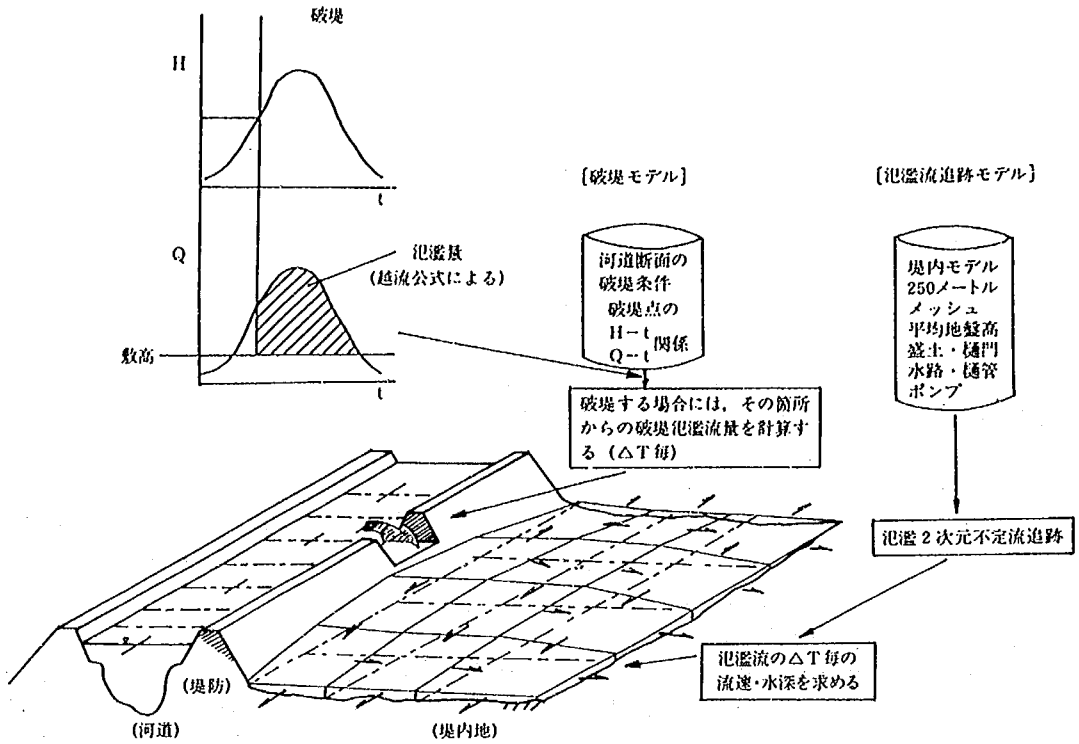


図-Ⅳ・1・17　モデルの模式図

1．3．5　事前計算結果のデータベース化

浸水拡大予測システムは，氾濫計算を水害発生時にリアルタイムで計算することが難しいため，事前計算結果をデータベース化し，これを検索することによって予測する。

［解　説］

(1) 現在の計算機の能力，氾濫計算に用いるデータの準備・整理状況，氾濫計算結果を解析する周辺プログラムの整備状況などから判断すると，水害発生時に氾濫計算をおこなって，これを出力・解析することは，現在においては非常に難しいと考えられる。そこで，事前に計算しておいた氾濫計算結果を，水害発生時や平常時の利用の際に検索，内外挿することが考えられる。このとき，どの程度のケースを事前に行なっておくかについては，どのような内外挿を行なうか，どの程度の精度を必要とするかによって，また，個々の流域の特性によって，非常に大きく異なってくる。

(2) 破堤点の水理条件から浸水予測を行なう最も簡単な手法の１つは，破堤流量の合計（氾濫量）で行なう方法である。この方法は，氾濫域の面積がそれほど広くない，貯留型の流域において特に有効である。この場合の事前計算のケースは，それぞれの仮想破堤点について，代表的な破堤流入量のハイドログラフをいくつか与えて計算し，一定の氾濫量に達するごとに，そのときの浸水域と湛水深を記録すればよい。これに対して，流下型や拡散型の流域では，氾濫量が同一でも，その破堤流入量のハイドログラフが大きく異なっている場合には，氾濫区域が全く違うことがある。しかしながら，破堤からの経過時間によって整理すると，湛水深は大きく異なるものの，ほぼ同一の氾濫域となることが多い。そこで，精度がかなり悪化するが，氾濫区域(氾濫メッシュ)を経過時間で予測し，このときの湛水深を氾濫量から内挿することが考えられる。

いずれの場合でも，できるだけ多くの想定破堤地点に対して，できるだけ多くの１箇所あたりの破堤流入量ハイドログラフを与えることによって，求めたいハイドログラフによる湛水量に最も近い２つのハイドログラフ

から内挿する方が確実である。

(3) こうして計算された結果はメッシュ単位で整理し，このときの想定破堤点および破堤流入量ハイドログラフを拡張河川コードで整理しておく。

1．3．6 リアルタイム計算の可能性

氾濫計算をリアルタイムで行う際，改善を要する点は以下の通りである。
(1) データ処理時間（計算時間）の短縮
(2) 検証用データの収集

［解 説］

現況ではリアルタイム計算による予測は難しいため，事前計算の内外挿による予測手法を示した。そこで，ここでは将来的にどの様な点が改善できれば，リアルタイム計算による予測が可能になるかについて調査した。

(1) データ処理時間による検討

1）計算に必要な地形データ等の収集・入力

計算に必要なデータの収集・入力については，現在最も整備されていない状況にあるものと考えられる。しかしながら，これらは平常時において収集・整理しておくことが可能な情報であるため，水防災データベース等に保管しておき，必要なときに入力すればそれほど問題ではないと考えられる。

2）水害発生時における降雨データ等の入力

テレメータから平均雨量等への変換は，すでに多くの事務所等で自動化されている。また，平均雨量からの流出計算についても，精度は別問題として，技術的にさほどの問題はないと考えられるため，これを自動化することは容易だと考えられる。ここまでの課程で，仮にすべてのプロセスが自動化あるいは半自動化された場合には，実現象である降雨流出時間とくらべて，これらのデータ収集・伝達・処理に要する時間は，無視できるほど小さいと考えられるため，この時間分の「予測」は可能であると考えられる。

3）氾濫計算および出力

リアルタイムでの予測計算の問題点は，この氾濫計算と出力・表示にあると考えられる。氾濫計算部分については，流域の規模やどの程度詳細なモデルで計算するかによって異なるが，かなりの演算時間を必要とすることがわかっている。例えば，現在における一般的なスタンドアロンのコンピュータ（10～30 MIPS の EWS）で，約 15,000 メッシュの流域の 24 時間分の氾濫計算を行なった場合，約 24 時間かかった実績がある。しかしながら，現在の計算機速度の向上はめざましいものがあり，すでに 1,500 万円程度で 70 MIPS クラスの EWS が導入できるため，将来的には問題にならなくなると考えられる。また，表示システムについては，計算機の逐時の計算結果をオンラインで結び，別の計算機（EWS やパソコン）で処理することが考えられる。

(2) 予測精度における検討

事前計算を内外挿して予測する場合の精度については，事前計算のモデル化を的確にするとともに，水害発生時の状況にいかにうまく当てはめられるかという点で，条件設定をいかに詳細に行なうかにほとんど依存すると考えられる。これに対して，リアルタイムでの予測では，モデル化を的確にすることは同様であるが，外力データをいかに正確に与えるか，また修正するかが問題となる。

計算のモデル化については，次のような点が課題になっている。

1）氾濫計算全体や個々の施設・地形・破堤条件などについて，十分なモデル化を行なうための基礎実験データや実績検証データが不足している。また，これらに必要なデータ収集体制もとられていない。

2）実績検証データとしては，各メッシュ・各時間の湛水位と氾濫水の流速・方位がわかっていることが望ましい。しかしながら，これらの情報を地上から収集することはほとんど不可能なので，航空機の利用等が考えられる。現在における航空写真の利用は，特に撮影時間間隔について氾濫計算の検証に用いるには不足しているため，湛水深の計測という意味からも，斜め映像の活用が望まれる。

外力データを正確に与える方法としては，水位観測所の高密度化によって河道水位を正確にするほか，斜め映像等の解析によって，氾濫水の流向・流速・水位を計測し，これを用いて氾濫計算の精度向上をはかることが考

えられる。これらの修正データは，全氾濫メッシュに与えることは困難であるため，事前計算を繰り返すことによって，その周辺のメッシュの代表となり得るメッシュを調査しておき，災害時にはそのメッシュの情報を収集することが考えられる。また，これらの地点にあらかじめ観測施設を設けることも考えられるが，氾濫という非常に頻度が低い現象のために，こうした施設を設置・維持することの是非が問題となろう。

1．4　空中からの情報収集

1．4．1　空中から収集すべき情報

空中からの情報収集は，広域的・面的な情報収集や，高い機動性などを考慮して，次のような情報を収集する。

(1) 破堤・越水などの河川管理施設等の重大被害の発見およびアクセス路の調査
(2) 浸水区域，概略浸水深
(3) 主要道路の概略冠水状況

また，地上から被災地点に到達できない場合や，飛行時間に余裕がある場合には，次のような情報を収集する。

(4) 破堤・越水などの河川管理施設等の重大被災の概略測量

[解　説]

水害発生時における空中からの情報収集を地上からの調査と比較したメリット・デメリットは以下のように整理される。

[メリット]

1）広域的かつ面的な情報収集が可能であり，全体的な把握が行える。
2）道路冠水などの地上の状況に影響されず，機動性が高い。

[デメリット]

1）水害時には気象条件が悪い場合が多いため，調査飛行ができない場合も多い。
2）漏水，法崩れなどの発見は難しい。
3）現地流域や河川の特性に詳しい職員等によって調査できるとは限らない。

これらのメリット・デメリットを考慮した上で，次のような情報収集を行うことが考えられる。

1）広域的な情報収集能力の高さを生かして，破堤・越水などの重大被害を監視，発見する。また，これらについて詳細な情報を地上から収集するためのアクセス路を発見，報告する。
2）面的な情報収集力の高さを生かして，流域の浸水状況（浸水区域や概略の浸水深）を調査する。また，流域内で使用可能な主要道路の情報を収集する。
3）機動性の高さを生かして，一般市民や他機関からもたらされた被害情報を確認する。また，地上からの情報収集が不可能な場合や，緊急を要する場合には，概略の測量調査を実施する。

1．4．2　河川管理施設等の被災情報の収集

空中からの河川管理施設の被災情報の収集は，以下のような手順で実施する。

(1) 破堤・越水など重大被災の概略発生位置・時刻の音声による報告
(2) 概略位置のわかる映像の撮影，伝達
(3) アクセス路の調査および映像の撮影，伝達
(4) 概略被災状況のわかる映像の撮影，伝達
(5) 簡易測量の可能な映像の撮影

[解 説]

(1) 飛行ルート

破堤・越水などの重大被害を発見しようとする場合には，映像でなく目視による監視が最も効果的である。このため，飛行ルートとしては，河川の目視が可能なように，河川からかなり離れた位置を河道と平行に飛行するのがよい。この間，真下方向を継続的にビデオ等で撮影できれば，内水による浸水状況なども把握できる。

(2) 発見時の情報伝達

被害を発見した場合には，発見内容と時刻を伝達する。時刻の伝達は，録音により後日整理する際の確認材料となる。搭乗者の中に流域に詳しいものがいる場合には，位置についても伝達する。

(3) 概略の被災位置の特定およびアクセス路の調査

ビデオ，スチルカメラ等により，被災地点が概ね特定できるような映像を撮影する。このとき，位置を特定しやすいような地物（橋梁，特徴のある建物など）を画面内にいれるように注意する。また，緊急対策のために地上からの調査が必要な場合が多いので，被災地点に到達可能なアクセス路を調査し，音声あるいは映像を伝達する。

(4) 被災状況の調査

被災地点付近に移動し，概略の被災状況が分かる映像を様々な方向・角度から撮影する。

(5) 簡易測量の実施

地上からの被災地点の調査が困難な場合や特に緊急を要する場合には，概略測量が可能な映像を撮影する。概略測量が可能な映像とは，次のような条件を備えた映像である。

1）撮影方向がほぼ鉛直とみなすことができ，画面内に大きさが既知の地物が入っている映像。

2）画面内に図面上や地図上で平面位置が既知の点が4点以上ある映像。

これ以外の方法として，GPS等を利用して，撮影高度，撮影位置，撮影方向，撮影時の焦点距離等の情報を直接得られる専門的な航空機・撮影機材を利用する方法や，同じく専門的な機材を用いてステレオ写真の解析の要領で測量することもできるが，水害発生時の概略測量に必要な精度を考慮すると，上記の方法で十分であると考えられる。

1．4．3 浸水情報・道路冠水情報の収集

空中からの浸水情報や道路の冠水情報の収集は，以下のようにして行う。

(1) 斜め映像による浸水区域の全体像の撮影，伝達

(2) 高高度からの鉛直映像による浸水区域全体の撮影，伝達

(3) 中高度からの鉛直映像による詳細な浸水区域の撮影，伝達

(4) 低高度からの斜め映像による浸水深，主要道路の冠水深の撮影，伝達

[解 説]

(1) 水害発生時においては，道路の冠水等によって行動が妨げられるため，特に流域の浸水状況の情報が不足する傾向にある。これらの情報は，災害復旧などに大きな影響を与えるため，可能な限り調査を実施する必要がある。このとき，その後の予測精度を向上させるためには，浸水域の経時的な変化が判明していると良いため，一定時間ごとに調査を実施することが望ましい。

(2) 水害の全体像を把握するほか，詳細な浸水区域の撮影以前に全体的な飛行ルートを決めるために，まず浸水区域の斜め映像を撮影する。

(3) 次に高度をできるだけ上昇させて，鉛直方向から浸水域全体を撮影し，概略の浸水区域を把握する。

(4) 街区あるいは集落ごとの浸水状況が把握できる程度まで高度を下げ，鉛直方向から詳細な浸水状況を撮影する。したがって，飛行ルートとしては，浸水区域全体を網羅できるようにする必要がある。

また，これと同時に別の撮影機材による斜め映像を撮影し，主要な道路や代表的な地点の浸水深がわかる映像を撮影する。

(5) 以上の調査は，最大浸水区域だけでなく，経時的な変化がわかるように，一定時間間隔で何度も実施するこ

とが望ましい。

1．5　既存体制・システムによる情報の収集

1．5．1　既存体制・システムで収集すべき情報

既存の体制やシステムを利用した，水害発生時における情報収集は，専門的な知識や経験をもつ関係者による収集が可能な点を生かし，以下のような情報を収集する。

(1) 気象・水文情報
(2) 河川巡視情報
(3) 河川管理施設等の被災情報
(4) 浸水情報，道路冠水情報

また，水害発生後には，以下のような情報を収集する。

(5) 本復旧に関する情報収集
(6) 流域被害に関する情報収集

［解　説］

(1) 空中からの情報収集は，概略の情報を収集することが主目的になると考えられるため，水害発生中においても精度の高い情報を必要とする箇所には，実際に現地で調査を必要とすると考えられる。また，水害時は一般に天候不順の場合が多く，航空機の使用ができない可能性もきわめて高い。したがって，水防上・復旧上重要になると考えられる地点や，浸水域把握のための代表的な地点については，事前に検討・調査しておき，速やかに要員を派遣できる体制を整えておくことが望ましい。このためには，第3章の水害シミュレータ等を活用する。

(2) すでに述べたように，水害発生時の悪天候などによって，空中からの情報収集ができない場合もあることを考慮した上で，次のような情報収集を行うことが考えられる。

1）テレメータシステム，レーダー雨量計などの既存のシステムを利用して，気象・水文情報を収集し，水害の発生やその規模を予測するとともに，巡視体制や樋門・樋管の操作確認など，水害時の体制を整える。
2）河川巡視により，出水状況，水防活動状況などを収集する。
3）河川巡視や水防団，関係機関の協力により，堤防などの河川管理施設等の被災状況を収集する。
4）河川巡視と平行して，可能な限り浸水情報・道路冠水情報を収集する。

(3) 水害発生後には，復旧に必要な被災の詳しい状況を調査するとともに，水害統計調査や激特申請のための調査などを行う。

1．5．2　気象・水文情報の収集

気象・水文情報などの外力情報は，既存の情報収集体制を活用して収集するものとし，現在の収集施設のなかで，特に水害時において必要な施設については，リアルタイムで情報を収集するために，テレメータ化を推進する。

また，収集された外力情報は，データベース等を利用して水害規模の推定などに利用するほか，解析等を行なうための資料とする。

［解　説］

(1) 気象・水文情報などの外力情報については，現在においても比較的収集しやすい情報であるといえる。このため，現在のシステムを活用することによって，これらの情報を収集することとする。しかしながら，水害時には河川の増水や道路の通行不能などによって，普通観測施設での人手による情報収集が不可能になる可能性があり，また，データの回収に多くの人手と時間を要し，水害時に活用できないことも考えられる。したがって，テレメータ化されていない水文観測施設については，水害時における必要性を検討した上で，必要なもの

についてはテレメータ化を行なう必要がある。

(2) 収集された外力情報は，データベース等を利用することによって，水害時あるいは平常時の資料とする。

雨量・水位などの情報は，すべてのデータを帳票に記録することはもちろん，規模の大きい出水であった場合には，その後の解析等を考慮すると，電算化したデータのまま保存しておくことが望ましい。しかしながら，平常時のデータも含めてすべて保存するのは，データの保存に要する費用や必要なデータの検索効率などを考慮すると，得策ではない。そこで，一定規模以上の洪水は自動的にデータベース化される，あるいは指定したデータだけはデータベース化される，などの選択が可能なシステムにしておくことが望ましい。

1．5．3 河川巡視情報の収集

河川巡視では，以下の情報を収集し，定時に報告する。

(1) 現在位置および進行方向

(2) 水防団巡視状況

(3) 水防団活動状況（水防団未着手箇所）

また，以下の情報を収集・発見した場合には，随時報告する。

(4) 通行不能，河川巡視継続不能

(5) 異常発見

[解 説]

(1) 報告すべき河川巡視情報とは，各地建等で定めたものを原則とするが，その内容は概ね以下の通りである。電子野帳を利用して情報収集する場合には，これらの項目をあらかじめ設定しておく必要がある。

1）現在位置および進行方向

（ ）日（ ）時（ ）分

○○川（左・右）岸○km付近を（上流・下流）に移動中

2）水防団巡視状況

前回定時報告から出会った水防団の巡視の班数，人数

3）水防団活動状況（未着手箇所数）

発見番号○○（対応済み，○人活動中，未着手），実施工法

(2) 収集・発見後すみやかに報告すべき河川巡視情報とは，以下の通りである。

4）巡視ルート上の通行不能箇所など

現在位置，原因，その後の処置（迂回後巡視継続，危険により退避など）

5）異常発見

1．5．4にしたがって報告する。

1．5．4 河川管理施設等の被災情報の収集

水害時における河川管理施設等の被災情報の収集は，空中からの監視が同時に行える場合には，空中から発見された被災情報の確認および詳細調査を中心としてこれを実施し，余力がある場合には可能な限りの情報を収集する。

また，空中からの情報収集が不可能な場合には，既存の体制で河川管理施設の被災情報を収集する。

収集すべき内容は，以下の通りである。

(1) 洪水の流れの異常

(2) 堤防の亀裂

(3) 漏水

(4) 法崩れ

(5) 越水

(6) 破堤

(7) 浸水
(8) 高水敷の異常
(9) 工作物の破損等

［解　説］

(1) 河川巡視による情報収集は，空中からの監視が同時に行える場合には，重大情報のとちこぼしの可能性が低くなるため，一箇所あたりの情報収集時間を長く取ることも可能になる。このため，空中から発見された情報の確認および詳細調査や，ある程度軽微な被害の調査に重点をおくことが可能になると考えられる。また，画像情報は，水害発生中でも有効な場合が多く，また災害復旧事業申請の必要資料の１つなので，必ず収集し，可能であれば伝達する。

(2) 異常を発見あるいは聞き取った場合には，３）の内容とともに以下の情報を必ず伝達する。

１）情報源
（自分で，水防団より，地元住民より，など）

２）発見番号
○○班○○号

３）発見日時
○日○時○分

４）位置
○○川，（左岸・右岸），○km上流・下流○ｍ，地先名
○○橋より下流○ｍ

５）堤内の状況
人家（あり・なし），道路冠水（あり・なし）

６）報告者名

(3) 異常内容は，発見時にわかる範囲で，第１報として以下の項目を報告し，写真を撮影する。詳細調査が可能な場合においては，以下の全項目を可能な限り調査し，報告することが望ましい。

１）洪水流れの異常
・水面が天端まで異常に近い（水面から天端まであと○ｍ）。
・大きな波，渦巻が発生している。
・建物，橋，車両等の巨大な物が流れている。

２）堤防亀裂
・亀裂箇所（表法面の小段上，など）
・亀裂方向（堤防に直角，など）
・亀裂数
・最大幅，最大長
・段差の有無

３）漏水
・漏水箇所（裏法面の小段下，など）
・漏水量の多少
・濁りの有無
・漏水箇所周辺の状況（うんでいる，など）

４）法崩れ
・法崩れの箇所（表法面の水面上，など）
・崩壊部の大きさ（縦○ｍ，横○ｍ）
・天端の崩れの有無および残り天端幅

5）越水
・越流幅○m，越流深○m
・堤内側の水深○m
6）破堤
・破堤幅○m
・堤外側の水深○m
・堤内側の水深○m
・拡大状況
7）浸水
・浸水口（無堤地，霞堤）
・堤外側の水深○m
・堤内側の水深○m
8）高水敷の異常発見
・大きな洗堀
・流れの方向の変化
9）工作物（堰，水門，樋門，樋管，橋梁等）の破損
・名称および破損箇所，程度

1．5．5　浸水情報・道路冠水情報の収集

水害発生時には，流域の概略の被害状況として，浸水情報と主要道路の冠水情報を収集する。収集にあたっては，事前の予測情報や航空機の情報をもとに収集箇所を設定する。また，最大区域だけでなく各時刻での浸水域を調査できることが望ましい。

［解　説］

(1) 水害発生時においては，道路の冠水等によって行動が妨げられるため，特に流域の浸水状況の情報が不足する傾向にある。これらの情報は，災害復旧などに大きな影響を与えるため，可能な限り調査を実施する必要がある。このとき，その後の予測精度を向上させるためには，浸水域の経時的な変化が判明していると良いため，一定時間ごとに調査を実施することが望ましい。

(2) このときの浸水情報は，浸水深や被災戸数に関する詳細な情報よりも，まず浸水状況の全体像を概略把握することが重要である。しかしながら，地上からの情報収集ではきわめて狭い範囲の情報しか得られず，広範囲の情報を収集することができない可能性が高いため，天候等の条件が許す限りにおいては，航空機やヘリコプター等の空中撮影プラットフォームを利用することが望ましい。また，ラジコンヘリコプターや気球等を利用することも考えられる。これらがいずれも不可能な場合には，主要なポイントに巡視員を派遣することによって，浸水域の概略把握に努める。このためには，流域内で比較的視界がひらけた地点（展望台）などを予め調査するほか，事前に既往水害時の浸水状況や氾濫計算などによって，全体の浸水域を予測できる代表的な地点を整理しておく必要がある。

(3) 浸水域の情報とともに重要な情報として，道路の冠水状況がある。これについても，可能であれば空中からの監視が最も望ましいが，不可能な場合に備えて，事前に主要な道路（河川巡視，水防活動，避難誘導活動，緊急対策活動に必要な道路）の最も路面の低い地点を調査しておき，この点の浸水状況を河川巡視員，水防団，関係機関などから収集することが考えられる。

1．5．6　本復旧に関する情報の収集

水害発生後には，すみやかに復旧工事の申請・実施に必要な情報で，水害発生中に収集できなかったものを収集する。

［解　説］

(1) 復旧工事申請に必要な情報とは，概ね以下の通りである。詳細については，「直轄河川災害復旧事業の手引き：建設省河川局治水課監修」を参照する。

1）様式中

① 被災箇所番号・本支川名・箇所名，復旧工種・名称・数量・金額

② 雨量（観測所，連続・最大日・最大時間雨量およびそれらの対象期間）

③ 水位（観測所，　HWL・警戒・指定・今回最大水位およびその時刻）

2）添付図書

① 高水速報要綱に定める資料

② 被害状況の写真

③ 図面（一般平面図，箇所別平面図，断面図，構造図）

(2) これらについても，工事完了後できるだけすみやかにデータベース化することが望ましい。

1．5．7　流域被害に関する情報収集

水害発生後には，都道府県や市区町村が実施する水害統計調査に関連する水害発生時の情報を提供することによって，調査を円滑を進めるとともに，調査結果を整理してデータベース化し，今後の検討に役立たせることが望ましい。

［解　説］

(1) 水害が発生した場合，市区町村は発生後45日以内に一般被害に関する調査を実施し，報告することになっているが，水害の痕跡等が明瞭に残っている時期にできるだけ早く実施することが望ましい。そこで，水害発生中に収集した浸水域の情報等を提供し，これらの調査を円滑に進めることが考えられる。また，激特申請のための被災戸数調査についても同様である。

(2) 水害統計の調査票（集計票）自体は，データベースで基本とするメッシュ体系とは異なっているため，集計される以前の資料を収集し，データベース化することが望ましい。

第2章　水害情報の分析

2．1　概説

2．1．1　水害情報分析の目的

水害情報分析の目的は，以下の3つに整理される。

(1) 平常時において，水害発生時に起こり得る状況を把握し，これに応じた各種水防災対策や治水計画を立案する。

(2) 水害発生時において，水防災活動に必要にもかかわらず，現地で実際に収集できなかった情報を，事前に収集しておいたデータベース情報をもとに予測・推定する。

(3) 水害発生時に収集あるいは予測・推定した情報をもとに，事前に収集しておいたデータベース情報と重ね合わせることによって，さらに有用な情報を作成する。

[解　説]

(1) 平常時における水害情報分析では，既往水害や計画洪水，可能最大洪水などの外力や諸条件を仮定することによって，水害時に起こり得る現象を把握し，これに対する様々な水防災対策を検討することが目的となる。また，時間的に余裕があるため，分析内容も広範に，詳細に実施することができる。

(2) 水害発生時における水害情報分析では，現実に行動するための情報を作成するのが目的であるため，収集された限られた情報をもとに，的確に実施する必要がある。

2．1．2　水害情報分析の内容

平常時における情報分析は，なるべく多くの想定水害に対して下記の項目について実施し，その結果を整理しておく。

また水害発生時には，主に事前に検討された情報で類似のものを用いることとし，下記の項目中で，特に実態に即して緊急に必要とされる情報について，実際に収集された情報を分析する。

(1) 気象・水文情報の分析
(2) 水防活動に関する分析
(3) 河川管理施設等の被害に関する分析
(4) 流域被害に関する分析
(5) 避難誘導に関する分析
(6) 緊急対策に関する分析

[解　説]

(1) 平常時においては，できるだけ多くの想定した外力を条件として与えて流出計算や氾濫計算を実施し，水害時の状況を予測し，対策を検討しておくことが重要である。これにより，水害時の操作にも習熟できると考えられる。

(2) 水害発生時においては，限られた現象情報をもとに分析を行なう必要があるため，上記すべての分析が行えるとは限らない。このため，水害時に必要な情報の中である程度優先順位をつけ，緊急に要する情報分析を実施し，それ以外の情報は事前検討時の想定水害の類似の結果で代用することとなる。また，必要とする分析を行なうためにはどのような現象情報が必要であるかを的確に情報収集担当者に伝達する必要がある。

2．1．3　斜め映像の解析手法

水害時に撮影された画像・映像によって浸水域や破堤幅などほぼ水平とみなせる座標や長さを測量する場合には，できるだけ鉛直方向から撮影されたものを使用するのがよい。しかしながら，様々な制約から鉛直

方向の撮影が難しい場合には，焦点距離・撮影位置・撮影方向が不明な斜めの画像を解析する。この場合，水平面上での座標を計算するために，画面内に地上での位置がわかる点が4地点必要である。

［解　説］

(1) カメラやVTRによって浸水域や破堤幅を解析するためには，なるべく鉛直に近い方向で撮影することが望ましい。

(2) 鉛直方向の撮影ができない場合としては，以下のようなものが考えられる。

1）撮影時間が限られていて，1度に広範囲を撮影する必要がある場合

2）航空機の構造上，鉛直方向の撮影が難しい場合

3）報道機関等，他の目的で撮影された映像・画像を利用する場合

撮影位置等の条件が不明な報道機関等の斜め映像でも，画面内に位置が特定できる4つ以上の点が入っていれば，斜め画像の変換によって，氾濫域を比較的精度よく測定することができる。氾濫時でも画像上で比較的見つけやすい氾濫域内の構造物としては，以下のようなものがある。

（河道沿い）橋梁，樋門・樋管，堰など

（流域内）　高圧鉄塔，盛土してある道路の交差点，特徴のある建築物など

これらを用いて斜め映像を解析する場合，地形図上での座標が必要となるため，平常時において，あらかじめこれらの座標を調査しておけば，水害時に迅速な解析を行なうことができる。

斜め映像の解析は，氾濫水が概ね水平である（同一平面である）と仮定することによって，以下のような変換式を用いて行なうことができる。

図に示すように映像が傾いていて，カメラの中心O $(X_0,\ Y_0,\ Z_0)$を回転中心として，X'軸の廻りにω，Y'軸の廻りにϕ，Z'軸の廻りに$\varkappa$回転させたとき傾きのない座標になり，かつX軸とx軸が平行になったとする。

このとき，地上の対象物P $(X,\ Y,\ Z)$は$X'Y'Z'$座標系では，次の座標を有する。

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\omega & -\sin\omega \\ 0 & \sin\omega & \cos\omega \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\phi & 0 & \sin\phi \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\phi & 0 & \cos\phi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\varkappa & -\sin\varkappa & 0 \\ \sin\varkappa & \cos\varkappa & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X - X_0 \\ Y - Y_0 \\ Z - Z_0 \end{bmatrix} \quad \text{(式-3.1)}$$

上式の3つの回転行列の積によって得られる行列をAとすると，次のようになる。

$$A = \{a_{11}\} = \begin{bmatrix} \cos\phi\cos\varkappa & -\cos\phi\sin\varkappa & \sin\phi \\ \cos\omega\sin\varkappa + \sin\omega\sin\phi\cos\varkappa & \cos\omega\cos\varkappa - \cos\omega\sin\phi\sin\varkappa & -\sin\omega\cos\phi \\ \sin\omega\sin\varkappa - \cos\omega\sin\phi\cos\varkappa & \sin\omega\cos\varkappa + \cos\omega\sin\phi\sin\varkappa & \cos\omega\cos\phi \end{bmatrix} \quad \text{(式-3.2)}$$

$$\begin{aligned} a_{11} &= \cos\phi\cos\varkappa & a_{12} &= -\cos\phi\sin\varkappa \\ a_{21} &= \cos\omega\sin\varkappa + \sin\omega\sin\phi\cos\varkappa & a_{22} &= \cos\omega\cos\varkappa - \cos\omega\sin\phi\sin\varkappa \\ a_{31} &= \sin\omega\sin\varkappa - \cos\omega\sin\phi\cos\varkappa & a_{32} &= \sin\omega\cos\varkappa + \cos\omega\sin\phi\sin\varkappa \\ a_{13} &= \sin\phi \\ a_{23} &= -\sin\omega\cos\phi \\ a_{33} &= \cos\omega\cos\phi \end{aligned} \quad \text{(式-3.3)}$$

点Pの映像上での点p $(x,\ y)$の座標は焦点距離をfとすると，次の式で与えられる。

$$\begin{aligned} x &= -f\frac{X'}{Y'} = -f\frac{a_{11}(X - x_0) + a_{12}(Y - Y_0) + a_{13}(Z - Z_0)}{a_{31}(X - x_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)} \\ y &= -f\frac{X'}{Y'} = -f\frac{a_{21}(X - x_0) + a_{22}(Y - Y_0) + a_{23}(Z - Z_0)}{a_{31}(X - x_0) + a_{32}(Y - Y_0) + a_{33}(Z - Z_0)} \end{aligned} \quad \text{(式-3.4)}$$

上式はZを与えると，次のような逆変換が成り立つ。

$$X = (Z - Z_0)\frac{a_{11}x + a_{21}y - a_{31}f}{a_{13}x + a_{23}y - a_{33}f} + X_0$$
$$Y = (Z - Z_0)\frac{a_{12}x + a_{22}y - a_{32}f}{a_{13}x + a_{23}y - a_{33}f} + Y_0 \qquad \text{(式-3.5)}$$

映像の$X'Y'Z'$軸まわりの回転角ω，ϕ，xおよび焦点距離fは，撮影時に（その後も）正確に測定することは難しく，これらの要素は(5)・式を用いて解析的に算定しなければならない。

ただし，回転角ω，ϕ，xを求めることが目的ではないので，(5)式のa_{11}～a_{33}が求まれば，映像上の座標（x，y），映像撮影地点（X_0，Y_0，Z_0），およびその点の位置高（Z）（地形図から推定）を与えれば，その点の平面座標（X，Y）を求めることができる。

(5)・式の分母分子を$-a_{33}$で割ると，未知数はb_1～b_8の8個にすることができる。

$$X = (Z - Z_0)\frac{b_1x + b_2y - b_3}{b_7x + b_8y + 1} + X_0$$
$$Y = (Z - Z_0)\frac{b_4x + b_5y - b_6}{b_7x + b_8y + 1} + Y_0 \qquad \text{(式-3.6)}$$

対象流域の地盤高がほぼ1定と見なせる場合には，標高要素は$b1$～$b8$の中に含ませることが可能になり，式（5'）は次のように簡略化される。

$$X = \frac{b_1x + b_2y - b_3}{b_7x + b_8y + 1}$$
$$Y = \frac{b_4x + b_5y - b_6}{b_7x + b_8y + 1} \qquad \text{(式-3.7)}$$

（5"）式は，映像内に基準点（平面図上での座標が既知の地点）が4点以上あればb_1～b_8を決定できることを示している。

(3) 浸水深は，表-Ⅳ・2・1のように，ガードレール・道路標識などを目安にして知ることができる。

表-Ⅳ・2・1 (1) 路側用ガードレール

諸元種別	ビーム 幅 (mm)	ビーム コルゲーション (mm)	ビーム 厚さ (mm)	ビーム 断面積 (cm²)	支柱 外径 (mm)	支柱 厚さ (mm)	支柱 埋め込み深さ (cm)	ブラケット 幅 (mm)	ブラケット コルゲーション (mm)	ブラケット 厚さ (mm)	ビーム中心高さ (cm)	最大支柱間隔 (m)
A	350	75	4.0	18.7	139.8	4.5	165 (40)	70	31	4.5	60	4.0 (2.0)
B	350	50	3.2	13.1	114.3	4.5	150 (40)	70	31	4.5	60	4.0 (2.0)
C	350	50	2.3	9.4	114.3	4.5	140 (40)	70	31	4.5	60	4.0 (2.0)
S	350 350	75 50	4.0 2.3	18.7 9.4	139.8	4.5	165 (40)	70 70	31 31	4.5 4.5	80 40	2.0 (1.0)

注1） カッコ内の数値は橋梁，擁壁，函渠等のコンクリートの中に設置する場合を示す。

注2） ビーム中心高さは路面からの高さをいう。ただし，縁石，アスカーブ等のある場合は，それらの上端からの高さをいう。

注3） 種別Sのビーム等の欄の上段の数値は上段ビーム等の寸法を下段の数値

表-Ⅳ・2・1 (2)　高さの基準

設置の方法		標識令別表第２で定める高さ	設置高の一般的基準	摘　　要
1	路側方式	１メートル以上	1.8メートル	状況により2.5メートルまで高くし，または1.5メートルまで低くすることができる。
			歩行者横断禁止については1.2メートル	
2	門型式（オーバー・ヘッド方式） 片持式（オーバー・ハング方式） 両持式（T型式）	4.5メートル以上	5メートル	状況により4.5メートルまで低くすることができる。
			横断歩道の道路標識は警察庁通達（別添1,2)により５メートル	
3	他の工作物を利用する方式		上記1,2に準ずる	状況により６ｍまで高くすることができる。

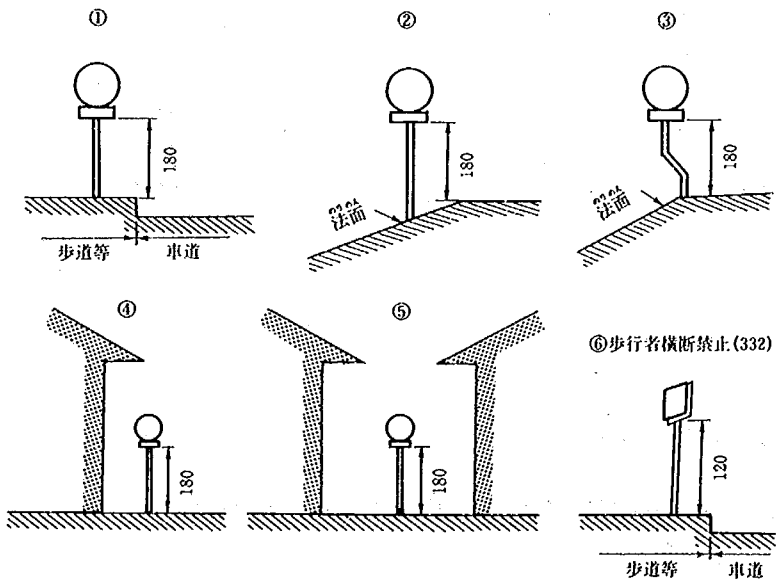


図-1-2　路側方式……次の図の例により道路の中央，路端等に設置するものをいう。

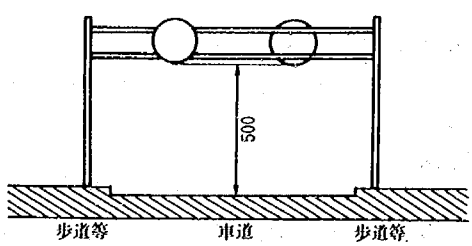


図-1-3　門型式（オーバー・ヘッド方式）……次の図の例により上架方式によって設置するものをいう。

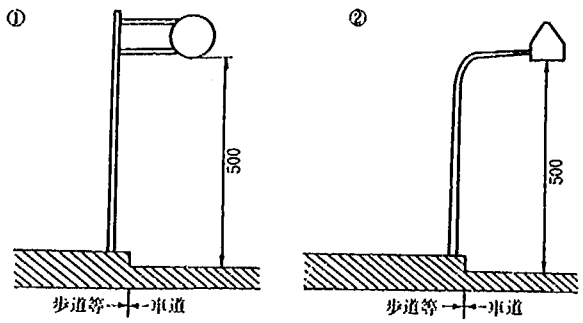


図-1-4 片持式（オーバー・ハング方式）……次の図の例により腕木方式によって設置するものをいう。

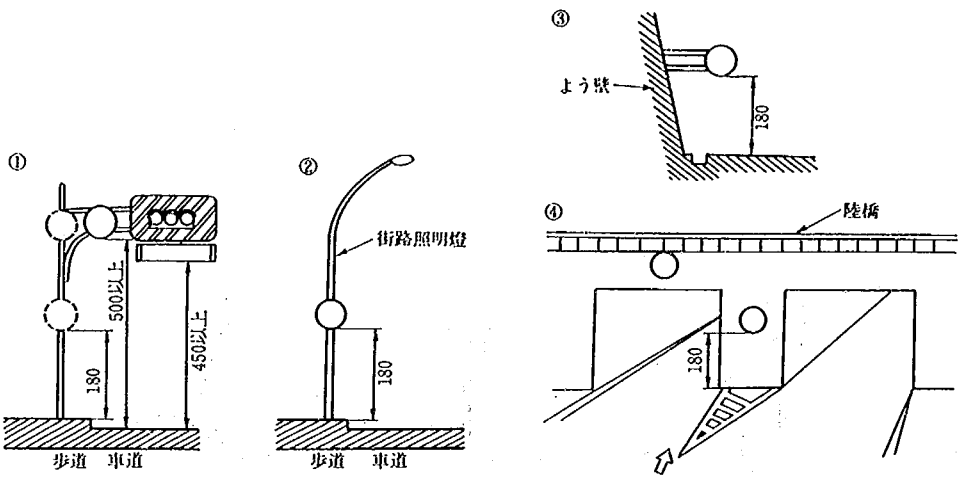


図-1-5 他の工作物を利用する方式

2．2 気象・水文情報の分析

2．2．1 気象・水文情報の分析内容

気象・水文情報の分析については，次のような内容についてこれを行う。
(1) 洪水規模の推定・予測
(2) 危険箇所の把握

[解 説]

