

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-19-0001_改1
提出年月日	2020年10月5日

### VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針

2020年10月  
東北電力株式会社

## 目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	2
3. 地盤の解析用物性値	3
3.1 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値	3
3.2 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値	14
3.2.1 全応力解析に用いる解析用物性値	14
3.2.2 有効応力解析に用いる解析用物性値	14
3.2.3 その他の解析用物性値	15
4. 極限支持力	19
4.1 基礎地盤（狐崎部層・牧の浜部層・改良地盤）の極限支持力	19
4.2 直接基礎の支持力算定式	26
4.3 杭基礎の支持力算定式	27
5. 耐震評価における地下水位設定方針	28
5.1 基本方針	28
5.2 建物・構築物の耐震評価における地下水位設定	30
5.3 土木構造物の耐震評価における地下水位設定	31
6. 地質断面図	35
7. 地盤の速度構造	39
7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル	39
7.2 地震応答解析に用いる解析モデル	41
8. 地盤の液状化強度特性の代表性，網羅性及び保守性	42
8.1 液状化強度試験箇所の代表性及び網羅性	42
8.2 地盤の液状化強度特性における保守性	45

## 1. 概要

本資料は、添付書類「VI-2-1-1 耐震設計の基本方針」に基づき、設計基準対象施設並びに常設耐震重要重大事故防止設備以外の常設重大事故防止設備、常設耐震重要重大事故防止設備、常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）、常設重大事故防止設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設（特定重大事故等対処施設を除く。）、及び常設重大事故緩和設備（設計基準拡張）が設置される重大事故等対処施設（以下「常設重大事故等対処施設」という。）、並びに波及的影響の設計対象とする下位クラス施設の耐震安全性評価を実施するに当たり、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性等の地盤物性値の設定及び支持性能評価で用いる地盤諸元の基本的な考え方を示したものである。

## 2. 基本方針

設計基準対象施設、常設重大事故等対処施設及び波及的影響の設計対象とする下位クラス施設において、対象施設を設置する地盤の物理特性、強度特性、変形特性等の解析用物性値については、各種試験に基づき設定する。全応力解析及び有効応力解析等に用いる解析用物性値は、設置変更許可申請書（添付書類六）を踏まえ、設計及び工事の計画の認可申請において設定する。

対象施設を設置する地盤の地震時における支持性能評価については、設計基準対象施設及び常設重大事故等対処施設の耐震重要度分類又は施設区分に応じた地震力により地盤に作用する接地圧が、地盤の極限支持力に基づく評価基準値に対して妥当な安全余裕を有することを確認することによって行う。

極限支持力は、対象施設の支持岩盤の支持力試験又は道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（日本道路協会、平成14年3月）（以下「道路橋示方書」という。）の支持力算定式に基づいた、室内試験の結果により設定する。

杭基礎の押込み力及び引抜き力に対する支持性能評価において、液状化検討対象層である地下水位以深の盛土及び旧表土の杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、支持性能評価を行うことを基本とする。ただし、杭周面地盤に地下水位以浅の盛土及び旧表土、改良地盤、セメント改良土並びに岩盤がある場合は、その杭周面摩擦力を支持力として考慮する。

耐震評価における地下水位は、対象施設と地下水位低下設備との位置関係等を踏まえ、対象施設ごとに保守的な地下水位を設定する。

### 3. 地盤の解析用物性値

#### 3.1 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値

設置変更許可申請書に記載された解析用物性値を表3-1～表3-3に，設定根拠を表3-4～表3-6に示す。動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性を図3-1～図3-6に示す。設置変更許可申請書に記載された解析用物性値については，原位置試験及び室内試験から得られた各種物性値を基に設定した。

表 3-1(1) 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値(狐崎部層)

岩種・岩級	物理特性		強度特性				変形特性			
	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	静的・動的特性		静的特性		動的特性		減衰定数 h	
			内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	静弾性係数 $E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$		
B級	砂岩	26.4	1.72	43.0	$1.30\sigma^{0.73}$	1,770	0.25	表3-1(2)参照	0.03	
	頁岩	26.9	1.58	46.0	$1.36\sigma^{0.62}$	2,160	0.28		0.03	
	礫岩	28.7	1.72	43.0	$1.30\sigma^{0.73}$	1,770	0.31		0.03	
C <sub>H</sub> 級	砂岩	26.2	1.72	43.0	$1.30\sigma^{0.73}$	1,770	0.24		0.03	
	頁岩	26.6	1.58	46.0	$1.36\sigma^{0.62}$	2,160	0.25		0.03	
	礫岩	28.0	1.72	43.0	$1.30\sigma^{0.73}$	1,770	0.29		0.03	
C <sub>M</sub> 級	砂岩	25.2	0.49	47.0	$1.16\sigma^{0.62}$	980	0.26		0.03	
	頁岩	25.8	0.49	47.0	$1.16\sigma^{0.62}$	980	0.20		0.03	
	礫岩	25.2	0.49	47.0	$1.16\sigma^{0.62}$	980	0.26		0.03	
C <sub>L</sub> 級	砂岩	24.1	0.46	44.0	$0.73\sigma^{0.76}$	400	0.31		0.03	
	頁岩	24.1	0.44	27.0	$0.58\sigma^{0.31}$	400	0.31	0.03		
	礫岩	24.1	0.46	44.0	$0.73\sigma^{0.76}$	400	0.31	0.03		
D級	砂岩	20.2	0.10	24.0	$0.41\sigma^{0.49}$	78	0.38	$G_0 = 255.4\sigma^{0.26}$ $G_d/G_0 =$ $1/(1+119\gamma^{0.63})$	h = $0.085\gamma /$ $(0.00026 + \gamma)$ $+ 0.028$	
	頁岩	20.2	0.10	24.0	$0.12\sigma^{0.21}$	39	0.38			
	礫岩	20.2	0.10	24.0	$0.41\sigma^{0.49}$	78	0.38			

表 3-1(2) 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値(狐崎部層)

岩種・岩級		速度層	動的変形特性	
			動せん断弾性係数 $G_d(N/mm^2)$	動ポアソン比 $\nu_d$
B級 及び C <sub>H</sub> 級	砂岩	第2速度層	$1.5 \times 10^3$	0.44
		第3速度層	$5.9 \times 10^3$	0.40
		第4速度層	$13.2 \times 10^3$	0.36
		第5速度層	$16.5 \times 10^3$	0.35
	頁岩	第2速度層	$1.6 \times 10^3$	0.44
		第3速度層	$6.0 \times 10^3$	0.40
		第4速度層	$13.5 \times 10^3$	0.36
		第5速度層	$16.7 \times 10^3$	0.35
	ひん岩	第3速度層	$6.4 \times 10^3$	0.40
		第4速度層	$14.2 \times 10^3$	0.36
		第5速度層	$17.6 \times 10^3$	0.35
	C <sub>M</sub> 級	砂岩	第1速度層	$0.2 \times 10^3$
第2速度層			$1.5 \times 10^3$	0.44
第3速度層			$5.7 \times 10^3$	0.40
第4速度層			$12.7 \times 10^3$	0.36
第5速度層			$15.8 \times 10^3$	0.35
頁岩		第1速度層	$0.2 \times 10^3$	0.48
		第2速度層	$1.5 \times 10^3$	0.44
		第3速度層	$5.9 \times 10^3$	0.40
		第4速度層	$13.0 \times 10^3$	0.36
		第5速度層	$16.2 \times 10^3$	0.35
ひん岩		第2速度層	$1.5 \times 10^3$	0.44
		第3速度層	$5.7 \times 10^3$	0.40
		第4速度層	$12.7 \times 10^3$	0.36
C <sub>L</sub> 級	第1速度層	$0.2 \times 10^3$	0.48	
	第2速度層	$1.4 \times 10^3$	0.44	
	第3速度層	$5.5 \times 10^3$	0.40	
D級	第1速度層	表 3-1(1) 参照	0.48	
	第2速度層		0.44	

表 3-2(1) 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値(牧の浜部層)

岩種・岩級	物理特性		強度特性				変形特性			
	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	静的・動的特性		静的特性		動的特性		減衰定数 h	
			内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	静弾性係数 $E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$		
B級	砂岩	1.29	54.0	$1.12\sigma^{0.74}$	4,100	0.21	表3-2(2)参照	0.03		
	頁岩	1.25	32.0	$0.96\sigma^{0.31}$	3,700	0.23		0.03		
	ひん岩	1.29	54.0	$1.12\sigma^{0.74}$	2,800	0.18		0.03		
C <sub>H</sub> 級	砂岩	1.29	54.0	$1.12\sigma^{0.74}$	1,900	0.19		0.03		
	頁岩	1.25	32.0	$0.96\sigma^{0.31}$	1,900	0.22		0.03		
	ひん岩	1.29	54.0	$1.12\sigma^{0.74}$	1,900	0.18		0.03		
C <sub>M</sub> 級	砂岩	0.78	50.0	$1.09\sigma^{0.72}$	1,200	0.24		0.03		
	頁岩	0.76	32.0	$0.96\sigma^{0.31}$	1,500	0.21		0.03		
	ひん岩	0.78	50.0	$1.09\sigma^{0.72}$	1,200	0.24		0.03		
C <sub>L</sub> 級	砂岩	0.46	44.0	$0.73\sigma^{0.76}$	250	0.26		0.03		
	頁岩	0.44	27.0	$0.58\sigma^{0.31}$	180	0.26		0.03		
	ひん岩	0.46	44.0	$0.73\sigma^{0.76}$	250	0.26		0.03		
D級	砂岩	0.10	24.0	$0.41\sigma^{0.49}$	78	0.38	$G_0 = 255.4\sigma^{0.26}$ $G_d/G_0 =$ $1/(1+119\gamma^{0.63})$	h = $0.085\gamma /$ $(0.00026 + \gamma)$ $+ 0.028$		
	頁岩	0.10	24.0	$0.12\sigma^{0.21}$	39	0.38				
	ひん岩	0.10	24.0	$0.41\sigma^{0.49}$	78	0.38				



表 3-2(2) 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値(牧の浜部層)

岩種・岩級		速度層	動的変形特性	
			動せん断弾性係数 $G_d(N/mm^2)$	動ポアソン比 $\nu_d$
B級 及び C <sub>H</sub> 級	砂岩	第2速度層	$1.2 \times 10^3$	0.45
		第3速度層	$4.7 \times 10^3$	0.41
		第4速度層	$11.5 \times 10^3$	0.34
		第5速度層	$16.8 \times 10^3$	0.33
	頁岩	第2速度層	$1.2 \times 10^3$	0.45
		第3速度層	$4.7 \times 10^3$	0.41
		第4速度層	$11.5 \times 10^3$	0.34
		第5速度層	$16.8 \times 10^3$	0.33
	ひん岩	第3速度層	$4.7 \times 10^3$	0.41
		第4速度層	$11.5 \times 10^3$	0.34
		第5速度層	$16.8 \times 10^3$	0.33
	C <sub>M</sub> 級	砂岩	第1速度層	$0.2 \times 10^3$
第2速度層			$1.2 \times 10^3$	0.45
第3速度層			$4.7 \times 10^3$	0.41
第4速度層			$11.5 \times 10^3$	0.34
第5速度層			$16.8 \times 10^3$	0.33
頁岩		第1速度層	$0.2 \times 10^3$	0.48
		第2速度層	$1.2 \times 10^3$	0.45
		第3速度層	$4.7 \times 10^3$	0.41
		第4速度層	$11.5 \times 10^3$	0.34
		第5速度層	$16.8 \times 10^3$	0.33
ひん岩		第2速度層	$1.2 \times 10^3$	0.45
		第3速度層	$4.7 \times 10^3$	0.41
		第4速度層	$11.5 \times 10^3$	0.34
C <sub>L</sub> 級	第1速度層	$0.2 \times 10^3$	0.48	
	第2速度層	$1.2 \times 10^3$	0.45	
	第3速度層	$4.7 \times 10^3$	0.41	
D級	第1速度層	表 3-2(1) 参照	0.48	
	第2速度層		0.45	

表 3-3 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値(盛土(ほか))

岩種・岩級	物理特性				強度特性						変形特性			
	単位体積重量 $\gamma$ (KN/m <sup>3</sup> )	静的・動的特性			静的特性		動的特性		静的特性		動的特性		動ポアソン比 $\nu_d$	減衰定数 $h$
		せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 $E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$ (N/mm <sup>2</sup> )	せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 $E_s$ (N/mm <sup>2</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$			
盛土	20.6	30.0	—	0.06 + $\sigma \tan 30.0^\circ$	198 $\sigma^{0.60}$	0.40	$G_0 = 382 \sigma^{0.71}$ $G_d/G_0 =$ $1/(1 + \gamma/0.00036)^*$	0.48	$h = 0.183 \gamma / (\gamma + 0.000261)$					
旧表土	19.0	26.2	—	0.08 + $\sigma \tan 26.2^\circ$	302 $\sigma^{0.80}$	0.40	$G_0 = 211 \sigma^{0.42}$ $G_d/G_0 =$ $1/(1 + \gamma/0.00087)$	0.46	$\gamma < 3 \times 10^{-4}$ $h = 0.125 + 0.0201 \log \gamma$ $3 \times 10^{-4} \leq \gamma < 2 \times 10^{-2}$ $h = 0.374 + 0.0911 \log \gamma$ $2 \times 10^{-2} \leq \gamma$ $h = 0.22$					
断層 及びシーム	18.6	22.2	—	0.067 + $\sigma \tan 22.2^\circ$	圧縮方向 124.5 $\sigma^{0.90}$ せん断方向 44.43 $\sigma^{0.90}$	0.40	$G_0 = 192.3 \sigma^{0.74}$ $G_d/G_0 =$ $1/(1 + \gamma/0.0012)^*$	0.46	$\gamma < 1 \times 10^{-4}$ $h = 0.024$ $1 \times 10^{-4} \leq \gamma < 1.6 \times 10^{-2}$ $h = 0.024 + 0.089(\log \gamma + 4)$ $1.6 \times 10^{-2} \leq \gamma$ $h = 0.22$					
セメント改良土	21.6	44.3	0.46	0.21 + $\sigma \tan 40.9^\circ$	690	0.26	$G_0 = 1670$ $G_d/G_0 =$ $1/(1 + \gamma/0.00085)$	0.36	$\gamma < 3.8 \times 10^{-5}$ $h = 0.014$ $3.8 \times 10^{-5} \leq \gamma$ $h = 0.151 + 0.0311 \log \gamma$					
改良地盤	20.6	22.1	0.65	0.51 + $\sigma \tan 34.6^\circ$	4,480	0.19	$G_0 = 1940$ $G_d/G_0 =$ $1/(1 + \gamma/0.00136)$	0.35	$\gamma < 1.2 \times 10^{-4}$ $h = 0.031$ $1.2 \times 10^{-4} \leq \gamma < 5.2 \times 10^{-3}$ $h = 0.227 + 0.0501 \log \gamma$ $5.2 \times 10^{-3} \leq \gamma$ $h = 0.113$					
背面補強工	24.0		—		28,000	0.2	11,667	0.2	0.05					
置換コンクリート	22.5													

