

神戸市域のインフラ構造物の調査、 性能評価および対策に関する研究

神戸の減災研究会
応用地質(株) 野並 賢

2016年1月21日

1. 道路や河川構造物、宅地盛土等の土 構造物を対象とした点検手法および対策 要否に関する研究

メンバー

野並, 宗行, 尾方, 宮田, 戎

■ 土構造物の維持管理上の基本的考え方

我が国のインフラ状況・・・高度成長期以降に整備したインフラが急速に老朽化

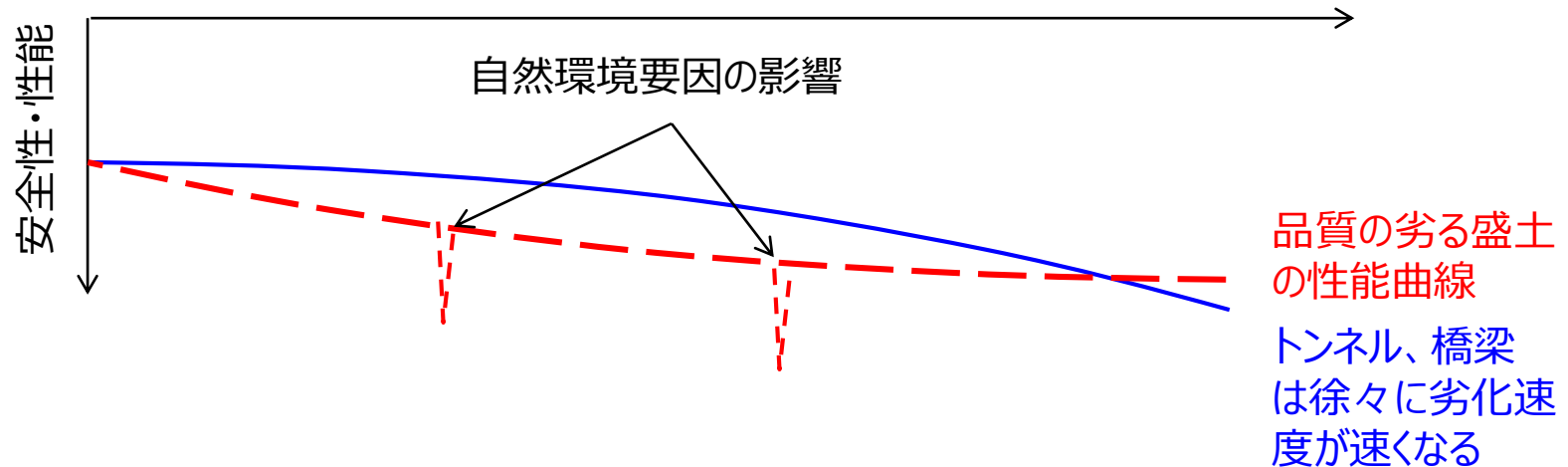
国土交通省：2013年を「メンテナンス元年」とし本格的な対策
→神戸の減災研究会が掲げている目的と一致

- ・**橋梁・トンネル**（維持管理の重要性が特に指摘）
5年に1回の頻度で近接目視を基本とした**点検が義務付け**
- ・**土構造物(盛土・斜面・のり面)**
管理費用の制約等からその対応は十分ではないもの、必要性は認められており**潜在的なニーズ**はある。



昨年度までの研究テーマである**既設盛土の耐震性評価と耐震化**
を引き続き採用
盛土に付帯する構造物として、**擁壁や護岸**も対象に

■ インフラとしての盛土構造物の特徴



- 時間とともに性能が低下、その速度は個々の盛土により異なり、把握することは困難である。
- 降雨などの自然環境要因の影響が卓越する。

- 盛土構造物にかけられる管理コストは、トンネル、橋梁と比べて格段に小さいのが実情。
- 盛土構造物の維持管理の必要性は認識されているが、管理費用の制約もあり、経済的、合理的な対応が望まれる。

■ 盛土の維持管理上の基本的考え方

盛土構造物が被災するときの外力

・・・降雨と地震

ともに、①盛土内の水位、②締固め不足、③悪質な盛土材料が原因・・・対策は共通している。

一方、盛土の性質は千差万別、危険盛土を精度よく抽出する方法、ならびに健全性を精度よく評価する手法を確立する手法が望まれる。

(いずれも、経済性の観点は十分に踏まえる必要)

これらを踏まえ、研究テーマの選定を実施

■ 神戸市の既設盛土が抱える課題（案）

1. 神戸市が管理する道路盛土のうち、耐震性が低い盛土（危険盛土）の抽出手法の検討
2. 神戸市域に多数存在する擁壁の危険度判定と改善手法の検討
3. 神戸市域の河川形態を踏まえた護岸構造物（大局的には河川構造物一般）の効率的効果的な点検手法および対策要否を評価するための判断基準の検討

■ 危険盛土の抽出手法に関する検討の課題整理 (道路盛土を対象に)

