

(参考資料 2) 大湊側高台保管場所における解析用物性値の設定について

### 1. 基本方針

大湊側高台保管場所の入力地震動の算定においては、地震時における地盤の有効応力の変化に応じた影響を考慮し、有効応力解析を実施する。

有効応力解析に用いる解析用物性値は、当該地点における調査結果に基づき設定することを基本とし、層厚が薄い一部の地層については、同等若しくは保守的な他の試験結果を代用する。また、有効応力解析に用いる液状化強度特性については、代用の妥当性を確認した上で、大湊側敷地の調査結果に基づく V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した液状化強度試験の結果より、目標とする回帰曲線を設定し、液状化パラメータを設定する。

ここで、地盤の物理特性及び力学特性は、日本工業規格（J I S）又は地盤工学会（J G S）の基準に基づいた試験の結果から設定する。

大湊側高台保管場所における解析用物性値の設定フローを図 1-1 に示す。

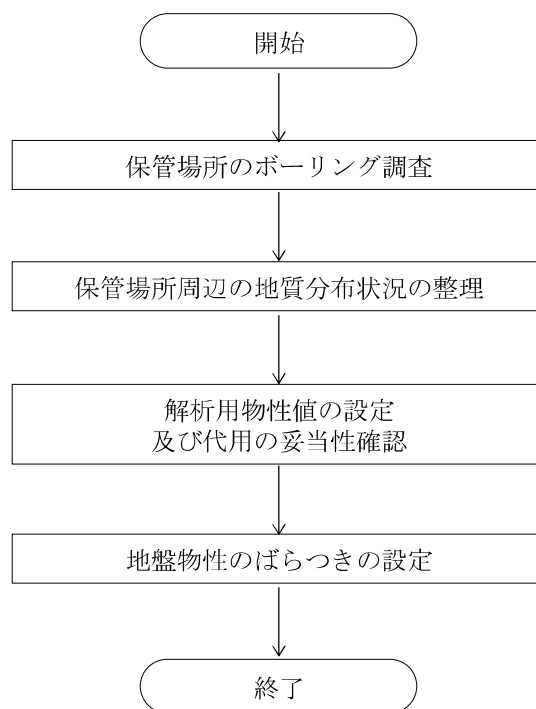


図 1-1 大湊側高台保管場所における解析用物性値の設定フロー

2. 保管場所の地盤調査

地盤モデル及び解析用物性値の設定に資するデータを取得するため、大湊側高台保管場所位置において地盤調査を実施する。

大湊側高台保管場所のボーリング調査位置図を図 2-1 に、地層構成を図 2-2 に示す。

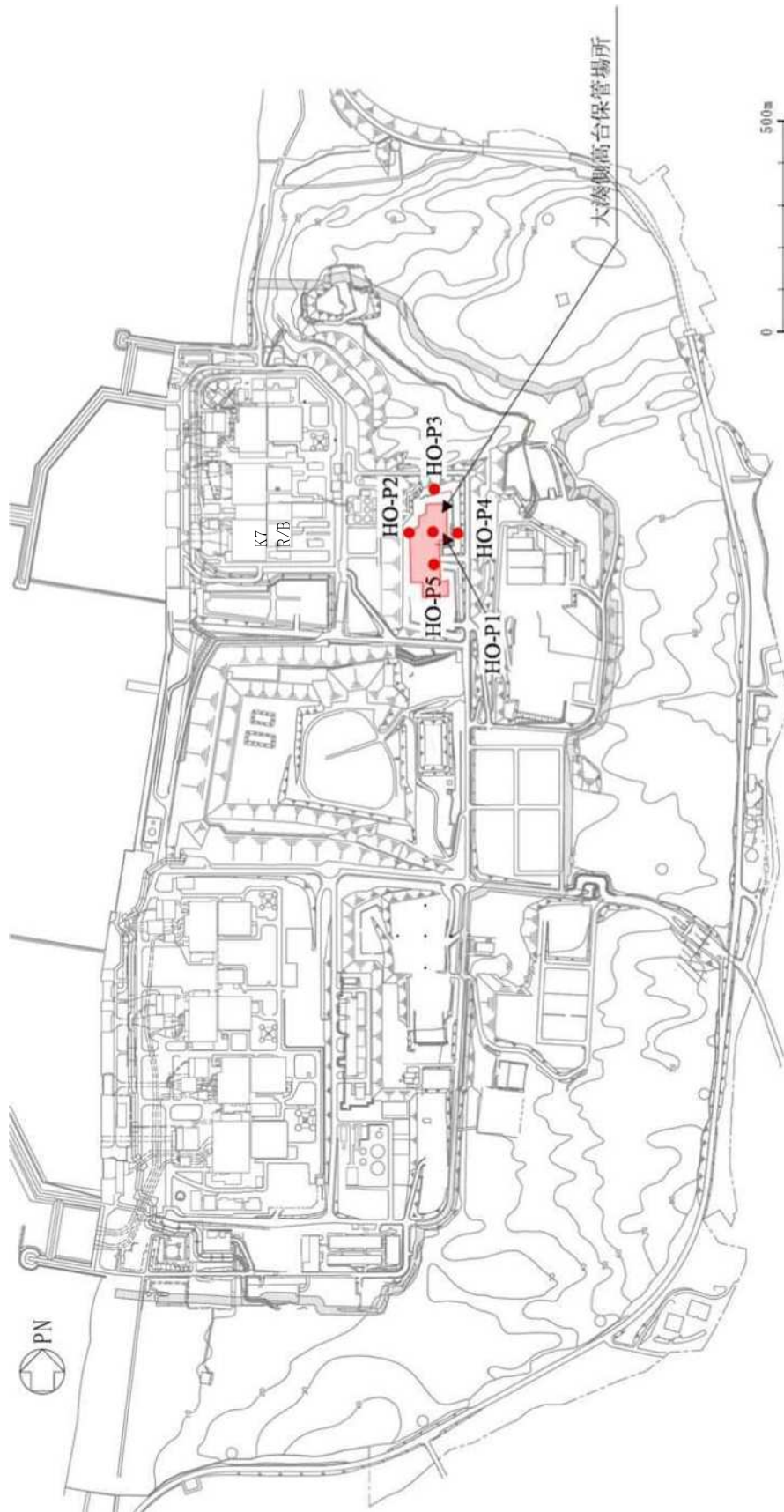


図 2-1 大湊側高台保管場所のボーリング調査位置図

(参考) 2-3

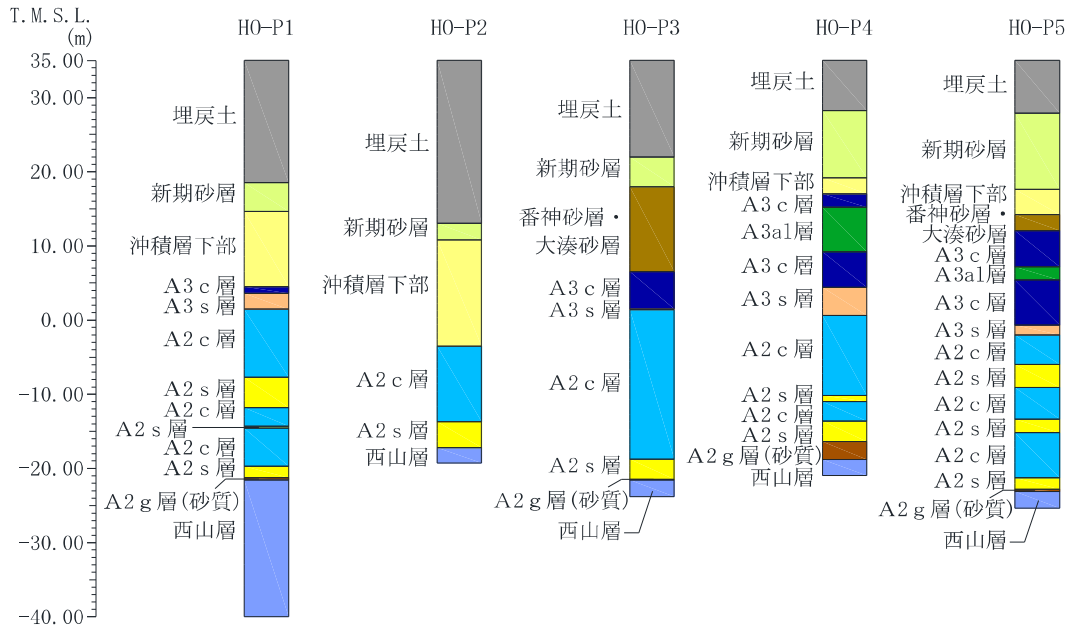


図 2-2 大湊側高台保管場所の地層構成

3. 大湊側高台保管場所周辺における地質分布状況の整理

大湊側高台保管場所周辺の地質分布状況を整理した結果を表3-1に示す。なお、ここに示す地質区分は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」と同様の考え方に基づき、地質学的見地・工学的見地から細分化したものを示している。

表3-1 対象施設周辺の地質分布一覧

対象施設		地質区分	● 大湊側 高台保管場所
時代・地層名			
		埋戻土	●
第四紀	新期砂層 ・沖積層	新期砂層	●
		沖積層下部	●
	番神砂層・大湊砂層		●
	古安田層	A3c層	●
		A3a1層	●
		A3s層	●
		A2c層	●
		A2a1層	—
		A2s層	●
		A2g層	シルト質
砂質	●		
新第三紀	西山層		●
	椎谷層		●

凡例 ● : 施設直下に分布している地質  
 — : 施設直下には分布していない地質

4. 大湊側高台保管場所の解析用物性値一覧

大湊側高台保管場所の有効応力解析に用いる解析用物性値を表 4-1 に、設定根拠を表 4-2 に示す。

表 4-1 (1) 解析用物性値 (液状化検討対象層)  
(大湊側高台保管場所)

物性値		地質区分	新期砂層・沖積層		番神砂層・大湊砂層	古安田層		
			新期砂層	沖積層下部		A2s層	A3s層	A2g層 (砂質)
物理特性	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )		1.89 (1.71)*	2.00	1.94	1.83	1.83	1.83
	間隙率 $n$		0.49	0.43	0.47	0.50	0.50	0.50
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{80}$ (kN/m <sup>2</sup> )		$1.12 \times 10^5$ ( $1.01 \times 10^5$ )*	$1.84 \times 10^5$	$2.23 \times 10^5$	$2.57 \times 10^5$	$2.57 \times 10^5$	$2.57 \times 10^5$
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{vm}'$ (kN/m <sup>2</sup> )		170	310	260	420	420	420
	ポアソン比 $\nu$		0.33 (0.35)*	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 $h_{max}$		0.246	0.183	0.177	0.134	0.134	0.134
強度特性	粘着力 $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )		0.0 (16.9)*	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00
	内部摩擦角 $\phi'$ (°)		35.7 (34.7)*	35.7	37.0	37.1	37.1	37.1
液状化特性	変相角 $\phi_p$ (°)		32.2	32.2	33.4	33.5	33.5	33.5
	液状化パラメータ	$S_1$	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		$w_1$	8.00	9.20	7.35	40.0	40.0	40.0
		$p_1$	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
		$p_2$	0.65	0.65	0.80	0.80	0.80	0.80
		$c_1$	2.02	1.86	1.80	8.25	8.25	8.25

注記\*: 括弧内の数字は、地下水位以浅の数値を表す。

表 4-1 (2) 解析用物性値 (非液状化検討対象層)  
(大湊側高台保管場所)

物性値		地質区分	埋戻土	古安田層			西山層	
				A3c層	A3a1層	A2c層	西山層 (T.M.S.L.-75.98m以浅)	西山層 (T.M.S.L.-75.98m ~-129.98m)
物理特性	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )		1.77	1.66	1.80	1.73	1.71	1.73
	間隙率 $n$		0.51	0.59	0.51	0.55	0.56	0.56
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{80}$ (kN/m <sup>2</sup> )		$7.73 \times 10^4$	$1.29 \times 10^5$	$1.57 \times 10^5$	$1.64 \times 10^5$	$4.80 \times 10^5$	$6.65 \times 10^5$
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{vm}'$ (kN/m <sup>2</sup> )		110	290	240	380	98.0	98.0
	ポアソン比 $\nu$		0.40	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 $h_{max}$		0.180	0.121	0.135	0.106	0.257	0.257
強度特性	粘着力 $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )		9.1	136	77.9	200	1370-5.04・Z*	1370-5.04・Z*
	内部摩擦角 $\phi'$ (°)		31.5	24.0	30.1	22.0	0.0	0.0

注記\*: Z は、T.M.S.L. (m) を示す。

表 4-2 (1) 解析用物性値の設定根拠 (液状化検討対象層)  
(大湊側高台保管場所)

物性値		地質区分	新期砂層・沖積層		番神砂層 大湊砂層	吉安田層					
			新期砂層	沖積層下部		A2s層	A3s層	A2s層 (砂質)			
物理特性	密度	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	物理試験		物理試験	物理試験					
	間隙率	$n$	物理試験		物理試験	物理試験					
変形特性	動せん断弾性係数	$G_{80}$ (kN/m <sup>2</sup> )	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定		PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定					
	基準平均有効拘束圧	$\sigma_{vm}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$G_{80}$ に対応する値		$G_{80}$ に対応する値	$G_{80}$ に対応する値					
	ポアソン比	$\nu$	慣用値*1 (PS検層)*2	慣用値*1	慣用値*1	慣用値*1					
	減衰定数の上限値	$h_{max}$	動的変形特性に基づき設定		動的変形特性に基づき設定	動的変形特性に基づき設定					
強度特性	粘着力	$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	三軸圧縮試験		三軸圧縮試験	三軸圧縮試験					
	内部摩擦角	$\phi'$ (°)									
液状化特性	液状化パラメータ	変相角	$\phi_p$ (°)	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション (試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)		液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション (試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部より代用)		液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション (試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層より代用)		液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション (試験結果はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載のA2s層より代用)	
		$S_1$									
		$w_1$									
		$p_1$									
		$p_2$									
$c_1$											

注記\*1：液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法 (港湾技研資料No. 869)  
(運輸省港湾技術研究所, 平成9年6月)  
\*2：括弧内は、地下水位以浅の根拠を表す。

表 4-2 (2) 解析用物性値の設定根拠 (非液状化検討対象層)  
(大湊側高台保管場所)

物性値		地質区分	堆積土	吉安田層			西山層	
				A3c層	A3a1層	A2c層	西山層 (T.M.S.L.-75.98m以浅)	西山層 (T.M.S.L.-75.98m →-129.98m)
物理特性	密度	$\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	物理試験	物理試験			物理試験	
	間隙率	$n$	物理試験	物理試験			物理試験	
変形特性	動せん断弾性係数	$G_{80}$ (kN/m <sup>2</sup> )	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定			PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	
	基準平均有効拘束圧	$\sigma_{vm}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$G_{80}$ に対応する値	$G_{80}$ に対応する値			慣用値*	
	ポアソン比	$\nu$	PS検層	慣用値*			慣用値*	
	減衰定数の上限値	$h_{max}$	動的変形特性に基づき設定	動的変形特性に基づき設定			動的変形特性に基づき設定	
強度特性	粘着力	$c'$ (kN/m <sup>2</sup> )	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験			三軸圧縮試験	
	内部摩擦角	$\phi'$ (°)						

注記\*：液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法 (港湾技研資料No. 869)  
(運輸省港湾技術研究所, 平成9年6月)

5. 大湊側高台保管場所の解析用物性値の設定及び代用の妥当性検討

5.1 基本方針

大湊側高台保管場所の解析用物性値の設定及び代用の妥当性を検討する。

有効応力解析に用いる解析用物性値の設定にあたり、道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説（（社）日本道路協会，H24.3）（以下，「道路橋示方書V」という）に基づき，液状化検討対象層を抽出する。また，保守的な配慮として，道路橋示方書Vでは液状化の判定を行う必要のある土層に該当しないとされている地表面から20m以深及び洪積層に該当する地質区分についても，液状化検討対象層の抽出を行う。これにより抽出した液状化検討対象層及び非液状化検討対象層について，地質調査及び室内試験を実施し，有効応力解析に必要な物性値を設定する。

有効応力解析に用いる解析用物性値は，原位置における調査結果に基づき設定することを基本とするが，分布範囲が狭いまたは層厚が薄い地層については，同等若しくは保守的な他の地層の試験結果により解析用物性値を代用する。また，液状化検討対象層の液状化特性については，代用の妥当性を確認した上で，V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した大湊側敷地の液状化強度試験の結果より，目標とする回帰曲線を設定し，液状化パラメータを設定する。

解析用物性値の検討フローを図5-1に示す。

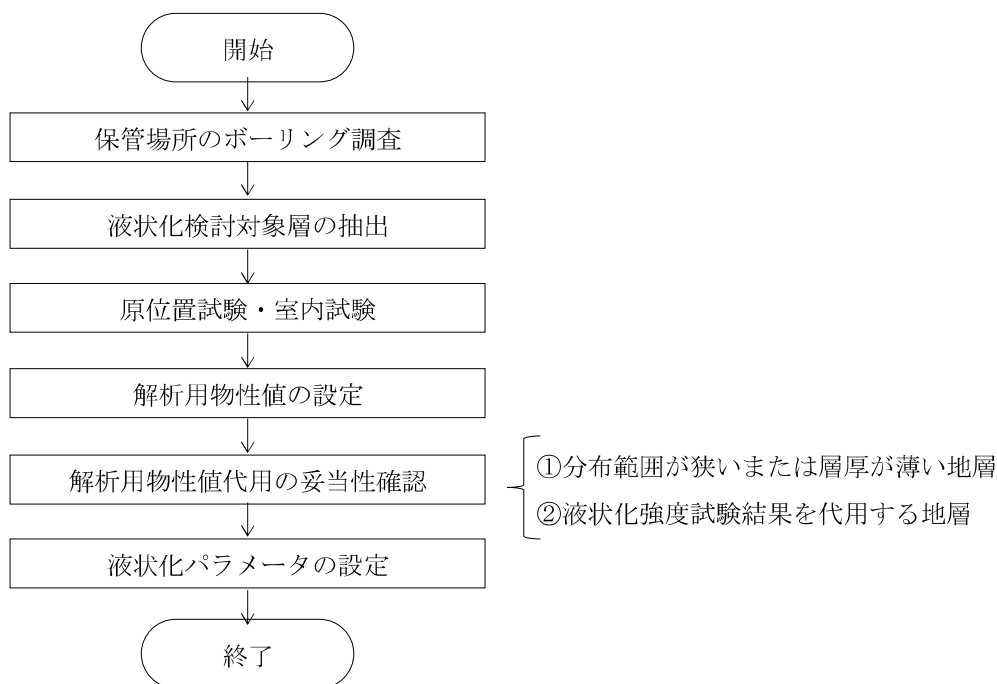


図 5-1 解析用物性値の検討フロー



## 5.2 液状化検討対象層の抽出

大湊側高台保管場所の液状化検討対象層は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」と同様に道路橋示方書Vの液状化判定フローに基づき保守的な評価を観点から設定する。

### 5.2.1 液状化検討対象層の抽出方針

道路橋示方書Vでは、図5-2に示すように、液状化の判定を行う必要がある土層（＝液状化検討対象層）を、「沖積層\*」であり、1)～3)の条件全てに該当する土層と定めている。図5-3道路橋示方書Vにおける液状化判定の評価フローを示す。

なお、道路橋示方書Vの条件は指針類（鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計編（平成24年9月）、港湾の施設の技術上の基準・同解説（平成19年））でほぼ共通している。

柏崎刈羽原子力発電所の液状化検討対象層の抽出では、道路橋示方書Vに基づき液状化検討対象層を抽出することを基本とする。

また、道路橋示方書Vにおける洪積層\*の扱いは、図5-4に示すとおり、液状化の判定を行う土層に該当しないとされているが、基準地震動の規模の大きさを鑑み、本評価では念のために洪積層の砂層及び砂礫層についても、液状化検討対象層として抽出し、保守的な耐震評価を行う。加えて、道路橋示方書Vでは検討対象外とされている地表面から20m以深の土層についても、液状化検討対象層の抽出対象とする。

注記\*：本資料では、道路橋示方書Vで用いられている『沖積層』及び『洪積層』という用語を使用する。なお、道路橋示方書Vでは、沖積層については、「第四紀のうち新しい地質時代（完新世）における堆積物及び埋立土による土層に概ね対応すると考えてよい」とされており、洪積層については、「第四紀のうち古い地質時代（更新世）における堆積物による土層に概ね対応すると考えてよい」とされている。

沖積層の土層で次の3つの条件全てに該当する場合には、地震時に橋に影響を与える液状化が生じる可能性があるため、(2)の規定によって液状化の判定を行わなければならない。

- 1) 地下水位が地表面から10m以内にあり、かつ、地表面から20m以内の深さに存在する飽和土層
- 2) 細粒分含有率FCが35%以下の土層、又は、FCが35%を超えても塑性指数 $I_p$ が15以下の土層
- 3) 50%粒径 $D_{50}$ が10mm以下で、かつ、10%粒径 $D_{10}$ が1mm以下である土層

図5-2 道路橋示方書Vにおける液状化の判定を行う必要がある土層  
(引用：(社)日本道路協会、道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説、H24.3（抜粋）)

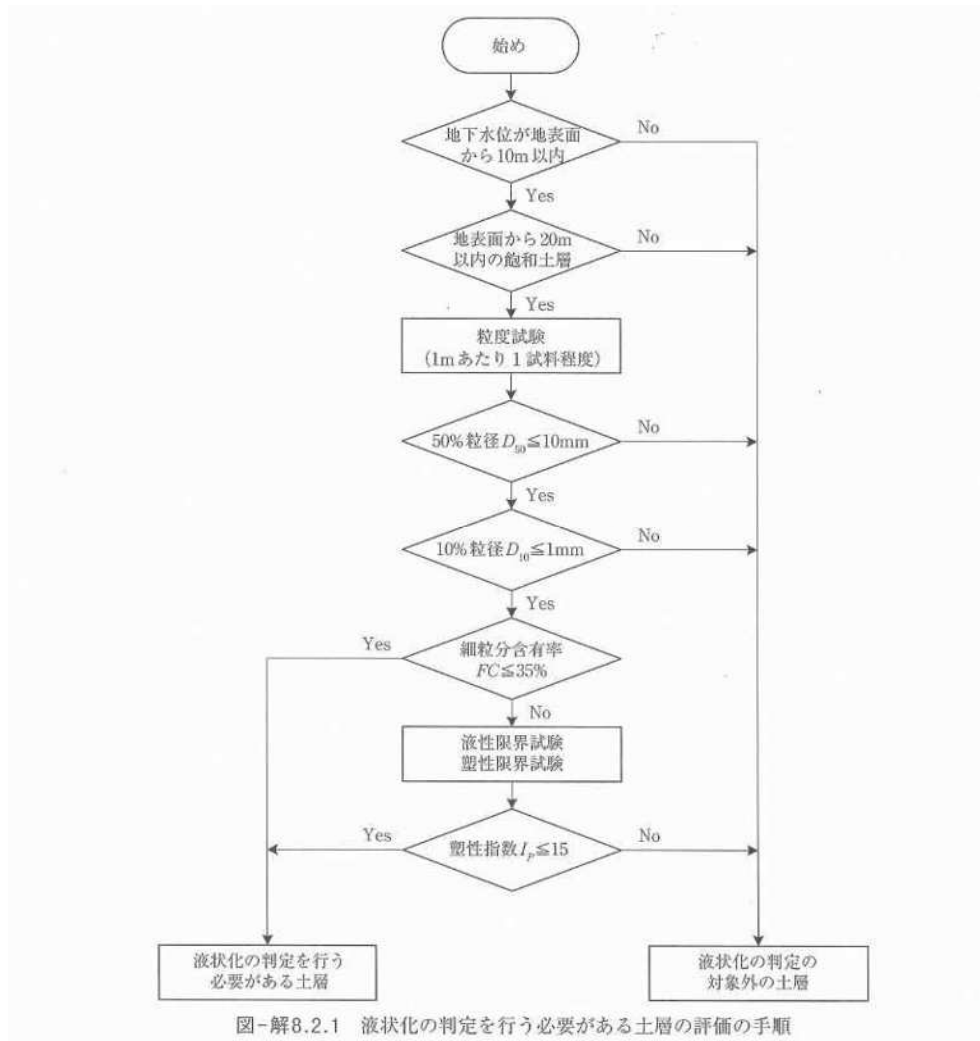


図 5-3 道路橋示方書Vに基づく液状化判定フロー

(引用：(社)日本道路協会，道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説，H24.3（抜粋）)

洪積層は、東北地方太平洋沖地震や兵庫県南部地震を含む既往の地震において液状化したという事例は確認されていない。洪積層は一般に $N$ 値が高く、また、続成作用により液状化に対する抵抗が高いため、一般には液状化の可能性は低い。このため、原則として洪積層は液状化の判定の対象とする必要はない。なお、ここでいう洪積層とは、第四紀のうち古い地質時代（更新世）における堆積物による土層に概ね対応すると考えてよい。

図 5-4 道路橋示方書Vにおける洪積層に関する記述

(引用：(社)日本道路協会，道路橋示方書（V耐震設計編）・同解説，H24.3（抜粋）)

### 5.2.2 液状化検討対象層の抽出結果

図 5-5 に液状化検討対象層の抽出フローを示す。

まず、道路橋示方書Vの液状化判定フローに基づき、沖積層における液状化検討対象層を抽出した[STEP①]。続いて、保守的な耐震評価を行う観点から洪積層（古安田層）の砂層及び砂礫層についても、液状化検討対象層として抽出した[STEP②]。

この結果、敷地における液状化検討対象層は、沖積層では「新期砂層」及び「沖積層下部」が抽出され、洪積層では「番神砂層・大湊砂層」，「A3s層」，「A2s層」及び「A2g層（砂質）」が抽出された。表 5-1 に大湊側高台保管場所における液状化検討対象層の抽出結果を示す。

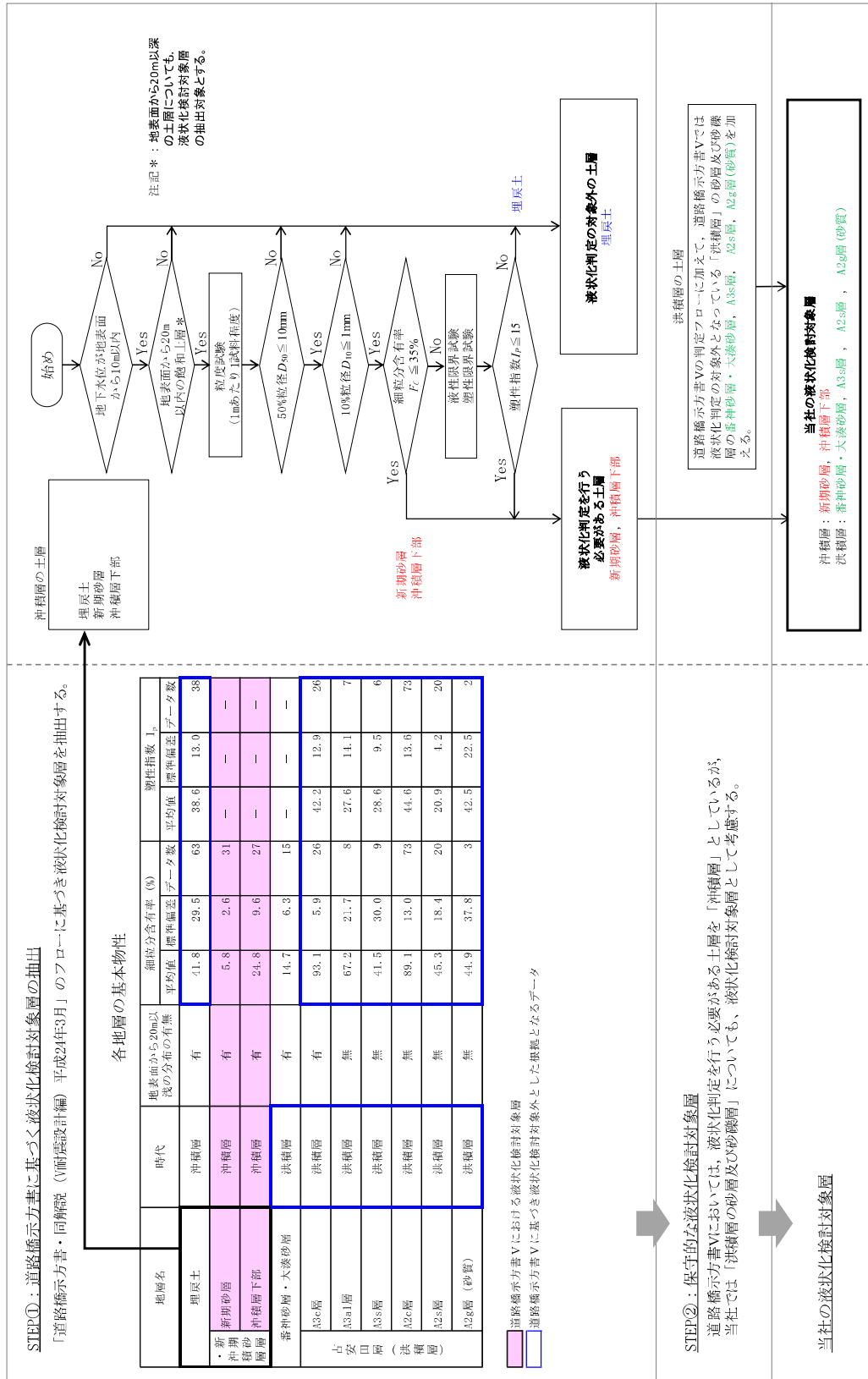


図 5-5 大湊側高台保管場所における液状化検討対象層の抽出フロー

表 5-1 大湊側高台保管場所における液状化検討対象層の抽出結果

地層区分		層相	道路橋示方書における 液状化検討対象層	当社における 液状化検討対象層	備考
埋戻土		—	—	—	地下水位以浅に分布する。
・新期 沖積砂層	新期砂層	砂	●	●	
	沖積層下部	砂	●	●	
番神砂層・大湊砂層		砂	— →	○	洪積層であるが検討対象とする。
古 安 田 層 ( 洪 積 層 )	A3c層	シルト	—	—	
	A3al層	砂・シルト 互層	—	—	
	A3s層	砂	— →	○	洪積層であり、深度20m以深に分布するが検討対象とする。
	A2c層	シルト	—	—	
	A2s層	砂	— →	○	洪積層であり、深度20m以深に分布するが検討対象とする。
A2g層(砂質)		砂礫	— →	○	洪積層であり、深度20m以深に分布するが検討対象とする。

凡例

- : 道路橋示方書の判定により、検討対象に該当するもの
- : 道路橋示方書では検討対象外と判定されるが、保守的な配慮として検討対象に加えるもの
- : 道路橋示方書の判定により、検討対象外となるもの
- : 液状化検討対象層に該当する地層

### 5.3 有効応力解析に用いる物性値の設定

#### 5.3.1 物性値の設定方針

液状化検討対象層及び非液状化検討対象層の物理特性、動的変形特性及び液状化特性については、地層ごとに有効応力解析に必要な物性値を設定する。

なお、これらの物性値は、J I S（日本工業規格）又はJ G S（地盤工学会）の規格・基準に基づいた試験結果に基づき設定する。

表 5-2 に有効応力解析に用いる物性値とその試験方法を示す。

分布範囲が狭いまたは層厚が薄い地層については、代用の妥当性を確認した上で、適切な地質区分の大湊側保管場所における解析用物性値を代用する。また、液状化特性については、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した大湊側敷地の液状化強度試験の結果より、代用の妥当性を確認した上で目標とする回帰曲線を代用し、液状化パラメータを設定する。有効応力解析に用いる物性値を代用する地質区分を表 5-3 にまとめる。なお、代用することが妥当であると判断した地質区分については、ばらつきの評価も含めて代用する。

表 5-2 有効応力解析に用いる物性値とその試験方法

	試験により設定する物性値		試験方法	
	名称	記号	基準・規格名	規格・基準番号
物理特性	密度	$\rho$	土粒子の密度試験方法 土の湿潤密度試験方法	J I S A 1202 J I S A 1225
	間隙率	$n$	土粒子の密度，土の乾燥密度に基づき設定	J I S A 1202 J I S A 1225
動的変形特性	動せん断弾性係数	$G_{ma}$	地盤の弾性波速度検層方法 PS 検層の S 波速度，密度より算出	J G S 1122 (PS 検層)
	粘着力	$c'$	土の圧密非排水 (CU) 三軸圧縮試験方法	J G S 0523
	内部摩擦角	$\phi'$		
最大減衰定数	$h_{max}$	地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法	J G S 0542	
液状化特性	液状化抵抗曲線 (液状化パラメータ)	—	土の変形特性を求めるための中空円筒供試体による繰返しねじりせん断試験方法，及び土の繰返し非排水三軸試験方法を参考に設定	J G S 0543 J G S 0541

表 5-3 有効応力解析に用いる物性値を代用する地層の整理

地質区分 (大湊側高台保管場所)	物理特性・変形特性	液状化強度特性
埋戻土	代用なし	(地下水以浅)
新期砂層		大湊側敷地の新期砂層 液状化試験結果*を代用
沖積層下部		大湊側敷地の沖積層下部 液状化試験結果*を代用
番神・大湊砂層		大湊側敷地の新期砂層 液状化試験結果*を代用
A3c 層		(非液状化検討対象層)
A3a1 層		(非液状化検討対象層)
A3s 層		A2s 層の解析用物性値を代用
A2c 層	代用なし	(非液状化検討対象層)
A2s 層		大湊側敷地の A2s 層 液状化試験結果*を代用
A2g(砂質)層	A2s 層の解析用物性値を代用	

\* : V-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」

### 5.3.2 現位置試験及び室内試験結果

大湊側高台保管場所における現位置試験及び室内試験結果を示す。

#### (1) 物理特性

大湊側高台保管場所の物理試験結果を表 5-4 に示す。

地下水位以浅の地層の密度は、湿潤密度より設定した。地下水位以深の地層の密度は、土粒子の密度及び間隙比に基づき算出した飽和密度より設定した。



表 5-4 物理試験結果

地質区分	土粒子の密度 $\rho_s$			湿潤密度 $\rho_t$			間隙比 $e$			飽和密度* $\rho_{sat}$ ( $g/cm^3$ )
	平均値 ( $g/cm^3$ )	標準偏差 ( $g/cm^3$ )	数量	平均値 ( $g/cm^3$ )	標準偏差 ( $g/cm^3$ )	数量	平均値	標準偏差	数量	
埋戻土	2.695	0.062	63	1.77	0.07	21	1.051	0.158	21	1.83
・新 沖期 積砂 層層	2.739	0.030	31	1.71	0.06	9	0.964	0.021	9	1.89
	2.763	0.051	27	1.93	0.06	9	0.761	0.099	9	2.00
番神砂層・大湊砂層	2.769	0.070	15	1.88	0.06	9	0.885	0.077	9	1.94
古 安 田 層	2.592	0.043	26	1.64	0.03	5	1.430	0.088	5	1.66
	2.630	0.035	8	1.83	0.04	5	1.037	0.097	5	1.80
	2.633	0.049	73	1.76	0.01	5	1.224	0.044	5	1.73
	2.656	0.026	24	1.79	0.05	9	0.991	0.101	9	1.83

注記\* : 飽和密度は、土粒子の密度と間隙比の平均値より算出した。

(2) 動的変形特性

a. 初期せん断弾性係数

大湊側高台保管場所における地盤の初期動せん断弾性係数は、表 5-5 に示すように PS 検層及び物理試験に基づき設定した。

表 5-5 初期動せん断弾性係数

地質区分		P波速度 $V_p$		S波速度 $V_s$		初期動せん断弾性係数 $G_0$ ( $\text{kN/m}^2$ )	測定数
		平均値 (m/s)	標準偏差 (m/s)	平均値 (m/s)	標準偏差 (m/s)		
埋戻土		519	60	209	26	$7.73 \times 10^4$	55
・新 期 沖 積 砂 層	新期砂層(地下水位以浅)	510	82	243	21	$1.01 \times 10^5$	20
	新期砂層(地下水位以深)	1145	210			$1.12 \times 10^5$	4
	沖積層下部	1499	62	303	43	$1.84 \times 10^5$	24
番神砂層・大湊砂層		1682	93	339	68	$2.23 \times 10^5$	13
古 安 田 層	A3c層	1593	34	279	31	$1.29 \times 10^5$	16
	A3a1層	1611	17	295	17	$1.57 \times 10^5$	6
	A2c層	1579	53	308	34	$1.64 \times 10^5$	66
	A2s層	1672	68	375	29	$2.57 \times 10^5$	12

b. ポアソン比

大湊側高台保管場所における地下水位以浅の地層のポアソン比は、表 5-6 に示すように PS 検層による S 波速度及び P 波速度の平均値に基づき設定した。

表 5-6 地下水位以浅の地層のポアソン比

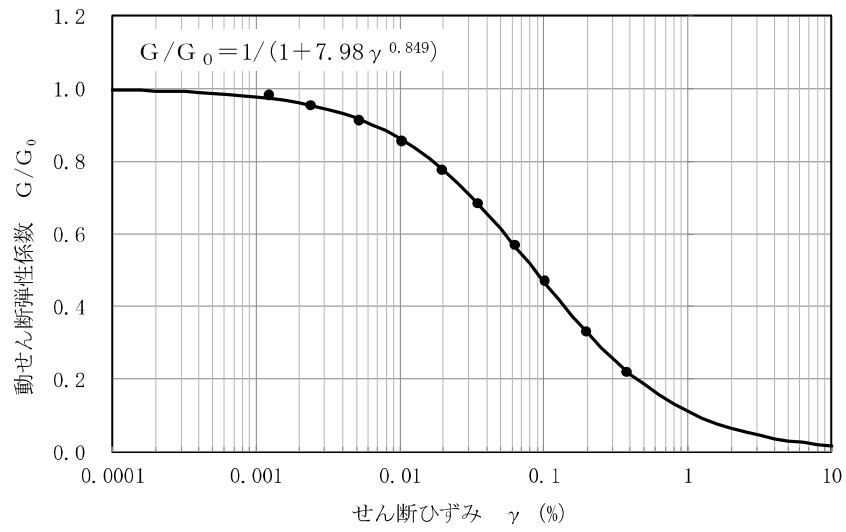
地質区分		P波速度 $V_p$		S波速度 $V_s$		ポアソン比* $\nu$	測定数
		平均値 (m/s)	標準偏差 (m/s)	平均値 (m/s)	標準偏差 (m/s)		
埋戻土		519	60	209	26	0.40	55
新期砂層(地下水位以浅)		510	82	243	21	0.35	20

注記 \* : ポアソン比は、P波速度とS波速度の平均値より算出した。

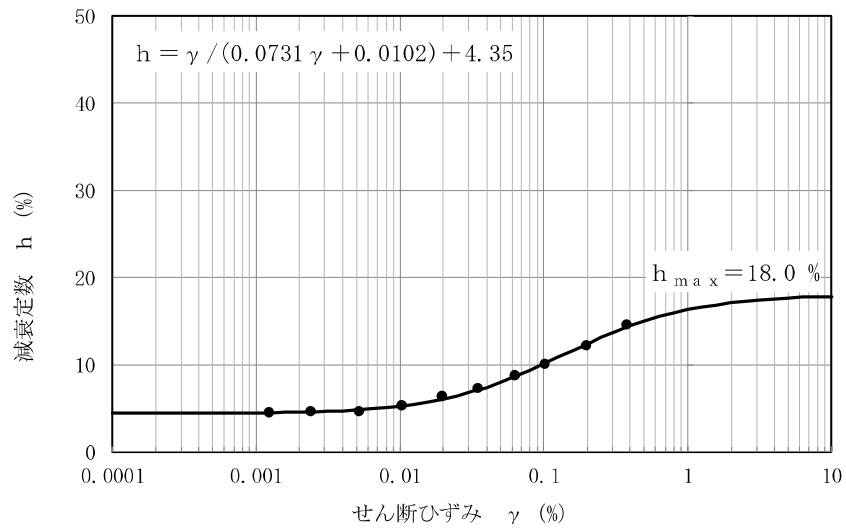
c. 最大減衰定数

地盤の最大減衰定数は、動的変形試験に基づき設定した。

大湊側高台保管場所における各地層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性を図 5-6～図 5-13 に示す。

