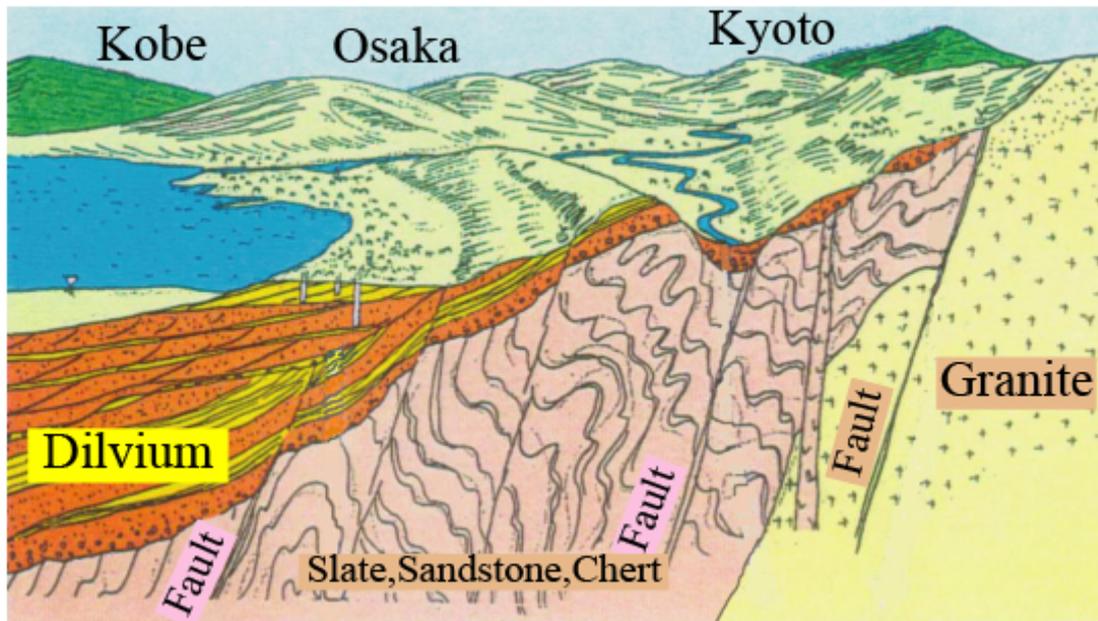


道路法面維持管理のためのハンドブック(案)

The Handbook for Road Slope Maintenance



平成 21 年 10 月

国土交通省近畿地方整備局
近 畿 技 術 事 務 所

目 次

まえがき	1
1. 道路法面健全性低下のメカニズム	2
1.1. 盛土法面	3
1.2. 切土法面・自然斜面	3
2. 点検の着目点	4
2.1. 着目点とは	4
2.2. 盛土法面	5
2.3. 切土法面・自然斜面	8
3. 法面の管理	12
3.1. 法面管理のフロー	12
3.2. 道路の巡回	13
3.2.1. 盛土法面の確認事項	13
3.2.2. 切土法面の確認事項	13
3.3. 法面地表踏査	14
3.3.1. 法面地表踏査の難しさ	14
3.3.2. 盛土法面	15
3.3.3. 切土法面	15
3.4. 要因および着目点の事例	15
3.5. 点検結果の記録	45
3.5.1. チェックシート記入の留意点	45
3.5.2. チェックシート記入例	50
4. 法面健全性モニタリングの実施	59
4.1. モニタリング（法面観測）の必要性について	59
4.1.1. モニタリングの目的と期待される効果	59
4.1.2. モニタリング方法	59
4.2. 計測手法の選定	60
4.2.1. 計測手法の選定(PHASE-1)	60
4.2.2. モニタリング手法配置例	62
4.2.3. 計測手法の選定(PHASE-2)	64
4.3. 物理探査手法の概要と特徴	65
4.4. 法面健全性を維持する対策工の基本方針	72

5. 初期情報・補修履歴などの保存	73
5.1. 盛土法面	73
5.1.1. 記載様式	73
5.1.2. 記載要領	74
5.1.3. 記載例	75
5.2. 切土法面	77
5.2.1. 記載様式	77
5.2.2. 記載要領	78
5.2.3. 記載例	79
参考文献	81
あとがき	84

まえがき

本ハンドブックは、「道路法面健全性評価検討委員会（平成 17 年 11 月設立・委員長：京都大学 教授 大西有三）」での検討結果を基に道路法面の維持管理に必要な事項をとりまとめたものである。

直轄国道の多くは、高度成長期の昭和 40 年代にほぼ現在の形状に更新されたものが多く、築後 40 年以上経過し老朽化が進行した法面も認められるようになった。これらの法面から発生する崩壊災害は年々増加傾向にあり、その原因として、豪雨・融雪による法面へ繰り返される地下水浸透の影響が大きいことがわかってきた。

その結果を受け、道路法面を災害から未然に防止し、道路の安全性向上に寄与する方策として、以下の 2 点を挙げるができる。

1) 法面が持つ排水機能を維持する

法面の健全性を左右する原因は様々なものが考えられるが、特に影響が大きいのは地下水である。法面内部への地下水浸透を抑制できれば、法面の健全性を長期的に維持する効果が期待できる。法面に設置されている水路や法面保護工の存在の意義を再認識し、今後その機能が十分果たせるように維持していただくことを願う。

2) 法面で見られる現象を記録に残す

法面の崩壊災害が生ずる前には、なんらかの前兆（例えば亀裂の増大、小さな落石の発生）が認められることがある。なにげない前兆現象を日々の巡回で発見し、早期に対処すれば、災害発生の危険因子を未然につみ取ることが期待できる。しかし、発見当初はそれが前兆現象であるのか判断がつかない場合もある。したがって、可能性のある現象は記録に残し、今後の判断に委ねることで、危険因子を減らすことができる。

本ハンドブックでは、法面健全性がまさに今損なわれつつあるときに出現する危険因子について整理し、早期発見していただけるようにまとめた。

このような視点から、**本ハンドブックは、日々道路を巡回し、維持作業に従事される技術職員の方々へ向けて作成したものである。**

日々実施されている維持作業は、水路の補修、清掃など、地道な作業ではあるが、国民の安心と安全を支えるという社会貢献に大きな役割を果たしていることを理解して頂きたい。また、その仕事に誇りを持っていただき、法面の健全性を維持するための技術向上を願って作成されたものである。

このハンドブックが、道路法面の日常の維持管理に携わる方々の技術上の支援に寄与できれば幸いである。

1. 道路法面健全性低下のメカニズム

盛土・切土法面の長期的な劣化は浸透水による土中水分量の変化と法面を構成している土砂の強度特性に密接に関連している。

- ① 盛土法面については雨水が浸透を繰り返すことにより、盛土法尻部に細粒分が移動し、その部分の透水性が低下して盛土内の土中水分量が増加する。
- ② 切土法面については降雨浸透に伴う乾湿の繰り返しによる表層土の強度が低下する。

図 1-1 は、法面健全性の長期的な推移を概念的に示したものである。

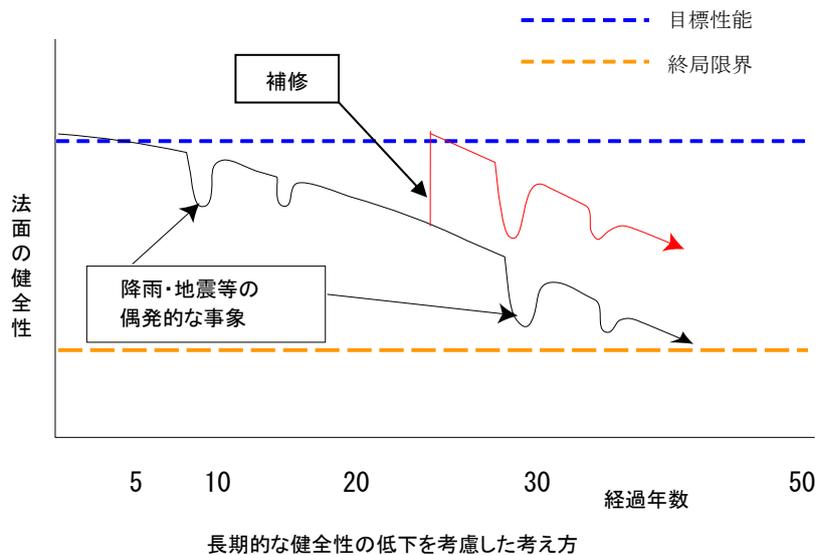
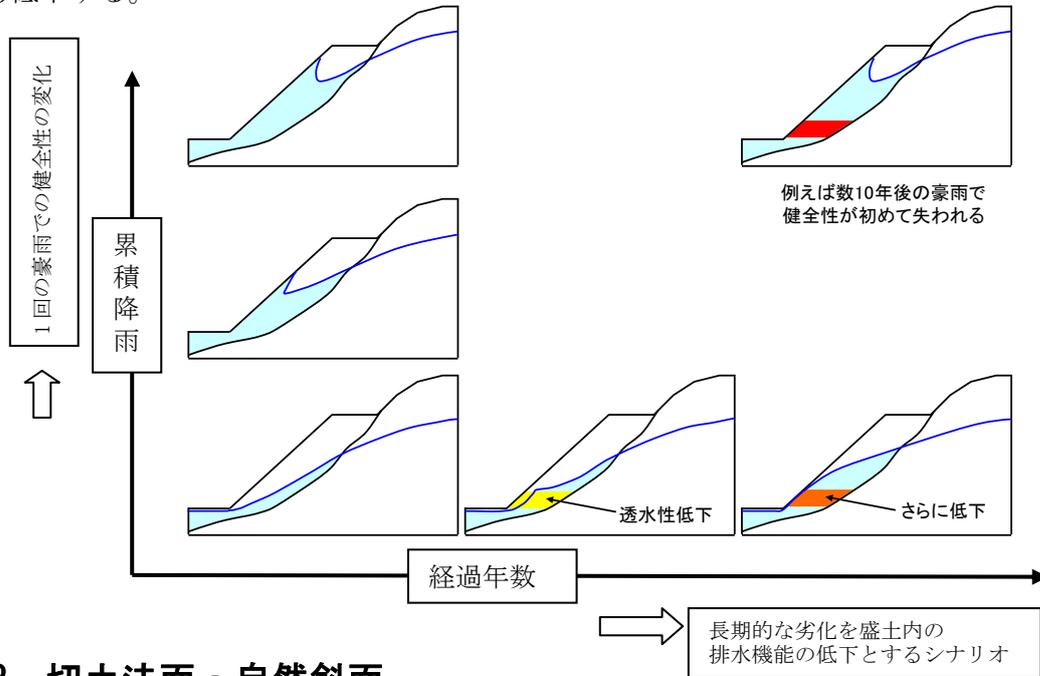


図 1-1 法面健全性の長期的推移概念図

図 1-1 は、透水性の低下や乾湿の繰り返しによって竣工時点から徐々に法面の健全性が低下し、さらに、豪雨や地震などの偶発的な事象によって一時的に法面の健全性は低下する。このため、適切な時期に修復する必要があることを示している。

1.1 盛土法面

盛土法面においては、①降雨による雨水の浸透および地下水の移動によって、地下水位の変動が繰り返される → ②土中の細粒分が法尻部に移動し、滞留する → ③その部分の透水性が低下 → ④その部分より上部の土中水分量が上昇しやすくなる → ⑤盛土材の重量が増加し強度も低下する。

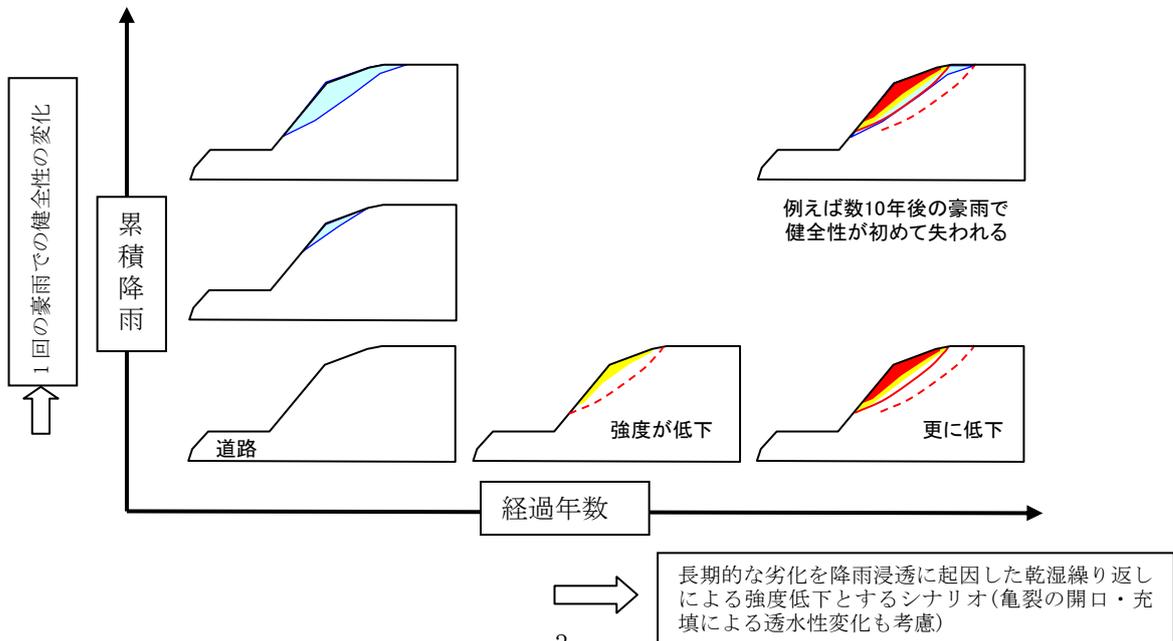


1.2 切土法面・自然斜面

切土法面においては、①雨水が降雨の度に法面から土中に浸透し、飽和・不飽和の乾湿を繰り返す → ②地山の風化や亀裂の進展により強度が徐々に低下する。

また、切土法面は、切り取りによっても地山の応力解放に起因するゆるみが生じ、健全性は地山よりも低下している。なお、基準類に定められている切土勾配はこのゆるみを考慮して、経験的に安定勾配が定められている。

切土法面の健全性の低下は、この両方の要因によって生じる。



2. 点検の着目点

2.1 着目点とは

第1章で述べたとおり、法面健全性低下の主な要因は、**法面内部へ地下水が繰り返し浸入すること**である。

表 2-1-1 は、法面健全性低下要因により生じる事象や巡回の効果等について示したものである。

表 2-1-1 法面健全性低下要因および着目点

	盛土法面	切土法面
健全性低下の要因	地下水の浸入（同時に酸素や塩分等も浸入）	
要因が働きやすい条件	1) 後背地の集水地形 2) 片切片盛区間 3) 盛土材料の劣化と排水不良 （掘削行為など人為的作用はここでは対象外）	1) 後背地の集水地形 2) 浮き石・転石 3) 流れ盤 4) 劣化しやすい地質 （掘削行為など人為的作用はここでは対象外）
その結果現れる変状	道路巡回での着目点 1) 路面の亀裂・沈下 2) 路面や排水溝の通水阻害・溢水 3) 排水設備の機能低下	1) 路上や落石防護柵に新しい落石 2) 隣接部の小規模崩壊 3) 法面工のひび割れ 4) 擁壁のひび割れ 5) 落石防護柵の腐食 6) 法尻付近の盛り上がり
	法面踏査時着目点 1) 表層崩壊 2) 法面排水溝の段差・破損 3) 法尻部の浸食等 4) 呑み口部堆積 5) 法尻部付近の湧水 6) 水抜きボーリング孔の目詰まり	1) 地山の亀裂 2) 落石発生源 3) 転石周囲の浸食 4) 落石発生源下方の裸地化 5) 立木の根曲がり・倒木 6) 濁った湧水・湧水跡 7) 法面排水溝への土砂等の堆積
終局限界	崩壊、通行阻害	崩壊、通行阻害
点検	道路巡回（変状発見時はチェックシートに記録） 道路防災点検（防災カルテに記録） PHASE-1 モニタリング（初期値の記録、経年変化確認）	
点検の効果	軽度な変状を発見・対処したことを、記録に残すことにより、点検者が代替わりした後も、今後どの法面のどの部分が要注意であるか明らかになる	
詳細な検査	PHASE-2 モニタリング	
予防法	側溝や横断管呑み口部や水抜き孔の清掃 破損部を補修または取り替え 変状を発見しやすいように草刈り等、 日常作業の継続	
軽度な対策	水抜き工、浸透防止工などの抑制工	
高度な対策	杭工、アンカー工などの抑止工	

表中に記載した**太赤文字**が、「着目点」である。「着目点」とは、法面の健全性を維持するために、道路巡回時に特に早期発見していただきたい事象を示したものである。これらは、近畿地方整備局管内直轄国道における過去の災害事例や防災点検事例から、抽出・整理したものである。

法面の性能（安定性）は、法面内部へ地下水が繰り返し浸入することにより次第に低下し、ついには崩壊などの終局限界に至るのであるが、法面への地下水浸入を 100%阻止することは不可能である。また、いつどこから水が浸入するか確認することは、容易ではない。

しかし、道路法面には、内部への地下水浸入を制限する設備（舗装、排水路、横断管、暗渠等）が備わっている。これらの**排水機能を維持作業によって常に保持することは、法面の健全性を維持し法面の延命化になる**ことが期待できる。さらに、一般に終局限界に至るまでには相当の時間があり、あらかじめ何らかの変状が法面に現れてくるものである。この**変状を早期に発見し維持作業によって対処することも、法面の健全性を維持し法面の延命化になる**ことが期待できる。

そこで本書では、法面健全性の維持において必要な着目点を、盛土・切土別に具体的に示し、道路巡回時の参考となるようにした。

2.2 盛土法面

盛土法面の変状について、防災総点検および道路防災ドクター現地診断（以下、「現地診断など」という）において着目された主な項目とその頻度を図 2-2-1 に示す。

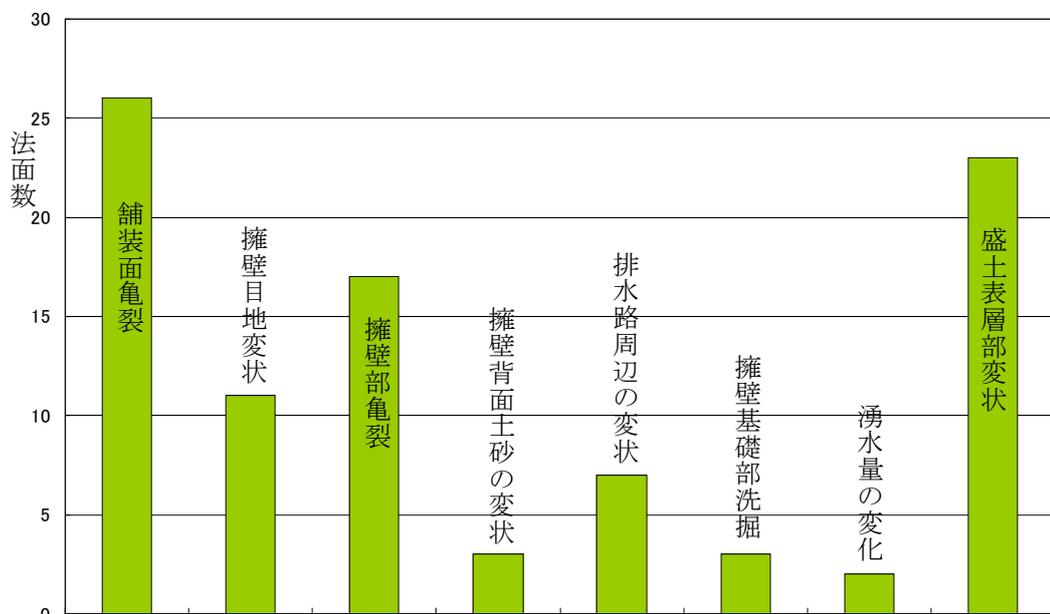


図 2-2-1 盛土法面における変状の着目点

この図によると、表面に現れる変状が多数を占めており、その項目は舗装の亀裂、盛土表層部の変状、擁壁の亀裂・目地のズレが多く、次いで、排水路に関する事項、湧水、擁壁基礎の洗掘と水に関連する変状がある。

これらのうち、擁壁基礎の洗掘以外は目視によって発見できる項目である。また、湧水は、

点検時と降雨との期間や降雨量によって湧水量が変動し、降雨後相当日数が経過するなど点検時期が最適でない場合には発見が困難な項目である。

一方、盛土形態に目を向けると、防災点検においてカルテ対応と判定された法面は、両側盛土に比べて、片切・片盛の盛土での着目項目が圧倒的に多かった。このため、片切・片盛の盛土に関して特に留意すべきであると判断できる。

現地診断などにおいて着目された項目は、法面の不安定化に密接な関係がある要因と考えられるため、これらを整理・抽出し、着目頻度が多い点検対象項目を図 2-2-2 模式図に示す。この図に示す着目点は、法面の健全性を低下させる要因、および劣化の結果の両方が示されている。

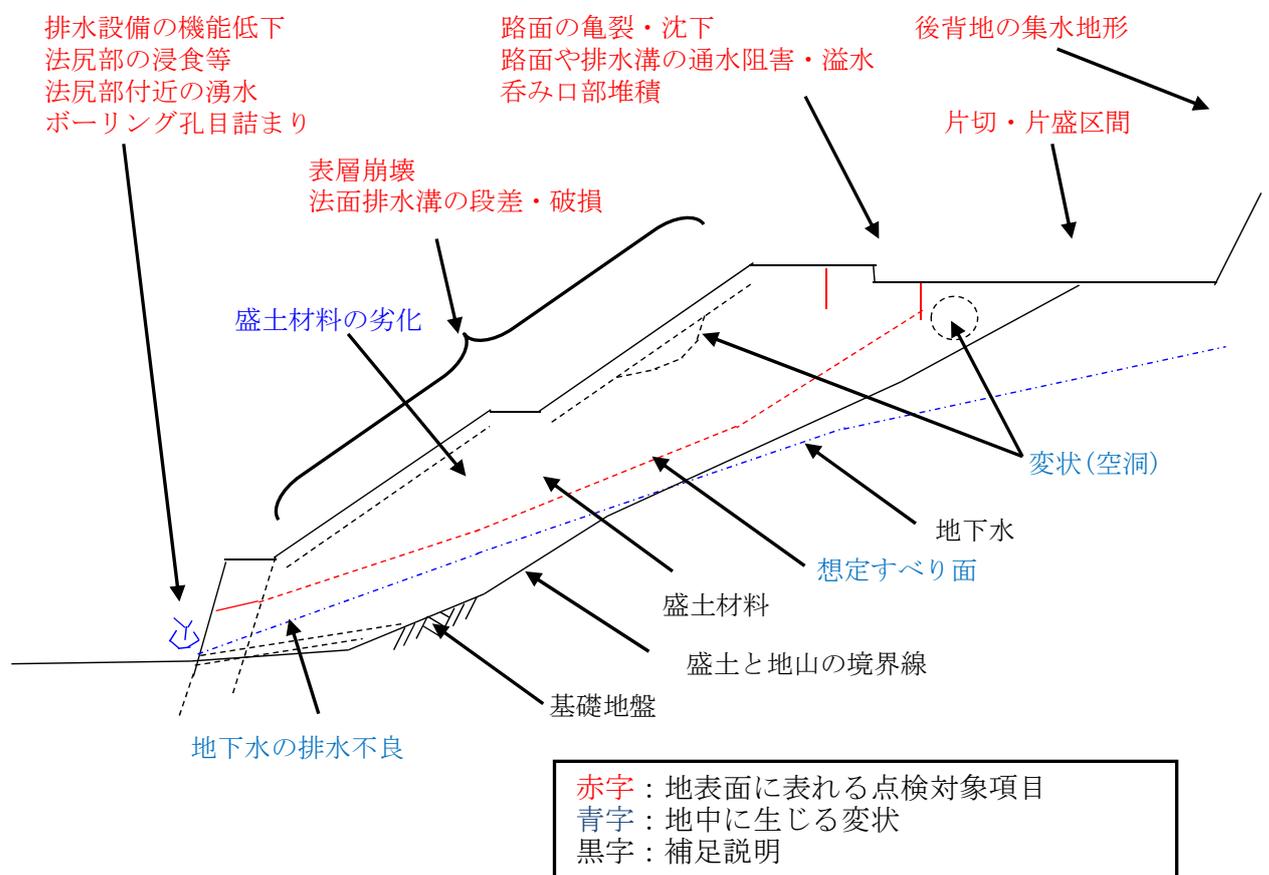


図 2-2-2 盛土法面における点検対象項目の模式図

盛土法面健全性低下の要因については、道路土工のり面工・斜面安定工指針など、数多くの書物に紹介されているほか、道路法面健全性評価検討委員会でも分析がなされている。これらの資料を基に分析した結果、近畿地方の盛土法面において健全性を低下させる代表的な要因は以下の3項目と考えられる。

