

本資料のうち、枠囲みの内容は機密事項に属しますので、公開できません。

柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉

原子炉建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性

平成28年 3月 4日

東京電力株式会社



東京電力

※安田層下部層のMIS10～MIS7とMIS6の境界付近の堆積物
については、本資料では『古安田層』と仮称する。

1. 評価概要	
1. 1 評価概要	4
1. 2 評価対象施設	6
2. 基礎地盤の安定性評価	
2. 1 評価方針	8
2. 2 解析用物性値	15
2. 3 評価方法	26
2. 4 入力地震動	33
2. 5 評価結果	47
3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価	
3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響	73
3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響	80
4. 周辺斜面の安定性評価	86
5. まとめ	88

【別冊】補足説明資料

- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

- 原子炉建屋等の耐震重要施設等※¹及び常設重大事故等対処施設※²の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について、審査ガイドに準拠し以下に示す事項を確認する。

基礎地盤

1. 将来活動する可能性のある断層等の有無

原子炉建屋等が設置される地盤に、将来活動する可能性のある断層等が露頭していないことを確認する。

2. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

以下の事項を確認することにより、地震力に対して施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。

- 1) 基礎地盤のすべり 2) 基礎の支持力 3) 基礎底面の傾斜

3. 周辺地盤の変状による重要施設への影響評価

地震発生に伴う周辺地盤の液状化、揺すり込み沈下を起因とする施設間の不等沈下等により、当該施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。

4. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みにより、施設が重大な影響を受けないことを確認する。

周辺斜面

1. 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

地震力に対して周辺斜面が崩壊し、施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認する。

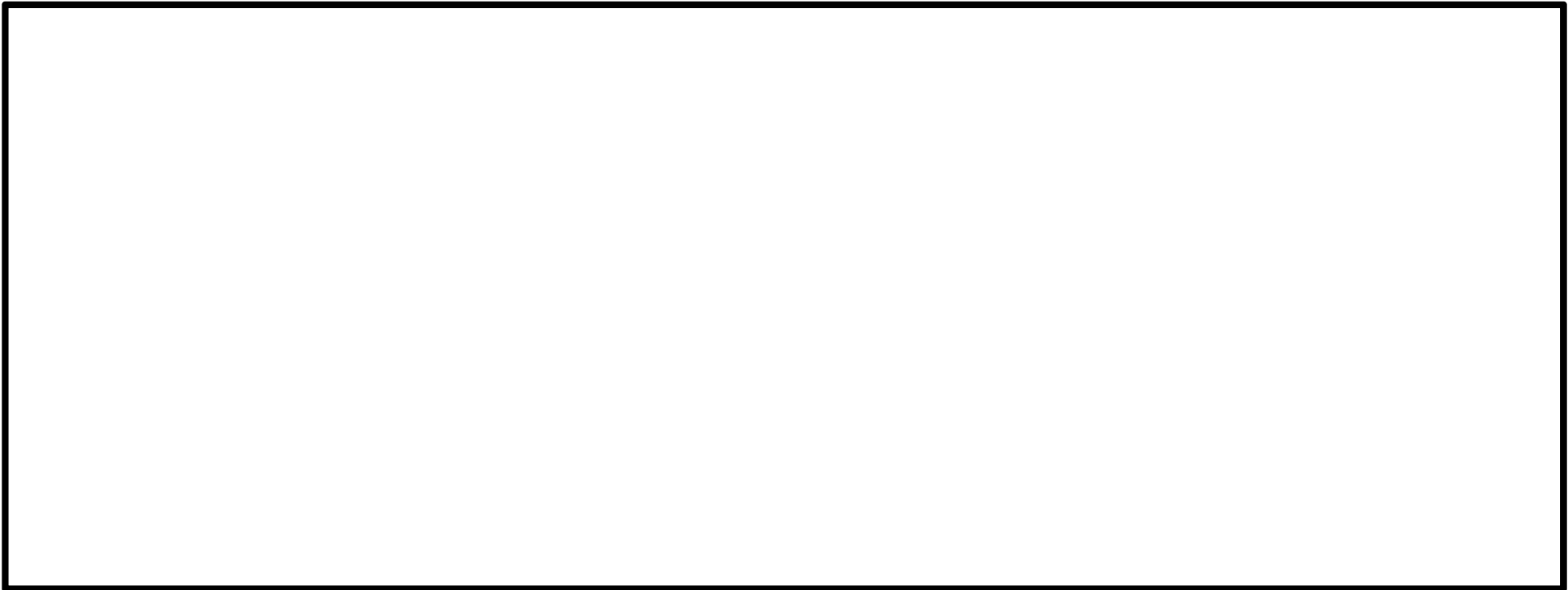
※1：耐震重要度分類Sクラスの機器・系統及びそれらを支持する建物・構築物

※2：常設耐震重要重大事故防止設備及び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

- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

- 設置許可基準規則第3条に基づき、設計基準対象施設のうち、耐震重要施設等を抽出した。
- 設置許可基準規則第38条に基づき、重大事故等対処施設のうち、常設耐震重要重大事故防止設備及び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）を抽出した。



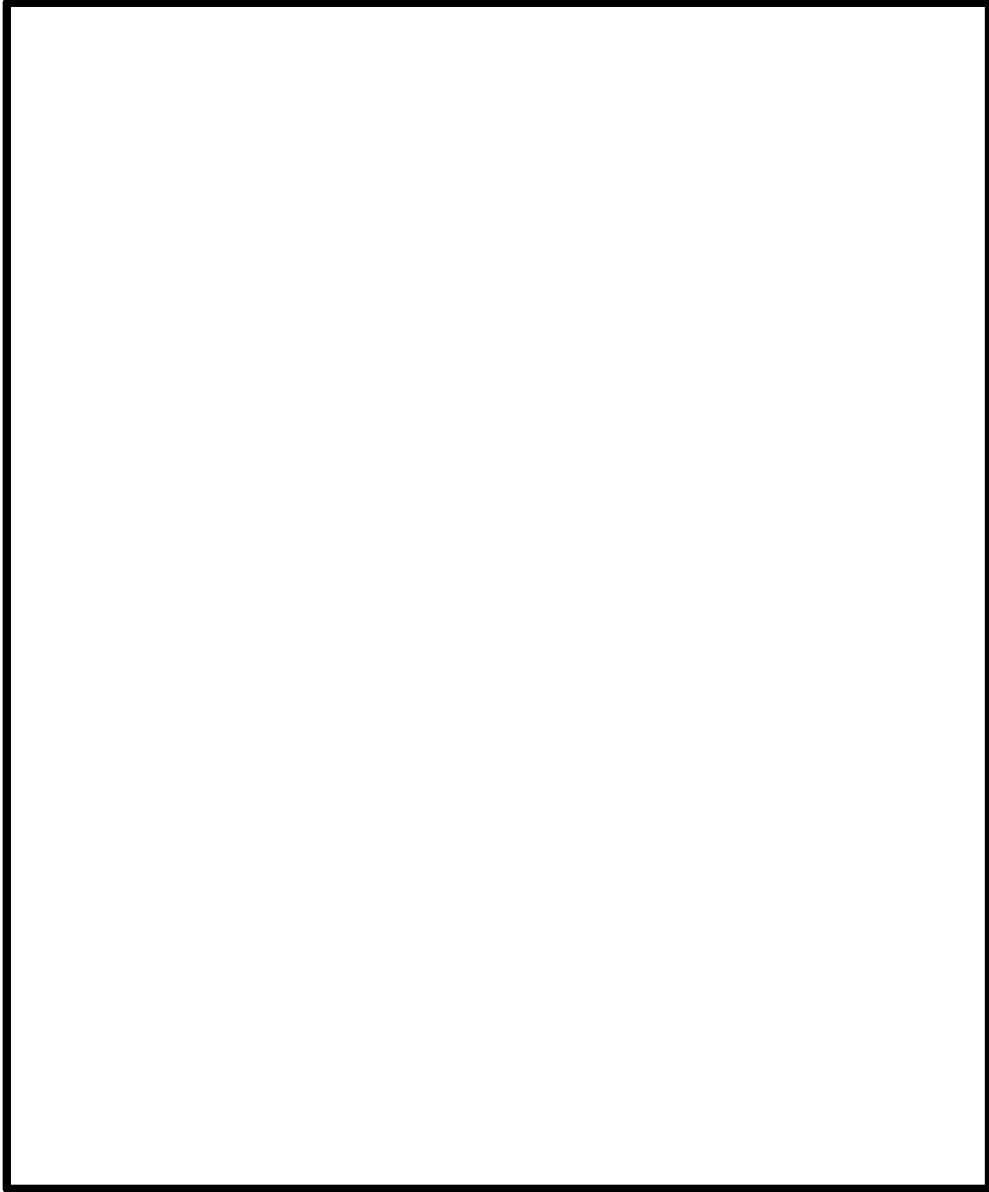
1. 耐震重要施設等	
1-1. 原子炉建屋（主排気筒含む）	1-4. 軽油タンク
1-2. タービン建屋	1-5. 貯留堰
1-3. コントロール建屋	1-6. 荒浜側防潮堤

2. 重大事故等対処施設	
2-1. 廃棄物処理建屋	2-4. 代替交流電源設備
2-2. 3号炉原子炉建屋内緊急時対策所	2-5. 取水路
2-3. 格納容器圧力逃がし装置	

- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

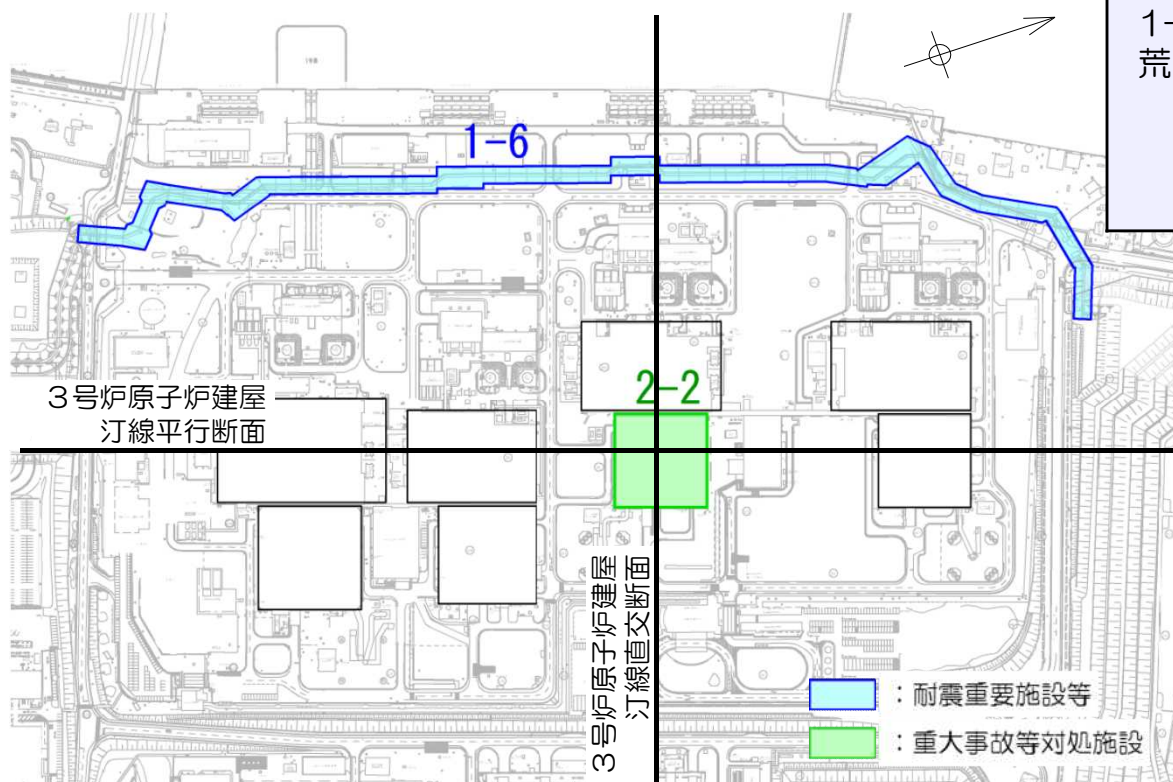
■ 大湊側は、各施設の配置、規模、地質等を考慮して、原子炉建屋の評価断面を代表断面として選定した。



施設	支持地盤	評価方針
1-1. 原子炉建屋 (主排気筒含む)	西山層	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋近傍に設置されており、原子炉建屋評価断面に含まれているとみなせること 原子炉建屋と比較して、規模、重量等が小さいこと
1-2. タービン建屋		
1-3. コントロール建屋		
1-4. 軽油タンク		
2-1. 廃棄物処理建屋	古安田層	<p>以上より、原子炉建屋の汀線直交断面、汀線平行断面を代表断面として選定した。</p> <ul style="list-style-type: none"> 貯留堰及び取水路は、支持地盤である古安田層の支持性能について評価する。
2-3. 格納容器圧力逃がし装置		
2-4. 代替交流電源設備		
1-5. 貯留堰		
2-5. 取水路		

荒浜側 基礎地盤評価対象断面の選定

- 荒浜側は、各施設の配置、規模、地質等を考慮して、原子炉建屋（3号炉原子炉建屋内緊急時対策所）の評価断面を代表断面として選定した。



施設	支持地盤	評価方針
2-2. 原子炉建屋 (3号炉原子炉建屋内 緊急時対策所)	西山層	<ul style="list-style-type: none"> • 原子炉建屋近傍に設置されており、原子炉建屋評価断面に含まれていること • 原子炉建屋と比較して、規模、重量等が小さいこと <p>以上より、原子炉建屋の汀線直交断面、汀線平行断面を代表断面として選定した。</p>
1-6. 荒浜側防潮堤		

地震力に対する基礎地盤の安定性評価における評価項目と評価内容

1) 基礎地盤のすべり

- 動的解析の結果に基づき、基礎地盤の内部及び基礎底面を通るすべり面を仮定する。
- 動的解析における時刻歴のすべり安全率が1.5 以上であることを確認する。

2) 基礎の支持力

- 原位置試験の結果等に基づき、基礎の支持力の評価基準値を設定する。
- 動的解析に基づいて求められた基礎の接地圧が評価基準値を超えていないことを確認する。

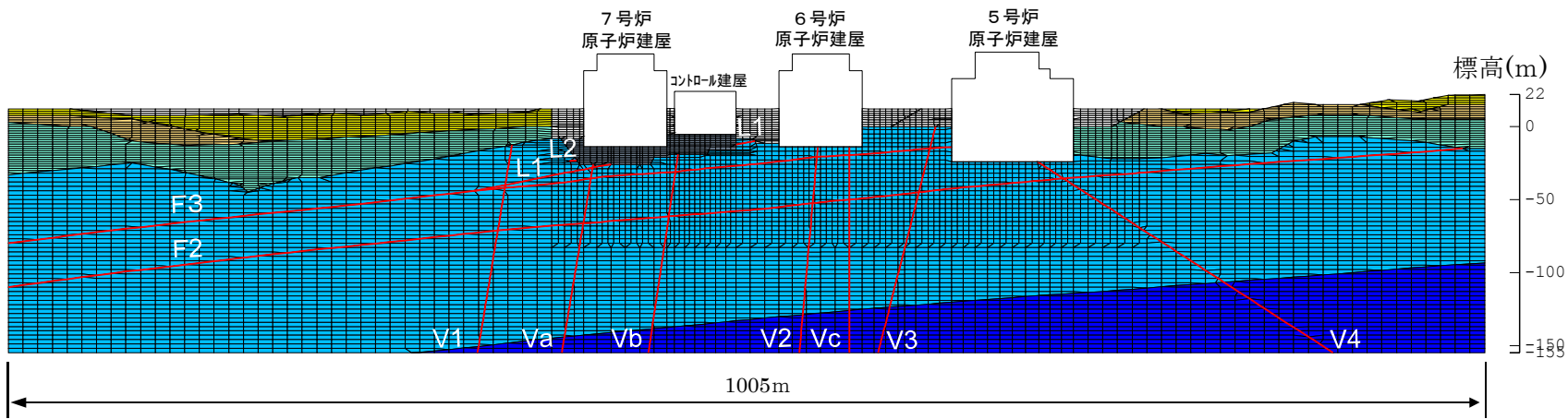
3) 基礎底面の傾斜

- 基本設計段階の目安値を、一般建築物の構造的な障害が発生する限界値を参考に1/2,000に設定する。
- 動的解析の結果に基づいて求められた基礎の最大不等沈下量及び残留不等沈下量による傾斜を許容値の目安と比較する。

6, 7号炉原子炉建屋 汀線平行断面 A-A'



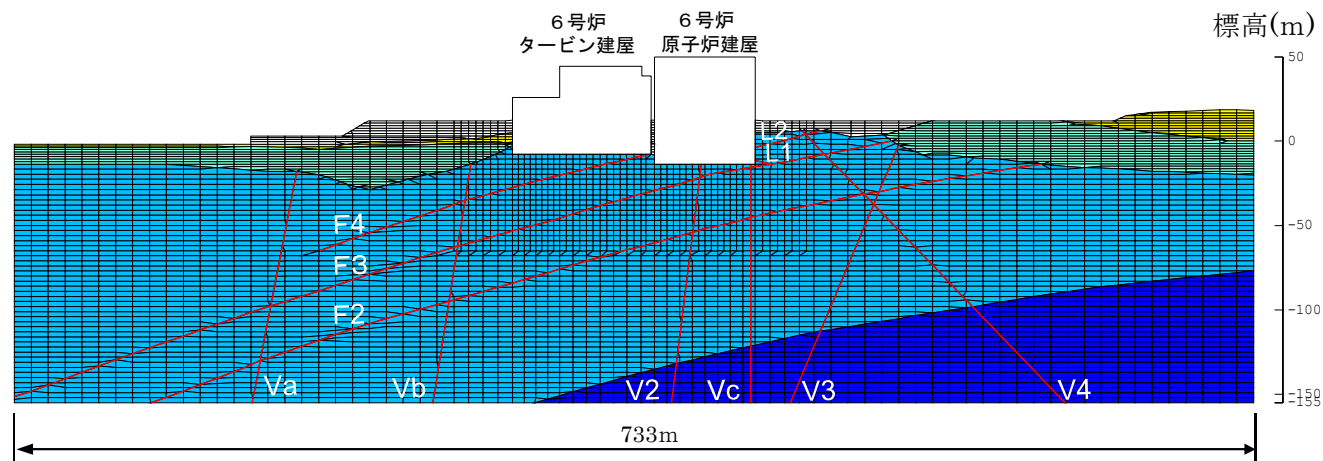
— 断層



解放基盤表面 (大湊側)

施設	標高 T.M.S.L.(m)
5号機	-134m
6号機	-155m
7号機	-155m

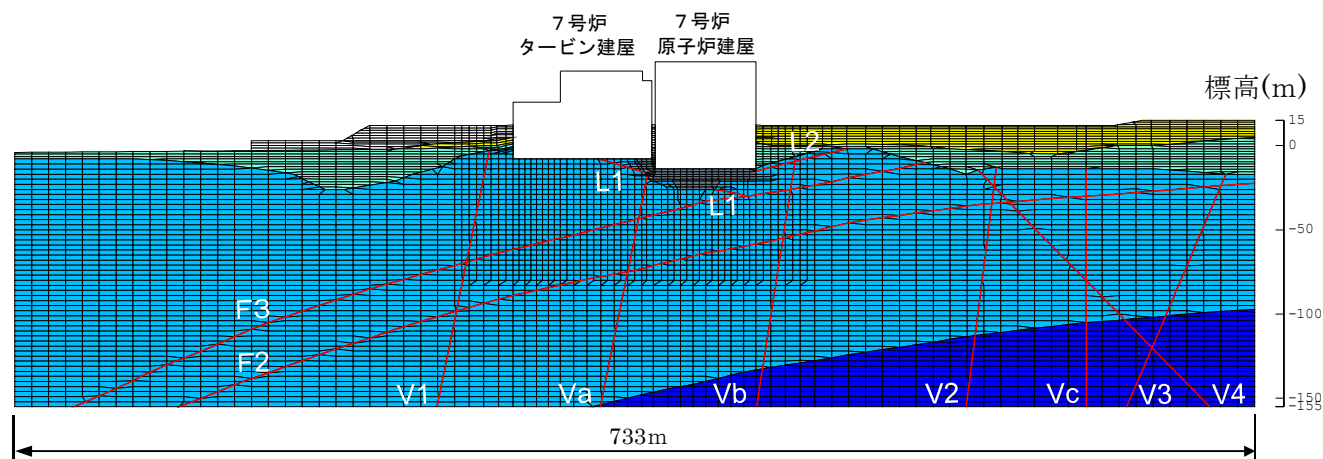
6号炉原子炉建屋 汀線直交断面 B-B'



- 埋戻土
- 新期砂層
- 番神砂層
- 古安田層
- 西山層
- 椎谷層
- マンメイドロック

— 断層

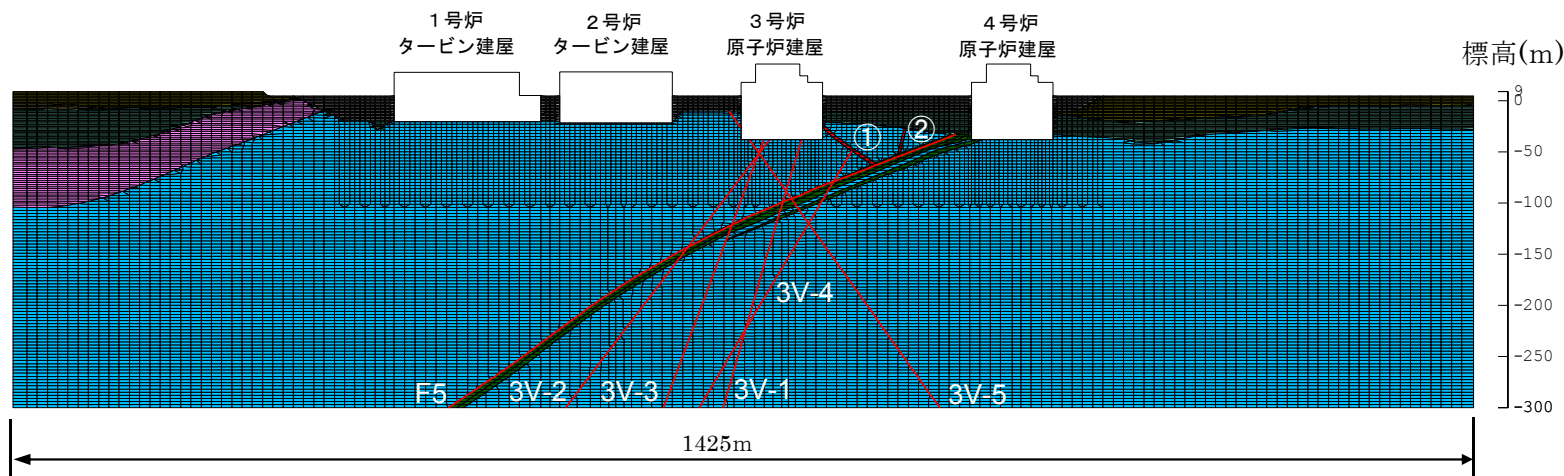
7号炉原子炉建屋 汀線直交断面 C-C'



解放基盤表面 (大湊側)

施設	標高 T.M.S.L.(m)
5号機	-134m
6号機	-155m
7号機	-155m

緊急時対策所 汀線平行断面 A-A'



埋戻土
新期砂層
番神砂層
古安田層
灰爪層
西山層
へき開含有帯※

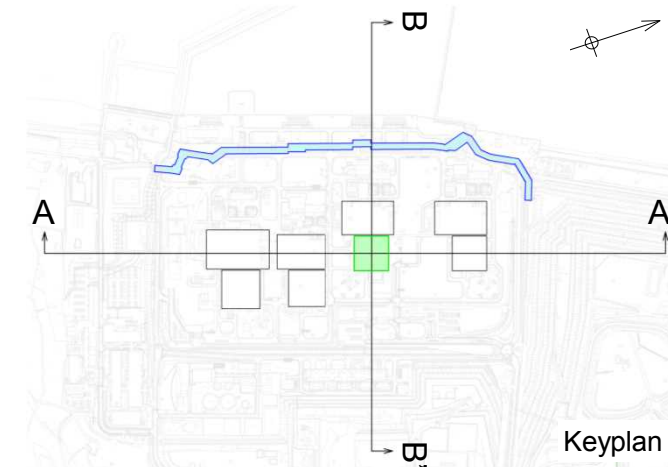
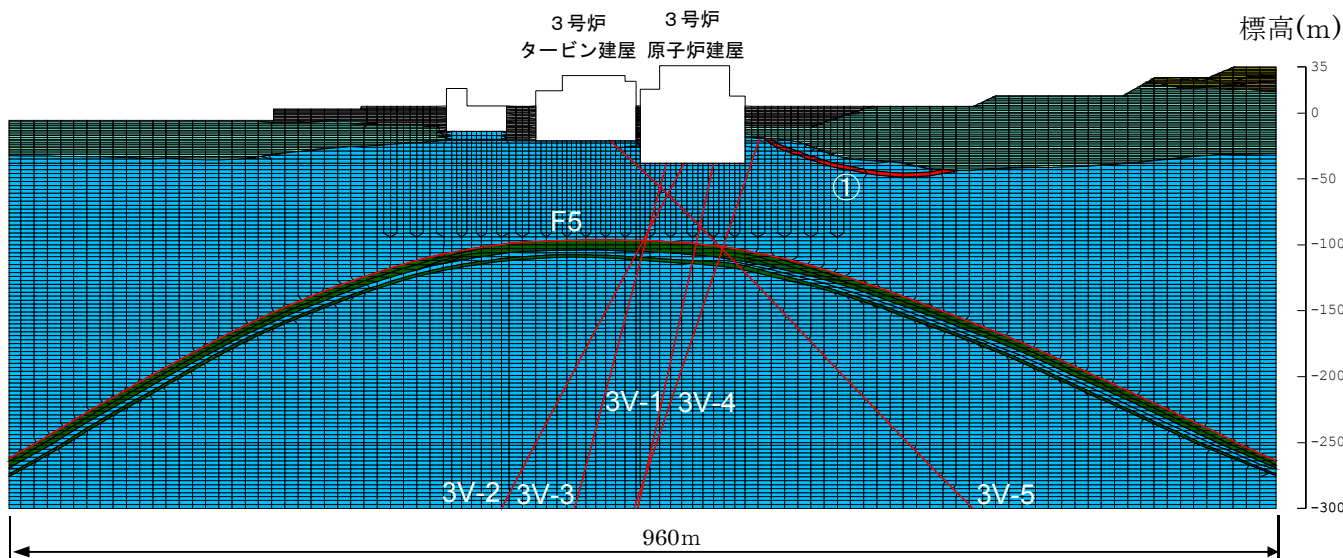
※へき開含有帯：西山層中にへき開が多く見られる箇所をへき開含有帯と区別している。
(資料3-2 P85)

