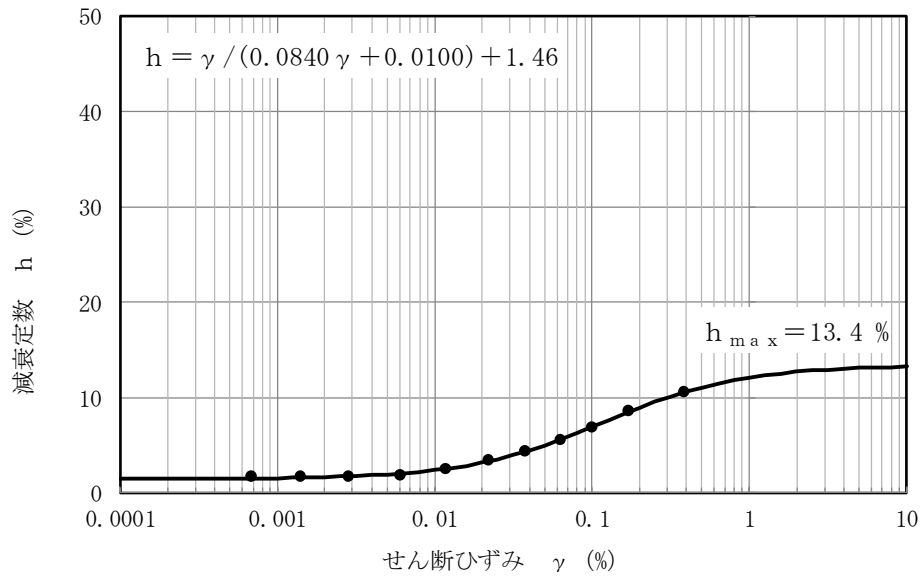


(a) 動せん断弾性係数のひずみ依存特性



(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
(大湊側高台保管場所)

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、粘着力 c' を0として、内部摩擦角 ϕ' 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。

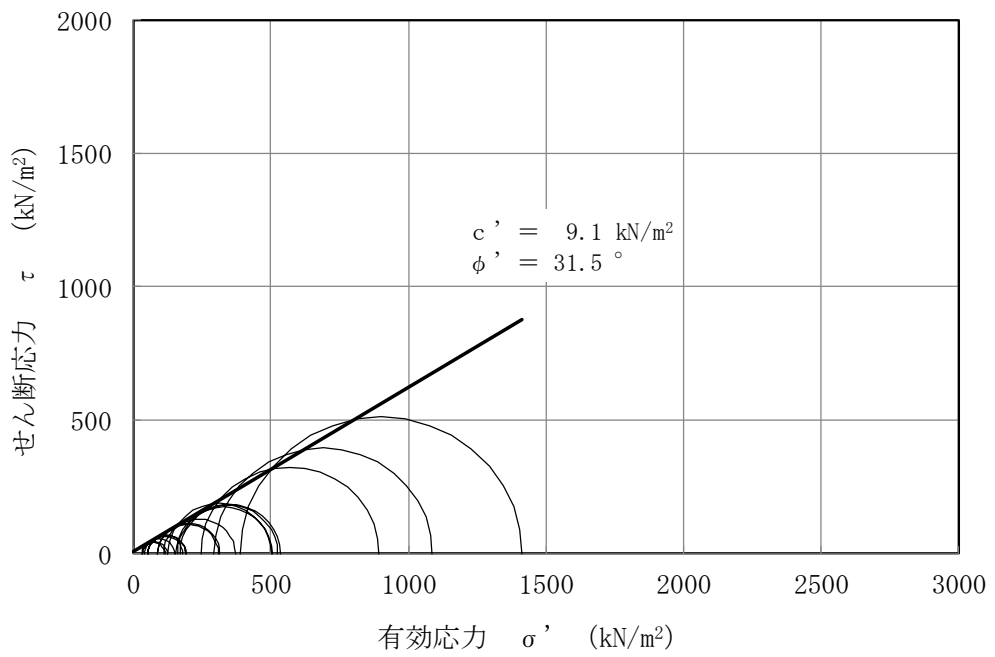


図 5-14 埋戻土の三軸圧縮試験結果及び強度定数
 (大湊側高台保管場所)

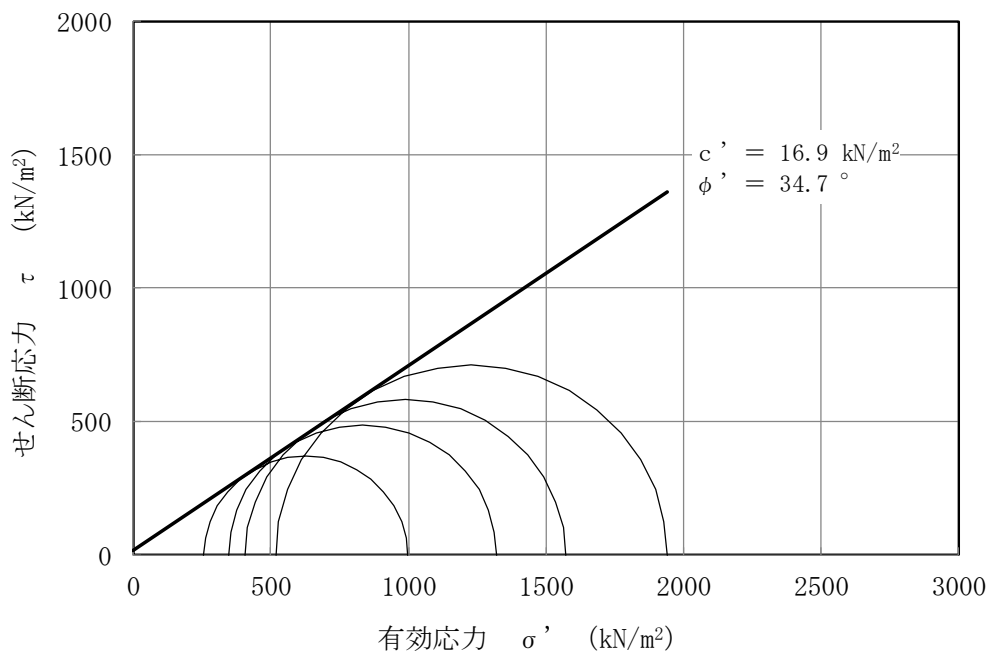


図 5-15 新期砂層の三軸圧縮試験結果及び強度定数
 (大湊側高台保管場所)

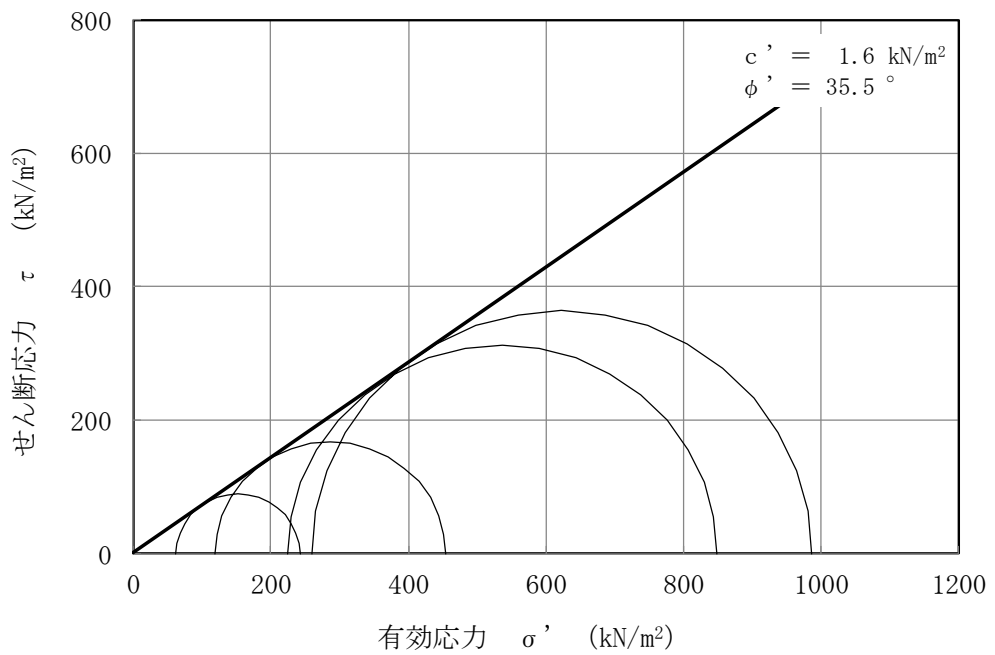


図 5-16 沖積層下部の三軸圧縮試験結果及び強度定数
(大湊側高台保管場所)

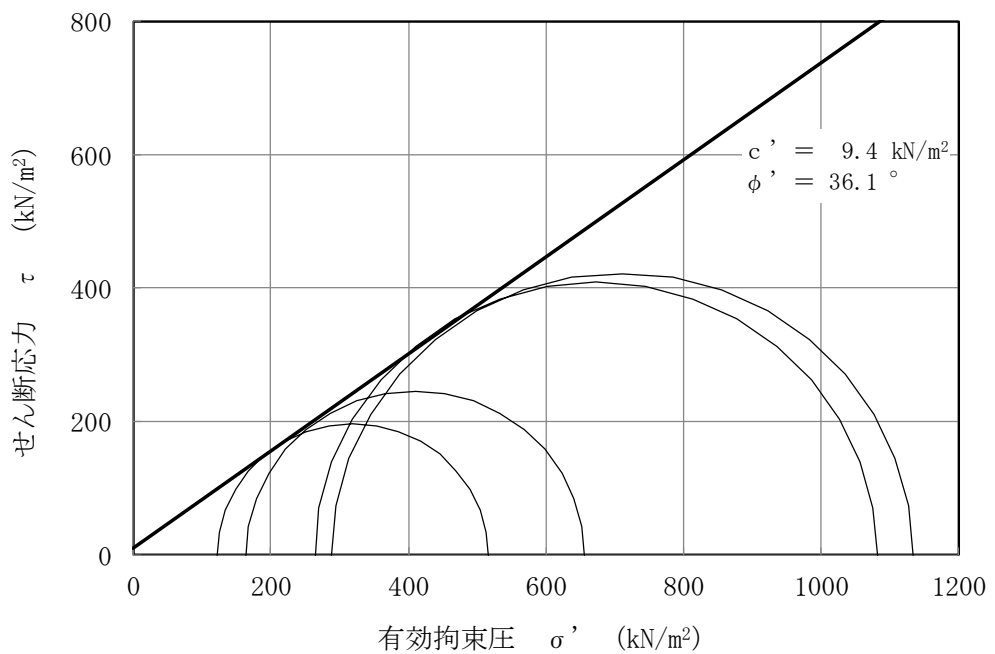


図 5-17 番神砂層・大湊砂層の三軸圧縮試験結果及び強度定数
(大湊側高台保管場所)

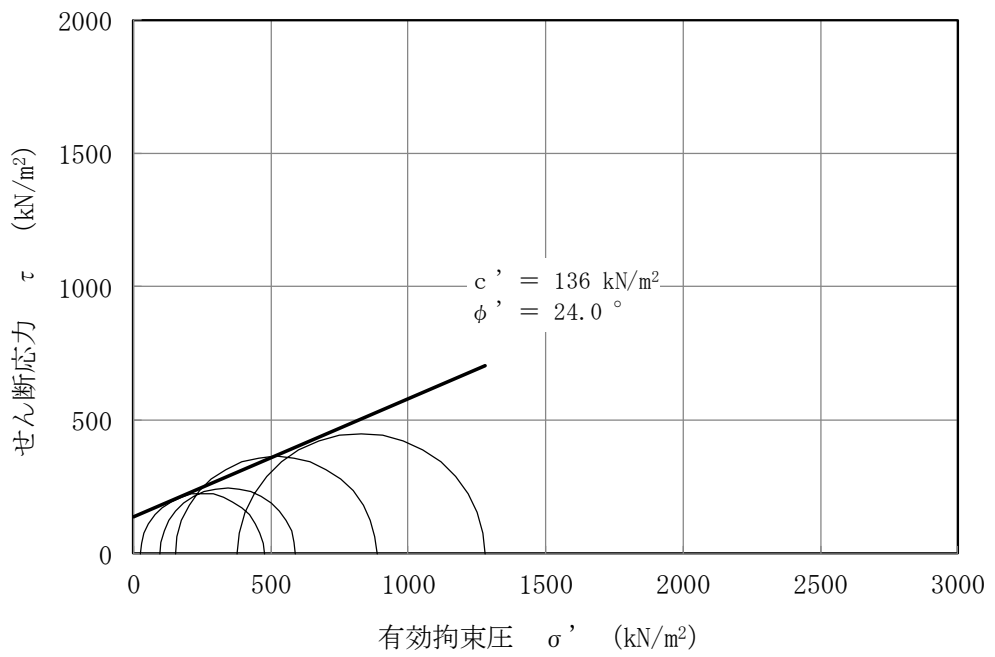


図 5-18 A3c 層の三軸圧縮試験結果及び強度定数
 (大湊側高台保管場所)

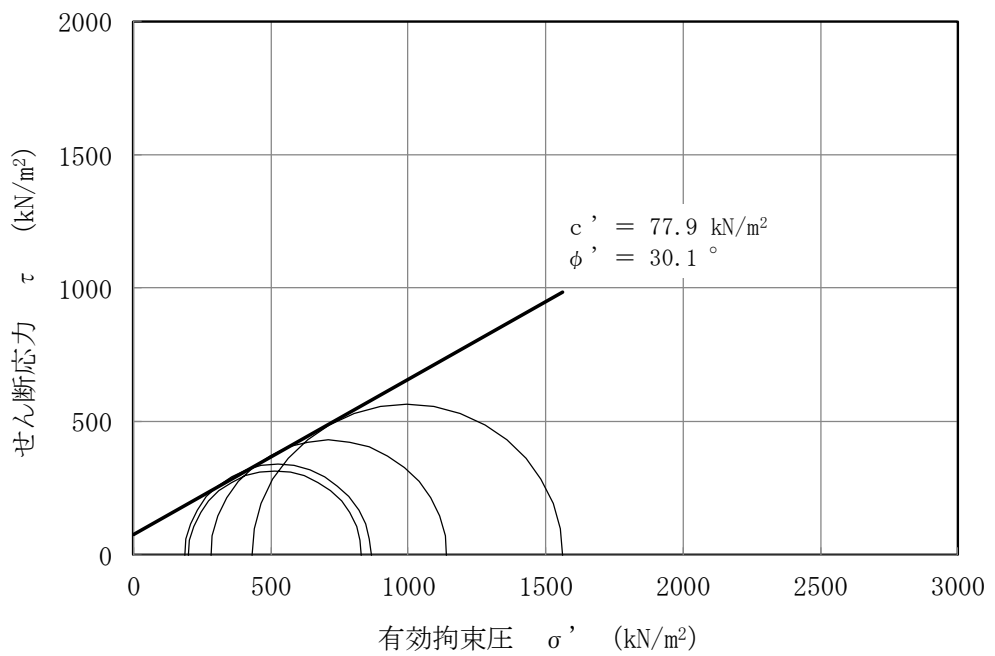


図 5-19 A3a1 層の三軸圧縮試験結果及び強度定数
 (大湊側高台保管場所)

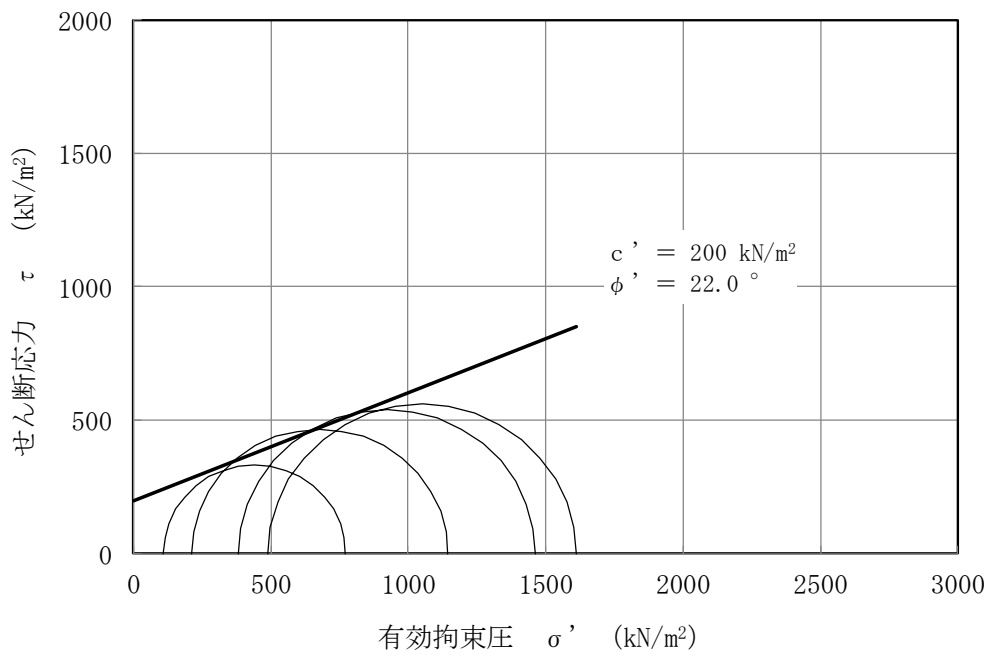


図 5-20 A2c 層の三軸圧縮試験結果及び強度定数
(大湊側高台保管場所)

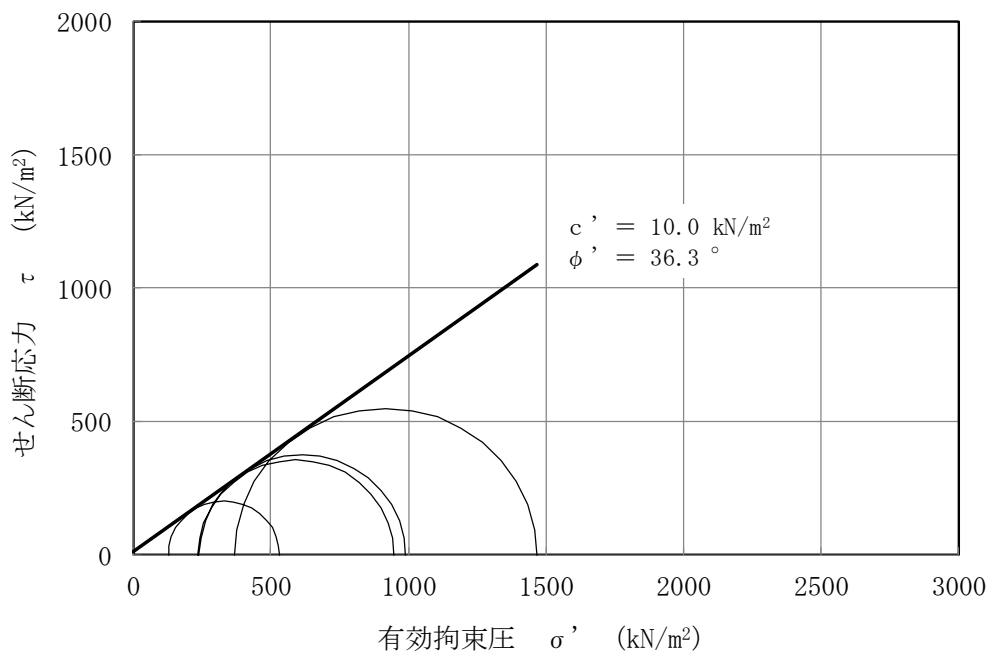


図 5-21 A2s 層の三軸圧縮試験結果及び強度定数
(大湊側高台保管場所)

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。

分布範囲が狭い又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高台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解析用物性値を代用する地層の整理を表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解析用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	(地下水位以浅)
新期砂層		大湊側敷地の新期砂層 液状化強度試験結果*を代用
沖積層下部		大湊側敷地の沖積層下部 液状化強度試験結果*を代用
番神砂層・大湊砂層		大湊側敷地の新期砂層 液状化強度試験結果*を代用
A3c 層		(非液状化検討対象層)
A3al 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 液状化強度試験結果*を代用
A2g 層 (砂質)	A2s 層の解析用物性値を代用	

注記*：V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」

5.4.1 分布範囲が狭い又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、分布範囲が狭い又は層厚が薄い地層については、大湊側高台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分布範囲が狭い又は層厚が薄い地層であるため解析用物性値を代用する地層を表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。解析用物性値の代用における比較指標と選定理由を表5-8に示す。

表5-7 分布範囲が狭い又は層厚が薄い地層であるため解析用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 層 (砂質)	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。

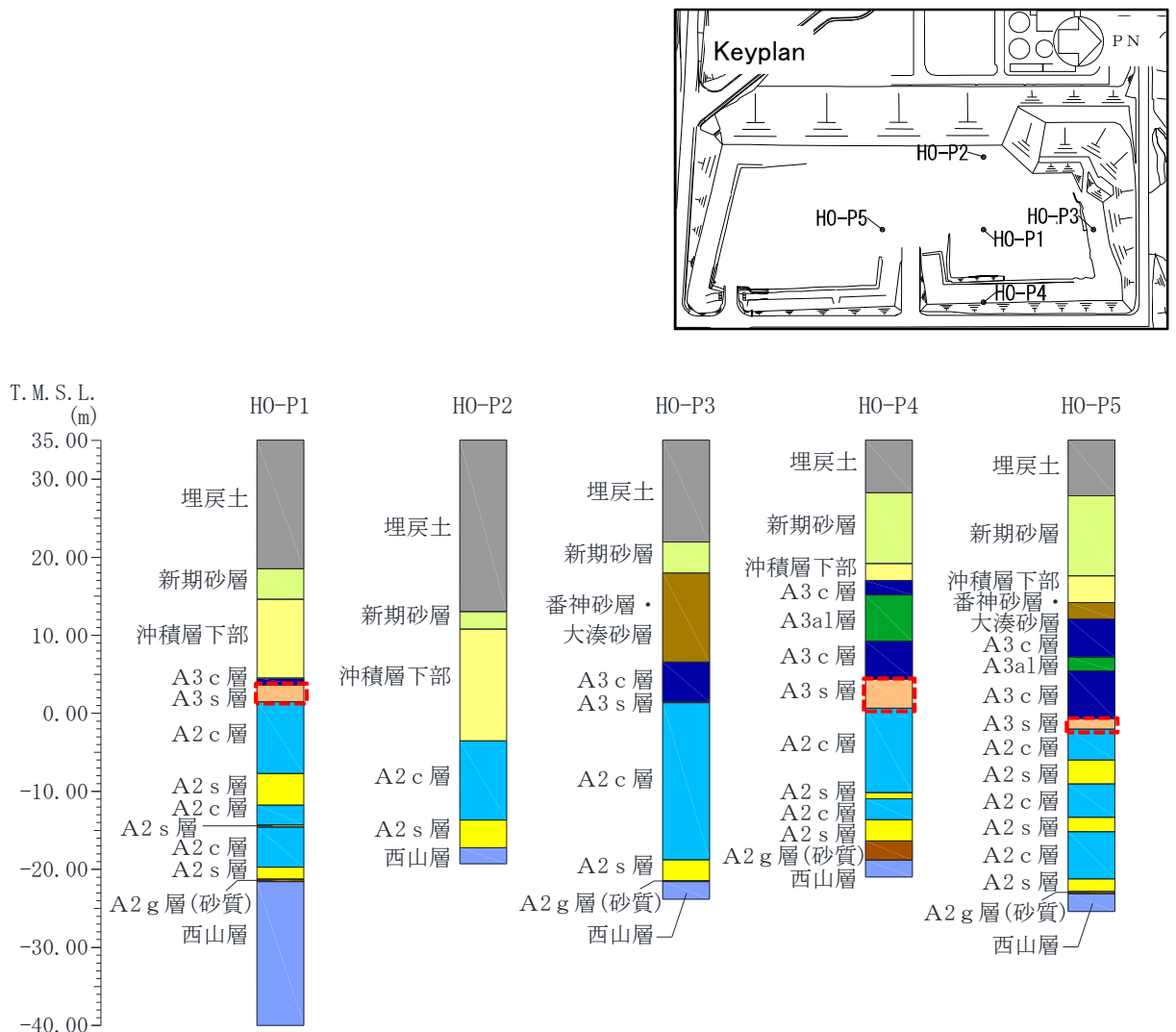


図 5-22 大湊側高台保管場所における A3s 層の分布範囲

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。

大湊側高台保管場所における A3s 層と A2s 層の粒径加積曲線を図 5-23 に、基礎物理特性を表 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。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。

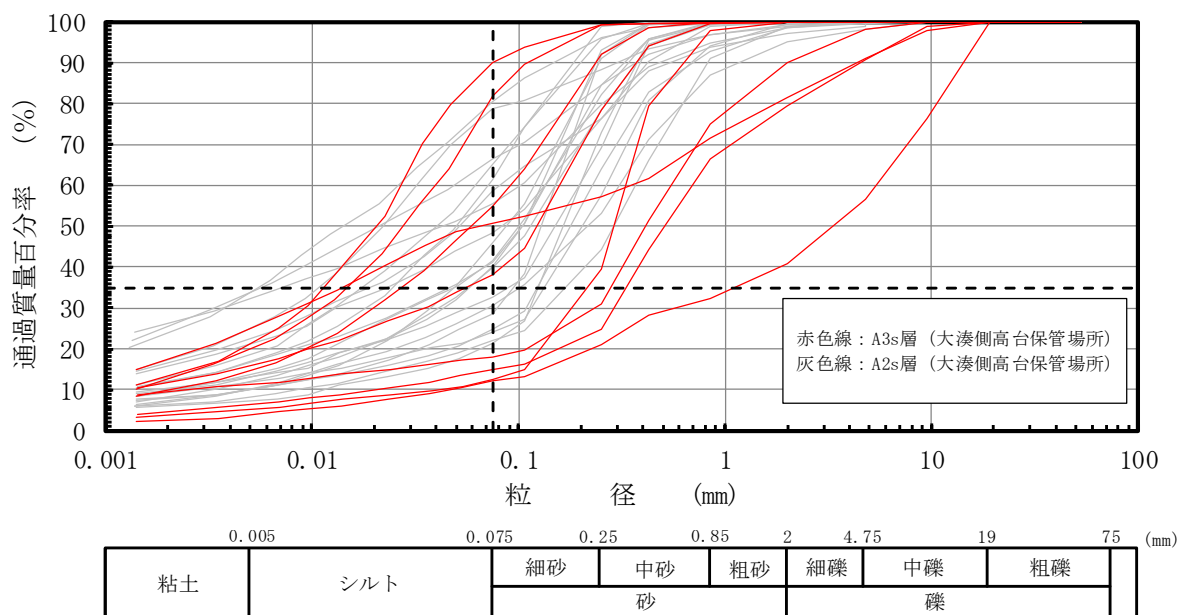


図 5-23 大湊側高台保管場所における A3s 層と A2s 層の粒径加積曲線

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 ρ_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、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。