- 危険盛土の抽出・・・建設時の盛土材料、締固め度等が不明であることが一般的であるため、基本的には机上調査と目視観察(カルテ作成)によって行うこととなる。



カルテ作成時の危険盛土の抽出精度を向上させることが重要である。

神戸市の道路盛土台帳の現状・・・

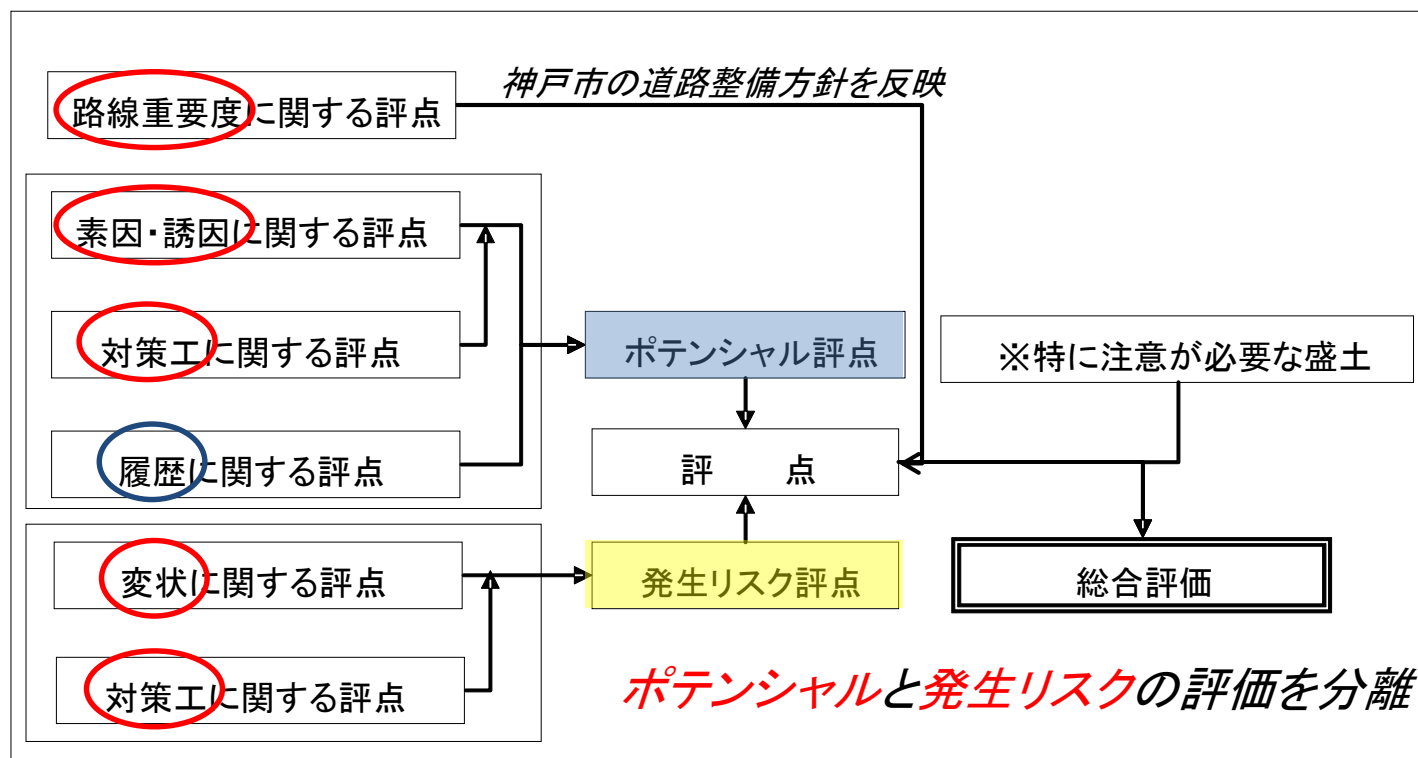
- 道路盛土台帳に記載されている内容が一般的な緒元や地形地質条件のみであり、耐震上安全性の低い可能性のある盛土を抽出するのに必要な調査が十分でない。
- 耐震上安全性が低い高盛土や、被災履歴（兵庫県南部地震）がある盛土に対する評価が不十分である。

分 類	点 検 項 目	記 入 欄			
(1)共通諸元	①左側歩道幅員	1.00			
	②右側歩道幅員	1.00			
	③車道幅員	9.50			
(2)地形条件	①地形	4			
	②地山勾配	13.33			
	③集水地形	3			
(3)地盤条件	①ボーリング資料の有無	有・無	0	PL値	
	②基礎地盤	3			
	③地下水位	3			
(4)盛土条件	①盛土高さ	下り線、上り線が同一である場合	上		下
		上り線、下り線で異なる場合	上	5.50	下 15.40
	②盛土材料	Z			
	③のり面勾配	下り線、上り線が同一である場合	上	/	下 /
		上り線、下り線で異なる場合	上		下
	④腰留擁壁	高さ	上	0	下 1.40
		最急勾配	上	33.41	下 35.36
	⑤橋梁取付部				
(5)変状履歴	①変状履歴	0			
	②対策工法				
(6)点検履歴	①震災点検の有無	0			

■ 盛土の変状発生リスクと災害ポテンシャルの概念

安全性が低い盛土の抽出のための目視観察(カルテ作成)に際し、災害ポテンシャルと変状発生リスクを分離することを提案

→点検項目を両者に整理することにより、変状原因および対策の合理的な検討につながり、不要な点検項目の排除と重複化を避けることができる。



■ 盛土の変状発生リスクと災害ポテンシャルの概念

盛土の変状発生リスクと災害ポテンシャルの概念をどのように活用するのか・・・

- ・盛土の調査を行う場合、点検者はまず何を見て、最終的にどう判定するか？
 - ① 路面、排水施設等の**変状**を探す。→ **リスク**
 - ② 確認されたリスクから、**将来的に**どういった**災害形態**が想定できるか。
→ **災害シナリオ**の想定
 - ③ 盛土が**生来的に有している**災害ポテンシャルの大小を把握する。
→ **ポテンシャル**
 - ④ ①・②を組み合わせ、③を反映させることにより、**総合評価**をする。



点検者の**現場での使いやすさ**、**評価のトレーサビリティ確保**を踏まえた安定度調査票の作成にもつながる

・安定度調査票の見直し（H27.10Ver.【使用例】）

[illegible]

- ・縦軸にリスク、横軸に災害シナリオを配置し、その交点で仮ランク付けを行う。
- ・ポテンシャルは別項目で評価する。



2項目から最終的に総合評価

安定度調査票の見直し (H27.10Ver.)

