

# WG1活動報告

## 既設盛土の耐震性評価及び石積み擁壁 の健全性評価

平成29年1月23日 第10回災害対策セミナー 神戸国際会議場



# 研究テーマ1

## 石積み擁壁の健全性評価



# 1.擁壁とは

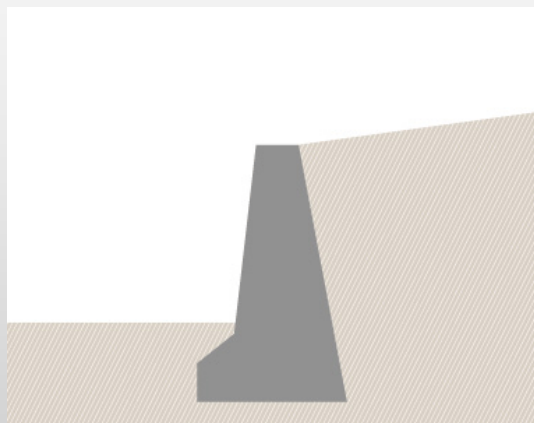
《擁壁とは》

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。

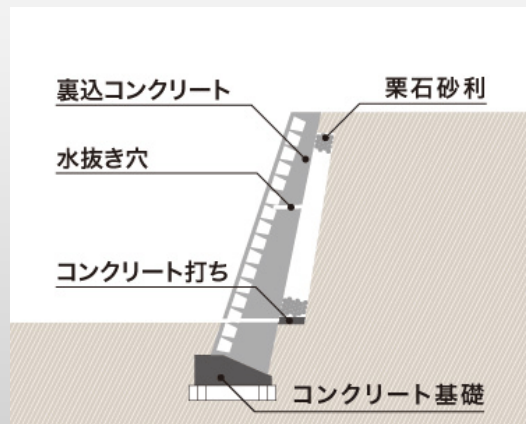
擁壁には、大きく分けてコンクリート擁壁やブロック擁壁、石積み擁壁などに分かれ、擁壁を施工する立地条件（高さ、景観、地盤条件等）や費用、工期等に合わせて選定される。

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。

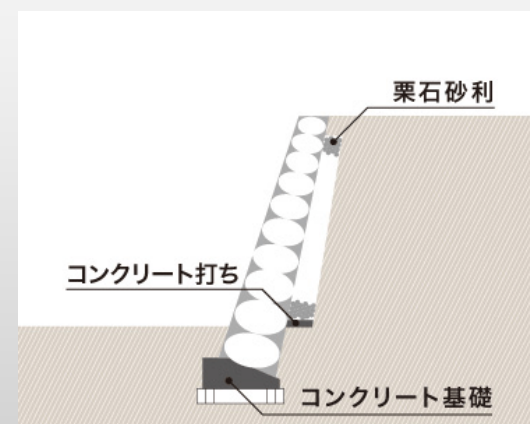
コンクリート擁壁



ブロック積み擁壁



石積み擁壁



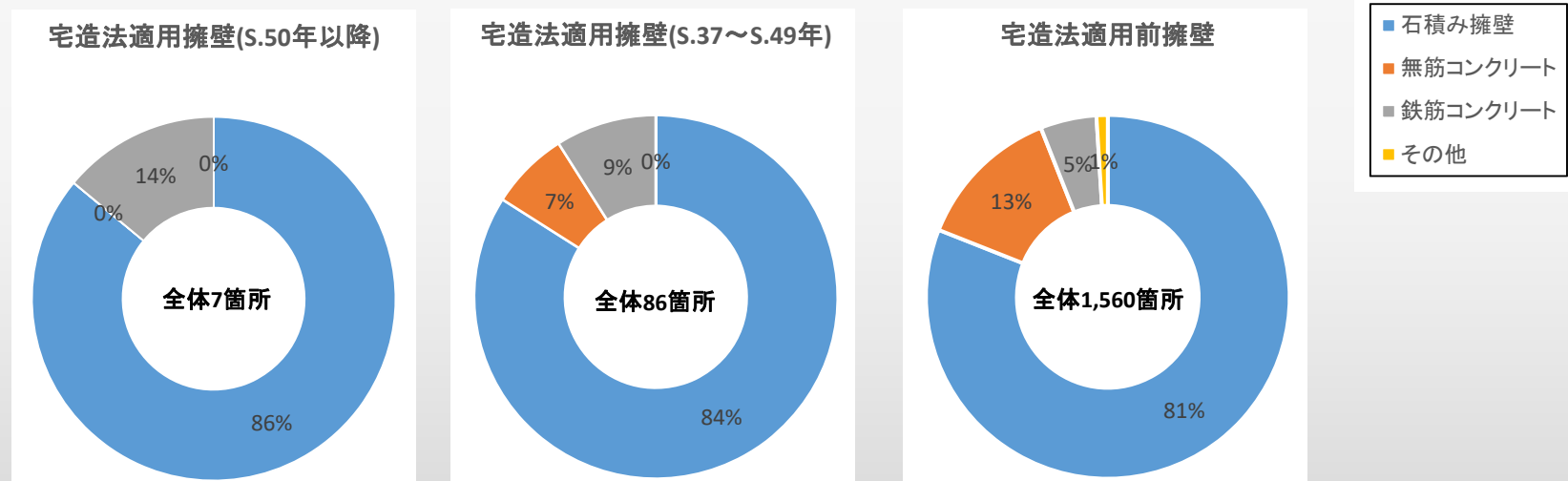
## 2.擁壁の被災実態

近年、全国各地において地震や集中豪雨が発生している。これらの自然災害によって、宅地や擁壁等の崩壊が発生している。

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。

### 擁壁の被害事例

(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、1999.12より引用）)



兵庫県南部地震時の擁壁の被害は、**相対的に『石積み擁壁』が多く**、また、宅地造成等規正法(S.36)施行前に築造されたものがほとんどである。



## ＜擁壁の被災写真＞



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



大谷石積擁壁

豪雨による石積擁壁の崩壊





### 3.神戸市の取り組み

神戸市では擁壁の被害の多発に鑑み、住民に向けて宅地の点検に関する分かりやすいパンフレットを作成している。（神戸市hpでも紹介）

梅雨や台風時の大雨による宅地災害が多発しています。

## あなたの宅地を点検しましょう

こんな場所があったら  
注意が必要です。  
こまめな点検を定期的  
に行いましょう！

石を積み重ねただけなど、コンクリートで一体化していないもので、高さのあるものは不安定になりやすく、変形が見られるものは特に注意が必要です。

雨水などを擁壁の裏側や斜面に流していませんか？

空掘ブロックや簡易な板等で土を留めていますか？

空掘ブロックの危険  
右下に示す空掘ブロックは、積み上げて壁を作るものであり、土を留めるためのものではありません。土を留めているブロックは要注意。

擁壁に亀裂やふくらみ等の変形が起こっていませんか？

地面に沈下は起こっていませんか？

擁壁に設置された水抜きパイプがごみや草木で詰まっていますか？

排水施設・水抜きパイプの詰まりの危険  
側溝や水抜きパイプの詰まりで、排水状況が悪いと、想定されていない大きな水圧が擁壁に生じ、擁壁の変形・崩壊の原因となります。

側溝の詰まり  
水抜きパイプの詰まり  
水圧  
雨水の浸透

草木が生えず地面が剥き出しになっているところはありませんか？

斜面の上にため池や水たまりはありませんか？

土砂や石が落ちてきたり、崩れそうな斜面はありませんか？

降雨時に表面がえぐられたり崩れた痕はありませんか？

雨どいや側溝などの排水施設が壊れたり、ごみが詰まったりしていませんか？

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る（宅造法第16条）。  
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。

## 4. 宅地擁壁の健全性判定手法

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が、現在、神戸市では以下のマニュアルを用いて擁壁の健全性を評価している。

《判定マニュアル》

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』

このマニュアルは、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、勧告又は改善命令を適切に行うに際して参考を示すものである。

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。なお、点数は以下のように（基礎点）と（変状点）の合計点で判定する。

**危険度評価区分（点数の最大値） = 基礎点 + 変状点**

（基礎点）：擁壁の高さや湧水の有無、排水施設の有無を点数化

（変状点）：擁壁のクラックやはらみ出し、傾倒等を点数化



# <健全性判定の点数配分：基礎点>

## 《基礎点》

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 諸 元	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)	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	煉石積み・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	煉石積み・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	

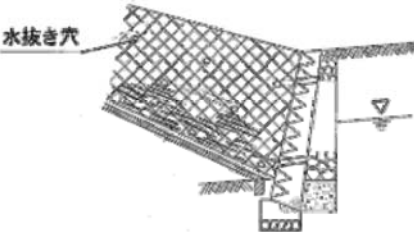
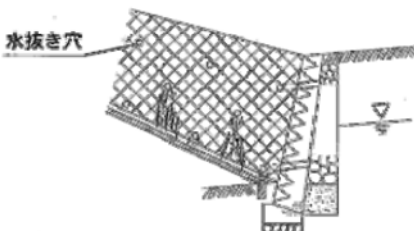
擁壁の基礎点 = 環境条件(a)の最大配点値 + 障害状況(b)の最大配点値