- ・ 要因(1)：後背地の集水地形
- ・ 要因(2)：片切片盛区間
- ・ 要因(3)：盛土材料の劣化と排水不良

上記のなかで、地下水の浸入に直接関わりがないと思われる「(2)片切片盛区間」を要因としてあげた理由について以下に説明する。

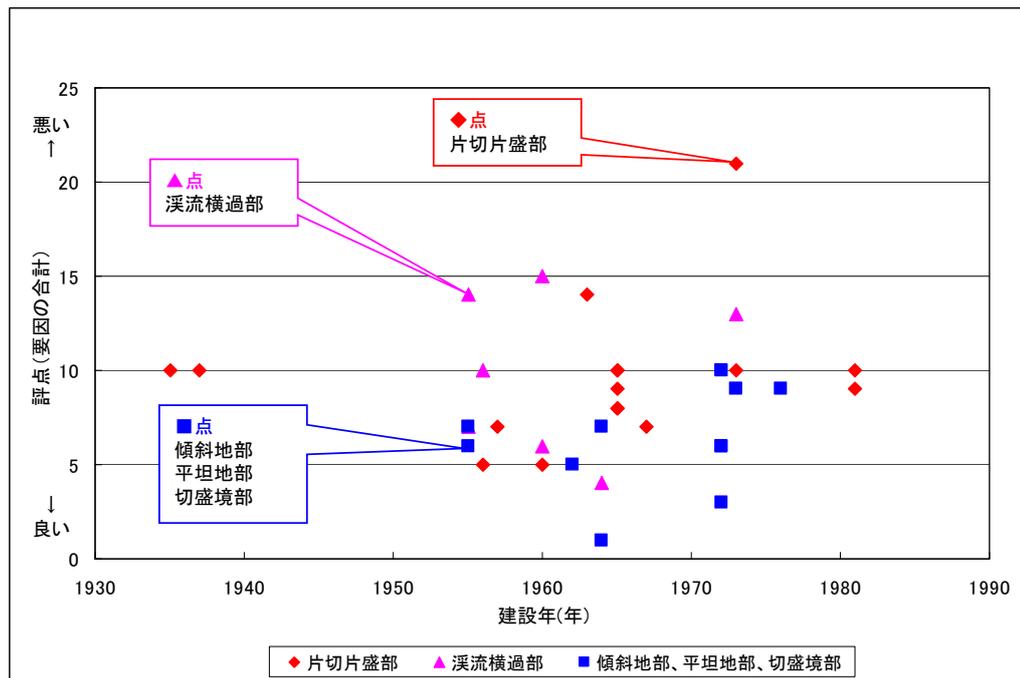


図 2-2-3 盛土法面の建設年と評点（要因の合計）相関図

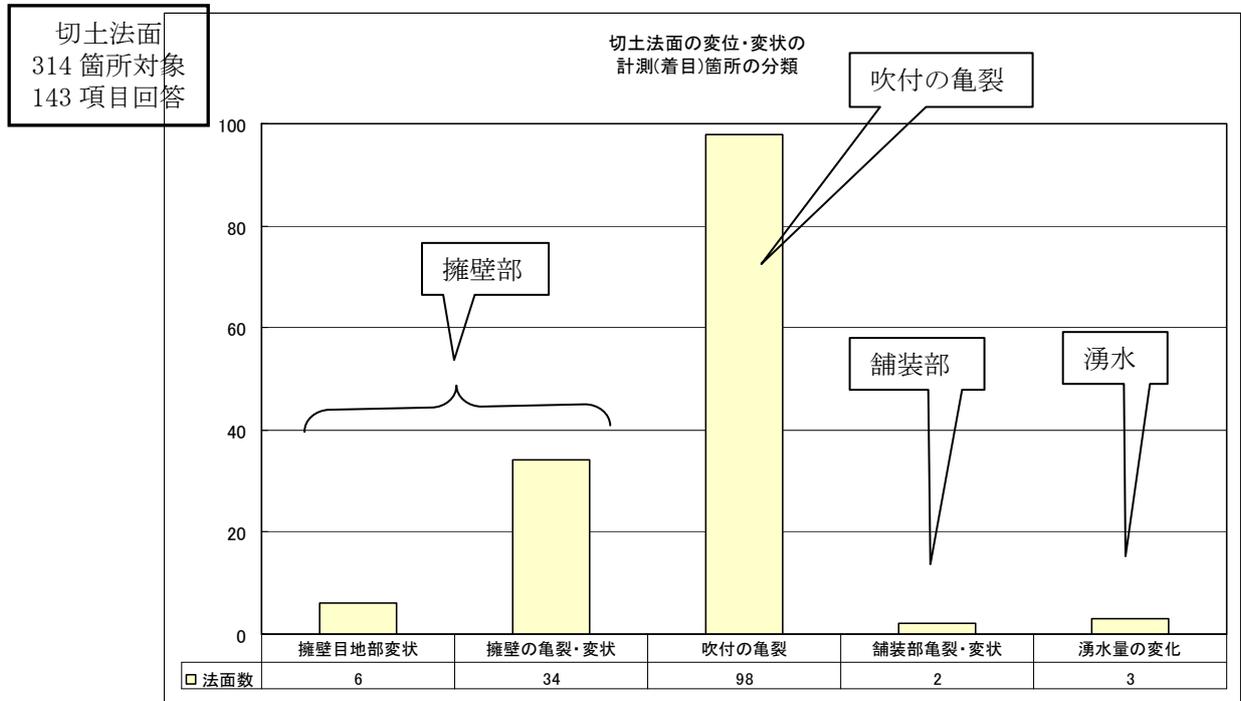
図 2-2-3 は、建設年次が判明している 35 箇所の盛土を抽出し、経過年数と不安定化要因の安定度を示す評点(H8 点検時点)との相関を示したものである。

その結果、建設年数と評点の相関はかなり低い（古い盛土ほど評点が高いわけではない）ことがわかった。一方、片切・片盛部と溪流横過部は、平坦地部・傾斜地部・切盛境部に比べて評点が多い傾向があり、盛土の形態が法面健全性に関与することが認められた。

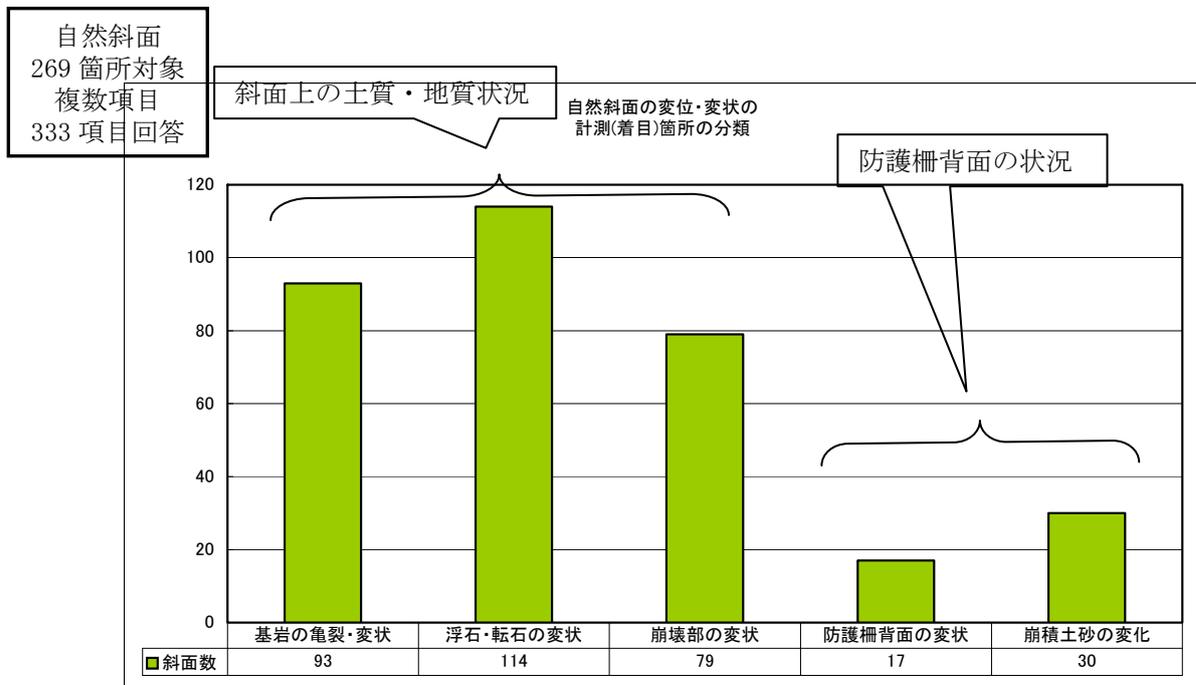
このなかで溪流横過部は、明瞭な集水地形を通過する盛土であり、溪流内の流路工や横断排水管に関する不安定要因が大きく、評価点が高くなるのは当然といえる。一方、片切片盛部は、切土法面上方からの表流水処理に加えて、地山からの地下水浸透がされやすい形状から地下水による不安定要因が大きく、評価点が高くなったものである。

2.3. 切土法面・自然斜面

切土法面に関する着目項目は、盛土法面と同様に法面表面の変状が圧倒的に多い。現地診断などにおいて着目された主な項目とその頻度を図 2-3-1 に示す。切土法面の崩壊と自然斜面の崩壊のメカニズムはほとんど同じであるので、自然斜面についてもあわせて示す。



切土法面



自然斜面

図 2-3-1 切土法面・自然斜面における変状の着目箇所

切土法面では、吹付コンクリート・モルタルの亀裂が最も多く 70%弱を占め、次いで擁壁部の亀裂・変状、擁壁目地部の変状がほとんどを占める。

自然斜面では、浮き石・転石が最も多く、次いで基岩の亀裂などの変状、崩壊および崩壊部の変状であり、防護柵背面への崩壊土砂の堆積は事例としては少数である。

切土においては、地質ならびに地層構造も大きい影響を与えており、これらに関して、現地診断などにおいて着目された主な項目とその頻度を図 2-3-2 に示す。自然斜面も含めて分類する。

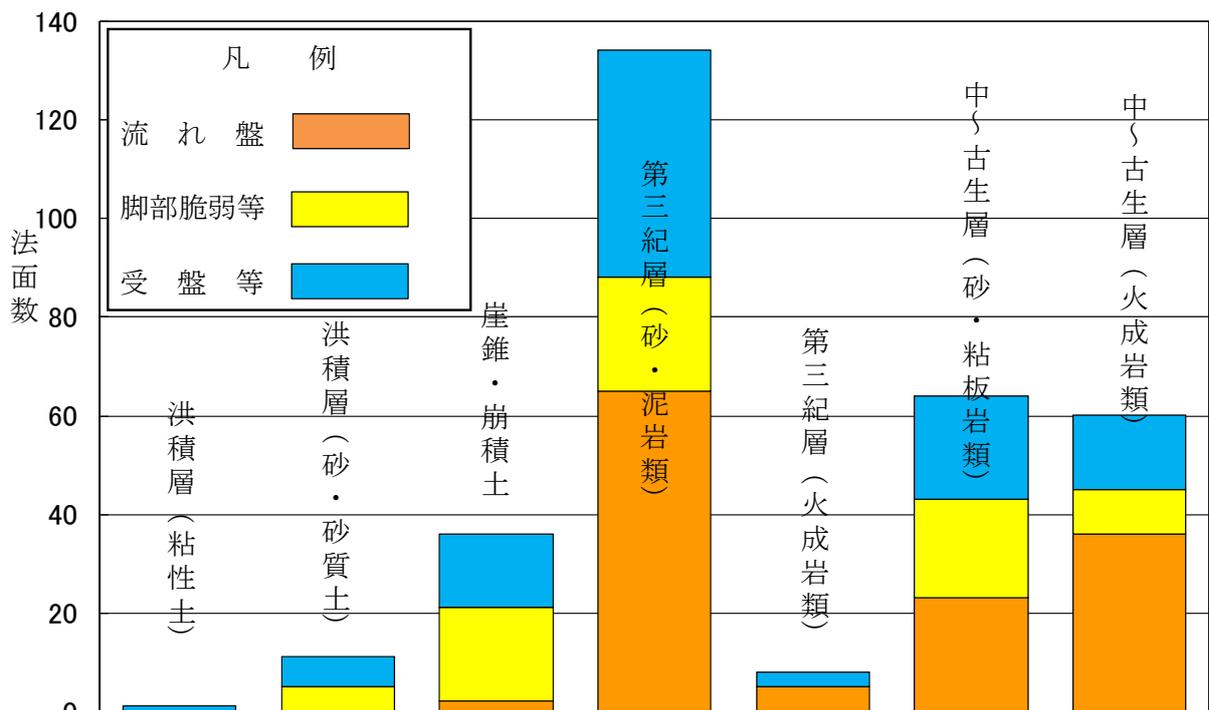


図 2-3-2 切土法面・自然斜面における変状の着目項目

現地診断などにおける着目項目は第三紀層が最も多く、次いで中〜古生層の砂・粘板岩と火成岩（流紋岩・花崗岩など）に多い。これらの中でも流れ盤および脚部脆弱部が多い。崖錐・崩積土も多い。第三紀層の火成岩および洪積層（砂層・砂礫層）の事例は比較的少数である。

点検時に着目すべき要因を図 2-3-3 に示す。

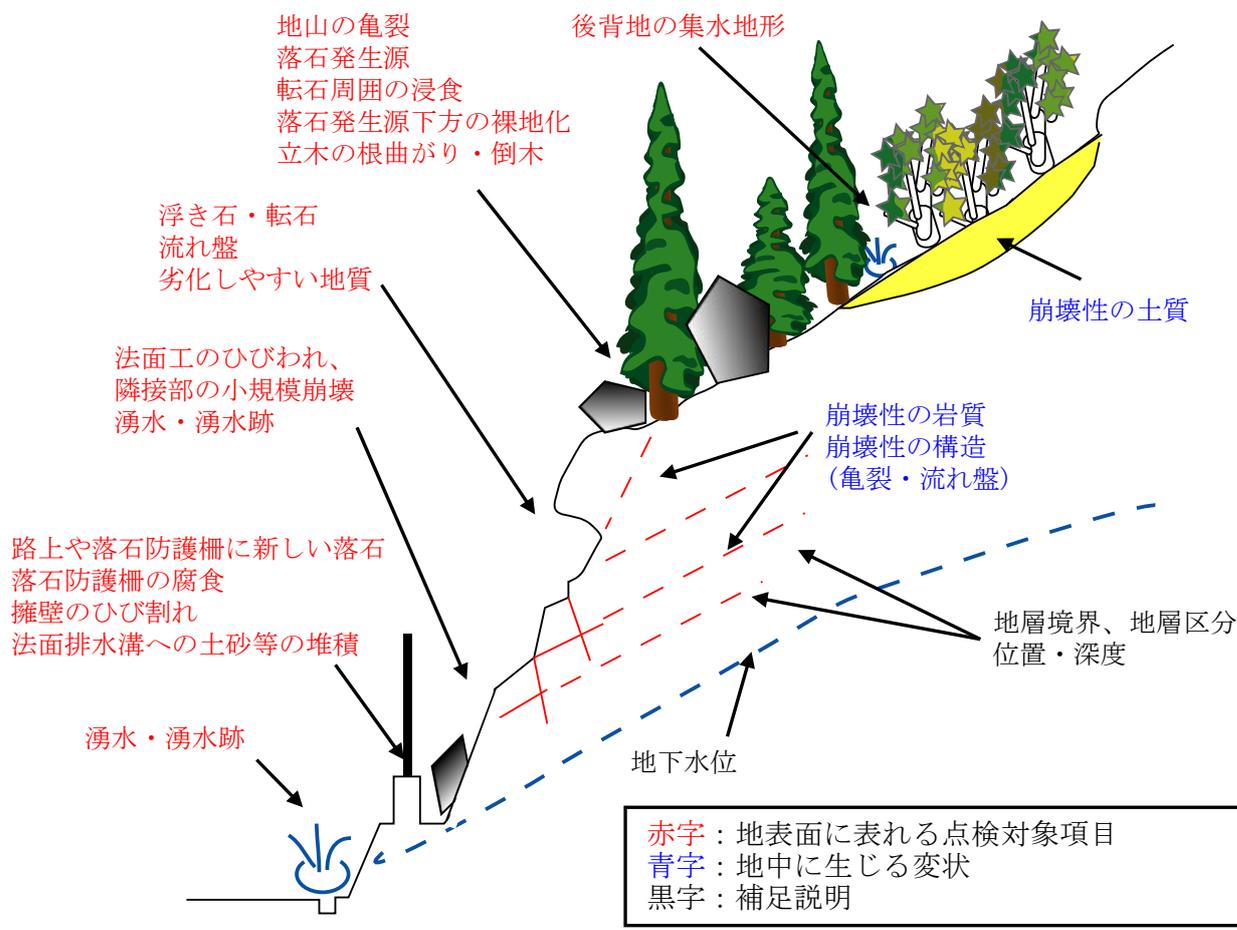


図 2-3-3 切土法面・自然斜面における着目点の位置とその要因

切土法面健全性低下の要因については、道路工のり面工・斜面安定工指針など、数多くの書物に紹介されているほか、道路法面健全性評価検討委員会でも分析がなされている。これらの資料を基に分析した結果、近畿地方の切土法面において健全性を低下させる代表的な要因は以下の4項目と考えられる。

- ・ 要因(1)：後背地の集水地形
- ・ 要因(2)：浮き石・転石
- ・ 要因(3)：流れ盤
- ・ 要因(4)：劣化しやすい地質

切土法面における健全性低下の要因のうち、(2)転石・浮き石、(3)流れ盤、(4)劣化しやすい地質の3項目は分布地質に大きく依存している。一応目安であるが、地質帯区分毎に要因と該当する国道の関係について表 2-3-1 に整理した。

表 2-3-1 地質帯区分と切土法面健全性に関する 3 要因の関係一覧

	転石・ 浮き石	流れ盤	劣化しや すい地質	該当する主な国道 [但し平野部を除く]
第 12 帯：完新世碎屑物層	—	—	—	(平野部)
第 11 帯：鮮新～更新世陸成～浅海成碎屑物層	—	○	○	28 号 (洲本付近)
第 10 帯：鮮新世～第四紀火山岩類	△	○	○	9 号 (村岡～浜坂付近)
第 9 帯：新第三紀“地向斜”層	△	○	○	9 号 (村岡～浜坂付近)
第 8 帯：新第三紀海成層と火山岩類	○	○	○	25 号&165 号 (亀の瀬付近)、42 号 (白浜&勝浦付近)、176 号 (名塩～三田盆地)
第 7 帯：白亜紀～古第三紀火山岩類	○	○	—	2 号 (加古川～船坂峠)、29 号、176 号 (名塩付近)
第 6 帯：白亜紀海成層	○	○	△	26 号 (孝子峠付近)
第 5 帯：白亜紀～古第三紀“地向斜”層	○	○	△	42 号 (紀南管内)
第 4 帯：先白亜紀“正地向斜”層 (非変成相)	○	○	△	1 号、8 号、9 号、27 号、161 号 (丹波山地～美濃山地)
第 3 帯：先白亜紀“正地向斜”層 (変成相)	○	○	—	42 号 (和歌山管内)
第 2 帯：超塩基性～塩基性岩	○	○	○	9 号 (福知山付近、養父付近)
第 1 帯：花崗岩および片麻岩	○	○	—	8 号 (新道付近)、25 号 (天理～五月橋)、28 号、161 号 (国境付近)、163 号 (清滝付近)

※近年では、地質学の発展に伴い“地向斜”という用語に代わり“付加帯”や“メランジェ”等の用語が使用されることが多いが、ここでは原文を尊重し“地向斜”という用語を用いた。

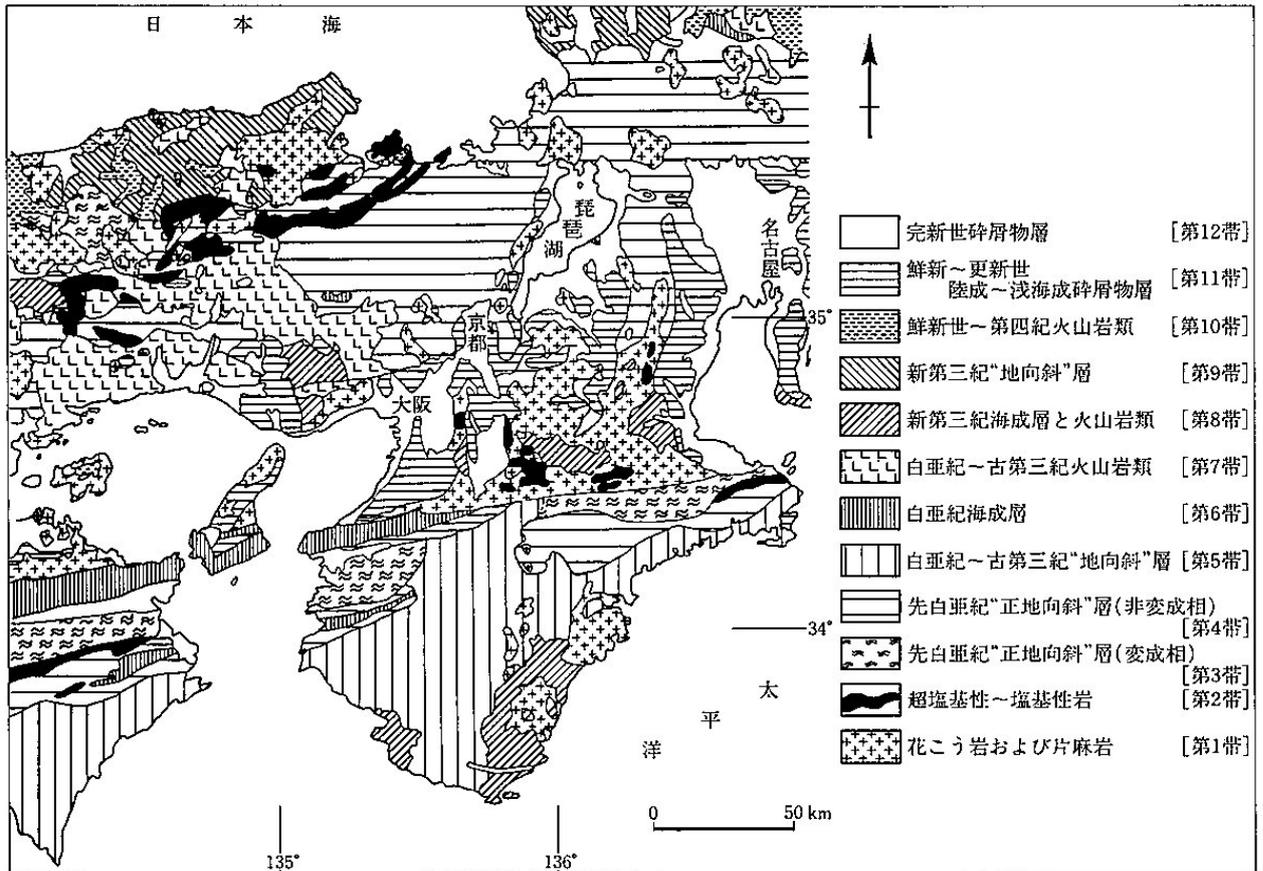


図 2-3-4 地すべり現象にもとづく近畿地方の地質帯区分 (共立出版「近畿地方」p. 204 より抜粋)

3. 法面の管理

盛土法面および切土法面の性能が低下する主要な要因については、前章にて整理した。本章では、これまでの分析結果をふまえて、実際の法面管理にあたっての具体的な着目点について述べる。

3.1. 法面管理のフロー

法面の日常管理は、図 3-1-1 のフローで実施する。

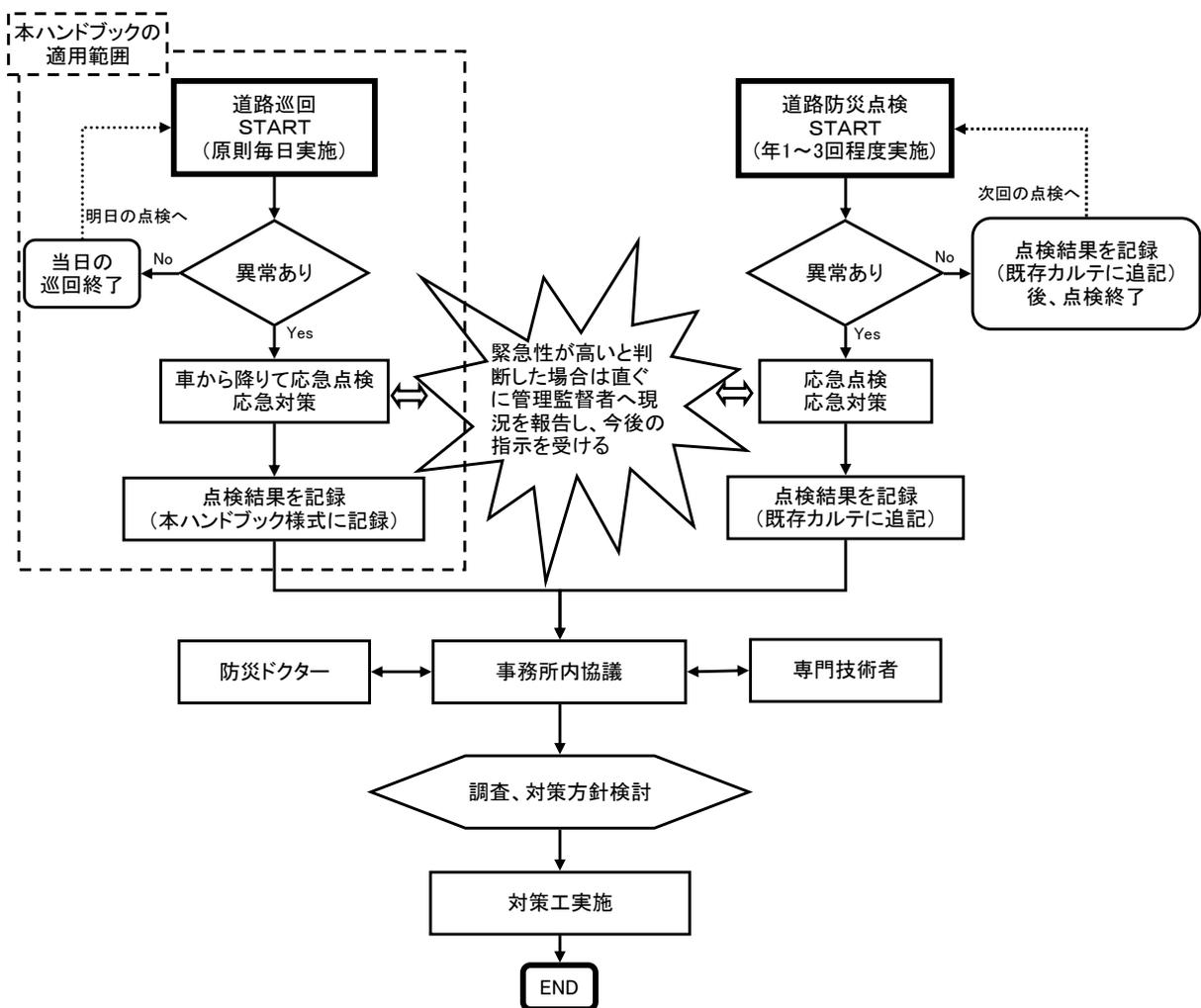


図 3-1-1 法面管理のフロー

3.2. 道路の巡回

巡回は、主として目視によって路面の異常を確認する車上巡視、徒歩によって路面および斜面の異常を確認する地表踏査の2手法により実施する。

3.2.1. 盛土法面の確認事項

道路巡回時における盛土法面の確認事項は、以下のとおりである。

- ・道路巡回での着目点(1)：路面の亀裂・沈下
- ・道路巡回での着目点(2)：路面や排水溝の通水阻害・溢水
- ・道路巡回での着目点(3)：排水設備の機能低下

これらの状況が確認された場合には、速やかに地表踏査を実施するものとする。

3.2.2. 切土法面の確認事項

道路巡回時における盛土法面の確認事項は、以下のとおりである。

- ・道路巡回での着目点(1)：路上や落石防護柵に新しい落石
- ・道路巡回での着目点(2)：隣接部の小規模崩壊
- ・道路巡回での着目点(3)：法面工のひび割れ
- ・道路巡回での着目点(4)：擁壁のひび割れ
- ・道路巡回での着目点(5)：落石防護柵の腐食
- ・道路巡回での着目点(6)：法尻付近の盛り上がり

これらの状況が確認された場合には、速やかに法面地表踏査を実施するものとする。

3.3 法面地表踏査

道路巡回において、地表踏査が必要な状況が確認された場合には、以下に示す着目項目チェックシートに基づいて地表踏査を実施するものとする。

路面および法面の変状が、前回点検よりも拡大していた場合には、専門技術者が点検することとする。

3.3.1. 法面地表踏査の難しさ

地表踏査は、点検箇所が図 3-3-1 および箇条書きに示すように、難しい点がいくつかあるので、十分に留意して踏査する必要がある。



図 3-3-1 地表踏査の留意箇所

- ① 細かい亀裂は近づかないと目に入らない。
- ② 植生が地山の特徴を隠してしまう。
- ③ 危険な亀裂面の連絡性が分からない。
- ④ 植生は地質境界も隠してしまう。
- ⑤ 岩盤の縞模様と亀裂を作る縞模様との区別が付きにくい。
- ⑥ 開口亀裂は目視できるが、連続しないし、危険に見えない。
- ⑦ 大きい断層は土砂化していて、見つけにくい。
- ⑧ 開口亀裂は追跡が難しい。
- ⑨ 不連続面は、まっすぐに連続しているとは限らない。
- ⑩ 湧水は降雨時およびその直後しか見つからない。

3.3.2 盛土法面

法面地表踏査時における盛土法面の確認事項は、以下のとおりである。

- ・法面踏査着目点(1)：表層崩壊
- ・法面踏査着目点(2)：法面排水溝の段差・破損
- ・法面踏査着目点(3)：法尻部の浸食
- ・法面踏査着目点(4)：横断管呑み口部の堆積物
- ・法面踏査着目点(5)：法尻部付近の湧水
- ・法面踏査着目点(6)：水抜きボーリング孔の目詰まり