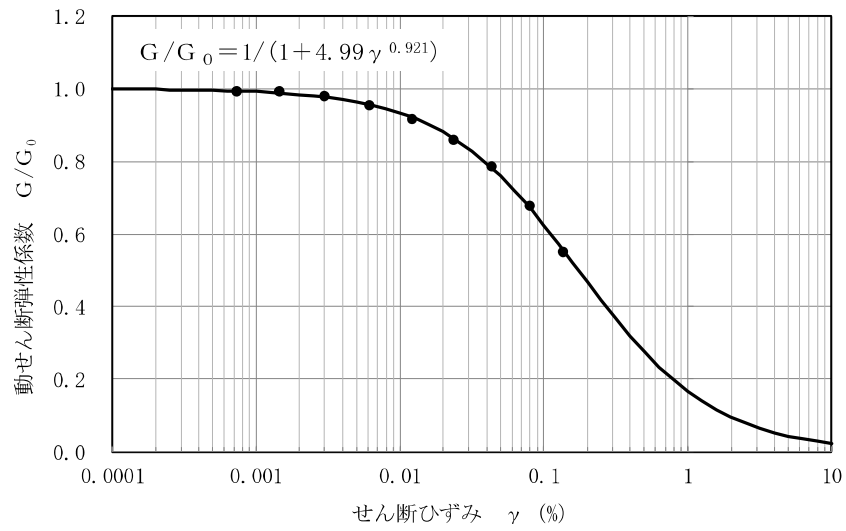


(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性

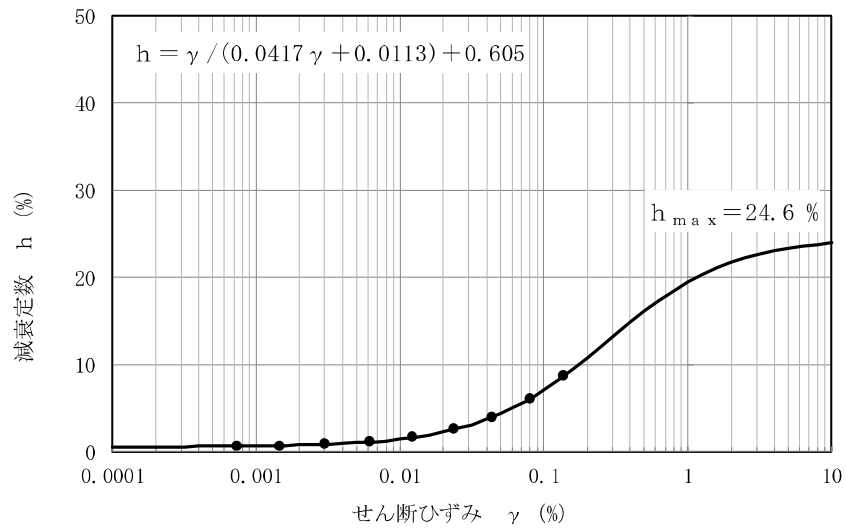


(b) 減衰定数のひずみ依存特性

図 5-6 埋戻土の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

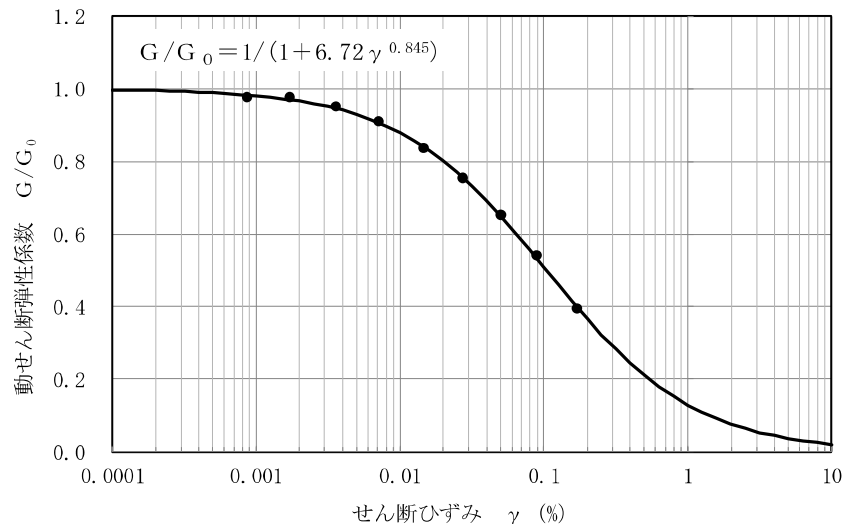


(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性

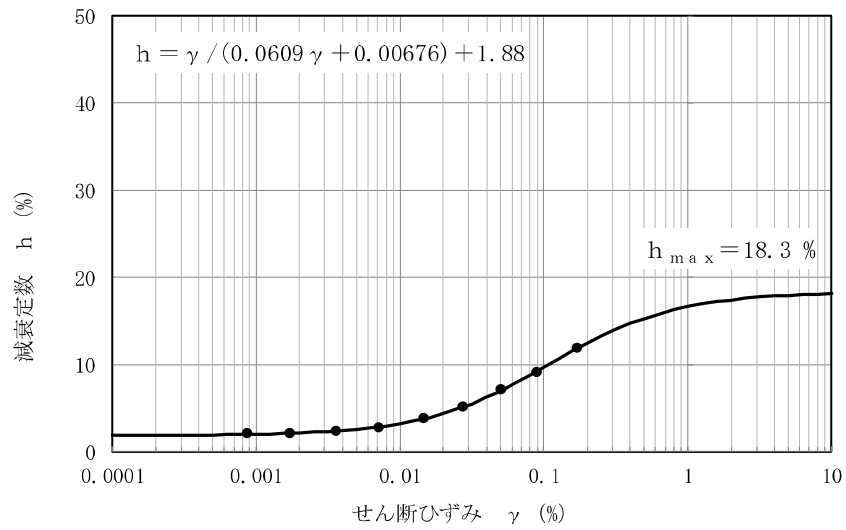


(b) 減衰定数のひずみ依存特性

図 5-7 新期砂層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

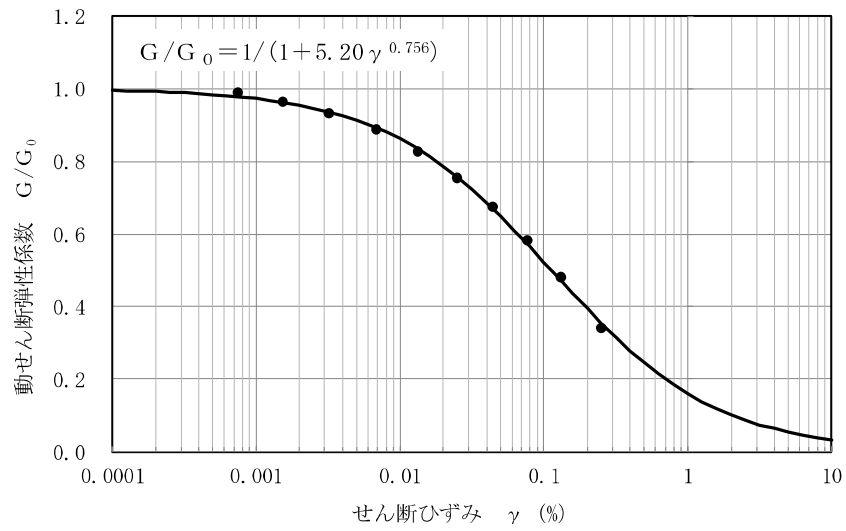


(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性

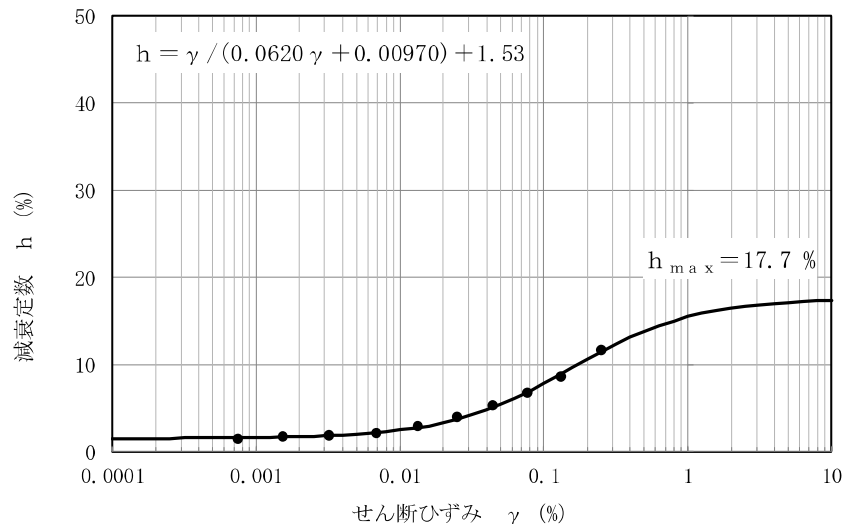


(b) 減衰定数のひずみ依存特性

図 5-8 沖積層下部の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

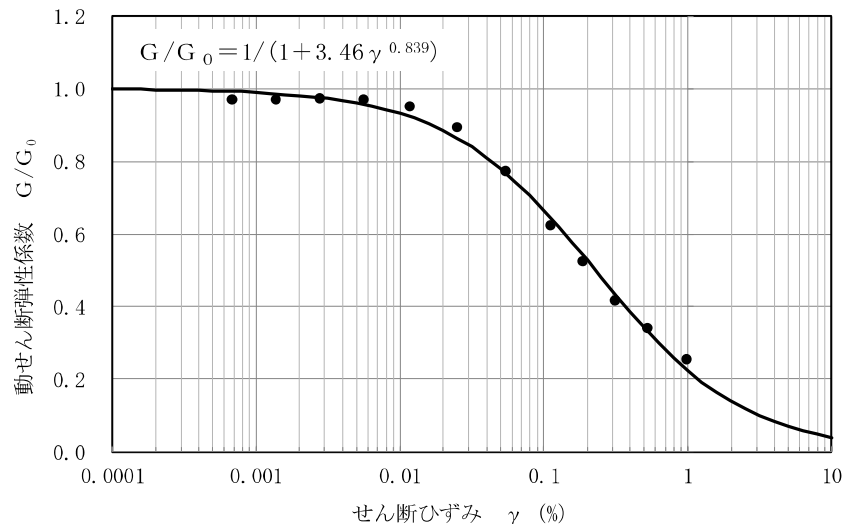


(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性

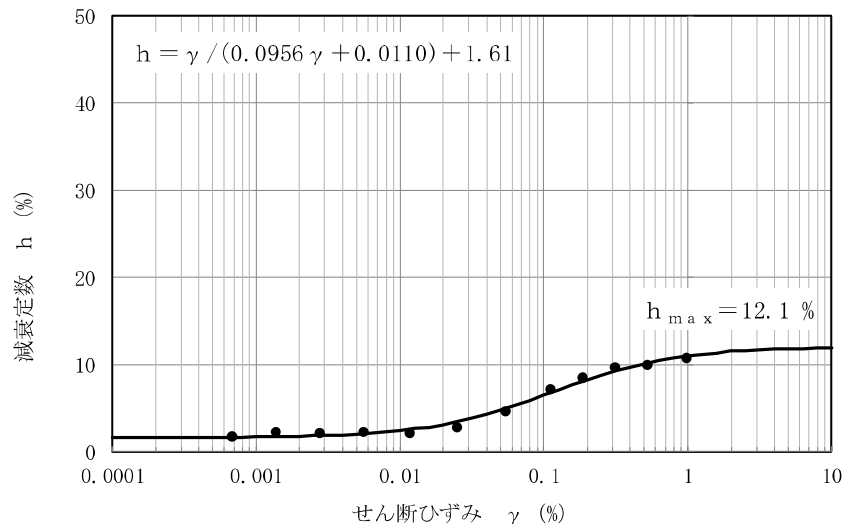


(b) 減衰定数のひずみ依存特性

図 5-9 番神砂層・大湊砂層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性



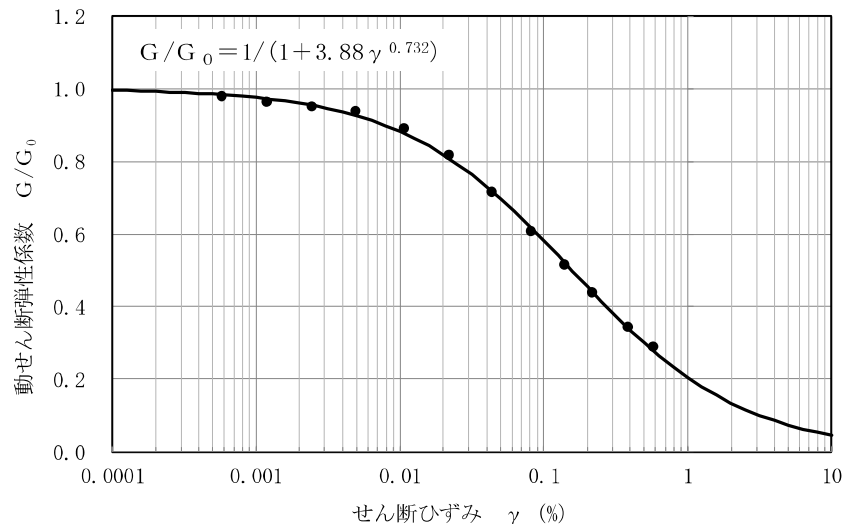
(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性



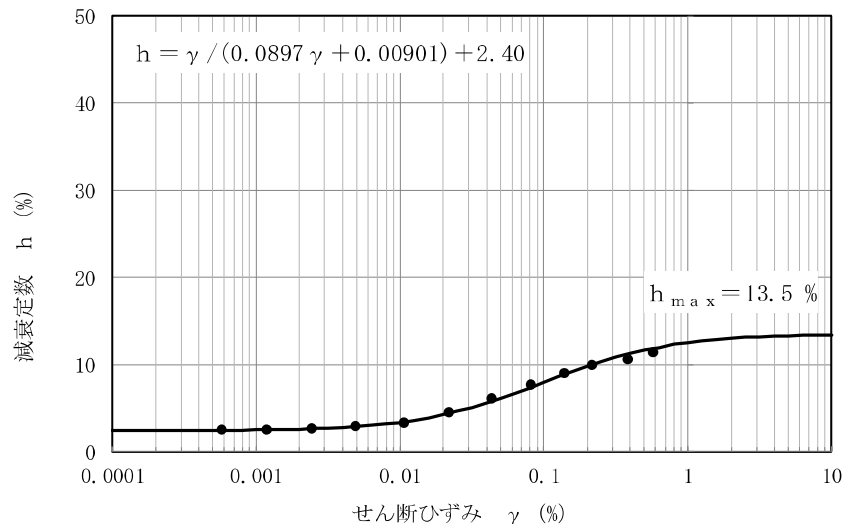
(b) 減衰定数のひずみ依存特性

図 5-10 A3c 層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性



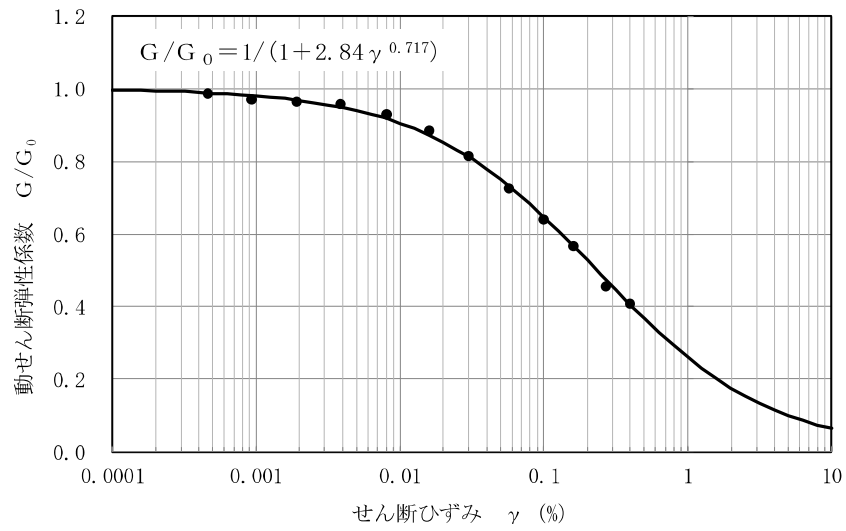


(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性

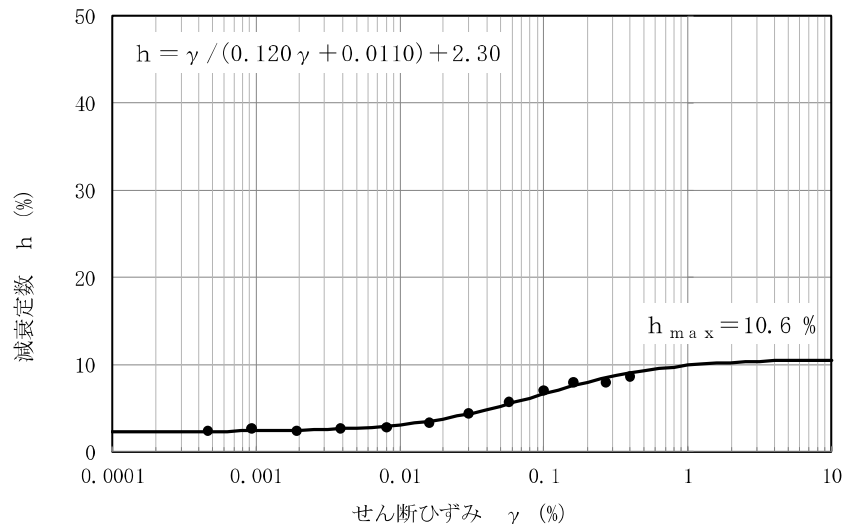


(b) 減衰定数のひずみ依存特性

図 5-11 A3a1 層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

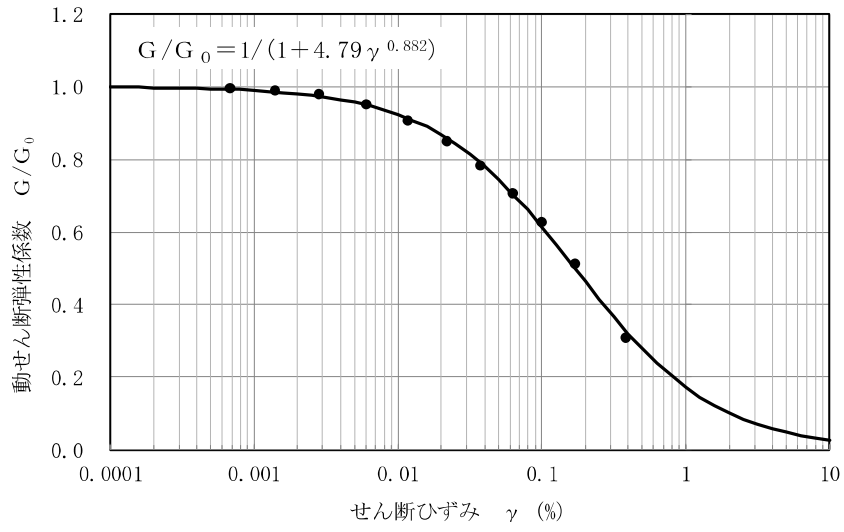


(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性

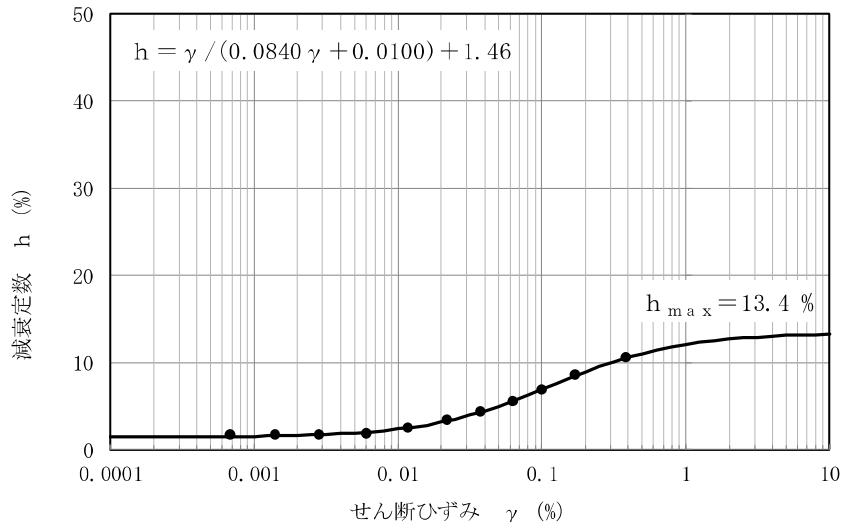


(b) 減衰定数のひずみ依存特性

図 5-12 A2c 層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性



(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性



(b) 減衰定数のひずみ依存特性

図 5-13 A2s 層の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

d. 強度定数

大湊側高台保管場所における地盤の強度特性は、三軸圧縮試験（CU条件）に基づき設定した。なお、液状化検討対象層のうち地下水位以深の地層については、有効応力解析に用いる解析コードFLIPにおいては、粘着力 $c'$ を0として、内部摩擦角 $\phi'$ を設定する。

大湊側高台保管場所における各地層の三軸圧縮試験結果及び強度定数を図 5-14～図 5-21 に示す。

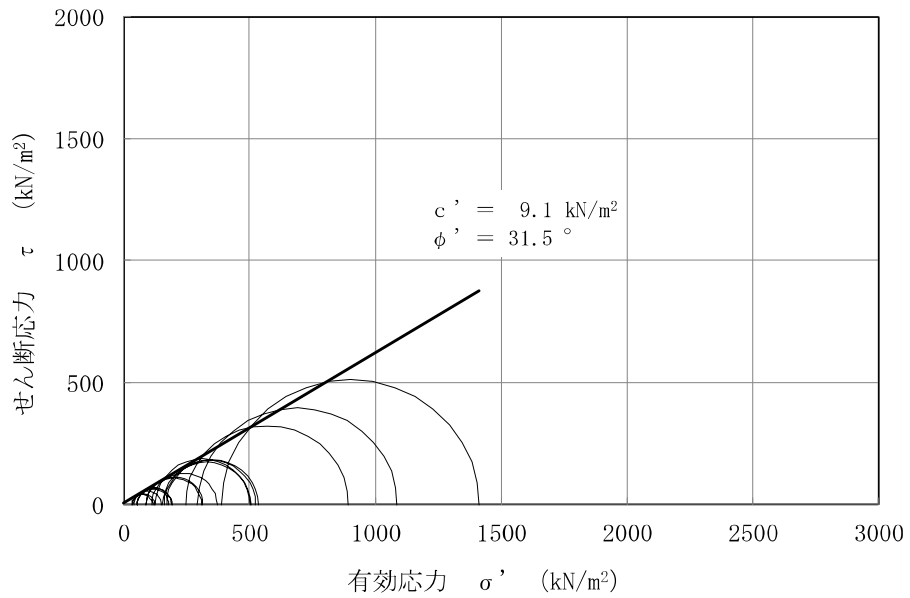


図 5-14 埋戻土の三軸圧縮試験結果及び強度定数

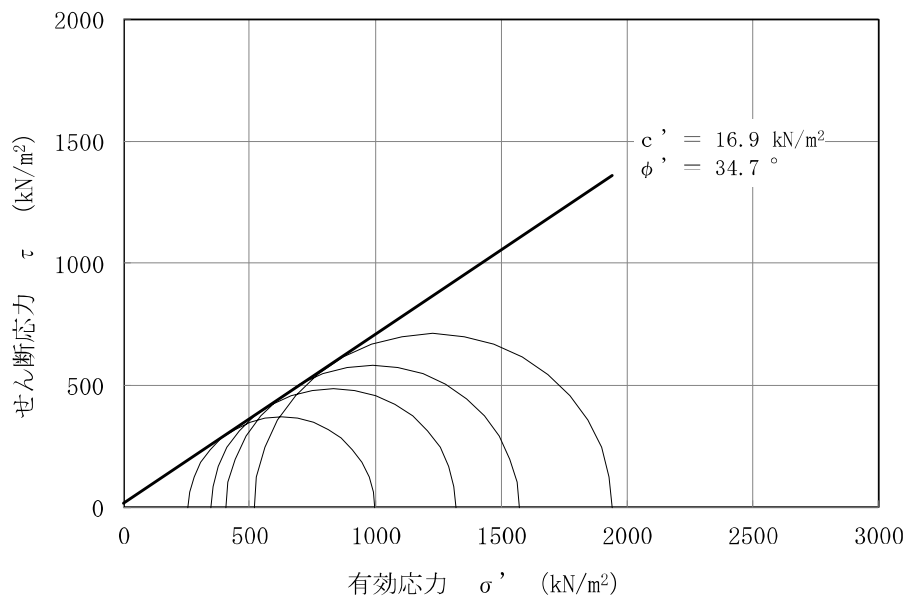


図 5-15 新期砂層の三軸圧縮試験結果及び強度定数

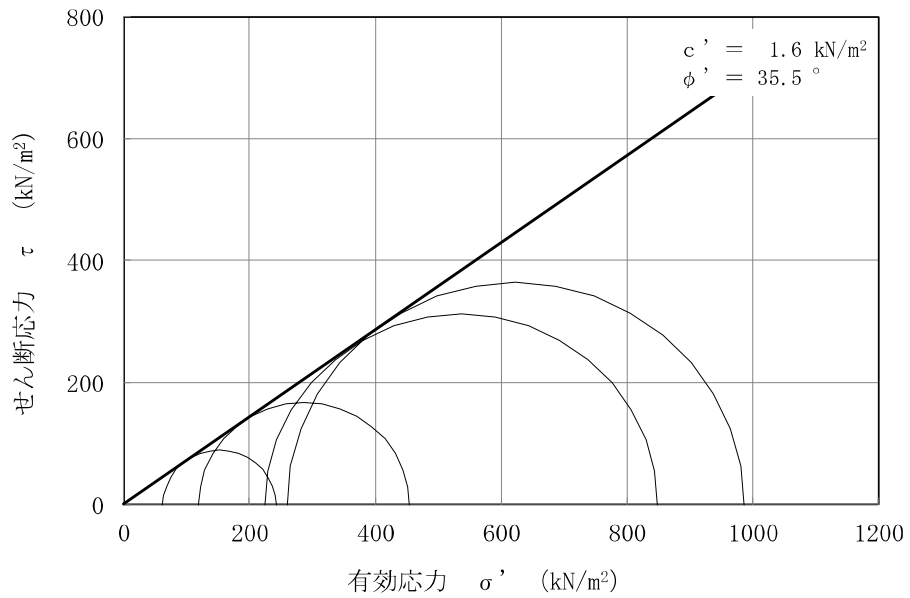


図 5-16 沖積層下部の三軸圧縮試験結果及び強度定数

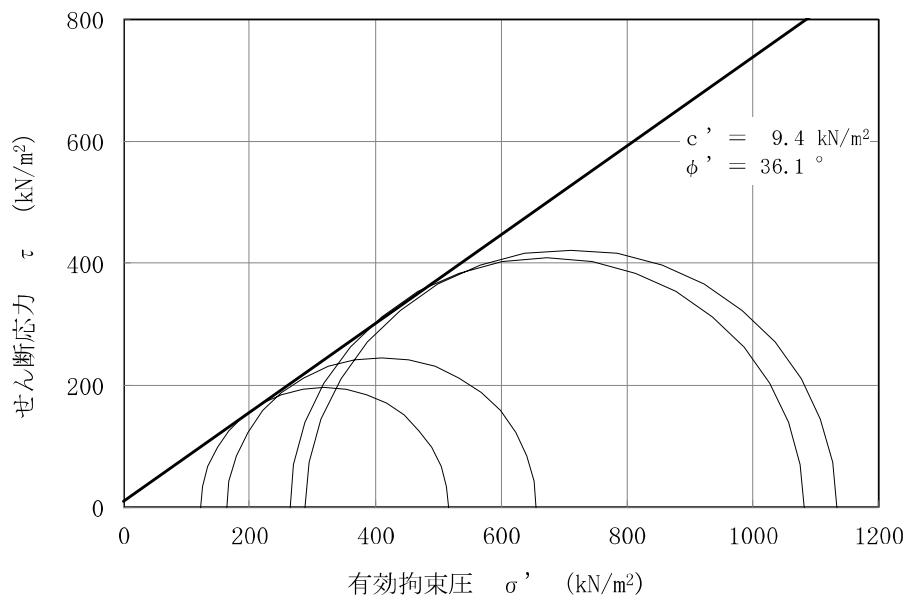


図 5-17 番神砂層・大湊砂層の三軸圧縮試験結果及び強度定数

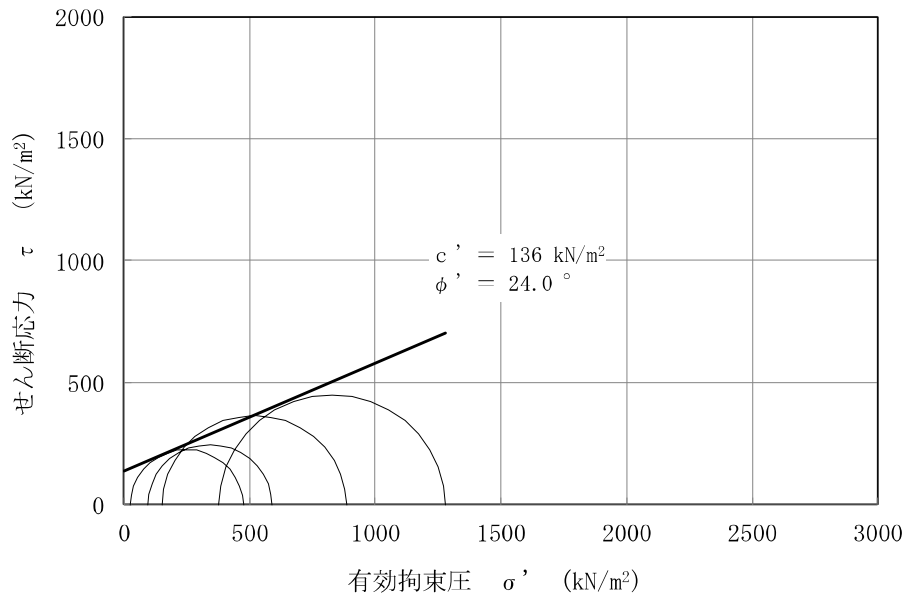


図 5-18 A3c 層の三軸圧縮試験結果及び強度定数

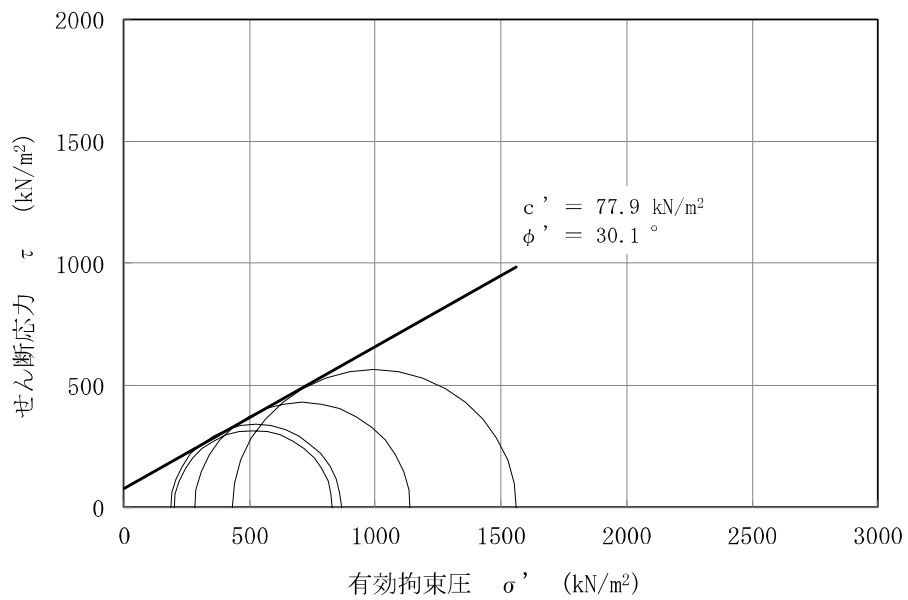


図 5-19 A3a1 層の三軸圧縮試験結果及び強度定数

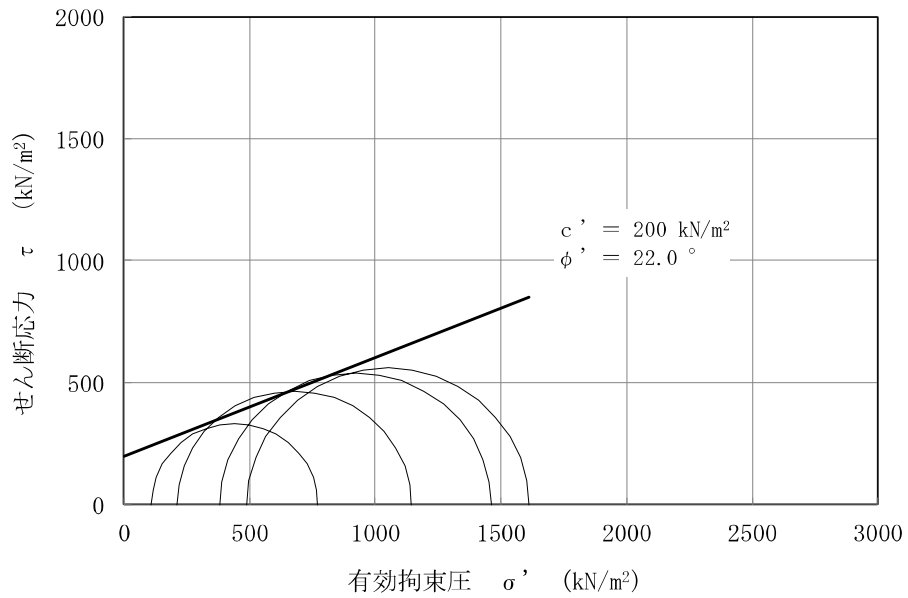


図 5-20 A2c 層の三軸圧縮試験結果及び強度定数

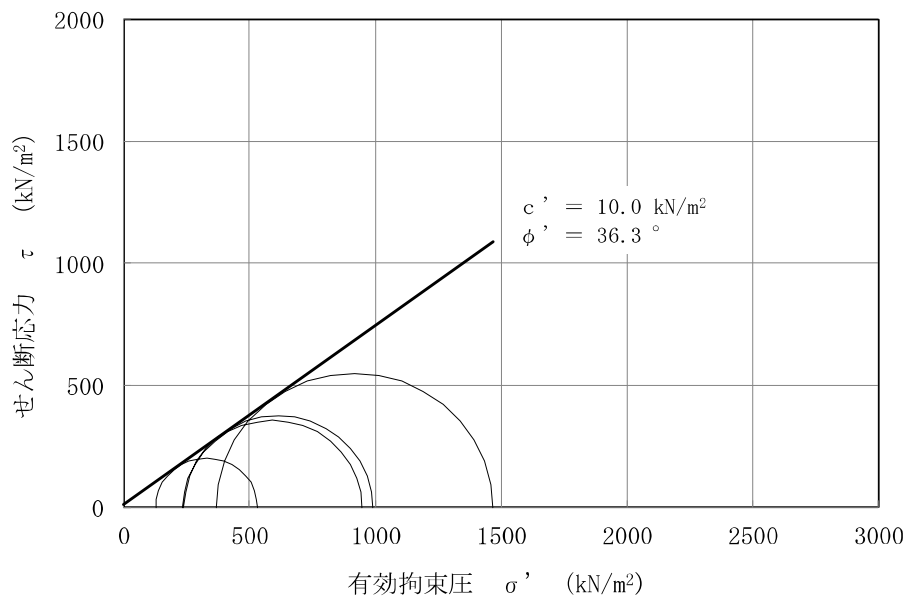


図 5-21 A2s 層の三軸圧縮試験結果及び強度定数



5.4 解析用物性値の代用の妥当性確認

有効応力解析に用いる解析用物性値のうち、物理特性及び変形特性については、大湊側高台保管場所における調査結果に基づき設定することを基本とする。

分布範囲が狭いまたは層厚が薄い地層については、代用の妥当性を確認した上で、適切な地質区分の大湊側保管場所における解析用物性値を代用する。また、液状化特性については、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した大湊側敷地の液状化強度試験の結果より、代用の妥当性を確認した上で目標とする回帰曲線を代用し、液状化パラメータを設定する。有効応力解析に用いる物性値を代用する地質区分を表 5-3 にまとめる。

代用した地層について、代用の妥当性を確認する。

表 5-3 有効応力解析に用いる物性値を代用する地層の整理 (再掲)

地質区分 (大湊側高台保管場所)	物理特性・変形特性	液状化強度特性
埋戻土	代用なし	(地下水以浅)
新期砂層		大湊側敷地の新期砂層 液状化試験結果*を代用
沖積層下部		大湊側敷地の沖積層下部 液状化試験結果*を代用
番神・大湊砂層		大湊側敷地の新期砂層 液状化試験結果*を代用
A3c 層		(非液状化検討対象層)
A3a1 層		(非液状化検討対象層)
A3s 層		A2s 層の解析用物性値を代用
A2c 層	代用なし	(非液状化検討対象層)
A2s 層		大湊側敷地の A2s 層 液状化試験結果*を代用
A2g(砂質)層		A2s 層の解析用物性値を代用

\* : V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」

5.4.1 分布範囲が狭いまたは層厚が薄い地層の代用の妥当性確認

大湊側高台保管場所における解析用物性値のうち、分布範囲が狭いまたは層厚が薄い地層については、大湊側保管場所から適切な地質区分の解析用物性値を代用する。

大湊側側高台保管場所の解析用物性値を代用する地層と代用に用いる地層の関係を表 5-7 に示す。

これらの地層について、物理特性に関する試験結果を代用する地層と比較することにより、代用の妥当性を確認する。物理特性で着目する比較指標とその選定理由を表 5-8 に示す。

表 5-7 分布範囲が狭いまたは層厚が薄い地層であるため物性値を代用する地層

地質区分 (大湊側高台保管場所)	物理特性・変形特性	液状化強度特性
A3s 層	A2s 層の解析用物性値を代用	
A2g(砂質)層	A2s 層の解析用物性値を代用	

表 5-8 解析用物性値の代用における比較指標と選定理由

特性	比較指標	選定理由
物理特性	粒度分布, 湿潤密度, 含水比, 間隙比, 塑性指数	地盤材料の基本的な特性値を示すパラメータであることから選定した。

(1) A3s 層の解析用地盤物性値

a. 解析用物性値の代用方針

A3s 層は、シルト混じり砂を主体とする更新世の砂質土層である。比較的層厚が薄く、HO-P2 孔を除く調査孔 4 孔に分布する。大湊側高台保管場所における A3s 層の分布範囲を図 5-22 に示す。

大湊側高台保管場所における A3s 層の有効応力解析に用いる解析用地盤物性値は、同じ古安田層で大湊側高台保管場所に比較的広く分布し、同時代に堆積した A2s 層にて代用する方針とする。

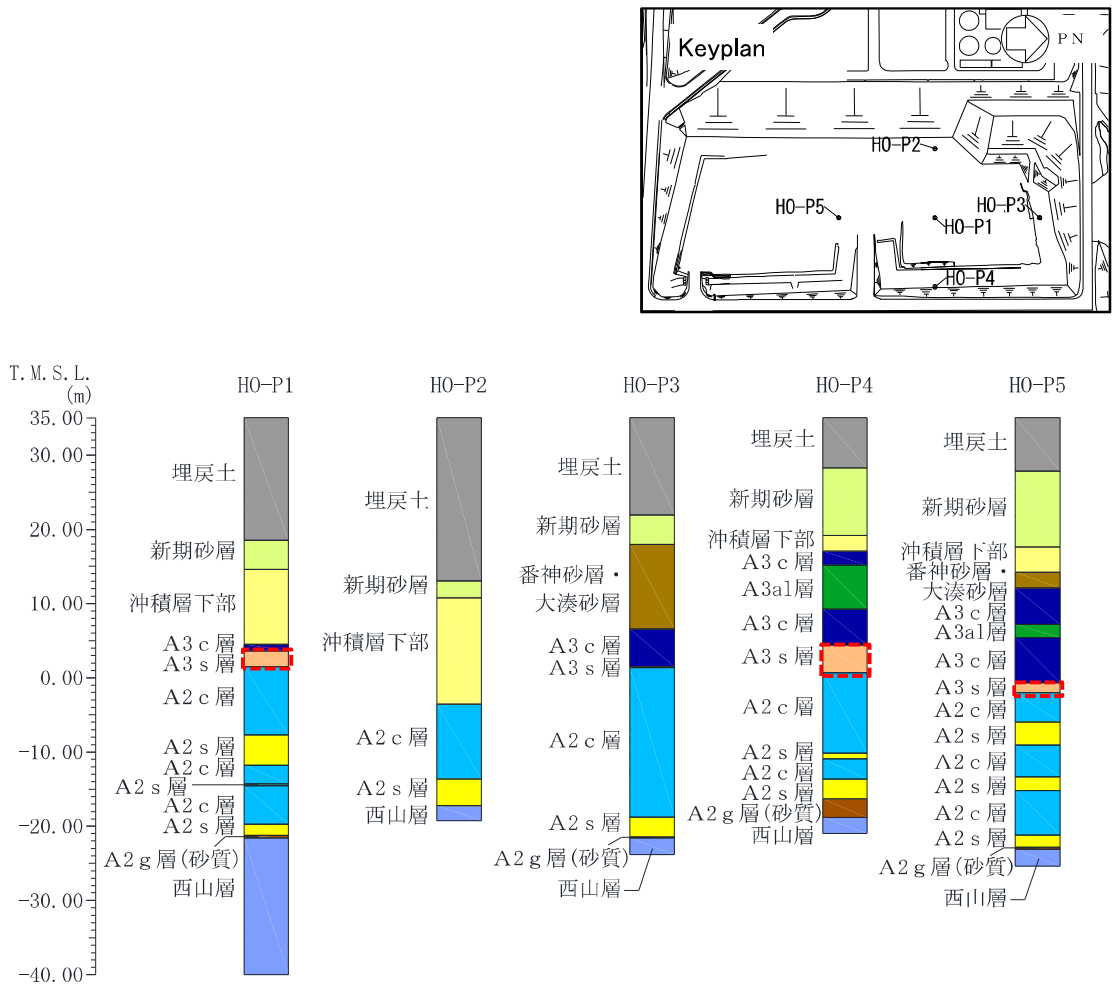


図 5-22 大湊側高台保管場所における A3s 層の分布範囲

b. 解析用物性値の代用の妥当性

大湊側高台保管場所における A3s 層は、層厚が薄く分布範囲が限定されている。そのため、大湊側高台保管場所の A3s 層の解析用物性値を同地点の A2s 層で代用する妥当性を確認するため、両層の基本的な特性値である物理特性について比較する。

両層の粒径加積曲線を図 5-23 に、物理特性を表 5-9 に示す。両層の物理特性は、概ね同等である。粒度組成のうち、細粒分に着目すると、大湊側高台保管場所の A3s 層が 41.5%、代用する A2s 層が 45.3%であり、概ね同等の値である。また、砂分に着目すると、大湊側高台保管場所の A3s 層が 46.5%、代用する A2s 層が 53.9%であり、代用する A2s 層の方が多い。したがって、代用する A2s 層は、大湊側高台保管場所の A3s 層と比較して、細粒分が少なく砂分を多く含む砂層であり、より液状化しやすい性状の地層であることがわかる。