※障害状況とは、それぞれの項目で具体的に説明されており、障害Cが最も健全性が低い判定となっている。

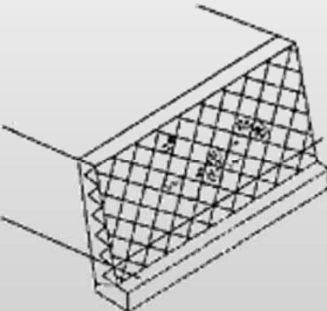
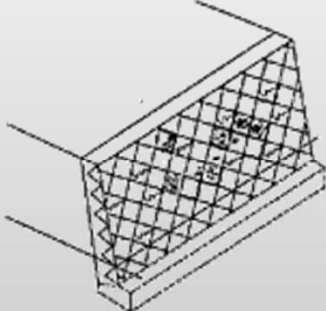
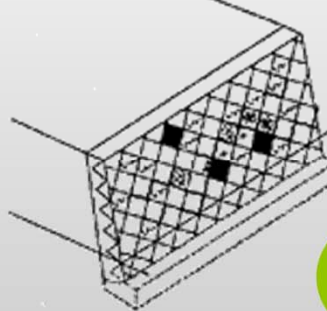


# <基礎点の点数配分の一例>

## 《湧水》

	分類	内容	形状
	3	擁壁表面がかわいている。	
<div> <div>良い</div> <div>↑</div> <div>↓</div> <div>悪い</div> </div>	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。	

## 《劣化障害》

タイプ	障 害	障 害 A	障 害 B	障 害 C
練石積み・コンクリート積み擁壁	劣化(風化、湧水等による侵食)			
	主な現象の説明	表面が磨耗しざらざらしている。	合わせ目の破壊が目立つ。	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。

# <健全性判定の点数配分：変状点>

《変状点》

区 分	項目	程度	小変状						中変状						大変状							
		擁壁種類	鉄筋	重力式	煉石積み	増積み	二段	張出し	鉄筋	重力式	煉石積み	増積み	二段	張出し	鉄筋	重力式	煉石積み	増積み	二段	張出し		
			コク	コク	コ B 積み				コク	コク	コ B 積み				コク	コク	コ B 積み					
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							

- ・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。
- ・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。



## <擁壁の危険度評価区分>

危険度評価区分（点数の最大値）＝ 基礎点 ＋ 変状点

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指導する。



## 5.健全性評価に対する課題

現行のマニュアルを運用していく上での課題（改善点）は以下の通りである。

- ① 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。



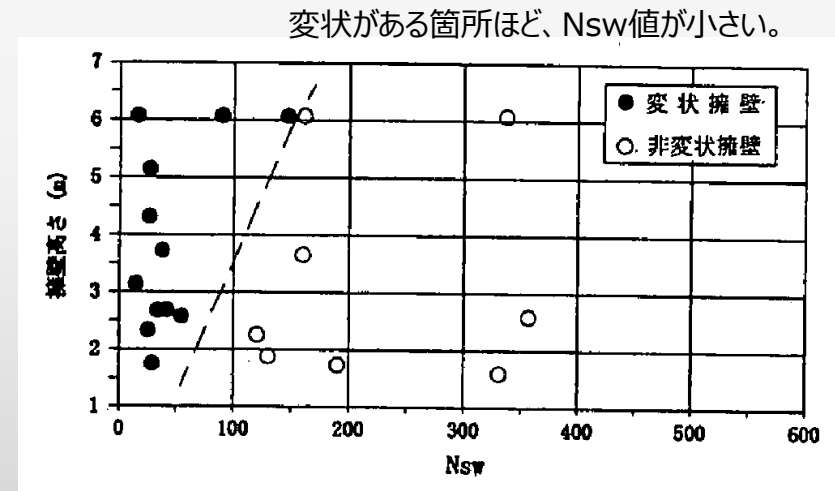
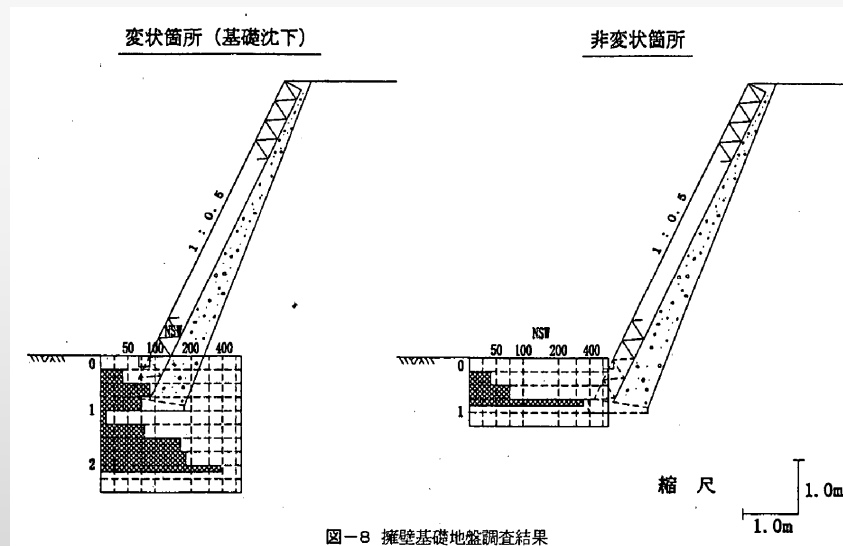


## 6.健全性評価に対する課題とその対応

### 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、地震時（兵庫県南部地震時）の擁壁変状に関して、地盤強度と関連があることを示している（下図）。

本研究会では、擁壁周辺の地盤において簡易な調査（サウンディング等）を実施し、目視点検による変状等との関連性を調べる予定である。



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

（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、1999.12））

## 6.健全性評価に対する課題とその対応

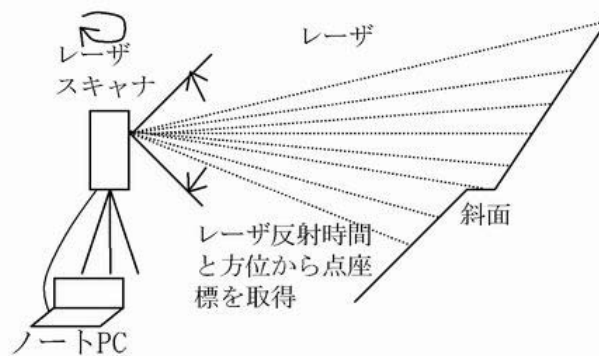
### ② 変状の定量的判定について

マニュアルによる変状点の判定は、小変状、中変状、大変状に区分されているが定性的であり、点検者による差異が発生する。

本研究会では、変状の定量的判断を行う一例として『3次元レーザースキャナ』による変状測定を行い、その適用性を検討する予定である。

＜定量的判断の一例＞

擁壁のはらみ出し量を、3次元レーザースキャナを活用し定量的に判定する。

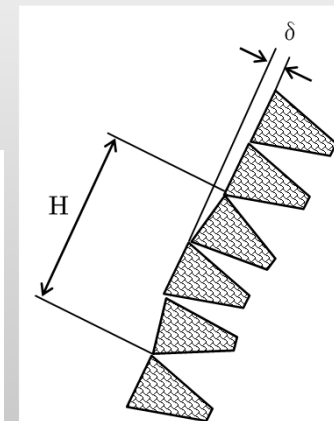


3次元レーザースキャナの計測概念図

計測データからはらみ出し量を出し、定量的な判断を行う。

はらみ出し指数 =  $\delta / H$   
 $\delta$  : はらみ出し量  
 $H$  : はらみ出し範囲

6%以上になったら危険と判断。  
過去の実績により提案されている。



## 6.健全性評価に対する課題とその対応

### ③ 経過観察時の観察方法について

変状の実績を整理し、より効果的な箇所、その観察手法等をまとめる。基本的には、スケール等を用いた簡易な計測方法を提案する。

### ④ 対策方法について

変状の程度に応じた対策方法を提案する。なお、民間の宅地等では大規模な対策（高額な対策費）が困難であるため、出来る限り低コストの対策工法を紹介する。

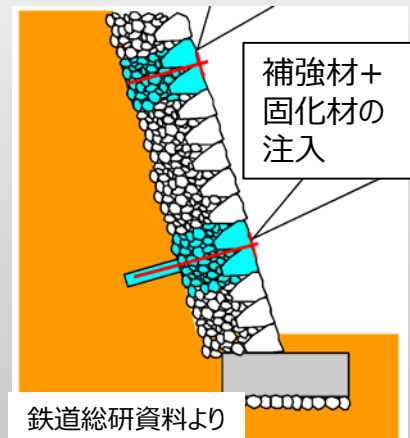
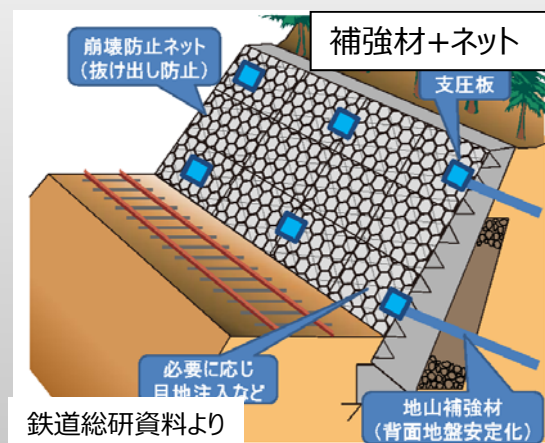
＜石積み擁壁の対策工の一例＞

地下水が問題となる場合：水抜き孔の設置等の地下水排除工。

表流水が問題となる場合：排水溝の設置、あるいは修繕等。

石積み擁壁を一体化させ、強度を高める：補強材の挿入、および固化材の注入等。

石積みの抜け落ちを防止：ネットによる被覆。



## 7.まとめ

本研究では、被災事例の多い『石積み擁壁』を対象に、これまでの点検マニュアルによる点検手法を改善し、より運用しやすい健全性評価手法について研究を行う。現在計画している内容は以下の通りである。