3.3.3 切土法面

法面地表踏査時における切土法面の確認事項は、以下のとおりである。

- ・法面踏査着目点(1)：地山の亀裂
- ・法面踏査着目点(2)：落石発生源
- ・法面踏査着目点(3)：転石周囲の浸食
- ・法面踏査着目点(4)：落石発生源下方の裸地化
- ・法面踏査着目点(5)：立木の根曲がり・倒木
- ・法面踏査着目点(6)：濁った湧水・湧水跡
- ・法面踏査着目点(7)：法面排水溝への土砂の堆積

3.4 要因および着目点の事例

以下、近畿地方整備局管内の道路法面において発生した具体的な事例を参考に、健全性の低下要因、道路巡回での着目点、法面地表踏査時の着目点について示す。

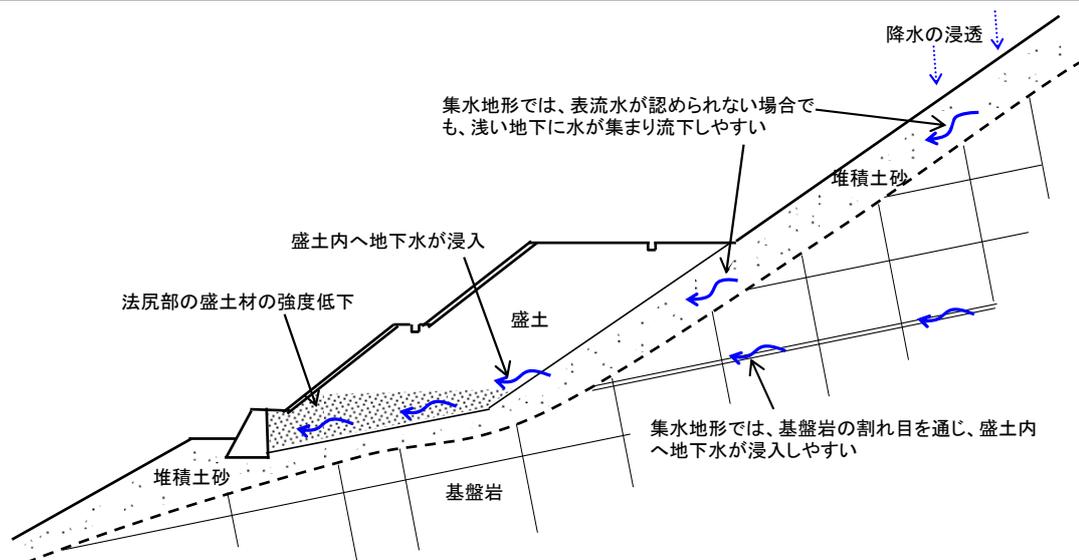
要因(1) 盛土後背地の集水地形

現
地
状
況



盛土山側が集水地形となっている

解
説



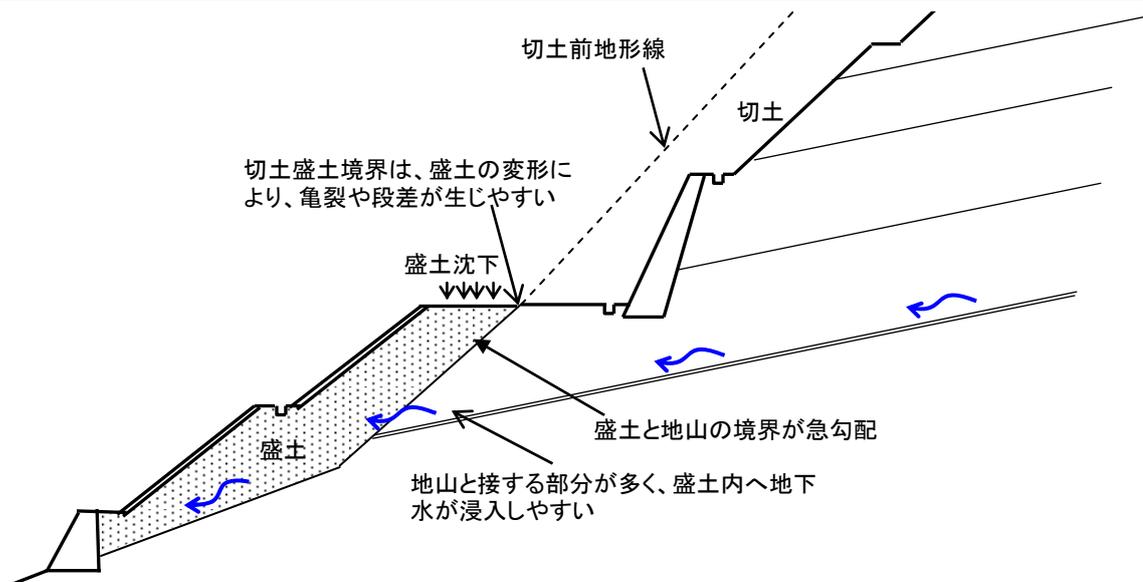
- ・ 盛土背後の集水地形は、背後の降水や融雪水を盛土法面に集めてくるため、法面健全性低下の大きな要因となる。
- ・ 集水地形では、表流水が認められない場合でも、堆積土砂や岩盤の割れ目を通じて盛土内に地下水が供給されていることが多い。
- ・ 盛土内部に浸入した地下水は、盛土材の細粒化や目詰まり現象を生じ、盛土全体の安定性を低下させる。
- ・ 多くの盛土は、これまで降雨時における地下水状態の観察、詳細な地形測量、盛土材の劣化状況確認などが実施されていないため、盛土法面健全性の維持において盲点になっている。

要因(2) 片切片盛土区間

現
地
状
況



解
説



- ・ 片切片盛土は、地山と接する部分が多く、地山からの地下水が盛土内へ浸入しやすい形状である。また、盛土と地山の境界面が一般に急勾配であることが、健全性低下の大きな要因となる。
- ・ 盛土材は、切土地盤よりも一般に軟質で沈下しやすく、切土盛土境の舗装面や排水路に亀裂や段差を生じる。
- ・ 地山からの地下水、および段差や亀裂からの降水が盛土内へ浸入し、盛土材料の劣化を進行させる。
- ・ 過去に舗装面の亀裂補修やオーバーレイを繰り返している片切片盛土は、特に健全性低下が進行している可能性がある。

要因(3) 盛土材料の劣化と排水不良

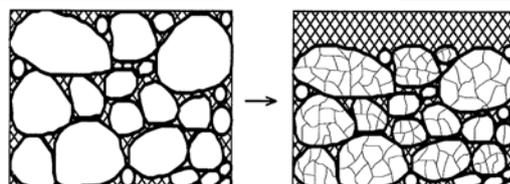
現
地
状
況



細粒化した盛土材の一部が流出した状況

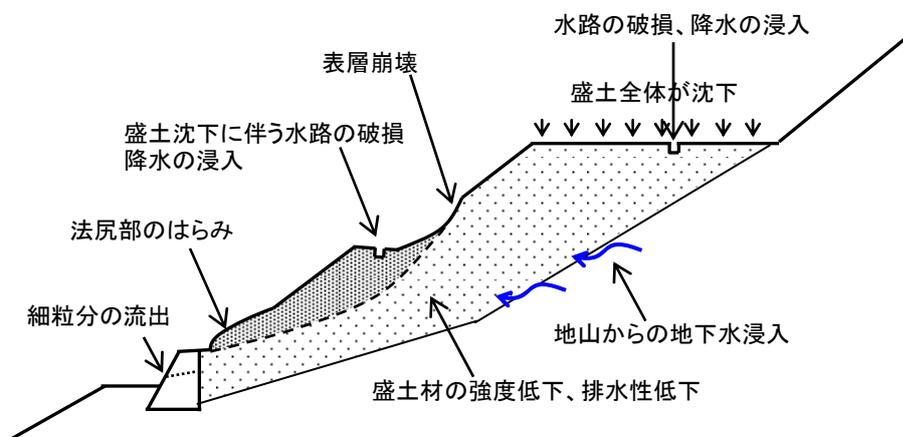


細粒化した盛土材の例



盛土材の劣化による細粒化、体積減少のイメージ図

解
説



- ・盛土材料が、乾湿繰り返しによる水分変化によって劣化し、体積や強度の減少、透水性の低下が生じる。その結果、路面の沈下や法面表層崩壊、法尻部のはらみなど様々な変状が発生する。
- ・蛇紋岩類、第三紀層の泥岩や凝灰岩等、特定の地質が分布する地域で特徴的に見られる現象である。それ以外の地質分布域での発生はまず無いといえる。
- ・盛土材料の劣化にある程度の時間を有することから、盛土完成後数年程度経過した後に変状が現れることが多い。
- ・盛土材の劣化が継続することにより、排水処理設備の破損等も生じやすく、盛土内へ降水の流入・浸透が繰り返される。さらに盛土材料強度や排水性の低下が進行し、ついには崩壊に至る。

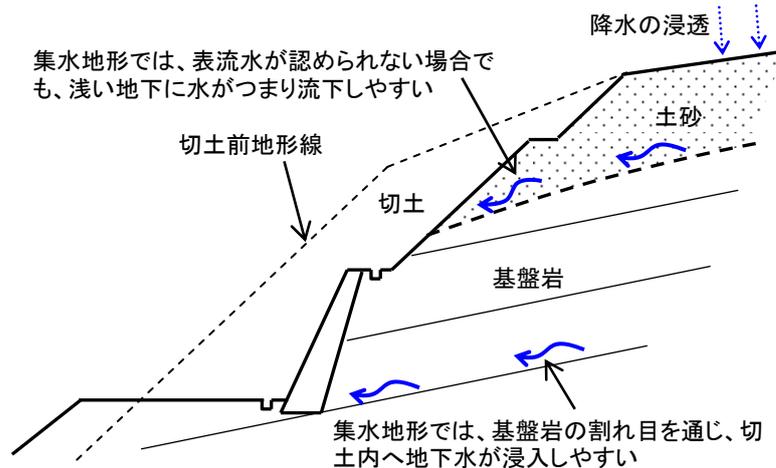
要因(1) 切土後背地の集水地形

現
地
状
況



切土山側が集水地形である

解
説



- ・ 切土背後の集水地形は、背後の降水や融雪水を切土法面に集めてくるため、法面健全性低下の大きな要因となる。
- ・ 集水地形では、表流水が認められない場合でも、土砂や基盤岩の割れ目を通じて切土法面に地下水が供給されていることが多い。
- ・ 切土法面に浸入した地下水は、法面工や法面工背面の地盤において湿潤状態が継続、あるいは乾湿繰り返しが続く、地盤の強度を低下させる。
- ・ 特に基盤岩が流れ盤である場合は、法面全体におよぶ規模の大きな不安定化を生じる可能性がある。
- ・ 多くの切土は、これまで降雨時における地下水状態の観察、詳細な地形測量、地質構造などが実施されていない切土が多く、切土法面健全性維持において盲点になっている。

要因(3) 流れ盤

現
地
状
況

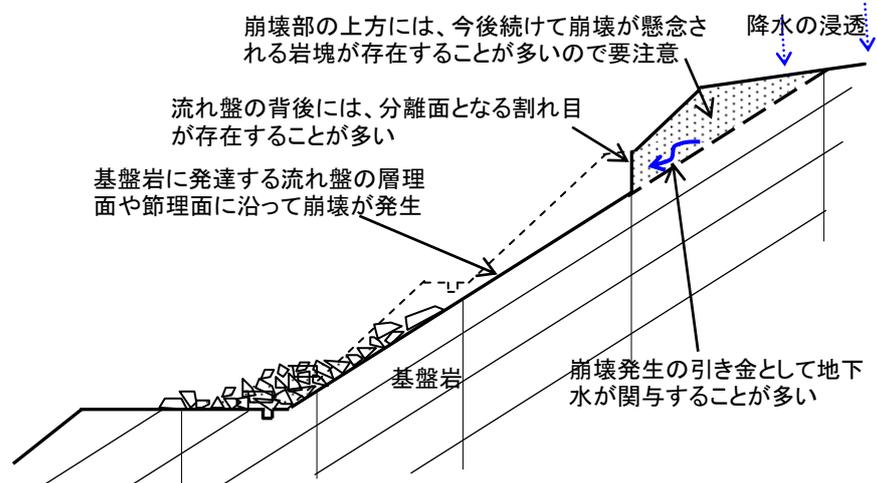


流れ盤の層理面と鉛直の節理面の組み合わせで崩壊



2方向の流れ盤の節理面の組み合わせで崩壊

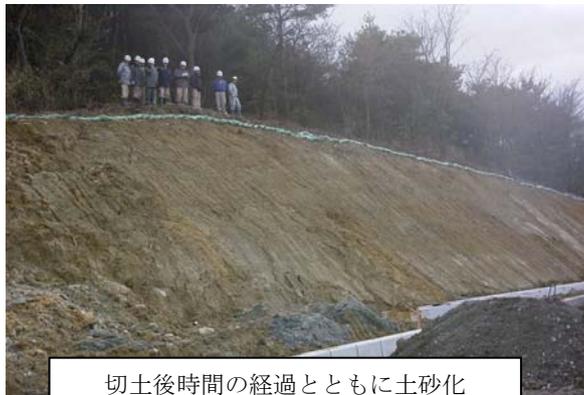
解
説



- ・流れ盤が要因となり不安定化する斜面は、岩盤が浅い深度から分布する斜面に多い。特に地質が第三紀層～中・古生層の堆積岩類や花崗岩類等、規則的な層理面や節理面が発達する岩盤の分布地域に多い。
- ・流れ盤が発達する岩盤では、切土時に生じる応力解放により、緩み領域が法面全体に広がりやすい。
- ・切土施工直後は特に目立った変状がない場合でも、その後の地下水の浸透などの影響によりすべり面となる層理面や節理面の強度が低下し、供用開始後に崩壊する事例も多い。
- ・完成後の切土法面においては、流れ盤の存在は吹付工などの法面保護工に覆われて、気づかないうちにすべり面の強度低下が進行し、突然崩壊に至ることがある。
- ・流れ盤、岩盤の風化度等、地質条件に起因する法面健全性の要因は、法面完成後においては目視観察では把握が困難である。あらかじめ切土施工中に、法面に出現した岩盤状況（流れ盤の有無、風化度合い、湧水の有無等）を目視観察し、スケッチや写真等で記録に保存することが、長期的な法面健全性を維持する上で重要な資料となる。

要因(4) 劣化しやすい地質

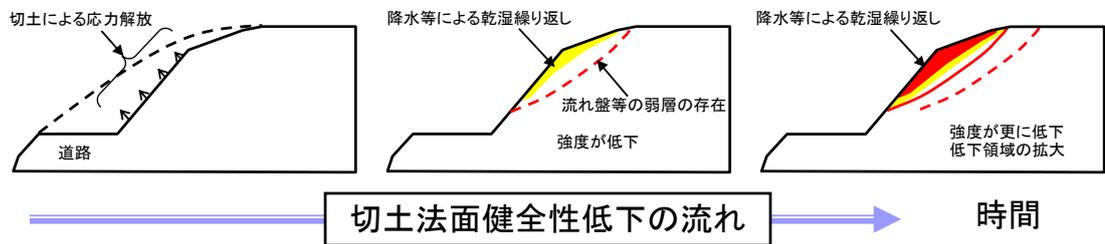
現
地
状
況



切土後時間の経過とともに土砂化



切土後細片化した岩盤



解
説

- ・切土法面は、切土時に生じる応力解放により緩み領域が生じることから、健全性の低下は自然斜面よりも速く進行する。
- ・しかしそれでも強度の劣化にある程度の時間を要するため、切土完成後数年程度経過した後に変状が現れる事例が多い。特に、蛇紋岩類、第三紀層の泥岩や凝灰岩など、スレーキング性を有する地質の分布域で多い。
- ・法面を構成する地盤が乾燥と湿潤の繰り返しによって強度低下が徐々に進行する。その結果、法面に亀裂の発生や小崩壊など様々な変状が発生する。
- ・この性質を持つ地質は、一般に劣化の過程で体積膨張することが多いため、以下に示す特有な変状が生じる。

- ・小段側溝が水平方向に潰れる（右写真→）。
- ・吹付工や法枠工の肩部が浮き上がる。
- ・吹付面や側溝等の亀裂が経年的に進展する。
- ・吹付面の剥落や破片の落下、亀裂の隙間や排水孔から、内部の土や岩石がこぼれ出る。



側溝の水平方向の潰れの例

- ・切土施工前には、近傍の現況法面で同様の現象の有無をよく確認することで事前に発生を予測することができる。
- ・法面完成後においては目視観察による地質状況の把握が困難である。このため、あらかじめ切土施工中に法面に出現した岩盤状況のほかに、切土工事の切土方法、工程、降雨状況など施工当初（初期値）の記録や逐次の維持・補修履歴の記録が重要である。

道路巡回での着目点(1)：路面の亀裂・沈下

法面・斜面の状況



弧状に連続する亀裂。若干段差あり



亀甲状の亀裂、車線中央付近が沈下

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- 路面の亀甲状の亀裂は、路盤材の軟質化あるいは空洞化により、路面が沈下している可能性がある。
- 連続した長い亀裂が円弧状で法肩まで伸びる状況は、盛土およびその支持地盤に地すべりの兆候があることが考えられる。この場合、盛土法尻部や法面にもはらみ出しが生じている可能性がある。
- 上記の現象に伴い、排水路や横断管などの排水設備が機能低下している可能性がある。
- 路面の沈下や亀甲状の亀裂部分等から盛土内に水が浸透しやすくなるため、盛土材料の劣化をさらに進行させ、いずれは崩壊に至ることになる。

注意点など

- 路面の沈下や亀裂の発生部分だけでなく、盛土法尻部や法面にはらみ出し、排水設備の機能低下、湧水箇所の有無等、他の変状が複合的に生じているか確認する。
- 盛土内への水の浸入防止が健全性維持に最も重要である。応急処置でもよいので亀裂等を早期に補修する。
- 応急的な補修箇所は、同じ箇所で亀裂等が再発する可能性が高いので、その記録を残し、今後の点検時に発見しやすくする。

道路巡回での着目点(2)：路面や排水溝の通水阻害・溢水

法面・斜面の状況



側溝に枯れ枝やゴミが堆積し、水たまりや水もれがある。

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- 水路は該当盛土部分の降水だけでなく、その周辺の降水も広範囲に集めている。よって、水路に通水障害等の欠陥がある場合は、水路が無い状態よりも多くの水を盛土に集中して供給させることになり、盛土の健全性低下を助長する。
- 水路の通水阻害は、降雨時にオーバーフローすることによって水路周辺の浸食や盛土法面の浸食を発生させる。それに伴い、水路本体の目地ずれや破損などが生じる。
- また、盛土内部への水の浸透をさらに促進させることになる。
- 盛土内への水の浸透が繰り返されることで、盛土材質の強度低下、目詰まり現象が生じ、いずれは崩壊に至る。

注意点など

- 水路に土砂などの堆積物や植物の生育による通水阻害がないか確認する。
- 水路の土砂などの堆積物や植生などの異物は早期に除去する。
- 水路の周辺の盛土に浸食が認められる場合は、水路の目地ずれなどの変状が生じやすくなる。変状が拡大する前に、浸食部の補修等健全な状態へ戻す処置を行う。
- 通水障害物の除去後も、同様の通水障害が再発する可能性が高いため、その箇所の記録を残し、今後の点検時に発見しやすくする。

道路巡回での着目点(3)：排水設備の機能低下

法面・斜面の状況



横断管が破損し、土砂が管内に堆積



堆積物の充填と側溝の損傷

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・排水設備（横断管や縦排水等）の破損や堆積物充填などの機能低下は、盛土部への降水だけでなく、その周辺から流入する水も加わり、より多くの水を盛土に集中して供給させることになり、盛土の健全性低下を助長する。
- ・さらに、排水設備から漏れ出た水は、周辺の地盤を浸食することになり、設備の破損や目地ずれをさらに拡大させる。
- ・また、盛土材料の強度低下や流出が生じるため、路盤材料の空洞化、盛土法面崩壊に至る。

注意点など

- ・横断管や水路に土砂などの堆積物や植物の生育による通水障害がないか確認する。
- ・土砂などの堆積物や植生などの異物は早期に除去する。
- ・周辺の盛土に浸食が認められる場合は、設備の目地ずれや破損などの変状が生じやすくなる。変状が拡大する前に、浸食部の補修等健全な状態へ戻す処置を行う。
- ・通水障害物の除去後も、同様の通水障害が再発する可能性が高いため、その箇所の記録を残し、今後の点検時に発見しやすくする。
- ・修復を繰り返す必要がある場所は、より抜本的な対策が必要となる。
- ・横断管の破損や、水路の波打ちやねじれなど、大きな変状が進行している場合は、盛土の地すべりや不等沈下など、盛土全体の安定性にかかわる変状が発生している。有識者の判断や専門技術者による詳細調査や対策工検討が必要である。

道路巡回での着目点(1)：路上や落石防護柵に新しい落石

法面・斜面の状況



路面上に新しい落石



ネット内に新しい落石



ネット背面に新しい落石

- ・路上や側溝に落石が繰り返し見られる。
- ・落石防護網に新しい落石が見られる。
- ・落石防護柵が落石によって新たに破損している。

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・小規模な落石は豪雨・地震で発生し頻度も多い。また、降雨や地震が無くても発生する場合もある。
- ・小さい落石が認められた場合は、次は更に大きな落石が発生する可能性を考えるべきである。
- ・落石径が小さくても、継続的に落石が発生し、その発生頻度が増加する傾向がある場合は、近日中に大規模な崩壊が発生する前兆現象である。

注意点など

- ・落石を確認した場合は、斜面上方の落石発生源の状況確認が必要である。車を降りて遠望目視し、可能ならば地表踏査により発生源を直接確認する。
- ・路上に見られる落石は、落石防護工を突き破るか、飛び越えていることになる。落石防護工の機能が十分であるか検証が必要である。
- ・斜面勾配、落石の最大径、落下高さおよび落石の到達範囲をその場でおおよそ把握して、想定されるリスクの大きさに応じた判断が求められる。
- ・落石規模によっては、有識者や専門技術者の判断が必要。
- ・落石防護柵の破損箇所は次の落石に対応できないため、早急に復旧する。

道路巡回での着目点(2)：隣接部の小規模崩壊

法面・斜面の状況



小規模な崩壊が隣接する法面で発生。路線の地質と水の状態を反映している。

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・隣接部は地形・地質状況が類似していることが多く、法面規模に関わらず崩壊事例のある法面が近接して存在する場合は、当該法面でも同様の崩壊が発生する可能性が高い。
- ・小規模崩壊を放置すると、そこが弱点となり、地下水の供給や雨水の浸食等の進行によって、大規模な崩壊に拡大する一因となる。

注意点など

- ・小規模な崩壊事例でも、その発生状況（降水量、規制の有無、崩壊土量、崩壊のメカニズム、湧水の有無、写真、断面形状等）を記録に残しておく。
- ・崩壊した理由を分析（たとえば、流れ盤による崩壊か、地山の劣化による崩壊か）する事により、当該法面だけでなく、周辺の法面の崩壊要因を推測でき、未然に最小限の対策で崩壊の防止策を考えることができる。
- ・崩壊に至らずとも、崩壊を予見させる小規模な変状の有無についても点検しておく必要がある。

道路巡回での着目点(3)：のり面工のひび割れ

法面・斜面の状況



新しい吹付工に水平方向に延び、せり出し状態の亀裂が発生。

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・コンクリート構造物は、経年劣化に伴い不規則なひびわれや縦方向のひびわれが入る。湧水が認められない場合は、構造物の老朽化や法面浅い部分の劣化に起因する比較的軽微な変状で、同規模程度の構造物による更新により対処できる場合が多い。
- ・わずかでも湧水を伴うひびわれの場合は、構造物背面の地盤が乾湿繰り返しや凍結融解等による強度低下、さらに植物の成長による劣化も加わり、同規模程度の構造物の更新では対処できない場合が多い。
- ・水平方向のひびわれは、地山の変状、たとえば地すべり変状に起因するものが多く、同規模程度の構造物の更新では対処できない場合が多い。

注意点など

- ・湧水を伴うひびわれや水平方向のひびわれは、地山の変状に起因するものが多いため、法面健全性をこれ以上低下させないためにも、早期に対策が必要である。
- ・対策工法は、地形の改変（切り直し等）をしない場合は、現況よりもグレードの高い構造物の選択になる。
- ・目に見えてひび割れが進行する状況であれば、近い将来崩壊する前兆であり、有識者の判断や専門技術者による詳細調査や対策工検討が必要になる。

道路巡回での着目点(4)：擁壁のひび割れ

法面・斜面の状況



水平方向に開口亀裂が入った石積擁壁



水平方向にせり出しが生じたブロック積擁壁

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・ブロック積擁壁や石積擁壁の目地沿いに発生することが多い。
- ・鉛直方向の亀裂は、コンクリート擁壁で発生することがあるが、前後に段差がないひびわれは、コンクリートの収縮によるひびわれであることが多い。このひびわれはほとんど変位が累積しないので、ひび割れの経過観察で判定できる。
- ・水平方向のひびわれ、および鉛直方向でも前後に段差があるひびわれは、地山の変状、たとえば地すべり変状に起因するものが多い。
- ・特に湧水を伴う場合は、変状の進行が今後も継続する可能性が高い。
- ・上下の段差を伴うひびわれや目地のずれは、背面の地山の変状以外に、擁壁支持地盤の不等沈下に起因する場合もある。

注意点など

- ・ひびわれはその後の進行がなければ擁壁の崩壊に直接結びつくものではないが、ひびわれの進行度、擁壁からの湧水状況を継続観測し、変状の進行が認められる場合には、水抜き対策や擁壁の補強対策が必要となる。
- ・ひびわれの進行の監視は重要であるが、四季の温度変化による回帰（概ね±2mm程度）の範囲内であれば、当面経過観察することでもよい。
- ・目に見えてひび割れが累積する状況であれば、有識者の判断や専門技術者による詳細調査や対策工検討が必要になる。

道路巡回での着目点(5)：落石防護柵の腐食、損壊

法面・斜面の状況



落石防護柵や網の腐食



落石防護網の欠落

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・落石防護柵の腐食は、所定の強度が得られない可能性がある。
- ・腐食など落石防護柵に不具合があると、万が一落石が発生した場合、落石を抑制できない場合がある。

注意点など

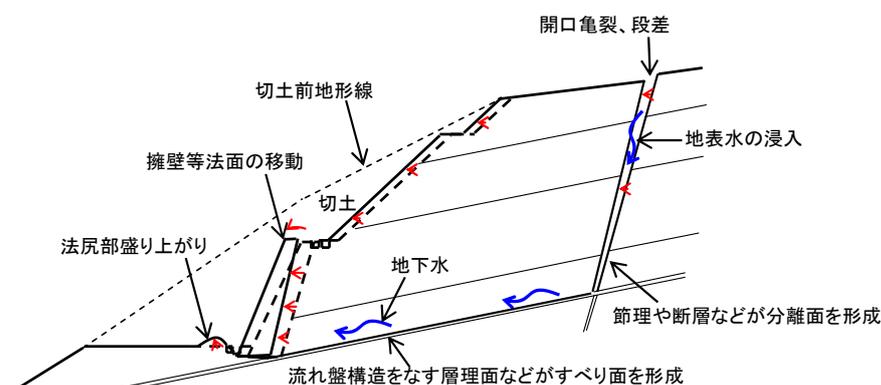
- ・錆が発生した部分は、タッチアップや塗替えを行い、できるだけ長持ちさせるようにする。
- ・特に海岸に近い道路では、腐食の速度が速いので、こまめに経過観察を行う。
- ・腐食の進行が著しい場所では、耐候性のある部材に取り替えることも含めて検討する。
- ・損壊が著しい場所は、当初想定規模の落石より大きい落石の発生の可能性があるか、落石の発生が頻繁であることから、発生源対策（浮石・転石の除去、ロープネットの設置等）も含めて、総合的な対策工を検討する。