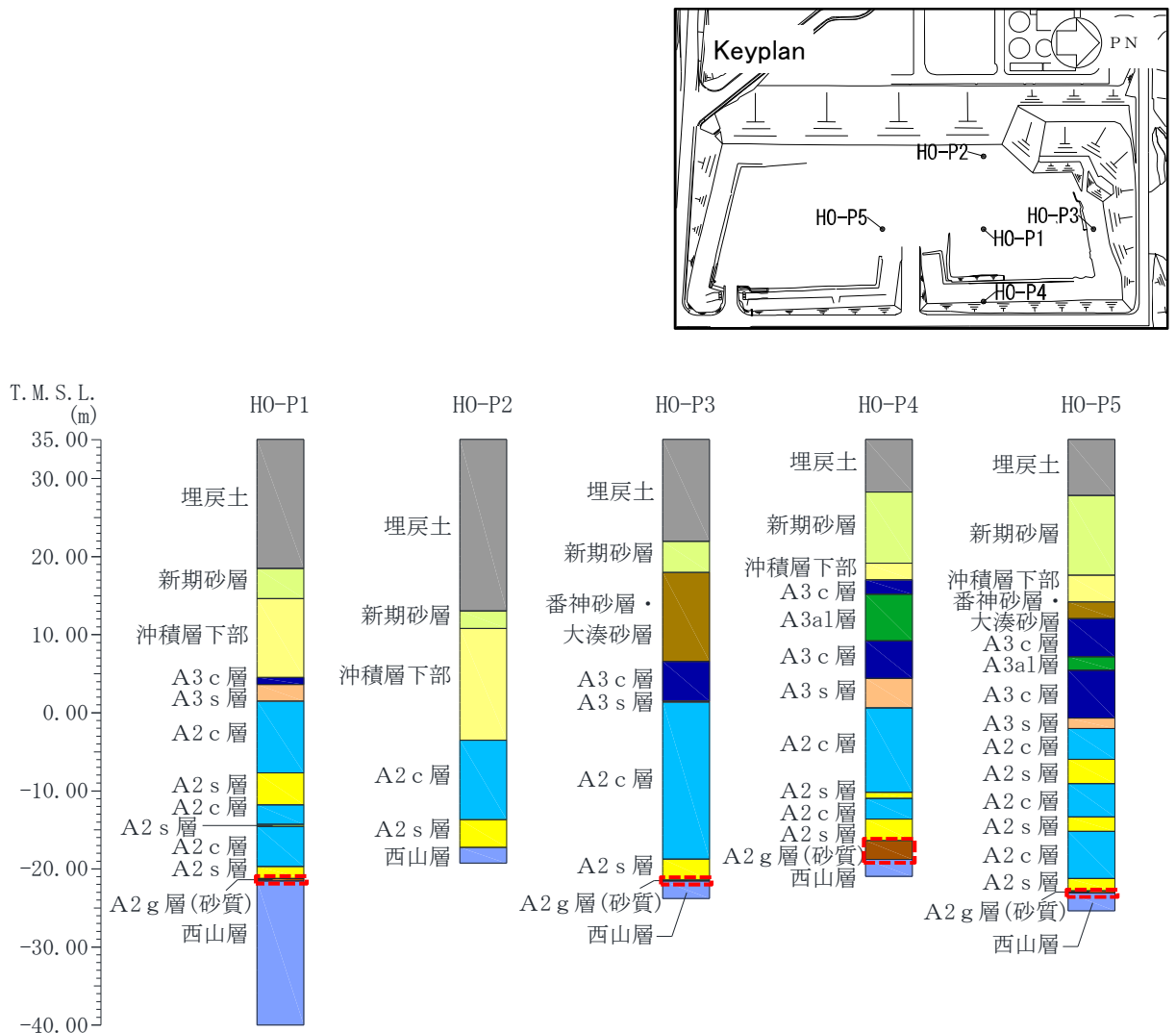


図5-24 大湊側高台保管場所におけるA2g層（砂質）の分布範囲

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。

大湊側高台保管場所における A2g 層（砂質）と A2s 層の粒径加積曲線を図 5-25 に、基礎物理特性を表 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着目すると、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。砂分に着目すると、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。

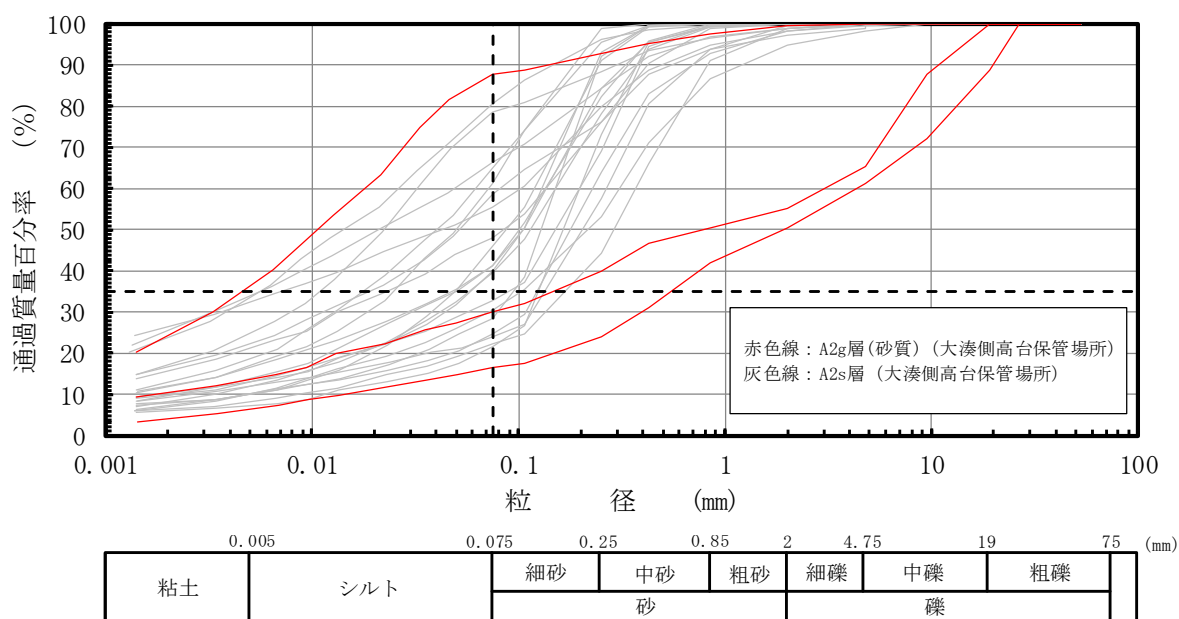


図 5-25 大湊側高台保管場所における A2g 層（砂質）と A2s 層の粒径加積曲線

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 ρ_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	
A2g 層（砂質） （大湊側高台保管場所）	31.6	23.5	26.3	18.6	44.9	3
A2s 層 （大湊側高台保管場所）	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、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。解析用物性値の代用における比較指標と選定理由を表5-12に示す。

表5-11 液状化強度試験結果を代用する地層と代用に用いる地層の関係

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 液状化強度試験結果*を代用
沖積層下部	大湊側敷地の沖積層下部 液状化強度試験結果*を代用
番神砂層・大湊砂層	大湊側敷地の新期砂層 液状化強度試験結果*を代用
A2s層	大湊側敷地のA2s層 液状化強度試験結果*を代用

注記*：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5-26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、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」に示した大湊側敷地の新期砂層の試験結果にて代用する方針とする。

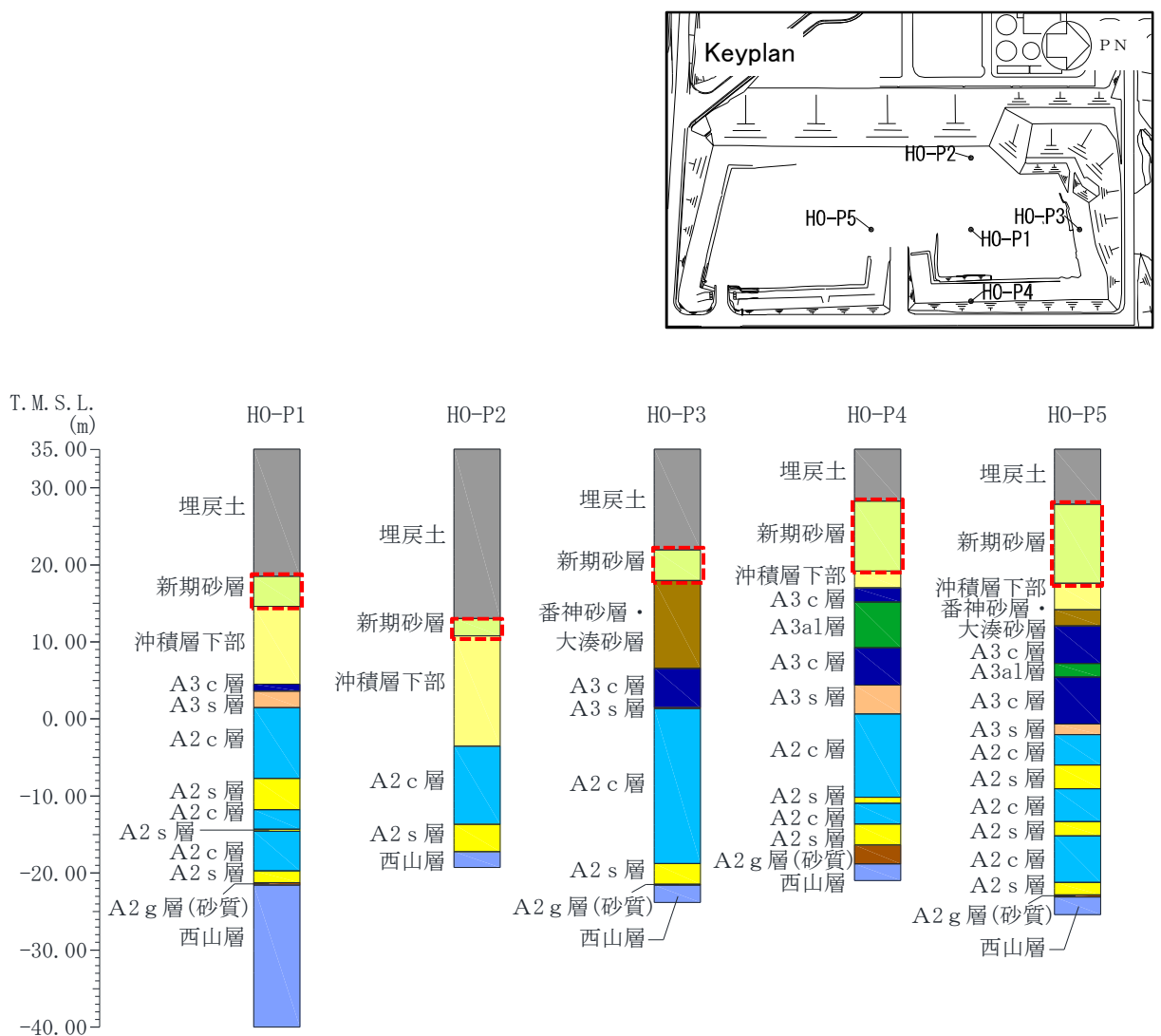


図5-26 大湊側高台保管場所における新期砂層の分布範囲

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」に示した大湊側敷地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。

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」に示した大湊側敷地の新期砂層の粒径加積曲線を図5-27に、基礎物理特性を表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」に示した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。

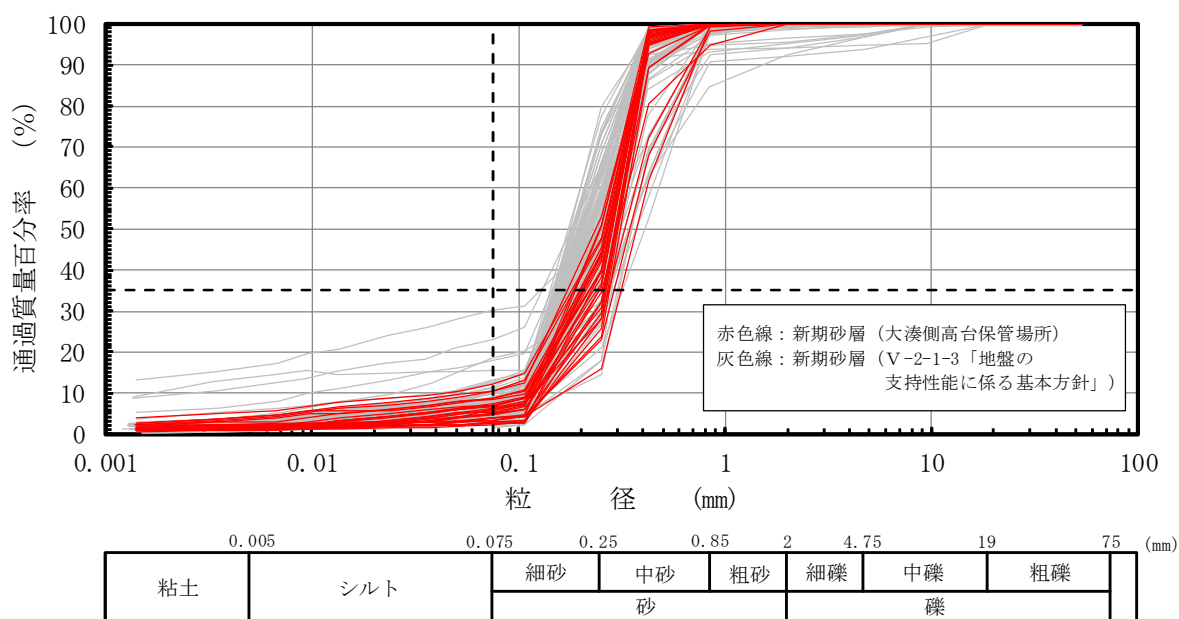


図 5-27 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の新期砂層の粒径加積曲線

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」に示した大湊側敷地の新期砂層の基礎物理特性

地層	湿潤密度 ρ_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5-28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、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」に示した大湊側敷地の沖積層下部の試験結果にて代用する方針とする。

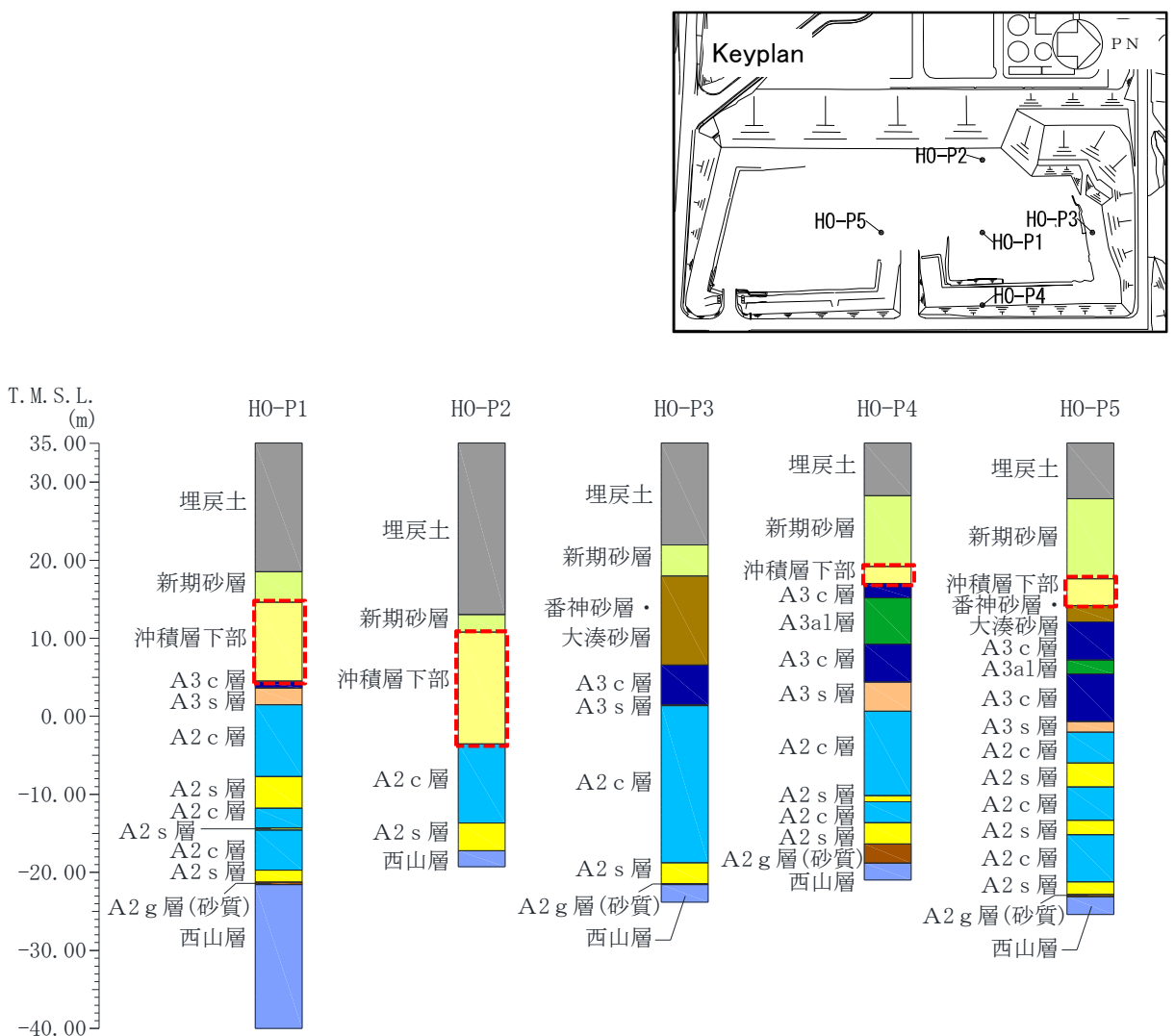


図5-28 大湊側高台保管場所における沖積層下部の分布範囲

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」に示した大湊側敷地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。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」に示した大湊側敷地の沖積層下部の粒径加積曲線を図5-29に、基礎物理特性を表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」に示した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。

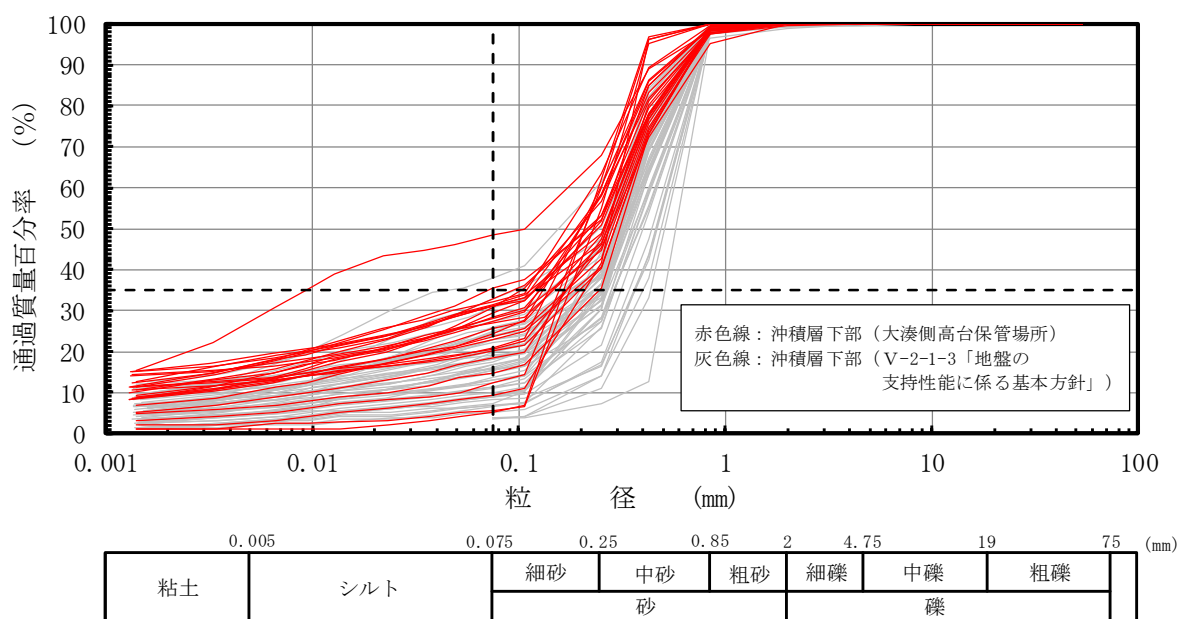


図 5-29 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の沖積層下部の粒径加積曲線

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」に示した大湊側敷地の沖積層下部の基礎物理特性

地層	湿潤密度 ρ_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
沖積層下部 (大湊側高台保管場所)	1.93	0.06	23.9	4.8	0.761	0.099	18.3	6.2
沖積層下部 (V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」)	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	
沖積層下部 (大湊側高台保管場所)	0.0	75.2	12.2	12.6	24.8	27
沖積層下部 (V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」)	0.1	83.5	9.4	7.6	16.4	54

(3) 番神砂層・大湊砂層の解析用物性値

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 5-30 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」に示した大湊側敷地の新期砂層の試験結果にて代用する方針とする。

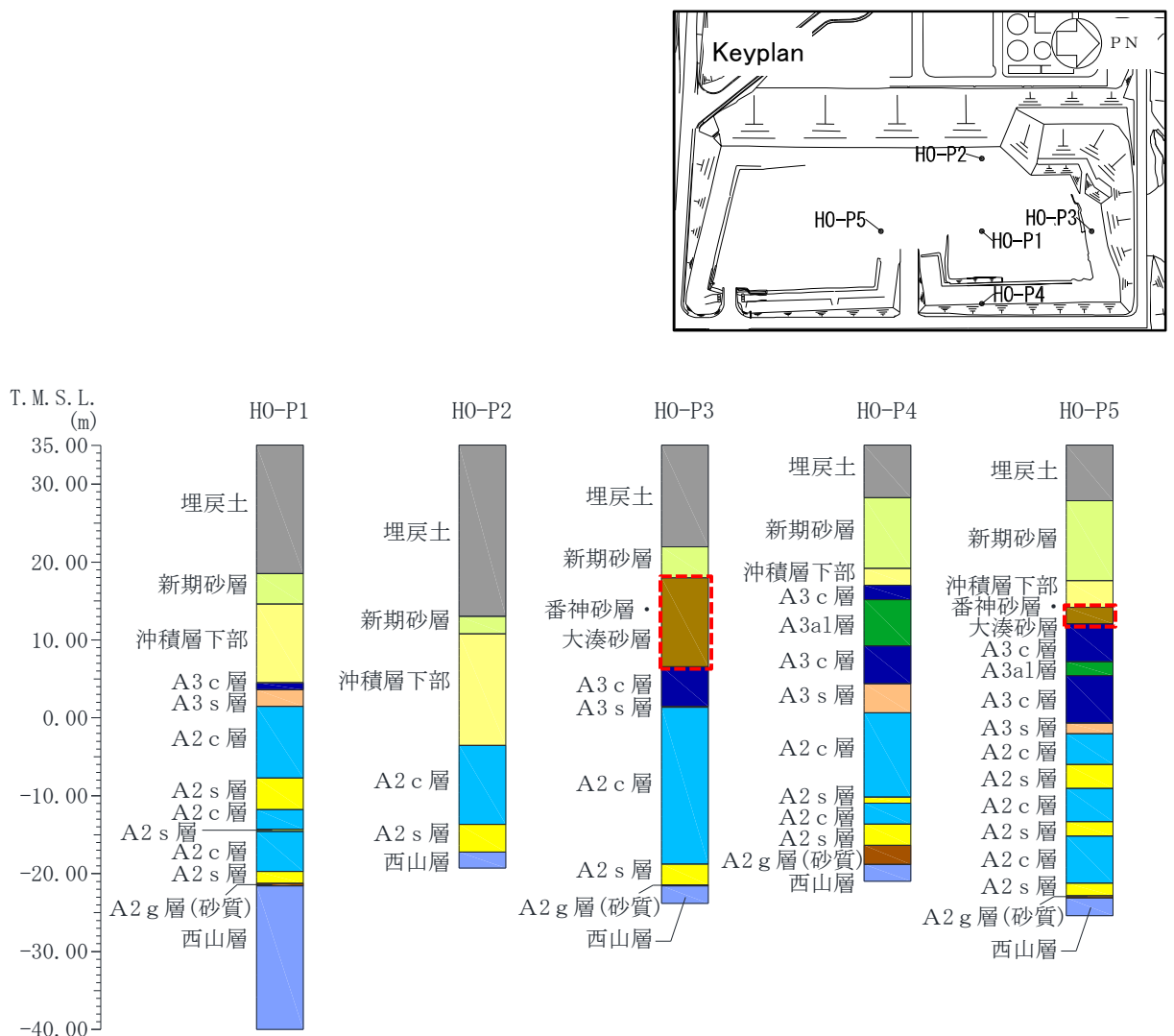


図 5-30 大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層の分布範囲

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」に示した大湊側敷地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。

「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。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」に示した大湊側敷地の新期砂層の粒径加積曲線を図5-31に、基礎物理特性を表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」に示した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。

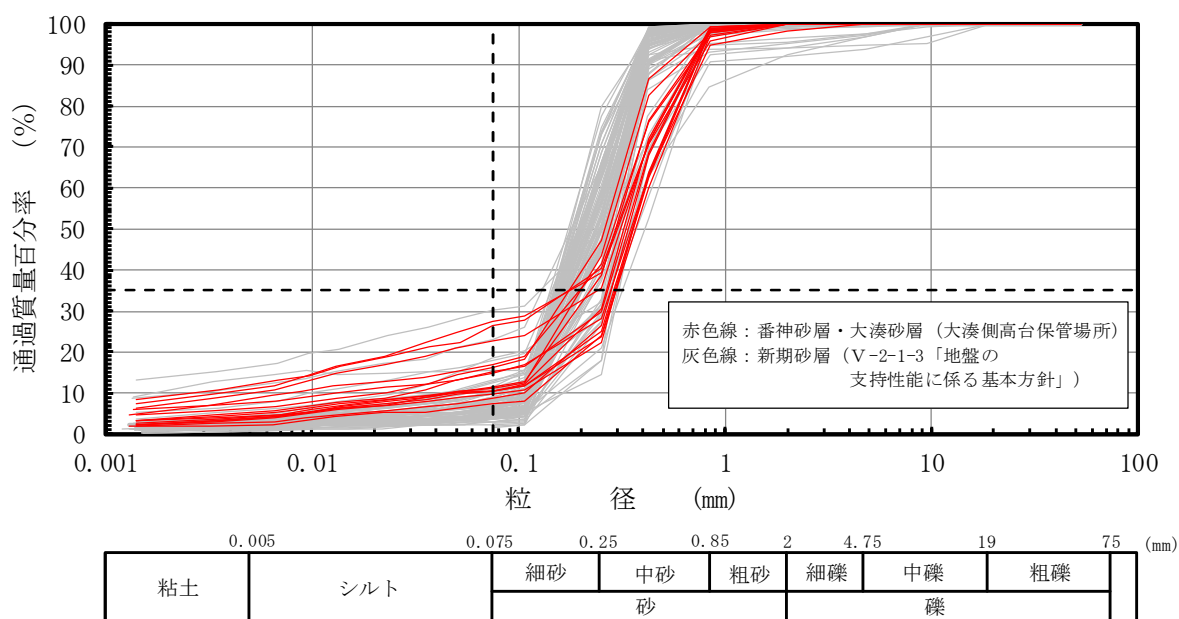


図 5-31 大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層及び V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の新期砂層の粒径加積曲線

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」に示した大湊側敷地の新期砂層の基礎物理特性

地層	湿潤密度 ρ_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 5-32 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」に示した大湊側敷地の A2s 層の試験結果にて代用する方針とする。