① 健全性評価に地盤情報を取り入れる。

⇒ 擁壁周辺でサウンディング等を実施し、適用性や効果的な手法を提案する。

② 変状に対して定量的な判断を行う。

⇒ 三次元レーザースキャナ計測を行い、その適用性について提案する。

③ 経過観察手法の提案を行う。

⇒ 簡易で継続的な観察手法の提案を行う。

④ 変状に応じた対策手法を提案する。

⇒ 変状の原因やその変状規模に応じた対策手法を提案する。



## **研究テーマ2：**

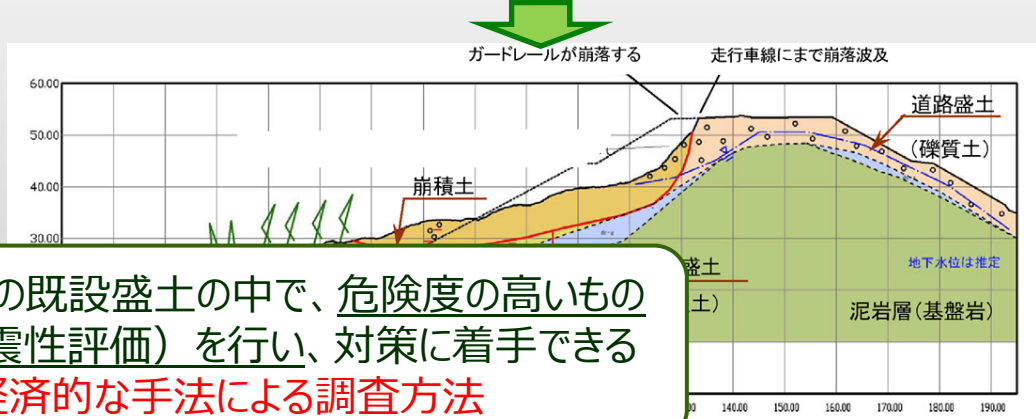
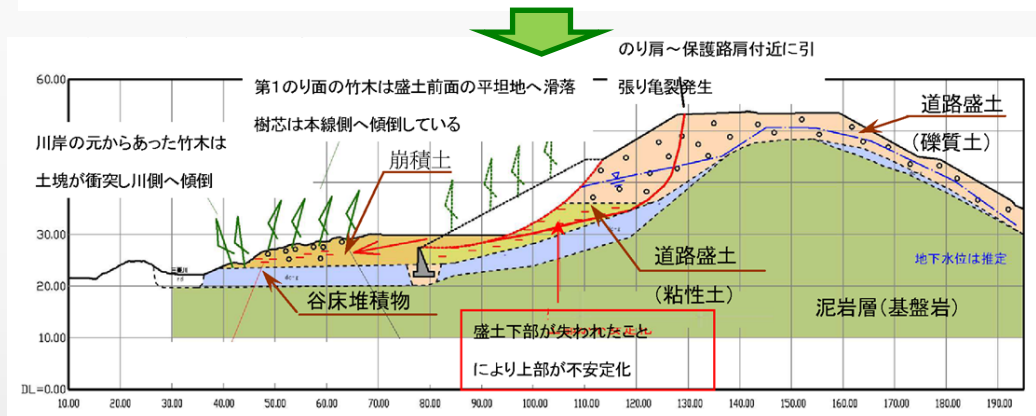
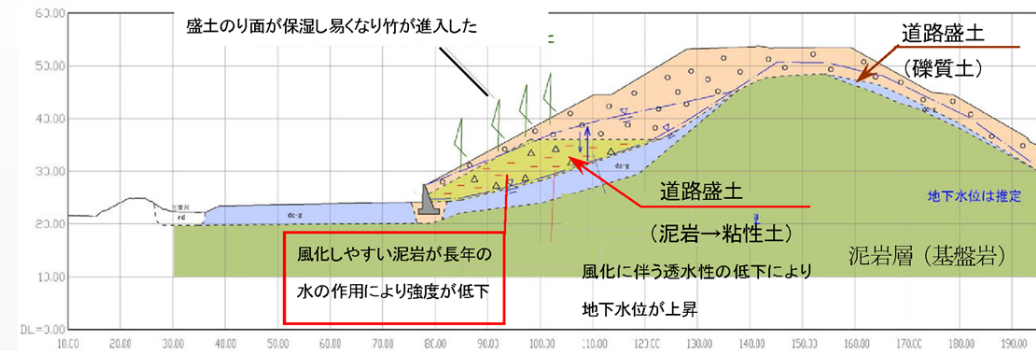
**既設盛土の耐震性評価に関する検討**



# 1.既設盛土の崩壊事例



## 崩壊の形態(牧之原)



大規模地震に備え、現存する多数の既設盛土の中で、危険度の高いものをいち早く・適正に抽出・調査（耐震性評価）を行い、対策に着手できるよう繋げることが重要 → **簡易で経済的な手法による調査方法**

## 2. 既設盛土の耐震性評価方針の検討と課題抽出

研究方針：危険性の高い盛土を絞り込みのための、  
簡易で経済的な調査方法（1次調査、2次調査）について検討する

- **1次調査**：数多くある盛土から、机上調査・現地踏査により  
安全度の低い盛土を抽出する調査（安定度調査票を利用）  
**課題**：評価項目の仕分けの未分化、総合評点と評価の対応が曖昧  
⇒ 安定度調査票の見直し（研究項目1）
- **2次調査**：1次調査に該当した盛土を対策順位を評価し、  
耐震補強の検討を行うべき盛土を抽出する調査  
（主に現場調査）  
**課題**：2次調査対象の盛土も多数存在するものと推察  
⇒ 簡易で経済的な調査手法の検討（研究項目2）



# 3. (研究項目1) 既存安定度調査票の見直し

## ■ 既存安定度調査票 例) 全国地質調査業協会連合会 (H26.10)

[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	間盛土部	間盛土部	間盛土部	間盛土部	
変状	構造的なクラック・開口亀裂あり	2	2	2	2	2	2 (3)
	のり面下部の洗掘あり	3	3	3	3	3	
	補修箇所多数あり	2	2	2	2	2	
	のり面の肌落ちあり	1	1	1	1	1	
	該当なし	0	0	0	0	0	
基礎地盤	地すべり・クリープ	2	2	2	2	2	2 (2)
	軟弱地盤	1	1	1	1	1	
	崖壁	1	1	1	1	1	
	安定地盤	0	0	0	0	0	
盛土材	砂質土	1	1	1	1	1	1 (1)
	粘性土	0	0	0	0	0	
	礫質土	0	0	0	0	0	
	不明	1	1	1	1	1	
のり面・地盤水・表面水への影響	のり面が湿潤	6	6	6	6	6	6 (6)
	盛土のり面に流水跡あり	6	6	6	6	6	
	のり面・自然斜面に湧水あり	6	6	6	6	6	
	周辺の土地利用が湿潤	6	6	6	6	6	
	山側灰部に側溝なし	2	2	2	2	2	
河川水・波浪の影響	側溝、縦排水断面が不十分	4	4	4	2	6	6 (6)
	該当なし	0	0	0	0	0	
	河川水・波浪の影響	2	2	2	2	2	
	洪水、高潮時に冠水	2	2	2	2	2	
	洪水、高潮時に排水工流束が冠水	2	2	2	2	2	
河川水・波浪の影響	のり面が常時冠水(放壁斜面)	1	1	1	1	1	1 (2)
	のり面が常時冠水	1	1	1	1	1	
	該当なし	0	0	0	0	0	
	河川水・波浪の影響	2	2	2	2	2	
	洪水、高潮時に冠水	2	2	2	2	2	
合計		10点					(A)

注1) ( )は各項目の満点を示す。  
該当する場合は配点欄に○印をつけると共に点数を記入する。  
不明な場合は中間的な値を採用する。  
注2) 切盛地盤が渓流横過部に隣接する場合には渓流横過部の列を用いて評価する。

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

[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	-4	
地下水・表面水対策	地下水・表面水対策工、アンカー付きのり枠工	(-3)	-3
	のり枠工、表面被覆工	-2	
	その他・なし	±0	
河川水・波浪対策	堰堤・谷止め工	-5	0
	上流・下流流路工、土留擁壁	-3	
	その他・なし	(±0)	
合計		(α)	(B)
		-7	3点

※(A)が0点の場合対策工の効果補正は行わない

[評点](評点の換算) (B)→(C)	
(B) <0	0.1 2.3 4.5 6.7 8.9 10.11 12.13 14.15 >16
(C) 0点	10点 20点 30点 40点 50点 60点 70点 80点 90点

[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。		

[履歴](D)			
項目	評点区分	配点	評点
被災	有り	(+30)	30
	なし	0	
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	
	盛土の全改修、 十分な対策	(-70)	
対策	修繕程度、 応急対策	-30	-70
	被災前と同様の 対策、対策なし	0	
	合計		

(E)=MAX(C, D)	
要因からの評点 (C)	20点
履歴からの評点 (D)	30点
(C)と(D)の内、大きい方	(E)=MAX(C, D) 30点

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	盛土のり面から測った盛土高が10m程度を上回る盛土
3	盛土のり面近辺に民家や遊離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

