

土 木 研 究 所 資 料

急傾斜地崩壊防止施設の維持管理 に関する実態調査報告書

昭和63年3月

建設省土木研究所
砂防部急傾斜地崩壊研究室

Copyright © (1988) by P.W.R.I.

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

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

急傾斜地崩壊防止施設の維持管理 に関する実態調査報告書

急傾斜地崩壊研究室 室長 吉松 弘行
主任研究員 三井 宏人
工藤 賢二

要 旨

急傾斜地崩壊防止施設は人命保全を目的とした構造物であり、その施工量の増加とともに、構造物のメンテナンスに関する手法の確立は重要な課題となっている。

本報告は、急傾斜地崩壊防止施設の変状の実態、点検・復旧方法の実態について、全国レベルのアンケート調査を行い、維持管理手法を検討したものである。

アンケート結果をもとに、変状発生工種・変状の種類及び変状をもたらした各種要因を整理・分析して構造物の変状に影響する外的及び内的要因を抽出した。さらに、検討結果を踏まえて、急傾斜地崩壊防止施設の点検項目、点検フローを提案した。

キーワード：急傾斜地崩壊防止施設、維持管理実態、アンケート調査、変状要因分析、
点検フロー

ま え が き

昭和42年に急傾斜地崩壊対策事業が国庫補助事業としてスタートして、本年で20年を迎える。この間、急傾斜地崩壊防止施設は時代の要請に応え、その質・量を増している。

一方、時間の経過とともに構造物の老朽化、あるいは外力の作用によって変状が発生し、構造物のメンテナンスは、今日、重要な課題となっている。しかしながら、この問題に関しての統一的な手法は示されておらず、ケースバイケースで対処している状況で、急傾斜地崩壊防止施設の維持管理手法の確立が必要となっている。

今回、全国都道府県の協力を得てアンケート調査を行い、維持管理手法確立の基礎資料とするため、構造物の変状の実態、点検方法の実態、復旧方法の実態をとりまとめ、急傾斜地崩壊防止施設の点検項目及び点検フローを検討したのでここに報告する。

目 次

ま え が き

1. 調査目的	1
2. アンケート調査	2
2.1 調査対象	2
2.2 調査方式	2
2.3 調査結果の整理要領	7
2.4 集計結果	10
3. 急傾斜地崩壊防止施設の変状	21
3.1 変状発生工種と変状の種類	21
3.2 変状発生工種と変状の要因	22
3.3 変状発生工種・種類と変状要因	23
4. 数量化Ⅱ類解析による変状影響因子の検討	27
4.1 数量化Ⅱ類解析	27
4.2 解析結果	30
5. 構造物の点検手法	41
5.1 諸機関の点検手法	41
5.2 点検工種	48
5.3 点検頻度	50
5.4 点検手段	54
5.5 点検項目	56
5.6 点検フロー	58
6. 構造物の復旧手法	61
6.1 変状の種類と復旧方法	61
6.2 工種別復旧方法	62

あ と が き	67
参 考 文 献	68
巻 末 資 料	69

数量化Ⅱ類解析結果一覧表

1. 調 査 目 的

急傾斜地崩壊防止施設の維持管理手法確立の基礎資料とするため、昭和42年度以降現在まで、全国の都道府県で施工された構造物について、被災実態・点検手段及び復旧工法の実態をアンケート調査により明らかにする。次に、変状発生工種、変状の種類及び変状をもたらした要因について、統計的分析を行って、構造物に変状をもたらす影響因子を抽出する。そして、これらの結果を踏まえて構造物の点検項目及び点検手順を検討する。

2. アンケート調査

2.1 調査対象

調査対象は昭和42年度～昭和60年度の間に全国の都道府県が施工した急傾斜地崩壊防止施設のうち、何らかの変状が発生した構造物とし、全国の都道府県に回答を依頼した。

2.2 調査方式

アンケート調査は昭和60年度と61年度の2回にわたって行った。調査方式は表2-1に示す調査表に従って、当該施設ごとに該当事項を回答する形式とした。調査表は、Ⅰ基本事項、Ⅱ施設の変状、Ⅲ施設の復旧、Ⅳ斜面の状況の4分類、34項目で構成されている。また記載要領は表2-2に示すとおりである。

表 2-1 急傾斜地崩壊防止施設の維持管理実態調査表

I. 基本事項

- | | | |
|------|------------|-----------|
| I-1 | 都道府県名 | |
| I-2 | 施工場所 | |
| I-3 | 地区名 | |
| I-4 | 工区名 | |
| I-5 | 工区の代表工種 | |
| I-6 | 工区延長 | |
| I-7 | 竣工年月 | |
| I-8 | 地区の標高 | |
| I-9 | 最近接の海洋名 | |
| I-10 | 海岸線からの直線距離 | |
| I-11 | 地区の年平均降水量 | mm (観測所名) |

II. 施設の変状

- [illegible]

IV-3 斜面の型

- 1.大きな尾根部 2.山腹の小さな尾根部 3.大きな谷部
4.山腹の小さな谷部 5.平衡な山腹 6.その他

IV-4 斜面上端の状態

- 1.尾根 2.台地 3.凹地

IV-5 斜面上端の利用状況

- 1.水路又は沢 2.道路 3.池沼 4.家 5.田畑 6.山林
7.その他()

IV-6 斜面の地質

1. 噴出岩類 (安山岩, 玄武岩, 流紋岩 等)
2. 深成岩類 (花崗岩, 閃綠岩, 石英斑岩 等)
3. 火山碎屑物 (集塊岩, 凝灰岩 等)
4. 水成堆積岩類 (頁岩, 粘板岩 等)
5. 變成岩類
6. シラス
7. ローム
8. その他

IV-7 斜面の土質

- 1.硬岩 2.中硬岩 3.軟岩 4.砂 5.砂質土 6.粘性土
7.〇混じり土 8.玉石混じり土 9.その他 ()

IV-8 過去の崩壊の有無

- 1.有 (昭和 年頃) 2.無

IV-9 湧水の有無

- 1.有 (①常時 ②降雨時) 2.無

IV-10 斜面の変状

1. 施設の変状発見以前に斜面の変状が見られた。
①クラック ②湧水の出現 ③その他()
2. 施設の変状発見以前に斜面の変状が見られなかった。
3. 不明

IV-11 オーバーハングの有無

- 1.有 2.無

IV-12 落石の可能性

- 1.有 2.無

IV-13 斜面崩壊の可能性（施設上部の残斜面）

- 1.有 2.無

表 2 - 2 調査記載要領

I 基本事項

- I - 1 都道府県名 例) 宮崎県
- I - 2 施工場所 例) 日向市大字細島字伊勢
- I - 3 地区名 例) 伊勢地区
- I - 4 工区名 例) 伊勢第2工区
- I - 5 工区の代表工種) 工費の大なる工種, 抑止工・抑制工の区別(抑止工優先)等を考慮して, 後述の工種区分に従い記号で記入
- I - 6 工区延長 ○○m
- I - 7 竣工年月
- I - 8 地区の標高 ○○m
- I - 9 最近接の海洋名) 太平洋, 日本海, 瀬戸内海等
- I - 10 海岸線からの直線距離 ○○Km
- I - 11 地区の年平均降水量 ○○○○mm (観測所名)

II. 施設の変状

II - 1 変状のあった工種

) 後述の工種区分に従い記号で記入

例) 重力擁壁の場合 (1)-(b)-1

II - 6 変状の要因

2. 台風以外の豪雨

異常気象名) 異常気象とは連続80mm以上又は時間20mm以上の降雨があった場合を言う。

例) 梅雨前線豪雨

II - 7 変状発見直前の異常気象 (II - 6で8に○をした場合のみ該当)

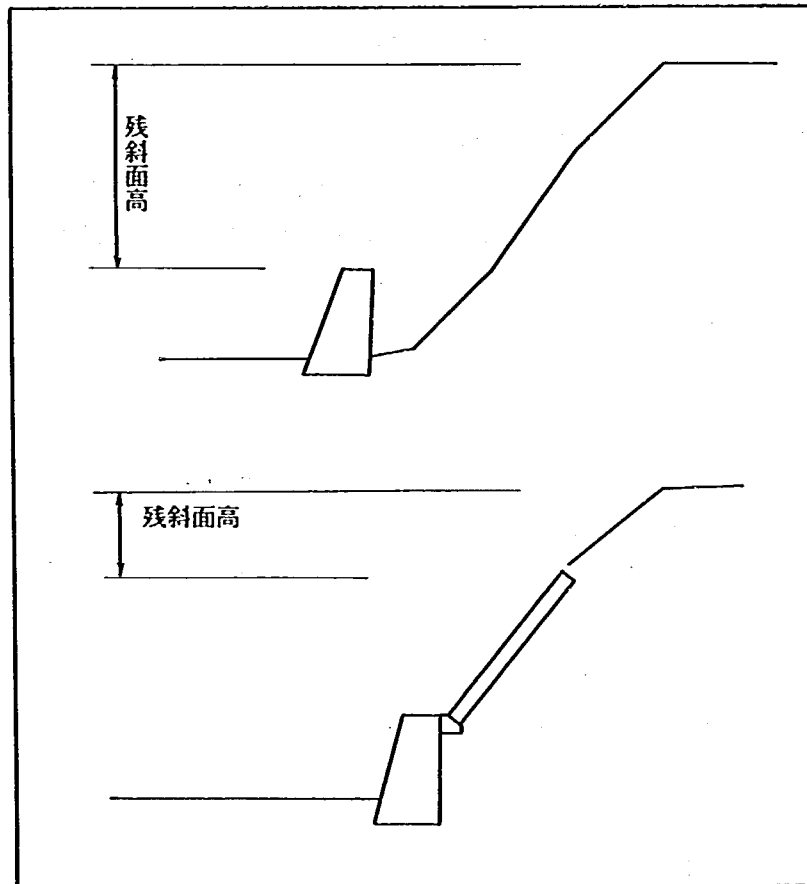
例) 変状発見が昭和58年10月10日で, それ以前, 昭和58年7月12日と昭和58年6月10日に異常気象があった場合, 昭和58年7月12を記入。

IV. 斜面の状況

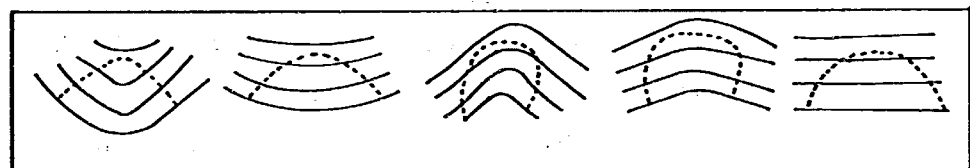
IV - 1 斜面の形状

1. 斜面高 : m単位で記入 例) 12m or 13~15m
2. 平均勾配 : 5度単位で記入 例) 35度 or 35~40度
3. 表土の厚さ : 0.1m単位で記入 例) 1.5m or 1.5~2.0m
4. 施工後の残斜面高: m単位で記入) 次ページの図参照

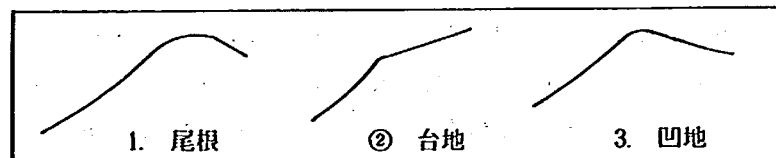
残斜面高の概念図



Ⅳ-3 斜面の型



Ⅳ-4 斜面上端の状態



2.3 調査結果の整理要領

各調査項目のうち、Ⅱ－1変状のあった工種、Ⅱ－5変状の種類、Ⅱ－6変状の要因、Ⅲ－2復旧の程度は、以下に示す整理要領を新たに作成し、アンケート記入結果を再分類して整理することにした。なお、これら4項目以外は調査記入結果に従って整理した。

(1) 変状のあった工種

表2－3のように急傾斜地崩壊防止施設を擁壁工、のり面工、排水工、その他の工種に大別し、さらに数十の工種に分類した。¹⁾

(2) 変状の種類

変状の種類は点検手法を確立するための重要な調査項目であり、アンケート記入結果、添付の写真・図面から以下のように再分類した。

1. クラック
2. 沈下
3. すべり出し……地盤の滑動に伴う構造物の自重によるすべり
4. はらみ……地盤の圧縮による構造物のふくらみ
5. 倒れ込み……擁壁等の前傾、落石防止柵の折れ曲がり等
6. ポケット部の堆砂……ポケットを有する構造物全ての背後の堆砂
7. 植生の枯死
8. 塗装のはがれ・錆……落石防止柵支柱の軽微な損傷
9. 腐食……落石防止柵支柱の腐食（錆を除く）
10. 網部の破損……落石防止網部のみの損傷
11. 剥落……表面コンクリート・モルタルの剥落
12. 空洞……構造物と背後地盤との境に生じた隙間
13. 崩壊……のり面保護工（植生工）の崩壊
14. 破壊……地山の変状により構造物の破壊となったもの（損傷は含まない）
15. その他……上記以外のもの

表 2 - 3 工 種 分 類

(1) 擁壁工

(a) 石積・ブロック積擁壁工

1. 石積工（裏コン無）
2. 石積工（裏コン有）
3. 積ブロック（裏コン無）
4. 積ブロック（裏コン有）
5. 井桁ブロック
6. ヒコーキ枠ブロック
7. その他（具体的に記述）

(b) コンクリート擁壁工

＊）小型構造物以外のコンクリート使用のもの

1. 重力式擁壁（半重力式擁壁も含む）
2. もたれ式擁壁（厚さ50cm程度以上の張りコンを含む）
3. 待受け式擁壁
4. 上記2. 3.の組み合わせ
5. その他（具体的に記述）

(2) のり面工

(a) 吹付工

1. モルタル吹付工
2. コンクリート吹付工
3. その他（具体的に記述）

(b) のり枠工

1. プレキャストのり枠工
2. 現場打ちのり枠工
3. 特殊現場打ちのり枠工
4. アンカー付格子枠
5. その他（具体的に記述）

(c) 張工（のり枠工の枠内処理は含まず）

1. 石張工
2. ブロック張工
3. コンクリート張工（厚さ50cm程度以下）
4. その他（具体的に記述）

(d) アンカー工

1. すべり止めアンカー（他工種との組み合わせ）
2. アンカー工（他工種との組み合わせ）
3. アンカー工（単独）
4. その他（具体的に記述）

(e) 杭工

(f) 柵工

1. 土留め柵工
2. 編柵工
3. 落石防止柵工（擁壁との組み合わせ、ストーンガード等）
4. 落石防止柵工（単独）
5. その他（具体的に記述）

(g) 植生工（のり枠工との組み合わせ）

1. 芝工
2. 種子吹付工
3. 植栽工
4. その他（具体的に記述）

(h) 植生工（単独）

1. 芝工
2. 種子吹付工
3. 植栽工
4. その他（具体的に記述）

(i) 自然斜面

(3) 排水工

(a) 地表排水工

1. プレキャスト
2. 現場打ち
3. その他（具体的に記述）

(b) 地下排水工

1. 暗渠工
2. ボーリング工
3. その他（具体的に記述）

(4) その他の工種

(3) 変状の要因

変状の要因に関しては、ⅰ) その他欄の回答が少なからずあること。ⅱ) 台風・前線等の降雨が引き金となって、漏水・残斜面の崩壊が誘発されて、これが直接的な変状の要因となるケースがある。このことから、以下のように再分類した。

1. 降雨による排水工からの漏水
2. 降雨による裏込土の流出
3. 降雨による残斜面の崩壊
4. 降雨による上記1～3以外のもの
5. 土圧・斜面のすべり
6. 裏込土の沈下
7. 湧 水
8. 積 雪
9. 融 雪
10. 凍上凍結
11. 地 震
12. 塩 害
13. アルカリ骨材反応
14. 施設の老朽化
15. 不 明
16. その他

(4) 復旧の程度

復旧の程度に関しては、機能低下防止・機能回復・機能補強以外に土工・全面復旧等、様々な復旧がなされているため、以下のように再分類した。

1. 機能低下防止……塗装の塗りかえ、中詰の充填等
2. 機能回復……グラウト、フェンスの立て替え、水路工の復旧
3. 機能補強……アンカー、水抜ボーリング、枠工等、新規工種の追加
4. 土 工……崩土の除去
5. 全面復旧……変状発生工種と同一工種による全面復旧（やり直し）
6. 全面取替……他工種による全面復旧（やり直し）
7. 残斜面の新規施工
8. 未 定

2.4 集計結果

アンケート調査総数は、昭和60年度回答 242 件、昭和61年度回答98件の合計 340 件であった。また、変状の種類は 1 箇所でも複数の回答もあり、合計 397 となった。ここでは、アンケート整理結果に基づいて、各項目ごとにその頻度を集計した結果について説明する。

(1) 基本事項

。 変状発生工種の竣工年

昭和55年竣工の変状発生が最多で（35件、10％）、昭和47～57年にかけての竣工が多い傾向にある（図 2 - 1）。

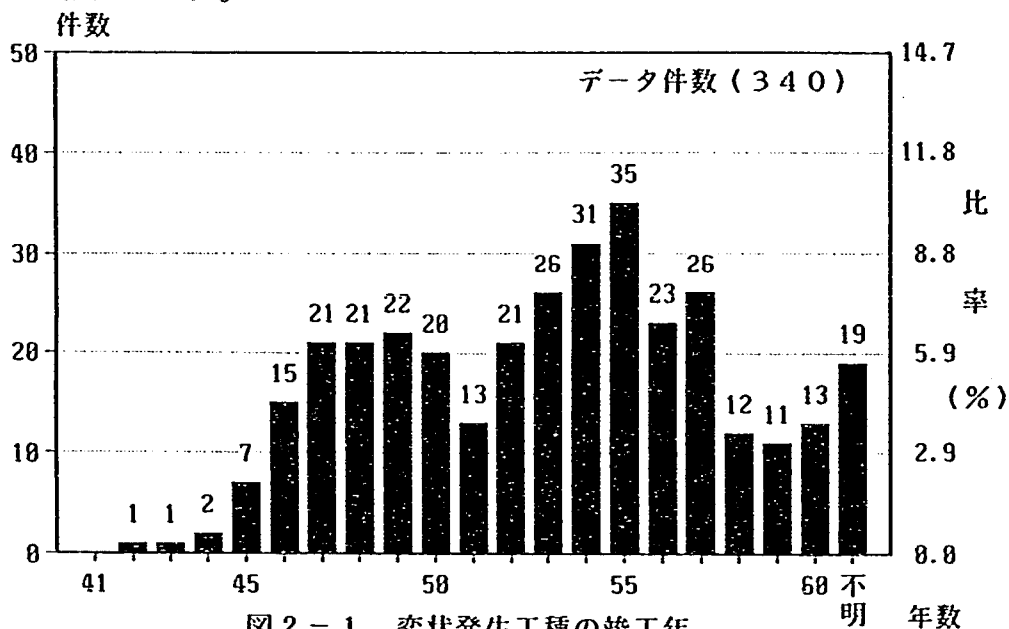


図 2 - 1 変状発生工種の竣工年

。 対象施設の標高

標高20m未満が約半数（167件、49.1％）を占め、以下、標高が高くなると減少している。急傾斜地崩壊防止工事の多くが海岸沿線で施工されていることから、母集団の分布が反映された結果と言える（図 2 - 2）。

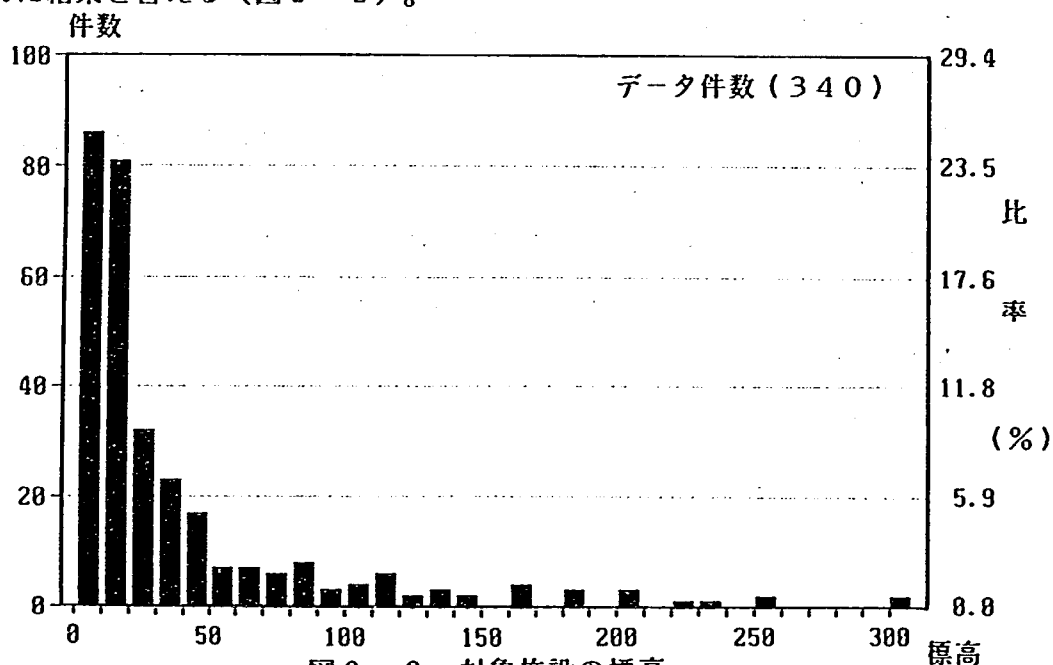


図 2 - 2 対象施設の標高

。 最近接の海洋名

太平洋，日本海，瀬戸内海に近接している構造物に変状が多い。ただし，海洋に接していない県の構造物にも38件（11.2％）の変状が発生している（図2-3）。

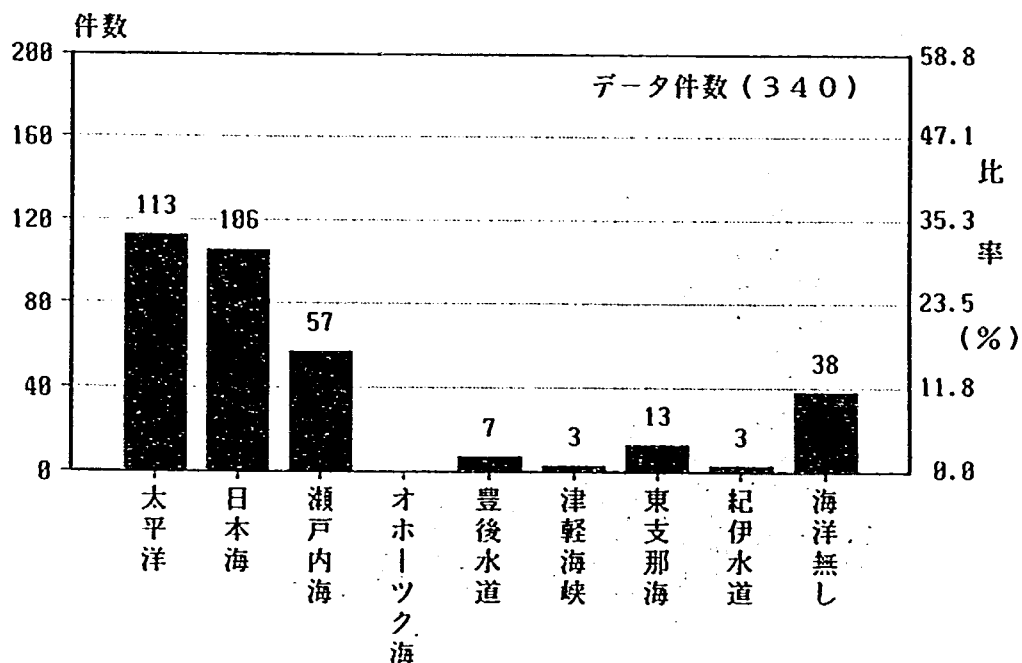


図2-3 最近接海洋名

。 海岸線からの直線距離

海洋との距離が2km未満が50%以上となっている。図2-2と同様に母集団の大小が反映した結果と考えられる（図2-4）。ただし，海洋との距離は潮風と関係があり，この点に関しては次章で考察する。

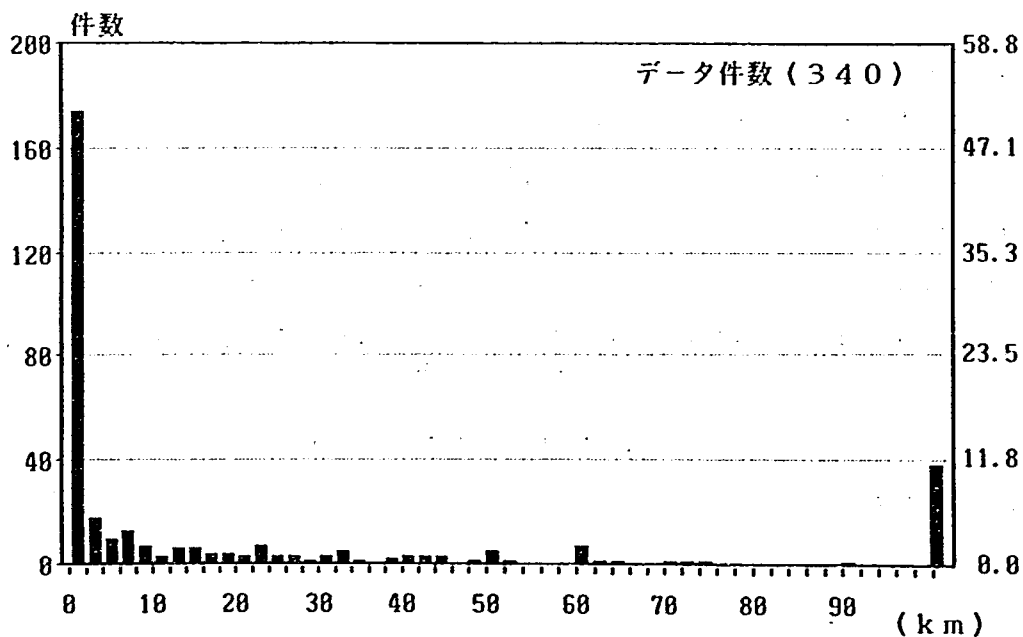


図2-4 海洋との距離

。 年平均降水量

年平均降水量が 1,100 ～ 1,800 mm の地域に変状発生が多い（図 2 - 5）。

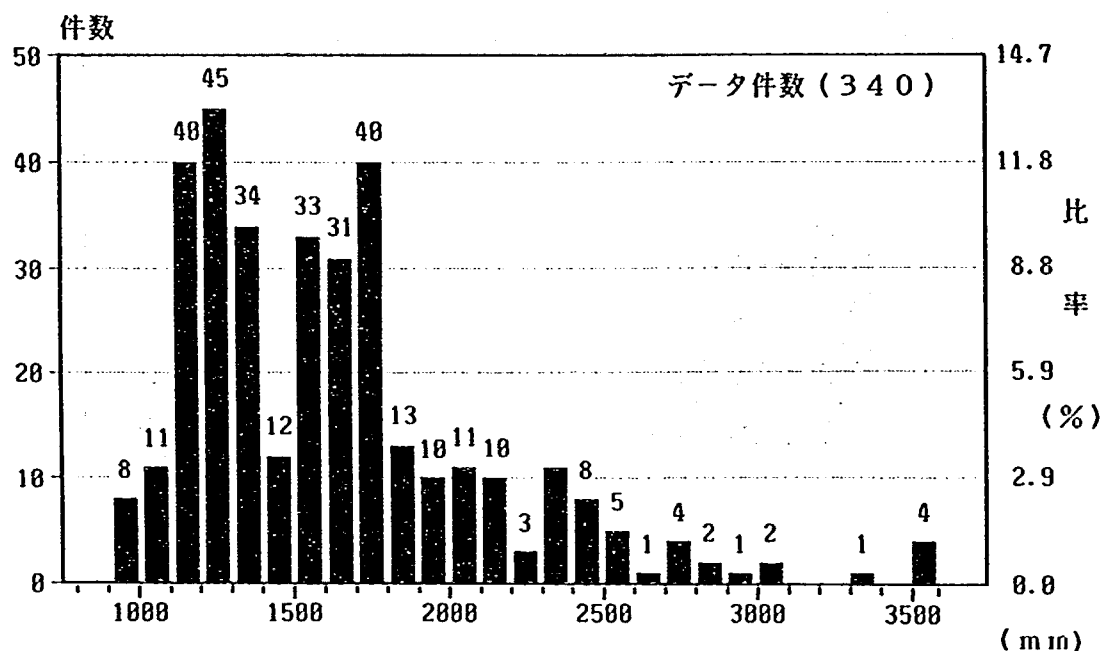


図 2 - 5 年平均降水量

(2) 施設の変状

図 2 - 6 及び表 2 - 4(a)に変状が発生した工種を示す。プレキャストのり枠工，落石防止柵工が特に多く（58件・17.1％，59件・17.4％），以下，モルタル吹付工，重力式擁壁工，現場打のり枠工，積ブロック工（裏コン無），プレキャスト排水工の順になっており，比較的軽易な構造の工種に変状が発生していることがわかる。重力式擁壁工の件数も多いが，これは施工実績（母集団）の数が影響していると考えられ，変状発生率との関係は次章で考察する。

