

第〇編 既設盛土の耐震性評価方法に関する検討

目 次

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 1. はじめに..... | 1 |
| 2. 道路盛土の一次調査に関する検討..... | 3 |
| 2.1 緒元 | 3 |
| 2.2 既存安定度調査票における課題の抽出および分析..... | 11 |
| 2.3 安定度調査票（改善案）の作成..... | 24 |
| 2.4 安定度調査票（改善案）を用いた実盛土での点検結果..... | 43 |
| 2.5 まとめ | 67 |
| 3. 道路盛土の二次調査に関する検討..... | 69 |
| 3.1 沢埋め道路盛土の崩壊事例および点検事例..... | 70 |
| 3.2 経済的な地盤調査方法の紹介..... | 87 |
| 3.3 二次調査内容の検討..... | 100 |
| 3.4 自治体管理盛土（神戸市押部谷地区）を対象とした事例検討 | 110 |
| 3.5 国交省管理盛土（朝来市柴地区）を対象とした事例検討 | 129 |
| 3.6 二次調査の経済性の評価..... | 152 |
| 3.7 まとめ..... | 153 |
| 4. 経済的な耐震診断法の確立に向けた課題..... | 154 |
| 4.1 一次調査に関する課題..... | 154 |
| 4.2 二次調査に関する課題..... | 156 |

1. はじめに

現存する既設盛土の中には、盛土材料や締固めが不適切で、排水性能が不良なゆえに高含水状態にあるため、耐震性能が著しく低くて抜本的な対策が必要なものが数多くある。例えば、駿河湾地震（2009 年、M6.5）による東名高速道路（静岡県牧之原）の盛土崩壊（幅約 40m）は典型的な事例¹⁾である。東北地方太平洋沖地震（2011 年、M9.0）直後に公表された地盤工学会の提言には、「旧基準で設計・施工された道路施設の耐震診断・耐震補強・強化復旧とそのための行政的配慮」として、「膨大なストックである道路盛土の危険箇所を素早く低廉で確度高く判定できる技術と、効率的・経済的に実施可能な補強工法開発」が喫緊の課題であると指摘されている²⁾。

一方、兵庫県南部地震や東北地方太平洋沖地震など、同程度の震度が作用した範囲の盛土被害に着目すると、被災盛土の数は変状しなかった盛土の数より少なく、すべての盛土構造物が一様に危険なわけではないことが確認されている³⁾。したがって、盛土の耐震化を進めるに当たり安定性の低い盛土を抽出するための迅速で経済的なスクリーニング手法が望まれている。

以上の背景に基づき、本研究では盛土の経済的な耐震診断を行うことを目標に、「事前情報に基づいた物理探査と簡易なサウンディングの組合せ調査」の確立に向けた技術開発を行うものである。すなわち、盛土の経済的な耐震診断手法を確立するためにはスクリーニングの精度向上が必須であるとの認識に基づき、以下の 3 つのステップによって安全性の評価精度を向上させていくための具体的な手法の検討を行った。図-1.1 に盛土耐震診断の進め方イメージ図を示した。

- ①一次調査：数多くある盛土の中から、机上調査および現地踏査に基づき安全性が低い盛土を抽出する
広域調査
- ②二次調査：一次調査で抽出された安全性が低い盛土の中から、対策優先度を評価し、耐震補強のための検討を行うべき盛土を抽出するための調査
- ③詳細調査：耐震性能を評価し、耐震補強の必要性の有無および対策工の規模を設定するための調査

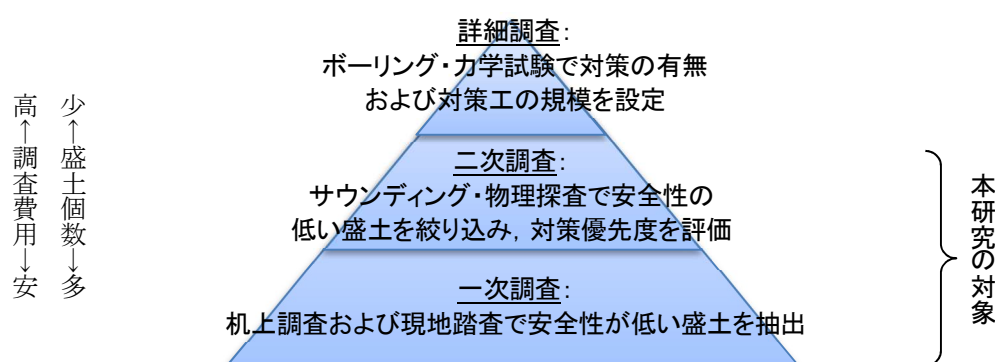


図-1.1 盛土耐震診断の進め方イメージ図

耐震診断の最終成果は①～③までの一連の調査を行うことにより得られるものであるが、③については従来から行われている安定性評価のための調査であることから、本研究では①、②にかかる内容に対して、検討を行うこととする。

本章の構成として、2章で一次調査に関する検討結果を、3章で二次調査に関する検討結果を示した。

4 章ではそれらの成果を踏まえて、経済的な耐震診断法の確立に向けた課題を示した。

1 章の参考文献

- 1) 東名高速道路牧之原地区地震災害の対応について，道路防災セミナー09 年 11 月号 No.014, PP.1-9, 2009.
- 2) 地盤工学会：地震時における地盤災害の課題と対策 -2011 年東日本大震災の教訓と提言-, 2012.
- 3) 沖村 孝・二木幹夫・岡本 敦・南部光広：兵庫県南部地震による宅地地盤被害と各種要因との関係分析，土木学会論文集，No.623／VI-43, pp.259-270, 1999.

2. 道路盛土の一次調査に関する検討

道路防災事業の推進に伴い、道路災害件数は年々減少傾向にあるが依然止まない。これは近年の気象条件の変化から頻発する豪雨や地震が背景にある。

新設ならびに既設の道路を維持管理していく上で最も重要な視点は、多数存在する道路の中から被災する可能性の高い道路を抽出し、道路に発生した症状に応じた最適の対策工を施すことといえる。一方、従来の道路維持管理手法は、① 現地踏査によって対象道路の状況を把握し、多数存在する道路の中から危険度の高い道路を抽出する「一次調査」、② ①によって抽出された危険度の高い道路に対して簡易な原位置試験ならびに安定性照査を実施し、継続観測や対策工実施といった今後の方針を検討する「二次調査」、③ ②で対策工が必要と判定された道路に対してボーリング等各調査を実施し、対策工種や規格の選定を行う「詳細調査」、④ ③で計画された「対策工」を施し、対象道路の安定度を向上させるという4段階の過程で構成され、これまで道路災害件数が年々減少傾向にあることから一定成果を納めてきたといえる。

しかし、対策すべき道路が未処置のまま道路災害を引き起こす事例が後を絶たないことから、従来の維持管理手法はまだ課題を多く抱えているといえよう。

以上の背景に基づき、本節では既存の道路維持管理手法の課題抽出、改善ならびに検証を議論し、ここで提案する簡易で効率的な維持管理手法が道路防災事業の更なる発展に貢献するための取り組みを行った。

本節では、2.1 項の緒言にて近年の道路をとりまく環境および被災状況や既往の広域点検に関する取り組みについて紹介を行い、従来行われている安定度調査票（全地連）による広域点検の成果と課題を述べ、2.2 項にて既存安定度調査票の課題を抽出・分析を行った。これら課題を検討して2.3 項で安定度調査票（改善案）の作成を行い、2.4 項にて実盛土で安定度調査票（改善案）を用いた点検を行い、現場への適用性等の考察を述べた。2.5 項では本節のまとめを示した。

2.1 緒元

(1) 近年の道路をとりまく環境および被災状況

図-2.1.1 に道路被災件数・復旧事業費～経年関係、図-2.1.2 に平成7年度～平成16年度における原因別の通行規制回数関係を示す。両図から以下の3点がいえる。

- ① 道路被災箇所数は、道路防災事業（予防事業や復旧事業等）の推進により、年々減少傾向にあるが、依然止まない。また、H7 兵庫県南部地震や H16 新潟県中越地震等、大きい地震があった年度は、被災箇所数が局所的に増加する。
- ② 平成7年度から平成16年度の期間において、各年度とも被災件数の1/3～1/2が通行規制を行わざるを得ない被災規模（何らかの対策工を必要とする）である。
- ③ 平成7年度から平成16年度の期間において、各年度とも通行規制をした原因が豪雨および地震災害による被災であったケースが約7割を超えている。

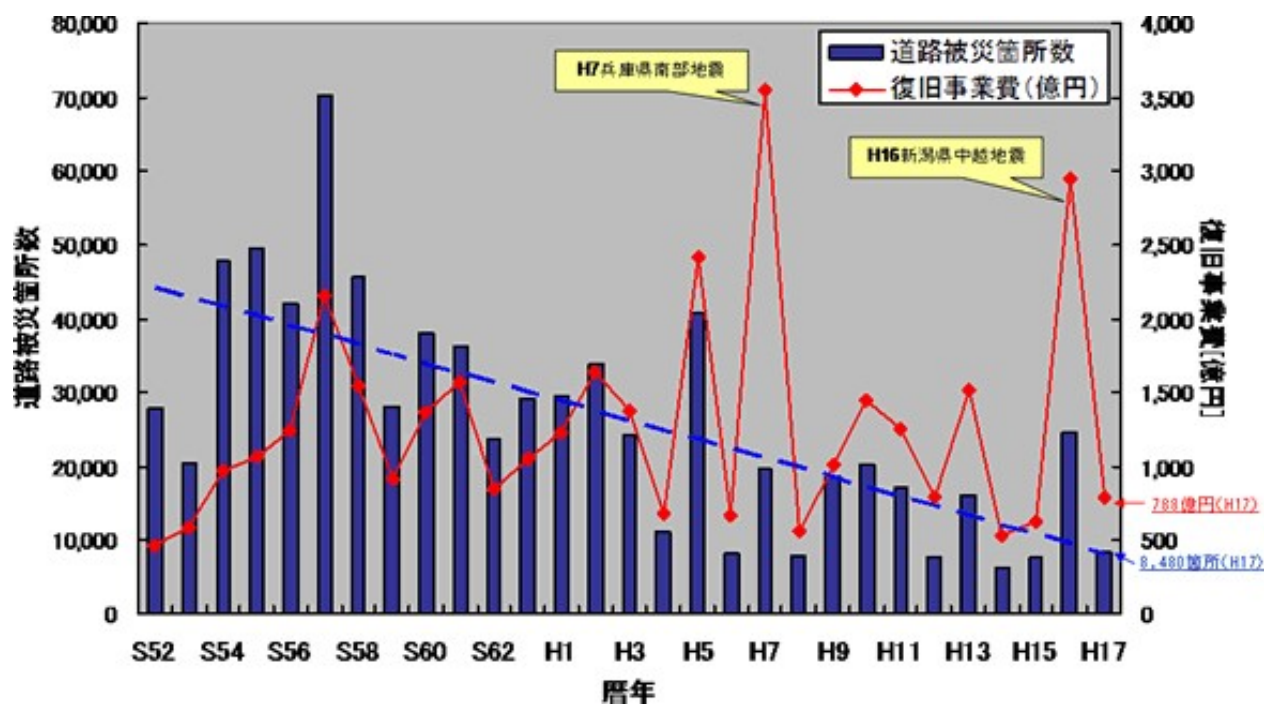


図-2.1.1 道路被災箇所数・復旧事業費～経年関係¹⁾

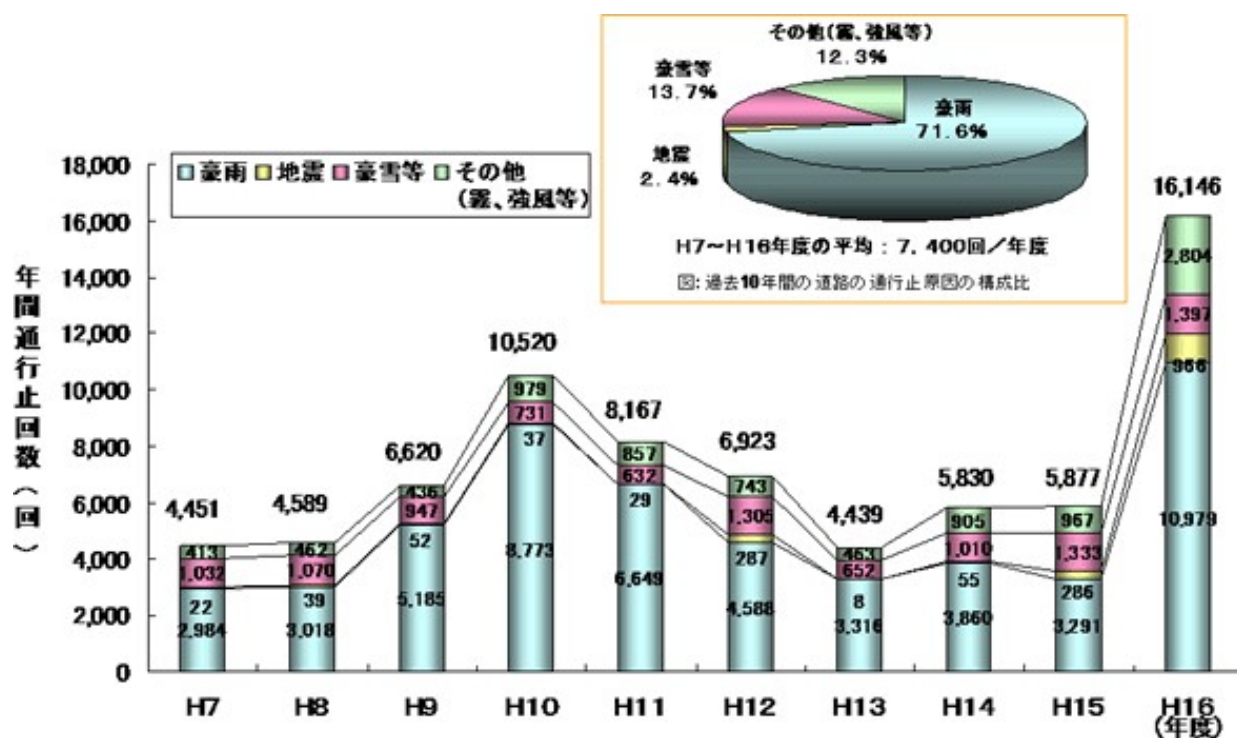


図-2.1.2 年間通行止回数～経年関係¹⁾

図-2.1.3 に 1898 年～2015 年における日本の年降水量偏差の経年変化状況を示す。図の縦軸は、国内 51 地点で観測された降水量から計算した 1981 年～2010 年における平均降水量に対する偏差を表している。上記期間の平均降水量に対して、1898 年～1924 年迄と 1950 年代で長期間の多雨期であったことが認められ、他は単年度の多雨期・寡雨期を交互に繰り返す。したがって、長期的に見ると日本の年間降水量は、年度に応じた降水量の増減はあるものの、累積増加あるいは累積減少傾向はなく、交互変動傾向にあることがわかる。

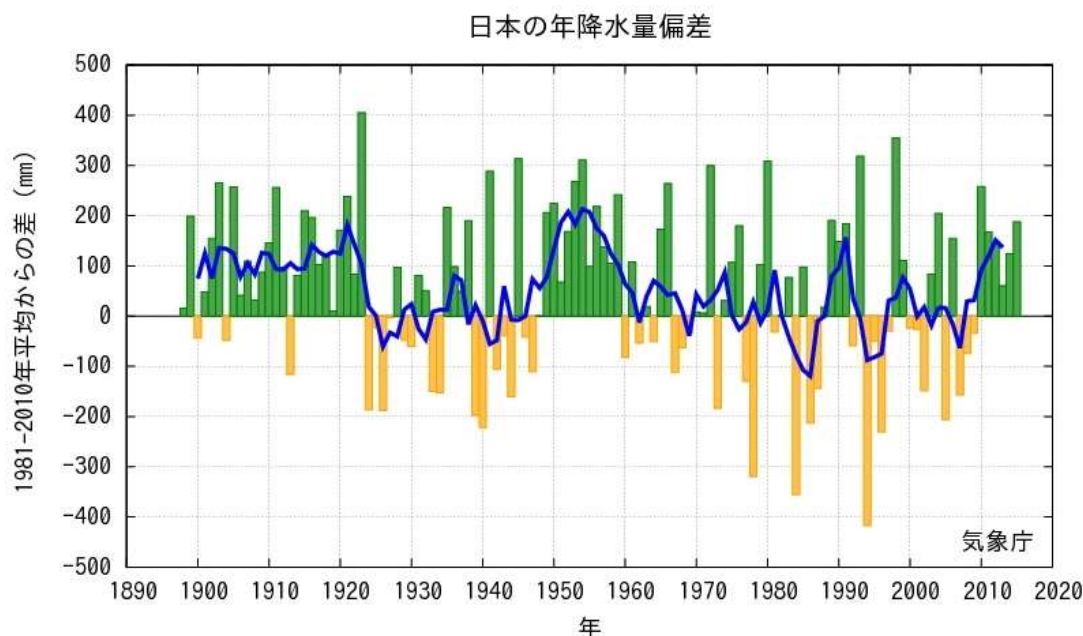


図-2.1.3 日本の年降水量偏差の経年変化 (1898～2015 年) ²⁾

図-2.1.4 にアメダスで見た短時間強雨発生回数の長期変化を示す。同期間において年間降水量は交互変動傾向にあるにも関わらず、50mm/h 以上を超える降雨の発生回数が増加傾向にあることがわかる。これは温暖化等、近年の気象条件の変化によって、短時間に大量の雨が降る「集中豪雨」型の傾向が強くなっていることを示唆する。

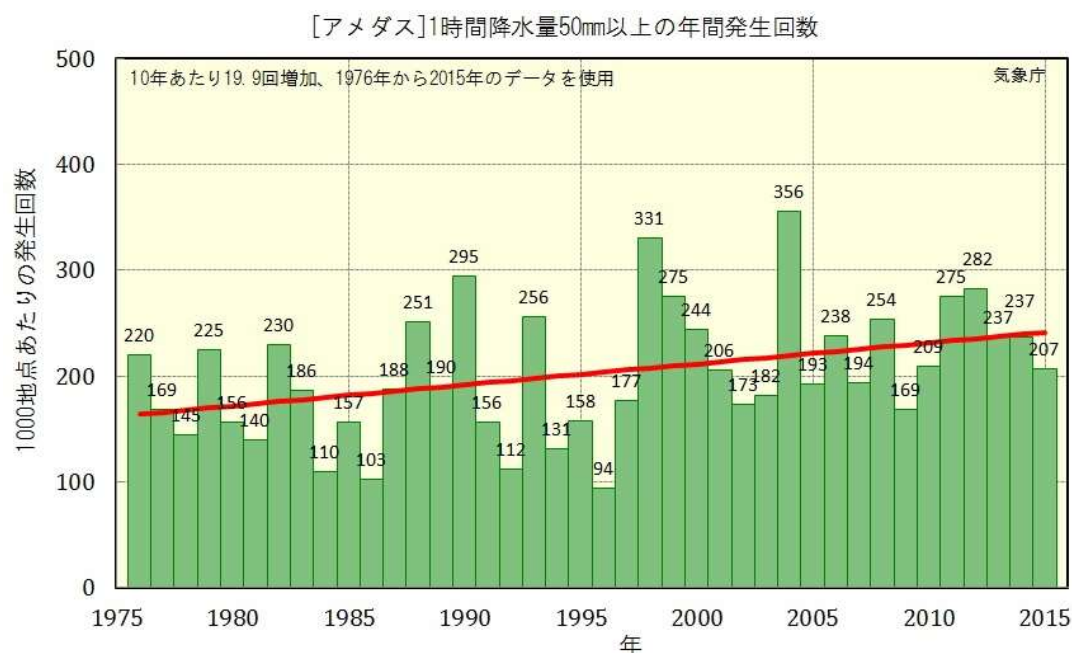


図-2.1.4 アメダスで見た 1 時間降水量 50mm 以上の年間発生回数 ³⁾

図-2.1.5に平成8年度～平成16年度における50mm/h以上の降雨時の災害発生数および降雨発生数を、図-2.1.6に同時期の災害発生数～降雨発生数関係を示す。両グラフが示すように、50mm/h以上の降雨の発生数が増加するに伴い、道路被災数も増加傾向にあることから、近年の道路被災は「集中豪雨」の発生数に相関があることがわかる。

なお、両グラフは平成8年度から平成16年度迄に発生した国土交通省直轄国道の通行規制を伴う道路被災491件と、全国の地方整備局および道路事務所等の所在地95箇所のアメダス観測データより算出している。

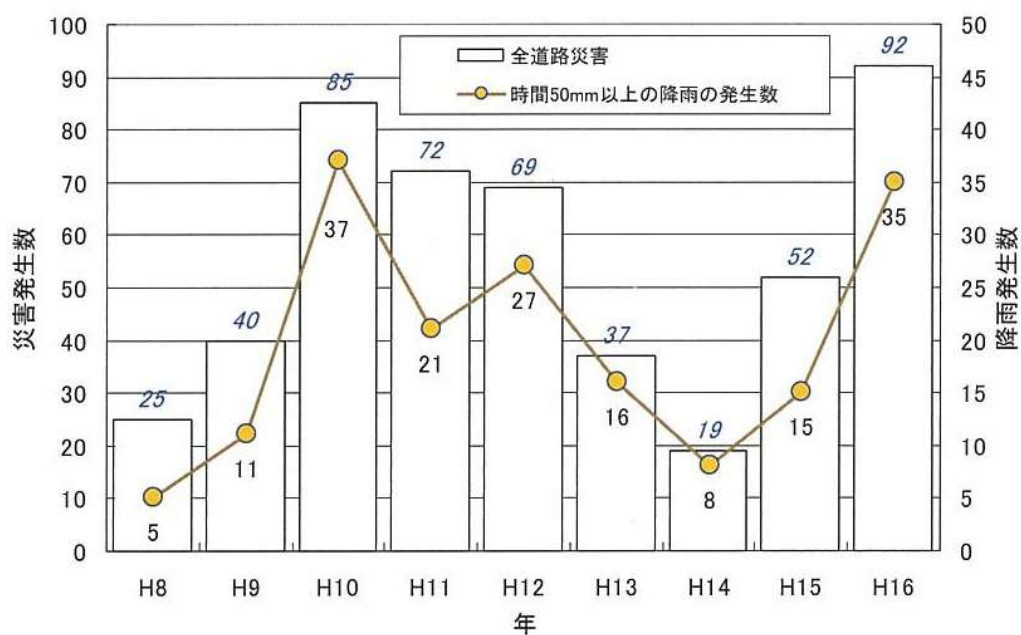


図-2.1.5 50mm/h以上の降雨発生数と災害発生数（平成8年度～平成16年度）⁴⁾

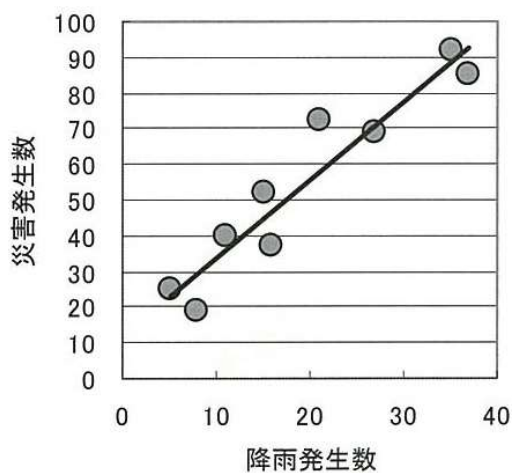


図-2.1.6 50mm/h以上の降雨発生数と災害発生数の相関図⁴⁾

(2) 過去の道路防災点検について

《道路防災点検の歴史》⁵⁾

昭和 38 年に一般国道 56 号で発生した土砂崩落事故の最高裁判決が昭和 45 年に示された。この判決では、道路管理者は災害危険箇所を把握して危険性を除去することと、危険が予測される場合には通行止めの措置を行う必要があったことが指摘された。この裁判の係争中である昭和 43 年に 104 名が死亡した飛騨川バス転落事故が発生した。これらの災害を契機として、道路防災点検の実施と事前通行規制が行われるようになり、昭和 51 年の第 5 回から平成 8 年度の第 9 回迄は、およそ 5 年間隔で実施されてきた。

平成 2 年度の道路防災点検では、安定度調査票が導入され、点検箇所の状況、対策工の施工状況、災害履歴等をもとに点数を付けて、定量的に斜面の安定度を評価する手法が導入された。

平成 8 年度の道路防災点検は、同年 2 月に発生した北海道の豊浜トンネルの事故の経験を踏まえて、全ての道路を対象とした「道路防災総点検」として実施された。また、調査結果をもとに総合評価として、点検箇所を以下の 3 つに区分した。

- ① 対策が必要とされる : 災害に至る可能性のある要因が、明らかに認められる箇所
- ② 防災カルテを作成し対応する : 将来的には対策が必要となる場合が想定されるものの、当面「防災カルテ」による監視等で管理していく箇所
- ③ 特に新たな対応を必要としない : 災害の要因となるものが発見されず、特に新たな対応を必要としない箇所

更に、上記「②に該当する箇所」、および「①の内、対策迄に日数を要する箇所」について、危険要因や安定度を評価する観察のポイントを示した「防災カルテ」を作成して、防災カルテに基づいた点検（防災カルテ点検）が平成9年度以降、定期的・継続的に実施されている。

平成18年度点検は、この10年間のカルテ点検等既存の点検結果を活用しつつ、道路災害の発生状況等を踏まえて、危険箇所を再確認することを目的に実施された。

第11回に相当する平成28年度点検については、現在、全国の各省・自治体より随時入札手続きが行われ、点検実施の準備段階であり、今後各点検結果の報告や、平成18年度から現在までの10年間における道路防災点検の総括が行われるであろう。

過去に実施された点検の概要と点検の主な要因・契機となった災害をまとめたものを表-2.1.1 に示す。

表-2.1.1 道路防災点検の歴史⁵⁾

| 回 数 | 実施時期 | 対象道路 | 点検対象項目 | 点検実施の主な要因・契機 その他 |
|--------|--------------|---|---|--|
| 第 1 回 | 昭和 43 年 9 月 | 直轄国道 | | 一般国道 41 号飛騨川バス転落事故 (S43.8.18)104 名死亡 |
| 第 2 回 | 昭和 45 年 10 月 | 一般国道 都道府県道 主要な市町村道 | | 最高裁の一般国道 56 号土砂崩落事故の 判決(S45.8.20) |
| 第 3 回 | 昭和 46 年 7 月 | 一般国道 都道府県道 主要な市町村道 高速自動車国道 首都高速道路 阪神高速自動車道 有料道路(JH) | 落石、雪崩、 盛土のり面崩落、石積擁壁、 地すべり、洗掘、 橋梁、トンネル、 その他 | 一般国道 150 号静岡市大崩海岸岩石崩落 事故(S46.7.5)1 名死亡 |
| 第 4 回 | 昭和 48 年 10 月 | 一般国道 都道府県道 主要な市町村道 | 同上 | 第 3 回点検結果の見直し |
| 第 5 回 | 昭和 51 年 7 月 | 一般国道 都道府県道 主要な市町村道 高速自動車国道 首都高速道路 阪神高速自動車道 有料道路(JH) | 落石(土砂崩落、沢崩れ)、 盛土切土のり面、 擁壁、地すべり、 橋梁(洗掘のみ)、 トンネル、雪崩 その他 | 沿道状況の変化に対応 |
| 第 6 回 | 昭和 55 年 3 月 | 一般国道 都道府県道 主要な市町村道 高速自動車国道 首都高速道路 阪神高速自動車道 有料道路(本四) | のり面、斜面(落石、崩壊、地 すべり、雪崩)、渓流、 盛土のり面、擁壁、 橋梁(54 震災点検対象外の橋 梁の洗掘)、 その他 | 沿道状況の変化に対応 |
| 第 7 回 | 昭和 61 年 9 月 | 同上 | のり面、斜面(落石、崩壊、地 すべり、雪崩)、盛土、 渓流(土石流)、擁壁、 橋梁(61 震災点検対象外の橋 梁の洗掘)、 地吹雪(吹溜り)、その他 | 沿道状況の変化に対応 |
| 第 8 回 | 平成 2 年 9 月 | 同上 | 落石、崩壊、岩石崩壊、地すべ り、土石流、雪崩、盛土、擁壁、 橋梁(橋梁基礎洗掘)、 地吹雪、落石覆工(洞門工)、 トンネル、その他(降雨、波浪、 漏水等) | 一般国道 305 号玉川地先 (越前海岸)岩石崩落事故(H1.7.16)15 名 死亡 ※予定を 1 年繰上げて実施 安定度調査表の導入、「防災点検ガイド ブック(案)」(H2.9)にもとづいて実施 |
| 第 9 回 | 平成 8 年 8 月 | 一般国道 都道府県道 主要な市町村道 高速自動車国道 首都高速道路 阪神高速自動車道 有料道路(本四) | 落石・崩壊、岩石崩壊、地すべ り、雪崩、土石流、盛土、地吹 雪、橋梁基礎の洗掘、擁壁、そ の他 | 「一般国道 229 号豊浜トンネル崩落事故」 (H8.2.10)20 名死亡、という大きな災害の 経験を踏まえた点検の基本からの見直し ※防災カルテ点検の導入 「平成 8 年度道路防災総点検要領(豪 雨・豪雪等)」(H8.8)にもとづいて実施、 講習会開催 |
| 第 10 回 | 平成 18 年 9 月 | 一般国道(指定区 間)、高速自動車国 道、首都高速道路、 阪神高速自動車道 、有料道路(本 四) | 同上(ただし、事務連絡では 「地吹雪」についての再確認点 検は指示されていない) ※「岩石崩壊」を「岩盤崩壊」に 名称変更 | 前回点検から 10 年が経過したことによる 危険箇所での再確認のための点検 ※事務連絡の参考資料「点検要領」 (H18.9)にもとづいて実施、「平成 18 年度 道路防災点検の手引き(豪雨・豪雪 等)」(H19.9)に掲載、講習会開催 |

《過去の道路防災点検の成果と課題》

図-2.1.7 に平成 8 年度道路防災点検の総合評価と点検後の道路災害発生状況を、図-2.1.8 に平成 9～16 年度および平成 20～22 年度における直轄国道の道路災害発生件数を、直前の平成 8 年度および平成 18 年度に実施した一斉点検評価後に区分したものを示す。

平成 8 年度点検の総合評価に基づく対応区分において、延長当たり災害発生数は、点検対象外＜対策不要＜カルテ対応＜要対策の順で多くなっていることから、平成 8 年度に実施された道路防災点検の評価が概ね妥当であったことがわかる。

一方、点検後の道路災害総数の約半数が点検対象外箇所での被災であった（点検時に「対策不要」と判定された箇所を含むと、全体の 6 割を超える）ことから、多数ある点検対象から安定度の低い箇所を抽出する段階に課題があったことを示唆する。

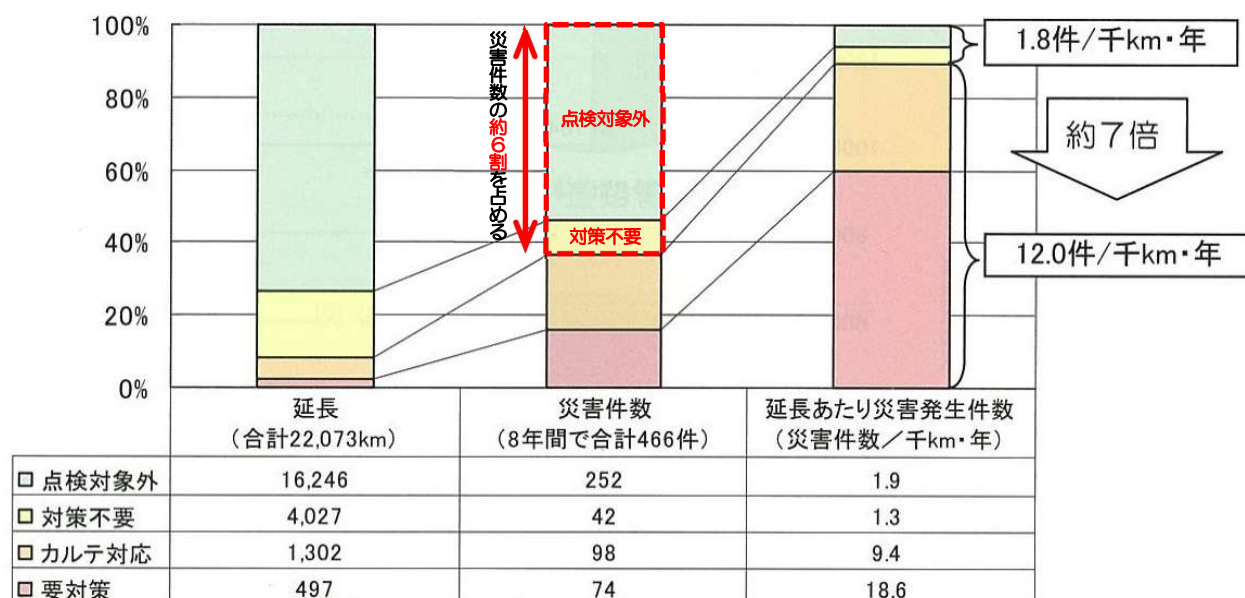


図-2.1.7 平成 8 年度点検の評価区分毎の道路災害発生状況⁶⁾

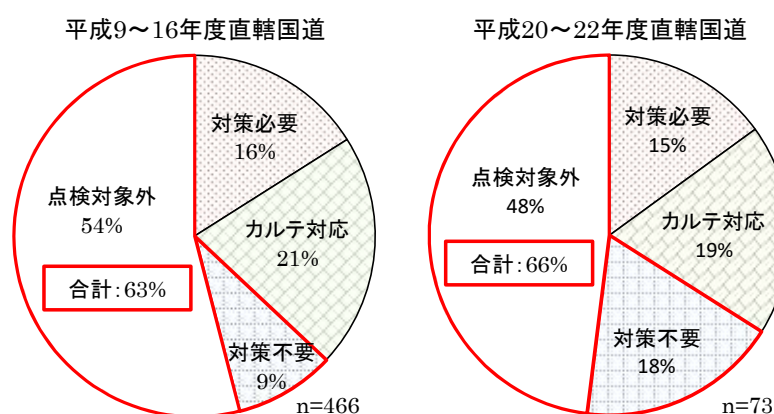


図-2.1.8 評価区分毎の道路災害発生件数⁷⁾

また、点検対象外箇所から発生した道路災害の内、詳細な記録のある 20 例について、対象外とした要因について調査した結果（図-2.1.9 左図参照）から、代表例として「災害が発生すると考えていなかった【8 例】」,「崩壊の形態が想定外（岩盤崩壊だと思っていたが落石が発生した等）【5 例】」,「崩壊の規模が想定

外だった【3 例】」等が挙げられる。これらについて既設対策工が施工済みであったものが 20 例中 15 例（図-2.1.9 右図参照）であった。すなわち、点検対象地区に対策工が施工済みであることで安心し、災害が発生すること自体あり得ないという過信を生み、想定される災害形態に応じた既設対策工であるか否かの検討が十分でないという課題が浮き彫りになっている。

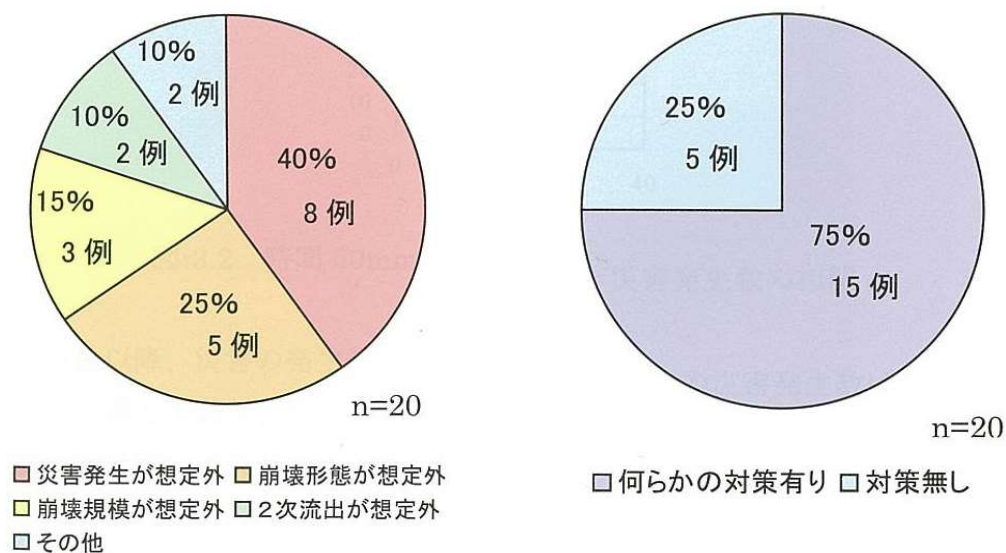


図-2.1.9 点検対象外箇所の災害形態の見込み違いおよび既設対策工の有無⁸⁾

(1) 既存安定度調査票および点検手法について

2.2.1 に示す。

表-2.2.1 既存安定度調査票 (盛土)⁹⁾

表-5.8.2 安定度調査表(盛土)の記入例

[illegible]

注1) () は各項目の満点を示す。

該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。

不明な場合は中間的な値を採用する。

主2) 切盛境部が溪流横過部に隣接する場合には溪流横過部の列を用いて評価する。

*印の項目は、溪流の現況の要因「常時流水はないがガリーがある」

と判断された場合にのみ評価を行う。

表-2. 2. 1に示す安定度調査票を用いた道路盛土の点検手法は、以下の流れで評価を行う。

- ・ [要因 (A)] 欄にて、要因毎に点検盛土が該当する項目を盛土区分も配慮した上でチェックする。複数該当する場合は、要因内で最も高い配点を、その要因での評点とする。要因毎の評価を行った後、その総和を点検盛土の【要因点：(A)】とする。
- ・ [対策工 (B)] 欄にて、点検盛土に施工されている対策工がある場合には、該当する対策工を対策目的毎にチェックする。対策目的毎の評価を行った後、その総和を点検盛土の【対策工効果補正点：(α)】とする。
- ・ ①・②で評価した【要因点：(A)】から【対策工効果補正点：(α)】の差分を点検盛土の【対策工導入効果点：(B)】とする。
- ・ [評点 (C)] 欄にて、③で得られた【対策工導入効果点：(B)】を換算表に応じて【対策工導入効果換算点：(C)】をつける。
- ・ [履歴 (D)] 欄にて、点検盛土が過去に被災を受けていた場合、被災の有無・規模・対策について該当する項目をチェックする。項目毎の評価を行った後、その総和を点検盛土の【履歴評点：(D)】とする。
- ・ [(E)] 欄にて、④・⑤でそれぞれ得られた評点である【対策工導入効果換算点：(C)】と【履歴評点：(D)】を比較し、大きい方の評点を点検盛土の【改善評点：(E)】とする。
- ・ その他の項目として、[盛土周辺の状況]、[横断排水管への集水地から流入する沢水の状況] があるが、点検盛土がこれら項目に該当する場合は、チェックする。
- ・ [総合評価] 欄にて、⑥・⑦を総合的に判断し、3段階の判定を行う。

ただし、2)で述べるように、上記点検評価方法は道路盛土の安定度を適切に評価する上でいくつかの課題を抱えている。そこで次項で従来の評価方法が抱える課題を抽出し、安定度調査票（改善案）作成時の検討項目とする。

(2) 既存安定度調査票が抱える課題の抽出および分析

過去の道路防災点検で用いた既存安定度調査票は、道路盛土の安定度を簡易に点検評価することができるため、一定の評価を得てきた。一方、安定度調査票の評価項目が道路盛土で発生している現象を適切に評価できない場合も多いことから、調査票内の評価項目に対する再検討が望まれている。

そこで本目では、既存安定度調査票が抱える課題を収集・分析し、安定度調査票（改善案）作成時の改善すべきポイントを抽出することとした。

a) [要因 (A)] 評価項目内での素因と変状の混在について

表-2. 2. 2に示すように、[要因 (A)] に列挙された要因評価項目は、道路盛土が持つ素因と変状に大別することができる。

表-2.2.2 既存安定度調査票（盛土）〔要因（A）〕^{9）}に加筆

| 〔要因(A)〕 | | 盛土区分毎の配点 | | | | | |
|-----------------|----------------------|-----------|---------------|------|------|----------|--------------------|
| 要因 | 評点区分 | 片切 片盛部 | 両盛土部 溪流横過部 | 傾斜地部 | 平坦地部 | 切盛 境部 | 各要因 の内の 最高評点 |
| 変状 | 構造的なクラック・開口亀裂あり | 2 | ② | 2 | 2 | 2 | $\frac{2}{(3)}$ |
| | のり面下部の洗掘あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 補修箇所多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面の肌落ちあり | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 基礎地盤 | 地すべり・クリープ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | $\frac{1}{(1)}$ |
| | 軟弱地盤 | 1 | ① | 1 | 1 | 1 | |
| | 崖崩 安定地盤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 盛土材 | 砂質土 | 1 | ① | 1 | 1 | 1 | $\frac{1}{(1)}$ |
| | 粘性土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 礫質土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 不明 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| のり面・地下水・表面水への影響 | のり面が湿潤 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | $\frac{6}{(6)}$ |
| | 盛土のり面に流水跡あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | のり面・自然斜面に湧水あり | 6 | ⑥ | 6 | 6 | 6 | |
| | 周辺の土地利用が湿潤 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 山裾部・側溝に側溝なし | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 側溝・縦排水断面が不十分 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 溪流の現状・横断排水施設 | 運河内に土（砂）石溜・溜木あり | 3 | 3 | - | - | - | $\frac{0}{(3)}$ |
| | 上流側に崩壊地あり | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 常時流水はないが、ガリーがある | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 排水工・排水口への集水が悪い | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 該当なし | 0 | ① | - | - | - | |
| | 排水工断面（φ、D）が不十分 | 6 | 6 | - | - | - | |
| 波浪の影響 | 排水工流末処理不十分 | 3 | 3 | - | - | - | $\frac{0}{(6)}$ |
| | 盛土内部での排水工の屈曲・縮小あり | 3 | 3 | - | - | - | |
| | 横断排水施設がない* | 6 | 6 | - | - | - | |
| | 該当なし | 0 | ① | - | - | - | |
| | のり面が洪水、高潮時に冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 洪水、高潮時に排水工流末が冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| 河川水・波浪の影響 | のり面が常時冠水（攻撃斜面） | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | $\frac{0}{(2)}$ |
| | のり面が常時冠水 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | ① | 0 | 0 | 0 | |
| 合 計 | | | | | | | (A) 10 点 |

ここで道路盛土における素因、変状とは、下記に示す定義で表される。

素因：道路盛土を劣化させる要因を表し、道路盛土に発生する可能性のある災害形態を想定することができる。

例えば、「基礎地盤が軟弱地盤である。」という項目は素因に相当する。道路盛土がこの素因を持つことにより、将来的に起こり得る災害形態として「圧密沈下」・「崩壊」・「表層崩壊」・「液状化」といった様々な形態が想定できる。勿論、挙げられた各災害形態は、起こり得る可能性があるというだけで、未来永劫発生しないことも十分に考えられる。

すなわち、道路盛土がもつ素因とは、盛土に悪影響を及ぼす可能性がある要因を示し、将来起こり得る可能性のある災害形態を広義的に把握できる。

変状：道路に発生した症状を表し、その規模や進行状況から、道路盛土に進行している災害形態を絞り込むことができる要因。

例えば、道路盛土法面にモルタル吹付工が施工済みであったとして、モルタル面に以下の変状が認められたとする。変状の進行状況や規模にもよるが変状毎に将来的に起こり得る災害形態を想定すると、下記のようにある程度絞り込む事ができる。

- ・「ヘアクラック」 : 「経年劣化」に伴う軽微な変状であり、この段階ではなかなか将来的に起こり得る災害形態までは想定できない。
- ・「段差亀裂」, 「凹凸変形」 : 変状の規模によるが, 「圧密沈下」や「即時沈下」が進行していると想定できる。
- ・「円弧状亀裂」 : 変状の規模にもよるが, 「表層崩壊」や「崩壊」が進行していると想定できる。
- ・「表面剥離」 : 雨水による「表面浸食」や, 河川・海岸の影響を受けた「河岸浸食」・「海岸浸食」が進行していると想定できる。

上記より、道路盛土が持つ素因と変状が点検者に与えてくれる情報は似て非なるものである。したがって、点検時は素因と変状が1つの要因の中で混在した状態で評価するのではなく、素因と変状を的確に分類し、かつ将来起こり得る災害形態まで想定しながら総合評価する点検手法の方が、道路盛土の安定度を適切に評価できると考える。

また、既存調査票にて挙げられている素因・変状の評価項目の内容も抽象的なものや、限定しすぎる表現である項目も多く、実盛土でまったく該当しない項目もある。これら項目の吟味・再検討を行うべきである。

b) 【要因 (A)】盛土区分毎の分類および配点について

道路盛土の形状は図-2.2.1 および図-2.2.2 に示すように盛土築造箇所の地形・施工条件によって様々なタイプが存在する。

道路盛土が被災する主たる原因は地震および降雨であるが、いずれの場合においても含水量の多い盛土はせん断強度が小さいといえるため、盛土の排水対策が重要となる。そこで盛土の表面水への対策状況について着目すると、降雨によって路面に発生した表面水は、集水地形に局地的に集水され、路面集水部から盛土法面部、盛土基礎部と流水する過程で、表面浸食や基礎洗掘、あるいは地下水の浸透等が起こることが指摘される。したがって、点検時に盛土区分を行い、表面水の集水の可能性について着目することは、道路盛土の安定度を適切に評価する上で重要である。

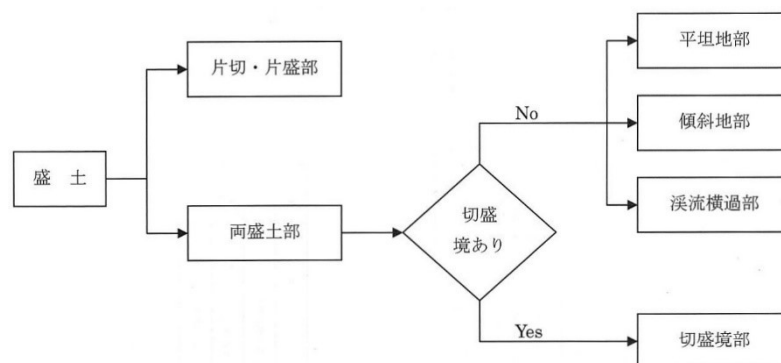


図-2.2.1 築造した道路盛土の区分¹⁰⁾

表-2.2.3 既存安定度調査票（盛土）〔要因（A）〕^{9）}に加筆

| 〔要因〕(A) | | 盛土区分毎の配点 | | | | | 各要因 の内の 最高評点 |
|------------------|-------------------|------------|--------------------|----------|----------|---|--------------------|
| 要 因 | 評 点 区 分 | 片切・ 片盛部 | 両 側 傾斜 地部 | 平坦 地部 | 切盛 境部 | | |
| 変 状 | 構造的なクラック・開口亀裂あり | 2 | (2) | 2 | 2 | 2 | 2 (3) |
| | のり面下部の洗掘あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 補修箇所多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面の肌落ちあり | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 基礎地盤 | 地すべり・クリープ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 (2) |
| | 軟弱地盤 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 崖崩 | 1 | (1) | 1 | 1 | 1 | |
| | 安定地盤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 盛土材 | 砂質土 | 1 | (1) | 1 | 1 | 1 | 1 (1) |
| | 粘性土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 礫質土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 不明 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| の地下水・ 地表水への影響 | のり尻部が湿潤 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 (6) |
| | 盛土のり面に流水跡あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | のり面・自然斜面に湧水あり | 6 | (6) | 6 | 6 | 6 | |
| | 周辺の土地利用が湿潤 | - | 2 | 2 | 2 | - | |
| | 山側尻部に側溝なし | - | - | 2 | - | - | |
| | 側溝、縦排水溝断面が不十分 | 4 | 4 | 4 | 2 | 6 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | （注） | 3 | 3 | - | - | - | |
| 排水工の 状況 | この項目以外、配点変化無し | 2 | 2 | - | - | - | 0 (3) |
| | 排水工の排水口部への集水が悪い | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 該当なし | 0 | (0) | - | - | - | |
| | 排水工断面（φ、D）が不十分 | 6 | 6 | - | - | - | |
| | 排水工流末処理不十分 | 3 | 3 | - | - | - | |
| | 盛土内部での排水工の屈曲・縮小あり | 3 | 3 | - | - | - | |
| | 横断排水施設がない* | 6 | 6 | - | - | - | |
| | 該当なし | 0 | (0) | - | - | - | |
| 波浪の 影響 | のり尻が洪水、高潮時に冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 (2) |
| | 洪水、高潮時に排水工流末が冠水 | 2 | 2 | 2 | - | - | |
| | のり尻部が常時冠水（攻撃斜面） | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | |
| | のり尻部が常時冠水 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | (0) | 0 | 0 | 0 | |
| 合 計 | | | | | | | 10 点 |

c) 〔対策工（B）〕既設対策工の有無で決定される安定度の向上補正

道路盛土に施工された既設対策工が所定の機能を保有し、盛土の安定性を維持させる、あるいは向上させているのであれば、表-2.2.4に示すように点検時に評価された〔要因（A）〕評点から、〔対策工効果補正点（α）〕を引いて、盛土の安定性を向上させる補正をする（安全側の評価にする）ことは当然必要である。

しかし、過去の点検記録を見る限り、点検盛土に対策工が施工されているという事実（既設対策工の有無）だけで、道路盛土の安定性を安全側に向上補正してしまっている例が後を絶たない。

既設対策工が施工されていたとしても、所定の機能を有していなければ、ただそこに有するという事実でしかない。かえって機能を有さない対策工がいることで、無駄な対策工の重量増による盛土への有効土圧の増加や、排水経路が変状・亀裂により変形され、表面水が想定しない場所へ流入するといった、盛土にとって悪影響を及ぼす可能性が高くなる恐れがある。

したがって、既設対策工の有無で盛土の安定性を向上補正するのではなく、対策工が所定の機能を有した状態である場合にのみ盛土の安定性を向上補正すべきであると考える。

表-2.2.4 既存安定度調査票（盛土）〔対策工（B）〕⁹⁾

〔対策工〕(B)=(A)+ α

| 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評点 |
|-------------------------|--------------------|----------------|--------------------|
| 変状対策 | 構造的な対策 | (-4) | -4 |
| | 抑制工 | -2 | |
| | その他・なし | ± 0 | |
| 基礎地盤対策 | 地盤対策工, 基礎の補強 | -2 | 0 |
| | その他・なし | (± 0) | |
| 地下水・表面水対策 | 地下水排除工, アンカー付きのり枠工 | -4 | -3 |
| | のり枠工, 表面被覆工 | (-3) | |
| | のり面排水工, 植生張り工 | -2 | |
| | 側溝 | -1 | |
| | その他・なし | ± 0 | |
| 溪流対策 | 堰堤・谷止め工 | -5 | 0 |
| | 上流・下流流路工, 土留擁壁 | -3 | |
| | 上流流路工 | -2 | |
| | 下流流路工 | -1 | |
| | その他・なし | (± 0) | |
| 河川水・波浪対策 | 土留擁壁・護岸工(空石積は除く) | -1 | |
| | その他・なし | ± 0 | |
| ※(A)が0点の場合対策工の効果補正は行わない | | 合 計 | (α) -7 |
| | | | (B) 3 点 |

〔評点〕(評点の換算) (B)→(C)

| (B) | <0 | 0,1 | 2,3 | 4,5 | 6,7 | 8,9 | 10,11 | 12,13 | 14,15 | >16 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
| (C) | 0点 | 10点 | 20点 | 30点 | 40点 | 50点 | 60点 | 70点 | 80点 | 90点 |

ここで盛土に対して既設対策工が有する機能とは、以下の2つであると定義する。

① 排水機能：盛土外から集水された水、あるいは盛土内に残存していた水を確実に盛土外（該当盛土に影響しない箇所に）に排水する機能をいう。

例えば、写真-2.2.1左に示す側溝は上位にある舗装・盛土法面から流下する表面水を確実に集水し、盛土外へ排水できるため、排水機能は高いと判断できる。

一方、右図の側溝は底板が滅損しており、路面・盛土法面より集水した表面水を盛土外に排水せずに盛土内へ浸透させてしまうことから、排水機能は低いと判断できる。



写真-2.2.1 道路盛土における排水機能の状態の評価例

② 補強機能：道路盛土が変形や崩壊を起こさないように、鋼材等を用いて別途抑止力を載荷し、崩壊しようとする活動力に対し、抵抗する力を発生させて盛土の安定を図る機能をいう。

写真-2.2.2左に示すような规律的に配置され、アンカー工頭にも特に異常が認められない状態であれば、道路盛土に対して確実に抑止力を伝達できているため、補強機能は高いと判断できるが、右図の場合は、アンカー工鋼線が孔内で破断し、頭部に異常が認められる。この状態では当然道路盛土に抑止力が掛かるはずがなく、補強機能としては低いと判断せざるを得ない。



写真-2.2.2 道路盛土における補強機能の良悪例

d) 〔履歴 (D)〕被災履歴があるにも関わらず、配点に反映されないケースについて

写真-2.2.3 で例に挙げる道路盛土は、図内左図に示すように平成 18 年度点検時に盛土法面部で降雨を原因とする肌落ちが確認された。肌落ち自体は軽微で、盛土法面部のみで発生し、基礎部や路面には全く影響が無いことから、通行規制はかけられていない。また、平成 26 年度点検時に同盛土は、図内右図に示すように盛土法面部全面に遮水シートを敷設済みであり、降雨時に路面から流水する表面水は、遮水シートを介して確実に盛土外へ排出可能な状態であることが確認された。



写真-2.2.3 過去に被災履歴があった道路盛土例

上記のケースを既存調査票の〔履歴 (D)〕で評価すると、表-2.2.5 に示す通りとなり、〔履歴評点 (D)〕は 0 点となる。

〔履歴評点 (D)〕 = (被災：有り) + (規模：軽微な損傷 (即日通行可)) + 対策 (盛土の全改修、十分な対策)
= 30点 + 40点 - 70点
= 0点

表-2.2.5 既存安定度調査票（盛土）〔履歴（D）〕^{9）}に加筆

| 〔履歴〕(D) | | | |
|---------|---------------------|------------|-----------|
| 項目 | 評点区分 | 配点 | 評点 |
| 被災 | 有り なし | (+30) 0 | 30 +30 |
| 規模 | 盛土の全流出 (通行止) | (+70) | 70 |
| | 盛土の一部流出、 半壊(通行止) | +60 | |
| | 表面浸食 (数日片側通行) | +45 | |
| | 軽微な損傷 (即日通行可) | (+40) | |
| 対策 | 盛土の全改修、 十分な対策 | (-70) | -70 |
| | 修繕程度、 応急対策 | -30 | |
| | 被災前と同様の 対策、対策なし | 0 | |
| 合 計 | | (D) | 30 0 点 |

このように、既存の調査票では下記のような事例の場合、過去に被災したにも関わらず〔履歴評点（D）〕が0点となり、あたかも過去に被災履歴がない道路盛土と同等の評価となってしまう例がある。

しかし、道路盛土の安定性を評価する上で、過去の被災履歴は重要な評価項目である。道路盛土が過去に被災した履歴がある場合、該当盛土に排水機能不足や補強機能不足等、何らかの劣化要因があったからこそ被災したのであり、被災規模の大小を問わず評価する必要があるからである。上記内容は道路盛土築造後に該当盛土が持つ素因といえる。

したがって、既存調査票では〔被災履歴〕を〔要因〕や〔対策工〕と別項目として評価対象としていたが、〔被災履歴〕を〔素因〕の1項目として取り扱い、評価していくことが、盛土の安定性を適切に評価できると考える。

e) 総合評価に影響しない評価項目について

表-2.2.6に示す既存調査票内の〔盛土周辺の状況〕及び〔横断排水管への集水地から流入する沢水の状況〕に関する評価項目については、平成17年度に山口県岩国市甘木地区にて山陽自動車道盛土法面の崩落災害が発生し、全国の道路盛土に緊急点検が実施される際に追記された項目¹²⁾である。

表-2.2.6 既存安定度調査票（盛土）に追加された項目⁹⁾

| 盛土周辺の状況 | | |
|-----------------------|-----------------------------|--|
| 1 | 地山傾斜地で集水地形上に造成された盛土 | |
| 2 | 盛土のり尻から測った盛土高が10m程度を上回る盛土 | |
| 3 | 盛土のり尻近辺に民家や避難施設が存在する盛土 | |
| 横断排水管への集水地から流入する沢水の状況 | | |
| 4 | 降雨時に土砂が発生して横断排水管を閉塞する可能性がある | |

上記評価項目については、点検盛土が該当する場合でもチェックするのみであり、総合評価のフローチャート外のため、チェックの有無が盛土の安定性を総合評価する際に影響を与えることはない。

しかし、項目の内容は全て盛土の安定度に影響を与える可能性の高い項目ばかりであり、これらは盛土の持つ素因の1項目として評価すべきと考える。

f) 一貫性のない基準の下に決定する総合評価について

表-2.2.7に示すように、既存調査票において、点検盛土の評点は「要因からの評点：(C)」と「履歴からの評点：(D)」とを比較し、「大きい方を評点：(E)」とするように定義されているが、「大きい方を評点：(E)」と「総合評価」は、一貫性のある基準でリンクされていない。

表-2.2.7 既存安定度調査票（盛土）「比較 (E)」及び「総合評価」⁹⁾

| (E)=MAX(C, D) | | [総合評価] | |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----|
| 要因からの評点 (C) | 20 点 | 対 応 | 判 定 |
| 履歴からの評点 (D) | 30 点 | 対策が必要と判断される。 | |
| (C) と (D) の内、 大きい方 | (E)=MAX(C, D) 30 点 | 防災カルテを作成し対応する。 | ○ |
| | | 特に新たな対応を必要としない。 | |

点検結果の実例を見ても、下記のように評点と総合評価に辻褄が合わず、矛盾した判定となった事例がある。

評点と同じ 40 点にも関わらず、「対策工が必要」、「特に対策は必要でない」と総合評価の判定が異なった事例。（表-2.2.8 と表-2.2.9 の比較）

一方では評点が 40 点で「対策工が必要」と判定された道路盛土があり、それよりも高い評点であった 50 点の道路盛土では「特に対策は必要でない」と判定された事例。（表-2.2.8 と表-2.2.10 の比較）

平成 8 年度評価から平成 18 年度評価で大幅に評点が上がり、他点検結果と比べても最高評点に相当するが、「対策工が必要」ではなく「防災カルテ対応」と判定された事例。（表-2.2.8 と表-2.2.11 の比較）

このような矛盾が生じるのは、前述の通り「大きい方を評点：(E)」と「総合評価」の間に存在すべきフローチャートが欠けており、一貫性のある基準の下に総合評価を判定することが出来る様式ではないためである。すなわち、総合評価に点検者判断が入る余地を残しており、同じ評点でも異なる総合評価の判定をされる可能性が有り得ることを意味する。

本来、安定度調査票に相当するような一般的に用いられる調査票は、誰が点検しても同じ総合評価が出来るような様式でなければならない。したがって、一貫性のある総合評価の定義を行い、点検者判断が入り込む余地を可能な限り減らせる工夫が必要であると考ええる。

表-2.2.8 過去の安定度調査結果例（紀南地区-盛土管理番号：T042F406）

様式-12 安定度調査表（盛土）

施設管理番号 T 0 4 2 F 4 0 6

【要因】(A)

| 要 因 | 評 点 区 分 | 盛 土 区 画 の 部 点 | | | | | 配 点 各要因 の内の 最高評点 |
|--------------------------------|-------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|
| | | 片切・ 片盛 | 傾斜 地盤 | 盛土 地盤 | 平坦 地盤 | 切盛 地盤 | |
| | | 部 点 | 部 点 | 部 点 | 部 点 | 部 点 | |
| 変 状 | 構造的なクラック・開口亀裂あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 0 (3) |
| | のり面下部の浮腫あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 植栽箇所多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面の風落ちあり | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 基 礎 地 盤 | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (2) |
| | 地すべり・クレーブ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 軟弱地盤 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 崖崩 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 盛 土 付 | 安定地盤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (1) |
| | 砂 質 土 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 粘 性 土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 埋 置 土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 地 下 の 盛 土 ・ 表 面 の 影 響 | 不 明 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 (6) |
| | のり底面が浸潤 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 盛土のり面に流水跡あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | のり面・自然斜面に湧水あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| 河 川 ・ 水 流 の 現 況 | 周辺の土地利用が不適 | - | 2 | 2 | 2 | - | 3 (3) |
| | 山側底面に側溝なし | - | 2 | 2 | 2 | - | |
| | 側溝、縦排水溝断面が不十分 | 4 | 4 | 4 | 2 | 6 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 横 断 の 現 況 | 浸流内に土(砂)石流、流木あり | 3 | 3 | - | - | - | 6 (6) |
| | 上流側に崩壊地あり | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 常時浸水はないが、ガリーがある | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 排水工・排水口部への集水が悪い | 2 | 2 | - | - | - | |
| 浸 流 の 現 況 | 該当なし | 0 | 0 | - | - | - | 0 (2) |
| | 排水工断面(φ、D)が不十分 | 6 | 6 | - | - | - | |
| | 排水工流末処理不十分 | 3 | 3 | - | - | - | |
| | 盛土内部での排水工の屈曲・縮小あり | 3 | 3 | - | - | - | |
| 河 川 水 の 影 響 | 横断排水施設がない* | 6 | 6 | - | - | - | 0 (2) |
| | 該当なし | 0 | 0 | - | - | - | |
| | のり底面が洪水、高潮時に冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 洪水、高潮時に排水工流末が冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| 河 川 水 の 影 響 | のり底面が常時冠水(攻撃斜面) | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 (1) |
| | のり底面が常時冠水 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 合計 | 9 点 | | | | | |

注) () 各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に(○)印をつけると共に
点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

*印の項目は、浸流の現況の要因「常時浸水はないがガリーがある」と判断された場合にのみ評価を行う。

点検者
所属機関

【対策工】(B)=(A)+α

| 対策目的 | 得点区分 | 配点(n) | 評点 |
|----------|------------------|-------------------|----|
| 変状対策 | 構造的な対策 | -4 | -2 |
| | 抑制工 | -2 | |
| | その他・なし | ±0 | |
| 基礎地盤対策 | 地盤対策工、基礎の補強 | -2 | 0 |
| | その他・なし | ±0 | |
| | 地下水・表面水対策 | 地下水排除工、75kV付きのり付工 | |
| | のり付工、表面被覆工 | -3 | -1 |
| | のり面排水工、植生張り工 | -2 | |
| | 側溝 | -1 | |
| | その他・なし | ±0 | 0 |
| | 堰堤・管止工 | -5 | |
| | 上流・下流流路工、土留擁壁 | -3 | |
| 浸流対策 | 上流流路工 | -2 | 0 |
| | 下流流路工 | -1 | |
| | その他・なし | ±0 | |
| 河川水・浸流対策 | 土留擁壁、護岸工(空白欄は除く) | -1 | 0 |
| | その他・なし | ±0 | |

○(A)が0点の場合は対策工
の発生確率は行わない

【評価点】(評価点の換算) (B)→(C)

| (B) | <0 | 0.1 | 2.3 | 4.5 | 6.7 | 8.9 | 10.11 | 12.13 | 14.15 | >16 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
| (C) | 0点 | 10点 | 20点 | 30点 | 40点 | 50点 | 60点 | 70点 | 80点 | 90点 |

【履歴】(D)

| 項目 | 評 点 区 分 | 配 点 | 評 点 |
|----------|----------------------|-----|---------|
| 被災 状況 | 有 | +30 | 0 |
| | なし | (0) | |
| 現 場 | 盛土の全流出 (通行止) | +70 | 40 点 |
| | 盛土の一部流出、 半壊 (通行止) | +60 | |
| | 表面浸食 (数日片側通行) | +45 | |
| | 軽微な損傷 (即日通行可) | +40 | |
| | 盛土の全改修、 十分な対策 | +70 | |
| | 修繕程度、 応急対策 | +30 | |
| 対 策 | 被災前と同様の 対策、対策なし | 0 | 0 点 |
| | 合 計 | (D) | |

(E)=MAX(C, D)

要因からの評価点 (C) 40.00 点
履歴からの評価点 (D) 0 点
(C)と(D)の内、(E)=MAX(C, D)
大きい方 40.00 点

【総合評価】

| 対 | 応 | 判 定 |
|-----------------|---|-----|
| 対策が必要と判断される。 | | ○ |
| 防災カルテを作成し対応する。 | | |
| 特に新たな対応を必要としない。 | | ○ |

表-2.2.9 過去の安定度調査結果例（紀南地区-盛土管理番号：T042F471）

様式-12 安定度調査表（盛土）

施設管理番号 T 0 4 2 F 4 7 1

【要因】(A)

| 要 因 | 評 点 区 分 | 盛 土 区 分 毎 の 配 点 | | | | | 各要因 の内の 最高評価点 |
|---------------------------------|-------------------|------------------|----------|----------|----------|---|---------------------|
| | | 片切・ 片盛 部 部 | 傾斜 地盤 | 平坦 地盤 | 切盛 地盤 | | |
| 変 状 | 構造的なクラック・開口亀裂あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 (3) |
| | のり面下部の浮腫あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 植栽箇所多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面の風落ちあり | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 基 礎 地 盤 | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (2) |
| | 地すべり・クレーブ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 軟弱地盤 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 崖崩 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 盛 土 付 | 安定地盤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (1) |
| | 砂質土 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 粘性土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 埋置土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 地 下 水 ・ 表 面 水 の 影 響 | 不明 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 (6) |
| | のり底面が浸潤 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 盛土のり面に流水跡あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | のり面・自然斜面に湧水あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| 河 川 ・ 水 の 影 響 | 周辺の土地利用が不適 | - | 2 | 2 | 2 | - | 6 (6) |
| | 山側底面に側溝なし | - | 2 | 2 | - | - | |
| | 側溝、縦排水溝断面が不十分 | 4 | 4 | 4 | 2 | 6 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 浸 流 の 現 況 | 浸流内に土(砂)石流、流木あり | 3 | 3 | - | - | - | 3 (3) |
| | 上流側に崩壊地あり | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 常時浸水はないが、ガリーがある | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 排水工・排水口部への集水が悪い | 2 | 2 | - | - | - | |
| 横 断 の 現 況 | 該当なし | 0 | 0 | - | - | - | 6 (6) |
| | 排水工断面(φ、D)が不十分 | 6 | 6 | - | - | - | |
| | 排水工流末処理不十分 | 3 | 3 | - | - | - | |
| | 盛土内部での排水工の屈曲・縮小あり | 3 | 3 | - | - | - | |
| 河 川 水 の 影 響 | 横断排水施設がない* | 6 | 6 | - | - | - | 0 (2) |
| | 該当なし | 0 | 0 | - | - | - | |
| | のり底面が洪水、高潮時に冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 洪水、高潮時に排水工流末が冠水 | 2 | 2 | 2 | - | - | |
| 河 川 水 の 影 響 | のり底面が常時冠水(攻撃斜面) | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 (2) |
| | のり底面が常時冠水 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 合計 | 7 点 | | | | | |

注) () 各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に(○)印をつけると共に
点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

*印の項目は、浸流の現況の要因「常時浸水はないがガリーがある」と判断された場合にのみ評価を行う。

点検者
所属機関

【対策工】(B)=(A)+α

| 対策目的 | 得点区分 | 配点(n) | 評点 |
|----------|------------------|-------------------|-----|
| 変状対策 | 構造的な対策 | -4 | 0 |
| | 抑制工 | -2 | |
| | その他・なし | ±0 | |
| 基礎地盤対策 | 地盤対策工、基礎の補強 | -2 | 0 |
| | その他・なし | ±0 | |
| | 地下水・表面水対策 | 地下水排除工、75kV付きのり付工 | |
| 地下・水対策 | のり付工、表面被覆工 | -3 | -1 |
| | のり面排水工、植生張り工 | -2 | |
| | 側溝 | -1 | |
| | その他・なし | ±0 | |
| 浸流対策 | 堰堤・谷止工 | -5 | 0 |
| | 上流・下流流路工、土留擁壁 | -3 | |
| | 上流流路工 | -2 | |
| | 下流流路工 | -1 | |
| 河川水・浸流対策 | その他・なし | ±0 | 0 |
| | 土留擁壁、護岸工(空白欄は除く) | -1 | |
| | その他・なし | ±0 | |
| 合計 | | (n) | (B) |

○(A)が0点の場合は対策工
の発生確率は行わない

【評価点】(評価点の換算) (B)→(C)

| (B) | <0 | 0.1 | 2.3 | 4.5 | 6.7 | 8.9 | 10.11 | 12.13 | 14.15 | >16 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
| (C) | 0点 | 10点 | 20点 | 30点 | 40点 | 50点 | 60点 | 70点 | 80点 | 90点 |

【履歴】(D)

| 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価点 |
|------|----------------------|-----|-----|
| 被災状況 | 有り | +30 | 0 |
| | なし | (○) | |
| 現場 | 盛土の全流出 (通行止) | +70 | 40 |
| | 盛土の一部流出、 半壊 (通行止) | +60 | |
| | 表面浸食 (数日片側通行) | +45 | |
| | 軽微な損傷 (即日通行可) | +40 | |
| 対策 | 盛土の全改修、 十分な対策 | +70 | 0 |
| | 修繕程度、 応急対策 | +30 | |
| | 被災前と同様の 対策、対策なし | 0 | |
| | 合計 | (D) | |

(E)=MAX(C, D)