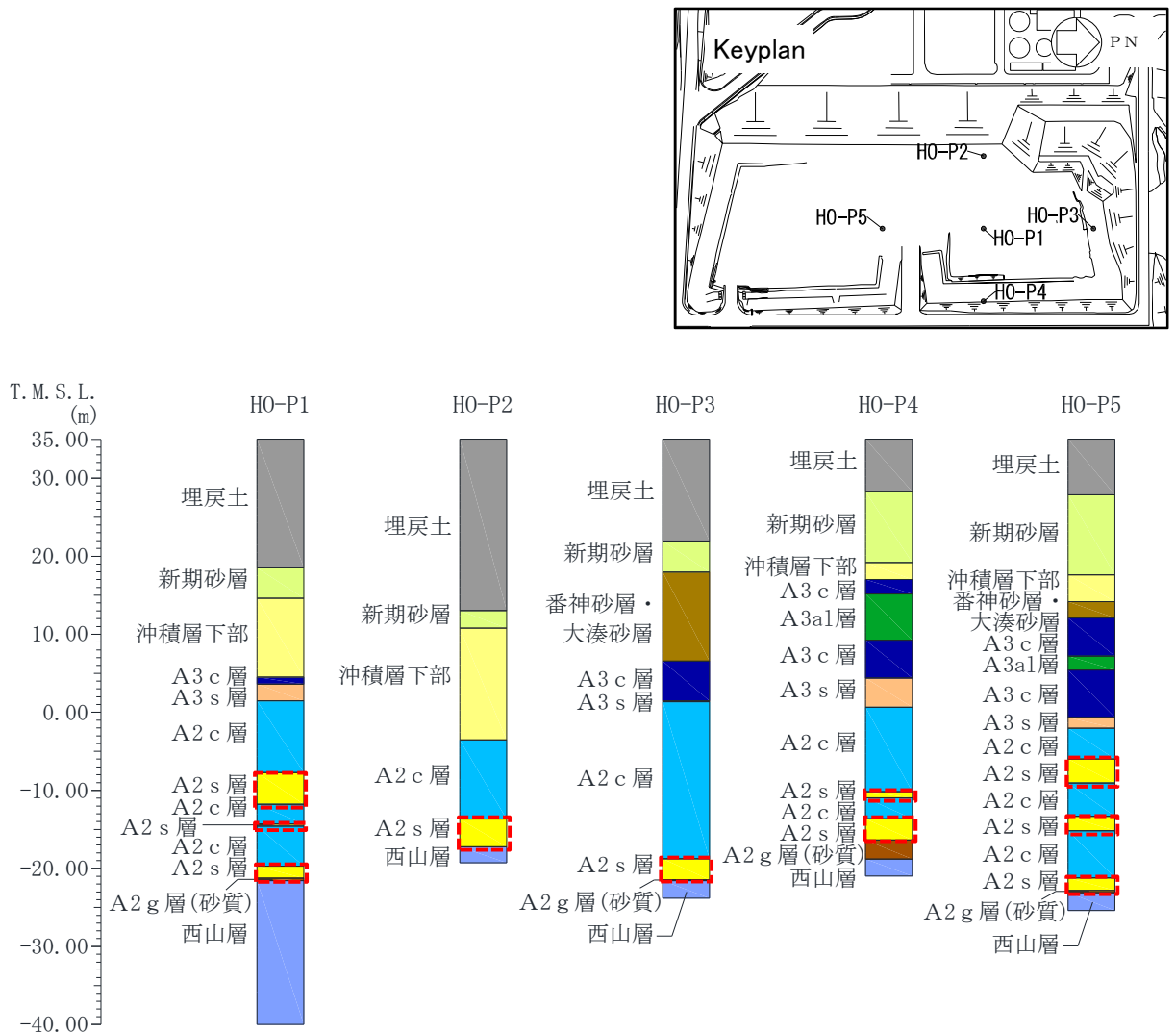


図 5-32 大湊側高台保管場所における A2s 層の分布範囲

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」に示した大湊側敷地の 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。

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」に示した大湊側敷地の A2s 層の粒径加積曲線を図 5-33 に、基礎物理特性を表 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」に示した大湊側敷地の 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」に示した大湊側敷地の A2s 層 37.7%（液状化強度試験供試体：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、液状化強度試験供試体は 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強度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強度試験を実施した V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の A2s 層の液状化強度試験結果を代用することは妥当であると判断した。

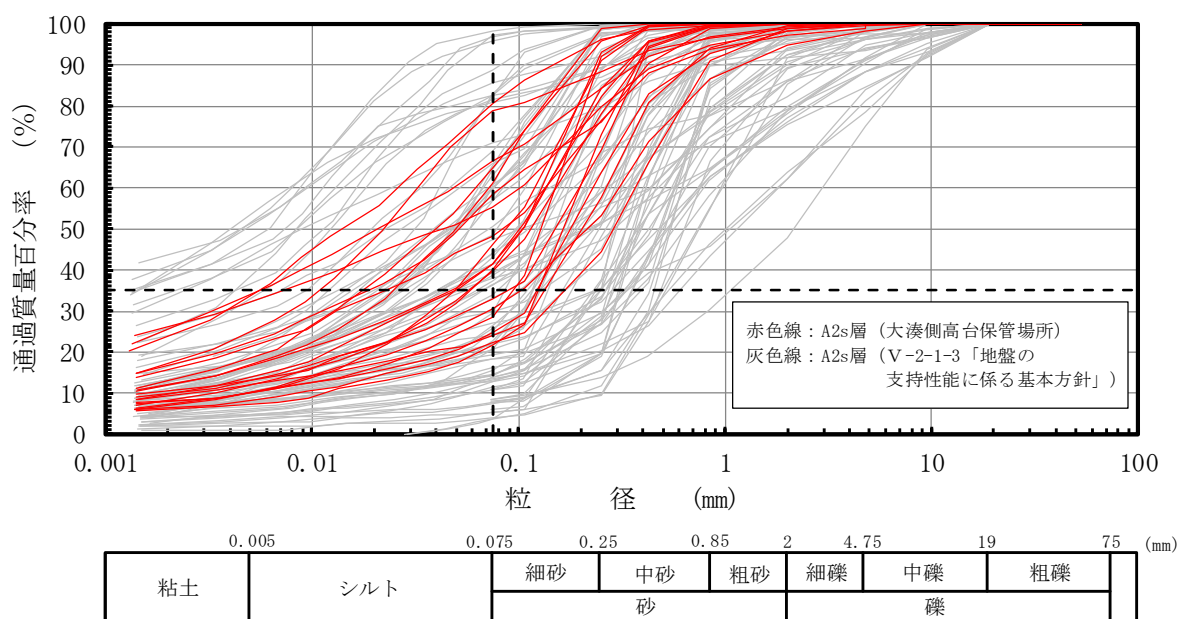


図 5-33 大湊側高台保管場所における A2s 層及び

V-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の 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」に示した大湊側敷地の A2s 層の基礎物理特性

地層	湿潤密度 ρ_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 (-)*

注記*：()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)*

注記*：()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

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。解析コード「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ばねの作用があるものとし、これらのせん断ばねの作用により、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、このせん断ばねの特性によって種々の表現が可能であるが、解析コード「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 5-34 に多重せん断モデルの概念図を、図 5-35 に排水条件での土の応力-ひずみ関係の概念図を示す。

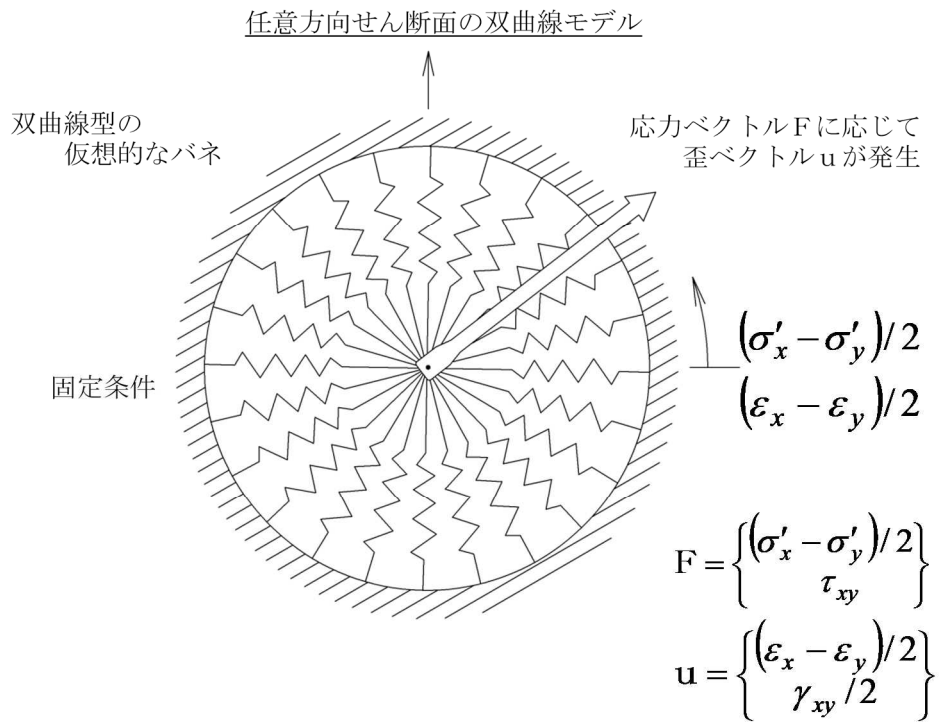


図 5-34 多重せん断モデルの概念図 (港湾技研資料 No869) *

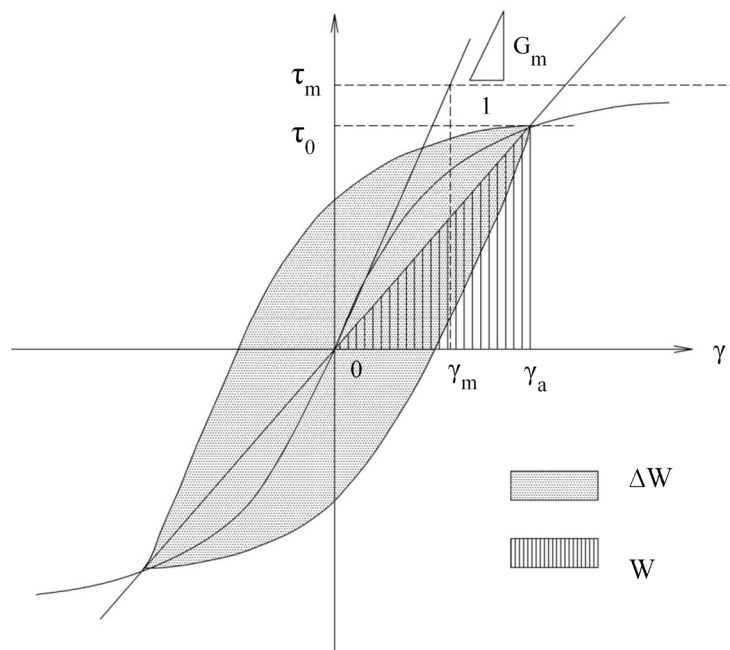


図 5-35 排水条件での土の応力-ひずみ関係の概念図 (港湾技研資料 No869) *

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

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）。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 -1σ ）に対して同等になるように設定する。図5-36に、解析コード「FLIP」における液状化パラメータの設定フローを示す。

表5-17 解析コード「FLIP」における解析パラメータ

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)
	ϕ_f	内部摩擦角
	h_{max}	履歴減衰の上限値
液状化特性	ϕ_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

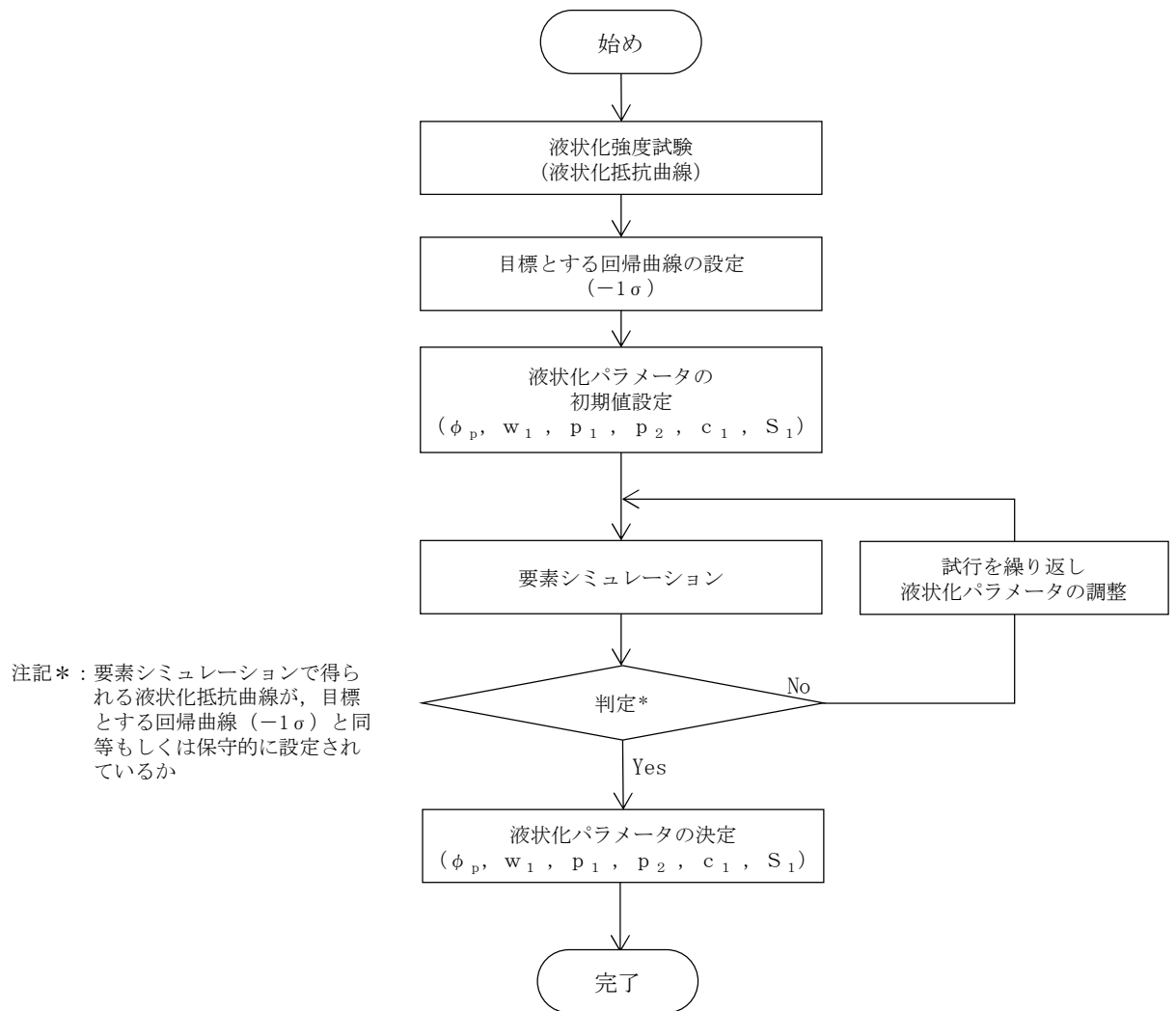


図 5-36 解析コード「FLIP」における液化パラメータの設定フロー

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5-37～図5-40に示す。

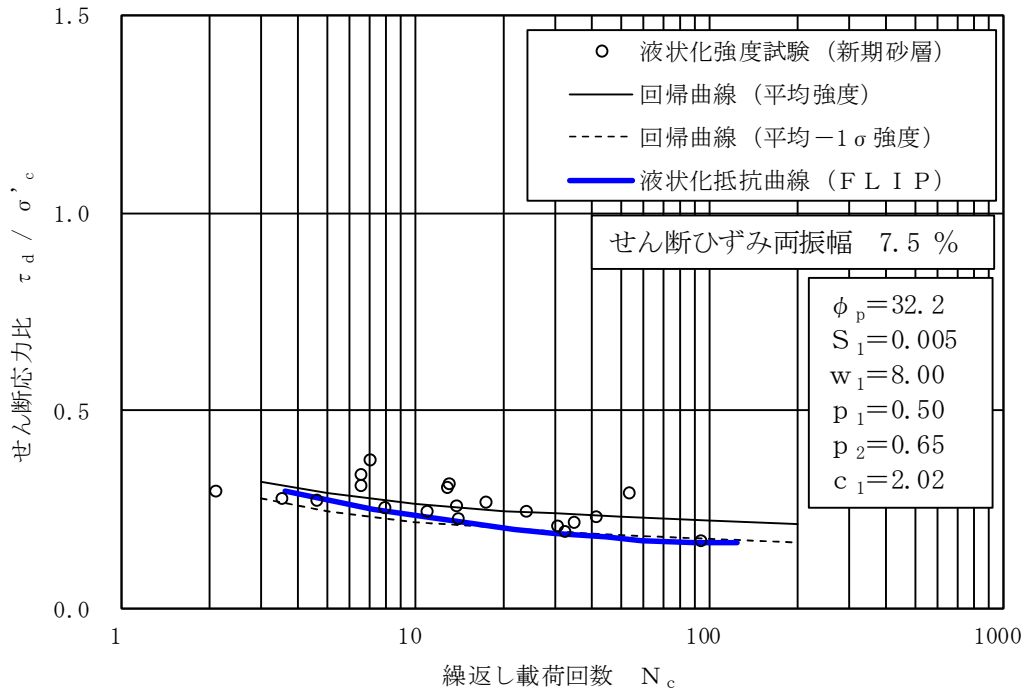


図5-37 新期砂層の液状化抵抗曲線（大湊側高台保管場所）

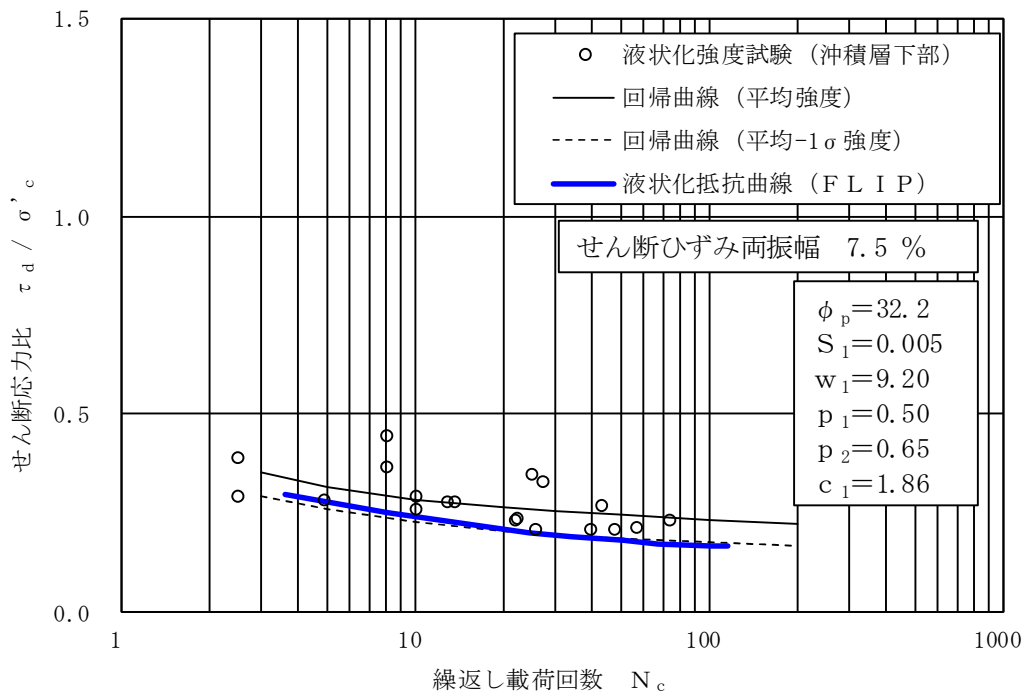


図5-38 沖積層下部の液状化抵抗曲線（大湊側高台保管場所）

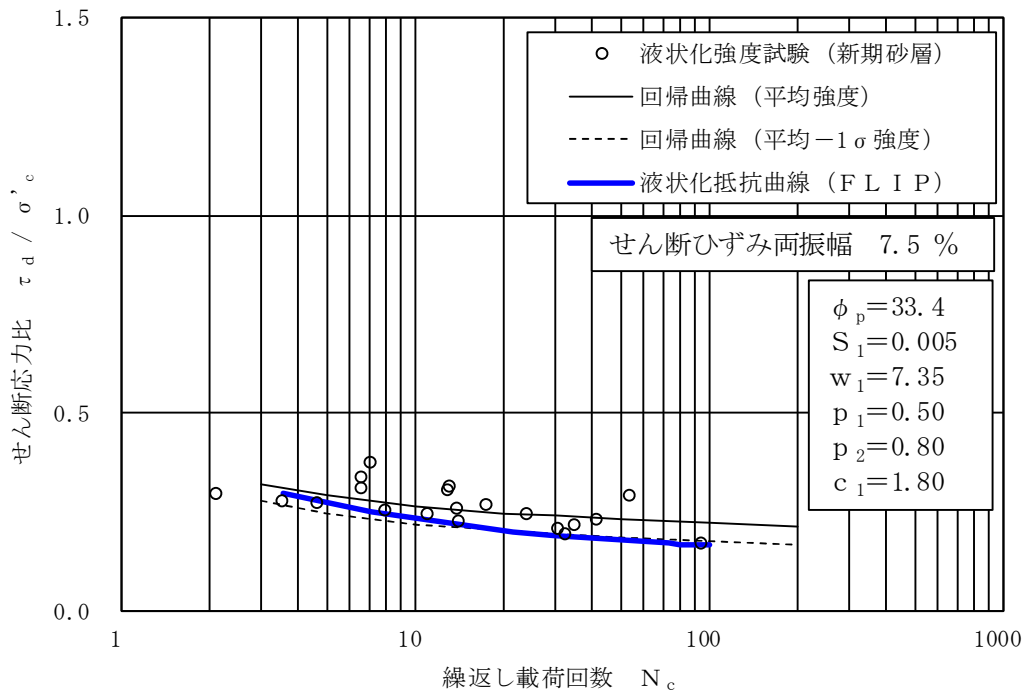


図 5-39 番神砂層・大湊砂層の液状化抵抗曲線（大湊側高台保管場所）

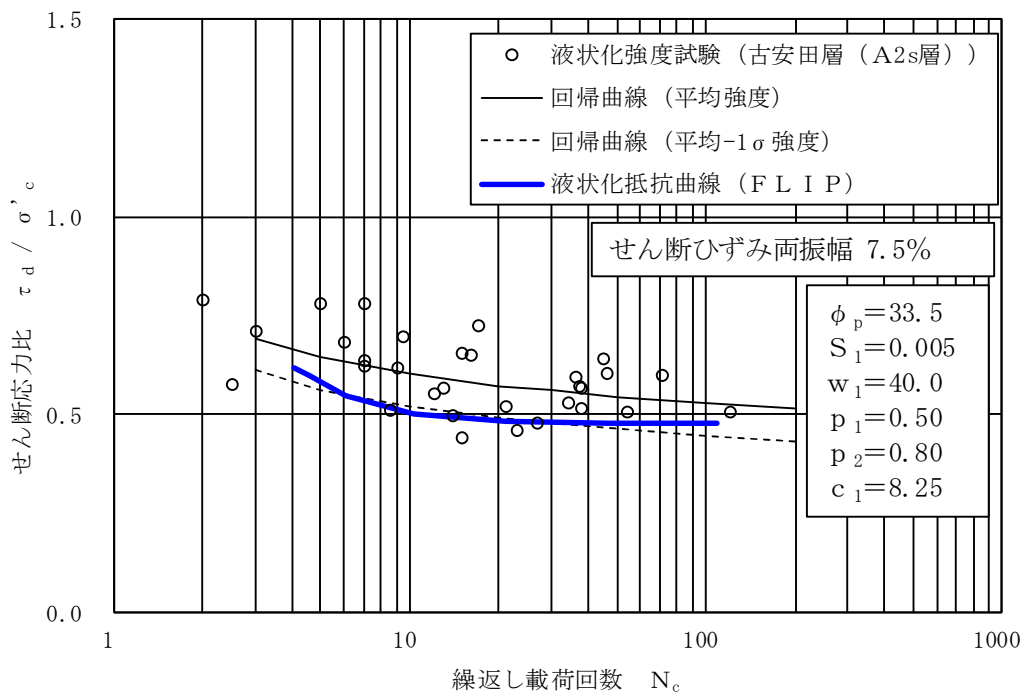


図 5-40 古安田層（A2s 層）の液状化抵抗曲線（大湊側高台保管場所）

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 解析コード「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、

σ_{ma}' : 基準平均有効拘束圧

σ_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 σ に基づき算定する。なお、 ρ 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 σ 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 σ_{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 に大湊側高台保管場所における 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 σ_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 G_0 のばらつきの算定結果

地層名		密度 ρ (g/cm ³)	基準平均 有効拘束圧 σ_{ma}' (kN/m ²)	G_0 の σ_m' に対する依存式 $G_0 = G_{ma} \times (\sigma_m' / \sigma_{ma}')^m$ (kN/m ²)			
				係数 G_{ma} (平均)	係数 G_{ma} (平均+1 σ)	係数 G_{ma} (平均-1 σ)	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

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

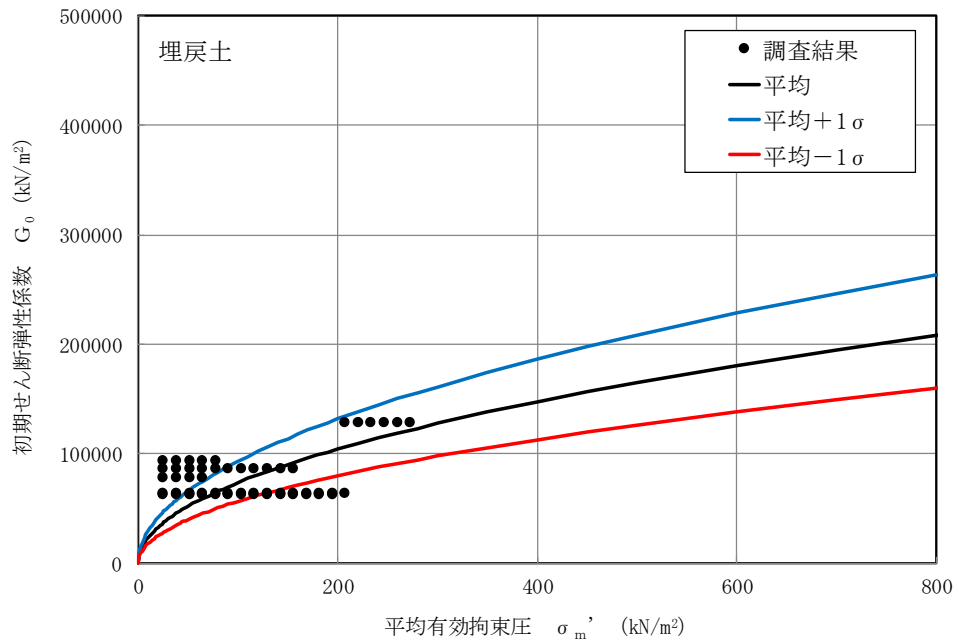


図 6-1 埋戻土の σ_m' 依存式 (大湊側高台保管場所)

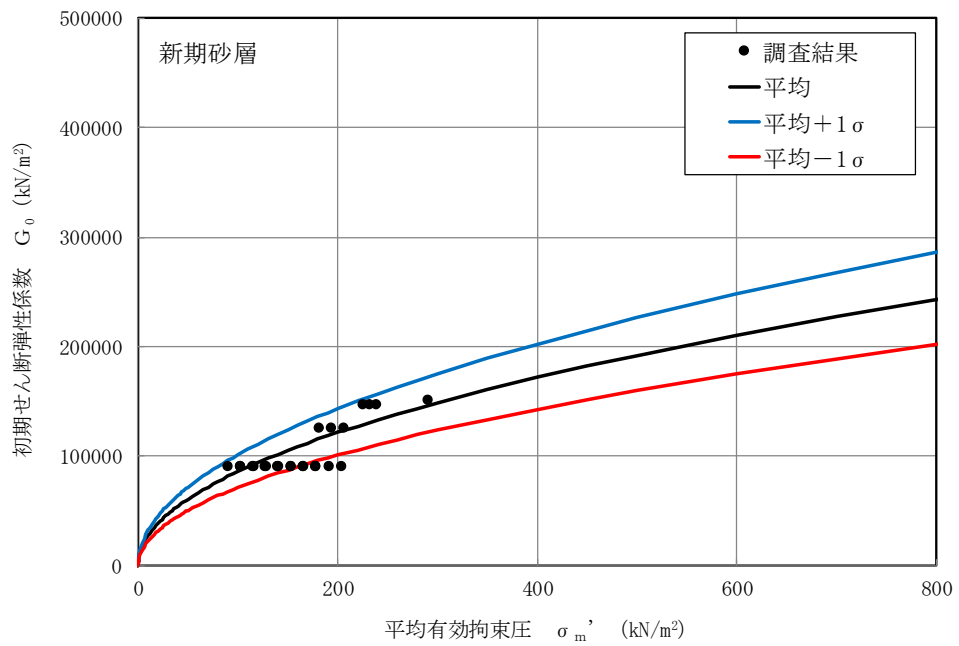


図 6-2 新期砂層の σ_m' 依存式 (大湊側高台保管場所)