また，表 2 - 4(a)をグループ別に集計すると表 2 - 4(b)となる。のり面工の変状発生が多く 67.6％を占める。

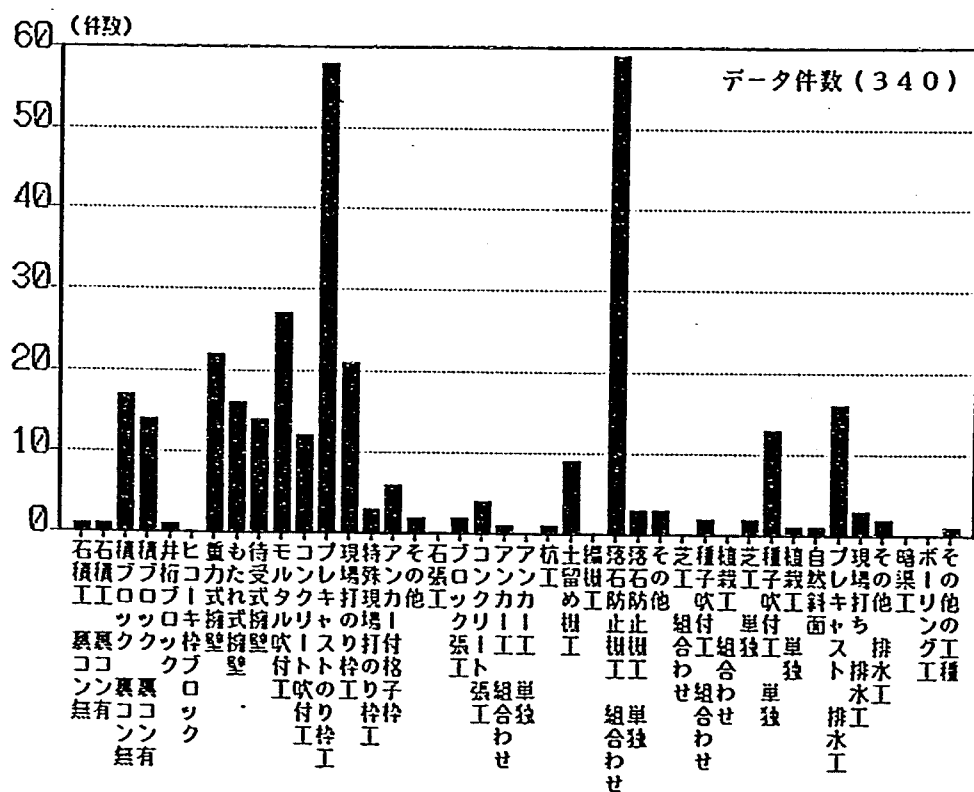


表 2-4(a) 変状発生工種

工 種 名	数	比率(%)	ア ン カ ー 工 (組 合 わ せ)	1	0.29
石 積 工 (裏コン無)	1	0.29	杭	1	0.29
" (" 有)	1	0.29	土 留 め 構 工	9	2.65
積 ブ ロ ッ ク (" 無)	17	5.00	落石防止構工 (組 合 わ せ)	59	17.35
" (" 有)	14	4.12	" (単 独)	3	0.88
井 桁 ブ ロ ッ ク	1	0.29	そ の 他	3	0.88
重 力 式 擁 壁	22	6.47	種 子 吹 付 工	2	0.59
も た れ 式 擁 壁	16	4.71	芝	2	0.59
待 受 式 擁 壁	14	4.12	種 子 吹 付 工	13	3.82
モ ル タ ル 吹 付 工	27	7.94	植 栽 工	1	0.29
コ ン ク リ ー ト 吹 付 工	12	3.53	自 然 斜 面	1	0.29
ブ レ キ ャ ス ト の り 枠 工	58	17.06	ブ レ キ ャ ス ト	16	4.71
現 場 打 ち の り 枠 工	21	6.18	現 場 打 ち	3	0.88
特殊現場打ちのり枠工	3	0.88	そ の 他	2	0.59
ア ン カ ー 付 格 子 枠	6	1.76	そ の 他 の 工 種	1	0.29
そ の 他	2	0.59	—	2	0.59
ブ ロ ッ ク 張 工	2	0.59	合 計	340	100.0
コ ン ク リ ー ト 張 工	4	1.18			

表 2 - 4 (b) 変状発生工種 (グループ別)

工 種 区 分		箇所数	比率(%)
(1) 擁壁工	1 A 石積・ブロック積擁壁工	34	10.0
	1 B コンクリート擁壁工	52	15.3
	小 計	86	25.3
(2) のり面工	2 A 吹 付 工	39	11.5
	2 B の り 枠 工	90	26.5
	2 C 張 工	6	1.8
	2 D ア ン カ ー 工	1	0.3
	2 E 杭 工	1	0.3
	2 F 柵 工	74	21.8
	2 G 植生工 (のり枠工との組み合わせ)	2	0.6
	2 H 植 生 工 (単独)	16	4.7
	2 I 自 然 斜 面	1	0.3
	小 計	230	67.6
(3) 排水工	3 A 地 表 排 水 工	21	6.2
	3 B 地 下 排 水 工	0	0.0
	小 計	21	6.2
(4)	そ の 他	1	0.3
	—	2	0.6
合 計		340	100.0

。 変状発見年

図2-7のように昭和60年に変状を発見した構造物が圧倒的に多く、昭和59年以前の発見は119件・35%となっている。変状発見年は変状発生年と必ずしも一致しない。つまり、昭和60年の変状発見が多いのは、アンケート調査実施期間（昭和60年8～9月、昭和61年6～9月）が関係しているようであり、実際の変状は昭和60年以前に発生したことが予想される。変状発生後直ちに変状が発見されることがベストであり、そのためにも構造物の点検手法の確立が必要になるところである。

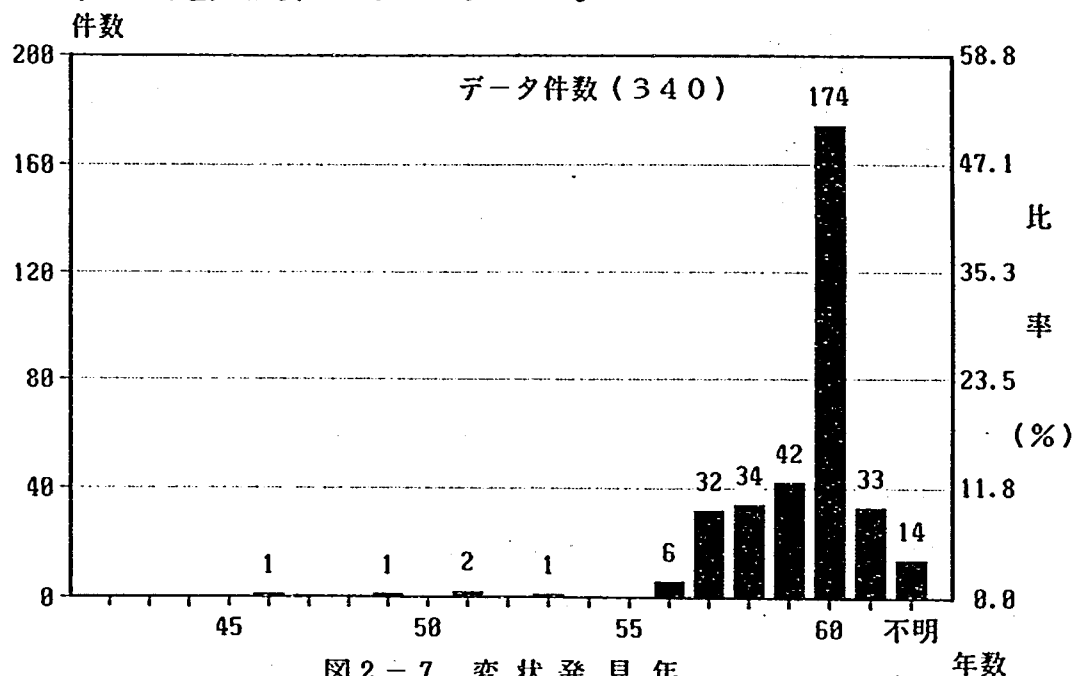


図2-7 変 状 発 見 年

。 変状発見の方法

都道府県のパトロールと地元の通報が多く、市町村のパトロールによる発見が少ない（図2-8）。

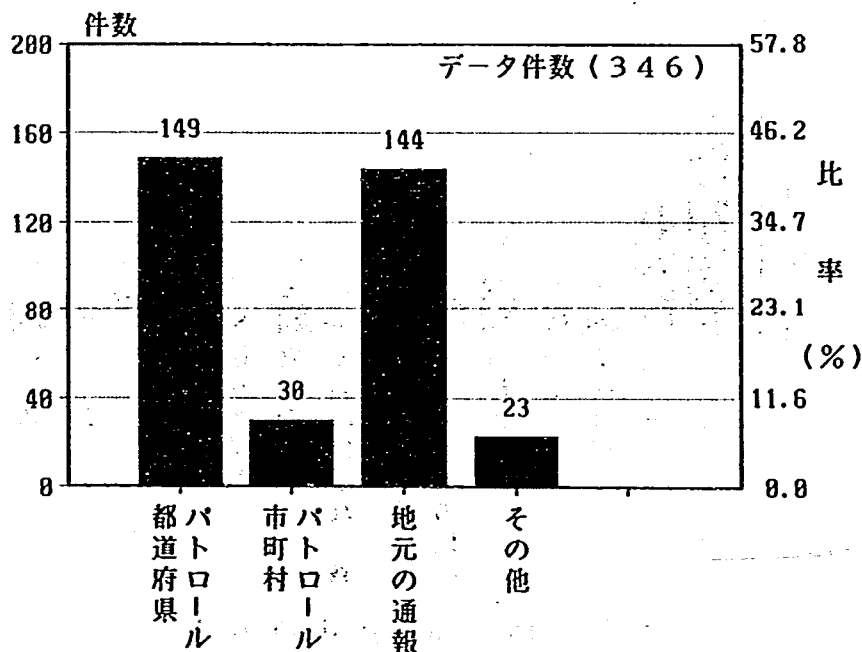


図2-8 発 見 方 法

。 変状発見の手段

目視による変状発見がほとんどで、他の手段は用いられていない（図2-9）。

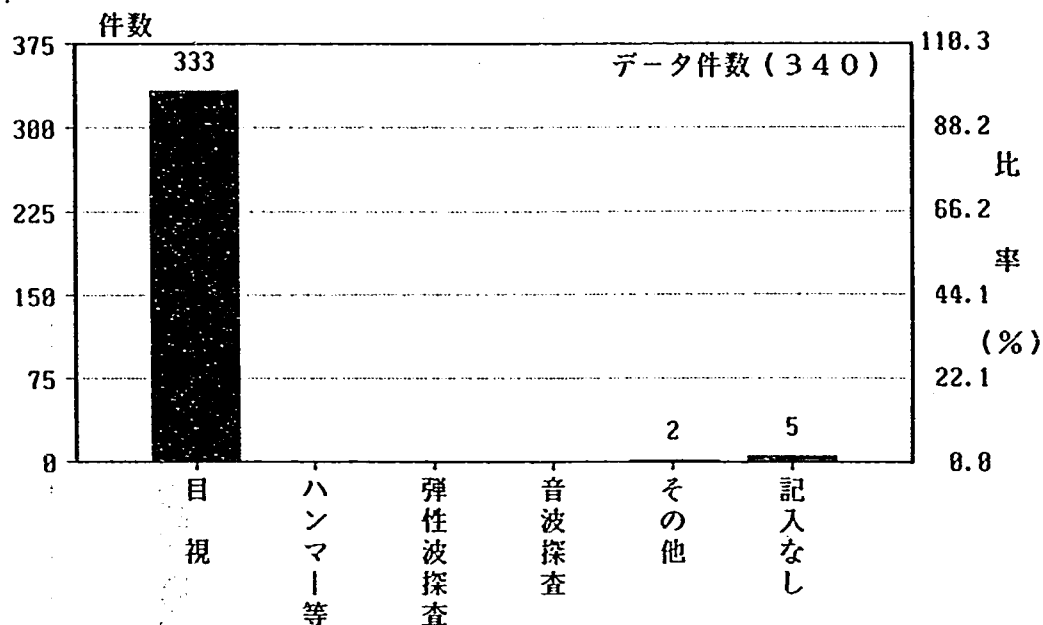


図2-9 変状発見手段

。 変状の種類

図2-10のように、様々の変状が発生しており、特に、クラックと沈下が多く、45%の発生比率である。変状の種類によっては特定の工種に発生する変状も予想され、この関係については次章で調べることにする。なお、この項目は複数回答があるためサンプル数は397となった。

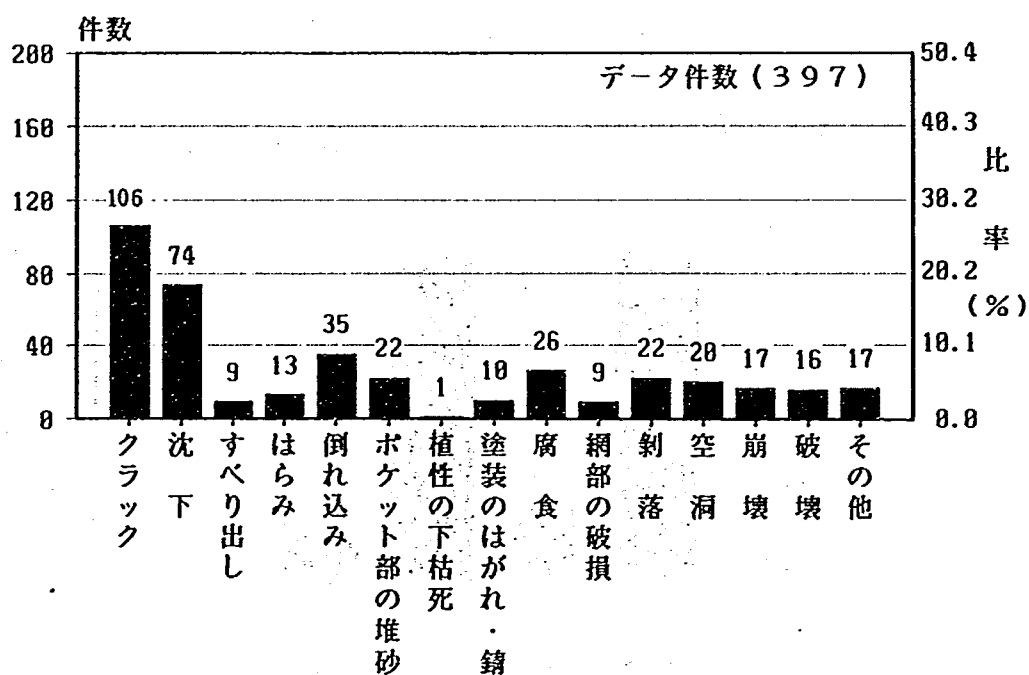


図2-10 変状の種類

。 変状の要因

図2-11のように、降雨に起因する変状が114件・33.5%を占める。土圧・斜面のすべり（35件）のうち、降雨によるものが24件、降雨と関係のないものが11件である。

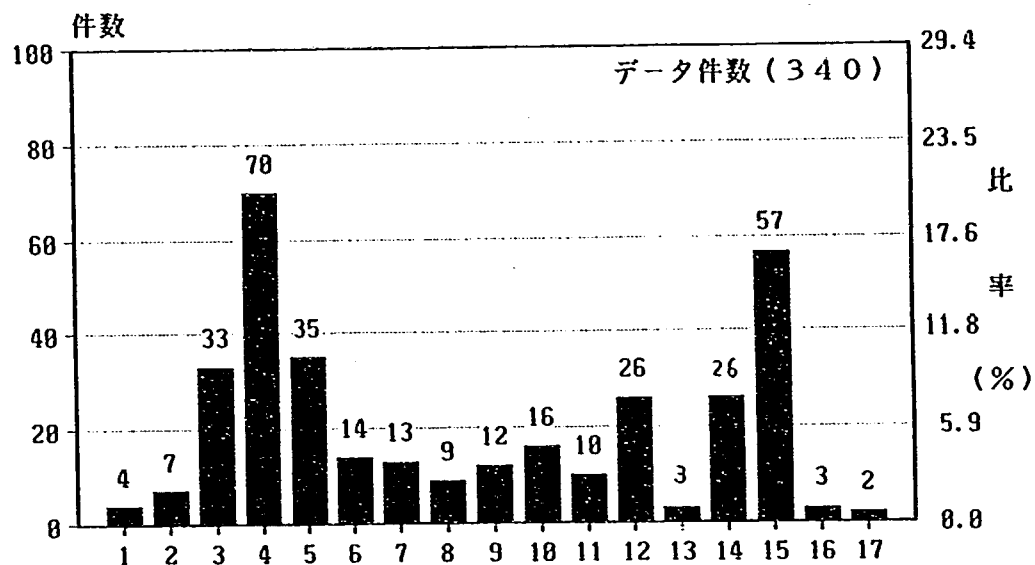


図2-11 変状要因

No	分 類
1	降雨による排水工からの漏水
2	降雨による裏込土の流失
3	降雨による崩壊
4	降雨による1～3以外のもの
5	土圧・斜面のすべり
6	裏込土の沈下
7	湧 水
8	積 雪
9	融 雪
10	凍上凍結
11	地 震
12	塩 害
13	アルカリ骨材反応
14	施設の老朽化・経年変化
15	不 明
16	その他
17	記入なし

非降雨の要因として、塩害、構造物の老朽化・経年変化、凍上凍結等が多い傾向にある。
最近話題のアルカリ骨材反応による変状は以外に少なく、瀬戸内海に臨む地域で3件
(いずれも擁壁工) 発生しただけであった。変状項目不明が20%を占める。表2-5は昭和43
年以降に日本付近で発生したマグニチュード6.0以上の地震一覧である^{2) 3)}。相当数の
地震が発生したにもかかわらず、地震によって構造物が被災したケースは少なく10件で
ある(日本海中部地震6, 長野県西部地震2, その他地震2)。

表2-5 日本の地震(S43以降)

昭和年月日	北緯	東経	M	深度 h (km)	記 事
43. 4. 1	32.3	132.5	7.5	30	「日向灘地震」V
5. 16	40.7	143.6	7.9	0	「十勝沖地震」V, 余震6/12 (M=7.2)
7. 1	36.0	139.4	6.1	50	埼玉県中部
8. 6	33.3	132.4	6.6	40	豊後水道V
44. 9. 9	35.8	137.1	6.6	0	岐阜県中部, 明方村・和良村・萩原町V
45. 1. 1	28.4	129.2	6.1	50	奄美大島付近
1. 21	42.4	143.1	6.7	50	北海道南部, 広尾, 帯広, 浦河V
45. 7. 26	32.1	132.0	6.7	10	日向灘, 宮崎市, 日南市
10. 16	39.2	140.7	6.2	0	秋田県南東部, 秋田県東成瀬村, 山内村, 岩手県湯田町
47. 2. 29	33.2	141.3	7.0	70	八丈島近海, 伊豆半島~太平洋東岸IV
12. 4	33.2	141.1	7.2	50	「八丈島東方沖地震」東京湾周辺IV
48. 6. 17	43.0	146.0	7.4	40	「根室半島沖地震」根室・釧路V 余震6/24 (M=7.1, h=30 km)
49. 5. 9	34.6	138.8	6.9	10	「伊豆半島沖地震」南伊豆町V
50. 1. 23	33.0	131.1	6.1	0	阿蘇山北縁, 一の宮町手野V
4. 21	33.1	131.3	6.4	0	「大分県中部, 地震 内山, 扇山IV
53. 1. 14	34.8	139.3	7.0	-	「伊豆大島近海地震」
6. 4	35.1	132.7	6.1	-	島根県中部
6. 12	38.2	142.2	7.4	-	「宮城県沖地震」
55. 6. 29	34.9	139.2	6.7	-	「伊豆半島東方沖地震」
57. 3. 21	42.1	142.6	7.1	-	「浦河沖地震」浦河・静内で被害
58. 5. 26	40.4	139.1	7.7	-	「日本海中部地震」秋田・むつ・深浦V
8. 8	35.5	139.0	6.0	-	神奈川, 山梨県境, 東京, 横浜, 甲府IV
59. 8. 7	32.4	132.2	7.1	-	日向灘, 熊本, 宮崎, 大分, 宇和島IV
9. 14	35.8	137.6	6.8	-	「長野県西部地震」

昭和62年理科年表(東京天文台編集)

○ 変状発生直前の異常気象

構造物に接して日常生活を営んでいる人々程、変状の発生をキャッチする確率が高い。
そこで、地元の通報で変状が発見されたケースを中心に直前の異常気象を集計してみた。
ただし、先に述べたように、変状発生と変状発見の時間は必ずしも一致しないため、参考として図2-12を示す。台風直後が51件・15％、豪雨直後が97件・28％となっている。

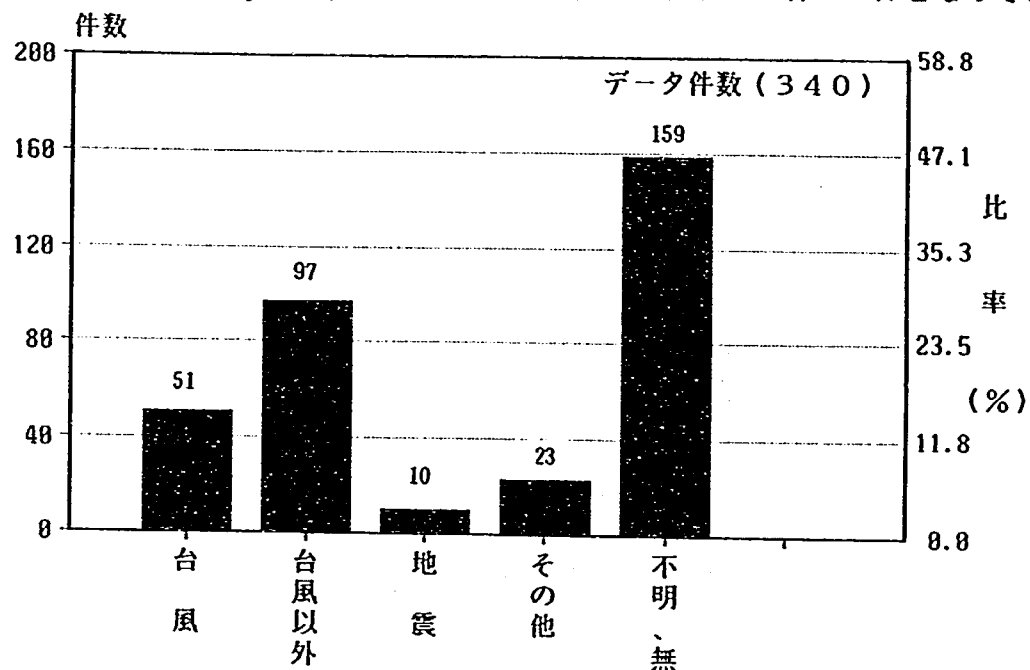


図2-12 異常気象

(3) 構造物の復旧

○ 復旧の必要性

復旧の必要がある構造物が327件・96.2％と大半を占めるが、このうち、復旧済は81件で少ない(図2-13)。

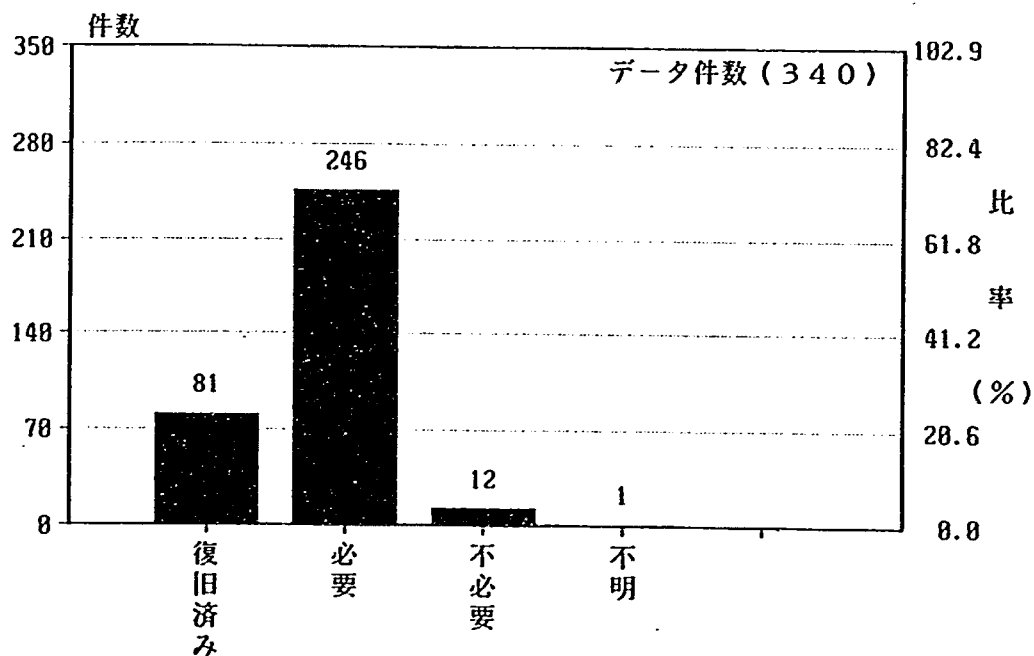


図2-13 復旧の必要性

◦ 復旧の程度

復旧の必要がある構造物の復旧程度をまとめると、機能回復（グラウト、フェンス立替、水路取替、吹付工のやり直し等の原形復旧）が最多で（128 件，39.2），以下，機能補強，全面取替，機能低下防止となっている（図 2-14）。特に全面取替（他工種による復旧）が15.9 %あることが注目される。