要因からの評価点 (C) 40 点
履歴からの評価点 (D) 0 点
(C)と(D)の内、(E)=MAX(C, D)
大きい方 40 点

【総合評価】

| 対 | 応 | 判 定 |
|-----------------|---|-----|
| 対策が必要と判断される。 | | |
| 防災カルテを作成し対応する。 | | |
| 特に新たな対応を必要としない。 | | ○ |

表-2.2.10 過去の安定度調査結果例（紀南地区-盛土管理番号：T042F416）

施設管理番号 T042F416

様式-12 安定度調査表（盛土）

点検者 所属機関

【要因】(A)

| 要因 | 評価区分 | 盛土区分毎の配点 | | | | | 各要因の内の最高得点 |
|-----|-------------------|----------|----|-----|-----|----|------------|
| | | 片盛 | 両盛 | 傾斜盛 | 平坦盛 | 切盛 | |
| 変状 | 構造的なクラック・開口亀裂あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 |
| | のり面下部の洗掘あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 補修箇所多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面の陥落あり | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 基礎 | 地すべり・クリープ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| | 軟弱地盤 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 浮遊 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 盛土材 | 砂質土 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 粘性土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 不明 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 地のり | のり面が通潤 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | 盛土のり面に流水跡あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | のり面・自然斜面に湧水あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 周辺の土地利用が不適 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 山側風部に側溝なし | 4 | 4 | 4 | 2 | 6 | |
| 表面水 | 側溝・縦排水溝断面が不十分 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 浸透内（土砂）石流、流水あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 上流側に崩壊地あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 常時流水はないが、ガリーがある | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| 排水 | 排水工存亡部への集水が悪い | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 排水工断面（a, b）が不十分 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 排水工流末処理不十分 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 盛土内部での排水工の屈曲・縮小あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 排水 | 横断排水施設がない* | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | のり面が洪水、高潮時に冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 洪水、高潮時に排水工流水が冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面が常時冠水（攻撃斜面） | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | |
| 水影 | のり面が常時冠水 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 合計 | 9 | 9 | 9 | 9 | 9 | |

注）（ ）各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に（印）をつけると共に点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

*印の項目は、浸透の現況の要因「常時流水はないがガリーがある」と判断された場合にのみ評価を行う。

【対策工】(B) = (A) + α

| 対策目的 | 得点区分 | 配点(a) | 評点 | |
|-----------|------------------|-------|----|---|
| 変状対策 | 構造的な対策 | -4 | 0 | |
| | 抑制工 | -2 | | |
| | その他・なし | ±0 | | |
| 基礎地盤対策 | 地盤対策工、基礎の補強 | -2 | 0 | |
| | その他・なし | ±0 | | |
| | その他・なし | ±0 | | |
| 地下水・表面水対策 | 地下水排除工、ポンプ付きのり付工 | -4 | -1 | |
| | のり付工、表面被覆工 | -3 | | |
| | のり面排水工、側溝張り工 | -2 | | |
| 河川水・波浪対策 | 側溝 | -1 | 0 | |
| | その他・なし | ±0 | | |
| | 土留壁、擁壁工（空石積は除く） | -1 | | |
| 合計 | (a) | (b) | -1 | 8 |

注）(A) が0点の場合は対策工の効果補正は行わない。

【評点】(評点の換算) (B) → (C)

| (B) | <0 | 0.1 | 2.3 | 4.5 | 6.7 | 8.9 | 10.11 | 12.13 | 14.15 | >16 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
| (C) | 0点 | 10点 | 20点 | 30点 | 40点 | 50点 | 60点 | 70点 | 80点 | 90点 |

(E) = MAX (C, D)

| 項目 | 評点区分 | 配点 | 評点 |
|---------|------------------|----|----|
| 要因からの評点 | (A) | 9 | 9 |
| | (B) | 8 | |
| 履歴からの評点 | (D) | 0 | 0 |
| | (E) = MAX (C, D) | 8 | |
| 合計 | (E) | 8 | 8 |

【総合評価】

| 対 | 応 | 判 定 |
|-----------------|---|-----|
| 対策が必要と判断される。 | | |
| 防災カルテを作成し対応する。 | | |
| 特に新たな対応を必要としない。 | | ○ |

表-2.2.11 過去の安定度調査結果例（紀南地区-盛土管理番号：T042F176）

施設管理番号 T042F176

安定度調査表（盛土）

点検者 所属機関

【要因】(A)

| 要因 | 評価区分 | 盛土区分毎の配点 | | | | | 各要因の内の最高得点 |
|-----|-------------------|----------|----|-----|-----|----|------------|
| | | 片盛 | 両盛 | 傾斜盛 | 平坦盛 | 切盛 | |
| 変状 | 構造的なクラック・開口亀裂あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | のり面下部の洗掘あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 補修箇所多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面の陥落あり | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 基礎 | 地すべり・クリープ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| | 軟弱地盤 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 浮遊 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 盛土材 | 砂質土 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 粘性土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 不明 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 地のり | のり面が通潤 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 4 |
| | 盛土のり面に流水跡あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | のり面・自然斜面に湧水あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 周辺の土地利用が不適 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 山側風部に側溝なし | 4 | 4 | 4 | 2 | 6 | |
| 表面水 | 側溝・縦排水溝断面が不十分 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 浸透内（土砂）石流、流水あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 上流側に崩壊地あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 常時流水はないが、ガリーがある | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| 排水 | 排水工存亡部への集水が悪い | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 排水工断面（a, b）が不十分 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 排水工流末処理不十分 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 盛土内部での排水工の屈曲・縮小あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| 排水 | 横断排水施設がない* | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 3 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | のり面が洪水、高潮時に冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 洪水、高潮時に排水工流水が冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面が常時冠水（攻撃斜面） | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | |
| 水影 | のり面が常時冠水 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 合計 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | |

注）（ ）各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に（印）をつけると共に点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

*印の項目は、浸透の現況の要因「常時流水はないがガリーがある」と判断された場合にのみ評価を行う。

【対策工】(B) = (A) + α

| 対策目的 | 得点区分 | 配点(a) | 評点 | |
|-----------|------------------|-------|----|----|
| 変状対策 | 構造的な対策 | -4 | 0 | |
| | 抑制工 | -2 | | |
| | その他・なし | ±0 | | |
| 基礎地盤対策 | 地盤対策工、基礎の補強 | -2 | 0 | |
| | その他・なし | ±0 | | |
| | その他・なし | ±0 | | |
| 地下水・表面水対策 | 地下水排除工、ポンプ付きのり付工 | -4 | -2 | |
| | のり付工、表面被覆工 | -3 | | |
| | のり面排水工、側溝張り工 | -2 | | |
| 河川水・波浪対策 | 側溝 | -1 | 0 | |
| | その他・なし | ±0 | | |
| | 土留壁、擁壁工（空石積は除く） | -1 | | |
| 合計 | (a) | (b) | -2 | 12 |

注）(A) が0点の場合は対策工の効果補正は行わない。

【評点】(評点の換算) (B) → (C)

| (B) | <0 | 0.1 | 2.3 | 4.5 | 6.7 | 8.9 | 10.11 | 12.13 | 14.15 | >16 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
| (C) | 0点 | 10点 | 20点 | 30点 | 40点 | 50点 | 60点 | 70点 | 80点 | 90点 |

(E) = MAX (C, D)

| 項目 | 評点区分 | 配点 | 評点 |
|---------|------------------|----|----|
| 要因からの評点 | (A) | 14 | 14 |
| | (B) | 12 | |
| 履歴からの評点 | (D) | 0 | 0 |
| | (E) = MAX (C, D) | 12 | |
| 合計 | (E) | 12 | 12 |

【総合評価】

| 対 | 応 | 判 定 |
|-----------------|---|-----|
| 対策が必要と判断される。 | | |
| 防災カルテを作成し対応する。 | | ○ |
| 特に新たな対応を必要としない。 | | ○ |

g) 既存安定度調査票が抱える課題のまとめ

前述 a) ～f) にて、既存安定度調査票が抱える課題の収集及び分析を行ったが、抽出した課題を以下にまとめる。次章で安定度調査票（改善案）を提案するが、これらの課題を解消すべく改善ポイントを検討した上で改善案作成に着手する必要がある。

《既存安定度調査票が抱える課題》

課題①：点検盛土の要因評価項目内で素因と変状が混在している。

課題②：盛土区分の配点に差が無く、区分して評価することの意義が薄い。

課題③：対策工の有無で道路盛土の安定性が向上補正される。

課題④：履歴評価の配点が一部不適切である。

課題⑤：総合評価に影響しない項目を評価することの意義が薄い。

課題⑥：一貫性の無い基準の下で総合評価が判定される

表-2.2.12 既存安定度調査票が抱える課題⁹⁾に加筆

| 要因(A) | | 評点区分 | | 盛土区分毎の配点 | | | | | | 各盛土の内の 最高得点 | |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|--|----------------|--|----------------|--|
| 要因 | 評点区分 | 盛土区分 | | | | | | 各盛土の内の 最高得点 | | | |
| | | 片切・ 片盛土 部 | 深流 機通部 | 傾斜 地部 | 平坦 地部 | 切盛 機部 | | | | | |
| 変状 | 【課題1】 評価項目に変状と素因が混在 | 不適切なクラック・開口亀裂あり のり面下部の浮腫あり 補修箇所多数あり のり面の肌露れあり | 2 3 2 1 | 2 3 2 1 | 2 3 2 1 | 2 3 2 1 | 2 3 2 1 | / (3) | | | |
| | 変状 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | | | | | |
| | 基礎 地盤 | 軟弱地盤 崖崩 安定地盤 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | | | | |
| | 盛土 材 | 砂質土 粘性土 硬質土 不明 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | | | | |
| のり面・土への 影響 | 地すべり・クリープ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | / (3) | | | |
| | 変状 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | | | | | |
| | 基礎 地盤 | 軟弱地盤 崖崩 安定地盤 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | | | | |
| | 盛土 材 | 砂質土 粘性土 硬質土 不明 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | | | | |
| 深流の 状況 | のり面が潤滑 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | / (3) | | | |
| | 変状 | 6 6 6 6 | 6 6 6 6 | 6 6 6 6 | 6 6 6 6 | 6 6 6 6 | | | | | |
| | 基礎 地盤 | 軟弱地盤 崖崩 安定地盤 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | | | | |
| | 盛土 材 | 砂質土 粘性土 硬質土 不明 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | | | | |
| 横断排水 の状況 | のり面に流水跡あり のり面・自然斜面に湧水あり 周辺の土地利用が潤滑 山側尻部に傾滑なし 傾滑、縦排水断面が不十分 | 6 6 -2 -2 4 | 6 6 -2 -2 4 | 6 6 -2 -2 2 | 6 6 -2 -2 2 | 6 6 -2 -2 6 | 6 6 -2 -2 6 | / (3) | | | |
| | 素因 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | | | | | |
| | 基礎 地盤 | 軟弱地盤 崖崩 安定地盤 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | | | | |
| | 盛土 材 | 砂質土 粘性土 硬質土 不明 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | | | | |
| 河川水・ 排水 の状況 | 排水工断面（φ、D）が不十分 排水工流末処理不十分 盛土内部での排水工の屈曲・縮小あり 横断排水施設がない のり面が洪水、高潮時に冠水 洪水、高潮時に排水工流末が冠水 のり面が常時冠水（攻撃斜面） のり面が常時冠水（攻撃斜面） のり面が常時冠水 該当なし | 6 3 3 6 0 2 2 1 1 0 | 6 3 3 6 0 2 2 1 1 0 | 6 3 3 6 0 2 2 1 1 0 | 6 3 3 6 0 2 2 1 1 0 | 6 3 3 6 0 2 2 1 1 0 | 6 3 3 6 0 2 2 1 1 0 | / (3) | | | |
| | 素因 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | 0 2 1 | | | | | |
| | 基礎 地盤 | 軟弱地盤 崖崩 安定地盤 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | 1 1 0 | | | | |
| | 盛土 材 | 砂質土 粘性土 硬質土 不明 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | 1 0 0 1 | | | | |
| 合計 | | (A) | | | | | | 点 | | | |

注1) ○ は各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に○をつけて共に点数を記入する。
不明な場合は途中段階の値を採用する。
注2) 各盛土部は排水機通部に隣接する場合は排水機通部の利用を評価する。

※(A)が0点の場合、対策工の効果補正は行わない

【課題2】
該当項目以外に配点差が無く、
盛土区分毎に評価する意義が薄い

【課題3】
対策工の有無のみで、現状機能に関わらず、
安定度補正されている点検実情

【課題4】
下記の場合、履歴なしと同等となる

【課題5】
総合評価に影響しない項目を評価することの意義が薄い

【課題6】
評点と【総合評価】に反映されていない

【総合評価】

対 応 判 定

対策が必要とされる

防災カルテを作成し、対応する

特に新たな対応を必要としない

盛土周辺の状況

1 地山傾斜地で集水地形上に造成された盛土

2 盛土のり尻から測った盛土高が10m程度を上回る盛土

3 盛土のり尻近辺に民家や避難施設が存在する盛土

横断排水管への集水地から流入する沢水の状況

4 降雨時に土砂が発生して横断排水管を堵塞する可能性がある

2.3 安定度調査票（改善案）の作成

(1) 安定度調査票（改善案）の作成に向けた改善のポイントならびに検討方針

前節にて、既存安定度調査票が抱える課題の抽出及び分析を行ったが、これら問題点を解消した改善案を作成する必要がある。改善案を作成するにあたり、改善すべきポイントをまとめる。

《安定度調査票（改善案）作成時の改善すべきポイント》

- ① 盛土が持つ素因と盛土に発生している変状を分類した上で、盛土の安定度を評価することができる様式であること。
- ② 盛土が持つ素因および盛土に発生している変状で評価する項目が、盛土の安定度を評価する上で有効な内容であること。
- ③ 盛土が持つ素因から盛土を劣化させる可能性の有無を予測した上で、盛土に発生している変状の進行状況を把握し、盛土に将来起こり得る災害形態を総合的に評価可能な様式であること。
- ④ 盛土の安定性を向上補正する場合、既設対策工の有無で補正するのではなく、盛土に対して適切な排水機能・補強機能を有する対策工がある場合のみ向上補正できる様式であること。
- ⑤ 盛土の安定性を示す総合評価は、一貫性のある基準の下に決定できる様式とし、点検技術者の判断の入る余地がないこと。

次に、再検討し改善を重ねた安定度調査票（最終案）による点検手法について述べる。前項の内容と重複する内容もあるが、本項で再度まとめることとする。表-2.3.1～2.3.2に安定度調査票（改善案）を示す。

提案する様式を用いた道路盛土の安定度評価は、以下の流れで行う。また、次節以降において、当様式の各項目における検討方針について述べる。

- ・ **【様式-1】** 内の左表「素因評価項目」欄にて、要因毎に点検盛土が該当する項目をチェックする。要因欄の※の内容が該当する場合は、基礎点に該当項目の加点・減点を加味した上で評点を付与する。9つの要因を評価した後、評点の総和を「総合点」、ならびに9要因での最高評点を「素因Max点」とする。次に、素因評価項目の横軸右方向に位置する「災害形態評価項目」欄に、予め点検対象盛土が持つ素因毎に想定できる災害形態に○を付与している。これを参考にして当該さらに、項目欄下位にある「当現場で想定できる災害形態」欄にチェックを入れる。
- ・ **【様式-1】** 内の右表「変状評価項目」欄にて、対象盛土で顕在化している変状をチェックする。変状は右表内の「変状箇所」、「変状の症状」、「評点」欄から該当するものを組み合わせ、下位に位置する「認められた変状」欄に変状毎に記録する。この際、継続観測が必要とされる変状については、「様式-2リンク」欄にチェックを入れ、別途**【様式-2】**にて取り扱うこととする。道路盛土に発生している全ての変状を記録した後、評点の総和を「総合点」、各変状評点の中での最高評点を「変状Max点」とする。
- ・ **【様式-2】** 「着目すべき変状」欄にて継続観測を必要とする変状を抽出し、継続観測の度に定量的データを記録する。その際に「変位傾向」や「次期点検目安」にチェックを入れる。また、変状毎に**【様式-2】**右下にある「災害シナリオフローチャート」に照らし合わせ、変状より「進行している災害シナリオ」欄にチェックを入れる。この内容を**【様式-1】**内「災害形態評価項目」の「当現場で進行している災害シナリオ」欄にチェックを入れる。

①・③にて評価できた「素因Max点」と「変状Max点」に基づき**【様式-1】**内「総合評価」欄で点検盛土の総合評価を判定する。④より、想定される様々な災害形態の中から、現在進行している災害形態が何かを把握することができる。

表-2.3.1 既存安定度調査票 (改善案) 【様式-1】

施設管理番号

安定度調査票 (案) 【様式-1】

調査日

| ボテンシャル評価項目 (盛土が特つ原因) | | 素因評価項目 | | ポテンシャル評価項目 (盛土に発生した変状) | | |
|-------------------------|--------------------------------------|--------|-----|---|---|-----|
| 要因 | 基盤面が平坦地 | 配点 | 評価点 | 変状の有無 | 変状の症状 | 評価点 |
| 盛土区分 | 基盤面が平坦地 | 0 | 0 | → 変状無し | - | 0 |
| | 片切・片盛土 | 1 | 1 | I 盛土法面 (排水施設未設置時) | 1) ヘアクラック (幅: 0.3mm以下、深さ: 4mm以下) | 1 |
| | 覆付け盛土 | 2 | 2 | II 舗装 | 2) 凹凸変形 (亀裂が伴わない程度の変形) | 2 |
| | 面盛土 | 3 | 3 | III 路面排水工 | 3) 目地の欠損 | 3 |
| 盛土区分 | ※ 切盛地がある・道路構造物取付部である | 4 | 4 | IV 小段排水工 | 4) 表面浸食跡 | 4 |
| | ※ 法尻部が平坦、または尾根・起伏基盤上である盛土 | -1 | -1 | V 縦排水工 | 5) 基礎洗掘跡 | 5 |
| | ※ 基礎地盤面に適切な切・排水工が行われ、異状が見当たらない | -1 | -1 | VI 横断排水工 | 6) 線状ひびわれ (縦・横・円弧) | 6 |
| | 岩塊・礫質土等安定した支持地盤 | 0 | 0 | VII 擁壁工 | 7) 亀甲状ひびわれ | 7 |
| 基礎地盤 | 崖趾・中継低地 | 1 | 1 | VIII 抑止工 | 8) はらみ出し | 8 |
| | 埋立地・田圃等の軟弱地盤 (粘性土・有機質土) | 2 | 2 | IX 法尻排水工 (排水工等) | 9) 盛土材の流亡・吸い出し | 9 |
| | 地すべり地内・断層上 | 3 | 3 | X 鋼材露出・腐食 | 10) 沈下 | 10 |
| | ※ 基礎地盤調査を行っている | -1 | -1 | XI 剥離・ポットホール | 11) 剥離・ポットホール | 11 |
| 盛土材料 | 判定根拠 | 0 | 0 | 法面保護工 (吹付工等) | 12) 土砂・枝葉による断面閉塞 | 12 |
| | 通常 礫質土・砂質土 | 1 | 1 | 擁壁工 | 13) 押出亀裂 | 13 |
| | 悪質 粘性土・有機質土 | 3 | 3 | 擁壁工 | 14) 開口亀裂 (盛土材変動、植生生育・繁茂) | 14 |
| | ※ 脆硬岩を含む (泥岩・凝灰岩・花崗岩等)、湿潤化している | -1 | -1 | 抑止工 | 15) 目地の破壊 | 15 |
| 盛土高 | ※ 明らかに盛土材料の締固度が低い | -1 | -1 | 法尻排水工 (排水工等) | 16) 圧入・植生生育、盛土材変動 | 16 |
| | 盛土高<50m | 0 | 0 | IX 鋼材露出・腐食 | 17) 表面剥離跡 | 17 |
| | 50m<盛土高<100m | 1 | 1 | 0 変状が認められない。または、長期の継続観測において症状1の進行が認められない。 | 18) 鋼材露出・腐食 | 18 |
| | 100m<盛土高 | 3 | 3 | 1 経年劣化程度の症状。盛土内への水の浸入は許さず、排水機能は損なわれていない。 | 0 変状が認められない。または、長期の継続観測において症状1の進行が認められない。 | 0 |
| 盛土勾配 | ※ 高さ50m未満以内で幅1.5m以上の小段を設けている | -1 | -1 | 2 症状1が進行し、変状箇所から盛土内への水の流入を許さず、排水施設の補修を行えば機能が回復する。 | 1 経年劣化程度の症状。盛土内への水の浸入は許さず、排水機能は損なわれていない。 | 1 |
| | 盛土材料・盛土高に同じ標準勾配以下 | 3 | 3 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 2 症状1が進行し、変状箇所から盛土内への水の流入を許さず、排水施設の補修を行えば機能が回復する。 | 2 |
| | 盛土材料・盛土高に同じ標準勾配以上 | 3 | 3 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | ※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が見当たらない | -1 | -1 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| 湧水 | 湧水無し | 0 | 0 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 湧水有り | 3 | 3 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | ※ 地下水排除工や浸透防止のための法面保護工が行われ、異常が見当たらない | -1 | -1 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 盛土外へ適切に排水できている | 0 | 0 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| 盛土の排水対策 | 排水施設劣化・水十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | 2 | 2 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 排水対策無し・機能不全 | 3 | 3 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | ※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい | -1 | -1 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 湧水無し | 0 | 0 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| 盛土の補強構造 | 湧水無し | 0 | 0 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 湧水有り | 3 | 3 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | ※ 地下水排除工や浸透防止のための法面保護工が行われ、異常が見当たらない | -1 | -1 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 盛土外へ適切に排水できている | 0 | 0 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| 盛土の補強構造 | 排水施設劣化・水十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | 2 | 2 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 排水対策無し・機能不全 | 3 | 3 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | ※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい | -1 | -1 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 湧水無し | 0 | 0 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| 被災履歴 | 湧水無し | 0 | 0 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 湧水有り | 3 | 3 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | ※ 地下水排除工や浸透防止のための法面保護工が行われ、異常が見当たらない | -1 | -1 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |
| | 盛土外へ適切に排水できている | 0 | 0 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。 | 3 |

| ボテンシャル評価項目 (盛土が特つ原因) | | 素因評価項目 | | ポテンシャル評価項目 (盛土に発生した変状) | | |
|-------------------------|---------|--------|-----|---------------------------|-------|-----|
| 要因 | 基盤面が平坦地 | 配点 | 評価点 | 変状の有無 | 変状の症状 | 評価点 |
| 盛土区分 | 基盤面が平坦地 | 0 | 0 | → 変状無し | | |

(2) 道路盛土の災害形態を予測するための素因・変状毎評価手法

道路盛土の安定度を評価する際に最も重要な視点は、①盛土が持つ『素因』から盛土を劣化させる可能性の有無を予測した上で、②盛土に発生している『変状』の進行状態を把握し、③盛土に将来起こり得る『災害形態』を総合的に評価することである。

表-2.3.3に示すように最終案では【様式-1】内で評価項目を二つの表に大別している。

左表は「素因評価項目」であり、道路盛土が持つ素因について点検する項目である。縦軸に素因の「要因」を揃え、要因の右側には要因毎に素因の状況を示す「評価項目」を揃えている。また、素因評価項目内、横軸方向に「災害形態評価項目」を配置し、盛土に想定される災害形態を配置した。

右表は「変状評価項目」であり、道路盛土に発生した変状について点検する項目である。縦軸に変状が発生した「変状箇所」および変状の「症状」を揃え、この組み合わせによって盛土に発生した変状を忠実に表現できるようにした。また、各変状の評点は、変状項目の下に設けた「評点説明」欄にあるように、変状の状態に応じた評点を付与できるようにした。点検時に盛土で確認された変状の組み合わせ（「変状箇所」・「変状の症状」・「評点」）が決定したら、「認められた変状」欄にそれぞれ記録する様式とする。

表-2.3.3 安定度調査票（最終案）【様式-1】*再掲

| ポテンシャル評価項目 | | | | 災害シナリオ評価項目 | | | | リスク評価項目 | | | |
|-------------------------|--|----|----|--------------------------|------|-------|----|------------------------|------|-------|----|
| ポテンシャル評価項目 (盛土が持つ素因) | | | | 想定される災害形態 (盛土に発生した変状) | | | | リスク評価項目 (盛土に発生した変状) | | | |
| 要因 | 素因評価項目 | 配点 | 評点 | 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 | 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
| 盛土区分 | 基礎面が平坦地 | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 基礎面が傾斜地 | 1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 片切・片盛土 | 1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 覆付け盛土 | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 基礎地盤 | 基礎面が谷地形 | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 切道道がある・道路橋造物取付部である | -1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 法尻部が平坦、または尾根・起伏盛土である盛土 | -1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 基礎地盤面に適切な排水工が行われ、異常が見当たらない | -1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 盛土材料 | 岩盤・凍害土等安定した支持地盤 | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 重質・中質低地 | 1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 埋立土・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土） | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 基礎地盤面を有する支持地盤 | 3 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 盛土勾配 | 判定根拠 | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 良質 初度調整土・セメント改良土等 | 1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 通常 盛質土・砂質土 | 1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 明らか盛土材料の締固度が低い | -1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 湧水 | 盛土高5.0m | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 5.0m<盛土高<10.0m | 1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 10.0m<盛土高 | 3 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小溝を設けている | -1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 盛土の排水対策 | 盛土材料・盛土高に合った標準勾配以下 | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 盛土材料・盛土高に合った標準勾配以上 | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が見当たらない | -1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が見当たらない | -1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 盛土の補強構造 | 湧水無し | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 湧水有り | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 地下水位が盛土表面より高い状態にあり、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 地下水位が盛土表面より高い状態にあり、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 被災履歴 | 盛土外へ適切に排水できている | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 排水機能劣化・不十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 排水対策無し・機能不全 | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 排水対策無し・機能不全 | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 被災履歴 | 面層補強施工（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等） | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 土留め補強施工（重力式・逆T型補強・補強土壁工等） | 1 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 付属構造物施工（布面工・ブロック積・石積補強工等） | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 補強対策無し・機能不全 | 3 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 被災履歴 | 被災履歴無し | 0 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 過去に被災し、対策工後は被災履歴無し | 2 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | 対策工後も被災を繰り返す | 3 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| | ※ 各項目評点の総和とする ※ 全項目の最大点を記載 | 3 | | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 | 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | 0 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 1 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 2 |
| 変状有り | 変状有り | 変状有り | 3 |

| 変状の有無 | 変状箇所 | 変状の症状 | 評点 |
|-------|------|-------|----|
| 変状無し | 変状無し | 変状無し | |

期待される対策工が導入済みの場合や、要因に「切盛境がある」等の追記項目がある場合は、配点に追加点（-1点～+2点）を付与できるようにした。素因は全ての道路盛土が持つことから、盛土の安定度を各要因の総和（27満点）に対する評点で評価することを検討したが、要因毎の重み配分が難しい。そこで本研究では素因の総和は点検毎の時系列な推移を把握するに留め、素因評定点は盛土を劣化させる可能性が高いと考えられる3点項目の有無で評価することとした。

表-2.3.4 ポテンシャル項目一覧表【様式-1 左表】

| ポテンシャル評価項目 (盛土が持つ素因) | | | | 想定される災害形態 | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|--------------------------------------|----|-----------|--------|------|------|-----------------|-----|------|------|--------|
| 要因 | 素因評価項目 | | 配点 | 評点 | 崩壊 | 表層崩壊 | 圧密沈下 | 即時沈下 | 液状化 | 表面浸食 | 地下浸食 | 河・海岸浸食 |
| 盛土区分 | 基盤面が平坦地 | | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 基盤面が傾斜地 | 片切・片盛土 | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | | 腹付け盛土 | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | | 両盛土 | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 基盤面が谷地形 | | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 切盛境がある・道路構造物取付部である | | +1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| 基礎地盤 | ※ 法尻部が平坦、または尾根・起伏基盤上である盛土 | | -1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 基礎地盤面に適切な段切・排水工が行われ、異常が見当たらない | | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 岩塊・礫質土等安定した支持地盤 | | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 崖錐・沖積低地 | | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 埋立地・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土） | | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 地すべり地内・断層上 | | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| 盛土材料 | ※ 基礎地盤対策を行っている | | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 判定根拠 | 良質 粒度調整土・セメント改良土等 | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | | 通常 礫質土・砂質土 | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | | 悪質 粘性土・有機質土 | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 脆弱岩を含む（泥岩・凝灰岩・花崗岩等）、湿潤化している | | +1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 明らかに盛土材料の締固度が低い | | +2 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| 盛土高 | 盛土高<5.0m | | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 5.0m<盛土高<10.0m | | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 10.0m<盛土高 | | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている | | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| 盛土勾配 | 盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以下 | | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以上 | | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | ※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が見当たらない | | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 湧水無し | | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| 湧水 | 湧水有り | 地質境界・法尻 | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | | 上記ではない法面（切盛境部・宙水） | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | | ※ 地下水排除工や浸食防止のための法面保護工が行われ、異常が見当たらない | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 盛土の排水対策 | 盛土外へ適切に排水できている | | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ |
| 排水施設劣化・不十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | |
| 排水対策無し・機能不全 | | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | |
| ※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい | | +1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ | |
| 盛土の補強構造 | 耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等） | | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 土留め構造施工済（重力式、逆T型擁壁、補強土壁工等） | | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 付属構造物施工済（布団籠工・ブロック積、石積擁壁工等） | | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 補強対策無し・機能不全 | | 3 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| 被災履歴 | 被災履歴無し | | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | 被災履歴有り | 過去に被災し、対策工後は被災履歴無し | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| | | 対策工後も被災を繰り返す | 3 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | | ○ | ○ | ○ |
| ポテンシャル評定点 ※ 各項目評点の総和とする 全項目の最大点を記載 | | | | | 項目Max. | 総合点 | | ↓ 当現場で想定される災害形態 | | | | |
| | | | | | /3 | /27 | | 当現場で進行している災害形態 | | | | |

以下に、各項目の配点根拠をまとめた。

a) 盛土区分

① 平坦地に築造された盛土（両盛土）

河川下流部の沖積低地（扇状地・三角州も含む）や、丘陵地，山間部の谷底低地及び人工埋立地等の平坦地に道路を設置する場合に生ずる最も一般的な盛土形態である。形状的には図-2.3.1に示すように平坦地に築造する盛土であり，安定度は最も高いと考えられることから0点とした。勿論，平坦地となる基礎地盤の状況に応じて盛土の安定度は変わってくるが，これについては別途「基礎地盤」で評価することとする。片切・片盛土（切盛境がある）や，橋脚取付部と隣接する場合は，路面を介して流れる表面水が盛土法面に流出し，浸食を受けることがあるため，留意する必要がある。

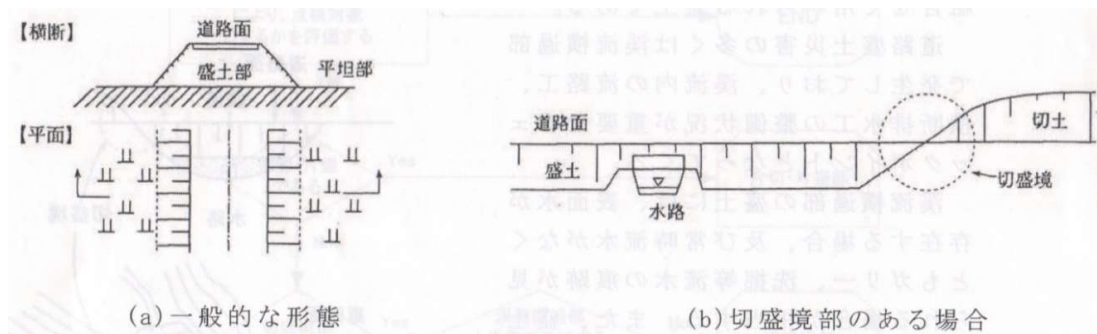


図-2.3.1 平坦地に築造される両盛土

② 片切・片盛土及び腹付け盛土

片切・片盛土は，自然斜面に道路を設置する場合に一般に生じる形態で，山側の自然斜面を掘削し，谷側の自然斜面に盛土を行うことで道路面を確保している。また，腹付け盛土は既設道路を拡幅する目的で，谷側に設置した既設盛土を拡張する盛土のことをいう。

片切・片盛土及び腹付け盛土は，基礎地盤と盛土部が接していることから基礎地盤から地下水が浸透し易い性質を持つ。また，切土斜面から流れる表面水が基礎地盤と盛土部の脆弱線に流入する可能性が高い。

したがって，該当盛土の点検時には，特に地下水や表面水が盛土外に適切に処理されているか否かについて着目する必要がある。

腹付け盛土は既設盛土を拡幅して築造することから，良質の盛土材料を用い，適切締固めを行っていない場合，築造後に腹付け部分が沈下して既設盛土との間に段差亀裂等を生じる可能性が高い。したがって，片切・片盛土を1点，腹付け盛土を2点と評点に差をつけて配点している。

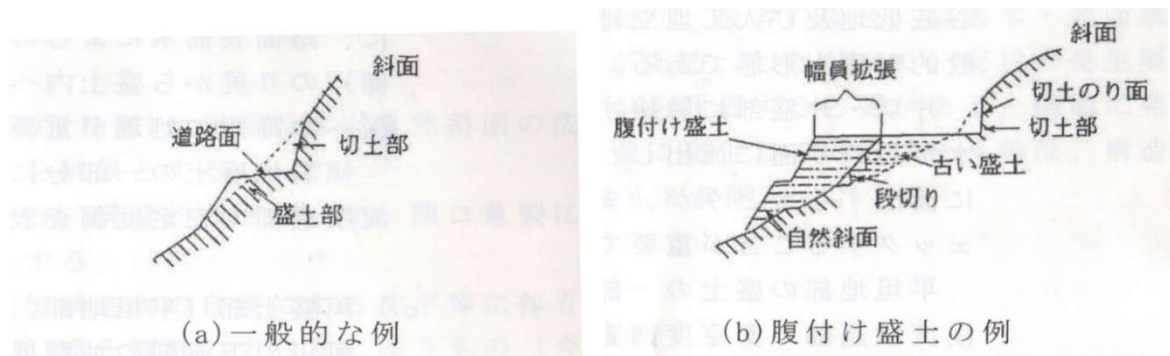


図-2.3.2 片切・片盛土及び腹付け盛土

③ 傾斜地に築造された両盛土

平行型斜面または緩い凹型斜面に道路を設置した場合に生じる盛土形態である。山側と谷側で盛土高に違いはあるものの、両盛土の形態である。両盛土は片盛土上位に土塊が載った形と見れば、上載圧が載荷された状態と見なすことができ、片盛土より危険側の2点を配点とした。傾斜地に築造された両盛土は、平坦地に築造された両盛土と同様に、路面表面水の盛土法面への流出や、上流側斜面から流下する雨水が、盛土（上流側）法尻から盛土内へ浸透が起こりやすい。したがって、該当盛土の点検時は、特に路面表面水及び上流側盛土斜面の降雨処理について着目する必要がある。

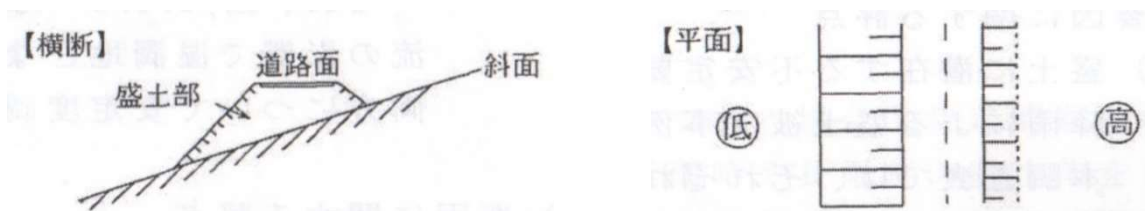


図-2.3.3 傾斜地に築造された両盛土

④ 谷地形に築造された両盛土（谷埋め盛土）

道路が溪流や水路を横断する場合、橋梁やボックスカルバート等と組み合わせて用いられる盛土である。谷埋め盛土は表面水やため池等が存在し、盛土が常時水に浸かっている場合や、常時流水が無くともガリーや洗掘等流水の痕跡が見られる場合もある。また、盛土山側斜面が集水地形を示す場合も谷埋め盛土として評価する。

道路盛土災害の多くは谷埋め盛土で発生していることから、盛土を劣化させる可能性の高いポテンシャルであることを鑑み、配点を3点とした。該当盛土の点検時は路面表面水の処理状況のみならず、溪流内の流路工や盛土内の横断排水工が適切に盛土外へ水を排水可能であるかについて着目する必要がある。

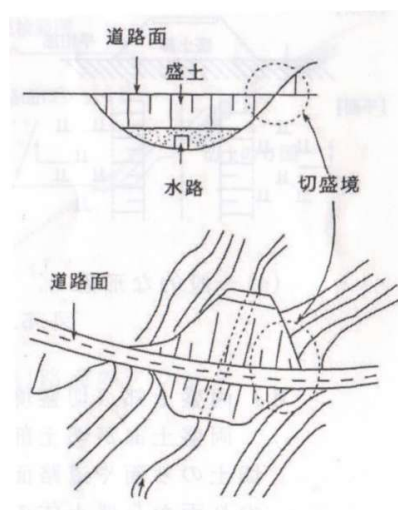


図-2.3.4 谷地形に築造された盛土（谷埋め盛土）

⑥ その他補正されるべき項目

点検盛土の盛土区分が同じであっても、所定の機能を有した対策工が施工済みの場合や、ポテンシャルに追記項目がある場合は、配点が異なる配慮が必要である。したがって、下記の場合は、配点に補正することとした。

イ) 切盛境、あるいは橋梁等道路構造物取付部がある。(＋1点)

図-2.3.5に示すような盛土内に切盛境がある場合や、橋梁等道路構造物の取付部は、盛土部の沈下を起因とした段差亀裂が生じやすい。路面に集水された表面水は、亀裂部を介して流入するようになり、更なる盛土の劣化を引き起こす。したがって、点検盛土に切盛境や道路構造物の取付部がある場合は、危険側を考慮した補正が出来るようにした。

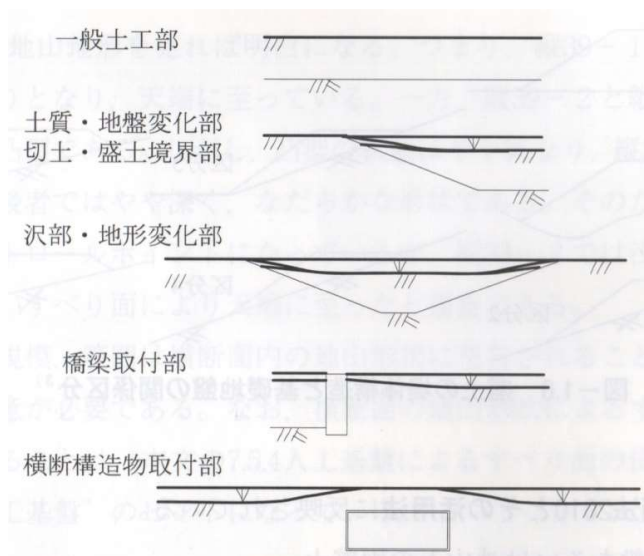


図-2.3.5 切盛境、橋梁等道路構造物取付部における道路盛土の変状¹⁶⁾

ロ) 法尻部が平坦、または尾根・起伏基盤上に築造された盛土（-1点）

図-2.3.6に示すように、盛土区分は同じでも、地形的には安定した盛土の場合、配点には安全側の考慮が成されても良いと考える。したがって、下記の場合は通常の配点に-1点の安全側補正を行う。

- ・起伏基盤上にある両盛土〔区分2〕＊〔区分1〕との比較
- ・法尻部が平坦地である片盛土〔区分3〕＊〔区分4〕との比較
- ・法尻部が平坦地である両盛土〔区分5〕＊〔区分6〕との比較

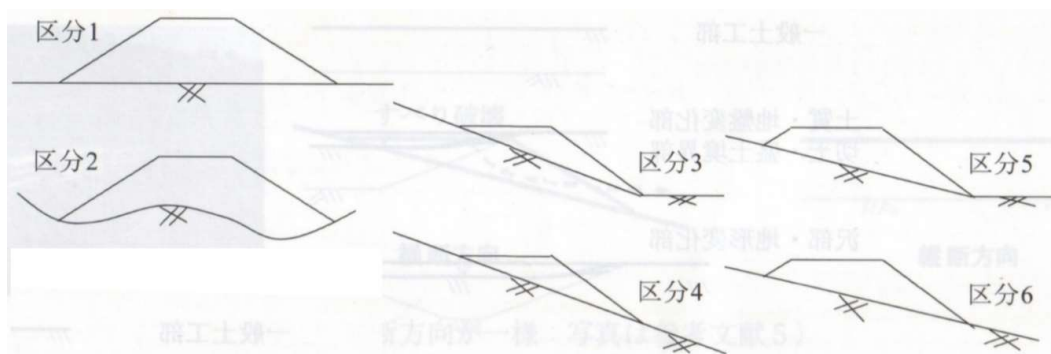


図-2.3.6 盛土の堤体構造と基礎地盤の関係¹⁷⁾

ハ) 基礎地盤面に適切な段切・排水工が行われている。(−1点)

片切・片盛土や腹付け盛土である場合や盛土内に切盛境がある場合は、基礎地盤と盛土部にどうしても脆弱線ができるが、図-2.3.7に示すように盛土を行う前に脆弱部に対して、段切りや排水工を施し、盛土の安定度を損なわない工夫をしている。このような処理が適切に行われている場合は、通常の配点に−1点の安全側補正を行う。ただし、現地での確認が困難な場合が多く、施工記録を確認することが望ましい。

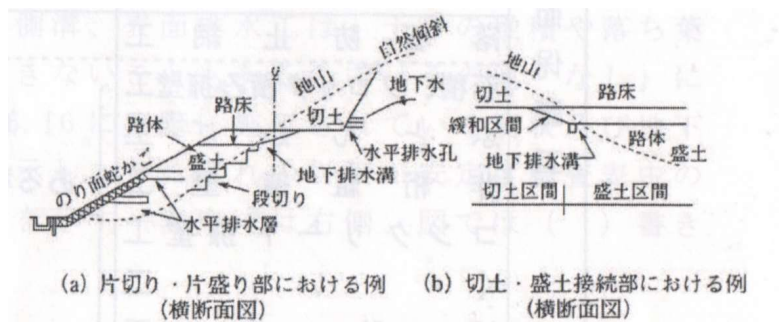


図-2.3.7 片切・片盛土及び切盛境での適切な段切り・排水工の例¹⁸⁾

b) 基礎地盤

道路盛土を設置する箇所の基礎地盤が、岩塊や礫質土等の安定支持基盤である場合は特に問題は生じない。一方、基礎地盤が軟弱地盤や移動土塊である場合には、豪雨または長雨時に盛土部を変形させる滑動が生じる恐れがある。基礎地盤は点検時に直接確認することが難しい要因であるため、施工記録から盛土築造前の基礎地盤が安定支持基盤の状況確認や、点検箇所付近の状況から基礎地盤の判定を行うことが望ましい。基礎地盤の配点は下記の通りとした。

- ① 岩塊・礫質土で良く締まった地盤 → 0点
- ② 軟弱地盤の中でも砂質土主体で構成される崖錐・沖積低地等 → 1点
- ③ 軟弱地盤の中でも粘性土あるいは有機質土主体で構成される埋立地・田圃等 → 2点
- ④ 図-2.3.8に示すような地すべり地内や断層上等、移動土塊と考えられる地盤。(盛土材料の土質は問わない) → 3点
- ⑤ セメントや粒度調整材用いた地盤改良工といった基礎地盤対策や、鋼管杭工やグラウンドアンカー工といった地すべり対策が行われている場合は、②～④に補正をかける
→ −1点

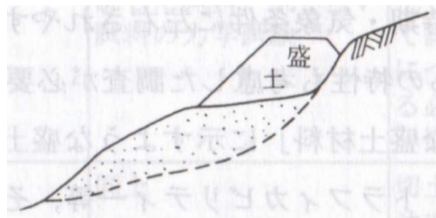


図-2.3.8 地すべり頭部への盛土¹⁹⁾

c) 盛土材料

盛土材料は、材料そのものの性質によって雨水の浸食を受けやすいもの、浸透水により粘性土化しやすいもの、スレーキング特性を持つもの等様々である。例えば、花崗岩等風化の進行が速い岩を盛土材料として用いた場合、マサ化が進行し、降雨により浸食を受けることがある。また、盛土材料が礫質土であっても、風化によって砂質土化・粘性土化しやすい岩を用いている場合は、風化した状態を盛土材

料として評価する必要がある。さらに、盛土施工箇所周辺の発生土を用いていると判断される場合には、発生土の土質を盛土材料として評価する。

盛土材料は法面保護工で被覆されている等、点検時に直接確認することが特に難しい要因である。したがって、前回点検者が判定した意図を次回点検者に伝達する目的で最終案では判定根拠欄を新たに設けた。施工記録の確認と併せて判断材料とするのが望ましい。盛土材料の配点は下記の通りとした。

- ① 粒調整土・セメント改良土等 → 0点
- ② 礫質土・砂質土 → 1点
- ③ 粘性土・有機質土 → 3点
- ④ ①～③と判定した根拠を判定根拠欄に記載
- ⑤ 脆弱岩（泥岩・凝灰岩・花崗岩等）を含む、盛土材料が湿潤化している場合は、①～③に補正をかける → +1点
- ⑥ 明らかに盛土材料の締固め度が低い場合は、①～③に補正をかける → +2点

d) 盛土高

平成21年8月に、駿河湾を震源とする地震により、東名高速道路牧ノ原SA付近において、盛土法面が崩壊し、国民生活に大きな影響を及ぼす事態が発生した。これを受け国土交通省は全国的に道路盛土の緊急点検を実施する方針を打ち立てたが、点検対象とする道路盛土の条件に「盛土法尻から測った盛土高が10mを上回る盛土（高盛土）」がある²⁰⁾。高盛土が特に着目されたのは、沢地形や傾斜地盤上の高盛土が、雨水や湧水の浸透に起因する盛土内地下水位の上昇を伴い崩壊すると、崩壊規模も大きく、相当な範囲まで土砂が流れ出し、復旧に時間を要するだけでなく、隣接する施設の破壊や人命を損なう事態にまで発展する可能性があるからである。

最終案でも上記点検対象に準じた配点を行った。

- ① 盛土高<5.0m → 0点
- ② 5.0m<盛土高<10.0m → 1点
- ③ 10.0m<盛土高 → 3点
- ④ 高さ5.0m間隔以内で、幅1.5m以上の小段を設けている場合は、①～③に補正をかける → -1点

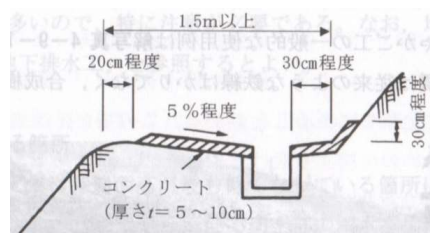


図-2.3.9 小段排水工を含めた適切な小段幅²¹⁾

e) 盛土勾配

表-2.3.5に使用されている盛土材料・盛土高に対する適切な盛土勾配を示す。最終案でもこれに準じた配点としている。

- ① 盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以下 → 0点
- ② 盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以上 → 3点
- ③ グラウンドアンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われている場合は、①・②に補正をかける → -1点

図-2.3.5 盛土材料及び盛土高に対する標準法面勾配の目安²²⁾

| 盛土材料 | 盛土高 (m) | 勾 配 | 摘 要 |
|---|---------|-------------|--|
| 粒度の良い砂(S), 礫及び細粒分混じり礫(G) | 5 m以下 | 1:1.5~1:1.8 | 基礎地盤の支持力が十分にあり, 浸水の影響がなく, 5章に示す締固め管理基準値を満足する盛土に適用する。 |
| | 5~15m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 粒度の悪い砂(SG) | 10m以下 | 1:1.8~1:2.0 | ()の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。 |
| 岩塊(ずりを含む) | 10m以下 | 1:1.5~1:1.8 | |
| | 10~20m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 砂質土(SF), 硬い粘質土, 硬い粘土(洪積層の硬い粘質土, 粘土, 関東ローム等) | 5 m以下 | 1:1.5~1:1.8 | |
| | 5~10m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 火山灰質粘性土(V) | 5 m以下 | 1:1.8~1:2.0 | |

f) 湧水

道路盛土等, 土工構造物の崩壊は, 地下水, 降雨, 融雪水等の浸透水及び湧水が原因となって生じる場合が多い。これらの崩壊を防止し, 盛土の安定を図るための基本的対策は, 原地盤における湧水処理である。したがって, 傾斜地盤上の盛土, 谷埋め盛土, 片切・片盛土, 切盛境部において, 湧水の有無を把握することが重要となる。湧水は渇水期には現地には現れないこともあるため, 可能な限り降雨後に点検をすることが望ましい。

- ① 湧水無し → 0点
- ② 地質境界や法尻部に湧水有り → 2点
- ③ 上記ではない法面上(切盛境も含む)に湧水有り → 3点
- ④ 地下水排除工や法面保護工が施工済みで, 湧水を確実に盛土外に排出できる場合は, ①~③に補正をかける → -1点

g) 盛土の排水対策

盛土の排水対策は表-2.3.6及び表-2.3.7に示すように様々な工種があるが, 工種を問わず降雨に伴う表面水ならびに地下水を盛土内に浸入させないことが最も重要な視点である。側溝や集水枡は例え変状がなくとも, 土砂や枝葉によって排水断面が一部閉塞してしまうと, 所定の排水機能を失ってしまう。このような場合は, 排水機能が不十分であるという評価をされるべきである。また, 点検盛土が集水地形にある場合は, 降雨時に路面を介して表面水が集まりやすく, 豪雨時には盛土に施工されている排水機能を上回り, 盛土内への水の浸入を許す可能性がある。盛土の排水対策はこれを踏まえた配点とした。

- ① 盛土外へ適切に排水出来ている → 0点
- ② 排水施設劣化・不十分により, 水が盛土表面・内部へ流入する可能性あり → 2点
- ③ 排水対策無し, あるいは機能していない → 3点
- ④ 集水地形であり, 盛土外から表面水が集まりやすい地形である場合は, ①~③に補正をかける → +1点

表-2.3.6 法面排水工の種類²³⁾

| 排水工の種類 | 機 能 | 必要な性能 |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|
| のり肩排水溝 | のり面への表面水の流下を防ぐ。 | 想定する降雨に対し溢水, 跳水, 越流しない。 |
| 小段排水溝 | のり面への雨水を縦排水溝へ導く。 | |
| 縦排水溝 | のり肩排水溝, 小段排水溝の水をのり尻へ導く。 | |
| のり尻排水溝 | のり面への雨水, 縦排水溝の水を排水する。 | |
| のり尻工(ふとんかご・じゃかご工) | 盛土内の浸透水の処理及びのり尻崩壊の防止。 | 十分な透水性の確保。 |

表-2.3.7 法面保護工の種類（主に排水・表面保護対策）²⁴⁾

| 分類 | 工 種 | 目 的 ・ 特 徴 |
|--------|-----|-----------|
| のり面緑化工 | 播種工 | 種子散布工 |
| | | 植生基材吹付工 |
| | | 植生シート工 |
| | | 植生マット工 |
| | 植生工 | 植生筋工 |
| | | 植生土のう工 |
| | | 植生基材注工 |
| | 植栽工 | 張芝工 |
| | | 筋芝工 |
| | | 樹木植栽工 |
| | | 苗木設置吹付工 |

h) 盛土の補強対策

盛土の補強対策は表-2.3.8に示すように様々な工種があるが、工種を問わず変状拡大を構造的に抑止していることが最も重要な視点である。各対策工に異常が認められた場合は、その対策工は未施工と同等に扱うこととする。盛土の補強構造はこれを踏まえた配点とした。

- ① 耐震補強施工済（グラウンドアンカー工・鉄筋挿入工・杭工等） → 0点
- ② 土留め構造施工済（重力式・逆T型擁壁工，補強土壁工等） → 1点
- ③ 付属構造物施工済（ふとんかご工，ブロック積工，石積擁壁工等） → 2点
- ④ 補強対策無し，あるいは機能していない → 3点

表-2.3.8 補強対策工の種類（主に補強対策）²⁴⁾

| | | |
|-------|--------------|-----------------------------------|
| 構造物工* | 編柵工 | のり面表層部の侵食や湧水による土砂流出の抑制 |
| | 補強土工 | すべり土塊の滑動力に抵抗 |
| | じゃかご工 | のり面表層部の侵食や湧水による土砂流出の抑制 |
| | プレキャスト枠工 | 中詰が土砂やぐり石の空詰めの場合は侵食防止 |
| | 石張工 | 風化，侵食，表面水の浸透防止 |
| | ブロック張工 | |
| | コンクリート張工 | のり面表層部の崩落防止，多少の土圧を受けるおそれのある箇所の土留め |
| | 吹付枠工 | |
| | 現場打ちコンクリート枠工 | |
| | 石積，ブロック積擁壁工 | ある程度の土圧に抵抗 |
| | ふとんかご工 | |
| | 井桁組擁壁工 | |
| | コンクリート擁壁工 | |
| | グラウンドアンカー工 | すべり土塊の滑動力の抵抗 |
| | 杭工 | |

* 構造物工を植生工の施工を補助する目的で用いる場合は緑化基礎工と定義される。

i) 被災履歴

降雨・集水によってもたらされる道路盛土の被災は、地形条件が大幅に変化しない限り反復性があると考えられる。すなわち、盛土の安定性は盛土材料と締固め，水分量によって決まるため，1度でも被災経験がある盛土は，それらを改善するよほどの排水・補強対策を行わない限り，同様の被災することを示唆している。繰り返して同様の被災が発生する場合は，対策工の選定が誤っている可能性が高い，したがって，被災履歴はこれを踏まえた配点とした。

- ① 被災履歴無し → 0点
- ② 被災履歴有り（対策工後は被災履歴無し） → 2点
- ③ 被災履歴有り（対策工後も被災を繰り返す） → 3点

(4) 素因評価項目（【様式-1】内右表）に関する検討

道路盛土の安定度を評価する上で着目すべき変状箇所は、「盛土法面」、「舗装」、「路面排水工」、「小段排水工・縦排水工」、「横断排水工」、「法面保護工」、「擁壁工・護岸工」、「抑止工」、「法尻排水工」で、かつ変状の症状も組み合わせると多岐に渡り、すべての変状項目を表記すると煩雑になることから、表-2.3.9に示す通り、「変状箇所」欄、「変状の症状」欄および「評点説明」欄の各項目について評価し、「認められた変状」欄に記載する様式とした。各々の変状に対して上記方法で評点を付け、その総和で盛土の安定度を評価することも検討したが、軽微な変状が多く発生している盛土と一つの有意な変状が発生している盛土があった場合、通常は安定度が低いと考えられる後者の盛土が抽出できない可能性がある。したがって、変状評定点は最大点で評価することとし、変状評点の総和は素因と同様に点検毎の時系列な推移を把握するに留めた。また、継続観測を行うのが望ましい有意な変状については、「様式-2リンク」欄にチェックを行い、【様式-2】にて変状に応じた沈下量や亀裂開口量等、定量データの記録を行う。定量データは継続観測を行うことで変状の進行を表す時系列データとなり、変状進行状況の把握を容易にし、災害形態の絞り込みに大きく寄与する。

表-2.3.9 リスク項目一覧表【様式-1 右表】

| リスク評価項目 (盛土に発生した変状) | | | | | | |
|--|---------------------|------------------------|-------------------------------|-----|---|---|
| 変状の有無 | | 変状の症状 | | 評点 | | |
| 変状箇所 | 変状箇所 | 変状の症状 | 0 | 1 | 2 | 3 |
| 変状有り 排水構造物 | 地山 | I 盛土法面 (排水施設未対策部) | 11 ヘアクラック(幅:0.3mm以下、深さ:4mm以下) | ○ | | |
| | | 12 凹凸変形(亀裂が伴わない程度の変形) | | ○ | | |
| | II 舗装 | 3 目地の欠損 | | ○ | ○ | |
| | | 4 表面浸食跡 | | ○ | ○ | |
| | III 路面排水工 | 5 基礎洗掘跡 | | ○ | ○ | ○ |
| | | 6 線状ひびわれ(縦・横・円弧) | | | ○ | ○ |
| | IV 小段排水工 | 7 亀甲状ひびわれ | | | ○ | ○ |
| | | 8 はらみ出し | | | ○ | ○ |
| | V 縦排水工 | 9 盛土材の流亡・吸い出し | | | ○ | ○ |
| | | 10 沈下 | | | ○ | ○ |
| | VI 横断排水工 | 11 剥離・ポットホール | | | ○ | ○ |
| | | 12 土砂・枝葉による断面閉塞 | | | ○ | ○ |
| | VII 法面保護工 (吹付工等) | 13 擁出亀裂 | | | ○ | ○ |
| | | 14 開口亀裂(盛土材変動、植生生育・繁茂) | | | ○ | ○ |
| | VIII 擁壁工・護岸工 | 15 目地の減損 | | | ○ | ○ |
| | | 16 圧壊(植生生育、盛土材変動) | | | ○ | ○ |
| | IX 抑止工 (アンカー工等) | 17 法尻排水工 | | | | ○ |
| | | 18 表層崩壊跡 | | | | ○ |
| IX 法尻排水工 (布固縫工等) | 19 鋼材露出・腐食 | | | | ○ | |
| | | | | | | |
| <p>評点説明</p> <p>0 変状が認められない。または、長期の継続観測において症状1の進行が認められない。</p> <p>1 経年劣化程度の症状。盛土内への水の浸入は許さず、排水機能は損なわれていない。</p> <p>2 症状が進行し、変状箇所から盛土内へ水の流入を許すが、排水施設の補修を行えば機能が回復する。</p> <p>3 症状が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能が回復しない。補修のみでは機能が回復が不十分。</p> | | | | | | |
| 認められた変状 | 様式-2 リンク | 変状の詳細 | 評点 | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| 変状箇所と変状の症状の組み合わせで表現 | | | | | | |
| 変状の進行状況で評点を判定 | | | | | | |
| <p>継続観測すべき変状はチェックして様式-2へ</p> | | | | | | |
| <p>リスク評定点 ※ 各変状評点の最高点及び 総合点を記載</p> | | | 変状Max | 総合点 | | |
| | | | /3 | | | |

写真-2.3.1に舗装の変状症状例を示す。例えば、「舗装が陥没している」というリスクを一つとっても、道路盛土に変状が発生したという意味では同じであるが、点検盛土がどのような変状の進行状況であるか

を適切に把握する必要がある。変状の進行状況を適切に把握することで、その後の対応が経過観測、補修・改善、抜本的な対策と変化するためである。

a) は降雨時であってもこの亀裂から盛土内への水が流入を許さない経年劣化程度のヘアクラックである。

b) は亀甲状のひび割れとなり、a) より症状が進行している。亀裂開口量が大きくなっている部分もあり、ここから降雨時に盛土内への雨水の浸入を許す。ただし、部分的な補修を行えば、盛土内への雨水の浸入は防げる（排水機能の回復は可能）。

c) は一般車両の通行が困難な程、陥没の症状が進行し、舗装の劣化が著しい。また、ポットホールができており、降雨時に常時盛土内へ水を供給する。もはや、舗装としての機能を失っており、機能を回復するには、補修のみならず、路盤材の再施工からやり直す必要がある。



a) ヘアクラック程度【症状：軽】

b) 亀甲状ひび割れ【症状：中】

c) ポットホール【症状：重】

写真-2.3.1 舗装の変状症状例

上記より、点検時に認められたリスクがどのような進行状態にあるかを「評点説明」欄から最も近いものを選び、評点をつける。これをリスク毎に繰り返し行うことで、リスク評点を付ける。

道路盛土で発生したリスクをそれぞれ上記手法でリスク評点を付けていき、その総和で盛土の安定度を評価することも検討したが、点検する道路盛土によって、発生しているリスクの数に差がある。変状が多く発生している盛土では、例えば軽微な変状ばかりでも当然リスク評点の総和が高くなる。すなわち、ポテンシャルと異なり、リスク評点の総和には満点という定義が存在しないため、リスク評点の総和は点検毎に記録し、ポテンシャルと同様に時系列な推移を把握するに留める。したがって、リスク評定点は、各リスク評点の総和で評価するのではなく、リスク評点の最大点で評価することとした。

参考までに、写真-2.3.1の各変状に対して判定すると、以下のように評点をつけることができる。

a) ヘアクラック：【箇-症】・【評点】 → 【II-□】・【1】+変状の詳細記事

b) 亀甲状ひび割れ：【箇-症】・【評点】 → 【II-□】・【2】+変状の詳細記事

c) ポットホール：【箇-症】・【評点】 → 【II-□】・【3】+変状の詳細記事

リスク評定点：上記リスク評点の最大点である【3】とする

また、経過観測をするのが望ましい変状については、表-2.3.10に示すように、「様式-2リンク」欄にチェックを行い、【様式-2】にて、変状に応じた沈下量や亀裂開口量等、定量的データの記録を行う。この定量的データは継続して観測することにより、時系列データともなり、変状の進行状況の把握、しいては災害シナリオの絞り込みに大きく寄与すると考える。

表-2.3.10 安定度調査票（最終案）【様式-2】の使用例

| 施設管理番号 | | K042F021 | | 想定される災害シナリオ・変動タイプ【様式-2】 | | 調査日 | 平成27年12月5日 | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|--|-----------|------------------------------|-------------------------|---|-----|------------|----|--|------|--|------|--|-----|--|------|--|------|--|---------|--|
| 観測すべき変状 | ① | 縦排水工の開口亀裂 | ② | 法面保護工の座屈 | ③ | | ④ | | | | | | | | | | | | | | |
| 状況写真 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 点検月日 | I | H26.6.27 | II | H27.1.25 | III | | IV | | | | | | | | | | | | | | |
| 変位傾向 | マーキング箇所5cm | | 最大箇所3cm傾倒 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 次回点検目安 | 1ヶ月以内・豪雨後 or 3ヶ月以内・1年後 | | 1ヶ月以内・豪雨後 or 3ヶ月以内・1年後 | | 1ヶ月以内・豪雨後 or 3ヶ月以内・1年後 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 観測すべき変状 | ⑥ | | ⑦ | | <div> <div> 想定される災害シナリオ ※ 想定されるものに○ </div> <table border="1"> <tr><td>陥没</td><td></td></tr> <tr><td>表層崩壊</td><td></td></tr> <tr><td>圧迫沈下</td><td></td></tr> <tr><td>液状化</td><td></td></tr> <tr><td>表面浸食</td><td></td></tr> <tr><td>地下浸食</td><td></td></tr> <tr><td>河岸・海岸浸食</td><td></td></tr> </table> </div> | | | 陥没 | | 表層崩壊 | | 圧迫沈下 | | 液状化 | | 表面浸食 | | 地下浸食 | | 河岸・海岸浸食 | |
| 陥没 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 表層崩壊 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 圧迫沈下 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 液状化 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 表面浸食 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 地下浸食 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 河岸・海岸浸食 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 状況写真 | | | | | <div> <div> 災害シナリオフローチャート </div> </div> | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 点検月日 | I | | II | | III | | IV | | | | | | | | | | | | | | |
| 変位傾向 | 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動 | | 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 次回点検目安 | 1ヶ月以内・豪雨後 or 3ヶ月以内・1年後 | | 1ヶ月以内・豪雨後 or 3ヶ月以内・1年後 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 特記事項 | ・今回が安定度調査が初年度であり、変位が進行していないとして災害シナリオの絞り込みを行った。したがって、計測結果により、変位の進行が認められれば、想定される災害シナリオは変化し、これを考慮した組合せ観測をすべきと考える。 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(5) 災害形態の想定についての検討

道路盛土に将来起こり得る災害形態を想定するには、前項で盛土の素因および変状から総合的に判断することの重要性を述べてきた。ここで再度、盛土の素因と変状が災害形態の総合判定に対して、どのような役割を担うかをまとめる。

- ・素因：点検盛土が劣化する可能性を予測できる。つまり、複数の災害形態を想定することができる。ただし、想定した災害シナリオはあくまで可能性があるというだけで必ずしも発生しないということを留意されたい。
- ・変状：点検盛土内で発生した変位の進行状況を把握できる。継続観測によって時系列かつ定量的なデータを取得することにより、素因より想定した複数の災害形態から、現在、点検盛土で進行している災害形態の絞り込みができる。

道路盛土で想定される災害形態は、まず道路盛土が持つ素因要因から複数の形態を抽出する。抽出された災害形態の内、道路盛土に発生した変位の進行状況より絞り込みを行う手法を用いる。

表-2.3.11 ポテンシャル評価項目内の災害シナリオ想定について【様式-1 左表】

| ポテンシャル評価項目 (盛土が持つ素因) | | | 想定される災害形態 | | | | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------|-----------|----|------|------|------|-----|--------|
| 要因 | 素因評価項目 | 配点 | 評点 | 崩壊 | 表層崩壊 | 圧密沈下 | 即時沈下 | 液状化 | 河・海洋浸食 |
| 盛土区分 | 基礎面が平坦地 | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 片切・片盛土 | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 基礎面が傾斜地 | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 腹付け盛土 | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 両盛土 | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 基礎面が谷地形 | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 基礎地盤 | ※ 切盛境がある・道路構造物取付部である | +1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 法尻部が平坦、または尾根・起伏基盤上である盛土 | -1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 基礎地盤面に適切な段切・排水工が行われ、異常が見当たらない | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 岩塊・礫質土等安定した支持地盤 | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 崖錐・沖積低地 | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 埋立地・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土） | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 盛土材料 | 地すべり地内・断層上 | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 基礎地盤対策を行っている | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 判定根拠 | 良質 粒度調整土・セメント改良土等 | 0 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 通常 礫質土・砂質土 | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 悪質 粘性土・有機質土 | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 脆弱岩を含む（泥岩・凝灰岩・花崗岩等）、湿潤化している | +1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 盛土高 | ※ 明らかに盛土材料の締固度が低い | +2 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 盛土高<5.0m | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 5.0m<盛土高<10.0m | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 10.0m<盛土高 | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以下 | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 盛土勾配 | 盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以上 | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が見当たらない | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 湧水無し | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 湧水有り | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 地質境界・法尻 | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 上記ではない法面（切盛境部・宙水） | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 盛土の排水対策 | ※ 地下水排除工や浸食防止のための法面保護工が行われ、異常が見当たらない | -1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 盛土外へ適切に排水できている | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 排水施設劣化・不十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 排水対策無し・機能不全 | 3 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい | +1 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等） | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 盛土の補強構造 | 土留め構造施工済（重力式、逆T型擁壁、補強土壁工等） | 1 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 付属構造物施工済（布団籠工・ブロック積、石積擁壁工等） | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 補強対策無し・機能不全 | 3 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 被災履歴無し | 0 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 被災履歴有り | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 過去に被災し、対策工後は被災履歴無し | 2 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 被災履歴 | 対策工後も被災を繰り返す | 3 | /3 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ポテンシャル評定点 | 項目Max | 総合点 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | ※ 各項目評点の総和とする | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 全項目の最大点を記載 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | /3 | /27 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

表-2.3.11に示すように、素因要因の右側に想定される災害形態を配置している。素因と災害形態の交差箇所には、その素因要因から想定できる災害形態のみ○を付けている。これによって、点検盛土で確認された素因要因が、盛土に悪影響を与えた場合に起こり得る可能性のある災害形態を想定できるようにしている。

また、図-2.3.10に改善案【様式-2】内に含めた、災害形態の絞り込みフローチャートを示す。【様式-2】で扱う変状は点検盛土で確認された変状の内、特に継続観測すべきと判断された変状を抽出したものである。これら変状の進行状況をフローチャートに即して、現在、点検盛土で進行している災害形態を絞り込むことができる。同じ点検盛土で複数の変状があり、フローチャートによって複数の災害シナリオと判定された場合は、該当現場で複数の災害形態が進行していることを意味する。【様式-2】で絞り込んだ災害シナリオを再度【様式-1】に戻すことにより、点検盛土で起きる可能性のある災害シナリオは、「oooo」、「△△△△」、「□□□□」、「☆☆☆☆」・・・で、その中で現在進行している災害シナリオが「oooo」と「□□□□」であるという評価が可能となる。

共に安定化するが、水の影響を受ける盛土は時間と共に劣化する。また、岩盤ずりのようなせん断強度が大きく透水性の高い材料と、粘性土混じり砂のようなせん断強度が小さく保水性の高い材料とでは、同じ締固め度を確保しても、性能に差が生じるため、性能規定を行うことが難しい。

一方、図-2.3.12に示すように、②排水施設は側溝や暗渠工等、主にコンクリートからなる人工構造物（舗装も広義の排水施設）であり、盛土内に水を入れないという、盛土の品質を安定させるために重要な役割を担う。これらは竣工直後が最高の品質を発揮し、時間と共に劣化する。