以上より、大湊側高台保管場所の A3s 層の解析用地盤物性値を同地点の A2s 層で代用することは妥当である。

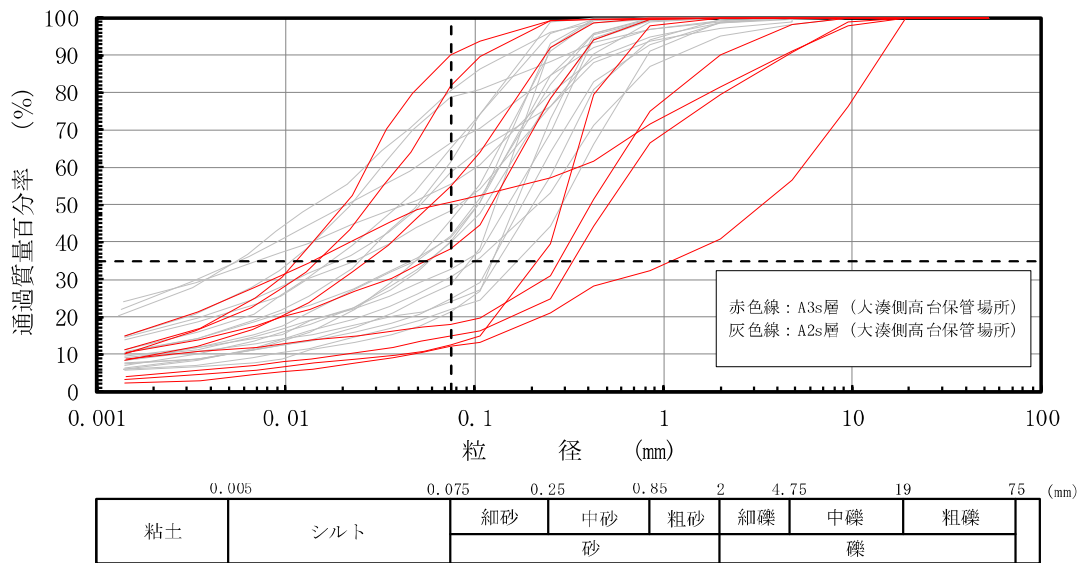


図 5-23 大湊側高台保管場所における A3s 層と A2s 層の粒径加積曲線

表 5-9 大湊側高台保管場所における A3s 層と A2s 層の基礎物理特性

地層	湿潤密度 $\rho_t$ ( $g/cm^3$ )		含水比 $w$ (%)		間隙比 $e$		塑性指数 $I_p$	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
A3s 層 (大湊側高台保管場所)	1.79	0.07	28.7	8.4	0.953	0.078	28.6	9.5
A2s 層 (大湊側高台保管場所)	1.79	0.05	31.8	5.7	0.991	0.101	20.9	6.0

(参考) 粒度組成

地層	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	数量
	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	
A3s 層 (大湊側高台保管場所)	12.0	46.5	28.0	13.5	41.5	9
A2s 層 (大湊側高台保管場所)	0.7	53.9	28.5	16.8	45.3	20

(2) A2g層（砂質）の解析用地盤物性値

a. 解析用物性値の代用方針

A2g層（砂質）は、礫混じり砂質シルト及び砂礫からなる更新世の堆積物であり、H0-P2孔を除く調査孔4孔に分布する。大湊側高台保管場所におけるA2g層（砂質）の分布範囲を図5-24に示す。

大湊側高台保管場所におけるA2g層（砂質）の有効応力解析に用いる解析用地盤物性値は、物理特性を確認した上で、直上に堆積している同じ古安田層の砂層であるA2s層にて代用する方針とする。

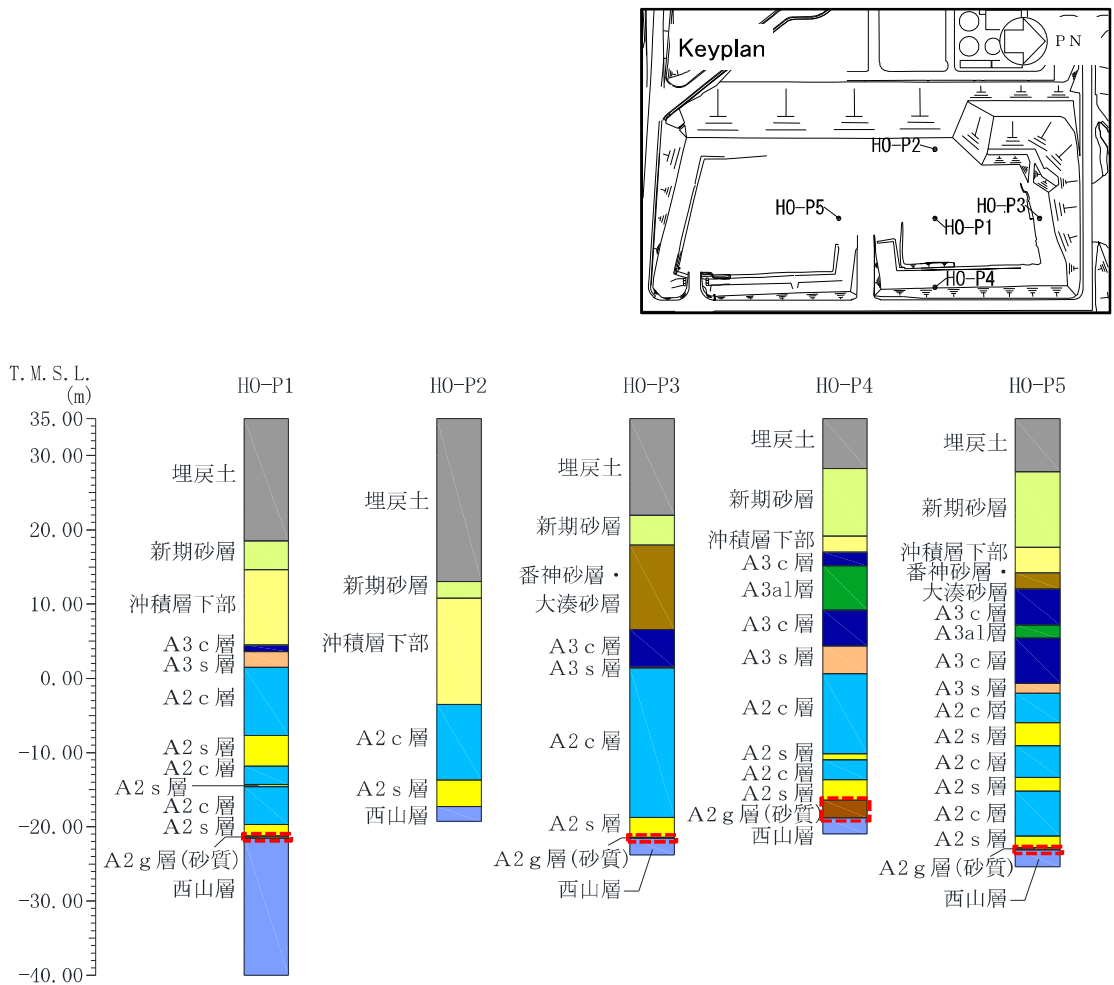


図 5-24 大湊側高台保管場所におけるA2g層（砂質）の分布範囲

b. 解析用物性値の代用の妥当性

大湊側高台保管場所における A2g 層（砂質）は、層厚が薄いため物理特性に関する試験数が限られるが、解析用物性値を同地点の A2s 層で代用する妥当性を確認するため、両層の物理特性について比較する。

両層の粒径加積曲線を図 5-25 に、両層の物理特性を表 5-10 に示す。大湊側高台保管場所の A2g 層（砂質）は代用する A2s 層と比較して、塑性指数が大きく液状化しにくい結果である。粒度特性のうち細粒分に注目すると、大湊側高台保管場所の A2g 層（砂質）が 44.9%、代用する A2s 層が 45.3%であり、同等の値である。砂分に注目すると、大湊側高台保管場所の A2g 層（砂質）が 23.5%、代用する A2s 層が 53.9%であり、代用する A2s 層の砂分が多い。したがって、代用する A2s 層は、大湊側高台保管場所の A2g 層（砂質）と比較して分級された材料であり、かつ砂分を多く含む砂層であることから、より液状化しやすい性状の地層であることがわかる。

以上より、大湊側高台保管場所の A2g 層（砂質）の解析用地盤物性値を同地点の A2s 層で代用することは妥当である。

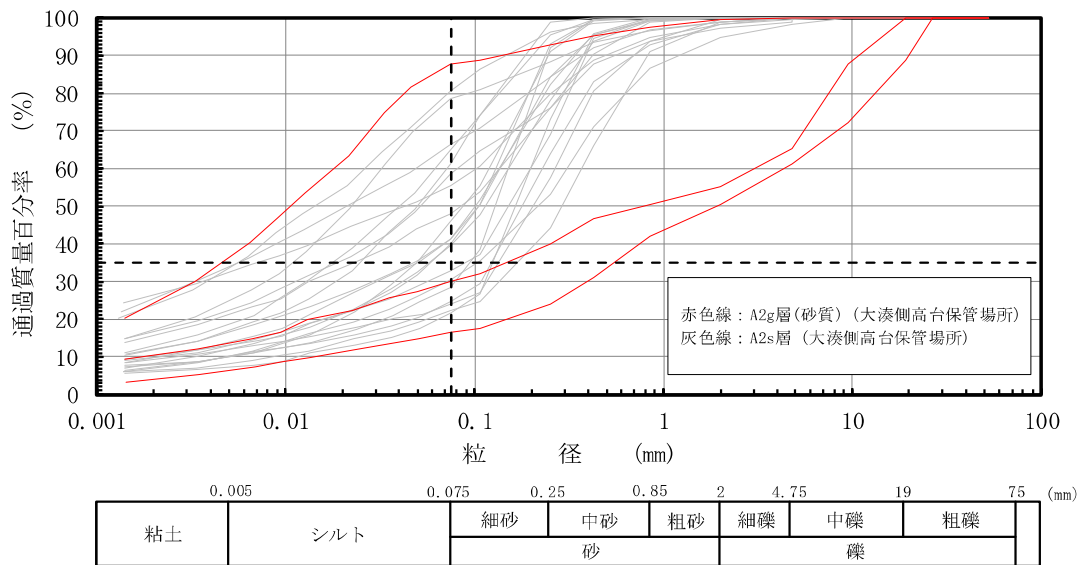


図 5-25 大湊側高台保管場所における A2g 層 (砂質) と A2s 層の粒径加積曲線

表 5-10 大湊側高台保管場所における A2g 層 (砂質) と A2s 層の基礎物理特性

地層	湿潤密度 $\rho_t$ ( $g/cm^3$ )		含水比 $w$ (%)		間隙比 $e$		塑性指数 $I_p$	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
A2g 層 (砂質) (大湊側高台保管場所)	1.94	—	34.7	—	0.758	—	42.5	22.5
A2s 層 (大湊側高台保管場所)	1.79	0.05	31.8	5.7	0.991	0.101	20.9	6.0

(参考) 粒度組成

地層	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	数量
	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	
(大湊側高台保管場所) A2g 層 (砂質)	31.6	23.5	26.3	18.6	44.9	3
(大湊側高台保管場所) A2s 層	0.7	53.9	28.5	16.8	45.3	20



5.4.2 液状化強度試験結果を代用する地層の妥当性確認

大湊側高台保管場所における解析用物性値のうち、液状化検討対象層の液状化特性については、代用の妥当性を確認した上で、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した大湊側敷地の液状化強度試験の結果より、目標とする回帰曲線を代用し、液状化パラメータを設定する。大湊側高台保管場所において、液状化強度試験結果を代用する地層と代用に用いる地層の関係を表 5-11 に示す。

これらの地層について、大湊側敷地における液状化強度試験結果を代用することの妥当性を検討するため、物理特性を比較することで代用の妥当性を確認する。物理特性で着目する比較指標とその選定理由を表 5-12 に示す。

表 5-11 液状化強度試験結果を代用する地層

地質区分 (大湊側高台保管場所)	液状化強度特性
新期砂層	大湊側敷地の新期砂層 液状化試験結果*を代用
沖積層下部	大湊側敷地の沖積層下部 液状化試験結果*を代用
番神・大湊砂層	大湊側敷地の新期砂層 液状化試験結果*を代用
A2s 層	大湊側敷地の A2s 層 液状化試験結果*を代用

\* : V-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」

表 5-12 解析用物性値の代用における比較指標と選定理由

特性	比較指標	選定理由
物理特性	粒度分布, 湿潤密度, 含水比, 間隙比, 塑性指数	地盤材料の基本的な特性値を示すパラメータであることから選定した。

(1) 新期砂層

a. 解析用物性値の代用方針

新期砂層は、砂を主体とする完新世の砂質土層であり、調査孔 5 孔全孔に分布する。大湊側高台保管場所における新期砂層の分布範囲を図 5-25 に示す。

大湊側高台保管場所における新期砂層の液状化強度特性に関する試験結果は、大湊側敷地内の同じ地質区分である V-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層の試験結果にて代用する方針とする。

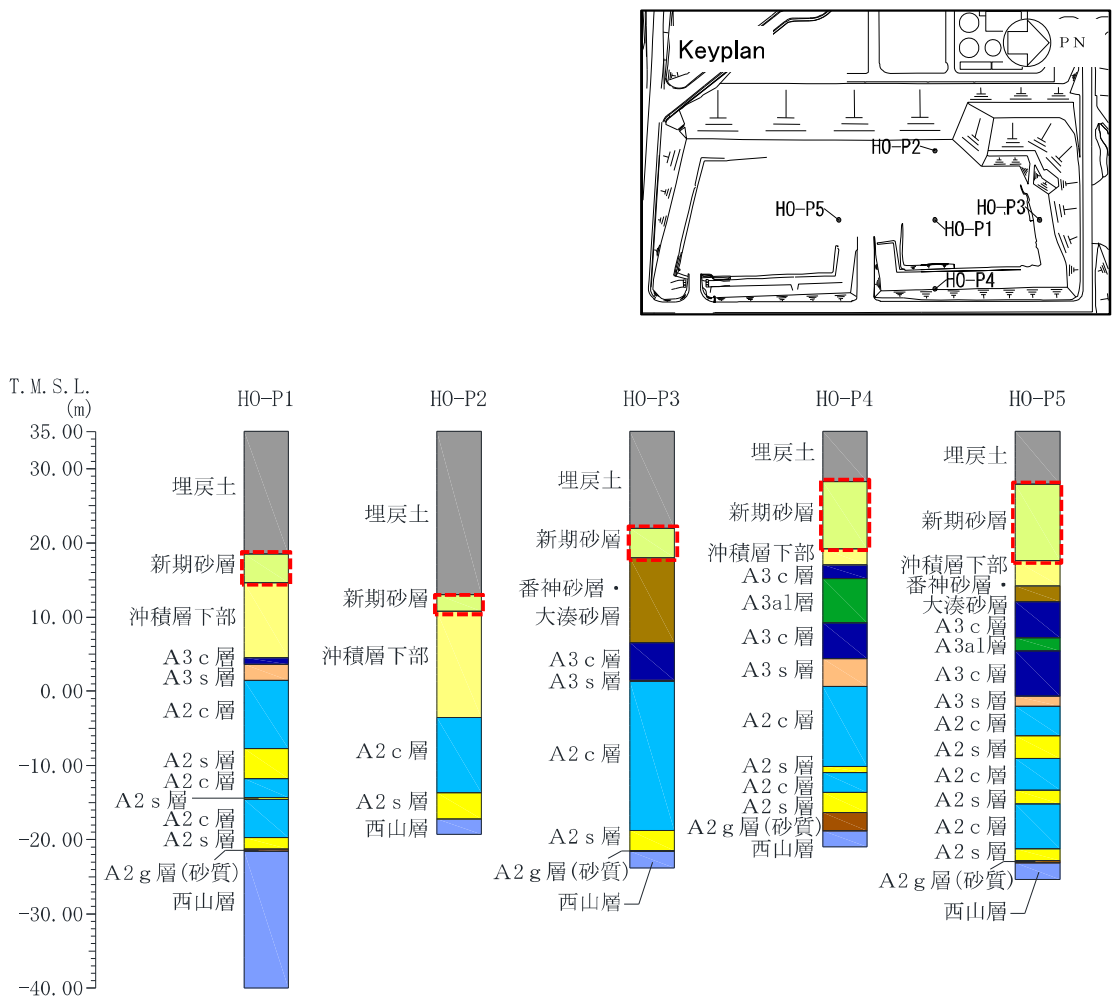


図 5-26 大湊側高台保管場所における新期砂層の分布範囲

b. 解析用物性値の代用の妥当性

大湊側高台保管場所における新期砂層の液状化強度特性に関する試験結果をV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層の試験結果で代用する妥当性を確認するため、両層の基本的な特性値である物理特性について比較する。

両層の粒径加積曲線を図 5-27 に、両層の物理特性を表 5-13 に示す。大湊側高台保管場所の新期砂層は代用する新期砂層と比較して、湿潤密度は小さく、含水比は同程度、塑性指数は両層とも NP となった。両層の粒度は、概ね同等であることを確認した。

以上より、大湊側高台保管場所における新期砂層の液状化強度特性に関わる試験結果をV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新期砂層の液状化強度特性に関わる試験結果で代用することは妥当である。

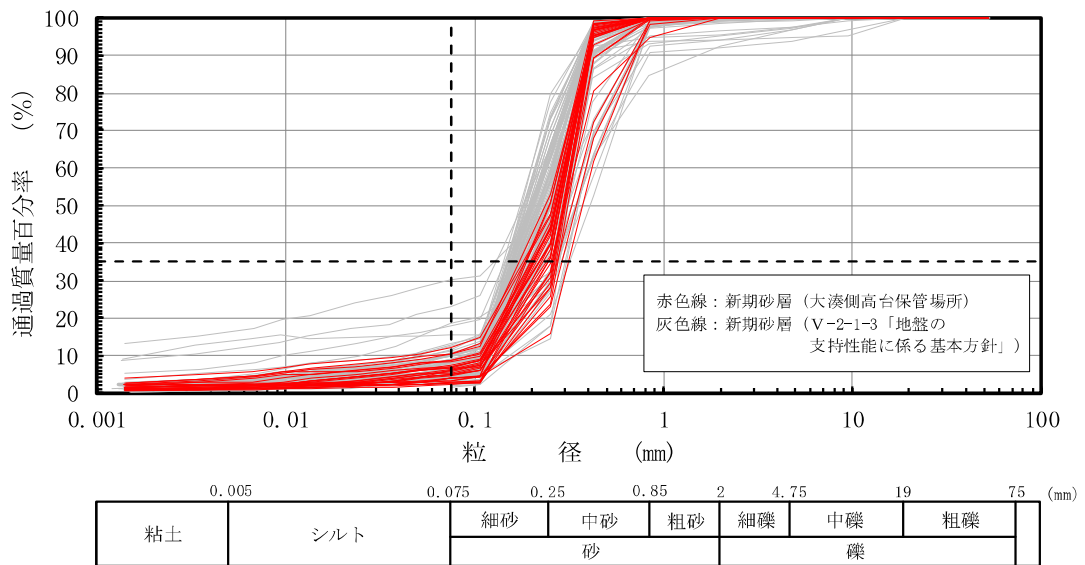


図 5-27 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における新期砂層の粒径加積曲線

表 5-13 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における新期砂層の基礎物理特性

地層	湿潤密度 $\rho_t$ ( $g/cm^3$ )		含水比 $w$ (%)		間隙比 $e$		塑性指数 $I_p$	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
新期砂層 (大湊側高台保管場所)	1.71	0.06	21.3	4.0	0.964	0.021	NP	—
新期砂層 (V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」)	2.00	0.10	21.6	5.0	0.787	0.126	NP	—

(参考) 粒度組成

地層	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	数量
	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	
新期砂層 (大湊側高台保管場所)	0.0	94.2	3.7	2.1	5.8	31
新期砂層 (V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」)	0.5	92.3	4.6	2.8	7.2	90

(2) 沖積層下部の解析用地盤物性値

a. 解析用物性値の代用方針

沖積層下部は、腐植混じり砂を主体とする完新世の砂質土層であり、H0-P3 孔を除く調査孔 4 孔に分布する。大湊側高台保管場所における沖積層下部の分布範囲を図 5-27 に示す。

大湊側高台保管場所における沖積層下部の液状化強度特性に関する試験結果は、大湊側敷地内の同じ地質区分である V-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部の試験結果にて代用する方針とする。

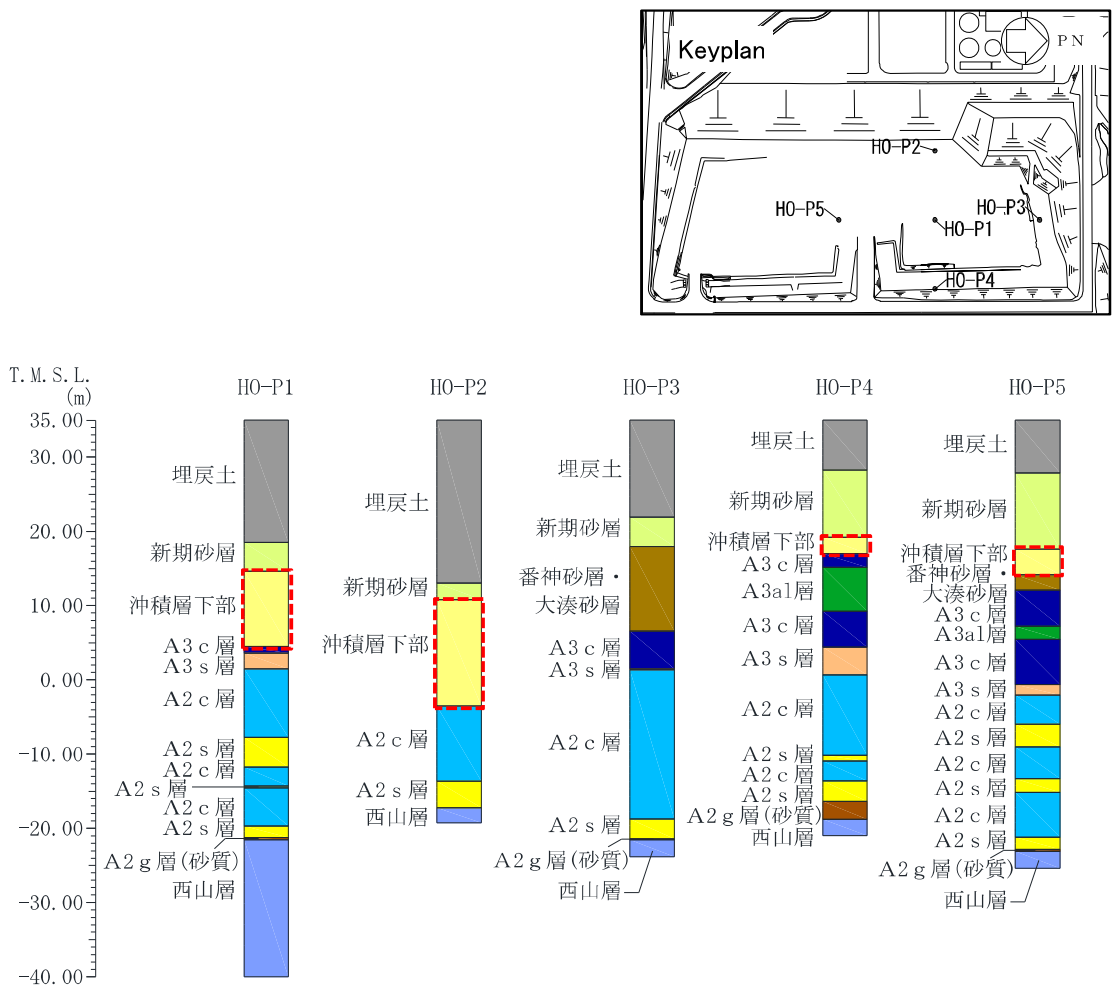


図 5-28 大湊側高台保管場所における沖積層下部の分布範囲

b. 解析用物性値の代用の妥当性

大湊側高台保管場所における沖積層下部の液状化強度特性に関する試験結果をV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部の試験結果で代用する妥当性を確認するため、両層の基本的な特性値である「物理特性」について比較する。

「物理特性」については、粒度分布、湿潤密度、含水比、間隙比及び塑性指数について比較した。両層の粒径加積曲線を図 5-28 に、両層の物理特性を表 5-14 に示す。両層の物理特性は、概ね同等であることを確認した。

以上より、大湊側高台保管場所における沖積層下部の液状化強度特性に関わる試験結果をV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の沖積層下部の液状化強度特性に関わる試験結果で代用することは妥当である。

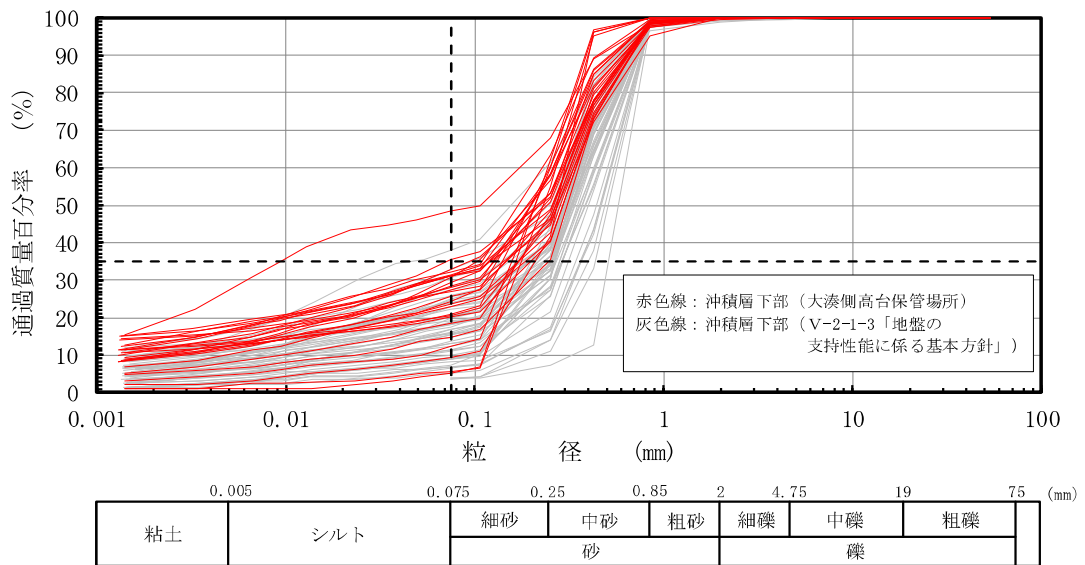


図 5-29 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における沖積層下部の粒径加積曲線

表 5-14 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における沖積層下部の基礎物理特性

地層	湿潤密度 $\rho_w$ ( $g/cm^3$ )		含水比 $w$ (%)		間隙比 $e$		塑性指数 $I_p$	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
(大湊側高台保管場所) 沖積層下部	1.93	0.06	23.9	4.8	0.761	0.099	18.3	6.2
(V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」) 沖積層下部	1.94	0.07	22.5	3.1	0.734	0.076	—	—

(参考) 粒度組成

地層	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	数量
	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	
(大湊側高台保管場所) 沖積層下部	0.0	75.2	12.2	12.6	24.8	27
(V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」) 沖積層下部	0.1	83.5	9.4	7.6	16.4	54

(3) 番神砂層・大湊砂層の解析用地盤物性値

a. 解析用物性値の代用方針

番神砂層・大湊砂層は、砂及びシルト混り砂を主体とする更新世の砂質土層であり、H0-P3 孔及び H0-P5 孔に分布する。大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層の分布範囲を図 5-29 に示す。

大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層の液状化強度特性に関する試験結果は、より新しい時代の堆積物で浅部に堆積した V-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新时期砂層の試験結果にて代用する方針とする。

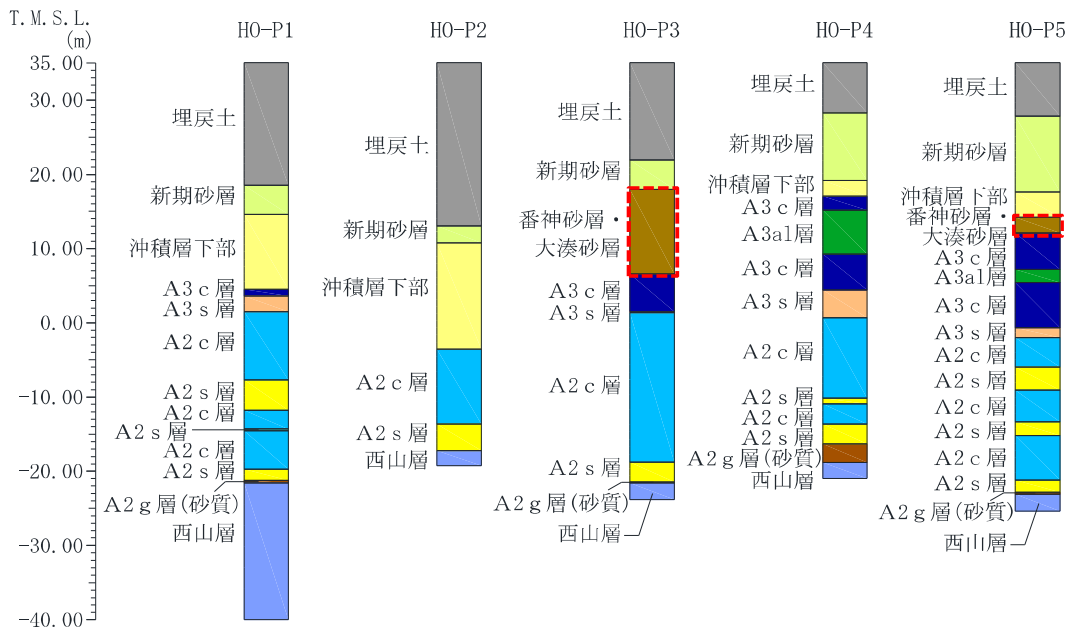
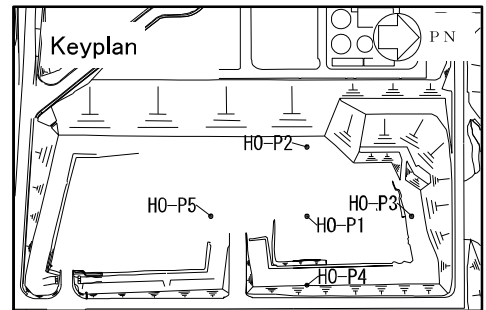


図 5-30 大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層の分布範囲



b. 解析用物性値の代用の妥当性

大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層の液状化強度特性に関する試験結果をV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新时期砂層の試験結果で代用する妥当性を確認するため、両層の基本的な特性値である「物理特性」について比較する。

「物理特性」については、粒度分布、湿潤密度、含水比、間隙比及び塑性指数について比較した。両層の粒径加積曲線を図5-30に、両層の物理特性を表5-15に示す。大湊側高台保管場所の番神砂層・大湊砂層は代用する新时期砂層と比較して、湿潤密度は小さく、含水比は大きく、塑性指数は両層ともNPとなった。これは、大湊側高台保管場所の番神砂層・大湊砂層の細粒分含有率の平均値が14.7%であるのに対し、代用する新时期砂層の細粒分含有率の平均値が7.2%となっており、比較的細粒分を多く含むためだと考えられる。したがって、代用する新时期砂層は大湊側高台保管場所の番神砂層・大湊砂層と比較して、細粒分が少なく、より液状化しやすい性状の地層であることがわかる。

以上より、大湊側高台保管場所の番神砂層・大湊砂層の液状化強度特性に関わる試験結果をV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の新时期砂層の液状化強度特性に関わる試験結果で代用することは妥当である。

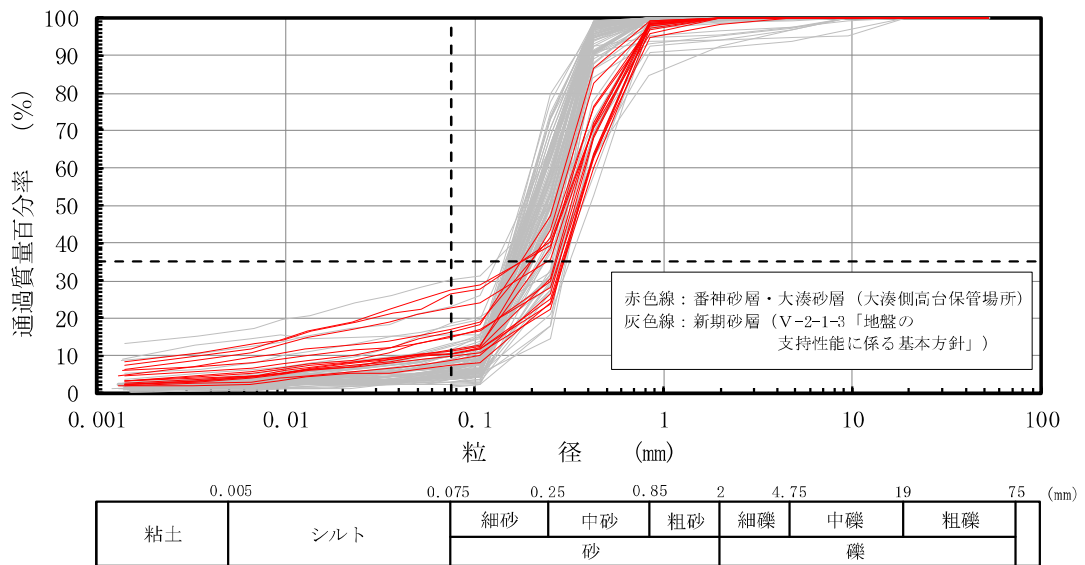


図 5-31 大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層及び  
V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における新期砂層の粒径加積曲線

表 5-15 大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層及び  
V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における新期砂層の基礎物理特性

地層	湿潤密度 $\rho_t$ ( $g/cm^3$ )		含水比 $w$ (%)		間隙比 $e$		塑性指数 $I_p$	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
番神砂層・大湊砂層 (大湊側高台保管場所)	1.88	0.06	25.8	3.7	0.885	0.077	NP	—
新期砂層 (V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」)	2.00	0.10	21.6	5.0	0.787	0.126	NP	—

(参考) 粒度組成

地層	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	数量
	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	
番神砂層・大湊砂層 (大湊側高台保管場所)	0.1	85.2	8.8	5.9	14.7	15
新期砂層 (V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」)	0.5	92.3	4.6	2.8	7.2	90

(4) A2s 層の解析用地盤物性値

a. 解析用物性値の代用方針

A2s 層は、シルト混じり砂を主体とする更新世の砂質土層であり、調査孔 5 孔全孔に分布する。大湊側高台保管場所における A2s 層の分布範囲を図 5-31 に示す。

大湊側高台保管場所における A2s 層の液状化強度特性に関する試験結果は、同時代に堆積した敷地内の同じ地質区分である V-2-1-3 「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の A2s 層の試験結果にて代用する方針とする。

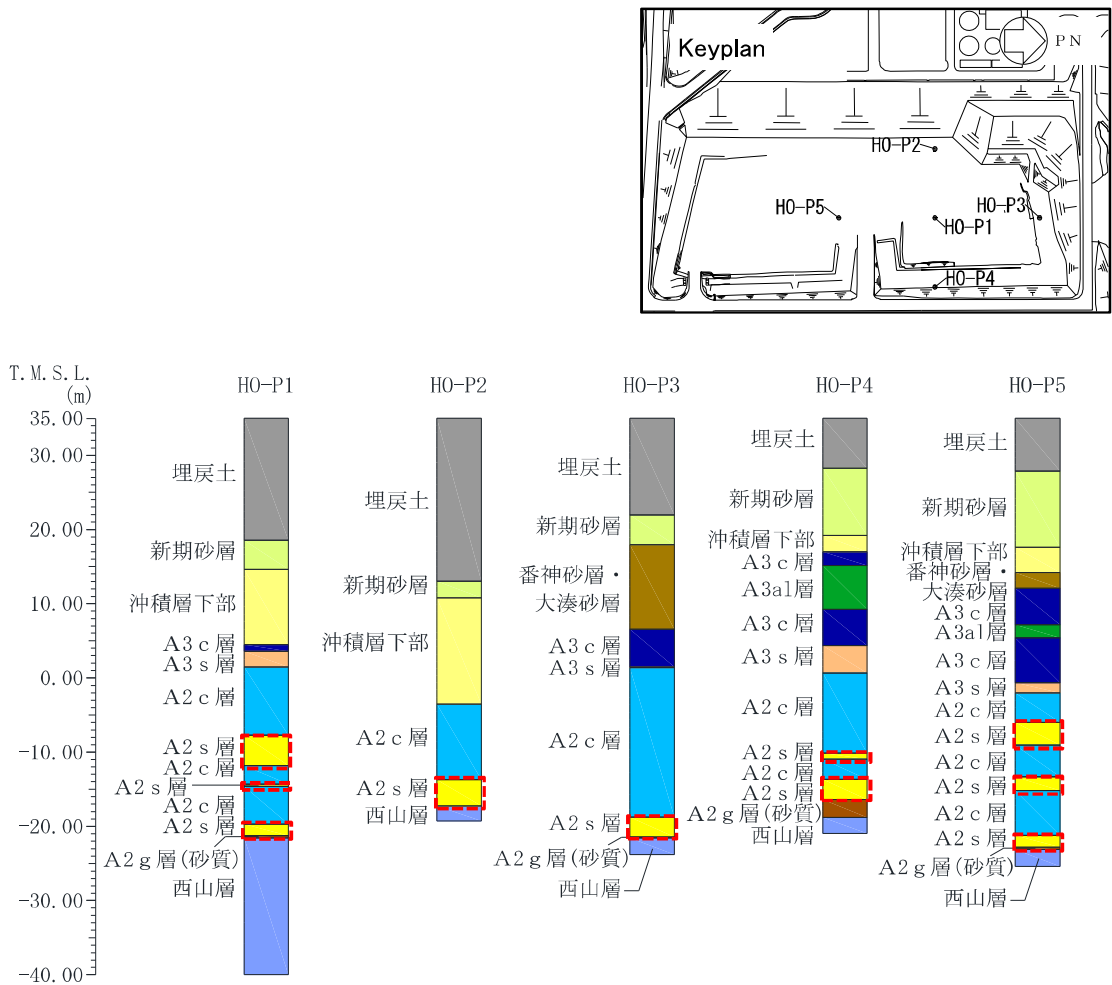


図 5-32 大湊側高台保管場所における A2s 層の分布範囲

b. 解析用物性値の代用の妥当性

大湊側高台保管場所における A2s 層の液状化強度特性に関する解析用物性値を V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の A2s 層で代用する妥当性を確認するため、両層の基本的な特性値である物理特性について比較する。

両層の粒径加積曲線を 5-32 に、両層の物理特性を表 5-16 に示す。大湊高台保管場所の A2s 層は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の A2s 層と比べて、湿潤密度、含水比及び間隙比はほぼ同等となっている。細粒分含有率に着目すると、大湊高台保管場所の A2s 層 45.3%で、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の A2s 層 37.7%（液状化試験供試体：16.0%）であり、大湊側敷地の A2s 層における細粒分含有率は低い。砂分（粒径：0.075～2.0mm）に着目すると、大湊高台保管場所の A2s 層は 53.9%であるのに対し、大湊側敷地の A2s 層は 55.9%と同等の値となるが、液状化試験供試体は 77.2%であることから、砂分が多く液状化し易い供試体を用いて液状化試験を実施していることがわかる。

以上より、大湊側高台保管場所の A2s 層は、代用する大湊側敷地の A2s 層と概ね同等の物理特性を有しており、A2s 層の中でも液状化しやすい箇所を選定して液状化試験を実施した V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」の大湊側敷地の A2s 層の液状化試験結果を代用することは妥当であると判断した。

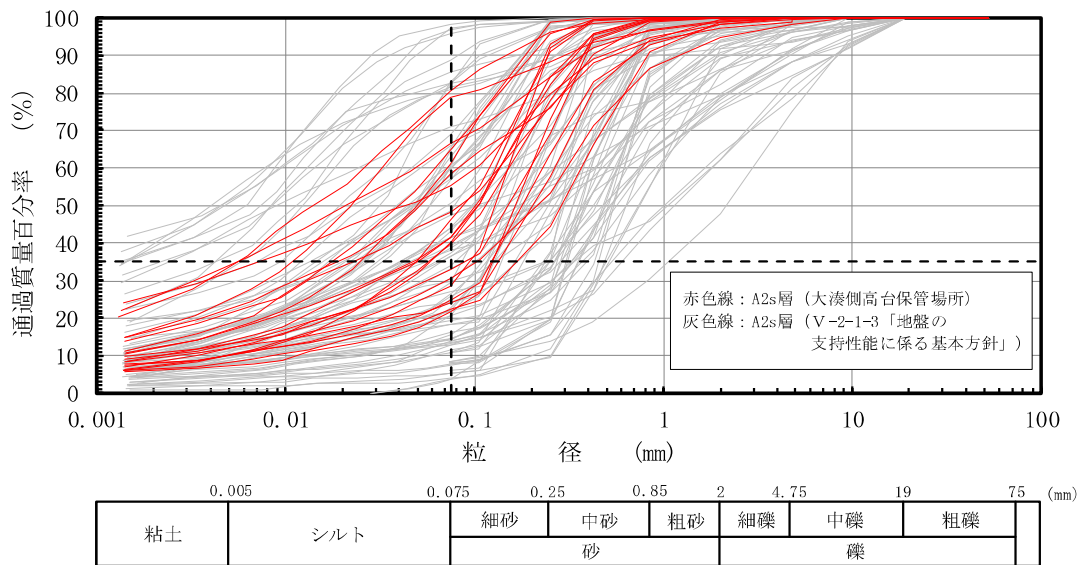


図 5-33 大湊側高台保管場所における A2s 層及び  
V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における A2s 層の粒径加積曲線

表 5-16 大湊側高台保管場所における A2s 層及び  
V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における A2s 層の基礎物理特性

地層	湿潤密度 $\rho_t$ ( $g/cm^3$ )		含水比 $w$ (%)		間隙比 $e$		塑性指数 $I_p$	
	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
A2s 層 (大湊側高台保管場所)	1.79	0.05	31.8	5.7	0.991	0.101	20.9	6.0
A2s 層 (V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」)	1.88 (1.85)	0.08 (0.06)	29.3 (31.3)	6.3 (5.3)	0.829 (0.899)	0.116 (0.139)	31.6 (NP)	14.7 (-)

注：( )内の数値は、液状化強度試験供試体の値を示す。

(参考) 粒度組成

地層	礫分 (%)	砂分 (%)	シルト分 (%)	粘土分 (%)	細粒分 (%)	数量
	平均値	平均値	平均値	平均値	平均値	
A2s 層 (大湊側高台保管場所)	0.7	53.9	28.5	16.8	45.3	20
A2s 層 (V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」)	6.4 (6.8)	55.9 (77.2)	22.7 (10.7)	16.9 (6.3)	37.7 (16.0)	87 (19)

注：( )内の数値は、液状化強度試験供試体の値を示す。

## 5.5 液状化パラメータの設定

### 5.5.1 有効応力解析の液状化パラメータの設定方針

有効応力解析コード「FLIP (Finite element analysis of Liquefaction Program)」は、1988年に運輸省港湾技術研究所（現、（国研）港湾空港技術研究所）において開発された平面ひずみ状態を対象とする有効応力解析法に基づく2次元地震応答解析プログラムである。FLIPの主な特徴として、以下の5点が挙げられる。

- ① 有限要素法に基づくプログラムである。
- ② 平面ひずみ状態を解析対象とする。
- ③ 地盤の有効応力の変化を考慮した地震応答解析を行い、部材の断面力や変形量を計算する。
- ④ 土の応力-ひずみモデルとして多重せん断モデルを採用している。
- ⑤ 有効応力の変化は有効応力法により考慮する。そのために必要な過剰間隙水圧算定モデルとして井合モデルを用いている。

砂の変形特性を規定する多重せん断モデルは、任意方向のせん断面において仮想的な単純せん断バネの作用があるものとし、これらのせん断バネの作用により、土全体のせん断抵抗が発揮されるものである。土の応力-ひずみ関係は、このせん断バネの特性によって種々の表現が可能であるが、「FLIP」では双曲線(Hardin-Drnevich)型モデルを適用している。また、履歴ループについては、その大きさを任意に調整可能なように拡張したMasing則を用いている。図5-33に多重せん断モデルの概念図を、図5-34に排水条件での土の応力-ひずみ関係の概念図を示す。

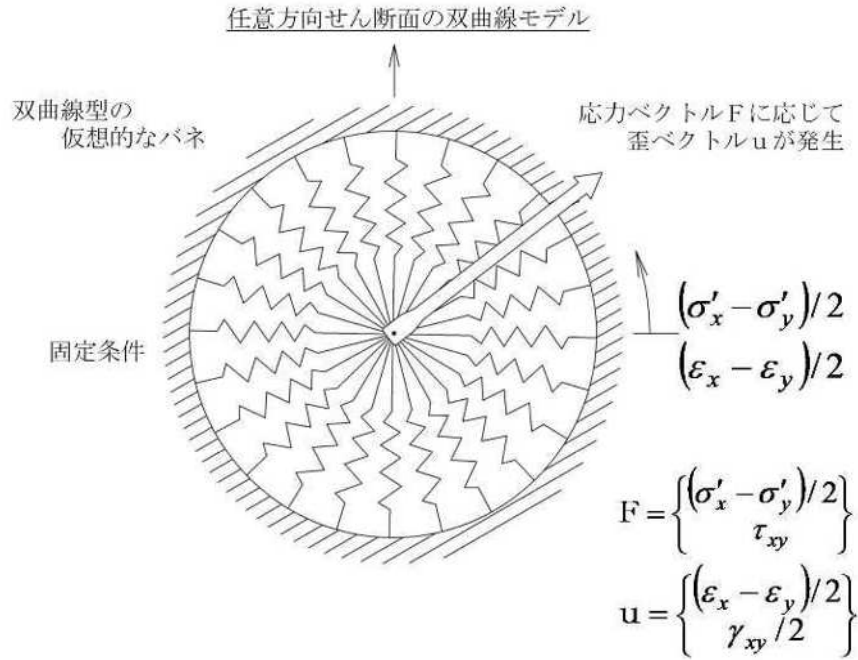


図 5-34 多重せん断モデルの概念図 (港湾技研資料 No869) \*

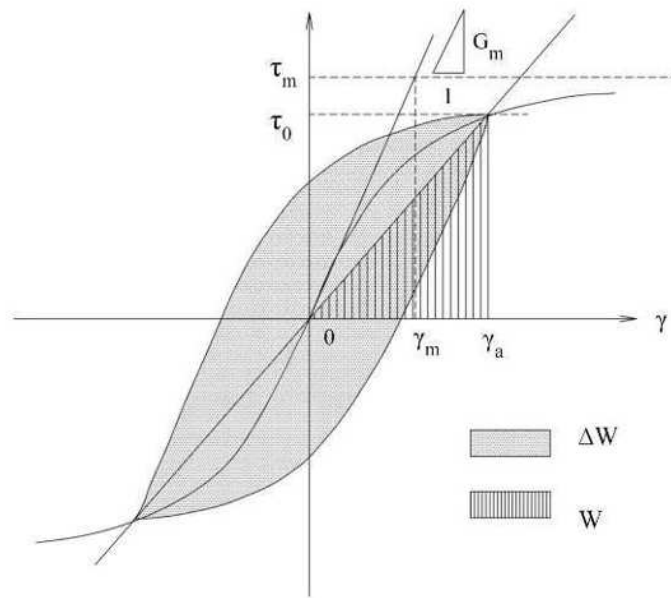


図 5-35 排水条件での土の応力-ひずみ関係の概念図 (港湾技研資料 No869) \*

注記\* : 森田年一, 井合進, HanlongLiu, 一井康二, 佐藤幸博: 液状化による構造物被害予測プログラムFLIP  
 において必要な各種パラメータの簡易設定法, 港湾技術研究所資料, No. 869, 1997.

