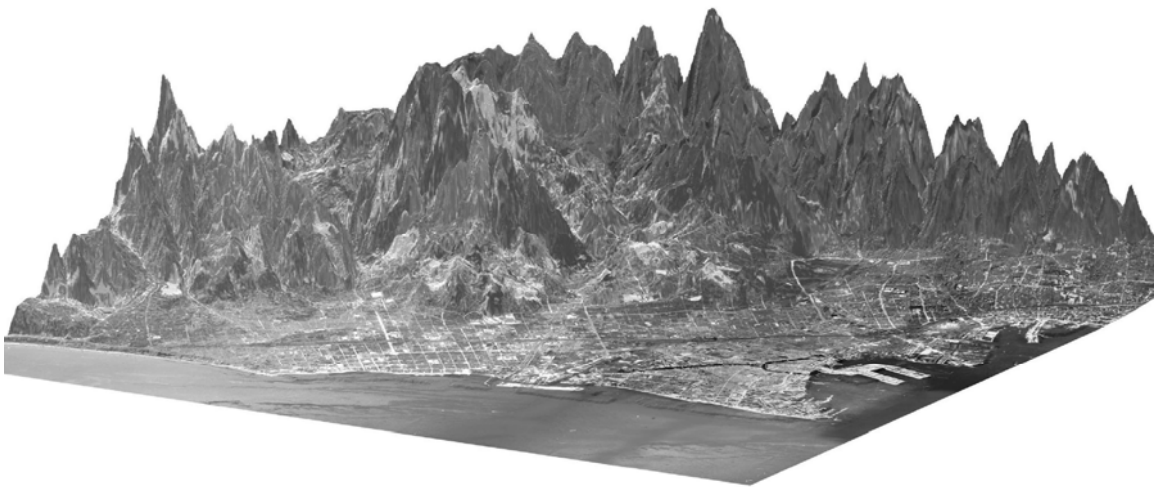


神戸の減災研究会

研究成果報告書

■ 平成 27～29 年度 ■



平成 30 年 8 月

表紙写真の説明

表紙の写真は 1947 年 9 月 23 日に米軍によって撮影された空中写真(USA M496 34)と、神戸 JIBANKUN の 20m 格子標高データを組み合わせて、地図描画フリーソフト(GMT : Wessel and Smith, New improved version of the Generic Mapping Tools released, EOS Trans. AGU, 79, 579, 1998)を用いて作成しています。

神戸の減災研究会

研究成果報告書

■ 平成27～29年度 ■

全体構成

まえがき

第1編 石積み擁壁の健全性評価手法

第2編 既設盛土の耐震性評価手法に関する検討

第3編 斜面上転石の危険度評価手法に関する研究

第4編 神戸 JIBANKUN の活用

第5編 神戸市の地震動特性と中高層建築物の耐震補強に関する研究

まえがき

本報告書の執筆にまさに着手しようとした矢先の6月18日、大阪府北部を震源とする震度6弱の地震が発生しました。神戸もかなり揺れましたが、幸いにも被害は軽微でした。追い討ちをかけるように、執筆が佳境に差し掛かった7月初旬には、未曾有の豪雨が西日本を中心に猛威をふるいました。7月20日現在、14府県で200以上の死者・安否不明者が報道されています。また、4,000人以上の被災者の方々が、酷暑の中で避難所に身を寄せて、過酷な生活を余儀なくされています。今回の西日本豪雨で、神戸市の避難指示は32件、ピーク時で約10万人に出された避難勧告13件のうち11件は、土砂災害の危険を想定したものでした。一方、六甲山系の土砂災害による死者・安否不明者はゼロでした。

1938(昭和13)年7月にも、3日間降り続いた豪雨による濁流や土石流が街を襲い、600人を超す人が犠牲となる「阪神大水害」がありました。当時、現在の東灘区住吉に住んでいた谷崎潤一郎は、大水害の様子を小説「細雪」に、「六甲の山奥から溢(あふ)れ出した山津波なので、真っ白な波頭を立てた怒濤が飛沫を上げながら後から後から押し寄せ来つつあって、あたかも全体が沸々と煮えくり返る湯のように見える」と描写しています。山津波という表現に、丁度80年前の峻烈な土砂災害の様が目に浮かびます。

誤解を恐れずに言えば、今、80年近い長い歳月を経て、神戸の「防災力」は着実に大きく前進した、と強く感じています。これは、神戸の街を襲った過去の大震災や度重なる豪雨災害から学んだ数々の教訓を活かして、国・県・市の行政が「自然災害に決して屈しない、犠牲者を出さない」との信念を共有して、宿命を使命に変える「変毒為薬」の取り組みを地道に展開してきた結果だと言えましょう。本研究会の思いも関係行政機関と同じです。本報告書に述べられている知見と技術的な諸提案が、近い将来の神戸の減災に少しでも役立てば、これほど嬉しいことはありません。

本報告書は、平成27年度～平成29年度の3カ年の研究成果を取りまとめたものです。まずは、神戸市の最近の行政ニーズを事前にヒアリングし、神戸市の関係部局と研究会メンバーとの間で協議を重ねることにより、いくつかの研究テーマを設定しました。

本報告書の第1編は、石積み擁壁の健全性評価が研究テーマです。現在、神戸市では、国交省の判定マニュアルに準じて既存擁壁の安定性を評価しているそうです。当該マニュアルは、擁壁の構造形態、仕様、現地踏査による変状・損傷の程度、等の「見た目の情報」を拠り所にしており、肝心の裏込め土や地下水位に関する地盤情報を定量的に測定し評価している訳ではありません。一方、石積み擁壁は地震や豪雨により壊れる場合が殆どですから、擁壁背面土の強度定数や地下水位に関する情報こそが重要です。そこで本報告書では、簡易な現地調査結果や解析方法を取り入れた判断基準を提案するとともに、経過観察のためのモニタリング手法および対策工法についても言及しています。

第2編では、既設盛土の耐震性評価に関する研究成果を取りまとめています。まず、一次調査への活用を念頭においた既往の安定度調査票の改善案を提案しています。この改善案の最大の特長は、既存盛土の具体的な破壊形態やそれぞれの破壊形態に固有な変状シナリオを想定した評価方法を導入したことにあります。つぎに、物理探査手法と簡易なサウンディングの組み合わせによる低廉な二次調査手法を提案しています。耐震対策が必要な道路盛土は膨大な数になるので、調査費用の低廉化は必須です。まず、安定度調査票を用いて一次スクリーニング、つぎに二次スクリーニングとして低廉な二次調査を実施する。そして、これらのフルイわけが残った盛土に対して既往の詳細調査により耐震性を評価する、という一連の流れを提案しています。神戸市からご提供いただいたサイトを含めたケーススタディーの結果、二次調査による安全率は詳細調査による安全率よりも僅かに小さく、決して大きくなることはない、即ち、危険な盛土をオーバーラックしないことを確認

しています。

第3編では、斜面上の転石の危険度評価を取り扱っています。これも斜面地の多い神戸にとっては、差し迫った研究テーマです。落石発生源の二大形態は、転石型と剥離型に分けられます。本報告書では、両者の危険度の定量的な評価方法として、転石の打撃による固有振動数に着目した手法を紹介しています。模型転石を用いた基礎研究を経て、実現場において提案法の適用性を評価した事例を報告しています。

第4編は、神戸 JIBANKUN を活用した下水道管渠の健全性と空洞調査に基づく陥没等の災害予測に関する研究です。ご存知のように、神戸 JIBANKUN は平成 11 年に運用が開始された神戸市域の地盤情報を収集したデータベース(DB)です。今回は、DB の利活用方法に関する現状の課題や要望に関するアンケートを実施し、その結果を報告しています。さらに、新たな活用例として、下水道管渠の不具合と表層地盤との関連性についての分析結果を示しています。さらに、もう一つの新たな活用例として、路面下空洞箇所と地盤特性との関連について議論しています。下水道管等のライフラインの不具合や路面下空洞発生の原因は、土工時における埋め戻し土の締固め不足や吸い出しが主であり、ボーリングデータに基づく地盤特性との明確な関連性を見出すことはできませんでした。しかしながら、下水道管の漏れ等に起因する吸い出し型の路面下空洞の発生件数は全体の 1/4 程度であること、したがって、必ずしも下水道管の漏れがオーバーウエルミングな原因ではないことが分かりました。これは、まさに「棚からぼたもち」の成果でした。一方、路面下空洞の維持管理は都市の危機管理そのものであるにもかかわらず、調査による空洞箇所の発見、空洞発生メカニズムの特定、補修方法についての一連の工学的的方法論ならびに空洞発生防止のための事前・事後対策法に関しては、未だ暗中模索の状況です。本研究成果が、このような現状打開の端緒となることを切望しています。

最後に第5編では、神戸市域での地震動に対する検討と中高層建築物の耐震補強に関する研究成果を報告しています。より合理的な耐震診断・補強方法の実現により、実務者の負担軽減を図り、中高層建築物の耐震化促進に貢献することを目的とした研究です。具体的には、神戸 JIBANKUN を活用し、神戸の地盤特性を反映した入力地震動を作成するときの要件を整理して、実務者が入力地震動を選択する際の考え方を提示しています。

最後になりましたが、本報告書をまとめるにあたり、神戸市関係部局より多岐に亘る情報提供ならびにご支援を頂戴しました。また、執筆者ならびに分科会の委員の方々の常日頃からの研究会への献身的なご貢献に対し、紙面をお借りして厚く御礼申し上げます。本報告書の取りまとめには、八谷誠代表幹事（中央復建コンサルティング株式会社）ならびに事務局である一般財団法人建設工学研究所から多大なご協力を賜りました。記して深甚なる謝意を表します。

平成 30 年 7 月 22 日

神戸の減災研究会 (<http://kobe-gensai.com>)

会長 澁谷 啓 (神戸大学大学院 教授)

第1編 石積み擁壁の健全性評価手法

目 次

1.	はじめに	- 1 -
1.1	研究の背景	- 1 -
1.2	擁壁点検の現状と課題	- 1 -
1.3	研究目的	- 1 -
1.4	研究対象擁壁	- 1 -
1.5	被災事例	- 4 -
2.	健全度判定方法	- 6 -
2.1	健全性判定手法の例	- 6 -
2.2	神戸市の取り組み	- 16 -
3.	課題と研究手法	- 17 -
3.1	現行の健全性判定方法の課題	- 17 -
3.2	課題解決のための研究手法	- 18 -
4.	現地調査	- 20 -
4.1	概要	- 20 -
4.2	目視点検	- 24 -
4.2.1	調査方法	- 24 -
4.2.2	目視点検結果	- 24 -
4.3	簡易貫入試験	- 25 -
4.3.1	試験概要	- 25 -
4.3.2	試験結果	- 26 -
4.4	3次元レーザスキャナー	- 30 -
4.4.1	3次元レーザスキャナーの概要	- 30 -
4.4.2	計測結果	- 31 -
5.	調査結果のまとめ	- 36 -
5.1	地形区分と擁壁の変状について	- 36 -
5.2	パラメータスタディーによる背後地盤の健全性評価	- 42 -
5.2.1	パラメータスタディーの概要	- 42 -
5.2.2	計算手法	- 42 -
5.2.3	計算結果	- 45 -
5.2.4	擁壁の安定性について	- 53 -
6.	点検フロー（案）の策定	- 55 -
6.1	健全性評価手法	- 55 -

6.2 点検フロー（案）	- 56 -
6.2.1 点検区分	- 56 -
6.2.2 詳細点検	- 57 -
6.2.3 点検フロー（案）	- 58 -
7. 石積み擁壁のモニタリング手法や補修・補強工法	- 59 -
7.1 石積み擁壁の変状に対するモニタリング手法	- 59 -
7.1.1 クラック	- 60 -
7.1.2 傾斜，はらみ出し	- 61 -
7.1.3 不同沈下，水平移動，目地開き	- 63 -
7.1.4 背後地盤の吸い出し	- 63 -
7.1.5 変状の発生位置の記録	- 65 -
7.2 石積み擁壁の補修・補強工法	- 66 -
7.2.1 目地詰め工	- 68 -
7.2.2 沿え打ち工	- 69 -
7.2.3 格子枠工	- 71 -
7.2.4 補強土工	- 72 -
7.2.5 グラウンドアンカー工	- 74 -
7.2.6 抑止杭工	- 75 -
7.2.7 その他	- 76 -
8. まとめ	- 77 -

【巻末資料】

1. 宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案），2002
2. 点検結果カルテ

1. はじめに

1.1 研究の背景

神戸市を含め全国の都市域を中心に、昭和 30 年代はじめ頃から宅地の需要が高まってきた。しかしながら、これらの宅地の中には排水施設や擁壁が不完全なものも多く、宅地そのものが危険であるばかりでなく、周辺の土地にまで災害の影響を及ぼすものも生じてきた。

このため神戸市では、全国に先駆けて「傾斜地における土木工事の規制に関する条例」を昭和 35 年 4 月 14 日に施行し、昭和 36 年 6 月の豪雨に際しては一定の成果を収めたものの、届出制の域を出ない条例であったため十分なものではなかった。

このような状況を重視した国は、この条例やその実務運用を参考として「宅地造成等規制法」（以下、宅造法という）を昭和 37 年 2 月に施行し、その後の宅地の安全性が大きく向上した。

しかしながら、近年地球温暖化の影響もあり異常気象が頻発し局所的な集中豪雨が各地で多発している他、数年おきに大地震が発生していることもあり、宅地被害（とりわけ盛土や擁壁の崩壊）も依然として発生している。宅地盛土や擁壁の崩壊は、家屋の変状・損壊や崩壊土砂による道路の封鎖、第三者災害が発生するだけでなく、大規模な宅地崩壊に進行する可能性がある。

宅造法第 16 条では、宅地の所有者はその宅地を常に安全な状態に維持するように努める必要が有り、擁壁を含め宅地の災害によって第三者や道路等、周辺に影響が及んだ場合所有者の責任が問われることから、擁壁等の健全性を確認しておき、必要に応じて予防保全等の対策をすることが重要である。

擁壁の健全性を判断するマニュアルは数多くあるものの、必ずしも使いやすいものではなく課題があることから、今回の研究でより判断しやすい手法を提案したものである。また、小規模な擁壁を含めた対策法（補修方法）の提案も行った。

1.2 擁壁点検の現状と課題

擁壁の被害の現状やその対応について、神戸市建設局の宅地開発指導課の実務者にヒアリングを行った。その結果、以下のような課題が指摘されていることから、今回「擁壁の健全性評価」に対して研究を行うこととした。

- ・宅地擁壁の復旧は所有者対応となるため自治体主導で進めにくい、実際に地震時だけでなく豪雨時にも崩壊が発生しており、事前対応が必要である。
- ・現在、神戸市では「国交省：宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案），H14.3」に準じて安全性を評価しているが、危険度「中」に区分される経過観察についてはその観察方法が明確になっていない。
- ・マニュアルに補修等対策について記載されていない。

1.3 研究目的

本 WG の研究目的は以下の通りである。

これまでの擁壁健全性判定評価に「地盤情報」を取り込み、より信頼性の高い判定手法を提案することを目的とする。また、判定に際して簡易な現地調査手法や定量的な判断基準についても提案を行う他、経過観察時のモニタリング手法や対策工法についても整理する。

1.4 研究対象擁壁

擁壁とは、盛土や切土された地盤を支える壁のことである。高低差のある土地を造成する場合によく用いられる。擁壁には大きく分けてコンクリート擁壁（図-1.4.1）やブロック擁壁（図-1.4.2）、石積み擁壁（図-1.4.3）

などに分かれ、擁壁を施工する立地条件（高さ、景観、地盤条件等）や費用、工期等に合わせて選定される。この中でも石積み擁壁は、古くから施工されている工法で、条件により様々であるが他の工法よりも安価で自然との調和に優れ、コンクリートよりも風化に強い等の利点がある。反面、壁体自体の強度が低いことが短所である。

以下、主な擁壁形式を示す。



図-1.4.1 コンクリート擁壁

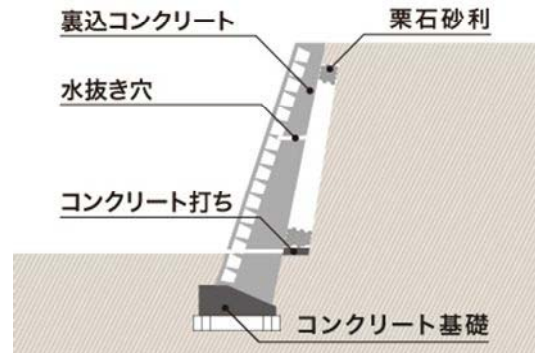


図-1.4.2 ブロック積み擁壁

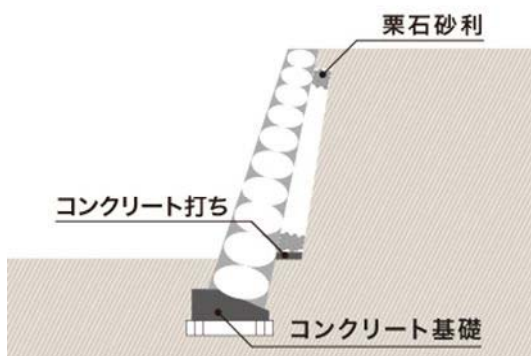


図-1.4.3 石積み擁壁

これらの擁壁のうち、豪雨や地震時に被害が多い形式としては「石積み擁壁」が挙げられる。以下、地震時の擁壁被害についてまとめられた資料の抜粋を添付した。

【資料-1：兵庫県南部地震での神戸市における被災データ】

図-1.4.4 に示す通り、石積み擁壁（ブロック積み擁壁含む）は鉄筋コンクリート擁壁（L 型、逆 T 型擁壁）や無筋コンクリート擁壁（重力式擁壁）と比較すると、各年代区分全てで被災数が多いことがわかる。また、宅造法適用前後の擁壁を比較すると、適用前の擁壁の被災が非常に多いことがわかる。

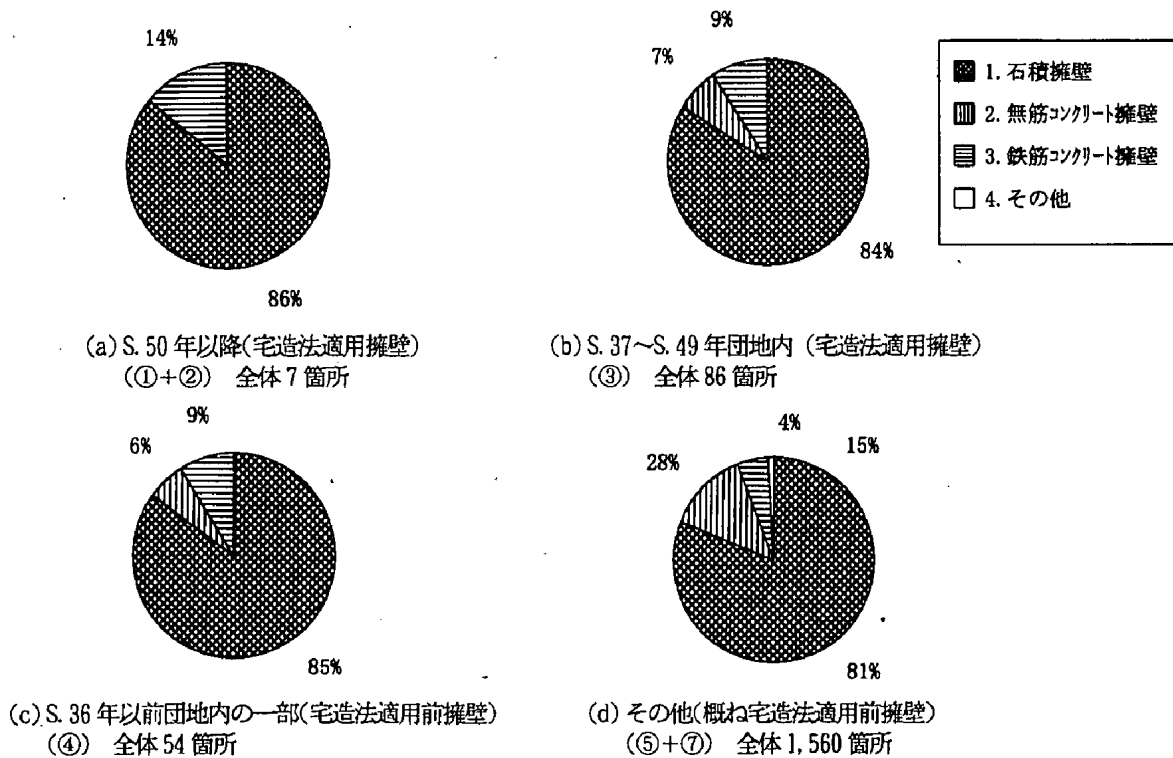


図-1.4.4 年代別の被災擁壁形式¹⁾

【資料-2：鳥取県西部地震（2001.10.6）での擁壁被害データ】

図-1.4.5 に示す通り，鳥取県西部地震時の擁壁被害は空石積造擁壁が最も多く，続いて練石積造擁壁，コンクリート系擁壁となっている。この傾向はどの地区においても同様である。

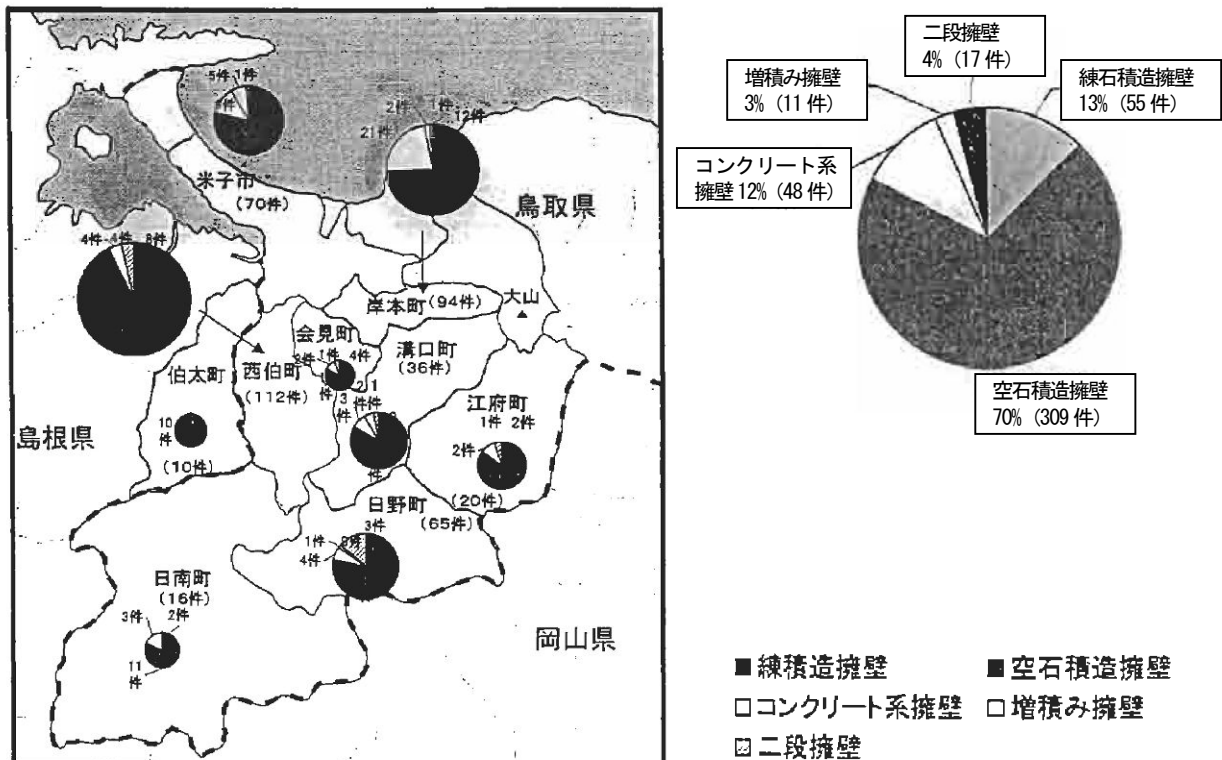


図-1.4.5 擁壁形式別被災状況²⁾

豪雨時の擁壁被害（タイプ別）に関するデータはないものの，神戸市へのヒアリングによれば相対的に石積み擁壁が多いことがわかっている。

したがって，本研究会では擁壁の安全性を検討する中で「石積み擁壁」を対象にしたものである。なお，この石積み擁壁は空石積み擁壁だけでなく，練り石積み擁壁やブロック積み擁壁も含むものである。

1.5 被災事例

以下に被災写真の一例を示す。

東日本大震災：玉石空積擁壁の崩壊



兵庫県南部地震：空石積み擁壁の崩壊



福岡沖地震：擁壁崩壊による道路閉塞



豪雨による石積擁壁の崩壊



2. 健全度判定方法

2.1. 健全性判定手法の例

宅地擁壁の健全性評価に対しては、多様な機関からその手法について提案されている。表－2.1.1 にその例を示す。

表－2.1.1 採点表及びランク分類表

発行者	マニュアル名称	制定年月	対象擁壁	評価方法の概要
兵庫県 都市住宅部	既存不適合擁壁改善マニュアル	平成11年3月	ブロック積、空石積、練石積 RC擁壁、重力式、もたれ式擁壁 (宅地造成法等規制法の適用以前に築造された擁壁)	擁壁の種類に応じた採点表があり、評価項目を点数化し、合計点でランク付けする
国土交通省 総合政策局 宅地課 民間宅地指導室 社団法人 全国宅地擁壁技術協会	宅地擁壁老朽化判定マニュアル(案)	平成14年3月	練石積、コンクリートブロック積、重力式コンクリート擁壁、鉄筋コンクリート擁壁、空石積、増積擁壁、二段擁壁、張出し床板付擁壁	擁壁の種類に応じて、基礎点(環境条件・障害条件)と変状点の組み合わせ(合計点)で評価する
大阪府 住宅まちづくり部 建築指導室	石積み・ブロック積みよう壁の自己診断マニュアル	平成24年3月	石積、ブロック積擁壁	擁壁の高さ、勾配等の形状に関する基礎点の他、擁壁背面の土の種類、変状の状況に関する項目等を総合的に評価する
被災宅地危険度判定 連絡協議会	被災宅地の調査・危険度判定マニュアル	平成26年3月	練石積、増積み、コンクリート系、二段、張出し床板付、空石積擁壁(被災宅地の擁壁)	擁壁の構造や地盤条件などの基礎点と変状点を総合的に評価し、危険度を評価する

《各判定マニュアルにおける評価方法の概要》

①既存不適合擁壁改善マニュアル，平成11年3月，兵庫県都市住宅部

宅地造成等規制法の適用以前に築造された、いわゆる既存不適格擁壁を改善するのにあたっての基本的な考え方及び改善工法選定上留意すべき点を整理し、擁壁の所有者等が改善工事を実施する際および、行政担当者が審査・指導を行う際等の参考に供することを目的している。

このマニュアルでは、構造や形態が昭和37年の宅造基準を満足しているか、付近の湧水の有無、排水施設の有無などを評価・採点し、擁壁の改善が必要かどうかを判断するものである。表－2.1.2 に採点表及びランク分類表を示す。

表-2.1.2 採点表及びランク分類表³⁾

ブロック積・石積擁壁用 採点表(A)

注) 再採点表(A)を兼ねる 様式-8

項目	要因	評点区分	配点	ウェイト	評点
形態	過剰荷重	基準に合致している	10	10	
		基準に合致していない	0		
	擁壁前面のころび	S37年宅造基準を満足している	10		
		部分的に満足している	5		
構造	組積コンクリート厚さ	満足していない	0	10	
		S37年宅造基準を満足している	10		
		S37年宅造基準のうち下記の寸法を満足していない	5		
		控え c m (基準値 c m)	0		
	透水路	S37年宅造基準を満足している	10	10	
		S37年宅造基準のうち下記の寸法を一部満足していない	5		
		裏込厚さ c m (基準値 c m)	0		
		S37年宅造基準を満足していない	0		
	構造	S37年宅造基準を満足している	10	10	
		S37年宅造基準のうち下記の寸法を満足していない	5		
		根入れ長さ c m (基準値 c m)	0		
		S37年宅造基準を満足していない	0		
	材料の劣化	劣化は認められない	10	10	
		多少の劣化が認められる	5		
		劣化が認められる	0		
		S37年宅造基準を満足している	10		
基礎	水抜きパイプ	S37年宅造基準を一部満足している	5	10	
		S37年宅造基準を満足していない	0		
		必要性	10		
		基礎は不要又は基礎形状として満足している	10		
	形状	基礎はあるが形状を下記の寸法を満足していない	5	10	
		左図の区分 a b c d c m (基準値 c m)	0		
		基礎なし又は基礎形状として満足していない	0		
		付近に湧水は認められない	10		
	水の状況	付近に湧水がある	5	10	
		基礎地盤の地下水位が底面付近にある	0		
		天端及び周辺に排水施設があり有効である	10		
		天端及び周辺に排水施設があるが有効でない	5		
	排水施設(水抜穴含む)	天端及び周辺に排水施設がなく雨水が流入している	0	100 / 100	ランク
	計				

採点表(A)によるランク分類表

ランク	対 応	評 点
I	外力ならびに長期的な劣化によって不安定かしないか、もしくは不安低下しても簡単な補修によって復旧が可能な既存擁壁	90点以上
II	外力により擁壁本体に変状をきたす可能性があるが、宅地の崩壊に繋がらない既存擁壁	70点～90点
III	宅地の崩壊に繋がるが比較的軽微であり、上部家屋の倒壊に繋がらない。また、第三者への影響が軽微である。	50点～70点
IV	第三者へ被害を及ぼす可能性があるが、改善が可能な程度の被害に止まる可能性のある既存擁壁	30点～50点
V	第三者へ被害を及ぼす可能性が大きく、改善が困難な既存擁壁	30点以下

注) 上記のランク分類は採点表(A)によって得られた採点に基づくものであるが、ランク分類は改善後も再度採点表によりランク分類を見直すことになる。この場合においても、上記ランク分類は変わらないものとする。

②宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案），平成 14 年 3 月，国土交通省総合政策局宅地課民間宅地指導室，社団法人全国宅地擁壁技術協会

宅地擁壁の老朽化等による危険度判定に関する標準的な評価方法を示したもので，地方自治体の行政担当者が宅地造成等規制法の規定に基づいて，勧告または改善命令を適切に行う際に際して参考を示すものである。このマニュアルは，技術的知見の蓄積に応じて適宜見直していくものであること，地方自治体が独自の判断で事項を付加することなどを否定するものではないことを明らかにするため，（案）となっている。

このマニュアルでは，基本的な判定方法として，目視に基づく点数法を採用している。採点は，基礎点と変状点を加算し，点数により危険度評価の区分を行う。表-2.1.3 に擁壁の基礎点項目と配点表を示す。

表-2.1.3 擁壁の基礎点項目と配点表⁴⁾

区 分			項 目	分 類	配 点	備 考
基 礎 点	環 境 条 件 (a)	地 盤 条 件	湧 水	Ⅲ	0	擁壁背後地盤からの擁壁表面に対する湧水程度を示したものである。
				Ⅱ	0.5	
				Ⅰ	1.0	
		構 造 条 件	排水 施設等	Ⅲ	0	空積み擁壁の場合は，背面排水施設の設置状況のみについて区分する。
				Ⅱ	1.0	
				Ⅰ	2.0	
		諸 元	擁壁高さ	1m<H≤3m	0	H：擁壁の最大地上高さ
				3m<H≤4m	1.0	
				4m<H≤5m	1.5	
				5m<H	2.0	
	障 害 状 況 (b)	障 害	排水施設の 障害	異常なし	0	天端排水溝のずれや水抜き孔の詰まりなど，排水施設の機能障害状況を示している。
				障害A	0.5	
				障害B	1.0	
				障害C	1.5	
		劣化障害		異常なし	0	練石積み・コンクリートブロック積み擁壁は，風化・湧水等による浸食程度の劣化状況を示している。また，重力式及び鉄筋コンクリート擁壁は，アルカリ骨材反応の全面劣化及び当該の端面劣化状況を示している。
				障害A	0.5	
				障害B	1.0	
				障害C	1.5	
		白色生成物 障害		異常なし	0	練石積み・コンクリートブロック積み擁壁は裏込コンクリートのクラックによる白色生成物を示している。また，重力式及び鉄筋コンクリート擁壁は，コンクリートの背面からのクラックによる白色生成物の折出を示している。
				障害A	0.5	
				障害B	1.0	
				障害C	1.5	

以下に、基礎点の点数配分の例を示す。

表-2.1.4 湧水の状況分類表⁴⁾

分類	内容	形状
3	擁壁表面がかびている。	
2	常に擁壁表面が湿っている。 擁壁背後が湿潤状態で目地や水抜き穴から湿気が感じられる状態。	
1	水がしみ出し、流出している。 水抜き穴はあるが、天端付近で水が浸透しやすい状況にあり、かつ湧水がある場合。	

表-2.1.5 排水施設等の設置状況の分類表⁴⁾

分類	内容	形状
3	3m ² に1ヶ所で内径75mm以上の水抜き穴及び排水施設があるかまたは、天端付近雨水の地盤への浸透が阻止されている場合。	
2	水抜き穴はあるが、天端付近で雨水が浸透し水抜き穴の詰りが生じている状況にある場合。	
1	水抜き穴が設置されていないか、3m ² に1ヶ所で内径75mm以上を満たしていない場合で雨水が浸透しやすい状況である場合。	

擁壁の変状点項目と配点表は、以下に示すとおりである。宅地擁壁の老朽化変状の形態は、各種擁壁の種類に関わらず同様の項目に整理し、変状の程度を以下の三つに分類している。宅地擁壁の変状点は、各項目の配点における最大点を採用する。表－2.1.6 に擁壁の変状点項目と配点表を、表－2.1.7 に宅地擁壁の危険度評価区分を示す。

(1) 小変状

変状を生じているが、その部分を補修することにより、その機能が回復するもの（使用限界状態）

(2) 中変状

被災を受けており、補修または部分的な改修によりその機能が回復するもの（損傷限界状態）

(3) 大変状

致命的な打撃を受け、その機能を失っているもの。また、復旧には全体の改修を要するもの（終局限界状態）

表－2.1.6 擁壁の変状点項目と配点表⁴⁾

区 分	項目	程度		小変状						中変状						大変状					
		擁壁種類		鉄筋	重力式	埋石積み	増積み	二段	突出し	鉄筋	重力式	埋石積み	増積み	二段	突出し	鉄筋	重力式	埋石積み	増積み	二段	突出し
		コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク	コンク
変 状 点	縦クラック			1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナー部クラック			1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平移動			2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	横クラック			2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不同沈下			3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	目地の開き			3.0		4.0	4.5	5.0	5.5	4.5		5.5	6.0	6.5	7.0	6.0		7.0	7.5	8.0	8.5
	ふくらみ					4.5	5.0	5.5	6.0			6.0	6.5	7.0	7.5			8.0	8.5	9.0	9.5
	傾斜・折損			4.0	4.5	5.0	6.0	6.5	7.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	9.5
	鉄筋の腐食 ^{注2)}			4.5			6.0	6.5	7.0	6.0			7.5	8.0	8.5	8.0			9.5	10.0	10.0
	張出し床版付擁壁の支柱の損傷								8.0						9.0						10.0
	空石積み擁壁の変状					5.0						6.5						8.0			

基礎点と変状点を加算し、危険度評価区分に分類する。

危険度評価区分（点数の最大値）＝ 基礎点 ＋ 変状点

表－2.1.7 宅地擁壁の危険度評価区分⁴⁾

点数の最大値	危険度 評価区分	評価内容
5.0点未満	小	小さなクラック等の障害について補修し、雨水の浸透を防止すれば、当面の危険性はないと考えられる宅地擁壁である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	変状程度の著しい宅地擁壁であるが、経過観察で対応し、変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて勧告・改善命令の発令を検討し、防災工事の必要性についても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地擁壁である。早急に所有者等に対しての勧告・改善命令の発令を検討する必要がある、防災工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう指導する。

石積み擁壁，ブロック積み擁壁を対象として，擁壁の安全性について自己診断するためのマニュアルとなっており，専門家ではない一般の方向けのわかりやすい冊子となっている。評価項目は，擁壁の高さと勾配，擁壁上部の幅と裏側の土質，ブロックの継ぎ足しや 2 段積みの有無，ひび割れやはらみ出しの有無，水抜き穴の有無，排水施設の状況，宅地の勾配となっている。擁壁裏側の土質や宅地の勾配についても評価の対象となっている点が特徴である。図-2.1.1 に擁壁安全性チェックの方法と流れを示す。表-2.1.8～表-2.1.10 に評価項目・集計表・総合評価表を示す。

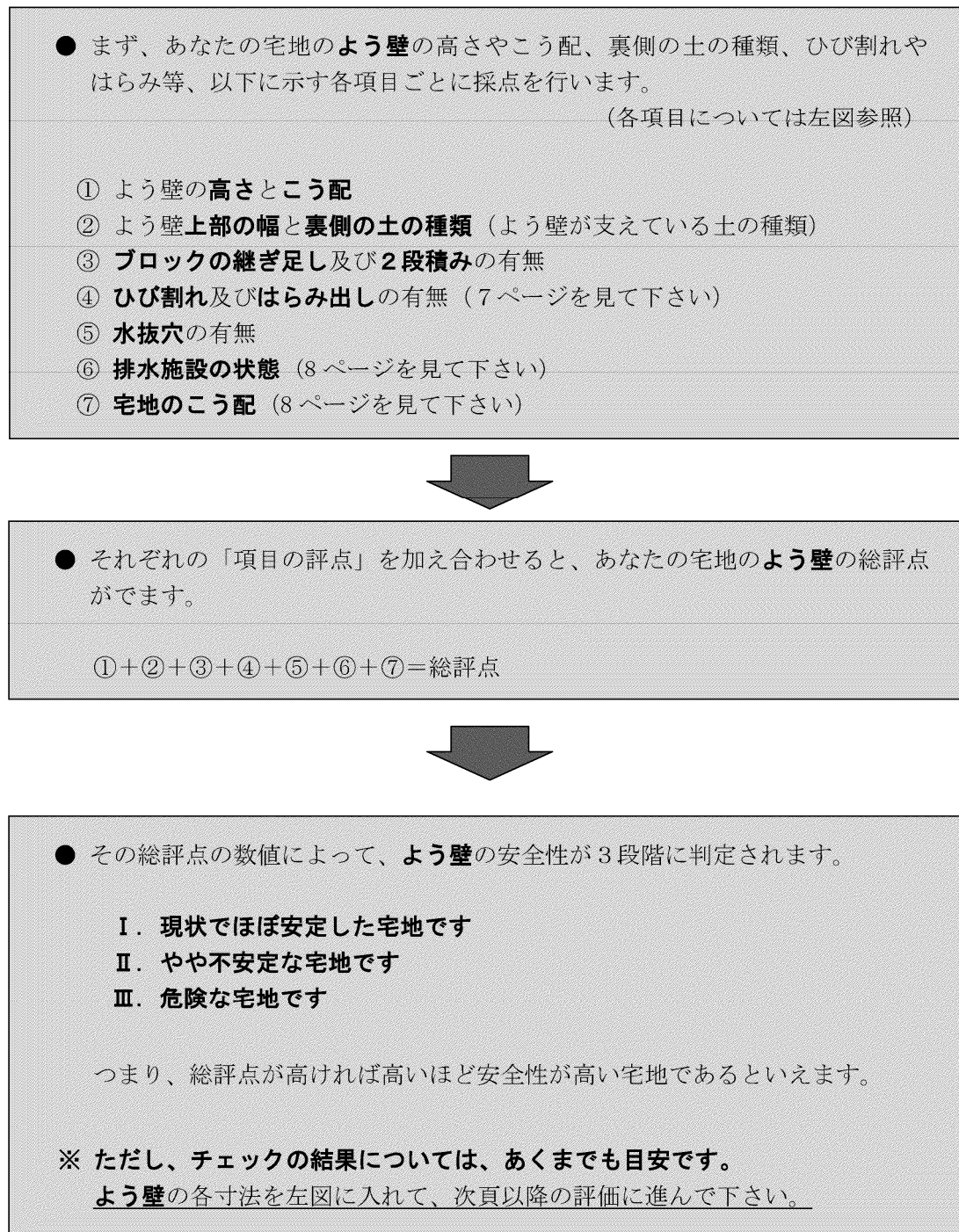


図-2.1.1 擁壁安全性チェックの方法と流れ⁵⁾

表－2.1.8 ひび割れ及びはらみ出しの有無の配点⁵⁾

項目		分類		評価	評点	
変 状	下の図で 該当する もの	なし			◎	15
		図② 図④	縦・斜ひび割れ（長さ 1m 以上） 又は、水平ひび割れ（長さ 3m 未満）	本数：1 本	○	10
				本数：2 本	△	5
				本数：3 本以上	×	0
		図② 図③ 図④	隅角部が開いていて、 縦・斜ひび割れ（長さ 1m 以上）又は、 水平ひび割れ（長さ 3m 未満）が 1 本以下	×	－20	
		図② 図③ 図④	隅角部が開いていて、 縦・斜ひび割れ（長さ 1m 以上）又は、 水平ひび割れ（長さ 3m 未満）が 2 本以下	×	－30	
		図① 図②	はらみ出し又は、 水平ひび割れ（長さ 3m 以上）	×	－30	

※ ひび割れは幅 1mm 以上のものと考えて下さい。

表－2.1.9 チェックリスト集計表⁵⁾

項 目		評 点
①	よう壁の高さとかう配	
②	よう壁上部の幅と裏側の土の種類（よう壁が支えている土の種類）	
③	ブロック継ぎ足し及び2段積みの有無	
④	ひび割れ及びはらみ出しの有無	
⑤	水抜穴の有無	
⑥	排水施設の状態	
⑦	宅地のこう配	
評 点 合 計		

表－2.1.10 総合評価表⁵⁾

評 点 合 計	総合評価	宅 地 の 安 全 度
75 点以上	○	I. 現状でほぼ安定した宅地です
45 点以上、75 点未満	△	II. やや不安定な宅地です
45 点未満	×	III. 危険な宅地です

④被災宅地の調査・危険度判定マニュアル，平成 26 年 3 月，被災宅地危険度判定連絡協議会

このマニュアルは，市区町村において災害対策本部が設置されることとなる規模の地震又は降雨等により多くの宅地が広範囲に被災した場合に実施される被害状況調査及び危険度判定に関する標準的な手法を定めることにより，避難等による二次災害の軽減・防止に資することを目的し，擁壁等の被害状況調査及び危険度判定を行う場合に適用する。

危険度判定の方法は，②の国交省のマニュアルと同様に基礎点及び変状点の最大値を加算し，危険度判定を行うものである。表－2.1.11 に擁壁の基礎点項目と配点表を，表－2.1.12 に擁壁の変状点項目と配点表，表－2.1.13 に宅地擁壁の危険度判定区分を示す。

表－2.1.11 擁壁の基礎点項目と配点表⁶⁾

区 分		項 目	分 類	配 点		備 考
				A	B	
基礎点	地盤条件	湧 水	乾 燥	0	0	擁壁背後地盤からの擁壁面に対する湧水程度を示したものである。
			湿 潤	0.4	0.2	
			にじみ出し・流出	0.8	0.4	
	構造諸元	排水施設等	Ⅲ	0	0	ブロック積・雑割積等の空積みでは、背面排水施設の設置状況のみについて区分する。
			Ⅱ	0.4	0.2	
			Ⅰ	0.8	0.4	
		擁壁高さ	$H \leq 1\text{m}$	0	0	H：最大地上高さ
			$1\text{m} < H \leq 3\text{m}$	0.2	0.1	
			$3\text{m} < H \leq 4\text{m}$	0.4	0.2	
			$4\text{m} < H \leq 5\text{m}$	0.6	0.3	
			$5\text{m} < H$	0.8	0.4	

表－2.1.12 擁壁の変状点項目と配点表⁶⁾

変状の程度「大・中・小」の概要説明																		
項目 \ 程度		小					中					大						
1 クラック (幅)		2mm 未満のクラックはあるが、機能上の支障なし (コンクリート系擁壁の場合 2mm 未満)					2mm～20mm 未満 (コンクリート系擁壁の場合 2mm～5mm 未満)					20mm 以上 (コンクリート系擁壁の場合 5mm 以上)						
2 水平移動 (伸縮目地前後のずれ)		5mm 未満の隙間 (変位) がある。					5mm～50mm 未満の隙間 (変位) がある。					50mm 以上の隙間 (変位) がある。						
3 不同沈下・目地の開き (目地上下・左右の開き)		5mm 未満の目地上下のずれ又は目地の開きがある。					5mm～50mm 未満の目地上下のずれ又は目地の開きがある。					50mm 以上の目地上下のずれ又は目地の開きがあり、滑動、転倒のおそれがある。						
4 ハラミ (テンションクラック・ずれ・中抜け)		小規模のハラミ及び中抜け (積石が1～2個抜け落ちる)。					宅地地盤にテンションクラック無し。円弧すべりのおそれ無し。					宅地地盤にテンションクラック有り。円弧すべりのおそれ有り。						
5 前傾・倒壊		擁壁が前面地盤に対し垂直以下 (コンクリート系擁壁の場合: 天端 50mm 未満の前傾)。					擁壁が前面地盤に対し垂直以上 (コンクリート系擁壁の場合: 天端 50mm 以上の前傾)。					擁壁が前傾・倒壊してその機能を失っているもの。						
6 擁壁の折損 (横・斜めクラックから起きるもの。ハラミではないが曲線的でなく、クラックを境に鈍角に折れている。)		クラックを境にわずかに角度をなしている (コンクリート系擁壁の場合クラックを境にわずかに前傾している)。					クラックを境に明らかに角度をなしており、抜け石があり、裏込めコンクリートが見える (コンクリート系擁壁の場合クラックを境に前方に前傾している)。					一見して大であると判るもの (コンクリート系擁壁の場合クラックを境に前傾している。又は、1mm でも剪断破壊があり、後傾している)。						
7 崩壊		中間辺りから上が滑っている。					基礎部を残して滑っている。					機能を果たしていない。						
8 張出し床版付擁壁の支柱の損傷		支柱にひびが入っている。					支柱のコンクリートがはがれて鉄筋が見えている。					支柱に剪断破壊が生じている。。						
9 基礎及び基礎地盤の被害		大規模な沈下やクラックが生じている。																
10 排水施設の変状		天端排水溝にずれ、欠損がある。又は、天端背面、舗装面にクラックが見られる。					左に加え擁壁のクラック又は目地からの湧水がある。					水抜穴の詰まり、破損があり、排水機能が失われている。						
11 擁壁背面の水道管等の破裂		破裂して水が流出している。																
配点表																		
程度		小					中					大						
項目 \ 擁壁種類	コンクリ	練積	増積	2 段	張出し	空積	コンクリ	練積	増積	2 段	張出し	空積	コンクリ	練積	増積	2 段	張出し	空積
1 クラック	1	2	3	4	5	6	2.5	3.5	4	5	7	7	4	5	6	7	8	9
2 水平移動	2	2.5	3.5	4	6	6	3.5	4	4.5	5	7	7	5	5.5	6	7	9	9
3 不同沈下・目地の開き (目地上下、左右の開き)	3	3.5	4	5	7	8	4.5	5	6	7	9	9	6	7	8	9	10	10
4 ハラミ		4.5	5	6	8	8		6	7	8	9	9		8	9	10	10	10
5 前傾・倒壊	5	5.5	6	7	8	8	7	8	8	9	10	10	8	9	10	10	10	10
6 擁壁の折損	6	6.5	7	8	9	9	7	8	9	9	10	10	8	9	10	10	10	10
7 崩壊		9	9	10	10	8		10	10	10	10	9		10	10	10	10	10
8 張出し床版付擁壁の支柱の損傷					7						9						10	
9 基礎及び基礎地盤の被害	10																	
10 排水施設の変状	3					5					7							
11 擁壁背面の水道管等の破裂	10																	

表－2. 1. 13 宅地擁壁の危険度判定区分⁶⁾

点数	危険度判定区分	評価内容
4.5 点未満	小	小さなクラック等の障害について補修し、雨水の浸透を防止すれば、当面の危険性はないと考えられる宅地擁壁である。
4.5 点以上 8.5 点未満	中	変状程度の著しい宅地擁壁であるが、経過観察で対応し、変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて勧告・改善命令の発令を検討し、防災工事の必要性についても検討を行う必要がある。
8.5 点以上	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地擁壁である。早急に所有者等に対しての勧告・改善命令の発令を検討する必要がある、防災工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう指導する。

2.2. 神戸市の取り組み

神戸市では、前述の②国土交通省・全国宅地擁壁技術協会の宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）を用いて擁壁の健全性を評価している。また、擁壁の被害多発に鑑みて、住民に向けて宅地の点検に関するわかりやすいパンフレットを作成し、神戸市のHPでも紹介している。このパンフレットでは、国交省がHPで公開している『我が家の擁壁チェックシート』及び『我が家の宅地安全マニュアル』を参考資料として推奨している。



図-2.2.1 神戸市のパンフレット

3. 課題と研究手法

ここでは、擁壁の健全性評価手法における課題を明らかにし、これを解決するために研究した内容を示す。

3.1 現行の健全性判定方法の課題

前章で紹介した各種判定マニュアルの内、神戸市が利用している『宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）』の危険度評価方法について精査した結果、次のような課題があることが分かった。

- ① 健全性の評価に地盤情報が含まれていない。
- ② 変状に対する評価が定性的である。
- ③ 経過観察に区分される箇所の観察方法が示されていない。
- ④ 危険な宅地擁壁に対する対策手法が示されていない。

(1) 地盤情報との関連について

沖村らの研究成果によれば、図-3.1.1 に示すように地震時（兵庫県南部地震時）の擁壁変状は、地盤強度と関連があることを示している。『宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）』の診断に「地盤条件」の項目はあるものの、擁壁表面の湧水状況の調査に過ぎず、擁壁の基礎や背面の地盤構成や強度についての評価が、他の項目にも含まれていない。

(2) 変状の定量的判定について

『宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）』に示される擁壁の変状点は、変状の程度を小変状、中変状、大変状に区分し、擁壁の種類と変状の項目に応じて配点している。これらの区分や評価の仕方は定性的なものであり、点検者によって評価に差異が発生し易いと推察される。

(3) 経過観察時の観察方法について

危険度評価区分で「中」となった場合、「経過観察」での対応が示されており、「変状が進行性」と判断された場合は「継続的な点検」を行うものとされている。しかし、「経過観察」や「継続的な点検」での観察項目・点検方法が示されておらず、「変状が進行性」と判断する基準も不明確である。

(4) 変状への対策方法について

擁壁の変状が住宅等にまで影響すると、対策の規模が大きくなり高額な対策費用も必要となる。民間の宅地等では、その費用が大きな負担となり対策の実施も困難となる。『宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）』には、対策方法の紹介がなく、変状が小さいうちに対処する予防策についても紹介がない。

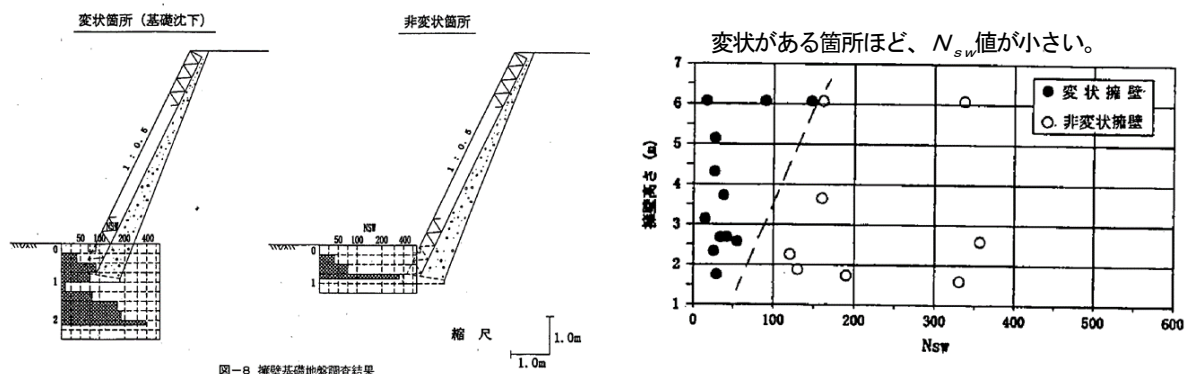


図-3.1.1 擁壁周辺のスウェーデン式サウンディング結果と擁壁変状との関係⁷⁾

3.2 課題解決のための研究手法

前節で示した課題に対処するため、次のような調査、研究を実施した。

(1) 現地調査

現地調査は、神戸市が管理する公園の石積み擁壁あるいは、ブロック積み擁壁で、健全部と変状部を比較するように実施した。各地点での調査項目は、次のとおりである。

① 目視点検 (4.2)

複数のメンバーが個々に、現行のマニュアルに沿ってカルテを作成し、擁壁の危険度を評価した。評価結果について、健全部と変状部の比較、点検者による判定結果の差異発生状況を調査した。また、他の調査結果との関連性を分析するための基礎データとして、評価結果を活用した。

② 簡易貫入試験 (4.3)

擁壁周辺の地盤で、簡易に実施できる簡易貫入試験を実施し、地盤の状態、地下水位を調査し、目視点検による擁壁の変状等との関連性を分析した。

③ 3次元レーザスキャナーによる変状測定 (4.4)

擁壁のはらみ出し状況を定量的に把握する方法の一例として、3次元レーザスキャナーによる変状測定を実施し、その適用性を検討した。

(2) 地形区分と擁壁変状の発生状況との関連性調査 (5.1)

旧版地形図を利用して、変状調査位置の地形区分を推測し、擁壁の変状発生状況との関連性を調査した。

(3) 地盤条件と擁壁健全性の関連性調査 (5.2)

擁壁の規模や地下水位、背後地盤の強度などをパラメータとして円弧すべり計算を実施し、各パラメータが擁壁の安定性に影響する度合いを分析した。さらに、円弧すべり計算結果（地盤強度と安全率の関係）と現地調査結果（ N_d 値と健全性の関係）を比較し、背面地盤強度の閾値を検討した。

(4) 擁壁の健全性点検フローの提案 (6章)

前項までの調査結果を参考にして、目視点検前の机上調査（地形区分）、目視点検で問題ありと判定された場合の詳細点検や経過観察の流れを、定量的な判定基準値とともに提案した。

(5) 擁壁の変状に対応するモニタリング手法と対策方法の紹介 (7章)

擁壁の変状を定量的に把握できるモニタリング手法を調査し、調査項目別に紹介した。また、変状に対する対策方法を変状の程度や補修の目的別に整理し、それぞれの対策方法を紹介した。

図-3.2.1 に本研究会で実施した研究フローを示す。

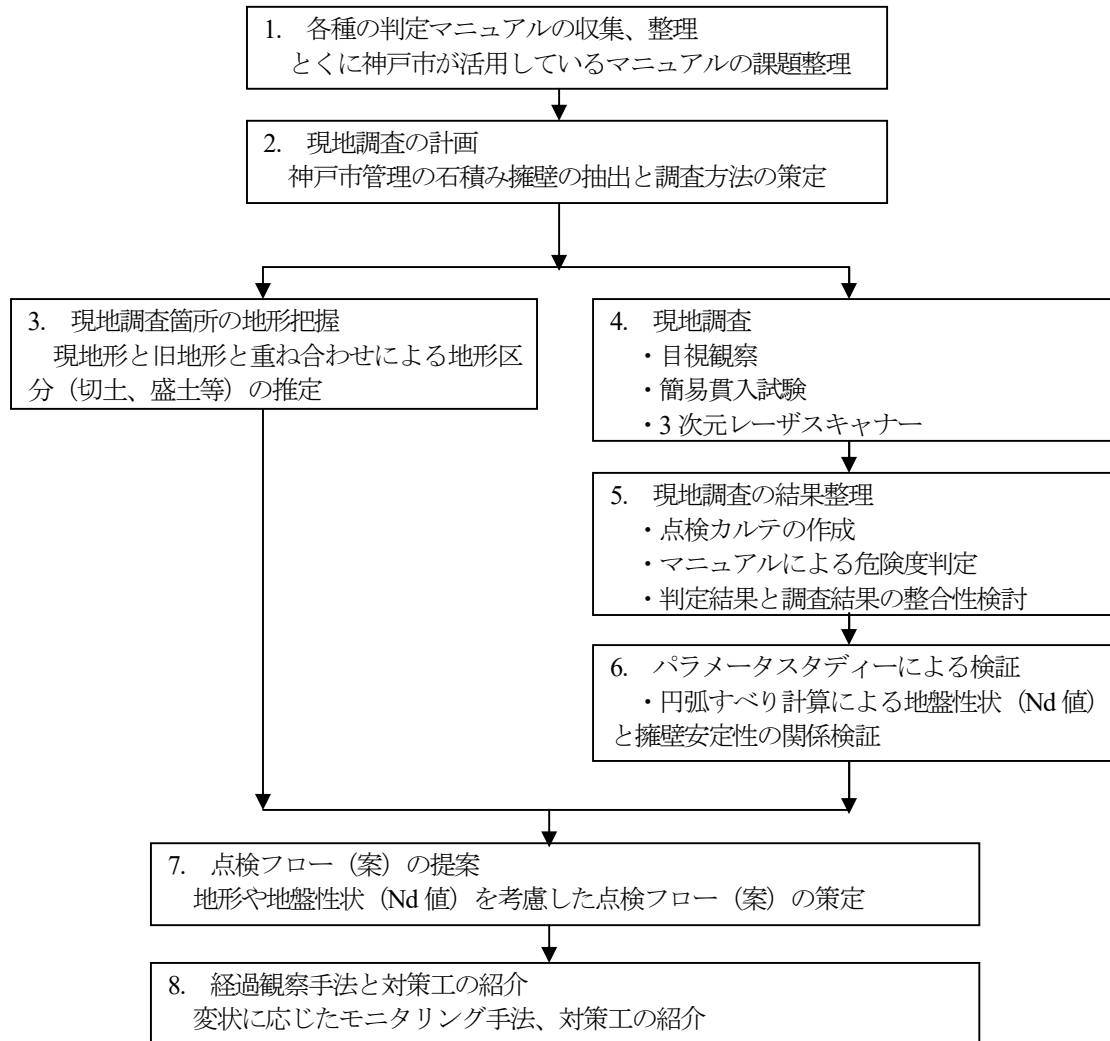


図-3.2.1 研究フロー

4. 現地調査

4.1 概要

現地調査は、神戸市が管理している公園（10箇所）の石積み擁壁あるいはブロック積み擁壁で実施した。調査は、公園1地点につき目視にて健全と思われる箇所、および変状が認められる箇所でそれぞれ実施した。図－4.1.1に調査を行った公園の位置図を、写真－4.1.1～4.1.4に各公園の擁壁状況を示す。



図－4.1.1 現地調査位置図



青山台北公園

写真－4.1.1 各公園における擁壁状況(1)



変状部



健全部

五色山東公園



変状部



天端部

多聞台東公園



変状部



天端部

塩屋町公園

写真－4.1.2 各公園における擁壁状況(2)



雲雀ヶ丘公園



北山東公園



会下山公園

写真－4.1.3 各公園における擁壁状況(3)



熊野西公園



大倉山公園



花隈公園

写真－4.1.4 各公園における擁壁状況(4)

4.2 目視点検

4.2.1 調査方法

神戸市が用いている点検手法で実施し、カルテ作成に対する課題を抽出した。なお、カルテ作成は複数人でそれぞれ実施し、危険度評価に個人差が出るか確認した。

判定マニュアルに記載されている閾値は以下の様である。

目地開き（不等沈下、偏土圧の作用によるもの）。今回はこの閾値をクラック幅等にも採用した。

- ・小変状：5mm 未満
- ・中変状：5mm～2cm
- ・大変状：2cm 以上

【閾値の解説】

5mm：「海岸保全施設維持管理マニュアル」⁸⁾においては、クラック幅 5mm 程度の場合、部材背面まで達するクラックと想定している。

2cm：一般的な裏込め材を RC-40 とした場合、平均的な粒径は 2cm であるため、2cm 以上の隙間が発生すると、背後の土砂の流出のリスクが高まる。

4.2.2 目視点検結果

表-4.2.1 に点検結果を要約して示す。点検者による危険度評価値（被害判定値）の差は最大で 1.5 点であり、平均的には 0.55 点であった。点検結果より、危険度区分の閾値でなければ問題ないと考えられる。ただし、空石積みの場合は図-4.2.1 のように形状でその変状モードを推定しなければならないため、個人差が出る可能性は生じるといえる。その他、点検結果より以下のことが言える。

- ・点検者による配点誤差は小さく、危険度区分の閾値付近でなければ問題は少ない。
ただし、はらみだしや空石積み擁壁の変状については、定量的な区分ではないことから個人差が出る可能性がある。
- ・わずかな変状でも、危険度が（5.0 点以上：中）となり、「経過観察」の判定となる。
- ・湧水の判定は降雨後が望ましい。

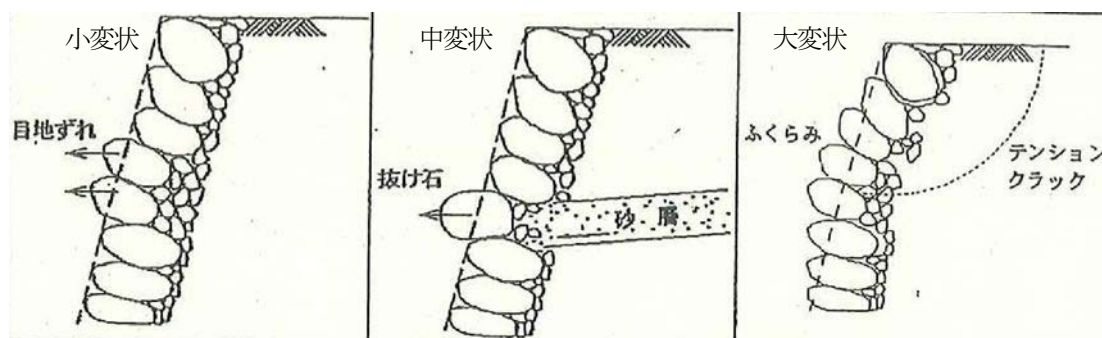


図-4.2.1 空石積み擁壁の変状モード

表-4.2.1 目視点検結果（抜粋）

公園名	測点名	擁壁形式	高さ(m)	勾配(°)	湧水	排水孔	点検者	主な変状	量(mm)	被害判定値	危険度区分
青山台北	No.1	練り石積み	1.40	74	無し	有り	B-k	横クラック(大)	30	8.0	中
							B-y	目地開き(大)	25	8.5	中
青山台北	No.2	練り石積み	2.80	70	無し	有り	B-k	無し		2.0	小
							B-y	無し		1.5	小
五色山東	No.1	空石積み	4.95	76	無し	有り	B-y	無し		2.0	小
							B-n	無し		2.0	小
五色山東	No.2	空石積み	4.95	76	無し	有り	B-y	変状(小)		7.0	中
							B-n	変状(小)		7.0	中
多聞台東	No.1	練り石積み	5.5	62.0	無し	有り	B-k	目地の開き(中)	10.0	8.0	中
							B-y	ふくらみ(小)		7.0	中
							B-n	目地の開き(中)	20.0	8.5	中
塩屋町	No.1	空石積み	5.50	77	有り	無し	B-k	横クラック(小)		8.5	中
							B-y	目地開き(小)		7.5	中
雲雀ヶ丘	No.1	Coブロック積み	2.80	70	無し	有り	B-k	無し		1.5	小
							B-y	無し		1.0	小
雲雀ヶ丘	No.2	Coブロック積み	4.25	64	無し	有り	B-k	ふくらみ(小)		6.5	中
							B-n	ふくらみ(小)		6.5	中
北山東	No.1	練り石積み	2.55	68	無し	有り	B-y	目地の開き(小)		5.5	中
							B-n	目地の開き(中)	10	7.0	中
北山東	No.2	練り石積み	2.30	70	無し	有り	B-y	ふくらみ(小)		6.0	中
							B-n	目地の開き(中)	10	7.0	中
会下山	No.1	練り石積み	6.00	73.4	無し	有り	A-h	ふくらみ(小)		7.5	中
							A-y	ふくらみ(小)		7.0	中
会下山	No.2	練り石積み	4.80	72.5	無し	有り	A-h	無し		1.5	小
熊野西	No.1	練り石積み	3.90	77	無し	無し	A-o	縦クラック(小)	5	4.0	小
熊野西	No.2	練り石積み	3.60	77	無し	無し	A-o	縦クラック(中)	10	5.5	中
熊野西	No.3	練り石積み	2.35	77	無し	有り	A-o	縦クラック(中)	8	5.5	中
大倉山	No.1	練り石積み	4.80	77	無し	無し	A-o	無し		2.0	小
大倉山	No.2	練り石積み	4.80	77	無し	無し	A-o	縦クラック(中)	10	5.5	中
花隈	No.1	空石積み	1.65	75	無し	有り	A-m	無し		0.5	小

4.3 簡易貫入試験

4.3.1 試験概要

擁壁の健全性と地盤の状態との関連を把握する目的で簡易貫入試験を行った。

簡易貫入試験は、重さ 5kg のハンマーを 50cm の高さから落下させ、10cm 貫入させたときの打撃回数 (N_d 値) を測定するものである。

この試験で N_d 値は、下式のとおりに標準貫入試験の N 値と対比され、土の締まり具合を想定することができる。

$$N_d = (1 \sim 3)N$$

$$\text{平均, } N_d = 2 \cdot N$$

ここに、 N_d : 簡易貫入試験による N_d 値

N : 標準貫入試験による N 値

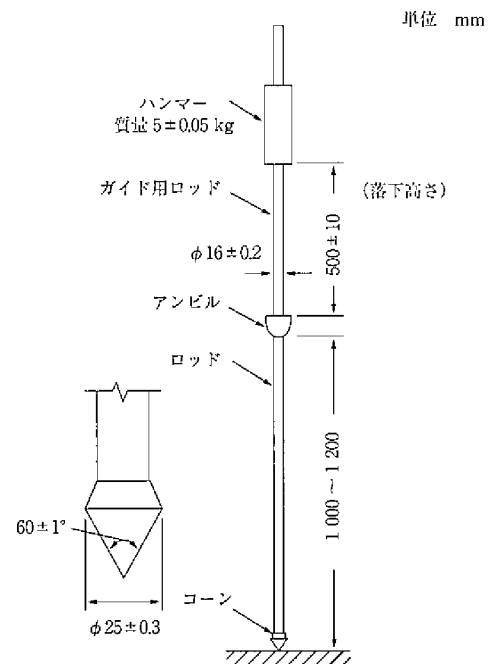


図-4.3.1 簡易貫入試験装置の概要

簡易貫入試験は、擁壁背面の地盤の状態を把握する目的で実施したため、基本的に擁壁の天端で実施した。ただし、裏込め土の影響を受けないように、のり肩からおおよそ 1.0m 程度離れた箇所で行った。

また、基礎部がアスファルト等で覆われていない場合は、基礎部付近においても実施した。調査深度は、擁壁高さを目処に実施したが、 $N_d > 50$ になった時点で試験を終了した。

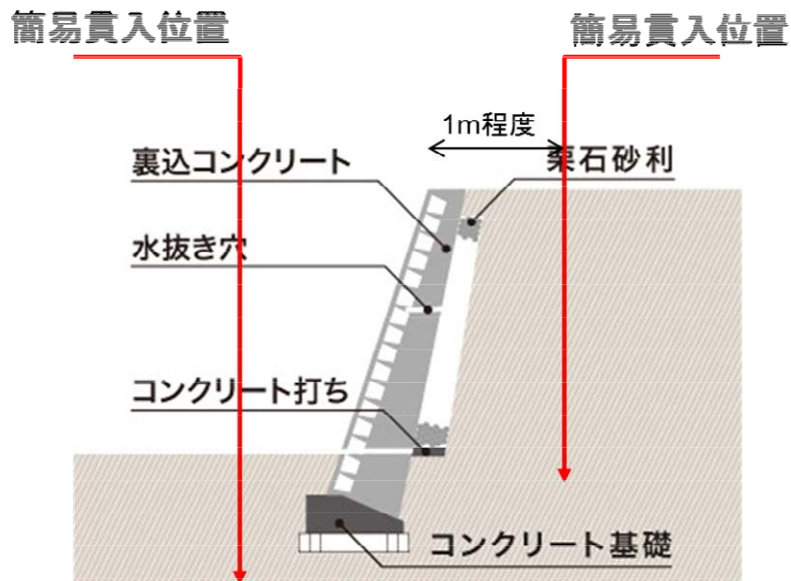


図-4.3.2 簡易貫入試験の実施位置

4.3.2 試験結果

(1) 天端地点における調査結果

各調査箇所における天端地点の簡易貫入試験の結果を図-4.3.3, 4.3.4 に整理して示す。 N_d 値の深度分布のグラフにおいて、変状部を「赤」健全部を「青」で示している。健全部は、変状部と比較すると浅層（天端から擁壁 6 割高付近）で N_d が大きくなる傾向がとらえられた。一部のデータを除けば、背面土の N_d 値が小さい方が、被害判定値が大きくなる傾向がある。健全部では、6 割高までの平均 N_d 値が 10 を超えている。標準貫入試験による N 値に換算すると $N > 5$ となる。なお、地下水の有無は明確に判別できなかったが、ロッド引抜時に多聞台東公園や熊野西において先端部付近で湿潤状態となった（排水孔無し地点）。

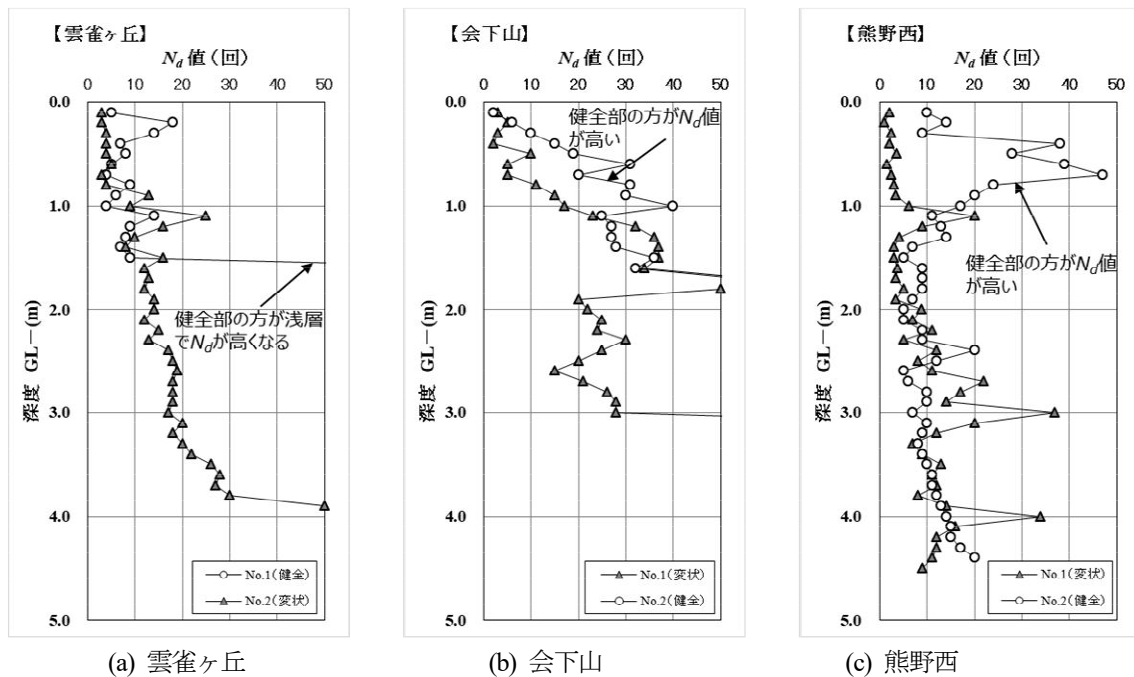


図-4.3.3 天端地点簡易貫入試験結果(1)

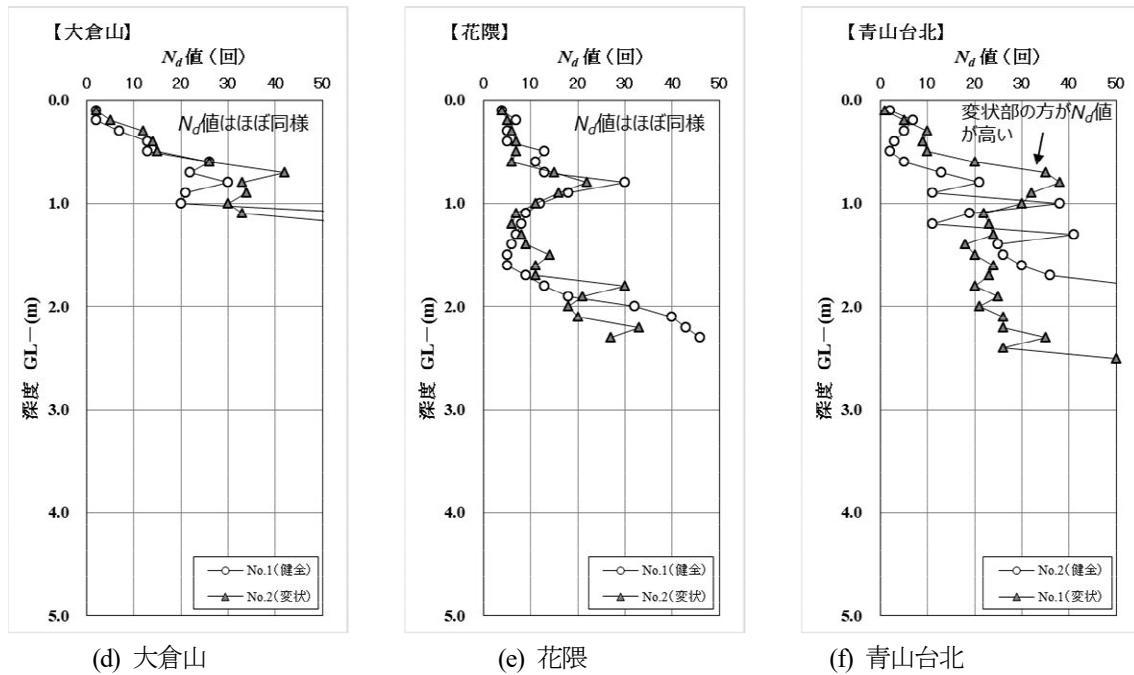


図-4.3.4 天端地点簡易貫入試験結果(2)

(2) 基礎地点における調査結果

各調査箇所における基礎地点簡易貫入試験の結果を図-4.3.5 に整理して示す。基礎地点においては、多くの公園で基礎前面に舗装等が施されており、貫入試験が出来た箇所は3箇所のみであった。健全部ー変状部の対比を行うことのできるデータが取れなかったため、基礎地点での傾向を掴むことはできなかった。

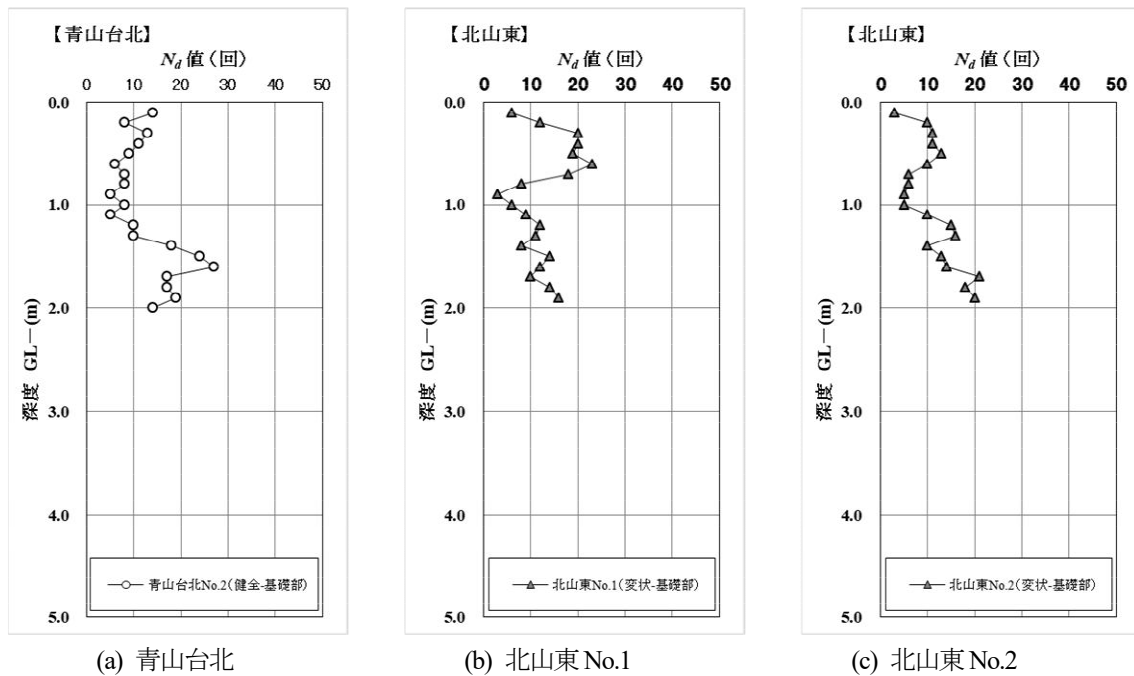


図-4.3.5 基礎地点簡易貫入試験結果

(3) 健全部と変状部の対比結果

図-4.3.5 に試験深度を擁壁高で正規化したグラフを示す。

健全部が多く分布している範囲をエリアⅠ，健全部において N_d 値が 10 以下の範囲をエリアⅡとする。エリアⅠでは，擁壁高の 6 割程度の深度で打ち止めとなるものが多かった。健全部では擁壁基礎部および背面部に比較的硬質な地盤が分布しているものと思われる。一方，変状部においては擁壁高より深い位置まで貫入する傾向が確認されており，基礎地盤が堅固な状態ではないといえる。これらのことから，基礎地盤および背面地盤の硬軟の程度が，擁壁の変状具合に影響を与えている可能性が確認された。ただし，健全部であってもエリアⅡに示す領域にあるものは， N_d 値が 10 以下を示すことから，相対的に安定性が低く，地震や豪雨による被災リスクについて注意する必要があると考えられる。

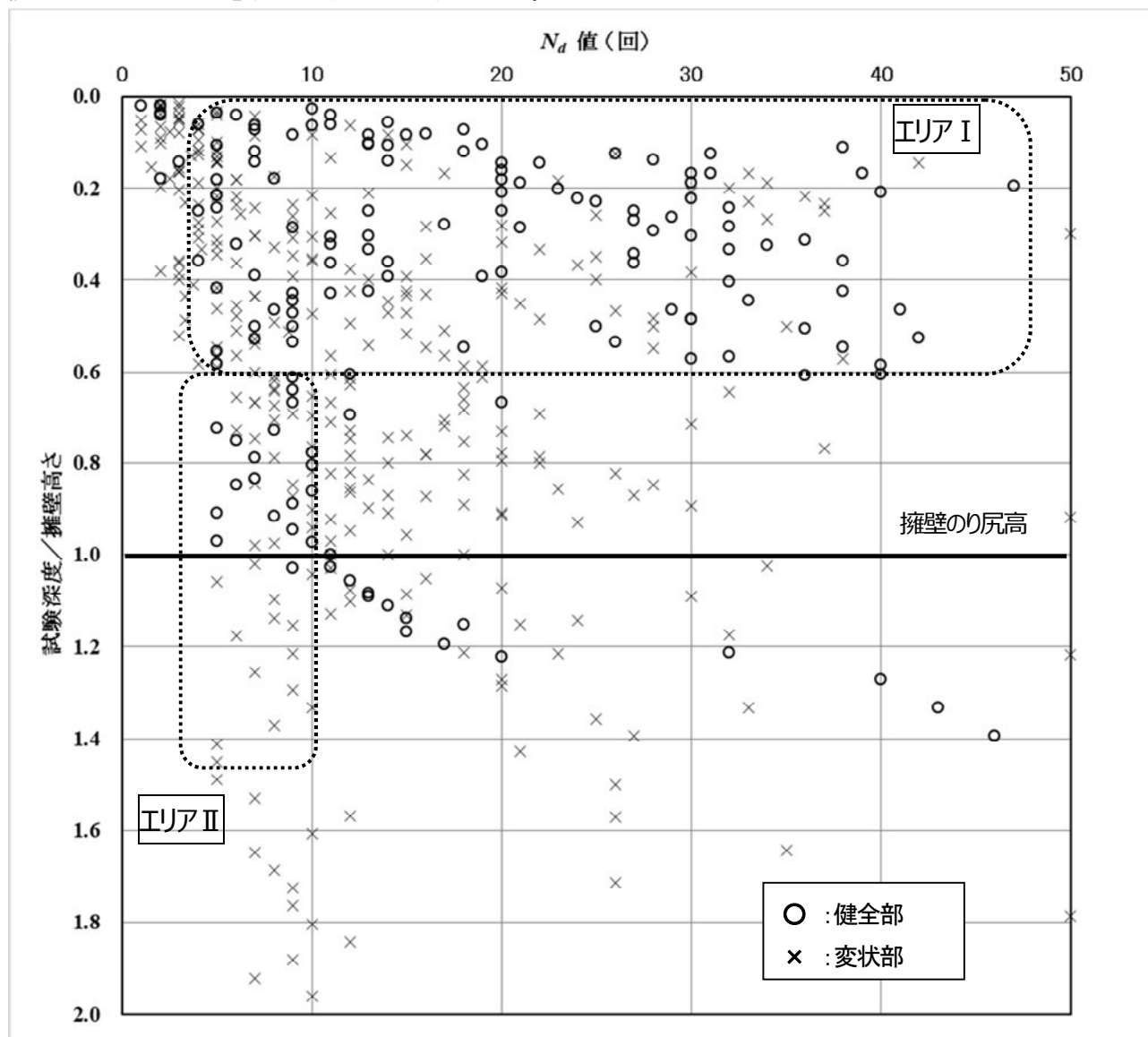
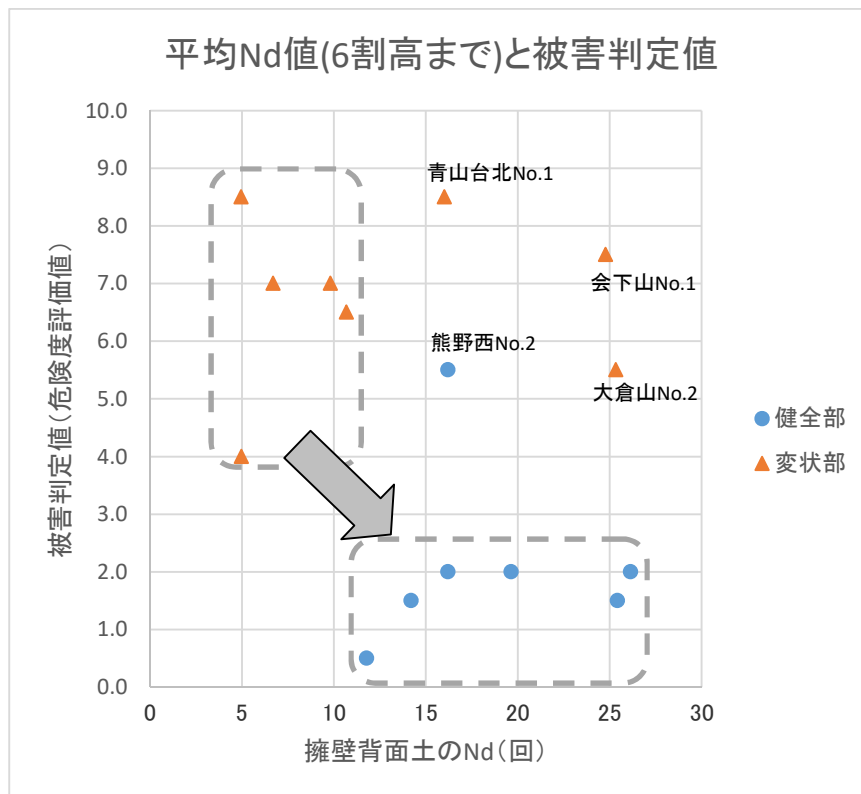
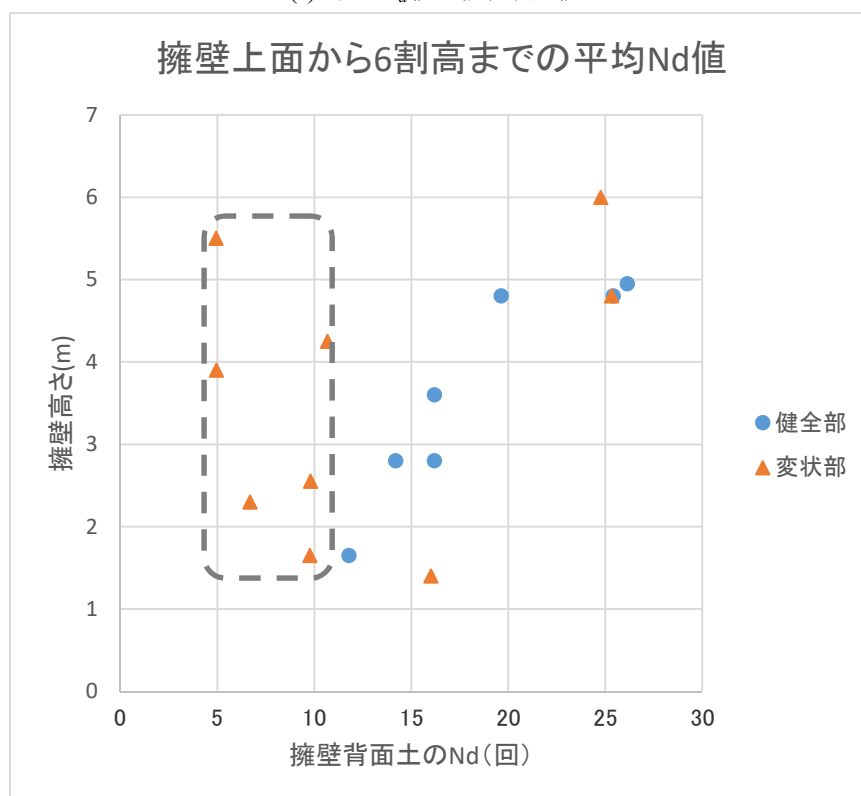


図-4.3.6 正規化した擁壁高と N_d 値の関係

図-4.3.6 に先に示した被害判定値（危険度評価値）と擁壁背面の N_d 値の関係を整理して示す。なお， N_d 値は擁壁高の 6 割までの平均値に整理して示す。(a)図より N_d 値が大きくなると被害判定値は小さくなる傾向が確認された。(b)図より変状が確認される箇所は N_d 値が小さい傾向が確認されたが，擁壁高との関連性は明確には示されなかった。



(a) 平均 N_d 値と被害判定値



(b) 擁壁上面から6割高までの平均 N_d 値

図-4.3.7 被害判定値および擁壁高と N_d 値の関係

4.4 3次元レーザスキャナー

4.4.1 3次元レーザスキャナーの概要

使用機器

固定式レーザスキャナー（以下、TLS と呼ぶ）（TOPCON GLS-2000）を使用した（図4.4.1 参照）。地形地物の面的な情報を短時間に、非接触で計測する測量機である。下図に示す要領で、最大 120,000/秒の三次元計測を行い、3.5 mm～4.0 mmの距離精度を保持した三次元点群を生成した。



図-4.4.1 レーザスキャナー（TOPCON GLS-2000）

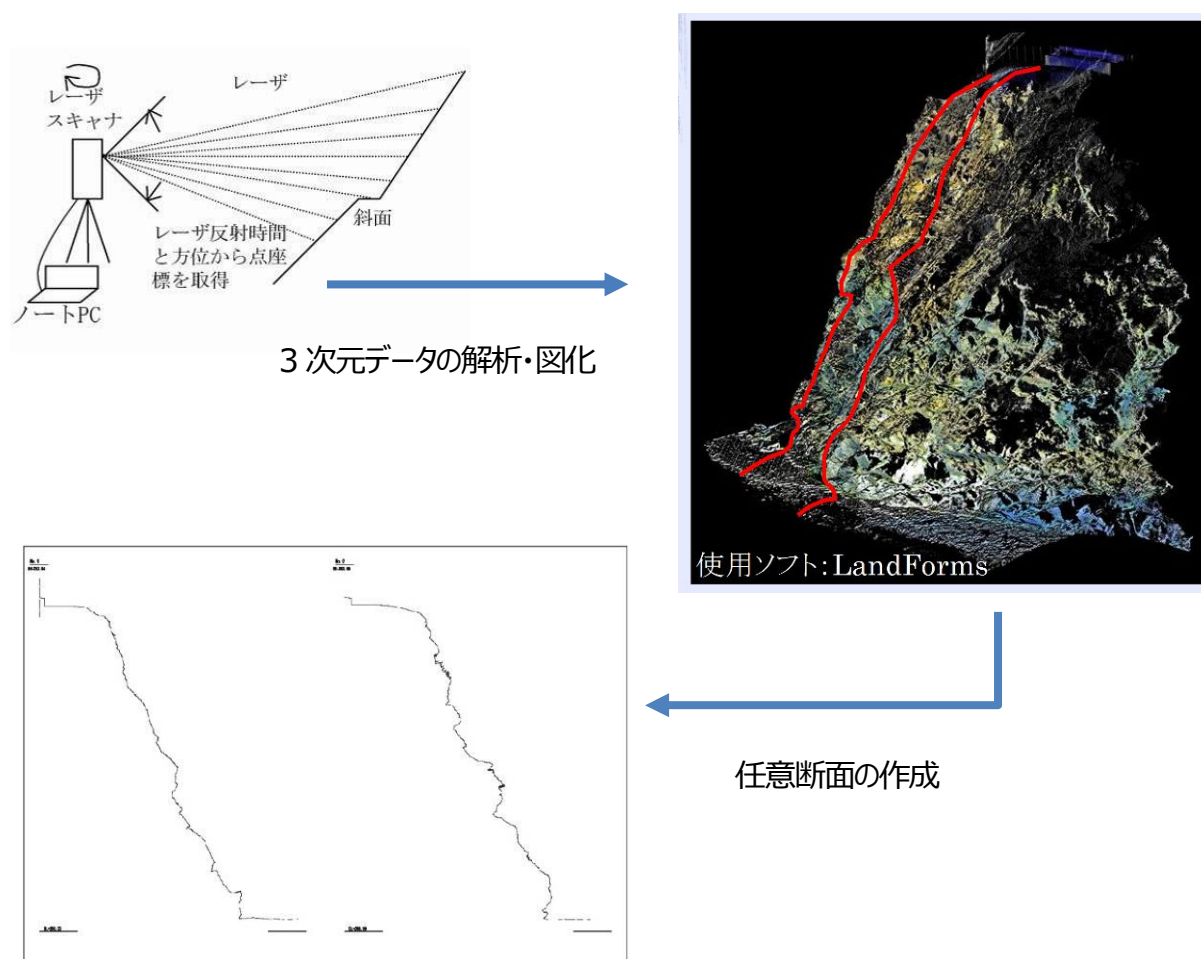


図-4.4.2 3次元データの図化処理フロー

(1) 評価方法

3次元測量で得られたデータの解析・図化（横断面図）を行い、擁壁のはらみ出し量を測定した（図4.4.3 参照）。今回計測値の評価方法として、類似構造物の許容値を参考とした。はらみ出し量の許容値としては、補強土壁の管理では3%、また、城壁の石積みの場合は、過去の実績から6%としている。

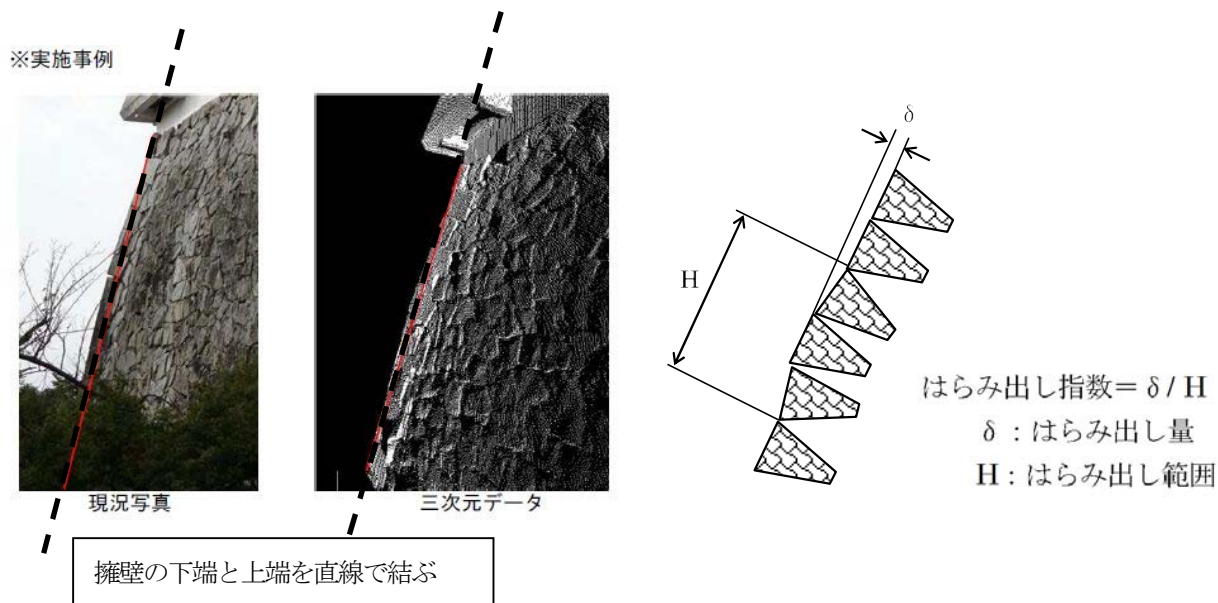


図-4.4.3 擁壁のはらみだし量の測定要領

4.4.2 計測結果

実施箇所は、目視点検によって変状が懸念された箇所、および測定可能なスペース、条件が整った(1) 雲雀ヶ丘公園、(2) 塩屋町公園、および(3) 会下山公園とした。

(1) 雲雀ヶ丘公園

図-4.4.4は点群データで、ビューワーソフトにより起点側及び終点側から鳥瞰した図である。

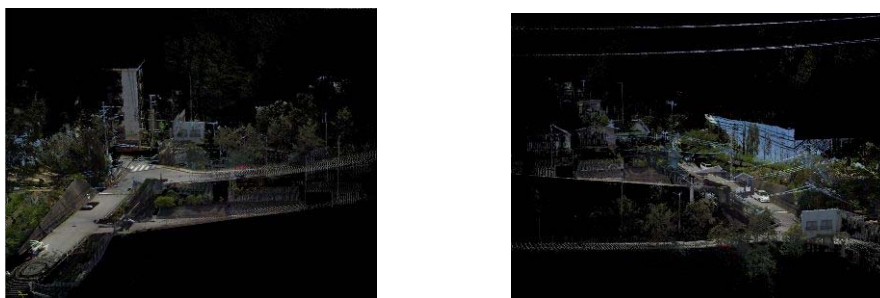


図-4.4.4 雲雀ヶ丘公園の点群データによる鳥瞰図

図-4.4.5は、対象擁壁の展開図および横断面図を示している。表-4.4.1は擁壁の基部と頂点を結んだ直線の勾配およびその直線と計測した擁壁面との最大離れ量 δ ならびにはらみ出し指数 α を示している。雲雀ヶ丘公園の擁壁は、はらみ出しまたはへこみなどは無く、変状が見られたと思われたNo. 10付近も他の箇所と同様の結果となっている。

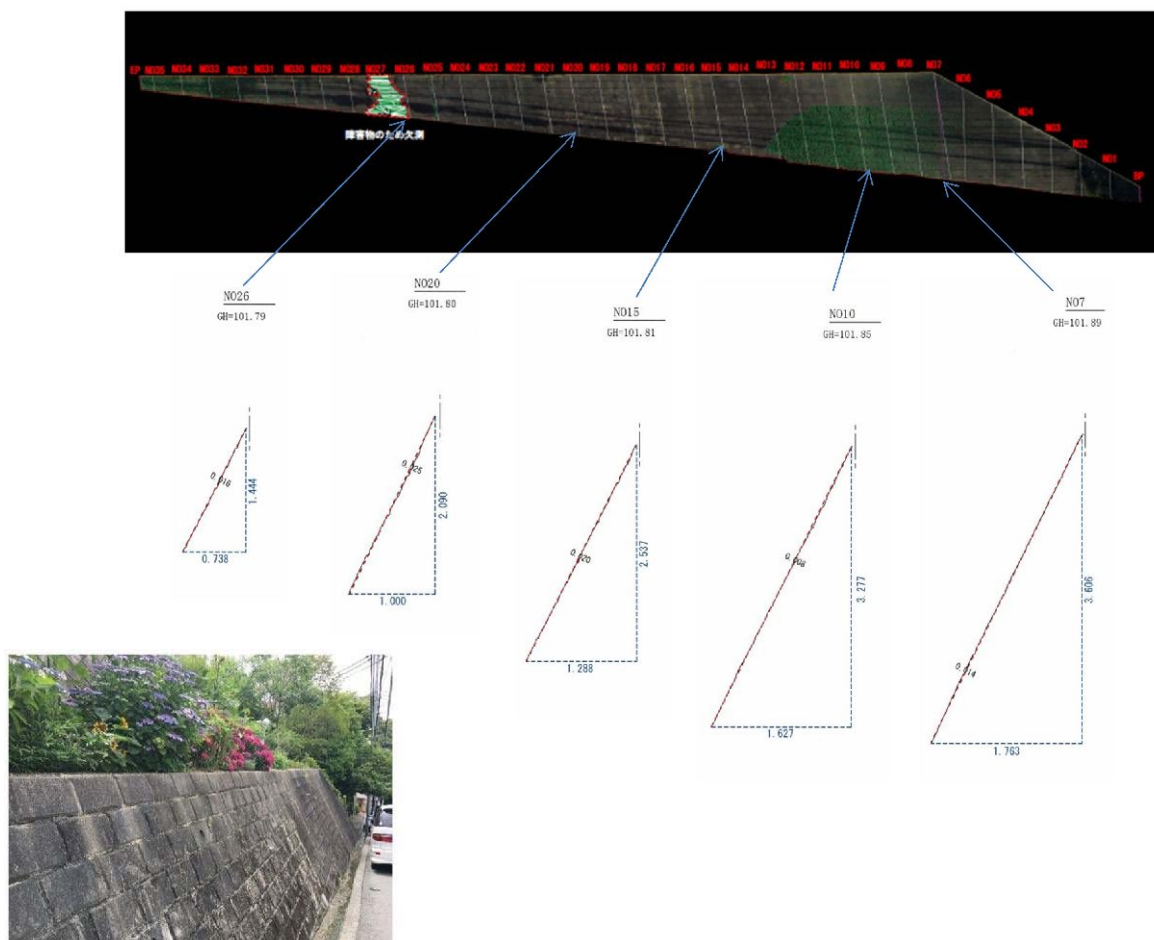


図-4.4.5 雲雀ヶ丘公園 擁壁のはらみ出し量計測結果

表-4.4.1 擁壁勾配、はらみ出し量およびはらみ出し指数（雲雀ヶ丘公園）

測点	勾配	δ	α
NO7	1: 0.49	0.014	0.3%
NO8	1: 0.49	0.032	0.8%
NO9	1: 0.51	0.031	0.8%
NO10	1: 0.50	0.008	0.2%
NO11	1: 0.50	0.01	0.3%
NO12	1: 0.51	0.02	0.6%
NO13	1: 0.50	0.035	1.1%
NO14	1: 0.50	0.011	0.4%
NO15	1: 0.51	0.02	0.7%
NO16	1: 0.50	0.033	1.2%
NO17	1: 0.50	0.022	0.8%
NO18	1: 0.48	0.026	1.0%
NO19	1: 0.49	0.044	1.8%
NO20	1: 0.48	0.025	1.1%
NO21	1: 0.49	0.027	1.2%
NO22	1: 0.49	0.021	1.0%
NO23	1: 0.50	0.021	1.1%
NO24	1: 0.50	0.031	1.7%
NO25	1: 0.50	0.019	1.1%
NO26	1: 0.51	0.016	1.0%