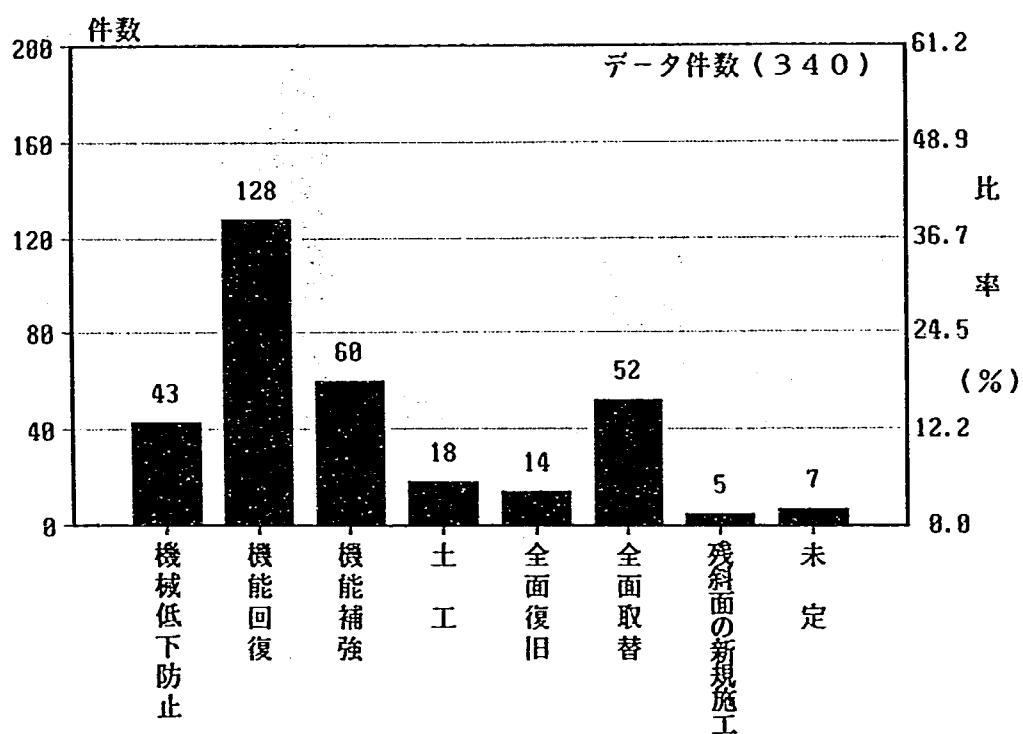


図 2-14 復旧の程度

3. 急傾斜地崩壊防止施設の変状

急傾斜地崩壊防止施設の点検手段を確立するためには、どのような構造物に、どのような変状が、どのような自然条件の時に発生するかを確認する必要がある、本章ではこれら諸点について、その関連性を検討した。

3.1 変状発生工種と変状の種類

変状発生工種と変状の種類の間係を調べると図3-1のように、各工種ごとに特有の変状が発生していることがわかる。つまり、

石積ブロック積擁壁工 クラック
 コンクリート擁壁工 クラック、堆砂

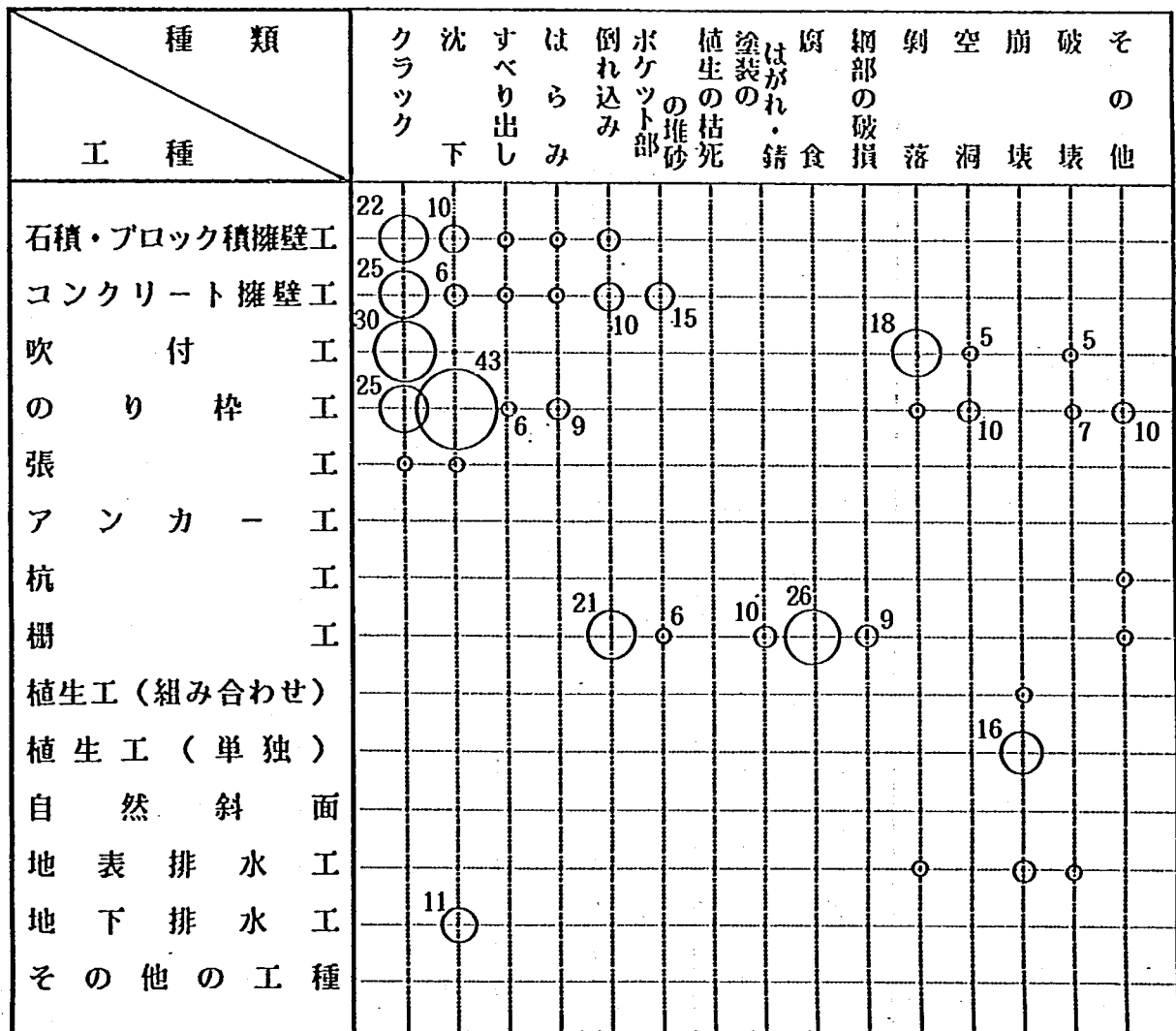


図3-1 変状発生工種と変状の種類

吹付工	クラック，剥落
のり枠工	沈下，クラック
欄 工	腐食，倒れ込み
植生工（単独）	崩壊

となっており（上位10），特に，のり枠工の沈下が多い。

3.2 変状発生工種と変状の要因

各工種の変状がどのような要因で発生したかを整理すると，図3-2のように降雨に起因する変状が33.5%を占め，特にコンクリート擁壁工とのり枠工が多い。降雨以外の要因では下記が特筆される。

吹付工	凍上凍結
欄 工	塩害，老朽化・経年変化

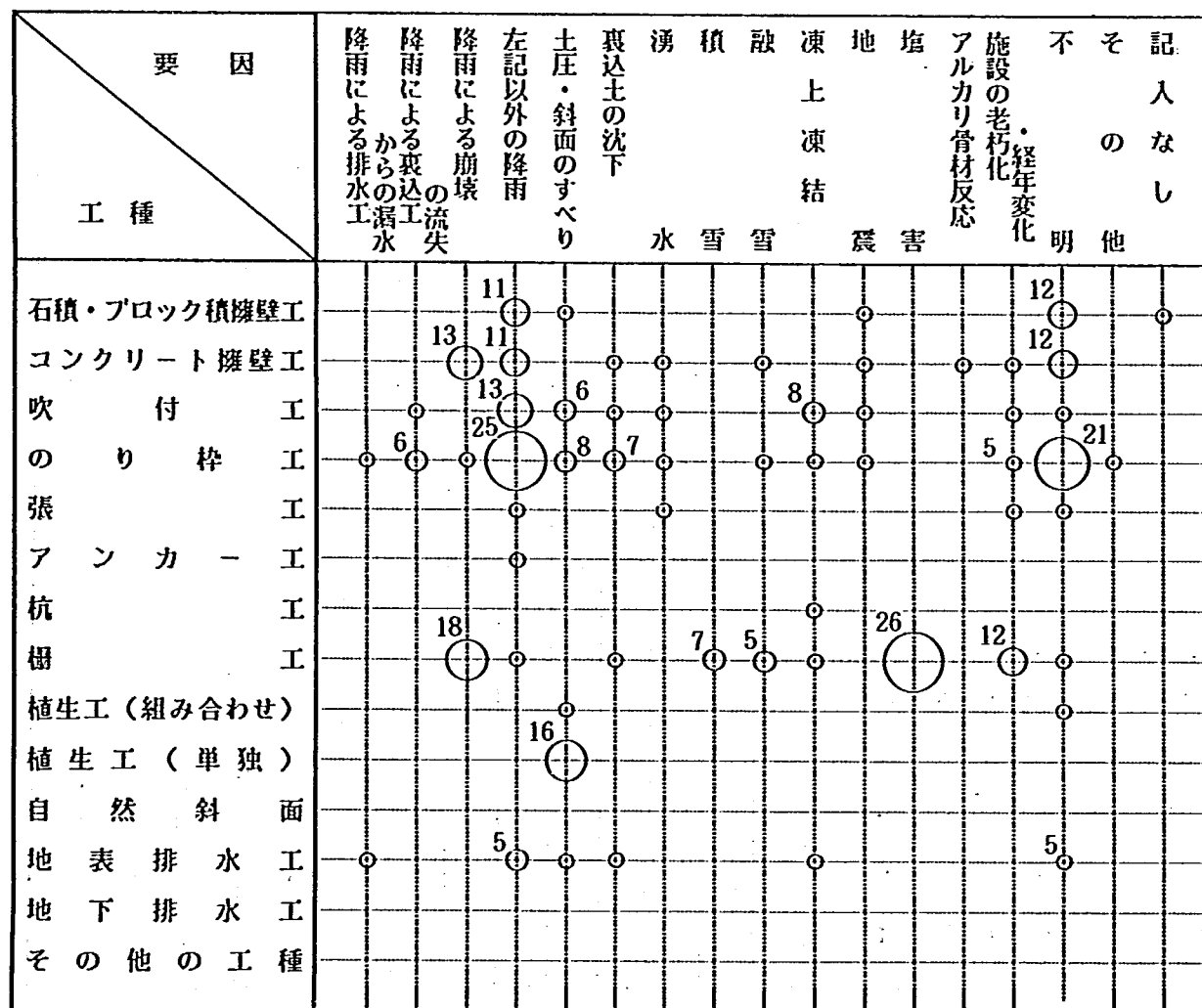


図3-2 変状発生工種と変状の要因

植生工（単独） 土圧、斜面のすべり

3.3 変状発生工種・種類と変状要因

図3-3のように、変状要因が不明の箇所も少くないが、それ以外では次の組合せが多い。

石積ブロック積擁壁工のクラック 降雨

コンクリート擁壁工のクラック 降雨

工 種		要 因	降雨による排水工からの漏水	降雨による裏込工の流失	降雨による崩壊	左記以外の降雨	土圧・斜面のすべり	裏込土の沈下	湧 水	積 雪	融 雪	凍 上 凍 結	地 震 害	塩 害	アルカリ骨材反応	施設の老朽化・経年変化	不明	その他	記入なし
石積擁壁工	石積擁壁工	クラック 沈下 すべり出し はらみ 倒れ込み 空洞		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	8	
コンクリート擁壁工	コンクリート擁壁工	クラック 沈下 すべり出し はらみ 倒れ込み ポケット部の堆砂 空洞		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	10	
吹付工	吹付工	クラック 沈下 剝落 空洞 破壊		11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	10	
のり枠工	のり枠工	クラック 沈下 すべり出し はらみ 剝落 空洞 破壊 その他		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	9	
張工	張工	クラック 沈下 剝落																	
アンカー工	アンカー工	クラック その他																	
掘工	掘工	倒れ込み ポケット部の堆砂 塗装のはがれ・錆 腐食 網部の破損 その他	15											21					
植生工（組合わせ）	植生工（組合わせ）	植生の枯死																	
植生工（単独）	植生工（単独）	崩壊																	
自然斜面	自然斜面	その他																	
地表排水工	地表排水工	沈下 空洞 破壊 その他																	
その他	その他	ポケット部の堆砂																	

図3-3 変状発生工種、変状の種類と変状の要因

コンクリート擁壁工のポケット部堆砂

……… 降雨による崩壊

吹付工のクラック …… 降雨, 凍上凍結
 “ 剥落 …… 降雨, 凍上凍結
 のり枠工のクラック …… 降雨
 のり枠工の沈下 …… 降雨, 裏込土沈下
 “ 破壊 …… 土圧・斜面のすべり
 柵工の倒れ込み …… 降雨による崩壊
 “ 腐食 …… 塩害

植生工（単独）の崩壊 …… 土圧・斜面のすべり

これらの工種については、変状の種類とその要因の関係がほぼ明らかになったと考えられる。しかし、変状の要因が不明のものがかなりあり、また、各種の要因のうち、降雨に起因する4要因や、積雪・融雪は類似の要因であるため、これらを表3-1のように整理・統合して、変状発生に関与した因子が明確になるよう試みた。

この分類によって、工種別に変状の種類との関係を調べると、図3-4となる。また、各工種、

変状の種類ごとに、変状の要因をまとめると表3-2となる。なお、この表では変状発生が2件以下であったアンカー工、杭工、植生工（のり枠工との組み合わせ）、地下排水工は除いた。

表3-1 変状の要因の整理一覧

変 状 の 要 因	
降雨による漏水	降 雨
“ 流失	
“ 崩壊	
上記以外の降雨	
土圧・斜面のすべり	土圧・斜面のすべり
裏込土の沈下	沈 下
湧 水	湧 水
積 雪	雪 氷
融 雪	
凍上凍結	
地 震	地 震
塩 害	塩 害
老朽化・経年変化	老朽化
アルカリ骨材反応	その他
不 明	
その他	
記入なし	

表 3 - 2 変状発生工種・種類と変状の要因

工 種 \ 種 類	クラック	沈下	すべり出し	はらみ	倒れ込み	ボケット部砂	植生の枯死	塗はがれ・装の錆	腐食	網部の破損	剥落	空洞	崩壊	破壊
石積・ブロック積擁壁工	その他 降雨	降雨 その他	降雨	降雨 すべり その他	降雨 その他		—	—	—	—		その他	—	
コンクリート擁壁工	その他 降雨	降雨 沈下 湧水	降雨 その他	降雨	降雨 その他	降雨	—	—	—	—		沈下	—	
吹付工	降雨 雪氷	沈下			—	—	—	—	—	—	降雨 雪氷	降雨	すべり	すべり
のり枠工	その他 降雨	降雨 その他	すべり 降雨	降雨			—	—	—	—	その他 老朽化	降雨 その他	—	すべり 降雨
張工	湧水 老朽化 その他	降雨					—	—	—	—	老朽化		—	
柵工		沈下			降雨	雪氷 降雨		老朽化 塩害	塩害	雪氷	—		—	
植生 (単独)工					—			—	—	—			すべり	
地表排水工	その他 降雨 沈下						—	—	—	—		降雨	—	降雨 すべり

4. 数量化Ⅱ類解析による変状影響因子の検討

構造物の変状は降雨・地震・潮風等の外的な力（誘因）と、構造物の地盤条件・耐用年数等（素因）との複雑な相互関係で発生する。

前章では、変状発生工種・変状の種類及び変状をもたらした要因の関係をその頻度をもとに整理して来た。この手法では、おのこの関係についてその実態はわかるが、両者の相互関係（因果関係）、つまり、構造物の変状発生にはどのような素因・誘因が効いているかという点を明らかにすることができない。

多くの因子が複雑に作用して発生する現象の相互関係を調査する方法として、表4-1のような多変量解析がある⁴⁾。このうち、今回のアンケート調査で得られたデータの解析には数量化Ⅱ類解析が適当と考えられ、この手法を用いて、構造物に変状をもたらす影響因子の抽出を行う。

4.1 数量化Ⅱ類解析

数量化理論による解析は、ある現象とその現象が生ずる際に影響を与える諸因子との関係を数量的に表現する方法である⁵⁾。ここで取り扱う事象について具体的に説明すると、ある現象とは構造物の変状発生でこれを「外的基準」と呼び、この外的基準は各因子と結びつけられるものである。各因子は変状発生に重要な影響を与えられとされるもので、気象条件、経過年数等の素因・誘因が該当し、これを「アイテム」と呼ぶ。アイテムはさらにいくつかの区分に細分され「カテゴリー」ができる。そして、外的基準がアイテム・カテゴリーとどのような関係にあるかを数量的に表現する方法が数量化理論による解析である。

数量化理論は

- ① 外的基準が数量で与えられる場合 …………… 第Ⅰ類

表4-1 多変量解析

パターン	目 的	使 用 す る 分 析		
		量のデータのみの場合	質に関するデータまたは量のデータも含む時	質に関するデータのみの場合
1 型	子測式（関係式）の発見 量の推定	重回帰分析 正準相関分析	数量化分析Ⅰ類	
2 型	標本の分類 質の推定	判別分析	数量化分析Ⅱ類	分割表の分析 クラスター分析
3 型	多変量の統合整理（減らす） 変量の分類、代表変量の発見（選定）	主成分分析 因子分析	数量化分析Ⅲ類、Ⅳ類	潜在構造分析
4 型	分析の検定 （test による justify）	分散分析		

② 外的基準が分類で与えられる場合 第Ⅱ類

③ 外的基準がない場合 第Ⅲ類

の3種類あるが、本解析の場合は外的基準を変状が発生した、発生しなかったという分類で与えることが可能で、第Ⅱ類の方法が該当する。

数量化Ⅱ類解析は、2つの相反する事象（変状の発生・非発生）について、これらに関連する影響因子を選び、外的基準によって2つのグループに分類する。そして、グループの度数分布をもとに、相関比最大化法によって、図4-1のように両グループをできるだけ明瞭に分散させるようなアイテム及びカテゴリーの判別得点（スコア値）を求めるものである。すなわち構造物の変状の各因子にそれぞれ得点を与え、各構造物毎に合計値を出して、構造物に発生する各種の変状がどのような影響因子で発生し易いかを判定するものである。

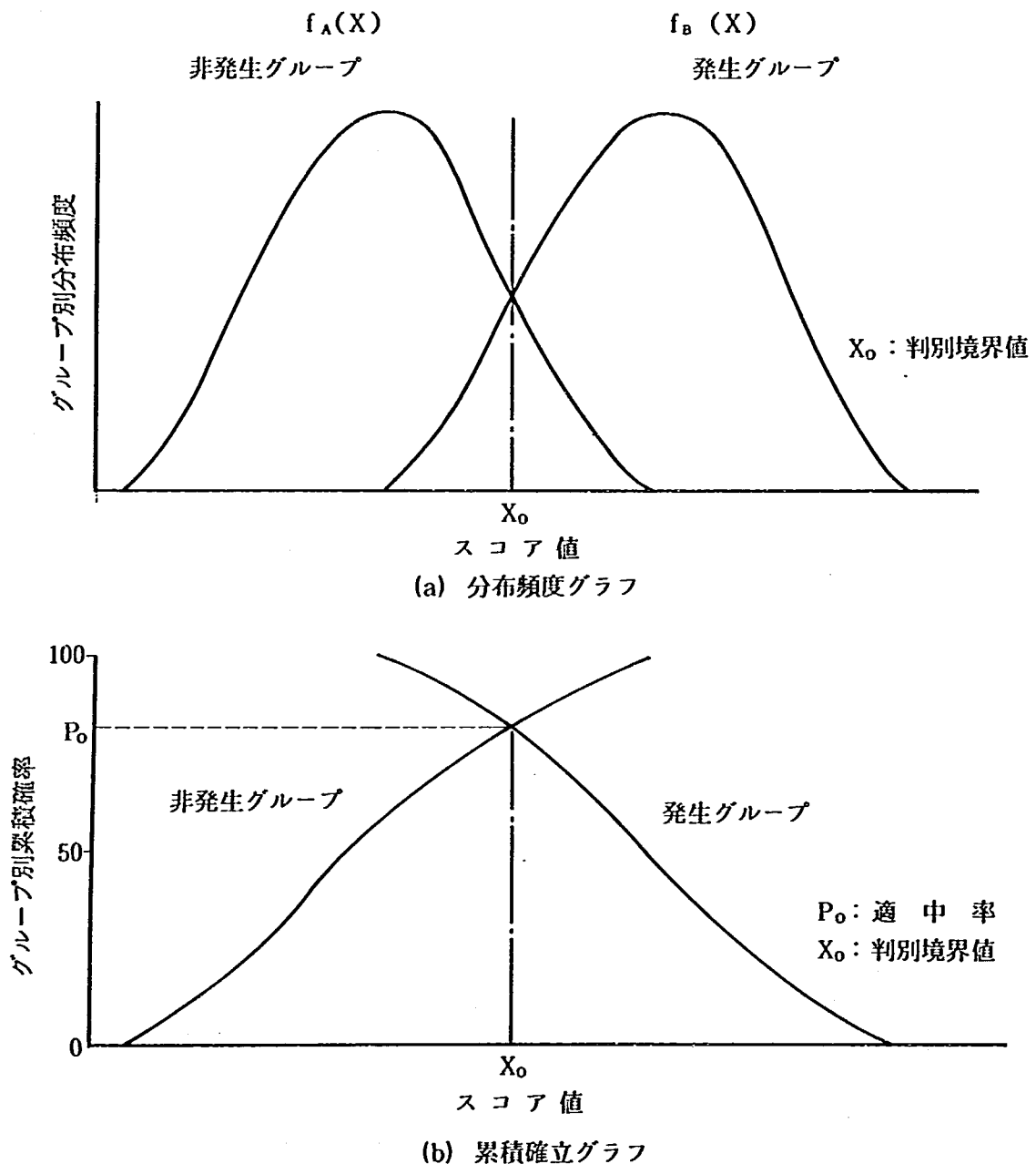


図4-1 数量化Ⅱ類解析の判別グラフ

表4-2 項目（アイテム）水準（カテゴリー）区分表

水 準 (カテゴリー) 項目 (アイテム)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
変 状 の 要 因	降 雨	土圧・すべり	沈 下	湧 水	雪 氷	地 震	塩 害	老 朽 化	そ の 他
経 過 年 数	0.1年	2, 3	4, 5	6, 7	8, 9	10, 11	12, 13	14, 15	16 ~
標 高	0 ~ m	10 ~	20 ~	40 ~	80 ~				
海 洋 と の 距 離	0 ~ km	0.2 ~	1 ~	2 ~	5 ~				
年 降 水 量	0 ~ mm	1200 ~	1500 ~	1800 ~	2100 ~				
発 見 方 法			地 元 通 報	他					
異 常 気 象	台 風	台 風 以 外	地 震	他					
斜 面 高 - 後	0 ~ m	10 ~	20 ~	30 ~	40 ~				
平 均 勾 配 - 後	0 ~	40 ~	50 ~	60 ~					
表 土 厚 - 後	0 ~ m	1 ~	2 ~	3 ~					
残 斜 面 高	0 ~ m	0.5 ~	1 ~	2 ~	3 ~				
斜 面 の 向 き	N	NE		SE	S	SW	W	NW	
斜 面 型	大きな屋根	小さな屋根	大きな谷	小さな谷	平衡な山腹	他	他		
斜面上端の状態	屋 根	台 地	凹 地						
斜面上端利用状況	道 路	家	田 畑	山 林	他				
斜 面 の 地 質	噴出岩類	深成岩類	火山砕屑物		変成岩類	シラス	ローム	他	
斜 面 の 土 質	硬・中硬岩	軟 岩	砂 質 土	粘 性 土	礫 混 じ り				
湧 水 の 有 無	有	無							
斜 面 の 変 状	クラック	湧水の出現	そ の 他	無 し	他				

図4-1で、 X_0 より左側を非発生、右側を発生グループと判定するが、この時、頻度グラフの両者の重なりが少ないほど適中率が高く最大の適中率は

$$P = \int_{-\infty}^{x_0} f_A(x) dx = \int_{x_0}^{\infty} f_B(x) dx$$

となる⁶⁾。

4.2 解析結果

(1) 解析データ

アンケート項目の中から、地形条件、地盤条件、気象条件、構造物の履歴に関する項目を抽出し、表4-2に示すようなアイテム、カテゴリーに分類・区分した。

(2) 外的基準

変状が発生した箇所（340箇所）を母集団と考えて、ある構造物（例えば吹付工）にある変状（例えばクラック）が発生したか、発生しなかったかを外的基準とする。

(3) X^2 検定（要因の選択）

数量化Ⅱ類理論による判別解析の精度を上げるため、表4-2のアイテムの中から構造物の変状に重みをもつと考えられるアイテムを X^2 （カイニ乗）検定で抽出した。

X^2 検定は、全サンプルの中から特定の工種と変状種類を取り出した時、サンプルのカテゴリーの度数分布と母集団のカテゴリーの度数分布を比較して、アイテムと変状発生の有無の独立性を検定することである。言い換えると、 X^2 検定はデータの分布度（実現値）が期待値（全サンプルの分布の特徴をもとに帰無仮説をたてた時、その仮説に従って起こると考えられる確率）に対してどの位の食い違い測度（ X^2 の値）を示すか求める方法で、次のように計算される⁷⁾。

あるアイテムのカテゴリー区分が5区分の場合、特定サンプルと残サンプルのカテゴリー毎のサンプル表は表4-3に表わされる。

そして、この時のカテゴリー毎の期待値は次式になる。

$$U_{ij} = W \times \frac{Z_j}{W} \times \frac{y_i}{W}$$

ここで、

U_{ij} : 期待値

x_{ij} : 実現値

W : 全サンプル数

Z_i : 各々カテゴリーのサンプル数

y_i : 特定サンプル及び残サンプル数

表4-3 サンプル分布表

	1	2	3	4	5	計
特定サンプル	X11	X12	X13	X14	X15	Y1
残サンプル	X21	X22	X23	X24	X25	Y2
計	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	Y3