\* : 残存剛性率 ( $G_d/G_0$ ) が小さい領域は次式で補間  
 $G_0 = E_s/2 (1 + \nu_s)$ ,  $G_d/G_0 = 1/(1 + \gamma/\gamma_m)$ ,  $\gamma_m = \tau/\tau_0$

表 3-4 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値の設定根拠(狐崎部層)

岩種・岩級		物理特性	強度特性		変形特性	
			静的・動的	静的・動的	静的特性	動的特性
B級 及び C <sub>II</sub> 級	砂岩	密度試験	ブロックせん断試験* 摩擦抵抗試験*	砂岩と同じ値	岩盤変形試験*	PS検層
	頁岩				岩盤変形試験*	
	ひん岩				砂岩と同じ値	
C <sub>III</sub> 級	砂岩	密度試験	ブロックせん断試験 摩擦抵抗試験	砂岩と同じ値	岩盤変形試験	PS検層
	頁岩				砂岩と同じ値	
	ひん岩				砂岩と同じ値	
C <sub>I</sub> 級	砂岩	密度試験	ブロックせん断試験 摩擦抵抗試験	砂岩と同じ値	換算値	PS検層
	頁岩				砂岩と同じ値	
	ひん岩				砂岩と同じ値	
D級	砂岩	密度試験	ブロックせん断試験 摩擦抵抗試験	砂岩と同じ値	換算値	繰返し三軸試験
	頁岩				換算値	
	ひん岩				砂岩と同じ値	

\* : B級については、C<sub>II</sub>級と同じ値を用いる。

表 3-5 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値の設定根拠(牧の浜部層)

岩種・岩級	物理特性	強度特性		変形特性	
		静的・動的特性	静的特性	動的特性	動的特性
B級	砂岩	C <sub>H</sub> 級と同じ値	換算値	換算値	PS 検層
	頁岩				
	ひん岩				
C <sub>H</sub> 級	砂岩	密度試験	ブロックせん断試験	岩盤変形試験	PS 検層
	頁岩		摩擦抵抗試験	砂岩と同じ値	
	ひん岩		換算値	砂岩と同じ値	
C <sub>M</sub> 級	砂岩	密度試験	ブロックせん断試験	岩盤変形試験	PS 検層
	頁岩		摩擦抵抗試験	砂岩と同じ値	
	ひん岩		ブロックせん断試験	岩盤変形試験	
C <sub>L</sub> 級	砂岩	密度試験	砂岩と同じ値	砂岩と同じ値	PS 検層
	頁岩		摩擦抵抗試験	換算値	
	ひん岩		換算値	砂岩と同じ値	
D級	砂岩	密度試験	砂岩と同じ値	砂岩と同じ値	PS 検層
	頁岩		摩擦抵抗試験	換算値	
	ひん岩		換算値	砂岩と同じ値	
D級	砂岩	密度試験	ブロックせん断試験	換算値	PS 検層
	頁岩		摩擦抵抗試験	換算値	
	ひん岩		換算値	砂岩と同じ値	

表 3-6 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値の設定根拠(盛土ほか)

岩種・岩級	物理特性	強度特性		変形特性	
		静的・動的特性	静的特性	動的特性	
盛土	現場密度試験	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	繰返し三軸試験	
旧表土	密度試験	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験	繰返し三軸試験	
断層及びびーム	密度試験	単純せん断試験	単純せん断試験	繰返し単純せん断試験	
セメント改良土	現場密度試験	三軸圧縮試験 岩石の引張強さ試験	三軸圧縮試験	繰返し三軸試験	PS検層
改良地盤	密度試験	三軸圧縮試験 岩石の引張強さ試験	平板載荷試験	繰返し三軸試験	PS検層
背面補強工 置換コンクリート					

コンクリート標準示方書 構造性能照査編

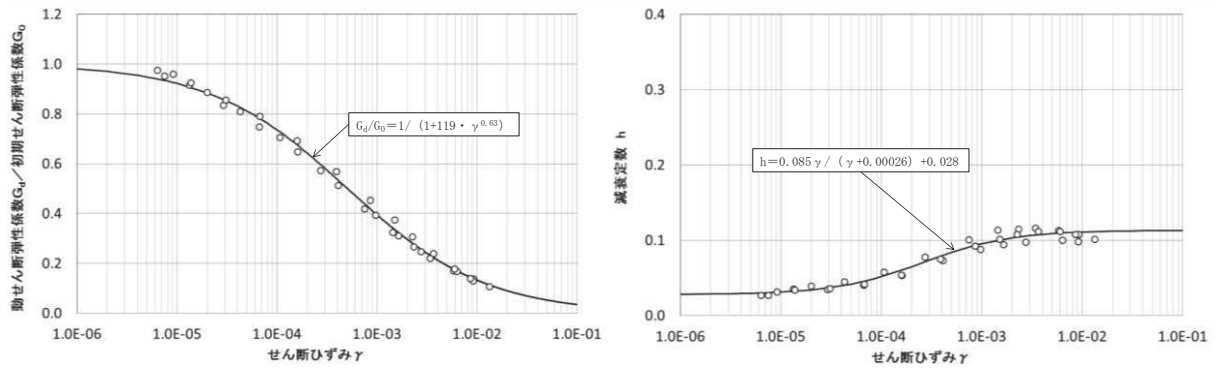


図 3-1 D級岩盤の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

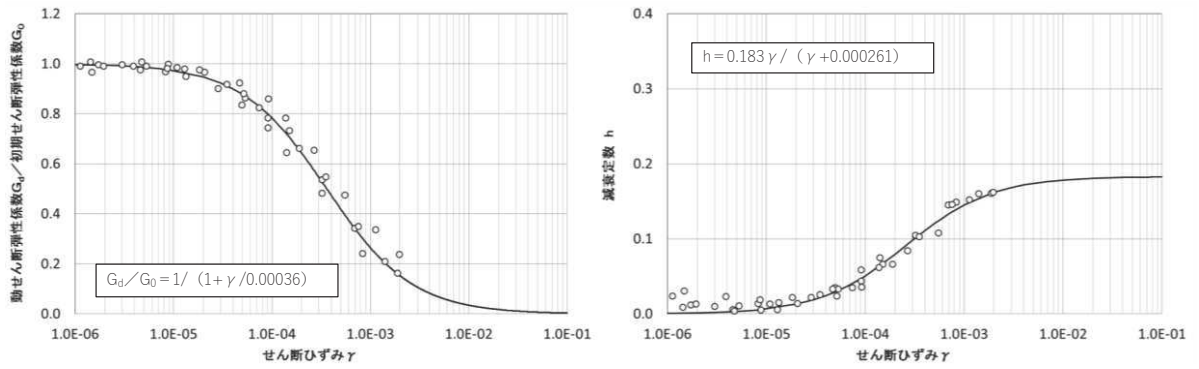


図 3-2 盛土の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

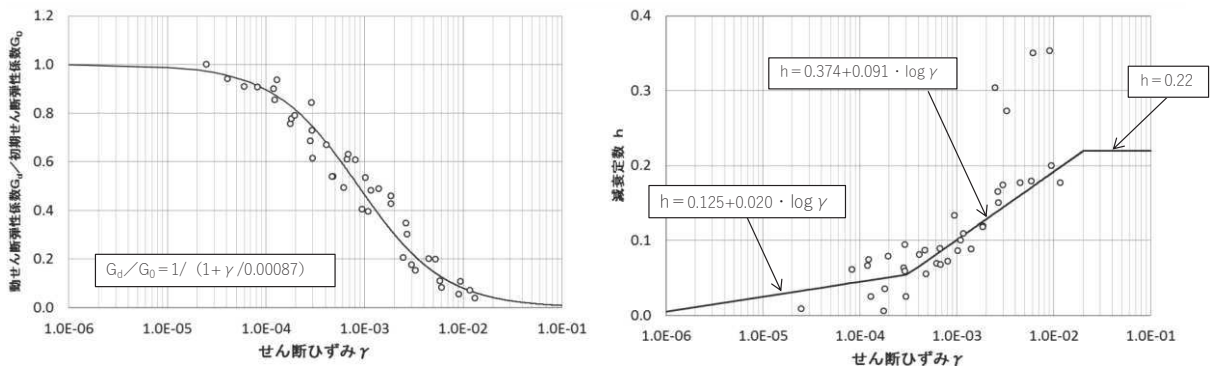


図 3-3 旧表土の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

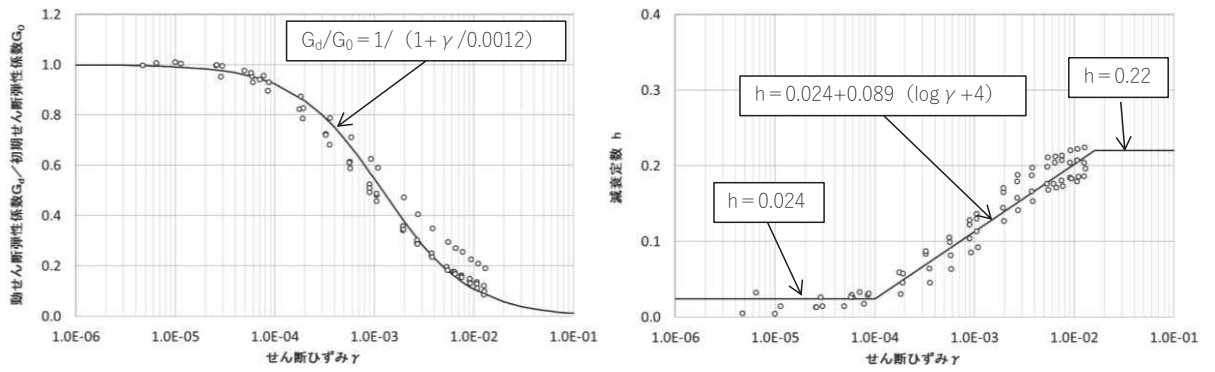


図 3-4 断層・シームの動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

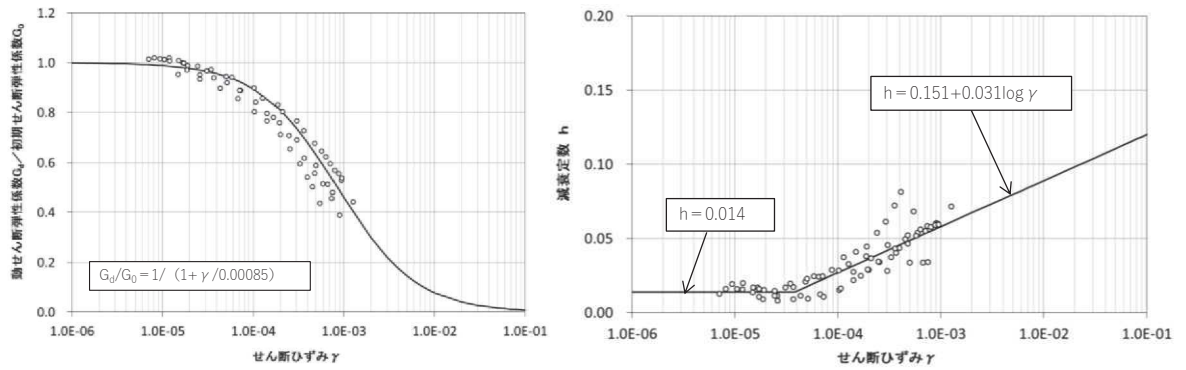


図 3-5 セメント改良土の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

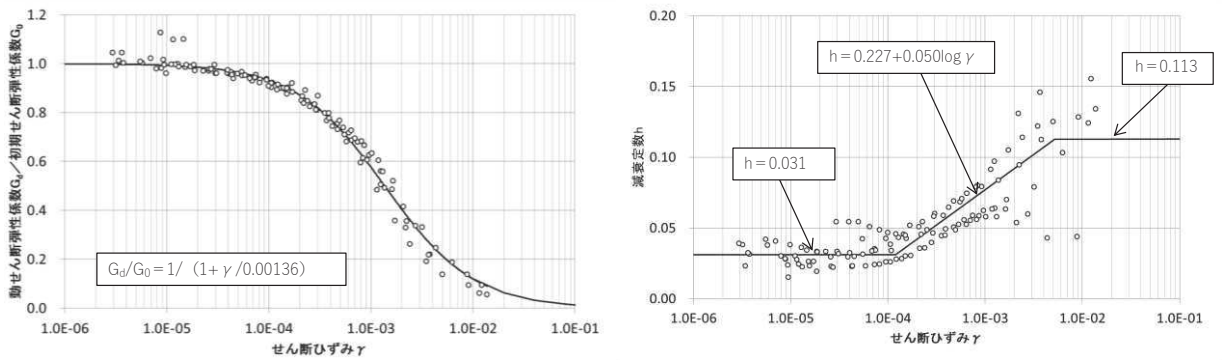


図 3-6 改良地盤の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性

### 3.2 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値

設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値を表 3-7～表 3-9 に、その設定根拠を表 3-10～表 3-12 に示す。

#### 3.2.1 全応力解析に用いる解析用物性値

(別紙のとおり)

#### 3.2.2 有効応力解析に用いる解析用物性値

建物・構築物及び土木構造物の動的解析において、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する必要がある場合は、有効応力解析を実施する。

地盤の液状化強度特性は、代表性及び網羅性を踏まえた上で保守性を考慮し、敷地全体の液状化強度試験から得られる液状化強度特性を保守的に下限値とする。

また、防潮堤における液状化強度特性については、設置変更許可段階での設定方針に従い、旧表土は施設近傍の試験結果から得られる液状化強度特性を保守的に下限値とし、盛土は上記同様、敷地全体の液状化強度試験から得られる液状化強度特性を保守的に下限値とする。