(2) 塩屋町公園

図-4.4.6 は点群データで、ビューワーソフトにより起点側及び終点側から鳥瞰した図である。



図-4.4.6 塩屋町公園の点群データによる鳥瞰図

図-4.4.7 は、対象擁壁の展開図および横断面図を示している。表-4.4.2 は擁壁の基部と頂点を結んだ直線の勾配およびその直線と計測した擁壁面との最大離れ量 δ およびはらみ出し指数 α を示している。塩屋町公園の擁壁は、変状が見られたと思われたNo. 1～No. 4 付近の勾配が 1:0.3 程度で、他と比較して急勾配となっている。

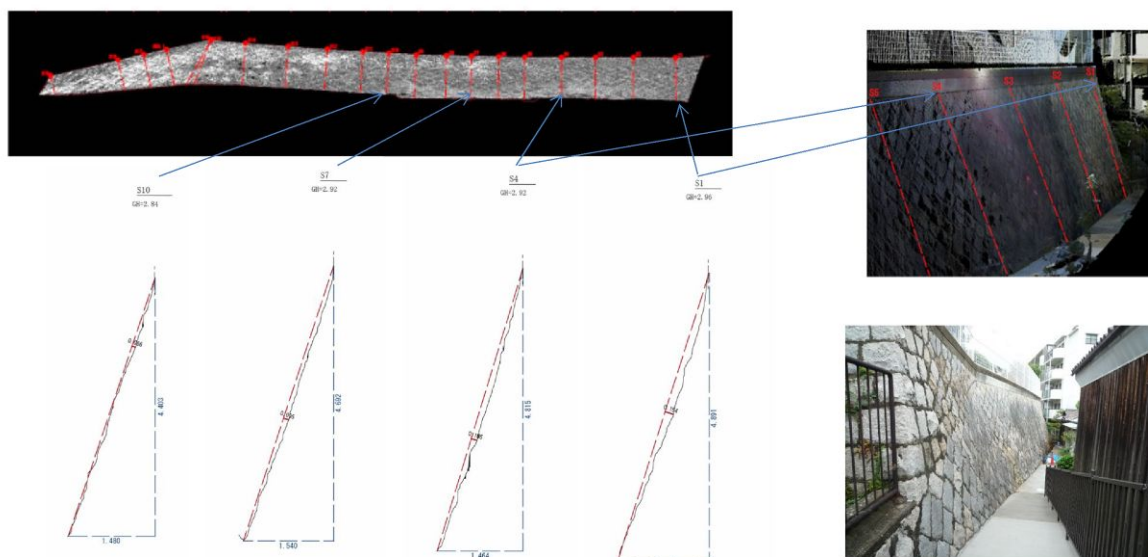


図-4.4.7 塩屋町公園 擁壁のはらみ出し量計測結果

表-4.4.2 擁壁勾配、はらみ出し量およびはらみ出し指数（塩屋町公園）

測点	勾配	δ	α				
S1	1: 0.32	0.154	3.0%	S11	1: 0.34	0.055	1.2%
S2	1: 0.31	0.141	2.8%	S12	1: 0.35	0.068	1.5%
S3	1: 0.31	0.119	2.4%	S13	1: 0.35	0.092	2.0%
S4	1: 0.30	0.105	2.1%	S14	1: 0.37	0.14	3.2%
S5	1: 0.31	0.104	2.1%	S15	1: 0.47	0.103	2.4%
S6	1: 0.31		0.0%	S16	1: 0.42	0.08	1.9%
S7	1: 0.33	0.095	1.9%	NO1	1: 0.34	0.138	3.3%
S8	1: 0.32	0.06	1.2%	S17	1: 0.32	0.133	3.4%
S9	1: 0.34	0.072	1.5%	S18	1: 0.30	0.126	3.4%
S10	1: 0.34	0.066	1.4%	S19	1: 0.23	0.073	2.3%

(3) 会下山公園

図-4.4.8は点群データで、ビューワースフトにより起点側及び終点側から鳥瞰した図である。



図-4.4.8 会下山公園の点群データによる鳥瞰図

図-4.4.9は対象擁壁の展開図および横断面図を示している。擁壁の基部と頂点を結んだ直線の勾配およびその直線と計測した擁壁面との最大離れ量を表に示している。会下山公園の擁壁は、変状が見られたと思われるNo.1～No.4付近の勾配が1:0.23程度で、他と比較して若干急勾配となっている。

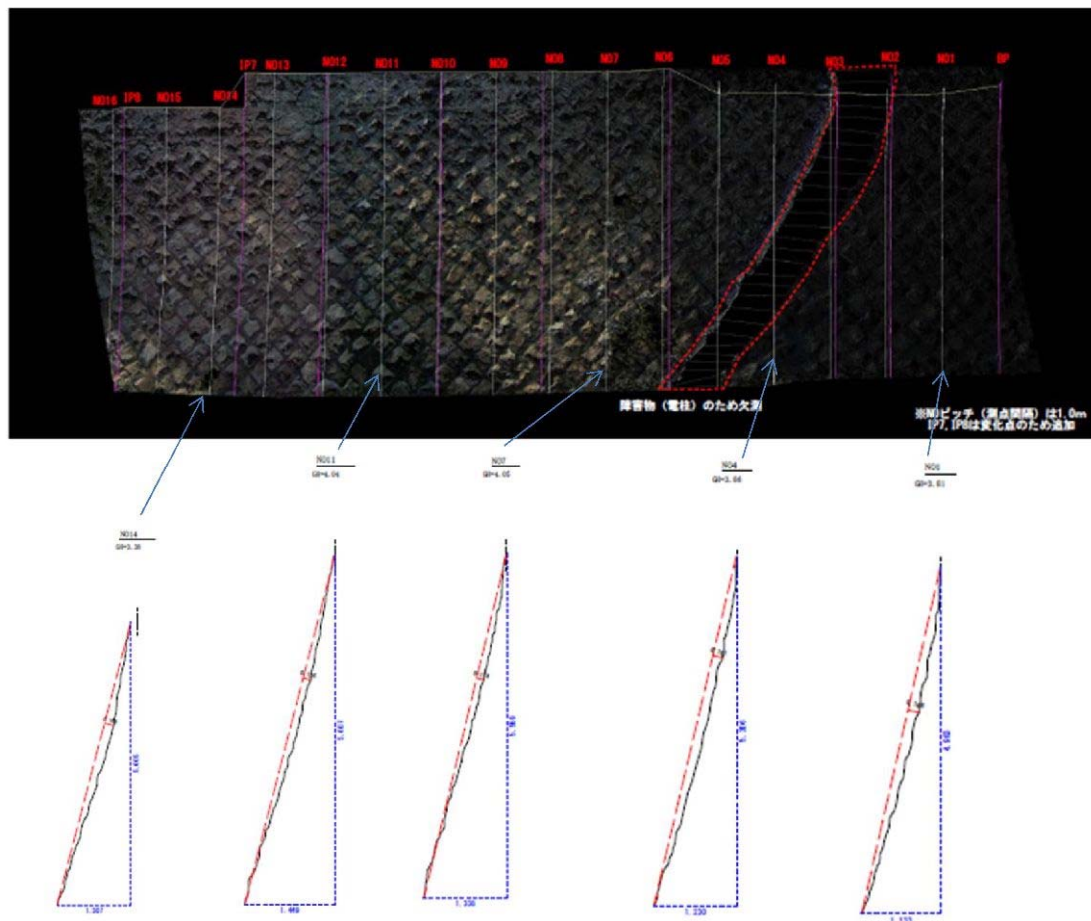


図-4.4.9 会下山公園 擁壁のはらみ出し量計測結果

表-4.4.3 擁壁勾配、はらみ出し量および

はらみ出し指数（会下山公園）

測点		勾配	δ	α
BP	1:	0.22	0.212	4.1%
NO1	1:	0.23	0.166	3.2%
NO2	1:	0.23	0.184	3.6%
NO3	1:	0.22	0.21	3.9%
NO4	1:	0.24	0.151	2.8%
NO5	1:	0.24	0.157	2.9%
NO6	1:	0.23	0.136	2.4%
NO7	1:	0.24	0.118	2.1%
NO8	1:	0.25	0.133	2.3%
NO9	1:	0.24	0.113	2.0%
NO10	1:	0.26	0.136	2.4%
NO11	1:	0.26	0.126	2.2%
NO12	1:	0.27	0.194	3.4%
NO13	1:	0.26	0.182	3.1%
IP7	1:	0.26	0.191	3.3%
NO14	1:	0.26	0.168	3.2%
NO15	1:	0.25	0.208	4.1%
IP8	1:	0.24	0.232	4.5%
NO16	1:	0.21	0.191	4.4%



(4) まとめ

3次元レーザスキャナーを用いた擁壁の変状計測を実施した結果をまとめると、以下のとおりである。

- 擁壁の凹凸やはらみだし、傾斜を精細に計測できる。
- 計測地点を固定し定期的に計測を行えば、経時的な変化が捉えられ、点検に有意な手法である。

5. 調査結果のまとめ

5.1 地形区分と擁壁の変状について

現地調査を行った位置の地形区分と擁壁の変状の有無に関係性が認められるか検討を行った。検討は、旧版地形図が得られた9箇所の公園を対象に、旧版地形図と現地形図を重ね合わせて行った。使用した地形図の出版年は、旧版地形図が1892～1910年、現地形図は2017年である。表-5.1.1に、各地点における擁壁の健全性と地形的特徴をまとめた。次頁以降に調査箇所毎に検討した結果を示す。

検討の結果、同じ公園内の擁壁であっても、旧尾根部では健全な場合が多く、旧谷部にあたる部分では変状が多く認められる傾向が確認された。一方、旧尾根部であっても変状が認められた場合もあり、地形区分以外の要因で変状が生じやすくなる可能性も考えられる。

表-5.1.1 各地点における擁壁の健全性と地形的特徴の一覧

公園名	地点番号	健全性	地形的特徴
多聞台東	No. 1	変状	旧谷部
五色山東	No. 1	健全	旧尾根部
	No. 2	変状	旧谷部
青山台北	No. 1	変状	旧谷部
	No. 2	健全	旧尾根部
塩野町	No. 1	変状	盛土の可能性
雲雀ヶ丘	No. 1	健全	旧尾根部
	No. 2	変状	旧谷部
会下山	No. 1	変状	旧尾根部
	No. 2	健全	旧尾根部
熊野西	No. 1	変状	旧谷部
	No. 2	健全	旧尾根部
大倉山	No. 1	健全	山麓部
	No. 2	変状	山麓部
花隈	No. 1	健全	平坦面

次ページより現地形図と旧地形図の重ね合わせ図を示す。これらの図の出展は以下の通りである。

《出典》

現地形図：電子国土 WEB

旧版地形図：時系列地形図閲覧サイト（今昔マップ on the web）（(c) 谷 謙二）

（赤線：公園の敷地境界、青色：旧版地形図の等高線等）

(1) 多聞台東公園

旧地形と現地形を比較すると、切土部分に該当する可能性が考えられる。旧地形では谷部にあたり、集水しやすい地形であることも考えられ、変状発生の要因となっている可能性も考えられる。



図-5.1.1 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（多聞台東公園）（縮尺任意）

(2) 五色山東公園

旧地形と現地形を比較すると、健全部であった No.1 地点付近は旧尾根部にあたり、変状が認められた No.2 地点付近は旧谷部にあたると考えられる。

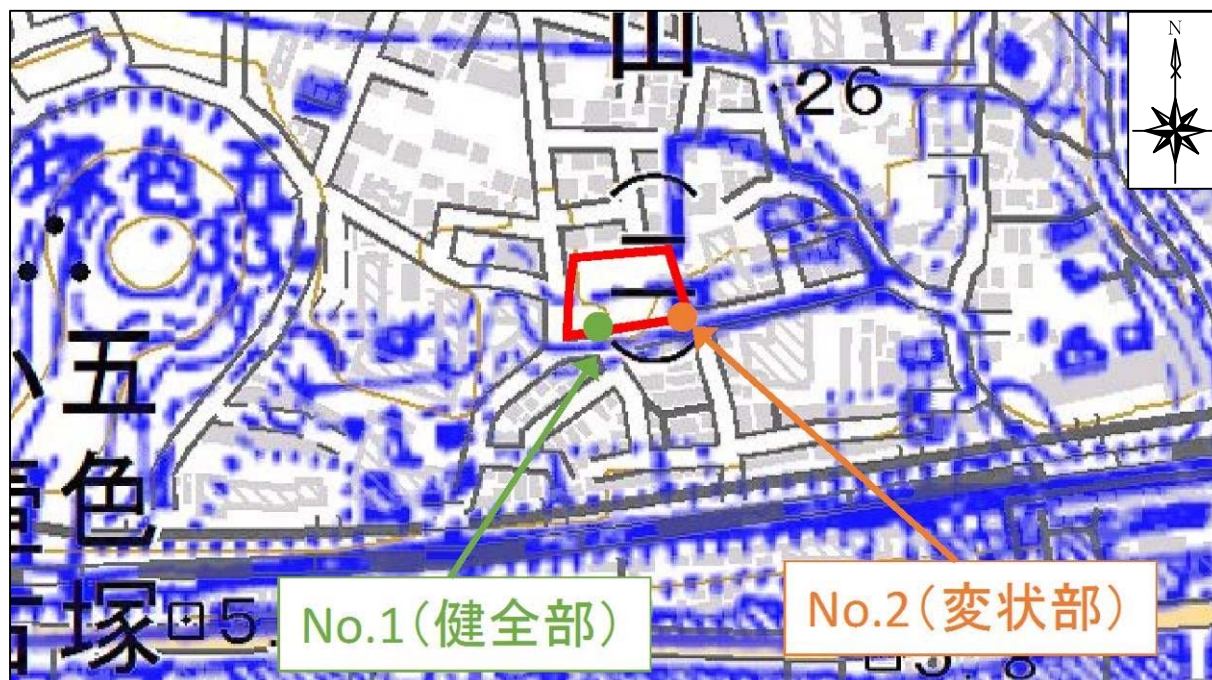


図-5.1.2 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（五色山東公園）（縮尺任意）

(3) 青山台北公園

旧地形と現地形を比較すると、健全部であった No.2 地点付近は旧尾根部にあたり、変状が認められた No.1 地点付近は旧谷部にあたりと考えられる。



図-5.1.3 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（青山台北公園）（縮尺任意）

(4) 塩屋町公園

旧地形と現地形を比較すると、塩谷町公園全体が谷部にあたり、公園整備にあたり盛土された可能性が考えられる。谷部を盛土したことで、不安定な地盤となった可能性が考えられる。



図-5.1.4 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（塩屋町公園）（縮尺任意）

(5) 雲雀ヶ丘公園

旧地形と現地形を比較すると、健全部であった No.1 地点付近は旧尾根部にあたり、変状が認められた No.2 地点付近は旧谷部にあたると考えられ、10m 程度盛土されているものと考えられる。



図-5.1.5 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（雲雀ヶ丘公園）（縮尺任意）

(6) 会下山公園

旧地形と現地形を比較すると、No.1 地点及びNo.2 地点で地形区分としての相違はあまり認められなかった。このため、No.1 地点の変状は、地形区分とは異なる要因により発生しているものと考えられる。

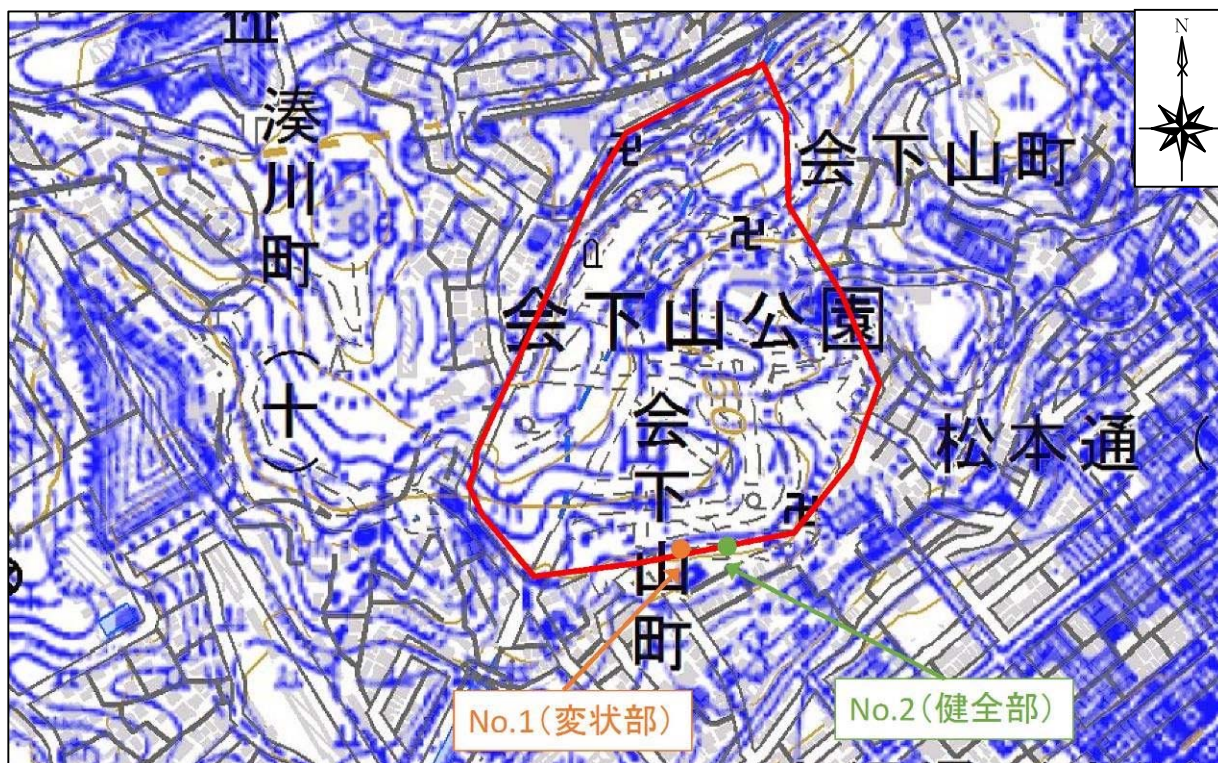


図-5.1.6 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（会下山公園）（縮尺任意）

(7) 熊野西公園

旧地形と現地形を比較すると、健全部であった No.2 地点付近は旧尾根部にあたり、変状が認められた No.1 地点付近は旧谷部にあたると考えられる。

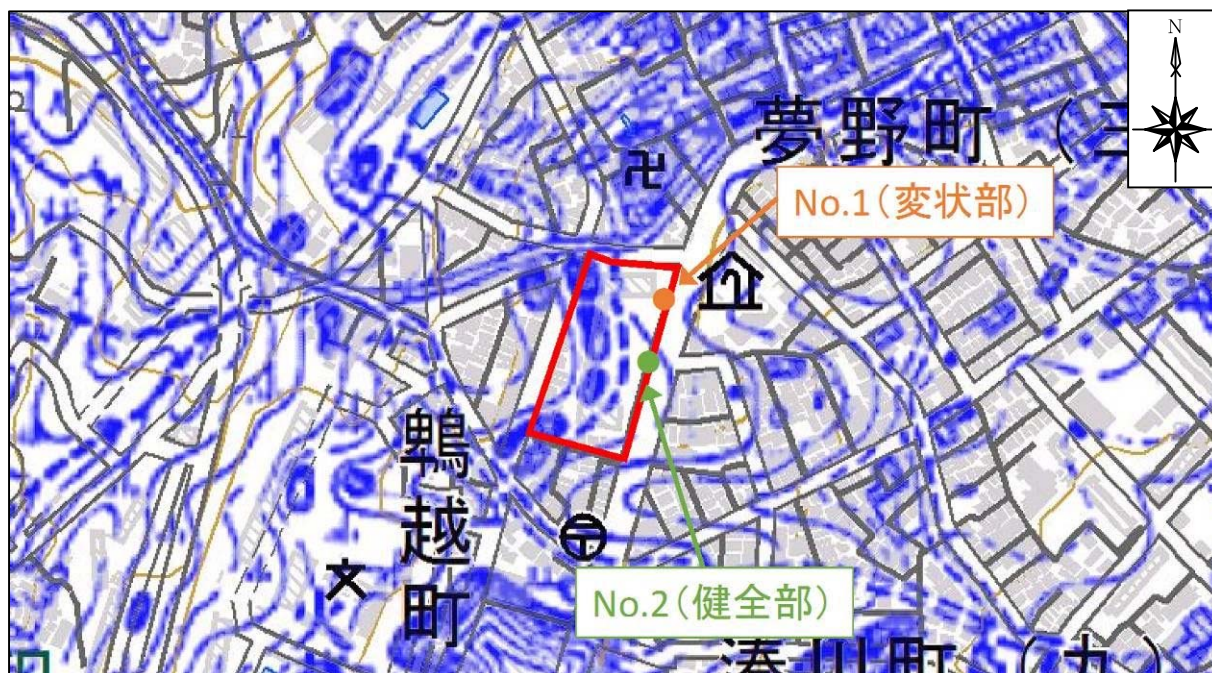


図-5.1.7 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（熊野西公園）（縮尺任意）

(8) 大倉山公園

旧地形と現地形を比較すると、No.1 地点及び No.2 地点はいずれも山麓部にあたり、地形区分としての相違はあまり認められなかった。このため、No.2 地点の変状は、地形区分とは異なる要因により発生しているものと考えられる。

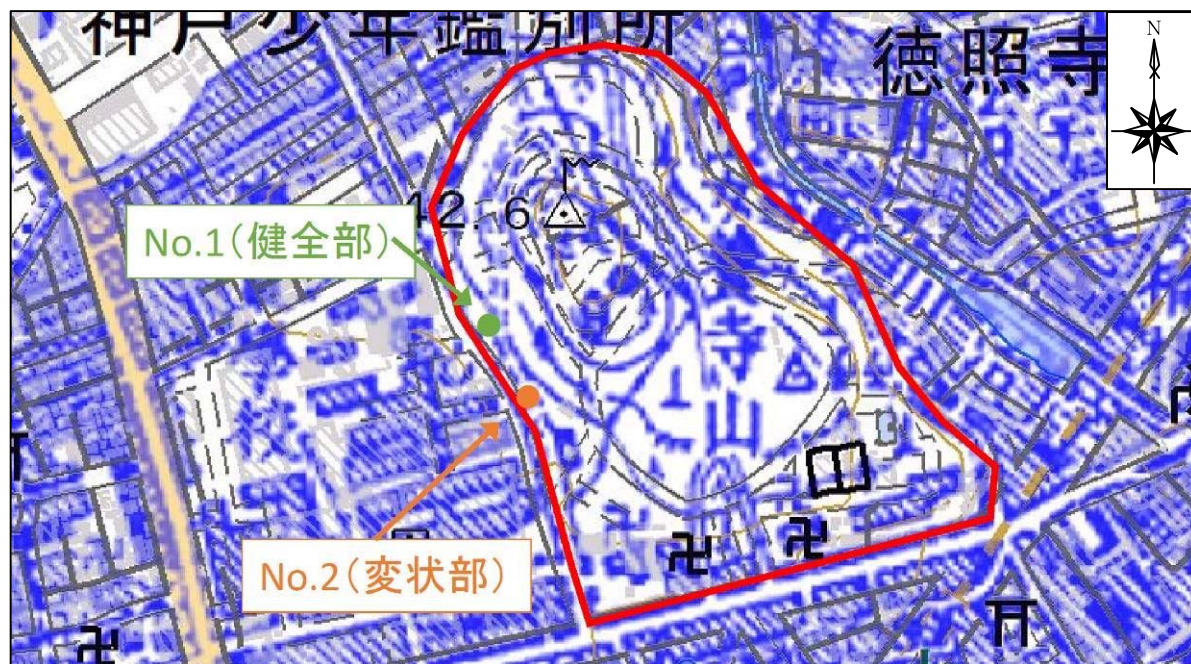


図-5.1.8 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（大倉山公園）（縮尺任意）

(9) 花隈公園

旧地形と現地形を比較すると、調査地付近は平坦面にあたる。No.1 地点は健全であった。



図-5.1.9 旧版地形図と現地形図の重ね合わせ図（花隈公園）（縮尺任意）

5.2 パラメータスタディーによる背後地盤の健全性評価

現地調査では、擁壁の変状状況及び擁壁背後地盤の Nd 値を得た。ここでは、簡易計算によって背後地盤の締り具合による安定性についてパラメータスタディーし、Nd 値による健全性評価の資料とした。

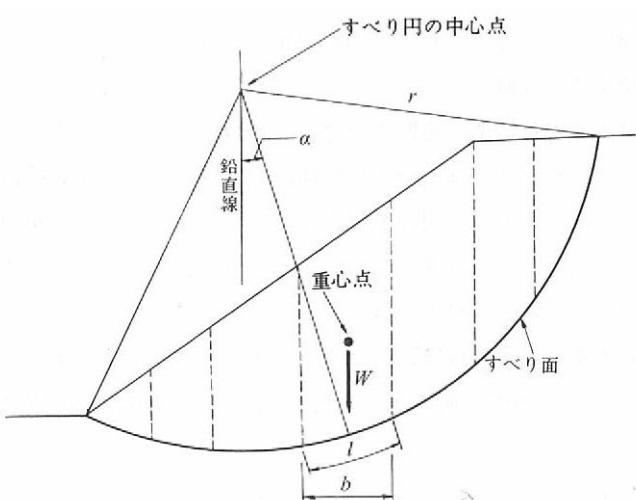
5.2.1 パラメータスタディーの概要

擁壁の安定性評価マニュアルに記載されている基礎点は、擁壁の高さや漏水状況、排水施設、構造物の劣化状況を評価するものとなっている。ここでは、盛土の安定性に大きく影響すると推察される擁壁高さ、及び地下水位の他、背後地盤の締り具合がどの程度安定性に影響するかパラメータスタディーによって考察した。

5.2.2 計算手法

①計算式

簡易な手法としてすべり計算を用いた。計算式は以下の通り修正フェレニウス法である。



$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum (W \cdot \sin \alpha)} \quad \dots\dots\dots \text{解 4-1)}$$

ここに、 F_s : 安全率

c : 土の粘着力 (kN/m^2)

ϕ : 土のせん断抵抗角 (度)

l : 分割片で切られたすべり面の長さ (m)

W : 分割片の全重量 (kN/m)、載荷重を含む。

u : 間隙水圧 (kN/m^2)

b : 分割片の幅 (m)

α : 分割片で切られたすべり面の midpoint とすべり面の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角 (度)

図-5.2.1 安定計算手法 (社) 日本道路協会 : 道路土工 盛土工指針、pp110-111)

②解析モデル

解析モデルは、現地調査の結果を踏まえ図-5.2.2 のとおりとした。擁壁高は 3m, 5m, 7m の 3 ケース、擁壁の勾配は 1:0.3 である。なお、擁壁背面の盛土は現地調査によって細粒土を多く混入した砂質土 (中間土) であることが多かったが、比較のため「砂質土 (中間土)」の他、「砂」と「粘土」の場合を検討した。地下水は図

-5.2.2 に示す3 ケース（無し，基礎地盤面，高い（盛土高の 1/2 高さ））とした。

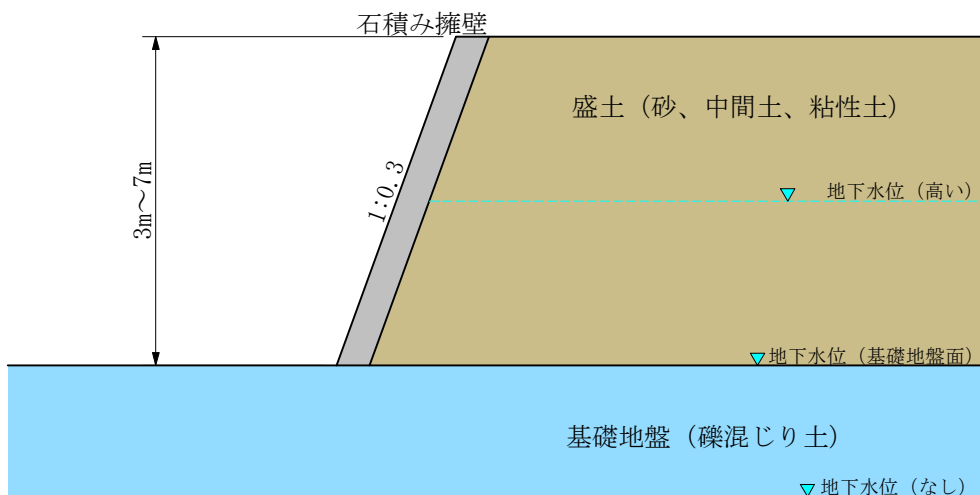


図-5.2.2 解析モデル図

③土質定数値

解析に用いる土質定数値は，表-5.2.1 に示す土層種類による一般値とした。ただし，一般値のうち粘着力については「〇〇以下」という値のため，設定値は記載数値の半分の値とした。

表-5.2.1 土質定数値（社）日本道路協会：道路土工 盛土工指針，p101）

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	20	40	0	{G}
	砂	締め固めたもの	20	35	{S}
		粒径幅の広いもの 分級されたもの	19	30	
	砂質土	締め固めたもの	19	25	{S F}
	粘性土	締め固めたもの	18	15	{M}, {C}
	関東ローム	締め固めたもの	14	20	{V}
自然 地盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	40	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	35	
	礫まじり砂	密実なもの	21	40	{G}
		密実でないもの	19	35	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	35	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	30	
	砂質土	密実なもの	19	30	{S F}
		密実でないもの	17	25	
	粘性土	固いもの（指で強く押し多少へこむ） ^{注1)}	18	25	{M}, {C}
		やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入） ^{注1)}	17	20	
		軟らかいもの（指が容易に貫入） ^{注1)}	16	15	
	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	{M}, {C}
		やや軟らかいもの（指の中程度の力で貫入） ^{注1)}	16	15	
		軟らかいもの（指が容易に貫入） ^{注1)}	14	10	
	関東ローム		14	5(ϕ_n)	{V}

注 1) ; N 値の目安は次のとおりである。

固いもの ($N=8 \sim 15$)，やや軟らかいもの ($N=4 \sim 8$)，軟らかいもの ($N=2 \sim 4$)

注 2) ; 地盤工学会基準の記号は，およその目安である。

- ・盛土：「砂」→ 表-5.2.1 の 盛土 砂 粒径幅の広いもの $\gamma_t=20(\text{kN/m}^3)$, $c=0(\text{kN/m}^2)$, $\phi=35^\circ$
- ：「中間土」→ 表-5.2.1 の 盛土 砂質土 $\gamma_t=19(\text{kN/m}^3)$, $c=15(\text{kN/m}^2)$, $\phi=25^\circ$
- ：「粘土」→ 表-5.2.1 の 盛土 粘性土 $\gamma_t=18(\text{kN/m}^3)$, $c=25(\text{kN/m}^2)$, $\phi=15^\circ$
- ・基礎地盤：表-5.2.1 の 自然地盤 礫まじり砂 密実なもの $\gamma_t=21(\text{kN/m}^3)$, $c=0(\text{kN/m}^2)$, $\phi=40^\circ$
- ・石積み擁壁：表-5.2.1 の 自然地盤 礫 密実なもの $\gamma_t=20(\text{kN/m}^3)$, $c=0(\text{kN/m}^2)$, $\phi=40^\circ$

④地震力

計算は常時に加え，L1 地震相当 ($kh=0.15$) を考慮した。

5.2.3 計算結果

表-5.2.2、図-5.2.3 に解析結果を示す。概要は以下の通りである。

- ・盛土が実際の地盤に近い「砂質土：中間土」の場合、多様なケースで安全率が 1.0 を上回り安定しているが、地下水が高い状態で地震力が加わると安全率は 1.0 を下回る。盛土が粘性土の場合は、いずれの条件においても安全率は 1.0 を上回る。
- ・対して、盛土が砂の場合（粘着力が無い場合）は、いずれのケースにおいても安全率が 1.0 を下回り不安定となる。
- ・擁壁高が高くなるに従い安全率は低くなる。ただし、盛土が砂の場合はその低下率は小さい。
- ・計算式からも明らかだが、地下水位が高くなるほど安全率は低くなる。

これらの結果、擁壁の安定性は背後の盛土材料や擁壁高、地下水位によって変化することがわかった。また、盛土の材料は出来るだけ粘着力が大きい細粒土の方が安定性は高い結果となったが、粘性土の場合は施工性（締め固め管理）に劣る他、施工後の沈下が懸念されるため、実際には細粒土を混入した粒径幅の広い材料（中間土）が施工性や安定性に優れている。

したがって、安定性の評価に際しては擁壁高さや漏水に加え、背後地盤の土質にも着目しておくことが重要である。

表-5.2.2 計算結果による安全率一覧表

擁壁高による安全率の変化

擁壁高	盛土材		
	砂	中間土	粘土
3m	0.85	1.70	2.14
5m	0.78	1.26	1.50
7m	0.77	1.04	1.21

地下水の変化による安全率の変化(H=5mの時)

地下水位	盛土材		
	砂	中間土	粘土
なし	0.78	1.26	1.50
基礎地盤面	0.75	1.23	1.48
H/2	0.64	1.11	1.35

地震による安全率の変化(H=5mの時)

地震力	水位	盛土材		
		砂	中間土	粘土
常時	無し	0.78	1.26	1.50
L1(kh=0.15)	無し	0.62	1.10	1.38
	基礎地盤面	0.58	1.06	1.32
	H/2	0.49	0.96	1.20

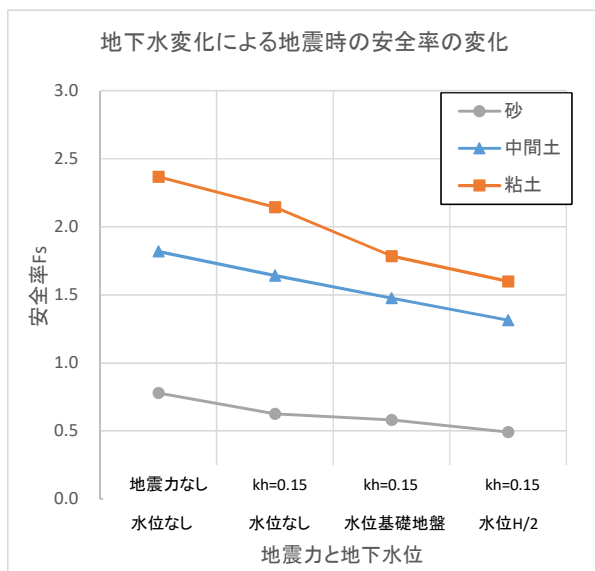
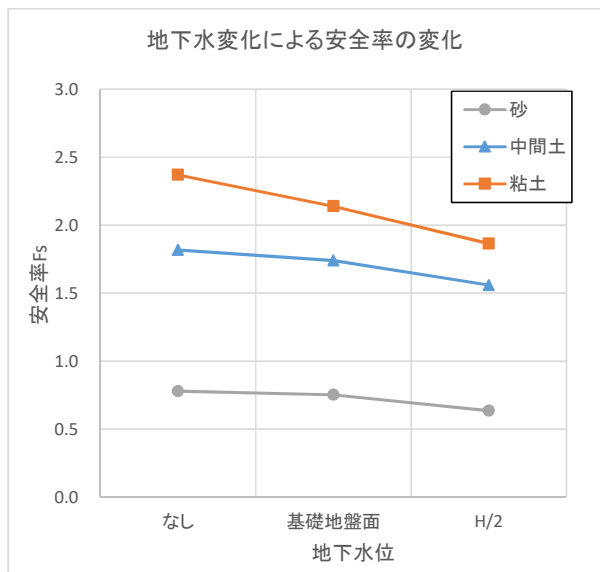
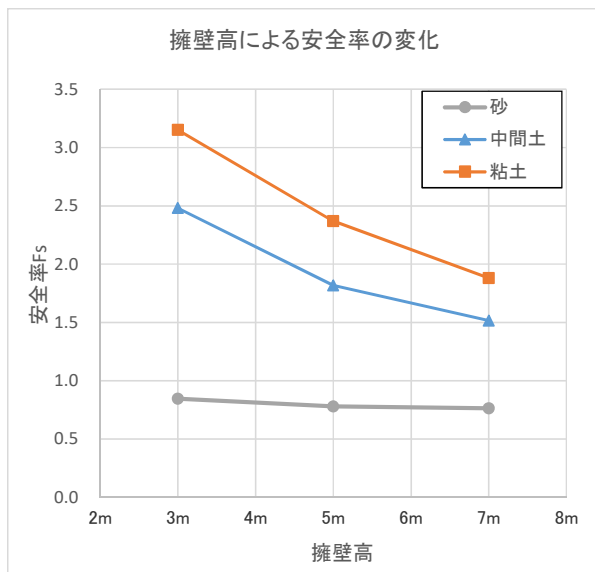
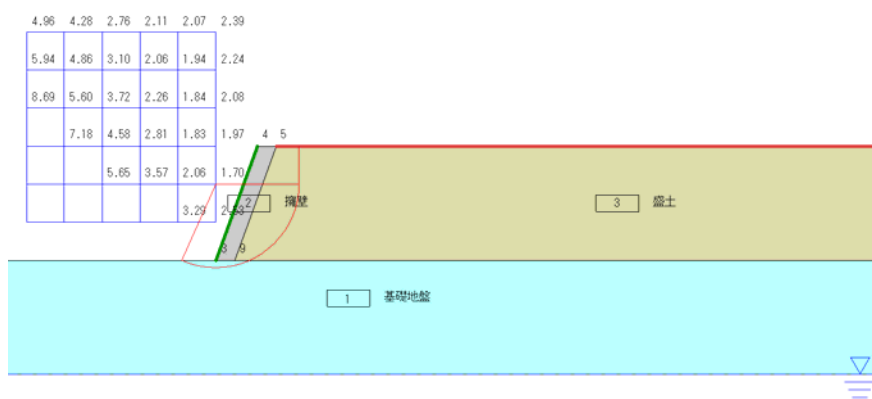


図-5.2.3 安全率の変化

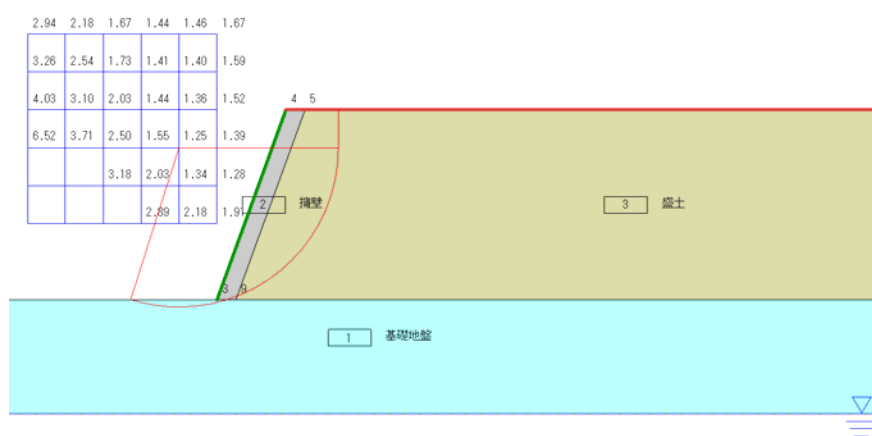
次ページに安定計算結果図を示す。

【盛土：中間土】

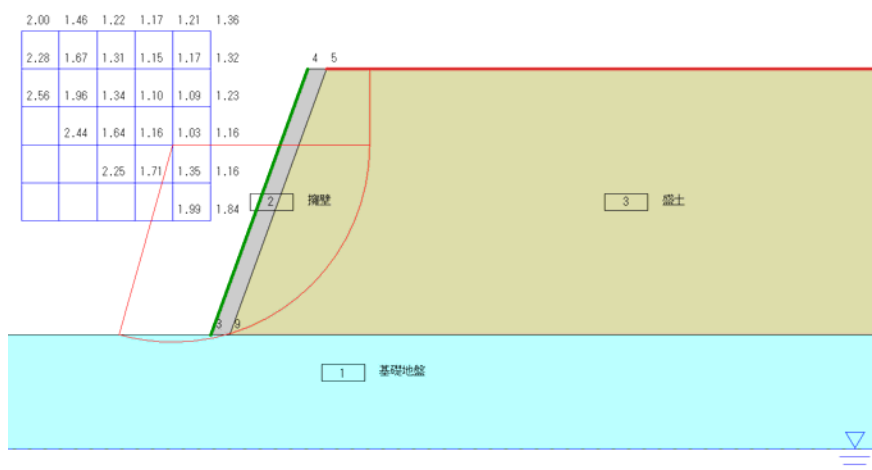
H=3.0m 水位無し 常時 安全率Fs=1.70



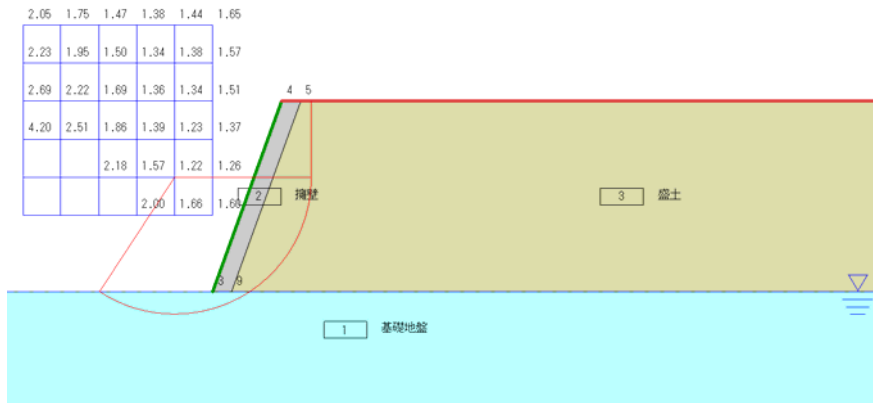
H=5.0m 水位無し 常時 安全率Fs=1.26



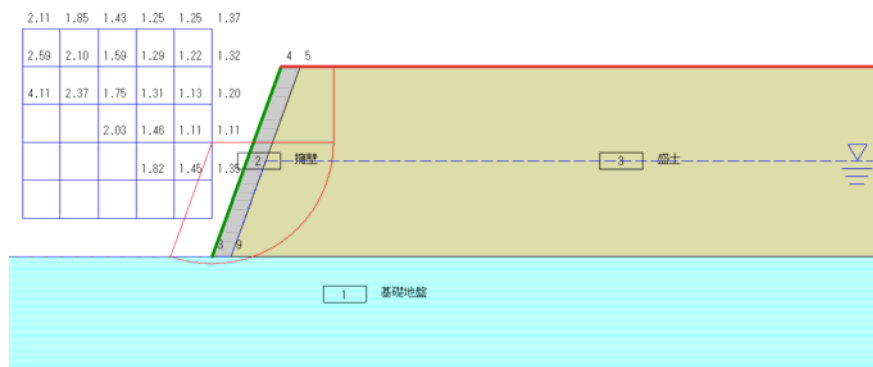
H=7.0m 水位無し 常時 安全率Fs=1.04



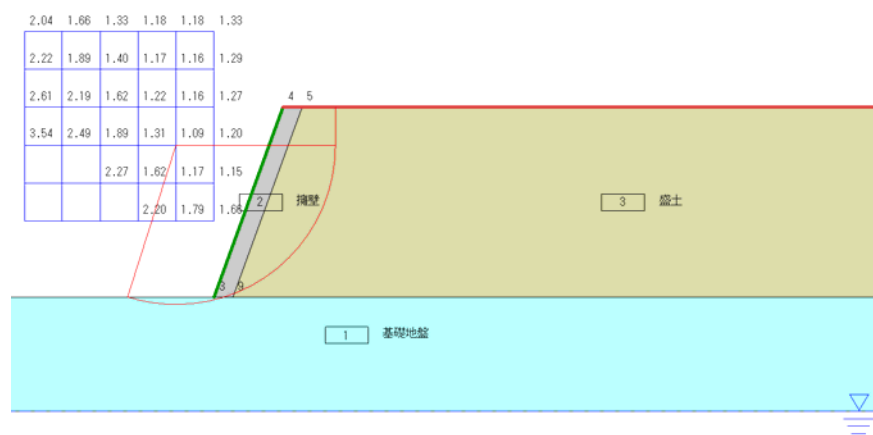
H=5.0m 水位基礎地盤面 常時 安全率 $F_s=1.23$



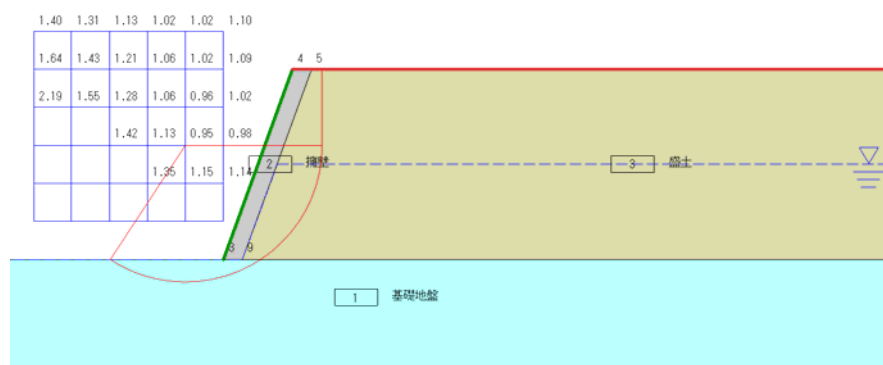
H=5.0m 水位 H/2 高さ 常時 安全率 $F_s=1.11$



H=5.0m 水位なし 地震力 $kh=0.15$ 安全率 $F_s=1.10$

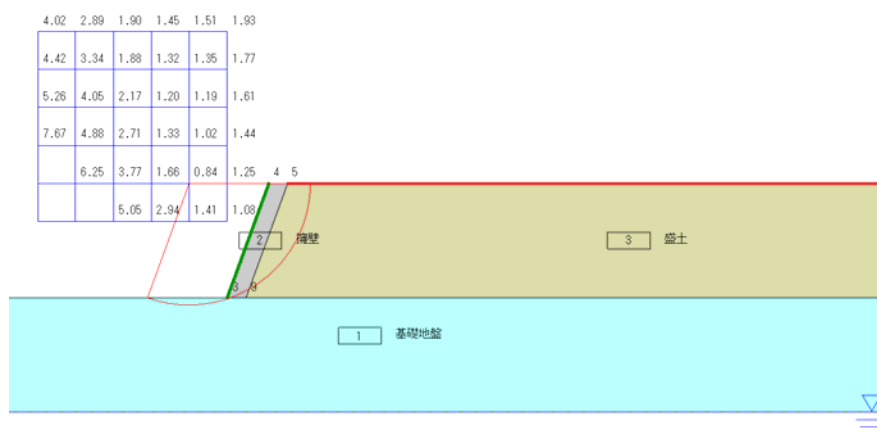


H=5.0m 水位 H/2 高さ 地震力 $kh=0.15$ 安全率 $F_s=0.96$

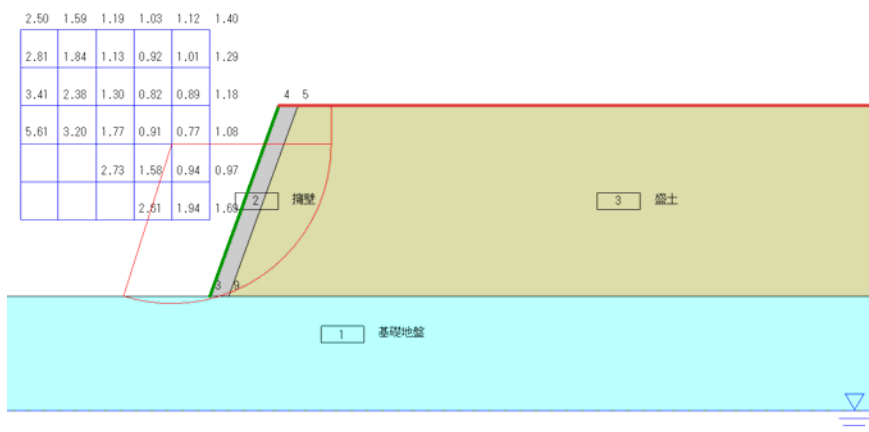


【盛土：砂】

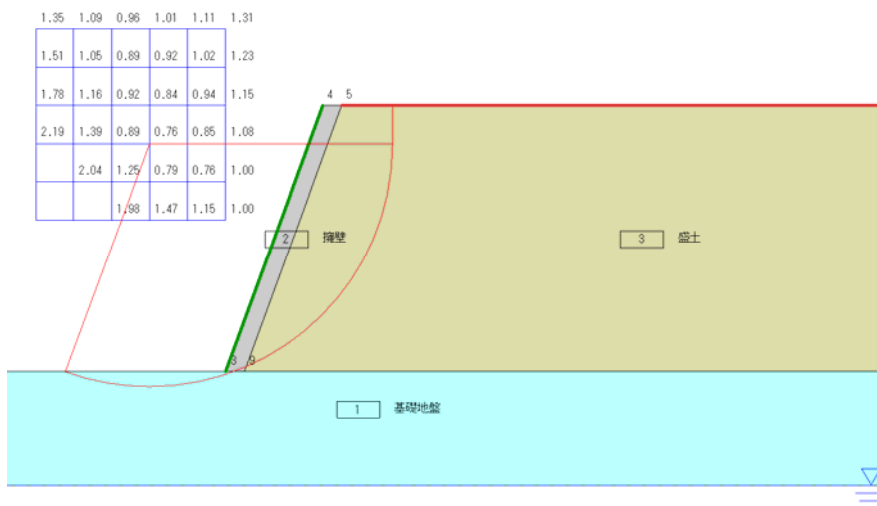
H=3.0m 水位無し 常時 安全率 $F_s=0.85$



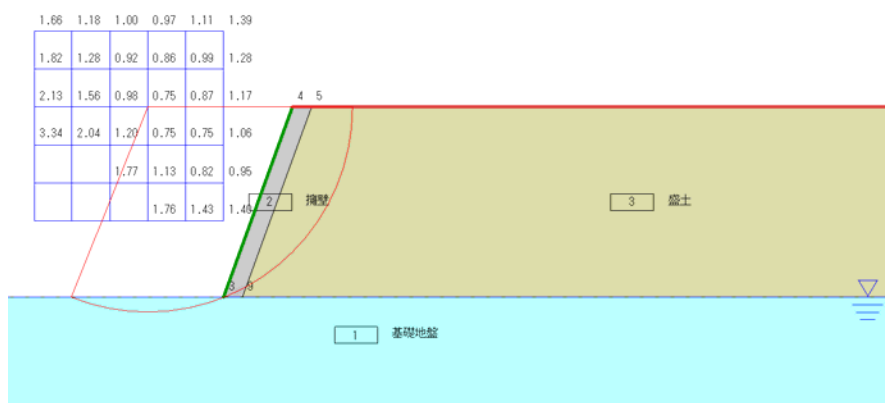
H=5.0m 水位無し 常時 安全率 $F_s=0.78$



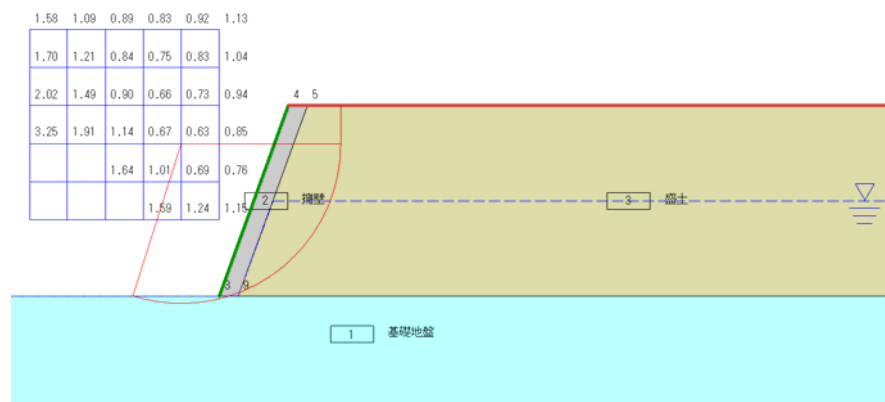
H=7.0m 水位無し 常時 安全率 $F_s=0.76$



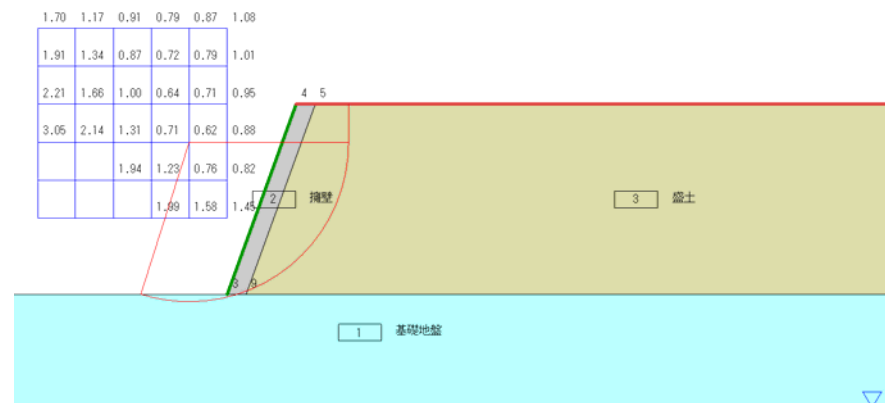
H=5.0m 水位基礎地盤面 常時 安全率 $F_s=0.75$



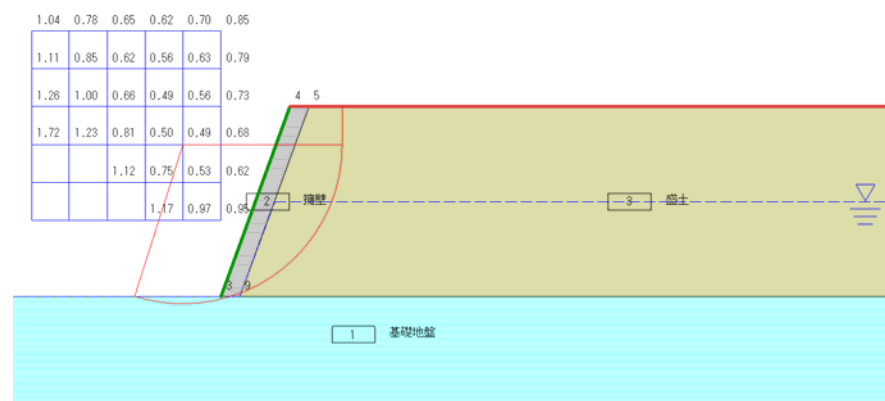
H=5.0m 水位 H/2 高さ 常時 安全率 $F_s=0.64$



H=5.0m 水位なし 地震力 $kh=0.15$ 安全率 $F_s=0.62$

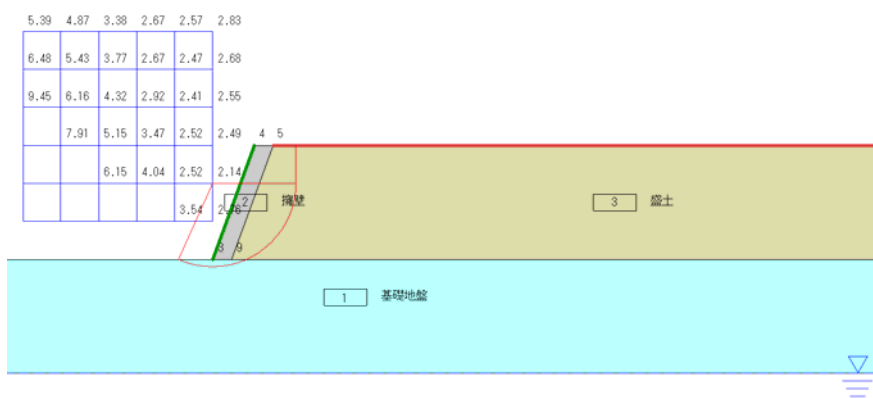


H=5.0m 水位 H/2 高さ 地震力 $kh=0.15$ 安全率 $F_s=0.49$

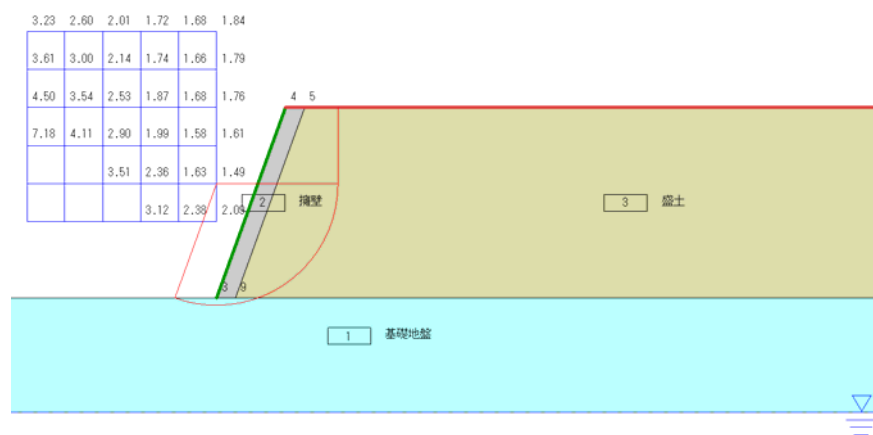


【盛土：粘土】

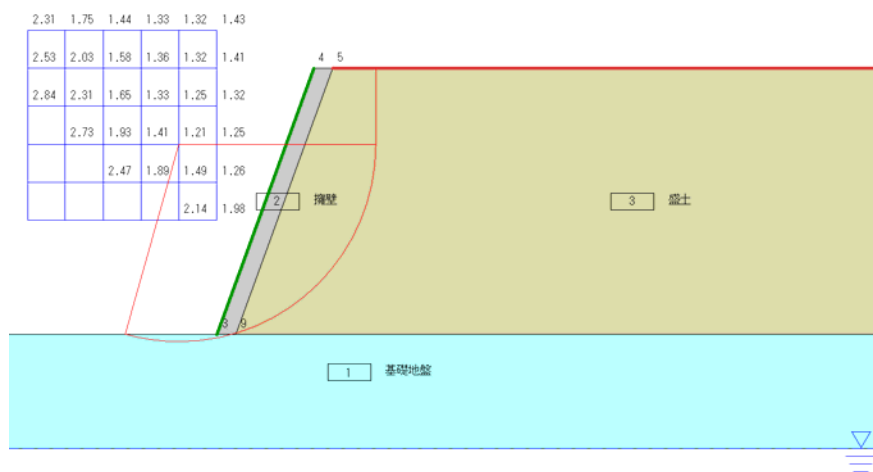
H=3.0m 水位無し 常時 安全率Fs=2.14



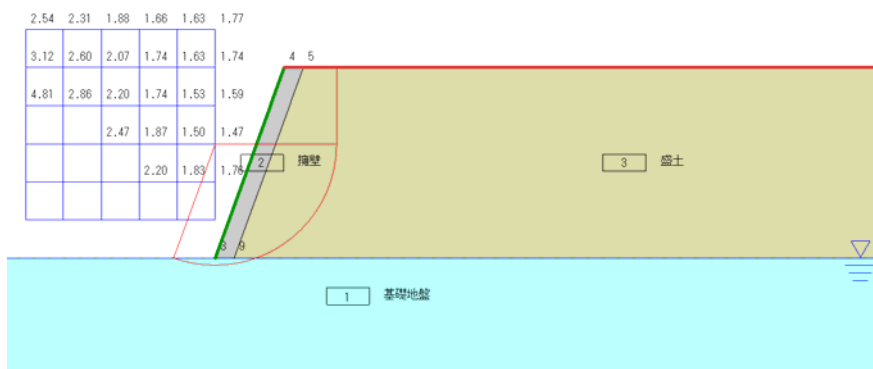
H=5.0m 水位無し 常時 安全率Fs=1.50



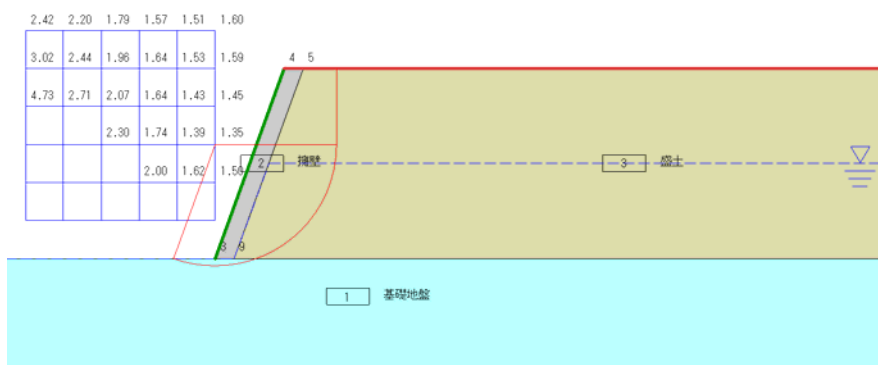
H=7.0m 水位無し 常時 安全率Fs=1.21



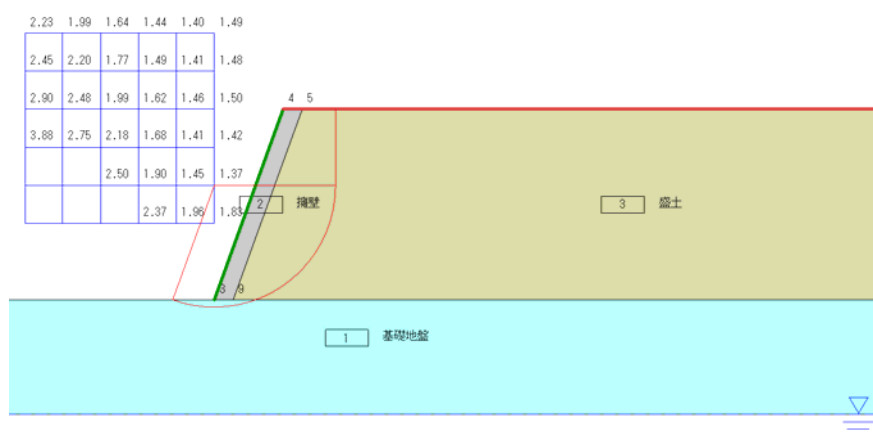
H=5.0m 水位基礎地盤面 常時 安全率 $F_s=1.48$



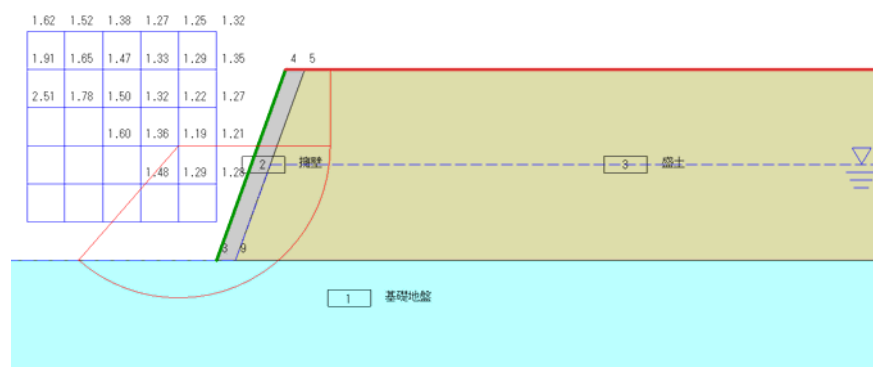
H=5.0m 水位 H/2 高さ 常時 安全率 $F_s=1.35$



H=5.0m 水位なし 地震力 $kh=0.15$ 安全率 $F_s=1.38$



H=5.0m 水位 H/2 高さ 地震力 $kh=0.15$ 安全率 $F_s=1.20$



5.2.4 擁壁の安定性について

ここでは、簡易計算（すべり計算）により今回現地で実施した簡易貫入試験の値の検証、及び危険度について考察した。

現地調査の結果では、盛土材は砂質土が優勢であったため ϕ 材として評価し、すべり計算においてその内部摩擦角 ϕ を変化させ安全率の変化を把握した。粘着力 C_u については前述の通り一般値の半分の値である $15(\text{kN/m}^2)$ で固定した。地下水は無いものとした。

なお、変化させる内部摩擦角 ϕ と N 値の関係は以下の関係式を用いた。

＜内部摩擦角 ϕ と N 値の関係＞

社)日本道路協会：道路土工 擁壁工指針、H24.7、pp64-65 より

$$\phi = 4.8 \log N_1 + 21 \quad \text{ただし、} N > 5 \dots\dots\dots (\text{解4-6})$$

$$N_1 = \frac{170N}{\sigma'_v + 70} \dots\dots\dots (\text{解4-7})$$

$$\sigma'_v = \gamma_1 h_w + \gamma'_2 (x - h_w) \dots\dots\dots (\text{解4-8})$$

ここに、

c ：粘着力（ kN/m^2 ）

ϕ ：せん断抵抗角（ $^\circ$ ）

σ'_v ：標準貫入試験を実施した地点の有効上載圧（ kN/m^2 ）

N_1 ：有効上載圧 100kN/m^2 相当に換算した N 値。ただし、原位置の σ'_v が $\sigma'_v < 50\text{kN/m}^2$ である場合には、 $\sigma'_v = 50\text{kN/m}^2$ として算出する。

N ：標準貫入試験から得られる N 値

γ_1 ：地下水位面より浅い位置での土の単位体積重量（ kN/m^3 ）

γ'_2 ：地下水位面より深い位置での土の単位体積重量（ kN/m^3 ）

x ：標準貫入試験を実施した地点の原地盤面からの深さ（ m ）

h_w ：地下水位の深さ（ m ）

計算結果を表-5.2.3、及び図-5.2.4、図-5.2.5 に示す。

- ・常時で安全率 1.2 を上回るのは内部摩擦角 ϕ が 33° 以上であり、 N 値換算すると $N=8$ ($N_d=16$) 以上である。
- ・地震時で安全率 1.0 を上回るのは内部摩擦角 ϕ が 32° 以上であり、 N 値換算すると $N=7$ ($N_d=14$) 以上である。

したがって、水抜き孔等の排水施設が健全である場合は N_d 値が 14 程度以上あれば擁壁の安全性は確保できる結果となった。

今回の現地調査結果を図-5.2.6 に示す。現地調査の結果では、擁壁に何らかの変状が生じている箇所は N_d 値が 10 以下が多い。対して、健全部では N_d 値が 10 を越えるものが多く擁壁高の 6 割より深部においては貫入不能となる場所が多かった。

これらの結果、実際の地盤の粘着力のばらつきがあるものの、盛土が細粒分を混入する砂質土の場合は N_d 値が 14 程度以上あれば地震時においても安全性は高いものと推察できる。なお、この $N_d=14$ は擁壁基礎面までの平均 N_d 値である。擁壁基礎面まで貫入できないような場所（浅い深度で貫入不能となるような場所）は安全性が高い。

表-5.2.3 内部摩擦角 ϕ と安全率、N値の関係

内部摩擦角 $\phi(^{\circ})$	N値 (回)	換算Nd値 $N \times 2$ (回)	安全率 F_s	
			常時	地震時(L1)
28	3	6	1.150	0.974
29	4	8	1.162	0.980
30	5	10	1.174	0.987
31	6	12	1.186	0.994
32	7	14	1.198	1.001
33	8	16	1.211	1.008
34	10	20	1.224	1.015
35	12	24	1.237	1.022
36	16	32	1.250	1.030
37	20	40	1.262	1.038

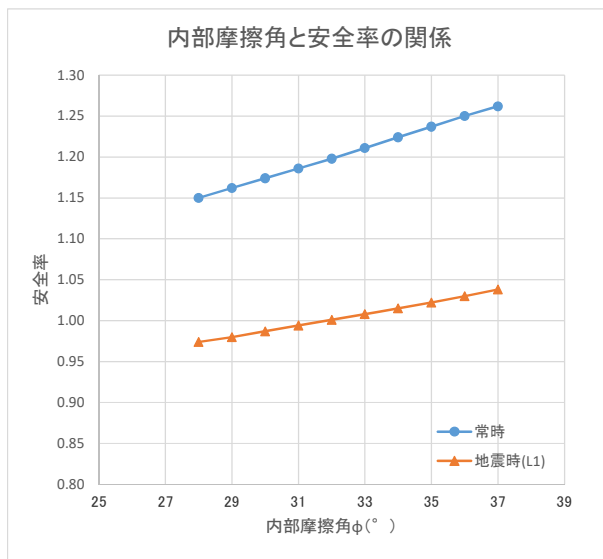


図-5.2.4 内部摩擦角 ϕ と安全率

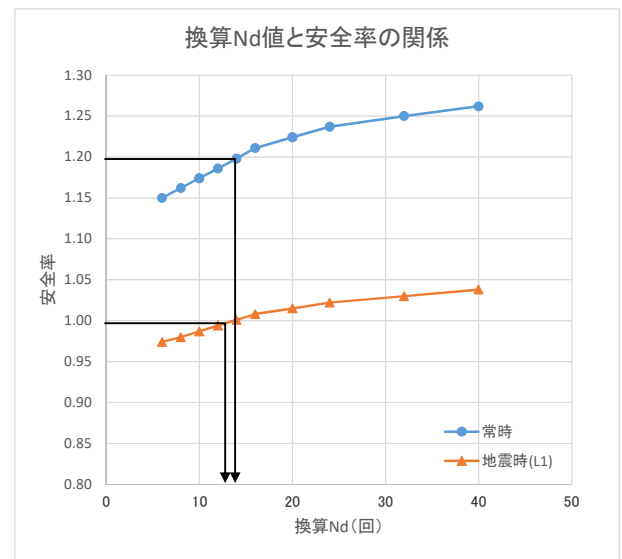


図-5.2.5 換算Nd値と安全率

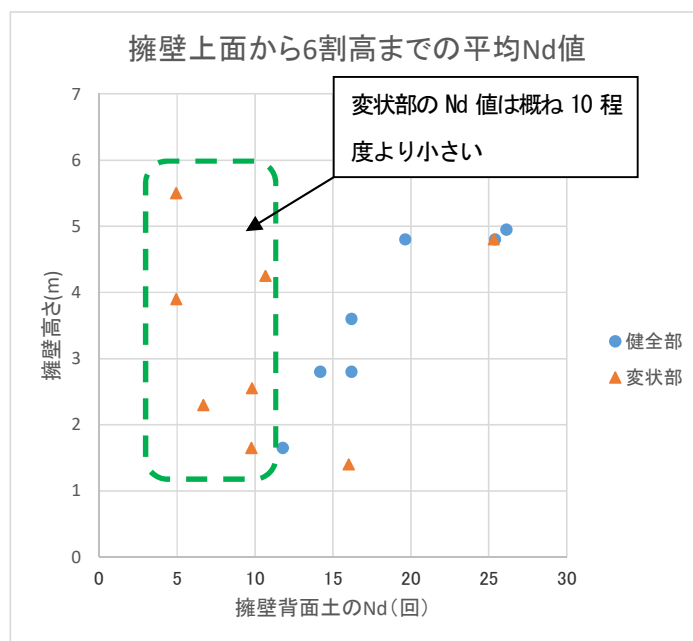


図-5.2.6 現地調査結果による擁壁健全度とNd値の変化

6. 点検フロー(案)の策定

6.1 健全性評価手法

神戸市においては、石積み擁壁の健全性評価手法は、「2.2 神戸市の取り組み」において示したとおり、国土交通省・全国宅地擁壁技術協会の宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）（以下、マニュアル）に基づいている。

マニュアルにおける評価結果は、点数の最大値に応じて危険度評価区分を決定し、「対策不要」「経過観察、若しくは対策の必要性を検討」「対策実施」の対応を選択することとなる。ここで、マニュアルにおいては、対策実施の判断を行うにあたって重要な指標となる第三者被害が発生する可能性（施設の重要度）の観点が含まれていない。

そのため、マニュアルに「施設の重要度」に関する評価項目を追加することにより、対応することを提案する。

「施設の重要度」は、施設の置かれている場の条件に応じて決定される指標であるため、基礎点として配点することとする。内容は第三者被害の有無とし、擁壁前面と天端付近において家屋等の立地や第三者通行のある道路の有無などで判断する。

また、配点は、1 項目の最大配点である 2.0 点（排水施設等や擁壁高さ）の 50%とすることを現時点の案とし、試行的に実施することにより妥当性を確認したうえ、決定することとする。

表一6.1 擁壁の基礎点項目と配点表(試行案)

区分			項目	分類	配点	備考
基礎点	環境条件 (a)	地盤条件	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁背後地盤からの擁壁表面に対する湧水程度を示したものである。
				Ⅱ	0.5	
				Ⅰ	1.0	
		構造諸元	排水施設等	Ⅲ	0.0	空積み擁壁の場合は、背面排水施設の設置状況のみについて区分する。
				Ⅱ	1.0	
				Ⅰ	2.0	
			擁壁高さ	1m<H≤3m	0.0	H:擁壁の最大地上高さ
				3m<H≤4m	1.0	
				4m<H≤5m	1.5	
				5m<H	2.0	
		周辺条件	第三者被害	無し	0.0	擁壁が崩壊した際の第三者被害の有無について示したものである。擁壁前面と天端付近における家屋等の立地や第三者通行のある道路の有無などで判断する。
				有り	1.0	
	障害状況 (b)	排水施設の生涯	異常なし	0.0	天端排水溝のずれや水抜き孔の詰まりなど、排水施設の機能障害状況を示している。	
			障害A	0.5		
			障害B	1.0		
			障害C	1.5		
		劣化障害	異常なし	0.0	練石積み・コンクリートブロック積み擁壁は、風化・湧水等による侵食程度の劣化状況を示している。また、重力式及び鉄筋コンクリート擁壁は、アルカリ骨材反応の全面劣化及び当該の端面劣化状況を示している。	
			障害A	0.5		
			障害B	1.0		
			障害C	1.5		
		白色生成物障害	異常なし	0.0	練石積み・コンクリートブロック積み擁壁は裏込コンクリートのクラックによる白色生成物を示している。また、重力式及び鉄筋コンクリート擁壁は、コンクリート背面からのクラックによる白色生成物の析出を示している。	
			障害A	0.5		
			障害B	1.0		
			障害C	1.5		

6.2 点検フロー（案）

「6.1 健全度評価手法」において提案した評価手法を用いて維持管理を実施する点検フロー（案）を提案する。点検フロー（案）は、健全性評価結果において「経過観察、若しくは対策の必要性を検討」（マニュアルでの危険度評価区分が中に該当）となった施設に対して、前述した課題解決のための研究手法（地形区分、背面土状態、壁面状態）を用いて「経過観察」と「対策実施」の判断を行うものとする。ここで、詳細点検による評価は、定量的な判断を行うことが可能なように許容値を設定する。

6.2.1 点検区分

「6.1 健全度評価手法」において示した健全度評価手法に基づく目視を主体とする点検を一次点検とし、その結果を受けて実施する詳細点検を二次点検とする。

二次点検は、一次点検での健全度評価結果が「6.0 点以上 10.0 点未満」となる危険度評価区分が「中」となる施設を対象に実施する。

表－6.2.1 危険度評価区分(試行案)

点数の最大値	危険度 評価区分	評価内容
6.0点未満	小	小さなクラック等の障害について補修し、雨水の浸透を防止すれば、当面の危険性はないと考えられる宅地擁壁である。
6.0点以上～ 10.0点未満	中	変状程度の著しい宅地擁壁であるが、経過観察で対応し、変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検をうものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて勧告・改善命令の発令を検討し、防災 事の必要性についても検討をう必要がある。
10.0点以上	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地擁壁である。早急に所有者等に対しての勧告・改善命令の発令を検討する必要があり、防災工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないように指導する。

※点数の最大値は、マニュアルにおける点数に「施設の重要度」の配点（1.0 点）を加えた値とする。

6.2.2 詳細点検

詳細点検は、前述した課題解決のための研究手法である①地形区分、②背面土状態、③壁面状態を用いて行う。各手法において「経過観察」と「対策実施」の判断を行う際の許容値の考え方を以下に示す。

① 地形区分

前述したとおり、旧尾根部では健全な場合が多く、旧谷部に該当する箇所では変状が多く認められる傾向が確認されたことを受けて、地形区分に関する判断指標は以下のとおりとする。

表－6.2.2 地形区分に関する許容値

対応	許容値	備考
経過観察	切土部（旧尾根部）	
対策実施	盛土部（旧谷部）	

② 背面土状態

前述したとおり、基礎地盤及び背面地盤の硬軟の程度が、擁壁の変状度合に影響を与えている可能性が確認されている。また、Nd 値が 10 以下を示す地盤の状態では、相対的に安定性が低く、地震や豪雨による被災リスクについて注意する必要があると考えられる。

このことを受けて、背面土状態に関する判断指標は以下のとおりとする。

表－6.2.3 背面土状態に関する許容値

対応	許容値	備考
経過観察	Nd 値>10	
対策実施	Nd 値≤10	

③ 壁面状態

前述したとおり、3次元レーザースキャナーを活用した壁面の変状状態をもとに判断する手法であり、健全度評価を行う際の閾値は補強土壁の管理値である 3%とする。

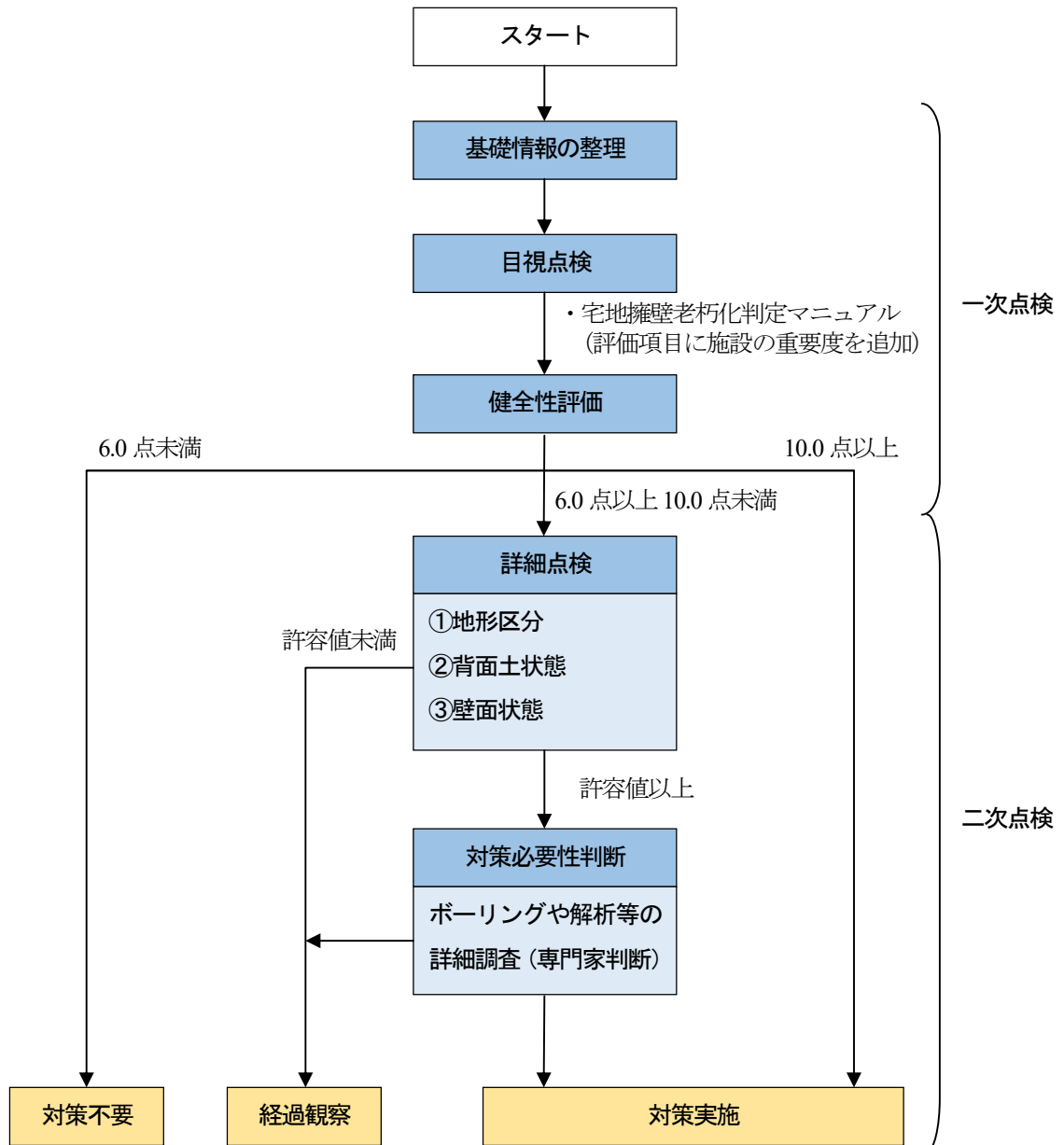
表－6.2.4 壁面状態に関する許容値

対応	許容値	備考
経過観察	はらみ出し量≤3%	
対策実施	はらみ出し量>3%	

6.2.3 点検フロー（案）

上記において検討した詳細点検を含む点検フロー（案）を図－6.2.1 に示す。

詳細点検において許容値以上となる場合は、対策必要性判断を行うこととしている。詳細点検項目は3項目挙げており、このうち1項目でも許容値以上となる場合は、対策必要性判断を行うことが好ましいと考える。この点検フロー（案）に基づき、PDCA サイクルにより維持管理を行うことを提案する。



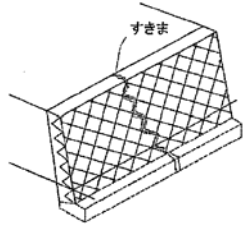
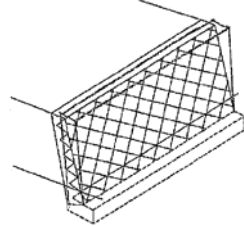
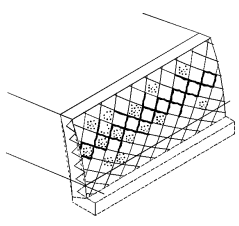
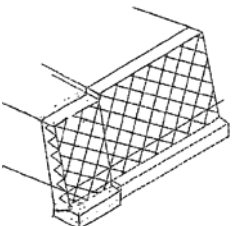
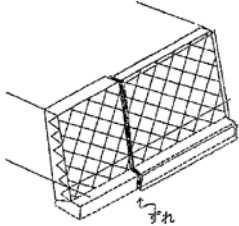
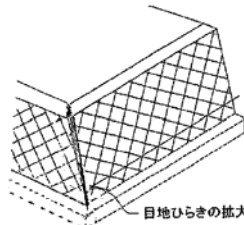
表－6.2.1 点検フロー（案）

7. 石積み擁壁のモニタリング手法や補修・補強工法

7.1 石積み擁壁の変状に対するモニタリング手法

本節では、前章の点検フロー（案）で「経過観察」と判定された石積み擁壁について、公開資料に基づきその変状の進行状況をモニタリングするための方法を紹介する（表-7.1.1、次頁以降）。

表-7.1.1 石積み擁壁の変状と本章で紹介するモニタリング手法の一覧

石積み擁壁の変状 ⁴⁾	本章で紹介するモニタリング手法	参照箇所
クラック 	・スケールによる計測 →ノギス, コンベックス, クラックゲージなどを使用 ・スケッチ, 写真	7.1.1, 7.1.4(2), 7.1.5
傾斜  はらみ出し 	・スケールによる計測 →スタッフ, ポール, 水系, コンベックス, 傾斜計などを使用 ・レーザー測距計による計測 ・3次元レーザスキャナーによる計測 ・スケッチ, 写真	7.1.2, 7.1.5
不同沈下  水平移動  目地開き 	・スケールによる計測 →スタッフ, ポール, コンベックスなどを使用 ・スケッチ, 写真	7.1.3, 7.1.5
背後地盤の吸出し	・背後地盤の沈下計測 ・表面波探査による計測	7.1.4, 7.1.5

7.1.1 クラック

(1) スケールによる計測

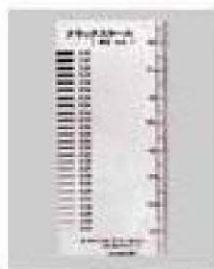
① 計測機器

- ・油性スプレー、マーカー、鋺など
- ・ノギス、コンベックス、クラックゲージなど（図－7.1.1）

② 計測方法

- ・クラックや目開きが新たに確認されたら、マーキング（油性スプレー等による目印）を行うなど、変状の進展を観察できるようにする（図－7.1.2）。
- ・クラックや目開きは、範囲、方向、幅、長さ、段差や目違いを記録する（同図）。

クラックスケール・ゲージ



型式・タイプ／クラックスケール

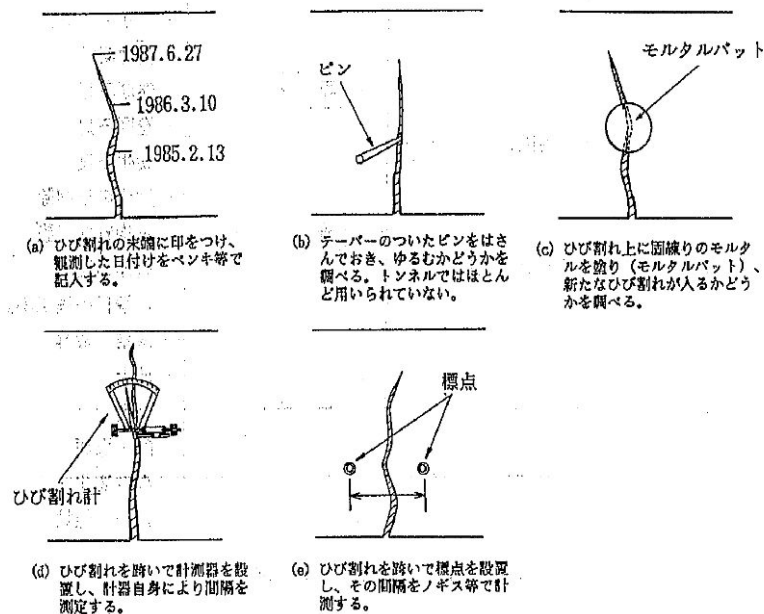


型式・タイプ／テーバーゲージ



型式・タイプ／セビール
（クラック変位スケール）

図－7.1.1 クラックの計測機器の例⁹⁾



図－7.1.2 クラックの記録⁹⁾

7.1.2 傾斜、はらみ出し

(1) スケールによる計測

① 計測機器

- ・コンベックス、傾斜計、水糸など
- ・スタッフ、ポール

② 計測方法

- ・擁壁壁面の傾斜やはらみ出しの範囲・位置を記録する。
- ・スタッフ等を擁壁前面に沿わせ、天端とのずれ量や傾斜角などを計測する（図-7.1.3）。

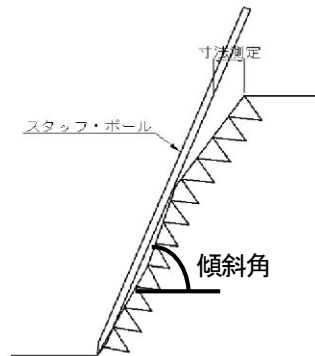


図-7.1.3 スタッフ・ポールや傾斜計を用いた擁壁の傾斜・はらみ出しの計測²⁾

(2) レーザー距離計による計測

① 計測機器

- ・レーザー距離計（LR）は、レーザー光を放射し目標物から反射された光との位相差により非接触で距離を計測する機器である。測距機器としては比較的安価で、測定性能は±2mm程度（機器の分解性能にもよる）である。

② 計測方法

- ・LRを用いて、擁壁前面の任意の点から擁壁壁面までの水平距離(x)と高さ(h)を数点計測する（図-7.1.4）。
- ・擁壁の下端を基準点（X0,h0）とした場合、基準点からの相対座標を計算で求め、ポイント間の位置をグラフ等に整理する。

③ 補足事項

- ・測定時に三脚等によりLRを固定することと、レーザー光の照射位置が測定の都度ずれないように目印をつけるなどの工夫により精度を高めることができる。

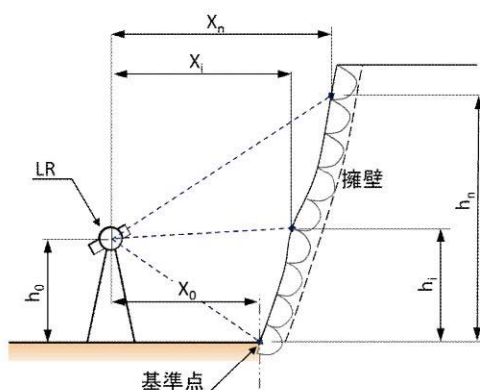


図-7.1.4 レーザー距離計を用いた擁壁の傾斜・はらみ出しの計測例

(3) 3次元レーザスキャナーによる計測

① 計測機器

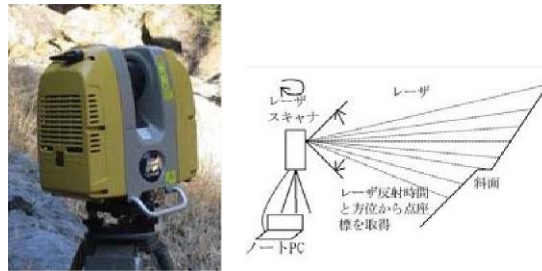
- ・3次元レーザスキャナーは、地形地物の面的な情報を短時間に非接触で計測し、多数の点の3次元座標を点群として生成する機器である。
- ・今回の研究で用いたものは、TLS（固定式レーザスキャナー、トプコン製 GLS-2000M）であり、最大 120,000 点/秒の三次元計測を行い、3.5mm～4.0mm の距離精度を保持した三次元点群を生成する。

② 計測方法

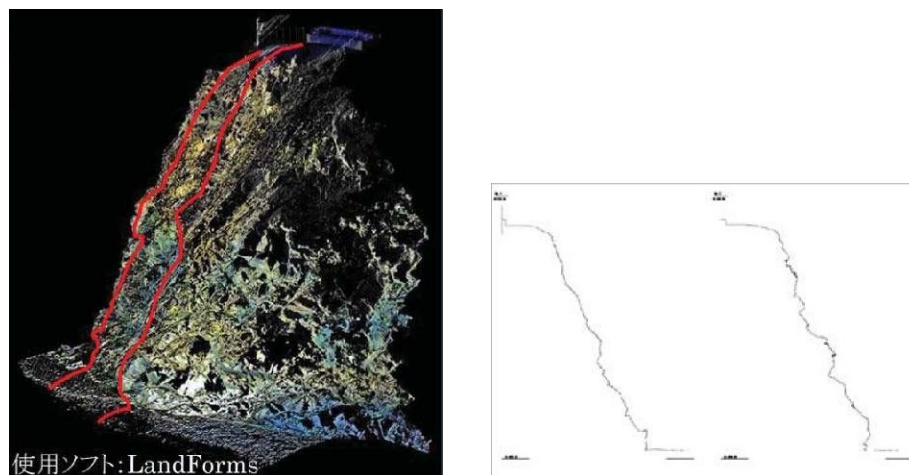
- ・3次元レーザスキャナーを擁壁前面に設置して、擁壁表面の点群の座標を計測する（図-7.1.5(a)）。
- ・専用ソフトウェアを用いて、点群データの処理、加工、出力および点群合成を行う（図-7.1.5(b)）。
- ・上記データを用いて、はらみ出し量などを算出する。

③ 補足事項

- ・3次元レーザスキャナーは、擁壁の凹凸、はらみ出しや傾斜を精細に計測でき、計測地点を固定し定期的に変化が捉えられるため、モニタリングに有利な手法である。
- ・ただし、当手法はデータの整理に時間を要することから、モニタリングの必須調査とするのにはやや困難と思われる。



(a) 計測機器



(b) 計測結果

図-7.1.5 3次元レーザスキャナーを用いた擁壁の傾斜・はらみ出しの計測例

7.1.3 不同沈下，水平移動，目地開き

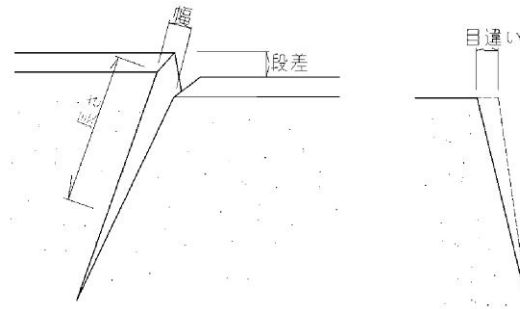
(1) スケールによる計測

① 計測機器

- ・コンベックスなど

② 計測方法

- ・不同沈下や水平移動の範囲，位置，量を記録する（図－7.1.6）。
- ・移動量が分かるように，スケールを入れて写真撮影を行う。



図－7.1.6 擁壁の不同沈下，水平移動の計測位置¹⁰⁾

7.1.4 背後地盤の吸い出し

(1) 背後地盤の沈下計測

① 計測機器

- ・スタッフ，レベル

② 計測方法

- ・背後地盤の沈下の範囲・位置・量を記録する。
- ・レベルを用いて，沈下範囲内外の背後地盤高さを継続的に計測する。

(2) 表面波探査による計測

① 計測機器

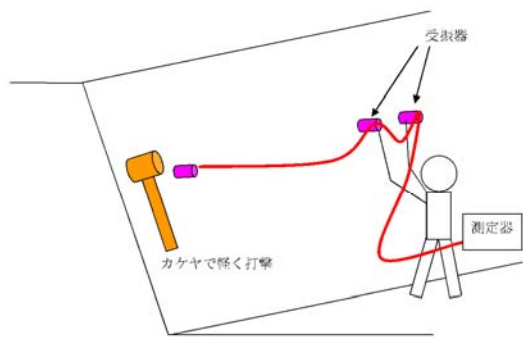
- ・木づち，受振器および測定器（図－7.1.7 左上）。

② 計測方法

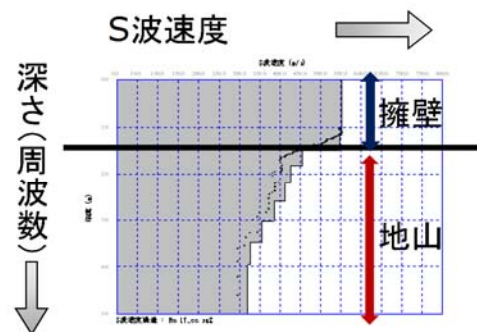
- ・擁壁の表面を木づちでたたき，伝わる波の速さを周波数ごとに測定する。
- ・その測定データを整理・分析し，擁壁と地山のs波速度を推定して，それぞれの危険度を判定する（図－7.1.7 右上，同図下）。

③ 補足事項

- ・表面波探査は，擁壁の内部にひび割れが生じたり，地山が吸い出し等により緩むとS波速度が遅くなったりするという性質を利用して測定値を解析することにより，擁壁の壁体及び地山の強度を推定する⁴⁾。
- ・目視調査と表面波探査の結果は全体として一致する傾向にある。ただし，目視では危険度が大きくない擁壁であっても，表面波探査を行うと壁体や背後地盤の剛性が著しく低下していることがあるとの報告がある（図－7.1.8）⁴⁾。



(a) 表面波探索の方法

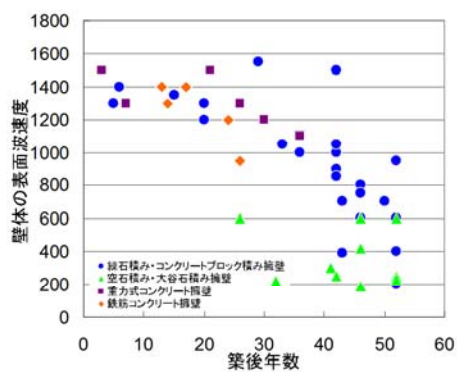


(b) 分析のイメージ

(c) 表面波探索の判定基準

S波速度 (m/s)		危険度区分
壁体	背後の地盤	
1000以上	かつ100以上	小
500～1000	かつ100以上	中
500未満	又は100未満	大

図ー7.1.7 表面波探索による擁壁のひび割れと背後地盤のゆるみの評価¹¹⁾



(a) 表面波探索の結果

(b) 目視調査と表面波探索の結果の比較

		表面波探索による評価			
		小	中	大	計
目視調査による評価	小	11	1	0	12
	中	8	11	6	25
	大	0	2	4	6
	計	19	14	10	43

図ー7.1.8 表面波探索による擁壁のひび割れと背後地盤のゆるみの評価結果例¹¹⁾

7.1.5 変状の発生位置の記録

石積み擁壁の変状発生位置は、擁壁の健全性の評価や変状要因を探るための重要な情報となるため、スケッチや写真により記録を残しておく（図-7.1.9）。スケッチでは、建物、擁壁や変状の位置関係が一目でわかるように描くとともに、クラックや沈下など変状に関わる現象が目立つように記入する⁴⁾。