なお、③付帯構造物は道路盛土の安定度には直接関係しないため、性能曲線の検討は行っていない。

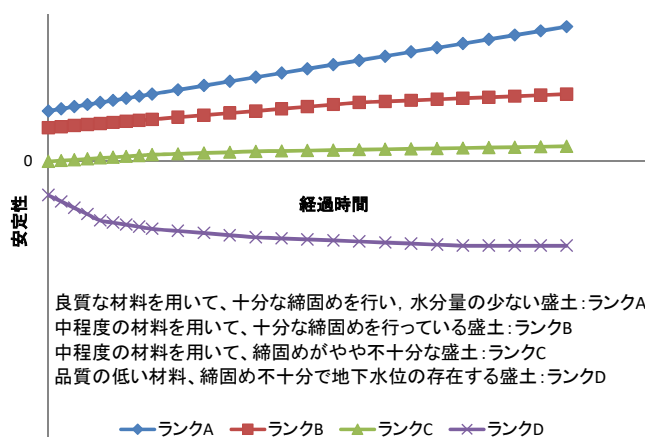


図-2.3.11 盛土材の性能曲線概念図¹⁵⁾

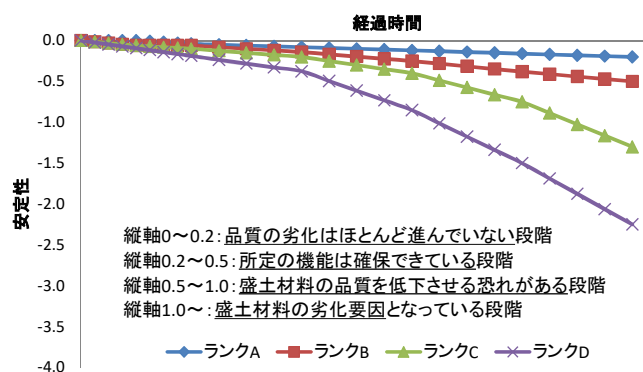


図-2.3.12 排水施設の性能曲線概念図¹⁵⁾

これらを踏まえて道路盛土の性能曲線は、①盛土材の性能曲線と②排水施設の性能曲線を合わせた曲線（図-2.3.13）で表し、この性能曲線に基づいてランク区分をA～Dの4段階に区分する。ここで盛土ランク区分を4段階としたのは、現地踏査による概略的な判断では、これ以上細分化しても十分な精度が得られないと判断したためである。また、表-2.3.13に各ランクにおける盛土の状況、次期点検目安、既存調査票における対比等をまとめた。

- ・ ランクA：所定の安定度を十分に有しており、今後も急激に低下する可能性が低い。点検頻度を落としても良い道路盛土。
- ・ ランクB：排水施設の経年劣化（法尻の擁壁や法枠等、盛土の安定度に寄与する構造物も含む）が始まっているものの、所定の機能は発揮されており、目立った変状も発生しておらず、所定の安全性は確保できている。カルテ対応により継続観測を要する盛土。
- ・ ランクC：排水施設の機能低下もしくは機能不足に起因する変状が生じ、盛土の安定度が低下している。ただし、排水施設（および擁壁、法枠等）の補修・改善を行えば、盛土の安定度は回復可能である。排水施設の補修・改善を要する盛土。
- ・ ランクD：悪質な盛土材、締固め不良、不十分な排水機能、危険な盛土形状等に起因し、所定の安定度を満足していない。補修対策のみでは安全性機能の改善が十分でなく、抜本的な対策を要する盛土。

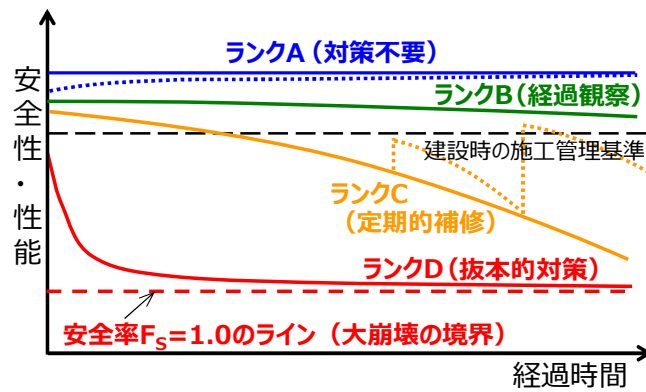


図-2.3.13 既設道路盛土の性能曲線概念図¹⁵⁾

表-2.3.13 盛土の安定度に関するランク区分および次回点検目安一覧表

| 評価ランク | 変状 | 素因 | 盛土の状況 | 改善案での評価及び次回点検目安 | 既存調査票での評価 |
|------------------|----------|----------|---|-------------------------|-----------------|
| ランクA (健全) | 無～軽 | 無 | ・変状がない、あるいは軽微な変状があるが排水機能は保持されている。 ・悪影響を及ぼす素因がない | 1年程度の間隔で定期点検を行う。 | 特に新たな対策を必要としない。 |
| ランクB (要経過観察) | 無～軽 | 軽微 | ・変状がない、あるいは軽微な変状があるが排水機能は保持されている。 ・悪影響を及ぼす軽微な素因を持つ | 毎年、及び地震直後・豪雨毎の継続点検を要する。 | 防災カルテを作成し、対応する。 |
| ランクC (要補修・改善) | 無～軽 中 | 重 軽微 | ・変状がない、あるいは軽微な変状があるが排水機能は保持されている。 ・悪影響を及ぼす可能性の高い素因を持つ ・明らかな変状が発生している。ただし、補修・改善で排水機能は回復可能。 ・悪影響を及ぼす軽微な素因を持つ | 変状箇所の補修・改善を要する。 | 対策が必要とされる。 |
| ランクD (要抜本的対策) | 中 重 | 重 無～重 | ・明らかな変状が発生している。ただし、補修・改善で排水機能は回復可能。 ・悪影響を及ぼす可能性の高い素因を持つ ・顕著な変状が発生しており、補修・改善で排水機能の回復は不可能。 ・盛土の持つ素因によらない。 | 早急に抜本的な対策工を必要とする。 | |

図-2.3.13で示される道路盛土の性能曲線を基に、各広域点検結果を追記したものを図-2.3.14に示す。個々の広域点検は図内において●で示され、初回、2回目…と複数の点検記録を積み重ねることで、時間経過に伴う道路盛土の安定度の向上・劣化が把握できる。安定度の低くなった道路盛土は、劣化の度合いによって排水施設の定期的補修や再築造をする必要が生じるが、性能曲線の考え方に基づいて現地踏査時の着目点を整理しておけば、そのタイミングを現地踏査で判断でき、対策工導入によるランクアップも評価可能となる。このように道路盛土の安定度の推移（災害形態の進行状況）を時系列に把握することが、新設対策工導入効果の評価や不足対策工種の提案に繋がる。

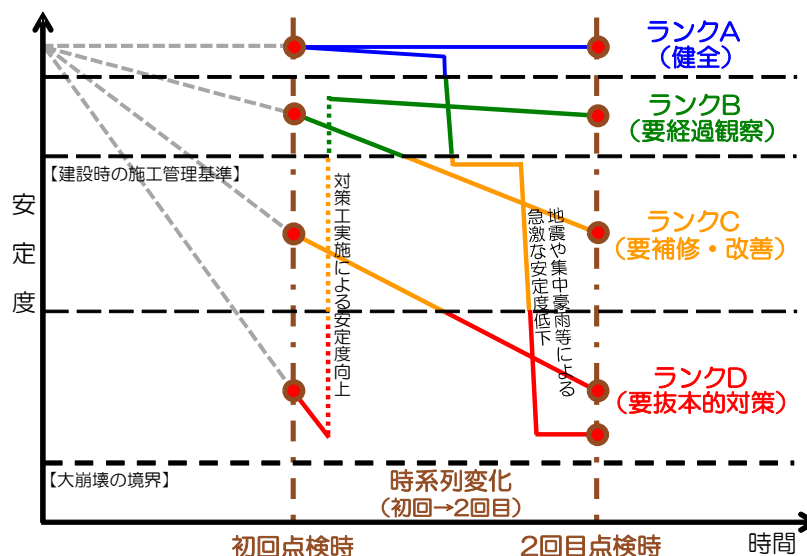


図-2.3.14 道路盛土の安定度～時間関係¹⁵⁾に追記

2.4 安定度調査票（改善案）を用いた実盛土での点検結果

(1) 点検調査目的

過去に安定度調査を行っている現場にて、安定度調査票（改善案）を用いた安定度調査を行う。現地点検で「盛土に悪影響を与える可能性のある素因」や「盛土に発生している変状」を把握し、「将来起こり得る災害形態」を想定した上で、道路盛土の安定度を総合評価する。安定度調査票（改善案）の様式が点検盛土の実情をどれだけ捉えたかの検証、および既存安定度調査票での点検結果を比較することで、実盛土への適用性を検証する。

(2) 点検調査対象地

図-2.4.1ならびに図-2.4.2、図-2.4.3に示す通り、現在共用中の道路盛土（兵庫県神戸市：17箇所、兵庫県朝来市：1箇所、和歌山県紀南地区：17箇所、計：35箇所）にて、既存調査票および改善案を用いた広域点検を実施した。

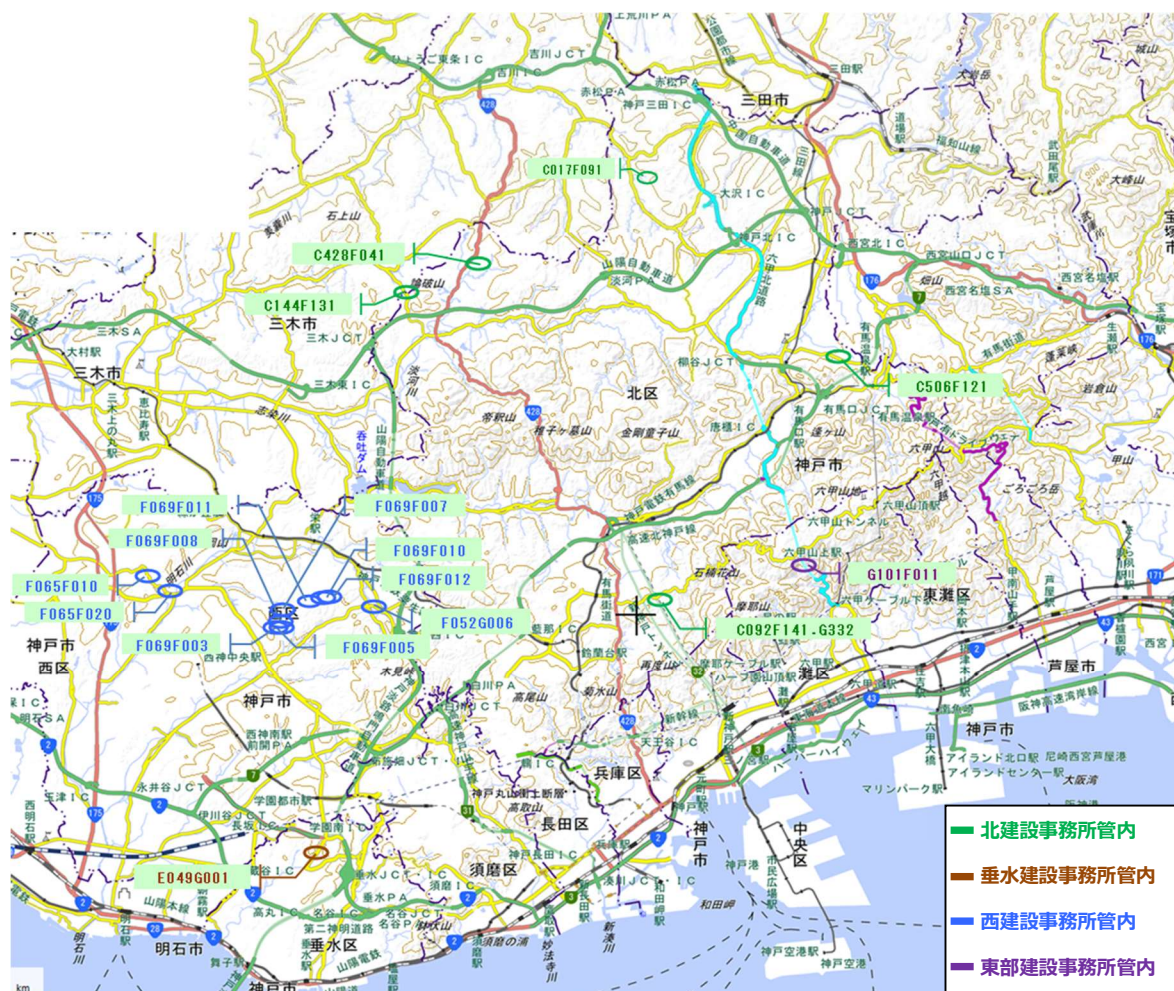


図-2.4.1 調査対象箇所位置図（兵庫県神戸市内）



図-2.4.2 調査対象箇所位置図（兵庫県朝来市）

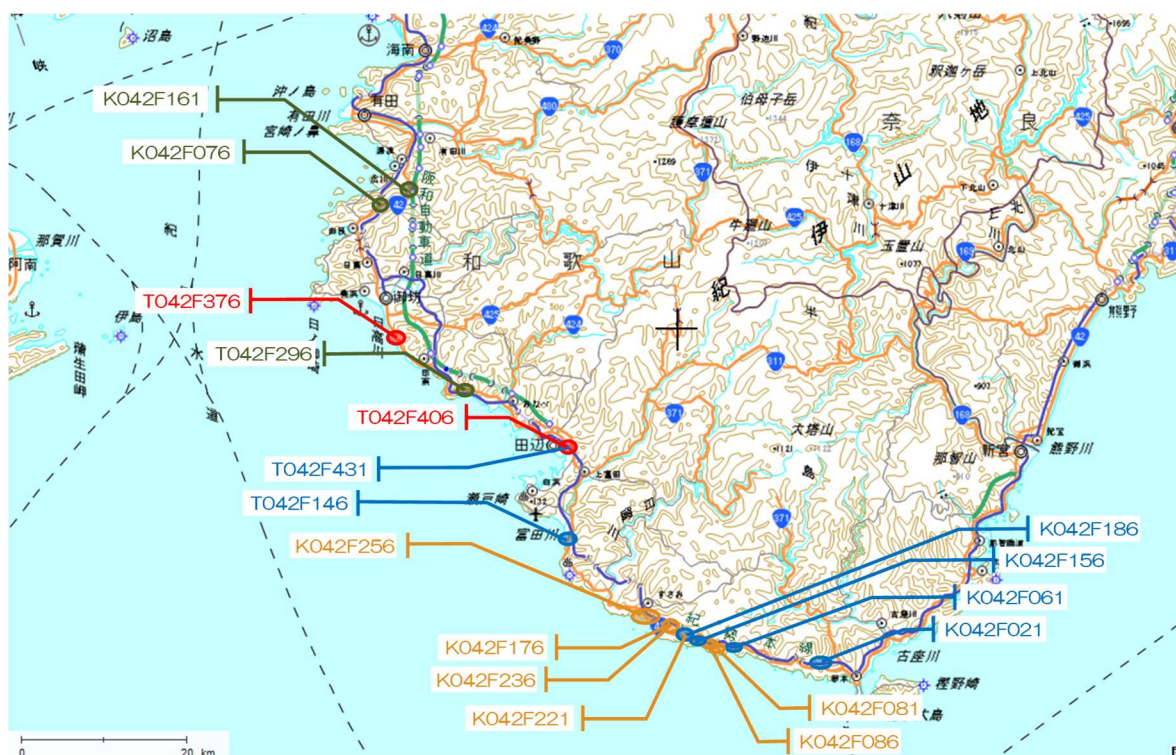


図-2.4.3 調査対象箇所位置図（和歌山県紀南地区）

(3) 安定度調査票（改善案）を用いた点検調査結果

兵庫県神戸市（17箇所）、兵庫県朝来市（1箇所）、および和歌山県紀南地区（17箇所）における全35箇所の道路盛土にて、安定度調査票（改善案）を用いた点検を実施した後、既存調査票を用いた評価を実施した結果、調査票による点検結果は同じ点検盛土でも異なる総合評価となる結果が多数を占めた。点検盛土の中でも特に特徴のあった盛土を例に挙げる。

参考までに、既存安定度調査票での総合評価は3段階であったが、改善案の総合評価結果との比較を容易

にするため、これらをそれぞれ「特に新たな対応を必要としない（＝ランクA相当）」、「防災カルテを作成し対応する（＝ランクB相当）」、「対策を必要とする（＝ランクC or D相当）」として扱う。また、前章でも述べたように既存調査票では点検で得られた評点から総合評価する基準が特に定められていないため、ここでは総合評価する際の評点の基準を以下のとおりに定めた。

- ・ランクA相当 → 評点：0～10点
- ・ランクB相当 → 評点：20～30点
- ・ランクC or D相当 → 評点：40点以上

a) ランク A 相当→ランク B と評価された道路盛土

《神戸-Site. 17》

図-2.4.4に示す当該盛土は、表六甲ドライブウェイ沿いに位置する片切・片盛土である。盛土上にある道路は、近郊周辺と比較すると交通量が非常に多く、道路盛土に常時の輪荷重かかる。このため舗装の劣化が著しく、定期的に舗装の補修を行っている。また、当該盛土は平成25年8月に通過した台風によって谷側法肩部で表層崩壊を引き起こし、数日通行止めを余儀なくされた。このため緊急対策で鋼矢板工+アンカー工を施工し、現在では一般車両の通行が従来通り可能となっている。点検実施時は対策工施工直後ということもあって施工箇所の変状は特に認められず、表層崩壊に起因すると考えられる擁壁工の開口亀裂が認められるのみであった。これより、当該盛土の健全性は高いと考えられる。



図-2.4.4 点検道路盛土《管理番号：神戸 Site. 17》全景

当該盛土のそれぞれの調査票による点検結果を表-2.4.1および表-2.4.2に示す。既存調査票ではランクA相当と評価されたのに対し、改善案ではランクBと1段階下位の評価となった。当該盛土は対策工実施により、盛土の安定度は向上されているが、実施直後がゆえに実施対策工が有効であったかの判断は慎重になるべきである。歩道舗装部に路面排水工が整備されていないため、降雨時に路面から表面水が盛土法面に流下するという事実は変わらない。過去に表層崩壊が発生した被災履歴があることから、少なくとも施工後1年間は導入した鋼矢板工・アンカー工が有効であるか否かの経過観測が必要と考える。1年間の経過観測期間においても、特に新たな変状が認められないようであれば、点検対象から外しても問題のない道路盛土である。上記を踏まえると、ランクBと判定できた改善案は、対策工の導入効果を経過観測すべきことを評価できたという意味で、既存調査票と比較して当該盛土の実情を踏まえた評価ができたといえる。

表-2.4.1 安定度調査票（改善案）による点検結果《神戸-Site.17》

[illegible]

表-2.4.2 既存安定度調査票による点検結果《神戸-Site.17》

| 施設管理番号 | | G | I | O | I | F | O | I | I | 部分記号 | | 点検者 | |
|--|-------------------|-------|---|----------|-------|--------|------|-------|----------|------------|----------|------|--|
| | | シート複製 | | シート削除 | | すべてクリア | | | | | | 所属機関 | |
| (要因) (A) | | | | | | | | | | | | | |
| 要因 | | 評点区分 | | 盛土区分毎の配点 | | | | | | 各要因の内の最高評点 | | | |
| | | | | 片切・片盛部 | 深流機通部 | 傾斜地部 | 平坦地部 | 切盛機通部 | | | | | |
| 実状 | 構造上のクラック・開口亀裂あり | | ● | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 (3) | | | |
| | のり面下部の表面剥離 | | ○ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | |
| | 修繕箇所多数あり | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| | のり面の肌落ちあり | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| | 該当なし | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 基礎地盤 | 地すべり・クレープ | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 (2) | | | | |
| | 軟弱地盤 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| | 崖崩 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| | 安定地盤 | | ● | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 盛土材 | 砂質土 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 (1) | | | | |
| | 粘性土 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | 硬質土 | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| のり面・排水への影響水 | 不密 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 (6) | | | | |
| | のり面部が浸漏 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | | |
| | 盛土のり面に浸漏水跡あり | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | | |
| | のり面・自然斜面に浸漏水あり | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | | |
| | 周辺部の土地利用が浸漏 | | - | 2 | 2 | 2 | 2 | - | | | | | |
| | 山崩落部に発生漏れ | | - | 4 | 4 | 4 | 4 | - | | | | | |
| 河川水・浸透対策 | 側溝・根幹排水管が不十分 | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 0 (8) | | | | |
| | 該当なし | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | 浸漏内に土(物)石流、流木あり | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | |
| | 上流側に遊積地あり | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| 浸水の状況 | 常時流水はないが、ガリがある | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 (3) | | | | |
| | 排水工若口部への集水が悪い | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| | 該当なし | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| | 排水工断面(φ、D)が不十分 | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | | |
| 橋脚・護岸の現状 | 排水工流失処理不十分 | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 (6) | | | | |
| | 盛土内部での排水工の腐蝕・縮小あり | | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | | |
| | 橋脚排水施設がない* | | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | | | | | |
| | 該当なし | | ● | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | |
| 河川水の影響 | のり面が洪水、高潮時に冠水 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 (2) | | | | |
| | 洪水、高潮時に排水工流失が冠水 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | | | | | |
| | のり面が常時冠水(攻撃斜面) | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| | のり面が常時冠水 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | | | |
| 該当なし | | ● | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | | | | |
| 合計 (A) | | | | | | | | | | | 2 | | |
| 注1) () は各項目の満点を示す。 該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。 不明な場合は中間的な値を採用する。 | | | | | | | | | | | | | |
| 注2) 切盛機通部が深流機通部に隣接する場合には深流機通部の判を用いて評価する。 | | | | | | | | | | | | | |
| ※印の項目は、深流の現況の要因「常時流水はないがガリがある」と判断された場合にのみ評価を行う。 | | | | | | | | | | | | | |

様式-12 安定度調査表(盛土)

[対策工] (B)=(A)+α

| 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評点 |
|-------------------------|------------------|-------|---------------------|
| 実状対策 | 構造上の対策 | ● -4 | -4 |
| | 抑圧工 | -2 | |
| 基礎地盤対策 | その他なし | ±0 | 0 |
| | 地盤対策工、基礎の補強 | -2 | |
| 地下水・表面排水対策 | 地下排水工、アンカー付きのり付工 | ● -4 | -4 |
| | のり付工、表面排水工 | -3 | |
| | のり面排水工、植生張り工 | -2 | |
| | 側溝 | -1 | |
| 浸透対策 | その他なし | ±0 | -4 |
| | 堰堤・谷止工 | -5 | |
| | 上流・下流防護工、土留壁等 | -3 | |
| | 上流防護工 | -2 | |
| 河川水・浸透対策 | 下流防護工 | -2 | 0 |
| | その他なし | ±0 | |
| | 土留壁・覆岸工(空石積を除く) | -1 | |
| | その他なし | ±0 | |
| 合計 (α) | | | (B) |
| ※(A)が0点の場合対策工の効果基準は行わない | | | -8 -6 点 |

[評点] (算点の換算) (B)→(C)

| (B) | <0 | 0.1 | 2.3 | 4.5 | 4.7 | 8.9 | 10.1 | 12.3 | 14.5 | >16 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|
| (C) | 0点 | 10点 | 20点 | 30点 | 40点 | 50点 | 60点 | 70点 | 80点 | 90点 |

(E)=MAX(C,D)

| 要因からの評点 (C) | θ 点 |
|--------------------------|-----|
| 要因からの評点 (D) <td>5 点</td> | 5 点 |
| (E)=(MAX(C,D | |

《紀南-Site. 16》

図-2.4.5 に示す当該盛土は、紀伊新庄駅付近の平坦な安定支持地盤上に位置する両盛土である。盛土上にある道路は、片側 2 車線の国道 42 号線バイパスであり、近郊周辺と比較すると交通量が非常に多く、道路盛土に常時の輪荷重がかかる。このため舗装の劣化が著しく、定期的に舗装の補修を行っている。また、当該盛土は歩道舗装部に路面排水工を整備しておらず、降雨時に発生する表面水が盛土法面に流下するのは必至であった。平成 18 年点検時に、南西側斜面の一部に表面浸食が認められたため、盛土法面を全て遮水及び防草マットを敷設することにより、盛土法面から盛土内への表面水の浸透を防ぐ対策を行っている。点検実施時は、既設擁壁工のヘアクラックからしみだし以外に特に変状は認められなかった。法面保護工を実施して間もないこともあり、当該盛土の健全性は高いと考えられる。



写真-2.4.1 点検道路盛土《管理番号：紀南-Site. 16》全景写真

当該盛土のそれぞれの調査票による点検結果を表-2.4.3 および表-2.4.4 に示す。既存調査票ではランク A 相当と評価されたのに対し、改善案ではランク B と 1 段階下位の評価となった。当該盛土は対策工実施により、盛土の安定度は向上されているが、実施直後がゆえに実施対策工が有効であったかの判断は慎重になるべきである。歩道舗装部に路面排水工が整備されていないため、降雨時に路面から表面水が盛土法面に流下するという事実は変わらない。過去に表面浸食が発生した被災履歴があることから、表面水流下に対して、少なくとも施工後 1 年間は敷設した遮水・防草マットが有効であるか否かの経過観測が必要と考える。1 年間の経過観測期間においても、特に新たな変状が認められないようであれば、点検対象から外しても問題のない道路盛土である。上記を踏まえると、ランク B と判定できた改善案は、対策工の導入効果を経過観測すべきことを評価できたという意味で、既存調査票と比較して当該盛土の実情を踏まえた評価ができたといえる。

表-2.4.3 安定度調査票（改善案）による点検結果《紀南-Site.16》

[illegible]

表-2.4.4 既存安定度調査票による点検結果《紀南-Site.16》

| | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|---|-------|---|--------|---|---|---|------|-----|--|
| 施設管理番号 | T | 0 | 1 | Z | F | A | 0 | 6 | 部分記号 | | |
| (要因) (A) | シート複製 | | シート削除 | | すべてクリア | | | | | 点検者 | |

| 要因 | 評価区分 | 構造区分毎の配点 | | | | | 各要因の内の最高配点 |
|------------------|-------------------|---------------|-----|------|-----|-----|------------|
| | | 片側壁部 | 両端部 | 傾斜地部 | 平地部 | 切欠部 | |
| 変状 | 構造的なクラック・開口亀裂あり | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| | の下面下部の浸透あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 縫隙等多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | の下面の肌通ちあり | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | (3) |
| 基礎地盤 | 地すべり・クレープ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 軟弱地盤 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 崖崩 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 安定地盤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | (2) |
| 盛土材 | 砂質土 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 粘性土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 礫質土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | 不明 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | (1) |
| の地下水への影響 | のり原部が浸潤 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | 盛土のり面に止水跡あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | のり面・自然斜面に湧水あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | 周辺部の土地利用が浸潤 | - | 2 | 2 | 2 | - | - |
| | 山崩発露に発生なし | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 6 |
| 排水管 | 設置、経路排水容量が不十分 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | (6) |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| | 流況内に土(砂)石流、流れあり | 3 | 3 | - | - | - | - |
| | 上流側に直落地あり | 2 | 2 | - | - | - | - |
| 排水の現状 | 常時流水はないが、ガリがある | 2 | 2 | - | - | - | - |
| | 排水工等口部への集水が悪い | 2 | 2 | - | - | - | - |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | - | (3) |
| | 横断断面(φ、D)が不十分 | 6 | 6 | - | - | - | - |
| | 排水工済み処理不十分 | 3 | 3 | - | - | - | - |
| 排水の現状 | 盛土内部での排水工の阻害・縮小あり | 3 | 3 | - | - | - | - |
| | 横断排水施設がない* | 6 | 6 | - | - | - | - |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | - | (6) |
| | 河川水・影響 | のり底が洪水、高潮時に冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 洪水、高潮時に排水工済みが冠水 | | 2 | 2 | 2 | 2 | - | - |
| のり底部分が常時排水(改修計画) | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 |
| のり底部分が常時排水 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 該当なし | | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | (2) |
| (A) | | 合計 | | | | | 0 |

注1) () は各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

注2) 切欠機部が浸透機部に隣接する場合にのみ浸透機部の列を用いて評価する。

*印の項目は、浸流の現況の要因「常時流水はないがガリがある」と判断された場合にのみ評価を行う。

様式-12 安定度調査表(盛土)

[対策工] (B) = (A) + α

| 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評点 |
|----------|----------------------------|---|--------|
| 変状対策 | 構造的な対策 | ● -4 | -4 |
| | 傾斜工 | ○ -2 | |
| | その他・なし | ±0 | |
| 基礎地盤対策 | 地盤対策、基礎の補強 | ○ -2 | 0 |
| | その他・なし | ● -4 | |
| | 地下水・表面水対策 | 地下水排除工 アンカー付きのリ辞工 のリ辞工、表面被覆工 のり面排水工、植生復元工 例溝 その他・なし | |
| 浸流対策 | 堰堤・防止工 上流・下流洗掘工、土留擁壁 | -5 -3 | 0 |
| | 上流洗掘工 | -2 | |
| | 下流洗掘工 | -1 | |
| 河川水・浸流対策 | 土留擁壁・護岸工(空白欄は除く) その他・なし | ● -1 ±0 | 0 |
| | | ○ -1 | |
| | | ● ±0 | |
| 合 計 | | (α) -7 | (B) -7 |

※(A)が0の場合対策工の効果判定は行わない

[留意] (D)

| 項目 | 評価区分 | 配点 | 評点 |
|-----|-----------------|-------|-----|
| 変状 | 有り | ● +30 | 30 |
| | 無し | ○ 0 | |
| 規模 | 盛土の全流出(通行止) | ○ +70 | +60 |
| | 盛土の一部流出、半壊(通行止) | ○ +60 | |
| 規模 | 表面浸潤(数日片側通行) | ○ +45 | +40 |
| | 軽微な損傷(即日通行可) | ● +40 | |
| 対策 | 盛土の全改修、十分な対策 | ● -70 | -30 |
| | 修繕程度、応急対策 | ○ -30 | |
| | 被災区と同様の対策、対策なし | ○ 0 | -70 |
| 合 計 | | (D) 0 | 0 |

[評点](評点の換算) (B) → (C)

| (B) | <0 | 0.1 | 2.3 | 4.5 | 6.7 | 8.9 | 10.11 | 12.13 | 14.15 | >16 |
|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-----|
| (C) | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |

(総合評価)

| 対 | 応 | 判 定 |
|----------------|---|-----|
| 対策が必要と判断される。 | ○ | |
| 防災カルテを作成し対応する。 | ○ | |
| 特に新たな対応を必要とし。 | ● | |

盛土周辺の状況

b) ランク A 相当→ランク C と評価された道路盛土

《紀南-Site. 7》

写真-2.4.2 に示す当該盛土は、見老津駅付近を通る国道 42 号線の傾斜した崖錐上に位置する両盛土であり、常時流水のある溪流がボックスカルバートを介して横断している。海岸は多少距離があるため、よほどの悪天候で無い限りは波浪が直接被ることはないが、既設対策工であるモルタル吹付工や護岸工は塩の影響を受けていることがわかる。また、当該盛土は曲線状に築造され、やや集水地形にある。路面谷側に縁石工を行っているものの、民家へ繋がる坂路には横断工等が整備されておらず、降雨時に路面からの表面水流下を許す。

当該盛土はボックスカルバートの目地欠損部から盛土内へ溪流が常時流入できるため盛土材の吸い出しが進行しているものと判断できる。モルタル吹付工は植物生育による開口亀裂や一部凹凸変形が生じ、盛土内へ表面水が流入する。また、護岸工には押出亀裂が確認できる。したがって、当該盛土は盛土材吸い出しによる地下浸食と、表面水流下による表面浸食が進行していると判断できる。路面は特に優位な変状は認められていないが、このまま浸食が進行すれば、盛土材が空洞化及び湿潤化することにより有効応力が低下し、最終的には路面を巻き込んだ表層崩壊まで起きる可能性がある。



写真-2.4.2 点検道路盛土《管理番号：紀南-Site. 7》全景写真

当該盛土のそれぞれの調査票による点検結果を表-2.4.3 および表-2.4.4 に示す。既存調査票ではランク A 相当と評価されたのに対し、改善案ではランク C と 2 段階下位の評価となった。盛土内に水の浸入を許す変状があり、盛土が劣化する可能性が高いのにも関わらず、既存調査票では「構造的なクラック（＝2 点）」のみでしか評価できず、基礎地盤項目（＝崖錐）と併せても要因総点が 3 点にしかならないが、当該盛土に認められた亀裂状況からすれば、配点をもっと高くても釣り合うはずである。また、既設対策工は変状が認められるものの、機能を完全に失っているわけでないため減算値が-10 点となり、総合して-7 点（＝ランク A 相当）と評価されるためである。

一方、改善案では、盛土を劣化させる可能性が高い素因として「排水対策」を、発生した変状においても「縦排水工での吸い出し」及び「モルタル吹付工の開口亀裂」を指摘し、早急に補修を行えば、盛土内への水の流入が防げ、劣化速度を抑えることができることを明記できた。このため、既存調査票ではランク A 相当の評価であったが、改善案では 2 段階下位のランク C と判定されたのである。

これらから想定される災害シナリオも「表面浸食」と、既存調査表と比較して現地の実情に即した評価が出来ていると評価できる。ただし、災害シナリオ絞り込みの際に「地下浸食」が外れてしまっているため、絞り込みフローチャートの項目についてもう少し改善を加える余地があると考ええる。

表-2.4.3 安定度調査票（改善案）による点検結果《紀南-Site.7》

[illegible]

表-2.4.4 既存安定度調査票による点検結果《紀南-Site.7》

[illegible]

c) ランク A 相当→ランク C と評価された道路盛土

《神戸-Site. 2》

図-2.4.5 に示す当該盛土は、県道 16 号線と市道が T 次路で繋がる箇所に位置した両盛土であり、県道 16 号で集められる表面水が横断排水工を通じて盛土内に排水させる状況である。横断排水工から盛土外へ表面水を排水するはずの縦排水工が圧壊しており、点検時に表面水による盛土材の流亡が明確に確認できた。舗装は常時亀裂が生じるためか定期的に全面補修が行われており、点検時も舗装補修後から日が経っていないと考えられ、ヘアクラック程度の変状しか認められなかった。また、盛土法面に施工された擁壁工は輪荷重のためか、押出亀裂が確認できた。

盛土法面に亀裂等の有意な変状は認められないものの、湧水跡が多数見受けられ、盛土が全体に痩せていた。したがって、降雨時に集中的に集められる表面水による盛土材吸い出しといった地下浸食が進行している可能性が高い。また、盛土材は湿潤化しており、盛土内の地下水位は高い状態にあると考えられる。擁壁工に発生した開口亀裂は、こうした浸食の進行によって擁壁が受ける土圧が変化したためと考えられる。路面が定期的に全面補修されていることを鑑みると、地下浸食・表面浸食の進行につれ、路面を巻き込む表層崩壊まで起きる可能性が推測される。



図-2.4.5 点検道路盛土《管理番号：神戸-Site. 2》全景

当該盛土のそれぞれの調査票による点検結果を表-2.4.5 及び表-2.4.6 に示す。既存調査票ではランク B 相当と評価されたのに対し、改善案ではランク C と 1 段階下位の評価となった。地下浸食や表層崩壊等の原因となる「湿潤化」という項目に対して、既存調査票では 6 点と配点が高く設定していることは評価できる。一方、盛土法尻部に既存擁壁工が施工されていると「構造的な対策」と見なされて 4 点減算されるが、「湿潤化」に対する対策でないにも関わらず、この配点は大きすぎると考える。既存調査票でいうならば、「構造的なクラック (=2 点)」に対して有効な対策が「構造的な対策」であり、配点は -2 点であるのが適切である。また「湿潤化 (=6 点)」に対して有効な対策である「地下水排除工」が、既存の -4 点でなく -6 点となっても何も矛盾はない。この不適切な配点のため、総合評価に差が出たものと考えられる。

一方、改善案では、盛土を劣化させる可能性が高い素因として「排水対策」を、発生した変状においても「横断排水工で集水された表面水が盛土内に常時流入」、「縦排水工の圧壊」及び「擁壁工の開口亀裂」を指摘し、擁壁工の改善は難しいが、縦排水工を整備し直すだけでも排水機能は相当回復し、盛土内への流入が防げることから劣化速度を抑えることに寄与する。このため、既存調査票ではランク B 相

表-2.4.5 安定度調査票（改善案）による点検結果《神戸-Site.2》

※ 被災履歴があった場合、その災害シナリオを想定される災害形態とする。

施設管理番号 C 0 9 2 F 1 4 1 部分記号 様式-12 安定度調査表(盛土) 点検者 所属機関

注1) ()は各項目の満点を示す。

該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。

不明な場合は申請書の備考欄に記入する。

は2) 切盛橋脚が深渡橋脚部に隣接する場合には深渡橋脚部の列を用いて評価する。

* 印の項目は、溪流の現況の要因「常時流水はないがガリがある」と判断された場合のみ評価を行う

《紀南-Site. 9》

写真-2.4.2 に示す当該盛土は、道の駅「イノブータンランド・すさみ」付近を通る国道 42 号線に傾斜した基礎地盤上に位置する両盛土であり、常時流水のある溪流が横断排水工を介して横断している。舗装は常時亀裂が生じるためか定期的に全面補修が行われており、点検時も舗装補修後から日が経っていないと考えられ、ヘアクラック程度の変状しか認められなかった。横断排水工では盛土材の吸い出し、盛土谷側法尻に位置する擁壁工には開口亀裂が認められた。また、縦排水工は土砂によって排水断面がほぼ閉塞され、路面から流下する表面水がオーバーフローし、盛土内へ浸透していることは明らかであった。ただし、盛土法面は植生が繁茂しており、表面浸食等の変状は確認できなかった。

盛土材吸い出しと縦排水工の土砂閉塞から、地下浸食が進行している可能性が高い。また、盛土材は湿潤化しており、盛土内の地下水位は高い状態にあると考えられる。擁壁工に発生した開口亀裂は、こうした浸食の進行によって擁壁が受ける土圧が変化したためと考えられる。路面が定期的に全面補修されていることを鑑みると、地下浸食・表面浸食の進行につれ、路面を巻き込む表層崩壊まで起きる可能性が推測される。



写真-2.4.2 点検道路盛土《管理番号：紀南-Site. 9》全景写真

当該盛土のそれぞれの調査票による点検結果を表-2.4.7 および表-2.4.8 に示す。既存調査票ではランク B 相当と評価されたのに対し、改善案ではランク C と 1 段階下位の評価となった。地下浸食や表層崩壊等の原因となる「湿潤化」という項目に対して、既存調査票では 6 点と配点が高く設定していることは評価できる。一方、盛土法尻部に既存擁壁工が施工されていると「構造的な対策」と見なされて 4 点減算されるが、「湿潤化」に対する対策でないにも関わらず、この配点は大きすぎると考える。既存調査票でいうならば、「構造的なクラック（＝2 点）」に対して有効な対策が「構造的な対策」であり、配点は 2 点であるのが適切である。また「湿潤化（＝6 点）」に対して有効な対策である「地下水排除工」が、既存の 4 点でなく -6 点となっても何も矛盾はない。この不適切な配点のため、総合評価に差が出たものと考えられる。

一方、改善案では、盛土を劣化させる可能性が高い素因として「排水対策」を、発生した変状においても「縦排水工の土砂閉塞」及び「擁壁工の開口亀裂」を指摘し、擁壁工の改善は難しいが、縦排水工の土砂を撤去するだけでも、排水機能は相当回復し、盛土内への流入が防げることから劣化速度を抑えることに寄与する。このため、既存調査票ではランク B 相当の評価であったが、改善案では 1 段階下位

表-2.4.7 安定度調査票（改善案）による点検結果《紀南-Site.9》

※ 被災履歴があった場合、その災害シナリオを想定される災害形態とする

表-2.4.8 既存安定度調査票による点検結果《紀南-Site.9》

注1) ()は各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

《朝来-Site.1》

写真-2.4.3に示す当該盛土は、北近畿豊岡自動車道-山東 IC 付近に位置する傾斜した基礎地盤上に位置する谷埋め盛土であり、上流側斜面は当該盛土に対して集水地形、かつレベルバンク地形となっている。また、上流側斜面は晴天時でも湿潤化しており、下流側へ導水する排水施設（側溝ならびに横断排水工）が土砂閉塞および接続不良によって有効に機能しておらず、豪雨時は相当量の表面水が貯水され、盛土内ならびに盛土基礎部への浸透を許し、地下水位が常時高い状態にあると推察される。

当該盛土は全体に優位な変状は認められないものの、北側斜面では盛土法面の湿潤化は確認できたが、表面浸食等、他の変状は認められなかった。南側斜面では盛土法面に浸食防止の目的でモルタル吹付工が施工されているが、水抜きパイプより盛土材が吸い出されている箇所が見受けられ、盛土は痩せていることが窺える。また、道路管理者より路面に沈下に起因するクラックが生じることから、定期的な補修を行っているという報告もある。

盛土材吸い出しと上流側に敷設された側溝の土砂閉塞ならびに横断排水工の接続不良から、地下浸食が進行している可能性が非常に高い。また、盛土材は湿潤化しており、盛土内の地下水位は高い状態にあると考えられる。路面が定期的に全面補修されていることを鑑みると、地下浸食の進行につれ、路面を巻き込む表層崩壊まで起きる可能性が推測される。



写真-2.4.3 点検道路盛土《管理番号：朝来-Site.1》全景写真

当該盛土のそれぞれの調査票による点検結果を表-2.4.9および表-2.4.10に示す。既存調査票ではランク B 相当と評価されたのに対し、改善案ではランク C と 1 段階下位の評価となった。地下浸食や表層崩壊等の原因となる「湿潤化」という項目に対して、既存調査票では 6 点と配点が高く設定していることは評価できる。一方、南側盛土法面部にモルタル吹付工が施工されているため、「地下水・表面水対策」と見なされて 3 点減算されるが、あくまで南側斜面に対する対策であって、当該盛土で問題となっている上流側（北側斜面）の対策ではない。対策工の有無のみで定性的に評点を付与し、安定度の向上補正をしたことによって、着目すべき北側斜面の「湿潤化」対策に重きが置かれなかったケースである。

一方、改善案では、盛土を劣化させる可能性が高い素因として「谷埋め盛土」および「排水対策」を、発生した変状においても「横断排水工の接続不良」、「側溝の土砂閉塞」および「盛土材の吸い出し」を指摘し、築造した盛土直下にある横断排水工の改善は難しいが、既存側溝の土砂除去や、新設側溝によ

って上流側の表面水処理を適切に行うだけでも、排水機能は相当回復し、盛土内への流入が防げることから劣化速度を抑えることに寄与する。このため、既存調査票ではランク B 相当の評価であったが、改善案では1段階下位のランク C と判定されたのである。

表-2.4.9 安定度調査票（改善案）による点検結果《朝来-Site.1》

| 施設管理番号 | | | 安定度調査票（案）【様式-1】 | | | 調査日 | | 平成29年6月10日 | | |
|-------------------------|----------------------------------|-------------------|-----------------|-----------|------|------|------|------------|------|------|
| ポテンシャル評価項目 (盛土に特つ項目) | | | | | | | | | | |
| 要因 | 素因評価項目 | 配点 | 評価点 | 想定される災害形態 | | | | | | |
| 盛土区分 | 基礎面が平坦地 | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 基礎面が傾斜地 | 1 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 基礎面が谷地形 | 2 | 3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | ※ 切盛地がある・道路構造地付部である | -1 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| 基礎地盤 | ※ 法面部分が平坦、または尾根・起伏基盤上である盛土 | -1 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | ※ 基礎地盤面に適切な切削・排水工が行われ、異常が見当たらない | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | ※ 基礎・擁壁土等安定した支持地盤 | 1 | 0 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | ※ 埋立地・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土） | 2 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| 盛土材料 | ※ 地すべり地内・断層上 | 3 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | ※ 基礎地盤対策を行っている | -1 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 判定根拠 | 良質 細粒調整土・セメント改良土等 | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 |
| | 船診 | 適量 腐葉土・砂質土 | 0 | 1 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 |
| 盛土高 | ※ 腐葉土を含む（泥岩・凝灰岩・花崗岩等）、変質している | -1 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | ※ 明らかに盛土材料の練度が低い | -2 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 盛土高<5.0m | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 5.0m<盛土高<100m | 1 | 2 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| 盛土勾配 | 10.0m<盛土高 | 2 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | ※ 高さ5.0m範囲以内で幅15m以上の小段を設けている | -2 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以下 | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以上 | 3 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| 湧水 | ※ アンカー工・鉄筋挿入工等防止対策が行われ、異常が見当たらない | -1 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 湧水無し | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 湧水有り | 2 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | ※ 地下水が盛土内へ浸入している（切盛地・雨水） | -1 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| 盛土の排水対策 | ※ 地下水が盛土内へ浸入している（切盛地・雨水） | -1 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 盛土外へ適切に排水できている | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 排水施設劣化・不十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能有り | 3 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 排水対策無し・機能不全 | 3 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| 盛土の補強構造 | ※ 雨水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい | -3 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 配置補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等） | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 土留め構造施工済（重力式・逆U型擁壁・補強土壁工等） | 1 | 2 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 付属構造物施工済（布面工・ブロック構・石積擁壁工等） | 2 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| 被災履歴 | ※ 排水対策無し・機能不全 | -3 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 被災履歴無し | 0 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 被災履歴有り | 2 | | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |
| | 被災履歴有り | 3 | /3 | 崩壊 | 圧密沈下 | 湧水 | 表面浸食 | 地下浸食 | 月間浸食 | |

| リスク評価項目 (盛土に発生した状況) | | リスク評価 | |
|------------------------|--------|-------|-----|
| 変状の有無 | 変状の箇所 | 変状の症状 | 評価点 |
| 変状無し | - | - | 0 |
| 変状有り | 地山 | 盛土法面 | 1 |
| 変状有り | II | 舗装 | 2 |
| 変状有り | III | 路面排水工 | 3 |
| 変状有り | IV | 小段排水工 | 4 |
| 変状有り | V | 縦排水工 | 5 |
| 変状有り | VI | 横断排水工 | 6 |
| 変状有り | VII | 擁壁工 | 7 |
| 変状有り | VIII | 擁壁工 | 8 |
| 変状有り | IX | 法面保護工 | 9 |
| 変状有り | X | 法面排水工 | 10 |
| 変状有り | XI | 擁壁工 | 11 |
| 変状有り | XII | 擁壁工 | 12 |
| 変状有り | XIII | 擁壁工 | 13 |
| 変状有り | XIV | 擁壁工 | 14 |
| 変状有り | XV | 擁壁工 | 15 |
| 変状有り | XVI | 擁壁工 | 16 |
| 変状有り | XVII | 擁壁工 | 17 |
| 変状有り | XVIII | 擁壁工 | 18 |
| 変状有り | XIX | 擁壁工 | 19 |
| 変状有り | XX | 擁壁工 | 20 |
| 変状有り | XXI | 擁壁工 | 21 |
| 変状有り | XXII | 擁壁工 | 22 |
| 変状有り | XXIII | 擁壁工 | 23 |
| 変状有り | XXIV | 擁壁工 | 24 |
| 変状有り | XXV | 擁壁工 | 25 |
| 変状有り | XXVI | 擁壁工 | 26 |
| 変状有り | XXVII | 擁壁工 | 27 |
| 変状有り | XXVIII | 擁壁工 | 28 |
| 変状有り | XXIX | 擁壁工 | 29 |
| 変状有り | XXX | 擁壁工 | 30 |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

| リスク・ポテンシャル評価 | | リスク評価 | |
|--------------|-----|-------|-------|
| 項目 | 評価点 | リスク評価 | リスク評価 |
| 崩壊 | 0 | A | C |
| 圧密沈下 | 1~2 | B | C |
| 湧水 | 3 | D | D |
| 表面浸食 | 4 | D | D |
| 地下浸食 | 5 | D | D |
| 月間浸食 | 6 | D | D |
| 総合評価 | 7 | C | C |

一方、当該盛土においては、広域点検結果の適用性を検証する目的で、原位置試験ならびに安定性評価が行われている。3.5 項で詳細を述べるが、ここでは改善案の適用性の検証のために、原位置試験の結果を羅列する。

実施した原位置試験は、①表面波探査、②簡易貫入試験、③ミニラムサウンディング、④現場密度試験、⑤電気探査、⑥地下水位観測である。また、各原位置試験の検証のために、別途ボーリングも行っている。各種原位置試験の実施箇所を図-2.4.6に、各原位置試験結果一覧表を表-2.4.11に、原位置試験結果ならびに現地踏査結果に基づき作成した地質断面図を図-2.4.7に示す。

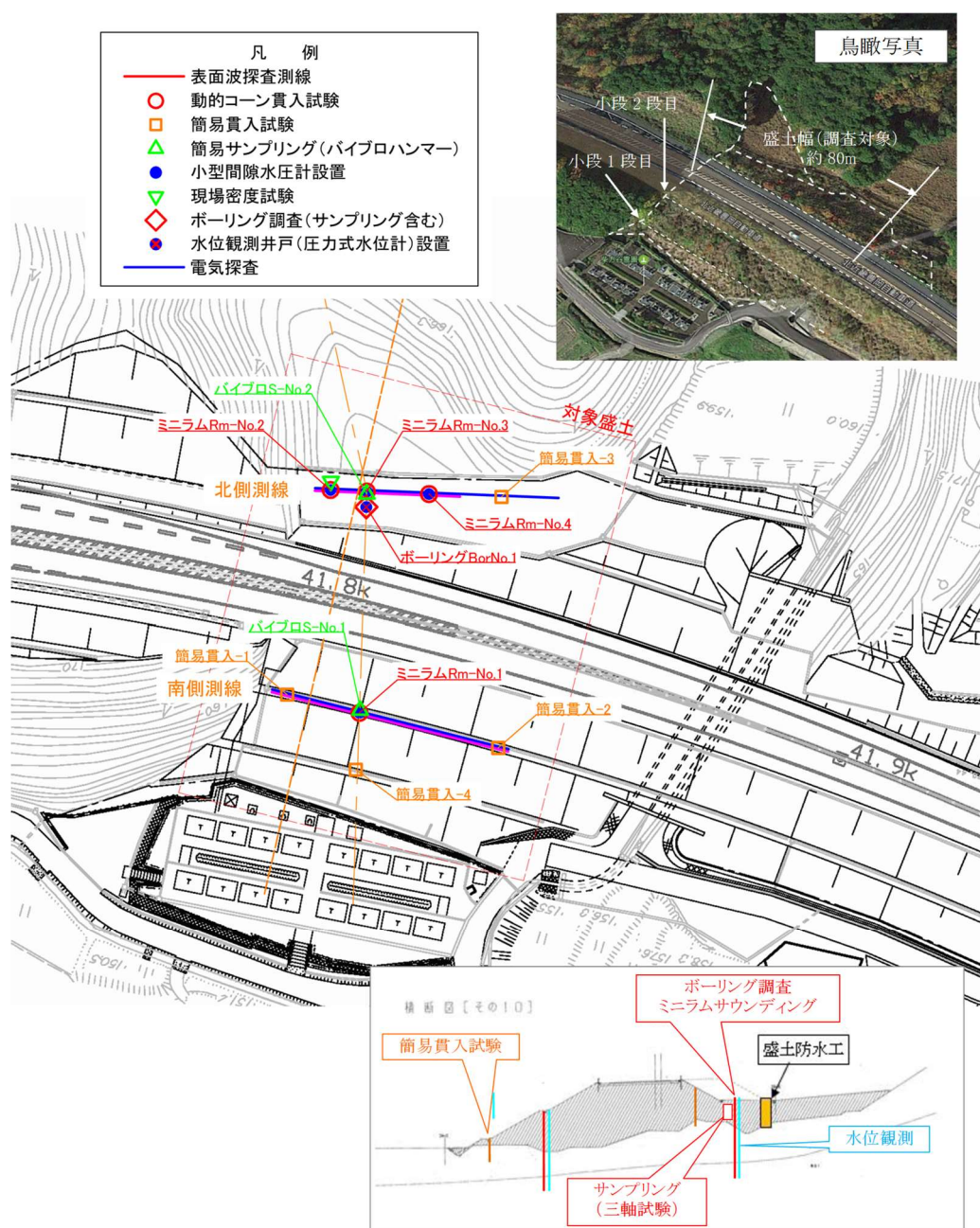


図-2.4.6 各種原位置試験実施箇所位置図

表-2.4.11 各種原位置試験結果一覧表

| 原位置試験種 | 試験結果概要 |
|--------------|---|
| ①表面波探査 | 地表面よりG.L.-0.0m～5.0mの層 → V_s : 250m/s以下 G.L.-5.0m～以深の層 → V_s : 250m/s以上 ただし, $V_s=a \times N^b$ ($a=97$, $b=0.314$) |
| ②標準貫入試験 | 地表面よりG.L.-0.0m～8.0mの層 → N : 10以下 |
| ③ミニラムサウンディング | 地表面よりG.L.-0.0m～8.0mの層 → N_d : 10以下 試験孔に別途水位計を設置して地下水位を計測したが、 盛土内部の地下水位は確認できなかった。 |
| ④現場密度試験 | $\rho_d=1.34 \sim 1.52\text{g/cm}^3$, $\rho_{dmax}=1.82\text{g/cm}^3$ $D_c=74$ (南側)～84(北側)% |

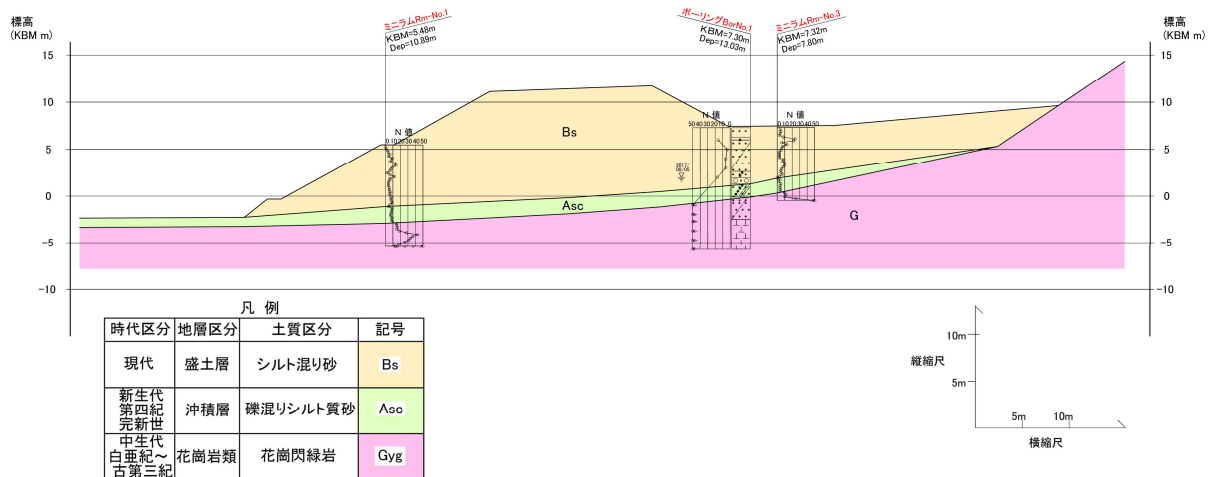


図-2.4.7 原位置試験結果に基づき作成した地質断面図

表-2.4.12 土質定数一覧表

| | 土質定数 | | 備考 |
|-------|------------|------------------------|-----------------------------|
| 盛土材 | ϕ | 27.0° | $\phi=4.81\log N+21$ |
| | c | 0.0kN/m ² | 砂質土のため |
| | γ_t | 15.7kN/m ³ | 現場密度試験結果流用 |
| 基礎地盤1 | ϕ | 25.0° | $\phi=4.81\log N+21$ |
| | c | 0.0kN/m ² | 砂質土のため |
| | γ_t | 17.0kN/m ³ | 設計要領 第1集 土工 西日本高速道路 参照 |
| 基礎地盤2 | ϕ | 37.0° | 設計要領 第2集 橋梁保全編 日本道路公団 参照 |
| | c | 100.0kN/m ² | |
| | γ_t | 21.0kN/m ³ | |

安定性の評価を行うため、表-2.4.11 に示す土質定数を用いて安定解析を実施しており、各安全率 F_s は、
常時：1.07<1.20、地震時（レベル1）：0.85<1.00 と共に必要安全率を下回る結果が報告されている。

上記結果は、広域点検結果とも整合がとれており、実盛土の安定度を評価する上で提案した改善案が既存調査票よりも適用性の面で優れていることが検証された。

d) ランク CorD 相当→ランク D と評価された道路盛土

《神戸-Site. 15》

図-2.4.8 に示す当該盛土は県道 69 号線上に位置する谷埋め盛土であり、盛土法尻部に設置されたふとんかご工下位に貯水池が位置する。また、適切な斜面勾配のもと高さ 5m 毎に小段を設けているものの全高は 20m を超える高盛土である。

現地踏査時に以下の 5 つの状態を確認できた。①法尻部に設置しているふとんかご工の基礎地盤が洗掘されて一部崩壊していた。(1 年前の点検結果では、当該変状は認められていない。)②法尻部のふとんかご上位に設置されている擁壁工は、躯体表面には優位な変状は認められないが、天端及び基礎の一部に約 5cm の沈下が認められた。③縦排水工は全体に枝葉によって閉塞されているものの排水機能は保持されていたが、盛土内への表面水流入を許す線状の開口亀裂が認められた。④盛土法面は全体に湿潤化しており、盛土内地下水位が高いと推測される。⑤舗装に認められる変状は経年劣化によるヘアクラック程度で、第三者に直結するような変状ではない。

踏査結果より、当該盛土は谷埋め盛土であるため、適切な排水対策によって表面水を処理しているようでも、盛土法面全体の湿潤化からもわかるように盛土内の地下水位を下げるまでの効果は期待できない。この状態に集中豪雨あるいは長期にわたる降雨によって貯水池の水位上昇が重なり、盛土法尻部に位置するふとんかご工の基礎洗掘を引き起こしたものと考えられ、ふとんかご工被災部から調整池に向けてガリーが形成されていることから明白である。盛土法尻部には別途重力式擁壁が施工されているため第三者に直結する被災規模にまで進行していないが、擁壁基礎地盤や天端コンクリートの沈下や、縦排水工の線状ひび割れが発生していることから、地下浸食による擁壁工裏込め材の流亡は進行しており、いずれは路面を巻き込む表層崩壊まで災害規模が拡大することが懸念される。これを抑制するには、盛土内の地下水位を下げるのが最も効果的であり、地下水排除工の導入を検討すべきである。上記より、当該盛土は排水機能の更なる向上を目的とした『抜本的な対策を要する盛土 (=ランク D)』と評価した。

当該盛土のそれぞれの調査票による点検結果を表-2.4.13 及び表-2.4.14 に示す。既存調査票ではランク C or D 相当と評価されたのに対し、改善案ではランク D と 1 段階下位の評価となった。

共に「対策が必要」と判定できたが、既存調査票では排水機能の現状を正確に伝達するに至っていない。前述の通り、当該現場は現状保有している排水機能が不足しており、排水施設の改善・補修レベルの対策ではなく、被災を防ぐために優先して、谷埋め盛土の特性に合わせた排水機能の向上を図ることが至上命題である。一方、改善案では「ランク D」と評価することで、不足対策工の指摘や施工優先順位を示すことができた。

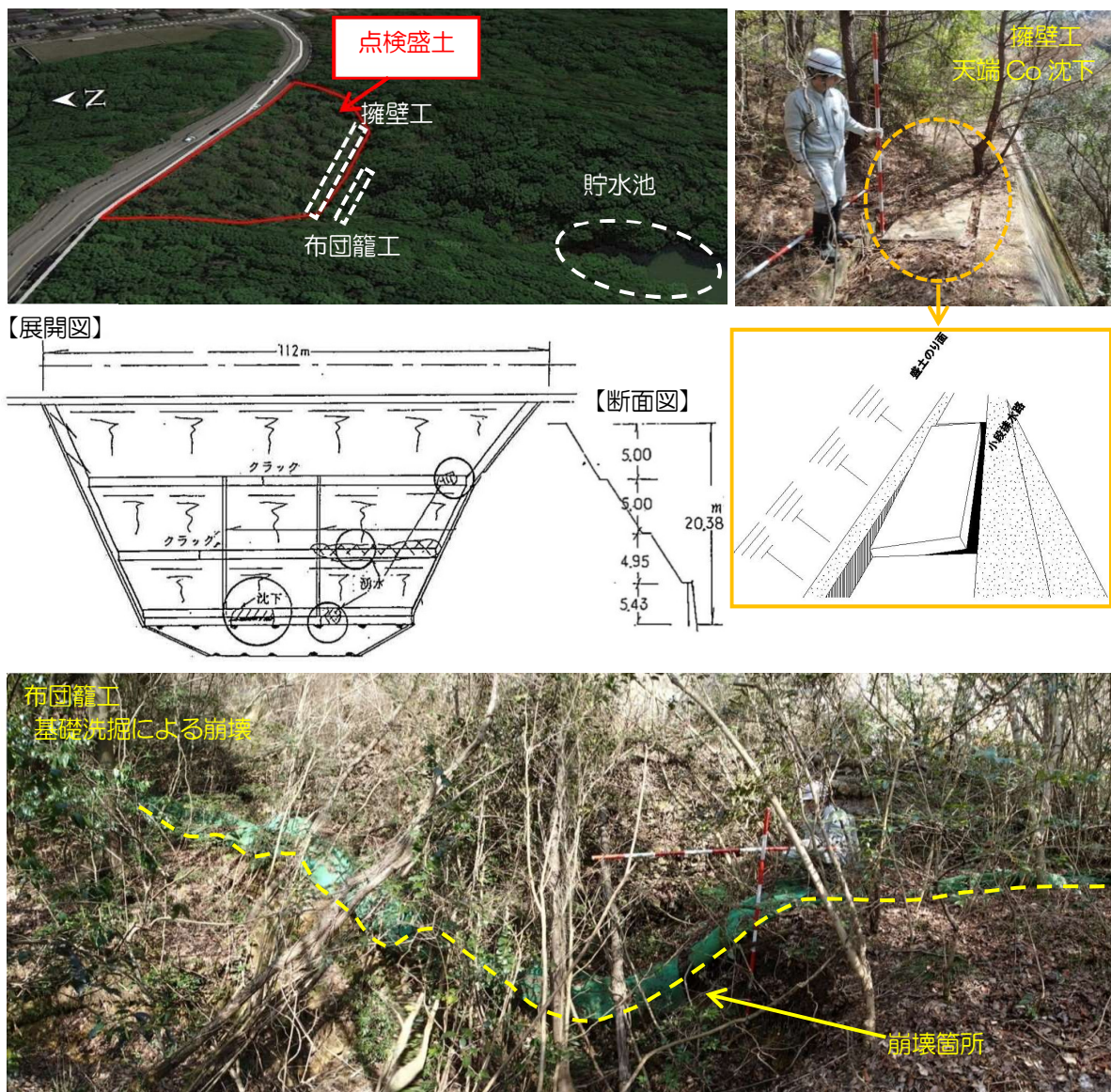


図-2.4.8 点検道路盛土《管理番号：神戸-Site.15》全景

表-2.4.13 安定度調査票（改善案）による点検結果《神戸-Site.15》

[illegible]

表-2.4.14 既存安定度調査票による点検結果《神戸-Site.15》

施設管理番号

F

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

F

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

部分記号

シート複製

シート削除

すべてクリア

要因

評価区分

| 要 因 | 評価 区 分 | 進土区分毎の配点 | | | | | 各要因の内の 最高評価 |
|------------------|-------------------|----------------|---------------|----------|----------|----------|----------------|
| | | 片切・ 片盛 部 | 深流 構造 部 | 傾斜 地部 | 平坦 地部 | 切盛 境部 | |
| 変 状 | 構造上のクラック・開口部発生あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 (3) |
| | のり面下の洗掘あり | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| | 補修箇所多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり面の肌落ちあり | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 基礎 地盤 | 地すべり・クレープ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 (2) |
| | 軟弱地盤 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 産層 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| 進 土 材 | 安定地盤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (1) |
| | 砂質土 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| のり面・土への 影響 | 粘性土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 (1) |
| | 硬質土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| | 不明 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | のり底部が空層 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| | 進土のり面に湧水跡あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | |
| 排水の状況 | のり面・自然斜面に湧水あり | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0 (3) |
| | 周辺の土地利用が空層 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | 山側戻部に側溝なし | - | - | - | - | - | |
| | 側溝・経排水溝断面が不十分 | 4 | 4 | 2 | 6 | 6 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 排水の状況 | 深流内に土(砂)石・流木あり | 3 | 3 | - | - | - | 0 (6) |
| | 上流側に暗渠あり | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 常時流水はないが、ガリがある | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 排水工各口部への集水が悪い | 2 | 2 | - | - | - | |
| | 該当なし | 0 | 0 | - | - | - | |
| 河川・ 流水・ 影響 | 排水工断面(φ、D)が不十分 | 6 | 6 | - | - | - | 0 (6) |
| | 排水工断面劣化程度不十分 | 3 | 3 | - | - | - | |
| | 進土内部での排水工の断層・縮小あり | 3 | 3 | - | - | - | |
| | 横断排水施設がない* | 6 | 6 | - | - | - | |
| | 該当なし | 0 | 0 | - | - | - | |
| 河川・ 流水・ 影響 | のり底が湧水・高潮時に冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 (2) |
| | 湧水・高潮時に排水工流束が冠水 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | |
| | のり底部が常時排水(攻撃斜面) | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | |
| | のり底部が常時冠水 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | |
| | 該当なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

合 計 (A) 11 点

注1 () は各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。
不明な場合は中間的な値を採用する。

注2 切盛境部が深流構造部に隣接する場合には深流構造部の列を用いて評価する。

*印の項目は、深流の現況の要因「常時流水はないがガリがある」

様式-12 安定度調査表(盛土)

〔対策工〕B=(A)+α

得 点 区 分

| 対策項目 | 得 点 区 分 | 配点(α) | 評価点 |
|---------|-------------------|-------|-----|
| 変状対策 | 構造上の対策 | 4 | 4 |
| | 切削工 | 2 | |
| | その他・なし | 0 | |
| 基礎地盤対策 | 地盤対策・基礎の補強 | 2 | 0 |
| | その他・なし | 0 | |
| | 地下水・表面水対策 | 4 | |
| 地下排水対策 | 地下排水施設・アンカー付きのり砂工 | 4 | 0 |
| | のり砂工・表面被覆工 | 3 | |
| | のり面排水工・植生強化工 | 2 | |
| 河川・流水対策 | 側溝 | 1 | 0 |
| | その他・なし | 0 | |
| | 堰堤・谷止工 | 5 | |
| 深流対策 | 上流・下流流路工・土留壁設置 | 3 | 0 |
| | 上流流路工 | 2 | |
| | 下流流路工 | 1 | |
| | その他・なし | 0 | |
| | 土留壁設置・護岸工(空石堤を除く) | 1 | |
| 河川・流水対策 | その他・なし | 0 | 0 |
| | その他・なし | 0 | |

一方、当該盛土においては、広域点検結果の適用性を検証する目的で、原位置試験²⁵⁾ならびに安定性評価²⁶⁾、²⁷⁾が行われている。後述の3.4項で詳細を述べるが、ここでは改善案の適用性の検証のために、原位置試験の結果を羅列する。

実施した原位置試験は、①表面波探査、②簡易貫入試験、③ミニラムサウンディング、④現場密度試験である。各種原位置試験の実施箇所を図-2.4.9、各原位置試験結果一覧表を表2.4.15に、原位置試験結果ならびに現地踏査結果に基づき作成した地質断面図を図-2.4.10に示す。

安定性の評価を行うため、表-2.4.16に示す土質定数を用いて安定解析を実施しており、各安全率 F_s は、常時： $1.16 < 1.20$ 、地震時（レベル1）： $0.94 < 1.00$ と共に必要安全率を下回る結果が報告されている。

上記結果は、広域点検結果とも整合がとれており、実盛土の安定度を評価する上で提案した改善案が既存調査票よりも適用性の面で優れていることが検証された。

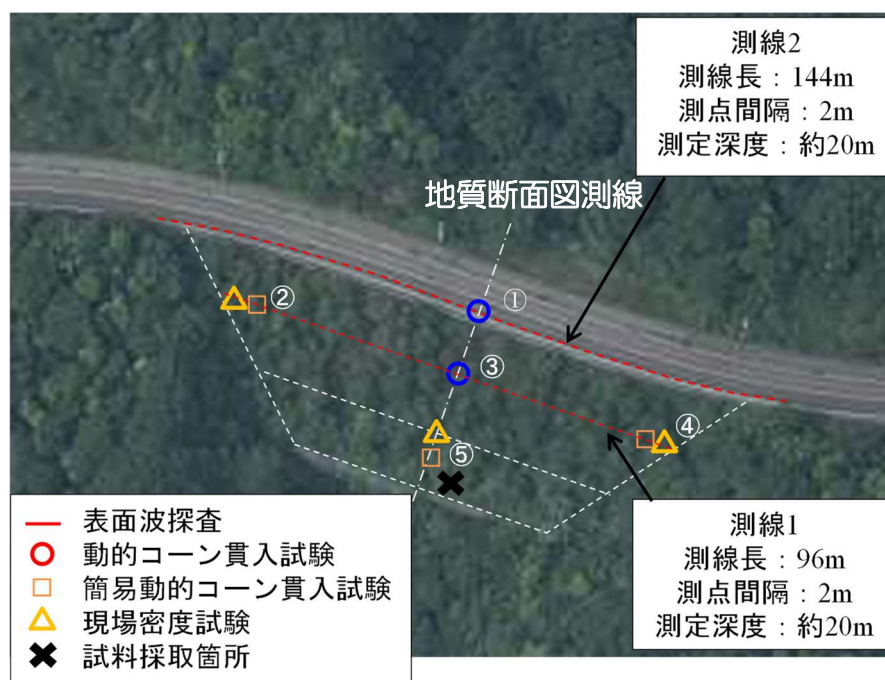


図-2.4.9 各種原位置試験実施箇所位置図²⁵⁾、²⁶⁾

表-2.4.15 各種原位置試験結果一覧表²⁵⁾、²⁶⁾

| 原位置試験種 | 試験結果概要 |
|--------------|---|
| ①表面波探査 | 地表面よりG.L.-5.0m～9.0mの層 → V_s : 250m/s以下 G.L.-5.0m～9.0m以深の層 → V_s : 250m/s以上 ただし、 $V_s = a \times N^b$ ($a=97$, $b=0.314$) |
| ②標準貫入試験 | 地表面よりG.L.-5.0m～9.0mの層 → N_d : 10以下 |
| ③ミニラムサウンディング | 地表面よりG.L.-5.0m～9.0mの層 → N_d : 10以下 試験孔に別途水位計を設置して地下水位を計測したが、盛土内部の地下水位は確認できなかった。 |
| ④現場密度試験 | $\rho_d = 1.58 \sim 1.64 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{dmax} = 1.81 \text{ g/cm}^3$ $D_c = 88 \sim 91\%$ |

