

再液状化の診断

1. 検討位置

(1) 検討位置図

表 5-1、図 5-1 に示す位置の既往の地質調査資料を用い、液状化の検証を実施した。

表 5-1 検証箇所一覧

地 区	検討位置	地 区	検討位置
地震計位置	旭市役所	海上	UK-1
	飯岡支所	東足洗	HA-1
	海上支所		HA-2
	干潟支所	中谷里	NK-1
旭	旭中央病院	神宮寺浜	JG-S-1
	日の出保育所	中谷里浜	NH-S-1
三川	飯岡体育館	足川浜	AH-1
		椎名内	SN-S-1
蛇園	HB-S-1	三川	SN-S-2
	HB-1		SG-1
	HB-2		SG-2
	HB-3	干潟	HG-S-1

(2) 地層断面図

地層凡例	
人工地盤	Fst 推定砂鉄探掘跡埋戻し層
	F 埋土・盛土
完新統	Asd 砂質土層 (砂丘性)
	As1 砂質土層
	As2 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、1500年前以降に形成)
	As3 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、3500年前以降に形成)
	As4 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、5000年前以降に形成)
	Ac 粘性土層、有機質土層 (潟湖堆植物)
	Acs 粘性土層挟在砂質土層
	As5 砂質土層 (砂堤性)
	Dsc 粘性土砂質土互層
	Dc1 粘性土層
更新統	Dc2 粘性土層 (基盤層)
	Ds 砂質土層 (基盤層)
	Dc3 粘性土層 (基盤層)

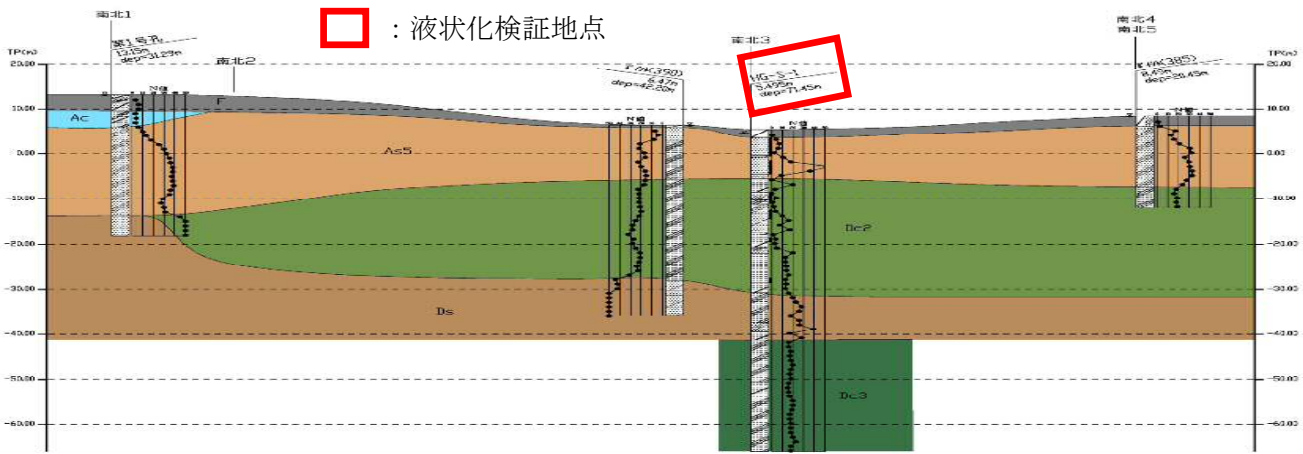


図-5.1 地層断面図(東西 1)

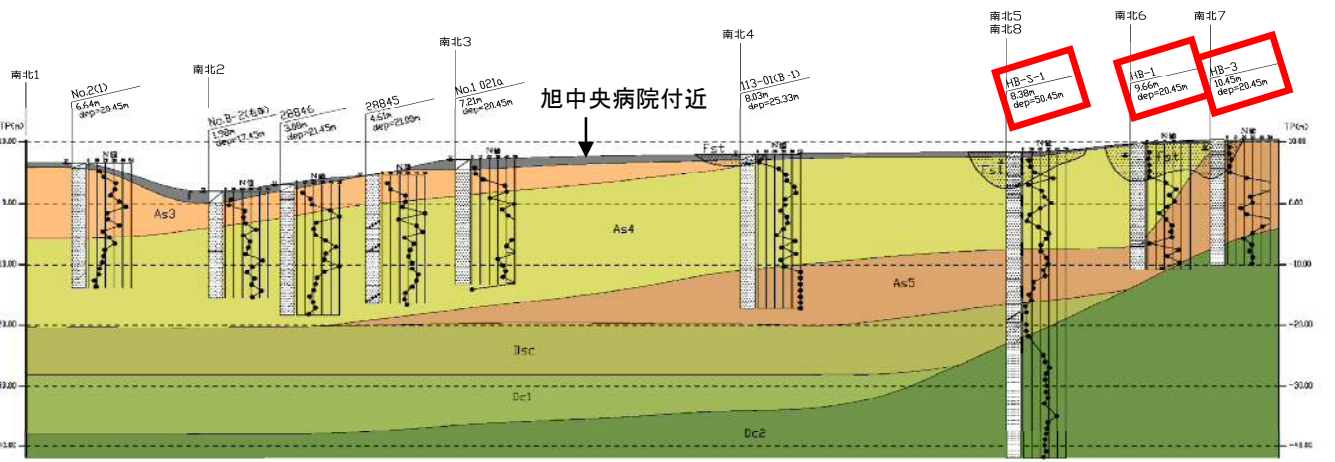


図-5.2 地層断面図(東西 3)

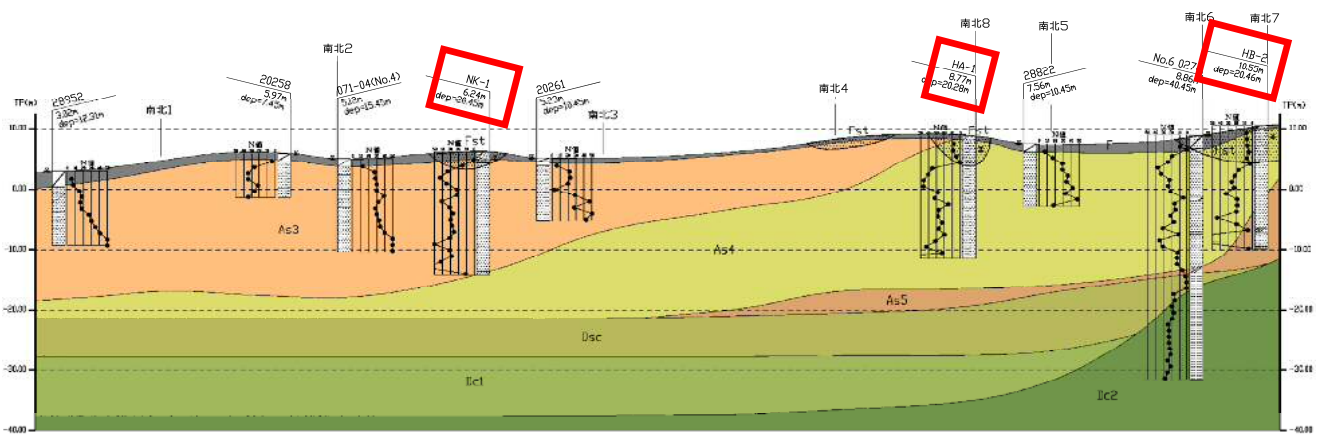


図-5.3 地層断面図(東西 4)