### 5.5.2 解析パラメータの設定方針

有効応力解析コードFLIPでは、動的変形特性を規定するパラメータと、過剰間隙水圧の発生を規定するパラメータを設定する必要がある（本資料では液状化特性を規定するパラメータを『液状化パラメータ』という）。有効応力解析コードFLIPにおける解析パラメータを表5-17に示す。このうち、液状化パラメータは、液状化検討対象層にのみ設定する。

液状化パラメータは、要素シミュレーションを実施し、これより得られる解析上の液状化抵抗曲線が、液状化強度試験から得た液状化抵抗曲線（回帰曲線 $-1\sigma$ ）に対して同等になるように設定する。図5-35に、液状化パラメータの設定フローを示す。

表 5-17 FLIPにおいて必要となる解析パラメータ

分類	解析パラメータ	
動的変形特性	$G_{ma}$	動せん断弾性係数 ( $\sigma_m' = \sigma_{ma}'$ における値)
	$K_{ma}$	体積弾性係数 ( $\sigma_m' = \sigma_{ma}'$ における値)
	$\phi_f$	内部摩擦角
	$h_{max}$	履歴減衰の上限値
液状化特性	$\phi_p$	変相角
	$w_1$	液状化特性全体を規定するパラメータ
	$p_1$	液状化特性の前半を規定するパラメータ
	$p_2$	液状化特性の後半を規定するパラメータ
	$c_1$	液状化発生の下限值を規定するパラメータ
$S_1$	液状化の終局状態を規定するパラメータ	



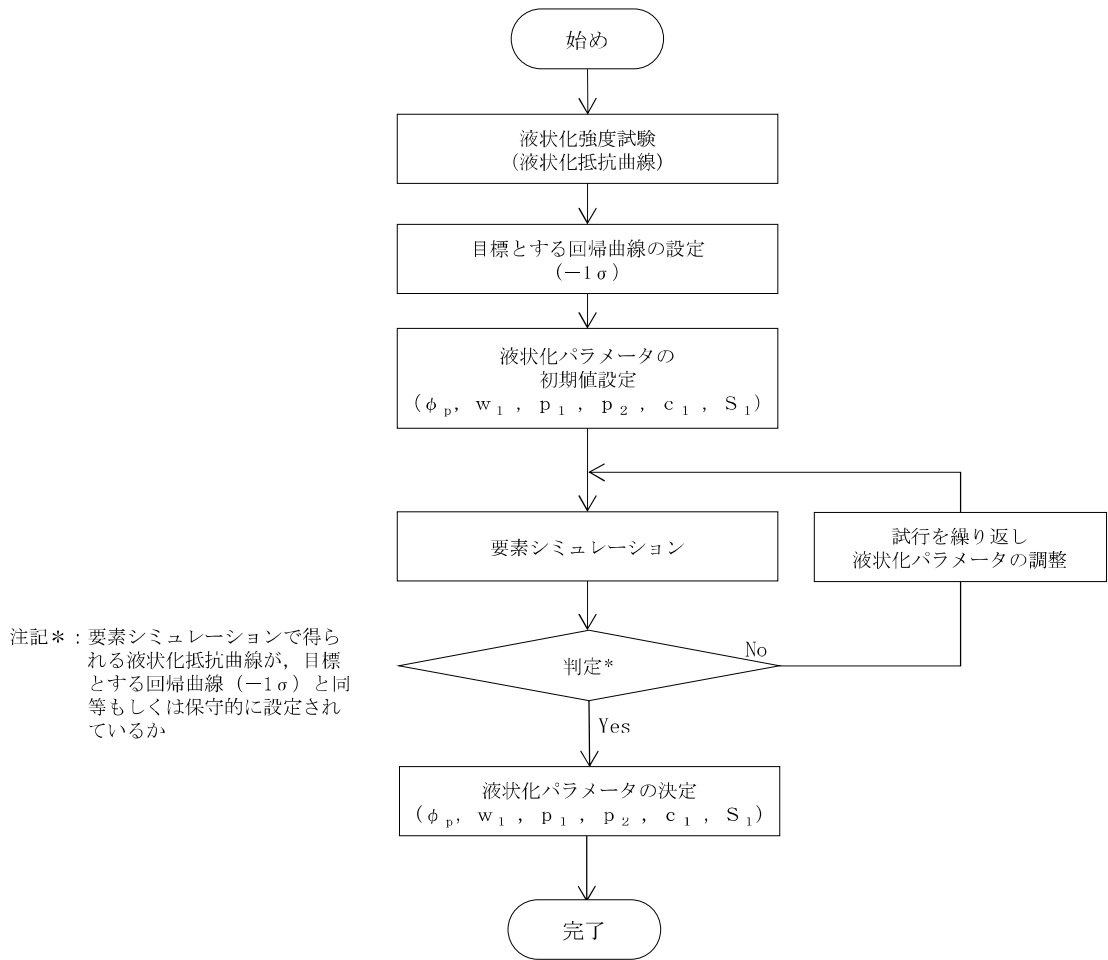


図 5-36 有効応力解析コードFLIPにおける液化化パラメータの設定フロー

5.5.3 液状化パラメータの設定結果

大湊側高台保管場所における地層ごとに設定した要素シミュレーション上の液状化抵抗曲線を図5-36～図5-39に示す。

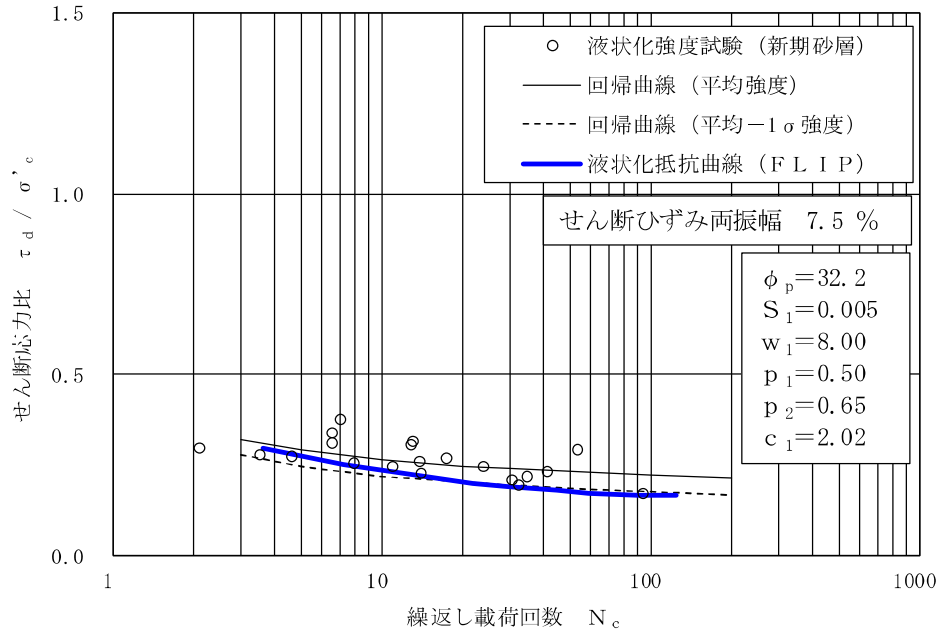


図 5-37 液状化抵抗曲線 (新期砂層)

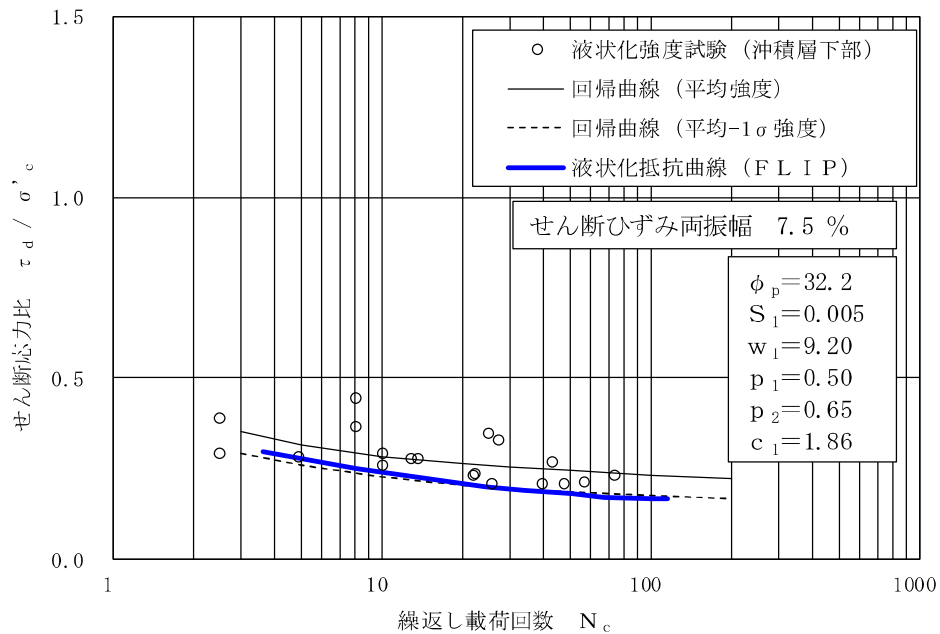


図 5-38 液状化抵抗曲線 (沖積層下部)

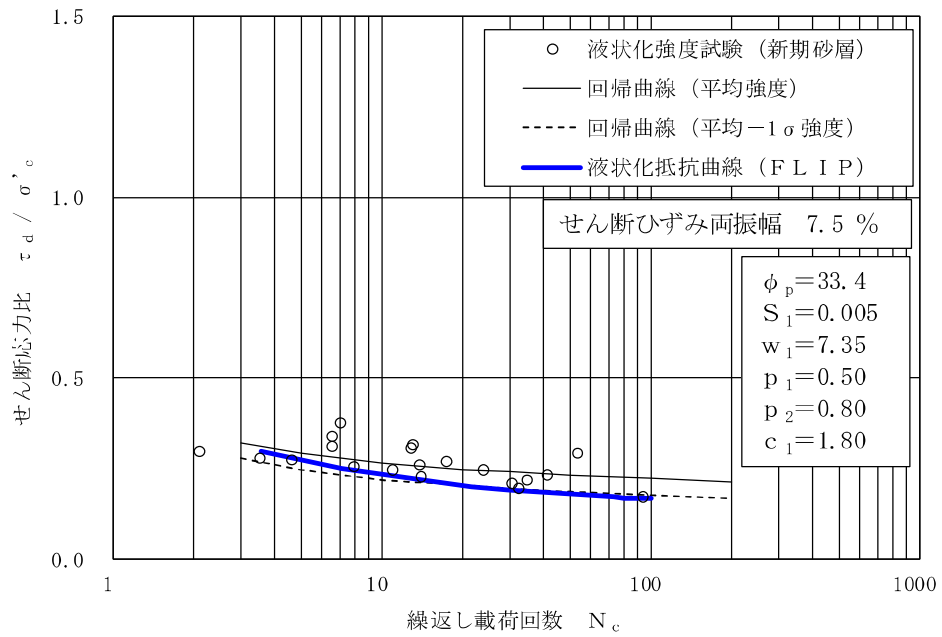


図 5-39 液状化抵抗曲線（番神砂層・大湊砂層）

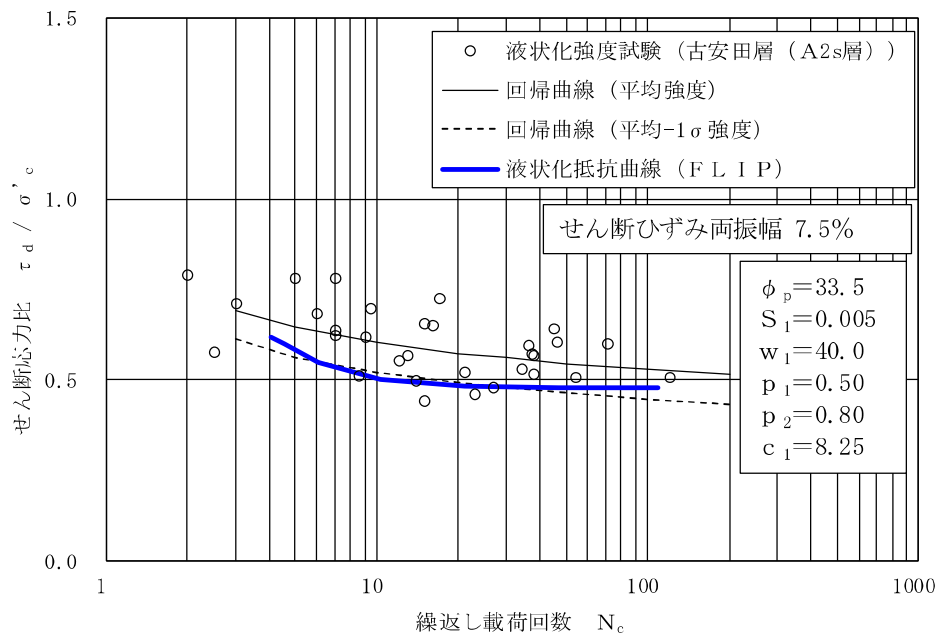


図 5-40 液状化抵抗曲線（古安田層（A2s層））

6. 大湊側高台保管場所における地盤物性値のばらつきの設定  
保管場所の入力地震動の算定においては地盤の物性のばらつきを考慮している。

6.1 初期せん断弾性係数 $G_0$ のばらつき

6.1.1 FLIPにおける初期せん断弾性係数 $G_0$ の考え方

土木構造物の耐震評価に用いる解析コードFLIPでは、 $G_0$ は(式1)のように定義される。

$$G_0 = G_{ma} \cdot (\sigma_m' / \sigma_{ma}')^m \quad (\text{式1})$$

ここで、

$\sigma_{ma}'$  : 基準平均有効拘束圧

$\sigma_m'$  : 有効拘束圧

$G_{ma}$  : 基準初期せん断弾性係数 ( $\sigma_m' = \sigma_{ma}'$  における値)

$m$  : 初期せん断弾性係数 $G_0$ の有効応力依存性を示す係数

### 6.1.2 初期せん断弾性係数 $G_0$ のばらつきの算定方法

$G_0$ のばらつきは、PS 検層の実測値に基づき、せん断波速度 $V_s$ の $\sigma$ に基づき算定する。なお、 $\rho$ は飽和密度とする。

地下水位以深の飽和土層における、PS 検層の実測値に基づく $G_0$ のばらつきの設定方法を以下に示す。

- ① PS 検層から得られた各地層のせん断波速度 $V_{sj}$ のデータ数を $K$ 個 ( $j=1, 2, \dots, K$ ) とすると、 $V_{sj}$ の $\sigma$ は(式2)で求められる。

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{K-1} \sum_{j=1}^K \{V_{sj} - V_{s \text{ 平均値}}\}^2} \quad (\text{式 2})$$

ここで、

- $K$  : 各地層のせん断波速度 $V_s$ のデータ数  
 $V_{sj}$  : 各深度のせん断波速度 $V_s$   
 $V_{s \text{ 平均値}}$  : 各地層のせん断波速度 $V_s$ の平均値

- ②  $V_s$ のばらつきを考慮した係数 $G_{ma}$ は(式3)より求められる。

$$G_{ma} = \rho \cdot (V_s \pm 1\sigma)^2 \quad (\text{式 3})$$

- ③ 係数 $\sigma_{ma}'$ には、各地層の基準平均有効拘束圧（地層中心の有効拘束圧の平均値）を用いる。なお、係数 $m$ については、文献\*を参考に一般値の0.5とした。

注記\* : 森田年一, 井合進, Hanlong Liu, 一井康二, 佐藤幸博: 液状化による構造物被害予測プログラム FLIP において必要な各種パラメタの簡易設定法, 港湾技研資料 No. 869, 1997.

6.1.3 初期せん断弾性係数 $G_0$ のばらつきの設定結果

表 6-1 に $G_0$ のばらつきの算定結果を示す。また、図 6-1～図 6-8 に、各地層の PS 検層結果と $G_0$ の深度分布に応じた $\sigma_m'$ 依存式（平均及び $\pm 1\sigma$ ）を示す。

表 6-1 大湊側高台保管場所におけるばらつきを考慮した $G_0$ の係数

地層名	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	基準平均 有効拘束圧 $\sigma_{ma}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$G_0$ の $\sigma_m'$ に対する依存式 $G_0 = G_{ma} \times (\sigma_m' / \sigma_{ma}')^m$ (kN/m <sup>2</sup> )				
			係数 $G_{ma}$ (平均)	係数 $G_{ma}$ (平均+1 $\sigma$ )	係数 $G_{ma}$ (平均-1 $\sigma$ )	係数 $m$	
埋戻土	不飽和	1.77	110	77300	97700	59300	0.50
新期砂層	不飽和	1.71	170	101000	119000	84300	0.50
	飽和	1.89		112000	132000	93100	
沖積層下部	飽和	2.00	310	184000	239000	135000	0.50
番神砂層・大湊砂層	飽和	1.94	260	223000	321000	142000	0.50
A3c層	飽和	1.66	290	129000	160000	102000	0.50
A3a1層	飽和	1.80	240	157000	175000	139000	0.50
A2c層	飽和	1.73	380	164000	202000	130000	0.50
A2s層	飽和	1.83	420	257000	299000	219000	0.50

\* 「5.3.1 物性値の設定方針」の通り、A3s層、A2g(砂質)については、A2sのばらつきを適用する

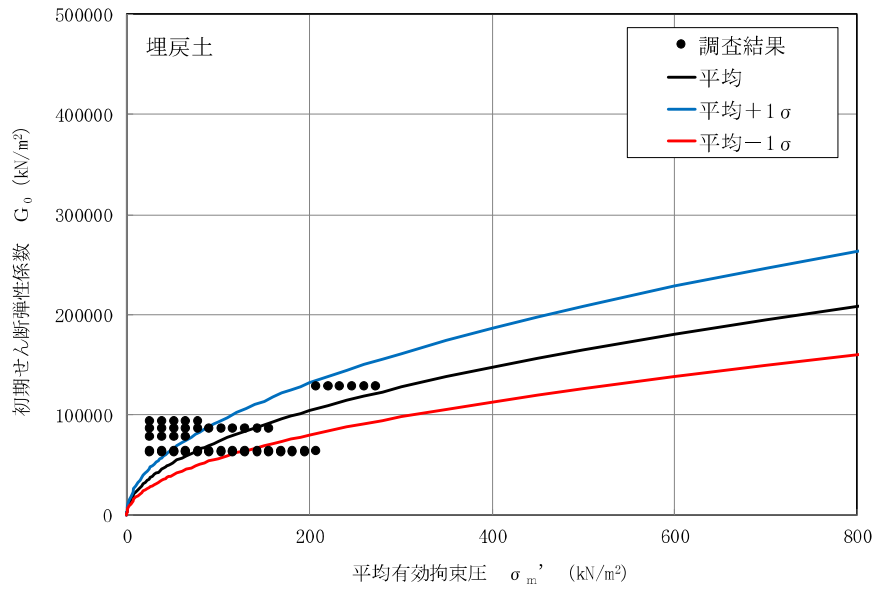


図 6-1  $G_0$  の  $\sigma_m'$  依存式 (埋戻土)

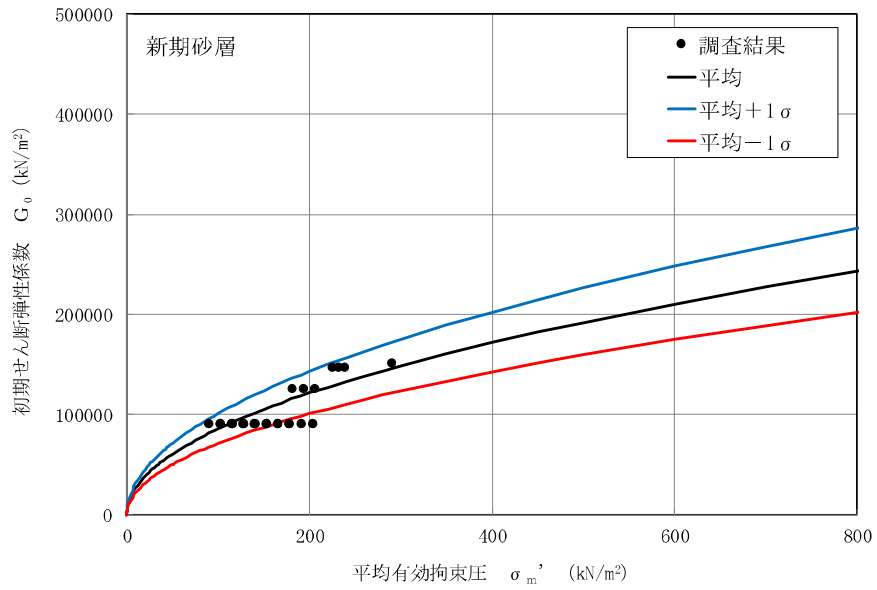


図 6-2  $G_0$  の  $\sigma_m'$  依存式 (新期砂層)

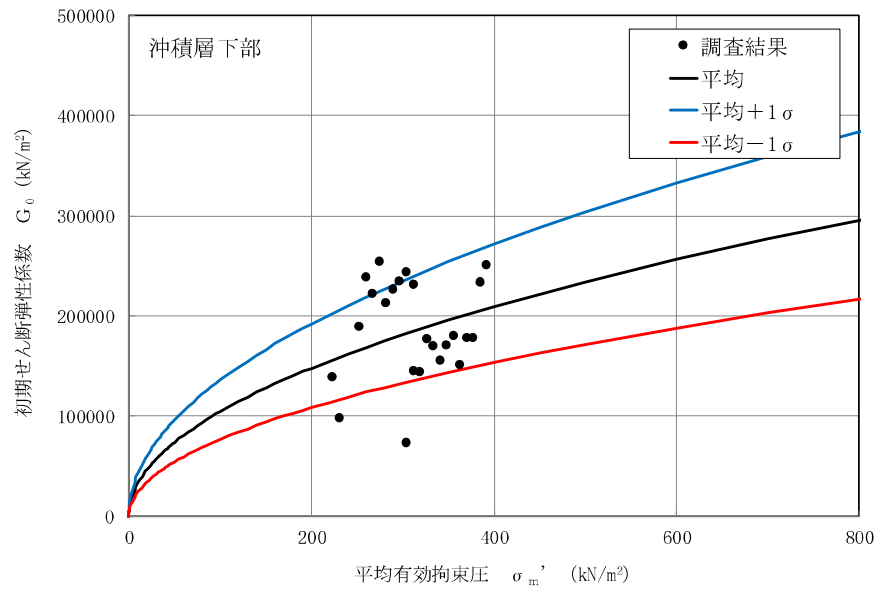


図 6-3  $G_0$  の  $\sigma'_m$  依存式 (沖積層下部)

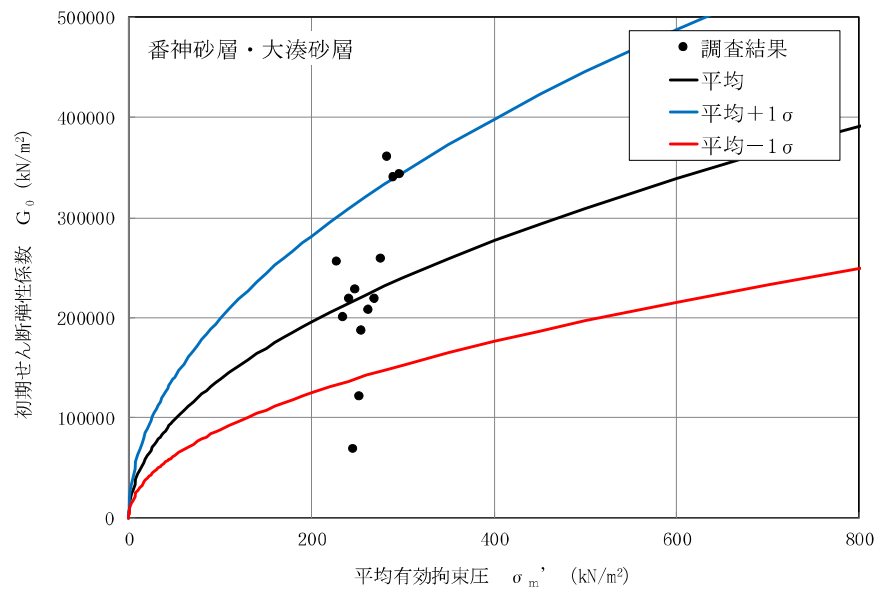


図 6-4  $G_0$  の  $\sigma'_m$  依存式 (番神砂層・大湊砂層)



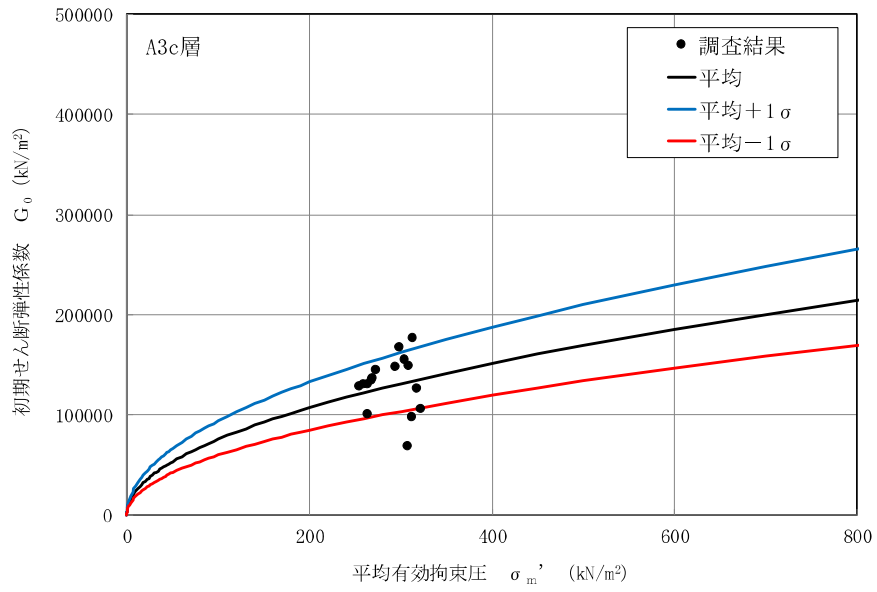


図 6-5  $G_0$  の  $\sigma_m'$  依存式 (A3c 層)

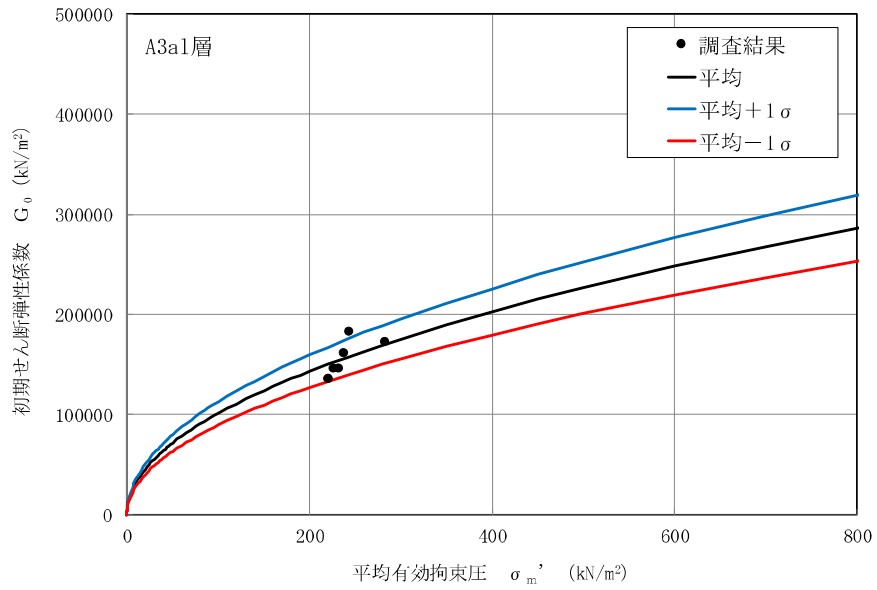


図 6-6  $G_0$  の  $\sigma_m'$  依存式 (A3a1 層)

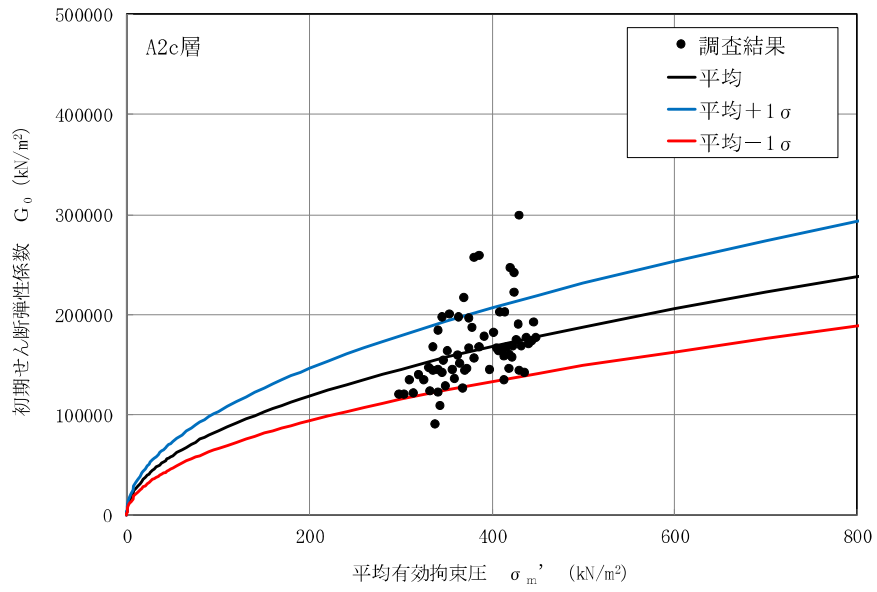


図 6-7  $G_0$  の  $\sigma'_m$  依存式 (A2c 層)

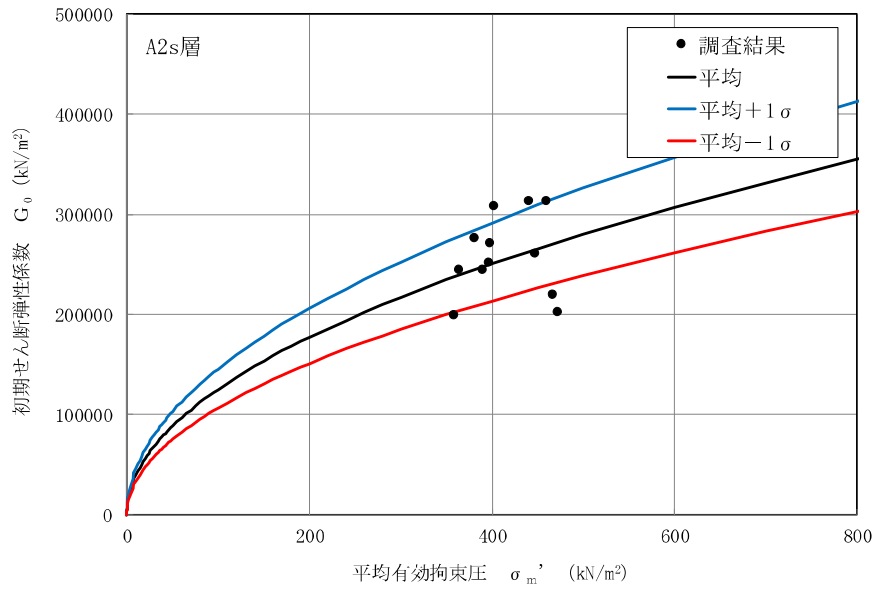


図 6-8  $G_0$  の  $\sigma'_m$  依存式 (A2s 層)

## 6.2 液状化強度特性のばらつき

土木構造物の耐震評価にあたっては、地震時の有効応力の変化に応じた影響を適切に評価できる有効応力解析を実施する。有効応力解析に用いる液状化強度特性は、敷地の地盤における代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮して設定する。なお、建物・構築物において有効力解析を実施する場合の液状化強度特性のばらつきの考え方も同様である。

### 6.2.1 液状化強度試験データの回帰式の設定

設定する液状化強度特性は、試験データのばらつきを考慮し、液状化強度試験データの最小二乗法による回帰曲線と、その回帰係数の自由度を考慮した不偏分散に基づく標準偏差を用いた「回帰曲線 $-1\sigma$ 」について整理する。

液状化強度試験データの回帰式として、回帰係数  $a, b$  を用いた常用片対数の指数関数を (式 4) に示す。

$$R_L(N) = a \cdot (\log_{10} N)^b \quad (\text{式 4})$$

ここで、

$R_L(N)$  : 繰り返し載荷回数  $N$  におけるせん断応力比

$N$  : 繰り返し載荷回数

液状化強度試験のせん断応力比  $\tau / \sigma'_m$  ( $= R_L$ ) と繰り返し載荷回数  $N$  の関係のデータは、 $K$  個の繰り返し載荷回数  $N_j$  ( $j=1, 2, \dots, K$ ) に対応して与えられるものとし、これらの実測値を  $R_L(N_j)_{\text{experiment}}$  と表記し、最小二乗法により係数  $a, b$  の値が定められた (式 4) の液状化強度回帰式の出力を  $R_L(N_j)$  と表記すると、各土質材料の液状化強度特性の標準偏差  $\sigma$  は (式 5) で求められる。

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{K-2} \sum_{j=1}^K \left\{ R_L(N_j) - R_L(N_j)_{\text{experiment}} \right\}^2} \quad (\text{式 5})$$

(式 4) , (式 5) より、各土質材料の液状化強度試験データのばらつきを考慮した保守側の液状化強度近似曲線は、(式 6) により求められる。

$$R_L(N)_{-1\sigma} = a \cdot (\log_{10} N)^b - 1\sigma \quad (\text{式 6})$$

ここで、

$R_L(N)_{-1\sigma}$  : 液状化強度回帰式 ( $-1\sigma$ ) に対応する繰り返し載荷回数  $N$  におけるせん断応力比

#### 6.2.2 有効応力解析に用いる地盤の液状化強度特性のばらつき

土木構造物の耐震評価においては、(式6)による地盤の液状化強度特性 ( $-1\sigma$ ) を考慮した有効応力解析を実施することを基本とする。

また、上部土木構造物及び機器・配管系への加速度応答に対する保守的な配慮として、地盤の非液状化の影響を考慮する場合は、非液状化の条件 (最も液状化強度が大きい場合に相当) を仮定した解析を実施する。

## 液状化強度試験結果を代用することの妥当性確認

### 1. 概要

大湊側高台保管場所における液状化検討対象層の液状化強度特性は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の液状化強度試験の結果より、目標とする回帰曲線を代用して設定している。代用の妥当性については、「5.4 解析用物性値の代用の妥当性確認」において、物理特性の比較により確認しているが、データ拡充の観点から大湊側高台保管場所における試料を用いた液状化強度試験を追加している。

本資料では、大湊側高台保管場所の液状化強度試験結果と代用に用いた大湊側敷地の液状化強度試験結果を比較し、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した液状化強度試験結果を用いたことの妥当性を確認する。

### 2. 検討方法

大湊側高台保管場所における回帰曲線と、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した大湊側敷地の回帰曲線を比較し、大湊側高台保管場所の液状化強度特性が大湊側敷地における液状化強度特性と概ね整合していることを確認する。

### 3. 検討結果

#### 3.1 新期砂層

大湊側高台保管場所における新期砂層の液状化強度試験と、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した大湊側敷地の液状化強度試験の結果の比較を図1に示す。大湊側高台保管場所の新期砂層の液状化強度特性は、代用する大湊側敷地の新期砂層の液状化強度特性をわずかに上回る傾向がある。

そのため、大湊側高台保管場所における新期砂層に対して、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の大湊側敷地の新期砂層の液状化強度特性に関わる試験結果を代用することは妥当であると判断した。

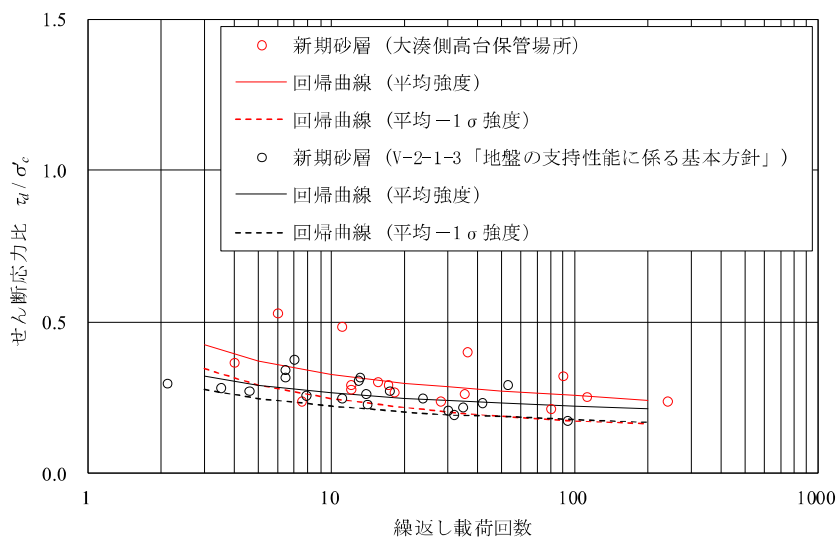


図1 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における新期砂層の液状化強度試験結果の比較

### 3.2 沖積層下部

大湊側高台保管場所における沖積層下部の液状化強度試験と、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した大湊側敷地の液状化強度試験の結果の比較を図2に示す。大湊側高台保管場所の沖積層下部の液状化強度特性は、代用する大湊側敷地の沖積層下部の液状化強度特性と同等であることを確認した。

