

柏崎刈羽原子力発電所第7号機 工事計画審査資料	
資料番号	KK7 添-2-003 改5
提出年月日	2020年8月28日

V-2-1-3 地盤の支持性能に係る基本方針

K7 ① V-2-1-3 R1

2020年8月

東京電力ホールディングス株式会社

目 次

1. 概要	1
2. 基本方針	1
3. 地盤の解析用物性値	2
3.1 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値	2
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	7
3.2.1 全応力解析に用いる解析用物性値	7
3.2.2 有効応力解析に用いる解析用物性値	7
3.2.3 地盤改良体に用いる解析用物性値	8
3.2.4 西山層及びマンメイドロックに用いる解析用物性値	8
4. 極限支持力	23
4.1 基礎地盤（西山層）の極限支持力度	23
4.2 直接基礎の支持力算定式	29
4.3 杭基礎の支持力算定式	32
5. 耐震評価における地下水位設定方針	36
5.1 基本方針	36
5.2 建物・構築物の耐震評価における地下水位設定	36
5.3 土木構造物の耐震評価における地下水位設定	36
6. 地質断面図	37
7. 地盤の速度構造	41
7.1 入力地震動の設定に用いる地下構造モデル	41
7.2 地震応答解析に用いる解析モデル	44

1. 概要

本資料は、V-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。）、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。）、及び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

設計基準対象施設及び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、これらの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）に記載した調査・試験結果に基づき設定することを基本とする。有効応力解析に用いる解析用物性値は、対象施設周辺の敷地で実施した調査・試験結果に基づき設定する。

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、地盤の極限支持力度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。

極限支持力度は、建築基準法及び同施行令、建築基礎構造設計指針（（社）日本建築学会、2001改定）（以下「基礎指針」という。）及び道路橋示方書（I 共通編・IV 下部構造編）・同解説（（社）日本道路協会、平成14年3月）（以下「道路橋示方書」という。）の支持力度算定式に基づき、対象施設の支持地盤の支持力度試験若しくは室内試験の結果により設定する。

杭基礎の押し込み力及び引抜き力に対する支持性能評価において、有効応力解析により液化化すると評価された地盤は杭周面摩擦力を支持力度として考慮せず、支持性能評価を行うことを基本とする。ただし、杭周面地盤に地盤改良体、非液化化層、岩盤がある場合は、その杭周面摩擦力を支持力度として考慮する。

耐震評価における地下水位は、対象施設と地下水排水設備との位置関係、対象施設近傍の観測記録及び潮位等を踏まえ、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 に、設定根拠を表 3-2 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 設置変更許可申請書に記載された解析用物性値

物性値		地質区分	埋戻土	新期砂層・沖積層	古安田層*	西山層	椎谷層	マンメイドロック	
								原子炉建屋下	コントロール建屋下
物理特性		密度 ρ (g/cm ³)	1.89	1.64	1.76	$1.69-0.00048 \cdot Z$	$1.94-0.00044 \cdot Z$	1.75	1.75
変形特性	静的 変形特性	変形係数 E_0 (N/mm ²)	58.8	$19.3+187 \cdot P$	$126+232 \cdot P$	$502-2.29 \cdot Z$	$251-3.88 \cdot Z$	1160	1020
		静ポアソン比 ν	0.33	0.33	0.49	$0.48+0.00024 \cdot Z$	0.46	0.44	0.45
	動的 変形特性	初期動せん断弾性係数 G_0 (N/mm ²)	27.0	25.3	175	$394-1.63 \cdot Z$	$-133-7.35 \cdot Z$	2110	1990
		動ポアソン比 ν_d	0.41	0.36	0.45	$0.45+0.00015 \cdot Z$	$0.47+0.00031 \cdot Z$	0.36	0.36
		動せん断弾性係数の ひずみ依存性 $G/G_0 \sim \gamma$	$1/(1+9.01 \gamma^{0.77})$	$1/(1+10.95 \gamma^{0.81})$	$1/(1+5.39 \gamma^{0.77})$	$1/(1+4.10 \gamma^{1.37})$	$1/(1+5.76 \gamma^{0.69})$	$1/(1+4.30 \gamma^{1.00})$	$1/(1+4.30 \gamma^{1.00})$
減衰定数のひずみ依存特性 $h \sim \gamma$	$\gamma/(0.034 \gamma + 0.003) + 0.1$	$\gamma/(0.031 \gamma + 0.002)$	$24.8 \gamma^{0.56}$	$25.0 \gamma^{0.94} + 0.7$	$\gamma/(0.065 \gamma + 0.004) + 0.7$	$19.0 \gamma^{0.60}$	$19.0 \gamma^{0.60}$		
強度特性	ピーク強度	C_u (N/mm ²)	—	—	$0.238+0.407 \cdot P$	$1.37-0.00504 \cdot Z$	$0.721-0.00773 \cdot Z$	1.84	1.84
		ϕ_u (°)	—	—	0	0	0	0	0
		σ_t (N/mm ²)	—	—	—	$0.335-0.00157 \cdot Z$	—	0.666	0.666
	残留強度	C_{ur} (N/mm ²)	—	—	$0.224+0.312 \cdot P$	$0.673-0.00201 \cdot Z$	$0.799-0.00607 \cdot Z$	1.38	1.38

注1： Zは、T.M.S.L. (m)を示す。

注2： Pは、平均有効拘束圧(N/mm²)を示す。

注3： γ は、せん断ひずみ(%)を示す。

注記*： 本資料では、安田層下部層のMIS10～MIS7とMIS6の境界付近の堆積物を、『古安田層』と仮称する。

表 3-2 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

物性値		地質区分					マンメイドロック
		埋戻土	新期砂層・沖積層	古安田層	西山層	椎谷層	
変形特性	物理特性	密度	密度試験結果（土質工学会編「土質試験法」に準拠）				
	静的変形特性	変形係数	三軸圧縮試験結果（土質工学会編「土質試験法」に準拠）				
		静ポアソン比	三軸圧縮試験結果				
	動的変形特性	初期動せん断弾性係数	弾性波速度測定試験（物理探査技術協会編「岩石試料の速度測定要綱」に準拠）による S波速度，密度により算定	PS検層（土質工学会編「土質調査法」に準拠）による S波速度，密度により算定	弾性波速度測定試験（物理探査技術協会編「岩石試料の速度測定要綱」に準拠）による S波速度，密度により算定		
		動ポアソン比 ν_d	弾性波速度測定試験（物理探査技術協会編「岩石試料の速度測定要綱」に準拠）による P波速度，S波速度により算定	PS検層（土質工学会編「土質調査法」に準拠）による P波速度，S波速度により算定	弾性波速度測定試験（物理探査技術協会編「岩石試料の速度測定要綱」に準拠）による P波速度，S波速度により算定		
		動せん断弾性係数のひずみ依存性	動的単純せん断試験結果				
		減衰定数のひずみ依存特性	動的単純せん断試験結果				
	強度特性	ピーク強度	C_u	三軸圧縮試験結果（土質工学会編「土質試験法」に準拠）			
σ_t			—	—	—	圧裂引張強度試験（J I S M 0303に準拠）	—
残留強度		C_{ur}	三軸圧縮試験結果（土質工学会編「土質試験法」に準拠）				

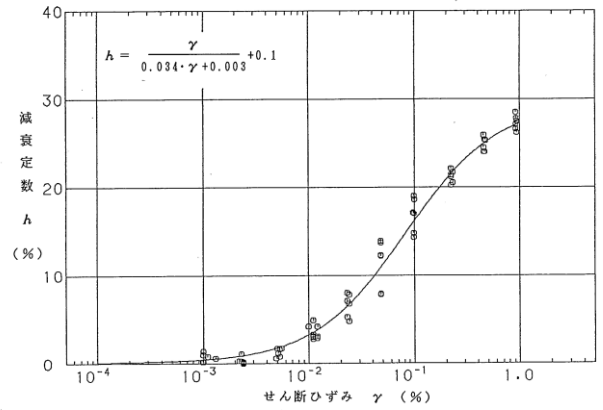
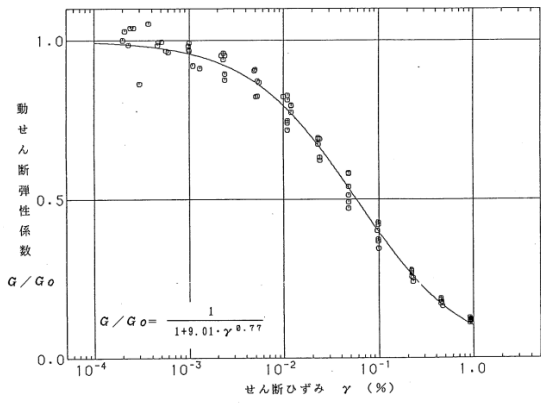


図 3-1 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性 (埋戻土)

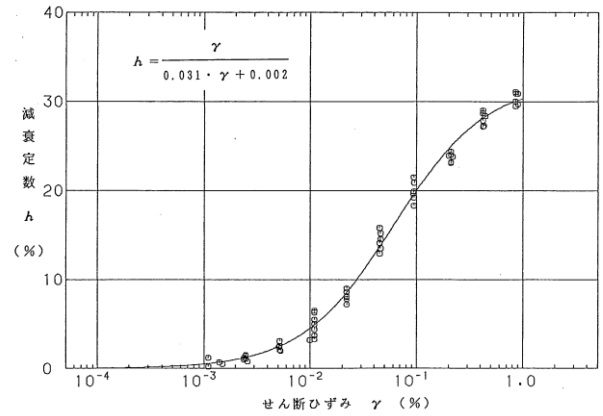
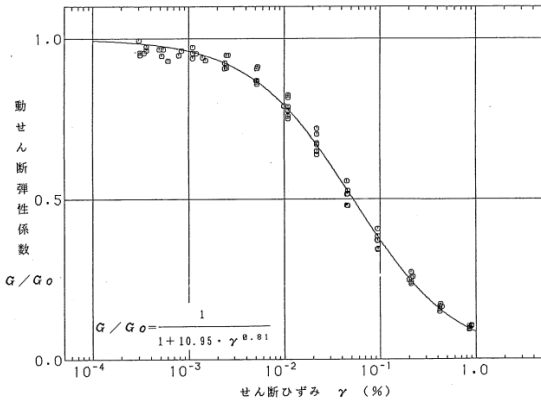


図 3-2 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性 (新期砂層・沖積層)

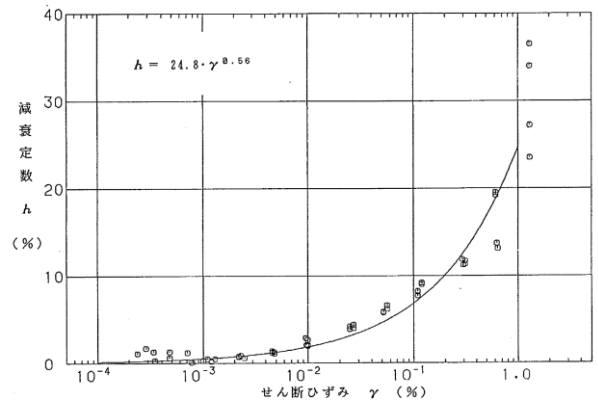
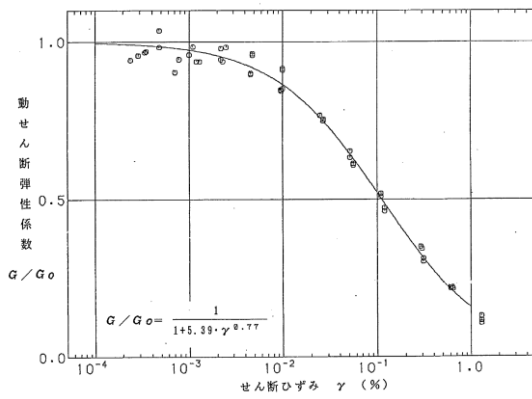


図 3-3 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性 (古安田層)