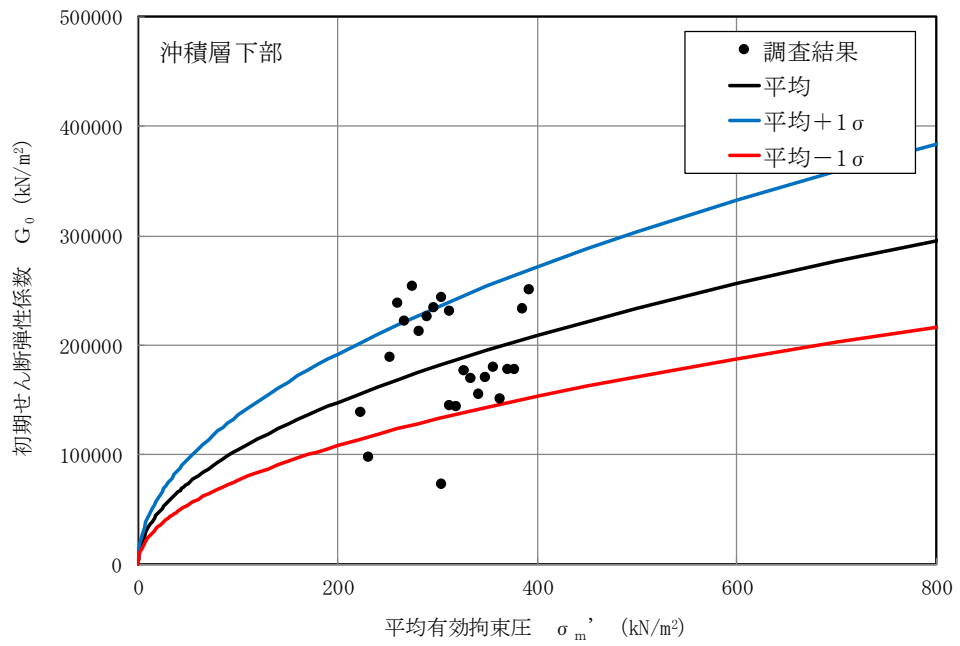


図 6-3 沖積層下部の σ_m' 依存式 (大湊側高台保管場所)

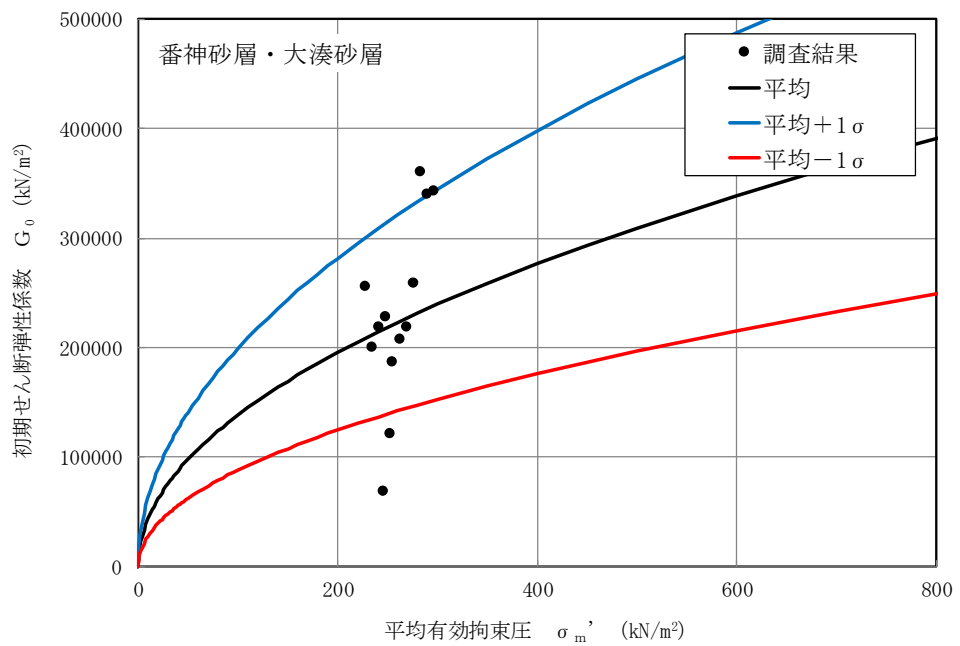


図 6-4 番神砂層・大湊砂層の σ_m' 依存式 (大湊側高台保管場所)

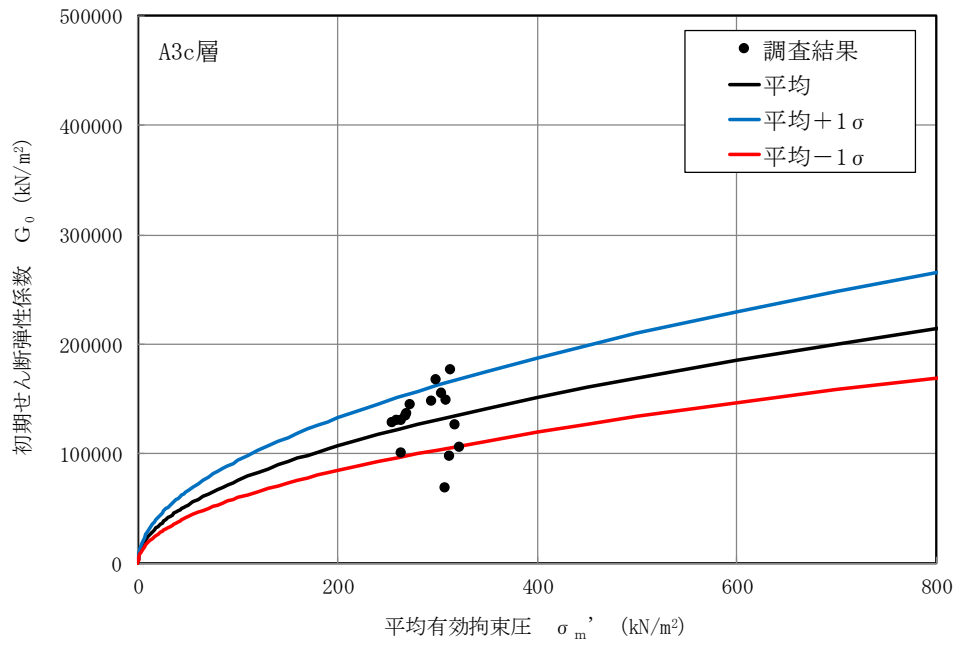


図 6-5 A3c 層の σ'_m 依存式 (大湊側高台保管場所)

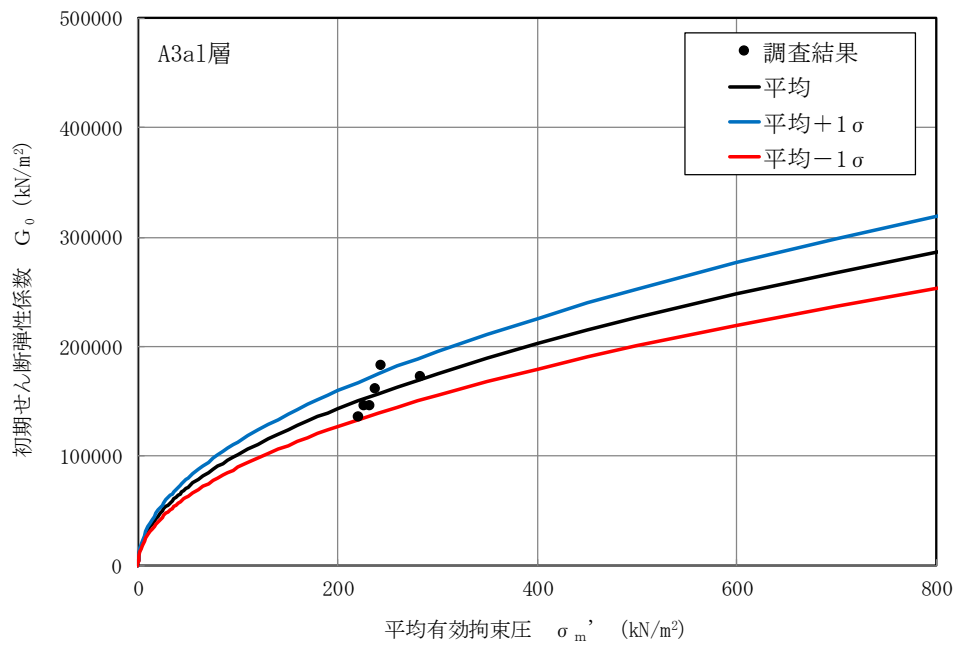


図 6-6 A3a1 層の σ'_m 依存式 (大湊側高台保管場所)

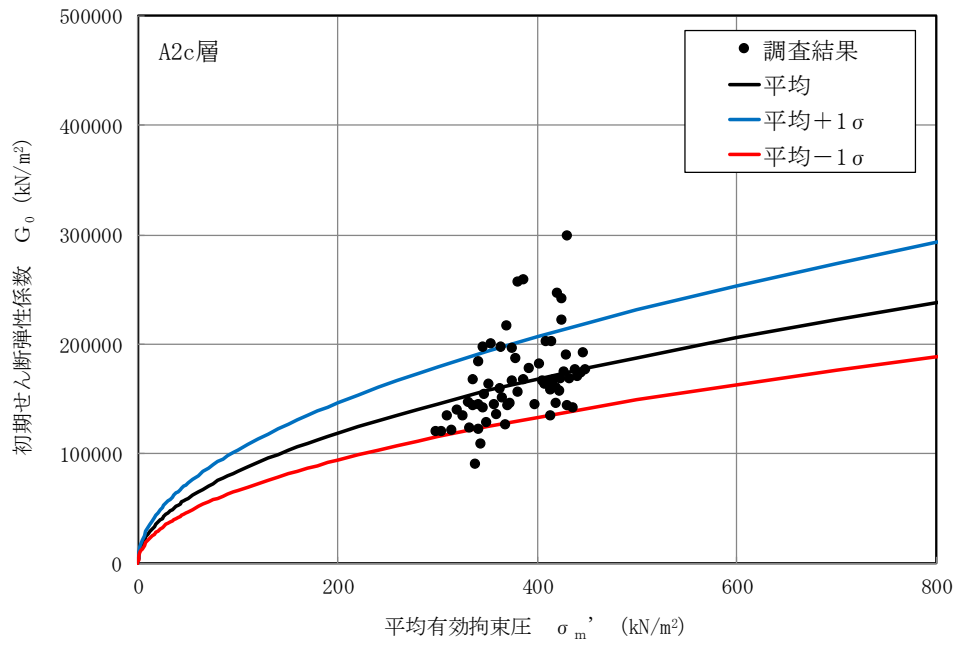


図 6-7 A2c 層の σ'_m 依存式 (大湊側高台保管場所)

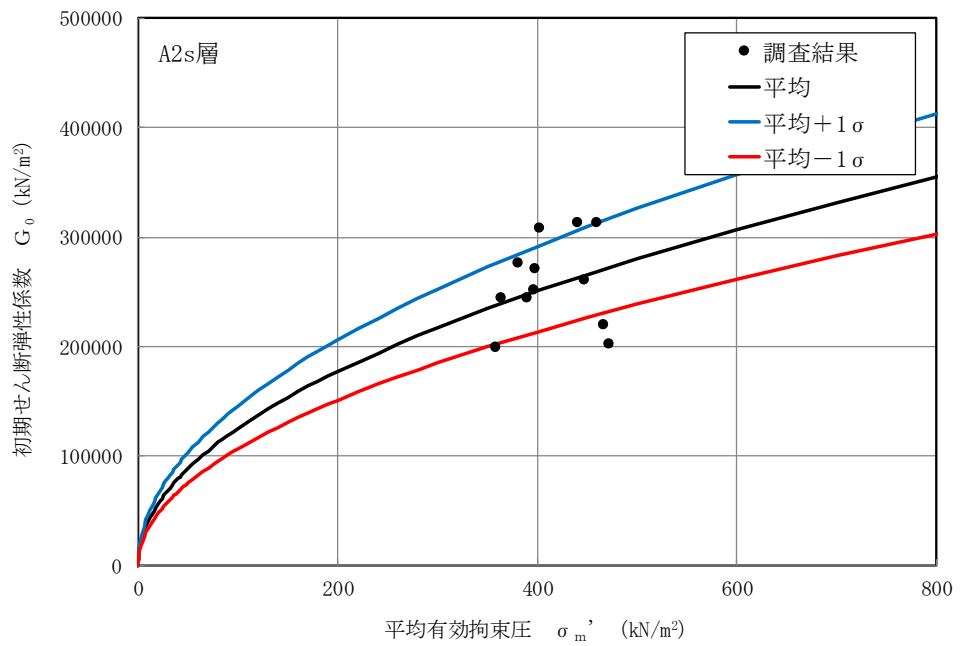


図 6-8 A2s 層の σ'_m 依存式 (大湊側高台保管場所)

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応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 -1σ 」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 τ / σ'_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 σ 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 (-1σ) 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 (-1σ) 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、**地表に設置される**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、補足「(参考資料2) 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。

ここでは、大湊側高台保管場所の液状化強度試験結果と代用し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及び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新期砂層地の液状化強度試験結果の比較を図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」に示した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できる。

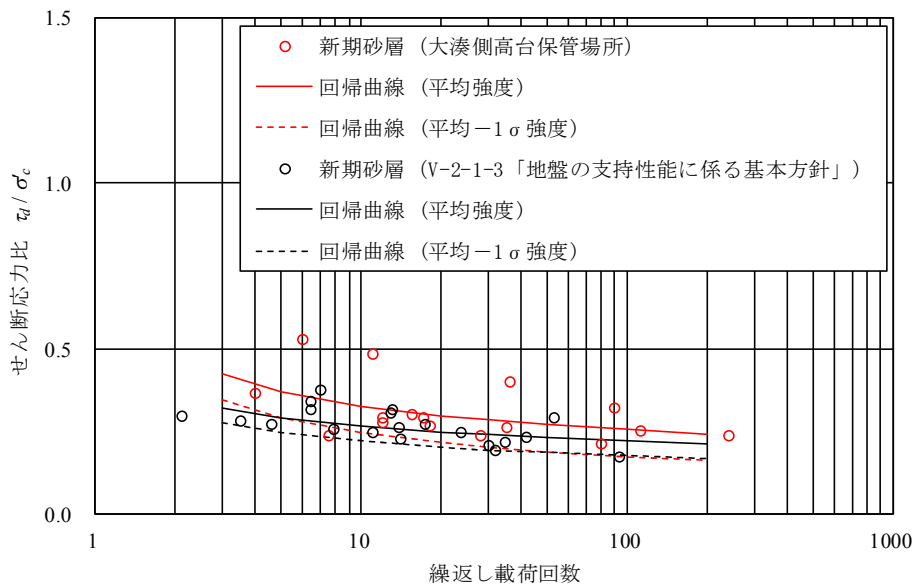


図1 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の新期砂層の液状化強度試験結果の比較

3.2 沖積層下部

大湊側高台保管場所及び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沖積層下部の液状化強度試験結果の比較を図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」に示した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できる。

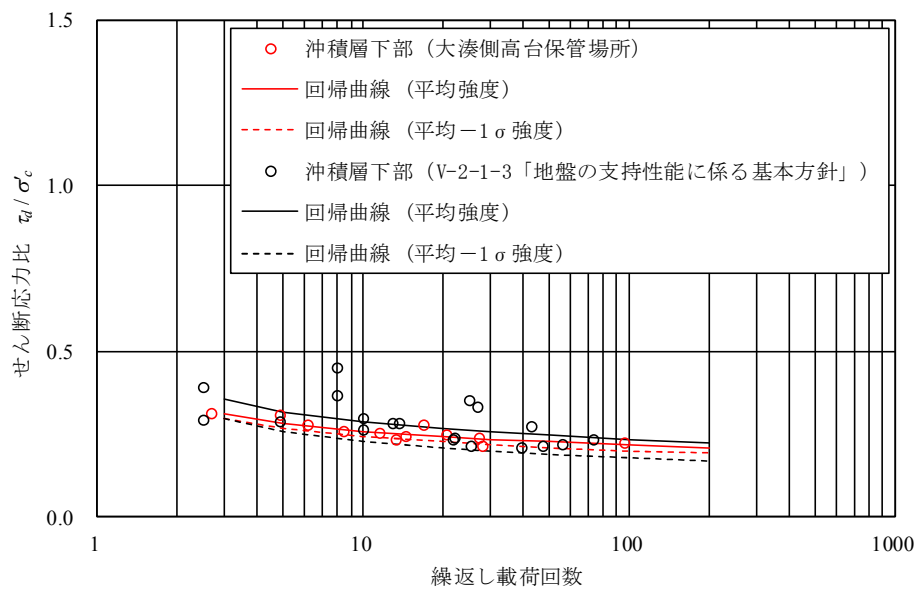


図2 大湊側高台保管場所及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の沖積層下部の液状化強度試験結果の比較

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・大湊砂層及び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新期砂層の液状化強度試験結果の比較を図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」に示した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できる。

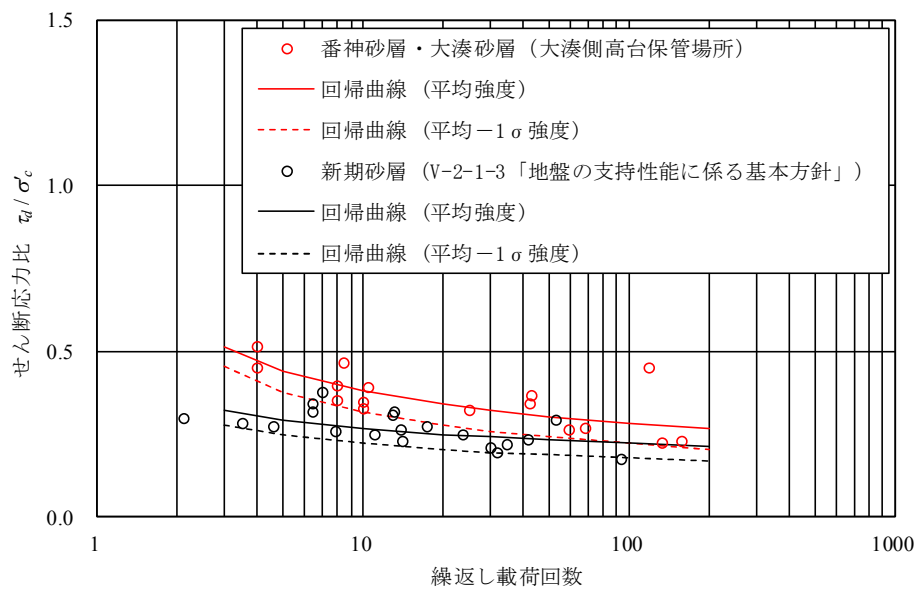


図3 大湊側高台保管場所における番神砂層・大湊砂層及びV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示した大湊側敷地の新期砂層の液状化強度試験結果の比較

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した、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、代用し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」に示した大湊側敷地の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位置関係に示すとおり、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の入力地震動の算定に用いる解析用物性値は、両保管場所でのボーリング調査による地質分布状況を整理した上で、敷地内での地質の連続性や大湊側敷地全体の広い範囲のボーリング調査結果に基づき設定しているV-2-1-3「地盤の支持性能に係る基本方針」に示す解析用物性値を使用する。

図1-2に解析用物性値設定の方針フローを示す。

液状化層の検討及び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

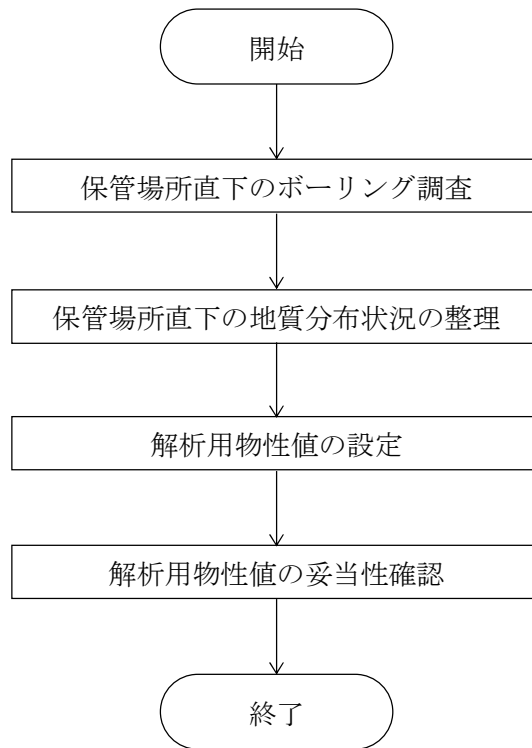


図 1-2 解析用物性値設定の方針フロー

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。

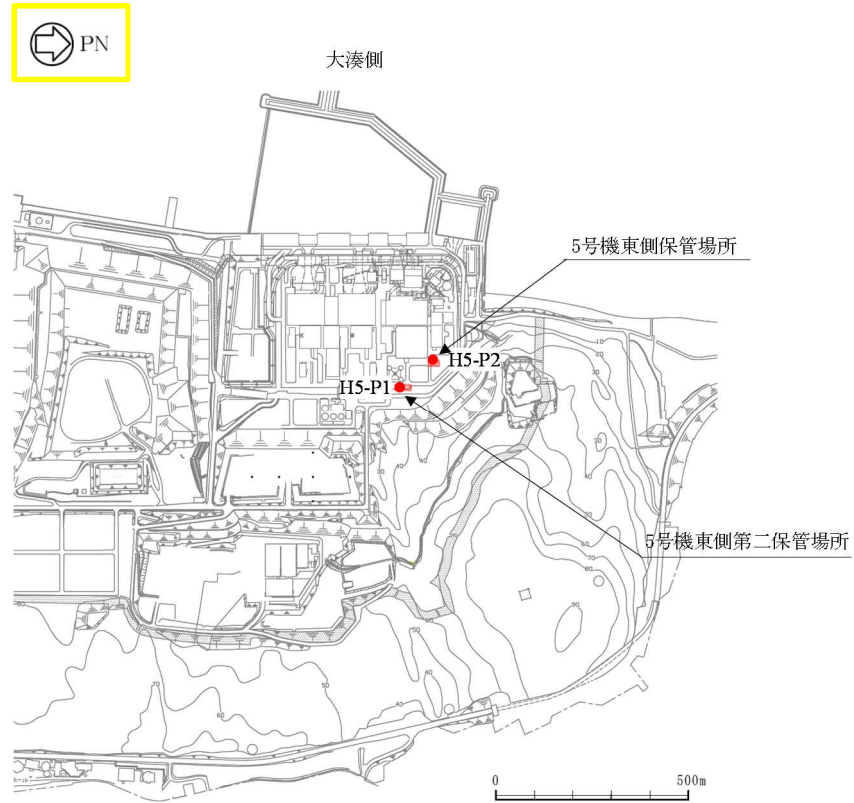


図 2-1 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所のボーリング調査位置

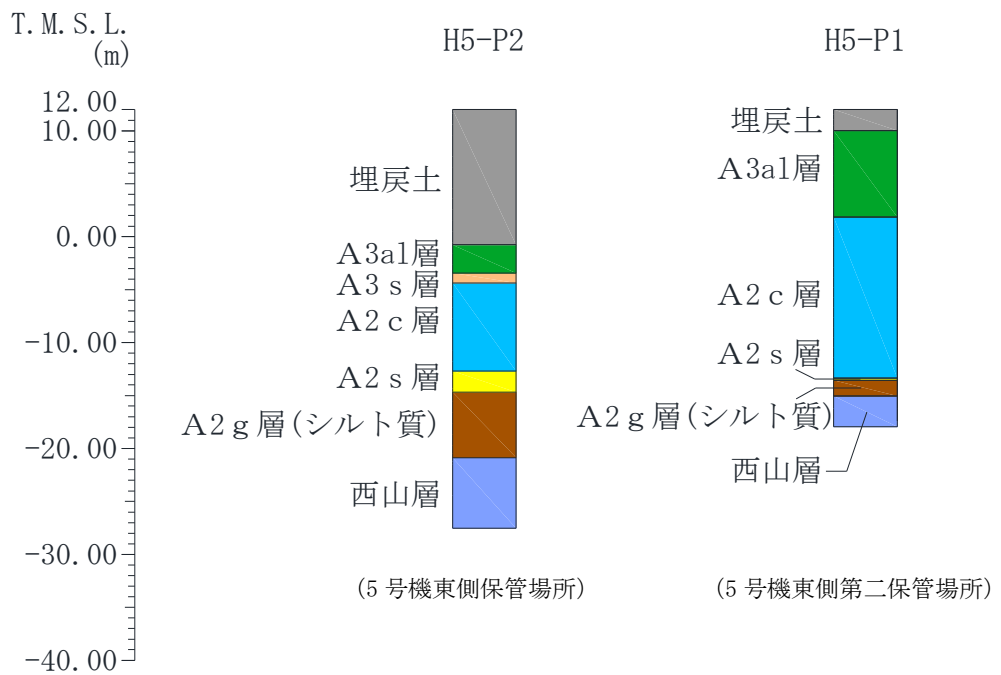


図 2-2 5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所の地層構成

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の保管場所直下における地質分布一覧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 保管場所直下における地質分布一覧

対象施設 時代・地層名			地質区分	・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」と同様の解析用物性値を設定する。

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)

物性値		地質区分	埋戻土	古安田層	
				A2s層	A3s層
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		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_{ms} (kN/m ²)		1.04×10^5	2.14×10^5	2.14×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)		98.0	200	200
	ポアソン比 ν		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 ²)		0.0	0.0	0.0
	内部摩擦角 ϕ' (°)		35.9	36.6	36.6
液状化特性	液状化パラメータ	変相角 ϕ_p (°)	32.0	32.0	32.0
		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	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 ρ (g/cm ³)		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_{ms} (kN/m ²)		9.57×10^4	1.39×10^5	1.39×10^5	4.09×10^5	5.50×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)		94	140	140	98.0	98.0
	ポアソン比 ν		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 ²)		29.2	113	113	1370-5.04·Z*	1370-5.04·Z*
	内部摩擦角 ϕ' (°)		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 ρ (g/cm^3)		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^2)		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 σ_{ms}' (kN/m^2)		G_{ms} に対応する値	G_{ms} に対応する値	
	ポアソン比 ν		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^2)		三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	
	内部摩擦角 ϕ' ($^\circ$)				
液状化特性	変相角 ϕ_p ($^\circ$)		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 ρ (g/cm^3)		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^2)		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 σ_{ms}' (kN/m^2)		G_{ms} に対応する値			慣用値*	
	ポアソン比 ν		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^2)		三軸圧縮試験			三軸圧縮試験	
	内部摩擦角 ϕ' ($^\circ$)						

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」で示した、図1-1の耐震評価における地下水位の設定フローを参考に設定する。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。