平面図・横断面図(スケッチ)・その他

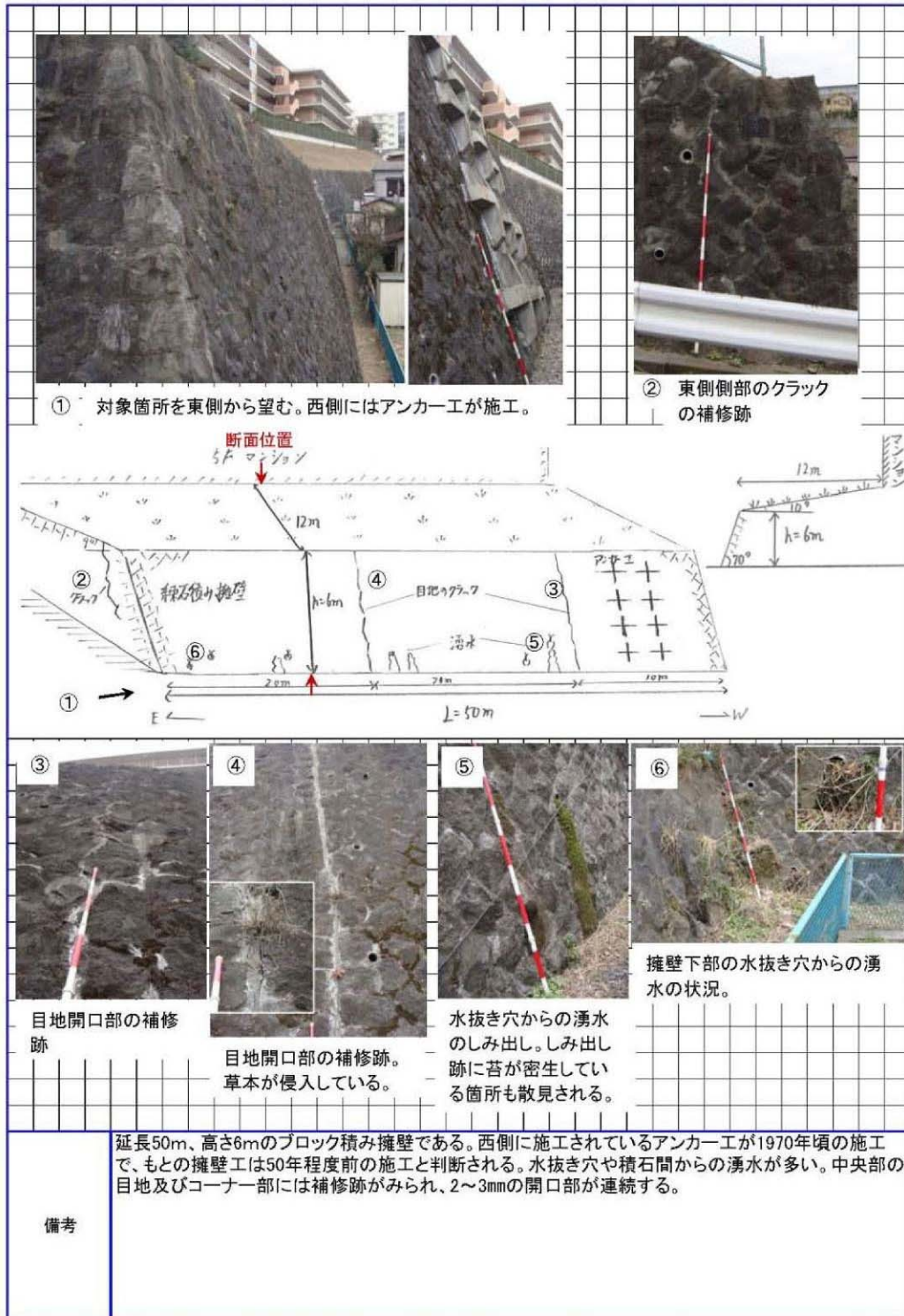


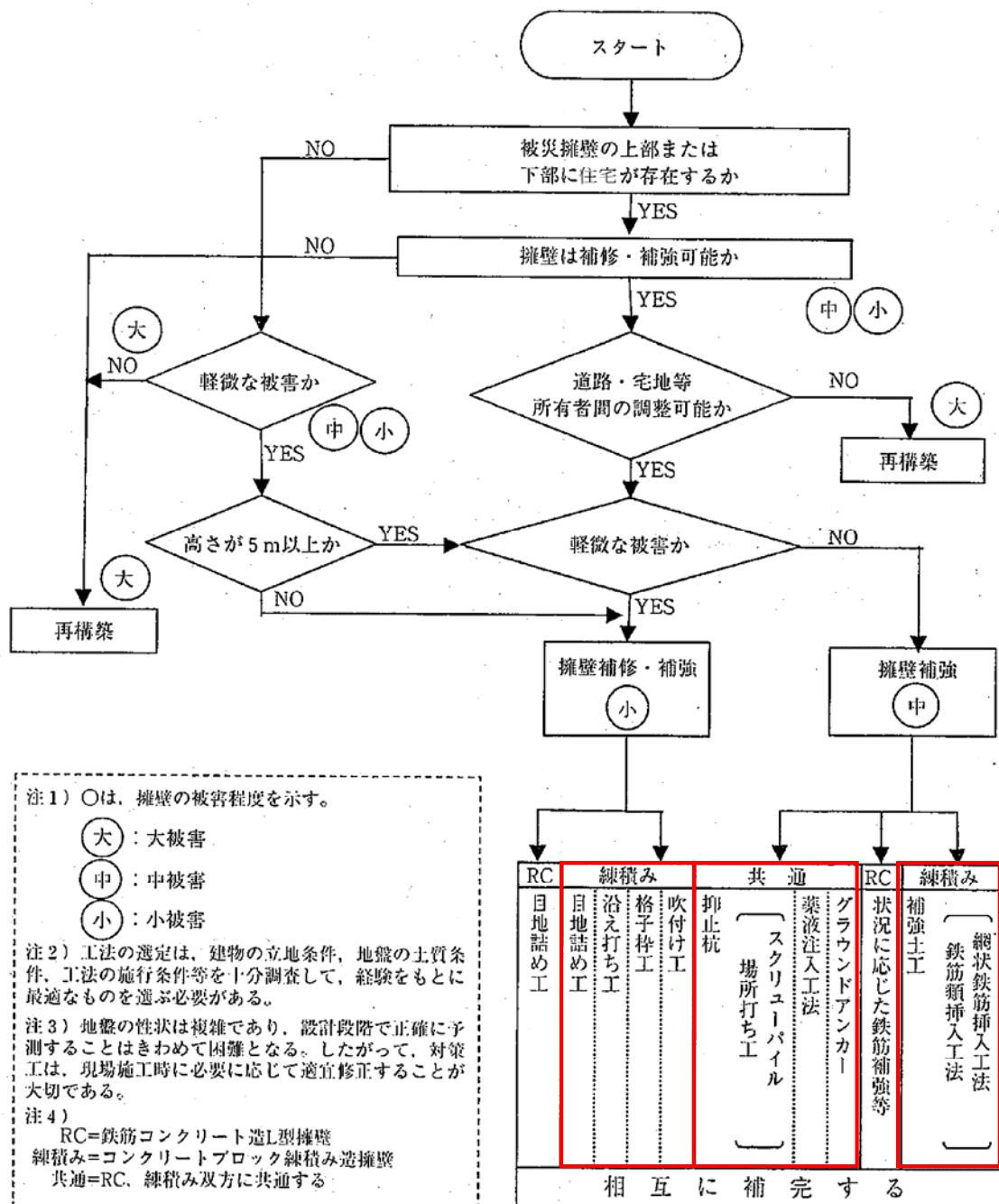
図-7.1.9 宅地擁壁の変状スケッチの例¹¹⁾

7.2 石積み擁壁の補修・補強工法

本節では、前章の点検フロー（案）で「対策実施」と判定された石積み擁壁について、公開資料に基づき、補修・補強工法を紹介する。

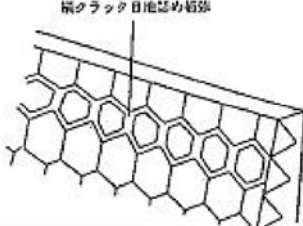
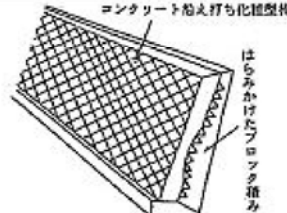
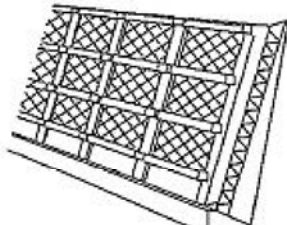

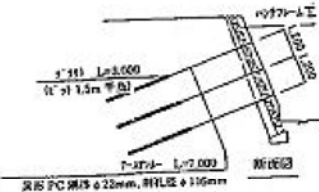
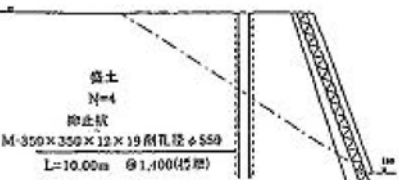
一般的な宅地擁壁の補修・補強工法の選定フロー（図－7.2.1）は、地震等の災害で被災した宅地擁壁が対象である。今回対象とする石積み擁壁の変状度合いが下記フローの小被害や中被害相当とみなせば、赤枠で囲んだ工法が候補となる。

これらの補修・補強工法の目的と特徴を表－7.2.1（次頁）に示す。次々頁以降には、各工法の内容を具体的に述べる。



図－7.2.1 一般的宅地擁壁補修・補強工法の選定フロー^{9), 10)}

表一7.2.1 宅地擁壁の主な補修・補強工法の目的および特徴^{9), 10)}

	概念図	目 的	特 徴
目地詰め工		構造的に支障がない軽微なクラックの補修・補強する。	最も簡便な方法で、雨水の浸透や鉄筋類の防錆に効果がある。セメントモルタルや樹脂系のものがある。
沿え打ち工		擁壁のクラックや、ハラミ等を抑える。	目地詰め工と格子枠工との中間的なものとして取り扱われることが多い。 表面を化粧型枠で修景することもできる。
格子枠工		基礎は無事であるが擁壁部分がやや不安定である擁壁を補強する。 必要に応じさらに、補強土工やグラウンドアンカー等を併用する場合もある。	既存の擁壁の壁面を残した形で補強ができるような場合に適切である。 枠工は大別して吹付枠工と現場打ちコンクリート枠工がある。
補強土工		擁壁及び背面地盤の安定化を目的として、擁壁表面又は背後地盤直上から鉄筋類を挿入定着させる。	作業スペースさえあれば、現状のままで補強が可能である。軽微なものは鉄筋類挿入工法が用いられ、重度の安定化を必要とする場合に、網状鉄筋類挿入工が用いられる。
グラウンドアンカー工		擁壁のクラック、ハラミ等の被害が大きく、現場打コンクリート格子枠工、コンクリート沿え打ち工等の工法を併用してその安定性を高める。	自由長、定着長が定まっているため、狭小な宅地では、隣接した住宅に入り込む場合もあるので注意が必要である。 維持管理が重要で、直上からの杭打等を行えない。 格子枠、沿え打ち工で安定を保てない場合は有効である。
抑止工		擁壁背面のすべり破壊を抑止し、擁壁に加わる土圧を軽減してその崩壊を防止する。	作業スペースさえあれば、現状のままで施工可能であるが、杭打機の重量、打撃等について十分配慮しないと、不安定になっている擁壁の崩壊を誘引することになるので注意が必要である。

7.2.1 目地詰め工

(1) 目地詰め工¹²⁾

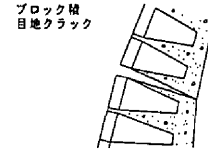
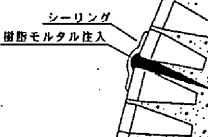
① 概要

- ・目地詰め工は、擁壁の傷み具合、破損状況等が軽微な場合及び他の工法と併用して設計する場合に適用される工法である。
- ・石積み擁壁に対しては、ポリマーセメント・モルタル、軽量骨材使用エポキシ樹脂モルタルによるコンクリート断面補修を行う（表－7.2.2）。

② 特徴

- ・空石積み擁壁の場合、間知石間の隙間を埋めることにより、雨水の浸透などによる背後地盤の吸出しを防止することができる。

表－7.2.2 石積み擁壁等の目地詰め補修工法¹²⁾

	模式図	概 要
損傷状況		地震等の発生によりコンクリートブロック積み擁壁に亀裂を生じている状況
補修状況		①目地モルタルのはつり ②目地内ごみ等の清掃 ③シーリング ④樹脂モルタル注入(エポキシ樹脂、ポリマーセメントスラリー)

注) 動態観測結果から目地が開くようであれば、進行性の損傷として取扱い、対策を考える。目地が開かないときは、化粧目地仕上げをして完了する。

7.2.2 沿え打ち工

(1) 沿え打ち工¹²⁾

① 概要

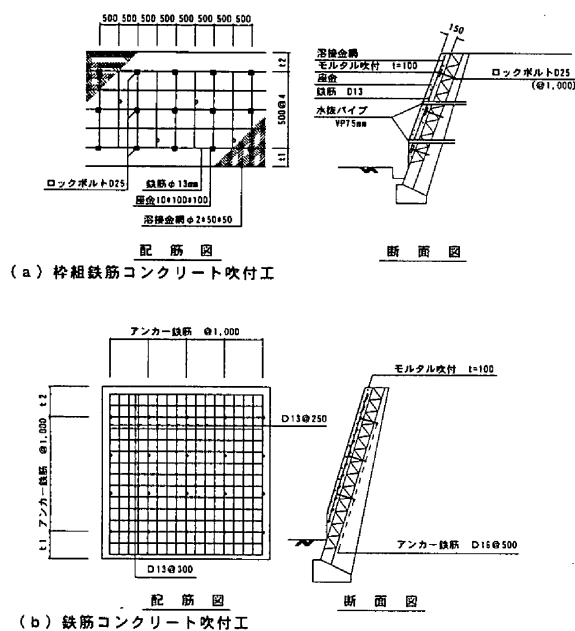
- ・沿え打ち工は、擁壁の壁体をコンクリートや鋼材などと一体化させることにより、擁壁のクラックやはらみ出しなどを抑える。
- ・その種類として、コンクリート施工上、吹き付け（図－7.2.2）及び現場打ち（図－7.2.3）があり、構造上、コンクリート、鉄筋コンクリート、鋼繊維補強コンクリート、軽量溝型鋼、H 鋼などがある。

② 特徴

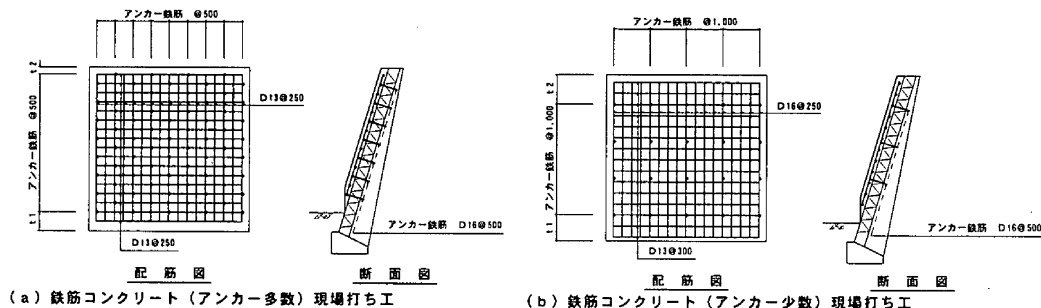
- ・擁壁の壁体表面を化粧型枠で修景することができる。

③ 主な留意点

- ・湧水の多い所では沿え打ち工の背面に水圧が生じるため、コンクリートと擁壁との一体化が望めず、かつ水圧が発生し安定が損なわれることから、十分な排水対策を実施した上で適用する必要がある。
- ・コンクリート沿え打ち工の規模が大きくなる場合には、沿え打ち部分の自重を支えるための基礎を設ける必要がある。



図－7.2.2 吹き付け沿え打ち工の例¹²⁾



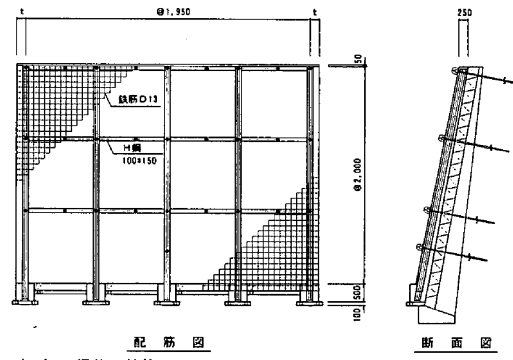


図-7.2.3 現場打ちコンクリート沿え打ち工の例¹²⁾

(1) 格子柁工^{9), 12)}

- ・格子枠工は、崩壊した擁壁の壁体をコンクリートや鋼材などと一体化させることにより（吹き付け又は現場打ちコンクリート）、擁壁の安定をはかる工法である（図－7.2.4、図－7.2.5）。これに緑化工を施工することにより、自然環境との調和も図ることができる。
- ・擁壁及び背面の地山との一体化を図るため格子枠の交点部にアンカーピンを設置する。なお、より外力に対する安全度の向上を図るため、アンカーピンの代わりにグラウンドアンカーやロックボルトを用いることができる（図－7.2.5）。

【吹き付け枠工】

- ・基礎コンクリートが不要であり、工期が短い。
- ・表層の崩落にある程度の抑止力がある。
- ・枠と擁壁が密着しているため、洗掘等に強い。
- ・型枠がフレキシブルなため、ある程度はらみ出しがある擁壁でも施工可能である。
- ・吹付けコンクリートの強度について然るべき品質管理が必要である。
- ・十分な強度が発現する以前に乾燥、風雨、低温にさらされないようにする。

- ・ 枠の交点が一体化されているため、表層の崩落に対して抑止力がある。
- ・ 枠と擁壁の密着性が良いため、洗堀等に強い。
- ・ コンクリート構造物として高品位の強度が得られる。
- ・ 枠工の出来上がりは直線的で凹凸の変化がなく、他の枠工よりも安定性がある。
- ・ 基礎コンクリート及び枠工の施工が段階的に進むため、工期が長くなる。
- ・ 枠工が小断面の施工は、他の枠工よりも困難である。

- ・擁壁の変状程度に応じた断面を検討する。
- ・擁壁及び背面の地山との一体化を図るため格子枠の交点部にアンカーピンを設置する。

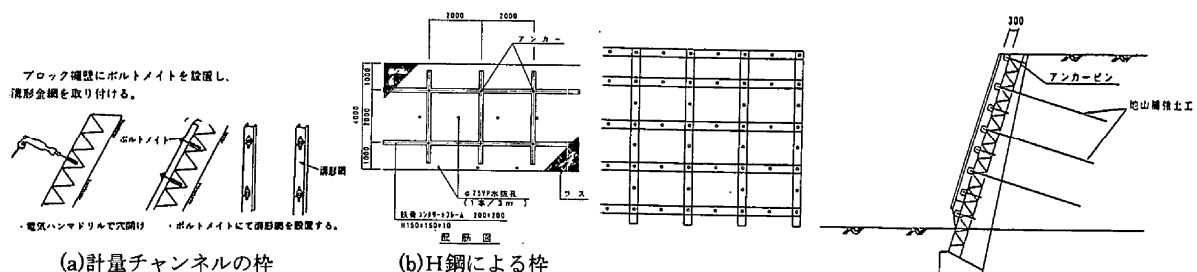
図一7.24 軽量チャンネル、H鋼による格子枠工¹²⁾

図-7.2.5 現場打ちコンクリート枠工施工の例¹²⁾

7.2.4 補強土工

(1) ソイルネイリング工^{9), 13)}

① 概要

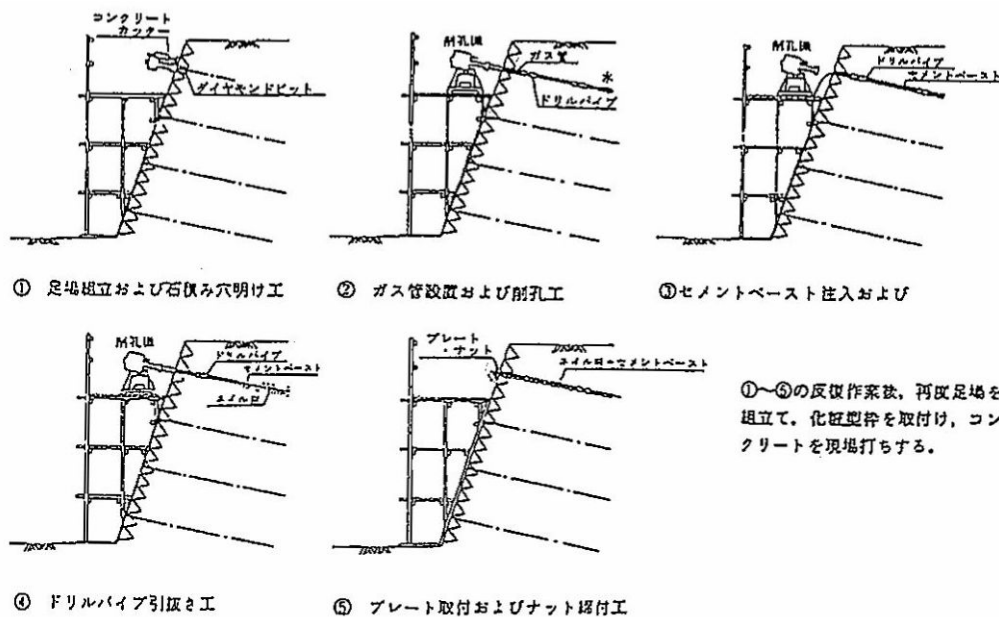
- ・ソイルネイリング工は、特殊加工した鋼棒（ネイル）を一定間隔で地中に設置して、モルタル拭き付け等の表面処理工と連結することにより、補強された土塊が一体となり重力式擁壁と同様な働きをすることにより、石積み擁壁を安定保持させる（図－7.2.6）。

② 主な特徴

- ・小型機械による施工が可能であるため、狭い場所や急傾斜のところでも適用できる。
- ・施工方法は簡便であり、騒音・振動が少ない。
- ・合理的な計算方法によるため、壁面の変位が少なく安全性が高い。
- ・用途に応じて種々の表面防護工を選定できるため、景観を考慮した壁面が形成できる。

③ 施工条件

- ・地下水位に留意する（水抜き孔等で対応）。
- ・小型ボーリングマシンで比較的狭い場所でも施工可能である。一般的には幅 3.5m 程度、短いロッド使用で 2.5m の幅で施工可能である。



図－7.2.6 ソイルネイリング工の施工法・施工手順⁹⁾

(2) ルートパイル工^{9), 12)}

① 概要

- ・ルートパイル工は、曲げ剛性、断面積を有する補強材（ルートパイル：異形鉄筋や鋼管等の芯材とそれを被覆するセメントモルタル等、通常径 100mm 前後）を土を抱え込むように 3 次元的に配置し、補強材の引張抵抗のほか、曲げ抵抗、せん断抵抗及び圧縮抵抗によって地山を補強する工法である（図－7.2.7）。

② 主な特徴

- ・原則としてケーシングを使用し、ロータリー式及びロータリパーカッション式ボーリングマシンで削孔

するため、転石混じりを含む複雑な地層や岩盤など広範囲の地質に適用可能である。

- ・小口径杭であるため、施工時に付加的な荷重を与えず、不安定な地山も静的に補強できる。
- ・あらかじめ掘削することなく、パイルと土との合成補強体を構築できる。
- ・通常小型のボーリングマシンを用いるため、狭所、急斜面上、高所等でも施工できる。
- ・引張補強に用いた場合、地山の変形は非常に小さい。
- ・周囲の景観を損なわない。

③ 施工条件

- ・N 値 0～3 の粘性土を除くあらゆる地層、転石混じりの地層や岩盤にも適用が可能である。
- ・施工可能深度は 4～25m である（最適 5～8m）。

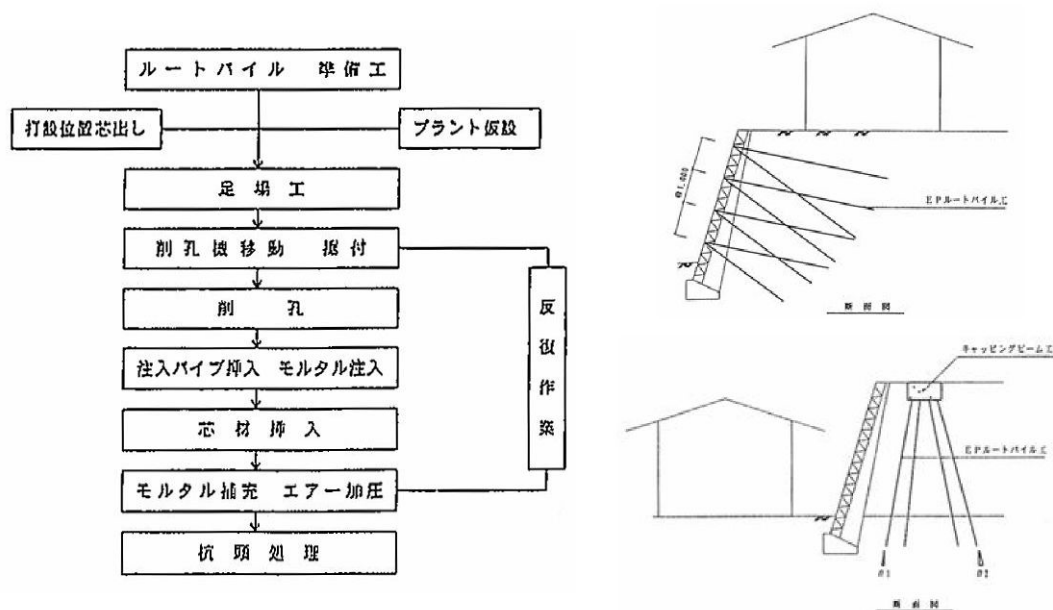


図-7.2.7 ルートパイル工の施工法・施工手順⁹⁾

7.2.5 グラウンドアンカー工

(1) グラウンドアンカー工⁹⁾

① 概要

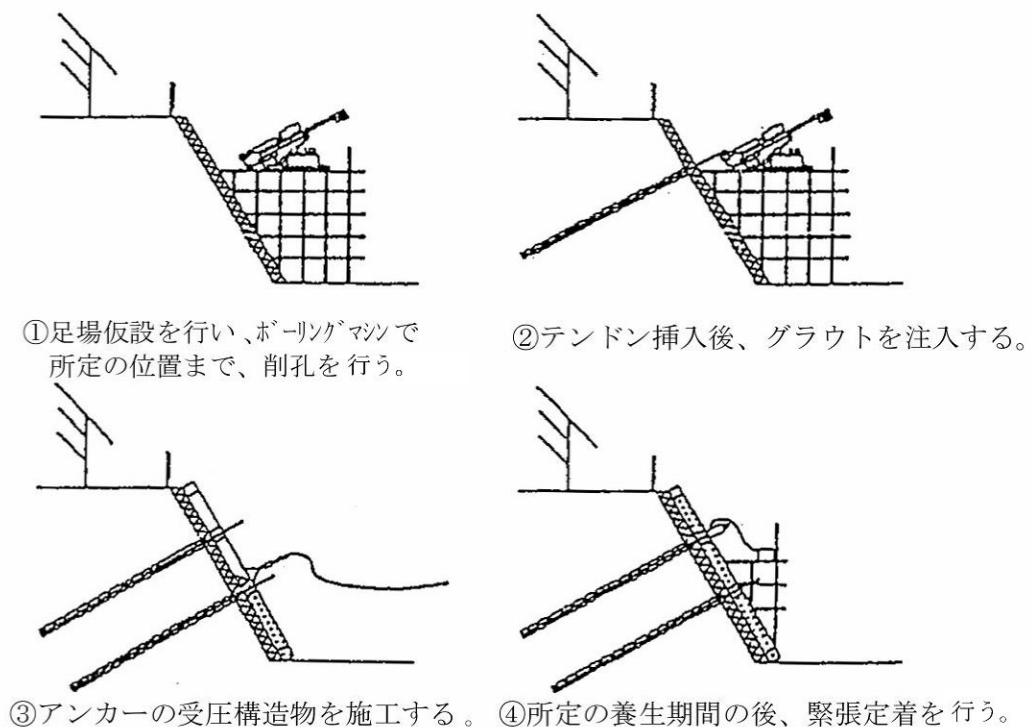
- ・アンカーを安定地盤に定着させ、プレストレスをかけることによりせん断抵抗力を増大させ、擁壁変状・崩壊を防止する（図－7.2.8）。

② 主な特徴

- ・比較的小型なボーリングマシンを使用して施工できる（作業幅5m程度）。
- ・比較的大きな土圧・すべり力に対し、対応できる。鋼線タイプのテンドンの場合、狭隘な場所でも現地への搬入が容易である。
- ・緊張定着時に大きな荷重（20～100tf程度）を導入するため、鉄筋構造物や鋼構造物の受圧板が必要となる。

③ 施工条件

- ・ボーリングマシン、ドリリングマシンで施工する。一般に必要な作業幅は、ボーリングマシンの場合3.5m、ドリリングマシンの場合5.0m程度必要である。



図－7.2.8 グラウンドアンカー工の施工法・施工手順⁹⁾

7.2.6 抑止杭工

(1) 打ち込み抑止工(スクリーパイル)^{9), 12)}

① 概要

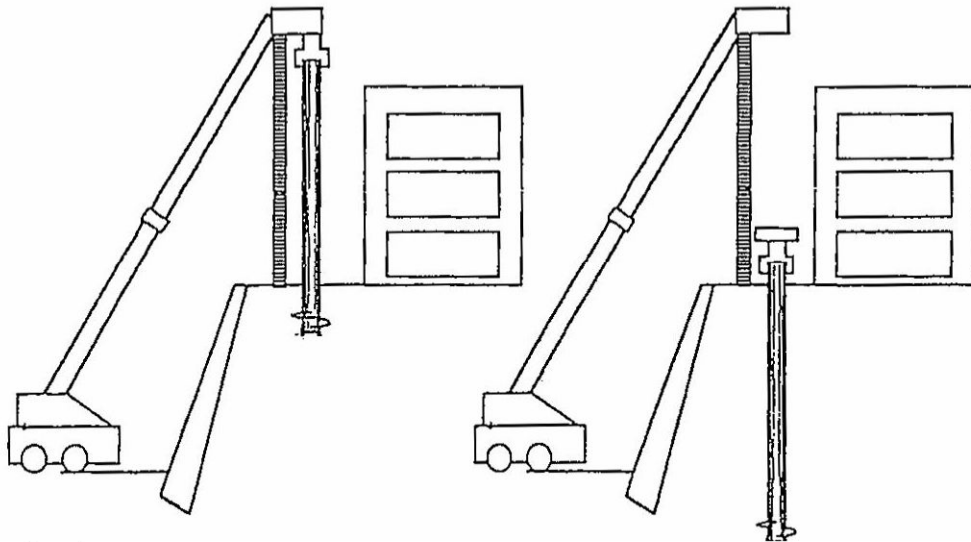
- ・抑止杭工は、地表から移動土塊を貫いて不動地盤まで杭を挿入し、すべり荷重を杭の横抵抗で受け、不動地盤に伝達させることにより土塊の移動に対して力学的に抵抗する工法である（図－7.2.9）。
- ・本工法は、建築基礎として開発された無排土回転圧入工法であり、専用の小型施工機械によって、狭い敷地で、乾式無排土で施工できる（同図）。

② 主な特徴

- ・乾式工法 : 水、泥水を使用しないため、自然地盤に悪影響を与えず施工できる。
- ・無排土工法 : 回転埋設工法であるため、建設残土が発生しない。
- ・低騒音、低振動: 専用の小型施工機械であるため、騒音、振動が少なく施工できる。
- ・狭隘地 : 専用の小型施工機械であるため、狭い場所で施工できる。
- ・信頼性 : 確実な杭工法であるため、壁面の変位が少なく安全性が高い。

③ 施工条件

- ・住宅に近づいて施工できる。
- ・水、セメント、泥水を使用せず施工できるため、プラントが不要となり比較的狭い場所でも施工できる。
- ・裏込め盛土にガラ等を含んでいないことを確認する。



施工機仕様

- ・ラフター型杭打ち機械 巾 3m、長さ 5m
- ・専用杭打ち機 巾 2.0m、長さ 4m

1) ラフター式杭打ち機で、抗芯をセットし鉛直性を確認した後、回転力を杭に与え羽根の推進力で杭を埋設する。

2) 所定の深さまで回転埋設終了を確認後、キャップを外して施工完了。施工終了後ハイル中空部にコンクリートを充填する。

図－7.2.9 打ち込み抑止工(スクリーパイル)の施工法・施工手順⁹⁾

7.2.7 その他

(1) ピンナップ工法^{14), 15)}

① 概要

- ・ピンナップ工法は、間知石と裏グリ石を一体化した固化体を裏グリ石層内に複数個所造成することにより、地震時における石積壁崩壊の主要因と考えられる裏グリ石の緩みを抑制して、石積壁の耐震性能を向上させる（図－7.2.10～図－7.2.12）。

② 主な特徴

- ・施工機械が軽量でプラントがコンパクトである。
- ・大規模な足場を必要としない。
- ・裏グリの部分的な固化で済むため経済的である。
- ・裏グリの部分的な固化で済むため裏グリ石の排水性を保持できる。
- ・補強箇所が目立たず、景観維持に優れる。

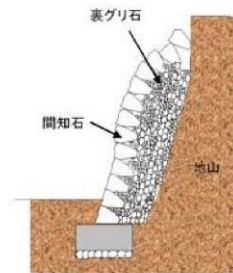


Fig. 2 無対策時の変状

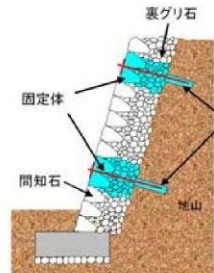
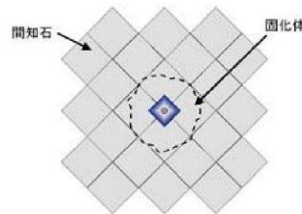
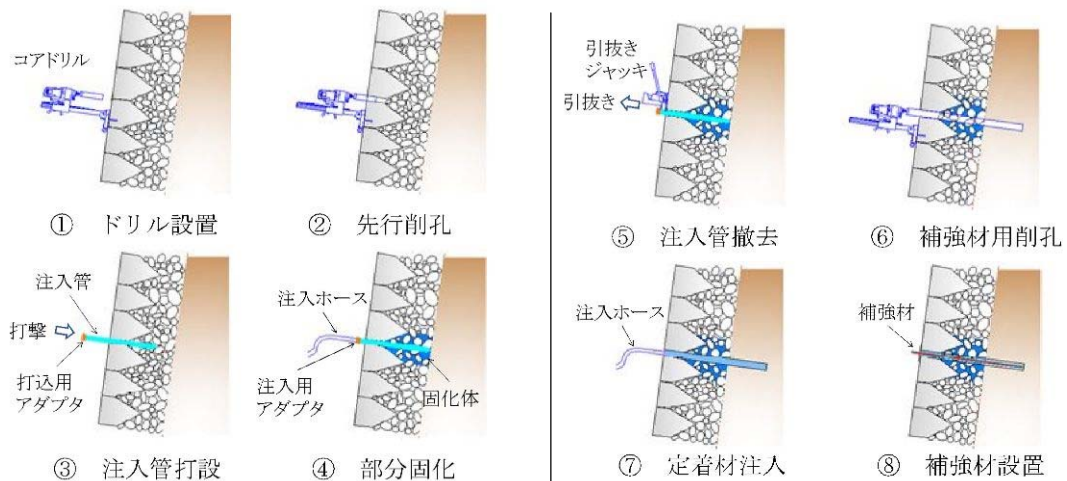


Fig. 3 ピンナップ工法



図－7.2.10 ピンナップ工法の対策効果¹⁵⁾

図－7.2.11 ピンナップ工法の施工概要¹⁵⁾



図－7.2.12 ピンナップ工法の施工手順¹⁵⁾

8. まとめ

今回の研究で、石積み擁壁に対するこれまでの点検手法の課題を整理し、地形区分や地盤性状と変状との関連、簡易な調査法等整理し、それらを考慮した点検フロー（案）を設定した。

結果、現在活用しているマニュアルの判定手法で概ね問題は無いが、擁壁の変状は少なからず地盤性状と関係があることが把握できたことから、対策の優先度やより詳細な対策閾値を設定する必要がある場合は、地盤調査を実施することが有効である。

以下、課題に対して把握できた事項を記載した。

- ・盛土地盤上の擁壁の方が切土地盤上の擁壁よりも変状が発生している箇所が多く、地形区分により変状リスクに差異がある。
- ・点検マニュアルを用いた判定は、ある程度の実務者であれば個人差は少ない。
- ・背後地盤が緩い方が変状が大きく、危険度評価区分も大きい場合が多い。
- ・背後地盤のNd値が10以下の場合、変状も顕著となる場合が多い。
- ・これまで定性的な判定となっていた「はらみだし」については、簡易な計測により定量的な判断が可能である。

なお、今回の現地調査では対策が必要なほどの大きな変状箇所が無かったこと、及びわずか10地点での調査であったこと等、今後のデータの蓄積で点検フロー（案）を適宜改善することが望ましいものの、今後も出来る限り簡易な調査で管理者自ら実施できる手法を目指す必要がある。

参考文献

- 1) 沖村孝ら：兵庫県南部地震による宅地擁壁被害の特徴と原因，土木学会論文集 No. 637, p33, 1999
- 2) 社)日本宅地開発協会：地域開発実務セミナー（第15回）テキスト，2002.3
- 3) 兵庫県都市住宅部：既存不適合擁壁改善マニュアルの概要，1999
- 4) 国土交通省総合政策局宅地課民間宅地指導室，社団法人全国宅地擁壁技術協会：宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案），2002
- 5) 大阪府住宅まちづくり部建築指導室：石積み・ブロック積みよう壁の自己診断マニュアル，2012
- 6) 被災宅地危険度判定連絡協議会：被災宅地の調査・危険度判定マニュアル，pp.1-15, 2014
- 7) 沖村ら：兵庫県南部自身による宅地擁壁被害の特徴と要因，土木学会論文集，1999
- 8) 農林水産省，国土交通省：海岸保全施設維持管理マニュアル，pp.22, 2014
- 9) 新潟県・国土交通省：被災宅地災害復旧技術マニュアル（暫定版）－新潟県中越地震対応－【参考資料編】，平成16年12月
- 10) （一社）建設コンサルタンツ協会近畿支部：公共土木施設の維持管理に関する研究委員会報告書／第2編 道路分科会／3. 斜面・のり面の適切な点検方法の手引きと補修・補強工法選定資料，平成24年7月
- 11) 国土技術政策総合研究所：多世代利用型超長期住宅及び宅地の形成・管理技術の開発／V. 宅地技術部門／V-2. 既存造成宅地擁壁の耐久性実態調査，国土技術政策総合研究所プロジェクト研究報告第42号，平成25年3月
- 12) 橋本，藤井：宅地擁壁の補修・補強対策に関する研究，「耐震補強・補修技術，耐震診断技術に関するシンポジウム」講演論文集 Vol.4, pp.101-108, 2000年
- 13) 山崎，新坂：ソイルネイリング工法による石積壁の補強，地盤工学会誌 61 巻 1 号，pp14-17, 2013 年 1 月
- 14) ピンナップ工法研究会 HP，<http://www.pinup-koho.com/index.html>
- 15) 山田，山本：石積壁の耐震補強対策「ピンナップ工法」，大林組技術研究所報 No.76, 2012 年

【巻末資料】

1. 国土交通省総合政策局宅地課民間宅地指導室，社団法人全国宅地擁壁技術協会：宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案），2002
2. 点検結果カルテ

宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案），
国土交通省総合政策局宅地課民間宅地指導室，社団法人全国宅地擁壁技術協会，2002

宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）

平成14年3月

国土交通省総合政策局宅地課民間宅地指導室
社団法人 全国宅地擁壁技術協会

< 目 次 >

I 総説	1
I. 1 目的	1
I. 2 用語の定義	1
I. 3 適用範囲	1
I. 4 取扱い方針	1
I. 5 判定の方法	1
II 宅地擁壁老朽化診断による危険度判定評価	1
II. 1 危険度判定評価の基本と判定の方法	1
II. 2 擁壁の種類	2
II. 3 基礎点項目	2
II. 3. 1 基礎点項目の解説	2
II. 3. 2 地盤条件	2
II. 3. 3 構造諸元	4
II. 3. 4 障害状況	5
II. 4 基礎点項目と配点	10
II. 5 宅地擁壁の変状点項目	11
III 危険度の評価	12

宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）

I 総説

I. 1 目的

本マニュアルは、宅地擁壁の老朽化等による危険度判定に関する標準的な評価方法を定めるものであり、行政担当者が、宅地造成等規制法の規定に基づく勧告及び改善命令を適切に行う際等の参考に供するものである。

I. 2 用語の定義

このマニュアルにおいて、宅地擁壁とは擁壁、排水施設及び構造物付近の宅地地盤をいう。また、老朽化・劣化・風化については、以下に示す通りとする。

老朽化：古くなって使えなくなった状態（大局的）

劣化：ものの品質・性能が衰えること（部分的）

風化：空気や日光でもものの品質・性能が変化すること（物理的）

I. 3 適用範囲

本マニュアルは、宅地造成等規制法に基づく宅地造成工事規制区域内に存する1mを超える擁壁、排水施設及び構造物付近の宅地地盤の老朽化等による危険度判定を行う際に適用する。また、この定めを超えて一般の造成地等における宅地擁壁の危険度の把握のために用いることを妨げない。

I. 4 取扱い方針

勧告及び改善命令の施行にあたっては、本マニュアルに示す基本的な考え方及び留意事項、危険度を踏まえた上で、さらに勧告及び改善命令を実施する箇所の存する地域の気象、地形、地質、地質構造、土質、環境等の自然条件や土地利用状況等の社会条件及び想定される原因に留意して個々具体的に必要な措置を行政担当者が検討するものとする。

I. 5 判定の方法

本マニュアルにおける基本的な判定の方法は、目視に基づく点数法によるものとする。

II 宅地擁壁老朽化に対する危険度判定評価

II. 1 危険度判定評価の基本と方法

宅地擁壁老朽化に対する危険度判定評価は、擁壁の種類に応じて、それぞれの基礎点（環境条件・障害状況）と変状点の組み合わせ（合計点）によるものとし、その宅地擁壁の劣化の背景となる環境条件を十分に把握した上で、総合的な評価を行うものとする。

Ⅱ. 2. 擁壁の種類

擁壁の種類については次のように分類し、配点を行う（形状については表－1 参照）ものとする。

- ①練石積み・コンクリートブロック積み擁壁
- ②重力式コンクリート擁壁
- ③鉄筋コンクリート擁壁（プレキャストを含む）
- ④空石積み擁壁（野面石積み・玉石積み等を含む）
- ⑤増積み擁壁
- ⑥二段擁壁
- ⑦張出し床版付擁壁

Ⅱ. 3 基礎点項目

Ⅱ. 3. 1 基礎点項目の解説

宅地擁壁の老朽化変状を事前に判断するための主な項目として、以下の事柄が明らかとなっている。

- ・湧水（湿潤、しみ出し、流出等も含む）の量と変状量は相関性が高い。
- ・排水施設、水抜き穴の不具合による地下水位の上昇は擁壁の劣化に大きな影響を及ぼす。また、宅地造成等規制法における勧告・改善命令においても排水施設は防災上重要な役割を有するため、宅地内排水施設について配慮した。
- ・擁壁の高さと、その変状量は相関性が高い。

Ⅱ. 3. 2 地盤条件

擁壁表面の湧水（浸潤及びにじみ出し・流出等も含む）状況を以下の表－2 で示すように分類し、配点を行うものとする。

表-1 擁壁の種類及び形状


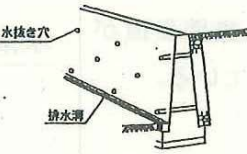
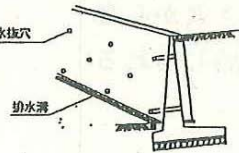
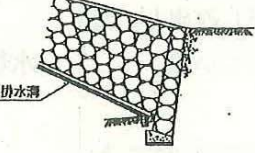
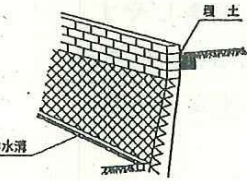
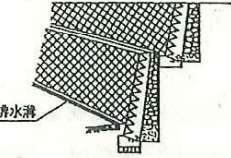

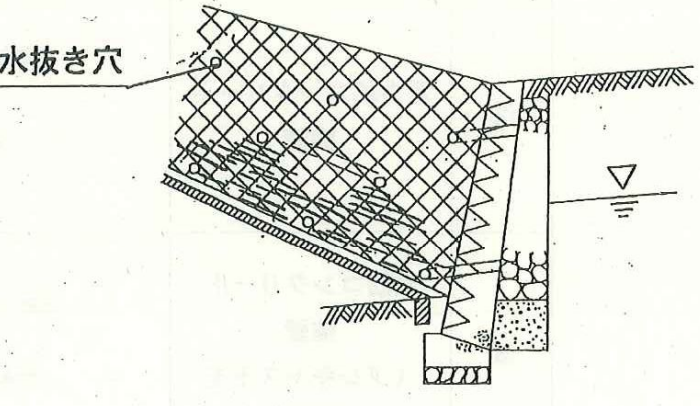
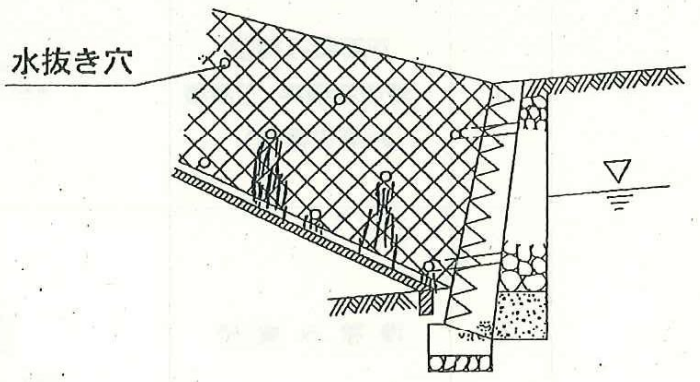
	種 類	形 状
①	練石積み・コンクリートブロック積み擁壁	
②	重力式コンクリート擁壁	
③	鉄筋コンクリート擁壁 (プレキャストを含む)	
④	空石積み擁壁 (野面石積み・玉石積み等を含む)	
⑤	増 積 み 擁 壁	
⑥	二 段 擁 壁	
⑦	張 出 し 床版付擁壁	

表-2 湧水の状況分類表

分類	内 容	模 式 図
Ⅲ	擁壁表面がかわいている。	
Ⅱ	<p>常に擁壁表面が湿っている。</p> <p>擁壁背後が湿潤状態で目地や水抜き穴から湿気が感じられる状態。</p>	
Ⅰ	<p>水がしみ出し、流出している。</p> <p>水抜き穴はあるが、天端付近で水が浸透しやすい状況にあり、かつ湧水がある場合。</p>	

Ⅱ. 3. 3 構造諸元

(1) 排水施設等

水抜き穴及び排水施設の状況を以下の表-3で示すように分類し、配点を行うものとする。ただし、空積み擁壁の場合は、背面排水施設の設置状況についてのみ区分する。

表-3 排水施設等の設置状況分類表

分 類	内 容	模 式 図
III	3m ² に1ヶ所で内径75mm以上の水抜き穴及び排水施設があるかまたは、天端付近雨水の地盤への浸透が阻止されている場合。	
II	水抜き穴はあるが、天端付近で雨水が浸透し水抜き穴の詰りが生じている状況にある場合。	
I	水抜き穴が設置されていないか、3m ² に1ヶ所で内径75mm以上を満たしていない場合で雨水が浸透しやすい状況である場合。	

(2) 擁壁高さ

擁壁高さについては1mを超えるものを対象とし、その最大地上高さに応じて配点を行うものとする。

II. 3. 4 障害状況

(1) 排水施設の障害

排水施設の障害の程度を表-4で示すように分類し、配点を行うものとする。また、排水施設の障害のそれぞれの状況を以下に示す。

障害Aとは、擁壁天端の排水溝に土砂が堆積し雑草が繁茂するなどその排水機能を損なうものを示す。さらに、排水溝の目地部分がずれるなど、擁壁背面部に水が侵入する状況等を示す。

障害Bとは、擁壁の水抜き穴の詰まり、擁壁のクラックや目地からの湧水、天端の小陥没などがある状況等を示す。

障害Cとしては、障害Bに加え、破損、沈下、ずれなどがあり排水機能が失われている状況等を示す。

(2) 劣化障害

劣化障害の程度は、擁壁のタイプにより異なるため、表-5、6で示すように分類し、配点を行うものとする。また、劣化障害のそれぞれの状況を以下に示す。ただし、空積み擁壁は対象外とする。

1) 練石積み・コンクリートブロック積み擁壁

障害Aとは、擁壁の石積み、又はコンクリートブロックの表面が風化により摩耗し、ざらざらとなっている状況等を示す。

障害Bとは、表面の摩耗に加え、合わせ目の破損が目立ち、目地モルタルが剥落している状況等を示す。

障害Cとしては、表面が剥離したり、欠損などが目立ち、抜け石も見られるなど風化の末期状況等を示す。

2) 重力式・鉄筋コンクリート擁壁

①全面劣化障害

障害Aとは、擁壁全面に規則性のないクラックが散見される状況等を示す。

障害Bとは、障害Aに加え、アルカリ骨材反応による亀甲状のクラックが発生している状況等を示す。

障害Cとは、アルカリ骨材反応による亀甲状のクラックが明確となり、そのクラック幅も大きくなる状況等を示す。

②端面劣化障害

障害Aとは、積雪寒冷地等における凍害により擁壁端面の長手方向に沿って細かなクラックが発生している状況等を示す。

障害Bとは、擁壁端面周辺の長手方向に沿ってクラックが多数発生している状況等を示す。

障害Cとは、凍害によるポップアウトやスケーリング現象を生じるなど、擁壁端面周辺の長手方向に広範囲にクラックが発生し、角が欠け落ちている状況等を示す。

(3) 白色生成物障害

白色生成物障害の程度は、擁壁のタイプにより異なるため、表-7で示すように分類し、配点を行うものとする。また、白色生成物障害のそれぞれの状況を以下に示す。ただし、空積み擁壁は対象外とする。

1) 練石積み・コンクリートブロック積み擁壁

障害Aとは、積石の一部から裏込めコンクリートの白色生成物が折出している状況等を示す。

障害Bとは、積石の数箇所から白色生成物が折出しており、その高さが一定である状況等を示す。

障害Cとは、積石の全面に白色生成物が折出し、漏水も見られる状況等を示す。

2) 重力式・鉄筋コンクリート擁壁

障害Aとは擁壁表面のクラックが生じている一部に白色生成物が折出している状況等を示す。

障害Bとは、擁壁表面の数箇所のクラックを生じている部分に、白色生成物が折出している状況等を示す。

障害Cとは、擁壁全面に白色生成物が折出し、漏水も見られる状況等を示す。

表-4 排水施設の障害の程度〔A, B, C〕の説明

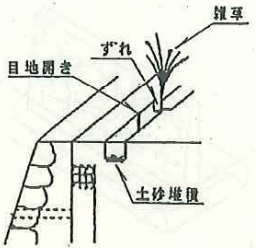
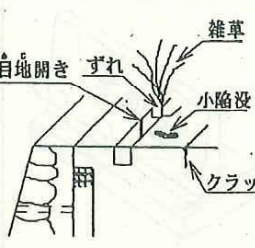
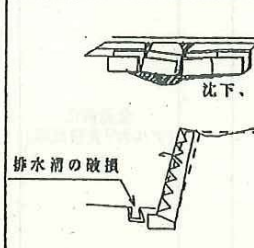
タイプ	障 害	障 害 A	障 害 B	障 害 C
全擁壁共通	排水施設の変状			
	主な現象の説明	天端排水溝にずれ、欠損がある。又は天端背面にクラックが見られる。	左に加え、腐蝕のクラック又は目地からの湧水があり、天端には小陥没も見られる。	左に加え、破損があり、排水機能が失われている。

表-5 劣化障害の程度〔A, B, C〕の説明(1)

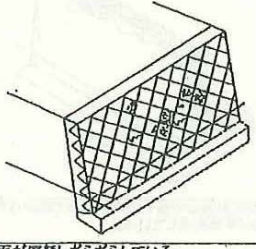
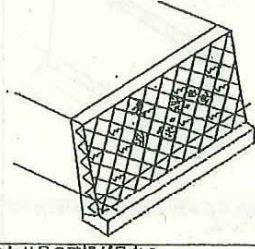
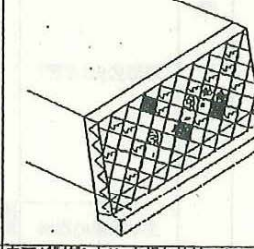
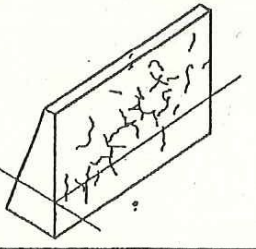
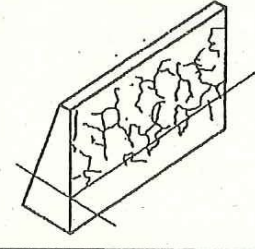
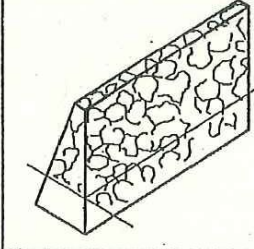
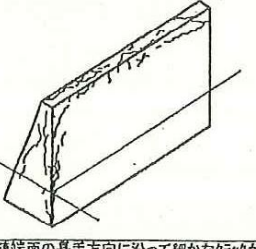
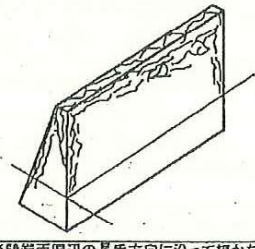
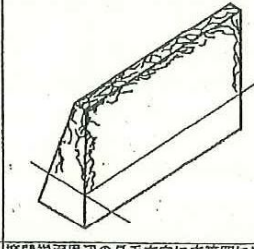
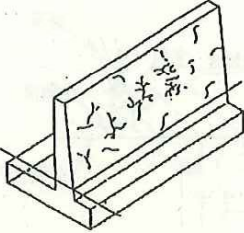
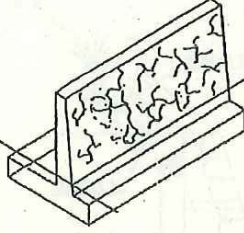
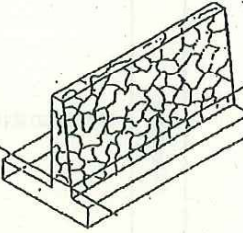
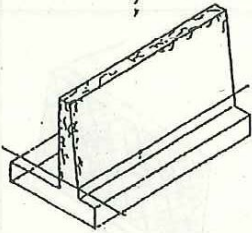
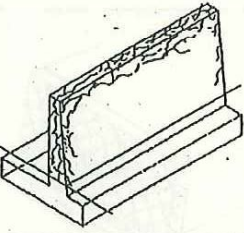
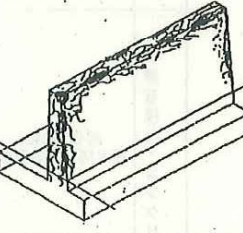
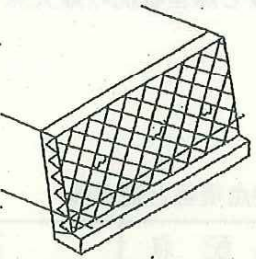
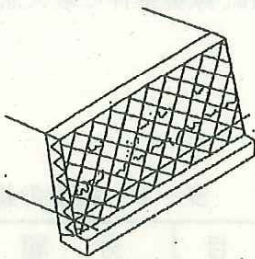
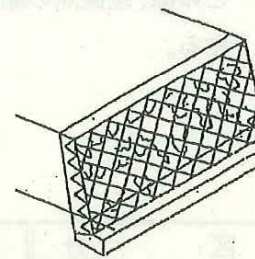
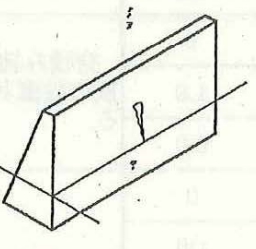
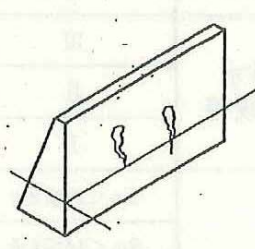
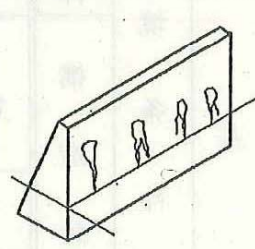
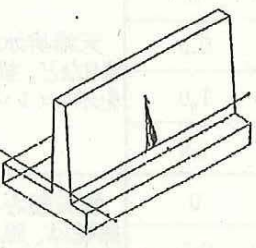
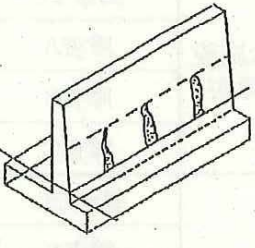
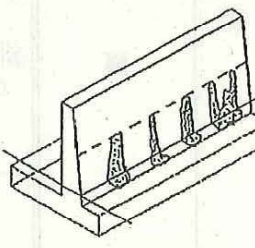
タイプ	障 害	障 害 A	障 害 B	障 害 C
線石積み・コンクリートブロック積み擁壁	劣化(風化、湧水等による侵食)			
	主な現象の説明	破面が磨耗しざらざらしている。	合わせ目の破損が目立つ。	表面が剥離したり、欠損などが目立ち、抜け石も見られる。
	主な想定原因	・風化の初期。	・風化の中期。	・風化の末期。
重力式コンクリート擁壁	全面劣化(アルカリ骨材反応)			
	主な現象の説明	擁壁全面に規則性のないクラックが散見される。	擁壁全面全体に規則性のない、または亀甲状のクラックが発生している。	擁壁全面全体に亀甲状のクラックが発生しておりクラック幅も大きい。
	主な想定原因	・アルカリ骨材反応 ・混和材の不均一な分散 ・長時間の練混ぜ ・セメントの異常凝結 ・骨材中の混入	・アルカリ骨材反応	・アルカリ骨材反応
	端面劣化(凍害)			
	主な現象の説明	擁壁端面の長手方向に沿って細かなクラックが発生している。	擁壁端面周辺の長手方向に沿って細かなクラックが多数発生している。	擁壁端面周辺の長手方向に広範囲にクラックが発生し、かつ角が欠け落ちている。
	主な想定原因	・凍害	・凍害	・凍害 ・凍害によるポップアウト、スケーリング

表-6 劣化障害の程度〔A, B, C〕の説明(2)

タイプ	障 害	障 害 A	障 害 B	障 害 C
鉄筋コンクリート擁壁	全面劣化 (アルカリ骨材反応)			
	主な現象の説明	擁壁全面に規則性のないクラックが散見される。	擁壁全面全体に規則性のない、または亀甲状のクラックが発生している。	擁壁全面全体に亀甲状のクラックが発生しておりクラック幅も大きい。
	主な想定原因	<ul style="list-style-type: none"> ・アルカリ骨材反応 ・混和材の不均一な分散 ・長時間の練混ぜ ・セメントの異常凝結 ・骨材中の泥分混入 	<ul style="list-style-type: none"> ・アルカリ骨材反応 	<ul style="list-style-type: none"> ・アルカリ骨材反応
	端面劣化(凍害)			
	主な現象の説明	擁壁端面の長平方向に沿って細かなクラックが発生している。	擁壁端面周辺の長平方向に沿って細かなクラックが多数発生している。	擁壁端面周辺の長平方向に広範囲にクラックが発生し、かつ角が欠け落ちている。
	主な想定原因	<ul style="list-style-type: none"> ・凍害 	<ul style="list-style-type: none"> ・凍害 	<ul style="list-style-type: none"> ・凍害 ・凍害によるポップアウト、スケーリング

表一 白色生成物障害の程度〔A, B, C〕の説明

タイプ	障 害	障 害 A	障 害 B	障 害 C
縦石積み・コンクリートブロック積み擁壁	白色生成物 (裏込コンクリートの クラック)			
	主な現象の説明	積石の一部から白色生成物が析出している。	積石の数箇所から白色生成物が析出している。また、その高さが一定である。	積石の全体に白色生成物が析出し、潮水もみられる。
	主な想定原因	・裏込コンクリートにクラックが入っている。	・裏込コンクリートにクラックが入り積石の目地に隙間ができている。	・裏込コンクリート全体にクラックが発生している可能性がある。 ・コンクリートブロックのアルカリ骨材反応
重力式コンクリート擁壁	白色生成物の析出 (コンクリートの背面 からのクラック)			
	主な現象の説明	壁面の一部から白色生成物が析出している。	壁面の数箇所から白色生成物が析出している。また、その高さが一定である。	壁面全体に白色生成物が析出し、潮水も見られる。
	主な想定原因	・コンクリート背面からクラックが入っている。	・コンクリート背面に数箇所クラックが入っている。	・コンクリート背面全体にクラックが発生している可能性がある。 ・コンクリートのアルカリ骨材反応。
鉄筋コンクリート擁壁	白色生成物の析出 (コンクリートの背面 からのクラック)			
	主な現象の説明	壁面の一部から白色生成物が析出している。	壁面の数箇所から白色生成物が析出している。また、その高さが一定である。	壁面全体に白色生成物が析出し、潮水も見られる。
	主な想定原因	・コンクリート背面からクラックが入っている。	・コンクリート背面に数箇所クラックが入っている。	・コンクリート背面全体にクラックが発生している可能性がある。 ・コンクリートのアルカリ骨材反応。

II. 4 基礎点項目と配点

擁壁の基礎点について、以下の表－8により配点を行う。

この際、基礎点の配点は、環境条件の最大点(a)と障害状況の最大点(b)の加点[(a)+(b)]とする。

表－8 擁壁の基礎点項目と配点表

区	分	項 目	分 類	配 点	備 考
基礎点	環境条件 (a)	湧 水	Ⅲ	0	擁壁背後地盤からの擁壁表面に対する湧水程度を示したものである。
			Ⅱ	0.5	
			Ⅰ	1.0	
		排水施設等	Ⅲ	0	空積み擁壁の場合は、背面排水施設の設置状況のみについて区分する。
			Ⅱ	1.0	
			Ⅰ	2.0	
		擁壁高さ	1m<H≤3m	0	H:擁壁の最大地上高さ
			3m<H≤4m	1.0	
			4m<H≤5m	1.5	
			5m<H	2.0	
	障害状況 (b)	排水施設の障害	異常なし	0	天端排水溝のずれや水抜き孔の詰まりなど、排水施設の機能障害状況を示している。
			障害A	0.5	
			障害B	1.0	
			障害C	1.5	
		劣化障害	異常なし	0	練石積み・コンクリートブロック積み擁壁は、風化・湧水等による浸食程度の劣化状況を示している。また、重力式及び鉄筋コンクリート擁壁は、アルカリ骨材反応の全面劣化及び当該の端面劣化状況を示している。
			障害A	0.5	
			障害B	1.0	
			障害C	1.5	
		白色生成物障害	異常なし	0	練石積み・コンクリートブロック積み擁壁は裏込コンクリートのクラックによる白色生成物を示している。また、重力式及び鉄筋コンクリート擁壁は、コンクリートの背面からのクラックによる白色生成物の折出を示している。
			障害A	0.5	
			障害B	1.0	
			障害C	1.5	

Ⅱ. 5 宅地擁壁の変状点項目

宅地擁壁の老朽化変状の形態は、各種擁壁の種類にかかわらず同様の項目に整理し、変状の程度を以下のように三つに分類するものとする。

- ①小変状：変状を生じているが、その部分を補修することにより、その機能が回復するもの（使用限界状態）。
- ②中変状：被災を受けており、補修または部分的な改修によりその機能が回復するもの（損傷限界状態）。
- ③大変状：致命的な打撃を受け、その機能を失っているもの。また、復旧には全体の改修を要するもの（終局限界状態）。

宅地擁壁の老朽化変状点項目は、その軽微なものから大きいものまで項目別に整理し、各現象・想定原因別に分類した表—11～19 を基に、以下の表—9 のとおり配点するものとする。

この際、宅地擁壁の変状点項目の配点は、表—9 の配点における最大点を採用する。

表—9 宅地擁壁の変状点項目と配点表 注1)

区分	項目	程度		小変状						中変状						大変状					
		擁壁種類																			
		鉄筋 コンク	重力式 コンク	練石積み CB積み	増積み	二段	張出し	鉄筋 コンク	重力式 コンク	練石積み CB積み	増積み	二段	張出し	鉄筋 コンク	重力式 コンク	練石積み CB積み	増積み	二段	張出し	鉄筋 コンク	重力式 コンク
変 状 点	縦クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	6.5	6.5
	コーナー部クラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.0	7.0
	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	7.5	7.5
	横クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.0	8.0
	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	8.5	8.5
	目地の開き	3.0		4.0	4.5	5.0	5.5	4.5		5.5	6.0	6.5	7.0	6.0		7.0	7.5	8.0	8.5	8.5	8.5
	ふくらみ			4.5	5.0	5.5	6.0			6.0	6.5	7.0	7.5			8.0	8.5	9.0	9.5	9.5	9.5
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	6.0	6.5	7.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	9.5	9.5	9.5
	鉄筋の腐食 <small>注2)</small>	4.5			6.0	6.5	7.0	6.0			7.5	8.0	8.5	8.0			9.5	10.0	10.0	10.0	10.0
	張出し床版付擁壁の支柱の損傷						8.0						9.0						10.0	10.0	10.0
	空石積み擁壁の変状	5.0						6.5						8.0							

ただし、小変状にも該当しない微小な変状の場合の配点は0点とする。

注1) コンク：コンクリート

CB：コンクリートブロック

注2) 鉄筋コンクリートの場合のみ考慮する。

Ⅲ 危険度の評価

擁壁の危険度の評価は、表—8の基礎点に加え表—9の変状点の最大点を加算し、表—10に示す危険度評価区分により行うものとする。

表—10 宅地擁壁の危険度評価区分

点数の最大値	危険度 評価区分	評 価 内 容
5.0点未満	小	小さなクラック等の障害について補修し、雨水の浸透を防止すれば、当面の危険性はないと考えられる宅地擁壁である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	変状程度の著しい宅地擁壁であるが、経過観察で対応し、変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて勧告・改善命令の発令を検討し、防災工事の必要性についても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地擁壁である。早急に所有者等に対しての勧告・改善命令の発令を検討する必要がある、防災工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう指導する。

表-11 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(石積擁壁)

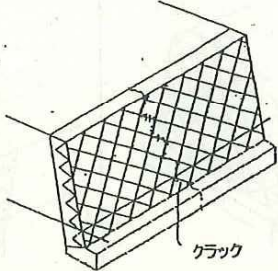
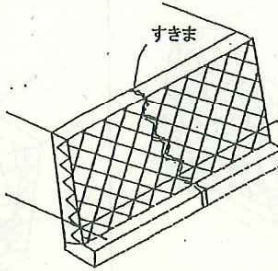
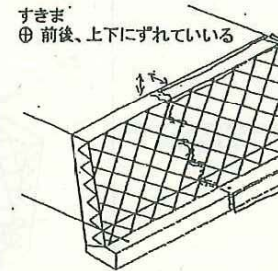
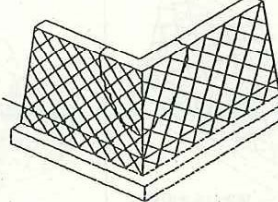
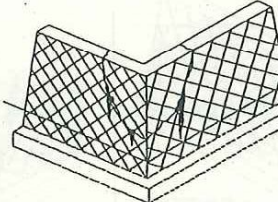
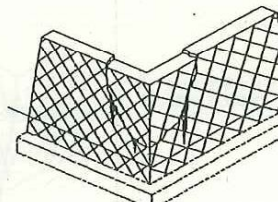
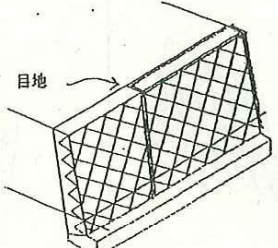
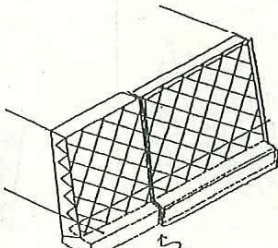
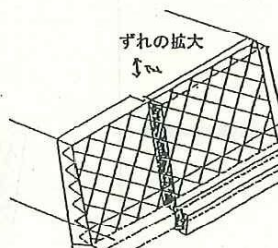
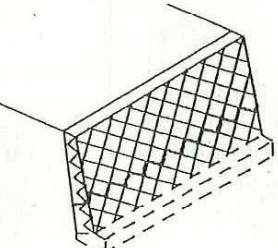
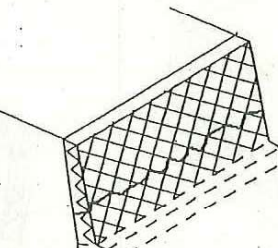
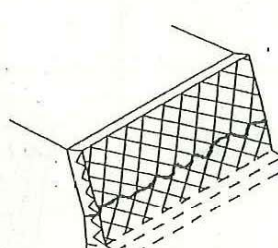
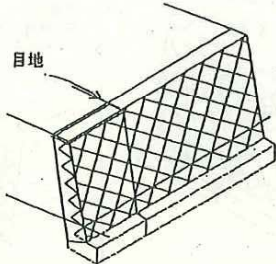
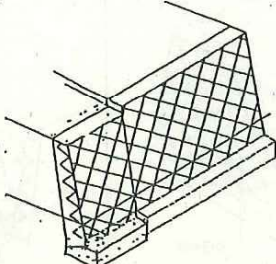
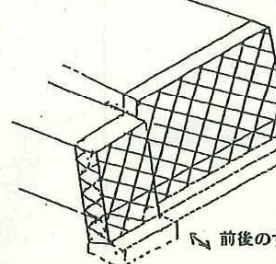
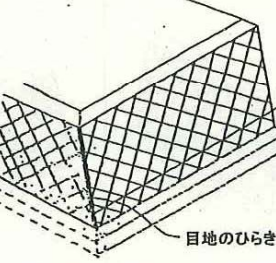
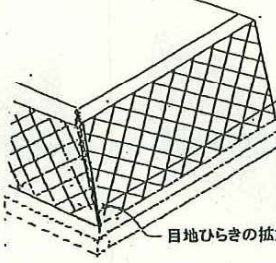
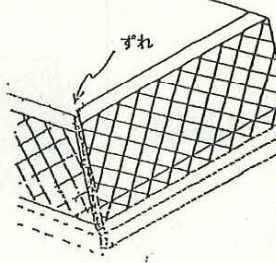
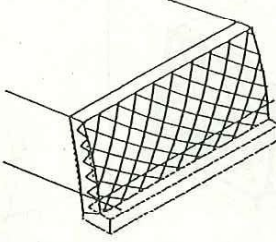
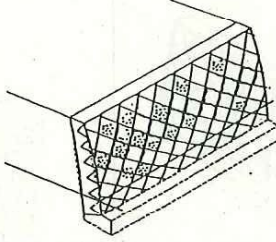
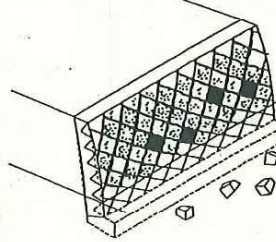
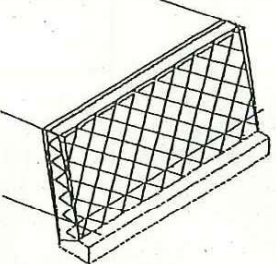
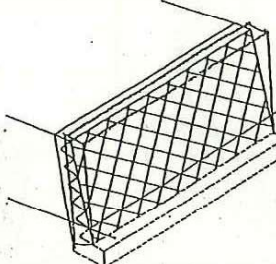
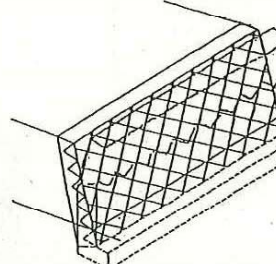
	小 変 状	中 変 状	大 変 状
縦クラック (不同沈下、前後のずれ)			
現象の説明	擁壁全面の積石に沿って縦クラックが発生している。	積石に沿ったクラックの幅が大きく、すきまができている。	擁壁が縦のすきまを境に前後または上下にずれている。
想定原因	・背面土圧増大 ・地盤不同沈下	・同左	・同左
コーナー部クラック (背面土圧増大)			
現象の説明	出隅部に斜め方向にせん断クラックが発生している。	出隅部に斜め方向にせん断クラックが発生し、かつ漏水あとがある。	出隅部に斜め方向に生じているせん断クラックが広がり、ズレが生じている。
想定原因	背面土圧の増大	背面土圧の増大	背面土圧の増大
水平移動(偏土圧の作用)			
現象の説明	擁壁目地部で5mm未満の前後のずれが見られる。	擁壁目地部に5mm～2cm未満のずれが拡大している。	擁壁目地部に2cm以上のずれが更に拡大している。
想定原因	偏土圧の作用	・同左	・同左
横クラック			
現象の説明	擁壁中央付近の積石の目地部に沿って水平方向のクラックが発生している	擁壁中央付近の積石の目地部、及び積石自体にも水平方向のクラックが発生している	擁壁中央付近の積石の目地部、及び積石に水平方向のクラックが発生しており、さらにクラックが開いている。
想定原因	背面土圧の減少	打継ぎ部の乾燥収縮によるはがれ(上部と下部の材令差による横方向の地からが働き、弱い部分にクラックがええと発生)	打継ぎ部の乾燥収縮によるはがれ 背面土圧の大幅な減少

表-12 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(石積擁壁)

	小 変 状	中 変 状	大 変 状
不同沈下(目地上下、偏土圧の増大等)			
現象の説明	擁壁目地部に5mm未満の上下の段差が生じている。	擁壁目地部に5mm～2cm未満の段差が拡大している。	擁壁目地部に2cm以上の段差が更に大きくなり、前後にもずれが発生している。
想定原因	・背面偏土圧の作用	・同左	・同左 ・支持地盤の予期せぬ沈下
目地の開き[コーナー部] (背面土圧の増大等)			
現象の説明	擁壁コーナー部目地がわずかに開いている	目地のひらきが拡大している。	目地のひらきが更に拡大し、擁壁どうしが前後又は上下にずれている。
想定原因	・背面土圧の増大	・同左	・同左 ・支持地盤の予期せぬ沈下
ハラミ(偏土圧の作用)			
現象の説明	擁壁全面が前方へはらんでいる。	はらみが更に大きくなり途中の積石間にすきまが生じている。	全面へのはらみが大きく、途中の積石に落下が見られる。
想定原因	・背面偏土圧の作用	・同左	・同左
傾斜・折損 (背面土圧、荷重の増大) (前倒し)			
現象の説明	擁壁面がわずかに前後している。	擁壁全面が明らかに前傾しており、目視ではっきり解る状態である。	擁壁全面が明らかに前傾し、かつ途中に折損がみられる。
想定原因	・背面土圧の増大	・同左	・同左 ・背面荷重の増大

表一13 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(石積擁壁)

[illegible]

表-14 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(重力式擁壁)

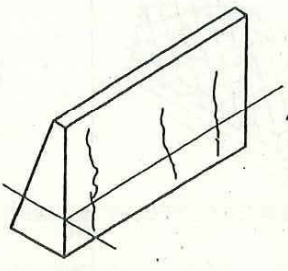
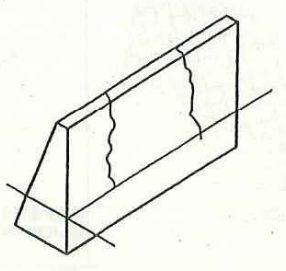
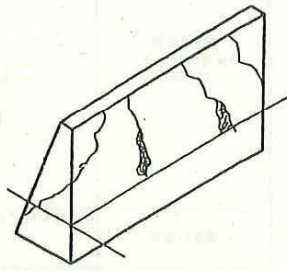
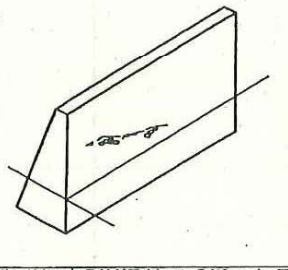
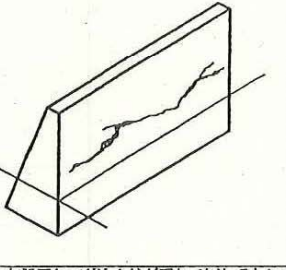
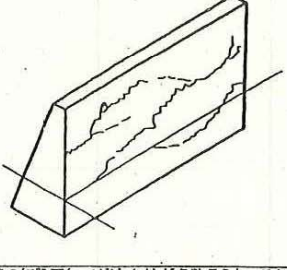
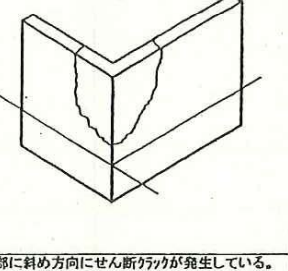
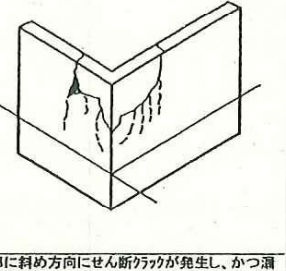
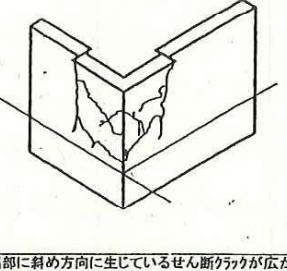
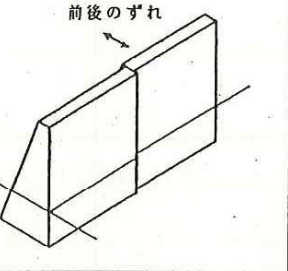
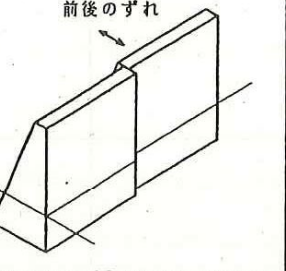
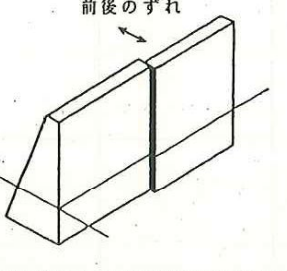
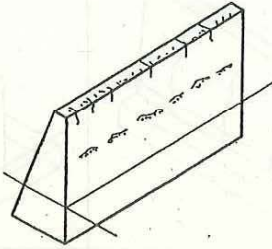
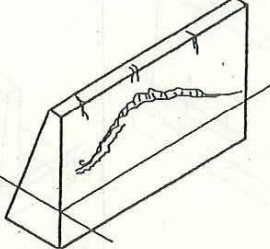
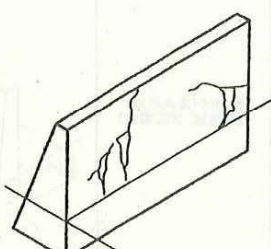
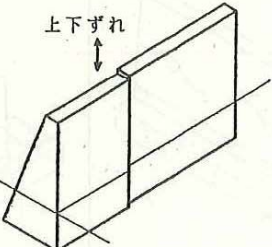
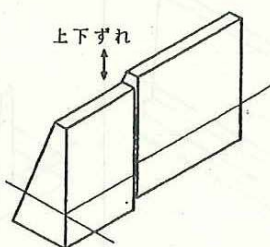
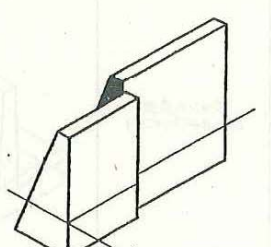
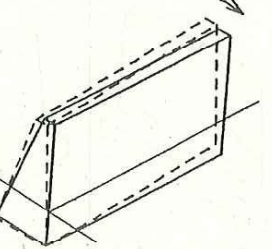
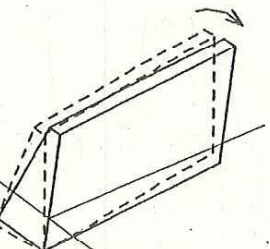
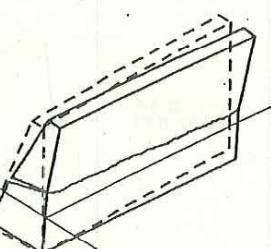
	小 変 状	中 変 状	大 変 状
縦クラック(温度応力、乾燥収縮、鉄筋腐食)			
現象の説明	鉛直方向にある間隔をおいてクラックが発生している。	鉛直方向に一定間隔で大きなクラックが発生している。	鉛直方向に一定間隔でクラックが発生し、かつ瀝汁が発生している。
想定原因	・温度応力によるクラック ・乾燥収縮によるクラック	・温度応力によるクラック ・乾燥収縮によるクラック ・鉄筋腐食によるクラック	・乾燥収縮によるクラック ・鉄筋腐食によるクラック
ジャンカ、豆板(コールドジョイント)			
現象の説明	部分的に線状に粗骨材が露出している(ジャンカ、豆板)。	線状に打設面(コールドジョイント)が現れており、それに沿ってひび割れが発生している。	線状の打設面(コールドジョイント)が多数見られ、それに沿ってクラックが発生している。
想定原因	・打ちこまれたコンクリートの中の一部に粗骨材だけが集中した。	・施工時に生じたコールドジョイント	・施工時に生じたコールドジョイント
コーナー部クラック(偏土圧の作用)			
現象の説明	出隅部に斜め方向にせん断クラックが発生している。	出隅部に斜め方向にせん断クラックが発生し、かつ瀝水あとがある。	出隅部に斜め方向に生じているせん断クラックが広がり、ズレが生じている。
想定原因	背面土圧の増大	背面土圧の増大	背面土圧の増大
水平移動(偏土圧の作用)			
現象の説明	擁壁目地部で5mm未満の前後のずれが見られる。	擁壁目地部に5mm～2cm以上のずれが拡大している。	擁壁目地部に2cm以上のずれが更に前後に拡大している。
想定原因	偏土圧の作用	・同左	・同左

表-15 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(重力式擁壁)

	小 変 状	中 変 状	大 変 状
コンクリート不均一による 不同沈下 (フリーディング・ コールドジョイント)			
現象の説明	擁壁天端付近に一定間隔で断続的にクラックが発生している。また、擁壁側面に断続的に横方向の短いクラックが発生している。	擁壁側面に施工時の打設面(コールドジョイント)が図のように発生しており、その上部に比較的大きなクラックが発生している。	擁壁側面に比較的大きな斜めクラックが図のように発生している。また、クラックから白色生成物が析出している。
想定原因	・フリーディング ・コンクリート沈下	・コールドジョイント ・コンクリート沈下	・地盤の予期せぬ不同沈下 ・クラックから遊離石灰が析出
地盤による不同沈下 (目地上下、 偏土圧の増大等)			
現象の説明	擁壁目地部で5mm未満の段差が生じている。	擁壁目地部に5mm～2cm未満の段差が拡大している。	擁壁目地部に2cm以上の段差が更に大きくなり、前後にもずれが発生している。
想定原因	・背面偏土圧の作用	・同左	・同左 ・支持地盤の予期せぬ沈下
傾斜・折損(背面土圧の増大)			
現象の説明	擁壁面がわずかに前傾している。	擁壁面が明らかに前傾しており、目視ではっきり解る状態である。	擁壁面が明らかに前傾しかつ途中に折損がみられる。
想定原因	背面土圧の増大	・同左	・同左 ・背面荷重の増大

表一16 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(L型擁壁)

	小 変 状	中 変 状	大 変 状
縦クラック(温度応力、乾燥収縮、鉄筋腐食)			
現象の説明	鉛直方向にある間隔を置いてクラックが発生している。	鉛直方向に一定間隔で大きなクラックが発生している。	鉛直方向に一定間隔でクラックが発生し、かつ漏汁が発生している。
想定原因	・温度応力によるクラック ・乾燥収縮によるクラック	・温度応力によるクラック ・乾燥収縮によるクラック ・鉄筋腐食によるクラック	・乾燥収縮によるクラック ・鉄筋腐食によるクラック
ジャンカ、豆板(コールドジョイント)			
現象の説明	部分的に横状に粗骨材が露出している(ジャンカ、豆板)	横状に打設面(コールドジョイント)が現れており、それに沿ってひび割れが発生している。	横状の打設面(コールドジョイント)が多数見られ、それに沿ってクラックが発生している。
想定原因	・打ちこまれたコンクリートの中の一部に粗骨材だけが集中した。	・施工時に生じたコールドジョイント	・施工時に生じたコールドジョイント
コーナー部クラック(側土圧の作用)			
現象の説明	出隅部に斜め方向にせん断クラックが発生している。	出隅部に斜め方向にせん断クラックが発生し、かつ漏水あとがある。	出隅部に斜め方向に生じているせん断クラックが広がり、ズレが生じている。
想定原因	背面土圧の増大	背面土圧の増大	背面土圧の増大
水平移動(側土圧の作用)			
現象の説明	擁壁目地部に5mm未満の前後のずれが見られる。	擁壁目地部に5mm～2cmのずれが拡大している。	擁壁目地部に2cm以上のずれが更に前後に拡大している。
想定原因	側土圧の作用	・同左	・同左

表-17 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(L型擁壁)

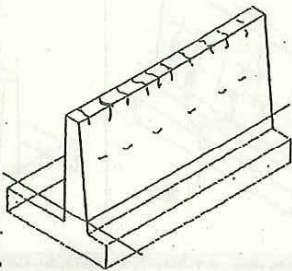
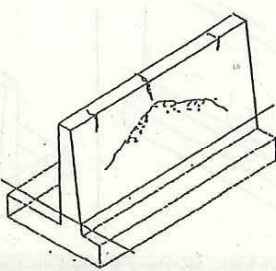
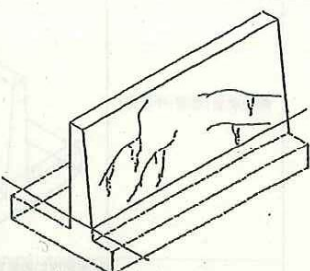
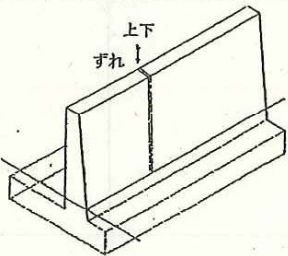
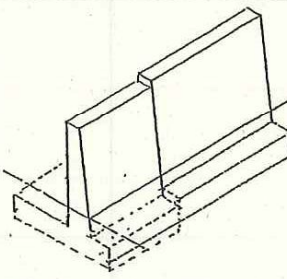
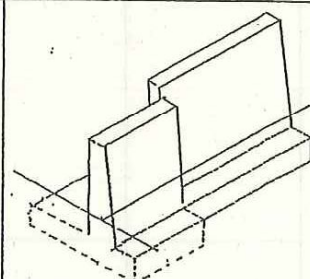
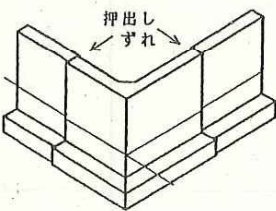
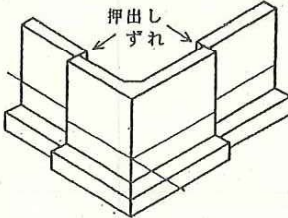
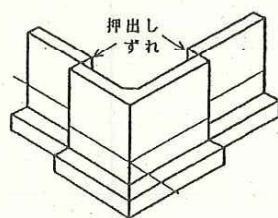
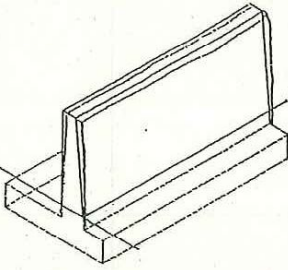
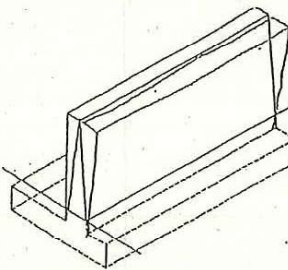
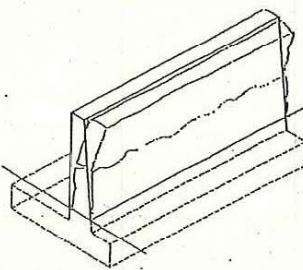
	小 変 状	中 変 状	大 変 状
コンクリート不均一による 不同沈下 (ブリーディング・ コールドジョイント)			
現象の説明	擁壁天端付近に一定間隔で断続的にクラックが発生している。また、擁壁側面に断続的に横方向の短いクラックが発生している。	擁壁側面に施工時の打設面(コールドジョイント)が図のように発生しており、その上部に比較的大きなクラックが発生している。	擁壁側面に比較的大きな斜めクラックが図のように発生している。また、クラックから白色生成物が析出している。
想定原因	・ブリーディング ・コンクリート沈下	・コールドジョイント ・コンクリート沈下	・地盤の予期せぬ不同沈下 ・クラックから遊離石灰が析出
地盤による不同沈下 (目地上下、 偏土圧の増大等)			
現象の説明	擁壁目地部に5mm未満の段差が生じている。	擁壁目地部に5mm～2cmの段差が拡大している。	擁壁目地部に2cm以上の段差が更に大きくなり、前後にもずれが発生している。
想定原因	・背面偏土圧の作用	・同左	・同左 ・支持地盤の予期せぬ沈下
目地の開き[コーナー部] (背面土圧の増大等)			
現象の説明	擁壁コーナー部目地に5mm未満のわずかな開きがある。	擁壁目地に5mm～2cm未満の開きが拡大している。	擁壁目地に2cm以上の開きが更に拡大し、擁壁どうしが前後又は上下にずれている。
想定原因	・背面土圧の増大	・同左	・同左 ・支持地盤の予期せぬ沈下
傾斜・折損(背面土圧の増大)			
現象の説明	擁壁面がわずかに前傾(後傾)している。	擁壁面が明らかに前傾(後傾)しており、目視ではつきり解る状態である。	擁壁面が明らかに前傾(後傾)し、かつ途中に折損がみられる。
想定原因	・背面土圧の増大	・同左	・同左 ・背面荷重の増大

表-18 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(L型擁壁)

[illegible]

表一19 宅地擁壁老朽化変状の程度「大・中・小」の説明(その他)

[illegible]

点検結果カルテ

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		Ⅰ	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		Ⅰ	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
		1m<H≦3m	0.0	
		3m<H≦4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
	擁壁高さ	4m<H≦5m	1.5	約5.5m
		5m<H	2.0	
擁壁勾配		—	(74°) 90° を垂直とした場合の勾配。○割でも可。	
基礎 点	排水施設 の障害	異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
		障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
	白色生成 物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
障害B		1.0	白色生成物の析出高さが一定である状況	
障害C		1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。	

基礎点	2.0 点
変状点	6.5 点
合計点	8.5 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる宅地調査である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の新しい宅地調査であるが、経過観察で可なり。変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地調査である。緊急に所有者等に対しての修繕・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・背後地盤は緩い(天端から3.8mまでNd<10)
- ・擁壁の北側で漏水している。所々土砂が抜けており、石間に隙間が目立つ。
- ・水抜き孔がまばらで少ない。
- ・地元のお話では90年前くらいに石積みを築造。水抜き孔はH7震災後に神戸市が設置。



擁壁全景



石間からの土砂の抜け出し



漏水状況



石間の隙間(2cm以上)

区分	項目	小変状	中変状	大変状
変状	陥没・沈下	陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
	クラック	クラック コク	クラック コク	クラック コク
		クラック コク	クラック コク	クラック コク
		クラック コク	クラック コク	クラック コク
		クラック コク	クラック コク	クラック コク
		クラック コク	クラック コク	クラック コク
状況	目地の閉塞	目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク
		目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク
		目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク
		目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク
		目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク
	ふくみ	ふくみ コク	ふくみ コク	ふくみ コク
		ふくみ コク	ふくみ コク	ふくみ コク
		ふくみ コク	ふくみ コク	ふくみ コク
		ふくみ コク	ふくみ コク	ふくみ コク
		ふくみ コク	ふくみ コク	ふくみ コク
点検	傾斜・折損	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク
		傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク
		傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク
		傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク
		傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク
	剥離の腐食	剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク
		剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク
		剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク
		剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク
		剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク	剥離の腐食 コク
点検	接出し底面付設置の支柱の損傷	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク
		接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク
		接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク
		接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク
		接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク	接出し底面付設置の支柱の損傷 コク
	空石積み構体の変状	空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク
		空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク
		空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク
		空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク
		空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク	空石積み構体の変状 コク

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
			0.0	1m<H≤3m
			1.0	3m<H≤4m
			1.5	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく) 4m<H≤5m 約5.5m
			2.0	5m<H
基礎 点	擁壁勾配	—	(77°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
			0.0	異常なし
			0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の 障害	障害A	1.0	上に加えクラックやすれから漏水。陥没有り等。
		障害B	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
	白色生成 物障害	異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	2.5 点
変状点	5.0 点
合計点	7.5 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	評価区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる毛細管管である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重しい毛細管管であるが、経過観察で可なりし。変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び経緯により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な毛細管管である。緊急に所有者等に対しての修繕・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・背後地盤は緩い(天端から3.8mまでNd<10)
- ・擁壁の北側で漏水している。所々土砂が抜けており、石間に隙間が目立つ。
- ・水抜き孔がまばらで少ない。
- ・地元のお話では90年前くらいに石積みを築造。水抜き孔はH7震災後に神戸市が設置。



擁壁全景



石間からの土砂の抜け出し



漏水状況



石間の隙間(2cm以上)

区分	項目	小変状	中変状	大変状
変状	縦割クラック	縦割 クラック	縦割 クラック	縦割 クラック
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
	水平クラック	水平 クラック	水平 クラック	水平 クラック
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
状況	目地の閉塞	目地 閉塞	目地 閉塞	目地 閉塞
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
	ふくみ	ふくみ	ふくみ	ふくみ
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
点検	傾斜・折損	傾斜・折損	傾斜・折損	傾斜・折損
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
	基礎の腐食	基礎の腐食	基礎の腐食	基礎の腐食
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
点検	接出し底面付根の支柱の損傷	接出し底面付根の支柱の損傷	接出し底面付根の支柱の損傷	接出し底面付根の支柱の損傷
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
	空石積み構型の変状	空石積み構型の変状	空石積み構型の変状	空石積み構型の変状
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	擁壁高さ	1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約1.4m
		5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(74°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
	白色生成物障害	異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	1.5 点
変状点	6.5 点
合計点	8.0 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、直ぐの処置を要すれば、直ぐの危険性はないと考えられる危険度である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重しい危険度であるが、経過観察で対応し、変状が進行したものとなった場合は積極的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて維持・改善命令の発令を検討し、緊急工事の必要はないも検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な危険度である。緊急に所有者等に対しての報告・改善命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・クラック補修(Go間詰め)されているが、再度開口している。MAX30mm程度。
・ただし、土砂は振けていない模様。



擁壁全景



クラック部全景



石間の隙間



石間の隙間

区分	項目	小変状	中変状	大変状
変状	縦割クラック	縦割 クラック	縦割 クラック	縦割 クラック
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
	水平クラック	水平 クラック	水平 クラック	水平 クラック
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
状況	目地の閉き	目地 閉き	目地 閉き	目地 閉き
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
	ふくみ	ふくみ	ふくみ	ふくみ
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
点検	傾斜・折損	傾斜・折損	傾斜・折損	傾斜・折損
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
	基礎の腐食	基礎の腐食	基礎の腐食	基礎の腐食
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
点検	掘出し部腐食の支柱の損傷	掘出し部腐食の支柱の損傷	掘出し部腐食の支柱の損傷	掘出し部腐食の支柱の損傷
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
	壁石間隙の状況	壁石間隙の状況	壁石間隙の状況	壁石間隙の状況
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	擁壁高さ	1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約1.4m
		5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(74°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
	白色生成物障害	異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	1.5 点
変状点	7.0 点
合計点	8.5 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0以上	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、所定の設備を停止すれば、当該の危険性はないと考えられると判断可能である。
5.0以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重い毛割等であるが、近隣施設で対応し、変状が進行したものとなった場合は随時点検を行い、必要に応じて修繕・改修命令の発令及び処置により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要は行っても対応を行う必要がある。
9.0以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な毛割等である。緊急に所有者等に対しての報告・改修命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・クラック補修(Co間詰め)されているが、再度開口している。MAX25mm程度。
・石自体にも水平クラックが発生。
・クラック発生部分は、不等沈下しているように見える。



クラック部全景



擁壁全景

石間の隙間

石間の隙間

区分	項目	小変状	中変状	大変状
変状	縦割・横割	縦割 コク	縦割 コク	縦割 コク
		横割 コク	横割 コク	横割 コク
		二枚 コク	二枚 コク	二枚 コク
		二枚 コク	二枚 コク	二枚 コク
		二枚 コク	二枚 コク	二枚 コク
	コーナークラック	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
状況	水浸	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	目地の開き	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
点検	傾斜・折損	1.0	1.5	2.0

青山台北公園		地点名: No.2		点検者: 甲斐誠士	
擁壁構造		縦り石積み		(縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)	
区分	項目	分類	配点	備考	
環境条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている	
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている	
		I	1.0	水が浸みだしている	
		Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている	
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する	
	排水施設	I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい	
		1m<H≤3m	0.0		
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)	
		4m<H≤5m	1.5	約2.8m(斜距離)	
		5m<H	2.0		
基礎点	擁壁勾配	—	(70°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。	
		異常なし	0.0	—	
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。	
		障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。	
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。	
	障害状況 (b)	異常なし	0.0	—	
		障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。	
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。	
		障害C	1.5	1.5 上に加え抜け石がある。	
		異常なし	0.0	—	
変状	白色生成物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出	
		障害B	1.0	白色生成物の析出高さが一定である状況	
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。	

変状なし

区分	項目	程度				小変状				中変状				大変状			
		傾斜度		傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度	傾斜度
		コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	コック	
縦	縦り石積み	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	
	縦りコナ	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	
横	横り石積み	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	
	横りコナ	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	
隅	隅り石積み	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	
	隅りコナ	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	
面	面り石積み	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	
	面りコナ	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	
接	接合部石積み	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	
	接合部コナ	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	
接	接合部石積み	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	
	接合部コナ	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	
接	接合部石積み	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	
	接合部コナ	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	
接	接合部石積み	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	
	接合部コナ	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	
接	接合部石積み	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	
	接合部コナ	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	
接	接合部石積み	10.0	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	
	接合部コナ	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	
接	接合部石積み	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	
	接合部コナ	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	
接	接合部石積み	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	
	接合部コナ	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	
接	接合部石積み	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	
	接合部コナ	13.5	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	
接	接合部石積み	14.0	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	
	接合部コナ	14.5	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	
接	接合部石積み	15.0	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	
	接合部コナ	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	
接	接合部石積み	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	
	接合部コナ	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	
接	接合部石積み	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	
	接合部コナ	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	
接	接合部石積み	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	
	接合部コナ	18.5	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	
接	接合部石積み	19.0	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	
	接合部コナ	19.5	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	
接	接合部石積み	20.0	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	
	接合部コナ	20.5	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	
接	接合部石積み	21.0	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	
	接合部コナ	21.5	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	
接	接合部石積み	22.0	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	
	接合部コナ	22.5	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	
接	接合部石積み	23.0	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	
	接合部コナ	23.5	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	
接	接合部石積み	24.0	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	
	接合部コナ	24.5	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	
接	接合部石積み	25.0	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	
	接合部コナ	25.5	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	
接	接合部石積み	26.0	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	
	接合部コナ	26.5	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	
接	接合部石積み	27.0	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	
	接合部コナ	27.5	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	
接	接合部石積み	28.0	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	
	接合部コナ	28.5	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	
接	接合部石積み	29.0	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	
	接合部コナ	29.5	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	
接	接合部石積み	30.0	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	
	接合部コナ	30.5	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	
接	接合部石積み	31.0	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	
	接合部コナ	31.5	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	
接	接合部石積み	32.0	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	
	接合部コナ	32.5	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	
接	接合部石積み	33.0	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	
	接合部コナ	33.5	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	
接	接合部石積み	34.0	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	
	接合部コナ	34.5	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	
接	接合部石積み	35.0	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	
	接合部コナ	35.5	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	
接	接合部石積み	36.0	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	
	接合部コナ	36.5	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	
接	接合部石積み	37.0	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	
	接合部コナ	37.5	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	
接	接合部石積み	38.0	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	
	接合部コナ	38.5	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	45.5	
接	接合部石積み	39.0	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	45.5	46.0	
	接合部コナ	39.5	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	45.5	46.0	46.5	
接	接合部石積み	40.0	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	45.5	46.0	46.5	47.0	
	接合部コナ	40.5	41.0	41.5	42.0	42.5	43.0	43.5	44.0	44.5	45.0	45.5	46.0				

五色山東 公園 地点名: No.1 点検者: 西村				
擁壁構造		空石積み	(縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)	
区分	項目	分類	配点	備考
環境条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	地盤条件	1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約4.95m(斜距離)
		5m<H	2.0	
基礎点	擁壁勾配	—	(76°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
	排水施設の障害	異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
		障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害状況 (b)	白色生成物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
	障害B	1.0	白色生成物の析出高さが一定である状況	
	障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。	

変状なし

区分	項目	程度			小変状			中変状			大変状					
		陥没・傾斜		二役	陥没 コク	二役 コク	陥没 コク	二役 コク	陥没 コク	二役 コク	陥没 コク	二役 コク	陥没 コク	二役 コク		
変状	縦方向クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナー部クラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
変状	傾斜クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不規則下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	目地の開き	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
変状	ひびくみ				4.5	5.0	5.5	6.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	7.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	鉄筋の腐食 ^{※2)}	4.5														
変状	保出し・圧密付保強の支 柱の傾倒															
変状を伴う構造物の変状																