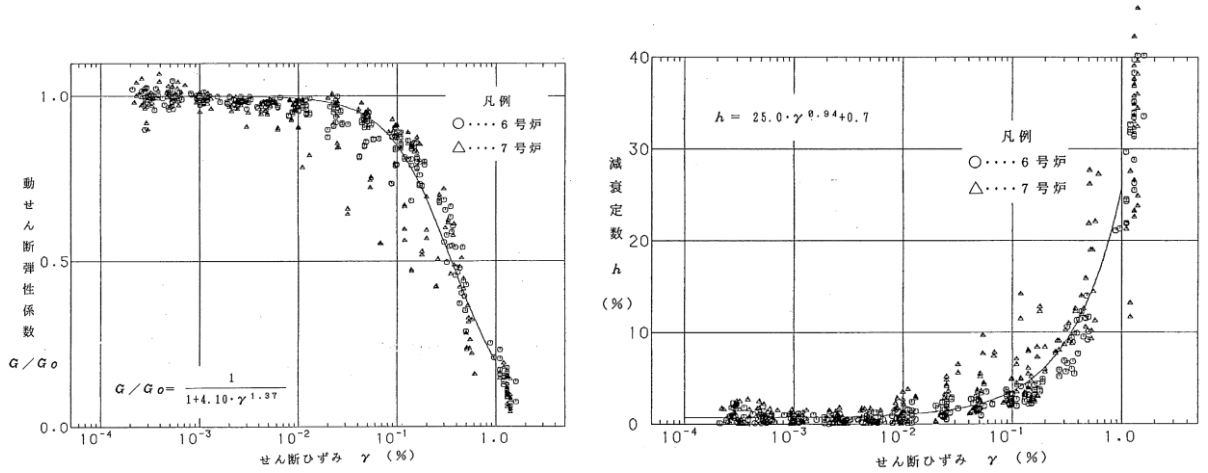


図3-4 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性（西山層）

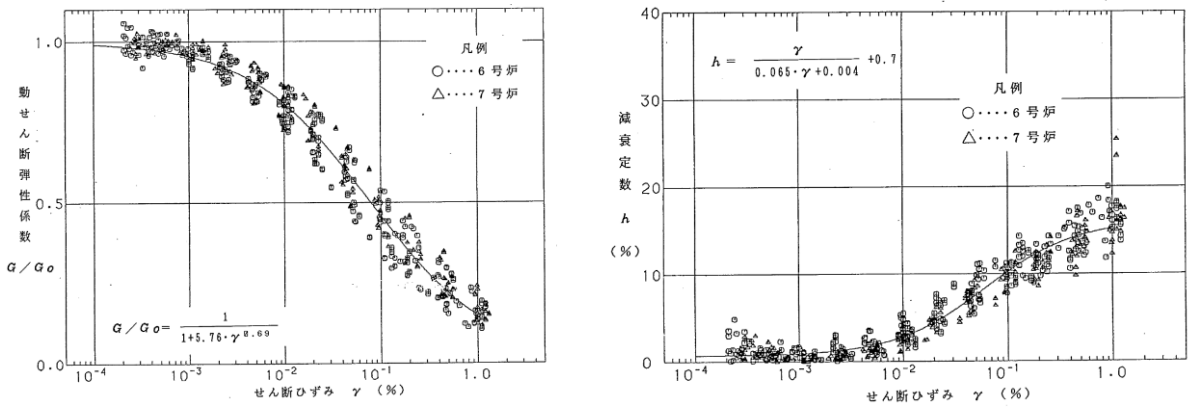


図3-5 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性（椎谷層）

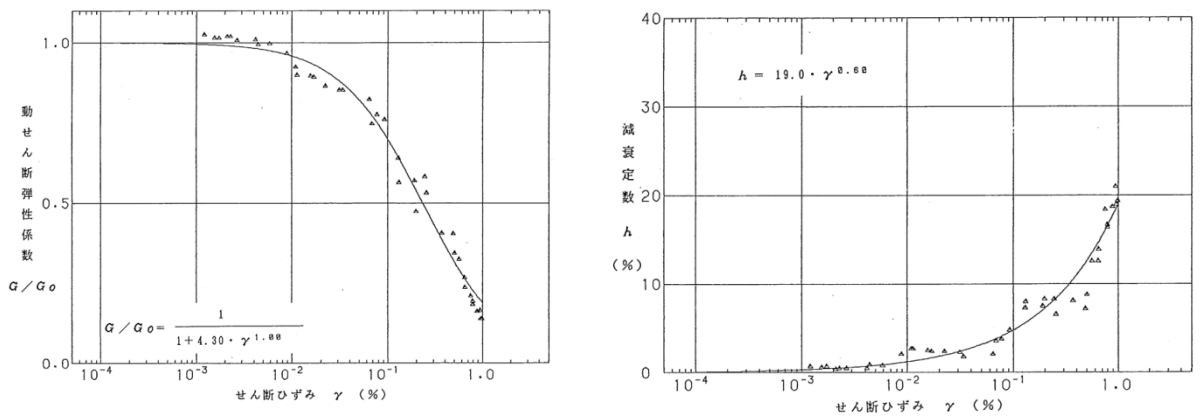


図3-6 動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性（マンメイドロック）

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のうち、全応力解析に用いる解析用物性値を表 3-3 に、設定根拠を表 3-4 に示す。有効応力解析に用いる解析用物性値を表 3-5 に、設定根拠を表 3-6 に示す。

なお、地盤の物理的及び力学的特性は、日本産業規格(J I S)又は地盤工学会(J G S)等の基準に基づいた試験の結果から設定する。

3.2.1 全応力解析に用いる解析用物性値

原子炉建屋、タービン建屋及びコントロール建屋の地震応答解析に用いる水平成層地盤モデル及び解析用物性値については、既工認時の 6, 7 号機原子炉建屋の直下におけるボーリング(以下「炉心ボーリング」という。)の結果に基づき設定しているものであり、既工認時より変更はない。

廃棄物処理建屋及びサービス建屋の地震応答解析に用いる水平成層地盤モデル及び解析用物性値については、炉心ボーリングの結果に準じて設定する。

5 号機原子炉建屋内緊急時対策所(以下「緊急時対策所」という。)の解析用物性値は原則、柏崎刈羽原子力発電所第 5 号機の工事計画の添付資料「IV-2-5 原子炉建屋の耐震性についての計算書」(昭和 58 年 8 月 22 日付け 58 資庁第 9522 号)に記載された解析用物性値に基づいているが、埋戻土(T.M.S.L. 0.0m~12.0m)については、「表 3-5 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値(有効応力解析)(液状化検討対象層)」に示す埋戻土の解析用物性値とする。

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。

工事計画認可申請における地層区分は、地質調査や室内試験等に基づき細分化し、地層ごとの物理的及び力学的特性から、有効応力解析に必要な物性値を設定する。

また、液状化強度試験の供試体は、対象施設近傍における地層から採取した試料を用いることを基本とし、地盤の液状化強度の代表性を考慮する。さらに、地盤の液状化強度の網羅性を確認するため、供試体の採取箇所と敷地内の調査箇所における土質材料の物理特性等を比較する。

解析に用いる地盤の液状化強度特性は、対象施設が設置される敷地周辺で実施した調査・試験結果に基づき最小二乗法による回帰曲線を設定し、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 σ を用いて、液状化強度を「回帰曲線 -1σ 」にて設定し、保守性を考慮する。

3.2.3 地盤改良体に用いる解析用物性値

地盤改良体のうち既設地盤改良体は、原位置試験及び室内試験結果に基づき解析用物性値を設定することを基本とし、新設地盤改良体は、文献や実績等に基づき解析用物性値を設定することを基本とする。なお、地盤改良体の配置を考慮した物性値については、各耐震計算書に示す。

3.2.4 西山層及びマンメイドロックに用いる解析用物性値

有効応力解析における西山層及びマンメイドロックの解析用物性値は、設置変更許可申請書に記載された調査・試験結果に基づき、有効応力解析において必要となるパラメータを設定する。

表 3-3 (1) 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値 (全応力解析)
 (対象施設：原子炉建屋，タービン建屋，コントロール建屋，廃棄物処理建屋)

標高 T. M. S. L. (m)	地質区分	S波速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断剛性の ひずみ依存特性 $G/G_0 - \gamma$	減衰定数の ひずみ依存特性 h - γ 曲線 (%)
12.0	新期砂層	150	16.1	0.347	$1 / (1 + 10.95 \gamma^{0.81})$	$\gamma / (0.031 \gamma + 0.002)$
8.0		200	16.1	0.308		
4.0	古安田層	330	17.3	0.462	$1 / (1 + 5.39 \gamma^{0.77})$	$24.8 \gamma^{0.56}$
-6.0	西山層	490	17.0	0.451	$1 / (1 + 4.10 \gamma^{1.37})$	$25.0 \gamma^{0.94} + 0.7$
-33.0		530	16.6	0.446		
-90.0		590	17.3	0.432		
-136.0		650	19.3	0.424		
-155.0		720	19.9	0.416		
解放基盤 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	-	-

注1： ハッチング箇所は，設置変更許可申請書に記載

注2： γ はせん断ひずみ (%) を示す。

表 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 (全応力解析)
(対象施設：緊急時対策所)

標高 T. M. S. L. (m)	地質区分	S波速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	初期せん断 弾性係数 G_0 ($\times 10^5$ kN/m ²)	せん断剛性の ひずみ依存特性 $G/G_0 - \gamma$	減衰定数の ひずみ依存特性 h- γ 曲線 (%)
12.0	埋戻土	182	17.6	0.415	0.592	$1 / (1 + 11.7 \gamma^{0.861})$	$\gamma / (0.0482 \gamma + 0.00509) + 1.71$
8.0		230	17.6	0.415	0.949		
4.0		256	17.6	0.415	1.18		
0.0	古安田層	310	17.5	0.48	1.71	$1 / (1 + 3.526 \gamma^{0.990})$	$8.27 \gamma^{0.238}$
-9.0	西山層	490	16.7	0.45	4.09	$1 / (1 + 3.670 \gamma^{1.10})$	$12.98 \gamma^{0.532}$
-60.0		560	17.2	0.44	5.50		
-100.0		610	18.0	0.43	6.83		
-134.0 解放基盤 ∞	椎谷層	710	19.9	0.42	10.2	-	-

注： γ はせん断ひずみ (%) を示す。

表 3-3 (3) 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値 (全応力解析)
(対象施設：サービス建屋)

標高 T. M. S. L. (m)	地質区分	S波速度 V_s (m/s)	単位体積 重量 γ_t (kN/m ³)	ポアソン比 ν	せん断剛性の ひずみ依存特性 $G/G_0-\gamma$	減衰定数の ひずみ依存特性 $h-\gamma$ 曲線 (%)
12.0	古安田層	330	17.3	0.462	$1/(1+5.39\gamma^{0.77})$	$24.8\gamma^{0.56}$
5.1	西山層	490	17.0	0.451	$1/(1+4.10\gamma^{1.37})$	$25.0\gamma^{0.94}+0.7$
-33.0		530	16.6	0.446		
-90.0		590	17.3	0.432		
-136.0		650	19.3	0.424		
-155.0 解放基盤 ∞	椎谷層	720	19.9	0.416	—	—

注1： ハッチング箇所は、設置変更許可申請書に記載

注2： γ はせん断ひずみ (%)を示す。

表 3-3 (4) 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値 (全応力解析)
(新設地盤改良体)

対象施設		格納容器圧力逃がし装置基礎		大物搬入建屋
種別		置換	高圧噴射	置換
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	1.85	2.05	1.85
	初期せん断弾性係数 G_0 (kN/m ²)	1.31×10^6	1.45×10^6	1.31×10^6
動的変形特性	ポアソン比 ν	0.302	0.375	0.302
	$G/G_0 - \gamma$	$1 / (1 + 10.1 \gamma^{1.21})$	$1 / (1 + 8.06 \gamma^{1.14})$	$1 / (1 + 10.1 \gamma^{1.21})$
	$h - \gamma$ (%)	$\gamma / (0.172 \gamma + 0.00783) + 0.401$	$\gamma / (0.107 \gamma + 0.0109) + 0.790$	$\gamma / (0.172 \gamma + 0.00783) + 0.401$