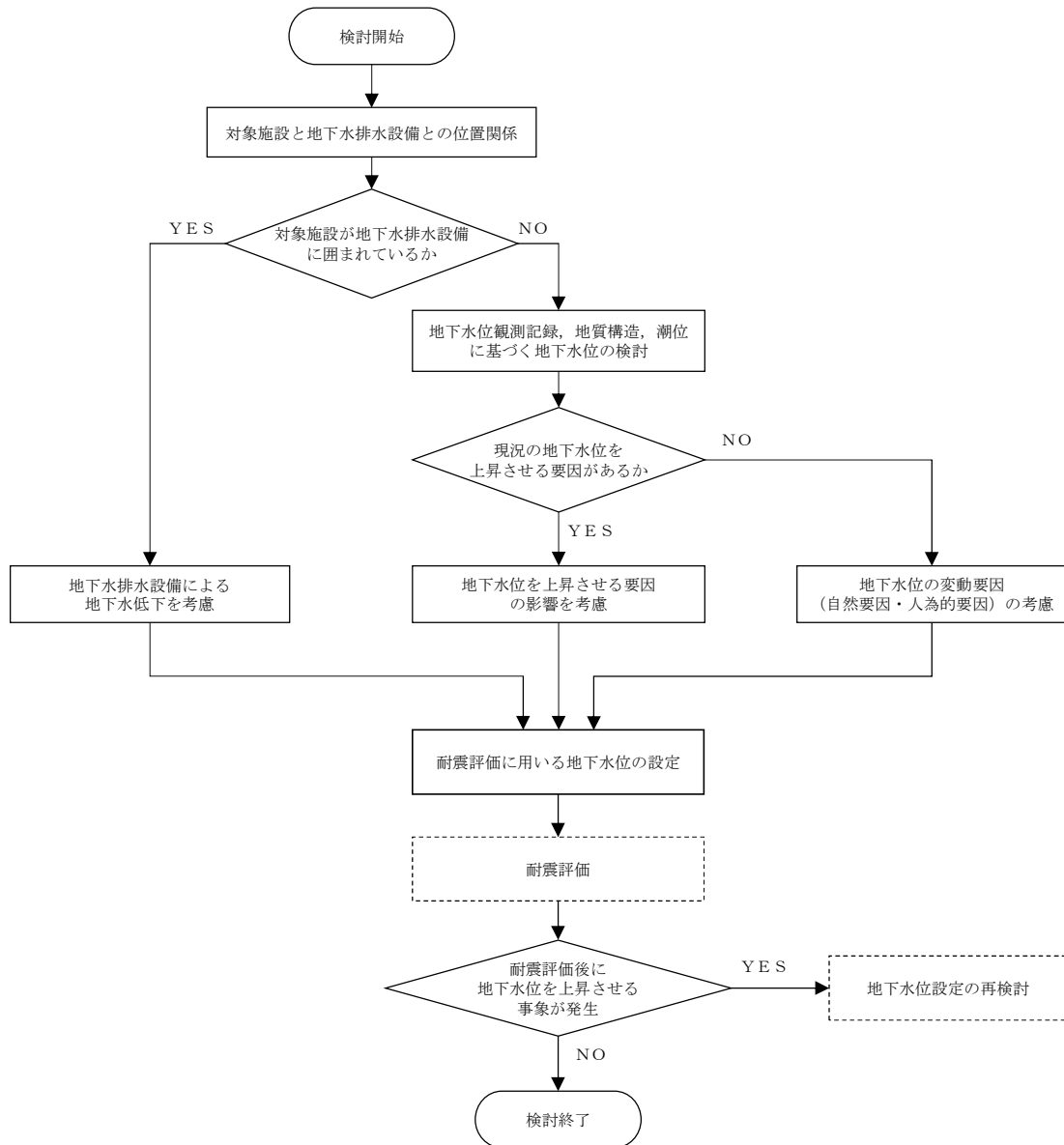


図1-1 耐震評価における地下水位の設定フロー

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に、地下水位観測記録と降水量データを図2-2に示す。

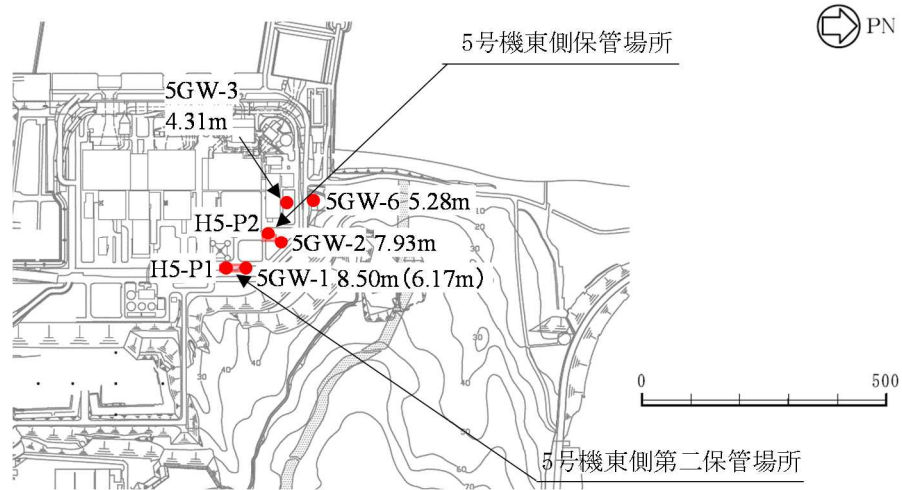


図2-1 観測最高地下水位分布図 (5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所)

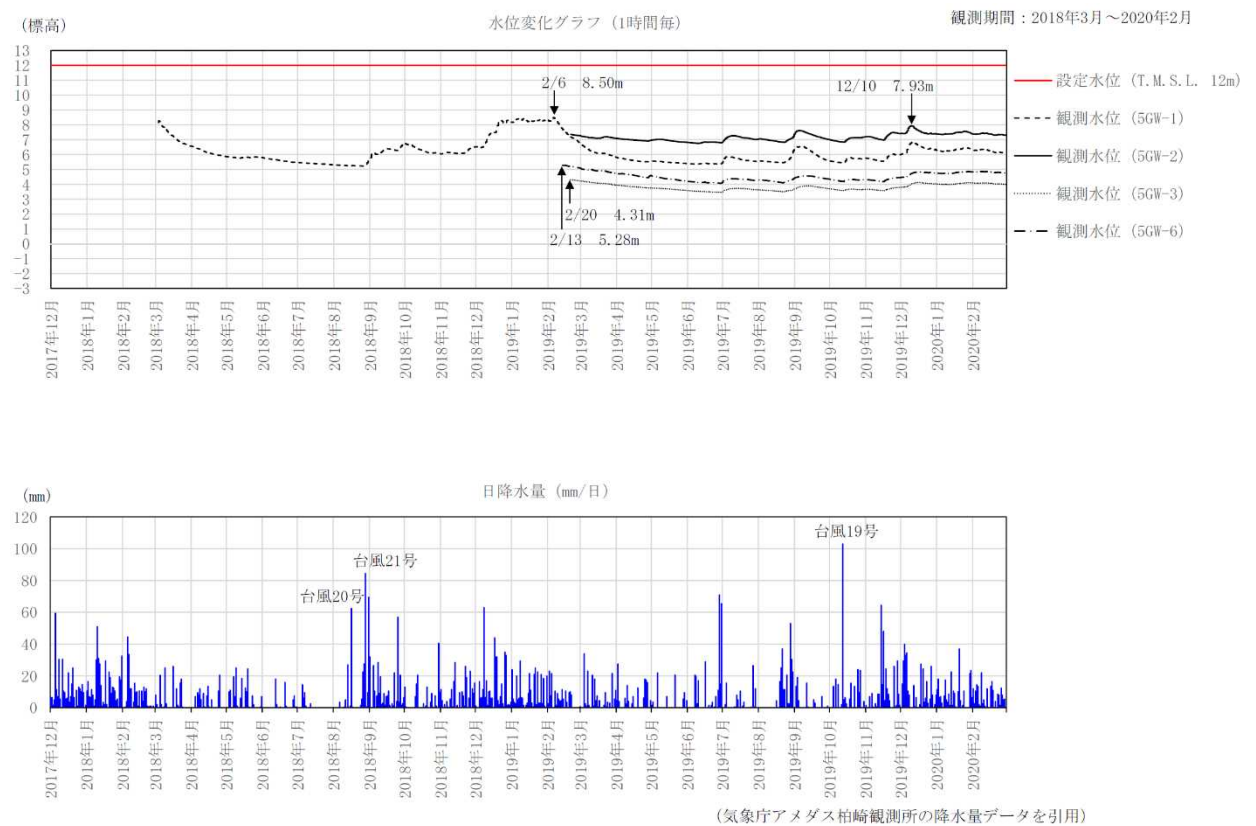


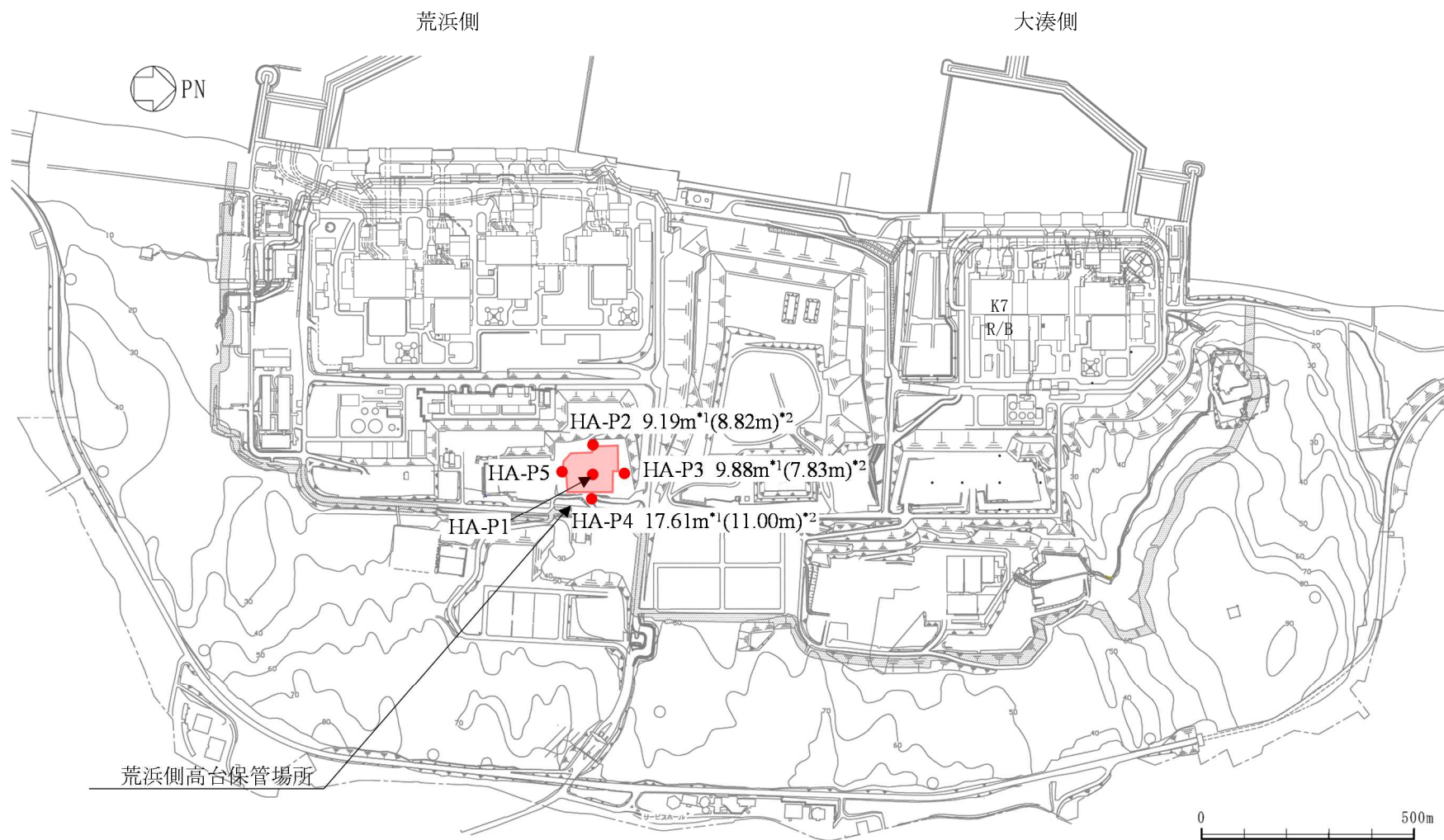
図2-2 地下水位観測記録と降水量データ (5号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所)

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 に、荒浜側地下水位に関するボーリング柱状対比図を図 2-4 に、地下水位観測記録と降水量データを図 2-5 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、地下水位は埋戻土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 及び HA-P4 では新期砂層下端、新期砂層の存在しない 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。

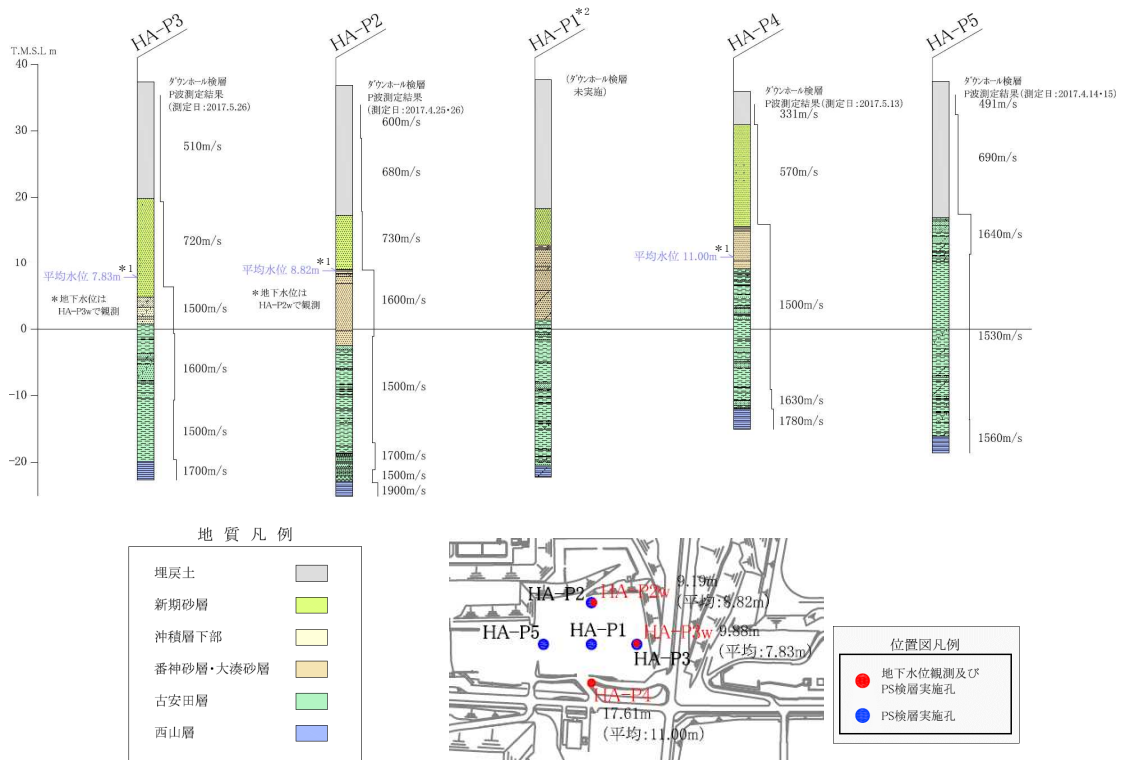
荒浜側高台保管場所の地下水位には降雨の影響は認められない。地下水位データに認められるヒゲ状の急激な変動は地表水を集水しやすい地下水位観測孔の構造に起因するものと判断している。荒浜側高台保管場所の地下水位は、大湊側敷地と同様に 12～3 月に微増する季節変動の傾向を示すものの、年間を通して概ね一定である。また、年間平均水位は、細粒分が少なく透水性の高い砂層部下端を地下水が流れる図 2-4 の傾向と整合的な結果である。



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

*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 観測最高地下水位分布図 (荒浜側高台保管場所)



注記*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。
 *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

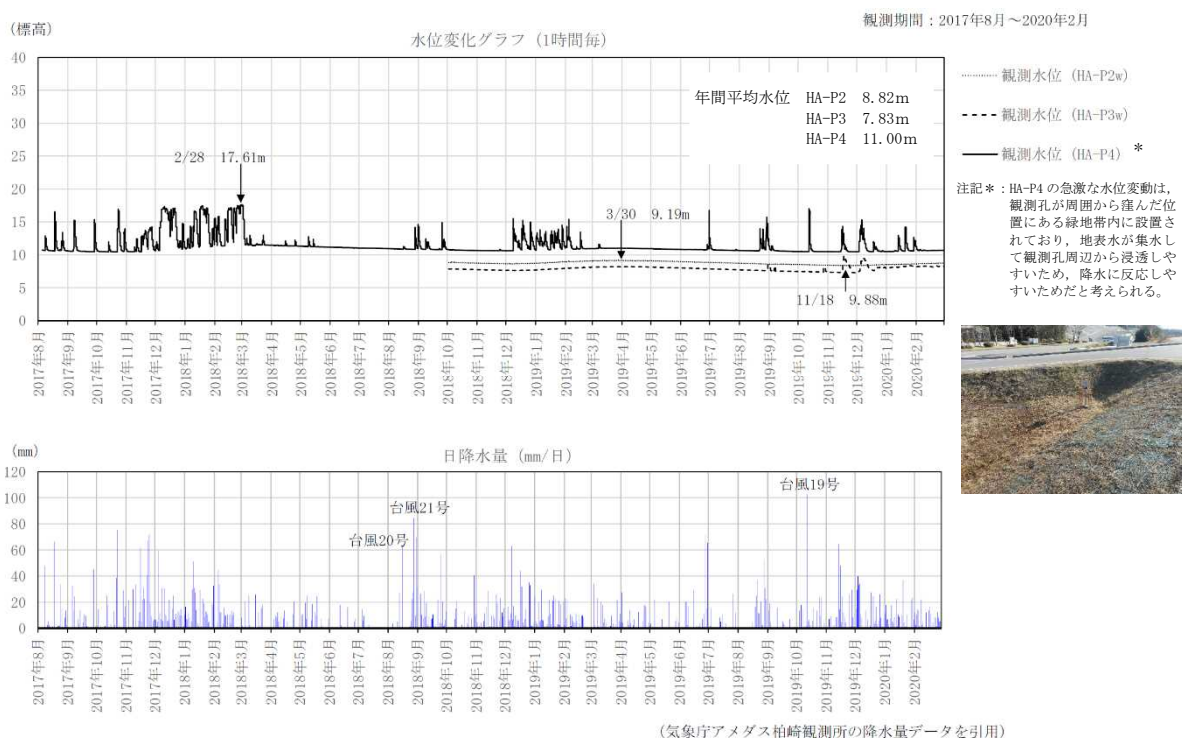


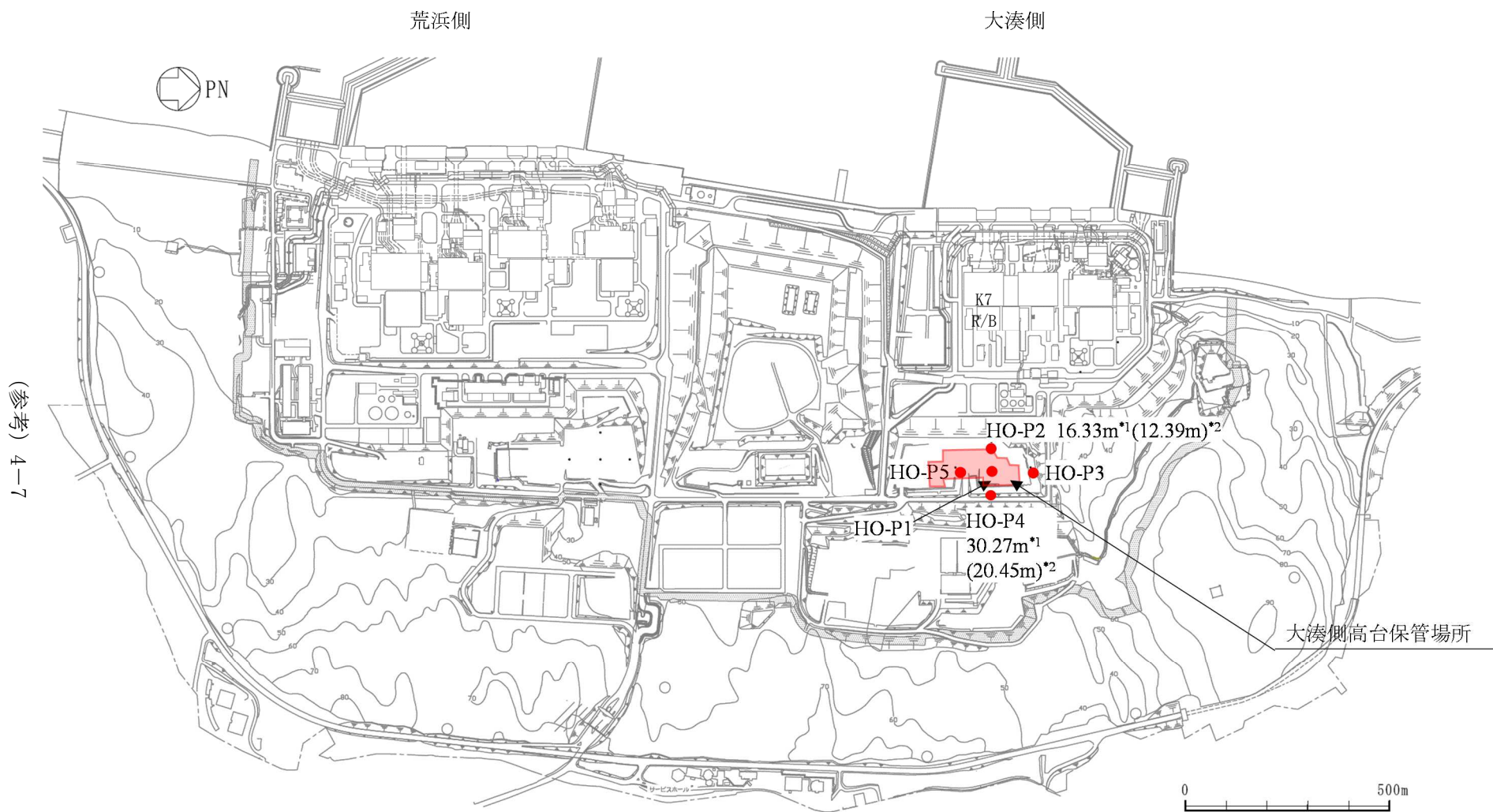
図2-5 地下水位観測記録と降水量データ（荒浜側高台保管場所）

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 に、大湊側地下水位に関するボーリング柱状対比図を図 2-7 に、地下水位観測記録と降水量データを図 2-8 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、地下水位は埋戻土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 及び 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 及び 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、当該箇所の地下水位であると考えられる。

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。大湊側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。

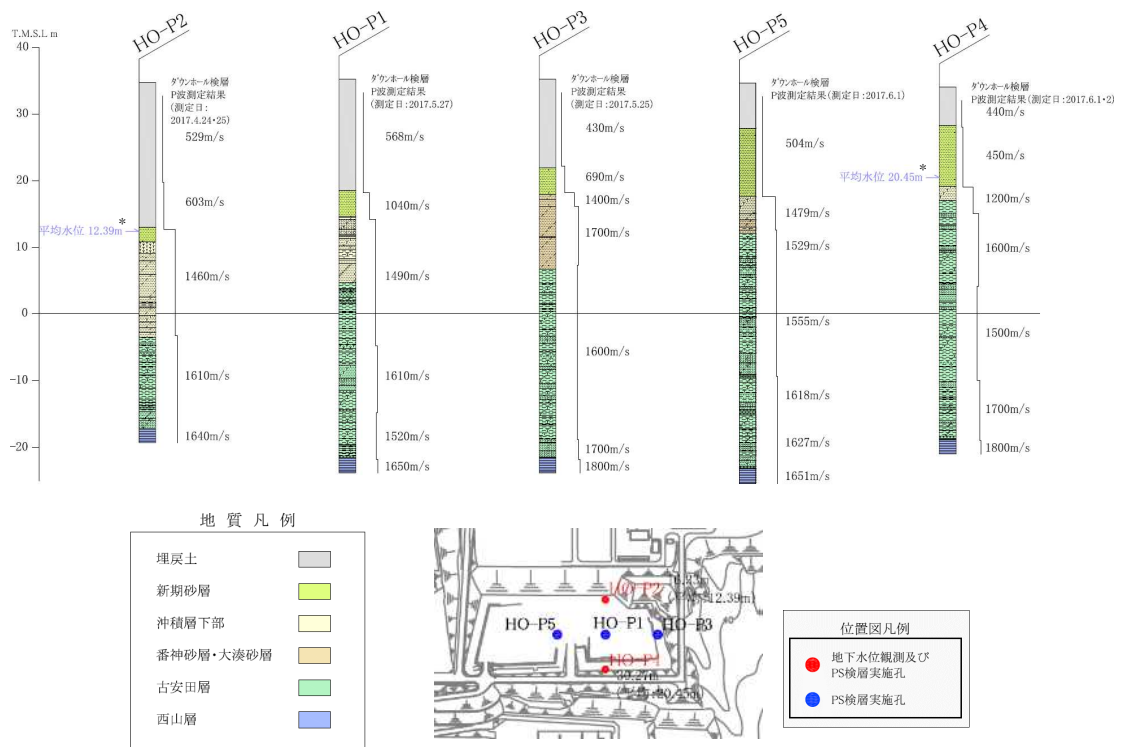


(参考) 4-7

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

*2 : 図中の () 内数値は、2018 年の年間平均水位を示す。

図 2-6 観測最高地下水位分布図 (大湊側高台保管場所)



注記*：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

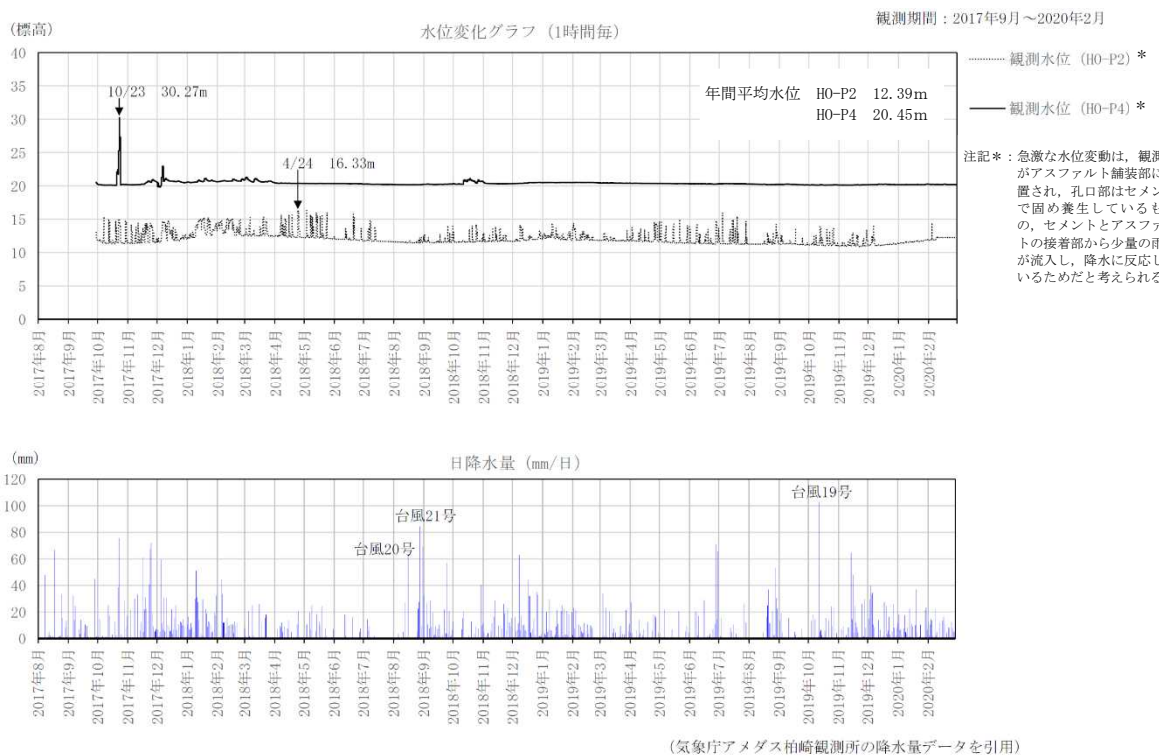


図2-8 地下水位観測記録と降水量データ（大湊側高台保管場所）

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、切土及び盛土が分布する。図3-1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概略範囲を図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。