そのため、大湊側高台保管場所における沖積層下部に対して、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の大湊側敷地の沖積層下部の液状化強度特性に関わる試験結果を代用することは妥当であると判断した。

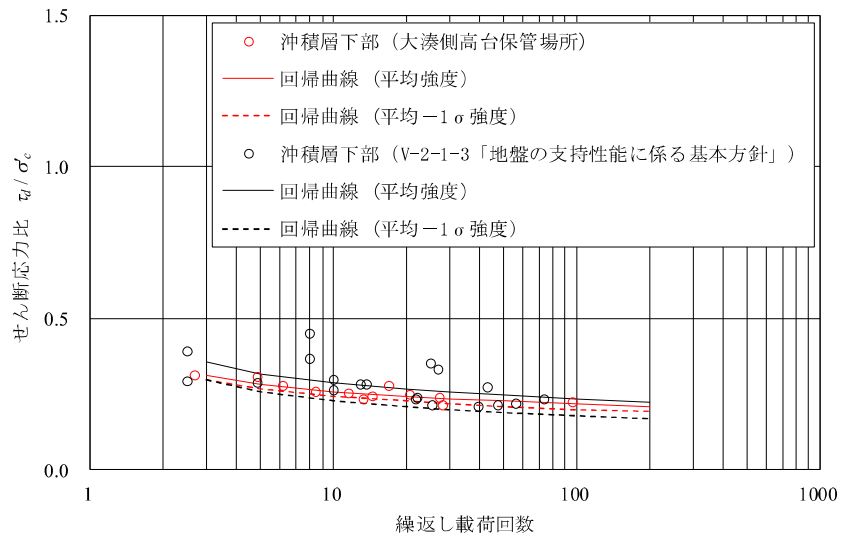


図2 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における沖積層下部の液状化強度試験結果の比較

### 3.3 番神砂層・大湊砂層

大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層の液状化強度試験と、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」で示した大湊側敷地の液状化強度試験の結果の比較を図3に示す。大湊側高台保管場所の番神砂層・大湊砂層の液状化強度特性は、代用する大湊側敷地の新期砂層の液状化強度特性を上回る傾向にあることを確認した。

そのため、大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層に対して、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に記載の大湊側敷地の新期砂層の液状化強度特性に関わる試験結果を代用することは妥当である。

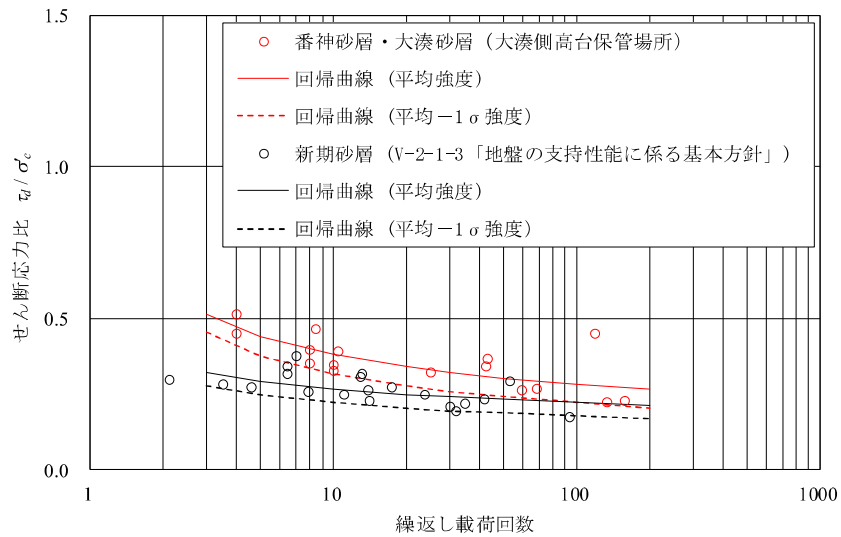


図3 大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における新期砂層の液状化強度試験結果の比較



#### 4. まとめ

大湊側高台保管場所の液状化強度試験結果と代用に用いた、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した液状化強度試験結果を比較した。

その結果、大湊側高台保管場所の液状化強度特性が、代用に用いた大湊側敷地の液状化強度特性と概ね整合していることを確認し、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した液状化強度試験結果を用いたことの妥当性を確認した。

(参考資料 3) 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の解析用物性値について

1. 基本方針

5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所は、図1-1の5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所とV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて対象とした施設の近傍に配置される。そのため、5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については、ボーリング調査により地質分布状況を整理した上で、入力地震動の算定に用いる解析用物性値はV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す物性値を使用する。

図1-2に解析用物性値設定の方針フローを示す。

液状化層の検討、地盤物性値のばらつきについてもV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」のとおりとして考える。

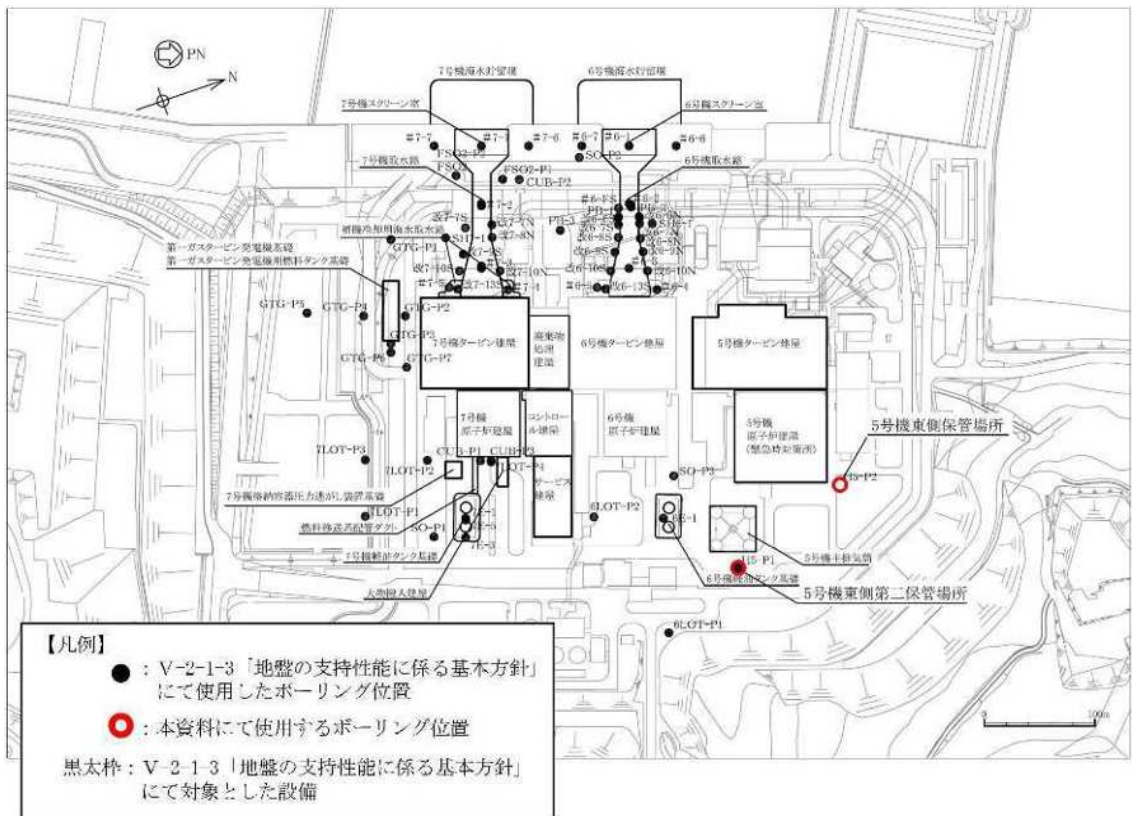


図1-1 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所とV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて対象とした施設の位置関係

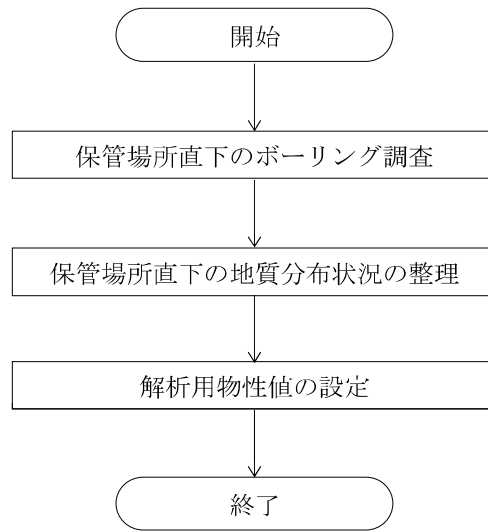


図 1-2 解析用物性値の設定方針

2. 保管場所直下のボーリング調査

5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所直下で実施したボーリング調査位置図を図2-1に、地層構成を図2-2示す。

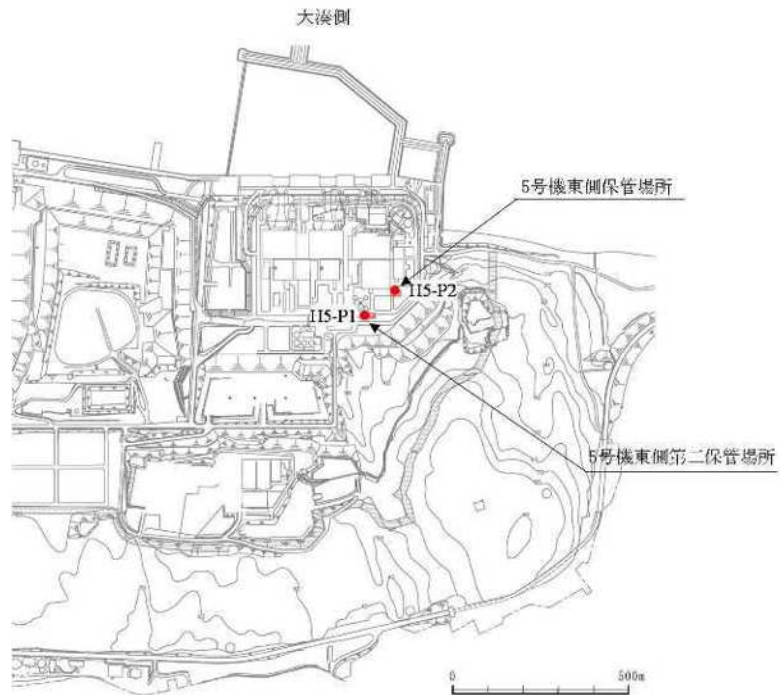


図2-1 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所のボーリング調査位置図

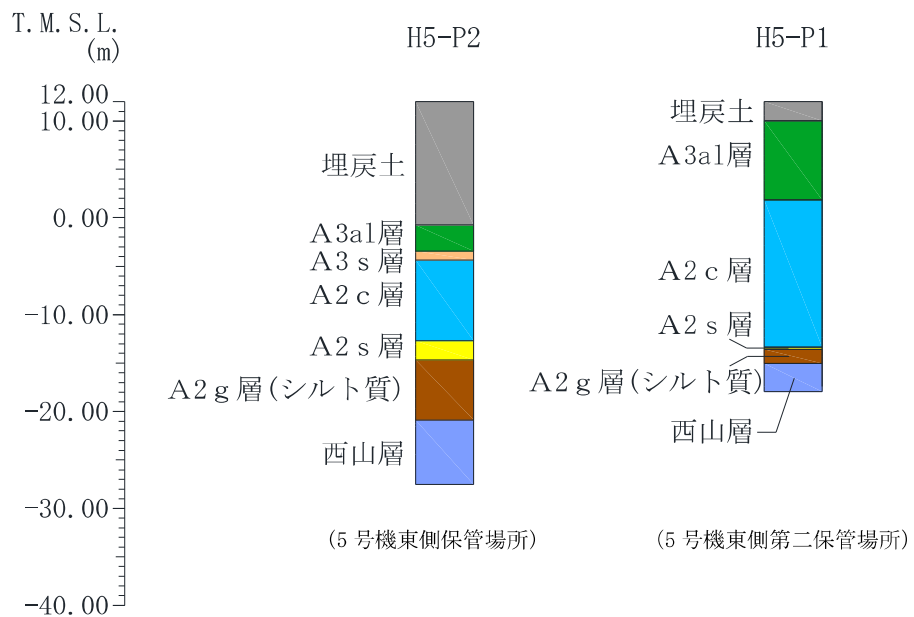


図2-2 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の地層構成

(参考) 3-3

3. 保管場所直下の地質分布状況の整理

5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所直下の地質分布状況を整理した結果を表3-1に示す。なお、ここに示す地質区分は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」と同様の考え方に基づき、地質学的見地・工学的見地から細分化したものを示している。

表3-1 保管場所直下の地質分布一覧

対象施設		地質区分		時代・地層名	・5号機東側保管場所	・5号機東側第二保管場所
埋戻土					●	●
第四紀	新期砂層・沖積層	新期砂層		—	—	
		沖積層下部		—	—	
	番神砂層・大湊砂層			—	—	
	古安田層	A3c層		—	—	
		A3a1層		●	●	
		A3s層		●	—	
		A2c層		●	●	
		A2a1層		—	—	
		A2s層		●	●	
	A2g層	シルト質		●	●	
砂質		—	—			
新第三紀	西山層			●	●	
	椎谷層			●	●	

凡例 ●：施設直下に分布している地質  
 —：施設直下には分布していない地質

4. 解析用物性値の設定

5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」にて対象とした施設の近傍に配置することから、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」と同様の物性値を設定する。

5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の有効応力解析に用いる物性値を表4-1に、設定根拠を表4-2に示す。

表4-1(1) 解析用物性値(液状化検討対象層)

物性値		地質区分	埋戻土	占安田層		
				A2s層	A3s層	
物理特性	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )		1.94	1.91	1.91	
	間隙率 $n$		0.45	0.45	0.45	
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{50}$ (kN/m <sup>2</sup> )		$1.04 \times 10^3$	$2.14 \times 10^3$	$2.14 \times 10^3$	
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{vo}'$ (kN/m <sup>2</sup> )		98.0	200	200	
	ポアソン比 $\nu$		0.33	0.33	0.33	
	減衰定数の上限値 $h_{max}$		0.225	0.157	0.157	
強度特性	粘着力 $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )		0.0	0.0	0.00	
	内部摩擦角 $\phi'$ (°)		35.9	36.6	36.6	
液状化特性	変相角 $\phi_p$ (°)		32.0	32.0	32.0	
	液状化パラメータ	$S_1$		0.005	0.005	0.005
		$w_1$		5.50	25.0	25.0
		$p_1$		0.50	0.50	0.50
		$p_2$		1.00	0.80	0.80
		$c_1$		1.69	8.75	8.75

表4-1(2) 解析用物性値(非液状化検討対象層)

物性値		地質区分	吉安田層			西山層	
			A3a1層	A2c層	A2g層 (シルト質)	西山層 (T.M.S.L.-60m以浅)	西山層 (T.M.S.L.-60m~-100m)
物理特性	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )		1.81	1.80	1.80	1.70	1.75
	間隙率 $n$		0.52	0.52	0.52	0.56	0.56
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{50}$ (kN/m <sup>2</sup> )		$9.57 \times 10^4$	$1.39 \times 10^5$	$1.39 \times 10^5$	$4.09 \times 10^5$	$5.50 \times 10^5$
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{vo}'$ (kN/m <sup>2</sup> )		94	140	140	98.0	98.0
	ポアソン比 $\nu$		0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 $h_{max}$		0.162	0.110	0.110	0.130	0.130
強度特性	粘着力 $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )		29.2	113	113	$1370-5.04 \cdot Z^*$	$1370-5.04 \cdot Z^*$
	内部摩擦角 $\phi'$ (°)		34.2	27.9	27.9	0.0	0.0

注記\*: Zは、T.M.S.L.(m)を示す。

表 4-2 (1) 解析用物性値の設定根拠 (液状化検討対象層)

物性値		地質区分	埋戻土	古安田層	
				A2s層	A3s層
物理特性	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )		物理試験	物理試験	A2s層で代用
	間隙率 $n$		物理試験	物理試験	
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )		PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{ms}'$ (kN/m <sup>2</sup> )		$G_{ms}$ に対応する値	$G_{ms}$ に対応する値	
	ポアソン比 $\nu$		慣用値*	慣用値*	
	減衰定数の上限値 $h_{max}$		動的変形特性に基づき設定	動的変形特性に基づき設定	
強度特性	粘着力 $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )		三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	
	内部摩擦角 $\phi'$ (°)				
液状化特性	変相角 $\phi_p$ (°)		液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験結果に基づく要素シミュレーション	
	液状化パラメータ	$S_1$			
		$w_1$			
		$p_1$			
		$p_2$			
$c_1$					

注記\* : 液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法 (港湾技研資料No. 869) (運輸省港湾技術研究所, 平成9年6月)

表 4-2 (2) 解析用物性値の設定根拠 (非液状化検討対象層)

物性値		地質区分	古安田層			西山層	
			A3a1層	A2c層	A2g層 (シルト質)	西山層 (T.M.S.L.-60m以浅)	西山層 (T.M.S.L.-60m~100m)
物理特性	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )		物理試験			物理試験	
	間隙率 $n$		物理試験			物理試験	
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{ms}$ (kN/m <sup>2</sup> )		PS検層によるS波速度、密度に基づき設定			PS検層によるS波速度、密度に基づき設定	
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{ms}'$ (kN/m <sup>2</sup> )		$G_{ms}$ に対応する値			慣用値*	
	ポアソン比 $\nu$		慣用値*			慣用値*	
	減衰定数の上限値 $h_{max}$		動的変形特性に基づき設定			動的変形特性に基づき設定	
強度特性	粘着力 $c'$ (kN/m <sup>2</sup> )		三軸圧縮試験			三軸圧縮試験	
	内部摩擦角 $\phi'$ (°)						

注記\* : 液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法 (港湾技研資料No. 869) (運輸省港湾技術研究所, 平成9年6月)

(参考資料 4) 地震応答解析における地下水位の設定について

1. 基本方針

入力地震動策定に用いる地下水位は、V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」における地下水位の設定フロー（図 1-1）を参考に設定する。なお、地下水位を設定した後、地下水位を上昇させる事象が発生した場合には、地下水位設定の再検討を行う。

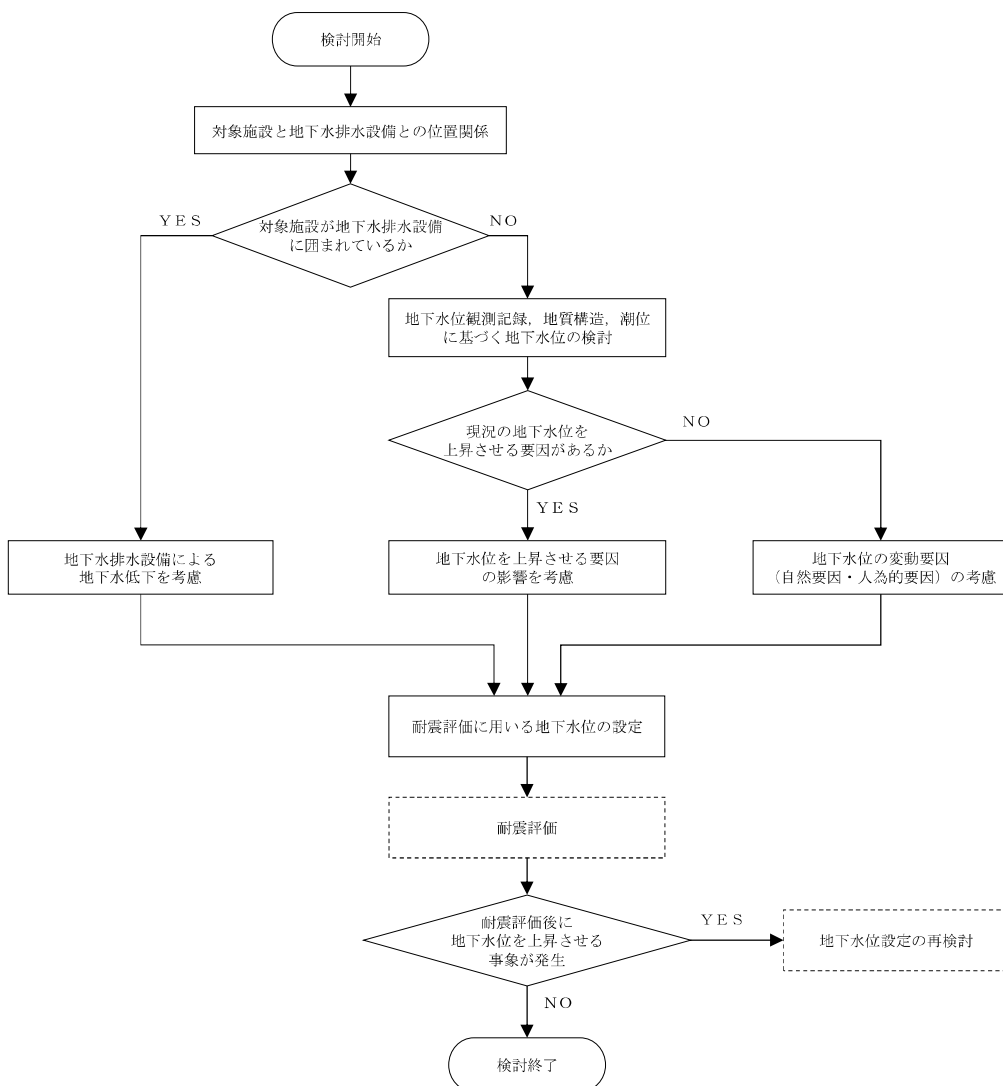


図 1-1 耐震評価における地下水位の設定フロー



2. 地下水位観測データ

2.1 5号機東側高台保管場所及び5号機東側第二保管場所

観測最高地下水位分布図を図2-1、地下水位観測孔の連続観測データを図2-2に示す。

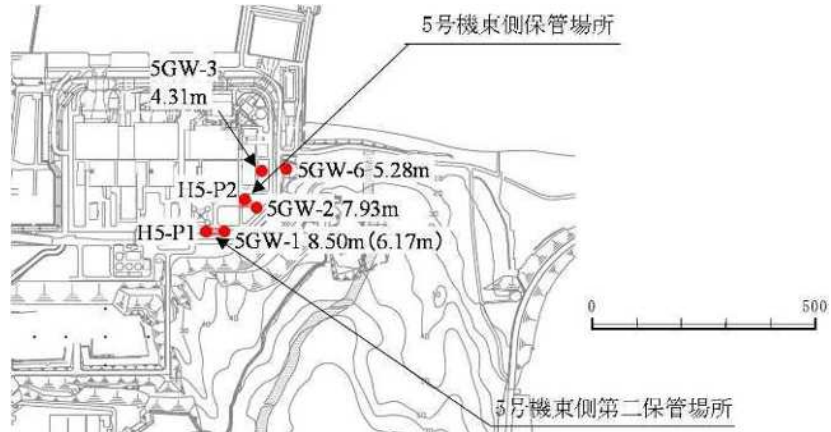


図2-1 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の観測最高地下水位分布

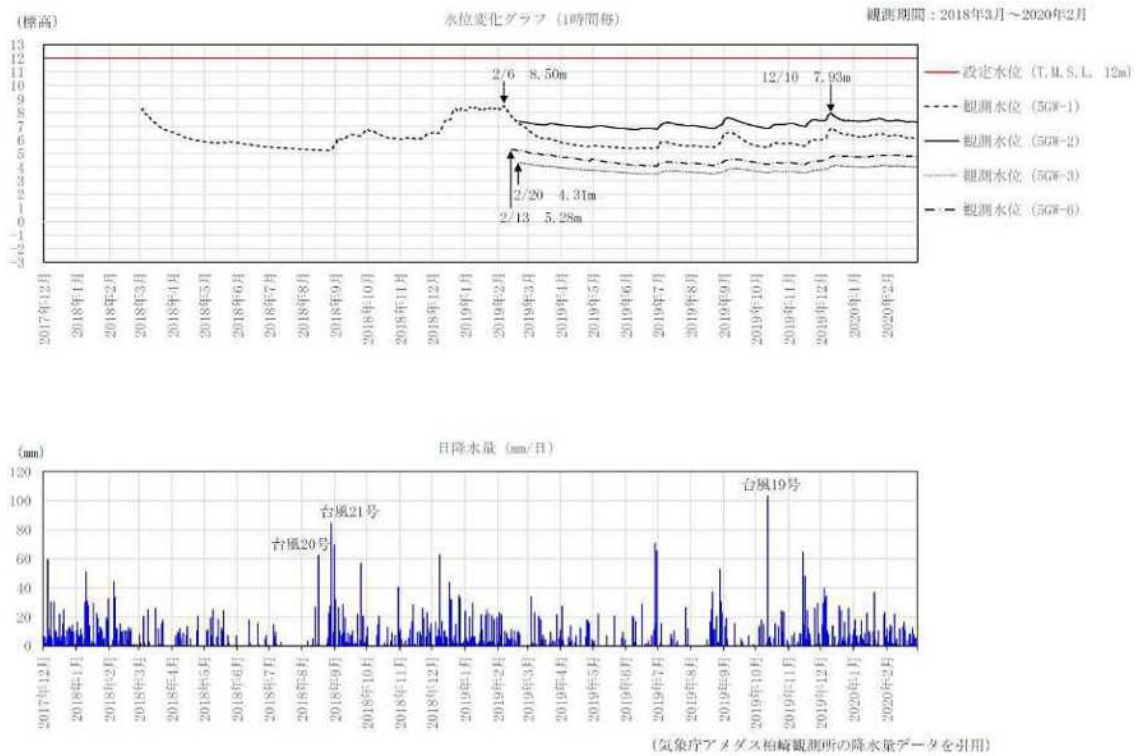


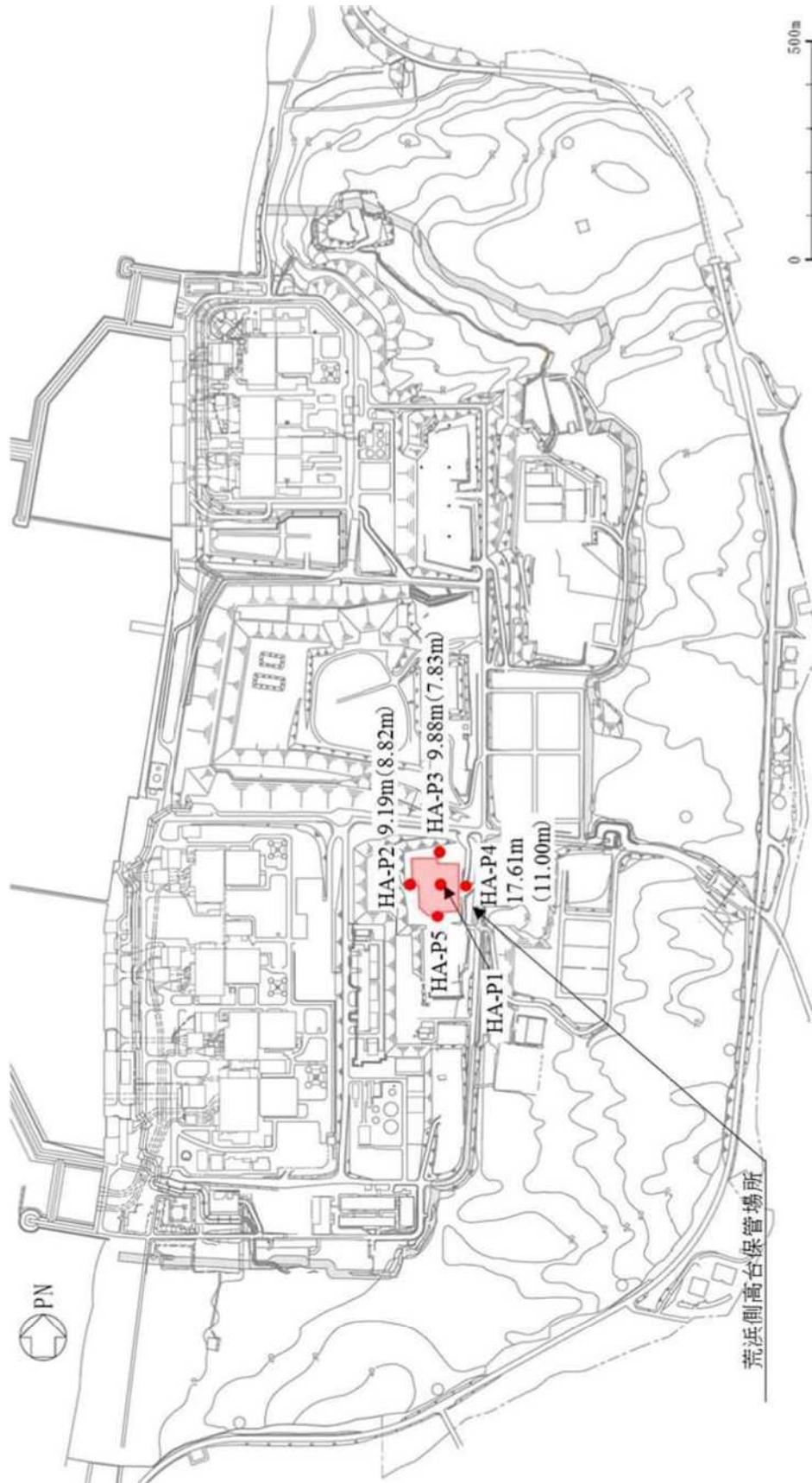
図2-2 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の地下水位観測記録と降水量データ

## 2.2 荒浜側高台保管場所

観測最高地下水位分布図を図 2-3、荒浜側高台保管場所におけるボーリング柱状図と PS 検層結果を図 2-4、地下水位観測孔の連続観測データを図 2-5 に示す。

荒浜側高台保管場所におけるボーリング柱状図と PS 検層結果を図 2-4 に示す。当該箇所では、新期砂層等よりなる地山上に埋戻土が上載されている。PS 検層結果のうち  $V_p$  が水の弾性波速度 1500m/s 程度を示す場合、当該地盤が地下水で飽和した状態であると推定できるが、埋戻土における  $V_p$  は 1000m/s を下回ることから、地下水面は埋戻土層内に存在しないと判断している。また、 $V_p$  の変化点に着目した場合、細粒分の少ない砂層下端 (HA-P2, HA-P3, HA-P4 では新期砂層下端、新規砂層の存在しない HA-P5 孔では埋戻土下端) が  $V_p=1500\text{m/s}$  の境界となっている。当該箇所の地下水は、細粒分が少なく透水性の高い砂層部下端を流れており、それ以浅の地盤は不飽和状態であると考られる。

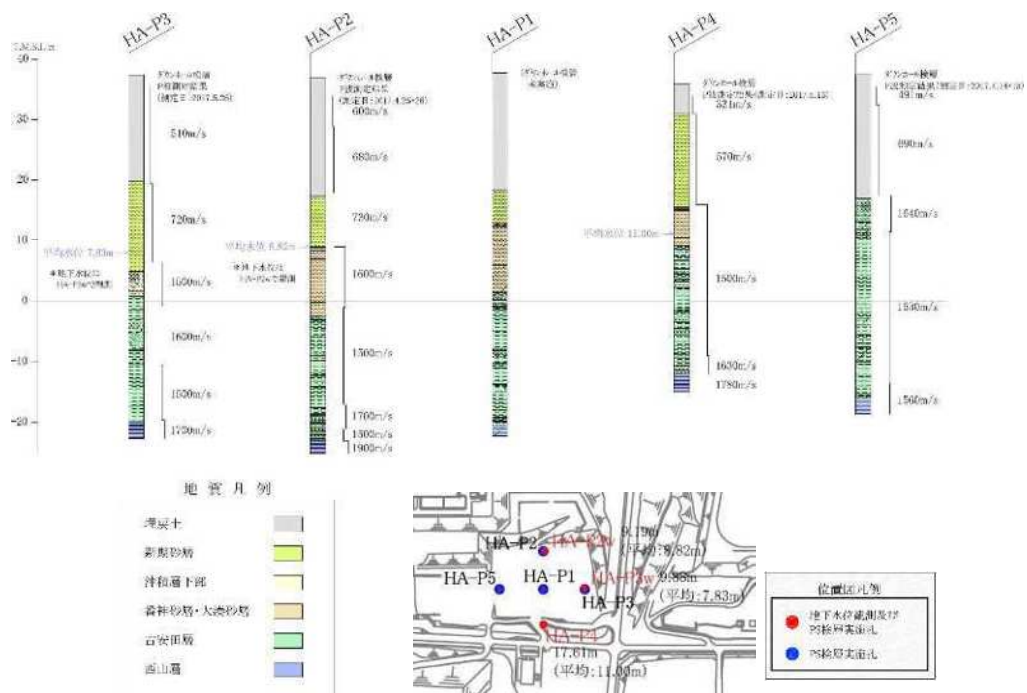
図 2-5 に地下水位観測記録と降水量データを示す。荒浜側高台保管場所の地下水位には降雨の影響は認められない。地下水位データに認められるヒゲ状の急激な変動は地表水を集水しやすい地下水位観測孔の構造に起因するものと判断している。荒浜高台保管場所の地下水位は、大湊側敷地と同様に 12~3 月に微増する季節変動の傾向を示すものの、年間を通して概ね一定である。また、年間平均水位は、細粒分が少なく透水性の高い砂層部下端を地下水が流れる図 2-4 の傾向と整合的な結果である。



注1： 図中の数値は、各地下水観測孔の観測最高地下水位の標高（T.M.S.L.）を示す。  
 注2： 図中の○内数値は、2018年10月から2019年9月までの年間平均水位を示す。

図2-3 荒浜側高台保管場所の観測最高地下水位分布図

(参考) 4-4



注1：平均水位は、2018年10月から2019年9月までの年間平均水位を示す。

注2：HA-P1は地表路盤（1m程度の鉄筋コンクリート）の影響でPS検層未実施。

図2-4 荒浜側地下水位に関するボーリング柱状対比図

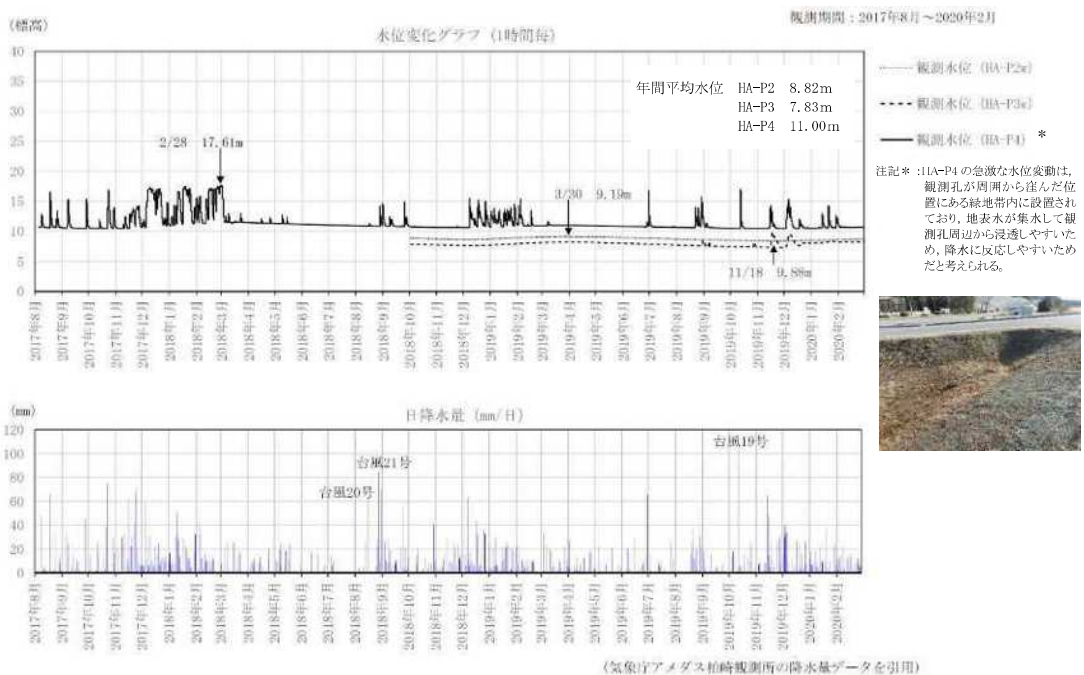


図2-5 荒浜側高台保管場所の地下水位観測記録と降水量データ

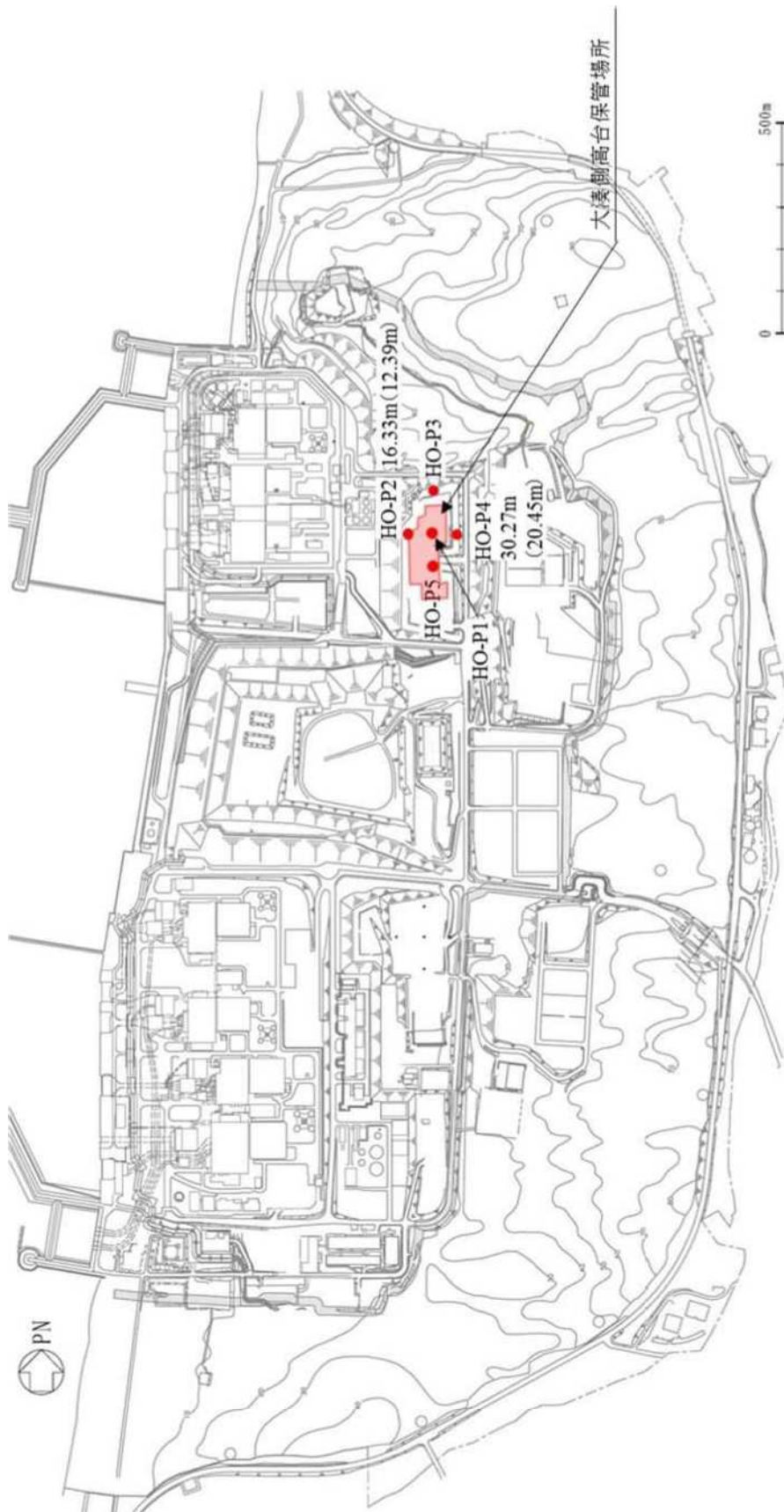
(参考) 4-5

### 2.3 大湊側高台保管場所

観測最高地下水位分布図を図 2-6 大湊側高台保管場所の観測最高地下水位分布図図 2-6, 大湊側高台保管場所におけるボーリング柱状図と PS 検層結果を図 2-7, 地下水位観測孔の連続観測データを図 2-8 に示す。

大湊側高台保管場所におけるボーリング柱状図と PS 検層結果を図 2-7 に示す。当該箇所では、新期砂層等よりなる地山上に埋戻土が上載されている。PS 検層結果のうち  $V_p$  が水の弾性波速度 1500m/s 程度を示す場合、地盤が地下水で飽和した状態であると推定できるが、埋戻土における  $V_p$  は 1000m/s を下回ることから、地下水面は埋戻土層内に存在しないと判断している。また、 $V_p$  の変化点に着目した場合、細粒分が少なく透水性の高い砂層範囲で  $V_p$  が大きく変化する境界が認められた。埋戻土の層厚が大きい観測孔 (H0-P1, H0-P2) では埋戻土層の下端、埋戻土の層厚が小さい観測孔 (H0-P3, H0-P4, H0-P5) では新期砂層下端に存在する  $V_p$  速度変化の境界が、当該箇所の地下水面であると考えられる。

図 2-8 に地下水位観測記録と降水量データを示す。大湊側高台保管場所の地下水位には降雨の影響は認められない。地下水位データに認められるヒゲ状の急激な変動は地表水を集水しやすい地下水位観測孔の構造に起因するものと判断している。大湊高台保管場所の地下水位は、大湊側敷地と同様に 12~3 月に微増する季節変動の傾向を示すものの、年間を通して概ね一定である。また、年間平均水位は、細粒分が少なく透水性の高い砂層部を地下水が流れる図 2-7 の傾向と整合的な結果である。