設置変更許可申請書における解析用物性値は全応力解析用に設定しているため、液状化検討対象層の物理的及び力学的特性から、各層の有効応力解析に必要な物性値を設定する。

また、有効応力解析に用いる狐崎部層及び牧の浜部層の解析用物性値は、設置変更許可申請書（添付書類六）に記載した値に基づき、表 3-7 及び表 3-8 のとおりを設定する。狐崎部層及び牧の浜部層の速度構造については、後述の「7. 地盤の速度構造」に示す。なお、表 3-7 及び表 3-8 に示す解析用物性値については、設置変更許可段階における「防潮堤の構造成立性」で実施した解析に用いた物性値と同様である。

地盤の物理的及び力学的特性は、日本産業規格（JIS）又は地盤工学会（JGS）の基準に基づいた試験の結果から設定することとした。



### 3.2.2 その他の解析用物性値

(1) マンメイドロック（以下、「MMR」という。）

MMRについては、表 3-9 及び表 3-12 のとおり解析用物性値を設定する。

表 3-7 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値（液状化検討対象層）

		敷地全体		防潮堤	
		旧表土	盛土	旧表土	
物理特性	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.94 (1.88) *	2.10 (1.90) *	敷地全体旧表土 と同値 (物理特性, 変形特性, 強度特性)	
	間隙率 n	0.437	0.363		
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$2.110 \times 10^5$	$7.071 \times 10^4$		
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{ma}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$1.0 \times 10^3$	$1.0 \times 10^3$		
	ポアソン比 $\nu$	0.40	0.40		
	減衰定数の上限値 $h_{max}$	0.220	0.183		
強度特性	粘着力 c (N/mm <sup>2</sup> )	0.08 (0.00) *	0.06 (0.10) *		
	内部摩擦角 $\phi$ (°)	26.2 (38.7) *	30.0 (33.9) *		
液状化特性	変相角 $\phi_p$ (°)	28.0	28.0		28.0
	液状化パラメータ	$S_1$	0.005		0.005
		$w_1$	1.0	14.0	1.3
		$p_1$	1.4	1.0	1.2
		$p_2$	1.5	0.6	0.8
$c_1$		2.0	2.8	2.75	

\* : 括弧内の数字は、地下水位以浅の値を表す。

表 3-8 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値（非液状化層）

		D 級岩盤	改良地盤	セメント改良土	
物理特性	密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.06 (1.95) *	2.10 (2.00) *	2.20	
	間隙率 n	0.349	0.00	0.00	
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{ma}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$2.000 \times 10^5$	$1.94 \times 10^6$ ( $1.84 \times 10^6$ )	$1.67 \times 10^6$	
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{ma}'$ (kN/m <sup>2</sup> )	$1.0 \times 10^3$	$1.0 \times 10^3$	$1.0 \times 10^3$	
	ポアソン比 $\nu$	第1速度層	0.48	0.35	0.36
		第2速度層	0.44(狐崎部層) 0.45(牧の浜部層)		
	減衰定数の上限値 $h_{max}$	0.113	0.113	0.080	
強度特性	粘着力 c (N/mm <sup>2</sup> )	0.10	1.39	0.65	
	内部摩擦角 $\phi$ (°)	24.0	22.1	44.3	

\* : 括弧内の数字は、地下水位以浅の値を表す。

表3-9 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値 (MMR)

	物理特性	強度特性				変形特性			
		単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	せん断剛性 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比
MMR (既設) ( $f'_{ck} = 15.6$ N/mm <sup>2</sup> )	22.6	3.12	-*	1.43	-*	20590	8579	0.2	3
MMR (新設) ( $f'_{ck} = 21.0$ N/mm <sup>2</sup> )	22.5	4.20	-*	1.75	-*	23500	9792	0.2	3

\* : 内部摩擦角及び残留強度は保守的に考慮しない。

表 3-10 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠  
(液状化検討対象層)

		敷地全体		防潮堤	
		旧表土	盛土	旧表土	
物理特性	密度 $\rho$	物理試験	物理試験	敷地全体旧表土と同値 (物理特性, 変形特性, 強度特性)	
	間隙率 $n$	物理試験	物理試験		
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{min}$	動的変形特性に基づき設定	動的変形特性に基づき設定		
	基準平均有効拘束圧 $\sigma_{vm}'$	$G_{min}$ に対応する値	$G_{min}$ 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 $c$	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 に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験 に基づく要素シミュレーション	液状化強度試験 に基づく要素シミュレーション	
	液状化パラメータ				$S_1$
					$w_1$
					$p_1$
					$p_2$
$c_1$					

\* : 原子力発電所地質・地盤の調査試験法および地盤の耐震安定性の評価手法 報告書第4編 建屋基礎地盤の耐震安定性評価 例示編 昭和60年 (社)土木学会 原子力土木委員会

表 3-11 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠  
(非液化化層)

		D 級岩盤	改良地盤	セメント改良土
物理特性	密度 $\rho$	物理試験	物理試験	物理試験
	間隙率 $n$	物理試験	間隙が小さいため0と設定	
変形特性	動せん断弾性係数 $G_{mn}$	動的変形特性に基づき設定	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 $\sigma_{mn}'$	$G_{mn}$ に対応する値	—	—
	ポアソン比 $\nu$	PS検層	PS検層	PS検層
	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 $c$	ロックせん断試験	三軸圧縮試験	三軸圧縮試験
	内部摩擦角 $\phi$			

表3-12 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠  
(MMR)

	物理特性	強度特性		変形特性			
	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 $\sigma_t$ (N/mm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	せん断剛性 (N/mm <sup>2</sup> )	ポアソン比	減衰定数 (%)
MMR (既設) ( $f'ck = 15.6\text{N/mm}^2$ )	文献に基づき設定*1	文献に基づき設定*2 ( $\tau_0=1/5f'ck$ )	文献に基づき設定*1 ( $\sigma_t=0.23f'ck^{2/3}$ )	文献に基づき設定*1	ヤング係数とポアソン比の関係より算出	文献に基づき設定*1	岩盤と同じ値
MMR (新設) ( $f'ck = 21.0\text{N/mm}^2$ )	文献に基づき設定*1	文献に基づき設定*2 ( $\tau_0=1/5f'ck$ )	文献に基づき設定*1 ( $\sigma_t=0.23f'ck^{2/3}$ )	文献に基づき設定*1	ヤング係数とポアソン比の関係より算出	文献に基づき設定*1	岩盤と同じ値

\*1 : コンクリート標準示方書 構造性能照査編 土木学会 2002年

\*2 : コンクリート標準示方書 ダムコンクリート編 土木学会 2013年

#### 4. 極限支持力

極限支持力は、対象施設の支持岩盤の支持力試験又は道路橋示方書の支持力算定式に基づき設定することを基本とする。

##### 4.1 基礎地盤（狐崎部層・牧の浜部層・改良地盤）の極限支持力

基礎地盤（狐崎部層・牧の浜部層・改良地盤）の極限支持力を表 4-1 に示す。

基礎地盤（狐崎部層・牧の浜部層・改良地盤）の極限支持力は、設置変更許可申請書（添付資料六）に示した支持力試験結果を基に設定する。設置許可変更申請書（添付資料六）に示した支持力試験実施位置を図 4-1～図 4-3、支持力試験結果を図 4-4～図 4-6 に示す。

表 4-1 基礎地盤（狐崎部層・牧の浜部層・改良地盤）の極限支持力

基礎地盤	極限支持力 (N/mm <sup>2</sup> )
狐崎部層	13.7
牧の浜部層	11.4
改良地盤	4.4

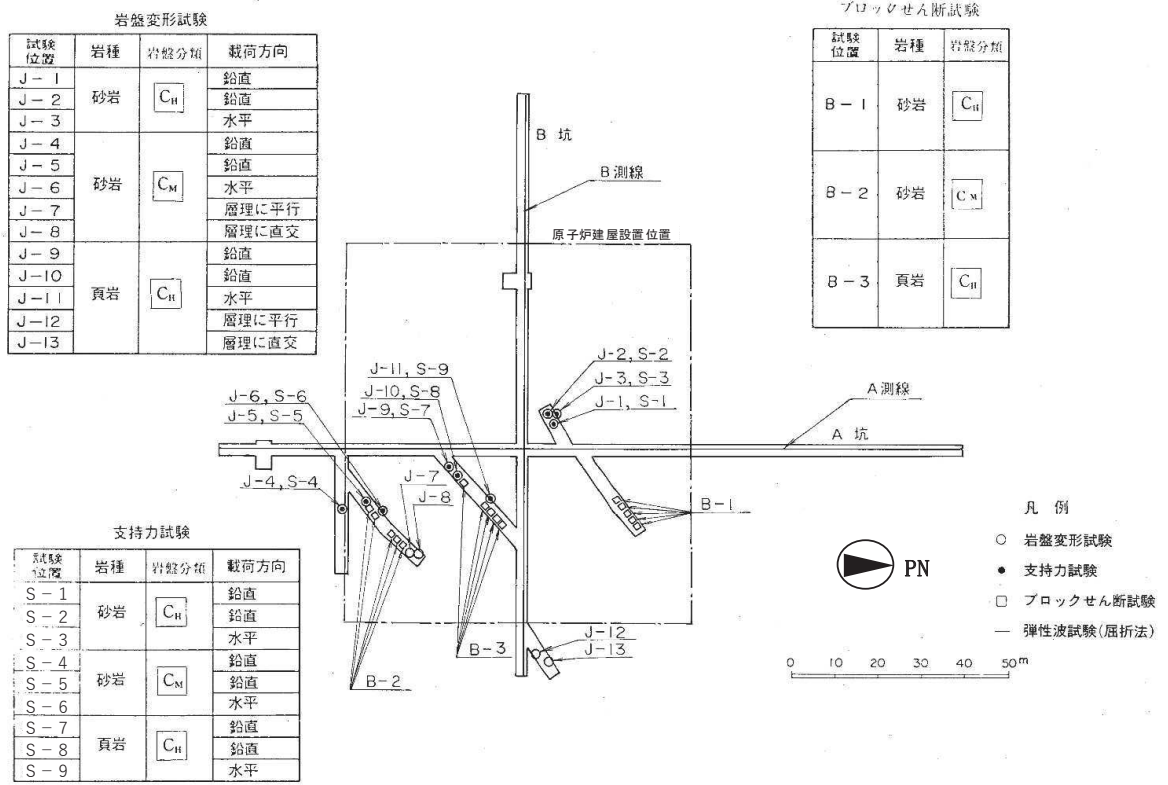


図 4-1 支持力試験実施位置(狐崎部層)

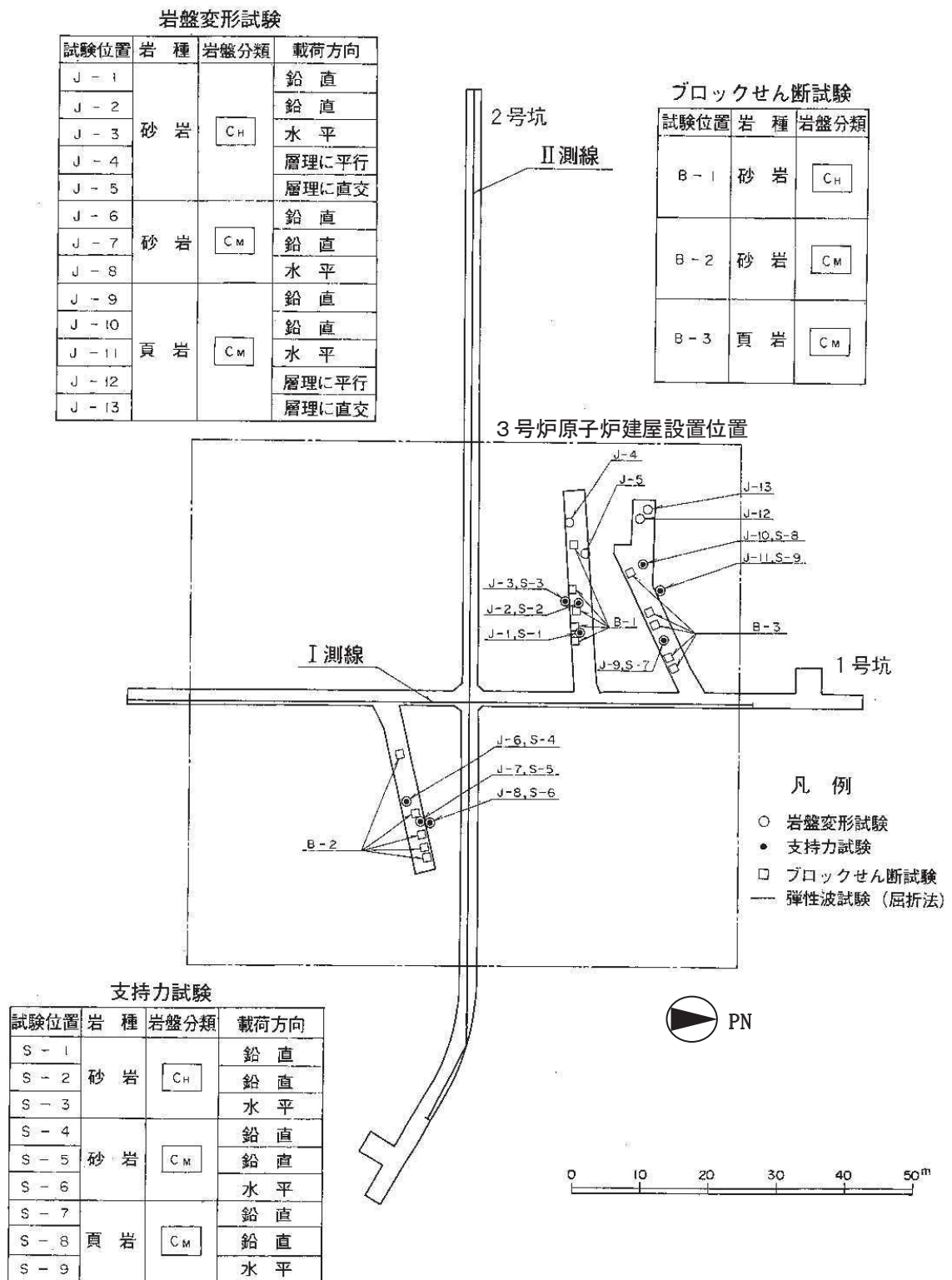


図 4-2 支持力試験実施位置 (牧の浜部層)