図4-1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。

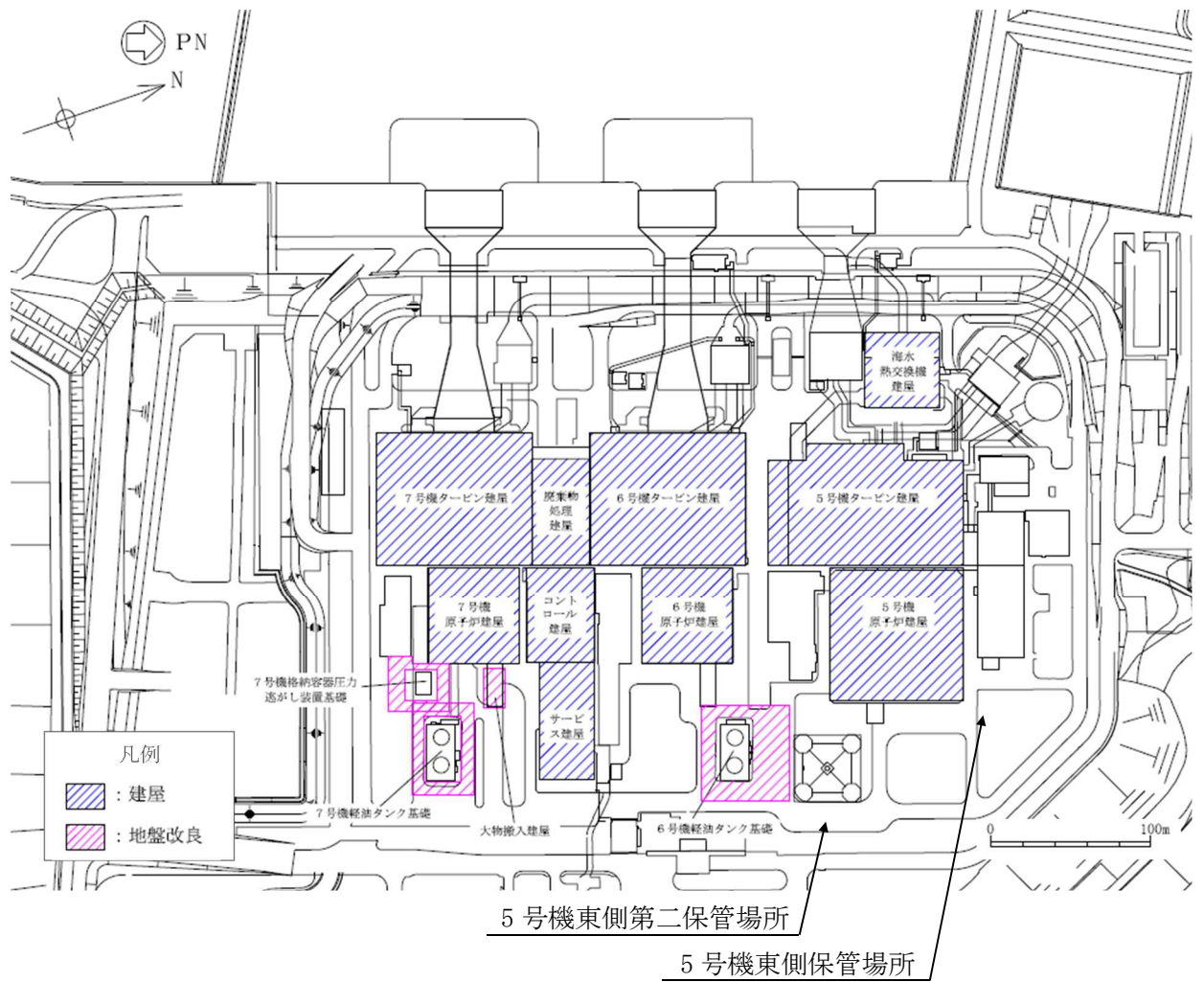


図 4-1 基礎が岩着している施設及び基盤まで地盤改良した地盤改良体の概略範囲（建屋周辺）

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。

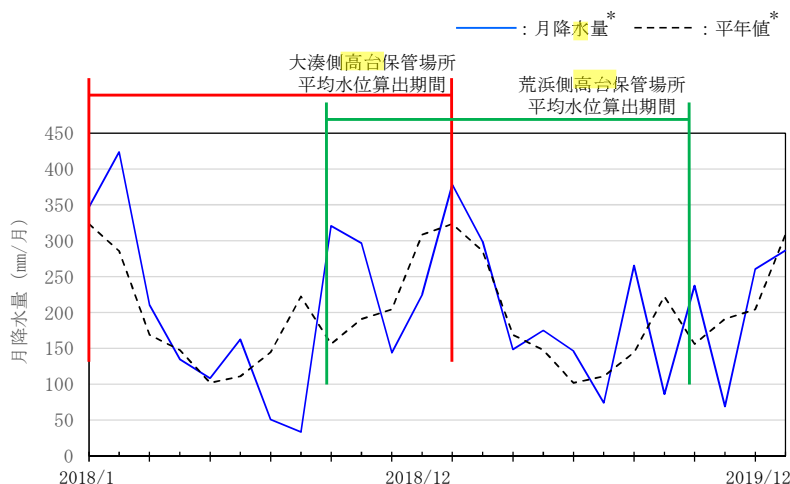
(2) 自然要因の考慮

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の観測期間との降水量を比較した。柏崎地点における平年値と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水量であることがわかる。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水量は、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。



注記*：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

5. 地下水位の設定

地下水位を上昇させる要因の影響及び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号機東側保管場所及び5号機東側第二保管場所

近傍の地下水位観測記録では、5GW-1で最大 T.M.S.L. 8.50m 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及び変動させる要因（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 検層データ及び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及び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。表5-1に入力地震動算定における地下水位の設定一覧を、図5-1に地下水位の設定を示す。

5.3 大湊側高台保管場所

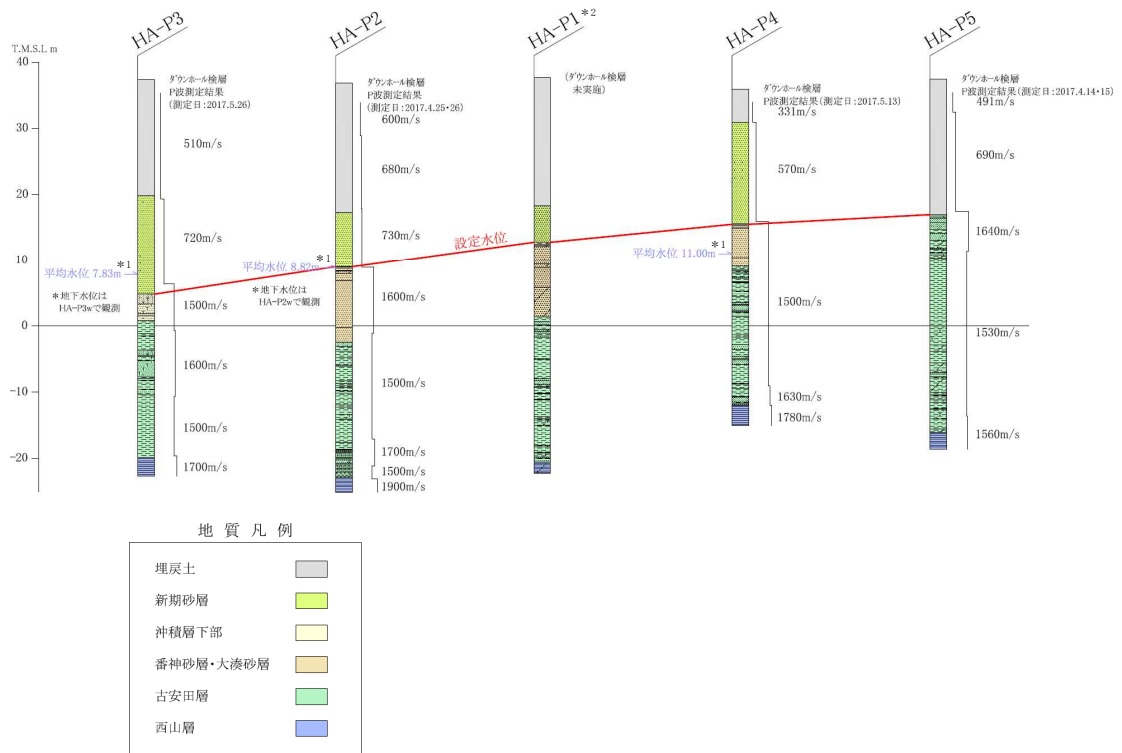
大湊側高台保管場所には、地下水位を上昇させる要因及び変動させる要因（人為的要因・自然要因）が存在しない。

大湊側高台保管場所におけるボーリング柱状図、PS 検層データ及び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及び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及び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、地下水位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及びH0-P2の地下水位を埋戻土下端、H0-P3、H0-P4及びH0-P5の地下水位を新期砂層下端に設定する。表5-2に入力地震動算定における地下水位の設定一覧を、図5-2に地下水位の設定を示す。

表 5-1 入力地震動算定における地下水位の設定一覧（荒浜側高台保管場所）

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。



注記*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。

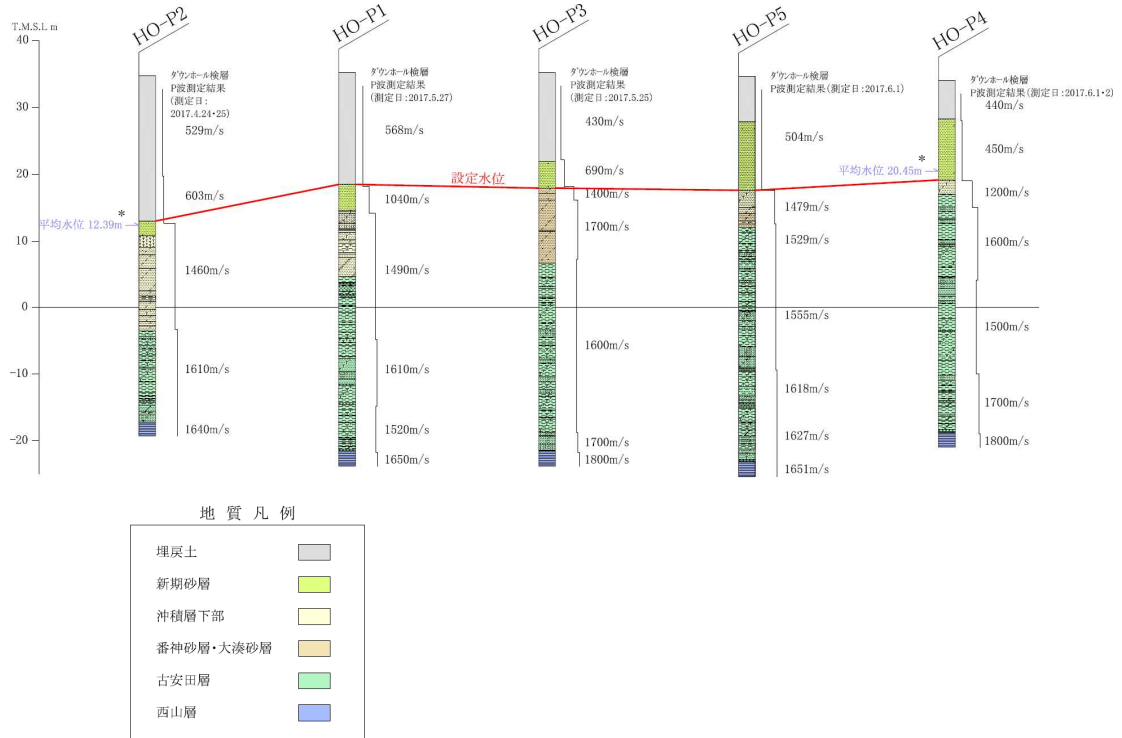
*2：HA-P1は地表路盤（1m程度の鉄筋コンクリート）の影響でPS検層未実施。

図 5-1 地下水位の設定（荒浜側高台保管場所）

表 5-2 入力地震動算定における地下水位の設定一覧（大湊側高台保管場所）

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。



注記*：平均水位は、2018年の年間平均水位を示す。

図 5-2 地下水位の設定（大湊側高台保管場所）

6. 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 検層データ及び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 及び 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 検層データ及び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 及び 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 及び 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、地下水位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 及び H0-P2 の観測孔の地下水位を埋戻土下端、H0-P3、H0-P4 及び 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 検層データ及び地下水位観測記録に基づいて、それぞれの観測孔ごとに、新期砂層下端あるいは埋戻土下端に設定している。

そこで、地下水位の不確実さ等を勘案して、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荒浜側高台保管場所及び大湊側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 及び 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 及び 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た地震応答解析（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 検層データ及び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（以下「基本ケース」という。）結果と比較することにより、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の入力地震動への影響を検討する。

荒浜側高台保管場所における影響検討ケースの地下水位の設定一覧及び地下水位の設定を表 6-1 及び図 6-1 に、大湊側高台保管場所における影響検討ケースの地下水位の設定一覧及び地下水位の設定を表 6-2 及び図 6-2 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における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	埋戻土下端 (T. M. S. L. 16.98m)	—

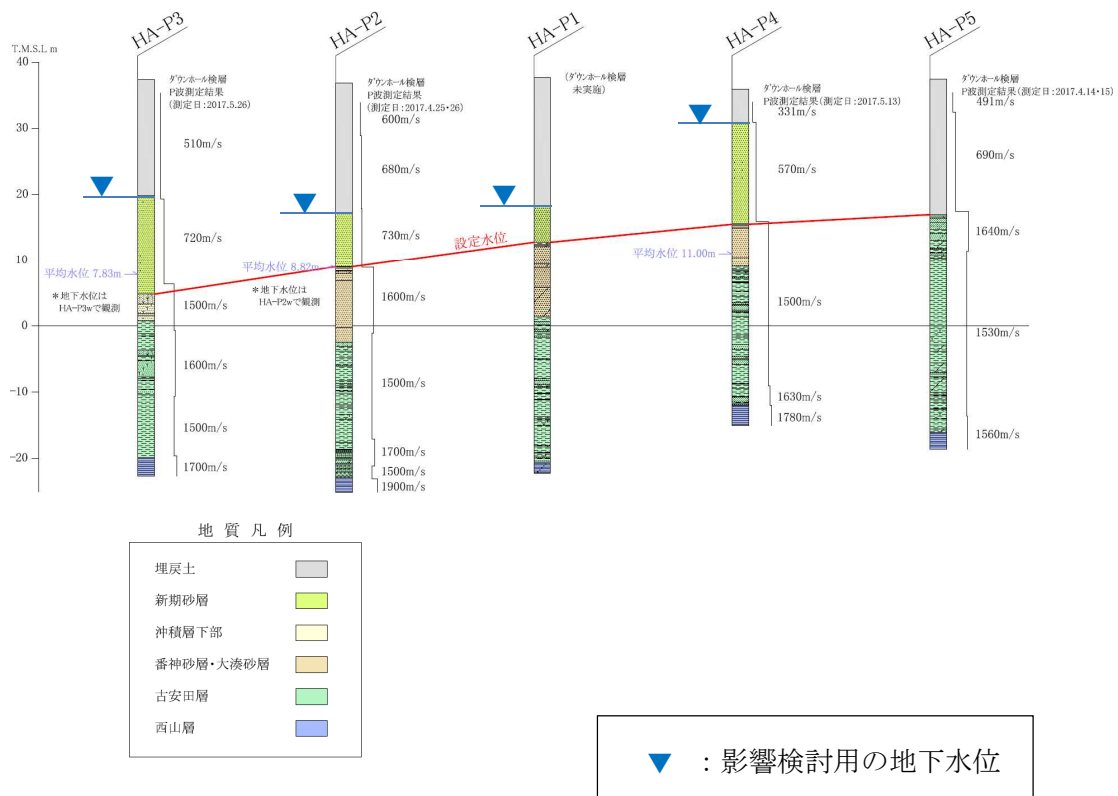


図 6-1 荒浜側高台保管場所における影響検討ケースの地下水位の設定

表 6-2 大湊側高台保管場所における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)

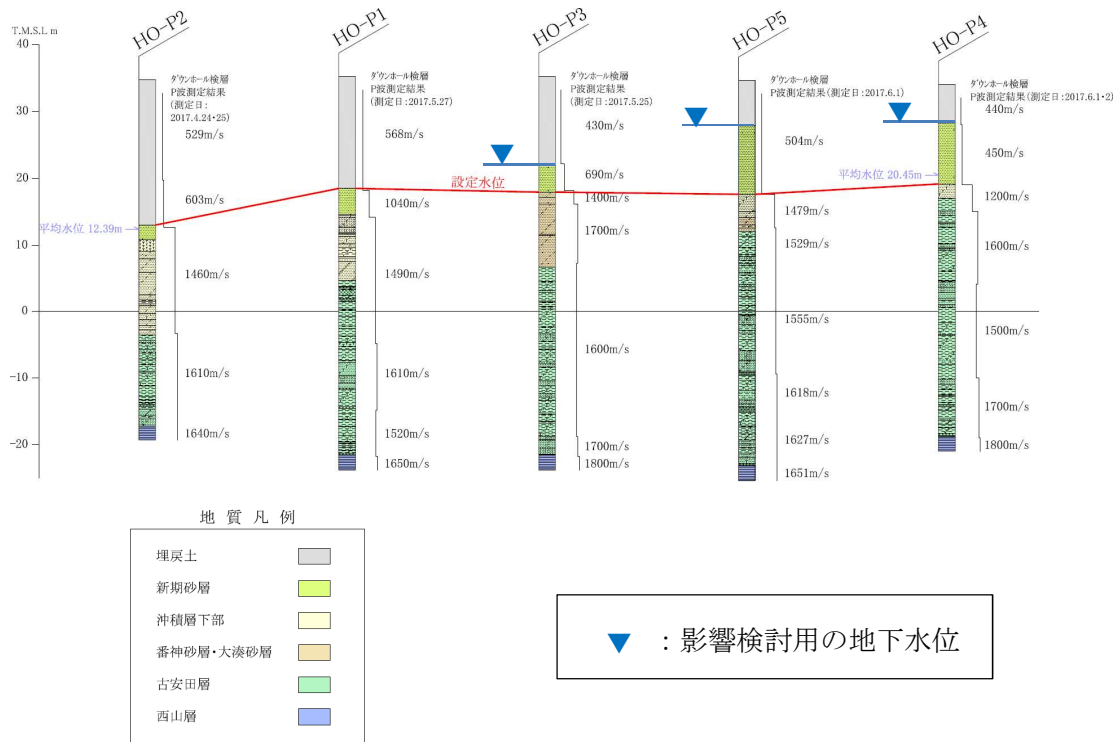


図 6-2 大湊側高台保管場所における影響検討ケースの地下水位の設定

表 6-3 解析ケース

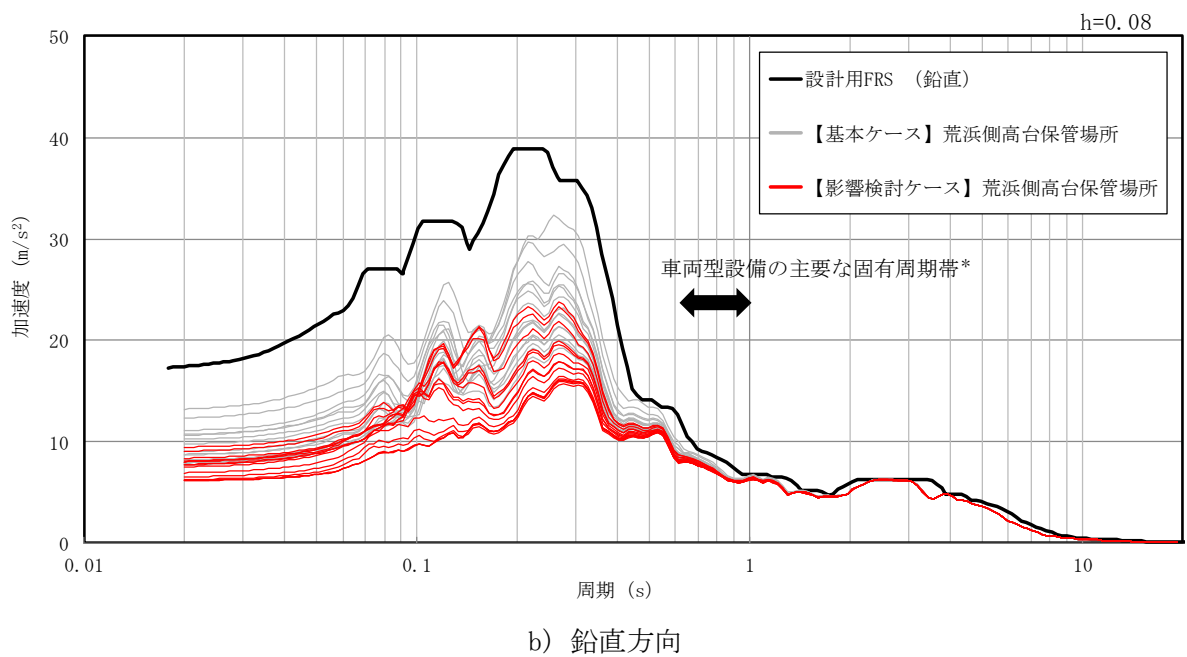
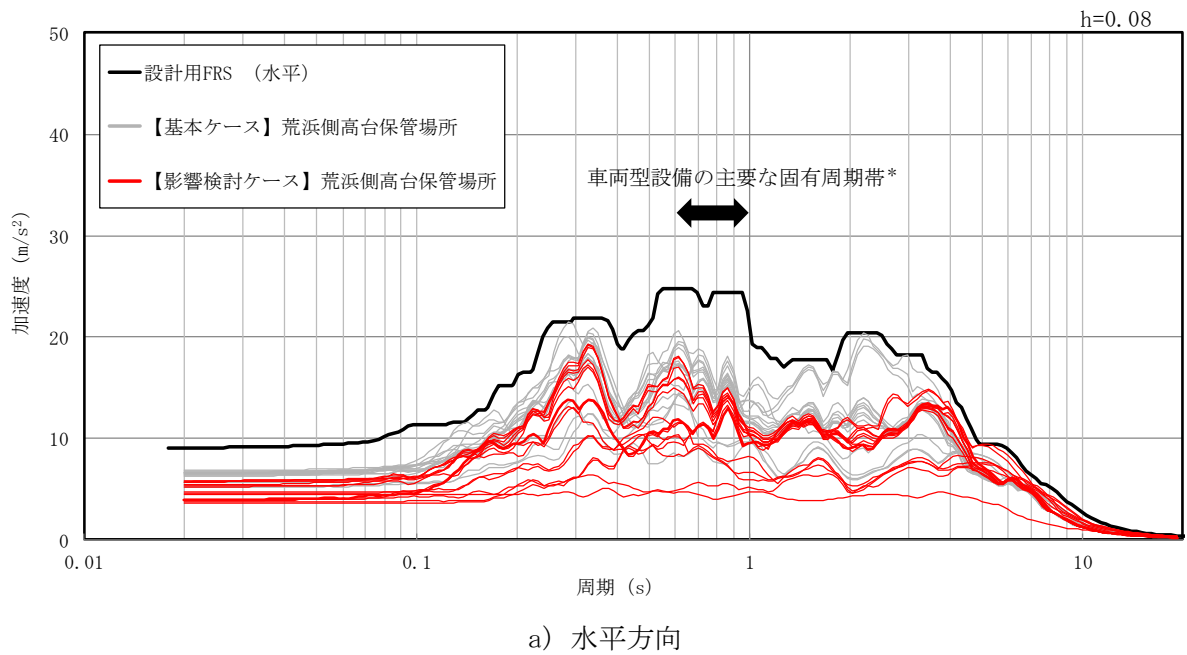
	③	④	⑤
解析ケース	地盤物性のばらつき (-1σ)を考慮した解 析ケース	非液状化の条件を仮定 した解析ケース	地盤物性のばらつき ($+1\sigma$)を考慮して非 液状化の条件を仮定し た解析ケース
地盤剛性の 設定	地盤剛性 (-1σ)	地盤剛性 (平均値)	地盤剛性 ($+1\sigma$)
液状化強度 特性の設定	液状化強度 特性 (-1σ)	液状化パラメータを非 適用	液状化パラメータを非 適用

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。

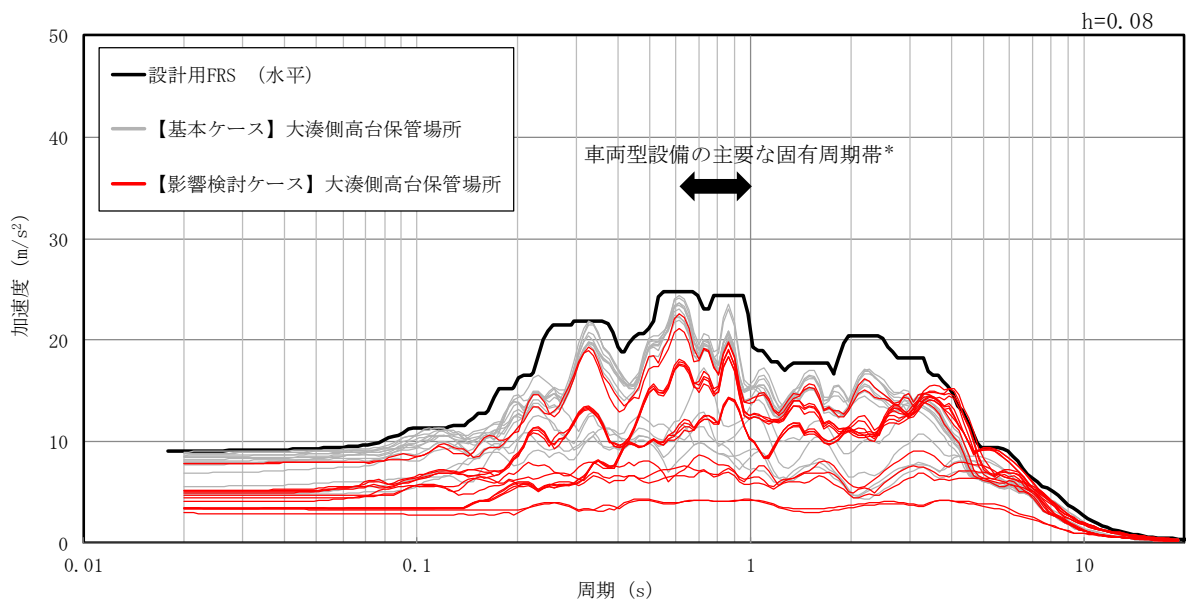
影響検討ケースは、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所ともに、基本ケースの入力地震動と比べて小さく、基本ケースのばらつきに含まれていることから、荒浜側高台保管場所及び大湊側高台保管場所の地下水位の設定による影響は軽微である。設計用 F R S と比較しても、保守的な結果となっていることが確認できた。