これらの分析は，すでに実施されているものがほとんどであるが，データベース等を利用して，水害発生時の洪水規模の推定・予測を効率よく実施することが可能になると考えられる。ただし，危険箇所の把握については，そのほとんどを平常時に実施すべきである。

2．2．2 洪水規模の推定・予測手法

洪水規模・水害規模の推定は，以下のようにして行う。
(1) 既往洪水や事前検討時に設定した降雨記録の中から，テレメータシステム等で収集された降雨に類似のものを検索する。
(2) 検索されたケースの最終的な洪水水位や被害状況から，洪水の規模や外力の規模を推定する。

［解　説］

(1) 既往水害時の降雨量と現在の降雨量との比較は，すでに各事務所等で実施されているところであるが，データベース等を利用することによって検索時間を短縮することができる。このときの検索方法として，降雨開始時刻をずらしながら，各観測所の時間雨量を最小２乗法によって選択する方法などが考えられる。こうして検索された既往水害時の出水状況や被害状況から，洪水規模や被害規模を推定する。

また，データベースの情報だけでなく収集された情報も利用して，集計・検索あるいは表示するなどの作業を行なう場合には，収集された情報を水害発生時に人手によって入力するのは現実的ではないため，既存の収集機器とデータベースを接続し，自動的に入力されるようにしておくことが望ましい。

(2) 同様にして，平常時に実施したシミュレーションの外力で，現在の降雨状況と近似しているものがあれば，このときの結果からある程度水害の全体像が予測できるものと考えられる。従って，平常時における検討において，できるだけ多くの外力で実施しておくことが望ましい。

(3) 外力の情報について特に外部に伝達する際には，単なる数値だけでは受け手にとって規模を認識できない可能性がある。このため，受け手が規模を認識できるような既往洪水とを比較したグラフを加えることなどによって，理解を助けることが望ましい。

２．２．３　危険箇所の把握に関する分析手法

危険箇所の把握に関する分析は，以下のようにして行う。

(1) 水防重要箇所，水衝の程度，護岸・根固状況，流下能力，過去の被災実績，平常時に実施したシミュレーション時の破堤・越水地点などをもとに，被災が予想される危険箇所を抽出する。

(2) 降雨状況から推定される水位や水位相関図などによって危険箇所の安全性を確認し，必要があれば職員を派遣する。

［解　説］

(1) これらについても，すでに各事務所で行なわれていることであり，データベース等を利用することによって検索時間を短縮することが考えられる。

特に平常時の水防対策の検討においては，各地点の水防対策として何を実施するかという検討が重要であると考えられる。しかしながら，連続する堤防の全区間についてこうした検討を一度に実施することは容易ではなく，またその必要もないため，ある程度優先順位をつけて順次行なっていく必要がある。このときの優先度決定は，破堤危険度の高さにするのが一般的であろう。

(2) 水害発生時には，破堤・越水や内水による道路冠水等によって被災地点に要員を派遣するのが困難になる可能性が高い。また，河川巡視は，特定の場所にとどまっておくことは，発見漏れなどの可能性が高くなるため望ましくない。したがって，被災する可能性が高い地点が特定できる場合には，可能な限り事前に職員を派遣しておくことが望ましい。

２．３　水防活動に関する分析

２．３．１　水防活動に関する分析内容

水防活動に関する情報の分析については，次のような内容についてこれを行う。

(1) 関係機関の浸水に対する安全性の分析

(2) 水防活動の実施箇所・実施時期に関する分析

(3) 水防工法に関する分析

(4) 水防資機材に関する分析

［解　説］

水防活動については，地域によって事務所・出張所が主体となって実施する場合と現地水防団が主体となって

行う場合とがあるが，ここでは事務所・出張所が主体となって実施する場合を中心に考える。

2．3．2　関係機関の安全性に関する分析手法

平常時において，いくつかの想定した洪水に対する関係機関の浸水に対する安全性を調査しておき，関係機関に伝達しておく。

[解　説]

流域内の関係機関の中には，立地条件等によっては，水害時に浸水するものが出てくることが予想される。これらの機関の機能が停止した場合，水防災活動に必要な情報収集や伝達に支障を来す可能性が高い。そこで，予め浸水の可能性を示唆することによって，機能の一時的な移転を行ってもらい，電話等の確保をあらかじめ行っておくことが望ましい。

この安全性は，想定氾濫計算における当該関係機関の位置するメッシュの最大湛水深に対して，以下のようにして判定する。

(1)　使用可能

当該施設および周辺道路（その施設の位置するメッシュと隣接するメッシュとを接続している道路）とも浸水・冠水しない。

(2)　使用困難

当該施設または周辺道路が浸水・冠水するが，そのどちらの深さも 30 cm未満（車両の通行ができる可能性あり）。

(3)　使用不可

当該施設または周辺道路が浸水・冠水し，そのどちらかの深さが 30 cm以上。

2．3．3　水防活動の実施箇所・実施時期に関する分析手法

水防活動の実施箇所・実施時期に関する分析は，平常時において，想定した洪水に対する危険箇所を調査しておき，この地点の水防活動に関する検討を実施しておく。

[解　説]

警戒水位や指定水位に達してから水防活動を実施するまでには，情報伝達，召集，準備，移動などの時間を要するため，場合によっては水防活動が間に合わない可能性がある。このときには，警戒水位や指定水位の見直しや，情報伝達体制の強化，水防倉庫の位置の変更などの対策が必要になる。このような解析を行う例を以下に示す。

(1)　水防活動を要する地点の仮定

水防計画では，通常表-Ⅳ・2・2 に示すような基準によって，重要水防箇所のＡランク（水防上最も重要な区間）などを決定しているが，簡単のために，氾濫シミュレーションで破堤または越水する地点を水防活動を要する地点とする。

(2)　水防活動を開始しなければならない時刻の仮定

水防活動を要する地点で，破堤・越水が始まる時刻までに，その地点で水防活動を開始しなければならないとする。

(3)　水防活動を開始できる時刻の仮定

水防警報の伝達に要する時間を図-Ⅳ・2・1 のように整理し，当該地点の基準点水位が警戒水位に達してから水防活動を開始する（水防本部に情報が届く）までに要する時間を設定する。したがって，水防活動を開始できる時刻は，当該地点の基準点水位が警戒水位に達した時刻に，この時間と水防倉庫等の防災拠点から現地までの移動時間を足した時刻とする（出動から現地に到着する時間を無視できる場合にはこれを無視して良い）。

(4)　水防活動用道路の設定

水防活動にあたっては，大規模な（幅員の大きな）道路も小規模な道路も使用されるが，最近では一時に大量

表-Ⅳ・2・2　重要水防箇所評定基準（案）

種別	重要度
	A　水防上最も重要な区間
堤防高	計画高水流量に対して計画堤防余裕高が1/5以下の場合であり計画高水流量を疎通せしめるには最も危険な箇所。
堤防断面	一連の堤防のうち計画堤防断面に対して特に部分的に断面が狭小であり，又天端巾も狭いもの（一般にカミソリ堤といわれるもので堤防断面積あるいは天端巾が計画の1/2の区間）。
堤体強度	堤体あるいは基礎地盤の土質軟弱，法勾配等により法崩壊，すべりあるいは急激な沈下等の実績があり，かつ危険が予想される箇所。 水衝箇所の新堤で完成後3年以下で安全に不安が考えられる箇所。
漏水	堤体あるいは基礎地盤より漏水の実現があるもの又はその恐れが十分ある箇所。
水衝	洪水時の水衝部となり低水護岸等が屡々破損されあるいは破堤，又破提寸前程度までの決壊等の実績があるもの。
洗堀	堤防と接近している河岸が洗堀されている所で堤脚護岸の根固が現在洗われておりかつ水制等が破損して危険が予想される場合，又橋台取付部やその他の工作物の突出による堤体の洗堀についても考慮する。なお波浪による河岸決壊により危険に頻した実績あるものを含む。
工事施工	国借工事等でやむなく出水期中も樋門，樋管等の工作物を施工中のもので堤防を横断して開削している箇所。 その他工事施工に伴い一時的ではあるが危険が予想される場合。
工作物	取水堰，樋門，樋管等の堤防横断工作物で設置時期が古く，不等沈下，漏水等により不慮の事故が予想される箇所。 陸閘が設置されている箇所。

出典）「平成2年度防災業務計画書　建設省　筑後川工事事務所」

の水防用資機材や水防団員を現地に搬入する必要性から，大型車輌が使われることが多い。また，小規模な道路まで範疇にすると，検討が複雑となるばかりでなく，解析結果も雑然としたものになって，どの道路が水防活動にとってポイントになるのかといったことがわかりにくくなる。このため，水防活動用道路としては，通常幅員6m以上とすることが多い。

(5)　水防開始時刻の調査

以上のモデル化によって，現在の各基準点警戒水位の設定が，水防活動を開始するまでの時間を見込んだものになっているかどうかを，水防活動を開始しなければならない時刻と水防活動を開始できる時刻を氾濫シミュレーションにおける水位上昇時刻によって求め，これらを突き合わせることによって確認する。

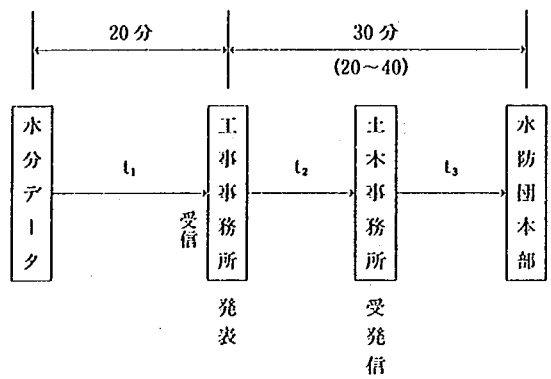


図-Ⅳ・2・1　水防情報伝達所要時間

2．3．4　水防工法に関する分析手法

水防工法に関する分析は，既往水害時の水防実施実績や氾濫計算時の破堤・越水実績などから工法を選択する。

[解　説]

前節で把握された危険箇所周辺の水防実施実績や被災実績，氾濫計算時の破堤・越水実績をもとに，最適な工法を選択する。被災状況あるいは予想される被災状況に合わせた工法については，「水防工法ハンドブック：建設省河川局監修」などを参考にする。

2．3．5　水防資機材に関する分析手法

水防資機材に関する分析においては，水防工法に応じた資機材の所在をデータベースによって検索する。

[解　説]

水防活動の実施地点に関しては，水害規模の拡大にともなって，中小支川から本川へと移動する可能性が高い。これらの情報を適切に提供することによって，現時点において水防活動が必要な地点に人員が効果的に派遣されるようにする。

水防活動に必要な土砂採取可能地点，資機材保有場所などの水防活動用資機材の搬入に利用可能な道路についての情報について，適宜関係機関に伝達することが望ましい。また，警察等に対してこれらの道路を確保してもらうよう要請することが望ましい。

2．4　河川管理施設等の被害に関する分析

2．4．1　河川管理施設等の被害に関する分析内容

河川管理施設等の被害に関する情報の分析は，次のような内容について行うことができる。
(1)　被災地点
(2)　最大破堤幅
(3)　破堤敷高
(4)　破堤流入量

[解　説]

河川管理施設等の被害については，本来河川巡視等から完全な情報が得られることが最も望ましい。しかしながら，水害発生時の様々な制約下では難しいのが現状である。しかしながら，被災場所だけがわかっている場合でも，施設の諸元やその地点の特性，周囲の状況等から，ある程度推定できる場合もある。このような情報は，精度はきわめて低いが，第1報に付随する情報としての要求度は高いものと考えられる。

2．4．2　被災地点の分析手法

被災地点が完全に確定できていない場合には，次のいずれかの分析によって確定する。
(1)　被災地点の斜め映像からの分析
(2)　目標となる河川管理施設からの距離

[解　説]

(1)　被災地点の斜め映像が得られている場合，その流域に精通しているものであれば，河川の映像からかなりの精度で判別できると考えられる。そうでない場合には，前節で解説した斜め映像の解析手法を用いて解析する
(2)　河川巡視中に聞き取られた情報などで，目標となる河川管理施設等からの距離のみわかっている場合には，河川管理施設のデータベース情報から被災地点の位置を特定する。

2．4．3　最大破堤幅の分析手法

最大破堤幅については，地上から計測できない場合には，斜め映像の解析によって測定する。
これが不可能な場合，破堤地点の川幅および堤内外の水位差から予測する。また，既往破堤実績があれば，これを参考として使用する。

(1)　最大破堤幅の情報は，応急対策や復旧工事に関して重要であるほか，今後の浸水拡大を予測する上でも重要である。航空機やラジコンヘリが利用できる場合や，報道機関等による映像が得られた場合には，斜め映像の

解析によって計測する。

(2) 全国の破堤実績を調査した結果によると，破堤地点の川幅および堤内外の水位差に対して，図-Ⅳ・2・2 および図-Ⅳ・2・3 に示すような関係がある。これらについて，破堤幅が水位差に対して指数形，川幅に対して線形とみなすと，概略的には以下のように示される。

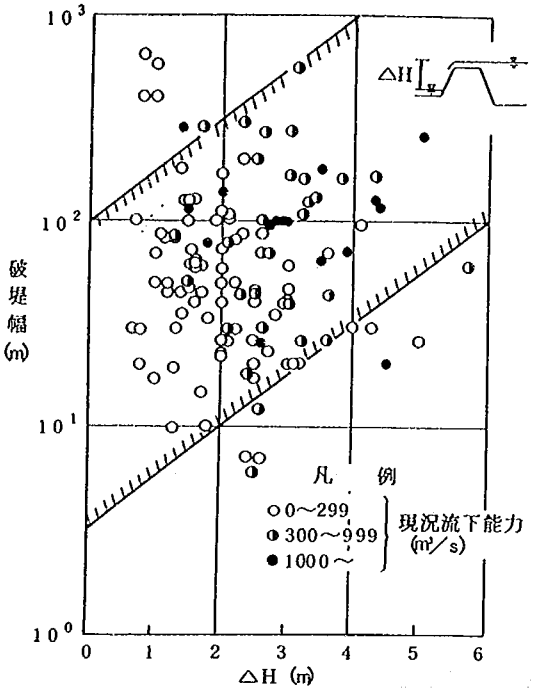


図-Ⅳ・2・2 ⊿H と破堤幅の関係

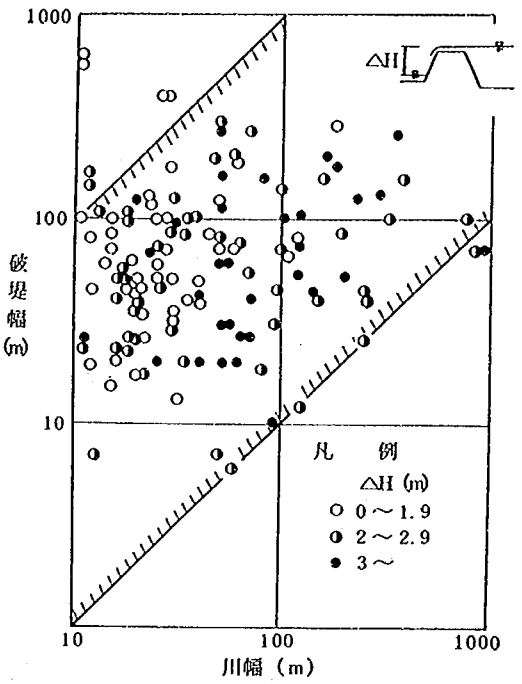


図-Ⅳ・2・3 川幅と破堤幅の関係

$L = 10^{\frac{\Delta H+2}{4}} \sim 10^{\frac{\Delta H+8}{4}}$ 平均的には $L = 10^{\frac{\Delta H+5}{4}}$

$L = (10^{-1} \sim 10^{1}) \cdot B$ 平均的には $L = B$

したがって，河川巡視によって収集された堤内外の水位差や，データベースの被災地点の河道断面図を検索することで，最大破堤幅を推定することができる。

(3) 堤防の断面・材質がほぼ同様である既往の破堤実績があれば，これらを参考に同様の分析を行なうことによって，破堤幅の概略値を推定することができる。

2．4．4 最低破堤敷高の分析手法

破堤敷高については，第１報としては，破堤地点の高水敷および堤内地盤高から予測する。

(1) 破堤敷高については，破堤初期を除いて最低まで短時間で達すると予想されるため，最低破堤敷高を概略推定することが重要であると考えられる。落堀などについては，破堤流速等に影響されると考えられるが，これらは堤防の断面よりも後部にできることが多いため，災害復旧に直接関係しない。この部分以外の破堤敷高の最低値は，高水敷高および堤内地盤高の高い方で拡大が止まると予想されるため，この数値を第１報として使用することが考えられる。これらのデータはデータベースの堤防横断図面から得ることができる。

2．4．5 破堤流入量の分析手法

破堤流入量については，内外の水位，破堤敷高から本間の越流公式を用いて概略の単位幅当りの流量を計

算し，これに破堤幅を掛けたものとする。

(1) 破堤流入量の情報は，以後の浸水拡大を予測する上でもきわめて重要な情報であり，これを精度よく計測することが，予測の精度にも大きく影響する。しかしながら，これらの情報は，破堤直後において十分に得られるとは考えにくいため，概略の推定を行なう必要がある。

本間の越流公式を用いて破堤流入量を推定しようとする場合，完全横越流とみなして接近流速を0とおくため，必要なデータとしては，堤内側・堤外側の水位，破堤敷高および破堤幅である。したがって，これらのデータについては，できるだけ早く情報を収集する必要がある。

(2) これらの情報が不明であった場合には，破堤幅，破堤敷高については，前節までの推定法を用いて，また，水位については，破堤した直後であることを考慮して，堤内水位を0，堤外水位を堤防天端高として，本間の越流公式によって推定することが可能であると考えられる。

2．5 流域被害に関する分析

2．5．1 流域被害に関する分析内容

流域被害に関する情報の分析は，次のような内容について行うことができる。

(1) 浸水域
(2) 道路冠水
(3) 被災人口
(4) 浸水戸数
(5) 流域被害額

[解 説]

水害時においては，道路冠水による行動の制約が大きな問題となることが多い。そこで，浸水拡大の予測および道路冠水の予測が重要となる。また，被災人口，浸水戸数，流域被害額などの情報についても，水害時における概略予測値としての情報価値が高いと考えられる。

2．5．2 浸水域に関する分析手法

浸水域の把握では，鉛直映像が得られない場合には，斜め映像を解析することによって把握する。また，これらの映像が得られない場合には，事前に氾濫計算で検討しておいた主要地点の浸水状況を収集し，全体像を推定する。

浸水拡大予測には，水防災データベースに保存しておいた浸水拡大予測用データをもとに，破堤地点，現在の浸水域および破堤流入量を利用して行なう。

[解 説]

(1) 浸水域の把握では，映像情報を用いるのが効果的である。これが不可能な場合には，事前に実施した氾濫計算結果から，氾濫域の外周部に位置する可能性が高い地点を調査しておき，ここでの浸水状況から全体像を推定する。

(2) 浸水拡大予測は，浸水拡大予測用データをもとに実施する。このデータには，破堤点-湛水V-浸水域-湛水位曲線のデータが与えられているため，以下のような手法で数時間後の浸水域の拡大を予測できる。

1）破堤地点および現在までの破堤流入量の変化から，最も近い事前計算結果を検索する。
2）現在の浸水域のデータから，湛水ボリュームを推定する。
3）現在の破堤流入量から，目的とする時刻の湛水ボリュームを推定する。
4）湛水ボリュームから，浸水域および湛水位のデータを予測する。

2．5．3　道路冠水予測手法

道路冠水予測には，計測あるいは予測された浸水域のデータと，水防災データベース中の道路データを用いて行なう。
車両の通行の可否については，排気管の位置である30 cmを目安とする場合が多いが，浸水拡大予測の誤差等も考慮し，浸水すれば通行不可と考えた方がよい。

[解　説]

(1) 道路の冠水予測には，計測あるいは予測された浸水域のデータから，浸水拡大予測用データを用いて湛水位に変換し，これが位置する道路データの平均地盤高からの比高とを比較することによって作成する。

(2) 浸水拡大予測システムの湛水深の精度はそれほど高いとは考えにくく，また，30 cmまで大丈夫というのは熟練したドライバーが注意深く運転した場合の数値であるため，実際には困難であり，すでに立ち往生した車がじゃまになる可能性も高い。そこで，確実に通行できる道路としては，まったく浸水しない道路に限定する方が無難であると考えられる。

2．5．4　被災人口推定手法

被災人口推定には，計測あるいは予測された浸水域のデータと，水防災データベース中の人口データを用いて行なう。
被災人口中，避難が必要な人口については，流域内の微小地形や建物の構造などの影響を大きく受けるため一般化できないので，別途調査する必要がある。

[解　説]

(1) 厳密な意味での被災人口は，メッシュ内での微地形や建物の構造などを反映させる必要があるが，災害時の第1報としては詳細なデータよりも，むしろ概略値がまず必要とされること，広い意味でとらえるならば，自宅周辺の冠水によって何らかの被害を被っている可能性が高いと考えられることなどから，ここでの推定では，計測あるいは予測された浸水域のデータから，浸水したメッシュ内に住む人口を単純に合計することで被災者数とする。

(2) 避難誘導対策の検討などを行なう際に重要な避難が必要な人口は，各流域の地形的な特性や水害経験等が大きく作用するため，一般化することは難しい。したがって，既往水害等の調査によって，湛水位ごとに調査することが望ましい。既往水害による実績では，ばらつきはあるものの，浸水家屋に住む人の20%前後が避難しているようである。

2．5．5　浸水戸数推定手法

浸水戸数推定には，計測あるいは予測された浸水域のデータと，水防災データベース中の世帯数データを用いて行なう。

[解　説]

厳密な意味では，戸数と世帯数とはまったく別のデータであるが，ここではデータ収集の容易さから，世帯数＝戸数として取り扱う。また，被災者数と同様に，メッシュ内での微地形や建物の構造などを反映させる必要があるが，ここでも，計測あるいは予測された浸水域のデータから，浸水したメッシュ内に住む世帯数を単純に合計することで浸水戸数とする。

2．5．6　流域被害額算定手法

(1) 流域被害額算定には，計測あるいは予測された浸水域のデータと，水防災データベース中の各種資産データを用いて行なう。

[解 説]

治水経済調査要綱には，各種資産に対する浸水規模とその被害率の関係が表で示されているため，これを用いて，各メッシュの浸水深とこれに応じた各種資産の被害額を合計することによって，被害額の算出を行なうことができる。

2．6 避難誘導に関する分析

2．6．1 避難誘導に関する分析内容

避難誘導に関しては，必要に応じて以下の項目についての分析を行う。
(1) 避難所の浸水に対する安全性の分析
(2) 救援物資に関する分析

[解 説]

避難誘導活動そのものは，建設省が主体となって実施する性質のものではないが，その活動を円滑かつ効果的に実施することを支援する情報を適宜提供することが望ましい。

2．6．2 避難所の安全性に関する分析手法

平常時において，いくつかの想定した洪水に対する避難所の浸水に対する安全性を調査しておき，関係機関に伝達しておく。

[解 説]

各市町村などで指定している避難所の中には，地震等の他の災害と区別されておらず，水害時には浸水して使用できなくなるものがある場合が多い。そこで，浸水する可能性がある避難所についての情報を提供することによって，2次避難等の混乱を防ぐことが期待される。これらの情報についても，各市町村ごとに提供されることが望ましい。これらについて分析する例を以下に示す。

(1) 避難行動のモデル化

堤防の整備率が高い流域については，いったん破堤・氾濫した場合には，流域内の中小道路の多くが冠水してしまい，またその深さもかなり大きいことが予想される。したがって，避難行動は浸水が始まる前に完了しておく必要があると考えられる。

避難行動は，出発地（住居など）から避難先（避難所など）までの人間の動きであるが，その動きを追いかける（モデル化してシミュレートする）ことによって，それを確認することが必要である。ここでは，避難行動のモデル化は，以下のような仮定のもとに行う。

1）道路（避難路）については，図-Ⅳ・2・4のようにモデル化できる。

2）避難は徒歩で行なうものとし，避難速度は浸水していない状態で行なうものとして，一般的な歩行速度4 km/hrに，老人・婦女子も多数含まれることを想定して3 km/hrとする。参考までに，昭和63年御船川洪水時の徒歩による避難速度を表-Ⅳ・2・3に示すが，このときの浸水有り・なしの平均速度が2.5 km/hrであるため，妥当であると考えられる。

3）浸水したメッシュに居住する人は，すべて避難所に避難する。

4）避難先は，居住メッシュから最も短時間で到達可能な避難所とし，その所用時間は30分を限度とする。また，避難開始地点および避難終了地点（避難所）は，

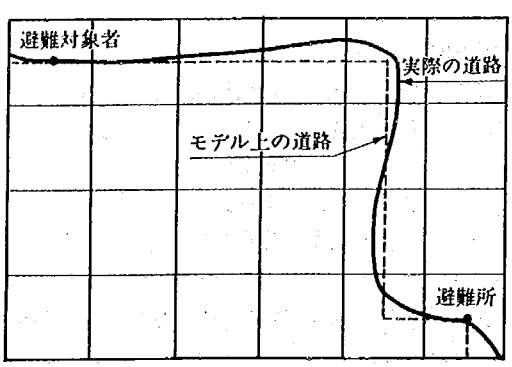


図-Ⅳ・2・4 避難路のモデル図

表-Ⅳ・2・3　避難速度一覧表

準備時間 (min)	避難時間 (min)	避難距離 (m)	避難速度 (m/s)	家族人数 (人)	12才以下	65才以上	途中の浸水	途中の最深水深	途中の平均水深	避難の手段	備　考
20	60	100	0.028	1	—	1	無	—	—	徒歩	65才以上一人暮らし
5	5	100	0.333	6	2	—	無	—	—	徒歩	
0	10	100	0.167	2	—	2	無	—	—	徒歩	
20	20	150	0.125	5	—	—	無	—	—	徒歩	
0	30	800	0.444	5	—	2	無	—	—	徒歩	
0	17	400	0.392	2	—	1	無	—	—	徒歩	
0	20	500	0.417	4	—	1	無	—	—	徒歩	
5	10	1000	1.667	1	—	—	無	—	—	徒歩	
10	5	300	1.000	4	—	—	有	不明	腰	徒歩	
0	5	50	0.167	6	—	3	有	不明	腰	徒歩	
0	5	20	0.067	6	2	1	有	膝	不明	徒歩	
0	35	200	0.095	7	2	—	有	膝	不明	徒歩	
0	2	10	0.083	3	—	—	有	膝	くるぶし	徒歩	
5	5	200	0.667	2	—	2	有	膝	膝	徒歩	
5	5	100	0.333	3	1	—	有	膝	膝	徒歩	
5	5	100	0.333	2	—	1	有	腰	不明	徒歩	
0	5	500	1.667	4	—	—	有	腰	くるぶし	徒歩	
15	5	100	0.333	2	—	—	有	腰	腰	徒歩	
0	5	350	1.167	5	2	—	有	腰	腰	徒歩	
10	10	20	0.033	2	—	—	有	腰	腰	徒歩	
10	15	10	0.011	6	1	2	有	腰	胸	徒歩	
15	5	150	0.500	6	—	1	有	胸	不明	徒歩	
5	1	7	0.117	2	—	—	有	胸	腰	徒歩	
5	20	80	0.067	3	—	—	有	胸	胸	徒歩	
0	2	150	1.250	2	—	1	有	胸	胸	徒歩	
0	40	200	0.083	2	—	1	有	背丈以上	不明	徒歩	
2	13	550	0.705	徒歩の平均値（避難距離 200 m 以下を除く）							

すべてメッシュ中央とする。

5）直轄河川を横断して避難はできない。

(2)　避難所の安全性に関する検討

想定氾濫計算における当該避難所の位置するメッシュの最大湛水深に対して，以下のようにして判定する。

1）使用可能

当該避難所および周辺道路（その施設の位置するメッシュと隣接するメッシュとを接続している道路）とも浸水・冠水しない。

2）使用困難

周辺道路は冠水するが，避難所は浸水しない。

3）使用不可

避難所が浸水する。

(3)　避難所の立地位置に関する検討

避難所の安全性の検討結果および上記のモデル化から，流域内での避難所の立地位置に関して図-Ⅳ・2・5のように整理する。図中で黒く塗られたメッシュは，既存のどの避難所にも30分以内で到達できないメッシュであり，薄く塗られたメッシュは，現在の避難所のいづれか（使用不可の避難所も含む）には30分以内で到達できるが，浸水しない避難所には30分で到達できないメッシュである。

前者については，これらのメッシュ群の中のいくつかの地点に避難所を新規に設置または設定することが望まれる。また後者については，これらのメッシュ中にある浸水する避難所については，嵩上げ等の改善を行なうこ

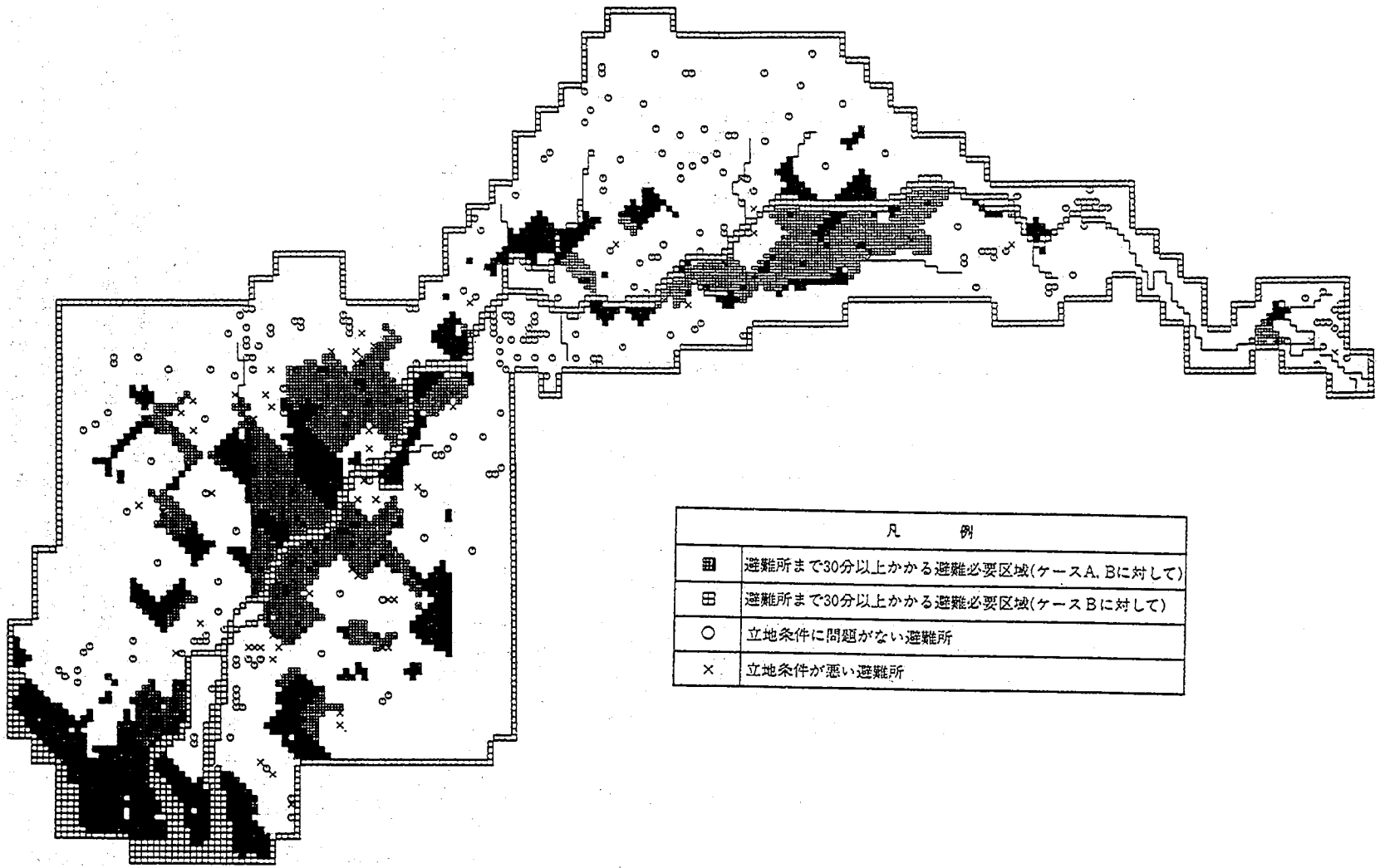


図-Ⅳ・2・5　避難所および避難必要区域の状況図

とが望まれる。また，次善の策として，避難所まで30分で到達できなくても，道路の嵩上げによって浸水に対して安全な避難路を確保し，遠くの避難所まで安全に避難できるようにする。

2．6．3　救援物資に関する分析手法

流域被害の分析で把握・予測した被災者数や道路冠水の情報を関係機関に提供し，救援物資の必要量の予測や搬入路の検討の参考資料としてもらう。

[解　説]

これらの情報を提供することによって，救援物資等の調達・搬入等が適切に行われるようになると考えられる。

2．7　緊急対策に関する分析

2．7．1　緊急対策に関する分析内容

緊急対策工事の中では，破堤に対する粗締切を優先させ，水害発生中に実施するために，以下の分析を行う。

(1)　復旧用資機材の必要量の算定
(2)　資機材の調達場所
(3)　搬入路の確保

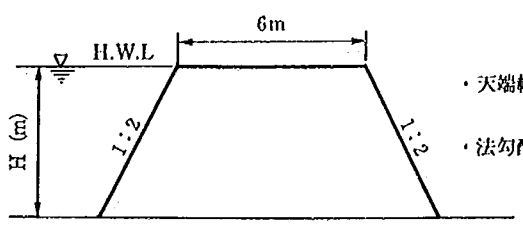
[解　説]

大規模な水害が発生した際の緊急対策工事の中で，最も優先順位が高いのは破堤部の粗締切である。これは，浸水の拡大を防ぐと同時に，次の降雨に備える必要性が高いためである。そこで，水害発生時において，破堤部への粗締切についての資機材の必要量について推定し，調達等を行なっておく必要がある。

2．7．2　粗締切に必要な資材量の分析

粗締切に用いる資材の必要量については，河川の特性，堤防の断面，被災規模等によって異なると考えられるが，既往水害における粗締切工事の実施例では，以下のようにして行なっているものが多い。

(1)　工事延長＝破堤幅
(2)　天端幅＝6 m（大型車量通行可）
(3)　天端高＝HWL
(4)　法勾配＝1：2
(5)　使用資材＝根固ブロックおよび割栗石



・天端幅……重機が通行できる幅として6mを確保した。
・法勾配……小貝川の復旧事例をもとに1：2とした。

[解　説]

資材量については，以下のようにして算出する。

(1)　必要な資材は，割栗石と根固ブロックとする。
(2)　被災状況の分析によって得られた破堤延長，HWLと破堤敷高，法勾配および天端幅から，全体の体積を算

出する。

(3) 根固ブロックの乱積における空隙率は，表-Ⅳ・2・4に示す設計値で55%，昭和61年の小貝川の復旧実績（表-Ⅳ・2・5）で70%程度であるため，この容積の割栗石が必要である。

(4) 残りの体積を，調達可能なブロックの体積で割ったものが，必要なブロックの個数である。

表-Ⅳ・2・4 根固めブロックのタイプ別体積一覧表（ジュゴンの場合）

根固めブロックのタイプ	1.0t	2.0t	3.0t	4.0t
1個の体積（m³）	0.40	0.80	1.18	1.60
100空m³当りの使用個数	110.0	55.0	37.3	27.5

2．7．3 資機材の調達に関する分析手法

粗締切に用いる資機材の調達では，必要量を流域内では確保できない場合も多いと考えられる。この場合には，被害の発生していない流域外の事務所等が保有しているデータを提供してもらうほか，地方建設局や本省の協力のもとに調達を行う。

[解 説]

大規模な水害が発生した場合には，特に根固ブロックについて必要量が確保できない場合が多いと考えられる。この場合，流域外の事務所がもっている情報を提供してもらうほか，地方建設局や本省の協力のもと，港湾などの河川事業以外で保有している情報についても収集することが考えられる。

また，機材については，資材の必要量と運搬距離，調達可能なダンプの積載量から，資材運搬に必要なダンプ等の台数を推定する。また，クレーン・ブルトーザ等の工事車両については，可能な限り調達するのが迅速な復旧につながるが，両側から工事をするためには少なくとも2台づつは必要である。

2．7．4 資機材の搬入に関する分析手法

資機材の搬入路については，保管場所や高速道路出口等と工事実施地点とを結ぶ道路のうち，大型車両が通行可能なものの冠水状況を参考にして選定する。

[解 説]

(1) 流域外から資機材を搬入する場合には，高速道路や国道バイパスなどの高規格道路を利用し，大型車両を用いて運搬する場合が多いと考えられる。これらの道路は，氾濫原のような低地を通っている場合でも，盛土によって浸水していない可能性が高い。したがって，インターチェンジなどの出口と工事実施地点との間を結ぶ，大型車量の通行が可能な幅員6m以上の冠水していない道路を対象に搬入路を決める。

(2) 道路冠水の状況によって，大型車両が通行できても，一般の車両は通行できずに立ち往生してしまうことは，水害時に良くあることである。したがって，警察など関係機関の協力のもと，これらの道路に工事関係車両以外が侵入してこないようする必要がある。

表-Ⅳ-2-5　破堤幅と使用資機材量の関係（小貝川の場合）

地先名	復旧工法	使用材料	建設機械	破堤幅(m)	摘要
明野町赤浜	・根固ブロック割栗石巻出し工法（粗締切） ・鋼矢板二重締切工法	・根固ブロック：841個 { 4t：205個 / 3t：464個 / 2t：172個 } ・割栗石：2,640 m³ ・鋼矢板（Ⅲ型 ℓ =14 m）：1,054枚 ・砕石，山砂等：約13,000 m³	・トラッククレーン（20～45 t）：7台 ・クローラークレーン（15～45 t）：4台 ・ブルドーザー（3～12 t）：5台 ・バックホー（0.45～0.6 m³）：2台 ・パイプロハンマー（50～60 KVA）：30台 ・ショベル：2台 ・ダンプトラック（2～11 t）：30台	85	
石下町本豊田	同上	・根固ブロック：1,088個 { 4t：602個 / 2t：486個 } ・割栗石：2,820 m³ ・鋼矢板（Ⅲ型 ℓ =14 m）：676枚 ・砕石，山砂等：15,600 m³	・トラッククレーン（35 t）：1台 ・クローラークレーン（45 t）：2台 ・ブルドーザー（3～19 t）：4台 ・バックホー（0.6～0.9 m³）：2台 ・ダンプトラック（2～11 t）：51台 ・トラック（4 t）：3台	60	

第3章　水害情報の表示・伝達

3．1　水害情報の表示

3．1．1　一般

水害情報を表示するシステムは，以下の項目について考慮する。
(1) 大規模なシステムでなくWS程度で実現可能
(2) 水害時の使用を考慮した高速な検索・表示が可能
(3) 平常時，水害時に共通で使えるメニュー構成

[解　説]
(1) 水害情報の表示システムは，各事務所等で日常的に使うため，また平常時の維持管理に関する労力・費用を少しでも軽減するため，パソコンあるいは少なくともWS程度で実現可能なものとする。
(2) 水害発生時に使用することを考慮して，高速な検索・表示が可能であることが望ましい。
(3) 水害時に迅速な操作ができるように，平常時における操作と同じメニュー構成とする。

3．1．2　水害情報表示システム

3．1．2．1　水害情報表示システムの位置づけ

水害情報表示システムとは，実際の洪水時における対応行動決定支援（水害復旧計画作成支援システム）あるいは平常時における対策検討（水害シミュレータ）に用いるシステムである。

[解　説]
水害情報表示システムは，図-Ⅳ・3・1に示すように，パソコンまたはEWSで構成され，水防災データベースとして保存された氾濫計算結果等の水防災対策に関するデータバンクから，必要に応じてこれらを検索表示するシステムである。