表-2.4.16 土質定数一覧表²⁸⁾、²⁹⁾

| | 土質定数 | 備考 | | 土質定数 | 備考 |
|-----|------------|-----------------------|------|------------|--------------------------|
| 盛土材 | ϕ | 31.8° | 基礎地盤 | ϕ | 35.0° |
| | c | 0.0 kN/m^2 | | c | 0.0 kN/m^2 |
| | γ_t | 18.3 kN/m^3 | | γ_t | 19.0 kN/m^3 |
| | | | | | 盛土工指針 (礫混じり砂-密実でないもの) |

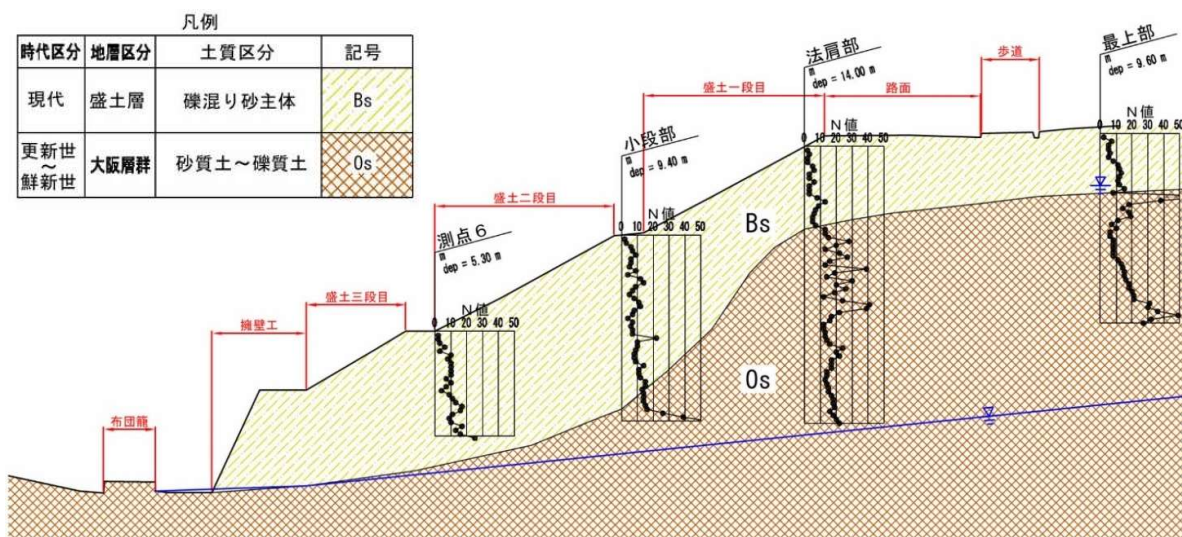


図-2.4.10 原位置試験結果に基づき作成した地質断面図²⁷⁾

《紀南-Site.10》

写真-2.4.4に示す当該盛土は周参見駅付近を通る国道42号線上に位置し、起点から約20mが片切・片盛土であり、切盛境を介した後終点までは両盛土となる。また、当該盛土付近にコンクリートプラントがあり、常時工場用水がボックスカルバートを介して道路盛土横断している。

盛土法尻部には護岸工が施工されているが、海岸からの距離は近く、常時ではないが高潮時には波浪の影響を受けることから、護岸表面の浸食や、目地減損部からの海水流入による盛土材吸い出しが確認されている。盛土法面に表面水対策として、モルタル吹付工が施工されているが、背後の盛土材が空洞化して、自重による座屈が生じている。上記より、当該盛土は海岸浸食及び地下浸食が相当進行した状態にあると想定される。2箇所の横断排水工の内、片方の横断排水工は破断し、常時盛土内へ水を浸透しているが、これも浸食による盛土材吸い出しに起因する土圧の変化が原因であると考えられる。舗装は凹凸変形、あるいは線状のひび割れが認められ、排水機能が損なわれる程ではない軽微な状態ではあるが、海岸浸食・地下浸食の進行が進めば、いずれは舗装を巻き込む表層崩壊まで発生する可能性があり、早急に対策が必要であると考えられる。ただし、モルタル吹付工の座屈や、横断排水工の破断は、補修レベルで排水機能を回復させるのは困難であるため、抜本的な対策を要する盛土である。



写真-2.4.4 点検道路盛土《管理番号：紀南-Site.10》全景写真

当該盛土のそれぞれの調査票による点検結果を表-2.4.17 および表-2.4.18 に示す。既存調査票ではランクC or D相当と評価されたのに対し、改善案ではランクDと1段階下位の評価となった。

共に「対策工が必要である」と判定できたことは評価できるが、既存調査票では、対策工の優先順位

を決定するまでには至っていない。前述の通り、当該現場は補修レベルでは容易に排水機能を回復できない深刻な変状が発生していることから、優先的かつ早急に抜本的な対策を行う必要がある。一方、改善案では「抜本的な対策を要する（＝ランク D）」と、事業計画を立てる上で重要な優先順位を指摘することができた。

表-2.4.17 安定度調査票（改善案）による点検結果《紀南-Site.10》

| 施設管理番号 | | 安定度調査票（案）【様式-1】 | | | | | | | | | | 調査日 | |
|-----------------------|--------------------------------------|-----------------|----|-----------|------------------------|-------|---|-----------------------------|----|--|--|------------|--|
| K042F256 | | | | | | | | | | | | 平成27年12月6日 | |
| ポテンシャル評価項目 (盛土に付与) | | | | | | | | | | | | | |
| 要因 | 素因評価項目 | 配点 | 評価 | 想定される災害形態 | リスク評価項目 (盛土に発生した変状) | | | | | | | | |
| | | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | | | 評価 | | | | |
| | | | | | 変状箇所 | 変状の状況 | | | 評価 | | | | |
| 盛土区分 | 基礎面が平坦地 | 0 | | 1 | 地山 | I | 盛土法面 | ①ヘアクラック(幅:0.3mm以下、深さ:4mm以下) | 0 | | | | |
| | 基礎面が傾斜地 | 2 | | | | II | 舗装 | ②凹凸変形(亀裂が伴わない程度の変形) | 0 | | | | |
| | 基礎面が谷地形 | 3 | | | | III | 路面排水工 | ③目地の欠損 | 0 | | | | |
| | ※ 切盛地がある、道路構造物取付部である | 3 | | | | IV | 小段排水工 | ④表面浸食跡 | 0 | | | | |
| 基礎地盤 | 埋立地・田圃等の軟弱地盤(粘性土・有機質土) | 2 | | 1 | 排水構造物 | V | 縦断排水工 | ⑤基礎洗掘跡 | 0 | | | | |
| | 地すべり地内・新層土 | 3 | | | | VI | 横断排水工 | ⑥線状ひびわれ(縦・横・円弧) | 0 | | | | |
| | ※ 基礎地盤調査を行っている | 3 | | | | VII | 擁壁工 | ⑦亀甲状ひびわれ | 0 | | | | |
| | ※ 岩盤・礫質土等安定した支持地盤 | 0 | | | | VIII | 擁壁工 | ⑧はらみ出し | 0 | | | | |
| 盛土材料 | 特定根拠 | 0 | | 1 | 評価点 | IX | 法面保護工 | ⑨盛土材の流亡・吸い出し | 0 | | | | |
| | 周辺の材料より推測 | 0 | | | | X | 法面保護工 | ⑩沈下・段差亀裂 | 0 | | | | |
| | ※ 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以下 | 3 | | | | XI | 法面保護工 | ⑪剥離・ボットホール | 0 | | | | |
| | ※ アンカー工・鉄筋挿入工等防止対策が行われ、異常が見当たらない | 3 | | | | XII | 法面保護工 | ⑫土砂・枝葉による断面閉塞 | 0 | | | | |
| 盛土高 | 盛土高<5.0m | 0 | | 1 | 点検説明 | 1 | 変状が認められない。または、長期の継続観察において症状1の進行が認められない。 | 1 | | | | | |
| | 5.0m<盛土高<10.0m | 3 | | | | 2 | 経年劣化程度の症状。盛土内への水の浸入は許さず、排水機能は損なわれていない。 | 3 | | | | | |
| | 10.0m<盛土高 | 3 | | | | 3 | 症状1が進行し、変状箇所から盛土内への水の浸入を許すが、排水施設の補修を行えば機能が回復する。 | 2 | | | | | |
| | ※ 高さ5.0m間隔以内で15m以上の小段を設けている | 0 | | | | 4 | 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能していない。補修のみでは機能が回復が不十分。 | 2 | | | | | |
| 盛土勾配 | 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以下 | 3 | | 1 | 認められた変状 | 変状の詳細 | 評価 | | | | | | |
| | 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上 | 3 | | | | II | 谷側路面上に凹凸変形あり | 1 | | | | | |
| | ※ アンカー工・鉄筋挿入工等防止対策が行われ、異常が見当たらない | 3 | | | | V | 盛土材土圧により破断 排水機能を失っている | 3 | | | | | |
| | ※ 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上 | 3 | | | | VI | 盛土材流亡による崖壁が発生 常時表面水の流入を許す | 3 | | | | | |
| 湧水 | 湧水無し | 0 | | 1 | 点検説明 | III | 目地漏洩部に海水が流入し、盛土材の吸い出し | 2 | | | | | |
| | 湧水あり | 3 | | | | IV | 盛土材流亡による土圧変化によって、突出亀裂発生 | 2 | | | | | |
| | ※ 地下水補修工や遮断防止のための法面保護工が行われ、異常が見当たらない | 3 | | | | | | | | | | | |
| | ※ 盛土外へ適切に排水できている | 0 | | | | | | | | | | | |
| 盛土の排水対策 | 排水施設劣化・不十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | 2 | | 3 | 点検説明 | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | 排水対策無し・機能不全 | 3 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | ※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい | 3 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | ※ 排水施設劣化・不十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り | 3 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| 盛土の補強構造 | 耐震補強施工済(アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等) | 0 | | 1 | 点検説明 | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | 土留め構造施工済(重力式・逆T型擁壁・補強土壁工等) | 2 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | 付属構造物施工済(布留網工・ブロック積、石積擁壁工等) | 2 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | 補強対策無し・機能不全 | 3 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| 被災履歴 | 被災履歴無し | 0 | | 1 | 点検説明 | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | 被災履歴有り | 2 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | 過去に被災し、対策工後は被災履歴無し | 2 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |
| | 対策工後も被災を繰り返す | 3 | | | | 変状の有無 | 変状の状況 | 評価 | | | | | |

表-2.1.18 既存安定度調査票による点検結果《紀南-Site.10》

| 施設管理番号 | | 安定度調査表(盛土) | | | | | | | | | | 点検者 | | |
|----------|-----------------|------------|-----|----|----|------------|---------------|------|-------|----|----|------|----|----|
| K042F256 | | | | | | | | | | | | 所属機関 | | |
| 【要因】(A) | | | | | | | | | | | | | | |
| 要因 | 評価区分 | 片切 | 傾斜地 | 平地 | 切盛 | 各要素の内の最高評価 | 【対策】(B)=(A)+α | | | | | | | |
| 要因 | 評価区分 | 片切 | 傾斜地 | 平地 | 切盛 | 各要素の内の最高評価 | 【履歴】(D) | | | | | | | |
| 変状 | 構造的なクラック・開口亀裂あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | のり面下部の変形あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 補修箇所多数あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | のり面の剥離あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 基礎地盤 | 地すべり・割れ | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 軟弱地盤 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 安定地盤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 砂質土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 盛土材料 | 粘性土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 礫質土 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 不明 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | のり面が浸潤 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 地すべり・割れ | 盛土のり面に浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | のり面・自然斜面に浸水あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 周辺の土地利用が浸潤 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 山側斜面に浸潤なし | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水・割れ | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | 配点(α) | 評価 | 項目 | 評価区分 | 配点 | 評価 |
| 湧水の状況 | 湧水・割れ・浸水跡あり | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 対策目的 | 得点区分 | | | | | | |

e) 各調査表による点検結果の考察

表-2.4.19 に道路盛土 34 箇所の一次点検結果一覧表（上段：改善案，下段：既存調査票）を，表-2.4.20 に各調査票による総合評価の一覧表を示す。

表-2.4.19 広域点検結果一覧表

| | | A | B | C | D | | | A | B | C | D |
|---------------|----|--------|--------|--------|-----|---------------|----|--------|--------|--------|---|
| | | A相当 | B相当 | C or D | A相当 | | | B相当 | C or D | | |
| 紀南 Site.1 | 改善 | | | ○ | | 神戸 Site.1 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | | ○ (20) | | | | 既存 | | ○ (20) | | |
| 紀南 Site.2 | 改善 | | | ○ | | 神戸 Site.2 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | | | ○ (40) | | | 既存 | | ○ (30) | | |
| 紀南 Site.3 | 改善 | | | ○ | | 神戸 Site.3 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | | ○ (20) | | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| 紀南 Site.4 | 改善 | | | | ○ | 神戸 Site.4 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | | | ○ (40) | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| 紀南 Site.5 | 改善 | | ○ | | | 神戸 Site.5 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | ○ (0) | | | | | 既存 | ○ (10) | | | |
| 紀南 Site.6 | 改善 | | | ○ | | 神戸 Site.6 | 改善 | | ○ | | |
| | 既存 | | ○ (20) | | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| 紀南 Site.7 | 改善 | | | ○ | | 神戸 Site.7 | 改善 | | ○ | | |
| | 既存 | ○ (0) | | | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| 紀南 Site.8 | 改善 | | | ○ | | 神戸 Site.8 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | | | ○ (40) | | | 既存 | | ○ (30) | | |
| 紀南 Site.9 | 改善 | | | ○ | | 神戸 Site.9 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | | ○ (20) | | | | 既存 | | ○ (20) | | |
| 紀南 Site.10 | 改善 | | | | ○ | 神戸 Site.10 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | | | ○ (50) | | | 既存 | ○ (10) | | | |
| 紀南 Site.11 | 改善 | | | ○ | | 神戸 Site.11 | 改善 | | ○ | | |
| | 既存 | | ○ (20) | | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| 紀南 Site.12 | 改善 | | ○ | | | 神戸 Site.12 | 改善 | | ○ | | |
| | 既存 | ○ (0) | | | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| 紀南 Site.13 | 改善 | | ○ | | | 神戸 Site.13 | 改善 | | | ○ | |
| | 既存 | ○ (5) | | | | | 既存 | | ○ (20) | | |
| 紀南 Site.14 | 改善 | | ○ | | | 神戸 Site.14 | 改善 | | ○ | | |
| | 既存 | ○ (10) | | | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| 紀南 Site.15 | 改善 | | ○ | | | 神戸 Site.15 | 改善 | | | | ○ |
| | 既存 | ○ (5) | | | | | 既存 | | | ○ (40) | |
| 紀南 Site.16 | 改善 | | ○ | | | 神戸 Site.16 | 改善 | | ○ | | |
| | 既存 | ○ (0) | | | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| 紀南 Site.17 | 改善 | | ○ | | | 神戸 Site.17 | 改善 | | ○ | | |
| | 既存 | ○ (0) | | | | | 既存 | ○ (0) | | | |
| | | | | | | 朝来 Site.1 | 改善 | | | ○ | |
| | | | | | | | 既存 | | ○ (30) | | |

表-2.4.20 各調査票による総合評価の差異一覧表

| 既存表 点検結果 | → | 改善案 点検結果 | 該当 現場数 | 分類 |
|-------------|---|-------------|-----------|--------------|
| A | → | B | 14箇所 | ①対策工導入効果の判定 |
| A | → | C | 5箇所 | ②早急な補修必要性の提案 |
| B | → | C | 11箇所 | ②早急な補修必要性の提案 |
| C or D | → | C | 2箇所 | ③対策工の優先順位判定 |
| C or D | → | D | 3箇所 | ③対策工の優先順位判定 |

点検結果の違いは、以下の3タイプに分類できる。

①「対策工導入効果の判定」による違い

総合評価がランク A 相当→ランク B のタイプで、14 箇所の道路盛土が該当した。該当盛土は対策工を導入することによって、盛土の安定度が大幅に向上した直後に点検を行ったケースであり、従来の点検手法では、対策工を導入したことにより自動的に「点検対象外」とされる可能性の高い盛土である。しかし、道路被災件数の約 6 割が「点検対象外」の道路から発生していることから、その判断は慎重であるべきである。経年的な継続観測を行うことで対策工が盛土の安定度を確実に向上したかの導入効果を把握する必要がある。改善案では、経年的に複数回継続して点検することによって【様式-2】で有意な変状の進行状況を時系列に把握できる点において、対策工導入効果の判定には優れている。「点検対象外」の評価は、複数回の継続観測によって変状の進行性が認められない場合や、盛土の安定化の兆しが認められた場合に慎重を期して判定すべきと考える。

②「早急な排水施設の補修必要性の提案」による違い

総合評価がランク A 相当→ランク C、あるいはランク B 相当→ランク C のタイプで、16 箇所の道路盛土が該当した。該当盛土は点検時に認められる変状は軽微であるものの、盛土を劣化させる可能性が高い素因を持つケースである。現況において、軽微な変状であるため、補修レベルで排水機能を容易に回復できる場合が大半を占め、改善案による点検は早急な対策を導入することを可能とし、道路盛土への被災を最小限にすることに寄与したと言える。一方で変状が軽微であるため、継続観測による状況把握をすべきという判定となった。

例えば、道路路線の重要度³⁰⁾に応じて、重要度の高い道路盛土については総合評価をランクアップ(ランク B→ランク C)し、そうでない道路盛土については継続観測による状況把握に努め(ランク Bのまま)る判断もあり得る。このように、総合評価の段階において、経済的波及効果、保全対象、各種の外力因子等を適切に組み込むことが、改善案の今後の課題である。

③「対策工の優先順位判定」による差異

総合評価がランク C あるいは D 相当→ランク C またはランク D のタイプで、5 箇所の道路盛土が該当した。安定度の低下した盛土を、改善案・既存調査票共に「対策が必要」と判定できたことは評価できる。しかし、「対策工が必要」と判断される道路盛土は多数あり、事業計画を行う上で点検結果が羅列された状態から確実に優先度の高い道路盛土を抽出することは難しい。改善案では、対策工の必要性のみならず、変状の進行状況に応じて「補修・改善」あるいは「抜本的な対策」のいずれを行うべきかの選択を可能とした。これは安定度の低い盛土に対して対策工の優先順位を付与できたことを意味し、事業計画の効率化に資すると言えよう。

2.5 まとめ

本節におけるまとめを以下に述べる。

- ① 日常点検における既設道路盛土の安定度評価に関して、盛土が持つ素因から盛土を劣化させる可能性の有無を予測した上で、盛土に発生した変状の進行状況と併せ、将来起こり得る災害形態・規模を想定するという新たな評価手法を提案した。
- ② 実盛土で既存安定度調査票および安定度調査票（改善案）を用いて安定度を評価した。改善案による点検結果は既存調査票と比べて盛土の現況をよりの確に捉えることができることがわかった。
- ③ 改善案では、沈下量や亀裂開口量等、盛土内同一箇所継続した定量データを取得し、差分値から変状の進行状況を把握することにより、災害形態の絞り込みが可能である。
- ④ 本節で提案した広域点検手法では、「豪雨、地震等の極端な外力因子」や「道路重要度」は考慮されていない。すべての項目を一つの調査票に導入することは非常に困難であるが、道路盛土の維持管理を行う上で両項目共に重要な項目であることから、これらのファクターを取り込めるよう調査票の改善を追求することが必要である。

2章の参考文献

- 1) 国土交通省：安心して住める国土の実現～道路防災に関する様々な取り組み，国土交通省-道路防災情報ホームページにて公表（<http://www.mlit.go.jp/road/bosai/dourokuukan/>）
- 2) 国土交通省-気象庁：日本の年降水量偏差の経年変化（1898～2015年），気象庁ホームページにて公表（http://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/temp/an_jpn_r.html）
- 3) 国土交通省-気象庁：アメダスで見た短時間強雨発生回数の長期変化について，気象庁ホームページにて公表（<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/heavyraintrend.html>）
- 4) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），p.7，2014.
- 5) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），pp.1-2，2014.
- 6) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），p.3，2014.
- 7) (社)全国地質調査業協会連合会：防災点検の有効性と災害の低減に向けて ～10年間の防災対策の進捗と課題～，pp.19-21，2013.
- 8) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），p.5，2014.
- 9) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），p.68，2014.
- 10) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），p.62，2014.
- 11) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），p.63，2014.
- 12) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），p.33，2014.
- 13) (社)全国地質調査業協会連合会：道路防災点検の手引き（豪雨・豪雪等），pp.120-132，2014.
- 14) 大窪克己，亀村勝美，濱田政則：高速道路の自然災害事例分析に基づいた事業継続計画の策定に関する研究，土木学会論文集F5，Vol.69，No.1，pp.1-13，2013.
- 15) 野並賢：既設道路盛土の原位置安全点検のための性能曲線の検討，神戸市立工業高等専門学校研究紀要，No.55，pp.31-37，2017.
- 16) (一財)災害科学研究所・盛土の性能向上技術普及研究会：盛土の性能評価と強化・補強の実務，p.8，2014.
- 17) (一財)災害科学研究所・盛土の性能向上技術普及研究会：盛土の性能評価と強化・補強の実務，p.7，2014.

- 18) (財)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），p.130，2009.
- 19) (社)日本道路協会：道路土工 盛土工指針，p.53，2010.
- 20) 国土交通省：盛土のり面の緊急点検について，国土交通省ホームページにて公表
(http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000095.html)
- 21) (社)日本道路協会：道路土工 盛土工指針，p.157，2010.
- 22) (社)日本道路協会：道路土工 盛土工指針，p.106，2010.
- 23) (社)日本道路協会：道路土工 盛土工指針，p.156，2010.
- 24) (社)日本道路協会：道路土工 盛土工指針，p.145，2010.
- 25) 片岡沙都紀，原一馬，原崇彰，野並賢，千野克浩，戎剛史，澁谷啓：既設道路盛土の経済的な耐震診断法の確立に向けた事例研究 その1. 原位置調査，第52回地盤工学研究発表会講演集，pp.1053-1054，2017.
- 26) 原一馬，片岡沙都紀，原崇彰，澁谷啓，野並賢，千野克浩，戎剛史：既設道路盛土の経済的な耐震診断法の確立に向けた事例研究 その2. 安定性の評価，第52回地盤工学研究発表会講演集，pp.1055-1056，2017.
- 27) 戎剛史，野並賢，千野克浩，片岡沙都紀，澁谷啓：既設道路盛土の維持管理手法に関する研究，第32回日本道路会議講演集，Vol.4040，2017.
- 28) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説，IV 下部構造編，pp.604-606，2012.
- 29) 日本道路協会：道路土工 盛土工指針，p.101，2010.
- 30) (社)日本道路協会：道路土工要綱，p.33，2009.

3. 道路盛土の二次調査に関する検討

盛土の安定性を評価するための現行の技術基準^{1),2)}では、膨大な数に及ぶ既設盛土から安定性の低い盛土を一次調査によって抽出し、力学的特性を詳細に把握し安定性を評価して、対策工の設計までを行う詳細調査を行うこととしている。ただし、一次調査で安定性が低いとして選ばれた盛土全てに対して詳細調査を実施するには膨大なコストがかかるため、安定性照査が進まない一因になっているのが現状である。そこで一次調査から詳細調査に移行する際に、低コストで盛土性状を簡易に把握し、安定性を評価して優先順位を付ける手法（以下、二次調査と称す）の確立が望まれているといえる。

このような背景に基づき本節では、低コストで簡易な既設盛土の安定性評価手法の確立を目的に、物理探査と各種の簡易なサウンディング試験の適切な組み合わせによる二次調査手法を検討する。

本節では、経済的な耐震診断（調査法）を検討するための基礎資料として、3.1 項で既設の沢埋め道路盛土の崩壊事例と、2009 年 8 月の東名高速道路牧之原地区地震災害をうけた本省通達「盛土のり面の緊急点検について」に基づく「盛土のり面の緊急点検要領（案）」の紹介を行った。次に、3.2 項で経済的な地盤調査方法（新しいサウンディングおよびサンプリング方法、水位観測方法等の概要）を示した。それらをベースに、3.3 項で沢埋め道路盛土の二次調査フローの検討を行った。さらに、3.4 項、3.5 項では自治体と国土交通省がそれぞれ管理する既設道路盛土を対象に、一次調査の結果変状が確認され、安全性が低いと評価された既設盛土に対して二次調査を実施した結果を示し、提案手法の適用性の評価を行った。主な着目点として、盛土の物性値の精度が安定性評価に与える影響と、現地調査結果を反映させることの有効性について議論した。3.6 項では本章のまとめを示した。

3 章の参考文献

- 1) (財)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) 国土交通省都市局：大規模盛土造成地の活動崩落対策推進ガイドライン及び同解説 変動予測調査編，2015.

3.1 沢埋め道路盛土の崩壊事例および点検事例

(1) 能登半島地震における能登有料道路の被災事例

地震動による道路盛土の被災事例は、表層地質が軟弱地盤であることがほとんどであることが報告されている¹⁾。一方、傾斜地盤に築造された道路盛土も崩壊事例が確認されている。ここでは、盛土部の災害が多く見られ、詳細な調査が実施されている 2007 年の能登半島地震における能登有料道路の被災事例²⁾に着目し、道路盛土被害の傾向を把握することとした。

能登有料道路のうち、被災が特に著しかったのは徳田大津 IC から終点の穴水 IC までの能登半島縦貫有料道路の区間（S53～55 年に竣工）であった。当区間は比較的高盛土の多い道路であり、最大盛土高は 35m で、羽咋市柳田 IC 以北の盛土部は 180 箇所以上、20m 以上の高盛土は 40 箇所ある。また、集水地形の盛土は 103 箇所あり、比較的大規模な崩壊を生じたのはこれらのうち 11 箇所であった。

道路盛土被害は、軽微な損傷箇所まで含めると 53 箇所にとぼる。図-3.1.1 に被災箇所位置図を、表-3.1.1 に能登有料道路大規模被災状況一覧を示した。

本道路の特徴的な災害履歴として 1985 年の能登豪雨災害にて、7 箇所の高盛土が崩壊したことが挙げられる。被災箇所は盛土の地下水上昇を伴いながら崩壊したのがほとんどであるが、地下水流入に対する速やかな排水対策を強化した結果、今回の地震で再度崩壊した現場は 7 箇所の内 1 箇所に留まっている。

大規模崩壊の原因としては、①被災箇所は、いずれも高盛土。また、谷地形が多い。②谷地形は、後背地、及び、周辺地域から地表水・地下水を供給する集水地形。③約 7 割の崩壊箇所で、崩壊土砂が泥流化し、下部斜面へ流出していること、④試掘調査等から旧地形はそのままであることから、崩壊面は、盛土部下面付近に存在すること、などから、盛土法尻部の含水比の高い箇所に、強い地震動が加わり、盛土強度が低下し、崩壊に至ったものと想定されている。写真-3.1.1(a)～(k)に被災箇所の状況写真を示した。

表-3.1.1 能登有料道路大規模被災状況一覧 (2007 年能登半島地震調査報告書, 土木学会・地盤工学会編)

| 路線名 | 区間 | NO. | 被災箇所 | kp | 被災状況 | 仮復旧 | | 本復旧 | |
|----------------------------|-----------------|------|----------|-----------|------------------------------------|------|---------------------|--------|------------------------|
| | | | | | | 復旧時期 | 工法 | 復旧時期 | 工法 |
| 能登有料道路 (能登半島縦貫 有料道路) | 徳田大津JCT ～ 終点 | 縦-6 | 七尾市中島町豊田 | 5.6 | 盛土崩落 (上り線) | 4/20 | 迂回路設置 | H19年内 | 補強土盛土工、排水工 |
| | | 縦-9 | 七尾市中島町土川 | 6.3 | 盛土崩落 (下り線) | 4/20 | 迂回路設置 | H19年内 | 補強土盛土工、排水工 |
| | | 縦-10 | 七尾市中島町横田 | 10.6 | 盛土崩落 (上りONランプ) | 4/20 | 迂回路設置 | 4/27 | 補強土盛土工、排水工 |
| | | 縦-14 | 七尾市中島町谷内 | 11.7 | 盛土崩落 (上下線) | — | — | 4/27 | 補強土盛土工、排水工 |
| | | 縦-21 | 七尾市中島町小牧 | 14.7 | 盛土崩落 (上下線) | 4/27 | 迂回路設置 | H19年内 | 補強土盛土工、排水工 |
| | | 縦-26 | 七尾市中島町小牧 | 15.9 | 盛土崩落 (上下線) | 4/27 | 迂回路設置 | H19年内 | 補強土盛土工、排水工 |
| | 別所岳SA | 縦-32 | 七尾市中島町田岸 | 17.7 | 盛土崩落 (上下線) | 4/27 | 迂回路設置 | H19年内 | 補強土盛土工、排水工 |
| | | 縦-38 | 穴水町越の原 | 21.1 | 盛土崩落 (上下線) | 4/27 | 迂回路設置 | H19年内 | 補強土盛土工、排水工 |
| | | 縦-39 | 穴水町越の原 | 21.5 | 盛土崩落 (上り線) | 4/27 | 迂回路設置 | H19年内 | 改良土盛土工、排水工 |
| | 越の原IC | 縦-41 | 穴水町越の原 | 22.2 | 盛土崩落 (上り線) | 4/27 | 迂回路設置 | H19年内 | 改良土盛土工、排水工 |
| | | 縦-43 | 穴水町宇留地 | 24.1～24.6 | 盛土崩落 (上下線) 橋台背面陥没 ウイング損傷等 | 4/27 | 橋台背面補強土盛土 ウイング補修 | H19年度内 | 改良土盛土工、排水工、 橋梁の耐震補強 |

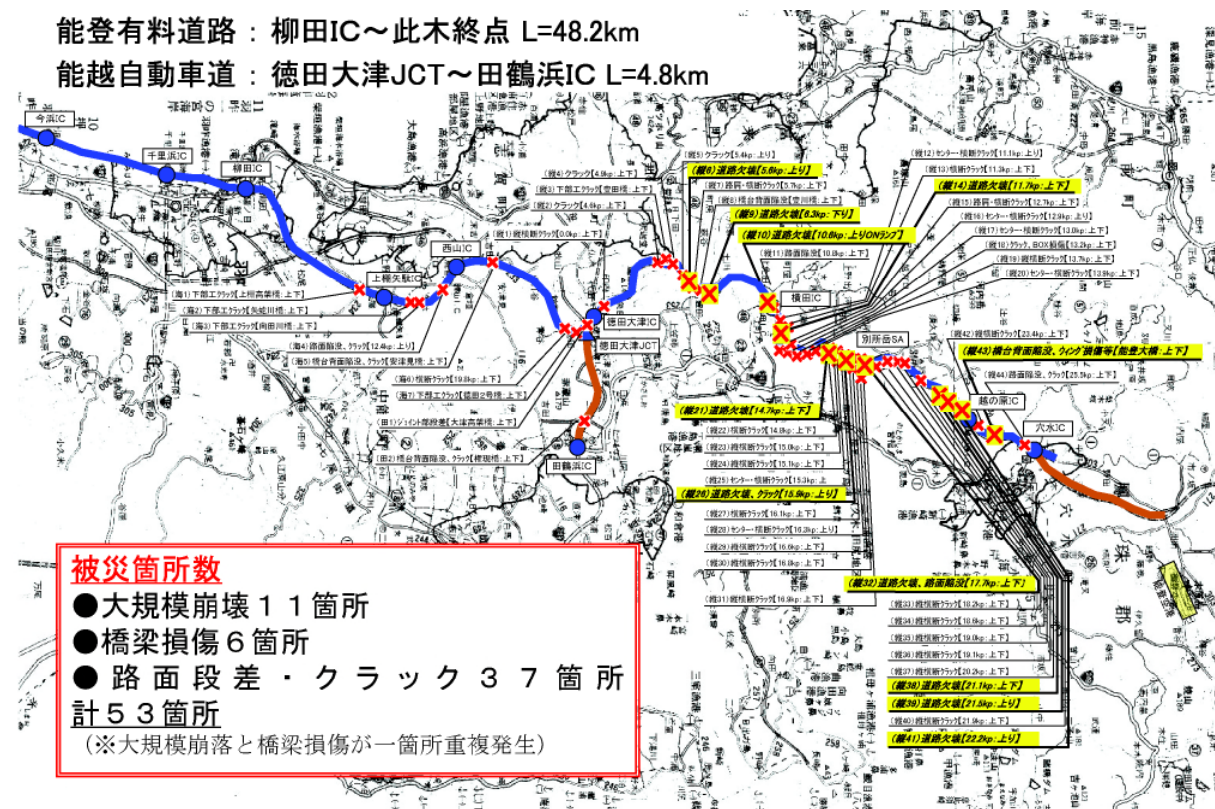


図-3.1.1 能登有料道路被災箇所位置図

(土木学会関西支部：性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究委員会統合発表資料より)

能登有料道路の被災形態について興味深いのは、同じ高盛土構造においても被災を生じていない盛土もあれば、法尻の耕作地にまで崩土が達するような大規模な崩壊を生じているものが混在することである。図-3.1.2 に示すように、盛土高 15m を超える箇所については、被害の程度に拘わらず地盤調査が実施されている。被害箇所、無被害箇所とも N 値、締固め度は一般の道路盛土と比べて低い傾向が確認されたが、大規模崩壊箇所では法尻付近の盛土内水位が高い傾向が確認された。このことは、盛土性状と被災の関係は不明であるが、盛土性状に拘わらず地下水位が低ければ地震時に崩壊をもたらすような大規模な変状は抑えられること、盛土内の地下水位が崩壊発生に大きく拘わっていることを示唆していると考えられる。

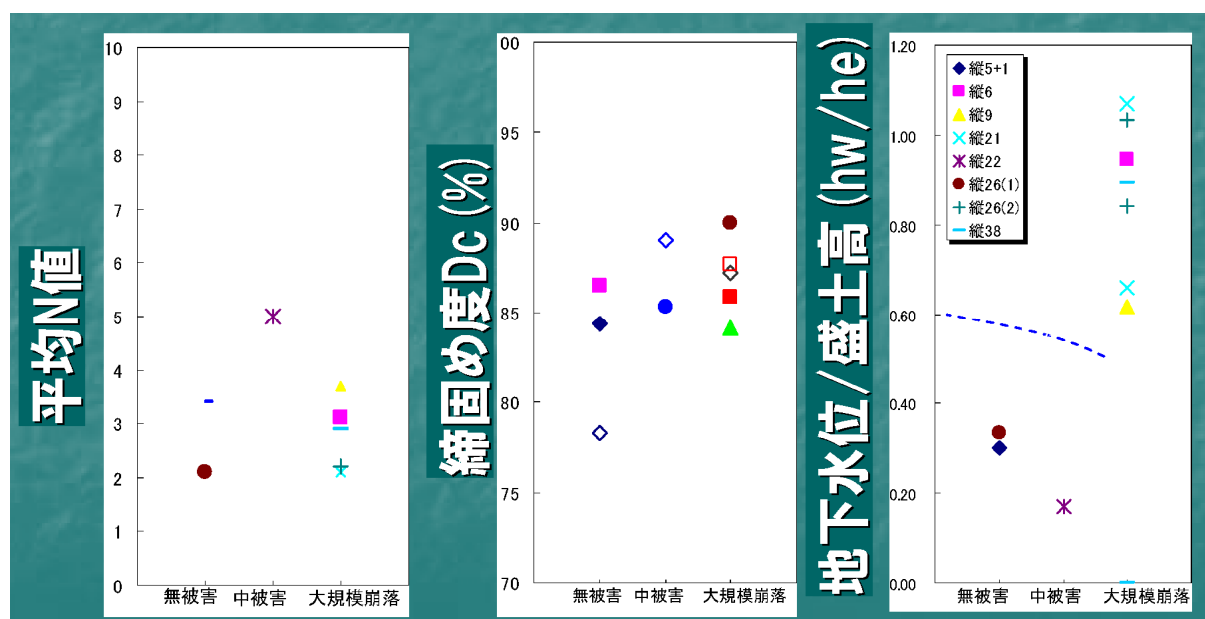


図-3.1.2 地震被害と道路盛土の性状の関係

(土木学会関西支部：性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究委員会統合発表資料より)

本復旧工は図-3.1.3 に示すように、①地表・地下水の遮断工，②暗渠排水工，③補強盛土工を施すことを基本としている。

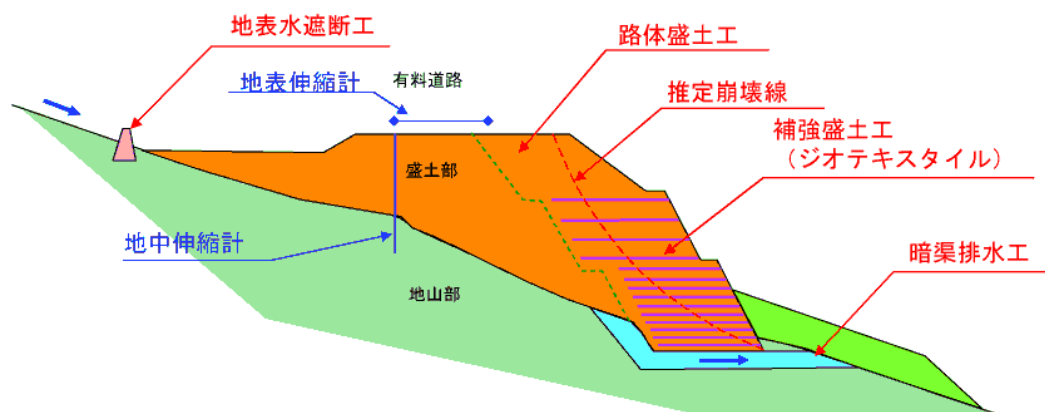


図-3.1.3 能登有料道路地震被害 本復旧工の基本方針概念図

(土木学会関西支部：性能を考慮した道路盛土の耐震強化・補強に関する研究委員会統合発表資料より)

縦-6 (被災時H19.3)



写真-3.1.1(a) 能登有料道路地震被害状況写真 (5.6kp、縦-6)

縦-9 (被災時H19.3)



写真-3.1.1(b) 能登有料道路地震被害状況写真 (6.3kp、縦-9)

縦-10 (被災時H19.3)



写真-3.1.1(c) 能登有料道路地震被害状況写真 (10.6kp、縦-10)

縦-14 (被災時H19.3)

上下全車線の崩落



写真-3.1.1(d) 能登有料道路地震被害状況写真 (11.7kp、縦-14)

縦-21 (被災後H19.3)

上下車線の崩落



写真-3.1.1(e) 能登有料道路地震被害状況写真 (14.7kp、縦-21)

縦-26 (被災後H19.3)

上り側車線の崩落



写真-3.1.1(f) 能登有料道路地震被害状況写真 (15.9kp、縦-26)

縦-32 (被災後H19.3)

上下車線の崩落



写真-3.1.1(g) 能登有料道路地震被害状況写真 (17.7kp、縦-32)

縦-38 (被災後H19.3)

上下車線の崩落



写真-3.1.1(h) 能登有料道路地震被害状況写真 (21.1kp、縦-38)

縦-39 (被災時H19.3)

上り側車線の崩落



写真-3.1.1(i) 能登有料道路地震被害状況写真 (21.5kp、縦-39)



写真-3.1.1(j) 能登有料道路地震被害状況写真 (22.2kp、縦-41)



写真-3.1.1(k) 能登有料道路地震被害状況写真 (24.1～24.6kp、縦-43)

(2) 動的遠心模型実験に基づく地震時安定性評価手法の事例

1993年の釧路沖地震では道路盛土の大規模崩壊箇所については、動的遠心模型実験および被害箇所の再現計算結果より、被災時盛土内に存在していた浸透水を素因とし、地震動による過剰間隙水圧の発生が崩壊の要因として支配的であることが既往検討結果により示されている³⁾。崩壊箇所は図-3.1.4に示す4箇所で、沢地の盛土、片切片盛土2箇所、沢地の地山への腹付け盛土であり、地盤条件も異なり一様ではないものの、集水地形で湧水が認められるなどの共通点があった。

また、浸透水の影響を受ける道路盛土の地震時安定性評価について、以下のようにまとめられており、図-3.1.4に示す4箇所で再現計算が行われていて、その妥当性が確認されている。

- ① 浸透水が存在する道路盛土の地震時安定性は、地震時の盛土内に最大発生しうる過剰間隙水圧と、盛土地表面最大加速度をかなり低減した水平震度を同時に考慮したすべり安定計算により評価できる。

- ② 動的遠心模型実験結果から盛土内における最大過剰間隙水圧の発生量は、液状化抵抗率との経験式より予測可能である。その際、地震時せん断応力比を求めるための水平震度を、予想する地表面加速度の0.5倍程度に相当する震度とするのが妥当である。
- ③ ①のすべり安定計算に用いる水平震度は、予想する地表面最大加速度の0.1～0.3倍に相当する。

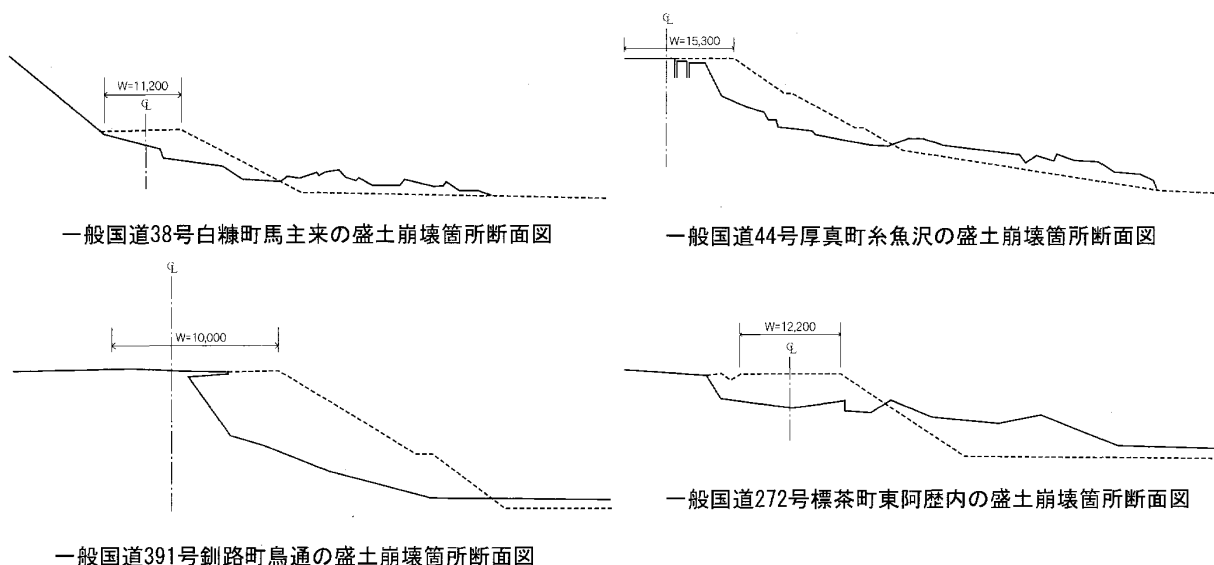


図-3.1.4 1993年釧路沖地震による道路盛土の崩壊断面

浸透水の影響を受ける道路盛土の地震時安定性評価方法を以下に示した。

地震時のすべり安定計算で定めるすべり安全率は、式(3.1.1)で表される

$$F_s = \frac{\sum [c'l_i + \{(W_i - u_i b_i - \Delta u_i b_i) \cos \alpha - k_h \cdot W \cdot \sin \alpha\} \cdot \tan \phi']}{\sum \{W_i \sin \alpha + (h/r) \cdot k_h \cdot W\}} \quad (3.1.1)$$

ただし、 W_i ：分割片の全重量
 c_i ：すべり面上の土の粘着力
 l_i ：円弧の長さ
 θ_i ：円弧の中央における法線と鉛直線のなす角
 Δu_i ：地震動によって発生する過剰間隙水圧
 k_h ：水平震度（無次元）

u_i ：すべり面上の間隙水圧
 ϕ_i ：すべり面上の土のせん断抵抗力
 b_i ：スライスの幅

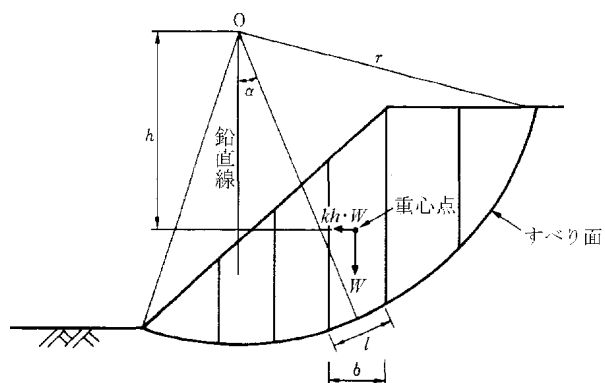


図-3.1.5 円弧すべり面を用いた地震時安定計算法

盛土内の間隙水圧の予測は、次式によって行っている。

$$r_u = \begin{cases} F_L^{-7} & (F_L \geq 1) \\ 1 & (F_L < 1) \end{cases} \quad (3.1.2)$$

ただし、 r_u ：過剰間隙水圧比

F_L ：液状化抵抗率

液状化抵抗率 F_L は「道路橋示方書・同解説」、Ⅴ耐震設計編，pp.91-95 より、次式で与えられる。

$$F_L = \frac{R}{L} \quad (3.1.3)$$

ただし、 $R=c_w \cdot R_L$ ：動的せん断強度比

(3.1.4)

$$L = \gamma_d \cdot k_{hc} \cdot \frac{\sigma_v}{\sigma'_v} : \text{地震時せん断抵抗比} \quad (3.1.5)$$

γ_d ：地震時せん断応力比の深さ方向の低減係数

k_{hc} ：液状化の判定に用いる地表面の設計水平震度

σ_v ：全上載圧(kN/m²)

σ'_v ：有効上載圧(kN/m²)

c_w ：地震動特性による補正係数

R_L ：繰返し三軸強度比

c_w は、道路橋示方書では式(3.1.6a)，(3.1.6b)のように表されるが、原文では $R=R_L$ としている。

(タイプⅠ地震動の時)

$$c_w = 1.0 \quad (3.1.6a)$$

(タイプⅡ地震動の時)

$$c_w = \begin{cases} 1.0 & (R_L \leq 0.1) \\ 3.3R_L + 0.67 & (0.1 < R_L \leq 0.4) \\ 2.0 & (0.4 < R_L) \end{cases} \quad (3.1.6b)$$

繰返し三軸強度比は、試験結果の値をそのまま用いるか、もしくはせん断抵抗角 ϕ' から N 値を推定し、 N 値と有効上載圧から式(3.1.7a)により算定した値を用いている。

$$R_L = 0.0882 \sqrt{N_a / 1.7} \quad (3.1.7a)$$

ただし、 N_a ：粒度の影響を考慮した補正 N 値

$$N_a = c_1 \cdot N_1 + c_2 \quad (3.1.8a)$$

$$N_1 = 1.7 \cdot N / (\sigma'_v + 0.7) \quad (3.1.9)$$

$$c_1 = \begin{cases} 1 & (0\% \leq F_c < 10\%) \\ (F_c + 40) / 50 & (10\% \leq F_c < 60\%) \\ F_c / 20 - 1 & (60\% \leq F_c) \end{cases} \quad (3.1.10)$$

$$c_2 = \begin{cases} 0.0 (0\% \leq F_c < 10\%) \\ (F_c - 10)/18 & (10\% \leq F_c) \end{cases} \quad (3.1.11)$$

ただし、 N ：標準貫入試験から得られる N 値

N_1 ：有効上載圧 $98.1 \text{ kN/m}^2 (=1 \text{ kgf/cm}^2)$ 相当に換算した補正 N 値

c_1, c_2 ：細粒分含有率による補正係数

F_c ：細粒分含有率(%)

なお、道路橋示方書では($14 \leq N_a$)の場合として、式(3.1.7b)を示している。さらに、礫質土の場合として式(3.1.8b)を示している。

$$R_L = 0.00882 \sqrt{N_a / 1.7} + 1.6 \cdot 10^{-6} \cdot (N_a - 14)^{4.5} \quad (3.1.7b)$$

$$N_a = \{1 - 0.36 \log_{10} (D_{50}/2)\} \cdot N_1 \quad (3.1.8b)$$

そして、動的遠心模型実験で得られた過剰間隙水圧比の実測値と、式(3.1.1)～(3.1.11)により得られる過剰間隙水圧比の比較結果が図-3.1.7であり、概ね地表面水平最大加速度を0.5倍した値を計算式に用いれば、両者の整合がとれることを示している。また、過剰間隙水圧を考慮し、崩壊箇所の地盤条件を反映した円弧すべり計算結果より、図-3.1.6に示したように、計算に用いる地表面水平最大加速度の0.1～0.3倍を用いれば、すべり安全率は1を下回ることが示している。(なお、図-3.1.6で安全率が1を上回っている箇所があるのは、当箇所が盛土法尻に泥炭層が分布しており、この泥炭層が崩壊に一部関わっていた可能性があるためである。)

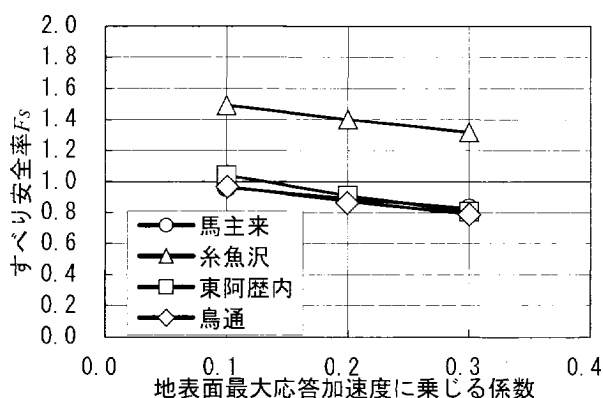


図-3.1.6 σ_v / σ_v' と過剰間隙水圧比 r_u の関係

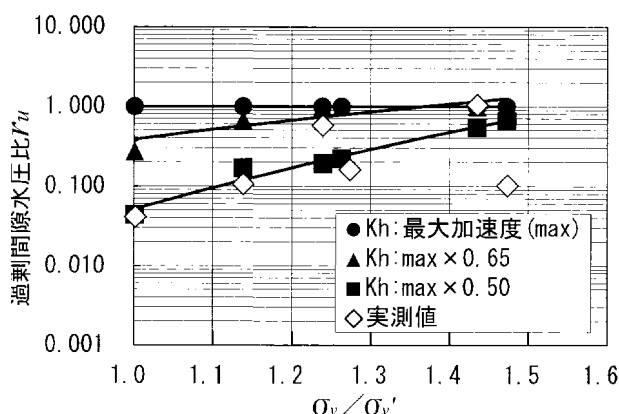


図-3.1.7 地表面最大応答加速度に乘じる係数とすべり安全率 F_s との関係

(3) 2009 年 8 月東名高速道路牧之原地区地震災害事例

2009 年 8 月 11 日午前 5 時 7 分頃発生した駿河湾を震源とする地震により、東名高速道路牧之原 SA（サービスエリア）付近の盛土のり面が崩落した。ここでは、本文は、地震災害の発生から応急復旧を完了するまでの経緯と、崩壊の原因の究明、本復旧対策工の検討、また類似箇所の抽出とその対策について検討するために設置された「東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会」での検討結果について示す⁴⁾。

a) 地震の概要

- 震源地 駿河湾（北緯 34.5 度，東経 138.3 度）
- 震源の深さ 23km
- 地震の規模 マグニチュード 6.5
- 最大震 6 弱（静岡県 伊豆市 焼津市 牧之原市 御前崎市）

b) 災害状況

対象地震では牧之原地区以外でも路面のひびわれや橋梁取り付け部の段差などが発生した箇所があったが、いずれも軽微な損傷であり、比較的簡易な補修により復旧することが可能であった。それに対して、牧之原地区の損傷は、高速道路本線の盛土のり面が延長として約 40m にわたり崩落するという大きなものであった。図-3.1.8 に牧之原地区地震災害箇所位置図を、写真-3.1.2 に損傷状況の写真を示した。



図-3.1.8 牧之原地区地震災害箇所 位置図



写真-3.1.2 損傷状況の写真

c) 応急復旧対策工（通行止め解除まで）

応急復旧工事については、安全を第一に早期に通行止めが解除できることを主眼として、対応を図った。崩落箇所の土砂流出を拡大させないことを目的に土留め H 鋼を設置し、崩落箇所を埋め戻す工法を予定した（図-3.1.9）が、崩壊法面が予想以上に不安定であり、H 鋼の打設中にさらに崩落が進行したため、追加 H 鋼を打ち込むことを検討した（図-3.1.10）。

しかしながら中央分離帯側の鋼矢板施工時に上り線の崩落がさらに進行したため、H 鋼の打設が困難となった。このため、本線路肩部へ H 鋼を打ち込まずにのり尻部に H 鋼を打設し、大型土のうの設置、上部盛土材にセメント安定処理を施すことにより盛土量を少なくすることとした（図-3.1.11）。上記 2 回目の工法変更後追加処置として、のり尻に抑えコンクリートを打設するとともに、盛土重量を軽減することを目的に、土に比較して軽量な大型発泡スチロールブロックを敷設した。（図-3.1.12）

以上のような工法の見直しを行いながら、昼夜兼行の復旧工事を行った結果、下り線については 8 月 12 日 24 時に、上り線については 8 月 15 日 24 時をもって、それぞれ通行止めを解除することができた。

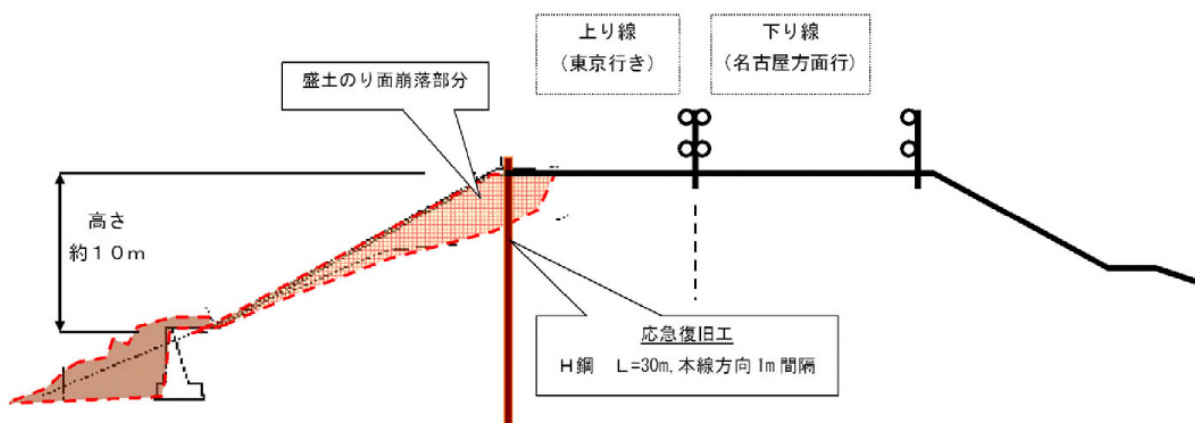


図-3.1.9 当初復旧計画断面

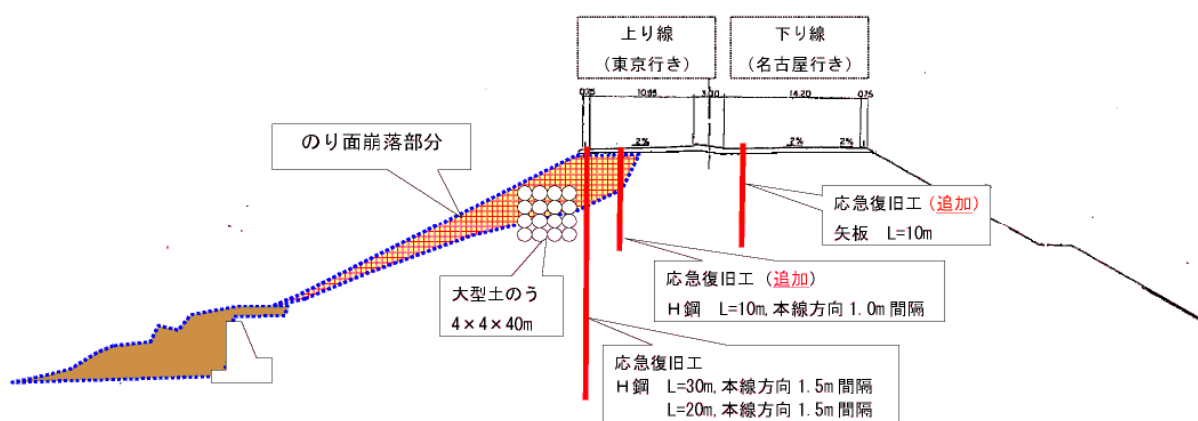


図-3.1.10 第 1 回 工法変更復旧計画断面

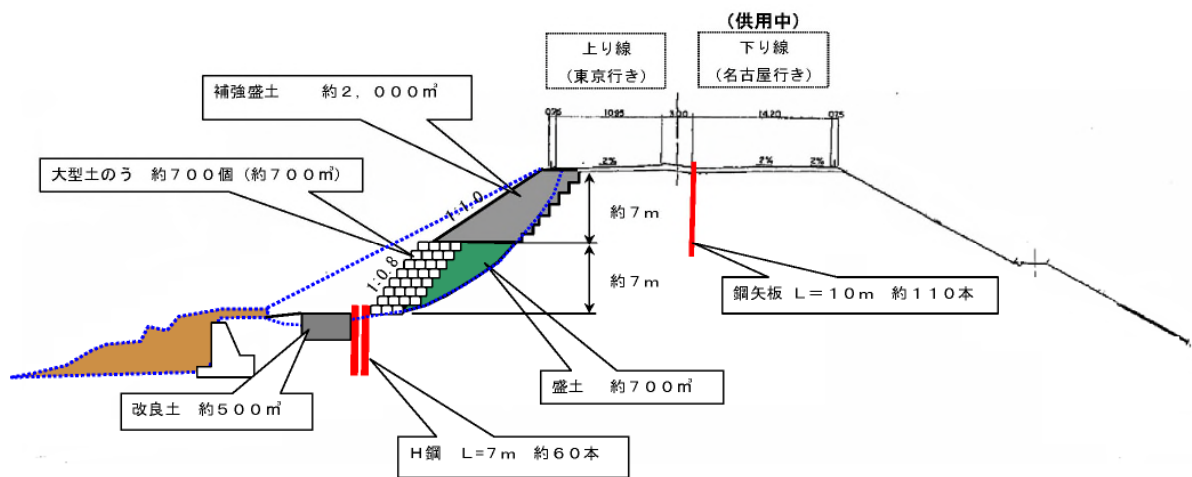


図-3.1.11 第2回工法変更復旧計画断面

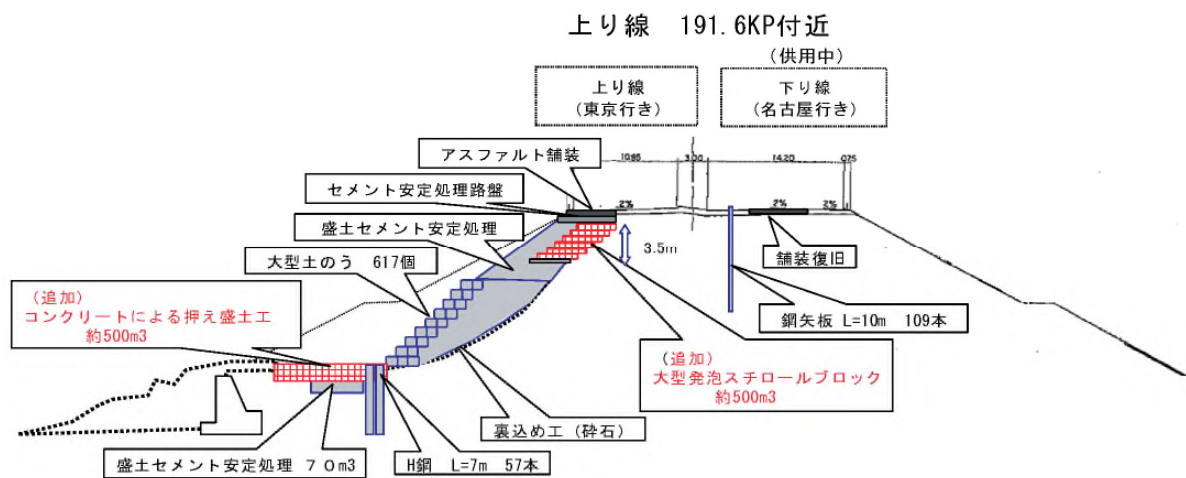


図-3.1.12 第3回工法変更(改善)復旧計画断面

d) 通行止め解除後の応急復旧追加補強対策工

通行止め解除後も応急復旧対策の安全性を高めることを目的に追加補強対策工を実施した。まず地下水位低下を図るため集水ボーリングを、さらに鋼管杭による抑止杭を施工することにより、盛土全体の安定を向上させることとした(図-3.1.13)。

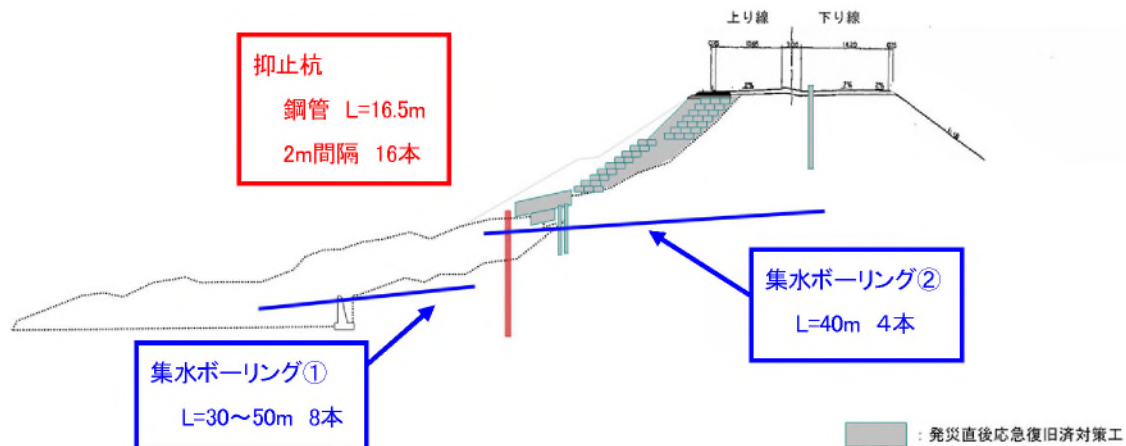


図-3.1.13 応急復旧追加補強対策工

e) 応急復旧箇所の動態観測・監視体制

応急復旧後も 24 時間の観測体制を構築し、継続して現場状況の観測が行われた。計測内容は以下のとおりである。

・ 地表面変位観測

GPS による 24 時間の自動観測と 1 回/2 日の頻度の路肩の水準測量、路面監視員による目視による 24 時間の監視体制が組まれた。

・ 地中変位観測

1 回/週の頻度で孔内傾斜計にて観測が行われた。

・ 孔内水位・集水量観測

調査ボーリングで盛土内の地下水位が高い状況が確認されたことから、水位低下を期待した集水ボーリングを実施した。降雨がない状態でも約 2L/分、台風 18 号の大雨時で約 100L/分の集水量を確認しており、集水ボーリングの効果があるものと考えられた。

f) 「東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会」による崩壊原因の分析

今回の地震において高速道路本線部まで影響が及ぶような崩壊が発生した箇所は、牧之原地区の 1 箇所だけであったことから、崩壊原因の分析・本復旧対策工・類似箇所の抽出と対策を検討するために、中央大学の太田教授を委員長に学識経験者から構成された「東名高速道路牧之原地区地震災害検討委員会」が設置された。調査ボーリング、現地踏査結果及び既存資料等で以下の事項が確認され、のり面崩落の原因が推定された。

① のり面の崩落は、盛土内で発生した。

- ・ 調査ボーリングの結果、盛土のり尻部の擁壁は崩落前と同じ位置にあることが確認されたことによる。

② 当該地は、道路横断方向が凸、道路縦断方向に凹の地山形状で水が集まりやすい地形・地質条件であった。

- ・ 調査ボーリング、現地踏査の結果及び既存資料等による。

③ 崩落箇所の地下水位は、高かった。

- ・ 調査ボーリング、現地踏査の結果等による。

④ 盛土の下部には風化しやすい泥岩が、上部には良質な砂礫が使用されていた。

- ・ 調査ボーリング、現地踏査の結果等による。

⑤ 建設時は、規定どおりに盛土は施工されていた。

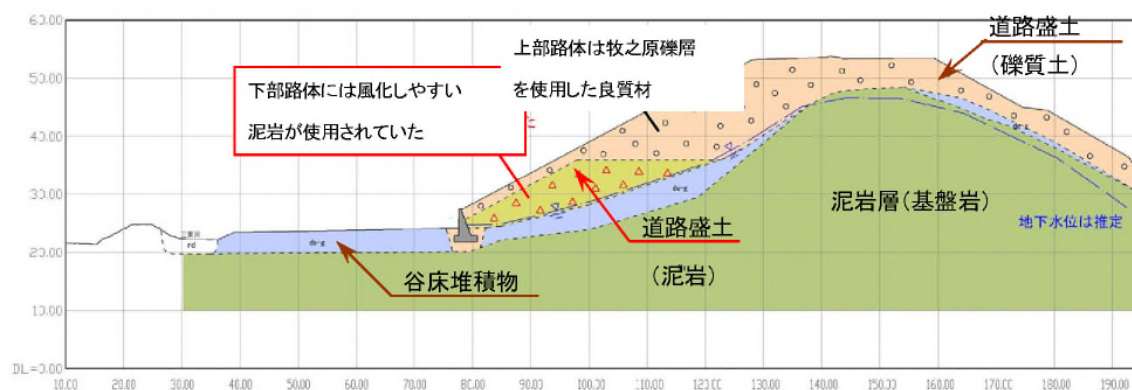
- ・ 現地盛土材試験結果による。

<のり面崩落の原因>

「盛土下部に使用された泥岩は、長年の水の作用により強度低下するとともに、透水性が低下した。その結果、盛土内の地下水位が上昇し、今回の地震が誘因となり崩落が発生したものと推定される。」

以下に今回整理されたのり面崩落のメカニズムについて示す。(図-3.1.14)

i) 供用開始時



ii) 地震直前

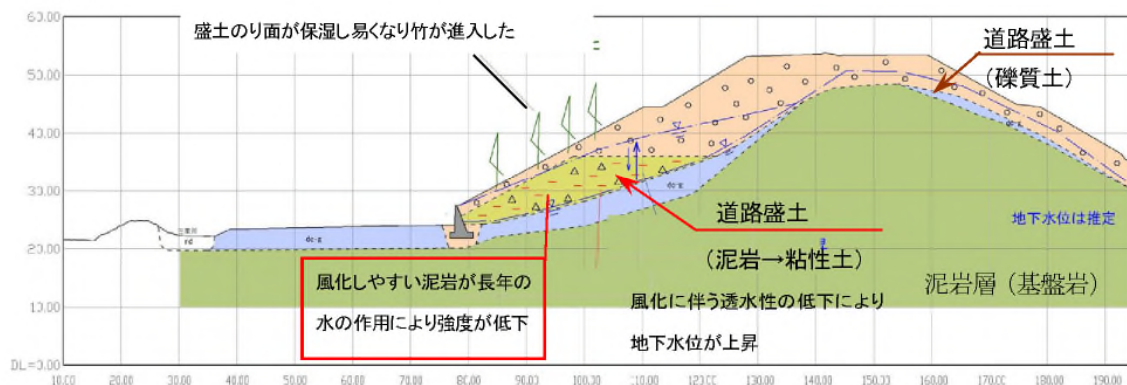
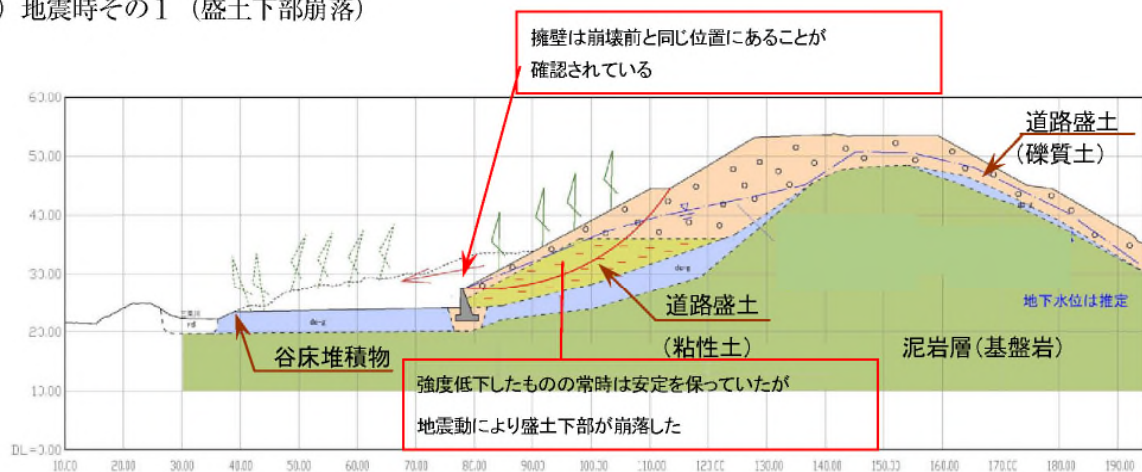
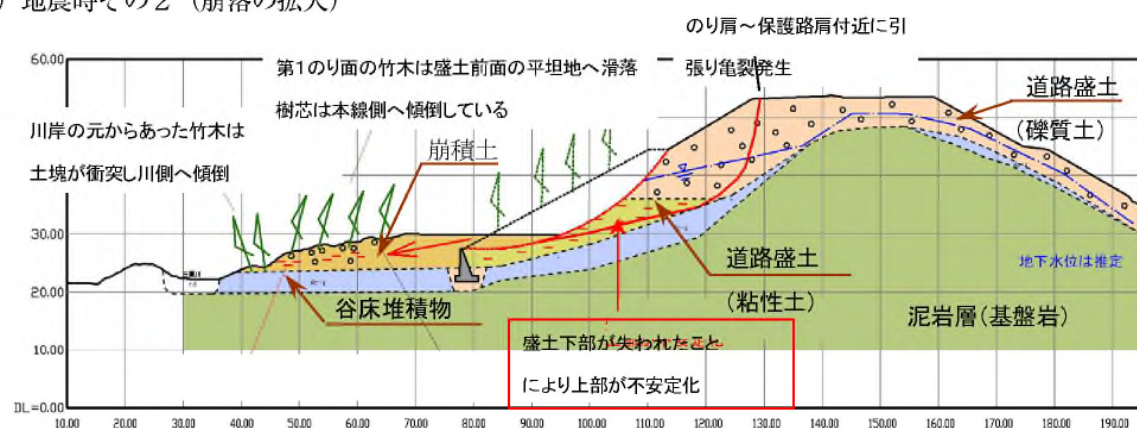


図-3.1.14 のり面崩落のメカニズム

iii) 地震時その1 (盛土下部崩落)



iv) 地震時その2 (崩落の拡大)



v) 地震後

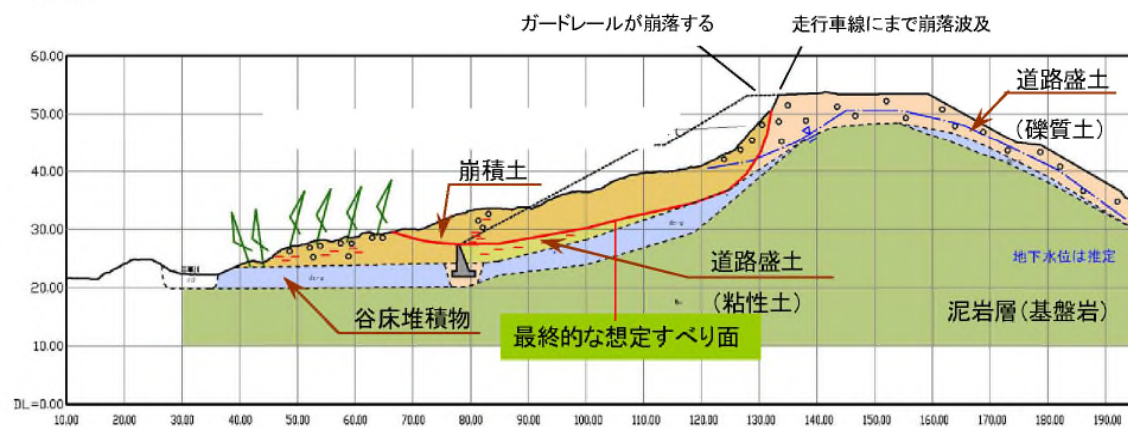


図-3.1.15 のり面崩落のメカニズム

g) 本復旧対策工

本復旧対策工は、①本線通行に重大な影響を及ぼさない施工方法とする、②安全性を第一に、施工性・経済性等を総合的に考慮し決定する、③本復旧では崩積土は可能な限り置き換える、④本復旧完成形においては当該箇所盛土構造の特殊性を考慮する、ことを条件に設定した。すなわち、1)適切な排水処理を行うとともに、透水性のよい良質材で盛土を行う。2)盛土の安定性を確保するため、抑止杭を施工すること。ことを基本的な考え方とし、図-3.1.16 に示す対策工が提示された。上り線側については、①集水井工②抑止杭（鋼管杭）③地盤改良工④置き換え工（排水層）等からなる対策計画となった。

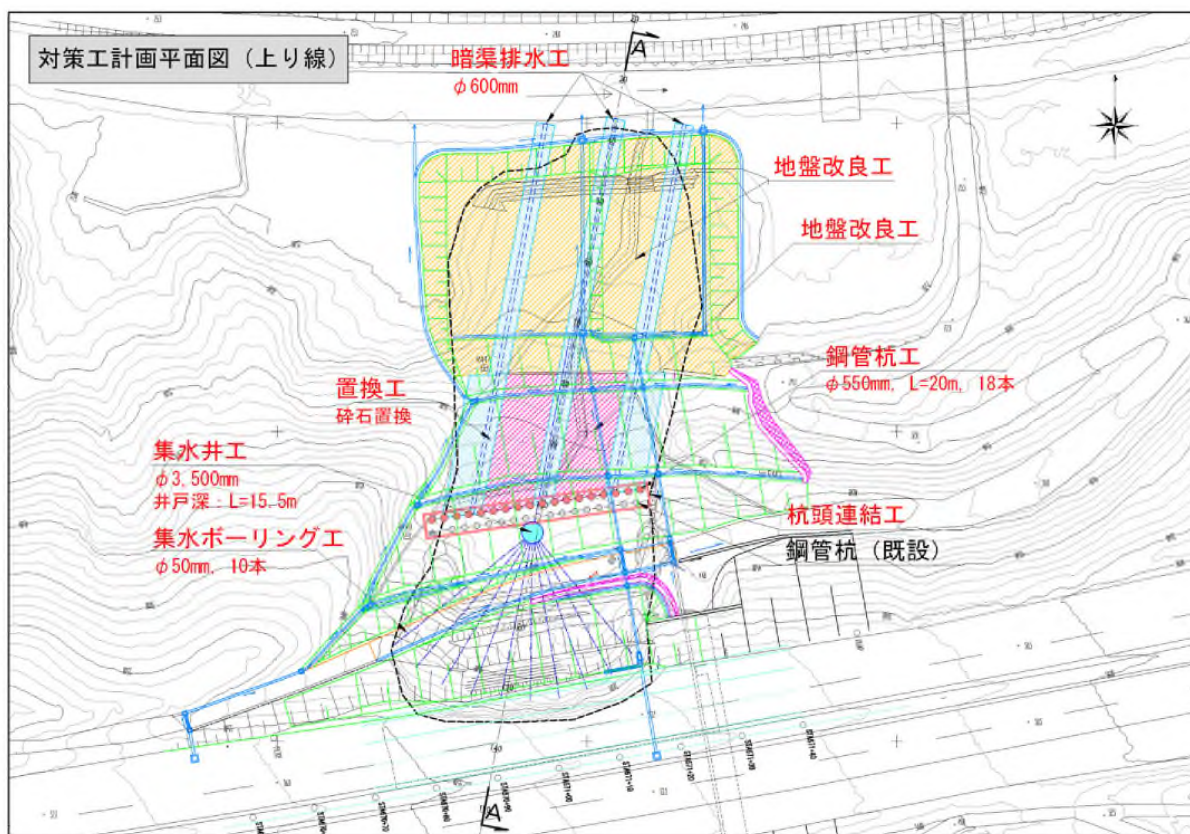


図-3.1.16 本復旧対策工平面図（上り線）

3.1 項の参考文献

- 1) 橋本 聖, 西本 聡, 林 宏親: 大規模地震における盛土の被災事例と大震補強の有効性, 寒地土木研究所月報 No.658, PP2-9, 2008.
- 2) 土木学会・地盤工学会編: 2007 年能登半島地震調査報告書, 第5章道路被害, PP.132-215, 2007.
- 3) 江川拓也, 西川純一, 林 宏親: 浸透水の影響を受ける道路盛土の地震時安定性評価, 寒地土木研究所月報 No.582, PP20-26, 2001.
- 4) 東名高速道路牧之原地区地震災害の対応について, 道路防災セミナー09 年 11 月号 No.014, PP.1-9, 2009.
- 5) 国土交通省: 盛土のり面の緊急点検要領 (案), 2009.