断層

解放基盤表面 (荒浜側)

施設	標高 T.M.S.L.(m)
1号機	-284m
2号機	-250m
3号機	-285m
4号機	-285m

緊急時対策所 汀線直交断面 B-B'



- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

■ 大湊側の解析用物性値は、下表に示す試験・調査結果に基づき設定した。

物性値		地層区分						
		西山層	椎谷層	古安田層	番神砂層 新期砂層, 埋戻土	断層部	マンメイドロック	
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	静弾性係数	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	P S 検層による S 波速度 （土質工学会編「土質調査法」に準拠）， 密度により算定			弾性波速度測定試験による S 波速度 （物理探鉱技術協会編「岩石試料の速度測定要綱」 に準拠），密度により算定			
	動せん断弾性係数のひずみ依存特性	動的単純せん断試験結果						
	動ポアソン比	P S 検層による P 波速度， S 波速度（土質工学会編「土質調査法」に準拠）により算定			弾性波速度測定試験による P 波速度， S 波速度 （物理探鉱技術協会編「岩石試料の速度測定要綱」 に準拠），密度により算定			
	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 （JIS M 0303に準拠）	—	—	—	—	圧裂引張強度試験 （JIS M 0303に準拠）
	残留強度	三軸圧縮試験結果（土質工学会編「土質試験法」に準拠）						

■ 荒浜側の解析用物性値は、下表に示す試験・調査結果に基づき設定した。

物性値		地層区分	西山層 (泥岩)	西山層 (へき開含有帯)	古安田層	番神砂層	新期砂層, 埋戻土	断層部	
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	静弾性係数	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							
動の変形特性	初期動せん断弾性係数	P S 検層による S 波速度 (土質工学会編「土質調査法」に準拠), 密度により算定	弾性波速度測定試験による S 波速度 (物理探鉱技術協会編「岩石試料の速度測定要綱」に準拠), 密度により算定	P S 検層による S 波速度 (土質工学会編「土質調査法」に準拠), 密度により算定	動的単純せん断試験結果	西山層 (へき開含有帯) と同じ方法で設定			
	動せん断弾性係数のひずみ依存特性	動的単純せん断試験結果							
	動ポアソン比	P S 検層による P 波速度, S 波速度 (土質工学会編「土質調査法」に準拠) により算定	弾性波速度測定試験による P 波速度, S 波速度 (物理探鉱技術協会編「岩石試料の速度測定要綱」に準拠), 密度により算定	P S 検層による P 波速度, S 波速度 (土質工学会編「土質調査法」に準拠) により算定	西山層 (へき開含有帯) と同じ方法で設定				
	減衰定数の歪み依存特性	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 (JIS M 0303に準拠)	-	-	-	-	-	
	残留強度	三軸圧縮試験結果 (土質工学会編「土質試験法」に準拠)							

物性値		地層区分	西山層	椎谷層	古安田層
物理特性		ρ_t (g/cm ³)	$1.69 - 0.00048 \cdot Z$	$1.94 - 0.00044 \cdot Z$	1.76
変形特性	静的 変形特性	E_0 (N/mm ²)	$502 - 2.29 \cdot Z$	$251 - 3.88 \cdot Z$	$126 + 232 \cdot P$
		ν	$0.48 + 0.00024 \cdot Z$	0.46	0.49
	動的 変形特性	G_0 (N/mm ²)	$394 - 1.63 \cdot Z$	$-133 - 7.35 \cdot Z$	175
		ν_d	$0.45 + 0.00015 \cdot Z$	$0.47 + 0.00031 \cdot Z$	0.45
		$G/G_0 \sim \gamma$	$1/(1 + 4.10 \gamma^{1.37})$	$1/(1 + 5.76 \gamma^{0.69})$	$1/(1 + 5.39 \gamma^{0.77})$
		$h \sim \gamma$ (%)	$25.0 \gamma^{0.94} + 0.7$	$\gamma / (0.065 \gamma + 0.004) + 0.7$	$24.8 \gamma^{0.56}$
強度特性	ピーク強度	C_u (N/mm ²)	$1.37 - 0.00504 \cdot Z$	$0.721 - 0.00773 \cdot Z$	$0.238 + 0.407 \cdot P$
		ϕ_u (°)	0	0	0
		σ_t (N/mm ²)	$0.335 - 0.00157 \cdot Z$	—	—
	残留強度	C_{ur} (N/mm ²)	$0.673 - 0.00201 \cdot Z$	$0.799 - 0.00607 \cdot Z$	$0.224 + 0.312 \cdot P$

注：Zは、T.M.S.L. (m)を示す。

注：Pは、平均有効拘束圧(N/mm²)を示す。

注：γは、せん断歪み (%)を示す。

注：西山層の σ_t (引張強度)は、平均強度を用いたすべり安全率評価では、保守的に強度を考慮しない。

物性値		地層区分			
		番神砂層	新期砂層	埋戻土	
物理特性		ρ_t (g/cm ³)	1.84	1.64	1.89
変形特性	静的 変形特性	E_0 (N/mm ²)	$23.5 + 572 \cdot P$	$19.3 + 187 \cdot P$	58.8
		ν	0.47	0.33	0.33
	動的 変形特性	G_0 (N/mm ²)	184	25.3	27.0
		ν_d	0.43	0.36	0.41
		$G/G_0 \sim \gamma$	$1/(1 + 9.48 \gamma^{0.74})$	$1/(1 + 10.95 \gamma^{0.81})$	$1/(1 + 9.01 \gamma^{0.77})$
		$h \sim \gamma$ (%)	$\gamma / (0.041 \gamma + 0.005) + 1.0$	$\gamma / (0.031 \gamma + 0.002)$	$\gamma / (0.034 \gamma + 0.003) + 0.1$
強度特性	ピーク強度	C_u (N/mm ²)	$0.322 + 0.412 \cdot P$	—	—
		ϕ_u (°)	0	—	—
		σ_t (N/mm ²)	—	—	—
	残留強度	C_{ur} (N/mm ²)	$0.321 + 0.375 \cdot P$	—	—

注：Zは、T.M.S.L. (m)を示す。

注：Pは、平均有効拘束圧 (N/mm²)を示す。

注：γは、せん断歪み (%)を示す。

物性値		地層区分	断層部			
			F系断層		V系断層	L系断層
			粘土部	破砕部		
物理特性		ρ_t (g/cm ³)	1.92	1.73	1.78	1.82
			層厚の重み付き平均=1.75			
変形特性	静的 変形特性	E_0 (N/mm ²)	62.4+80.5・P	低圧部：48.8+923・P 高圧部：224+131・P	低圧部：141+389・P 高圧部：296+78.0・P	165+148・P
		ν	0.46	0.46	0.46	0.46
	動的 変形特性	G_0 (N/mm ²)	337	340	394	230
			層厚の重み付き平均=340			
		ν_d	0.47	0.42	0.44	0.47
			層厚の重み付き平均=0.43			
$G/G_0 \sim \gamma$	1/(1+7.45 $\gamma^{1.14}$)	1/(1+9.79 $\gamma^{1.03}$)	1/(1+4.75 $\gamma^{0.68}$)	1/(1+4.86 $\gamma^{0.73}$)		
	層厚の重み付き平均=1/(1+9.69 $\gamma^{1.04}$)					
$h \sim \gamma$ (%)	41.0 $\gamma^{0.62}$	35.0 $\gamma^{0.42}$	18.0 $\gamma^{0.28}+0.1$	17.0 $\gamma^{0.31}$		
	層厚の重み付き平均=36.0 $\gamma^{0.44}$					
強度特性	ピーク強度	C_u (N/mm ²)	0.286+0.191・P	0.279+0.242・P	0.504+0.359・P	0.486+0.481・P
			粘土部と破砕部の強度の低い方を用いる。			
		ϕ_u (°)	0	0	0	0
		σ_t (N/mm ²)	—	—	—	—
	残留強度	C_{ur} (N/mm ²)	0.219+0.251・P	0.278+0.181・P	0.485+0.293・P	0.497+0.353・P
			粘土部と破砕部の強度の低い方を用いる。			

注：Pは、平均有効拘束圧(N/mm²)を示す。

注： γ は、せん断歪み(%)を示す。

物性値		地層区分	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		ρ_t (g/cm ³)	1.75	1.75
変形特性	静的 変形特性	E_0 (N/mm ²)	1160	1020
		ν	0.44	0.45
	動的 変形特性	G_0 (N/mm ²)	2110	1990
		ν_d	0.36	0.36
		$G/G_0 \sim \gamma$	$1/(1+4.30\gamma^{1.00})$	$1/(1+4.30\gamma^{1.00})$
		$h \sim \gamma$ (%)	$19.0\gamma^{0.60}$	$19.0\gamma^{0.60}$
強度特性	ピーク強度	C_u (N/mm ²)	1.84 (1.38)	1.84 (1.38)
		ϕ_u (°)	0	0
		σ_t (N/mm ²)	0.666 (0.330)	0.666 (0.330)
	残留強度	C_{ur} (N/mm ²)	1.38 (1.04)	1.38 (1.04)

注： γ は、せん断歪み (%) を示す。

注：強度特性の括弧内の数値は、打継部の強度を示す。

物性値		地層区分				
		西山層（泥岩）	西山層（へき開含有帯）	灰爪層	古安田層	
物理特性		ρ_t (g/cm ³)	1.58-0.00076·Z	1.61	1.71	1.75
変形特性	静的変形特性	E_0 (N/mm ²)	381-2.07·Z	193+178·P	255+434·P	19.6+140·P
		ν	0.46	0.43	0.49	0.46
	動の変形特性	G_0 (N/mm ²)	251-2.10·Z	332	395	161
		ν_d	0.463+0.00017·Z	0.44	0.46	0.48
		$G/G_0 \sim \gamma$	1/(1+2.65 $\gamma^{1.37}$)	1/(1+2.97 $\gamma^{0.95}$)	1/(1+3.03 $\gamma^{0.852}$)	1/(1+3.71 $\gamma^{0.97}$)
		$h \sim \gamma$ (%)	27.4 $\gamma^{1.00}$ +0.7	23.0 $\gamma^{0.93}$ +2.3	8.49 $\gamma^{0.323}$	26.4 $\gamma^{0.75}$ +1.2
強度特性	ピーク強度	C_u (N/mm ²)	低圧部： $\tau_R=0.58-0.0011\cdot Z$ 高圧部： $C_u=0.83-0.0056\cdot Z$	0.42+0.31·P	0.98+0.66·P	0.076+0.69·P
		ϕ_u (°)	6.5+0.021·Z	0	0	0
		σ_t (N/mm ²)	0.48	—	—	—
	残留強度	C_{ur} (N/mm ²)	0.49-0.0016·Z	0.42+0.22·P	0.62+0.72·P	0.065+0.41·P

注：Zは、T.M.S.L. (m)を示す。

注：Pは、平均有効拘束圧(N/mm²)を示す。

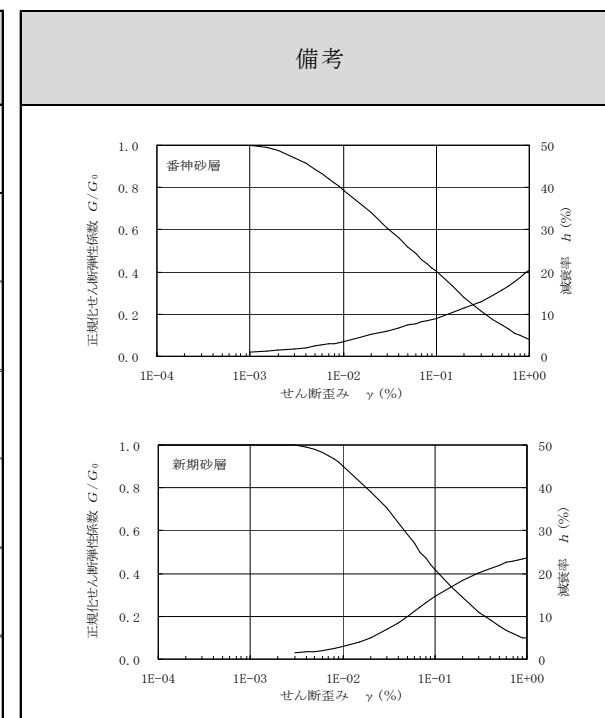
注： γ は、せん断歪み(%)を示す。

注：西山層（泥岩）の σ_t （引張強度）は、平均強度を用いた
すべり安全率評価では、保守的に強度を考慮しない。



物性値		地層区分	番神砂層	新期砂層	埋戻土
物理特性		ρ_t (g/cm ³)	1.83	1.89	1.90
変形特性	静的 変形特性	E_0 (N/mm ²)	147	29.4	58.8
		ν	0.32	0.32	0.32
	動的 変形特性	G_0 (N/mm ²)	133	66.7	$198 \sigma_v'^{0.667}$
		ν_d	0.44	0.41	0.33
		$G/G_0 \sim \gamma$	備考を参照	備考を参照	$1/(1+9.42 \gamma^{1.05})$
		$h \sim \gamma$ (%)	備考を参照	備考を参照	$36.7 \gamma^{0.545}$
強度特性	ピーク強度	C_u (N/mm ²)	0.07	—	—
		ϕ_u (°)	29.2	—	—
		σ_t (N/mm ²)	—	—	—
	残留強度	C_{ur} (N/mm ²)	0	—	—

注：Zは、T.M.S.L. (m)を示す。
 注：γは、せん断歪み (%)を示す。
 注：σ_v'は、有効上載圧(N/mm²)を示す。



物性値		地層区分	断層部		
			F ₅ 断層	V系断層, α・β断層 [※]	①・②断層
物理特性		ρ_t (g/cm ³)	粘土部：1.95, 破砕部：1.58 層厚の重み付き平均=1.77	1.58	1.59
		変形特性	静的変形特性	E_0 (N/mm ²)	粘土部：96.1+147・P 破砕部：135+159・P
ν	0.46			0.46	0.44
動的変形特性	G_0 (N/mm ²)		粘土部：108, 破砕部：228 層厚の重み付き平均=147	228	158
	ν_d		粘土部：0.49, 破砕部：0.45 層厚の重み付き平均=0.47	0.45	0.45
	$G/G_0 \sim \gamma$		0.00134 $G_1 \cdot G_2 / (G_1 + G_2)$ 粘土部： $G_1 = 1100 / (1 + 2.94 \gamma^{0.99})$ 破砕部： $G_2 = 2320 / (1 + 2.80 \gamma^{0.77})$	$1 / (1 + 2.80 \gamma^{0.77})$	$1 / (1 + 2.68 \gamma^{0.75})$
$h \sim \gamma$ (%)	$(h_1 G_2 + h_2 G_1) / (G_1 + G_2)$ 粘土部： $h_1 = 21.3 \gamma^{0.96} + 2.8$ 破砕部： $h_2 = 12.7 \gamma^{0.57} + 1.8$	$12.7 \gamma^{0.57} + 1.8$	$11.0 \gamma^{0.55} + 2.0$		
強度特性	ピーク強度	C_u (N/mm ²)	$0.40 + 0.06 \cdot P$	低圧部： $0.32 + 0.61 \cdot P$ 高圧部： $0.73 + 0.18 \cdot P$	$0.41 + 0.19 \cdot P$
		ϕ_u (°)	0	0	0
		σ_t (N/mm ²)	—	—	—
	残留強度	C_{ur} (N/mm ²)	$0.23 + 0.24 \cdot P$	低圧部： $0.31 + 0.61 \cdot P$ 高圧部： $0.54 + 0.19 \cdot P$	$0.40 + 0.18 \cdot P$

注：Pは、平均有効拘束圧(N/mm²)を示す。
注：γは、せん断歪み(%)を示す。

※ α・β断層は、同じ高角度のV系断層の物性値を用いた。

- 解析用物性値は、各種地盤調査・試験結果における平均値を代表値として設定した。
- ただし、調査及び試験の結果に含まれる不確かさを考慮し、すべり安全率に対する影響として支配的な強度特性について、ばらつきを考慮した評価を実施した。

原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2008（日本電気協会）

- すべり安全率に対する地盤物性値のばらつきの影響については、一般に強度特性が支配的であり、変形特性の影響は小さい。したがって、一般に強度特性のばらつきのみ考慮しておけばよい。

原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術〈技術資料〉（土木学会，2009）

地盤物性値のばらつき評価法について確率論的な検討を行い、以下の結論が得られている。

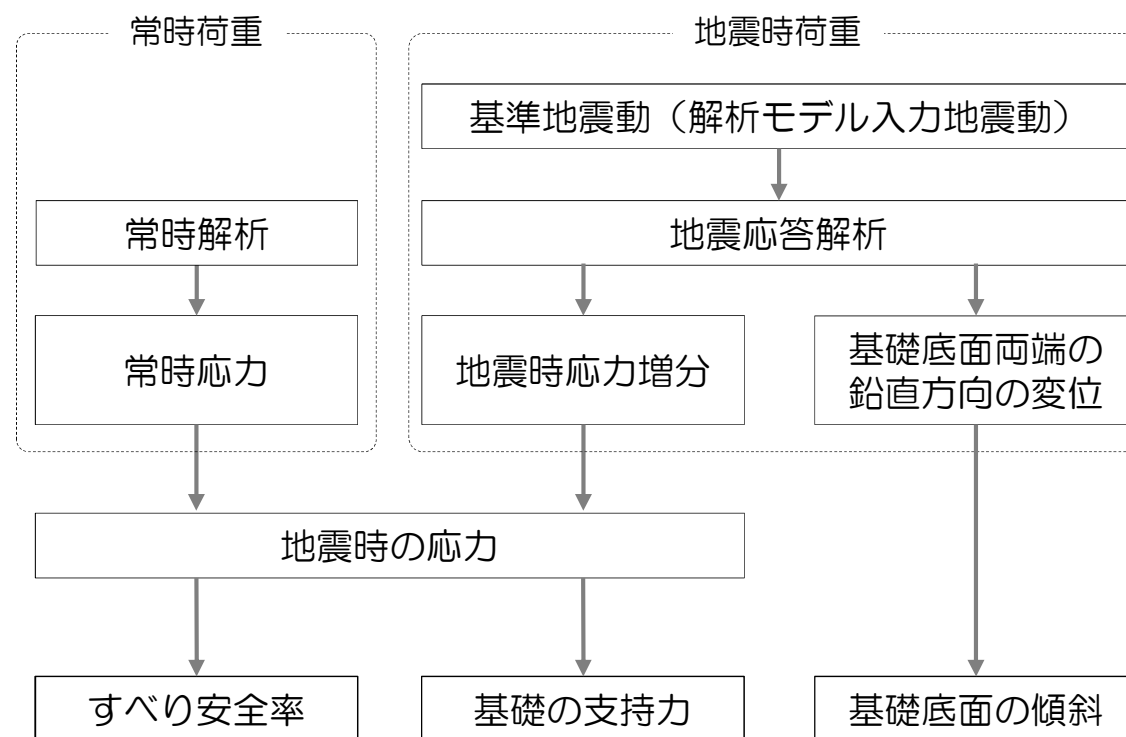
- 地盤物性値を±10%して算定したすべり安全率の差を算定した結果、すべり安全率に関しては、せん断強度等の抵抗力に関係する地盤物性値の影響が非常に強く、剛性等の影響は比較的小さいことを確認した。
- 「代表値±係数×標準偏差」を用いた確率論的手法による地盤物性値のばらつき評価の結果、確率論的手法によって評価したすべり安全率が、確定論的に地盤物性値を「代表値－1.0×標準偏差」に設定して評価したすべり安全率を下回る確率は小さいことを明らかにした。

- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

評価方法：周波数応答解析手法

- 6, 7号炉原子炉建屋及び3号炉原子炉建屋内緊急時対策所の基礎地盤の安定性は、二次元有限要素法に基づく地震応答解析（周波数応答解析）により評価を実施した。
- 地震応答解析は、水平および鉛直地震動を同時に入力した。
- 地盤は、等価線形化法により動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を必要に応じて考慮した。



安定性評価フロー

解析モデル作成の留意点

地盤要素のモデル化

- 地盤は、平面ひずみ要素でモデル化し、要素の最大高さ (H_{\max}) は、応力の変化をなめらかに表現でき、地震波の伝播を十分に考慮できるような下式により算定した。

$$H_{\max} = \frac{1}{m} \cdot \lambda_s = \frac{1}{m} \cdot \frac{V_s}{f_{\max}}$$

λ_s : せん断波の波長 (m)

V_s : せん断波の速度 (m/s)

f_{\max} : 考慮する地震動の最大周波数(20Hz)

m : 分割係数(=5とした)

断層のモデル化

- 断層は、ジョイント要素でモデル化し、せん断ばね定数 k_s 、及び垂直ばね定数 k_n を下式により設定した。

$$k_s = \frac{G}{t}$$

G : 動せん断弾性係数

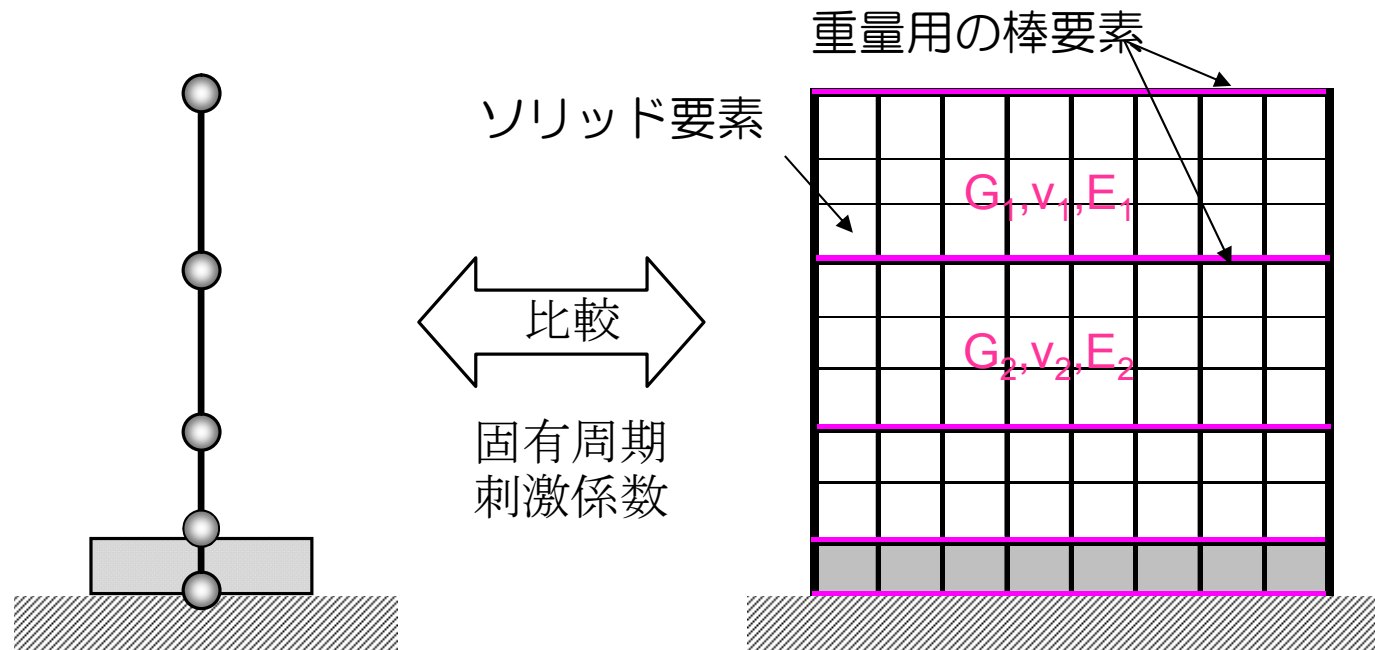
t : 断層の層厚

$$k_n = \frac{2(1-\nu_d)}{(1-2\nu_d)} \cdot \frac{G}{t}$$

ν_d : ポアソン比

建屋のモデル化

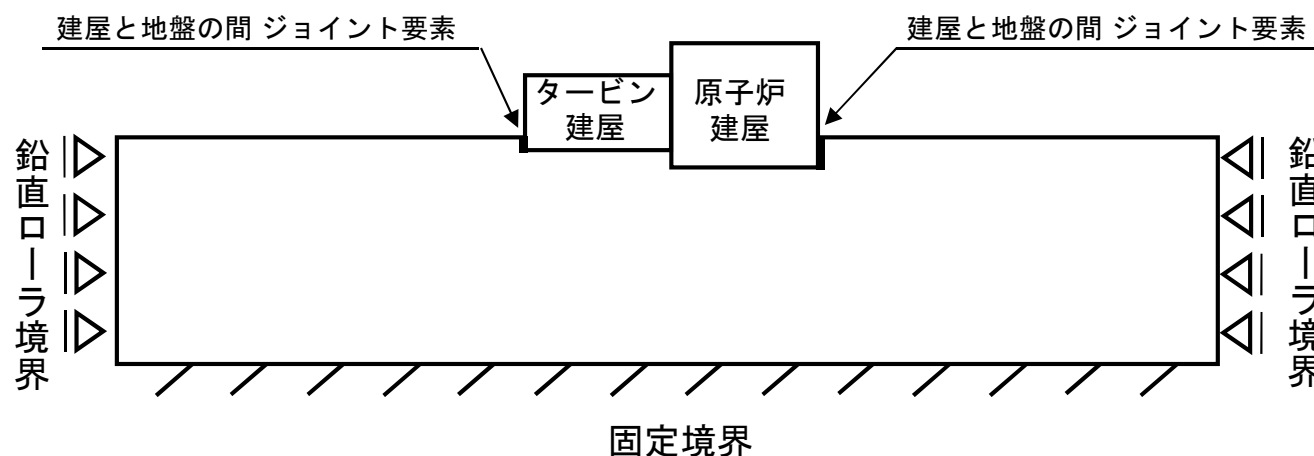
- 建屋と地盤の相互作用の影響を考慮し、規模の大きい原子炉建屋、タービン建屋、コントロール建屋をモデル化した。
- モデル化にあたっては、水平及び鉛直地震動の同時入力に対応したモデル化を実施した。
- モデル化にあたっては、多質点系建屋モデルから建屋各層の水平剛性 K_H 、鉛直剛性 K_V 、及び曲げ剛性 K_ϕ を用いて、せん断剛性、変形係数及びポアソン比を求め、等価な有限要素モデルを作成した。