道路巡回での着目点(6)：法尻付近の盛り上がり

法面・斜面の状況



路面の盛り上がりと横方向への移動、側溝の圧縮など

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

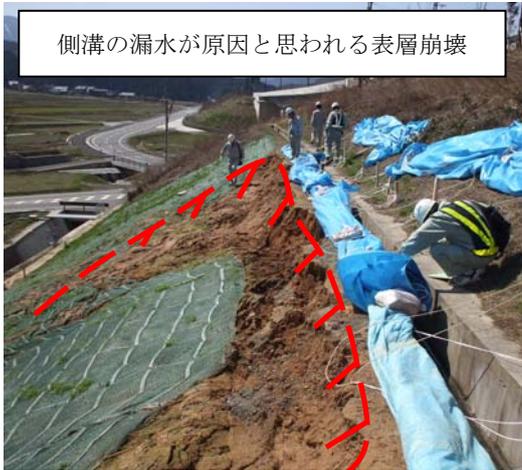
- 切土法面全体が、地すべり変動を発生している可能性が高い。通行止めが必要になる可能性が高いほど深刻な変状である。
- ほぼ確実に、法面および自然斜面上に亀裂や崩壊など、法面の広範囲に変状が現れていると考えるべきである。
- 水路や横断管、埋設管が破断し、そこから水が地盤に供給され、変動を加速させている恐れがある。直ちに止水処置が必要。

注意点など

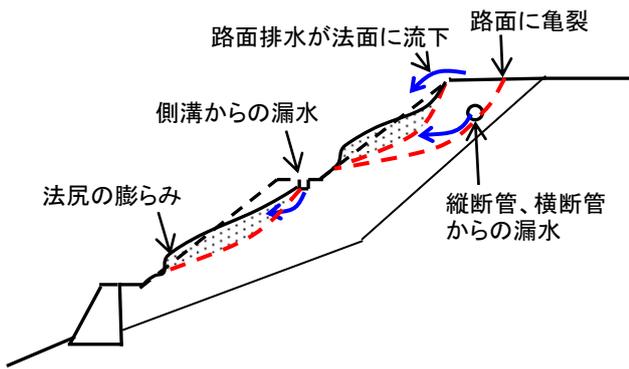
- 直ちに車を降りて、法面および上方斜面上に生じた亀裂の位置や規模、法面に湧水や崩壊が生じていないかなど、現状把握を行う。
- 亀裂部からの水の浸透を防止するシート養生、大型土嚢による押え盛土、通行規制の措置など、直ちに応急対策を実施する。
- 有識者の判断や専門技術者による詳細調査や対策工検討が必要になる。
- 亀裂を挟んでぬき板や移動杭を設置し、できるだけ発見初期の変動を計測する。これにより、崩壊時間の予測、応急対策時の安全性の判断などに貴重な情報となる。

法面踏査着目点(1)：表層崩壊

法面・斜面の状況



想定される変状や災害
崩壊のメカニズム



- ・排水路の欠陥等を要因として、盛土内部へ水の浸入が繰り返されることで盛土材料が劣化し、表層崩壊が発生する。
- ・古い盛土では、標準法面勾配 (1:1.5~1:2.0 : 盛土材料や盛土高による) よりも急勾配 (1:1.2 前後) の場合がある。急勾配の盛土法面は、もともと締固め不足である可能性があり、経年劣化による表層崩壊が生じやすい。
- ・崩壊の規模によっては、路面にまで亀裂や段差が発生する。

注意点など

- ・盛土内の水の量が多い (飽和度が高い) 程、降水時に水が浸透しやすく (浸透性が高く) なる。日常から盛土内へ水の浸入を抑制するように維持が必要。
- ・盛土の内部に問題 (盛土材料の強度低下、地下水の存在) がある可能性が高く、崩壊の規模によっては有識者の判断や専門技術者による詳細調査が必要。
- ・目視観察では盛土内部の状態把握が困難であり、盛土水分状態 (RI コーン)、地下水位状態 (打ち込み式水位観測、ボーリング) 等の実施が望ましい。

法面踏査着目点(2)：法面排水溝の段差・破損

法面・斜面の状況



木の成長により側溝が破損し漏水する状態



水路からの漏水により、直下の盛土が崩壊

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・水路は該当盛土部分の降水だけでなく、その周辺の降水も広範囲に集めている。よって、水路の欠陥は、水路が無い状態よりも多くの水を盛土に集中して供給させることになり、盛土の健全性低下を助長する。
- ・降雨時に水路からのオーバーフローや漏水により、水路周辺の浸食や盛土法面の浸食を発生させる。それに伴い、水路本体の目地ずれや破損などがさらに拡大する。
- ・さらに、盛土内部への水の浸透を促進させることになる。
- ・盛土内への水の浸透が繰り返されることで、盛土材質の強度低下、目詰まり現象が生じ、いずれは崩壊に至る。

注意点など

- ・盛土内への水の浸入を、日常からできるだけ防止することが、盛土の健全性維持に最も効果的である。
- ・目視観察では水路本体に特に異常がない場合でも、周囲の盛土に小規模な表層崩壊やパイピング穴などが生じる場合がある。これは、該当箇所より上流側の水路に漏水部分があり、該当箇所まで水路の直下を水が流れている可能性がある。
- ・水路内の堆積物、水路の破損や目地のずれなど、盛土内に水を供給させるような水路の欠陥部分は早期に修復する。
- ・通水障害物の除去後も、同様の通水障害が再発する可能性が高いため、その箇所の記録を残し、今後の点検時に発見しやすくする。
- ・修復を繰り返す必要がある箇所は、より抜本的な対策が必要である。

法面踏査着目点(3)：法尻部の浸食等

法面・斜面の状況

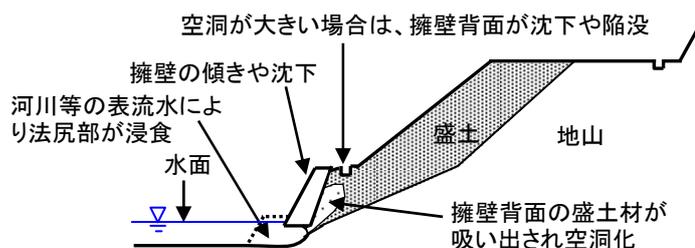


さぐり棒にて擁壁直下地盤の浸食を確認



洪水による法尻部浸食

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム



- ・河川の流水や波浪の影響により、法尻部が浸食される。
- ・法尻部に擁壁が施工され、常時水浸している箇所は、一見問題が無いようにみえても、擁壁の下面が浸食されオーバーハング状態になる。
- ・さらに、浸食が進行すると、擁壁背面の盛土が吸い出され、空洞が生じることがある。
- ・日常は冠水していない箇所では、洪水時に一気に浸食される。
- ・盛土材が空洞化することにより、路面の陥没、法面の崩壊等にまで拡大するおそれがある。

注意点など

- ・路面からは状況確認が困難である。水面近くの高さまで下って確認する。
- ・擁壁下の浸食は、目盛り付きのさぐり棒を使い、一定間隔で浸食深さを計測すると浸食程度が確認しやすい。
- ・浸食の攻撃斜面にあたる箇所において、盛土法尻部に護岸工が無い場合や、冠水（常時、洪水時等）する場合は特に注意を要する。
- ・横断排水管の吐口が冠水する箇所も同様に確認する必要がある。
- ・擁壁背面の空洞確認は、地中レーダーを用いる方法もある。ただし探査深度は、パルス波レーダーが1.5m程度、連続波レーダーは10m程度である。

法面踏査着目点(4)：横断管呑み口部の堆積物

法面・斜面の状況



横断管呑み口部の堆積物による通水障害

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・横断管呑み口部の堆積物は少量であったとしても、洪水時には通水阻害を早めることにつながる。
- ・横断管を通過できない水は、路面へのオーバーフローによる法面浸食、および横断管周囲の盛土材料の浸食を開始する。
- ・また、盛土材料の強度低下や、横断管周囲から盛土材料の流出が生じるため、路盤材料の空洞化、盛土法面崩壊に至る。

注意点など

- ・横断管より上流の渓流域で地形改変を伴う開発行為がされている場合、台風等で倒木が発生している場合は、渓流を下る土砂や木材の量が想定外に増加するため、特に注意が必要である。軽微なものでも影響があると判断した場合は、早めに当該管理者に改善を求める。
- ・土砂などの堆積物や植生などの異物は早期に除去する。
- ・障害物の除去後も、同様の通水障害が再発する可能性が高いため、その箇所の記録を残し、今後の点検時に発見しやすくする。
- ・修復を繰り返す必要がある場所は、より抜本的な対策が必要となる。

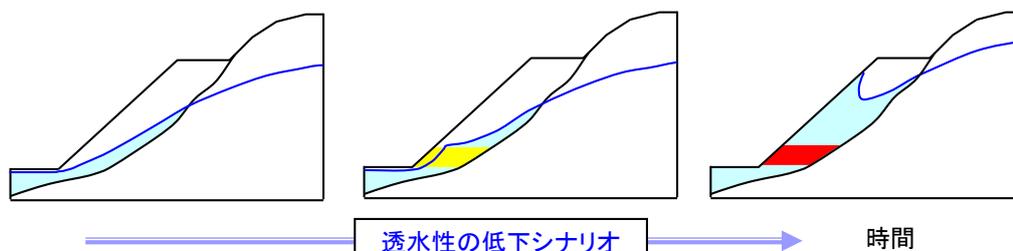
法面踏査着目点(5)：法尻部付近の湧水

法面・斜面の状況



常時湧水が認められる擁壁。土圧がかかるためか手前に傾倒している。

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム



- ・降雨等による地下水位の上下の繰り返しにより、次第に盛土法尻付近の透水性が低下し、排水機能が劣化していく。
- ・水位が上昇しやすくなり、盛土内に水分が充満し、盛土の健全性を著しく低下させ崩壊に至る。

注意点など

- ・常時、排水孔から湧水しているのは、排水設備が機能しているともいえるが、本来盛土内には水が存在しないことが原則である。
- ・降雨後の湧水量が経年的に減少傾向にないか観察する必要がある。
- ・特に、擁壁の水抜き穴があるにもかかわらず、擁壁天端や打継ぎ目地からも湧水が認められる場合は、目詰まり現象を示す危険信号である。法尻部の盛土材料の強度低下、および静水圧の増加により擁壁を含む盛土全体の健全性が著しく低下している。
- ・応急措置として、水抜き孔を増孔することが有効である。
- ・盛土の内部に問題（盛土材料の強度低下、地下水の存在）がある可能性が高く、崩壊の規模によっては有識者の判断や専門技術者による詳細調査が必要。
- ・変状部分の擁壁や盛土材料の置き換えが効果的であるが、車道通行を妨げるおそれがある場合は、杭等による抑止対策が必要になる。

法面踏査着目点(6)：水抜きボーリング孔の目詰まり

法面・斜面の状況



水抜きボーリング孔から濁り水が流出している

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・水抜きボーリング孔は、打設直後はその効果を発揮するが、時間が経つと土砂や水アカで閉塞されることが多い。
- ・常時水が出ている孔よりも雨期や融雪期のみに出る孔ほど閉塞が顕著である。
- ・経過年数とともに排水機能の低下によって、地下水位の低下量が想定より少なくなり、当初に設定した斜面の安定性が維持できなくなる。
- ・目詰まりは盛土内の滞水を増加させることになるため、さらに盛土材料強度の低下を促進し、盛土全体の健全性が低下することになる。

注意点など

- ・土砂や水アカによる閉塞の有無を確認する。
- ・排水機能が低下した排水孔は、清掃すれば100%とまでいかないものの、機能回復が可能である。
- ・少なくとも2～3年に1回の孔内洗浄が望ましい。
- ・機能低下を評価するために経時的、定量的なデータの収集（水量や盛土内地下水位のモニタリングなど）が必要。
- ・目地などのように水抜き機能を期待していない部位から水が出ていないか注意して点検する。場合によっては近くに水抜工を増設する。
- ・水抜きボーリングを新設する場合は、将来できるだけ孔内洗浄が容易にできるような処置（例えば排水孔の吐口は構造物で隠さず真っ直ぐに露出されるなど）を行う。

法面踏査着目点(1)：地山の亀裂

法面・斜面の状況

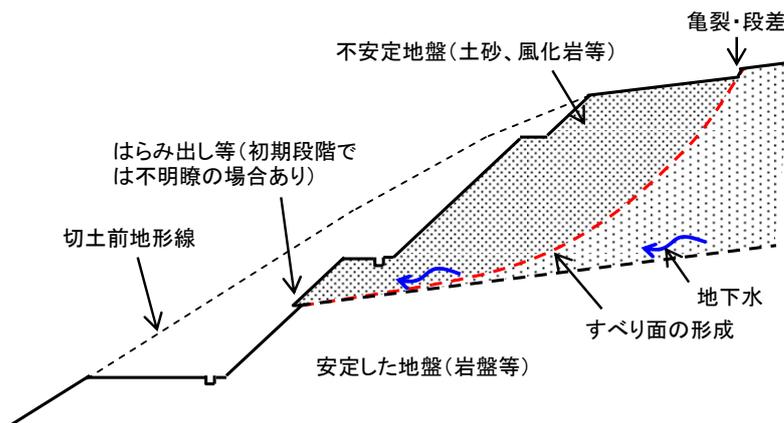


わずかな開口であるが、長さ 2m の棒が入る



大きく進展した亀裂

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム



- ・法面上方の地山に亀裂が連続的に見られる場合は、法面状にもはらみ出しやせり出しなどの変状が発生している可能性が高い。また、法面全体に緩むため、各所に表層崩壊、水路のずれなど複数の変状が発生する。
- ・亀裂からの雨水の流入・浸透が行われやすく、さらに不安定化が加速し、ついには崩壊に至る。

注意点など

- ・亀裂を発見した場合は、早期にシートで覆い雨水の流入を防止し、土のうなどで崩土の流出を防止する。
- ・亀裂の連続性、開口の方向、湧水の有無、開口の速度等を把握することで、変状範囲、深さ、変状方向、湧水の有無等を概略把握することができる。応急対策の選定において重要な情報となる。
- ・切土内部に問題（地盤強度の低下、地下水の存在）が生じている可能性が高く、有識者の判断や専門技術者による詳細調査や対策工検討が必要。

法面踏査着目点(2)：落石発生源（転石・浮き石）

法面・斜面の状況



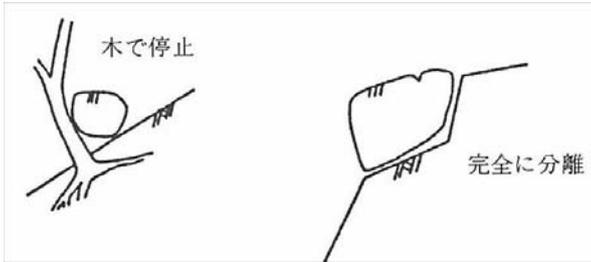
自然斜面上の転石



岩盤斜面上の浮き石

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・小規模な転石・落石は豪雨・地震で発生し頻度も多い。降雨や地震が無くても発生することがある。したがって、落石発生時期をあらかじめ予測することが困難であり、事前に安定化処置が求められる。



転石、浮石の安定性判断については、前述「要因(2)浮石、転石」で述べたとおりであるが、要するに「根のない石は危ない」のである。
(←左図参照)

- ・小さい石などの落石が継続的に発生する場合、次は更に大きな落石が発生する可能性がある。

注意点など

- ・あらかじめ除去できる石は除去しておく。
- ・発生源の状態とは、概ね斜面勾配、落石の最大径、落下高さおよび落石の到達範囲、落下経路の植生状況、現況の落石防止工の規模である。これらの情報から、想定される危険度と応急対策工の必要性をその場で判断することが求められる。
- ・転石・浮き石の規模によっては有識者の判断や専門技術者による詳細調査、および対策工検討が必要である。
- ・詳細調査項目は、浮き石・転石の状態（想定される落石の大きさ・位置・安定状態をマップにする）、浮き石・転石の移動の有無（ノギスや写真による移動量計測）など。

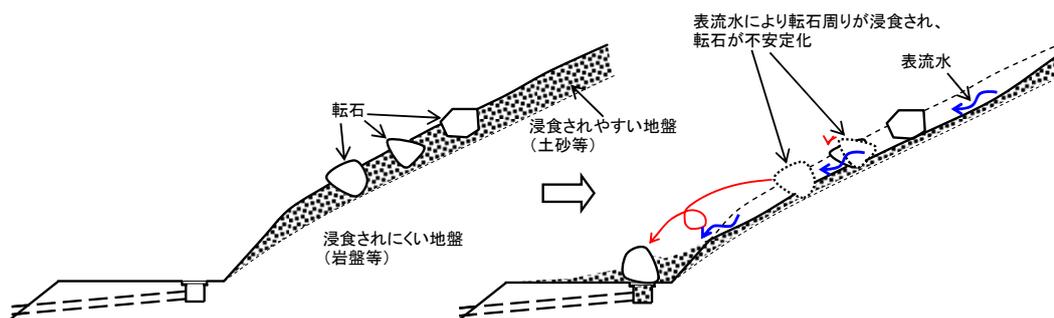
法面踏査着目点(3)：転石周囲の浸食

法面・斜面の状況



表流水により転石周囲が浸食されている

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム



- ・降雨時に限り表流水が生じる斜面（溪流沿い、沢地形）に多く認められる。
- ・転石周辺の浸食が進むと転石は更に不安定になり、落下につながる。
- ・小さい石などの落石が継続的に発生する場合、次は更に大きな落石が発生する可能性がある。このため、その発生源の転石の安定性を把握しておくことが重要である。

注意点など

- ・転石の安定度は、流水の浸食力に依存することから、特にゲリラ豪雨とよばれる、短時間に多量の降水がある条件下で不安定化しやすい。
- ・発生源の状態とは、概ね斜面勾配、転石の最大径、落下高さおよび落石の到達範囲、落下経路の植生状況、現況の落石防止工の規模である。これらの情報から、想定される危険度と応急対策工の必要性をその場で判断することが求められる。
- ・浸食されている転石の規模によっては有識者の判断や専門技術者による詳細調査や対策工検討が必要である。
- ・あらかじめ除去できる石は除去しておく。

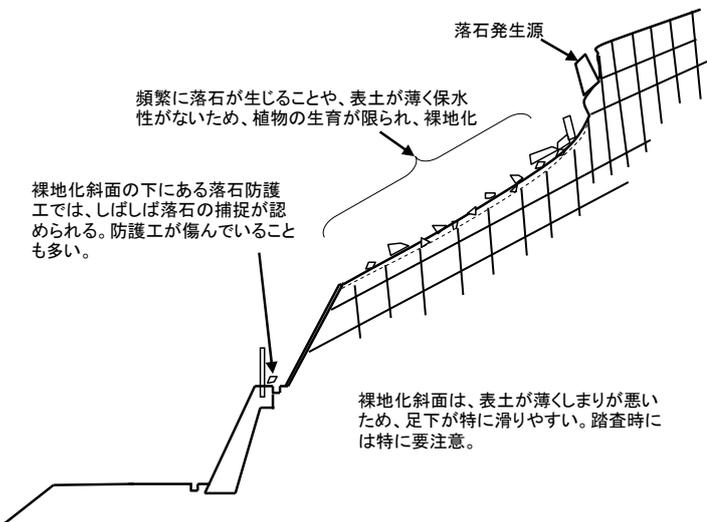
法面踏査着目点(4)：落石発生源下方の裸地化

法面・斜面の状況



落石発生源下方の裸地化

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム



注意点など

- ・裸地化は、斜面が急勾配で、かつ頻りに落石や表層崩落を生じている。
- ・裸地化斜面の上方には、落石発生源となる不安定な斜面が存在する。
- ・小さい石などの落石が継続的に発生する場合、次は更に大きな落石が発生する可能性がある。
- ・裸地化斜面上方にある落石発生源の状況確認（予想される落石の大きさ、落下高さ、安定度の判断等）が必要である。
- ・下方斜面の植生状況、防護工の状態（落石防護柵の損傷、防護柵裏側に堆積した落石の量等）を把握しておくこと。
- ・斜面勾配、落石の最大径、落下高さおよび落石の到達範囲をその場でおおよそ把握して、想定されるリスクの大きさに応じた判断が求められる。
- ・裸地化を防止するための編柵の設置、裸地化斜面下方の樹木の保全も効果的である。

法面踏査着目点(5)：立木の根曲がり・倒木

法面・斜面の状況

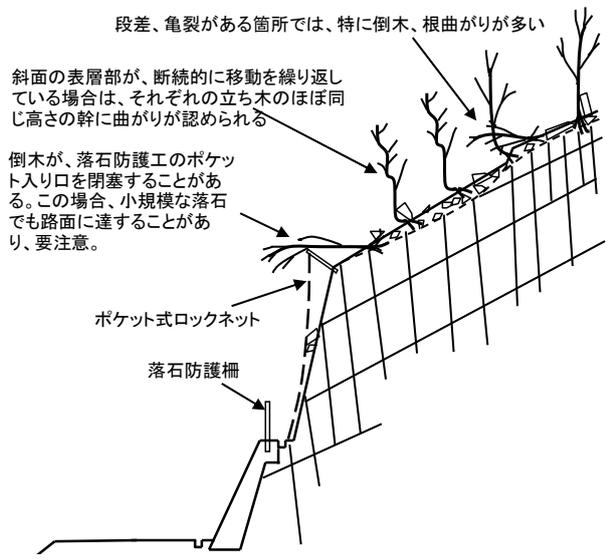


倒木による転石の不安定化



段差地形付近の根曲がり・倒木

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム



- ・倒木により、木の根まわりの転石や表土が掘り起こされて不安定となり、落石や表層崩壊の原因となる。
- ・降雨時に浸食されやすく、時間の経過と共にさらに不安定になる。
- ・根曲がりの多い斜面は、表層が徐々に移動している。このような斜面で、勾配が均一でなく小規模な滑落崖や凹凸が多くみられる場合は、将来表層崩落を生じる可能性がある。
- ・倒木が、落石防護柵やポケット式ロックネットに覆い被さることで、落石が柵やネットに入らずそのまま路面に落下することがある。

注意点など

- ・根曲がりや倒木が多い斜面は、比較的遠方からでも発見しやすい。不安定な転石や土塊の存在、地山の亀裂の存在を知るのに有効である。
- ・降雪地域では、積雪による根曲がりもあるので、区別すること。
- ・倒木が、既設の防護柵の機能を阻害している場合は早期に撤去する。
- ・あらかじめ除去できる石は除去しておく。

法面踏査着目点(6)：濁った湧水・湧水跡

法面・斜面の状況



湧水の凍結による吹付け工の劣化



湧水とともに土砂分が流出

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・常時、排水孔から湧水しているのは、排水設備が有効に機能しているともいえるが、濁り水を伴う場合は、背面の地山に土砂化や空洞化などの問題が生じている可能性が高い。
- ・植物が繁茂している排水孔は、もともと湧水していた箇所であり、排水機能が阻害され背面に水を貯留している可能性がある。
- ・降雨時のみ湧水する箇所は、乾湿を繰り返すことによって、背面の地山が劣化している可能性がある。
- ・寒冷地では、湧水箇所の凍結融解により、法面保護工および背面の地山が劣化している可能性がある。
- ・上記事例は、いずれも法面健全性の低下を促進し、いずれは法面崩壊に至るものである。

注意点など

- ・濁り水が生じている箇所は、コア抜き等により、背面地山の劣化状況確認が必要である。
- ・植物が繁茂している排水孔、降雨時のみ湧水する排水孔は、常に清掃して機能を回復、維持させる。
- ・常に湧水する箇所は、豪雨時には排水性が不十分になる可能性がある。湧水量や地下水位の変化を観測し、必要に応じて、水抜き対策が必要である。

法面踏査着目点(7)：法面排水溝への土砂等の堆積

法面・斜面の状況



法面排水溝への土砂等の堆積

想定される変状や災害
崩壊のメカニズム

- ・排水路の欠陥は、法面崩壊の大きな誘因の一つ。
- ・土砂・落ち葉・ゴミなどの流入や植物の成育による水路つまりのような通水阻害があると、降雨時のオーバーフローの一因となる。
- ・水路及び周辺の変状(浸食)が拡大する。
- ・水路も経年変化に伴う変状を放置していると、崩壊の一因になる。
- ・水路の通水阻害は、降雨時のオーバーフローによって法面浸食し、切土時に発生した緩み域に水を供給し、乾湿の繰り返しによって切土の健全性を低下させる。

注意点など

- ・法面の上方に、管理が十分とはいえない道路、あるいは造成地が存在する場合は、そこから表流水や土砂が流れ込むことがある。軽微なものでも影響があると判断した場合は、早めに当該管理者に改善を求める。
- ・水路内の堆積物、水路の破損や目地のずれなど、切土法面に水を供給させるような水路の欠陥部分は早期に修復する。
- ・水路の排水機能を阻害するような障害物は可能な限り撤去する。なお、通水障害物の除去後も、同様の通水障害が再発する可能性が高いため、その箇所の記録を残し、今後の点検時に発見しやすくする。
- ・修復を繰り返す必要がある箇所は、より抜本的な対策が必要である。

3.5 点検結果の記録

3.5.1. チェックシート記入の留意点

(1) 共通事項

直轄国道の切土・盛土法面の多くは、既に築後 30 年以上経過したものが多く、擁壁や水路などの構造物には、何らかの変状（亀裂、段差、ズレ、欠け、異物混入等）が複数箇所見られることがある。これらの変状には、法面健全性の低下を示唆するものもあれば、極めて表層部の現象（温度変化や車両の衝突等）であり法面の健全性に影響しないものがある。

初見で両者の区別を判断するのは困難であるが、法面の健全性の低下を促進する要因、すなわち**法面内部への水の浸入を抑制**するために、以下の点に留意する。

- ・ **水路部以外の変状**は、表層部の変状範囲を代表する開口幅 2mm 以上の亀裂または段差を代表箇所としてその場で選定し、チェックシートに記載する。また、開口幅の今後の進行を確認するために、計測ピン等を設置し簡易計測を行う。

計測は少なくとも年 4 回（四季毎に各 1 回）行う。計測の結果、概ね±2mm 以内の繰り返しにとどまり、累積傾向が認められない場合は、法面の健全性への影響が少ない亀裂や段差である。

一方、亀裂や段差の変位量に累積傾向が確認される場合は、法面の健全性が著しく低下した結果現れた変状である。

- ・ **水路部の変状**は、2mm 以下の亀裂であっても漏れた水が法面内部へ浸入する恐れがあることから、原則として何らかの浸透防止処置を行う。

たとえば、亀裂開口部に目地材の充填、流水を阻害する堆積土砂類の除去等である。処置後、ふたたび同様の事象が再発しないか、計測ピン等で簡易計測、あるいは定点写真撮影により、変化を計測する。

計測は少なくとも年 4 回（四季毎に各 1 回）行う。計測の結果、漏水の有無に関わらず、亀裂開口部等に変状の再発あるいは累積傾向が確認される場合は、法面の健全性が著しく低下した結果現れた変状である。