施設管理番号		〇〇〇〇〇〇〇〇				想定される災害シナリオ・変動タイプ【様式-3】		調査日	平成28年6月2日							
		盛土内で確認された変状				想定される災害シナリオ ※考えられるものすべてに○		点検月日								
		① 法面保護工-座屈	② 小段側溝工-開口亀裂	③ 横断排水工-土砂閉塞	④ 舗装と路面排水工間に開口部	地すべり	表層崩壊	圧密沈下	即時沈下	液状化	表面浸食	地下浸食	河岸浸食	海岸浸食	排水阻害	経年劣化
状況写真																
	点検月日	① 平成27年4月25日 変位量 累積傾向	沈下量：2.8cm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	開口亀裂幅：8mm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	排水断面積：50%閉塞 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	・変状③により、盛土内地下水位が上昇 ・変状①②が連続し、路面まで達すると表層崩壊を起こす恐れあり ・豪雨後に再点検を必要とする	1週間～1ヶ月以内（緊急点検） 豪雨後or3ヶ月以内 1年後（定期点検）								
		② 平成27年5月16日 変位量 累積傾向	沈下量：4.1cm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	開口亀裂幅：8mm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	排水断面積：50%閉塞 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	・法面保護工-座屈（変状①）の進行が顕著であり、表層崩壊が進行していると考えられ、緊急点検が必要である ・変状②③は進行せず	1週間～1ヶ月以内（緊急点検） 豪雨後or3ヶ月以内 1年後（定期点検）								
		③ 平成27年3月23日 変位量 累積傾向	沈下量：4.2cm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	開口亀裂幅：9mm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	排水断面積：50%閉塞 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	・変状①は微増であるが累積変動しており、表層崩壊or地下浸食が進行している ・変状②③は進行せず	1週間～1ヶ月以内（緊急点検） 豪雨後or3ヶ月以内 1年後（定期点検）								
④ 平成27年1月18日 変位量 累積傾向	沈下量：4.6cm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	開口亀裂幅：9mm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	排水断面積：50%閉塞 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	開口幅：1.2cm 初回計測・無変動・交互変動・一時変動・断続累積・累積変動	・変状①は累積変動、新たに変状点が増え、表層崩壊が進行した ・変状②③は変化がないことから、法面工対策（抑止工）を行う必要あり ・対策後の豪雨の後に再点検すべきである	1週間～1ヶ月以内（緊急点検） 豪雨後or3ヶ月以内 1年後（定期点検）										
⑤ 平成28年3月8日 変位量 累積傾向	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	・対策工を行い、豪雨を経験したが、特に変状無し ・再度豪雨後に点検して、変状が発生しないようであれば、定期点検に切り替え可能	1週間～1ヶ月以内（緊急点検） 豪雨後or3ヶ月以内 1年後（定期点検）										
⑥ 平成28年6月2日 変位量 累積傾向	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	排水断面積：10%閉塞 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	・変状③は再度発生したが、毎年沿道土であるため、ある程度は仕方ない ・他に変状は発生していない ・定期点検時に変状③進行により、横断排水工が阻害していないかの確認を行うべきである	1週間～1ヶ月以内（緊急点検） 豪雨後or3ヶ月以内 1年後（定期点検）										

- ・変状に焦点を当て、定量的かつ経時的なデータを取得。
- ・次回点検時期の目安を提案。



二次調査へ誘導できる形にすることが最終目的

■ 現地調査-ランクA盛土の例



路面に変状無し



盛土基礎護岸工に変状無し



縦排水工に変状無し



盛土法面に変状無し

■ 現地調査-ランクC・D盛土の例（1）



路面に円弧状の亀裂有り



盛土側部に崩壊が発生



縦排水工が途中までしか施工されていない



法面被覆工裏側の盛土材の吸い出し

■ 擁壁の危険度判定と改善手法の検討

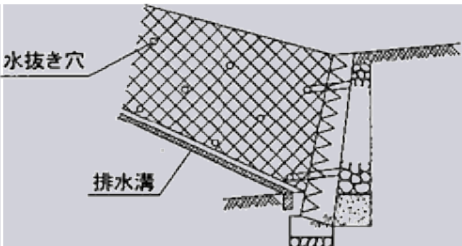
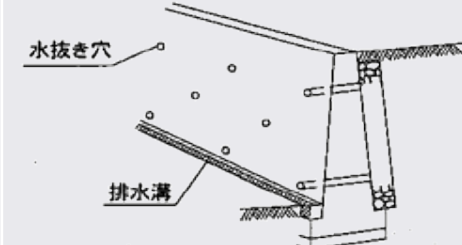
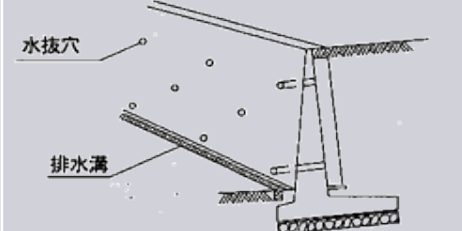
神戸市域には、宅地擁壁、道路擁壁、河川護岸など多数の擁壁が設置

- ①老朽化等による危険度判定の実施
 - ②危険な擁壁に対する改善対策の検討
- が望まれている（できれば、所有者自ら）。

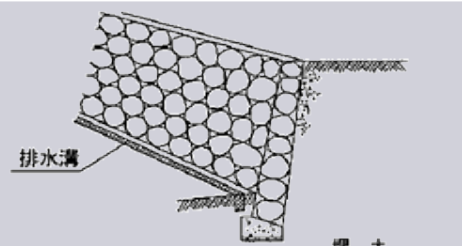
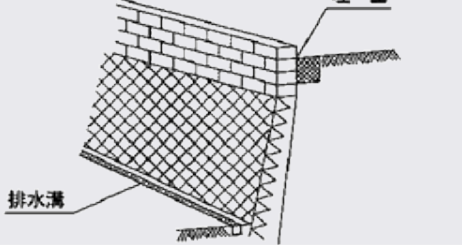
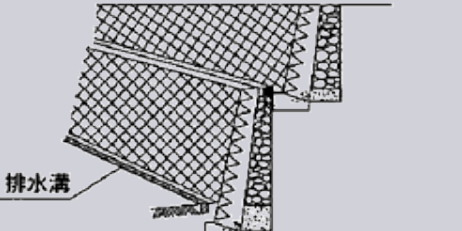
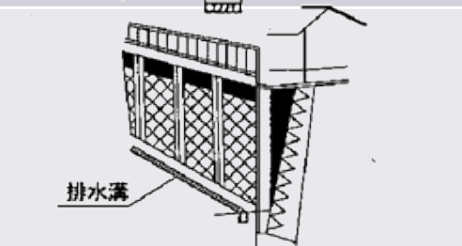
これらに関し、マニュアルの作成を最終目標とする検討を実施

■ 宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）

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提示

	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)	

擁壁の種類及び形状

	種類	形状
4	空石積み擁壁 (野面石積み・玉石積み等含む)	
5	増積み擁壁	
6	二段擁壁	
7	張出し床版付擁壁	

■ 宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）

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

擁壁の基礎点項目と配点表

区	分		項 目	分 類	配 点	備 考
基 						

宅地擁壁の変状点項目と配点表

区 分	項目	程度		小変状						中変状						大変状					
		擁壁種類		鉄筋 コンク	重カボ コンク	煉石積み コンク	増幅み	二段	変出し	鉄筋 コンク	重カボ コンク	煉石積み コンク	増幅み	二段	変出し	鉄筋 コンク	重カボ コンク	煉石積み コンク	増幅み	二段	変出し
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						

