

泊発電所3号炉

耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価について

令和7年2月28日
北海道電力株式会社

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

概要	P. 3
1. 設置許可基準規則に基づく確認内容	P. 11
2. 地質の概要	P. 17
2.1 調査内容	P. 18
2.2 敷地の地質	P. 19
2.3 岩盤分類	P. 27
3. 解析用物性値	P. 29
4. 基準地震動	P. 47
5. 基礎地盤の安定性評価	P. 61
5.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 61
5.1.1 評価方針	P. 62
5.1.2 代表施設の選定	P. 68
5.1.3 評価対象断面の選定	P. 82
5.1.4 評価方法	P. 99
5.1.5 評価結果	P.134
5.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.155
5.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.161
5.3.1 評価方針	P.163
5.3.2 評価方法	P.164
5.3.3 評価結果	P.166
5.4 基礎地盤の安定性評価のまとめ	P.173
6. 周辺斜面の安定性評価	P.177
6.1 評価方針	P.178
6.2 評価対象断面の選定	P.186
6.3 評価方法	P.192
6.4 評価結果	P.212
6.5 周辺斜面の安定性評価のまとめ	P.218
7. まとめ	P.221
参考文献	P.223

概要	P. 3
1. 設置許可基準規則に基づく確認内容	P. 11
2. 地質の概要	P. 17
3. 解析用物性値	P. 29
4. 基準地震動	P. 47
5. 基礎地盤の安定性評価	P. 61
6. 周辺斜面の安定性評価	P.177
7. まとめ	P.221
参考文献	P.223

概要(基礎地盤の安定性評価)

【基礎地盤の安定性評価項目】

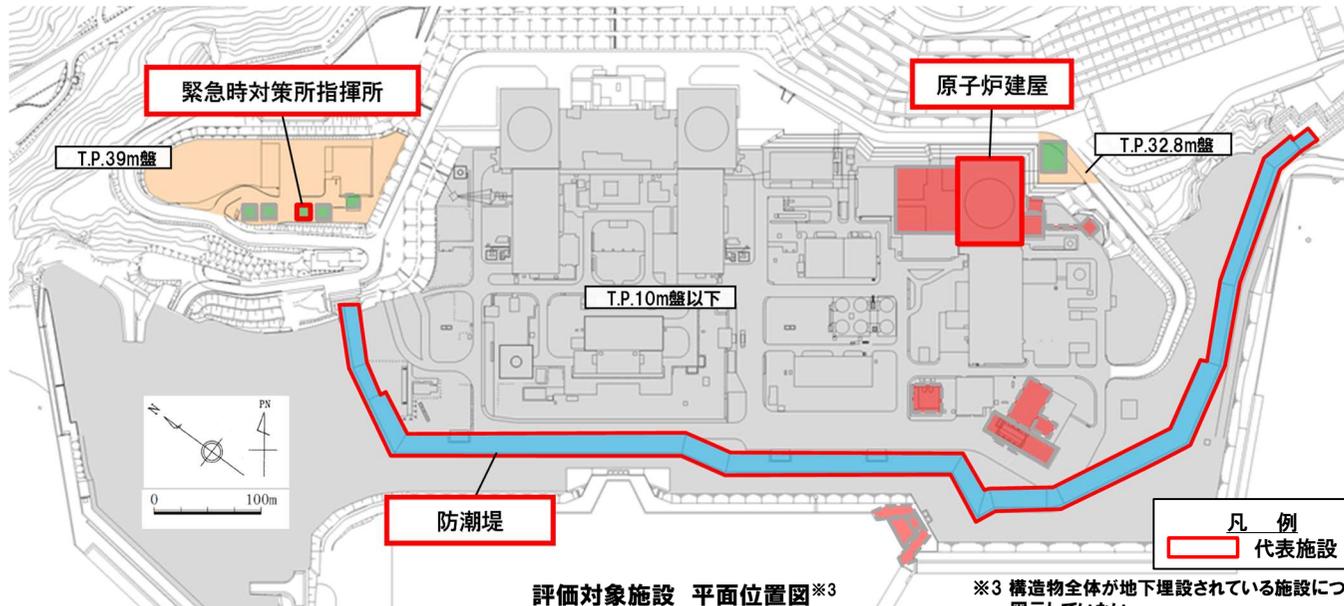
- 耐震重要施設※¹及び常設重大事故等対処施設※²の基礎地盤の安定性評価について、設置許可基準規則第3条、第38条に基づき、以下に示す項目を確認する。
 1. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 ((i) 基礎地盤のすべり, (ii) 基礎の支持力, (iii) 基礎底面の傾斜)
 2. 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 3. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

※1 耐震設計上の重要度分類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又は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)。

【代表施設の選定】

- 基礎地盤の安定性評価に当たっては、設置標高の観点等から、3つにグループ分けを行い、基礎地盤の安定性に影響を及ぼす要因を踏まえ、安定性評価が最も厳しくなると想定される代表施設を選定した。
- 評価対象施設を以下の3つのグループに分類した。
 - ・グループA(防潮堤以外, T.P.10m盤以下)
 - ・グループB(防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高)
 - ・グループC(防潮堤)
- 代表施設は、グループごとに影響要因(施設の重量, 設置位置の地形, 基礎地盤の岩級, 断層の分布及び液状化)の比較検討を行い、グループAから原子炉建屋を、グループBから緊急時対策所指揮所を、グループCから防潮堤をそれぞれ選定した。

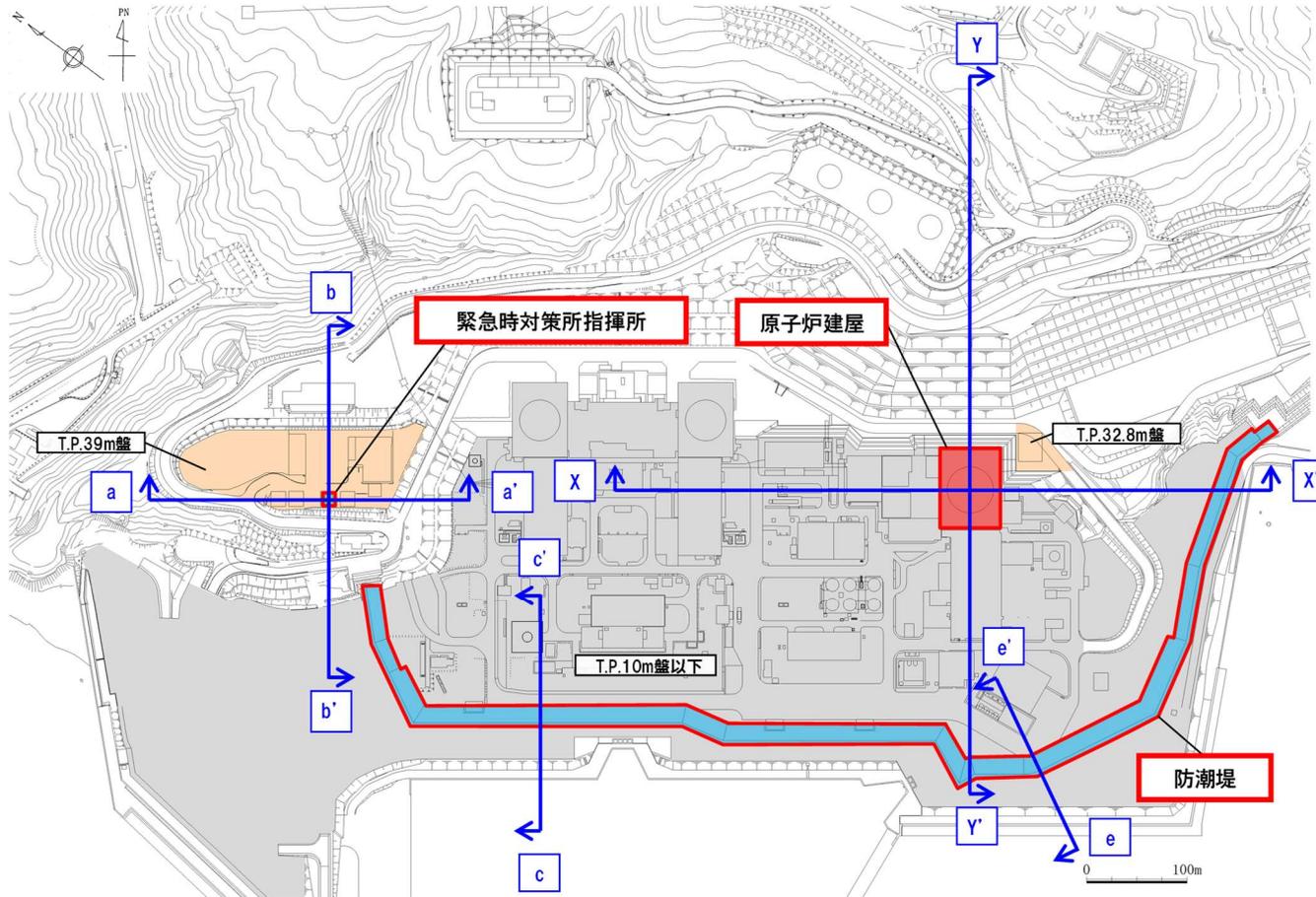


※³ 構造物全体が地下埋設されている施設については、図示していない。

グループA(防潮堤以外, T.P.10m盤以下)	
原子炉建屋	代表施設
原子炉補助建屋	
ディーゼル発電機建屋	
A1,A2-燃料油貯槽タンク室	
B1,B2-燃料油貯槽タンク室	
B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯槽トレンチ(接続区間)	
原子炉補機冷却海水管ダクト	
原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレナ室	
取水ピットポンプ室	
取水ピットスクリーン室	
3号炉取水ピットスクリーン室防水壁	
3号炉放水ピット	
取水路	
取水口	
貯留堰	
グループB(防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高)	
代替非常用発電機	
緊急時対策所指揮所	代表施設
緊急時対策所待機所	
指揮所用空調上屋	
待機所用空調上屋	
燃料タンク(SA)室	
グループC(防潮堤)	
防潮堤	代表施設
1号及び2号炉取水路(防潮堤横断面)	

【評価対象断面の選定】

- 評価対象断面については、地形、地質構造等を考慮し、以下のとおり、安定性評価が最も厳しくなると想定される断面を選定した。
- ・原子炉建屋の評価対象断面については、斜面の最大傾斜方向に一致し、かつ地層の傾斜方向となるY-Y'断面、及びY-Y'断面に直交するX-X'断面の2断面を設定した。
 - ・緊急時対策所指揮所の評価対象断面については、斜面の最大傾斜方向に一致し、かつ地層の傾斜方向となるb-b'断面、及びb-b'断面に直交するa-a'断面の2断面を設定した。
 - ・防潮堤の評価対象断面については、防潮堤が敷地の広範囲にわたり設置されており、位置によって設置状況が異なることから、防潮堤の重量、防潮堤底面の標高差、埋戻土の厚さ及び基礎地盤の岩級(火砕岩類C級の分布)を考慮し、防潮堤短軸方向となるc-c'断面及びe-e'断面の2断面を選定した。



評価対象断面位置図

代表施設と評価対象断面

グループ分類	代表施設	評価対象断面
A	原子炉建屋	X-X'断面
		Y-Y'断面
B	緊急時対策所指揮所	a-a'断面
		b-b'断面
C	防潮堤	c-c'断面
		e-e'断面

凡例	
	代表施設
↑	評価対象断面

【評価結果】

○耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤の安定性評価について、確認した結果を以下に示す。

1. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価結果**(i) 基礎地盤のすべり**

- 基礎地盤のすべりについては、次頁の表に示すとおり、評価対象断面における最小すべり安全率^{※1}が評価基準値1.5を上回る。
- また、最小すべり安全率となるケースについて、強度のばらつき(平均-1σ)を考慮した場合のすべり安全率は評価基準値1.5を上回る。

(ii) 基礎の支持力

- 基礎の支持力については、次頁の表に示すとおり、評価対象断面における地震時最大接地圧^{※1}が代表施設の基礎底面に分布する岩級の支持力の評価基準値^{※2}(13.7N/mm²)を満足する。

(iii) 基礎底面の傾斜

- 基礎底面の傾斜については、次頁の表に示すとおり、評価対象断面における地震時最大傾斜^{※1}が評価基準値の目安(1/2,000)を下回る。

2. 周辺地盤の変状による施設への影響評価結果

- 評価対象施設は、直接又はMMRを介して岩盤に支持されることから、液状化や揺すり込み沈下を起因とする不等沈下が生じることはない。また、評価対象施設については、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状の影響を考慮した場合においても、その安全機能等が損なわれるおそれがないように設計する。

3. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価結果

- 地殻変動による基礎地盤の変形については、次頁の表に示すとおり、地殻変動による最大傾斜^{※3}並びに地殻変動及び地震動^{※4}を考慮した最大傾斜^{※3}が評価基準値の目安(1/2,000)を下回る。

※1 次頁の表中の「最小すべり安全率」、「地震時最大接地圧」及び「地震時最大傾斜」については、評価対象断面において最小又は最大となるケースの値を記載している。

※2 支持力試験結果より、評価基準値を設定。

※3 次頁の表中の「地殻変動による最大傾斜」並びに「地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜」については、代表施設において最大となるケースの値を記載している。