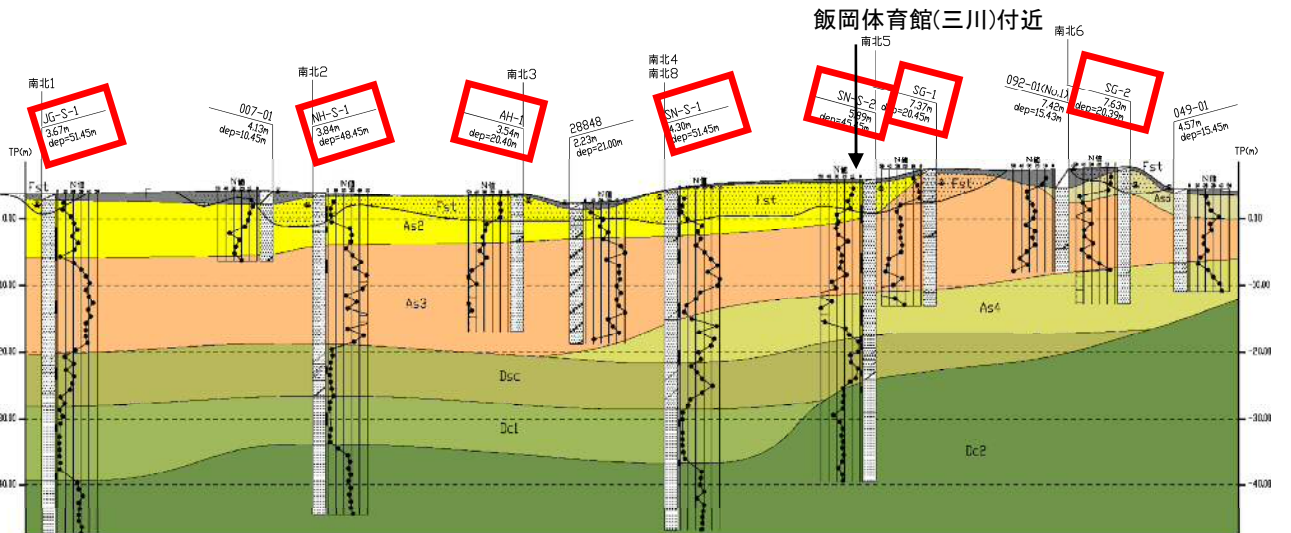


図-5.4 地層断面図(東西 5)

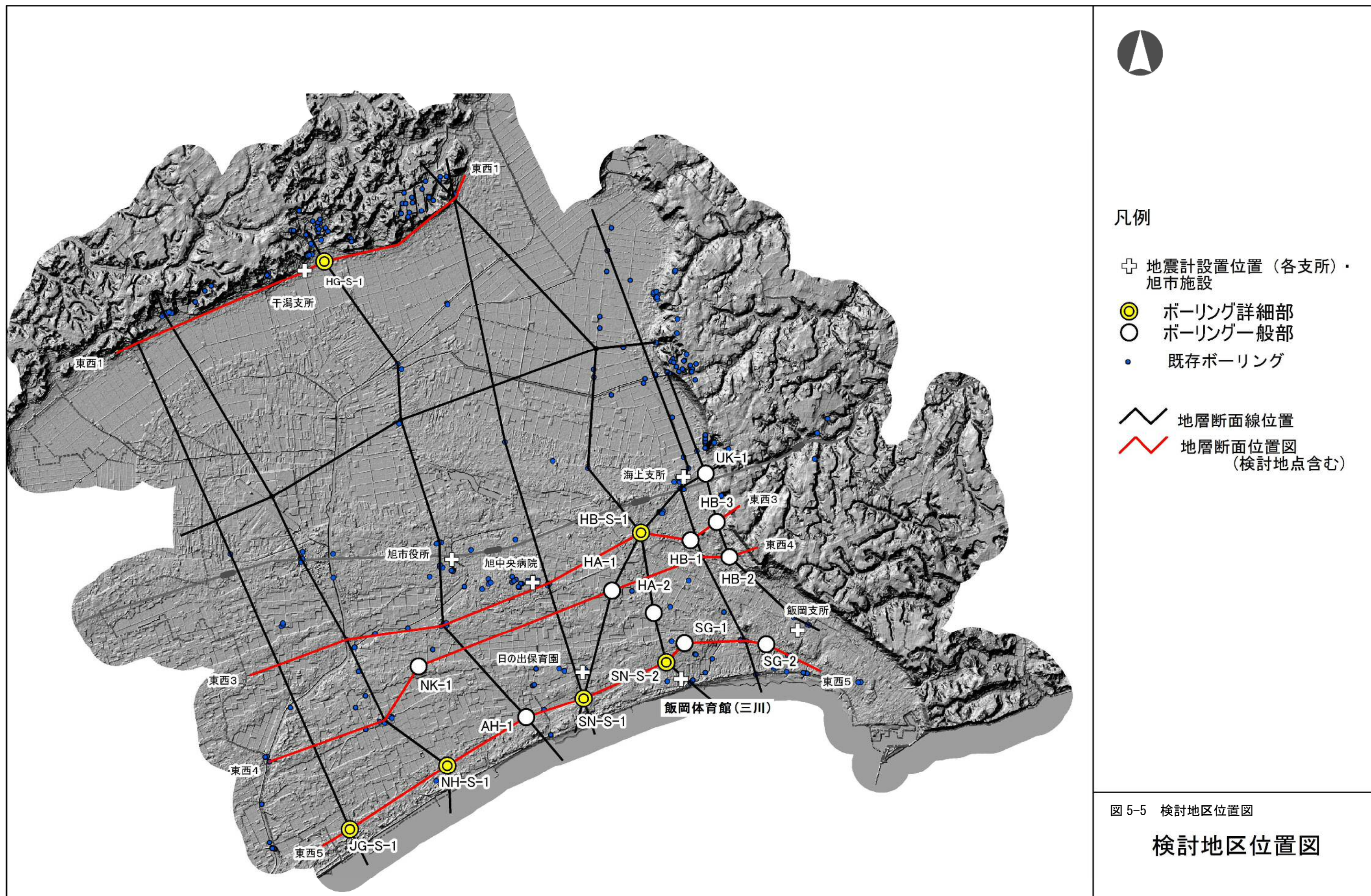


図 5-5 検討地区位置図

検討地区位置図

2. 検討条件

(1) 考慮する地震動

- ①簡易法（タイプ1、タイプ2、タイプ3）

表-5.2 再液状化の検討における簡易法に用いる地震動

地震動タイプ	地表最大加速度と地震のマグニチュード
タイプ1(中地震による中程度の揺れ)	200gal、M7.5
タイプ2(巨大地震による中程度の揺れ)	200gal、M9.0
タイプ3(直下型地震による大きな揺れ)	350gal、M7.5

- ②地震応答解析（タイプ1、タイプ2、タイプ3）

表-5.3 再液状化の検討における詳細法に用いる地震動

地震動タイプ	設定地震動
タイプ1(中地震による中程度の揺れ)	建築基礎構造設計指針－損傷限界状態検討用－ 基盤加速度応答スペクトルの適合波
タイプ2(巨大地震による中程度の揺れ)	東日本大震災での地表面観測記録を基盤面に引き戻した 加速度時刻歴
タイプ3(直下型地震による大きな揺れ)	建築基礎構造設計指針－終局限界状態検討用－ 基盤加速度応答スペクトルの適合波