注: γ はせん断ひずみ(%)を示す。

表 3-4 (1) 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，タービン建屋，コントロール建屋，廃棄物処理建屋)

物性値		地質区分	試験
単位体積重量	γ_t	新期砂層	物理試験結果
		古安田層	
		西山層	
		椎谷層	
S波速度	V_s	新期砂層	超音波速度試験結果
		古安田層	PS 検層結果
		西山層	
		椎谷層	
ポアソン比	ν	新期砂層	超音波速度試験結果
		古安田層	PS 検層結果
		西山層	
		椎谷層	
動的変形特性	$G/G_0 \sim \gamma,$ $h \sim \gamma$	新期砂層	動的せん断試験結果
		古安田層	
		西山層	
		椎谷層	解放基盤表面以深のため，線形に設定

表 3-4 (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：緊急時対策所)

物性値		地質区分	試験
単位体積重量	γ_t	埋戻土	物理試験結果
		古安田層	
		西山層	
		椎谷層	
S波速度	V_s	埋戻土	PS 検層結果
		古安田層	
		西山層	
		椎谷層	
ポアソン比	ν	埋戻土	PS 検層結果
		古安田層	
		西山層	
		椎谷層	
初期せん断 弾性係数	G_0	埋戻土	PS 検層による S 波速度，密度により設定
		古安田層	
		西山層	
		椎谷層	
動的変形特性	$G/G_0 \sim \gamma,$ $h \sim \gamma$	埋戻土	繰返し三軸試験結果
		古安田層	動的せん断試験結果
		西山層	
		椎谷層	解放基盤表面以深のため，線形に設定

表 3-4 (3) 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：サービス建屋)

物性値		地質区分	試験
単位体積重量	γ_t	古安田層	物理試験結果
		西山層	
		椎谷層	
S波速度	V_s	古安田層	PS 検層結果
		西山層	
		椎谷層	
ポアソン比	ν	古安田層	PS 検層結果
		西山層	
		椎谷層	
動的変形特性	$G/G_0 \sim \gamma,$ $h \sim \gamma$	古安田層	動的せん断試験結果
		西山層	
		椎谷層	解放基盤表面以深のため、線形に設定

表 3-4 (4) 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)
(新設地盤改良体)

対象施設		格納容器圧力逃がし装置基礎		大物搬入建屋
種別		置換	高圧噴射 (砂質土)	置換
物理特性	密度 ρ	工法別平均値に基づき設定	対象土層の最大値に基づき設定	工法別平均値に基づき設定
動的変形特性	初期せん断弾性係数 G_0	設計S波速度, 密度に基づき設定	設計S波速度, 密度に基づき設定	設計S波速度, 密度に基づき設定
	ポアソン比 ν	軽油タンク基礎の置換工法の実績値に基づき設定	軽油タンク基礎の高圧噴射 (砂質土) の実績値に基づき設定	軽油タンク基礎の置換工法の実績値に基づき設定
	$G/G_0 - \gamma$			
	$h - \gamma$			

表 3-5 (1) 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値(有効応力解析)
(液状化検討対象層)

物性値		地質区分	埋戻土	新期砂層・沖積層			古安田層			
				新期砂層	沖積層上部 (砂質)	沖積層下部	A2s層	A3s層	A2g層 (砂質)	A1g層
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		1.94 (1.79)*	2.05 (2.00)*	1.90	2.02	1.91	1.91	1.91	1.91
	間隙率 n		0.45	0.44	0.48	0.42	0.45	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	1.26×10^5	1.25×10^5	1.92×10^5	2.14×10^5	2.14×10^5	2.14×10^5	2.14×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)		98.0	98.0	110.0	150.0	200.0	200.0	200.0	200.0
	ポアソン比 ν		0.33 (0.42)*	0.33 (0.44)*	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.225	0.234	0.247	0.211	0.157	0.157	0.157	0.157
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)		0.0 (9.6)*	0.0 (94.4)*	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	内部摩擦角 ϕ' (°)		35.9 (34.8)*	34.6 (27.6)*	36.7	35.6	36.6	36.6	36.6	36.6
液状化特性	変相角 ϕ_p (°)		32.0	31.0	33.0	32.0	32.0	32.0	32.0	32.0
	液状化パラメータ	S_1	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
		w_1	5.50	7.90	11.00	8.00	25.00	25.00	25.00	25.00
		p_1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
		p_2	1.00	0.70	0.70	0.65	0.80	0.80	0.80	0.80
c_1		1.69	2.13	2.41	2.00	8.75	8.75	8.75	8.75	

注記* : 括弧内の数字は、地下水位以浅の数値を表す。

表 3-5 (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(有効応力解析)
(非液状化検討対象層)

物性値		地質区分	埋戻土 II	新期砂層・沖積層		古安田層				
				沖積層上部 (シルト質)	A3c層	A3al層	A2c層	A2al層	A2g層 (シルト質)	A1c層
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		1.71	1.66	1.70	1.81	1.80	1.88	1.80	1.80
	間隙率 n		0.58	0.61	0.57	0.52	0.52	0.48	0.52	0.52
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)		7.33×10^4	5.50×10^4	1.09×10^5	9.57×10^4	1.39×10^5	1.61×10^5	1.39×10^5	1.39×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)		41.0	170.0	60.0	94.0	140.0	170.0	140.0	140.0
	ポアソン比 ν		0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.152	0.136	0.114	0.162	0.110	0.147	0.110	0.110
強度特性	粘着力 c' (kN/m ²)		7.4	82.5	99.6	29.2	113.0	82.8	113.0	113.0
	内部摩擦角 ϕ' (°)		31.7	19.6	26.8	34.2	27.9	28.7	27.9	27.9

表 3-5 (3) 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値(有効応力解析)
(既設地盤改良体)

対象施設		6・7号機 海水貯留堰			軽油タンク基礎, 燃料移送系配管ダクト			常設代替交流電源設備基礎			6号機軽油タンク基礎	
種別 (地盤種別)		高圧噴射 (砂質土)	置換	高圧噴射 (砂質土)	機械攪拌	改良盛土	土質安定 処理土	置換	高圧噴射 (砂質土)	高圧噴射 (粘性土)		
物理 特性	密度 ρ (g/cm^3)	1.77	1.85	1.73	1.99	1.69	1.85	1.85	1.87	1.57		
	間隙率 n	0.49	0.49	0.51	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.64		
変形 特性	動せん断弾性係数 G_{sa} (kN/m^2)	1.78×10^6	3.15×10^6	1.32×10^6	6.42×10^5	1.49×10^6	9.58×10^3	3.40×10^6	2.42×10^6	8.97×10^5		
	基準平均有効拘束圧 σ_{sa}' (kN/m^2)	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0		
	ポアソン比 ν	0.33	0.33	0.33	0.33 (0.43)	0.33 (0.28)	0.20	0.33	0.33	0.33		
	減衰定数の上限値 h_{max}	0.050	0.060	0.100	0.060	0.160	0.050	0.050	0.070	0.120		
強度 特性	粘着力 c (kN/m^2)	815	2326	1736	2652	462	100	3536	4894	1393		

注記* : 括弧内の数字は、地下水位が浅い値を表す。

表 3-5 (4) 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値(有効応力解析)
(新設地盤改良体)

対象施設		6・7号機海水貯留堰		6・7号機 スクリーン室	6・7号機取水路, 補機冷却用海水取水路			軽油タンク基礎, 燃料移送系配管ダクト		6号機軽油タンク基礎		
種別 (地盤種別)		高圧噴射 (砂質土)	高圧噴射 (粘性土)	高圧噴射 (砂質土)	無筋コン クリート	置換	機械攪拌	高圧噴射 (砂質土)	置換	高圧噴射 (砂質土)	置換	高圧噴射 (粘性土)
物理 特性	密度 ρ (g/cm^3)	1.94	1.81	1.94	2.30	1.85	1.94	1.94	1.85	2.05	1.85	1.91
	間隙率 n	0.49	0.64	0.49	—	0.48	0.49	0.49	0.48	0.49	0.48	0.64
変形 特性	動せん断弾性係数 G_{sa} (kN/m^2)	6.98×10^5	6.52×10^5	6.98×10^5	9.17×10^6	2.40×10^5	2.51×10^5	2.51×10^5	1.31×10^6	1.45×10^6	1.31×10^6	1.22×10^6
	基準平均有効拘束圧 σ_{sa}' (kN/m^2)	98.0	98.0	98.0	—	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0
	ポアソン比 ν	0.33	0.33	0.33	0.20	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}	0.050	0.050	0.050	—	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
強度 特性	粘着力 c (kN/m^2)	500	500	500	—	500	500	500	4000	4000	4000	2500

表 3-5 (5) 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値 (有効応力解析)
(西山層)

物性値		地質区分	西山層	
			西山層 (T. M. S. L. -33.0m以浅)	西山層 (T. M. S. L. -33.0m~-90.0m)
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)		1.73	1.69
	間隙率 n		0.56	0.56
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)		4.16×10^5	4.75×10^5
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)		98.0	98.0
	ポアソン比 ν		0.33	0.33
	減衰定数の上限値 h_{max}		0.257	0.257
強度特性	粘着力 c (kN/m ²)		$1370 - 5.04 \cdot Z^*$	$1370 - 5.04 \cdot Z^*$
	内部摩擦角 ϕ (°)		0.0	0.0

注記* : Zは、標高 (m) を示す。

表 3-5 (6) 設置変更許可申請書に記載されていない解析用物性値 (有効応力解析)
(マンメイドロック)

名 称		マンメイドロック (建屋側方)	マンメイドロック (建屋下)
対象施設		軽油タンク基礎, 取水路, 燃料移送系配管ダクト, 常設代替交流電源設備基礎, 6号機軽油タンク基礎	軽油タンク基礎, 補機冷却用海水取水路, 燃料移送系配管ダクト, 常設代替交流電源設備基礎
物理特性	密度 ρ (g/cm ³)	1.75	1.75
	間隙率 n	0.56	
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms} (kN/m ²)	$1.91 \times 10^{6*1}$	$2.11 \times 10^{6*2}$
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}' (kN/m ²)	98.0	
	ポアソン比 ν	0.36	
	減衰定数の上限値 h_{max}	0.190	
強度特性	粘着力 c (kN/m ²)	1840	
	内部摩擦角 ϕ (°)	0.0	

注記*1 : マンメイドロック試験結果

$$G_0 = 19460 + 414 \times P \quad (P : \text{圧密圧力 (kg/cm}^2\text{)})$$

建屋側方 : $P = 0$ (kg/cm²) として,

$$G_0 = (19460 + 414 \times 0) \times 9.80665 \times 10 = 1908374 \approx 1.91 \times 10^6 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

*2 : *1と同じく

建屋下 : $P = 5$ (kg/cm²) として,

$$G_0 = (19460 + 414 \times 5) \times 9.80665 \times 10 = 2111371 \approx 2.11 \times 10^6 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

表 3-6 (1) 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 (有効応力解析)
(液状化検討対象層)

物性値		地質区分	埋戻土	新期砂層・沖積層			古安田層			
				新期砂層	沖積層上部 (砂質)	沖積層下部	A2s層	A3s層	A2g層 (砂質)	A1g層
物理特性	密度 ρ	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}	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}	慣用値*1	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*1 (PS検層)*2	慣用値*1		慣用値*1					
	減衰定数の上限値 h_{max}	動的変形特性に基づき設定			動的変形特性に基づき設定					
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 ϕ'									
液状化特性	変相角 ϕ_p	液状化強度試験結果 に基づく要素シミュレーション			液状化強度試験結果 に基づく要素シミュレーション					
	液状化パラメータ									S_1
									w_1	
									p_1	
									p_2	
	c_1									

注記*1 : 液状化による構造物被害予測プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法 (港湾技研資料No. 869)
(運輸省港湾技術研究所, 平成9年6月)

*2 : 括弧内は, 地下水位以浅の根拠を表す。

表 3-6 (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 (有効応力解析)
(非液状化検討対象層)