※4 本評価に用いる地震動を考慮した最大傾斜については、「敷地ごとに震源を特定して策定する基準地震動」による地震応答解析の結果を用いている。

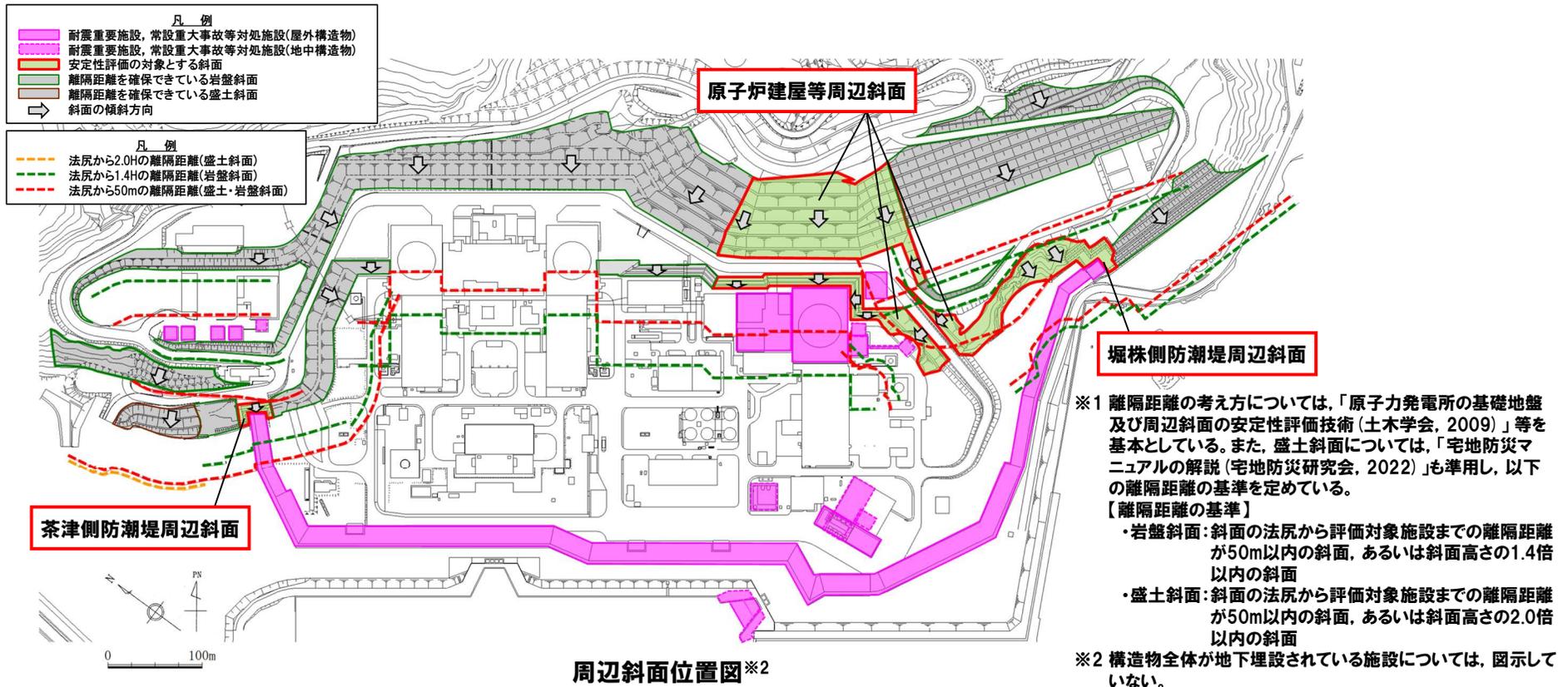
概要(周辺斜面の安定性評価)

【周辺斜面の安定性評価項目】

○評価対象施設の周辺斜面の安定性評価について、設置許可基準規則第4条、第39条に基づき、周辺斜面のすべりを確認する。

【安定性評価の対象とする斜面の抽出】

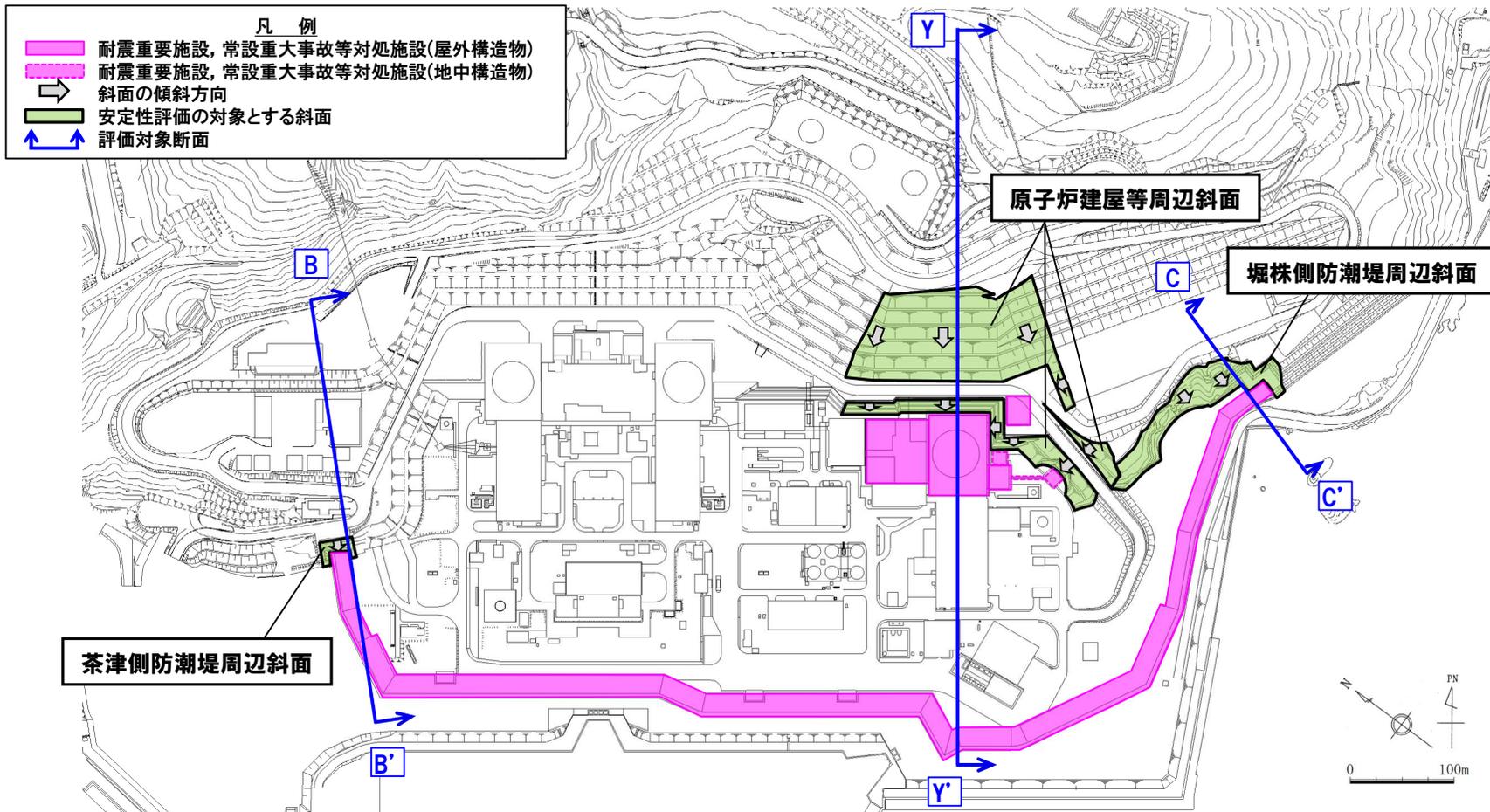
- 周辺斜面の安定性評価に当たっては、周辺斜面のうち、評価対象施設に影響するおそれのある斜面を安定性評価の対象とする斜面として抽出し、評価対象施設との位置関係の観点から分類を行った。
- 安定性評価の対象とする斜面については、斜面の傾斜方向が評価対象施設に向いており、評価対象施設からの離隔距離※1を確保できていない斜面を抽出した。
- 安定性評価の対象とする斜面は、評価対象施設との位置関係の観点から、以下の3つに分類した。
 - ・原子炉建屋等周辺斜面(原子炉建屋等の周辺斜面)
 - ・茶津側防潮堤周辺斜面(防潮堤(北側)の周辺斜面)
 - ・堀株側防潮堤周辺斜面(防潮堤(南側)の周辺斜面)



概要(周辺斜面の安定性評価)

【評価対象断面の選定】

- 評価対象断面については、分類した斜面ごとに、斜面高さ、斜面の勾配等を考慮し、安定性評価が最も厳しくなると想定される断面として、斜面高さが最大かつ、斜面の勾配が最急となる断面を選定した。
- 原子炉建屋等周辺斜面については、Y-Y断面を、茶津側防潮堤周辺斜面については、B-B'断面を、堀株側防潮堤周辺斜面については、C-C'断面を選定した。



評価対象断面位置図※

※前頁に示す評価対象施設について、安定性評価の対象とする斜面と離隔距離を確保できている評価対象施設は、図示していない。

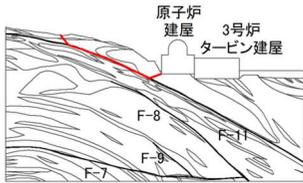
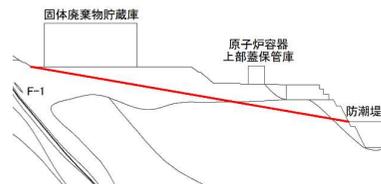
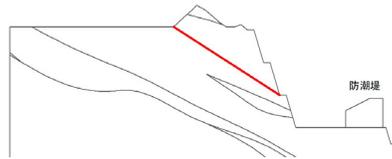
【評価結果】

○耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の周辺斜面の安定性評価について、確認した結果を以下に示す。

周辺斜面の安定性評価結果

○周辺斜面のすべりについては、下表に示すとおり、評価対象断面における最小すべり安全率※1が評価基準値1.2を上回る。

○また、最小すべり安全率となるケースについて、強度のばらつき(平均-1 σ)を考慮した場合のすべり安全率は評価基準値1.2を上回る。

安定性評価の対象とする斜面	評価対象断面	周辺斜面のすべり(評価基準値: ≥ 1.2)		
		基準地震動※2	すべり面形状	最小すべり安全率※3
原子炉建屋等周辺斜面	Y-Y' 断面	Ss3-4 (+,+)		1.6 (1.4)
茶津側防潮堤周辺斜面	B-B' 断面	Ss1 (-, -)		3.6 (3.1)
堀株側防潮堤周辺斜面	C-C' 断面	Ss3-5 (+,+)		2.4 (2.0)

※1 表中の「最小すべり安全率」については、評価対象断面において最小となるケースの値を記載している。

※2 基準地震動の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※3 「最小すべり安全率」の()内の数値は、強度のばらつき(平均-1 σ)を考慮したすべり安全率を示す。

概要	P. 3
1. 設置許可基準規則に基づく確認内容	P. 11
2. 地質の概要	P. 17
3. 解析用物性値	P. 29
4. 基準地震動	P. 47
5. 基礎地盤の安定性評価	P. 61
6. 周辺斜面の安定性評価	P.177
7. まとめ	P.221
参考文献	P.223

1. 設置許可基準規則に基づく確認内容

① 設置許可基準規則第3条, 第4条, 第38条及び第39条

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○ 耐震重要施設^{※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について、耐震重要施設の基礎地盤については設置許可基準規則^{※3}第3条、周辺斜面については第4条に、常設重大事故等対処施設の基礎地盤については第38条、周辺斜面については第39条に適合していることを確認する^{※4}。

※1 耐震設計上の重要度分類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又は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)。

※3 「実用発電用原子炉及びその附属施設の位置、構造及び設備の基準に関する規則(解釈含む)」。

※4 設計基準対象施設は、耐震重要度分類の各クラスに応じて算定した地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

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が設置される重大事故等対処施設については、代替する機能を有する設計基準事故対処設備が属する耐震重要度分類のクラスに適用される地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する地盤に設置する。

■ 基礎地盤 (設置許可基準規則第3条第1項～第3項及び第38条第1項～第3項 一部抜粋)

第3条

- 1 設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力(設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの(以下「耐震重要施設」という。)にあつては、同条第三項に規定する基準地震動による地震力を含む。)が作用した場合においても当該設計基準対象施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。
- 2 耐震重要施設は、変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。
- 3 耐震重要施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

第38条

- 1 重大事故等対処施設は、基準地震動による地震力が作用した場合においても当該重大事故等対処施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない。
- 2 重大事故等対処施設は、変形した場合においても重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない。
- 3 重大事故等対処施設は、変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない。

■ 周辺斜面 (設置許可基準規則第4条第4項及び第39条第2項 注釈を付記)

第4条

- 4 耐震重要施設は、前項の地震^{※5}の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

第39条

- 2 重大事故等対処施設は、第4条第3項の地震^{※5}の発生によって生ずるおそれがある斜面の崩壊に対して重大事故等に対処するために必要な機能が損なわれるおそれがないものでなければならない。

※5 地震の発生によって生ずるおそれがある設計基準対象施設の安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度に応じて算定する地震力。

1. 設置許可基準規則に基づく確認内容

②確認内容及び設計方針

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設における基礎地盤及び周辺斜面の安定性について、設置許可基準規則に基づき、以下の項目について確認、又は設計する。