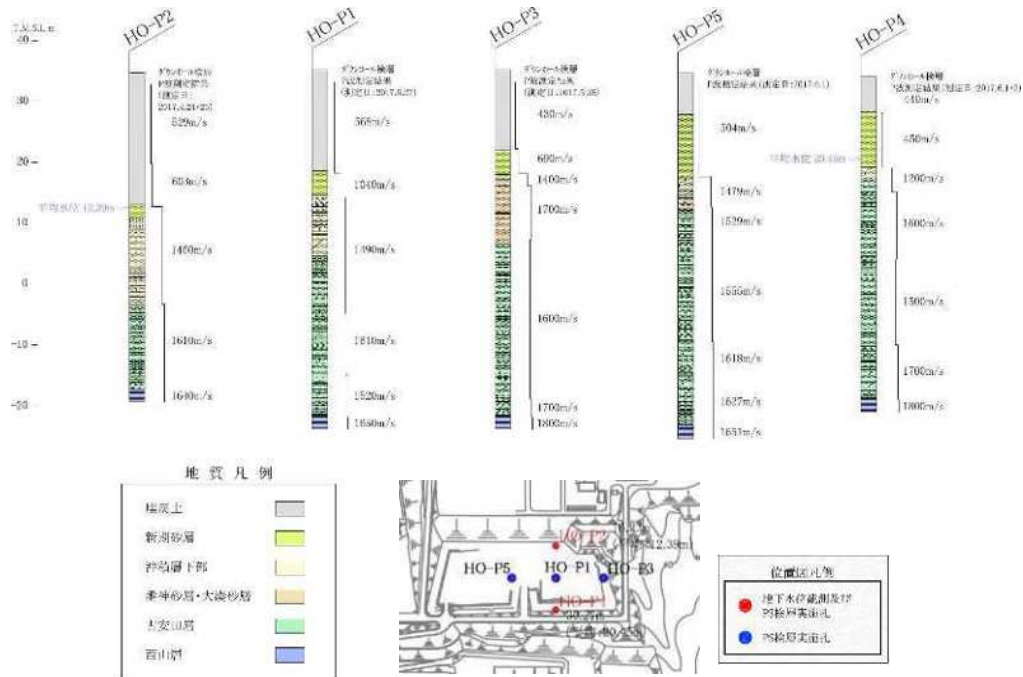


注1： 図中の数値は、各地下水観測孔の観測最高地下水位の標高（T. M. S. L.）を示す。

注2： 図中の（ ）内数値は、2018年の年間平均水位を示す。

図2-6 大湊側高台保管場所の観測最高地下水位分布図

(参考) 4-7



注1：平均水位は、2018年の年間平均水位を示す。

図2-7 大湊側地下水位に関するボーリング柱状対比図

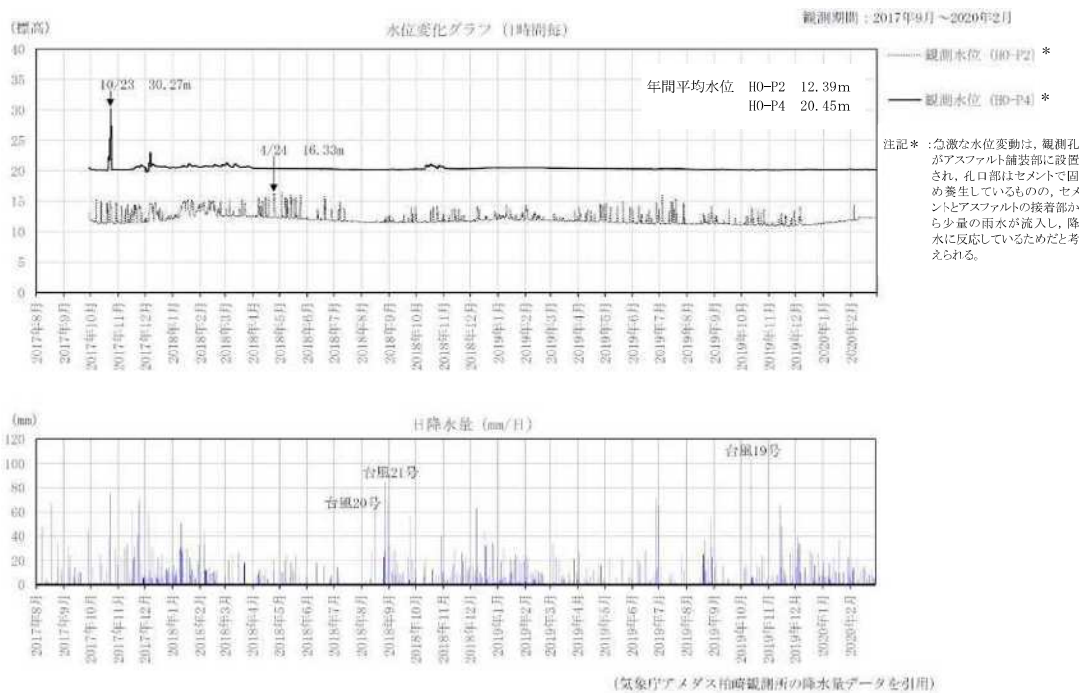


図2-8 大湊側高台保管場所の地下水位観測記録と降水量データ

(参考) 4-8

### 3. 敷地周辺の地下水位

柏崎刈羽原子力発電所の敷地の地形図を図3-1に示す。敷地は、標高70m～90mの東部から西へ傾斜する斜面を呈し、切土、盛土が分布する。同図に示すように、大湊側敷地の標高は、原子炉建屋等の主要施設が T. M. S. L. 12. 0m (12m 盤)、東側に位置する大湊側高台保管場所の標高が T. M. S. L. 35. 0m (35m 盤) となっている。また、荒浜側敷地の標高は、原子炉建屋等の主要施設が T. M. S. L. 5. 0m (5m 盤)、東側に位置する荒浜側高台保管場所の標高が T. M. S. L. 37. 0m (37m 盤) となっている。大湊側高台保管場所及び荒浜側高台保管場所の東側敷地標高は T. M. S. L. 50. 0m を上回る。

上記の地形的特徴から、大湊側高台保管場所及び荒浜側高台保管場所の地下水は、大局的に敷地東側の丘陵地から西へ流れているものと考えられる。



図3-1 柏崎刈羽原子力発電所の敷地の地形図



#### 4. 地下水位の上昇/変動要因

##### 4.1 現況の地下水位を上昇させる要因

敷地内の地下水位観測記録に基づき地下水位を設定する前提として、現況の地下水位を上昇させる要因の有無を検討する。現況の地下水位を上昇させる要因として、基礎が岩着している施設及び基盤まで地盤改良した地盤改良体が挙げられる。これらの構築物は、山から海への地下水の流動を妨げ、構築物の上流側の地下水位を上昇させる可能性がある。

以下では、可搬型重大事故等対処設備の各保管場所に対して、地下水位を上昇させる要因の有無を抽出し、これらの要因が地下水位に与える影響を検討する。

##### (1) 5号機東側高台保管場所及び5号機東側第二保管場所

基礎が岩着している施設及び基盤まで地盤改良した地盤改良体の範囲を図4-1に示す。

図4-1より、基礎が岩着している施設としては原子炉建屋等が該当し、基盤まで地盤改良した地盤改良体としては、6, 7号機軽油タンク基礎等の地盤改良体が該当する。

同図に示すとおり、原子炉建屋等の施設は広範囲に設置されているため、それよりも上流側の地下水位を上昇させる可能性が考えられる。そのため、原子炉建屋周辺で上流側に配置している5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については、入力地震動の算定における地下水位を地表面に設定する方針とする。

##### (2) 荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所

荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所周辺には、基礎が岩着している施設及び基盤まで地盤改良した地盤改良体は配置されておらず、地下水位を上昇させる要因はない。

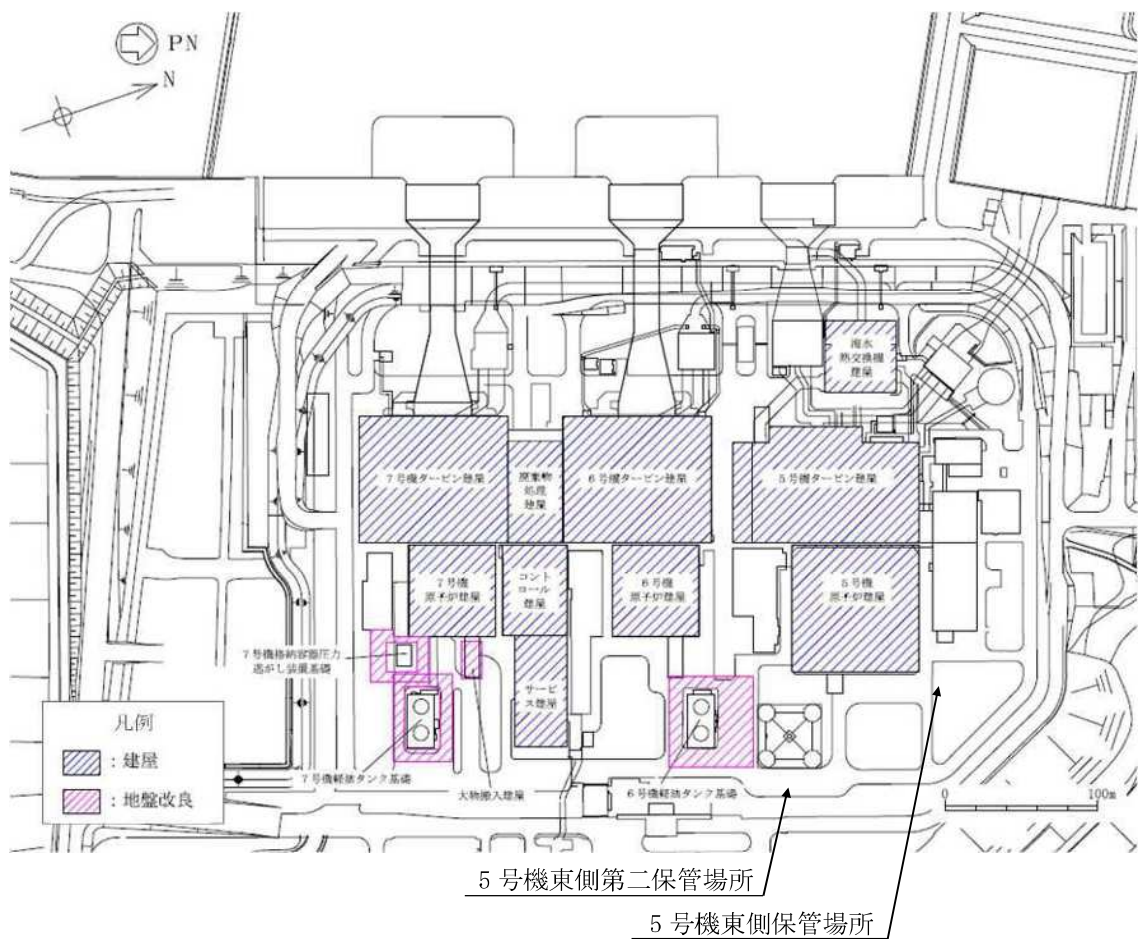


図 4-1 基礎が岩着している施設及び基盤まで地盤改良した地盤改良体の概略範囲（建屋周辺）

#### 4.2 地下水位観測記録における変動要因

5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については、入力地震動の算定における地下水位を地表面に設定する方針とするため、変動要因検討の必要がないと考える。荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所については、地下水位観測記録に基づき地表面より下に地下水位を設定することから、観測記録の変動要因（人為的要因・自然要因）を考慮し、適切に設定する必要がある。

以下では、地下水位観測記録に対する変動要因（人為的要因・自然要因）の影響を踏まえ、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所における地下水位の妥当性を確認する。

##### (1) 人為的要因（地下水排水設備の影響）の考慮

荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所周辺には地下水排水設備が設置されていない。

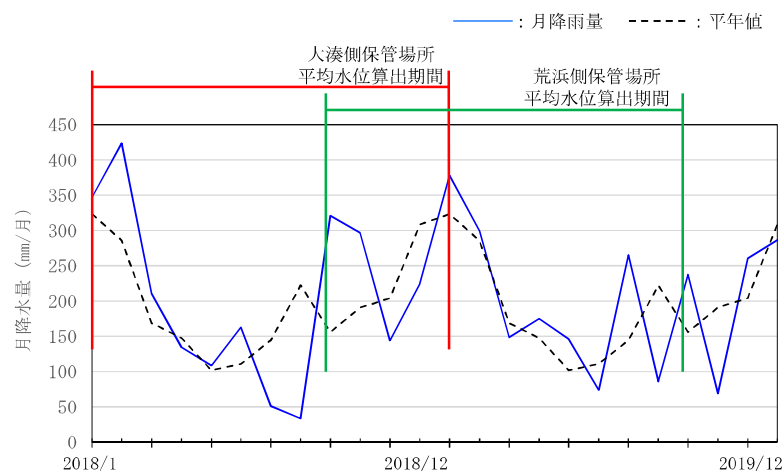
##### (2) 自然要因の考慮

荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の地下水位に対する降雨の影響はあまり見られず、12～3月に微増する季節変動傾向を示すものの、年間を通して概ね一定である。

気象庁アメダスの観測記録に基づき、柏崎地点における平年値（1981年～2010年の30年間の平均値）と高台保管場所の地下水位の観測期間との降雨量を比較した。柏崎地点における平年値と2018年度の降水量の比較結果を図4-2に示す。

グラフより、高台保管場所の地下水位観測期間は平年値と比較して、6～7月は平年値よりも降水量が少ない時期があるものの、敷地内の地下水位が高くなる12月～3月にかけては平年並みの降雨が降っていることがわかる。以上より、自然要因として年間の降雨のばらつきを考慮しても、敷地内の地下水位の観測期間の降雨量は、概ね平年並みであり、特異性はないと判断できる。

以上のことから、長期間観測された建設時の観測記録から年単位の地下水位のばらつきを踏まえても、耐震評価の地下水位の設定は妥当であると判断できる。



注：気象庁アメダスより柏崎地点における観測記録に基づきグラフ化

図4-2 柏崎地点における平年値と降水量の比較結果

(参考) 4-12

## 5. 地下水位の設定

地下水位を上昇させる要因の影響，地下水位の変動要因（人為的要因・自然要因）を考慮した上で，各保管場所における地下水位を設定する。

### 5.1 5号機東側高台保管場所及び5号機東側第二保管場所

近傍の地下水観測記録では，5GW-1で最大 T.M.S.L. 10.46m の地下水位を記録している。

地下水排水設備の外側に配置され，原子炉建屋周辺で山側に配置している5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所については，地下水位を上昇させる要因としての地盤改良体の範囲を考慮して，地表面標高（T.M.S.L. 12.0m）に地下水位を設定する。

### 5.2 荒浜側高台保管場所

荒浜側高台保管場所には，地下水位を上昇させる要因，変動させる要因（人為的要因・自然要因）が存在しない。

荒浜側高台保管場所におけるボーリング柱状図，PS 検層データ，地下水位観測記録から，当該箇所地下水は，細粒分が少なく透水性の高い砂層下端を流れ，それ以深の地盤は地下水で飽和していると考えられる。そのため，地質区分を考慮して，HA-P1，HA-P2，HA-P3，HA-P4 の地下水位を新期砂層下端，新期砂層が存在しない HA-P5 については埋戻土下端に地下水位を設定する。荒浜側高台保管場所の地下水位を表 5-1，図 5-1 にまとめる。

### 5.3 大湊側高台保管場所

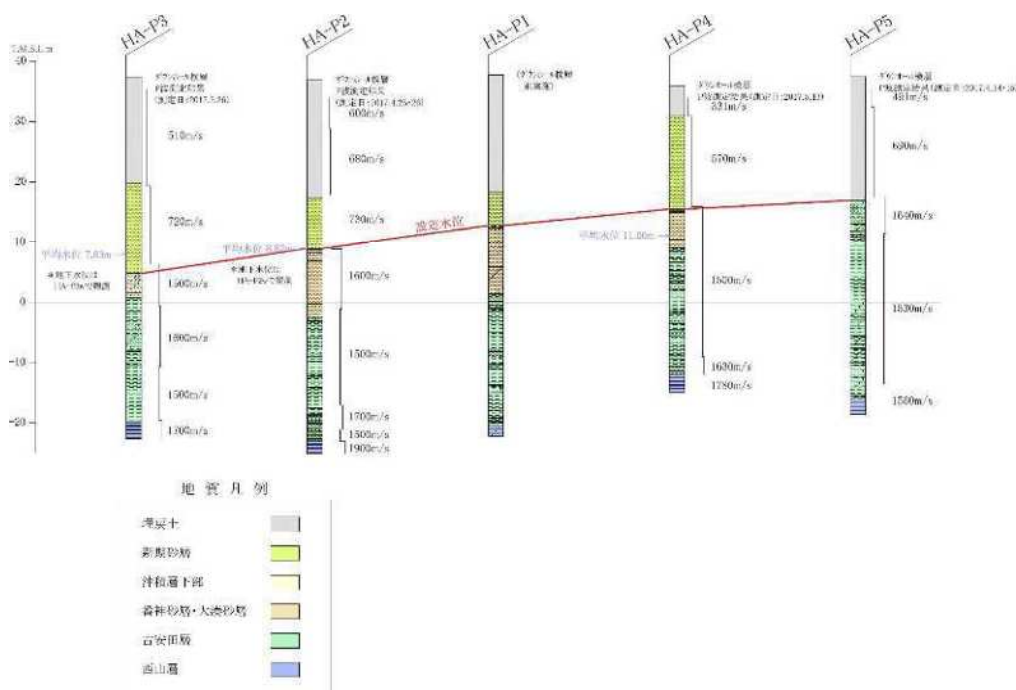
大湊側高台保管場所には，地下水位を上昇させる要因，変動させる要因（人為的要因・自然要因）が存在しない。

大湊側高台保管場所におけるボーリング柱状図，PS 検層データ，地下水位観測記録から，当該箇所地下水は，細粒分が少なく透水性の高い砂層部を流れると推定できる。埋戻土の層厚が大きい観測孔（H0-P1，H0-P2）では埋戻土層の下端，埋戻土の層厚が小さい観測孔（H0-P3，H0-P4，H0-P5）では直下の新期砂層下端に  $V_p$  速度変化の境界が認められており，地下水面が存在すると考えられる。そのため，当該箇所の地質区分から判断して，H0-P1，H0-P2 の地下水位を埋戻土下端，H0-P3，H0-P4，H0-P5 の地下水位を新期砂層下端に設定する。大湊側高台保管場所の地下水位を表 5-2，図 5-2 にまとめる。

表 5-1 荒浜側高台保管場所の入力地震動算定における地下水位の設定一覧

孔名	観測平均地下水位 (近傍観測孔)	PS 検層*で推定される 地下水位	入力地震動算定における 地下水位
HA-P1	—	—	新期砂層下端 (T. M. S. L. 12.80m)
HA-P2	T. M. S. L. 8.82m	T. M. S. L. 8.89m	新期砂層下端 (T. M. S. L. 8.89m)
HA-P3	T. M. S. L. 7.83m	T. M. S. L. 5.35m	新期砂層下端 (T. M. S. L. 4.82m)
HA-P4	T. M. S. L. 11.00m	T. M. S. L. 15.97m	新期砂層下端 (T. M. S. L. 15.52m)
HA-P5	—	T. M. S. L. 17.43m	埋戻土下端 (T. M. S. L. 16.98m)

注記\* : 水の弾性波速度 ( $V_p$  約 1500m/s) を参考とし、速度が急変する位置を推定した。



注 1 : 平均水位は、2018 年 10 月から 2019 年 9 月までの年間平均水位を示す。

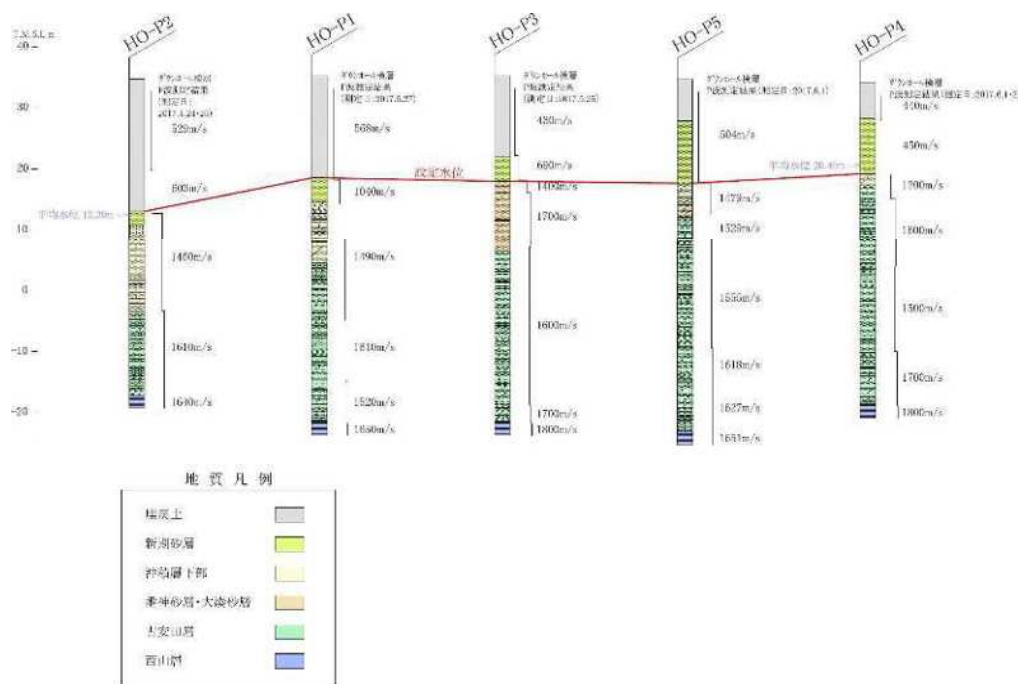
注 2 : HA-P1 は地表路盤 (1m 程度の鉄筋コンクリート) の影響で PS 検層未実施。

図 5-1 荒浜側高台保管場所の地下水位の設定

表 5-2 大湊側高台保管場所の入力地震動算定における地下水位の設定一覧

孔名	観測平均地下水位 (近傍観測孔)	PS 検層*で推定される 地下水位	入力地震動算定における 地下水位
HO-P1	—	T. M. S. L. 18.21m	埋戻土下端 (T. M. S. L. 18.51m)
HO-P2	T. M. S. L. 12.39m	T. M. S. L. 12.72m	埋戻土下端 (T. M. S. L. 13.04m)
HO-P3	—	T. M. S. L. 18.21m	新期砂層下端 (T. M. S. L. 17.96m)
HO-P4	T. M. S. L. 20.45m	T. M. S. L. 19.03m	新期砂層下端 (T. M. S. L. 19.17m)
HO-P5	—	T. M. S. L. 17.63m	新期砂層下端 (T. M. S. L. 17.63m)

注記\* : 水の弾性波速度 ( $V_p$  約 1500m/s) を参考とし、速度が急変する位置を推定した。



注 1 : 平均水位は、2018 年の年間平均水位を示す。

図 5-2 大湊側高台保管場所の地下水位の設定

## 6. 高台保管場所における地下水位設定に関する影響検討

### 6.1 概要

荒浜側高台保管場所については、ボーリング柱状図、PS 検層データ、地下水位観測記録から、地下水は、細粒分が少なく透水性の高い砂層下端を流れ、それ以深の地盤は地下水で飽和していると考えられることから、地質区分を考慮して、HA-P1、HA-P2、HA-P3、HA-P4 のそれぞれの観測孔については地下水位を新期砂層下端、新期砂層が存在しない HA-P5 観測孔については埋戻土下端に地下水位を設定することとしている。

また、大湊側高台保管場所については、ボーリング柱状図、PS 検層データ、地下水位観測記録から、地下水は細粒分が少なく透水性の高い砂層部を流れると推定できるため、埋戻土の層厚が大きい観測孔 (H0-P1、H0-P2) では埋戻土の下端、埋戻土の層厚が小さい観測孔 (H0-P3、H0-P4、H0-P5) では直下の新期砂層下端に  $V_p$  速度変化の境界が認められており、地下水面が存在すると考えられることから、当該箇所の地質区分から判断して、H0-P1、H0-P2 の観測孔の地下水位を埋戻土下端、H0-P3、H0-P4、H0-P5 の観測孔の地下水位を新期砂層下端に設定することとしている。

このように荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の地下水位については、ボーリング柱状図、PS 検層データ、地下水位観測記録に基づいて、それぞれの観測孔毎に、新期砂層下端あるいは埋戻土層下端に設定している。

そこで、地下水位の不確かさ等を勘案して、地下水位をすべて埋戻土下端まで引き上げて設定した場合の高台保管場所の入力地震動への影響について検討することとする。

### 6.2 検討方法

荒浜側高台保管場所の観測孔のうち、新期砂層下端に地下水位を設定している HA-P1、HA-P2、HA-P3、HA-P4 の 4 観測孔と、大湊側高台保管場所の観測孔のうち、新期砂層下端に地下水位を設定している H0-P3、H0-P4、H0-P5 の 3 観測孔について、地下水位をすべて埋戻土下端に設定して地震応答解析結果（以下、影響検討ケースという）を実施し、ボーリング柱状図、PS 検層データ、地下水位観測記録に基づいて地下水位を設定した地震応答解析結果（以下、基本ケースという）と比較することにより、高台保管場所の入力地震動への影響を検討する。

本影響検討用の荒浜側高台保管場所の地下水位の設定を表 6-1、図 2-1 に、大湊側高台保管場所の地下水位の設定を表 6-2、図 2-2 にそれぞれ示す。

地震応答解析（解析コード「FLIP」）は、保管場所における入力地震動の策定と同様に、荒浜側の基準地震動 Ss1~7 を用いた 1 次元地震応答解析モデルにより行うものとする。なお、地震応答解析の解析ケースについても、表 6-3 に示すとおり、保管場所における入力地震動の策定と同様とする。

表 6-1 荒浜側高台保管場所の影響検討ケースの地下水位の設定一覧

孔名	基本ケース (現状の地下水位設定)	影響検討ケース (地下水位を埋戻土下端に設定)
HA-P1	新期砂層下端 (T. M. S. L. 12.80m)	埋戻土下端 (T. M. S. L. 18.32m)
HA-P2	新期砂層下端 (T. M. S. L. 8.89m)	埋戻土下端 (T. M. S. L. 17.32m)
HA-P3	新期砂層下端 (T. M. S. L. 4.82m)	埋戻土下端 (T. M. S. L. 19.83m)
HA-P4	新期砂層下端 (T. M. S. L. 15.52m)	埋戻土下端 (T. M. S. L. 30.97m)
HA-P5	埋戻土層下端 (T. M. S. L. 16.98m)	—

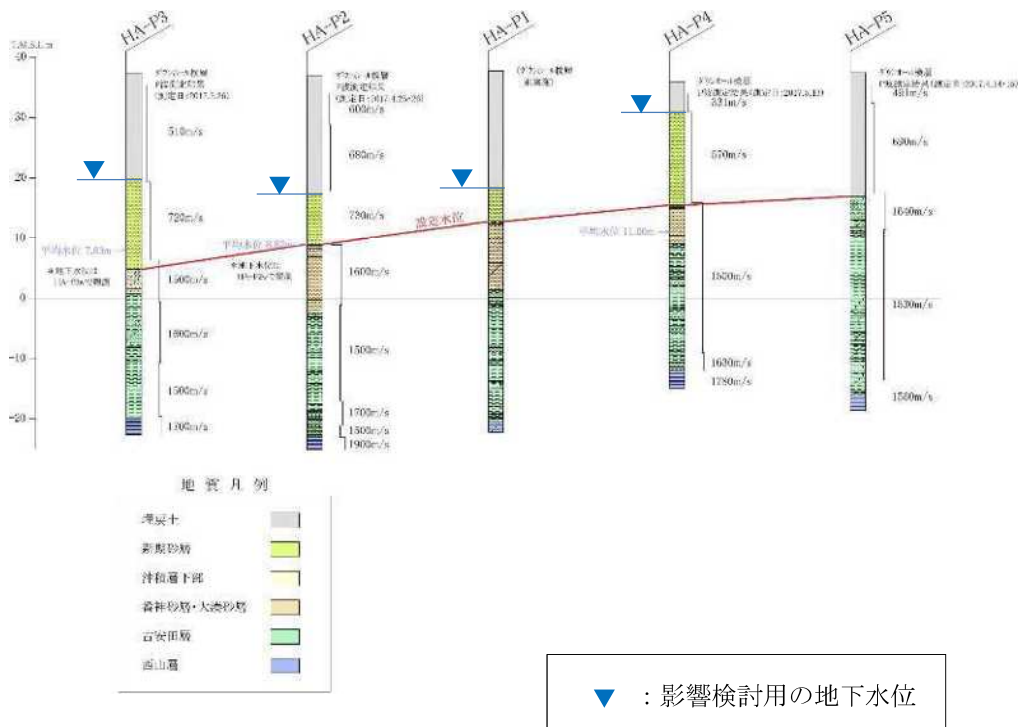


図 6-1 荒浜側高台保管場所の影響検討ケースの地下水位の設定



表 6-2 大湊側高台保管場所の影響検討ケースの地下水位の設定一覧

孔名	基本ケース (現状の地下水位設定)	影響検討ケース (地下水位を埋戻土下端に設定)
HO-P1	埋戻土下端 (T. M. S. L. 18.51m)	—
HO-P2	埋戻土下端 (T. M. S. L. 13.04m)	—
HO-P3	新期砂層下端 (T. M. S. L. 17.96m)	埋戻土下端 (T. M. S. L. 21.96m)
HO-P4	新期砂層下端 (T. M. S. L. 19.17m)	埋戻土下端 (T. M. S. L. 28.27m)
HO-P5	新期砂層下端 (T. M. S. L. 17.63m)	埋戻土下端 (T. M. S. L. 27.86m)

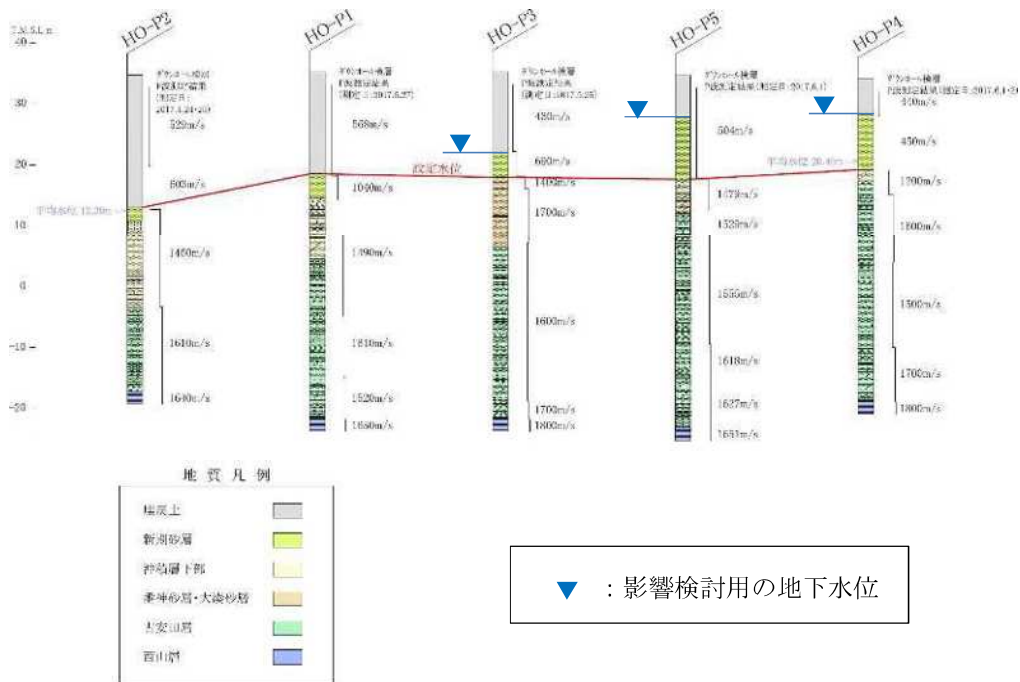


図 6-2 大湊側高台保管場所の影響検討ケースの地下水位の設定

表 6-3 解析ケース

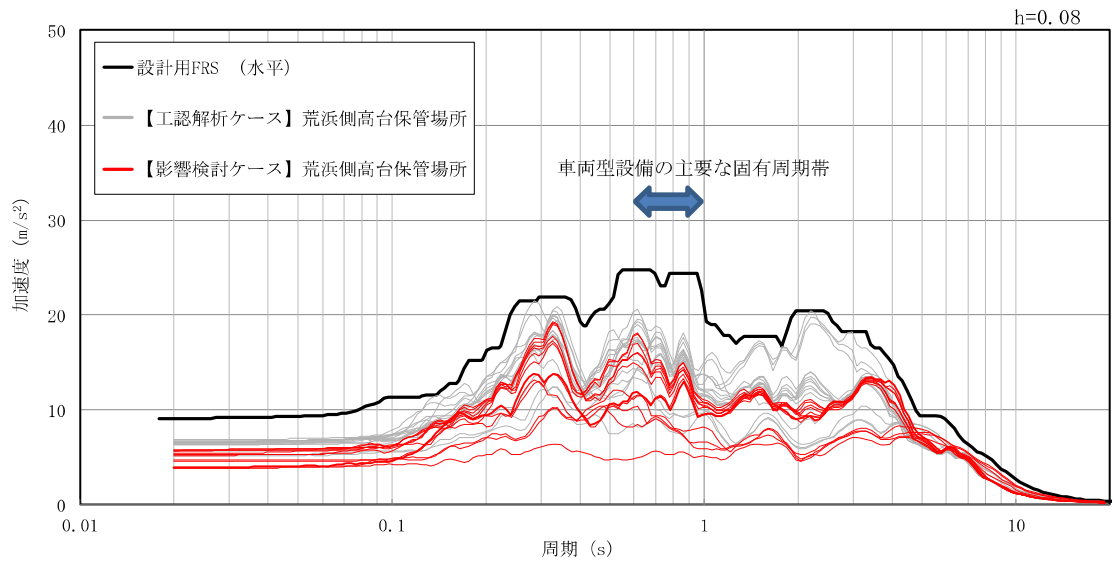
解析ケース	③	④	⑤
	地盤物性のばらつき ( $-1\sigma$ )を考慮した解 析ケース	地盤剛性 ( $-1\sigma$ )	非液状化の条件を仮定 した解析ケース
地盤剛性の 設定	地盤剛性 ( $-1\sigma$ )	地盤剛性 (平均値)	地盤剛性 ( $+1\sigma$ )
液状化強度 特性の設定	液状化強度 特性 ( $-1\sigma$ )	液状化パラメータを非 適用	液状化パラメータを非 適用

### 6.3 検討結果

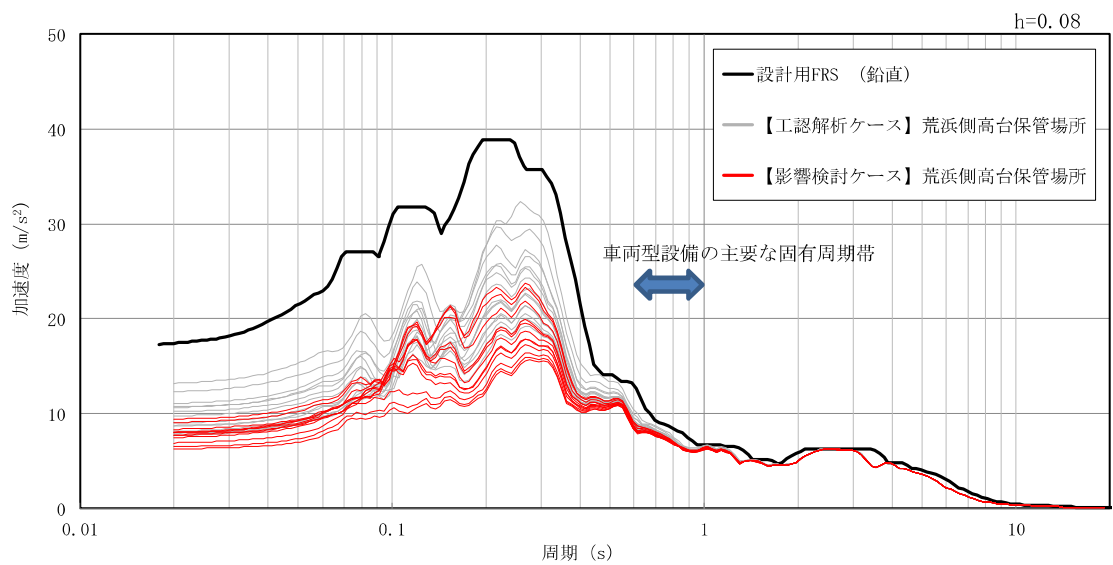
荒浜側高台保管場所の入力地震動の比較結果を図 6-3 に、大湊側高台保管場所の入力地震動の比較結果を図 6-4 に示す。

高台保管場所の地下水位をすべて埋戻土下端に設定した場合、荒浜側及び大湊側ともに、基本ケースの入力地震動と比べて小さく、基本ケースのばらつきに含まれていることから、高台保管場所の地下水位の設定による影響は軽微である。設計用 F R S と比較しても、保守的な結果となっていることが確認できた。

以上より、荒浜側及び大湊側高台保管場所において設定した設計用地下水位は妥当なものと判断する。



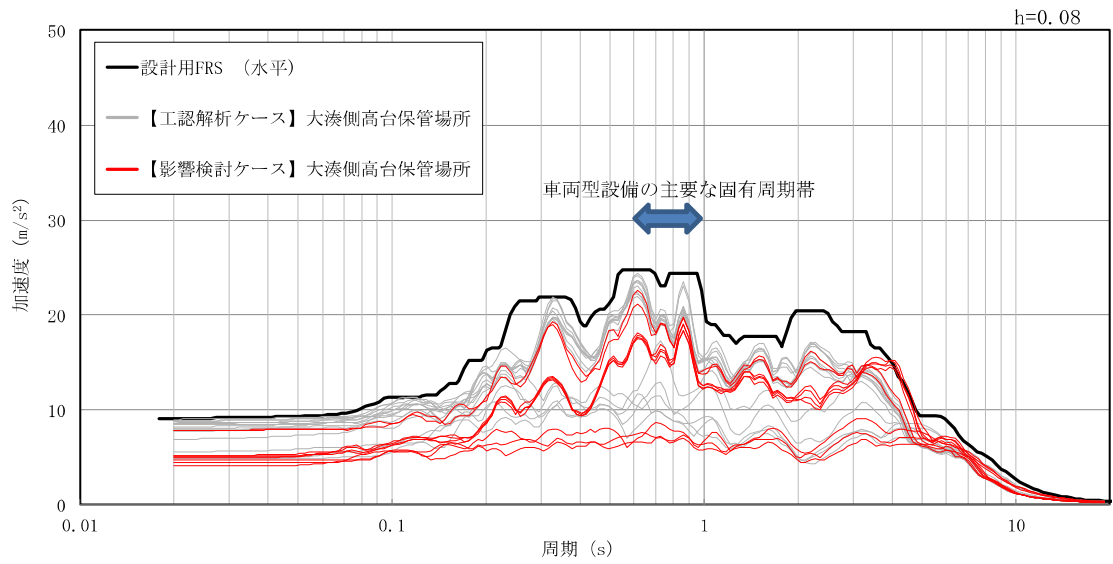
a) 水平方向



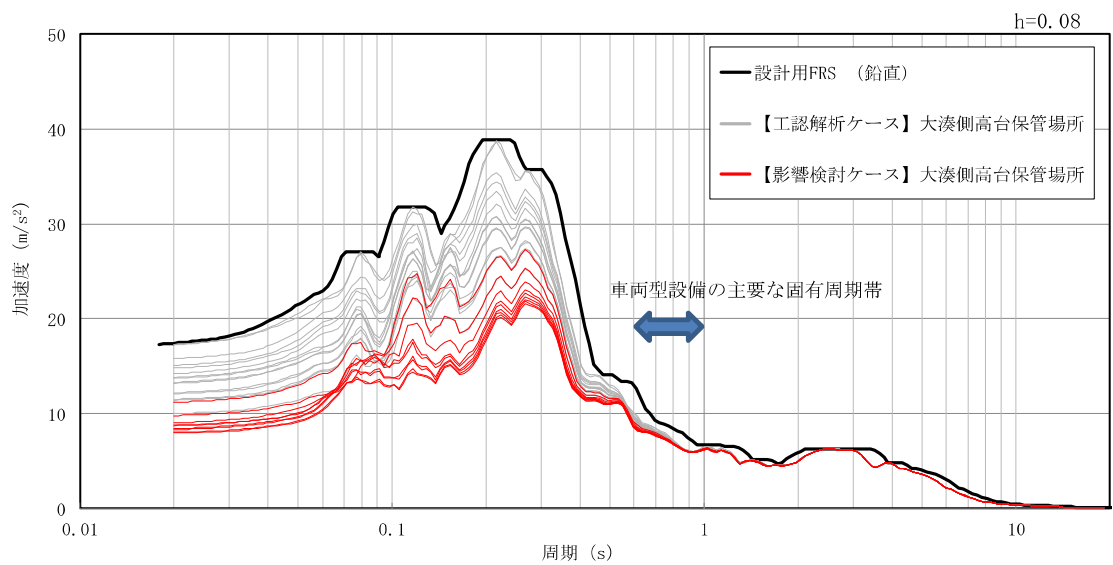
b) 鉛直方向

図 6-3 荒浜側高台保管場所の入力地震動の比較  
(基本ケース, 影響検討ケース)

\*表示: ケース別 (ケース③④⑤)・孔別, 全波包絡



a) 水平方向



b) 鉛直方向

図 6-4 大湊側高台保管場所の入力地震動の比較  
(基本ケース, 影響検討ケース)