従って、 X^2 値は次式で表わされる。

$$X^2 = \sum_{ij} \frac{(x_{ij} - U_{ij})^2}{U_{ij}}$$

また、この時の自由度はカテゴリーの数を n とすると、

$$\text{自由度} = n - 1$$

となる。

表4-4に X^2 検定を行った工種と変状の種類を示す。対象は変状発生工種毎にその発生件数が次位と2倍以上の発生頻度がある組み合わせとした。

この表の組み合わせを外的基準として X^2 検定した時の有意水準を表4-5に示す。この表で5%以下の組み合わせは統計学的に言う、「危険率5%以下の確率で、“この組み合わせとこのアイテムには関係がない”という帰無仮説を棄却する」ことであり、95%以上の確率で何らかの関係があると結論することになる。

(4) 数量化Ⅱ類解析

先に述べたように、全調査データ（397件）は全て何らかの変状が発生しており、ただ単に変状の発生の有無を外的基準とすることができない。そこで、調査データの総数（397件）を母集団として、ある工種のある変状を外的基準にした場合に当該基準に該当するか否かによって2つのグループに分類し、数量化Ⅱ類解析を行った。

たとえば、コンクリート擁壁工のクラックについて説明すると、この組み合わせに該当するサンプルは25件（表4-4）であり、該当しないサンプルは（397-25=372件）である。そこでそれぞれのサンプルをグループA、グループBとして数量化Ⅱ類解析を行うことになる。

X^2 検定で有意水準5%以下のアイテムを抽出し、各々の組み合わせについて、数量化Ⅱ類解析を行った。ただし、「要因」については変状発生に影響を与える外的条件であることから、有意水準10%以下を抽出基準とした。

数量化Ⅱ類解析ではアイテムの変状発生に対する相関性の高さはレンジ又は偏相関係数で表わされ、以下にその結果を述べる。

数量化Ⅱ類理論による解析結果を表4-6（一覧表は巻末資料）に示す。この表は各工種の各変状毎に、 X^2 検定で抽出されたアイテムにおける各カテゴリーの得点（スコア）とスコアの巾（レンジ）及び偏相関係数を表したものである。スコアはグラフ表示しており、正の値が大きくなる程、変状発生と関連深いカテゴリーとなる。また、レンジは各アイテム内におけるカテゴリー別得点の最大値と最小値の差で、この値が大きい程、そのアイテムは変状発生に関係が深いことになる。

「変状の要因」は当然のことながらほとんどの変状発生工種に関係しており、また、地形、

表 4 - 4 カイ二乗検定を行った項目

工種	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	計
1A	22 (54)	10 (24)	1 (2)	3 (7)	4 (10)	-	-	-	-	-	-	1 (2)	-	-	-	41 (100)
1B	25 (42)	6 (10)	2 (3)	1 (2)	10 (17)	15 (25)	-	-	-	-	-	1 (2)	-	-	-	60 (100)
2A	30 (51)	1 (2)	-	-	-	-	-	-	-	-	18 (31)	5 (8)	-	5 (8)	-	59 (100)
2B	25 (22)	43 (38)	6 (5)	9 (8)	-	-	-	-	-	-	3 (3)	10 (9)	-	7 (6)	10 (9)	113 (100)
2C	3 (43)	3 (43)	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (14)	-	-	-	-	7 (100)
2D	1 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100)
2E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100)	1 (100)
2F	-	-	-	-	21 (28)	6 (8)	-	10 (14)	26 (35)	9 (12)	-	-	-	-	2 (3)	74 (100)
2G	-	-	-	-	-	-	1 (50)	-	-	-	-	-	1 (50)	-	-	2 (100)
2H	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16 (100)	-	-	16 (100)
2I	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100)	1 (100)
3A	-	11 (52)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3 (14)	-	4 (19)	3 (14)	21 (100)
3B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0 (100)
4	-	-	-	-	-	1 (100)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 (100)
計	106	74	9	13	35	22	1	10	26	9	22	20	17	16	17	397

- 1 : クラック
 2 : 沈 下
 3 : すべり出し
 4 : は ら み
 5 : 倒れ込み
 6 : ポケット部の堆砂
 7 : 植生の枯死
 8 : 塗装のはがれ・錆
 9 : 腐 食
 10 : 網部の破損
 11 : 剥 落
 12 : 空 洞
 13 : 崩 壊
 14 : 破 壊
 15 : そ の 他
 () は右欄計に対する比率

表4-5 カイニ乗検定結果(有意水準表)

単位: %

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
工種 利 類 項目 (アイテム)	石積・ブロック積擁壁工			コンクリート擁壁工					吹 付 工			の り 枠 工		
	全 体	クラック	沈 下	全 体	クラック	沈 下	倒れ込み	ポケット 部の堆砂	全 体	クラック	剥 離	全 体	クラック	沈 下
変 状 の 要 因	1	0.1		1	0.1	0.1		5	1	20		0.1	5	0.1
経 過 年 数	20							20	0.1	1			20	
標 高	5	5				10			10	20		5		
海洋との距離	20								10	20		10		
年 降 水 量	1	5				20			0.1	10	20			
発 見 方 法						5								20
異 常 気 象	1	0.1			5			5	20			10	5	
斜面高-後	10			20				1	1	10	1	0.1		5
平均勾配高-後									0.1	0.1	5	0.1		5
表土厚-後	0.1	0.1		10					0.1	1	10	1		
残 斜 面 高	20			0.1	1	20		0.1	0.1	1	10	0.1		5
斜面の向き			20	10									10	
斜面の型	20	5		5		20			1		5	5		20
斜面上端の状態	20						5	5	20					
斜面上端の 土地 利 用	20	10	20	10		20		5	20			1		20
斜面の地質	1			20					1		5	5	10	
斜面の土質	5		20			20			0.1	0.1	0.1	1		
湧水の有無														
斜面の変状				5	10				1	20	20	0.1	1	
該当サンプル数	41	22	10	60	25	6	10	15	59	30	18	113	25	43

単位：％

	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
項目 (アイテム)	のり枠工				柵工						植生工		地下排水工	
	すべり出し	はらみ	空洞	破壊	全体	倒れ込み	ポケット部の堆砂	塗装の剥がれ	腐食	網部の損破	全体	崩壊	全体	沈下
変状の要因	10	20		0.1	0.1	5	20	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	20	5
経過年数			5					20			1	1	20	
標高		10			10	10	10	20	5	20				
海洋との距離				1	1	5	1		0.1		5	5		
年降水量		20	20		20		10	10	0.1	10	10	10		
発見方法					1		10		0.1		0.1	0.1		
異常気象	20			1	1	5		10	0.1		0.1	0.1		
斜面高-後					0.1	20	20		0.1	20	1	1		
平均勾配高-後		20			10		20		5		5	5		
表土厚-後		5		20	0.1	0.1	20	20		10				
残斜面高					0.1	1	5		0.1					
斜面の向き		5			0.1		5		0.1					
斜面の型			5		20				5		5	5		
斜面上端の状態	5					0.1	0.1		10					
斜面上端の土地利用					10	5			0.1		20	20		
斜面の地質			20	20	0.1		10	5	0.1	1	20	20	5	
斜面の土質	10		1						0.1		5	5		
湧水の有無									5					
斜面の変状			20	20	0.1				1		0.1	0.1		
該当サンプル数	6	9	10	7	74	21	6	10	26	9	16	16	21	11

単位：%

	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	42	41
工 種 項目 (アイテム)	全 変 状 発 生 工 種												
	クラック	沈 下	すべり出し	は ら み	倒れ込み	ポケット 部の堆砂	塗 装 の は が れ	腐 食	網 部 の 破 損	剥 落	空 洞	崩 壊	破 壊
変 状 の 要 因	0.1	0.1			1	1	0.1	0.1	1			0.1	0.1
経 過 年 数	1					20	20				5	1	20
標 高					20		20	5	20				
海洋との距離						5		0.1				10	
年 降 水 量								0.1	10	5		10	
発 見 方 法			20				10	0.1		20		1	10
異 常 気 象	0.1				5	5		0.1				0.1	1
斜面高 - 後		0.1				1	10	0.1	20	1	20	1	
平均勾配高 - 後	10	5						5		10		5	20
表土厚 - 後				0.1	1					5	10		
残 斜 面 高		5			10	0.1	20	0.1	10	10			
斜面の向き				10				0.1					20
斜面の型			10					5		10		5	
斜面上端の状態			20		5	5		10		20			
斜面上端の 土地 利用					10	20		0.1				10	
斜面の地質			20				5	0.1	1	5			5
斜面の土質	1	5						0.1	1	5		5	
湧水の有無								5					
斜面の変状								1				1	1
該当サンプル数	106	75	9	13	34	22	10	27	9	21	20	8	15

表 4 - 6 解 析 結 果

石積・ブロック積擁壁工 (全体)

ア イ テ ム	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 (変状要因)	1	-0.0186					
	2	-0.0256		*		0.4288	0.2635
	3	-0.2142		*****			
	4	0.1316			***		
	5	-0.0545		*			
	6	0.2146			*****		
	7	-0.1141		**			
	8	-0.1156		**			
	9	0.1366			***		
2 (標 高)	1	-0.0512		*			
	2	0.0131				0.1654	0.1618
	3	-0.0661		*			
	4	0.0023					
	5	0.0993			**		
3 (年降水量)	1	0.0081					
	2	-0.0559		*		0.2855	0.2143
	3	0.0400			*		
	4	0.1818			*****		
	5	-0.1037		**			
4 (表土厚)	1	-0.0430		*			
	2	0.1101			**	0.2444	0.1983
	3	-0.0249					
	4	0.2014			*****		
5 (斜面地質)	1	-0.0929		**			
	2	0.0618			*	0.2398	0.1797
	3	-0.0742		*			
	4	-0.0141					
	5	0.1049			**		
	6	0.0414			*		
	7	0.0117					
	8	0.1469			***		
6 (斜面土質)	1	-0.0259		*			
	2	-0.0381		*			
	3	-0.0963		**		0.1747	0.1802
	4	-0.0411		*			
	5	0.0784			**		
	6	0.0734			*		

石積・ブロック積擁壁工（クラック）

アイテム カテゴリー			-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1〔変状要因〕	1	-0.0055					
	2	-0.0301		*		0.3890	0.2829
	3	-0.0924		**			
	4	0.0838			**		
	5	-0.0979		**			
	6	0.2911			*****		
	7	-0.0532		*			
	8	-0.0544		*			
	9	0.0702		*			
2〔標 高〕	1	-0.0533		*			
	2	0.0144				0.1299	0.1891
	3	-0.0437		*			
	4	0.0166					
	5	0.0766			**		
3〔年降水量〕	1	0.0279			*		
	2	-0.0418		*		0.1539	0.1771
	3	0.0075					
	4	0.1113			**		
	5	-0.0426		*			
4〔表土厚〕	1	-0.0282		*			
	2	0.0596			*	0.1963	0.1859
	3	0.0008					
	4	0.1681			***		
5〔斜面型〕	1	0.0661			*		
	2	0.0500			*	0.1080	0.1404
	3	-0.0419		*			
	4	-0.0374		*			
	5	-0.0210					
	6	0.0284			*		

コンクリート擁壁工（全体）

ア イ テ ム カテゴリー		スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1〔変状要因〕	1	0.0975				0.3890	0.2829
	2	-0.2283		*			
	3	-0.0117		**			
	4	0.2697			**		
	5	-0.1472		**			
	6	0.2911			*****		
	7	-0.0532		*			
	8	-0.0544		*			
	9	0.0702			*		
2〔残斜面高〕	1	-0.0533		*		0.1299	0.1891
	2	0.0144					
	3	-0.0437		*			
	4	0.0166					
	5	0.0766			**		
3〔斜面型〕	1	0.0279			*	0.1539	0.1771
	2	-0.0418		*			
	3	0.0075					
	4	0.1113			**		
	5	-0.0426		*			
	6	0.					
4〔斜面変状〕	1	-0.0282		*		0.1963	0.1859
	2	0.0596			*		
	3	0.0008					
	4	0.1681			***		
	5	0.					

表 4 - 7 変状発生の影響因子

工 種	変状の種類	変 状 発 生 の 影 響 因 子
石積・ブロック	全 体	要因：地震・湧水
積 擁 壁 工	ク ラ ッ ク	要因：地震
コンクリート擁	全 体	要因：湧水
壁 工	ク ラ ッ ク	要因：湧水，残斜面高：2～3 m
	ポケット部の堆積	要因：降雨，斜面高：40m以上
吹 付 工	全 体	斜面型：大きな谷部，残斜面高：0.5～1 m
	ク ラ ッ ク	経過年数：14～15年
	剥 落	斜面型：大きな谷部
の り 枠 工	全 体	要因：沈下，（その他），斜面変状：湧水の出現
	ク ラ ッ ク	斜面変状：湧水の出現
	沈 下	要因：沈下
	す べ り 出 し	要因：土圧・斜面のすべり，上端状況：凹地 斜面土質：粘性土
	は ら み	要因：湧水，地震，表土厚：2～3 m
	空 洞	経過年数：16年以上
	破 壊	要因：土圧・斜面のすべり
構 造 工	全 体	要因：塩害
	倒 れ 込 み	表土厚：3 m以上
	ポケット部の堆砂	上端状況：凹地，海洋との距離：1～2 km 残斜面高：1～2 m，2～3 m
	塗装のはがれ	斜面の地質：変成岩類，要因：塩害・老朽化
	腐 食	要因：塩害
	網 部 の 破 損	要因：雪氷，老朽化，斜面の地質：噴出岩類
植 生 工	全 体	要因：土圧・斜面のすべり
地 下 排 水 工	全 体	斜面の地質：シラス
全変状発生工種	ク ラ ッ ク	要因：湧水，地震，（その他）
	沈 下	要因：沈下
	は ら み	表土厚：2～3 m
	倒 れ 込 み	要因：降雨，表土厚：3 m以上，1～2 m
	ポケット部の堆砂	残斜面高：2～3 m，1～2 m，3 m以上 要因：雪氷，降雨，老朽化，海洋との距離：1～2 km
	塗装のはがれ	地質：変成岩類，要因：老朽化，塩害
	腐 食	要因：塩害
	網 部 の 破 損	要因：雪氷，老朽化，斜面の地質：噴出岩類
	剥 落	斜面の地質：その他
	空 洞	経過年数：16年以上，14～15年
	崩 壊	要因：土圧・斜面のすべり
	破 壊	斜面の変状：湧水の出現，要因：土圧・斜面のすべり 斜面の地質：シラス

工 種	変状の種類	変 状 発 生 の 影 響 因 子
全変状発生工種	塗装のはがれ	地質：変成岩類, 要因：老朽化, 塩害
	腐 食	要因：塩害
	網部の破損	要因：雪氷, 老朽化, 斜面の地質：噴出岩類
	剥 落	斜面の地質：その他
	空 洞	経過年数：16年以上, 14～15年
	崩 壊	要因：土圧・斜面のすべり
	破 壊	斜面の変状：湧水の出現, 要因：土圧・斜面のすべり 斜面の地質：シラス

地質等の斜面条件に属するアイテムは吹付工や柵工等の特定の工種に限定される傾向がある。

この結果から、各工種・各変状種類に関係すると考えられる影響因子（アイテム・カテゴリー）をまとめると表4-7となる。変状の発生頻度が高い吹付工は経過年数が14～15年で変状が発生し易く、のり砕工は斜面上端が凹地、斜面土質が粘性土、表土層厚さが2～3mの場合に相関が高くなっている。また、塩害を原因とする工種は柵工に限られており、塗装のはがれ、腐食が発生している。石積・ブロック積擁壁工は湧水の発生箇所では相関が高くなっている。

5. 構造物の点検手法

前章まで、変状が発生した構造物の諸項目に関する単集計及び変状要因の解析によって、構造物の変状影響因子の抽出を行って来た。この章ではこれらの結果を踏まえて、構造物の点検手法を考察する。

5.1 諸機関の点検手法

急傾斜地崩壊防止施設の点検手法を検討するに先立ち、その参考にするため、日本道路公団、日本国有鉄道等の諸機関で行なわれている点検手法の実施例を調査した。

(1) 日本道路公団⁸⁾

日本道路公団の点検手法は表5-1(a)である。また、点検種別毎の対象構造物、対象範囲の標準は表5-1(b)となっている。

(2) 日本国有鉄道⁹⁾

日本国有鉄道の点検手法は、コンクリート構造物と基礎土構造物に大別され、それぞれの構造物について一次検査、二次検査を実施することになっている。ここではコンクリート構造物の点検手法を紹介する。一次検査及び二次検査の方法は表5-2(a)、表5-2(b)である。

(3) 阪神高速道路公団¹⁰⁾

阪神高速道路公団の点検手法は表5-3である。

(4) 電力会社のダム¹⁰⁾

電力会社保有のダムの点検手法は表5-4である。この表は定期的な点検の基準であるが、この他、ダム地点に設置した地震計の値が設計地震動の1/3以上の場合、及び生起確率が1/3程度の日雨量または洪水流量が発生した場合は臨時に巡視・点検・計測を行うことになっている。

表5-1(a) 日本道路公団の点検手法

点 検 種 別	点 検 時 期	点 検 内 容
日 常 点 検	日曜日、祝祭日を除き1日に1回行う	車から視認できる範囲の道路状況及び道路の利用状況を点検
定 期 点 検 (A)	1年に1回行う	徒歩にて構造物に接近して、管理区間全体の構造物の状況を定期的に点検
定 期 点 検 (B)	"	徒歩にて構造物に接近して、個々の構造物の状況を細部にわたって定期的に点検
臨 時 点 検	必要のつど行う	日常点検または定期点検を補足するために、必要に応じて点検

表5-1(b) 日本道路公団の点検手法（点検の種別と構造物）

対象構造物の区分・細目 点検の種別	路面			のり面			排水施設			橋梁					トンネル			カルバート		交通安全施設						交通管理施設			その他施設			植	オーバープブリッジ（移行済）	交通状況など																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
	舗	伸	緑	植	特	メ	コン	路面排水施設		のり面排水施設	橋梁排水施設	網通・通路隣接地域排水施設	コンクリート構造物（上部工）	コンクリート構造物（下部工）	鋼橋	鋼接床	塗	支	高欄	覆	坑	内	天	排水施設	鉄筋コンクリートカルバート	鉄筋コンクリートバイパスカルバート	コルゲートバイパスカルバート	防護柵		眩光防止施設					中央分離帯・転落防止柵	落下物防止柵		併	路面標識	視線誘導標	距離標	遮音壁	防犯施設	気象観測機器																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
								路肩	中分																			路肩	中分	路肩	中分					路肩	中分								路肩	中分	路肩	中分	路肩	中分																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
日常点検	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○								○	○	○	○	○	○			○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

点検の種別	○ 全体について点検するもの
点検の種別	◎ 部分的に点検するもの
点検の種別	△ ○○の点検対象ではないが、あわせて点検するもの

表 5 - 2(a) 日本国有鉄道の点検手法（コンクリート構造物・一次検査）

1. 検 査 計 画	2. 検 査 項 目
検査計画はコンクリート構造物の特性をよく認識し、変状または欠陥の捕そくに適した時期周期および方法により検査を実施するように策定しなければならない。 （コンクリート構造物の変状はひびわれ、はく落等外観検査によって発見できるものが多い。 また、検査する時期はそれぞれの変状をとらえるのに適した時期を選定しなければならない。例えば、地震、火災、水害などが発生するおそれの大きいとき、降雨直後の晴・天時のようなひびわれの発見や漏水の有無を確認しやすい時、凍結時、融雪時などの環境条件の影響をは握しやすいときである。）	2.1 検査の一般的事項 (1) 変状発生時期の確認 (2) 変状の進行状態の把握 2.2 RC 桁、PC 桁に対するおもな検査項目 (1) ひびわれの状態 (2) コンクリートのはく落状態 (3) 鉄筋、PC 鋼材の露出状態 (4) PC 鋼材の定着部状態 (5) 風化・凍害の状態 (6) 排水およびコンクリート中の透水の状態 (7) シューおよびシュー座の状態 (8) PC 桁のそり上りの異常 2.3 H形鋼埋込み桁に対するおもな検査項目 (1) ひびわれの状態 (2) H形鋼とコンクリートとのはく離の状態 (3) コンクリートはく落の状態 (4) H形鋼の腐食の状態 (5) 風化・凍害の状態 (6) コンクリート中の透水および排水の状態 (7) シューの状態 2.4 函きよ（単版形式、ボックスラーメン形式、門形ラーメン形式、アーチ形式）に対するおもな検査項目 (1) 不同沈下の状態、支点変位の状態 (2) 継方向折れ込みの状態 (3) 漏水の状態 (4) 上床版、側壁、アーチのクラウン、スプリングのひびわれ (5) その他は RC 桁に準ずる 2.5 ラーメン高架橋、アーチ橋、ラーメン橋台に対するおもな検査項目 (1) 支点変位（沈下、移動、回転）の状態 (2) ひびわれの状態 (3) その他は RC 桁に準ずる 2.6 橋台、橋脚に対するおもな検査項目 (1) 桁座の状態 (2) 洗掘の状態 (3) 沈下、移動、傾斜の状態 (4) その他は RC 桁に準ずる 2.7 土留擁壁に対するおもな検査項目 (1) 沈下、傾斜、はらみ出しの状態 (2) ひびわれ、目地切れの状態 (3) コンクリートのはく落 (4) 鉄筋露出の状態 (5) 水抜孔の通水状態 2.8 その他コンクリート構造物に対するおもな検査項目 (1) ひびわれの状態 (2) コンクリートはく落の状態 (3) 鉄筋露出の状態

表 5 - 2(b) 日本国有鉄道の点検手法（コンクリート構造物・二次検査）

検 査 計 画		
二次検査計画は検査目的と、構造物の実態に合せて最も有効な方法を選定し、実施するように策定しなければならない。		
変 状 種 別 お よ び 目 的		二 次 検 査 項 目
応力による ひびわれ	曲げひびわれ	材料試験（コンクリートおよび鉄筋の強度） 部材有効断面測定 鉄筋およびコンクリートの応力測定 たわみ測定 振動試験
	せん断ひびわれ	材料試験（コンクリートおよび鉄筋の強度） コンクリートおよび鉄筋（スターラップ、折曲鉄筋）の応力測定
コンクリートのはく落		部材有効断面測定（コンクリートおよび鉄筋の実断面）
コンクリートの劣化		材料試験（コンクリートの強度および中性化） 応力測定 たわみ測定 部材有効断面測定
火 害		材料試験（コンクリート強度、中性化コンクリート分析、鉄筋強度） 部材有効断面測定 たわみ測定 応力測定
凍 害		材料試験（コンクリート強度、中性化分析） 部材有効断面測定 たわみ測定 応力測定
P C 鋼 材 腐 食 破 断 等		X線写真による内部透視
桁 の 耐 力		応力度測定 たわみ測定
橋 台 , 橋 脚 変 位		急制動試験 振動試験
シ ュ ー の 作 動		急制動試験

表 5 - 3 阪神高速道路公団の点検手法

構造種別	日 常 点 検						定 期 点 検				臨 時 点 検	点 検 方 法			備 考
	1回/週		1回/月		1回/年			1回/5～7年				日 常 点 検	定 期 点 検	臨 時 点 検	
	路 上	路 下	路 上	路 下	路 上	路 下		写 真	は り 上	足 場 上					
コンクリート 構 造 物	○			○		(水上) ○			○	○	必要に 応じて	路上：点検車による目視 路下：徒歩による目視	接近目視	目的に 応じて	はり上点検は足場点検 の中間に1回
鋼 構 造 物	○			○		(水上) ○			○	○	同上	同 上	接近目視 塗装はゴパン 目試験	同上	同 上
床 版				○		(水上) ○		○ (I)(II)	○	○	同上	路下：徒歩による目視	(I) 写真点検 (II) 接近目視	同上	写真点検とはり上点検は 同時実施の場合もある
舗 装	○ (5回/週)						○				同上	路上：点検車による目視	走行写真測定	同上	
伸 縮 継 手	○ (5回/週)			○		(水上) ○			○	○	同上	路上：点検車による目視 路下：徒歩による目視	接近目視	同上	はり上点検は足場点検の 中間に1回
付 属 構 造 物	排水施設	○		○			○				同上	同 上		同上	
	非 常 口	○		○							同上	同 上	目 視	同上	
	遮 音 壁	○									同上	路上：点検車による目視		同上	
	危 険 防 止 柵	○									同上	同 上		同上	
	標 識	○		○			○				同上	路上：点検車による目視 路下：徒歩による目視	接近目視	同上	
	ガードレ ー ル	○		○							同上	同 上		同上	
	中央分離 帯開口部	○ (1)				2 ○					同上	(1) 点検車による目視 (2) 作動点検		同上	
車高制限 装 置	○									同上	路上：点検車による目視		同上		
構 造 物 沈 下 測 定								(2年) ○ 特殊部	(5年) ○ 一般部		同上		水準測量	同上	

表 5 - 4 電力会社保有ダムの点検手法

ダムの種類	項 目		頻 度	実 施 方 法
重 力 式 コンクリートダム	1. 巡視	普 通 巡 視	1回/日	社員(2人)
		精 密 巡 視	1回/6か月	
	2. 点検	普 通 点 検	1回/6か月	社員(2人)
		精 密 点 検	1回/2年	
	3. 計測	① 漏 水 量 (漏水温含む)	1回/日	遠隔自動測定: 自記記録
		② 揚 圧 力		
		③ その他(コンクリート温度・ コンクリートひずみ・ 継目の開閉)	2回/月	社員(1人)による遠隔測定
アーチダム	1. 巡視	普 通 巡 視	1回/日	社員(2人)
		精 密 巡 視	1回/6か月	
	2. 点検	普 通 点 検	1回/6か月	社員(2人)
		精 密 点 検	1回/2年	
	3. 計測	① 漏 水 量 (漏水温含む)	1回/日	遠隔自動測定: 自記記録
		② 揚 圧 力	1回/月	社員(1人)による現地測定
		③ 変 形	1回/日	遠隔自動測定: 自記記録
		④ そ(コンクリート温度・ ひずみ・応力・継目) の(開閉・傾斜) 他(応答加速度・変位)	2回/年 1回/月 地震時	社外委託(8人) 遠隔自動測定: 自記記録
フィルダム	1. 巡視	普 通 巡 視	1回/日	社員(2人)
		精 密 巡 視	1回/6か月	
	2. 点検	普 通 点 検	1回/6か月	社員(2人)
		精 密 点 検	1回/2年	
	3. 計測	① 漏 水 量 (漏水温・濁度含む)	1回/日	遠隔自動測定, ダム計測処理システムによる自動記録
		② 間 隙 水 圧	1回/日	
		③ 変 形	1回/日	
		④ 浸 潤 線	1回/週~ 1回/月	
		⑤ そ(土 圧) の 他(応答加速度・変位)	1回/月 地震時	社外委託(8人) 遠隔自動測定, ダム計測データ処理システムによる自動記録 遠隔自動測定: 自記記録