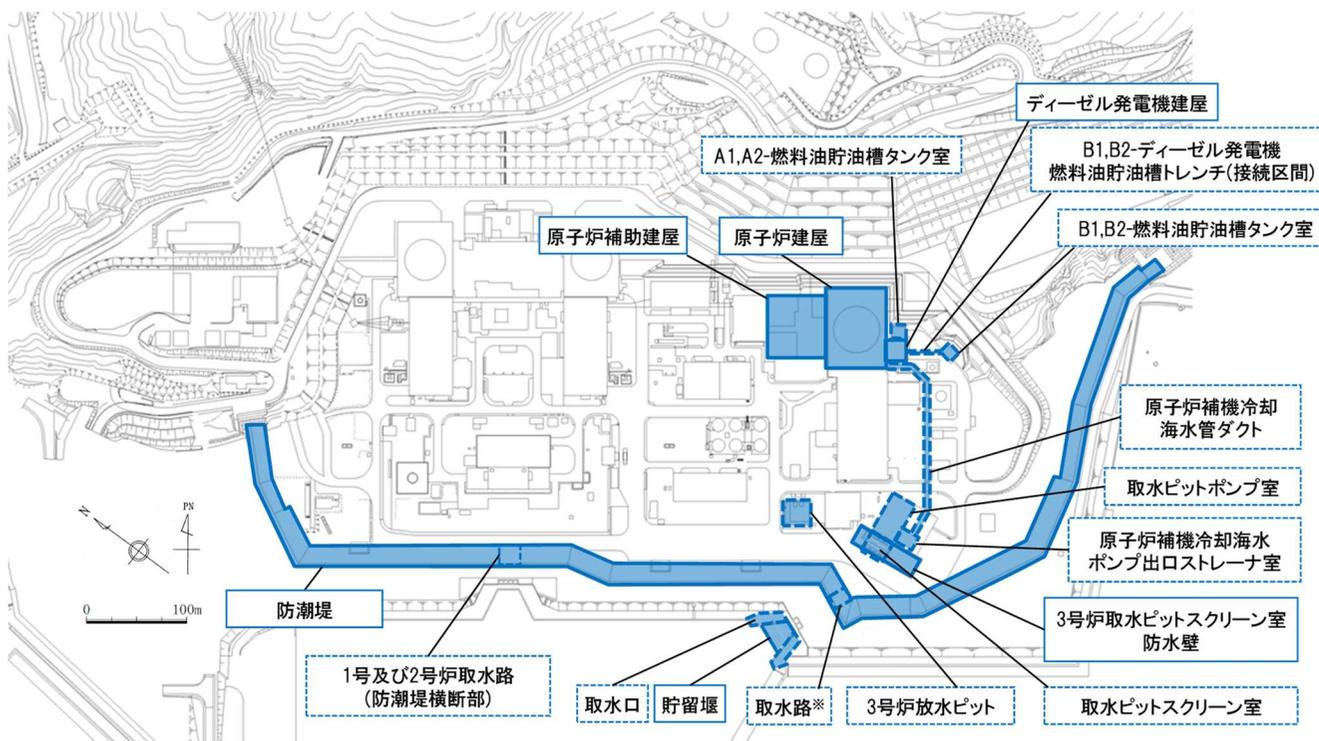
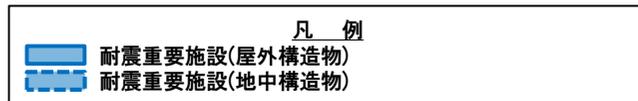
設置許可基準規則		確認内容・設計方針	本資料の対応
本文	別記の要約		
第3条第1項 第38条第1項 施設を十分支持することができる地盤に設けなければならない	地震力が作用することによって弱面上のずれ等が発生しないことを含め、地震力に対する支持性能が確保されている 地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する設計である	○動的解析の結果に基づく時刻歴のすべり安全率が1.5以上であることを確認する。 ○簡便法・動的解析では、液状化によるせん断強度の低下を考慮する。 ○動的解析の結果に基づいて求められた基礎底面の傾斜が評価基準値の目安を超えないことを確認する。 ○動的解析の結果に基づいて算定した基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値を超えないことを確認する。	5.1章
第3条第2項 第38条第2項 施設は変形した場合においてもその安全機能等が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない	「変形」とは、地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下 「変形」とは、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状 「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み	○地震発生に伴う不等沈下による影響を受けないことを確認する。 ○液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状の影響を考慮した場合においても、その安全機能等が損なわれるおそれがないように設計する。 ○地震発生に伴う地殻変動によって生じる地盤の傾斜を算出し、地震動による地盤の傾斜も考慮した最大傾斜が、評価基準値の目安を超えないことを確認する。	5.2章
第3条第3項 第38条第3項 施設は変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない	将来活動する可能性のある断層等の露頭が無いことを確認した地盤に設置する	○耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設が設置される地盤には、将来活動する可能性のある断層等露頭しないことについては、R7.1.31審査会合資料「泊発電所3号炉地盤(敷地の地質・地質構造)について」において説明しており、本資料では、その評価結果を示している。	2章
第4条第4項 第39条第2項 施設は斜面の崩壊に対して安全機能等が損なわれるおそれがないものでなければならない	基準地震動による安定解析を行い、崩壊のおそれがないことを確認する 崩壊のおそれがある場合には、当該部分の除去及び敷地内土木工作物による斜面の保持等の措置を講ずる 地質・地盤の構造、地盤等級区分、液状化の可能性及び地下水の影響等を考慮する	○動的解析の結果に基づく時刻歴のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。 ○動的解析では、液状化によるせん断強度の低下を考慮する。	6章

1. 設置許可基準規則に基づく確認内容

③評価対象施設:耐震重要施設

一部修正 (R6/8/30審査会合)

○設置許可基準規則第3条及び第4条の対象となる「耐震重要施設」を下図に示す。



耐震重要施設位置図

耐震重要施設	
屋外構造物	原子炉建屋
	原子炉補助建屋
	ディーゼル発電機建屋
	貯留堰
	防潮堤
地中構造物	3号炉取水ピットスクリーン室防水壁
	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室
	B1,B2-燃料油貯油槽タンク室
	B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ(接続区間)
	原子炉補機冷却海水管ダクト
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室
	取水ピットポンプ室
	取水ピットスクリーン室
	取水路*
	取水口
	3号炉放水ピット
1号及び2号炉取水路(防潮堤横断面)	

※取水路のうち防潮堤を間接支持する範囲については、「耐震重要施設(地中構造物)」に整理される。

1. 設置許可基準規則に基づく確認内容

④ 評価対象施設：常設重大事故等対処施設

一部修正 (R6/8/30審査会合)

○設置許可基準規則第38条及び第39条の対象となる「常設重大事故等対処施設」を下図に示す。



常設重大事故等対処施設	
屋外構造物	原子炉建屋
	原子炉補助建屋
	ディーゼル発電機建屋
	貯留堰
	代替非常用発電機
	緊急時対策所指揮所
	緊急時対策所待機所
	指揮所用空調上屋
	待機所用空調上屋
地中構造物	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室
	B1,B2-燃料油貯油槽タンク室
	B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ (接続区間)
	原子炉補機冷却海水管ダクト
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口 ストレナ室
	取水ピットポンプ室
	取水ピットスクリーン室
	取水路
	取水口
燃料タンク (SA) 室	

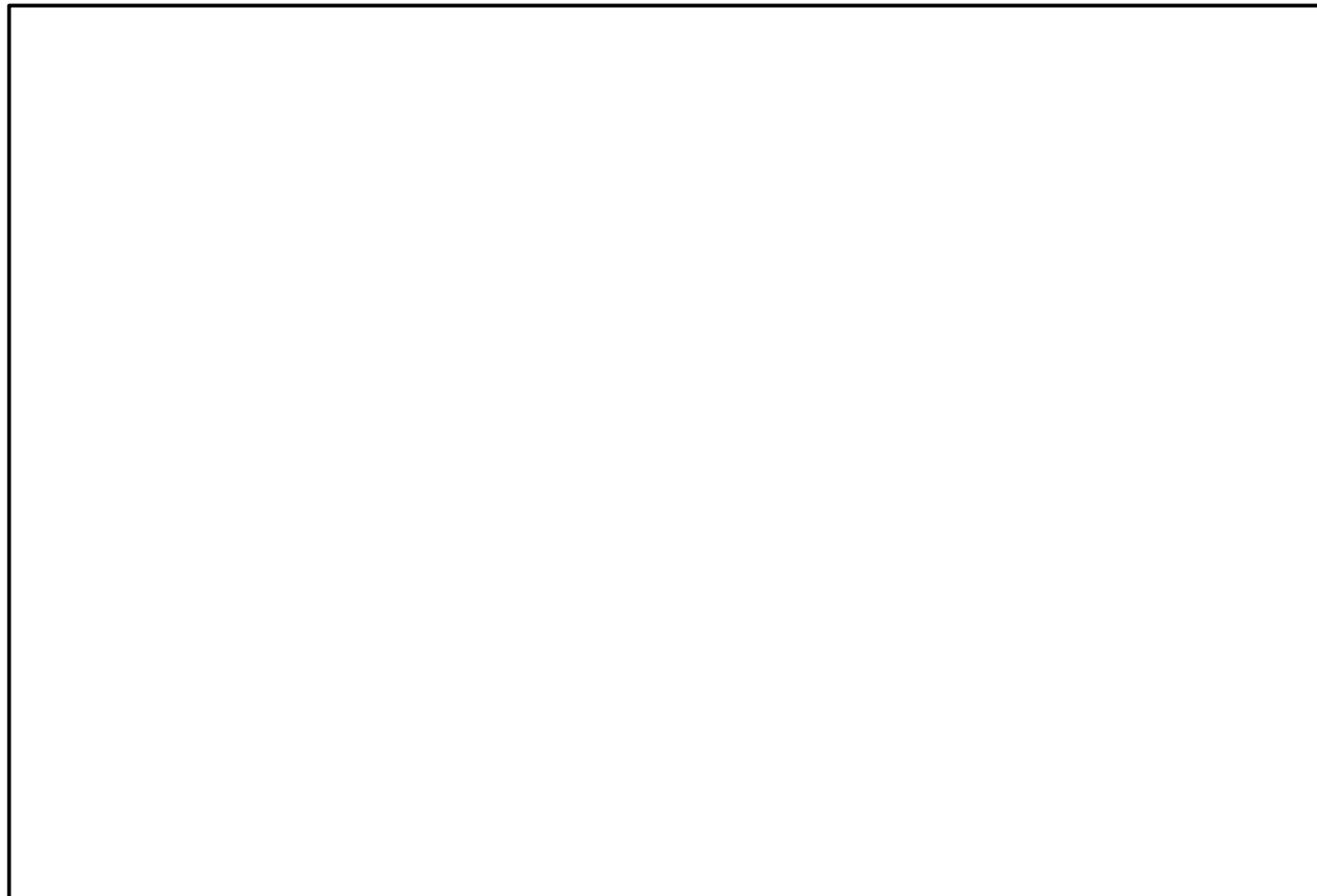
: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

1. 設置許可基準規則に基づく確認内容

⑤ 評価対象施設 (耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○ 評価対象施設 (耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設) を下図に示す。



評価対象施設			
耐震重要施設かつ 常設重大事故等 対処施設	屋外構造物	原子炉建屋 原子炉補助建屋 ディーゼル発電機建屋 貯留堰	
	地中構造物	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室 B1,B2-燃料油貯油槽タンク室 B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ (接続区間) 原子炉補機冷却海水管ダクト 原子炉補機冷却海水ポンプ出口 ストレナ室 取水ピットポンプ室 取水ピットスクリーン室 取水路※2 取水口	
	屋外構造物	防潮堤 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁	
	地中構造物	3号炉放水ピット 1号及び2号炉取水路 (防潮堤横断部)	
	常設重大事故等 対処施設	屋外構造物	代替非常用発電機 緊急時対策所指揮所 緊急時対策所待機所 指揮所用空調上屋 待機所用空調上屋
		地中構造物	燃料タンク (SA) 室

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

※2 取水路のうち防潮堤を間接支持する範囲については、「耐震重要施設かつ常設重大事故等対処施設 (地中構造物)」に整理される。

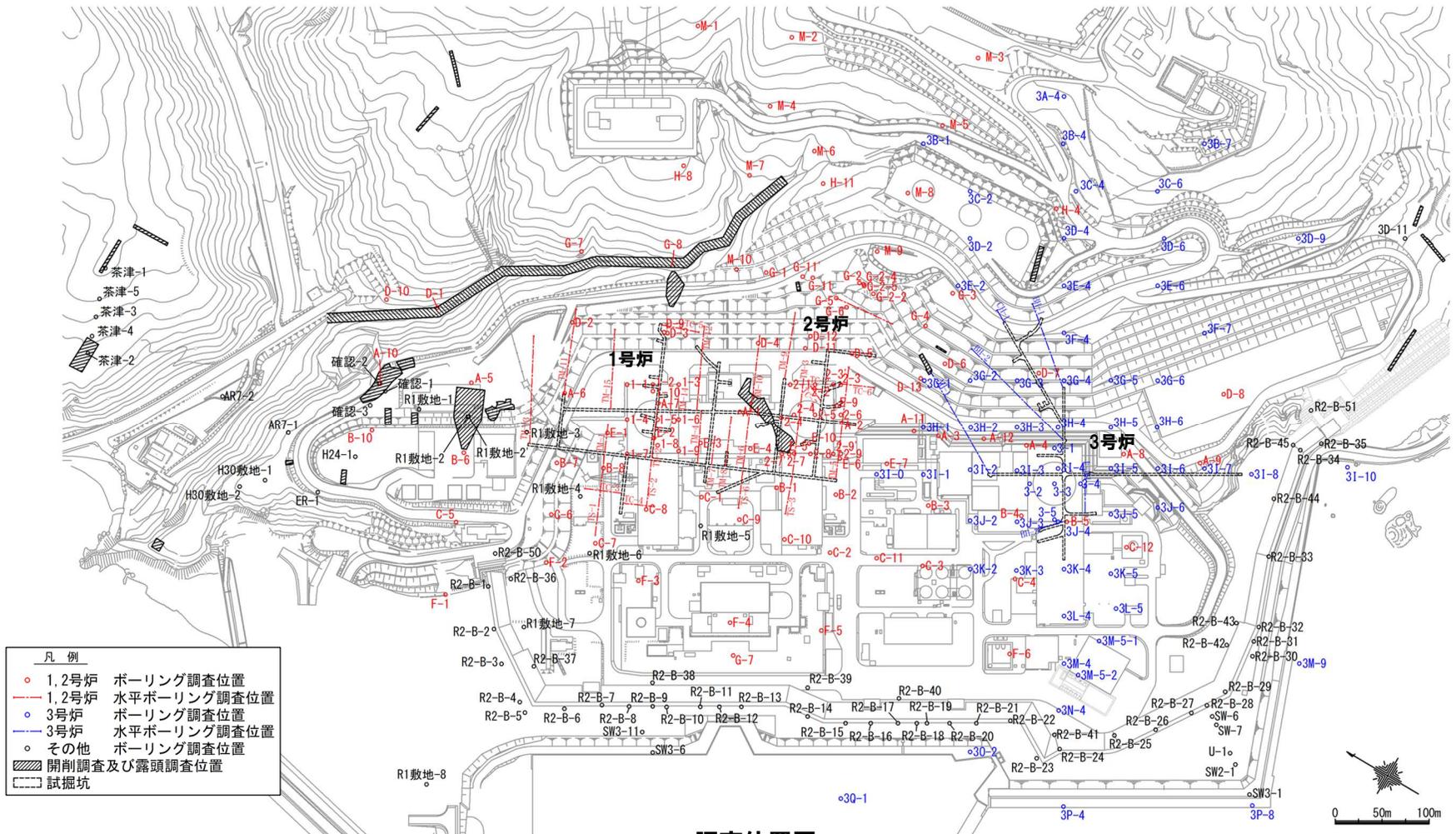
概要	P. 3
1. 設置許可基準規則に基づく確認内容	P. 11
2. 地質の概要	P. 17
2.1 調査内容	P. 18
2.2 敷地の地質	P. 19
2.3 岩盤分類	P. 27
3. 解析用物性値	P. 29
4. 基準地震動	P. 47
5. 基礎地盤の安定性評価	P. 61
6. 周辺斜面の安定性評価	P.177
7. まとめ	P.221
参考文献	P.223