3.2 経済的な地盤調査方法の紹介

沢埋め道路盛土の耐震性能は、①地下水、②土質、③締固め度、をいかに経済的に評価するか、がポイントとなる。地震時の安定性評価のため通常行われる調査方法は、標準貫入試験を伴うボーリングを行い、乱れの少ない試料を採取して室内試験に供し、ボーリング孔は水位観測孔仕上げを行って通年の観測を行うというものである。一方、本手法は費用および期間が多にかさみ、多くの盛土の安定性評価を行うための障害となる。

これまで多く実施されている盛土性状を把握するためのサウンディングは、動的コーン貫入試験、スウェーデンサウンディング試験、簡易動的コーン貫入試験など、地盤の硬軟を把握することを目的としたものであった。これらの方法では盛土の土質を把握するには不十分であり、耐震診断の精度に限界のあることから、土質の判読を目的としたサウンディング方法および簡易サンプリング方法について取り上げる。また、地下水位観測孔は従来、ボーリング孔を用いたものが主流であるが、ここでは本研究の目的に従い、経済的に設置可能な手法について取り上げる。

(1) 土質の判読を目的としたサウンディング方法

a) 液状化ポテンシャルサウンディング (PDC)

動的コーン貫入試験装置を改良することによって、 N_d 値以外の地盤情報を得る試みも進められている。地震時の被害を予測する上で重要となる液状化強度を原位置で簡易に評価する方法として、液状化ポテンシャルサウンディング (ピエゾドライブコーン、以下 PDC と略す) がある^{1)~3)}。本試験は、動的貫入試験装置の先端コーンに内蔵した間隙水圧計で打撃貫入時に地盤内で応答する過剰間隙水圧を計測し、地盤の N 値と共に土質区分が推定できる新しいサウンディング調査法である。打撃貫入することにより 1 打撃毎に貫入量から N_d 値、過剰間隙水圧の残留値から細粒分含有率 F_c を評価することができ、各種設計基準に準じた液状化判定を行うことができる。図-3.2.1 に PDC の構成概要を、図-3.2.2 に PDC による液状化判定例を示した。

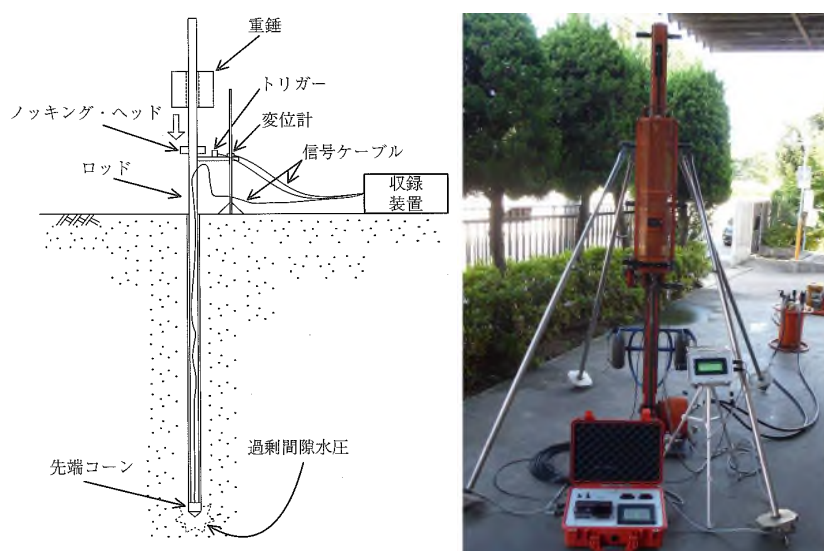


図-3.2.1 PDC の構成概要¹⁾

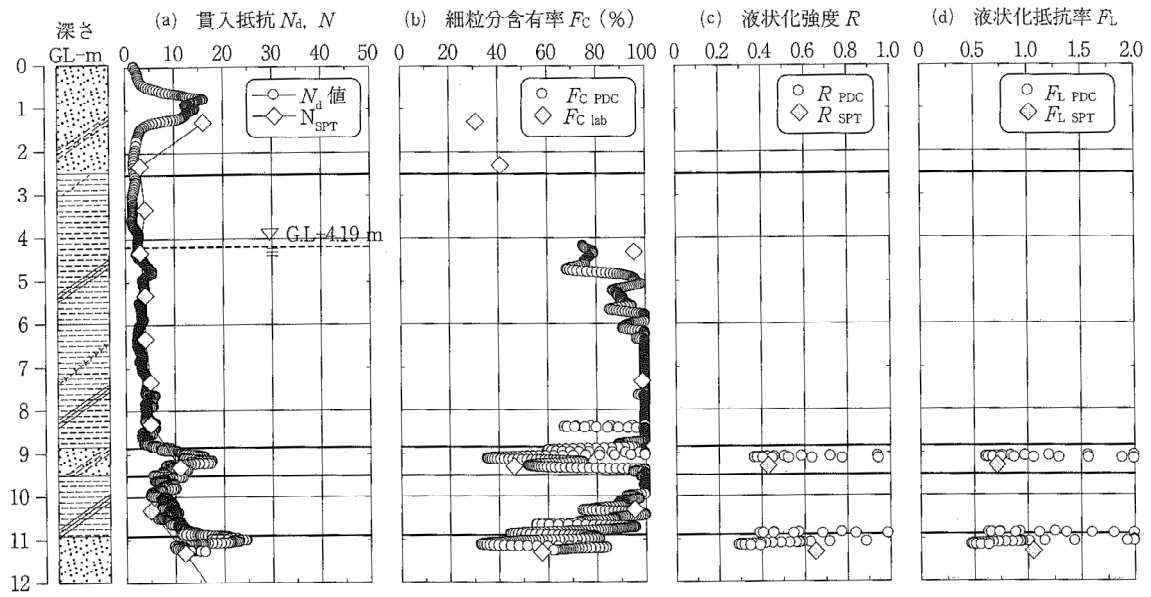


図-3.2.2 PDCによる液状化判定例¹⁾

b) 引抜き抵抗力測定を伴う動的貫入試験法

本方法は、動的コーン貫入試験実施時に、重錘落下による動的貫入と疑似静的な引抜きとの2つの状態(非排水条件下と排水条件下)の強度差から土質識別を行うことを目的とした調査方法である⁴⁾。貫入体となる先端コーンは、引抜き時の抵抗力を計測する目的から回収型を採用している。貫入装置は重錘落下による動的貫入装置であり、引抜き装置には地上で引抜き抵抗力を計測するロードセルが組込まれている。

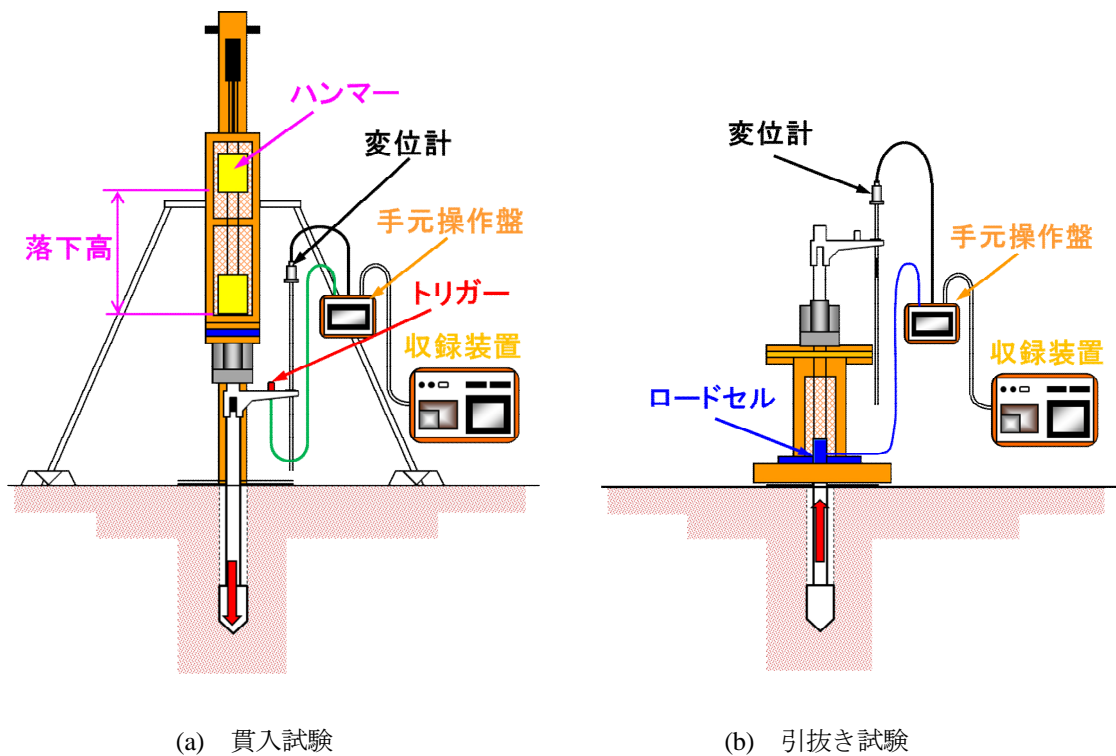


図-3.2.3 試験装置の概要

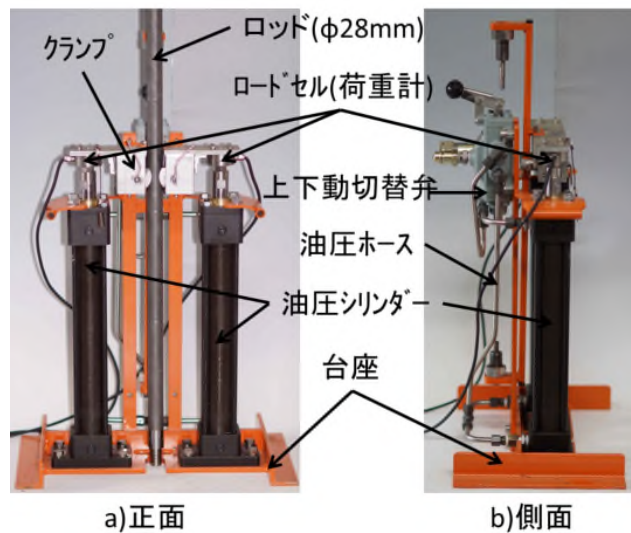


写真-3.2.1 開発した引抜き試験装置

N 値を用いて支持力を算出する際、緩い砂の N 値は負のダイレイタンシー効果により過小評価し、密な砂の N 値は正のダイレイタンシーによる過大評価する可能性のあることから、静的貫入(q_c)と動的貫入(N_d)の結果の比(q_c/N_d)に着目すれば液状化強度が推定できるというものである。

$q_c/N_d > \text{大}$ (負のダイレイタンシー)

$q_c/N_d < \text{小}$ (正のダイレイタンシー)

なお、本試験装置は開発が始まったばかりのものであり、これからのデータ蓄積が期待される。

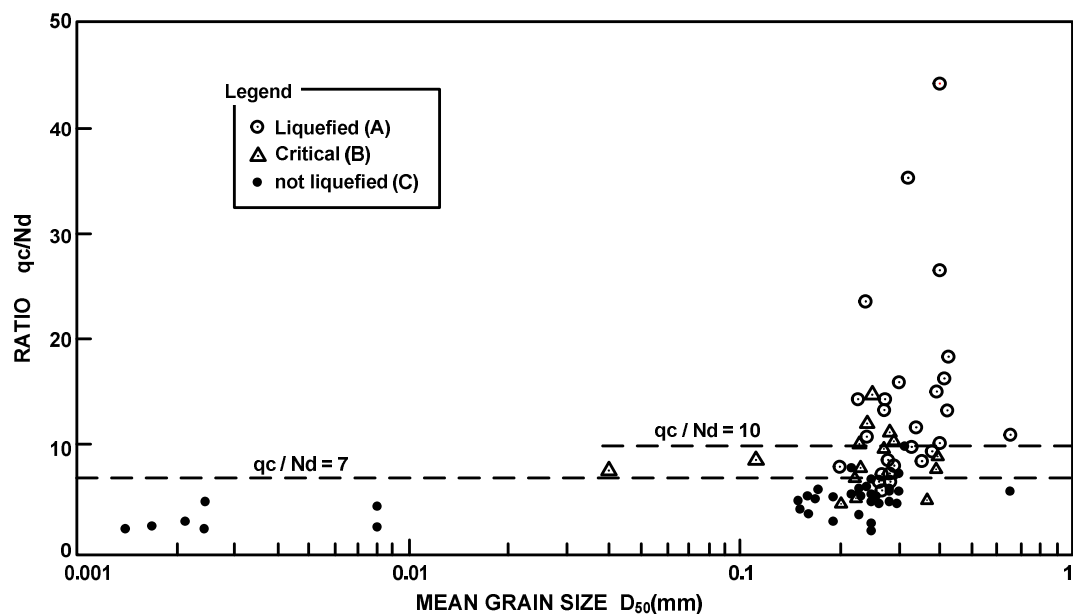


図-3.2.4 平均粒径と q_c/N_d の関係

c) バイブロハンマーによる簡易サンプリング

本手法は、小型の油圧バイブロハンマーによりサンプラーを土中に押し込み、1m の長さの土壌を採取するものである。油圧バイブロハンマーは、小型動的貫入試験機の油圧ユニットを使用する。サンプラーは、サンプルチューブの内面に0.2mmの薄肉シートを内蔵し、先端にコアキャッチャーを取り付けて、試料が脱落しない構造となっている。油圧装置、サンプラー、押し込みロッドなど、装置一式が小型のため、運搬・移動が容易であることが特徴である。

この簡易サンプラーは、シート内に土壌を取り込み、採取した試料はシートで保護されているため、採取されたままの状態を観察することができ、地層構成を正確に把握することが可能である。また、本手法の適用深度は5m程度であるが、この深度までであれば、通常土質試料を採取する際に実施するボーリング作業に必要な仮設、給水等が不要であり、簡易・迅速に作業ができることから、経済性が高い手法である。適応土壌は、砂礫を除く砂および粘土などが対象で、N値30～40の締まった砂の採取も可能であり、水を多く含む緩い砂も採取できる。

簡易サンプリングの作業状況およびサンプラーの概要を写真-3.2.2、写真-3.2.3に示す。



写真-3.2.2 土壌サンプリング作業状況



写真-3.2.3 シートサンプラー



写真-3.2.4 サンプリング試料

d) SST サンプラーによる簡易サンプリング

スウェーデン式サウンディング試験で設けた孔を利用した現地盤の土壌のサンプリング（SST サンプラー土壌すくい）が開発されている。SST サンプラー土壌すくいは、コンパクトサイズの為、任意の深度でロッドの先端に取り付けて簡単にサンプリング出来ることが特徴である。

本サンプリングはコーン、内管、外管およびシャフトの4部品で構成されている。シャフトは内管内を試料室上端から下端まで垂直方向に移動する。内管内に収納したシャフトの先端とコーンが直接接しており、別孔での打撃貫入が可能である。内管にあるシャフトを引き上げることで内管内に試料室を確保する機構となっている。

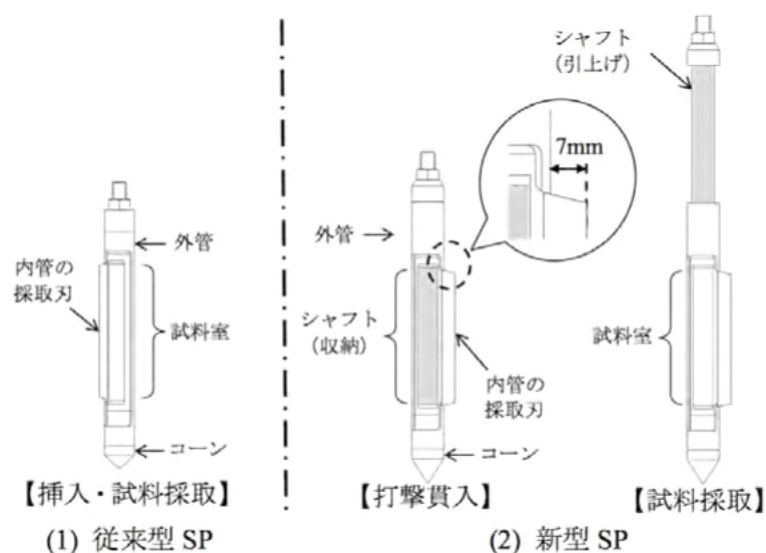


図-3.2.5 サンプラーの概略図

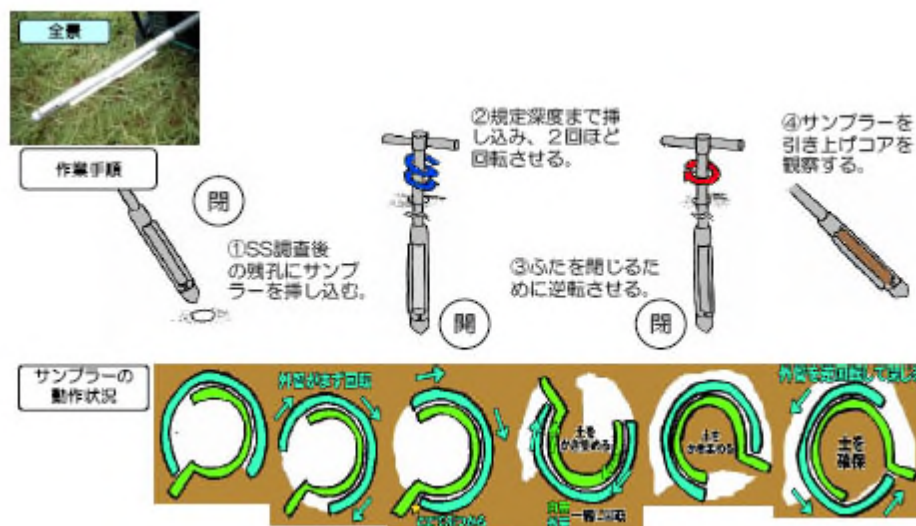


図-3.2.6 サンプリング方法

e) 動的コーン貫入試験

動的コーン貫入試験は、先端にコーンを付けたロッドをハンマーの打撃によって地盤に打ち込み、貫入量と打撃回数の関係から地盤の硬軟を調べる試験である。スウェーデンで開発された試験であり、一般にオートマチックラムサウンディングと称される。動的コーン貫入試験の単位面積当たりの打撃エネルギーは次式で定義される。

$$R_d = \frac{MgH}{A} \times \frac{N}{D'} \quad (3.2.1)$$

ここに、 R_d ：貫入力(KJ/m²), M ：ハンマー重量(kg),
 H ：落下高さ(mm) A ：先端コーンの断面積(mm²), g ：重力の加速度(mm²/s),
 D' ：所定の貫入深度間隔(mm) N ：所定の D' に達する打撃回数(回)

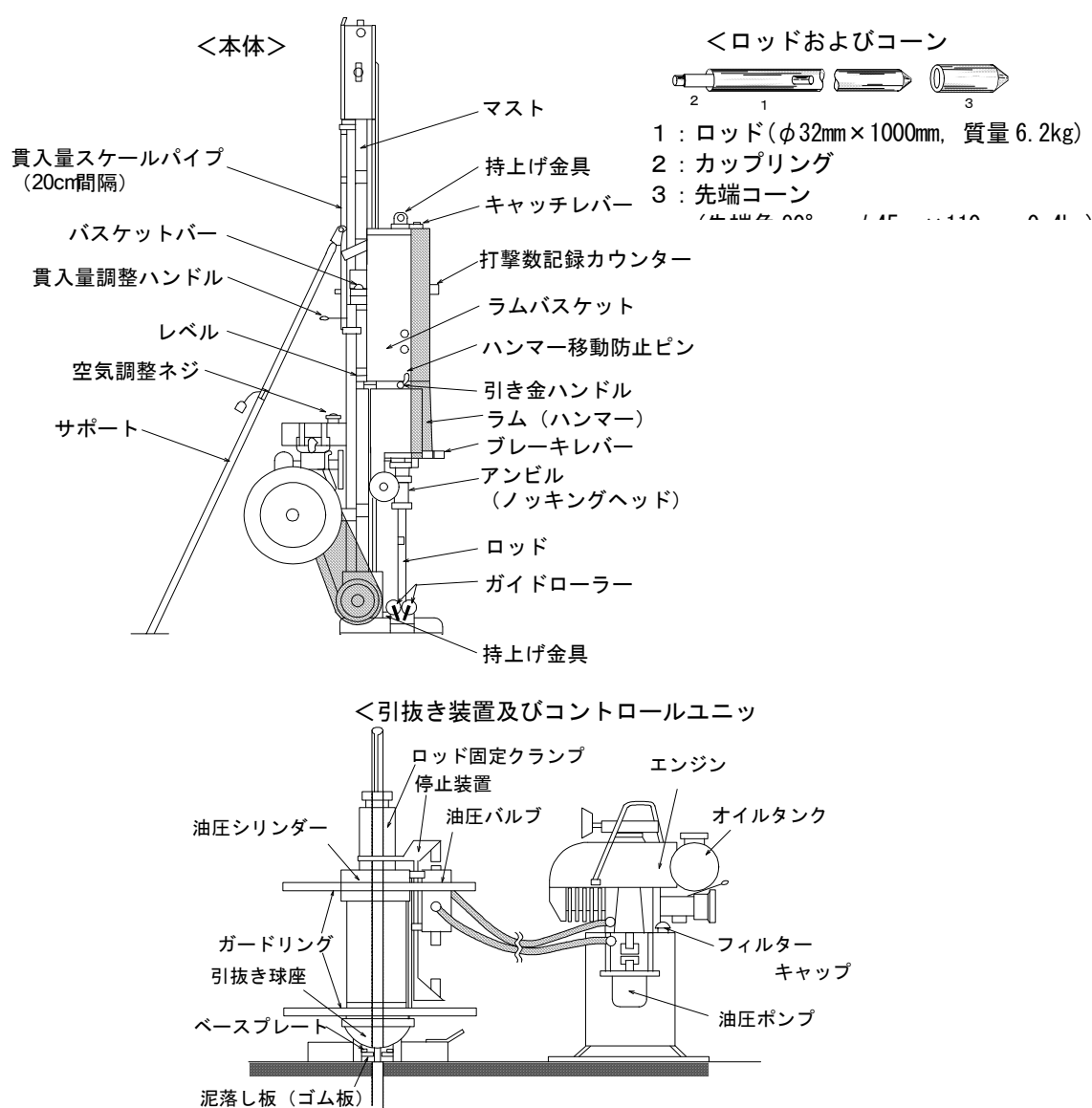


図-3.2.7 一般ラム試験装置

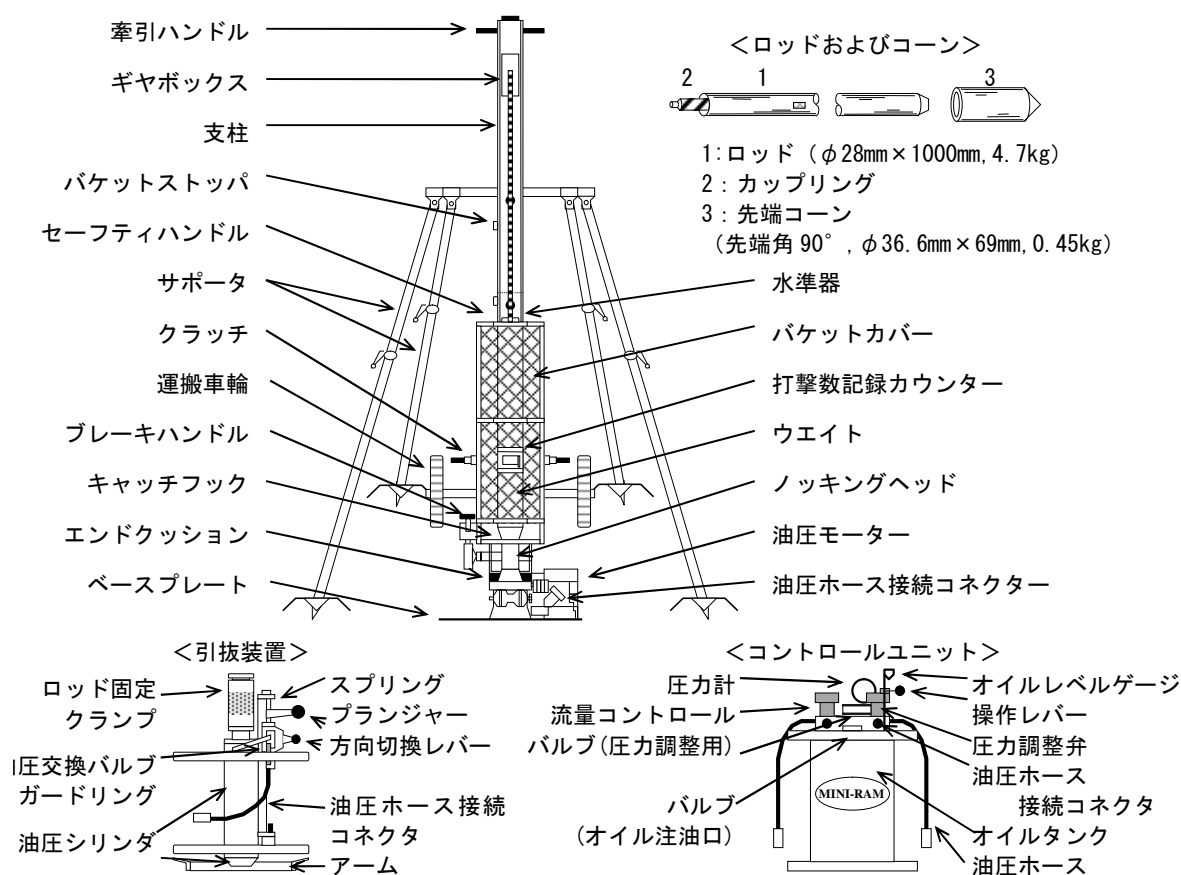


図-3.2.7 ミニラム試験装置

表-3.2.1 動的コーン貫入試験装置の仕様

| | 一般ラム | ミニラム |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 打撃エネルギー | 196(kJ/m ²) | 98(kJ/m ²) |
| 試験時の機械高さ | 2.8m | 2.5m |
| 試験機本体の全幅 | 0.9m | 0.84m |
| 試験機の全重量 | 210kg | 135kg |
| ハンマーの重量 | 63.5kg | 30kg |
| ハンマーの落下高さ | 50cm | 35cm |
| 標準打撃回数 | 24 回/分 | 24 回/分 |

動的コーン貫入試験は打撃エネルギーの違いに基づき、2種類の試験装置がある。図-3.2.6には打撃エネルギーが 196(KJ/m²)の試験装置概要図を、図-3.2.7には打撃エネルギーが 98(KJ/m²)の試験装置概要図を示した。本報文では、前者を一般ラム、後者をミニラムと称することとする。一般ラムは打撃エネルギーを標準貫入試験に準じて設定しており、サウンディングとしては大きな貫入力を有することが特徴である。一方ミニラムは一般ラムと比べて小型であるため、2m 四方程度の面積で実施可能であり、音もやや小さい等、宅地内の公園や余地で試験の実施に向いている。表-3.2.1に、両者の試験装置の仕様を示した。

試験方法は、一般ラムは 63.5kg のハンマーを 50cm の高さから自由落下させ（ミニラムはハンマーの質量 30kg, 落下高さは 35cm）、20cm 貫入するのに要する打撃回数 N_m を測定する。サウンディングロッドは、ハンマーによって機械的に打込むため、人為的誤差の小さいことが特徴である。 N_m 値>5 の状態では、ロッドを時計回りに 2 回転させて次の貫入を行う。回転はトルクレンチを用いて行い、回転に要する最大トルクを測定する。これは、ロッド周辺摩擦による N 値を求め、測定 N_d 値から先端コーン貫入抵抗による N 値を分離計算するためである。ただし、打撃回数が 20cm 当たり 5 回以下の場合は、ロッド接続時 1m 毎に 2 回転させる。

打撃回数から測定値 N_d への換算式について、一般ラムの N_d' 値、 N_d 値は次式で求められる¹⁾。

$$N_d' = N_m \quad (3.2.2)$$

$$N_d = N_m - 0.04M_r \quad (3.2.3)$$

ここに、 N_d' ：一般ラムによって得られる換算 N 値（トルク補正なし）

N_d ：一般ラムによって得られる換算 N 値（トルク補正あり）

N_m ：打撃回数（単位：回）

M_r ：測定したトルク（単位：kg・cm）

次に、ミニラムの N_{da} 値、 N_{db} 値は次式で求められる。なお、ここで示している補正係数は経験的に得られたものである⁴⁾ことに留意されたい。

○砂質土地盤

$$N_{da} = \frac{1}{2} N_m \quad (3.2.4)$$

○粘性土地盤（貫入中のロッドの摩擦力を考慮して）

$$N_{db} = \frac{1}{2} N_m - 0.016M_r \quad (3.2.5)$$

ここに、 N_{da} ：一般ラムによって得られる換算 N 値（砂質土地盤）

N_{db} ：一般ラムによって得られる換算 N 値（粘性土地盤）

f) 簡易動的コーン貫入試験

簡易動的コーン貫入試験は、地盤の締め具合や土層の分布状況の想定を行うことを目的として実施するものである。礫打ちや実施困難な場合は、適宜位置を移動して行う。試験の概要を図-3.2.8に示す。今回実施する簡易動的コーン貫入試験は、地盤工学会基準(JGS 1433-1995)「簡易動的コーン貫入試験方法」に準拠するものである。

一般に簡易動的コーン貫入試験機と呼ばれるものには、土研（旧建設省土木研究所の略称）式簡易動的コーン貫入試験機（先端コーン直径 3.0cm）と斜面調査用簡易動的コーン貫入試験機（筑波丸東(株)製, Model No.S06-M, 先端コーン直径 2.5cm, 図

-3.2.8) とがある。どちらも 5kg の重りを 50cm の高さから落下させ、先端角 60° の円錐コーンを地中に貫入させ、コーンが 10cm 貫入するのに要した重りの落下回数を“ N_c 値”とするものである。ここでは、前者の土研式簡易動的コーン貫入試験機を用いるものとする。

$$N_c \text{ 値} = 10 \times \text{落下回数(回)} / \text{貫入量(cm)} \quad (3.2.6)$$

N_c 値と土質の関係および N_c 値と標準貫入試験による N 値の関係をそれぞれ表-3.2.2、表-3.2.3 に示した。

表-3.2.2 簡易貫入試験による土質区分

| 研究者 | 基盤地質 | Nc値 | | | | | | | | | | | |
|------------------|---------------------|-----------|------------|-----|-------------|---|--------------------------|----|-----------|----------|----|----|--|
| | | 0 | 0.5 | 3 | 5 | 7 | 10 | 20 | 25 | 30 | 40 | 50 | |
| 大久保・上坂 (1971) | 新第三紀 黑色頁岩 | 表土層 | | | 崩積土 | | 強風化層 | | 弱風化層 | | | | |
| 大久保・服部 (1973) | 第三紀泥岩 | 表土層 | | | 崩壊土層 風化層 | | | | | 基岩 泥岩 | | | |
| 山寺ほか (1986) | 新第三紀 関東ローム層 | 砂地 軟弱地 | 普通土 準軟岩 | 硬質土 | | | 強風化層 | | 軟岩 | | 硬岩 | | |
| 太田・鈴木 (1986) | 新第三紀層 | 表層土 | | | 崩積土ローム | | 御殿峠礫層 上部風化部 ローム層深部 | | 御殿峠礫層弱風化部 | | | | |
| 望月・松本 (1986) | 花崗岩 | 軟土帯 | | | 硬土帯 | | | | | | | 基盤 | |
| 逢坂・塚本 (1988) | 中生層 花崗岩 新第三紀層 | 表層土層 | | | 下層土層 | | 風化層 | | | 基盤 | | | |

表-3.2.3 他のサウンディング試験結果との関係

| 研究者 | 基盤地質 | 換算式 | 備考 |
|------------------|---------------|---|---|
| 大久保・上坂 (1971) | 新第三紀 黒色頁岩 | $N_c = (1 \sim 3) N$ | 新任(1986)は $N_c < 20$ で $N_c = 1.53N$ |
| 甚野ほか (1983) | 軟弱地盤 (粘性土) | $N_{sw} = 1.50\sqrt{N_c} + 0.75$ | $N_c < 20$ で 岡田ほかの式と一致 |
| 岡田ほか (1992) | 鉄道盛土 | $N_c = 0.20 N_{sw} + 0.04 W_{sw} \text{ (kgf)}$ | 粗粒土 |
| | | $N_c = 0.22 N_{sw} + 0.03 W_{sw} \text{ (kgf)}$ | 砂粒土 |
| | | $N_c = 0.15 N_{sw} + 0.04 W_{sw} \text{ (kgf)}$ | 細粒土 |
| | | $N = 0.34 N_c + 0.7$ | $N = 0.50 N_c$ 粗粒土 |
| | | $N = 0.30 N_c + 1.1$ | $N = 0.66 N_c$ 砂粒土 |
| | | $N = 0.34 N_c + 1.7$ | $N = 0.75 N_c$ 細粒土 |

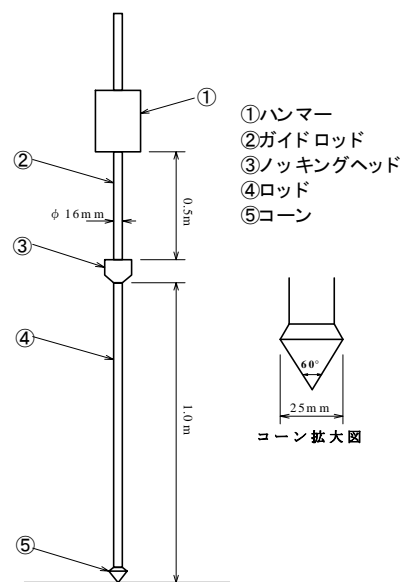


図-3.2.8 簡易動的コーン貫入試験機の概要

(2) 経済的な水位観測方法

a) 打ち込み式水位観測孔

盛土の安定性評価には地下水位の測定が重要であるが、地下水位が浅く N 値が 10 以下の砂質土地盤や粘性土地盤を対象に、動的コーン貫入試験を併用した打ち込み式水位観測装置が開発されている^{5) 6)}。本装置は先端コーン・有孔部・保孔管からなり、有孔部には目詰まり防止のためにプラスチック製のフィルターが装着されている。水位観測井の設置は動的コーン貫入試験によって目標深度まで先端コーンを挿入し、有孔部および先端コーンを打ち込むことによって保孔管から露出させることによって行う。図-3. 2. 5 に打ち込み式水位観測井の概要図を示した。

表-3. 2. 4 打ち込み式水位観測孔の標準仕様

| | 寸 法 | 材 質 | 数 量※ | 備 考 |
|----------|-------------------------------|---------|------|----------|
| 先端コーン | 外径φ 40mm 長さ 135mm | ステンレス製 | 1 式 | |
| 有孔部 | 内径φ 20mm 外径φ 24mm 長さ 200mm | ステンレス製 | 1 本 | |
| 親水性フィルター | 外径φ 29mm 長さ 200mm | プラスチック製 | 1 個 | |
| 保孔管 | 内径φ 26mm 外径φ 39mm 長さ 1m | 鉄 製 | 9 本 | 無孔管 |
| 打ち込みロッド | 外径φ 25mm 長さ 1m | 鉄 製 | 9 本 | 先端部打撃貫入用 |
| | 外径φ 25mm 長さ 0.5m | | 1 本 | |

※設置深度が10m の場合の標準的な数量

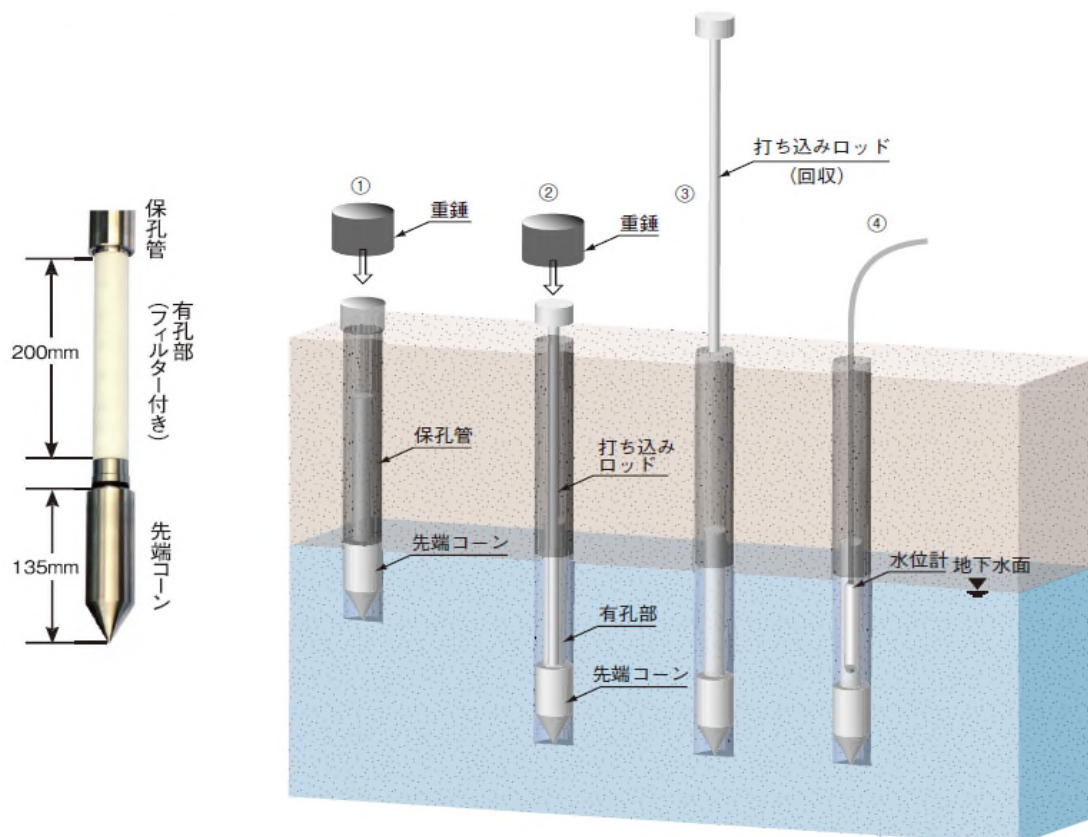


図-3. 2. 5 打ち込み式水位観測井の概要

1



仮設足場の設置および簡易打撃装置（オートマチックラムサ운드）の設置

2



打ち込み式水位観測井の先端コーンおよび保孔管を設置地点にセット

3



先端コーンおよび保孔管の打撃貫入

4



打ち込み用ロッドを保孔管内に挿入

5



打ち込み用ロッドを打撃貫入し、先端コーンと有孔部のみを露出

6



水位計の挿入

7



設置完了

図-3.2.10 打ち込み式水位観測井の設置手順

b) 小型間隙水圧計

従来の計器設置手法に比べ簡単，経済的に設置でき，かつ正確な間隙水圧測定を行うことが可能な小型間隙水圧計が開発されている^{7)・8)}。その概要を以下に示す。

- ① 装置が小型であり，簡易動的コーン貫入試験や土木研究所が開発した土層強度検査棒による削孔で観測孔の設置が可能である。これらの試験で削孔できないような地盤(礫質土)の場合は，設置ができない。
- ② 人力で設置可能であるため，ボーリング機械や大型のサウンディング装置を人力のみで搬入・設置することが困難な箇所でも設置可能である。
- ③ 設置可能深度は3m程度であり，表層崩壊につながるような水面形成の観測は十分可能である。

| | |
|-------------|----------------------|
| センサ方式 | 半導体圧力センサ |
| 測定範囲 | 0～100kpa |
| 精度 | ±0.5%FS以下 |
| 温度範囲 | 0～40℃ |
| 電源電圧 | 8～15VDC |
| 出力 | 4(0kPa)～20mA(100kPa) |
| フィルター材質、ろ過径 | ブロンズ球焼結、100μm |
| プローブ材質、径 | ステンレス、φ16mm |



写真-3. 2. 5 小型間隙水圧計の仕様

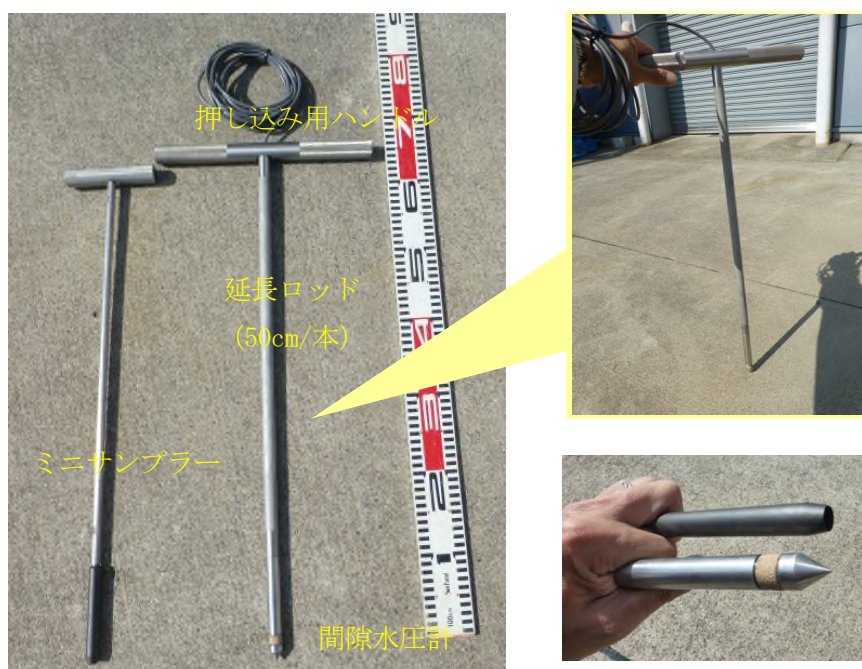


写真-3. 2. 6 小型間隙水圧計と設置用ツール



写真-3. 2. 7 小型間隙水圧計設置例

3.2 項の参考文献

- 1) 澤田俊一:ピエゾドライブコーン(液状化ポテンシャルサウンディング)性能設計に向けた原位置試験, 応用地質技術年報 No. 30, pp.75-80, 2011.
- 2) Sawada, S.: Evaluation of differential settlement following liquefaction using Piezo Drive Cone, 17th International Conference on Geotechnical Engineering, Alexandria, Egypt, pp.1064-1067, 2009.
- 3) 利藤房男・澤田俊一・伊藤義行:新しいサウンディング技術, 地盤工学会誌, Vol.58, No.8, pp.26-29, 2010.
- 4) 澤田俊一, 吉澤大造, 藤井紀之, 信本 実, 植村一瑛:引抜き抵抗力測定を伴う動的貫入試験法ーその2:引抜き装置の開発ー, 第49回地盤工学研究発表会講演集, 2014.
- 5) NETIS 新技術情報提供システム, 登録 No.TH-110007-A, 打ち込み式水位観測井, 2011.
- 6) 独立行政法人 土木研究所:整理番号第377号 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)」[第1編 河川堤防における堤体内水位観測マニュアル(案)], pp.1-56, 2008.
- 7) 伊藤義行, 矢部 満, 酒井康紀:斜面で簡単に設置できる小型間隙水圧計の開発ーその1, フィルターの目詰まりに関する検証実験結果, 第48回地盤工学研究発表会講演集, 2013.
- 8) 矢部 満, 伊藤義行, 小林 剛:斜面で簡単に設置できる小型間隙水圧計の開発ーその2, 実斜面への適用事例, 第48回地盤工学研究発表会講演集, 2013.

3.3 二次調査内容の検討

二次調査で取り組む内容、すなわち既設盛土の安定性向上対策の優先順位を設定するためには、盛土の安定性を定量的に評価する必要がある。そこで本研究では、簡易に実施可能な円弧すべり法による安定計算結果に基づいて優先順位を設定することを前提とし、必要な物性値を一般的な調査手法で簡易に得るためのフローの検討を行った。なお、道路盛土の耐震評価、特にレベル2地震動に対する照査は変形量照査を実施すること¹⁾としており、実務ではニューマーク法が多く用いられている。しかし検討目的を対策工検討のための優先順位設定としており、概略的なものとして位置づけていることから、震度法を用いた円弧すべり解析で得られる安全率を採用した。なお、ニューマーク法に用いる物性値は円弧すべり解析で用いる物性値の一部を拡張すれば実施可能であり、提案する調査内容でも精度は低いものの地震時の変位量の算出や、対策工法の検討が実施可能である。

(1) 調査内容の検討

盛土の安定性を評価するためには、盛土内部の情報である①地下水、②盛土材料、③締固め度、を反映して物性値を設定し、定量的な計算結果を示さなければならない。一方、二次調査で対象となる盛土は、一次調査で抽出された変状のある盛土や、被災履歴のある盛土が対象となるが、それらの盛土は締固め度が不十分で地下水位の高いことが多い。本研究ではこれらを経済的で簡易に把握できる調査として、1)表面波探査、2)動的コーン貫入試験（ミニラムサウンディング）、3)簡易動的コーン貫入試験（土研式簡易貫入試験）、4)簡易サンプリング、を採用し、安定性評価を5)簡易安定計算によって行うこととした。以下に、調査項目の選定理由を示した。

a) 表面波探査

二次調査ではまず、盛土性状を簡易かつ広域に把握することが望まれる。その意味で、表面波探査は時宜にかなった非破壊調査法の一つであることが報告されており²⁾、東北地方太平洋沖地震で被災した宅地盛土の性状把握において実績がある^{例え3)}。表面波探査は、盛土内部の具体的な物性値を直接測定することはできないものの、二次調査の目的に合致する手法として可能な限り実施することが望ましい。

b) 動的コーン貫入試験

盛土の安定解析を行うための強度定数を簡易に得る手法として、ボーリング時に行う標準貫入試験によるN値からの換算が一般に行われ、そのための換算式も数多く提案されている⁴⁾。そこで、標準貫入試験と同じ原理で簡易に調査が実施可能な動的コーン貫入試験⁵⁾に着目した。本試験は半日程度で仮設と試験が実施可能であり、N値30程度の礫分を多く含む比較的硬質な盛土地盤も貫入可能なため、汎用性の高い調査法である。また、礫打ちによる N_d 値の過大評価を補正すれば、盛土においても $N \approx N_d$ 値とみなせることが確認されており⁶⁾、フィルダム堤体での適用性も確認されている⁷⁾。さらに、試験終了後にロッドを引き上げる際のロッドの濡れ具合から地下水位の把握が可能であることが報告されている⁸⁾。本研究ではこの調査結果により盛土の物性を評価する。

なお、本調査で確認できる地下水位は、季節変動や基礎地盤からの連続性が不明であることに留意する必要がある。このため精度の高い水位線を設定するためには水位観測を行う必要がある。3.2項でみたように、事例が少ないもののサウンディング試験孔を使った経済的・簡易な水位観測手法がいくつか提案されており、それらの適用性の検討が望まれる。

c) 簡易動的コーン貫入試験

盛土のり先での締固め度は盛土安定上重要であるが、動的コーン貫入試験の搬入が困難な場合が多い。この場合は簡易動的コーン貫入試験⁹⁾を実施する。なお、本試験において使用するハンマーの重さは5kgと、ハンマーの重さ30kgの動的コーン貫入試験ほどの貫入力がないため、動的コーン貫入試験の N_d 値や盛土材料、表面波探査結果を参考に採用の可否を決めることとする。

d) 簡易サンプリング

N 値と強度定数の関係式は、盛土材料の粒径によって異なる場合がある。また、一般に粗粒土はせん断抵抗角で、粘性土は粘着力のみで評価することを踏まえると、盛土材料の把握は重要といえる。そこで、盛土材料が判明していない場合はサンプリングを実施する。原則としてのり面からサンプリングをすればよいが、表層に盛土内部とは異なる土羽土を用いている場合や、複数の盛土材が用いられている可能性のある場合は、バイプロサンプリングによる盛土内部の試料採取を適宜行う。

なお、盛土材料の粒径や N_d 値によっては本試験の適用が困難である可能性があるため、適用基準を次節で述べている。

e) 簡易安定計算

安定性の定量的な評価のため、調査結果を反映した簡易安定計算を行う。強度定数を粒度および N 値との換算値より求め、地下水位を調査結果に基づき設定し、切盛境界と盛土形状を道路台帳や電子地図データ、横断測量などにより設定して、円弧すべり解析による安定計算を実施する。その結果に基づいて、詳細調査の実施を判定する。耐震性の照査は、簡易に実施可能な震度法に基づくこととする。地震時のすべり安定計算で定めるすべり安全率は、式(3.3.1)で表される。

$$F_s = \frac{\sum [c'_i l_i + \{(W_i - u_i b_i - \Delta u_i b_i) \cos \alpha - k_h \cdot W \cdot \sin \alpha\} \cdot \tan \phi'_i]}{\sum \{W_i \sin \alpha + (h/r) \cdot k_h \cdot W\}} \quad (3.3.1)$$

ただし、 W_i : 分割片の全重量
 c_i : すべり面上の土の粘着力
 l_i : 円弧の長さ
 θ_i : 円弧の中央における法線と鉛直線のなす角
 Δu_i : 地震動によって発生する過剰間隙水圧
 k_h : 水平震度（無次元）

u_i : すべり面上の間隙水圧
 ϕ_i : すべり面上の土のせん断抵抗角
 b_i : スライスの幅

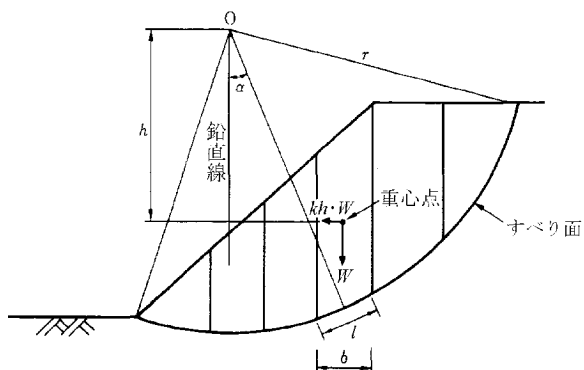


図-3.3.1 円弧すべり面を用いた地震時安定計算法

ここで、動的コーン貫入試験による N_d 値と、標準貫入試験の N 値について、同一箇所の盛土で実施された比較結果より、一般ラム、ミニラムともにトルク補正を施さない方 N_d 値の方が N 値との相関性が高く、ミニラムにおいては礫打ちによる N_d 値の跳ね上がりを補正した方が N 値との相関性が高いことが示されている⁹⁾。 N 値からの換算式を用いる場合はこの関係を参考にすることとした。

表-3.3.1 動的コーン貫入試験装置の仕様

| | 一般ラム | ミニラム |
|-----------|-------------------------|------------------------|
| 打撃エネルギー | 196(kJ/m ²) | 98(kJ/m ²) |
| 試験時の機械高さ | 2.8m | 2.5m |
| 試験機本体の全幅 | 0.9m | 0.84m |
| 試験機の全重量 | 210kg | 135kg |
| ハンマーの重量 | 63.5kg | 30kg |
| ハンマーの落下高さ | 50cm | 35cm |
| 標準打撃回数 | 24 回／分 | 24 回／分 |

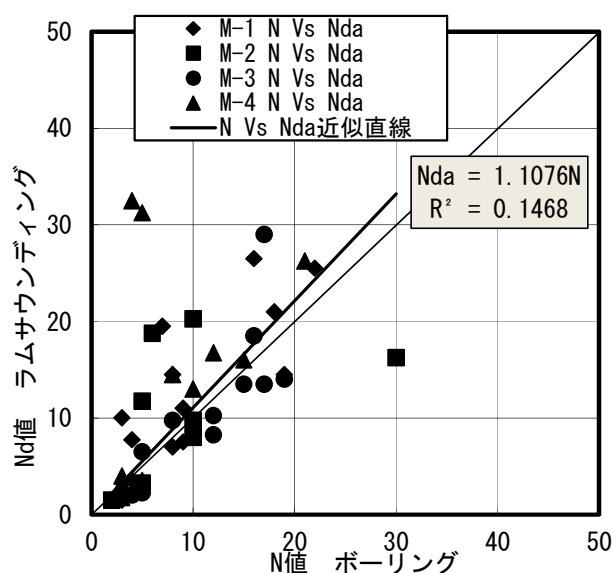


図-3.3.2 N 値と N_d 値の関係

(ミニラム、トルク補正なし、礫打ち補正あり)

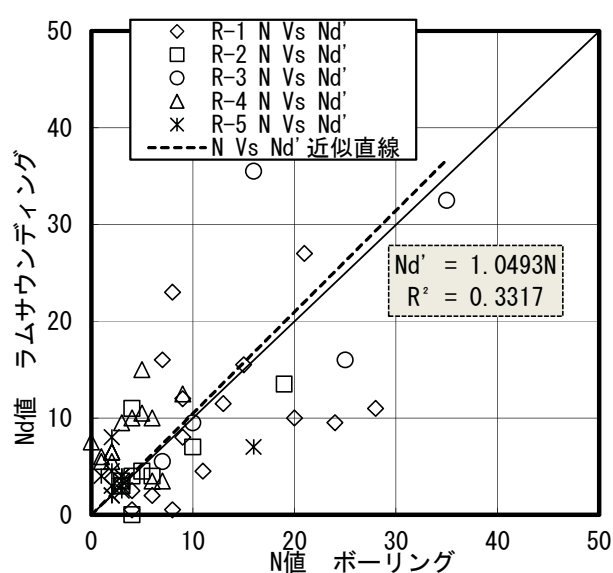


図-3.3.3 N 値と N_d' 値の関係

(一般ラム、トルク補正なし、礫打ち補正なし)

また、 N 値からの換算値が用いられない場合は、表-3.3.2 に示した一般値を参考にすることとする。

表-3.3.2 設計時に用いる土質定数の仮定値（道路土工 盛土工指針より）

| 種 類 | | 状 態 | | 単位体積重量(kN/m ³) | 内 部 摩擦角 (度) | 粘着力 (kN/m ²) | 摘 要 (統一分類) |
|------------------|---------------|--------------------|---------|----------------------------|-------------------|-----------------------------|----------------------|
| 盛 土 | 礫および 礫混じり砂 | 締固めたもの | | 20 | 40 | 0 | (GW)(GP) |
| | 砂 | 締固めた もの | 粒度の良いもの | 20 | 35 | 0 | (SW)(SP) |
| | | | 粒度の悪いもの | 19 | 30 | 0 | |
| | 砂質土 | 締固めたもの | | 19 | 25 | 30以下 | (SM)(SC) |
| | 粘性土 | 〃 | | 18 | 15 | 50以下 | (ML)(CL) (MH)(CH) |
| | 関東ローム | 〃 | | 14 | 20 | 10以下 | (VH) |
| | 礫 | 密実なものまたは粒度の良いもの | | 20 | 40 | 0 | (GW)(GP) |
| | | 密実でないものまたは粒度の悪いもの | | 18 | 35 | 0 | |
| 自 然 地 質 | 礫混じり砂 | 密実なもの | | 21 | 40 | 0 | 〃 |
| | | 密実でないもの | | 19 | 35 | 0 | |
| | 砂 | 密実なものまたは粒度の良いもの | | 20 | 35 | 0 | (SW)(SP) |
| | | 密実でないものまたは粒度の悪いもの | | 18 | 30 | 0 | |
| | 砂質土 | 密実なもの | | 19 | 30 | 30以下 | (SM)(SC) |
| | | 密実でないもの | | 17 | 25 | 0 | |
| | 粘性土 | 固いもの（指で強く押し多し） | | 18 | 25 | 50以下 | (ML)(CL) |
| | | やや軟いもの（指の中程度の力で貫入） | | 17 | 20 | 30以下 | |
| | | 軟いもの（指が容易に貫入） | | 16 | 15 | 15以下 | |
| | 粘土および シルト | 固いもの（指で強く押し多し） | | 17 | 20 | 50以下 | (CH)(MH) (ML) |
| | | やや軟いもの（指の中程度の力で貫入） | | 16 | 15 | 30以下 | |
| | | 軟いもの（指が容易に貫入） | | 14 | 10 | 15以下 | |
| | 関東ローム | | | 14 | 5 | 30以下 | (VH) |

(2) 調査項目の配列に関する検討

提案した調査項目について、盛土性状を把握するために必要となる標準的な配列の検討を行った。図-3.3.4に一般的な道路盛土を想定した二次調査の配列例を示した。

まず、盛土範囲と締固め度の程度の概略を把握するために表面波探査を実施する。その結果、3)で述べるように S 波速度が 250m/s 以上と締固め度がいい盛土であることが確認された場合、盛土自体の安定性は高いと判断できる。すなわち、変状原因は排水施設の不備や施設の老朽化などに起因していると考えられるため、その補修対策などを検討する。

表面波探査のみの実施となる盛土以外に対して、原則動的コーン貫入試験(ミニラムサウンディング)を実施する。安定性に大きな影響を与えるのり面付近に範囲を限定すれば、水平方向に同一の盛土材を敷き均していると考えられるため、盛土厚が最も厚くなるのり肩付近で実施し、盛土の締め度合と盛土内水位の把握を行う。のり肩付近は多くの場合、舗装撤去・復旧作業が不要であるため、仮設作業の手間が少なく調査費用を抑えることができる。さらに、 N_d 値が 15 以下の盛土については礫分が少ないと想定されるため、簡易サンプリングを行い、盛土材料の把握を行う。これより大きな N_d 値の盛土については、①締め度がよく安全性が高いこと、②礫質土である可能性が高く、バイプロハンマーによる試料採取が困難なこと、などの理由から、盛土のり面からの試料採取のみとする。

地下水位が確認された場合は、水位観測孔の設置を検討する。なお、動的コーン貫入試験によって計測される盛土内水位は局所的な宙水である可能性（粘性土が多い、もしくは締め度は不均質な盛土は宙水が発生しやすい¹⁰⁾）があるため、複数深度における地下水位観測を実施することが望ましい。

サウンディングは、のり肩に加えて、盛土安定性に大きな影響を与えるのり尻付近でも実施し、横断方向で盛土性状の把握を行う。盛土層厚が薄いので作業性を考慮すれば簡易動的コーン貫入試験の実施が好ましいが、貫入能力が小さいため、あらかじめ礫質土が想定されたり、S 波速度が 200m/s 以上もしくは N_d 値が 15 以上と比較的締まっている場合は動的コーン貫入試験を実施する。