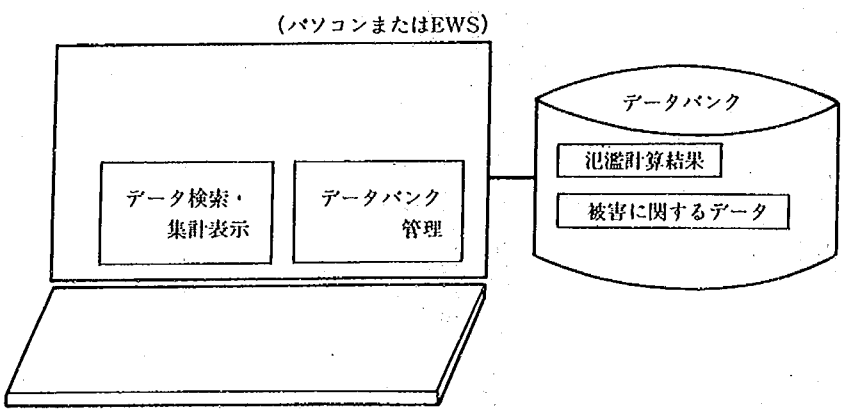


図-Ⅳ・3・1　水害シミュレータのイメージ

将来，EWS等が高機能化して高速演算が可能になり，また外力データなどがオンタイムで入力できるようになれば，氾濫計算部分もオンタイムで実行でき，さらに現在の条件に合わせた活用が可能になるが，ここではあらかじめ計算された氾濫計算結果を検索・加工・表示することを当面の目的とする。現況におけるシステムと将来的なシステムの違いは，氾濫計算結果をオンタイムで計算するか，データベースから検索するかの違いであるため，拡張は容易であると予想される。

水防災データベースを利用した分析項目の中で代表的なものと，このときに表示する代表的なデータを整理すると表-Ⅳ・3・1のようになる。

表-Ⅳ-3-1 (1) 利用目的からみた表示データの整理

情報 ＼ 利用目的		水防災対策の訓練						治水計画基礎資料作成		備考
		氾濫危険箇所の把握	氾濫時の被害予測	対応策の検討				投資効果の把握	河道整備状況の把握	
				避難	水防活動	水防工法	災害復旧			
水防重要箇所（箇所別）	河川名	○			○					
	位置	○			○					
	重要箇所の種別	○			○					
	重要度ランク（階級）	○			○					
	地先名	○			○					
	延長	○			○					
	主たる理由	○			○					
	担当水防団体名連絡先	○			○					
	担当土木事務所名連絡先	○			○					
	建設省出張所名	○			○					
堤防断面	定期横断座標	○							○	
流下能力（左右岸距離標別）	堤防高流下能力	○								
	スライドダウン流下能力	○								
	天端－余裕高流下能力	○								
水衝の程度	入射角	○								
施設状況（左右岸距離標別）	築堤状況	○					○		○	
	高水護岸状況	○					○		○	
	低水護岸状況	○					○		○	
	根固工状況	○					○		○	
氾濫被害状況（破堤箇所別）	被災人口・世帯数	○	○				○	○		
	被害額	○	○				○	○		
氾濫水理（破堤箇所別）	メッシュ別時系列湛水深		○	○						
	メッシュ別到達時間		○	○						
氾濫原資産	メッシュ別人口・世帯数		○				○	○		
	メッシュ別資産評価額		○				○	○		

利用目的 / 情報		水防災対策の訓練						治水計画基礎資料作成		備考
		氾濫危険箇所の把握	氾濫時の被害予測	対応策の検討				投資効果の把握	河道整備状況の把握	
				避難	水防活動	水防工法	災害復旧			
溢水・破堤氾濫実績（箇所別）	被災箇所距離標		○					○		
	延長		○					○		
	洪水名		○					○		
	浸水区域		○					○		
	主要地点湛水深		○					○		
	基準点ハイドロ		○					○		
	主要地点ハイエト		○					○		
治水地形分類	浸水の可能性のある区域		○							
避難場所（場所別）	避難所名			○						
	位置			○						
	住所，連絡先			○						
	対象区域			○						
	収容人員			○						
	設備			○						
避難経路	主要道路時系列冠水深			○						
救助体制	病院名			○						
	位置			○						
	住所，連絡先			○						
	警察署名			○						
	位置			○						
	住所，連絡先			○						
洪水予報	基準観測所名				○					
	位置				○					
	水防警報区				○					
	水防水位，HWL				○					
	関係機関名				○					
巡視	出張所名				○					
	巡視区域				○					

利用目的 / 情報		水防災対策の訓練						治水計画基礎資料作成		備考
		氾濫危険箇所の把握	氾濫時の被害予測	対応策の検討				投資効果の把握	河道整備状況の把握	
				避難	水防活動	水防工法	災害復旧			
高水観測	雨量観測所名				○					
	同位置				○					
	水位観測所名				○					
	同位置				○					
	流量観測所名				○					
	同位置				○					
水防資器材	備蓄場所名				○	○				
	位置				○	○				
	住所、連絡先				○	○				
	備蓄状況				○	○				
河川管理施設	施設名				○					
	位置				○					
	操作機関連絡先				○					
既往洪水時の水防工法（箇所別）	洪水名					○				
	水防工法					○				
	数量					○				
水防緊急道路	道路網位置					○				
	主要地点冠水状況					○				
水防作業スペース	区間別平面図					○				
応急対策工（箇所別）	年度						○			
	箇所名						○			
	距離標						○			
	工種						○			
	数量						○			
	備考						○			
							○			
							○			

利用目的 / 情報		水防災対策の訓練						治水計画基礎資料作成		備考
		氾濫危険箇所の把握	氾濫時の被害予測	対応策の検討				投資効果の把握	河道整備状況の把握	
				避難	水防活動	水防工法	災害復旧			
激特工事	年度						○			
	箇所名						○			
	距離標						○			
	工種						○			
	数量						○			
	備考						○			
災害復旧工事	年度						○			
	箇所名						○			
	距離標						○			
	工種						○			
	数量						○			
	備考						○			

3．1．2．2　水害情報表示システムのメニュー構成

水害情報表示システムのように，災害時の利用をも想定したシステムを作成する際には「いかに早く，簡単に目的の情報を（複数）表示できるか」という点には最大限の注意を払う必要がある。このためには，表示形態や情報選択の操作性について，十分に検討する必要がある。

[解　説]

表-Ⅳ・3・1で整理したように，情報の分類と同様な階層構造でメニューを作成した場合，水害発生時に参照したい関連ある項目を選択する手順が，実際の業務手順や思考順序とかけ離れたものとなり，非常に使いにくいものになる可能性が高い。そこで，各種メニューの一般的な内容とその特徴を整理し，水害情報表示システムに適したものを検討した。各種メニューの特徴を表-Ⅳ・3・2に示す。

表-Ⅳ・3・2　情報選択方式別利点および問題点

選択方法		内容	利点と問題点
メニュー選択	情報分類 階層メニュー 選択方式	情報内容通りの階層構造を有したメニュー画面。 ※番号選択方法 プルダウンメニュー方式	システム設計が容易である反面，操作性が悪くなる。また，情報分類が明白であるため検索しやすいが，情報参照到達まで手順が繁雑である。
	利用目的別 メニュー選択方式	流量規模の決定→破堤点の決定→氾濫状況の把握→想定被害額→水防活動の流れを前提としたメニュー構造とする。	実務の流れに則しているため情報参照が適時行える。業務の基本パターン以外は応用性が低い。
項目一括表示選択	全情報項目表示 メニュー選択方式	１つの画面に全情報項目を表示させ，利用者がそのいずれでも選択可能なメニュー画面	すべての情報参照が，１回の操作で行えるため情報参照操作が非常に素早い。 １画面で情報項目をすべて表現するため情報項目の表示配置が難しい。
コマンド入力	情報リクエスト コマンド入力方式	情報一つ一つにリクエストコマンドを用意しておき，そのコマンドをキーインすることにより情報参照を行う。	１時台前の選択方式であるが再度見直されつつある。情報内容を熟知し，キーボードになれた利用者であれば非常に有用な選択方式である。複数のコマンドをバッチで行う機能を持たせれば応用範囲が広がる。 システムに慣れるまでは操作性が悪い。

水害時という緊急性や，日常的にそれほど使用しない（少なくとも毎日はさわらない）システムであることを考慮すると，すべての選択項目が画面上にある項目一括表示選択方式が最も適していると考えられる。しかしながら，１画面で表示するためのメニュー項目の配置が難しく(特にパソコンの場合)，見にくい画面になってしまうため，一部については利用目的別メニューや情報分類階層メニューを併用する必要があると考えられる。

3．1．2．3　データ構造およびデータ容量

水害情報表示システムはその性格上，グラフィック情報を表示する機会が多いと考えられるが，この方法には大きく分けて２つの方法がある。したがって，これらの特徴を理解した上で，データ構造及び容量が決定される必要がある。

[解 説]

(1) 表示方法の1つは，表示するイメージをすべての表示パターンについて，画面に出力するイメージそのままの形で保存する方法であり，もう一つは基礎となるデータから，表示パターンが選択されるごとに計算して画面を描く方法である。ここで，前者を「イメージ記憶タイプ」，後者を「基礎データ記憶タイプ」とし，表-Ⅳ・3・3にその特徴等を整理した。

表-Ⅳ・3・3 データ記憶手法の比較

項目		イメージ記憶タイプ	基礎データ記憶タイプ
表示機能	表示時間	◎表示内容の緻密さに影響されず短時間	△表示内容の緻密さによっては長時間
	拡大縮小機能	×原則として不可	◎自由に可能
	画面移動	△1画面づつ	◎自由に可能
システム	表示システム	◎簡単 (システムの負担小)	△複雑・多数必要 (システムの負担大)
	表示データ作成システム	△複雑・多数必要	◎簡単
データ	記憶容量	×表示ケース数に比例して増加	◎表示データ数に比例して増加
	初期データ作成	×作業量大	◎作業量小
	データ部分更新	×原則として不可	◎可能
	データの取扱い	◎簡単	△複雑
総合評価		データ量，初期作業量は大きいが，取扱いは容易	データ量が小さく，表示の自由度が高いが，取り扱いにくい

この結果，「イメージ記憶タイプ」は，現在のパソコンのように，表示システムの能力が比較的低く，また拡大縮小などを必要としない場合や，表示パターンが限られている場合には有効である反面，拡大縮小，データ更新時の作業量で不利である。また，表示する情報の種類が増えるごとに加速度的に表示パターンが増えるため，将来的な拡張に対応できない可能性がある。

これらの特徴をふまえると，以下のような運用の方法が考えられる。

1）事務所等で運用するシステム上では，「基礎データ記憶タイプ」を用いる。

2）本省・地建や県市町村，関係機関などに「イメージ記憶タイプ」で伝達し，パソコン程度での迅速な参照を可能にする。

(2) 以上の検討によって，望ましいと考えたデータの内容および記憶方式を前提として，これらの情報をどの様に記憶し，また実際にどの程度の記憶容量が必要となるかは，以下のようにして検討することができる。

1）情報を，保存容量がメッシュ数に依存する情報，地形図のグラフィックの詳細さに依存する情報，その他，の3つに分類し，それぞれの精度・保存様式を決定する。

2）実際に作成する流域のメッシュ数，グラフィック情報，その他のデータ量を調査し，データ容量を計算する。

実際に鶴見川で作成すると仮定して，データ様式や容量を計算したものを以下に示す。これらについては，流域によって大きく異なると考えられが，メッシュの大きさは250 mでなく100 mとし，実際に鶴見川で作成する際には十分すぎる数である破堤点30地点と流量規模5ケースと，算定条件をかなりきびしくしたにも関わらず，33 MB程度であることがわかった。現在では，パーソナルコンピュータでも200 MB程度の外部記憶容量は確保できるため，氾濫計算をはじめとする将来的な拡張を見込んでも，それほど大きなデータではないといえる。

3．2　水害情報の伝達

水害情報の伝達は，現在の情報伝達体制を基本とし，画像伝達や衛星通信などの技術を導入して高度化する。

[解　説]

現況の体制では，出張所および水防管理団体，事務所，地方建設局それぞれで収集あるいは整理された情報は，おおむね図-Ⅳ•3•2のように伝達されることになっている。

既往水害時における水害情報の伝達状況については，FAXの調子が悪かった，電話がかかりにくかった，無線で通じない区間があった，などのハードウェアに関する課題が多かったが，そのほとんどが，すでに改善されつつある。したがって，情報の伝達体制に関しては現況体制に，画像伝達などの新技術を導入することが考えられる。

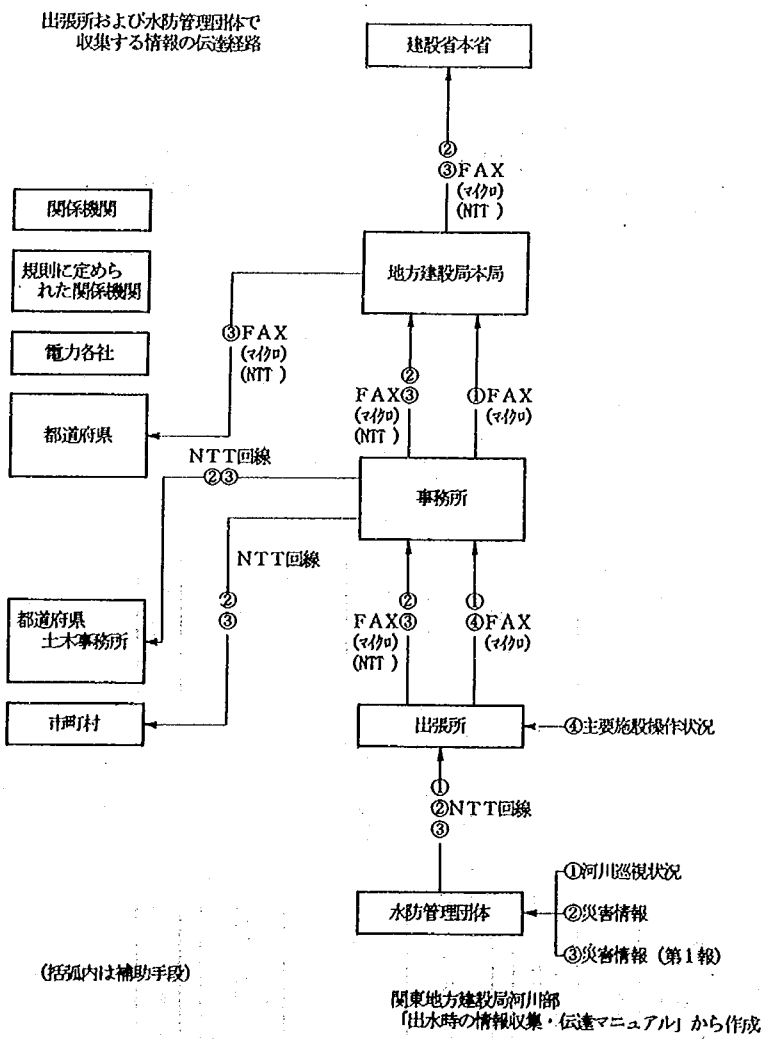
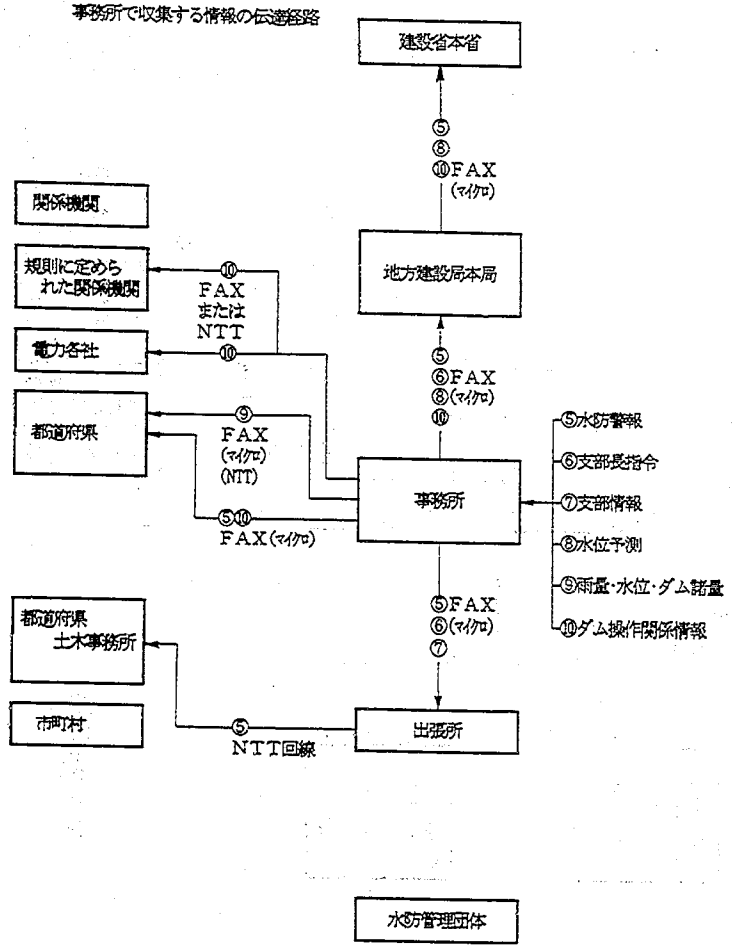
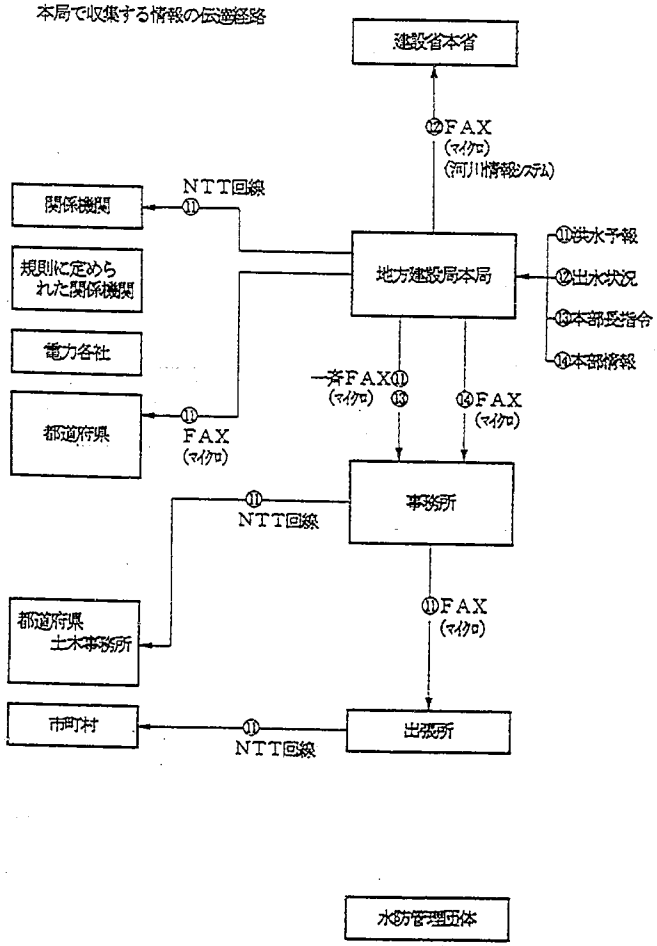


図-Ⅳ•3•2(1)　現在の情報伝達体制



関東地方建設局河川部
「出水時の情報収集・伝達マニュアル」から作成

図-Ⅳ・3・2(2)　現在の情報伝達体制



関東地方建設局河川部
「出水時の情報収集・伝達マニュアル」から作成

図-Ⅳ・3・2(3)　現在の情報伝達体制

第5編　土砂災害復旧編

第1章　土砂災害復旧計画作成支援システムの概要

大規模な土砂災害が発生した場合に，災害の拡大防止，二次災害被害の軽減，及び被災した施設の復旧等を迅速かつ適切に実施することは極めて重要なことである。このためには，土砂災害発生後において，土砂災害の発生状況，災害の拡大予測，復旧資機材の配備状況等に関する情報を的確かつ迅速に収集分析するシステムを作り上げることにより，早期に適切な措置が講じられるようにすることが必要とされる。

そこで，以下に示した項目からなるシステムを提案する。

(1)　土砂災害情報の収集分析
　1）平常時における情報収集
　2）災害の概況把握のための情報収集分析
　3）大規模災害の拡大危険度評価のための情報収集分析
　4）大規模災害の拡大予測のための情報収集分析
　5）土砂災害情報収集のための手法
　6）大規模災害の予測区域に関する情報の伝達のための整理
(2)　災害復旧に関する情報の分析
　1）災害復旧箇所及び災害復旧工法選定のための情報分析
　2）復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分析
(3)　土砂災害情報の伝達

［解　説］

(1)　土砂災害復旧計画作成支援システムの構成

図1に土砂災害復旧計画作成支援システムの構成と情報分析の流れを示した。

本システムは，大きく，①土砂災害情報の収集分析，②災害復旧に関する情報分析，③土砂災害情報の伝達，の三つの項目から成り立っており，土砂災害に関する情報収集・整理・分析を行い，これを基に適切な災害復旧に役立てるとともに，この過程で整理，分析された情報について，必要に応じて外部に伝達する，という流れである。

対象とする災害には，降雨や地震によって起こる，土石流，地すべり，崖くずれといった頻度の高い土砂災害と，災害拡大した場合に影響の大きい，大規模地すべり，長大斜面崩壊，天然ダムの災害を取り上げた。前者については，災害発生に関する情報の収集，土砂災害概況及び被災度をとりまとめ，災害復旧箇所の優先度を選定するとともに，概略の応急復旧工法の選定方法を示した。後者については，収集された情報をもとに災害拡大の予測を行い，警戒避難や被害軽減に役立つ情報を関係機関に伝達する内容を加えるとともに，精度の高い応急復旧工法の選定や本復旧工法の選定を行う内容となっている。

なお，降雨と地震という誘因による土砂災害の違いは，災害発生後の復旧への対応に対しては大きく変わらないため，誘因調査の部分以外では，誘因別に分けた記述は行っていない。

また，土砂災害には，火砕流，溶岩流，火山泥流など火山活動を誘因とするものがあるが，このシステムでは取り扱っていない。

(2)　土砂災害情報の収集分析

土砂災害情報の収集分析には，時間的に4段階のステップが考えられ，ステップ毎に項目を設定した。3段階目及び4段階目のステップは天然ダム，長大斜面崩壊，地すべりを対象とした災害拡大の予測の分析である。また，土砂災害情報の収集方法についても別項目を設定して記述した。

(3) 災害復旧に関する情報の分析

この分析では，土砂災害情報の分析結果を基に，災害復旧の優先度及び復旧工法を選定するとともに，災害状況及び災害復旧工法の情報から，復旧資機材に関する計画及び，土砂，流木の処理に関する計画を立てるための分析を行う。応急復旧工法及び本復旧工法の選定手法は天然ダム，長大斜面崩壊，地すべりを対象としている。

(4) 土砂災害情報の伝達

本システムで得られた成果には，大規模災害の拡大危険区域に関する情報や土砂災害概況等を，必要に応じ外部機関へ伝達すべき情報がある。そこで，この項ではそれらの情報を整理し，その伝達方法及び伝達する際の留意点を述べた。

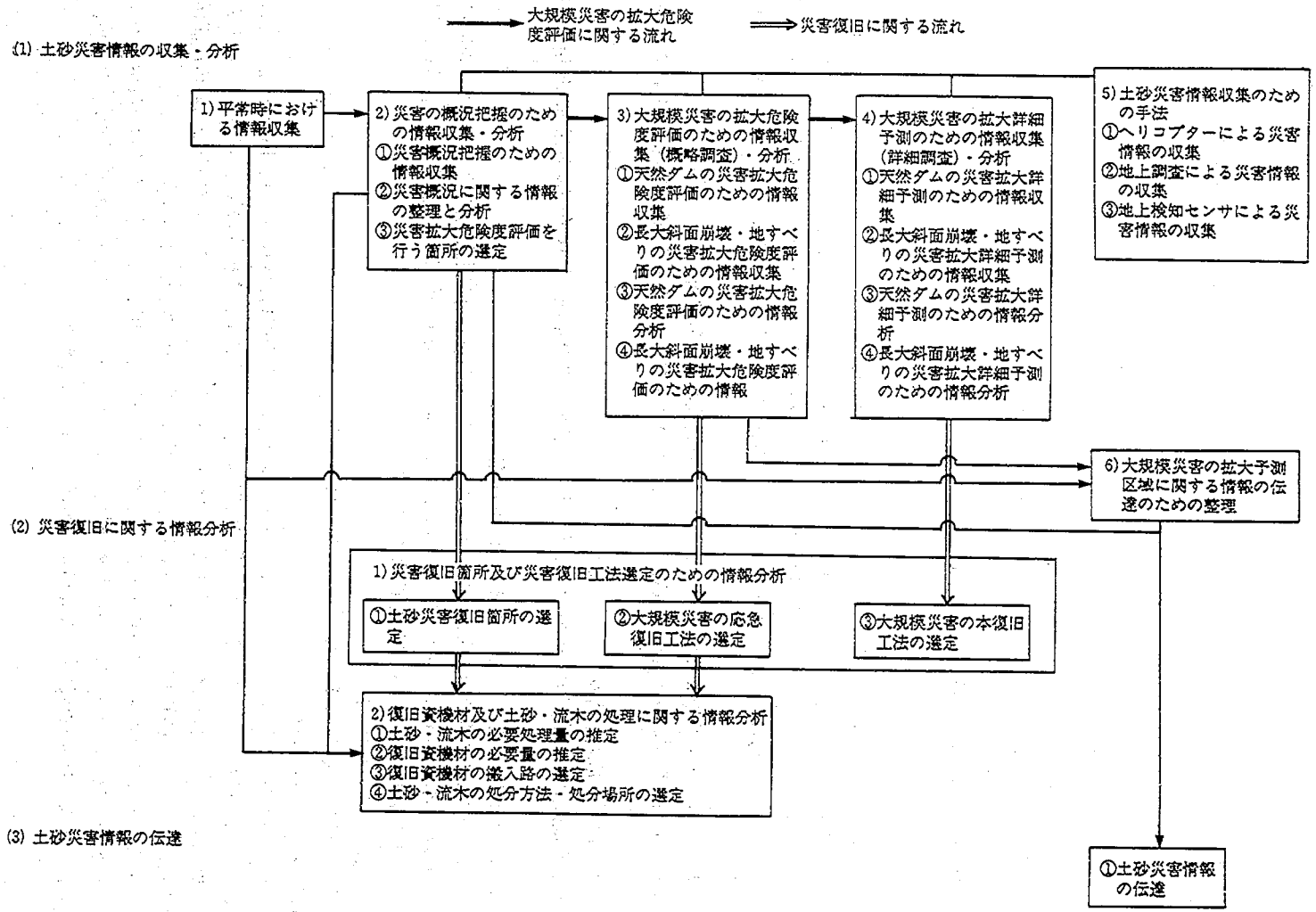


図1　土砂災害復旧計画作成支援システムの構成と情報分析の流れ

第2章　土砂災害情報の収集・分析手法

2．1　平常時における情報収集

災害時において迅速かつ的確で効率的に情報を分析するためには，災害発生前（平常時）から情報を収集しておくことが重要である。

平常時に収集すべき項目を以下に示す。

(1) 管内の地形図（縮尺 1/5,000 程度），地質図（縮尺 1/50,000 程度）
(2) 管内の人家・道路・公共施設及びライフライン等の重要施設の配置状況
(3) 土砂災害に関する箇所及び危険区域図
(4) 警戒避難体制（基準雨量を含む）に関する情報の収集
(5) 過去の降雨・災害の記録等
(6) 復旧資機材の配置と人員

［解　説］

(1) 管内の地形図（縮尺 1/5,000 程度），地質図（縮尺 1/50,000 程度）

災害状況の収集及び災害拡大予測区域の設定のために管内の地形図（縮尺：1/5,000），地質図（縮尺 1/50,000 程度）を用意しておく。なお，天然ダムの決壊による洪水の氾濫シミュレーション計算や地すべりの安定解析をコンピュータにより行う場合には地形データをあらかじめ数値情報としてデジタルマップ化しておくと便利である。

(2) 管内の人家・道路・公共施設及びライフライン等の重要施設の配置状況

管内の人家・道路・砂防施設・河川構造物・公共施設及びライフライン等の重要施設の配置状況を把握しておく。

(3) 土砂災害に関する危険箇所及び危険区域図

管内の土石流危険箇所図及び危険区域図，地すべり危険箇所図及び危険区域図並びに急傾斜地崩壊危険区域図等を用意しておく。

(4) 警戒避難体制（基準雨量を含む）に関する情報の収集

平常時には，避難路及び避難地を含めた警戒避難体制及び基準雨量等を収集し整理する。また，市町村の所有する伝達手段及び避難を要する地域の特性を把握し，避難の勧告・指示の伝達方法を整理する。特に，観光地等においては，観光客等の滞在者への伝達方法も整理する。

(5) 過去の降雨・災害の記録等

管内の降雨資料及び災害の記録等について収集し整理する。

(6) 復旧資機材の配置と人員

緊急及び応急の復旧を迅速かつ的確に行うために，復旧に必要な資機材について備蓄計画を策定しておくことが望ましい。また，民間における主要な災害復旧用資材の在庫量及び主要重機等の保有台数等についても地区別に把握し，緊急時には確実に調達でき，活用できる体制を整備しておく必要がある（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 日付で建設省事務次官通達が出されている）。

さらに，災害発生後の緊急調査（点検・巡視）及び応急復旧対策を円滑に実施するために，資機材の現況把握や配備，人員等の手配等についてはあらかじめ検討しておく必要がある。また，復旧資機材や人員等の輸送を確保するために，主要な緊急輸送経路を平常時から検討しておくことが望ましい。

2．2　災害の概況把握のための情報収集・分析手法

2．2．1　災害の概況把握のための情報収集

災害発生直後には，災害の発生誘因に関する情報，全般にわたる土砂移動状況の把握と被災状況の収集が必要である。

収集すべき項目を以下に示す。

(1)　災害誘因に関する情報
(2)　災害発生位置・規模・被災状況に関する情報
(3)　大規模災害の拡大予想箇所の情報
(4)　避難状況に関する情報

災害の誘因に関する情報及び避難に関する情報は，関係機関と連絡をとることにより収集する。災害の発生位置・規模及び被災状況並びに土砂移動拡大予測箇所の情報は，地上調査及びヘリコプターによる調査により収集する。また，情報は，随時収集・整理しなければならない。

［解　説］

土砂災害の概況把握については，昭和59年8月16日付け建設省経民発第8号，建設省河砂発第56号，建設省河傾発第24号，建設省住防発第23号「土砂災害による被害状況報告の提出について」等の内容を参考に収集し，整理する。

(1)　災害誘因に関する情報

災害を発生させた誘因について該当する情報を収集する。これらの資料は，災害の発生位置や規模を裏付ける資料となり，調査漏れのない確実な調査が可能となる。また，余震や降雨の予測に関する情報は，現地調査や復旧工事の際の安全確保に役立てることができる。

1）地震に関する情報の収集
・地震の規模，震源，余震の可能性等に関する情報
・地震に関する予警報

震央と震度（最大加速度）の分布等を収集し，平面図等に整理しておくとよい。

2）降雨に関する情報の収集
・降雨データ，降雨予測に関する情報
・降雨に関する災害予警報

(2)　災害の発生位置・規模・被災状況

土砂災害の情報を収集する際の項目は以下の通りである。

1）土砂生産源（崩壊，地すべり）の情報
・位置
・形状（長さ，幅，深さ等）
・地形・地質（勾配，周辺地形，風化度，岩質，亀裂等）

2）土砂流出の情報
・流出形態（土石流，土砂流等）
・堆積状況（範囲，厚さ，粒径等）

3）被災情報
・範囲，形態，程度及び影響等

斜面崩壊の発生は，誘因の違いにより表-2・2・1，表-2・2・2に示したように発生位置，発生形態等に特徴があるのでこれを参考に調査を実施する。また，地震を内陸部に持つ直下型の地震によって，大規模な崩壊が発生する場合があるとともに，震央が陸地に接している型の地震によって多数のがけ崩れが発生する場合があり，震央の位置を参考に災害のチェックを行う必要がある。

表-2・2・1　地震と雨による斜面崩壊の特徴

① 斜面の横断型については，相対的に尾根型が地震に弱く，谷型が降雨に弱い。
② 傾斜角が大きくなるほど崩壊が発生しやすいが，この傾向が特に地震時にめだつ。
③ 崩壊面積の平均値は，地震によるもののほうが降雨によるものに比べて小さいことが多い。
④ (到達距離)/(崩壊高) の関係をえびの地震について整理したものが図-2・2・1である。この図によると約80%が0.5（崩壊高の半分）未満で土砂が止まっており，斜面から崩壊高と同じくらい離れると被災する確率が急に低くなるといえる。一方，雨については図-2・2・2のとおりで，1.0未満が約80%である。地震と比べると雨のほうが到達距離が長い。

(新潟地震（昭和39年）とえびの地震（昭和43年）の両災害と近傍の降雨災害と比較した結果である。)
(斜面崩壊防止工事の設計と事例より)

表-2・2・2　地震による斜面崩壊の特徴

① 雨に弱い斜面は地震にも弱いという傾向が一般的にみられる。したがって斜面崩壊が雨により多発する地域は，地震に振しても斜面崩壊が多発しやすい。
② 傾斜の急な斜面が弱い。特にオーバーハングしている斜面が弱く，雨に対しては安定している岩盤が地震では崩壊する例がときどき見受けられる。
③ 浮石，転石等がある斜面は弱い。
④ 斜面途中の盛土は崩壊しやすい。
⑤ 基盤の上の表土層や強風化層などが基盤との境界線で崩壊しやすい。これは雨に対してもみられることである。
⑥ 山腹斜面などでは降雨の浸透が途中で斜面の表面に湧出する地点が崩壊の頭部になる例が多いが，地震時ではこの地点より上方の稜線あたりから崩壊する例が多い。

(伊豆半島地震（昭和49年5月），大分県中部地震（昭和50年4月），伊豆大島近海地震（昭和53年1月），宮城県沖地震（昭和53年6月）から経験的にいえることである。)
(斜面崩壊防止工事の設計と事例より)

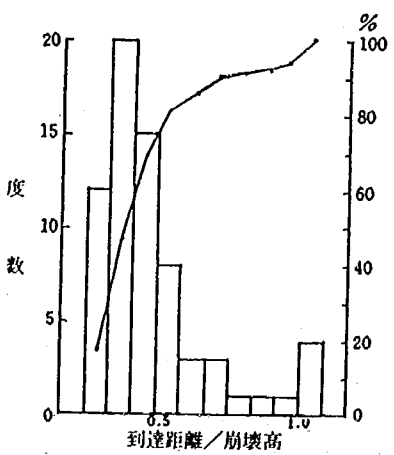


図-2・2・1　地震による崩壊土砂の(到達距離)/(崩壊高)

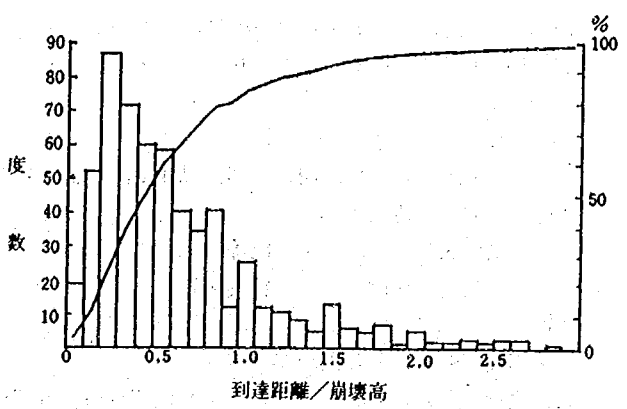


図-2・2・2　雨による崩壊土砂の(到達距離)/(崩壊高)

(斜面崩壊防止工事の設計と事例より)

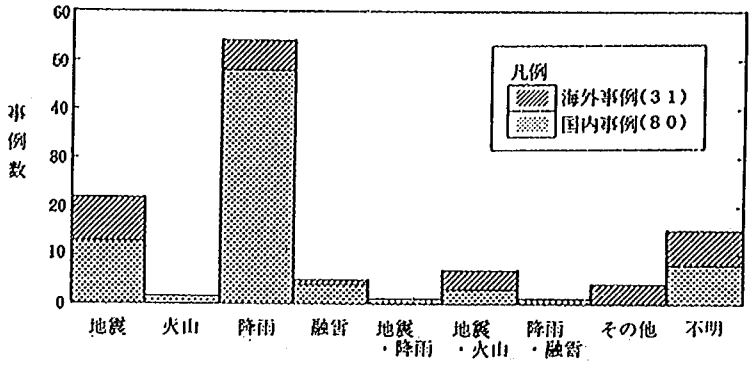


図-2・2・3　天然ダムの形成誘因

（建設省中部地建河川計画課：天然ダム調査事例集と米国土木学会：Landslide dams より）

天然ダムは，図-2・2・3 に示した形成誘因別の事例のように，降雨のみでなく地震によっても発生するので，降雨分布，震度分布を参考に外力の大きい地域について特に注意して調査する必要がある。

(3)　大規模な災害の拡大予想箇所の情報

大規模災害の拡大予想箇所とは，地上調査やヘリコプターによる調査等により天然ダムの決壊，長大斜面崩壊及び大規模地すべりの発生の可能性があると判断されたものを言い，以下の項目について原則として目視により確認し災害拡大危険度評価のための調査の必要性について検討する。調査結果は，災害拡大危険度評価の調査様式（表-2・3・1，2・3・3）を参考に整理し，調査担当者は，調査終了後その場で災害拡大危険度評価の必要性の判定を行い，直ちに事務所等に報告するものとする。

1）天然ダム形成に関する情報

①　天然ダムの形成

・位置，高さ，長さ，幅，水位
・周辺地形と保全対象
・人命，建物，施設の被害状況
・天然ダム決壊の危険性

また，天然ダムの形成原因についても調査できれば以下の項目について行う。

②　崩壊の発生

・崩壊の発生状況，崩壊土砂量
・土石流の発生状況
・二次崩壊の危険性

以上の調査の結果，天然ダムが形成されていると判断されるものは基本的には決壊の可能性があると判断する。また，湛水による上流域への影響の可能性も湛水面積を概略想定することにより行う。

2）長大斜面崩壊・地すべりの発生に関する情報

①　地すべり地での亀裂の発生

・亀裂の開き方
・根切音，小崩壊，落石現象の有無
・ひずみ速度
・地すべり末端部の地形

②　長大斜面崩壊・地すべりの発生

・位置，範囲（長さ，幅，面積），形状
・崩土の到達範囲，土砂量
・周辺地形と保全対象
・人命，建物，施設の被害状況

表-2・3・1(1) 天然ダム調査様式

調査表作成日時； 年 月 日 分※
調査者；所属 氏名

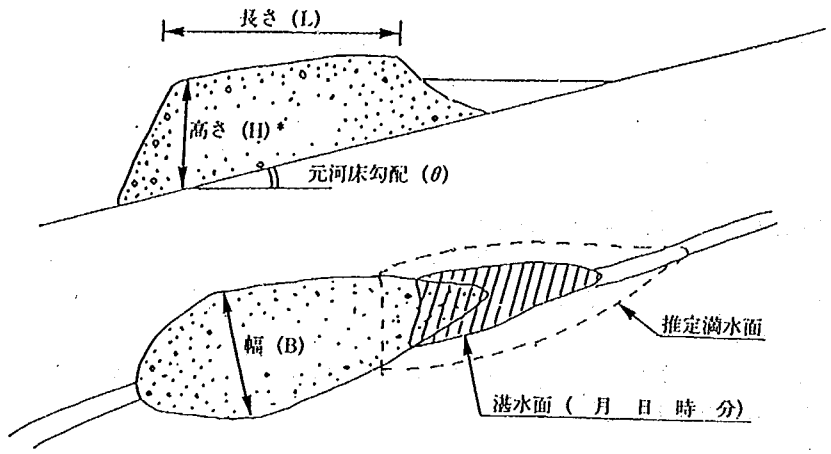
①地区名	都道府県 市郡区 区町村
②河川名	川水系 川
③図面名	(1/25,000)
④天然ダム発生日時	年 月 日 時 分(頃)
⑤直接の誘因	地震・豪雨・その他 ( ) (地震の情報；深度・震央からの距離・余震の可能性) (豪雨の原因；台風・前線・雷雨・その他 ( ))
⑥土砂移動形態	土石流・地すべり・崩壊・掃流・その他 ( )
⑦地質	
⑧調査方法	地上・空中；目視・測量・写真・VTR・その他
⑨天然ダムの状況	調査方法：(地)；地上，(空)；空中を区別し，できれば空中写真(垂直あるいは斜め)を添付する。