危険度評価区分（点数の最大値） = 基礎点 + 変状点

5.0点未満

5.0点以上～9.0点未満

9.0点以上

危険度評価区分小

危険度評価区分中

危険度評価区分大

■ 擁壁の危険度判定についての課題

宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）を神戸市の擁壁に適用するに当たっては、以下の課題が挙げられる。

- ① 擁壁築造時期の評価が入っていない。
(宅地造成等規制法前の擁壁は技術基準が明確でない場合もある)
- ② 擁壁安定性(特に地震時)に大きな影響を与える基礎地盤の評価項目が用意されていない。
- ③ 擁壁の改善方法が示されていない。

■ 擁壁危険度判定・改善対策(案)の検討

既存ブロック積・石積擁壁の採点表例

(宅地擁壁老朽化判定マニュアルの基礎点に相当)

項目	要因	評点区分	配点	ウェイト点	評点
形態	過載荷重	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 のこり	S37年宅造基準を満足している	10	10	
		部分的に満足している	5		
		満足していない	0		
構造	組積コンクリート厚さ	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		
		控え cm (基準値 cm)			
		S37年宅造基準を満足していない	0		
	透水層	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 cm (基準値 cm)			
		S37年宅造基準を満足していない	0		
	根入れ深さ	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 cm (基準値 cm)			
		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		
	水抜きパイプ	S37年宅造基準を満足している	10	10	
		S37年宅造基準を一部満足している	5		
		S37年宅造基準を満足していない	0		
基礎	必要性	基礎は不要又は基礎形状として満足している	10	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 左図の部分 a b c d cm (基準値 cm)	5		
		基礎なし又は基礎形状として満足していない	0		
水の 状況	地下水	付近に湧水は認められない	10	10	
		付近に湧水がある	5		
		基礎地盤の地下水位が底面付近にある	0		
	排水施設 (水抜穴含む)	天端及び周辺に排水施設があり有効である	10	10	
		天端及び周辺に排水施設があるが有効でない	5		
		天端及び周辺に排水施設がなく雨水が流入している	0		
計				100	/100
				ランク	

← 擁壁築造時期の評価
の組み込み

参 考		コメント記入	
地盤 状況	基礎支持力	1	必要な支持力を有する地盤に着床している
		2	支持力を有しているが下記のように不足している 必要地耐力 t f / m ² 、現地盤の地耐力 t f / m ²
		3	必要な支持力をはるかに有していない地盤（軟弱地盤等）に着床している