物性値		地質区分	埋戻土 II	新期砂層・沖積層	古安田層					
				沖積層上部 (シルト質)	A3c層	A3a1層	A2c層	A2a1層	A2g層 (シルト質)	A1c層
物理特性	密度 ρ	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}	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}	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'	三軸圧縮試験			三軸圧縮試験					
	内部摩擦角 ϕ'									

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 3-6 (3) 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 (有効応力解析)
(既設地盤改良体(有効応力解析))

対象施設		6・7号機 海水貯留堰	軽油タンク基礎, 燃料移送系配管ダクト		第一ガスタービン発電機基礎, 第一ガスタービン発電機用燃料タンク基礎			6号機軽油タンク基礎			
種別 (地盤種別)		高圧噴射 (砂質土)	置換	高圧噴射 (砂質土)	機械攪拌	改良盛土	土質安定 処理土	置換	高圧噴射 (砂質土)	高圧噴射 (粘性土)	
物理 特性	密度 ρ	物理試験					工法別 平均値*1		物理試験		
	間隙率 n	工法別 平均値*1	物理試験		工法別 平均値*1	工法別 平均値*1	工法別 平均値*1	物理試験			
変形 特性	動せん断弾性係数 G_{ms}	湿潤密度及びPS検層					文献*2		湿潤密度及びPS検層		
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}'	慣用値									
	ポアソン比 ν	慣用値			慣用値 (PS検層)*3	慣用値 (PS検層)*3	文献*2		慣用値		
	減衰定数の上限値 h_{max}	文献*5	動的変形特性に基づき設定					文献*5		動的変形特性に基づき設定	
強度 特性	粘着力 c	一軸圧縮試験					設計値		一軸圧縮試験		

注記*1 : 高圧噴射(砂質土)における間隙率の工法別平均値
 *2 : 第2版 流動化処理土利用技術マニュアル(独立行政法人土木研究所, 平成19年)
 *3 : 括弧内の数字は, 地下水位が浅い値を表す。
 *4 : 置換工法における間隙率の工法別平均値
 *5 : 改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化工材を用いた深層・浅層混合処理工法-
 (日本建築センター, 平成14年11月)
 注: 表中の各種試験は, 日本産業規格(JIS)又は地盤工学会(JGS)等の規格・基準に準拠

表 3-6 (4) 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 (有効応力解析)
(新設地盤改良体(有効応力解析))

対象施設		6・7号機 海水貯留堰		6・7号機 スクリーン室	6・7号機取水路, 補機冷却用海水取水路			軽油タンク基礎, 燃料移送系配管ダクト		6号機軽油タンク基礎		
種別 (地盤種別)		高圧噴射 (砂質土)	高圧噴射 (粘性土)	高圧噴射 (砂質土)	無筋コン クリート	置換	機械攪拌	高圧噴射 (砂質土)	置換	高圧噴射 (砂質土)	置換	高圧噴射 (粘性土)
物理 特性	密度 ρ	対象土層の最大値			文献*1	工法別 平均値	対象土層の最大値	工法別 平均値	対象土層 の最大値	工法別 平均値	対象土層 の最大値	
	間隙率 n	工法別平均値			-*2	工法別平均値						
変形 特性	動せん断弾性係数 G_{ms}	設計S波速度, 密度に基づき設定			文献*1	文献*3から推定したS波速度, 密度に基づき設定		設計S波速度, 密度に基づき設定				
	基準平均有効拘束圧 σ_{ms}'	慣用値*3			-*2	慣用値*3						
	ポアソン比 ν	慣用値*3			文献*1	慣用値*3						
	減衰定数の上限値 h_{max}	文献*4			-*2	文献*4						
強度 特性	粘着力 c	設計一軸圧縮強度			-*2	設計一軸圧縮強度						

注記*1 : コンクリート標準示方書 構造性能照査編(社団法人土木学会, 2002年)
 *2 : 無筋コンクリートは線形弾性体としてモデル化(パラメータなし)
 *3 : 液状化による構造物被害予想プログラムFLIPにおいて必要な各種パラメータの簡易設定法
 (港湾技術資料No.869)(運輸省港湾技術研究所, 平成9年6月)
 *4 : 改訂版 建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針-セメント系固化工材を用いた深層・浅層混合処理工法-
 (日本建築センター, 平成14年11月)

K7 ① V-2-1-3 R1

表 3-6 (5) 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 (有効応力解析)
(西山層)

物性値		地質区分	
		西山層	
		西山層 (T. M. S. L. -33.0m以浅)	西山層 (T. M. S. L. -33.0m～-90.0m)
物理特性	密度 ρ	物理試験	
	間隙率 n	物理試験	
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms}	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}	慣用値*	
	ポアソン比 ν	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	
強度特性	粘着力 c	三軸圧縮試験	
	内部摩擦角 ϕ		

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 3-6 (6) 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 (有効応力解析)
(マンメイドロック)

名称		マンメイドロック (建屋側方)	マンメイドロック (建屋下)
対象施設		軽油タンク基礎, 取水路, 燃料移送系配管ダクト, 常設代替交流電源設備基礎, 6号機軽油タンク基礎	軽油タンク基礎, 補機冷却用海水取水路, 燃料移送系配管ダクト, 常設代替交流電源設備基礎
物理特性	密度 ρ	物理試験	
	間隙率 n	西山層相当に設定	
変形特性	動せん断弾性係数 G_{ms}	弾性波速度測定試験によるS波速度、密度に基づき設定	
	基準平均有効拘束圧 σ'_{ms}	慣用値*	
	ポアソン比 ν	弾性波速度測定試験	
	減衰定数の上限値 h_{max}	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	
	内部摩擦角 ϕ		

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)

4. 極限支持力

極限支持力度は、建物・構築物においては、建築基準法及び同施行令、基礎指針の支持力算定式に基づき設定し、土木構造物においては、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（西山層）の極限支持力度

基礎地盤（西山層）の極限支持力度を表 4-1 に示す。

基礎地盤（西山層）の極限支持力度は、7号機及び6号機については、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し、5号機については、5号機の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。設置変更許可申請書（添付資料六）及び5号機の設置変更許可申請書（添付資料六）に示した支持力試験実施位置を図 4-1、支持力試験結果を図 4-2 に示す。

なお、マンメイドロックについては、西山層と同等以上の力学特性を有することから、西山層の極限支持力度を適用する。

表 4-1 基礎地盤（西山層）の極限支持力度

岩種	号機	極限支持力度 (kN/m ²)
西山層	7号機	6.17×10^3
	6号機	5.98×10^3
	5号機	4.41×10^3

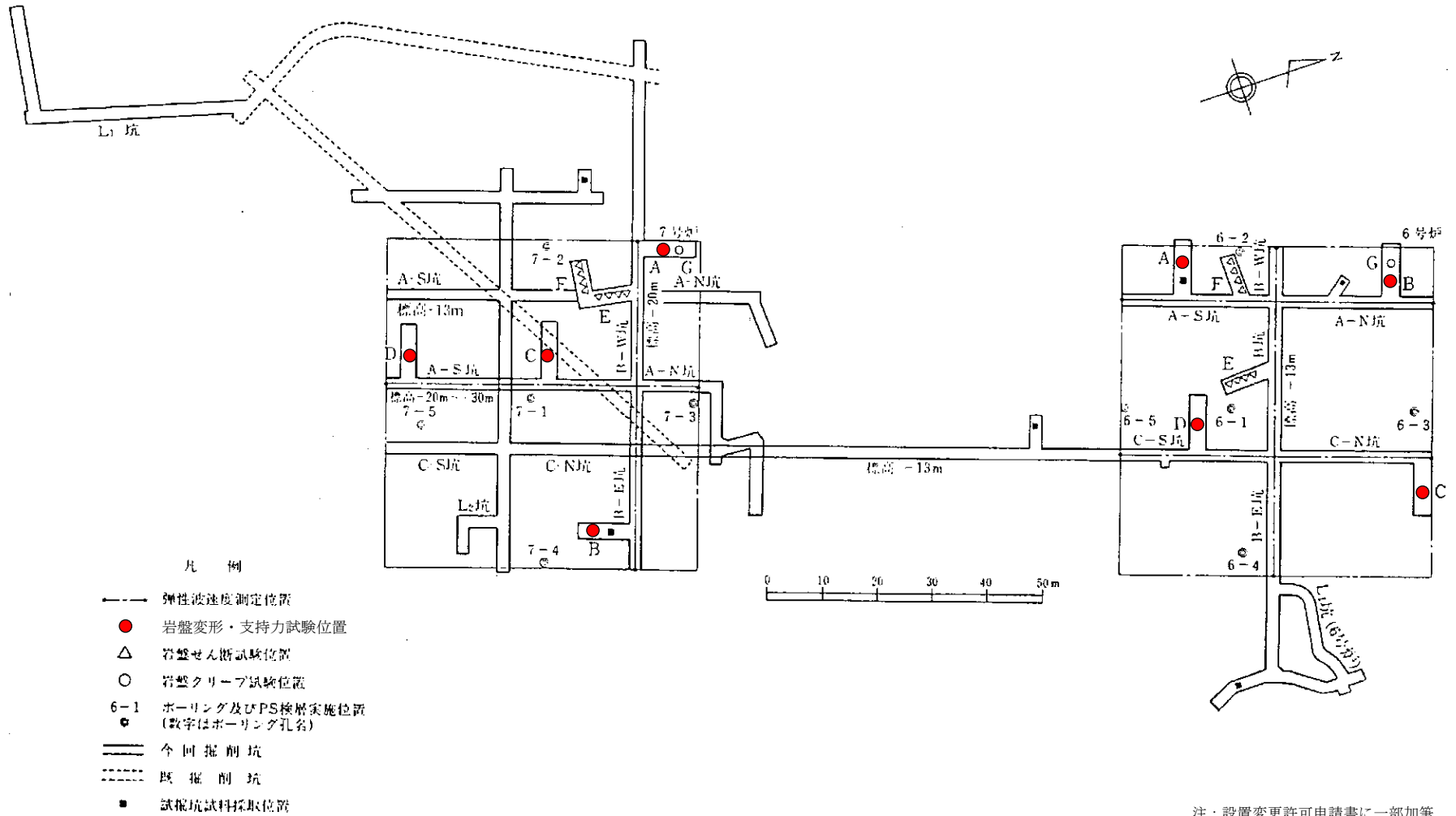
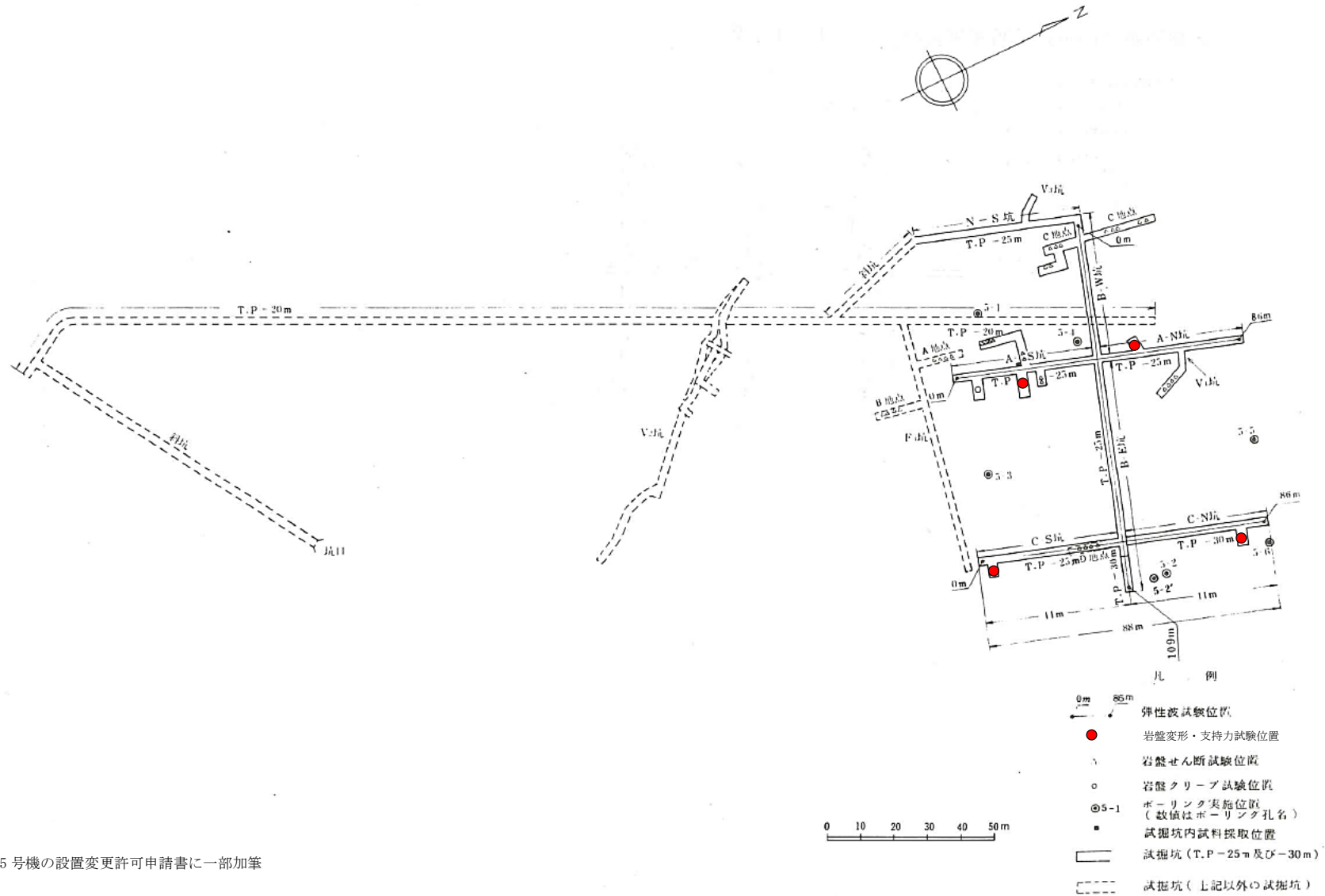
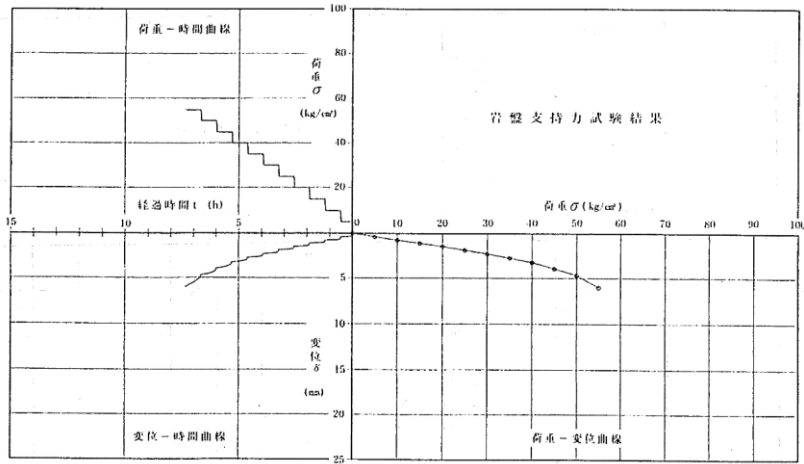