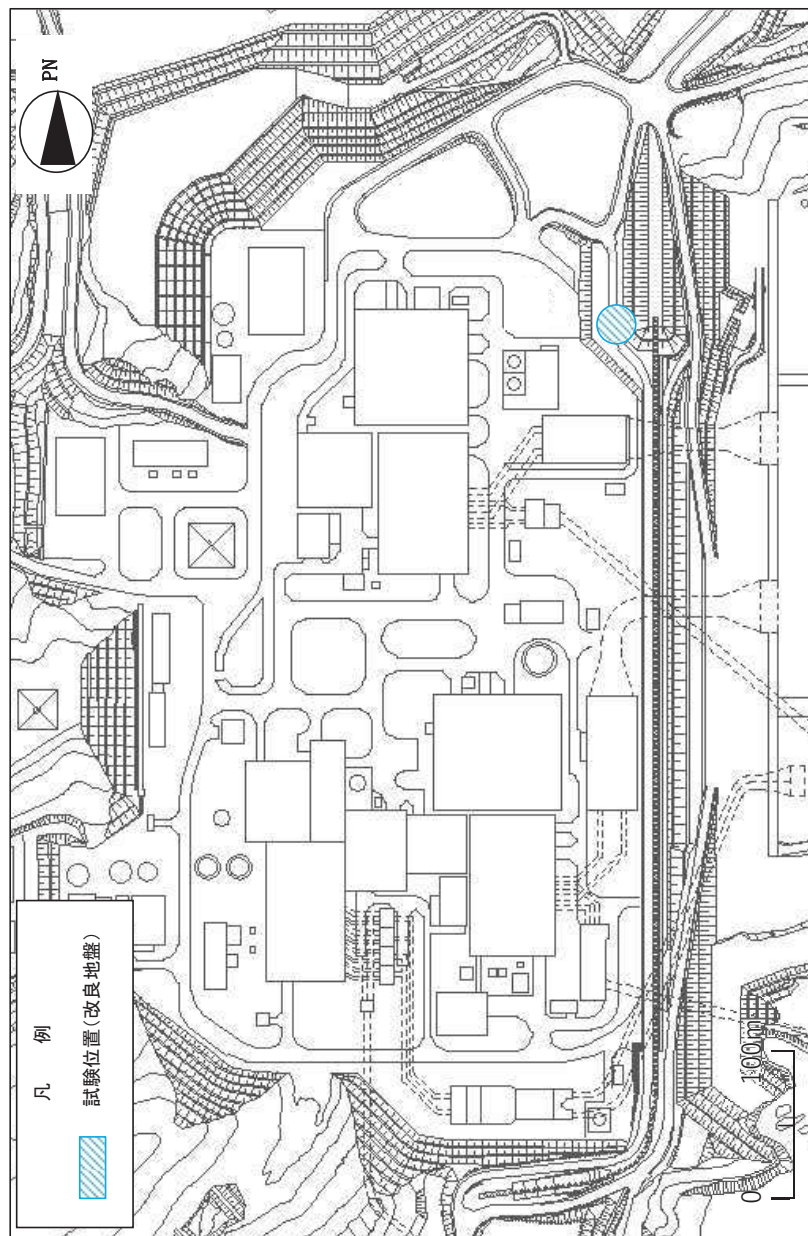


图 4-3 支持力試驗實施位置 (改良地盤)



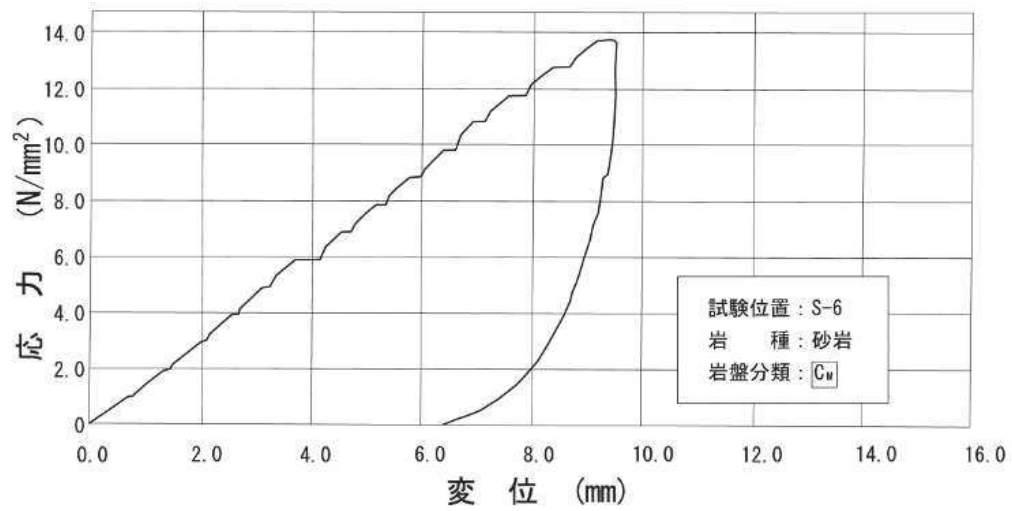
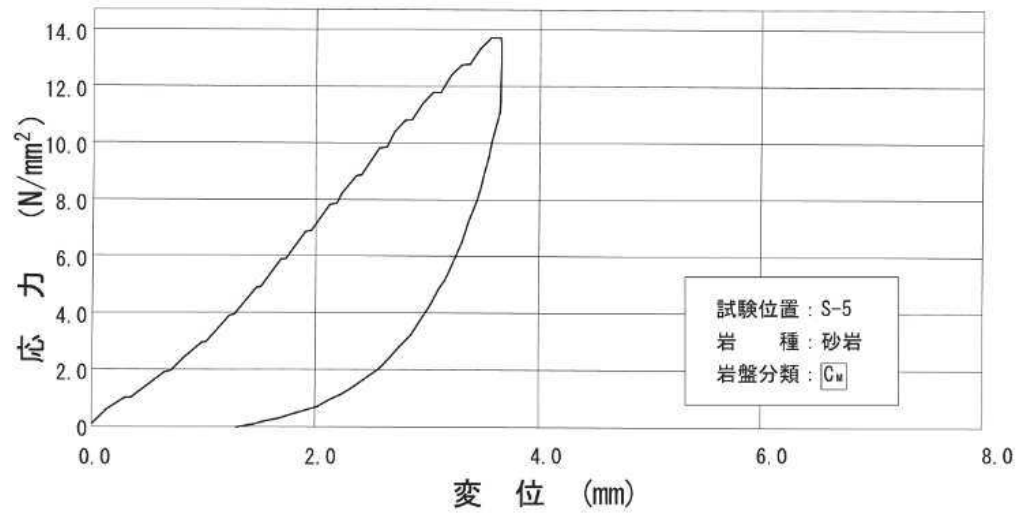
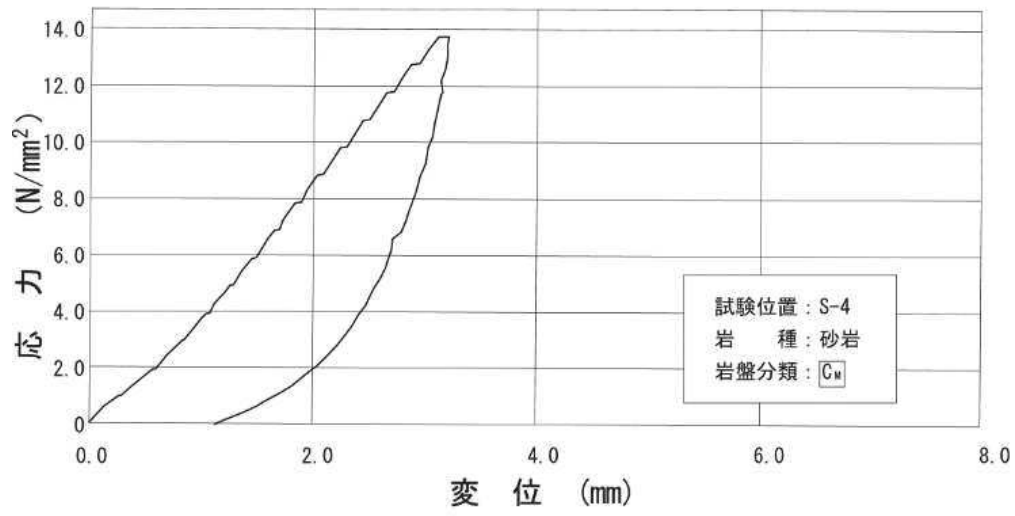


図 4-4 支持力試験結果 (狐崎部層)

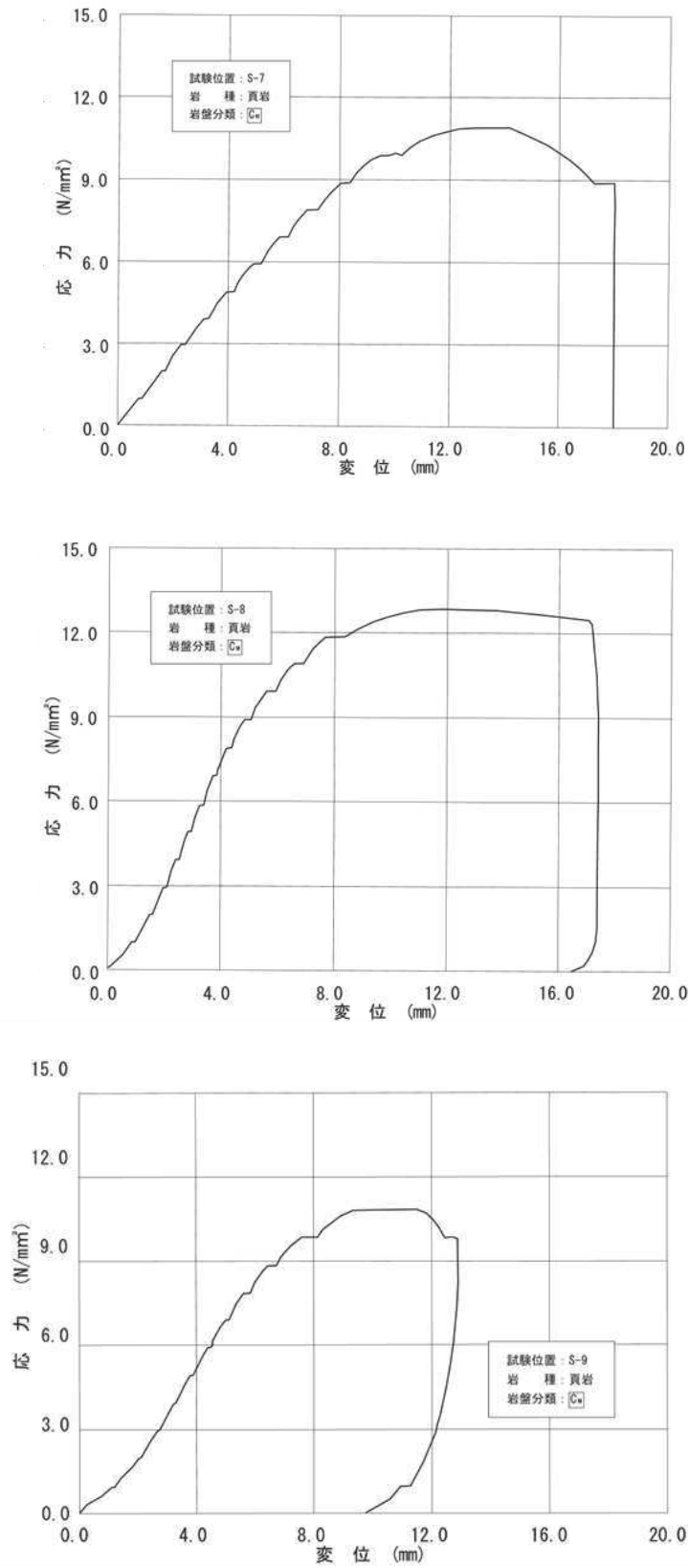


図 4-5 支持力試験結果 (牧の浜部層)

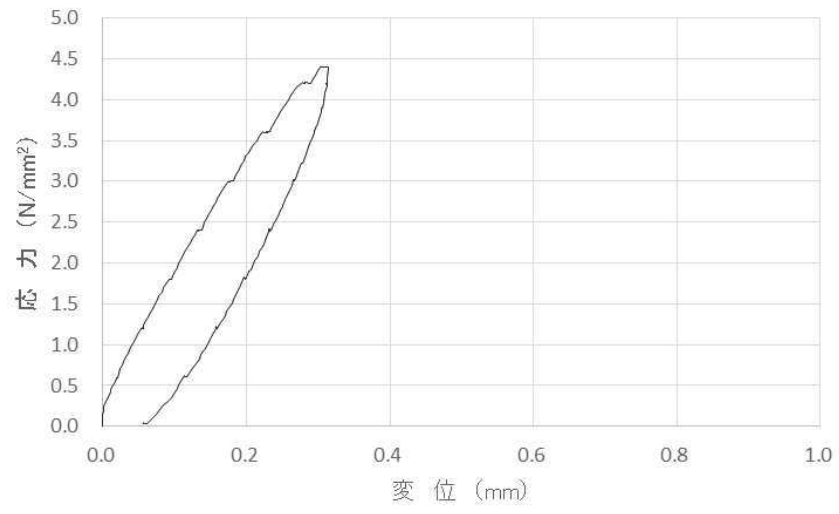


図 4-6 支持力試験結果 (改良地盤)

## 4.2 直接基礎の支持力算定式

道路橋示方書による直接基礎の支持力算定式を以下に示す。

- ・道路橋示方書による極限支持力算定式（直接基礎）

$$Q_u = A_e \{ \alpha \kappa c N_c S_c + \kappa q N_q S_q + 1/2 \gamma_1 \beta B_e N_\gamma S_\gamma \}$$

ここで、

$Q_u$  : 荷重の偏心傾斜，支持力係数の寸法効果を考慮した地盤の  
極限支持力 (kN)