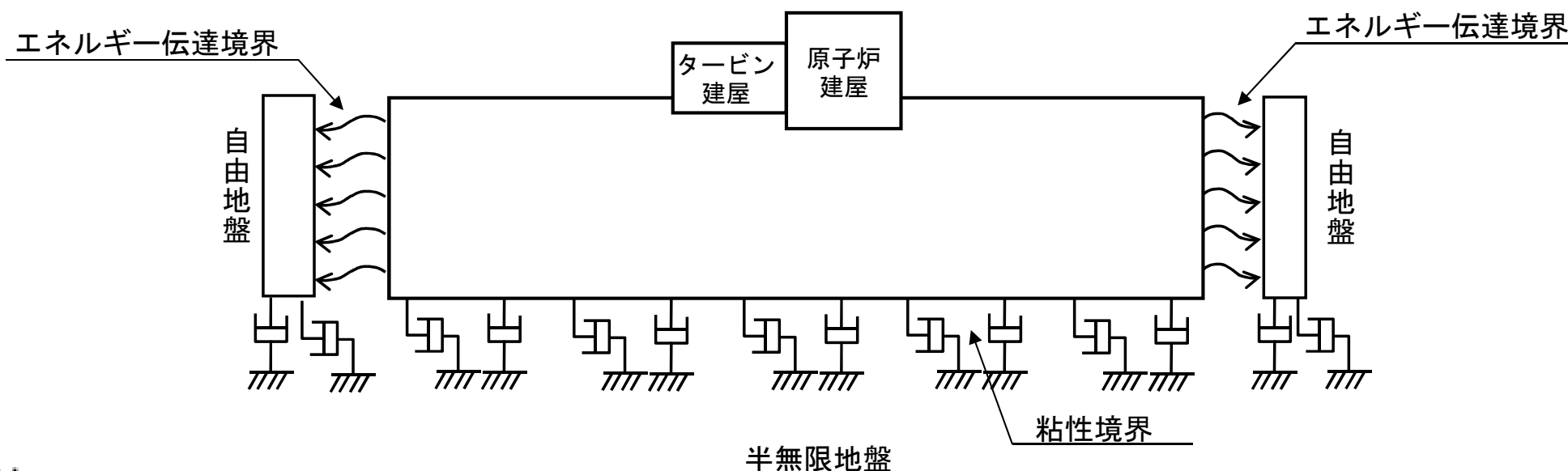
解析条件：境界条件

- 静的解析時の境界条件は、底面を固定境界、側方を鉛直ローラ境界として設定した。
- 地震応答解析時の境界条件は、底面を粘性境界、側方をエネルギー伝達境界とし、エネルギー逸散を考慮した。

静的解析

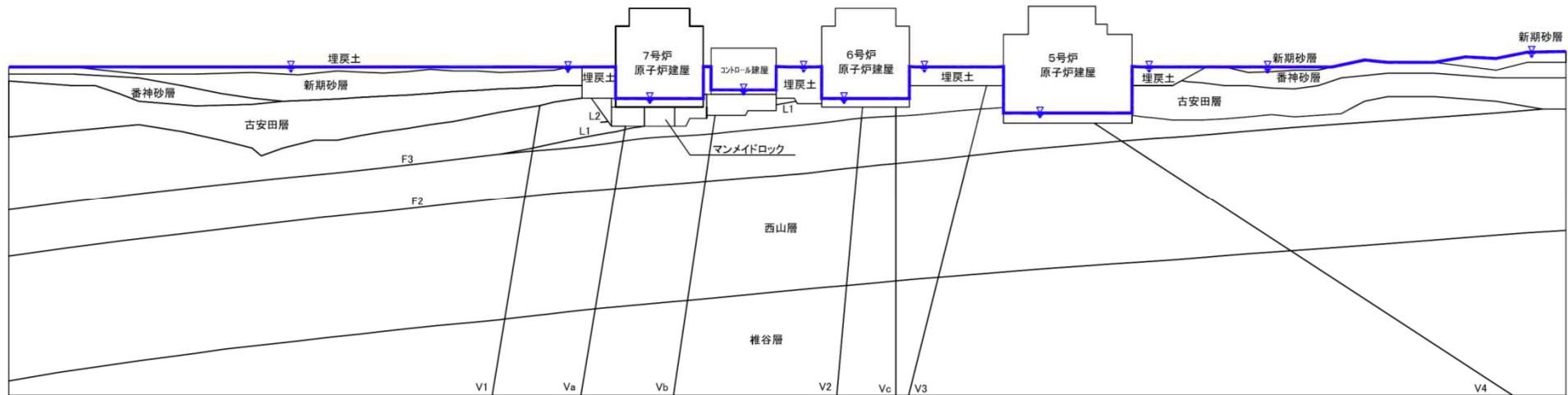


地震応答解析

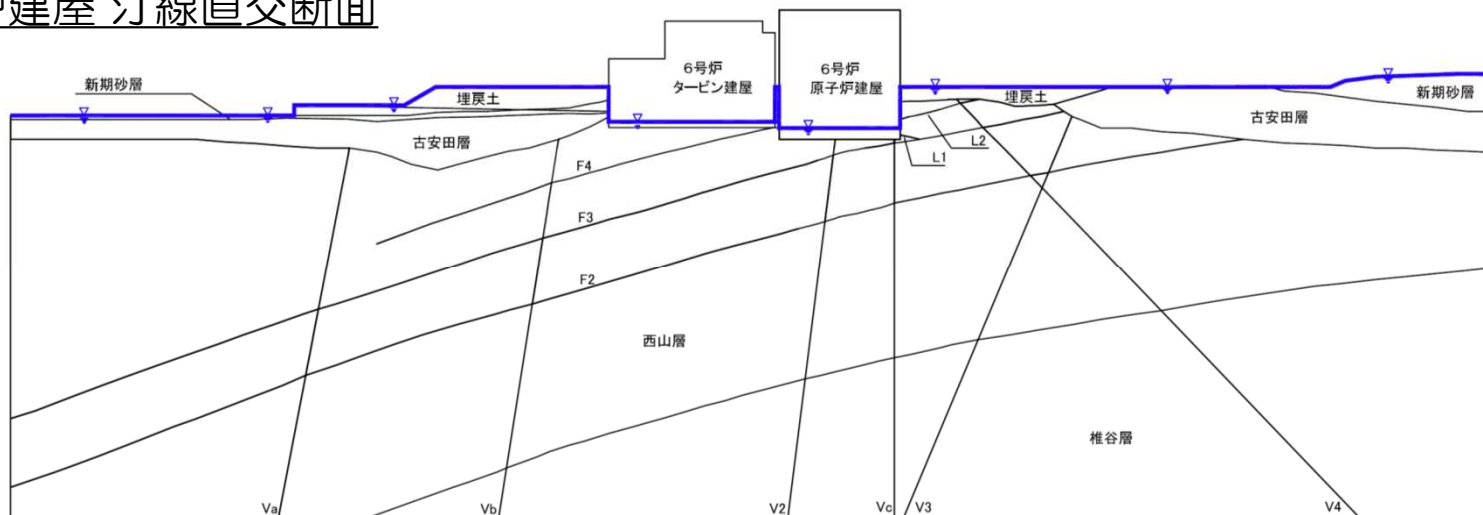


- 地下水水位は，地表面あるいは建屋基礎上端に設定した。

6，7号炉原子炉建屋 汀線平行断面



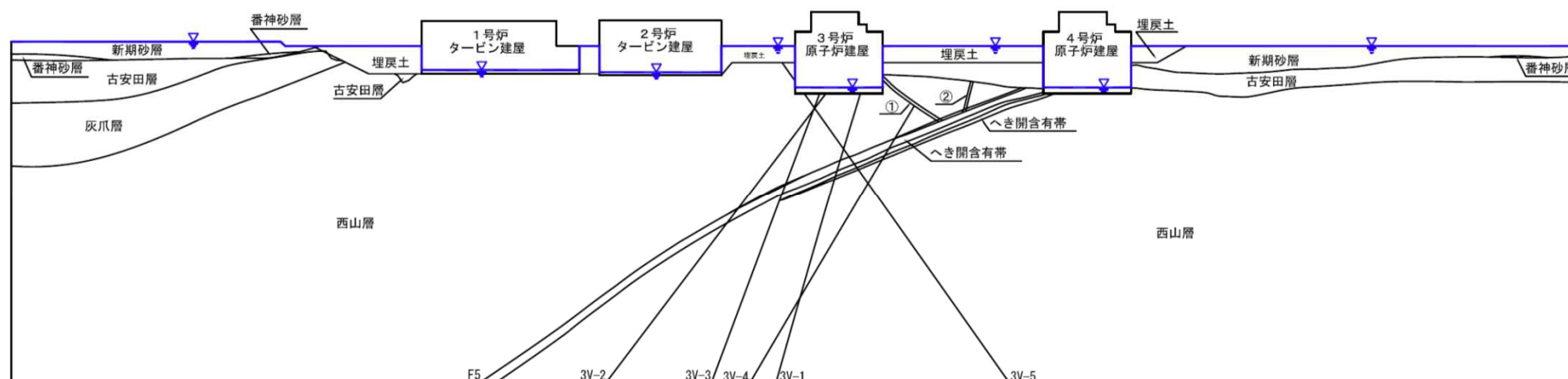
6号炉原子炉建屋 汀線直交断面



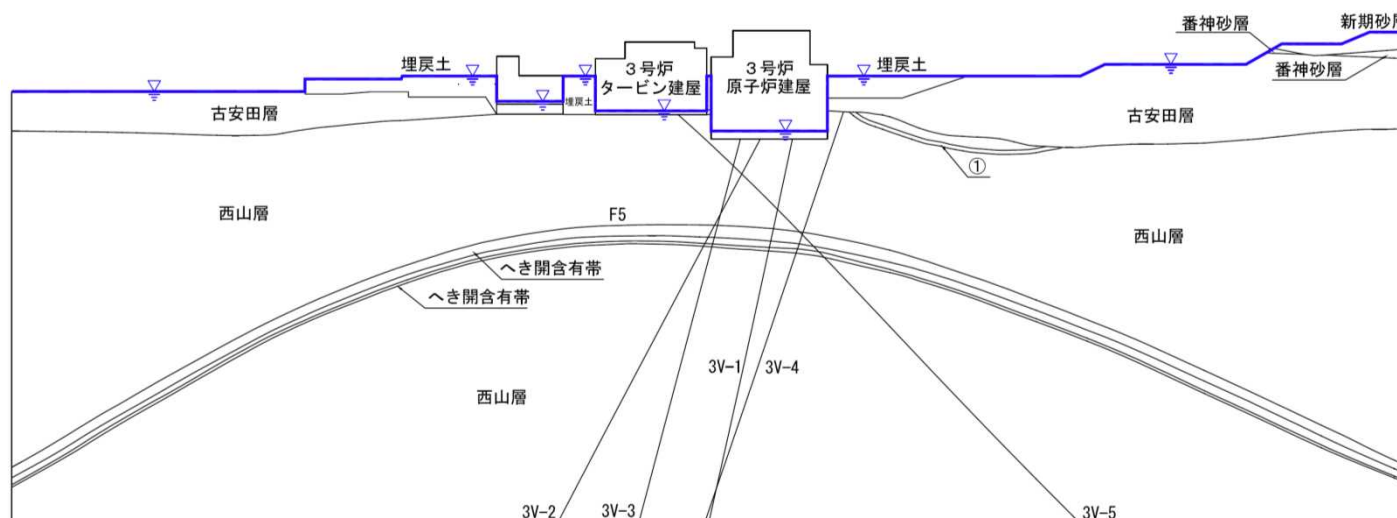
解析条件：地下水位の設定〔3号炉原子炉建屋内緊急時対策所〕

- 地下水位は、地表面あるいは建屋基礎上端に設定した。

3号炉原子炉建屋内緊急時対策所 汀線平行断面



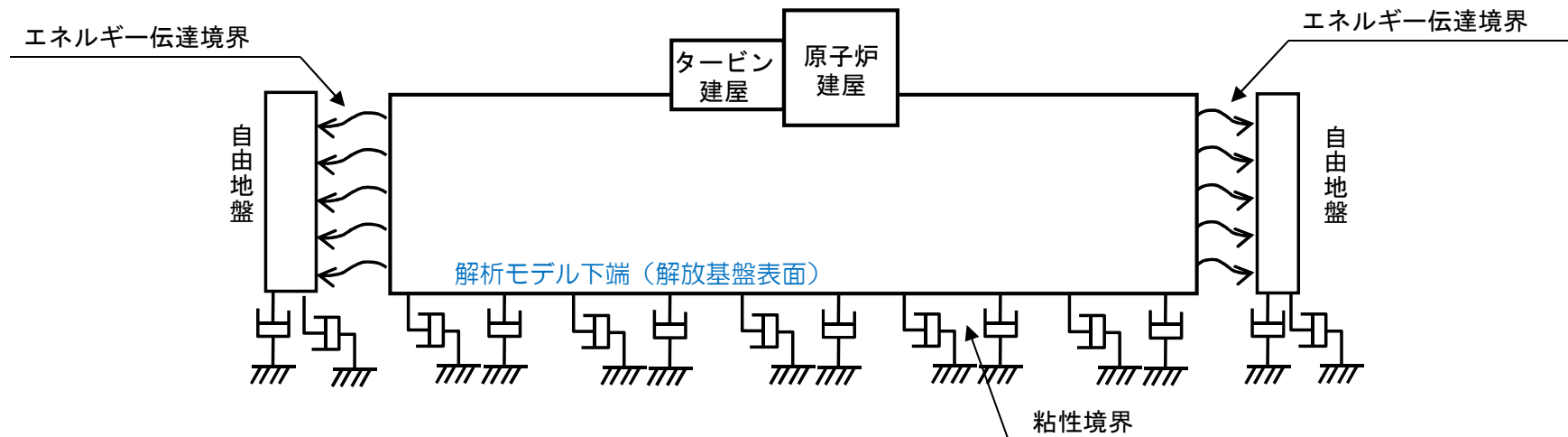
3号炉原子炉建屋内緊急時対策所 汀線直交断面



- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

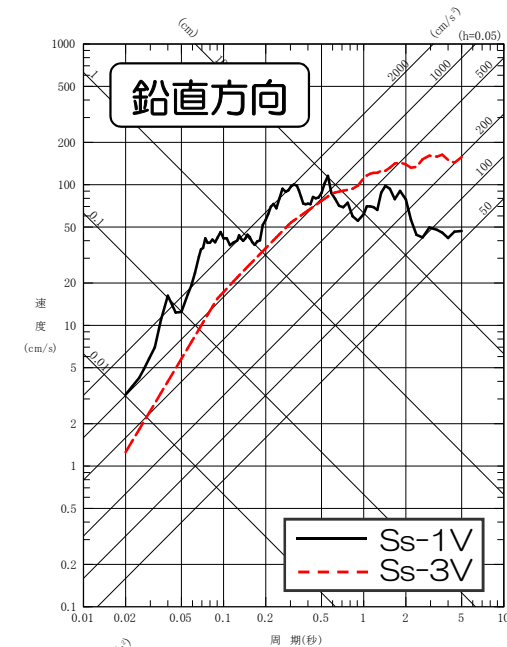
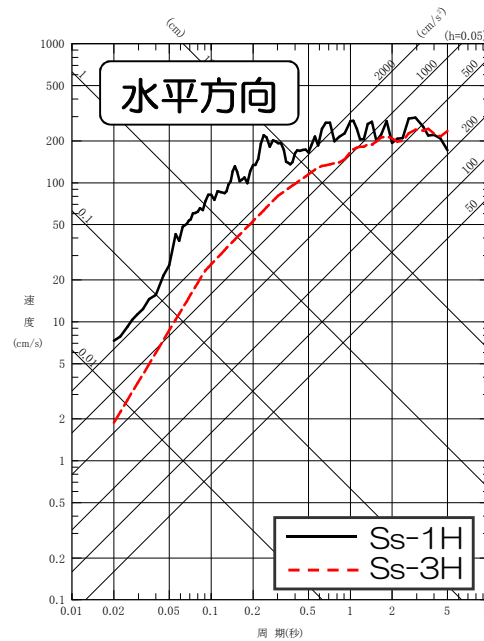
【別冊】補足説明資料

- 6, 7号炉原子炉建屋及び3号炉原子炉建屋内緊急時対策所の基礎地盤安定性評価では, 解放基盤表面までモデル化し, モデル下端から基準地震動 S_s を水平方向及び鉛直方向に同時に入力した。

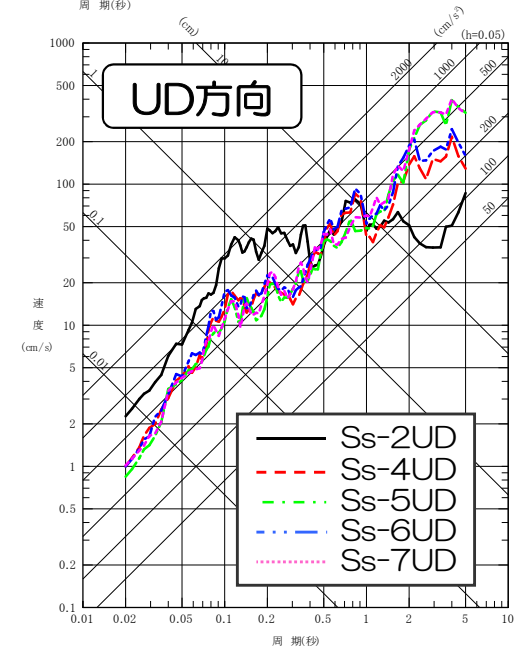
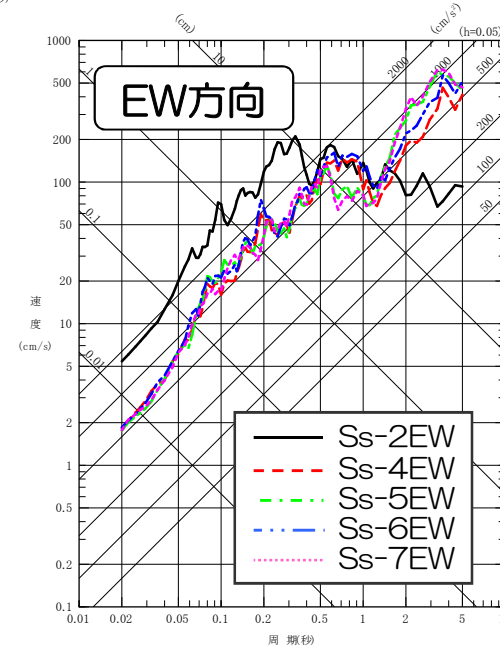
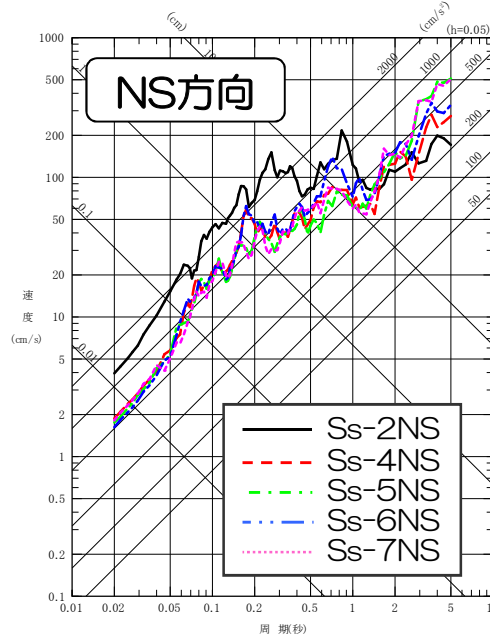


基準地震動	検討用地震		最大加速度値 (Gal)						
			荒浜側			大湊側			
			NS方向	EW方向	UD方向	NS方向	EW方向	UD方向	
Ss-1	F-B断層による地震	応答スペクトルに基づく地震動評価		2300		1050	1050		650
Ss-2		断層モデルを用いた手法による地震動評価		1240	1703	711	848	1209	466
Ss-3	長岡平野西縁断層帯による地震	応答スペクトルに基づく地震動評価	応力降下量1.5倍及び断層傾斜角35°ケースを包絡	600		400	600		400
Ss-4		断層モデルを用いた手法による地震動評価	応力降下量1.5倍	589	574	314	428	826	332
Ss-5			断層傾斜角35°	553	554	266	426	664	346
Ss-6			連動+応力降下量1.5倍	510	583	313	434	864	361
Ss-7			連動+断層傾斜角35°	570	557	319	389	780	349
Ss-8	2004年留萌支庁南部地震を考慮した地震動		—	—	—	650		330	

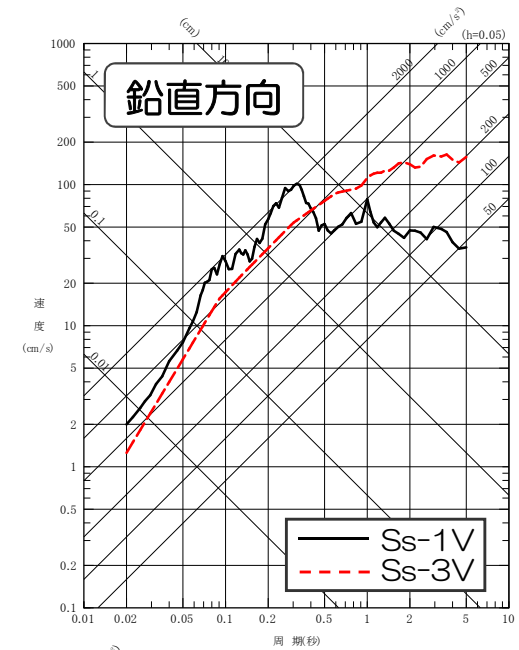
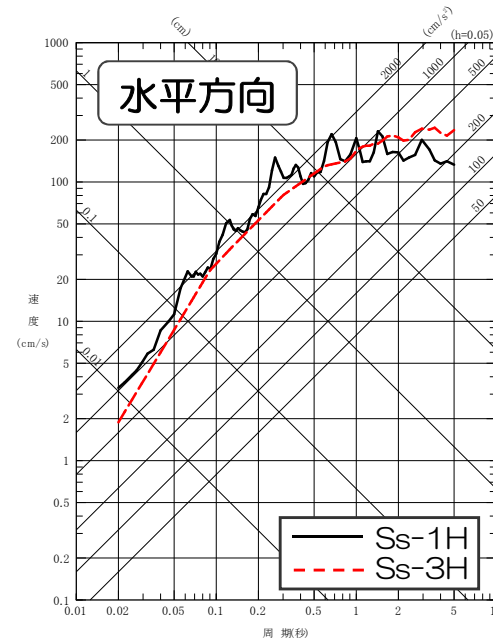
応答スペクトルに基づく
地震動評価による
基準地震動



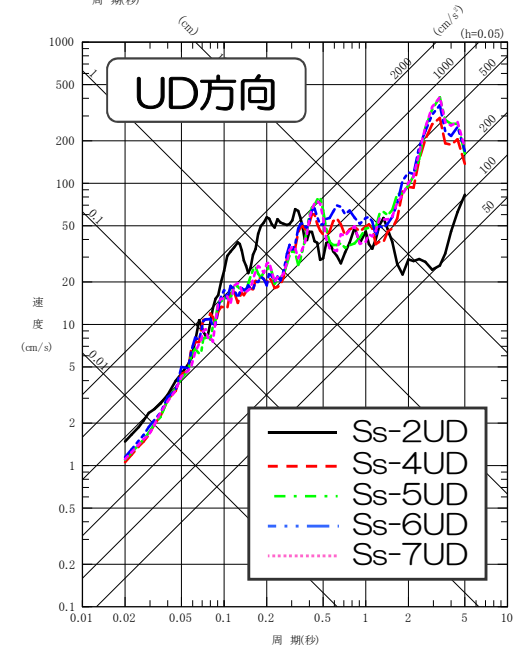
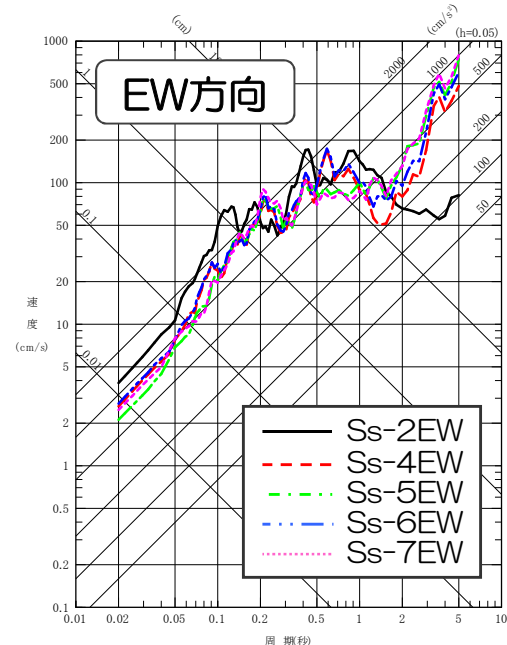
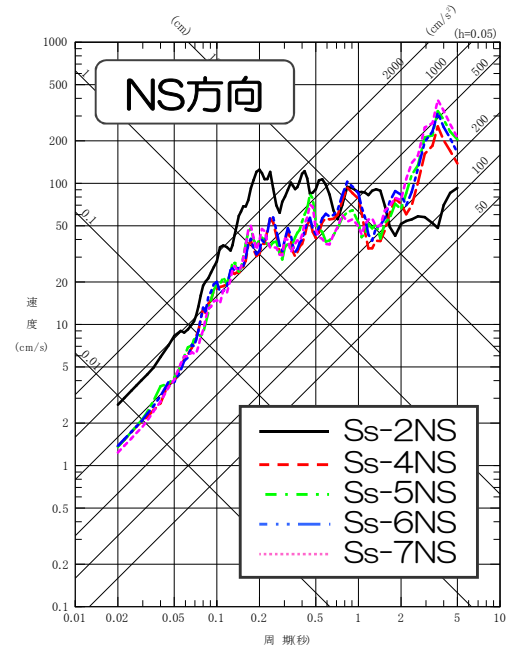
断層モデルを用いた手法
による地震動評価による
基準地震動



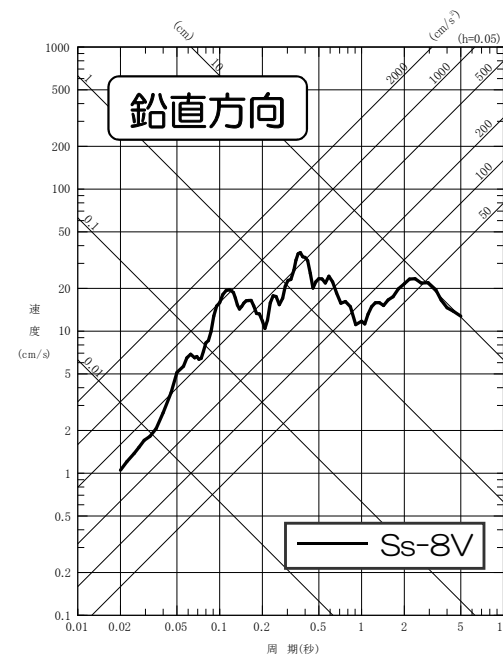
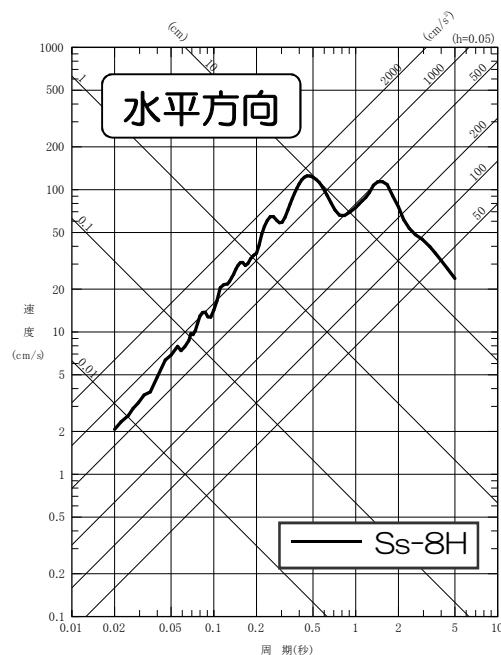
応答スペクトルに基づく
地震動評価による
基準地震動