図4-1 (1) 6号機及び7号機の支持力試験実施位置

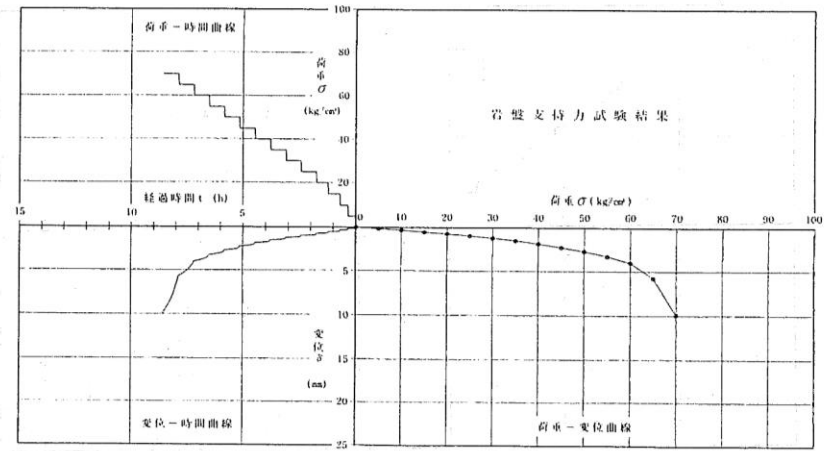


注：5号機の設置変更許可申請書に一部加筆

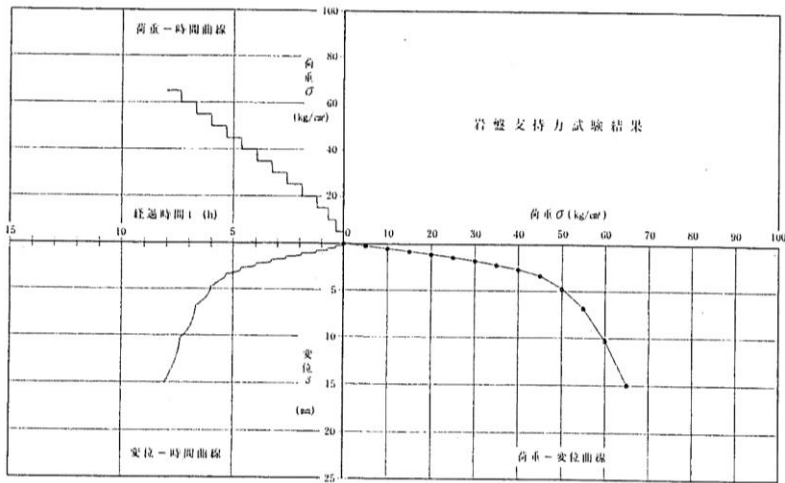
図 4-1 (2) 5号機の支持力試験実施位置



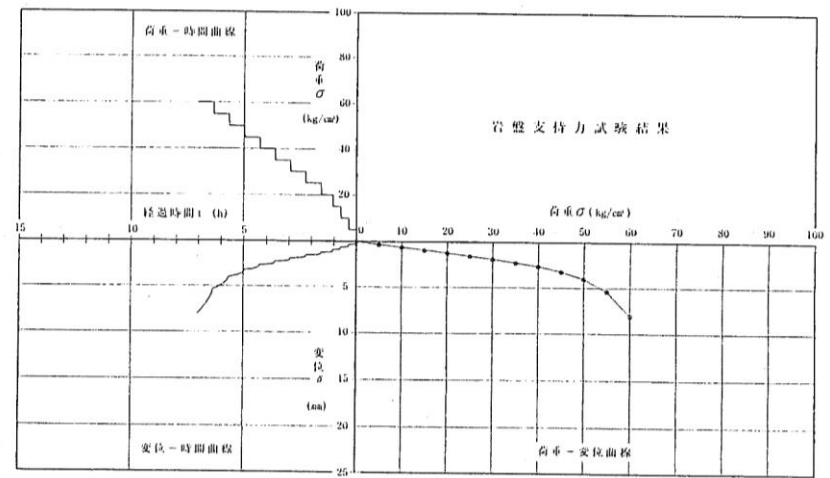
(a) A地点



(b) B地点

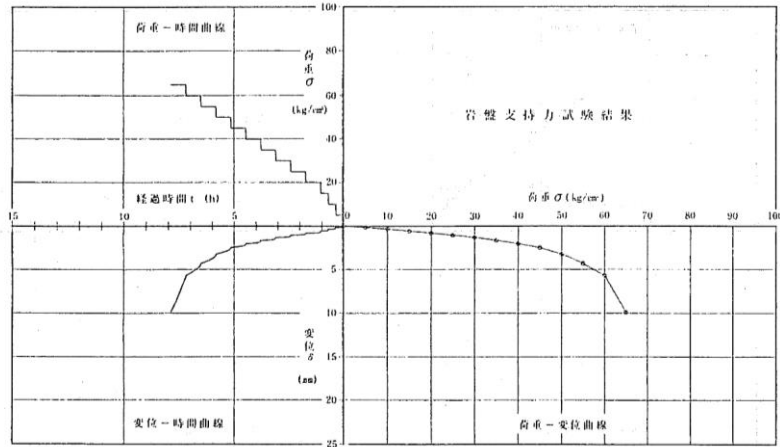


(c) C地点

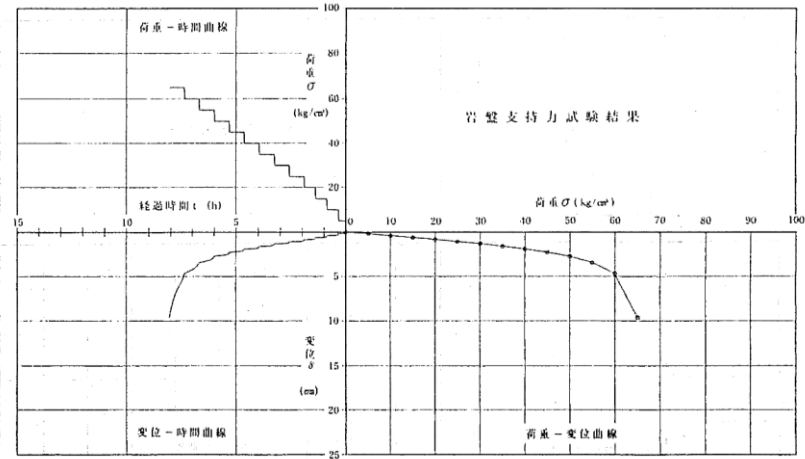


(d) D地点

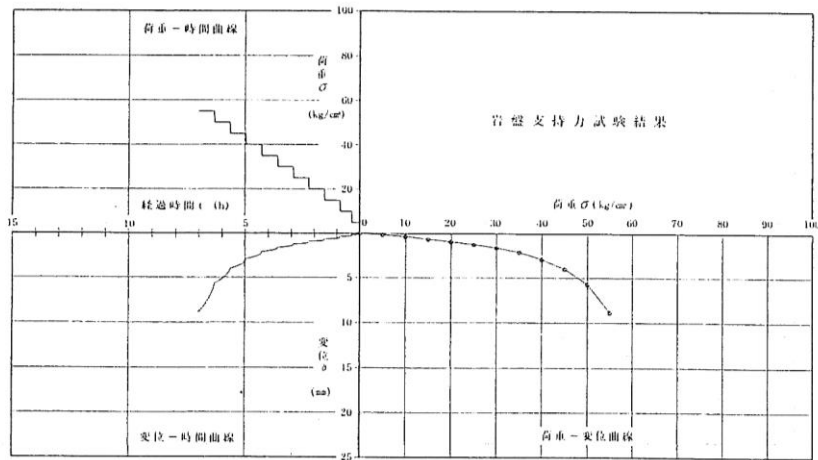
図 4-2 (1) 支持力試験結果 (7号機)