天然ダムの高さ (H)	(m)
天然ダムの長さ (L)	(m)
天然ダムの幅 (B)	(m)
天然ダム形成前の元河床勾配(θ)	(°)
天然ダムへの流入流量 (Q_{in})	(m^3/sec)
天然ダムの水位	図に示す (越流まで m)
天然ダムの湛水池状況	略図に示す
満水までの容量	略図に示す (m^3)
天然ダム上流の流域面積 (A)	(km^2)
天然ダムの透水係数 (k)*	(m/sec)
天然ダムの構成材料の粒度分布*	
越流川幅，越流流量 ☆	(m) (m^3/sec)
堤体の侵食箇所と形状 ☆	略図に示す
堤体土砂の侵食状況・速度 ☆	
天然ダム周辺の地形，人家等の配置	略図に示す
人命・建物・施設等の被災状況	時間経過に従い表に示す
⑩天然ダム満水予想時刻 (満水までの容量)÷(流入流量)	時間 分後 (日 時 分頃)
⑪今後の雨量，流量等の情報	
⑫天然ダム形成源の情報	

※ ：天然ダム形成時から時間を追って，各時刻1枚ずつ作成する。
太線：太線内は，大規模な災害の拡大予想箇所の情報収集（ヘリコプターでは第一段階）の際に集める情報である。
＊ ：資料があれば記入。
☆ ：天然ダムから越流が始まっている場合に記入。

表-2・3・1(2)　天然ダム調査様式

⑬略図・写真（写真はヘリコプターにより撮影し判読に使用したハードコピーも添付する。）



＊左右岸で高さが異なる場合は，左岸の高さ$H_{左}$，右岸の高さ$H_{右}$とする

天然ダムの形状のスケッチ，諸元の定義

⑭対応

長大斜面崩壊・地すべりの拡大の可能性の判断基準としては，亀裂や斜面の変形が認められる大規模な斜面で，崩壊の可能性がある土砂が完全に落下しているもの以外は，長大斜面崩壊・地すべりが拡大すると判断する。これらの内でも長大斜面崩壊・地すべり付近に保全対象がある場合は，二次災害の危険性があると判断する。

(4) 避難状況に関する情報

住民の避難状況を関係する自治体等と連絡をとることにより収集し整理する。情報は，土砂災害復旧箇所の優先箇所の選定等に使用する。必要な情報としては以下のものがある。

1）避難を実施している地区と人数（世帯数）

2）避難場所と人数（世帯数）

3）避難を行った理由

2．2．2 災害概況に関する情報の整理と分析手法

災害の概況把握のために収集した情報は，災害拡大危険度評価を行う箇所及び応急復旧箇所の選定等を行うための資料として整理し分析する。

収集された情報は一覧表に整理し，発生位置等については地形図に記入（災害状況図の作成）する。また，情報の整理・分析は入手され次第随時行う。

[解 説]

災害状況及び被災度に関する情報は災害の全容を知るための情報である。ここでは，

1）土砂移動現象に関する情報

2）保全対象の被害及び避難状況に関する情報

に分けて整理し，今後の応急復旧及び本復旧に当たっての対策方針，復旧体制，被害拡大の危険度評価及びその詳細予測等の判断等に役立てる。また，これらの情報の持つ役割はかなり大きいが，緊急の調査により収集された情報の整理・分析の段階であるので，細かな数量にしばられず，被害全容の把握に努める。

(1) 土砂移動現象に関する情報の整理

災害概況の把握のための調査により収集された情報は，以下に示す土砂移動現象毎に発生位置・規模等について整理し，管内の土砂移動現象の全体の傾向をその誘因（地震，降雨）との関係について分析する。

1）土石流

2）斜面崩壊

3）長大斜面崩壊

4）地すべり（小規模・大規模）

5）天然ダム（河道閉塞）

6）土砂氾濫

7）河岸侵食

8）土砂堆積による河川の氾濫

9）その他

なお，小規模の地すべり・斜面崩壊の災害拡大については，2．3．4の大規模な災害に準じて行うことができるので参考にする。

(2) 保全対象の被害及び避難状況に関する情報の整理

収集された被災状況を整理し，管内の全体の被害状況を把握する。被災情報としては，道路・橋梁等の被災による通行止めに関する情報，重要施設等の被災状況等も含めて収集し整理する。また，避難状況についても整理し，被災状況と避難状況の関係についても把握しておき，災害復旧箇所の選定等に役立てる。さらに，災害が与える影響（ライフラインの不通等）についても分析する。

2．2．3　災害拡大危険度評価を行う箇所の選定

土砂移動拡大予想箇所に関する情報を整理した結果，以下に該当する場合は危険度評価を行うものとする。
(1) 予想される規模が大きい。
(2) 被害が予想される。
(3) 土砂移動が認められる，または土砂移動の危険性がある。

[解　説]

災害拡大危険度評価を行う箇所は，早急に決定し調査に入らなければならないため，実際には現地調査を行った担当者の判断により決めることとなる。なお，調査を行うべき箇所が多数ある場合は，現地調査より収集された情報（2．2．1の(3)土砂移動拡大予想箇所の情報の収集）を以下の項目について整理・分析し，担当者（責任者）の判断により，調査箇所及び優先順位の決定を行う。

(1) 土砂移動の規模または予想される規模
(2) 被害状況及び予想される被害状況
(3) 調査時点での土砂移動状況（二次移動の可能性等）

上記について整理した結果，大規模でかつ二次災害の危険性があると判断されるものについては，災害拡大危険度評価のための情報収集及び分析を行う。

2．3　大規模災害の拡大危険度評価のための情報収集（概略調査）・分析手法

2．3．1　天然ダムの災害拡大危険度評価のための情報収集

天然ダムの形成が確認（2．2．3で災害拡大危険度評価が必要と判断された箇所）された箇所については下記に示すような情報を直ちに収集しなければならない。また，本復旧が完成するまでは，災害拡大に関する状況を監視し，危険度の変化を把握しておく必要がある。

天然ダムの災害拡大危険度評価に必要な調査項目を以下に示す。

(1) 位置，高さ，長さ，幅
(2) 流水流入量
(3) 水位変化
(4) 構成材料の性質（透水係数，粒度）
(5) 周辺地形，保全対象の分布
(6) 人的，物的被害状況

また，天然ダムからの越流が既に始まっている場合には次の項目も調査する。

(7) 越流川幅，越流流量
(8) 堤体土砂の侵食速度
(9) 堤体の侵食箇所と形状
(10) 天然ダムの形成原因となった斜面崩壊・地すべり等（土石流による場合もある）の形状（断面形状等）
(11) 天然ダムの形成原因となった斜面崩壊・地すべりの活動状況（変形，変位，前兆現象等）

災害拡大危険度評価のための情報の収集は，地上での現地調査及びヘリコプターによる調査により収集する。

天然ダムに関する監視項目を以下に示す。

(1) 流域内の降雨の状況
(2) 天然ダムの流入流量
(3) 天然ダムの水位
(4) 天然ダムの越流川幅，流量
(5) 越流による天然ダム堤体の侵食箇所・形状及び侵食速度

(6) 天然ダムからの漏水量
(7) 天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの活動状況
天然ダムの監視は，目視や計測機器により行う。

[解 説]

図-2・3・1は天然ダムの形成・決壊による二次災害防止及び対策の流れを示している。概略調査としては，地上(車および徒歩)及び空(ヘリコプター)から図-2・3・1に示すような項目について現地調査を行う。また現地調査の他にも関係各機関及び直接管理している計測機器から雨量，流量，震度，震央，余震の可能性等のデータを得て天然ダムの危険度評価に用いるとともに，天然ダム形成の原因となった斜面の崩壊の拡大，地すべりの活発化についての危険度評価のための資料とする。調査結果については，表-2・3・1のような様式にとりまとめる。

天然ダム上流への湛水による被害及び天然ダムの決壊による下流への被害が予想される場合には，天然ダムの変状・異常などの監視を行い天然ダムの危険度の変化を把握する。

また，必要に応じて「アドバイザー制度 (㈳全国防災協会)」を活用し，アドバイザーの意見を参考に災害拡大危険度評価及び応急復旧に必要な調査を実施する。なおこの際，災害直後前の航空写真を用意して災害前と災害後の変化が分かるようにしておくことが望ましい。

2．3．2 長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価のための情報収集

長大斜面崩壊・地すべりの発生やその危険性が確認（2．2．3で災害拡大危険度評価が必要と判断された箇所）された箇所については下記に示すような情報を収集しなければならない。また，本復旧が完成するまでは，災害拡大に関する状況を監視し，危険度の変化を把握しておくことが重要となる。

長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価のための調査項目を以下に示す。

(1) 位置，長さ，幅，面積
(2) 形状（断面形状等）
(3) 崩土の到達範囲，土量
(4) 斜面・法面における変状
(5) 地表移動量（速度）の測定
(6) 周辺地形，保全対象の分布
(7) 人的，物的被害状況

災害拡大危険度評価のための情報は，地上調査及びヘリコプターによる調査により収集する。

災害拡大危険度評価のための調査終了後の監視すべき内容は，流域内の降雨の状況，斜面・法面における変状，地表移動量の測定等である。

[解 説]

図-2・3・2は長大斜面崩壊・地すべりによる二次災害防止及び対策の流れを示している。

概略調査としては，地上（車及び徒歩）及び空（ヘリコプター等）から図-2・3・2に示すような項目について現地調査を行う。また，前兆現象を把握するための調査及び移動量等の測定方法を表-2・3・2に示す。調査結果は，表-2・3・3のような様式にとりまとめる。

現地調査の他にも関係各機関（警察・消防・報道機関）や他部署及び直接管理している計測機器等から雨量，震度，震央の位置，余震の可能性，火山噴火の状況，被害の状況等に関するデータを得て，長大斜面崩壊・地すべりの危険度評価に用いるとともに，応急対策工の計画，実施のための資料とする。

また，必要に応じて「アドバイザー制度 (㈳全国防災協会)」を活用し，アドバイザーの意見を参考に災害拡大危険度評価及び応急復旧に必要な調査を実施する。なおこの際，災害直後と災害前の航空写真を用意して災害前と災害後の変化が分かるようにしておくことが望ましい。

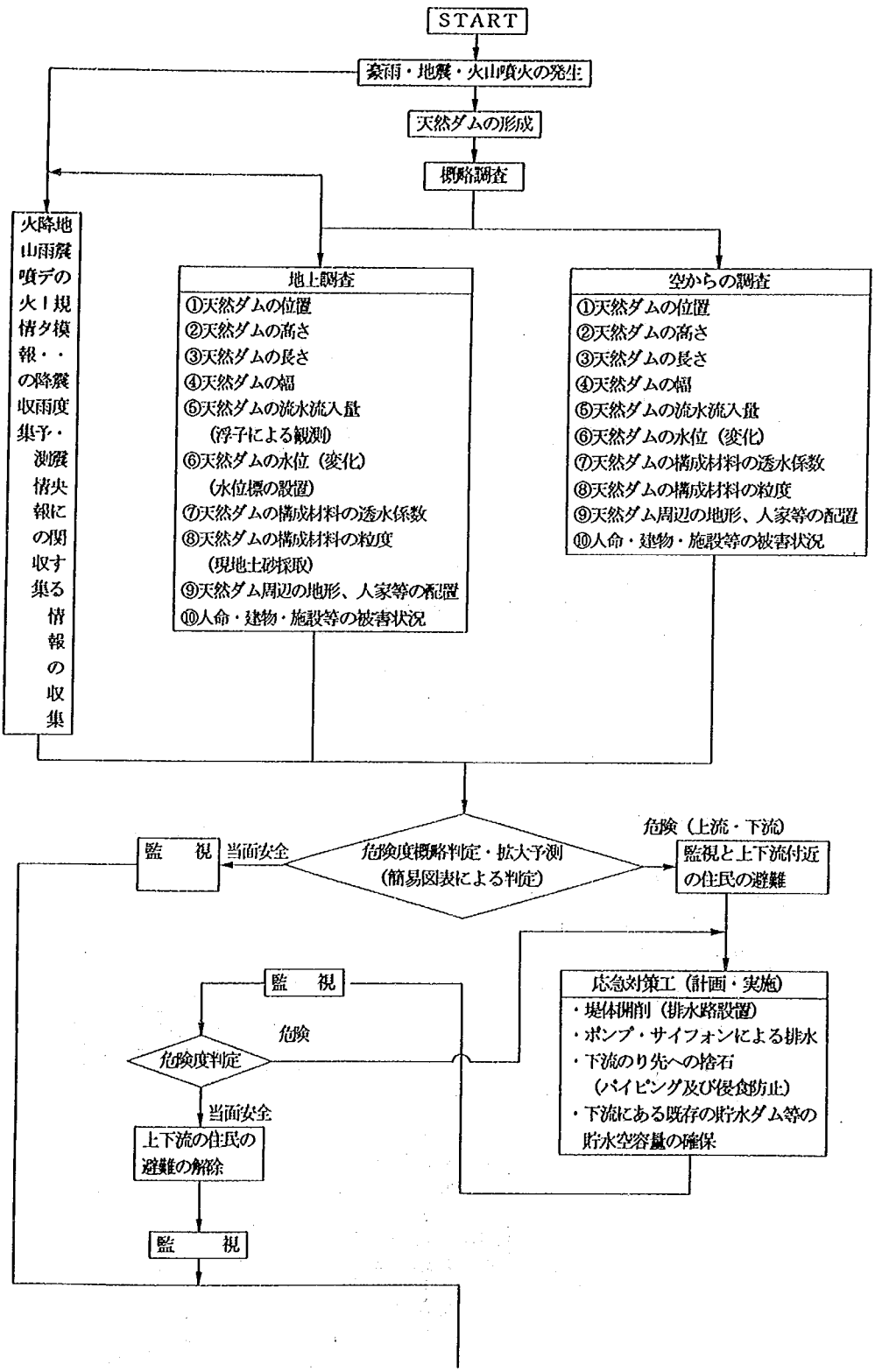


図-2・3・1(1) 天然ダムの形成・崩壊による２次災害防止及び対策の流れ

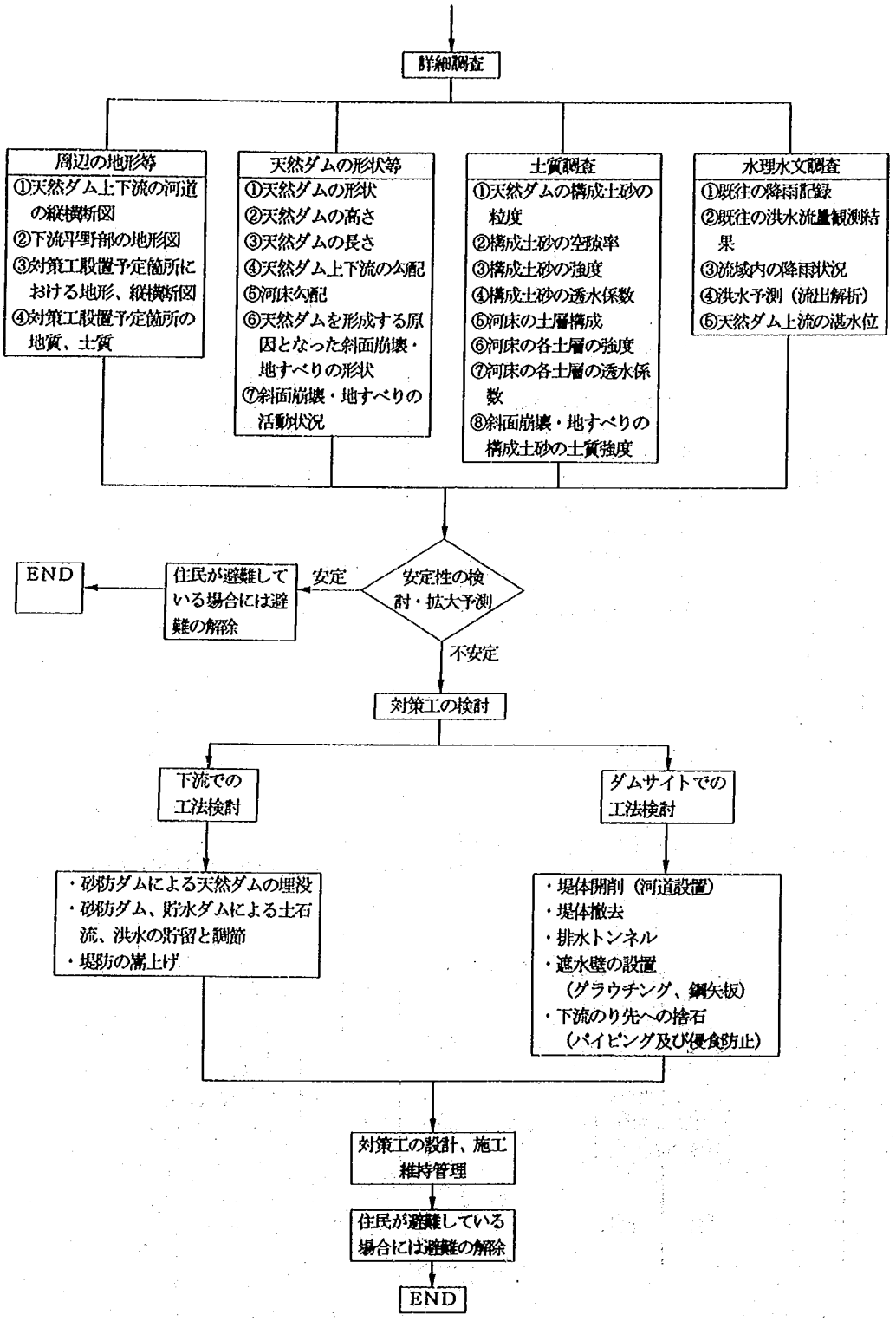


図-2・3・1(2) 天然ダムの形成・崩壊による2次災害防止及び対策の流れ

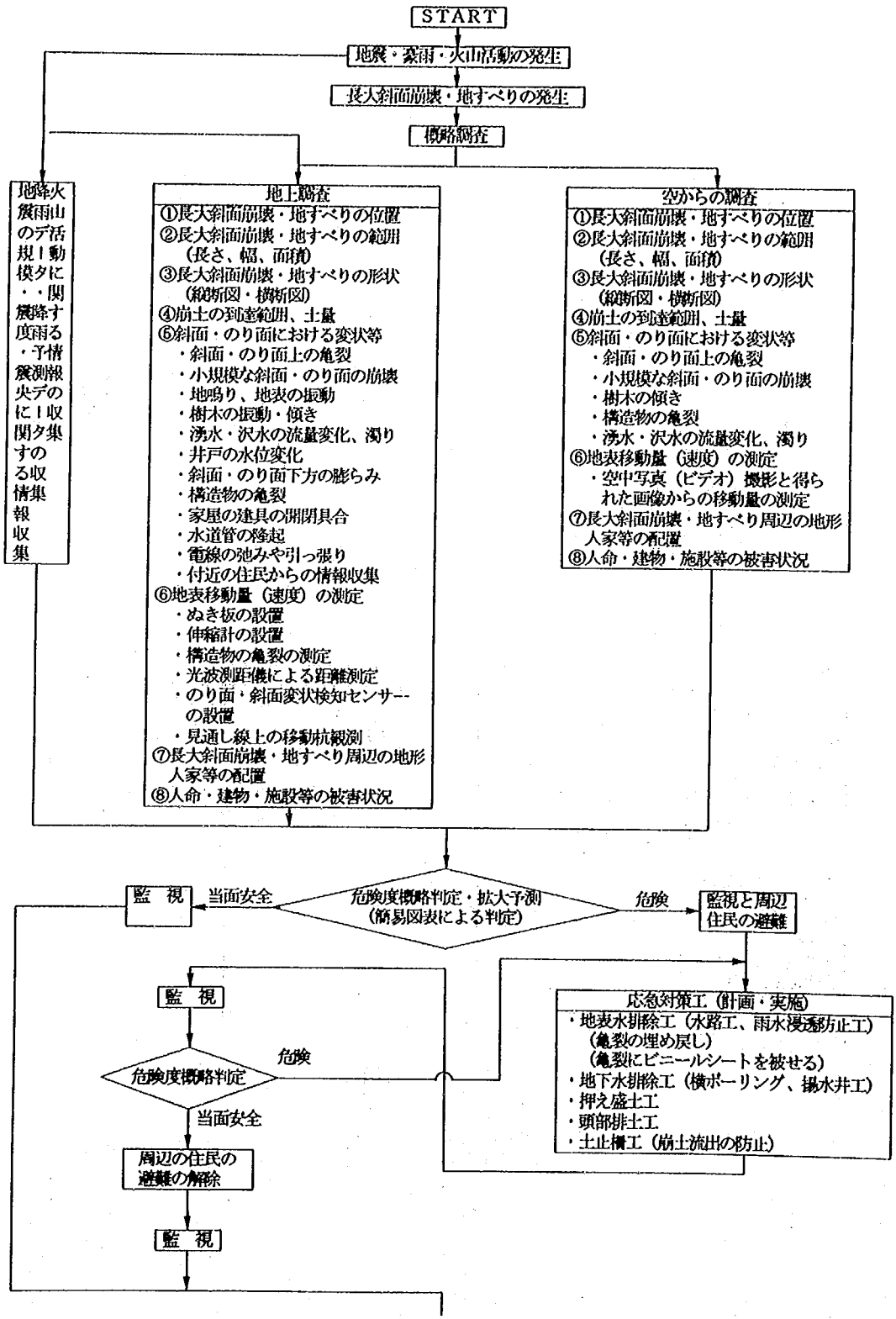


図-2・3・2(1)　長大斜面崩壊・地すべりによる２次災害防止及び対策の流れ

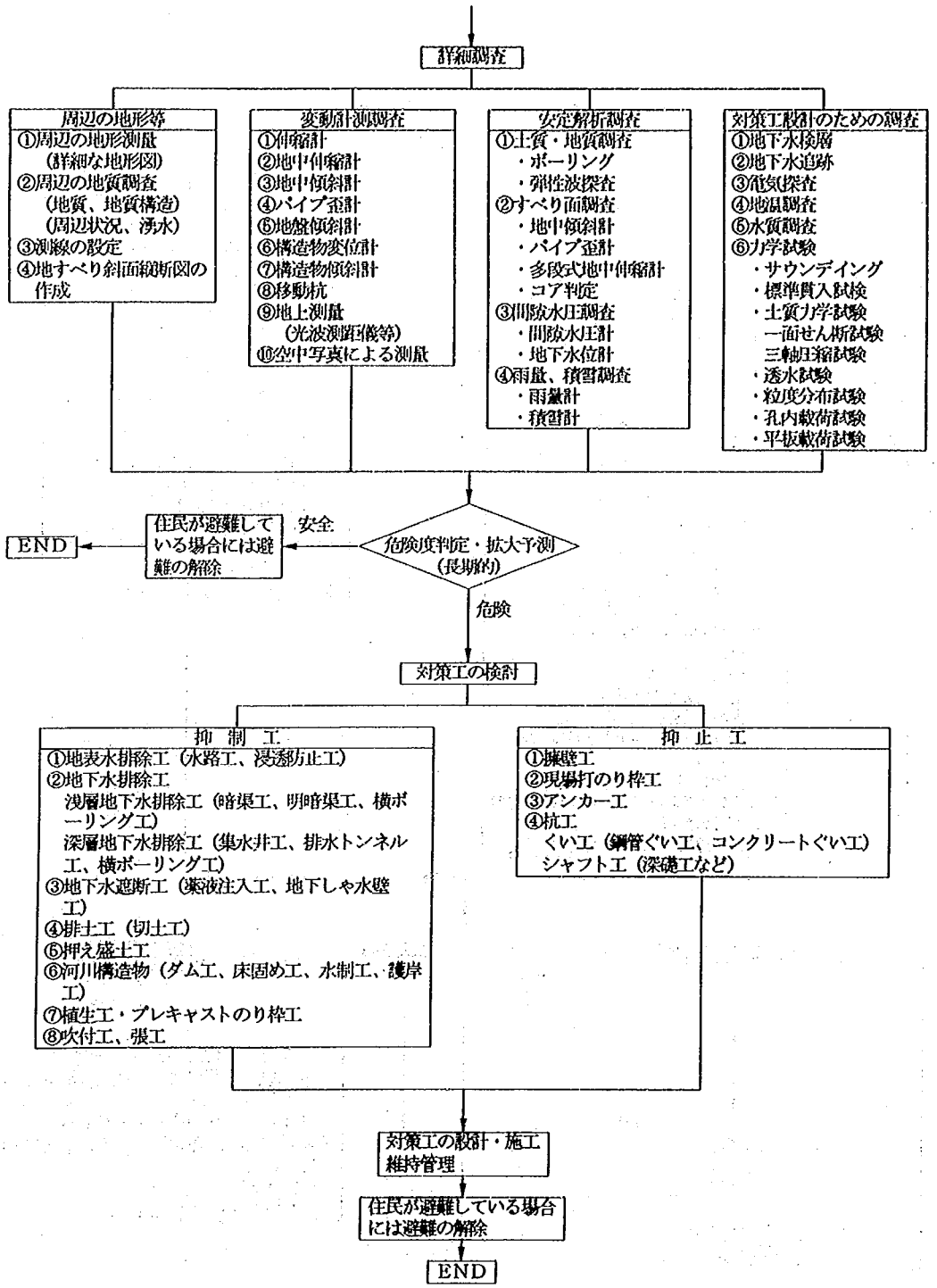


図-2・3・2(2) 長大斜面崩壊・地すべりによる2次災害防止及び対策の流れ

表-2・3・2　長大斜面崩壊・地すべりの危険度判定のための概略調査項目

(1) 長大斜面崩壊・地すべりの活発化の前兆現象としては次のようなものがあるのでこのような項目について調査する。
- ・崩壊・地すべり地頭部に亀裂・段差が発生する。また亀裂・段差が拡大する。
- ・小規模な斜面崩壊，落石が発生する。
- ・斜面下が膨らんでくる。
- ・構造物（道路舗装面，擁壁，水路，トンネル，橋梁等）に亀裂，段差，横ずれが生じる。
- ・家屋の建具の開閉が困難になる。
- ・水道管の隆起が起こる（地表への飛び出し）。
- ・電線の異常な弛みや引っ張りが生ずる。
- ・地鳴りがする。
- ・樹木の根の切れる音がする。
- ・地面が振動する。
- ・家が振動する。
- ・樹木が振動したり樹木が傾く。
- ・湧水，沢水の流量の急激な変化が起こる。
- ・湧水，沢水が急に濁る。
- ・井戸の水位が急激に変化する。

(2) 長大斜面崩壊・地すべりの危険度を定量的に判断する基準としては，斜面崩壊・地すべりの移動速度が一般的に用いられてる。緊急的に移動量（速度）を測定する場合には地表面の移動量（速度）や構造物等の亀裂の開き量（速度）を測定すると都合が良く，次のような方法がある。
- ・亀裂をまたいでぬき板を設置して開口部の距離（水平，垂直方向）の変化を測る。
- ・亀裂をまたいで最急勾配方向に伸縮計を設置し移動距離をはかる。
- ・構造物（道路舗装面，擁壁，水路等）の亀裂の開きの変化を測る。
- ・地すべり地内に測点（ターゲット）を設置して光波測距儀により距離の変化を測定する。
- ・のり面，斜面変状検知センサーを設置して地表面の移動量を測る。
- ・空中写真判読により地すべり地内の目標物の移動量を測定する。
- ・見通しの良いところでは見通し線上に移動杭を多数設置してそれらの変位を見通しにより測定する。

2．3．3　天然ダムの災害拡大危険度評価のための情報分析手法

天然ダムの決壊や湛水による上流域の水没が予想される場合には，危険度判定及び拡大予測を行い二次災害発生予測時刻及び災害拡大予想区域を求める必要がある。また，応急復旧後についても同じく災害拡大危険度評価を行い当面の安全を確認する。また，本復旧が完成するまでは，災害拡大危険箇所の状況を監視し，危険度の変化を把握しておくことが重要となる。監視結果により危険度の変化が確認されたならば，直ちに災害拡大危険区域に関して整理すること。

天然ダムの災害拡大危険度評価は，以下の項目について行う。

(1) 湛水による上流域の災害拡大予測区域の検討
(2) 越流による天然ダムの破壊の検討
(3) パイピングによる天然ダムの破壊の検討
(4) 天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの安全度の検討
(5) 決壊した場合のピーク流量の推定
(6) 天然ダムの決壊による災害拡大予想区域の検討

[解　説]

表-2・3・4 に天然ダムに関する概略調査と危険度判定の関係について示す。

表-2・3・3(1) 長大斜面崩壊・地すべりの調査様式

調査表作成日時； 年 月 日 分※

調査者；所属 氏名

①地区名	都道府県 市郡 区町村	
②河川名	川水系 川	
③地すべり履歴	既往地すべり・新規地すべり	
④発生日時	平成 年 月 日( ) 時 分(頃)	
⑤誘因	地震・豪雨・その他( )	
⑥降水量	雨・雪；連続 mm，日 mm/日，時間 mm/時	
⑦地震の情報	震度 震央からの距離 余震の可能性	
⑧地質		
⑨調査方法	踏査・航空機；目視・写真・VTR	
⑩保全対象	人家戸数(戸) 道路(国道・県道・市道・私道) m，線路 m 公共施設( ) 農地など( ) ha	
⑪被害状況	人的被害	死亡 名，行方不明 名，負傷 名
	資産被害	人家；浸水 戸，損壊 戸，流失 戸 公共施設 道路 m，線路 m 流失面積 ha，埋没耕地面積 ha
	その他	
⑫長大斜面崩壊・地すべりの諸元		
幅	最大 m，平均 m	
長さ	最大 m，平均 m	
深さ	推定・測定 m	
移動土砂量	推定・測定 m³	
面積	m²	
その他		
⑬亀裂		
⑭植生		
⑮湧水	有・無	
⑯施設・構造物の変状		
⑰移動状況		
⑱移動量測定箇所	(図)	
⑲拡大の可能性		

※ ：時間を追って，各時刻1枚ずつ作成する。

太線：太線内は，大規模な災害の拡大予想箇所の情報収集（ヘリコプターでは第一段階）の際に集める情報である。なお，保全対象，被災状況については，概略でよい。

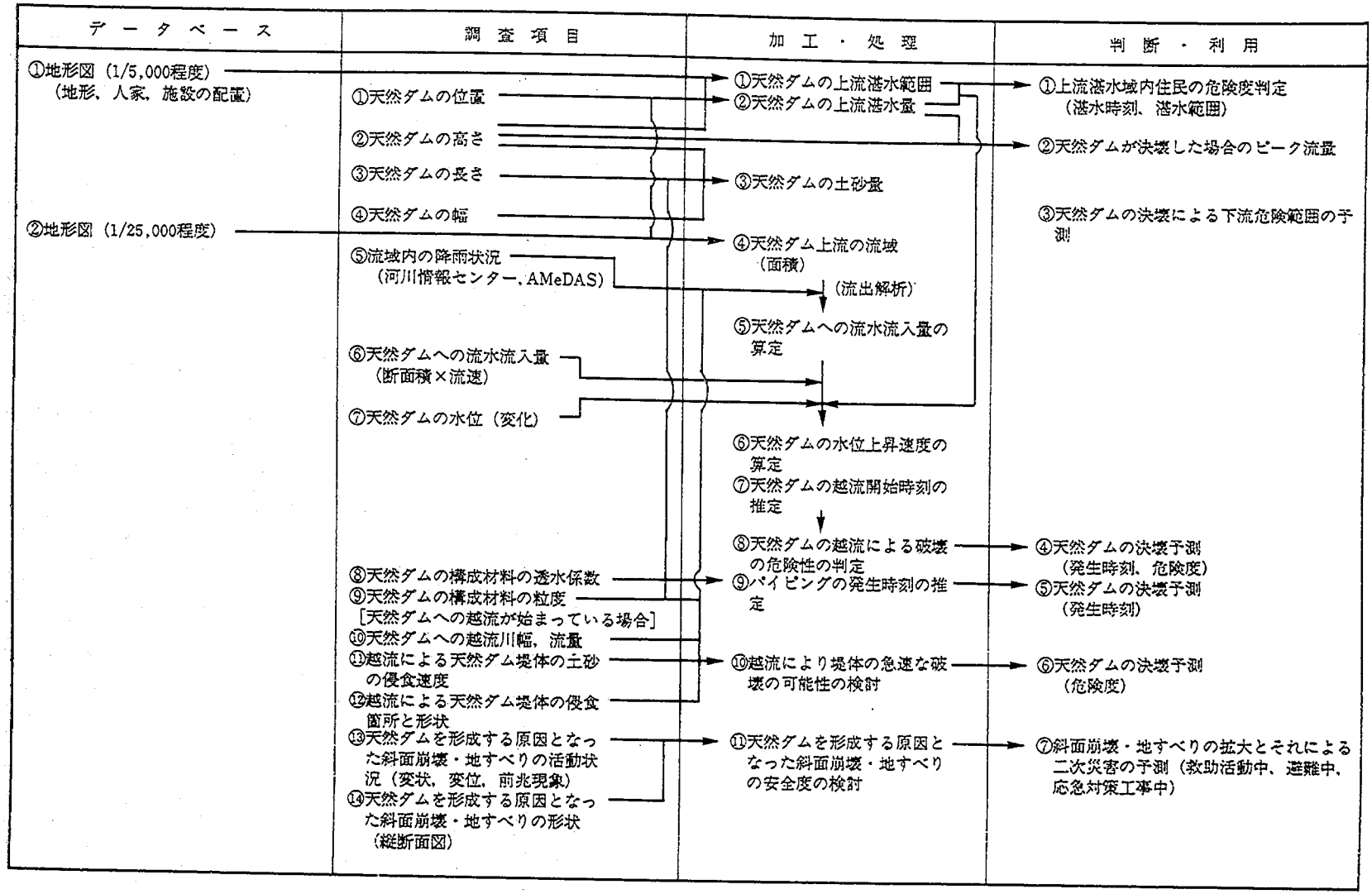
表-2・3・3(2)　長大斜面崩壊・地すべりの調査様式

―略図（地形　図・縦・横断図）―

―写真―

（写真は，ヘリコプターにより撮影し判読に使用したハードコピーも添付する。）

表-2・3・4　概略調査と天然ダムの危険度概略判定



(1) 湛水による上流域の災害拡大予想区域の検討

天然ダムが形成され湛水することによる上流域の災害拡大予想区域は，天然ダムの高さで満水したと仮定して，地形図等から湛水域を予想し，これを災害拡大予想区域とする。

(2) 越流による天然ダムの決壊の検討

天然ダムは満水状態になって越流することによって決壊することが多い。したがって，まず天然ダムが満水するまでの時間（満水する時刻）を推定（満水までの水量を流入量で割り算する）し，これを決壊予想時刻とする。または，水位の上昇経過から外挿して推定する。大きな天然ダムの場合は，満水までの容量を流域面積で除して満水に要する雨量を求めこれも参考にする。なお，表-2・3・5に示すようにその2/3以上が1日以内に決壊してしまっており，調査及び分析は災害発生後直ちに行わなければならない。また，表-2・3・6に天然ダムの越流による決壊の危険度の傾向を示したので参考とする。

表-2・3・5　天然ダムの形成から決壊までの時間の分布

決壊までの経過時間	個数
2時間まで	10
2時間以上10時間まで	9
10時間以上1日以内	4
4日～10日	5
11日～30日	5
計	33

（芦田和男；河道埋塞に関する事例研究，二次災害の予知と対策No.2，㈱全国防災協会より）

表-2・3・6　天然ダムの越流による決壊危険度の傾向

① 平均流量（平常時の流量）が大きく（流域面積が大きく）かつ堰上高×湛水量が小さい（小さいダム）ほど，早い時期に決壊する傾向がある。
② 豪雨により形成された天然ダムは早く決壊し，地震により形成された天然ダムは決壊するまでの時間が長く，火山噴火により形成された天然ダムは決壊しにくい。
③ 満水になる時刻が決壊時刻の目安となる。
④ 天然ダムの決壊は，越流による急速な堤体構成材料の侵食による場合が多い。
⑤ 天然ダムの構成材料は粒度が小さく，含水比が高く，単位体積重量が小さいほど，越流が生じた場合には急速に決壊する（越流により容易に侵食が進む）。

(3) パイピングによる天然ダムの破壊の検討（浸潤線の下流法到達時間）

天然ダムの決壊の形態としては越流によるものが大部分であるが，天然ダム堤体に浸潤線が到達する時間を次式により推定し，浸透水による下流法先でのパイピング，すべりなどの発生を警戒する。

浸潤線の到達時間は，

$$T = \frac{L}{k(\sin\theta + H/L)} \qquad \cdots\cdots (2\cdot3\cdot1)$$

ここに，T；到達時間（sec），L；天然ダムの長さ（m），k；透水係数（m/sec），H；ダムの高さ（m），θ；元河床勾配である。なお，元河床勾配（θ）は，地形図などから概略求めてもよい。

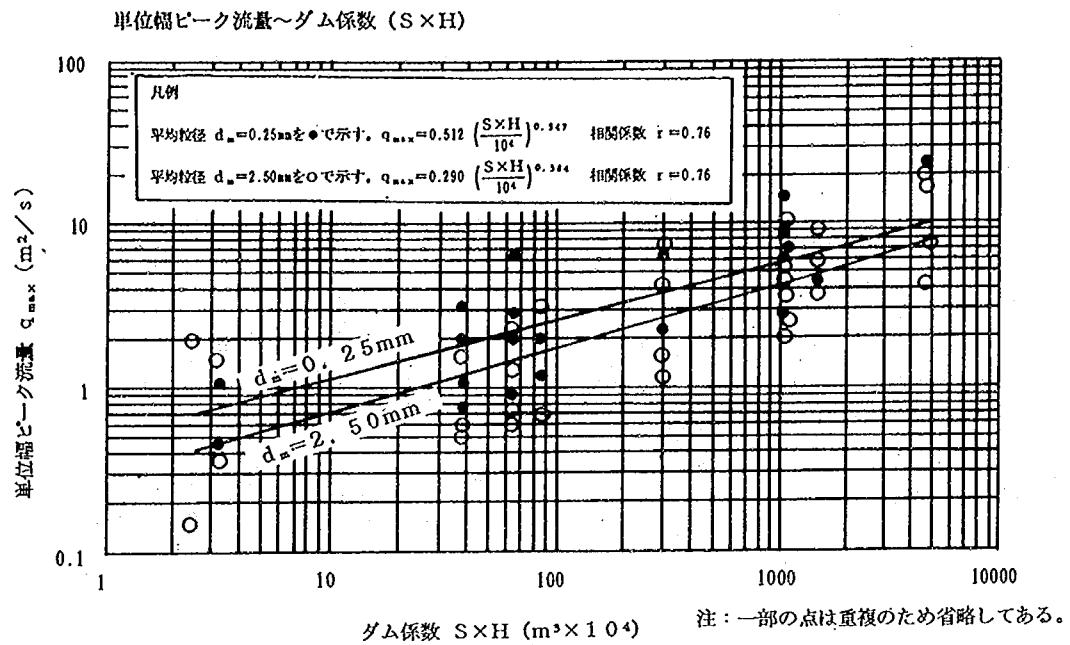
天然ダムの堤体の透水係数（k）は，実測が難しいと考えられるので$k=10^{-4}\sim10^{-5}$m/sec（$=10^{-2}\sim10^{-3}$cm/sec）を参考値とする。

(4) 天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの安全度の検討

天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの安全度の検討については，長大斜面崩壊・地すべりの危険度概略判定の項を参考に行うこと。