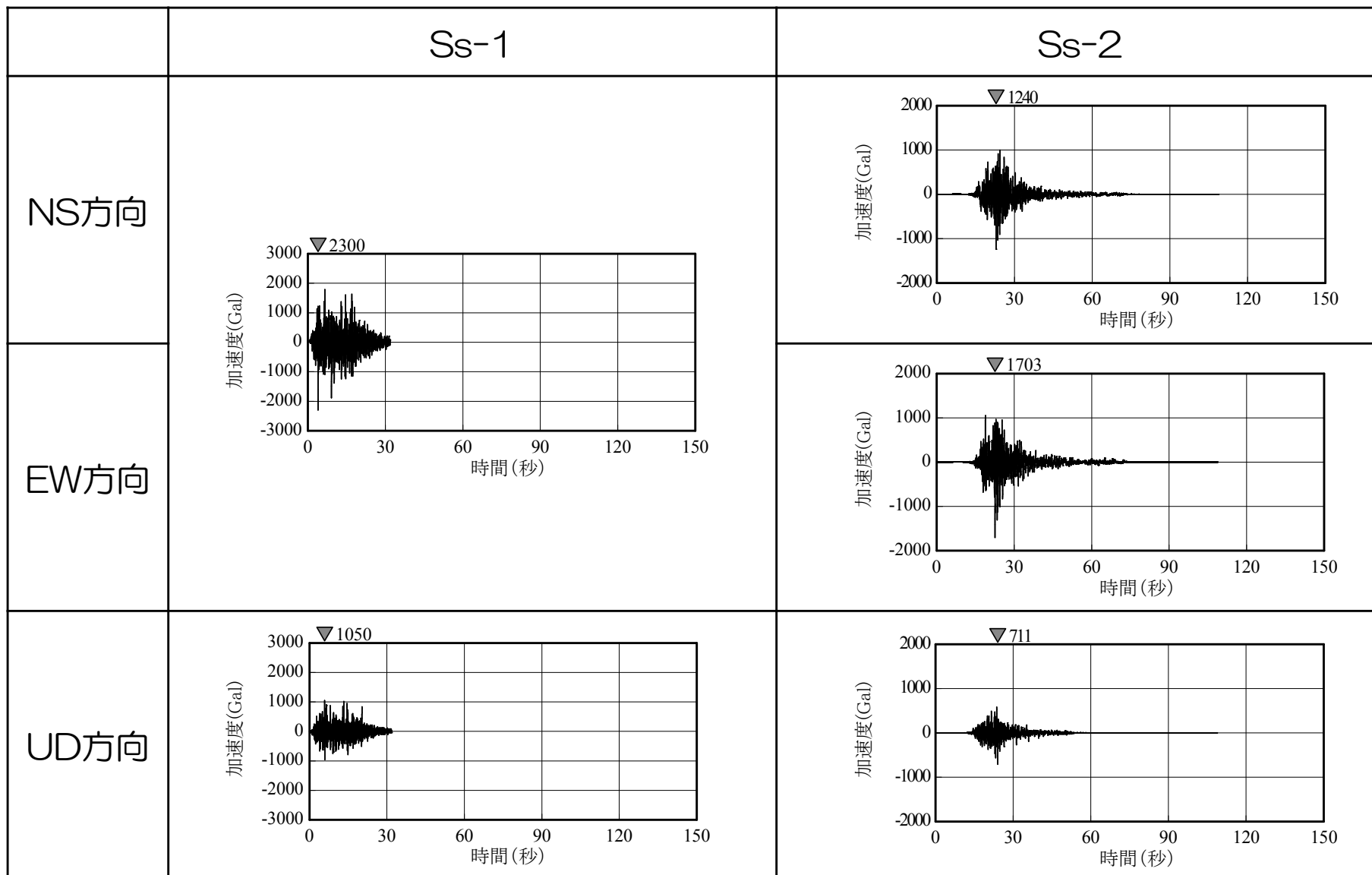


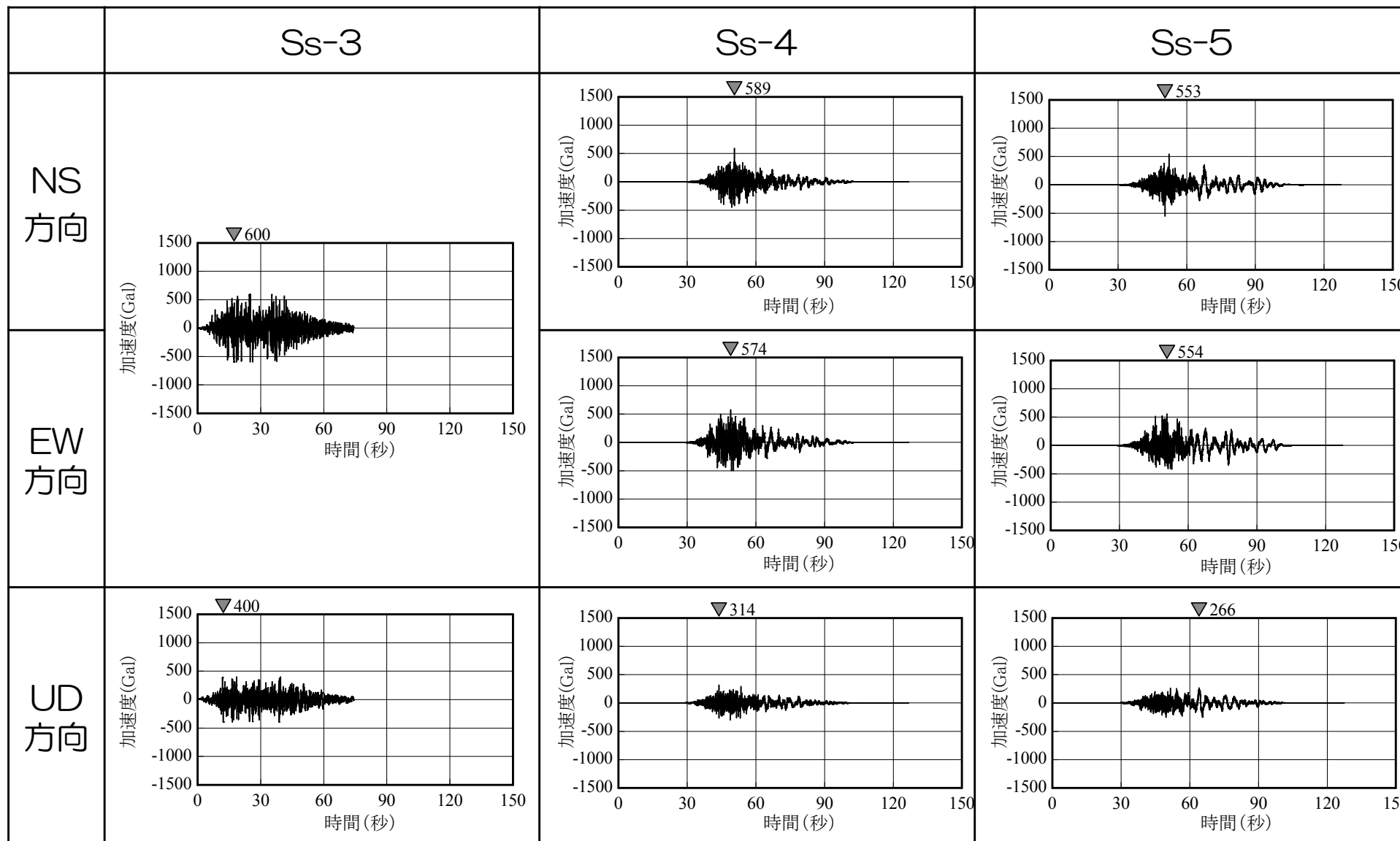
断層モデルを用いた手法
による地震動評価による
基準地震動

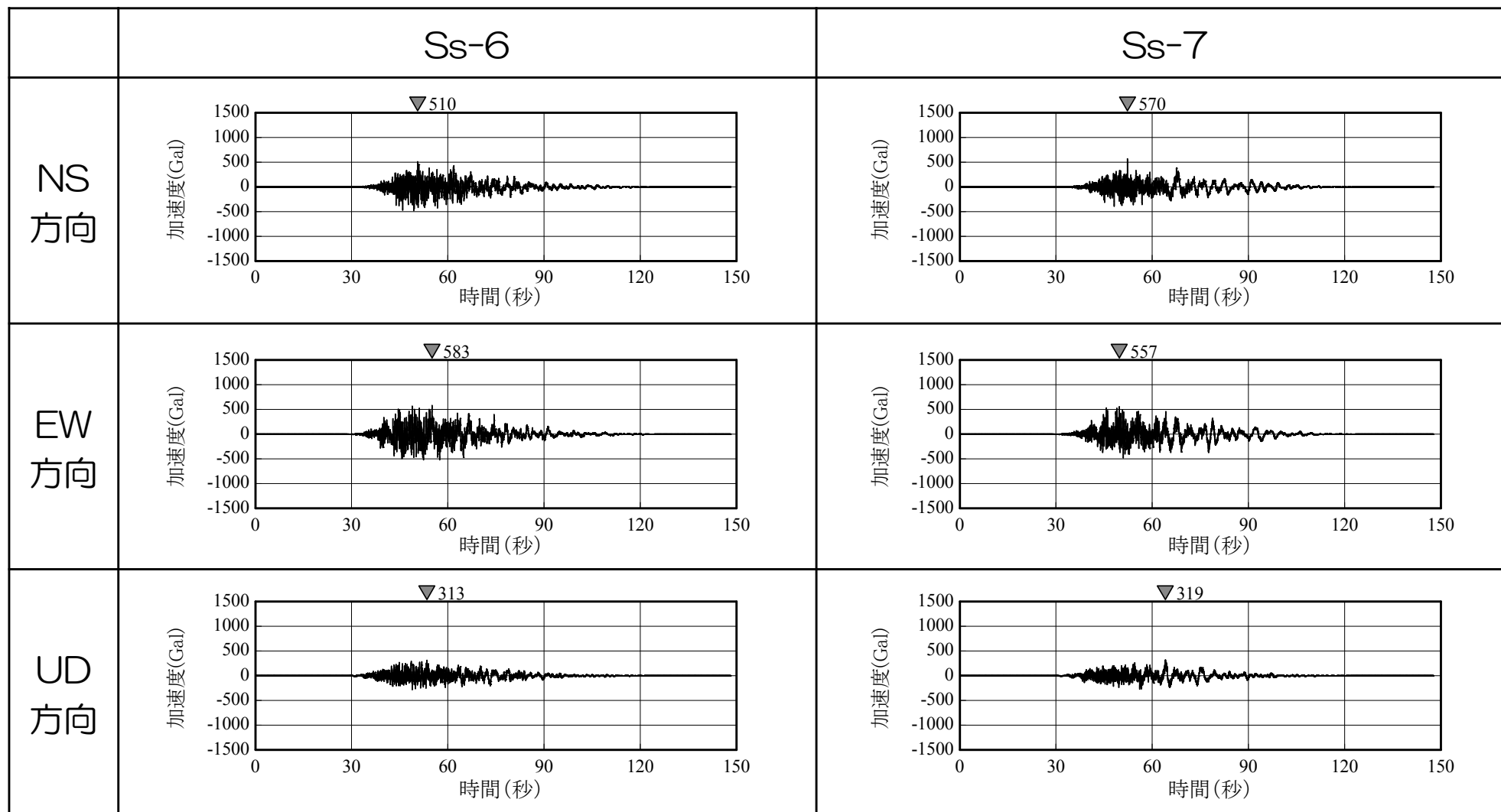


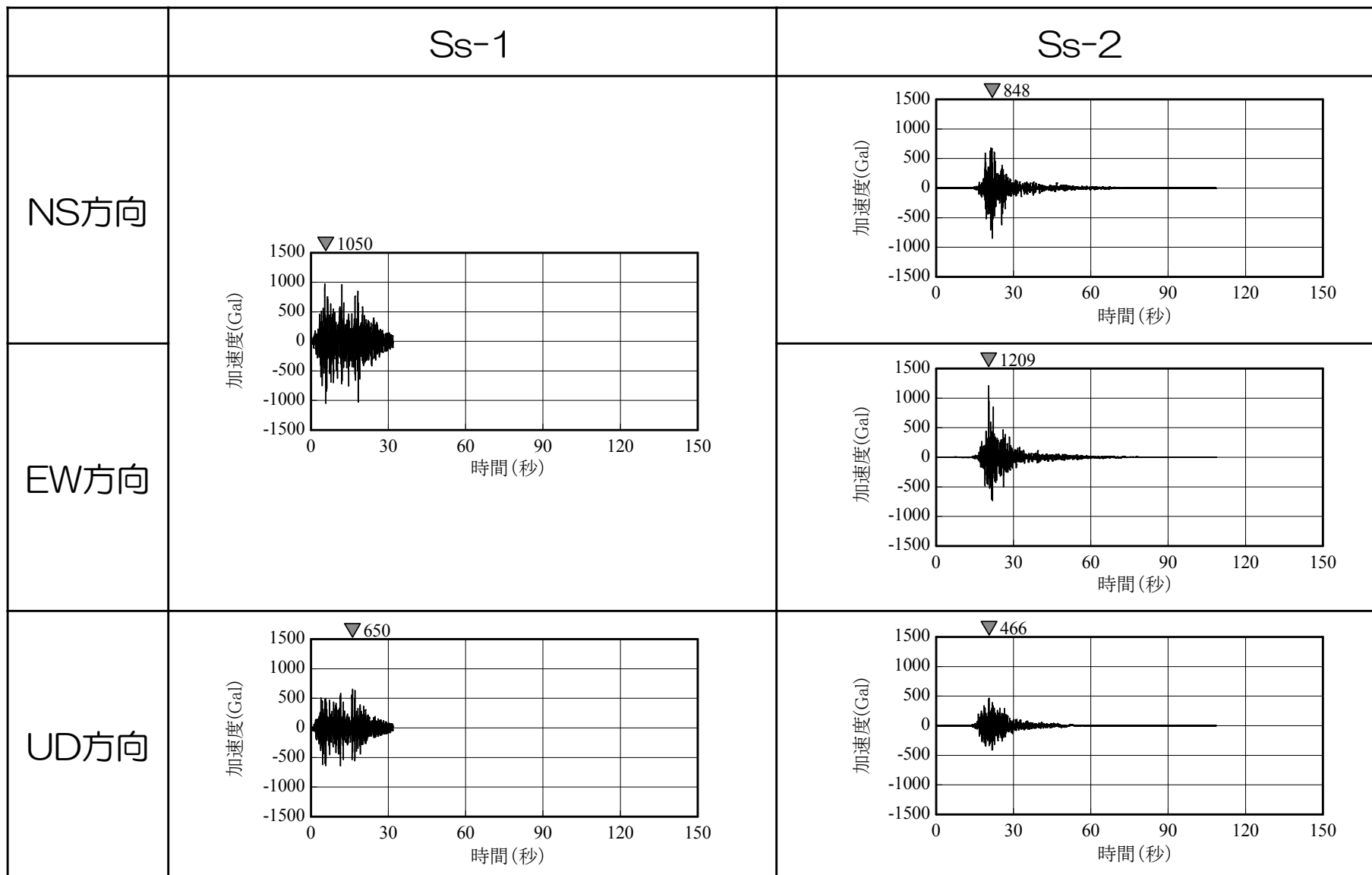
2004年留萌支庁南部地震を考慮した地震動

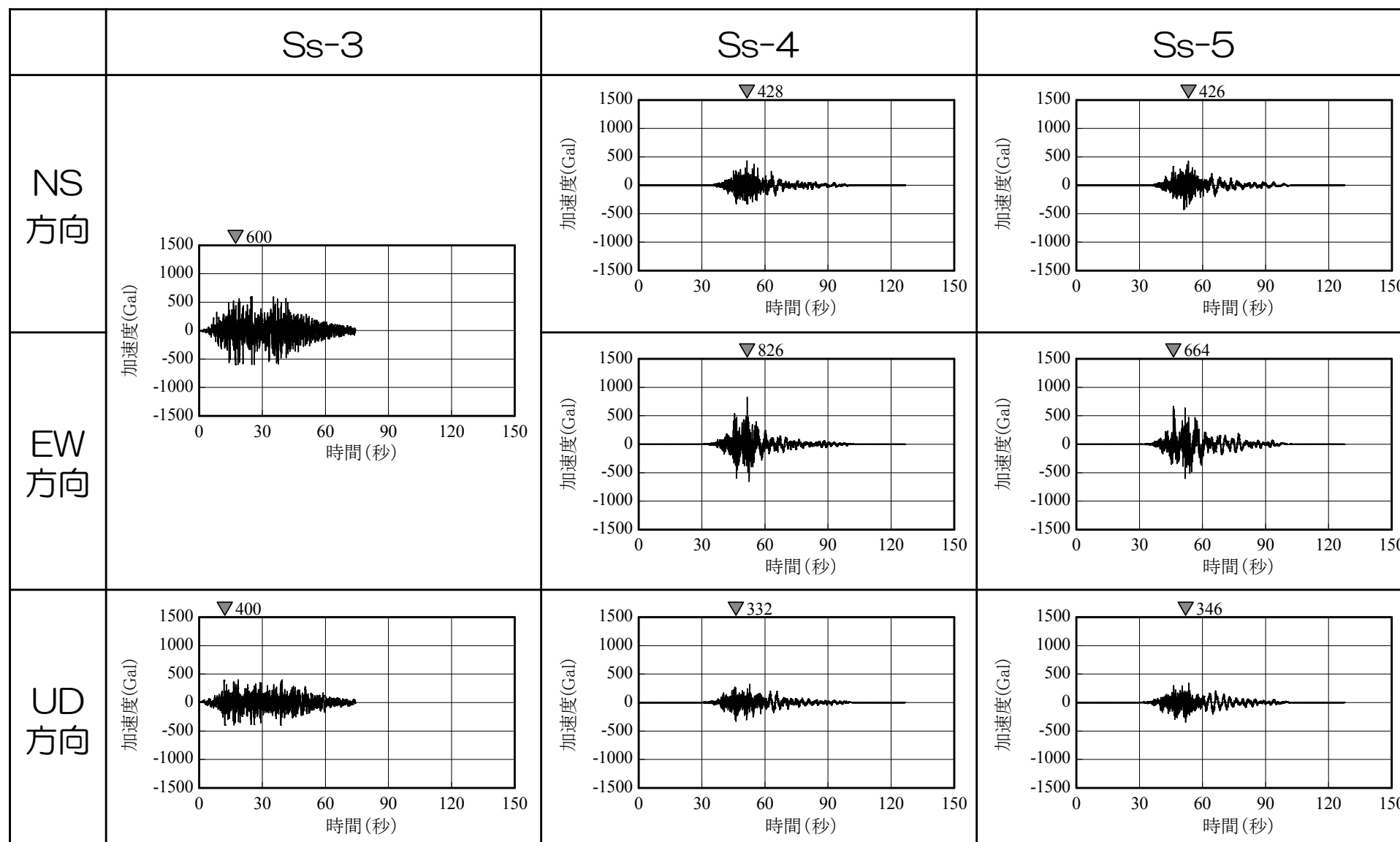


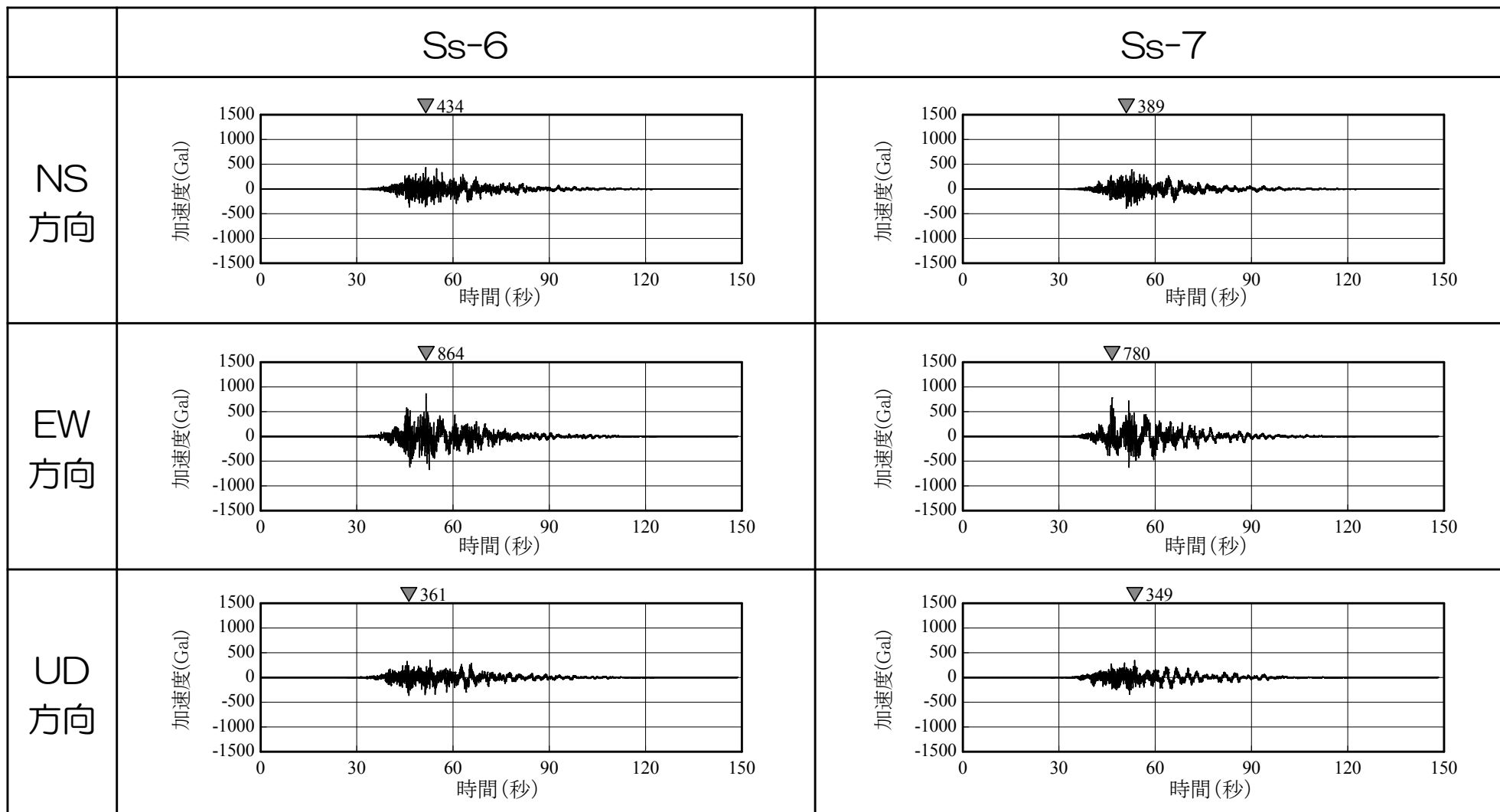


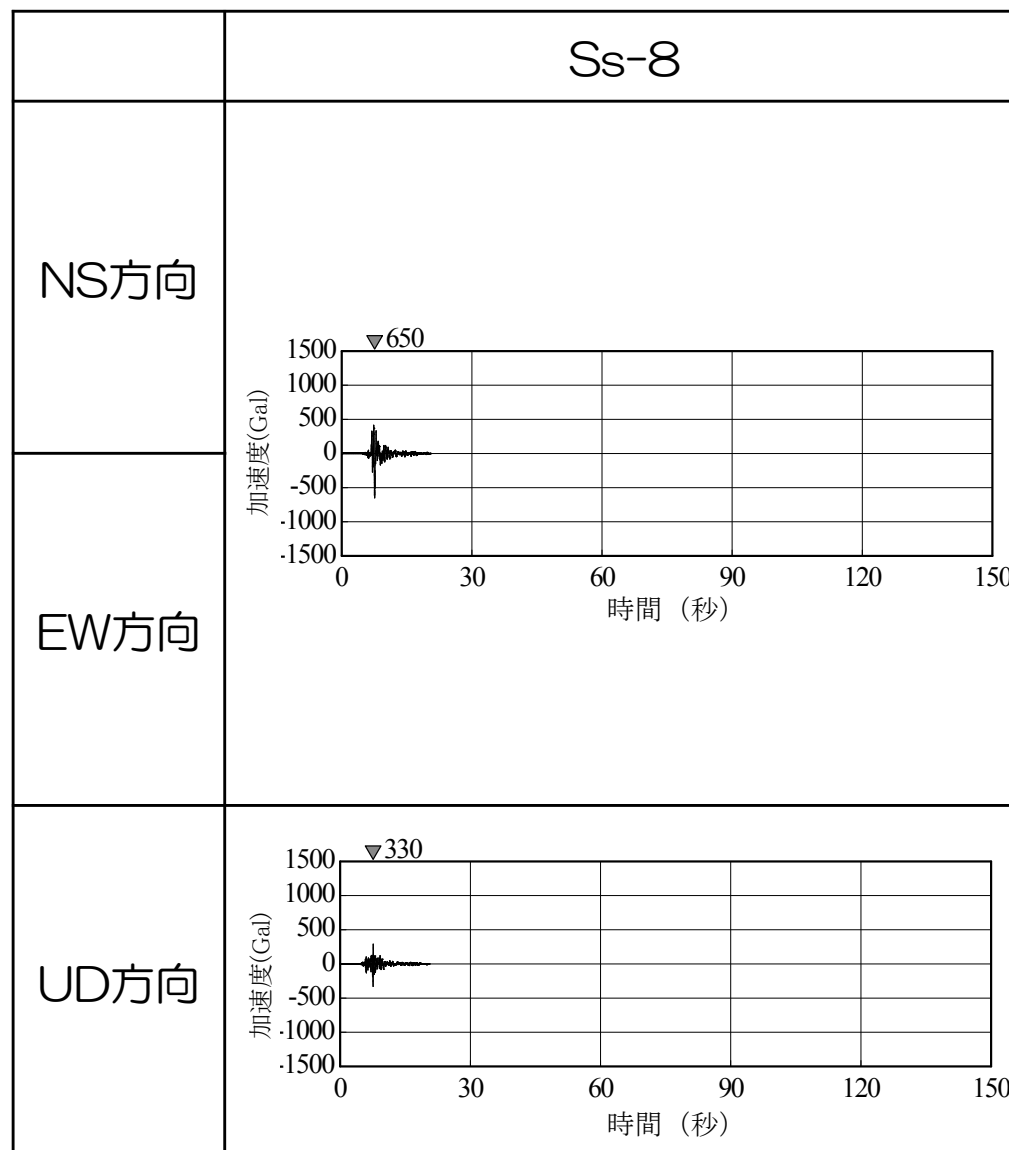




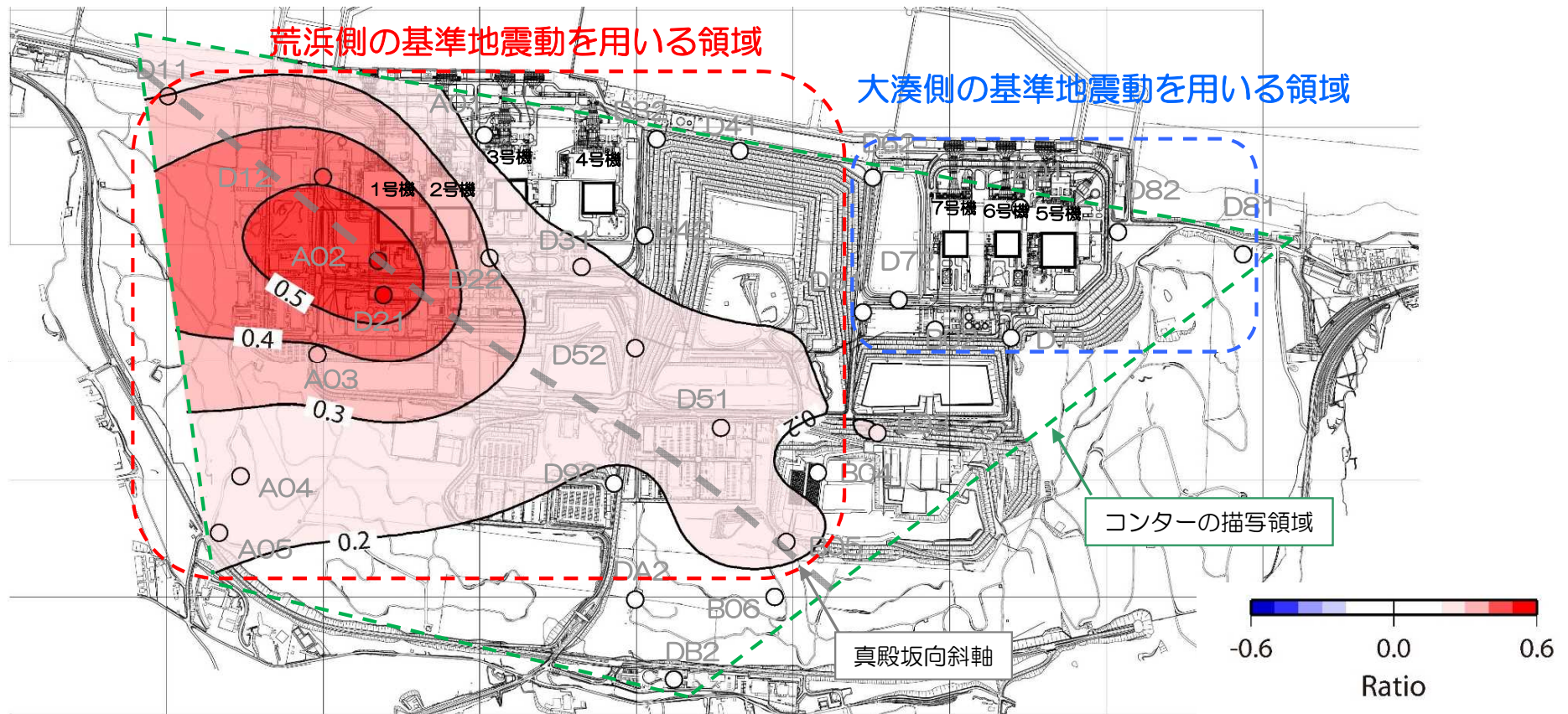


大湊側 入力地震動（基準地震動S_s）時刻歴波形(2)