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	擁壁高さ	1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約4.95m(斜距離)
		5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(76°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害 状況 (b)	白色生成物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

区分	項目	程度			小変状				中変状				大変状			
		目録項目			縦割み	二段	縦割み	二段	縦割み	二段	縦割み	二段	縦割み	二段		
変	縦割クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0		
	コーナークラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5		
状	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0		
	傾斜クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5		
状	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0		
	目地の開き	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0		
点	ふくみ		4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0		
	傾斜・変位	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0		
点	鉄筋の腐食 (R ₂₀)	4.5		6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.0	10.0		
	抜出し圧入付損傷の寸法の損傷			6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.0	10.0		
空石損傷の状況												8.0				

五色山東 公園 地名: No.2 点検者: 西村			
擁壁構造		空石積み	(縋り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)
区分	項目	分類	配点 備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0 擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5 擁壁表面が湿っている
		I	1.0 水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0 水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0 水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0 水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
		1m<H≤3m	0.0
		3m<H≤4m	1.0 最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5 約4.95m(斜距離)
		5m<H	2.0
基礎 点	擁壁勾配	—	(76°) 90° を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の 障害	障害B	1.0 上に加えクラックやすれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5 上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0 —
	劣化障害	障害A	0.5 表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0 摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5 上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0 —
障害 状況 (b)	白色生成 物障害	障害A	0.5 裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0 白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5 白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	2.0 点
変状点	5.0 点
合計点	7.0 点

危険度評価区分	中
---------	---

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる毛細管壁である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重しい毛細管壁であるが、経過観察で可し。変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改修等の緊急を要し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な毛細管壁である。緊急に所有者等に対しての報告・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう防護する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・擁壁完成後に間詰めモルタル、水抜き孔が施工されているようである。
- ・地元のお話では、梅雨時期は水が良く浸みだし、駐車場上の壁面の黒ずみは水の影響と思われる。



擁壁全景



石間の隙間



擁壁全景

区分	程度	小変状	中変状	大変状
項目	経路 コック	経路 コック	経路 コック	経路 コック
縦割アタック	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
コーナークラック	1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
水車移動	2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
傾斜クラック	2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
不同沈下	3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
目地の開き	3.0 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	3.0 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	3.0 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	3.0 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
ふくみ	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
傾斜・折損	4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
経路の腐食	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
後出し底面付板壁の支柱の腐敗	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0	4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0 9.5 10.0
空石積み構造の変状	5.0	5.5	6.0	6.5

区分	項目	分類	配点	備考
環境条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
			0.0	1m<H≤3m
			1.0	3m<H≤4m
			1.5	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
			2.0	4m<H≤5m 約5.5m(斜距離)
基礎点	擁壁勾配	—	(62°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害状況 (b)	白色生成物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	2.5 点
変状点	5.5 点
合計点	8.0 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	評価区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる点検範囲である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重い点検範囲であるが、点検範囲で対応し、変状が進行したものとなった場合は建設的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な点検範囲である。緊急に所有者等に対しての修繕・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

- その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
- 石間の隙間は0.5cm～1.0cm程度。石の角が欠けている箇所もある(5cmくらい穴)。
 - 表面に草が繁茂しており、詳細に目視点検できない。



石間の隙間



擁壁全景

石の一部欠損

区分	項目	小変状	中変状	大変状
変状	縦割クラック	縦割クラック コク	縦割クラック コク	縦割クラック コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		5.0 5.5	6.0 6.5	7.0 7.5
		8.0 8.5	9.0 9.5	10.0 10.5
	水平移動	水平移動 コク	水平移動 コク	水平移動 コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
		10.0 10.5	11.0 11.5	12.0 12.5
状況	目地の閉塞	目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク	目地の閉塞 コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
		10.0 10.5	11.0 11.5	12.0 12.5
	ふくみ	ふくみ コク	ふくみ コク	ふくみ コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
		10.0 10.5	11.0 11.5	12.0 12.5
点検	傾斜・折損	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
		10.0 10.5	11.0 11.5	12.0 12.5
	基礎の腐食	基礎の腐食 コク	基礎の腐食 コク	基礎の腐食 コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
		10.0 10.5	11.0 11.5	12.0 12.5
点検	接出し底面付根の支柱の損傷	接出し底面付根の支柱の損傷 コク	接出し底面付根の支柱の損傷 コク	接出し底面付根の支柱の損傷 コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
		10.0 10.5	11.0 11.5	12.0 12.5
	壁石間隙の状況	壁石間隙の状況 コク	壁石間隙の状況 コク	壁石間隙の状況 コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
		10.0 10.5	11.0 11.5	12.0 12.5

区分	項目	分類	配点	備考
環境条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
			0.0	1m<H≤3m
			1.0	3m<H≤4m
			1.5	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
			2.0	4m<H≤5m 約5.5m(斜距離)
基礎点	擁壁勾配	—	(62°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害状況 (b)	白色生成物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	2.5 点
要状点	4.5 点
合計点	7.0 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる毛細管現象である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	要状程度の新しい毛細管現象であるが、浸透範囲で対応し、要状が進行したものとなった場合は積極的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は要状等の内縁及び根拠により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	要状等の程度が特に顕著で、危険な毛細管現象である。緊急に所有者等に対しての修繕・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・石間の隙間から植物が茂っている。
- ・若干はらみだしているように見えるが、表面に草が繁茂しており詳細にわからない。



擁壁全景



石間の隙間



石の一部欠損

区分	項目	小変状					中変状					大変状				
		縦割 クラック	面剥 離	面剥 離	二 段	傾 倒	面剥 離	面剥 離	面剥 離	二 段	傾 倒	面剥 離	面剥 離	面剥 離	二 段	傾 倒
変 状	縦割クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	コーナー割クラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
	傾斜クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
変 状	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	目地の開き	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
変 状	ふくらみ															
	傾斜・平傾	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
	鉄筋の露出 (mm)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0	11.5
	抜出し正座付筋露の支 柱の崩壊															
変 状	空石・積り筋露の変状															

多聞台東 公園		地点名: No.1		点検者: 西村	
擁壁構造		縦り石積み		(縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)	
区分	項目	分類	配点	備考	
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている	
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている	
		I	1.0	水が浸みだしている	
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている	
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する	
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい	
	地盤条件		1m<H≤3m	0.0	
			3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
			4m<H≤5m	1.5	約9.5m(斜距離)
			5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(62°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。	
		異常なし	0.0	—	
	排水施設の障害	障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。	
		障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。	
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。	
	障害状況 (b)	異常なし	0.0	—	
		障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。	
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。	
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。	
	白色生成物障害	異常なし	0.0	—	
障害A		0.5	裏込めCoの白色生成物が析出		
障害B		1.0	白色生成物の析出高さが一定である状況		
	障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。		

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		軽微 コック	軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	二枚 コック	軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	二枚 コック
変状	縦割クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナークラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水浸移漏	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	不同沈下	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	目地の開き	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
点検	ふくみ				4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	縦割の腐食	4.5											
	後出し底面付板の支 柱の損傷												
	壁石積み構型の変状												
		5.0				0.5				0.0			

基礎点	3.0 点
変状点	5.5 点
合計点	8.5 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	評価区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、所定の設備を停止すれば、直後の危険性はないと考えらるる電線設備である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重い電線設備であるが、電線設備で対応し、変状が進行したものとなった場合は建設的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて維持・改善命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な電線設備である。緊急に所有者等に対しての警告・改善命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- 石間の隙間を目地と解釈し、その隙間は10mm～20mm程度。
- 目地や水抜き孔から植物が生えている(至る所から)。



擁壁全景

石間の隙間



石の一部欠損

区分	項目	分類	配点	備考
環境条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	擁壁高さ	1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約2.8m(斜距離)
		5m<H	2.0	
基礎点	擁壁勾配	—	(70°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
	白色生成物障害	異常なし	0.0	—

変状無し

区分	項目	程度 損傷程度	小変状				中変状				大変状						
			縦割 コンク	横割 コンク	二段 増幅	延長 延長	縦割 コンク	横割 コンク	二段 増幅	延長 延長	縦割 コンク	横割 コンク	二段 増幅	延長 延長			
変	縦割クランク		1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナークランク		1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平移動		2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	傾クランク		2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
状	不同沈下		3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	目地の開き		3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	4.5	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	ふくみ					4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	傾斜・折損		4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
点	鉄筋の腐食	面	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	接出し部付損傷の支柱の損傷		4.5		6.0	6.5	7.0	8.0	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	壁石間隙の状況							8.0									
壁	壁石間隙の状況																
壁	壁石間隙の状況																

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0以上	大	小	小さなクラック等の被害について確認し、所定の処置を停止すれば、当該の危険性は低いと考えらるる危険度である。
5.0以上 ~9.0未満	中	中	変状程度の重しい危険度であるが、経過観察で対応し、変状が進行性のものとなった場合は積極的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び経緯により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、前記工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な危険度である。早急に所有者等に対しての修繕・改修命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう措置する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・ブロック間には微少な隙間が一部あるが、総じて健全である。



擁壁全景



ブロック間のわずかな隙間



白色生成物の析出

擁壁構造		Ooブロック積み (縦り石積み、Ooブロック擁壁、重力式Oo、空石積み等)		
区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
			0.0	1m<H≤3m
			1.0	3m<H≤4m
			1.5	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく) 約4.25m
			2.0	4m<H≤5m
基礎 点	擁壁勾配	—	(64°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の 障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害 状況 (b)	白色生成 物障害	障害A	0.5	裏込めOoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	2.0 点
変状点	4.5 点
合計点	6.5 点
危険度評価区分	
中	

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、所定の処置を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる危険度である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重しい危険度であるが、経過観察で可し。変状が進行性のものとなった場合は継続的に点検を行い、必要がある場合は変状等の発生及び規模により、必要に応じて維持・改善命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な危険度である。緊急に所有者等に対しての警告・改善命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・天端のブロックが若干波打っている。



擁壁全景



表面はざらついている



擁壁端部は水路

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		軽微 コク	軽微 コク	軽微 コク	二枚 コク	軽微 コク	軽微 コク	軽微 コク	二枚 コク	軽微 コク	軽微 コク	二枚 コク	二枚 コク
変 状	縦割クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナークラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平クラック	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	縦割クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	目地の開き	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	ふくみ	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	縦割の腐食	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	掘出し部付設置の支柱の損傷	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
壁石積み構造の変状		5.0				9.5				10.0			

雲雀ヶ丘 公園 地点名: No.2 点検者: 西村			
擁壁構造			
区分	項目	分類	配点 備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0 擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5 擁壁表面が湿っている
		I	1.0 水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0 水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0 水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0 水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
			1m<H≤3m 0.0
			3m<H≤4m 1.0 最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
			4m<H≤5m 1.5 約4.25m
			5m<H 2.0
基礎 点	擁壁勾配	—	(64°) 90° を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の 障害	障害B	1.0 上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5 上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0 —
	劣化障害	障害A	0.5 表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0 摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5 上に加え抜け石がある。
	白色生成 物障害	異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0 白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5 白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	2.0 点
変状点	4.5 点
合計点	6.5 点
危険度評価区分	
中	

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0以上	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる宅地隣壁である。
5.0以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の新しい宅地隣壁であるが、近隣敷地内で応じし、変状が進行性のものとなった場合は建設的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて制約・改善命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地隣壁である。早急に所有者等に対しての制約・改善命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう措置する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・天端の不等沈下がやや目立つ。



擁壁全景

表面はざらついている



擁壁端部は水路

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	擁壁高さ	1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約2.53m
		5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(88°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の 障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害 状況 (b)	白色生成 物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	1.5 点
変状点	4.0 点
合計点	5.5 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	評価区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について修繕し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる宅地調査である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重しい宅地調査であるが、近隣敷地でも同じし、変状が進行性のものとなった場合は建設的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改善命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地調査である。緊急に所有者等に対しての修繕・改善命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう指導する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・間詰めコンクリートに隙間が生じている。



擁壁全景



石間の開口が連続している



擁壁天端部

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	二枚 コック	軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	二枚 コック	軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	二枚 コック
変 状	縦割クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナークラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平クラック	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	傾斜クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	目地の開き	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	ふくみ	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	縦割の破食	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	接出し底面付根の支 柱の損傷	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
点	壁石積み構造の変状	5.0				9.5				10.0			

北山東 公園 地名: No.1 点検者: 西村			
擁壁構造 縦り石積み (縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)			
区分	項目	分類	配点 備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0 擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5 擁壁表面が湿っている
		I	1.0 水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0 水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0 水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0 水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	地盤条件	1m<H≤3m	0.0
		3m<H≤4m	1.0
		4m<H≤5m	1.5
		5m<H	2.0
基礎 点	擁壁勾配	—	(88°) 90° を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0 上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5 上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0 —
	劣化障害	障害A	0.5 表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0 摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5 上に加え抜け石がある。
	白色生成物障害	異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0 白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5 白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	1.5 点
変状点	5.5 点
合計点	7.0 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる宅地調査である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の新しい宅地調査であるが、近隣敷地でも同じし、変状が進行しているものとなった場合は建設的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な宅地調査である。緊急に所有者等に対しての修繕・改修命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう指導する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・間詰めコンクリートに隙間は10mm程度。



擁壁全景



石間の開口が連続している



擁壁天端部

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	二枚 コック	軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	二枚 コック	軽微 コック	軽微 コック	二枚 コック	二枚 コック
変状	縦割クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナークラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	傾斜クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	目地の開き	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
	ふくみ	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	縦割の腐食 (R2)	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	掘出し部付根礎の支柱の損傷	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
点検	壁石積み構造の変状	5.0				9.5				10.0			

擁壁構造 縦り石積み (縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	擁壁高さ	1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約2.3m
		5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(70°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の 障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害 状況 (b)	白色生成 物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、所定の設備を停止すれば、当該の危険性はないと考えらるる危険度である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重しい危険度であるが、経過観察で対応し、変状が進行したものとなった場合は随時的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な危険度である。緊急に所有者等に対しての修繕・改修命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・一部で若干のばらみだけがあるように見える。



擁壁全景



擁壁近景



中央部で石の色が変わる

区分	項目	小変状	中変状	大変状
変 状	縦割クラック	縦割 クラック	縦割 クラック	縦割 クラック
		1.0	1.5	2.0
		2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
	水平移動	2.0	2.5	3.0
		3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
		6.0	6.5	7.0
損 傷	目地の開き	3.0	3.5	4.0
		4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
		6.0	6.5	7.0
		7.0	7.5	8.0
	ふくたみ	4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
		6.0	6.5	7.0
		7.0	7.5	8.0
		8.0	8.5	9.0
点 検	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0
		5.0	5.5	6.0
		6.0	6.5	7.0
		7.0	7.5	8.0
		8.0	8.5	9.0
	縦割の破食 後出し底面付根礎の支 柱の損傷	4.5	5.0	5.5
		6.0	6.5	7.0
		7.0	7.5	8.0
		8.0	8.5	9.0
		9.0	9.5	10.0
点 検 値	壁石積み損傷の変状	5.0	8.5	8.0
		8.0	9.0	10.0

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
	擁壁高さ	1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約2.3m
		5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(70°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地タルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害 状況 (b)	白色生成物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、雨後の浸透を防止すれば、当該の危険性はないと考えらるる毛細管性である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の新しい毛細管性であるが、経過観察で可し。変状が進行しているものとなった場合は継続的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な毛細管性である。緊急に所有者等に対しての修繕・改修命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・左右で石の種類が異なり、左側の下側にふくらみがある。
- ・目地の開きは10mm程度。



擁壁全景



擁壁近景



中央部で石の色が変わる

区分	項目	小変状	中変状	大変状
変状	縦割クラック	縦割クラック コク	縦割クラック コク	縦割クラック コク
		1.0 1.5	2.0 2.5	3.0 3.5
		1.5 2.0	2.5 3.0	3.5 4.0
		2.0 2.5	3.0 3.5	4.0 4.5
		2.5 3.0	3.5 4.0	4.5 5.0
	水平移動	水平移動 コク	水平移動 コク	水平移動 コク
		3.0 3.5	4.0 4.5	5.0 5.5
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		5.0 5.5	6.0 6.5	7.0 7.5
		6.0 6.5	7.0 7.5	8.0 8.5
状況	目地の開き	目地の開き コク	目地の開き コク	目地の開き コク
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		5.0 5.5	6.0 6.5	7.0 7.5
		6.0 6.5	7.0 7.5	8.0 8.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
	傾斜・折損	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク	傾斜・折損 コク
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		5.0 5.5	6.0 6.5	7.0 7.5
		6.0 6.5	7.0 7.5	8.0 8.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
点検	経路の腐食	経路の腐食 コク	経路の腐食 コク	経路の腐食 コク
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		5.0 5.5	6.0 6.5	7.0 7.5
		6.0 6.5	7.0 7.5	8.0 8.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
	掘出し部腐食の支柱の損傷	掘出し部腐食の支柱の損傷 コク	掘出し部腐食の支柱の損傷 コク	掘出し部腐食の支柱の損傷 コク
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		5.0 5.5	6.0 6.5	7.0 7.5
		6.0 6.5	7.0 7.5	8.0 8.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
点検	壁石積み構造の変状	壁石積み構造の変状 コク	壁石積み構造の変状 コク	壁石積み構造の変状 コク
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		5.0 5.5	6.0 6.5	7.0 7.5
		6.0 6.5	7.0 7.5	8.0 8.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5
	壁石積み構造の変状	壁石積み構造の変状 コク	壁石積み構造の変状 コク	壁石積み構造の変状 コク
		4.0 4.5	5.0 5.5	6.0 6.5
		5.0 5.5	6.0 6.5	7.0 7.5
		6.0 6.5	7.0 7.5	8.0 8.5
		7.0 7.5	8.0 8.5	9.0 9.5

会下山 公園 地点名: No.1 点検者:八谷誠			
擁壁構造 縦り石積み (縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)			
区分	項目	分類	配点 備考
環境条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0 擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5 擁壁表面が湿っている
		I	1.0 水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0 水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0 水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
基礎点	擁壁高さ	I	2.0 水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
			1m<H≦3m 0.0
			3m<H≦4m 1.0 最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
			4m<H≦5m 1.5 約6.0m
			5m<H 2.0
障害状況 (b)	排水施設の障害	擁壁勾配	— (73.4°) 90° を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
		障害B	1.0 上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5 上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
	劣化障害	異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0 摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5 上に加え抜け石がある。
	白色生成物障害	異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0 白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5 白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	3.0 点
要状点	4.5 点
合計点	7.5 点
危険度評価区分	
中	

点検の最大値	危険度	詳細内容
5.0点未満	小	小さなクラック等の障害について確認し、所定の処置を完了すれば、当該の危険性はないと考えらるる危険度である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	変状程度の重しい危険度であるが、経過観察で対応し、要状が進行したものとなった場合は積極的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な危険度である。早急に所有者等に対しての報告・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)



擁壁全景



擁壁全景

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		軽微 コク	軽微 コク	軽微 コク	二 コク	軽微 コク	軽微 コク	軽微 コク	二 コク	軽微 コク	軽微 コク	二 コク	二 コク
変状	縦割クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナークラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	傾斜クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
状況	目地の開き	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	ふくみ	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
点検	縦割の腐食	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	掘出し部腐食の発生 柱の腐食	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
壁石積み構造の変状		5.0				9.5				10.0			

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
			0.0	1m<H≦3m
			1.0	3m<H≦4m
			1.5	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく) 約6.0m
			2.0	4m<H≦5m
基礎 点	擁壁勾配	—	(73.4°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害 状況 (b)	白色生成物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

基礎点	2.5点
変状点	4.5点
合計点	7.0点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、直るの設備を停止すれば、直るの危険性はないと考えられると判断される。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の悪いと判断されるが、直る設備で対応し、変状が進行しないよう監視し、必要に応じて点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の発生及び原因により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はなくても修繕を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に悪化で、危険なと判断される。緊急に所有者等に對しての報告・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・擁壁の端部(北東側)と中央部に若干のふくらみが見られ、その部分に目地の開きが見られる。



擁壁全景



擁壁全景

区分	項目	小変状				中変状				大変状						
		縦筋		横筋		縦筋		横筋		縦筋		横筋				
		縦筋 コン	横筋 コン	縦筋 コン	横筋 コン	縦筋 コン	横筋 コン	縦筋 コン	横筋 コン	縦筋 コン	横筋 コン	縦筋 コン	横筋 コン			
変	縦筋クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	横筋クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	不均低下	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	目地の開き	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
状	ふくらみ	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	4.5	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	鉄筋の腐食	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	抜出し部形状損壊の支柱の損傷	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0
	岩石積り壁の変状	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	10.0

会下山 公園 地点名: No.2 点検者:八谷誠			
擁壁構造 縦り石積み (縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)			
区分	項目	分類	配点 備考
環境条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0 擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5 擁壁表面が湿っている
		I	1.0 水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0 水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0 水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0 水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
		1m<H≤3m	0.0
		3m<H≤4m	1.0 最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5 約4.8m
		5m<H	2.0
基礎点	擁壁勾配	—	(72.5°) 90° を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0 —
		障害A	0.5 天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の障害	障害B	1.0 上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5 上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0 —
	劣化障害	障害A	0.5 表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0 摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5 上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0 —
障害状況(b)	白色生成物障害	障害A	0.5 裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0 白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5 白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

変状無し

区分	程度	小変状				中変状				大変状			
項目	傾斜度(度)	縦割	横割	縦割	横割	縦割	横割	縦割	横割	縦割	横割	縦割	横割
変状	縦割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	横割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	縦割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	横割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	縦割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	横割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	縦割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	横割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	縦割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	横割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
点検	縦割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	横割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
	縦割	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク	コク
変状無し		5.0				0.5				0.0			

基礎点	1.5 点	
変状点	0.0 点	
合計点	1.5 点	
危険度評価区分		小

点検の最大値	危険度評価区分	詳細内容
5.0 点以上	小	小さなクラック等の被害について確認し、所定の設備を停止すれば、直後の危険性はないと考えらるる危険度である。
5.0 点以上 ~9.0 点未満	中	変状程度の重しい危険度であるが、迅速な処置で対応し、変状が進行しないよう努める必要がある。また、必要がある場合は変状等の内容及び原因により、必要に応じて修繕・改修等の要を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0 点以上	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な危険度である。緊急に所有者等に対しての報告・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
-とくに変状は認められず、健全な擁壁と判断できる。



擁壁全景

擁壁全景

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
		1m<H≤3m	0.0	
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≤5m	1.5	約3.89m
		5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(77°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の 障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害 状況 (b)	白色生成 物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・縦クラック幅は2mm～5mm。
・水抜き孔なし。



擁壁全景



石間の開口状況



石間の開口状況

基礎点	2.0点
変状点	2.0点
合計点	4.0点
危険度評価区分	
小	

区分	項目	程度	小変状	中変状	大変状
変状	縦割クラック	縦割	縦割	縦割	縦割
		クラック	クラック	クラック	クラック
		1.0	1.5	2.0	2.5
		2.0	2.5	3.0	3.5
		3.0	3.5	4.0	4.5
	水平割クラック	水平割	水平割	水平割	水平割
		クラック	クラック	クラック	クラック
		2.0	2.5	3.0	3.5
		3.0	3.5	4.0	4.5
		4.0	4.5	5.0	5.5
状況	目地の開き	目地の開き	目地の開き	目地の開き	目地の開き
		開き	開き	開き	開き
		3.0	4.0	5.0	6.0
		4.0	5.0	6.0	7.0
		5.0	6.0	7.0	8.0
	ふくみ	ふくみ	ふくみ	ふくみ	ふくみ
		開き	開き	開き	開き
		4.0	5.0	6.0	7.0
		5.0	6.0	7.0	8.0
		6.0	7.0	8.0	9.0
点検	傾斜・折損	傾斜・折損	傾斜・折損	傾斜・折損	傾斜・折損
		傾斜	傾斜	傾斜	傾斜
		4.0	5.0	6.0	7.0
		5.0	6.0	7.0	8.0
		6.0	7.0	8.0	9.0
	基礎の腐食	基礎の腐食	基礎の腐食	基礎の腐食	基礎の腐食
		腐食	腐食	腐食	腐食
		4.5	5.0	6.0	7.0
		5.0	6.0	7.0	8.0
		6.0	7.0	8.0	9.0
点検	接出し底面付根の支柱の損傷	接出し底面付根の支柱の損傷	接出し底面付根の支柱の損傷	接出し底面付根の支柱の損傷	接出し底面付根の支柱の損傷
		損傷	損傷	損傷	損傷
		4.5	5.0	6.0	7.0
		5.0	6.0	7.0	8.0
		6.0	7.0	8.0	9.0
	壁石積み損傷の変状	壁石積み損傷の変状	壁石積み損傷の変状	壁石積み損傷の変状	壁石積み損傷の変状
		変状	変状	変状	変状
		4.5	5.0	6.0	7.0
		5.0	6.0	7.0	8.0
		6.0	7.0	8.0	9.0

擁壁構造				(縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)			
区分	項目	分類	配点	備考			
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている			
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている			
		I	1.0	水が浸みだしている			
		Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている			
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する			
	排水施設	I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい			
			0.0	1m<H≦3m			
			1.0	3m<H≦4m			
			1.5	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく) 4m<H≦5m 約3.64m			
			2.0	5m<H			
基礎 点	擁壁勾配	—	(77°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。			
		異常なし	0.0	—			
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。			
		障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。			
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。			
	障害状況 (b)	異常なし	0.0	—			
		障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。			
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。			
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。			
		異常なし	0.0	—			
	白色生成 物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出			
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況			
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。			

基礎点	2.0 点
変状点	3.5 点
合計点	5.5 点
危険度評価区分	
中	

点検の最大値	危険度	詳細区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、所定の設備を停止すれば、当該の危険性はないと考えらるる毛細管壁である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の重い毛細管壁であるが、近隣敷地でも応じし、変状が進行しているものとなった場合は建設的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の内容及び規模により、必要に応じて修繕・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険な毛細管壁である。緊急に所有者等に対しての警告・改修命令の発令も検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・縦クラック幅は8mm～10mm。
- ・水抜き孔なし。



擁壁全景



擁壁全景



擁壁全景

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		縦割み コク	横割み コク	二枚 コク	二枚 コク	縦割み コク	横割み コク	二枚 コク	二枚 コク	縦割み コク	横割み コク	二枚 コク	二枚 コク
変 状	縦割み	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	横割み	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	二枚	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	三枚	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	四枚	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	五枚	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
	六枚	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	七枚	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	八枚	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5
	九枚	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0	10.5	11.0
変状の程度		5.0				9.5				10.0			
変状の状況		5.0				9.5				10.0			
変状の程度		5.0				9.5				10.0			
変状の状況		5.0				9.5				10.0			

擁壁構造		(緑り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)								
区分	項目	分類	配点	備考						
環境条件 (a)	地盤条件	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている	基礎点 変状点 合計点	中				
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている			3.5 点			
		Ⅰ	1.0	水が浸みだしている				5.5 点		
		Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている						
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する						
	排水施設条件	Ⅰ	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい						
			0.0							
		1m<H≤3m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)						
		3m<H≤4m	1.5	約2.35m						
		4m<H≤5m	2.0							
	5m<H									
基礎点	擁壁勾配	—	(77°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。	危険度 評価区分					
		異常なし	0.0	—						
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。						
		障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。						
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。						
	障害状況 (b)	異常なし	0.0	—						
		障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。						
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。						
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。						
		異常なし	0.0	—						
	白色生成物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出						
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況						
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。						

基礎点	2.0 点
変状点	3.5 点
合計点	5.5 点
危険度評価区分	中

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
・縦クラック幅は5mm～8mm。
・水抜き孔有り。



擁壁全景



石間開口状況

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック	陥没 コック
変状	縦割アタック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナー部クラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	傾斜クラック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	目地の開き	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
	ふくみ	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	縦割の腐食	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	掘出し部腐食の発生 柱の損傷	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
壁石間口開口の変状		5.0				9.5				10.0			

擁壁構造 縦り石積み (縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)

区分	項目	分類	配点	備考
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている
		I	1.0	水が浸みだしている
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい
		1m<H≦3m	0.0	
		3m<H≦4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)
		4m<H≦5m	1.5	約4.8m
		5m<H	2.0	
基礎 点	擁壁勾配	—	(77°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。
		異常なし	0.0	—
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。
	排水施設の 障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。
		異常なし	0.0	—
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。
		異常なし	0.0	—
障害 状況 (b)	白色生成 物障害	障害A	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出
		障害B	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

変状無し

区分	程度	小変状	中変状	大変状
変 状	陥没・沈下	陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
	陥没・沈下	陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
点	陥没・沈下	陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
	陥没・沈下	陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク
		陥没 コク	陥没 コク	陥没 コク

基礎点	2.0 点
変状点	0.0 点
合計点	2.0 点
危険度評価区分	小

点検の最大値	危険度	評価区分	詳細内容
5.0 点未満	小	小	小さなクラック等の被害について確認し、所定の設備を停止すれば、直後の危険性はないと考えられると判断される。
5.0 点以上 ~9.0 点未満	中	中	変状程度の重しいと判断されるが、緊急設備で対応し、変状が進行するものとなった場合は随時点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の発生及び原因により、必要に応じて維持・改修命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0 点以上	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険なと判断される。緊急に所有者等に対しての報告・改修命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう対策する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・天端に排水溝なし。
- ・水抜き孔なし。



擁壁全景

擁壁全景

擁壁構造				(縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)			
区分	項目	分類	配点	備考			
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている	2.0 点	3.5 点	5.5 点
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている			
		I	1.0	水が浸みだしている			
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている	中		
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する			
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい			
		1m<H≤3m	0.0				
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)			
		4m<H≤5m	1.5	約4.5m			
		5m<H	2.0				
基礎 点	擁壁勾配	—	(77°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。	中		
		異常なし	0.0	—			
		障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。			
	排水施設の 障害	障害B	1.0	上に加えクラックやずれから漏水。陥没有り等。			
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。			
		異常なし	0.0	—			
	劣化障害	障害A	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。			
		障害B	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。			
		障害C	1.5	上に加え抜け石がある。			
	白色生成 物障害	異常なし	0.0	—			

0.5 裏込めCoの白色生成物が析出

1.0 白色生成物の析出量が一定である状況

1.5 白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		経路 コク	経路 コク	二枚 コク	二枚 コク	経路 コク	経路 コク	二枚 コク	二枚 コク	経路 コク	経路 コク	二枚 コク	二枚 コク
変 状	縦クアック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	コーナー部クアック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	水平移動	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	傾斜クアック	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
状	目地の開き	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0
	ふくみ	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	経路の腐食	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	接出し部付設置の支 柱の損傷	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
壁石積み構型の変状		5.0				9.5				10.0			

基礎点	2.0 点
変状点	3.5 点
合計点	5.5 点
危険度評価区分	中

点検の最大値	危険度	評価区分	詳細内容
5.0点未満	小	小	小さなクラック等の障害について確認し、直みの設備を停止すれば、直部の危険性はないと考えらるる危険度である。
5.0点以上 ～9.0点未満	中	中	変状程度の悪い電線設備であるが、直通設備で対応し、変状が進行するものとなった場合は直通的に点検を行うものとする。また、必要がある場合は変状等の発生及び規模により、必要に応じて維持・改善命令の発令を検討し、緊急工事の必要はについても検討を行う必要がある。
9.0点以上	大	大	変状等の程度が特に悪化で、危険な電線設備である。直ちに所有権等に対しての維持・改善命令の発令を検討する必要がある。改良工事を行うとともに、周辺に被害を及ぼさないよう指導する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)

- ・クラック幅は5mm～10mm。
- ・クラックの左右で排水孔の有無が明確で築造年代が異なる可能性がある。



擁壁全景

擁壁全景(クラック部)



クラック状況

擁壁構造		空石積み	地名: No.1	点検者: 宗行、平松	
区分	項目	分類	配点	備考	
				(縦り石積み、Coブロック擁壁、重力式Co、空石積み等)	
環境 条件 (a)	湧水	Ⅲ	0.0	擁壁表面が乾いている	
		Ⅱ	0.5	擁壁表面が湿っている	
		I	1.0	水が浸みだしている	
	排水施設	Ⅲ	0.0	水抜き孔健全。または天端の雨水浸透が防止されている	
		Ⅱ	1.0	水抜き孔が詰まっている。または天端から雨水浸透する	
		I	2.0	水抜き孔無し。または天端から雨水が浸透しやすい	
	地盤条件	1m<H≤3m	0.0		
		3m<H≤4m	1.0	最大地上高さ(実際の高さを記載しておく)	
		4m<H≤5m	1.5	約1.65m	
		5m<H	2.0		
基礎 点	擁壁勾配	—	(75°) 90°	を垂直とした場合の勾配。○割でも可。	
		異常なし	0.0	—	
		異常あり	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。	
	排水施設の 障害	障害A	0.5	天端の排水施設に土砂等堆積。目地部のずれ等。	
		障害B	1.0	上に加えクラックやすれから漏水。陥没有り等。	
		障害C	1.5	上に加え沈下や破損等があり排水機能が失われている。	
	障害状況 (b)	異常なし	0.0	—	
		異常あり	0.5	表面が風化により摩耗しさらさら。	
		劣化障害	1.0	摩耗に加え合わせ目の破損、目地モルタルの剥落。	
	白色生成 物障害	障害A	1.5	上に加え抜け石がある。	
		障害B	0.0	—	
		障害C	0.5	裏込めCoの白色生成物が析出	
変状無し	変状	障害A	1.0	白色生成物の析出量が一定である状況	
		障害C	1.5	白色生成物が全面から析出し漏水もみられる。	

区分	項目	小変状				中変状				大変状			
		縦割 コク	横割 コク	二割 コク	三割 コク	縦割 コク	横割 コク	二割 コク	三割 コク	縦割 コク	横割 コク	二割 コク	三割 コク
変状	縦割クラック	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5
	横割クラック	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0
	コーナークラック	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5
	水車移動	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0
	不同沈下	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5
	目地の開き	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	ふくみ	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	傾斜・折損	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5
	縦割の腐食	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
	接出し底面付根礎の支 柱の損傷	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10.0
変石積み擁壁の変状		5.0				0.5				8.0			

点検の最大値	危険度	評価区分	詳細内容
5.0以上	大	小	小さなクラック等の被害について確認し、所定の設備を停止すれば、直後の危険性は低く考えられると判断される。
5.0未満	中	中	変状程度の大きいと判断されるが、直ちに設備で対応し、変状が進行するものとなった場合は直ちに設備を停止し、必要に応じて設備・改修等の費用を算出する。必要に応じて設備・改修等の費用を算出する。必要に応じて設備・改修等の費用を算出する。
5.0未満	大	大	変状等の程度が特に顕著で、危険なと判断される。直ちに設備を停止し、必要に応じて設備・改修等の費用を算出する。必要に応じて設備・改修等の費用を算出する。必要に応じて設備・改修等の費用を算出する。

その他、メモ欄(地盤状況、排水設備の状況等)
-健全な擁壁と判断される。



水抜き孔

擁壁全景



擁壁全景

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 緒言	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

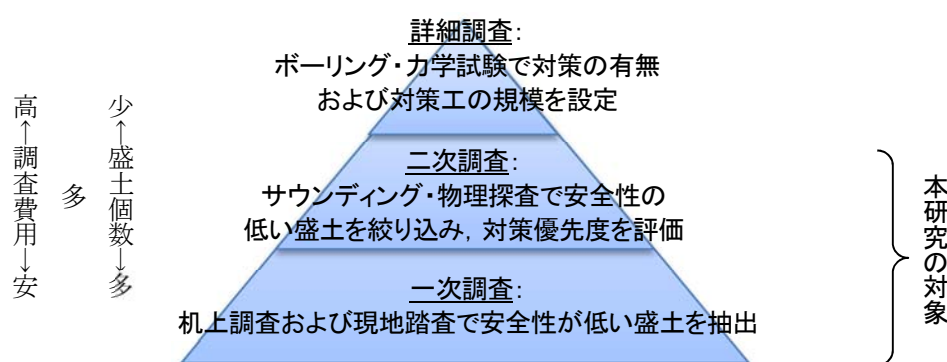


図-1.1 盛土耐震診断の進め方イメージ図

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 緒言

(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。

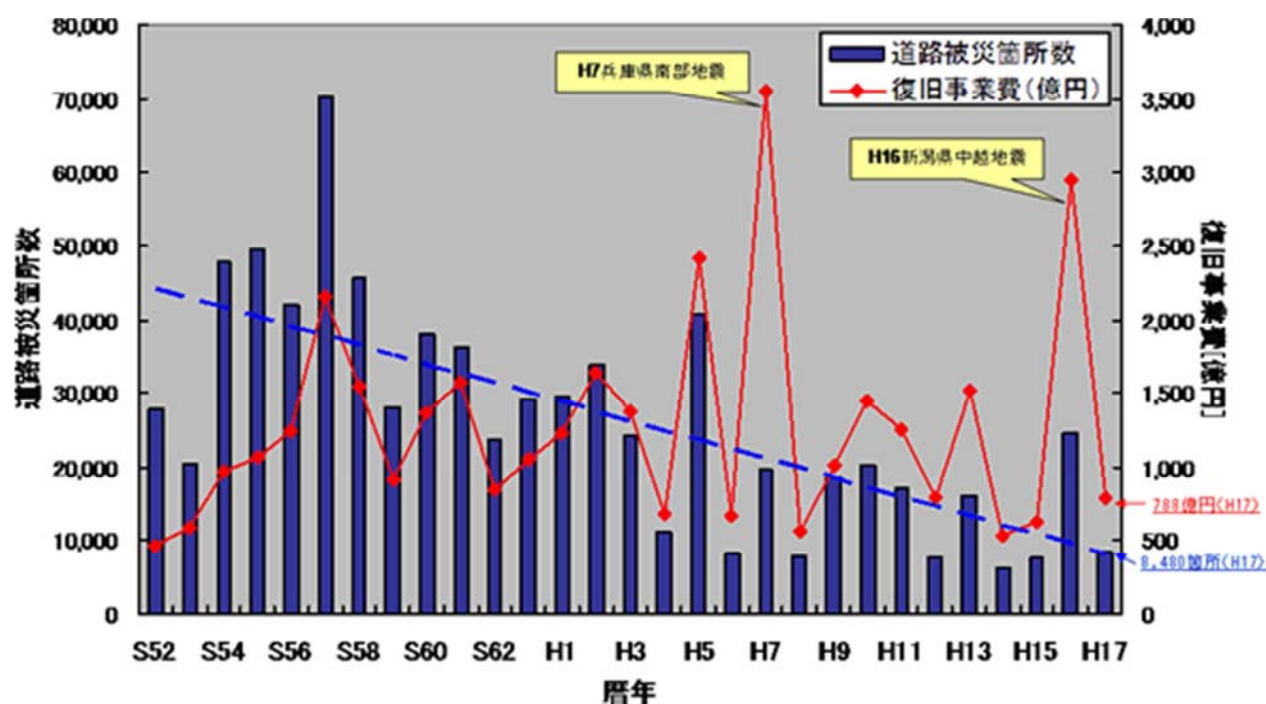


図-2.1.1 道路被災箇所数・復旧事業費～経年関係¹⁾

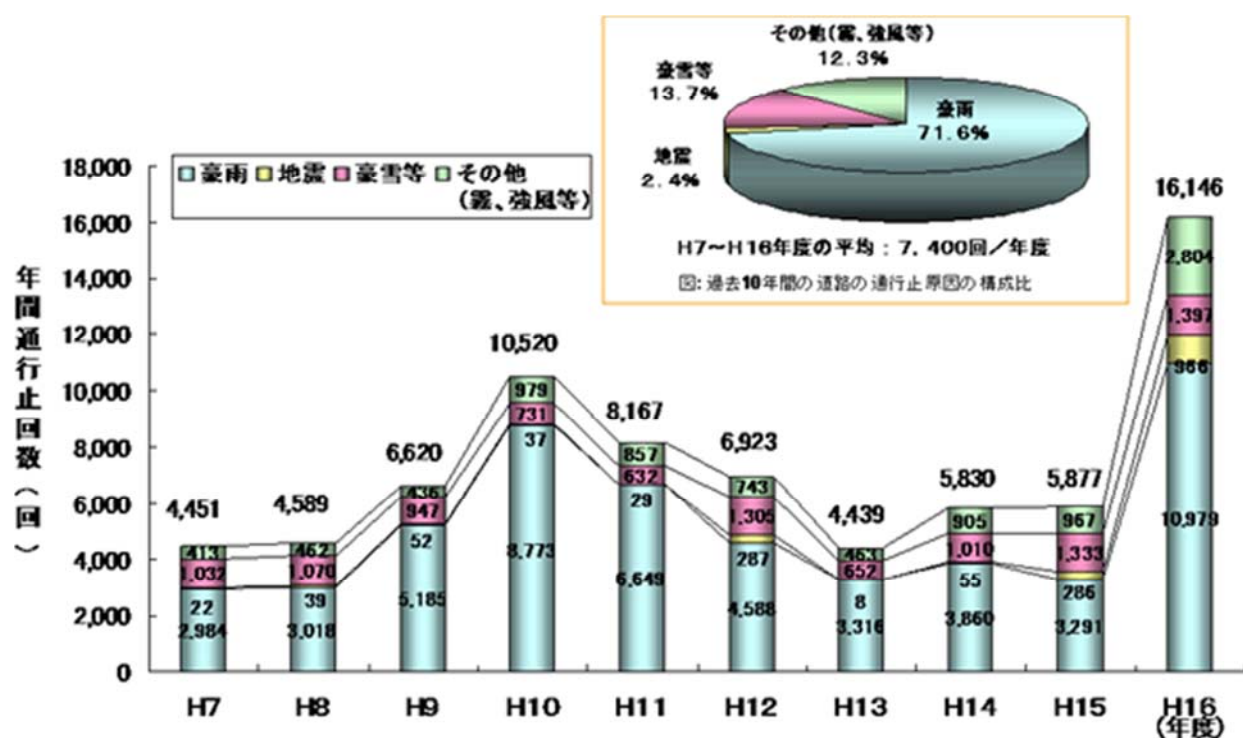


図-2.1.2 年間通行止回数～経年関係¹⁾

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。

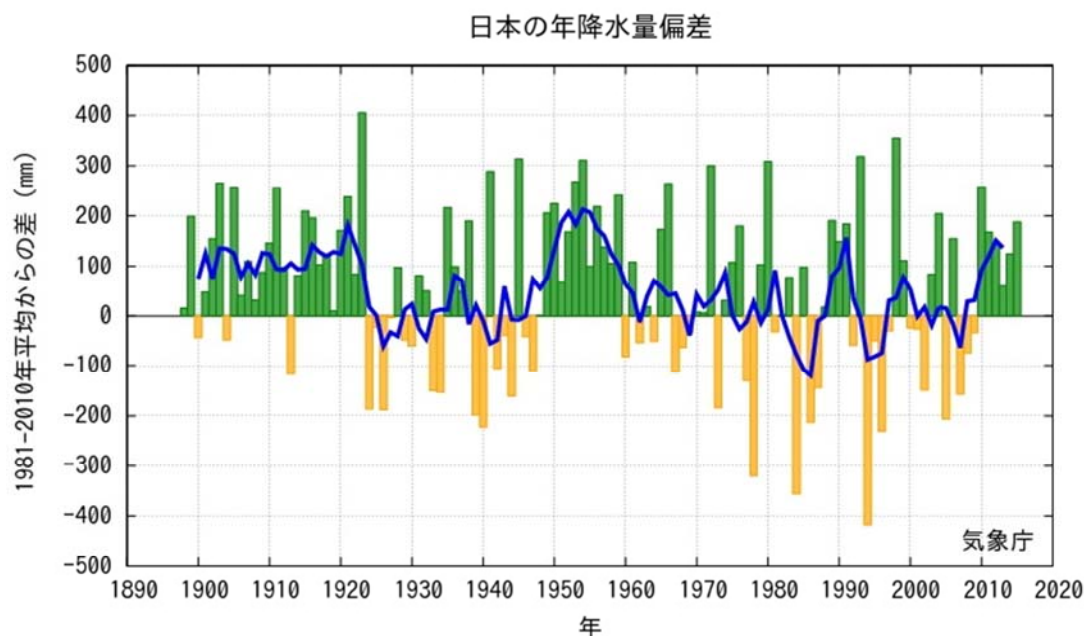


図-2.1.3 日本の年降水量偏差の経年変化 (1898～2015 年) ²⁾

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。

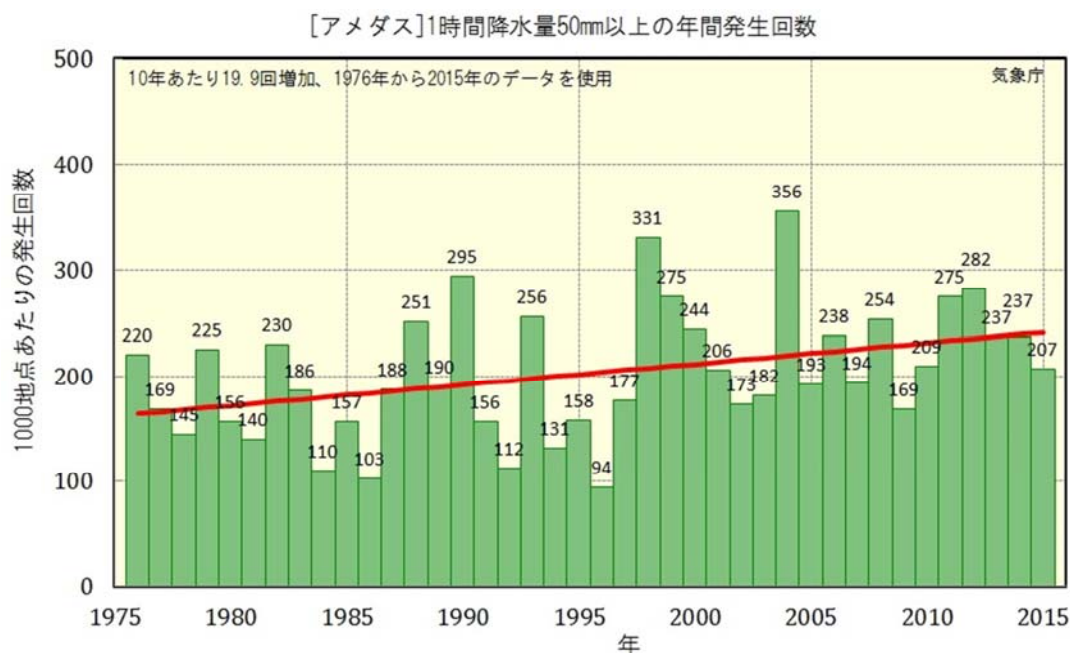


図-2.1.4 アメダスで見た 1 時間降水量 50mm 以上の年間発生回数 ³⁾

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。

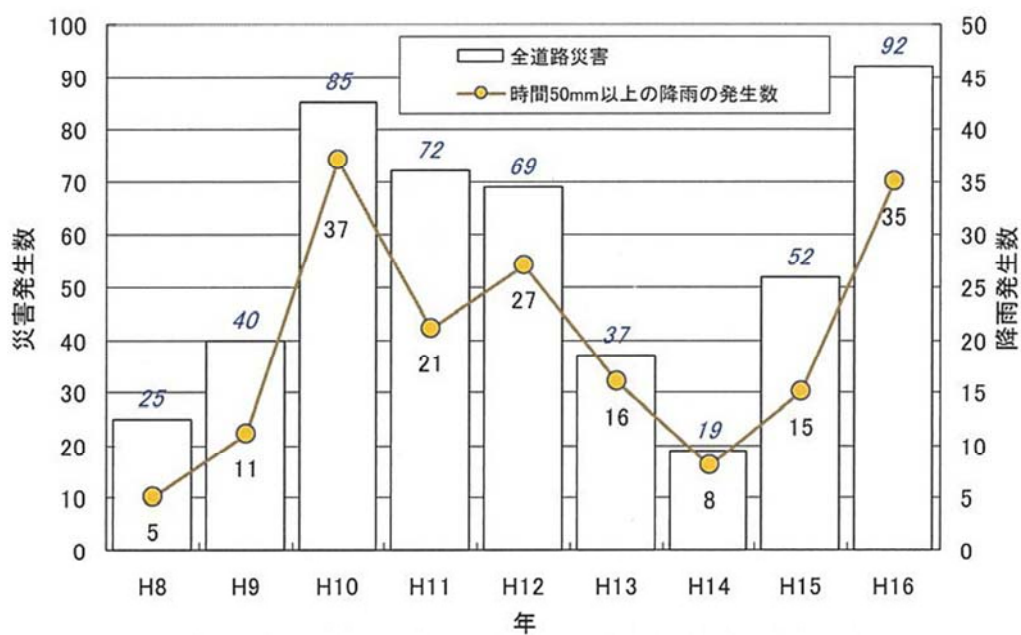


図-2.1.5 50mm/h以上の降雨発生数と災害発生数（平成8年度～平成16年度）⁴⁾

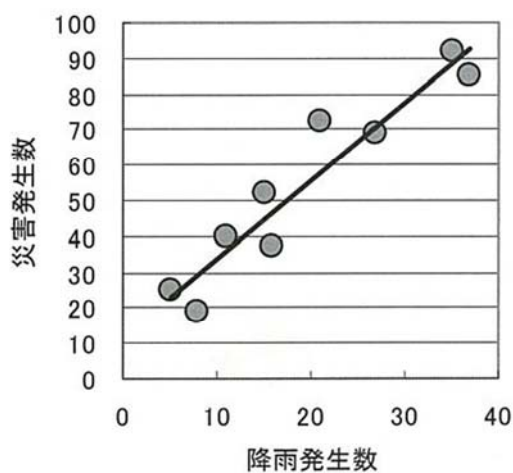


図-2.1.6 50mm/h以上の降雨発生数と災害発生数の相関図⁴⁾

(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。

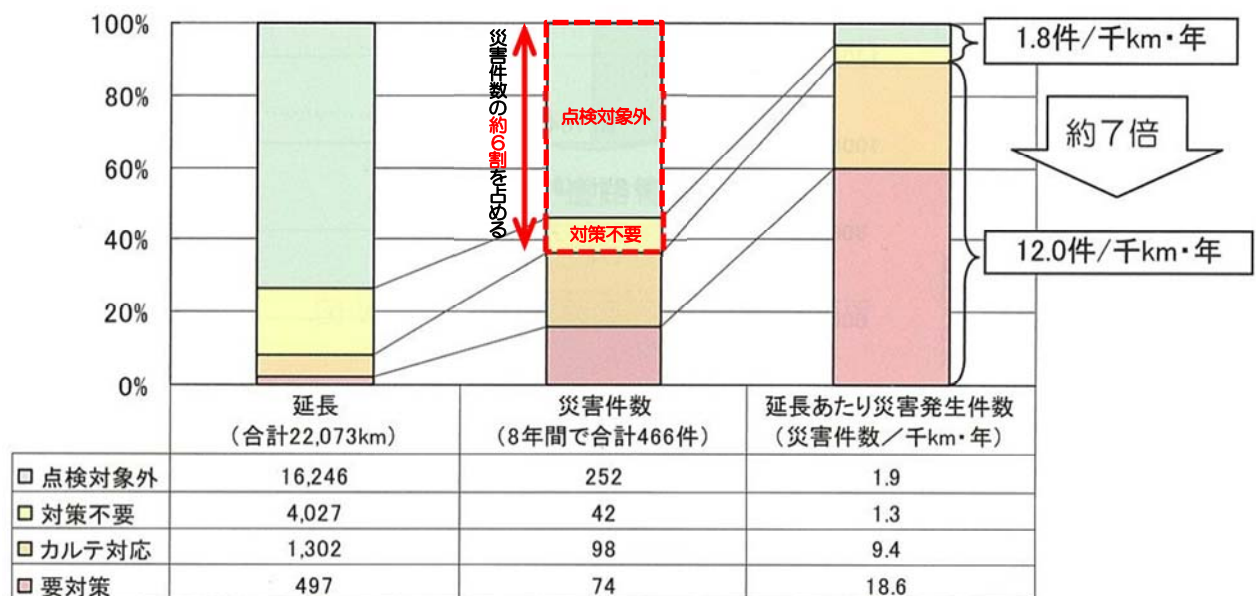


図-2.1.7 平成 8 年度点検の評価区分毎の道路災害発生状況⁶⁾

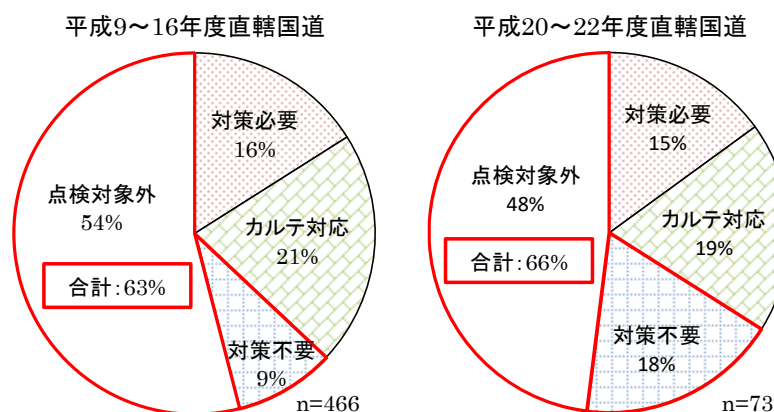


図-2.1.8 評価区分毎の道路災害発生件数⁷⁾

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。

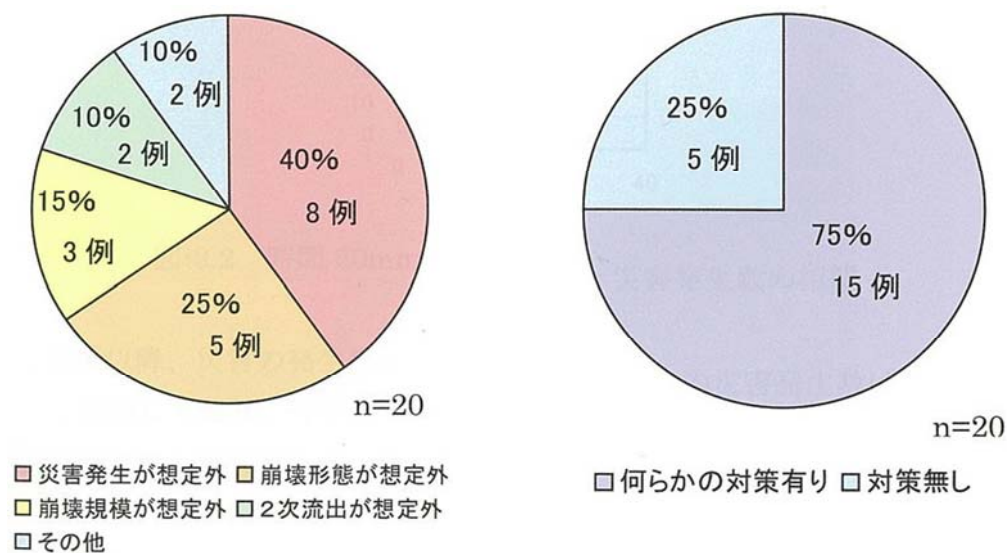


図-2.1.9 点検対象外箇所の災害形態の見込み違いおよび既設対策工の有無⁸⁾

(1) 既存安定度調査票および点検手法について

表-2.2.1 既存安定度調査票(盛土)

表-5.8.2 安定度調査表(盛土)の記入例

注1) () は各項目の源泉を示す。
該当する場合に配点欄に○印をつけることと共通に点数を記入する。
不明な場合は中間の値を採用する。

注2) 切實策動が源泉経過通順に際する場合には源泉経過通順の表を用いて評価する。

* 印の項目は、源泉の現況の要因「常時流況又はながりがある」と判断された場合にのみ評価する。

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：(a)】とする。
- ・ ①・②で評価した【要因点：(A)】から【対策工効果補正点：(a)】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						各要因 の内の 最高評点
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		
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	変状に相当	
	軟弱地盤	1	①					
	産盤	1	1					
	安定地盤	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	のり底面が湿潤	6	6	6	6	6	素因に相当	
	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					
	周辺の土地利用が湿潤	6	6					
	山側尻部に側溝なし	2	2	-	-	-		
	側溝、縦排水溝断面が不十分	4	4	2	2	6		
	該当なし	0	0	0	0	0		
溪流の現状 ・ 横断排水施設	運道内に土（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	-	-	-		
	排水工呑口部への集水が悪い	2	2	-	-	-		
	該当なし	0	①	-	-	-		
	排水工断面（φ、D）が不十分	6	6	-	-	-		
	排水工流末処理不十分	3	3	-	-	-		
波浪の影響 ・ 河川水	盛土内部での排水工の屈曲・縮小あり	3	3	-	-	-	$\frac{0}{(6)}$	
	横断排水施設がない*	6	6	-	-	-		
	該当なし	0	①	-	-	-		
	のり底が洪水、高潮時に冠水	2	2	2	2	2		
波 浪 の 影 響	洪水、高潮時に排水工流末が冠水	2	2	2	-	-	$\frac{0}{(2)}$	
	のり底面が常時冠水（攻撃斜面）	1	1	1	2	2		
	のり底面が常時冠水	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。

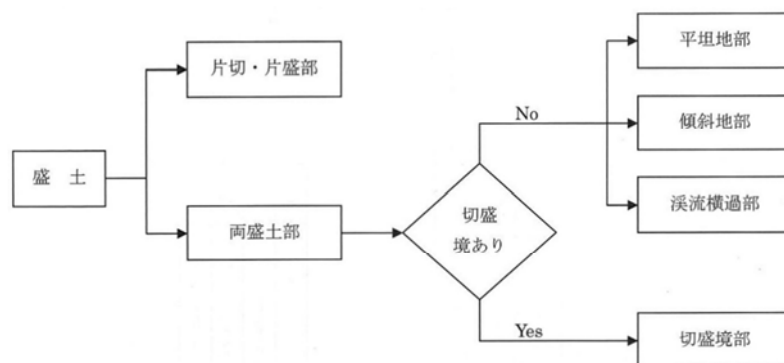


図-2.2.1 築造した道路盛土の区分¹⁰⁾

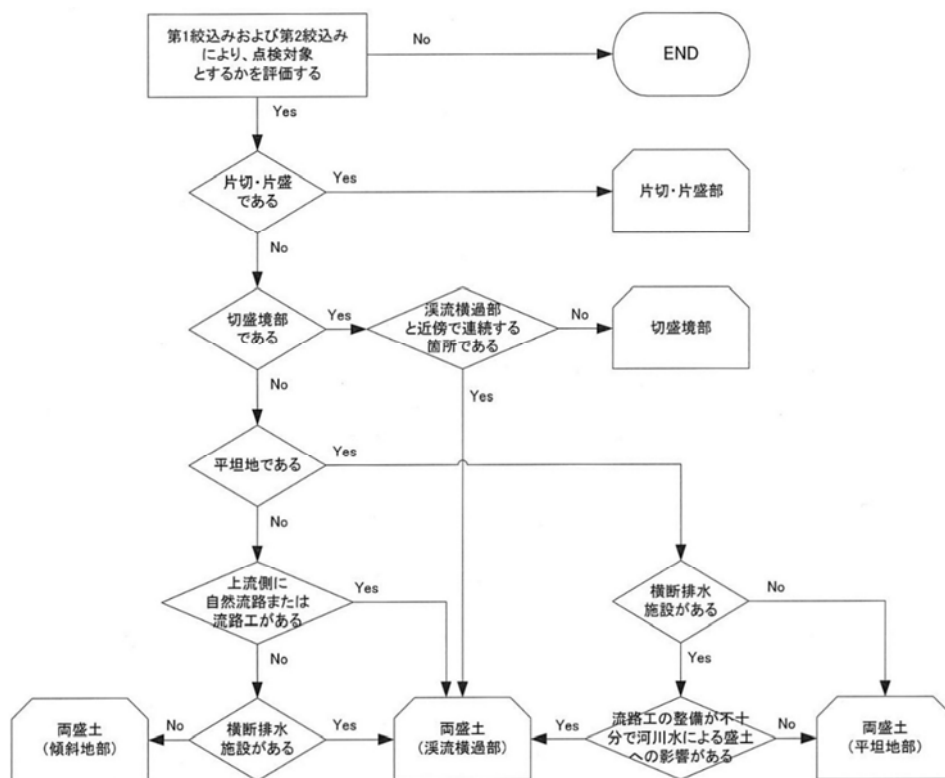


図-2.2.2 盛土区分フローチャート¹¹⁾

しかし、表-2.2.3に示すように、既存安定度調査票内において盛土区分は「片切・片盛土」、「両盛土（平坦地）」、「両盛土（傾斜地）」、「両盛土（渓流通過）」、「両盛土（切盛境）」と適切に区分されているに関わらず、区分毎の配点は、該当しない場合を除くと「側溝、縦排水溝断面が不十分」の場合でしか差が生じない。点検時に盛土区分は定性的に分類しているものの、配点に差が無いのであれば評価する意義が薄れる。

例えば、同じ「両盛土」であっても、盛土が築造される基礎地盤の形状が平坦地であるか、傾斜地であるかという例があったとすると、盛土が劣化する可能性を秘めているのは明らかに後者である。更に両盛土に「切盛境」が有るか否かで、集水された表面水が切盛境に浸入し、盛土を劣化させる可能性は高くなる等、配点に差があつて然るべきである。

また、この盛土区分とは、道路設計時に地形条件や施工条件等から一義的に決まることから、盛土築造後は、再施工しない限りは変えることができない。すなわち、盛土区分とは、盛土の築造時点で盛土に備わり、築造後は盛土の安定性に影響を与える可能性をもつ要因（＝素因）と考えることができ、盛土区分は素因の1項目として評価すべきと考える。

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 横 過 部	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	$\frac{2}{(3)}$
	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	$\frac{1}{(2)}$
	軟弱地盤	1	1	1	1	1	
	崖盤	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	$\frac{1}{(1)}$
	粘性土	0	0	0	0	0	
	礫質土	0	0	0	0	0	
	不明	1	1	1	1	1	
の地下水・ 地表水への 影響	のり底部が湿潤	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	-	2	2	2	-	
	山側灰部に側溝なし	-	-	2	-	-	
	側溝、縦排水断面が不十分	4	4	4	2	6	
	該当なし	0	0	0	0	0	
	（排水内に土（砂）が溜まることあり）	3	3	-	-	-	
現 状 横断 排水 施設 の現 状	この項目以外、配点変化無し		2	2	-	-	$\frac{0}{(3)}$
	排水工若口部への集水が悪い	2	2	-	-	-	
	該当なし	0	①	-	-	-	
	排水工断面（φ、D）が不十分	6	6	-	-	-	$\frac{0}{(6)}$
	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	①	-	-	-	
波 浪 の 影 響	のり底が洪水、高潮時に冠水	2	2	2	2	2	$\frac{0}{(2)}$
	洪水、高潮時に排水工流末が冠水	2	2	2	-	-	
	のり底部が常時冠水（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	①	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左に示すような規制的に配置され、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。

$$\begin{aligned} \text{【履歴評点 (D)】} &= (\text{被災：有り}) + (\text{規模：軽微な損傷 (即日通行可)}) + \text{対策 (盛土の全改修, 十分な対策)} \\ &= 30\text{点} + 40\text{点} - 70\text{点} \\ &= 0\text{点} \end{aligned}$$

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 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）

施設管理番号 T 0 4 2 F 4 0 6

様式-12 安定度調査表（盛土）

【要因】(A)		盛土区分別の配点					各要因の内の最高評点
要因	評点区分	片切・片盛	傾斜地盛	傾斜地盛	平地盛	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	
	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
	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
	砂質土	1	1	1	1	1	
	粘性土	0	0	0	0	0	
	不明	0	0	0	0	0	
地下水・地表への影響	のり底面が浸潤	6	6	6	6	6	6
	盛土のり面に排水路あり	6	6	6	6	6	
	のり面・自然斜面に排水あり	6	6	6	6	6	
	周辺の土地利用が浸潤	-	2	2	2	-	
排水の状況	山側底面に側溝なし	-	2	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	
	浸潤内土(砂)石流、流水あり	3	3	-	-	-	
横断の状況	上流側に崩壊地あり	2	2	-	-	-	2
	常時流水はないが、ガリーがある	2	2	-	-	-	
	排水工出口部への集水が悪い	2	2	-	-	-	
	該当なし	0	0	-	-	-	
横断の状況	排水工断面(φ、D)が不十分	6	6	-	-	-	6
	排水工流末処理不十分	3	3	-	-	-	
	盛土内部での排水工の頑固・傾小あり	3	3	-	-	-	
	横断排水施設がない*	6	6	-	-	-	
河川・排水の影響	のり底面が流水、高潮時に冠水	2	2	2	2	2	2
	流水、高潮時に排水工流末が冠水	2	2	2	-	-	
	のり底面が常時冠水(攻撃斜面)	1	1	1	2	2	
	のり底面が常時冠水	1	1	1	1	1	
合計		0	0	0	0	0	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、浸水の状況の要因「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。

点検者	
所属機関	

【対策工】(B)=(A)+α		【履歴】(D)	
対策目的	評点区分	配点(α)	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・地表水対策	地下水排水工、フック付きのり付工	-4	-1
	のり付工、表面被覆工	-3	
	のり面排水工、植生張り工	-2	
	側溝	-1	0
	その他・なし	±0	
	堰堤・谷止工	-5	
浸水対策	上流・下流改修工、土留遮壁	-3	0
	上流改修工	-2	
	下流改修工	-1	
河川水・浸水対策	土留遮壁、護岸工(空石積は除く)	-1	0
	その他・なし	±0	
	その他・なし	±0	
合計		(α)	(B) 6点

△(A)が0点の場合は対策工の緊急度は行わない

【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)

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

合計 0点

【総合評価】		判定
対	応	判定
対策が必要と判断される。		○
防災カルタを作成し対応する。		
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）

施設管理番号 T 0 4 2 F 4 7 1

様式-12 安定度調査表（盛土）

【要因】(A)		盛土区分別の配点					各要因の内の最高評点
要因	評点区分	片切・片盛	傾斜地盛	傾斜地盛	平地盛	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	
	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
	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
	砂質土	1	1	1	1	1	
	粘性土	0	0	0	0	0	
	不明	0	0	0	0	0	
地下水・地表への影響	のり底面が浸潤	6	6	6	6	6	6
	盛土のり面に排水路あり	6	6	6	6	6	
	のり面・自然斜面に排水あり	6	6	6	6	6	
	周辺の土地利用が浸潤	-	2	2	2	-	
排水の状況	山側底面に側溝なし	-	2	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	
	浸潤内土(砂)石流、流水あり	3	3	-	-	-	
横断の状況	上流側に崩壊地あり	2	2	-	-	-	2
	常時流水はないが、ガリーがある	2	2	-	-	-	
	排水工出口部への集水が悪い	2	2	-	-	-	
	該当なし	0	0	-	-	-	
横断の状況	排水工断面(φ、D)が不十分	6	6	-	-	-	6
	排水工流末処理不十分	3	3	-	-	-	
	盛土内部での排水工の頑固・傾小あり	3	3	-	-	-	
	横断排水施設がない*	6	6	-	-	-	
河川・排水の影響	のり底面が流水、高潮時に冠水	2	2	2	2	2	2
	流水、高潮時に排水工流末が冠水	2	2	2	-	-	
	のり底面が常時冠水(攻撃斜面)	1	1	1	2	2	
	のり底面が常時冠水	1	1	1	1	1	
合計		0	0	0	0	0	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、浸水の状況の要因「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。

点検者	
所属機関	

【対策工】(B)=(A)+α		【履歴】(D)	
対策目的	評点区分	配点(α)	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・地表水対策	地下水排水工、フック付きのり付工	-4	-1
	のり付工、表面被覆工	-3	
	のり面排水工、植生張り工	-2	
	側溝	-1	0
	その他・なし	±0	
	堰堤・谷止工	-5	
浸水対策	上流・下流改修工、土留遮壁	-3	0
	上流改修工	-2	
	下流改修工	-1	
河川水・浸水対策	土留遮壁、護岸工(空石積は除く)	-1	0
	その他・なし	±0	
	その他・なし	±0	
合計		(α)	(B) 6点

△(A)が0点の場合は対策工の緊急度は行わない

【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)

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

合計 0点

【総合評価】		判定
対	応	判定
対策が必要と判断される。		
防災カルタを作成し対応する。		
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	盛土区分別の配点					各要因の内の最高得点	
		片切	側溝	排水	平坦	切込		
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		
	植栽箇所多数あり	2	2	2	2	2		
	のり面の陥没多数あり	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		
	浮遊土	1	1	1	1	1		
盛土材	砂質土	0	0	0	0	0	1	
	粘土質土	0	0	0	0	0		
	不明	1	1	1	1	1		
地盤	のり面が浮遊	6	6	6	6	6	6	
	盛土のり面に洗掘あり	6	6	6	6	6		
	のり面・自然斜面に湧水あり	6	6	6	6	6		
排水	周辺の土地利用が不適	-2	-2	-2	-2	-2	6	
	山側斜面に側溝なし	-2	-2	-2	-2	-2		
	側溝・縦排水断面が不十分	4	4	4	4	4		
表面	該当なし	0	0	0	0	0	6	
	成層内に土(砂)石露出・流木あり	3	3	-	-	-		
	上流側に崩壊地あり	2	2	-	-	-		
河川	常時流水はないが、ガリーがある	2	2	-	-	-	3	
	排水工存亡部への集水が強い	2	2	-	-	-		
	該当なし	0	0	-	-	-		
河川	排水工断面(φ、D)が不十分	6	6	-	-	-	3	
	排水工流末処理不十分	3	3	-	-	-		
	盛土内部での排水工の積曲・縮小あり	3	3	-	-	-		
河川	横断排水施設がない*	6	6	-	-	-	6	
	該当なし	0	0	-	-	-		
	のり面が洪水・高潮時に冠水	2	2	2	2	2		
河川	洪水・高潮時に排水工流末が冠水	2	2	-	-	-	2	
	のり面が常時冠水(改管計画)	1	1	1	2	2		
	のり面が常時冠水	1	1	1	1	1		
河川	該当なし	0	0	0	0	0	2	
	合計							9
	(A)							9

注 () 各項目の得点を示す。
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、河川の現況の要因(常時冠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	評価区分	配点(α)	評点	
変状対策	構造的な対策	-4	0	
	地盤工	-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、ポンプ付きのり付工		-4
河川対策	のり付工・表面覆工	-3	-1	
	のり面排水工・植生盛り工	-2		
	側溝・谷止工	-1		
河川対策	その他・なし	0	0	
	上流・下流改修工・土留補強	-2		
	土留補強工	-1		
河川対策	その他・なし	0	0	
	土留補強・護岸工(岩石積は除く)	-1		
	護岸対策	その他・なし		0
合計	(α)	(B)	-1	8

注 (A) が0点の場合は対策工の効果判定は行わない。

【評点】(評点の換算) (B)→(C)

(B)	(C)
<0	0点
0	10点
1	20点
2	30点
3	40点
4	50点
5	60点
6	70点
7	80点
8	90点
9	100点

【履歴】(D)

項目	評価区分	配点	評点
変状	あり	0	0
	なし	0	
	盛土の全流出(通行止)	<70	
変状	盛土の一部流出(通行止)	<60	70
	表面侵食(数日片側通行)	<45	
	軽微な損傷(即日通行可)	<40	
変状	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)	0	0

(E)=MAX(C, D)

(C)	(D)	(E)
50	0	50
70	0	70
0	70	70

【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	盛土区分別の配点					各要因の内の最高得点	
		片切	側溝	排水	平坦	切込		
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		
	植栽箇所多数あり	2	2	2	2	2		
	のり面の陥没多数あり	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		
	浮遊土	1	1	1	1	1		
盛土材	砂質土	0	0	0	0	0	1	
	粘土質土	0	0	0	0	0		
	不明	1	1	1	1	1		
地盤	のり面が浮遊	6	6	6	6	6	6	
	盛土のり面に洗掘あり	6	6	6	6	6		
	のり面・自然斜面に湧水あり	6	6	6	6	6		
排水	周辺の土地利用が不適	-2	-2	-2	-2	-2	4	
	山側斜面に側溝なし	-2	-2	-2	-2	-2		
	側溝・縦排水断面が不十分	4	4	4	4	4		
表面	該当なし	0	0	0	0	0	6	
	成層内に土(砂)石露出・流木あり	3	3	-	-	-		
	上流側に崩壊地あり	2	2	-	-	-		
河川	常時流水はないが、ガリーがある	2	2	-	-	-	3	
	排水工存亡部への集水が強い	2	2	-	-	-		
	該当なし	0	0	-	-	-		
河川	排水工断面(φ、D)が不十分	6	6	-	-	-	3	
	排水工流末処理不十分	3	3	-	-	-		
	盛土内部での排水工の積曲・縮小あり	3	3	-	-	-		
河川	横断排水施設がない*	6	6	-	-	-	6	
	該当なし	0	0	-	-	-		
	のり面が洪水・高潮時に冠水	2	2	2	2	2		
河川	洪水・高潮時に排水工流末が冠水	2	2	-	-	-	2	
	のり面が常時冠水(改管計画)	1	1	1	2	2		
	のり面が常時冠水	1	1	1	1	1		
河川	該当なし	0	0	0	0	0	2	
	合計							14
	(A)							14

注 () 各項目の得点を示す。
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、河川の現況の要因(常時冠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	評価区分	配点(α)	評点	
変状対策	構造的な対策	-4	0	
	地盤工	-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、ポンプ付きのり付工		-4
河川対策	のり付工・表面覆工	-3	-2	
	のり面排水工・植生盛り工	-2		
	側溝・谷止工	-1		
河川対策	その他・なし	0	0	
	上流・下流改修工・土留補強	-2		
	土留補強工	-1		
河川対策	その他・なし	0	0	
	土留補強・護岸工(岩石積は除く)	-1		
	護岸対策	その他・なし		0
合計	(α)	(B)	-2	12

注 (A) が0点の場合は対策工の効果判定は行わない。

【評点】(評点の換算) (B)→(C)

(B)	(C)
<0	0点
0	10点
1	20点
2	30点
3	40点
4	50点
5	60点
6	70点
7	80点
8	90点
9	100点

【履歴】(D)

項目	評価区分	配点	評点
変状	あり	0	0
	なし	0	
	盛土の全流出(通行止)	<70	
変状	盛土の一部流出(通行止)	<60	70
	表面侵食(数日片側通行)	<45	
	軽微な損傷(即日通行可)	<40	
変状	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)	0	0

(E)=MAX(C, D)

(C)	(D)	(E)
70	0	70
0	70	70

【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)

【課題1】
評価項目に変状と素因が混在

変状

構造上のクラック・開口亀裂あり
のり面下部の流漏あり
補修箇所多数あり
のり面の肌落ちあり
該当なし
地すべり・クリープ
軟弱地盤
崖崩
安定地盤
砂質土
粘性土
難固土
不明

素因

基礎地盤

盛土材

のり面・土への表面排水

深流の現状

横断排水機

河川水・溜

盛土区分毎の配点

片切・片盛土部

深流機通過部

傾斜地部

平坦地部

切盛機部

各盛土の内
の
最高配点

変状

2

2

2

2

2

2

3

3

3

3

3

2

2

2

2

2

1

1

1

1

1

1

0

0

0

0

0

0

1

1

1

1

1

1

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

6

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」欄にチェックをいれる。
- ・ **【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	
<div> <div> <div>ポテンシャル評価項目 (盛土が持つ素因)</div> <div> <div>素因評価項目</div> <div>配点</div> <div>評価点</div> </div> </div> <div> <div>想定される災害形態</div> <div> <div>表層崩壊</div> <div>圧密沈下</div> <div>即時液化</div> <div>浸食</div> </div> </div> </div>													
盛土区分	基礎面が平坦地	片切・片盛土	1	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	<div> <div>変状の有無</div> <div>変状箇所</div> <div>変状の症状</div> <div>評価点</div> </div>
	基礎面が傾斜地	盛付け盛土	2	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	
	基礎面が谷地形	両盛土	3	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	
基礎地盤	岩塊・礫質土等安定した支持地盤	※ 切盛地がある・道路橋造物取付部である	※ 法尻部が平坦、または尾根・起伏基盤上である盛土	※ 基礎地盤面に適切な段切・排水工が行われ、異常が現れらなない	1	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	<div> <div>変状の有無</div> <div>変状箇所</div> <div>変状の症状</div> <div>評価点</div> </div>
	崖壁・沖積低地	※ 法尻部が平坦、または尾根・起伏基盤上である盛土	※ 基礎地盤面に適切な段切・排水工が行われ、異常が現れらなない	1	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇		
	埋立地・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土）	※ 基礎地盤面に適切な段切・排水工が行われ、異常が現れらなない	1	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇		
盛土材料	判定根拠	良質 粒状調整土・セメント改良土等	0	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	<div> <div>変状の有無</div> <div>変状箇所</div> <div>変状の症状</div> <div>評価点</div> </div>
	通常 礫質土・砂質土	1	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇		
	悪質 粘性土・有機質土	3	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇		
盛土高	※ 脆弱岩を含む（泥岩・凝灰岩・花崗岩等）、通水化している	※ 明らかに盛土材料の締固度が低い	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	※ 高さ5.0m間隔以内で幅1.5m以上の小段を設けている	<div> <div>変状の有無</div> <div>変状箇所</div> <div>変状の症状</div> <div>評価点</div> </div>
	盛土高＜5.0m	1	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇		
	5.0m＜盛土高＜10.0m	2	0	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇		
盛土勾配	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以下	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	<div> <div>変状の有無</div> <div>変状箇所</div> <div>変状の症状</div> <div>評価点</div> </div>
	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない	※ アンカー工・鉄筋挿入工等抑止対策が行われ、異常が現れらなない		
	湧水無し	湧水有り	湧水有り	湧水有り	湧水有り	湧水有り	湧水有り	湧水有り	湧水有り	湧水有り	湧水有り		
盛土の排水対策	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	※ 地下水排水工や透水路止のための法面保護工が行われ、異常が現れらなない	<div> <div>変状の有無</div> <div>変状箇所</div> <div>変状の症状</div> <div>評価点</div> </div>
	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている	盛土外へ適切に排水できている		
	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全	排水対策無し・機能不全		
盛土の補強構造	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	<div> <div>変状の有無</div> <div>変状箇所</div> <div>変状の症状</div> <div>評価点</div> </div>
	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）		
	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）	土留め構造施工済（重力式、逆丁型擁壁、補強土壁工等）		
被災履歴	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	補強対策無し・機能不全	<div> <div>変状の有無</div> <div>変状箇所</div> <div>変状の症状</div> <div>評価点</div> </div>
	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し	被災履歴無し		
	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し		

表-2.3.2 既存安定度調査票 (改善案) 【様式-2】

施設管理番号												調査日	
想定される災害シナリオ・変動タイプ (様式-2)													
①		②		③		④		⑤					
着目すべき変状													
状況写真													
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		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		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			
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		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			
⑥		⑦		⑧		⑨		⑩		⑪			
着目すべき変状													
状況写真													
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		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		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			
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		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			

《災害シナリオフローチャート》

```

graph TD
    START([START]) --> D1{豪状が認められたか}
    D1 -- YES --> D2{盛土内へ水の浸入する余地あり}
    D1 -- NO --> D3{基礎地盤が安定基盤}
    D2 -- YES --> D4{盛土材が吸出されている}
    D2 -- NO --> D5{現在、沈下が行われている}
    D3 -- YES --> D6{盛土材料は主に砂質土・砂質土}
    D3 -- NO --> D7{盛土材が吸出されている}
    D4 -- YES --> D8{河岸・海岸浸食}
    D4 -- NO --> D9{地下浸食}
    D5 -- YES --> D10{即時沈下}
    D5 -- NO --> D11{河岸・海岸浸食}
    D6 -- YES --> D12{河岸・海岸浸食}
    D6 -- NO --> D13{地下浸食}
    D7 -- YES --> D14{河岸・海岸浸食}
    D7 -- NO --> D15{地下浸食}
    D8 -- YES --> D16{河岸・海岸浸食}
    D8 -- NO --> D17{地下浸食}
    D9 -- YES --> D18{河岸・海岸浸食}
    D9 -- NO --> D19{地下浸食}
    D10 -- YES --> D20{河岸・海岸浸食}
    D10 -- NO --> D21{地下浸食}
    D11 -- YES --> D22{河岸・海岸浸食}
    D11 -- NO --> D23{地下浸食}
    D12 -- YES --> D24{河岸・海岸浸食}
    D12 -- NO --> D25{地下浸食}
    D13 -- YES --> D26{河岸・海岸浸食}
    D13 -- NO --> D27{地下浸食}
    D14 -- YES --> D28{河岸・海岸浸食}
    D14 -- NO --> D29{地下浸食}
    D15 -- YES --> D30{河岸・海岸浸食}
    D15 -- NO --> D31{地下浸食}
    D16 -- YES --> D32{河岸・海岸浸食}
    D16 -- NO --> D33{地下浸食}
    D17 -- YES --> D34{河岸・海岸浸食}
    D17 -- NO --> D35{地下浸食}
    D18 -- YES --> D36{河岸・海岸浸食}
    D18 -- NO --> D37{地下浸食}
    D19 -- YES --> D38{河岸・海岸浸食}
    D19 -- NO --> D39{地下浸食}
    D20 -- YES --> D40{河岸・海岸浸食}
    D20 -- NO --> D41{地下浸食}
    D21 -- YES --> D42{河岸・海岸浸食}
    D21 -- NO --> D43{地下浸食}
    D22 -- YES --> D44{河岸・海岸浸食}
    D22 -- NO --> D45{地下浸食}
    D23 -- YES --> D46{河岸・海岸浸食}
    D23 -- NO --> D47{地下浸食}
    D24 -- YES --> D48{河岸・海岸浸食}
    D24 -- NO --> D49{地下浸食}
    D25 -- YES --> D50{河岸・海岸浸食}
    D25 -- NO --> D51{地下浸食}
    D26 -- YES --> D52{河岸・海岸浸食}
    D26 -- NO --> D53{地下浸食}
    D27 -- YES --> D54{河岸・海岸浸食}
    D27 -- NO --> D55{地下浸食}
    D28 -- YES --> D56{河岸・海岸浸食}
    D28 -- NO --> D57{地下浸食}
    D29 -- YES --> D58{河岸・海岸浸食}
    D29 -- NO --> D59{地下浸食}
    D30 -- YES --> D60{河岸・海岸浸食}
    D30 -- NO --> D61{地下浸食}
    D31 -- YES --> D62{河岸・海岸浸食}
    D31 -- NO --> D63{地下浸食}
    D32 -- YES --> D64{河岸・海岸浸食}
    D32 -- NO --> D65{地下浸食}
    D33 -- YES --> D66{河岸・海岸浸食}
    D33 -- NO --> D67{地下浸食}
    D34 -- YES --> D68{河岸・海岸浸食}
    D34 -- NO --> D69{地下浸食}
    D35 -- YES --> D70{河岸・海岸浸食}
    D35 -- NO --> D71{地下浸食}
    D36 -- YES --> D72{河岸・海岸浸食}
    D36 -- NO --> D73{地下浸食}
    D37 -- YES --> D74{河岸・海岸浸食}
    D37 -- NO --> D75{地下浸食}
    D38 -- YES --> D76{河岸・海岸浸食}
    D38 -- NO --> D77{地下浸食}
    D39 -- YES --> D78{河岸・海岸浸食}
    D39 -- NO --> D79{地下浸食}
    D40 -- YES --> D80{河岸・海岸浸食}
    D40 -- NO --> D81{地下浸食}
    D41 -- YES --> D82{河岸・海岸浸食}
    D41 -- NO --> D83{地下浸食}
    D42 -- YES --> D84{河岸・海岸浸食}
    D42 -- NO --> D85{地下浸食}
    D43 -- YES --> D86{河岸・海岸浸食}
    D43 -- NO --> D87{地下浸食}
    D44 -- YES --> D88{河岸・海岸浸食}
    D44 -- NO --> D89{地下浸食}
    D45 -- YES --> D90{河岸・海岸浸食}
    D45 -- NO --> D91{地下浸食}
    D46 -- YES --> D92{河岸・海岸浸食}
    D46 -- NO --> D93{地下浸食}
    D47 -- YES --> D94{河岸・海岸浸食}
    D47 -- NO --> D95{地下浸食}
    D48 -- YES --> D96{河岸・海岸浸食}
    D48 -- NO --> D97{地下浸食}
    D49 -- YES --> D98{河岸・海岸浸食}
    D49 -- NO --> D99{地下浸食}
    D50 -- YES --> D100{河岸・海岸浸食}
    D50 -- NO --> D101{地下浸食}
    D51 -- YES --> D102{河岸・海岸浸食}
    D51 -- NO --> D103{地下浸食}
    D52 -- YES --> D104{河岸・海岸浸食}
    D52 -- NO --> D105{地下浸食}
    D53 -- YES --> D106{河岸・海岸浸食}
    D53 -- NO --> D107{地下浸食}
    D54 -- YES --> D108{河岸・海岸浸食}
    D54 -- NO --> D109{地下浸食}
    D55 -- YES --> D110{河岸・海岸浸食}
    D55 -- NO --> D111{地下浸食}
    D56 -- YES --> D1
```

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。

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。

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 (盛土が持つ高度)			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)				
要因	素因評価項目	配点	前溝	圧密沈下	面状液化	地下浸食	変状の有無	変状の箇所	変状の症状	評価点
盛土区分	基礎面が平地	1					I	盛土下面	H1 ヘアクラック(幅: 0.3mm以下、深さ: 4mm以下) H2 凹み変形(亀裂が伴わない程度の変形)	0
	基礎面が傾斜地	2					II	舗装	H3 目地の欠損 H4 表面浸食跡	0
	基礎面が谷地形	3					III	路面排水工	H5 基盤洗掘跡	0
	* 切通場がある、道路橋造物取付部である * 法内側が平坦、または尾根・起伏基礎とある盛土 * 基礎地盤面に適切な切込・排水工が行われ、異動が見当たらない	+1 -1 -1	/3					IV	小段排水工 縦排水工	H6 線状ひびわれ(縦・横・円弧) H7 亀甲状ひびわれ H8 はらみ出し
基礎地盤	石塊・礫質土等安定した支持地盤	1					V	横断排水工	H9 盛土材の流出・吸い出し	0
	崖壁・沖積低地	2					VI	法面保護工 (軟付工等)	H10 剥離・ポットホール H11 砂・枝葉による断面閉塞	0
	埋立地・田圃等の軟弱地盤(粘性土・有機質土) 地すべり地帯・断層上	3					VII	擁壁工 護岸工	H12 指出亀裂 H13 開口亀裂(盛土材変動、植生生育・繁殖)	0
	* 基礎地盤面対策を行っている 判定根拠	-1 良質 相対調整土・セメント改良土等 適量 擁壁土・砂質土 悪質 粘性土・有機質土	+1 +1 -1	/3				VIII	抑止工 (アンカー工等)	H14 目地の減損 H15 圧入(植生生育、盛土材変動)
盛土材料	* 凝結岩を含む(花崗岩・玄武岩・花崗岩等)、密度化している * 明らかに盛土材料の締固度が低い	+1 -2	/3				IX	法面排水工 (布留工等)	H16 表面崩壊跡 H17 鋼材露出・腐食	0
	盛土高<5.0m	0								
	5.0m<盛土高≤10.0m	1								
	10.0m<盛土高	3								
盛土勾配	* 高さ5.0m超範囲内で幅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								
	盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以上	-1								
	* アンカー工・鉄筋挿入工等防止対策が行われ、異動が見当たらない	-3	/3							
湧水	湧水無し	0								
	湧水有り	2								
	上記ではない法面(切盛露部・由木)	3								
	* 地下水探検工や観測のためのための治水探検工が行われ、異動が見当たらない	0	/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滲れやすい	+1	/3							
盛土の補強構造	前溝補強施工済(アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等)	1								
	土留め構造施工済(重力式・逆T型構壁・補強土壁工等)	2								
	付属構造物施工済(布留龍工・ブロック塀・石積擁壁工等)	1								
	補強対策無し・機能不全	3	/3							
被災履歴	被災履歴無し	0								
	被災履歴あり	2								
	過去に被災し、対策工後被災履歴無し	3								
	対策工後被災を繰り返す	-3	/3							

ポテンシャル評価点
※ 各項目評価点の総和とする
全項目の最大点を記載

項目Max 総合点 /3 /27

リスク・ポテンシャル評価 項目毎最大点による総合評価				リスク評価点 ※ 各変状評価点の最大値及び 総合点を記載		総合点
変状：大	変状：中	変状：小	変状：無	リスクA	リスクB	
0~1	2	3		A	C	D
0	B	A	C	D		
1~2	B	C	D			
3	C	D	D			

総合評価

専門技術者のコメント

道路盛土の安定度を評価する上で着目すべき素因を、「①盛土区分」、「②基礎地盤」、「③盛土材料」、「④盛土高」、「⑤盛土勾配」、「⑥湧水」、「⑦盛土の排水対策」、「⑧盛土の補強構造」、「⑨被災履歴」の9つの「要因」に分類し、「要因」の横に「素因の状態」を配置した。項目の選定に至っては、既往の評価項目における検討^{13), 14), 15)}を参考にし、盛土材料・盛土形状・地下水位に関する項目を設けた。また、道路盛土を劣化させる可能性が高い状態に応じて高い配点を付与（最高点：3点）し、想定される災害形態に対して効果が

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	基礎面が平坦地		0	/3	○	○	○	○	○	○	○	○
	基礎面が傾斜地	片切・片盛土	1		○	○	○					
		腹付け盛土	2		○	○	○					
		両盛土	2		○	○	○					
	基礎面が谷地形		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・起伏基礎上である盛土		-1	/3								
	※ 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									
	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		○	○	○					
盛土高	盛土高<5.0m		0	/3	○	○	○					
	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		○	○	○					
盛土勾配	盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以下		0	/3	○	○	○					
	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		○	○	○					
湧水	湧水無し		0	/3								
	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									
盛土の排水対策	盛土外へ適切に排水できている		0	/3								
	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		○	○			○	○	○	○
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	/3								
	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（布巻籠工・ブロック積、石積擁壁工等）		2			○	○					○
	補強対策無し・機能不全		3			○	○					
被災履歴	被災履歴無し		0	/3								
	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			○	○	○	○	○	○	○
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. /3	総合点 /27	↓ 当現場で想定される災害形態 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。

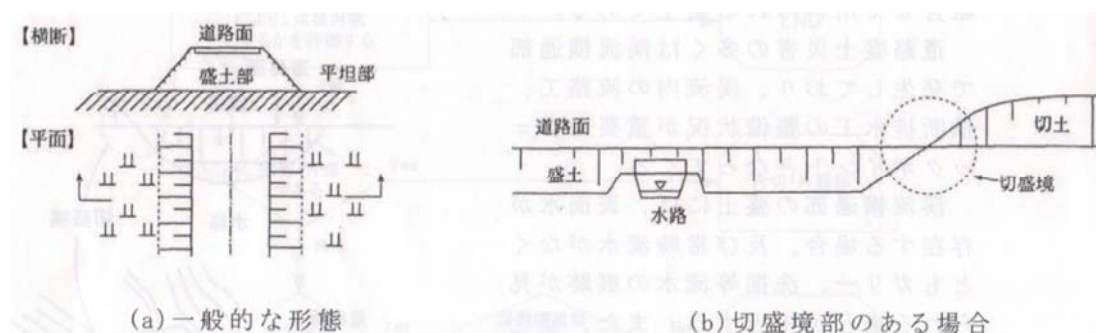


図-2.3.1 平坦地に築造される両盛土

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張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。

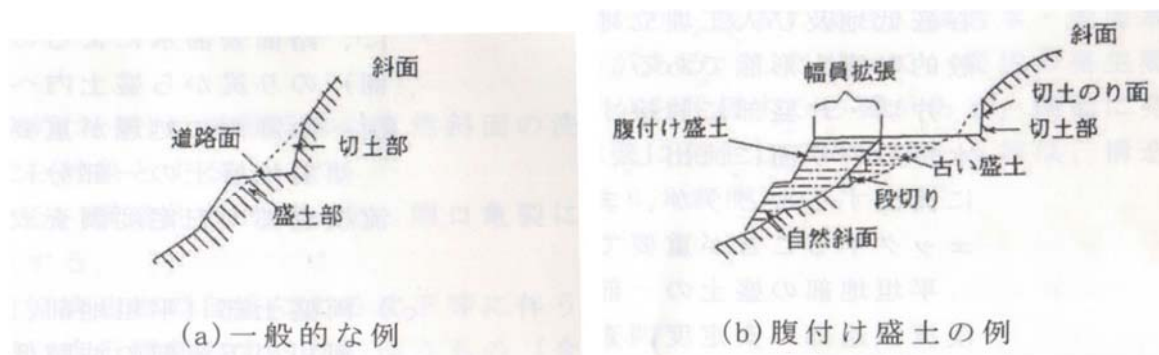


図-2.3.2 片切・片盛土及び腹付け盛土

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。

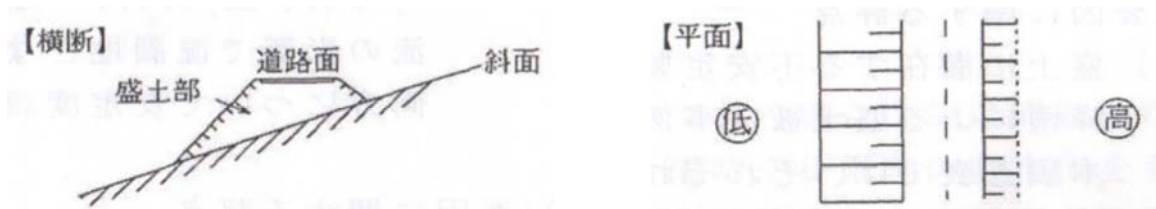


図-2.3.3 傾斜地に築造された両盛土

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。

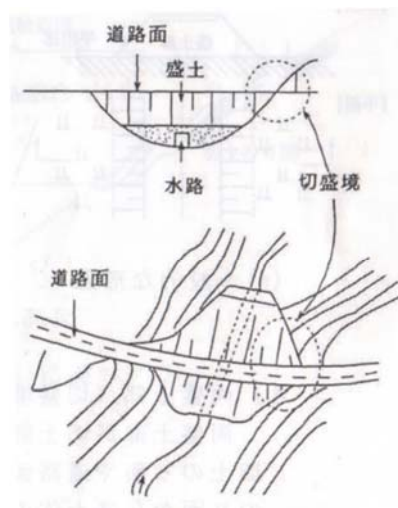


図-2.3.4 谷地形に築造された盛土（谷埋め盛土）

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。

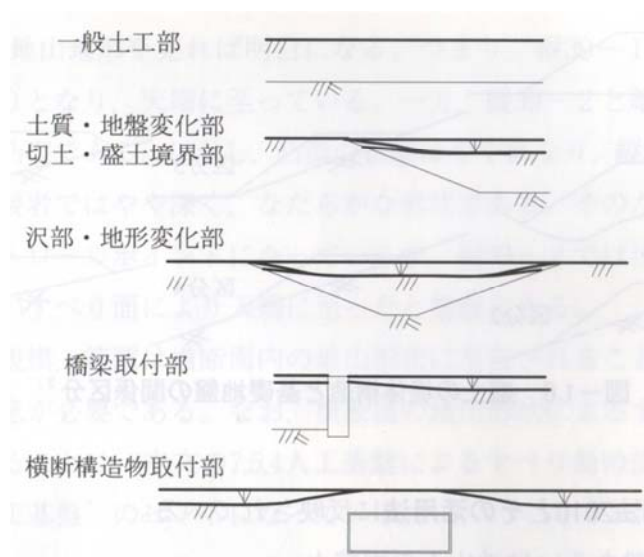


図-2.3.5 切盛境、橋梁等道路構造物取付部における道路盛土の変状¹⁶⁾

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

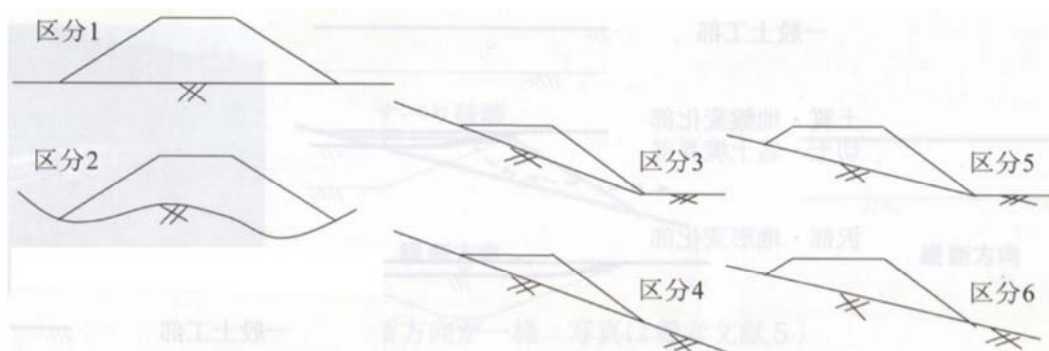


図-2.3.6 盛土の堤体構造と基礎地盤の関係¹⁷⁾

ハ) 基礎地盤面に適切な段切り・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。

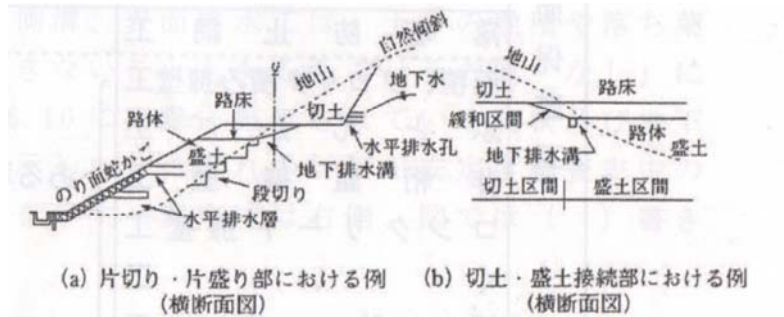


図-2.3.7 片切・片盛土及び切盛境での適切な段切り・排水工の例¹⁸⁾

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

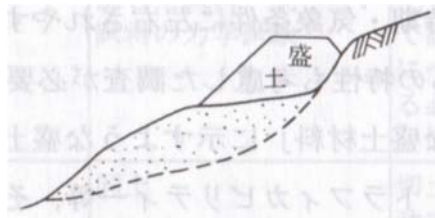


図-2.3.8 地すべり頭部への盛土¹⁹⁾

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

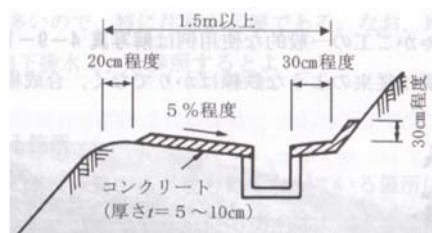


図-2.3.9 小段排水工を含めた適切な小段幅²¹⁾

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。 ()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。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1:1.8~1:2.0	
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。	十分な透水性の確保。
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。	

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*	編簀工	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	変状箇所	変状の症状	評点				
			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 押出亀裂			○	○	
		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 表層崩壊跡				○	○
		18 鋼材露出・腐食					○
評点説明	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。						
	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。						
	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。						
	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。						
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							
継続観測すべき変状はチェックして様式-2へ							
リスク評定点 ※ 各変状評点の最高点及び 総合点を記載			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-(i)】・【1】+変状の詳細記事