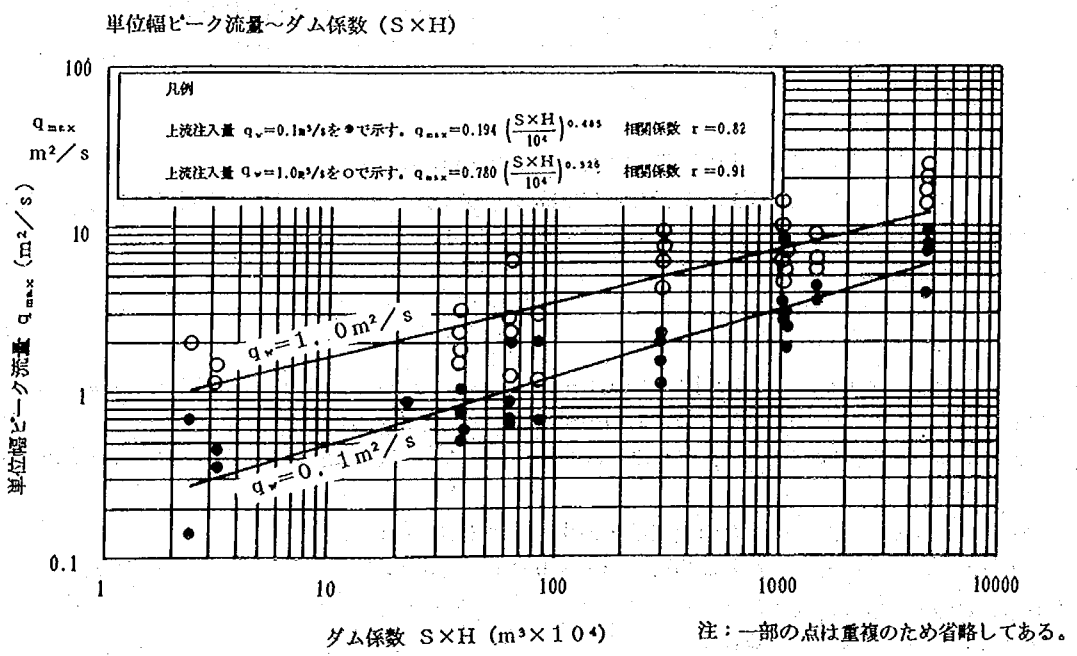
(5) 天然ダムの決壊によるピーク流量

天然ダムの決壊により生ずる洪水のピーク流量については，天然ダムが越流により徐々に侵食される場合を想定して行われたシミュレーション計算結果から図-2・3・3に示すようにダム係数（単位幅貯水量（S）×ダム高さ



注：一部の点は重複のため省略してある。

図-2・3・3(1) 単位幅ピーク流量の簡易推定図（粒径別）



注：一部の点は重複のため省略してある。

図-2・3・3(2) 単位幅ピーク流量の簡易推定図（上流流入量別）
（いずれも建設省土木研究所砂防研究室による）

(H)) と単位幅ピーク流量Q_{max}の関係が得られている。ここで，ダム係数の物理的意味が不明であるが，大規模なものほど大きなピーク流量となっていることがわかる。

また，図-2・3・4は人造ダム決壊時の最大流量と，ダム高さとの関係を示したもので，ダムの決壊による段波の流量は，

$$Q = \frac{8}{27}\sqrt{g \cdot B \cdot h^{3/2}} \qquad \cdots\cdots (2\cdot3\cdot2)$$

より，川幅Bを与えてほぼ推定できるようである。ここにQ；ダム地点での最大流量，g；重力の加速度(9.8 m/sec^2)，h；天然ダムの水深である。図-2・3・4と合わせて考えると，上式は，天然ダムがその全高にわたって一瞬に決壊する場合の発生可能な最大の流量を与えることになる。

よって，天然ダムが越流により徐々に侵食されて決壊する場合には図-2・3・3により流量を求め，天然ダムがパイピング等により一気に決壊すると想定される場合には式（2・3・2）により求める。

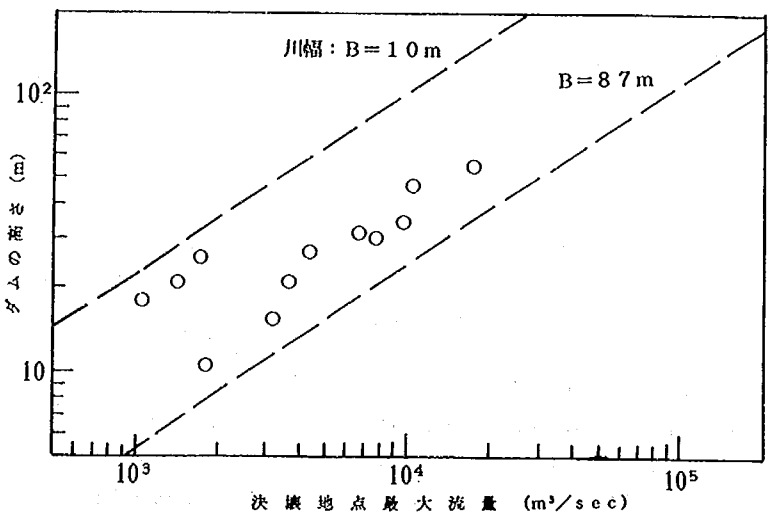


図-2・3・4　人造ダム決壊時の最大流量（Gerald. W. Kirkpatrick 1977より）

(6)　天然ダムの決壊による災害拡大予測区域の検討

天然ダムが破壊した場合のピーク流量は，図-2・3・3または式(2・3・2)より推定できる。天然ダムの下流地点における洪水の最大水深は図-2・3・3または式(2・3・2)より求めらられるピーク流量を用いて次式により求めることができる。

$$R = \{nQ_{max}/(B_d I^{1/2})\}^{3/5} \qquad \cdots\cdots (2\cdot3\cdot3)$$

ここに，R：最大水深，n：粗度係数，Q_{max}：ピーク流量，B_d：川幅，I：河床勾配である。最大水深とその地点の護岸高や河岸高を比較することにより氾濫の有無を判断する。また，危険水位と氾濫予想区域の関係よりその範囲が決められる。ここで，護岸高や河岸高等のデータは，災害直後に収集し整理するのには時間がかかるものと予想される。そこで氾濫による被害が大きいと考えられる地域については，事前に危険水位を何段階か想定し，天然ダムの破壊による洪水氾濫区域を地形図等から想定しておくものとする。

(7)　監視

応急対策工の施工中及び終了後に天然ダムの監視を行う。監視は空及び地上から目視によって行ったり，水位計，流量計，流量器具などの計測機器を用いて行う。監視する項目としては，天然ダムへの流入量，水位変化，越流している場合には堤体の侵食速度と侵食状況である。また，天然ダムの安定には流入量の多少が大きく影響するので降雨予測を含めた雨の監視も重要である。

(8)　応急対策後の危険度評価

応急対策工が終了したならば監視結果等を基に，再び天然ダム上流及び下流に対する災害危険度の評価を行う。

この段階ではすでに天然ダムに排水路が設置されて表面排水が行われている場合が多い。状況に応じて天然ダムの安定性を検討する。なお，この際，中小洪水時の出水に対しても天然ダムが安定かどうかの検討も必要である。また，天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊，地すべりの安全性の検討も行う。

2．3．4　長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価のための情報分析手法

長大斜面崩壊・地すべりの拡大が予想される場合には，危険度判定及び拡大予測を行い二次災害発生予測時刻及び災害拡大予想区域を求める必要がある。また，応急復旧後についても同じく災害拡大危険度評価を行い当面の安全を確認する。また，本復旧が完成するまでは，災害拡大危険箇所の状況を監視し，危険度の変化を把握しておくことが重要となる。監視結果により危険度の変化が確認されたならば，直ちに災害拡大危険区域に関して整理すること。

長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大危険度評価は，以下の項目について行う。

(1)　前兆現象による災害拡大危険度の検討
(2)　地表面の移動速度による災害拡大危険度の検討
(3)　降雨量による災害拡大危険度の検討
(4)　災害拡大予測区域の検討

[解　説]

概略調査によって得られたデータを基に長大斜面崩壊・地すべりの活発化の予測とそれに伴う危険範囲の予測を行う。表-2・3・7に長大斜面崩壊・地すべりに関する概略調査と危険度判定の関係について示す。危険度評価方法としては，主として前兆現象による定性的な方法（表-2・3・8）と，地表面の移動速度を利用した定量的な方法があり，両者が兼用される場合が多い。なお，小規模な地すべり・斜面崩壊の災害拡大予測についてもここで示す手法により行うことができる。

(1)　地表面の移動速度による災害拡大危険度の検討

図-2・3・5に既往の長大斜面崩壊・地すべりの管理基準を示す。この図より1日当たりの変位速度が10㎜以上で応急対策を行い，50～100㎜以上で避難を行っている例が多い。なお，これらの目安は主として地すべりあるいは地すべり性の長大斜面崩壊に対して用いられているものであり，長大斜面崩壊や地すべりのタイプによっては必ずしも適用できない場合もある。

(2)　降雨量による災害拡大危険度の検討

豪雨が強くなると長大斜面崩壊や地すべりが活発化する場合が多い。このことから長大斜面崩壊・地すべり運動の活発化の予測に当たり降雨量をひとつの指標としている場合もあり，これまでの例では時間雨量で10～20㎜/時，累積連続雨量で50㎜程度が警戒体制に入る目安とされている。

(3)　災害拡大予測区域の検討

長大斜面崩壊・地すべりの崩土の堆積範囲は，図-2・3・6～図-2・3・7に示すとおり，大部分の地すべりで移動土塊の最大水平移動距離（l_2）は地すべり発生域の最大水平距離（l_1）の2倍以内となっており，堆積幅（w_2）も崩壊幅（w_1）の2倍以内である。また，比較的小～中規模の斜面崩壊では図-2・3・8に示すように，崩土の到達距離（y）は斜面高（h）の2倍以内に収まる場合が多い。これらの値が地すべりや長大斜面崩壊による災害危険範囲の判断の一応の目安になると考えられる。なお，危険範囲の設定に当っては周囲の地形条件を充分に考慮する必要がある。地すべり移動土塊の堆積距離(移動距離)，幅が発生域の2倍を越えるものでは，移動土塊が渓流を埋塞し，移動土塊の含水量が増加したものが多くを占めている。また，長大斜面崩壊では，下流に長い斜面が続いたり，比較的勾配が急な渓流や河川が存在する場合には，崩土の距離が大きくなる危険性がある。一方，既往の崩壊例の調査によると図-2・3・9に示すように大規模な崩壊(約10^6㎥以上)になるほど崩土の落下高に対する移動距離は大きくなる。

(4)　応急対策後の危険度評価

応急対策工がほぼ終了した時点で調査，監視結果を基に，応急対策工の効果判定と避難の解除の検討を行うために再び長大斜面崩壊・地すべりの危険度の概略判定を行う。概略判定の目安は(2)に示したものとほぼ同様であ

表-2-3-7　概略調査と長大斜面崩壊・地すべりの危険度概略判定及び応急対策工の検討

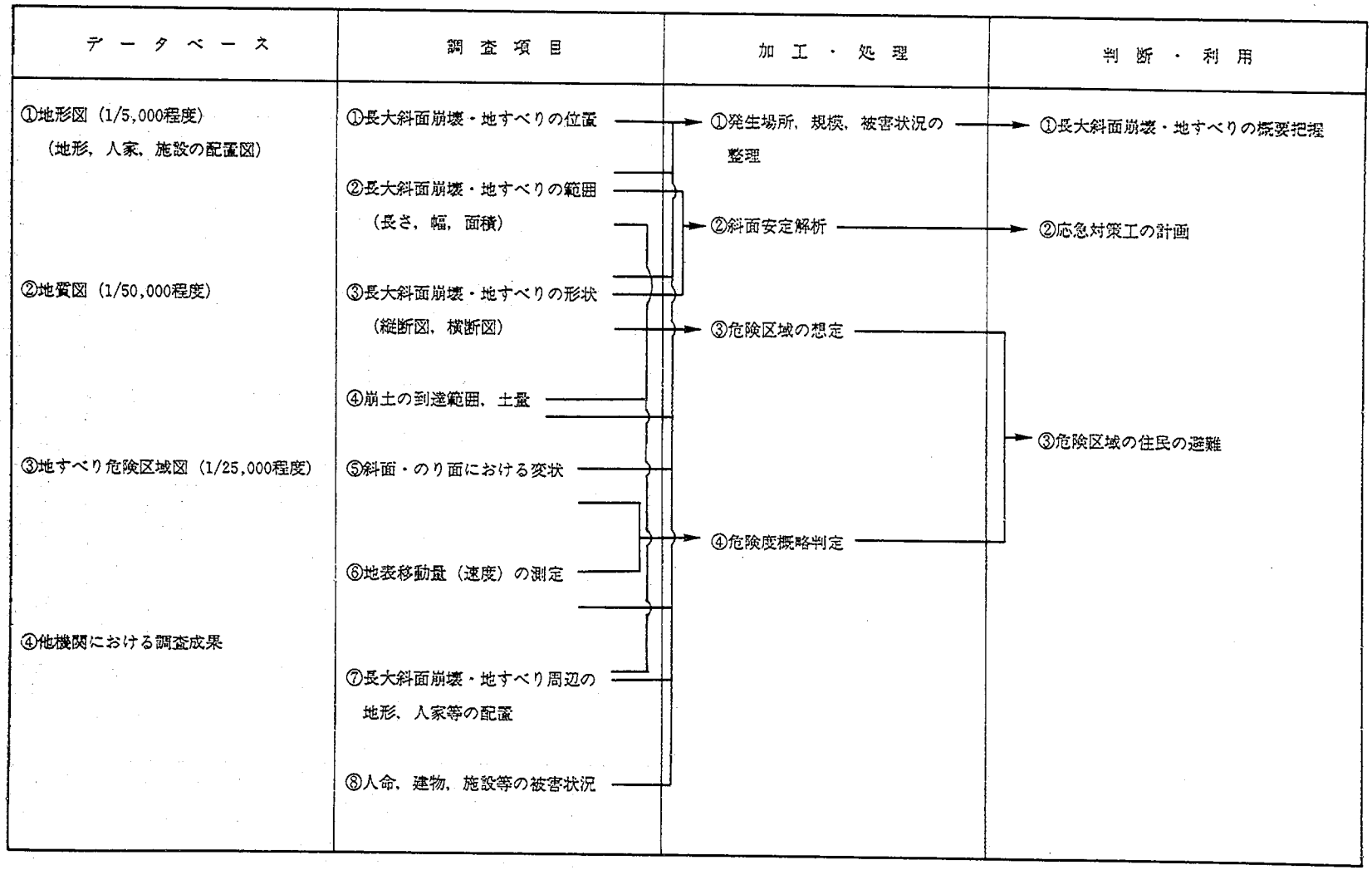


表-2・3・8　長大斜面崩壊・地すべりの前兆現象

前兆現象 前兆現象の段階と対応	地表面の異常	構造物等の異常	音や振動などの異常	地下水や湧水などの異常
地すべり土塊が崩壊する直前に現れる現象で，非常に危険な状況を示している。早急に避難体制をとることが必要である。	・落石や小崩壊の発生 ・亀裂・段差の拡大（1時間10㎜以上）		・地鳴り ・根の切れる音 ・地面の振動 ・木の枝先の擦れ合う音	
地すべりの運動の初期段階から崩壊の直前までにわたって現れる現象で，かなり危険な状況を示している。警戒が必要で，場合によっては避難体制をとる必要がある。	・亀裂や段差の発生 ・地表面の凹凸の発生 （上記の項目は積雪時には確認しにくい）	・擁壁のクラックや押しだし ・舗装道路やトンネル内のクラック ・電線の弛みや引っ張り ・建物等の変形 ①戸の閉りが悪くなる ②壁に隙間ができる ・橋などに異常を生じる	・家鳴り	・地下水位の急激な変化（枯渇や急増） ・地下水の濁りの発生 ・湧水に流量の変化（枯渇や急増） ・湧水の濁りの発生 ・新しい湧水に発生

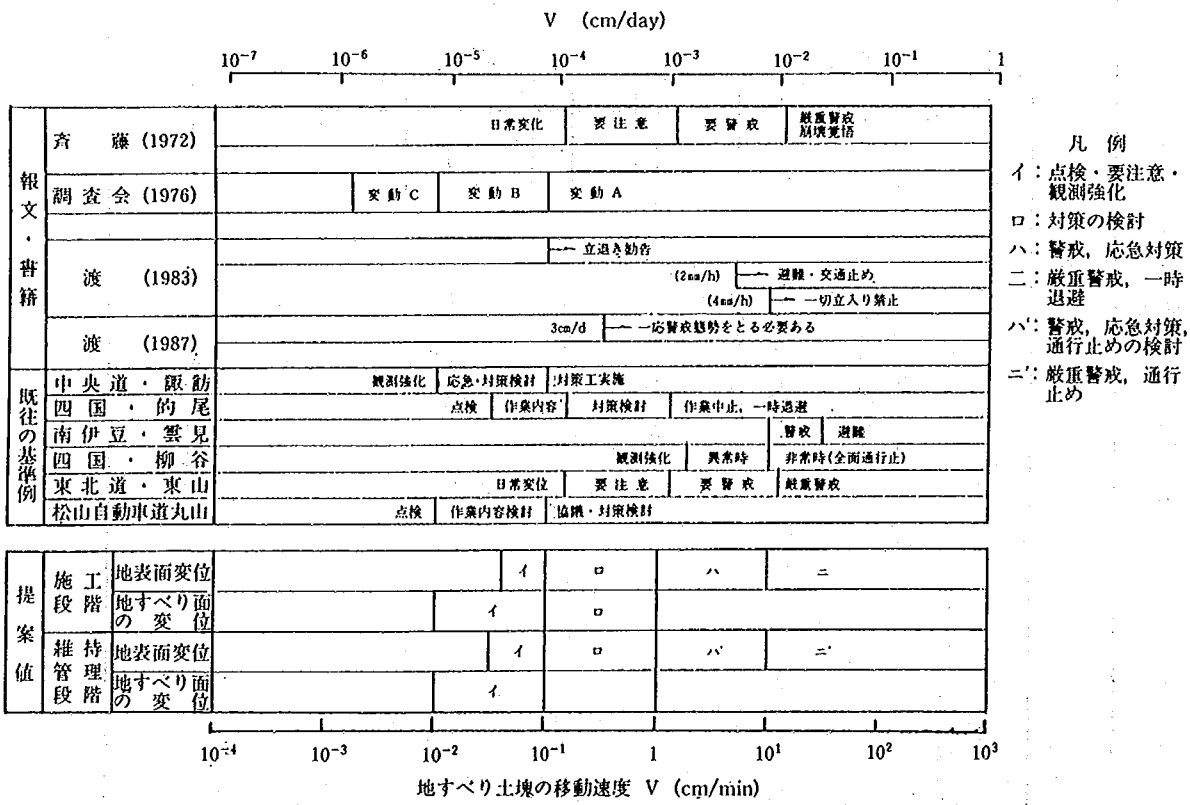


図-2・3・5　既往の長大斜面崩壊・地すべりの管理基準値
（高速道路調査会，「地すべり危険地における動態観測，施工に関する所究報告書」，1988 より）

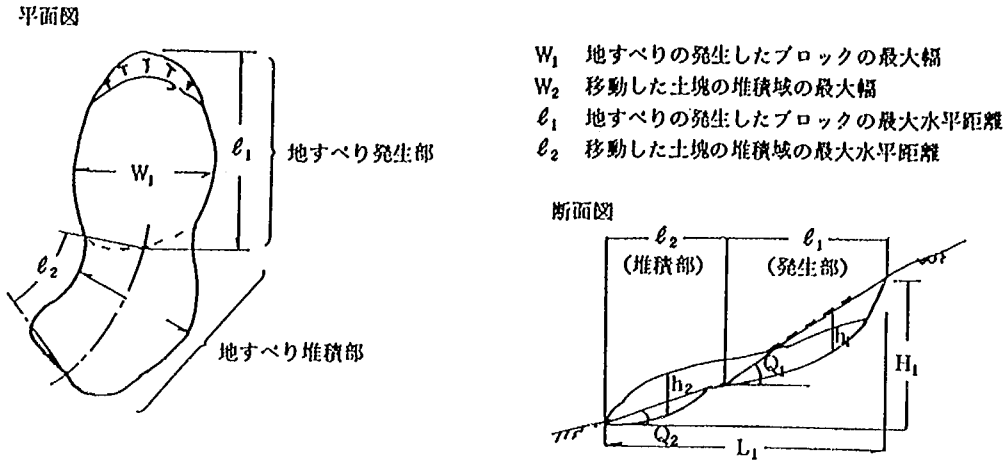


図-2・3・6　事例調査における ℓ_1, ℓ_2, W_1, W_2 の定義

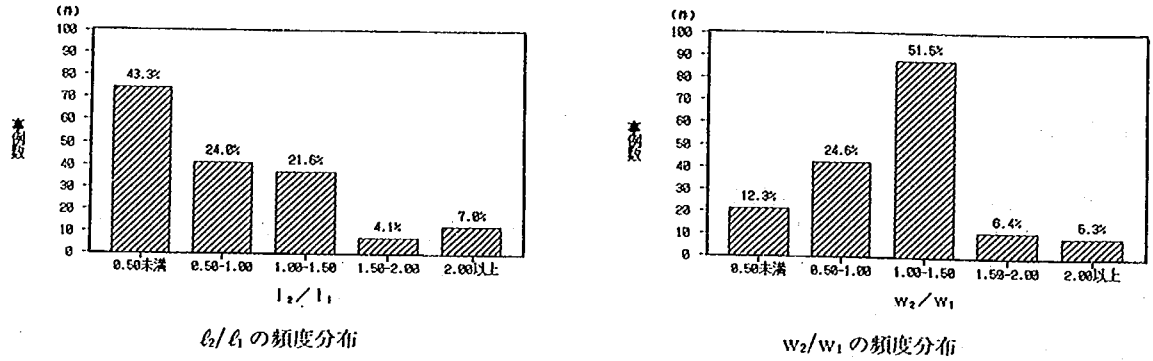


図-2・3・7　地すべり移動土塊到達範囲に関する事例調査結果（事例数 171）
（土木研究所地すべり研究所による）

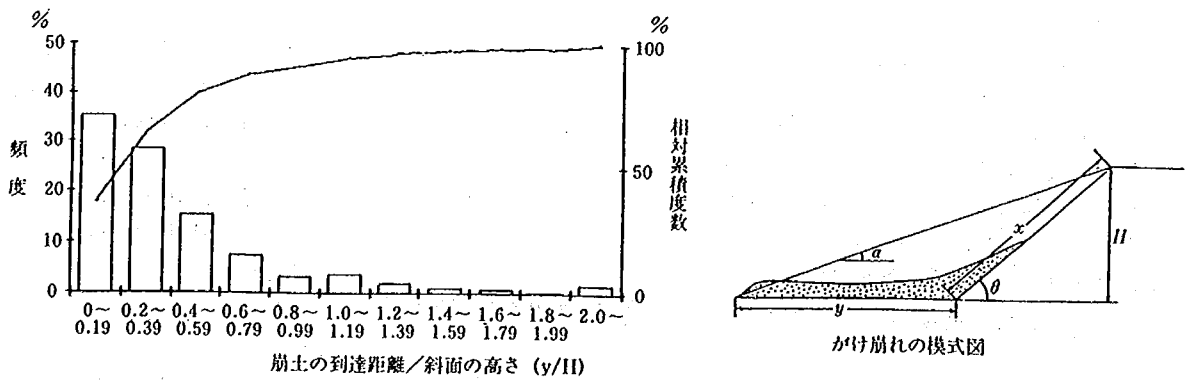


図-2・3・8　がけ崩れによる崩土の到達距離及び斜面の高さとの関係
（土木研究所資料第 2583 号「がけ崩れ災害の実態」, 1988 より）

る。ただし避難の解除にあたっては複数の伸縮計等の計器で同時に同様な経時的な活動の減少傾向が認められることが必要である。また，斜面の変位速度等による避難の解除の基準は避難の発令基準よりも若干低め目に設定することが望ましい。

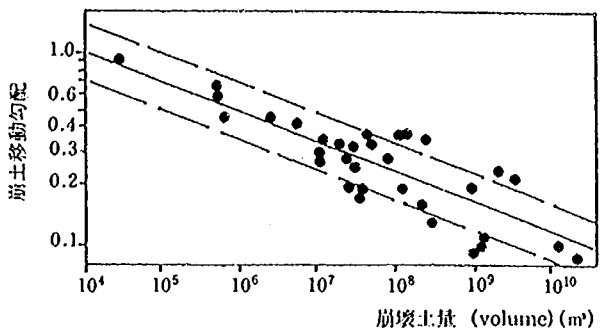


図-2・3・9 崩土移動勾配(鉛直落下高/水平移動距離)と崩壊土量の関係(Scheidegger, 1973 による)
(実線は回帰曲線
2本の破線は標準偏差 1 σ の範囲を示す)

2．4 大規模災害の拡大詳細予測のための情報収集（詳細調査）・分析手法

2．4．1 天然ダムの災害拡大詳細予測のための情報収集

災害拡大危険度評価により，危険性が高いと判断された天然ダムについては応急復旧対策が実施されたならば，当面安全とされている箇所も含めて（いずれも監視中）長期的な災害拡大に関する安全性を評価するための情報を高い精度で収集する。

天然ダムの決壊による災害拡大の詳細予測及び対策工検討のための調査の内容は以下の通りである。

(1) 周辺の地形等
(2) 天然ダムの形状等
(3) 土質調査
(4) 水理水文調査

災害拡大予測のための情報は，現地調査，地上検知センサー，室内試験を中心に高い精度で収集する。

[解 説]

詳細調査は天然ダムの長期的な安全性を精度良く検討するとともに安全かつ経済的な対策工の選定及び設計を行うためのデータを得るために実施する。詳細調査の段階では時間的にも余裕があり，また精度の高い調査結果を得る必要があることから，主として現地調査，現地測量，現場および室内における土質試験，現場における水文観測等により必要なデータを入手する。調査は，図-2・3・1 に示すような内容を行う。

現地調査の他にも関係各機関や他部局及び直接管理している計測機器から，雨量，流量，火山の噴火予測等に関するデータを得て，天然ダムの決壊による災害拡大予測を行うとともに，天然ダム形成の原因となった斜面の崩壊，地すべりの安定度の解析の資料とする。

2．4．2 長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大詳細予測のための情報収集

災害拡大危険度評価により，危険性が高いと判断された長大斜面崩壊・地すべりについては応急復旧対策が実施されたならば，当面安全とされている箇所も含めて（いずれも監視中）長期的な災害拡大に関する安全性を評価するための情報を高い精度で収集する。

長大斜面崩壊・地すべりによる災害拡大の詳細予測及び対策工検討のための調査項目を以下に示す。

(1) 周辺の地形等
(2) 変動計測調査

(3) 安定解析調査
(4) 対策工設計のための調査
災害拡大予測のための情報は，現地調査，地上検知センサー，室内試験を中心に高い精度で収集する。

[解　説]

長大斜面崩壊・地すべりの長期的な安全性（逆の意味で危険性）を精度良く検討するとともに恒久的な対策工の選定及び設計を行なうために詳細調査を実施する。詳細調査の段階では長大斜面崩壊・地すべりに切迫した危険性は少なく，時間的にも余裕があり，また精度の高い調査結果を得る必要があることから，主として現地調査，現地測量，計量機器を用いた計測，現場及び室内における土質試験等により必要なデータを入手する。また斜面の変位等に関する計測機器からのデータは工事中の安全管理や対策工の効果評価，工事終了後の斜面の安全監視にも用いることができる。調査は，図-2・3・2 に示すような内容を行う。

2．4．3　天然ダムの災害拡大詳細予測のための情報分析手法

応急復旧完了後の災害拡大危険箇所は，詳細な調査を実施し，精度のよい拡大予測（長期的な安定性の検討）及び本復旧工法の選定のための分析をする必要がある。
天然ダムに関する詳細予測としては次の項目について検討する。
(1) 天然ダムの決壊及び洪水氾濫シミュレーションによる災害拡大予測区域の詳細検討
(2) 浸透流解析を用いたパイピングによる破壊予測
(3) 天然ダム下流斜面の安定解析
(4) 天然ダムを形成する原因となった斜面・地すべりの安定度の検討

[解　説]

詳細調査によって得られたデータを基に天然ダムの長期的な安定性を検討するとともに，上流，下流における被害予測範囲，被害発生形態を精度良く測定する。二次災害の危険度判定と洪水氾濫シミュレーションに必要な調査項目と解析の流れを表-2・4・1 に示す。天然ダムの決壊の形態としては越流によるものが大部分であるが，この段階では必要に応じて，決壊事例としてはまれではあるがパイピングによる破壊及び下流斜面の安定解析についても実施しておくとよい。天然ダムの浸透解析を行うことにより堤体内を通って下流へ流下する流量が推定でき，天然ダム上流が完全に湛水していない場合の湛水時刻と湛水範囲が予測できる。

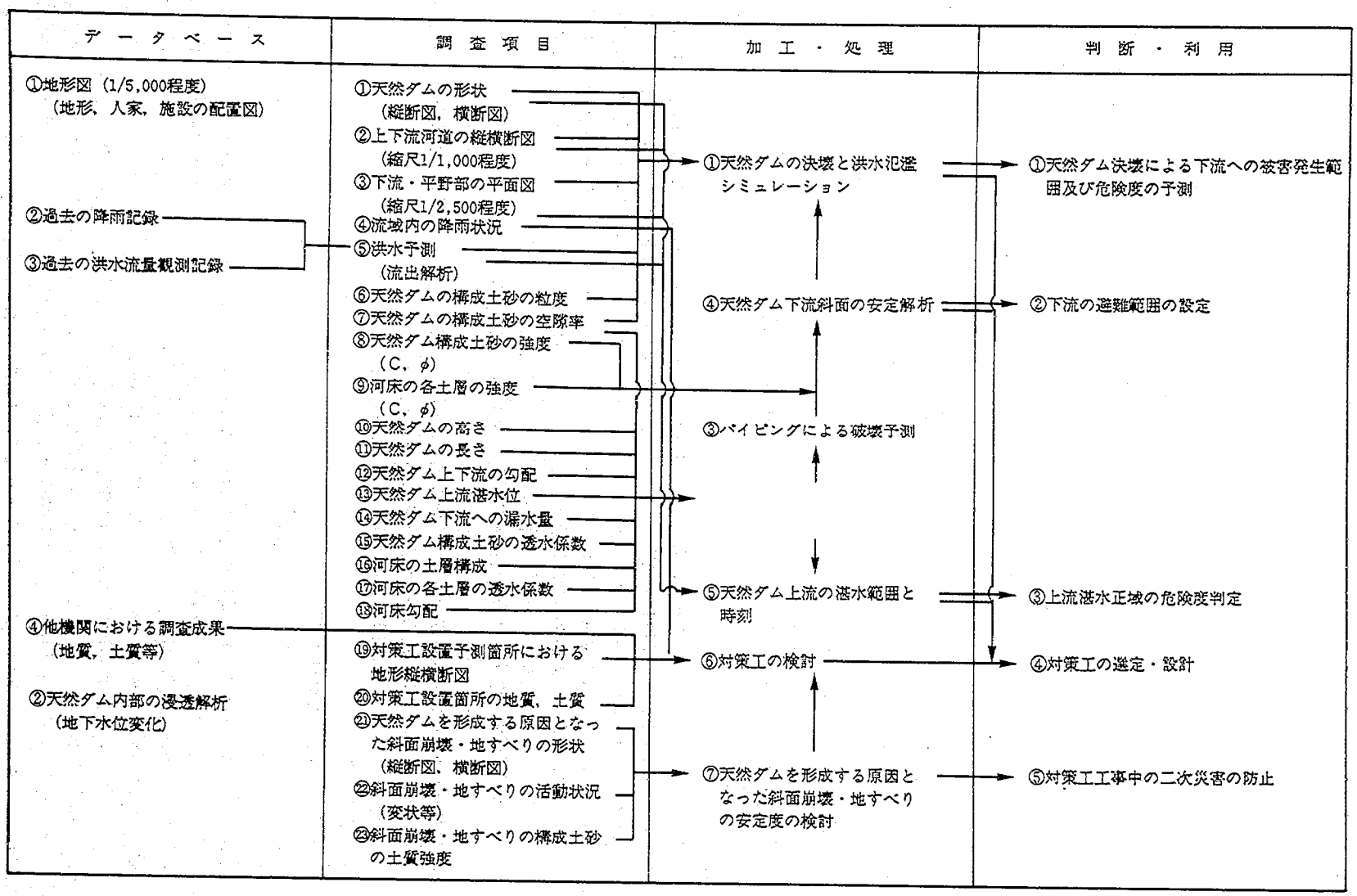
2．4．4　長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大の詳細予測のための情報分析手法

応急復旧完了後の災害拡大危険箇所は，詳細な調査を実施し，精度のよい拡大予測（長期的な安定性の検討）及び本復旧工法の選定のための分析をする必要がある。
長大斜面崩壊・地すべりに関する詳細予測としては次の項目について検討する。
(1) 斜面安定解析
(2) 土塊の移動・堆積範囲の推定

[解　説]

詳細調査によて得られたデータを基に長大斜面崩壊・地すべりの長期的な安全度（逆の意味では危険度）を検討するとともに，長大斜面崩壊・地すべりによる被害発生範囲を精度よく推定する。長大斜面崩壊・地すべりの短期的な危険度評価には 2．3．4 で述べた図表による概略判定法があるが，長期的な安定の判定においてはこれらの他に，斜面安定解析を基に豪雨時あるいは地震時における斜面の安全率の変化を考慮して行うのが一般的である。なお安定解析に重要な豪雨時における地盤内の間隙水圧の変化は，長期的な現場観測によるデータを基に斜面地盤内の浸透解析を用いて行われる。現状で長期的な安全率が不足している場合には恒久的な対策工を計画することとなる。長大斜面崩壊・地すべりの長期的な安全性（逆の意味では危険性）を判断する安全率の値は，長大斜面崩壊・地すべりの規模，想定している対策工の設計条件，災害が発生した場合の被害の大きさ，対策工

表-2・4・1　詳細調査と天然ダムの安定性の検討



に要する費用等を総合的に検討して決定するが，一般的に1.05～1.20の値を用いている場合が多く，これが対策工の計画安全率としても用いられている。なお一般には活動中の長大斜面崩壊・地すべりの安全率は0.95～1.00の範囲で設定して土質試験結果を参考として逆算によりすべり面での平均的な強度常数を求める。0.95～1.00の安全率の選択は活動の程度を考慮して行う。次に長大斜面崩壊・地すべりの活発化に伴う土塊の移動・堆積範囲の精度の高い推定方法としては理論的な計算方法がある。この方法は一般に，エネルギー保存則と質量保存則を組み合わせて土塊と地盤との抵抗力を何らかの形で評価することにより行われる。例えば，斜面崩壊，地すべりでは中村らによる地すべり土塊到達範囲推定シミュレーション手法が，また，崩土が泥流化すると考えられる場合には，土石流氾濫シミュレーションを用いることができる。ただし，これらの方法は主として過去に発生した地すべりや崩壊現象の再現に対して検討されてきたものであり，実際の予知・予測に当たっては対象とする地すべり・崩壊の規模を決定し，同様な地質条件等を持つ過去の地すべり・崩壊事例を参考として土質定数を決定して計算を行う必要がある。

2．5　土砂災害情報収集のための手法

2．5．1　ヘリコプターによる災害情報の収集

ヘリコプターによる情報の収集は，災害の状況を効率的かつ全体にわたって把握できるという特徴がある。

ヘリコプターによる災害情報収集は，その内容により3段階に分けられ，調査員が目視により収集するほかに空中情報センサにより撮影された情報から判読・整理する方法がある。

第1段階　災害の概況把握

第2段階　災害拡大危険度評価のための調査

第3段階　災害拡大危険箇所の変動調査（監視）

土砂移動状況を収集するためにはヘリコプターに装備されている機器を有効に活用することが重要である。また，ヘリコプターの機能及び法規制等も考えた飛行計画を検討をする必要がある。

［解　説］

大規模かつ多数の土砂災害発生箇所の詳細なデータを一挙に把握することは困難であるので，調査段階を設定しておおまかな調査から詳細な調査に順次移行していく。各段階におけるヘリコプターによる調査段階と調査内容を表-2･5･1に示す。

表-2･5･1　ヘリコプターによる調査段階と調査内容

段　階	調査目的	調査対象	調査内容と手法	得られる情報	飛行方法
第1段階	・被災予想区域の全体の状況を把握	・被災予想区域全体 ・土砂災害の発生状況と被災状況	・災害の発生位置，規模，被災度を目視により確認・把握する ・災害の発生状況を空中情報センサにより収集し，判読・整理する	・土砂災害発生箇所の分布 ・土砂災害の種類，規模，被害 ・人家施設との関係	・高高度（1,000 m） ・道路，河川沿
第2段階	・災害拡大危険箇所の概略調査	・災害拡大危険箇所	・空中情報センサにより情報を収集し，判読・整理する	・土砂災害の規模，土量，変状，被害構造物の損傷等	・中高度 ・対象箇所と河川の上下流
第3段階	・災害拡大危険箇所の変動調査	・災害拡大危険箇所 ・応急復旧箇所	・危険箇所を目視により監視する ・空中情報センサにより情報を収集し，判読・整理する	・地表変動，流量，水位 ・詳細な被害の状況	・低高度（300 m） ・対象箇所とその周辺

(1) 災害の概況把握（第1段階）

この段階でのヘリコプターによる情報の収集が最も重要となる。調査員は，災害の発生位置・規模・被災状況並びに大規模な災害の拡大予測箇所について調査を行う。この段階では災害状況の全容を知ることが目的なので，災害発生位置を正確に把握する他は，調査員の目視により情報を収集し，調査表（表-2・3・1，表-2・3・3）に位置，規模等の必要事項できるだけ記入するようにする。よって調査員は，現地の地形等を把握している経験豊富な技術者であることが望ましい。

更に，この段階でヘリコプターに装備されている機器を使用して情報を収集する。収集した情報は，直ちに判読・整理する必要がある。判読・整理した結果は災害全体を把握するために飛行しているため，精度のよい情報が得られないと考えられるが，全体の状況（今後の天候，地上調査の進捗度，災害拡大の危険性等）を考慮して危険度評価の資料とすることもできる。また，土砂・流木量の推定にも使用できるように判読・整理する。

(2) 大規模な災害の拡大危険度評価のための調査（第2段階）

第2段階として大規模な災害の拡大危険度評価のための調査を行う。この段階の調査手法としては，大規模災害の危険度評価を実施する必要がある場所を主にヘリコプターに装備されている機器を使用して収集する。大規模な土砂災害に対する空からの調査項目としては表-2・5・2に示す内容が挙げられる。ヘリコプターによる調査は，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判読・整理を行い報告する。判読手法としては，一

表-2・5・2 ヘリコプターによる調査のポイント

区分	調査項目	調査（撮影及び判読）のポイント	情報の質	
			実態	変動
長大斜面崩壊・地すべり	①位置	GPSによる緯度経度情報より地形図上で位置を確認	○	
	②範囲（長さ・幅・面積） ③形状（縦断形・横断形） ④崩土の到達範囲・土量	長大斜面崩壊・地すべり全体を撮影し，ビデオ映像から地形図上に描き範囲，形状，崩土の到着範囲・土量を計測する	○ ○ ○	
	⑤斜面・のり面の変状等 ・亀裂 ・小規模な崩壊 ・樹木等の傾き ・構造物の亀裂 ・湧水・沢水の流量変化，濁り	斜面，のり面の変状が読み取れるようにズームアップで撮影し，ビデオ映像から変動の情報を読みとる		○ ○ ○ ○ ○ ○
	⑥地表移動量（速度）の測定	同一箇所を飛行毎に撮影し，既存画像との比較等（移動量）から読みとる		○
	⑦周辺の地形・人家等の配置 ⑧人命・建物・施設等の被害状況	全体を撮影したビデオ映像から読みとる。被災箇所はズームアップで撮影する	○ ○	
天然ダム	①位置	GPSによる緯度経度情報より地形図上で位置を確認	○	
	②高さ ③長さ ④幅	天然ダム全体を撮影し，ビデオ映像から地形図上に描き高さ，長さ，幅を計測する	○ ○ ○	
	⑤流水流入量	浮木を投下して撮影し，ビデオ映像から流速，川幅を読みとる		○
	⑥ダム水位（変化）	同一箇所を飛行毎に撮影し，既存画像との比較等から読みとる		○
	⑦構成材料の透水係数 ⑧構成材料の粒度	天然ダムをズームアップで撮影し，ビデオ映像から推定する	○ ○	
	⑨周辺の地形・人家の配置 ⑩人命・建物・施設等の被害状況	全体を撮影したビデオ映像から読みとる。被災箇所はズームアップで撮影する	○ ○	