なお、モニタリングについての詳細は 4 章を参照されたい。

表 3-5-1 水路部とそれ以外の変状の区別一覧

変状の状態	水路部以外の変状	水路部の変状
変状の例	<ul style="list-style-type: none"> ・ 吹付面の亀甲状の亀裂 ・ 擁壁の縦よび水平方向の亀裂 ・ 法枠を横断する亀裂 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 側溝や横断管のズレや破損 ・ 側溝や横断管の堆積物充填等
法面内部への浸水の程度	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浸水の程度は自然斜面の場合と大差なく、影響は小さい 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 区域外の水まで法面内部に浸水させるため、影響が大きい
応急対策方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 湧水は、法面内部への再侵入を防止できるように法面外へ導水 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 目地材の充填等浸水防止処置 ・ 水路の清掃
計測方針	<ul style="list-style-type: none"> ・ 補修部分の変状再発の有無を目視確認 ・ 個別の亀裂は、代表地点を選定し計測 ・ 年 4 回（四季毎に各 1 回）計測 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 補修部分の変状再発の有無を目視確認 ・ 年 4 回（四季毎に各 1 回）計測

(2) 盛土法面

1) 資料による点検

①地山の地形

- ・ 集水地形、崩壊地形、片切・片盛、谷地形、旧河道、崩壊跡、水衝部は、該当する場合に「Y」にチェックする。
- ・ 波浪・越波の影響の有無は、海岸線に隣接していて、砂浜が無い場合などが該当する。現地がこのような状況の場合は、「有」にチェックする。

②地層・地質

- ・ 「断層の分布」は、地質調査報告書などで存在が報告されている場合に、「Y」にチェックする。
- ・ 「脆弱化しやすい地質」とは、泥岩、凝灰岩、蛇紋岩が該当する。現地で採取した岩石サンプルを室内において自然乾燥させた後、水浸した場合に細片状～土砂状になるもの。
- ・ 「流れ盤」は、地質調査報告書などで報告されている、現地ですでに確認されているなどの場合に、「Y」にチェックする。

③盛土材

- ・ 「スレーキング材料」とは、盛土材は通常は現地発生土が使用されるため、周辺の地質が泥岩、凝灰岩、蛇紋岩の場合には、「Y」にチェックする。
- ・ 「空洞の有無」は、別途調査において過去に空洞があった場合に、「有」にチェックする。

2) 現地での点検

①地形・地質

- ・ 集水地形、崩壊地形、水衝部、波浪・越波の影響の有無、流れ盤は、現地においても再確認する。
- ・ その他は、地形・地質に関する上記に該当しない内容を記入する。

②路面の変状

- ・ 「沈下」は、路面や法肩の沈下の有無を目視によって確認する。現地において沈下が認められない場合でも、オーバーレイを行った直後などの場合には補修前の状況を確認する。
- ・ 「亀裂」は、路面や法肩に亀裂が発生していないかを目視によって確認する。
- ・ 「亀裂の方向」は、道路の縦断方向・横断方向・斜め方向など概略の状況を記入する。
- ・ 「亀裂幅の拡大」は、路面や法肩に発生した亀裂幅が、前回点検時よりも拡大していた場合に「有」にチェックし、特記事項欄に前回と今回の幅を記入する。
- ・ 「亀裂の段差の拡大」は、路面や法肩に発生した亀裂の段差が、前回点検時よりも拡大していた場合に「有」にチェックし、特記事項欄に前回と今回の段差量を記入する。
- ・ 「舗装の補修跡」は、舗装に生じたひびわれへの流し込み補修跡などがあれば、「有」に

チェックする。

- ・ 「側溝の段差・破損」があると、側溝から漏水が発生する可能性があり、盛土内に水を供給し、盛土の健全性を低下させる。側溝の段差や破損があった場合には、「有」にチェックする。
- ・ 「側溝への土砂等の堆積」があると、側溝から溢水する可能性があり、前項と同様に盛土の健全性を低下させる。側溝内に土砂が堆積している、雑草などが繁茂している場合など通水断面が減少している場合には、「有」にチェックする。
- ・ 「側溝から溢水した痕跡」があった場合には、溢水した履歴があると判断でき、前項と同様に盛土の健全性を低下させている。溢水の痕跡があった場合には、「有」にチェックする。
- ・ 「その他の変状」は、路面や法肩の変状に関する上記に該当しない内容を記入する。

③法面の変状

- ・ 「はらみ出し」は、法面のはらみ出しの有無を目視によって確認する。
- ・ 「表層崩壊」は、法面の表層崩壊の有無を目視によって確認する。
- ・ 「法面工のひびわれ」、「法面工の段差」、「法面工の沈下」、「法面工のズレ」は、法面工のひびわれ、段差、沈下、ズレの有無を目視によって確認し、前回点検時よりも拡大していた場合には特記事項欄に前回と今回の段差量を記入する。
法面工とは、法枠工、ブロック張工などの構造物を指す。
- ・ 「擁壁のひびわれ」、「擁壁の目地ズレ」、「擁壁の沈下」、「擁壁のはらみ出し」は、擁壁のひびわれ、目地のズレ、沈下、はらみ出しの有無を目視によって確認し、前回点検時よりも拡大していた場合には特記事項欄に前回と今回の段差量を記入する。
ひびわれは、水平方向のものに特に注意する必要がある。また、鉛直方向のひびわれでも、ひびわれ部においてズレが生じているものも注意する必要がある。
はらみ出しは、ブロック積擁壁、石積擁壁などに生じる損傷である。
- ・ 「擁壁基礎部の洗掘」は、河川側擁壁の基礎部などに洗掘が生じていないか目視によって確認し、洗掘の兆候があった場合にはポールなどを差し込んで確認する。
- ・ 「漏水・漏水跡」は、法面工のひびわれなどからの漏水・漏水跡の有無を目視によって確認する。なお、漏水・漏水跡が認められなくても、草本やコケが生育している場合には、水が供給されていると判断できるため、「有」にチェックする。
- ・ 「湧水・湧水跡」は、法面の湧水・湧水跡の有無を目視によって確認する。
- ・ 「法面排水溝の段差・破損」、「法面排水溝への土砂等の堆積」、「法面排水溝から溢水した痕跡」は、それぞれの現象が認められた場合には、「有」にチェックする。理由は、路面の変状の項で記述したように、これらの変状があると盛土内に水が供給され、健全性が低下するためである。
- ・ 「その他の変状」は、法面の変状に関する上記に該当しない内容を記入する。

④横断排水施設

- ・ 「呑み口部の堆積物」は、横断排水施設呑み口部の堆積物の有無を目視によって確認する。呑み口部に堆積物があると通水断面が減少することとなり、盛土内に水が供給され、

健全性が低下するためである。

- ・ 「通水断面減少」は、函渠・管路に堆積物があるなど現象が認められた場合には、「有」にチェックする。
- ・ 「函渠・管路の変状」があると、函渠・管路から漏水が発生する可能性があり、盛土内に水を供給し、盛土の健全性を低下させる。函渠・管路の変状があった場合には、「有」にチェックする。
- ・ 「その他の変状」は、横断排水施設の変状に関する上記に該当しない内容を記入する。

(3) 切土法面

1) 資料による点検

①地形

- ・ オーバーハング、集水地形、崩壊地形、倒木が多い、杉林・竹林、落石防護柵背面の余裕幅狭小は、該当する場合に「Y」にチェックする。
- ・ 杉および竹は、高含水の地質を好むため、これらが隣接地に生育している場合には、土の含水比が高く、一般的に健全性低下の素因を持っていることとなる。

②地層・地質

- ・ 「流れ盤」は、地質調査報告書などで報告されている、現地ですでに確認されているなどの場合に、「Y」にチェックする。
- ・ 「断層の分布」は、地質調査報告書などで存在が報告されている場合に、「Y」にチェックする。
- ・ 「脆弱化しやすい地質」とは、泥岩、凝灰岩、蛇紋岩が該当する。現地で採取した岩石サンプルを室内において自然乾燥させた後、水浸した場合に細片状～土砂状になるもの。
- ・ 「転石が発生しやすい地質」とは、花崗岩などの深成岩が該当する。花崗岩などはタマネギ状風化し、芯にあたる部分が土砂中に玉石として残るため、土砂が浸食されると転石として地中に出現し、さらに浸食が進行すると不安定化する。
- ・ 「強風化」は、地質調査報告書などで存在が報告されている場合に、「Y」にチェックする。

2) 現地での点検

①地形・地質

- ・ オーバーハング、集水地形、崩壊地形、倒木が多い、流れ盤、強風化は、現地においても再確認する。
- ・ その他は、地形・地質に関する上記に該当しない内容を記入する。

②路面の変状（路面下の自然斜面の変状をチェックする内容）

- ・ 「沈下」は、路面の沈下の有無を目視によって確認する。現地において沈下が認められ

ない場合でも、オーバーレイを行った直後などの場合には補修前の状況を確認すること。

- ・ 「亀裂」は、路面や法肩に亀裂が発生していないかを目視によって確認する。
- ・ 「亀裂の方向」は、道路の縦断方向・横断方向・斜め方向など概略の状況を記入する。
- ・ 「亀裂幅の拡大」は、路面や法肩に発生した亀裂幅が、前回点検時よりも拡大していた場合に「有」にチェックし、特記事項欄に前回と今回の幅を記入する。
- ・ 「亀裂の段差の拡大」は、路面や法肩に発生した亀裂の段差が、前回点検時よりも拡大していた場合に「有」にチェックし、特記事項欄に前回と今回の段差量を記入する。
- ・ 「舗装の補修跡」は、舗装に生じたひびわれへの流し込み補修跡などがあれば、「有」にチェックする。
- ・ 「側溝の段差・破損」があると、側溝から漏水が発生する可能性があり、路面下の緩み域に水を供給し、乾湿の繰り返しによって路面下の健全性を低下させる。側溝の段差や破損があった場合には、「有」にチェックする。
- ・ 「側溝への土砂等の堆積」があると、側溝から溢水する可能性があり、前項と同様に切土の健全性を低下させる。側溝内に土砂が堆積している、雑草などが繁茂している場合など通水断面が減少している場合には、「有」にチェックする。
- ・ 「側溝から溢水した痕跡」があった場合には、溢水した履歴があると判断でき、前項と同様に切土の健全性を低下させている。溢水の痕跡があった場合には、「有」にチェックする。
- ・ 「その他の変状」は、路面や法肩の変状に関する上記に該当しない内容を記入する。

③法面の変状（自然斜面を含む）

- ・ 「表層崩壊」は、法面および自然斜面の表層崩壊の有無を目視によって確認する。
 - ・ 「地山の亀裂」は、法面および自然斜面の表層崩壊にいたる亀裂の有無を目視によって確認する。鉛直方向に近い亀裂であっても、落石に発展する可能性があるため、「有」にチェックする。
 - ・ 「新しい落石」は、路面、落石防護柵背面、法面途中などに達した落石の有無を目視によって確認する。
 - ・ 「落石発生源」は、法面および自然斜面の転石・浮き石の有無を目視によって確認する。
 - ・ 「浮き石と岩盤の開口幅拡大」は、目視によって確認し、前回点検時よりも拡大していた場合には特記事項欄に前回と今回の段差量を記入する。
 - ・ 「転石周囲の浸食」は、転石の周囲、特に、支持地盤が浸食されると顕著に不安定化するので、浸食の進行を目視によって確認し、前回点検時よりも進行していた場合には特記事項欄に進行状況を記入する。
 - ・ 「落石発生源下方の裸地化」は、転石・浮き石の下方に樹木があると万一落石が発生してもその落下を抑制できることがある。裸地化しているか否かを目視によって確認する。想定される落石の規模と樹木の太さを勘案すること。
 - ・ 「法面工のひびわれ」、「法面工の段差」、「法面工の沈下」、「法面工のズレ」は、法面工のひびわれ、段差、沈下、ズレの有無を目視によって確認し、前回点検時よりも拡大していた場合には特記事項欄に前回と今回の段差量を記入する。
- 法面工とは、法枠工、コンクリート吹付工、モルタル吹付工などの構造物を指す。

- ・ 「擁壁のひびわれ」、「擁壁の目地ズレ」、「擁壁の沈下」、「擁壁のはらみ出し」は、擁壁のひびわれ、目地のズレ、沈下、はらみ出しの有無を目視によって確認し、前回点検時よりも拡大していた場合には特記事項欄に前回と今回の段差量を記入する。
ひびわれは、水平方向のものに特に注意する必要がある。また、鉛直方向のひびわれでも、ひびわれ部においてズレが生じているものも注意する必要がある。
はらみ出しは、ブロック積擁壁、石積擁壁などに生じる損傷である。
- ・ 「落石防護柵の破損」、「落石防護柵の腐食」は、ロープ、ネット、支柱や基礎部分のゆるみ、破断、曲がり、破損、変形や腐食の有無を目視によって確認する。
- ・ 「漏水・漏水跡」は、法面や法面工のひびわれなどからの漏水・漏水跡の有無を目視によって確認する。なお、漏水・漏水跡が認められなくても、草本やコケが生育している場合には、水が供給されていると判断できるため、「有」にチェックする。
- ・ 「湧水・湧水跡」は、法面の湧水・湧水跡の有無を目視によって確認する。
- ・ 「法面排水溝の段差・破損」、「法面排水溝への土砂等の堆積」、「法面排水溝から溢水した痕跡」は、それぞれの現象が認められた場合には、「有」にチェックする。理由は、路面の変状の項で記述したように、これらの変状があると切土時に発生した緩み域に水を供給し、乾湿の繰り返しによって切土の健全性を低下させるためである。
- ・ 「その他の変状」は、法面の変状に関する上記に該当しない内容を記入する。

3.5.2. チェックシート記入例

何らかの変状が認められる盛土法面と切土法面は、道路防災点検により「対策が必要と判断される」または「防災カルテを作成し対応する」と判定され、防災対策が完了するまでは、ノギス等を用いた亀裂幅の簡易計測、定点写真撮影による変位状況の変化等、年に2回程度の定期点検が実施されている。

しかし、多くの重大な法面の変状は、日常の道路巡回で発見される場合が多く、早期発見後のすみやかな処置が変状や被害の拡大を防止し、より安全な道路を使用者に提供できる。点検チェックシートへの記入は、変状発見当初の状態を記録することになり、今後の対策を検討するうえで非常に重要な情報を提供するものである。

また、チェックシートには、発見当時の状況写真を添付することが、その後対処する技術者への情報伝達を速やかにできる。最近では、GPS機能が付いたデジタルカメラも普及しており、撮影場所の正確さも伝えることができるので有効である。

点検チェックシートへの記入の理解を助けるために、盛土法面、切土法面それぞれの記入例を作成した。状況写真例も含めて次頁に紹介する。

(1) 記入例に用いた盛土法面の現地状況写真



盛土は、沢地形を横断する両盛土区間と、切土法面が反対側車線に位置する片切片盛区間の両方からなる。沢地形は、すなわち集水地形であり、表流水が盛土方向に集まる地形である。
「集水地形→Y」, 「谷地形→Y」



切土盛土境界付近から盛土側に若干沈下が認められる。舗装面にオーバーレイ跡がみえる(手前の補修跡は埋設跡であり評価外)。側溝に水流を阻害する堆積物がある。
「沈下→Y」, 「舗装の補修跡→Y」, 「側溝への土砂堆積→Y」



盛土法尻部が水衝部であり、護岸擁壁が崩れて盛土の基礎地盤部分が崩壊している。盛土および盛土擁壁部にまで崩壊が進行する可能性が有る。
「水衝部→Y」, 「波浪の影響の有無→Y」, 「脆弱化しやすい地質→Y」, 「擁壁基礎部の洗掘→Y」



盛土路肩部(ガードレール基礎部を含む)が、亀裂を生じ、沈下も認められる。ただし、これまでの簡易計測ではあまり進行は認められていない。
「表層崩壊→Y」



盛土法面は植生が繁茂しており、亀裂などの変位を確認しにくい。はらみ出し等の変位は特に認められない。



横断管渠呑み口部は、土砂や落ち葉が堆積し、一部通水を阻害している。横断管には特に変状は認められない。
「呑み口部の堆積物→Y」

表 3-5-1 盛土法面点検のチェックシート（記入例）

施設管理番号		K〇〇〇F001		点検月日	平成21年〇月〇日	
路線名		一般国道〇〇号		点検者	〇〇〇〇 △△△△	
距離標	(自)	116.11		所在地	〇〇県〇〇市〇〇町〇〇地内	
	(至)	116.58				
上下区分	上・ <input checked="" type="radio"/> 下・他			事前通行規制区間指定	有(規制基準連続 mm) <input checked="" type="radio"/> 無	
延長	470 m			迂回路	有・ <input checked="" type="radio"/> 無	
項目				チェック	特記事項	
資料による点検	地山の地形	集水地形		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	地形図で確認。	
		崩壊地形		Y <input checked="" type="radio"/> N		
		片切・片盛		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	台帳付図で確認。	
		谷地形		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	台帳付図で確認。	
		旧河道		Y <input checked="" type="radio"/> N		
		崩壊跡		Y <input checked="" type="radio"/> N		
		水衝部		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	台帳付図で確認。	
		波浪・越波の影響の有無		<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	台帳付図で確認。	
	地層・地質 (基礎地盤)	断層の分布		Y <input checked="" type="radio"/> N		
		脆弱化しやすい地質		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	盛土地盤が土砂であることを河川側法面で確認。	
		流れ盤		Y <input checked="" type="radio"/> N		
	盛土材	スレーキング材料		Y <input checked="" type="radio"/> N	確認が難しいが、中・古生層地帯であり、問題ないと判断。	
空洞の有無		有 <input checked="" type="radio"/> 無				
現地の点検	地形・地質	集水地形		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	表流水多い。豪雨後は横断管の詰まりを確認する。	
		崩壊地形		Y <input checked="" type="radio"/> N		
		水衝部		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	河川管理者の補修工事が完了するまで、定期的に要確認。	
		波浪・越波の影響の有無		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	河川管理者の補修工事が完了するまで、定期的に要確認。	
		流れ盤(基礎地盤)		Y <input checked="" type="radio"/> N		
		その他				
	変状	路面	沈下		<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	沈下はわずかであり、当面レベル計測で監視する。
			亀裂の発生		有 <input checked="" type="radio"/> 無	
			亀裂の方向			
			亀裂幅の拡大		有 <input checked="" type="radio"/> 無	
			亀裂の段差の拡大		有 <input checked="" type="radio"/> 無	
			舗装の補修跡		<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇年〇月に補修したが、それ以降変化なし。
側溝		側溝の段差・破損		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
		側溝への土砂等の堆積		<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇月〇日、清掃予定。	
		側溝から溢水した痕跡		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
法面		はらみ出し		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
		表層崩壊		<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	段差はわずかであり、当面簡易計測で監視する。	
		法面工のひび割れ		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
		法面工の段差		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
		湧水・湧水跡		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
擁壁		擁壁のひびわれ		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
		擁壁の目地ズレ		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
		擁壁の沈下		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
		擁壁のはらみ出し		有 <input checked="" type="radio"/> 無		
	擁壁基礎部の洗掘		<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇年〇月から河川管理者が補修工事予定。		
排水溝	法面排水溝の段差・破損		有 <input checked="" type="radio"/> 無			
	法面排水溝への土砂等の堆積		有 <input checked="" type="radio"/> 無			
	法面排水溝から溢水した痕跡		有 <input checked="" type="radio"/> 無			
横断排水施設	呑み口部の堆積物		<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	〇月〇日、清掃予定。		
	通水断面減少		Y <input checked="" type="radio"/> N			
	函渠・管路の変状		Y <input checked="" type="radio"/> N			
	その他の変状					

表 3-5-2 盛土法面点検のチェックシート

施設管理番号		路線名		点検月日		
距離標	(自)			点検者		
	(至)			所在地		
上下区分	上・下・他			事前通行規制区間指定 有(規制基準連続 mm)・無		
延長	m			迂回路 有・無		
項目				チェック	特記事項	
資料による点検	地山の地形	集水地形		Y/N	黄色塗色部は、別途資料(机上)による点検項目	
		崩壊地形		Y/N		
		片切・片盛		Y/N		
		谷地形		Y/N		
		旧河道		Y/N		
		崩壊跡		Y/N		
		水衝部		Y/N		
		波浪・越波の影響の有無		有/無		
		断層の分布		Y/N		
	地層・地質 (基礎地盤)	脆弱化しやすい地質		Y/N		
流れ盤		Y/N				
盛土材		スレーキング材料		Y/N		
	空洞の有無		有/無			
現地の点検	地形・地質	集水地形		Y/N		
		崩壊地形		Y/N		
		水衝部		Y/N		
		波浪・越波の影響の有無		Y/N		
		流れ盤(基礎地盤)		Y/N		
		その他				
	路面	沈下		有/無		
		亀裂の発生		有/無		
		亀裂の方向				
		亀裂幅の拡大		有/無		
		亀裂の段差の拡大		有/無		
		舗装の補修跡		有/無		
		側溝	側溝の段差・破損		有/無	
			側溝への土砂等の堆積		有/無	
			側溝から溢水した痕跡		有/無	
		法面	はらみ出し		有/無	
	表層崩壊		有/無			
	法面工のひび割れ		有/無			
	法面工の段差		有/無			
	湧水・湧水跡		有/無			
	擁壁	擁壁のひびわれ		有/無		
		擁壁の目地ズレ		有/無		
		擁壁の沈下		有/無		
		擁壁のはらみ出し		有/無		
		擁壁基礎部の洗掘		有/無		
	排水溝	法面排水溝の段差・破損		有/無		
法面排水溝への土砂等の堆積		有/無				
法面排水溝から溢水した痕跡		有/無				
横断排水施設	呑み口部の堆積物		Y/N			
	通水断面減少		Y/N			
	函渠・管路の変状		Y/N			
その他の変状						

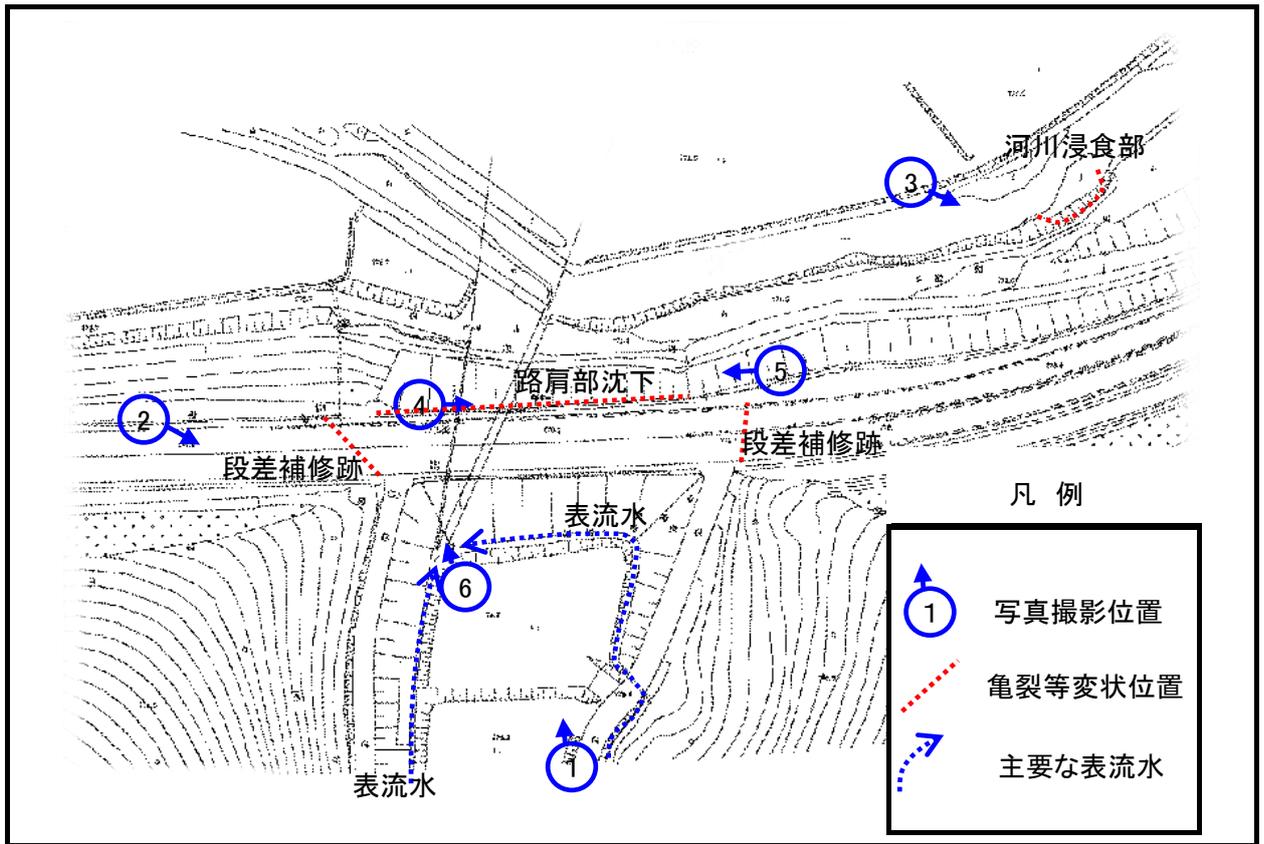


图 3-5-1 位置图、平面图記入例（盛土法面）

(2) 記入例に用いた切土法面の現地状況写真



切土脇は竹林の沢地形で表流水が認められる。表流水は、擁壁頭部の集水樹で集められ、擁壁頭部の縦断方向の水路へ流される。
「集水地形→Y」, 「竹林→Y」



左写真の沢からの表流水は、擁壁頭部の縦断方向の水路に流されるが、一部が破損し、擁壁背面へ漏水している。その一部は擁壁の前面から湧水している。
擁壁本体の変状は特に認められない。
「漏水・漏水跡→Y」, 「湧水・湧水跡→Y」