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

c) ポットホール：【箇-症】・【評点】 → 【II-(iii)】・【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		K042FO21		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		⑤		
状況写真												
点検月日	I	H26.6.27	変位量	—		—						
	II	H27.12.5	変位量	マーキング箇所で5cm		最大箇所で3cm傾倒						
	III		変位量									
	IV		変位量									
変位傾向		初回計画・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動		初回計画・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動		初回計画・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動		初回計画・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動		初回計画・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		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		⑧		⑨		⑩		
状況写真						想定される災害シナリオ ※ 想定されるものに○ 観測すべき変状 河岸・海岸浸食 表層崩壊 圧密沈下 即時沈下 液状化 地下浸食 ① ○ ② ○ ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦		《災害シナリオフローチャート》 				
点検月日	I		変位量									
	II		変位量									
	III		変位量									
	IV		変位量									
変位傾向		初回計画・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動		初回計画・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動		初回計画・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動		初回計画・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動		初回計画・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		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		
特記事項						・今回が初期調査計画が初年度であり、現状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、計画範囲により、現状の進行が認められなければ、想定される災害シナリオは変化し、これを考慮した点検計画を再評価する。						

(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状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	表面浸食	河・海洋浸食
盛土区分	基礎面が平坦地		0		○	○	○	○	○	○	○
	基礎面が傾斜地	片切・片盛土	1		○	○	○	○	○	○	○
		腹付け盛土	2		○	○	○	○	○	○	○
		両盛土	2		○	○	○	○	○	○	○
	基礎面が谷地形		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		○	○	○	○			
盛土勾配	※ 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										
	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										
	排水対策無し・機能不全										
盛土の補強構造	※ 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				○	○			○
	土留め構造施工済（重力式、逆T型擁壁、補強土壁工等）		1				○	○			○
	付属構造施工済（布固籠工・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	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			項目Max	総合点	↓ 当該場で想定される災害形態						
※ 各項目評点の総和とする					○ ○						

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。

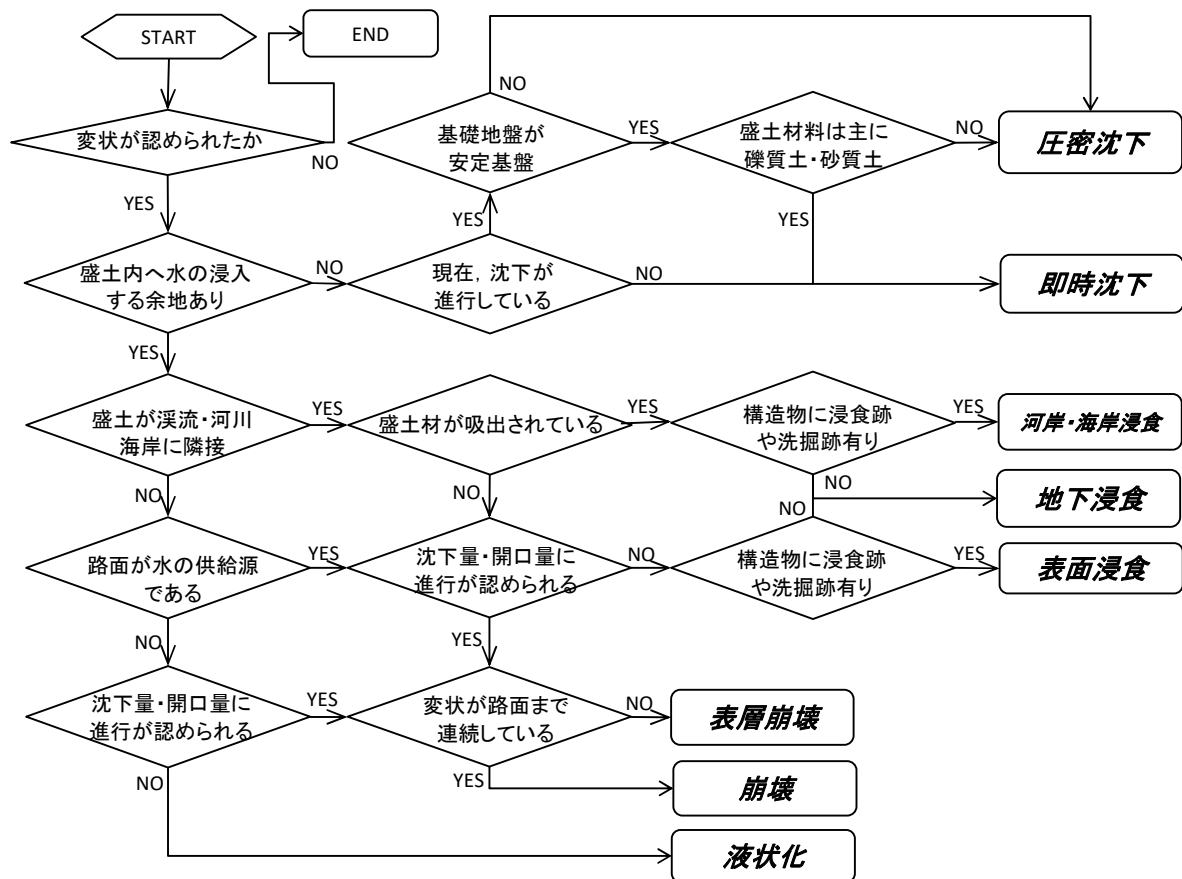


図-2.3.10 発生した変状より絞り込む災害形態フローチャート

(6) 点検時の総合評価について

表-2.3.12に示すように点検盛土の総合評価は、素因評定点（素因評点が3点の有無）と変状評定点（変状評点の最大点）から評価する。

表-2.3.12 点検道路盛土の総合評価【様式-1】

ポテンシャルとリスクより 災害シナリオを想定				リスク・ポテンシャル評価 項目毎最大点による総合評価				リスク評定点 ※ 各変状評点の最高点及び 総合点を記載	変状Max /3	総合点
工後も被災を繰り返す				リスク：無	変状：無～小	変状：中	変状：大	ポテンシャル評定点と リスク評定点から総合評価判定		
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				0	A	C	D			
↓ 当該箇所で想定される災害形態				1～2	B	C	D			
↓ 当該箇所で進行している災害形態				3	C	D	D			

安定度の総合評価は、①盛土材、②排水施設、③付帯構造物の3項目に基づく。これらの内、②・③は現地踏査で確認できるが、①の材質や締固め度については外観から判定ができず、施工記録の確認を行わない限りは直接的な評価が難しい。また、盛土築造後の①の品質向上は困難であるため、盛土の安定度を維持する役割は②と③が担うことになる。ただし、コンクリートを主とした構造物である②および③は経年劣化するため、時間の経過に伴い自身の劣化のみならず①の品質低下をもたらす。上記を踏まえた、各々の性能曲線（経年劣化に伴う安定度の推移）について、以下に述べる。

図-2.3.11に示すように、①盛土材はよく締まった状態にあれば、盛土内に水が浸入しにくいいため時間

と共に安定化するが、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。

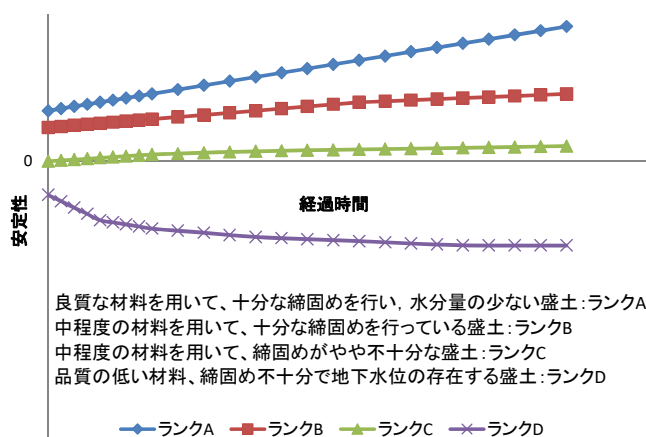


図-2.3.11 盛土材の性能曲線概念図¹⁵⁾

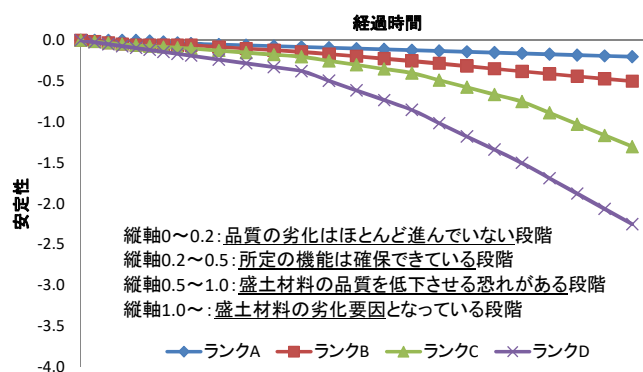


図-2.3.12 排水施設の性能曲線概念図¹⁵⁾

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。

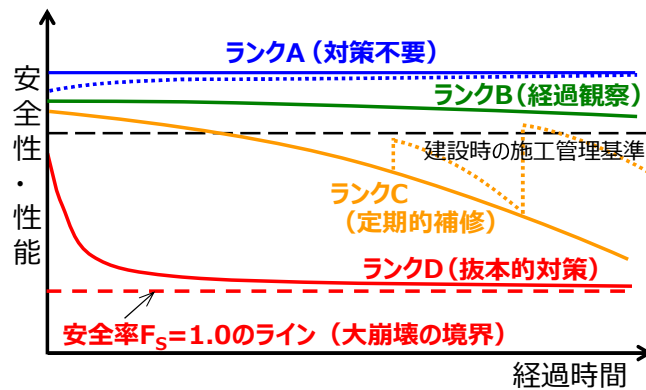


図-2.3.13 既設道路盛土の性能曲線概念図¹⁵⁾

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。

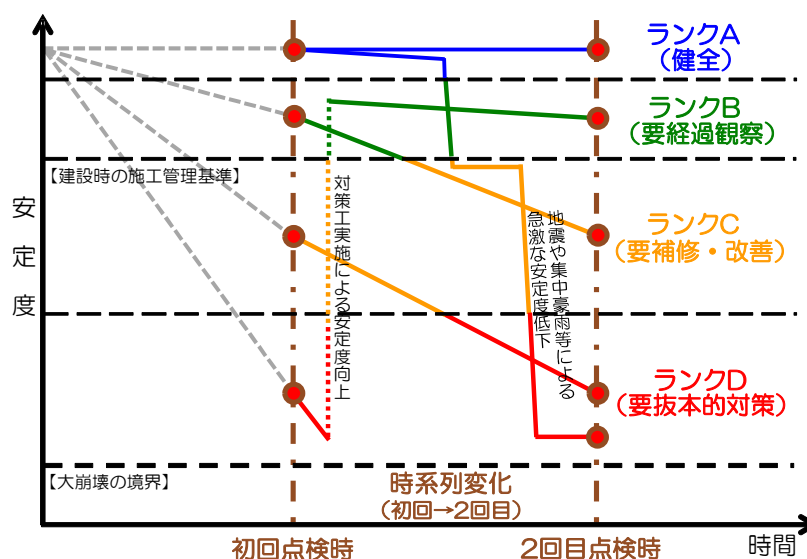


図-2.3.14 道路盛土の安定度～時間関係¹⁵⁾に追記

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）

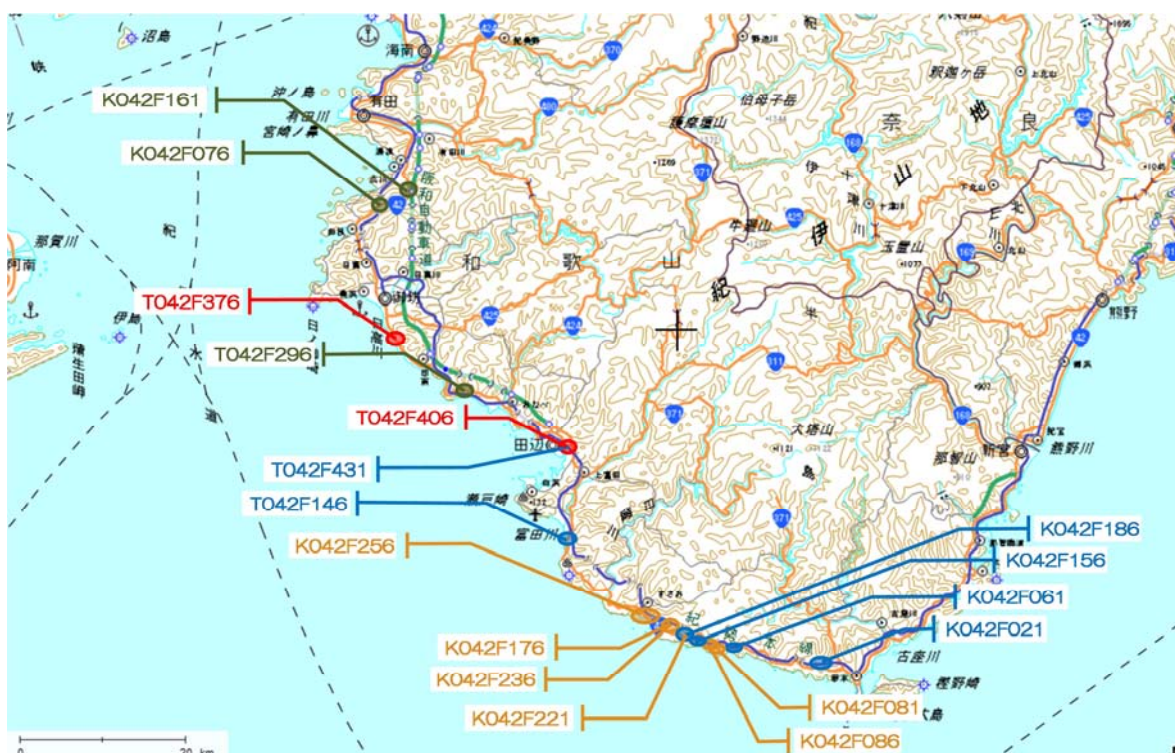


図-2.4.3 調査対象箇所位置図（和歌山県紀南地区）

(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》

ポテンシャル評価項目 (盛土が特々要因)			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)					
要因	素因評価項目	配点	評点	崩壊 陥没・滑動	圧迫沈下 即時沈下	表面浮上 液状化	地下浸食	変状の有無		変状の状況		評点	
								-	+ 変状箇所	-	+	○	△
盛土区分	基礎面が平坦地	片切・片盛土	0							I	①ヘアカラック(幅:0.3mm以下、深さ:4mm以下) ②凹凸変形(亀裂が伴わない程度の変形)	○	1
	基礎面が傾斜地	段付け盛土 両盛土	2							II	③目地の欠損 ④表面浸食跡	○	○
	基礎面が谷地形		2							III	⑤基礎洗掘跡	○	○
	※ 切盛地がある・道路構造物取付部である		-1							IV	⑥縁状ひびわれ(縦・横・円弧)	○	○
	※ 法面部分が平坦、または尾根・起伏基盤上にある盛土		-1							V	⑦小股排水工 ⑧縦排水工	○	○
基礎地盤	※ 基礎地盤面に適切な段切・排水工が行われ、異質が見当たらない		-1	/3						VI	⑨盛土材の凍亡・吸い出し	○	○
	岩盤・礫質土等安定した支持地盤		0							VII	⑩剥落・段差亀裂	○	○
	崖壁・沖積低地		1	0						VIII	⑪法面保護工 (覆土工等)	○	○
	埋立地、田圃等の軟弱地盤(粘性土・有機質土)		2							IX	⑫土砂・枝葉による断面閉塞	○	○
	地すべり地盤・前留上		2							X	⑬擁壁亀裂	○	○
盛土材料	※ 基礎地盤対策を行っている		-1	/3						XI	⑭開口亀裂(盛土材変動、植生生育・繁殖)	○	○
	判定根拠	良質 粗粒盛土・セメント改良土等 通常 礫質土・砂質土 悪質 粘性土・有機質土	0	1						XII	⑮目地の腐蝕 (アーク工等)	○	○
	※ 脆弱層を含む(泥岩・凝灰岩・花崗岩等)・濃縮化している		-1							XIII	⑯圧壊(植生生育・盛土材変動)	○	○
	※ 明らかに盛土材料の締固度が低い		-2	/3						XIV	⑰表層崩壊跡 (布留土工等)	○	○
	盛土高<5.0m		0										
盛土高	5.0m<盛土高<10.0m		0										
	10.0m<盛土高		0										
	※ 高さ5.0m範囲以内で幅1.5m以上の小股を設けている		-3										
	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		0										
盛土勾配	※ アンカー工・鉄筋挿入工等即止対策が行われ、異質が見当たらない		-1	/3									
	湧水無し		2	0									
	湧水有り	地質境界・法尻 上記ではない法面(切盛境部・留水)	0										
	※ 雪下ろし作業や浸食防止のための保雪工が行われ、異質が見当たらない		-1	/3									
	盛土外へ適切に排水できている		2	0									
盛土の排水対策	排水施設劣化・ホトナシがあり、水が盛土表面・内部へ流入可能性あり		2	0									
	排水対策無し・機能不全		0										
	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が溜まりやすい		-1	/3									
	耐震補強施工済(アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等)		1	0									
	土留め構造施工済(重力式・逆T型埋壁・補強土壁工等)		2	0									
盛土の補強構造	付属構造物施工済(布留工・ブロック積、石積補強工等)		3	3									
	補強対策無し・機能不全		0										
	被災履歴無し		0										
	被災履歴あり		0										
	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し 対策工後も被災を繰り返す		2	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 1
総合点 2/27

リスク・ポテンシャルポイント
項目毎最大点による総合評価

リスク ポテンシャル	変状 有	変状 中	変状 大
危険度：無 0	A	C	D
危険度：中 1	B	C	D
危険度：大 3	C	D	D

※ 当該状態で想定される災害形態
※ 監視中で進行している災害形態

リスク評定点
※ 各変状ポイントの高点及び総合点を記載

変状Max 1
総合点 2

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 1 0 1 F 0 1 1

部分記号

様式-12 安定度調査表(盛土)

点検者

所属機関

シート複製

シート削除

すべてクリア

要因(A)	評価区分	要因区分毎の配点					要因内の最高評価点
		片切・片盛	深流	傾斜地	平坦地	切盛	
安定対策	構造上のクラック・開口部等あり	2	2	2	2	2	2 (3)
	のり下面下の沈没あり	3	3	3	3	3	
	特殊遊歩多数あり	2	2	2	2	2	
	のり面の虹持ちあり	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	0 (2)
	軟弱地盤	1	1	1	1	1	
	崖脚	1	1	1	1	1	
	安定地盤	0	0	0	0	0	
	砂質土	1	1	1	1	1	
盛土材	粘性土	0	0	0	0	0	0 (1)
	礫質土	0	0	0	0	0	
	不明	1	1	1	1	1	
	のり底層が薄層	6	6	6	6	6	
	盛土のり面に洪水あり	6	6	6	6	6	
のり面・土壌利用	自然・自然利用が薄層	6	6	6	6	6	0 (8)
	周辺土地利用が薄層	2	2	2	2	2	
	山崩れ・崩壊	2	2	2	2	2	
	水害・浸水被害が不十分	0	0	0	0	0	
	該当なし	0	0	0	0	0	
深流の状況	深流内に土・砂・石・流木あり	3	3	3	3	3	0 (3)
	上流側に堆積地あり	2	2	2	2	2	
	常流深流はないが、貯りがある	2	2	2	2	2	
	盛土工事口部への集水が悪い	2	2	2	2	2	
	該当なし	0	0	0	0	0	
傾斜地の状況	排水工断面(点D)が不十分	6	6	6	6	6	0 (6)
	排水工断面が不十分	3	3	3	3	3	
	盛土内部での排水工(漏水・漏水あり)	3	3	3	3	3	
	傾斜排水施設がない*	6	6	6	6	6	
	該当なし	0	0	0	0	0	
河川・水路の状況	のり面が洪水・高潮時に冠水	2	2	2	2	2	0 (2)
	洪水・高潮時に排水工が冠水	2	2	2	2	2	
	のり底層が常時冠水(浸透対策あり)	1	1	1	1	1	
	のり底層が常時冠水	1	1	1	1	1	
	該当なし	0	0	0	0	0	

合計 2 点

〔対策要因(B)〕= (A) + α

対策項目	評価区分	配点(α)	評価点
安定対策	構造上の対策	4	4
	その他なし	0	
基礎地盤対策	地盤対策・基礎の補強	0	0
	その他なし	0	
地下水・表層水対策	地下水排水工・アンカー付きのり付工	4	0
	のり付工・表面排水工	3	
	のり底排水工・植生復元工	2	4
	敷設	1	
	その他なし	0	0
	埋戻・谷止工	5	
深流対策	上流・下流流路工・土留補強	3	0
	上流流路工	2	
	下流流路工	1	0
	その他なし	0	
河川・水路対策	土留補強・護岸工(空石等は除く)	1	0
	その他なし	0	

合計 8 点

※(A)が0の場合対策工の効果補正は行わない

〔評価点(B)〕= (B) - (C)

(C)	<0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	>1.6
(B)	9点	10点	20点	30点	40点	50点	60点	70点	80点	90点							

合計 5 点

〔要因(D)〕

項目	評価区分	配点	評価点
要因1	有り	30	30
	なし	0	
要因2	盛土の全流出	70	70
	(通行止)		
要因3	盛土の一部流出	60	

《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。

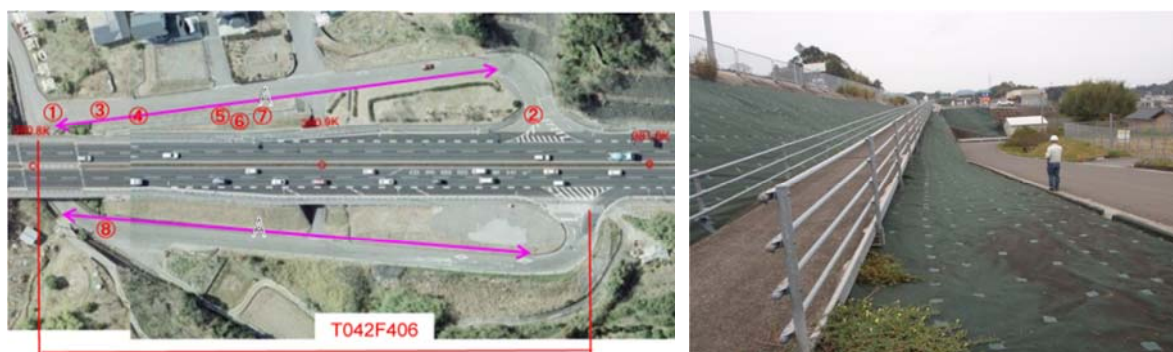


写真-2.4.1 点検道路盛土《管理番号：紀南-Site. 16》全景写真

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	4	2	F	4	0	6
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-bottom: 2px;">シート複製</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">シート削除</div> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">すべてクリア</div> </div>								

部分記号

点検者

所属機関

様式-12 安定度調査表(盛土)

要因	評価区分	盛土区分毎の配点					各要因の内の最高評価点
		片側切取	両側切取	平地	切込	切込	
安定	横断方向クラック・開口部発生あり	2	2	2	2	2	0 (3)
	のり面下部の流漏あり	3	3	3	3	3	
	横断断面多散あり	2	2	2	2	2	
	のり面のり落ちあり	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	0 (2)
	軟弱地盤	1	1	1	1	1	
	地下すべり	1	1	1	1	1	
	安定地盤	0	0	0	0	0	
	砂質土	1	1	1	1	1	
盛土材	粘性土	0	0	0	0	0	0 (1)
	礫質土	0	0	0	0	0	
	不明	1	1	1	1	1	
	のり底層が薄漏	6	6	6	6	6	
	のり面のり面(流水あり)	6	6	6	6	6	
のり面・自然斜面に流水あり	のり面・自然斜面に流水あり	6	6	6	6	6	0 (6)
	周辺の土地利用が適当	-	2	2	2	-	
	山崩伏倒に顕著なし	-	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	
排水の状況	流況下に土(砂)石・流木あり	3	3	-	-	-	0 (3)
	上流側に積堆体あり	2	2	-	-	-	
	常時流水はないが、降りがある	2	2	-	-	-	
	排水工各口部への集水が悪い	2	2	-	-	-	
	該当なし	0	0	0	0	0	
横断排水の状況	排水工断面(φ、D)が不十分	6	6	-	-	-	0 (6)
	排水工直上排水処理不十分	3	3	-	-	-	
	盛土内側での排水工の設置・細小あり	3	3	-	-	-	
	横断排水施設がない*	6	6	-	-	-	
	該当なし	0	0	-	-	-	
浸透・漏水・影響	のり面が漏水・高潮時に浸水	2	2	2	2	2	0 (2)
	漏水・高潮時に排水工流出が漏水	2	2	2	2	2	
	のり面が常時浸水(改築計画)	1	1	1	1	1	
	のり面が常時浸水	1	1	1	1	1	
	該当なし	0	0	0	0	0	

[対策工] (B) = (A) + α

対策目的	得点区分	配点(α)	評価点
対策対策	横断方向対策	4	-4
	その他なし	0	-2
基礎地盤対策	地盤対策工・基礎の補強	2	-2
	その他なし	0	0
地下すべり・表面地盤対策	地下すべり対策・アンカー付きのり付工	4	-4
	のり付工・表面地盤工	3	-3
その他なし	のり面排水工・横断排水工	2	-2
	側溝・排水工	1	-1
流況対策	上流・下流流況工・土留構築	3	-3
	上流流況工	2	-2
河川床・波浪対策	下流流況工	1	-1
	その他なし	0	0
河川床・波浪対策	土留構築・護岸工(安石積は除く)	1	-1
	その他なし	0	0

[評価点] (D) = MAX(C, D)

項目	評価区分	配点	評価点
横断排水	横断排水工	30	30
	横断排水の流出(流況)	70	70
横断排水	横断排水の一部流出(半通行)	60	60
	横断排水(数日片道通行)	45	45
横断排水	横断排水の確保(即日通行)	40	40
	横断排水の全確保	70	70
横断排水	十分な対策	30	30
	横断排水	0	0

[評価点] (E) = MAX(C, D)

項目	評価区分	配点	評価点
横断排水	横断排水工	30	30
	横断排水の流出(流況)	70	70
横断排水	横断排水の一部流出(半通行)	6	

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、配点が高くてもしっかり合うはずである。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られる。

表-2.4.3 安定度調査票（改善案）による点検結果《紀南-Site.7》

施設管理番号		K 0 4 2 F 1 8 6										安定度調査票（案）【様式-1】		調査日		平成27年12月6日			
ポテンシャル評価項目 (盛土が持つ特徴)														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)			
要因		要因評価項目										配点	評価点	変状の有無		変状の症状		評価点	
盛土区分		基礎面が平坦地										0	2	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土区分		基礎面が傾斜地										0	2	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土区分		基礎面が谷地形										0	2	変状箇所		変状箇所		評価点	
基礎地盤		岩盤・堆積土等安定した支持地盤										0	1	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土材料		判定根拠										0	1	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土高		盛土高<5.0m										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土勾配		盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以下										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
湧水		湧水無し										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土の排水対策		排水対策無し・機能不全										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土の補強構造		補強対策無し・機能不全										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
被災履歴		被災履歴有り										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
ポテンシャル評価点		項目Max 2										7	27	リスク・ポテンシャル評価		リスク評価点		評価点	
ポテンシャル評価点		項目Max 2										7	27	リスク・ポテンシャル評価		リスク評価点		評価点	

表-2.4.4 既存安定度調査票による点検結果《紀南-Site.7》

施設管理番号		K 0 4 2 F 1 8 6										部分記号		様式-12 安定度調査票(盛土)		点検者		所属機関	
要因		要因評価項目										配点	評価点	変状の有無		変状の症状		評価点	
盛土区分		基礎面が平坦地										0	2	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土区分		基礎面が傾斜地										0	2	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土区分		基礎面が谷地形										0	2	変状箇所		変状箇所		評価点	
基礎地盤		岩盤・堆積土等安定した支持地盤										0	1	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土材料		判定根拠										0	1	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土高		盛土高<5.0m										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土勾配		盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以下										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
湧水		湧水無し										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土の排水対策		排水対策無し・機能不全										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
盛土の補強構造		補強対策無し・機能不全										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
被災履歴		被災履歴有り										0	0	変状箇所		変状箇所		評価点	
ポテンシャル評価点		項目Max 2										7	27	リスク・ポテンシャル評価		リスク評価点		評価点	
ポテンシャル評価点		項目Max 2										7	27	リスク・ポテンシャル評価		リスク評価点		評価点	

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。
不明な場合は中間的な値を採用する。

注2) 切實情報が必要と認められる場合には、調査員が調査対象者の同意を得た上で、必要に応じて追加の調査を行う。

●印の項目は、河川の状況の要因「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。

《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。

様式-12 安定度調査表(盛土)

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																																																																																																																									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>ポテンシャル評価項目 (盛土が持つ要因)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>要因</th> <th>要因評価項目</th> <th>配点</th> <th>評点</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4">盛土区分</td> <td>基礎面が平坦地</td> <td>0</td> <td rowspan="4">3</td> </tr> <tr> <td>基礎面が傾斜地</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>片切・片盛土</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>埋付け盛土</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">基礎地盤</td> <td>基礎面が谷地形</td> <td>2</td> <td rowspan="4">3</td> </tr> <tr> <td>※ 切盛地がある・道路構造地取付部である</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>※ 法肩部が平坦、または尾根・起伏基盤上である盛土</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>※ 基礎地盤面に適切な切込・排水工が行われ、異常が見当たらない</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">盛土材料</td> <td>岩塊・砕石等安定した支持地盤</td> <td>-1</td> <td rowspan="4">3</td> </tr> <tr> <td>崖壁・沖積低地</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>埋立地・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土）</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>※ 基礎地盤面に適切な切込・排水工が行われ、異常が見当たらない</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">盛土高</td> <td>判定根拠</td> <td>0</td> <td rowspan="4">3</td> </tr> <tr> <td>※ 基礎地盤面に対する</td> <td>-1</td> </tr> <tr> <td>※ 50m<盛土高<100m</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>※ 100m<盛土高</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">盛土勾配</td> <td>50m<盛土高以内で幅15m以上の小段を設けている</td> <td>2</td> <td rowspan="4">3</td> </tr> <tr> <td>※ 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以下</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>※ 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>※ 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</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">湧水</td> <td>湧水無し</td> <td>0</td> <td rowspan="4">3</td> </tr> <tr> <td>湧水有り</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>※ 地質境界・法面</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>※ 上記ではない法面（切盛地盤・雨水）</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">盛土の排水対策</td> <td>盛土外へ適切に排水できている</td> <td>0</td> <td rowspan="4">3</td> </tr> <tr> <td>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</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>排水対策無し・機能不全</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>※ 雨水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">盛土の補強構造</td> <td>耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）</td> <td>0</td> <td rowspan="4">3</td> </tr> <tr> <td>土留め構造施工済（重力式、逆T型擁壁、補強土壁工等）</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>付属物構造施工済（布面工、ブロック積、石積擁壁工等）</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>※ 補強対策無し・機能不全</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">被災履歴</td> <td>被災履歴無し</td> <td>2</td> <td rowspan="2">3</td> </tr> <tr> <td>被災履歴有り</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div> <p>ポテンシャル評点 ※ 各項目評点の総和及び 全項目の最大点を記載</p> <p>項目Max 3 総合点 11 /3</p> </div> <div> <p>1 当該箇所想定される浸水形態 2 当該箇所進行している浸水形態</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div> <p>変状の有無</p> <p>変状箇所</p> <p>変状の症状</p> <p>変状の発生状況</p> </div> <div> <p>変状の有無</p> <p>変状箇所</p> <p>変状の症状</p> <p>変状の発生状況</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div> <p>リスク・ポテンシャル評点</p> <p>項目毎最大点による総合評価</p> <p>リスク評点</p> <p>変状Max 1 総合点 2 /3</p> </div> <div> <p>専門技術者のコメント</p> <p>谷埋盛土であり、盛土上流側に集水する表面水を適切に排水できずに常時盛土内部へ浸透を許す。現在は特に有意な変状は認められないものの、梅雨時は地下水位上昇の可能性が高く、安定性に影響を与えるものと思われる。上流側の表面水を盛土外へ排水する施設の設置が望ましい。</p> </div> </div> </div> <div data-bbox="427 1169 1149 1202" data-label="Caption"> <p>表-2.4.10 既存安定度調査票による点検結果《朝来-Site.1》</p> </div> <div data-bbox="210 1205 1372 2020" data-label="Form"> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">施設管理番号</th> <th colspan="3">安定度調査表（盛土）</th> <th colspan="2">点検者</th> <th colspan="2">所属機関</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="10"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>シート複製</p> <p>シート削除</p> <p>すべてクリア</p> </div> <div> <p>部分記号</p> <p>安定度調査表（盛土）</p> </div> <div> <p>点検者</p> <p>所属機関</p> </div> </div> </td> </tr> <tr> <td colspan="10"> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>【原因】(A)</p> <p>シート複製</p> <p>シート削除</p> <p>すべてクリア</p> </div> <div> <p>【対策】(B) = (A) + α</p> <p>【評価】(D)</p> <p>【総合評価】</p> </div> <div> <p>【盛土周辺の状況】</p> <p>【補強排水管への集水地から流入する沢水の状態】</p> </div> </div> </td> </tr> </tbody> </table> </div> <div data-bbox="753 2069 836 2101" data-label="Page-Footer"> <p>- 56 -</p> </div>										要因	要因評価項目	配点	評点	盛土区分	基礎面が平坦地	0	3	基礎面が傾斜地	1	片切・片盛土	2	埋付け盛土	2	基礎地盤	基礎面が谷地形	2	3	※ 切盛地がある・道路構造地取付部である	-1	※ 法肩部が平坦、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切込・排水工が行われ、異常が見当たらない	0	盛土材料	岩塊・砕石等安定した支持地盤	-1	3	崖壁・沖積低地	1	埋立地・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土）	2	※ 基礎地盤面に適切な切込・排水工が行われ、異常が見当たらない	0	盛土高	判定根拠	0	3	※ 基礎地盤面に対する	-1	※ 50m<盛土高<100m	1	※ 100m<盛土高	2	盛土勾配	50m<盛土高以内で幅15m以上の小段を設けている	2	3	※ 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以下	0	※ 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	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	0	湧水	湧水無し	0	3	湧水有り	1	※ 地質境界・法面	0	※ 上記ではない法面（切盛地盤・雨水）	1	盛土の排水対策	盛土外へ適切に排水できている	0	3	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	排水対策無し・機能不全	3	※ 雨水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	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	3	土留め構造施工済（重力式、逆T型擁壁、補強土壁工等）	2	付属物構造施工済（布面工、ブロック積、石積擁壁工等）	2	※ 補強対策無し・機能不全	3	被災履歴	被災履歴無し	2	3	被災履歴有り	0	施設管理番号			安定度調査表（盛土）			点検者		所属機関		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>シート複製</p> <p>シート削除</p> <p>すべてクリア</p> </div> <div> <p>部分記号</p> <p>安定度調査表（盛土）</p> </div> <div> <p>点検者</p> <p>所属機関</p> </div> </div>										<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>【原因】(A)</p> <p>シート複製</p> <p>シート削除</p> <p>すべてクリア</p> </div> <div> <p>【対策】(B) = (A) + α</p> <p>【評価】(D)</p> <p>【総合評価】</p> </div> <div> <p>【盛土周辺の状況】</p> <p>【補強排水管への集水地から流入する沢水の状態】</p> </div> </div>									
要因	要因評価項目	配点	評点																																																																																																																														
盛土区分	基礎面が平坦地	0	3																																																																																																																														
	基礎面が傾斜地	1																																																																																																																															
	片切・片盛土	2																																																																																																																															
	埋付け盛土	2																																																																																																																															
基礎地盤	基礎面が谷地形	2	3																																																																																																																														
	※ 切盛地がある・道路構造地取付部である	-1																																																																																																																															
	※ 法肩部が平坦、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切込・排水工が行われ、異常が見当たらない	0																																																																																																																															
盛土材料	岩塊・砕石等安定した支持地盤	-1	3																																																																																																																														
	崖壁・沖積低地	1																																																																																																																															
	埋立地・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土）	2																																																																																																																															
	※ 基礎地盤面に適切な切込・排水工が行われ、異常が見当たらない	0																																																																																																																															
盛土高	判定根拠	0	3																																																																																																																														
	※ 基礎地盤面に対する	-1																																																																																																																															
	※ 50m<盛土高<100m	1																																																																																																																															
	※ 100m<盛土高	2																																																																																																																															
盛土勾配	50m<盛土高以内で幅15m以上の小段を設けている	2	3																																																																																																																														
	※ 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以下	0																																																																																																																															
	※ 盛土材料・盛土高に合わせた標準勾配以上	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	0																																																																																																																															
湧水	湧水無し	0	3																																																																																																																														
	湧水有り	1																																																																																																																															
	※ 地質境界・法面	0																																																																																																																															
	※ 上記ではない法面（切盛地盤・雨水）	1																																																																																																																															
盛土の排水対策	盛土外へ適切に排水できている	0	3																																																																																																																														
	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																																																																																																																															
	排水対策無し・機能不全	3																																																																																																																															
	※ 雨水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	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	3																																																																																																																														
	土留め構造施工済（重力式、逆T型擁壁、補強土壁工等）	2																																																																																																																															
	付属物構造施工済（布面工、ブロック積、石積擁壁工等）	2																																																																																																																															
	※ 補強対策無し・機能不全	3																																																																																																																															
被災履歴	被災履歴無し	2	3																																																																																																																														
	被災履歴有り	0																																																																																																																															
施設管理番号			安定度調査表（盛土）			点検者		所属機関																																																																																																																									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>シート複製</p> <p>シート削除</p> <p>すべてクリア</p> </div> <div> <p>部分記号</p> <p>安定度調査表（盛土）</p> </div> <div> <p>点検者</p> <p>所属機関</p> </div> </div>																																																																																																																																	
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <p>【原因】(A)</p> <p>シート複製</p> <p>シート削除</p> <p>すべてクリア</p> </div> <div> <p>【対策】(B) = (A) + α</p> <p>【評価】(D)</p> <p>【総合評価】</p> </div> <div> <p>【盛土周辺の状況】</p> <p>【補強排水管への集水地から流入する沢水の状態】</p> </div> </div>																																																																																																																																	

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。

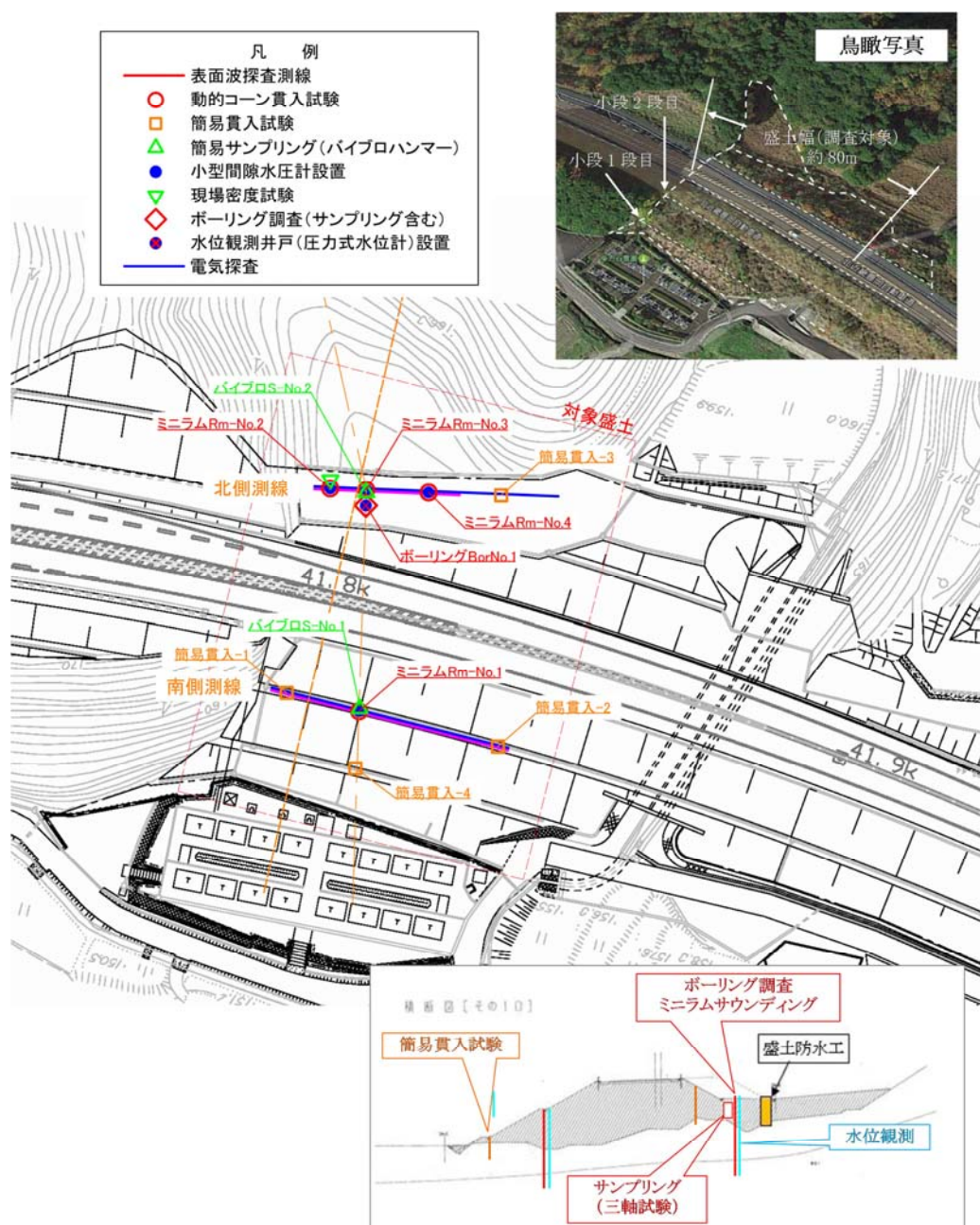


図-2.4.6 各種原位置試験実施箇所位置図

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)%

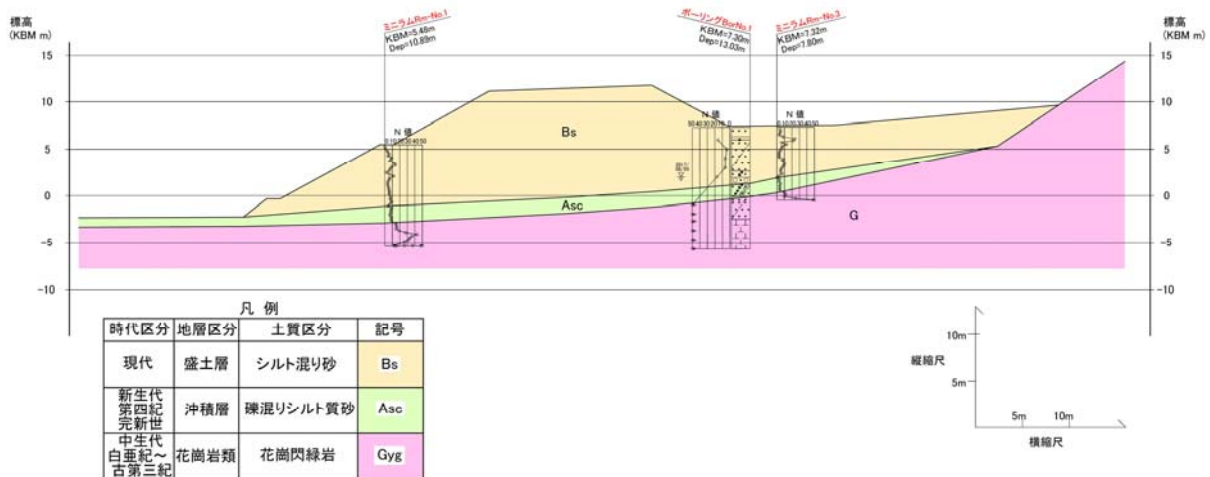


図-2.4.7 原位置試験結果に基づき作成した地質断面図

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。

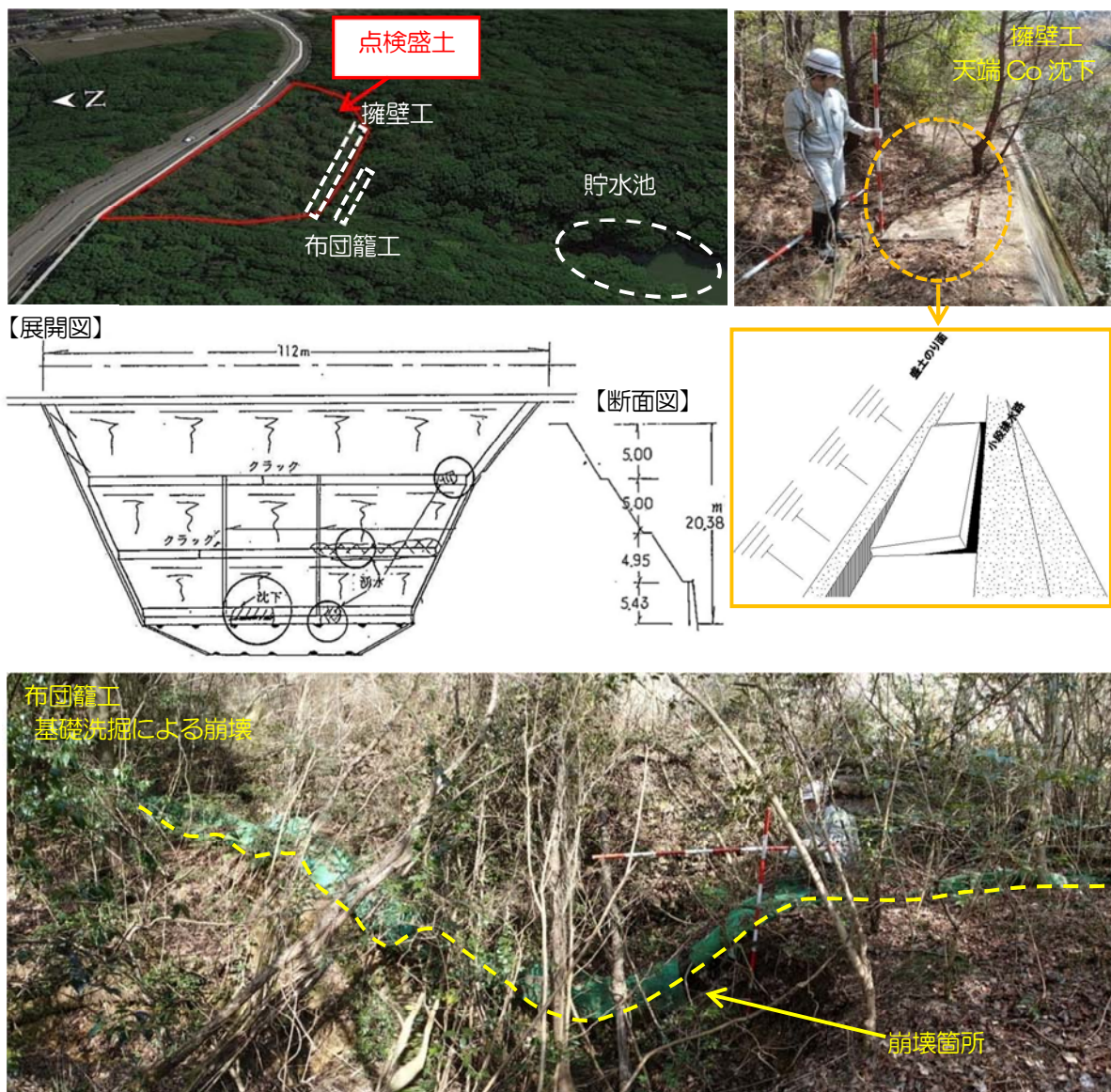


図-2.4.8 点検道路盛土《管理番号：神戸-Site.15》全景

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

施設管理番号		F069F011	安定度調査票(案)【様式-1】		調査日
ポテンシャル評価項目 (盛土が特つ表因)			想定される災害形態		
			崩壊	圧入即時沈下	液状化
			表面崩壊	表面浸食	地下浸食
			可成り大規模な変形		
要因	素因評価項目	配点	評価点	備考	
盛土区分	基礎面が平坦地	0	0		
	基礎面が傾斜地	1	2		
	緩付け盛土	2	3		
	間盛土	3	4		
基礎地盤	※ 切妻部がある、道路橋梁取付部である	-1	0		
	※ 法尻部が平坦、または尾根・段状基盤上にある盛土	-1	0		
	※ 基礎地盤面に適切な勾配・排水工が行われ、異常が見当たらない	-1	1		
	※ 基礎地盤面に適切な勾配・排水工が行われ、異常が見当たらない	-1	3		
盛土材料	判定信頼	良質	0		
	悪質	0	0		
	普通	1	0		
	悪質	2	0		
盛土高	盛土高さ0m	0	0		
	0.0m<盛土高さ≤10.0m	1	2		
	10.0m<盛土高さ≤15.0m	2	3		
	15.0m<盛土高さ≤20.0m	3	4		
盛土勾配	※ 高さ50m以内で傾斜15%以下の小段を設けている	0	0		
	※ 盛土材料・盛土高に施した標準勾配以上	1	0		
	※ 盛土材料・盛土高に施した標準勾配以上	2	0		
	※ アンカー工・鉄筋挿入工等での補正対策が行われ、異常が見当たらない	-1	3		
湧水	湧水無し	0	0		
	湧水有り	1	0		
	※ 地下水採取工や浸透防止のための活断保護工が行われ、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	2		
盛土の排水対策	排水能改善化・不十分により、水が盛土表面・内部へ流入可能性有り	1	0		
	排水対策無し・機能不全	2	0		
	※ 集水域地形であり、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	1		
盛土の補強構造	土留め構造施工済（重力式、逆T型擁壁、複層工等）	0	0		
	付属構造物施工済（市街舗装・ブロック構、石積擁壁工等）	1	3		
	補強対策無し・機能不全	2	0		
	被災履歴無し	0	0		
被災履歴	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	2	0		
	対策工後も被災を繰り返す	3	0		
	ポテンシャル評価点	Max 3	10		
	※ 各項目評価点の総和とする全項目の最大点を記載。	/3	/27		
			リスク評価項目 (盛土に発生した変状)		
			変状の有無		
			変状箇所		
			変状無し		
			変状あり		
			変状の種類		
			変状の詳細		
			変状の評価		
			変状の影響		
			変状の対策		
			変状の経過		
			変状の結果		
			変状のまとめ		
			変状のコメント		
			変状の備考		
			変状のその他		
			変状の最終確認		
			変状の最終評価		
			変状の最終報告		
			変状の最終記録		
			変状の最終整理		
			変状の最終完了		
			変状の最終確認		
			変状の最終評価		
			変状の最終報告		
			変状の最終記録		
			変状の最終整理		
			変状の最終完了		
			変状の最終確認		
			変状の最終評価		
			変状の最終報告		
			変状の最終記録		
			変状の最終整理		
			変状の最終完了		
			変状の最終確認		
			変状の最終評価		
			変状の最終報告		
			変状の最終記録		
			変状の最終整理		
			変状の最終完了		
			変状の最終確認		
			変状の最終評価		
			変状の最終報告		
			変状の最終記録		
			変状の最終整理		
			変状の最終完了		
			変状の最終確認		
			変状の最終評価		
			変状の最終報告		
			変状の最終記録		
			変状の最終整理		
			変状の最終完了		
			変状の最終確認		
			変状の最終評価		
			変状の最終報告		
			変状の最終記録		
			変状の最終整理		
			変状の最終完了		
			変状の最終確認		
			変状の最終評価		
			変状の最終報告		
			変状の最終記録		
			変状の最終整理		
			変状の最終完了		
			変状の最終確認		

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 0 9 5 F 0 0 1 1

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	評価区分	排水区分毎の配点					各要因の内の最高配点
		月切・月復	両隣地	平地	切壊地	その他	
状況	構造上のクワック・開口部漏れあり	2	2	2	2	2	3 (3)
	のり面下の透漏あり	3	3	3	3	3	
	構造物等多数あり	2	2	2	2	2	
	のり面の凹漏もあり	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	
	厚層	1	1	1	1	1	
	安定地盤	0	0	0	0	0	
	砂質土	1	1	1	1	1	
盛土・材	粘性土	0	0	0	0	0	0 (1)
	礫質土	0	0	0	0	0	
	不明	1	1	1	1	1	
	のり底部が露出	6	6	6	6	6	
	盛土のり面に流水跡あり	6	6	6	6	6	
地下水・地表水の影響	のり面・自然斜面に流水跡あり	6	6	6	6	6	6 (6)
	周辺の土地利用が適度	-	2	2	-	-	
	山崩れ部に距離近い	-	2	-	-	-	
	河川、堤防・排水路間隔が十分	4	4	4	2	6	
	該当なし	0	0	0	0	0	
排水の状況	排水内に土(砂)石・流木あり	3	-	-	-	-	0 (3)
	上流側に砂堆あり	2	-	-	-	-	
	常時流水はないが、ガリがある	2	-	-	-	-	
	排水工事口部への集水が悪い	2	-	-	-	-	
	該当なし	0	0	-	-	-	
排水の状況	排水工断面(点D)が十分	6	6	-	-	-	0 (6)
	排水工流量処理十分	6	6	-	-	-	
	排水内部での排水工の腐蝕・陥没あり	3	3	-	-	-	
	腐蝕排水施設がない*	6	6	-	-	-	
	該当なし	0	0	-	-	-	
河川・水の影響	のり面が浸水・高潮時に浸水	2	2	2	2	2	1 (2)
	浸水・高潮時に排水工流量が浸水	2	2	2	-	-	
	のり底部が浸水(軟弱地盤)	1	1	1	2	2	
	のり底部が浸水(軟弱地盤)	1	1	1	1	1	
	該当なし	0	0	0	0	0	

【対策工】(B)=(A)+α

対策目的	得点区分	配点(α)	評価点
状況対策	構造上の対策	4	-4
	排水工	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・地表水対策	地下排水工、アンカー付きのり付工	
河川・水・排水対策	のり付工・表面保護工	-3	-1
	のり面排水工・植生復元工	-2	
	河川・水・排水対策	河川・水・排水対策	
排水対策	管埋・管止	-5	0
	上流・下流排水工・土留排水	-3	
	上流排水工	-2	
河川・水・排水対策	土留排水・埋岸工(空石等は除く)	-1	0
	その他なし	0	
	河川・水・排水対策	河川・水・排水対策	

※(A)が0点の場合対策工の取組補正は行わない

合計 (A)

合計 (B)

【評価点】(C)=(B)-(D)

(B)	(C)
<0	0
0.1	2.3
4.5	4.7
8.9	10.1
12.3	14.5
16.7	>16

【総合評価】

対	応	判定
対策が必要と判断される。	4	
防犯力向上を伴う対応。	0	
特に新たな対応を必要としない。	0	

【要因】(D)

項目	評価区分	配点	評価点
状況	有り	30	0
	なし	0	
排水	盛土の全流出(通行止)	70	+60
	盛土の一部流出、半通行止	60	
排水	排水管の破損(数日歩行可能)	45	+40
	軽微な破損(即日歩行可能)	40	
対策			

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。

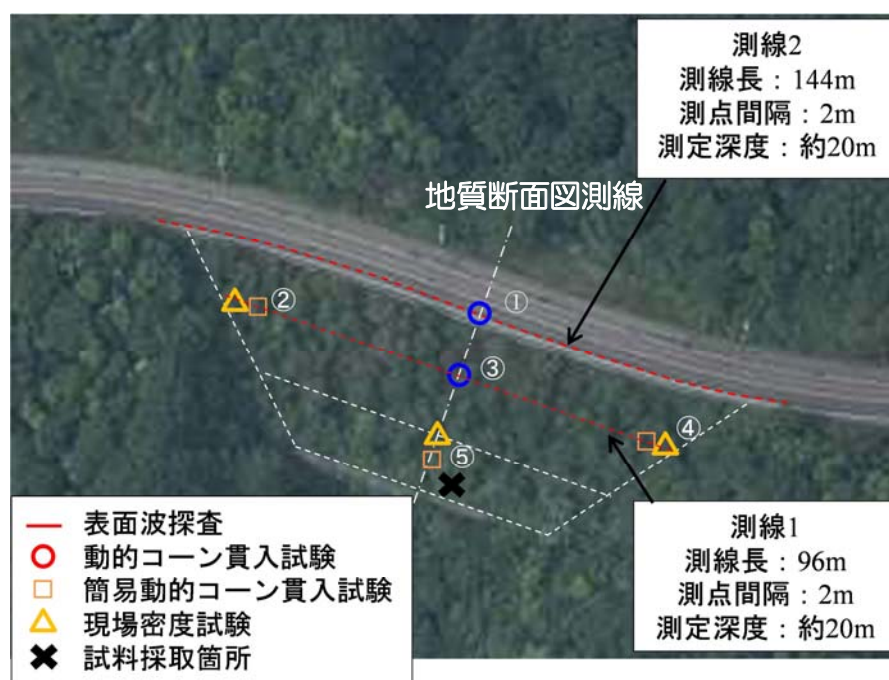


図-2.4.9 各種原位置試験実施箇所位置図^{25), 26)}

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°	$\phi = 4.81 \log N + 21$	基礎地盤	ϕ	35.0°	盛土工指針 (礫混じり砂-密実でないもの)
	c	0.0 kN/m^3	礫質土のため		c	0.0 kN/m^3	
	γ_t	18.3 kN/m^3	現場密度試験結果流用		γ_t	19.0 kN/m^3	

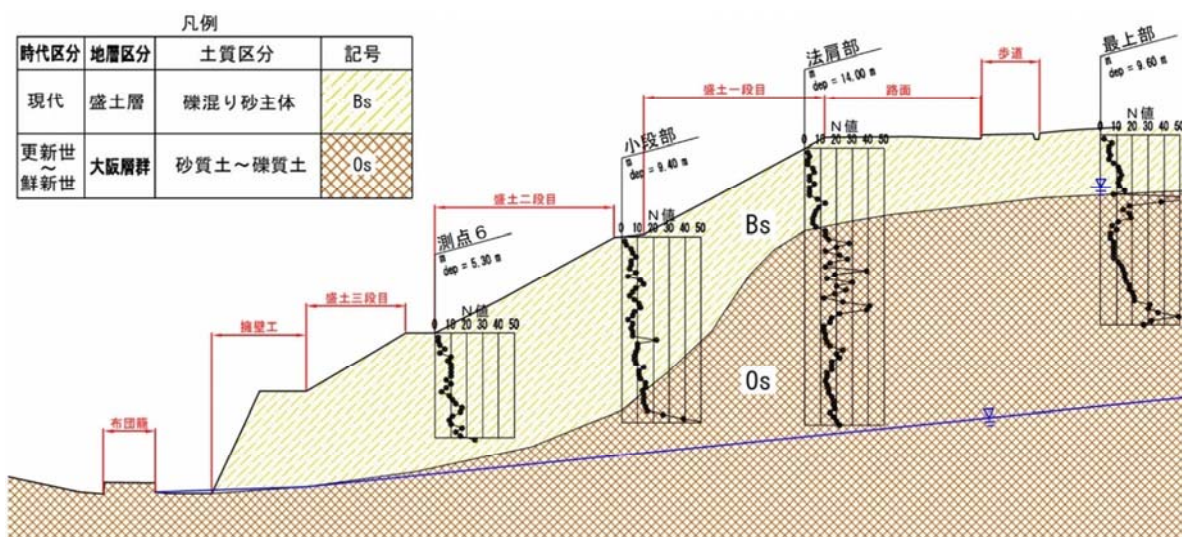


図-2.4.10 原位置試験結果に基づき作成した地質断面図²⁷⁾

《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

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

表-2.1.18 既存安定度調査票による点検結果《紀南-Site.10》

— 64 —

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見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 箇所にのぼる。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 (上り線)	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

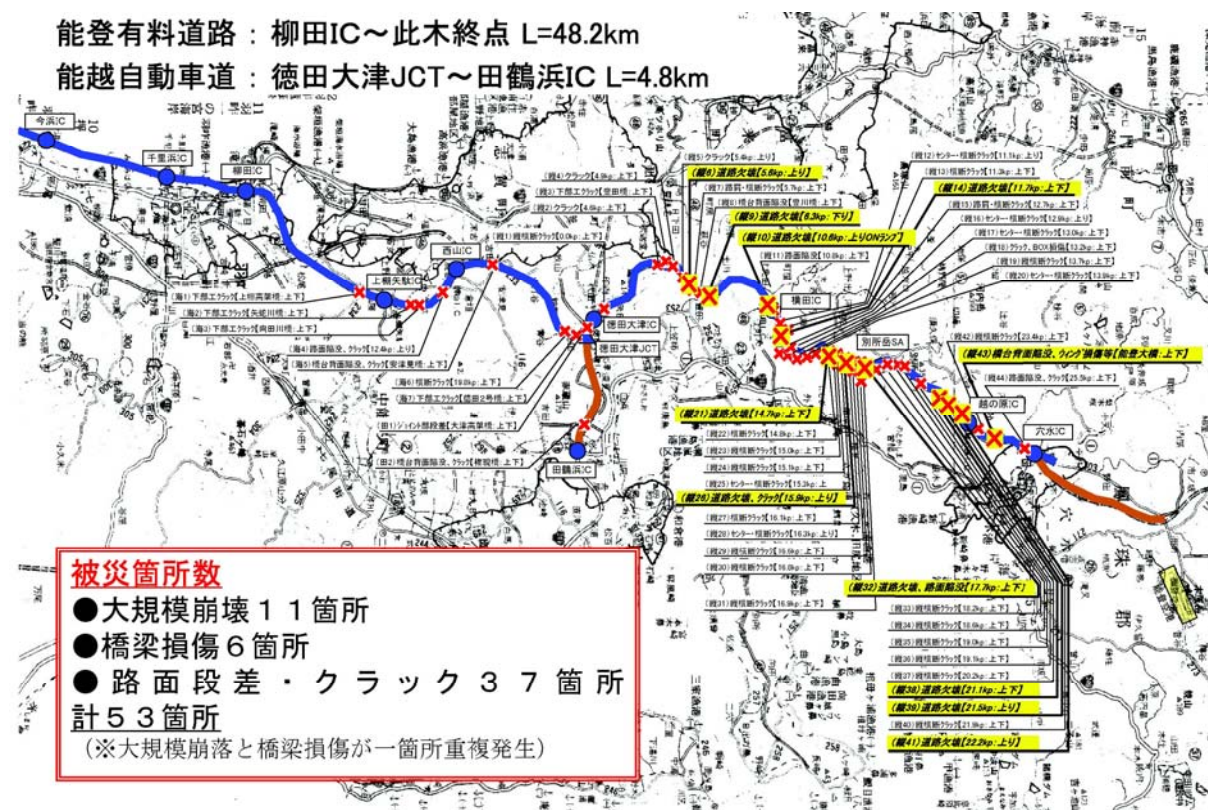


図-3.1.1 能登有料道路被災箇所位置図

(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調査表資料より)

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しう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関わっていることを示唆していると考えられる。

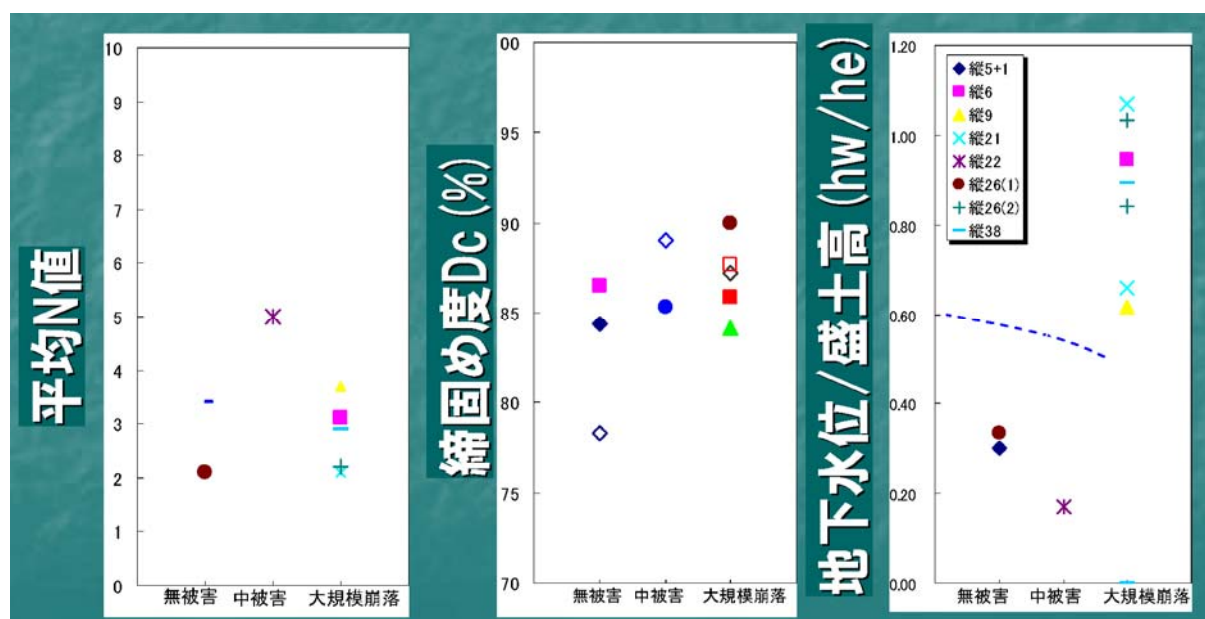


図-3.1.2 地震被害と道路盛土の性状の関係

(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報告発表資料より)

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。

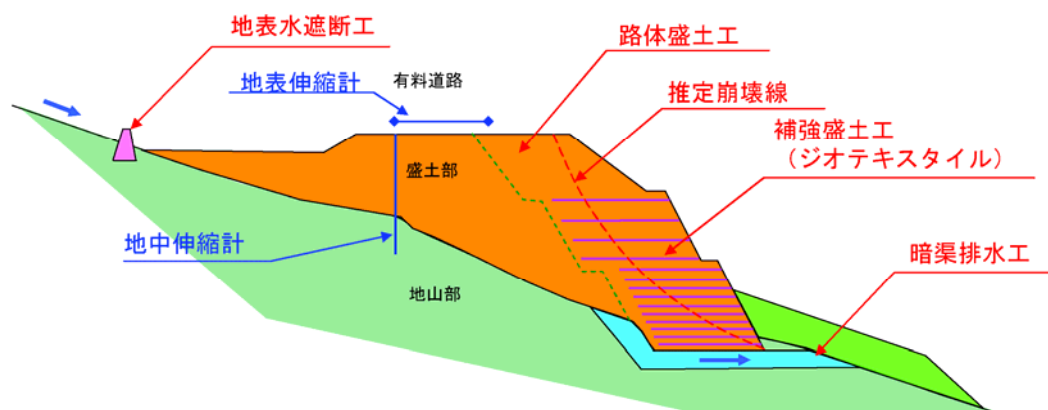


図-3.1.3 能登有料道路地震被害 本復旧工の基本方針概念図

(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報告発表資料より)

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。

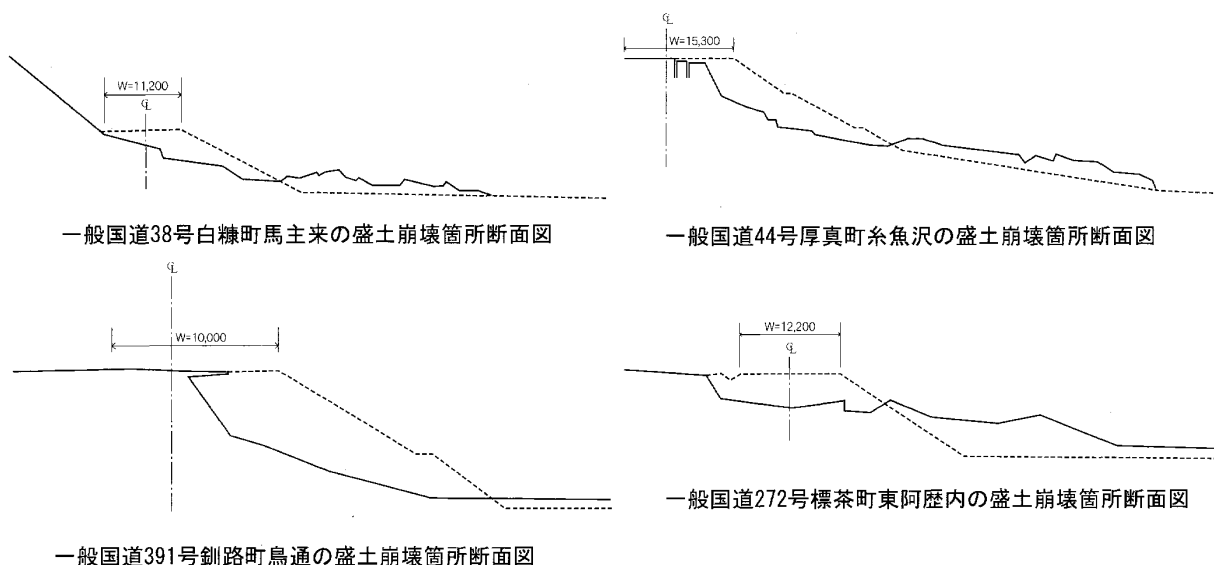


図-3.1.4 1993年釧路沖地震による道路盛土の崩壊断面

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角
 b_i ：スライスの幅

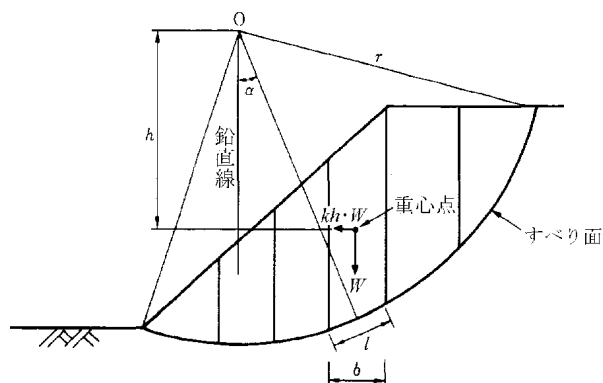


図-3.1.5 円弧すべり面を用いた地震時安定計算法

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。

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

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

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。)

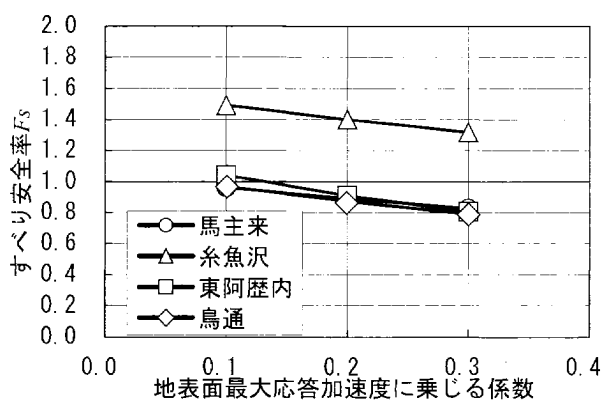


図-3.1.6 σ_v / σ'_v と過剰間隙水圧比 r_u の関係

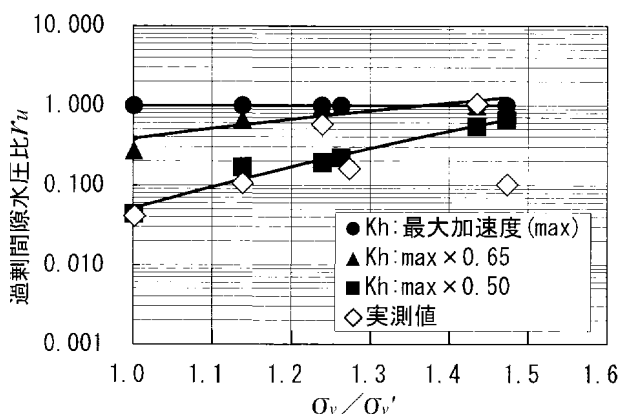


図-3.1.7 地表面最大応答加速度へ乗じる係数とすべり安全率 F_s との関係

(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。

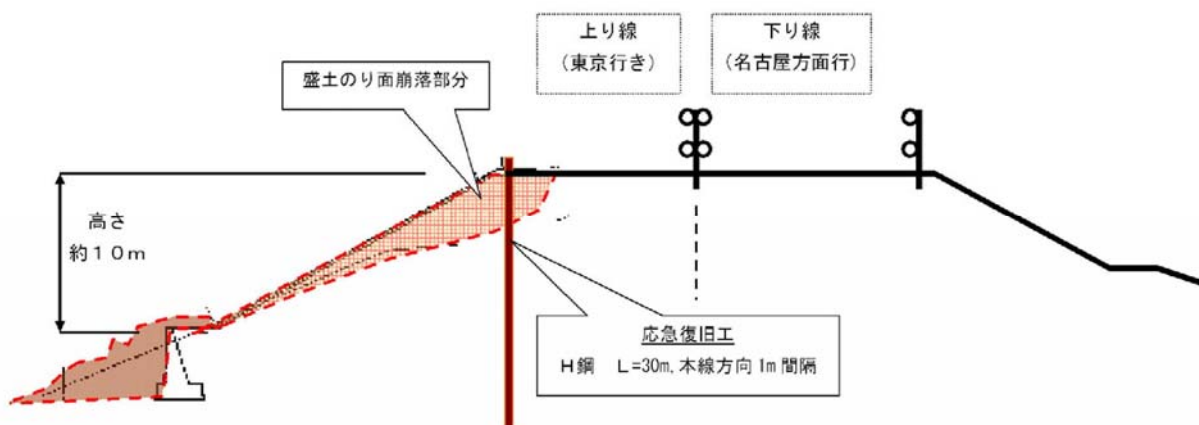


図-3.1.9 当初復旧計画断面

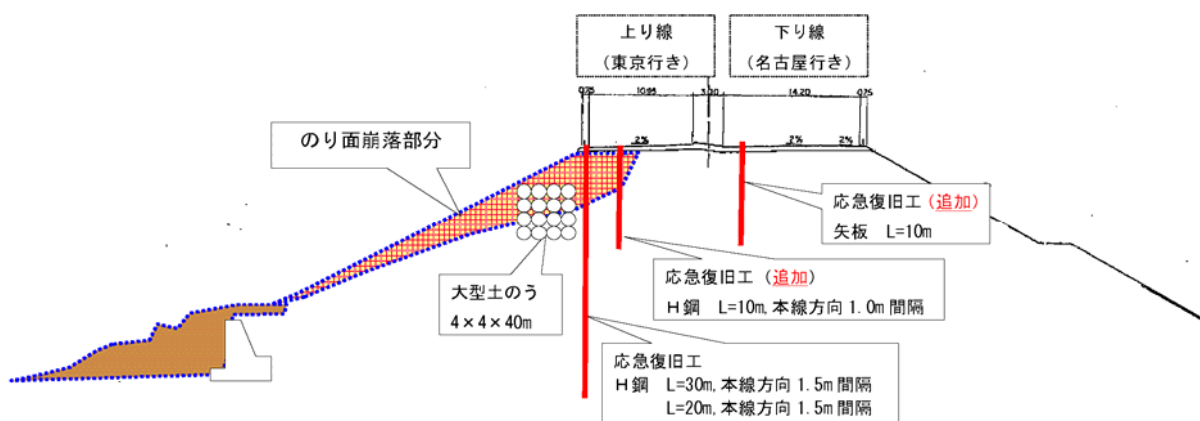


図-3.1.10 第1回 工法変更復旧計画断面

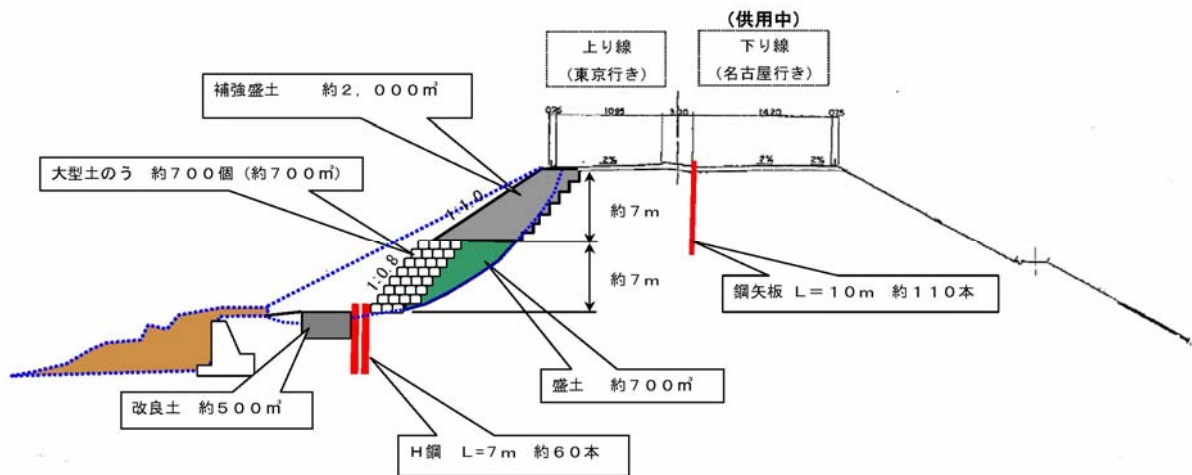


図-3.1.11 第2回工法変更復旧計画断面

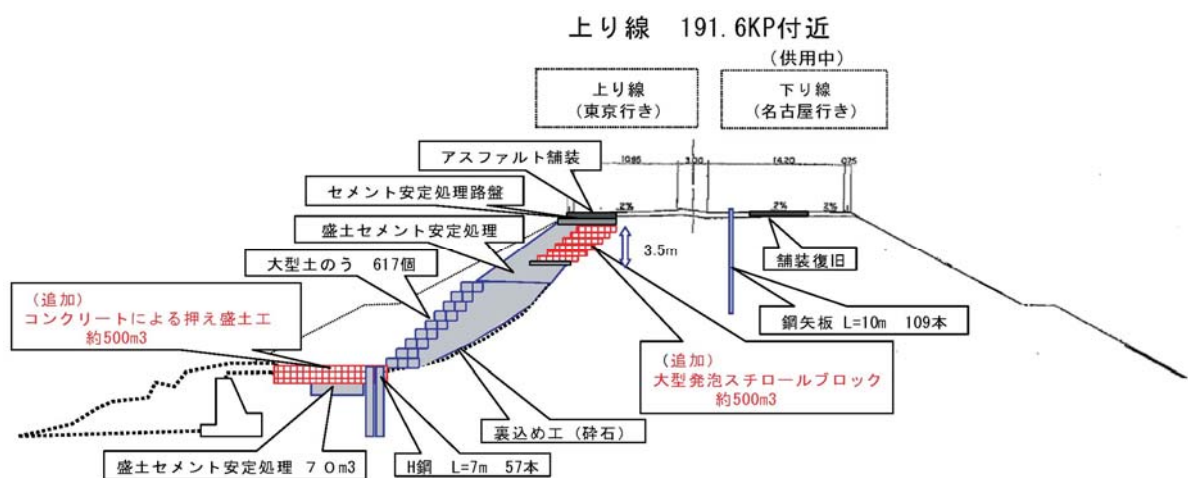


図-3.1.12 第3回工法変更(改善)復旧計画断面

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)。

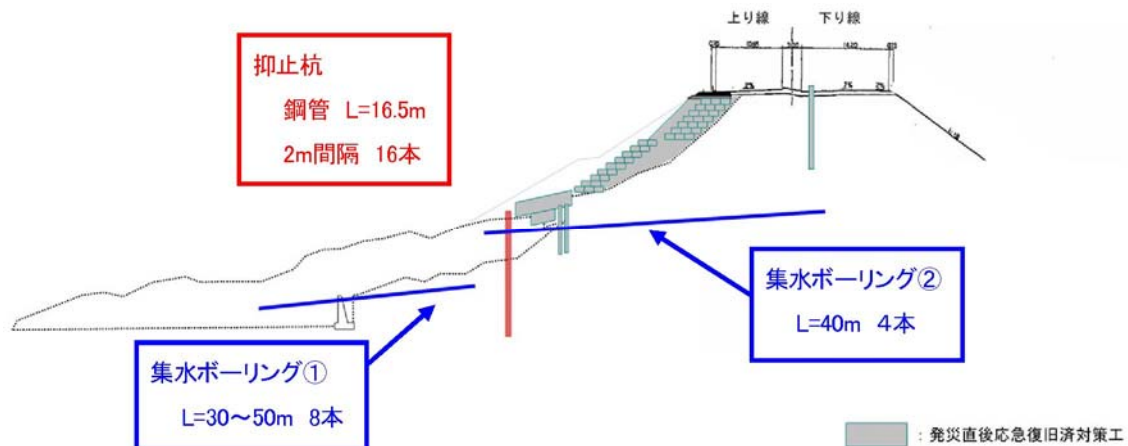


図-3.1.13 応急復旧追加補強対策工

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。

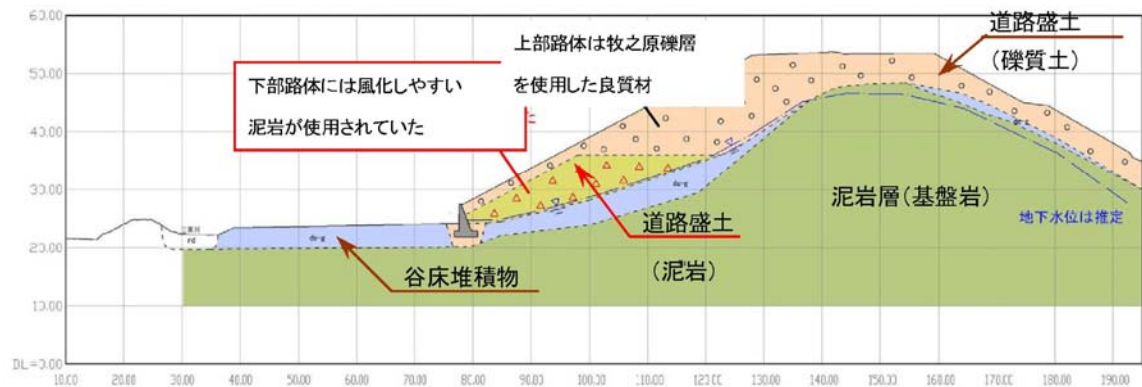
- ・ 現地盛土材試験結果による。

＜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

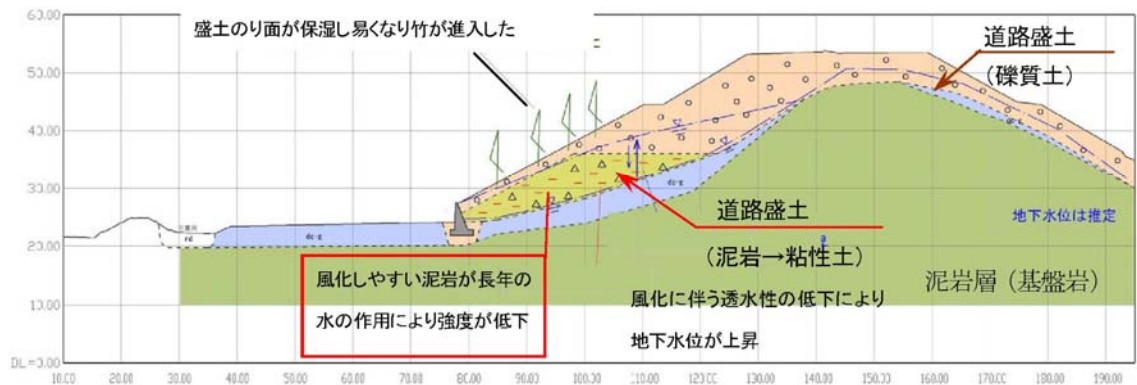
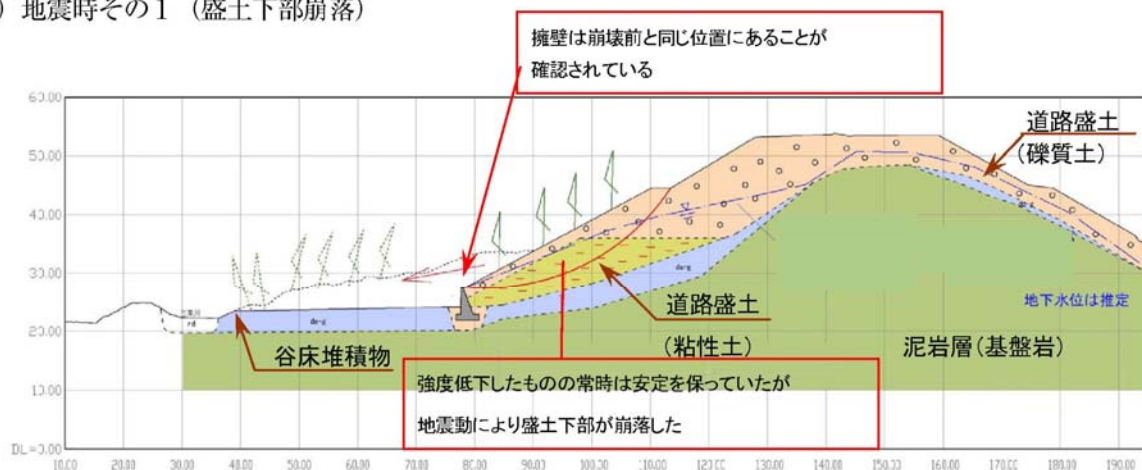
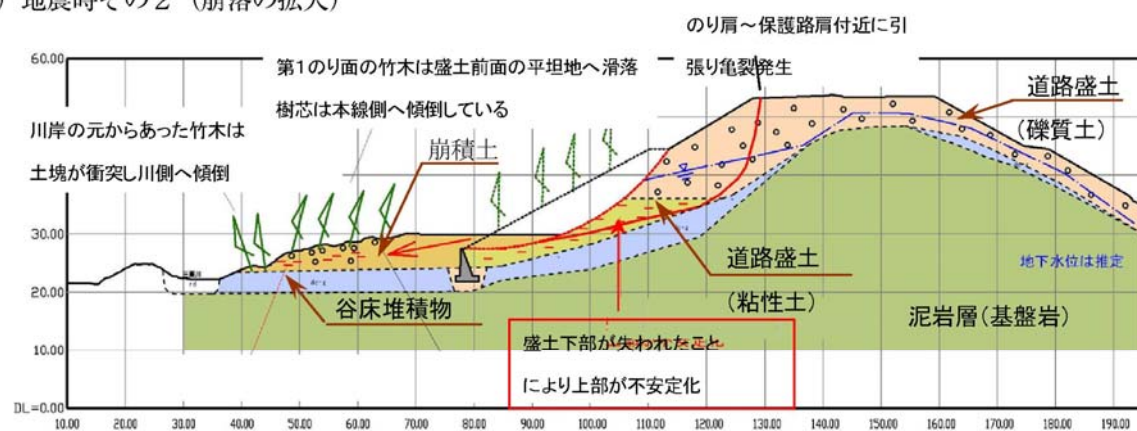


図-3.1.14 のり面崩落のメカニズム

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

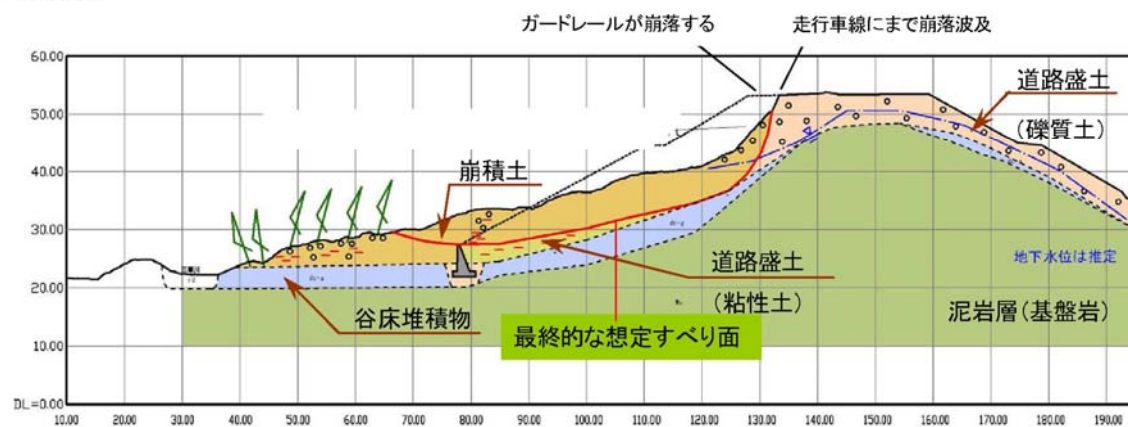


図-3.1.15 のり面崩落のメカニズム

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。

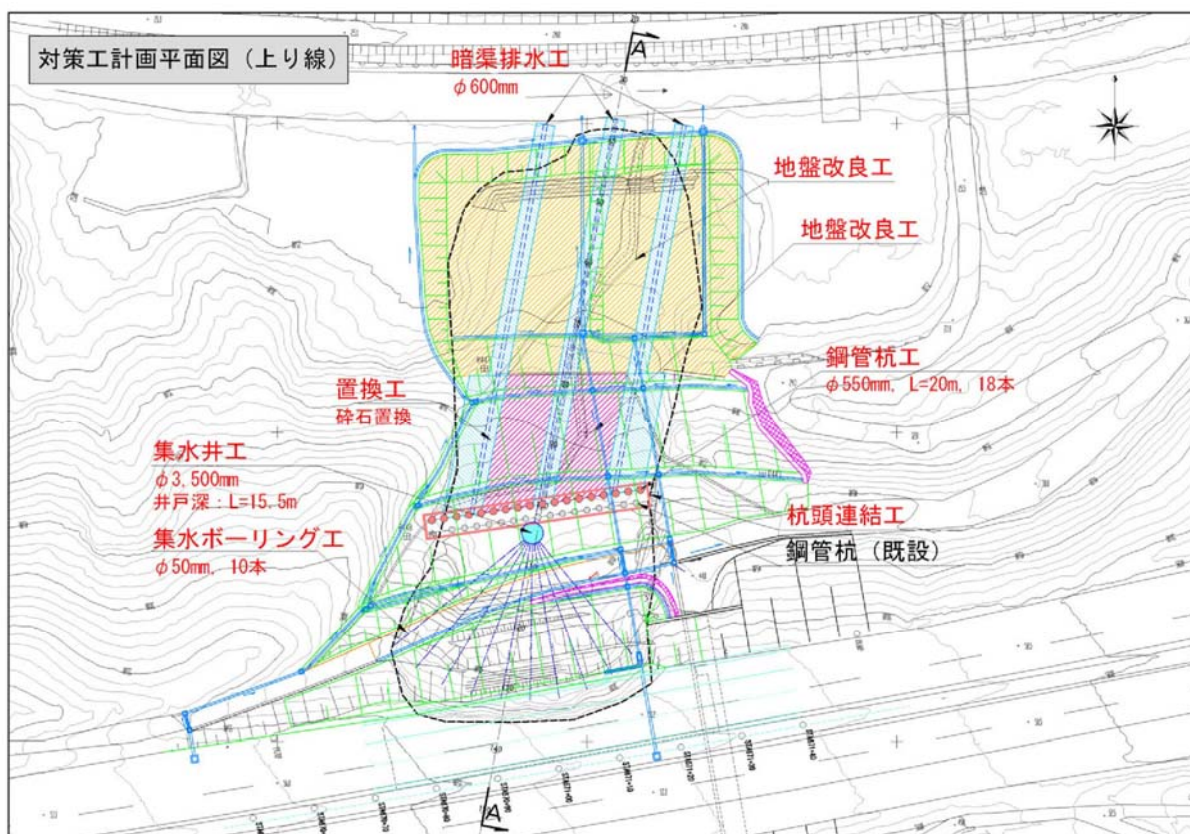


図-3.1.16 本復旧対策工平面図（上り線）

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くなかき、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。

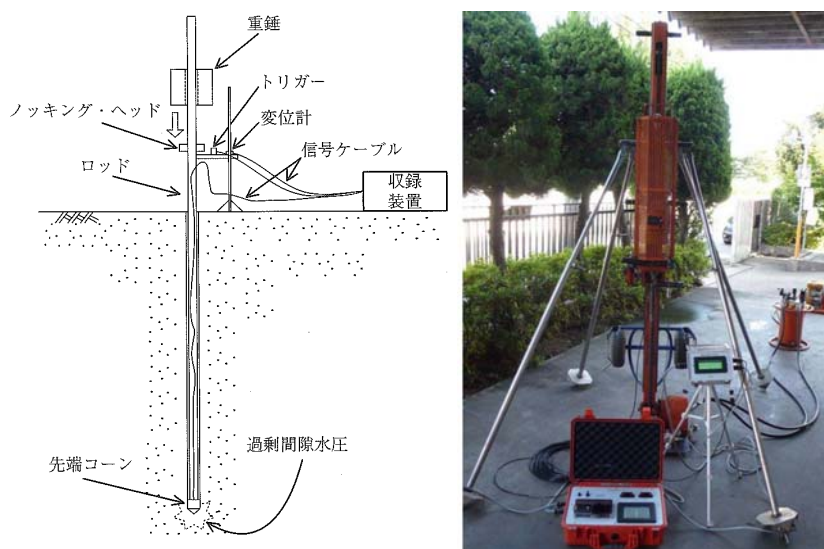


図-3.2.1 PDC の構成概要¹⁾

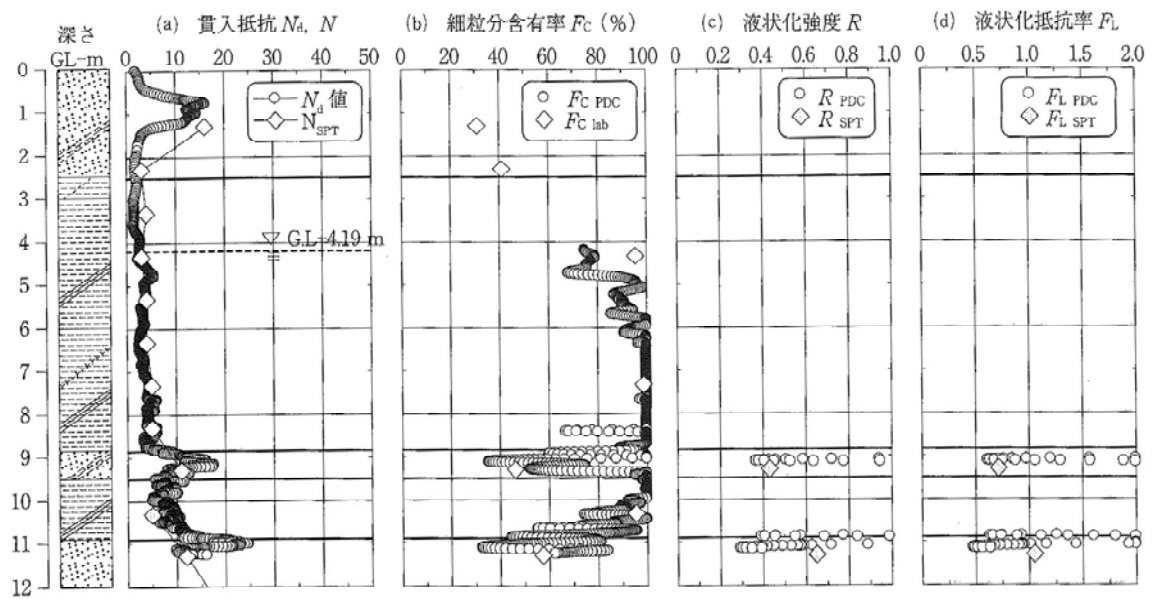


図-3.2.2 PDCによる液状化判定例¹⁾

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。

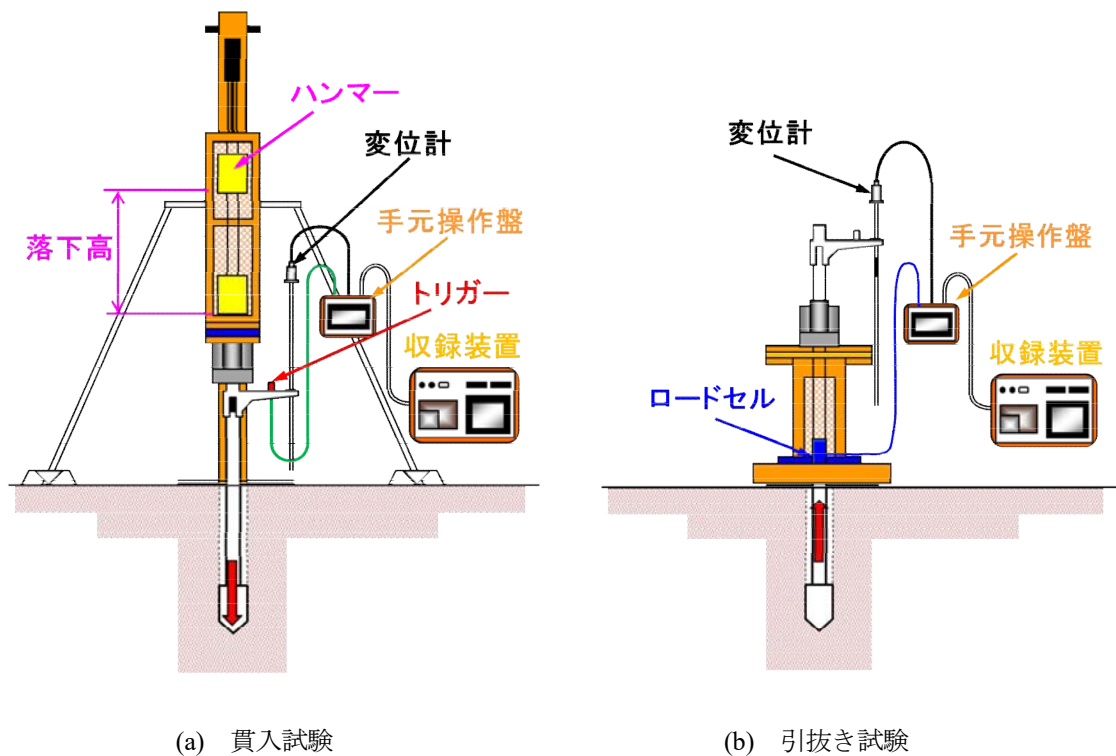


図-3.2.3 試験装置の概要

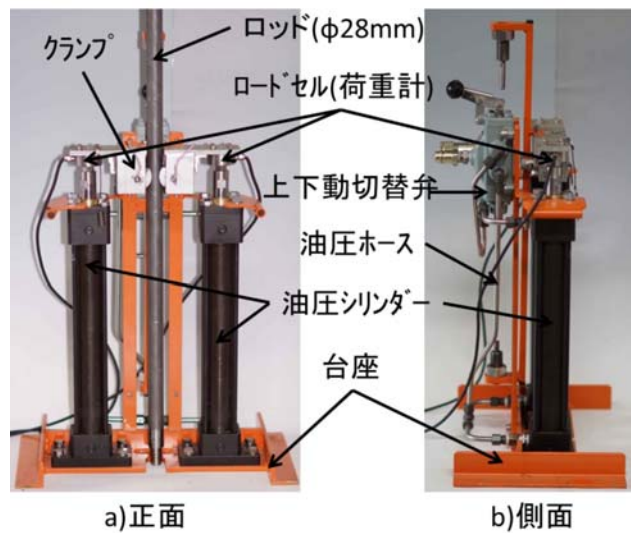


写真-3.2.1 開発した引抜き試験装置

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。

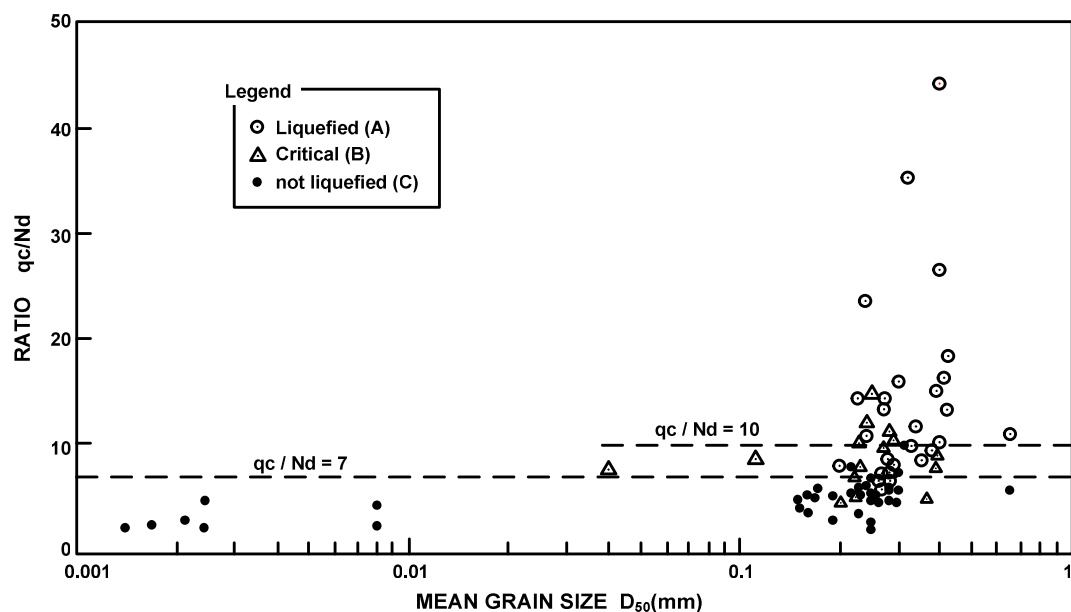


図-3.2.4 平均粒径と q_c/N_d の関係

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

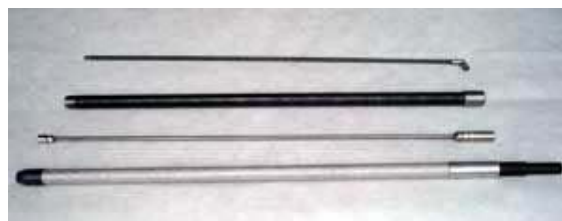


写真-3.2.3 シートサンプラー



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。

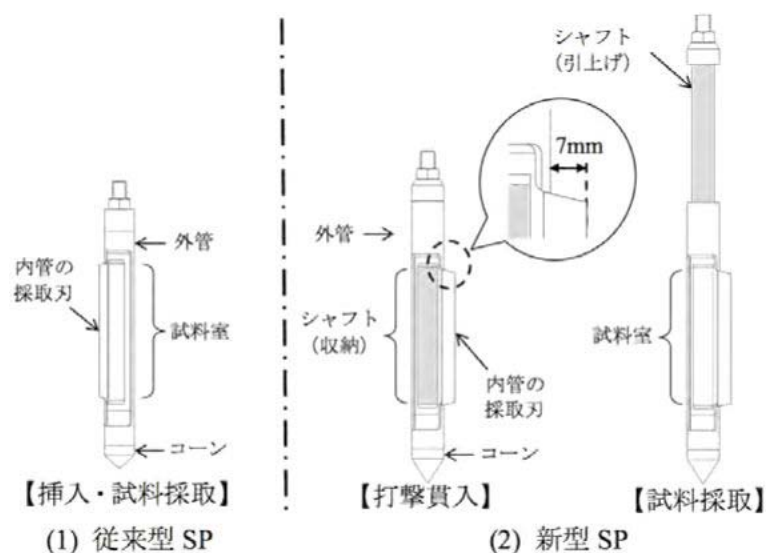


図-3.2.5 サンプラーの概略図

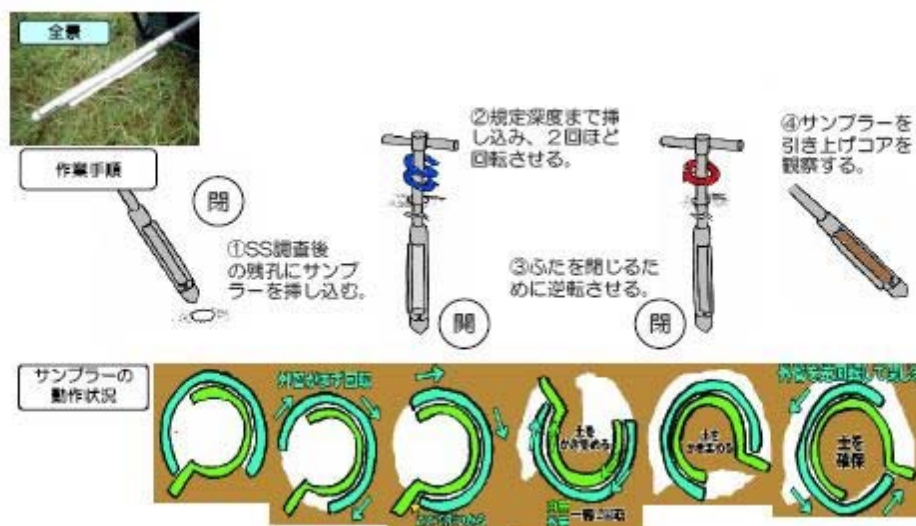


図-3.2.6 サンプリング方法

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)