2.1 調査内容

調査概要及び調査位置

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 敷地においては、敷地の地質・地質構造を把握するとともに、各種岩石試験、岩盤試験及び土質試験を実施するため、下図に示すとおり、ボーリング調査、試掘坑調査等を実施している。
- 後述する解析用物性値については、岩石試験（密度試験及び一軸圧縮試験）、岩盤試験（岩盤せん断試験、PS検層等）、土質試験（三軸圧縮試験、動的変形試験等）等から得られた各種物性値を基に設定している（詳細は、P34～P39及び補足説明資料2章参照）。



調査位置図

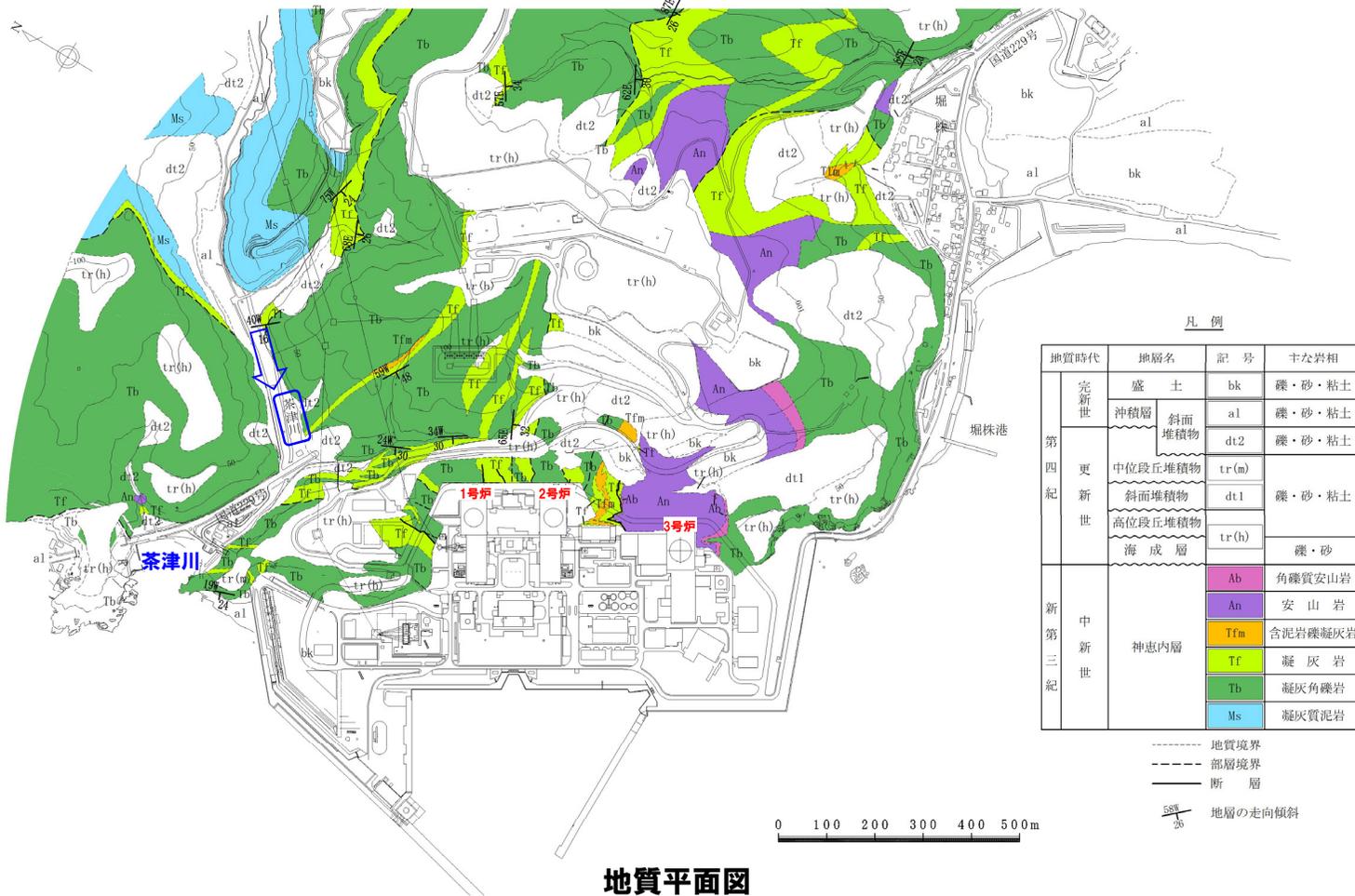
2.2 敷地の地質

①地質平面図

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 敷地の基盤をなす地層は、新第三系上部中新統神恵内層であり、神恵内層を覆って海成層、高位段丘堆積物、中位段丘堆積物、斜面堆積物※及び沖積層が分布する。
- 敷地の基盤をなす地層である神恵内層は、岩相から凝灰質泥岩層と火砕岩層に大別される。
- 神恵内層のうち、凝灰質泥岩層は、敷地北部の茶津川付近に分布する。
- 神恵内層のうち、火砕岩層は、敷地全域に広く分布しており、3号炉原子炉建屋設置位置付近には安山岩が分布する。

※斜面堆積物は、中期更新世に堆積したものと後期更新世以降に堆積したものに区分される。



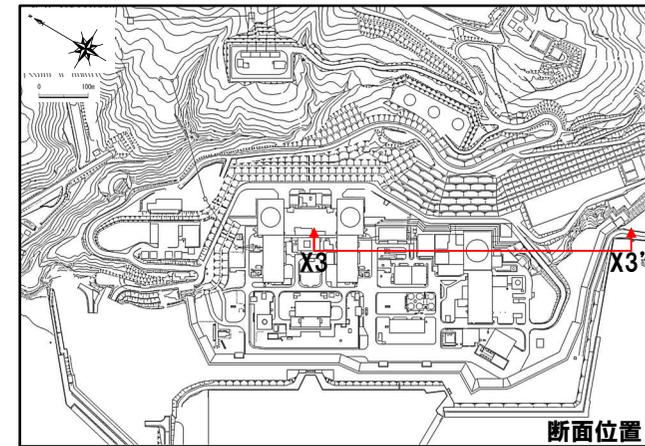
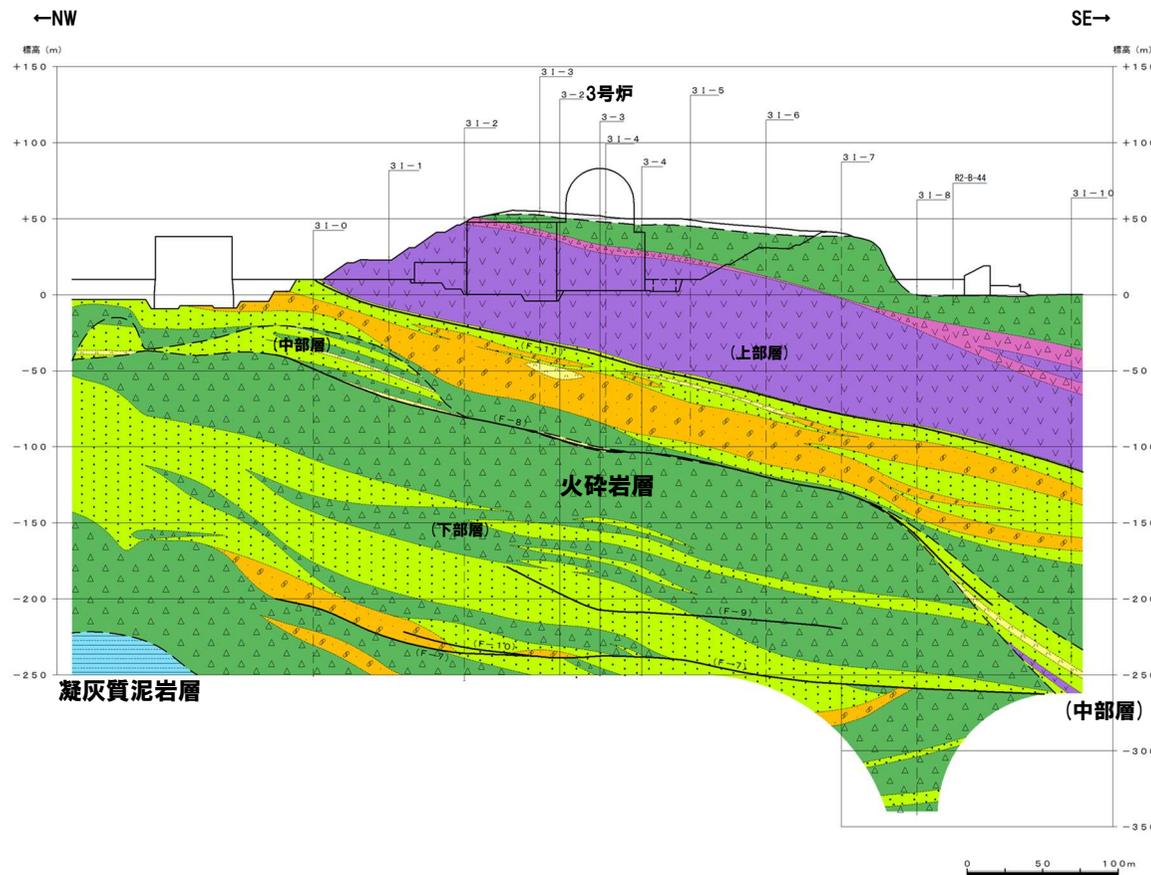
地質平面図

2.2 敷地の地質

②-1 地質断面図：X3-X3' 方向

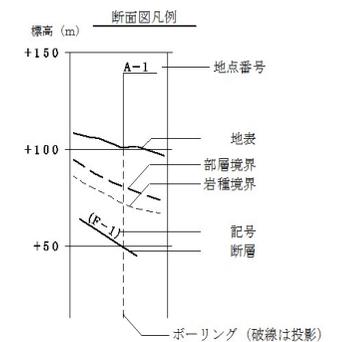
一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 敷地の神恵内層は、下位の凝灰質泥岩層と上位の火砕岩層に分けられ、火砕岩層は凝灰質泥岩層と調和的な構造をなしている（下図及び次頁参照）。
- 3号炉原子炉建屋付近に分布する火砕岩層中の安山岩は、周囲の火砕岩と調和的な構造を示す（下図及び次頁参照）。



岩種区分凡例

地層名	岩種区分
段丘堆積物、斜面堆積物、海成層等	礫・砂・粘土
神恵内層	角礫質安山岩
	安山岩
	含泥岩礫凝灰岩
	軽石凝灰岩
	凝灰岩
	凝灰角礫岩
	凝灰質泥岩



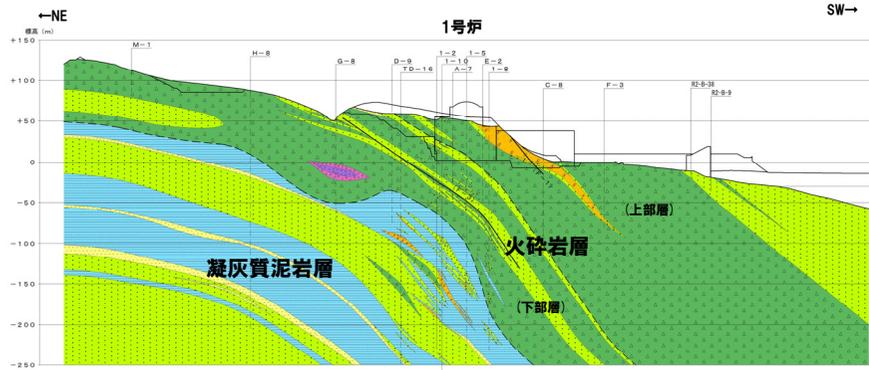
地質断面図 (X3-X3' 方向)