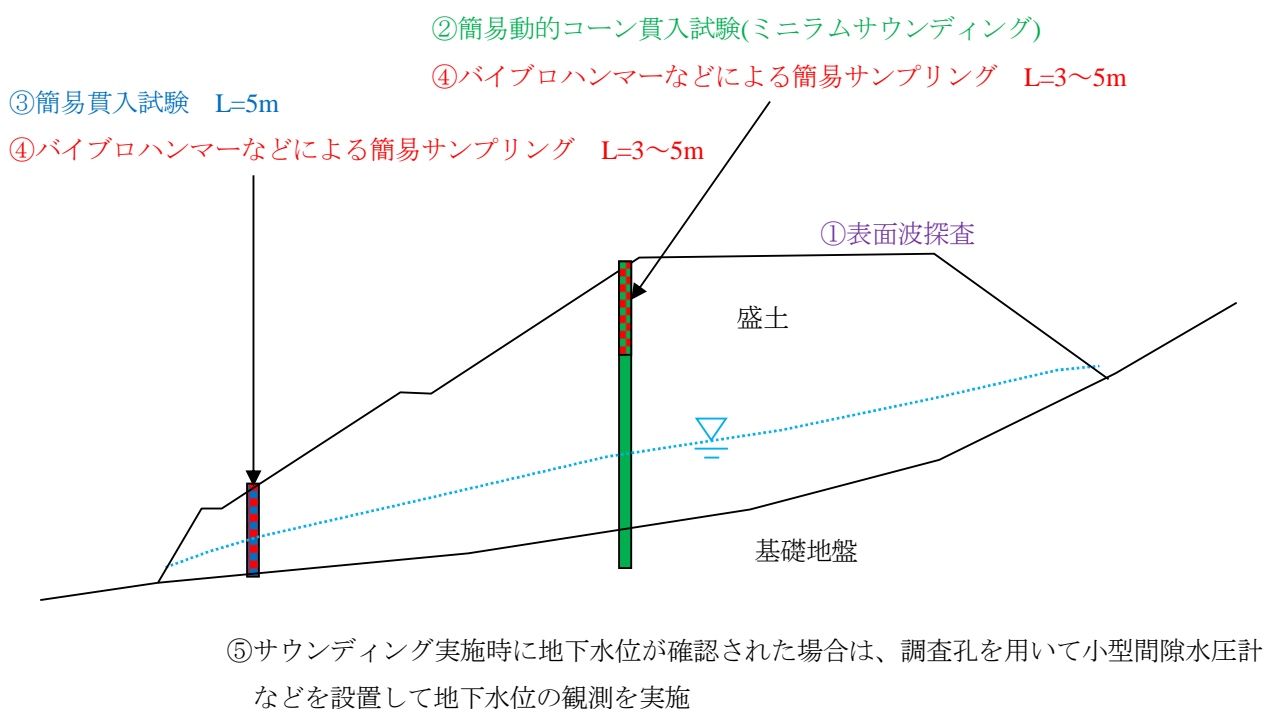


図-3.3.4 二次調査適用事例

(3) 調査フローの提案

図-3.3.5 に二次調査実施フローをまとめた。実装性を考慮し、判断項目の具体的な設定根拠を示した。

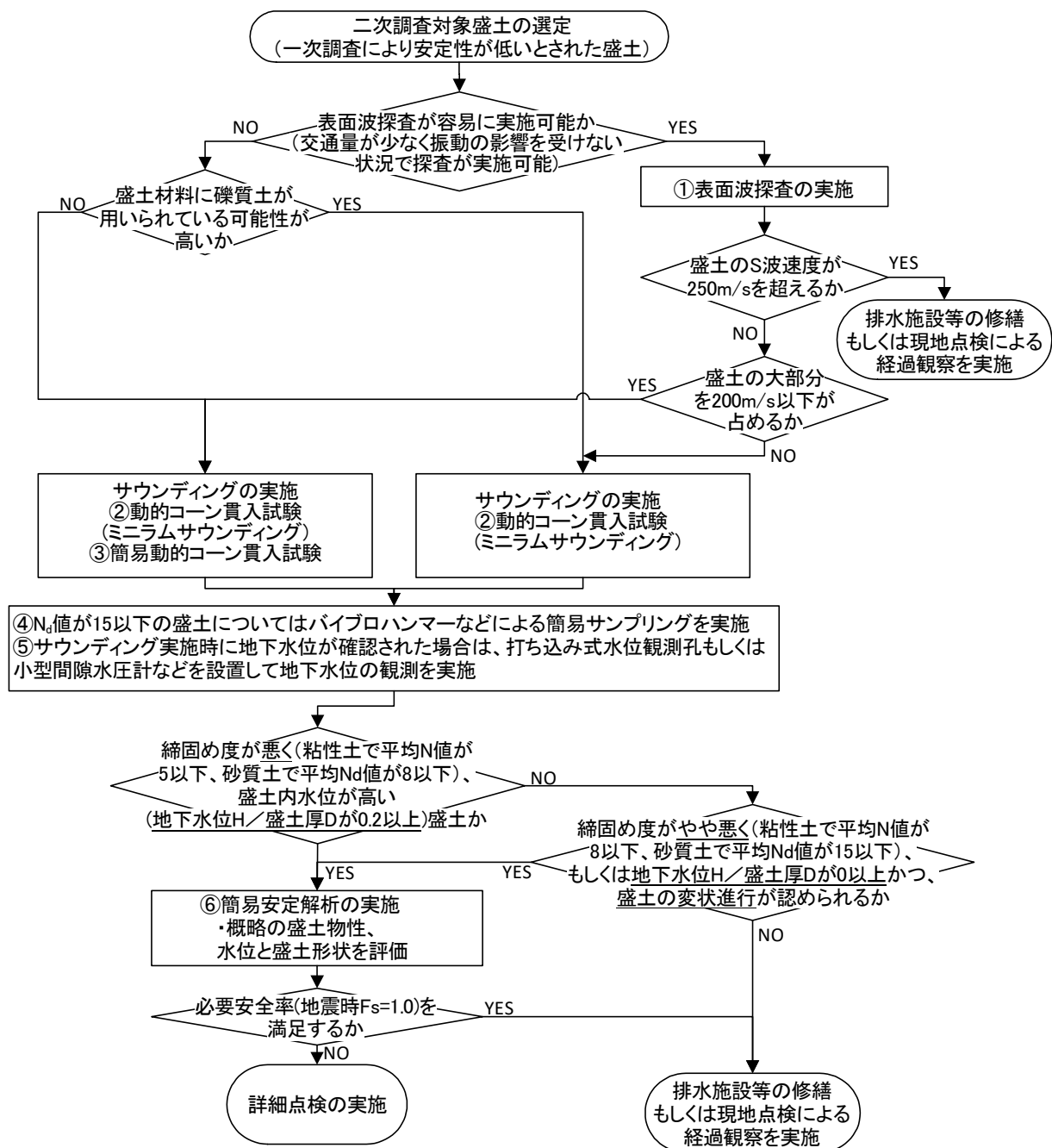


図-3.3.5 二次調査実施フロー

a) 盛土変状の評価

のり面からの漏水や、排水施設の不良、のり尻に設置された擁壁のクラックなど、不具合が表面化した盛土の変状は進行的に推移する。特に、排水施設が不良である盛土は降雨時に盛土内部への浸透量が多くなるため、急速に安定性が低下する恐れがある。そこで対象となる盛土は d) で述べる N_d 値および地下水位のしきい値を上げて評価する。

b) 表面波探査の実施の可否

表面波探査の実施の可否を現地状況から判断する。通常は盛土天端で実施するが、現場作業のための通行規制の可否によっては実施が困難なこともあるため、その場合はサウンディングのみを行うこととする。

c) S 波速度

表面波探査を実施する場合、二次調査は、盛土の平均的な S 波速度が 250m/s 以下の場合に実施するこ

とした。これは、東北地方太平洋沖地震における仙台市の被災造成宅地の S 波速度が概ね 160～200m/s であった¹¹⁾ことから、これを大きく上回る盛土は十分な安定性を有すると判断されるためである。なお、被災盛土の大半は砂質土～粘性土であったが、S 波速度 200m/s 以下の盛土は締固め度も悪く、礫分の混入量も少ないと想定されるため、のり尻で実施するサウンディングは簡易動的コーン貫入試験とする。

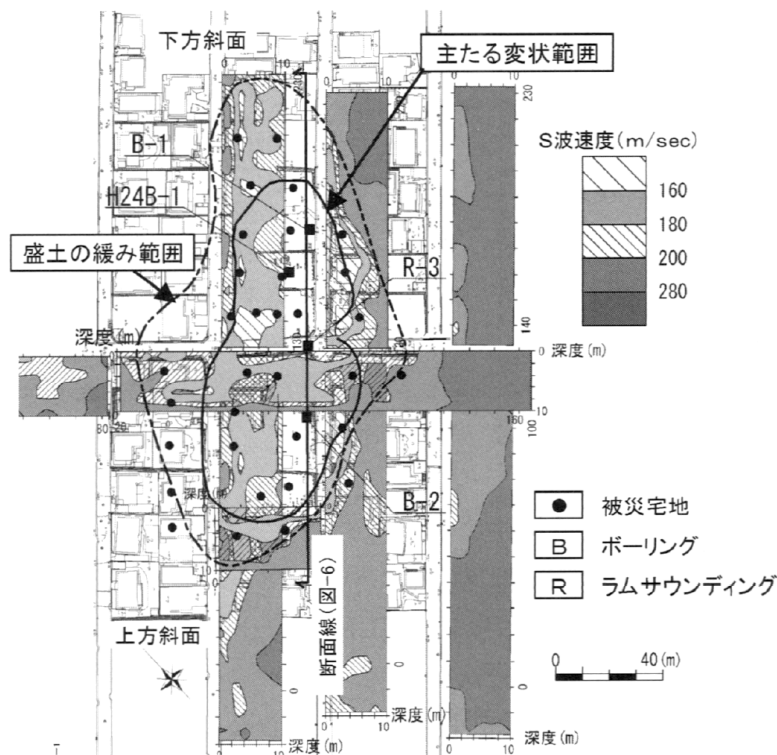


図-3.3.6 速度層断面の平面配置と被災宅地分布例¹⁾

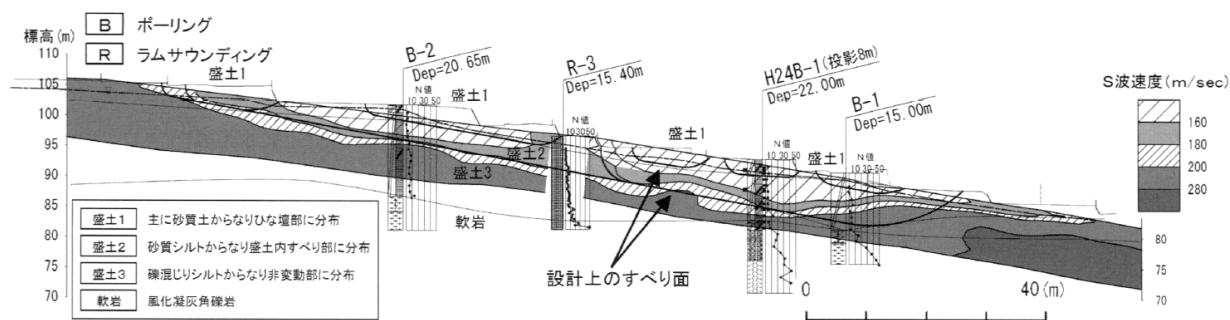


図-3.3.7 地すべり変形被害地区における S 波速度分布断面と設計上のすべり面例¹¹⁾

d) N_d 値および地下水位

過去の被災盛土の傾向から、締固め度が悪く、盛土内水位が高い盛土は、詳細調査の対象とする。N 値のしきい値は粘性土で 5 以下、砂質土で 8 以下とする。これは、兵庫県南部地震で被災したゆるい層（盛土＋二次堆積物）の N 値が 0～6 が主体であった¹²⁾こと、東北地方太平洋沖地震における仙台市の被災造成宅地盛土の N 値は砂質土で概ね $N \leq 10$ （特に $N \leq 5$ が主体）、粘性土で $N \leq 4$ が多く分布した¹³⁾ことに基づく。また、地下水位のしきい値を地下水位 H / 盛土厚 D が 0.2 以上のものとする。これは、兵庫県南部地震の被災盛土および東北地方太平洋沖地震における仙台市の被災造成宅地盛土の $H/D=0.2 \sim 0.8$ が主体であった²³⁾ことに基づく。なお、a)で述べたように変状が進行している盛土は安定性

の低さが現われているものとみなされるため、しきい値を下げて評価することとし、締固め度がやや悪い程度（粘性土で平均N値が8以下、砂質土で平均盛土が15以下）で、盛土内に地下水位がある場合(地下水位H/盛土厚Dが0以上)でも、詳細調査候補の対象とする。

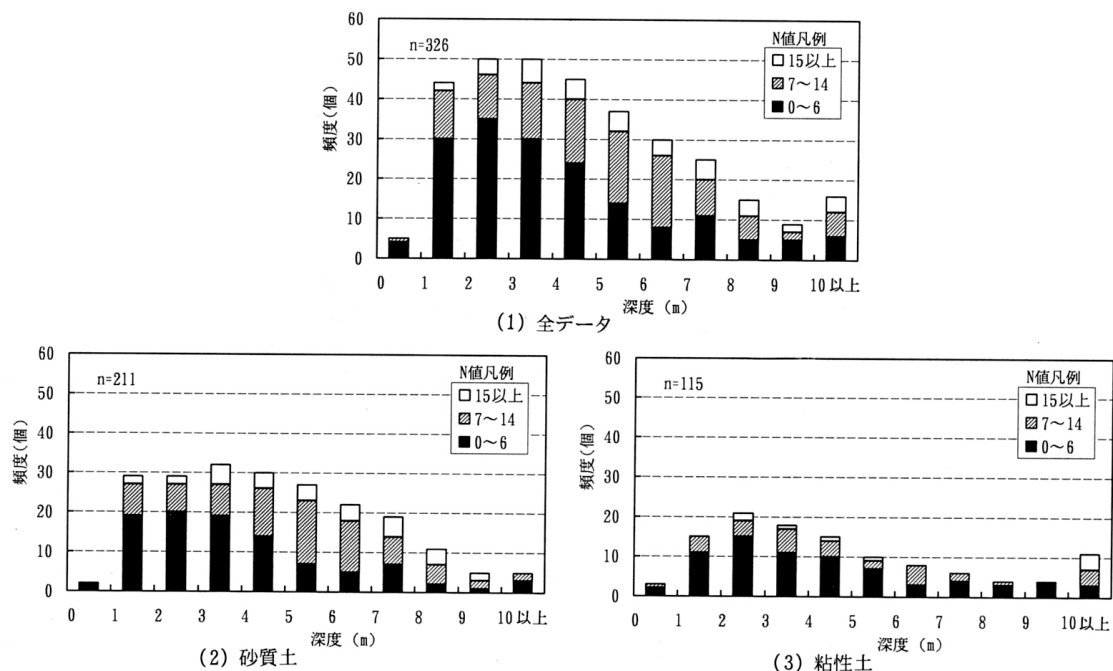


図-3.3.8 兵庫県南部地震で被災した緩い層のN値¹²⁾

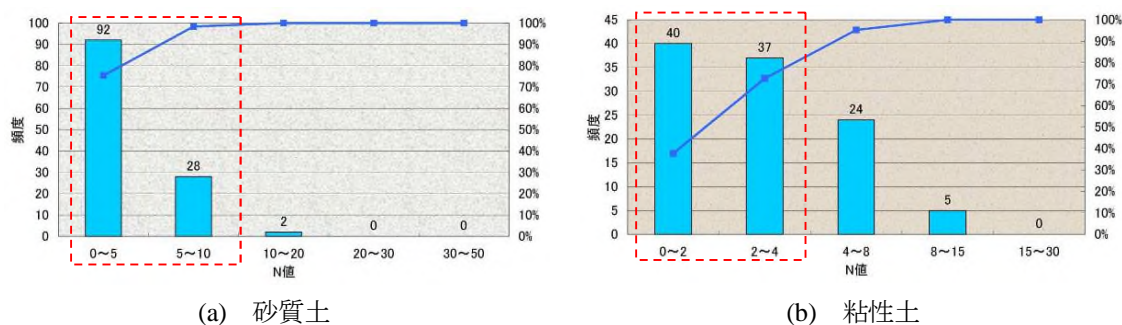
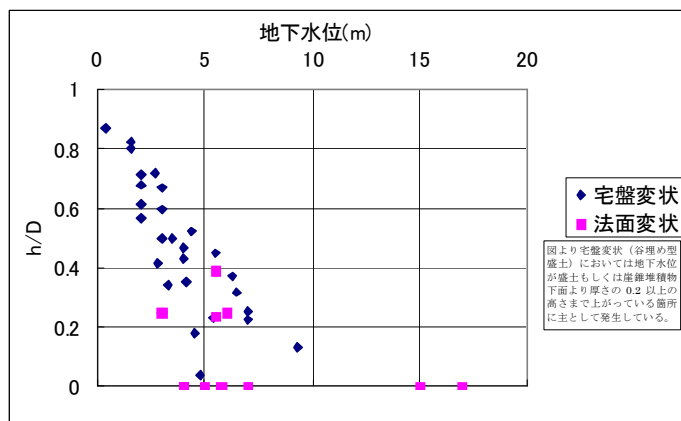


図-3.3.9 東北地方太平洋沖地震における被災盛土のすべり面内のN値³⁾



注1) 宅盤変状とは谷埋め型盛土の変状、法面変状とは腹付け型盛土の変状に該当する。

注2) Dは盛土厚さ、hは盛土もしくは崖錐堆積物下面より地下水位の高さまで上がっている箇所を主として発生している。

図-3.3.10 兵庫県南部地震における被災盛土の地下水位と盛土厚さの関係
(兵庫県南部地震における被災宅盤データより作成)

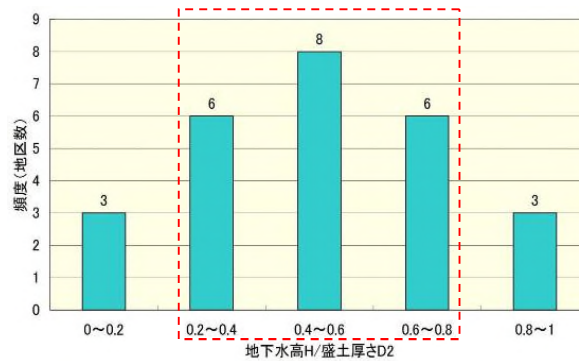


図-3.3.11 東北地方太平洋沖地震における被災盛土の地下水位と盛土厚さの関係¹³⁾

e) 簡易安定計算

地震時の設計水平震度は道路盛土か宅地盛土かで値が異なるが、原則として対象施設の技術指針に従う。表-3.3.3、表-3.3.4に道路土工指針と宅地防災マニュアルの解説に示された地震動のタイプと地盤種別ごとによる水平震度の一覧を示した。

詳細調査の実施の可否は安定計算結果に基づいて評価する。しきい値は技術基準に示された必要安全率，すなわち，道路，宅地共に地震時の安全率 $F_s=1.0$ を上回るかどうかで判断する。

表-3.3.3 道路盛土の設計水平震度の標準値

(「道路土工 盛土工指針」P125 より)

| | 地盤種別毎の設定値 | | |
|----------|-----------|------|-------|
| | I 種 | II 種 | III 種 |
| レベル1 地震動 | 0.08 | 0.10 | 0.12 |
| レベル2 地震動 | 0.16 | 0.20 | 0.24 |

表-3.3.4 宅地盛土の設計水平震度の標準値

(宅地防災マニュアルの解説 第二次改訂版，p341 より)

| | 設定値 |
|------|------|
| 中地震時 | 0.20 |
| 大地震時 | 0.25 |

参考のため，設計水平震度および N 値からの強度換算式を以下に示す。

せん断抵抗角 ϕ と N 値との換算式：「道路橋仕方書 下部工設計指針」より

$$\phi = 4.81 \times \log N_1 + 21 \quad (3.3.2)$$

ただし， $N > 5$ ， \log は自然対数

粘着力 c と N 値との換算式：「道路土工 擁壁工指針」と，「土質試験の方法と解説」より

$$c = 6.25N \quad (3.3.3)$$

3.3 項の参考文献

- 1) 高速道路株式会社：設計要領第1集 土工建設編 4. 高盛土・大規模盛土，pp.4-1-4-57，2016.
- 2) 松下 克也，藤井 衛，森 友宏，風間 基樹，林 宏一：造成宅地地盤の地形把握手法とその適用性に関する事例研究，地盤工学ジャーナル Vol. 5，No. 1，pp.89-101，2010.
- 3) 門田浩一，佐藤真吾，三嶋昭二，比留間誠之：東北地方太平洋沖地震における仙台市の被災造成宅地の復旧及び耐震対策，地盤工学会誌，Vol.61，No.4，Ser.No.663，pp.26-29，2013.
- 4) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説 第2章 標準貫入試験，pp.279-315，2013.
- 5) 地盤工学会：地盤工学会基準・同解説 動的コーン貫入試験方法（JGS 1437-2014），2014.
- 6) 沖村 孝，岡野 靖，野並 賢，網野功輔，前坂 巖，門田浩一，片浦正雄：関西一部地域で実施された盛土の N_d 値と N 値の関係に関する検討，建設工学研究所論文報告集第56号，pp.123-144，2014.
- 7) 福島伸二，北島 明：小型動的貫入試験のフィルダムやため池の既設堤体調査への適用性，地盤工学ジャーナル Vol.7，No.3，pp.467-478，2012.
- 8) 沖村 孝，門田浩一，片浦正雄，網野功輔，前坂 巖，中川 渉，野並 賢：関西一部地域の盛土諸元と動的コーン貫入試験結果の関係ー大規模盛土造成地変動予測調査を活用して（中間報告）ー，建設工学研究所論文報告集第56号，pp.85-121，2014.
- 9) 地盤工学会：地盤調査の方法と解説 第3章 簡易動的コーン貫入試験，pp.317-324，2013.
- 10) 肥後 陽介，南野 佑貴，加藤 亮輔，片岡 沙都紀，甲斐 誠士：道路盛土内の宙水の原位置調査および再現解析，Kansai Geo-Symposium 2016 論文集ー地下水地盤環境・防災・計測技術に関するシンポジウムー，2016.
- 11) 門田浩一，佐藤真吾，三嶋昭二，比留間誠之：東北地方太平洋沖地震における仙台市の被災造成宅地の復旧及び耐震対策，地盤工学会誌，Vol.61，No.4，Ser.No.663，pp.26-29，2013.
- 12) 地盤工学会，阪神大震災調査委員会編：阪神・淡路大震災調査報告書，PP.266-273，1996.
- 13) 上野誠，本橋あずさ，門田浩一，吉田桂治：東日本大震災において被災した盛土造成地の滑動崩落による被害要因に関する一考察，土木学会第69回年次学術講演会，III-251，pp.501-502，2014.

3.4 自治体管理盛土（神戸市押部谷地区）を対象とした事例検討

本項では、神戸市が管理する神戸市西区の市道の高盛土を対象として、3.3 項で提案した二次調査の適用性を検証するために、各種調査および検討を実施した事例を示した。

(1) 事前情報の整理

a) 一次調査結果

対象とした盛土は丘陵地形に築造された谷埋めの道路盛土であり、盛土高さは約 20m である。図-3.4.1 に、盛土全景に合わせて、一次調査として実施した現地踏査により確認された変状等を示している。現地踏査の結果から、①排水溝の破損やつまり、②盛土のり面全体の湿潤化、③のり尻部に設置しているふとんかごの基礎地盤の洗掘による崩壊、④擁壁天端部の沈下などが確認された。とりわけ、排水機能の不具合に起因して、盛土内部の飽和化および強度低下をもたらしている恐れがあることから、二次調査を実施することとした。

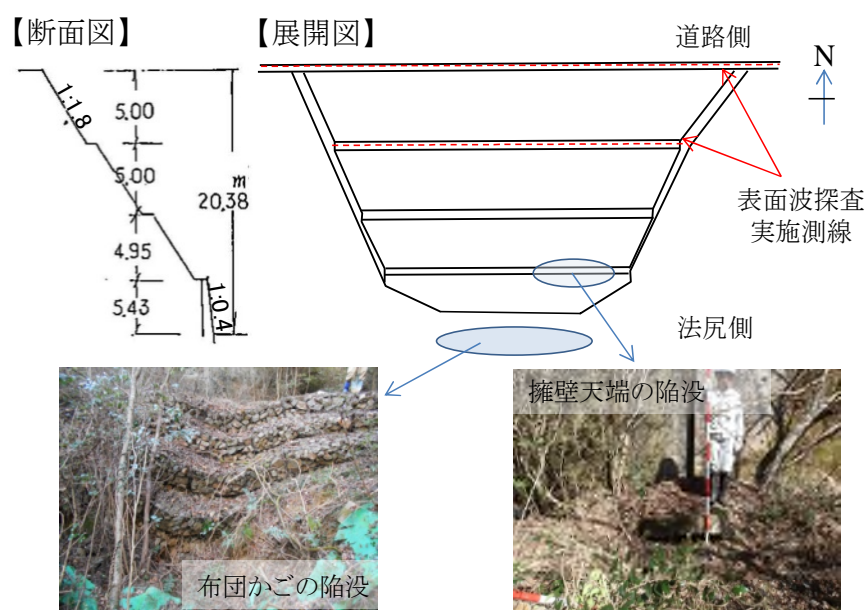


図-3.4.1 対象道路盛土全景および変状の状況

b) 調査地の表層地質

図-3.4.2 に調査地付近の表層地質図を示した。これより、調査地表層は大阪層群下部亜層群で構成されており、未固結の礫、砂、粘土が分布していることが分かる。写真-3.4.1 に近傍の土取場の位置図を、写真-3.4.2 には近傍の土取場の状況を示した。これより調査地周辺の表層は礫混り細粒分質砂が主体であることがわかる。後述するように対象盛土は道路築造時に発生した切土部の発生材を用いたと想定されるため、調査箇所盛土には本材料が主に用いられていると考えられる。一方、一部に粘性土層の狭在も見られ、そのような材料が用いられた箇所は不均質な状態になっていると推測される。

c) 施工履歴

盛土の築造時期は、施工方法や締固め管理基準を把握する上で重要である。そこで、写真-3.4.3 に 1992 年に撮影された国土地理院の航空写真を、写真-3.4.4 に 1993 年に撮影された航空写真を示した。両者を比較すると、92 年になかった道路が、93 年に工事が行われ粗造成が終了したことがわかる。これより当該盛土は 24 年前と、比較的新しい時期に築造されたことが分かった。また、切盛りを行って道路が築造されており、近傍表層の発生土を用いて盛土がなされていると考えられる。

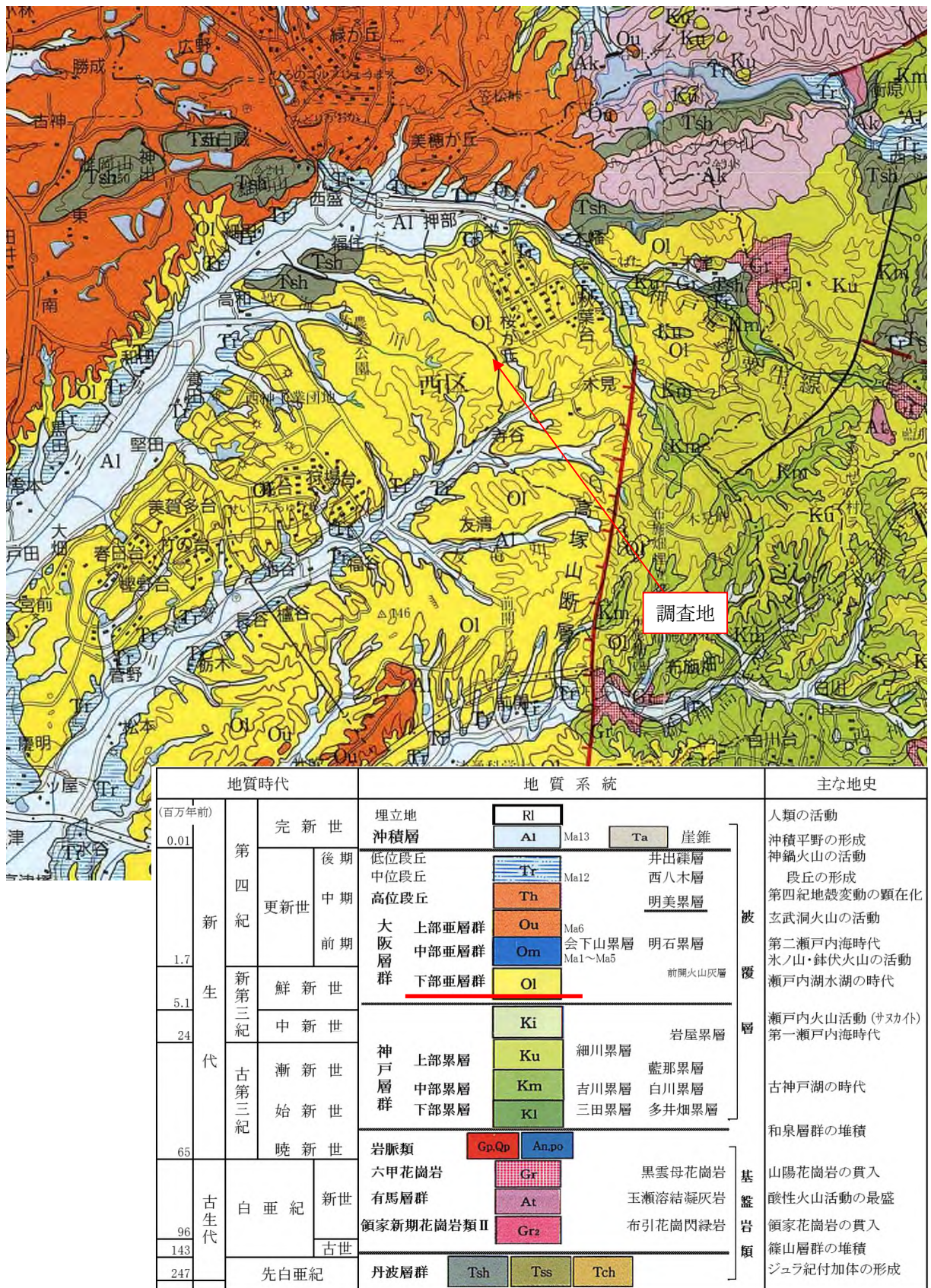


図-3.4.2 調査地付近の表層地質図
(「兵庫の地質」より)



写真-3.4.1 土取場の位置図



写真-3.4.2 近傍土取場の状況（礫混り細粒分質砂が主体）

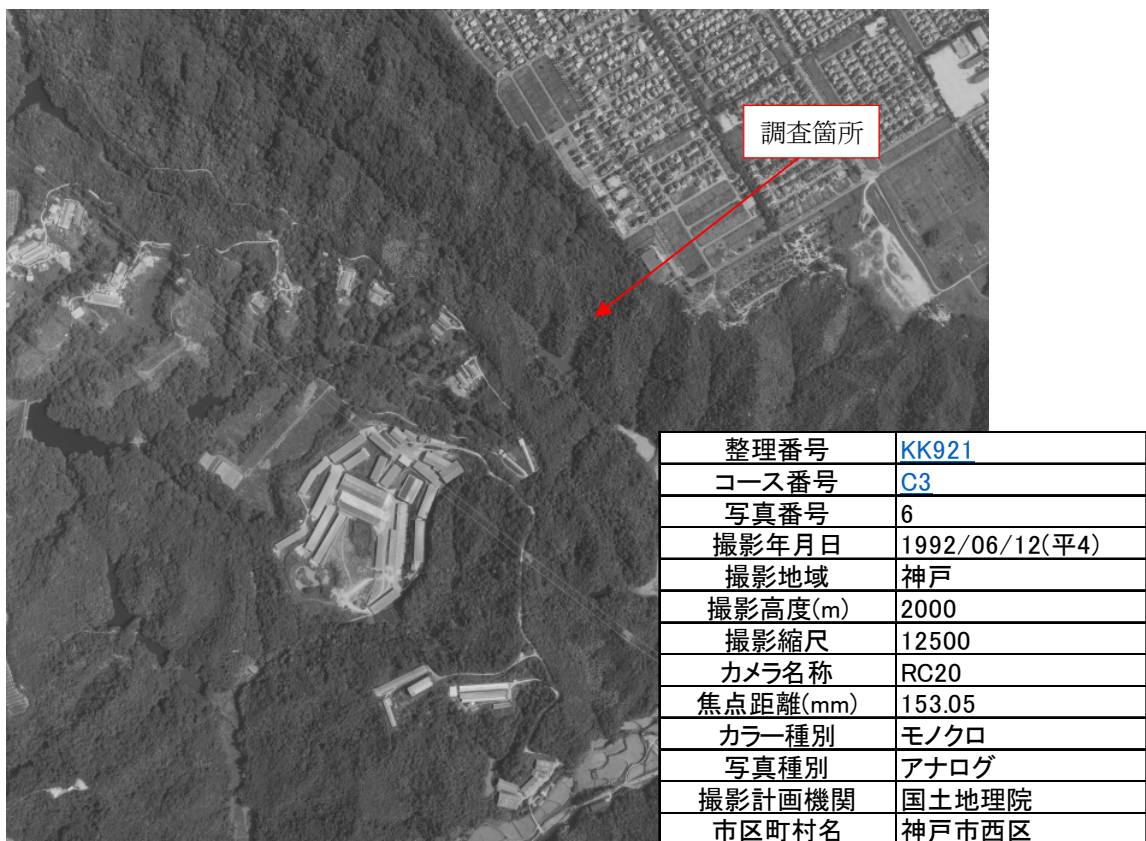


写真-3.4.3 調査箇所の航空写真（1992 年撮影）

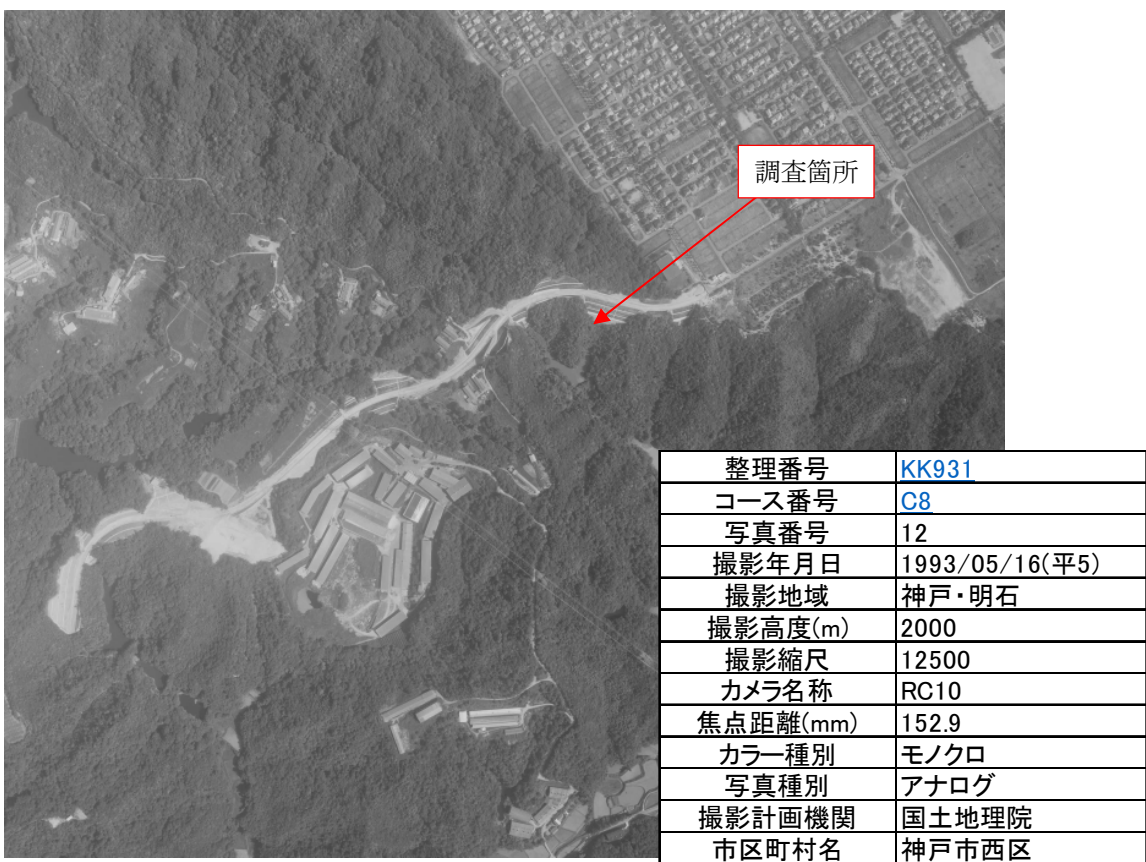


写真-3.4.4 調査箇所の航空写真（1993 年撮影）

(2) 表面波探査

表面波探査は、道路路肩部（測線 1）と、3 段目小段（測線 2）にて実施した。図-3. 4. 3 に表面波探査側線位置図を、写真-3. 4. 5 に実施状況を示した。

図-3. 4. 4 に側線 1 の表面波探査結果を、図-3. 4. 5 に側線 2 の表面波探査結果を示した。(a)は S 波速度分布を、(b)は※推定 N 値分布を示している。推定 N 値は盛土材料から、砂礫質相当（地盤定数 $a=97$, $b=0.314$ ）として求めている。

当箇所的基础地盤は未固結層である大阪層群であり、切盛り境界は基礎地盤が岩盤の場合ほど明瞭に得られなかった。3. 3 項で述べたように S 波速度 250m/s を境界として評価したが、このように設定した盛土の S 波速度の平均値は 200m/s 程度であり、一般的な値の範囲に入るものであった。

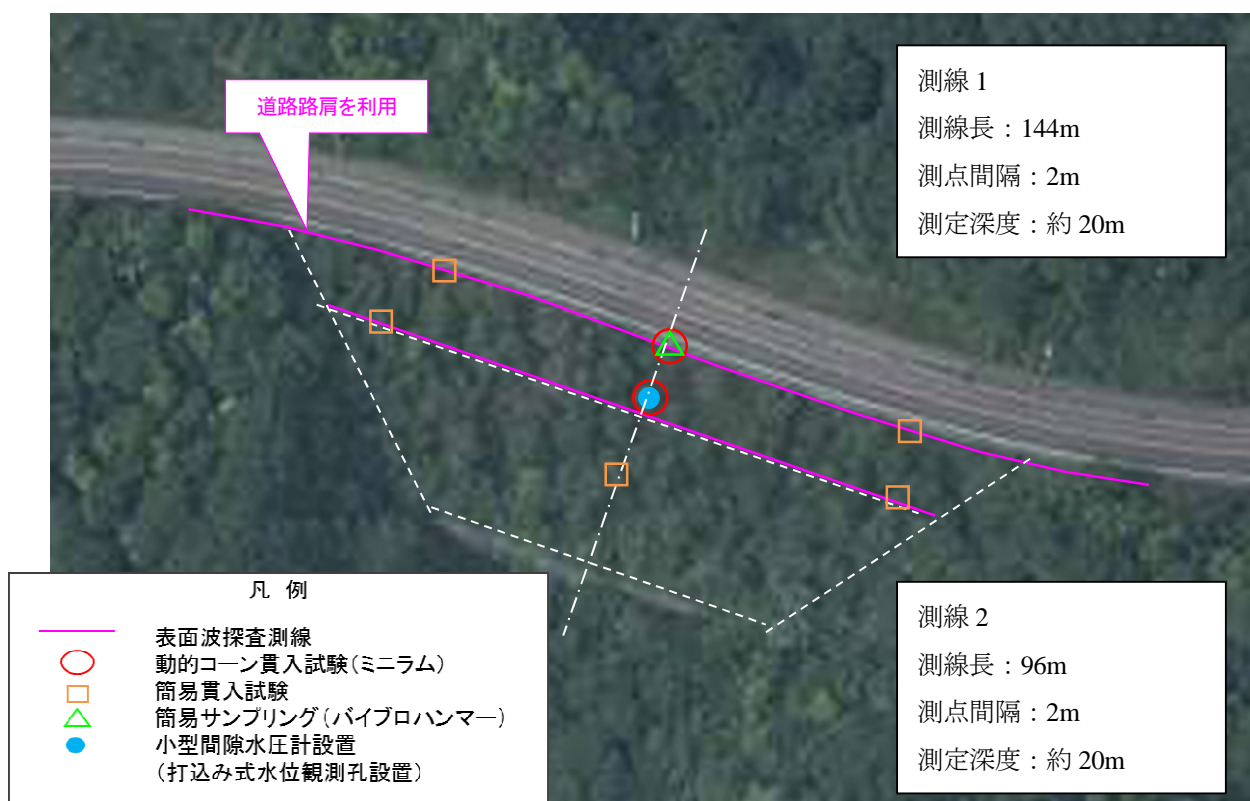
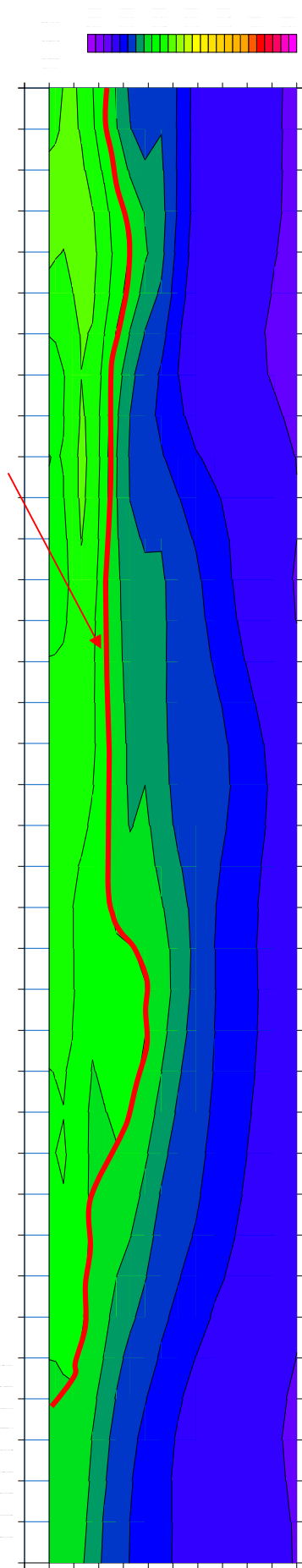


図-3. 4. 3 表面波探査側線位置図

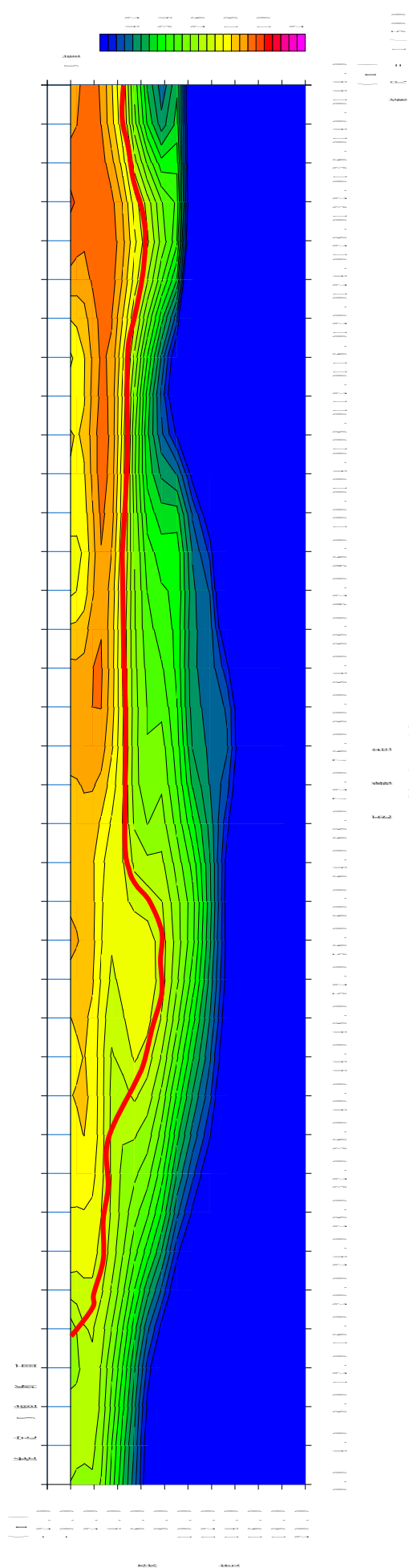


写真-3. 4. 5 表面波探査実施状況（測線 1）

S 波速度 : 250m/s のライン

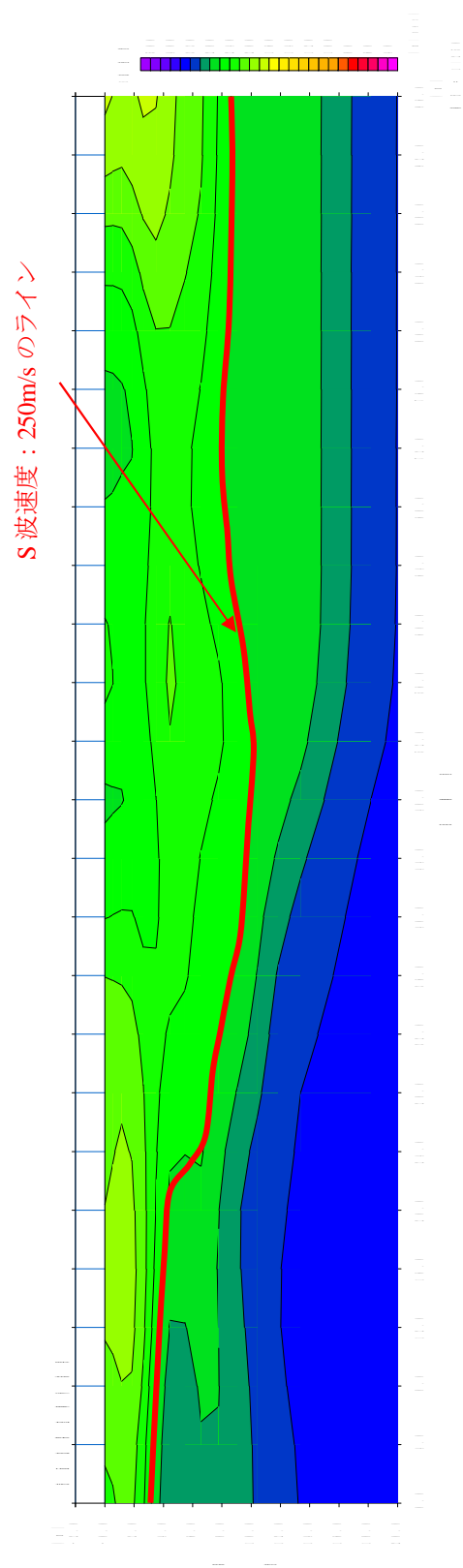


(a) S 波速度分布

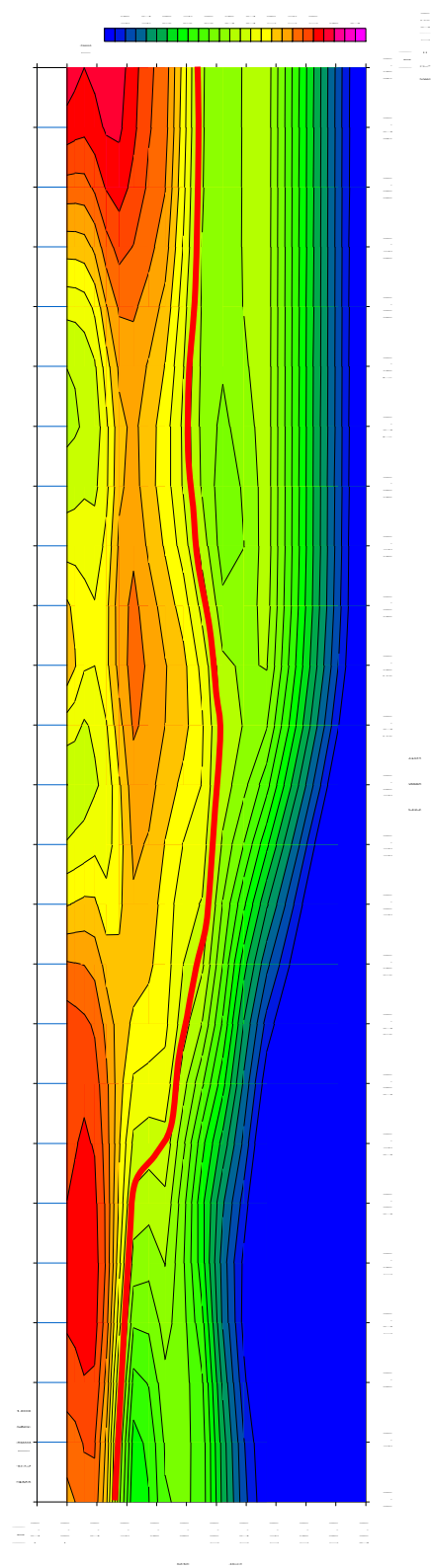


(b) 推定 N 値

図-3.4.4 表面波探査＜側線 1＞



(a) S波速度分布

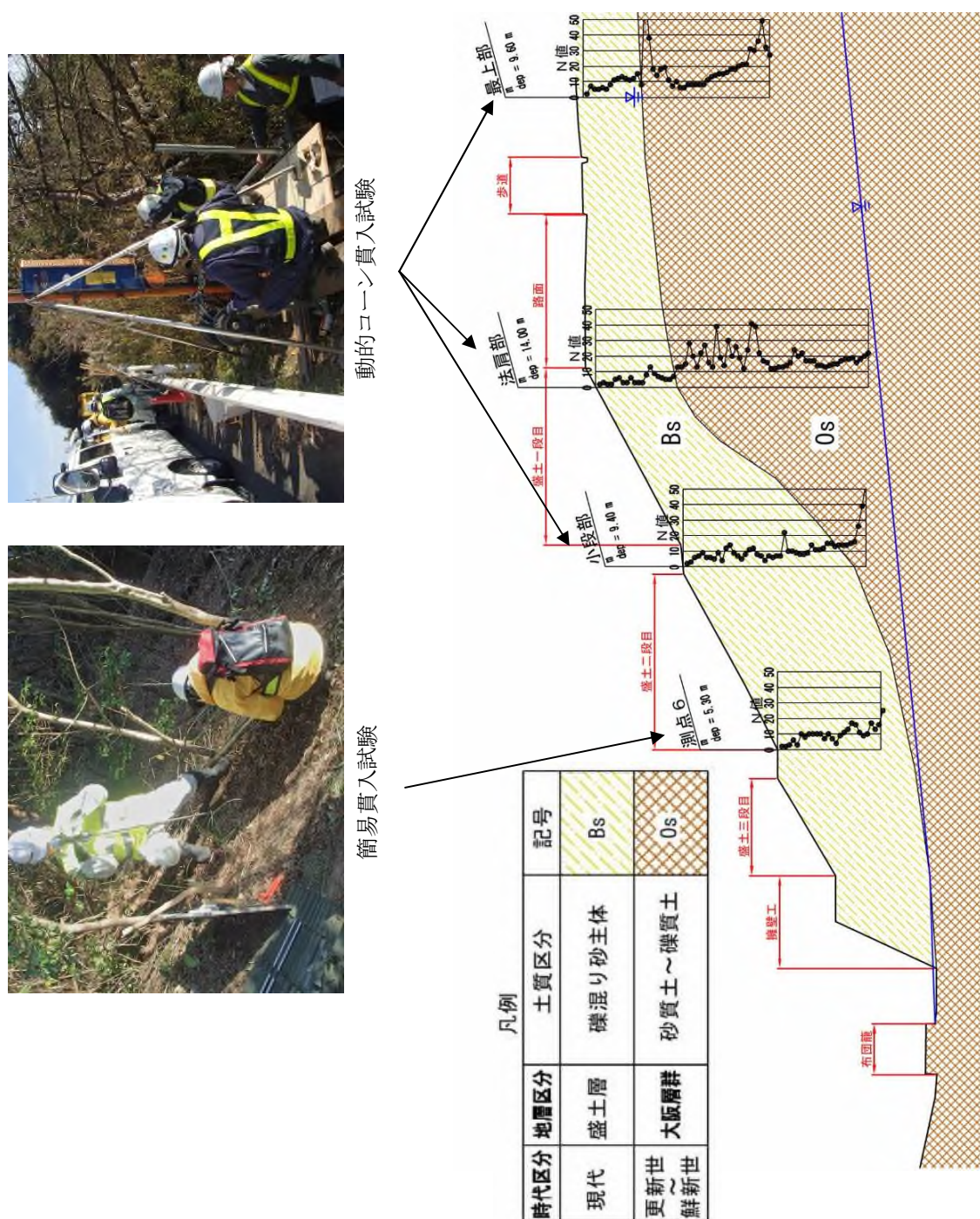


(b) 推定N値

図-3.4.5 表面波探査<側線2>

(3) 動的コーン貫入試験および簡易動的コーン貫入試験

動的コーン貫入試験および簡易動的コーン貫入試験結果に基づく地質断面図を図-3.4.6に示した。切盛境界は表面波探査の結果に基づいて設定した。横断面図は GPS による簡易測量で作成した。有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した盛土の N_{d1} 値の各孔の平均値は最上部 12.1, のり肩部 7.5, 小段部 9.5 であり, すべての平均値は 9.4 であった。動的コーン貫入試験時の地下水位について, のり肩部及び小段部では確認されず, 盛土内に連続した地下水位はないことがわかった。一方最上部では $\text{GL}-2.64\text{m}$ に水位が確認された。 N_d 値の傾向と盛土前の地形図から切盛り境界付近の水位と判断したが, のり肩部では最上部と同深度に水位は認められなかった。これより, 最上部でみられた地下水位は地層境界に起因した透水性の違いによって発生した宙水であると判断される。



(4) サンプルング

法肩部で実施した動的コーン貫入試験の近傍で、バイプロハンマーによる簡易サンプリングを用いて盛土材の採取を行い、粒度試験を行った。写真-3.4.6にサンプリング実施状況、写真-3.4.7に採取試料写真を示した。図-3.4.7に粒径加積曲線を示した。同図には近傍の土取場で採取した試料の結果もあわせて示している。

図-3.4.7より、GL-2.4～2.6mの試料は粘性土であるのに対し、GL-0.1～0.3m、GL-1.2～1.4m、GL-1.5～1.7mの試料は礫質土であることがわかる。また、土取場（写真-3.4.1）で採取した試料の粒度とも類似しており、対象盛土の粒度特性を反映しているものと考えられる。なお、最大粒径は土取場採取試料の方が大きくなっているが、バイプロハンマーサンプラーの内径は3cmであるので、この径以上の礫はもちろん、それ以下でも大きめの礫は取り込むのは困難であることが指摘される。その結果が本粒度試験結果に反映されていると考えられる。このことは、バイプロサンプラーで採取した試料の粒径を評価する際の留意点として挙げられる。

一方、GL-2.4～2.6mの粘性土表層地質をなす大阪層群の砂礫土に狹在する粘性土が確認されたものと考えられる。このような層があると、宙水の原因となりうるので、締固め度が小さければ注意が必要な盛土になる。また、次で取り上げる地下水位観測に関して、天端に設置した水位計に局所的に水位が確認された一つの根拠になると考えられる。

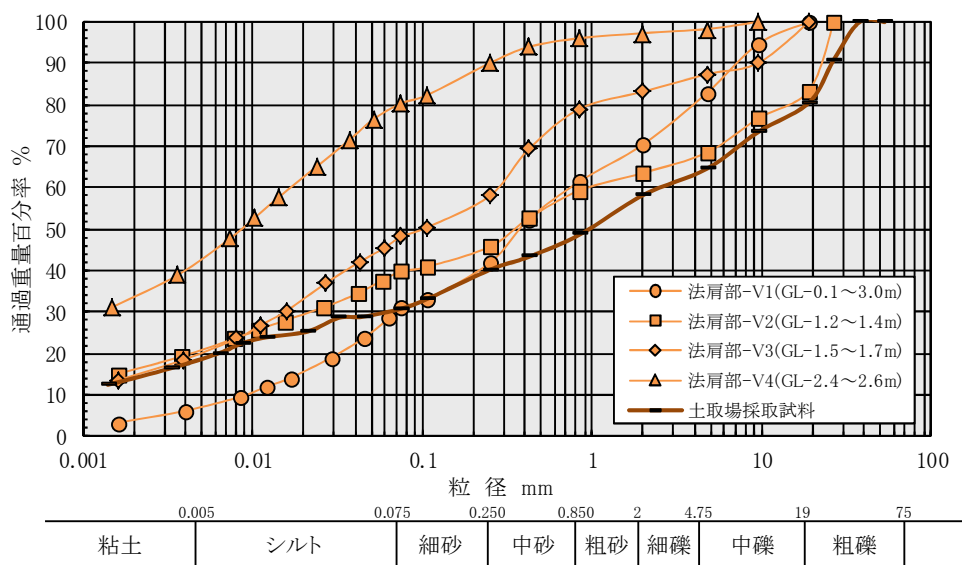


図-3.4.7 粒径加積曲線



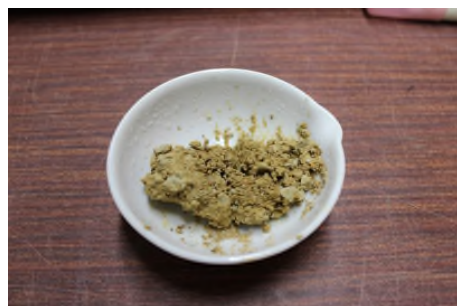
写真-3.4.6 パイプロハンマーによる簡易サンプリング実施状況



GL-0.1~0.3m (礫混り砂状)



GL-1.2~1.4m (砂礫状)



GL-1.5~1.7m (礫混りシルト質砂状)



GL-2.4~2.6m (砂質シルト状)

写真-3.4.7 採取試料写真

(5) 地下水位観測

地下水位観測は従来の計器設置手法に比べて簡単，経済的に設置でき，かつ正確な間隙水圧測定を行うことが可能な小型間隙水圧計を用いて行った。設置に必要な孔は動的コーン貫入試験の掘削孔を転用した。

設置箇所および設置深度は以下のとおりである。設置深度は小段部は水位がなかったため最下部に，最上部は地下水位付近とした。

- ・小段部：ストレーナーGL-9.0m 設置（動的コーン貫入試験時水位無し）
- ・最上部：ストレーナーGL-3.4m 設置（動的コーン貫入試験時水位 GL-2.64m）

図-3.4.8(a)，(b)に水位観測結果を示した。地下水位は間隙水圧に水の単位体積重量をかけて求めている。これより，小段部に設置した水位観測孔は降雨にも反応せず，地下水位のないことを確認した。一方，最上部の水位観測孔は降雨に反応して一時的に上昇していることがわかる。ただし，小段部では最上部の水位と同深度に水位は現れなかった。このことは，最上部でみられた地下水位は地山との境界付近にある宙水であり，局所的なことを示すものと考えられる。

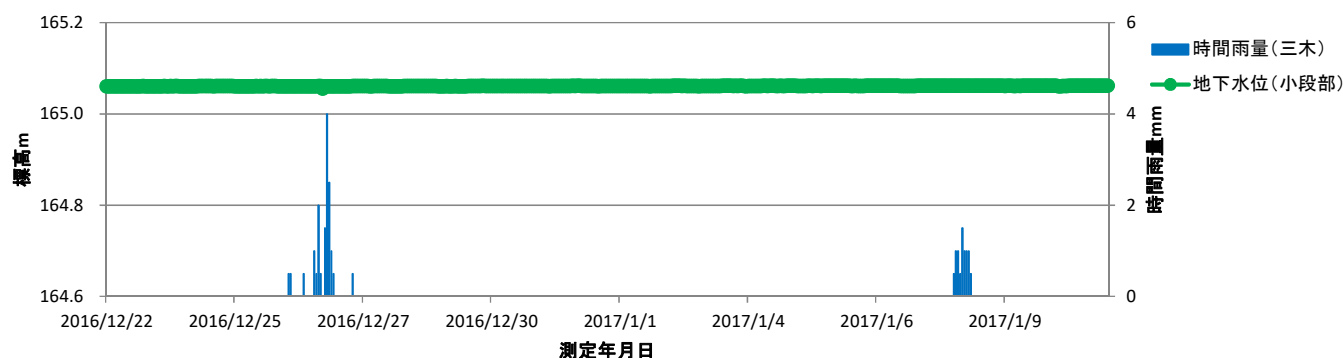


図-3.4.8(a) 小段部観測水位時系列図

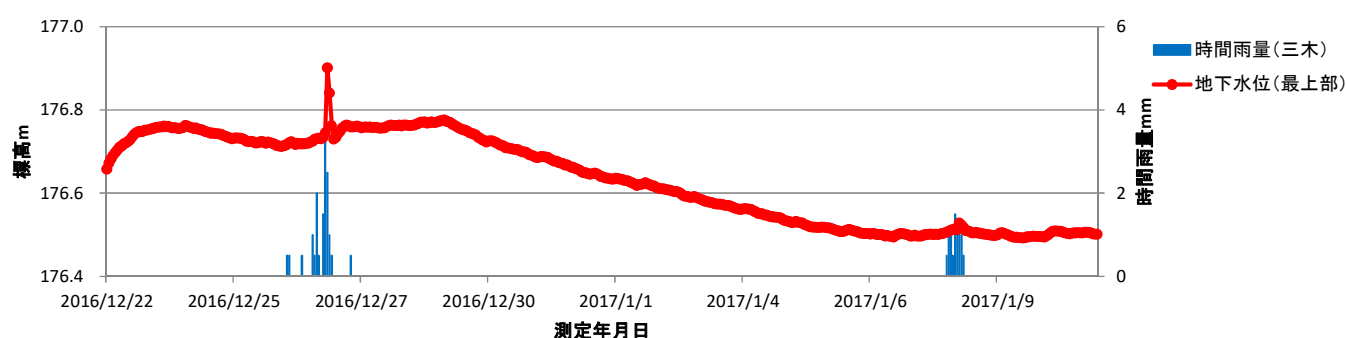


図-3.4.8(b) 最上部観測水位時系列図

(6) 簡易安定解析

調査結果を図-3.3.5のフローに適用すると、簡易安定解析によって安定性を評価すべき盛土となる。そこでレベル1地震動とレベル2地震動を対象とした安定計算を実施した。レベル1地震動では性能1（通常の維持管理で機能確保）に対する照査を対象とするが、変状が現れやすく盛土の安定性が最も低くなる傾向のあるのり尻を通るすべりとした。レベル2地震動では性能2（応急復旧で機能確保）を対象とするため、道路面を通り、小段2段以上のすべりとした。設計水平震度は表1を参考にⅡ種地盤としてレベル1地震動0.10、レベル2地震動0.20とした。

盛土層の強度定数はN値からの換算値とし、道路橋示方書の式 $\phi = 4.8 \log N_{dl} + 21$ を用いて $\phi = 31.8^\circ$ とした。砂質土であり安全側として粘着力は0とした。単位体積重量は道路土工盛土工指針に示されている一般値 $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$ を用いた。基礎地盤についても盛土工指針の一般値「自然地盤—砂—密実なものまたは粒径幅が広いもの」の値を参考に、 $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$ 、 $\phi = 35^\circ$ 、 $c = 0$ とした。

図-3.4.9、図-3.4.10にそれぞれレベル1地震動、レベル2地震動の円弧すべり形状を示した。(a)は常時、(b)は地震時の計算結果を示している。表-3.4.1に安定計算結果を示した。これより、レベル1、レベル2地震動ともに必要安全率を不足する結果となった。今回、盛土内に地下水がない条件であったにも拘らず必要安全率を満足しなかった理由として、強度試験結果よりも小さめの値となるN値からの換算式でせん断抵抗角を求めたこと、盛土材料が不飽和状態で細粒分を30%程度含んでいるにも関わらず、粘着力を見込まずせん断抵抗角のみで評価したことなどが挙げられる。すなわち、盛土の強度特性の精度向上が詳細調査に向けての課題になると考えられる。

表-3.4.1 N_d値からの換算値を用いた簡易安定解析結果一覧

| | 常時 | 地震時 |
|------------|------|------|
| レベル1地震対象円弧 | 1.10 | 0.89 |
| レベル2地震対象円弧 | 1.37 | 0.88 |

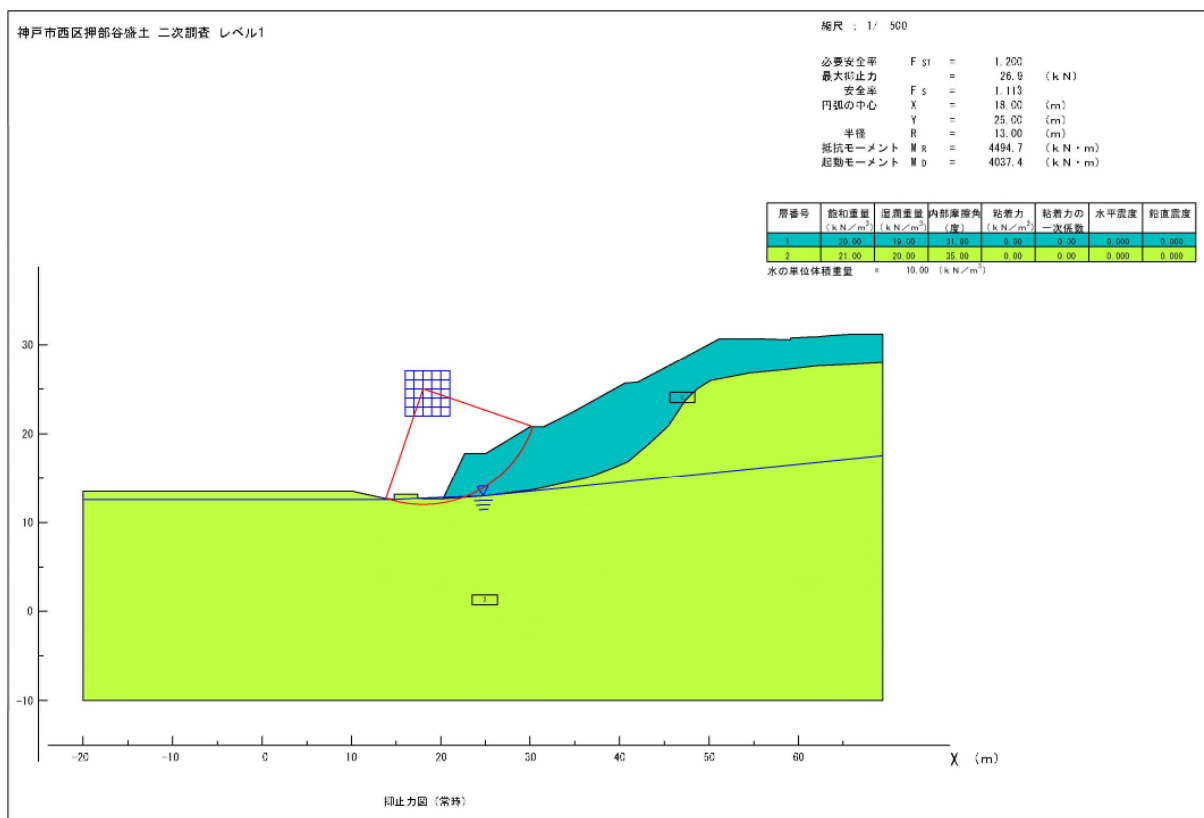


図-3.4.9(a) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状(レベル1, 常時)

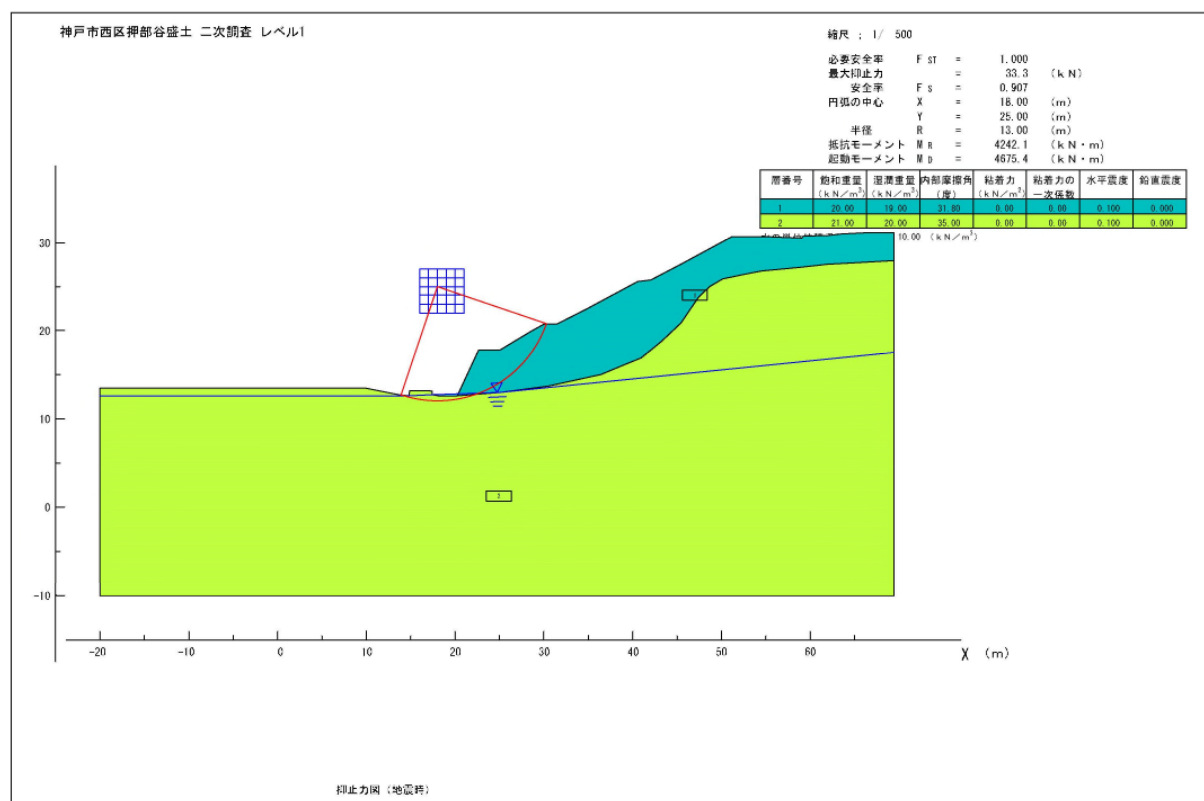


図-3.4.9(b) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状(レベル1, 地震時)

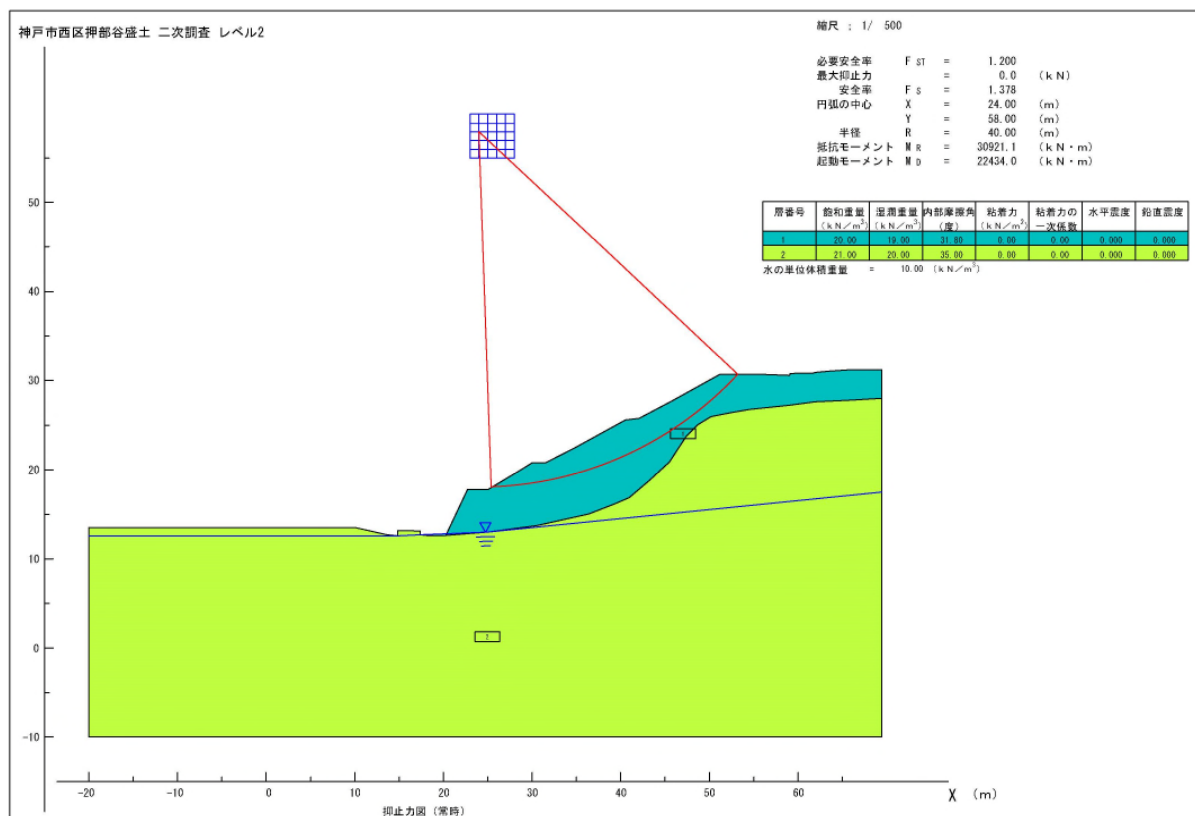


図-3. 4. 10 (a) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状 (レベル 2, 常時)