\*表示: 表示: ケース別 (ケース③④⑤)・孔別, 全波包絡

(参考資料 5) 高台保管場所における入力地震動について

## 1. 概要

本資料は、可搬型重大事故等対処設備の荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所（以下「高台保管場所」という）の地震応答解析における入力地震動を設定するに当たり、設計用模擬地震波（2E）を入力する解放基盤表面位置について、高台保管場所で行ったボーリング調査結果に基づき設定することの妥当性を示すものである。なお、本資料では、地震応答解析モデル下端に入力する地震動を入力地震動（2E）という。

## 2. 基準地震動の策定における解放基盤表面の位置

基準地震動は図-1 に示す敷地における地震波の伝播特性を踏まえ、地震波の顕著な増幅が認められる 1 号機～4 号機を含む領域においては、著しい増幅が認められる 1 号機鉛直アレイ観測点を代表とし「荒浜側の基準地震動 S s」として策定している（発電用原子炉設置変更許可申請（原発電官 25 第 192 号）に係る申請書（以下、「設置変更許可申請書」という。）並びに審査資料「資料 3-1 柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉 基準地震動の策定について」及び「資料 3-2 柏崎刈羽原子力発電所 6 号及び 7 号炉 基準地震動の策定について【補足説明資料】」（以下、「基準地震動のまとめ資料」という。）に基づく）。

基準地震動の策定においては、S 波速度が 700m/s 以上で著しい高低差がなく広がりを持って分布している硬質地盤に解放基盤表面を設定することとし、1 号機～4 号機を含む荒浜側では、表-1 に示すとおり、1 号機鉛直アレイ観測点での T. M. S. L. -284m の位置に設定している。

表-1 基準地震動の策定における解放基盤表面の位置  
(設置変更許可申請書より引用)

位置	標高 T. M. S. L. *(m)	整地面からの深さ(m)
1 号機 鉛直アレイ	-284	289

注記\* : T. M. S. L. : 東京湾平均海面。Tokyo bay Mean Sea Level の略で、東京湾での検潮に基づき設定された陸地の高さの基準



※基準点に対する各観測点のフーリエスペクトル比において、顕著な不整形性の影響がない北側の地震に対する南西側の地震の比を同期 0.1~0.4 秒の平均で算定し、コンタナーを描写したもの。コンタナーは、観測点間で補間しており、観測点がない箇所は外挿となるためコンタナー描写領域を表記。(数値及び色はフーリエスペクトル比の常用対数を示す。)

※なお、どちらの基準地震動を用いるか、判断にあたり十分なデータが得られていない領域については、周辺の地盤調査結果や地震観測記録等を参照し、必要に応じて地盤観測を実施するなど検討したうえで、適切な基準地震動を用いる。

図一1 水平アレイ地震観測記録に基づく敷地地盤の増幅特性の領域区分  
(敷地南西側から到来する地震動の増幅特性)

(設置変更許可申請書より引用)

(参考) 5-2

### 3. 入力地震動の評価における基準地震動

高台保管場所に用いる基準地震動は、図-1 に示す敷地地盤の増幅特性を考慮し、表-2 に示すとおりとする。

荒浜側高台保管場所については、荒浜側の地震動を用いる領域に位置していることから、荒浜側の基準地震動を用いて評価を行う。

大湊側高台保管場所については、大湊側の地震動を用いる領域から外れ、十分なデータが得られていない領域に位置していることを踏まえ、最大加速度が大きい荒浜側の基準地震動を用いて評価を行う。

表-2 高台保管場所に用いる基準地震動

施設及び保管場所	基準地震動
荒浜側高台保管場所	荒浜側の基準地震動
大湊側高台保管場所	荒浜側の基準地震動

### 4. 入力地震動の評価における解放基盤表面

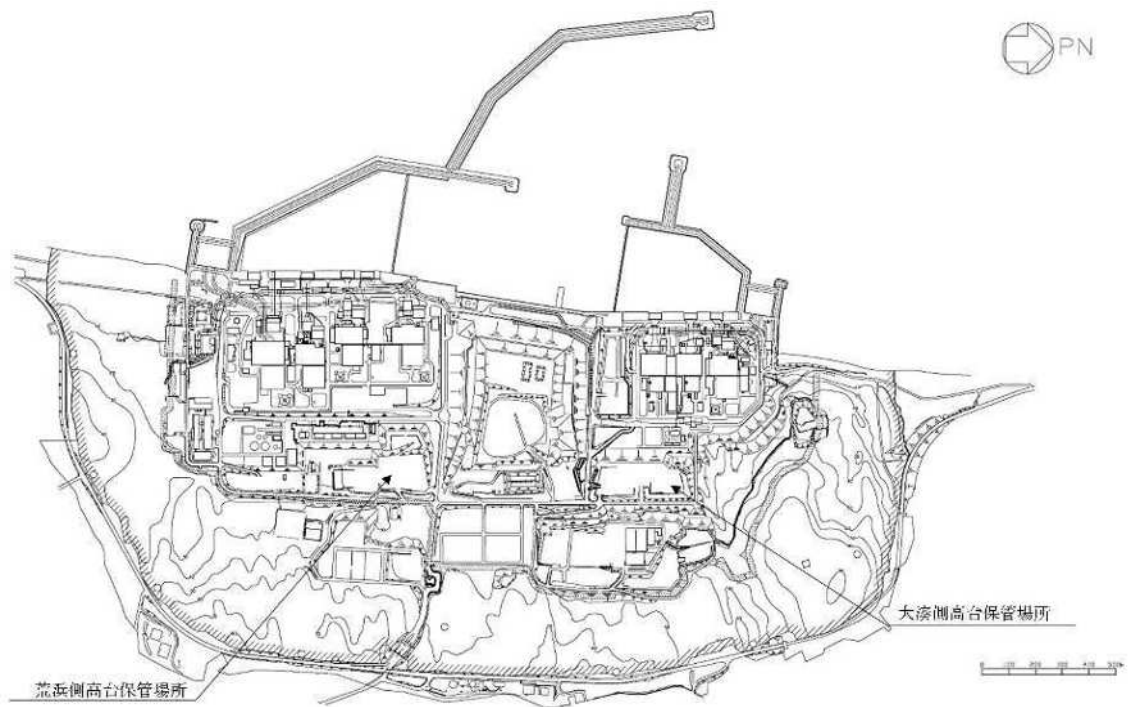
#### 4.1 設定方針

当工事計画書において、地震応答解析を実施する高台保管場所の配置図を図-2 に、高台保管場所の入力地震動の評価における解放基盤表面の位置を表-3 に示す。

高台保管場所は、各号機の原子炉建屋から離れた場所に配置することから、高台保管場所位置で実施したボーリング調査結果に基づき、入力地震動の評価における解放基盤表面の位置をS波速度が700m/s以上となる硬質地盤の位置とする（別紙1 図-1 から図-5 参照）。なお、高台保管場所におけるボーリング調査結果に基づき設定した解放基盤表面は、荒浜側高台保管場所でT.M.S.L. -280m、大湊側高台保管場所でT.M.S.L. -154m位置であることを確認した。

高台保管場所の入力地震動の評価に当たっては、図-1 に示す敷地地盤の増幅特性を踏まえ、T.M.S.L. -284m で策定された荒浜側の基準地震動 $S_s$ を用いて評価を行うため、基準地震動の策定における解放基盤表面深度と上記の高台保管場所における解放基盤表面深度の違いによる影響を検討する。なお、入力地震動評価における解放基盤表面の位置の妥当性については、3.2 「解放基盤表面の深さに関する検討」にて示す。





(保管場所配置図)

図一2 地震応答解析を実施する施設及び保管場所の配置図

表一3 高台保管場所の入力地震動評価における解放基盤表面の位置

施設及び保管場所		解放基盤表面の位置		入力地震動評価における解放基盤表面位置の設定根拠
		基準地震動策定	入力地震動評価	
高台 保管場所	荒浜側高台保管場所	T. M. S. L. -284m	T. M. S. L. -280m	ボーリング調査結果
	大湊側高台保管場所		T. M. S. L. -154m	ボーリング調査結果

## 4.2 解放基盤表面の深さに関する検討

### (1) 検討概要

高台保管場所の入力地震動の評価に当たっては、T.M.S.L. -284m で策定された荒浜側の基準地震動 $S_s$ を用いて評価を行うため、基準地震動の策定における解放基盤表面深度と高台保管場所における解放基盤表面深度の違いによる影響について検討する。

荒浜側高台保管場所においては、ボーリング調査結果に基づくS波速度が700m/s以上となる深度は、T.M.S.L. -280mである。ここでは、入力地震動の評価における解放基盤表面の位置をT.M.S.L. -280mに設定することが妥当であることを示す。

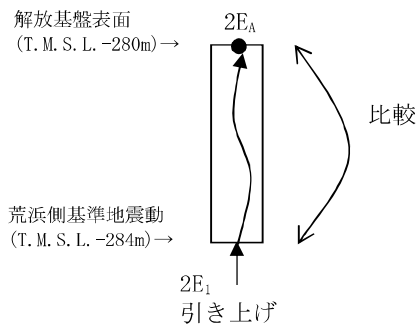
図-3に示すように、基準地震動の策定における解放基盤表面深度位置(T.M.S.L. -284m)に基準地震動 $S_s$ （以下、「 $2E_1$ 」という。）を入力し、T.M.S.L. -280mまでの1次元波動論による引上げ計算を行い、T.M.S.L. -280mにおける露頭波（以下、「 $2E_A$ 」という。）を算定する。 $2E_1$ と $2E_A$ を比較し、おおむね同等であることを確認する。

大湊側高台保管場所においては、ボーリング調査結果に基づくS波速度が700m/s以上となる深度は、T.M.S.L. -154mである。ここでは、入力地震動の評価における解放基盤表面の位置をT.M.S.L. -154mに設定することが妥当であることを示す。

図-4に示すように、基準地震動の策定における解放基盤表面深度位置(T.M.S.L. -284m)に $2E_1$ を入力し、T.M.S.L. -154mまでの1次元波動論による引上げ計算を行い、T.M.S.L. -154mにおける露頭波（以下、「 $2E_0$ 」という。）を算定する。 $2E_1$ と $2E_0$ を比較し、おおむね同等であることを確認する。

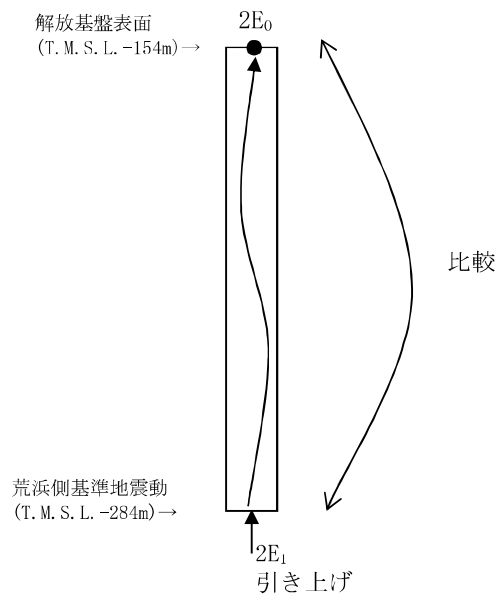
なお、1次元波動論による引上げ計算には、解析コード「SLOK ver.2.0」を使用する。

(荒浜側高台保管場所地盤モデル)



図一3 解放基盤表面の妥当性検討 (荒浜側高台保管場所)

(大湊側高台保管場所地盤モデル)



図一4 解放基盤表面の妥当性検討 (大湊側高台保管場所)

(参考) 5-6

(2) 地質断面図

高台保管場所の平面図を図-5に、地質断面図を図-6及び図-7に示す。

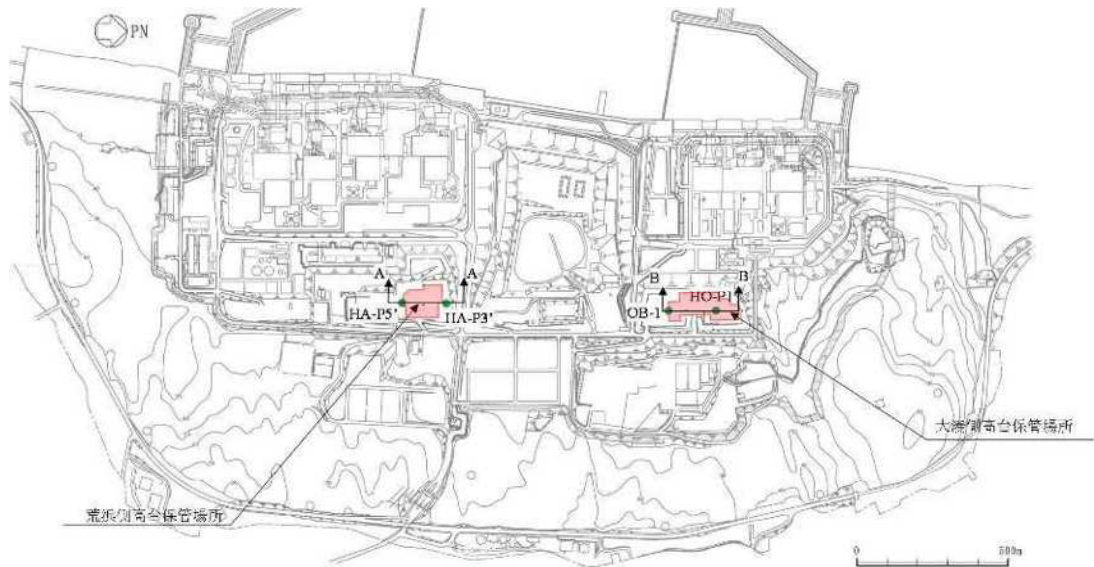


図-5 高台保管場所の平面図

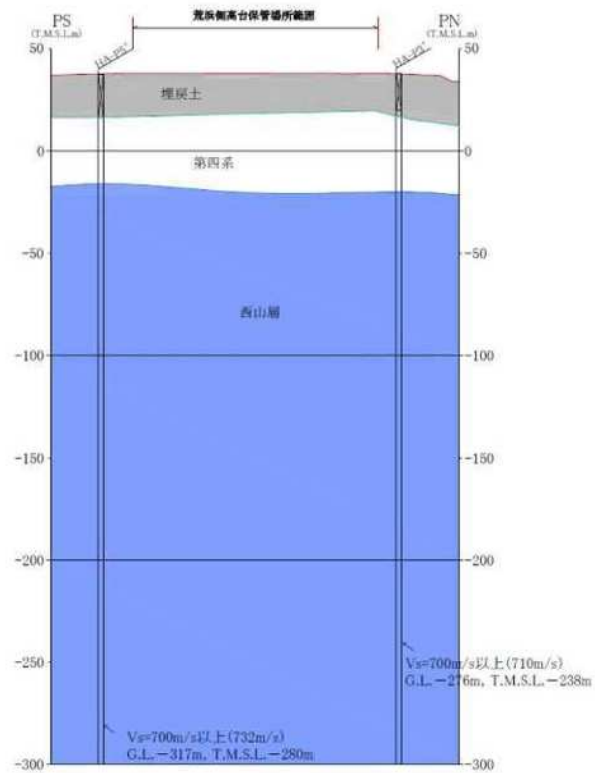


図-6 荒浜側高台保管場所の地質断面図 (A-A)

(参考) 5-7

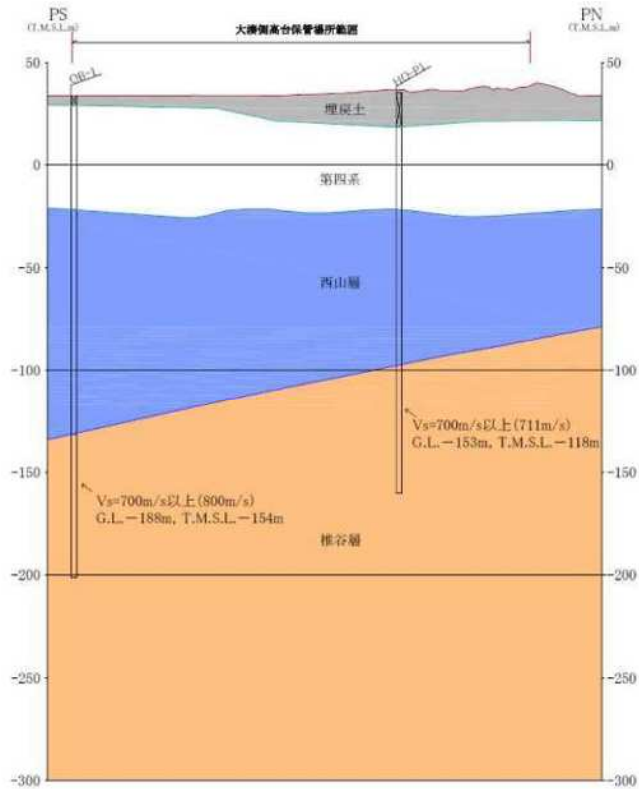


図-7 大湊側高台保管場所の地質断面図 (B-B)

(3) 解析用物性値

高台保管場所の地盤モデルは、設置変更許可申請書（添付書類六）に記載した解析用物性値等を参考とし、表-4 および表-5 に示す西山層および椎谷層の物性値を用いる。なお、減衰定数  $h$  は、基準地震動のまとめ資料を参考に、本検討では保守的な減衰定数として、微小な「0.01」を一定減衰として与える。

表-4 荒浜側高台保管場所地盤モデル

標高 T. M. S. L. (m)		密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$V_s$ (m/s)	$V_p$ (m/s)	減衰定数 $h$
-280					
-284	西山層	1.79	732	1900	0.01

表-5 大湊側高台保管場所地盤モデル

標高 T. M. S. L. (m)		密度 (g/cm <sup>3</sup> )	V <sub>s</sub> (m/s)	V <sub>p</sub> (m/s)	減衰定数 h
-154					
-284	椎谷層	2.01	800	2070	0.01

(4) 解析用地震動

解析で用いる地震動は、地盤モデルに基づく  $2E_1$  に対する  $2E_A$  及び  $2E_0$  の伝達関数は一義的に確定し、 $2E_A$  及び  $2E_0$  両者の周波数特性の比率は地震動に依存しないことから、全周期帯の応答が大きく、耐震評価への影響も大きい基準地震動  $Ss-1$  を代表波として影響検討を行う。

(5) 検討結果

図-8 に 1次元波動論による引上げ計算に基づく、荒浜側高台保管場所位置での地震動の加速度応答スペクトルの比較結果を示す。

図-8 に示すとおり、1次元波動論による引上げ計算に基づく加速度応答スペクトルを比較すると、特定の周期で著しく増幅又は減衰する等の特異な応答は認められず、水平方向と鉛直方向の全周期においておおむね同等であることを確認した。すなわち、T. M. S. L. -280m の位置に、荒浜側の基準地震動を入力することは、妥当である。なお、短周期領域の一部で、 $2E_1$  と  $2E_A$  に差異が認められるものの、加振試験により計測された車両型設備の主要な固有周期は約 0.7s 前後であり、その固有周期帯における  $2E_1$  と  $2E_A$  の加速度応答スペクトルはおおむね同等であることから、影響は軽微であると考えられる。

図-9 に 1次元波動論による引上げ計算に基づく、大湊側高台保管場所位置での地震動の加速度応答の比較結果を示す。

図-9 に示すとおり、1次元波動論による引上げ計算に基づく加速度応答スペクトルを比較すると、特定の周期で著しく増幅又は減衰する等の特異な応答は認められず、水平方向と鉛直方向の周期 0.3s 以上の周期においておおむね同等であり、水平方向と鉛直方向の周期 0.3s 以下においてはおおむね  $2E_0$  は  $2E_1$  より小さいことを確認した。すなわち、T. M. S. L. -154m の位置に、荒浜側の基準地震動を入力することは、妥当である。

以上のことから、高台保管場所の入力地震動設定において、高台保管場所の地盤調査結果にて確認された解放基盤表面を、荒浜側高台保管場所は T. M. S. L. -280m とし、大湊側高台保管場所は T. M. S. L. -154m とし、荒浜側の基準地震動を入力することは、妥当である。

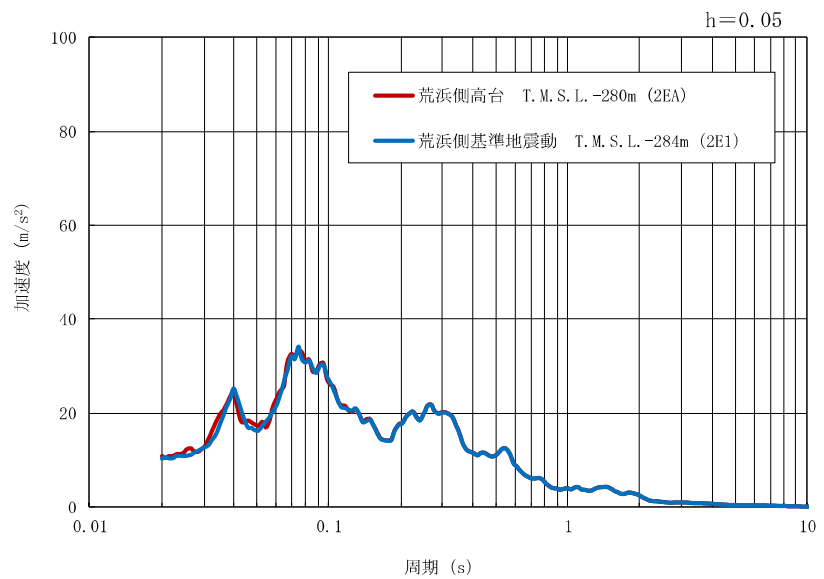
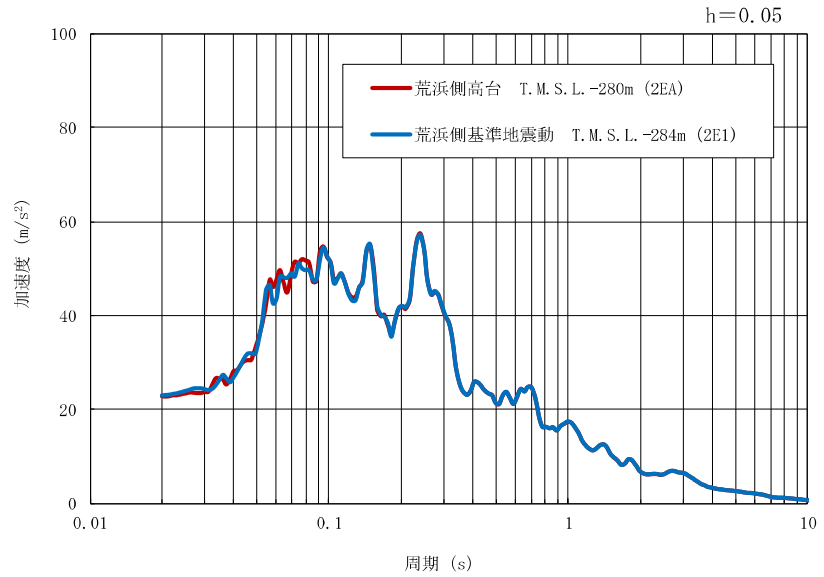


図-8 加速度応答スペクトルの比較 荒浜側高台保管場所 (Ss-1)



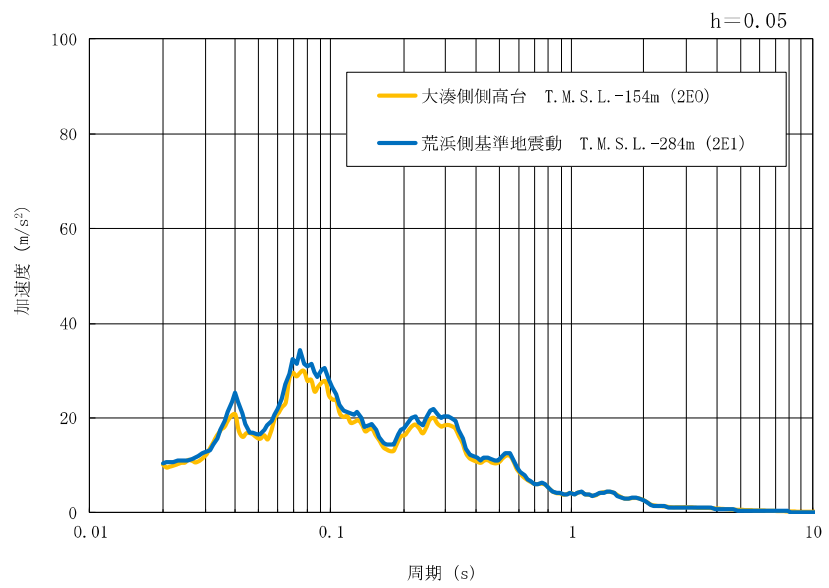
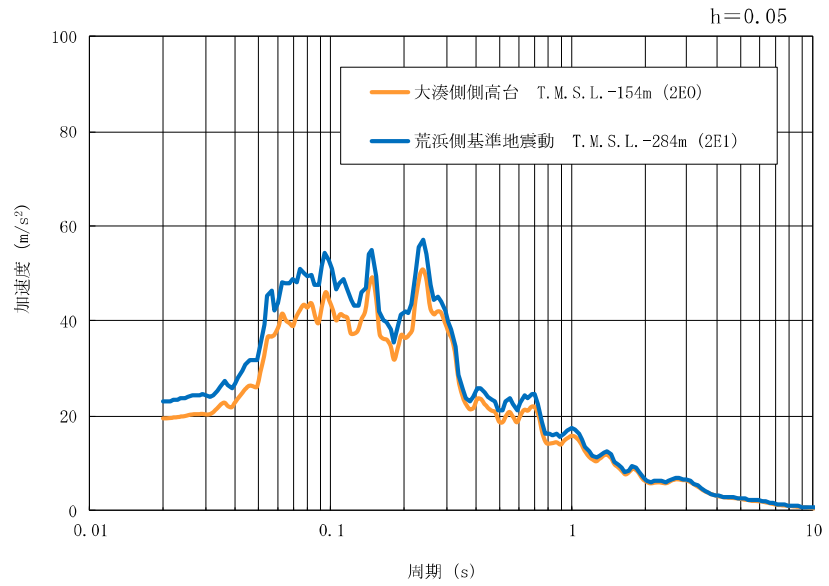


図-9 加速度応答スペクトルの比較 大湊側高台保管場所 (Ss-1)

(参考) 5-12

「高台保管場所における入力地震動について」の参考資料



図一1 高台保管場所におけるボーリング孔位置図

深度 度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)	コア形状			R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 Vs (m/s)		
									細片状	岩片状	柱状					
					灰		0.00~18.00 盛土・埋戻し土 0.00~2.00 碎石									
					褐		2.00~5.63 礫混じり中粒砂 5.63~6.50 中粒砂 6.50~7.65 礫混じり中粒砂 7.65~12.47 シルト混じり中粒砂									
					褐灰		12.47~18.00 中粒砂									
							18.00~22.51 新期砂層 18.00~23.82 中粒砂									
				新期砂層	灰黄褐		23.63~23.72 シルト混じり細粒砂 23.72~24.04 中粒砂 24.04~24.80 細粒砂 24.80~29.78 中粒砂									
							29.78~30.08 細粒砂									

図-2(1) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 1/12)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)				コア形状			R. Q. D. (%)			最大コア長 (cm)			弾性波速度 (m/s)							
								20	40	60	80	100	細片状	岩柱状	柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	200	300
				新期砂層	灰黄褐		30.68~32.51 中粒砂																					
32.51	5.27	2.51		沖積層	黒褐		32.51~35.66 沖積層下部 32.51~33.67 礫粒質細粒砂 33.67~34.44 中粒砂 34.44~35.66 粗粒砂																					
35				大湊砂層	黄褐		35.66~38.68 礫層砂層・大湊砂層 35.66~38.68 中粒砂																					
38.68	-0.95	6.17					38.68 礫層 傾斜40°																					
40				古安田層	灰		38.68~57.80 古安田層 38.68~46.45 A2層 38.68~39.18 シルト 39.18~39.41 粗粒砂 39.41~40.52 シルト 40.52~40.72 粗粒砂 40.72~41.00 礫粒物混じりシルト 41.00~41.05 粗粒砂 41.05~41.20 粗粒砂 41.20~43.26 シルト  43.26~43.86 中粒砂 43.86~44.22 礫粒物混じりシルト 44.22~44.43 中粒砂 44.43~44.55 シルト 44.55~44.71 粗粒砂 44.71~45.62 シルト  45.62~45.74 粗粒砂 45.74~46.38 シルト 46.38~46.45 粗粒砂 46.45 礫層 傾斜33° 46.45~49.55 A2層 46.45~46.88 粗粒砂 46.88~48.62 シルト  48.62~49.35 粗粒砂  49.35~49.55 シルト 49.55 礫層 傾斜40° 49.55~57.80 A2層 49.55~52.20 シルト  51.20~51.22 Ata-Riテフラ  52.20~53.00 礫粒物混じりシルト  53.00~55.46 シルト  55.46~56.14 粗粒砂混じりシルト  56.14~57.25 シルト  57.25~57.26 砂層 57.26~57.80 シルト																					
57.80	-20.00	19.12		西山層	暗オリーブ灰		57.80~247.00 西山層 57.80~247.00 泥岩																					

図-2(2) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 2/12)









深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率	コア形状			R. G. D.	最大コア長	弾性波速度	
								(%)	細片状	岩柱状	柱状	長柱状	(%)	(cm)	V <sub>p</sub> (m/s)
								20 40 60 80 100							
							150.09~150.17 灰白色細粒凝灰岩 (N-15)								
							151.04~152.00 暗灰色細粒凝灰岩								
155							156.46~156.04 径0.5mm以下の灰白色軽石が多く分布する。ノジュール 157.00~157.12 ノジュール								
160															
165				西山層		暗オリーブ灰									P:1650 S: 598
170															
175							173.51~173.55 暗灰~灰色細粒凝灰岩								
							178.35~178.97 ノジュール								

図-2(6) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 6/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)			R, Q, D, (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 (m/s)						
								コア形状					P 1650	S 598					
								細 片 状	岩 柱 状	短 柱 状	20	40			60	80	100	200	400
			西山層 暗オリーブ灰				183.66~183.69 ノジュール 183.70~183.71 ノジュール												
								187.48~187.53 ノジュール											
								191.52~191.63 ノジュール 192.23~192.26 ノジュール											
								200.80~201.00 径0.5mmの灰白色軽石が散在する。											
								202.70~202.78 軽石混じり結核凝灰岩											
								204.57~204.71 灰白色細粒凝灰岩 (M-14)											
								205.32~205.47 ノジュール 205.79~205.88 ノジュール 206.26~206.51 ノジュール											
								208.06~208.10 灰色細粒凝灰岩											

図-2(7) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 7/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度		
									細 片 状	岩 片 状	短 柱 状	長 柱 状			Vp (m/s)	Vs (m/s)	
				西山層	暗オリーブ灰		212.26~212.33 灰色細粒凝灰岩										
						213.51~213.80 径1~3mmの灰白色粒石が散在する。											
215						217.15~217.35 灰白色細粒凝灰岩											
						221.03~221.20 灰白色細粒凝灰岩											
220																	
						225.05~225.35 径0.5~1mmの粒石が散在する。											
225																	
						228.58~228.84 灰白色細粒凝灰岩 (N1-13)											
230						230.40~230.50 灰白色細粒凝灰岩											
						232.36~233.27 灰白色細粒凝灰岩 (N1-12)											
				234.92~235.04 ノジュール													
235				235.95~236.04 ノジュール													
				237.73~237.58 灰白色細粒凝灰岩 (N1-11)													
				237.94~238.23 褐灰色粗粒凝灰岩													

図-2(8) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 8/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 (m/s)			
									細 片 状	岩 片 状	短 柱 状	長 柱 状			V <sub>p</sub>	V <sub>s</sub>		
				西山層	暗 オ リ ー ブ 灰		246.96~247.19 灰白色細粒凝灰岩。(N1-10)											
						250.80~250.85 ノジュール												
						256.41~256.60 灰白色細粒凝灰岩												
						257.11~257.17 灰白色細粒凝灰岩												
						259.20~259.34 灰白色細粒凝灰岩												
						267.07 断層、粒径5~8mmの粘土、結核45% 267.51~267.52 灰白色凝灰質細粒砂岩												
																P: 1771 S: 630		

図-2(9) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 9/12)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (96)				コア形状 (96)				R. Q. D. (96)				最大コア長 (cm)				弾性波速度 (m/s)			
								短柱状		長柱状		岩片状		柱状		短柱状		長柱状		短柱状		長柱状		短柱状		長柱状	
								25	50	75	100	25	50	75	100	25	50	75	100	25	50	75	100	25	50	75	100
							271.11~271.27 径1~6mmの灰白色軽石が分布する。(No-5)																				
							272.04~272.09 ノジュール																				
							274.34~274.37 ノジュール																				
275							275.42~275.52 径2~10mmの灰白色軽石が散在する。																				
							276.15, 276.24 凝灰質細粒砂岩																				
							279.14~279.17 ノジュール																				
280							280.95~280.94 暗灰色細粒~粗粒凝灰岩																				
							281.58~281.87 せん断面直集																				
							282.54, 282.96 灰色凝灰質細粒砂岩																				
							283.32~283.39 灰白色中粒~粗粒凝灰岩 (No-4)																				
285							284.81~284.85 灰色細粒砂岩																				
							285.21~285.24 灰白色細粒凝灰岩																				
							287.71~287.73 凝灰質細粒砂岩																				
							289.04, 289.29 灰白色凝灰質細粒砂岩																				
290							290.04 凝灰質細粒砂岩																				
							291.80~291.84 凝灰質細粒砂岩																				
							295.06~295.11 灰白色細粒凝灰岩																				
295							295.24~296.25 灰白色細粒砂岩																				
							298.82~298.96 ノジュール																				

図-2(10) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 10/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)			コア形状 R, Q, D, (%)			最大コア長 (cm)	弾性波速度 Vp Vs (m/s)
								20	40	60	80	100	20		
							201.06 緑黄色凝灰岩								
							207.48~307.51 灰白色細粒凝灰岩								
							310.70 灰白色凝灰質砂岩 311.10 灰白色凝灰質砂岩 311.67 灰白色凝灰質砂岩								
				西山層	暗オリーブ灰		316.20~316.25 ノジュール 316.28~316.30 断層、幅10~20mmの破砕部、結核5%								
							318.02~318.71 ノジュール 319.29~319.30 断層、幅2~10mmの破砕部、結核5%								
							322.91~323.34 灰色砂質凝灰岩、(塊-0) 324.53~324.58 ノジュール								
							328.88~328.97 凝灰質泥岩 329.48, 329.57, 329.94 凝灰質砂岩								

※図中赤破線は標高-280mの位置を示す。

図-2(11) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 11/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)	コア形状			R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 (m/s)
									細 片 状	岩 柱 状	長 柱 状			
				西山層	暗オリーブ灰		329.45, 330.46, 333.72, 336.88 凝灰質細粒砂岩							
						331.24, 331.87, 331.90 凝灰質細粒砂岩								
						332.45, 332.95 凝灰質細粒砂岩								
						333.16, 333.67 凝灰質細粒砂岩								
335						335.15, 335.17 凝灰質細粒砂岩 335.38~335.40 脈層 細砂、5~1mmの粘土、焼砂								
						336.36, 337.05, 337.69 凝灰質細粒砂岩								
340						340.55, 340.83 凝灰質細粒砂岩								
						341.58, 341.73, 341.90 凝灰質細粒砂岩								
						343.20, 343.97, 344.00 凝灰質細粒砂岩								
345						344.95 凝灰質細粒砂岩								
347.00	309.22	17.00					346.33 凝灰質細粒砂岩							

図-2(12) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 12/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 Vp Vs (m/s)
									細 片 状	岩 片 状	短 柱 状	長 柱 状			
							0.00~21.13 盛土・埋戻し土 0.00~0.14 砂礫 0.14~1.03 硬質じり砂質シルト 1.03~1.71 シルト 1.71~2.04 シルト質中粒砂 2.04~3.62 硬質じりシルト 3.62~3.95 硬質じりシルト 3.95~5.33 礫・砂質じりシルト 5.33~5.43 シルト質じり砂礫 5.43~6.30 硬質じりシルト 6.30~11.45 シルト礫 11.45~11.75 シルト質砂礫 11.75~12.75 シルト 12.75~15.00 硬質じりシルト 15.00~16.30 泥岩質砂礫 16.30~16.49 硬質じり中粒砂 16.49~16.79 砂礫 16.79~17.64 中~粗粒砂質じり礫 17.64~18.40 シルト質じり礫 18.40~19.94 砂礫 19.94~21.13 硬質じりシルト質細粒砂	75 80 90 100							
5				盛土・埋戻し土	黄灰										
10				盛土・埋戻し土	黄灰 黒褐色										
15				盛土・埋戻し土	黄灰										
20				盛土・埋戻し土	灰 灰オリーブ										
21.13	16.30	21.17		古安田層	黒褐色 灰 灰 灰 灰 灰 暗オリーブ 灰		21.13~53.46 古安田層 21.13~25.53 A3層 25.53~26.56 シルト質細粒砂 26.56~27.46 細粒砂・シルト互層 所々ラミナがみられる 27.46~28.34 細粒砂質じりシルト 28.34~29.26 粗粒砂質じり中粒砂 29.26~30.17 礫・粗粒砂質じりシルト 30.17~31.07 礫 31.07~32.00 礫・粗粒砂質じりシルト 32.00~33.00 礫 33.00~34.00 礫 34.00~35.00 礫 35.00~36.00 礫 36.00~37.00 礫 37.00~38.00 礫 38.00~39.00 礫 39.00~40.00 礫 40.00~41.00 礫 41.00~42.00 礫 42.00~43.00 礫 43.00~44.00 礫 44.00~45.00 礫 45.00~46.00 礫 46.00~47.00 礫 47.00~48.00 礫 48.00~49.00 礫 49.00~50.00 礫 50.00~51.00 礫 51.00~52.00 礫 52.00~53.00 礫 53.00~54.00 礫 54.00~55.00 礫 55.00~56.00 礫 56.00~57.00 礫 57.00~58.00 礫 58.00~59.00 礫 59.00~60.00 礫 60.00~61.00 礫 61.00~62.00 礫 62.00~63.00 礫 63.00~64.00 礫 64.00~65.00 礫 65.00~66.00 礫 66.00~67.00 礫 67.00~68.00 礫 68.00~69.00 礫 69.00~70.00 礫 70.00~71.00 礫 71.00~72.00 礫 72.00~73.00 礫 73.00~74.00 礫 74.00~75.00 礫 75.00~76.00 礫 76.00~77.00 礫 77.00~78.00 礫 78.00~79.00 礫 79.00~80.00 礫 80.00~81.00 礫 81.00~82.00 礫 82.00~83.00 礫 83.00~84.00 礫 84.00~85.00 礫 85.00~86.00 礫 86.00~87.00 礫 87.00~88.00 礫 88.00~89.00 礫 89.00~90.00 礫 90.00~91.00 礫 91.00~92.00 礫 92.00~93.00 礫 93.00~94.00 礫 94.00~95.00 礫 95.00~96.00 礫 96.00~97.00 礫 97.00~98.00 礫 98.00~99.00 礫 99.00~100.00 礫	75 80 90 100							
25				古安田層	黒褐色 灰 灰 灰 灰 暗オリーブ 灰										

図-3(1) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 1/12)



深度 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)				コア形状				R. Q. D. (%)				最大コア長 (cm)				弾性波速度 (m/s)															
								25	40	60	80	100	細片状	岩片状	短柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	Vs	Vp	Vs	Vp									
35				古安田層	暗オリブ灰		33.34~37.60 ノジュールと雲母片を含む暗色帯が強い硬状を呈する。																																
								オリブ灰	37.60~40.54 腐蝕進じりシルト。 径0.2~1mmの炭質層を約0.5~2.5cm間隔で挟み層状となる。 38.03~38.57 断層あり。																														
										灰	39.46, 39.92付近に断層あり。																												
												オリブ灰	40.54~40.75 シルト。 少量の腐蝕が混じる。 40.75~43.45 腐蝕進じりシルト。 間隔約3~1.5cmの硬状構造がみられる。																										
														灰	43.45~43.79 シルト。 少量の腐蝕が混じる。 43.79~44.52 腐蝕・中粒砂混じりシルト。																								
																黒褐	44.52~45.25 A層 44.52~45.25 腐蝕進じり中粒砂。 シルトの腐蝕を不規則に含みスランプ状の構造がみられる。 45.25~53.30 B層 45.25~45.44 中粒砂混じり腐蝕質シルト。 45.44~46.46 中粒砂混じりシルト。																						
																		灰	46.46~47.17 シルト。 一部に細~中粒砂を挟む。 47.17~47.58 腐蝕・細粒砂混じりシルト。 47.58~47.88 腐蝕進じりシルト。 47.88~48.71 シルト。																				
																				灰	48.71~51.08 腐蝕進じりシルト。 48.75 結晶質テフラ。 50.10~50.12 厚さ1.5~2.0cmの灰白色細粒火山灰を挟む(A1a-Th)。 51.08~51.71 腐蝕質シルト。 腐蝕を層状~バンド状に挟む。 51.71~53.30 シルト。																		
																						オリブ灰	53.30~53.47 A2層 53.30~53.47 砂礫。 厚さは2~30mmのシルト層。 基質は粗粒砂。 下部の不整合面は24°で平滑。																
																								暗緑灰	53.47~347.00 西山層 53.47~347.00 泥岩。 53.47~53.90 高角の割れ目が多い。 56.70~57.03 細~中粒砂サイズの結石をラモナ状に含む。														

図-3(2) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 2/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 Vp Vs (m/s)
									細 片 状	岩 柱 状	短 柱 状	長 柱 状			
				西山層	暗緑灰		60.67~60.87 径1~4mm、最大5mmの軽石を含む。								
							63.87 径2.5~3.5mmの薄片状部								
							73.90~74.00 中粒砂サイズの軽石・スコリアを含む。								
							75.14~75.24 径2~10mmの軽石を含む。								
							75.76~75.79 軽石・スコリア質火山灰、角閃石を含む。								
							78.60 径0.5~1.5mmスコリアを含む。								
							79.70 細粒砂サイズのスコリアを含む。 79.76 径7~4mmの軽石を含む。 79.80~80.20 中~超粒砂サイズの軽石・スコリアを含む。								
							81.46~81.50 径1~4mmの軽石・スコリアを多く含む。								
							82.36 径5~11mmの軽石を含む。								
							83.33~83.38 中~超粒砂サイズの軽石・スコリアを含む。								
							84.34~84.42 スコリア質凝灰岩 層厚5.5cm。 84.75~84.90 中~超粒砂サイズの軽石・スコリアを含む。								
							85.41~85.51 スコリア質凝灰岩(希薄部) 層厚6cm。 85.95~86.55 細粒砂サイズのスコリアを含む。								
							87.35~87.43 灰白色凝灰岩、やや高層、主眼に火山灰を多く含む。 径1~5.5mmの軽石を含む。								
							88.50~88.65 径1~6mm、最大径10mmの灰色軽石を含む。								
							89.12~89.19 ノジュール、主眼を伴う。								