2.2 敷地の地質

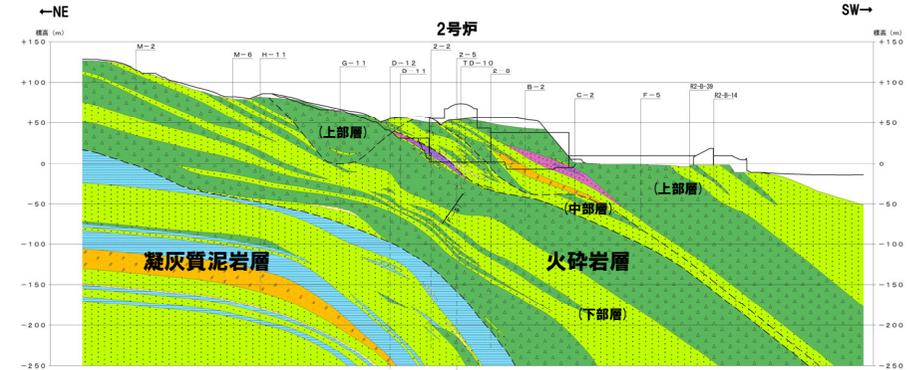
②-2 地質断面図:Y-Y' 方向

一部修正 (H28/3/10審査会合)

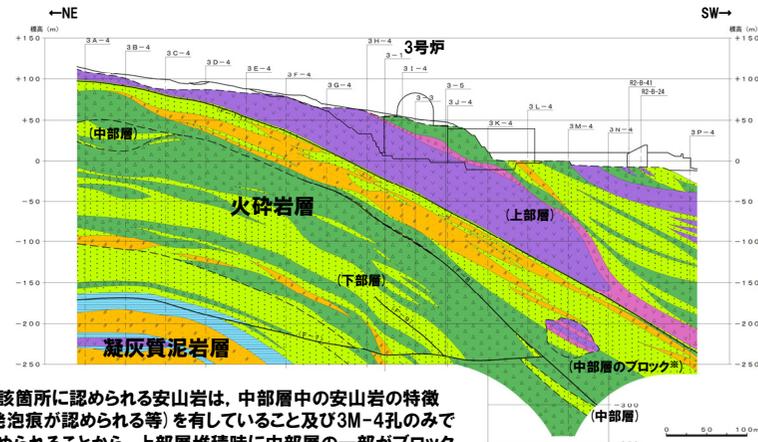
○敷地の神恵内層は、大局的にはほぼNW-SE走向で、SW方向へ15° ~50° 程度の傾斜の同斜構造で分布している。



(Y1-Y1' 方向)



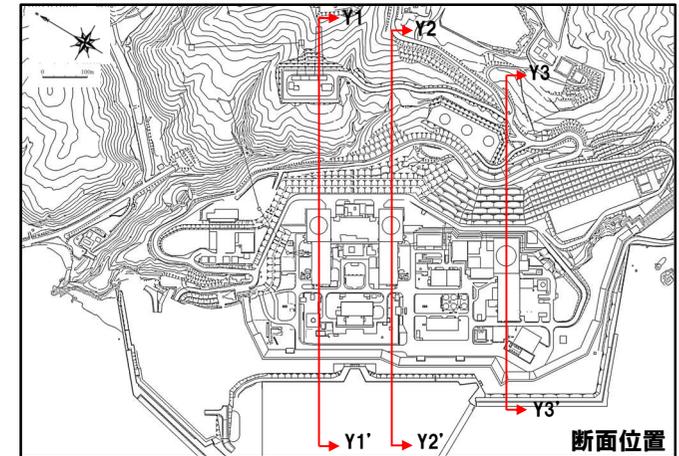
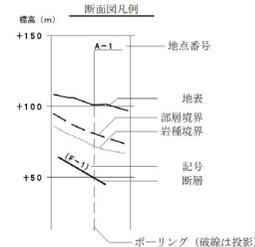
(Y2-Y2' 方向)



(Y3-Y3' 方向)

※当該箇所認められる安山岩は、中部層中の安山岩の特徴（発泡痕が認められる等）を有していること及び3M-4孔のみで認められることから、上部層堆積時に中部層の一部がブロック状に取り込まれたものと解釈した。ブロックの形状については、レンズ状を基本としながら、岩種の硬軟による侵食抵抗を考慮した。

岩種区分凡例	
地層名	岩種区分
段丘堆積物、斜面堆積物、海成層等	礫・砂・粘土
神恵内層	角礫質安山岩
	安山岩
	含泥岩凝灰岩
	軽石凝灰岩
	凝灰岩
	凝灰角礫岩
	凝灰質泥岩



断面位置

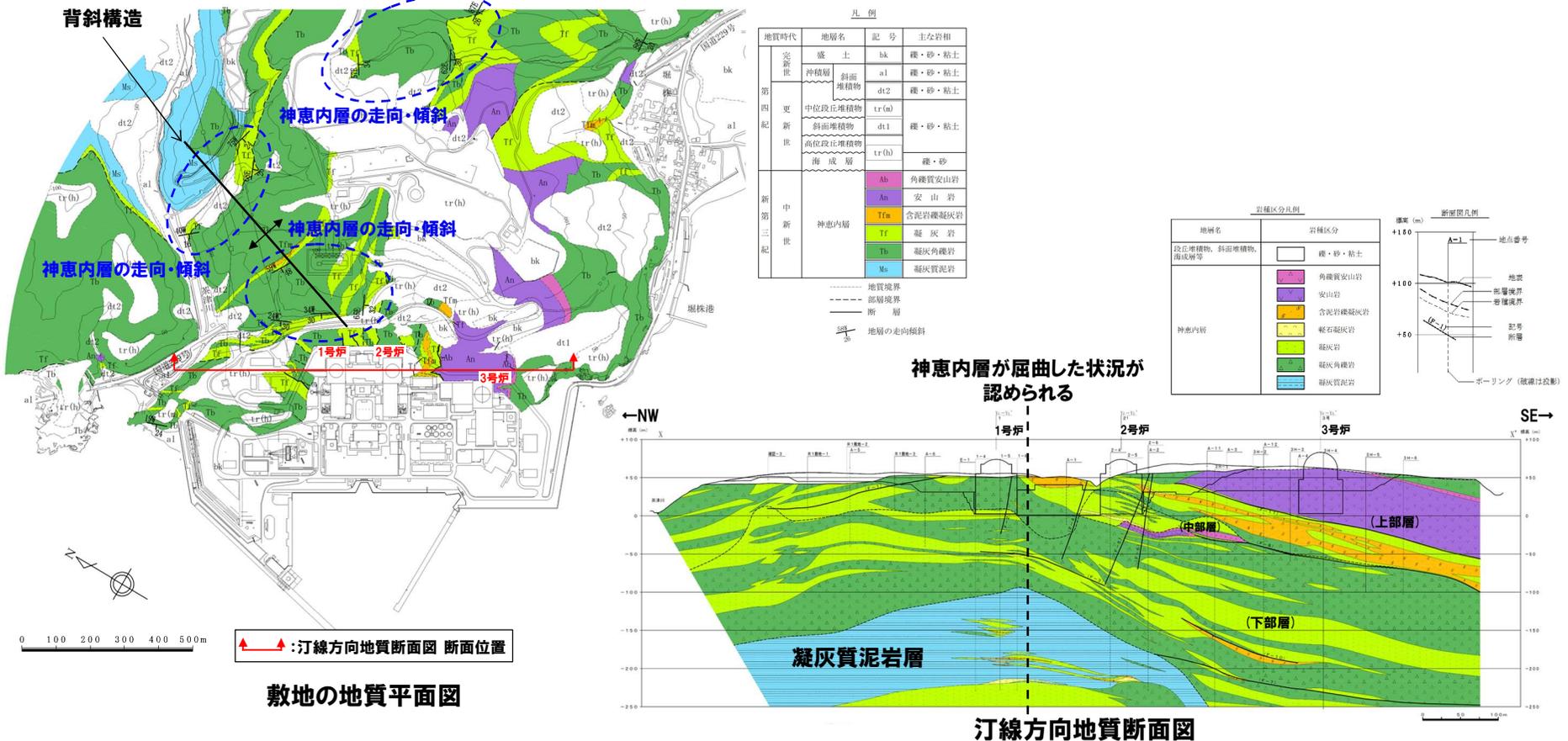
地質断面図 (Y-Y' 方向)

2.2 敷地の地質

③神恵内層に存在する背斜構造

一部修正 (R3/2/12審査会合)

- 敷地の神恵内層には、地表地質踏査において計測した走向・傾斜を踏まえると、概ねN-S方向で南側にプランジする背斜構造が存在し、背斜構造の東翼ではNE-SW走向で、南東側に約30°傾斜し、西翼では、NW-SE走向で、南西側に約30°傾斜する。
- 汀線方向地質断面図の1号炉南側において、神恵内層が屈曲した状況が認められ、背斜構造の背斜軸に対応するものと判断される。
- なお、敷地の神恵内層に認められる同斜構造 (前頁参照) 及び上記の背斜構造の形成年代については、以下のことから、第四紀更新世より古いと判断される。
 - ・八幡 (1989, 2002) によれば、積丹半島周辺では約8Ma以降、弱圧縮応力場となり、東西圧縮が徐々に始まりNW-SE方向の褶曲運動が開始したとされていることから、同斜構造及び上記の背斜構造は、積丹半島周辺の褶曲運動に伴い約8Ma以降に形成されたものと判断される。
 - ・積丹半島に分布する第四紀前期～中期更新世の海成層は、ほぼ水平に堆積していることから、構造運動の影響は認められない。



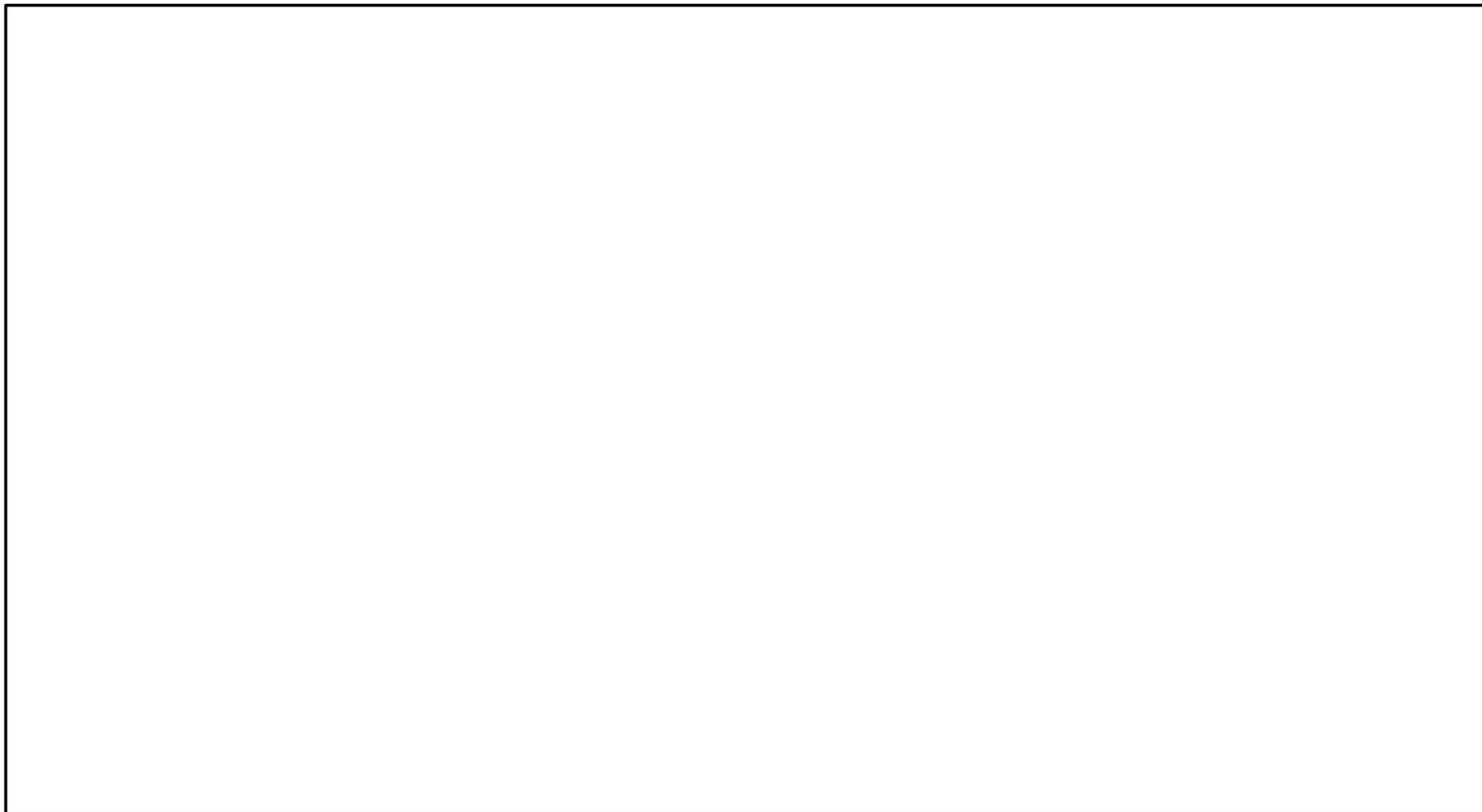
余白

2.2 敷地の地質

④ 評価対象施設と断層等の位置関係 (1/3)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○ 評価対象施設 (耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設) を下図に示す。