(2) 解析手法

- a) 地震時地中せん断力

- ①簡易法
- ②地震応答解析（FDEL）

- b) 液状化判定

- ①建築基礎構造設計指針

- c) 地表面沈下量

- ①建築基礎構造設計指針
- ②高压ガス設備等耐震設計指針

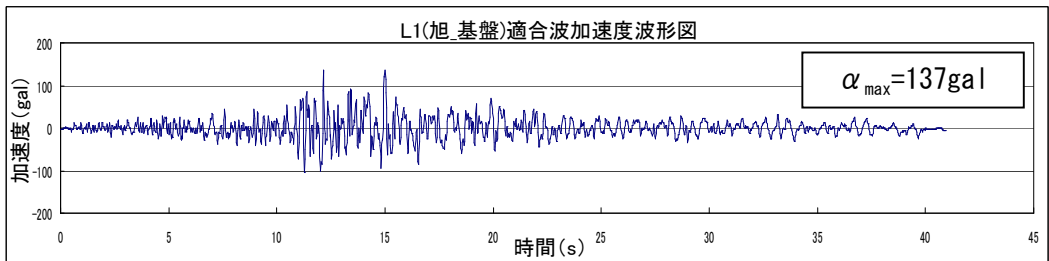
(3) 地盤条件

以下の地盤物性値は、地質調査結果を用いた。

- ・せん断弾性波速度
 - ・N値
 - ・粒度分布
 - ・湿潤密度
- ・動的変形特性
 - ・液状化強度比
 - ・相対密度

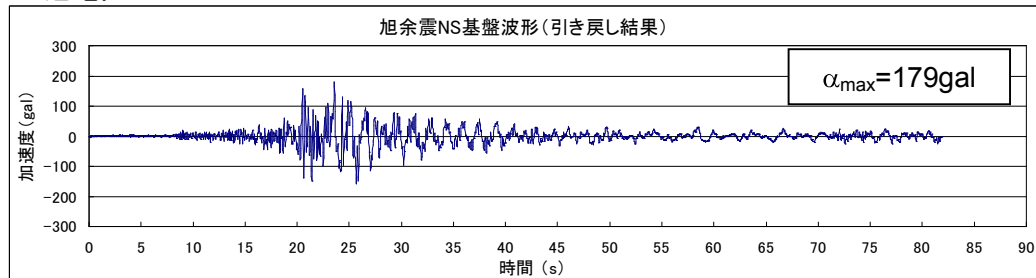
【地震波形図】

【タイプ1（中地震による中程度の揺れ）】

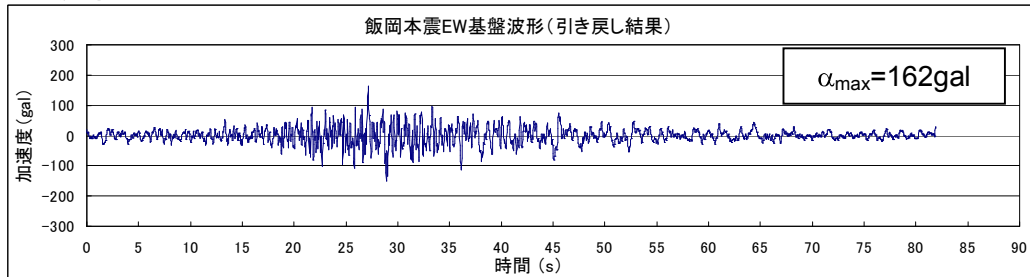


【タイプ2（巨大地震による中程度の揺れ）】

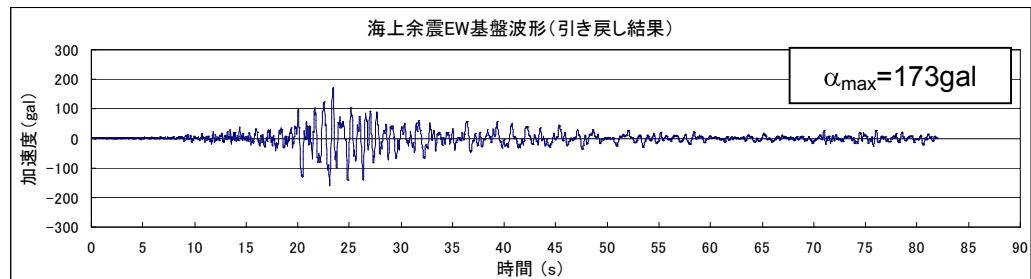
□旭地区



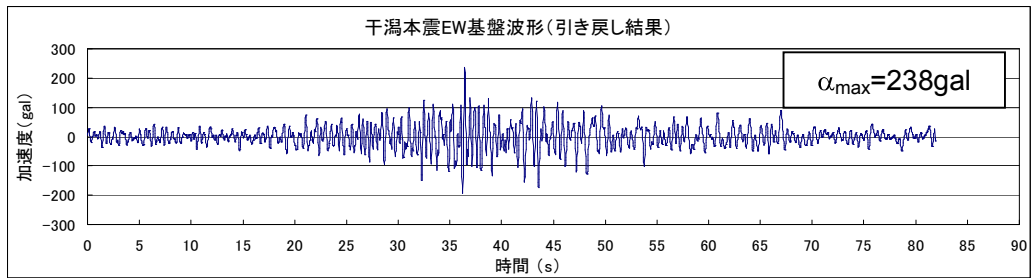
□飯岡地区



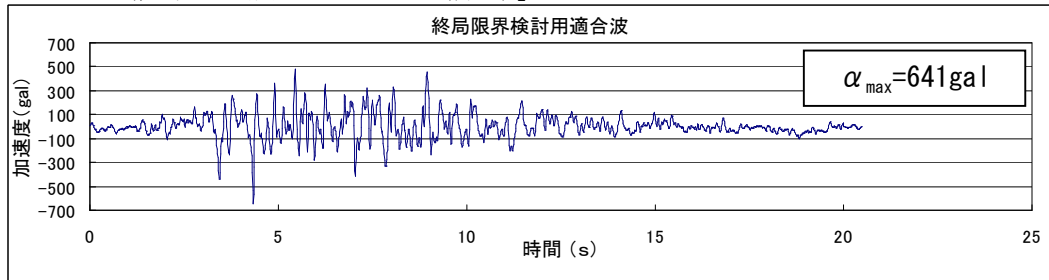
□海上地区



□干潟地区



【タイプ3（直下型地震による大きな揺れ）】



3. 再液状化の診断結果

表 5-4 再液状化の診断結果一覧表（簡易法）

	地 区	検討位置	簡易法・タイプ1地震 M7.5， 200gal					簡易法・タイプ2地震 M9.0， 200gal					簡易法・タイプ3地震 M7.5， 350gal				
			PL	H ₁ (m)	Dcy(cm) ^{※1}	Dcy(cm) ^{※2}	Dcy(cm) ^{※3}	PL	H ₁ (m)	Dcy(cm) ^{※1}	Dcy(cm) ^{※2}	Dcy(cm) ^{※3}	PL	H ₁ (m)	Dcy(cm) ^{※1}	Dcy(cm) ^{※2}	Dcy(cm) ^{※3}
簡 易 法	地震計位置	旭市役所	0.3	8.3	0.6	2.5	3.1	2.2	7.3	2.0	5.6	6.2	5.7	7.3	3.5	8.1	9.2
	旭	旭中央病院	3.2	1.3	1.6	4.5	9.3	5.0	1.3	2.0	5.1	9.3	8.8	1.3	3.1	8.5	12.2
	椎名内	日の出保育所	12.1	2.3	22.4	8.8	19.6	14.3	2.3	22.6	8.8	19.6	17.1	2.3	22.6	9.3	19.6
	中谷里	NK-1	0.0	10.0	0.0	1.0	0.0	1.5	1.3	1.8	3.1	6.9	3.8	1.3	2.7	4.4	6.9
	神宮寺浜	JG-S-1	2.7	9.3	6.9	3.7	3.2	3.2	9.3	7.0	4.7	3.2	7.4	2.3	10.7	8.7	12.7
	中谷里浜	NH-S-1	0.0	10.0	0.0	1.8	0.0	1.6	3.3	6.0	5.5	13.7	8.0	2.3	8.5	9.2	19.7
	足川浜	AH-1	1.4	2.3	1.6	3.7	12.4	4.1	2.3	2.7	5.5	12.4	7.8	1.3	4.0	7.2	18.5
	地震計位置	飯岡支所	0.0	10.0	0.0	0.6	0.0	0.0	10.0	0.0	1.3	0.0	2.6	1.3	1.7	6.4	10.5
	三川	飯岡体育館(三川)	11.2	2.3	16.9	15.8	34.1	16.8	2.3	19.4	17.4	37.1	32.7	2.3	23.8	22.5	46.6
		HA-2	6.5	3.3	10.0	5.5	13.3	8.2	4.3	10.8	5.9	13.3	10.5	3.3	11.3	5.9	13.3
		SN-S-2	0.1	4.3	0.0	3.6	9.4	3.9	2.3	1.5	9.7	23.0	12.5	2.3	3.1	13.1	26.0
		SG-1	8.9	2.3	17.4	8.3	18.9	11.5	2.3	18.1	8.5	18.9	14.9	2.3	18.9	8.8	18.9
		SG-2	0.0	10.0	0.0	1.2	0.0	1.7	3.3	2.1	3.1	7.8	4.1	3.3	3.1	3.3	7.8
	東足洗	HA-1	9.0	3.3	13.8	6.4	13.7	10.5	2.3	14.8	6.9	17.1	13.5	2.3	15.6	7.6	17.1
	矢指	SN-S-1	0.4	3.3	13.1	3.9	15.7	4.5	2.3	19.1	9.1	20.5	11.9	1.3	21.4	11.9	24.6
	地震計位置	海上支所	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	0.1	0.0	0.0	10.0	0.0	2.3	0.0
	後草	HB-S-1	2.6	5.3	3.9	5.1	2.9	6.1	2.3	14.8	10.0	25.3	14.4	2.3	16.2	13.2	25.3
	蛇園	HB-1	16.9	2.3	31.2	12.1	26.8	19.6	2.3	31.2	12.2	26.8	23.2	2.3	31.2	12.8	26.8
		HB-2	11.5	2.3	26.4	11.0	25.1	17.4	2.3	25.1	17.0	35.5	26.2	2.3	28.1	19.2	38.3
		HB-3	13.5	2.3	26.4	11.3	25.3	16.6	2.3	27.0	11.3	25.3	20.5	2.3	27.3	11.7	25.3
	海上	UK-1	5.6	4.3	5.7	6.3	13.6	7.1	4.3	6.1	6.7	13.6	11.4	3.3	7.4	8.6	8.6
	地震計位置	干潟支所	2.9	2.3	1.4	3.5	3.2	4.2	2.3	2.2	4.5	6.4	8.0	2.3	2.5	6.4	6.4
	干潟	HG-S-1	4.1	1.3	4.4	10.1	16.2	11.0	1.3	7.6	15.1	22.5	21.3	1.3	9.9	18.1	22.5