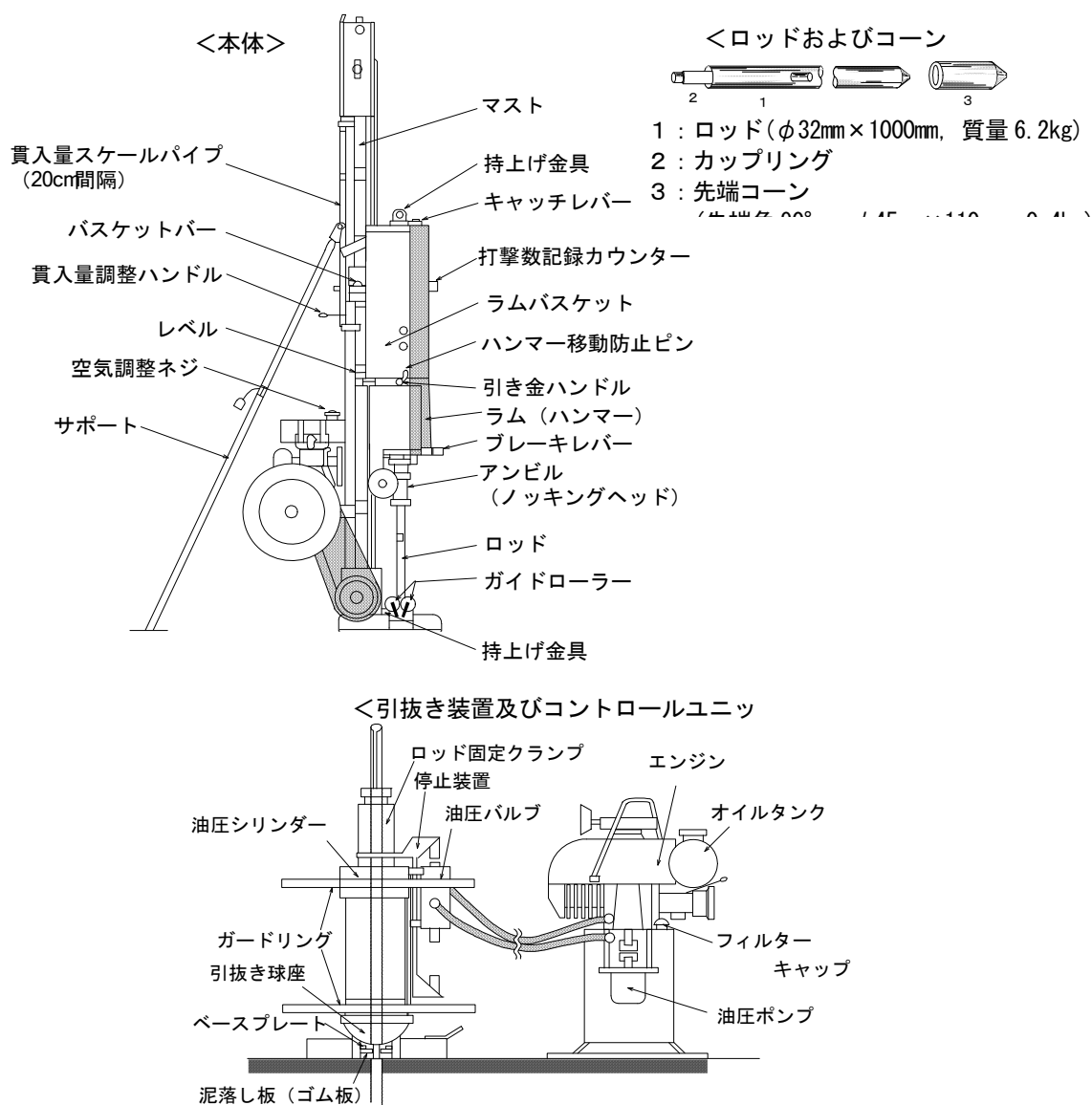


図-3.2.7 一般ラム試験装置

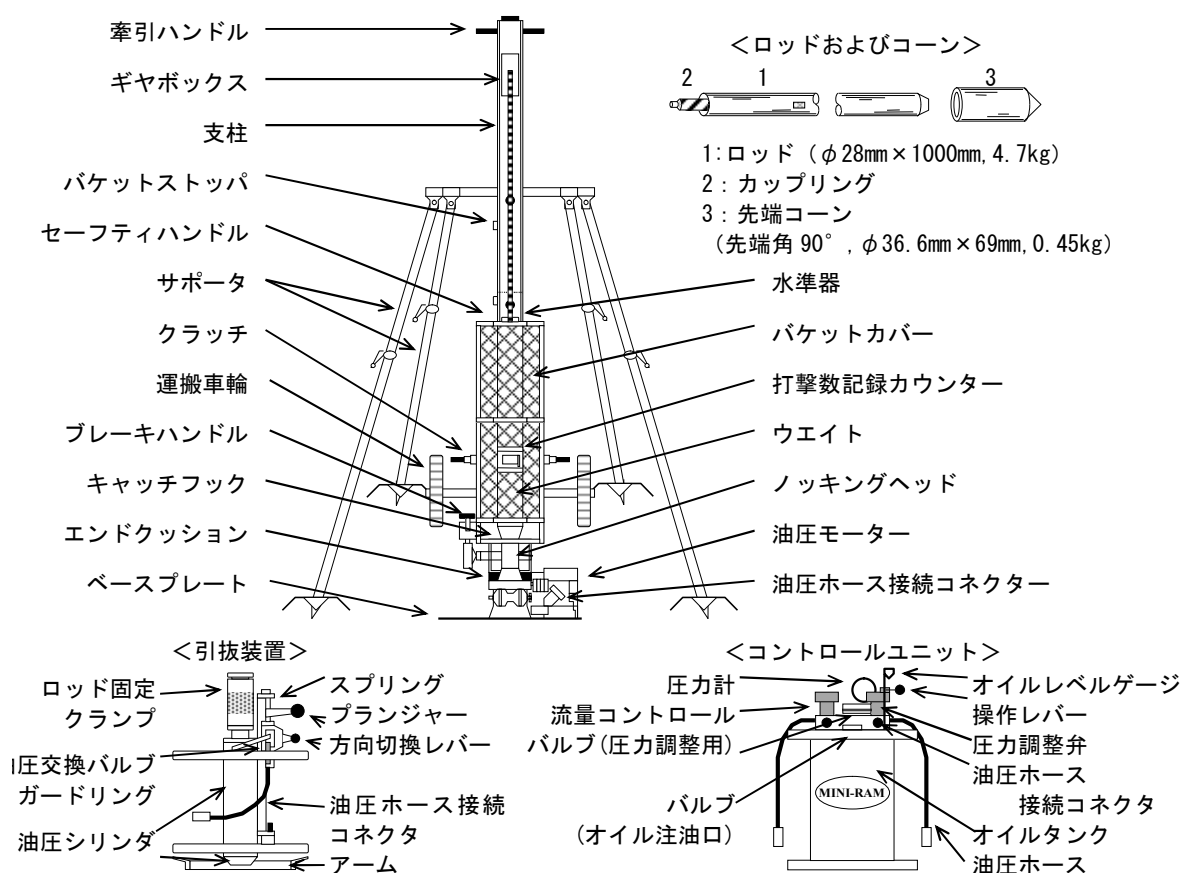


図-3.2.7 ミニラム試験装置

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、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)	中生土層 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 $N_c = 1.53 N$
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
		$N_c \leq 4$ $N_c > 4$	$N = 0.34 N_c + 0.7$ $N = 0.50 N_c$ 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

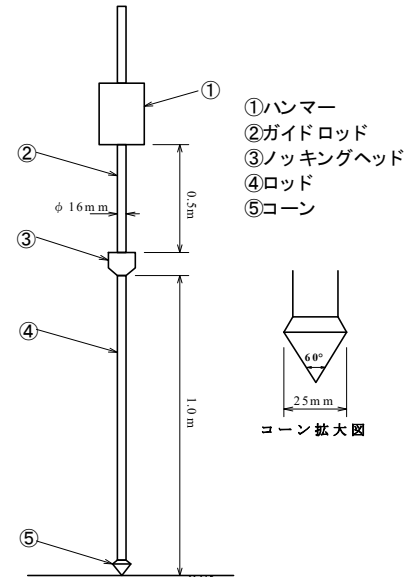


図-3.2.8 簡易動的コーン貫入試験機の概要

(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

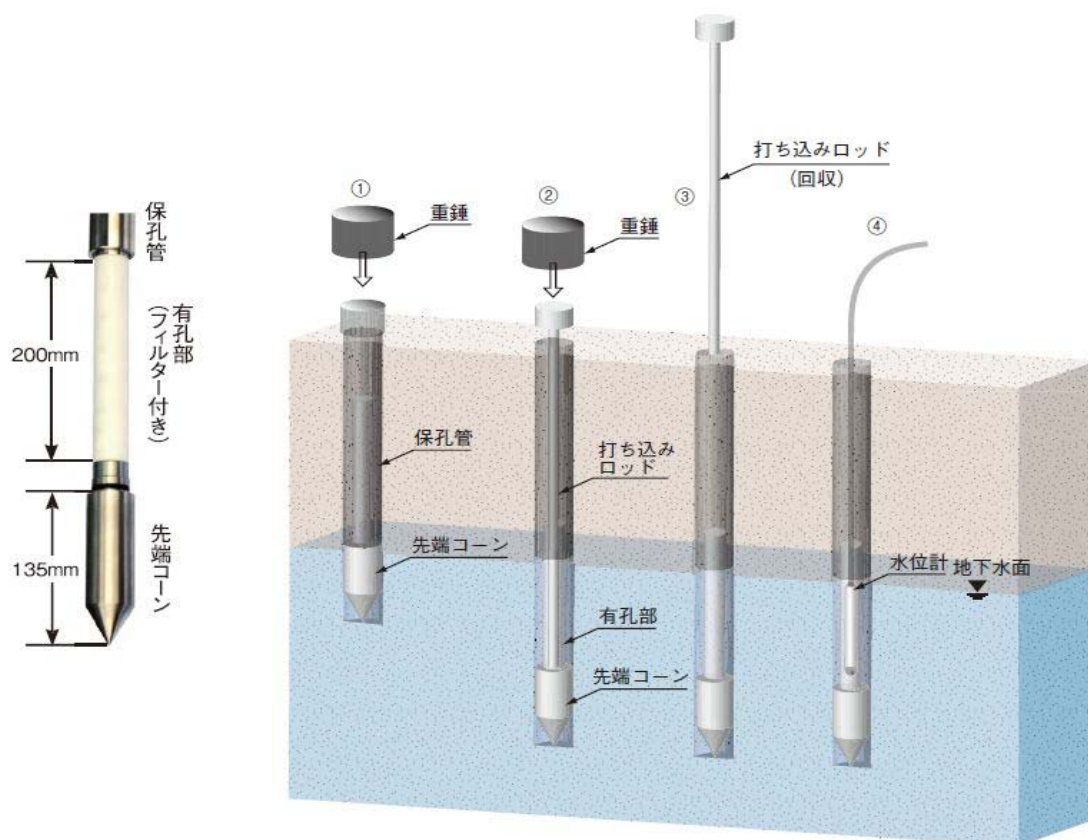


図-3. 2. 5 打ち込み式水位観測井の概要



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

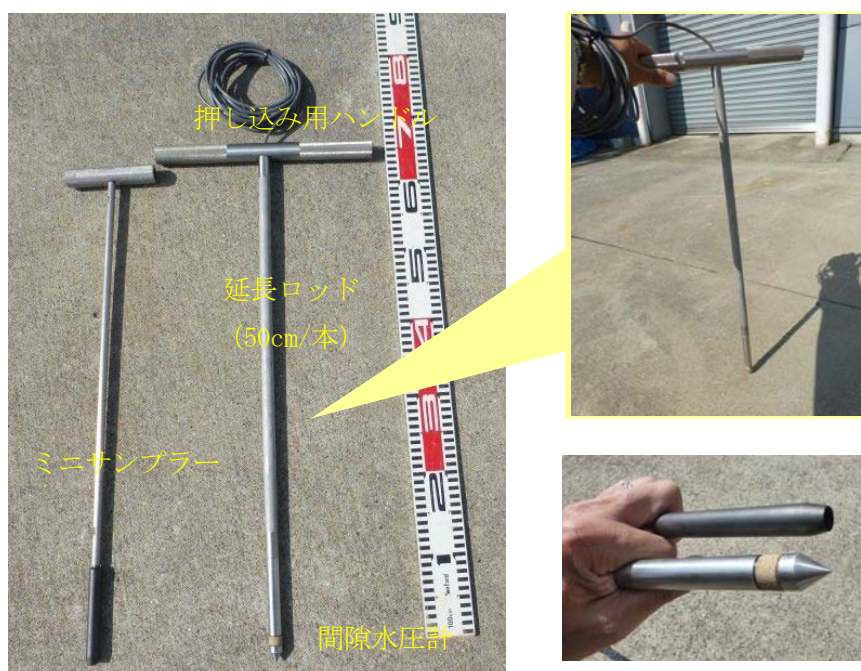


写真-3. 2. 6 小型間隙水圧計と設置用ツール

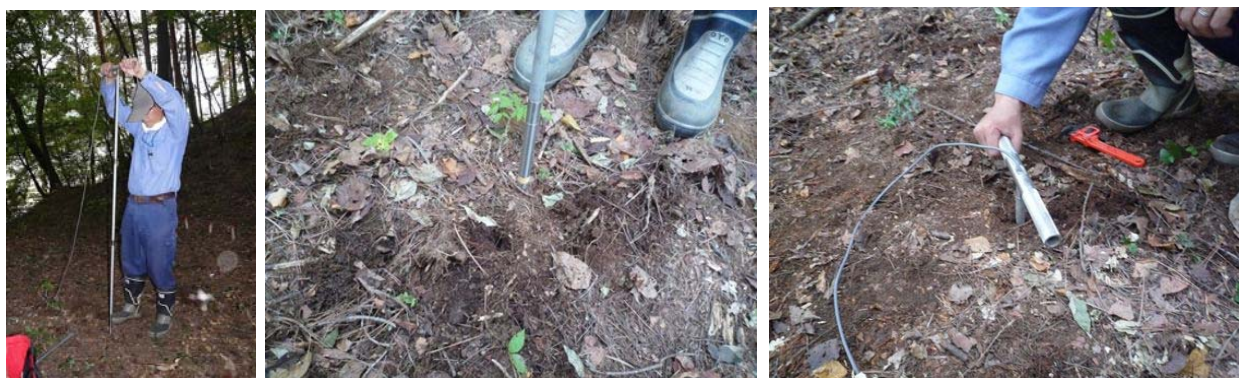


写真-3. 2. 7 小型間隙水圧計設置例

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^{例えば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。

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

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

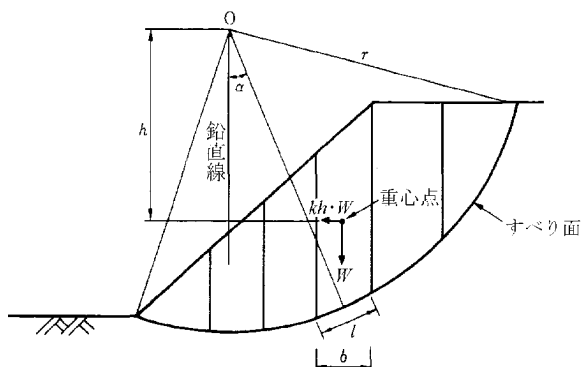


図-3.3.1 円弧すべり面を用いた地震時安定計算法

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事とした。

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

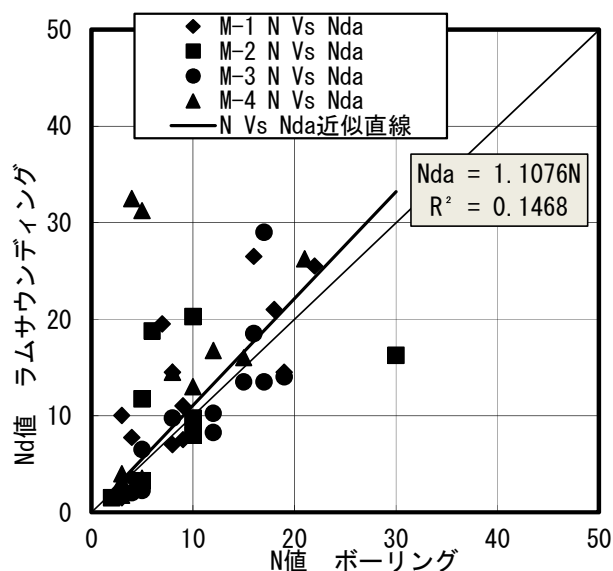


図-3.3.2 N 値と N_{da} 値の関係

(ミニラム, トルク補正なし, 礫打ち補正あり)

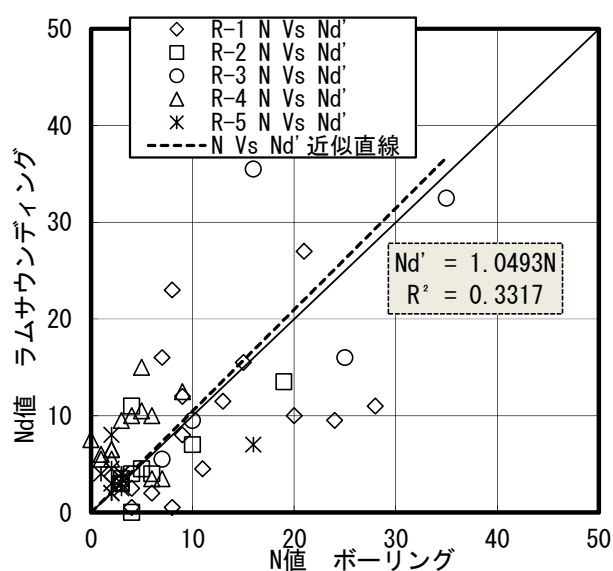


図-3.3.3 N 値と N_d' 値の関係

(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事とする。

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、盛土の締り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締固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、パ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、もしくは締固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。

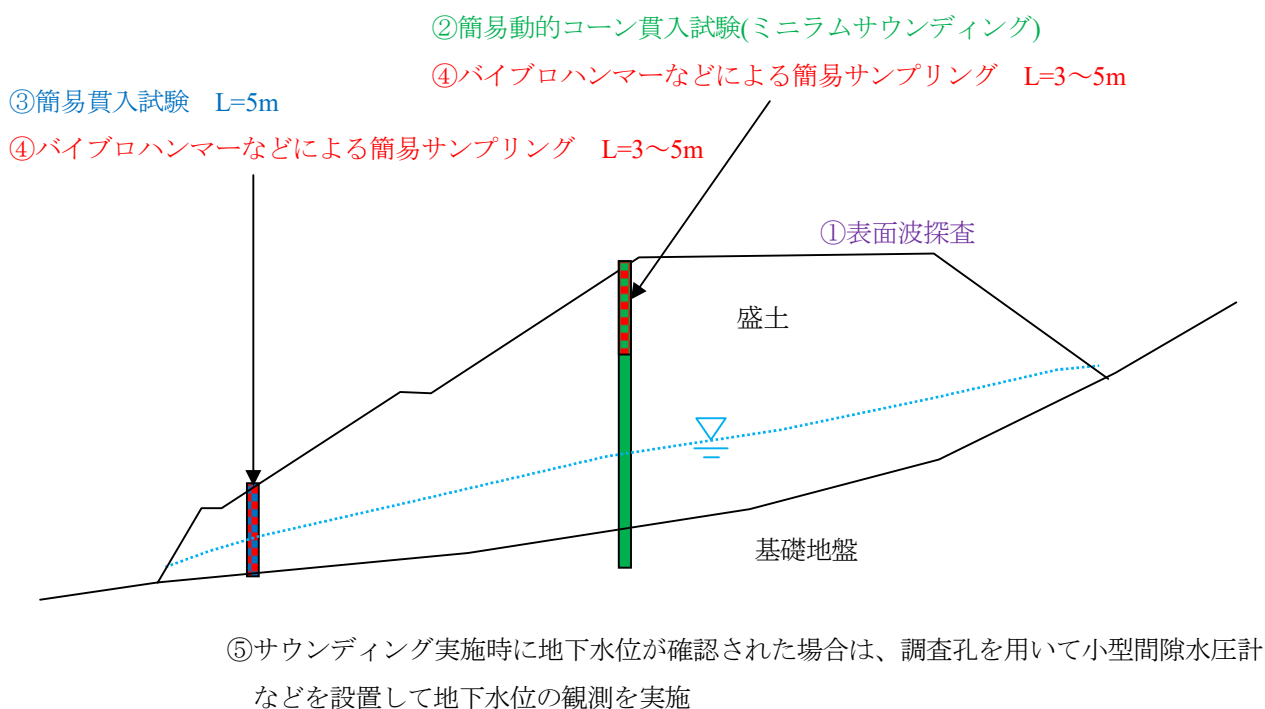


図-3.3.4 二次調査適用事例

(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。

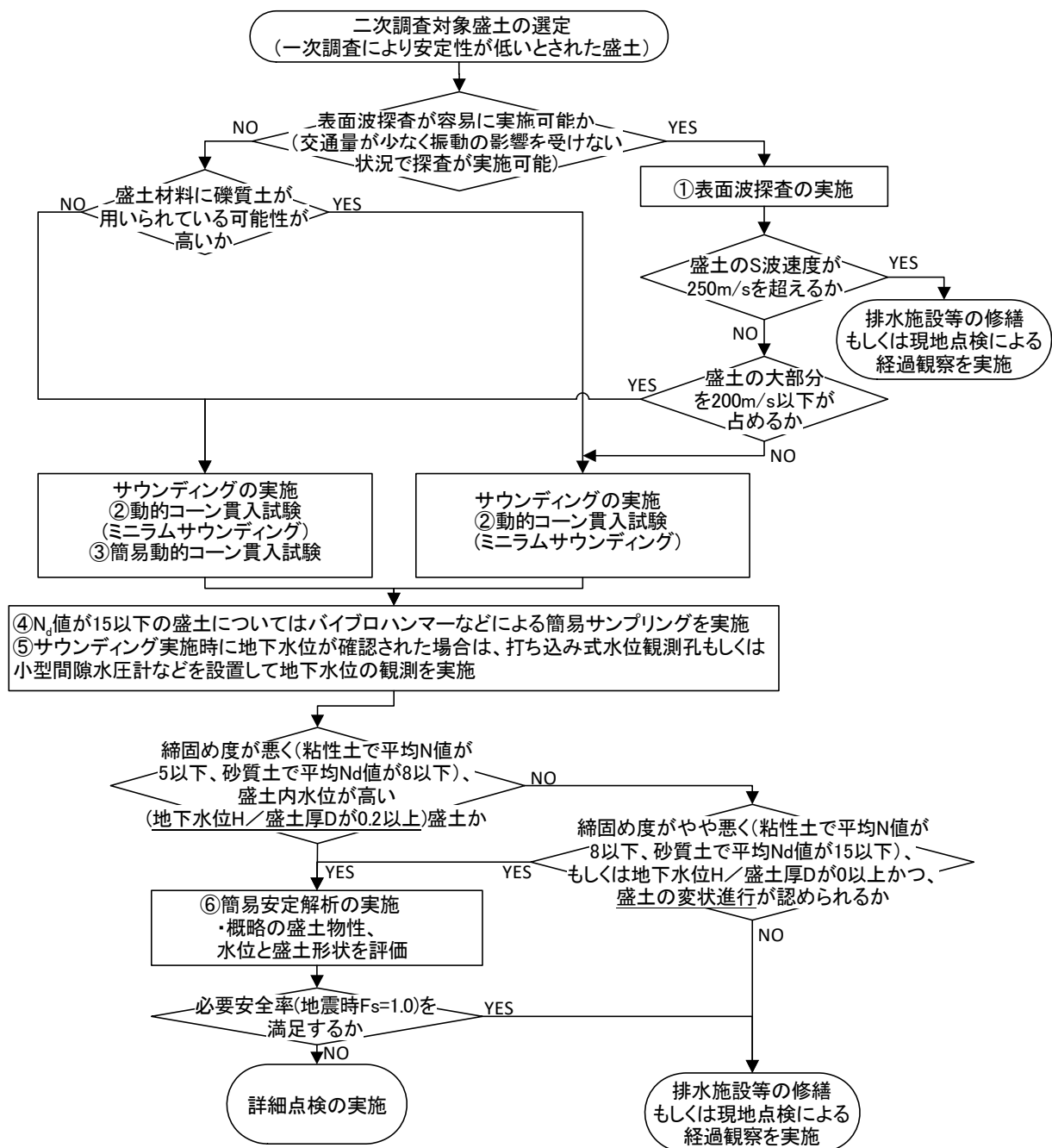


図-3.3.5 二次調査実施フロー

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。

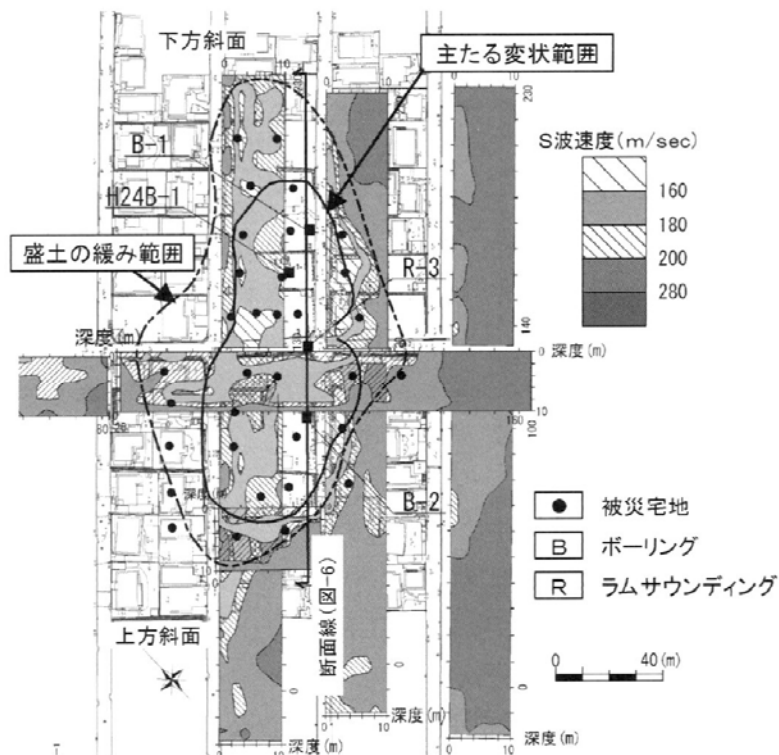


図-3.3.6 速度層断面の平面配置と被災宅地分布例¹⁾

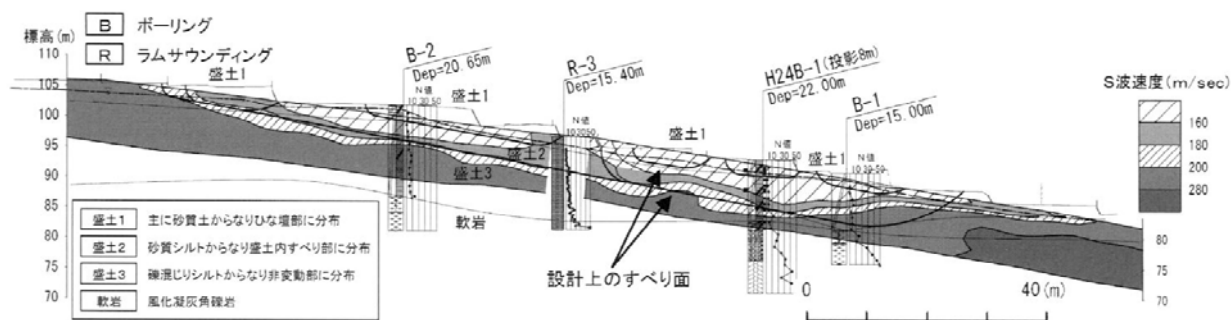


図-3.3.7 地すべり変形被害地区における S 波速度分布断面と設計上のすべり面例¹¹⁾

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。

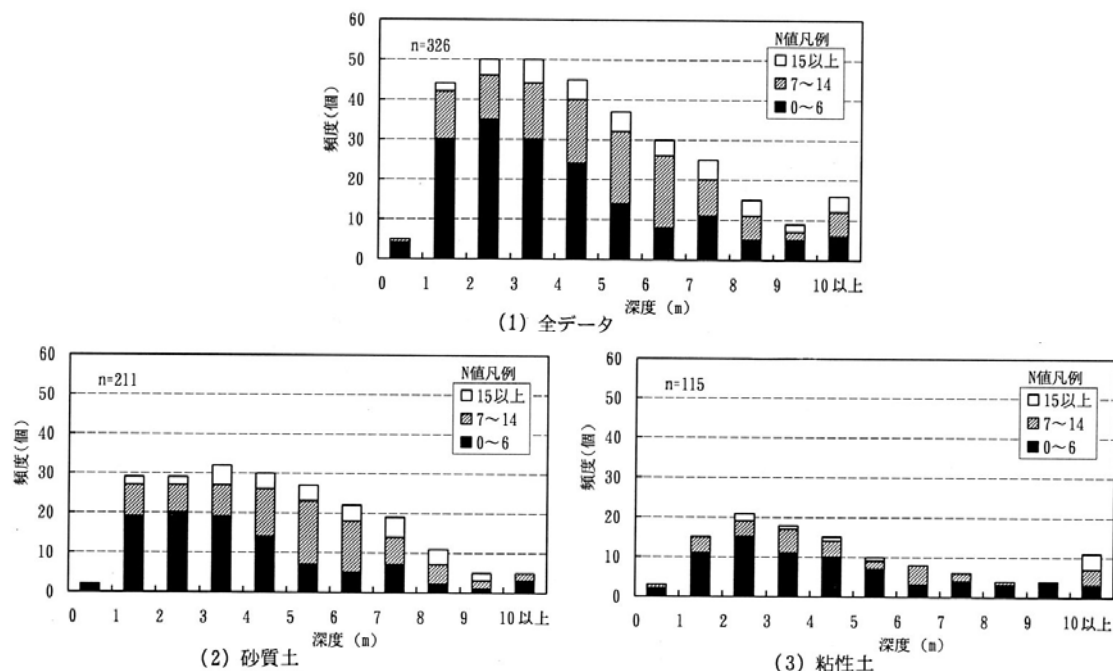


図-3.3.8 兵庫県南部地震で被災した緩い層のN値¹²⁾

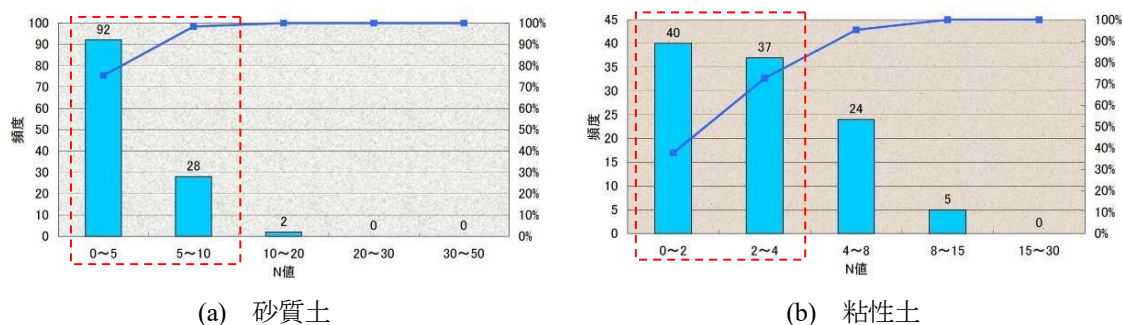
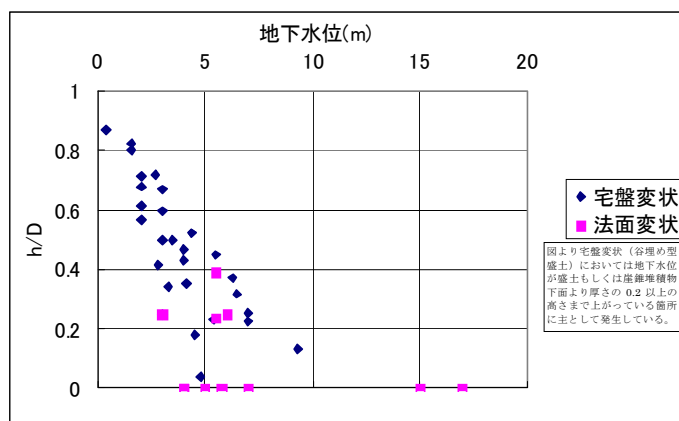


図-3.3.9 東北地方太平洋沖地震における被災盛土のすべり面内のN値³⁾



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と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)

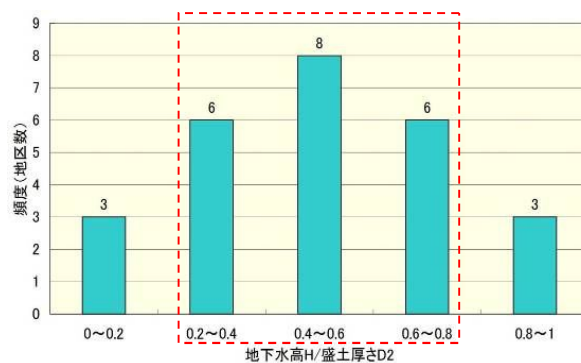


図-3.3.11 東北地方太平洋沖地震における被災盛土の地下水位と盛土厚さの関係¹³⁾

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。

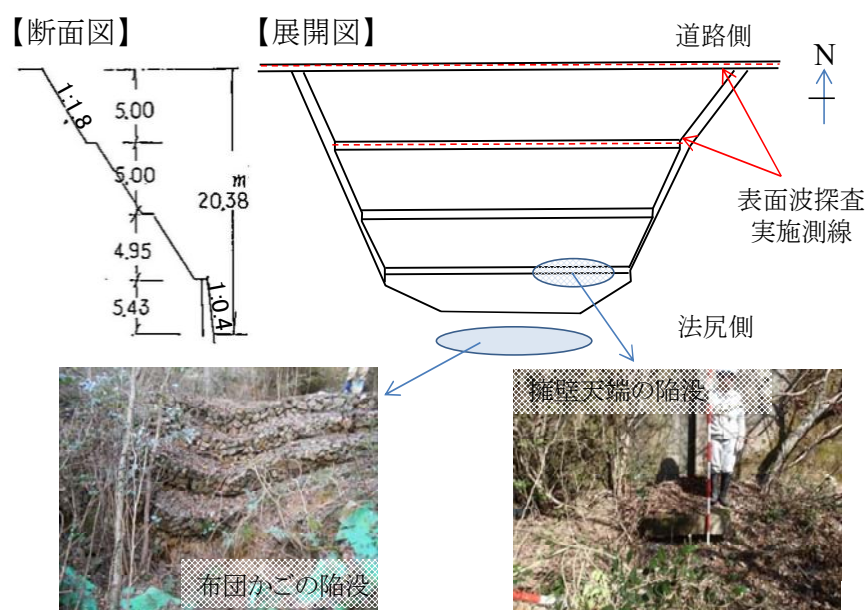


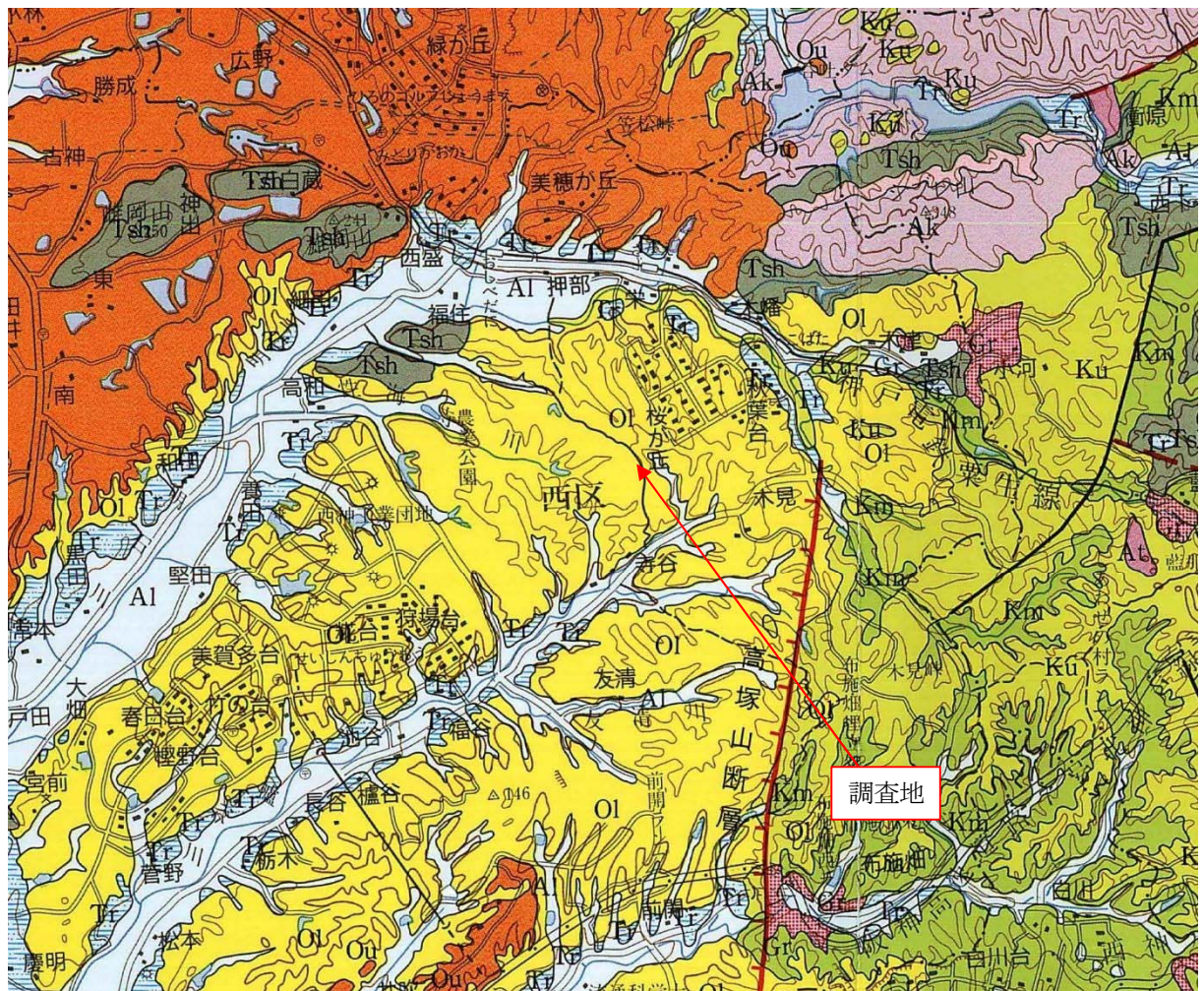
図-3.4.1 対象道路盛土全景および変状の状況

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見も見られ、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。



地質時代			地質系統			主な地史
(百万年前)	新紀	古第三紀	埋地	地質系統	主な地史	
0.01	第四紀	完新世	沖積層	Al	崖錐	人類の活動
			低位段丘	Ty	井出礫層	沖積平野の形成
			中位段丘	Th	西八木層	神鍋火山の活動
			高位段丘	Ma13	明美層	段丘の形成
1.7	新第三紀	更新世	大阪層群	Ma6	明石層	第四紀地殻変動の顕在化
			上部亜層群	Ma1~Ma5	前関火山灰層	玄武洞火山の活動
			中部亜層群	Ol		第二瀬戸内海時代
			下部亜層群			氷ノ山・鉢伏火山の活動
5.1	新第三紀	鮮新世	神戸層群	Ki	岩屋層	瀬戸内湖水湖の時代
			上部累層	Ku	細川累層	瀬戸内火山活動(ササケ)
			中部累層	Km	吉川累層	第一瀬戸内海時代
			下部累層	Kl	三田累層	
24	古第三紀	漸新世	岩脈類	Gp, Qp	An, po	古神戸湖の時代
			六甲花崗岩	Gr	黒雲母花崗岩	和泉層群の堆積
			有馬層群	At	玉瀬溶結凝灰岩	
			領家新期花崗岩類II	Gr2	布引花崗閃緑岩	
65	古生代	白亜紀	丹波層群	Tsh	Tss	山陽花崗岩の貫入
				Tch		酸性火山活動の最盛
						領家花崗岩の貫入
						篠山層群の堆積
96	古生代	古世				ジュラ紀付加体の形成
143	古生代	先白亜紀				
247	古生代	先白亜紀				

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。

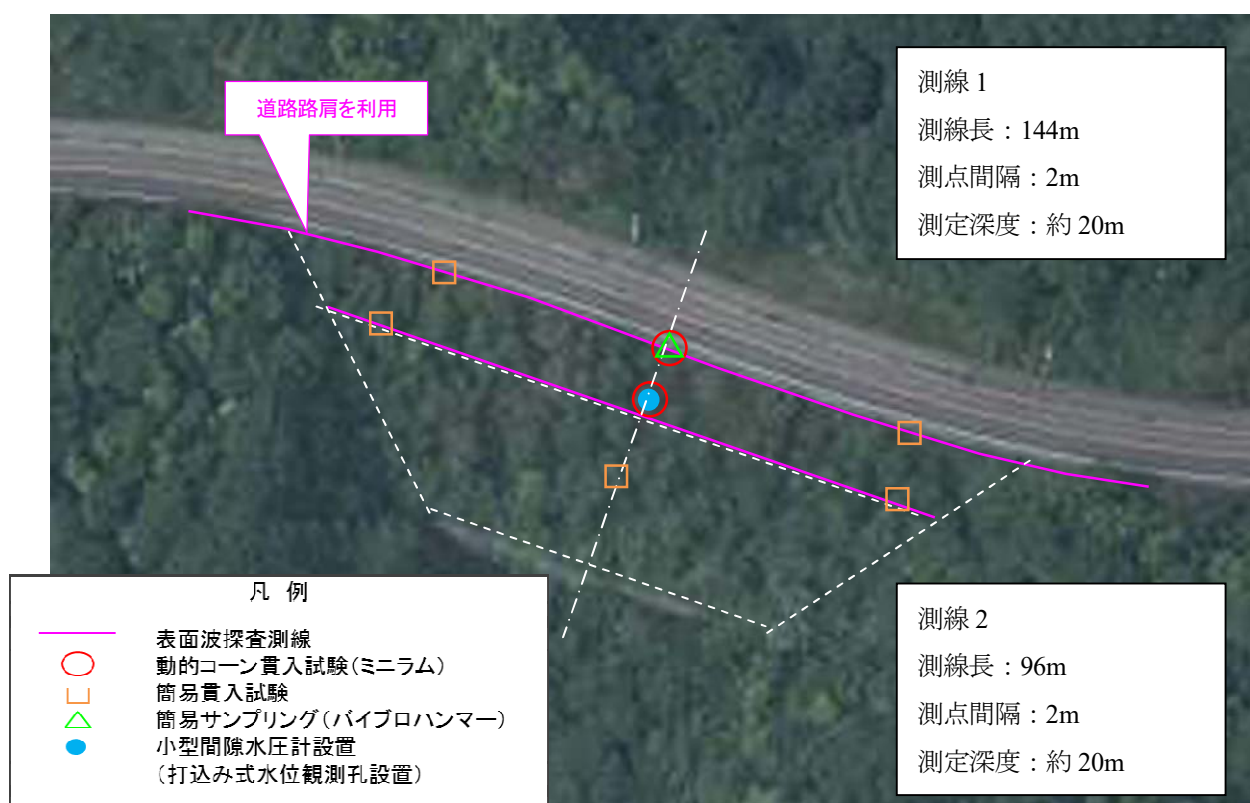


図-3.4.3 表面波探査側線位置図



写真-3.4.5 表面波探査実施状況（測線 1）

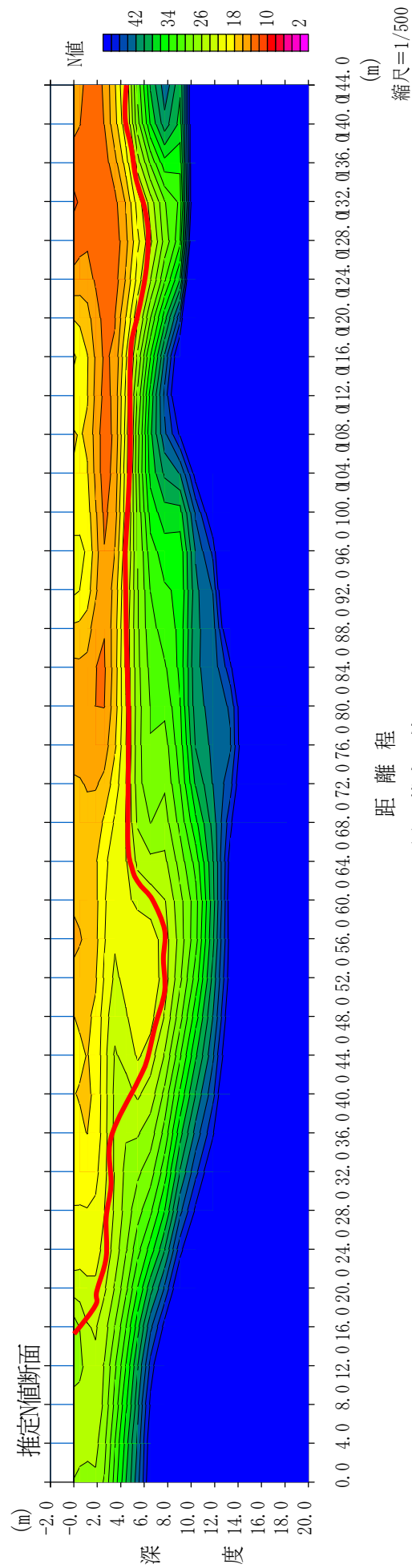
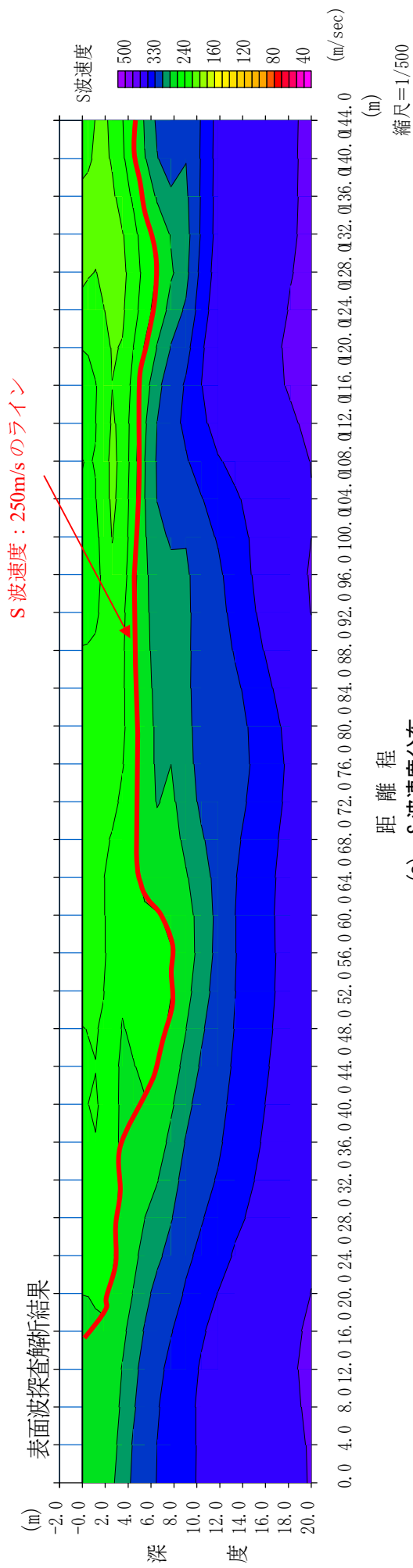
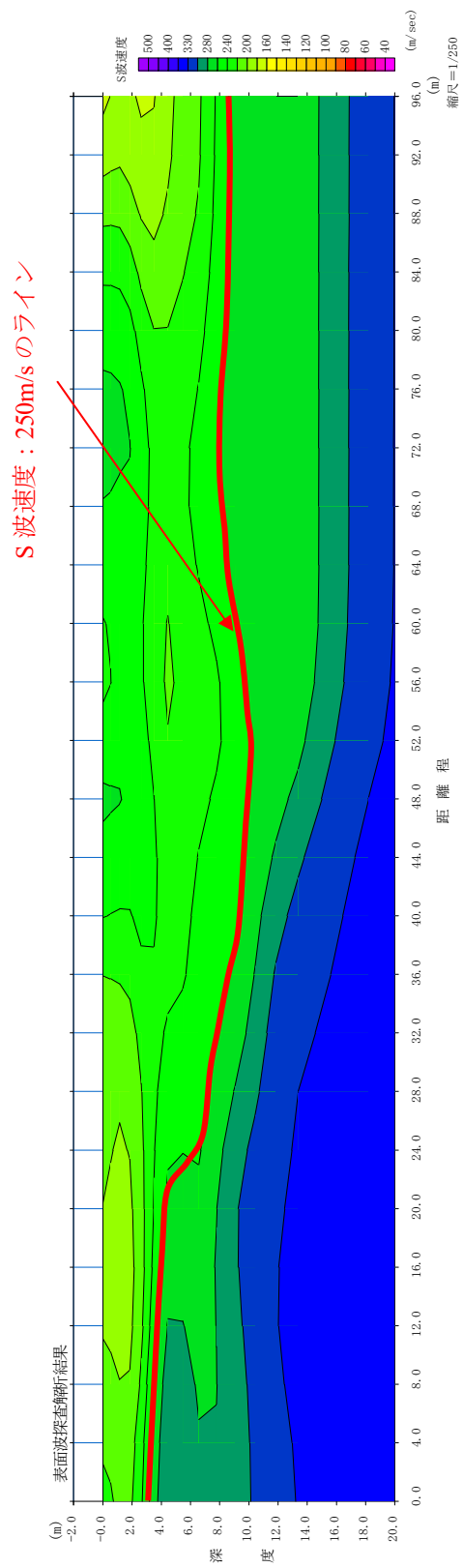
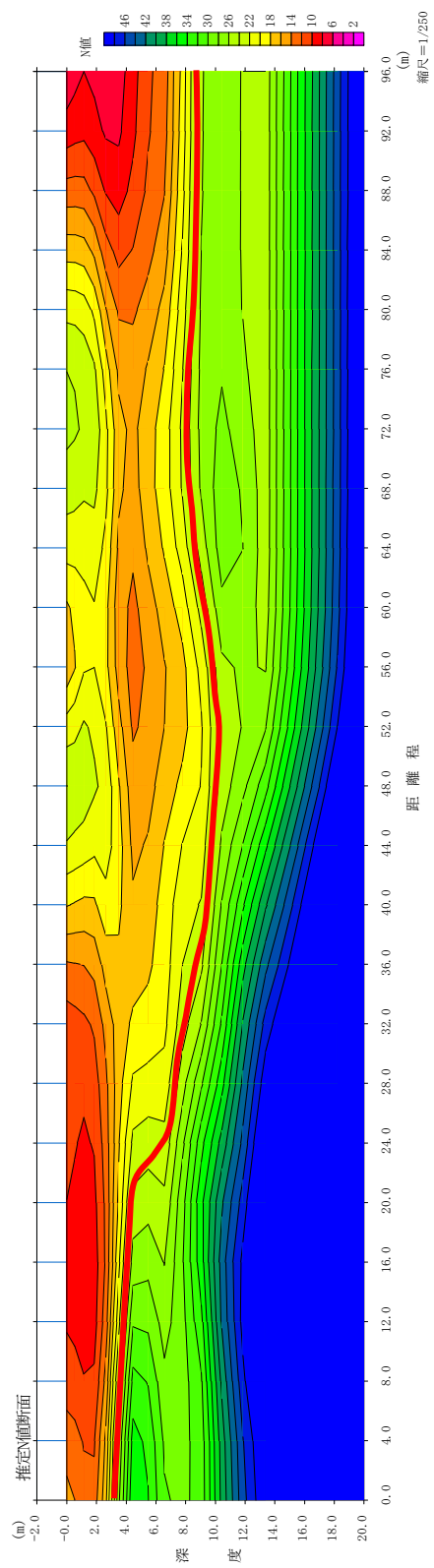


図-3.4.4 表面波探査<側線1>



(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_{dl} 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。

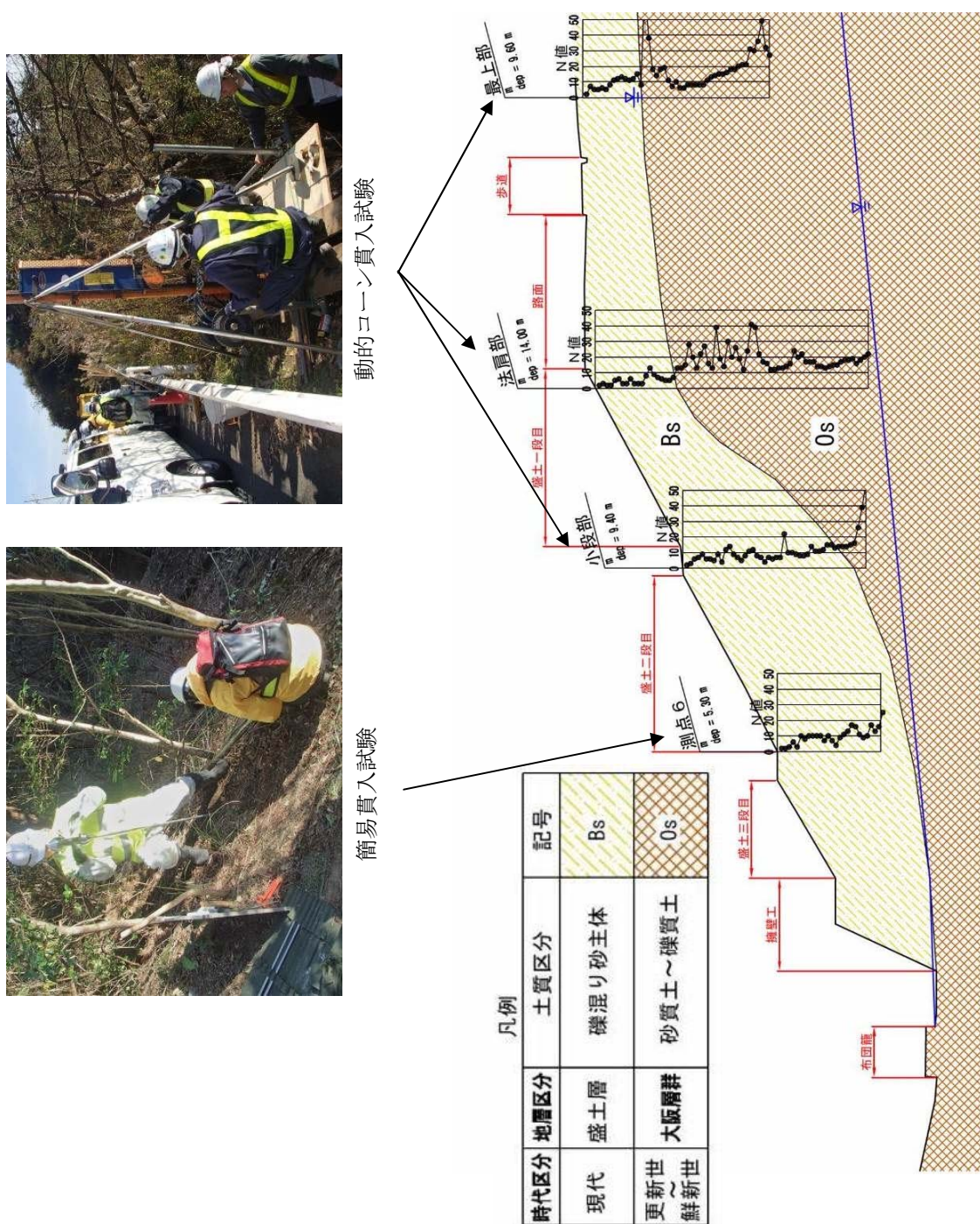


図-3.4.6 地質断面図 (S=1:300)

(4) サンプリング

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狭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。

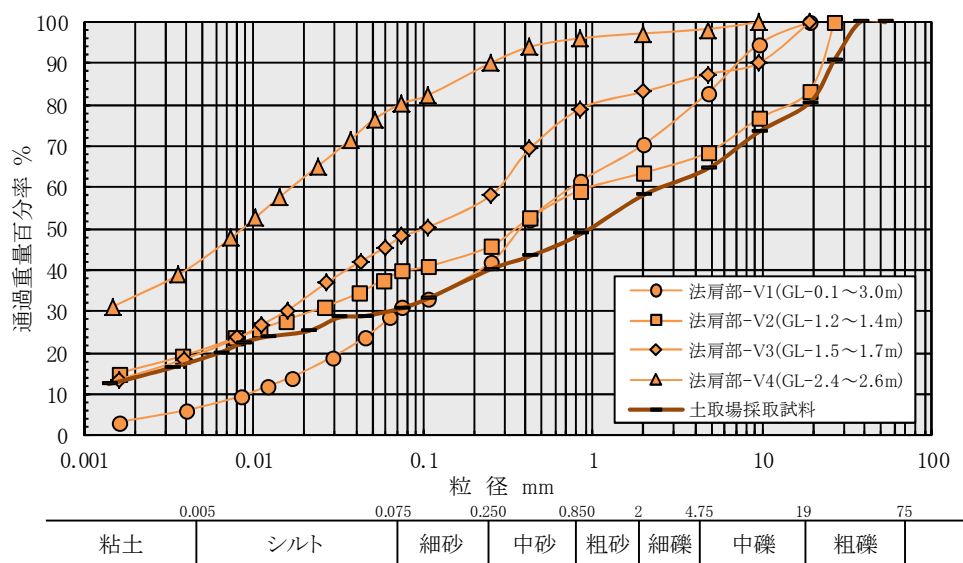


図-3.4.7 粒径加積曲線



写真-3.4.6 バイブ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。

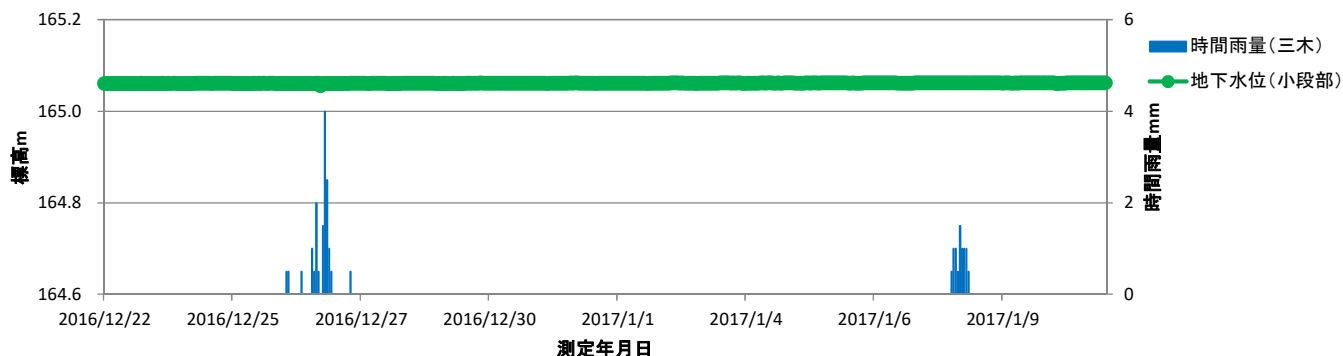


図-3.4.8(a) 小段部観測水位時系列図

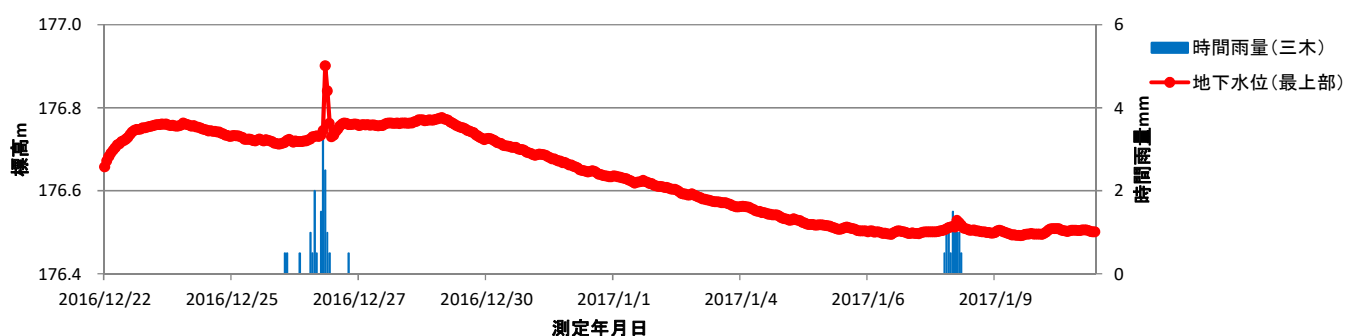


図-3.4.8(b) 最上部観測水位時系列図

(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

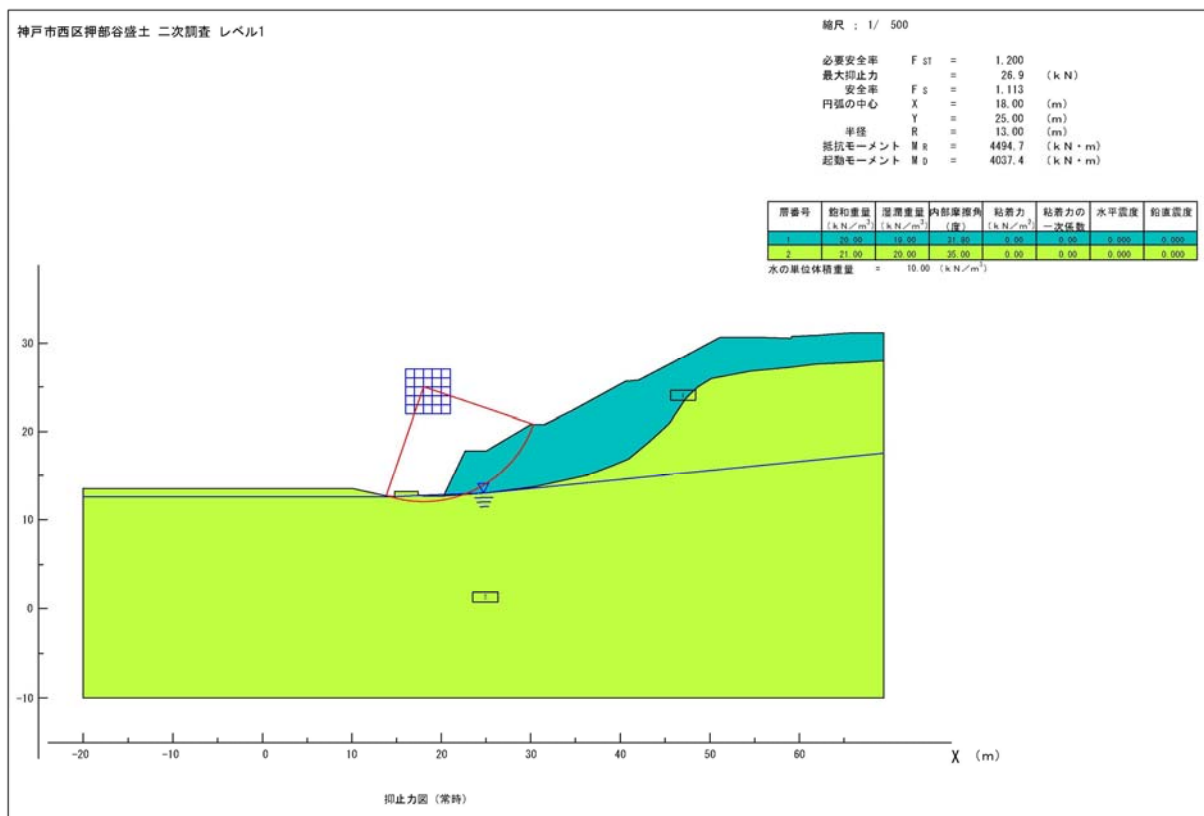


図-3.4.9(a) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状(レベル1, 常時)

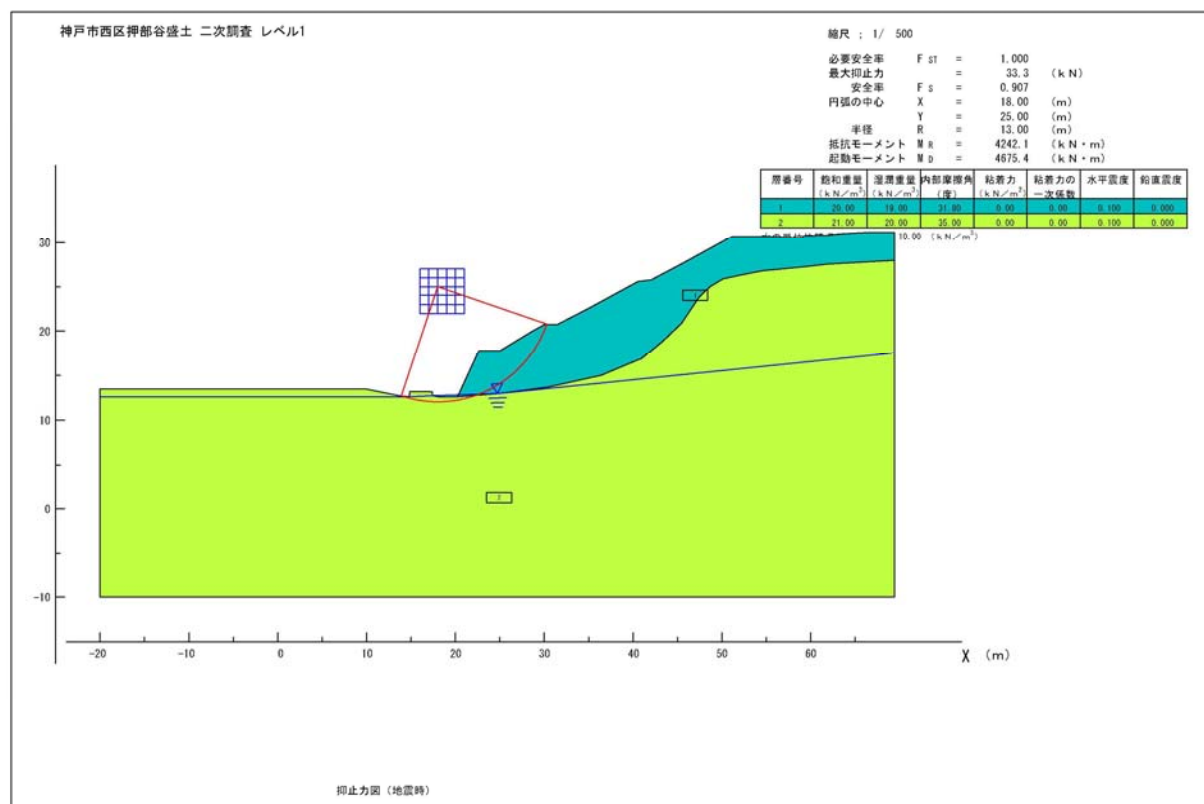


図-3.4.9(b) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状(レベル1, 地震時)

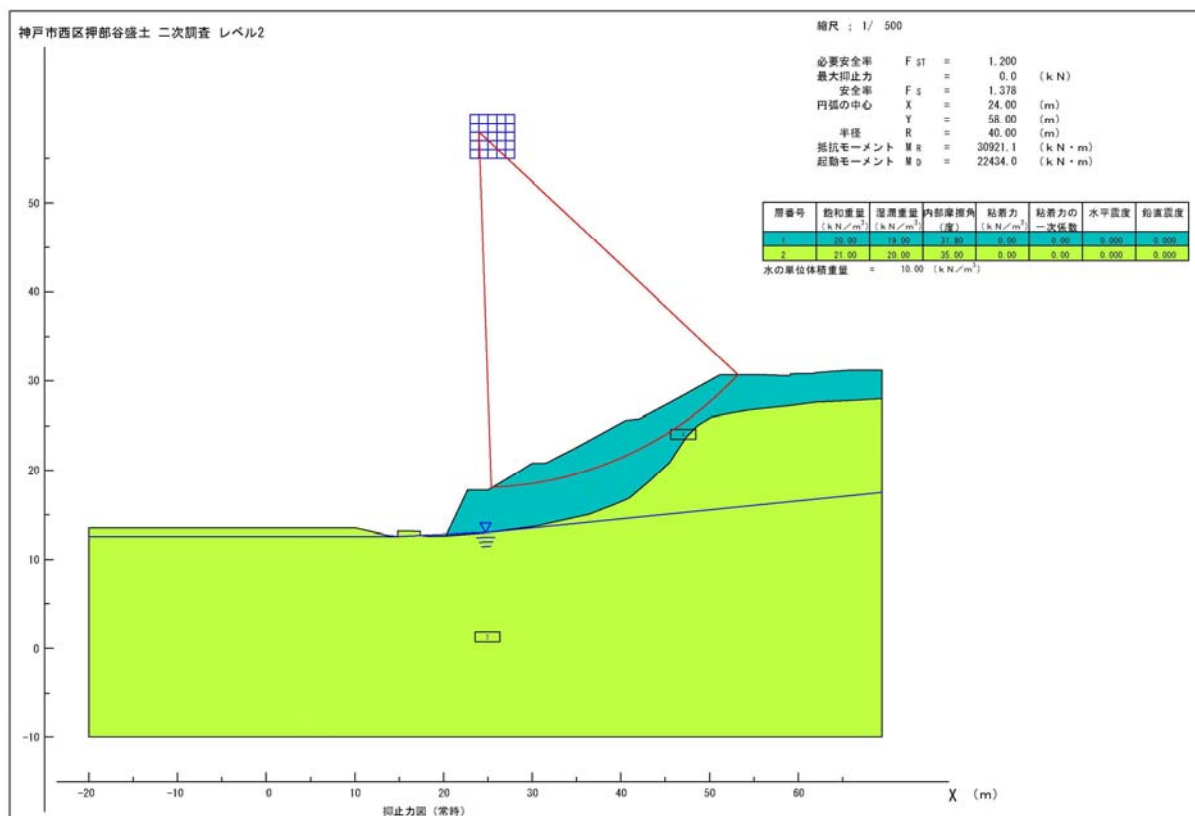


図-3. 4. 10 (a) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状 (レベル 2, 常時)

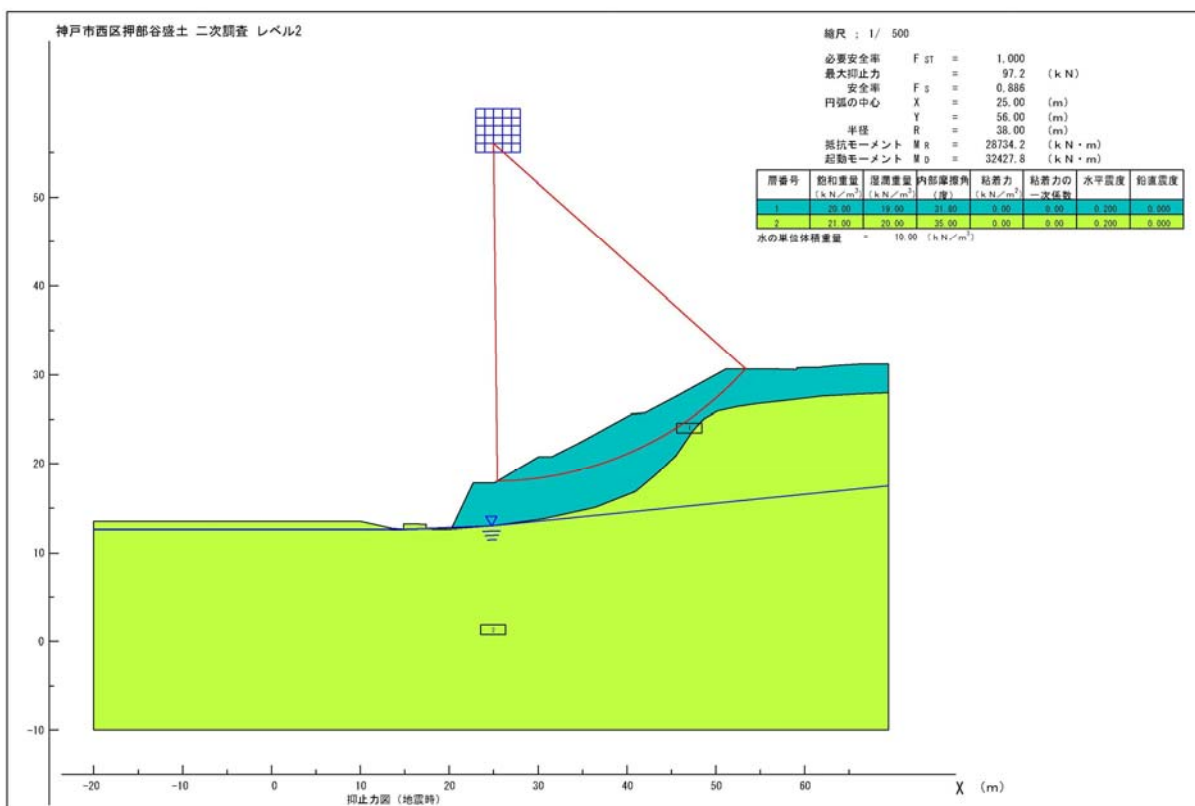


図-3. 4. 10 (b) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状 (レベル 2, 地震時)

(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の箇所で実施し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

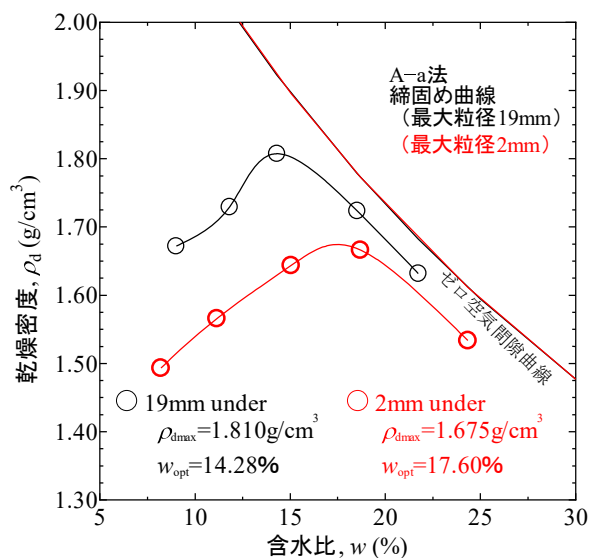


図-3.4.11 道路盛土材の締固め試験結果（19mm 以下，2mm 以下）

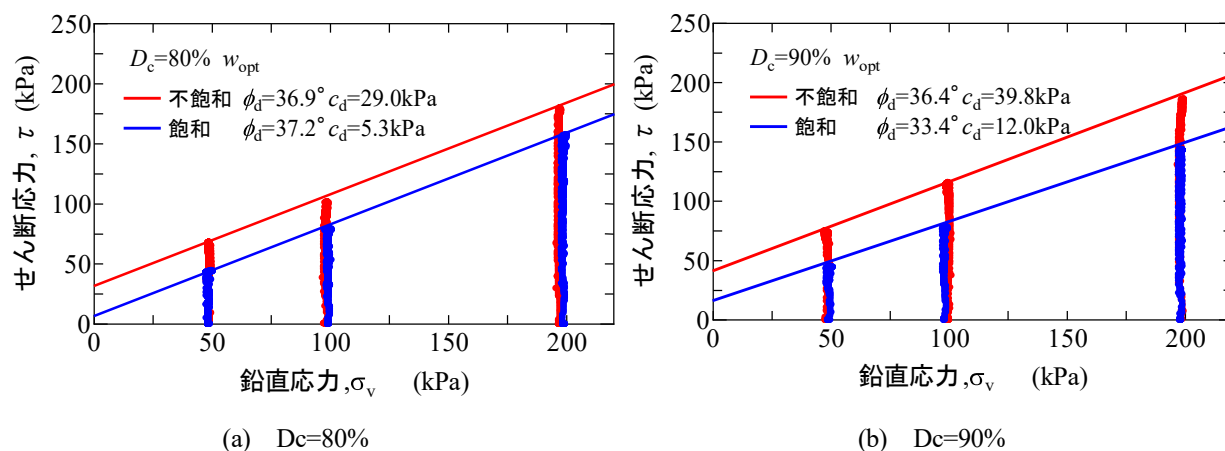


図-3.4.12 道路盛土材の定圧一面せん断試験結果

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。

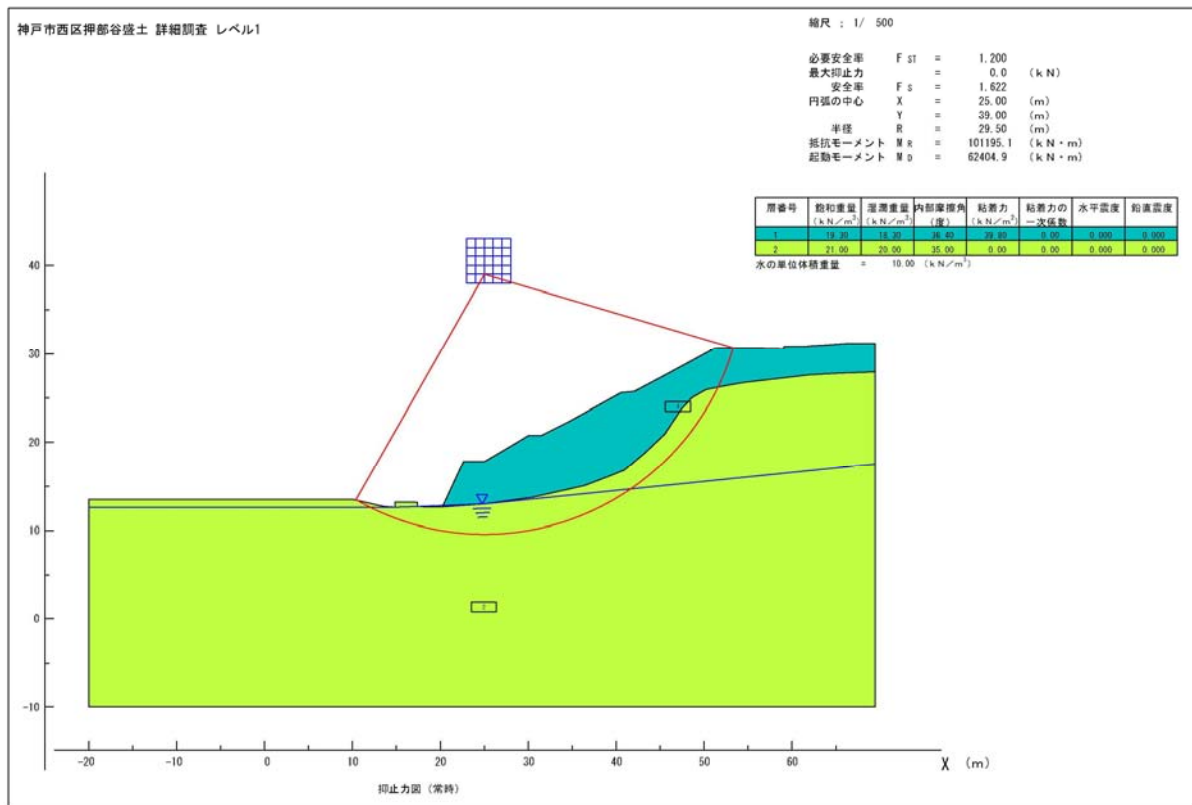


図-3.4.13 (a) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル1, 常時)

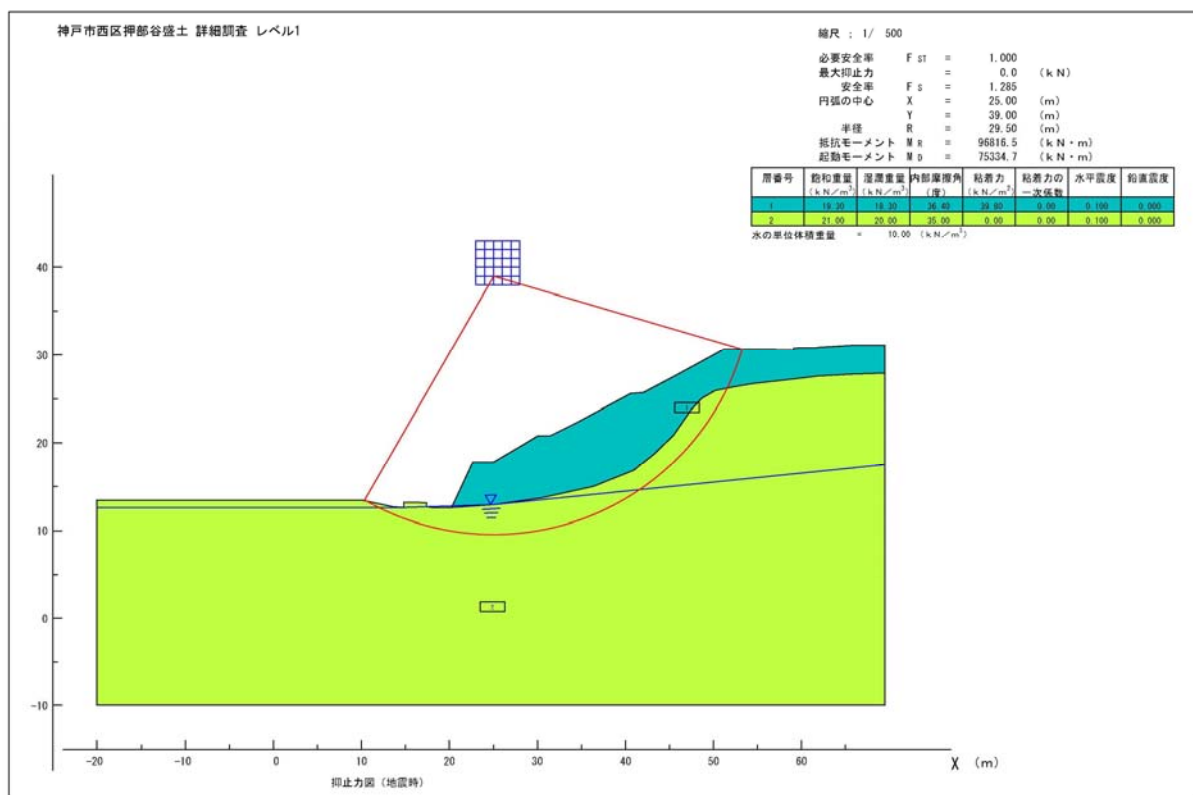


図-3.4.13 (b) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル1, 地震時)

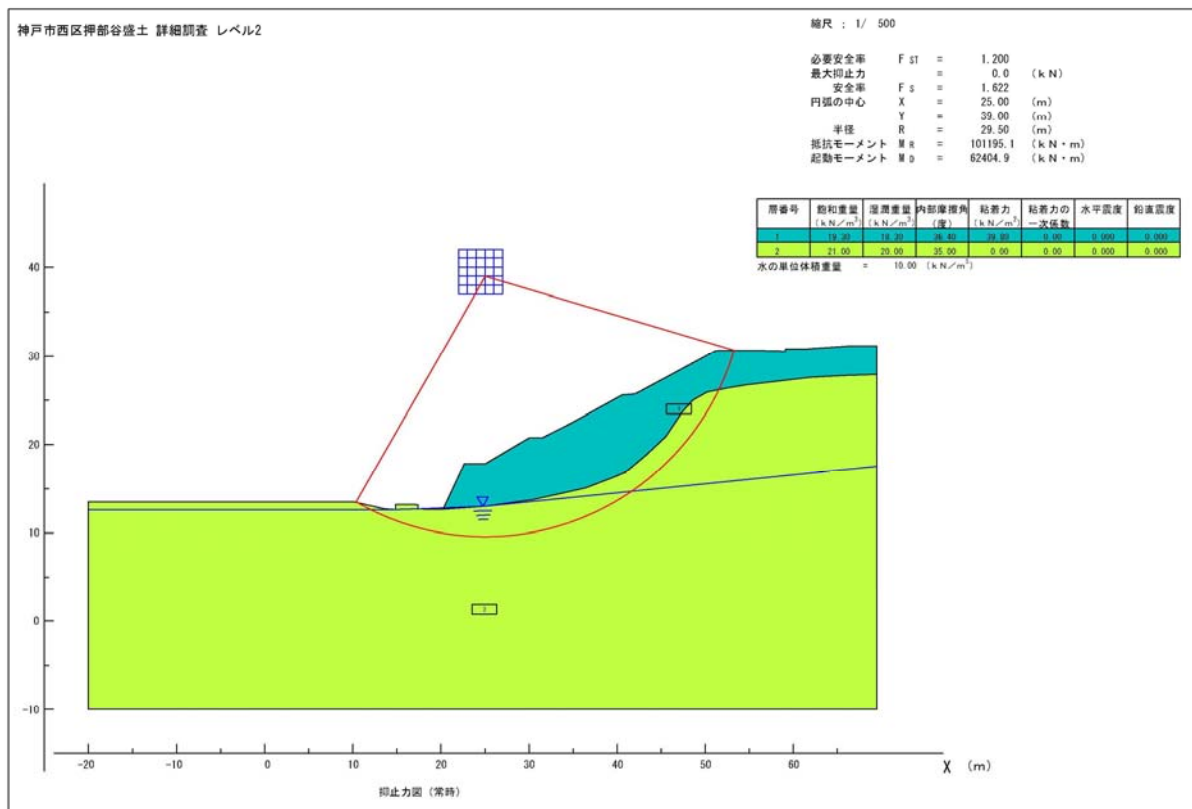
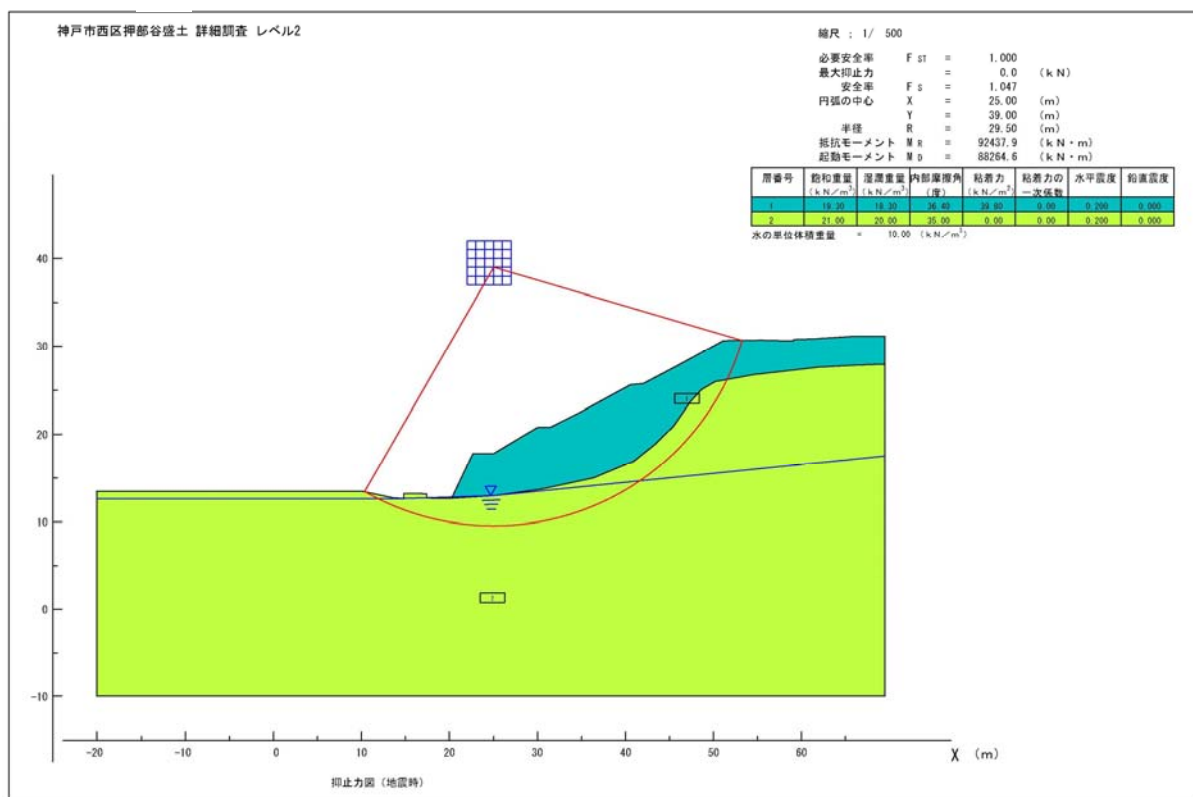


図-3.4.14(a) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル2, 常時)



(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の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。

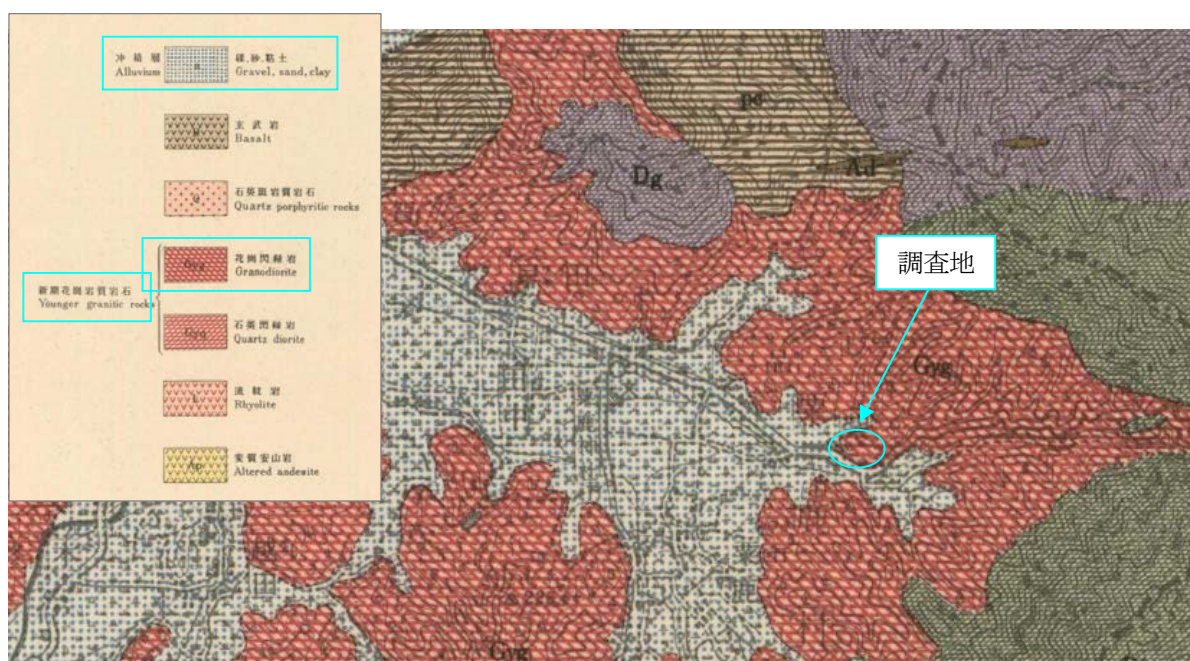


図-3.5.1 調査地付近の表層地質図

（「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。

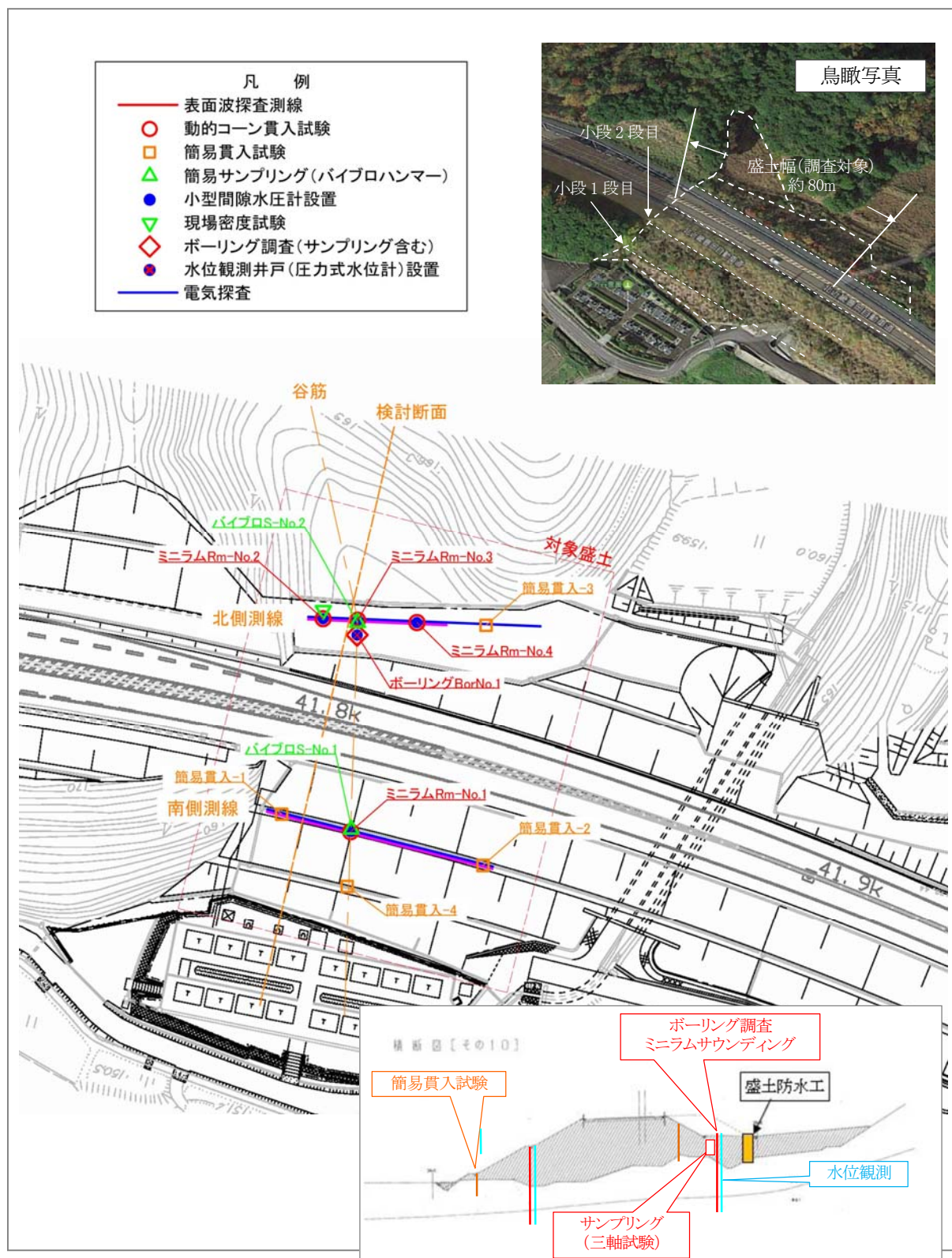
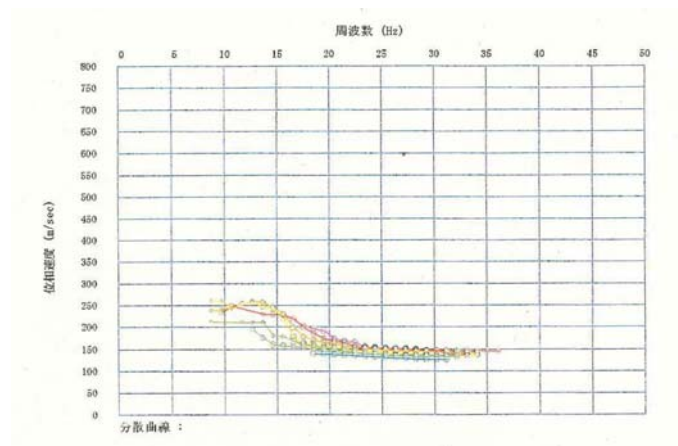