$c$  : 地盤の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

$q$  : 上載荷重 (kN/m<sup>2</sup>) で，  $q = \gamma_2 D_f$

$A_e$  : 有効載荷面積 (m<sup>2</sup>)

$\gamma_1, \gamma_2$  : 支持地盤及び根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)

ただし，地下水位以下では水中単位体積重量とする。

$B_e$  : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅 (m)

$$B_e = B - 2 e_B$$

$B$  : 基礎幅 (m)

$e_B$  : 荷重の偏心量 (m)

$D_f$  : 基礎の有効根入れ深さ (m)

$\alpha, \beta$  : 基礎の形状係数

$\kappa$  : 根入れ効果に対する割増し係数

$N_c, N_q, N_\gamma$  : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数

$S_c, S_q, S_\gamma$  : 支持力係数の寸法効果に関する補正係数

#### 4.3 杭基礎の支持力算定式

杭基礎の押込み力及び引抜き力に対する支持力評価において、液状化検討対象層である地下水位以深の盛土及び旧表土は杭周面摩擦力を支持力として考慮せず、支持力評価を行うことを基本とする。ただし、杭周面地盤に地下水位以浅の盛土及び旧表土、改良地盤、セメント改良土並びに岩盤がある場合は、その杭周面摩擦力を支持力として考慮する。

##### ・道路橋示方書による極限支持力算定式

(杭基礎[中掘り工法])

$$R_u = q_d A + U \sum L_i f_i$$

ここで、

$R_u$  : 地盤から決まる杭の極限支持力 (kN)

$q_d$  : 杭先端における単位面積あたりの極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$$q_d = 3 \cdot q_u$$

$q_u$  : 支持岩盤の一軸圧縮強度 (kN/m<sup>2</sup>)

$A$  : 杭先端面積 (m<sup>2</sup>)

$U$  : 杭の周長 (m)

$L_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の層厚 (m)

$f_i$  : 周面摩擦力を考慮する層の最大周面摩擦力度 (kN/m<sup>2</sup>)

## 5. 耐震評価における地下水位設定方針

### 5.1 基本方針

建物・構築物及び土木構造物は、地下水位低下設備\*<sup>1</sup>の効果が及ぶ範囲においては、その機能を考慮した設計用地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。なお、地下水位低下設備の効果が及ばない範囲においては、**地表面にて**設計用地下水位を設定し水圧の影響を考慮する。

\* 1：防潮堤下部の地盤改良等により地下水の流れが遮断され敷地内の地下水位が地表面付近まで上昇するおそれがあることを踏まえ、地下水位を一定の範囲に保持するため地下水位低下設備を設置する。

設計用地下水位の設定において地下水位低下設備の機能を考慮する場合は、設計用地下水位の設定フロー（図 5-1）に基づき、浸透流解析により得られた解析水位を包絡するよう設定する。

浸透流解析は、敷地及び構造物の配置を考慮した 3 次元モデル（図 5-2）によるものとし、解析水位の保守性は、解析に用いるパラメータ（透水係数）の設定、地下水位低下設備を信頼性が確保された範囲に限定し考慮すること、並びに境界条件を保守的に設定すること等により確保する。

また、耐震評価における設計用地下水位を設定した後に、設計用地下水位を上回る可能性のある事象が発生した場合は、設計用地下水位の再検討を行う。

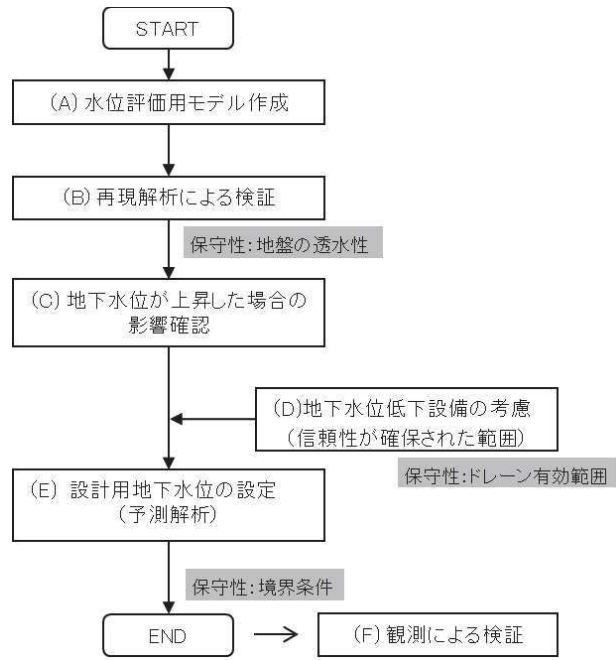


図 5-1 設計用地下水位の設定フロー  
(地下水位低下設備の機能を考慮する場合)

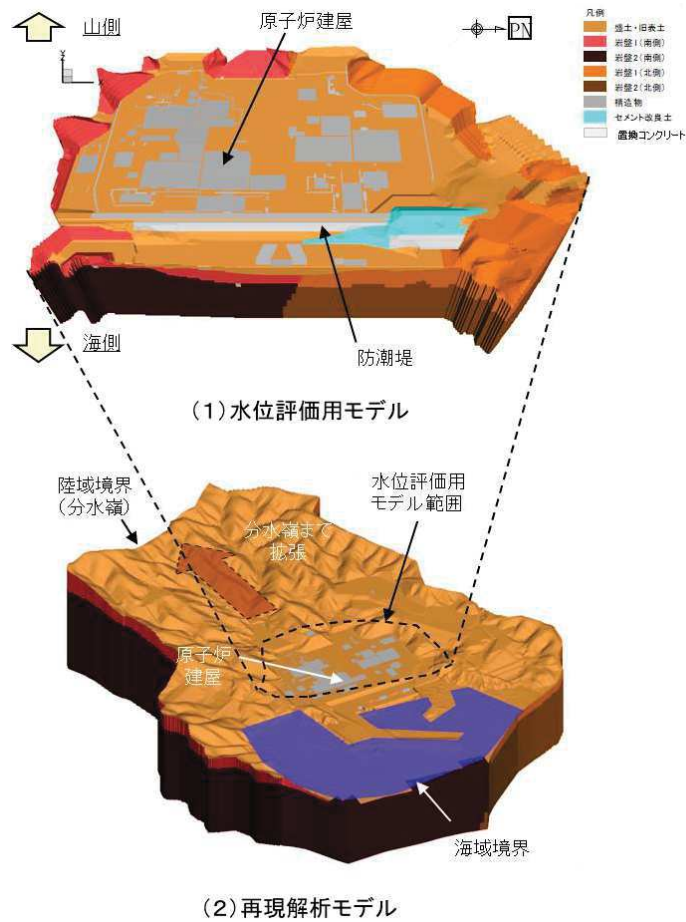


図 5-2 3次元浸透流解析モデル

## 5.2 建物・構築物の耐震評価における地下水位設定

建物・構築物の耐震評価における設計用地下水位の設定を表 5-1 に示す。

表 5-1 建物・構築物における設計用地下水位の設定一覧

施設名称	建設時工事計画 認可申請時の 設計用地下水位 ・揚圧力	浸透流解析に よる地下水位 ・揚圧力	設計用 地下水位 ・揚圧力	備考
原子炉建屋 (基礎底面0.P. -14.1m)	29.4kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	8.4kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	29.4kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	
制御建屋 (基礎底面0.P. -1.5m)	0.0kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	4.6kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	4.9kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	
第3号機 海水熱交換器建屋 (基礎底面0.P. -12.5m～ 0.P. -16.25m)	14.7kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	4.3kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	14.7kN/m <sup>2</sup> * <sup>1</sup>	
排気筒 (基礎底面0.P. -4.0m)	0.P. +5.0m	0.P. +13.8m	0.P. +14.8m	地表面
緊急時対策建屋 (基礎底面0.P. +45.5m)	—* <sup>2</sup>	— (解析領域外)	0.P. +62.0m	地表面
緊急用電気品建屋 (基礎底面0.P. +52.9m)	—* <sup>2</sup>	— (解析領域外)	0.P. +62.3m	地表面

\*1：建屋底面に作用する平均揚圧力

\*2：建設時の工事計画認可申請対象外



### 5.3 土木構造物の耐震評価における地下水位設定

土木構造物の耐震評価における設計用地下水位の設定を表 5-2 に示す。

表 5-2(1) 土木構造物における設計用地下水位の設定一覧

施設名称		建設時工事計画 認可申請時の 設計用地下水位	浸透流解析に よる地下水位	設計用 地下水位	備考
原子炉機器 冷却海水 配管ダクト	横断	O. P. -14. 20m	O. P. -14. 28m～ O. P. -5. 83m	O. P. -10. 50m～ O. P. -3. 50m	
排気筒連絡 ダクト	縦断	O. P. -8. 00m～ O. P. +4. 50m	O. P. -7. 14m～ O. P. +13. 44m	O. P. +5. 73m～ O. P. +14. 80m	
	横断 (断面①)	O. P. -8. 00m	O. P. -7. 17m～ O. P. -3. 98m	O. P. +5. 73m	
	横断 (断面②)	O. P. -8. 00m	O. P. -3. 28m～ O. P. -1. 49m	O. P. +5. 80m	
	横断 (断面③)	O. P. -8. 00m	O. P. -2. 50m～ O. P. -0. 53m	O. P. + 5. 80m	
	横断 (断面⑤)	O. P. -1. 69m	O. P. +1. 10m～ O. P. +7. 97m	O. P. +8. 19m～ O. P. +9. 00m	
	横断 (断面⑦)	O. P. +0. 22m	O. P. +5. 36m～ O. P. +10. 74m	O. P. +10. 10m～ O. P. +12. 00m	
軽油タンク連絡ダクト		—*1	O. P. -5. 92m～ O. P. +2. 15m	O. P. -3. 00m～ O. P. +3. 00m	
取水路	縦断	O. P. -14. 10m～ O. P. +2. 43m	O. P. -11. 60m～ O. P. +2. 43m	O. P. -4. 53m～ O. P. +2. 43m	
	横断 (標準部①)	O. P. +2. 43m	O. P. +1. 93m	O. P. +2. 43m	
	横断 (標準部②)	O. P. +2. 43m	O. P. +0. 30m～ O. P. +2. 19m	O. P. +2. 43m	
	横断 (標準部③ (防潮堤横 断部) )	O. P. +2. 43m	O. P. -4. 83m～ O. P. -2. 26m	O. P. +2. 43m	
	横断 (標準部④ (防潮堤横 断部) )	O. P. +2. 43m	O. P. -6. 21m～ O. P. -3. 18m	O. P. -1. 00m	
	曲がり部 南北	O. P. +2. 43m	O. P. -9. 56m～ O. P. -3. 90m	O. P. -1. 01m	

\*1：建設時工事計画認可申請対象外

表 5-2(2) 土木構造物における設計用地下水位の設定一覧

施設名称		建設時工事計画 認可申請時の 設計用地下水位	浸透流解析に よる地下水位	設計用 地下水位	備考
取水路	曲がり部 東西	—*1	0. P. -7. 39m～ 0. P. +2. 26m	0. P. -1. 03m～ 0. P. +2. 43m	
	漸拡部 東西	0. P. -14. 10m～ 0. P. +2. 43m	0. P. -14. 13m～ 0. P. +2. 39m	0. P. -4. 53m～ 0. P. +2. 43m	
海水 ポンプ室	縦断	0. P. -14. 10m～ 0. P. +8. 83m	0. P. -12. 64m～ 0. P. +12. 83m	0. P. -8. 50m～ 0. P. +14. 00m	
	横断	0. P. -14. 10m～ 0. P. +2. 43m	0. P. -14. 13m～ 0. P. +2. 39m	0. P. -8. 50m～ 0. P. +2. 43m	
軽油 タンク室	南北	—*1	0. P. -14. 29m～ 0. P. -3. 78m	0. P. -3. 00m	
	東西	—*1	0. P. -5. 92m～ 0. P. +5. 17m	0. P. -3. 00m～ 0. P. +6. 50m	
軽油 タンク室 (H)	南北	—*1	0. P. -12. 80m～ 0. P. -3. 78m	0. P. -3. 00m	
	東西	—*1	0. P. -5. 92m～ 0. P. +5. 17m	0. P. -3. 00m～ 0. P. +6. 50m	
取水口 (貯留堰)	南北 (標準部)	0. P. +2. 43m	0. P. +2. 43m	0. P. +2. 43m	朔望平均 満潮位
	南北 (漸縮部)	0. P. +2. 43m	0. P. +1. 95m	0. P. +2. 43m	朔望平均 満潮位
復水貯蔵 タンク基礎	南北	0. P. +2. 00m～ 0. P. +9. 50m	0. P. -14. 29m～ 0. P. -3. 78m	0. P. -3. 00m	
	東西	0. P. -6. 00m	0. P. -5. 92m～ 0. P. +2. 15m	0. P. -3. 00m ～0. P. +3. 00m	
ガスタービン 発電設備 軽油タンク室	南北	—*1	— (解析領域外)	0. P. +62. 30m	地表面
	東西	—*1	— (解析領域外)	0. P. +62. 30m	地表面