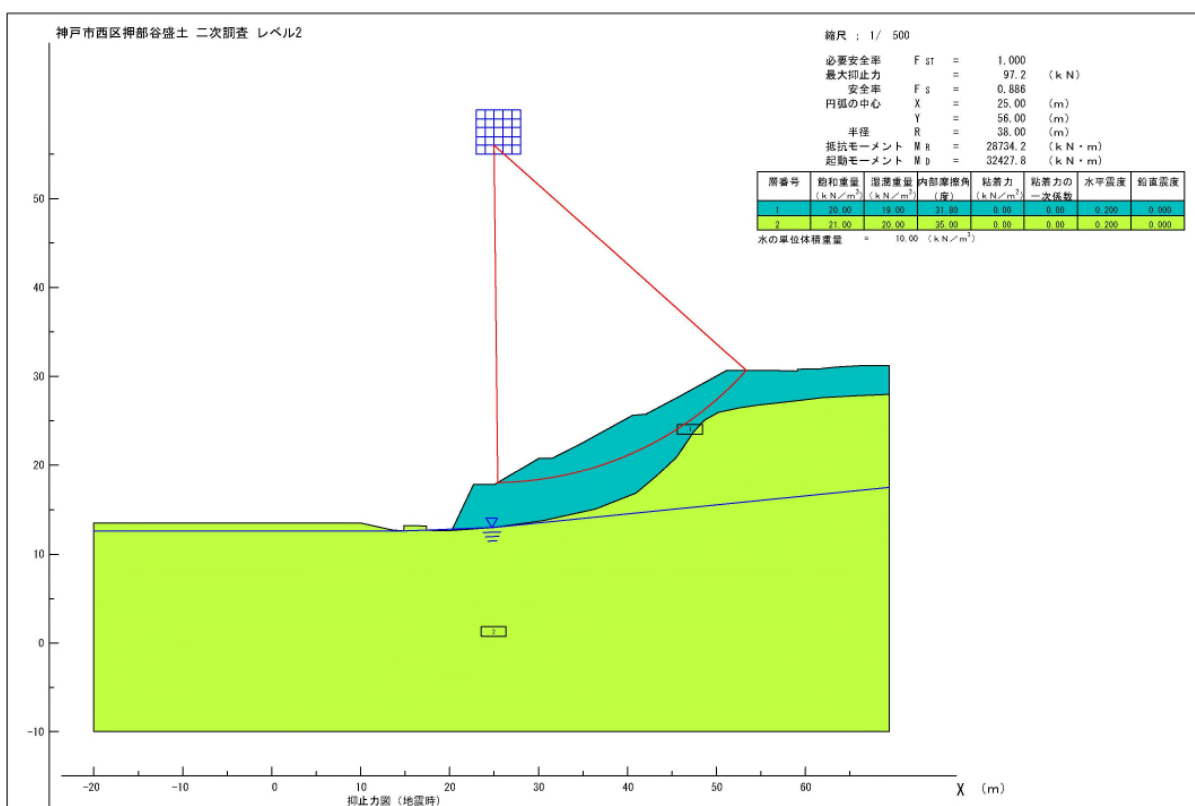


図-3. 4. 10 (b) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状 (レベル 2, 地震時)

(7) 詳細調査

a) 盛土材の締固め特性

二次調査結果を参考に、詳細調査として盛土層の物性を把握するための室内試験を実施した。図-3.4.11に締固め曲線を示した。一面せん断試験用供試体の作製を考慮し、原粒度のみならず 2mm せん頭粒度試料も示している。図-3.4.3 中の②, ④, ⑤の箇所で行った現場密度試験では、 $\rho_d=1.58\sim1.64\text{g/cm}^3$ の範囲にあり、締固め曲線より得られた最大乾燥密度 ($\rho_{dmax}=1.81\text{g/cm}^3$) から締固め度 D_c を算出すると、 $D_c=88\sim91\%$ の範囲に分布する結果となった。道路盛土の品質管理基準値が $D_c\geq 90\%$ であることから、当該盛土は施工基準を概ね満足していることが確認された。

b) 盛土材の透水性

当該盛土材料の締固め度の違いが透水性にどの程度影響するのかを評価するために、定水位透水試験を実施した。供試体寸法は直径 100mm、高さ 127mm で、最大粒径 19mm の試料を用いた。供試体の締固め度は、現地状況を反映した $D_c=80, 90\%$ とした。なお、供試体の初期含水比は最適含水比とした。この結果、透水係数 k は、 $D_c=80\%$ で $k=1.4\times 10^{-5}\text{m/s}$ に対し、 $D_c=90\%$ で $k=2.4\times 10^{-6}\text{m/s}$ となり、締固め度が 10% 違うと透水係数は 1 オーダー低下することが確認できた。このため、同一の材料を用いても締固め度の違いによって盛土内の透水性がばらつき、これに起因する宙水を生じる恐れがある盛土といえる。

c) 盛土材の強度特性

締固め度を変化させた際の不飽和および飽和条件における排水排気条件下での強度特性を把握することを目的として、定圧一面せん断試験を実施した。供試体寸法は直径 60mm、高さ 40mm、最大粒径 2mm であり、初期含水比は最適含水比で、締固め度は透水試験と合わせて $D_c=80, 90\%$ とした。試験結果を図-3.4.12に示す。双方とも、鉛直応力が同じ条件下においては、 $D_c=80\%, 90\%$ とともに飽和化に伴いせん断強度が小さくなっている。飽和・不飽和条件によるせん断抵抗角 ϕ は概ね等しいことから、粘着力 c_d が低下していることがわかる。これより、飽和によるサクシジョンの消失によって、見かけ上の粘着力が低下したものと推測される。また、 D_c が増加すると、主に粘着力 c_d が大きくなることが確認できた。

d) 安定計算

表-3.4.2 に $D_c=90\%$ の不飽和状態の一面せん断試験による試験値を用いた安定計算結果一覧を示した。図-3.4.13, 図-3.4.14 に計算結果出力図を示した。これより、詳細調査によって得られた盛土材の強度定数は二次調査時より大きいため、レベル 1, レベル 2 地震動共に必要安全率を満足する結果となり、従前の詳細調査による安全率の方が簡易調査法から求めた安全率よりも大きくなることが確認できた。このことより、本研究で提案する二次調査フローが安全側の検討結果、言い換えれば安定性の低い盛土の抽出漏れを防ぐことのできる手法であることが確認できたと考えられる。また、安定解析の精度を向上させるためには、盛土層の物性評価の精度を向上させることが重要であることが示された。

表-3.4.2 一面せん断試験結果を用いた安定解析結果一覧

| | 常時 | 地震時 |
|-------------|------|------|
| レベル1 地震対象円弧 | 1.61 | 1.27 |
| レベル2 地震対象円弧 | 1.61 | 1.04 |

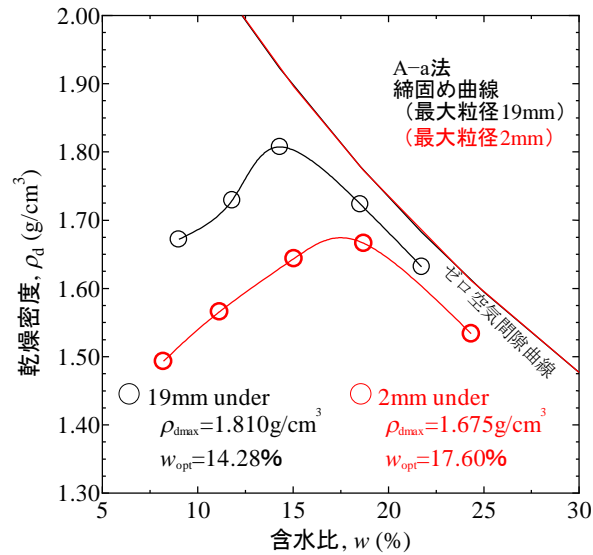


図-3.4.11 道路盛土材の締固め試験結果（19mm 以下，2mm 以下）

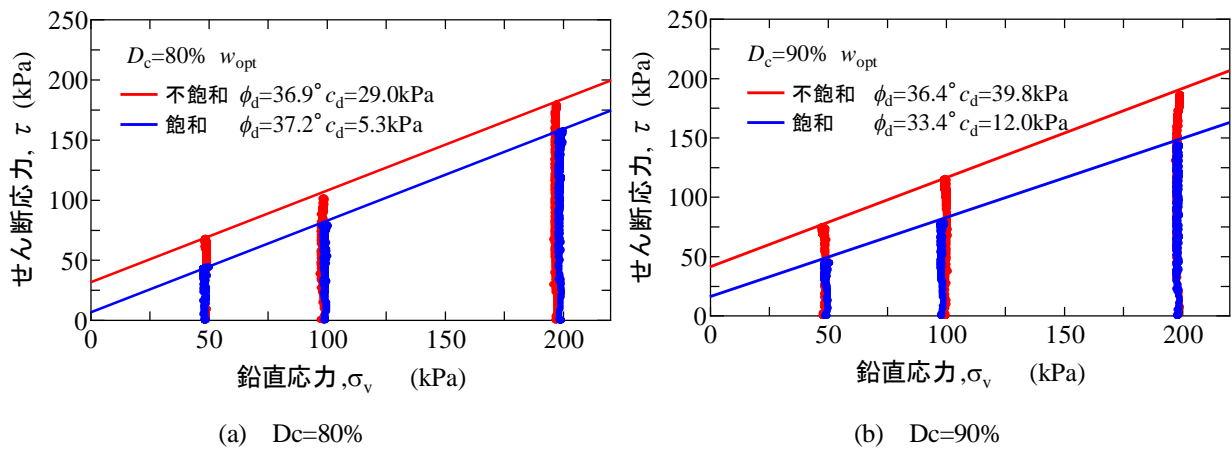


図-3.4.12 道路盛土材の定圧一面せん断試験結果

他方、盛土の安定性評価は一次調査→二次調査→詳細調査と順を追って行うこととしている。このため、評価に漏れがないよう二次調査の安全率より詳細調査の安全率の方が大きくなることが望ましい。今回実施した安定解析のうち、試験値を用いて安全率が大きくなったという今回の結果は診断手法として適切であると考えられる。

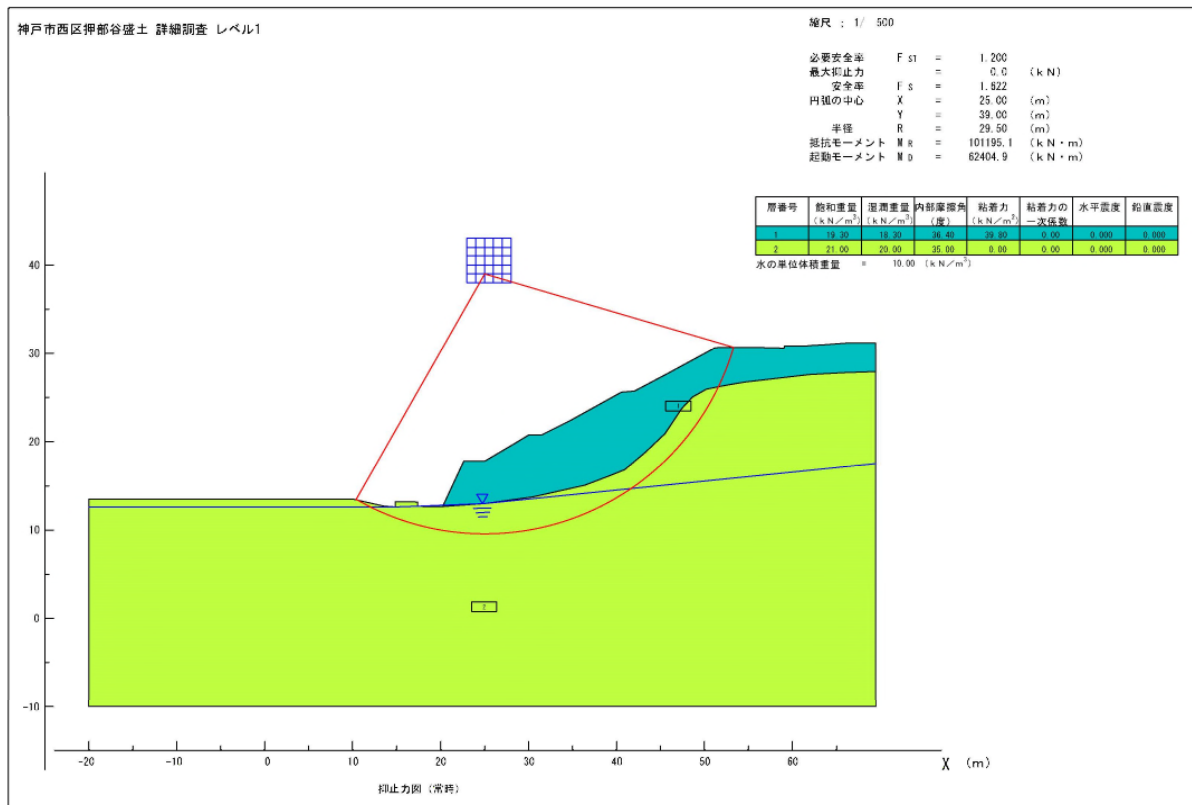


図-3.4.13 (a) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル1, 常時)

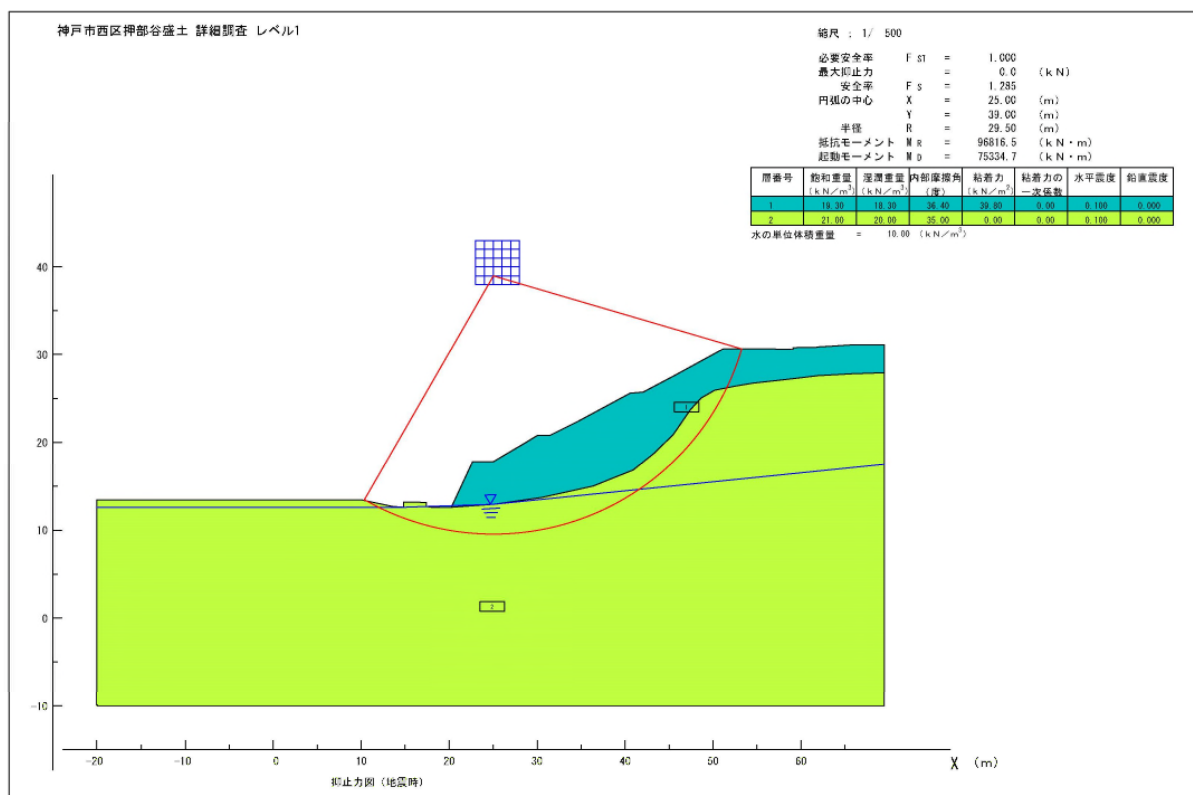


図-3.4.13 (b) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル1, 地震時)

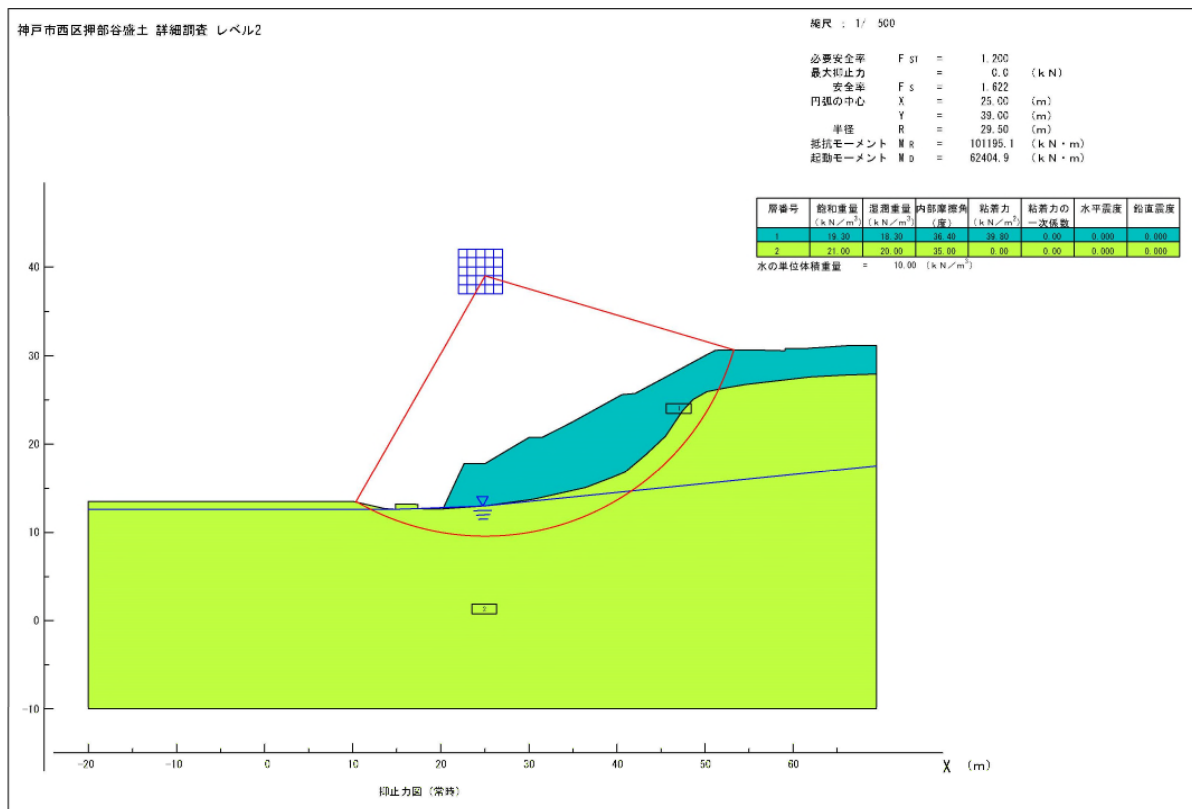


図-3. 4. 14(a) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル2, 常時)

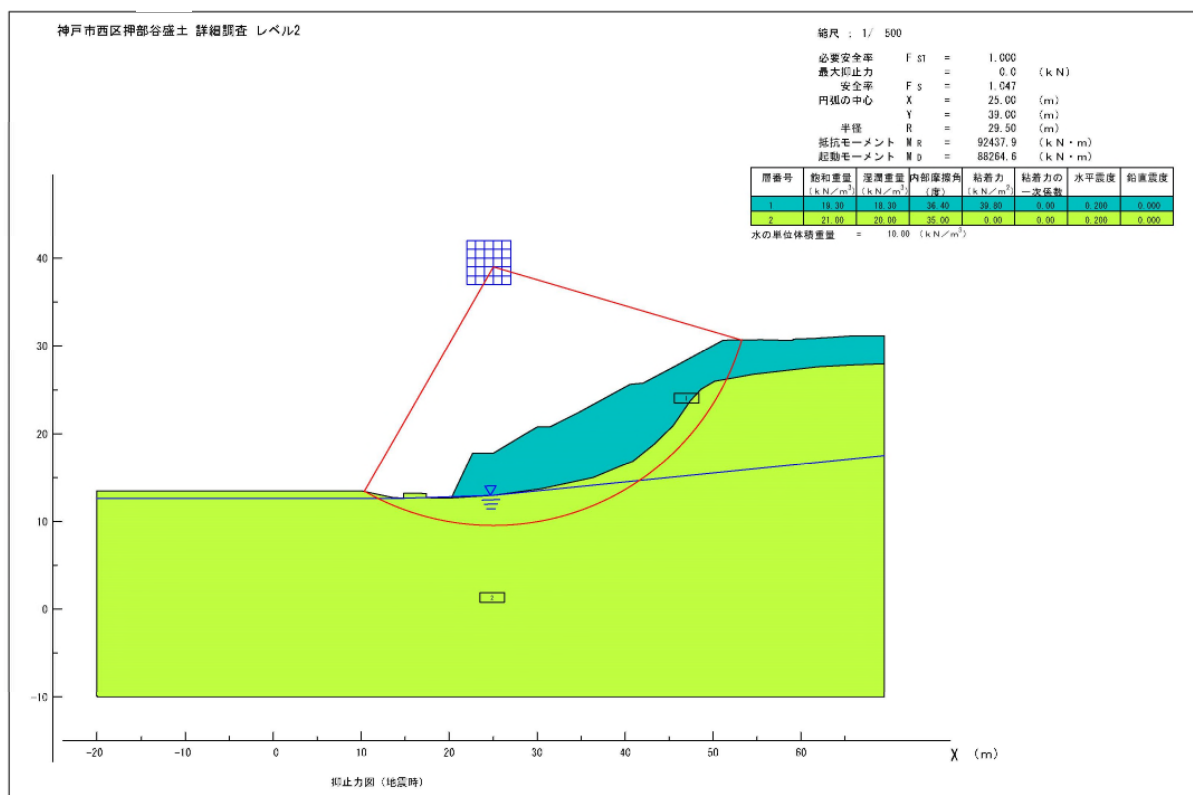


図-3. 4. 14(b) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル2, 地震時)

(8) 盛土の変状原因の評価と今後の対策の提案

本研究においては、二次調査を一次調査で抽出された安全性が低い盛土の中から、対策優先度を評価し、耐震補強のための検討を行うべき盛土を抽出するための調査として位置付けている。そして、調査結果を通じて二次調査内容の妥当性の評価を行うとともに、変状原因の評価を行い、今後の対策を提案することとした。神戸市西区の市道で実施した二次調査で得られた結果を以下に記した。

- ① 事前情報の整理結果、調査地周辺の表層は大阪層群の礫混り細粒分質砂が主体であり、調査箇所の盛土には本材料が主に用いられていると推定された。また、1993年に工事が行われた盛土と判明した。
- ② 表面波探査結果より切盛境界をS波速度250m/sで評価した。このように設定した盛土のS波速度の平均値は200m/s程度であり、一般的な値の範囲に入るものであった。
- ③ 動的コーン貫入試験の結果、土被り圧補正した盛土の N_d 値の平均値は9.0であった。既往の被災事例から判断すると変状の進行が見られなければ詳細調査は不要という盛土であった。 N_d 値～締固め度Dcの関係を用いて換算締固め度を求めたところ $Dc=86\sim 91\%$ (平均値89%)であり、施工管理基準の $Dc=90\%$ にやや足りない程度であった。したがって、施工管理基準をほぼ満足する程度の締固め度であることが判明した。
- ④ バイブロハンマーサンプラーで採取した試料の粒度試験結果より、盛土材料は近傍の土取場で採取した試料とほぼ同じであった。しかし、一部に細粒分が卓越している箇所があり、宙水の原因となりうることを確認した。
- ⑤ 動的コーン貫入試験時に盛土内に水位は見られず、最上部の切盛り境界付近で確認された。地下水位観測の結果でも盛土内に地下水位は見られなかったが、最上部の水位観測孔は降雨に反応して一時的に上昇した。ただし、最上部で確認された水位が同深度に小段部では水位がないという状況は、地山との境界付近にある宙水であり、局所的なものと考えられる。
- ⑥ レベル1地震動とレベル2地震動の両方を想定して実施した簡易安定解析の結果、強度定数をN値から換算した場合は必要安全率を不足する結果となった。一方、 $Dc=90\%$ で一面せん断試験を実施して得られた強度定数を採用した場合レベル1地震対象円弧、レベル2地震対象円弧ともに必要安全率を満足する結果となった。したがって、対象盛土は所定の耐震性能を有していると判断される。

以上のことから、対象盛土の法尻の変状は盛土の強度不足の可能性は低いことがわかった。このため、法尻のふとんかごの変状は表層水的作用による浸食がもたらした可能性がある。また、ふとんかごの有無が盛土の安定性に直接的に影響を与えない位置にあることから、ふとんかごは仮設構造物であり、十分な安全対策が行われていない可能性もある。

一方、写真-3.4.8に示すように縦溝には落ち葉等が埋没しており、所定の機能を果たさない状況になっている。現状を放置すると排水機能の低下が進み、表層水による盛土外の浸食（短期的災害）や、盛土内に継続して水が浸透し、飽和化



写真-3-4.8 縦溝の整備不良状況

することによる強度低下（長期的災害）が懸念され、将来的には崩壊を招く可能性が示唆される。このため天端およびのり面の表層水は安全に排出することができず、法尻の変状につながった可能性のあることから、排水溝の整備を行うことが望ましい。また、法尻のコンクリート擁壁の目地ずれに対しては、雨水の侵入箇所になる恐れがあるため、防水対策を行うことが望ましい。

3.5 国交省管理盛土（朝来市柴地区）を対象とした事例検討

本項では、国土交通省豊岡河川国道事務所が管理する国道 483 号の朝来市柴地区の盛土を対象として、3.3 項で提案した二次調査の適用性を検証するために、各種調査および検討を実施した事例を示した。

(1) 事前情報の整理

a) 調査地の表層地質

図-3.5.1 に調査地付近の表層地質図を示した。これより、調査地の表層地質は新期花崗岩質岩石に分類されているが、盛土部より北側の山地は新規花崗岩質岩石、盛土部はその周辺の沖積層（礫・砂・粘土）が該当するものと考えられる。この、新規花崗岩質岩石は、第三紀層に貫入したもの推定され、その岩石は中粒で淡紅色を呈すとされている。

写真-3.5.1 には盛土部近傍の山地の切土面の写真を示したが、細粒分を含む砂質土が確認できる。対象盛土はこの切土部の発生材を用いたと想定される。

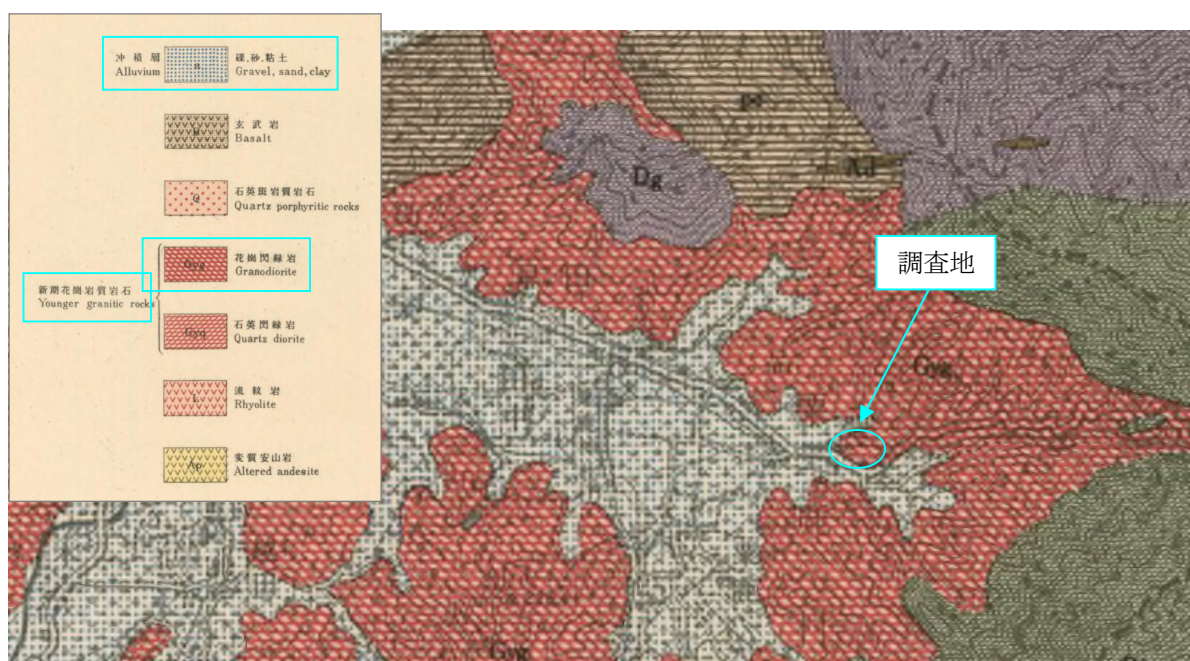


図-3.5.1 調査地付近の表層地質図

（「5 万分の 1 地質図幅 但馬竹田,地質調査所」より）



写真-3.5.1 近傍の切土面の状況（細粒分混り砂質土）

b) 施工履歴

写真-3.5.2 および写真-3.5.3 に、1976 年および 2005 年に撮影された航空写真を示した。これより、1976 年では耕作地であったことが確認できる。また、2005 年では建設途中であり、近傍の山地で切土施工が行われていた状況がわかる。

今回の調査盛土は、この切土材料が転用されていることが推察される。また、耕作跡地を基礎地盤として盛土が行われたことが確認されたことから、基礎地盤表層に耕作に適する堆積土などの未固結な地層を分布していることが推察される。



写真-3.5.2 調査箇所の航空写真（1976 年撮影）



写真-3.5.3 調査箇所の航空写真（2005 年撮影）

c) 現地状況

2017 年 6 月 10 日に実施した現地踏査の結果を写真-3.5.4、写真-3.5.5 に示した。対象盛土は沢の上流部をレベルバンクとした沢埋め盛土である。写真-3.5.4(a)のような溪流が存在するため、盛土工事時に仮設構造物として排水暗渠が設置されたが、吐口は不明である。また、写真-3.5.4(b)にあるよう

に排水暗渠の呑口は溪流に接続されておらずレベルバンク表層に水を供給する状態となっているため、写真-3.5.4(c)のようにレベルバンク表層は湿潤状態にある。このため盛土内は沢水の侵入に常にさらされており、高い水位を維持している可能性が指摘される。

下流側ののり面の状況について、写真-3.5.5(a)にあるようにのり先はコンクリートでライニングされており、のり先保護および雨水の侵入防止が図られている。ただし、法尻の水路は常に帯水しており、盛土内部から水の供給があることが推定された。コンクリートの継ぎ目等からの雑草の繁茂も著しいことから、D ランクの盛土とみなせるため、二次調査を実施することとした。



(a) レベルバンク端部



(b) 上流よりレベルバンクを望む



(c) 上流よりレベルバンクを望む



(d) レベルバンクと上流部盛土法尻の境界

写真-3.5.4 対象盛土の上流部の状況



(a) 法尻



(b) 水路の帯水状況

写真-3.5.5 対象盛土の下流部の状況

(2) 対象盛土の概要と調査仕様

朝来市山東町柴地区の対象盛土の概要と、今回実施した調査仕様を図-3.5.2に示した。当盛土については、二次調査内容の有効性を確認するため、詳細調査で実施するボーリング調査、および電気探査、力学試験のためのサンプリングもあわせて実施した。

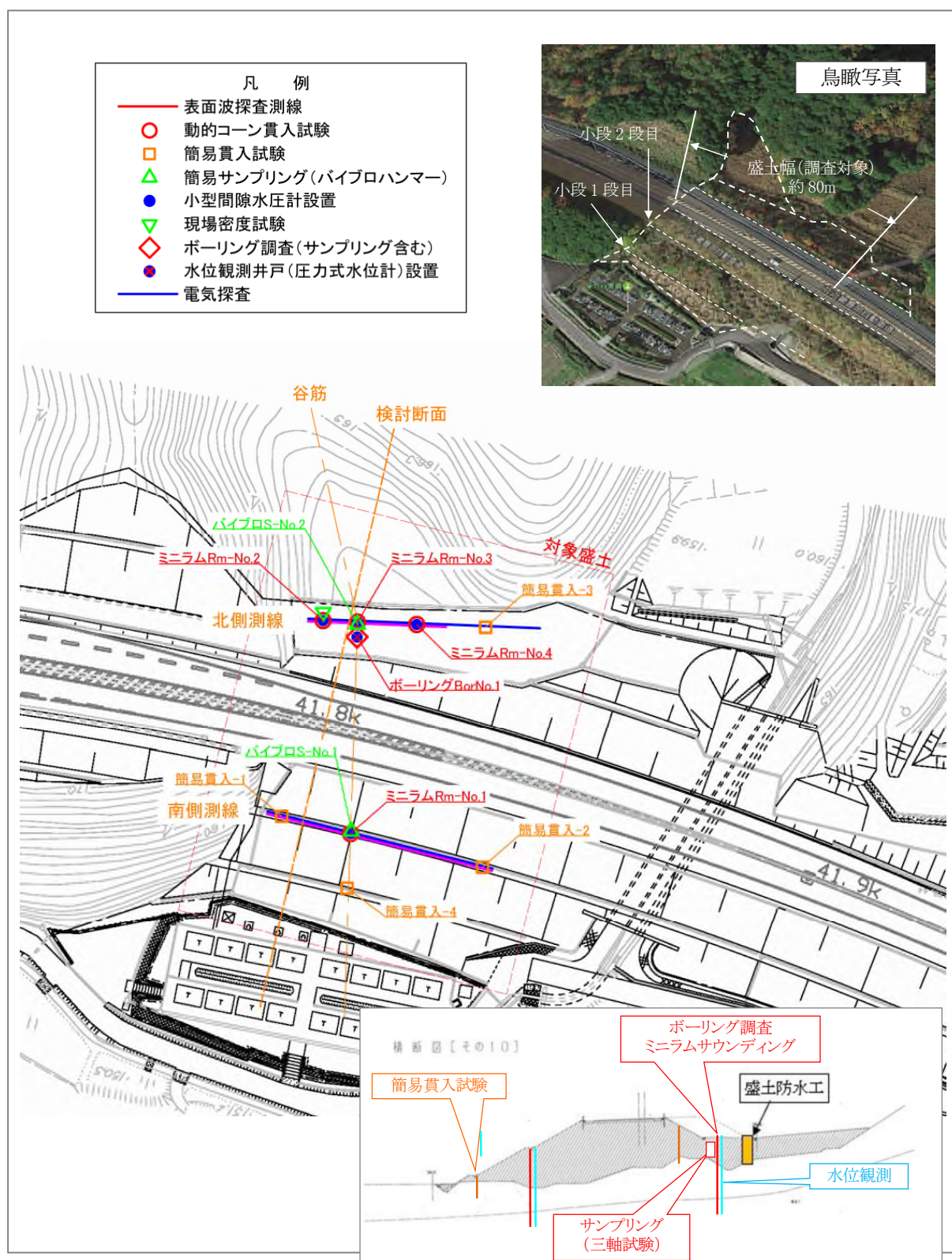
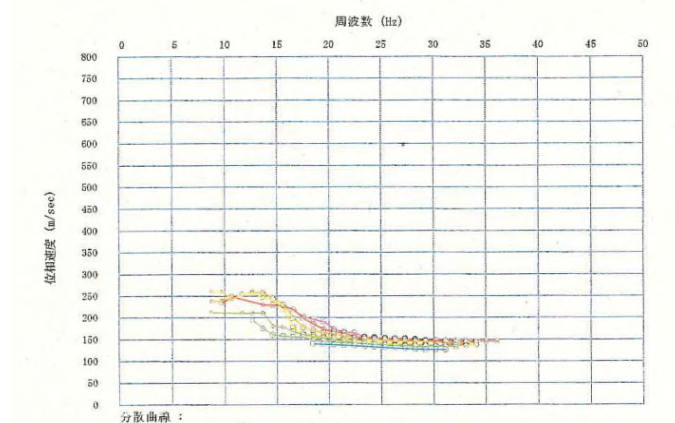


図-3.5.2 対象盛土の状況と調査仕様

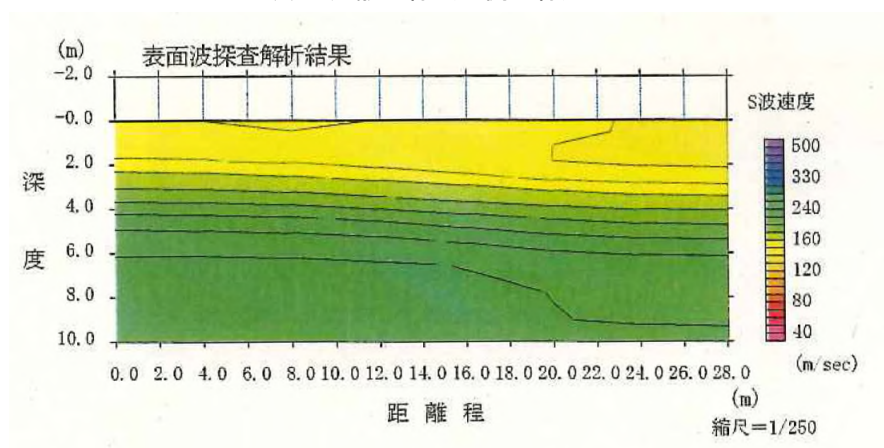
(3) 表面波探査

表面波探査は、盛土の北側および南側の2測線で実施した。図-3.5.3、図-3.5.4に、表面波探査の結果を示した（(b)はS波速度分布を、(c)は推定N値分布を示す）。

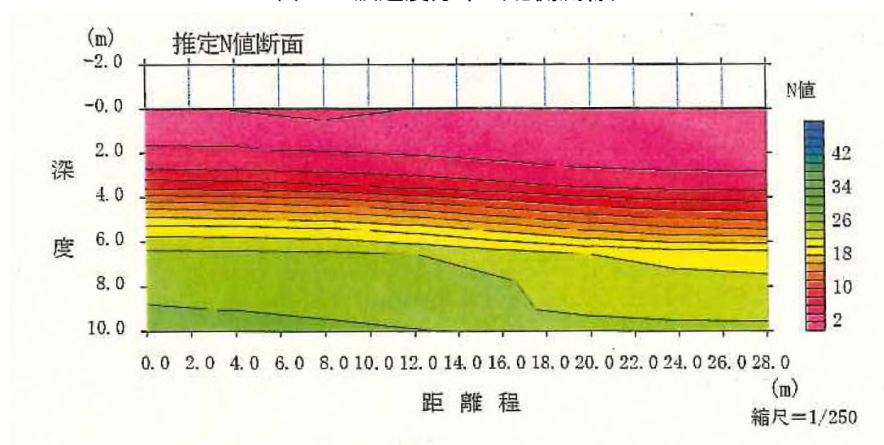
対象盛土施工箇所の基礎地盤は花崗岩質岩石の風化部と推察されるが、後出のボーリング調査、動的コーン貫入試験および簡易動的コーン貫入試験結果も鑑みると、S速度260m/sec以上（図中の最も濃い緑の部分）が得られた箇所が該当すると考えられる。



(a) 分散曲線（北側測線）

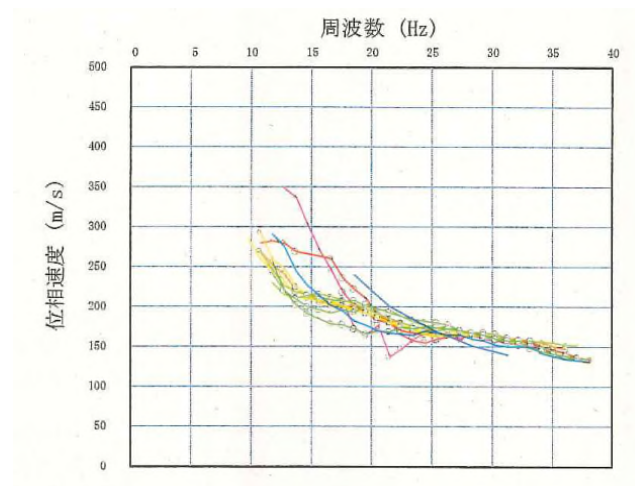


(b) S波速度分布（北側測線）

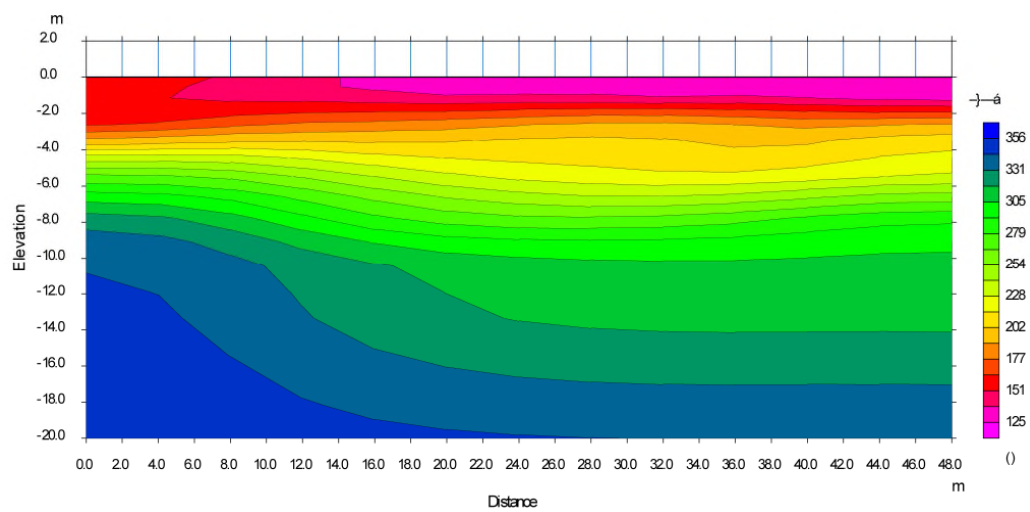


(c) 推定N値分布（北側測線）

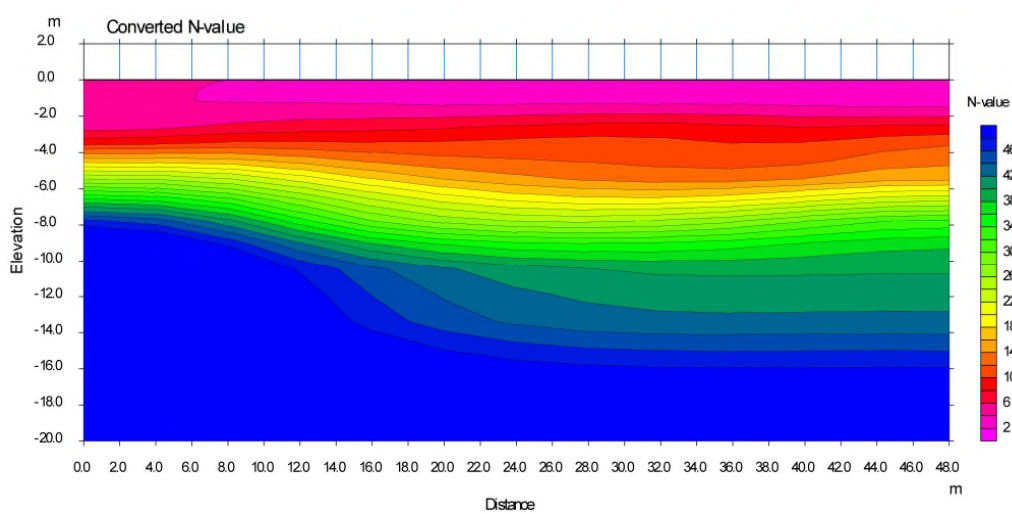
図-3.5.3 表面波探査結果（北側測線）



(a) S波速度分布（南側測線）



(b) S波速度分布（南側測線）

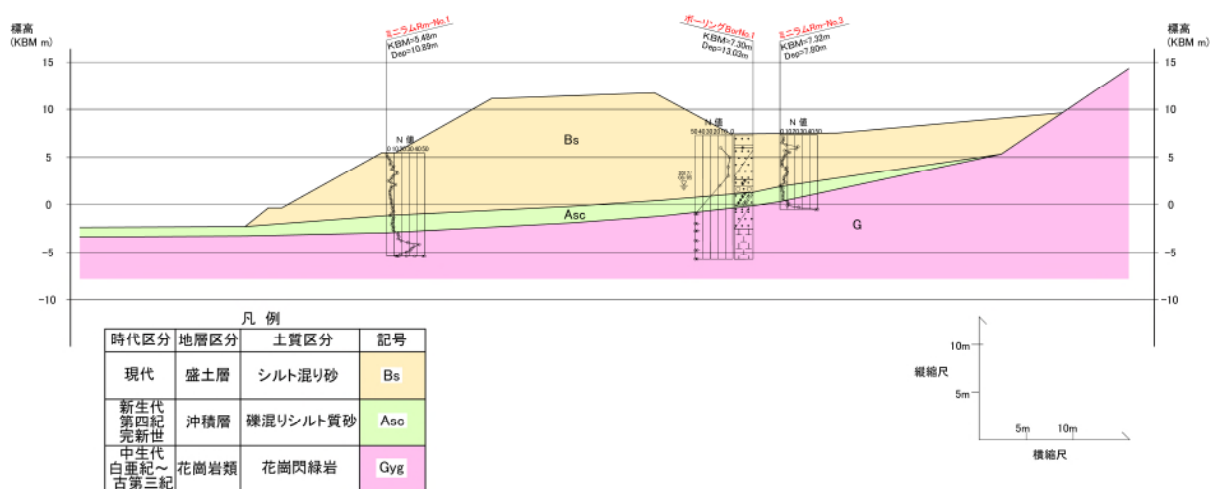


(c) 推定 N 値分布（南側測線）

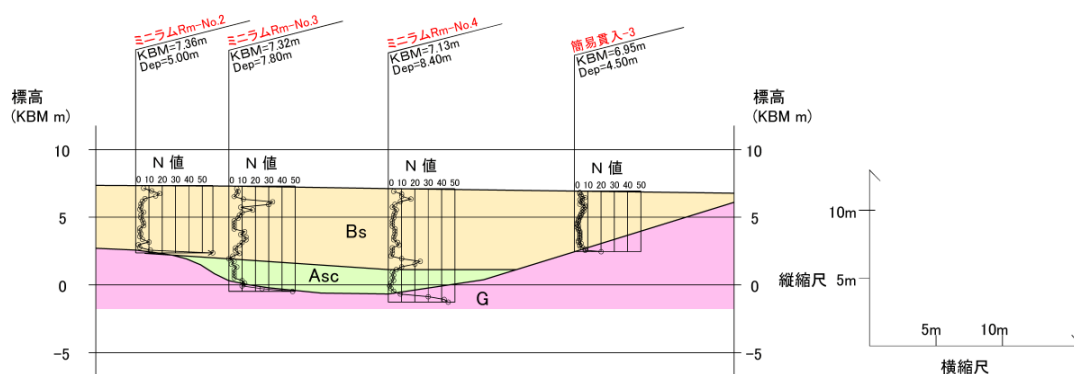
図-3.5.4 表面波探査結果（南側測線）

(4) 動的コーン貫入試験，簡易動的コーン貫入試験およびバイプロハンマーサンプラー

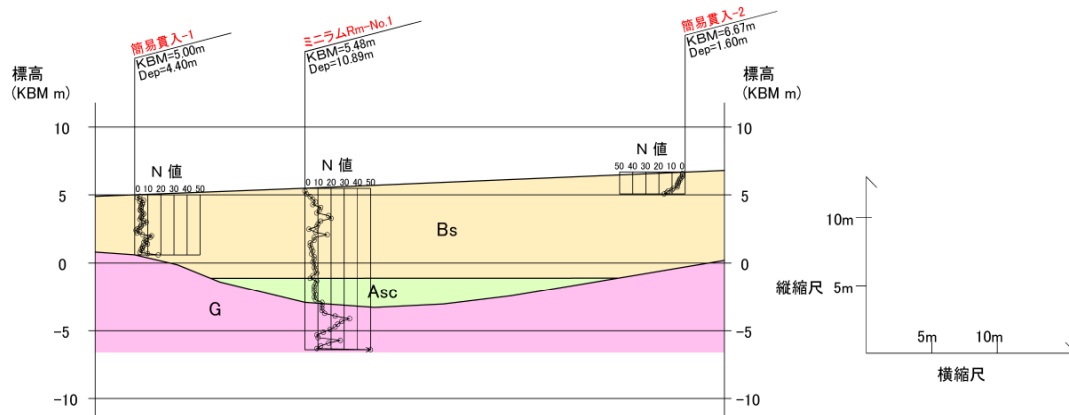
動的コーン貫入試験および簡易動的コーン貫入試験結果に基づく地質断面図を図-3.5.5に示した。花崗岩類 G の出現位置については，ボーリング調査および前出の表面波探査結果も参考として設定している。



(a) 横断面図



(b) 縦断面図（北側測線）



(c) 縦断面図（南側測線）

図-3.5.5 地質断面図

Asc 層はサウンディングのみでは把握することができなかったが、工事横断面図による地表面の位置と、航空写真比較、ボーリングデータからその存在を確認した。図-3.5.5の地質断面図はそれらを踏まえて作成している。盛土層（Bs 層）および Asc 層の有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した盛土の N_{dl} 値の平均値はそれぞれ 7.7, 4.5 であった。簡易動的コーン貫入試験による N_{dl} 値は 5.6 と、動的コーン貫入試験に基づく結果と比べてやや小さい値となった。その原因の一つに、北側測線で確認された GL-1m 付近のやや N_d 値が多い層（後述するように礫分が卓越する層である）の有無によることが挙げられ、その影響を除くと、動的コーン貫入試験と簡易動的コーン貫入試験の N_{dl} 値はほぼ同程度の結果が得られるものと考えられる。また、サウンディング時には地下水位は確認されなかった。

(5) 試料採取

バイブロハンマーサンプラーで採取した試料を写真-3.5.6 に示した。これより、盛土材料は、細粒分を含む礫混り砂質土～砂礫であり、切土部の表層地質から盛土材として推定された、まさ土であることが確認された。

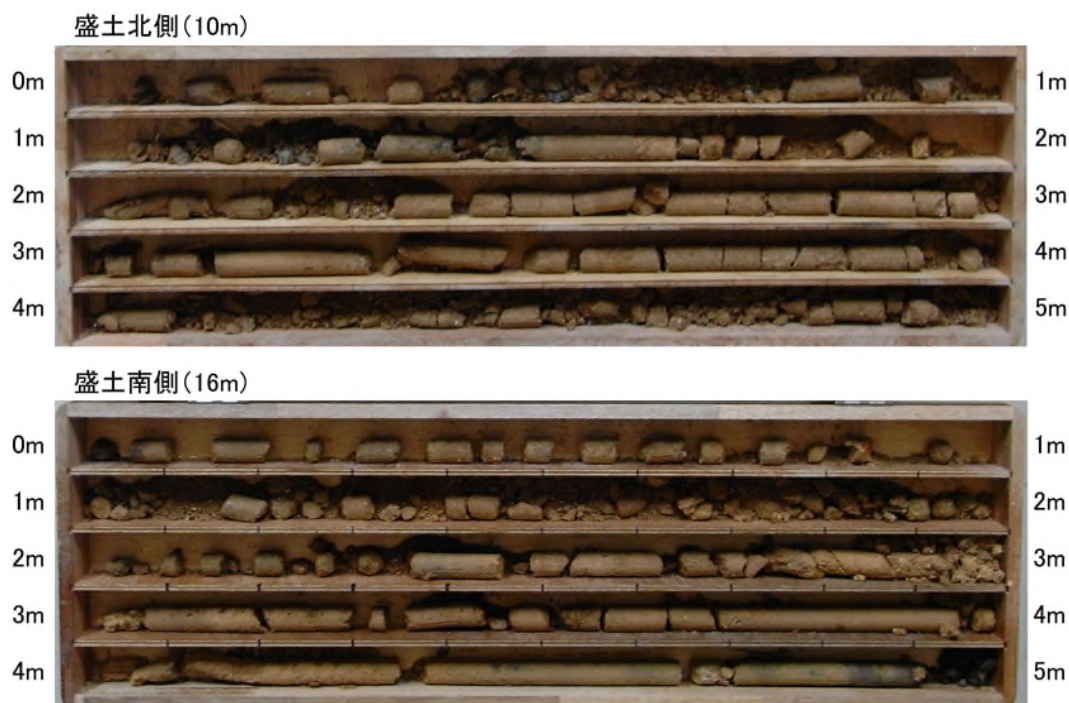
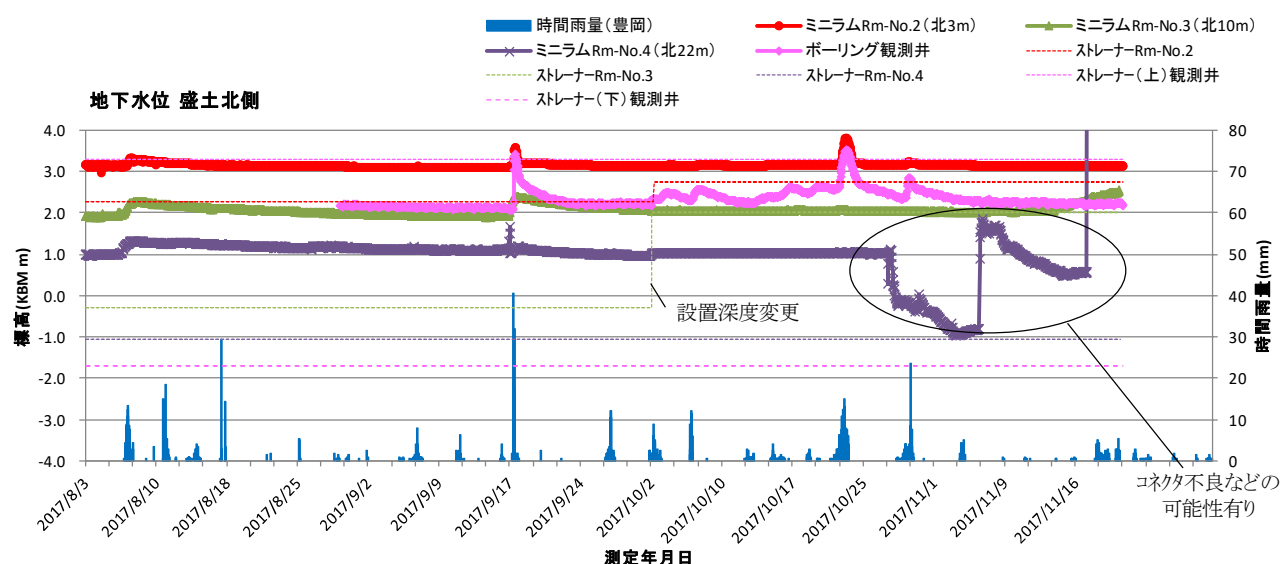


写真-3.5.6 バイブロハンマーサンプラーによる採取試料写真

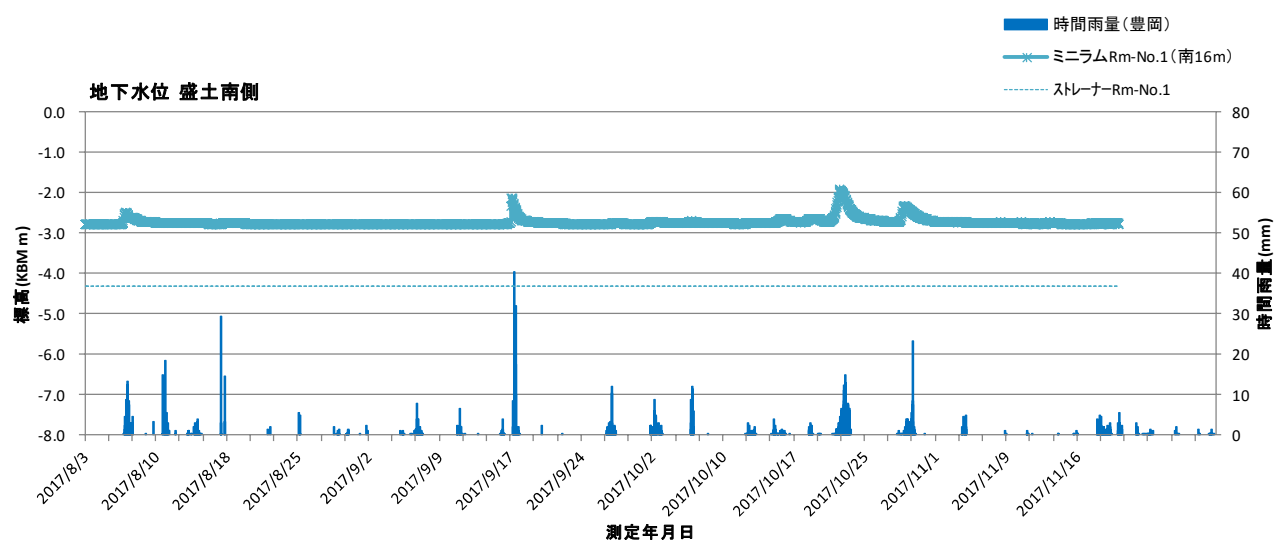
(6) 地下水位観測

地下水位観測は、動的コーン貫入試験および簡易動的コーン貫入試験孔に設置した小型間隙水圧計の他、詳細調査時に実施するボーリング孔に設置した地下水位観測井（塩ビ VP50）と圧力式水位計によっても行った。図-3.5.6 に、地下水位時系列図を示した。

9月下旬や10月下旬など、降雨量の多い時にボーリング孔の観測井で捉えた水位変動と比較すると、小型間隙水圧計で捉える水位変動は小さく、水位変動に関する感度はやや低いと言えるが、定常的な水位については、概ねボーリング孔の観測井と同等の値を捉えることができています。



(a) 盛土北側



(b) 盛土南側

図-3.5.6 地下水位時系列図

(7) 簡易安定解析

調査結果を図-3.3.5のフローに適用すると、簡易安定解析によって安定性を評価すべき盛土となる。そこでレベル1地震動、レベル2地震動を対象とした安定計算を実施した。

レベル1地震動では性能1（想定する作用によって盛土としての健全性を損なわない性能（通常の維持管理で機能確保））を対象とするため、一般に最も盛土の安定性が低い法尻を通るすべりとした。また、レベル2地震動では性能2（想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、盛土としての機能の回復がすみやかに行い得る性能（応急復旧で機能確保））を対象とするため、道路面を通り、小段2段以上のすべり（表層のすべりは対象外にする）とする（なお、後出の検討結果より、レベル1およびレベル2地震動とも、最小安全率の円弧は法尻および道路面を通る滑りとなった）。

設計水平震度は表-3.5.1を参考にⅡ種地盤としてレベル1地震動0.10、レベル2地震動0.20とした。

表-3.5.1 設計水平震度の標準値（再掲）

（「道路土工 盛土工指針」P125 より）

| | 地盤種別 | | |
|-----------|------|-------------|-------|
| | I 種 | II 種 | III 種 |
| レベル 1 地震動 | 0.08 | <u>0.10</u> | 0.12 |
| レベル 2 地震動 | 0.16 | <u>0.20</u> | 0.24 |

盛土層の強度定数は N 値からの換算値とし、道路橋示方書の式 $\phi = 4.8 \log N_{dl} + 21$ を用いて $\phi = 30.8^\circ$ とした。砂質土であり安全側として粘着力は 0 とした。単位体積重量は道路土工盛土工指針に示されている一般値 $\gamma_t = 19 \text{ kN/m}^3$ を用いた。基礎地盤についても盛土工指針の一般値「自然地盤—砂質土—密実でないもの」の値を参考に、 $\gamma_t = 17 \text{ kN/m}^3$ 、 $\phi = 25^\circ$ 、 $c = 0$ とした。

基礎地盤の Asc 層については、表-3.5.2 に示した一般値（砂質土_密実でないもの）より、 $\gamma_t = 17 \text{ kN/m}^3$ 、 $c = 0 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 25^\circ$ とした。G 層については、花崗岩の一般値（図-3.5.7、表-3.5.3 花崗岩 C_L 級）を参考に、 $\gamma_t = 21 \text{ kN/m}^3$ 、 $c = 100 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 37^\circ$ とした。なお、地下水位については、観測期間中の最高水位（10 月下旬）を基に地下水位線を想定して設定した。

図-3.5.8(a)，(b)，(c)に安定解析出力図を示した。(a)は常時，(b)はレベル 1 地震時，(c)はレベル 2 地震時の結果である。表-3.5.4 に簡易安定解析結果一覧を示した。

表-3.5.4 N_d 値からの換算値を用いた簡易安定解析結果一覧

| | 常時 | レベル 1 地震時 | レベル 2 地震時 |
|-----|------|-----------|-----------|
| 安全率 | 1.15 | 0.92 | 0.77 |

これより、レベル 1 およびレベル 2 地震対象円弧は常時・地震時ともに、必要安全率を不足する結果となった。円弧形状を見ると、Asc 層のせん断抵抗角が $\phi = 25^\circ$ と小さいことに起因して、当層を抜けるすべりが発生していることがわかる。今回、必要安全率を満足しなかった理由として、3.4 項での考察と同様に、盛土材料の強度特性を小さく評価している可能性に加えて、基礎地盤表層の Asc 層を一般値から設定しており、この層の強度も小さく見積もっている可能性が指摘される。すなわち、盛土および基礎地盤表層の強度特性の精度向上が詳細調査に向けての課題になると考えられる。

表-3.5.2 土質定数一般値

(「設計要領 第1集 土工 西日本高速道路 他」より)

| 種 類 | | 状 態 | | 単位体積 重量 (kN/m^3) | せん断抵 抗角 (度) | 粘着力 (kN/m^2) | 地盤工学 会基準 注2) |
|------------------|---------------|-------------------------|----------|-----------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------|
| 盛 土 | 礫および 礫まじり砂 | 締固めたもの | | 20 | 40 | 0 | {G} |
| | 砂 | 締固めたもの | 粒径幅の広いもの | 20 | 35 | 0 | {S} |
| | | | 分級されたもの | 19 | 30 | 0 | |
| | 砂質土 | 締固めたもの | | 19 | 25 | 30以下 | {SF} |
| | 粘性土 | 締固めたもの | | 18 | 15 | 50以下 | {M} {C} |
| | 関東ローム | 締固めたもの | | 14 | 20 | 10以下 | {V} |
| 自 然 地 盤 | 礫 | 密実なものまたは粒径幅の広いもの | | 20 | 40 | 0 | {G} |
| | | 密実でないものまたは分級されたもの | | 18 | 35 | 0 | |
| | 礫まじり砂 | 密実なもの | | 21 | 40 | 0 | {G} |
| | | 密実でないもの | | 19 | 35 | 0 | |
| | 砂 | 密実なものまたは粒径幅の広いもの | | 20 | 35 | 0 | {S} |
| | | 密実でないものまたは分級されたもの | | 18 | 30 | 0 | |
| | 砂質土 | 密実なもの | | 19 | 30 | 30以下 | {SF} |
| | | 密実でないもの | | 17 | 25 | 0 | |
| | 粘性土 | 固いもの(指で強く押し多少へこむ)注1) | | 18 | 25 | 50以下 | {M} {C} |
| | | やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入)注1) | | 17 | 20 | 30以下 | |
| | | 軟らかいもの(指が容易に貫入)注1) | | 16 | 15 | 15以下 | |
| | 粘土および シルト | 固いもの(指で強く押し多少へこむ)注1) | | 17 | 20 | 50以下 | {M} {C} |
| | | やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入)注1) | | 16 | 15 | 30以下 | |
| | | 軟らかいもの(指が容易に貫入)注1) | | 14 | 10 | 15以下 | |
| | 関東ローム | | | 14 | 5(ϕ_h) | 30以下 | {V} |

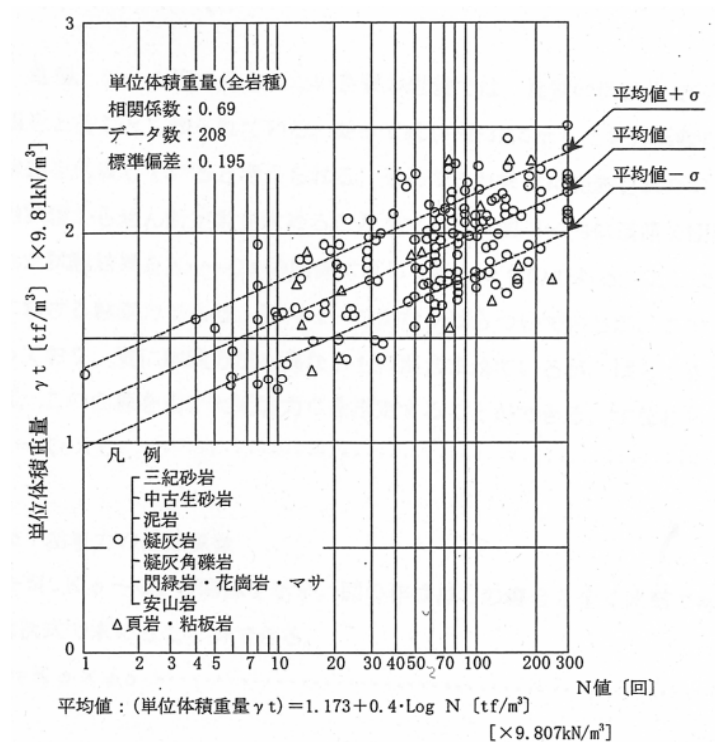


図-3.5.7 岩盤の単位堆積重量の測定例

(「設計要領 第二集 橋梁保全編 日本道路公団(平成9年11月)」より)

表-3.5.3 せん断定数の測定例

(「設計要領 第二集 橋梁保全編 日本道路公団(平成9年11月)」より)

| 岩 | 級 | 粘板岩 (ダムサイトの例) | | | | 花崗岩 (本四連絡橋基礎の例) | | |
|----|----------------------|--------------------------|----------------|-------|----|--------------------------|-------------------|-----------|
| | | c (kN/m² (kgf/cm²)) | | φ (°) | | c (kN/m² (kgf/cm²)) | φ (°) | |
| | | 範囲 | 平均 | 範囲 | 平均 | 範囲 | 代表値 | 代表値 |
| 硬岩 | B | 2250~2750 (22.5~27.5) | 2500 (25) | 40~50 | 45 | 1500~2500 (15.0~25.0) | 1500 (15) | 45 |
| | C _H | 1750~2250 (17.5~22.5) | 2000 (20) | 35~45 | 40 | 1000~2000 (10.0~20.0) | 1000 (10) | 40 |
| | C _M | 750~1750 (7.5~17.5) | 1250 (12.5) | 35~45 | 40 | 500~1000 (5.0~10.0) | 500 (5) | 40 |
| 軟岩 | <u>C_L</u> | 250~750 (2.5~7.5) | 500 (5) | 30~40 | 35 | 100~1000 (1.0~10.0) | <u>100</u> (1) | <u>37</u> |
| | D | 100(1)以下 | 0 (0) | 20~30 | 25 | 0~500 (0~5.0) | 0 (0) | 30~35 |