図-3.5.2 対象盛土の状況と調査仕様

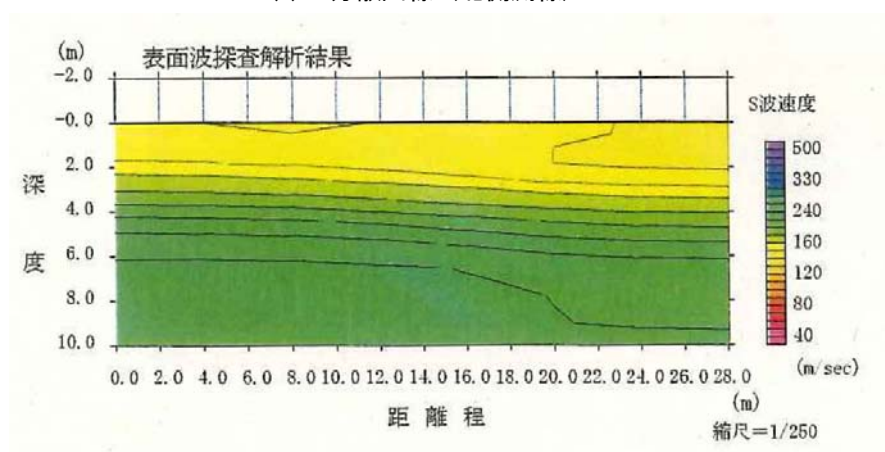
(3) 表面波探査

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）。

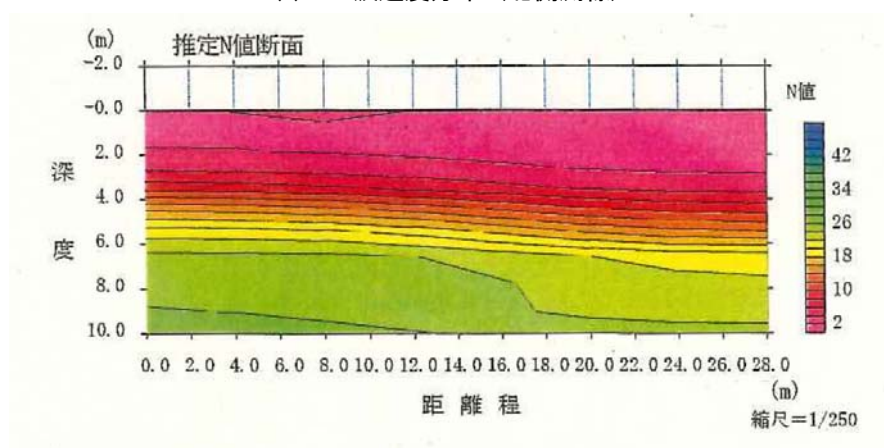
対象盛土施工箇所の基礎地盤は花崗岩質岩石の風化部と推察されるが、後出のボーリング調査、動的コーン貫入試験および簡易動的コーン貫入試験結果も鑑みると、S速度260m/sec以上（図中の最も濃い緑の部分）が得られた箇所が該当すると考えられる。



(a) 分散曲線（北側測線）

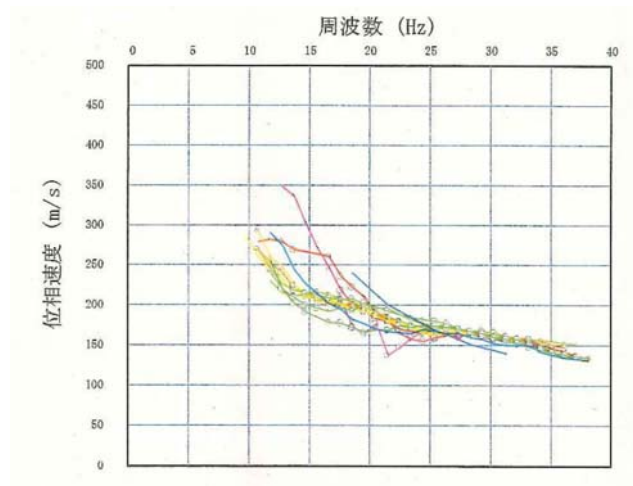


(b) S波速度分布（北側測線）

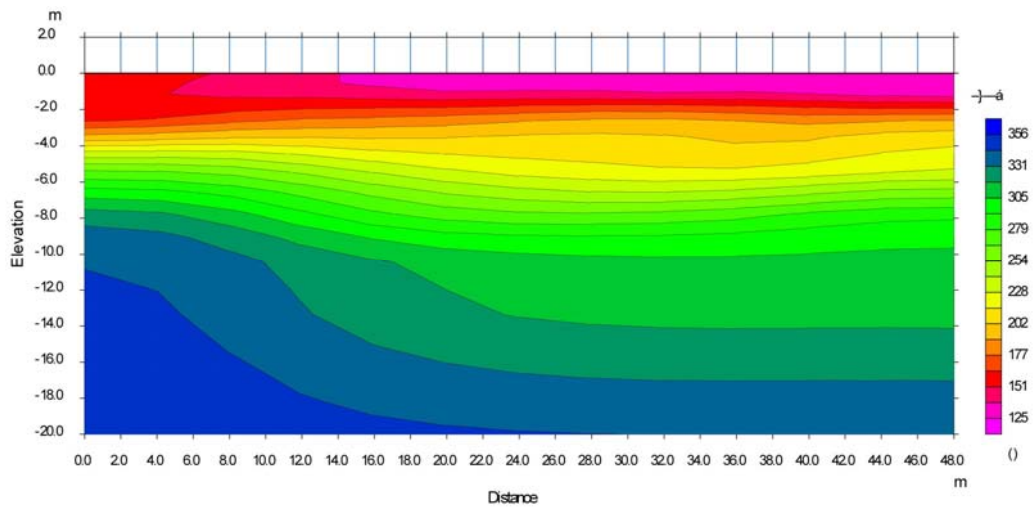


(c) 推定N値分布（北側測線）

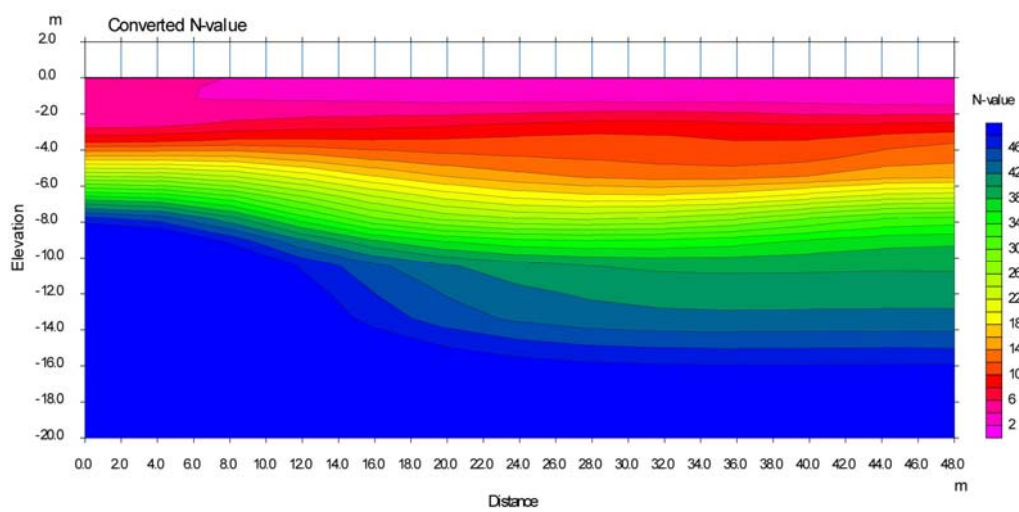
図-3.5.3 表面波探査結果（北側測線）



(a) S波速度分布（南側測線）



(b) S波速度分布（南側測線）

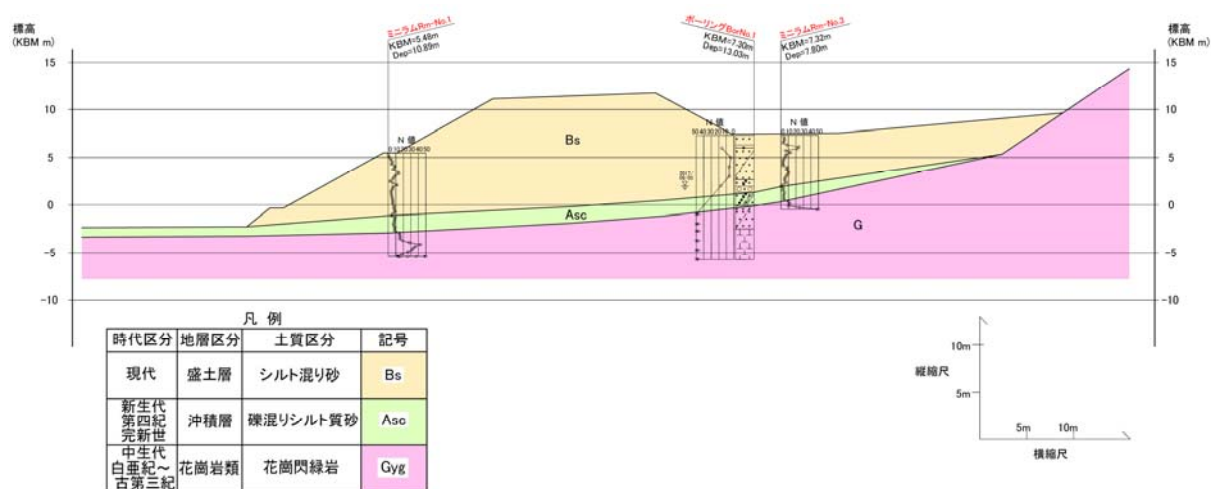


(c) 推定 N 値分布（南側測線）

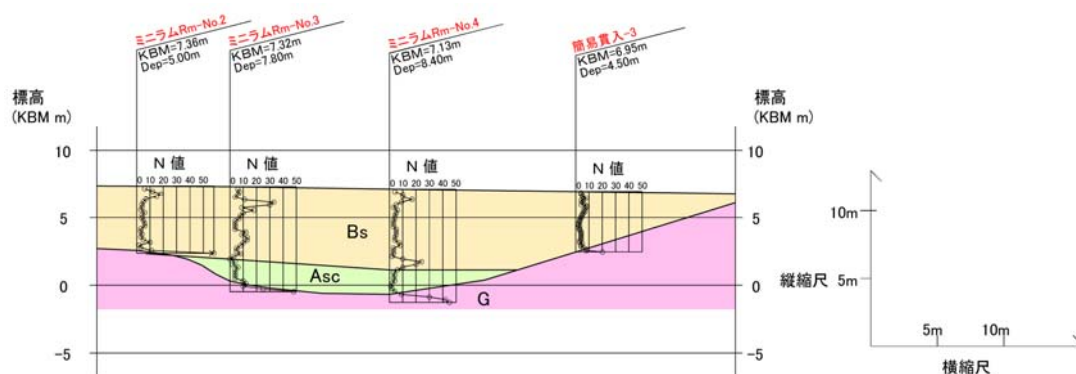
図-3.5.4 表面波探査結果（南側測線）

(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

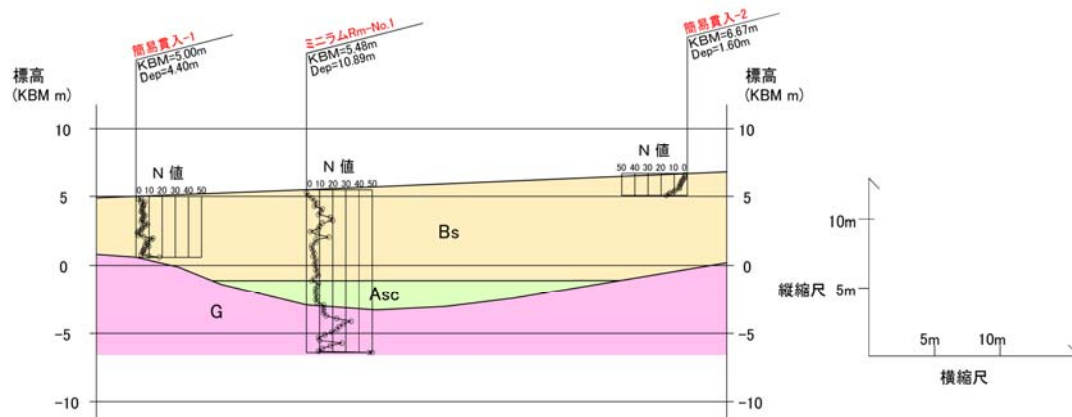
動的コーン貫入試験および簡易動的コーン貫入試験結果に基づく地質断面図を図-3.5.5に示した。花崗岩類 G の出現位置については，ボーリング調査および前出の表面波探査結果も参考として設定している。



(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。

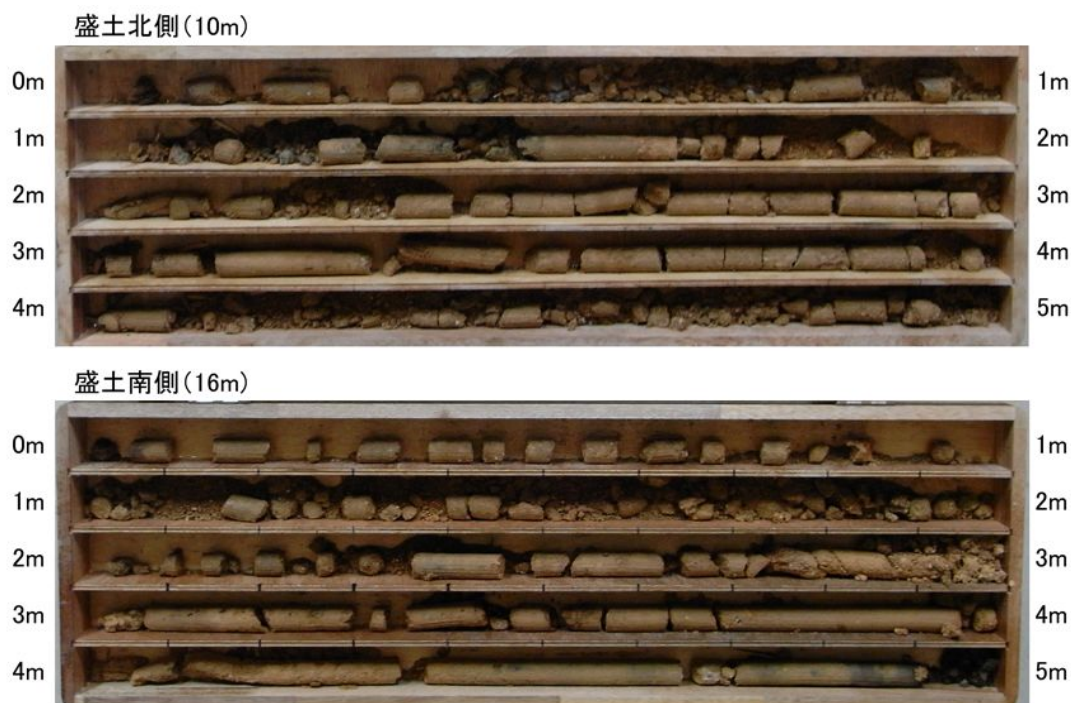
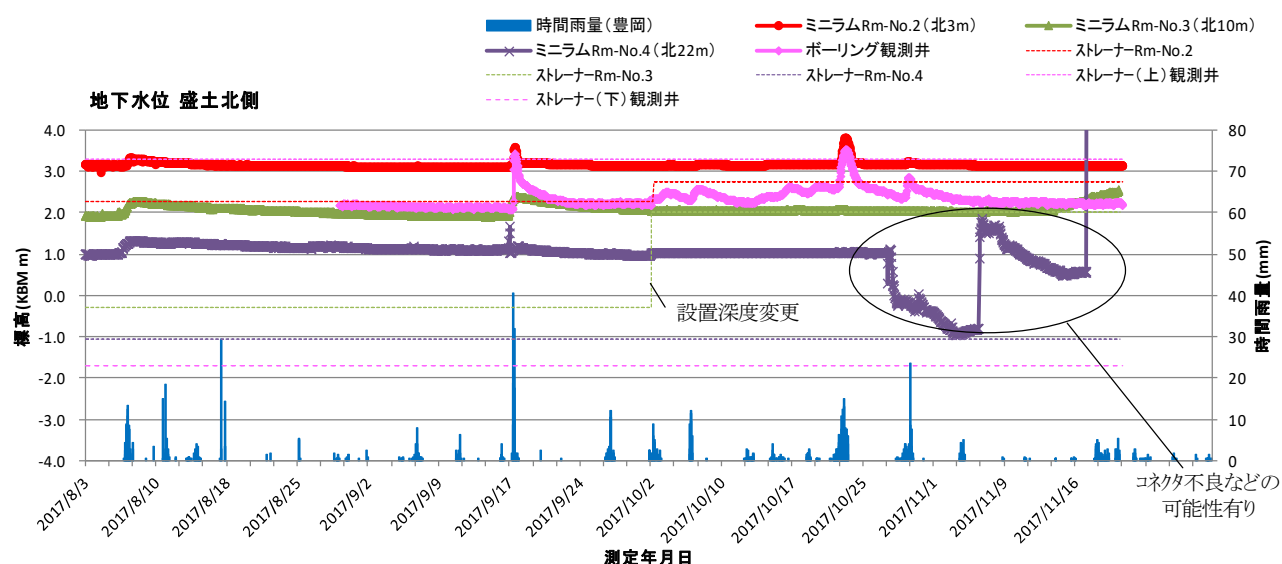


写真-3.5.6 バイブロハンマーサンプラーによる採取試料写真

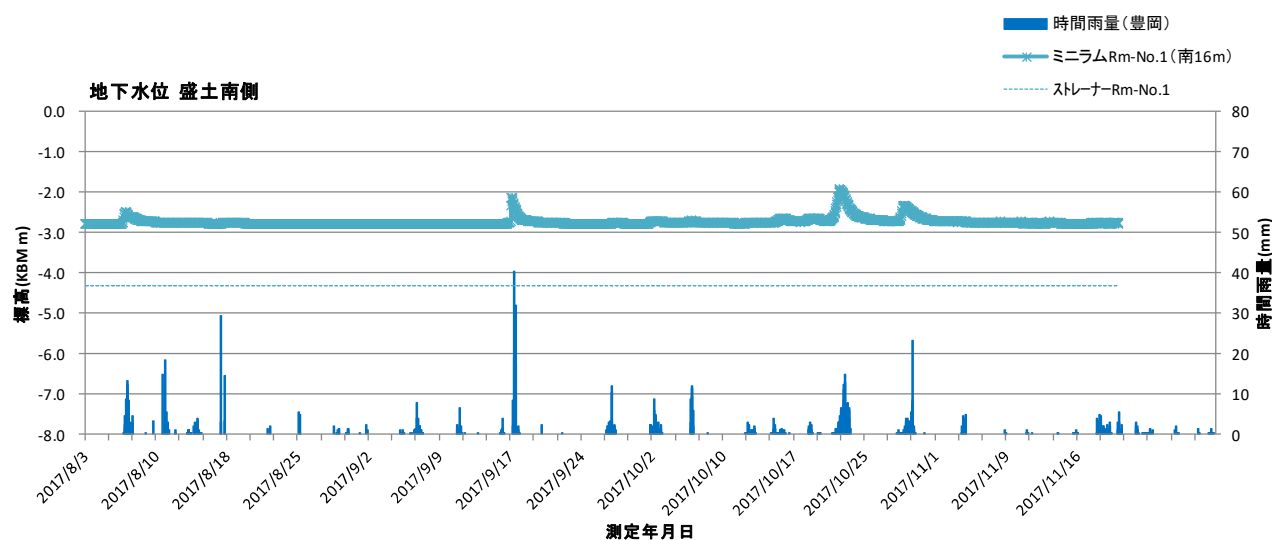
(6) 地下水位観測

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る。



(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、 $\gamma_f = 17 \text{ kN/m}^3$ 、 $\phi = 25^\circ$ 、 $c = 0$ 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、 $\gamma_f = 17 \text{ kN/m}^3$ 、 $c = 0 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 25^\circ$ 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、 $\gamma_f = 21 \text{ kN/m}^3$ 、 $c = 100 \text{ kN/m}^2$ 、 $\phi = 37^\circ$ 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 <small>(注2)</small>
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) <small>(注1)</small>		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) <small>(注1)</small>		17	20	30以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入) <small>(注1)</small>		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) <small>(注1)</small>		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) <small>(注1)</small>		16	15	30以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入) <small>(注1)</small>		14	10	15以下	
		関東ローム			14	5(ϕ_a)	30以下

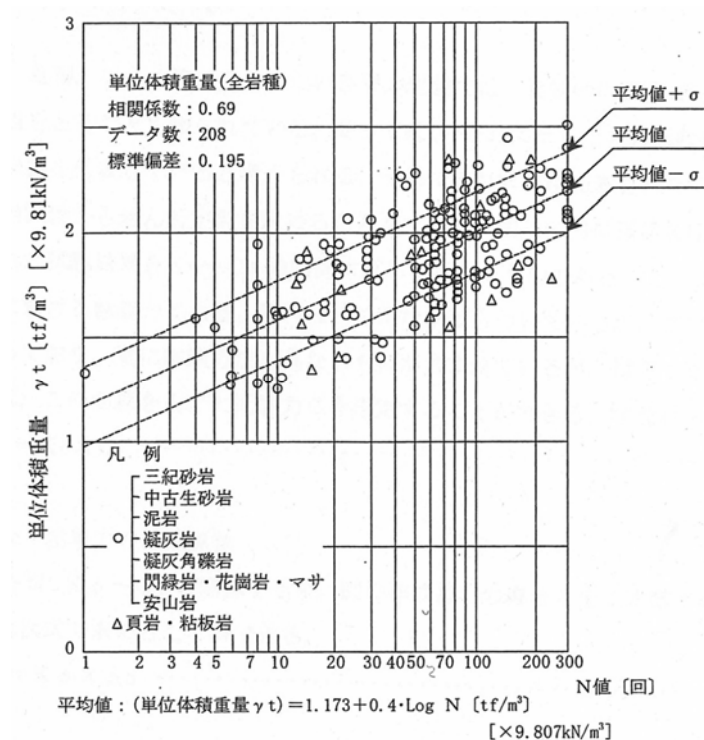


図-3.5.7 岩盤の単位堆積重量の測定例

(「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

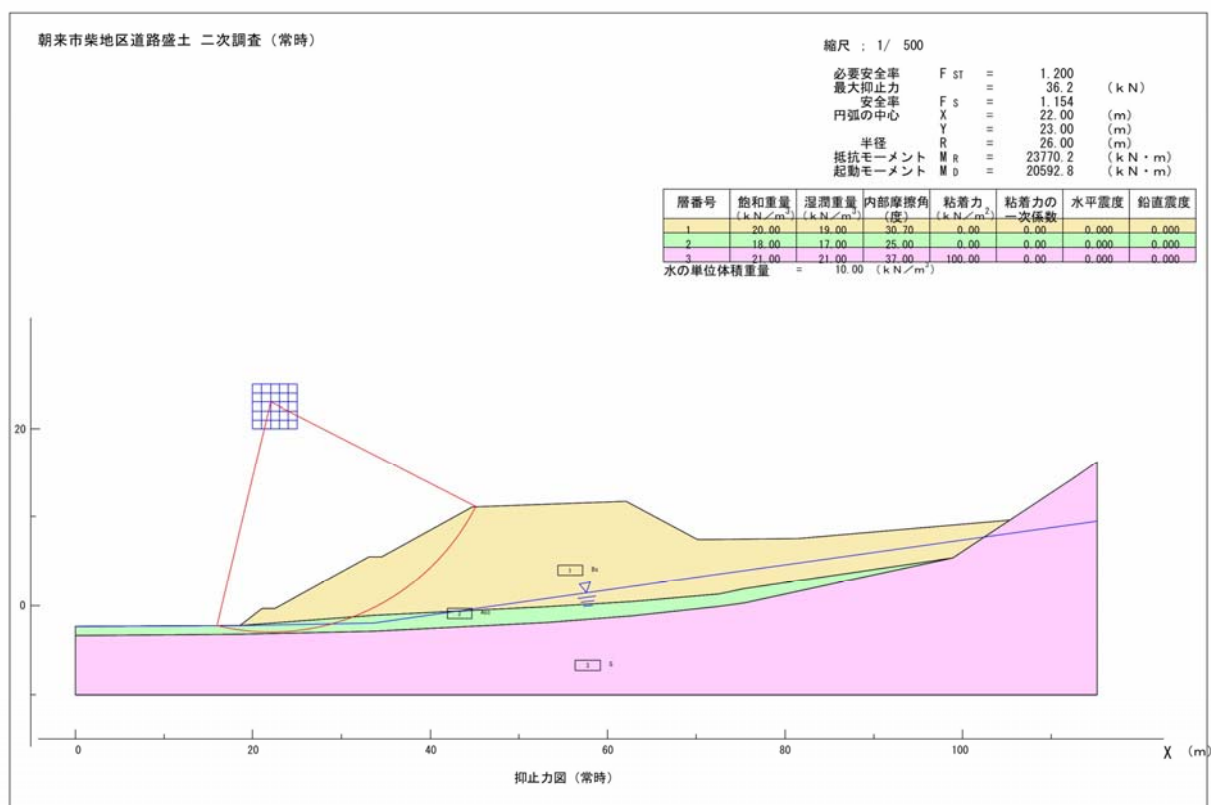


図-3.5.8(a) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状（レベル1，常時）

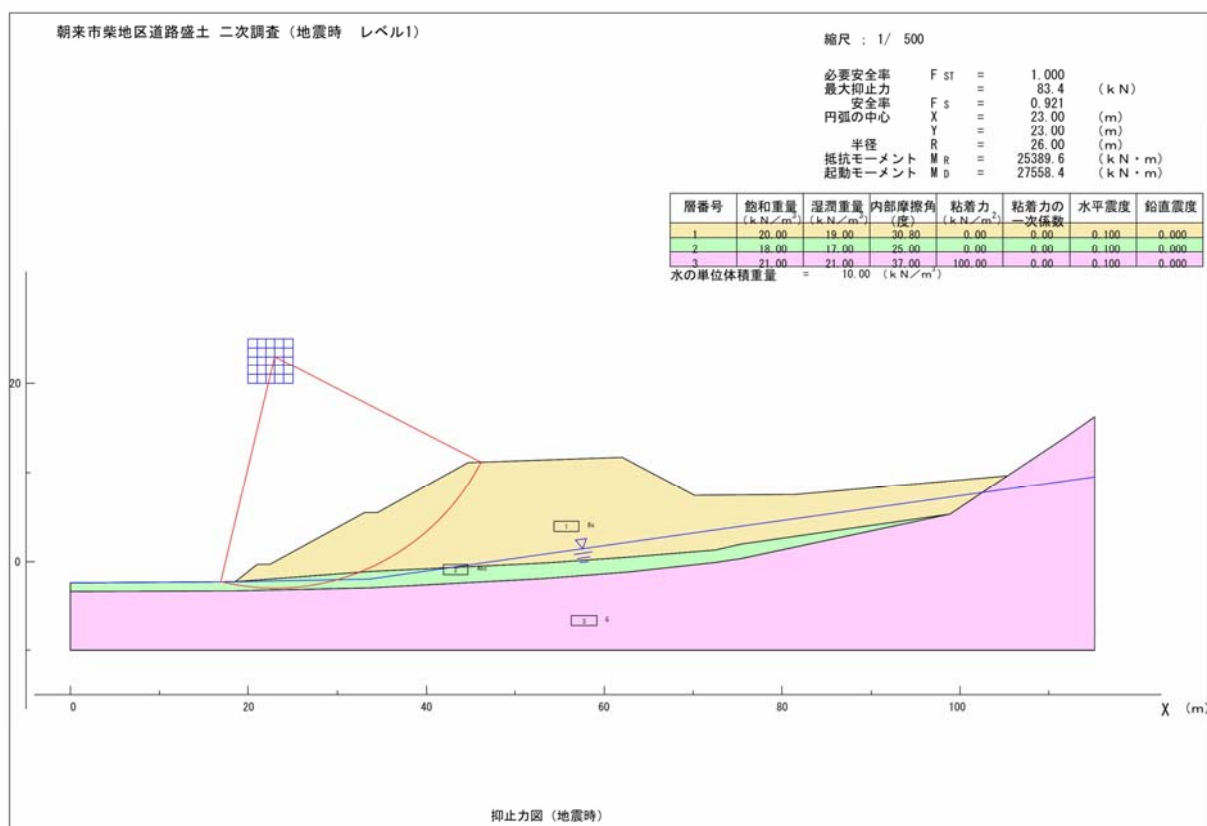


図-3.5.8(b) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状（レベル1 地震時）

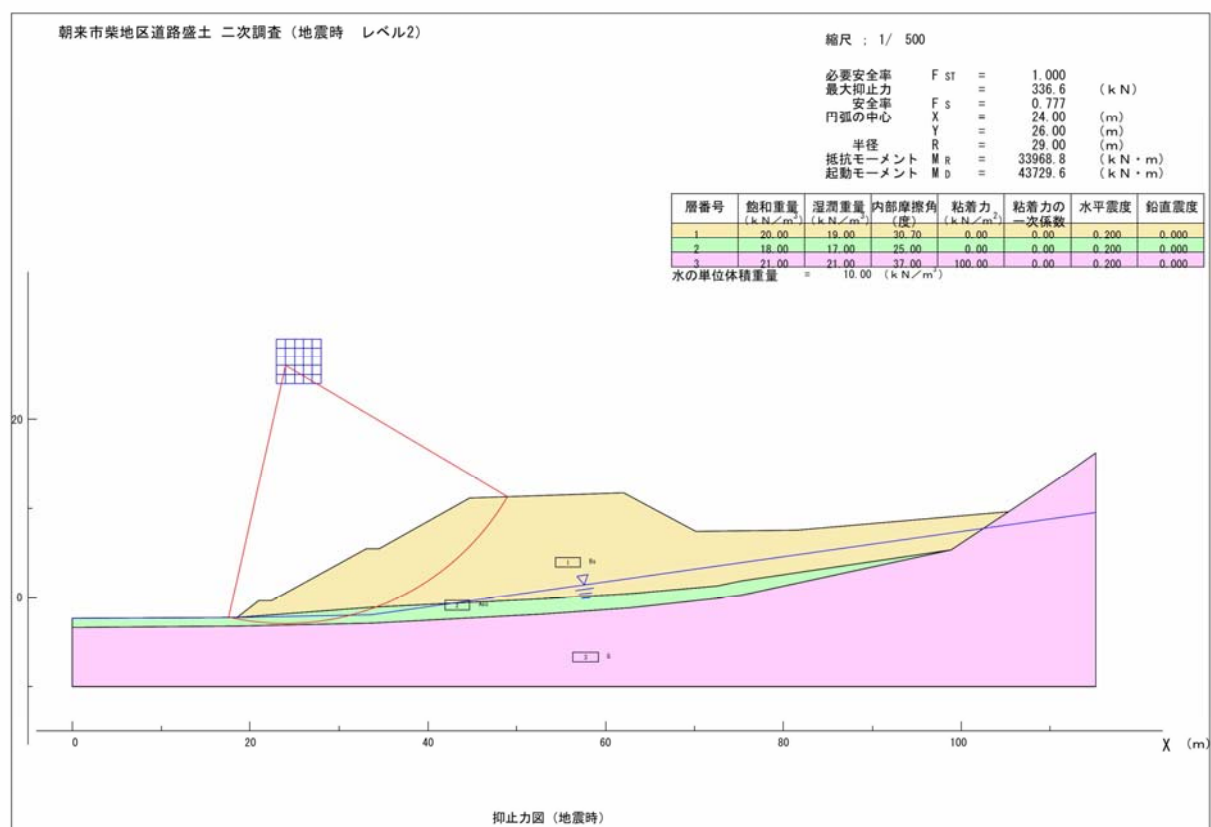


図-3.5.8(c) 二次調査での簡易安定解析の円弧形状（レベル2 地震時）

(8) 詳細調査

a) ボーリング調査

地質断面図を図-3.5.5 に示したが、表-3.5.5 に N 値の整理結果を示した。ボーリング調査と動的コーン貫入試験による N_d 値 (N 値) はほぼ同じ結果となっており、動的コーン貫入試験の再現性が確認された。

表-3.5.5 N_{d1} 値の整理結果

地層記号	N_{d1} 値(ボーリングは N 値)			
	ボーリング調査 (N 値)	動的コーン貫入試験 (換算 N_{d1} 値)	簡易動的コーン 貫入試験 (換算 N_{d1} 値)	代表 N 値
Bs	8	7.7	5.6	7
Asc	-	4.5	-	5
G	50 以上 (215)※ ¹	22 (表層風化部)	19 (表層風化部)	215※ ¹

※ N 値の上限は 50 とする。

※ 動的コーン貫入試験の換算 N 値は、打撃回数 Nd とロッドトルク Mr より、
 $N \text{ 値} = (1/2) \cdot Nd - 0.016Mr$ で求めたもの。

※ 簡易動的コーン貫入試験の換算 N 値は、各深度の土質（粗粒土、砂質土、粘性土）に応じ、岡田らによる N 値と打撃回数 N_c の関係式を用いて算定したもの。

※¹：30cm 貫入量相当の N 値（ただし、上限を 300 とする）。

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砕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

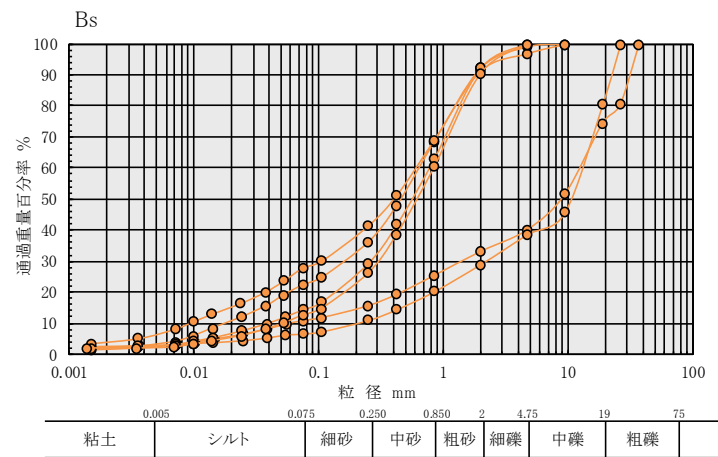
地層記号	粒度試験結果					データ数
	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分含有率(%)	
Bs	7.7～71.0 (28.5)	22.3～78.0 (55.7)	3.8～21.7 (12.5)	2.2～6.3 (3.4)	6.6～28.1 (15.8)	6
Asc	12.1	49.9	23.0	15.0	38.0	1
G (風化部)	4.2～9.6 (6.9)	53.6～68.8 (61.2)	17.4～33.0 (25.2)	4.2～9.2 (6.7)	21.6～42.2 (31.9)	17

(b) 湿潤密度試験結果

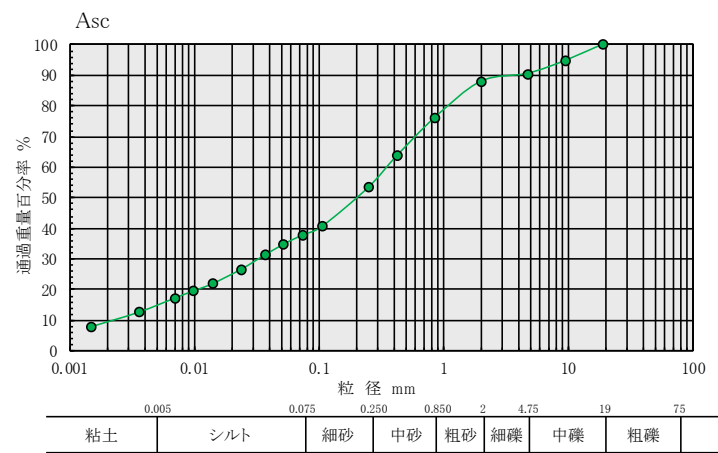
地層記号	湿潤密度 γ_t (g/m ³)	データ数
Bs	1.604	1
Asc	1.979	1

表-3.5.7 力学試験結果（三軸試験結果）

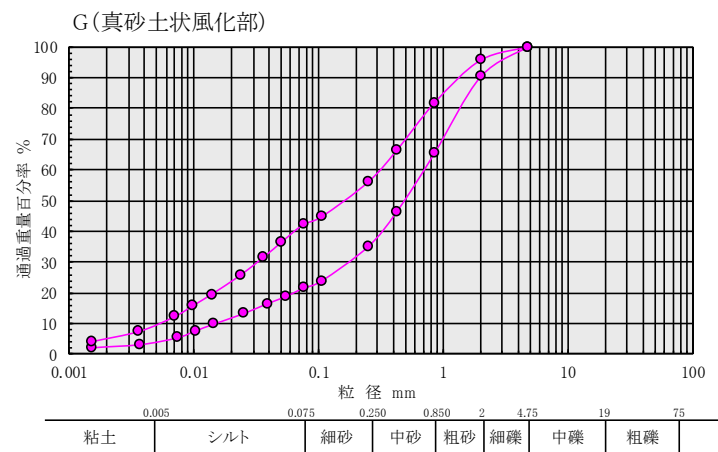
地層記号	三軸圧縮試験(CUB)				三軸圧縮試験(UU)		データ数
	全応力		有効応力		全応力		
	粘着力 c _{cu} (kN/m ²)	摩擦角 φ _{cu} (°)	粘着力 c' (kN/m ²)	摩擦角 φ' (°)	粘着力 c (kN/m ²)	摩擦角 φ (°)	
Bs	4.68	25.28	2.77	37.28	-	-	1
Acs	-	-	-	-	69.0	0.00	1



(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 $100(\Omega \cdot m)$ 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、 $80(\Omega \cdot m)$ 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 $100(\Omega \cdot m)$ 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。

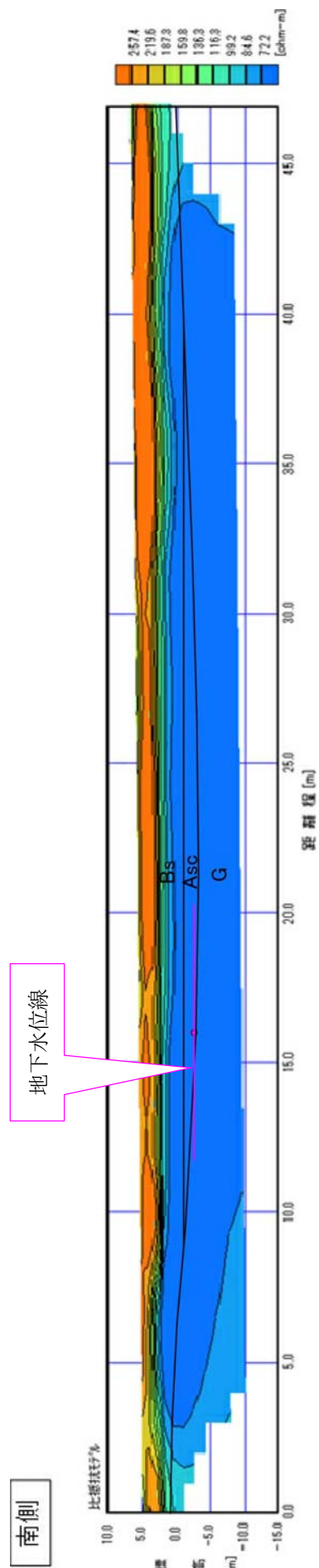
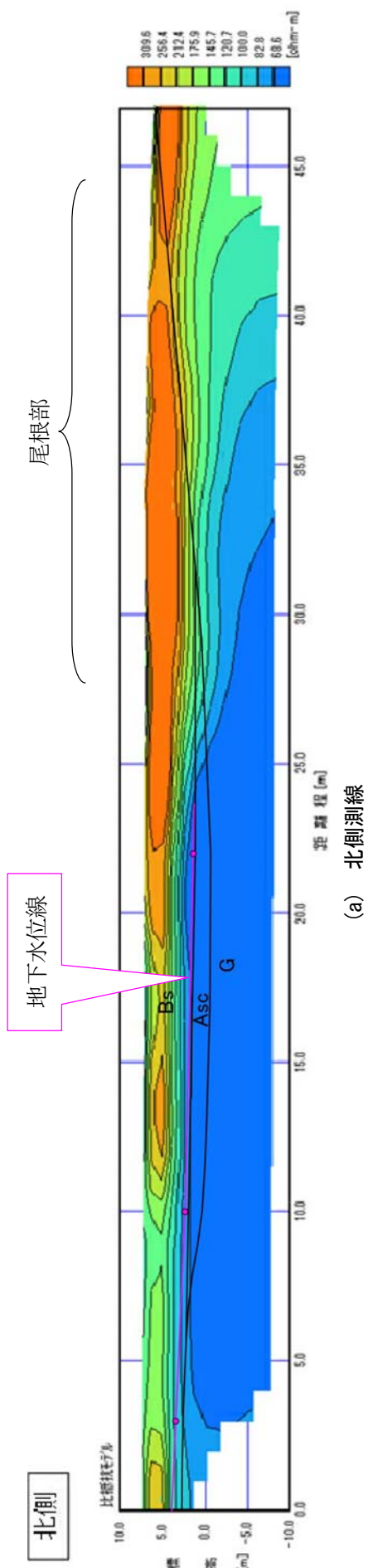
ただし、北側断面の測点 25～47m の範囲ではこの関係が確認できない。当該範囲は、尾根部が突出している部分に相当し、花崗岩 G が浅部までせり上がる部分であるなど、地層・地下水状況が異なることによる影響と推察される。

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

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。

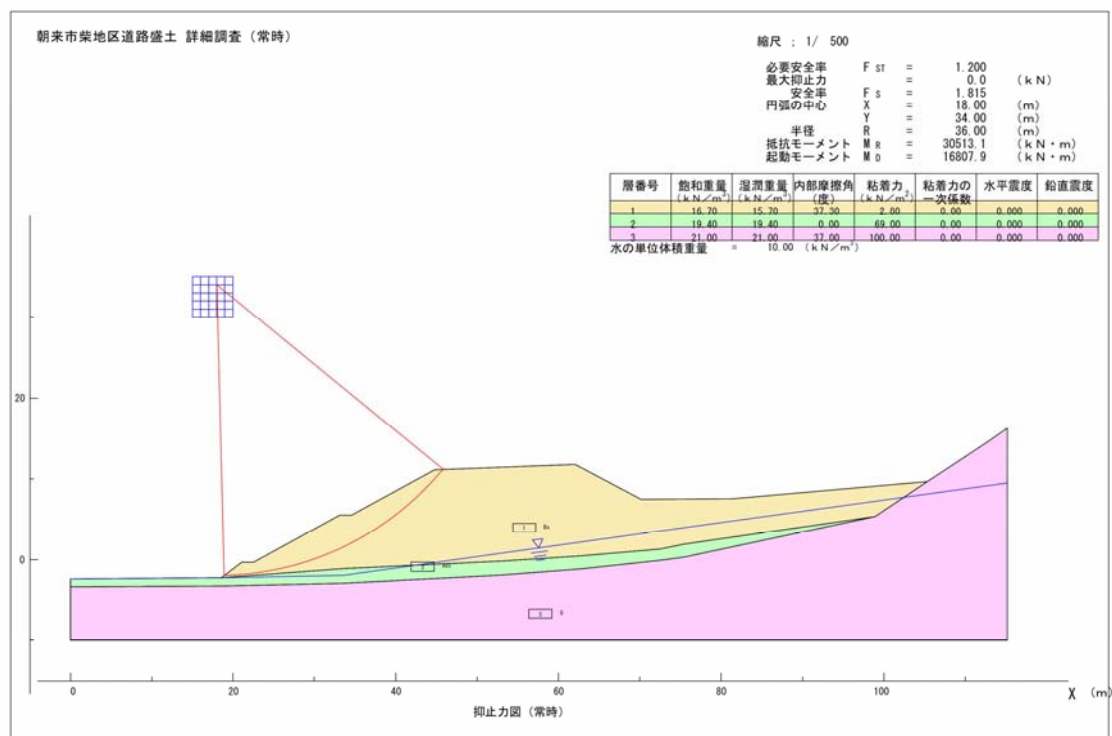


図-3.5.12(a) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル1, 常時)

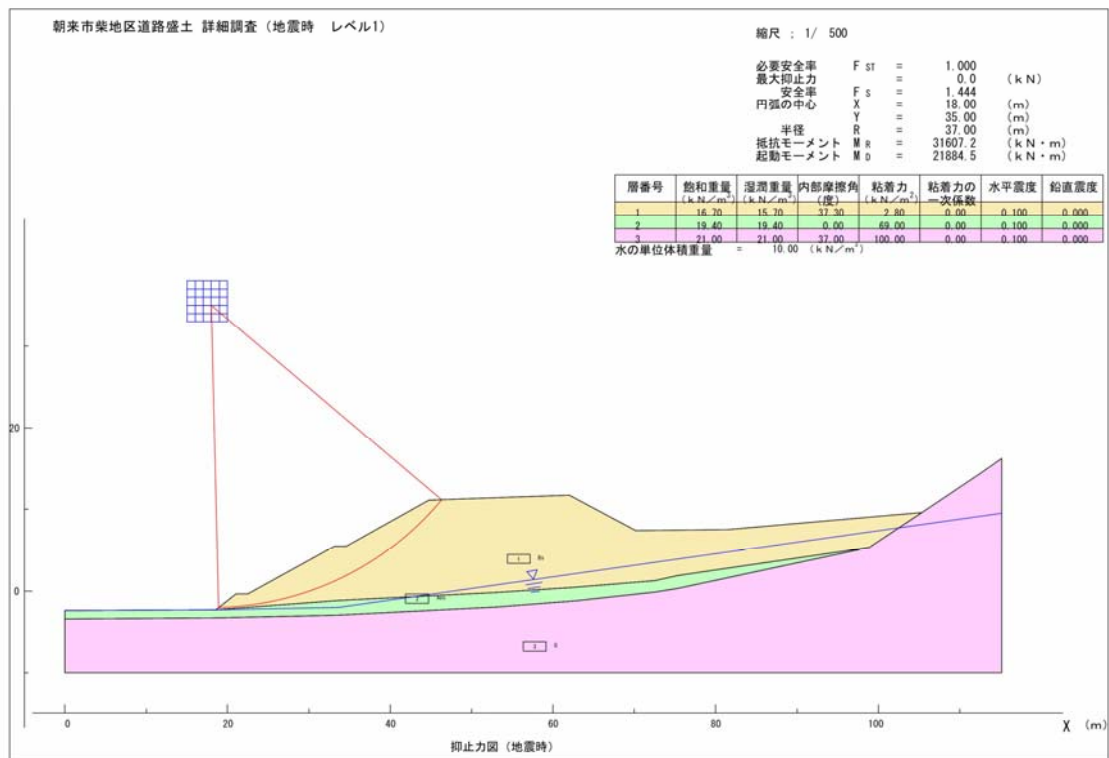


図-3.5.12(b) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル1 地震時)

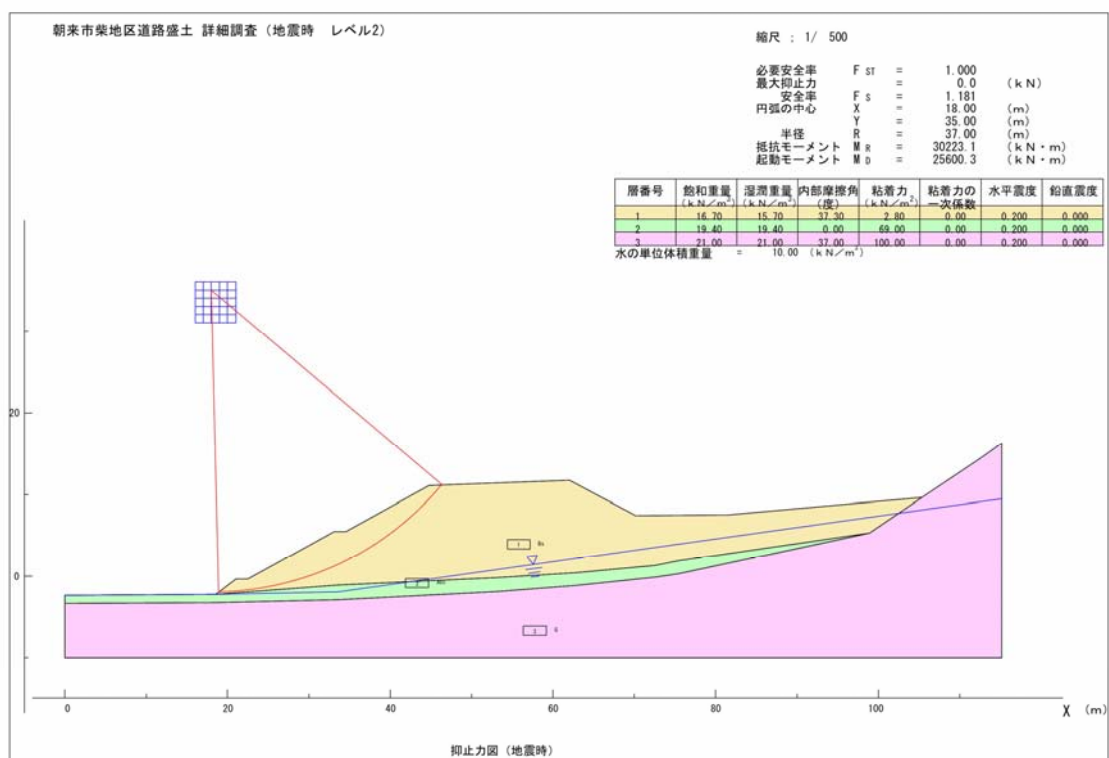


図-3.5.12(c) 詳細調査での安定解析の円弧形状(レベル2 地震時)

(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。

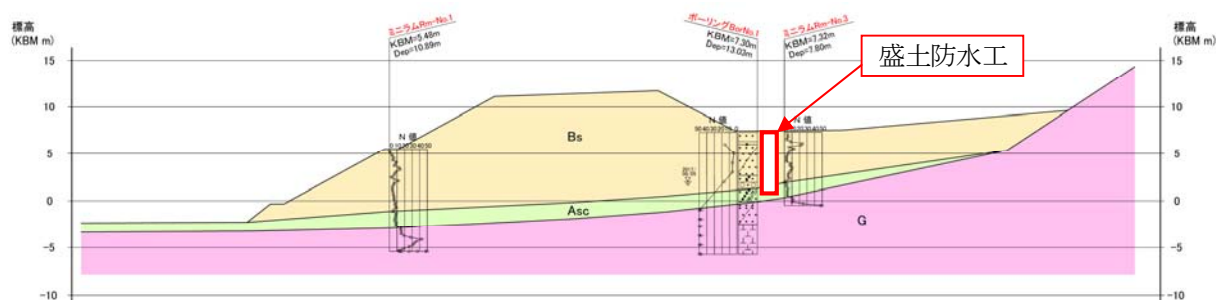
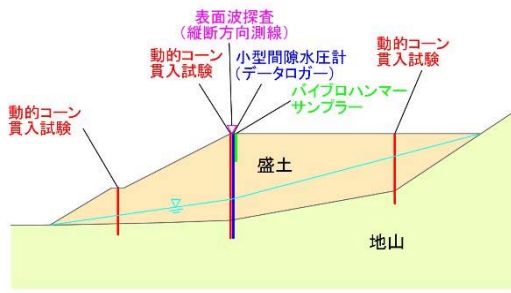
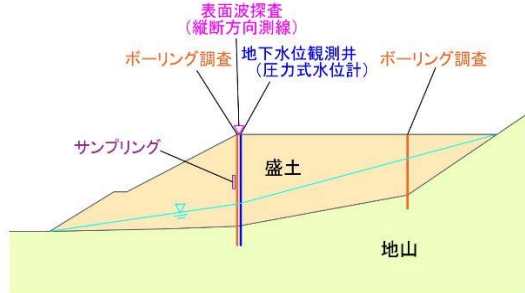


図-3.5.13 盛土防水工イメージ図(盛土内にトレンチを設け、地下水の侵入を防ぐ)

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を併記している。

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,15m10m) 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ヵ月) ・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ヵ月) ・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す、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 等の新技術利活用も視野に入れ，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。

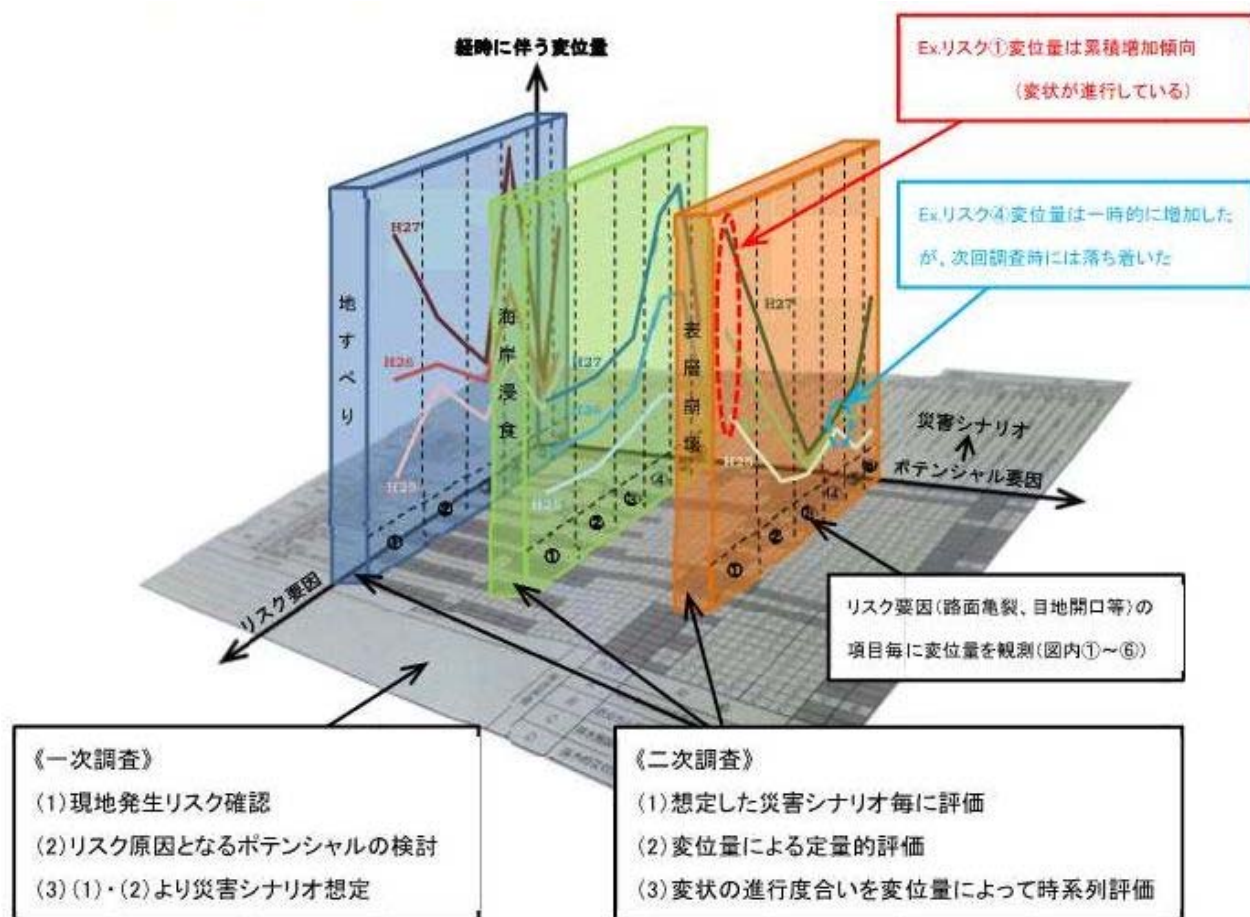


図-4.1.1 安定度調査票への時系列性アドオン模式図

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_{dl} 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_{dl} 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_{dl} 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_{dl} 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。

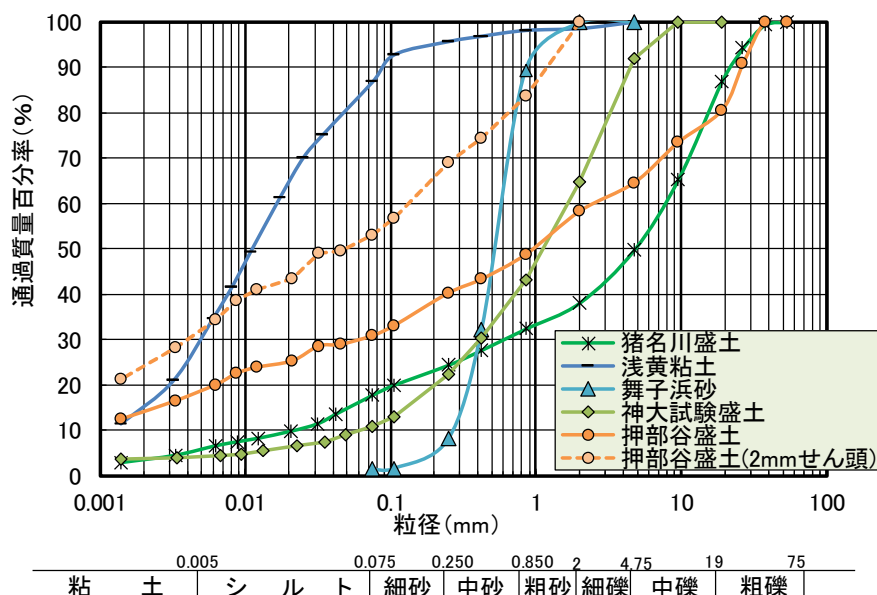


図-4.2.1 室内動的コーン貫入試験に用いた試料の粒径加積曲線

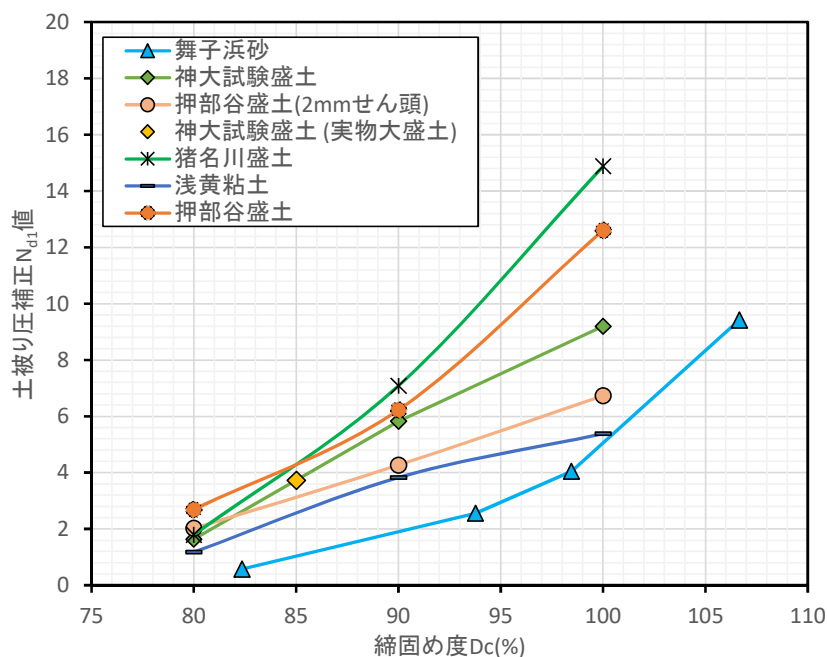


図-4.2.2 試料毎の締固め度～ N_{d1} 値の関係

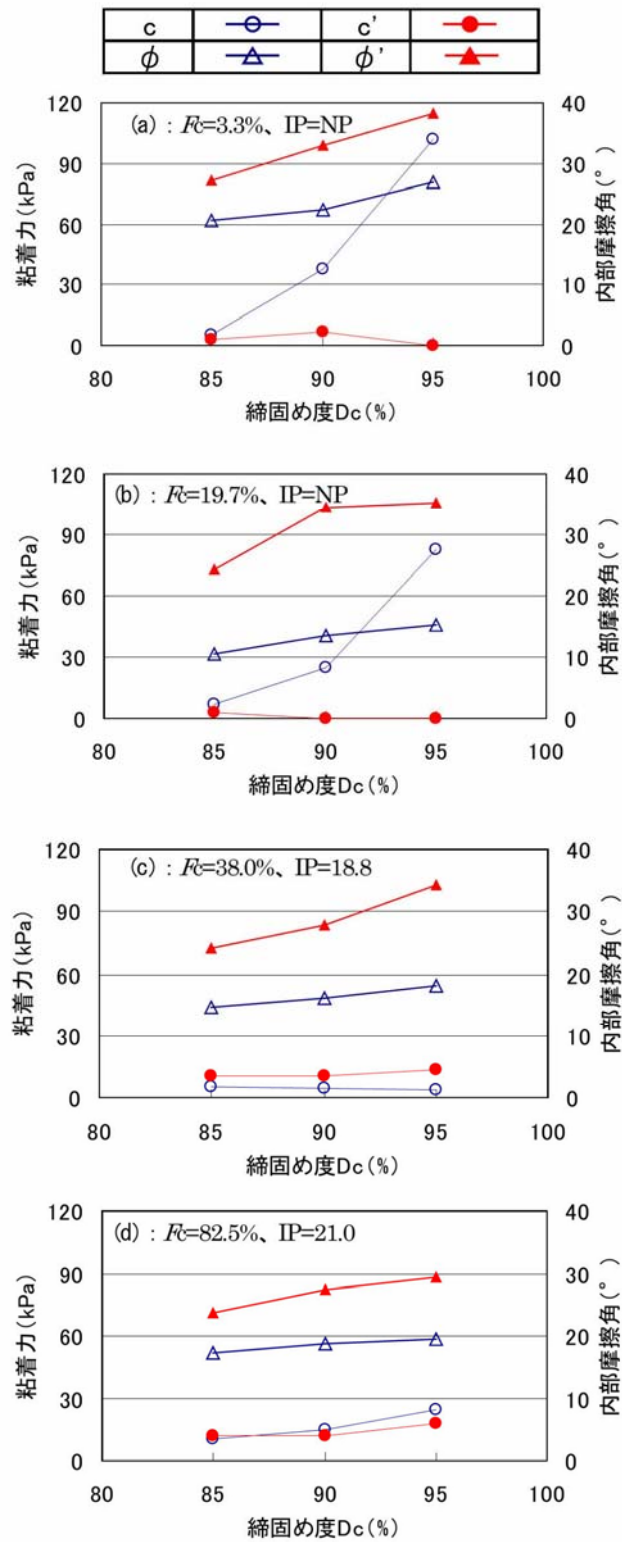
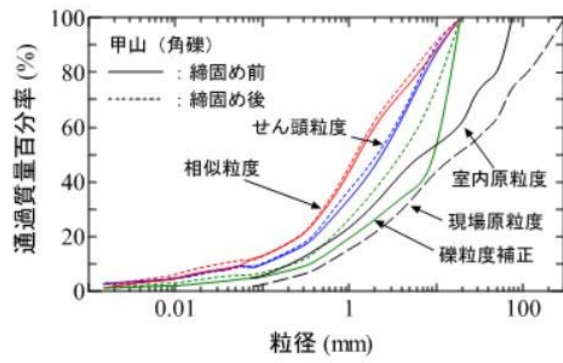
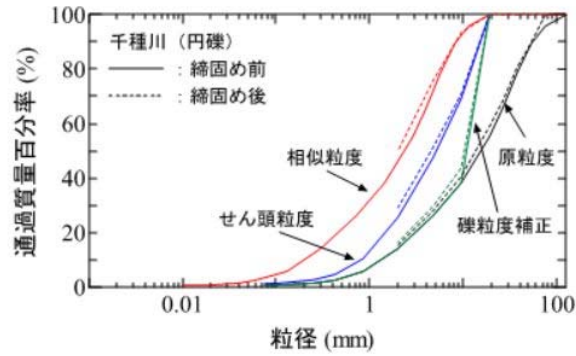


図-4.2.3 各種土質の強度定数と締固め度の関係¹⁾
 (a) 粗粒質 (b) 砂質土 I (c) 砂質土 II (d) 粘性土

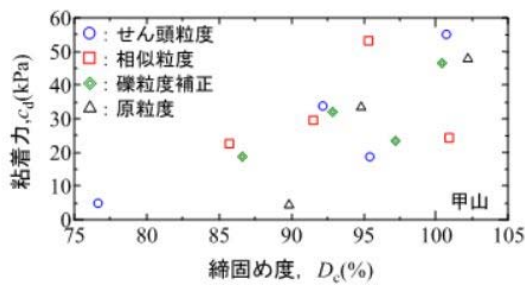


(a) 甲山試料

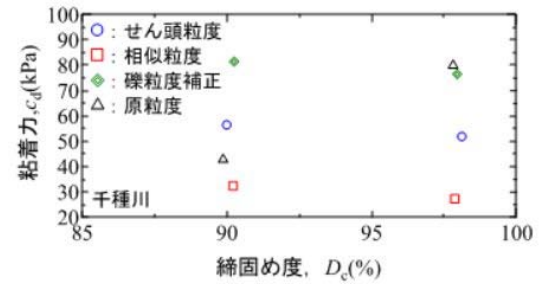


(b) 千種川試料

① 粒径加積曲線

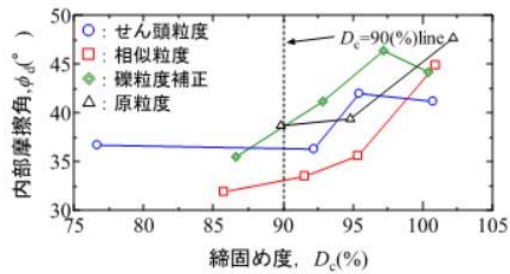


(a) 甲山試料

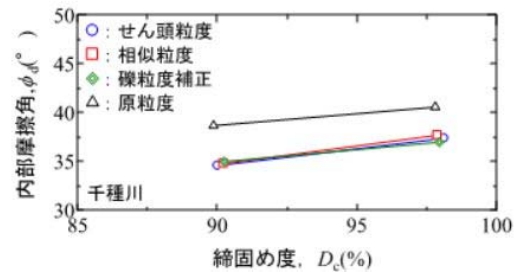


(b) 千種川試料

② $D_c \sim c$ の関係



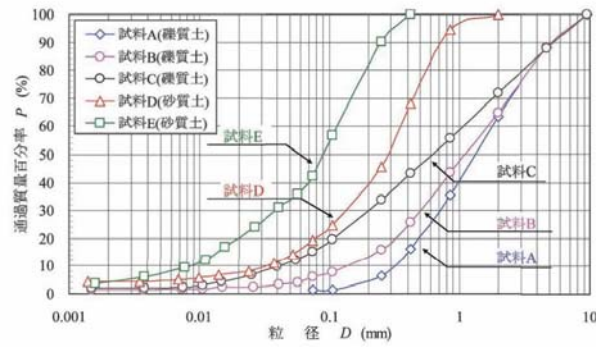
(a) 甲山試料



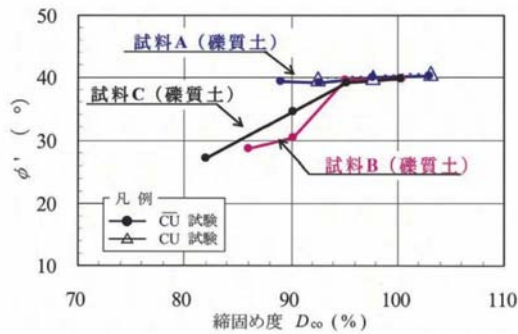
(b) 千種川試料

③ $D_c \sim \phi$ の関係

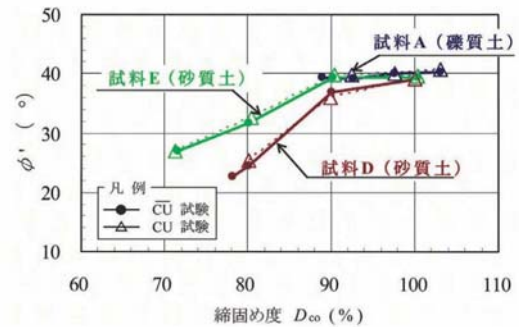
図-4.2.4 砂礫盛土材の強度定数と締固め度の関係²⁾



① 粒径加積曲線

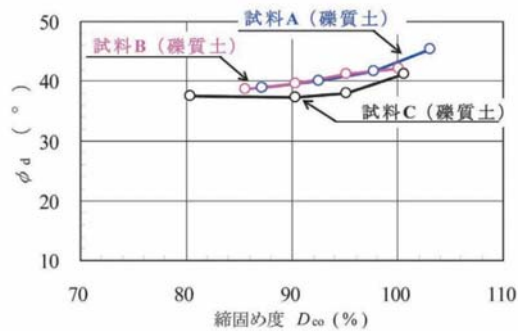


(a) 均等係数が異なるケース

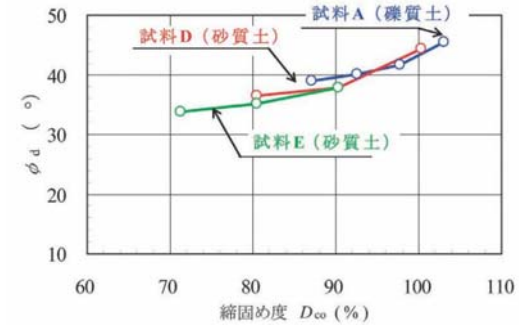


(b) 平均粒径が異なるケース

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。

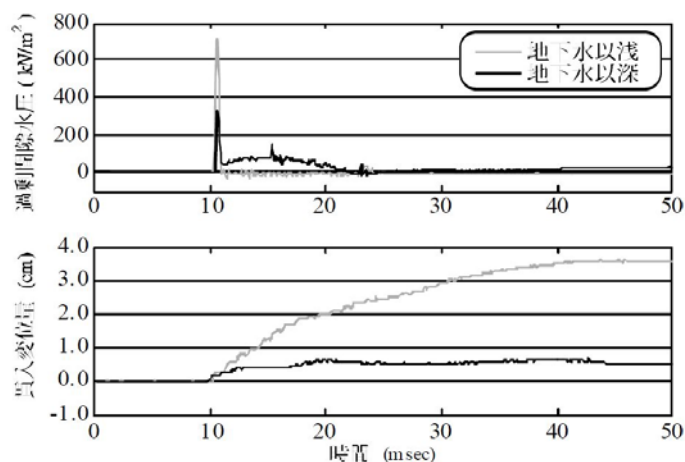


図-4.2.6 動的コーン貫入試験時の間隙水圧測定例⁴⁾

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.

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

目 次

1. 研究目的	- 1 -
2. 落石の発生形態	- 1 -
3. 既往の研究（転石型落石の落石危険度評価に関する研究）	- 3 -
3. 1 振動計測に基づく斜面上転石の落石危険度評価方法 ^{1), 2), 3), 6)}	- 3 -
3. 2 振動を利用した転石の危険度評価	- 8 -
4. 模擬剛体を用いた打撃試験による振動特性の把握	- 9 -
4. 1 打撃計測手法	- 9 -
4. 2 模擬剛体（供試体）	- 12 -
4. 3 模擬剛体による打撃試験結果	- 21 -
5. 実斜面における剥離型落石の振動特性の把握	- 30 -
5. 1 現場概要	- 30 -
5. 2 打撃試験概要	- 31 -
5. 3 実斜面における打撃試験結果および考察	- 32 -
6. まとめ	- 35 -
6. 1 研究成果	- 35 -
6. 2 今後の課題・展望	- 36 -
参考文献	- 37 -

1. 研究目的

道路の維持・安全管理を行う上で重要な視点は、道路沿い急崖斜面に散在する転石の中で不安定な転石を的確に抽出した上で、転石が落下する可能性や落石によって被災する道路構造物ならびに周辺環境に与える影響等から危険度を評価し、危険度に応じた迅速な対策を施すことである。往年の研究成果により転石型落石に関しては一定の危険度評価手法^{1), 2), 3), 4), 5), 6), 7)}が確立され対策されてきたが、剥離型落石に関するものは未だ少ない。そこで本章では、剥離型落石を再現した模擬剛体を打撃した際に得られる振動特性に着目し、危険度評価を行うための定量的な指標を見出す。また、実現場で剥離型落石を打撃し、模擬剛体打撃時に得られた振動特性の知見が利活用可能であるかの検証を行う。上記より、従来の定性的な点検手法を改善し、定量的な判定基準を加えた、簡易かつ効果的な転石の危険度評価手法の提案を行うものである。

2. 落石の発生形態

落石の発生形態⁸⁾は、以下の3つに分類することができる。これらは発生機構や素因・誘因も異なるため、上記分類を行うことは、落石が発生する可能性の想定や落石対策を検討するための前提となる。

①転石型落石（抜落型落石）、②剥離型落石（浮石型落石）、③その他の落石

【転石型落石（抜落型落石）】

転石型落石の発生形態は、図 2-1 に示すとおり 2 つのタイプに大別できる。

- (a) : 段丘・火山碎屑物等の斜面基質が、礫を含む締固めの緩い土砂であるタイプ
- (b)・(c)・(d) : 基岩の風化や風化生成物質の移動により、岩盤上に表土や崖錐等の土砂が存在するタイプ

転石型落石は、土砂中の礫のみが運動を開始する場合と、土砂の崩壊に伴って落石が発生する場合がある。すなわち、マトリックスが表面流や地下水によって浸食され、落石発生源となる岩塊が地表面に浮き出し、遂には平衡状態を失うことで抜け落ちる落石形態である。図内 (a) に示す礫を含む土砂斜面は、一般に傾斜の緩い斜面を形成するため、抜け出し直後に飛跳運動をすることは稀である。一方、図内 (b)・(c)・(d) は、抜け出し直後に飛跳運動をする。

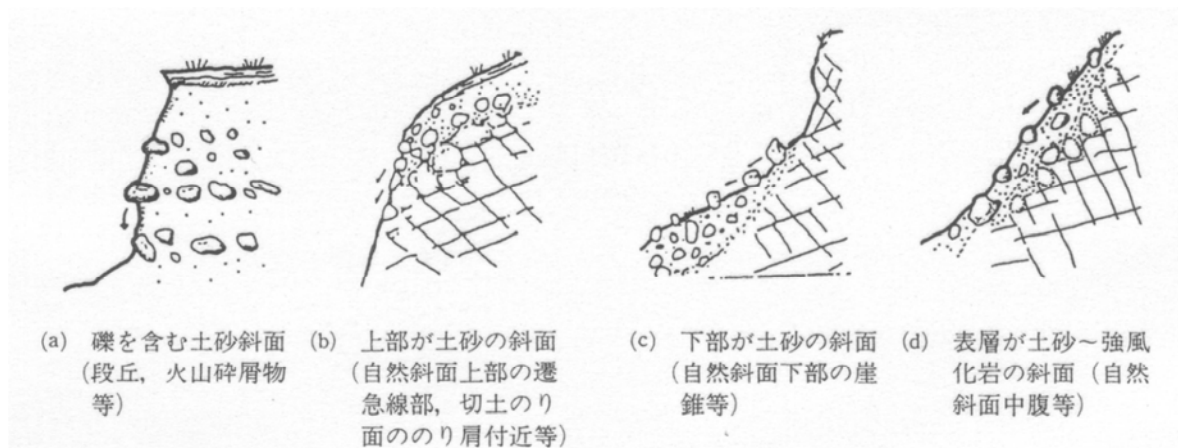


図 2-1 転石型落石の発生形態

【剥離型落石（浮石型落石）】

剥離型落石の発生形態は、主に岩盤斜面上で発生する。図 2-2 に示すとおり発生規模は小さいが、発生機構は岩盤崩壊と同一である場合が多い。

- (a)：板状の浮石が形成され易いが、節理・層理・片理・硬軟層といった境界の不連続面方向が単一でなく、複数存在する場合が多い。
- (b)：不連続面が概ね水平である場合は、不連続面間における軟弱層の浸食程度の差異によってオーバーハングが形成される結果、落石となる。
- (c)：不連続面が高角度に入っている場合は、オーバーハングやトップリングによる落石が発生する。
- (d)：新第三紀以降の軟岩等で構成される不連続面の発達していない斜面において、地表面が風化することで肌落ちし、落石となる。

剥離型落石は最初から岩目が無くとも、新たな引張亀裂（テンションクラック）が発生して剥離することもあり、第三紀層等、比較的新しい年代の地層や火山岩類によく見られる。

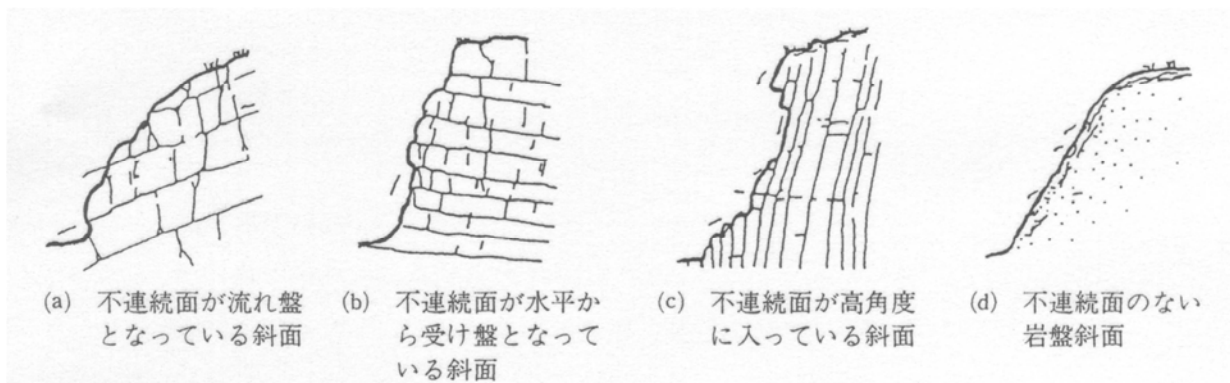


図 2-2 剥離型落石（浮石型落石）の発生形態

【その他の落石】

図 2-3 に示す発生形態は、以下のような場合に見られる。これらは特殊なケースであるが、落石の発生原因の一つであると考えられている。

- ・風化花崗岩地帯において、風化・浸食に強い岩塊が風化により残存して、トア（岩塔）地形を形成し、これが崩落して落石となる。
- ・凝灰角礫岩地帯において、浸食を免れた礫が不安定な状態で残存した部分が落石となる。



風化・浸食で残留した
尾根上の巨礫等

図 2-3 その他の落石の発生形態

3. 既往の研究（転石型落石の落石危険度評価に関する研究）

3.1 振動計測に基づく斜面上転石の落石危険度評価方法^{1), 2), 3), 6)}

深田らは定量的な落石危険度評価方法を確立するためには、転石の振動特性を把握すること、そして転石型落石の力学的な発生メカニズムを考慮することの重要性を説き、振動を利用した転石の根入れ深さを推定した上で力学的安定度を計算し、落石危険度を評価する手法を提案している。

(1) 振動を利用した転石の根入れ深さの推定方法

深田ほかは、図 3-1 に示す地盤中に根入れを有する転石を模擬した剛体を作製し、剛体の形状寸法・重量・地盤固さ・根入れ深さ等の条件を変えて、ハンマー打撃時に計測した加速度波形から固有振動数を算定した。

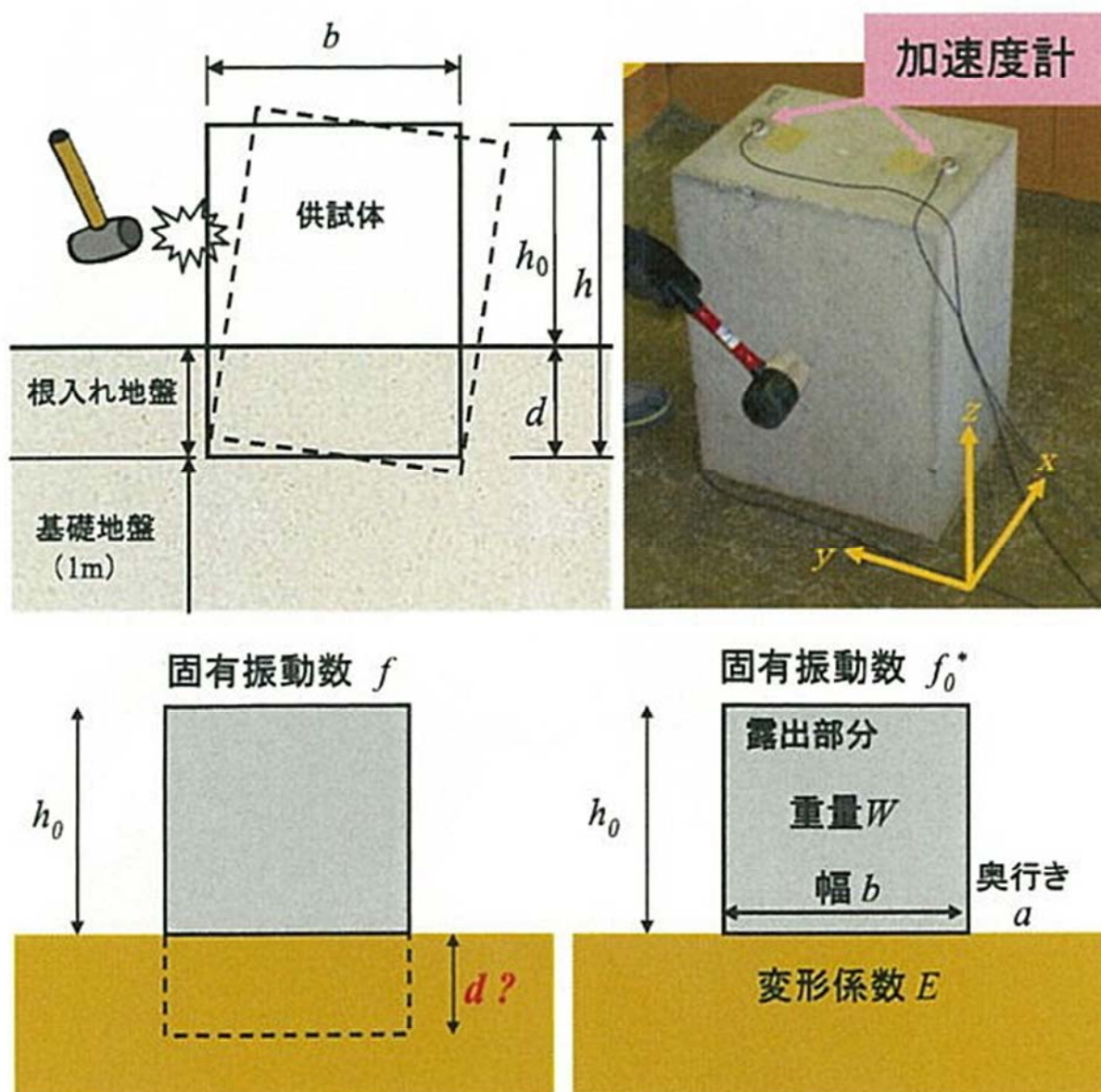


図 3-1 転石を模擬した剛体に関する振動計測実験

また、転石や地盤をモデル化した三次元有限要素法による固有値解析から、式 3-1～式 3-4 に示す転石の根入れ深さを推定する方法を考案し、更に式 3-5 にて、根入れ深さを X 方向及び Y 方向の 2 方向からの平均値として求めることを提案している。また、これら推定式より求まる根入れ深さが、 $\pm 5\text{cm}$ 程度の誤差

で推定できることを検証している。

$$d = 0.396 \frac{f}{f_0^*} - 0.394 \quad (3-1)$$

$$f_0^* = 0.719Q_1 \cdot Q_2 + 0.745 \quad (3-2)$$

$$Q_1 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{EA g}{B(1-\nu^2)I_p W}} \quad (3-3)$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{(b/h_0)^2}{(b/h_0)^2 + 1}} \quad (3-4)$$

$$\bar{d} = \frac{d_x + d_y}{2} \quad (3-5)$$

ここに、

- d : 根入れ深さの推定長 (m)
- f : 転石の実測固有振動数 (Hz)
- f_0^* : 転石（露出部分）を根入れ深さをゼロとみなした場合の固有振動数 (Hz)
- Q_1 : 地盤をバネとみなしたときの転石（露出部分）の基本振動数 (Hz)
- Q_2 : 転石（露出部分）の形状から決まる特性値
- E : 転石まわりの地盤の変形係数 (kN/m²)
- A : 転石（露出部分）の底面積 (m²)
- g : 重力加速度 (m/s²)
- B : 転石（露出部分）の短辺長さ (m)
- ν : 地盤のポアソン比
- I_p : 形状係数 ($I_p = 0.3053 \ln(L/B) + 0.5564$)
- L : 転石（露出部分）の長辺長さ (m)
- W : 転石（露出部分）の重量 (kN)
- b : 転石の打撃方向の幅 (m)
- h_0 : 転石（露出部分）の高さ (m)
- \bar{d} : 平均根入れ深さ (m)
- d_x : X 方向打撃の固有振動数から算定される根入れ深さ (m)
- d_y : Y 方向打撃の固有振動数から算定される根入れ深さ (m)

(2) 力学的安定度に基づく落石危険度の定義

深田らは落石危険度について、斜面における滑動及び転倒に対する転石の力学的安定度を用いて定義している。

滑動に対する安定度は、根入れ地盤の破壊に対する安全率として考えることができ、図 3-2 に示すとおり、滑動力は地盤の主働土圧と転石自重の斜面方向成分、抵抗力は地盤の受働土圧と転石底面および側面の摩擦力と粘着力の合力となる。

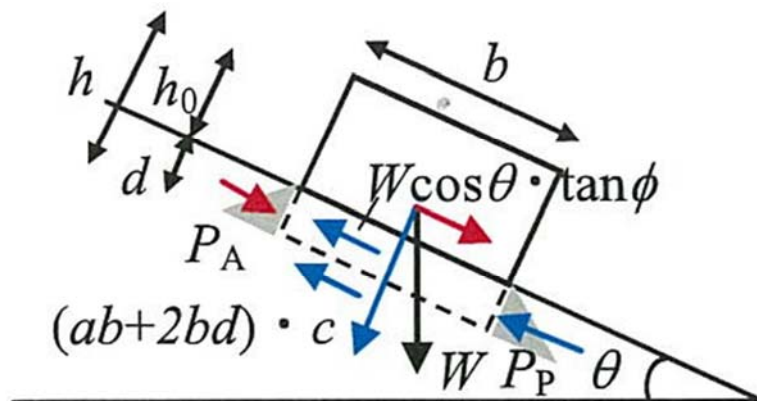


図 3-2 転石の滑動に対する安定度

ここで転石の地中部側面の摩擦力については、摩擦係数と土圧係数のいずれも 1 より小さい 2 つの係数の積であることと、根入れ深さが大きくないことを考えれば、粘着力等の他の抵抗力と比べて小さな値となる。そのため安全側の評価であることに加え、計算の簡便性も考慮してこれを無視することとし、滑動に対する安定度： F_s を次項式 3-6 で定義する。

転倒に対する安定度は、図 3-3 に示すように支点まわりのモーメントで考える。転倒モーメントは転石自重の斜面方向成分によるもの、抵抗モーメントは転石自重の斜面直角方向成分によるものと転石上部の地盤の受働土圧によるものとの合計となる。

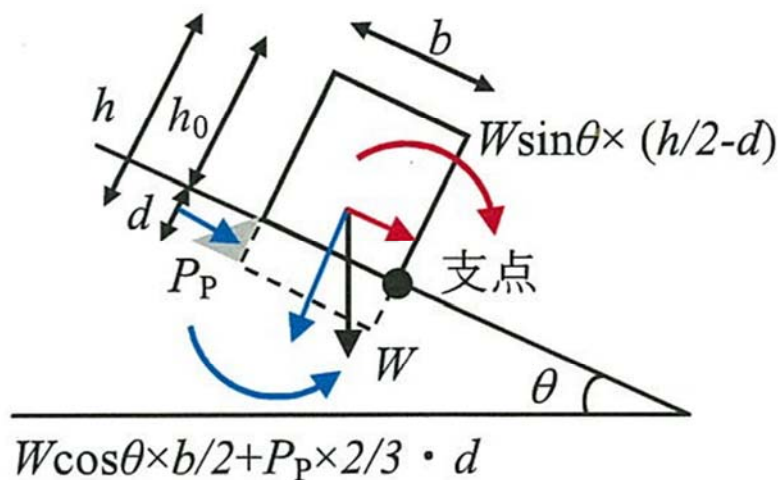


図 3-3 転石の転倒に対する安定度

なお、滑動に対する安定度と同様に、安全側の評価となることと、計算の簡便性を考慮して、転石の底面及び地中部側面の摩擦力による抵抗モーメントは無視する。したがって、転倒に対する安定度： F_R を式 3-7 で定義する。

また、式 3-6 および式 3-7 における根入れ地盤の主働土圧と受働土圧は、せん断抵抗力和粘着力がある場合のランキン土圧として、それぞれ式 3-8、式 3-9 で与える。

$$F_S = \frac{P_P + W \cos \theta \cdot \tan \varphi + (ab + 2bd) \cdot c}{P_A + W \sin \theta} \quad (3-6)$$

$$F_R = \frac{W \cos \theta \times b/2 + P_P \times (2/3) \cdot d}{W \sin \theta \times (h/2 - d)} \quad (3-7)$$

$$P_A = \left[\frac{1}{2} \gamma d^2 \cdot \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) - 2cd \cdot \tan \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right] \times a \quad (3-8)$$

$$: P_P = \left[\frac{1}{2} \gamma d^2 \cdot \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) + 2cd \cdot \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right) \right] \times a \quad (3-9)$$

ここに、

- F_S : 斜面上転石の滑動に対する安定度
- P_A : 根入れ地盤の主働土圧 (kN)
- P_P : 根入れ地盤の受働土圧 (kN)
- W : 転石の重量 (kN)
- θ : 斜面勾配 (°)
- φ : 地盤のせん断抵抗角 (°)
- a : 転石の斜面走向方向の奥行き (m)
- b : 転石の斜面傾斜方向の幅 (m)
- d : 転石の根入れ深さ (m)
- c : 地盤の粘着力 (kN/m²)
- F_R : 斜面上転石の転倒に対する安定度
- h : 転石の高さ (m $h=h_0+d$)
- h_0 : 転石の露出部分の高さ (m)
- γ : 地盤の単位体積重量 (kN/m³)

(3) 斜面における地盤の変形係数

地盤の変形係数は、急斜面においても測定できる方法として簡易貫入試験による N_d 値によって評価する。一般的に N_d 値と N 値には、 $N_d = (1 \sim 3) N$ の関係がある。

ここで根入れ深さの推定式である式 3-1 において、重要な f_0^* が分母にあり、この f_0^* が式 3-3 において地盤の変形係数を含む Q_I と関係していることから、根入れ深さを過大に算出しないためには、 Q_I を大きく

見積もる方が良い。したがって、 $N=N_d$ とし、変形係数とN値の一般的な関係である $E=700N$ (kN/m²) を用い、これを動的な歪みレベルに対応した2倍相当値として、式3-10により地盤の変形係数を算出している。

なお、今回対象とする転石の露出高が最大でも1m程度であり、根入れ深さがその半分の50cm程度（根入れ比：0.5以上）あれば十分に安定であると考え、地盤の評価は深さ50cmの位置の N_d 値で行うこととした。

また、地盤の粘着力： c とN値の関係は、斜面の概略安定計算に用いられる $c=N/16$ (kgf/cm²)= $6N$ (kN/m²) として、式3-11により評価する。

$$E = 2 \times 700N_d = 1,400N_d \quad (3-10)$$

$$c = 6N_d \quad (3-11)$$

(4) 転石露出部分の形状近似

提案する方法で根入れ深さを推定するためには、まず転石の露出部分の形状を把握する必要がある。図3-4に示すように、転石の露出部分の外形寸法を、傾斜に添った斜面走向方向の寸法： a 、斜面方向寸法： b 、斜面直角方向高さ： h_0 の直方体に近似する。ただし、その重量は直方体に内接する楕円球体の半分として式3-12により求める。

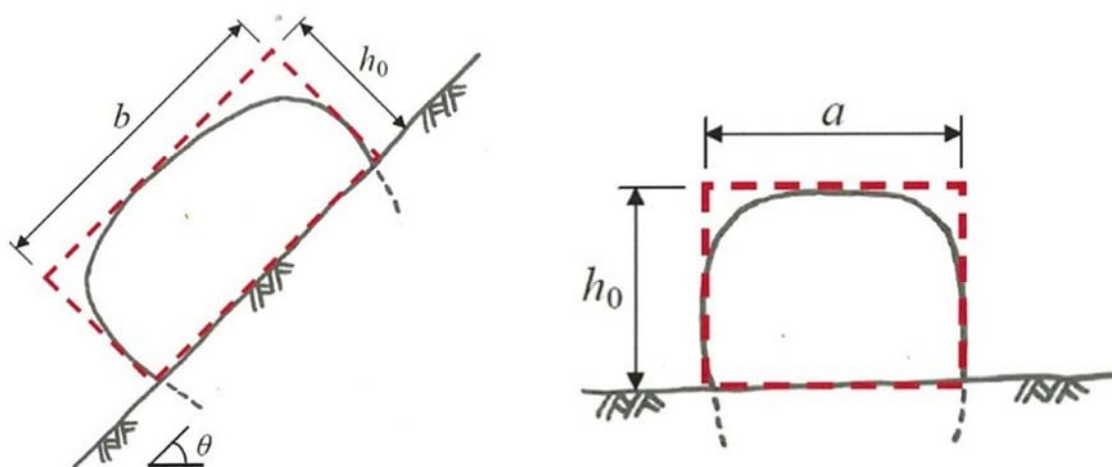


図 3-4 転石の形状近似

$$W = \gamma_{ROCK} \cdot \frac{4}{3} \pi \cdot \frac{a}{2} \cdot \frac{b}{2} \cdot h_0 \times \frac{1}{2} = 0.52 \cdot \gamma_{ROCK} \cdot a \cdot b \cdot h_0 \quad (3-12)$$

ここに、

- γ_{ROCK} : 転石の単位体積重量 (kN/m³)
- a : 転石の斜面走向方向の奥行き (m)
- b : 転石の斜面傾斜方向の幅 (m)
- h_0 : 転石の露出部分の高さ (m)

3.2 振動を利用した転石の危険度評価

岩塊に生じた振動を捉え、そのときの加速度や振動数等のパラメータを評価する手法は、岩塊に損傷を与えずに定量的な危険度評価ができることから、物理モデルを用いた転石メカニズムの解明^{4),7),9)}等と共に転石における研究対象とされてきた。1980年代には、奥園らによって、転石周辺をかけやで打撃した時の加速度を評価する手法¹⁰⁾が提案されており、2000年代に入ると、計測機や記録・解析装置(コンピュータ)が小型かつ安価になったため、緒方らによって解析によって得られるパラメータを用いた評価法¹¹⁾も提案された。このときの振動源には、自動車や列車が通過した際の常時微動を用いるものと、転石やその付近の地盤を直接打撃した際の振動を用いるものに分けられる。常時微動を用いる評価法は、高速道路総合技術研究所や土木研究所によって、「落石危険度振動調査法」^{12),13)}として実用化されてきた。具体的には、転石部と基盤部の2つの振動波形からRMS(2乗平均平方根)速度振幅比を計算し、1質点1自由度系モデルの周波数応答曲線の理論曲線から卓越周波数と減衰定数を同定する。これらのパラメータを

図 3-5 に示すチャート上に図示し、図に示す不安定領域に分布する転石を不安定と判定するものである。

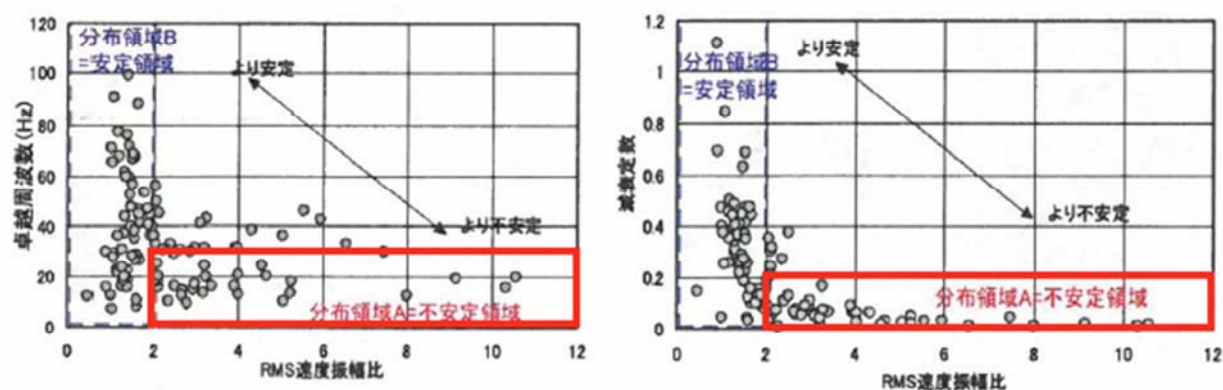


図 3-5 RMS 速度振幅比と卓越周波数、減衰定数による判定¹³⁾

しかしながら、この調査法が測定対象とする常時微動は、専門技術者が専用機械を使用して測定や解析を行う必要があるなど、高コストであるため実施事例の報告は限られている。実現場の斜面管理の現状に照らせば、精微な判定方法ではなくとも、従来の方より精度が高く、何よりも現地での実施が容易である判定方法の開発が望まれる。

4. 模擬剛体を用いた打撃試験による振動特性の把握

4.1 打撃計測手法

(1) 計測システム

本研究で採用する計測法は、深田らが提案する『振動計測に基づく斜面上転石の落石危険度評価方法』である。深田らは、定量的な落石危険度評価方法を確認するためには、転石の振動特性を把握すること、そして転石型落石の力学的な発生メカニズムを考慮することの重要性を説き、振動を利用した転石の根入れ深さを推定した上で力学的安定度を計算し、落石危険度を評価する手法を提案している。下記に述べる評価手法は「転石型落石」に採用していた評価手法であり、本研究では「剥離型落石」にも適用が可能であるかの検証を行う。

転石型落石に対する振動計測手法概要図を図 4-1 に示す。本研究では下記計測手法を用いて、各条件下において模擬剛体を打撃した際に得られる加速度スペクトル及び固有振動数に着目し、剥離型落石の振動特性に関する考察を行った。