\*1: 建設時工事計画認可申請対象外

表 5-2(3) 土木構造物における設計用地下水位の設定一覧

施設名称		建設時工事計画 認可申請時の 設計用地下水位	浸透流解析によ る地下水位	設計用 地下水位	備考
防潮堤 (鋼管式 鉛直壁)	横断 (岩盤部①)	—*1	0. P. +13. 80m*2	0. P. +2. 50m～ 0. P. +18. 50m*2	
	横断 (岩盤部②)	—*1	0. P. +4. 92m～ 0. P. +9. 18m*2	0. P. +5. 00m～ 0. P. +17. 00m*2	
	横断 (一般部①)	—*1	0. P. -14. 42m～ 0. P. +1. 43m*2	0. P. +1. 43m*2	
	横断 (一般部②)	—*1	0. P. -7. 07m～ 0. P. +1. 43m*2	0. P. +1. 43m*2	
	横断 (一般部③)	—*1	0. P. -16. 03m～ 0. P. +1. 43m*2	0. P. +1. 43m*2	
	RC 遮水壁	—*1	— (解析領域外)	0. P. +29. 0m*2	地表面
防潮堤 (盛土堤 防)	横断①	—*1	0. P. -12. 15m～ 0. P. +1. 43m*2	0. P. +1. 43m～ 0. P. +13. 80m*2	
	横断②	—*1	0. P. -0. 57m～ 0. P. +2. 68m*2	0. P. +1. 43m～ 0. P. +13. 80m*2	
防潮壁	第 2 号機 海水ポンプ室	—*1	0. P. -15. 00m～ 0. P. -5. 25m*2	0. P. -12. 50m～ 0. P. -4. 00m*2	
	第 2 号機 放水立坑	—*1	0. P. +0. 22m～ 0. P. +10. 14m*2	0. P. +3. 50m～ 0. P. +11. 50m*2	
	第 3 号機 海水ポンプ室	—*1	0. P. -16. 59m～ 0. P. -9. 47m*2	0. P. -11. 00m～ 0. P. -7. 50m*2	
	第 3 号機 放水立坑	—*1	0. P. -11. 05m～ 0. P. -5. 73m*2	0. P. -10. 00m～ 0. P. +4. 00m*2	
取放水路 流路縮小 工	第 1 号機取水路	—*1	0. P. +10. 54m～ 0. P. +16. 18m*2	0. P. +13. 80m～ 0. P. +18. 50m*2	地表面
	第 1 号機放水路	—*1	0. P. +12. 75m～ 0. P. +13. 80m*2	0. P. +13. 80m*2	地表面

\*1：建設時工事計画認可申請対象外

\*2：平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による約1mの沈降を考慮した標高

表 5-2(4) 土木構造物における設計用地下水位の設定一覧

施設名称		建設時工事計画 認可申請時の設 計用地下水位	浸透流解析に よる地下水位	設計用 地下水位	備考
第3号機 海水ポンプ室	縦断	0. P. -12. 53m～ 0. P. +1. 24m	0. P. -13. 75m～ 0. P. +2. 43m	0. P. -12. 00m～ 0. P. +2. 43m	
	横断	0. P. -12. 79m～ 0. P. +1. 60m	0. P. -13. 14m～ 0. P. -4. 77m	0. P. -12. 00m～ 0. P. -2. 51m	
揚水井戸	南北	—*1	0. P. -14. 09m～ 0. P. -8. 94m*2	0. P. -13. 50m～ 0. P. -8. 00m*2	
	東西	—*1	0. P. -14. 09m～ 0. P. -6. 92m*2	0. P. -13. 50m～ 0. P. -5. 50m*2	
第3号機補機冷却海水系 放水ピット		—*1	0. P. -15. 99m～ 0. P. -6. 35m*2	0. P. -15. 00m～ 0. P. -6. 00m*2	
屋外排水路逆流防止設備 (防潮堤南側)		—*1	0. P. +4. 92m～ 0. P. +6. 83m*2	0. P. +5. 00m～ 0. P. +17. 00m*2	

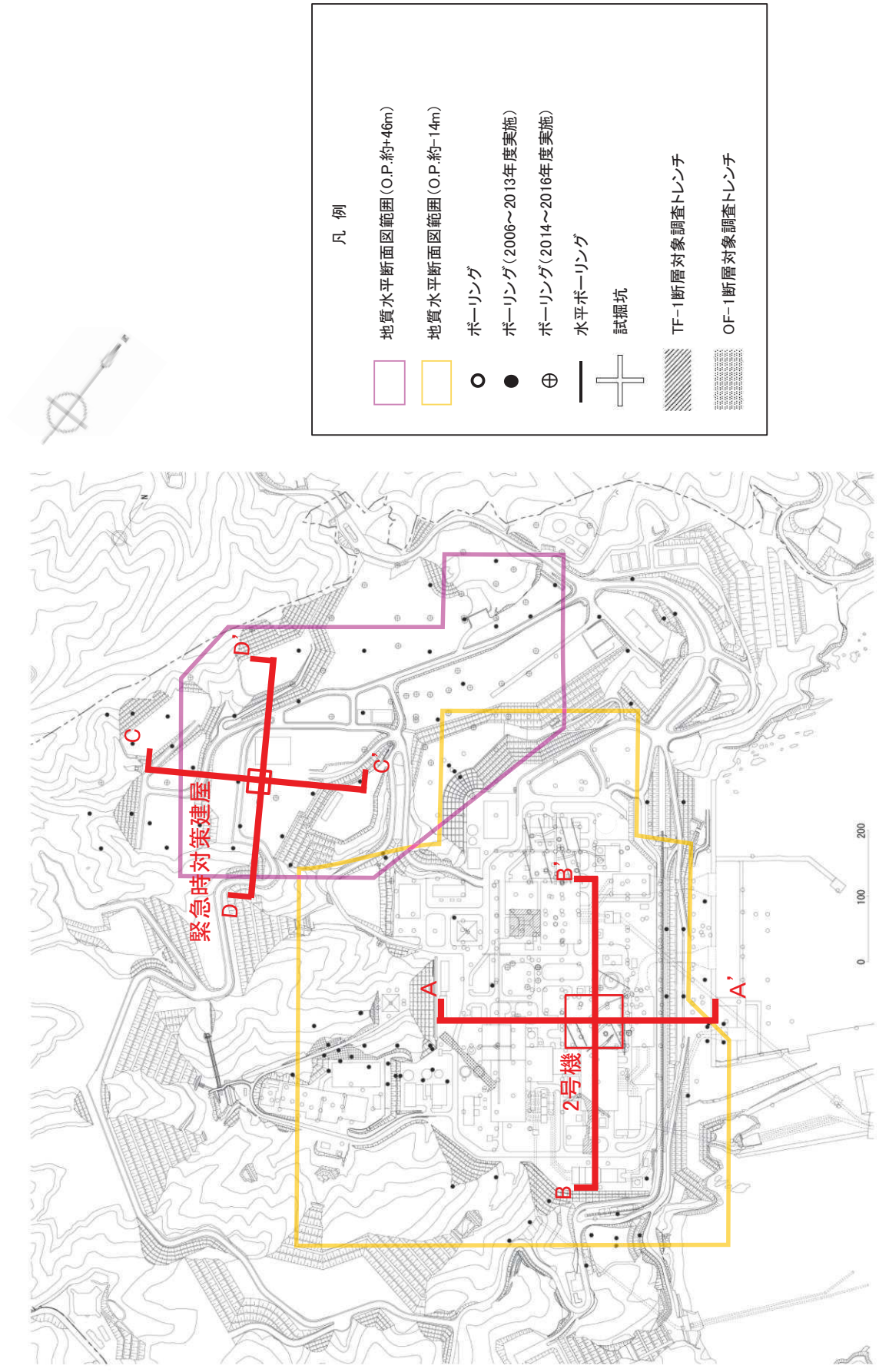
\*1：建設時工事計画認可申請対象外

\*2：平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震による約1mの沈降を考慮した標高

## 6. 地質断面図

地震応答解析に用いる地質断面図は、評価対象地点近傍のボーリング調査等の結果に基づき、岩盤、盛土及び旧表土の分布を確認し作成する。図 6-1 に敷地内で実施したボーリング調査位置図を示す。

代表例として、図 6-1 に示す断面位置の地質断面図を図 6-2～図 6-5 に示す。



凡 例










	地質水平断面図範囲 (O.P.約+46m)
	地質水平断面図範囲 (O.P.約-14m)
	ボーリング
	ボーリング (2006~2013年度実施)
	ボーリング (2014~2016年度実施)
	水平ボーリング
	試掘坑
	TF-1断層対象調査トレンチ
	OF-1断層対象調査トレンチ

図 6-1 ボーリング調査位置図



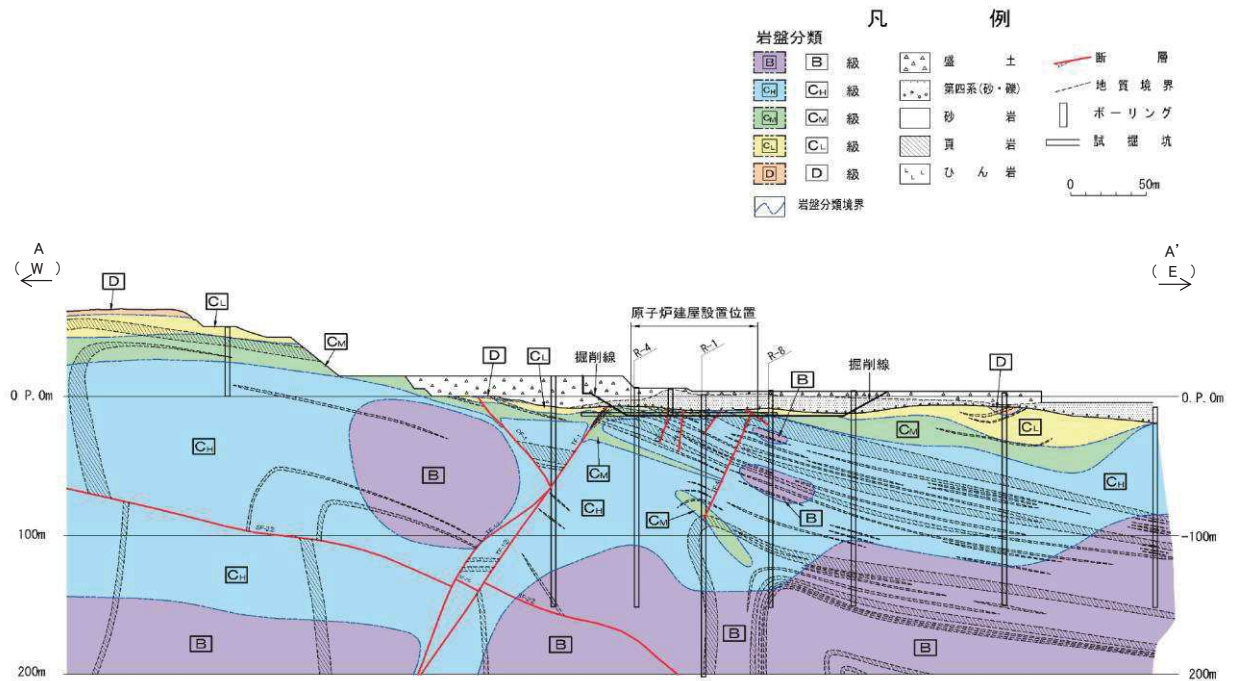


図 6-2 地質断面図 (第 2 号機原子炉建屋中央, 東西方向) (A-A' 断面)

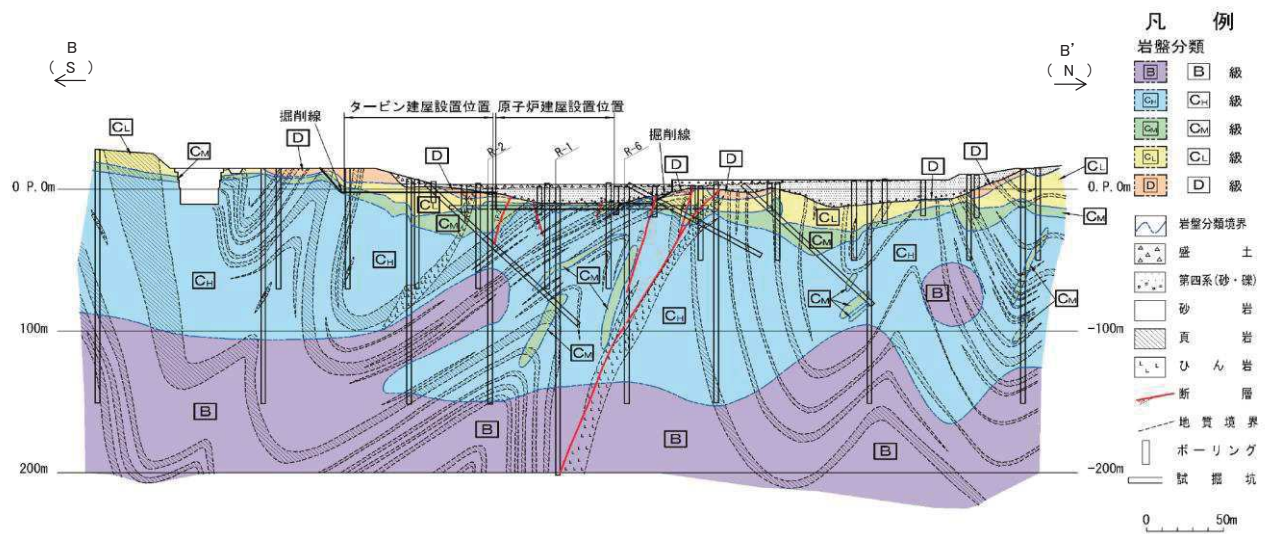


図 6-3 地質断面図 (第 2 号機原子炉建屋中央, 南北方向) (B-B' 断面)





## 7. 地盤の速度構造

### 7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル

入力地震動の設定に用いる地下構造モデルについては、解放基盤表面(0. P. -14. 1m)から、0. P. -200m までの岩盤(狐崎部層又は牧の浜部層)をモデル化する。地下構造モデルの概要を表 7-1 に示す。入力地震動算定の概念図を図 7-1 及び図 7-2 に示す。

表 7-1 入力地震動の策定に用いる地下構造モデル

地層	狐崎部層		牧の浜部層	
標高	解放基盤表面～0. P. -200m		解放基盤表面～0. P. -200m	
P 波速度 $V_p$ (m/s)	0. P. -14. 1m ～ -25. 0m	3, 420	0. P. -14. 1m ～ -27. 0m	3, 380
	0. P. -25. 0m ～ -80. 0m	4, 700	0. P. -27. 0m ～ -50. 0m	4, 380
	0. P. -80. 0m ～ -200. 0m	5, 130	0. P. -50. 0m ～ -200. 0m	5, 060
S 波速度 $V_s$ (m/s)	0. P. -14. 1m ～ -25. 0m	1, 300	0. P. -14. 1m ～ -27. 0m	1, 360
	0. P. -25. 0m ～ -80. 0m	2, 150	0. P. -27. 0m ～ -50. 0m	2, 040
	0. P. -80. 0m ～ -200. 0m	2, 440	0. P. -50. 0m ～ -200. 0m	2, 520
動ポアソン比 $\nu_d$	0. P. -14. 1m ～ -25. 0m	0. 42	0. P. -14. 1m ～ -27. 0m	0. 40
	0. P. -25. 0m ～ -80. 0m	0. 37	0. P. -27. 0m ～ -50. 0m	0. 36
	0. P. -80. 0m ～ -200. 0m	0. 35	0. P. -50. 0m ～ -200. 0m	0. 34
単位体積重量 $\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	0. P. -14. 1m ～ -25. 0m	23. 8	0. P. -14. 1m ～ -27. 0m	26. 1
	0. P. -25. 0m ～ -80. 0m	24. 6	0. P. -27. 0m ～ -50. 0m	26. 4
	0. P. -80. 0m ～ -200. 0m	25. 0	0. P. -50. 0m ～ -200. 0m	26. 5
減衰定数 $h$ (%)	0. P. -14. 1m ～ -25. 0m	3	0. P. -14. 1m ～ -27. 0m	3
	0. P. -25. 0m ～ -80. 0m			
	0. P. -80. 0m ～ -200. 0m			