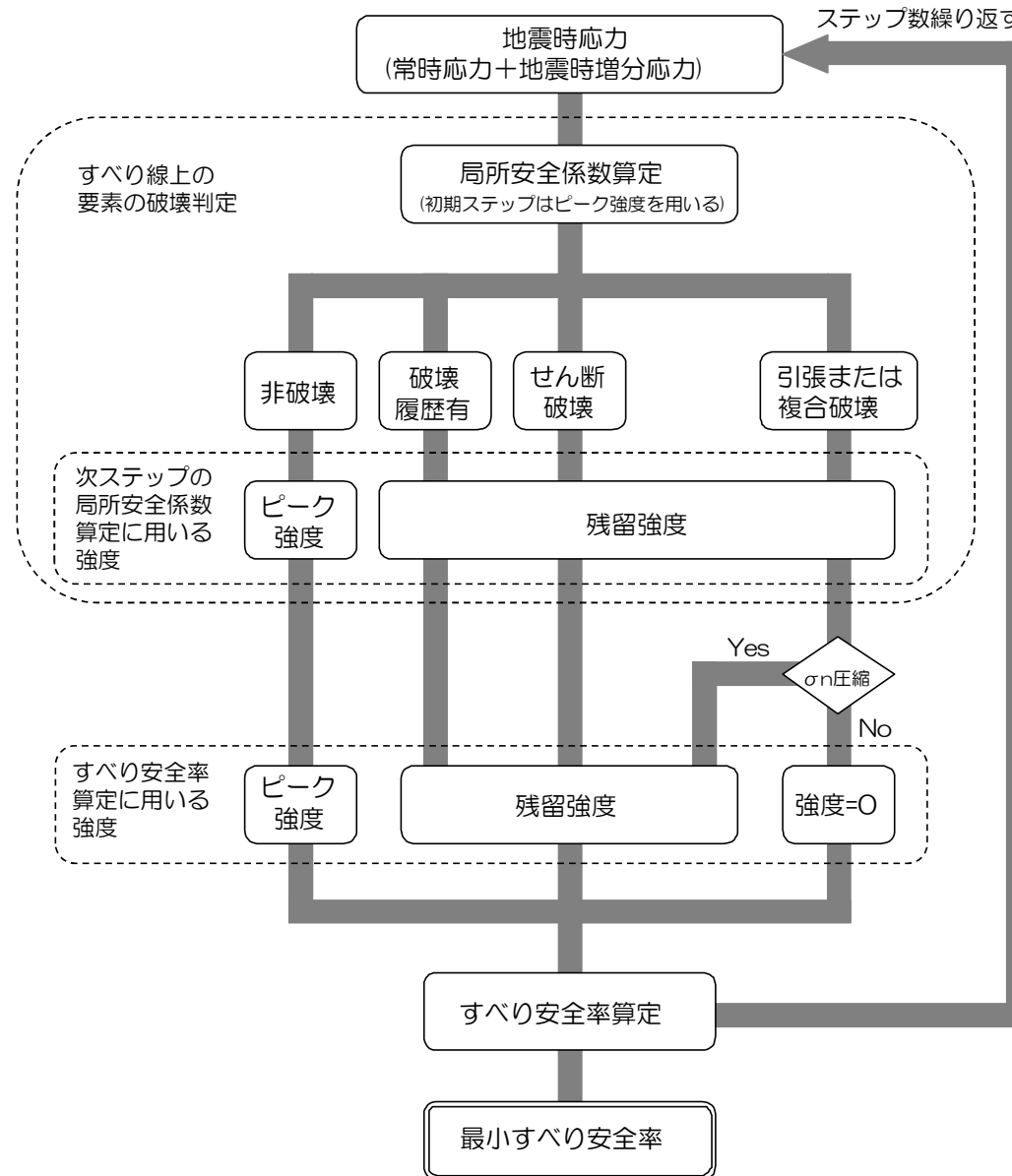
- 各施設の評価に用いる基準地震動は、敷地内の地震波増幅特性を考慮し、以下のとおりとする。
 - 6, 7号炉原子炉建屋の基礎地盤安定性評価は、大湊側の基準地震動を用いる領域に位置することから、大湊側基準地震動を入力地震動に選定した。
 - 3号炉原子炉建屋内緊急時対策所の基礎地盤安定性評価は、荒浜側の基準地震動を用いるエリアに位置することから、荒浜側基準地震動を入力地震動に選定した。



- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

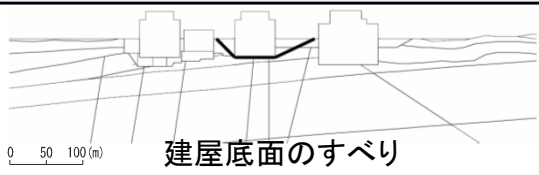

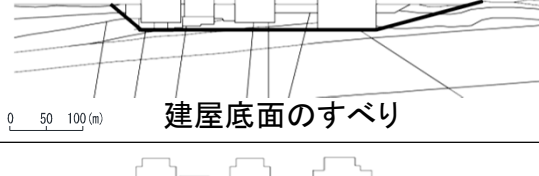
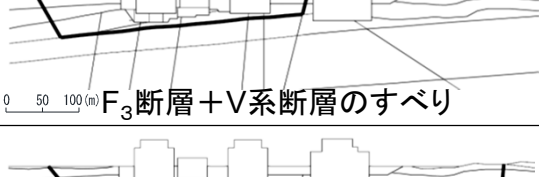
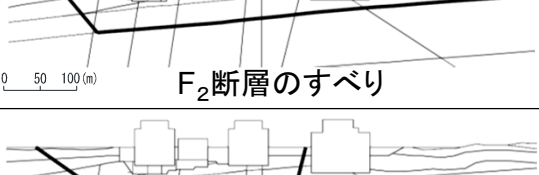
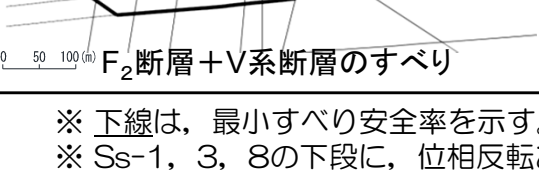
- 動的解析の結果に基づき、適切なすべり面を仮定して、すべり安全率が1.5以上であることを確認する。



すべり安全率の算定フロー

大湊側 基礎地盤のすべり〔6, 7号炉原子炉建屋 汀線平行断面〕

■ すべり安全率は、評価基準値1.5以上であることを確認した。

すべり線形状のパターン	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
 建屋底面のすべり	2.8	4.7	4.1	7.4	7.1	6.3	6.7	4.3
	—		3.8(正,逆)					3.1(逆,正)
 建屋底面のすべり	3.0	4.9	3.4	8.1	7.5	7.7	7.8	4.6
	3.0(正,逆)		3.4(逆,逆)					—
 建屋底面のすべり	3.2	5.0	3.9	7.5	7.5	6.8	7.7	4.2
	—		3.6(逆,逆)					4.0(逆,正)
 F ₃ 断層+V系断層のすべり	1.9	2.6	1.7	3.6	3.5	3.1	3.4	1.9
	1.7(逆,正)		1.6(正,逆)					—
 F ₂ 断層のすべり	1.8	2.9	1.6	3.2	3.6	3.1	3.3	1.9
	—		1.5(正,逆)					1.8(逆,正)
 F ₂ 断層+V系断層のすべり	2.2	4.2	2.1	4.4	4.9	4.4	4.2	2.6
	—		2.0(正,逆)					—

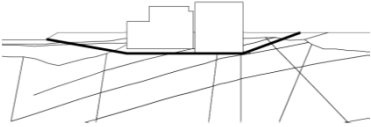
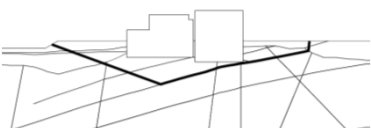
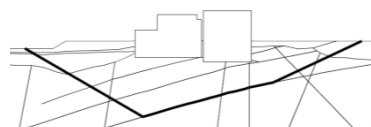
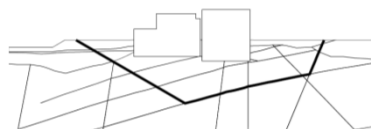
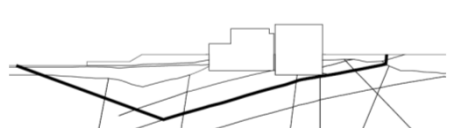
※ 下線は、最小すべり安全率を示す。 ※ Ss-1, 3, 8の上段に、位相反転なしの場合のすべり安全率を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に、位相反転ありの場合のすべり安全率が位相反転なしの場合のすべり安全率を下回った場合の最小すべり安全率を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

大湊側 基礎地盤のすべり〔6号炉原子炉建屋 汀線直交断面〕

■ すべり安全率は、評価基準値1.5以上であることを確認した。

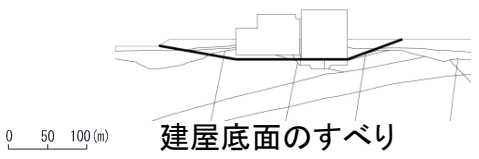
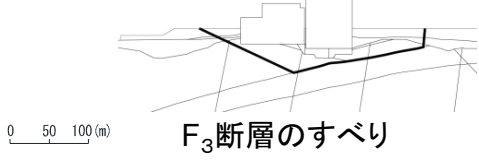
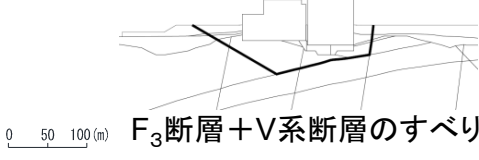
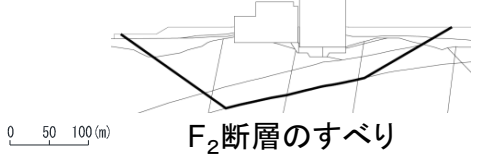
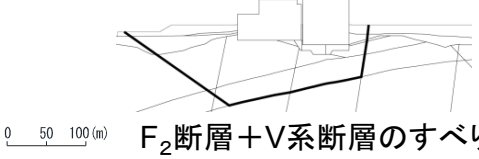
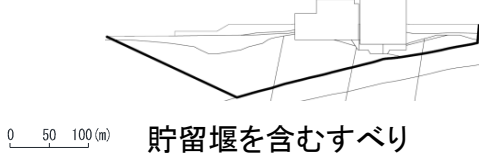
すべり線形状のパターン	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
 0 50 100(m) 建屋底面のすべり	2.8	3.2	4.4	5.7	5.4	4.6	4.0	4.0
	—		3.8(正,逆)					3.7(逆,正)
 0 50 100(m) F ₃ 断層のすべり	2.3	2.5	2.7	3.6	3.0	2.7	2.6	2.2
	2.1(逆,正)		2.4(正,逆)					—
 0 50 100(m) F ₂ 断層のすべり	3.5	3.8	2.6	4.8	4.0	3.9	3.6	3.4
	3.4(逆,正)		2.4(正,逆)					3.2(逆,正)
 0 50 100(m) F ₂ 断層+V系断層のすべり	2.9	3.6	2.8	4.2	3.3	3.2	3.1	2.9
	2.8(逆,正)		2.7(正,逆)					—
 0 50 100(m) 貯留堰を含むすべり	2.5	2.9	2.7	3.7	3.3	3.3	3.0	3.0
	—		2.6(逆,逆)					2.7(逆,正)

※ 下線は、最小すべり安全率を示す。 ※ Ss-1, 3, 8の上段に、位相反転なしの場合のすべり安全率を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に、位相反転ありの場合のすべり安全率が位相反転なしの場合のすべり安全率を下回った場合の最小すべり安全率を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

■ すべり安全率は、評価基準値1.5以上であることを確認した。

すべり線形状のパターン	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
 建屋底面のすべり	2.7	3.2	3.9	4.5	4.2	3.8	4.2	3.3
	2.4(逆,正)		3.7(正,逆)					—
 F ₃ 断層のすべり	1.9	2.6	2.2	2.9	2.6	2.4	2.7	2.2
	1.6(逆,正)		2.0(正,逆)					—
 F ₃ 断層+V系断層のすべり	2.4	3.2	2.5	3.4	2.9	2.8	3.1	2.6
	2.0(逆,正)		2.2(正,逆)					—
 F ₂ 断層のすべり	3.8	4.5	3.3	4.7	3.9	3.9	3.9	3.7
	3.6(逆,正)		3.1(正,逆)					—
 F ₂ 断層+V系断層のすべり	3.7	4.7	3.2	5.1	4.0	4.1	3.8	4.1
	—		3.0(正,逆)					—
 貯留堰を含むすべり	2.7	2.9	2.5	3.7	3.1	3.1	2.8	2.8
	2.7(逆,正)		2.4(逆,正)					2.8(逆,正)

※ 下線は、最小すべり安全率を示す。 ※ Ss-1, 3, 8の上段に、位相反転なしの場合のすべり安全率を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に、位相反転ありの場合のすべり安全率が位相反転なしの場合のすべり安全率を下回った場合の最小すべり安全率を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

大湊側 基礎地盤のすべり〔強度のばらつき評価〕

- 物性のばらつきのうち、評価に最も影響を及ぼす強度のばらつきについて検討を実施した。
- 物性のばらつきとして、強度を「平均-1σ強度」に設定した。
- 各評価断面において、最も安全率が小さいケースを対象に検討を実施した。

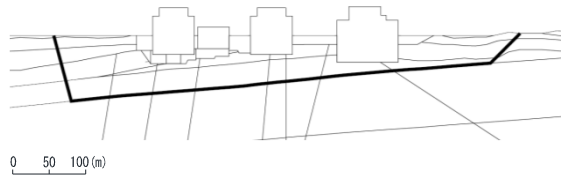
主な地層および断層の解析用物性値（強度）
 上段：平均強度
 下段：平均-1σ強度

	西山層	F系断層（粘土部）	F系断層（破砕部）
ピーク強度 C_u (N/mm ²)	$1.37 - 0.00504 \cdot Z$ $\underline{1.13 - 0.00504 \cdot Z}$	$0.286 + 0.191 \cdot P$ $\underline{0.243 + 0.191 \cdot P}$ 粘土部と破砕部の強度の低い方を用いる。	$0.279 + 0.242 \cdot P$ $\underline{0.215 + 0.242 \cdot P}$
引張強度 σ_t (N/mm ²)	$0.335 - 0.00157 \cdot Z$ $\underline{0.216 - 0.00157 \cdot Z}$	—	—
残留強度 C_{ur} (N/mm ²)	$0.673 - 0.00201 \cdot Z$ $\underline{0.479 - 0.00201 \cdot Z}$	$0.219 + 0.251 \cdot P$ $\underline{0.174 + 0.251 \cdot P}$ 粘土部と破砕部の強度の低い方を用いる。	$0.278 + 0.181 \cdot P$ $\underline{0.212 + 0.181 \cdot P}$

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。

大湊側 基礎地盤のすべり〔強度のばらつき評価〕

- 強度のばらつきを考慮した評価の結果、すべり安全率は「平均強度」で1.5、「平均-1σ強度」で1.3となった。「平均-1σ強度」においては、1.5を下回るものの、いずれも1.0を上回ることを確認した。
- 評価に用いている2次元解析モデルは、平面ひずみを仮定し、すべり面が奥行き方向に無限に続いた状態を評価しており、保守的な評価であることから、6,7号炉原子炉建屋平行断面について、奥行き方向の側面抵抗効果を考慮した解析的検討*を実施した。

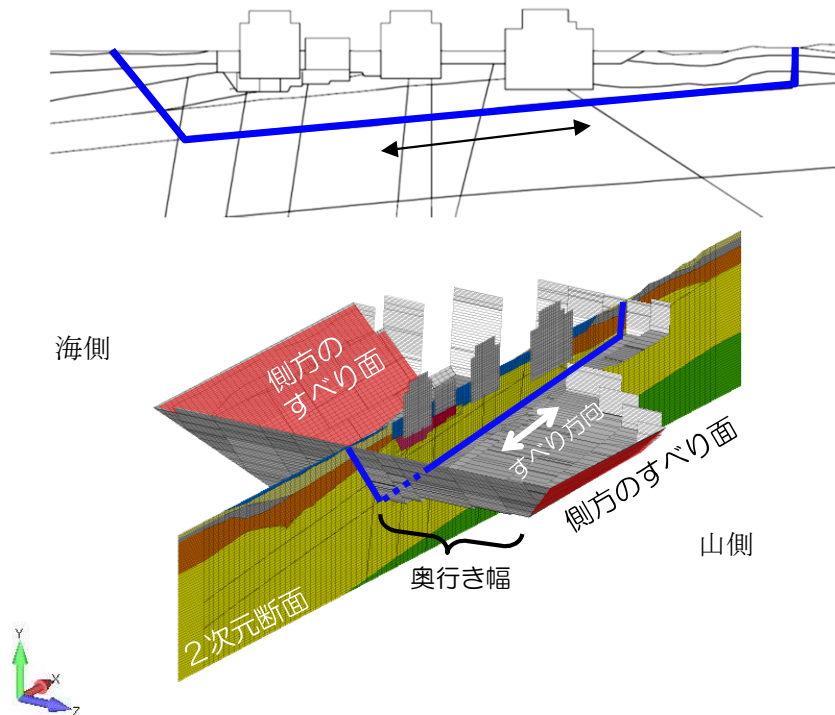
評価対象断面 及び地震動	すべり線形状のパターン	すべり安全率 〔平均強度〕	すべり安全率 〔平均-1σ強度〕
6,7号炉原子炉建屋 汀線平行断面 【Ss-3(正,逆)】	 <p>F₂断層のすべり</p>	1.5	1.3

※ 基準地震動Ss-3の(正,逆)は、鉛直反転を示す。

※ 大島ほか；側方効果を考慮した擬似3次元モデルによる地盤安定性評価法，
地盤工学ジャーナル，Vol. 10，No. 2，225-234，2015. 6.

評価概要

- 評価に用いている2次元解析モデルは、平面ひずみを仮定し、すべり面が奥行き方向に無限に続いた状態を評価しており、すべり線に沿った抵抗力しか考慮しておらず、保守的な評価である。
- 実際には、奥行き方向に地質は変化しており、すべり土塊を想定した場合には側面部もすべり抵抗として作用することから、6, 7号炉原子炉建屋平行断面について、奥行き方向の側面抵抗効果を考慮した評価を実施した。
- すべり安全率算定に用いる強度は、「平均 -1σ 強度」とした。

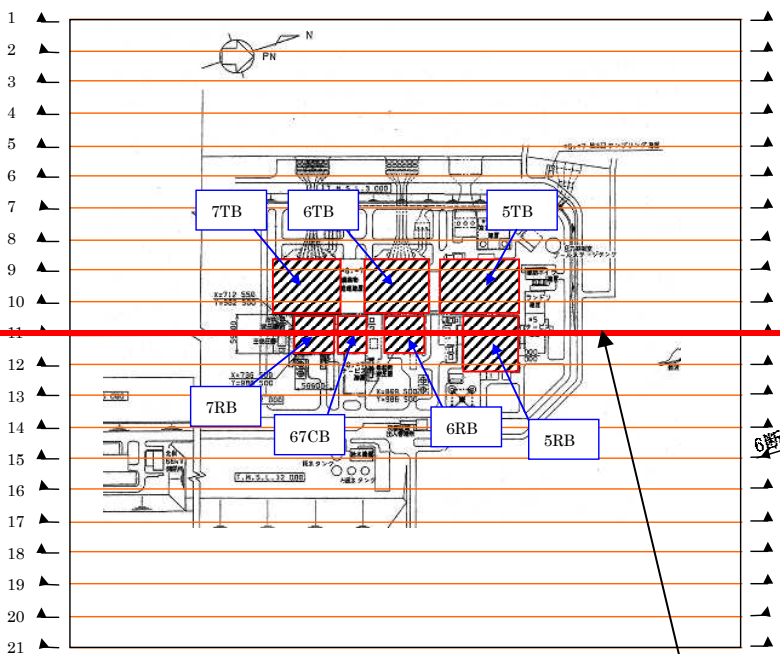


基礎地盤安定性評価ではすべり線に沿った抵抗力しか考慮していない。

実際には、平面奥行き方向の側面もすべり抵抗として作用する。

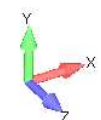
評価方法

- 一定間隔で二次元断面を作成し、それぞれ解析(常時及び地震時増分)を実施して地震時応力を算定した。
- 2次元解析ですべり安全率が最小となったケースを対象に実施した。
- 解析用地盤物性値や境界条件等の解析条件は、二次元解析に準じて設定した。



平面図

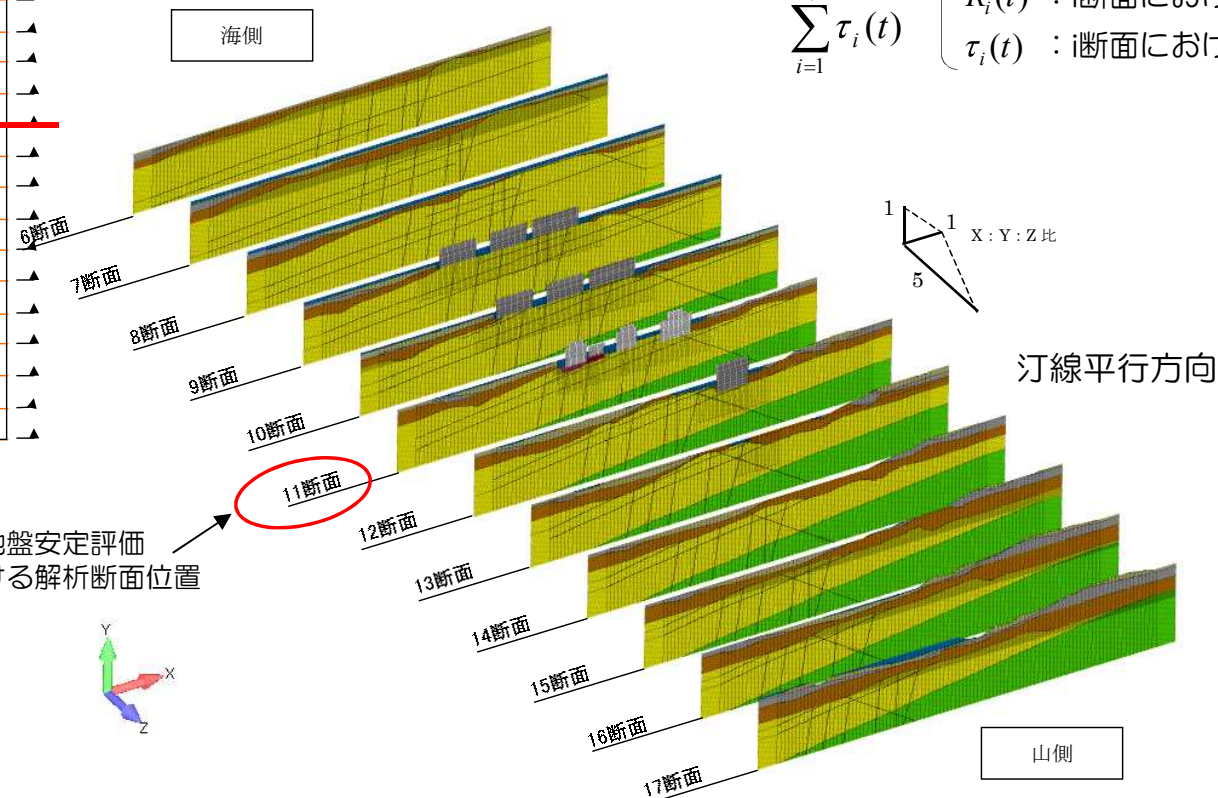
基礎地盤安定評価
における解析断面位置



すべり安全率の計算方法

$$F_s(t) = \frac{\sum_{i=1}^n R_i(t)}{\sum_{i=1}^n \tau_i(t)}$$

$F_s(t)$: 全体の安全率
 $R_i(t)$: 断面における抵抗力
 $\tau_i(t)$: 断面における滑動力



〔強度ばらつき評価：奥行きを考慮した評価(3)〕

評価ケース

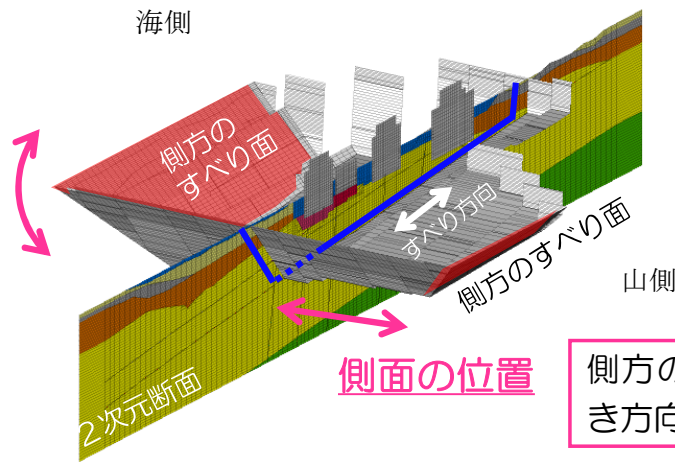
- 評価ケースとして、側方のすべり面の位置、および側方のすべり面の立上角度をパラメータとし、複数のすべり形状を設定し、すべり形状の不確かさを考慮した。なお、すべり面の範囲については、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2008」を参考に建屋幅の2.5倍を目安に保守的に設定した。