表-2・5・3　ヘリコプター（あおぞら号）に装備されている機器

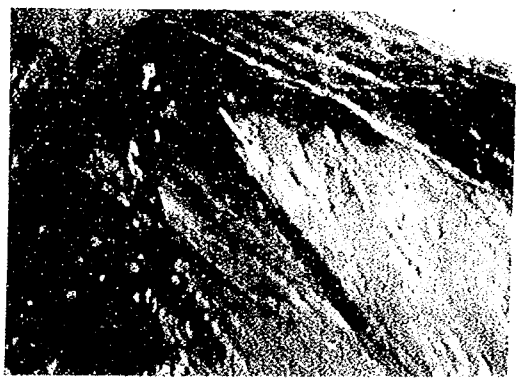
センサの種類	感知領域	光　軸	焦点距離	収　録	用　途
カラービデオカメラ (IHL－95)	可視光線	水平 360° 垂直＋30°～－90°	f＝12.5～275 mm 2倍エクステンダ内	3/4″，1/2″ VTR	昼間撮影 拡大撮影
熱赤外ビデオカメラ (2500 A/B)	熱赤外線 (8－12μm)	水平＋120°～－120° 垂直＋30°～－180°	普通角(40°×21.5°) 望遠(7°×3.25°)	1/2″ VTR	夜間撮影 温度分布を識別
垂直スチールカメラ (MK－70) 2台	可視光線	垂直固定　－90° 基線長　11 m	f＝60 mm (53 mm×53 mm)	各種 フィルム	ステレオ撮影 写真測量可能
モニタビデオカメラ (Ci－10)	可視光線	垂直固定　－90°	f＝8 mm	1/2″ VTR	垂直撮影，連続撮影により対地高度の測定

表-2・5・4　土砂災害状況の内容と機器の対応性

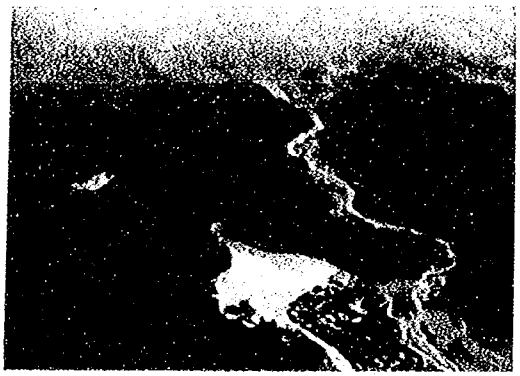
土砂災害情報の内容		イメージセンサ				地形図	航法		既存画像	相関データ	地形センサ	土質センサ
		カラーVTR	熱赤外	垂直写真	モニタVTR		位置	高度				
長大斜面崩壊・地すべり	①位置	○	△		○	○	○					
	②範囲（長さ・幅・面積）	○	△		○	△	○	○		○	○	
	③形状（縦断形・横断形）	△		○～△		△					○	
	④崩土の到達範囲・土量	○			○	○	○			○	○	○
	⑤斜面・のり面の変状等											
	・山腹の亀裂・段差・ふくらみ	△	△	○							△	
	・小規模な崩壊	○	○									
	・樹木の傾き	○～△	△									
	・構造物の亀裂・横ずれ・ふくらみ	△		○								
	・湧水・沢水の流量変化，濁り	○～△	○～△									
	⑥地表移動量（速度）の測定											
	・移動量（2時期画像比較）	○～△		○					○			
	・土層の厚さ・含水量		△									○
	・土塊構成材料の土質	△	△									△
	⑦周辺の地形・人家の配置・土地利用	○		○	○	○			○			
	⑧人命・建物・施設の被害状況											
	・建物・施設の被害状況	○				○			○△			
	・道路の復旧状況	○				○						
天然ダム	①位置	○	○		○	○	○					
	②高さ（厚さ）　③長さ　④幅	○	○		○	○		○		○	○	△
	⑤流入量											
	・河床横断形，縦断形	△		○		△					○	
	・流速	○		○								
	⑥ダム水位（変化）											
	・水位（変化）	○									○	
	・越流・侵食・濁水	○	○									
	⑦構成材料の透水係数	△	△									△
	⑧構成材料の粒度	△										△
	⑨周辺の地形，人家の配置・土地利用	○		○	○	○			○			
	⑩人命・建物・施設の被害状況											
	・建物・施設の被害状況	○				○			○△			
	・道路の復旧状況	○				○						

凡例：　○；対応できる　△；対応に難がある　無；対応性がない

般に経験豊富な技術者がビデオ映像から地形図に天然ダムや長大斜面崩壊・地すべりの形状等を記入し必要なデータを読みとる方法がある。ヘリコプターによる天然ダム及び長大斜面崩壊・地すべりの判読した結果は表-2・3・1及び表-2・3・3の様式に整理する。なお，表-2・5・5に示す撮影条件も必ず添付しておく必要があり，ビデオ映像のハードコピー（写真-2・5・1）も写真として添付する。また，変動に関する情報は微細な情報が多く，イメージデータの分解能に大きく影響されることが予想される。特に，危険度判定や応急対策工の検討には，より精度の高い情報が必要となり，空中からのイメージデータからだけでは難しいものもある。主な装備を表-2・5・3に，土砂災害の内容とそれに対する機器の対応性を検討した結果を表-2・5・4に示す。この表を参考に調査内容に適した機器を選択するとよい。また，データ加工支援に関しては，GPSによる位置決定，カメラ光軸方位の検出などが検討されている。



（長野県西部地震災害　御岳崩壊）



（長野県西部地震災害　王滝川天然ダム）

写真-2・5・1　ビデオ映像写真（ハードコピー）の例

天然ダムにおいてはダムの決壊による洪水流が発生した場合にどの場所が危険かの判断が至急に求められる。氾濫範囲を判定する目安として，表-2・5・6に示す洪水流量からの洪水位の判定があげられる。

(3)　災害拡大危険箇所の変動調査（第3段階）

ヘリコプターにより災害拡大危険箇所の地表変動，流量・水位等の変動に関する調査を実施し災害拡大危険箇所を目視により監視する。また，同時にヘリコプターによる空中撮影を実施し，変動に関する情報を判読する。

(4)　ヘリコプターによる災害情報収集の留意点等

1）対象とする被害や災害の規模については，土木構造物やその他の地物の大きさをキーに，ある程度の精度で把握することは可能であり，復旧活動に利用できる数値が得られる。表-2・5・7にヘリコプターによる土砂災害調査を行う際の測定精度の例を示す。

2）災害規模の内で，深さ並びに厚さの判定は難しい。災害前の地形図等の補助資料が必要である。また，今後レーザー対地高度計等のセンサの検討が望まれる。

表-2・5・5　撮影条件

①年月日	年　月　日
②時　刻	時　分　秒
③緯　度	N：　°　'　" E：　°　'　"
④高　度	Z＝　m
⑤(距離)	D＝　m
⑥焦　点	f＝　mm
⑦カメラ	1．ビデオ 2．ビデオ（モニタ） 3．垂直ステレオ 4．赤外ビデオ
⑧種　別	1．垂直 2．斜め
⑨伏　角	度

3）天然ダムの決壊予測等においては土質に関する情報が重要であるが，土質特に堆積物の透水性については，表面の粒状性や色調からだけでは判定は困難であり，視察者の経験によって判定内容が大きく異なる。また，堆積物の粒度分布等も判定が難しく，何らかの補助資料が必要と考えられ，今後の課題といえる。

4）構造物の損傷では，数cm程度の幅を持つ亀裂はとらえることができる。ただし，小さい対象ほど誤差が大きくなるので，危険度の判定に当たっては，亀裂幅よりも位置や密集度等を利用すべきである。

5）天然ダムの決壊予測等においては流入流量を求めることが重要であるが，浮子による流速及び水深の測定

表-2-5-6　天然ダムの避難予想区域の整理様式

天然ダム避難予想区域			所在地	水系　　川　　km　　m
			地　点	km　　m：計画高水流量　　m³/s：計画高水位　　m
下流区域	堰止高 m			
	湛水面積 ×10⁶m²			
	湛水量 ×10⁶m³			
	Dam-Facter ×10⁶m⁴			
	ピーク流量 m³/s			
	氾濫面積 ha			
	人　家戸			
	特記事項	アクセス道路など		
上流区域	流速 m/s			
	断面積 m²			
	流入流量 m³/s			
	現湛水量 ×10⁶m³			
	満湛水量 ×10⁶m³			
	満水位時刻			
	氾濫面積 ha			
	人　家戸			
	特記事項	アクセス道路など		

地点 No.								
川幅 B								
河床勾配 I								
洪水位 R								$R=(nQ/BI^{1/2})^{3/5}$
護岸高 h								$n=(\quad)$
氾濫の有無								

表-2・5・7　ヘリコプターによる測定精度

砂防施設等人工構造物の亀裂幅	0.1 m 程度 (但し，縮尺 1/200 程度で新鮮なものは 2 cm程度でも判断可能)
斜面の亀裂幅	0.5~1.0 m 程度
崩壊長・崩壊深	10%~20%程度

(対地高度 300~400 m，カメラの焦点距離 55 mmの場合)

では，縮尺をできるだけ正確に求めることが前提となる。大きさのわかっている構造物等を写し込むように撮影することが大切であり，なるべく大きなものがよい。このような地物が無い場合は，周辺部から映像をつなげるか，広い範囲を撮影するなどして，縮尺が決められるような撮影方法を採る必要がある。

6）土砂災害情報の内容のうちで，変位や変動を表す徴候をとらえるには，拡大撮影が前提となる。経験豊かな視察者の撮影箇所の予測と指示が必要である。

7）撮影指示並びに映像の解読の両面で，経験豊富な技術者が必要である。経験の有無で土砂災害情報内容の質並びに量的評価が異なるので災害の拡大予測・二次災害の防止等の高度な判断を行うためには，複数の経験者による作業が望ましい。

2．5．2　地上調査による災害情報の収集

地上調査は，現地に調査員が赴くことにより行うもので，復旧に係わる調査は地上調査が主体となる。調査段階毎の調査方法は以下のとおりである。

(1)　災害の概況把握のための情報収集
- ①　現地踏査による災害発生位置・規模・被災状況の調査
- ②　現地踏査による土砂移動予測箇所の調査

(2)　災害拡大危険度評価のための情報収集

1）天然ダム
- ①　簡易な測量による調査（天然ダムの規模等）
- ②　浮子等による天然ダムへの流入量の測定
- ③　水位標による天然ダムの水位測定
- ④　土質試験用の試料採取
- ⑤　現地踏査による天然ダムの周辺の状況と被害状況の調査

2）長大斜面崩壊・地すべり
- ①　簡易な測量による調査（規模等）
- ②　現地踏査による長大斜面崩壊・地すべり地周辺の調査
- ③　ぬき板等の設置と観測

(3)　災害拡大の詳細予測のための情報収集

1）天然ダム
- ①測量（規模）
- ②土質調査
- ③本復旧のための調査

2）長大斜面崩壊・地すべり
- ①　測量（周辺の地形等の把握）
- ②　変動計測調査
- ③　安定解析調査
- ④　対策工設計のための調査

［解　説］

(1)　災害の概況把握のための情報収集

1）現地踏査による災害発生位置・規模・被災状況の調査

災害発生後または災害発生が予測される場合には，車などにより地上調査を実施し，災害発生場所の確認，その規模の推定，被災の状況及びその影響について踏査により調査する。土砂災害は，広範囲に発生することが考えられるので，地区割りなどをして緊急時にできるだけ多くの情報が収集できるようにすることが望ましい。

2）現地踏査による土砂移動予測箇所の調査

災害発生後または災害発生が予測される場合には，車などにより地上調査を実施し，土砂移動予測箇所の確認を行う。天然ダムの形成などは，現地に赴くことができればその規模や影響を判断することができると考えられるが，長大斜面崩壊・地すべりについては，斜面の変状や亀裂等を確認しなければならないので，あらかじめ危険な場所（危険区域図）を重点的に調査することも考えられる。

(2)　災害拡大危険度評価のための情報収集

1）天然ダム

天然ダムの形成が確認されたならば，直ちに現地に赴き天然ダムの位置の確認と以下の調査を実施する。調査に必要な器材・資料としては表-2･5･8 に示すものがある。なお，電子スチルカメラやビデオカメラは，現像時間を要さないので解析に早く使える等の利点があり持参すると良い。

①　簡易な測量による調査

簡易な測量により天然ダムの高さ，長さ，幅等を測定する。なお，簡易な測量が容易に実施できない場合には，平面図を参考に周辺の樹木，尾根や谷の地形等から目視により推定する。

天然ダムでの越流が始まっている場合には，天然ダムの越流箇所，流量（川幅，水深，流速）土砂の侵食速度等を測定する。天然ダムからの越流が始まっている場合には，直ちに事務所に報告する。

②　天然ダムへの流入量の測定

天然ダムの上流で浮子等を用いて流速を測定し，同時に水深と流路幅を測定して天然ダムへの流入量を求める。

③　天然ダムの水位

天然ダム上流に水位標を設置し，水位の観測を行う。

④　土質試験用の試料採取

天然ダムの構成土砂の透水係数と粒度を測定するための試料を採取する。また，同時に透水係数を予測する。

⑤　天然ダムの周辺の状況と被害状況の調査

天然ダム周辺を徒歩などにより踏査し，天然ダムの形成原因，周辺の地形，人家の配置，人命，建物・施設等の被害状況を調査する。状況は，写真撮影を行って記録する。

2）長大斜面崩壊・地すべり

長大斜面崩壊・地すべりの発生が確認されたならば，直ちに現地に赴き長大斜面崩壊・地すべりの位置を確認と以下の調査を実施する。調査に必要な器材・資料を表-2･5･8 に示す。

表-2･5･8　地上調査に必要な器材・資料

器材・資料	備　考
野帳（耐水性の用紙を用いたもの）	筆記用具
地形図（1/5,000 程度）	
地質図（1/50,000 程度）	
空中写真	
カメラ，ポラロイドカメラ，	フィルム，フロッピィ，
電子スチルカメラ	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，白墨
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	
浮木（流速計）	天然ダム
土砂採取用容器	〃
水位表	〃
ぬき板	地すべり
伸縮計	〃
地上検知センサー	〃
その他必要器材	

① 簡易な測量による調査

簡易な測量により長大斜面崩壊・地すべりの範囲と形状，崩土の到達範囲と土量等を測定する。

② 長大斜面崩壊・地すべり地周辺の調査

長大斜面崩壊・地すべりの周辺を徒歩などにより踏査し，地形，人家等の配置，人命・建物・施設の被害状況・前兆現象・構造物の移動等を調査する。状況は，写真撮影を行って記録する。

③ ぬき板等の設置と観測

長大斜面崩壊・地すべりの斜面の変状を把握するためぬき板，移動杭等を設置し観測を行う。長大斜面崩壊・地すべりの変状が大きいときには直ちに事務所に連絡する。

(3) 災害拡大の詳細予測のための情報収集

1）天然ダム

災害拡大危険度評価のための情報収集後のできるだけ早い時期に以下の調査を実施する。

① 測量

現地測量を実施して，天然ダムの高さ，長さ及び上下流の勾配，河床勾配を詳細に測定する。また，天然ダムを形成する原因となった斜面崩壊・地すべりの形状を測量する。

② 土質試験

土質試験により天然ダムの構成土砂の粒度，空隙率，強度，透水係数及び河床の強度，透水係数を求める。土質試験の方法は，原則としてJIS規格によるものとする。

③ 対策工設計のための調査

現地踏査を行って対策工実施箇所を決定し，設計に必要な測量を行う。また，必要に応じて地質及び土質調査を実施する。

2）長大斜面崩壊・地すべり

災害拡大危険度評価のための情報収集後のできるだけ早い時期に以下の調査を実施する。地上調査の方法は，原則として建設省河川砂防技術基準（案）によるものとする。

① 測量

② 検知センサーによる変動量調査

③ 安定解析調査

④ 対策工設計のための調査

2．5．3 地上検知センサーによる災害情報の収集

土砂災害状況の監視並びに災害拡大予測のため，土砂災害の現象，誘因，素因等の情報を地上検知センサーを用いて収集する方法がある。地上検知センサーを用いることにより，土砂災害情報の連続的な収集が可能となる。

(1) 地上検知センサー

地上検知センサーは，土砂災害の形態によって次のように分類される。

1）土石流の地上検知センサー

2）長大斜面崩壊・地すべりの地上検知センサー

3）天然ダムの形成と決壊の地上検知センサー

4）のり面・斜面変状の地上検知センサー

(2) 地上検知センサーを用いた情報収集システム

土砂災害情報は，地上検知センサー，情報伝送装置等の機器でシステムを構成して収集する。情報収集システムは映像情報を収集するビデオシステムと，数値化した情報を収集するテレメータシステムがある。災害等での監視体制強化のため，緊急に情報収集システムを構築することも考慮しておく必要がある。

(3) 既存の土砂災害情報収集システム

代表的な例として次のものがある。

1）土石流発生監視システム

2）地すべり自動観測システム

[解　説]

(1) 地上検知センサー

1）土石流の地上検知センサー

土石流は，主に豪雨等が原因で，山腹の土砂や渓床に堆積していた不安定な土砂が流動化して流れ下り，下流の人家等を破壊し埋めるという災害の形態をとる。土石流が発生してから保全対象のある下流へ到達するまでの時間は非常に短いので，雨量データを基に発生の危険度を判定し，発生前に警戒，避難を行うのが主な体制となっている。また，土石流の発生をいち早く知って迅速な対策をとるために，土石流の発生場所や発生規模を検知するセンサーを設置している所も多い。土石流の地上検知センサーは表-2･5･9 に示すように分類・整理される。

表-2･5･9　土石流地上検知センサー一覧表

観測項目		検知センサー	観測内容
土石流状況	土砂移動	ワイヤー式検知器	土石流によるワイヤー切断
		コンタクト式検知器	土石流との接触検出
		光電式検知器	土石流による光遮断
		礫移動式検知器	土石流による礫移動検出
		ビデオカメラ	視界良好時の土砂移動
		高感度ビデオカメラ	視界不良時の土砂移動
	振動	振動計式検知器	土石流による振動検出
気象状況	雨量	雨量計	雨量

2）長大斜面崩壊・地すべりの地上検知センサー

長大斜面崩壊・地すべりの地上検知センサーについては，現在災害時のみならず，対策工の調査，設計，施工の段階から多くの種類のものが使用されている。各センサーは表-2･5･10 に示すように分類・整理される。

3）天然ダムの形成と決壊の地上検知センサー

天然ダムの形成は地すべり，斜面崩壊，山体崩壊，火山噴出物の堆積等によるものが大部分である。この中で，地すべりによる天然ダムの形成は，監視体制がとられていれば，ある程度予測ないし検知が可能である。しかし，地すべり以外の原因による天然ダムの形成は，発生箇所の特定が難しく有効な情報収集ができないので検知することは難しい。

一方，天然ダムの決壊は越流によるものが多く，浸透水による下流のり先のパイピングにより決壊するのはまれである。したがって天然ダムの決壊は流水流入量と湛水水位を監視することが重要である。流入量は流量計あるいは，水位計と流速計の組み合わせで，また湛水水位は水位計で監視が可能である。

以上により，天然ダムの形成と決壊の地上検知センサーは，地すべりの地上検知センサーの他，水位計，流速計，流量計が有効である。

4）のり面・斜面変状の地上検知センサー

斜面の変状を，巡回することなしに，リアルタイムにかつ広範囲に把握することによって，斜面災害を軽減し，斜面の安全管理を容易に行うことを目的に，のり面・斜面変状検知センサーが開発されている。設置状況を図-2･5･1 に示す。

この検知センサーは，斜面変状を光ファイバーの曲げに変換し，その曲げによる光ファイバーの伝送損失の変化で斜面変状を検知するものである。そのために本センサーは大きく 3 つの部分から構成されている。まず，計測の中心となる光ファイバーとその測定器の部分，次に光ファイバーを支え，斜面に据え付ける杭と梁の部分，そして斜面の変状，即ち杭の移動量を光ファイバーの曲がりに変換するファイバー圧縮部分である。(図-2･

表-2・5・10　長大斜面崩壊・地すべり地上検知センター一覧表

観測項目		検知センサー	観測内容
気象状況	雨量	雨量計	雨量
	積雪	積雪深計	積雪深
地表変動	傾斜変動	地盤傾斜計	地表面の移動方向と量
	土塊移動	伸縮計	クラックの変位計と変位速度
		ぬき板観測	同上。簡便な観測法
		移動杭測量	移動土塊の水平移動量
		光波測量	移動土塊の移動方向と移動量
	地形変状	ビデオカメラ	視界良好時の地形変状
		高感度ビデオカメラ	視界不良時の地形変状
地中変動	傾斜変動	設置型地中傾斜計	地すべり土塊の変位
		挿入型地中傾斜計	同上
	土塊移動	地中伸縮計	すべり面のずれ量と速度
		多段式地中伸縮計	同上&すべり面位置
		パイプ歪計	すべり面位置と変位状況
水文状況	地下水圧	地下水位計	孔内水位の変動
		間隙水圧計	すべり面での水圧変動
構造物挙動	外圧	土圧計	擁壁，深礎杭等にかかる土圧
		ロードセル	アンカーに作用する張力など
	内部応力	ひずみ計	構造物の歪
		鉄筋計	鉄筋にかかる応力
	変位	傾斜計	構造物躯体の傾動
		挿入型地中傾斜計	鋼管杭のたわみなど

5・2)

動作原理は，斜面の変状とともに，斜面に打ち込まれた杭が移動し，その移動量の変化をファイバー圧縮部分で光ファイバーの曲げに変換し，その曲げによる伝送損失を電気的に計測するものである。

この検知センサーは，光ファイバー一本で150 km程度の範囲をカバーできるので，地形条件等を考慮した経済的な配置が可能である。

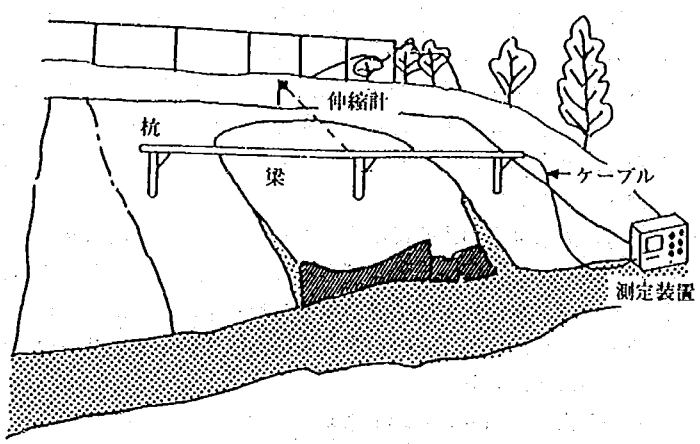


図-2・5・1　のり面・斜面変状検知センサー設置状況

(2) 地上検知センサーを用いた情報収集システム

1) システム概要

地上検知センサーを用いた情報収集システムは，映像情報を収集するビデオシステム（図-2・5・3）と，数値化された情報を収集するテレメータシステム（図-2・5・4）がある。

ビデオシステムは土石流，地すべり，天然ダムの形成と崩壊の状況を映像で監視する。ビデオシステムの要件として次のことが挙げられる。

① 動画，準動画または静止画映像で監視できること。

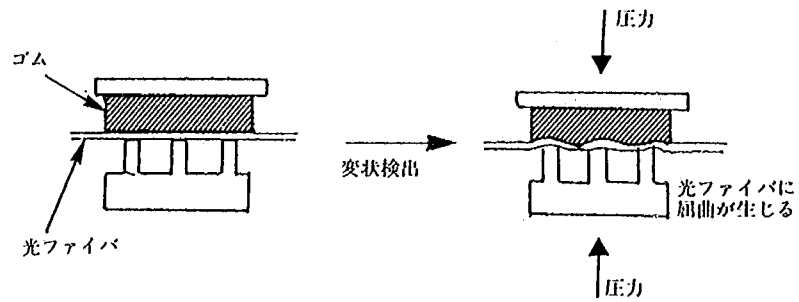


図-2・5・2　のり面・斜面変状検知センサー変換部

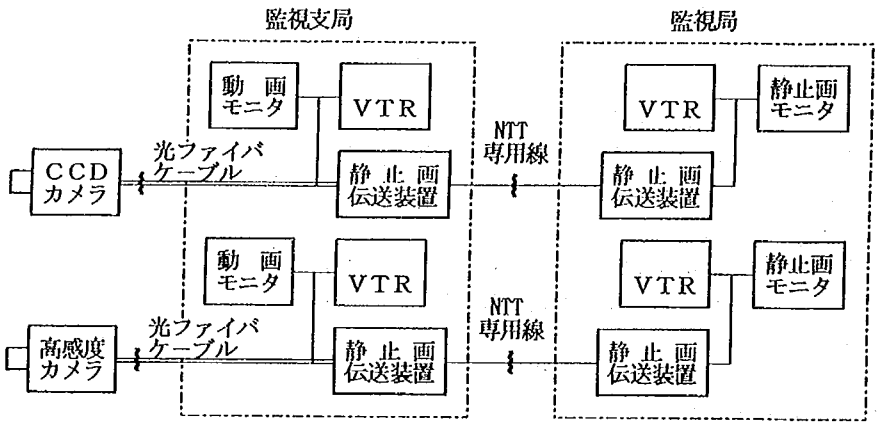


図-2・5・3　ビデオシステム構成図（概念図）

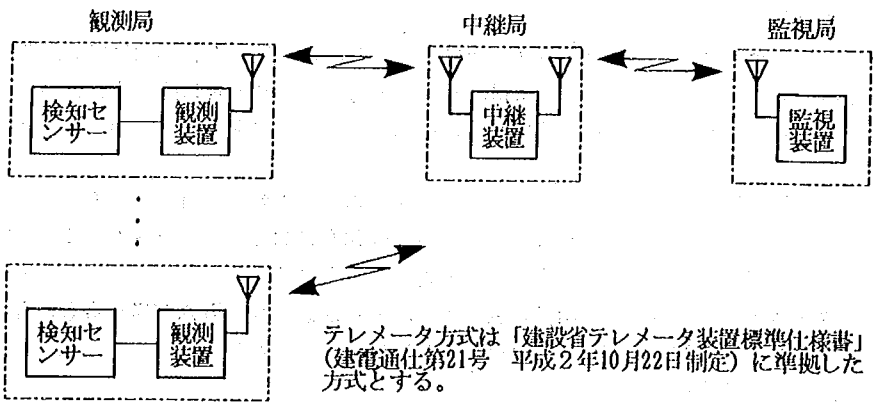


図-2・5・4　テレメータシステム構成図（概念図）

② 夜間や視界不良時にも監視できること。

③ 映像はVTR（ビデオテープレコーダ）で録画できること。

④ 映像を関係部署へ転送可能なこと。

⑤ リモコンでカメラを制御して，撮影目標を変更したりズームアップしたりできること。

テレメータシステムは土石流，地すべり，天然ダムの形成と決壊の状況を把握し，災害の予測をするためのデータを収集する。テレメータシステムの要件として次のことが挙げられる。

① 多用途，多量のデータの取扱いを可能とした汎用性の高いものであること。

② 状況に応じてデータ収集間隔を短縮すること。

③ 土石流の発生を検知した場合は即時に通報すること。

④ 収集データを関係部署へ配信可能なこと。

2）緊急時のシステム構築

土石流や地すべりは，災害の発生場所が比較的予測しやすいので，計画的に検知センサー等を設置してシステムを構築して対策をとりやすい。一方，斜面崩壊等の原因による天然ダムの形成と決壊では，天然ダムの形成場所の予測が困難であるため，事前に対策をとることが難しい。このような場合等に，緊急にシステムを構築して監視する必要が出てくる。緊急時のシステム構築手順は，平常時におけるそれと基本的に変わらない。しかし，構築条件は，次の3点で大きく異なっている。

① システムを構築する時間が少ない。

② 工事の危険性が高い。

③ 混乱した状況下で不測の事態が起きやすい。

以上から，緊急時においてよりよいシステムを構築するには，時間の節約や機器の確保等のために，事前の準備が必要である。事前準備で重要な項目は次のとおりである。

① システム提供者との連携体制の準備

システム提供者の候補を調べ，災害時に連携してシステムを構築できる体制をとっておく。

② システム構築の指針の準備

・災害時に，システム要件を即時判断・決定できるように整理しておく。

・いくつか災害を想定し，緊急時に構築するシステムのモデルを立案しておく。

・緊急時のシステム構築手順の概略を検討しておく。

③ 機器の確保

緊急時に必要な機器の種類と数量を想定し，入手方法を検討しておく。

④ 工事の安全確保の検討

災害状況下での工事方法とその安全確保の方法を検討しておく。

(3) 既存の土砂災害情報収集システム

1）土石流発生監視システム

土石流発生監視システムは，土石流発生危険渓流に設置され，降雨量から自動的に警戒避難を判定して関係者に通報するものである。警戒避難の判定方式は，建設省発行の「土砂災害に関する警報の発令と避難のための降雨量設定指針（案）」に基づいている。警戒避難の通報は迅速性を要求されるため，降雨状況の変化に追随して1分毎に出力される。

このシステムは，複数箇所を対象とする集中型監視システムと，1箇所を対象とするローカル型監視システムの2種類がある。両システムとも，土石流のソフト対策強化を目的として，建設省の技術評価制度で技術評価がなされ，昭和60年に9社11機種が合格し，評価書が発行されている。

土石流発生監視システムは地域により雨量の処理とか，警戒避難の判定方式が異なるものもあり，また，雨量計の他，ワイヤーセンサーや，振動センサ等を使用しているシステムもある。

2）地すべり自動観測システム

地すべり自動観測システムは，地すべりに関する情報を自動的に観測・収集して，地すべりの挙動を監視するものである。観測項目は雨量，地下水位，地盤伸縮，地盤傾斜，地中歪等が代表的である。地すべり自動観測システムの観測データ数は，土石流発生監視システムに比べて多い。土石流発生監視システムでは，十数量以下が一般的なのに対し，地すべり自動観測システムでは百量を超えることもまれではない。

地すべり自動観測システムは，建設省の技術評価制度で技術評価がなされ，昭和63年に14社14機種合格し，評価書が発行されている。

(4) その他のシステム

その他土砂災害に関係する気象情報及び水文情報等を収集しているシステムは各種あるが，代表的な例として次のものがある。

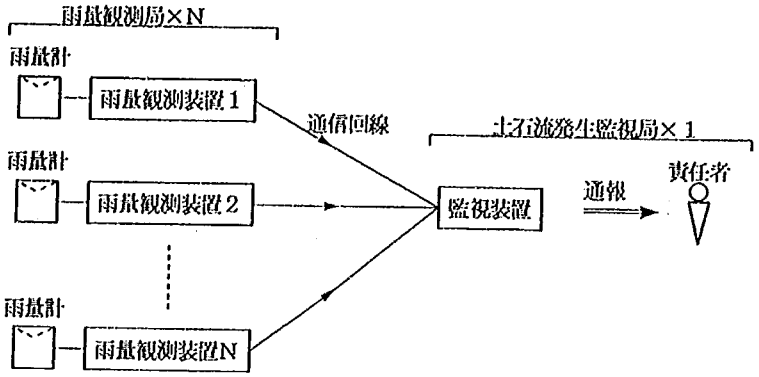


図-2・5・5　土石流発生監視システム構成図（集中型）

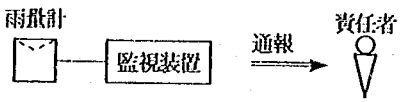
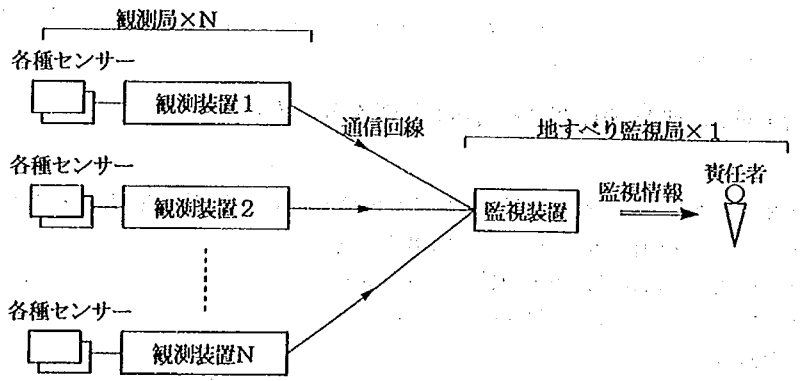
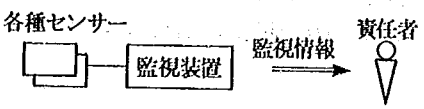


図-2・5・6　土石流発生監視システム構成図（ローカル型）



各種センサー：雨量、地下水位、地盤伸縮、地盤傾斜、地中歪等のセンサー

図-2・5・7　地すべり自動観測システム構成図（大規模システム例）



各種センサー：雨量、地下水位、地盤伸縮、地盤傾斜、地中歪等のセンサー

図-2・5・8　地すべり自動観測システム構成図（小規模システム例）

1）雨量・水位テレメータシステム

建設省では所轄河川の管理，洪水予報，ダム管理等のため，テレメータで雨量及び水位のデータを収集し，河川情報システムへ転送するとともに，都道府県や各種団体，市民等で活用するため，㈶河川情報センターのFRICSシステム（河川・流域総合情報システム）へも転送している。

2）レーダ雨量計システム

建設省では所轄河川の管理，洪水予報，ダム管理，道路管理等のため，レーダ雨量計で雨量データを収集している。収集したデータは，㈶河川情報センターのFRICSシステムへも転送され，都道府県や各種団体，市民

等で活用されている。

3）河川情報システム

建設省では，建設省所轄河川の管理，洪水予報，ダム管理及び水資源の有効利用等のため，河川情報システムで雨量，水位，流量，水質，ダム諸量，気象等のデータを入力・整理・加工・蓄積して，関係者に情報を提供するとともに，必要なデータを必要な箇所へ再配分する等，総合的に情報を管理している。

4）FRICS システム（河川・流域総合情報システム）

㈱河川情報センターは建設省等から提供される河川，ダム，砂防，海岸等に関する各種データ及び情報のほか，河川情報センターが入手する各種の情報を加工・処理した後，電話回線を通して，建設省，都道府県，防災関係機関，各種団体，市民等へ提供し，報道機関のルートを通じて提供される気象情報等と合わせて，河川の管理，洪水予報，ダム管理，水資源の有効利用及び水災害防止等に利用される。

5）アメダス（AMeDAS, Automated Meteorological Data Acqisition System：地域気象観測システム）

気象庁は，雨量，風，気温，日照，積雪のデータを収集・加工し，気象情報および気象予報として情報を提供している。

6）気象レーダ

気象庁の気象レーダは，降水の位置・強さ等を把握し，移動や変化の様子をとらえることで，台風・大雨・雷雨等の発見や追跡に利用されている。またアメダスと合成したレーダアメダス情報でより詳細な気象情報を提供している。

7）気象衛星

静止気象衛星「ひまわり」は日本を含めた地球の広い範囲の雲を可視光線と赤外線で観測し，広範囲の雲の状況把握や降水量の推定等に役だっている。

2．6　大規模災害の拡大予測区域に関する情報を伝達するための整理手法

災害拡大危険度評価により求められた結果は，応急復旧箇所の選定及び災害拡大予測区域内の警戒・避難のための判断材料として県・関係機関に伝達され活用される。

災害拡大予測区域に関する情報は以下の項目について整理する。

(1)　災害拡大予測区域（災害拡大予測区域図の作成）
(2)　災害拡大予測時刻
(3)　災害拡大予測区域内の避難等に関する情報
(4)　災害拡大予測区域内の被災及び復旧の状況
(5)　災害拡大予測区域に関係する降雨資料・余震の情報
(6)　災害拡大予想区域内の重要施設等に関する情報

以上の項目は，災害拡大の詳細予測が行われた場合または，監視により変化した場合には速やかに整理し直す必要がある。

［解　説］

(1)　災害拡大予測区域図の作成

災害拡大危険度評価，拡大予測により設定された災害拡大予測区域を地形図（原則として 1/5,000）に記入する。なお，災害拡大予測区域図中には，区域内の被災箇所も記入するので，このことを考慮して作成する必要がある。

また，災害拡大予測区域図は，県，関係機関が警戒避難のための判断材料として活用できるように伝達しなければならない。

(2)　災害拡大予測時刻

災害拡大危険度評価により得られた天然ダムの決壊予測時刻，長大斜面崩壊・地すべりの移動開始予測時刻を整理する。なお，災害発生予測時刻は，監視（検知センサー等による）による情報により変化することを考慮に

いれておかなければならない。とくに長大斜面崩壊・地すべりの災害拡大予測時刻については，前兆現象や移動速度，降雨量等の監視を行い，危険度が増大したならば直ちに情報が伝達できる体制をとる必要がある。

(3) 災害拡大予測区域内の避難等に関する情報

応急復旧箇所の選定に活用できるように災害拡大予測区域内の避難状況について整理する。整理すべき項目は以下の通りである。

① 避難を実施している地区と人数（世帯数）

② 避難場所と人数（世帯数）

③ 避難を行った理由

(4) 災害拡大予測区域内の被災及び復旧の状況

応急復旧箇所の選定に活用できるように災害拡大予測区域内の被災及び復旧の状況について整理する。

(5) 災害拡大予測区域に関係する降雨資料，余震の情報

1）災害拡大予測区域内に関係する降雨資料の整理

災害拡大予測区域内に関係する降雨資料を整理し，今後の降雨状況の予測を行うための判断材料とする。また，必要に応じて県・関係機関に伝達できるようにする。

2）余震の情報の整理

地震の震央と震度の分布や，余震に関する情報を整理し，応急復旧やその後の調査に活用する。

3）監視により得られる情報の整理

天然ダムの水位や長大斜面崩壊・地すべりの変動に関する情報について整理し，県・関係機関に必要に応じて伝達できるようにする。

(6) 災害拡大予想区域内の重要施設等に関する情報

平常時に収集した情報をもとに災害拡大予想区域内の人家・道路・公共施設及びライフライン等の重要施設等に関する整理を行い必要に応じて災害拡大危険予想区域図に記入する。整理した情報は，復旧箇所の選定に活用するほか，必要に応じて関係機関に伝達する。

第3章　災害復旧に関する情報の分析手法

3．1　災害復旧箇所及び災害復旧工法選定のための情報分析手法

3．1．1　土砂災害復旧箇所の選定手法

概略調査の結果，土砂災害の概要が明かとなり，概略の危険度判定，二次災害の危険度等が明かとなったならば，以下の情報を基に災害復旧箇所の優先順位を判定する。

(1) 二次災害の危険度，規模，緊急性
　1）二次災害の危険度（可能性）
　2）想定される二次災害の規模（範囲，対象人数，対象家屋数，対象施設，被害額）
　3）二次災害の発生予想日時（緊急性）
(2) 救援，復旧の進捗状況と貢献度
　1）被災地の救援の進捗状況と完了予定
　2）周辺の被災地の救援，復旧促進に対する応急復旧の効果
　3）被害の状況（人的，物的）
(3) 地域の社会，経済の回復に与える影響
　1）復旧工が周辺地域の社会，経済の回復に与える影響
(4) 復旧用資材，機材の調達
　1）利用可能な復旧用資材，機材の配置
(5) 復旧用資材，機材の搬入手段
　1）　復旧用資材，機材の搬入路
(6) 施設の被災の拡大危険度
　1）拡大可能性
　2）拡大速度

復旧に当っては優先順位をつけて，優先度の高いものから順に復旧していく。優先度は二次災害の可能性，規模，緊急度を重点として判定するが，この他にも救援，復旧を迅速に行うことに対する貢献度，地域の社会，経済の回復への貢献度，復旧用資機材の調達，搬入の可能性，施設の被災の拡大危険度等を考慮して総合的に判断する。

[解　説]

災害発生箇所が多くかつ被害程度が大きい場合には，全ての被災箇所を同時に復旧することは不可能なので，復旧に優先順位を設け，優先度の高い順に応急復旧，及び本復旧を実施していかねばならない。優先度は災害の規模，範囲，二次災害の危険性，地域の特性等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。