### 《問題点》

- ・ 評価項目に素因（ポテンシャル）と変状（リスク）が混合
- ・ 対策工の有効性を判断せずに評価

→ 結果的に、総合評点と評価の対応が曖昧



# ■ 安定度調査票 見直し案

ポテンシャル（素因）とリスク（変状）の2軸で総合評価（A～Dの4段階評価）

施設管理番号		K O 4 2 F 2 5 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 （盛土が持つ素因）							想定される災害形態 崩壊 表面崩壊 圧密沈下 即時沈下 液状化 表面浸食 地下浸食 河・海岸浸食										リスク評価項目 （盛土に発生した変状）																						
要因	素因評価項目	配点	評点											変状の有無 ↓ 変状箇所	変状の症状			評点 0 1 2 3																					
盛土区分	基礎面が平坦地	0	1											変状有り 排水構造物	→ 変状無し			-																					
	基礎面が傾斜地	片切・片盛土		0											地山	I 盛土法面 （排水施設未対策部）			① ヘアクラック（幅：0.3mm以下、深さ：4mm以下）			0																	
		腹付け盛土		2												② 凹凸変形（亀裂が伴わない程度の変形）			0																				
		両盛土		2												③ 目地の欠損			0																				
	基礎面が谷地形	3														II 舗装			④ 表面浸食跡			0																	
	※ 切盛境がある・道路構造物取付部である	0														⑤ 基礎洗掘跡			0																				
※ 法尻部が平坦、または尾根・起伏基盤上である盛土	0											⑥ 線状ひびわれ（縦・横・円弧）				0																							
※ 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											III 路面排水工			⑦ 亀甲状ひびわれ			0																				
基礎地盤	岩塊・礫質土等安定した支持地盤	0	1													IV 小段排水工 縦排水工			⑧ はらみ出し			0																	
	崖・沖積低地	0														⑨ 盛土材の流亡・咬い出し			0																				
	埋立地・田圃等の軟弱地盤（粘性土・有機質土）	2														⑩ 沈下・段差亀裂			0																				
	地すべり地内・断層上	3														⑪ 剥離・ボットホール			0																				
	※ 基礎地盤対策を行っている	-1		/3												⑫ 土砂・枝葉による断面閉塞			0																				
	判定根拠	良質 粒度調整土・セメント改良土等		0												⑬ 擁壁工			⑭ 開口亀裂（盛土材変動、植生生育・繁茂）			0																	
盛土材料	周辺の材料より推測	通常 礫質土・砂質土	0													⑮ 抑止工 （アンカー工等）			⑯ 目地の減損			0																	
	悪質 粘性土・有機質土	3											⑰ 圧壊（植生生育、盛土材変動）			0																							
	※ 脆弱岩を含む（泥岩・凝灰岩・花崗岩等）、湿潤化している	+1											⑱ 法尻排水工 （布団籠工等）			⑲ 表面崩壊跡			0																				
	※ 明らかに盛土材料の締固度が低い	+2	/3													⑳ 鋼材露出・腐食			0																				
	盛土高<5.0m	0											評点			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。																							
	5.0m<盛土高<10.0m	0											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。																										
盛土勾配	10.0m<盛土高	3	1											2 症状1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。																									
	※ 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											3 症状2が進行し、排水施設の構造劣化が著しく機能していない。補修のみでは機能が回復が不十分。																								
	盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以下	0												模式-2 リンク			筒 - 症			変状の詳細			評点																
	盛土材料・盛土高に応じた標準勾配以上	3												II - ② 谷側路面に凹凸変形あり			1																						
	※ 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											① V - ④ 盛土材土圧により破断 排水機能を失っている			3																					
	湧水無し	0												② VI - ④ 盛土材流亡による座屈が発生 常時表面水の流入を許す			3																						
湧水	湧水有り	2	0											③ VII - ⑤ 目地減損部に海水が流入し、盛土材の咬い出し			2																						
	地質境界・法尻	2												④ VII - ③ 盛土材流亡による土圧変化によって、押出亀裂発生			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																																					
盛土の排水対策	排水対策無し・機能不全	3	3																																				
	※ 集水地形であり、盛土外から表面水が集まりやすい	+1		/3																																			
	耐震補強施工済（アンカー工・鉄筋挿入工・杭工等）	0																																					
	土留め構造施工済（重力式、逆T型擁壁、補強土壁工等）	0																																					
	付属構造物施工済（布団籠工・ブロック積、石積擁壁工等）	2																																					
	補強対策無し・機能不全	3																																					
盛土の補強構造	被災履歴無し	0	0																																				
	被災履歴有り	2																																					
	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	0																																					
	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	3																																					
	項目Max	3																																					
被災履歴	被災履歴有り	2	0																																				
	過去に被災し、対策工後は被災履歴無し	0																																					
	対策工後も被災を繰り返す	3																																					
	※ 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。	3																																					
	総合点	8																																					
	↓ 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	0																																					
リスク・ポテンシャル評点 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 /3			総合点 11																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>リスク</th> <th>変状：無～小</th> <th>変状：中</th> <th>変状：大</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ポテンシャル</td> <td>0～1</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>素因：無</td> <td>A</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>素因：小～中</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>素因：大</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>D</td> </tr> </tbody> </table>																	リスク	変状：無～小	変状：中	変状：大	ポテンシャル	0～1	2	3	素因：無	A	C	D	素因：小～中	B	C	D	素因：大	C	D	D	<p>専門技術者のコメント</p> <p>・該当現場は高潮時に波浪の影響を受ける箇所に位置し、海岸浸食を主とした盛土材の咬い出しにより、各種排水施設に著しい変状が発生している。したがって、盛土材の咬い出しを阻止する根本的な対策を要する。このまま放置すると、護岸工及び法面保護工の裏込（盛土）材の咬い出しが進行し、最大で舗装面からの崩壊に発展する可能性がある。</p>		
リスク	変状：無～小	変状：中	変状：大																																				
ポテンシャル	0～1	2	3																																				
素因：無	A	C	D																																				
素因：小～中	B	C	D																																				
素因：大	C	D	D																																				

## ■ 現地調査-ランクD盛土の例



路面に縦断方向へ段差亀裂有り



盛土法面に崩壊が発生



縦排水工が途中までしか施工されていない



縦排水工裏側の盛土材の流亡

### 《今後の対応について》

- ・ 評価項目の不足内容検討及び追加  
(リスク、ポテンシャル、災害シナリオ)
- ・ 調査票内ランク付けの妥当性の評価 → モデルサイトでの適用を重ねながら検討
- ・ 宅地盛土についての適用性について検討



## 4. (研究項目1) 簡易で経済的な調査手法の検討 (二次調査内容の検討)

2次調査の対象盛土・・・1次調査でC、Dランクに分類される盛土  
相当多数に上るため、なるべく簡易で経済的に調査を実施

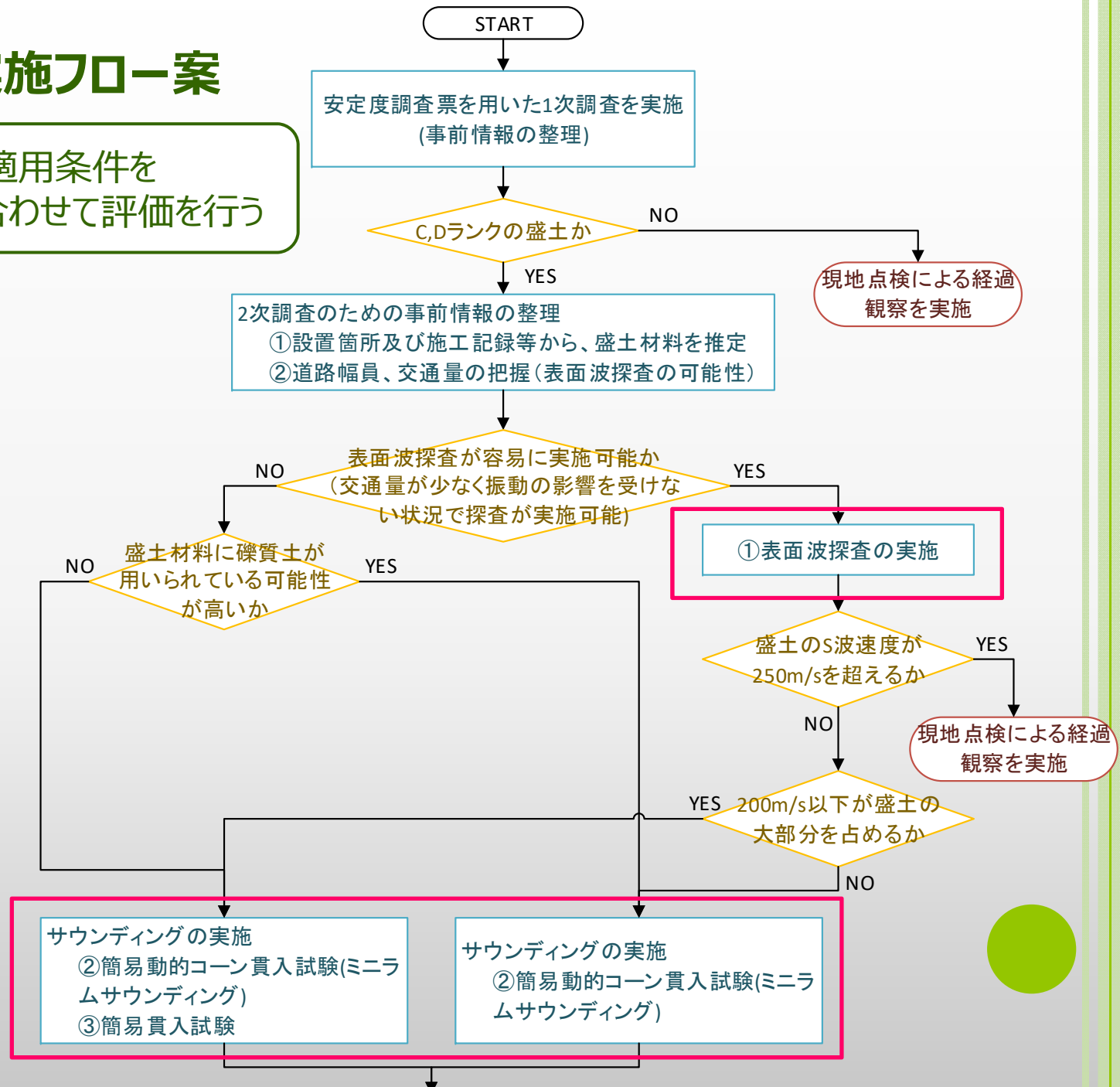
調査のポイント

- A) ①地下水、②土質、③締固め度、を把握
- B) 表面波探査の実施が容易であればこれを行う。
- C) 想定盛土材料に応じたサウンディングおよび水位測定、試料採取を実施する。
- D) 締り度合いが悪く、地下水位が高い、もしくは両者の程度がそれほど悪いものでなくても変状の進行が確認される盛土を抽出する。
- E) 簡易安定性照査を実施し、詳細調査に進む。