※1はランクダウンを考えない。

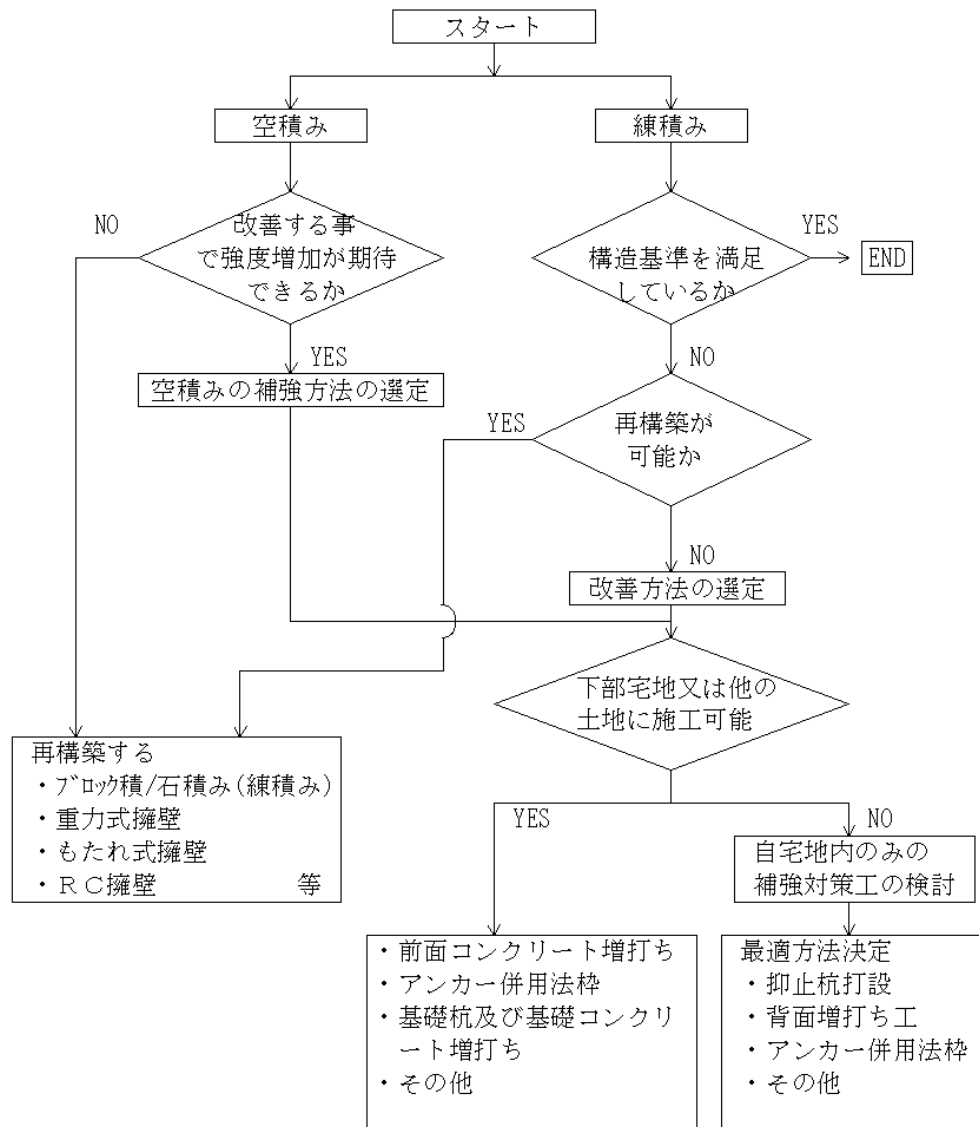
※2はランクダウン（Ⅰ→Ⅱ、Ⅱ→Ⅲ、Ⅲ→Ⅳ、Ⅳ→Ⅴ）を考える

※3はランクダウン（Ⅰ→Ⅲ、Ⅱ→Ⅳ、Ⅲ→Ⅴ）を考える。

総合評価
ランク

基礎地盤の評価項目の追加

■ 擁壁危険度判定・改善対策(案)の検討



改善対策工のメニューを提案

河川構造物(護岸)に関して

①神戸市の河川の特徴
地域、地形状況に応じて、5
グループに区分され、河道形態が
異なる。

⇒ 各河道形態に応じた維持管理を行う必要がある。

②検討メニュー

・点検手法

各グループでの特徴を踏まえ「中小河川の堤防等河川管理施設及び河道の点検要領」を参考に、効率的効果的な点検手法の検討

・対策要否

劣化状況、対策要否を客観的に評価するための判断基準の検討



神戸市の河川グループ

2. 既設盛土の耐震性評価と耐震化に関する研究 (海岸構造物の耐震対策に関する研究)

メンバー

八谷, 甲斐, 川下, 西村, 鶴ヶ崎, 米丸, 水田, 高木, 山本, 田中, 古田, 森

■ 背景

- 近い将来発生が危惧されている南海トラフ巨大地震等に備え、神戸市域内のインフラ構造物(道路盛土、河川堤防、溜池等)の耐震性を評価し、対策が進捗
- 道路土工構造物技術基準の制定→要求性能規定
- しかしながら、耐震性評価手法(動的解析)にはいくつかの方法があり、採用する手法によって得られる解が異なりため対策方法も異なる
- このような背景を踏まえ、代表的なインフラ構造物を対象として、各種耐震性評価手法を適用した地震時の挙動比較を行い、合理的な耐震検討に資する研究を予定している。

■ 主な活動方針

1. 盛土の耐震性能評価手法の研究

既設盛土の耐震評価を行う解析手法は、対象構造物（各機関）により様々で、とくに道路盛土等では統一された手法が示されていない。

本WGでは、多様な解析手法についてケーススタディを行い、それぞれの特徴を整理するとともに、主に道路盛土や造成盛土に対する解析手法の適用性について研究する。

2. 盛土の耐震調査技術の研究

より効率的な簡易調査手法や非破壊調査等について研究を行い、耐震評価の概略把握や数値解析のインプットデータとしての適用性を評価する。

可能であればフィールド実験を行い、その適用性について整理する。

また、これまでに実施された調査結果を活用し、液状化特性とその他物理量との関係性から、簡易的な液状化特性の推定に関して一助となる研究も予定している。

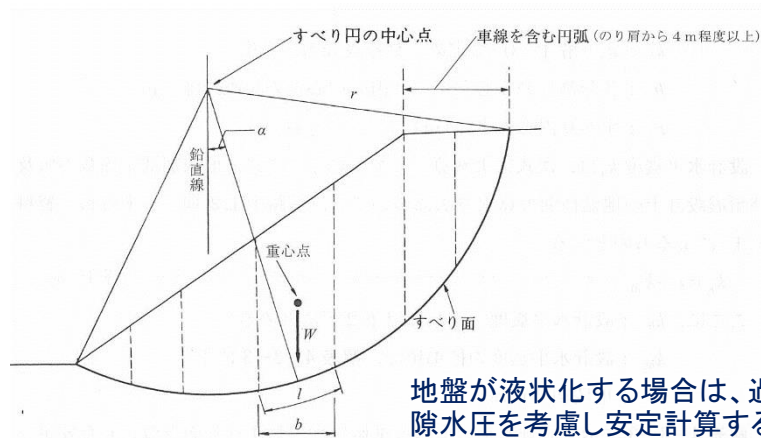
■ 想定する耐震評価手法（案）

解析手法、 解析コード	概要
ニューマークD法	<ul style="list-style-type: none">・有限要素法に基づく二次元地震応答解析プログラム。・全応力法による地震時すべり変形解析。・農水省関連施設等で検討が進められている。
FLIP	<ul style="list-style-type: none">・有限要素法に基づく二次元地震応答解析プログラム。・有効応力法による液状化を考慮した地震時変形量解析。・港湾・空港関係では基準にも記載され、多数の実績あり。
LIQCA	<ul style="list-style-type: none">・有限要素法に基づく二次元地震応答解析プログラム。・有効応力法による液状化を考慮した地震時変形量解析。・高規格堤防等で実績あり。
ALID	<ul style="list-style-type: none">・有限要素法に基づく二次元液状化流動解析プログラム。・静的震度法による液状化を模擬した地震時変形量解析。・盛土等で実績あり。

■ 解析手法

統一された手法は示されていないが、実務的に良く用いられる手法が提案されている。

① 震度法による安定解析



地盤が液状化する場合は、過剰間隙水圧を考慮し安定計算する。

$$F_s = \frac{\Sigma \{c \cdot l + [(W - u \cdot b) \cos \alpha - k_h \cdot W \cdot \sin \alpha] \tan \phi\}}{\Sigma \left(W \cdot \sin \alpha + \frac{h}{r} \cdot k_h \cdot W \right)} \quad \dots\dots\dots (解 4-2)$$

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)

u : 間隙水圧 (kN/m^2)

b : 分割片の幅 (m)

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

k_h : 式 (解 4-3) で定められる設計水平震度

h : 各分割片の重心とすべり円の中心との鉛直距離 (m)

r : すべり円弧の半径 (m)