人命の保全や地域全体の復旧の進捗に重大な影響を与えるものは応急復旧であり，このことから復旧優先度の検討が非常に重要な意味を持つのは，主として応急復旧段階である。

一般に，応急復旧の段階では重大な二次災害の防止と救援・復旧活動の促進が重要な目的であり，これらの必要性が高い箇所及び効果が上がる箇所を優先的に選定することとなる。応急復旧の優先度の検討フローを図-3・1・1に示す。本復旧の優先度の検討方針も基本的には図-3・1・1に示すものと同じであるが，相対的に二次災害の防止と救援・復旧活動の促進を目的とするものは減少し，地域の社会，経済活動の回復を目的としたものが増加する。

なお，救援・復旧活動の促進に対しては道路による交通の確保が重大な役割を果たすことから，直接人命や施設に被害が生じた場所の他に救援・復旧活動を迅速に行うのに必要な道路に対する土砂災害の応急復旧を実施することが重要である。このため道路の復旧優先箇所の判断項目を表-3・1・1に示す。

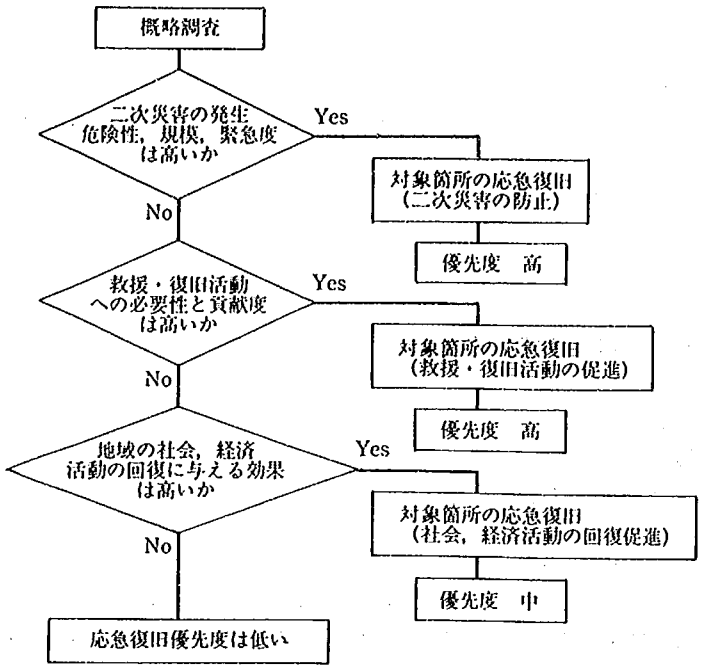


図-3・1・1　応急復旧の優先度の検討フロー

表-3・1・1　道路に係わる土砂災害の復旧優先箇所

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質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，ネットとなる被災箇所			◎	
	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

3．1．2　大規模災害の応急復旧工法の選定手法

土砂災害の概略調査（大規模災害の拡大危険度評価のための情報収集）結果を基に，一般に考えられる自然条件，施工性，経済性等の要因のほかに，以下の情報を用いて天然ダム及び長大斜面崩壊・地すべりにおける応急復旧工法を選定する。

天然ダムにおける応急復旧工法の選定手法

1）被害拡大形態の予測

2）対策施工位置

3）復旧資機材の調達のし易さ

(2)　長大斜面崩壊・地すべりにおける応急復旧工法の選定手法

1）規模，移動速度

2）被害拡大範囲の予想

3）復旧資機材の利便性

[解　説]

(1)　天然ダムにおける応急復旧工法の選定手法

天然ダムによる被害の拡大防止のために実施できる応急復旧工法は，一般に天然ダムの規模が大きいことと，山間部の交通の便が悪い場所に発生することも多く，短期間に施工する必要があることから現実的には限られたものとなる。

天然ダムの決壊の主な形態は越流に伴う堤体の急速な侵食によるものが多い。また天然ダム上流への湛水に伴う水没による被害も多い。このことから被害拡大防止としてまず行わなければならないことは，湛水池の水位上昇を抑えて（あるいは水位を低下させて）越流を起こさせないか，越流が生じても安全に越流させるように処置することである。天然ダム形成時における応急復旧工法の検討の流れを図-3・1・2に示す。

天然ダム形成の際の応急復旧工法は次のものが挙げられる。

1）施工場所が天然ダムサイト

・堤体開削（排水路設置）

・堤体撤去

・ポンプ，サイフォンによる排水

・遮水壁の設置（グラウチング，鋼矢板）（図-3・1・3）

・下流法先へのフトン籠，ブロックによる床固工の設置（図-3・1・4）（パイピング及び侵食防止）

2）施工場所が天然ダム下流

・堤防の嵩上げ

・砂防ダム，貯水ダムによる土石流，洪水の貯留と調節

費用及び施工性の面から応急復旧工法としては，一般には天然ダムの堤体や付近の地山を開削して人工の排水路（洪水吐）を設置する場合が多い。この際，堤体開削を行った後，洪水時に排水路の河床，河岸の侵食により天然ダムが決壊した例（1976年グアテマラのクエマヤツにおける天然ダム等）もあるので，床固工や護岸工等の侵食防止対策が必要である。

また，堤体の開削により天然ダムの形成の原因となった斜面崩壊や地すべりが活発化して，さらに大規模な崩壊をまねく危険性も高い。このような場合には天然ダムの堤体を掘削することなく水位低下を図る方法としてポンプやサイフォンによる排水が有効である。この方法は，1980年のセントヘレンズ山噴火に伴って埋められたスピリット湖及び1983年のユタ州のシスル湖の応急対策に用いられた。

天然ダムの下流法先がパイピングや越流により侵食されて天然ダムの決壊が起こることが予想される場合には，下流法先におけるパイピングを防止するために，巨石，コンクリートブロックあるいはフトン籠などを下流法先に積む工法を採用する。

天然ダムの下流にある砂防ダム等は，土砂の流出に対して除石を行うなどして調節量を確保する。

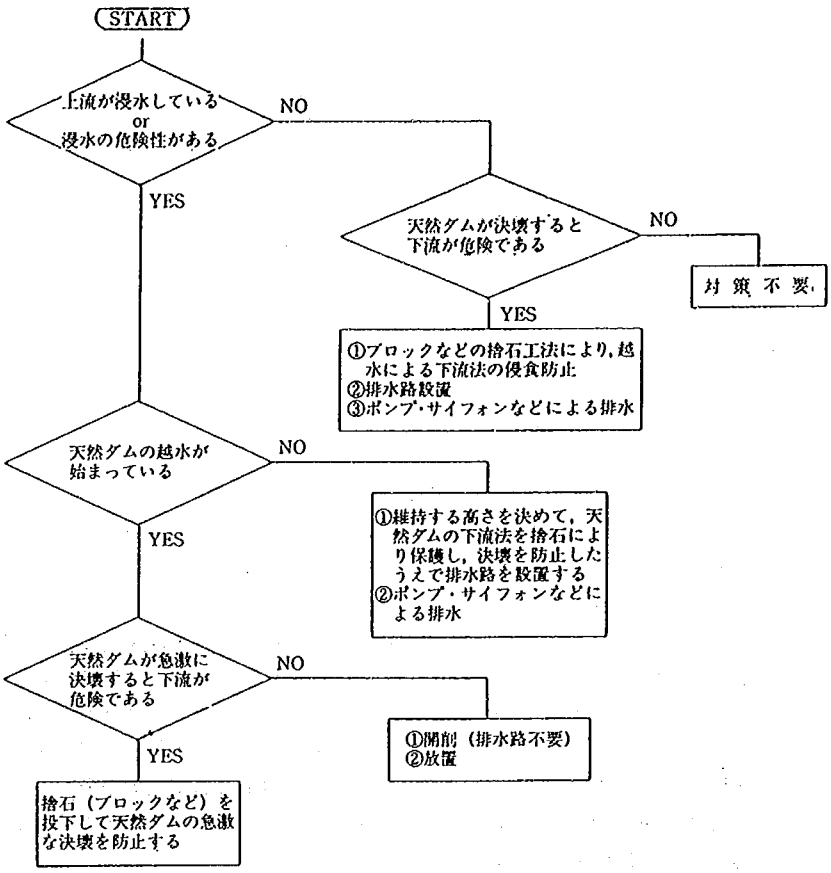


図-3•1•2　天然ダムの応急復旧工法検討の流れ

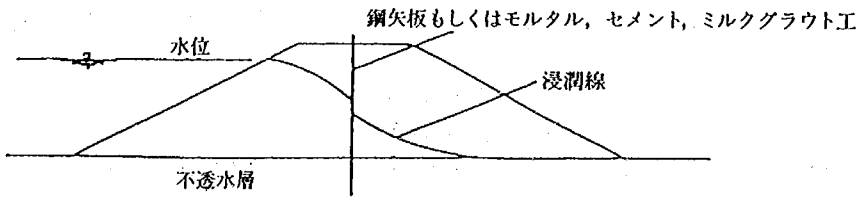


図-3•1•3　堤体内に遮水ゾーンを設ける場合

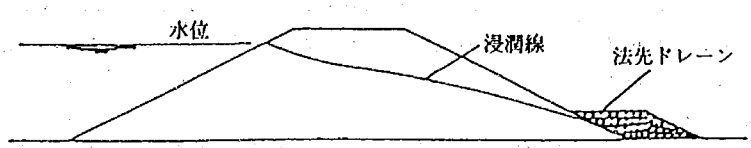


図-3•1•4　法先ドレーンの設置

なお，応急対策工の施工中も天然ダムや周辺の斜面の安定に対する監視が必要である。

(2) 長大斜面崩壊斜面崩壊・地すべりにおける応急復旧工法選定手法

長大斜面崩壊・地すべりの急速な拡大による二次災害を防止するために，応急復旧工を実施して，長大斜面崩壊・地すべりの運動を鎮静化させて当面の危険を回避する。応急復旧工は長大斜面崩壊・地すべりの規模，移動速度，危険性，斜面周辺の地形や人家の配置，道路や資機材の利便性等により大きく異なる。

長大斜面崩壊・地すべりにおける応急復旧工法は次のものがあげられる。

・地表水排水工（水路工，雨水浸透防止工）
　（亀裂の埋め戻し）
　（亀裂にビニールシートを被せる）
・地下水排除工（横ボーリング，揚水井工）
・押え盛土工
・頭部排土工
・土止柵工（崩土流出の防止）

一般に地すべりは長大斜面崩壊に比較すると崩壊（移動）速度が比較的ゆっくりとしているため応急復旧工としても前述した種々の復旧工の内のいくつかの対策を並行して実施する場合が多い。しかしながら長大斜面崩壊では崩壊速度が急速で工事中の崩壊発生の危険性も高く，さらに地形が急で資機材の運搬が不便な場合が多いため実際に用いることができる応急復旧工の種類は限られる。

応急復旧工のうち地下水排除工，押え盛土工，頭部排土工は長大斜面崩壊・地すべりの活動を鎮静化させるのに効果的であり，地下水位を考慮した斜面安定解析によりその効果を検討できる。応急復旧工の目標の安全率は1.01～1.05程度とする場合が多い。長大斜面崩壊タイプである中央高速道路岩殿山の例では排水ボーリング，押え盛土工が応急復旧工として実施された。また南伊豆道路の雲見地区では崩土の流出防止のため土留棚の設置と崩土除去が，旧国鉄の高場山トンネルでは排水ボーリングが応急復旧工として実施された。また地すべりに関しては東北自動車道八戸線の滝野地区では頭部排土工が実施されて地すべりの移動速度の現象に効果を上げた。

3．1．3　大規模災害の本復旧工法の選定手法

詳細調査（大規模災害の詳細予測のための情報収集）結果から次の基本方針に基づいて本復旧工法を選定する。

(1) 被災前の状態への復旧を原則とし，再度災害の防止を図るのに十分な機能と安全性を持った工法であること。
(2) 一般的にみて経済性に妥当な工法並びに規模と構造であること。
(3) 現地の地形，地質，気象条件に適合し，十分な耐久性を持つ工法であること。
(4) 現地への資機材の搬入が比較的容易で，現地での施工条件に適合した工法であること。

[解　説]

(1) 天然ダムにおける本復旧工法の選定手法

天然ダムが長期的にみて不安定と判断された場合，長期的に安定になるようにあるいは決壊による被害を防止できるように対策工を検討する。対策工は施工場所の違いにより天然ダムの下流で行うものと天然ダムの形成された場所で行うものの２つに分けられる。

１）天然ダムの下流での本復旧工法

天然ダムの下流での対策工は，上流の湛水による被害が少なく天然ダムの規模も小さい場合に用いられる。天然ダムの直下流に砂防ダム等を設置して，天然ダムを砂防ダムの堆砂地内に入れてしまって安定させる工法もある。また，決壊による下流への影響が小さいと判断される場合には，天然ダムの下流に砂防ダムや貯水ダムを設置して決壊により生じる土砂や洪水を貯留したり，調節したりすることも考えられる。さらに，堤防を嵩上げして洪水に対応することもある。

○天然ダムの下流での工法

・砂防ダムによる天然ダムの埋没

・砂防ダム，貯水ダムによる土石流，洪水の貯留と調節

・堤防の嵩上げ

2）天然ダムが形成された場所での本復旧工法

実際に採られてきた対策工としては，天然ダムの形成箇所における対策工がほとんどである。その中で最も一般的なのが応急対策工と同様に堤体を掘削して洪水による侵食に耐えるような河道を設置する工法である。また天然ダムの規模が小さい場合には天然ダムの大部分を掘削してしまう方法もある。なお，天然ダムの掘削により上部斜面に残っている崩壊や地すべりの残土の不安定化を招く場合もある。このような場合には，本復旧工法として排水トンネルの設置を行うこともある。

また，実際に決壊した事例は少ないもののパイピングによる天然ダムの崩壊や堤体内の浸潤線の上昇による下流斜面の崩壊を防止するために，堤体内あるいは上流側に遮水壁を設置することもある。遮水壁はグラウチングや鋼矢板の打ち込み等により建設されるが，天然ダムの構成材料はグラウチングや鋼矢板の打ち込みが困難な場合が多く，施工性の面で不利となる場合が多い。パイピングによる堤体の侵食及び決壊を防止する方法としては，天然ダムの下流に石礫等を積んでドレーン層を設け，押え盛土兼吸出し防止とする方法がある。

○天然ダムのダムサイトでの工法

・堤体開削（排水路設置）

・堤体撤去

・排水トンネル

・遮水壁の設置（グラウチング，鋼矢板）

・下流法先でのブロック等による床固工の設置（パイピング及び侵食防止）

(2) 長大斜面崩壊・地すべりにおける本復旧工法の選定手法

長大斜面崩壊・地すべりが長期的にみて危険と判断された場合には，計画安全率を満たすように対策工法を検討する。対策工法は大きく抑制工と抑止工に分類される。抑制工は地形や地下水の状態等の自然条件を変化させて，長大斜面崩壊・地すべりの活動を緩和させる工法である。抑止工は構造物を設置することにより，構造物の持つ支持力や抵抗力により活動を停止させる工法である。これらの対策工法の中から，対策工の効果，現地の地形・地質，長大斜面崩壊・地すべりの規模，施工性，費用等を総合的に判断して用いる工法を選定する。採用される対策工は１種類とは限らず，多くの場合数種類の工法が組み合わせて用いられる。

対策工のうち，抑止工は長大斜面崩壊・地すべりの土塊の動きが活発な場合に施工すると施工が危険であるばかりでなく効果もあまり期待できないので，このような場合には抑制工を先行し，地すべりの動きを減少させてから抑止工を実施する。

○抑制工

・地表水排除工（水路工，浸透防止工）

・地下水排除工

浅層地下水排除工（暗渠工，明暗渠工，横ボーリング工）

深層地下水排除工（集水井工，排水トンネル工，横ボーリング工）

・地下水遮断工（薬液注入工，地下遮水壁工）

・排土工（切土工）

・押え盛土工

・河川構造物（ダム工，床固工，水制工，護岸工）

・植生工，プレキャスト法枠工

・吹き付け工，張り工

○抑止工

・擁壁工

・現場打法枠工

・アンカー工
・杭工（鋼管杭工，コンクリート杭工，シャフト工〈深礎工等〉）

3．2　復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分析手法

本項目における情報分析手法は，災害復旧の際に必要な復旧資機材及び土砂・流木の処理に関して述べたものであり，災害復旧が円滑に実施されるために示したものである。

本項目は，以下の小項目で構成されている。

(1)　土砂・流木の必要処理量の推定手法
(2)　復旧資機材の必要量の推定手法
(3)　復旧資機材の搬入路の選定手法
(4)　土砂・流木の処理方法，処分場所の選定手法

［解　説］

本項目は，土砂災害復旧箇所の選定と応急復旧工法の選定がなされた後，応急復旧に着手する間に実施すべき情報分析でありそのフローを図-3・2・1に示す。また，復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分析におけるチェックリストを表-3・2・1に示したので参考にする。

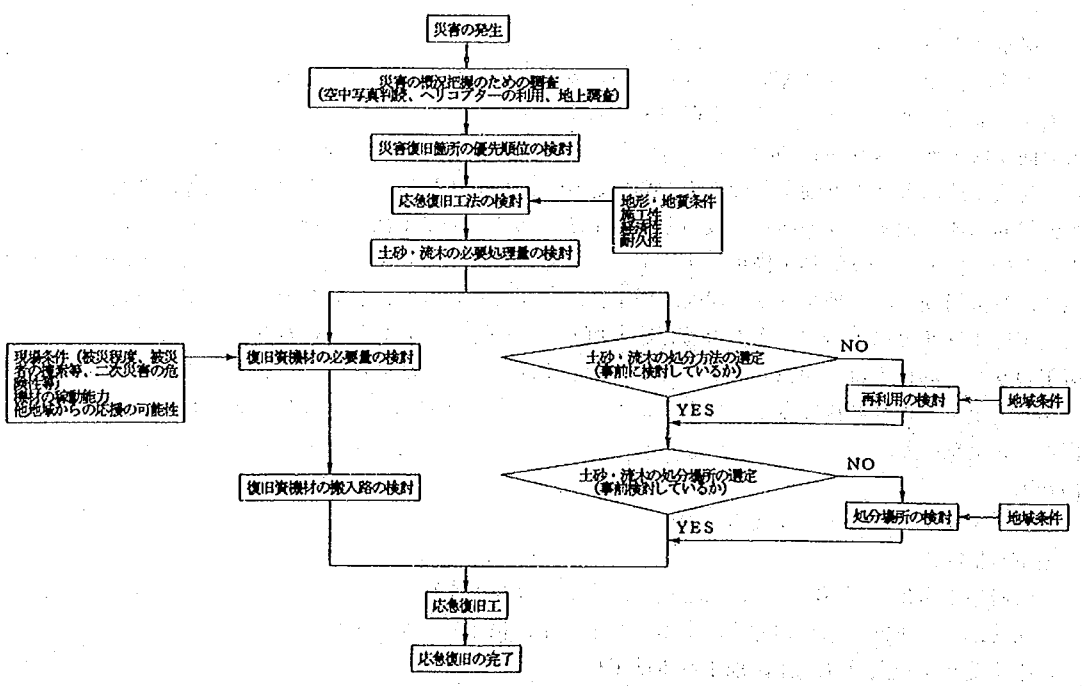


図-3・2・1　復旧資機材の調達・搬入及び土砂・流木の処理に関する検討フロー

表-3・2・1　復旧資機材及び土砂・流木の処理に関する情報分布におけるチェックリスト

検討項目	確認項目	印	内容
土砂・流木の必要処理量の検討	①土砂の必要処理量の把握 ②流木の必要処理量の把握		
土砂・流木の処理用機器の選定	①現場条件を考慮した土砂処理用機器の選定 ②巨石破壊機器の必要性 ③現場条件を考慮した流木処理用機器の選定（チェーンソー，油圧バサミ，アイアンクロー，クレーン）		
復旧資機材の必要量の検討	①復旧目標日数を考慮した復旧資機材の必要量の把握 ②現場条件を考慮した復旧資機材の投入量の把握 ③調達できる資機材の把握		
復旧資機材の搬入路の検討	①道路等の被災情報の収集 ②道路等の被災箇所の復旧の見通し ③迂回路の検討 ④ヘリコプターなどによる空輸または，船などによる海上輸送の検討		
土砂・流木の処分方法の選定	①土砂と流木を分ける ②再利用方法の検討 ③再度災害に配慮した処分場所の選定		
土砂・流木の処分場所の選定	①仮処分場所の選定 ②最終処分場所の選定		

3．2．1　土砂・流木の必要処理量の推定手法

応急復旧として処理すべき土砂・流木の量は，現地調査で簡易測量した氾濫面積や堆積厚から推定する方法が一般的だが，大規模な土砂移動の場合は，空中写真を利用して効果的に行う。流木量の推定には空中写真を利用すると効果的である。

［解　説］

(1)　土砂・流木の必要処理量の推定手法は災害規模の大小によって異なるが，基本的には災害発生直後に以下の方法または以下の方法の組み合わせで行う。

1）地上での調査

一般的に土砂量の把握には以下のような方法がとられる。

・目視による概略把握
・簡易測量
・縦横断測量

2）ヘリコプタ等による上空からの調査

大規模な土砂移動箇所は以下のような方法が考えられる。

・斜写真，斜ビデオ撮影による概略把握
・垂直写真を利用した，航空写真測量

(2)　流木量の推定法

流木量の推定はヘリコプター及び航空写真から概略の本数を把握し，サンプル調査により流木の平均直径，平均長を把握することにより，行うことが効果的と考えられる。事前に流木量が推定できなかった場合は，流木の収集，仮置の際に，流木量を把握しその後の処理に役立てる。

3．2．2　復旧資機材の必要量の推定手法

復旧機材の必要量は，土砂・流木を処理するのに必要な機器を選定した後，現場条件を考慮して決定する。しかし，必要量が十分に確保されない場合もあるので，平常時から機材の確保について準備しておく必要がある。また，復旧資材及び資材設置のための機材の必要量は，応急対策工法に基づき推定する。

[解　説]

(1)　土砂・流木の処理用機器の選定

1）土砂処理には一般土工用のバックホウ，ブルドーザが主力となる。

2）天然ダムのように軟弱な地盤の上では，湿地用ブルドーザやバックホウが必要になる場合もある。

3）巨石が多い場合には，巨石を砕く機器も必要となる。なお，薬剤の膨張により岩石を破砕できるブライスターという破砕剤がある。これは先ず岩石にワイヤーネットをかけ，次に孔径 36 mmの孔をあけ，その中に水とブライスターを練り混ぜたものを入れ，薬剤の膨張により岩石を静かに破砕する方法であり，火薬類のような危険性が非常に少なく騒音，振動等の発生もない。

4）流木の処理は，チェンソー油圧バサミで切断作業を行って土砂と一緒に排除するか，アイアンクローのような流木をつかみあげる機器で直接処理する。クレーンを有効に利用した例もある。

(2)　復旧機材の必要量の推定

1）緊急調査を経て必要処理量が推定された後に，およその復旧目標日数を設定し，それに対して各重機の稼働能力や復旧規模を配慮して，復旧計画が達成されるような機材の必要量を推定する。

2）復旧目標日数は，土砂・流木の量等応急復旧の作業量と現場の状況（被災程度，被災者の捜索等，二次災害の危険性，地域特性）により決定することになる。また，復旧活動のために利用可能な資機材や人員及びにそれらの搬入の可否により，調整することになる。

3）作業スペース等の現場条件も，投入機材量を左右する要素であり，十分に配慮する必要がある。

4）道路等の復旧（土砂処理して応急的に開通させる）に要した日数と処理した土砂量の関係について既往の災害について調査し図-3•2•2 に示したので参考とする。復旧（土砂処理）に要する時間は，最大でも 30 日程度である。また，処理した土砂量とバックホウの必要台数について調査結果より図-3•2•3 に整理したので参考とする。なお，いくつかの事例から土砂量が 2 万程度では，ブルドーザで延べ 10 台程度を使用し，ダンプトラックで 20 台程度を使用したという結果が得られている。

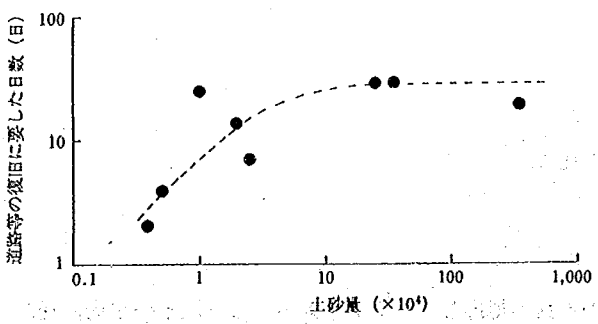


図-3•2•2　復旧に要した日数と処理した土砂量

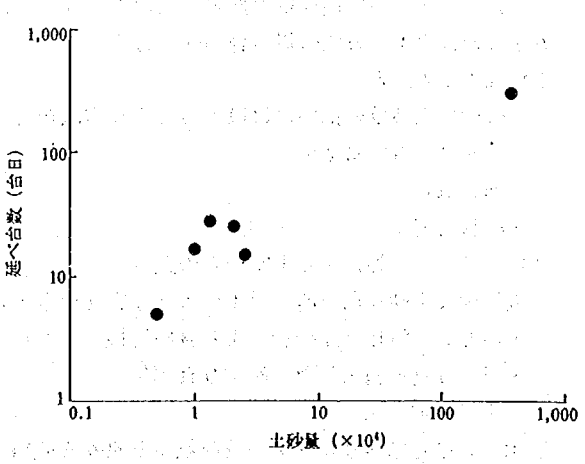


図-3•2•3　処理した土砂量とバックホウの必要台数

(3) 平常時における復旧機材量の把握

1）利用可能な機材量及びその所有先を把握して，その連絡体制を整備しておく必要がある。

2）機材はあっても運転者が不足する事態が生じた例もあり，機材だけでなくオペレータも確保しておく必要がある。

(4) 復旧資材及びこれの設置に必要となる機材の必要量の把握

復旧資材の必要量は，応急復旧工法が選定された時点で箇所毎に算出する。

以下に天然ダムの形成，長大斜面崩壊・地すべりが発生した場合の一般的対策と必要な資機材を示す。

1）天然ダムが形成された時に被害の拡大防止のために採用される工法は限られる。工法としては，湛水池の水位上昇の抑制と天然ダム下流のり先のパイピング及び侵食の防止が挙げられる。これらに関しては次の表-3•2•2のとおりである。

2）長大斜面崩壊・地すべりが発生した場合の被害拡大防止のための工法としては，崩土の運動を鎮静化させるために，地下水排除工，押え盛土工，頭部排土工等が用いられる。これらに関しては次の表-3•2•3のとおりである。

表-3•2•2　天然ダム対策用の復旧資機材

対策工法	必要な資機材
湛水池の水位上昇の抑制	ポンプ，護岸用ブロック，設置用クレーン
天然ダム下流のり先のパイピング及び侵食の防止	コンクリートブロック，フトン籠 設置用クレーン，鋼矢板，打設用重機

表-3•2•3　長大斜面崩壊・地すべり対策用の復旧資機材

対策工法	必要な資機材
地下水排除工 横ボーリング工，揚水井工	コルゲート管 ボーリングマシン，ポンプ
押え盛土工，頭部排土工	盛土材料，フトン籠，鋼矢板，土工用重機

3．2．3　復旧資機材の搬入路の選定手法

復旧資機材の搬入路選定する場合，緊急利用道路網の検討と土砂災害発生後の被災情報を基にして選定することになる。よって，道路の被災情報については確実に把握できるような体制が必要である。

［解　説］

(1) 資機材の搬入路の選定にあたっては

1）被災地への安全な到達

2）目的地への距離，時間が短い

等が大きな要因となり，危険箇所，被災箇所を想定した迂回路を事前に検討しておく。

現実には道路被災情報を基に，安全な迂回路を選定することになる。

(2) 大規模災害時には道路の寸断箇所も多くなる可能性が高い。このため陸路の利用以外にヘリコプターによる空輸の検討も行っておく。検討内容は次のとおりである。

1）災害時の利用優先度

2）ヘリポートの設定

3）ヘリコプター保有機関との協議

3．2．4　土砂・流木の処分方法，処分場所の選定手法

崩壊等の発生によって流下してきて氾濫，堆積した土砂・流木は，応急的にも最終的にも処理しなければならないが，その方法の選定にあたっては復旧作業の妨げにならず，二次処分の必要が生じないように，また再度災害を生じさせないような場所と方法であることを考慮して検討する。

[解　説]

(1)　土砂・流木の処理方法

1）土砂・流木の処分方法としては，再利用を検討し，再利用できない場合は土砂は土捨て場に運び，流木は乾燥の後焼却する。

2）土砂の処理方法としては，河川敷きに処分して跡地をグラウンドに使用している例や港湾の埋め立て地や土地造成予定地に利用した例がある。

3）流木については，産業廃棄物処理場での焼却処分がほとんどであるが，大規模な災害では最終処分までに1～2年を要しており，一度に大量処分ができなかったり，コストが高くなったり等の問題が生じる。

4）被害者の捜索が行われている場合等は，関係者とよく調整した上で土砂・流木の処理を行う。

(2)　土砂・流木の処分場所

1）土砂・流木の処分場所は，関係機関と調整し事前に最終処分場所，仮処分場所を検討しておく必要がある。

2）土砂・流木の処分場所については民有の遊休地を利用した事例が多い。都市域では，学校の校庭や水族館の駐車場を仮処分場所とした例があり，遊休地以外の場所も含め，処分場所を検討する必要がある。

第4章　土砂災害情報の伝達

土砂災害が発生した場合，または発生する恐れがある場合，国の機関，地方公共団体及び公共機関等は連携して土砂災害の予防，応急対策及び復旧に当る。本システムで収集・分析・整理された土砂災害情報も必要に応じて外部機関へ伝達すべきものがある。迅速かつ的確な情報伝達には，次の項目について事前に関係機関と協議し適切な計画を立てておく必要がある。

(1)　土砂災害情報
(2)　情報伝達体制
(3)　情報伝達方法

［解　説］

(1)　土砂災害情報

土砂災害に関する情報は色々あるが，本システムで収集・分析・整理する情報は次のように分類される。

1）土砂災害概況情報
2）災害拡大予測区域に関する情報
3）災害復旧に関する情報

(2)　情報伝達体制

土砂災害情報の伝達には「組織内伝達」，「組織間伝達」，「組織ー住民伝達」があるが，ここでは建設省と防災関係機関の情報伝達（組織間伝達）を対象とする。

実際の情報伝達体制は，各地方建設局の災害対策要領に従う。

(3)　情報伝達方法

伝達する情報の主な形態は文書，音声，映像である。しかし，映像による情報伝達はまだ普及段階にないので，主要な伝達手段は文書と音声となる。

情報は文書で伝達することが望ましいが，文書による伝達が速やかにできない場合は，電話等により伝達する。主な情報伝達手段を表-4・1に示す。

表-4・1　情報の伝達手段

情報形態	情報量	正確性	伝達手段	伝達媒体	備　考
文　書	◎	◎	F A X	防災行政無線	
				専用線	
				一般加入電話	災害時には輻輳しやすい。
				ISDN	災害時には輻輳しやすい。
			配　達	連絡係員	遠距離の連絡には適さない
				郵便	
				民間運送会社	
音　声	○	△	電　話	防災行政無線	
				専用線	
				一般加入電話	災害時には輻輳しやすい。
				ISDN	災害時には輻輳しやすい。

注1　表中の記号は相対評価で△，○，◎の順に良いことを表す。
注2　ISDNはIntegrated Services Digital Networkの略称で，サービス統合ディジタル網という。これまでの音声中心のアナログ通信網に対し，ディジタル信号をそのまま取り扱えるディジタル通信網で，1988年春からNTTが「INSネット64」としてサービスを開始した。電話，FAXなどのほか高速回線では動画像伝送もできる。

参 考 資 料

災害情報システムの開発全体委員会委員名簿

委員長	梅村　魁	東京大学	(62～3)
副委員長	神谷　洋	日本通信衛星㈱	(62～3)
委員	伊藤　滋	東京大学工学部都市工学科	(62～3)
	渡部　丹	清水建設㈱	(62～3)
	多田　宏行	㈶道路保全技術センター	(62～3)
	秋山登代子	NHK放送文化調査研究所世論調査部	(62～63)
	橋本　健治	三菱電気㈱情報通信第一SEC	(63～1)
	中村　英夫	東京大学工学部土木工学科	(62～3)
	高木　幹雄	東京大学生産技術研究所	(62～3)
	村井　俊治	〃	(62～3)
	広井　脩	東京大学新聞研究所	(62～3)
	梶　秀樹	筑波大学社会工学系	(62～3)
	石見　利勝	〃	(62～3)
	久保慶三郎	東京大学	(62～3)
	片山　恒雄	東京大学生産技術研究所	(62～3)
	栗林　栄一	豊橋技術科学大学工学部	(62～3)
	玉井　信行	東京大学工学部土木工学科	(62～3)
	小橋　澄治	京都大学農学部林学科	(62～3)
	岩松　幸雄	茨城大学工学部都市システム工学科	(63～3)
	渡　正亮	日本工営㈱	(62～3)
	荒井　治	国土庁防災局震災対策課	(62)
	尾田　栄章	〃	(63～3)
	山田　俊郎	〃	(2～3)
	大塚　俊郎	東京都総務局災害対策部応急対策課	(62～63)
	山村　敏夫	〃	(1)
	宮田　兼吉	〃	(2)
	田中　健一	〃	(3)
	久保　清治	神奈川県環境部防災消防課	(62)
	加藤　一彦	〃	(63～1)
	伊藤　仁	〃	(2～3)
	杉山　俊朗	静岡県総務部地震対策課	(62)
	井野　盛夫	〃	(63～1)
	小塚　公雄	〃	(2～3)
	藤井　一明	㈱NTT電話サービス部災害対策室	(62)
	足立　泰男	〃	(63～1)
	山口　宏二	〃	(1～3)
	阿部　稔	NHK報道局ニュースセンター	(62～1)
	木郁　光宏	〃	(2)
	小松　伸夫	〃	(3)
	高橋　亮治	東京電力㈱総務部	(62～2)
	中嶋　敏樹	〃	(3)
	大澤隆太郎	東京瓦斯㈱防災供給センター	(62～63)

	根岸七洋	東京瓦斯㈱防災供給センター	(1～3)
委託者側委員	豊田高司	建設省建設大臣官房技術調査室	(62)
	佐藤信彦	〃	(63～1)
	青山俊樹	〃	(2～3)
	堀重信	〃 建設経済局調査情報課電気通信室	(62)
	一宮邦夫	〃	(63～3)
	本田宣史	〃 〃 建設機械課	(62)
	中島英輔	〃 〃	(63)
	後藤勇	〃 〃	(1～3)
	高橋健文	〃 〃 宅地開発課民間宅地指導室	(62～1)
	瀬野俊樹	〃	(1～2)
	中山啓一	〃	(3)
	中澤守正	〃 都市局都市政策課都市防災対策室	(62)
	岡本圭司	〃	(63)
	伊藤徹	〃	(1)
	保倉俊一	〃	(2～3)
	石崎勝義	〃 河川局防災課災害対策調査室	(62)
	馬場紘一	〃	(63)
	田畑茂清	〃	(63～2)
	原田譲二	〃	(3)
	酒井孝	〃 道路局企画課道路防災対策室	(62)
	佐々木隆士	〃	(63～1)
	宮地昭夫	〃	(2)
	大石久和	〃	(2～3)
	遠藤二三男	〃 住宅局建築指導課建築物防災対策室	(62)
	山中保教	〃	(63～1)
	十亀彬	〃	(3)
	今泉晋	〃	(3)
	蔵真人	〃	(3)
	大竹一彦	〃 国土地理院	(62)
	須田教明	〃	(63)
	宮崎大和	〃	(1～2)
	宮井宏	〃	(3)
	谷本修志	〃 土木研究所	(62)
	岩崎敏男	〃 土木研究所	(63)
	石崎勝義	〃 〃	(1)
	河野宏	〃 〃	(2～3)
	上田治	〃 〃 地震防災部	(63)
	佐々木康	〃	(1～2)
	小泉重信	〃 建築研究所	(62～63)
	広沢雅也	〃	(1～2)
	岡本伸	〃	(3)
	横山浩	〃 〃 第六研究部	(1～2)
	岸本貞男	〃 関東地方建設局企画部	(62)
	松村保	〃 〃	(63～1)

	荒牧　英城	建設省関東地方建設局企画部	(2)
	猪島　稜一	〃　関東地方建設局企画部	(2～3)
	高木　啓輔	〃　中部地方建設局企画部	(62～63)
	和里田義雄	〃	(1～2)
	坂本　忠彦	〃	(3)
受託者側委員	村上　順雄	(財)国土開発技術研究センター	(62～1)
	佐藤　清		(2～3)
	久保　敏行	〃	(62～3)
	桑原　啓三	〃	(2～3)
委託者側幹事	高井　憲司	建設省建設大臣官房技術調査室	(62)
	谷岡　誠一	〃	(62～63)
	丸山　弘通	〃	(1～2)
	村上　真幸	〃	(3)
	中村　昭	〃　河川局防災課災害対策調査室	(62)
	古川　巌水	〃	(63～1)
	西畑　雅司	〃	(2～3)
	池田　茂	〃	(62)
	安部　和雄	〃	(63～1)
	石橋　照浩	〃	(2)
	野崎　智文	〃	(3)
	野々村邦夫	〃　国土地理院企画部	(62)
	江川　良武	〃	(63)
	保谷　忠男	〃	(1)
	石原　正男	〃	(2)
	太島　和雄	〃	(3)
	秋山　実	〃　〃　測図部写真測量技術開発室	(62～1)
	小出　正則	〃	(2～3)
	常田　賢一	〃　土木研究所企画部システム課	(62～63)
	宮川　朝一	〃	(1)
	寺川　陽	〃　土木研究所積算技術研究センターシステム課	(2～3)
	吉本　俊裕	〃　〃　河川部総合治水研究室	(62～3)
	水山　高久	〃　〃　砂防部砂防研究室	(62～1)
	石川　芳治	〃	(2～3)
	佐々木　康	〃　〃　地震防災部振動研究室	(62～63)
	常田　賢一	〃	(1～3)
	川島　一彦	〃　〃　〃　耐震研究室	(62～3)
	野島　義照	〃　建築研究所第六研究部都市防災研究室	(62～3)
受託者側幹事	奥村　俊雄	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(62)
	柳沢　厚	〃　〃	(63～1)
	宇野　博之	〃　〃	(2～3)
	石河　信一	〃　研究第二部	(62)
	松村　哲男	〃　〃	(63～1)
	村岡　憲司	〃　〃	(2)
	田中　康順	〃　〃	(3)
	太田　勇和	〃　〃	(1～2)

有田	稔	(財)国土開発技術研究センター研究第二部	(3)
森	尚治	〃 研究第一部	(62～63)
山田	文彦	〃 〃	(1)
森	重郎	〃 〃	(2～3)
川井	哲夫	〃 研究第二部	(1～2)
田内	孝夫	〃 〃	(3)
栖川	伸一	〃 〃	(62～63)
小林	茂	〃 〃	(1～2)
山本	昭之	〃 〃	(3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．（ ）内は任期。