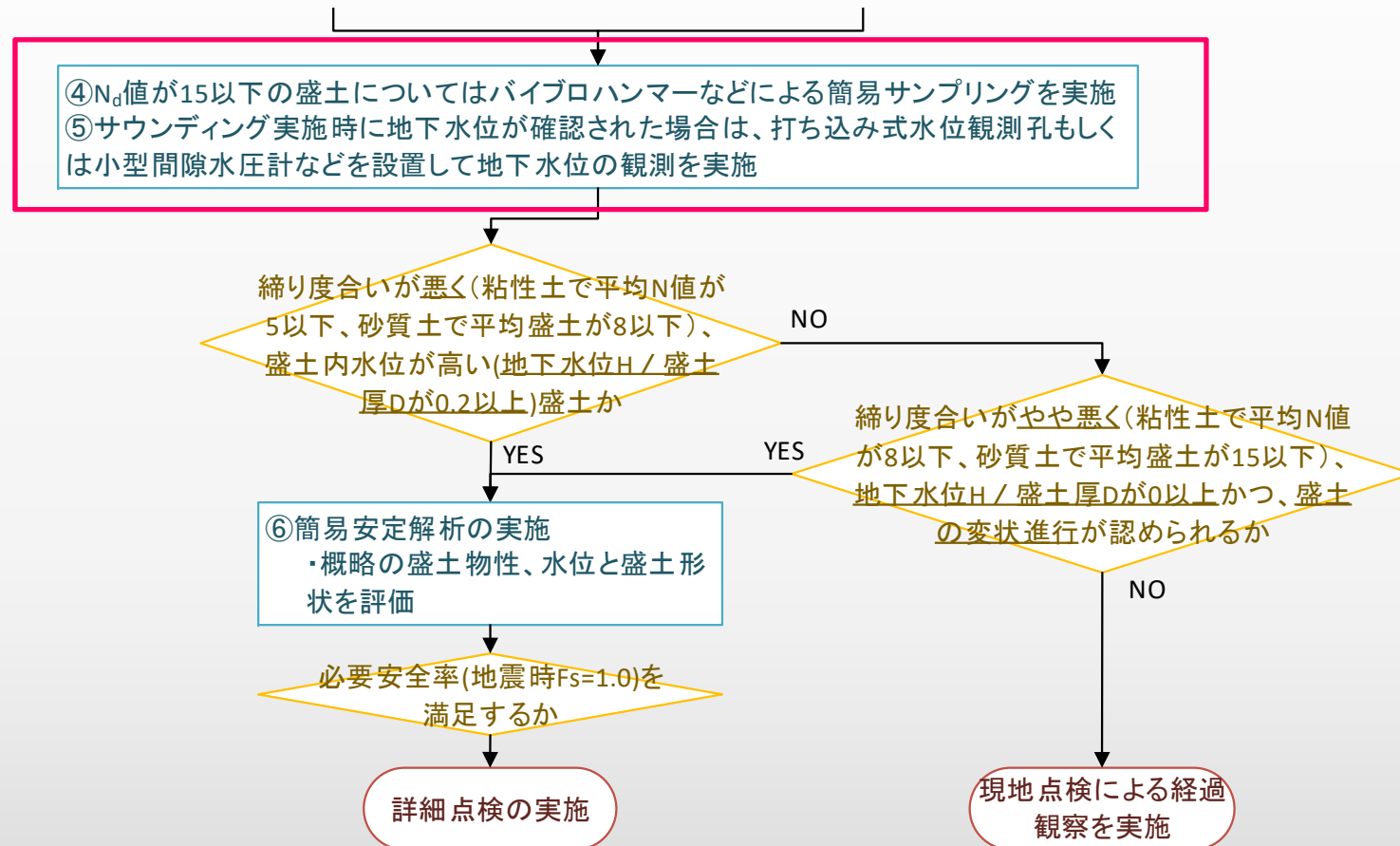
## ■ 二次調査実施フロー案

- 各調査手法の適用条件を考慮して組み合わせて評価を行う

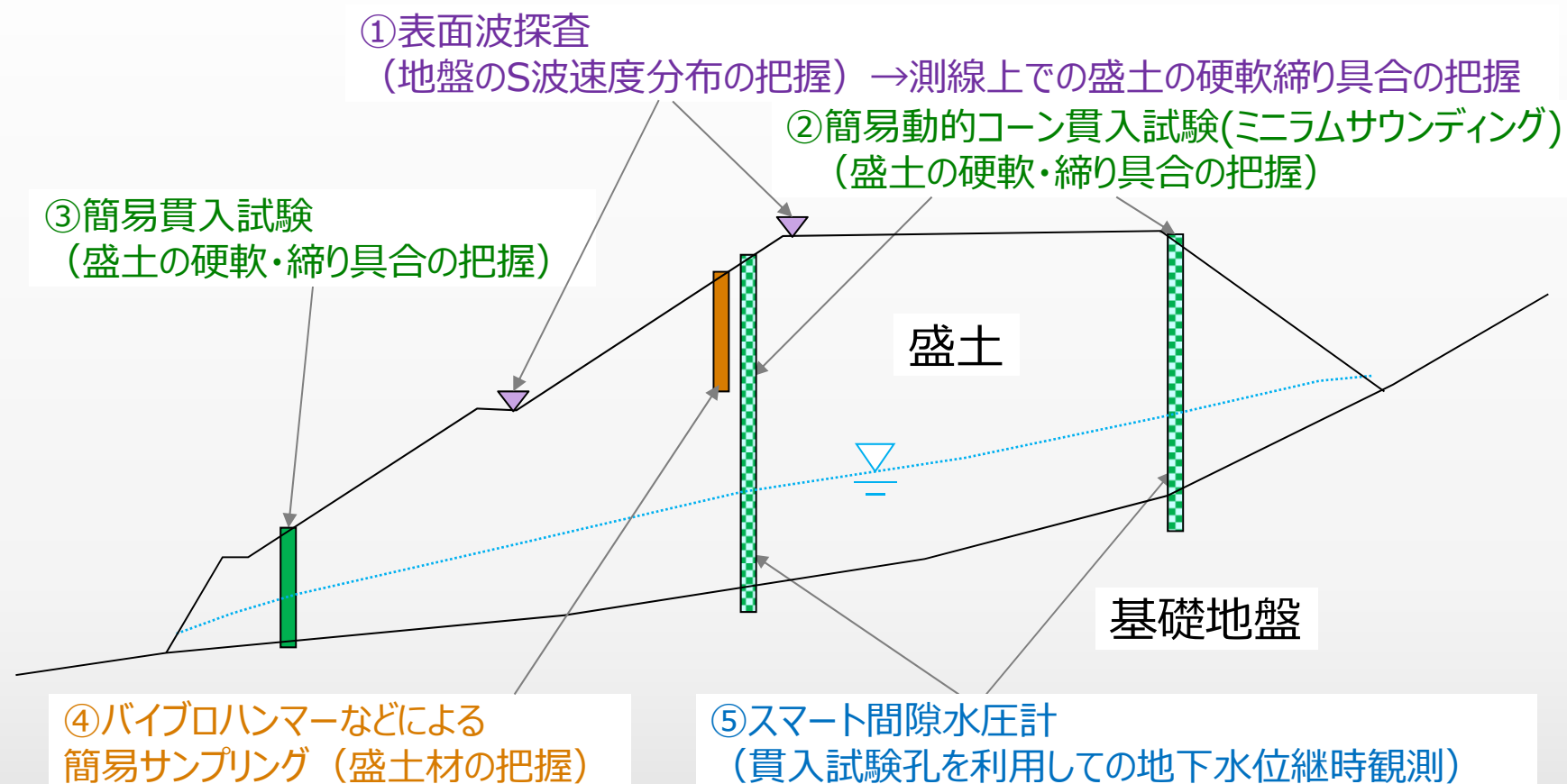




## ■ 二次調査実施フロー案



## ■ 二次調査計画の概要



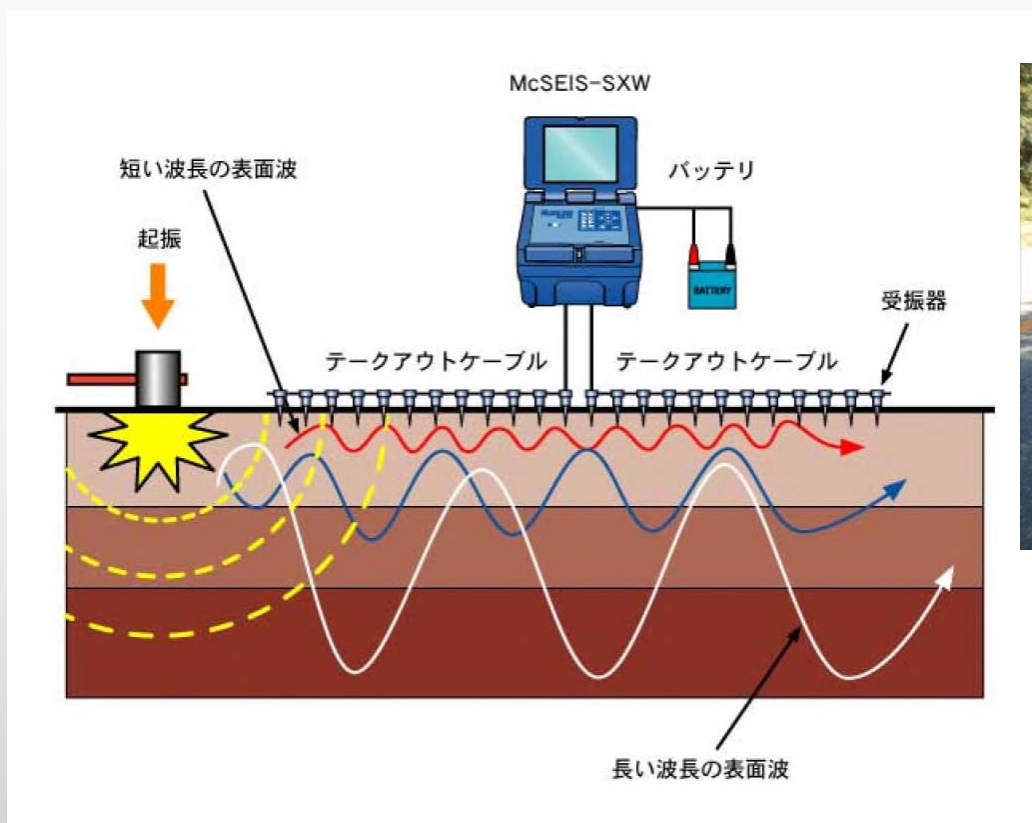
### 《今後の対応について》

- ・ 各調査手法および調査フローの適用性
- ・ 調査費用をさらに抑える工夫 → モデルサイトでの適用を重ねながら検討

## (調査手法の紹介)

### ■ 表面波探査

地盤の地表付近を伝わる表面波を多チャンネルで測定・解析することにより、深度15m程度までの地盤のS波速度分布を求める



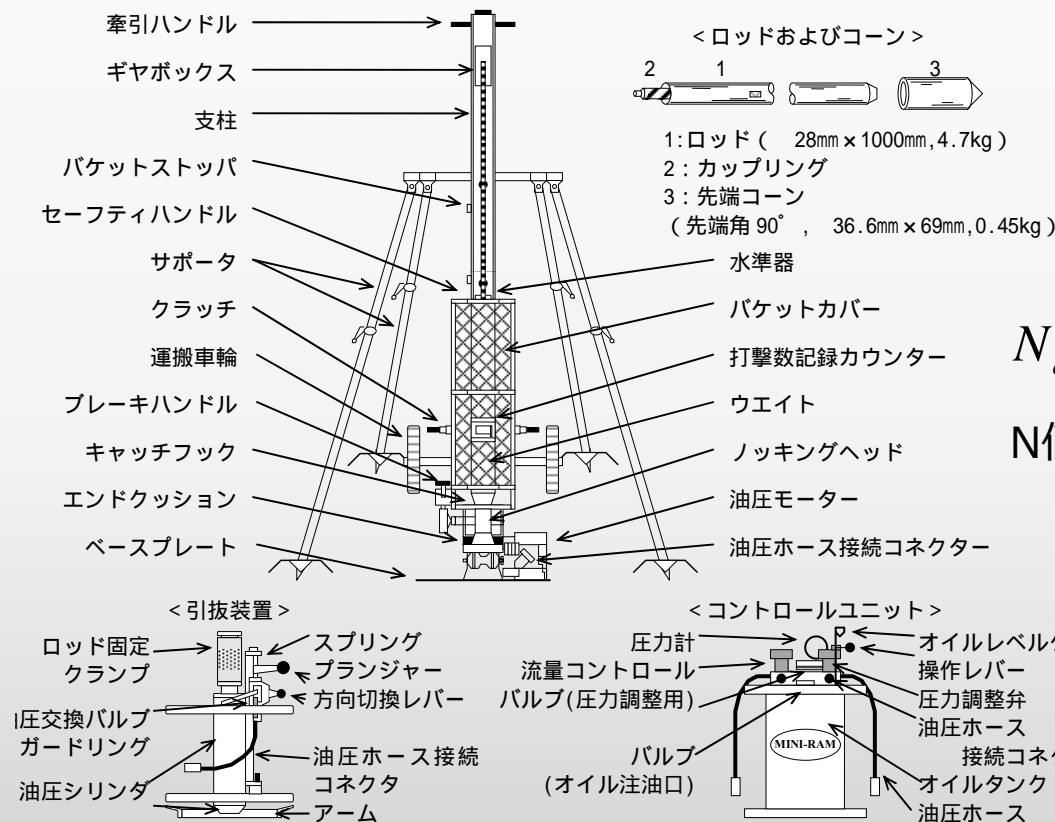
盛土の縦断方向上に測線を展開