評価ケース	評価断面	: 6, 7号炉原子炉建屋汀線平行断面
	すべり面	: F ₂ 断層を通るすべり
	地震動	: S _s -3(正,逆)
	側面の位置	: 山側で建屋側面位置~建屋幅の2.5倍程度の間で複数のパターンを設定
	側面立上角度	: 67.5, 45, 33度*

*45度を基本に、90度との中間値として67.5度を設定した。また、海側のすべり面の範囲を護岸付近までとし、33度を設定した。

側方のすべり面の傾きは立上角度をパラメータとして決定

側面の立上角度



側方のすべり面の位置は奥行き方向の幅をパラメータ



〔強度ばらつき評価：奥行きを考慮した評価(4)〕

評価結果

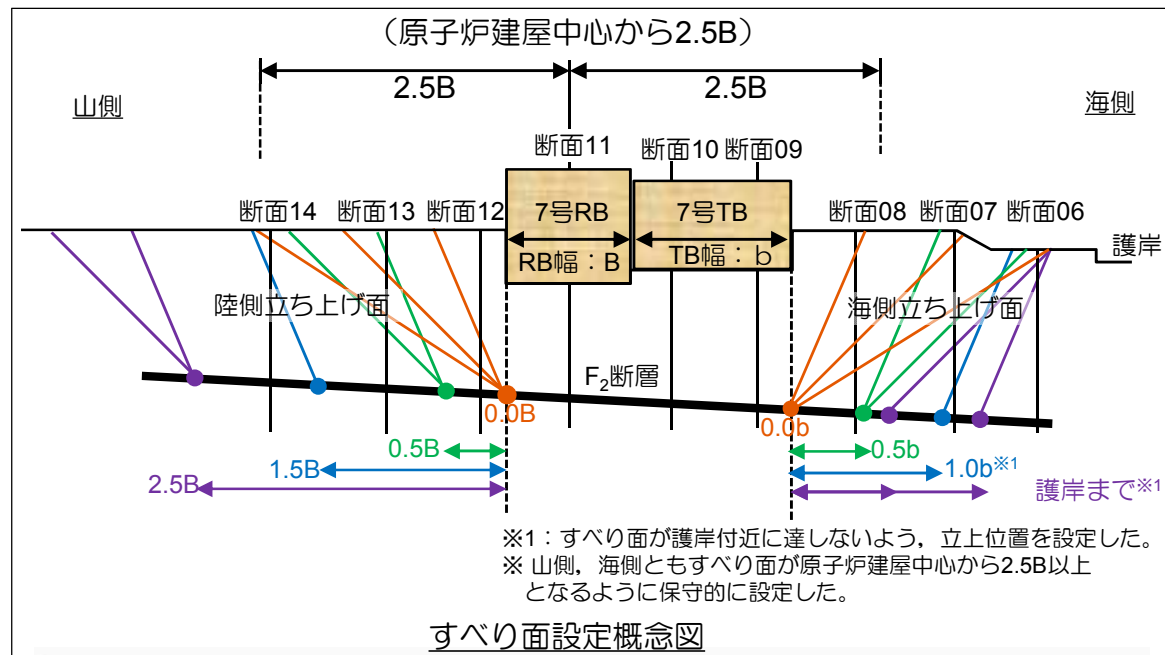
■ 奥行きを考慮した場合のすべり安全率は2.7程度となり、評価基準値1.5以上であることを確認した。

評価の手順

①側面の立上角度を67.5度に設定し、建屋側面の立上位置を建屋側面（山側）から0.0B、0.5B、1.5B、2.5Bとしたケースについて検討を行った。なお、海側はすべり面の範囲を護岸付近までとし、立上位置を設定した。

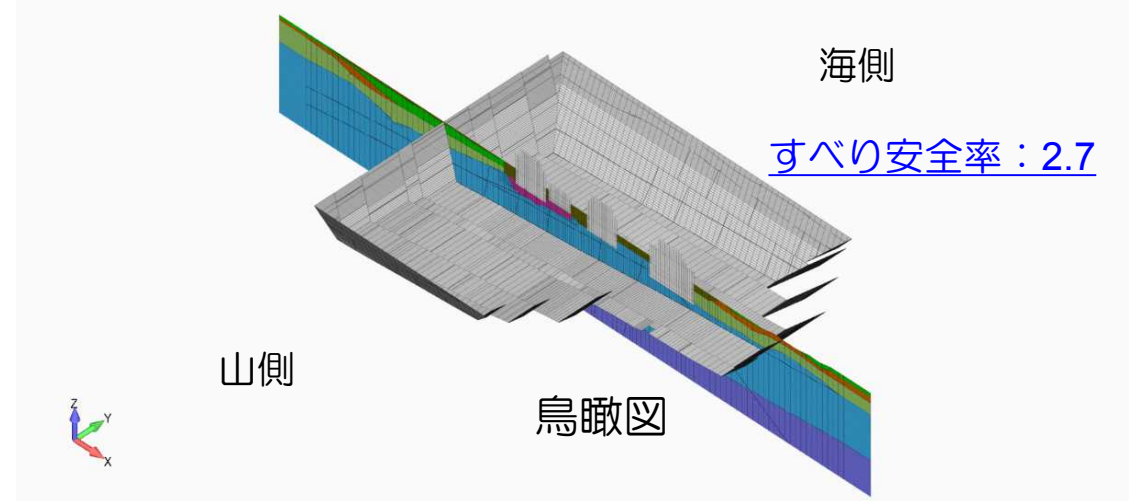
②立上角度を45度に設定し、建屋側面の立上位置を0.0Bと①で最小すべり安全率となる2.5Bの検討を行った。なお、参考として、建屋側面の立上位置0.5Bの算定も行った。

③さらに立上角度を33度（建屋側面の立上位置0.0Bから護岸付近までの角度）に設定して、建屋側面の立上位置を0.0Bの検討を行った。



すべり安全率一覧

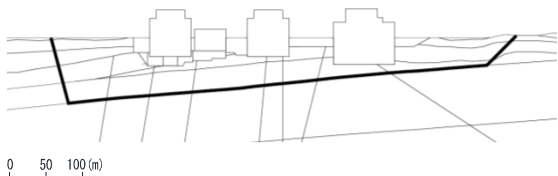
山側側面の 側面の 立上角度	Ss-3			
	0.0B	0.5B	1.5B	2.5B
67.5度	3.3	2.9	2.8	2.7
45度	3.1	(3.0)	—	2.7
33度	3.3	すべり面が護岸より海側へ及ぶため 実施せず		



すべり安全率が最小となるケース（立上位置：2.5B、角度：67.5度）

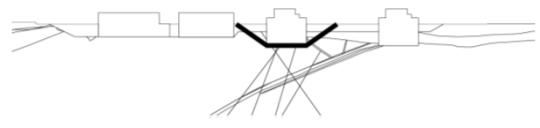
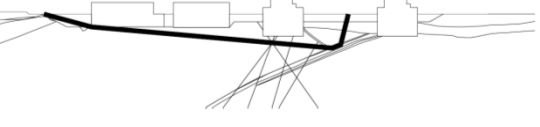
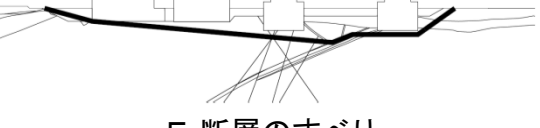

大湊側 基礎地盤のすべり〔強度のばらつき評価 まとめ〕

- 強度のばらつきを考慮した二次元地震応答解析における評価の結果、すべり安全率は1.5を下回るものの、奥行き方向の側面抵抗効果を考慮した地震応答解析による評価の結果、すべり安全率は評価基準値1.5以上であることを確認した。

評価対象断面 及び地震動	すべり線形状のパターン	すべり安全率 〔平均強度〕	すべり安全率 〔平均-1 σ 強度〕	すべり安全率 〔平均-1 σ 強度〕 (奥行考慮)
6, 7号炉原子炉建屋 汀線平行断面 【Ss-3(正,逆)】	 <p>F₂断層のすべり</p>	1.5	1.3	2.7

※ 基準地震動Ss-3の(正,逆)は、鉛直反転を示す。

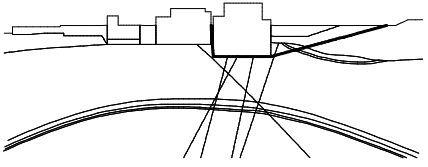
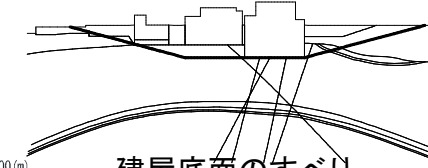
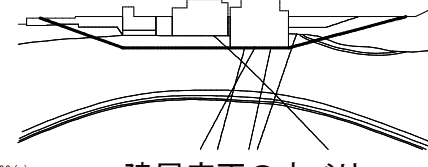
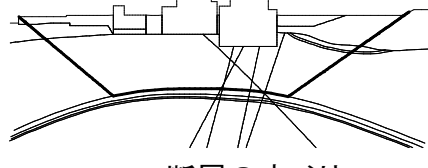
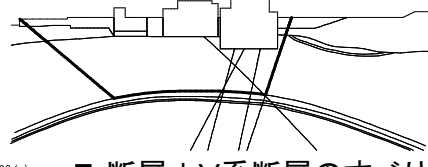
- すべり安全率は、評価基準値1.5以上であることを確認した。

すべり線形状のパターン	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7
 <p>建屋底面のすべり</p>	3.4	4.1	4.2	7.7	5.0	6.0	6.1
	2.5(正,逆)		4.2(逆,逆)				
 <p>F₅+②断層のすべり</p>	2.2	3.4	3.0	5.5	3.2	4.0	3.8
	1.9(逆,逆)		2.9(正,逆)				
 <p>F₅断層のすべり</p>	2.1	3.1	2.8	5.1	3.0	3.6	3.5
	1.6(正,逆)		2.7(正,逆)				
 <p>F₅断層+V系断層のすべり</p>	2.6	4.2	3.5	7.1	4.4	4.4	4.2
	2.0(逆,逆)		3.3(逆,逆)				

※ 下線は、最小すべり安全率を示す。 ※ Ss-1, 3の上段に、位相反転なしの場合のすべり安全率を記載。
 ※ Ss-1, 3の下段に、位相反転ありの場合のすべり安全率が位相反転なしの場合のすべり安全率を下回った場合の最小すべり安全率を記載。
 ※ Ss-1, 3の下段に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

荒浜側 基礎地盤のすべり〔3号炉原子炉建屋 汀線直交断面〕

■ すべり安全率は、評価基準値1.5以上であることを確認した。

すべり線形状のパターン	Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7
 建屋底面のすべり <small>0 50 100(m)</small>	2.5	3.0	3.6	4.1	4.8	3.8	3.6
	1.6(正,逆)		3.3(正,逆)				
 建屋底面のすべり <small>0 50 100(m)</small>	2.3	2.2	3.6	3.7	4.1	3.4	3.6
	1.6(正,逆)		3.4(正,逆)				
 建屋底面のすべり <small>0 50 100(m)</small>	2.4	2.4	3.5	3.8	4.1	3.5	3.6
	1.7(正,逆)		3.5(正,逆)				
 F ₅ 断層のすべり <small>0 50 100(m)</small>	1.8	3.6	2.9	3.7	3.0	3.0	3.0
	1.8(逆,逆)		2.9(正,逆)				
 F ₅ 断層+V系断層のすべり <small>0 50 100(m)</small>	2.0	4.6	3.5	4.6	3.3	3.2	3.2
	2.0(正,逆)		3.4(逆,逆)				

※ 下線は、最小すべり安全率を示す。 ※ Ss-1, 3の上段に、位相反転なしの場合のすべり安全率を記載。

※ Ss-1, 3の下段に、位相反転ありの場合のすべり安全率が位相反転なしの場合のすべり安全率を下回った場合の最小すべり安全率を記載。

※ Ss-1, 3の下段に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

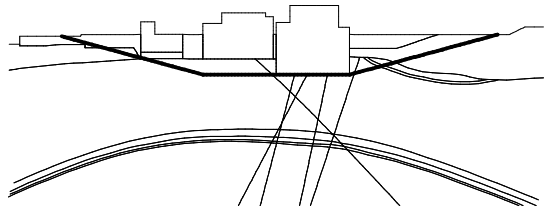
- 物性のばらつきのうち、評価に最も影響を及ぼす強度ばらつきについての検討を実施した。
- 物性のばらつきとして、強度を「平均-1σ強度」に設定した。
- 各評価断面において、最も安全率が小さいケースを対象に検討を実施した。

主な地層および断層の解析用物性値（強度）
 上段：平均強度
 下段：平均-1σ強度

	西山層	F5断層
ピーク強度 C_u (N/mm ²)	低圧部：0.58-0.0011・Z 低圧部： <u>0.45-0.0011・Z</u> 高圧部：0.83-0.0056・Z 高圧部： <u>0.47-0.0056・Z</u>	0.40+0.06・P <u>0.35+0.06・P</u>
内部摩擦角	6.5+0.021・Z <u>3.0+0.021・Z</u>	—
引張強度 σ_t (N/mm ²)	0.48 <u>0.26</u>	—
残留強度 C_{ur} (N/mm ²)	0.49-0.0016・Z <u>0.26-0.0016・Z</u>	0.23+0.24・P <u>0.13+0.24・P</u>

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。

- 強度のばらつきを考慮した評価の結果、すべり安全率は、評価基準値1.5以上であることを確認した。

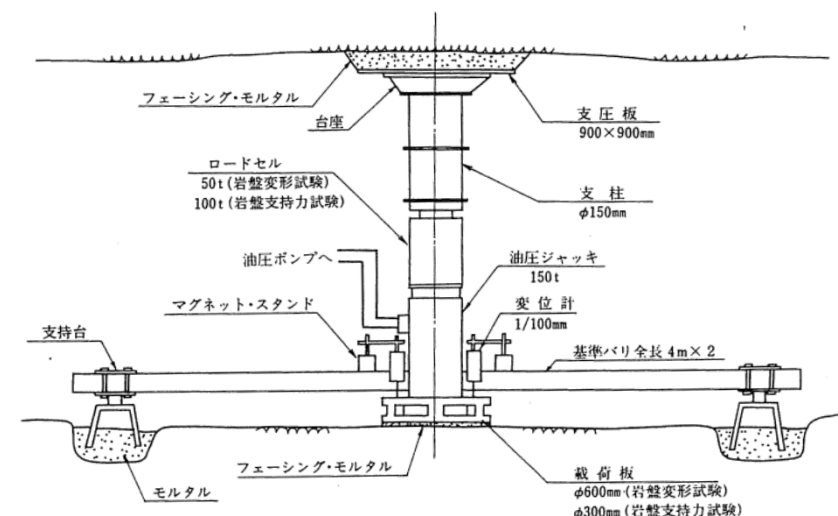
評価対象断面 及び地震動	すべり線形状のパターン	すべり安全率 〔平均強度〕	すべり安全率 〔平均-1σ強度〕
3号炉原子炉建屋 汀線直交断面 【Ss-1(正,逆)】	 <p style="text-align: center;">建屋底面のすべり</p>	1.6	1.6

※ 基準地震動Ss-1の(正,逆)は、鉛直反転を示す。

基礎の支持力〔評価方針〕

- 原位置試験の結果等に基づき、基礎地盤支持力の評価基準値を設定し、二次元有限要素法に基づく地震応答解析（周波数応答解析）により求められる基礎の接地圧（鉛直応力）が評価基準値を超えていないことを確認する。

対象施設	基礎地盤支持力の評価基準値 (N/mm ²)	備考
6号炉原子炉建屋	6.0 (5.4)	各号炉の岩盤支持力試験の最大荷重の平均値 ()内は最小値
7号炉原子炉建屋	6.2 (5.4)	
3号炉原子炉建屋内 緊急時対策所	5.5 (4.4)	



岩盤試験（支持力）

大湊側 基礎の支持力〔6, 7号炉原子炉建屋〕

- 6, 7号炉原子炉建屋の地震時最大接地圧は、西山層支持力の評価基準値を超えていないことを確認した。

評価対象	評価基準値 (N/mm ²)	地震時最大接地圧 (N/mm ²)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
6号炉原子炉建屋 汀線平行断面	6.0	1.64	1.44	1.54	1.17	1.25	1.42	1.18	1.65
		<u>1.79</u> (正,逆)		1.63(逆,正)					—
6号炉原子炉建屋 汀線直交断面		1.39	1.36	1.30	1.18	1.22	1.15	1.16	1.24
		1.46(逆,逆)		1.33(逆,逆)					1.24(逆,正)
7号炉原子炉建屋 汀線平行断面	6.2	2.72	2.06	2.35	1.79	1.58	1.73	1.64	2.38
		—		—					—
7号炉原子炉建屋 汀線直交断面		2.94	2.80	2.71	2.66	2.91	2.51	2.60	2.47
		<u>3.23</u> (逆,逆)		2.77(逆,逆)					2.70(逆,正)

※ 下線は、各号炉における地震時最大接地圧の最大値を示す。 ※ Ss-1, 3, 8の上段に、位相反転なしの場合の最大接地圧を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に、位相反転ありの場合の最大接地圧が位相反転なしの場合の最大接地圧を上回った場合の最大接地圧を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

大湊側 基礎の支持力〔取水路〕

- 取水路の最大鉛直力に対して、古安田層は十分な支持性能を有していることを確認した。

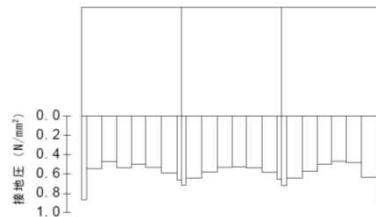
※1：極限支持力（③）、※2：最大鉛直力（②）

評価対象	項目	評価結果							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
取水路 (一般部)	評価基準値※1 (kN)	38100	40300	32500	40500	36100	39200	36400	29500
	照査用応答値※2 (kN) (応答値/基準値)	9290 (0.24)	7510 (0.19)	8150 (0.25)	6950 (0.17)	6660 (0.18)	6930 (0.18)	6620 (0.18)	5650 (0.19)

①常時解析

②地震時解析

地震応答解析（二次元動的有限要素法：部材非線形解析）を実施し、取水路底版下の地盤に作用する鉛直方向の最大合力（最大鉛直力）を算出



③支持力の評価

『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）』に示される式より極限支持力を算定（直接基礎として評価）

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

十分な支持性能を有することを確認
最大鉛直力（②） < 極限支持力（③）

大湊側 基礎の支持力〔貯留堰〕

- 貯留堰の最大鉛直力に対して，古安田層は十分な支持性能を有していることを確認した。

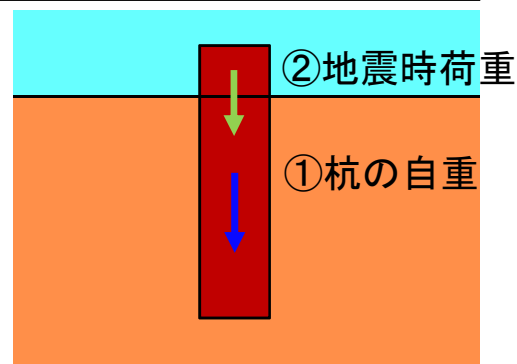
※1：下図の極限支持力， ※2：下図の最大鉛直力

評価対象	評価基準値※1 (kN)	照査用応答値※2 (kN) (上段：応答値，下段：応答値／基準値)							
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8
貯留堰	1579	43.0 (0.03)	39.5 (0.03)	39.6 (0.03)	38.2 (0.02)	38.1 (0.02)	38.1 (0.02)	38.0 (0.02)	37.5 (0.02)

①常時荷重（自重）の評価

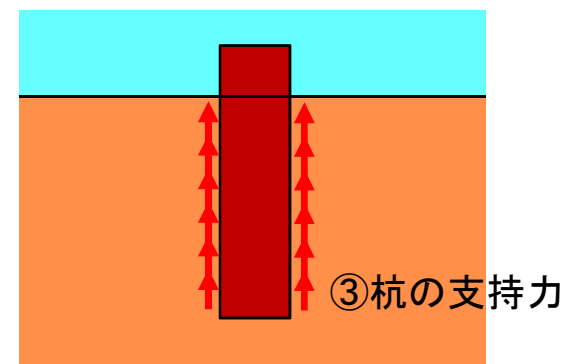
②地震荷重の評価

地震応答解析（二次元動的有限要素法：等価線形解析）を実施し，貯留堰の杭頭に係る慣性力（最大鉛直力）を算出



③支持力の評価

『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）』に示される式より極限支持力を算定（群杭として周面摩擦のみを評価）



十分な支持性能を有することを確認
 最大鉛直力 (①+②) < 極限支持力 (③)

- 3号炉原子炉建屋内緊急時対策所の地震時最大接地圧は、西山層支持力の評価基準値を超えていないことを確認した。

評価対象	評価基準値 (N/mm ²)	地震時最大接地圧 (N/mm ²)						
		Ss-1	Ss-2	Ss-3	Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7
3号炉原子炉建屋 汀線平行断面	5.5	<u>1.56</u>	1.22	1.18	1.03	1.04	1.08	1.06
		—		1.27(正,逆)				
3号炉原子炉建屋 汀線直交断面		1.47	1.24	1.14	1.13	1.10	1.14	1.14
		—		1.18(逆,逆)				

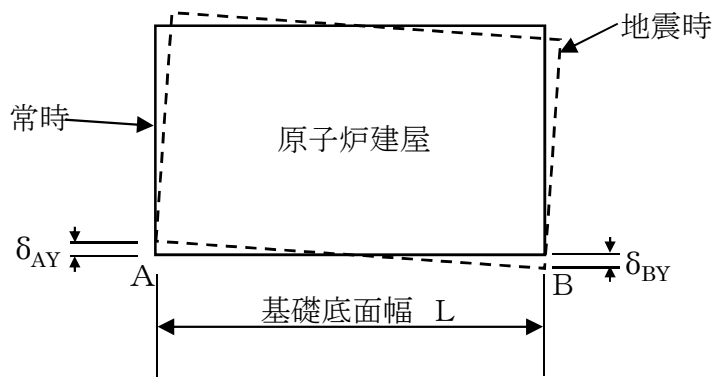
※ 下線は、各号炉における地震時最大接地圧の最大値を示す。 ※ Ss-1, 3, 8の上段に、位相反転なしの場合の最大接地圧を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に、位相反転ありの場合の最大接地圧が位相反転なしの場合の最大接地圧を上回った場合の最大接地圧を記載。

※ Ss-1, 3, 8の下段に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

- 二次元有限要素法に基づく地震応答解析（周波数応答解析）による鉛直変位量から求められる基礎の最大不等沈下量及び残留不等沈下量による傾斜について、基本設計段階の目安値（1/2,000）との比較を行う。

対象施設	最大傾斜の許容値の目安	備考
6・7号炉原子炉建屋	1/2,000	審査ガイドの目安値（基本設計段階の目安値）： 一般建築物の構造的な障害が発生する限界（亀裂の発生率，発生区間等により判断）
3号炉原子炉建屋内 緊急時対策所		



- 原子炉建屋基礎底面両端の鉛直方向の相対変位の最大値

$$\max(|\delta_{AY}| + |\delta_{BY}|)$$
- 原子炉建屋基礎底面の傾斜の最大値

$$\max((|\delta_{AY}| + |\delta_{BY}|)/L)$$

- 6, 7号炉原子炉建屋の地震時の基礎の傾斜は、許容値の目安である1/2,000を若干上回る。

評価対象	上段：最大相対変位 (cm), 下段：最大傾斜										
	Ss-1		Ss-2	Ss-3		Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7	Ss-8	
6号炉 原子炉建屋 汀線平行断面	2.8	3.0 (正,逆)	2.2	2.4	—	1.3	1.4	1.4	1.2	<u>3.5</u>	—
	1/2,000	1/1,800	1/2,500	1/2,300	—	1/4,200	1/4,100	1/4,000	1/4,700	<u>1/1,600</u>	—
6号炉 原子炉建屋 汀線直交断面	1.5	—	1.4	1.2	1.5 (正,逆)	1.2	1.1	1.2	1.4	1.5	1.7 (逆,正)
	1/3,900	—	1/4,300	1/4,900	1/4,000	1/5,000	1/5,100	1/5,000	1/4,200	1/4,000	1/3,400
7号炉 原子炉建屋 汀線平行断面	3.3	—	1.9	2.8	—	1.2	1.4	1.6	1.2	<u>3.3</u>	—
	1/1,700	—	1/2,900	1/2,000	—	1/4,500	1/4,100	1/3,600	1/4,600	<u>1/1,700</u>	—
7号炉 原子炉建屋 汀線直交断面	2.4	—	2.2	1.9	2.1 (正,逆)	1.8	1.7	2.0	1.9	2.5	—
	1/2,500	—	1/2,700	1/3,000	1/2,800	1/3,200	1/3,500	1/2,900	1/3,000	1/2,400	—