② 地震時残留変形解析手法

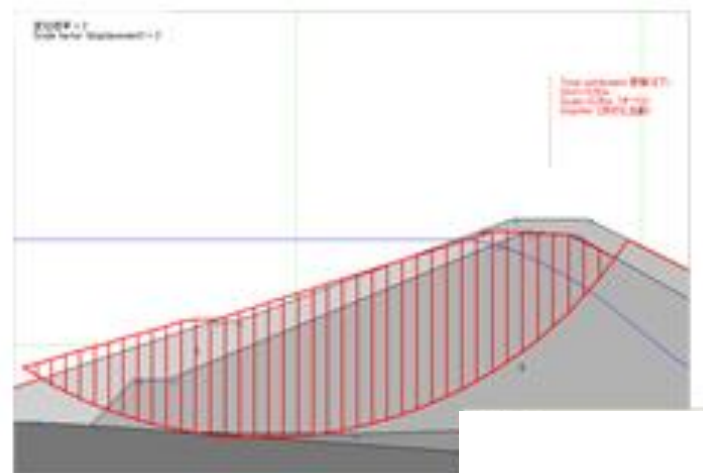
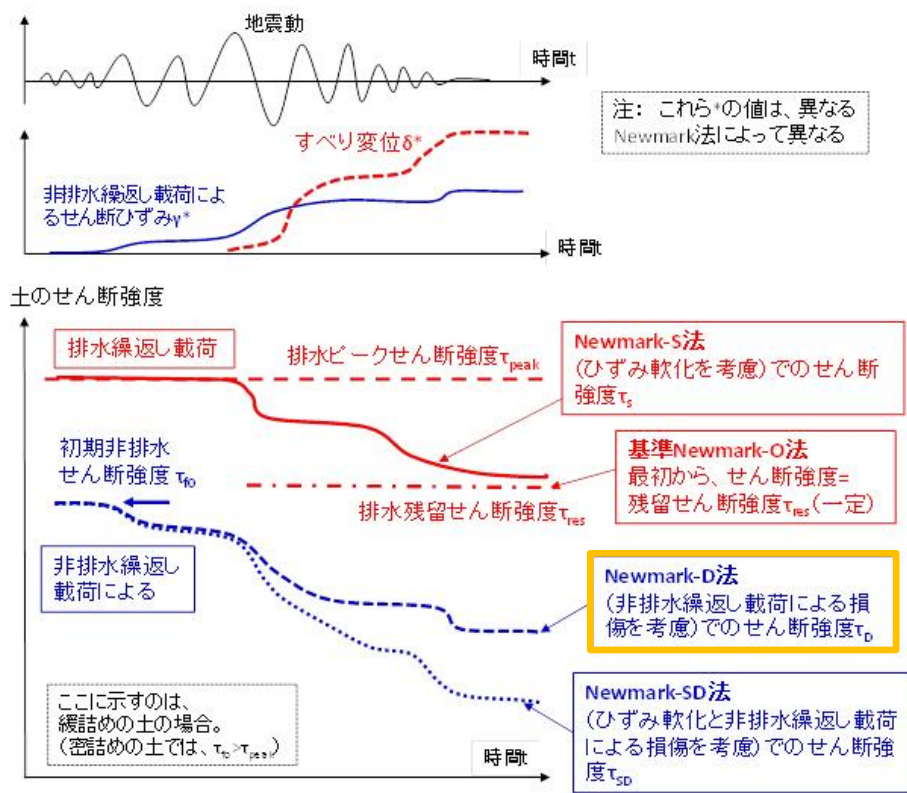
当手法は簡便なものから複雑なものまで様々である。

- ・ニューマーク法
- ・有限要素法に基づく静的解析法 (ALID等)
- ・有限要素法に基づく動的有効応力解析法 (LIQCA、FLIP等)

■ 解析手法例（ニューマークD法）

ニューマークD法とは

地震時の非排水条件下の不規則荷重によって生じる累積損傷による進行的強度低下を考慮した変形解析。



変形図

ひずみの累積と強度低下の概念図

SERID研究会hpより

■ 盛土の耐震調査技術

① 比較的良く行われるもの

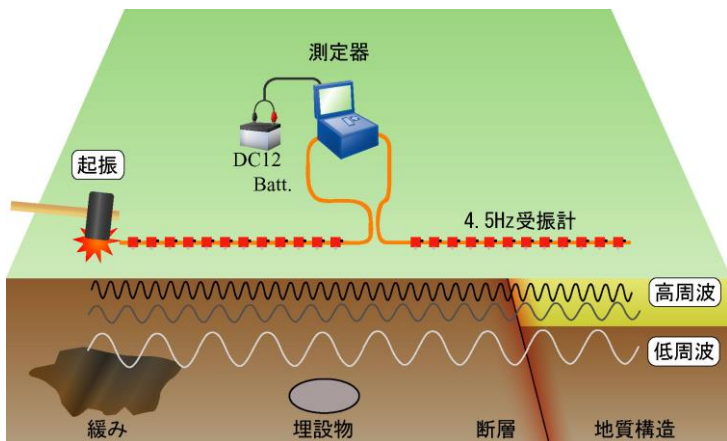
- ・ボーリング：土質構成、試料採取
- ・標準貫入試験：N値の把握
- ・粒度試験：液状化判定
- ・PS検層：地盤のS波速度、耐震基盤の評価

② 詳細な調査及び非破壊探査

- ・室内動的試験（液状化試験、動的変形試験）
：耐震解析のインプットデータ
- ・**表面波探査**：表層部の地盤のS波速度
- ・**常時微動測定**：地盤の卓越周波数、地盤種別

上記のうち、**赤字**は非破壊で実施可能な調査で、最近良く行われている。

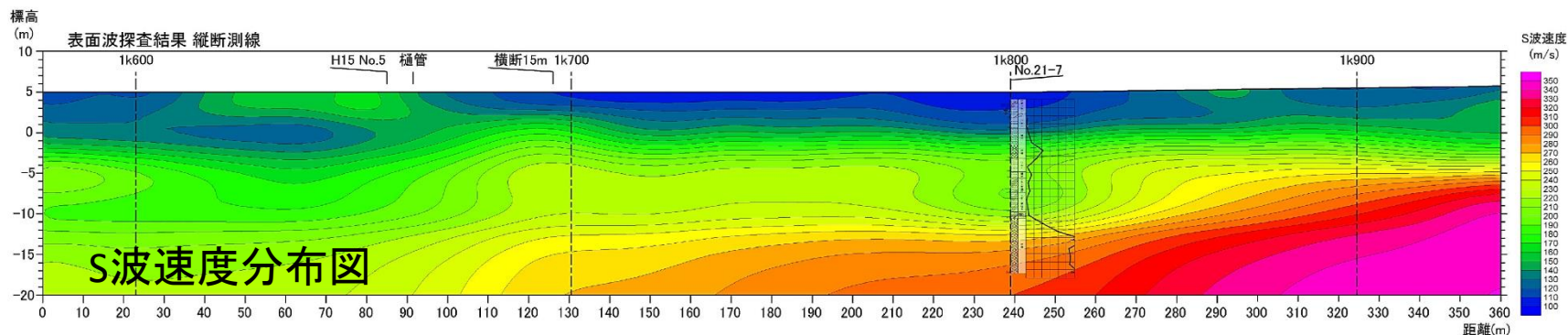
■ 表面波探査



高密度表面波探査の測定は、測線上に等間隔で受振器を多数設置し、一定間隔で起振した波動を多チャンネルで受振することにより行う。



測定データを解析することによって、下図のように測線上のS波速度の断面図が整理できる。ボーリング等の結果を併用することで、より信頼性の高いS波速度分布図が作成できる。