※1:「建築基礎構造設計指針」による手法

※2:「高圧ガス設備等耐震設計指針」による手法

※3:「Dr-e関係式」によりDcyを算出する手法

※液状化の判定深度は GL-10m 以浅とした

:H₁<3m もしくは Dcy>10cm

表 5-5 再液状化の診断結果一覧表（応答解析）

	地 区	検討位置	地震応答解析・タイプ1地震						地震応答解析・タイプ2地震					
			地震波	PL	H _l (m)	Dcy(cm) ^{※1}	Dcy(cm) ^{※2}	Dcy(cm) ^{※3}	地震波	PL	H _l (m)	Dcy(cm) ^{※1}	Dcy(cm) ^{※2}	Dcy(cm) ^{※3}
地震応答解析	地震計位置	旭市役所	L1(旭基盤)適合波 加速度波形図 (M 7.5 , $\alpha_{\max}$ = 137 gal)	0.0	10.0	0.0	0.7	0.0	旭余震NS 基盤波形引き戻し (M 7.7 , $\alpha_{\max}$ = 179 gal)	0.9	7.3	1.4	3.9	6.2
	旭	旭中央病院		2.8	1.3	1.5	4.1	9.3		6.2	1.3	2.1	4.6	9.3
	椎名内	日の出保育所		6.8	2.3	19.6	8.8	19.6		12.5	2.3	22.5	8.8	19.6
	中谷里	NK-1		5.4	1.3	3.0	3.1	6.9		6.9	1.3	3.1	4.0	6.9
	神宮寺浜	JG-S-1		1.7	9.3	6.0	3.6	3.2		4.4	2.3	9.7	6.3	10.0
	中谷里浜	NH-S-1		0.0	10.0	0.0	0.7	0.0		0.8	4.3	4.3	3.9	6.8
	足川浜	AH-1		0.0	10.0	0.0	1.7	0.0		6.0	1.3	3.7	6.9	18.5
	地震計位置	飯岡支所	L1(旭基盤)適合波 加速度波形図 (M 7.5 , $\alpha_{\max}$ = 137 gal)	0.4	1.3	0.6	1.9	6.8	飯岡本震EW 基盤波形引き戻し (M 9.0 , $\alpha_{\max}$ = 162 gal)	3.0	1.3	1.1	3.8	6.8
	三川	飯岡体育館(三川)		5.5	2.3	13.2	12.7	34.1		17.9	2.3	19.7	16.9	37.1
		HA-2		5.0	4.3	7.6	3.7	6.6		8.0	3.3	10.7	5.9	13.3
		SN-S-2		2.4	2.3	1.3	7.5	23.0		7.2	2.3	2.4	11.2	26.0
		SG-1		10.9	2.3	18.1	8.5	18.9		13.1	2.3	18.8	8.5	18.9
		SG-2		0.0	10.0	0.0	1.3	0.0		2.9	3.3	2.6	3.3	7.8
	東足洗	HA-1		6.9	3.3	12.3	5.3	13.7		9.7	3.3	13.9	6.7	13.7
	椎名内	SN-S-1		0.2	1.3	1.8	2.2	4.1		4.4	1.3	15.4	9.0	19.8
	地震計位置	海上支所	L1(旭基盤)適合波 加速度波形図 (M 7.5 , $\alpha_{\max}$ = 137 gal)	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	海上余震EW 基盤波形引き戻し (M 7.7 , $\alpha_{\max}$ = 173 gal)	0.0	10.0	0.0	0.3	0.0
	後草	HB-S-1		13.2	2.3	15.9	12.6	25.3		13.9	2.3	16.1	12.7	25.3
	蛇園	HB-1		15.5	2.3	31.2	12.1	26.8		21.4	2.3	31.2	12.3	26.8
		HB-2		13.5	2.3	23.5	14.8	32.5		24.5	2.3	27.0	17.8	35.5
		HB-3		12.8	2.3	26.1	11.3	25.3		16.6	2.3	27.0	11.3	25.3
	海上	UK-1		3.5	4.3	4.7	6.1	13.6		8.8	3.3	7.0	8.1	20.3
	地震計位置	干潟支所	L1(旭基盤)適合波 加速度波形図 (M 7.5 , $\alpha_{\max}$ = 137 gal)	4.9	2.3	2.3	4.8	6.4	干潟本震EW 基盤波形引き戻し (M 9.0 , $\alpha_{\max}$ = 238 gal)	11.7	1.3	2.5	8.7	9.6
	干潟	HG-S-1		2.9	1.3	1.9	5.9	6.8		11.9	1.3	7.2	13.9	19.4

※1:「建築基礎構造設計指針」による手法
※2:「高圧ガス設備等耐震設計指針」による手法
※3:「Dr-e関係式」によりDcyを算出する手法
※液状化の判定深度は GL-10m 以浅とした
 : H1<3m もしくは Dcy>10cm