※ 下線は、各号炉における最大相対変位及び最大傾斜の最大値を示す。 ※ Ss-1, 3, 8の左側に、位相反転なしの場合の最大相対変位及び最大傾斜を記載。
 ※ Ss-1, 3, 8の右側に、位相反転ありの場合の最大相対変位及び最大傾斜が位相反転なしの場合の最大相対変位及び最大傾斜を上回った場合の最大相対変位及び最大傾斜を記載。
 ※ Ss-1, 3, 8の右側に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

- 6, 7号炉原子炉建屋の地震時の基礎の傾斜は、許容値の目安である1/2,000を若干上回る。

評価対象	上段：最大相対変位 (cm), 下段：最大傾斜								
	Ss-1		Ss-2	Ss-3		Ss-4	Ss-5	Ss-6	Ss-7
3号炉 原子炉建屋 汀線平行断面	4.1	—	2.2	1.8	1.8 (正,逆)	1.1	1.1	1.4	1.6
	<u>1/1,900</u>	—	1/3,600	1/4,500	1/4,300	1/7,000	1/7,100	1/5,700	1/4,900
3号炉 原子炉建屋 汀線直交断面	2.3	2.5 (正,逆)	1.7	1.3	1.5 (正,逆)	1.3	1.4	1.3	1.4
	1/3,400	1/3,100	1/4,700	1/6,000	1/5,400	1/6,100	1/5,600	1/6,000	1/5,700

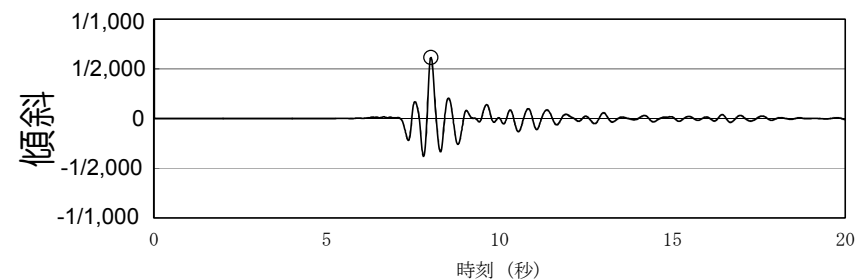
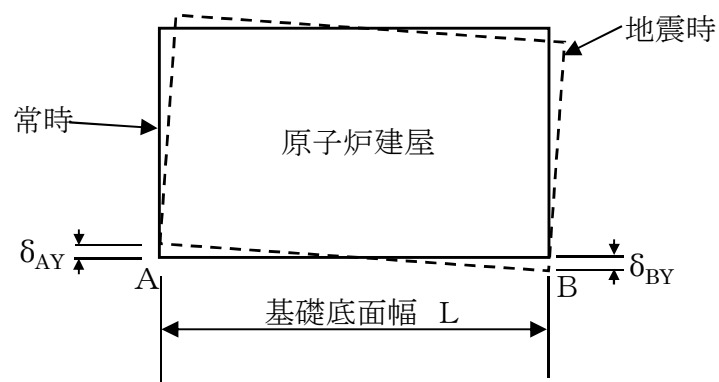
※ 下線は、各号炉における最大相対変位及び最大傾斜の最大値を示す。 ※ Ss-1, 3, 8の左側に、位相反転なしの場合の最大相対変位及び最大傾斜を記載。
 ※ Ss-1, 3, 8の右側に、位相反転ありの場合の最大相対変位及び最大傾斜が位相反転なしの場合の最大相対変位及び最大傾斜を上回った場合の最大相対変位及び最大傾斜を記載。
 ※ Ss-1, 3, 8の右側に記載の、(逆,正)は水平反転、(正,逆)は鉛直反転、(逆,逆)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

基礎の傾斜〔傾斜の経時変化〕

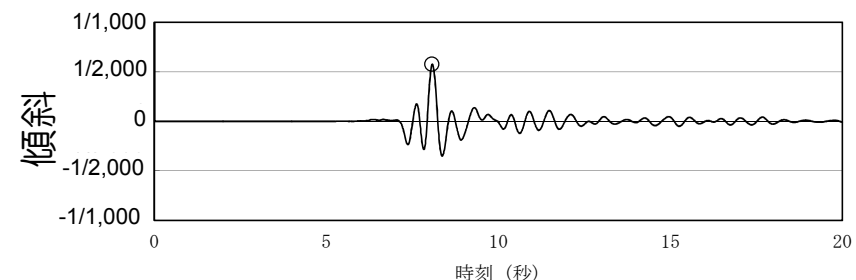
- 建屋の地震時の基礎の傾斜の経時変化からは、許容値の目安である1/2,000を若干上回る時間は非常に短く、1回のみであることがわかる。

原子炉建屋基礎底面の傾斜

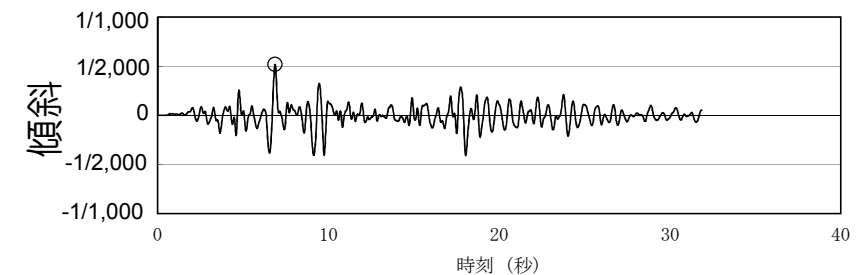
$$(|\delta_{AY}| + |\delta_{BY}|) / L$$



6号原子炉建屋の傾斜 (Ss-8)



7号原子炉建屋の傾斜 (Ss-8)



3号原子炉建屋の傾斜 (Ss-1)

基礎の傾斜〔地震時の傾斜に対する建屋への影響について〕

- 地震時の傾斜が最大1/1,600であることから、建屋応答に最も影響する基礎において、建屋が傾斜することにより生じる転倒モーメントを算定し、建屋の安定性・健全性に及ぼす影響を検討した。
- 保守的に建屋の傾斜が1/1,000程度の場合に発生する転倒モーメントを評価した結果、設計時に想定した曲げモーメントの0.2%程度と非常に小さいことから、建屋の安定性・健全性には影響はないと判断できる。
- なお、機器、設備等の仕様が明らかになる詳細設計段階において詳細に評価を行う。

1. 傾斜によって生じる基礎（TMSL-8.2m）の転倒モーメントの算定結果

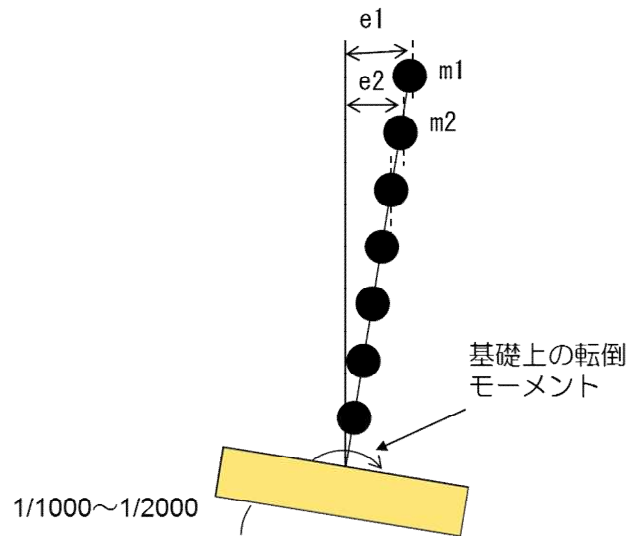
基礎上の転倒モーメント = $\sum m_i \times e_i$

m_i : 中越沖地震時の建屋質点重量

e_i : 偏芯距離

①基礎傾斜1/1,000の場合 : $3.54 \times 10^4 \text{kNm}$

②基礎傾斜1/2,000の場合 : $1.77 \times 10^4 \text{kNm}$



2. 設計時に想定した基礎（TMSL-8.2m）における曲げモーメント*（EW方向）

(* 工認図書記載の数値をS I 単位系に変換)

- 静的地震力 (3Ci) : $1.47 \times 10^7 \text{kNm}$
- 設計用地震力 : $1.82 \times 10^7 \text{kNm}$

3. 傾斜に伴う転倒モーメントの設計時の曲げモーメントに対する割合

	静的地震力を想定する場合	設計用地震力を想定する場合
1/1,000の傾斜	<u>0.24%</u>	<u>0.19%</u>
1/2,000の傾斜	0.12%	0.10%

運営管理・設備健全性評価ワーキンググループ
設備健全性評価サブワーキンググループ（第6回）資料より抜粋

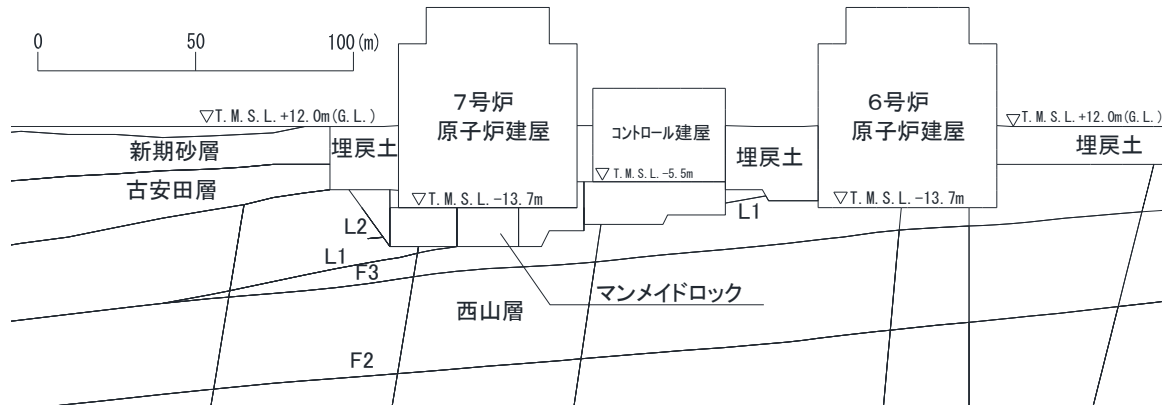
- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

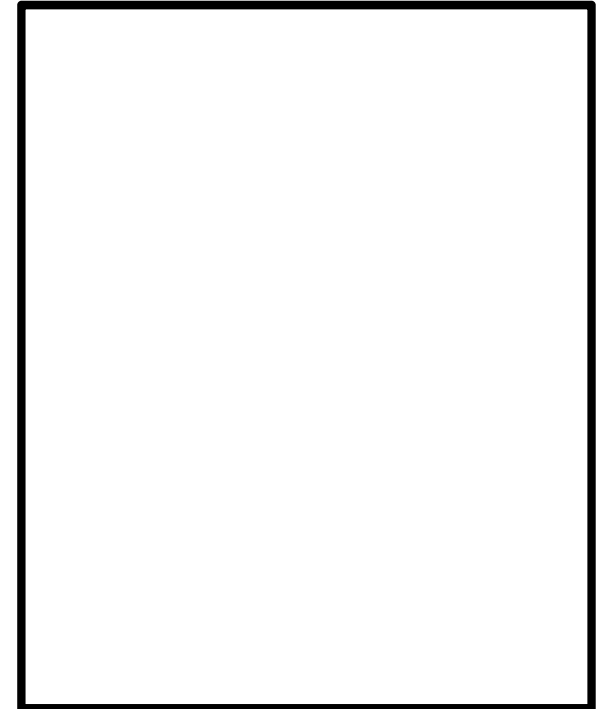
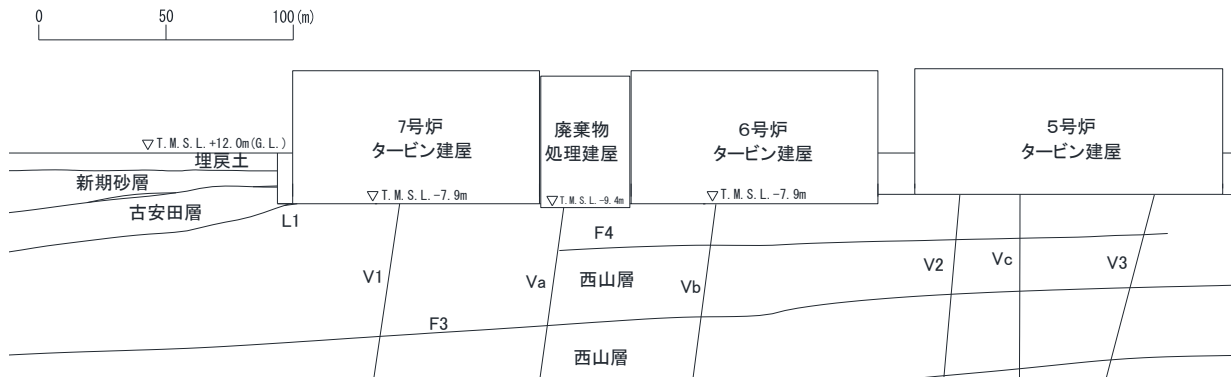
- 地震発生に伴う周辺地盤の液状化，揺すり込み沈下を起因とする施設間の不等沈下等は生じないと評価した。

	1-1. 原子炉建屋（主排気筒含む）	直接基礎もしくは杭基礎により岩盤（西山層）に支持されており，液状化や揺すり込み沈下等を起因とする施設間の不等沈下等は生じないと評価した。
	1-2. タービン建屋	
	1-3. コントロール建屋	
	1-4. 軽油タンク	
	2-1. 廃棄物処理建屋	直接基礎もしくは杭基礎により岩盤（西山層）に支持されており，液状化や揺すり込み沈下等を起因とする施設間の不等沈下等は生じないと評価した。
	2-3. 格納容器圧力逃がし装置	
	2-4. 代替交流電源設備	
	2-5. 取水路	
	1-5. 貯留堰	シルト主体の古安田層に支持されており，液状化や揺すり込み沈下等を起因とする施設間の不等沈下等は生じないと評価した。

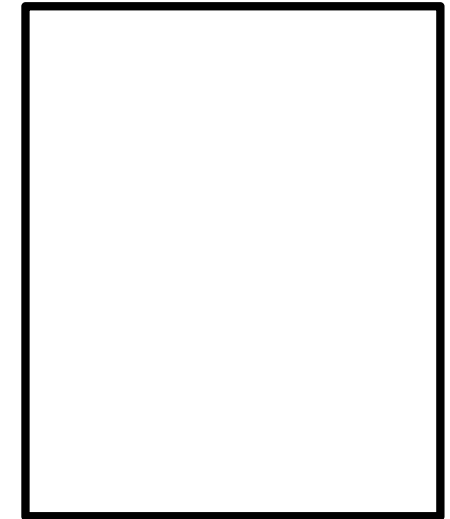
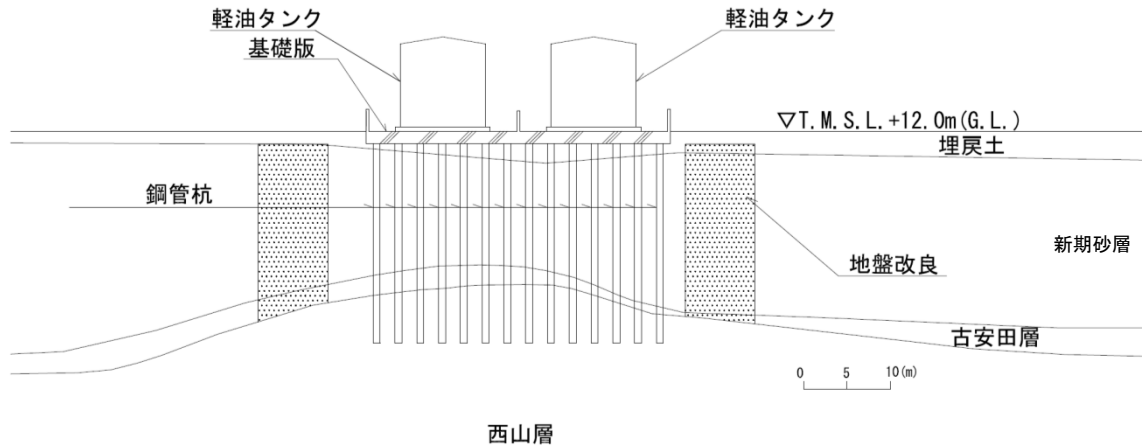
(1-1) 6, 7号炉原子炉建屋, (1-3) コントロール建屋



(1-2) 6, 7号炉タービン建屋, (2-1) 廃棄物処理建屋

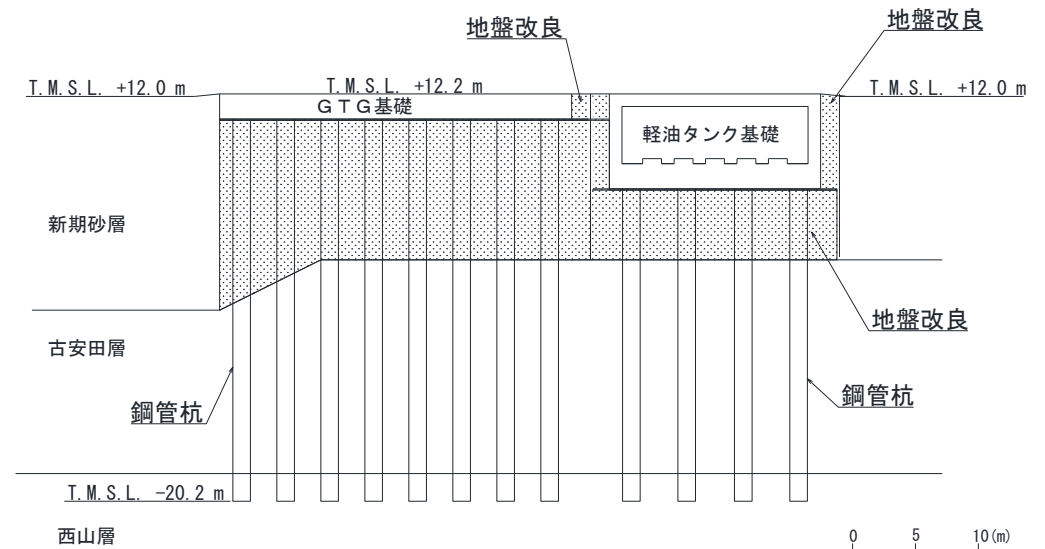
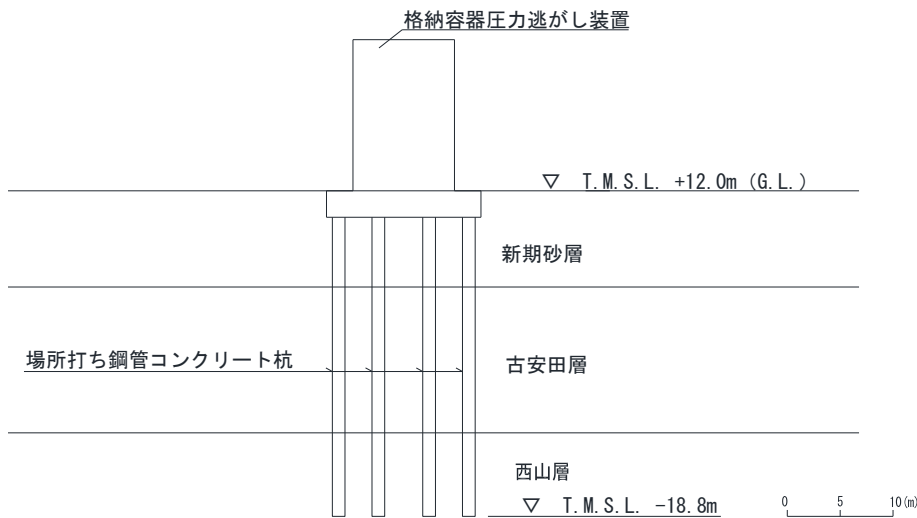


(1-4) 軽油タンク (7号炉)



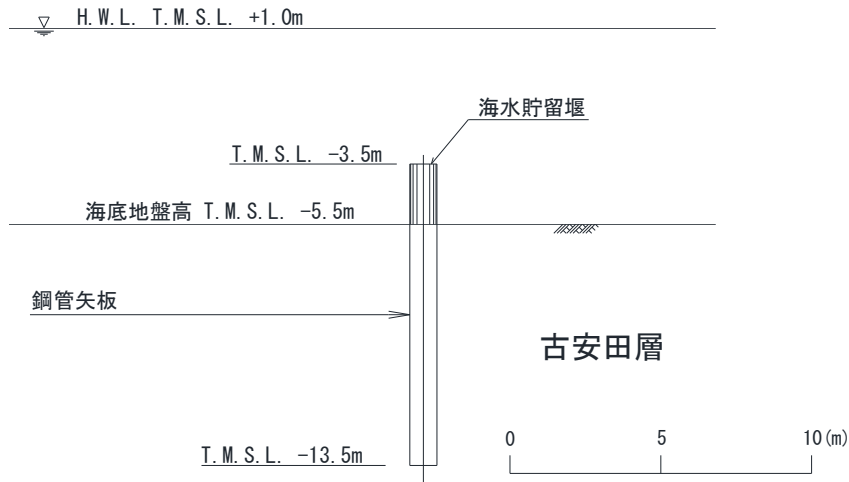
(2-4) 代替交流電源設備※

(2-3) 格納容器圧力逃がし装置 (7号炉)

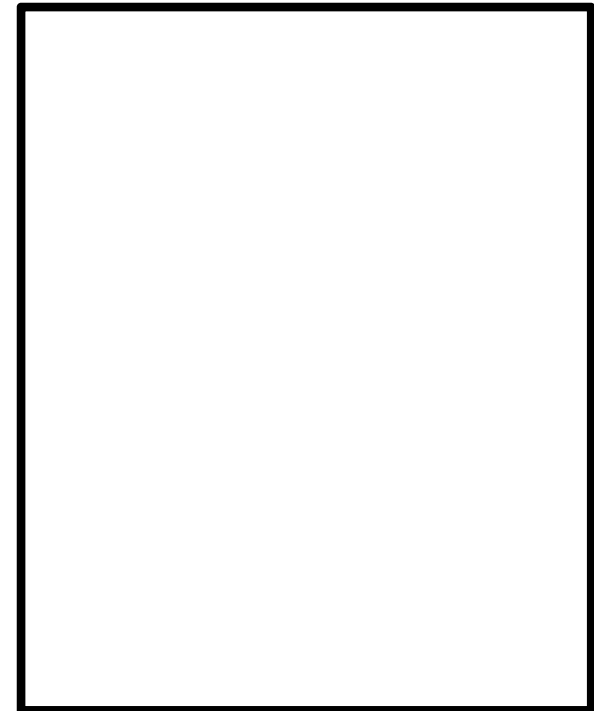
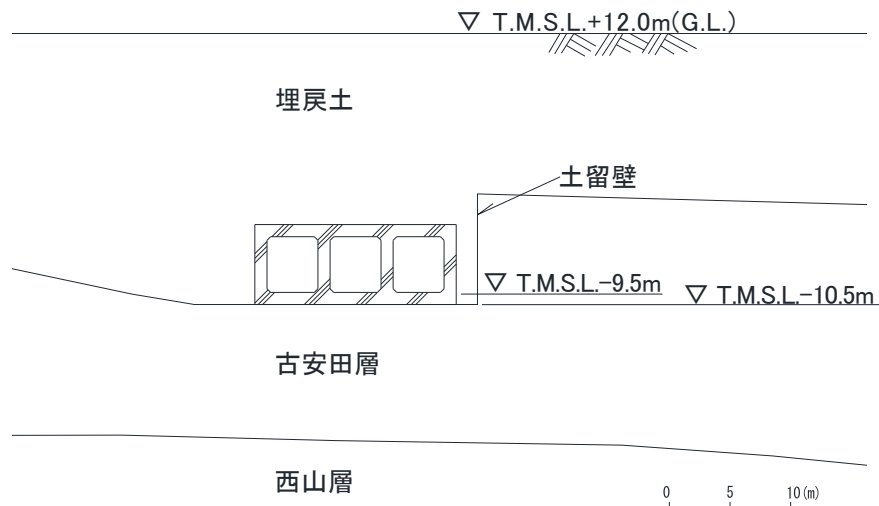


※ 施設の基本構造については変更なし。
細部については変更となる可能性あり。

(1-5) 6, 7号炉貯留堰

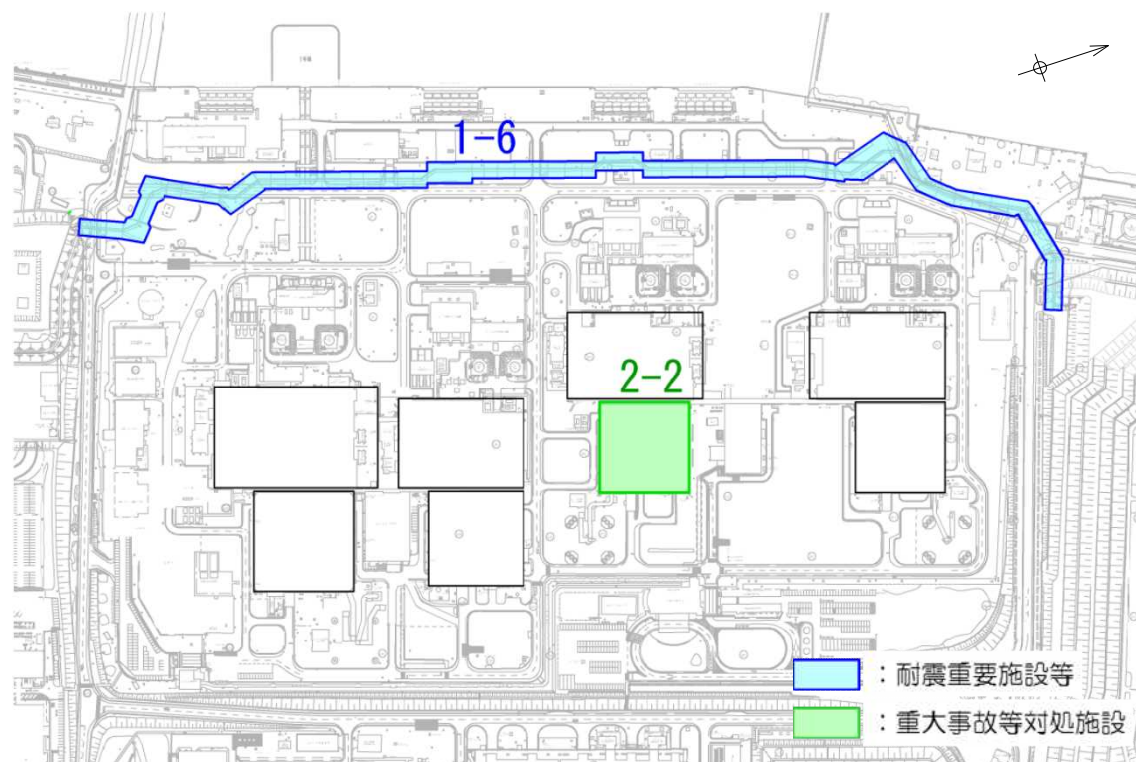


(2-5) 取水路 (7号炉)