図-3(3) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 3/12)

深度 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)				コア形状 (%)				R. Q. D. (%)				最大コア長 (cm)				弾性波速度 (m/s)					
								25	40	60	80	100	細片状	岩片状	短柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100	90	100	150
				西山層	暗緑灰		<p>91.15~91.18 暗灰色スコリア質細粒凝灰岩。層厚1.5~2cm。生痕による擾乱あり。</p> <p>98.80~98.90 径0.3~0.5mmの軽石を含む。</p> <p>102.90~102.70 径5~6mmの軽石を含む。</p> <p>108.27~108.29 径0.5~5mmの軽石及びスコリア質の細粒砂を含む。</p> <p>110.42~110.52 径1~4mm 最大径3mmの軽石を含む。 110.64~110.74 軽石を含む。</p> <p>112.95~113.05 径1~6mmの軽石を含む。</p> <p>114.75~114.84 灰白色細粒凝灰岩。軽石・スコリア・火山ガラスの塊を含む。</p>																						
95																													
100																													
105																													
110																													
115																													

図-3(4) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 4/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度			
									細 片 状	岩 片 状	短 柱 状	長 柱 状			— — — Vp — — — Vs (m/s)	— — — Vp — — — Vs (m/s)		
			[Hatched Pattern]	西山層	暗緑灰			20 40 60 80 100				20 40 60 80 100	20 40 60 80 100					
125																		
130																		
135																		P: 1720 S: 562
140																		
145																		

図-3(5) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 5/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)				コア形状				R, Q, D, (%)				最大コア長 (cm)				弾性波速度 (m/s)			
								25	40	55	70	85	100	細片状	岩片状	短柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20	40	60	80	100
				西山層	暗緑灰		152.76 径2mmの軽石を含む。																				
155						154.63~154.69 径1.7mmの軽石、灰白色火山灰を含む。																					
									160.60~160.70 希薄な灰白色火山灰を含む。																		
160									161.40~161.45 希薄な灰白色火山灰を含む。																		
									170.15~170.25 径2~8mmの軽石を含む。																		
165									173.11~173.17 径2~7mmの軽石を含む。																		
170							175.62~175.67 ボール状のノジュールを含む。																				
175							177.16~177.19 暗灰色細粒凝灰岩、層厚2cm、軽石質で少量の黒雲母を含む。																				

図-3(6) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 6/12)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)				コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 (m/s)							
								20	40	80	100	細片状	岩片状	短柱状	長柱状			Vp	Vs						
							181.85~182.30 スコリア・軽石の顆粒を多く含む。																		
							183.00~183.04 暗灰色細粒火山灰。層厚3cm・長さ5cmのプロック状。 (Nt-18)																		
185							185.17~185.25 灰白色細粒火山灰。																		
							186.32~186.46 径1~7mmの軽石を含有。 (Np-10)																		
							187.00 径10mmの軽石を含有。																		
							192.69~192.80 径2~8mmの軽石を含有。 (Np-9)																		
							192.82~192.87 暗灰色細粒火山灰。																		
195				西山層	暗緑灰		194.19~194.28 暗灰色細粒火山灰。軽石質で細~中粒砂サイズ塵埃層を含む。 (Nt-17)																		
							194.25~194.30 軽石・微化石を多く含む。																		
							197.98~198.05 ノジュールを挟む。																		
							198.70~198.76 希薄な灰白色火山灰を挟む。																		
							199.00~200.40 腐植片に伴う黄鉄鉱を含む。																		
200							201.07~201.09 径1~2mmのスコリア・軽石を多く含む。																		
							203.45~203.54 灰白~暗灰色細粒腐植土。層厚7cm (Nt-16)																		
							204.32~204.42 希薄なノジュールを挟む。																		
205							205.70~206.40 スコリア質の腐植を含む。																		
							208.50~208.70 軽石の顆粒を含む。少量のスコリア混じる。																		
							208.17~209.21 径2~10mm。最大径22mmの軽石を多く含む。(No-8)																		
							209.55~209.58 径2~8mmの軽石を多く含む。																		

図-3(7) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 7/12)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度	
									細片状	岩片状	短柱状	長柱状			Vp (m/s)	Vs (m/s)
215							216.75~217.17 径0.5~3mm, 最大径3mmの軽石を含む。									
220							218.05~219.07 径0.2~0.5mmの軽石を含む。 219.24~219.37 ノジュールを挟む。 219.60~219.70 径0.5~3mmの軽石を含む。 219.79~220.27 径0.5~2mmの軽石を含む。 (No.7)									
225				西山層	暗緑灰		223.12~223.18 暗灰色凝結火山灰  225.27 節理 (FS) 225.27~225.29 径1~3mm 灰白~灰色の軽石を多く含む。 (No.6) 225.50~225.75 灰黄色ノジュールを挟む。									P:1790 15-602
230							232.20~232.35 ノジュールを挟み、生痕を伴う。  233.49~233.52 灰白色凝結火山灰を挟み生痕を伴う。									
235																

図-3(8) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 8/12)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)			コア形状			R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 (m/s)		
								細片状	岩柱状	長柱状	細片状	岩柱状	長柱状			Vp	Vs	
							240.79~240.82 緑4mmの細片状部。											
							244.01~244.05 灰白色細粒凝灰岩 (Rt-15)											
245							245.48~245.88 径0.2~0.5mmの蚌石を多く含む。少量のスコリアをまじる。 245.93~245.70、245.96~246.01 ノジュールを挟み生痕を伴う											
250																		
255				西山層	暗緑灰													
260																		
265							263.94~263.97 灰色細粒凝灰岩 層厚3cm前後。生物擾乱あり 264.06~264.08 灰色細粒凝灰岩 層厚1~1.5cm 希薄。生物擾乱あり。 264.54~264.55 緑1cmの灰白色火山灰を挟む。											
							268.88~269.32 ノジュールを挟む。											

図-3(9) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 9/12)



深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)			コア形状			R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 (m/s)
								20	40	60	細 片 状	岩 柱 状	柱 状			
275							277.47~277.66 径1~5mmの軽石を含む									
280							278.35~278.48 中~粗粒砂サイズの軽石・スコリアを含む									
285				西山層	暗緑灰		283.44~283.53 ノジュール									P=1870 S=648
290							292.22~292.44 ノジュール									
295																

図-3(10) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 10/12)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)			コア形状			R. G. D. (%)	最大コア長 (cm)			弾性波速度 (m/s)	
								細片状	岩片状	柱状	短柱状	長柱状	20		40	60	80	100	Vp
							302.82~303.16 軽石が散在する。												
							305.87~306.00 軽石が散在する。												
							308.50~308.52 灰白色軽石質細粒凝灰岩。												P: 1870 S: 645
							309.74~310.40 灰白色細粒凝灰岩 (Ht-14)												
							310.40~310.69 細粒砂のラミナがみられる。												
							311.60~313.88 ノジュール。												P: 1900 S: 732
				西山層	暗緑灰														

※図中赤破線は標高-280mの位置を示す。

図-3(11) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 11/12)

深 度	標 高	層 厚	柱 状 図	地 層 名	色 相	孔 内 水	記 事	コア採取率 (%)			コア形状			R. Q. D. (%)			最大コア長 (cm)			弾性波速度 (m/s)		
								25	40	60	80	100	細 片 状	岩 柱 状	短 柱 状	長 柱 状	30	40	60	80	100	25
			[柱状図]	西山層	暗緑灰																	
							338.18~338.47 灰白色細粒凝灰岩 (N1-12)															
							343.87~344.80 灰白色細粒凝灰岩 (N1-12)															
347.00	309.57	17.00																				

図-3(12) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P5' 12/12)

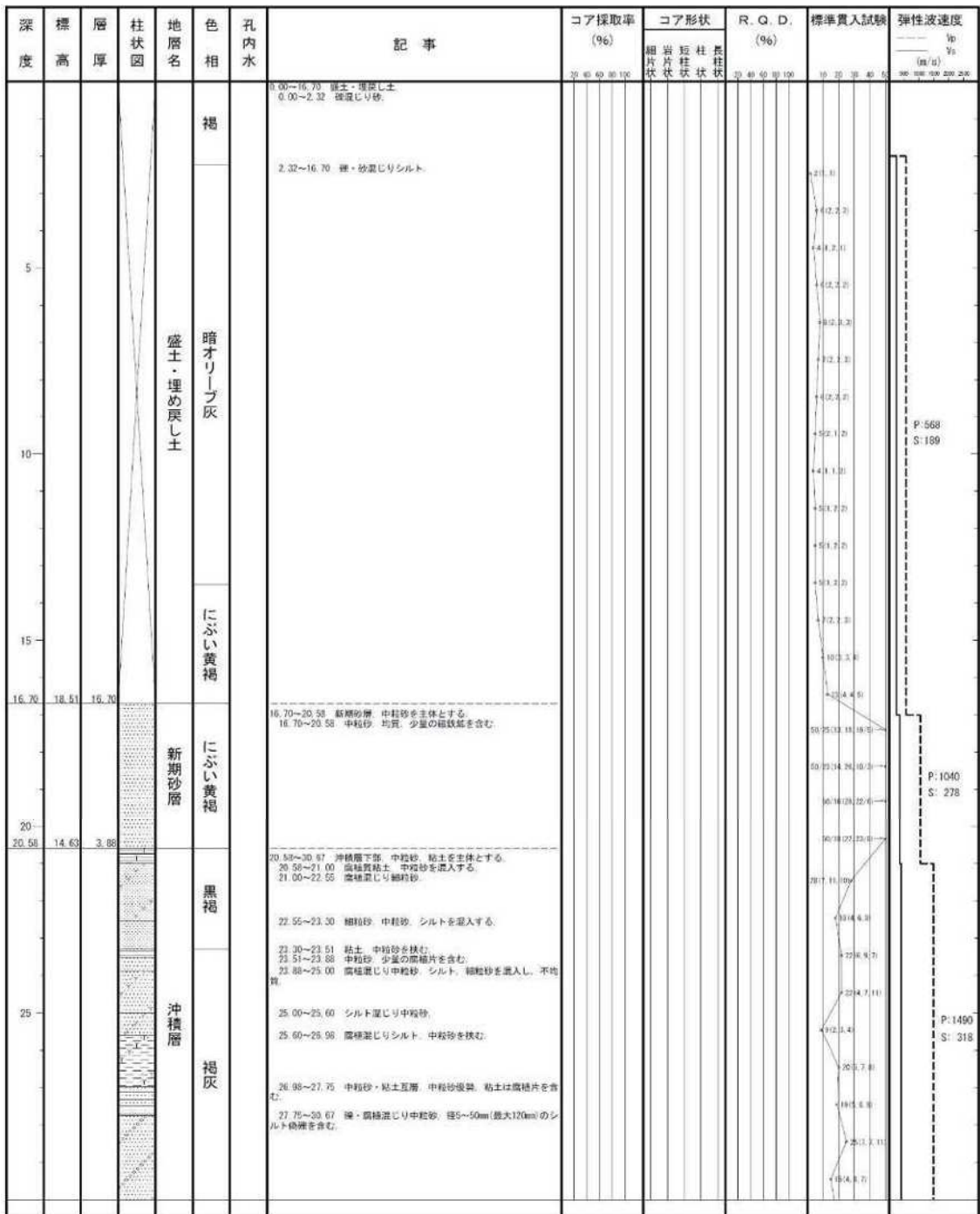


図-4(1) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (H0-P1 1/7)



深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)	コア形状			R. Q. D. (%)	標準貫入試験	弾性波速度 (m/s)
									細片状	岩片状	柱状			
62.06~62.11							径0.5~3mmの軽石を含む。							
63.09~63.13							細粒状、径25~30mmの粗片状部。							
63.76~63.81							粗粒砂岩を含む。							
64.49~64.60							灰白色細粒凝灰岩(N1-6上位)。							
64.60							緑斜り、径5mmの粗片直り粘土状部。							
66.14~66.23							灰白色細粒凝灰岩(N1-6下位)。							
75.50~75.51				西山層		暗オリブ灰	レンズ状の灰白色細粒凝灰岩。							
87.68~87.91							灰白色凝灰質泥岩							
87.91~87.96							灰白色細粒凝灰岩(N1-5)。							
88.72~88.75							径2~10mmの軽石を含む。							

図-4(3) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (H0-P1 3/7)



深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)	コア形状			R. Q. D. (%)	標準貫入試験	弾性波速度						
									細片状	岩片状	柱状			標準貫入試験	Vp (m/s)	Vs (m/s)				
125				西山層	暗緑灰		123.92~125.63 泥岩優勢の泥岩・砂岩互層。層厚は泥岩5~25cm、砂岩0.5~3cm。 126.14~128.14 泥岩優勢の泥岩・砂岩互層。層厚は泥岩7~30cm、砂岩0.5~8cm。 127.17~127.20 傾斜 <sup>2</sup> 。傾斜25~30mmの軟質粘土状部。 128.90~128.91 傾斜 <sup>2</sup> 。傾斜12~15mmの軟質粘土状部。 132.02~132.03 傾斜 <sup>40</sup> 。傾斜10~12mmの粗片状部。下位に幅0.5~1mmの粘土状部。 132.74~132.75 傾斜 <sup>15</sup> 。傾斜10~13mmの粗片状部。下位に幅1mmの粘土状部。													
133.00	-87.79	13.00			灰		133.00~170.00 雑岩層。全体に砂岩主体で泥岩を挟む。 133.00~135.53 細粒砂岩。塊状で無層理状。 133.53~134.05 細粒砂岩・粗粒砂岩互層。細粒砂岩優勢。 134.66~134.63 軽石質泥岩。 134.63~135.10 細粒砂岩~粗粒砂岩。上方繊維化する。 135.10~135.38 泥岩。 135.38~135.52 軽石質泥岩。 135.52~135.79 泥岩。 135.79~136.16 含泥岩種細粒砂岩。径1~6mmの泥岩塊を含む。 136.16~136.79 泥岩。層厚1cm以下の粗粒砂岩を挟む。 136.53 傾斜 <sup>2</sup> 。傾斜3mmの軟質粘土状部。 136.79~137.05 細粒砂岩。 137.05~137.36 上位部は中粒砂岩。下位部は粗粒砂岩。 137.36~137.38 傾斜 <sup>1</sup> ~5 <sup>1</sup> 。傾斜14mmの粗片状部。下位に傾斜2mmの粘土状部。 137.38~137.55 泥岩。 137.55~137.66 細粒砂岩~中粒砂岩。上方繊維化する。 137.66~137.77 泥岩。 137.77~138.15 細粒砂岩。138.00m以下でクミナがみられる。 138.15~138.88 細粒砂岩主体。上位から泥岩~粗粒砂岩で上方繊維化する。 138.88~139.00 泥岩。 139.00~139.11 砂質シルト岩。 139.11~139.59 細粒砂岩。無層理状。 139.59~139.84 泥岩。 139.84~140.45 粗粒砂岩。 140.45~143.13 中粒~粗粒砂岩。 143.13~143.30 泥岩。クミナがみられる。 143.30~143.93 粗粒砂岩。 143.93~143.95 細砂岩を挟む。 143.95~145.15 粗粒砂岩。中~粗粒砂岩を挟む。 145.15~145.65 中粒砂岩。 145.65~146.52 細粒砂岩。 146.52~146.73 中粒砂岩。 146.73~152.56 粗粒砂岩。													
135				推谷層	灰															
140					灰															
145					灰															

図-4(5) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (HO-P1 5/7)



深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	標準貫入試験	弾性波速度 Vp Vs (m/s)
									細片状	岩柱状	柱状	長柱状			
								20 40 60 80 100				20 40 60 80 100	0 10 20 30 40	0 50 100 200 300	
					灰										
					黒褐		152.56~153.44 中粒砂岩								
							153.44~153.93 細粒砂岩、中粒砂岩から上方細粒化する。								
							153.93~154.75 中粒砂岩、細粒砂岩から上方細粒化する。								
					灰		154.75~154.81 細粒砂岩								
							154.81~154.82 砂岩50%、細10~14mmの細片状砂。下部に細1mmの粘土を伴う								
							154.82~155.50 細粒砂岩、泥岩層を挟む。								
							155.50~156.00 中粒砂岩、奇形・突起、下部に細粒砂岩を挟む。								
							155.00~156.00 細粒砂岩、上部は腐植質。								
							156.00~156.83 中粒砂岩								
							156.83~157.56 細~粗粒砂岩、上部に泥岩、下部に細粒砂岩を挟む、上方細粒化する。								
							157.56~158.19 中粒砂岩。								
							158.19~158.50 細硬直じり細粒砂岩								
							158.50~160.00 細粒砂岩、ウメナがみられる。								
							160.00~161.88 細~粗粒砂岩、上方細粒化する。								
							161.88~162.00 泥岩								
							162.00~163.72 細粒砂岩								
							163.72~163.82 細粒砂岩、細は径2~6mmの開口~骨身礫								
							163.82~165.26 細粒砂岩、厚さ10cm程度の泥岩を挟む。								
							165.26~165.68 中粒砂岩、下部に細粒砂岩を挟む。								
							165.68~166.42 細粒砂岩、細粒砂岩から上方細粒化する。								
							166.42~168.00 細粒砂岩、中粒砂岩から上方細粒化する。								
							168.00~168.11 泥岩								
							168.11~168.38 細粒砂岩、細粒に腐植質を挟む。								
							168.38~169.37 細粒砂岩、泥岩を挟むほか、上部に泥岩層を混入する。								
							169.37~170.00 中粒砂岩、細粒砂及び泥岩を挟む。								
							170.00~170.03 泥岩								
							170.03~170.11 細粒砂岩								
							170.11~170.51 細粒砂岩、中粒砂岩から上方細粒化する。								
							170.51~170.69 泥岩								
							170.69~170.97 細粒砂岩								
							170.97~171.14 中粒砂岩								
							171.14~171.20 泥岩								
							171.20~171.31 細粒砂岩								
							171.31~172.39 細粒砂岩、細粒砂岩から上方細粒化する。								
							172.39~172.61 泥岩								
							172.61~173.30 細粒砂岩								
							173.30~175.42 中粒砂岩、細粒砂岩から上方細粒化する。								
							175.42~175.60 細粒砂岩								
							175.60~175.87 中粒砂岩、細粒砂岩から上方細粒化する。								
							175.87~176.00 奇形細粒砂岩								
							176.00~176.95 砂岩、細は径2~3mmの歪円礫								
							176.95~177.09 細粒砂岩								
							177.09~177.82 細粒砂岩、泥岩互層								
							177.82~178.31 中粒砂岩、細粒砂岩から上方細粒化する。								
							178.31~180.13 細粒砂岩								

図-4(6) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (H0-P1 6/7)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)				コア形状			R. Q. D. (%)				標準貫入試験			弾性波速度				
								25	40	60	80	100	岩片状	短柱状	長柱状	25	40	60	80	100	10	20	30	40	Vs	Vp
185							180.13~180.04 砂岩・泥岩互層 180.04~181.17 細粒砂岩 181.17~181.48 中粒砂岩 181.48~182.05 砂岩・泥岩互層  183.05~183.85 中粒砂岩、細粒砂岩から上方粗粒化する。 183.85~184.88 砂岩・泥岩互層  184.88~185.04 中粒砂岩 185.04~185.10 泥岩 185.10~185.32 粗粒砂岩 185.32~185.80 砂岩・泥岩互層 185.80~185.87 細粒砂岩 185.87~185.95 中粒砂岩 185.95~186.12 泥岩 186.12~186.77 細粒砂岩 186.77~186.82 砂岩 186.82~187.92 細粒砂岩  187.92~188.33 砂岩・泥岩互層 188.33~188.71 細粒砂岩 188.71~188.88 泥岩 188.88~189.00 細粒砂岩 189.00~189.50 中粒砂岩 189.50~190.20 中粒砂岩  190.20~190.82 砂岩・泥岩互層 190.82~190.88 含礫粗粒砂岩 190.88~191.01 砂岩・泥岩互層 191.01~195.00 含礫粗粒砂岩																			
190																										
195.00	-159.79	15.00																								

※図中赤破線は標高-154m の位置を示す。

図-4(7) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (H0-P1 7/7)

深度 (m)	標高 (m)	層厚 (m)	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 (m/s)		
									細片状	岩片状	短柱状	長柱状			Vo	Vs	
0.00	29.12	4.60		盛土・埋め戻し土			0.00~4.00 盛土・埋め戻し土 0.00~0.56 シルト混じり中粒砂 0.56~4.00 中粒砂・混雑しりシルト	25 40 60 80 100							P:350 S:140		
4.90	29.12	4.60		新期砂層	暗灰黄		4.90~8.04 新期砂層 4.90~6.04 シルト混じり中粒砂 6.04~8.04 粗粒砂を含む。ラミナがみられる								P:490 S:220		
8.04	25.98	3.14		黒褐色 明褐色 暗灰黄 黄褐色	番神砂層		8.04~15.05 番神砂層 8.04~8.30 シルト質細粒砂 8.30~9.35 シルト 9.35~15.05 シルト混じり中粒砂  11.35~11.80 粒径<3mmの屑状を呈するシルトを含む  14.20~14.60 不明瞭なラミナがみられる								P:800 S:360		
15.05	18.97	7.01		黒褐色 灰褐色 黄褐色	大湊砂層		15.05~16.42 大湊砂層 15.05~16.30 シルト混じり中粒砂 15.16 腐植 腐植角は60°である 15.27~15.40 腐植砂を含む。ラミナがみられる 16.00~16.10 シルト混じり細粒砂 16.10~16.42 シルト混じり中粒砂										
16.42	17.60	1.37		灰オリーブ			16.42~18.57 古灰出層 16.42~18.55 シルト 17.40~17.64 ラミナがみられる  18.55~21.12 A4a層 18.55~18.76 腐植・細粒砂混じりシルト 18.75~19.20 腐植・シルト混じり細粒砂 19.20~20.35 腐植・細粒砂混じりシルト 層厚5~9cmの腐植・シルト混じり細粒砂層を含む。ラミナがみられる  20.08~20.36 シルト 20.36~21.12 腐植・細粒砂混じりシルト。ラミナがみられる  21.12~22.40 A3c層 21.12~22.40 シルト  22.40~23.93 A3a層 22.40~23.50 細粒砂混じりシルト 層厚1~2cmの粗粒砂層を含む  23.50~23.93 腐植・中粒砂混じりシルト。ラミナがみられる  23.93~26.80 A3c層 23.93~26.80 シルト  25.05~25.70 腐植物を含む。ラミナがみられる  26.20~26.80 腐植物を含む。ラミナがみられる  26.80~28.40 腐植混じりシルト  28.40~30.01 シルト										P:1660 S:300
20				灰オリーブ 浅黄色 オリーブ黄 灰オリーブ オリーブ黄	古安田層												
25																	

図-5(1) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (OB-1 1/8)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)	コア形状				R. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度		
									粗片状	岩状	短柱状	長柱状			Vp (m/s)	Vs (m/s)	
35				古安田層	灰		30.03~32.10 A3a層	30.03~30.52 中粒砂混じりシルト。ラミナがみられる。									
							30.53~30.73 シルト混じり中粒砂。ラミナがみられる。										
							30.74~32.10 中粒砂混じりシルト。ラミナがみられる。										
							32.10~35.43 A3b層	32.10~32.40 シルト。ラミナがみられる。									
							32.40~35.40 炭粒混じりシルト。ラミナがみられる。										
							32.40~33.50 層厚0.5~4cmのシルト質炭粒砂層を挟む。										
							34.35~34.37 断面。幅1~2mmの粘土及び約2cmの薄片状からなる。傾斜角は10°である。										
							34.72 断面。幅3~4mmの粘土からなる。傾斜角は10°である。										
							35.40~37.60 A3a層	35.40~37.16 中粒砂混じりシルト。炭粒物を含む。									
							37.16~37.60 細粒砂・シルト互層。粗粒砂・シルト等温である炭粒物を含む。シルト層にラミナがみられる。										
40				古安田層	灰		37.60~41.60 A3c層	37.60~38.74 シルト。									
							37.60~37.72 炭粒物を含む。ラミナがみられる。										
							38.74~39.78 細粒砂混じりシルト。層厚1cm程度のシルト質炭粒砂層を挟む。										
							39.78~40.89 シルト。炭粒物を含む。										
							40.89 結晶質火山灰	40.89~41.77 シルト。炭粒物を含む。									
							41.05~41.50 ラミナがみられる。										
							41.77~41.80 灰白色細粒火山灰(A1b-Th)。層厚20mm程度で火山ガラスを含む。										
							41.80~45.60 シルト。炭粒物を含む。										
							45.60~47.72 A2a層	45.60~47.72 シルト質細粒砂。層厚1~7cmの細粒砂質シルト層を挟む。									
							45				古安田層	灰		47.72~48.25 A2a層	47.72~48.25 煤・シルト混じり細粒砂。径2~10mmの砂岩。泥岩及びチャートの断片~層片を含む。		
48.25~51.14 A2c層	48.25~49.16 中粒砂混じりシルト。																
49.16~51.14 シルト。																	
51.14~52.88 A2b層	51.14~51.44 細粒砂混じりシルト。層厚0.5~2cmの細粒砂層を挟む。																
51.44~52.88 シルト混じり細粒砂。ラミナがみられる。																	
52.88~55.67 A2a層	52.88~53.39 シルト混じり粗粒砂質砂。径2~40mmの肥岩(西山層肥岩)などの垂門~円筒を含まない。																
53.39~55.67 煤・シルト混じり粗粒砂。径2~5mmの砂岩。泥岩及びチャートなどの垂門を含む。																	
53.78~53.84 粗粒砂	53.84~54.06 粗粒砂質砂。径5~50mmの肥岩(西山層肥岩)などの垂門~円筒を含む。																
54.06~55.67 シルト混じり粗粒砂質砂。径2~30mmの砂岩。泥岩及びチャートの垂門~円筒を含む。																	
55	-21.65	25.67		西山層	暗オリーブ灰									55.67~105.47 泥岩	55.67~105.47 泥岩。層厚5cm程度の灰白色粒石が含まれる。		
							58.15~58.19 断面(F3)。径20~30mmの粘土からなる。傾斜角は20~30°である。										
							58.31 断面。幅7mmの粘土からなる。傾斜角は10°である。										
							58.53~58.57 断面(F3)。径3~3.5mmの薄片状部からなる。傾斜角は5~20°である。										

図-5(2) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (OB-1 2/8)

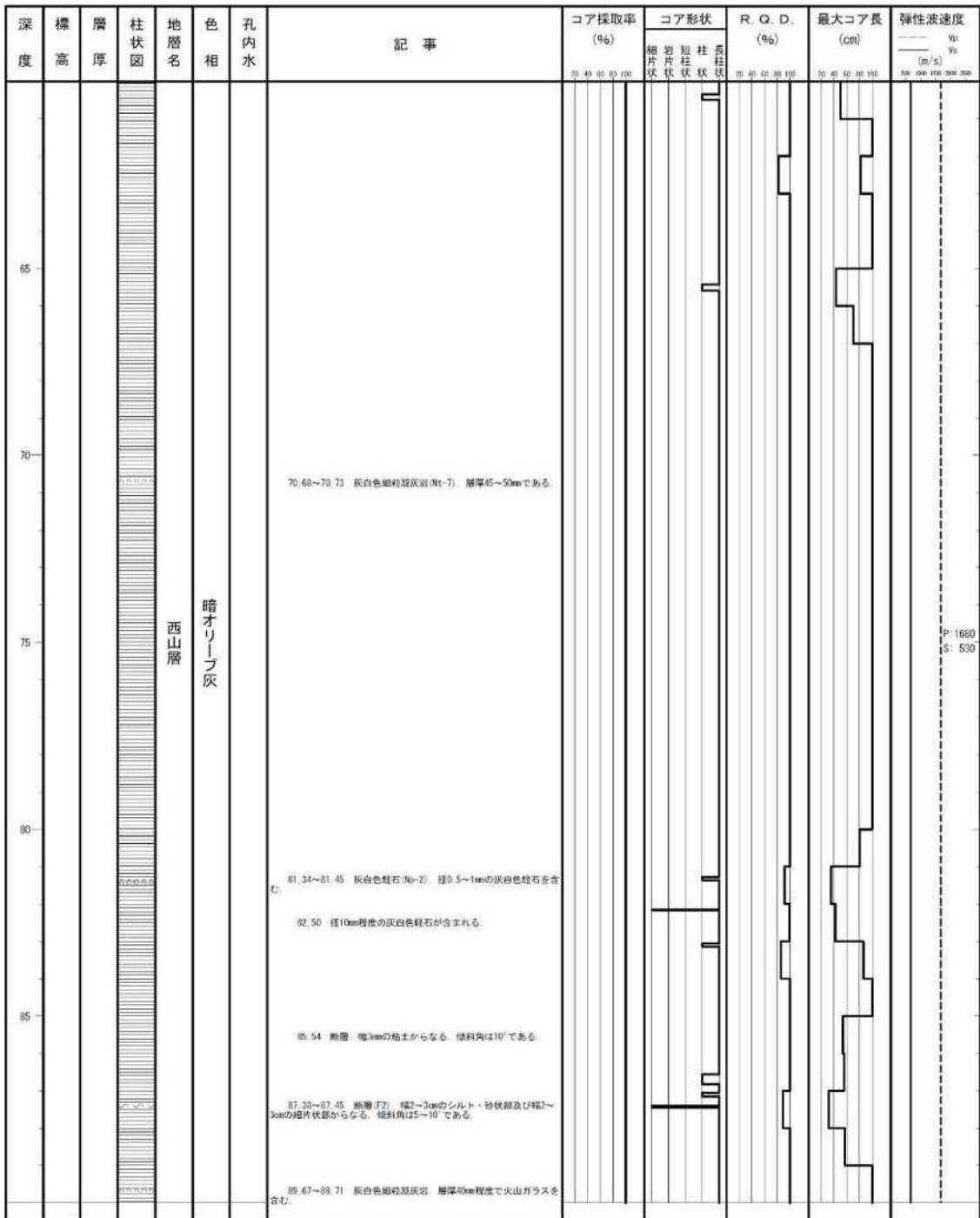


図-5(3) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (OB-1 3/8)

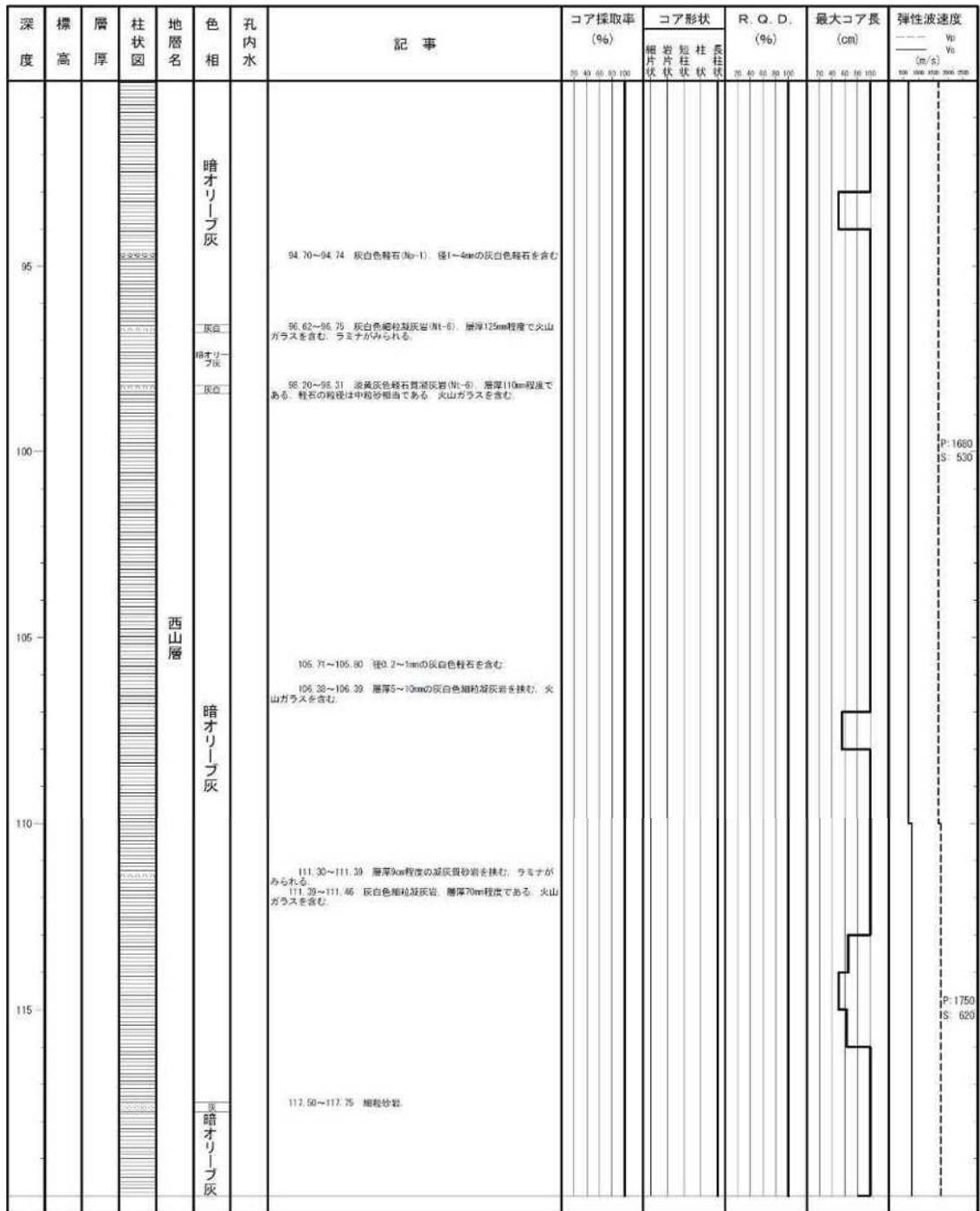


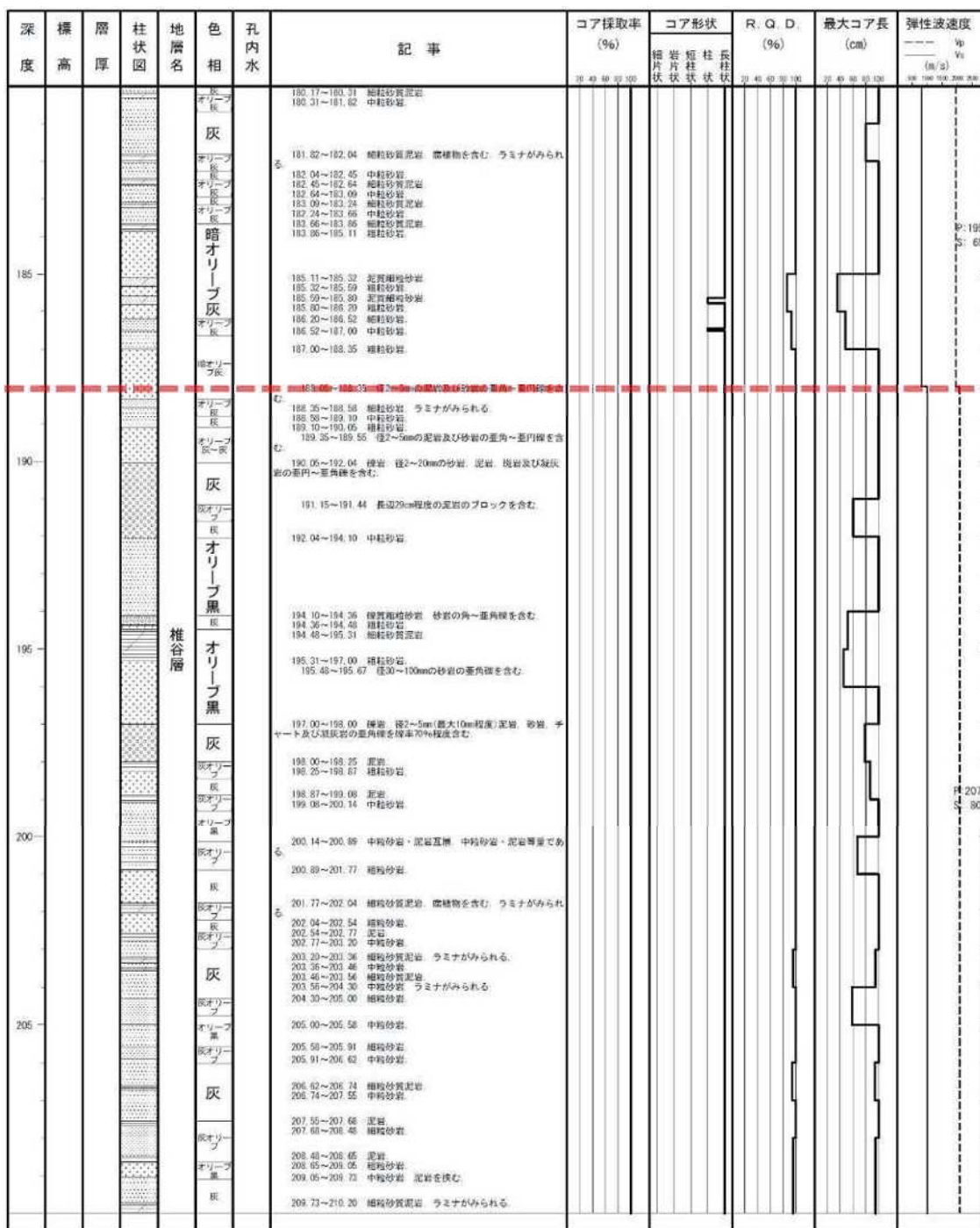
図-5(4) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (OB-1 4/8)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)				R, Q, D (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度 (m/s)	
								細片状	岩片状	短柱状	長柱状			Ps	Vs
120				西山層	暗オリーブ灰		120.63~120.67 灰白色細粒凝灰岩 (Nt-5) 層厚35mm程度である								
123					灰		123.49~123.69 中粒砂岩								
130				西山層	暗オリーブ灰		134.75~134.81 灰白色細粒凝灰岩 (Nt-4) 層厚65mm程度である								
136					灰		136.51~136.62 細粒砂岩、ラミナがみられる。								
140				西山層	暗オリーブ灰		143.47~143.60 灰色泥質凝灰岩 (Nt-3) 層厚150mm程度である ラミナがみられる。								
145					暗オリーブ灰		145.45~145.46 灰白色細粒凝灰岩 (Nt-2) 層厚10mm程度である								

図-5(5) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (OB-1 5/8)







※図中赤破線は標高-154mの位置を示す。

図-5(7) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (OB-1 7/8)

深度	標高	層厚	柱状図	地層名	色相	孔内水	記事	コア採取率 (%)				コア形状			R. Q. D. (%)				最大コア長 (cm)			弾性波速度		
								70	40	60	80	100	細片状	岩柱状	長柱状	70	40	60	80	100	70	40	60	80
215							210.20~210.57 中粒砂岩																	
							210.57~210.70 細粒砂岩混砂																	
							210.70~211.45 中粒砂岩 泥岩を挟む。																	
							211.45~211.62 細粒砂岩																	
							211.62~212.19 中粒砂岩																	
							212.19~212.82 細粒砂岩 泥岩を挟む。																	
							212.82~214.12 細粒砂岩 泥岩を挟む。																	
							214.12~214.39 泥岩																	
							214.39~214.68 中粒砂岩																	
							214.68~215.00 泥岩																	
							215.00~215.12 細粒砂岩 ラミナがみられる。																	
							215.12~216.91 中粒砂岩																	
							216.91~217.40 泥岩																	
							217.40~217.58 中粒砂岩																	
							217.58~217.80 泥岩																	
							217.80~218.10 細粒砂岩																	
							218.10~218.21 泥岩																	
							218.21~218.47 細粒砂岩																	
							218.47~218.74 中粒砂岩																	
							218.74~219.00 細粒砂岩																	
219.00~220.63 中粒砂岩																								
220							220.63~220.76 細粒砂岩混砂																	
							220.76~221.17 細粒砂岩																	
							221.17~221.56 細粒砂岩・泥岩互層。細粒砂岩優勢である。細粒砂岩にラミナがみられる。																	
							221.56~221.95 中粒砂岩																	
							221.95~222.24 細粒砂岩混砂 ラミナがみられる。																	
							222.24~223.30 中粒砂岩																	
							223.30~223.85 泥岩																	
							223.85~224.00 細粒砂岩																	
							224.00~224.75 硬質中粒砂岩。径2~5mm(最大40mm程度)の泥岩などの混入~重円礫を含む。																	
							224.75~226.15 泥岩																	
							226.15~226.25 硬質中粒砂岩。径2~5mmの泥岩、砂岩などの混入~重円礫を含む。																	
							226.25~226.44 細粒砂岩。ラミナがみられる。																	
							226.44~227.09 硬質中粒砂岩。径2~15mm(最大50mm程度)の泥岩、砂岩などの混入~重円礫を含む。																	
							227.09~227.34 細粒砂岩。ラミナがみられる。																	
							227.34~228.57 硬質中粒砂岩。径2~15mm(最大30mm程度)の泥岩、砂岩などの混入~重円礫を含む。																	
							228.57~230.98 中粒砂岩。泥岩を挟む。																	
							230.98~232.08 細粒砂岩																	
							232.08~232.27 細粒砂岩。ラミナがみられる。																	
							232.27~233.26 中粒砂岩																	
							233.26~233.39 泥岩																	
233.39~234.07 細粒砂岩																								
234.07~234.41 硬質中粒砂岩。径2~5mmの泥岩、砂岩及びシャートの重円礫を含む。																								
234.41~235.00 細粒砂岩																								
235.00~234.66 ラミナがみられる。																								

図-5(8) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (OB-1 8/8)