表 5-5 再液状化の診断結果一覧表（評価）

地 区	検討位置	評価
地震計位置	旭市役所	簡易法ではいずれのタイプにおいても液状化が生じる結果となったが、地表面から7m以深において液状化が生じている。また、予測沈下量が10cmを下回っているため、地表面への液状化被害は生じにくいと考えられる。
旭	旭中央病院	いずれのタイプにおいても地表面付近で液状化が生じる結果となったが、液状化層厚は薄い。また、液状化程度も小さいことから地表面への液状化被害は生じにくいと考えられる。
椎名内	日の出保育所	タイプ1・タイプ2・タイプ3のいずれの地震動においても地表面近くで液状化する結果となっており、液状化程度も激しいことから8cm～23cmの沈下が生じる結果となった。タイプ1に対しても大きな沈下が予想されることから液状化対策の実施が望ましいと考えられる。
中谷里	NK-1	簡易法タイプ1を除く地震動で液状化が生じる結果となったが、液状化層厚が薄く、液状化程度も小さいことから地表面への液状化被害は生じにくいと考えられる。
神宮寺浜	JG-S-1	いずれのタイプにおいても地表面付近で液状化が生じる結果となった。液状化層厚は薄く、予測沈下量は地震動タイプ3を除き10cmを下回り、地震動タイプ3においては8cm～13cm程度であるため、地表面への液状化の影響は低いと考えられる。
中谷里浜	NH-S-1	地震動タイプ1においては、液状化が生じない結果となったが、地震動タイプ2・地震動タイプ3では液状化が生じる結果となった。地震動タイプ3では地表面付近が液状化が生じているが、予測沈下量が10cmを下回っているため、液状化被害は生じにくいと考えられる。
足川浜	AH-1	いずれのタイプにおいても液状化が生じる結果となった。地表面付近のN値が10程度と比較的高く、予測沈下量もDr-ε 関係を除く地震動において10cmを下回っているため、液状化被害の被害は生じにくいと考えられる。
地震計位置	飯岡支所	簡易法タイプ3・地震応答解析タイプ1・2において、地表面付近で液状化が生じる結果となっているが、液状化層厚が薄く、予測沈下量も4cm～8cm程度とわずかであることから液状化被害は生じにくいと考えられる。
三川	飯岡体育館(三川)	タイプ1・タイプ2・タイプ3のいずれの地震動においても地表面近くで液状化する結果となっており、液状化程度も激しいことから10cm～47cmの沈下が生じる結果となった。タイプ1に対しても大きな沈下が予想されることから液状化対策の実施が望ましいと考えられる。
	HA-2	いずれのタイプにおいても液状化が生じる結果となった。地震動タイプ1・地震動タイプ2においては液状化層厚は薄く、予測沈下量もDr-ε 関係を除く地震動において10cmを下回っているため、地表面への液状化の影響は生じにくいと考えられる。
	SN-S-2	簡易法のタイプ1を除く地震動において、地表面付近で液状化が生じる結果となった。予測沈下量は地震動タイプ2、地震動タイプ3のDr-ε 関係では20cmを上回るため、液状化による被害が懸念される。
	SG-1	いずれのタイプにおいても地表面付近で液状化が生じる結果となった。液状化層厚は3mと厚く、予想沈下量は8cm～27cm程度と大きいことから、液状化による被害の発生が懸念される。
	SG-2	地震動タイプ2、地震動タイプ3において液状化が生じる結果となったが、液状化層厚は薄く、予想沈下量は10cmを下回る結果であるため、液状化被害は生じにくいと考えられる。
東足洗	HA-1	簡易法タイプ1を除き、地表面付近において液状化が生じる結果となった。予測沈下量が地震動タイプ1において5cm～18cm程度であるため、液状化被害の発生が懸念される。
矢指	SN-S-1	簡易法タイプ1を除き、地表面付近において液状化が生じる結果となった。予測沈下量が簡易法の地震動タイプ1において3cm～16cm程度であり、地震動タイプ2、3では20cm程度であるため、液状化被害の発生が懸念される。
地震計位置	海上支所	いずれのタイプに関しても液状化が生じない予測結果となっており、液状化の被害は生じないと考えられる。
後草	HB-S-1	タイプ1地震動では3～5cm、タイプ2地震動では10cm～25cm、タイプ3地震動では13cm～25cmと沈下量が予測され、液状化による被害の発生が懸念される。
蛇園	HB-1	タイプ1地震動では12～32cm、タイプ2地震動では12cm～36cm、タイプ3地震動では19cm～39cmと沈下量が予測され、液状化による被害の発生が懸念される。
	HB-2	タイプ1地震動では11～33cm、タイプ2地震動では17cm～36cm、タイプ3地震動では19cm～38cmと沈下量が予測され、液状化による被害の発生が懸念される。
	HB-3	タイプ1地震動では11～26cm、タイプ2地震動では11cm～27cm、タイプ3地震動では10cm～28cmと沈下量が予測され、液状化による被害の発生が懸念される。
海上	UK-1	いずれのタイプに関しても液状化が生じる結果となっている。予測沈下量は4cm～20cmであるため、液状化被害の発生が懸念される。
地震計位置	干潟支所	いずれのタイプに関しても地表面付近で液状化が生じる結果となっているが、液状化層厚が薄く、いずれのタイプに関しても予測沈下量が10cmを下回るため、地表面への液状化被害は生じにくいと考えられる。
干潟	HG-S-1	地震応答解析タイプ2においては、地表面付近に厚い液状化層が予測されるが、他のタイプでは地表面付近の液状化層は薄い結果となった。地震動タイプ1において、沈下量予測は2cm～16cm、地震動タイプ2では7cm～16cm、地震動タイプ3では9cm～23cmの沈下量が予測されるため、液状化被害の発生が懸念される。