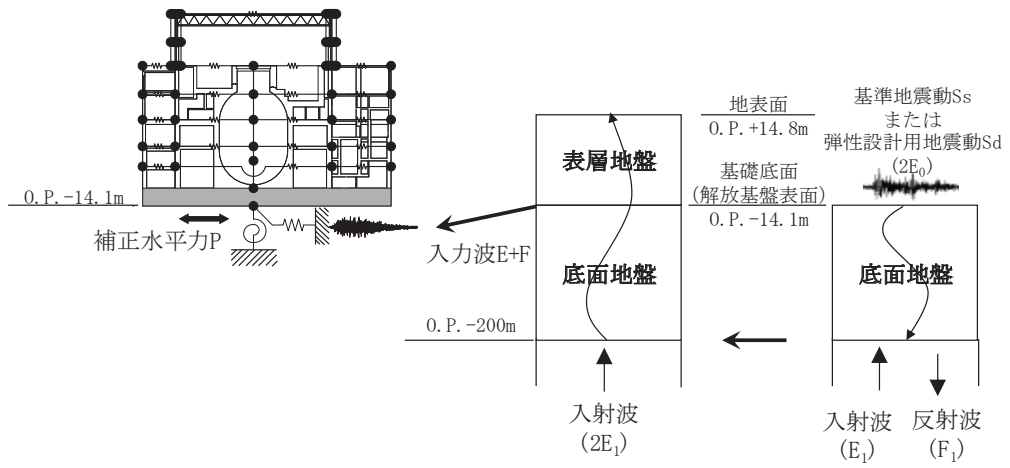


図 7-1 入力地震動算定の概念図 (建物・構築物)

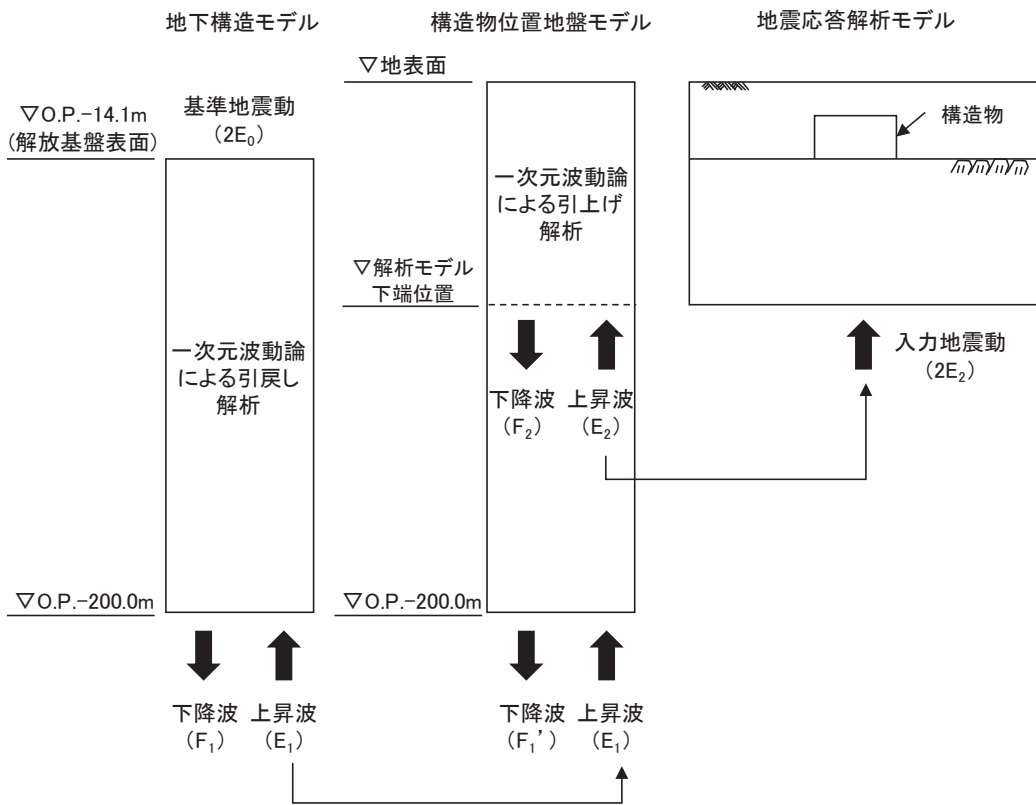


図 7-2 入力地震動算定の概念図 (土木構築物)

## 7.2 地震応答解析に用いる解析モデル

(別紙のとおり)

## 8. 地盤の液状化強度特性の代表性，網羅性及び保守性

本章では、「3.2.1 有効応力解析に用いる解析用物性値」に記載した地盤の液状化強度特性の代表性，網羅性及び保守性についての確認結果を記載する。

### 8.1 液状化強度試験箇所の代表性及び網羅性

「3.2.1 有効応力解析に用いる解析用物性値」は設置変更許可段階での液状化強度試験結果に基づき保守的に下限値として設定しているが，設計及び工事の計画の認可申請に当たって，液状化検討対象層である盛土の液状化強度試験結果の代表性向上を目的とし，追加液状化強度試験を実施した。設置変更許可段階での液状化強度試験箇所及び追加液状化強度試験箇所の平面配置を図 8-1 に示す。

液状化強度試験箇所の代表性及び網羅性については，旧表土に対して粒度分布，細粒分含有率及び N 値，盛土に対して粒度分布，細粒分含有率及び相対密度を指標に，液状化強度試験箇所と敷地全体を比較することにより確認する。なお，盛土の追加試験は設置変更許可段階以降に実施していることから，設置変更許可段階で示した代表性及び網羅性に変更がないことを確認する。

旧表土については，設置変更許可段階から変更はなく，粒度分布，細粒分含有率及び N 値はおおむね敷地全体の平均的な範囲にあり，代表性及び網羅性があることを確認している。また，盛土については，設置変更許可段階以降に追加試験を実施していることから，追加試験を含めた代表性及び網羅性の結果を図 8-2 に示す。図 8-2 から，盛土の追加試験結果は，粒度分布，細粒分含有率及び相対密度がおおむね敷地全体の平均的な範囲にあることから，代表性及び網羅性があることを確認した。

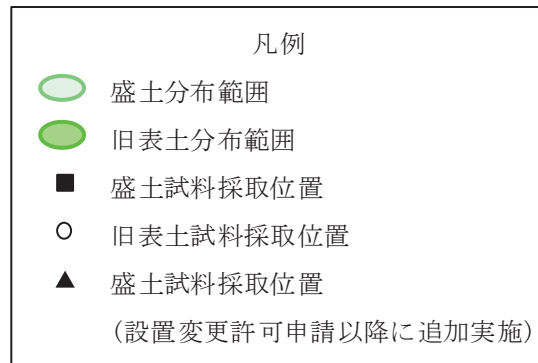
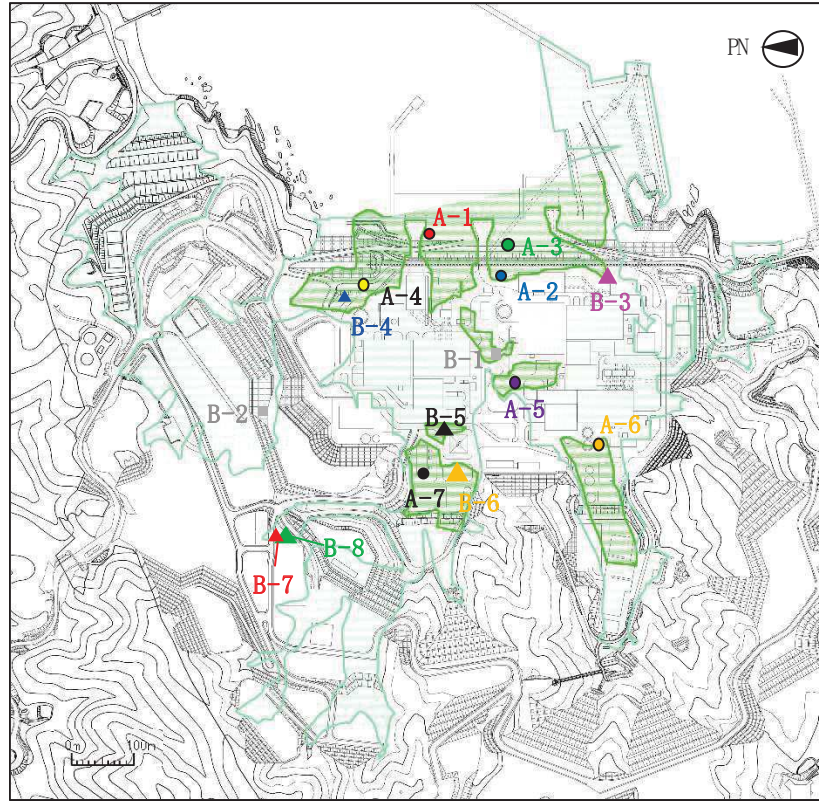


図 8-1 液状化強度試験箇所の平面配置

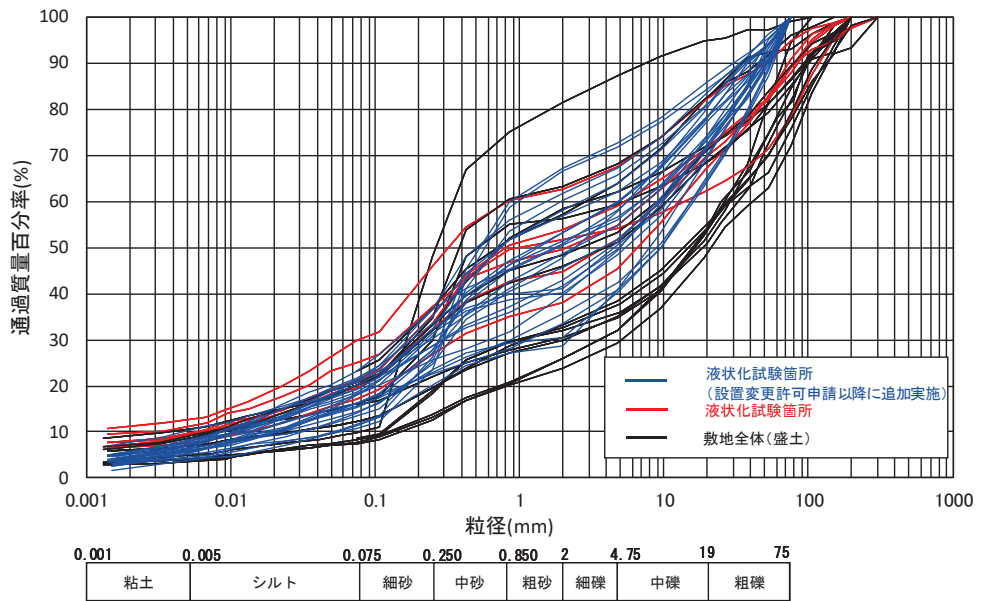


図 8-2 (1) 盛土の液状化強度試験箇所の代表性及び網羅性確認結果 (粒度分布)

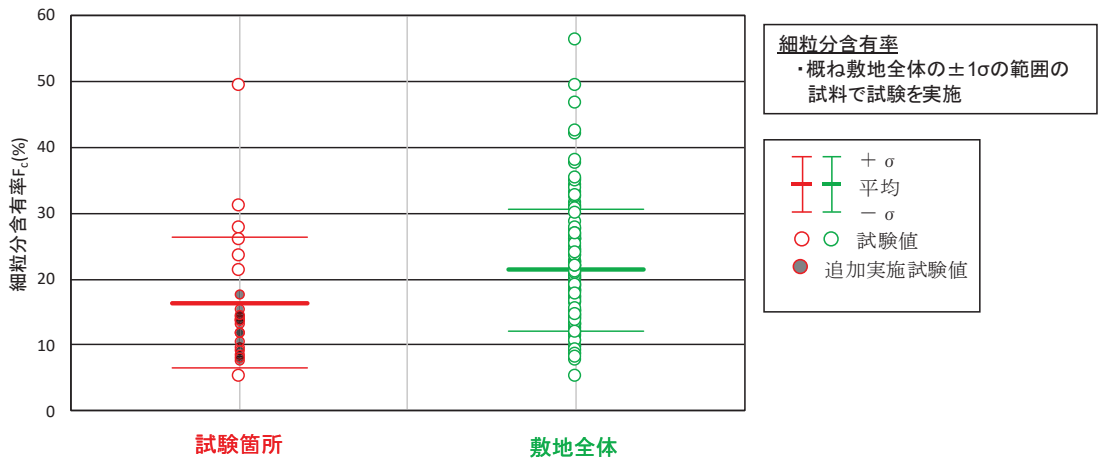


図 8-2 (2) 盛土の液状化強度試験箇所の代表性及び網羅性確認結果 (細粒分含有率  $F_c$ )