表 5 - 5 東京都下水道局の点検手法

種 別		対 象	寸 法	調 査 内 容
地 上 巡 視	経 常 巡 視	管 内 全 域	地表面を目視により調査する	(人身事故防止) ① 人孔、樹蓋の点検 (摩耗, 亀裂, 破損, すれ) ② 路面の陥没
	主要道路または指定道路	指 定 区 域	地表面を目視により調査する	(施設の保全) ① 無断取付の指導 (届出の有無, 業者名) ② 下水道一時使用の指導 (届出の有無, 業者名) ③ 他企業工事の下水道施設への影響 (照会の有無, 業者名) ④ 新規ビル工事の下水道施設への影響 (照会の有無, 業者名)
	下水道敷または用地	台帳に登載された箇所および管理を委任された用地	地表面を目視により調査する	不法占拠等状況の変化
管 渠 内 点 検	管 渠 調 査	管 内 全 域	人孔内に入り調査する	① 人孔蓋 ② 足掛金物 ③ 水深 ④ 汚泥深 ⑤ 管渠の状態 (漏水, 継手の脱落, 亀裂, 沈下, ソケット管口等)
	雨水吐室および吐口	管 分 水 入 内 孔	人孔内に入り調査する	① 逆流の有無 ② 逆流水深 ③ 堰高調査の有無および嵩上材料 ④ 下流の状況 (汚泥堆積等)
	伏 越	管 伏 越 人 内 孔	人孔内または開口して調査する	① 流水の状況 ② 水位 (上・下流管の水深) ③ 汚泥深 ④ スカムの状況
	防 潮 扉	管 防 人 潮 内 扉 孔	人孔内または開口して調査する	① 河, 海水の逆流の有無 ② 作動点検
	共 同 溝	共 同 溝 内 設	共同溝内に入り点検する	① 管渠, 取付管の損傷, 漏水の有無 ② 汚泥深 ③ 水 深 ④ 共同溝関連規定に規定された事項
	高 潮 堤 扉	高 潮 堤		作動点検
	危 険 管 路	指 定 管 路		毒物, 危険物排出工場による事故防止指導設置要綱による

(5) 東京都下水道局¹⁰⁾

東京都下水道局の点検手法は表 5 - 5 である。

5.2 点検工種

(1) 各工種の変状発生率

4 章までの分析により、図 2 - 6，表 2 - 4（前掲）に示すように、のり枠工（26.5 %），柵工（21.8 %），コンクリート擁壁工（15.3 %），吹付工（11.5 %），石積・ブロック積工（10.0 %）の変状発生頻度が高いことが明らかになった。

そこで、これらの工種の母集団（昭和60年度までの急傾斜地崩壊防止施設の全施工量）に対する変状発生率を調べてみた。表 5 - 6，図 5 - 1 を見ると、発生率（ a / n ）が 1.00 を上回る工種は石積・ブロック積擁壁工，吹付工，のり枠工であり，特に，吹付工の変状発生率が高い。吹付工，石積・ブロック積工は施工箇所が少ないものの変状発生率が非常に高く，のり枠工は施工箇所が比較的多く，かつ，変状発生率も他工種に比して多いといえる。一方，コンクリート擁壁工，柵工は施工箇所数が 10,000 箇所近くに達するにも拘らず，変状発生率が低い。

(2) 点検工種

急傾斜地崩壊防止施設は人命に直接影響するため，点検に際しては全ての構造物に注意を払う必要があるが，変状発生率，変状要因分析結果から，点検工種とその斜面条件をまとめ

表 5 - 6 変状発生工種と全施工量との比較

工 種 グループ	工種のグループ名	既設工種箇所数 * (A)	A / B	変状発生 工 種 数 (C)	n = A/B × C	変状発生 工種数** (a)	発 生 率 a/n (%)
1 A	石積・ブロック積擁壁工	2,114	0.060	331	19.86	34	1.71
1 B	コンクリート擁壁工	9,767	0.277		91.69	52	0.57
2 A	吹 付 工	1,753	0.050		16.55	39	2.36
2 B	のり枠工	5,582	0.158		52.30	89	1.70
2 C	張 工	2,284	0.065		21.52	6	0.28
2 F	柵 工	8,967	0.254		84.07	73	0.87
2 G 2 H	植生工 (のり枠工との組合わせ) " (単 独)	2,310	0.066		21.85	17	0.78
3 A	地表排水工	2,488	0.071		23.50	21	0.89
	合 計 (B)	35,265	1.000	331	331.34	331	1.00

* 急傾斜地崩壊防止施設の施工実績調査（昭和60年度末現在，建設省調べ）による。

** 変状が発見された施設（340件）のうち，昭和60年度末までの施工が確認する件数。

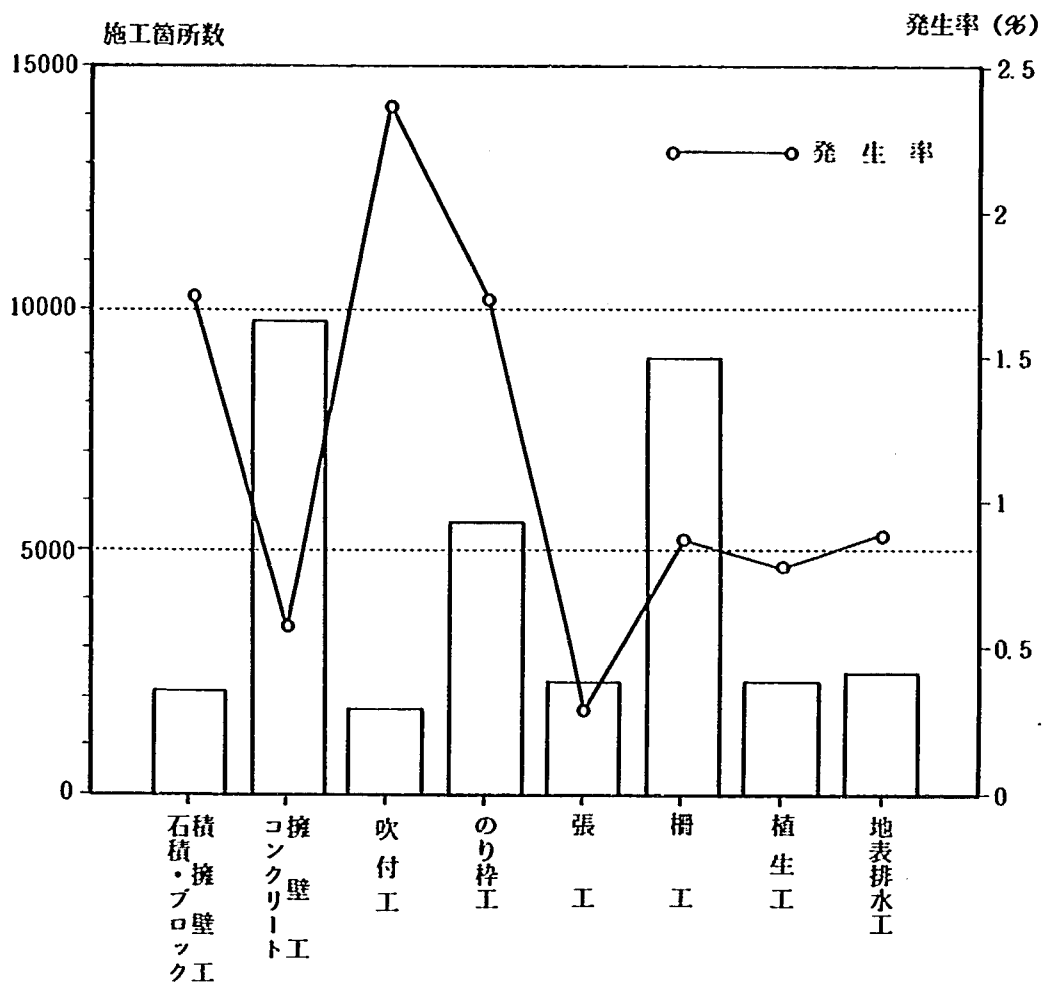


図5-1 各工種の全施工量に対する変状発生率

ると次のようになる。

1) 吹付工

モルタル吹付工・コンクリート吹付工

斜面型が大きな谷部で、吹付工の上部に残斜面が存在する箇所

2) 石積・ブロック積擁壁工

積ブロック工

地震後及び湧水箇所

3) のり枠工

プレキャストのり枠工，現場打のり枠工

斜面上端の状態が凹地，斜面土質が粘性土で表土層厚が2～3mの箇所及び湧水箇所

4) 柵工

落石防止柵工（組み合せ）

斜面上端の状態が凹地，表土層厚が3.0m以上で残斜面が多い箇所。海洋からの距離が1～2km以内の塩害の影響がある箇所

5) コンクリート擁壁工

重力式、もたれ式、待受け式の各擁壁工、湧水及び残斜面がある箇所

6) 張 工

コンクリート張工及びブロック張工

7) 排 水 工

プレキャスト排水工

8) 種子吹付工

5.3 点検頻度

他機関で行なわれている点検頻度をまとめると表5-7となる。点検を行う構造物によって差異はあるものの、点検頻度は通常1回/日～1回/年である。また、災害時に必要に応じて臨時に点検している。

点検頻度を検討する際に重要なことは、各種構造物の変状が竣工後どの位の経過年数で発生

表5-7 各機関の点検頻度一覧

日本道路公団	日本国有鉄道	阪神高速道路公団	電力会社のダム	東京都下水道局
◦ 1回/日 ◦ 1回/年 ◦ 必要に応じて	◦ 変状または欠陥の補足に適した時期 (例えば災害後、降雨直後の晴天日、凍結時、融雪時など。)	◦ 1回/週 ◦ 1回/月 ◦ 1回/年 ◦ 1回/5～7年 ◦ 必要に応じて	◦ 1回/日 ◦ 1～2回/月 ◦ 1～2回/年 ◦ 1回/2年 ◦ 地震時	◦ 一定周期

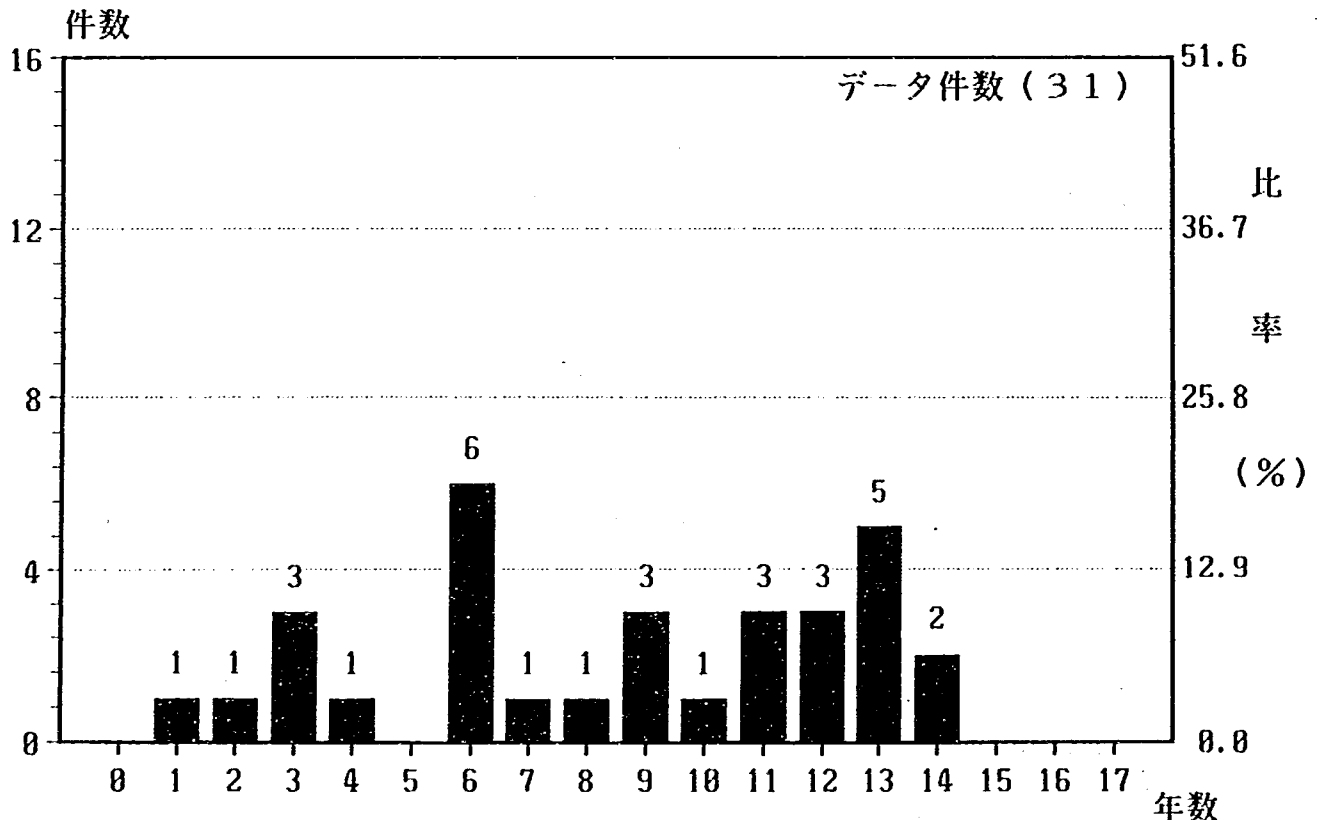


図5-2(a) 各施設の経過年数 (石積・ブロック積擁壁工)

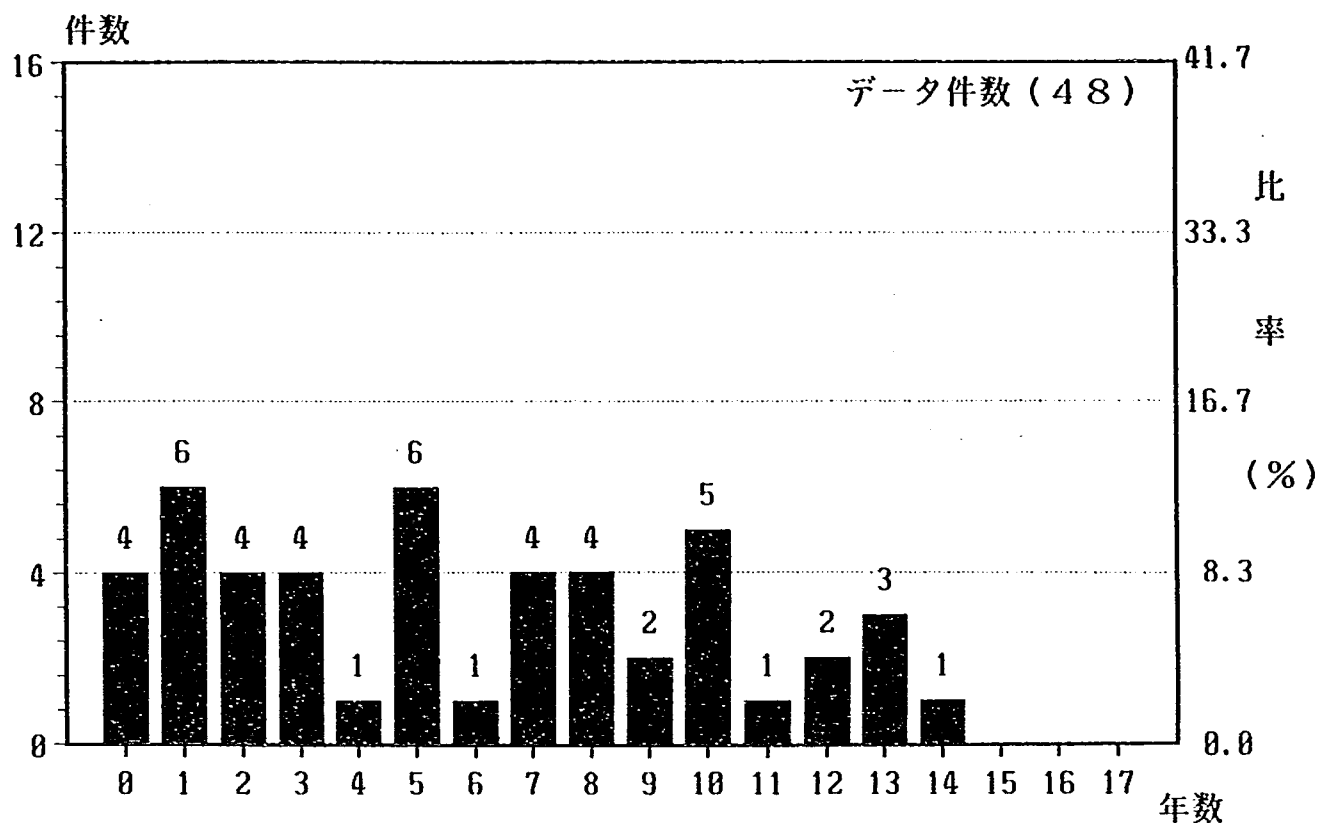


図 5 - 2(b) 各施設の経過年数 (コンクリート擁壁工)

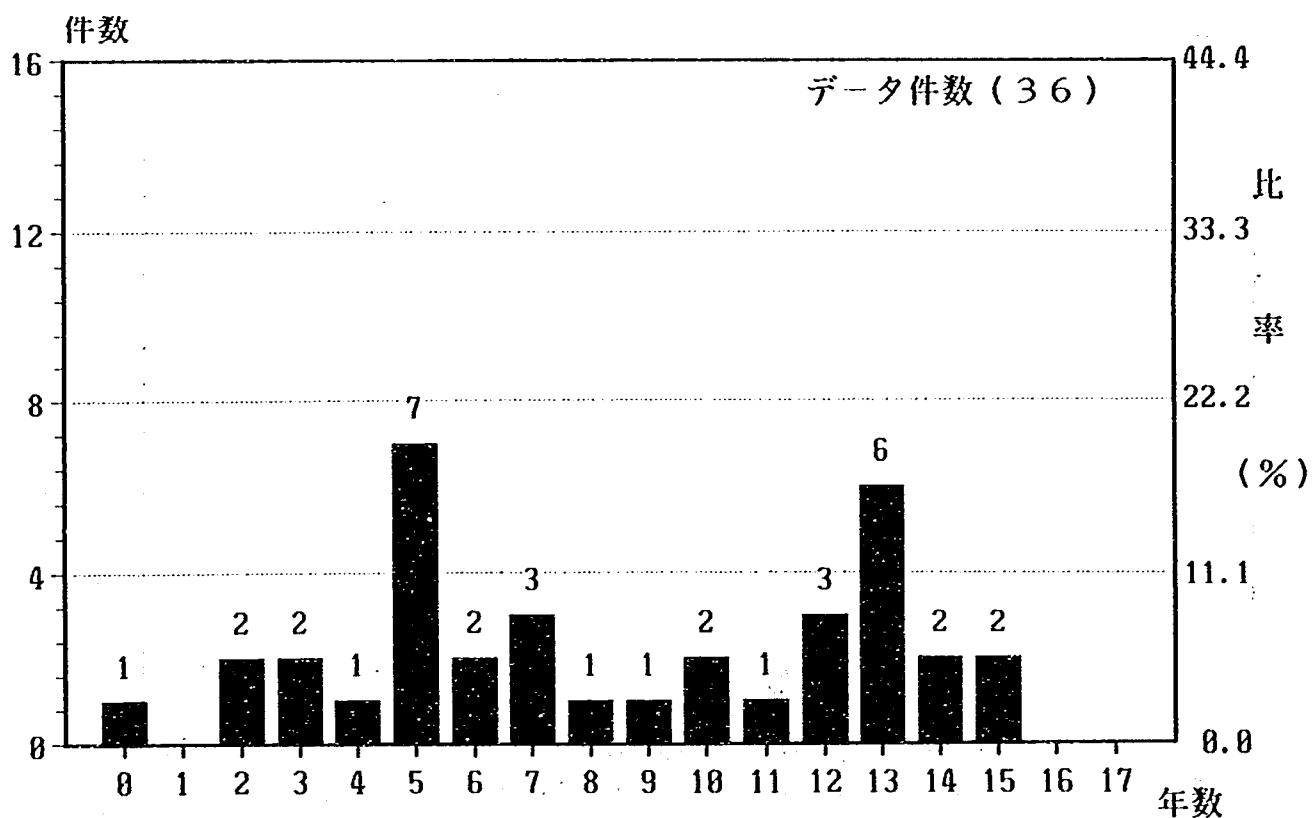


図 5 - 2(c) 各施設の経過年数 (吹付工)

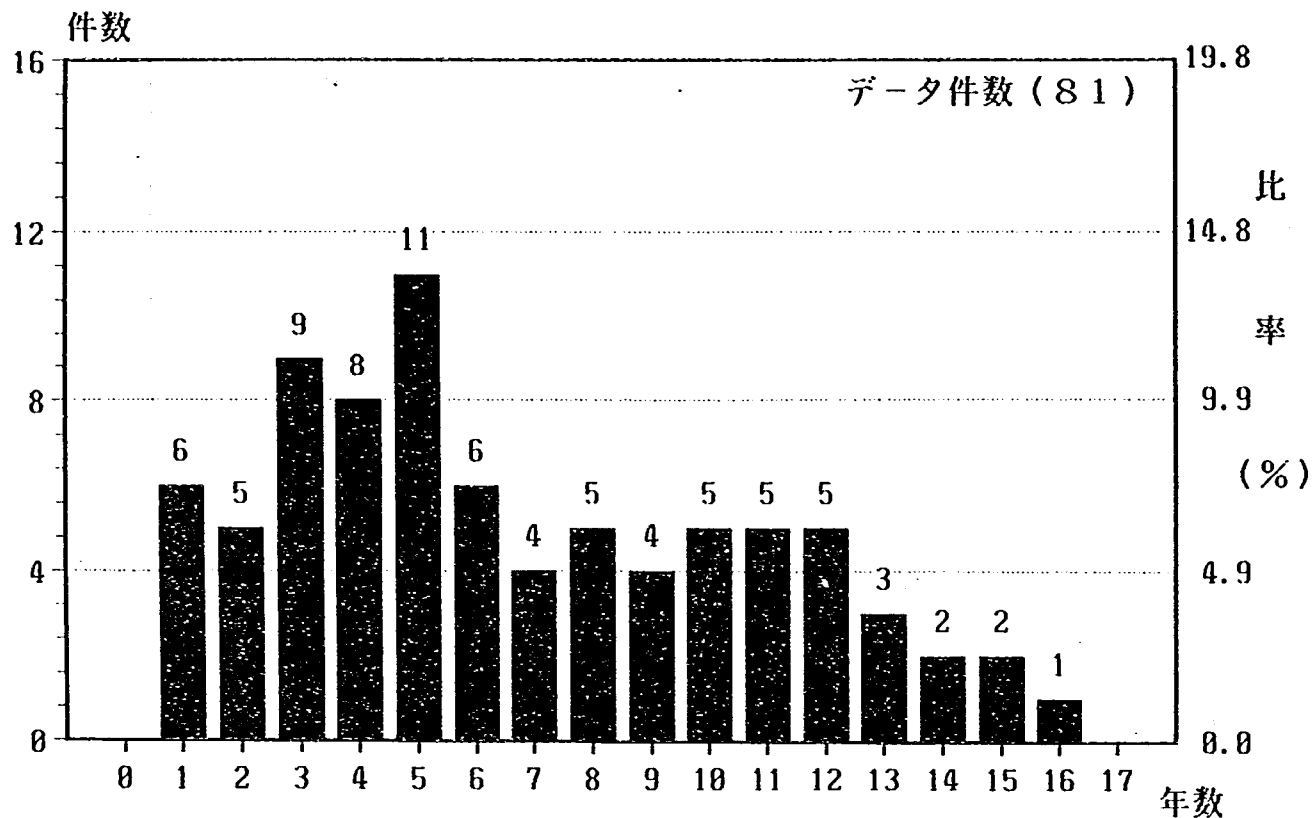


図 5 - 2(d) 各施設の経過年数 (のり枠工)

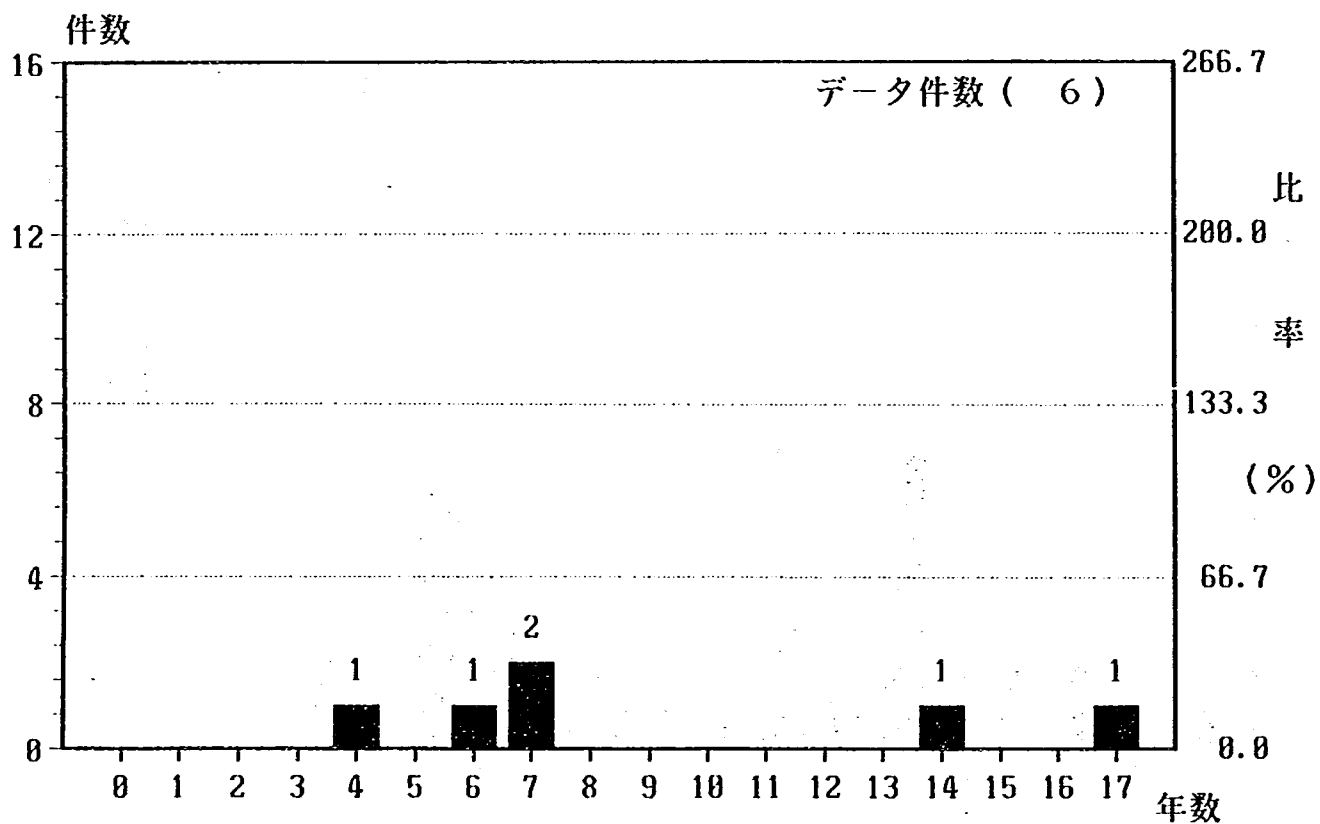


図 5 - 2(e) 各施設の経過年数 (張工)