■ 常時微動測定



地盤はどのような所でも常に何らかの振動が続いている。ある場所の常時微動を測定・解析し、測定地点の地盤の卓越周期や増幅特性などが把握できる。

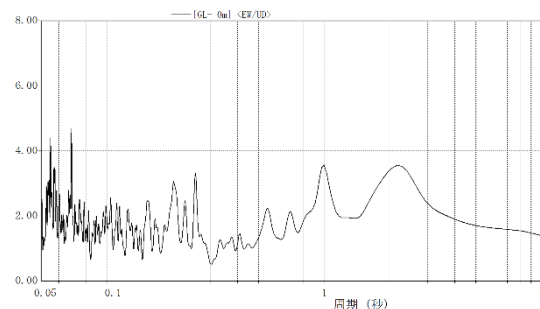
工学的利用法は、地盤種別の判定や耐震設計の基礎となる地盤の増幅特性の把握などが挙げられる。

微動計



測点に設置し、数10分微動を計測する。

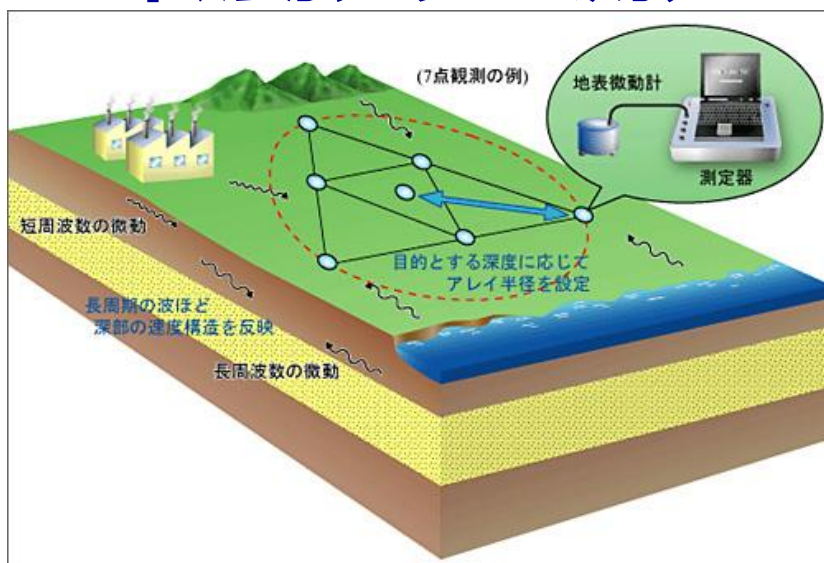
H/Vスペクトル図



常時微動における鉛直成分と水平動成分のフーリエスペクトルの比を使って、地盤の固有周期を求めることができる。このスペクトル比をH/Vスペクトルと呼ぶ。

盛土においては、のり肩部とりの尻部で同時に測定を行い、伝達関数を求めることで、盛土の地盤増幅特性や固有周期を求めることができる。

■ 微動アレー測定

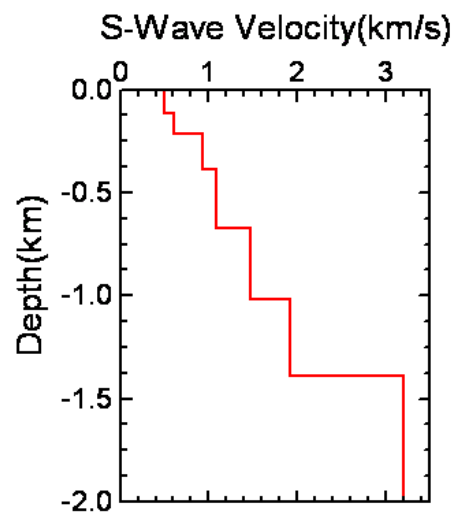


多点での微動を同時観測し、得られた表面波の位相速度を逆解析して、地盤のS波構造を推定する。

【特徴・適用限界】

- ・地盤の直接掘削を必要とせずに、深部のS波構造を推測できる。
- ・アレイ径を変えることにより推定するS波構造を変えることができる。
- ・複数台の長周期微動計を必要とする。
- ・複雑な構造の推定はできない。

微動アレー測定状況



S波の深度分布図

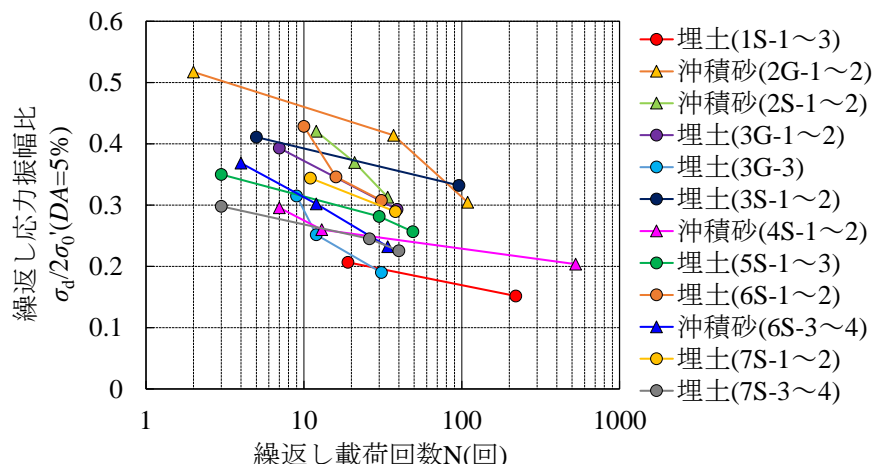
■ 液状化特性の推定方法（案）

■ 液状化強度の推定

- 既往の埋立土、沖積砂を対象とした液状化試験結果を活用。

◀課題点▶

- 試験が未実施の地点の液状化強度の推定方法
- 試験結果にはばらつきがある



繰返し非排水三軸試験の結果(例)