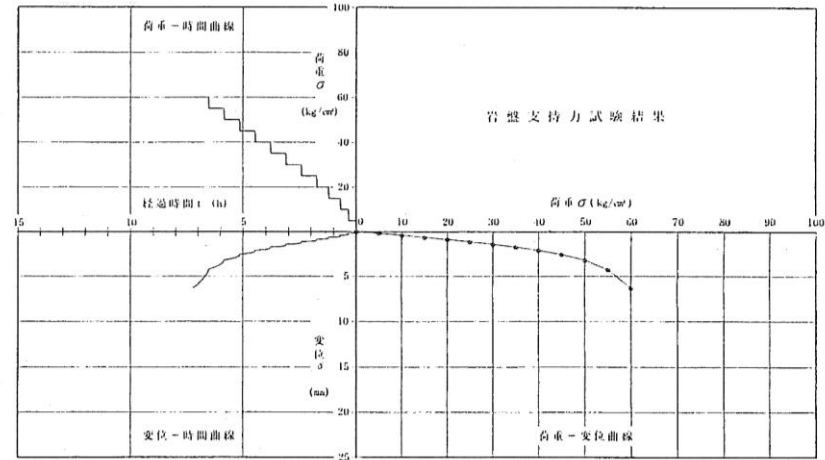
(a) A地点



(b) B地点

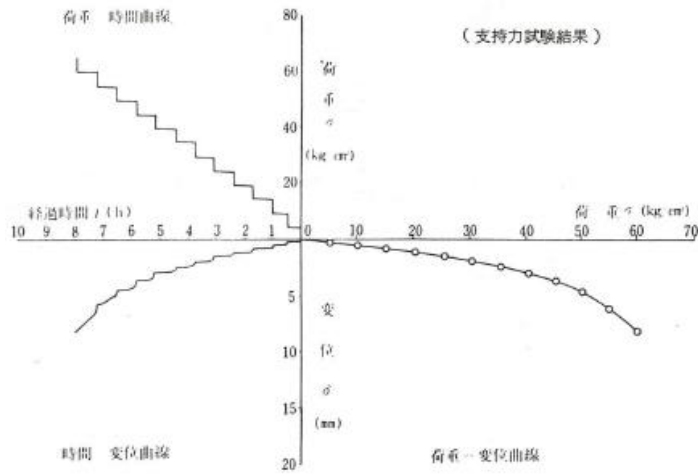


(c) C地点

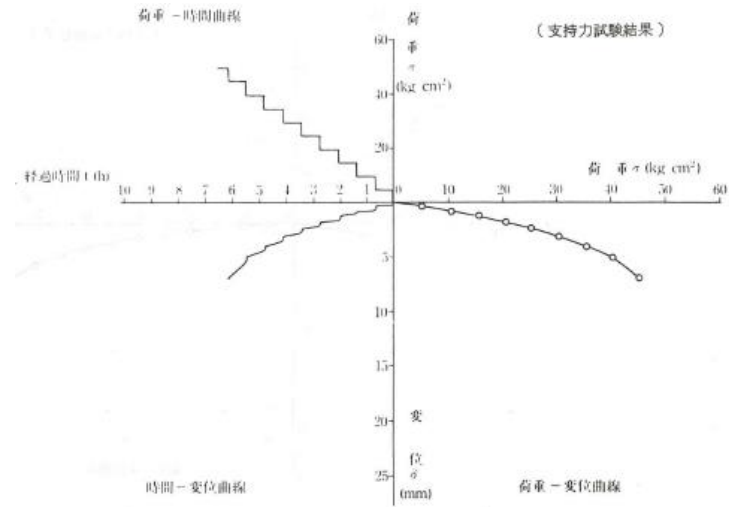


(d) D地点

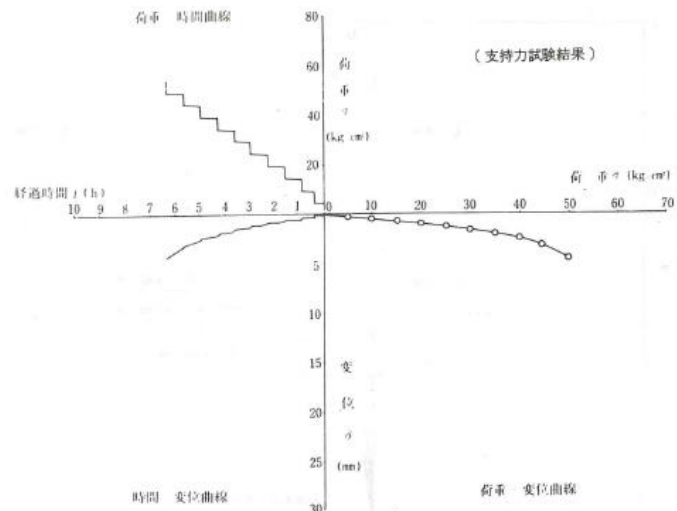
図 4-2 (2) 支持力試験結果 (6号機)



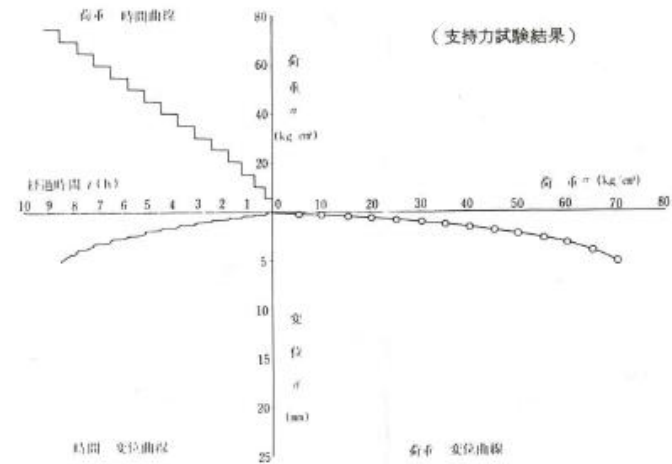
(a) N₁ (A-S 抗)



(b) N₁ (A-N 抗)



(c) N₁ (C-S 抗)



(d) N₁ (C-N 抗)

図 4-2 (3) 支持力試験結果 (5 号機)

4.2 直接基礎の支持力算定式

直接基礎の支持力算定式を以下に示す。

(1) 建物・構築物

建物・構築物における極限支持力は、平板載荷試験結果又は建築基準法及び同施行令に基づき算定する。

・平板載荷試験結果（建築基準法及び同施行令）による極限支持力算定式

$$q_u = 3 \cdot q_a = 3 \cdot q_t + N' \cdot \gamma_2 \cdot D_f$$

ここで、

q_u : 極限支持力度 (kN/m²)

q_a : 長期に生じる力に対する地盤の許容応力度 (kN/m²)

q_t : 平板載荷試験による降伏荷重度の 1/2 の数値又は極限応力度の 1/3 の数値のうちいずれか小さい数値 (kN/m²)

N' : 基礎荷重面下の地盤の種類に応じて次の表に掲げる係数

係数	地盤の種類		
	密実な砂質地盤	砂質地盤 (密実なものを除く。)	粘土質地盤
N'	12	6	3

γ_2 : 基礎荷重面より上方にある地盤の平均単位体積重量又は水中単位体積重量 (kN/m³)

D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ (m)

・建築基準法及び同施行令による極限支持力算定式

$$q_u = 3 \cdot q_a = i_c \cdot \alpha \cdot c \cdot N_c + i_\gamma \cdot \beta \cdot \gamma_1 \cdot B \cdot N_\gamma + i_q \cdot \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

ここで、

q_u : 極限支持力度 (kN/m²)

q_a : 長期に生じる力に対する地盤の許容応力度 (kN/m²)

i_c, i_γ, i_q : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角に応じて次の式によって計算した数値

$$i_c = i_q = (1 - \theta / 90)^2, \quad i_\gamma = (1 - \theta / \phi)^2$$

これらの式において、 θ 及び ϕ は、それぞれ次の数値を表すものとする。

θ : 基礎に作用する荷重の鉛直方向に対する傾斜角 (θ が ϕ を超える場合は、 ϕ とする。) (°)

ϕ : 地盤の特性によって求めた内部摩擦角 (°)

α, β : 基礎荷重面の形状に応じて次の表に掲げる係数

係数	基礎荷重面の形状	
	円形	円形以外の形状
α	1.2	1.0 + 0.2 · B/L
β	0.3	0.5 - 0.2 · B/L

この表において、B及びLは、それぞれの基礎荷重面の短辺又は短径及び長辺又は長径の長さ(m)を表すものとする。

c : 基礎荷重面下にある地盤の粘着力 (kN/m²)

B : 基礎荷重面の短辺又は短径 (m)

N_c, N_γ, N_q : 地盤内部の摩擦角に応じて次の表に掲げる支持力係数

支持力係数	内部摩擦角									
	0°	5°	10°	15°	20°	25°	28°	32°	36°	40° 以上
N_c	5.1	6.5	8.3	11.0	14.8	20.7	25.8	35.5	50.6	75.3
N_γ	0	0.1	0.4	1.1	2.9	6.8	11.2	22.0	44.4	93.7
N_q	1.0	1.6	2.5	3.9	6.4	10.7	14.7	23.2	37.8	64.2

この表に掲げる内部摩擦角以外の内部摩擦角に応じた N_c, N_γ 及び N_q は、表に掲げる数値をそれぞれ直線的に補間した数値とする。

γ_1 : 基礎荷重面下にある地盤の単位体積重量又は水中単位体積重量 (kN/m³)

γ_2 : 基礎荷重面より上方にある地盤の平均単位体積重量又は水中単位体積重量 (kN/m³)

D_f : 基礎に近接した最低地盤面から基礎荷重面までの深さ (m)

(2) 土木構造物

土木構造物における直接基礎の極限支持力は、道路橋示方書に基づき算定することを基本とする。

・道路橋示方書による極限支持力算定式（直接基礎）

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

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/m²)

q : 上載荷重(kN/m²)で、 $q = \gamma_2 \cdot D_f$

A_e : 有効載荷面積(m²)

γ_1, γ_2 : 支持地盤及び根入れ地盤の単位重量(kN/m³)

ただし、地下水位以下では水中単位重量を用いる。

B_e : 荷重の偏心を考慮した基礎の有効載荷幅(m)

$$B_e = B - 2 \cdot e_B$$

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)

α, β : 基礎の形状係数

κ : 根入れ効果に対する割増係数

N_c, N_q, N_γ : 荷重の傾斜を考慮した支持力係数

S_c, S_q, S_γ : 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

杭基礎の押し込み力及び引抜き力に対する支持力評価において、有効応力解析により液状化すると評価された地盤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、杭周面地盤に地盤改良体、非液状化層、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。

(1) 建物・構築物

建物・構築物における杭基礎の極限支持力は、基礎指針に基づき算定することを基本とする。

・基礎指針による極限支持力算定式

(鉛直支持力)

$$R_u = R_p + R_f$$

ここで、

R_u : 極限支持力 (kN)

R_p : 極限先端支持力 (kN)

$$R_p = q_p \cdot A_p$$

q_p : 極限先端支持力度 (kN/m²)

A_p : 杭先端の閉塞断面積 (m²)

R_f : 極限周面摩擦力 (kN)

$$R_f = R_{fs} + R_{fc}$$

R_{fs} : 砂質土部分の極限周面摩擦力 (kN)

$$R_{fs} = \tau_s \cdot L_s \cdot \phi$$

τ_s : 砂質土の極限周面摩擦力度 (kN/m²)

適用する杭工法に応じて設定

・ 場所打ちコンクリート杭 : $\tau_s = 3.3N$ (上限 $N = 50$)

N : 杭周面における標準貫入試験の N 値

L_s : 砂質土部分の長さ (m)

ϕ : 杭の周長 (m)

R_{fc} : 粘性土部分の極限周面摩擦力 (kN)

$$R_{fc} = \tau_c \cdot L_c \cdot \phi$$

τ_c : 粘性土の極限周面摩擦力度 (kN/m²)

適用する杭工法に応じて設定

・ 場所打ちコンクリート杭 : $\tau_c = C_u$ (上限 $C_u = 100\text{kN/m}^2$)

C_u : 土の非排水せん断強さ (kN/m²)

L_c : 粘性土部分の長さ (m)

(引抜き抵抗)

$$R_{TC} = (\sum \tau_{sti} \cdot L_{si} + \sum \tau_{cti} \cdot L_{ci}) \cdot \phi + W$$

ここで、

R_{TC} : 最大引抜き抵抗 (kN)

ϕ : 杭の周長 (m)

τ_{sti} : 砂質土の i 層における杭引抜き時の最大周面摩擦力度で、
押し込み時の極限周面摩擦力度の $2/3$ とする (kN/m²)

L_{si} : 砂質土の i 層における杭の長さ (m)

τ_{cti} : 粘性土の i 層における杭引抜き時の最大周面摩擦力度で、
押し込み時の極限周面摩擦力度と同一とする (kN/m²)

L_{ci} : 粘性土の i 層における杭の長さ (m)

W : 杭の自重で、地下水位以下の部分については浮力を考慮する (kN)