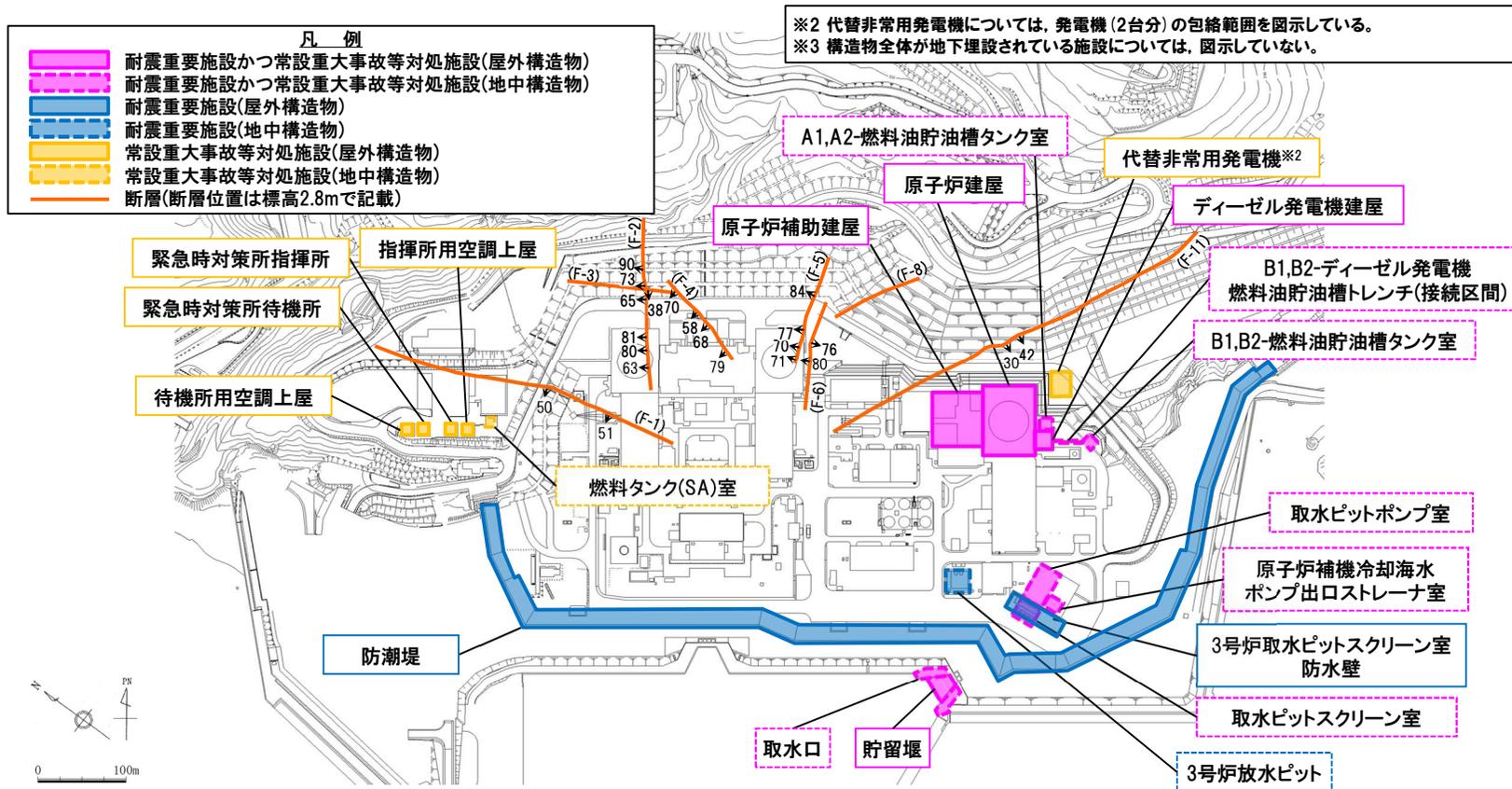
2.2 敷地の地質

④ 評価対象施設と断層等の位置関係 (2/3)

一部修正 (H28/5/13審査会合)

- 評価対象施設と敷地に認められる11条の断層 (F-1断層～F-11断層) ※1との位置関係を下図に示す。
- 試掘坑調査, ボーリング調査等によりそれぞれの断層の連続性を確認した結果, 敷地に認められる11条の断層は, 評価対象施設付近に連続しないこと, 地下深部に分布すること, 又は断層位置と傾斜方向を踏まえた評価対象施設との位置関係から, 評価対象施設が設置される地盤に露頭しない。
- また, 空中写真判読及び地形調査の結果, 評価対象施設が設置される地盤に地すべり面は露頭しない (次頁参照)。

※1 断層の系統分類等については, 補足説明資料1.1章参照。



耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設位置図※3

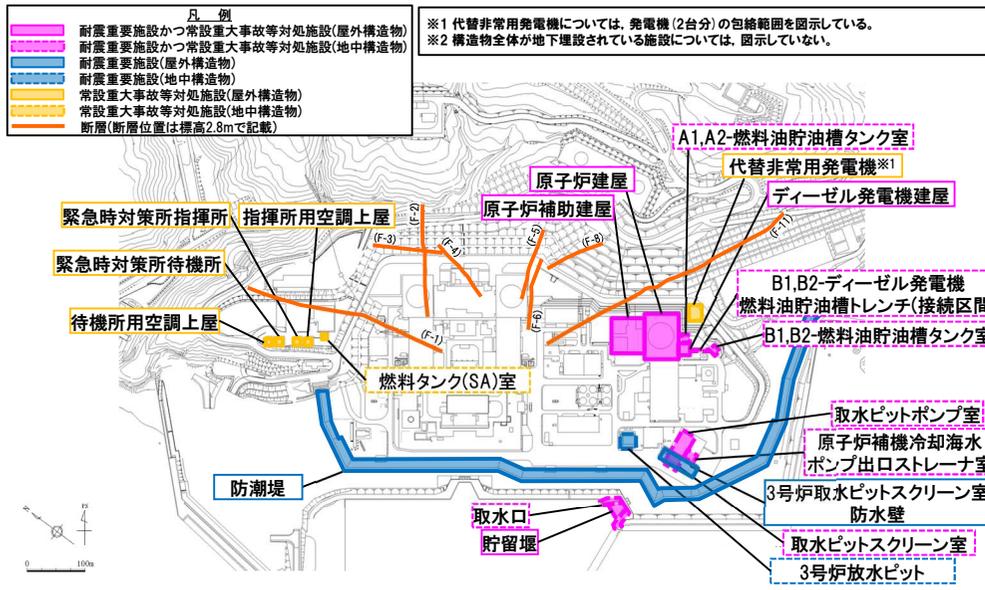
2.2 敷地の地質

④ 評価対象施設と断層等の位置関係 (3/3)

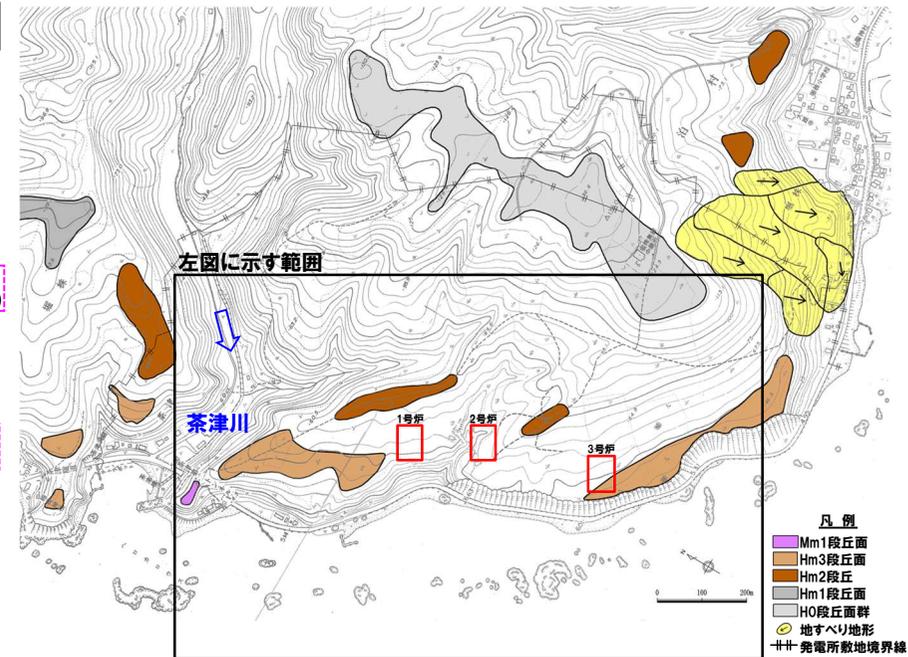
一部修正 (H28/3/10審査会合)

○空中写真判読及び地形調査の結果、以下の状況が確認されることから、評価対象施設が設置される地盤に地すべり面は露頭しない。

- ・地すべり地形は評価対象施設付近には認められない。
- ・発電所南東側の敷地境界付近には地すべり地形が認められるものの、そのすべり方向は、主に南側であり、評価対象施設が位置する方向ではない。



耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設位置図※2



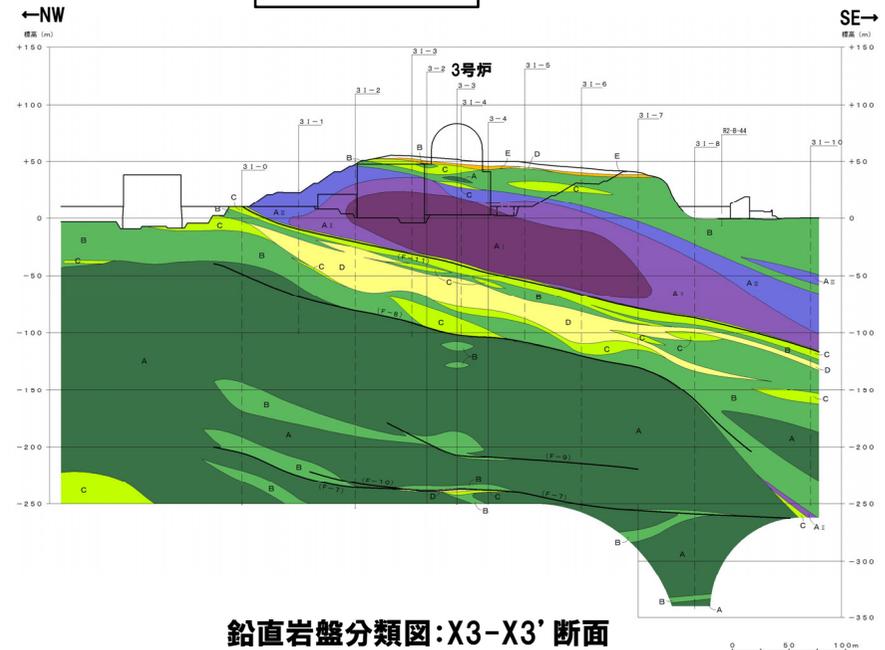
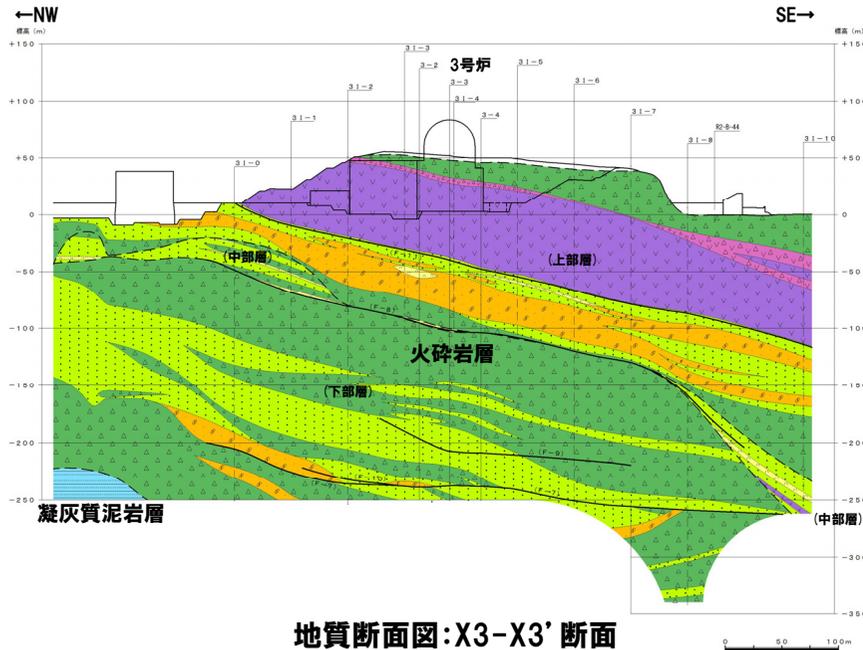
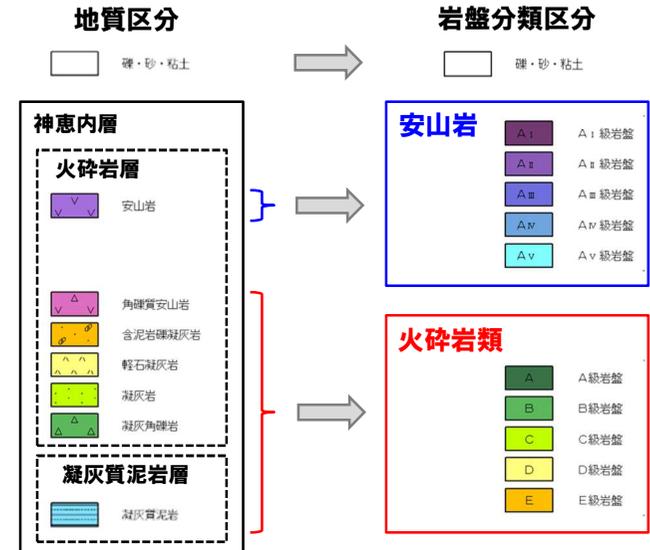
地形分類図