土の繰返し非排水三軸試験の例

地点No	液状化層	試料番号	土の繰返し非排水三軸試験
No.1	埋立土	1S-1~3	●
	沖積砂	—	—
No.2	埋立土	—	—
	沖積砂	2G-1~2 2S-1~2	● ●
No.3	埋立土	3G-1~2	●
		3G-3	●
		3S-1~2	●
No.4	埋立土	—	—
	沖積砂	4S-1~2	●
No.5	埋立土	5S-1~3	●
	沖積砂	—	—
No.6	埋立土	6S-1~2	●
	沖積砂	6S-3~4	●
No.7	埋立土	7S-1~2 7S-3~4	● ●
	沖積砂	—	—
No.8	埋立土	—	—
	沖積砂	—	—

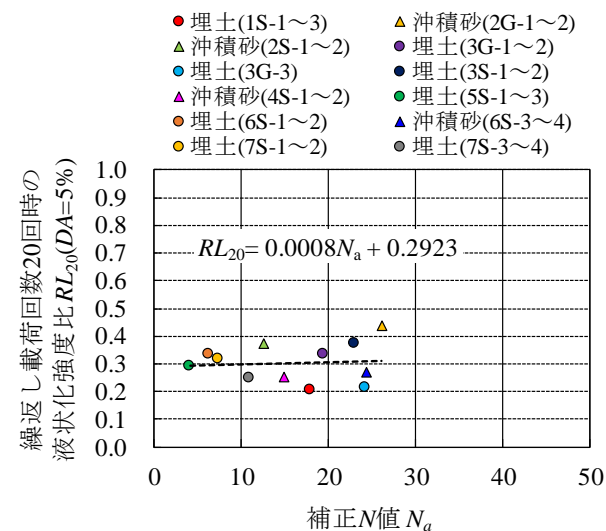
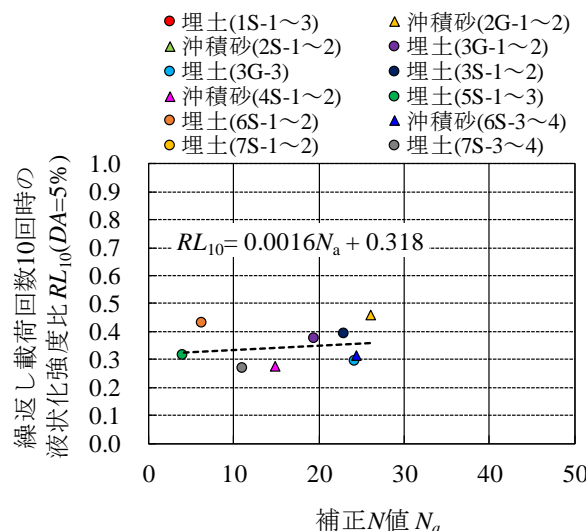
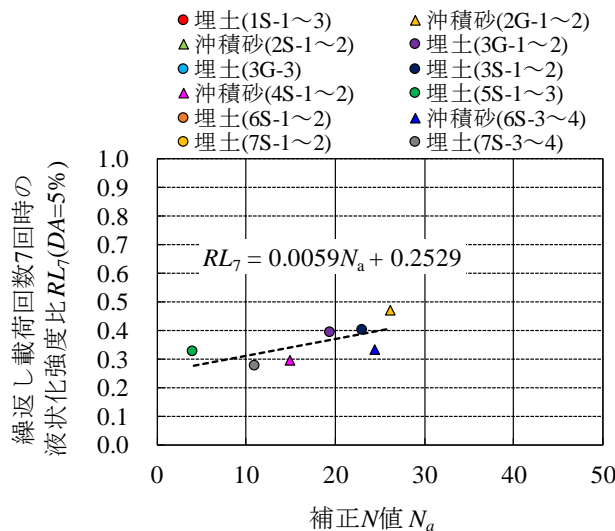
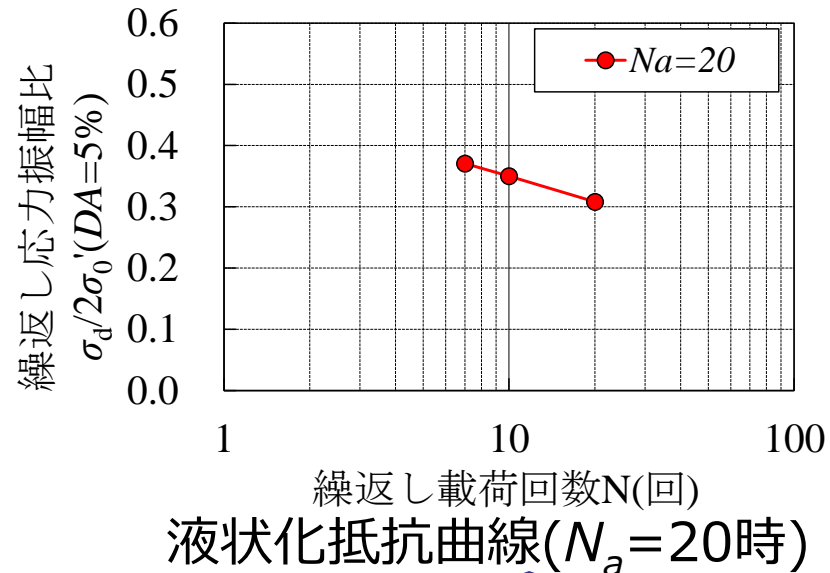
※)試料番号S: 三重管サンプラーによって採取した試料

※)試料番号G: GSサンプラーによって採取した試料

■ 液状化特性の推定方法（案）

≪液状化強度の推定方針≫

- 試験採取試料の補正N値(N_a)と各繰返し回数(7、10、20回)時の液状化強度比を試験結果より推定する
- 下図の相関式より、対象地盤の補正N値(N_a)から液状化抵抗曲線を設定する。



液状化強度比と補正N値の関係