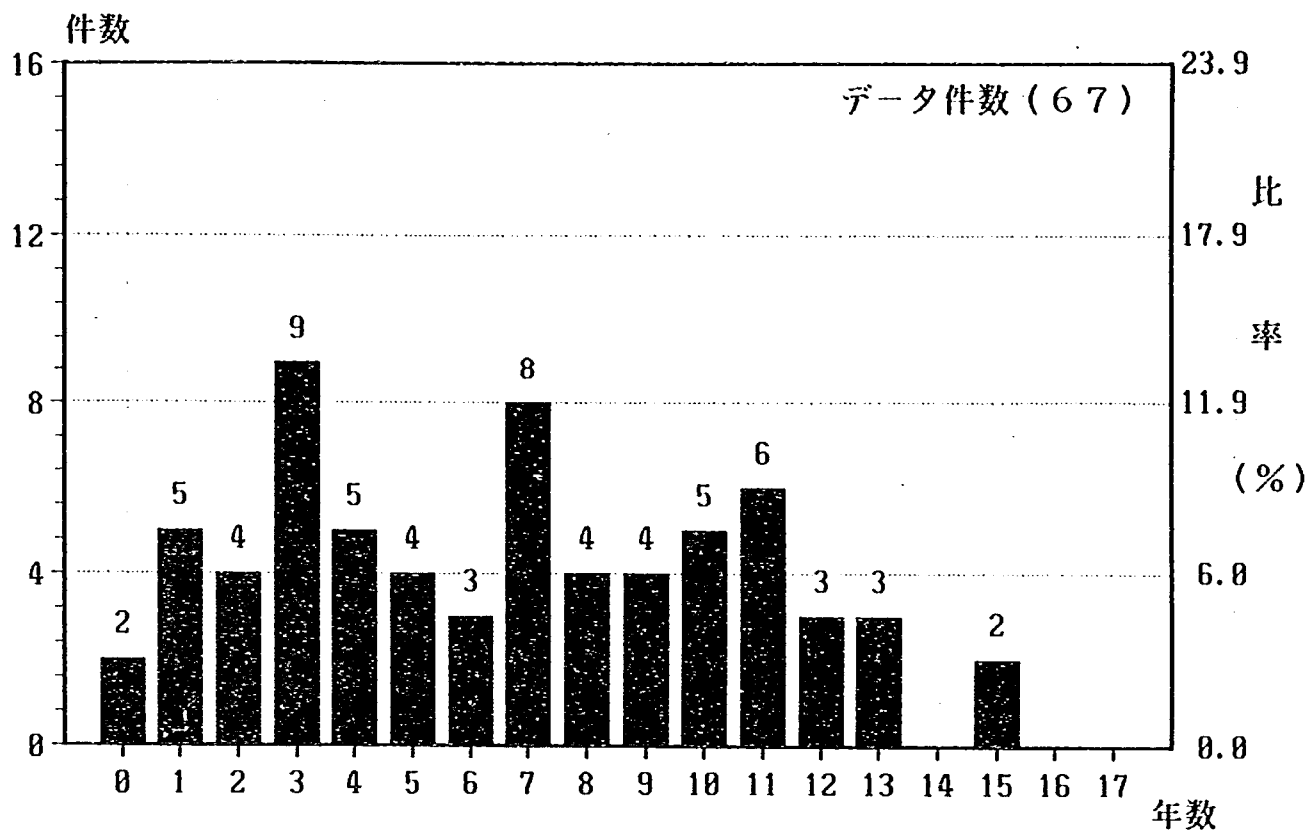


図 5 - 2(f) 各施設の経過年数 (柵工)

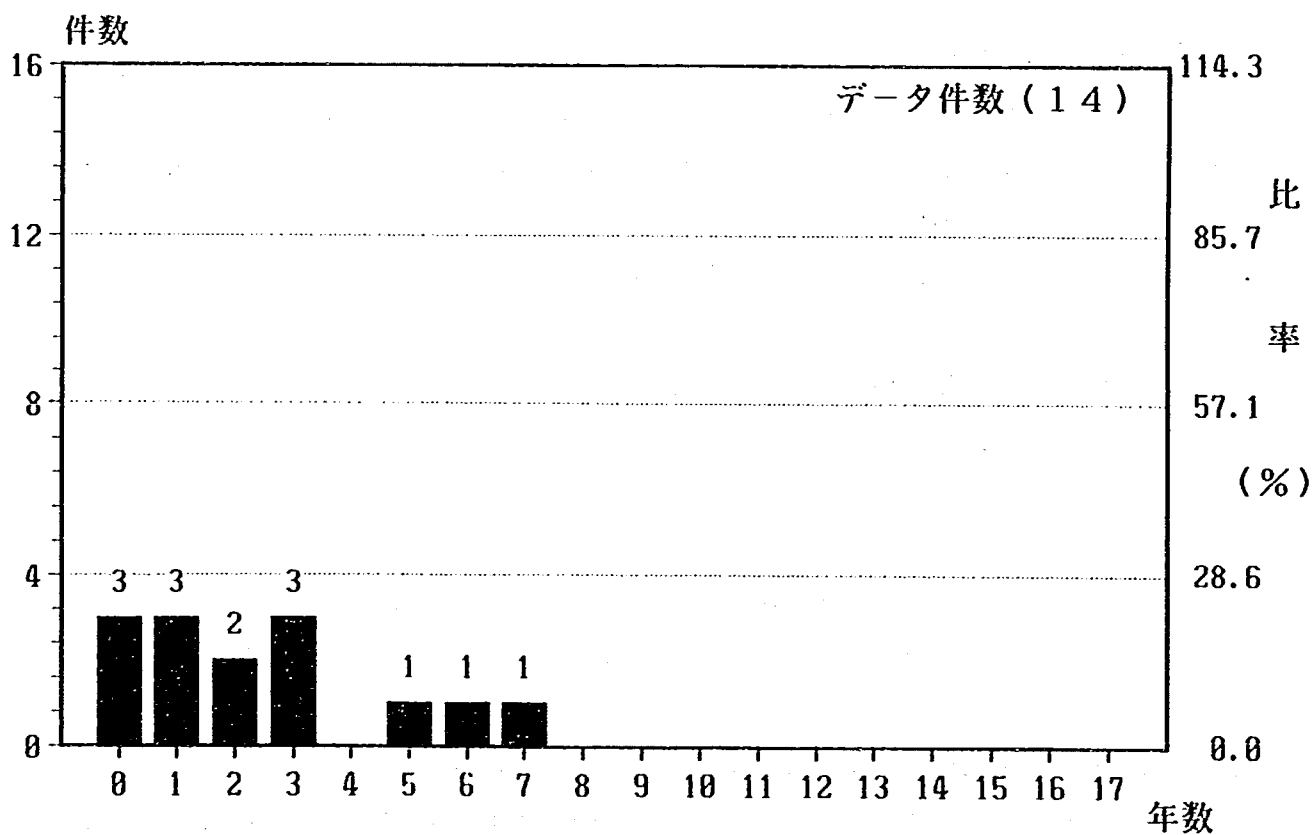


図 5 - 2(g) 各施設の経過年数 (植生工 [単独])

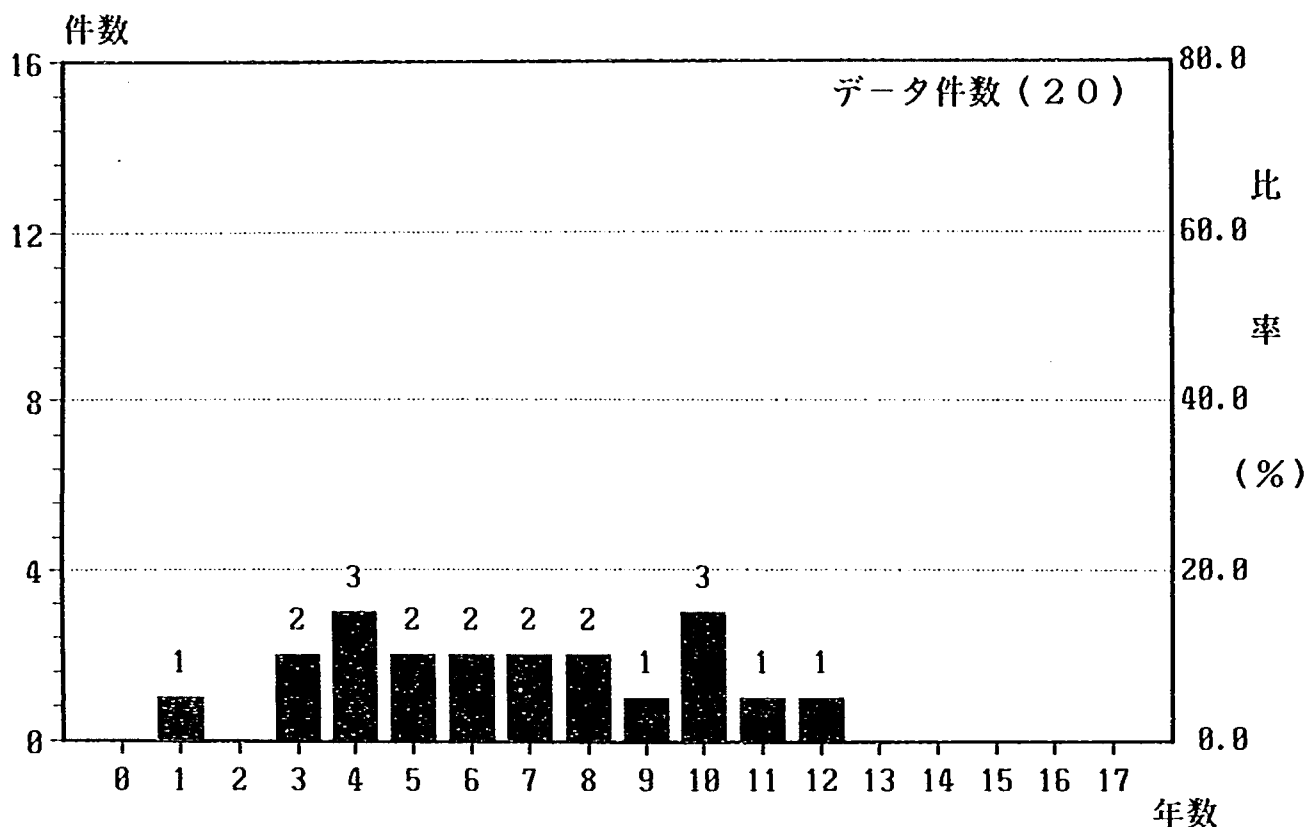


図5-2(h) 各施設の経過年数（地表排水工）

しているのかを把握しておくことであり、図5-2に構造物の竣工年と変状発見年から推定した各構造物の変状発生までの経過年数を示す。

構造物の変状は降雨を主たる原因とし、その他に雪氷、土圧、斜面のすべり、老朽化、塩害等により発生するが、これまでの検討結果から、これら影響因子と変状発生までの時間的関係をまとめると次の様になる。

突発的 …… 降雨（一部土圧・斜面のすべりを含む）、地震

特定時期：5年以内 …… 雪氷

継続的：5～10年以内 …… 土圧・斜面のすべり、沈下、湧水、塩害

長期的：10～15年以内 …… 老朽化

5.4 点検手段

変状発見手段の実態は図2-8、図2-9（前掲）のようにほとんどが目視で、また、都道府県のパトロールあるいは地元の通報が多く、市町村のパトロールによる発見が少ない。図5-3は、変状の種類とその発見方法を調べたものであるが、塗装のはがれ、錆、腐食、網部の破損は大部分が都道府県のパトロールで、すべり出し、はらみ、崩壊、破壊は地元の通報が多い。構造物に接近して住民が居るのが、急傾斜地崩壊防止施設の特徴であり、構造物の急激な変化である崩壊や破壊、あるいは構造物の破壊に結びつきやすい変状については関心が高く、

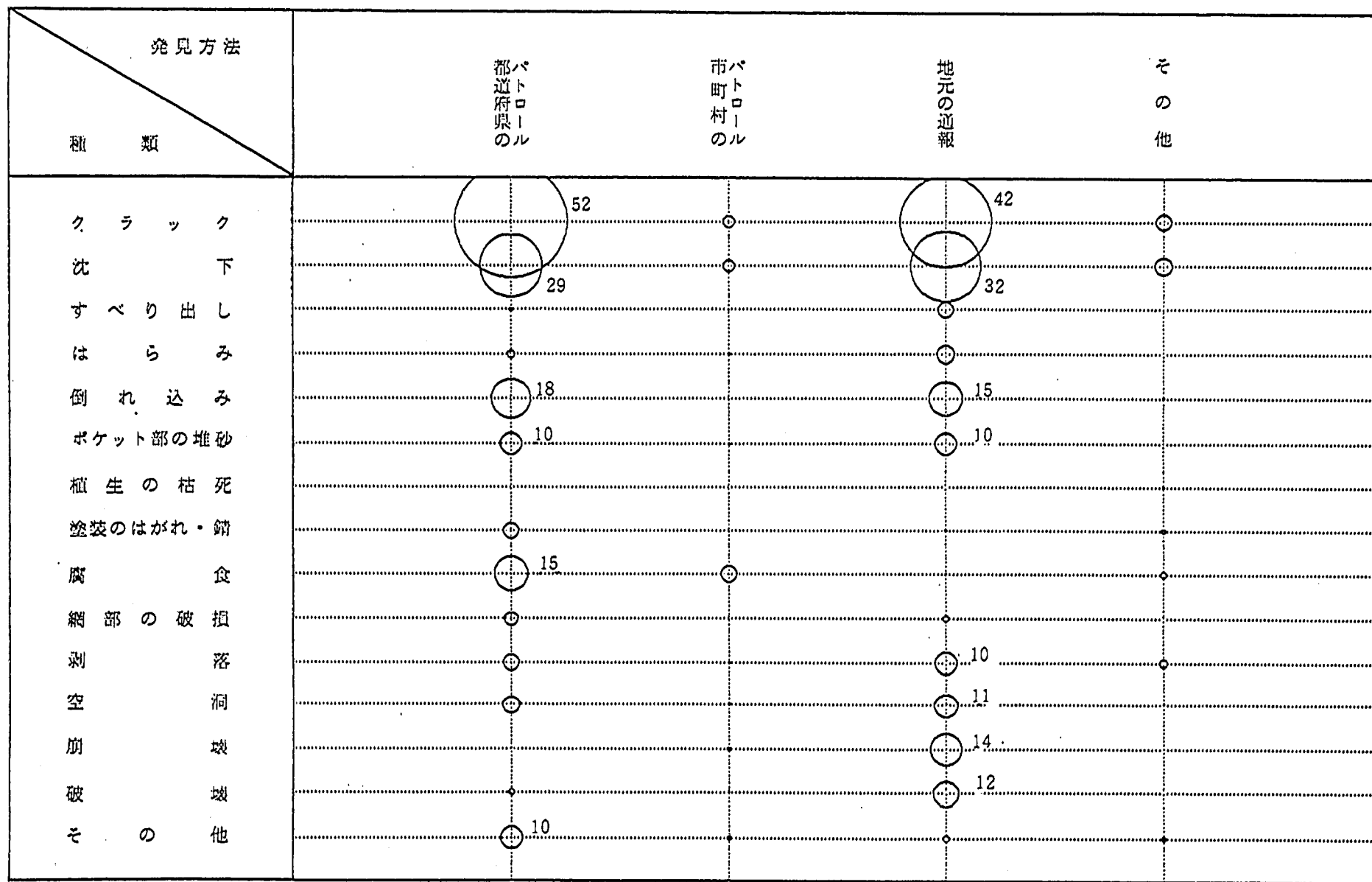


図 5 - 3 変状の種類と発見方法

一方、柵の腐食のように日々の変化が少ない変状については地元の発見が少なくなっている。

図2-9（前掲）のように、変状発見手段は目視がほとんど、他の手段は用いられていない。通常の変状の発見は目視で十分な場合もあるが、変状の程度やコンクリート吹付裏面の空隙を調べるためには、ハンマー打撃法、測量、物理探査法、赤外線調査等が必要になると考えられる。また、コンクリート構造物の調査項目とその手法については、表5-8のように種々の方法が考えられ¹¹⁾、これらの手法も積極的に活用することが望ましい。

5.5 点検項目

これまでの検討結果から、構造物の点検を実施する時に点検者が注意を払うべき点検項目として表5-9が考えられる。この表は変状工種別に発生最頻値をなす変状の種類を1.0として各々の工種の頻度値を求めたものである。なお、アンカー工、杭工及び地下排水工については、

表5-8 コンクリート構造物の調査項目とその手法

調 査 項 目	調 査 手 法
1. ひび割れ	
a) 長 さ	・スケールなどによる測定
b) 幅	・クラックスケール、ルーベなどによる測定
c) 幅の変化	・ひずみゲージ、コンタクトゲージなどに測定
d) 深 さ	・はつり取りによる測定、超音波法による測定、コア採取による調査
2. コンクリートの品質	
a) 中性化深さ	・フェノールフタレイン、pH計による測定
b) コンクリートの強度	・超音波伝播速度測定、コアによる圧縮強度推定、シュミットハンマーによる強度推定
c) 配合・化学分析	・コアによる配合・化学分析
d) 反応性骨材	・ゲルおよび反応環の確認、コアによる膨張量の測定
3. 鉄筋の調査	
a) かぶり厚さ、鉄筋径	・はつり取りによる測定、鉄筋探査機による推定
b) 鉄筋の腐食	・はつり取りによる測定、自然電極電位法による推定
c) 鉄筋の降伏強度	・切取り鉄筋片の引張試験
4. PC 鋼材	
a) 鋼材の位置、グラウトの有無	・はつり取りによる調査、超音波法による測定、放射線透過によるグラウト調査
b) 鋼材の破断	・破面観察による原因の推定
5. 変状の調査	
a) たわみ	・オプトフォロー、変位計などによる測定
b) 振 動	・振動計、加速度計による固有振動数、減衰定数の測定
c) 応 力	・計算書による応力照査 ・応力測定

表 5 - 9 点 検 項 目

点検項目 工 種	クラック	沈下	すべり出し	はらみ	倒れ込み	ポケット部の堆砂	塗装のはがれ・錆	腐食	網部の破損	剥落	空洞	崩壊	破壊
石積・ブロック積 擁壁工	◎ (1.0)	◎ (0.5)	△ (0.1)	△ (0.1)	△ (0.2)						△ (0.1)		
コンクリート 擁壁工	◎ (1.0)	△ (0.2)	△ (0.1)	△ (0.0)	○ (0.4)	◎ (0.6)					△ (0.0)		
吹 付 工	◎ (1.0)	△ (0.0)								◎ (0.6)	△ (0.2)		△ (0.2)
の り 枠 工	◎ (0.6)	◎ (1.0)	△ (0.1)	△ (0.2)						△ (0.1)	△ (0.2)		△ (0.2)
張 工	◎ (1.0)	◎ (1.0)								○ (0.3)			
欄 工					◎ (0.8)	△ (0.2)	○ (0.4)	◎ (1.0)	○ (0.4)				
植生工 (単独)												◎ (1.0)	
地 表 排 水 工	◎ (1.0)										○ (0.3)		○ (0.6)

事例数が少ないので除いてある。

参考として、落石対策としての斜面・のり面構造物の点検項目を以下に列記する¹²⁾。

落石防止擁壁

- ① ひびわれ、すべり、傾斜、沈下、基礎の洗掘
- ② 水抜孔の機能および背面の滞水状況
- ③ 湧水や浸透水の状況ならびに処理
- ④ 落石や土砂の堆積状況

吹 付 工

- ① き 裂
- ② 湧水や浸透水の状況ならびにその処理
- ③ はらみ出しおよびずり落ち
- ④ 地山とのすき間、空洞の有無
- ⑤ 水抜きの状況

わ く 工

- ① わく内の中詰材の緩みまたは陥没
- ② わく裏の土砂の流失
- ③ わくのき裂、はらみ出し
- ④ 水抜きの状況
- ⑤ 基礎の洗掘の有無

張 工

- ① 玉石や礫の局部的な脱落
- ② 地震や石の風化などによる石張りの緩み
- ③ 裏込土砂の流失，張工の陥没
- ④ のり面崩壊による張工のすべり，沈下，はらみ出し，き裂
- ⑤ 湧水や浸透水の状況ならびにその処理
- ⑥ 水抜き状況
- ⑦ 基礎の洗掘の有無

編 柵 工

- ① 堆積土砂の重みによるずり落ち，浸食による浮き上がりの状況
- ② くいや編柵の腐食と雨水の流れ込みによるずり落ち

落石防止柵

- ① 柵や支柱の折れ曲り，腐食の状況
- ② 落石や土砂の堆積
- ③ 基礎の部分の風化および崩壊

斜 面

- ① 地表水，地下水の流出状況とそれによる浸食の有無
- ② 岩目の方向，き裂，風化の状況
- ③ 浮石，転石の位置の変動および地山からの浮き上がり状況
- ④ 斜面のき裂，はらみ出し等の異常の有無
- ⑤ 斜面の草木の繁茂状況

5.6 点検手順

構造物の変状発生は工種によって様々な特徴のあることがアンケート調査の分析によって明らかになった。この結果を踏まえて，本章では，点検頻度，点検手段，点検項目について検討してきた。

これらの検討結果を総合して，急傾斜地崩壊防止工の点検表を表5-10に，また，点検手順を図5-4に示す。この中で，臨時点検，定期点検及び重点点検の内容は次のようになる。

- | | | |
|------|-----|---|
| 臨時点検 | ……… | 豪雨または地震発生後は突発的に変状が発生する可能性があり，異常気象後速やかに行う点検。 |
| 定期点検 | ……… | 少くとも年1回行うのを原則とする点検。また，積雪地，寒冷地では融雪時期が望ましいと考えられる。 |
| 重点点検 | ……… | 5年以上経過した構造物を対象に，特に，表5-9の項目に注意して行う点検。 |

表 5 - 10 点検手法選定表

工 種 条 件 点 検 項 目			ク	沈	す	は	倒	ポ	塗	腐	網	剥	空	崩	破
			ラ	下	べ	ら	れ	ケ	裂	食	部	落	洞	壊	壊
全 工 種	豪 雨 後		×	×	×	×	×	×			×	×	×	×	×
	地 震 後		×	×	×	×	×	×			×	×	×	×	×
石積・ブロック 積 擁 壁 工	10 年	未 満	○	○	○	○	○						○		
	10～15 年	湧 水 有	◎	◎	○	○	○						○		
		そ の 他	○	○	○	○	○						○		
	15 年	以 上	◎	◎	◎	◎	◎						◎		
コンクリート 擁 壁 工	10 年	未 満	○	○	○	○	○	○					○		
	10～15 年	湧 水 有	◎	○	○	○	◎	◎					○		
		そ の 他	○	○	○	○	○	○					○		
	15 年	以 上	◎	◎	◎	◎	◎	◎					◎		
吹 付 工	10 年	未 満	○	○								○	○		○
	10 年	以 上	◎	◎								◎	◎		◎
の り 枠 工	5 年	未 満	○	○	○	○						○	○		○
	5～10 年	湧 水 有	◎	◎	○	◎						○	○		○
		上 端 凹 地	◎	◎	◎	○						○	○		○
		土質・粘性土	◎	◎	◎	○						○	○		○
		表土厚2m以上	◎	◎	○	◎						○	○		○
		そ の 他	○	○	○	○						○	○		○
10 年	以 上	◎	◎	◎	◎						◎	◎		◎	
構 造 工	5 年	未 満					○	○	○	○	○				
	5～10 年	海 岸 200m					○	○	◎	◎	○				
		寒 冷 ・ 積 雪					○	○	○	○	◎				
		そ の 他					○	○	○	○	○				
10 年	以 上					◎	◎	◎	◎	◎					
植 生 工	—														○
地 表 排 水 工	15 年未満	地質・シラス	○										○		○
		そ の 他	△										△		△
そ の 他 の 工 種			◎										◎		◎

×：臨時点検

△：年1回の定期点検

○：年1回の定期点検と

5年に1回の重点点検

◎：年1回の重点点検

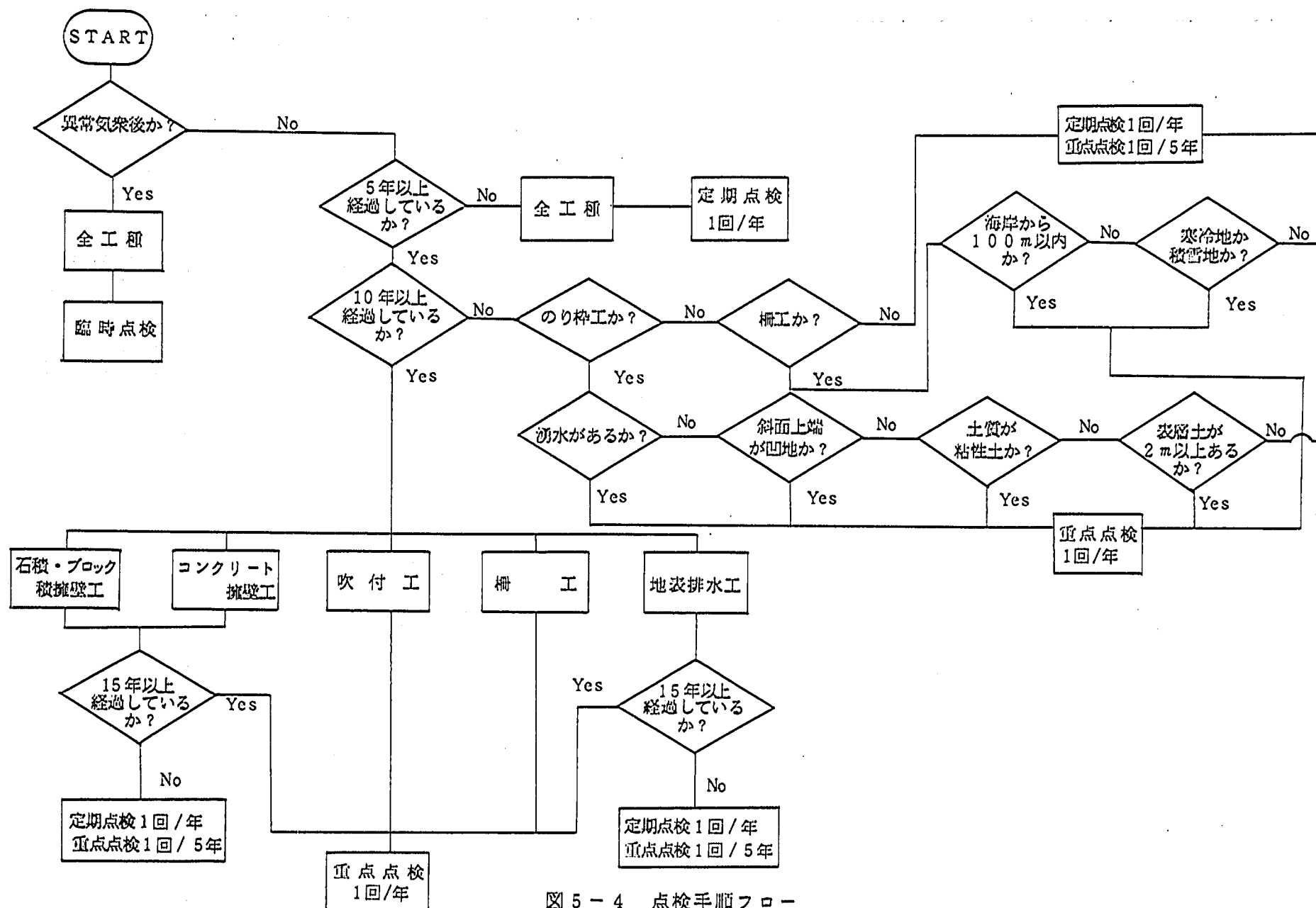


図 5 - 4 点検手順フロー

6. 構造物の復旧手法

今回のアンケートでは復旧手法に関してもその実態を調査したので、本章ではその結果について報告する。

6.1 変状の種類とその復旧方法

復旧の方法については、写真・図面等をもとに回答結果を次のように分類・整理した。

- ① 機能低下防止 塗装の塗りかえ，中詰めの充填等
- ② 機能回復 グラウト，フェンスの立て替え，水路工の復旧，吹付のやり替え，変状箇所の原形復旧等

③ 機能補強

アンカー，水抜きボ
ーリング，枠工等，
新規工種の追加

④ 土工

崩土の除去

⑤ 全面復旧

変状発生構造物と同
一工種による全面復
旧（やり直し）

⑥ 全面取替

他工種による全面復
旧（やり直し）

⑦ 残斜面の新規施工

復旧の必要性及び復旧の
程度についての単集計結果
は第2章で説明したので
（図2-13，図2-14），
ここでは各種の変状につい
てどのような復旧方法が行
なわれているかを調べてみ
る。