以上より、荒浜側高台保管場所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。

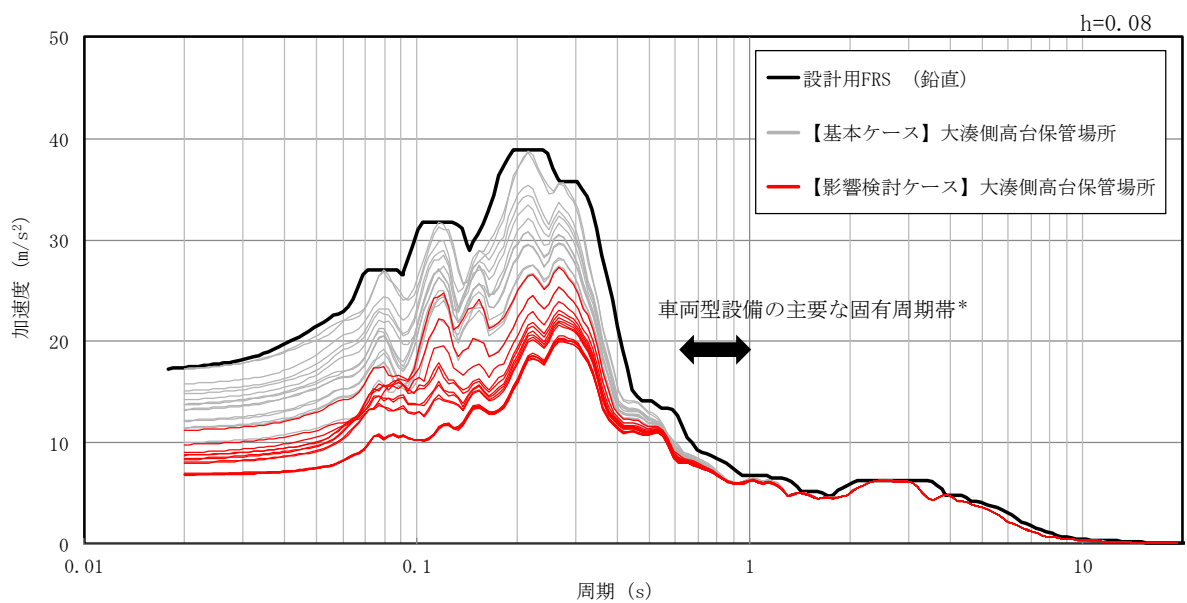


注記*：補足「9. 設計用FRSに対する車両型設備の加振試験における加振波FRSの裕度について」より、車両型設備の主要な固有周期帯を示している。

図6-3 荒浜側高台保管場所の入力地震動の比較結果



a) 水平方向



b) 鉛直方向

注記*：補足「9. 設計用FRSに対する車両型設備の加振試験における加振波FRSの裕度について」より、車両型設備の主要な固有周期帯を示している。

図6-4 大湊側高台保管場所の入力地震動の比較結果

(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

ここでは、可搬型重大事故等対処設備の保管場所である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、高台保管場所で実施し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、以下では、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 2-1 の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、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（原管発官 25 第 192 号）に係る申請書（以下「設置変更許可申請書」という。）及び審査資料「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」並びに「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 2-1 の基準地震動の策定における解放基盤表面の位置に示すとおり、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 2-1 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周期0.1~0.4秒の平均で算定し、コンターを描画したもの。コンターは、観測点間で補間しており、観測点がない端部は外挿となるためコンター描写領域を表記。(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、必要に応じて地震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2-1 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に一部加筆)

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 2-1 に示す敷地地盤の増幅特性を考慮し、表 3-1 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 3-1 高台保管場所に用いる基準地震動

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

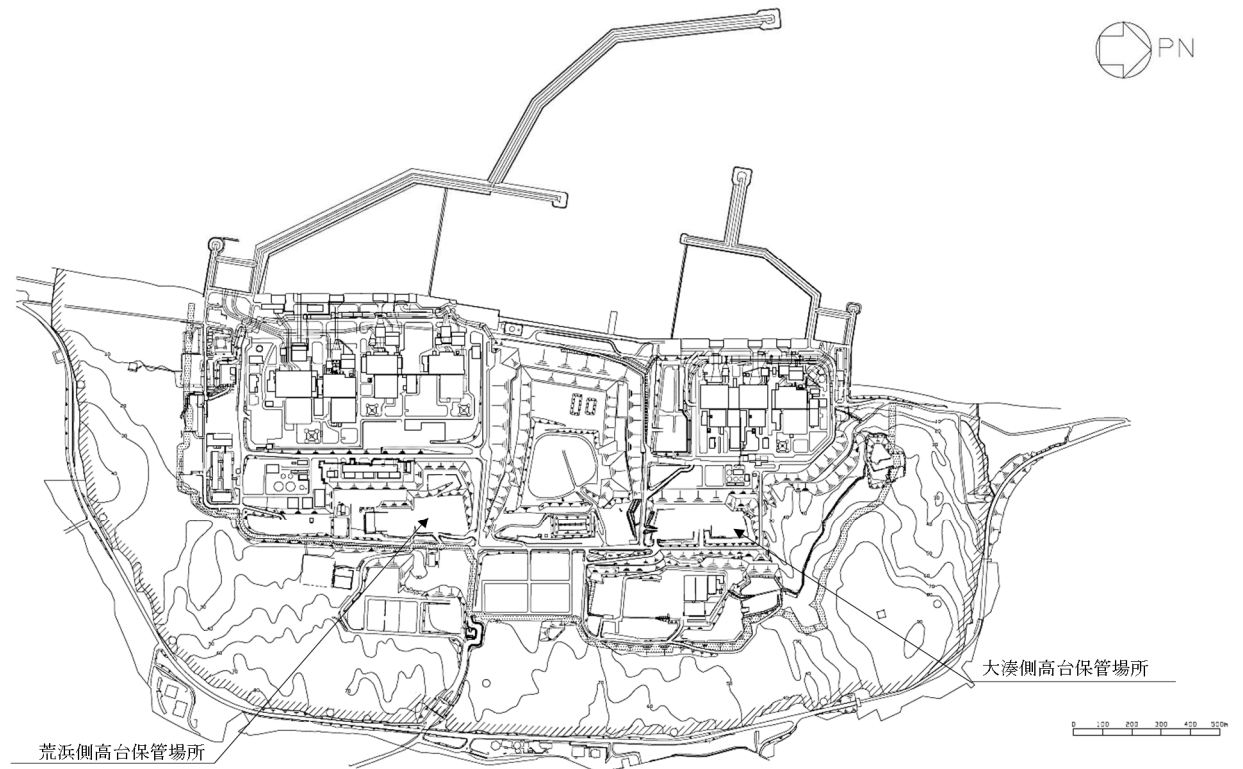
4.1 設定方針

当工事計画書において、地震応答解析を実施する保管場所の配置図を図 4-1 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 4-1 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～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 T.M.S.L. -280m、大湊側高台保管場所 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 2-1 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、

「4.2 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 4-1 地震応答解析を実施する保管場所の配置図

表 4-1 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

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	
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 4-2 の荒浜側高台保管場所における解放基盤表面の妥当性検討に示すように、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 4-3 の大湊側高台保管場所における解放基盤表面の妥当性検討に示すように、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「S L O K」を使用する。

(荒浜側高台保管場所地盤モデル)

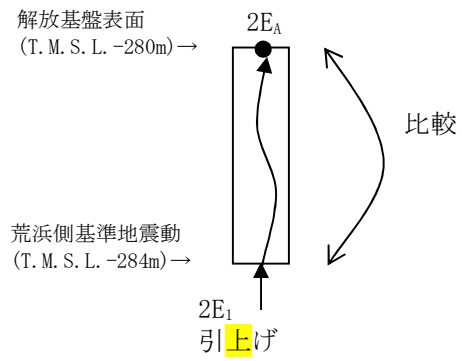


図 4-2 荒浜側高台保管場所における解放基盤表面の妥当性検討

(大湊側高台保管場所地盤モデル)

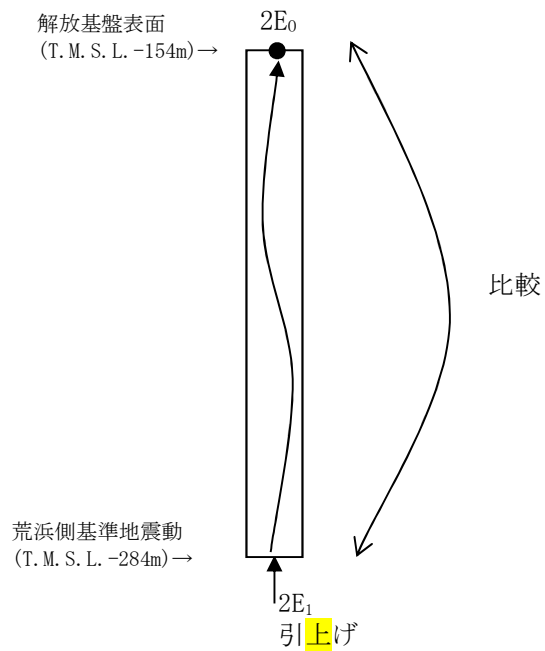


図 4-3 大湊側高台保管場所における解放基盤表面の妥当性検討

(2) 地質断面図

高台保管場所の平面図を図 4-4 に、各保管場所の地質断面図を図 4-5 及び図 4-6 に示す。

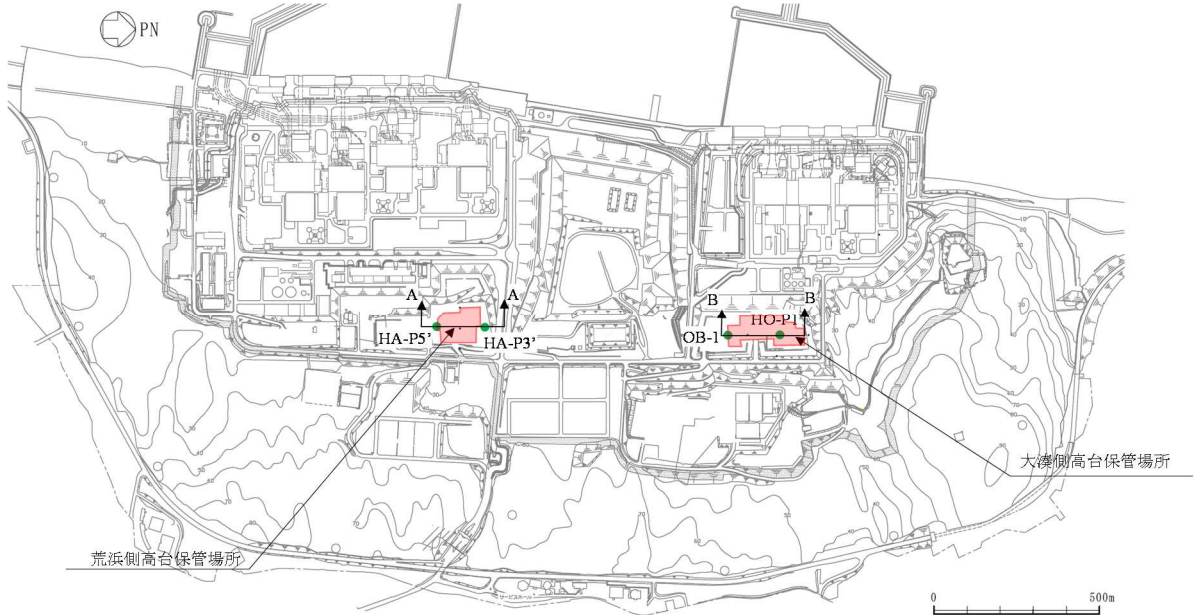


図 4-4 高台保管場所の平面図

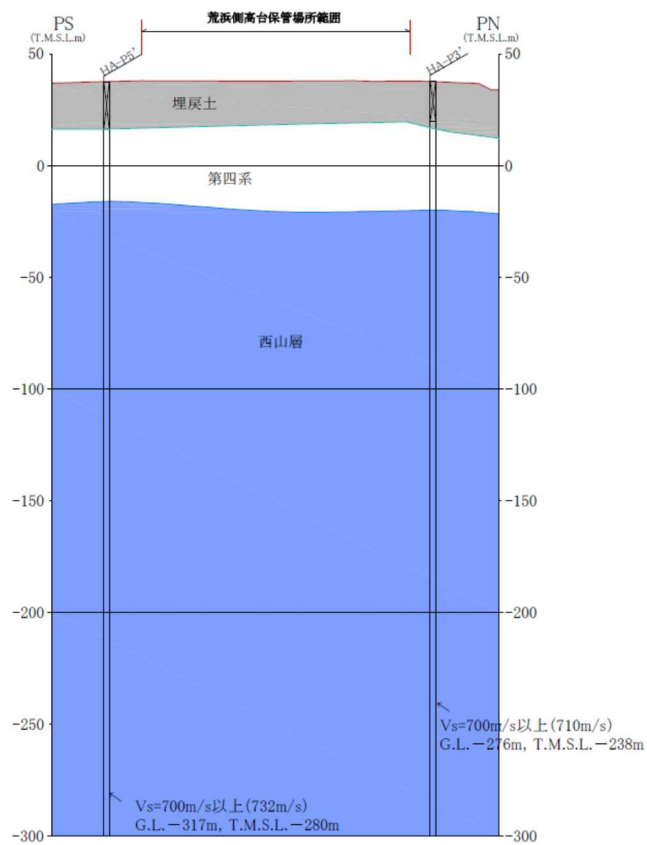


図 4-5 荒浜側高台保管場所の地質断面図 (A-A)

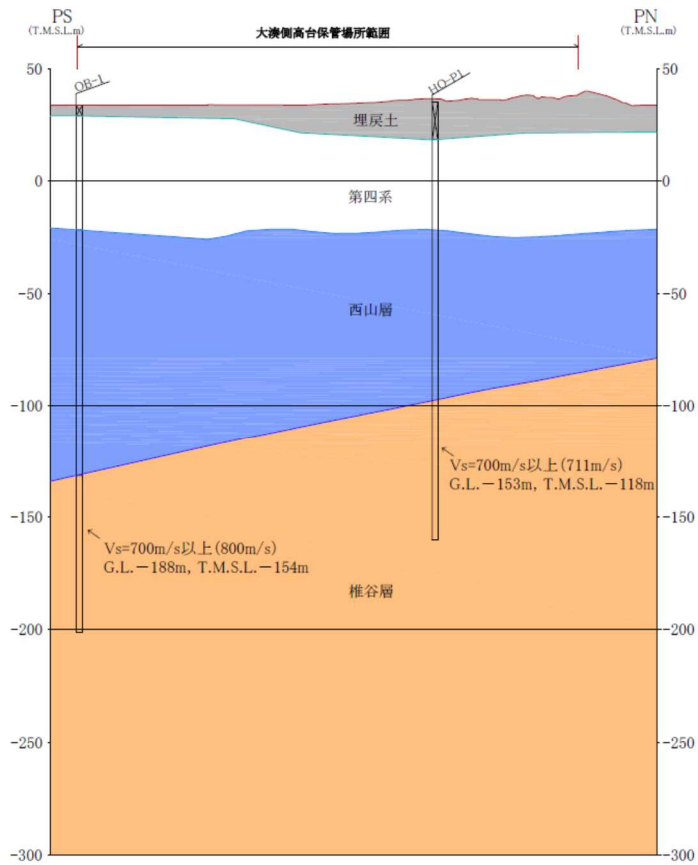


図 4-6 大湊側高台保管場所の地質断面図 (B-B)

(3) 解析用物性値

各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 4-2 及び表 4-3 に示す西山層及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 4-2 荒浜側高台保管場所地盤モデル

標高 T. M. S. L. (m)	地層	密度 (g/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 4-3 大湊側高台保管場所地盤モデル

標高 T. M. S. L. (m)	地層	密度 (g/cm ³)	Vs (m/s)	Vp (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 $2E_0$ の伝達関数が一義的に確定し、 $2E_A$ 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 4-7 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 4-7 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 4-8 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スペクトルの比較結果を示す。

図 4-8 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。

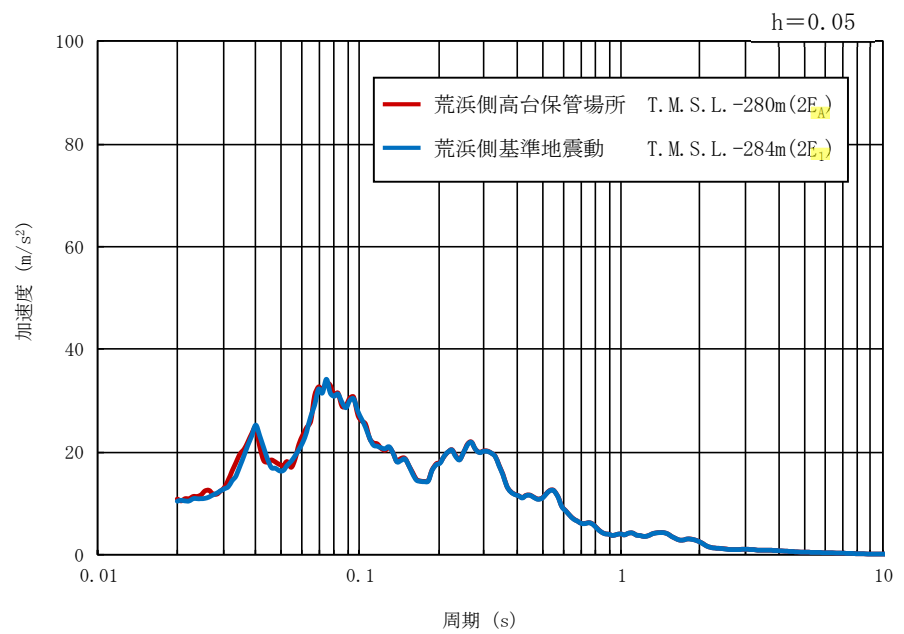
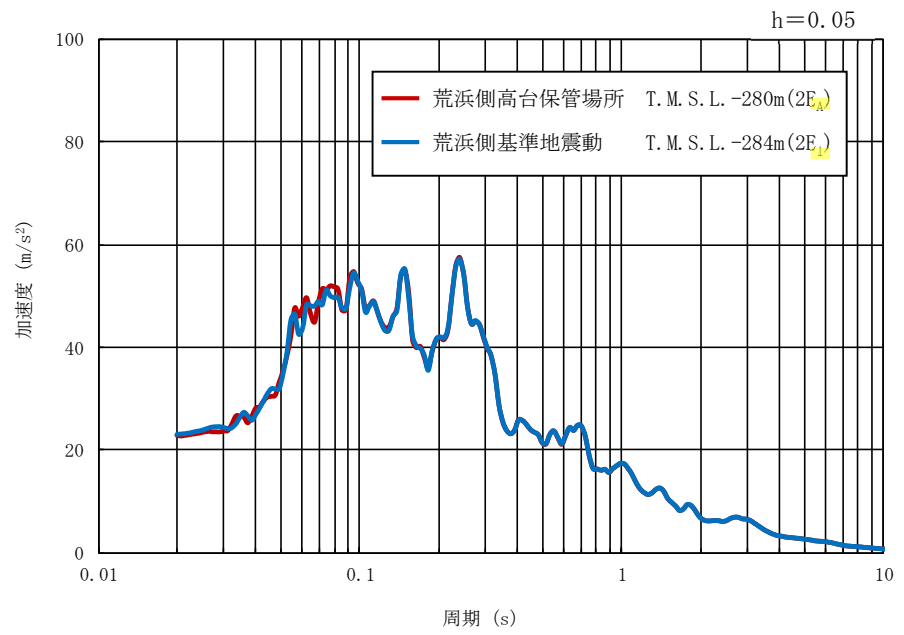


図 4-7 加速度応答スペクトルの比較結果 (荒浜側高台保管場所, Ss-1)

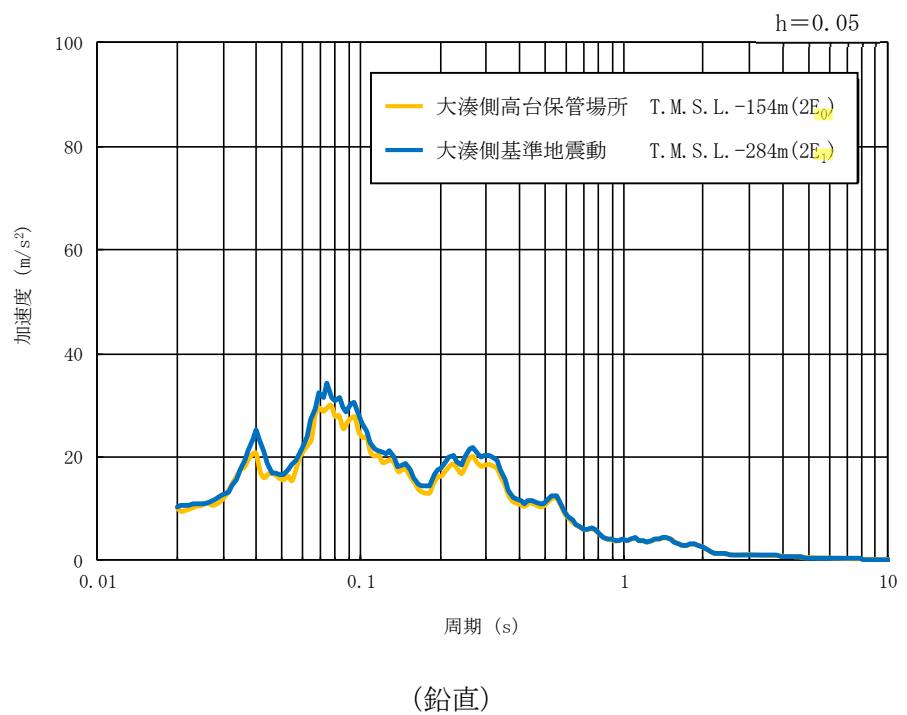
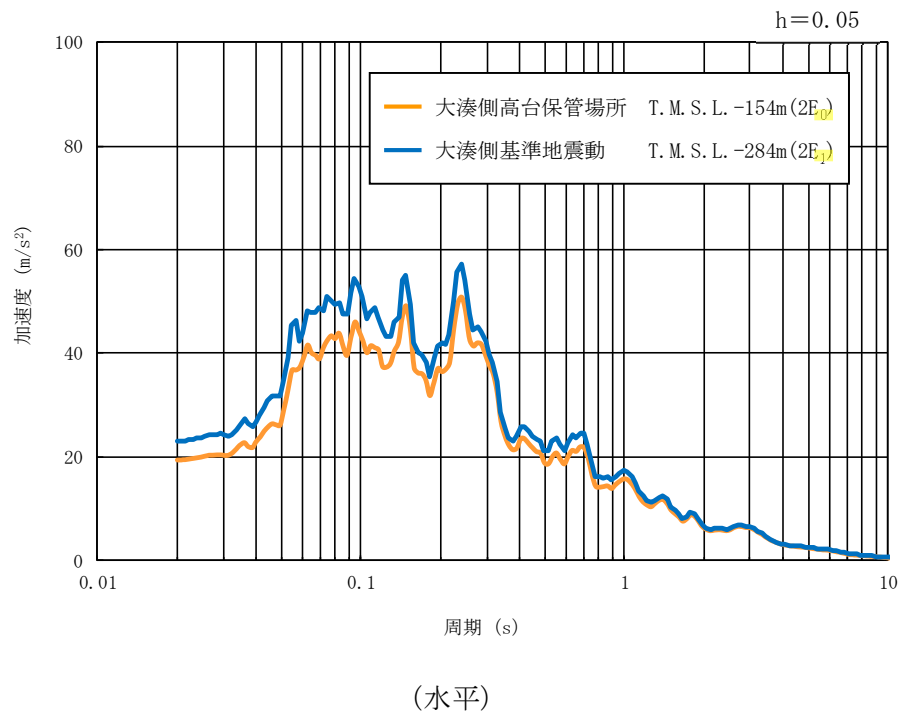


図 4-8 加速度応答スペクトルの比較結果 (大湊側高台保管場所, Ss-1)

「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1 高台保管場所におけるボーリング調査孔位置

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)		
									岩 片 状	短 柱 状	長 柱 状			Vp	Vs	
				盛土・埋め戻し土	灰		0.00~18.00 盛土・埋め戻し土。 0.00~2.00 砕石。									
					褐		2.00~5.63 礫混じり中粒砂。									
5					褐		5.63~6.50 中粒砂。									
					褐		6.50~7.65 礫混じり中粒砂。									
				新期砂層	灰黄褐		7.65~12.47 シルト混じり中粒砂。									
					灰黄褐		12.47~18.00 中粒砂。									
18.00	19.78	18.00		新期砂層	灰黄褐		18.00~32.51 新期砂層 18.00~23.63 中粒砂。									
					灰黄褐		23.63~23.72 シルト混じり細粒砂。									
					灰黄褐		23.72~24.04 中粒砂。									
					灰黄褐		24.04~24.80 細粒砂。									
					灰黄褐		24.80~29.78 中粒砂。									
25					灰黄褐		29.78~30.08 粗粒砂。									

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)		
									岩片状	短柱状	長柱状					
32.51	5.27	2.51		新期砂層	灰黄褐		30.08~32.51 中粒砂。									
35				沖積層	黒褐		32.51~35.66 沖積層下部。 32.51~33.67 腐植質細粒砂。 33.67~34.44 中粒砂。 34.44~35.66 細粒砂。									
38.68	-0.90	6.17		大湊砂層	黄褐		35.66~38.68 番神砂層・大湊砂層。 35.66~38.68 中粒砂。 38.68 断層 傾斜60°。									
40				古安田層	灰		38.68~57.80 古安田層 38.68~46.45 A3al層 38.68~39.18 シルト。 39.18~39.41 極細粒砂。 39.41~40.52 シルト。 40.52~40.72 細粒砂。 40.72~41.00 腐植物混じりシルト。 41.00~41.06 極細粒砂。 41.06~41.20 細粒砂。 41.20~43.26 シルト。 43.26~43.86 中粒砂。 43.86~44.22 腐植物混じりシルト。 44.22~44.43 中粒砂。 44.43~44.55 シルト。 44.55~44.71 極細粒砂。 44.71~45.62 シルト。 45.62~45.74 極細粒砂。 45.74~46.36 シルト。 46.36~46.45 細粒砂。 46.45 断層 傾斜32°。 46.45~49.55 A2al層 46.45~46.88 極細粒砂。 46.88~48.62 シルト。 48.62~49.35 極細粒砂。 49.35~49.55 シルト。 49.55 断層 傾斜10°。 49.55~57.80 A2c層 49.55~52.20 シルト。 51.20~51.22 Ata-Thテフラ。 52.20~53.00 腐植物混じりシルト。 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 砂礫。 57.26~57.80 シルト。									
45																
50																
55																
57.80	-20.02	19.12				西山層	暗オリーブ灰		57.80~347.00 西山層。 57.80~347.00 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. Q. D. (%)	最大コア長 (cm)	弾性波速度	
									細 片 状	岩 柱 状	長 柱 状			Vp (m/s)	Vs (m/s)
				西山層	暗オリブ灰		96.31~96.32 凝灰質細粒砂岩. 97.21~97.32 径1~3mmの灰白色軽石が点在する。(No-9) 103.46~103.52 灰白色凝灰岩. 107.28~107.35 灰色細粒凝灰岩。(Nt-16) 112.03 凝灰質細粒砂岩. 114.38~114.50 径2~4mmの灰白色軽石が散在する。(No-8)	20 40 60 80 100	細片状	岩柱状	長柱状	20 40 60 80 100	20 40 60 80 100	500 1000 1500 2000 2500	P: 1650 S: 492

図 2 (4) 荒浜側高台保管場所のボーリング柱状図 (HA-P3' 4/12)

HA-P3'孔 (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			
									細片状	岩片状	短柱状			長柱状	Vp (m/s)	Vs (m/s)	
				西山層	暗オリブ灰		150.09~150.17 灰白色細粒凝灰岩。(Nt-15)										
						151.94~152.00 暗灰色細粒凝灰岩。											
155						156.46~156.84 径0.5mm以下の灰白色軽石が多く分布する。 157.00~157.12 ノジュール。											
160																	
165																	
170							173.51~173.55 暗灰~灰色細粒凝灰岩。										
175							178.35~178.97 ノジュール。										
																P:1650 S: 598	

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)

HA-P3'孔 (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)	
								20	40	60	80	100	細 片 状	岩 片 状	短 柱 状	長 柱 状	20	40	60	80	100	20	40	60
							301.06 結晶質凝灰岩.																	
							307.48~307.51 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	暗オリブ灰		316.20~316.25 ノジュール. 316.28~316.30 断層. 幅10~20mmの破砕部. 傾斜56°.																	
							318.62~318.71 ノジュール. 319.29~319.30 断層. 幅2~10mmの破砕部. 傾斜59°.																	
							322.91~323.34 灰色砂質凝灰岩. (Nt-9) 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.																	