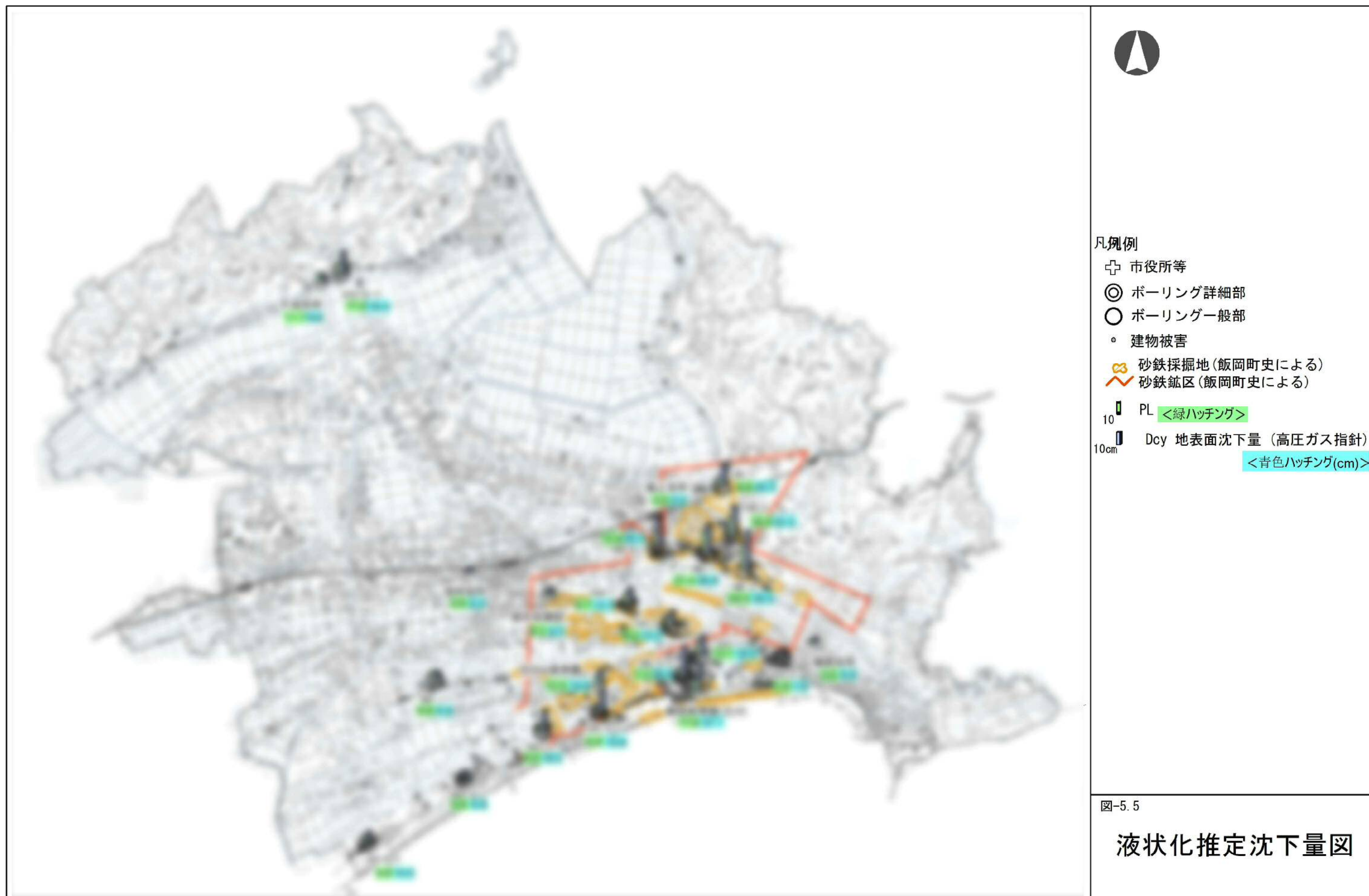


図-5.5

液状化推定沈下量図

※本資料は、個人情報が含まれており、委員会限定の取扱いとさせていただきます。

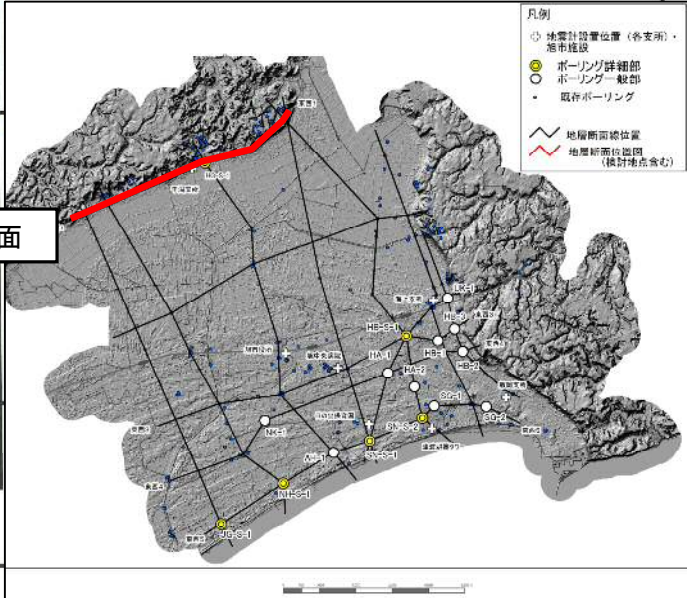
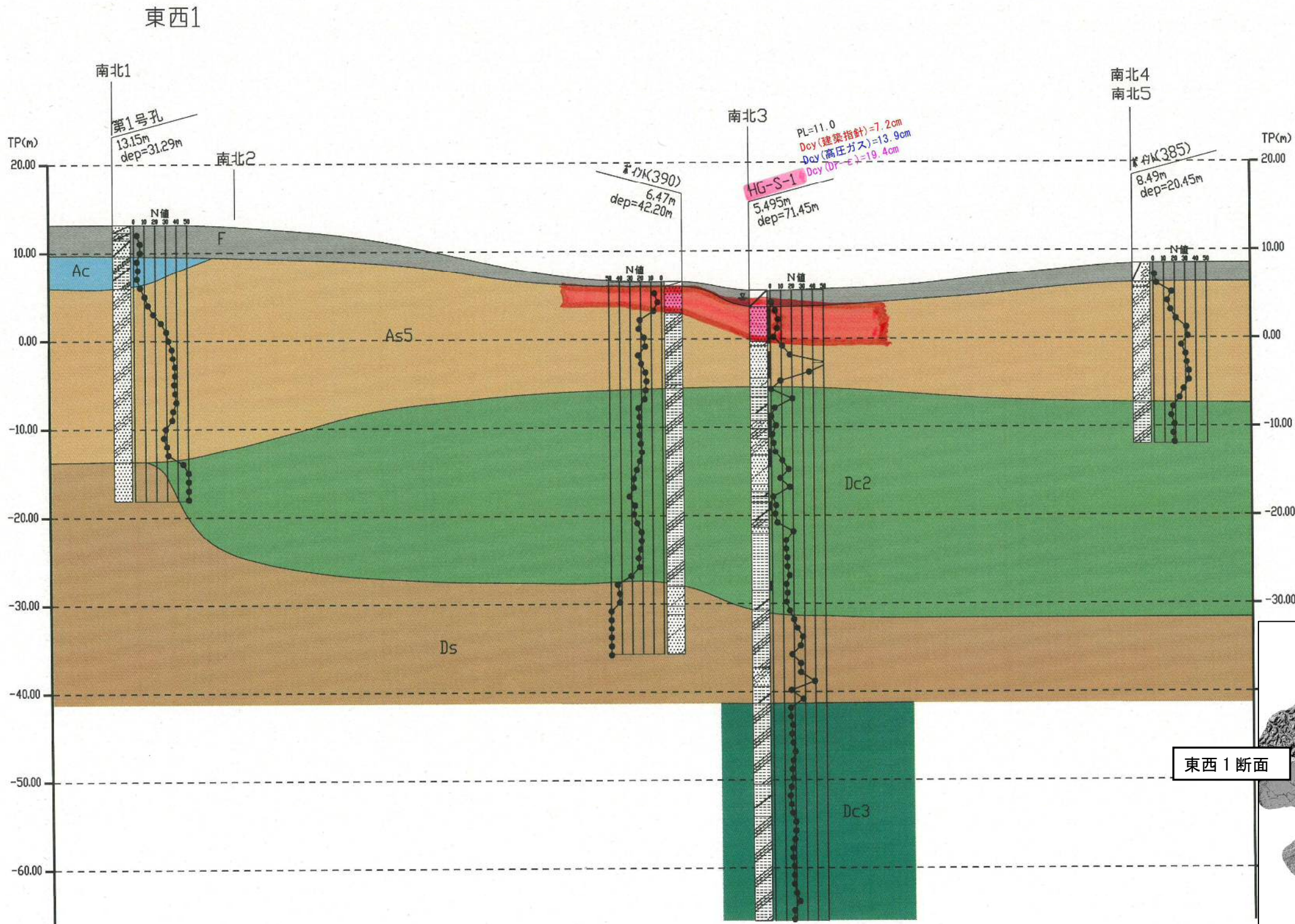
液状化判定想定断面図（地震応答解析 タイプ2） 東西1 V=1/500、H=1/25,000

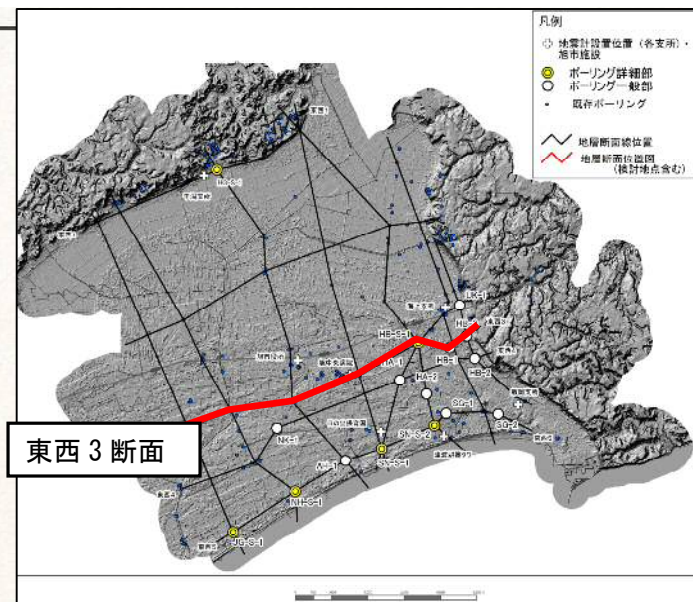
地層凡例		
人工地盤	Fst	推定砂鉄探掘跡埋戻し層
	F	埋土・盛土
完新統	Asd	砂質土層（砂丘性）
	As1	砂質土層
	As2	砂質土層（砂堤性、第Ⅲ砂堤群、1500年前以降に形成）
	As3	砂質土層（砂堤性、第Ⅲ砂堤群、3500年前以降に形成）
	As4	砂質土層（砂堤性、第Ⅲ砂堤群、5000年前以降に形成）
	Ac	粘性土層、有機質土層（潟湖堆積物）
	Acs	粘性土層挟在砂質土層
	As5	砂質土層（砂堤性）
	Dsc	粘性土砂質土互層
	Dc1	粘性土層
更新統	Dc2	粘性土層（基盤層）
	Ds	砂質土層（基盤層）
	Dc3	粘性土層（基盤層）