# (調査手法の紹介)

## ■ 動的コーン貫入試験 (ミニラムサウンディング)

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、貫入量と打撃回数から**地盤の硬軟**を調べる



$$N_{da} = \frac{1}{2} N_m$$

N値相当の数値  
が得られる

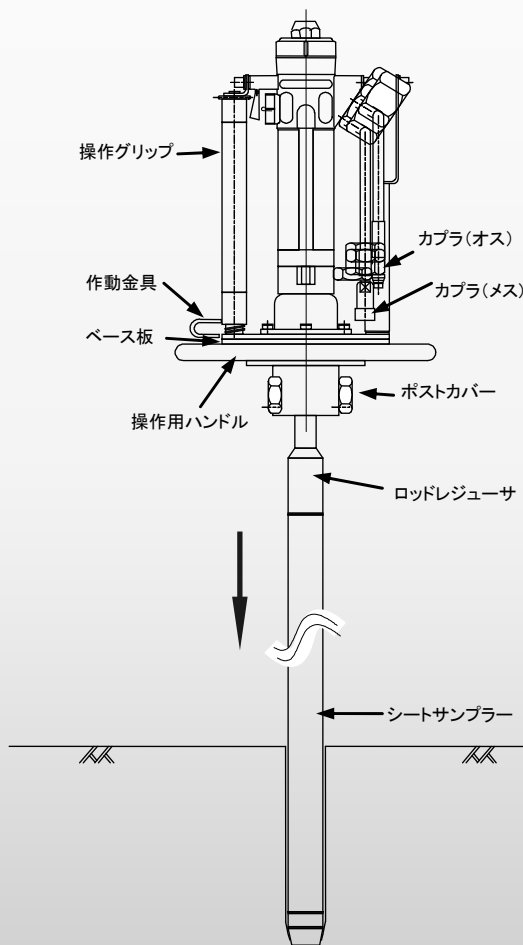




## (調査手法の紹介)

### ■ バイブロハンマーによる簡易サンプリング

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、**盛土試料**を採取する



## (調査手法の紹介)

### ■ 小型間隙水圧計

ミニラムサウンディング試験孔を利用して挿入し、**水位観測**を行う



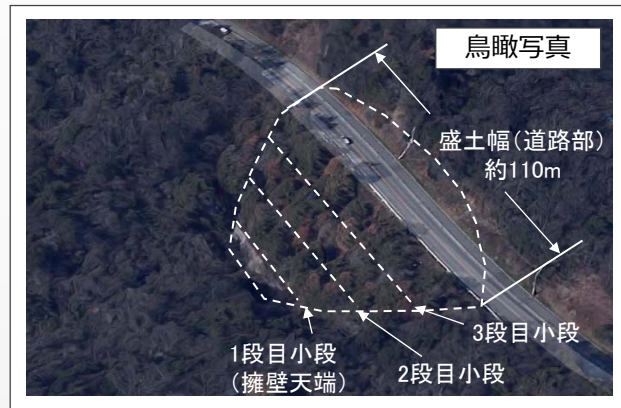
ロガーを設置し継時観測