2.3 岩盤分類

岩盤分類

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 火砕岩層のうち、安山岩の岩盤物性は、硬質で割れ目が発達することから、割れ目の状態に影響される特徴がある。
- 一方、火砕岩層のうち、角礫質安山岩、含泥岩礫凝灰岩、軽石凝灰岩、凝灰岩、凝灰角礫岩、並びに凝灰質泥岩層の凝灰質泥岩の岩盤物性は、岩石(基質)の硬さに影響される特徴がある。
- 上記を踏まえ、岩盤分類基準については、右図に示すとおり、「安山岩」と安山岩以外の岩相を一括呼称した「火砕岩類」とで別個に設定した(詳細は、補足説明資料1.2章参照)。
- 岩盤分類基準は、「電研式岩盤分類(田中(1964)及び菊地(1975))」等を参考にして設定した。
- 安山岩の分類要素は「岩石の硬さ」、「割れ目の頻度」及び「割れ目の性状」とし、上位からA_I~A_Vに分類した。
- 火砕岩類の分類要素は「岩石の硬さ」、「割れ目の頻度」及び「風化度」とし、上位からA~Eに分類した。
- 地質区分と岩盤分類区分の対応例を下図に示す。



余白

概要	P. 3
1. 設置許可基準規則に基づく確認内容	P. 11
2. 地質の概要	P. 17
3. 解析用物性値	P. 29
4. 基準地震動	P. 47
5. 基礎地盤の安定性評価	P. 61
6. 周辺斜面の安定性評価	P.177
7. まとめ	P.221
参考文献	P.223

①解析用物性値の設定

一部修正 (R6/3/22審査会合)

- 解析用物性値については、以下のことを踏まえ、3号炉解析用物性値と1,2号炉解析用物性値をそれぞれ設定する。
- ・敷地の基盤をなす地層は、新第三系上部中新統神恵内層であるが、3号炉側には主に安山岩が分布し、1,2号炉側には主に凝灰角礫岩、凝灰岩等の火砕岩が分布する状況であること。
 - ・評価対象施設は主に3号炉側に設置されているが、一部の評価対象施設については1,2号炉側にも設置されていること。
- 岩盤（安山岩及び火砕岩類）、表土、埋戻土及び断層の解析用物性値の設定の基本的な考え方については、以下のとおり。
- 【岩盤（安山岩及び火砕岩類）・表土】
- 岩盤及び表土の解析用物性値については、3号炉解析用物性値は3号炉側で実施した各種試験に基づき設定し、1,2号炉解析用物性値は1,2号炉側で実施した各種試験に基づき設定するが、「安山岩の物性値」及び「火砕岩類の原位置試験※を基に設定する物性値」については、地質の分布状況を踏まえ、以下のとおり、3号炉解析用物性値と1,2号炉解析用物性値で同じ値を設定する。
- 安山岩の物性値**
- 1,2号炉側における安山岩の分布は局所的であること、及び3号炉側には安山岩が広く分布し、3号炉調査で十分なデータが得られていることから、安山岩の物性値については、3号炉調査結果に基づき、3号炉解析用物性値と1,2号炉解析用物性値を共通に設定する。
- 火砕岩類の原位置試験を基に設定する物性値**
- 原位置試験を基に設定する物性値については、原位置試験の実施可能範囲が限られる状況であることから、3号炉調査と1号及び2号炉調査結果を使用して、3号炉解析用物性値と1,2号炉解析用物性値を共通に設定する。
- 【埋戻土】
- 埋戻土の解析用物性値については、3号側と1,2号炉側で材料が異なること等から、3号炉解析用物性値（3号埋戻土）と1,2号炉解析用物性値（1,2号埋戻土）を各種試験に基づき、それぞれ設定する。
- 【断層】
- 断層の解析用物性値については、断層ごとに実施した各種試験に基づきそれぞれ設定する。
- 基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価においては、評価対象施設の位置に応じて、3号炉側に位置する施設の評価には3号炉解析用物性値を使用し、1,2号炉側に位置する施設の評価には1,2号炉解析用物性値を使用する。
- 3号炉解析用物性値と1,2号炉解析用物性値の適用範囲の境界については、以下の位置とする。
- ・岩盤（安山岩及び火砕岩類）及び表土：3号炉解析用物性値の適用範囲が3号炉調査範囲を包含する位置で海山方向に直線で区切った位置（詳細は、P31～P32参照）
 - ・埋戻土：1,2号埋戻土及び3号埋戻土の分布範囲を踏まえた位置（詳細は、P33参照）。
- 3号炉解析用物性値の詳細はP34～P35に、1,2号炉解析用物性値の詳細はP36～P37に、断層の解析用物性値の詳細はP38～P39に示す。

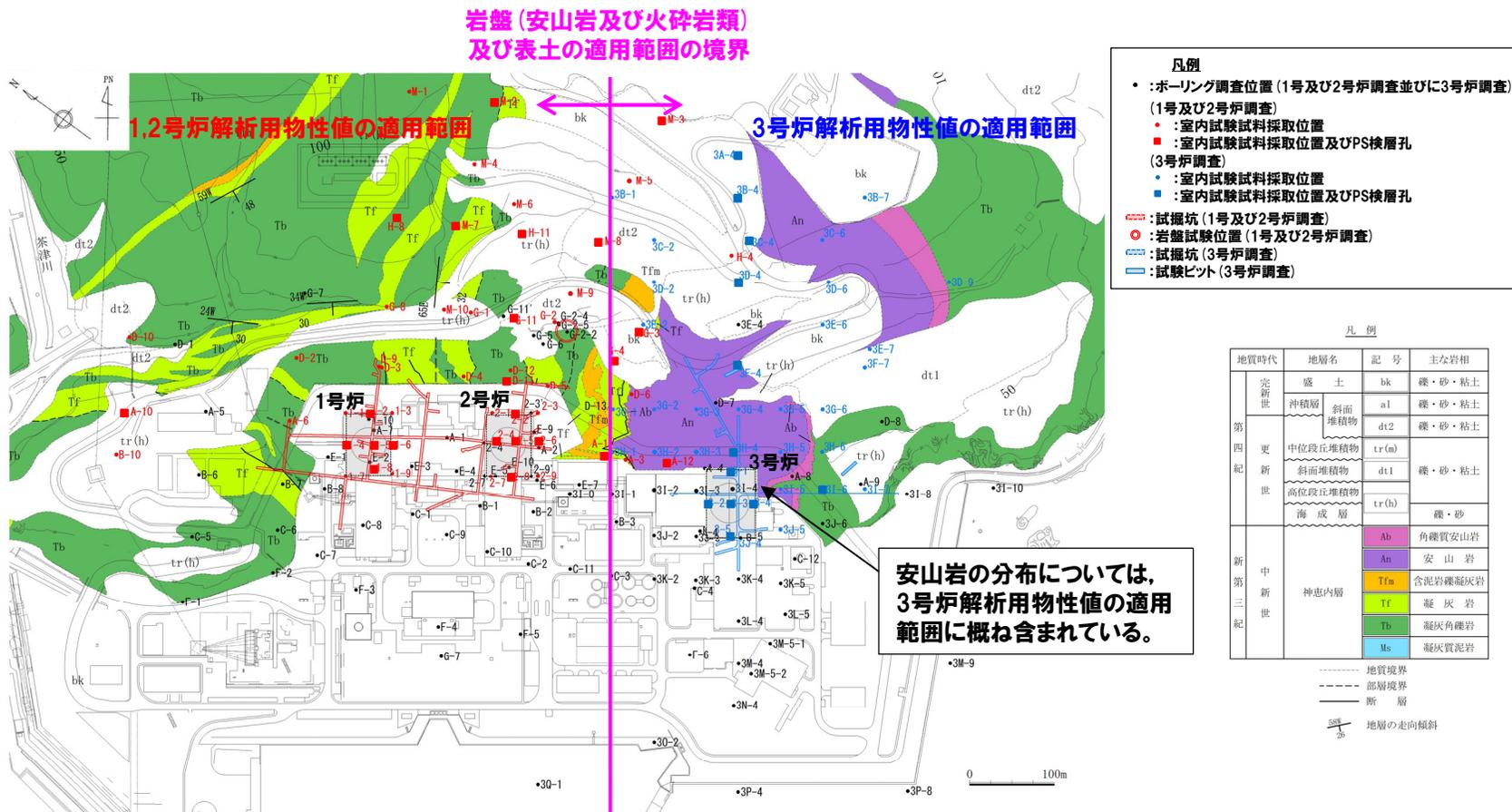
※岩盤せん断試験、摩擦抵抗試験及び岩盤変形試験。

3. 解析用物性値

②-1 解析用物性値の適用範囲-岩盤(安山岩及び火砕岩類)及び表土(1/2)-

一部修正(R6/3/22審査会合)

- 3号炉解析用物性値と1,2号炉解析用物性値のうち、岩盤(安山岩及び火砕岩類)及び表土の解析用物性値の適用範囲の境界については、3号炉解析用物性値の適用範囲が3号炉調査範囲を包含する位置で海山方向に直線で区切った位置とし、岩盤(安山岩及び火砕岩類)及び表土の解析用物性値の適用範囲は下図に示すとおり設定する(断面図は、次頁参照)。
- なお、安山岩の分布については、3号炉解析用物性値の適用範囲に概ね含まれている。



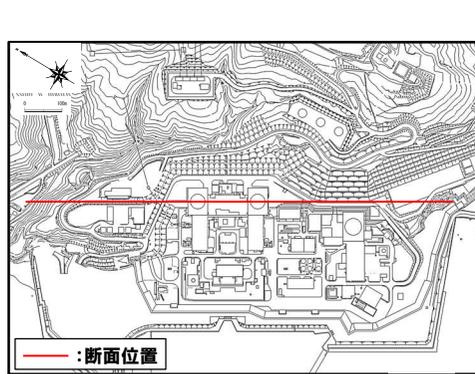
岩盤(安山岩及び火砕岩類)及び表土の解析用物性値の適用範囲(平面図)※

※地質平面図に1号及び2号炉調査並びに3号炉調査位置を反映して作成。

3. 解析用物性値

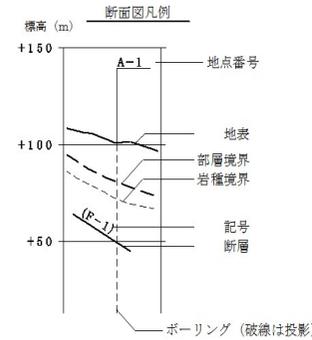
②-1 解析用物性値の適用範囲-岩盤(安山岩及び火砕岩類)及び表土(2/2) -

一部修正 (R6/3/22審査会合)



岩種区分凡例

地層名	岩種区分
段丘堆積物, 斜面堆積物, 海成層等	礫・砂・粘土
神恵内層	角礫質安山岩
	安山岩
	含泥岩礫凝灰岩
	軽石凝灰岩
	凝灰岩
	凝灰角礫岩
凝灰質泥岩	