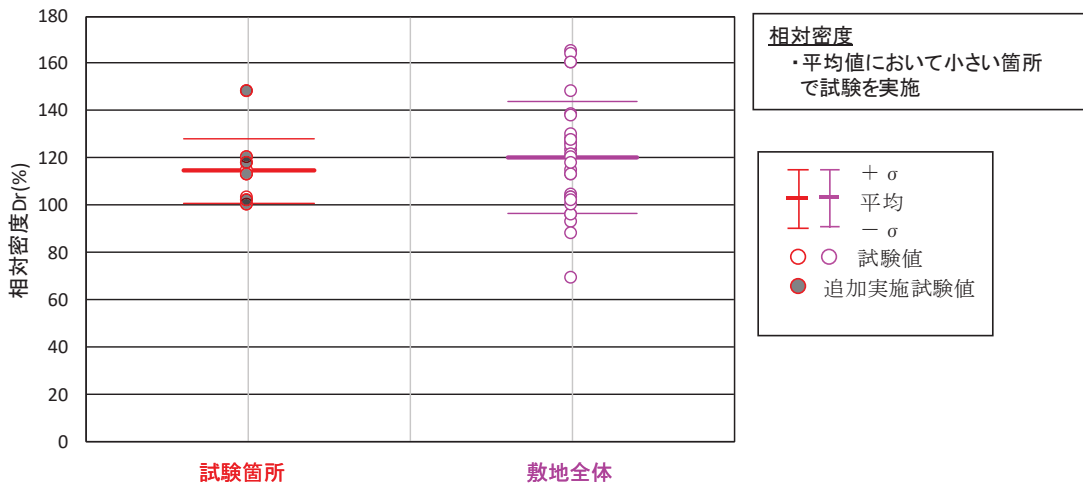



図 8-2 (3) 盛土の液状化強度試験箇所の代表性及び網羅性確認結果 (相対密度)

## 8.2 地盤の液状化強度特性における保守性

設置変更許可段階で示した方針のとおり、「3.2.1 有効応力解析に用いる解析用物性値」に記載した地盤の液状化強度特性は、液状化強度試験に基づき下限値として設定していること及び盛土の追加液状化強度試験結果がこの液状化強度特性（下限値）を上回っていることから、地盤の液状化強度特性における保守性を確認した。

地盤の液状化強度特性における保守性の確認結果を  8-3 に示す。

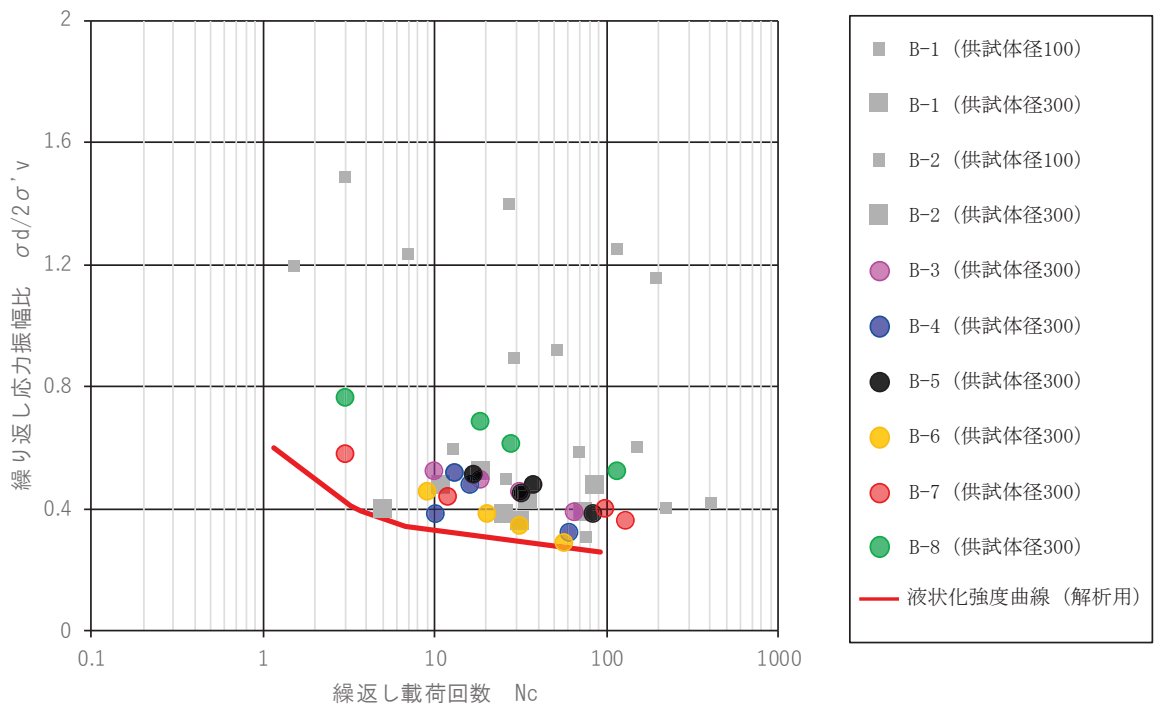


図 8-3(1) 液状化強度特性の代表性及び保守性確認結果 (盛土)

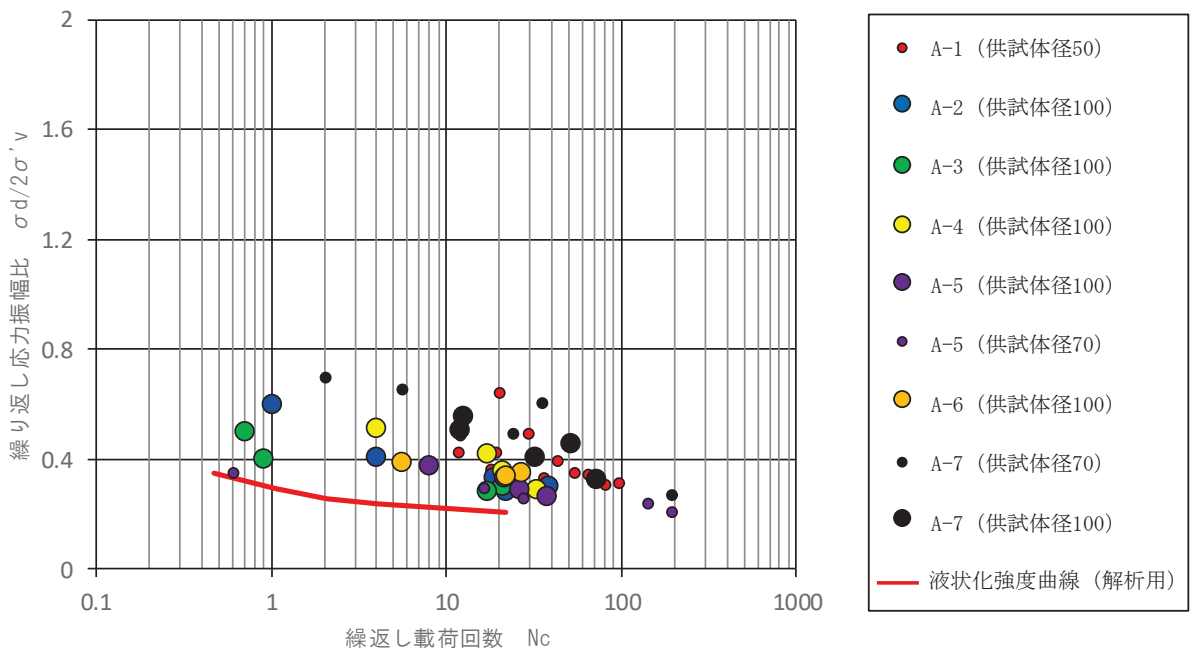


図 8-3(2) 液状化強度特性の代表性及び保守性確認結果 (旧表土)



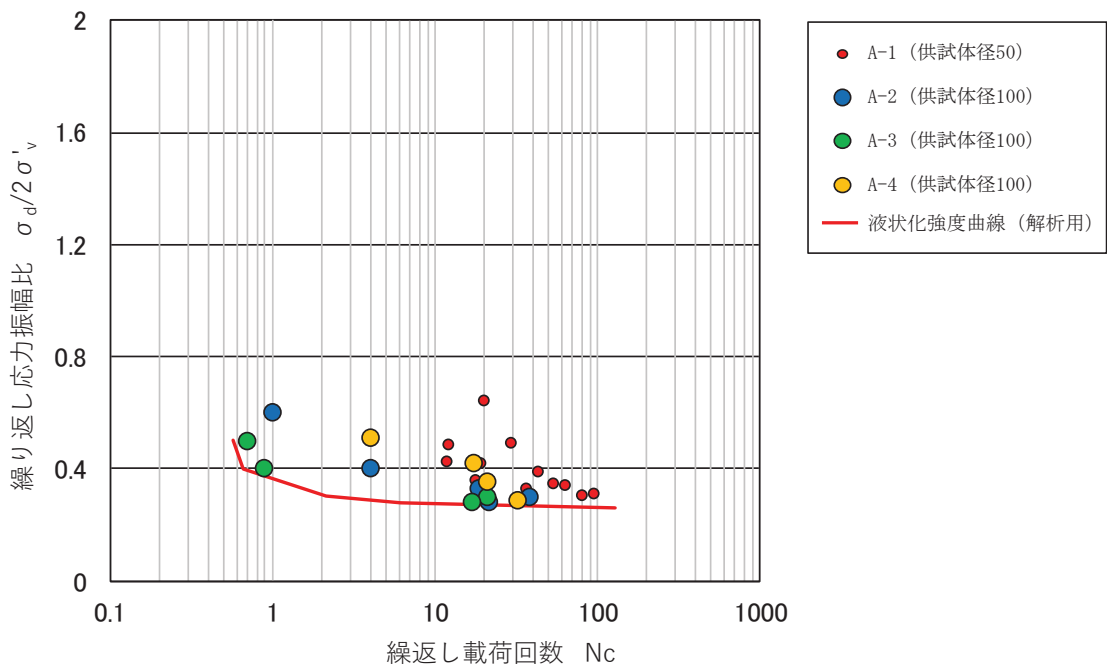


図 8-3 (3) 液状化強度特性の代表性及び保守性確認結果 (防潮堤, 旧表土)

女川原子力発電所第2号機 工事計画審査資料	
資料番号	02-工-B-19-0001_改1
提出年月日	2020年10月5日

3.2.1 全応力解析に用いる解析用物性値

原子炉建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルは、原子炉建屋の直下における地盤調査結果及び既往の地震観測記録の分析に基づいて設定する。原子炉建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値を表1に、設定根拠を表2に示す。表1に示す地盤モデルのうち表層地盤(0.P.+14.8m~0.P.±0m)には、地盤調査結果に基づき、初期せん断剛性 $G_0$ 、 $G/G_0-\gamma$ 曲線及び $h-\gamma$ 曲線の非線形特性を設定した。

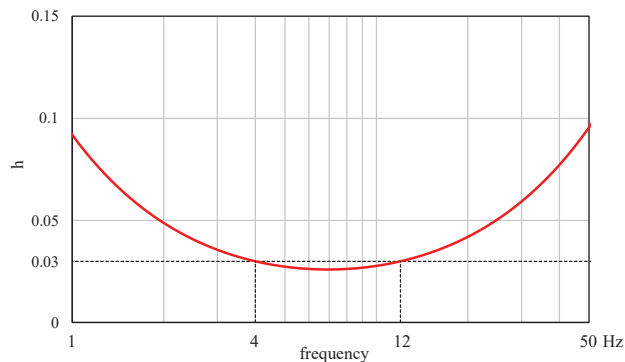
なお、制御建屋の地震応答解析においては、地震動を直接入力としている。

表1 原子炉建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値

	地層レベル O.P. (m)	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	せん断波速度 $V_s$ (m/s)	減衰定数*2 $h$ (%)
表層地盤	+14.80	18.6	*1	3*3
	±0.00	23.3	900*4	3
底面地盤	-14.10	23.8	1300	3
	-25.00	24.6	2150	3
	-80.00	25.0	2440	3
	-200.0	25.0	2440	3

注記\*1: 0.P.+14.8m~0.P.±0mは、上載圧依存を考慮してせん断波速度と相関のある初期せん断剛性 $G_0$ を設定する。また、ひずみ依存による非線形特性を考慮する。地盤の応答解析においては10層に分割する。

注記\*2: レーリー減衰(4Hz, 12Hz)



注記\*3: ひずみ依存による非線形特性を考慮する。

VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針  
(別紙分)

注記\*4：PS 検層結果と観測記録の分析より設定

初期せん断剛性  $G_0$  は、PS 検層結果により次式で設定する。

$$G_0 = 1787 \cdot \sigma_c^{0.84} \quad (1)$$

ここで、

$$\sigma_c = Z \cdot \rho_t \cdot 2/3 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

$Z$  : 深度 (m)

$$\rho_t = 18.6 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$G/G_0 - \gamma$  曲線は、原位置せん断試験結果による強度定数と拘束圧から求めたせん断強度  $\tau_m$  と初期せん断剛性  $G_0$  から、基準ひずみ  $\gamma_m$  を算定し次式により求める。

$$G/G_0 = 1 / (1 + \gamma / \gamma_m) \quad (2)$$

ここで、

$$\gamma_m = \tau_m / G_0$$

$$\tau_m = \tau_0 + \sigma_m \cdot \tan \phi \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\tau_0 = 0.1 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\phi = 33.9 \text{ (}^\circ\text{)}$$

$$\sigma_{m,d} = 3/4 \cdot Z \cdot \rho_t \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$h - \gamma$  曲線は、繰返し三軸試験結果に基づき次式により求める。

$$h = 0.183 \cdot \gamma / (\gamma + 0.000261) \quad (3)$$

表 2 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値の設定根拠 (全応力解析)  
(対象施設：原子炉建屋)

解析用物性値		根拠	
単位体積重量	$\gamma$	表層地盤	密度検層結果より設定
		底面地盤	密度検層結果に基づく平均値
せん断波速度	$V_s$	表層地盤	PS 検層結果と観測記録の分析より設定
		底面地盤	PS 検層結果に基づく平均値
初期せん断剛性	$G_0$	表層地盤	PS 検層結果に基づき算定
動的変形特性	$G/G_0 - \gamma$	表層地盤	原位置せん断試験結果及び繰返し三軸試験結果により算定
	$h - \gamma$		

### VI-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針 (別紙分)

#### 7.2 地震応答解析に用いる解析モデル

原子炉建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルは、原子炉建屋の直下における地盤調査結果及び既往の地震観測記録の分析に基づいて設定する。原子炉建屋の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値は「3.2.1 全応力解析に用いる解析用物性値」に示すとおりである。

また、土木構造物の地震応答解析に用いる地盤モデルは、構造物周辺の地盤調査結果に基づいて設定する。土木構造物の地震応答解析に用いる地盤モデルの地盤物性値は、「3.1 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値」、「3.2.2 有効応力解析に用いる解析用物性値」及び「3.2.3 その他の解析用物性値」に示すとおりである。