## 5.モデルサイトで実施した二次調査結果の紹介

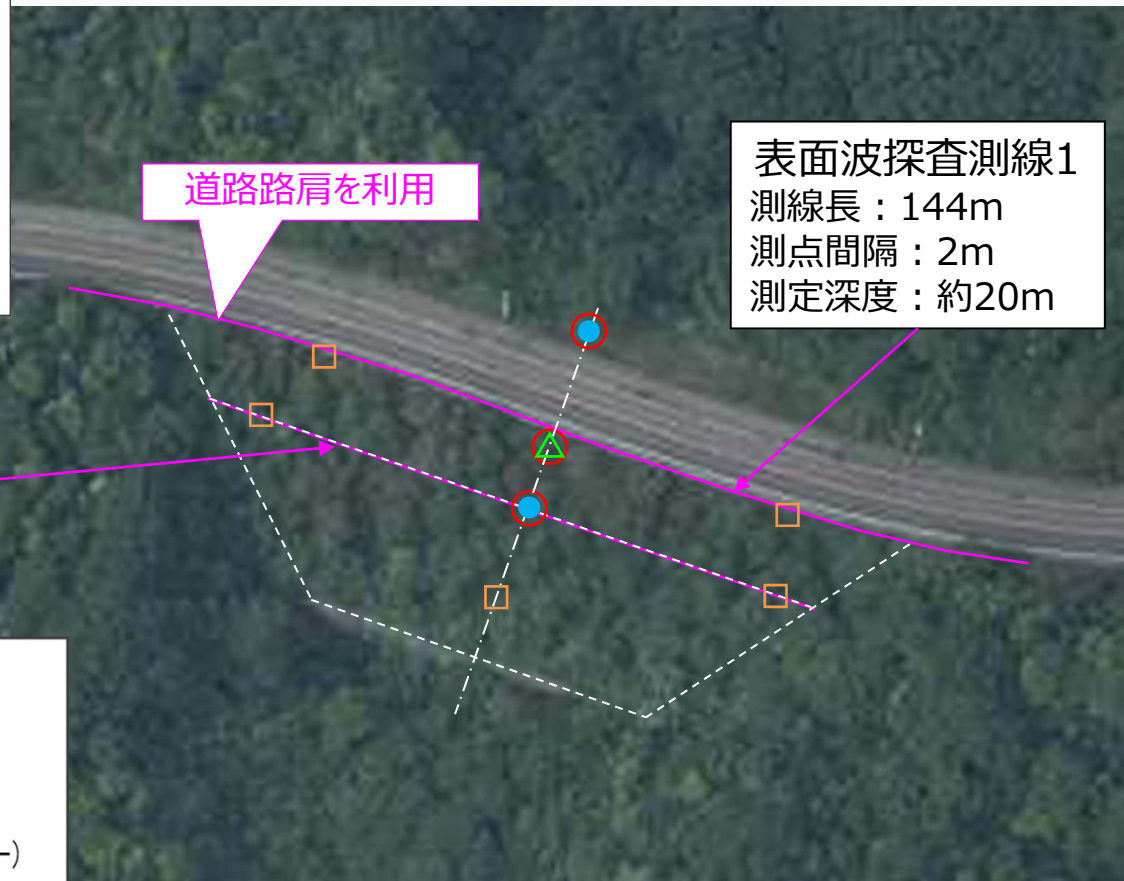
神戸市内の道路盛土を選定して実施（一次調査でDランクと診断）



表面波探査測線2  
測線長：96m  
測点間隔：2m  
測定深度：約20m

### 凡 例

- 表面波探査測線
- 動的コーン貫入試験(ミニラム)
- 簡易貫入試験
- △ 簡易サンプリング(パイブロハンマー)
- 小型間隙水圧計設置  
(打込み式水位観測孔設置)



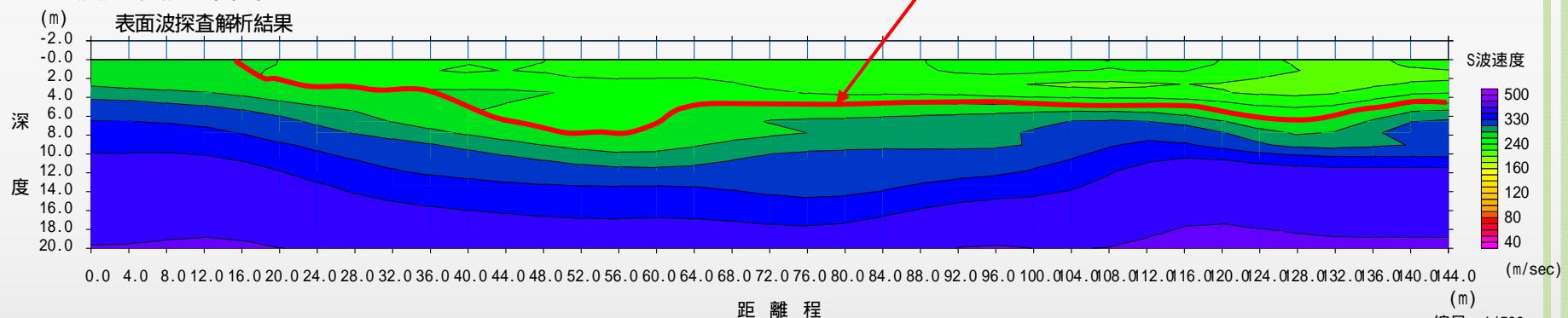
## ≪表面波探査結果（精査途中）≫

### ≫ 盛土縦断方向（法肩部）の地盤状況

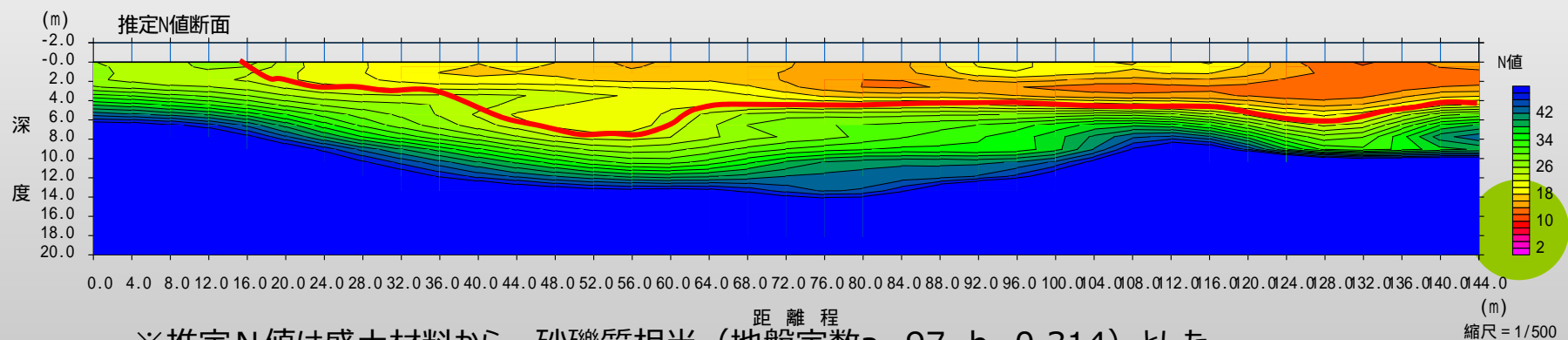
測線1（測線長：144m、測点間隔：2m、測定深度：約20m）

盛土境界：S波速度260m/sと評価  
(地山が未固結層なため明確な層境界は確認されず)