- ① 加速度計を設置した根入れを有する斜面上転石をゴムハンマーで打撃し、得られる加速度波形を AD 変換器を介して PC に記録する。
- ② 加速度波形をフーリエ変換し、加速度スペクトルと固有振動数を得る。加速度スペクトルが最大となる卓越振動数をその転石が持つ固有振動数とみなし、転石の根入長推定や転倒・滑動等の安定計算を行う。

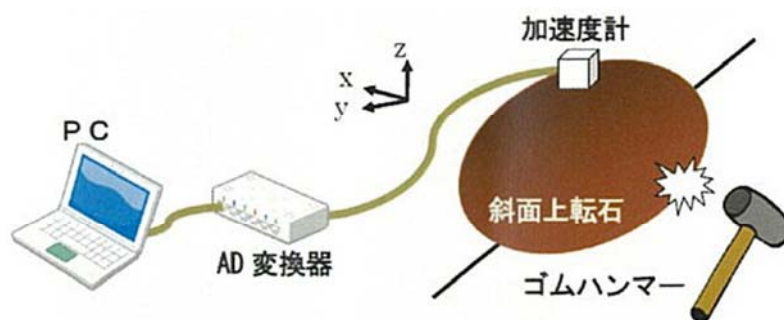


図 4-1 斜面上転石の振動計測イメージ



図 4-2 斜面における転石の振動計測状況

※ 振動計測機器は、作業条件が必ずしも良好でない急傾斜地等でも使用性に優れている必要がある。そのため、プリアンプ内蔵の機器を採用し、シンプルかつコンパクトなシステム構成となっている。

(2) 落石打撃によって得られる固有振動数および加速度について

一般に、打撃方向に対して、動きにくい（安定した）岩盤を打撃する場合は、固有振動数および加速度が大きくなる。これは打撃時に発生した波が減衰することなく反発するためである。一方、動き易い（不安定化した）岩盤を打撃する場合は、打撃する落石も打撃方向へ移動するため、打撃時に発生した波が減衰し、固有振動数及び加速度は小さくなる。また、加速度は加速度計と打撃箇所が近いほど大きく、遠方に進むにつれて小さく取得される。

深田らは得られる最大固有振動数について、経験則から 100Hz 以上の場合を大きい、100Hz 以下の場合を小さいとしている。また、加速度については得られる値が元々小さいため大小の境を設けていない。本業務でも深田らの見解を基準に評価を行う。

したがって、個々の落石を打撃することによって得られる固有振動数及び加速度を評価する際に、以下の前提を定義する。

《固有振動数について》

- ・固有振動数：大 → 打撃方向に対して移動しにくい
- ・固有振動数：小 → 打撃方向に対して移動しやすい

《加速度について》

- ・加速度：大 → 打撃箇所から近い
- ・加速度：小 → 打撃箇所から遠い

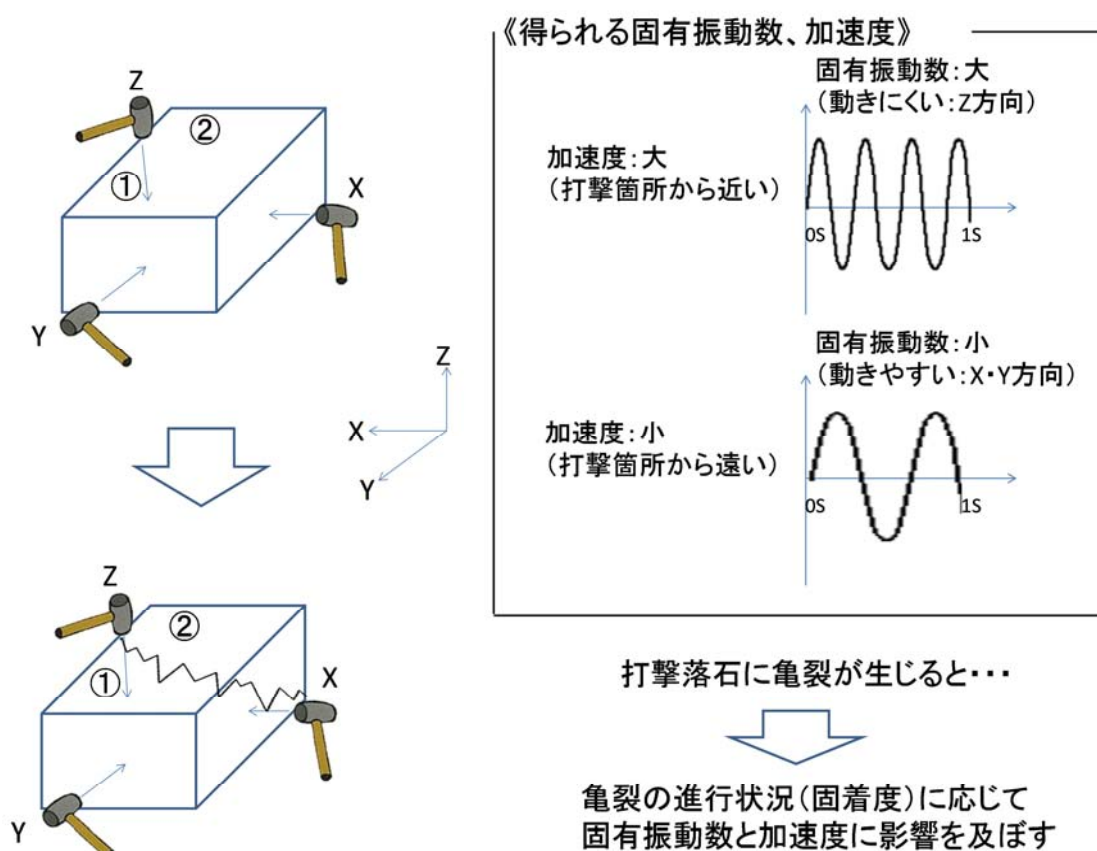


図 4-3 落石打撃によって得られる固有振動数および加速度

落石打撃時の最大固有振動数および最大加速度スペクトルは、図 4-4 に示す解析ソフト（Wave Stocker Ver 2.61）を用いて取得する。図内拡大箇所では、加速度 ch 毎、かつ X・Y・Z 方向毎に取得した加速度波形をフーリエ変換した最大固有振動数および最大加速度スペクトルが把握できるようになっている。図内拡大図右側には、縦軸に最大加速度、横軸に最大固有振動数が両対数軸でプロットされる。拡大図左側には、波形にピークが認められる箇所の最大固有振動数と最大加速度スペクトルを加速度順に上位 10 位まで記載される仕組みとなっている。また、三軸方向を容易に把握するため、それぞれ X 方向（青）、Y 方向（赤）、Z 方向（緑）で色別されている。

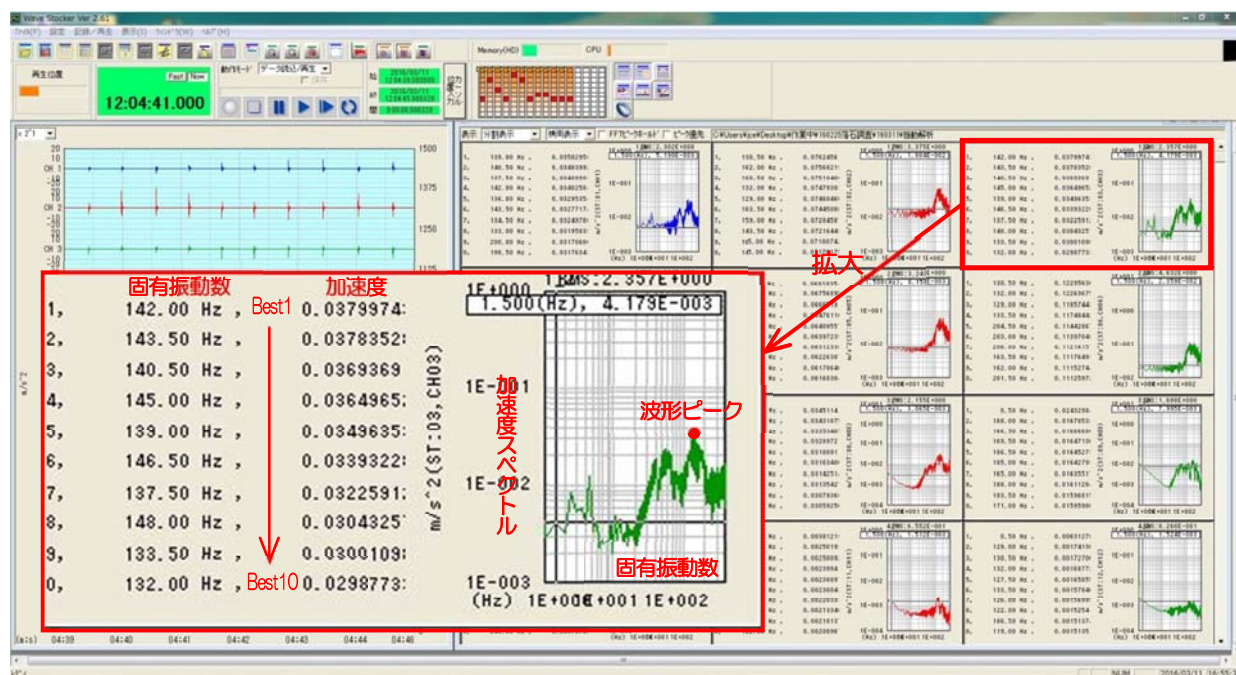


図 4-4 解析ソフト（Wave Stocker Ver 2.61）画面

4.2 模擬剛体（供試体）

（1）模擬剛体作成方法

模擬剛体は軽量で加工が容易な石膏とし、形状寸法は $W:L:H=20\text{cm}\times40\text{cm}\times30\text{cm}$ 、重量約 18kg、密度 0.75t/m^3 である一般的な風化岩相当の直方体とした。

- ① 模擬剛体を作成するため、図 4-5 に示すコンパネを用いて $W:L:H=20\text{cm}\times40\text{cm}\times30\text{cm}$ の寸法の型枠を事前に作成する。コンパネとはコンポジットパネルの略語であり、表面に防水加工を施した合板のことをいう。型枠内に水を投入した際の木材への浸透や型枠外への漏水を防ぐため、コンパネの防水加工面を型枠の内側とし、型枠材間に生じる隙間は図 4-6 に示すシリコン製のペースト状シール材で充填する。また、石膏の硬化による体積膨張で型枠が変形するのを防ぐため、長辺側の型枠側面には別途補強材を設けた。



図 4-5 模擬剛体の作成に必要なコンパネ製型枠



図 4-6 シリコン製シール材（充填材）

- ② 型枠内に予め水を張り、石膏：水=18kg：17kgの割合（質量比=1：1）で石膏を投入する。この際の密度は、 $0.75 \text{ (t/m}^3\text{)}$ となった。図 4-7 に示すように、均一な模擬剛体を作成するために攪拌すると同時に、石膏内の気泡を取り除くためランマーを用いて側方から振動を与えた。攪拌が完了したら、表面に浮かび上がった気泡をヘラで取り除いて2～3日乾燥させ、石膏の硬化が十分に進行したことを確認した後に脱型する。



図 4-7 模擬剛体作成時の攪拌状況



図 4-8 脱型後の模擬剛体

- ③ 図 4-9 示すように、作成した模擬剛体の上面に打撃箇所を明確にするため、5cm×5cm 間隔のメッシュを配置し、その格子点を赤色で着色した。模擬剛体打撃面の各格子点は、図 4-10 に示すように模擬剛体の短辺方向を X 軸、長辺方向を Y 軸、高さ方向を Z 軸とし、X 方向に A～D 列、Y 方向に 1～8 列を設け、各点を A-1～D-8 と定義し、これを打撃点とした。また、図 4-10 に示すように、長辺に並行な中心線上の中心部・両端部に加速度計の設置点①～③を設けた。

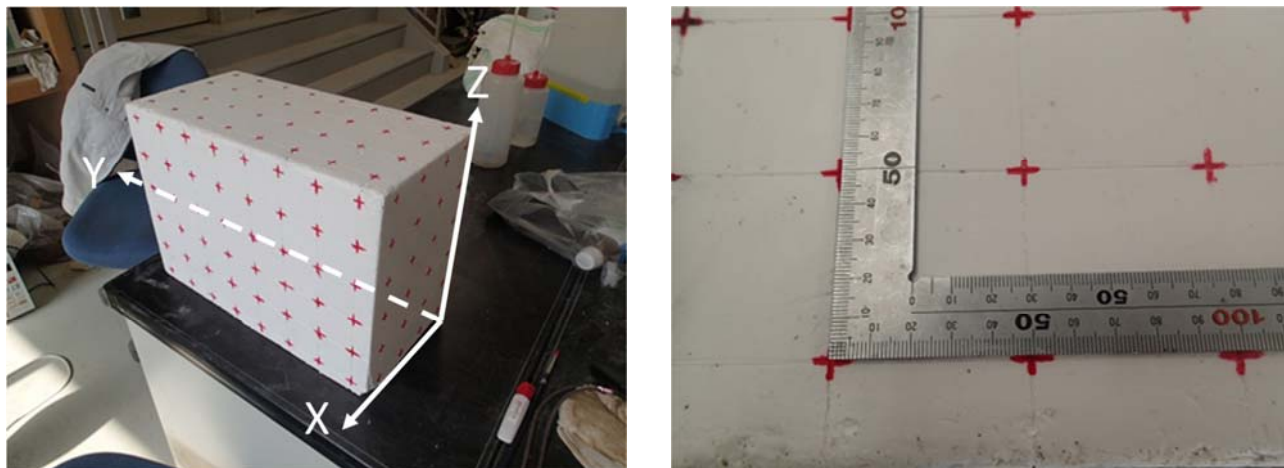


図 4-9 模擬剛体の格子点配置状況

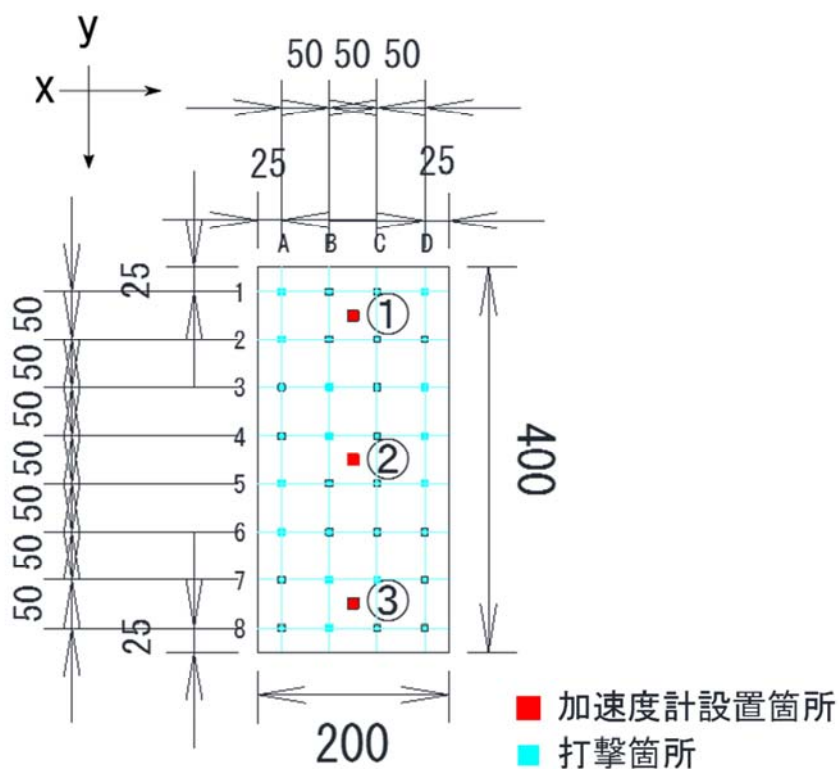


図 4-10 模擬剛体打撃面の打撃点ならびに加速度計設置位置図

- ④ 模擬剛体に加速度計を取り付ける際には、図 4-11 に示す加速度計の X 軸, Y 軸, Z 軸が模擬剛体に設定した各座標軸と合致するように留意する。加速度計はそれぞれ、「加速度計①～③」と呼称する。加速度計を模擬剛体に確実に接着させるため、接着剤としてエポキシ樹脂製のパテを用いた。

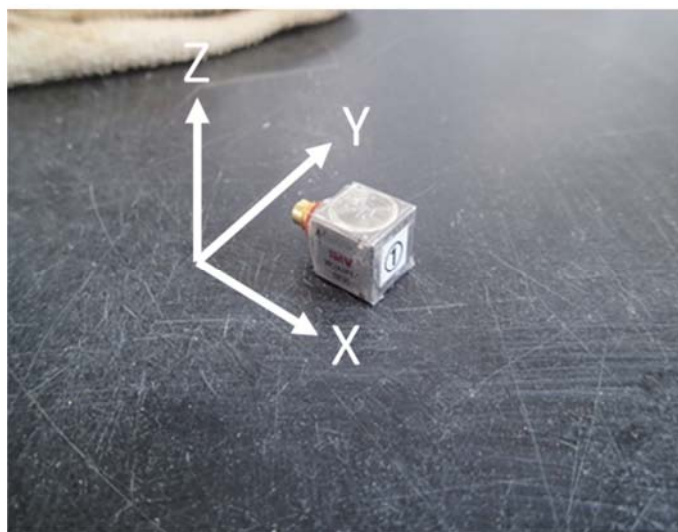


図 4-11 加速度計に設定されている座標系



図 4-12 模擬剛体との接着に用いたエポキシ樹脂製パテ

- ⑤ 模擬剛体の据え付けについては注意を要する。当該打撃試験では据付面に対して法線方向（Z 方向打撃）を行い、打撃時に発生した振動を計測する。硬質の床や机、あるいは不陸のある地盤の上に模擬剛体を据え付けた場合、模擬剛体が打撃と共に動き、安定した波形が得られない。したがって、図 4-13 に示すように据付面に敷き砂をして不陸を解消した。



図 4-13 模擬剛体設置箇所の敷き砂状況

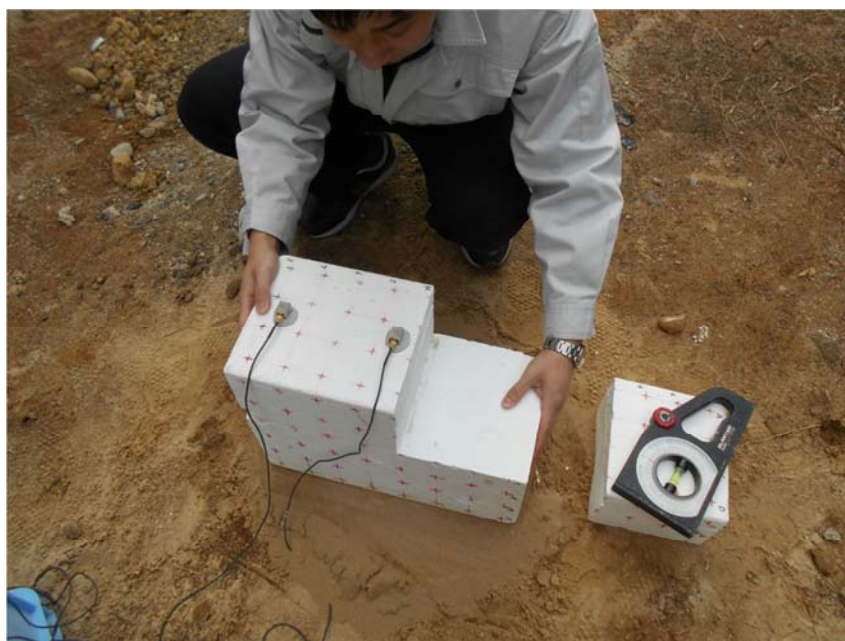


図 4-14 模擬剛体据付状況

(2) 打撃試験で用いた模擬剛体の仕様

「安定した基岩」と「不安定な剥離部」を有する転石を再現するため、(1) の工程で作成された模擬剛体に切り込み加工を施し、3TYPE のパターンにて打撃試験を行った。

また、図 4-15 に示す通り模擬剛体天端面に 3 つの加速度計を設置し、打撃点は天端面に設けた格子交点 (@5cm) と、各 TYPE に応じて設定した側面の 1～2 箇所とした。

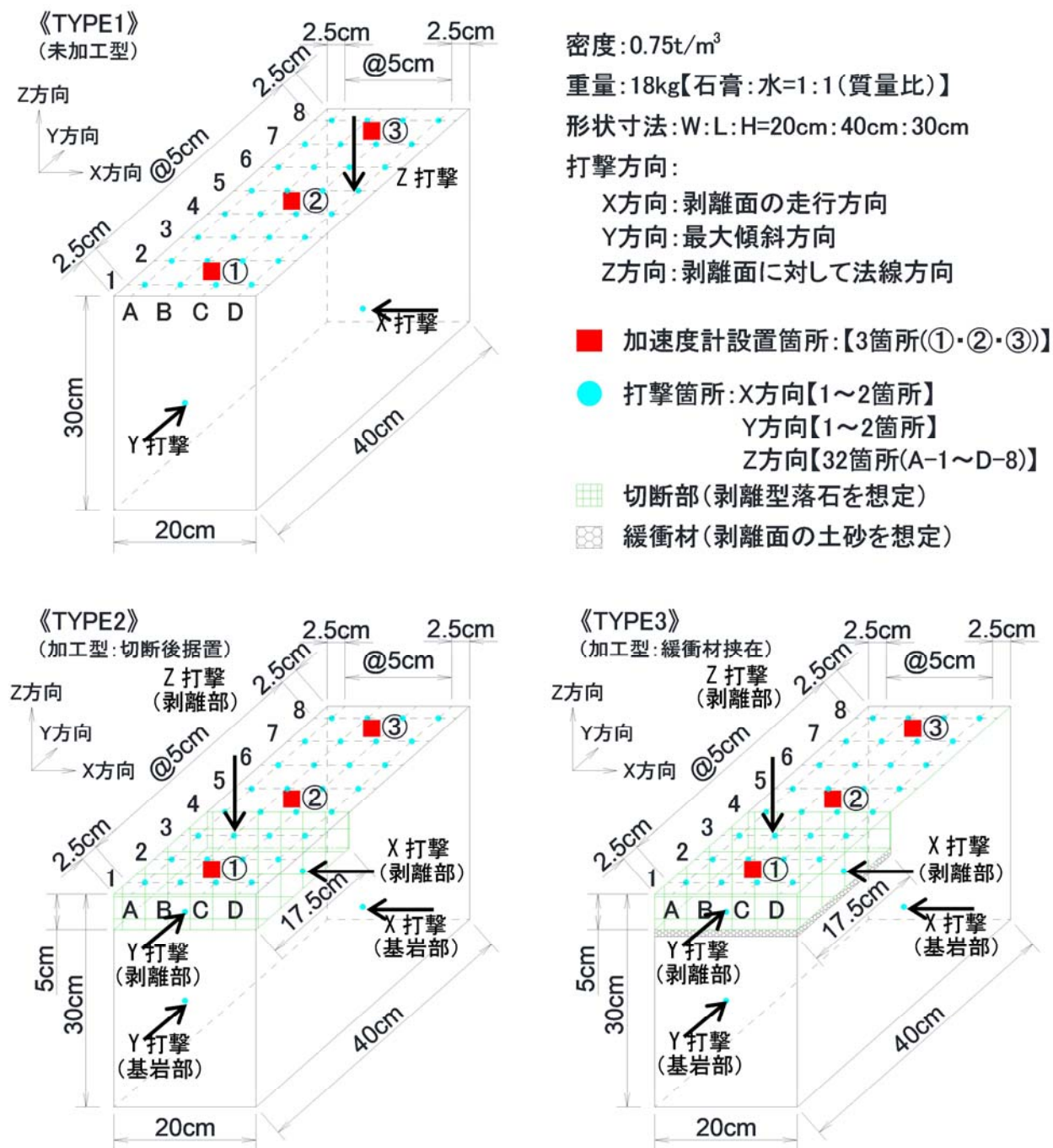


図 4-15 打撃試験に用いた模擬剛体仕様図-1

図内 TYPE1 を標準供試体（未加工）とし、TYPE2・3 では模擬剛体に切込を入れて分離させ、基岩上にある剥離岩盤を再現した。TYPE2 では分離した剥離岩盤が基岩に静置した状態を、TYPE3 では剥離面に緩衝材を敷くことで TYPE2 と比べて打撃時に発生する振動を吸収し易い状態を再現した。なお、緩衝材の材質は非常に軟らかいスポンジで打撃時の振動を相当に吸収できる素材であり、厚さは約 5cm とした。

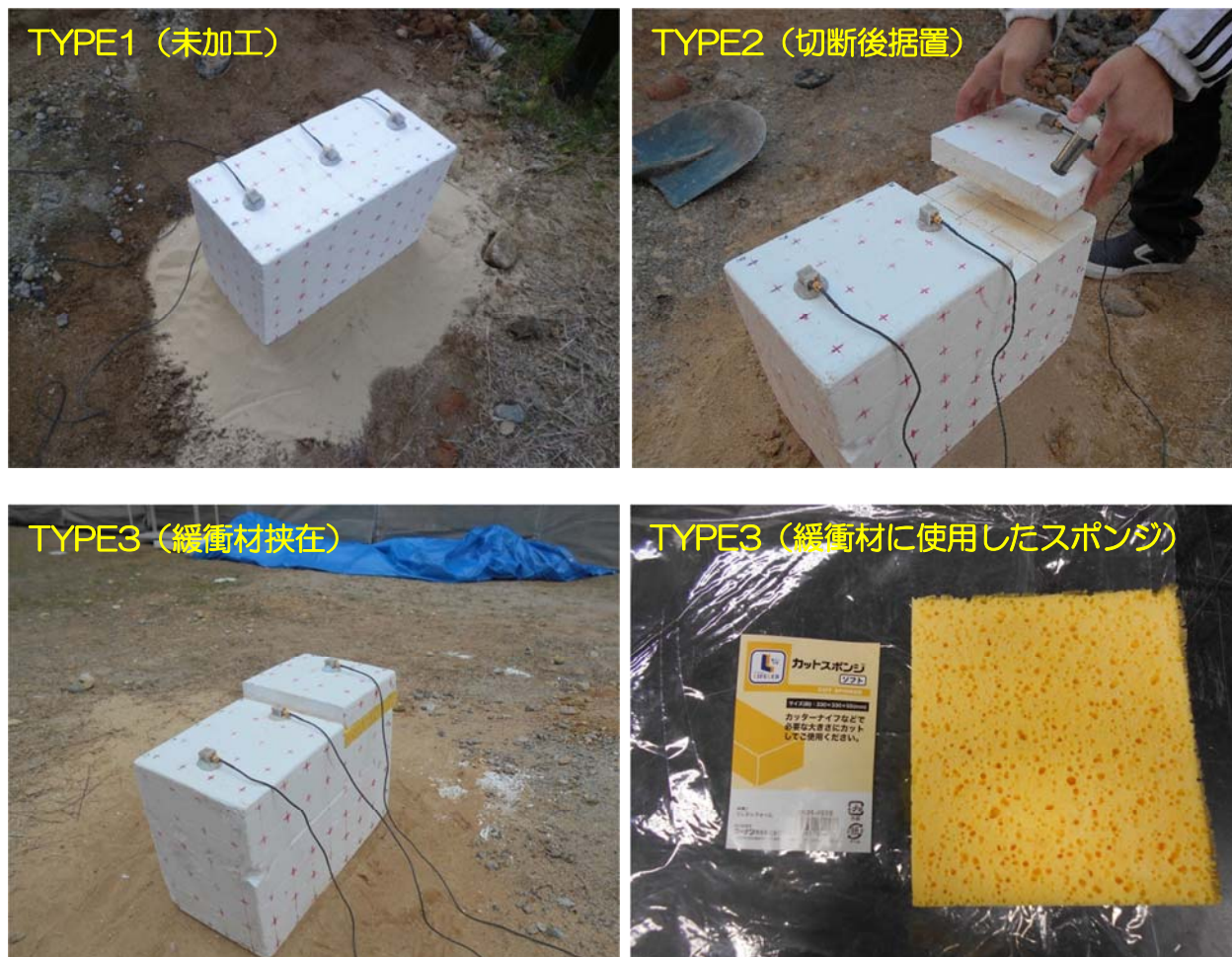
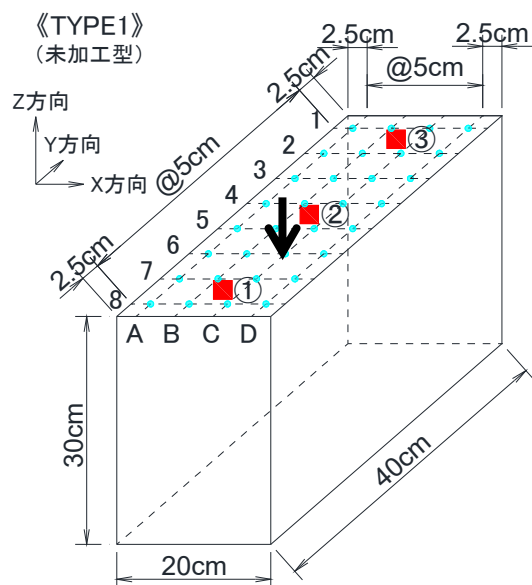


図 4-16 打撃試験に用いた模擬剛体外観-1（TYPE1・2・3）

また、基岩に発生した剥離岩盤の亀裂進行現象を再現するため、(1) の工程で作成された模擬剛体に水平方向 (Y 方向) に切り込み加工を施し、TYPE4 及び TYPE5 の 2 パターンを追加して打撃試験を行った。

また、図 4-17 に示す通り模擬剛体天端面に 3 つの加速度計を設置し、打撃点は天端面に設けた格子交点 (@5cm) とした。



密度: 0.75t/m^3

重量: 18kg【石膏:水=1:1(質量比)】

形状寸法: W:L:H=20cm:40cm:30cm

打撃方向:

X方向: 剥離面の走行方向

Y方向: 最大傾斜方向

Z方向: 剥離面に対して法線方向

■ 加速度計設置箇所:【3箇所(①・②・③)】

● 打撃箇所: X方向【1~2箇所】

Y方向【1~2箇所】

Z方向【32箇所(A-1~D-8)】

■ 切断部(剥離型落石を想定)

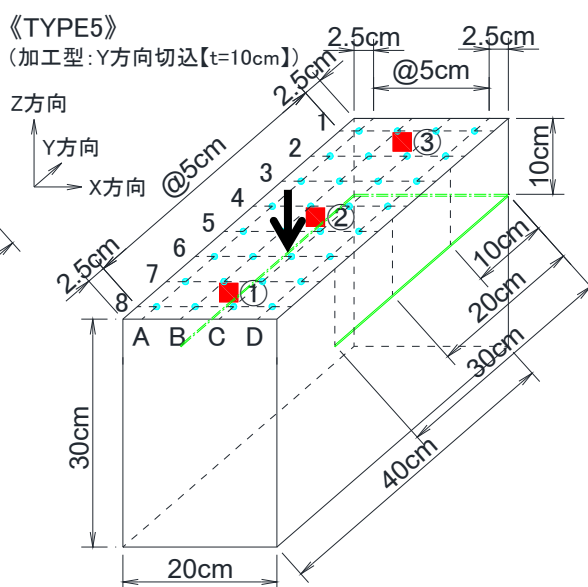
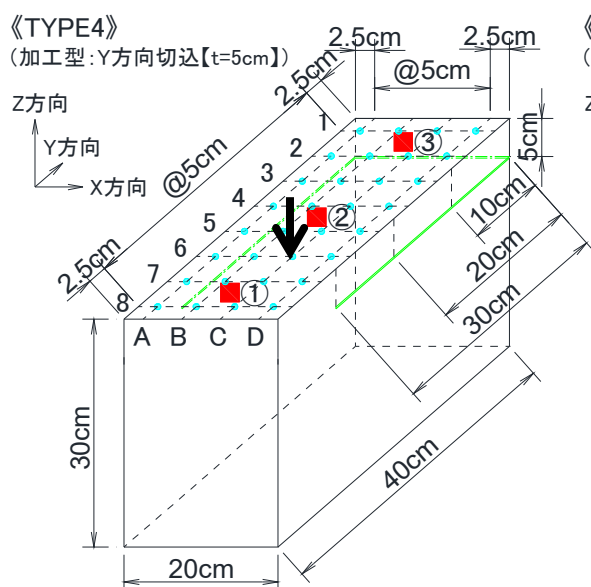


図 4-17 打撃試験に用いた模擬剛体仕様図-2

TYPE4・TYPE5 両タイプにおいて, 供試体据付前に予め据付面を少し掘削し, 加速度計を設置している。これは供試体を打撃した際に発生する固有振動数が供試体を通じて地中にどのように伝達するかを把握する狙いがある。供試体据付後は Y 方向へ 10cm づつ切れ込みを入れる毎に打撃計測試験を行い, 計測後に切れ込みを延長するという繰り返し作業を行い, 切れ込みが 30cm となるまでの 3 パターンの打撃計測を行った。

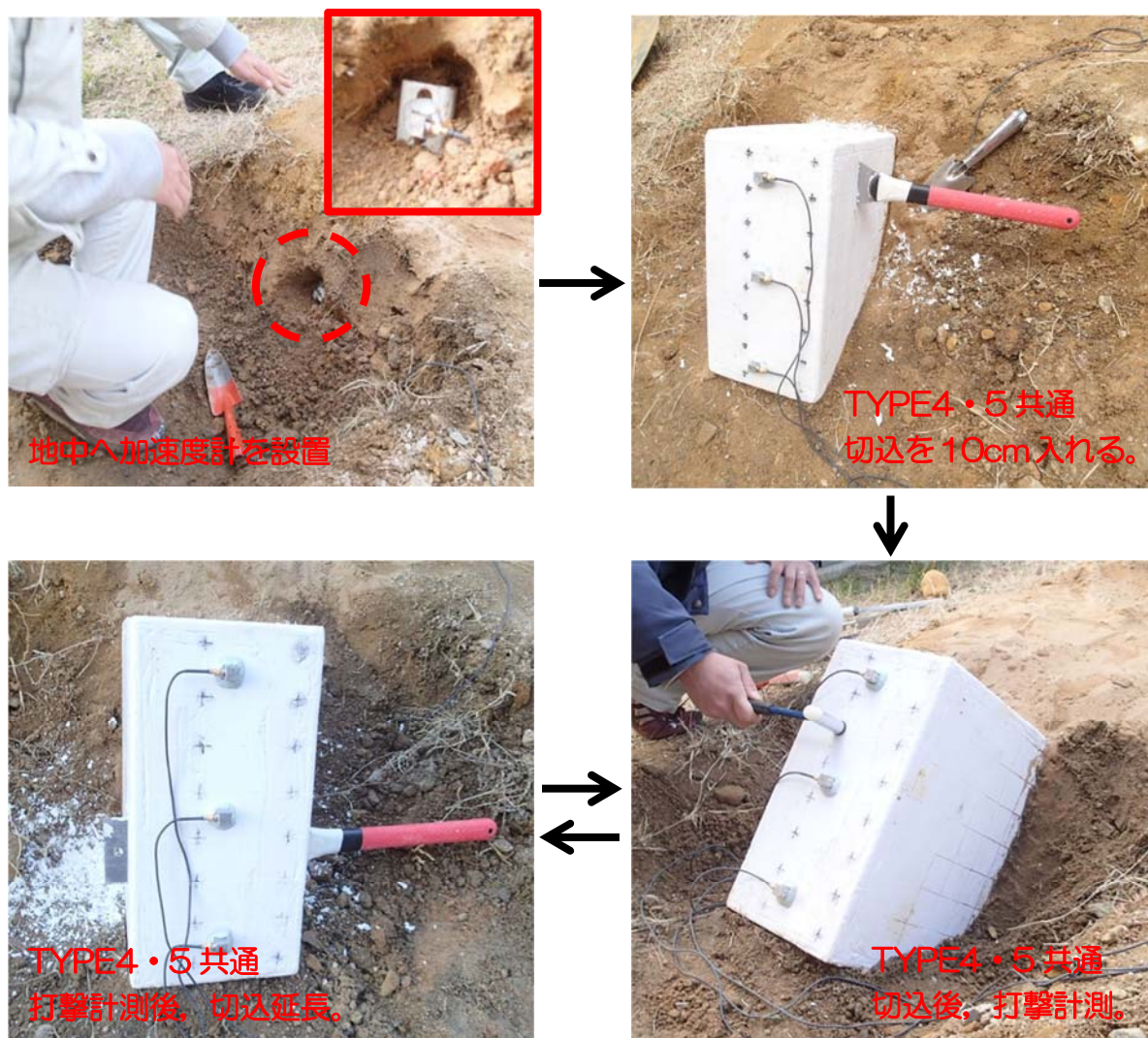


図 4-18 打撃試験に用いた模擬剛体外観-2 (TYPE4・5)

4.3 模擬剛体による打撃試験結果

(1) 打撃力の違いに関する検討

図 4-19 に TYPE1 を用いて、各面中央部を三軸方向へ強弱をつけて打撃（以後、X・Y・Z 打撃）した際に打撃方向と同方向にて（ex.X 打撃時に X 方向で検出される加速度波形にフーリエ変換を行う）得られた加速度スペクトルおよび固有振動数を加速度計毎に示す。固有振動数は打撃に強弱をつけても概ね同等の値を示すのに対し、加速度スペクトルは強打撃の方が大きくなる。打撃力は点検者毎に異なること、また同点検者でも同じ力で打撃し続けることは難しいことから、打撃力に影響を受ける項目は評価指標として適さない。したがって転石の振動特性は、打撃力の影響を受けない固有振動数で評価すべきと考える。また固有振動数は X・Y 打撃で 20～40Hz、Z 打撃で 75Hz 前後が得られた。これは打撃方向に対する模擬剛体背面の状況に起因し、本条件下においては、模擬剛体の固有振動数が 20～40Hz、模擬剛体が背面の地盤との反発により発生した固有振動数が 75Hz 前後であったと考えられる。

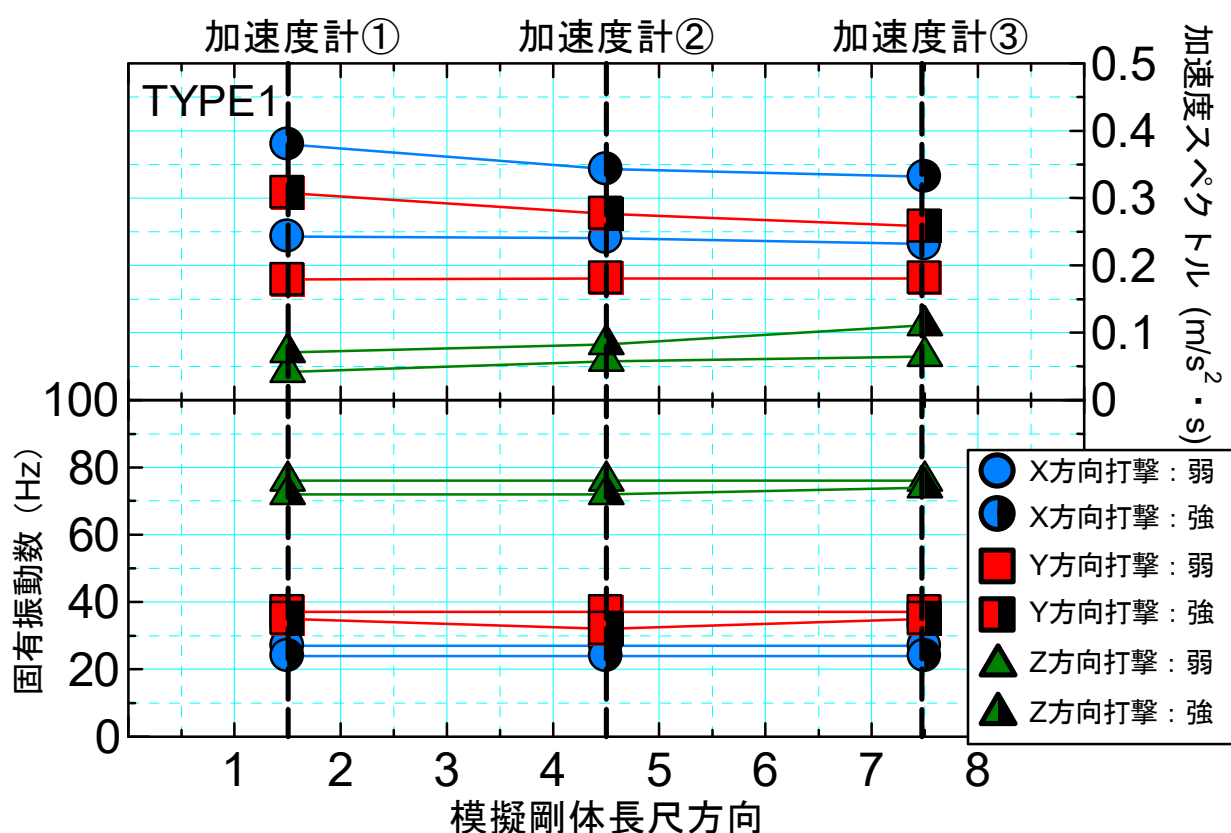


図 4-19 打撃力変化による固有振動数・加速度スペクトル (TYPE1)

(2) 打撃方向に関する検討

図 4-20 は TYPE2, 図 4-21 は TYPE3 を用いて, 剥離部・基岩部を三軸方向へそれぞれ打撃した際に得られた固有振動数を示す。両図より X・Y 打撃では 20~30Hz を示すことから図 4-19 に示す TYPE1 との差は認められないが, Z 打撃では X・Y 打撃のような一定値を示さない。X・Y 打撃の場合, 剥離部・基岩部と別々の箇所を打撃しているにも関わらず, 材質が同一で異なる形状寸法の剛体を打撃したものと認識されるため, 同等の固有振動数が得られると考える。一方, Z 打撃の場合は, 剥離部打撃時に打撃方向対して模擬剛体背面に基岩及び地盤が存在することから, 地盤条件や嵌合状態に応じて取得される固有振動数に変化が生じる。したがって, 剥離岩落石の危険度評価をする際には, Z 方向に打撃して得られる固有振動数に着目することが有効であると考えられる。

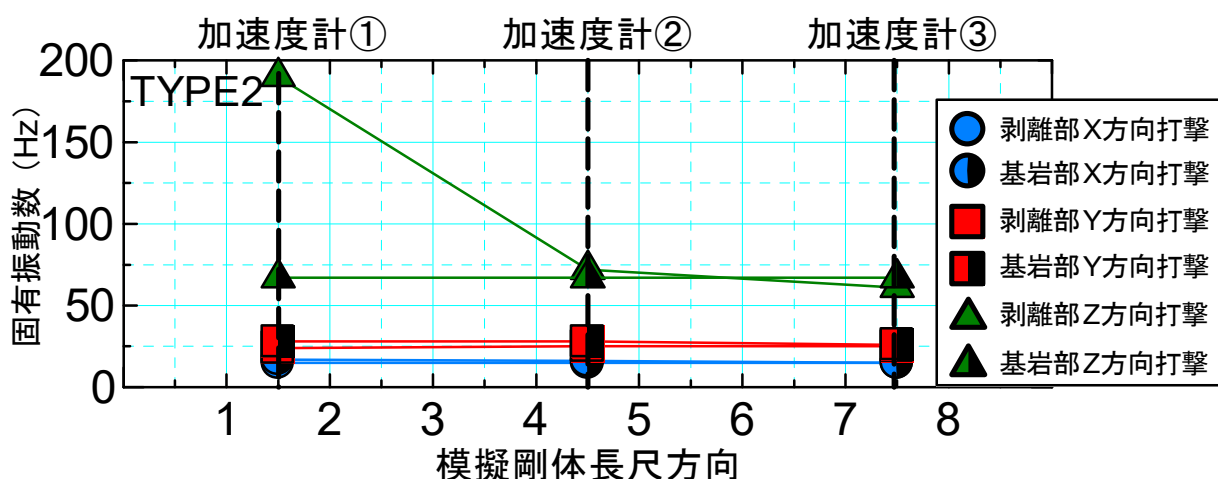


図 4-20 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE2)

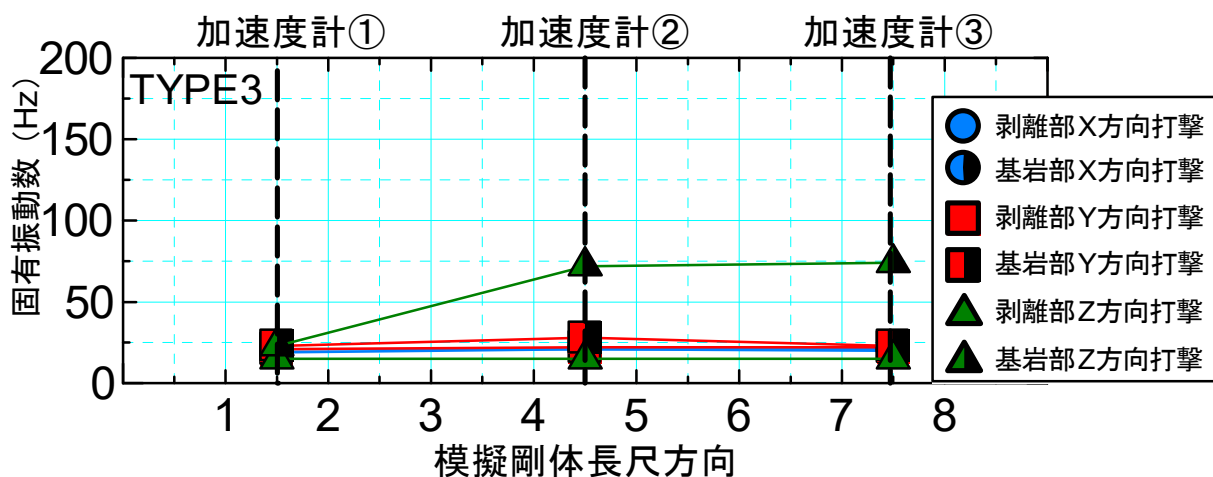


図 4-21 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE3)

(3) 剥離部の不安定評価に関する検討

図 4-22～図 4-24 には、模擬剛体上面に格子状に打撃点を配置し、各 Z 打撃箇所を得られた固有振動数を設置した加速度計毎に示した。ここでは代表的な B 列 (B-1～B-8) で得られた固有振動数を表記する。

TYPE1 において各加速度計で取得される固有振動数は 60～100Hz である。取得される振動数に多少の幅があるのは、模擬剛体作製時に攪拌ムラが生じ必ずしも均一な剛体でないことや、打撃面の微細な凹凸に起因しており、本計測手法の精度限界と考える。ただし後述の通り、異なる静置状態の岩塊を打撃した場合は、精度限界による幅を超越した傾向の振動数を得られることから、実現場における複雑な条件下においても、本計測手法は適用できると考える。

TYPE2 は基岩部を切断し、剥離岩盤を剥離面に静置した状態である。基岩部を打撃しても固有振動数に有意な差は認められないが、剥離部を打撃すると、打撃時に剥離面で基岩と反発するために加速度計①で大きな固有振動数を得られると考える。

TYPE3 は剥離面に緩衝材を挟在させた状態である。基岩部を打撃した際に加速度計②・③では TYPE1 同様の固有振動数が得られるのに対して、剥離部に設置した加速度計①では 20Hz と非常に小さい値を示す。これは打撃時に発生する振動が緩衝材によって吸収され剥離部に伝達していないことを意味する。上記は剥離部を打撃した際に、いずれの加速度計で取得される固有振動数が概ね 20Hz であることから明白で、本条件における剥離岩盤は、基岩部とほとんど嵌合していない分離した（基岩とは独立した）状態であることがわかる。これらより打撃した際に取得できる固有振動数から、剥離岩盤の基岩に対する嵌合状態を推測できる可能性が示された。

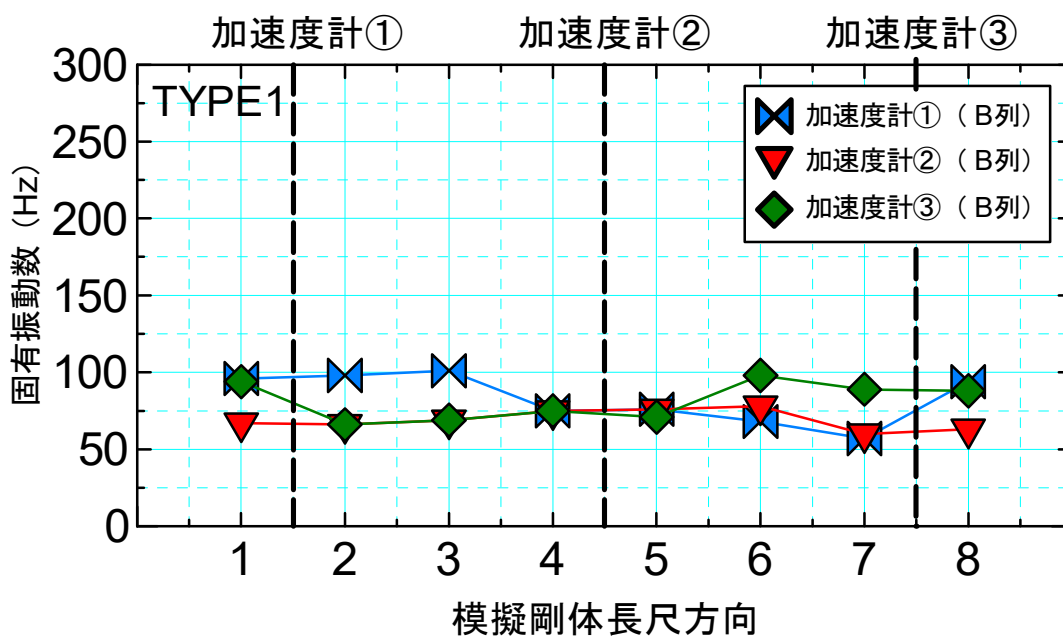


図 4-22 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE1)

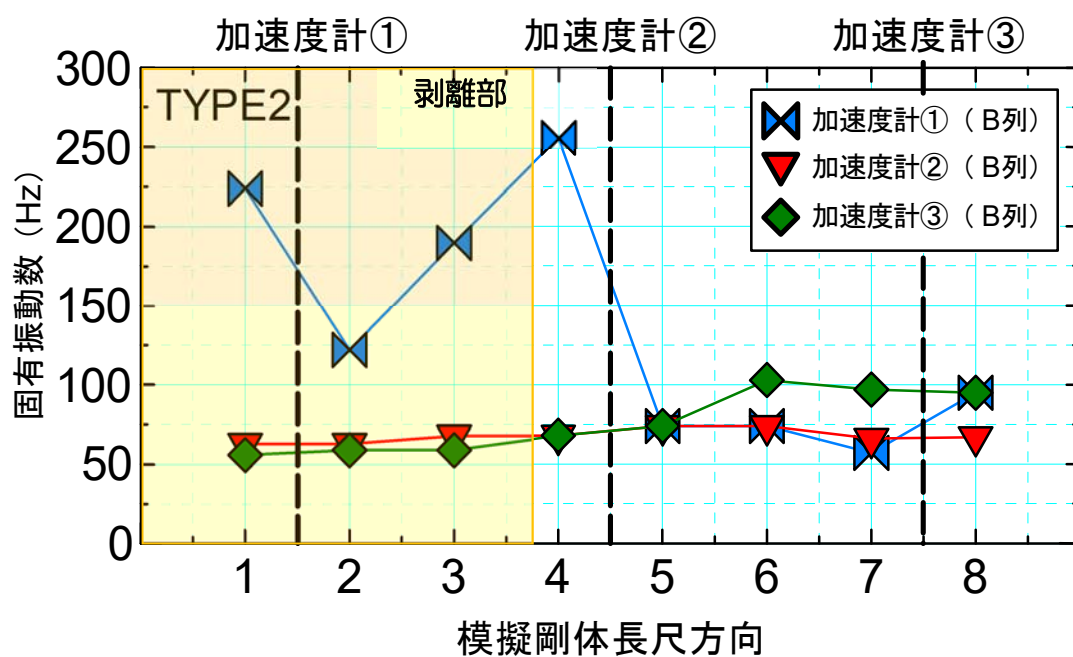


図 4-23 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE2)

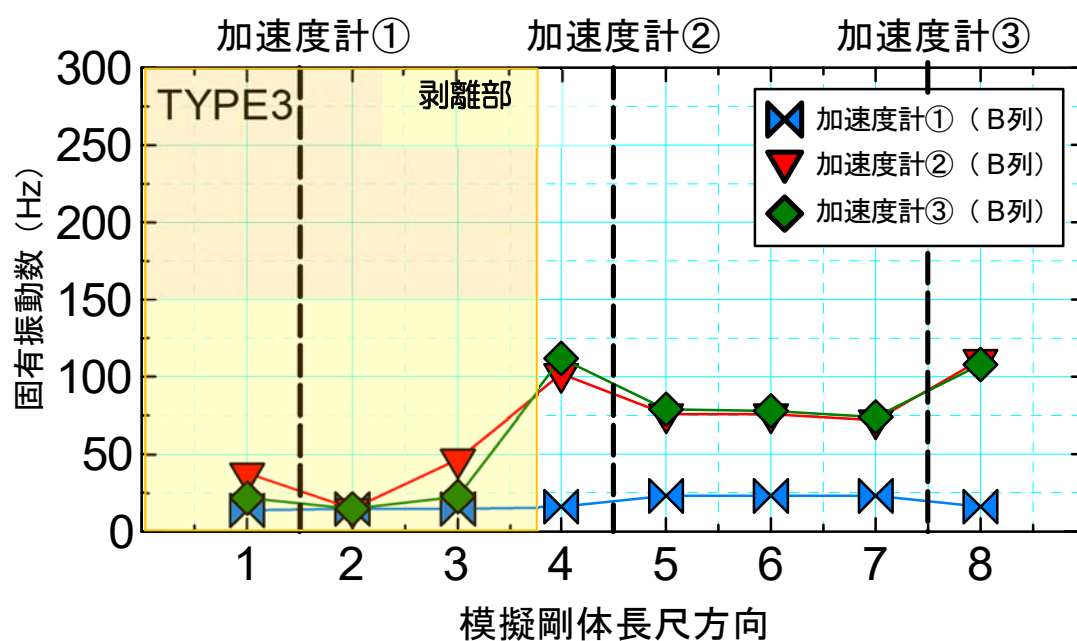


図 4-24 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE3)

(4) 剥離部の亀裂進行に関する検討

図 4-25～図 4-31 には、模擬剛体上面に格子状に打撃点を配置し、各 Z 打撃箇所を得られた固有振動数を設置した加速度計毎に示した。ここでは代表的な C 列 (C-1～C-8) で得られた固有振動数を表記する。

TYPE1 において各加速度計で取得される固有振動数は 100～140Hz であった。各打撃点で打撃した際に各加速度計で得られる固有振動数は、ほぼ同等と言える。取得される振動数に多少の幅があるのは、模擬剛体作製時に攪拌ムラが生じ必ずしも均一な剛体でないことや、打撃面の微細な凹凸に起因しており、本計測手法の精度限界と考える。また、図 4-22 で示した打撃試験の際は今回と同じ TYPE1 の打撃計測を行ったにもかかわらず、60～100Hz と今回の打撃計測結果と固有振動数の取得値に多少差が生じた。これは、供試体の据付角度や据え付ける地盤状況に応じて異なるものと考ええる。

したがって、地盤条件や据付条件を統一した上で供試体の加工を行い、供試体に与えられた変化が固有振動数に与える影響を把握することが肝要である。

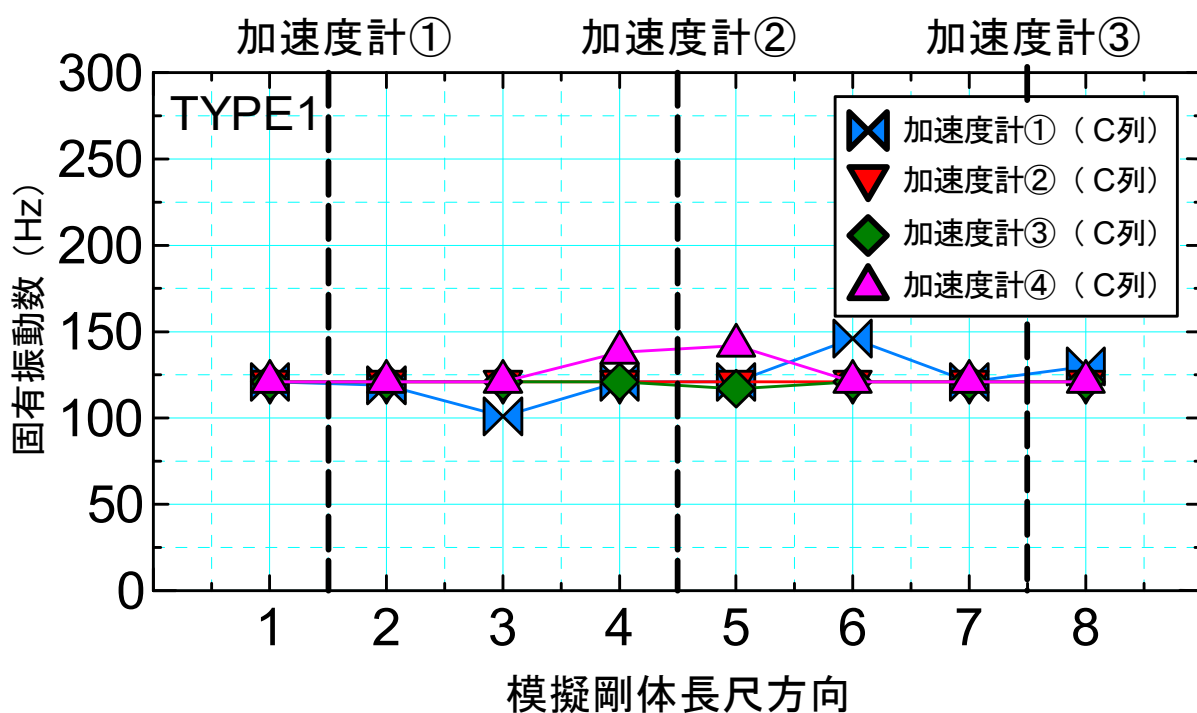


図 4-25 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE1)

TYPE4 は基岩部を Y 方向に 10cm づつ切断して剥離岩盤の亀裂を進行させている。加速度計③はどの工程においても切込が通過した剥離岩盤上にあるため、未加工型（TYPE1）よりも高い固有振動数を取得することがわかる。切込長が深くなるほど取得できる固有振動数は大きくなる傾向があるが、線形性があるとはまでは言い切れない。加速度計①・②については、切込が自身直下を通過するまでは未加工型と同等の固有振動数が計測されるが、切込が通過する（亀裂が進行する）と未加工型よりも著しく大きな固有振動数を計測することがわかる。

また、供試体に切込が入った状態における打撃箇所に応じた加速度計の変化は以下の傾向があると考えられる。

- ・ 基岩部を打撃した場合
 - 剥離部に取り付けた加速度計（②・③）のみが高い固有振動数が計測される。
- ・ 剥離部を打撃した場合
 - 剥離部を打撃することから、剥離部・基岩部を問わず高い固有振動数が計測される。

これらより、基岩部と剥離部にそれぞれ加速度計を設置して打撃計測を行えば、供試体に入れる切込の通過、即ち剥離岩盤の亀裂の進行性は把握できることが言える。

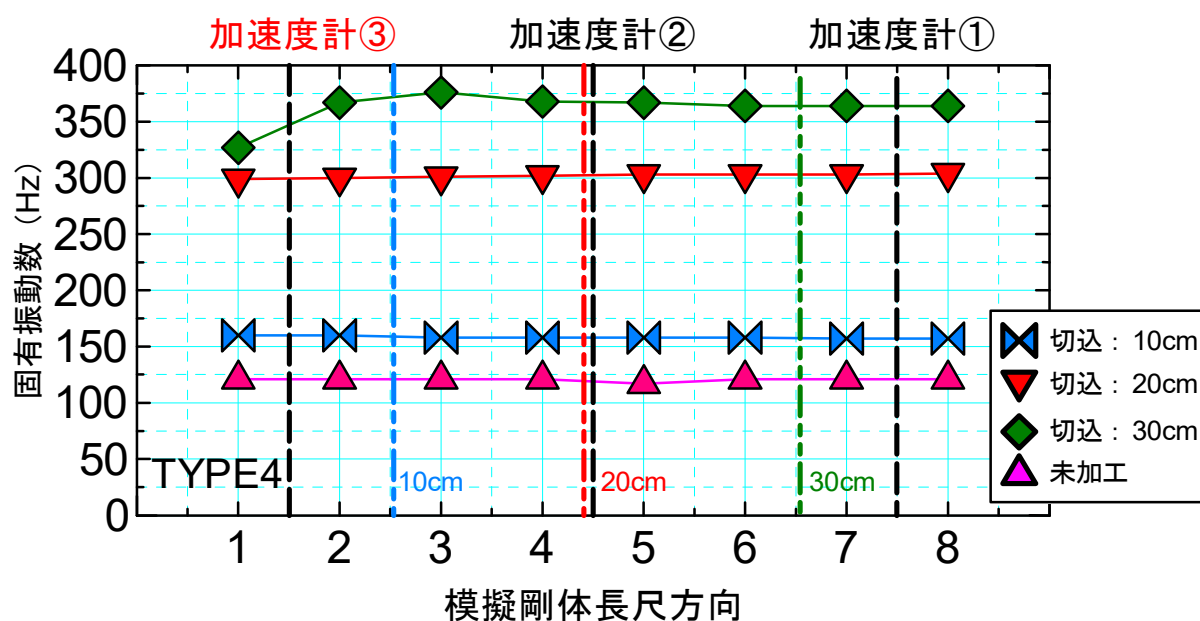


図 4-26 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係（TYPE4・加速度計③）

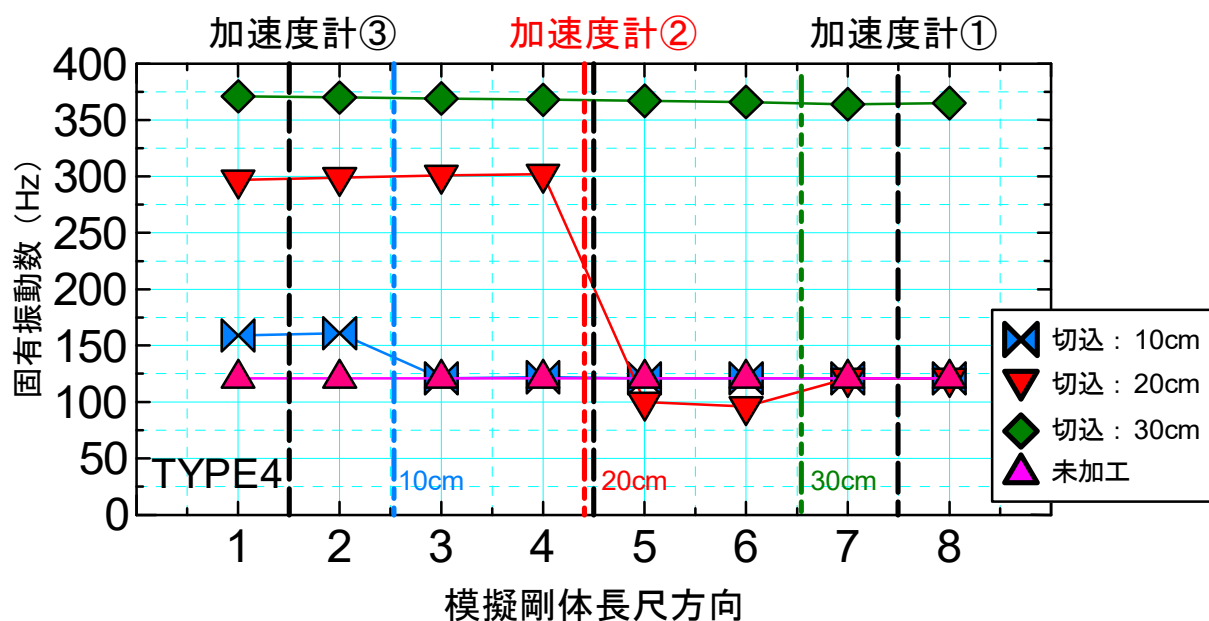


図 4-27 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE4・加速度計②)

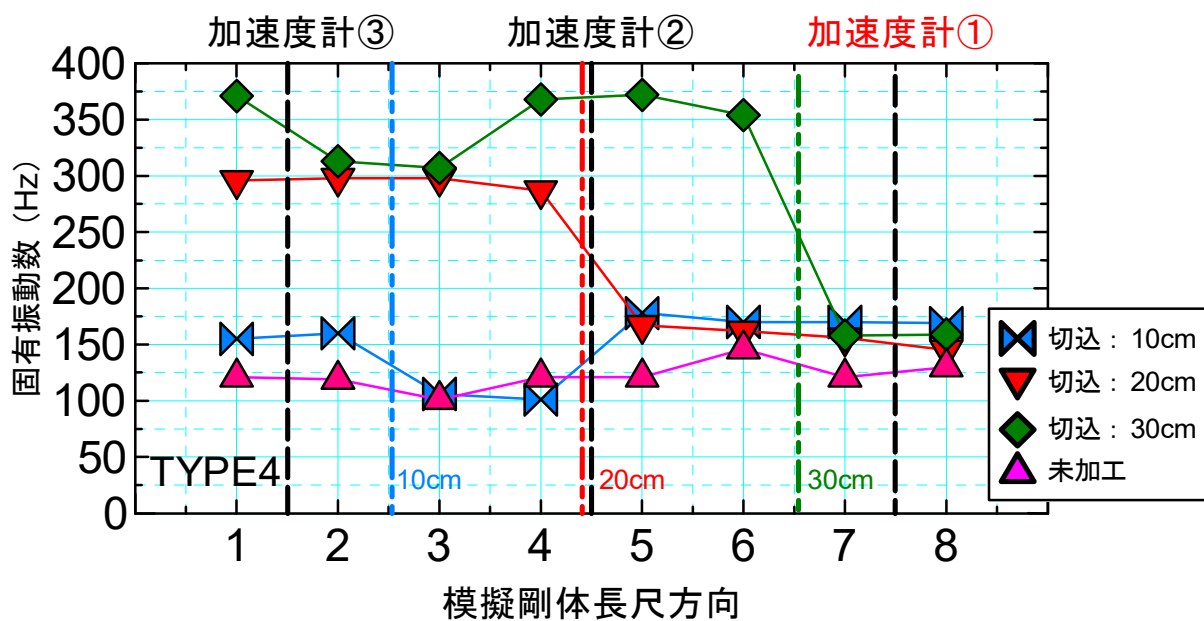


図 4-28 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE4・加速度計①)

TYPE5 は TYPE4 と同様に基岩部を Y 方向に 10cm づつ切断して剥離岩盤の亀裂を進行させている。TYPE4 との差は切込位置の Z 方向への深さであり、TYPE4 は 5cm, TYPE5 は 10cm である。したがって、切込長を大きくする（亀裂が進行する）と TYPE5 の方が TYPE4 よりも大きいサイズの剥離岩盤が形成されるという条件としている。

加速度計③はどの工程においても切込が通過した剥離岩盤上にあるため、未加工型（TYPE1）よりも高い固有振動数を取得することがわかる。切込長 10cm～20cm 区間では切込長が深くなるほど取得できる固有振動数は大きくなる傾向があるが、切込長：30cm で得られる固有振動数は切込長：10cm の固有振動数より 20Hz 程度大きいだけの結果となった。切込長：20cm の場合が 370～380Hz を計測出来ていることを鑑みると、切込長：30cm の打撃計測時に得られる固有振動数は加速度計の計測可能範囲（400Hz 迄）をオーバーしていた可能性も考えられる。あくまで推測の域を超えないが、加速度計の計測可能範囲がもっと大きい加速度計を設置していたら、計測結果が異なっており、TYPE4 時にも述べた切込長と固有振動数の線形性等が認められたかもしれない。加速度計①・②についても、TYPE4 の打撃計測結果と同様に切込が自身直下を通過するまでは未加工型と同等の固有振動数が計測されるが、切込が通過する（亀裂が進行する）と未加工型よりも著しく大きな固有振動数を計測することがわかる。

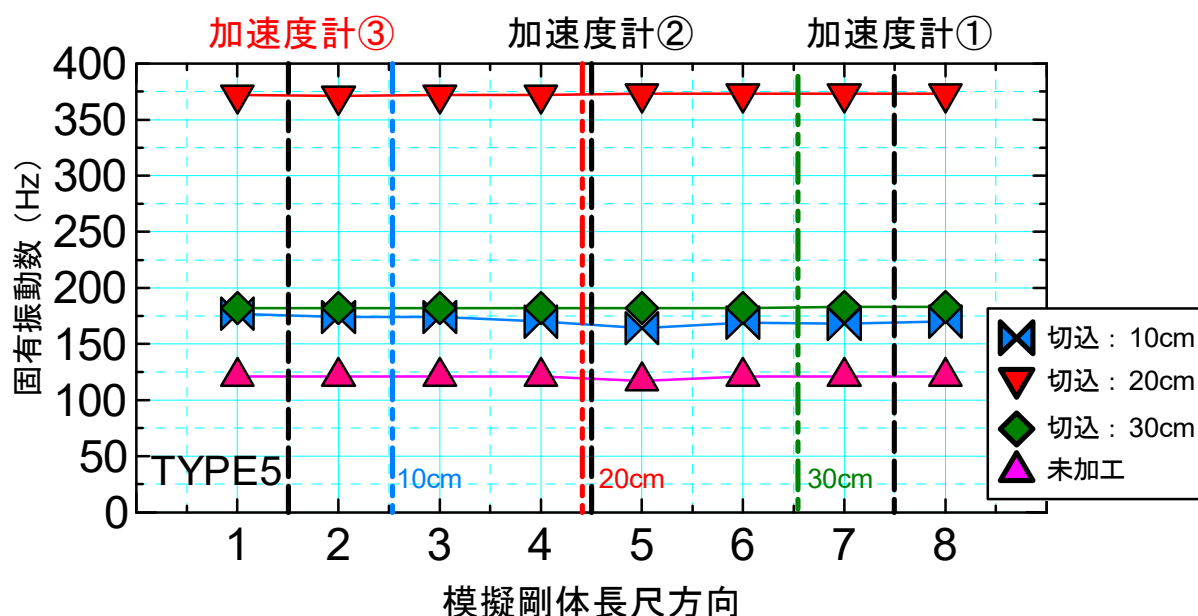


図 4-29 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE5・加速度計③)

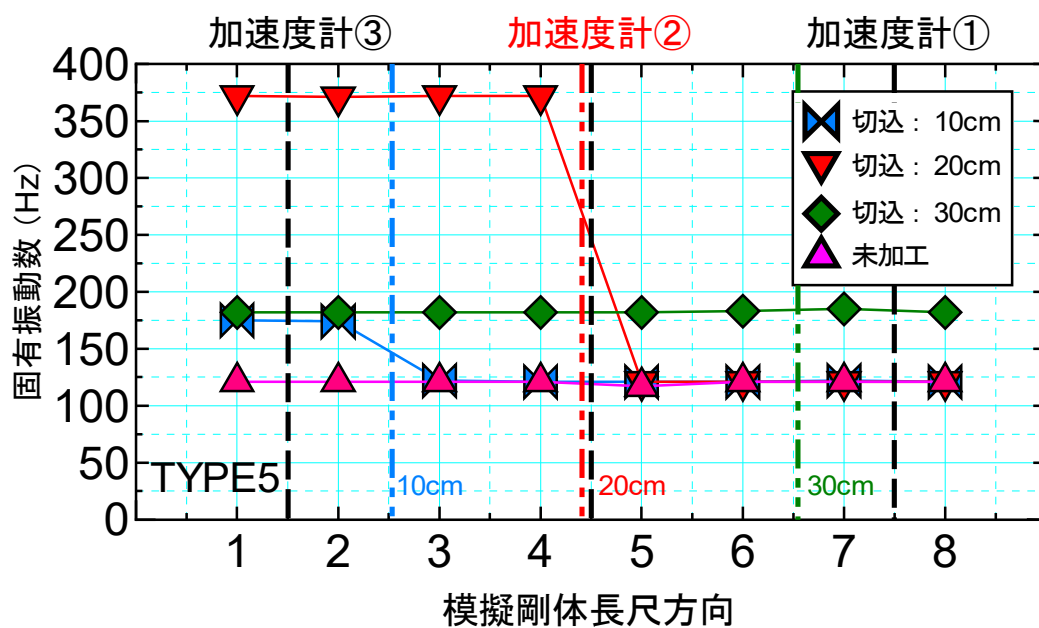


図 4-30 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE5・加速度計②)

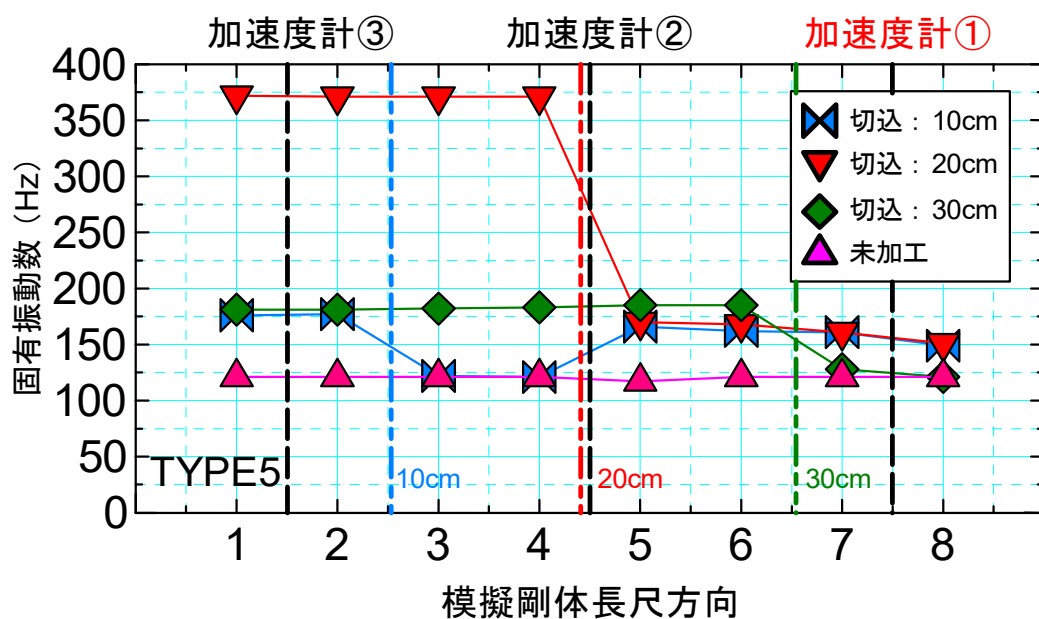


図 4-31 固有振動数～模擬剛体長尺方向関係 (TYPE5・加速度計①)

5. 実斜面における剥離型落石の振動特性の把握

5.1 現場概要

図 5-1 に示す当該現場は市道沿いの斜面であり、新生代-第三紀-中新世-瑞浪層群に属する凝灰質砂岩が主に分布する。風化に伴い形成された露岩面は幅：25m×高さ：20m の規模であり、過去には豪雨後に斜面頭部の小岩塊が落石したことが報告されている。斜面中腹に縦方向の亀裂が発達し、今後も固着力を失った小岩塊が剥離面より分離して市道へ剥離落石する可能性が懸念された。



図 5-1 検証斜面現場全景

5.2 打撃試験概要

図 5-2 に対象斜面の軸方向の設定，加速度計の設置箇所，ならびに打撃箇所について示す。

- ① 現地踏査の結果より，斜面内亀裂上位に露出している面を基岩と見なし，この面を剥離面と決定した。
剥離面に対して法線方向を Z 軸，最大傾斜方向を Y 軸，剥離面の走向方向を X 軸と設定した。
- ② 打撃箇所は図内赤丸の箇所であり，格子状配列（縦：0.5m ピッチ，横：2.0m ピッチ）で打撃し，計測箇所名は列と行で構成した。箇所数は斜面形状に合わせたため，列毎に異なる。また，打撃方向はいずれの打撃も Z 方向となるように打撃した。
- ③ 加速度計は斜面主側線に相当する C 列上に 3 つ取付けた。

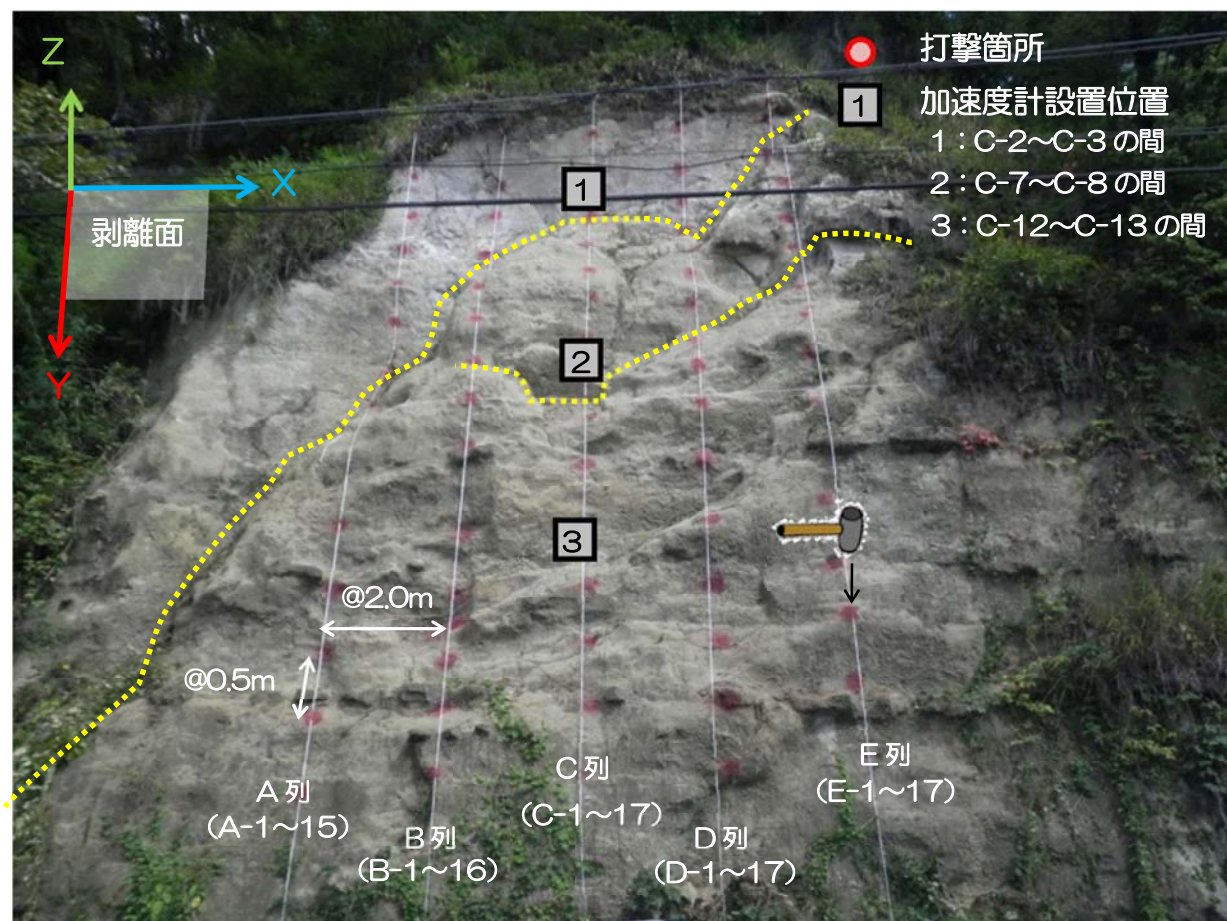


図 5-2 打撃試験概要図（打撃箇所・加速度計設置箇所等）

5.3 実斜面における打撃試験結果および考察

図 5-3 に対象斜面の各打撃箇所を Z 打撃して得られた固有振動数を設置した加速度計毎に示す。ここでは代表的な C 列 (C-1～C-17) で得られた固有振動数を表記する。

加速度計①については、C-1～C-2 は 250Hz 以上と大きい固有振動数を示すのに対して、C-3～C-17 では概ね 100Hz 以下となる。これは剥離岩塊が基岩との間に C-3～C-17 区間まで剥離面を有した分離状態にあるため、打撃振動が変化して加速度計②・③に伝達するためと考える。C-9～C-12 区間が 130～150Hz と他区間に比べて少々高い値を示すのは、基岩とは亀裂で隔てられているものの嵌合状態がよいためと考えられる。

加速度計②については、C-1～C-3 区間では 100Hz 以下、C-4～C-9 区間では 300Hz 以上、C-10～C-17 区間では 100～150Hz の固有振動数を示す。これは加速度計②を設置した C-4～C-9 区間は打撃時に剥離面で基岩と反発しているためと考えられ、剥離面の密着度は低いと考える。また、現地より剥離岩塊 C-8～C-9 区間に横方向の亀裂が確認できるが、この近辺で C-8 のみ 76Hz と極端に低い固有振動数を示すことを鑑みると、この亀裂は節理に沿って基岩部まで卓越している可能性が示唆される。

加速度計③については、C-1～C-10 区間では 100Hz 以下、C-11～C-17 区間では 280Hz 以上の固有振動数を示す。これは剥離岩塊の中でも C-11～C-17 区間では亀裂が少なく一体化しているものの、C-1～C-3 の基岩部、C-4～C-10 区間の岩塊とは亀裂で隔て分離していることを示すと考えられる。

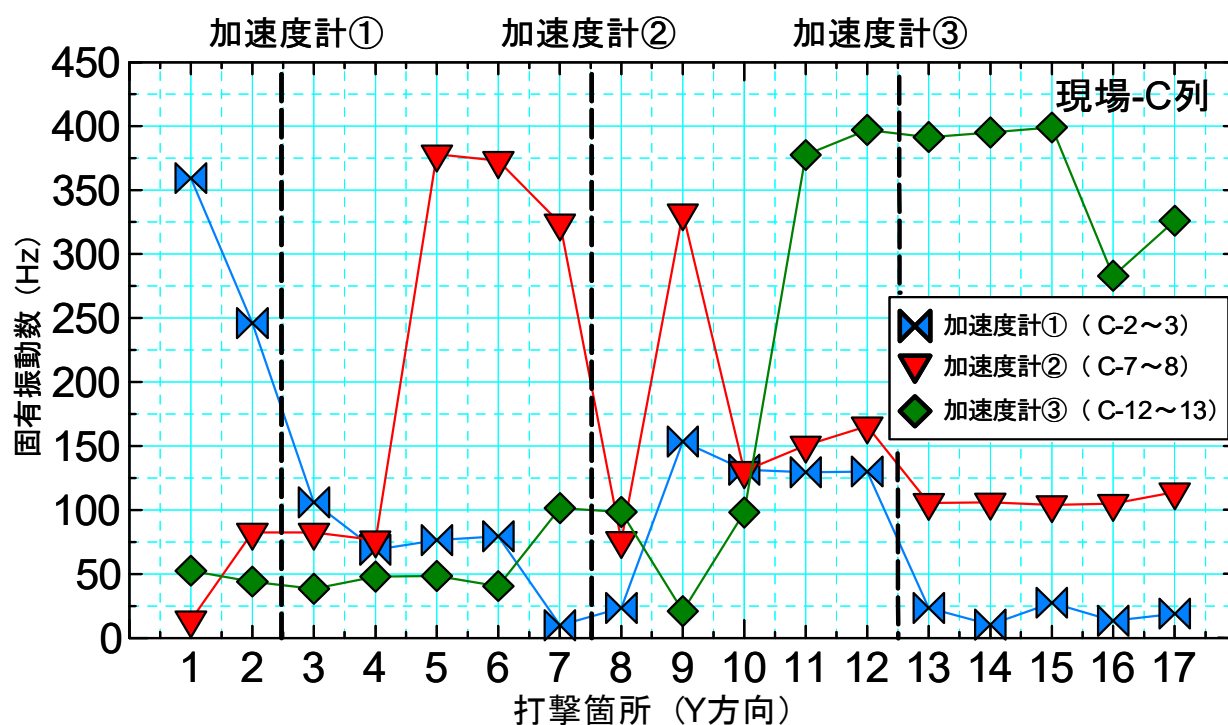


図 5-3 固有振動数～打撃箇所 (Y 方向) 関係

各打撃箇所で打撃時に得られた固有振動数を等高線図にしたものを図 5-4 に示す。代表断面の C 列のみならず、前述の考察が概ね当てはまることがいえる。

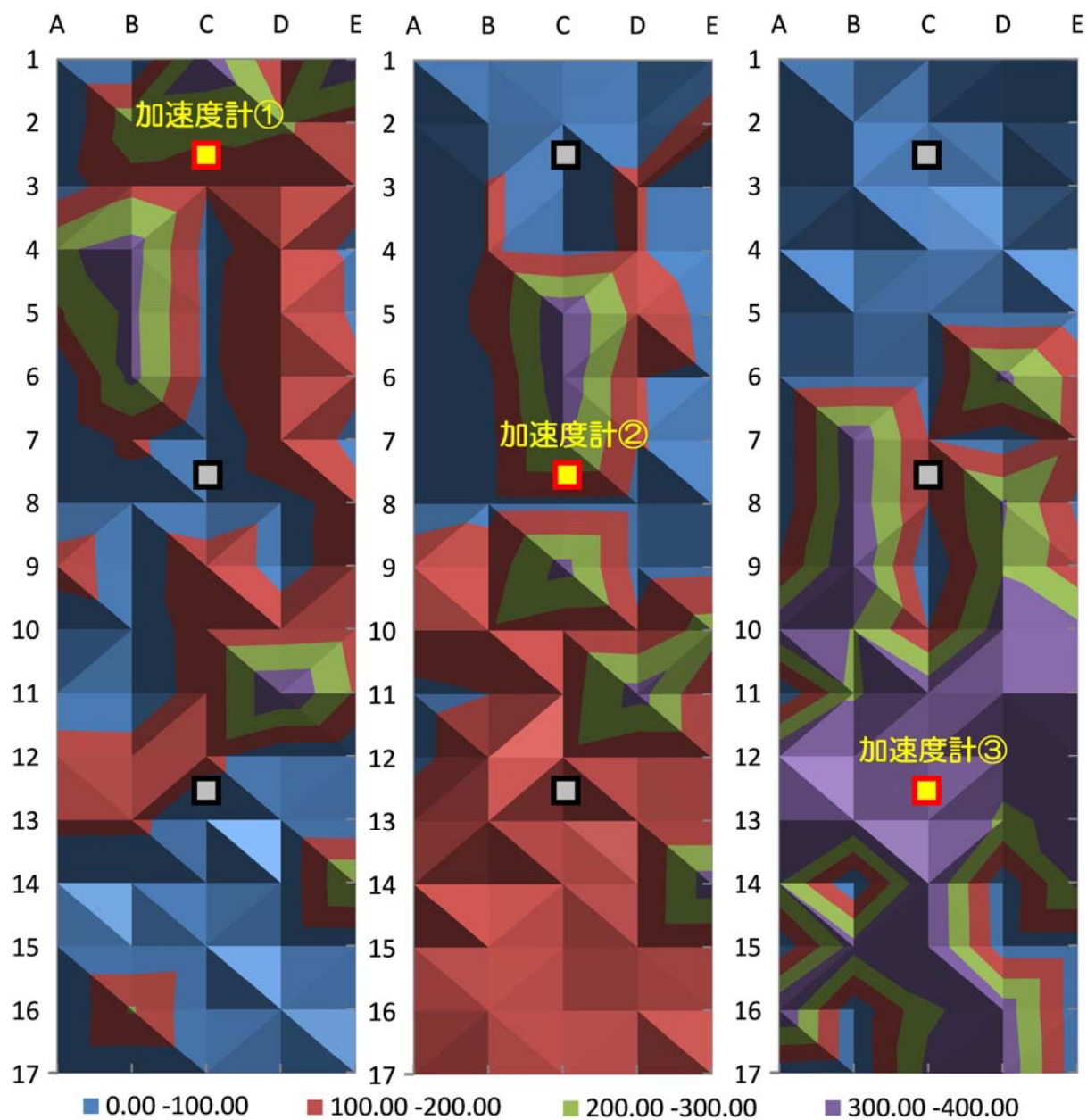


図 5-4 各加速度計毎に得られる固有振動数等高線図

これより当該斜面は、図 5-5 に示すような危険度ゾーニングが可能である。

A 区間：基岩であり，落石の可能性は低く安定度が高いと考えられる区間。

B 区間：剥離岩塊の中でも，基岩との密着度も低く，C 区間の剥離岩塊とも横方向の亀裂で隔てられており，当該現場で最も不安定な岩塊と考えられる。剥離型落石となる可能性が最も高い区間。

C 区間：基岩とは亀裂で隔てられているため，剥離岩塊に属する。ただし剥離面における基岩との密着度は高く，落石する可能性は低いと考えられる区間。

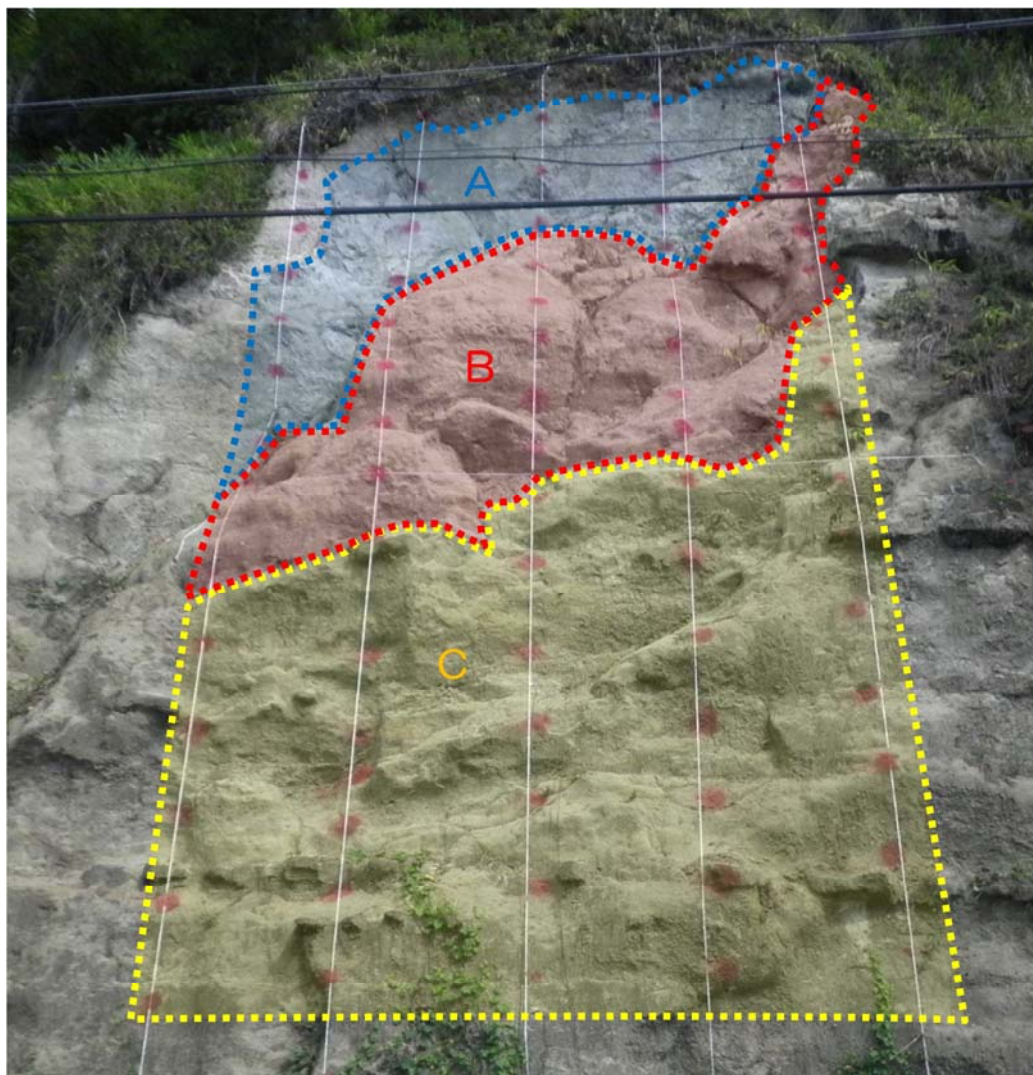


図 5-5 剥離型落石の落石危険度ゾーニング例

したがって，従来は対策工として落石の可能性が懸念される箇所一帯を処置するケースが多いが，B・C 区間全ての剥離岩塊を除去する，あるいはロープネットで覆うような対象範囲全体の工法ではなく，B 区間のみの岩塊除去工や，亀裂をモルタル等で充填する岩塊接着工を採用する方が，安価で工期も短縮できることから，当該斜面においては最適な対策工であるといえる。

6. まとめ

6.1 研究成果

本研究で得られた成果を以下に述べる。

(1) 模擬剛体を用いた打撃実験に関するまとめ

- ① 剥離型落石の危険度を評価する際の定量的な指標は、打撃力の影響を受けない固有振動数が適する。
 - ・最大固有振動数は、打撃の強弱に影響せず剛体の構成物質によって決まる。
 - ・加速度スペクトルは、打撃の強弱に影響を受け、強く打撃するほど大きい値を示す。
 - ② 打撃方向については、剥離面の法線方向（Z 方向）に打撃するのが剥離部・基岩部の嵌合状態等を把握し易い。
 - ・剥離面の法線方向（Z 方向）：模擬剛体+設置地盤を合わせた固有振動数を示す。
 - ・剥離面の水平方向（X・Y 方向）：模擬剛体自身の固有振動数を示す。
 - ③ 固有振動数は基岩に対する剥離部の嵌合状態により異なる挙動を示し、不安定な剥離箇所を特定するのに有効である。
 - ・切込を行っていない（亀裂が生じていない）一様な模擬剛体
 - 最大固有振動数：剛体のマテリアルに依存する。
 - ・切込（亀裂が生じた）を行い、基岩部と剥離部が分離している模擬剛体
 - 分離部を打撃すると基岩部から逸脱した固有振動数を計測できる。

ただし、剥離部の嵌合状態によって固有振動数の逸脱さは変化する。
 - ④ 打撃方向に対して法線方向に剥離岩盤の亀裂が進行する場合、
 - ・計測される最大固有振動数から、亀裂の進行程度を把握することができる。
 - ・亀裂（切込）が深くなるほど、剥離部で取得できる最大固有振動数は大きくなる。
 - ⑤ 加速度計を基岩部および剥離部にそれぞれ取付けで打撃試験を行った場合、
 - ・基岩部打撃時には、基岩部に設置した加速度計では低い最大固有振動数、剥離部に設置した加速度計では高い最大固有振動数を計測できる。
 - ・剥離部打撃時には、加速度計を取り付ける箇所を問わず、いずれも高い最大固有振動数を計測できる。
- ※ 本打撃試験はあくまで風化岩相当の模擬剛体による打撃結果である。硬質な地質構造を持つ岩塊や、密実な岩塊においては打撃時に大きく反発することから、検討すべき固有振動数の基礎値は本結果の 60～100Hz より大きくなると推察される。ただし、異なる静置状態の岩塊を打撃した場合は、本結果と同様に著しく異なる傾向の振動数を得られると考えられ、材質が異なる模擬剛体でも打撃実験を行い、データの蓄積ならびに検証を行うことが望ましい。

(2) 実斜面における打撃試験に関するまとめ

- ① 模擬剛体で得られた知見を実現場で適用することは十分可能であり、現地では確認できない亀裂の進行具合を打撃試験によって把握できる可能性がある。
- ② 打撃試験で得られる固有振動数は剥離型落石の嵌合状態に応じて変化することから、落石危険度ゾーニングをすることが可能である。
- ③ ①・②から、従来よりも安価で短い工期で済む効率的な対策工を選定できる可能性がある。

6.2 今後の課題・展望

本研究で得られた成果から今後の課題ならびに展望を以下に述べる。

- ① 剥離型落石の落石危険度を評価する手法として、本研究で提案する打撃によって得られる振動特性(固有振動数)に着目することの有効性が示唆された。現在、落石の危険度評価は「落石対策便覧(日本道路協会, H29.12)」に記載されている手法によって評価されているが、当該手法は点検者が判断に悩むような箇所にも補完する手法として位置づけられると危険度評価の向上に繋がると考える。
- ② ①については、打撃対象落石の単体亀裂の有無に関する固有振動数の数値の大小傾向までしか把握できていないことが現状の課題の一つである。複数亀裂がある場合の固有振動数の挙動把握や、剥離面密着度と固有振動数の定量的な関係に関する更なる知見等、模擬剛体による打撃試験を重ねデータの蓄積ならびに検証を重ねる必要がある。
- ③ 本研究で提案した打撃計測の最大の課題は計測時の安全面である。手法の性格から落石が発生する可能性の高い箇所へ点検者が加速度計を取り付けに行かねばならないが、点検者が危険箇所へ赴くことはやむを得ないとする。これを解消するには、例えば赤外線サーモグラフィーやレーザーによる岩盤計測等が挙げられるが、過去に実績事例もなく新しい取り組みとなるため、現状において落石の危険度評価手法は、落石対策便覧に記載されている現行法+判断に困る箇所への打撃計測での補完という手法が最良の選択であるとする。

参考文献

- 1) 深田隆弘・橋元洋典・澁谷 啓：転石を模擬した剛体の振動特性による根入れ深さの推定方法，土木学会論文集 A2（応用力学），Vol.68，No.2，pp.I_337_344，2012.
- 2) 深田隆弘，森 泰樹，澁谷 啓：線路への影響評価に基づく落石リスクマップの作成手法，土木学会論文集 C（地圏工学），Vol.68，No.1，pp.199-212，2012.
- 3) 深田隆弘・谷口達彦・澁谷 啓：振動計測に基づく斜面上転石の落石危険度評価方法の提案，土木学会論文集 C（地圏工学），Vol.69，No.1，pp.140-151，2013.
- 4) 村上幸利，箭内寛治：転落型落石の発生機構に関する基礎的研究，土質工学会論文報告集，Vol.27，No.1，pp.109-116，1987.
- 5) 谷口達彦：根入れ深さに着目した斜面上転石の安定性の評価に関する研究，修士論文，神戸大学工学研究科市民工学専攻，2013.
- 6) 深田隆弘：鉄道沿線の斜面管理における転石型落石の健全度判定方法に関する研究，博士論文，神戸大学工学研究科市民工学専攻，2013.
- 7) 村上幸利，箭内寛治：転落型落石の危険度評価法について，土質工学会論文報告集，Vol.28，No.3，pp.197-203，1988.
- 8) (社)日本道路協会：落石対策便覧，pp.4-8，1983.
- 9) 渡辺哲生，沖村 考，鳥居宣之，吉田正樹，佐々木直広：模型実験による落石崩壊メカニズムに関する研究，第 38 回地盤工学研究発表会発表講演集，pp.2147-2148，2003.
- 10) 奥園 誠之，岩竹喜久磨，池田和彦，酒井紀士夫：振動による落石危険度判定，応用地質学会論文集，Vol.21，No.3，pp.9-12，1980.
- 11) 緒方健治，松山裕幸，天野淨行：振動特性を利用した落石危険度の判定，土木学会論文集，No.749/VI-61，pp.123-135，2003.
- 12) 独立行政法人土木研究所土砂管理研究グループ地すべりチーム：不安定岩盤ブロック抽出のための岩盤斜面振動計測マニュアル（案），土木研究所資料，第 4051 号，2007.
- 13) 上半文昭，太田岳洋，石原朋和，布川 修，斎藤秀樹，深田隆弘：非接触振動計測による岩塊崩落危険度の定量評価手法の検討，鉄道総研報告，Vol.26，No.8，pp.47-52，2012.