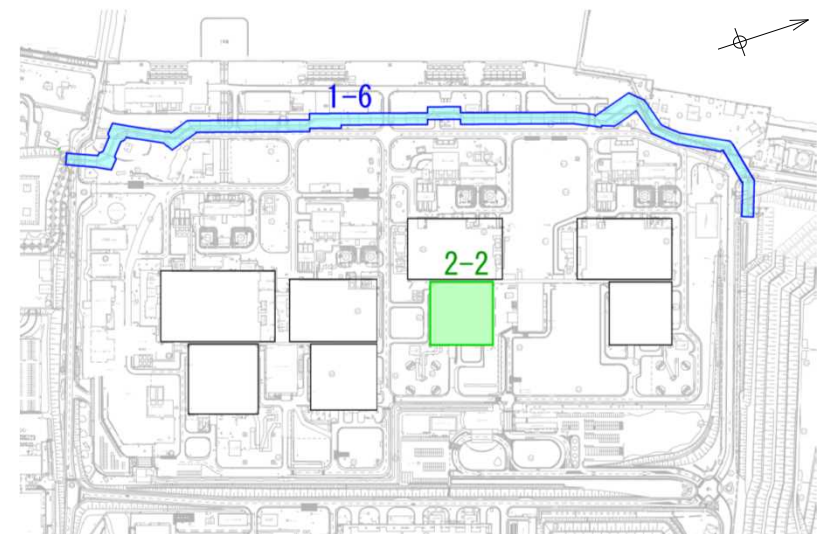
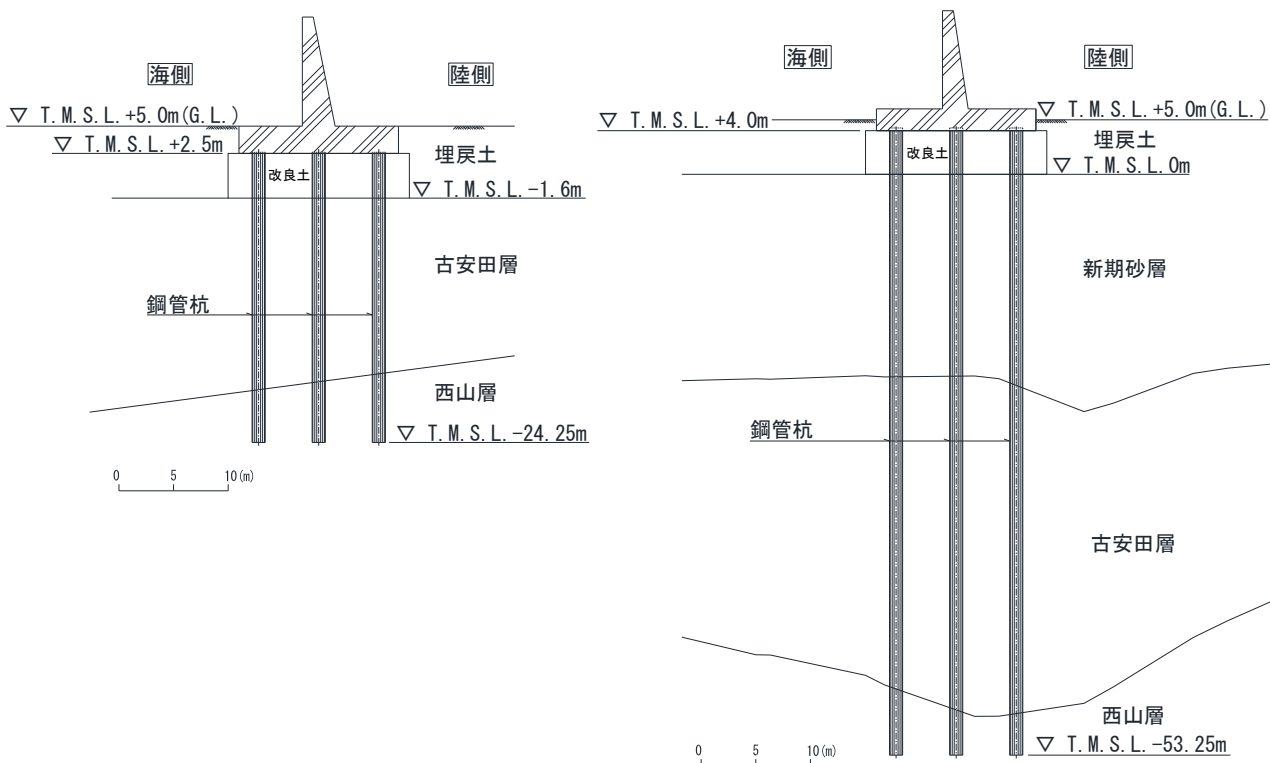


- 地震発生に伴う周辺地盤の液状化，揺すり込み沈下を起因とする施設間の不等沈下等は生じないと評価した。

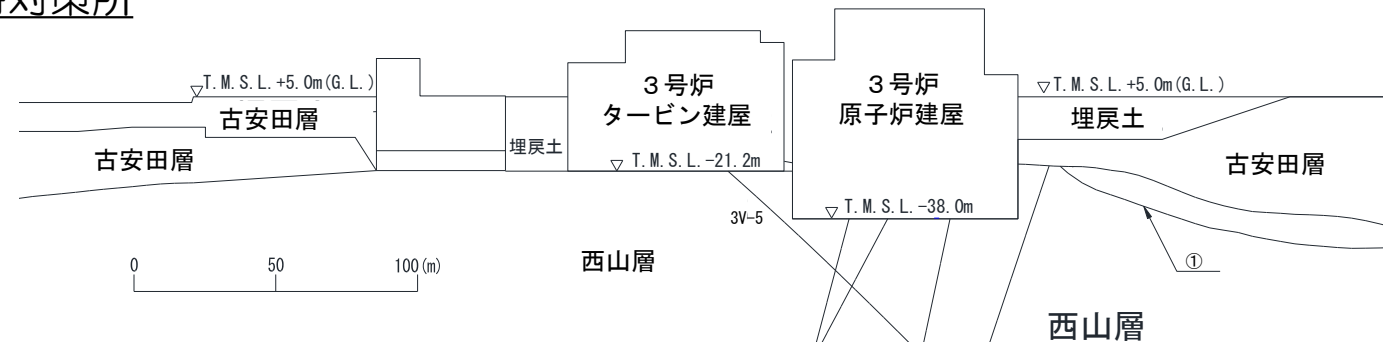
2-2. 原子炉建屋（3号炉原子炉 建屋内緊急時対策所）	直接基礎もしくは杭基礎により岩盤（西山層）に支持されており，液状化や揺すり込み沈下等を起因とする施設間の不等沈下等は生じないと評価した。
1-6. 荒浜側防潮堤	



(1-6) 荒浜側防潮堤



(2-2) 3号炉原子炉建屋内緊急時対策所



- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

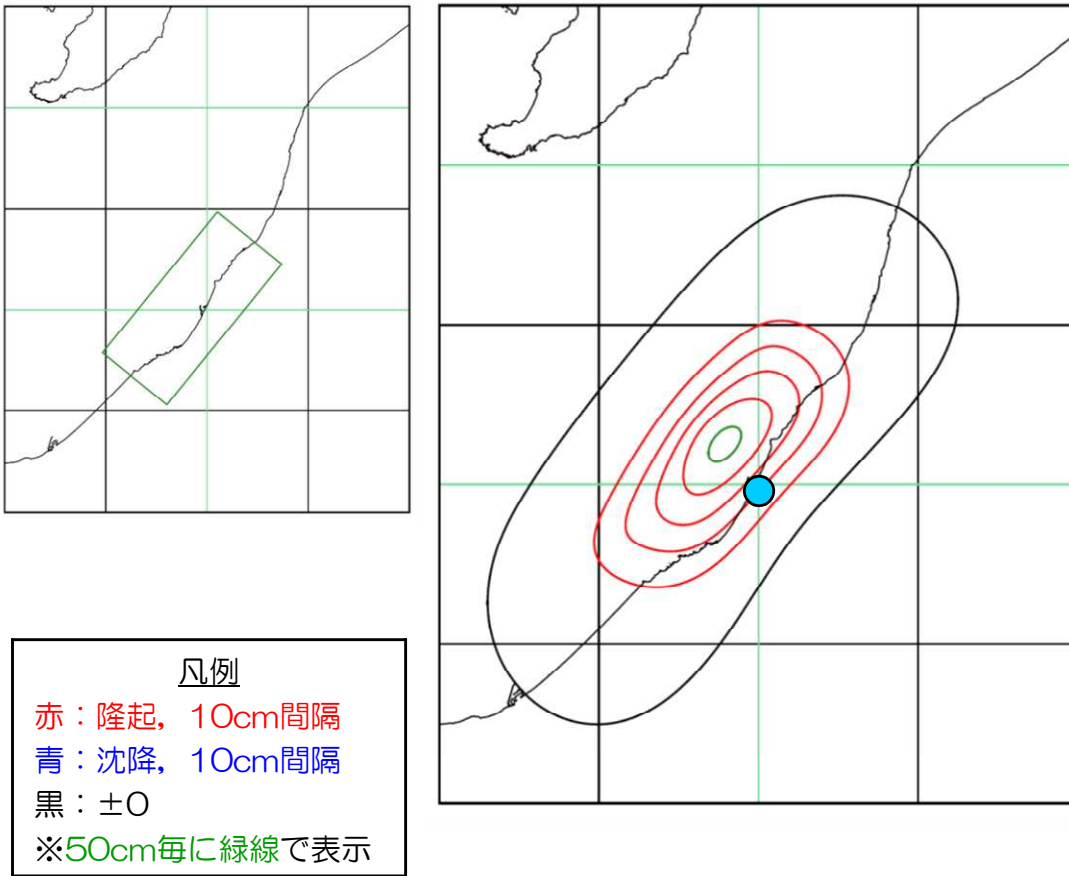
【別冊】補足説明資料

- 敷地内及び敷地近傍には活断層が確認されていないことから、地震発生に伴う地殻変動により施設が重大な影響を受けることはないと考えられるものの、敷地周辺で確認されている活断層による影響について評価を行う。
- 評価は、敷地に比較的近く、基準地震動 S_s を定義する「F-B断層」，「長岡平野西縁断層帯」，及び「長岡平野西縁断層帯～山本山断層～十日町断層帯西部の連動」に対して行うこととし、基準地震動策定に用いた断層モデルを用いる。
- 基礎地盤の傾斜は、くいちがいの弾性論（Wang et al.(2003)）に基づく解析から求まる地盤の変形より算出する。
- 評価対象施設は、施設の規模等を考慮し、大湊側の「6，7号炉原子炉建屋」及び荒浜側の「3号炉原子炉建屋内緊急時対策所」とする。
- 許容値の目安は、地震時と同様に1/2,000とする。

- 解析に用いる断層パラメータは、基準地震動作成に用いた断層モデルに基づき設定した。

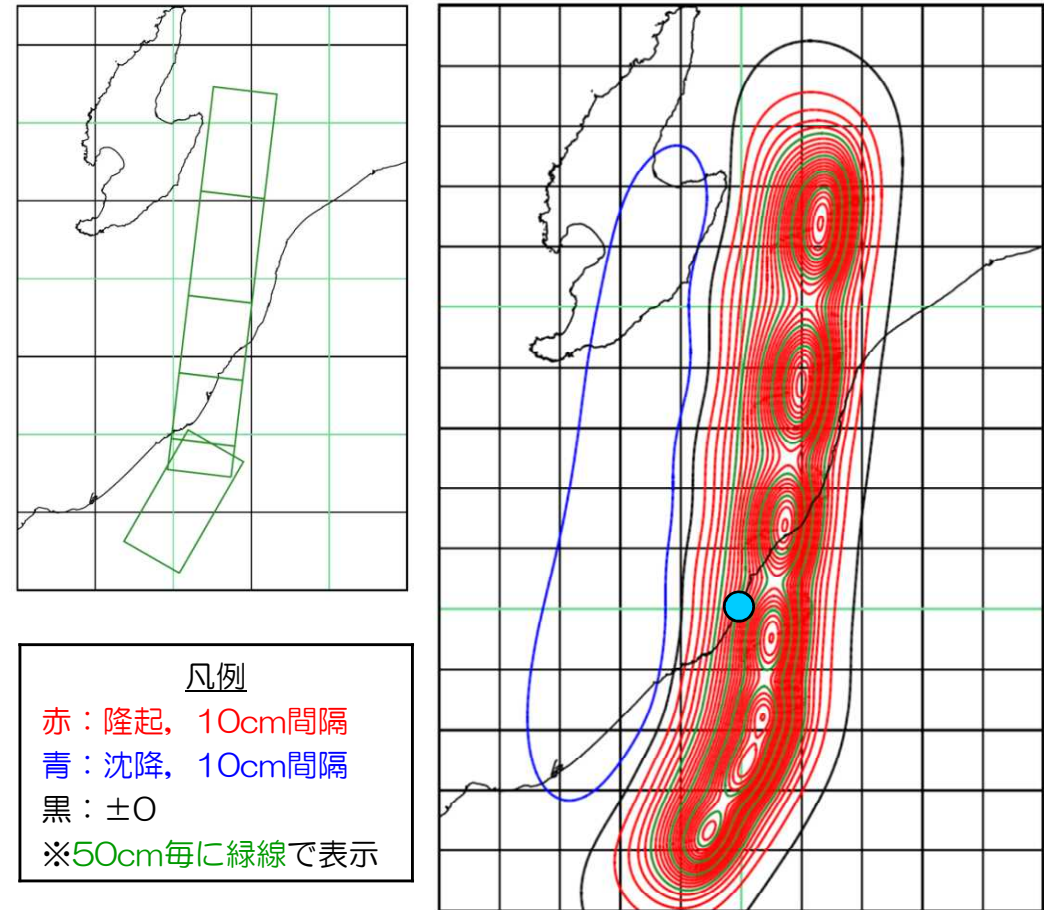
断層	解析条件（断層モデル）					
	長さ (km)	傾斜角 (°)	上端深さ (km)	下端深さ (km)	幅 (km)	すべり量 (m)
F-B断層	36	35	6	17	20	アパリティ1：2.49 アパリティ2：2.30 アパリティ3：1.95 背景領域：0.38
長岡平野西縁断層帯 (傾斜角50度)	91	50	6	17	15	アパリティ：4.87 背景領域：1.52
長岡平野西縁断層帯 (傾斜角35度)	91	35	6	17	20	アパリティ：6.49 背景領域：2.17
長岡平野西縁断層～山本山断層～十日 町断層帯西部の連動（傾斜角50度）	132	50	6	17	15	アパリティ：6.41 背景領域：2.09
長岡平野西縁断層～山本山断層～十日 町断層帯西部の連動（傾斜角35度）	132	35	6	17	20	アパリティ：6.41 背景領域：1.94

F-B断層



●：柏崎刈羽原子力発電所

長岡平野西縁断層～山本山断層～十日町断層帯西部の連動（傾斜角35度）



●：柏崎刈羽原子力発電所

- 評価の結果、地震に伴う地殻変動による基礎の傾斜は、許容値の目安である1/2,000を下回ることを確認した。

断層	F-B断層 〔Ss-2〕	長岡平野西縁断層帯 (傾斜角50度) 〔Ss-4〕	長岡平野西縁断層帯 (傾斜角35度) 〔Ss-5〕	長岡平野西縁断層～山 本山断層～十日町断層 帯西部の連動 (傾斜角50度) 〔Ss-6〕	長岡平野西縁断層～山 本山断層～十日町断層 帯西部の連動 (傾斜角35度) 〔Ss-7〕
6号炉 原子炉建屋	1/19,900	1/13,200	1/6,100	1/9,100	1/5,000
7号炉 原子炉建屋	1/20,000	1/13,300	1/6,000	1/9,200	1/4,900
3号炉 原子炉建屋内 緊急時対策所	1/21,000	1/13,800	1/5,800	1/8,300	<u>1/4,200</u>

評価結果〔地殻変動と地震時傾斜の重ね合わせ〕

- 永久変形である地殻変動による傾斜と瞬間的な地震時の最大傾斜について、保守的に重ね合わせた評価を実施した結果、基礎の傾斜は許容値の目安である1/2,000を若干上回る。なお、保守的に建屋の傾斜が1/1,000程度の場合に発生する転倒モーメントを評価した結果、設計時に想定した曲げモーメントの0.2%程度と非常に小さいことから、建屋の安定性・健全性には影響はないと判断できる。（P.71参照）

断層		F-B断層 〔Ss-2〕	長岡平野西縁断層帯 (傾斜角50度) 〔Ss-4〕	長岡平野西縁断層帯 (傾斜角35度) 〔Ss-5〕	長岡平野西縁断層～ 山本山断層～十日町 断層帯西部の連動 (傾斜角50度) 〔Ss-6〕	長岡平野西縁断層～ 山本山断層～十日町 断層帯西部の連動 (傾斜角35度) 〔Ss-7〕
6号炉 原子炉建屋	①地殻変動による 最大傾斜	1/19,900	1/13,200	1/6,100	1/9,100	1/5,000
	②地震動による 最大傾斜	1/2,500	1/4,200	1/4,100	1/4,000	1/4,200
	①+② 最大傾斜	1/2,200	1/3,200	1/2,500	1/2,800	1/2,300
7号炉 原子炉建屋	①地殻変動による 最大傾斜	1/20,000	1/13,300	1/6,000	1/9,200	1/4,900
	②地震動による 最大傾斜	1/2,700	1/3,200	1/3,500	1/2,900	1/3,000
	①+② 最大傾斜	1/2,400	1/2,600	1/2,200	1/2,200	1/1,900
3号炉 原子炉建屋内 緊急時対策所	①地殻変動による 最大傾斜	1/2,1000	1/13,800	1/5,800	1/8,300	1/4,200
	②地震動による 最大傾斜	1/3,600	1/6,100	1/5,600	1/5,700	1/4,900
	①+② 最大傾斜	1/3,100	1/4,200	1/2,800	1/3,400	1/2,300

※ ② 地震動による最大傾斜は、各断層モデルに対応する基準地震動Ssを入力地震動としたケースの最大傾斜

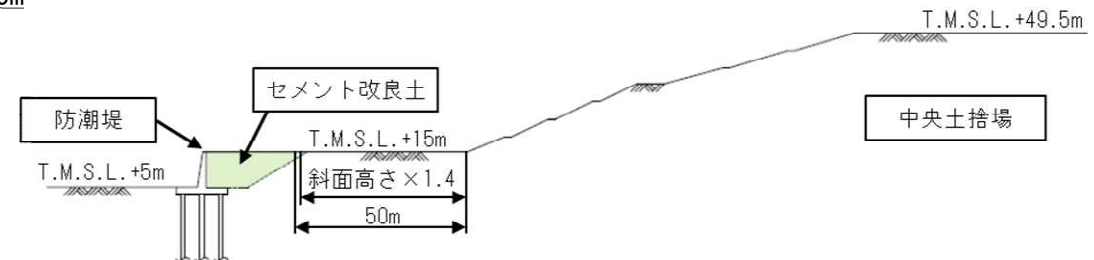
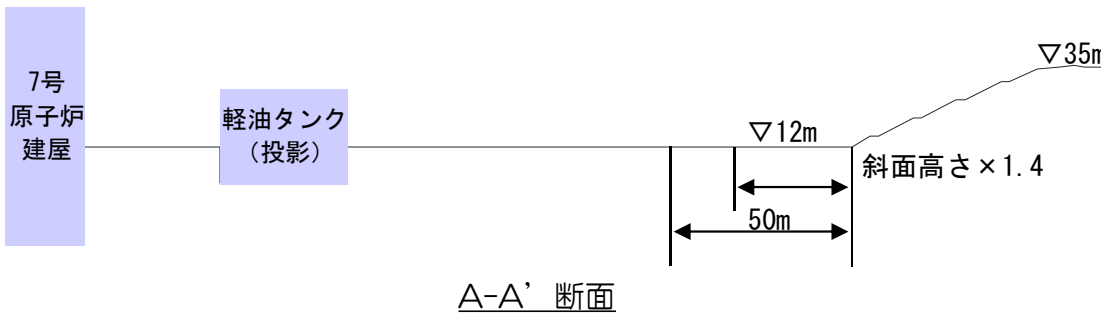
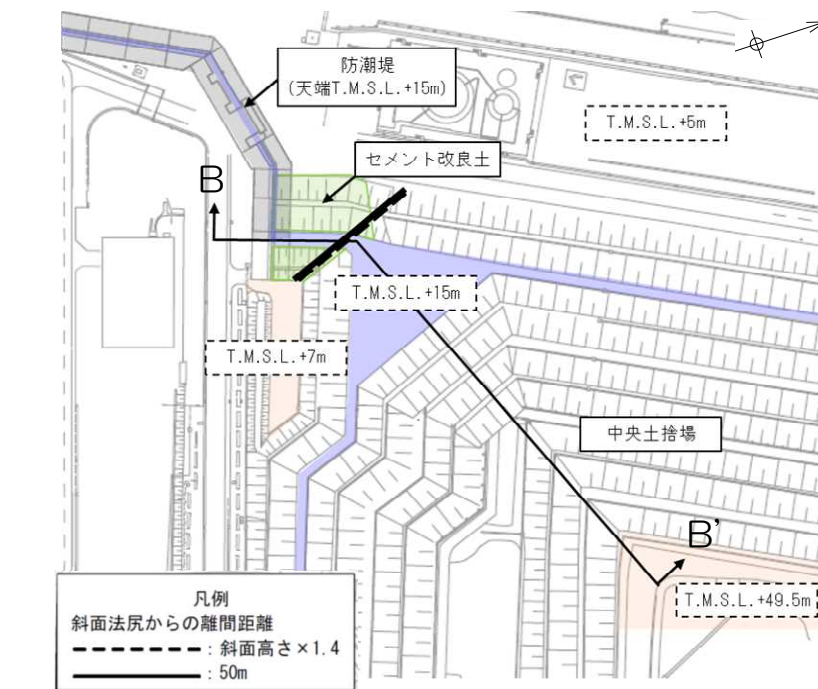
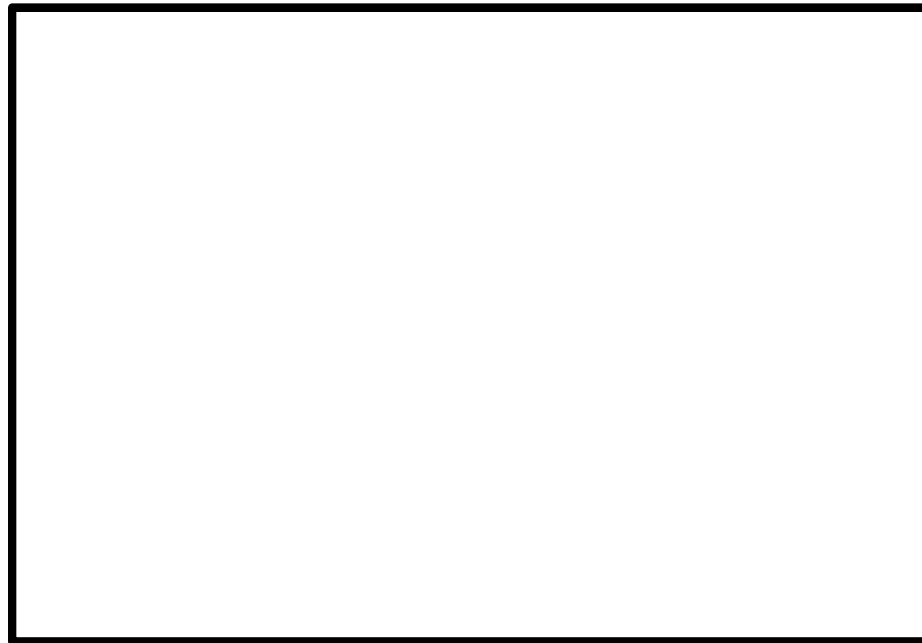
- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

- 評価対象施設に対して影響を及ぼす可能性のある周辺斜面として、2箇所を抽出した。
- いずれの施設も斜面法尻から十分な離隔距離※を確保しており、斜面崩壊が生じたとしても施設に影響を及ぼさないと評価した。

6. 7号炉軽油タンク 周辺斜面

荒浜側防潮堤北端部 周辺斜面



※ 斜面崩壊土砂の到達距離に関する参考文献
 ・原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術：斜面高さの1.4倍もしくは50m
 ・宅地防災マニュアルの解説：斜面高さの2倍（上限50m）

- 1. 評価概要
 - 1. 1 評価概要 4
 - 1. 2 評価対象施設 6
- 2. 基礎地盤の安定性評価
 - 2. 1 評価方針 8
 - 2. 2 解析用物性値 15
 - 2. 3 評価方法 26
 - 2. 4 入力地震動 33
 - 2. 5 評価結果 47
- 3. 周辺地盤の変状及び地殻変動による影響評価
 - 3. 1 周辺地盤の変状による重要施設への影響 73
 - 3. 2 地殻変動による基礎地盤の変形の影響 80
- 4. 周辺斜面の安定性評価 86
- 5. まとめ 88

【別冊】補足説明資料

基礎地盤

1. 活断層の有無

原子炉建屋等が設置される地盤に、将来も活動する可能性のある断層等が露頭していないことを確認した。

2. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

以下の事項について、地震力に対して施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認した。

- 1) 基礎地盤のすべり 2) 基礎の支持力 3) 基礎底面の傾斜

3. 周辺地盤の変状による重要施設への影響評価

地震発生に伴う周辺地盤の変状による不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等により、施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認した。

4. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みにより、施設が重大な影響を受けないことを確認した。

周辺斜面

1. 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

地震力に対して周辺斜面が崩壊し、施設の安全機能が重大な影響を受けないことを確認した。

以上のことより、柏崎刈羽原子力発電所6号炉及び7号炉の原子炉建屋等の基礎地盤及び周辺斜面は、基準地震動による地震動に対して十分な安定性を有しており、設置許可基準規則3条、4条、38条、39条に適合していることを確認した。

- 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-2008, 一般社団法人 日本電気協会 原子力規格委員会, 2008.
- 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術<技術資料>, 土木学会 原子力土木委員会, 2009.
- 宅地防災マニュアルの解説〔第二次改訂版〕〔Ⅱ〕, 〔編集〕宅地防災研究会, 2007.
- 大島 快仁, 宇高 竹和, 酒井 俊朗, 谷 智之, 兵頭 順一; 側方効果を考慮した擬似3次元モデルによる地盤安定性評価法, 地盤工学ジャーナル, Vol.10, No.2, 225-234, 2015.6.