S波速度分布図



推定N値分布図



※推定N値は盛土材料から、砂礫質相当（地盤定数 $a=97$ ,  $b=0.314$ ）とした



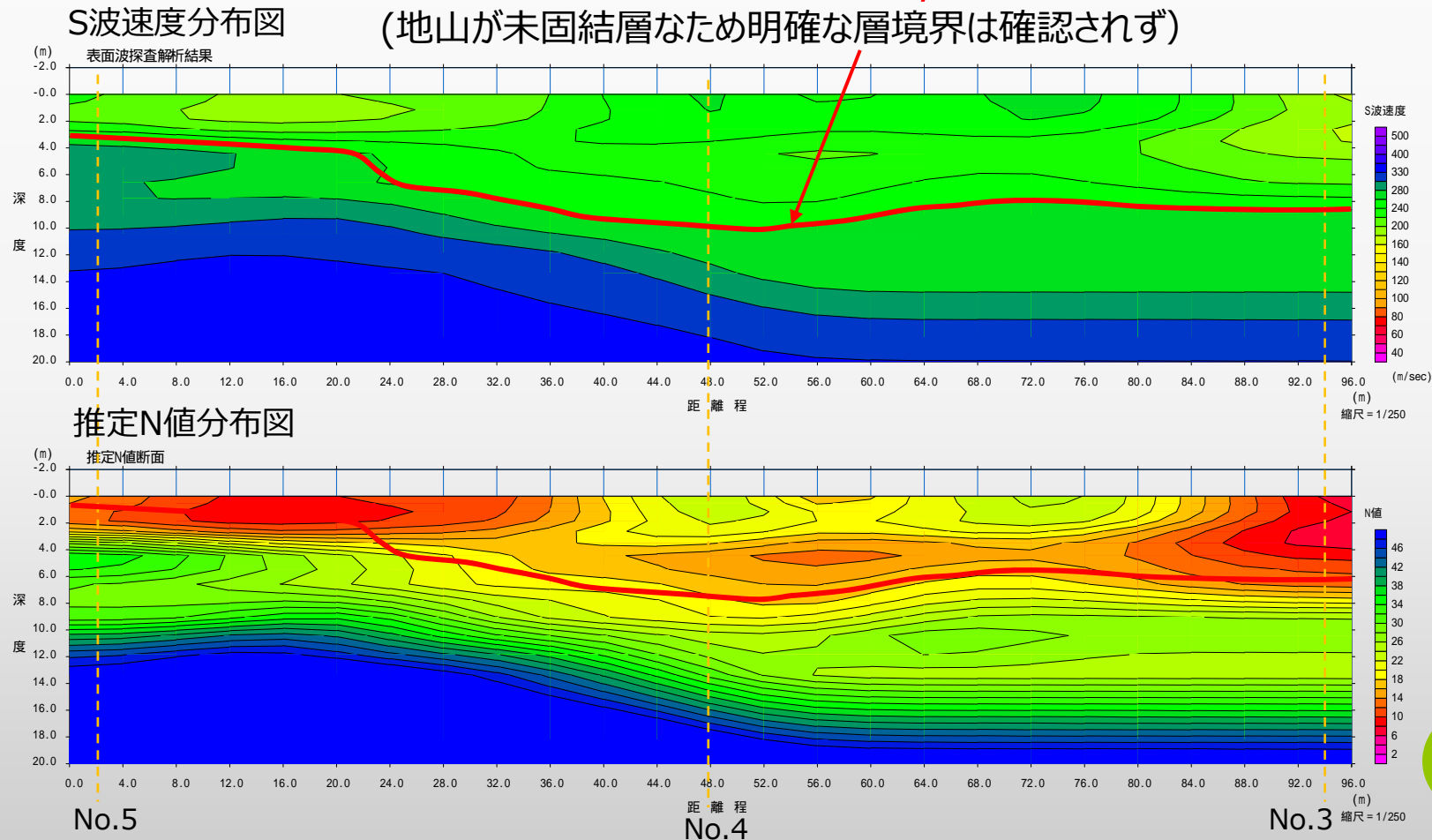
# ≪表面波探査結果（精査途中）≫

盛土縦断方向（小段部）の地盤状況

測線2（測線長：96m、測点間隔：2m、測定深度：約20m）

盛土境界：S波速度260m/sと評価

（地山が未固結層なため明確な層境界は確認されず）



※推定 N 値は盛土材料から、砂礫質相当（地盤定数 $a=97$ ,  $b=0.314$ ）とした

# <<動的コーン貫入試験，簡易貫入試験結果（精査途中）>>

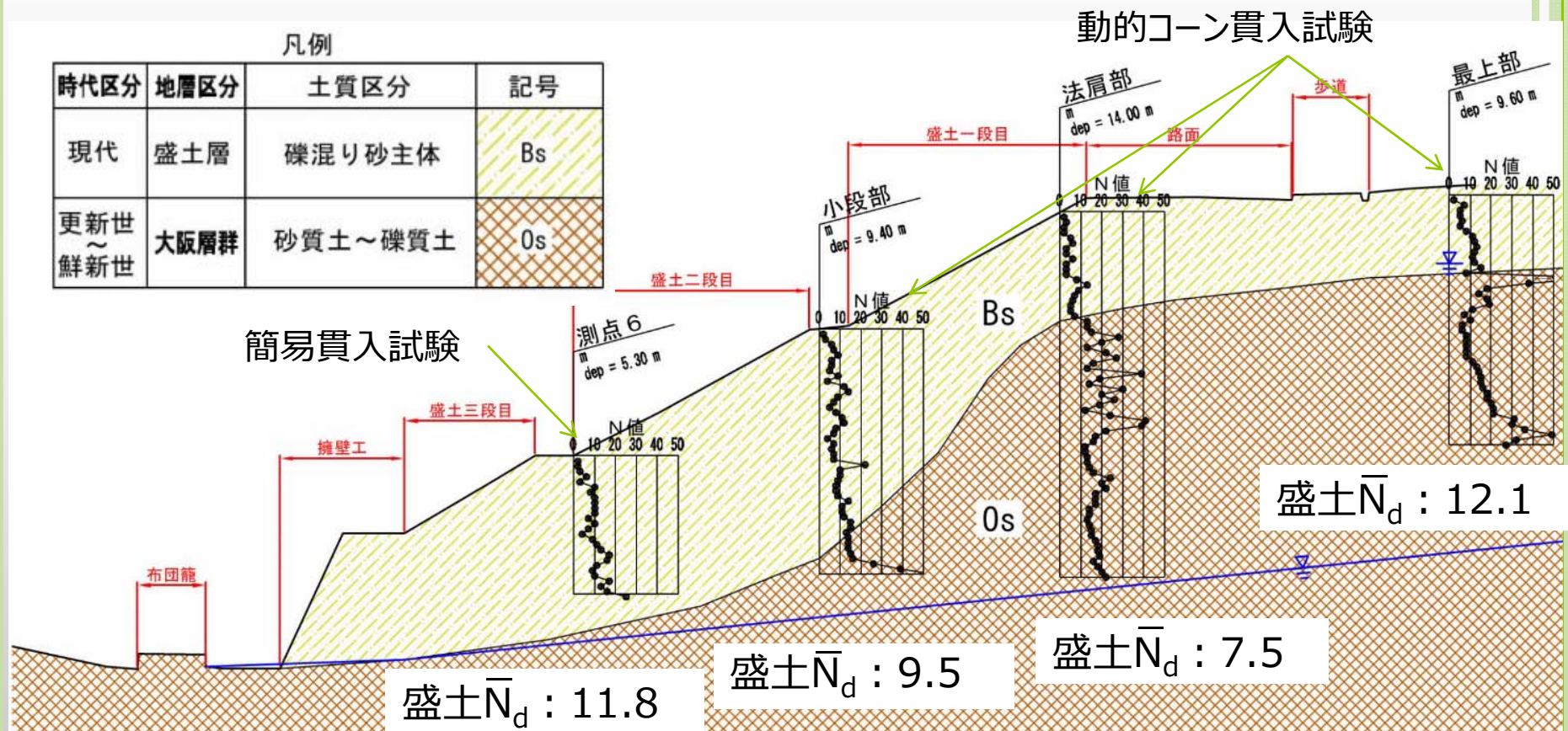
盛土中心部横断方向の地盤状況

盛土と地山の境界を表面波探査と $N_d$ 値の変化より評価

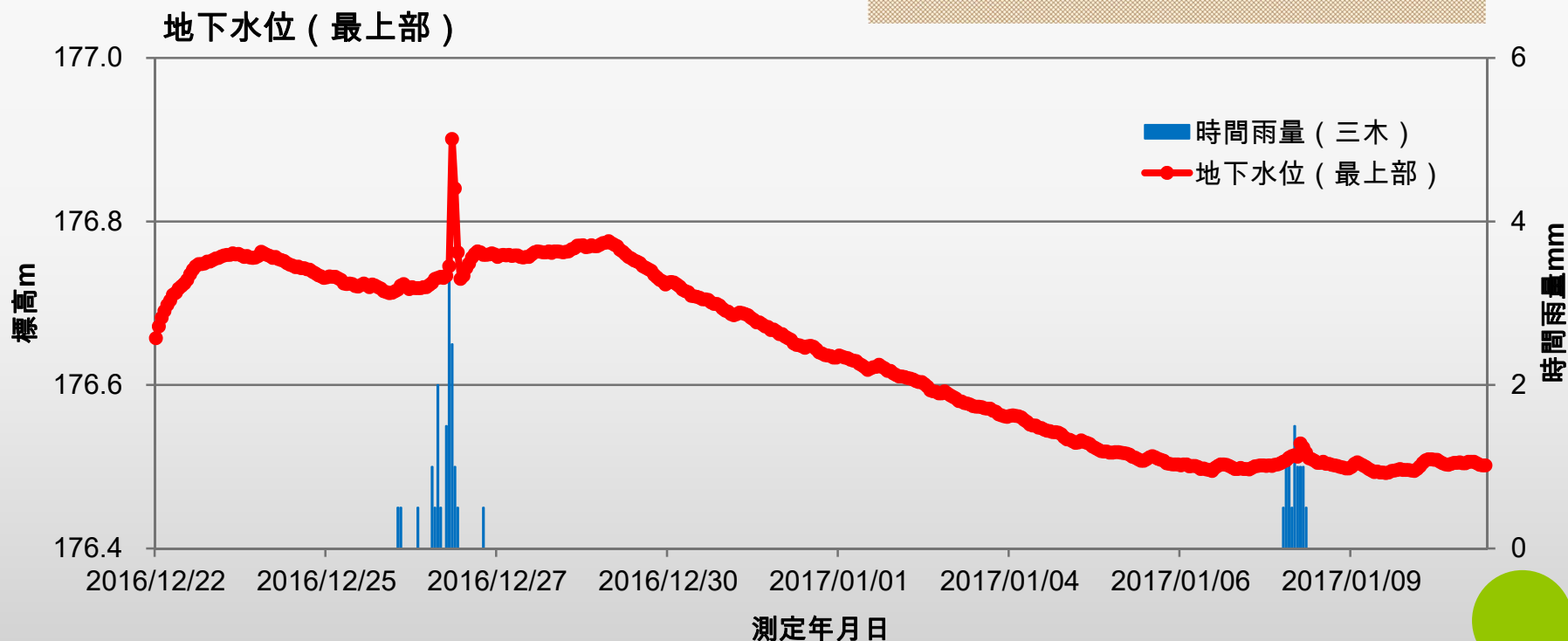
盛土材料はパイプハンマーサンダーの試料より確認  
（礫混り砂主体）



採取した盛土の試料



※ $N_d$ 値は土被り圧補正済みの値





## 6.まとめ

本研究では、耐震性評価にあたり危険度の高い盛土をいち早く・適正に抽出・調査を行うため、一次調査方法、2次調査方法について研究を行う。

### 進捗状況・今後の予定

#### ① 一次調査方法の検討

- ⇒ 既往安定度調査票の見直しを実施。
- ⇒ 複数のモデルサイトで安定度調査票による一次調査を試行。
- ⇒ 今後、モデルサイトを追加して調査しながら、安定度調査票を精査予定。

#### ② 二次調査方法の検討

- ⇒ 簡易な調査を適用した二次調査フロー（案）を検討。
- ⇒ モデルサイトにて各種調査を実施。
- ⇒ 今後、試験・調査の適用性検討、盛土の簡易安定性照査を行う予定。  
（モデルサイトの追加も検討中）