注記* : 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)		
								20	40	60	80	100	細 片 状	短 柱 状	長 柱 状	20	40	60	80	100	20	40
							330.45, 330.46, 330.72, 330.88 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 断層, 幅0.5~1mmの粘土, 傾斜53°.															
				西山層	暗オリブ灰		336.36, 337.05, 337.69 凝灰質細粒砂岩.															P:1860 S:710
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			
				盛土・埋め戻し土	黒褐		0.00~21.13 盛土・埋戻し土。							
					暗灰黄		0.00~0.14 砂礫。							
					暗オリーブ灰		0.14~1.03 礫混じり砂質シルト。							
					暗灰黄		1.03~1.71 シルト。							
					黄灰		1.71~2.04 シルト質中粒砂。							
					暗灰黄		2.04~3.62 礫混じりシルト。							
					灰オリーブ		3.62~3.95 礫混じりシルト。							
					灰オリーブ		3.95~5.13 礫・砂混じりシルト。							
					オリーブ黒		5.13~5.43 シルト混じり砂礫。							
					オリーブ黒		5.43~6.70 礫混じりシルト。							
					灰		6.70~11.45 シルト礫。							
					暗灰黄		11.45~11.78 シルト質砂礫。							
					暗灰黄		11.78~12.75 シルト。							
					黒褐色		12.75~15.00 礫混じりシルト。							
					黄灰		15.00~16.30 泥岩質砂礫。							
					オリーブ黒		16.30~16.49 礫混じり中粒砂。							
					灰オリーブ		16.49~16.79 砂礫。							
					にぶい黄		16.79~17.64 中~粗粒砂混じり礫。							
					黄灰		17.64~18.40 シルト混じり礫。							
					黄灰		18.40~19.94 砂礫。							
				灰オリーブ		19.94~21.13 礫混じりシルト質細粒砂。								
	21.13	16.30	21.13	古安田層	緑灰		21.13~53.46 古安田層。							
					灰		21.13~26.53 A3a1層。							
					黄褐		21.13~21.58 シルト質細粒砂。							
					灰		21.58~22.46 細粒砂・シルト互層 所々ラミナがみられる。							
					灰		22.46~23.34 細粒砂混じりシルト。							
					黒褐		23.34~24.28 細粒砂混じり中粒砂。							
					灰		24.28~25.52 腐植・細粒砂混じりシルト。							
					オリーブ黒		25.52~25.75 腐植混じり細~中粒砂。							
					灰		25.75~26.12 腐植・細粒砂混じりシルト。							
					灰		26.12~26.53 腐植混じり細粒砂 全体に微小な腐植片を含む。							
				灰オリーブ		26.53~44.52 A3c層。								
				暗オリーブ灰		26.53~27.29 腐植混じりシルト。								
				暗オリーブ灰		27.29~37.60 シルト。								

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	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	岩片状	短柱状	柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20	40	60	80
				古 安 田 層	暗オリブ灰																				
					オリブ灰			33.34~37.60 ノジュールと腐植片を含む暗色層が明い縞状を呈する。																	
35					灰			37.60~40.54 腐植混じりシルト。 幅0.2~1mmの炭質層を数m m~2.5cm間隔で挟み縞状となる。 38.03~38.87 断層あり。																	
40					オリブ 灰			39.48, 39.92付近に断層あり。																	
					黒褐			40.54~40.75 シルト。 少量の腐植が混じる。 40.75~43.45 腐植混じりシルト。 間隔0.3~1.5cmの縞状構造 がみられる。																	
45					灰			43.45~43.79 シルト。 少量の腐植が混じる。 43.79~44.52 腐植・中粒砂混じりシルト。																	
					黒褐			44.52~45.25 A3s層 44.52~45.25 偽礫混じり中粒砂。 シルトの偽礫を不規則に含 みスラップ状の構造がみられる。 45.25~53.30 A2s層																	
					オリブ 灰			45.25~45.44 中粒砂混じり腐植質シルト。 45.44~46.46 中粒砂混じりシルト。																	
					黄灰			46.46~47.17 シルト。 一部に細~中粒砂を挟む。 47.17~47.58 腐植・細粒砂混じりシルト。 47.58~47.88 腐植混じりシルト。 47.88~48.71 シルト。																	
50					灰			48.71~51.08 腐植混じりシルト。 48.73 結晶質テフラ。																	
				黒褐			50.10~50.12 層厚1.5~2.0cmの灰白色細粒火山灰を挟む(At a-Th)。 51.08~51.71 腐植質シルト。 腐植を層状~バンド状に挟む。 51.71~53.30 シルト。																		
53.47	-16.04	23.47		オリブ 灰			53.30~53.47 A2s層 53.30~53.47 砂礫。 礫は径2~30mmのシルト礫。 基質は粗粒 砂。 下部の不整合面は24'で平滑。																		
55				西 山 層	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~中粒砂サイズの軽石をラミナ状に含む。																		

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 (m/s)	
								20	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
				西山層	暗緑灰		60.67~60.87 径1~4mm、最大8mmの軽石を含む。																		
							63.87 幅2.5~3.5mmの鱗片状部。																		
							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2~4mmの軽石を含む。 79.90~80.20 中~粗粒砂サイズの軽石・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~粗粒砂サイズの軽石・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 細~中粒砂サイズの軽石・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、やや希薄、生痕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、生痕を伴う。																		

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	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	岩片状	短柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20	40	60	80
				西山層	暗緑灰		91.16~91.18 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。 98.80~98.90 径0.3~0.5mmの軽石を含む。 102.60~102.70 径5~6mmの軽石を含む。 108.22~108.28 径0.5~5mmの軽石及びスコリア質の細粒砂を含む。 110.42~110.53 径1~4mm、最大径9mmの軽石を含む。 110.64~110.74 軽石を含む。 112.95~113.05 径1~6mmの軽石を含む。 114.75~114.84 灰白色細粒凝灰岩、軽石・スコリア・火山ガラスの微粒を含む。																		
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)

HA-P5'孔 (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)	
								20	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
			[Hatched Pattern]	西山層	暗緑灰																				
125																									
130																									
135																									
140																									
145																									

P: 1720
S: 562

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)	
								20	40	60	80	100	細 片 状	岩 片 状	短 柱 状	柱 状	長 柱 状	20	40	60	80	100	20	40	60
							181.85~182.30 スコリア・軽石の微粒を多く含む。																		
							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の軽石を含む。(Np-10)																		
							187.80 径10mmの軽石を含む。																		
190							192.69~192.80 径2~8mmの軽石を含む。(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~中粒砂サイズ黒雲母を含む。(Nt-17) 194.35~194.90 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 腐植片を伴う黄鉄鉱を含む。																		
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~暗灰色細粒凝灰岩。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 スコリア質の微粒を含む。																		
							208.50~208.70 軽石の微粒を含む。少量のスコリア混じる。																		
							209.17~209.21 径2~10mm。最大径22mmの軽石を多く含む。(Np-8)																		
							209.55~209.58 径2~8mmの軽石を多く含む。																		

P:1790
S: 602

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 (m/s)		
								20	40	60	80	100	細片状	岩片状	短柱状	長柱状	20	40	60	80	100	20
335				西山層	暗緑灰		338.18~338.47 灰白色細粒凝灰岩 (Nt-13)															
340						343.87~344.60 灰白色細粒凝灰岩 (Nt-12)																
345																						
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)

HO-P1 孔 (1/7)

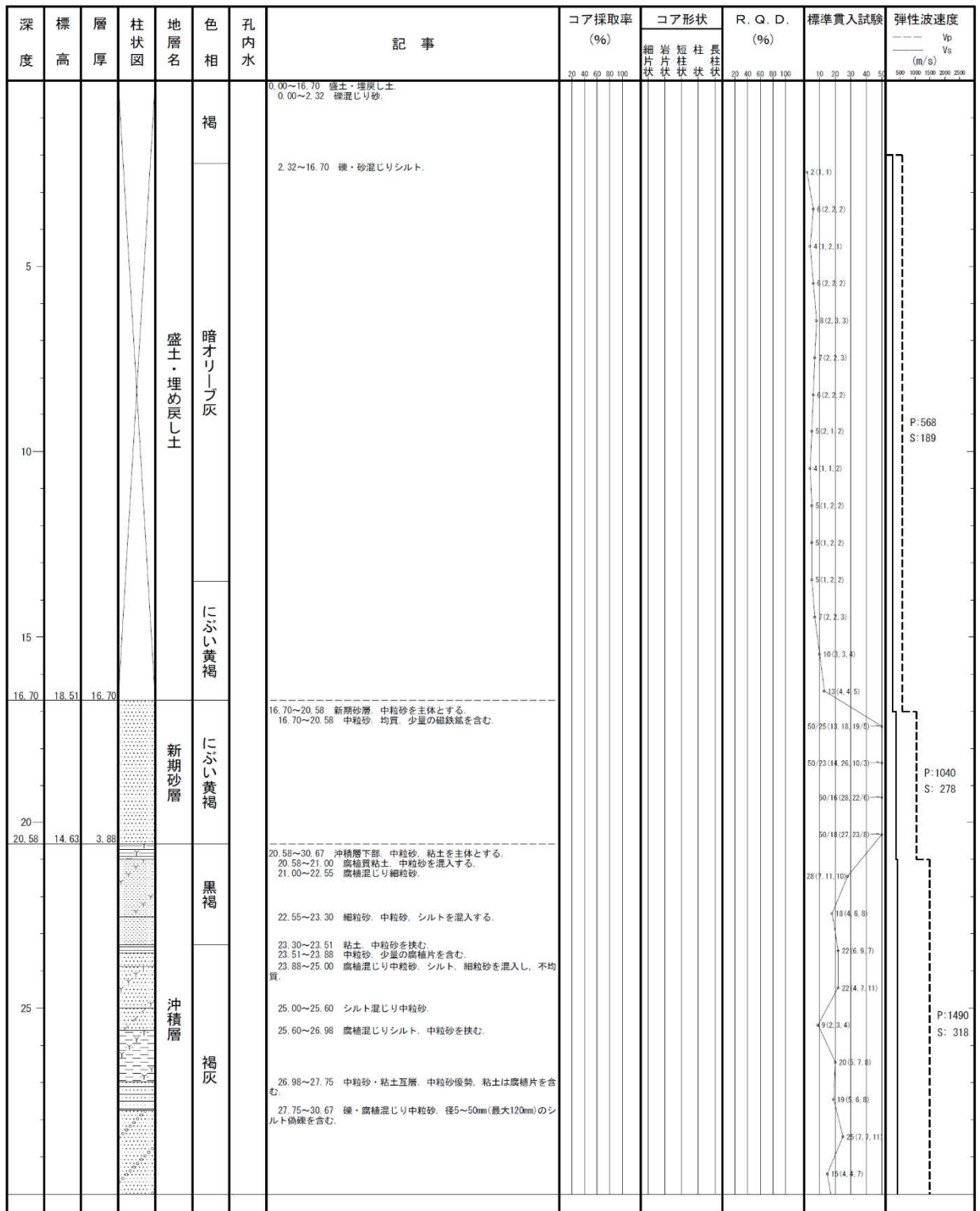


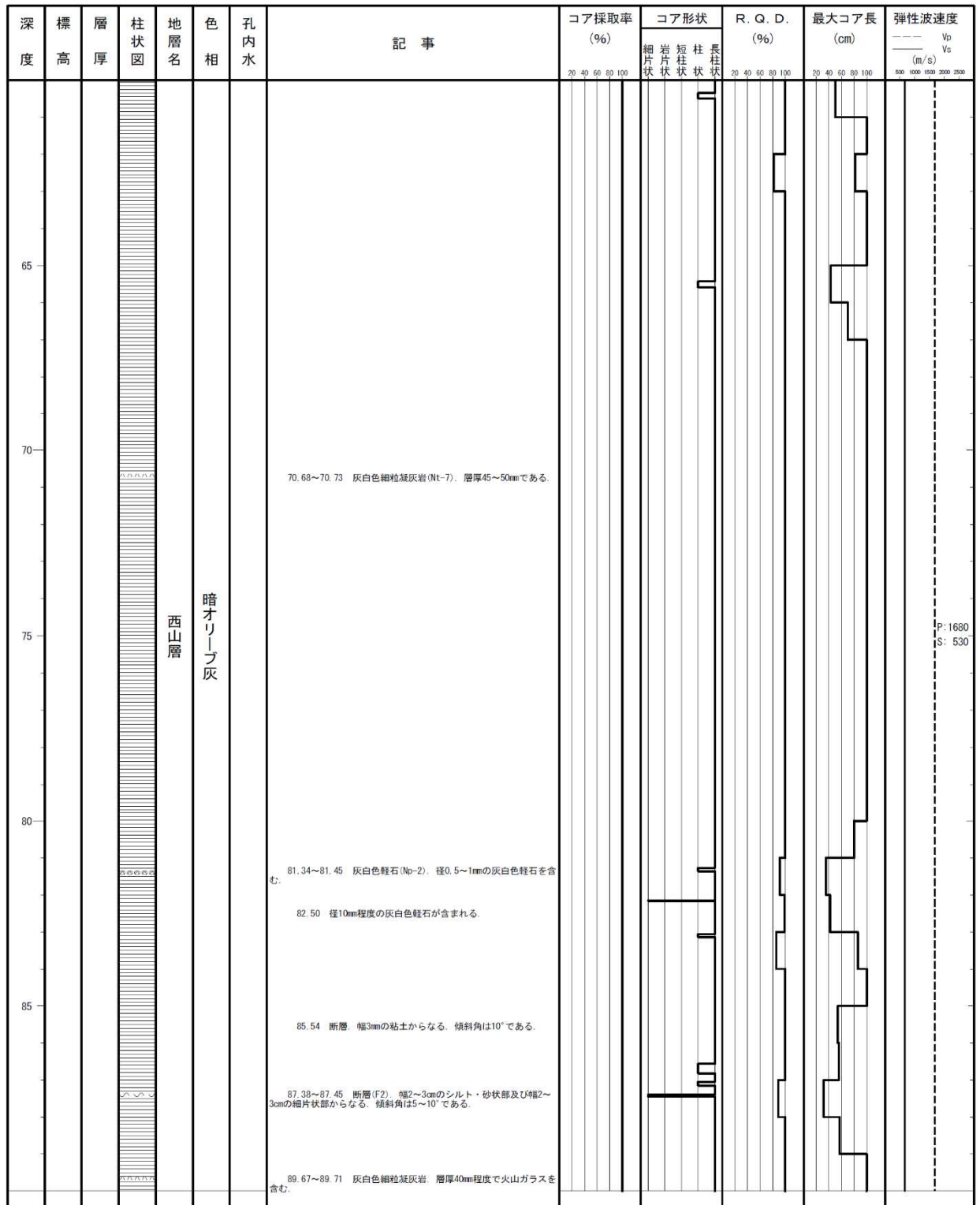
図 4(1) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (HO-P1 1/7)

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					
								20	40	60	80	100	細 片 状	岩 片 状	短 柱 状	長 柱 状	20	40	60	80	100	10	20	30	40
				西山層	暗 オ リ ー ブ 灰		91.00~96.85 泥岩優勢の泥岩・砂岩互層 層厚は泥岩5~30cm 砂岩1~3cm.																		
									98.66~106.43 泥岩優勢の泥岩・砂岩互層 層厚は泥岩3~20cm 砂岩0.5~4cm.																
									102.51~102.55 灰白色細粒凝灰岩(Nt-4).																
									106.48~111.18 泥岩優勢の泥岩・砂岩互層 層厚は泥岩5~30cm 砂岩0.5~5cm.																
									111.34~111.49 灰白色泥質凝灰岩(Nt-3). 傾斜10°前後のラミナがみられる.																
									113.24~113.25 灰白色細粒凝灰岩(Nt-2).																
									116.03~118.87 泥岩優勢の泥岩・砂岩互層 層厚は泥岩5~15cm 砂岩0.5~8cm.																
							118.87~118.98 灰白色泥質凝灰岩(Nt-1) 118.98~123.02 泥岩優勢の泥岩・砂岩互層 層厚は泥岩5~25cm 砂岩0.5~4cm.																		
							暗緑灰																		
																							P:1650 S: 552		

図 4(4) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (HO-P1 4/7)

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	短柱状	長柱状			Vp (m/s)	Vs (m/s)			
				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8°。幅25~30mmの軟質粘土状部。												
						120.00~120.01 傾斜5°。幅12~15mmの軟質粘土状部。												
						132.02~132.03 傾斜40°。幅10~12mmの細片状部。下に幅0.5~1mmの粘土状部。												
						132.74~132.75 傾斜15°。幅10~13mmの細片状部。下に幅1mmの粘土状部。												
133.00	-97.79	13.00				椎谷層	灰	133.00~170.00 椎谷層 全体に砂岩主体で泥岩を挟む。細粒砂岩。環状で無層理塊状。										
			133.53~134.05 細粒砂岩・粗粒砂岩互層。細粒砂岩優勢。															
			134.05~134.63 軽石質凝灰岩。															
			134.63~135.10 細粒砂岩~粗粒砂岩。上方細粒化する。															
			135.10~135.38 泥岩。															
			135.38~135.52 軽石凝灰岩。															
			135.52~135.79 泥岩。															
			135.79~136.16 含泥岩層細粒砂岩。径1~6cmの泥岩塊を含む。															
			136.16~136.79 泥岩。層厚1cm以下の細粒砂岩を挟む。															
			136.79~137.05 傾斜2°。幅3mmの軟質粘土状部。															
			137.05~137.36 細粒砂岩。															
			137.36~137.38 傾斜3°~5°。幅14mmの細片状部。下に幅2mmの粘土状部。															
			137.38~137.55 泥岩。															
			137.55~137.66 細粒砂岩~中粒砂岩。上方細粒化。															
			137.66~137.77 泥岩。															
			137.77~138.15 細粒砂岩。138.00m以下でラミナがみられる。															
			138.15~138.88 細粒砂岩主体。上位から泥岩~粗粒砂岩で上方細粒化する。															
			138.88~139.00 泥岩。															
			139.00~139.11 砂質シルト岩。															
			139.11~139.59 細粒砂岩。無層理塊状。															
			139.59~139.84 泥岩。															
			139.84~140.45 細粒砂岩。															
			140.45~143.13 中粒~粗粒砂岩。															
			143.13~143.30 泥岩。ラミナがみられる。															
			143.30~143.93 細粒砂岩。															
			143.93~143.95 細粒砂岩を挟む。															
			143.95~145.15 細粒砂岩。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 細粒砂岩。															

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)



P: 1680
S: 530

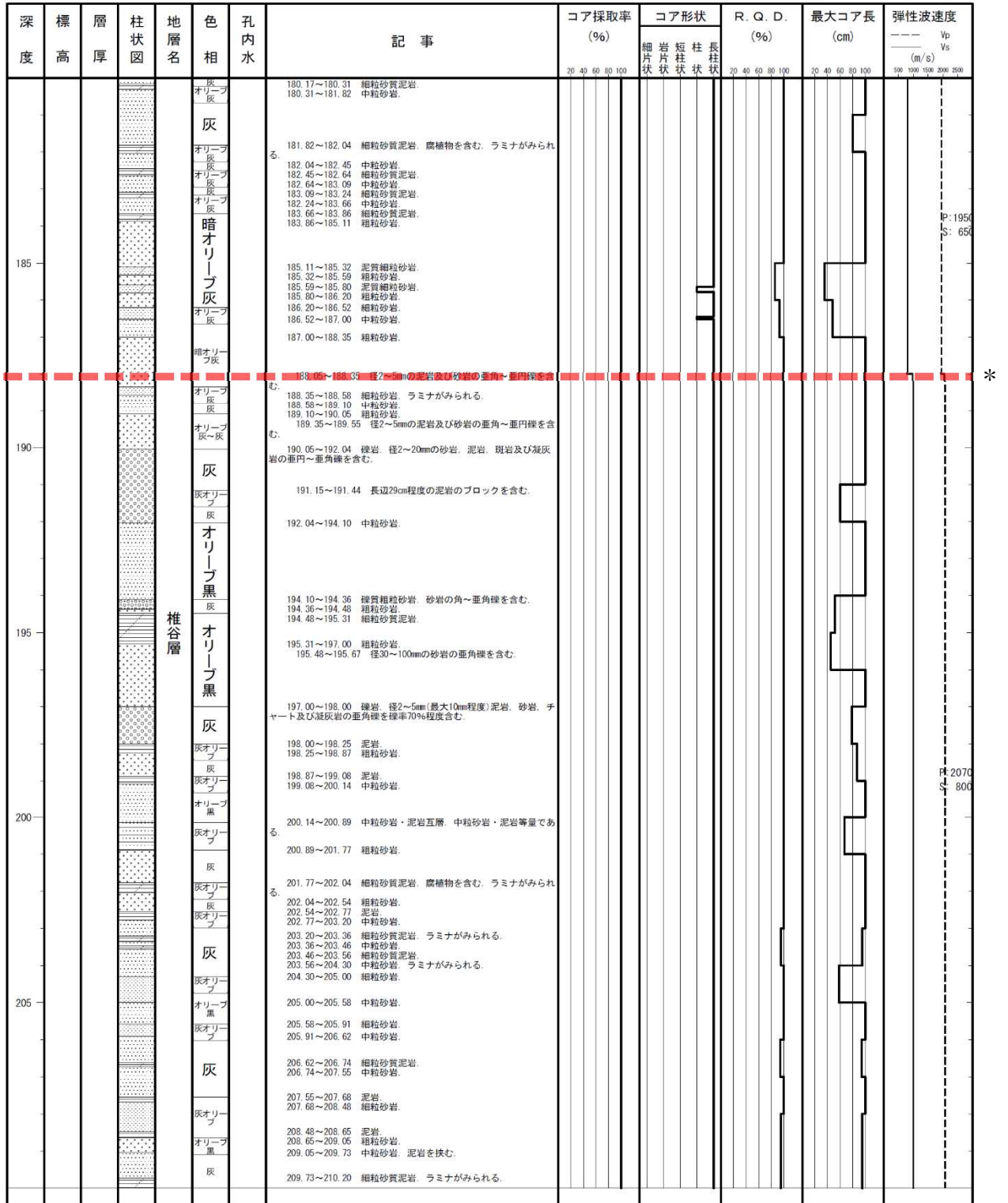
図 5(3) 大湊側高台保管場所のボーリング柱状図 (OB-1 3/8)

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 片 状	短 柱 状	長 柱 状	20	40	60	80	100	20
					暗オリブ灰																	
95					灰白		94.70~94.74 灰白色軽石 (Np-1). 径1~4mmの灰白色軽石を含む															
					暗オリブ灰		96.62~96.75 灰白色細粒凝灰岩 (Nt-6). 層厚125mm程度で火山ガラスを含む。ラミナがみられる。															
					灰白		98.20~98.31 淡黄灰色軽石質凝灰岩 (Nt-6). 層厚110mm程度である。軽石の粒径は中粒砂相当である。火山ガラスを含む。															
100				西山層	暗オリブ灰		105.71~105.80 径0.2~1mmの灰白色軽石を含む。															P:1680 S: 530
					暗オリブ灰		106.38~106.39 層厚5~10mmの灰白色細粒凝灰岩を挟む。火山ガラスを含む。															
105					暗オリブ灰		111.30~111.39 層厚9cm程度の凝灰質砂岩を挟む。ラミナがみられる。															
					暗オリブ灰		111.39~111.46 灰白色細粒凝灰岩。層厚70mm程度である。火山ガラスを含む。															
110					暗オリブ灰		117.50~117.75 細粒砂岩。															
115					暗オリブ灰																	

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 (%)			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 片 状	短 柱 状	長 柱 状	20	40	60	80	100	20
					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															
					灰		123.49~123.69 中粒砂岩。															
125					暗オリーブ灰																	
130				西山層			134.75~134.81 灰白色細粒凝灰岩(Nt-4)。層厚60mm程度である															
135					灰		136.51~136.62 細粒砂岩。ラミナがみられる。															
140					暗オリーブ灰		143.47~143.60 灰色泥質凝灰岩(Nt-3)。層厚130mm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															
																						P:1750 S: 620

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)



注記* : 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 (m/s)				
								20	40	60	80	100	細 片 状	短 柱 状	長 柱 状	20	40	60	80	100	20	40	60	80
215				椎 谷 層	灰		210.20~210.57 中粒砂岩。	20 40 60 80 100			20 40 60 80 100			20 40 60 80 100										
							210.57~210.70 細粒砂質泥岩。																	
							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 粗粒砂岩。泥岩を挟む。																	
							214.12~214.39 泥岩。																	
							214.39~214.88 中粒砂岩。																	
							214.88~215.00 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。																	
							218.74~219.80 細粒砂岩。																	
220				椎 谷 層	灰		219.80~220.63 中粒砂岩。	20 40 60 80 100			20 40 60 80 100			20 40 60 80 100										
							220.63~220.76 細粒砂質泥岩。																	
							220.76~221.17 細粒砂岩。																	
							221.17~221.58 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。																	
							221.58~221.95 中粒砂岩。																	
							221.95~222.24 細粒砂質泥岩。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 硬混じり泥質中粒砂岩。径2~5mm(最大40mm程度)の泥岩などの垂角~垂円礫を含む。																	
224.75~226.15 泥岩。																								
225				椎 谷 層	灰		226.15~226.25 硬混じり粗粒砂岩。径2~5mmの泥岩、砂岩などの垂角~垂角礫を含む。	20 40 60 80 100			20 40 60 80 100			20 40 60 80 100										
							226.25~226.44 細粒砂岩。ラミナがみられる。																	
							226.44~227.09 硬混じり粗粒砂岩。径2~15mm(最大50mm程度)の泥岩、砂岩などの垂角~垂角礫を含む。																	
							227.09~227.34 細粒砂岩。ラミナがみられる。																	
							227.34~229.57 硬混じり粗粒砂岩。径2~15mm(最大30mm程度)の泥岩、砂岩などの垂角~垂角礫を含む。																	
							229.57~230.98 中粒砂岩。泥岩を挟む。																	
							230.98~232.08 粗粒砂岩。																	
							232.08~232.27 細粒砂岩。ラミナがみられる。																	
							232.27~233.28 中粒砂岩。																	
							233.28~233.39 泥岩。																	
233.39~234.07 細粒砂岩。																								
234.07~234.41 硬岩。径2~5mmの泥岩、砂岩及びチャートの垂円礫を含む。																								
234.41~235.00 細粒砂岩。																								
235.00~235.00 234.41~234.66 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)