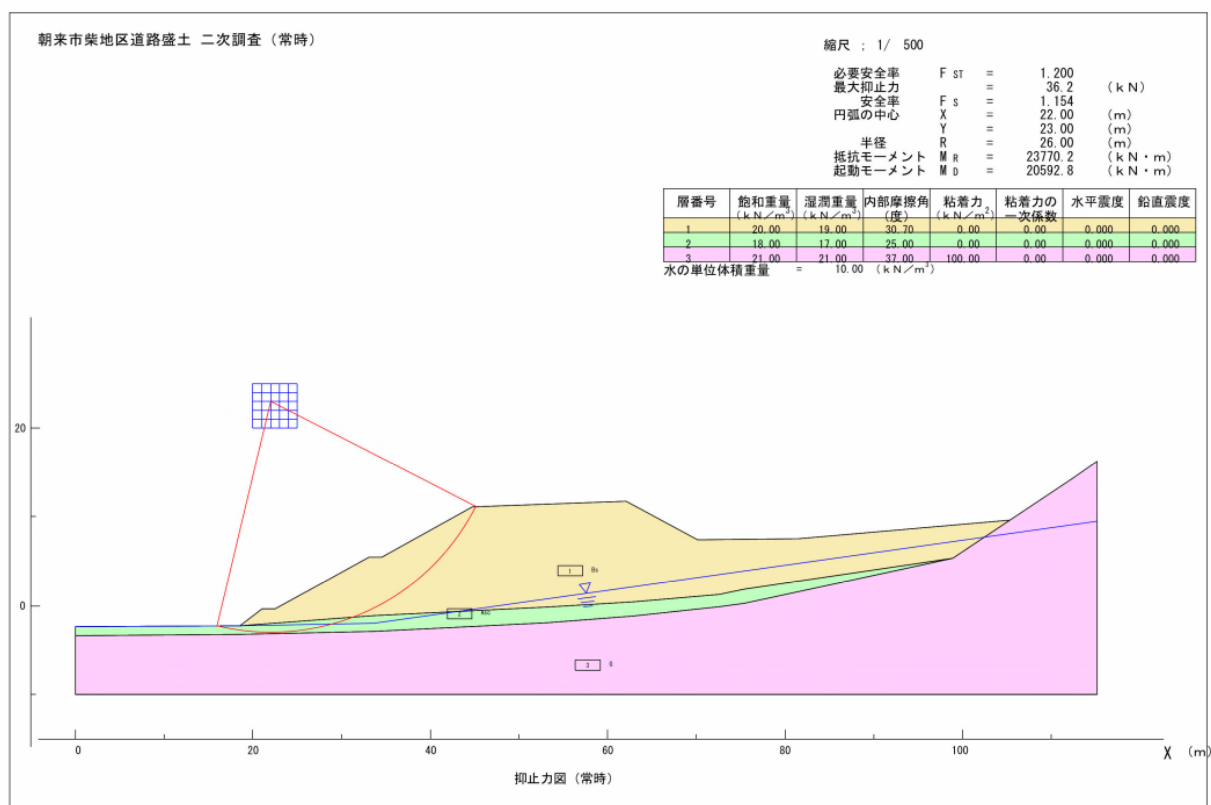


図-3.5.8(a) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状（レベル1，常時）

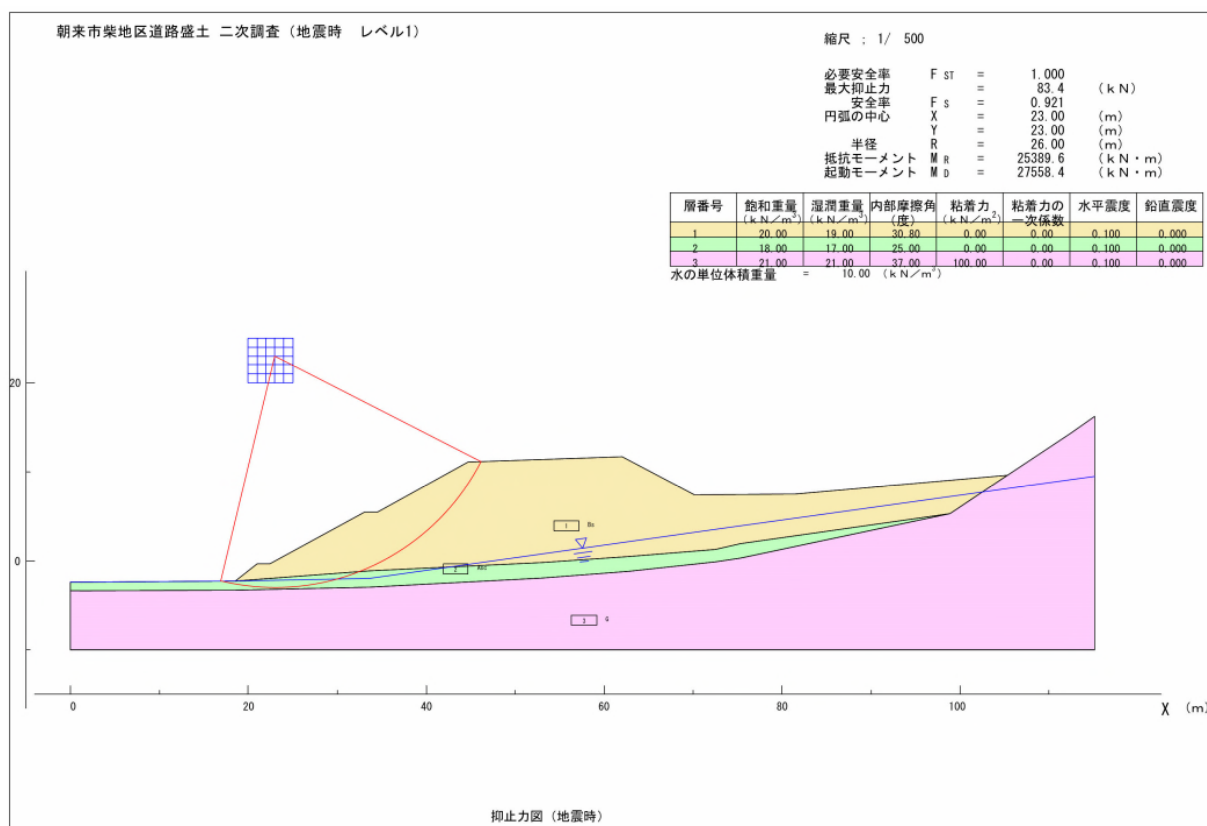


図-3.5.8(b) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状（レベル1 地震時）

b) 室内土質試験

ボーリング調査の標準貫入試験で得られた乱した試料と、Bs 層および Asc 層で乱の少ない試料採取を行って得られた試料について、室内土質試験を実施した。

表-3.5.6, 図-3.5.9 に物理試験結果（粒度試験，湿潤密度試験），表-3.5.7 に力学試験結果（三軸 CUB 試験，三軸 UU 試験）を整理した。

Bs 層の粒度構成は，砂分が卓越し，礫分も多く含む粗粒土であり，図-3.5.6 に示した粒径加積曲線は，ばらつきは大きい粗砂～中礫の粒径の間で急勾配となる。切土施工を行った際に G 層の新鮮部である花崗岩を破碎させて盛土に転用したことにより，礫分を多く含むことになったものと推察される。

一方，Asc 層の粒径加積曲線は，G 層の真砂土状風化部と同様な形状を示すことから，周辺地山の表層にある真砂土が崩れたり雨水で流されるなどして沢地形上に溜まりこんだものと推察される。

表-3.5.6 物理試験結果

(a) 粒度試験結果

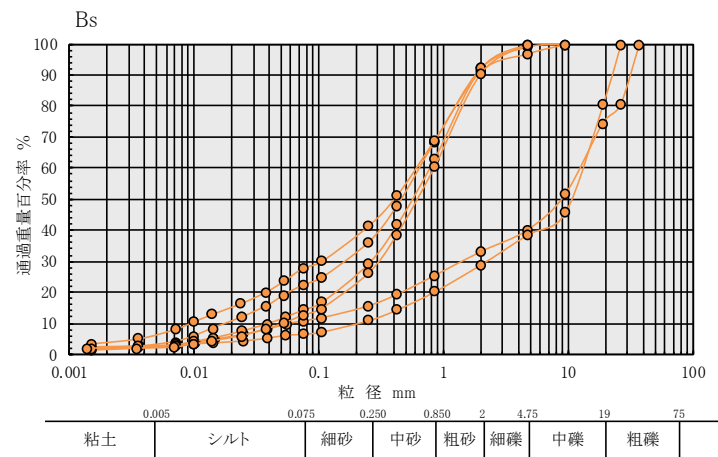
| 地層記号 | 粒度試験結果 | | | | | データ数 |
|------------|--------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|------|
| | 礫分 (%) | 砂分 (%) | シルト分 (%) | 粘土分 (%) | 細粒分含有率(%) | |
| Bs | 7.7～71.0 (28.5) | 22.3～78.0 (55.7) | 3.8～21.7 (12.5) | 2.2～6.3 (3.4) | 6.6～28.1 (15.8) | 6 |
| Asc | 12.1 | 49.9 | 23.0 | 15.0 | 38.0 | 1 |
| G (風化部) | 4.2～9.6 (6.9) | 53.6～68.8 (61.2) | 17.4～33.0 (25.2) | 4.2～9.2 (6.7) | 21.6～42.2 (31.9) | 17 |

(b) 湿潤密度試験結果

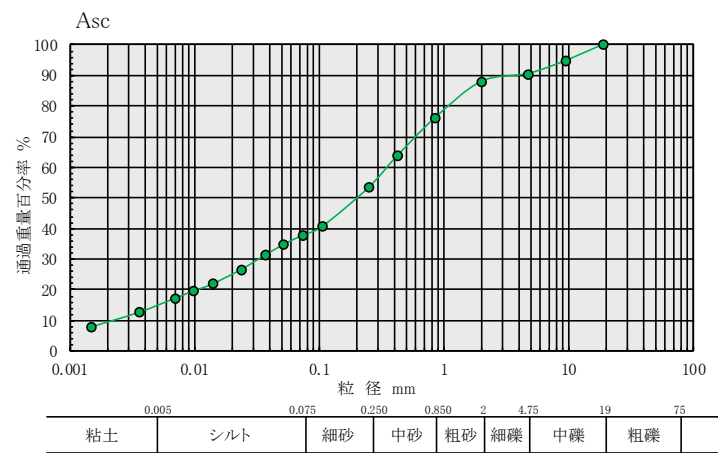
| 地層記号 | 湿潤密度 γ_t (g/m ³) | データ数 |
|------|--|------|
| Bs | 1.604 | 1 |
| Asc | 1.979 | 1 |

表-3.5.7 力学試験結果（三軸試験結果）

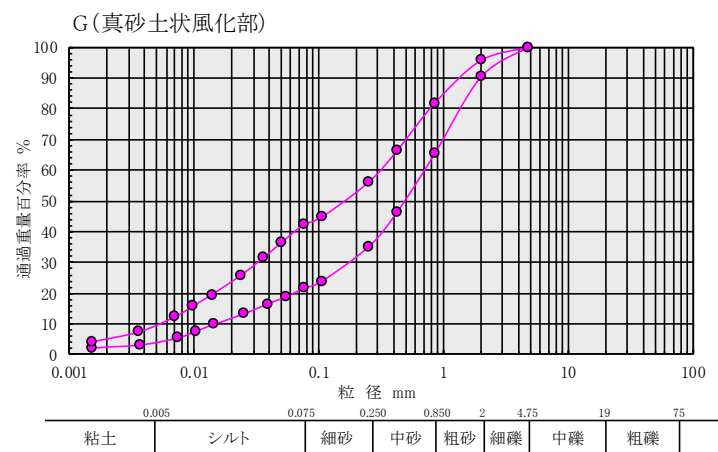
| 地層記号 | 三軸圧縮試験(CUB) | | | | 三軸圧縮試験(UU) | | データ数 |
|------|--|-------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------|------|
| | 全応力 | | 有効応力 | | 全応力 | | |
| | 粘着力 c _{cu} (kN/m ²) | 摩擦角 φ _{cu} (°) | 粘着力 c' (kN/m ²) | 摩擦角 φ' (°) | 粘着力 c (kN/m ²) | 摩擦角 φ (°) | |
| Bs | 4.68 | 25.28 | 2.77 | 37.28 | - | - | 1 |
| Acs | - | - | - | - | 69.0 | 0.00 | 1 |



(a) 盛土 Bs 層



(b) Asc 層



(c) G 層 (真砂土状風化部)

図-3.5.9 各層の粒径加積曲線

c) 電気探査結果

電気探査は、地下水位面の把握を目的として、盛土北側および南側測線で実施した。

図-3.5.10 に比抵抗分布図を示した。同図には、地層区分（黒色の太線）と小型間隙水圧計で確認した地下水位（ピンク色の線）を追記している。

これより、北側測線の比抵抗断面では、小型間隙水圧計で捉えた地下水位線が、比抵抗値 $100(\Omega \cdot \text{m})$ の境界線沿いに重なることから、この境界線が地下水位を示すようにも見えるが、南側断面での地下水位は、 $80(\Omega \cdot \text{m})$ 以下の低比抵抗帯の範囲内の中に位置することになり、南北断面で一致しない。

一方、比抵抗断面と地層区分の関係に注目すると、北側断面の測点 0～25m の範囲、および南側断面の全範囲では、盛土 Bs 層が $100(\Omega \cdot \text{m})$ 以上の比抵抗値の範囲（オレンジ～緑色）と一致しており、盛土の分布状況を反映しているものと推察される。

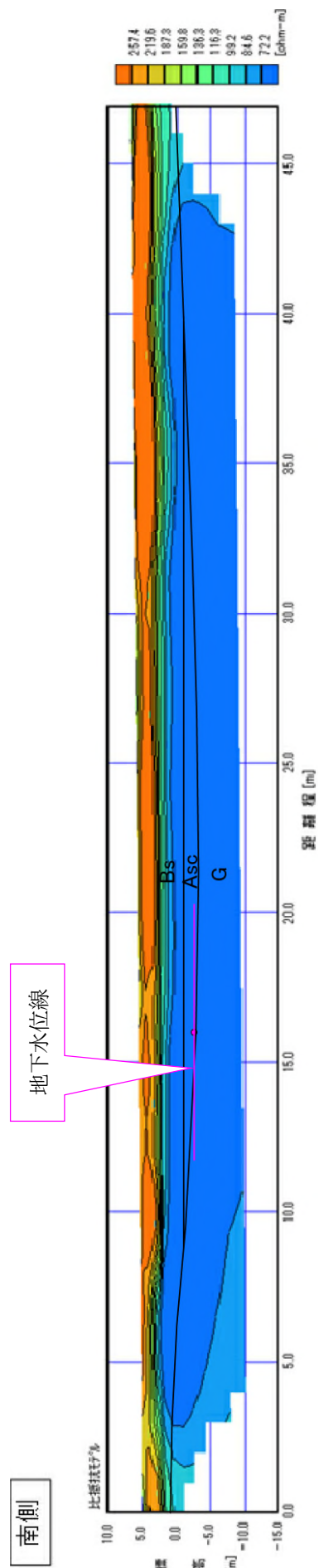
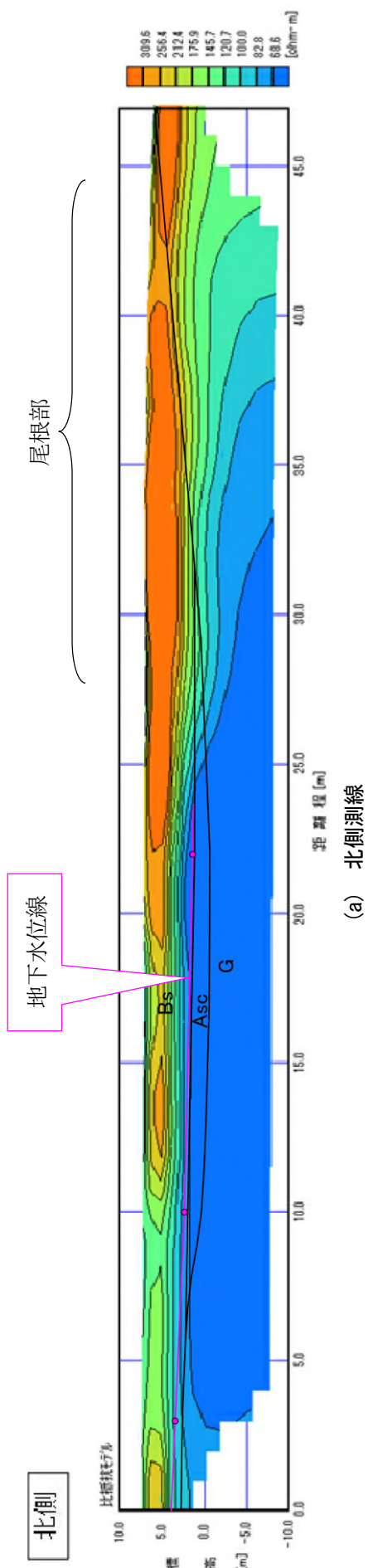
ただし、北側断面の測点 25～47m の範囲ではこの関係が確認できない。当該範囲は、尾根部が突出している部分に相当し、花崗岩 G が浅部までせり上がる部分であるなど、地層・地下水状況が異なることによる影響と推察される。

表-3.5.8 に文献による比抵抗値と地盤状況の関係を示したが、抵抗値は地盤状況と地下水賦存状況の両方の影響を受ける。今回の結果を考慮すると、複雑な地層状況下では、電気探査による地下水位の評価は難しいものと考えられる。

表-3.5.8 地盤状況と比抵抗値の関係

| 状 態 | 岩石・土の比抵抗の変化 | | |
|-------------|-------------|---|---|
| | 低 | ⇒ | 高 |
| 地下水・間隙水の比抵抗 | 低 | ⇒ | 高 |
| 水飽和度 | 高 | ⇒ | 低 |
| 間隙率(飽和状態) | 大 | ⇒ | 小 |
| 粘土分 | 多 | ⇒ | 少 |
| 風化・変質程度 | 強 | ⇒ | 弱 |
| 温度 | 高 | ⇒ | 低 |

※ 「新版 物理探査適用の手引き, 社団法人 物理探査学会」より抜粋(一部省略)。



(b) 南側測線

圖-3.5.10 比抵抗分布圖

d) 盛土内排水対策の評価

当該盛土の頂部付近の写真を写真-3.5.4 に示したが、一帯は湿潤状態にあることが確認されている。この湿潤化は、沢筋に集まった表流水がそのまま盛土内に浸入することによって生じているものである。盛土内の水位は、この沢水の浸入によってある程度の位置に維持されており、降雨の状況によっては、盛土の安定性に大きく影響を及ぼすものであるが、現状では沢水の処理対策は施されていない。

なお、盛土頂部付近には盛土施工時に埋設された排水管の口元の存在が確認されているが（写真-3.5.8）、施工記録など残っておらず、排出先や構造などの情報がない。このため、今回、この排水管の排出先を確認するため、トレーサー試験を実施した。

トレーサー試験結果の概要を図-3.5.11 に示した。本試験では、排水管口元からトレーサー水（塩分濃度 10kg/m^3 、電気伝導度 2.21 s/m ）を 3.0L/min で注水し、各観測地点での反応を捉えて連通性を確認するものである。試験結果より、盛土南西側の排水側溝1箇所ではトレーサー水の反応が確認され、反応箇所付近までつながっていることが推察される。

今後の排水対策としてこの排水管を利用することも想定されるが、排水管の排出口が現地で目視確認できないこと、また排水管の構造についての情報がないことに留意する必要がある。仮に盛土内排水を促すために有孔管を用いている場合、表層水を誘導すると盛土内に地下水を供給することになるため、盛土の不安定化を促進させる恐れがあることから、実施にあたっては注意が必要と考える。



写真-3.5.7 沢部の状況および盛土頂部一帯の湿潤状況



写真-3.5.8 既設の排水パイプ

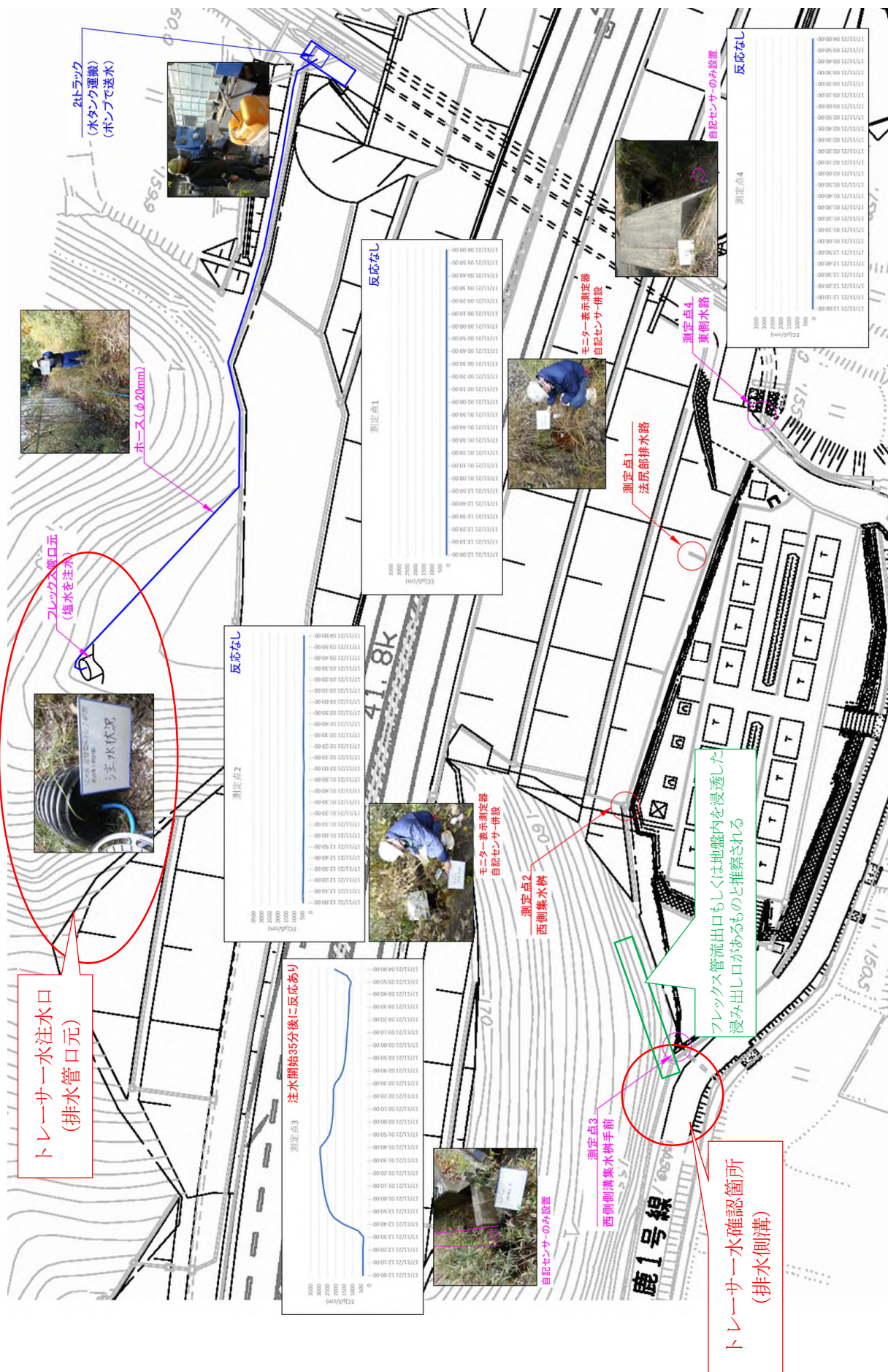


図-3.5.11 トリサ一試験結果概要図

e) 安定計算

安定計算は、7)での検討と同条件で、室内試験結果に基づいて盛土の物性値を見直し、レベル1地震動とレベル2地震動の両方を対象として実施した。

盛土の物性値については、乱さない試料の室内土質試験結果を採用し、強度定数は $c=2.77 \text{ kN/m}^2$, $\varphi=37.3^\circ$, 単位体積重量は湿潤密度から $\gamma_t=15.7 \text{ kN/m}^3$ を設定した。盛土の強度定数を N 値から推定するのは二次調査の段階であり、室内土質試験で求めるのは詳細調査の段階であるため、ここでの評価は詳細調査段階に当たる。

基礎地盤の Asc 層についても同様に、室内土質試験の結果より、 $c=69.0 \text{ kN/m}^2$, $\varphi=0^\circ$, $\gamma_t=19.4 \text{ kN/m}^3$ を設定した。G 層については、花崗岩 (CL 級) の一般値を参考に、 $\gamma_t=21 \text{ kN/m}^3$, $c=100 \text{ kN/m}^2$, $\varphi=37^\circ$ とした。地下水位については同様に、N 値の観測期間中の最高水位 (10 月下旬) を基に地下水位線を想定して設定した。

図-3.5.12(a), (b), (c)に安定解析出力図を示した。(a)は常時, (b)はレベル1地震時, (c)はレベル2地震時の結果である。表-3.5.9に簡易安定解析結果一覧を示した。

表-3.5.9 室内土質試験値を用いた簡易安定解析結果

| | 常時 | レベル 1 地震時 | レベル 2 地震時 |
|-----|------|-----------|-----------|
| 安全率 | 1.81 | 1.44 | 1.18 |

これより、盛土材の強度定数に試験値を用いたところ、レベル 1 地震対象円弧、レベル 2 地震対象円弧ともに必要安全率を満足する結果となった。したがって、対象盛土は所定の耐震性能を有していると判断される。

柴地区で実施した安定解析では、神戸市押部谷地区と同様に、試験値を用いて安全率が大きくなったという結果は、診断手法として適切であることを示すものである。

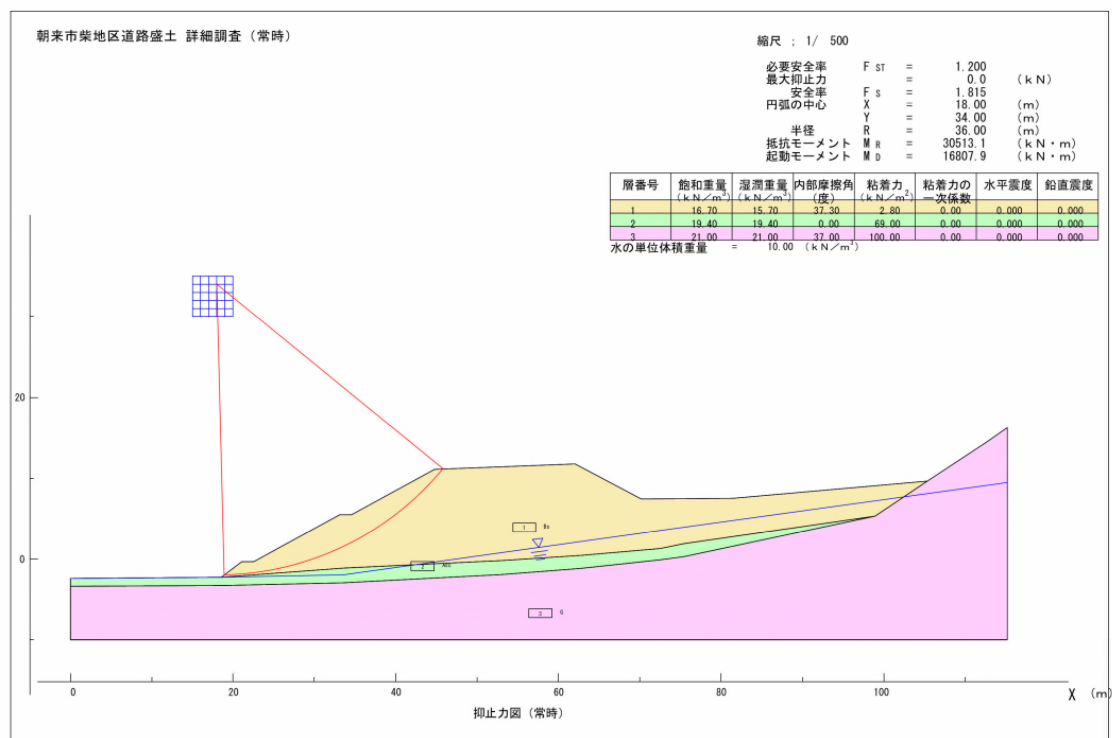


図-3.5.12(a) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル1, 常時)

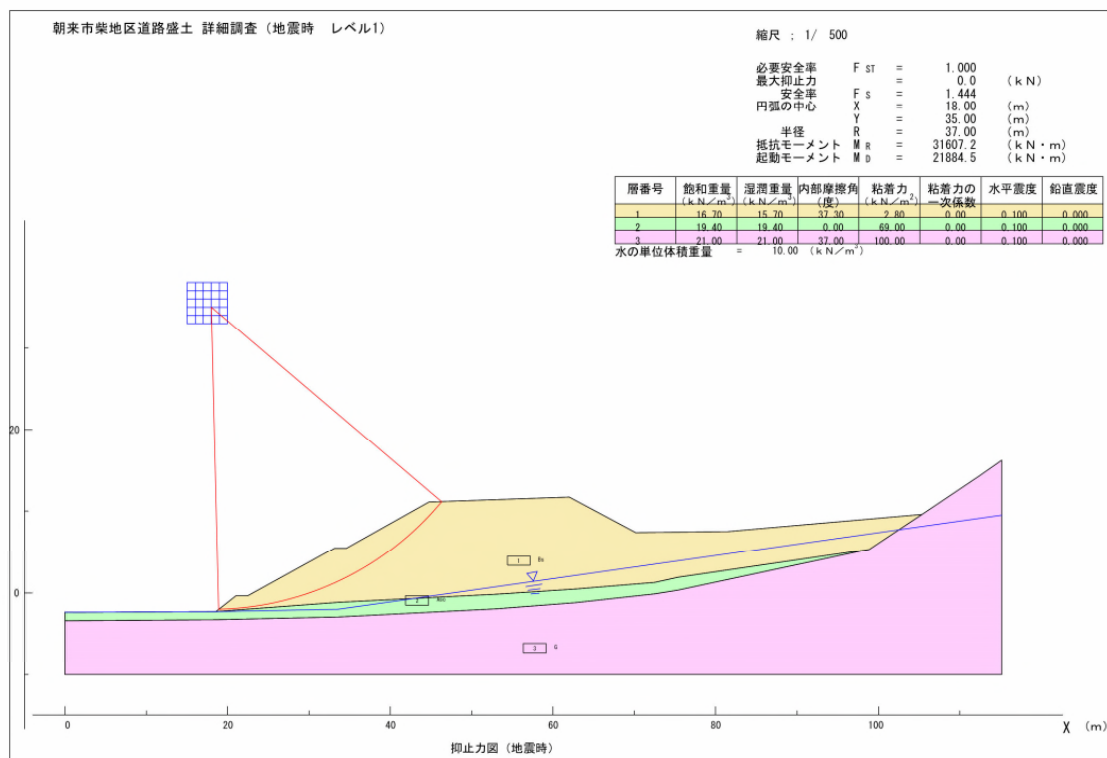


図-3.5.12(b) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル1 地震時)

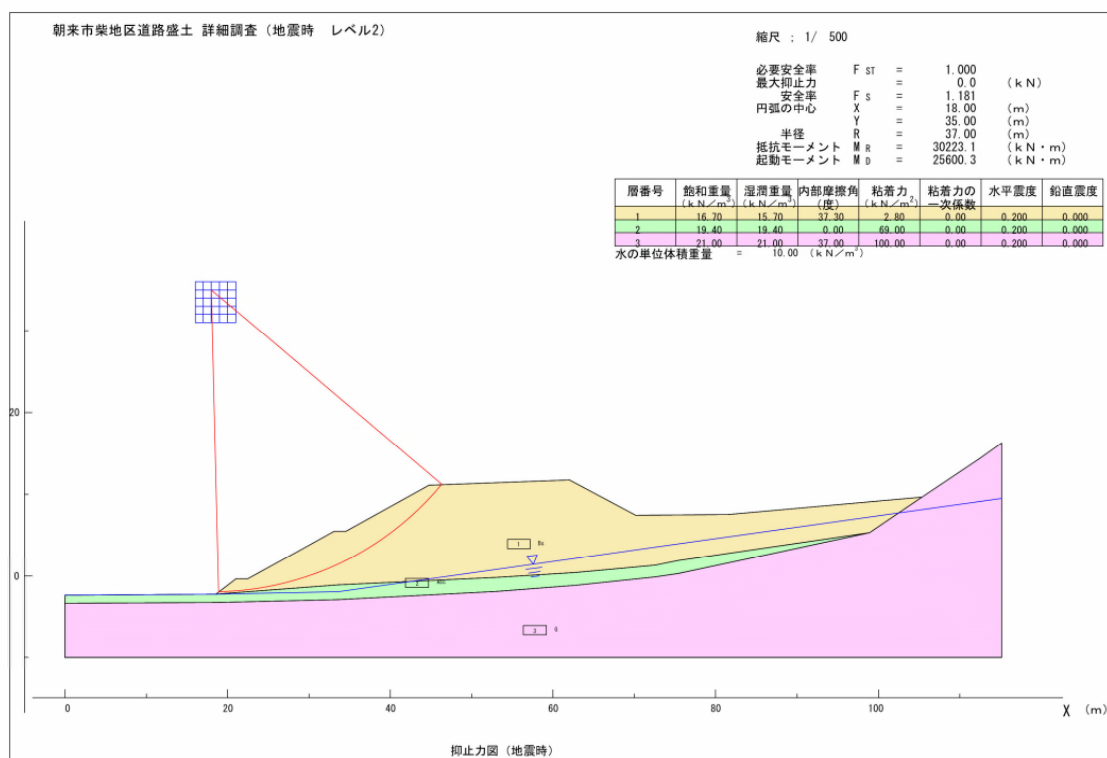


図-3.5.12(c) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル2 地震時)

(9) 盛土の安定性評価と今後の対策の提案

ここでは、3.4 項と同様、調査結果を通じて二次調査内容の妥当性の評価とを行うとともに、当盛土の安定性評価を行い、今後の対策を提案することとした。結果の概要は以下のとおりである。

- ① 事前情報の整理結果、調査地周辺の表層は新期花崗岩質岩石であり、調査箇所の盛土には花崗岩の風化部（真砂土など）が主に用いられていると推定された。これは簡易サンプリングで採取した盛土材の目視による評価と同じものであった。
- ② 表面波探査結果より切盛境界を S 波速度 260m/s で評価したところ、盛土の S 波速度の平均値は 190m/s 程度（範囲は 120～260m/s）であり、一般的な値の範囲に入るものであった。
- ③ 動的コーン貫入試験の結果、土被り圧補正した盛土の N_d 値の平均値は 7.7 であった。既往の被災事例から判断すると簡易安定解析による評価が必要となる盛土であった。
- ④ ボーリングの標準貫入試験で採取した試料の粒度試験結果より、盛土材料は砂分を主体とし、一部で礫分を多く含む材料であることが確認された。
- ⑤ 動的コーン貫入試験時に盛土内での水位が確認された。また、地下水位観測の結果でも盛土内に地下水位が確認され、降雨の影響に対する水位変動の反応が確認された。
- ⑥ レベル 1 地震動とレベル 2 地震動の両方を想定して実施した簡易安定解析の結果、強度定数を N 値から換算した場合は必要安全率を不足する結果となった。一方、ボーリング調査で採取した試料を用いた三軸圧縮試験結果に基づく強度定数を採用し、水位観測によって得られた盛土内水位を適用した場合、レベル 1 地震対象円弧、レベル 2 地震対象円弧ともに必要安全率を満足する結果となった。

本サイトで確認された盛土頂部一帯の湿潤化は、沢筋に集まった表流水がそのまま盛土内に浸入することによって生じているものと推察される。ただし、溪流からの表流水をそのまま放置しておくで盛土の湿潤化が進み、地下水位が形成されて、盛土の不安定化につながる恐れがある。排水暗渠の構造は不明であるが、孔あきのタイプであれば、盛土内に水を供給する恐れもある。これらを考慮すると、沢水を切盛り境界に設置した水路に集め、盛土外に速やかに排出する構造とすることが望ましいと考えられる。



写真-3.5.9 新規設置水路位置図

また、今回計測した盛土内の水位では地震時にも安定性が確保できるという結果となったが、計測期間以上の沢水や雨水等が盛土に流入したり、計器設置箇所以外で局所的に宙水が発生していたりすれば、計測時以上の盛土内水位が存在する恐れがある。この場合、盛土の安定性に大きく影響を及ぼすものと考えられるため、図-3.5.13に示すような盛土防水工を設置することが望ましい。

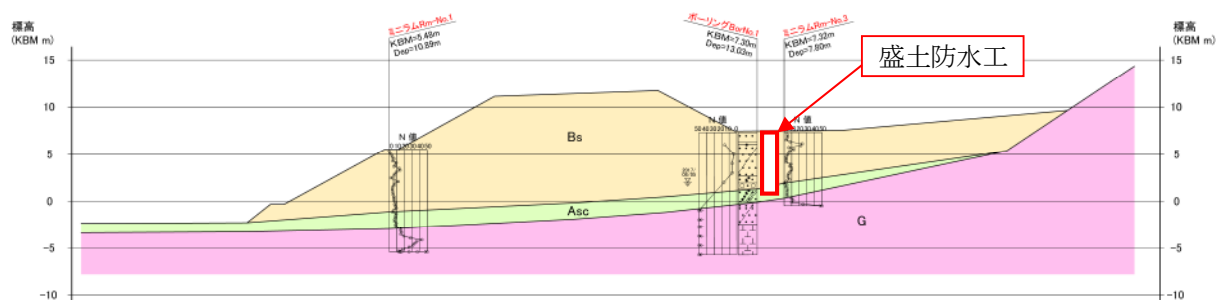
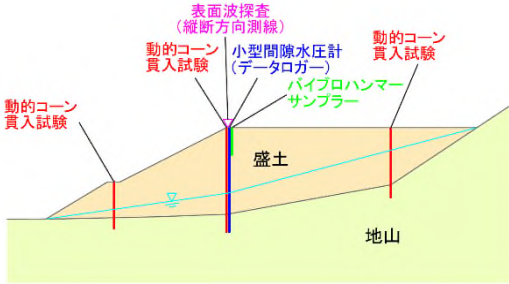
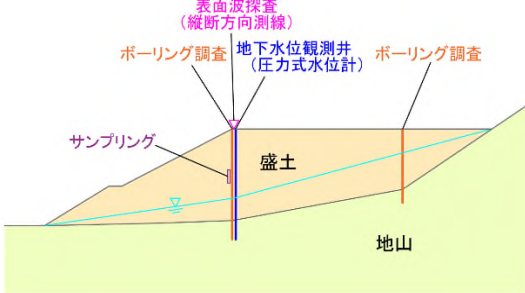


図-3.5.13 盛土防水イメージ図(盛土内にトレンチを設け、地下水の侵入を防ぐ)

3.6 二次調査の経済性の評価

表-3.6.1に、二次調査の調査仕様の例と概算費用を示した。同表には比較のため、従来の調査として詳細調査に該当するボーリングを含んだ調査仕様の併記している。

表-3.6.1 二次調査の経済性比較

| | 経済性を考慮した耐震診断二次調査 | 従来の調査（詳細調査） |
|---------|---|--|
| 調査仕様の概要 |  <ul style="list-style-type: none"> ・表面波探査 50m ・動的コーン貫入試験 3箇所(20m,15m,10m) 計45m ・バイブロハンマーサンプラー 1箇所(3m) ・小型間隙水圧計 1箇所(計測6カ月) ・室内土質試験 物理試験 3試料 ・安定計算 1断面(現場作業日数:2日程度) |  <ul style="list-style-type: none"> ・表面波探査 50m ・ボーリング調査 2箇所(20m,15m) 計35m ・乱の少ない試料採取 1試料 ・地下水位観測井設置(圧力式水位計) 1箇所(計測6カ月) ・室内土質試験 物理試験・力学試験(三軸) 1試料 ・安定計算 1断面(現場作業日数:10日程度) |
| 概算費用 | 340万 (表面波探査を実施しない場合 270万) | 540万 (表面波探査を実施しない場合 470万) |
| 評価 | サウンディング等、簡易調査を組み合わせた耐震診断二次調査の方が詳細調査よりも経済的に有利(およそ4割のコスト削減) | |

※ 概算費用は建設物価を参考に算出(税抜き)

表-3.6.1の概算費用の比較より、サウンディング等、簡易調査を組み合わせた耐震診断二次調査の方が経済性に有利であることがわかる。さらに、ボーリング調査に比べて調査作業を短期間で終えることができるなど、作業性の観点からみても有利であるといえ、これらの観点からも本研究で提案する二次調査の有効性が確認できた。

ただし、盛土材料採取はバイプロハンマーサンプラーが適用可能な深度（最大で4～5m）および粒度（礫径の大きな盛土材料は採取不可）でしか実施できないこと、盛土の強度特性の評価に、サウンディング結果を用いた換算式を使う必要があり、詳細調査と比べて精度が落ちる。また、切盛り境界の評価を N_d 値の変化や設計図面等によって行うため、採取試料の観察によって評価する詳細調査よりも精度が落ちる。二次調査の性格を踏まえると、安全側（簡易安定解析による安全率が小さくなるような条件）になるような物性値を設定することも一案であるが、二次調査の精度低下につながる事となる。また、盛土内水位を計測することとしているが、盛土内の水分分布は盛土材料及び締固め度のばらつきに起因して複雑であり、1深度での水位観測では十分な評価ができない可能性が指摘される。これらのことを踏まえて二次調査結果を評価する必要がある。

なお、動的コーン貫入試験、バイプロハンマーサンプラー、小型間隙水圧計等の実施箇所数については、対象盛土の規模や想定される盛土材料など、諸条件に応じて適切に調査計画を立案する必要がある。一方、二次調査は詳細調査と比べ経済性への配慮が望まれていることから、原則として最も安全性が低くなる断面に絞って調査を実施することが基本になると考えられる。すなわち、基本的に最も安全性が低くなる断面、すなわち、地震時の不安定化は盛土高が高く地下水位が上昇しやすい沢沿いの断面で生じ始めることを考慮し、そのような断面で調査を実施する。ただし、施工履歴などから縦断方向に盛土が不均質であることが確認されているような場合では、調査頻度を増やすことも検討する。

3.7 まとめ

本節では、低コストで簡易な既設盛土の安定性評価手法の確立を目的に、物理探査と各種の簡易なサウンディング試験を組み合わせた二次調査手法の提案を行った。さらに、本提案法の実務への適用性を2つの既存盛土を対象とした事例により検証した。得られた結論は以下のとおりである。

- 1) 事前情報に基づいて物理探査と簡易なサウンディングの最適な組合せ内容の検討を行った。あわせて、調査項目の標準的な配列や具体的な判断項目を設けることにより、低コストで盛土安定性を評価可能な、実装性のある調査フローを提案した。
- 2) 既設盛土を対象に提案手法を適用して盛土の安定性評価を実施したところ、得られた安全率は現行の詳細調査結果で得られた値よりも小さく、スクリーニング手法として適切であることが示された。あわせて、現地踏査や机上調査の結果を踏まえた盛土の安定性を評価することの重要性を示した。
- 3) 詳細調査結果との比較により、盛土の安定性評価の精度を向上させるためには、盛土材料および基礎地盤表層の強度定数と、盛土内水位の評価精度を向上させることが重要であることがわかった。

4. 経済的な耐震診断法の確立に向けた課題

4.1 一次調査に関する課題

本研究で提案した既設道路盛土の効率的な一次点検（広域点検）手法は、机上調査および現地踏査結果に基づいて盛土が持つ素因から盛土を劣化させる可能性の有無を予測し、盛土に発生した変状の進行状況と併せて将来起こり得る災害形態・規模を想定し、安全性が低い盛土を抽出するといったものである。当手法に基づいて抽出された安全性の低い盛土に対して二次調査を実施した結果、既存の点検手法よりも盛土の安全性を適切に評価可能であることが確認した。ただし、以下に列挙するようにまだ課題も多く残されており、これらに関する検討に取り組むことにより、一次調査の更なる精度向上および効率化が期待できると考えられる。

(1) 対策工の適切な反映

提案した安定度調査表（改善案）は、対策工の履歴や新規に対策工が導入された場合の評価が規定されていない。一般に、原因対策が適切に実施されていない事例では、対処療法的対策が実施された後、再び当該箇所で同様の被災が生じることは容易に想像される。こうした観点から、今後の改定においては、以下の項目を満たすことが望ましい。

- ・ 導入された対策工が適切な対策工種、数量、かつ施工方法で実施されたか
- ・ 対策工導入履歴についても記録を残せるような様式の改善

また、対策工が導入されることで、構造物と地山境界部などで新たな盛土不安定化要素が発生していないかについても考慮できる評価システムの導入が期待される。これらへの取り組みにより、追加の対策工を適用する際の選定にも寄与すると考えられる。

- ・ 対策工導入で新たに生じる不安定化リスク

(2) 時系列データの取得と整理方法の検討

盛土の安定性評価は、盛土内水位の状態に大きな影響を受ける。すなわち、盛土内水位は豪雨など大きな外力の作用により一時的な上昇をするほか、表層水の長期的な浸透の影響も受ける。外力の作用によって水みちの拡大や含水量の変化、交通荷重や地震の影響による盛土のせん断変形に伴う地下水挙動の変化等をもたらし、想定される災害形態をも変化させる可能性がある。

このような、盛土内水位の経時的な変化がもたらす盛土安定度評価の不確実性に対する対処方法の一つとして、将来懸念される災害形態の予測精度の向上が効果的であると考えられる。これを実現するためには、継続的かつ定量的な状態把握が必要となる。

すなわち、何をどのような方法で、どのタイミングで計測するかを検討するにあたり、

- ・ 「素因⇒水」、「変状⇒変位」の関係性についての再整理
- ・ 時系列データ取得の意義

を考察した上で、下記に配慮した評価システムを検討する必要がある。

- ・ 変状がいつ発生し、経年的に累積傾向(長さ・開き)にある亀裂か否かが判断可能な様式
- ・ 「性能」調査を視界に入れた調査様式

(3) 防災カルテとの関連付け

現行の「道路防災点検の手引き」では、安定度調査表とともに点検記録として防災カルテ様式を作成し

ている。このカルテについても見直しを行い、以下の要求品質を満足し得る安定度調査表とカルテが有機的に関連付いた評価システムの構築が望まれる。

- ・ 多時期調査成果の有効性／災害履歴の必要性
- ・ 調査実施時期、調査頻度、調査内容（※時期によって異なる）についての提案
- ・ 災害形態毎の時系列カルテの作成

すなわち、変状要因、災害形態について以下の **Keywords** について再整理した上で、再構築した災害形態毎に現場別カルテ（図-4.1.1に示す縦に立つ“屏風”がそれぞれの災害形態について切り出されたカルテ）を用意し、これに時系列の各変状要因の変位計測結果が集計・図化できることとなれば、災害発生予測に大いに役立つものと期待される。

Keywords：排水機能の維持/現象の記録/細粒分の移動⇒透水性の時系列変化/乾湿繰り返しによる強度低下/巡回と防災点検/累積傾向を有する亀裂/年4回計測/±2mm 以内/簡易計測/資料ベースの素因評価と現地状況把握による変状評価

(4) 継続的な改善

本研究で対象とした一次調査は安定度調査表の整理を進めることによって行うものであるが、前述のように改善対象と考えられる事項が挙げられることや、社会情勢の変化への対応を考慮すると、継続的な改善を行う必要があると考えられる。また、機能面で必要十分とみなされるような完成度に至った場合においても、利用者（点検者）が利用しやすい、調査様式となるような改善を行うことが望ましい。

また、現地踏査手法を従来の車上調査や徒歩調査のみならず、物理探査、人工衛星や UAV 等の新技術も視野に入れ、点検者が迅速、簡便、広域、繰り返し点検を実施することを念頭において改良を行うのが良いと考える。

なお、調査表の改善に当たっては、当研究の延長的な考え方のみならず、他機関で実施された検討結果も踏まえたものとすれば、より良い成果が挙げられるであろう。例えば、『盛土の性能評価と強化・補強の実務』，一般財団法人 土木研究センター発行（H26.10），の内容なども視野に入れながら、評価手法を検討すればよいと考えられる。

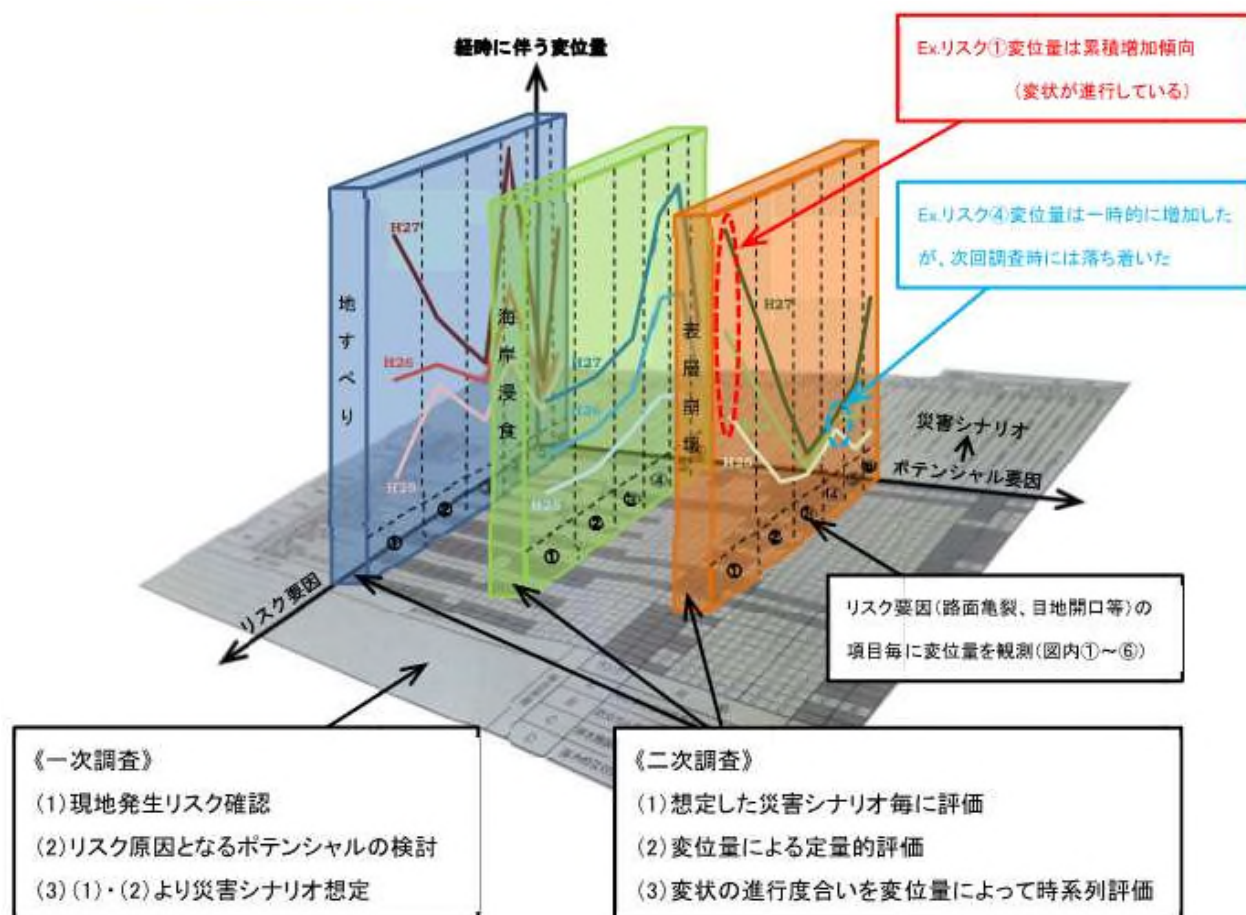


図-4.1.1 安定度調査票への時系列性アドオン模式図

4.2 二次調査に関する課題

3.7 項で示した課題，すなわち，①盛土材料および基礎地盤表層の強度定数の精度向上と，②盛土内水位の評価精度の向上が，二次調査で実施する盛土の安定性評価の精度を向上につながると考えられる。ここでは，それぞれの課題について検討方針の一例を述べることにした。

(1) 強度定数の精度向上

本研究で提案した調査フローでは，二次調査での強度定数の推定手法を，自然地盤を対象とし，実務での使用実績が多い N 値～せん断抵抗角 ϕ の換算式を用いた。しかし本来は，盛土の施工管理基準である締固め度を原位置で評価し，盛土の物性に応じた締固め度～強度定数の関係を用いることが望ましい。特に締固め度が大きくなると粘着力が発揮される盛土材では， ϕ のみで強度定数を評価すると実際との乖離が大きくなる。今後，両者の定量的な関係を得ることが望まれる。

本研究では動的コーン貫入試験によって盛土の物性を評価することとしている。このため， N_{d1} 値によって締固め度が把握できるのが望ましい。そこで今回，締固め度を変えた室内土槽を用いて室内動的コーン貫入試験を実施した事例を紹介する。

図-4.2.1 に試験に用いた試料の粒径加積曲線を，図-4.2.2 に試料毎の締固め度～ N_{d1} 値の関係を示した。なお， N_d 値は有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した盛土の N_{d1} 値とし，土槽の含水比はすべて最適含水比付近に調整した。また締固め試験の締固めエネルギーは標準エネルギーとした。

図-4.2.2 より，①各試料とも締固め度と N_{d1} 値の関係は概ね直線関係にあること，②同一の締固め度で

も粒度により N_d 値が変わることがわかる。

次に、図-4.2.3～図-4.2.5までに、各研究機関がまとめた締固め度～せん断抵抗角 ϕ および粘着力 c の関係を示す。強度定数を求める手法が研究機関により異なっているため一概には言えないが、締固め度が大きくなると c は大きくなるが ϕ はそれほど変化しない試料、 ϕ が微増していく試料、 c 、 ϕ ともあまり変化しないものなど、試料によって傾向が異なることがわかる。

今後の検討により、粒度特性に応じた締固め度～ N_{d1} 値の関係および、締固め度～せん断強度定数の関係の整理が進めば、盛土の物性に応じた締固め度～強度定数の関係を見出すことができるものと考えられる。

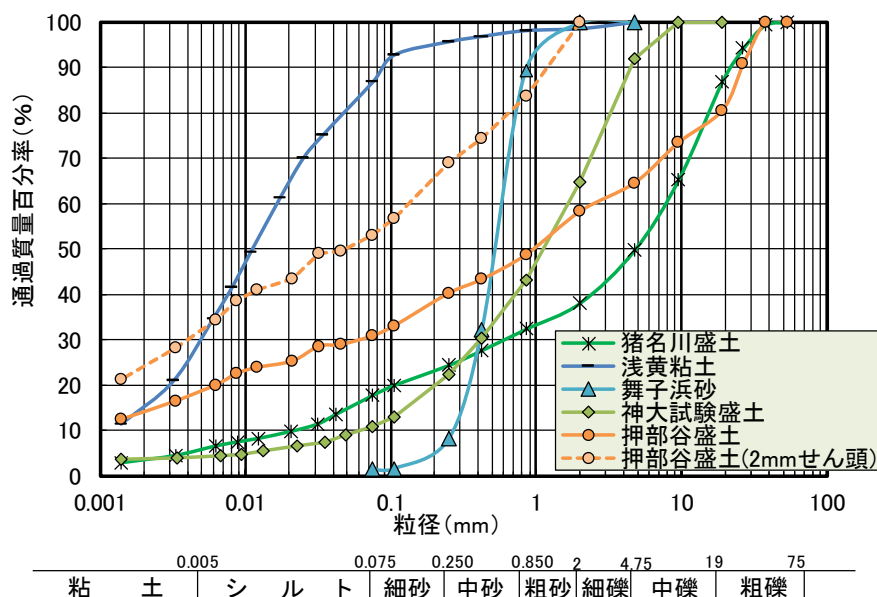


図-4.2.1 室内動的コーン貫入試験に用いた試料の粒径加積曲線

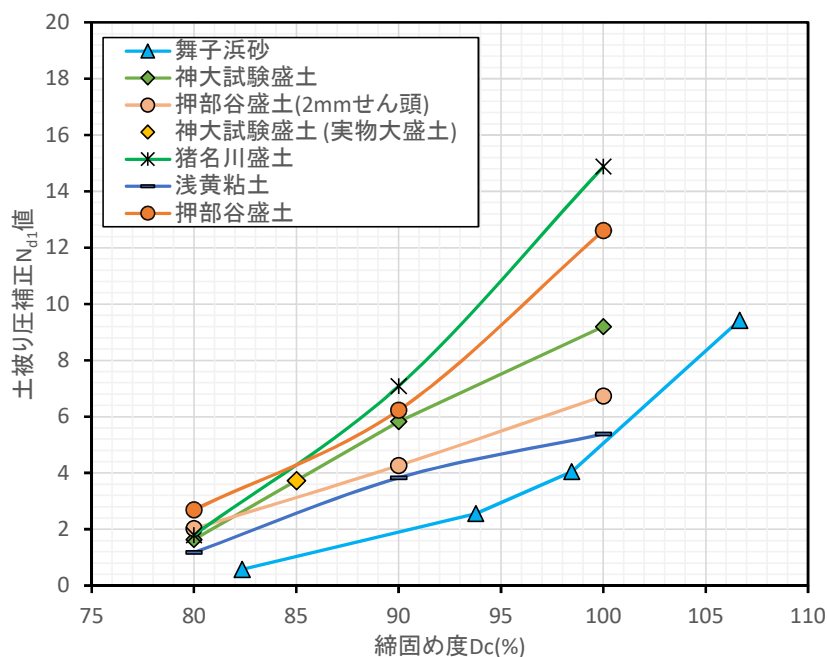


図-4.2.2 試料毎の締固め度～ N_{d1} 値の関係

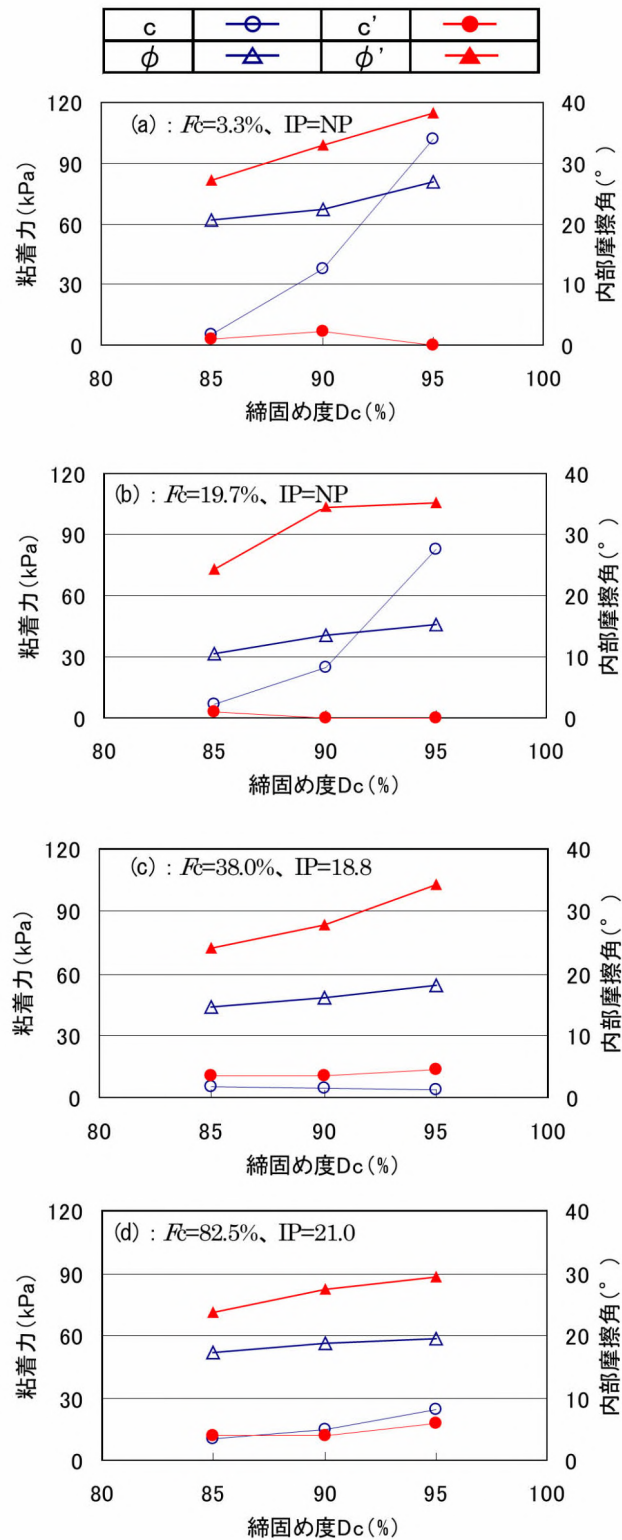
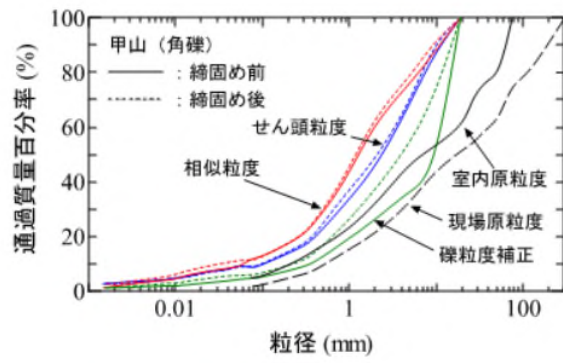
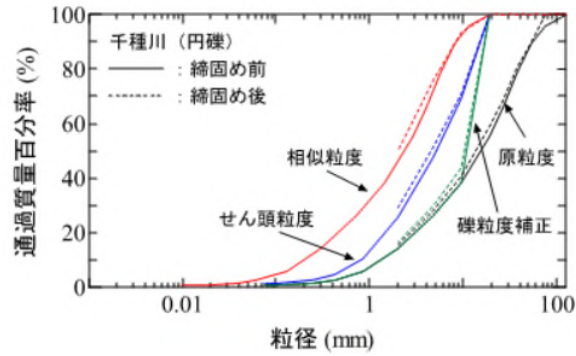


図-4.2.3 各種土質の強度定数と締固め度の関係¹⁾
 (a) 粗粒質 (b) 砂質土 I (c) 砂質土 II (d) 粘性土

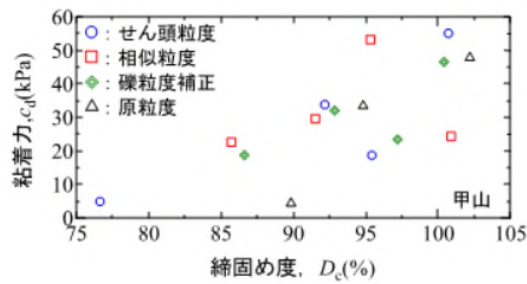


(a) 甲山試料

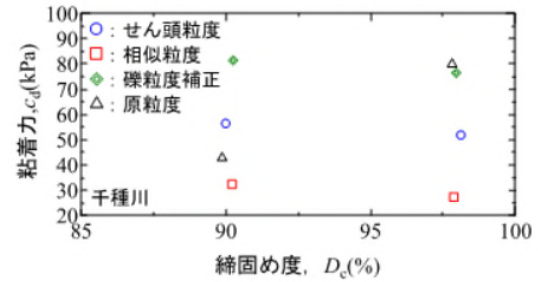


(b) 千種川試料

① 粒径加積曲線

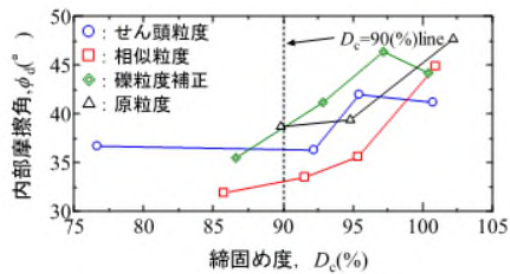


(a) 甲山試料

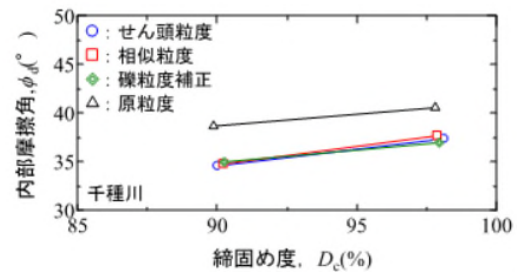


(b) 千種川試料

② $D_c \sim c$ の関係



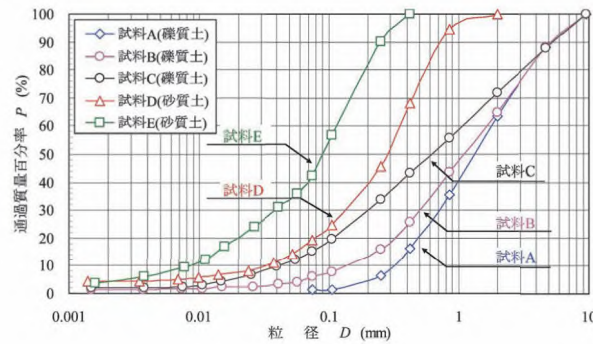
(a) 甲山試料



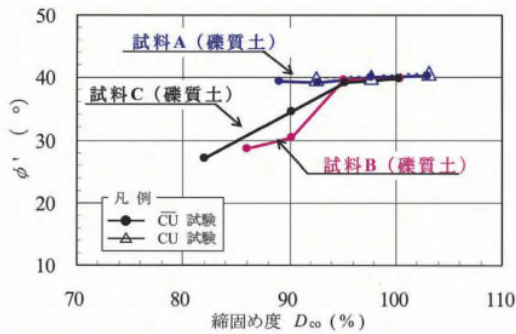
(b) 千種川試料

③ $D_c \sim \phi$ の関係

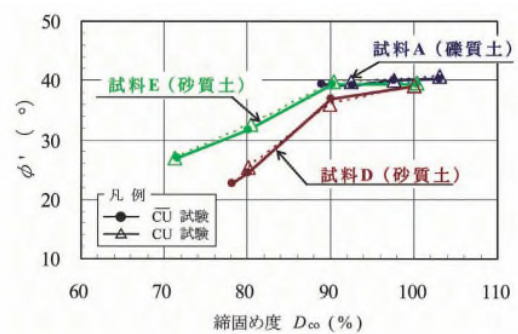
図-4.2.4 砂礫盛土材の強度定数と締固め度の関係²⁾



① 粒径加積曲線

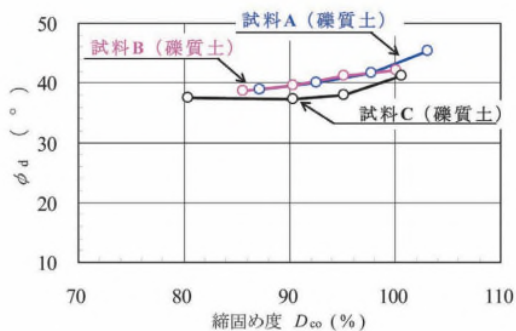


(a) 均等係数が異なるケース

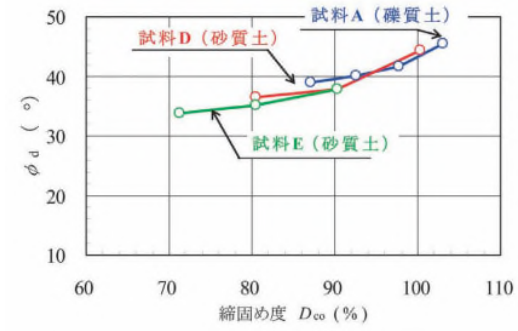


(b) 平均粒径が異なるケース

② $D_c \sim \phi'$ の関係 ($c=0$ として ϕ を算出)



(a) 均等係数が異なるケース



(b) 平均粒径が異なるケース

③ $D_c \sim \phi_d$ の関係 ($c=0$ として ϕ を算出)

図-4.2.5 堤体盛土材の強度定数と締固め度の関係³⁾

(2) 盛土内水位の精度向上

本研究で提案した調査フローでは、観測された水位が宙水であるかどうかの判断を、ストレーナ区間の深度を分けた水位観測孔や、横断方向の水位観測孔の設置により行った。ただし、その判断は安定性評価上重要であることから、今後はより簡易な宙水の計測手法の開発が望まれる。

本研究では動的コーン貫入試験によって盛土の物性を評価することとしている。他方、3.2項1)で取り上げた液状化ポテンシャルサウンディング (PDC) では、動的貫入試験装置の先端コーンに内蔵した間隙水圧計で打撃貫入時に地盤内で応答する過剰間隙水圧を計測することとしているが、図-4.2.6の動的コーン貫入試験時の先端コーンに発生した間隙水圧測定例に示すように、地下水位の有無により過剰間隙水圧の発生量は異なる⁴⁾。また、発生量および発散時間は土質及び飽和度によって異なると推測される。そこ

で飽和度が異なる室内土槽を作製し、動的コーン貫入試験時における土質毎の飽和度～過剰間隙水圧の関係を得ることができれば、動的コーン貫入試験によって盛土内水位を把握する手法が得られる可能性がある。今後の検討が進むことが期待される。

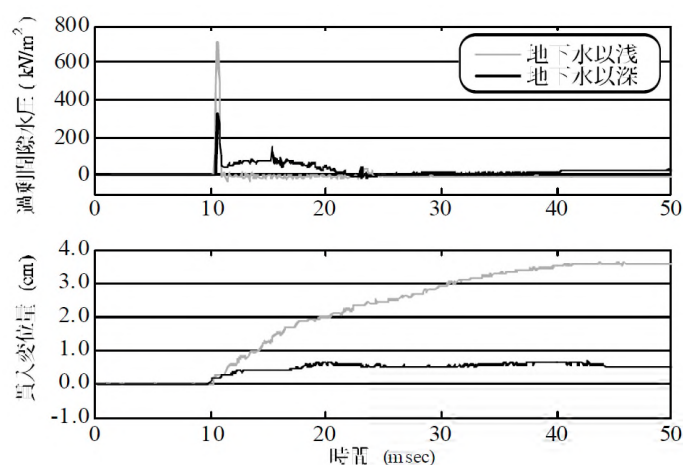


図-4.2.6 動的コーン貫入試験時の間隙水圧測定例⁴⁾

4章の参考文献

- 1) 佐々木哲也，森啓年，榎本忠夫，山木正彦：盛土施工の効率化と品質管理向上技術に関する研究(3)，土木研究所 sen-3 平成 22 年度 重点プロジェクト研究報告書，pp1～5，2011.
- 2) 上本雄也，澁谷 啓，橋元洋典，川尻峻三：砂礫盛土材の締固め特性および変形・強度特性に及ぼす粒度特性の影響，地盤工学ジャーナル Vol.6, No.2, pp.181-190, 2011.
- 3) 持田文弘，阿部知之，畠山正則：堤体砂質土・礫質土の強度定数設定のための三軸試験方法，応用地質年報 No.29, pp.95-113, 2009.
- 4) 澤田俊一，塚本良道，石原研而：間隙水圧測定を伴う動的貫入試験法—その 5 地下水位—，土木学会 第 60 回年次学術講演集，pp.961-962, 2005.