図6-1のように，それ
ぞれの変状に応じて様々の

復旧方法 種類	機能低下防止	機能回復	機能補強	土工	全面復旧	全面取替	未施工地の復旧工事	未定	記入なし
クラック	33	28			7	24			8
沈下	15		15			10			
すべり出し	29								
はらみ									
倒れ込み	18	8							
ポケット部の堆砂			16						
植生の枯死									
塗装のはがれ・錆	10								
腐食		21							
網部の破損		6							
剥落		6				8			
空洞		12							
崩壊						12			
その他	6	6							

図6-1 変状の種類と復旧方法

方法で復旧している。クラックの場合、機能回復、機能補強、全面取替がほぼ同じ比率で行なわれており、沈下の場合は機能回復が多くなっている。また、倒れ込み・腐食・空洞は機能回復、堆砂は土工、剥落・崩壊は全面取替というように、ある特定の復旧方法に集中している。

6.2 工種別復旧方法

次に、各工種別に変状の種類に対する復旧方法の実態を整理すると、図6-2及び表6-1となっている。

表6-1(a) ブロック積工の復旧方法

工種	変状の種類	復旧方法		機能低下防止		機能回復		機能補強				全面復旧	全面復旧			合計
		裏込土充填		グラウト		変形箇所の原形復旧		アンカー工法	腹付コンクリート	枠工+アンカー工	杭工	同一工種	枠工+アンカー工	コンクリート張工	不明	
積(裏コン無)	継手クラック			1	1	2	1	1								6
	ブロックのクラック					1	1		1							3
	天端クラック・沈下				1											1
	張り出し												1			1
	計			1	2	3	2	1	1				1			11
積(裏コン有)	継手クラック				1			2					1		1	5
	ブロックのクラック															0
	天端クラック・沈下	1	1	1	1	1										4
	張り出し			1	1											2
	計	1	2	3	3	1		2					1		1	11

表 6 - 1 (b) コンクリート擁壁工の復旧方法

工種	復旧方法 変状の種類	機 能 回 復					機 能 補 強								土工	全面 復旧	全 面 取 替			残斜面の新期施工				その他 (検討中・他)	合 計
		樹脂 注入	モルタル 注入	補 コン クリート 打設	変形箇所の 原形復旧	不 明	H 鋼 杭	鋼 管 杭	ア ン カ ー 工	巻 き 込 み	バ ッ ト レ ス 工	も た れ 式 擁 壁 追 加	の り 枠 工	不 明	排 土	同 一 工 種	現場打ちの り枠工	ア ン カ ー 工	不 明	現場打ちの り枠工	コン クリート 張工	整 形	切 土		
重力式擁壁	クラック	1	2	1					1	1		1				2									9
	前傾・後傾						2	1			1					1	1		1						7
	破損・倒壊																			1				1	2
	堆砂														1					1				1	3
	計	1	2	1			2	1	1	1	1	1			1	3	1		1	2				2	21
もたれ式擁壁	クラック	2				1			3									1						3	10
	前傾・後傾												1											1	2
	破損・倒壊																								0
	堆砂													1											1
	計	2				1			3				1	1				1						4	13
待受式擁壁	クラック												1											2	3
	前傾・後傾																								0
	破損・倒壊																1								1
	堆砂														7								1		8
	計												1		7		1						1	2	12

表 6 - 1(c) 吹付工の復旧方法

工種	復旧方法 変状の種類	機能回復	機能補強			全面取替	全面復旧				未定・回答なし	合計
		吹付再施工 (変状箇所)	硬化剤注入	のり工+アンカー工	不明	吹付再施工(全面)	特殊現場打ち工	のり工+アンカー工	コンクリート張工	樹脂類吹付工		
モルタル吹付工	網状クラック	3				1	2				2	8
	単一クラック	3					1		1			5
	剥落	2					1	1	1	1		6
	のり面崩壊	1				1	1					3
	計	9				2	5	1	2	1	2	22
コンクリート吹付工	網状クラック				1						1	2
	単一クラック	1	1	1			2	2				7
	剥落						1					1
	のり面崩壊						1					1
	計	1	1	1	1		4	2			1	11

表 6 - 1(d) プレキャストのり枠工の復旧方法

工種	復旧方法 変状の種類	機能低下防止		機能回復			機能補強			全面復旧	全面取換		その他(検討中・他)	合計
		中詰材充填	中詰材変更	枠の復旧	枠内復旧	クラック充填	アンカー追加	前法尻への追加	枠内追加		現場打ちのり枠工	ブロック積工		
プレキャストのり枠工	枠内土砂流出	7	1	2	2			1	1		1			15
	中詰材の沈下	1	1		4		1				2	1		10
	枠の沈下・クラック		1	1	4	1	2		1	4	2		1	17
	枠の破損・剥離					1	1	1		1	3	1		8
	計	8	3	3	10	2	4	2	2	5	8	2	1	50

表 6 - 1 (e) 落石防止柵工の復旧方法

工種	変状の種類	復旧方法	機能低下防止			機能回復	機能補助	土工	全面取換		回答なし・不明	合計
			ロープ張り替え	網張り替え	塗装	立て替え	柵工の追加	排水	擁壁	現場打ちのり砕工		
落石防止柵工（擁壁との組合わせ）	主柱の腐食					22						22
	支柱の前傾・倒壊				9	1		1	1			12
	積雪による変形	1			3					1		5
	支柱の塗装のはがれ・錆			7	1							8
	網部の腐食・破損		4		1							5
	ポケット部の堆砂						5					5
	計	1	4	7	36	1	5	1	1	1		57

工 種	復旧方法	機能低下防止						
		機能低下防止	機能回復	機能補強	土 工	全面復旧	全面取替	未施工地の復旧工事
石積工 (裏コン有)								
石積工 (裏コン有)								
積ブロック (裏コン有)								
積ブロック (裏コン有)								
井桁ブロック								
ヒコーキ枠ブロック								
その他								
重力式擁壁								
もたれ式擁壁								
待受け式擁壁								
もたれ式+待受け式擁壁								
その他								
モルタル吹付工								
コンクリート吹付工								
その他								
プレキャストのり枠工								
現場打ちのり枠工								
特殊現場打ちのり枠工								
アンカー付格子枠								
その他								
石張工								
ブロック張工								
コンクリート張工								
すべり止めアンカー								
アンカー工 (他工種との組み合わせ)								
アンカー工 (単独)								
その他								
杭工								
土留め柵工								
編柵工								
落石防止柵工 (組み合わせ)								
落石防止柵工 (単独)								
その他								
芝工 (組み合わせ)								
種子吹付工								
植栽工								
その他								
芝工 (単独)								
種子吹付工								
植栽工								
その他								
自然斜面								
プレキャスト								
現場打ち								
その他								
暗渠工								
ボーリング工								
その他								
その他の工種								

図 6 - 2 変状発生工種と復旧方法

あ と が き

本報告では、全国レベルのアンケート調査を行い、急傾斜地崩壊防止施設の維持管理に関する実態を整理・分析して構造物の点検項目及び点検手順を検討した。

全国3万余の既設工種箇所数のうち、構造物に変状が発生した箇所は、今回の調査では340箇所と少なく、維持管理も初期の段階であると思われる。しかし、構造物が人命保護を目的としていること、今後もその量が増加していくことを考えると、現段階で維持管理に関する実態を整理・検討しておくことは重要で、本調査により、その実態が把握できた。

急傾斜地崩壊防止施設の維持管理手法を確立するためには、

- i) 変状の程度を定量的に判定するための計測・測定方法の開発
- ii) 復旧のための判定基準の整備と復旧工法の体系化
- iii) 急傾斜地崩壊防止施設の全国データベース化

等を検討する必要がある、本調査がこれら検討の参考となれば幸いである。

最後になりましたが、アンケート調査では建設省傾斜地保全課、全国地すべりがけ崩れ対策協議会に御尽力をいただきました。また、調査の回答には全国都道府県の担当の皆様の絶大なる御協力がありました。厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 建設省河川局砂防部監修：斜面崩壊防止工事の設計と実例，全国治水砂防協会，1987年7月
- 2) 東京天文台編纂：理科年表昭和62年版，1986年11月
- 3) 宇佐美龍夫：日本被害地震総覧，東京大学出版会，1975年3月
- 4) 河口至商：多変量解析入門Ⅱ，数学ライブラリー46，森北出版，1981年6月
- 5) 林知己夫：数量化の方法，東洋経済報社，1974年
- 6) 林知己夫ほか：情報処理と統計数理，産業図書，1974年10月
- 7) 森田優三：統計概論，日本評論社，1964年4月
- 8) 日本道路公団：維持管理要領（点検編）1985年9月
- 9) 日本国有鉄道施設局土木課：土木構造物取替の考え方，日本鉄道施設協会，1974年8月
- 10) 高村昭久，江川頭一郎，小岩三郎：維持管理の技術手法一部門別にみた実施例（道路，ダム，下水管渠）一，土木学会誌，Vol 68，1983年10月
- 11) 岡田清編：コンクリートの耐久性，朝倉書店，1986年1月
- 12) 日本道路協会：落石対策便覧，1983年7月

卷末資料

数量化Ⅱ類解析結果一覽

石積・ブロック積擁壁工（全体）

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	優相関係数
1【要 因】	1	-0.0186	:	:	:	0.4288	0.2635
	2	-0.0256	:	※	:		
	3	-0.2142	:	****	:		
	4	0.1316	:	※***	:		
	5	-0.0545	:	※	:		
	6	0.2146	:	※****	:		
	7	-0.1141	:	***	:		
	8	-0.1156	:	***	:		
	9	0.1366	:	※***	:		
2【様 高】	1	-0.0512	:	※	:	0.1654	0.1618
	2	0.0131	:	※	:		
	3	-0.0661	:	※	:		
	4	0.0023	:	:	:		
	5	0.0993	:	※	:		
3【年降水量】	1	0.0081	:	:	:	0.2855	0.2143
	2	-0.0559	:	※	:		
	3	0.0400	:	※	:		
	4	0.1818	:	※****	:		
	5	-0.1037	:	***	:		
4【表土厚】	1	-0.0430	:	※	:	0.2444	0.1983
	2	0.1101	:	※	:		
	3	-0.0249	:	※	:		
	4	0.2014	:	※****	:		
5【斜面地質】	1	-0.0929	:	***	:	0.2398	0.1797
	2	0.0618	:	※	:		
	3	-0.0742	:	※	:		
	4	-0.0141	:	:	:		
	5	0.1049	:	※	:		
	6	0.0414	:	※	:		
	7	0.0117	:	※	:		
	8	0.1469	:	※***	:		
6【斜面土質】	1	-0.0259	:	※	:	0.1747	0.1802
	2	-0.0381	:	※	:		
	3	-0.0963	:	***	:		
	4	-0.0411	:	※	:		
	5	0.0784	:	※	:		
	6	0.0734	:	※	:		

石積・ブロック積擁壁工（クラック）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要 因】	1	-0.0055				0.3890	0.2829
	2	-0.0301		*			
	3	-0.0924		**			
	4	0.0838		**			
	5	-0.0979		**			
	6	0.2911		*****			
	7	-0.0532		*			
	8	-0.0544		*			
	9	0.0702		*			
2【保 高】	1	-0.0533		*		0.1299	0.1891
	2	0.0144					
	3	-0.0437		*			
	4	0.0166					
	5	0.0766		**			
3【年降水量】	1	0.0279		*		0.1539	0.1771
	2	-0.0418		*			
	3	0.0075					
	4	0.1113		**			
	5	-0.0426		*			
4【表土厚】	1	-0.0282		*		0.1963	0.1859
	2	0.0596		*			
	3	0.0008					
	4	0.1681		***			
5【斜面型】	1	0.0661		*		0.1080	0.1404
	2	0.0500		*			
	3	-0.0419		*			
	4	-0.0374		*			
	5	-0.0210					
	6	0.0284		*			

コンクリート擁壁工（全体）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要 因】	1	0.0975		**		0.6912	0.3042
	2	-0.2283		*****			
	3	-0.0117					
	4	0.2697		*****			
	5	-0.1472		***			
	6	-0.1158		**			
	7	-0.4215		*****			
	8	-0.0277		*			
	9	0.1198		**			
2【残斜面高】	1	-0.0866		**		0.4203	0.2517
	2	-0.0451		*			
	3	-0.0338		*			
	4	0.3337		*****			
	5	0.2164		****			
3【斜面型】	1	-0.0121				0.2211	0.1166
	2	0.0894		**			
	3	0.0828		**			
	4	0.0665		*			
	5	-0.0309		*			
	6	-0.1316		***			
4【斜面変状】	1	-0.2000		****		0.2811	0.1495
	2	-0.2423		*****			
	3	-0.1704		***			
	4	0.0239					
	5	0.0388		*			

コンクリート擁壁工（クラック）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 〔要 因〕	1	-0.0228	⋮	⋮	⋮	0.5121	0.2914
	2	-0.1377	⋮	***	⋮		
	3	-0.1524	⋮	***	⋮		
	4	0.2607	⋮	*****	⋮		
	5	-0.1181	⋮	**	⋮		
	6	-0.1389	⋮	***	⋮		
	7	-0.2513	⋮	*****	⋮		
	8	0.0160	⋮	⋮	⋮		
	9	0.2422	⋮	*****	⋮		
2 〔残斜面高〕	1	-0.0427	⋮	**	⋮	0.4477	0.2242
	2	-0.0679	⋮	**	⋮		
	3	-0.0780	⋮	**	⋮		
	4	0.3697	⋮	*****	⋮		
	5	0.0829	⋮	**	⋮		

コンクリート擁壁工（ポケット部の堆砂）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 〔要 因〕	1	0.1749	⋮	***	⋮	0.5205	0.2289
	2	-0.1205	⋮	**	⋮		
	3	-0.0600	⋮	**	⋮		
	4	-0.1089	⋮	**	⋮		
	5	-0.0418	⋮	**	⋮		
	6	-0.1254	⋮	***	⋮		
	7	-0.3456	⋮	*****	⋮		
	8	0.0391	⋮	*	⋮		
	9	-0.0761	⋮	**	⋮		
2 〔斜面高〕	1	-0.0727	⋮	**	⋮	0.3982	0.1801
	2	-0.0260	⋮	**	⋮		
	3	-0.0315	⋮	**	⋮		
	4	-0.0898	⋮	**	⋮		
	5	0.3084	⋮	*****	⋮		
3 〔残斜面高〕	1	-0.0964	⋮	**	⋮	0.3624	0.2000
	2	-0.0827	⋮	**	⋮		
	3	0.1693	⋮	***	⋮		
	4	0.2660	⋮	*****	⋮		
	5	0.1596	⋮	***	⋮		
4 〔上端状況〕	1	0.0379	⋮	*	⋮	0.1193	0.0463
	2	-0.0080	⋮	⋮	⋮		
	3	-0.0814	⋮	**	⋮		
5 〔上端利用〕	1	0.0129	⋮	⋮	⋮	0.3282	0.1155
	2	0.0045	⋮	⋮	⋮		
	3	-0.0435	⋮	*	⋮		
	4	-0.0325	⋮	*	⋮		
	5	0.2847	⋮	*****	⋮		

吹 付 工 (全体)

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.0043				0.2211	0.2800
	2	0.1303		****			
	3	-0.0172					
	4	0.0015					
	5	0.1156		**			
	6	0.0589		*			
	7	-0.0687		*			
	8	-0.0681		*			
	9	-0.0908		***			
2 【経過年数】	1	-0.0744		*		0.2632	0.2653
	2	-0.0685		*			
	3	0.0673		*			
	4	-0.0030					
	5	-0.0001					
	6	-0.0436		*			
	7	0.0733		*			
	8	0.1887		*****			
	9	-0.0377		*			
3 【年降水量】	1	0.0033				0.1267	0.1897
	2	0.0189					
	3	-0.0673		*			
	4	0.0507		*			
	5	0.0594		*			
4 【斜面高】	1	0.0204				0.1850	0.2406
	2	-0.0755		**			
	3	0.0420		*			
	4	0.1094		**			
	5	0.0629		*			
5 【平均勾配】	1	-0.0947		**		0.2064	0.2859
	2	-0.0292		*			
	3	0.1117		**			
	4	0.0865		**			
6 【表土厚】	1	0.0247				0.1111	0.1575
	2	-0.0659		*			
	3	0.0069					
	4	-0.0863		**			
7 【残斜面高】	1	0.0362		*		0.3411	0.3118
	2	0.1547		****			
	3	-0.0615		*			
	4	-0.1864		*****			
	5	-0.1106		**			
8 【斜面型】	1	-0.0323		*		0.3985	0.2753
	2	0.0060					
	3	0.1684		****			
	4	0.0248					
	5	0.0160					
	6	-0.2301		*****			
9 【斜面地質】	1	0.0383		*		0.2069	0.1869
	2	-0.0696		*			
	3	-0.0435		*			
	4	0.0191					
	5	0.0054					
	6	0.1373		****			
	7	0.0096					
	8	0.0903		**			
10 【斜面土質】	1	0.0350		*		0.2800	0.4159
	2	0.1822		*****			
	3	-0.0978		**			
	4	-0.0854		**			
	5	-0.0775		**			
	6	-0.0028					
11 【斜面変状】	1	0.0843		**		0.1582	0.1511
	2	-0.0563		*			
	3	-0.0739		*			
	4	0.0157					
	5	-0.0353		*			

吹 付 工 (クラック)

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.0109	:	:	:	0.3479	0.1777
	2	0.0187	:	:	:		
	3	0.0674	:	:	:		
	4	0.0129	:	:	:		
	5	0.2060	:	:	:		
	6	0.1086	:	:	:		
	7	-0.0773	:	:	:		
	8	-0.0239	:	:	:		
	9	-0.1420	:	:	:		
2 【経過年数】	1	-0.0655	:	:	:	0.4968	0.1946
	2	-0.1028	:	:	:		
	3	-0.0051	:	:	:		
	4	0.0226	:	:	:		
	5	-0.0456	:	:	:		
	6	-0.0516	:	:	:		
	7	0.1419	:	:	:		
	8	0.3940	:	:	:		
	9	-0.0559	:	:	:		
3 【平均勾配】	1	-0.1207	:	:	:	0.2789	0.1601
	2	-0.0201	:	:	:		
	3	0.1582	:	:	:		
	4	0.0497	:	:	:		
4 【表土厚】	1	0.0347	:	:	:	0.1945	0.0997
	2	-0.0776	:	:	:		
	3	-0.0128	:	:	:		
	4	-0.1598	:	:	:		
5 【残斜面高】	1	-0.0163	:	:	:	0.3515	0.1541
	2	0.1985	:	:	:		
	3	0.0580	:	:	:		
	4	-0.1529	:	:	:		
	5	-0.0548	:	:	:		
6 【斜面土質】	1	0.1412	:	:	:	0.3641	0.2744
	2	0.2241	:	:	:		
	3	-0.1022	:	:	:		
	4	-0.1046	:	:	:		
	5	-0.1400	:	:	:		
	6	0.0720	:	:	:		

吹 付 工 (剥落)

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.0507	:	!!	:	0.2620	0.1281
	2	0.0310	:	!!	:		
	3	-0.0498	:	!!	:		
	4	-0.0474	:	!!	:		
	5	0.1031	:	!!	:		
	6	-0.1588	:	***	:		
	7	-0.0837	:	***	:		
	8	-0.0600	:	!!	:		
	9	-0.0673	:	!!	:		
2 【斜面高】	1	0.0073	:	!	:	0.1881	0.1344
	2	-0.0581	:	!!	:		
	3	0.1287	:	!!!!	:		
	4	0.0096	:	!	:		
	5	-0.0594	:	!!	:		
3 【平均勾配】	1	-0.0857	:	***	:	0.1709	0.0992
	2	-0.0051	:	!	:		
	3	0.0345	:	!!	:		
	4	0.0852	:	***	:		
4 【斜面型】	1	0.0630	:	!!	:	0.4733	0.1426
	2	0.0029	:	!	:		
	3	0.3143	:	!!!!!!!	:		
	4	-0.0311	:	!!	:		
	5	-0.0071	:	!	:		
	6	-0.1590	:	***	:		
5 【斜面地質】	1	-0.1126	:	***	:	0.2287	0.1508
	2	-0.1238	:	***	:		
	3	0.0459	:	!!	:		
	4	0.0616	:	!!	:		
	5	-0.0610	:	!!	:		
	6	-0.0557	:	!!	:		
	7	0.0314	:	!!	:		
	8	0.1049	:	***	:		
6 【斜面土質】	1	0.0714	:	!!	:	0.2685	0.1652
	2	0.1426	:	!!!!	:		
	3	-0.0412	:	!!	:		
	4	-0.1259	:	***	:		
	5	-0.0528	:	!!	:		
	6	-0.0599	:	!!	:		

のり砕工 (全体)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 (要因)	1	0.0032				0.4733	0.2519
	2	-0.1028		**			
	3	0.2854		*****			
	4	-0.1344		***			
	5	-0.0642		*			
	6	0.0227					
	7	-0.1878		****			
	8	-0.0860		**			
	9	0.1348		***			
2 (標 高)	1	0.0547		*		0.1967	0.1922
	2	0.0783		**			
	3	-0.0893		**			
	4	0.0502		*			
	5	-0.1184		**			
3 (斜面高)	1	-0.0145				0.2149	0.1449
	2	0.0496		*			
	3	0.0371		*			
	4	-0.0653		*			
	5	-0.1653		***			
4 (平均勾配)	1	0.0784		**		0.2013	0.1897
	2	0.0487		*			
	3	-0.1229		**			
	4	-0.1078		**			
5 (表土厚)	1	0.0080				0.2249	0.1164
	2	-0.0580		*			
	3	0.1353		***			
	4	-0.0896		**			
6 (残斜面高)	1	0.0125				0.2073	0.1394
	2	-0.0753		**			
	3	-0.0881		**			
	4	-0.0795		**			
	5	0.1192		**			
7 (斜面型)	1	-0.0218				0.3204	0.1727
	2	-0.0001					
	3	-0.0514		*			
	4	-0.0332		*			
	5	-0.0209					
	6	0.2691		*****			
8 (上埴利用)	1	0.0337		*		0.1047	0.0854
	2	0.0392		*			
	3	-0.0655		*			
	4	-0.0115					
	5	-0.0402		*			
9 (斜面地質)	1	0.0918		**		0.3358	0.1661
	2	-0.0163					
	3	0.0123					
	4	-0.0414		*			
	5	-0.0482		*			
	6	-0.1345		***			
	7	0.2013		****			
	8	-0.0543		*			
10 (斜面土質)	1	-0.0900		**		0.1730	0.1705
	2	-0.1060		**			
	3	0.0669		*			
	4	0.0617		*			
	5	0.0541		*			
	6	-0.0166					
11 (斜面変状)	1	0.1385		***		0.4649	0.1896
	2	0.4066		*****			
	3	0.0810		**			
	4	-0.0583		*			
	5	0.0174					

のり枠工 (クラック)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	-0.0415	:	***	:	0.4111	0.2134
	2	-0.1326	:	***	:		
	3	0.0367	:	***	:		
	4	-0.1174	:	***	:		
	5	-0.1078	:	***	:		
	6	0.1859	:	***	:		
	7	-0.1552	:	***	:		
	8	-0.0540	:	***	:		
	9	0.2559	:	***	:		
2 【標 高】	1	0.1836	:	***	:	0.3407	0.1801
	2	-0.0479	:	***	:		
	3	-0.0540	:	***	:		
	4	-0.1571	:	***	:		
	5	-0.0641	:	***	:		
3 【斜面変状】	1	0.2399	:	***	:	0.7138	0.1905
	2	0.6409	:	***	:		
	3	0.2133	:	***	:		
	4	-0.0211	:	***	:		
	5	-0.0729	:	***	:		

のり枠工 (沈下)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.0825	:	***	:	1.0042	0.2402
	2	-0.3594	:	***	:		
	3	0.6448	:	***	:		
	4	-0.2097	:	***	:		
	5	-0.1824	:	***	:		
	6	0.0954	:	***	:		
	7	-0.1033	:	***	:		
	8	-0.0049	:	***	:		
	9	0.0475	:	***	:		
2 【斜面高】	1	0.0931	:	***	:	0.2148	0.1103
	2	0.0751	:	***	:		
	3	-0.1217	:	***	:		
	4	-0.1040	:	***	:		
	5	-0.0578	:	***	:		
3 【平均勾配】	1	0.0591	:	***	:	0.3171	0.1579
	2	0.1015	:	***	:		
	3	-0.1323	:	***	:		
	4	-0.2157	:	***	:		
4 【残斜面高】	1	0.0805	:	***	:	0.2498	0.1236
	2	-0.0887	:	***	:		
	3	-0.1215	:	***	:		
	4	0.0498	:	***	:		
	5	-0.1694	:	***	:		