切土法面の直ぐ脇に露頭がある。古生層の堆積岩であるが土砂状に近い状態に風化している。流れ盤でないことを確認した。
「強風化→Y」, 「流れ盤→N」



小段側溝、および法肩側溝には、倒木等が充填し、木の根で破損している部分もある。
「法面排水溝の段差・破損→Y」, 「法面排水工への土砂等の堆積→Y」



法面は、モルタル吹付け工でほぼ全面保護されているが、老朽化が著しく、各所にひび割れ、段差が認められる。
「法面工のひびわれ→Y」, 「法面工の段差→Y」



落石防護柵は、ポケット部に落ち葉の堆積や少量の落石の堆積が認められるが、その機能を低下させるほどではない。また、損傷や錆も認められない。

表 3-5-3 切土法面点検のチェックシート（記入例）

施設管理番号	K〇〇〇A001		点検月日	平成21年〇月〇日		
路線名	一般国道〇〇号		点検者	〇〇〇〇 △△△△		
距離標	(自)	166.51	所在地	〇〇県〇〇市〇〇町〇〇地内		
	(至)	166.63				
上下区分	上・ <input checked="" type="radio"/> 下・他		事前通行規制区間指定	有(規制基準連続 mm) <input checked="" type="radio"/> 無		
延長	120 m		迂回路	有・ <input checked="" type="radio"/> 無		
項目			チェック	特記事項		
資料による点検	地形	オーバーハング	Y <input checked="" type="radio"/> N			
		集水地形	<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	地形図で確認。		
		崩壊地形	Y <input checked="" type="radio"/> N			
		倒木が多い	Y <input checked="" type="radio"/> N			
		杉林・竹林	<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	現地で確認。		
		落石防護柵背面の余裕幅狭小	Y <input checked="" type="radio"/> N			
	地層・地質	流れ盤	Y <input checked="" type="radio"/> N	終点側法面脇の露頭で確認。		
		断層の分布	Y <input checked="" type="radio"/> N			
		脆弱化しやすい地質	<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	文献では、古生層の風化岩分布地帯である。		
		転石が発生しやすい地質	Y <input checked="" type="radio"/> N			
	強風化	<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	終点側法面脇の露頭で確認。ほぼ土砂状。			
現地の点検	地形・地質	オーバーハング	Y <input checked="" type="radio"/> N			
		集水地形	<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	現地で確認。		
		崩壊地形	Y <input checked="" type="radio"/> N			
		倒木が多い	Y <input checked="" type="radio"/> N			
		流れ盤	Y <input checked="" type="radio"/> N			
		強風化	<input checked="" type="radio"/> Y <input checked="" type="radio"/> N	終点側法面脇の露頭で確認。ほぼ土砂状。		
		その他				
	変状	路面	沈下	有 <input checked="" type="radio"/> 無		
			亀裂の発生	有 <input checked="" type="radio"/> 無		
			亀裂の方向			
亀裂幅の拡大			有 <input checked="" type="radio"/> 無			
亀裂の段差の拡大			有 <input checked="" type="radio"/> 無			
舗装の補修跡			有 <input checked="" type="radio"/> 無			
側溝		側溝の段差・破損	有 <input checked="" type="radio"/> 無			
		側溝への土砂等の堆積	有 <input checked="" type="radio"/> 無			
		側溝から溢水した痕跡	有 <input checked="" type="radio"/> 無			
自然斜面		表層崩壊	有 <input checked="" type="radio"/> 無	自然斜面部分の勾配が10°程度と緩傾斜。		
		地山の亀裂	有 <input checked="" type="radio"/> 無			
		新しい落石	有 <input checked="" type="radio"/> 無			
		落石発生源(転石・浮き石)	有 <input checked="" type="radio"/> 無	強風化岩地帯であり、落石発生源はない。		
		浮き石と岩盤の開口幅拡大	有 <input checked="" type="radio"/> 無			
法面	転石周囲の浸食	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
	落石発生源下方の裸地化	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
擁壁	法面工のひびわれ	<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇年度に更新予定。それまで亀裂観測を実施する。			
	法面工の段差	<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇年度に更新予定。それまで亀裂観測を実施する。			
防護柵	擁壁の沈下	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
	擁壁のひびわれ	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
	擁壁の目地ズレ	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
	擁壁の沈下	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
	擁壁のはらみ出し	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
排水溝	落石防護柵の破損	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
	落石防護柵の腐食	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
	漏水・漏水跡	<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇年〇月に応急処置実施予定。			
	湧水・湧水跡	<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇年〇月に応急処置実施予定。			
	法面排水溝の段差・破損	<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇年〇月に応急処置実施予定。			
	法面排水溝への土砂等の堆積	<input checked="" type="radio"/> 有 <input checked="" type="radio"/> 無	〇年〇月に応急処置実施予定。			
	法面排水溝から溢水した痕跡	有 <input checked="" type="radio"/> 無				
	その他の変状					

表 3-5-4 切土法面点検のチェックシート

施設管理番号		点検月日		
路線名		点検者		
距離標	(自)	所在地		
	(至)			
上下区分	上・下・他	事前通行規制区間指定 有(規制基準連続 mm)・無		
延長	m	迂回路	有・無	
項目		チェック	特記事項	
資料による点検	地形	オーバーハング	Y/N	別途資料(机土)による点検項目
		集水地形	Y/N	
		崩壊地形	Y/N	
		根曲がり・倒木が多い	Y/N	
		杉林・竹林	Y/N	
		落石防護柵背面の余裕幅狭小	Y/N	
	地層・地質	流れ盤	Y/N	
		断層の分布	Y/N	
		脆弱化しやすい地質	Y/N	
		転石が発生しやすい地質	Y/N	
	強風化	Y/N		
現地の点検	地形・地質	オーバーハング	Y/N	
		集水地形	Y/N	
		崩壊地形	Y/N	
		根曲がり・倒木が多い	Y/N	
		流れ盤	Y/N	
		強風化	Y/N	
		その他		
	路面	沈下	有/無	
		亀裂の発生	有/無	
		亀裂の方向		
		亀裂幅の拡大	有/無	
		亀裂の段差の拡大	有/無	
		舗装の補修跡	有/無	
側溝	側溝の段差・破損	有/無		
	側溝への土砂等の堆積	有/無		
	側溝から溢水した痕跡	有/無		
自然斜面	表層崩壊	有/無		
	地山の亀裂	有/無		
	新しい落石	有/無		
	落石発生源(転石・浮き石)	有/無		
	浮き石と岩盤の開口幅拡大	有/無		
	転石周囲の浸食	有/無		
法面	落石発生源下方の裸地化	有/無		
	法面工のひびわれ	有/無		
法面	法面工の段差	有/無		
	擁壁	擁壁の沈下	有/無	
擁壁のひびわれ		有/無		
擁壁の目地ズレ		有/無		
擁壁の沈下		有/無		
擁壁のはらみ出し		有/無		
防護柵	落石防護柵の破損	有/無		
	落石防護柵の腐食	有/無		
排水溝	漏水・漏水跡	有/無		
	湧水・湧水跡	有/無		
	法面排水溝の段差・破損	有/無		
	法面排水溝への土砂等の堆積	有/無		
	法面排水溝から溢水した痕跡	有/無		
	その他の変状			

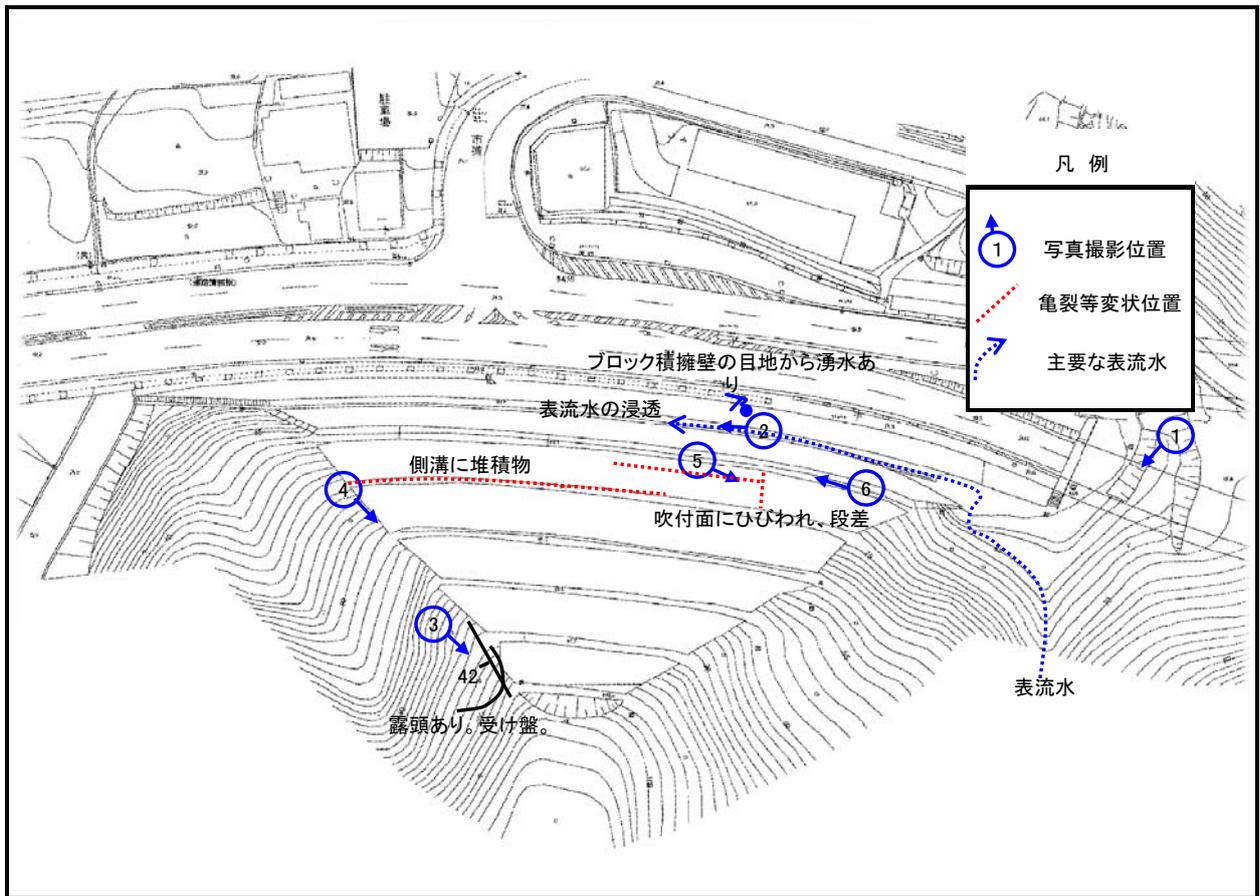


図 3-5-2 位置図、平面図記入例（切土法面）

4. 法面健全性モニタリングの実施

4.1. モニタリング（法面観測）の必要性について

4.1.1. モニタリングの目的と期待する効果

道路法面は、時間の経過と共に劣化するものである。法面の劣化状況を早期に発見し、的確に対処することで、法面の健全性を維持し、道路利用者を法面災害から守ることができる。

また、この波及効果として、老朽化法面数が今後急速に増大する現実の中で、有限な維持管理費や人材を効果的に活用することが期待できるものである。

そのための手段として、3章では主に目視による発見を念頭に、日常管理のなかで早期に発見するための着目点について解説した。

4章では、汎用性のある既存の諸計測手法を活用して、目視監視では限度のある劣化原因（表面の微小変位、法面内部に潜む要因）を早期に発見する手法について解説する。

4.1.2. モニタリング方法

多くの法面は、自然環境に常に曝されているため、様々な変状をかかえている。それらの変状は、法面健全性の低下が表面に現れたものがある一方で、温度変化や車両の衝突などごく表層部の現象に起因し、健全性にあまり問題ないと思われるものもある。これらは、いずれも“亀裂”や“段差”として現れるので、初見段階においては判別が難しい。しかし、定期的に継続観測すれば、健全性の低下を示す変状にはある一定の累積傾向が認められるために判別が可能になる。

さらに法面健全性の低下は、地下水の出入りなどによる法面内部の物性変化（物理量の変化）に関係するものが多いため、表面に目立った変状が現れにくい、“静かな”劣化が進行する場合もある。しかし、この場合でも、わずかな変化が表面に現れていることが多いため、定期的な継続観測により捉えることが可能になる。

すなわち、法面健全性低下を早期発見、早期処置するためには、観測網を整備し、定期的に継続観測することが重要である。

そのための方法として、以下の2段階のモニタリングを行うものとする。

(1) PHASE-1 段階のモニタリング

道路法面は建設直後から、多かれ少なかれ劣化が進行する。PHASE-1 段階のモニタリングは、原則全ての法面を対象に、主に法面表面に現れる変状を対象として、簡易な手法で計測する方法を選択する。

(2) PHASE-2 段階のモニタリング

PHASE-1 段階のモニタリングの結果、健全性劣化によるものと思われる明らかな変位が認められ、今後対策が必要となった段階で、PHASE-2 段階のモニタリングを行う。主に法面表面に現れる変状を精密に計測する他、法面内部の物理量についても把握する方法を選択する。

4.2. 計測手法の選定

4.2.1. 計測手法の選定 (PHASE-1)

比較的簡易で、長期使用に耐える手法を、PHASE-1 段階のモニタリング手法として表 4-2-1 に選定した。

表 4-2-1 モニタリング手法一覧表 (PHASE-1)

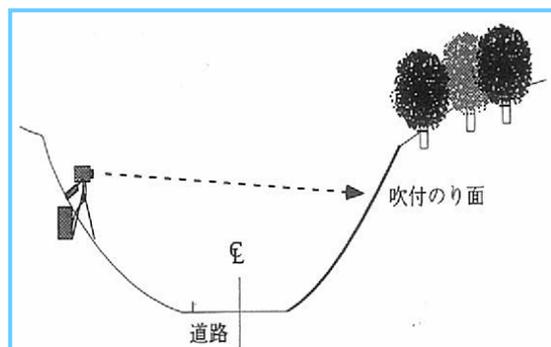
モニタリング対象	観測項目	手法・配置等		頻度
		切土法面	盛土法面	
地表変位	光波測量	要所に基準点配置		年 4 回
	デジタル写真測量	急崖部等接近不能箇所に基準点配置	—	年 4 回
構造物変状	亀裂位置調査 亀裂幅計測	吹付面の亀裂 擁壁等構造物の亀裂・目地	擁壁等構造物の亀裂・目地	年 4 回
地下水位	地下水観測	水位観測孔設置 (要ボーリング)	水位観測孔設置 透水試験	自記録連続観測
地下構造	物理探査	屈折法弾性波	表面波探査	数年毎

(1) 光波測量、デジタル写真測量

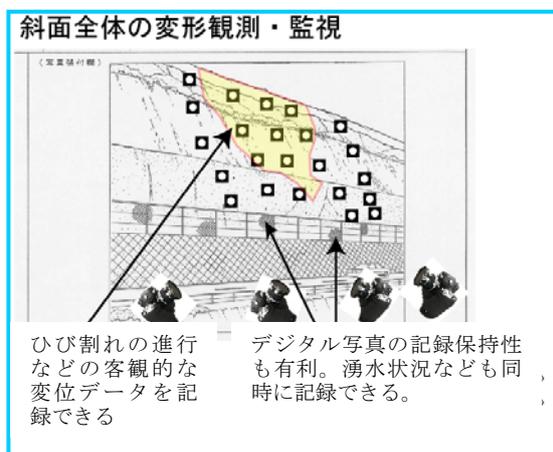
一般の測量作業で用いられる測量機器を使用。

法面の要所（法肩、法尻、途中の小段等）に座標点を設置し、定期的に変位の進行状況を把握する（右写真）。

急崖部で人が近づきにくい地点は、デジタル写真測量による手法がある（下左、下右写真）。



法面上の座標点測量による変位把握模式図



デジタル写真測量計測模式図



デジタル写真測量実施状況

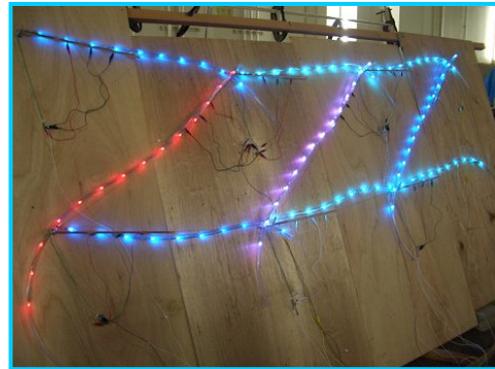
(2) 亀裂調査、亀裂幅計測

写真（左）のように、亀裂を挟んで計測ピンを設置し、その間の距離を年 1 回変位の進行状況を把握する。

急崖部など、人が近づきにくい地点は、光る変位計による計測手法がある（電源必要）。



計測ピンを使用した亀裂幅計測

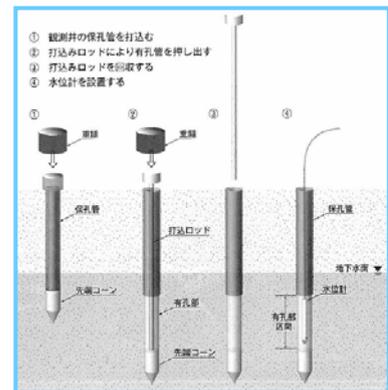


光る変位計を使用した亀裂変位計測

(3) 地下水観測

地下水観測孔を設置するためには、切土部のような固い地盤の場合、ボーリングが必要になる。法面のなかには、既往の調査などでそのまま放置された水位観測孔もあるので、できるだけそのような観測孔を有効活用する。

また、盛土のような軟らかい地盤の場合、左図に示すような、簡易打撃装置により設置する、打ち込み式水位観測装置が開発されている。



打ち込み式水位観測装置

(4) 物理探査

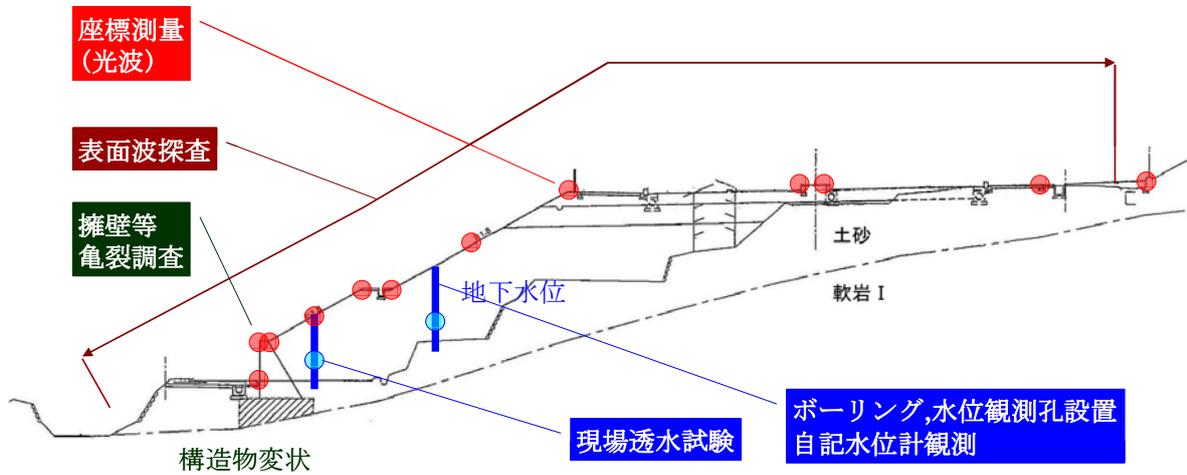
地下構造を知るためには、やはり物理探査やボーリング調査が必要である。切土地盤では、屈折法弾性波探査、盛土地盤では、表面波探査（右図）が、物理探査のなかでは比較的簡易にできる手法である。



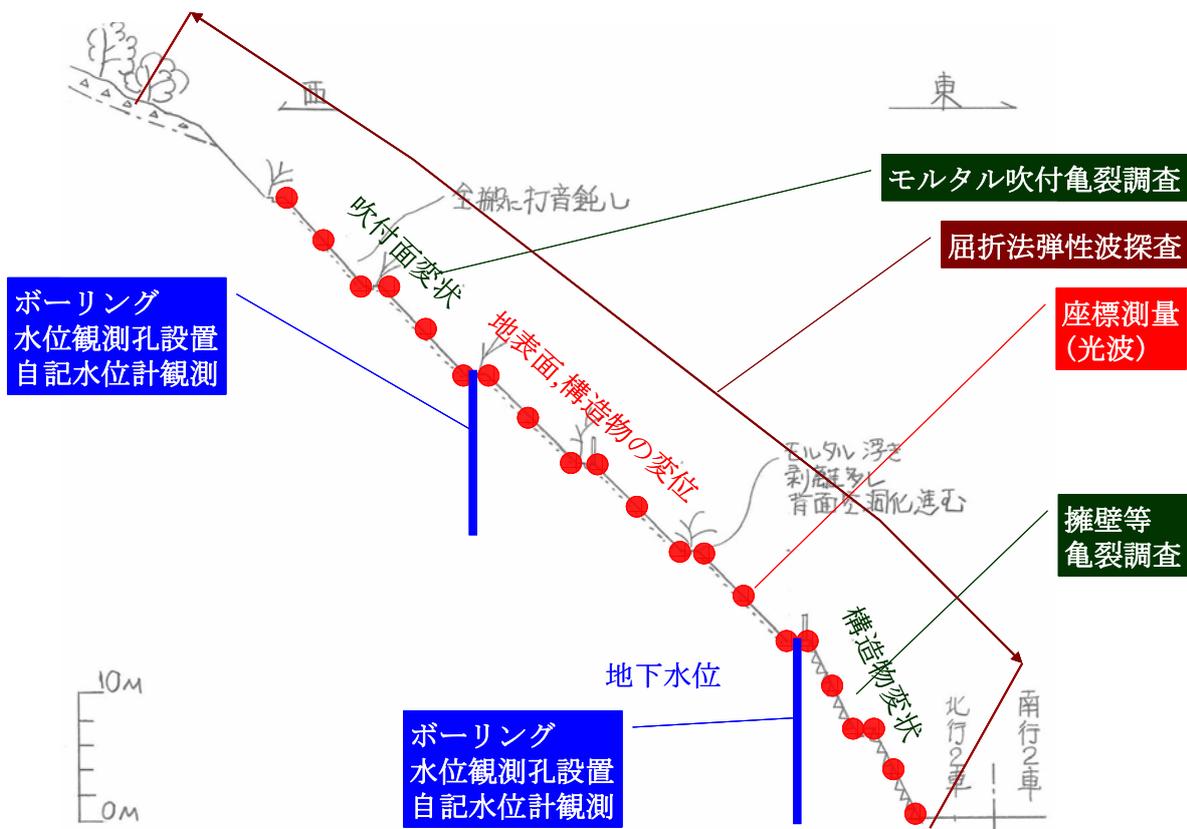
表面波探査実施状況

4.2.2. モニタリング手法配置例

(1) 盛土法面モニタリング手法の例



(2) 切土法面モニタリング手法の例 (勾配 1:1.0 程度の場合)



(3) 切土法面モニタリング手法の例（急崖法面の場合）

- ・ 接近困難で光波測量不可能な地点はデジタル写真測量で計測する。
- ・ 初期ターゲット設置作業は専門クライマー降下作業によりネット隙間より設置する必要があるが、その後は道路面近傍から計測が可能である。



デジタル写真撮影状況



法面に設置された計測点（ターゲット）

4.2.3. 計測手法の選定(PHASE-2)

PHASE-1 段階のモニタリングにより、明らかな変位が認められた場合は、さらに詳細なモニタリングに移行する必要がでてくる。この段階のモニタリング手法を PHASE-2 段階として表 4-2-2 に選定した。

この選定項目を見てもわかるとおり、この段階では道路の安全確保が優先されるため、有識者や専門技術者を交え、対策工までを念頭においた調査項目になると考えられる。

したがって、手法の選定は、対象法面の変状の規模や速度などにより大きく左右されることになるので、本書では表 4-2-2 の記載にとどめておく。

表 4-2-2 モニタリング手法一覧表 (PHASE-2)

モニタリング対象	観測項目	手法・配置等	
		切土法面	盛土法面
吹付面背面の空洞・土砂化	熱赤外線調査	法面を面的探査	—
	パルス波地中レーダ探査	法面を格子状探査	—
	コア抜き	上記 2 手法の異常疑い箇所を直接確認	—
地下構造	屈折法探査	測線展開 (主に横断方向) 主に地盤の劣化度を確認	—
	反射法探査	測線展開 (主に横断方向) 流れ盤等不連続面の存在、進展を確認	—
	電気・電磁気探査	測線展開 (主に横断方向) 主に地盤の劣化度、含水状態を確認	—
	連続波地中レーダ探査	法面を格子状探査 主に流れ盤等不連続面の存在、進展を確認	—
	ボーリング調査	重要部の地盤を直接確認 地下水位を直接確認 水位観測孔設置	重要部の地盤を直接確認 地下水位を直接確認 N 値
地中変位	孔内傾斜計観測	水平変位量、変位方向、変位深度	

※電気・電磁気探査は、法面にラス金網や鉄筋などの金属体が存在する場合は探査不可。

※地中レーダ探査は、法面にラス金網や鉄筋などの金属体が密に存在する場合は探査不可になることがある。

※地中レーダ探査の探査可能深度は、パルス波の場合は 1.5m 程度、連続波の場合は 10m 程度。

※地盤の劣化度の進行状況、変位の進行状況等は、1 回の計測ではなく時間をおいた複数回の測定による差分から把握する。

4.3. 物理探査手法の概要と特徴

盛土および切土法面の健全性評価手法のうち、物理探査手法について、概要、探査可能な範囲および特徴を以下の一覧表に示す。

物理探査手法にも各種各様の手法が存在する。精度やコストも様々であり、測定限界もある。したがって、調査目的に応じて使い分ける必要がある。

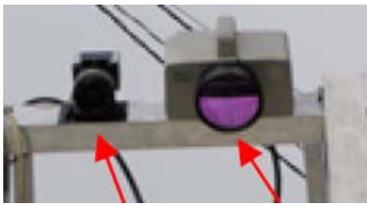
表 4-3-1 法面健全性評価に関する物理探査手法比較結果一覧表

		熱赤外線映像法探査	弾性波探査	地中レーダ探査	電気・電磁気探査
手法		熱赤外線カメラを用いる点は共通。カメラの撮影方式として、地上固定式、車両搭載式、有人ヘリコプター搭載式の3種。	屈折法探査、反射法探査、表面波探査の3種	パルス波地中レーダ、連続波地中レーダの2種	VLF探査、FDEM探査、比抵抗探査の3種
特徴		吹付法面背面に存在する空洞等を、熱の変化として間接的に捉える探査である。吹付部材厚さなどにも結果が左右されることがあるが、法面の広い範囲を短時間で面的に把握することができる。 天候、撮影視野、撮影時間帯など、撮影に適する条件が要求される。また、画像で異常を検出した箇所が、現地で位置再現できるための工夫が必要である。	屈折法探査は、土木地質調査で用いられる一般的な調査手法で、地下の速度構造を求め、反射法探査は地下の反射面の分布を求め、表面波探査は、地盤のS波速度構造を求め、 屈折法探査と反射法探査は、吹付面を削孔して計器を設置する必要があり、法面を極力痛めないための工夫が必要である。 表面波探査は、吹付面を削孔せず受振器の設置ができるが、分解能はやや低下することがある。	パルス波地中レーダは高分解能であるが、探査深度は2m程度まで。連続波地中レーダは深度10m程度まで探査可能であるが、若干分解能は低下する。 なお、パルス波地中レーダは表層部に鉄筋等が存在する場合はそれ以深の構造確認は困難である。 連続波地中レーダは、法面表面の鉄筋を透過して、その下位の地盤状況を確認可能である。	反射法探査や地中レーダほどの分解能はないが、大きな地質構造の変化や、地盤の含水状態などを包括的に捉える目的に適用可能。 なお、近傍に鉄工作物などの低比抵抗体が存在しないことが条件であり、一般に都市部では適用しにくい。
検討項目	作業性	基本的に法面上での作業がないため、作業性はよい。	地震計設置や測線展開等、法面上での作業が必要。表面波探査は、S波起振を必要とするなど急斜面では作業困難であり一般に盛土法面への適用に限定される。	観測器を法面表面にスライドさせての作業になるため、平滑な法面での作業が望ましい。	VLFは人が観測器を持ち歩く簡易な手法であるが原理的に急斜面では不適。FDEMは地中レーダと同様に法面に観測器を法面表面にスライドさせての作業になる。比抵抗探査は電極設置や測線展開等、法面上での作業が必要。
	コスト	一般に安価であるが、対象法面の広さ、箇所数などに応じて、地上固定式か、移動体設置方式か選択し、コスト対策をはかる必要あり。	屈折法探査はやや安価、反射法探査は高価。表面波探査は表面に受振器を設置するため安価である。	パルス波地中レーダは一般に安価、連続波地中レーダはやや安価である。	一般にVLFは安価、FDEMと比抵抗探査はやや安価である。
	安全性	法面から離れた場所からの撮影であり、通行車両への影響が少なく、安全性は高い。	法面上での作業が必要であり、通行車両への影響など、安全への配慮が必要。	法面上での作業が必要であり、通行車両への影響など、安全への配慮が必要。	VLF以外は、法面上での作業が必要であり、通行車両への影響など、安全への配慮が必要。
法面劣化要因	吹付面背面の状態	吹付面背面の空洞は探査可能。	探査不能。	パルス波地中レーダは探査可能。	探査不能。
	表層部劣化(概ね2mまで)	探査不能。	探査可能。	探査可能。パルス波地中レーダが分解能が高い。	探査可能。
	深層部劣化(概ね10mまで)	探査不能。	探査可能。	連続波地中レーダは探査可能。	探査可能。
	地質構造(流れ盤か受け盤か)	探査不能。	反射法探査は探査可能。	パルス波地中レーダは表層部、連続波地中レーダは深層部の探査が可能。	破碎帯の存在等、比抵抗値に大きな差が生じる地質構造の場合は探査可能。
	地下水	吹付面背面に湧水が存在する場合には、検出可能であるが、地下水は一般には探査不能。	地下水の存在を捉える可能性はあるが、弾性波速度は地盤を構成する地質に左右されるため、一般に識別が困難である。この識別が可能となるか現在研究中。	地下水の確認は一般に不可とされるが、地下水面が存在する場合は、理論上検出できる可能性があり、現在研究中。	他の手法と比較して、地下水の存在を捉える可能性が高いが、比抵抗値は地盤を構成する地質にも左右されるので、解釈に注意を要する。
先験情報の必要性		先験情報として数箇所コア抜きを実施し、吹付面背面の状態を直接確認することにより、適切な閾値を設定し、空洞や土砂化の検出精度向上をはかることが望ましい。	先験情報としてボーリング等を実施し、探査で捉えた境界面や速度層構成を正確に解釈することが望ましい。	先験情報としてボーリング等を実施し、探査で捉えた境界面を正確に解釈することが望ましい。	先験情報としてボーリング等を実施し、探査で捉えた比抵抗分布を正確に解釈することが望ましい。
法面健全性評価手法としての適用性		安価・簡便な手法であり、吹付面の状態を平面的に捉えることができるため、切土表面劣化部の絞り込みに有効である。 また、長期モニタリングにより、温度変化量の差分から吹付面の劣化状進行況を把握し、健全度評価への適用が期待される。	反射法探査は切土の地質構造把握への適用が期待される。 屈折法探査は、長期モニタリングによりP波速度の変化を捉えることで、切土を構成する地質の劣化進行状況を把握し、健全度評価への適用が期待される。 表面波探査は、盛土に限定されるが、作業が比較的簡便であり、盛土地盤線境界の把握は適用可能であるとともに、S波分布図をN値分布図に解釈できる利点がある。	パルス波地中レーダは、平行測線を多く設定することにより、切土表面～表層部の状態を平面的に捉えることができるため、切土劣化部の絞り込みに有効である。 また、パルス波および連続波地中レーダは、切土および盛土法面の地質構造把握への適用が期待される。	VLFは、安価・簡便な手法であり、広域な地盤情報収集に適するため、切土劣化部の絞り込みに有効である。 FDEMと比抵抗探査は、長期モニタリングにより切土および盛土の地下水状態を把握できる手法として期待される。しかし、現時点ではボーリング孔を用いて直接地下水を計測する手法と比較できる段階には至っていない。今後地下水条件が異なる時期に複数回測定し、その差分を求めると地下水の存在を捉えられるか、今後検証する予定である。