(2) 土木構造物

土木構造物における杭基礎の極限支持力は、道路橋示方書に基づき算定する。

・道路橋示方書による極限支持力算定式

[杭基礎 (中掘り杭)]

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

ここで、

R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力(kN)

A : 杭先端面積(m²)

q_d : 杭先端における単位面積当たりの極限支持力度(kN/m²)

適用する杭工法及び杭先端の地盤種別に応じて設定

・ 中掘り杭 セメントミルク噴出攪拌方式 : $q_d = 200 \cdot N$ (≤ 10000)

・ 中掘り杭 コンクリート打設方式 : $q_d = 3 \cdot q_u$

q_u : 支持地盤の一軸圧縮強度(kN/m²)

N : 杭先端地盤における標準貫入試験のN値

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/m²)

・道路橋示方書による極限支持力算定式

[杭基礎（群杭）]

$$Q_p = A_G \cdot q_{d'} - W$$

ここで、

Q_p : 群杭としての杭先端の極限支持力 (kN)

A_G : 仮想ケーソン基礎の底面積 (m²)

$q_{d'}$: 仮想ケーソン基礎底面地盤の極限支持力度 (kN/m²)

W : 仮想ケーソン基礎で置き換えられる土の有効重量 (kN)

$$Q_f = U_G \cdot \Sigma (L_i \cdot \tau_i)$$

ここで、

Q_f : 群杭としての周面摩擦力 (kN)

U_G : 仮想ケーソン基礎の周長 (m)

L_i : フーチング底面から先端支持層までの各層の層厚 (m)

τ_i : 各層の土のせん断抵抗力度 (kN/m²)

5. 耐震評価における地下水位設定方針

5.1 基本方針

地下水排水設備に囲まれている施設は、地下水排水設備による地下水位の低下を考慮して耐震評価における地下水位を設定する。

地下水排水設備の外側に配置される施設は、地下水位観測記録、地質構造、若しくは潮位に基づき地下水位の検討を行い、現況の地下水位を上昇させる要因の有無、観測記録における地下水位の変動要因を考慮し、耐震評価における地下水位を設定する。

また、耐震評価における地下水位を設定した後に、地下水位を上昇させる事象が発生した場合は、地下水位の再検討を行う。

5.2 建物・構築物の耐震評価における地下水位設定

地下水排水設備に囲まれている原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋、廃棄物処理建屋、緊急時対策所及びサービス建屋の地下水位は、基礎スラブ上端レベルに設定する。

地下水排水設備の外側に配置される大物搬入建屋、格納容器圧力逃がし装置基礎の耐震評価における地下水位設定を、表 5-1 に示す。

表 5-1 地下水排水設備の外側に配置される建物・構築物の耐震評価における地下水位の設定一覧

建物・構築物	耐震評価における地下水位設定
大物搬入建屋 格納容器圧力逃がし装置基礎	T. M. S. L. 12.0m

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地下水位設定を、表 5-2 に示す。

表 5-2 土木構造物の耐震評価における地下水位の設定一覧

土木構造物	耐震評価における地下水位設定
6,7号機 取水護岸	T. M. S. L. 3.0m
6,7号機 スクリーン室	
6,7号機 取水路	T. M. S. L. 3.0m ~ 8.0m
補機冷却用海水取水路	T. M. S. L. 8.0m
常設代替交流電源設備基礎	T. M. S. L. 8.0m
6,7号機 軽油タンク基礎	T. M. S. L. 12.0m
燃料移送系配管ダクト	

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、堆積物及び埋戻土の分布を設定し作成する。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 及び図 6-3 に示す。

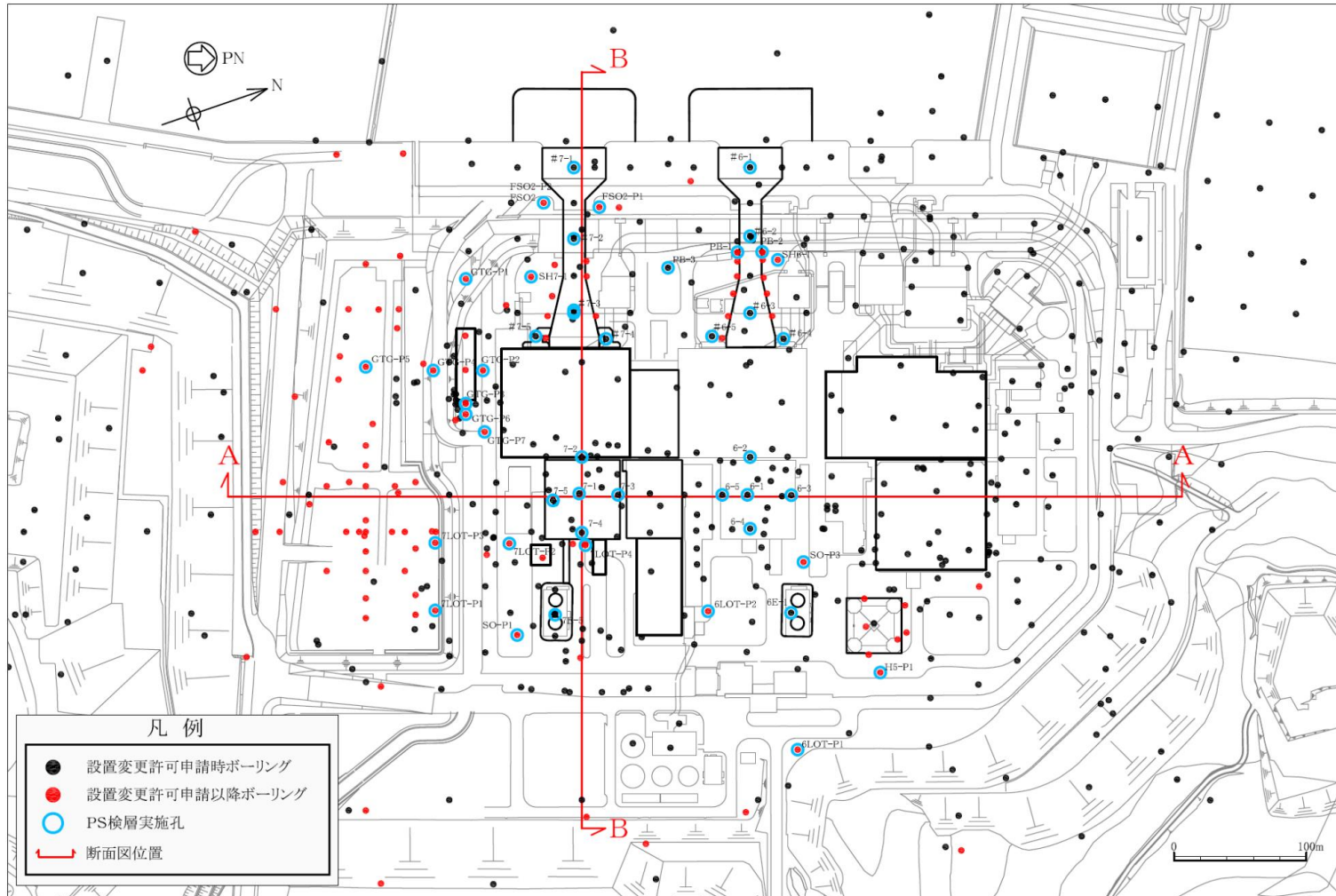


図 6-1 ボーリング調査位置図

凡例

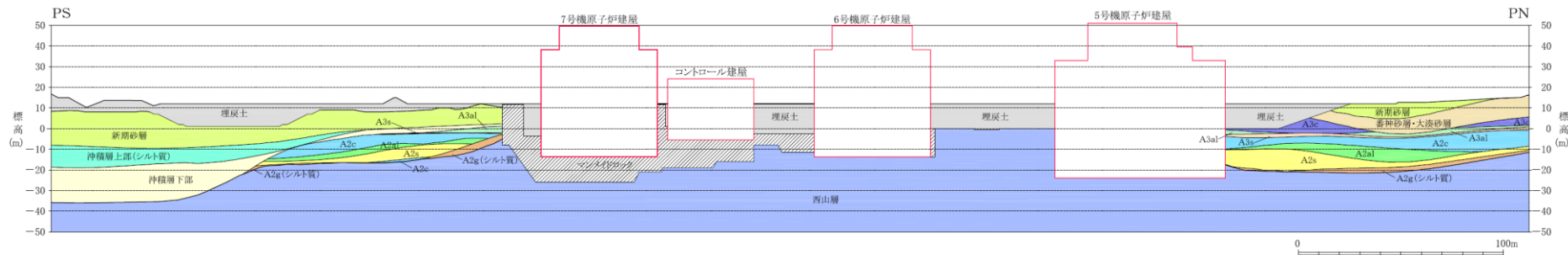
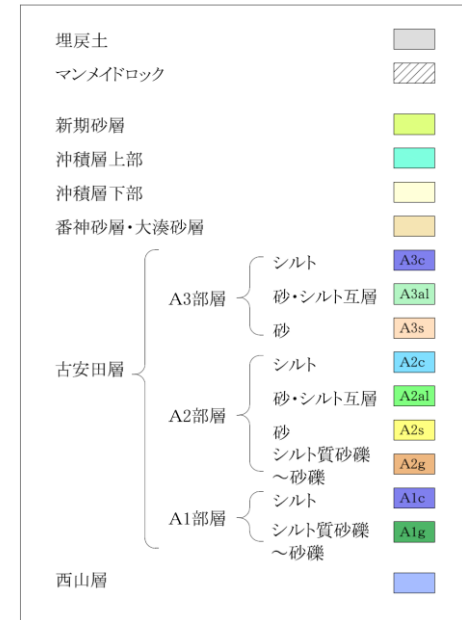


図6-2 汀線平行 地質断面図(7号機原子炉建屋炉心中央)(A-A断面)

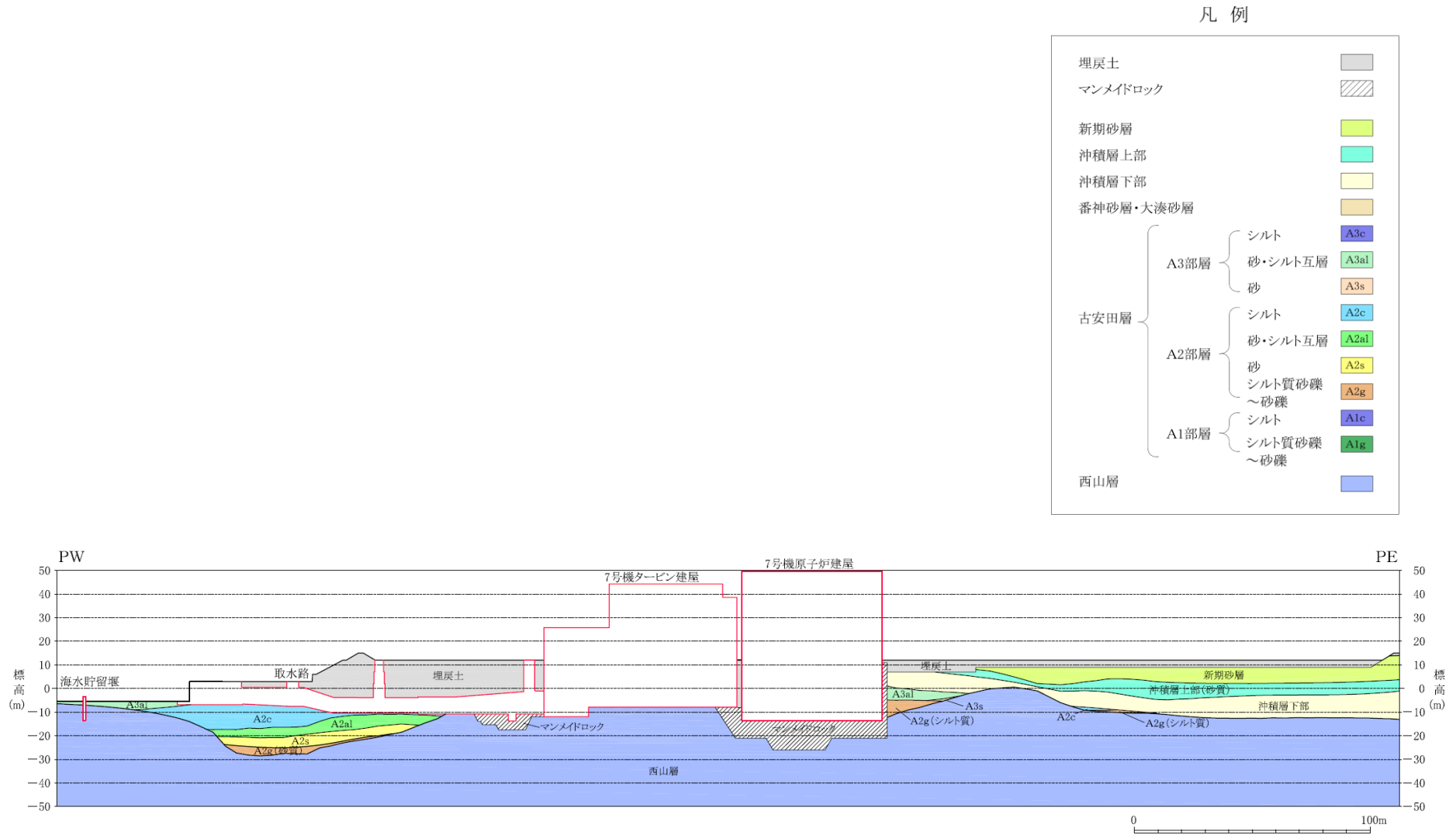


図 6-3 汀線直交 地質断面図 (7号機原子炉建屋炉心中央) (B-B断面)