のり枠工 (すべり出し)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.0194				0.6100	0.1571
	2	0.4632		*****			
	3	-0.0749		*			
	4	-0.0854		**			
	5	0.0232					
	6	-0.0763		**			
	7	-0.1081		**			
	8	-0.0885		**			
	9	-0.1469		****			
2 【上端状況】	1	0.0195				0.5127	0.1237
	2	-0.0542		*			
	3	0.4585		*****			
3 【斜面土質】	1	-0.0683		*		0.4750	0.1443
	2	-0.0434		*			
	3	-0.0191					
	4	0.4061		*****			
	5	-0.0689		*			
	6	-0.0606		*			

のり枠工 (はらみ)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.0119				0.5005	0.1692
	2	-0.1231		**			
	3	-0.0833		**			
	4	0.3774		*****			
	5	-0.0796		**			
	6	0.2626		*****			
	7	-0.0761		**			
	8	-0.0871		**			
	9	0.0256		*			
2 【表土厚】	1	-0.0175				0.4641	0.1461
	2	-0.0315		*			
	3	0.3178		*****			
	4	-0.1464		****			

のり枠工 (空洞)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【経過年数】	1	-0.0367		*		0.3941	0.2220
	2	-0.0394		*			
	3	0.0342		*			
	4	0.0164					
	5	-0.0500		*			
	6	0.0430		*			
	7	-0.0250		*			
	8	0.0772		**			
	9	0.3441		*****			
2 【斜面型】	1	0.0224				0.1665	0.1888
	2	0.0433		*			
	3	-0.0121					
	4	-0.0481		*			
	5	-0.0232					
	6	0.1184		**			
3 【斜面土質】	1	-0.0536		*		0.1469	0.1949
	2	-0.0326		*			
	3	0.0933		**			
	4	-0.0008					
	5	0.0044					
	6	-0.0486		*			

のり枠工 (破壊)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	-0.0114	:	:	:	0.7352	0.2598
	2	0.6193	:	:	:		
	3	-0.1016	:	*****	:		
	4	-0.0812	:	**	:		
	5	-0.0931	:	**	:		
	6	-0.1015	:	**	:		
	7	-0.1015	:	**	:		
	8	-0.1159	:	**	:		
	9	-0.0837	:	**	:		
2 【沿岸距離】	1	-0.0021	:	:	:	0.4270	0.1373
	2	0.0070	:	:	:		
	3	0.0657	:	*	:		
	4	0.3325	:	*****	:		
	5	-0.0945	:	**	:		

橋 工 (全体)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	-0.0294	:	*	:	0.7273	0.6222
	2	-0.1018	:	**	:		
	3	-0.0977	:	**	:		
	4	-0.1680	:	***	:		
	5	0.0629	:	*	:		
	6	-0.1555	:	***	:		
	7	0.5593	:	*****	:		
	8	0.1929	:	****	:		
	9	-0.1041	:	**	:		
2 【沿岸距離】	1	-0.0005	:	:	:	0.0718	0.1090
	2	-0.0319	:	*	:		
	3	0.0145	:	:	:		
	4	-0.0477	:	*	:		
	5	0.0241	:	:	:		
3 【斜面高】	1	-0.0095	:	:	:	0.1177	0.1604
	2	0.0186	:	:	:		
	3	0.0247	:	:	:		
	4	-0.0048	:	:	:		
	5	-0.0929	:	**	:		
4 【表土厚】	1	-0.0087	:	:	:	0.1672	0.1558
	2	0.0352	:	*	:		
	3	-0.0695	:	*	:		
	4	0.0977	:	**	:		
5 【残斜面高】	1	-0.0488	:	*	:	0.2254	0.3395
	2	-0.0833	:	**	:		
	3	0.1421	:	***	:		
	4	0.0460	:	*	:		
	5	0.1144	:	**	:		
6 【斜面方向】	1	0.0454	:	*	:	0.1253	0.1753
	2	0.0791	:	**	:		
	3	0.0110	:	:	:		
	4	-0.0462	:	*	:		
	5	0.0028	:	:	:		
	6	-0.0419	:	*	:		
	7	-0.0240	:	:	:		
	8	-0.0032	:	:	:		
7 【斜面地質】	1	0.0748	:	*	:	0.1896	0.1875
	2	-0.0320	:	*	:		
	3	0.0026	:	:	:		
	4	-0.0109	:	:	:		
	5	0.0782	:	**	:		
	6	-0.1114	:	**	:		
	7	-0.0407	:	*	:		
	8	0.0266	:	*	:		
8 【斜面変状】	1	0.0493	:	*	:	0.0804	0.0907
	2	-0.0220	:	:	:		
	3	-0.0311	:	*	:		
	4	0.0028	:	:	:		
	5	-0.0136	:	:	:		

欄 工 (倒れ込み)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 [要 因]	1	0.1437		***		0.3453	0.2210
	2	-0.1269		***			
	3	-0.0485		*			
	4	-0.0711		*			
	5	0.1035		**			
	6	-0.2016		****			
	7	-0.1915		****			
	8	-0.0378		*			
	9	-0.1215		**			
2 [沿岸距離]	1	-0.0461		*		0.2057	0.1346
	2	-0.0253		*			
	3	-0.0758		**			
	4	-0.0905		**			
	5	0.1152		**			
3 [表土厚]	1	-0.0472		*		0.5562	0.2006
	2	0.1392		***			
	3	-0.1640		***			
	4	0.3923		*****			
4 [残斜面高]	1	-0.0421		*		0.2523	0.1433
	2	-0.1109		**			
	3	0.1401		***			
	4	-0.0120					
	5	0.1414		***			
5 [上端状況]	1	0.1142		**		0.1733	0.1328
	2	-0.0591		*			
	3	0.1032		**			
6 [上端利用]	1	0.0112				0.0845	0.0498
	2	-0.0358		*			
	3	0.0488		*			
	4	0.0156					
	5	-0.0269		*			

欄工 (ポケット部の堆砂)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 [要 因]	1	0.0095				0.2610	0.1791
	2	-0.0825		***			
	3	0.0389		*			
	4	-0.1055		***			
	5	0.1555		***			
	6	-0.0303		*			
	7	-0.0721		*			
	8	0.1145		**			
	9	-0.0597		*			
2 [沿岸距離]	1	0.0175				0.3430	0.1973
	2	-0.0072					
	3	0.2499		*****			
	4	-0.0930		**			
	5	-0.0674		*			
3 [残斜面高]	1	-0.0162				0.3172	0.2051
	2	-0.1187		**			
	3	0.1985		****			
	4	0.1157		**			
	5	-0.0625		*			
4 [斜面方向]	1	-0.0389		*		0.2820	0.1802
	2	0.1991		****			
	3	-0.0383		*			
	4	-0.0558		*			
	5	0.0441		*			
	6	0.0595		*			
	7	-0.0509		*			
	8	-0.0829		**			
5 [上端状況]	1	-0.0505		*		0.4141	0.2271
	2	-0.0148					
	3	0.3637		*****			

棚工（塗装のはがれ）

項	目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1	【要因】	1	-0.0818		**		0.6336	0.3189
		2	-0.0904		**			
		3	-0.0905		**			
		4	-0.0538		*			
		5	-0.1176		**			
		6	-0.0953		**			
		7	0.4511		*****			
		8	0.5160		*****			
		9	-0.0288		*			
2	【斜面地質】	1	-0.2449		*****		0.7196	0.2499
		2	-0.0634		*			
		3	0.0698		*			
		4	-0.0010					
		5	0.4746		*****			
		6	-0.0203					
		7	-0.0935		**			
		8	0.0782		**			

棚工（網部の破損）

項	目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1	【要因】	1	-0.0812		**		0.6450	0.1890
		2	-0.0900		**			
		3	-0.1645		***			
		4	-0.2106		****			
		5	0.4344		*****			
		6	-0.1373		***			
		7	0.1228		**			
		8	0.3418		*****			
		9	-0.1059		**			
2	【斜面地質】	1	0.4791		*****		0.6448	0.1818
		2	-0.1009		**			
		3	0.1505		***			
		4	-0.1009		**			
		5	-0.0630		*			
		6	-0.0714		*			
		7	-0.0975		**			
		8	-0.1657		***			

棚 工 (腐食)

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	相関係数
1 [要 因]	1	-0.0793		++		0.9384	0.7468
	2	-0.0685		++			
	3	-0.0907		++			
	4	-0.0936		++			
	5	-0.0096					
	6	-0.0455					
	7	0.8448					
	8	0.0341					
	9	-0.0659					
2 [標 高]	1	-0.0078				0.0552	0.0995
	2	0.0198					
	3	0.0189					
	4	-0.0354					
	5	-0.0084					
3 [海岸距離]	1	0.0388		*		0.0908	0.1837
	2	-0.0520					
	3	0.0016					
	4	-0.0369					
	5	-0.0159					
4 [年降水量]	1	0.0404		*		0.0866	0.1419
	2	0.0131					
	3	-0.0026					
	4	-0.0198					
	5	-0.0462					
5 [斜面高]	1	0.0057				0.1089	0.1576
	2	-0.0135					
	3	-0.0336					
	4	0.0318		*			
	5	0.0752		**			
6 [平均勾配]	1	0.0101				0.0494	0.0846
	2	-0.0021					
	3	-0.0288					
	4	0.0207					
7 [残斜面高]	1	0.0173				0.0591	0.1215
	2	-0.0409					
	3	-0.0034					
	4	0.0179					
	5	-0.0412					
8 [斜面方向]	1	0.0126				0.0930	0.1610
	2	-0.0165					
	3	-0.0048					
	4	-0.0307					
	5	0.0280		*			
	6	-0.0268					
	7	0.0501		*			
	8	-0.0429					
9 [斜面型]	1	-0.0105				0.1557	0.1885
	2	-0.0003					
	3	-0.0733					
	4	0.0591		*			
	5	-0.0155					
	6	0.0824		**			
10 [上法利用]	1	-0.0682				0.0960	0.1611
	2	0.0047					
	3	0.0149					
	4	0.0166					
	5	-0.0795		++			
11 [斜面地質]	1	0.1163		**		0.1507	0.2106
	2	-0.0050					
	3	-0.0344					
	4	-0.0042					
	5	-0.0341					
	6	-0.0104					
	7	-0.0136					
	8	-0.0144					
12 [斜面土質]	1	0.0869		**		0.1132	0.1436
	2	-0.0244					
	3	0.0004					
	4	0.0040					
	5	0.0029					
	6	-0.0113					
13 [湧 水]	1	0.0019				0.0039	0.0108
	2	-0.0020					
14 [斜面変状]	1	-0.0024				0.0244	0.0506
	2	-0.0151					
	3	-0.0111					
	4	0.0093					
	5	-0.0102					

植生工（全体）

項	目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1	【要因】	1	-0.0676		*		0.6289	0.6452
		2	0.5476		*****			
		3	-0.0298		*			
		4	-0.0601		*			
		5	-0.0813		*			
		6	-0.0564		*			
		7	-0.0467		*			
		8	-0.0016					
		9	-0.0414		*			
2	【経過年数】	1	0.0552		*		0.2418	0.1958
		2	0.0248					
		3	-0.0551		*			
		4	0.0046					
		5	-0.0387		*			
		6	-0.0042					
		7	0.0100					
		8	0.0084					
		9	-0.1865		****			
3	【海岸距離】	1	0.0202				0.0757	0.1085
		2	-0.0255		*			
		3	0.0167					
		4	-0.0555		*			
		5	-0.0053					
4	【斜面高】	1	0.0748		*		0.1082	0.1635
		2	-0.0025					
		3	-0.0262		*			
		4	-0.0018					
		5	-0.0334		*			
5	【平均勾配】	1	0.0149				0.0440	0.0790
		2	0.0091					
		3	-0.0291		*			
		4	-0.0146					
6	【斜面型】	1	0.0224				0.1689	0.2159
		2	-0.0396		*			
		3	0.1294		***			
		4	-0.0131					
		5	-0.0119					
		6	0.1162		**			
7	【斜面土質】	1	-0.0336		*		0.1007	0.1476
		2	-0.0038					
		3	0.0266		*			
		4	0.0671		*			
		5	-0.0262		*			
		6	0.0021					
8	【斜面変状】	1	-0.0624		*		0.2989	0.2375
		2	0.1233		**			
		3	0.2365		*****			
		4	0.0264		*			
		5	-0.0348		*			

地表排水工（全体）

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要因】	1	-0.0031				0.2435	0.1766
	2	-0.0650		*			
	3	0.1751		****			
	4	-0.0631		*			
	5	0.0664		*			
	6	-0.0498		*			
	7	-0.0563		*			
	8	-0.0684		*			
	9	0.0255		*			
2【斜面地質】	1	-0.0287		*		0.4057	0.1940
	2	0.0730		*			
	3	0.0056					
	4	-0.0280		*			
	5	-0.0279		*			
	6	0.3496		*****			
	7	-0.0561		*			
	8	-0.0239					

全変状発生工種（クラック）

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要因】	1	-0.0129				0.4785	0.3326
	2	-0.0973		***			
	3	-0.0897		***			
	4	0.1937		****			
	5	-0.0742		*			
	6	0.2559		*****			
	7	-0.2227		****			
	8	-0.0590		*			
	9	0.1391		***			
2【経過年数】	1	-0.0803		***		0.2049	0.2109
	2	-0.0919		***			
	3	-0.0215					
	4	-0.0053					
	5	0.0650		*			
	6	0.0758		**			
	7	0.0843		**			
	8	0.1130		**			
	9	0.0743		*			
3【斜面土質】	1	0.1498		***		0.2544	0.1903
	2	0.0567		*			
	3	-0.0043					
	4	-0.0051					
	5	-0.0483		*			
	6	-0.1046		***			

全変状発生工種 (沈下)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.0390		*		1.0836	0.3136
	2	-0.3059		*****			
	3	0.7778		*****			
	4	0.0070					
	5	-0.0973		***			
	6	-0.0771		***			
	7	-0.1948		****			
	8	-0.0980		***			
	9	0.0645		*			
2 【斜面高】	1	0.0925		**		0.1896	0.1150
	2	0.0495		*			
	3	-0.0971		**			
	4	-0.0061					
	5	-0.0960		**			
3 【平均勾配】	1	0.0256		*		0.2300	0.1394
	2	0.0667		*			
	3	-0.0476		*			
	4	-0.1633		****			
4 【残斜面高】	1	0.0690		*		0.2035	0.1335
	2	-0.0681		*			
	3	-0.1179		**			
	4	0.0307		*			
	5	-0.1345		****			
5 【斜面土質】	1	-0.0215				0.2653	0.1438
	2	-0.0688		*			
	3	0.0203					
	4	-0.1612		***			
	5	0.1041		**			
	6	0.0058					

全変状発生工種 (はらみ)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.0198				0.4269	0.1329
	2	-0.0613		*			
	3	-0.1172		**			
	4	0.3094		*****			
	5	-0.1038		**			
	6	0.1885		****			
	7	-0.0921		**			
	8	-0.1176		**			
	9	0.0465		*			
2 【表土層】	1	-0.0297		*		0.7044	0.2106
	2	-0.0690		*			
	3	0.5407		*****			
	4	-0.1637		****			

全変状発生工種 (倒れ込み)

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 【要 因】	1	0.2729		*****		0.6602	0.2323
	2	-0.2635		*****			
	3	-0.1545		***			
	4	-0.2705		*****			
	5	0.0487		*			
	6	-0.0892		**			
	7	-0.3873		*****			
	8	-0.1738		***			
	9	-0.0960		**			
2 【表土厚】	1	-0.0923		**		0.6573	0.2005
	2	0.3130		*****			
	3	-0.2536		*****			
	4	0.4037		*****			

全変状発生工種（ポケット部の堆砂）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要 因】	1	0.1058	:	***	:	0.4188	0.2693
	2	-0.1116	:	**	:		
	3	-0.0125	:		:		
	4	-0.1722	:	***	:		
	5	0.1403	:	***	:		
	6	-0.1204	:	**	:		
	7	-0.2785	:	*****	:		
	8	0.0816	:	**	:		
	9	-0.0902	:	**	:		
2【沿岸距離】	1	-0.0191	:	:	:	0.4135	0.2031
	2	0.0244	:		:		
	3	0.2930	:	*****	:		
	4	-0.1205	:	**	:		
	5	-0.0416	:	*	:		
3【斜面高】	1	-0.0533	:	*	:	0.2919	0.1603
	2	-0.0052	:		:		
	3	0.0147	:		:		
	4	-0.1302	:	***	:		
	5	0.1617	:	***	:		
4【残斜面高】	1	-0.0873	:	**	:	0.4499	0.2993
	2	-0.1285	:	***	:		
	3	0.2203	:	****	:		
	4	0.3214	:	*****	:		
	5	0.0915	:	**	:		
5【上埧状況】	1	-0.0015	:	:	:	0.1290	0.0694
	2	-0.0111	:		:		
	3	0.1179	:	***	:		

全変状発生工種（塗装のはがれ）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要 因】	1	-0.0818	:	***	:	0.6336	0.3189
	2	-0.0904	:	***	:		
	3	-0.0905	:	***	:		
	4	-0.0538	:	*	:		
	5	-0.1176	:	**	:		
	6	-0.0953	:	**	:		
	7	0.4511	:	*****	:		
	8	0.5160	:	*****	:		
	9	-0.0288	:	*	:		
2【斜面地質】	1	-0.2449	:	*****	:	0.7196	0.2499
	2	-0.0634	:	*	:		
	3	0.0698	:	*	:		
	4	-0.0010	:		:		
	5	0.4746	:	*****	:		
	6	-0.0203	:		:		
	7	-0.0935	:	**	:		
	8	0.0782	:	***	:		

全変状発生工種（腐食）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	値相関係数
1 (要因)	1	-0.0793		++		0.9384	0.7468
	2	-0.0685		++			
	3	-0.0907		++			
	4	-0.0936		++			
	5	-0.0096		++			
	6	-0.0455		++			
	7	0.8448					
	8	0.0341		++			
	9	-0.0659		++			
2 (標 高)	1	-0.0078				0.0552	0.0995
	2	0.0198					
	3	0.0189					
	4	-0.0354		++			
	5	-0.0084					
3 (海岸距離)	1	0.0388		++		0.0908	0.1837
	2	-0.0520		++			
	3	0.0016					
	4	-0.0369		++			
	5	-0.0159					
4 (年降水量)	1	0.0404		++		0.0866	0.1419
	2	0.0131					
	3	-0.0026					
	4	-0.0198					
	5	-0.0462		++			
5 (斜面高)	1	0.0057				0.1089	0.1576
	2	-0.0135					
	3	-0.0336		++			
	4	0.0318		++			
	5	0.0752		+++			
6 (平均勾配)	1	0.0101				0.0494	0.0846
	2	-0.0021					
	3	-0.0288		++			
	4	0.0207					
7 (残斜面高)	1	0.0173				0.0591	0.1215
	2	-0.0409		++			
	3	-0.0034					
	4	0.0179					
	5	-0.0412		++			
8 (斜面方向)	1	0.0126				0.0930	0.1610
	2	-0.0165					
	3	-0.0048					
	4	-0.0307		++			
	5	0.0280		++			
	6	-0.0268		++			
	7	0.0501		++			
	8	-0.0429		++			
9 (斜面型)	1	-0.0105				0.1557	0.1885
	2	-0.0003					
	3	-0.0733		++			
	4	0.0591		++			
	5	-0.0155					
	6	0.0824		+++			
10 (上埭利用)	1	-0.0682		++		0.0960	0.1611
	2	0.0047					
	3	0.0149					
	4	0.0166					
	5	-0.0795		+++			
11 (斜面地質)	1	0.1163		+++		0.1507	0.2106
	2	-0.0050					
	3	-0.0344		++			
	4	-0.0042					
	5	-0.0341		++			
	6	-0.0104					
	7	-0.0136					
	8	-0.0144					
12 (斜面土質)	1	0.0889		+++		0.1132	0.1436
	2	-0.0244					
	3	0.0004					
	4	0.0040					
	5	0.0029					
	6	-0.0113					
13 (湧 水)	1	0.0019				0.0039	0.0108
	2	-0.0020					
14 (斜面変状)	1	-0.0024				0.0244	0.0506
	2	-0.0151					
	3	-0.0111					
	4	0.0093					
	5	-0.0102					

全変状発生工種（網部の破損）

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要 因】	1	-0.0812		***		0.6450	0.1890
	2	-0.0900		**			
	3	-0.1645		***			
	4	-0.2106		****			
	5	0.4344		*****			
	6	-0.1373		***			
	7	0.1228		**			
	8	0.3418		*****			
	9	-0.1059		**			
2【斜面地質】	1	0.4791		*****		0.6448	0.1818
	2	-0.1009		**			
	3	0.1505		***			
	4	-0.1009		**			
	5	-0.0630		*			
	6	-0.0714		*			
	7	-0.0975		***			
	8	-0.1657		***			

全変状発生工種（剥落）

項 目	カテゴリー	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要 因】	1	0.0231				0.3269	0.1139
	2	-0.0136					
	3	-0.0808		**			
	4	-0.0785		**			
	5	0.1242		**			
	6	-0.1649		***			
	7	-0.0187					
	8	0.1620		***			
	9	-0.0924		**			
2【年降水量】	1	-0.1450		***		0.2671	0.1517
	2	0.1175		**			
	3	-0.0947		**			
	4	0.0135					
	5	0.1222		**			
3【斜面高】	1	-0.0551		*		0.3085	0.1345
	2	-0.0407		*			
	3	0.1753		****			
	4	0.0162					
	5	-0.1332		***			
4【表土厚】	1	0.0375		*		0.1533	0.0735
	2	-0.0779		**			
	3	-0.0590		*			
	4	-0.1158		**			
5【斜面地質】	1	-0.1519		***		0.5108	0.1861
	2	-0.1684		***			
	3	0.0503		*			
	4	0.0829		**			
	5	-0.1519		***			
	6	-0.1259		***			
	7	-0.0203					
	8	0.3424		*****			
6【斜面土質】	1	0.1653		***		0.2668	0.1420
	2	0.1467		***			
	3	-0.1011		**			
	4	-0.1013		**			
	5	-0.0460		*			
	6	-0.1015		**			

全変状発生工種（空洞）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要因】	1	0.0381	:	!*	:	0.1701	0.1447
	2	-0.0398	:	*!	:		
	3	0.0794	:	!***	:		
	4	-0.0899	:	***!	:		
	5	-0.0418	:	*!	:		
	6	0.0802	:	!***	:		
	7	-0.0719	:	*!	:		
	8	-0.0654	:	*!	:		
	9	0.0108	:	!	:		
2【経過年数】	1	-0.0770	:	***!	:	0.4206	0.2240
	2	-0.0816	:	***!	:		
	3	0.0652	:	!*	:		
	4	-0.0178	:	!	:		
	5	-0.0041	:	!	:		
	6	0.0302	:	!*	:		
	7	0.0081	:	!	:		
	8	0.2117	:	!****	:		
	9	0.3390	:	!*****	:		

全変状発生工種（崩壊）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1【要因】	1	-0.0688	:	*!	:	0.6541	0.6607
	2	0.5764	:	!*****	:		
	3	-0.0253	:	*!	:		
	4	-0.0688	:	*!	:		
	5	-0.0778	:	***!	:		
	6	-0.0707	:	*!	:		
	7	-0.0309	:	*!	:		
	8	-0.0098	:	!	:		
	9	-0.0537	:	*!	:		
2【経過年数】	1	0.0651	:	!*	:	0.2557	0.2101
	2	0.0278	:	!*	:		
	3	-0.0560	:	*!	:		
	4	0.0032	:	!	:		
	5	-0.0489	:	*!	:		
	6	-0.0062	:	!	:		
	7	0.0091	:	!	:		
	8	-0.0025	:	!	:		
	9	-0.1905	:	****!	:		
3【斜面高】	1	0.0764	:	!***	:	0.1163	0.1737
	2	0.0048	:	!	:		
	3	-0.0340	:	*!	:		
	4	-0.0091	:	!	:		
	5	-0.0399	:	*!	:		
4【平均勾配】	1	0.0146	:	!	:	0.0451	0.1000
	2	0.0151	:	!	:		
	3	-0.0292	:	*!	:		
	4	-0.0300	:	*!	:		
5【斜面型】	1	0.0279	:	!*	:	0.1573	0.2006
	2	-0.0256	:	*!	:		
	3	0.1317	:	!***	:		
	4	-0.0120	:	!	:		
	5	-0.0170	:	!	:		
	6	0.1087	:	!***	:		
6【斜面土質】	1	0.0227	:	!	:	0.0818	0.1257
	2	-0.0026	:	!	:		
	3	0.0151	:	!	:		
	4	0.0524	:	!*	:		
	5	-0.0294	:	*!	:		
	6	0.0087	:	!	:		
7【斜面変状】	1	-0.0241	:	!	:	0.2582	0.2045
	2	0.1114	:	!***	:		
	3	0.2216	:	!****	:		
	4	0.0212	:	!	:		
	5	-0.0366	:	*!	:		

全変状発生工種（破壊）

項 目	カテゴリ	スコア	-0.75	0	0.75	レンジ	偏相関係数
1 (要因)	1	-0.0307	⋮	*⋮	⋮	0.4433	0.3901
	2	0.3795	⋮	⋮*****	⋮		
	3	-0.0630	⋮	*⋮	⋮		
	4	-0.0134	⋮	⋮	⋮		
	5	-0.0409	⋮	*⋮	⋮		
	6	-0.0342	⋮	*⋮	⋮		
	7	-0.0638	⋮	*⋮	⋮		
	8	-0.0582	⋮	*⋮	⋮		
	9	-0.0340	⋮	*⋮	⋮		
2 (斜面地質)	1	0.0540	⋮	⋮*	⋮	0.3362	0.1569
	2	-0.0045	⋮	⋮	⋮		
	3	-0.0084	⋮	⋮	⋮		
	4	-0.0063	⋮	⋮	⋮		
	5	0.0141	⋮	⋮	⋮		
	6	0.2756	⋮	⋮*****	⋮		
	7	-0.0606	⋮	*⋮	⋮		
	8	-0.0443	⋮	*⋮	⋮		
3 (斜面変状)	1	0.0591	⋮	⋮*	⋮	0.4433	0.1839
	2	0.3228	⋮	⋮*****	⋮		
	3	-0.1205	⋮	**⋮	⋮		
	4	-0.0275	⋮	*⋮	⋮		
	5	0.0111	⋮	⋮	⋮		

急傾斜地崩壊防止施設の維持
管理に関する実態調査報告書

ISSN 0386-5878
土研資料 第 号
マイクロフィルム第2566号
昭和63年3月(1988)
急傾斜地崩壊研究室

要 旨 急傾斜地崩壊防止施設は人命保全を目的とした構造物であり、その施工量の増加とともに、構造物のメンテナンスに関する手法の確立は重要な課題となっている。
本報告は、急傾斜地崩壊防止施設の変況の実態、点検・復旧方法の実態について、全国レベルのアンケート調査を行い、維持管理手法を検討したものである。

キーワード：急傾斜地崩壊防止施設、維持管理実態、アンケート調査、
変状要因分析、

点検フロー

郵便はがき

305-□□

40円切手
をはいて
下さい。

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

砂防部急傾斜地崩壊研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2566号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