凡例

: 液状化検証地点

: 液状化判定層





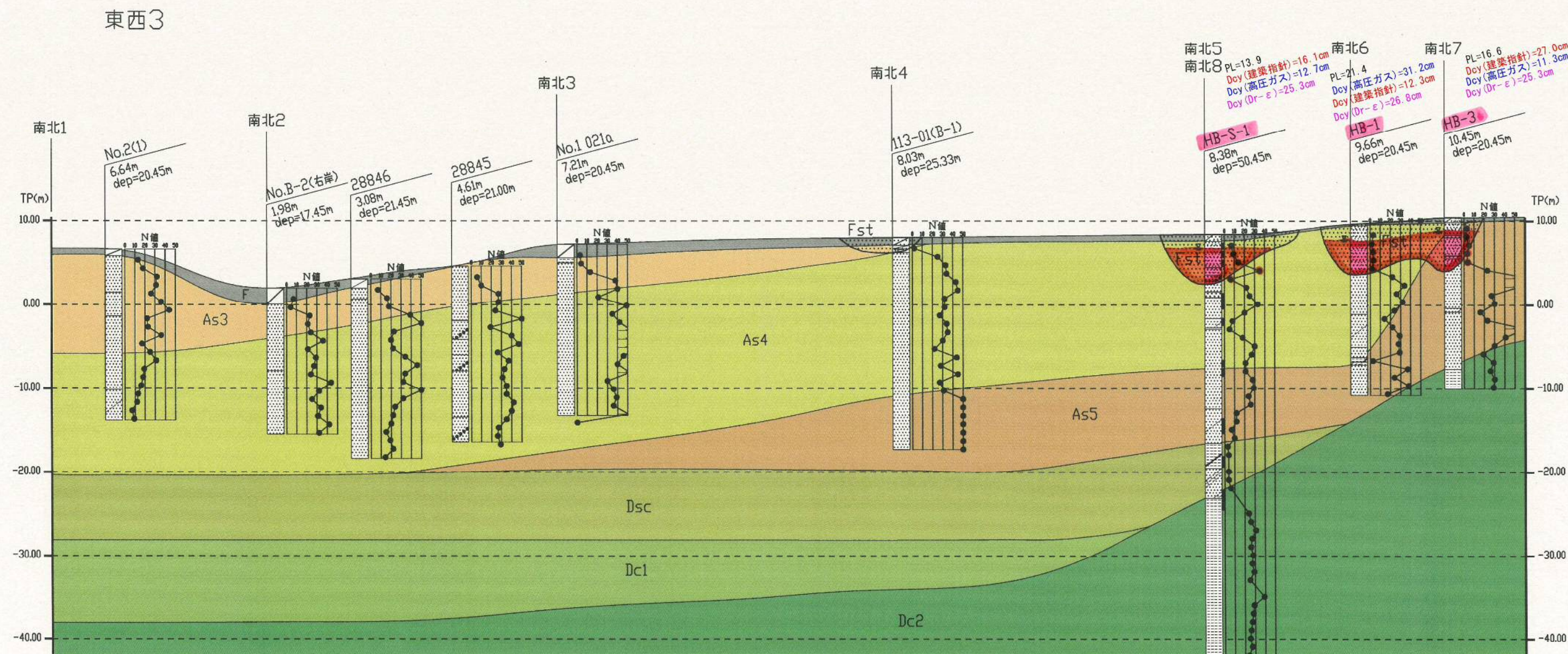
液状化判定想定断面図 (地震応答解析 タイプ2) 東西3 V=1/500、H=1/25,000

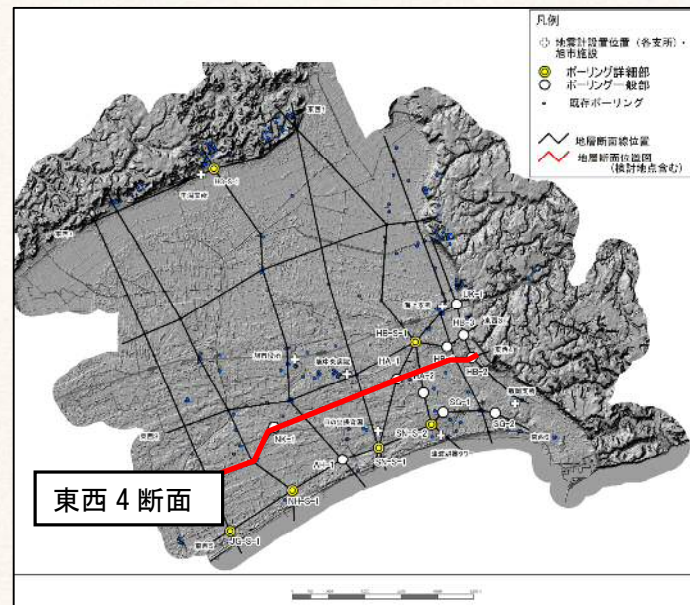
地層凡例		
人工地盤	Fst	推定砂鉄採掘跡埋戻し層
	F	埋土・盛土
完新統	Asd	砂質土層 (砂丘性)
	As1	砂質土層
	As2	砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、1500年前以降に形成)
	As3	砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、3500年前以降に形成)
	As4	砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、5000年前以降に形成)
	Ac	粘性土層、有機質土層 (潟湖堆積物)
	Acs	粘性土層挟在砂質土層
	As5	砂質土層 (砂堤性)
	Dsc	粘性土砂質土互層
	Dc1	粘性土層
更新統	Dc2	粘性土層 (基盤層)
	Ds	砂質土層 (基盤層)
	Dc3	粘性土層 (基盤層)