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(T. M. S. L. -155m) から解析モデル入力位置をモデル化する。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	西山層		基盤*
標高	解析モデル入力位置～T. M. S. L. -155 m		T. M. S. L. -155m 以深
P波速度 V_p (m/s)	T. M. S. L. -6m ～ -33m T. M. S. L. -33m ～ -90m T. M. S. L. -90m ～ -136m T. M. S. L. -136m ～ -155m	$V_p = V_s \sqrt{\frac{2(1-\nu_d)}{1-2\nu_d}}$	1900
S波速度 V_s (m/s)	T. M. S. L. -6m ～ -33m T. M. S. L. -33m ～ -90m T. M. S. L. -90m ～ -136m T. M. S. L. -136m ～ -155m	490 530 590 650	720
動ポアソン比 ν_d	T. M. S. L. -6m ～ -33m T. M. S. L. -33m ～ -90m T. M. S. L. -90m ～ -136m T. M. S. L. -136m ～ -155m	0.451 0.446 0.432 0.424	0.416
単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	T. M. S. L. -6m ～ -33m T. M. S. L. -33m ～ -90m T. M. S. L. -90m ～ -136m T. M. S. L. -136m ～ -155m	17.0 16.6 17.3 19.3	19.9
せん断剛性の ひずみ依存特性 $G/G_0 \sim \gamma$	$\frac{1}{1+4.10\gamma^{1.370}}$ γ : せん断ひずみ(%)		—
減衰定数(%) $h \sim \gamma$	$25.00\gamma^{0.940} + 0.7$ γ : せん断ひずみ(%)		—

注記* : 入力地震動作成モデルにおける解放基盤表面以深の半無限地盤

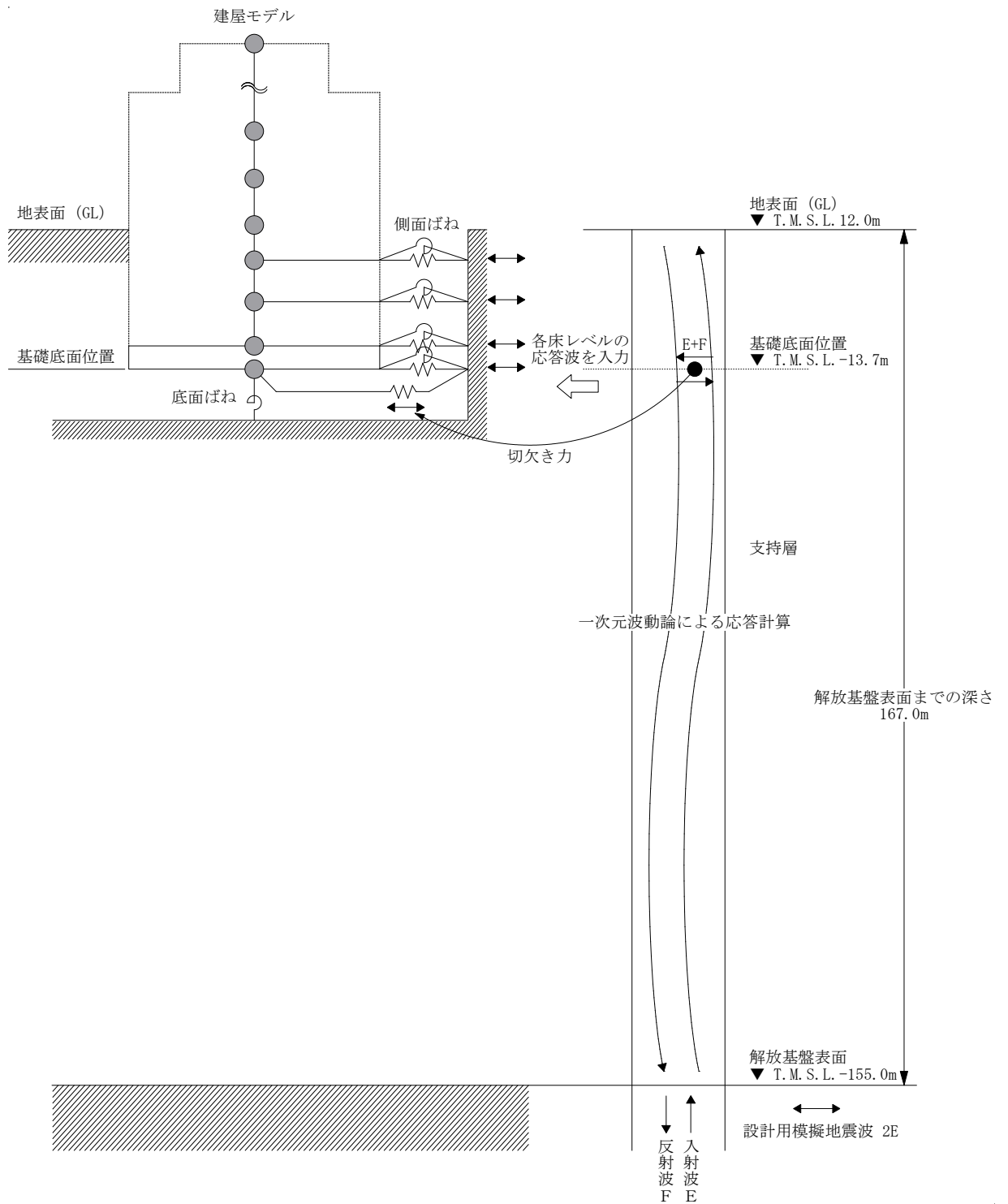


図 7-1 入力地震動算定の概念図 (建物・構築物)

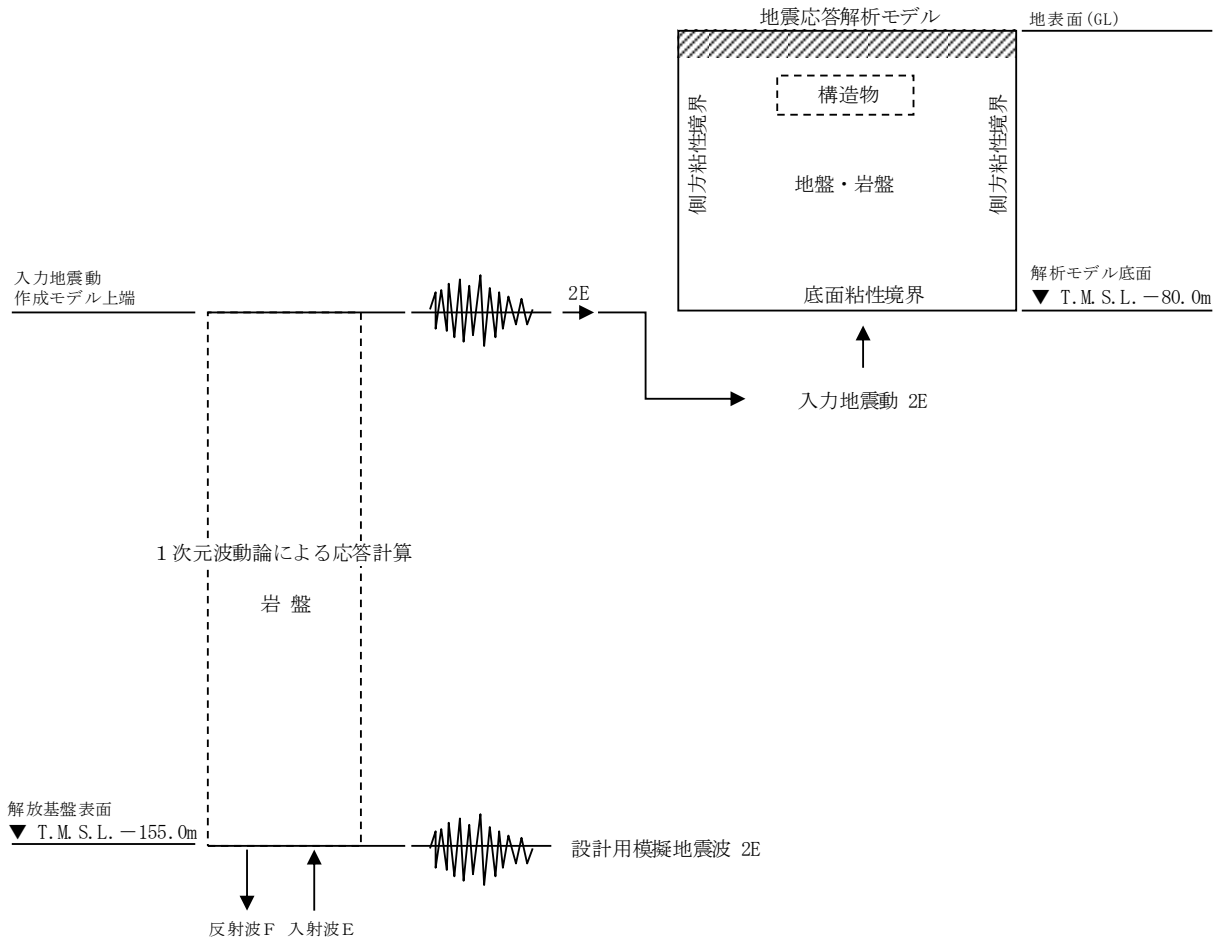


図 7-2 入力地震動算定の概念図 (土木構造物)

7.2 地震応答解析に用いる解析モデル

地層区分を細分化した解析モデルにおいて設定する地層ごとの P 波速度及び S 波速度は、「6. 地質断面図 図 6-1」に示すボーリング孔の位置における PS 検層の結果を基本として設定する。地層ごとの P 波速度及び S 波速度を表 7-2 に示す。

表 7-2 PS 検層結果

地層区分		平均値	
		V _s (m/s)	V _p (m/s)
埋戻土	不飽和	213	547
	飽和		1600
埋戻土Ⅱ	飽和	207	1511
新期砂層	不飽和	246	715
	飽和		1525
沖積層上部（シルト質）	飽和	182	1512
沖積層上部（砂質）	飽和	256	1597
沖積層下部	飽和	308	1699
A3c 層	飽和	253	1515
A3a1 層	飽和	230	1468
A3s 層	飽和	283	1558
A2c 層	飽和	278	1566
A2a1 層	飽和	293	1608
A2s 層	飽和	335	1645
A2g 層（砂質）	飽和	392	1679
A2g 層（シルト質）	飽和	332	1621
A1c 層	飽和	312	1684
A1g 層	飽和	405	1749