基本技術委員会委員名簿

委員長	中村　英夫	東京大学工学部	(63～3)
委員	高木　幹雄	東京大学生産技術研究所	(63～3)
〃	村井　俊治	東京大学生産技術研究所	(63～3)
〃	広井　脩	東京大学新聞研究所	(63～3)
〃	土屋　淳	日本測量協会	(63～3)
〃	野上　道男	東京都立大学	(63～3)
〃	下田　陽久	東海大学工学部	(63～3)
〃	平井　雄	(財)日本建設情報総合センター	(63～3)
〃	鈴木　惣一	(財)日本測量調査技術協会	(63～3)
〃	荒木　春視	(財)日本写真測量学会	(63～3)
受託者側委員	佐藤　信彦	建設省大臣官房技術調査室	(63～1)
	青山　俊樹	〃	(2～3)
〃	田畑　茂清	建設省河川局防災課対策調査室	(63～2)
〃	原田　譲二	〃	(3)
〃	井内　登	建設省国土地理院企画部	(63)
	保谷　忠男	〃	(1)
	石原　正男	〃	(2)
	太島　和雄	〃	(3)
〃	石井　晴雄	建設省国土地理院測地部	(63～1)
	野々村邦夫	〃	(2)
〃	井上　登	〃	(3)
〃	野々村邦夫	建設省国土地理院測図部	(63～1)
	保谷　忠男	〃	(2～3)
〃	松田　博幸	建設省国土地理院地理調査部	(63)
	柳瀬　訓	〃	(1)
	土肥　規男	〃	(2～3)
〃	柳瀬　訓	建設省国土地理院地図管理部	(63)
	井上　登	〃	(1～2)
	馬場　義男	〃	(3)
受託者側幹事	谷岡　誠一	建設省大臣官房技術調査室	(62～3)
〃	丸山　弘通	〃	(1)
〃	村上　真幸	〃	(3)
〃	古川　巌水	建設省河川局防災課災害対策調査室	(63～1)
〃	西畑　雅司	〃	(2～3)
〃	川島　一彦	建設省土木研究所地震防災部耐震研究室	(62～3)
〃	野島　義照	建設省建築研究所第六研究部都市防災研究室	(62)
〃	石崎　勝義	建設省河川局防災課災害対策調査室	(62)
〃	水野　雅光	建設省国土地理院企画部企画調整課	(63～2)
〃	丹野　弘	〃	(3)
〃	増田　実	建設省国土地理院測地部測地第二課	(63)
	木村　幸吉	〃	(1)
	加瀬　明	〃	(2)

	西　修二郎	建設省国土地理院測地部測地第二課	(3)
受託者側幹事	石渡喜代治	建設省国土地理院測図部地形課	(63～2)
	宮内　守	〃	(3)
〃	橋爪　昭次	建設省国土地理院測図部国土基本図課	(63)
	川崎　真嗣	〃	(1～2)
	斎藤　秀夫	〃	(3)
〃	秋山　実	建設省国土地理院測図部写真測量技術開発室	(63～1)
	小出　正則	〃	(2～3)
〃	保谷　忠男	建設省国土地理院地理調査部地理第一課	(63)
	永井　信夫	〃	(1)
	橋爪　三雄	〃	(2～3)
〃	永井　信夫	建設省国土地理院地理調査部地理調査技術開発室	(63)
	赤桐　毅一	〃	(1～2)
	津澤　正晴	〃	(3)
〃	吉田　和夫	建設省国土地理院地図管理部写真製版課	(63)
	岩井　皖次	〃	(1～3)
受託者側委員	柳沢　厚	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(63～1)
	宇野　博之	〃	(2～3)
受託者側幹事	森　尚治	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(62～63)
	山田　文彦	〃	(1)
	森　重郎	〃	(2～3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．(　)内は任期。

都市防災総合情報システム委員会委員名簿

委員長	梶　秀樹	筑波大学社会工学系	(63～3)
委員	石見　利勝	筑波大学社会工学系	(63～3)
	広井　悠	東京大学新聞研究所	(63～3)
	青木　義次	東京工業大学工学部建築学科	(63～3)
	小出　治	東京大学工学部先端技術研究センター	(63～3)
	小川　雄二郎	(財)都市防災研究所研究部	(63～3)
	椋　周二	国土庁防災局震災対策課	(63)
	金井　昭典	国土庁防災局震災対策課	(1～2)
	岡崎　敦夫	国土庁防災局震災対策課	(3)
	大塚　俊郎	東京都総務局災害対策部応急対策課	(63)
	山村　敏夫	東京都総務局災害対策部応急対策課	(1)
	宮田　兼吉	東京都総務局災害対策部応急対策課	(2)
	田中　健一	東京都総務局災害対策部応急対策課	(3)
	羽子岡　蕃	三菱電気(株)　情報通信第二システム エンジニアリングセンター社会システム第二部	(63～3)
	曽我部　均	(株)東芝　公共システム事業部都市システム推進担当	(1～3)
	山下　隆義	(株)東芝　公共電気技術部公共情報システム技術担当	(1～3)
	佐藤　行隆	富士通エフ・アイ・ピー(株) システム本部第二科学技術システム部	(63～3)
	佐取　朗	セコム(株)　セコムテクニカルセンター	(63～3)
委託者側委員	岡本　圭司	建設省都市局都市行政課都市防災対策室	(63)
	伊藤　徹	建設省都市局都市行政課都市防災対策室	(1)
	保倉　俊一	建設省都市局都市行政課都市防災対策室	(2～3)
	渡辺　俊一	建設省建築研究所第六研究部	(63)
	横山　浩	建設省建築研究所第六研究部	(1～3)
委託者側幹事	谷岡　誠一	建設省大臣官房技術調査室	(62～63)
	丸山　弘通	建設省大臣官房技術調査室	(1～2)
	村上　真幸	建設省大臣官房技術調査室	(3)
	中村　昭	建設省河川局防災課災害対策調査室	(62)
	古川　巌水	建設省河川局防災課災害対策調査室	(63～1)
	西畑　雅司	建設省河川局防災課災害対策調査室	(2～3)
	川島　一彦	建設省土木研究所地震防災部耐震研究室	(62～3)
	秋山　実	建設省国土地理院測地部写真測量技術開発室	(63～1)
	小出　正則	建設省国土地理院測地部写真測量技術開発室	(2～3)
	野島　義照	建設省建築研究所第六研究部都市防災研究室	(62～3)
	糸井川栄一	建設省建築研究所第六研究部都市防災研究室	(63～3)
受託者側委員	柳沢　厚	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(63～1)
	宇野　博之	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(2～3)
受託者側幹事	森　尚治	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(62～63)
	山田　文彦	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(1)
	森　重郎	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(2～3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．（ ）内は任期。

復旧計画作成支援システムの開発委員会委員名簿

委員長	久保慶三郎	東京大学	(63～3)
委員	山田善一	京都大学工学部土木工学科	(63～3)
	片山恒雄	東京大学生産技術研究所	(63～3)
	栗林栄一	豊橋技術科学大学工学部	(63～3)
	玉井信行	東京大学工学部土木工学科	(63～3)
	小橋澄治	京都大学農学部林学科	(63～3)
	岩松幸雄	茨城大学工学部都市システム工学科	(63～3)
	大林成行	東京理科大学理工学部土木工学科	(63～3)
	石川忠晴	東北大学工学部土木工学科	(63～3)
	大塚俊郎	東京都総務局災害対策部応急対策課	(63)
	山村敏夫	〃	(1)
	宮田兼吉	〃	(2)
	田中健一	〃	(3)
	飯野忠雄	首都高速道路公団保全施設部	(63)
	矢作枢	〃	(1～2)
	石井英雄	〃	(3)
	多田宏行	(財)道路保全技術センター	(63～3)
	多田浩彦	〃道路管理センター	(2)
	大島重利	〃	(3)
	山口高志	〃河川情報センター	(63～3)
	渡正亮	日本公営(株)	(63～3)
	足立泰男	(株)NTT 電話サービス部災害対策室	(63～1)
	山口宏二	〃	(2～3)
	高橋亮治	東京電力(株)総務部	(63～2)
	中嶋敏樹	〃	(3)
	大澤隆太郎	東京瓦斯(株)防災供給センター	(63)
	岩田隆	〃	(1～2)
	吉川洋一	〃	(3)
委託者側委員	佐藤信彦	建設省建設大臣官房技術調査室	(63～1)
	青山俊樹	〃	(2～3)
	岡本圭司	〃 都市局〃市政策課都市防災対策室	(63)
	伊藤徹	〃	(1)
	保倉俊一	〃	(2～3)
	馬場紘一	〃 河川局防災課災害対策調査室	(63)
	田畑茂清	〃	(1～2)
	原田譲二	〃	(3)
	酒井孝	〃 道路局企画課道路防災対策室	(63)
	佐々木隆士	〃	(63～1)
	宮地昭夫	〃 道路局企画課道路防災対策室	(2)
	大石久和	〃 〃	(3)
	川端徹哉	〃 東北地方建設局企画部	(63～1)
	松浦茂樹	〃	(3)

	長井　典雄	建設省関東地方建設局企画部	(63～2)
	藤城　泰行	〃	(3)
	竹内　洋一	〃　中部地方建設局企画部	(63)
	関本　道尚	〃	(1～3)
	井内　登	〃　国土地理院企画部	(63)
	保谷　忠男	〃	(1)
	石原　正男	〃	(2)
	太島　和雄	〃	(3)
	岩崎　敏男	〃　土木研究所	(63)
	岩崎　勝義	〃	(1)
	河野　宏	〃	(2～3)
	土井　功	〃　〃　砂防部	(63)
	渡辺　正幸	〃	(1～3)
	浅井涌太郎	〃	(3)
	橋本　宏	〃　〃　河川部	(63)
	青木　佑久	〃	(1～2)
	馬場　洋二	〃	(3)
	上田　治	〃　〃　地震防災部	(63)
	佐々木　康	〃	(1～3)
	渡辺　俊一	〃　建築研究所第六研究部	(63)
	横山　浩	〃	(1～3)
受託者側委員	村上　順雄	㈱国土開発技術センター	(63～1)
	佐藤　清	〃	(2～3)
	桑原　啓三	〃	(2～3)
委託者側委員	谷岡　誠一	建設省建設大臣官房技術調査室	(63)
	丸山　弘通	〃	(1～2)
	村上　真幸	〃	(3)
	正林　啓志	〃　建設経済局電気通信室	(63～1)
	森重　卓雄	〃	(2～3)
	浦上　宜弘	〃　都市局都市政策課都市防災対策室	(63～1)
	長嶋　徹雄	〃	(2)
	近藤　正	〃	(3)
	栗原　秀人	〃　〃　下水道部下水道企画課	(63～2)
	桜井　克信	〃	(3)
	古川　巖水	〃　河川局防災課災害対策調査室	(63～1)
	西畑　雅司	〃　河川局防災課災害対策調査室	(2～3)
	野崎　智文	〃　〃　〃　〃	(3)
	吉原　浩	〃　行路局企画課道路防災対策室	(63～1)
	中村　稔	〃	(2)
	服部　亮二	〃	(3)
	中村　敏一	〃　東北地方建設局企画部企画課	(63)
	澤田　和宏	〃	(1～2)
	池内　幸司	〃	(3)
	細見　寛	〃　関東地方建設局河川部	(63)
	田中　長光	〃	(1)

	井上　光司	建設省関東地方建設局河川部	(2～3)
	湯山　芳夫	〃　中部地方建設局企画部企画課	(63)
	谷本　光司	〃	(1)
	吉崎　收	〃	(2)
	清水　亨	〃	(3)
	秋山　実	〃　国土地理院測図部写真測量技術開発室	(63～1)
	小出　正則	〃	(2～3)
	常田　賢一	〃　土木研究所企画部システム課	(63)
	宮川　朝一	〃	(1)
	寺川　陽	〃　積算技術研究センターシステム課	(2～3)
	水山　高久	〃　〃　砂防部砂防研究室	(63～1)
	石川　芳治	〃	(2～3)
	吉本　俊裕	〃　〃　河川部総合治水研究室	(63～3)
	佐々木　康	〃　〃　地震防災部振動研究室	(63)
	常田　賢一	〃	(1～3)
	川島　一彦	〃　〃　〃　耐震研究室	(63～3)
	野島　義照	〃　建築研究所第六研究部都市防災研究室	(63～3)
受託者側幹事	松村　哲男	㈱国土開発技術研究センター研究第二部	(63～1)
	村岡　憲司	〃	(2)
	田中　康順	〃	(3)
	太田　勇和	〃	(1～2)
	有田　稔	〃	(3)
	川井　哲夫	〃	(1～2)
	田内　孝夫	〃	(3)
	柄川　伸一	〃	(63)
	小林　茂	〃	(1～2)
	山本　昭之	〃	(3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．（　）内は任期。

情報収集システム分科会委員名簿

分科会長	中村英夫	東京大学工学部	(63～3)
委員	土屋淳	宇宙開発事業団	(63～3)
幹事	山根昇	朝日航洋㈱技術開発室	(62～3)
	古市眞	中日本航空㈱東京営業所	(62～3)
	垣下清三	東日本航空㈱技術本部	(63～3)
	田村克彦	松下通信工業㈱情報システム事業部	(63～3)
委託者側委員	増田実	建設省国土地理院測地部測地第二課	(63)
〃	木村幸吉	〃	(1)
	加瀬明	〃	(2)
	西修二郎	〃	(3)
〃	石渡喜代治	建設省国土地理院測地部地形課	(63～2)
	宮内守	〃	(3)
〃	吉田和夫	建設省国土地理院地図管理部写真製版課	(63)
	岩井皖次	〃	(1～3)
委託者側幹事	村上亮	建設省国土地理院測地部測地第二課	(62～1)
	佐々木與四夫	建設省国土地理院測地部測地第二課	(2～3)
〃	井上康司	建設省国土地理院測地部測地第二課衛星軌道係	(63)
	辻宏道	〃	(1～3)
〃	政春尋志	建設省国土地理院測図部地形課	(63～1)
	山本翔	〃	(2～3)
〃	大田安雄	建設省国土地理院測図部地形課	(62)
〃	益田幸雄		(63)
	東海林日出男		(1～2)
	井手康夫	建設省国土地理院測図部地形課	(3)
〃	島村健三	建設省国土地理院測地部測地第二課	(62)
	毛利三雄	建設省国土地理院測図部地形課地形第一係	(62～1)
	鈴木憲一	〃	(2)
	松崎清治	〃	(3)
〃	佐藤健一	建設省国土地理院地図管理部写真製版課	
	馬場敏衛	建設省国土地理院地図管理部写真製版課	(63～2)
	三橋真	〃	(3)
〃	植草幸雄	建設省国土地理院地図管理部写真製版課写真係	(63～1)
	田中陽一	〃	(2～3)
〃	浦野隆	建設省土木研究所企画部システム課	(63)
	川名万寿夫	〃	(1)
	小栗ひとみ	建設省土木研究所積算技術研究センターシステム課	(2～3)
受託者側委員	柳沢厚	㈶国土開発技術研究センター研究第一部	(63～1)
	宇野博之	〃	(2～3)
受託者側幹事	森尚治	㈶国土開発技術研究センター研究第一部	(62～63)
	山田文彦	〃	(1)
	森重郎	〃	(2～3)

注１．所属名は委嘱当時のものである。
注２．（　）内は任期。

マッピング・データ・ベース分科会委員名簿

分科会長	村井 俊治	東京大学生産技術研究所	(63～3)
委員	平井 雄	(財)日本建設情報総合センター	(63～3)
〃	鈴木 惣一	(財)日本測量調査技術協会	(63～3)
幹事	高 泰朋	朝日航洋(株)コンサル部	(63～3)
〃	浜出美智雄	(株)オオバ 関西マッピングセンター	(63～3)
〃	清瀬 秀造	内外エンジニアリング(株)技術開発部情報システム課	(63～3)
〃	中筋 章人	国際航業(株)地質事業部応用地質部	(63～3)
〃	目暮 雅博	アジア航測(株)防災一課	(63～3)
〃	高橋 忠男	(株)中庭測量コンサルタント航測部	(63～3)
〃	蒲谷 直樹	関西航測(株)情報システム室	(63～2)
〃	神前 和正	関西航測(株)設計部	(3)
〃	加藤 洋一	(財)日本測量調査技術協会第七技術部門	(62)
〃	森 正樹	〃	(62)
委託者側委員	秋山 実	建設省国土地理院測図部写真測量技術開発室	(63～1)
〃	小出 正則	〃	(2～3)
〃	永井 信夫	建設省国土地理院地理調査部地理調査技術開発室	(63)
〃	赤桐 毅一	〃	(1～2)
	津澤 正晴	〃	(3)
委託者側幹事	高山 直樹	建設省国土地理院測図部写真測量技術開発室技術開発第一係	(62～63)
〃	滝田 好	〃	(1～2)
	常澄 治義	〃	(3)
〃	小白井亮一	建設省国土地理院測図部写真測量技術開発室技術開発第一係	(62～63)
	小井土今朝已	〃	(1～2)
〃	鈴木 勝義	建設省国土地理院地理調査部 地理調査技術開発室防災調査技術係	(62～63)
〃	原口 和政	〃	(1～3)
〃	稲澤 保行	〃	(2～3)
〃	福井 孝	建設省国土地理院企画部企画調整課	(62)
〃	前野 政克	〃	(62)
〃	菱山 剛秀	〃	(62)
受託者側委員	柳沢 厚	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(63～1)
〃	宇野 博之	〃	(2～3)
受託者側幹事	森 尚治	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(62～63)
	山田 文彦	〃	(1)
	森 重郎	〃	(2～3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．( )内は任期。

リモート・センシング分科会委員名簿

分科会長	高木 幹雄	東京大学生産技術研究所	(63～3)
委員	野上 道男	東京都立大学	(63～3)
〃	下田 陽久	東海大学工学部	(63～3)
幹事	高田 和典	朝日航洋㈱エアボーン探査事業部調査課	(63)
〃	鎌倉 友隆	〃	(1～3)
〃	高橋 佳昭	アジア航測㈱コンサルタント事業部	(63～3)
〃	瀬戸島政博	国際航業㈱測量調査事業部画像解析課	(1～3)
〃	三枝 稔	朝日航洋㈱エアボーン探査事業部調査課	(62)
委託者側委員	橋爪 昭次	建設省国土地理院測図部国土基本図課	(63)
	川崎 真嗣	〃	(1～2)
	斉藤 秀夫	〃	(3)
〃	秋山 実	建設省国土地理院測図部写真測量技術開発室	(63～1)
	小出 正則	〃	(2～3)
〃	保谷 忠男	建設省国土地理院地理調査部地理第一課	(63)
	永井 信夫	〃	(1)
	橋爪 三雄	〃	(2～3)
委託者側幹事	八木新太郎	建設省国土地理院測図部国土基本図課	(62)
	木下 章	〃	(63)
	福島 芳和	〃	(1～2)
	折井 孝康	〃	(3)
〃	佐藤 貞弘	建設省国土地理院測図部国土基本図課図化第二係	(63～1)
	長壁 正幸	〃	(2)
委託者側幹事	水野 時夫	建設省国土地理院測図部国土基本図課図化第二係	(3)
	関口 民雄	建設省国土地理院測図部写真測量技術開発室技術開発第二係	(63)
	水野 時夫	〃	(1～2)
	小白井亮一	〃	(3)
	赤桐 毅一	建設省国土地理院地理調査部地理第一課	(63)
〃	川口 博行	〃	(1)
	宇根 寛	〃	(2)
	高沢 伸司	〃	(3)
〃	杉山 正憲	建設省国土地理院地理調査部地理第一課地誌係	(63)
	大西 純夫	〃	(1～2)
	中野八十二	〃	(3)
受託者側委員	柳沢 厚	㈶国土開発技術研究センター研究第一部	(63～1)
	宇野 博之	〃	(2～3)
受託者側幹事	森 尚治	㈶国土開発技術研究センター研究第一部	(62～63)
	山田 文彦	〃	(1)
	森 重郎	〃	(2～3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．（ ）内は任期。

都市防災総合情報システム分科会委員名簿

分科会長	石見　利勝	筑波大学社会工学系	(63～3)
委員	小川雄二郎	(財)都市防災研究所研究部	(63～3)
	山下　隆義	(株)東芝　公共電気技術部公共情報システム技術担当	(63)
	曽我部　均	(株)東芝　公共システム事業部都市システム推進担当	(1～3)
	佐藤　行隆	富士通エフ・アイ・ピー(株) システム本部第二科学技術システム部	(63～3)
	羽子岡　蕃	三菱電気(株)　情報通信第二システム エンジニアリングセンター社会システム部	(63)
	北村　英久	三菱電気(株)　情報通信第二システム エンジニアリングセンター社会システム第二部	(1～3)
委託者側委員	丸山　弘通	建設省大臣官房技術調査室	(1～2)
	村上　真幸	建設省大臣官房技術調査室	(3)
幹事	浦上　宜弘	建設省都市局都市政策課都市防災対策室	(63～1)
	長嶋　徹雄	建設省都市局都市政策課都市防災対策室	(2)
	近藤　正	建設省都市局都市政策課都市防災対策室	(3)
	宮川　勇二	建設省都市局都市政策課都市防災対策室	(63～1)
	小平　卓	建設省都市局都市政策課都市防災対策室	(2～3)
	野島　義照	建設省建築研究所第六研究部都市防災研究室	(63～3)
	糸魚川栄一	建設省建築研究所第六研究部都市防災研究室	(63～3)
受託者側委員	柳沢　厚	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(63～1)
	宇野　博之	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(2～3)
受託者側幹事	森　尚治	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(62～63)
	山田　文彦	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(1)
	森　重郎	(財)国土開発技術研究センター研究第一部	(2～3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．(　)内は任期。

地表変状情報の処理システムの開発分科会委員名簿

分科会長	片山　恒雄	東京大学生産技術研究所	(62～3)
委員	岩松　幸雄	茨木大学工学部建設工学科	(62)
	浜田　政則	東海大学海洋学部海洋土木工学科	(62～3)
	東畑　郁生	東京大学工学部土木工学科	(62～3)
	時松　孝次	東京工業大学建築学科	(63～3)
	津村　學	(財)道路管理センターシステム開発部	(2～3)
	岩田　隆	東京瓦斯(株)設備技術部幹線技術グループ	(63～3)
	中野　雅弘	日本電信電話(株)フィールドシステム研究開発センター	(63)
	八木　高司	〃　〃	(1～3)
	江川顯一郎	東京電力(株)技術研究所	(63～2)
	鈴木　英世	〃　〃	(3)
委託者側委員	谷岡　誠一	建設省建設大臣官房技術調査室	(63～63)
	丸山　弘通	〃　〃	(1～2)
	村上　真幸	〃　〃	(3)
	浦上　宜弘	〃　都市局都市政策課都市防災対策室	(63～1)
	長嶋　徹雄	〃　〃　〃　〃	(2)
	近藤　正	〃　〃　〃　〃	(3)
	栗原　秀人	〃　〃　下水道部下水道企画課	(63～2)
	桜井　克信	〃　〃　〃　〃	(3)
	立石　芳信	〃　河川部治水課	(63)
	小川　鶴歳	〃　〃　〃	(1～3)
	石崎　勝義	〃　〃　防災課災害対策調査室	(62)
	古川　巌水	〃　〃　〃　〃	(63～1)
	西畑　雅司	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	北橋　建治	〃　道路局企画課道路防災対策室	(62)
	吉原　浩	〃　〃　〃　〃	(63～1)
	中村　稔	〃　〃　〃　〃	(2)
	服部　亮二	〃　〃　〃　〃	(3)
	青板　武	〃　関東地方建設局道路部道路管理課	(63～1)
	長田　庄二	〃　〃　〃　〃	(2)
	樋川　篤	〃　〃　〃　〃	(3)
	上田　治	〃　土木研究所地震防災部	(62～63)
	佐々木　康	〃　〃　〃	(63～63)
	常田　賢一	〃　〃　企画部システム課	(62～63)
	宮川　朝一	〃　〃　〃	(1)
	寺川　陽	〃　〃　積算技術研究センターシステム課	(2～3)
	佐々木　康	〃　〃　地震防災部振動研究室	(62～63)
	常田　賢一	〃　〃　〃　〃	(1～3)
	川島　一彦	〃　〃　〃　耐震研究室	(62～3)
受託者側委員	桑原　啓三	(財)国土開発技術研究センター	(2～3)
委託者側幹事	松本　秀應	建設省土木研究所地震防災部振動研究室	(63～3)
	運上　茂樹	〃　〃　〃　耐震研究室	(63)

	杉田 秀樹	建設省土木研究所地震防災部耐震研究室		(1～3)
事務局	松村 哲男	(財)国土開発技術研究センター研究第二部		(63～1)
	村岡 憲司	〃	〃	(2)
	田中 康順	〃	〃	(3)
	太田 勇和	〃	〃	(1～2)
	有田 稔	〃	〃	(3)
	川井 哲夫	〃	〃	(1～2)
	田内 孝夫	〃	〃	(3)
	栖川 伸一	〃	〃	(63)
	小林 茂	〃	〃	(1～2)
	山本 昭之	〃	〃	(3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．（ ）内は任期。
注3．62年度はワーキングである。

震災復旧計画作成支援システムの開発分科会委員名簿

分科会長	栗林　栄一	豊橋技術科学大学工学部	(62～3)
委員	岩松　幸雄	茨木大学工学部建設工学科	(62)
	大林　成行	東京理科大学理工学部工学科	(62)
	亀田　弘行	京都大学防災研究所	(63～3)
	浜田　政則	東海大学海洋学部海洋土木学科	(63～3)
	広井　悠	東京大学新聞研究所	(63～3)
	背木　吉秋	東京都総務局災害対策部応急対策課	(63)
	小川　明労	〃　〃　〃　〃	(1～2)
	岡本　邦宏	〃　〃　〃　〃	(3)
	荒木　春視	㈱日本写真測量学会	(63～3)
委託者側委員	谷岡　誠一	建設省建設大臣官房技術調査室	(62～63)
	丸山　弘通	〃　〃　〃	(1～2)
	村上　真幸	〃　〃　〃	(3)
	正林　啓志	〃　建設経済局調査情報課電気通信室	(62)
	浦上　宣弘	〃　都市局都市政策課都市防災対策室	(62～1)
	長嶋　徹雄	〃　〃　〃　〃	(2)
	近藤　正	〃　〃　〃　〃	(3)
	中村　昭	〃　河川局防災課災害対策調査室	(62)
	古川　巌水	〃　〃　〃　〃	(63～3)
	西畑　雅司	〃　〃　〃　〃	(63～3)
	北橋　建司	〃　道路局企画課道路防災対策室	(62)
	吉原　浩	〃　〃　〃　〃	(63～1)
	中村　稔	〃　〃　〃　〃	(2)
	服部　亮二	〃　〃　〃　〃	(3)
	秋山　実	〃　国土地理院測図部写真測量技術開発室	(63～1)
	小出　正則	〃　〃　〃　〃	(63～3)
	野島　義照	〃　建築研究所第六研究部都市防災研究室	(62～3)
	足立　敏之	〃　東北地方建設局企画部企画課	(62)
	中村　敏一	〃　〃　〃　〃	(63～3)
	澤田　和宏	〃　〃　〃　〃	(63～3)
	池内　幸司	〃　〃　〃　〃	(63～3)
	木村　昌司	〃　関東地方建設局企画部企画課	(62)
	細見　寛	〃　〃　〃　〃	(63)
	田中　長光	〃　〃　河川部	(1)
	井上　光司	〃　〃　〃	(2～3)
	芦沢　公	〃　千葉国道工事事務所	(63)
	三木　幸一	〃　〃	(1)
	樋川　篤	〃　〃	(2)
	清水　昇	〃　〃	(3)
	神田　弘	〃　下館工事事務所	(63)
	水上　充	〃　〃	(1～2)
	出村　光雄	〃　〃	(3)

	木下　誠也	建設省中部地方建設局企画部企画課	(62)
	湯山　芳夫	〃　〃　〃　〃	(63)
	谷本　光司	〃　〃　〃　〃	(1)
	吉崎　収	〃　〃　〃　〃	(2)
	清水　亨	〃　〃　〃　〃	(3)
	上田　治	〃　土木研究所地震防災部	(62～63)
	佐々木　康	〃　〃　〃	(1～3)
	常田　賢一	〃　〃　企画部システム課	(62～63)
	宮川　朝一	〃　〃　〃	(1)
	寺川　陽	〃　〃　積算技術研究センターシステム課	(2～3)
	水山　高久	〃　〃　砂防部砂防研究室	(62)
	吉本　俊裕	〃　〃　河川部総合治水研究室	(62～3)
	佐々木　康	〃　〃　地震防災部振動研究室	(62～63)
	常田　賢一	〃　〃　〃　〃	(1～3)
	川島　一彦	〃　〃　〃　耐震研究室	(62～3)
受託者側委員	桑原　啓三	㈶国土開発技術研究センター	(2～3)
受託者側幹事	浦野　隆	建設省土木研究所企画部システム課	(63～63)
	川名万寿雄	〃　〃　積算技術研究センターシステム課	(1～3)
	石川　芳治	〃　〃　砂防部砂防研究室	(62)
	末次　忠司	〃　〃　河川部総合研究室	(62)
	笛田　俊治	〃　〃　河川部総合治水研究室	(63～3)
	松本　秀應	〃　〃　地震防災部振動研究室	(62～3)
	運上　茂樹	〃　〃　〃　耐震研究室	(62～1)
	杉田　秀樹	〃　〃　〃　〃	(1～3)
	加納　尚史	〃　〃　〃　〃	(2)
	中島　燈	〃　〃　〃　〃	(3)
事務局	石河　信一	㈶国土開発技術研究センター研究第二部	(62)
	松村　哲男	〃　〃	(63～1)
	村岡　憲司	〃　〃	(2)
	田中　康順	〃　〃	(3)
	太田　勇和	〃　〃	(1～2)
	有田　稔	〃　〃	(3)
	川井　哲夫	〃　〃	(1～2)
	田内　孝夫	〃　〃	(3)
	柄川　伸一	〃　〃	(62～63)
	小林　茂	〃　〃	(1～2)
	山本　昭之	〃　〃	(3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．（　）内は任期。
注3．62年度はワーキングである。

水害復旧計画作成支援システムの開発分科会委員名簿

分科会長	玉井　信行	東京大学工学部土木工学科	(63～3)
委員	山田　啓一	法政大学工学部土木工学科	(63～3)
	石川　忠晴	東北大学工学部土木工学科	(63～3)
	堀　重信	㈱建設電気技術協会	(63～3)
	荒木　春視	㈱日本写真測量学会	(63～3)
委託者側委員	谷岡　誠一	建設省建設大臣官房技術調査室	(63)
	丸山　弘通	〃　〃	(1～2)
	村上　真幸	〃　〃	(3)
	正林　啓志	〃　建設経済局電気通信室	(63～1)
	森重　卓雄	〃　〃　〃	(63～3)
	古川　巌水	〃　〃　防災課災害対策調査室	(63～1)
	西畑　雅司	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	立石　芳信	〃　河川局治水課	(63)
	小川　鶴蔵	〃　〃　〃	(1～3)
	野島　義照	〃　建設研究所第六研究都市防災研究室	(63～3)
	藤井　隆一	〃　関東地方建設局河川部河川管理課	(63～1)
	福嶋　民也	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	小岩井靖男	〃　〃　〃　電気通信課	(63)
	高橋善太郎	〃　〃　〃　〃	(1)
	深沢　芳雄	〃　〃　〃　〃	(2)
	小田桐俊悦	〃　〃　〃　〃	(3)
	福沢　亨	〃　近畿地方建設局河川部河川管理課	(63)
	上野　昇三	〃　〃　〃　〃	(1～2)
	青木　治男	〃　〃　〃　〃	(3)
	上田　治	〃　土木研究所地震防災部	(63)
	佐々木　康	〃　〃　〃	(1～3)
	青木　佑久	〃　〃　河川部	(1～2)
	馬場　洋二	〃　〃　〃	(3)
	常田　賢一	〃　〃　企画部システム課	(63)
	宮川　朝一	〃　〃　〃	(1)
	寺川　陽	〃　〃　積算技術研究センターシステム課	(2～3)
	川島　一彦	〃　〃　耐震研究室	(63～3)
	吉本　俊裕	〃　〃　河川部総合治水研究室	(63～3)
受託者側委員	桑原　啓三	㈶国土開発技術研究センター	(2～3)
受託者側幹事	野口　正	建設省土木研究所積算技術研究センターシステム課	(1～3)
	運上　茂樹	〃　〃　〃　耐震研究室	(63)
	杉田　秀樹	〃　〃　〃　〃	(1～3)
	笛田　俊治	〃　〃　河川部総合治水研究室	(63～3)
事務局	松村　哲男	㈶国土開発技術研究センター研究第二部	(63～1)
	村岡　憲司	〃　〃	(2)
	田中　康順	〃　〃	(3)
	太田　勇和	〃　〃	(1～2)

有田　　稔	(財)国土開発技術研究センター研究第二部		(3)
川井　哲夫	〃	〃	(1～2)
田内　孝夫	〃	〃	(3)
柄川　伸一	〃	〃	(63)
小林　　茂	〃	〃	(1～2)
山本　昭之	〃	〃	(3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．(　)内は任期。

土砂災害復旧計画作成支援システムの開発分科会委員名簿

分科会長	小橋　澄治	京都大学農学部林学科	(63～3)
委員	西尾　邦彦	東京大学農学部附属演習林	(63～3)
	天田　高白	筑波大学農林工学系	(63～3)
	水山　高久	京都大学農学部林学科	(2～3)
	中村　浩之	東京農工大学農学部環境・自然学科	(2～3)
	藤田　寿雄	日本道路公団技術部	(63)
	菅原　捷	〃　〃	(1)
	安江　朝光	㈱砂防・地すべり技術センター	(63～3)
委託者側委員	谷岡　誠一	建設省建設大臣官房技術調査室	(63)
	丸山　弘通	〃　〃	(1～2)
	村上　真幸	〃　〃	(3)
	正林　啓志	〃　建設経済局電気通信室	(63～1)
	森重　卓雄	〃　〃　〃	(2～3)
	古川　巌水	〃　河川局防災課災害対策調査室	(63～1)
	西畑　雅司	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	坂口　哲夫	〃　〃　砂防部砂防課	(63)
	牧野　裕至	〃　〃　〃　〃	(1)
	志田　武司	〃　〃　〃　〃	(2)
	西本　晴男	〃　〃　〃　〃	(3)
	牧野　裕至	〃　〃　〃　傾斜地保全課	(63)
	志田　武司	〃　〃　〃　〃	(1)
	古賀　省三	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	仲野　公章	〃　〃　〃　〃	(63)
	南　哲行	〃　〃　〃　〃	(1～3)
	吉原　浩	〃　道路局企画課道路防災対策室	(63～1)
	中村　稔	〃　〃　〃　〃	(2)
	服部　亮二	〃　〃　〃　〃	(3)
	土井　功	〃　土木研究所砂防部	(63)
	渡辺　正幸	〃　〃	(1～3)
	浅井涌太郎	〃　〃	(3)
	上田　治	〃　土木研究所地震防災部	(63)
	佐々木　康	〃　〃　〃	(1～3)
	常田　賢一	〃　〃　企画部システム課	(63)
	宮川　朝一	〃　〃　〃	(1)
	寺川　陽	〃　〃　積算技術研究センターシステム課	(2～3)
	水山　高久	〃　〃　砂防部砂防研究室	(63～1)
	石川　芳治	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	中村　浩之	〃　〃　〃　地すべり研究室	(63～1)
	吉松　弘行	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	吉松　弘行	〃　〃　〃　急傾斜地崩壊研究室	(63～1)
	中村　良光	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	川島　一彦	〃　〃　地震防災部耐震研究室	(2～3)

受託者側委員	桑原 啓三	(財)国土開発技術研究センター	(2～3)
受託者側幹事	藤本 昭	建設省土木研究所企画部システム課	(63)
	桐山 孝晴	〃 〃 〃 〃	(1)
	小栗ひとみ	〃 〃 積算技術研究センターシステム課	(2～3)
	石川 芳治	〃 〃 砂防部砂防研究室	(63～1)
	井良沢道也	〃 〃 〃 〃	(2)
	原 義文	〃 〃 〃 〃	(3)
事務局	松村 哲男	(財)国土開発技術研究センター研究第二部	(63～1)
	村岡 憲司	〃 〃	(2)
	田中 康順	〃 〃	(3)
	太田 勇和	〃 〃	(1～2)
	有田 稔	〃 〃	(3)
	川井 哲夫	〃 〃	(1～2)
	田内 孝夫	〃 〃	(3)
	柄川 伸一	〃 〃	(63)
	小林 茂	〃 〃	(1～2)
	山本 昭之	〃 〃	(3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．( )内は任期。

災害復旧情報支援システムの開発分科会委員名簿

分科会長	岩松　幸雄	茨城大学工学部都市システム工学科	(63～3)
委員	大林　成行	東京理科大学理工学部土木工学科	(63～3)
	堀　重信	㈱建設電気技術協会	(63～3)
	平井　邦彦	㈱都市防災研究所	(63～3)
委託者側委員	谷岡　誠一	建設省建設大臣官房技術調査室	(63)
	丸山　弘通	〃　〃	(1～2)
	村上　真幸	〃　〃	(3)
	正林　啓志	〃　建設経済局電気通信室	(63～1)
	森重　卓雄	〃　〃　〃	(2～3)
	浦上　宣弘	〃　都市局都市政策課都市防災対策室	(63～1)
	長嶋　徹雄	〃　〃　〃　〃	(2)
	近藤　正	〃　〃　〃　〃	(3)
	古川　巖水	〃　河川局防災課災害対策調査室	(63～1)
	西畑　雅司	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	吉原　浩	〃　道路局企画課道路防災対策室	(63～1)
	中村　稔	〃　〃　〃　〃	(2)
	服部　亮二	〃　〃　〃　〃	(3)
	秋山　実	〃　国土地理院測図部写真測量技術開発室	(63～1)
	小畠　正則	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	野島　義照	〃　建築研究所第六研究部都市防災研究室	(63～3)
	細見　寛	〃　関東地方建設局河川部	(63)
	田中　長光	〃　〃　〃	(1)
	井上　光司	〃　〃　〃	(2～3)
	藤井　隆一	〃　関東地方建設局河川部河川管理課	(63～1)
	福嶋　民也	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	小岩井靖男	〃　〃　〃　電気通信課	(63)
	高橋善太郎	〃　〃　〃　〃	(1)
	深沢　芳雄	〃　〃　〃　〃	(2)
	小田桐俊悦	〃　〃　〃　〃	(3)
	青板　武	〃　〃　道路部道路管理課	(63～1)
	長田　庄二	〃　〃　〃　〃	(2)
	樋川　篤	〃　〃　〃　〃	(3)
	戸部　隆司	〃　〃　〃　交通対策課	(63)
	松橋　幸雄	〃　〃　〃　〃	(1)
	竹内　幹夫	〃　〃　〃　〃	(2)
	中村　克己	〃　〃　〃　〃	(3)
	金井　文雄	〃　〃　企画部技術管理課	(1)
	斎木　忠治	〃　〃　〃　〃	(1～3)
	遠山　武伯	〃　東京国道工事事務所	(63)
	上田　治	〃　土木研究所地震防災部	(63)
	佐々木　康	〃　〃　〃	(1～3)
	吉本　俊裕	〃　〃　河川部総合治水研究室	(63～3)

	水山　高久	建設省土木研究所砂防部砂防研究室	(63～1)
	石川　芳治	〃　〃　〃　〃	(2～3)
	佐々木　康	〃　〃　地震防災部振動研究室	(63)
	常田　賢一	〃　〃　〃　〃	(1～3)
	川島　一彦	〃　〃　耐震研究室	(63～3)
	常田　賢一	〃　〃　企画部システム課	(63)
	宮川　朝一	〃　〃　〃　〃	(1)
	寺川　陽	〃　〃　積算技術研究センターシステム課	(2～3)
受託者側委員	桑原　啓三	(財)国土開発技術研究センター	(2～3)
委託者側幹事	笛田　俊治	建設省土木研究所河川部総合治水研究室	(63～3)
	石川　芳治	〃　〃　砂防部砂防研究室	(63～1)
	草野　慎一	〃　〃　〃　〃	(63～3)
	松本　秀應	〃　〃　地震防災部振動研究室	(63～3)
	運上　茂樹	〃　〃　〃　耐震研究室	(63)
	杉田　秀樹	〃　〃　〃　〃	(1～3)
	藤本　昭	〃　〃　企画部システム課	(63)
	野口　正	〃　〃　積算技術研究センターシステム課	(63～3)
	浦野　隆	〃　〃　企画部システム課	(63)
	川名万寿雄	〃　〃　積算技術研究センターシステム課	(1～3)
	小栗ひとみ	〃　〃　〃　〃	(63～3)
事務局	松村　哲男	(財)国土開発技術研究センター研究第二部	(63～1)
	村岡　憲司	〃　〃	(2)
	田中　康順	〃　〃	(3)
	太田　勇和	〃　〃	(1～2)
	有田　稔	〃　〃	(3)
	川井　哲夫	〃　〃	(1～2)
	田内　孝夫	〃　〃	(3)
	柄川　伸一	〃　〃	(63)
	小林　茂	〃　〃	(1～2)
	山本　昭之	〃　〃	(3)

注1．所属名は委嘱当時のものである。
注2．(　)内は任期。