凡例

液状化検証地点

液状化判定層

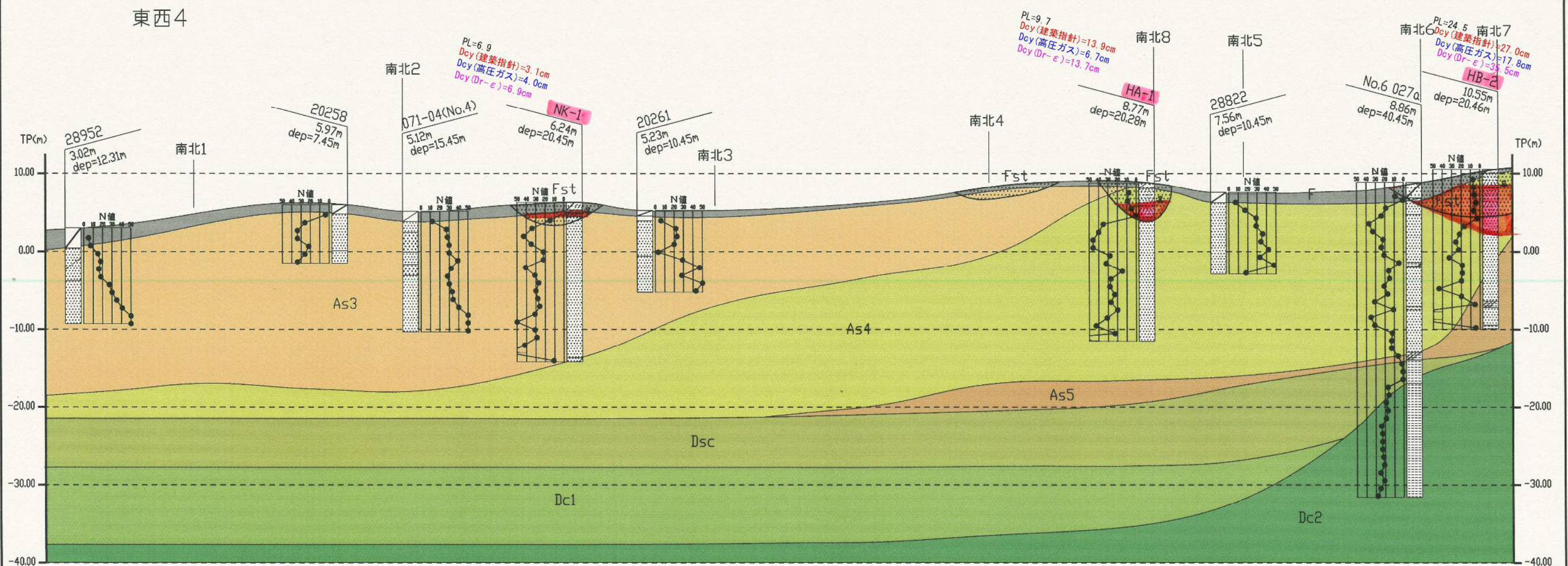


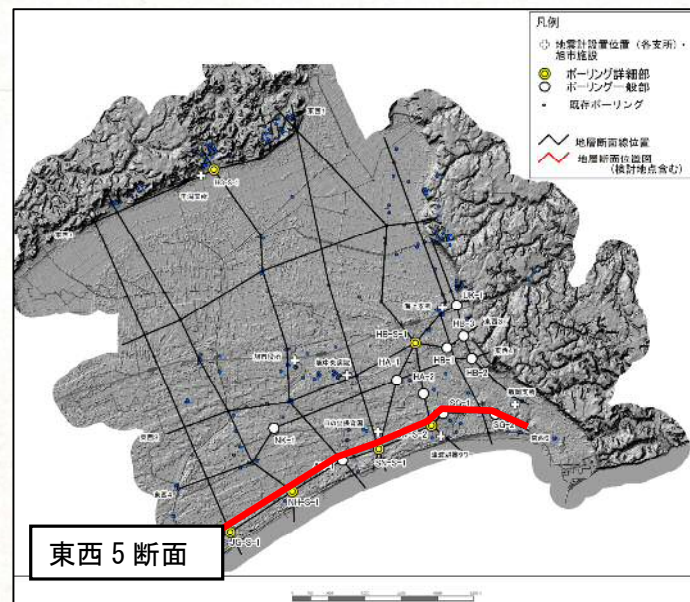


液状化判定想定断面図 (地震応答解析 タイプ2) 東西4 V=1/500、H=1/25,000

凡例
 : 液状化検証地点
 : 液状化判定層

地層凡例	
人工地盤	Fst 推定砂鉄探掘跡埋戻し層
	F 埋土・盛土
完新統	Asd 砂質土層 (砂丘性)
	As1 砂質土層
	As2 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、1500年前以降に形成)
	As3 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、3500年前以降に形成)
	As4 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、5000年前以降に形成)
	Ac 粘性土層、有機質土層 (潟湖堆積物)
	AcS 粘性土層挟在砂質土層
	As5 砂質土層 (砂堤性)
	Dsc 粘性土砂質土互層
	Dc1 粘性土層
更新統	Dc2 粘性土層 (基盤層)
	Ds 砂質土層 (基盤層)
	Dc3 粘性土層 (基盤層)

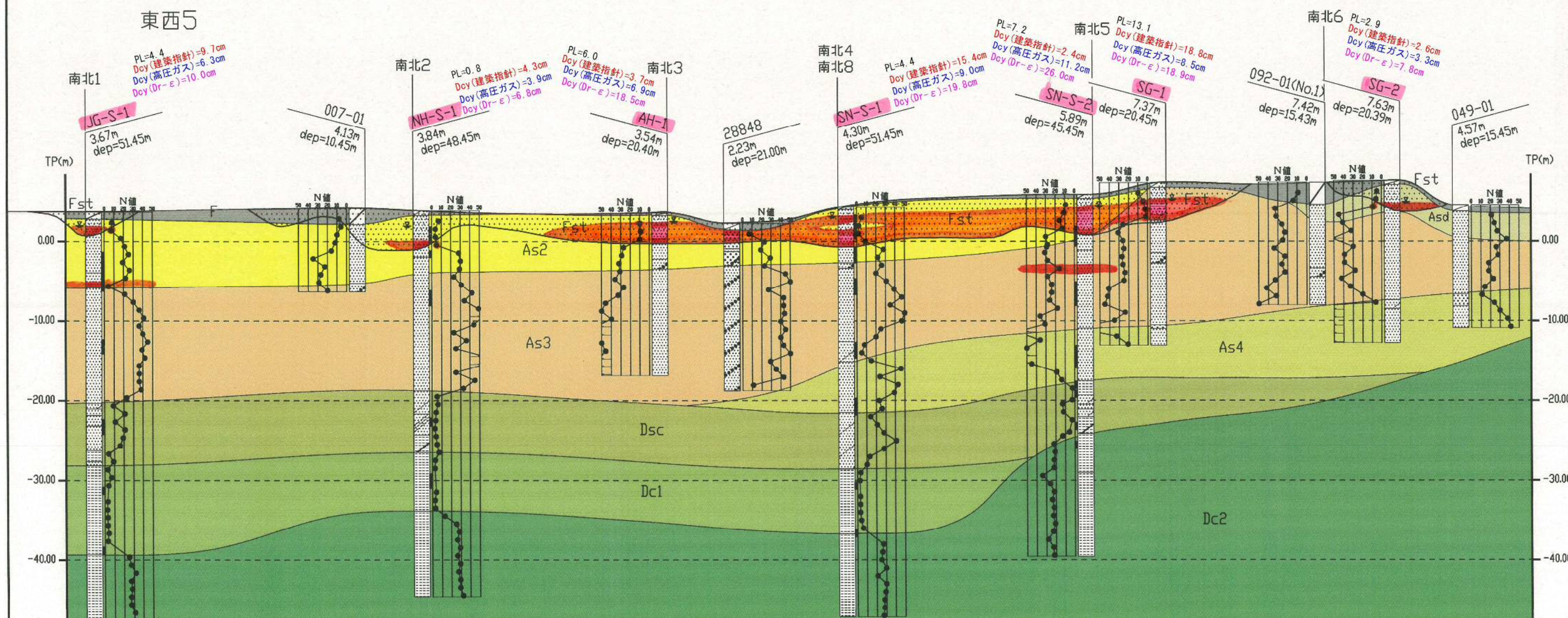




液状化判定想定断面図 (地震応答解析 タイプ2) 東西5 V=1/500、H=1/25,000

地層凡例	
人工地盤	Fst 推定砂鉄掘跡埋戻し層
	F 埋土・盛土
完新統	Asd 砂質土層 (砂丘性)
	As1 砂質土層
	As2 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、1500年前以降に形成)
	As3 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、3500年前以降に形成)
	As4 砂質土層 (砂堤性、第Ⅲ砂堤群、5000年前以降に形成)
自然地盤	Ac 粘性土層、有機質土層 (潟湖堆積物)
	Acs 粘性土層挟在砂質土層
	As5 砂質土層 (砂堤性)
	Dsc 粘性土砂質土互層
	Dc1 粘性土層
更新統	Dc2 粘性土層 (基盤層)
	Ds 砂質土層 (基盤層)
	Dc3 粘性土層 (基盤層)

凡例
 : 液状化検証地点
 : 液状化判定層



4. 地表面からの埋め戻し層厚と液状化指数 PL、地表面沈下量 Dcy の関係(地震応答解析タイプ2)

地震応答解析タイプ2地震動における地表面からの埋め戻し層厚と液状化層厚 PL の関係、地表面からの埋め戻し層厚と Dr-ε 関係より算出した地表面沈下量 Dcy 関係を示す。