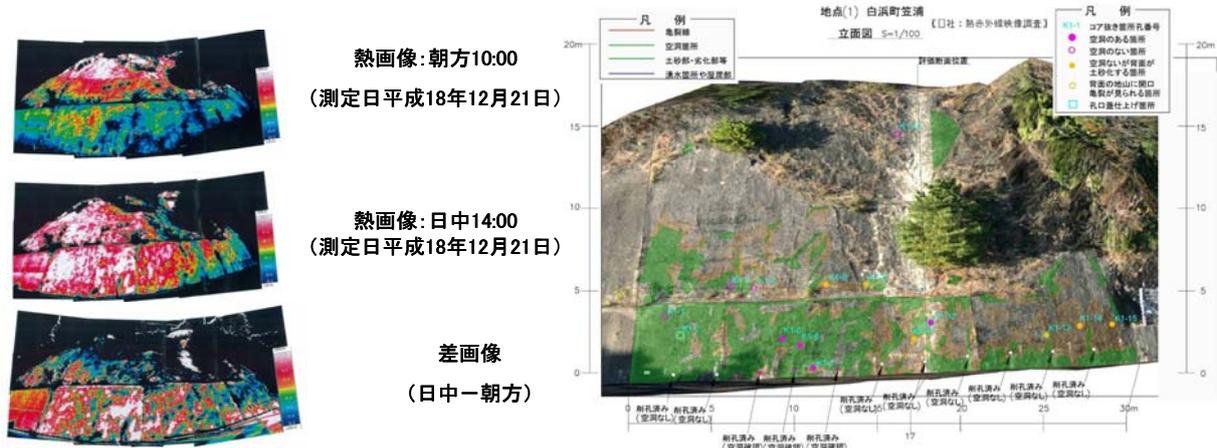
※青塗色部：探査可能 緑塗色部：条件付きで探査可能 黄色塗色部：限定的に探査可能 桃色塗色部：探査不能

＜熱赤外線映像法探査＞

熱赤外線映像法探査は、撮影機材は基本的に共通であるが、撮影媒体は大別して以下の3方式がある。

	地上(固定式)	地上(移動体)	上空(移動体)
撮影機材		 可視カメラ 熱赤線カメラ	 可視カメラ 熱赤線カメラ
撮影媒体			

熱赤外線映像法は、コア抜きにより直接空洞や土砂化を確認した結果から、閾値の決定（コア抜き実施前の再解析）をした場合に探査精度の向上が期待できる（下図参照）。

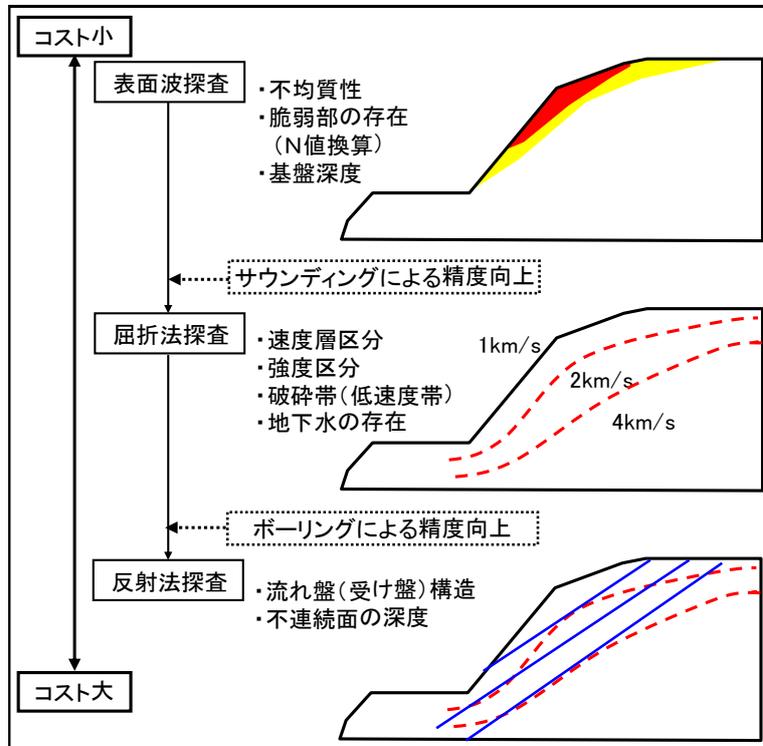


地点(1)調査結果	正解率 (3+6+3)/15=80%←40%	
	コア抜き結果	解析結果
空洞あり	4	3
空洞なし背面土砂化亀裂化	7	0→6
空洞なし	4	3

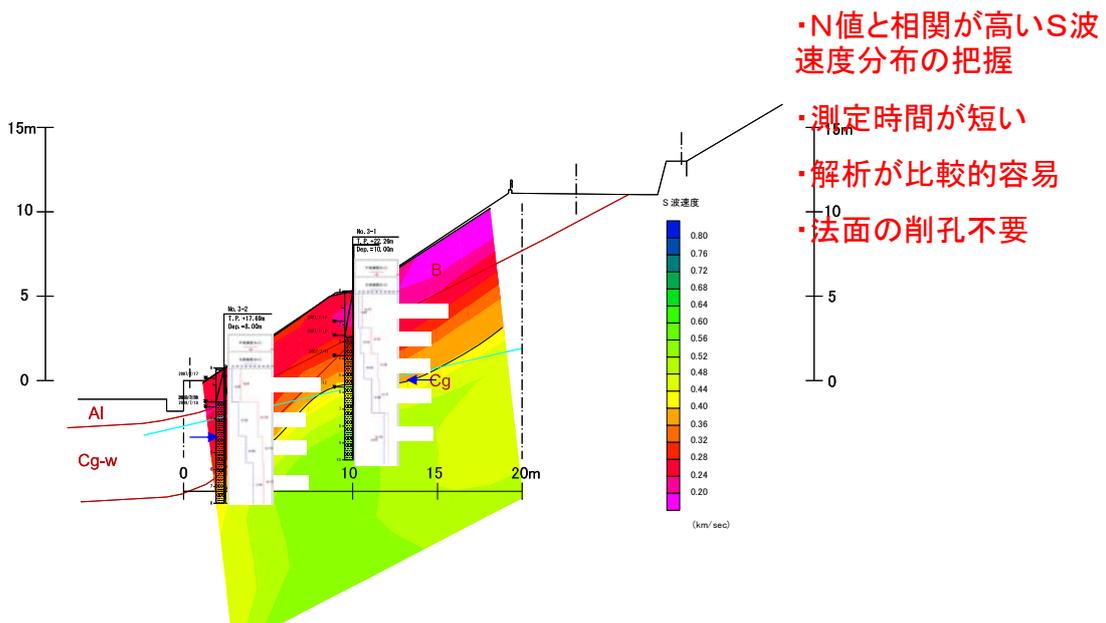
空洞箇所
 風化箇所

<弾性波探査>

弾性波探査には、大別して「表面波探査」、「屈折法探査」、「反射法探査」の3手法があり、下図に示すとおり、コストや健全性評価項目に階層的な関係がある。これに加えて、道路管理者としては、調査の精度と範囲も手法選定の上で重要である。



表面波探査の例



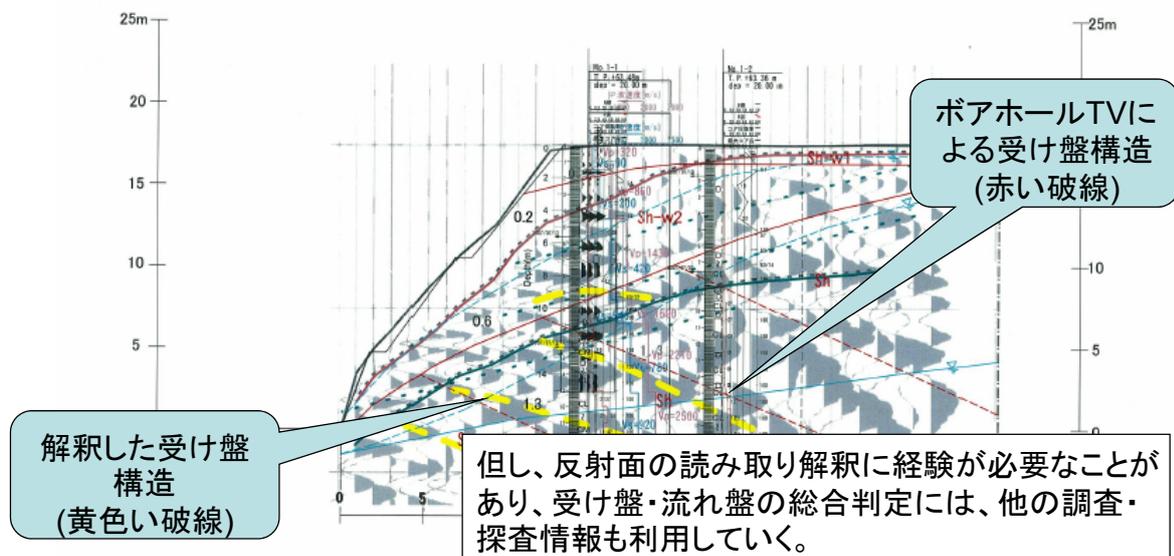
・孔内速度検層の結果と比較すると、上段部分の盛土部(B)の下の厚さ4m程度の部分は低速度部であり、表面波探査でも捕えられた。

屈折法・反射法探査の例

物理探査凡例	
	第一層速度層境界(屈折法)
	基盤速度層境界(屈折法)
	反射面(当初解釈、反射法)
	反射面(先見情報、反射法)

凡 例	
	地層区分線
	地質構造の傾斜
	常時地下水位
	観測地下水位

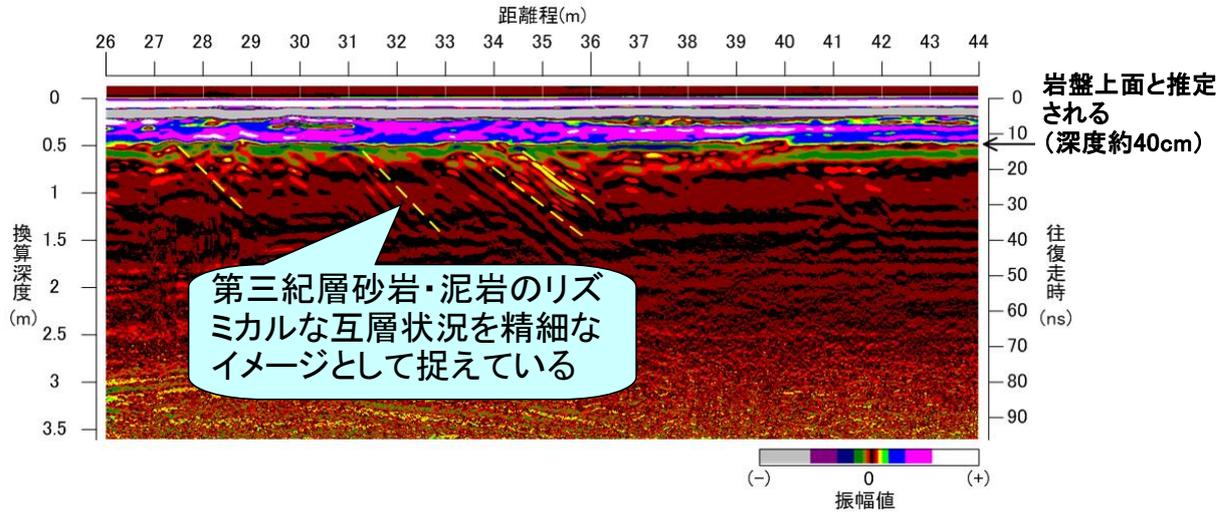
反射法を切土法面に適用することで、重要な着目点である「流れ盤」の検出が可能となる。



＜地中レーダー探査＞

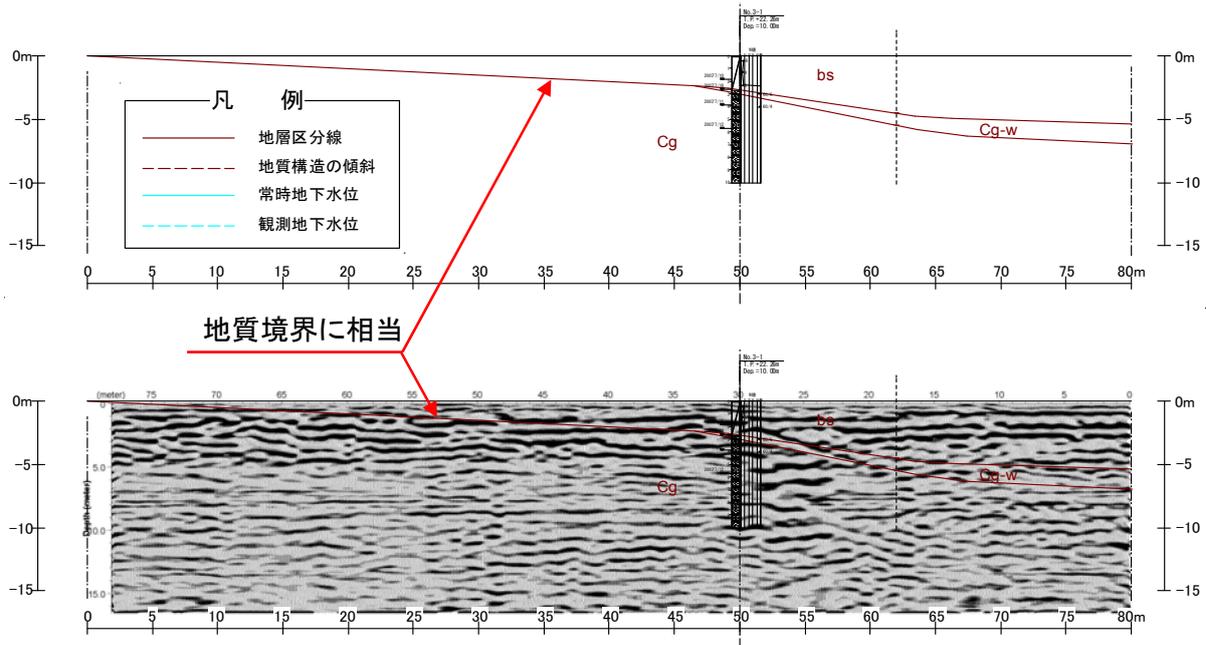
パルス波地中レーダーの例

地中レーダーの適用により、危険な構造の詳細イメージの取得が可能となる。

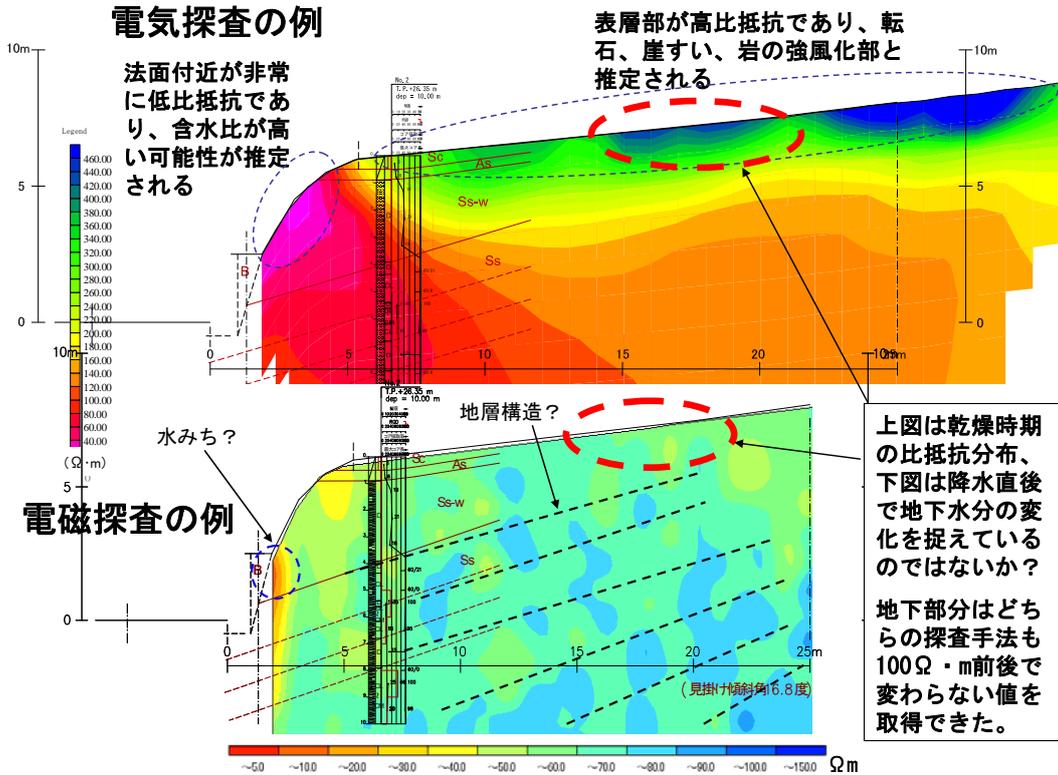


連続波地中レーダーの例

- ・ 地層境界：地中レーダー連続波方式を利用することで、法面探査に必要な探査深度10m以上が可能になることが示された。
- ・ 法面に施工されていることが多いのり枠などに、高密度で入る鉄筋を透過させて地下情報取得が可能である。

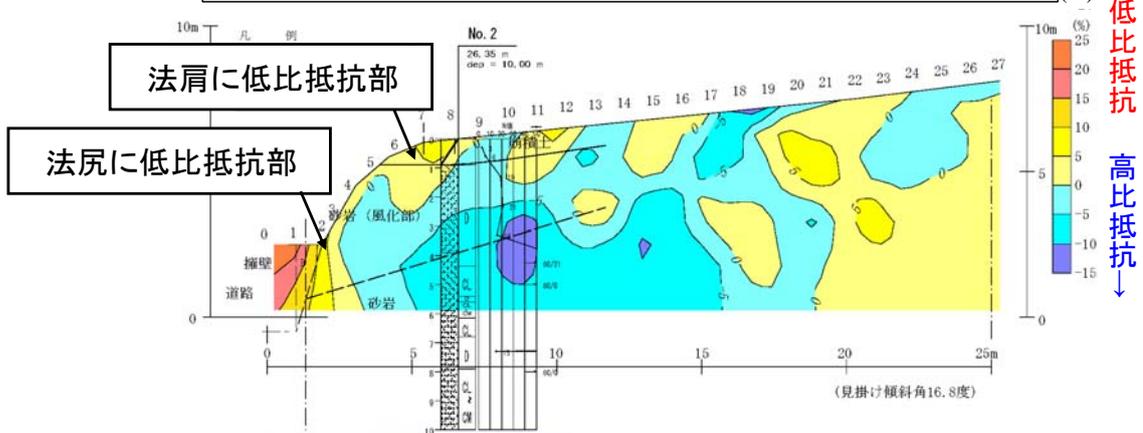
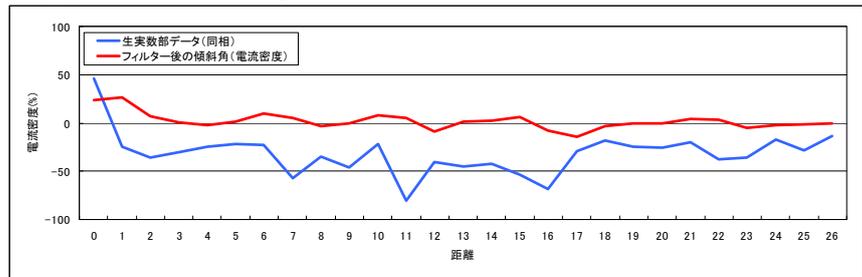


<電気・電磁気探査>



電磁(VLF)探査の例

電磁探査法-VLF探査結果では、非常に簡便・低コストで地盤の不均質性を把握できる可能性が示された。



4.4. 法面健全性を維持する対策工の基本方針

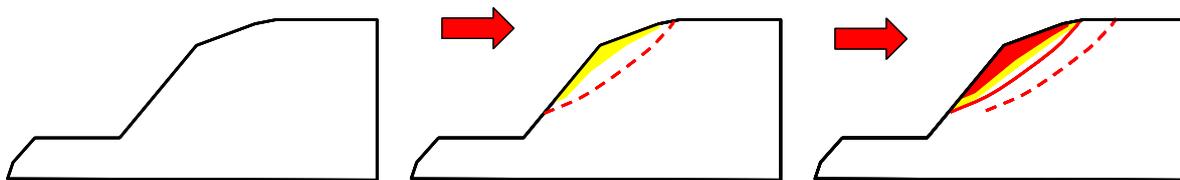
これまでの道路法面对策は、崩壊の発生等によって道路の通行に対して明らかな問題が生じた法面に対して実施される事例が多かった。対策工法は、基準類（道路土工指針等）に従い規定されたレベル以上の安全性を確保したものを採用する必要がある、経済性を追求するにも限度がある。

今後、老朽化法面の規模や数が確実に増加することがわかっているが、少子高齢社会を迎え、道路の維持予算の確保が厳しい状況下であり、従来の道路法面对策方針では安心安全な道路を提供することがさらに厳しくなることが予想される。

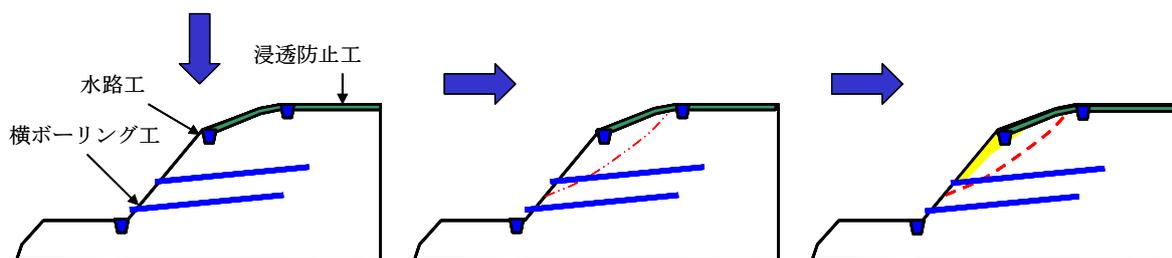
このような社会的背景のなかで、道路法面の長寿命化をはかることが有効な方策と考えられる。つまり、道路法面が本来持っている健全性を維持する機能をできるだけ保護していくことが重要であり、日常の道路管理が果たす役割は大きい。

道路法面における特に重要なポイントは、法面への水の浸入をできるだけ減少させることである。本書がめざす法面健全性を維持する対策工の考え方は以下のとおりである。

◎水の浸入に対して有効な対策が無い状態では、今は健全な法面であったとしても次第に劣化が進行する。



◎それに対し、抑制工（比較的軽微な対策工）により法面内への水の浸入や貯留を減らすことができれば、法面の健全性をより長く維持できることが期待できる。



◎長期的に見れば、より少ない対策コストで、より効果的な安定性維持が期待できる。

◎水の浸入 100%カットをめざす必要はない。上記のような積極的な抑制工がなされていなくても、例えば水路の清掃など、こまめな維持作業の継続が法面健全性を維持するために非常に効果的である。

5. 初期情報・補修履歴などの保存

5.1. 盛土法面

盛土の長期劣化は、盛土本体への降雨・地下水の浸入が大きい要因であり、排水設備の損傷やその補修情報を保存することが重要であるため、記録して保存することとする。

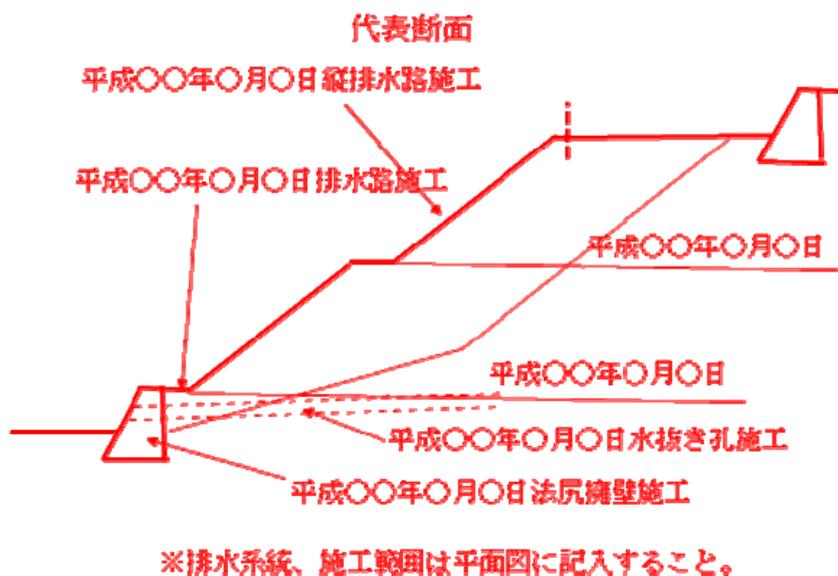
5.1.1. 記載様式

盛土築造(修復)記録簿(案)				事務所:	
担当課		担当者			
記載年月日	平成 年 月 日	前回工事～ 今回工事 までの 期間中の 気象資料等	平成 年 月 日の豪雨		
工事名称			観測位置		
着工年月日	平成 年 月 日		最大24時間雨量 mm		
完成年月日	平成 年 月 日		最大1時間雨量 mm		
路線名					
工事施工位置	キロポスト: km (地内)				
盛土築造(修復) 概要	施工(復旧)延長 L= m 排土量 V= m ³ 盛土量 V= m ³	推定原因			
	縦排水路工(L=) L= m(本) 横排水路工(L=) L= m(本) 種子散布工 A= m ² 吹付法砕工 A= m ² その他の法面工 排水ボーリング工(L=) L= m(本)				
位置図・流域図等			平面図横断面図等 (排水系統を明記、完成年月日を記載)		
盛土材料試験結果等			改良工法等特記事項		

※詳細図面、写真、観測記録など、上記欄内に記載できないものは、別紙に添付すること。

5.1.2. 記載要領

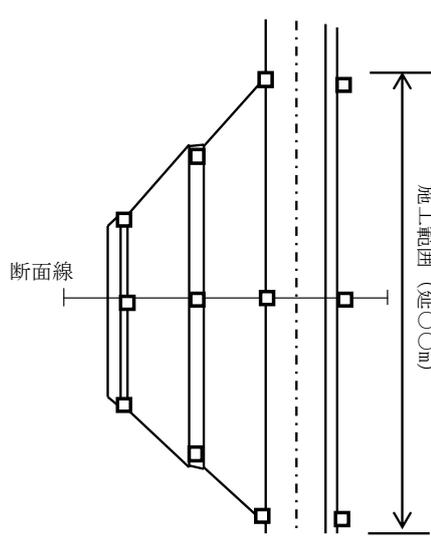
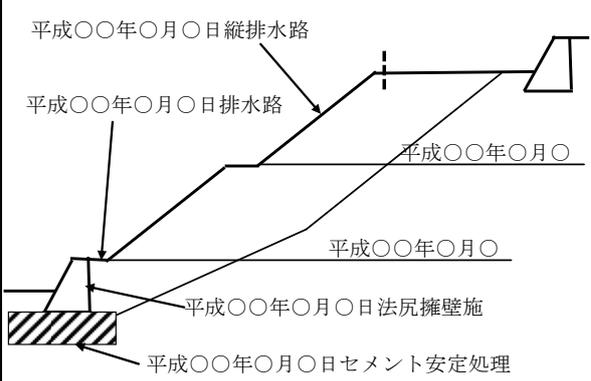
- ① 事務所、担当課、担当者、記載年月日、工事名称、着工年月日、完成年月日、路線名は、該当する内容をそれぞれ記載する。
- ② 「前回工事～今回工事までの期間中の気象資料等」は、前回工事～今回工事の期間の豪雨について記載する。記載する対象の豪雨は、当該法面に最も近いテレメータなどによって記録された①連続雨量 100 mm以上、②日雨量 100 mm以上、③ 1時間雨量 50 mm以上のいずれかに該当する降雨とする。複数の降雨があった場合には、別紙に記録し、その旨も記載しておく。
- ③ 「工事位置」は、距離標 (kp) と地先名を示すこと。新設の場合は、暫定的に測点と地先名を記載しておき、距離標が設定されしだい kp 表示に変更すること。
- ④ 盛土施工 (補修) 概要
 - ・ 「施工 (補修) 延長」は、施工または補修した平均延長を記入する。
 - ・ 「排土量」「盛土量」は、それぞれ該当する土工量を概算でもよいので記入する。
 - ・ 「排水路工」は、() 内に当該法面の縦排水工と横排水工の総延長を概算でもよいので記入する。あわせて、内訳も記入する。
 - ・ 「種子散布工」は、当該法面の種子散布工の面積を概算でもよいので記入する。
 - ・ 「法枠工」は、当該法面の法枠工の面積を概算でもよいので記入する。
 - ・ 「その他の法面工」は、当該法面の種子散布工・法枠工以外の法面工の面積を概算でもよいので記入する。
 - ・ 「推定原因」は、補修した場合に損傷が生じた原因を推定して、記入する。
- ⑤ 「位置図・流域図等」、「平面図・横断面図等」、「盛土材量試験結果等」、「改良工法等特記事項」は、該当する図、結果などを提示する。むやみに縮小せずに別紙に提示するのがよい。
- ⑥ 急速な施工は、盛土の健全性に影響を与える可能性があるため、代表的な施工年月日も記載しておくこと。以下に事例を示す。



5.1.3. 記載例

盛土築造記録簿(新設の場合の記載例)

事務所：〇〇〇国道事務所

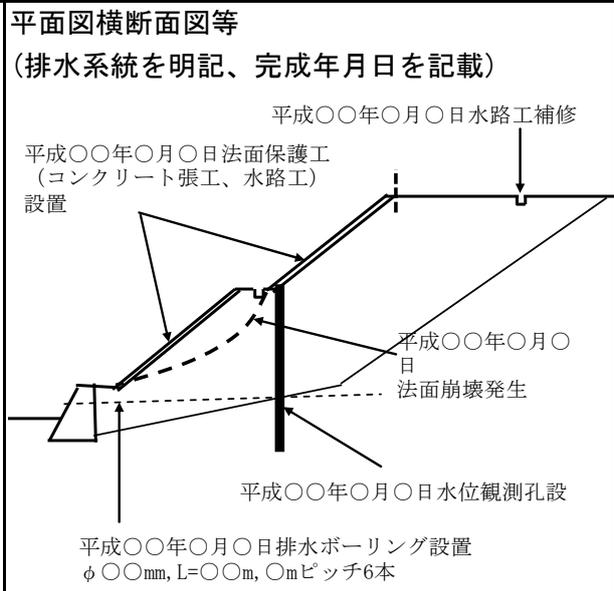
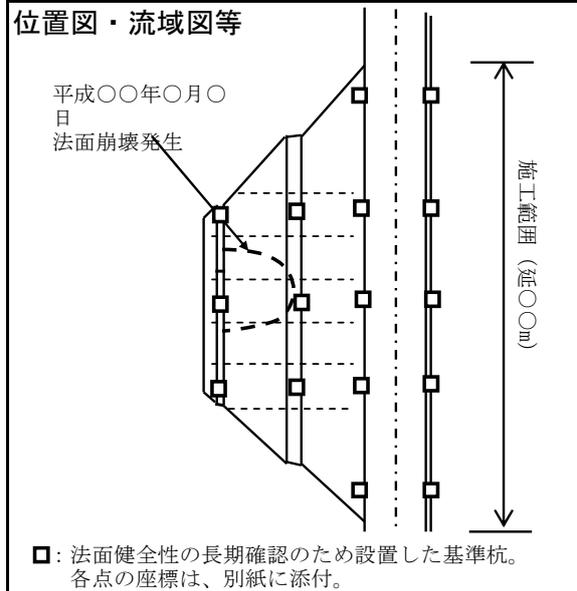
担当課		〇〇〇管理課		担当者	〇〇〇〇
記載年月日	平成 〇〇年 〇月〇〇日			平成〇〇年〇月〇日の豪雨	
工事名称	〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇工事			工事期間中の 気象資料等	観測位置 〇〇アメダス
着工年月日	平成 〇〇年 〇月〇〇日				最大24時間雨量 180mm
完成年月日	平成 △△年 △月 △日				最大1時間雨量 35mm
路線名	国道〇〇号				
工事施工位置	キロポスト：105.9 km (〇〇県〇〇市大字〇〇地内)				
盛土築造 概要	施工延長 L=〇〇m 排土量 V= - m ³ 盛土量 V= 〇〇m ³ 排水路工 L=〇〇m(本) 種子散布工 A=〇〇m ² 地盤改良 V=〇〇m ³ 重力式擁壁 L=〇m			推定原因 施工中特に変状は認められなかった。	
位置図・流域図等			平面図横断面図等 (排水系統を明記、完成年月日を記載)		
 <p>断面線</p> <p>施工範囲(延〇〇m)</p> <p>□：法面健全性の長期確認のため設置した基準杭。 各点の座標は、別紙に添付。</p>			 <p>平成〇〇年〇月〇日縦排水路</p> <p>平成〇〇年〇月〇日排水路</p> <p>平成〇〇年〇月〇日法尻擁壁施</p> <p>平成〇〇年〇月〇日セメント安定処理</p> <p>※排水系統、施工範囲は別紙添付平面図を参照</p>		
盛土材料試験結果等			改良工法等特記事項		
<路体・路床> ・土粒子密度：〇〇〇~△△△ ・土の含水比：〇〇〇~△△△ ・土の粒度：〇〇〇~△△△ ・土の液性限界・塑性限界：〇〇〇~△△△ ・土の締固め試験：〇〇〇~△△△ ・土のCBR試験：〇〇〇~△△△ 本試料は路床材、路体材として適すると判定。			<セメント安定処理概要> ・工事期間：平成〇〇年〇月〇日~〇月〇日 ・施工範囲：〇m×〇m、深さ〇m 計〇〇m ³ ・室内試験結果より、特殊セメント(△△)を100kg/m ³ 添加することとした。 ・バックホウで、深さ△cm攪拌。 ・振動ローラー(〇t)およびハンドローラー(△t)で転圧。 ・RI計器を用いて品質管理。		
			写真-1 施工前 写真-2 完成後		
※縮小版平面図、全横断面図、他施工中写真は、別紙に添付。					

盛土築造記録簿(修復の場合の記入例)

事務所：〇〇〇国道事務所

記載年月日	平成 〇〇年 〇月〇〇日	担当課	〇〇〇維持出張所	担当者	△△△△
工事名称	〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇工事	前回工事～ 今回工事 までの 期間中の 気象資料等	平成〇〇年〇月〇日の豪雨		
着工年月日	平成 〇〇年 〇月〇〇日	観測位置 〇〇アメダス			
完成年月日	平成 △△年 △月△日	最大24時間雨量 230mm 最大1時間雨量 40mm			
路線名	国道〇〇号				
工事施工位置	キロポスト：〇〇〇km (〇〇県〇〇市大字〇〇〇地内)				

盛土築造(修復)概要	施工(復旧)延長 L=〇〇m 排土量 V= 〇〇〇m ³ 盛土量 V= 〇〇〇m ³ 縦排水路工L=〇〇m(〇本) 横排水路工L=〇〇m(〇本) コンクリート張工 A=〇〇〇m ² 排水ボーリング工L=〇〇m(計6本)	推定原因 日雨量230mm、時間雨量40mmの降雨直後に崩壊が発生したことから、集中豪雨により排水機能が低下し盛土内部の地下水位が上昇し崩壊に至ったと推定される。
------------	--	--



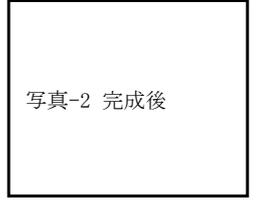
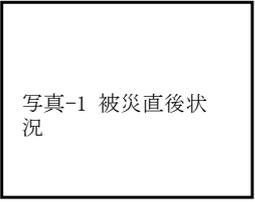
盛土材料試験結果等

道路被災復旧を優先したため、盛土材のセメント改良における試験は未実施。
 ボーリング調査の結果、未崩壊部の盛土材は健全であることを確認したため、盛土材のセメント改良材の置き換えは崩壊部のみで十分であることを確認した。
 今後も盛土内へ地下水浸透→水位上昇が発生する可能性があるため、水路の補修、コンクリート張による降水浸透防止、排水ボーリングを実施する方針とした。

改良工法等特記事項

＜法面崩壊補修概要＞

- ・崩壊部は、高含水比不良土砂を除去し、セメント改良材(〇〇kg/m³)充填により修復。
- ・法面にコンクリート張工: 〇〇m²
- ・小段部に水路工設置、既設側溝は補修、清掃。
- ・水位観測孔設置。
- ・水位観測の結果、降雨時に水位上昇が認められたため、排水ボーリング孔を設置。
- ・排水ボーリング孔設置後は、水位上昇が認められないため、修復工事完了とした。



※縮小版平面図、全横断面図、他施工中写真は、別紙に添付

5.2. 切土法面

切土の劣化は、切り取りによる除荷によって生じる地山のゆるみによって始まり、これが長期劣化の大きい要因であるため、切り取り時の情報を保存することが重要であるため、記録して保存することとする。

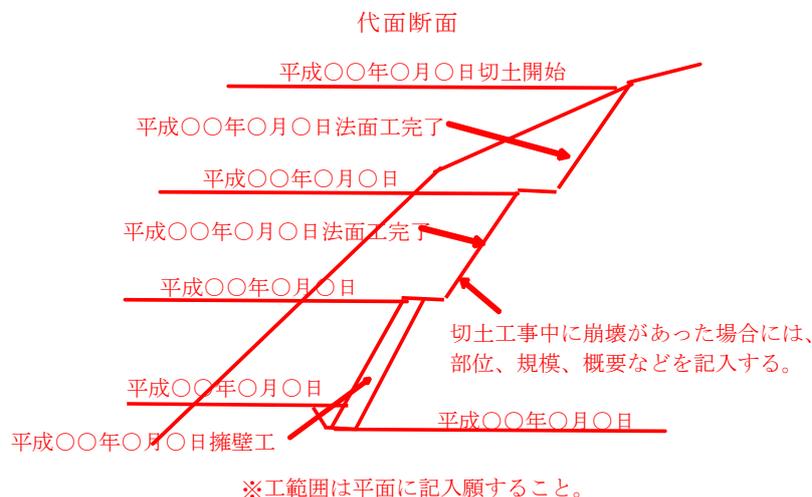
5.2.1. 記載様式

切土築造(修復)記録簿(案)		事務所:	
	担当課		担当者
記載年月日	平成 年 月 日	工事期間中の 気象資料等	平成 年 月 日の豪雨
工事名称			観測位置
着工年月日	平成 年 月 日		最大24時間雨量 mm
完成年月日	平成 年 月 日		最大1時間雨量 mm
路線名			
工事施工位置	キロポスト: km (地内)		
盛土築造(修復)概要	施工(復旧)延長 L= m 排土工 V= m ³ 縦排水路工(L=) L= m(本) 横排水路工(L=) L= m(本) 排水ボーリング工(L=) L= m(本) 吹付工 A= m ² 法枠工 A= m ² その他の法面工(工) A= m ²	切土中の崩壊規模	推定原因
地質平面図・地質断面図		切土完成平面図・横断面等 (切土順序・完了年月日を記載)	
弾性波探査等の物理探査結果等			

※詳細図面、写真、観測記録など、上記欄内に記載できないものは、別紙に添付すること。

5.2.2. 記載要領

- ①事務所、担当課、担当者、記載年月日、工事名称、着工年月日、完成年月日、路線名は、該当する内容をそれぞれ記載する。
- ②「工事期間中の気象資料等」は、切り取り工事期間中の豪雨について記載する。記載する対象の豪雨は、当該法面に最も近いテレメータなどによって記録された①連続雨量 100 mm 以上、②日雨量 100 mm 以上、③ 1 時間雨量 50 mm 以上のいずれかに該当する降雨とする。複数の降雨があった場合には、別紙に記録し、その旨も記載しておく。
- ③「工事位置」は、距離標 (kp) と地先名を示すこと。新設の場合は、暫定的に測点と地先名を記載しておき、距離標が設定されしだい kp 表示に変更すること。
- ④切土工時の概要
 - ・ 「排土量」は、工事によって切り取った土工量を記入する。
 - ・ 「排水路工」は、() 内に当該法面の縦排水工と横排水工の総延長を記入する。あわせて、内訳も記入する。
 - ・ 「法枠工」は、当該法面の法枠工の面積を記入する。
 - ・ 「吹付工」は、当該法面の吹付工の面積を記入する。() には、コンクリート、モルタル、厚層基材などの吹付材料を記入する
 - ・ 「アンカー工」は、当該法面のアンカー工の延長を記入する。() 内に当該法面のアンカー工の総延長を記入する。あわせて、内訳も記入する。
 - ・ 「その他の法面工」は、当該法面の法枠工・吹付工以外の法面工の面積を記入する。
 - ・ 「切土中の崩壊規模」、「推定原因」は、切土工事に崩壊があった場合には、今後の維持管理の貴重なデータとなるので、いかに小規模であっても規模と推定原因について、記載すること。
- ⑤「地質平面図・地質断面図等」、「弾性波探査等の物理探査結果等」、「切土完成平面図・横断面図等」は、該当する図、結果などを提示する。むやみに縮小せずに別紙に提示するのがよい。
- ⑥急速な施工は、地山のゆるみの程度に影響し、ひいては長期的な健全性に影響を与える可能性があるため、代表的な施工年月日も記載しておくこと。崩壊があった場合には、その部分も図示すること。以下に事例を示す。



切土築造記録簿(修復の場合の記載例)

事務所：〇〇〇国道事務所

担当課	〇〇〇管理課	担当者	〇〇〇〇
記載年月日	平成 〇〇年 〇月〇〇日	工事期間中の 気象資料等	平成〇〇年〇月〇日の豪雨 観測位置 〇〇アメダス 最大24時間雨量 250mm 最大1時間雨量 45mm
工事名称	〇〇〇〇〇〇〇〇〇工事		
着工年月日	平成 〇〇年 〇月〇〇日		
完成年月日	平成 △△年 △月△日		
路線名	国道〇〇号		
工事施工位置	キロポスト：〇〇〇〇km (〇〇県〇〇市大字〇〇地内)		

切土修復概要	施工(復旧)延長 L=〇〇m 吹付法砕工 A=〇〇m ² アンカー工 L=〇〇m(△△本) 鉄筋挿入工 L=△△m(△△本) 排水ボーリング工 L=〇〇m(△△本) 水路工 L=〇〇m	法面の崩壊規模	推定原因
		〇月〇日の集中豪雨後の点検において、法面上部に亀裂を発見。崩壊には至らないが、不安定土塊は推定〇〇m ³ 規模であり、要対策である。	日雨量250mmの集中豪雨と、流れ盤の存在。

地質平面図・地質断面図

□：法面健全性の長期確認のため設置した基準杭。各点の座標は、別紙に添付。

切土完成平面図・横断図等

踏査とボーリングで確認したすべり面

1段目、平成〇〇年〇月〇日法砕工完了、〇月〇日排水ボーリング完了、〇月〇日アンカー完了

2段目、平成〇〇年〇月〇日法砕工完了、〇月〇日排水ボーリング完了、〇月〇日アンカー完了

2段目、平成〇〇年〇月〇日法砕工完了、〇月〇日鉄筋挿入完了

平成〇〇年〇月〇日調査ボーリング完了

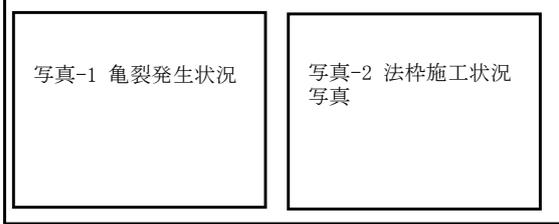
※施工範囲は平面図参照

ボーリング等の調査結果等

〇月〇日の豪雨後、法面の上部に亀裂を発見したので、ボーリング調査を実施。その結果、流れ盤のすべり面を確認し、今後も変位累積する可能性があるため、比較検討の結果、法砕+アンカー工で抑止する方針となった。

流れ盤の存在と、豪雨による地下水上昇が誘因であり、排水ボーリングを実施し、地山内の地下水上昇抑制を行った。

施工中は、中央車線に仮設防護柵を設置し、片側交互通行と、自動計測による安全監視を実施した。施工期間中の降雨は少なく、問題はなかった。



※縮小版平面図、全横断図、他施工中写真は、別紙に添付。

<参考文献>

本ハンドブックにおいて記載された各種専門事項は、主に以下の参考文献から引用がなされている。より詳細を確認するためには、以下の参考文献を参照されたい。

第1章 道路法面健全性低下のメカニズム

- 1) 山本剛・糸川政孝・船曳誠二：道路法面の健全性評価に関する取組み，土木学会誌，Vol. 92，No. 10，pp. 64-67，2007.
- 2) 山本剛・中井卓巳・丸木義文・小高猛司・岸田潔・大西有三，長期劣化の概念を導入した道路法面の健全性評価手法の提案，地盤工学ジャーナル，Vol. 4，No. 1，pp. 21-33，2009.
- 3) 社団法人地盤工学会：豪雨時における斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測，PP. 1-184，2006.
- 4) 社団法人建設コンサルタント協会近畿支部：斜面安定評価における劣化概念の導入「斜面防災研究委員会」報告書，pp. 1-262，2006.
- 5) 社団法人建設コンサルタント協会近畿支部：斜面安定評価における劣化概念の導入（その2）「斜面防災研究委員会」報告書，pp. 1-295，2009.
- 6) 千木良雅弘：風化と崩壊，近未来社，pp. 107-152，1995.
- 7) 奥原正由・三浦豊：浸食・風化を防止する斜面・のり面安定工法，基礎工 Vol. 15，No. 2，pp. 23-31，1987.
- 8) 奥園誠之：道路供用後の傾斜地盤上盛土の崩壊事例とその対策，地盤工学会誌，Vol. 56，No. 4，pp. 8-11，2008.
- 9) 山崎方道：土はなぜ崩れるのか-圧密沈下が生じたのはなぜ？，日経コンストラクション 2007年7月13日号，pp. 75-78，2007.
- 10) 小林公明：土はなぜ崩れるのか-施工後20年以上たって崩壊したのはなぜ？，日経コンストラクション 2008年1月11日号，pp. 75-78，2008.

第2章 着目点の整理

- 1) 奥園誠之：斜面防災100のポイント，鹿島出版会，pp. 1-172. 1986.
- 2) 社団法人日本道路協会：道路土工のり面工・斜面安定工指針，1999.
- 3) 社団法人日本道路協会：道路土工切土工・斜面安定工指針(平成21年度版)，2009.
- 4) 山本剛・中井卓巳・丸木義文・小高猛司・岸田潔・大西有三，長期劣化の概念を導入した道路法面の健全性評価手法の提案，地盤工学ジャーナル，Vol. 4，No. 1，pp. 21-33，2009.
- 5) 矢島良紀・佐々木靖人・倉橋稔幸：国道斜面災害データベースを用いた災害特性分析，日本応用地質学会誌，Vol. 48，No. 6，pp. 304-311，2008.
- 6) 上野将司：切土のり面の設計・施工のポイント，理工図書，2004.
- 7) 近畿地方土木地質図編纂委員会：近畿地方土木地質図解説書，財団法人国土技術研究センター，pp. 1-450，2003.
- 8) 中沢圭二・市川浩一郎・市川実：日本の地質6 近畿地方，日本の地質「近畿地方」編集委員会編，共立出版株式会社，PP. 1-297. 1987
- 9) 福井県土木部・財団法人福井県建設技術公社：斜面防災マニュアル，平成19年3月

第3章 法面の管理

- 1) 全国建設弘済協議会：道路管理実務マニュアル（案）平成14年6月，2002
- 2) 近畿地方整備局道路管理業務検討会：「管理のめ」平成17年10月，pp.1-39，2005.
- 3) 財団法人道路保全技術センター：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等）平成19年3月，2007.
- 4) 財団法人道路保全技術センター：防災カルテ作成・運用要領平成8年12月，1996.
- 5) 財団法人道路保全技術センター：道路構造物点検マニュアル（案）平成14年6月，2002.

第4章 法面健全性モニタリングの実施

- 1) 社団法人物理探査学会斜面等健全性検討研究委員会：老朽化吹付け法面の調査・対策の手引き，鹿島出版会，pp.1-193，2006.
- 2) 国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所道路法面健全性検討委員会：第3回土木技術講演会「探査技術の法面健全性評価への適応性」資料，2008.
- 3) 建設産業調査会：最新地盤調査ハンドブック，第11章物理探査，pp.303-305，1995.
- 4) 物理探査学会：物理探査提供の手引き（とくに土木分野への提供），2000.
- 5) 楠見晴重：老朽化吹付け法面の調査手法，ベース設計資料，No.134 土木編，pp.30-33，2007.
- 6) 中村真・楠見晴重：併用探査による降雨に伴う斜面内の地下水挙動のモニタリング手法，材料Vol.56，No.9，pp.828-832，2007.
- 7) 山本剛・満下淳二・楠見晴重・小山倫史・松岡俊文・大西有三：道路法面管理と物理探査，社団法人物理探査学会創立60周年記念シンポジウム，最新の物理探査適用事例集，pp.87-96，2008.
- 8) 山本剛・相澤隆生・太井子宏和・斎藤義之・利岡徹馬・満下淳二・楠見晴重・松岡俊文：老朽化吹付け法面の弾性波探査によるモニタリングの適用性，地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム2008 論文集，pp.1~6，2008.
- 9) 今井常雄・麓秀夫・横田耕一郎：日本の地盤における弾性波速度と力学的性質，第4回日本地震工学シンポジウム，pp.89-96，1975.
- 10) 建設省土木研究所：熱赤外線影像法による吹付のり面老朽化診断マニュアル，1996.
- 11) 財団法人土木研究センター：赤外線サーモグラフィによる変状調査マニュアル，pp.1-20，2005.
- 12) 龍明治・大西有三・西山哲・中井卓巳，デジタル画像計測による斜面モニタリングシステムの研究，地盤工学ジャーナル，Vol.3，No.2，pp.109-119，2008.
- 13) 芥川真一・森翔矢：地盤構造物に生じる任意変状を光の色に変える技術の基礎研究，地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム2008 論文集，pp.43~48，2008.
- 14) 独立行政法人土木研究所，堤防管理技術高度化のための堤体内水位観測方法の開発に関する共同研究報告書，河川堤防における堤体内水位観測マニュアル（案），2008.

第5章 初期情報・補修履歴などの保存

- 1) 財団法人道路保全技術センター：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），2007.
- 2) 財団法人道路保全技術センター：防災カルテ作成・運用要領 平成8年12月，1996.
- 3) 倉橋稔幸・矢島良紀・佐々木靖人・加藤俊二・道路斜面防災 GIS 研究グループ：道路防災マップの開発，日本応用地質学会誌，Vol. 48，No. 6，pp. 312～317，2008.

あとがき

近年、地球温暖化が国際社会でも重要課題の一つとなってきた。地球温暖化は、近年における強大な台風が発生や集中豪雨の増大など、降雨強度の増大にともなう土砂災害の増加となって現れており、道路法面健全性を維持する立場から見ても、無視できない状況になっている。

本ハンドブックは、まえがきでも記載したとおり、「道路法面健全性評価検討委員会（平成17年11月設立・委員長：京都大学 教授 大西有三）」での検討結果を基に道路法面の維持管理に必要な事項をとりまとめたものである。この委員会のメンバーによる多様な知見や経験、および近畿地方整備局管内の道路で実際に発生した過去の被災事例を融合させ、本ハンドブックはできるだけわかりやすくとりまとめることを心がけた。

しかし、地球温暖化による気候変動により、新しいタイプの災害事例も今後増えてくることが予想される。従って、このハンドブックは、今後も新たな知見や事例をもとに、随時更新され、よりよきものになっていくことを願う。