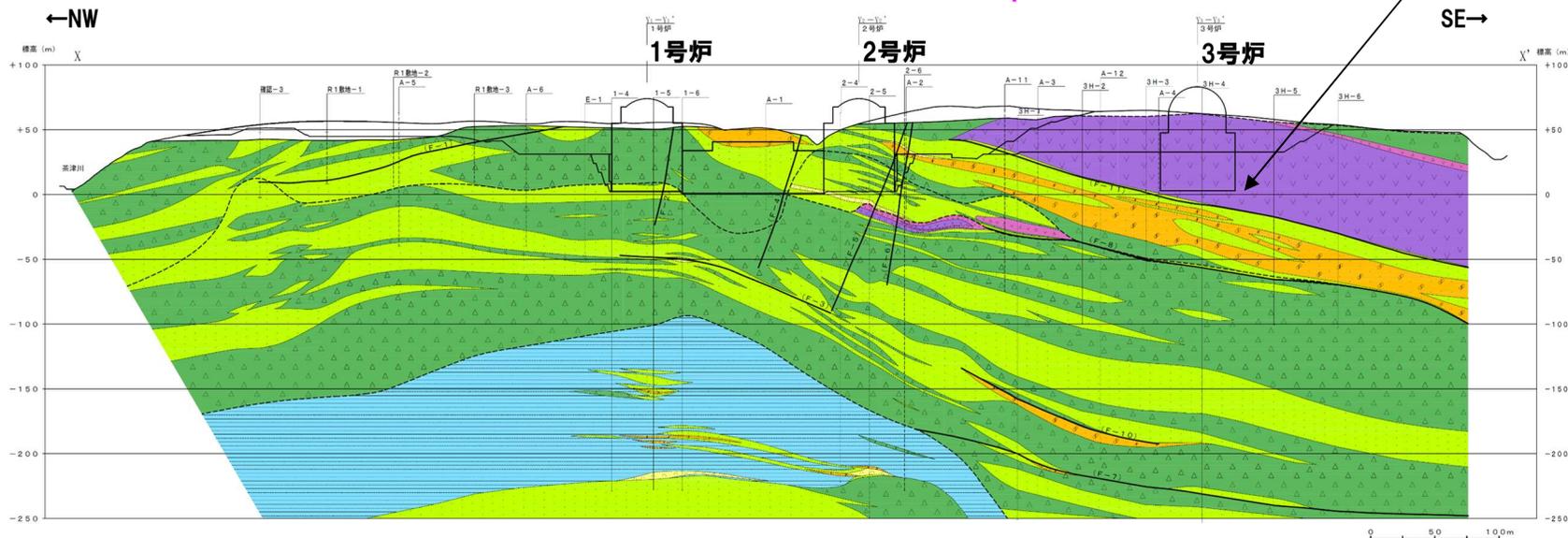


岩盤(安山岩及び火砕岩類)及び表土の適用範囲の境界

1,2号炉解析用物性値の適用範囲

3号炉解析用物性値の適用範囲

安山岩の分布については、3号炉解析用物性値の適用範囲に概ね含まれている。

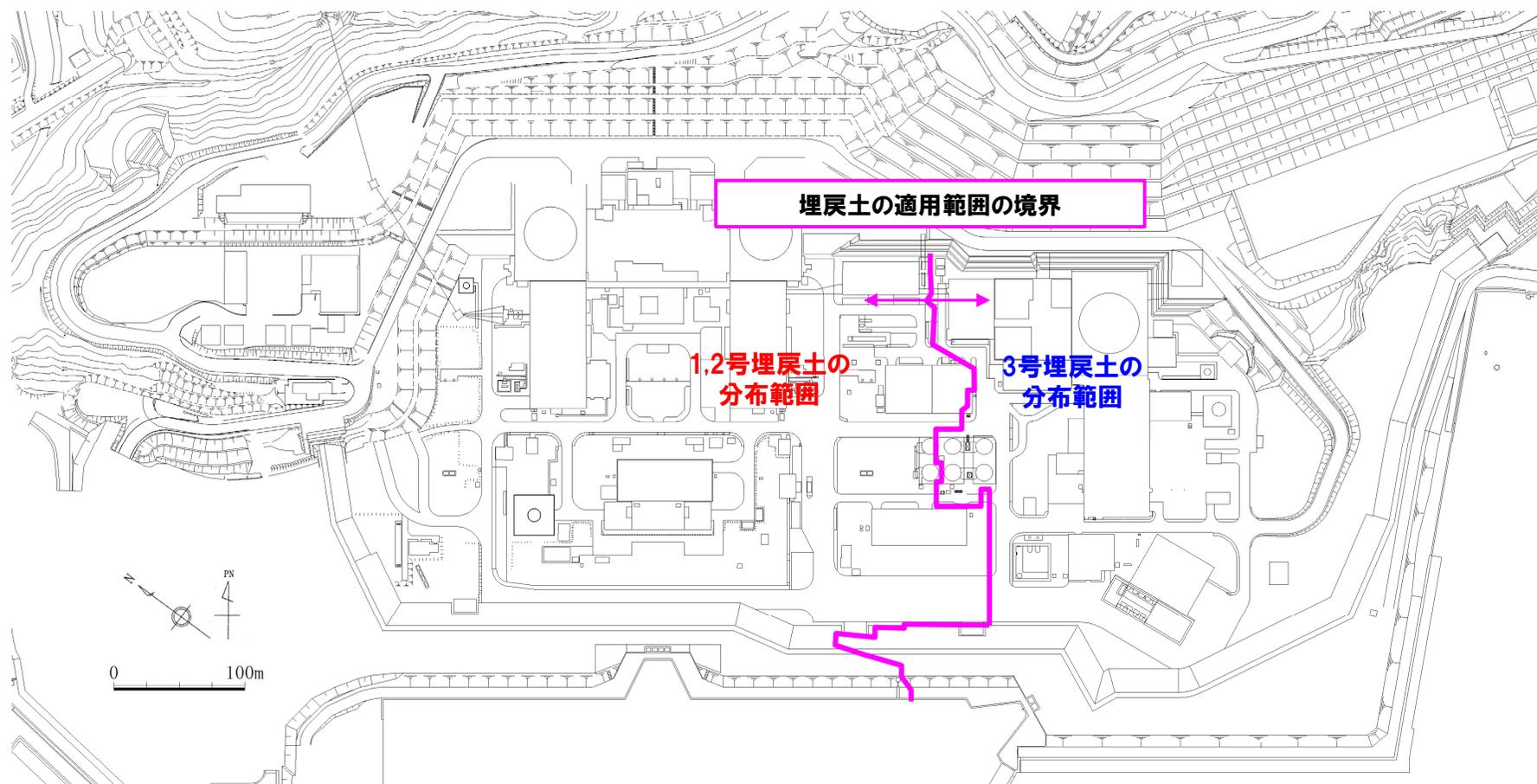


岩盤(安山岩及び火砕岩類)及び表土の解析用物性値の適用範囲(汀線方向地質断面図)

②-2 解析用物性値の適用範囲-埋戻土-

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 発電所の埋立地盤については、敷地造成時に発生した掘削岩砕からなる埋立地盤（人工地盤）が主体であり、3号埋戻土と1,2号埋戻土とで施工時期及び材料が異なる。
- 3号炉建設時の埋立範囲等を踏まえると、1,2号埋戻土と3号埋戻土の境界は、下図に示すとおりである。
- 以上のことから、3号炉解析用物性値と1,2号炉解析用物性値のうち、埋戻土の解析用物性値の適用範囲の境界については、1,2号埋戻土及び3号埋戻土の分布範囲を踏まえた位置とし、埋戻土の解析用物性値の適用範囲は下図に示すとおり設定する。



埋戻土の解析用物性値の適用範囲

3. 解析用物性値

③-1 3号炉解析用物性値(岩盤, 表土及び埋戻土)の設定根拠

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○3号炉解析用物性値(安山岩, 火砕岩類, 表土及び埋戻土)の設定根拠を下表に示す(設定した解析用物性値は次頁参照)。

岩種	特性 項目 岩盤分類	物理特性 密度 ρ	強度特性			変形特性				
			せん断強度 τ_0	内部摩擦角 ϕ	残留強度 τ	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 E_s	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h
安山岩	A _I 級	密度試験 (建設省「土木試験基準(案)」 に準拠)	岩盤せん断試験※3		摩擦抵抗試験※3	岩盤変形試験※3	一軸圧縮試験 岩石の圧縮強さ試験 方法(JIS M 0302) に準拠	PS検層※2及び 密度試験 により算出	PS検層※2 により算出	文献※5を 基に設定
	A _{II} 級		A _{III} 級を使用※4			A _{III} 級を使用※4				
	A _{III} 級		岩盤せん断試験※3	摩擦抵抗試験※3	岩盤変形試験※3					
	A _{IV} 級		A _V 級を使用※4			A _V 級を使用※4				
	A _V 級	密度試験※1	岩盤せん断試験※3	摩擦抵抗試験※3	岩盤変形試験※3	文献※5を基に設定	動変形試験※1	動変形試験※1		
火砕岩類	A級	密度試験 (建設省「土木試験基準(案)」 に準拠)	岩盤せん断試験※3	摩擦抵抗試験※3	岩盤変形試験※3	一軸圧縮試験 岩石の圧縮強さ試験 方法(JIS M 0302) に準拠	PS検層※2及び 密度試験 により算出	PS検層※2 により算出	文献※5を 基に設定	
	B級									
	C級									
	D級									
	E級	密度試験※1				文献※5を基に設定	動変形試験※1	動変形試験※1		
3号表土	密度試験※1	三軸圧縮試験※1	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ		三軸圧縮試験※1	文献※6を基に設定	動変形試験※1	PS検層※2 により算出	動変形試験※1	
3号埋戻土	密度試験※2	三軸圧縮試験※1	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ		三軸圧縮試験※1	文献※6を基に設定	動変形試験※1	文献※7を基に設定	動変形試験※1	

※1 地盤工学会「土質試験の方法と解説」に準拠。

※2 地盤工学会「地盤調査法」に準拠。

※3 土木学会「原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針」に準拠。

※4 安山岩A_{II}級及びA_{IV}級は、分布が小さいことから、物性が下位岩級(A_{III}級及びA_V級)を上回ることを確認した上で、一部の物性値については、下位岩級を使用(詳細は、補足説明資料2.1章参照)。

※5 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)を参照。

※6 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987(日本電気協会)を参照。

※7 設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007)を参照。

3. 解析用物性値

③-2 3号炉解析用物性値 (岩盤, 表土及び埋戻土)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○3号炉解析用物性値 (安山岩, 火砕岩類, 表土及び埋戻土) を下表に示す。

岩種	特性 項目 岩盤分類	物理特性	強度特性			変形特性				
						静的特性		動的特性		
		密度 ρ (g/cm ³)	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h (%)
安山岩	A _I 級	2.67	2.42	47.2	$2.01\sigma^{0.64}$	11.9	0.25	8.7	0.36	3
	A _{II} 級	2.64	2.26	51.2	$2.21\sigma^{0.61}$	2.7	0.23	7.6	0.35	3
	A _{III} 級	2.62	2.26	51.2	$2.21\sigma^{0.61}$	2.7	0.23	5.1	0.35	3
	A _{IV} 級	2.43	0.17	26.7	$\sigma \leq 0.13, \sigma \geq 0.62$ $\tau = 0.60\sigma^{0.46}$ $0.13 < \sigma < 0.62$ $\tau = 0.17 + \sigma \tan 26.7^\circ$	0.012	0.35	1.3	0.34	3
	A _V 級	1.80	0.17	26.7	$\sigma \leq 0.13, \sigma \geq 0.62$ $\tau = 0.60\sigma^{0.46}$ $0.13 < \sigma < 0.62$ $\tau = 0.17 + \sigma \tan 26.7^\circ$	0.012	0.35	$G_0 = 0.17$ $G_d/G_0 = 1/[1 + (\gamma/0.000505)^{0.782}]$	0.41	$h = (\gamma / (9.79\gamma + 0.00366) + 0.0222) \times 100$
火砕岩類	A級	2.20	2.17	51.0	$2.26\sigma^{0.63}$	6.1	0.26	4.3	0.36	3
	B級	2.19	1.61	46.9	$1.94\sigma^{0.62}$	2.8	0.24	3.7	0.35	3
	C級	2.01	0.57	46.3	$1.23\sigma^{0.76}$	0.94	0.21	2.9	0.35	3
	D級	1.81	0.49	34.1	$0.86\sigma^{0.51}$	0.64	0.26	2.2	0.37	3
	E級	1.64	0.23	31.5	$\sigma < 0.14, \sigma \geq 0.49$ $\tau = 0.71\sigma^{0.41}$ $0.14 \leq \sigma < 0.49$ $\tau = 0.23 + \sigma \tan 31.5^\circ$	0.030	0.35	$G_0 = 0.43$ $G_d/G_0 = 1/[1 + (\gamma/0.000530)^{0.909}]$	0.39	$h = (\gamma / (8.46\gamma + 0.00478) + 0.0309) \times 100$
3号表土		1.81	0.057	12.4	$0.057 + \sigma \tan 12.4^\circ$	0.019	0.40	$G_0 = 0.16$ $G_d/G_0 = 1/[1 + (\gamma/0.000495)^{0.813}]$	0.40	$h = (\gamma / (8.44\gamma + 0.00379) + 0.0232) \times 100$
3号埋戻土		2.35	0.161	33.7	$0.161 + \sigma \tan 33.7^\circ$	$0.0964\sigma^{0.355}$	0.40	$G_0 = 0.702\sigma^{0.486}$ $G_d/G_0 = 1/[1 + (\gamma/0.000239)^{0.777}]$	0.40	$h = (\gamma / (9.89\gamma + 0.00195) + 0.0301) \times 100$

※G₀は初期せん断弾性係数, σ は圧密応力, γ はせん断ひずみを示す。

3. 解析用物性値

④-1 1,2号炉解析用物性値(岩盤, 表土及び埋戻土)の設定根拠

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○1,2号炉解析用物性値(安山岩, 火砕岩類, 表土及び埋戻土)の設定根拠を下表に示す(設定した解析用物性値は次頁参照)。

岩種	特性 項目 岩盤分類	物理特性			強度特性			変形特性			
		密度 ρ	せん断強度 τ_0	内部摩擦角 ϕ	残留強度 τ	静的特性		動的特性			
						静弾性係数 E_s	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h	
安山岩	A _I 級~ A _V 級	3号炉解析用物性値を使用									
火砕岩類	A級	密度試験 (建設省「土木 試験基準(案)」 に準拠)	岩盤せん断試験※4	摩擦抵抗試験※4	岩盤変形試験※4	一軸圧縮試験 岩石の圧縮強さ試 験方法(JIS M 0302)に準拠	PS検層※3及び 密度試験により 算出	PS検層※3 により算出	文献※5を 基に設定	3号炉解析用物性値 を使用※7	3号炉解析用物性値 を使用※7
	B級										
	C級										
	D級										
	E級	密度試験※2				文献※5を 基に設定					
	1,2号表土	密度試験※2	三軸圧縮試験※2	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験※2	文献※6を 基に設定	3号炉解析用物性値 を使用※7	PS検層※3 により算出		3号炉解析用物性値 を使用※7	
	1,2号埋戻土※1	密度試験※3	三軸圧縮試験※2	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験※2	文献※6を 基に設定	動的変形試験※2	PS探査※3 により算出		動的変形試験※2	

※1 埋戻土については, 設計地下水位が地表面設定であることから, 1号及び2号炉調査において実施した飽和条件による試験結果等に基づく解析用物性値を設定。

※2 地盤工学会「土質試験の方法と解説」に準拠。

※3 地盤工学会「地盤調査法」に準拠。

※4 土木学会「原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針」に準拠。

※5 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)を参照。

※6 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987(日本電気協会)を参照。

※7 火砕岩類E級及び1,2号表土の動せん断弾性係数 G_d 及び減衰定数 h については, 1,2号炉側と3号炉側の物理特性及び変形特性が同等であることを確認した上で, 「3号炉解析用物性値」を使用(詳細は, 補足説明資料2.2章参照)。

3. 解析用物性値

④-2 1,2号炉解析用物性値 (岩盤, 表土及び埋戻土)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○1,2号炉解析用物性値 (安山岩, 火砕岩類, 表土及び埋戻土) を下表に示す。

岩種	特性 項目 岩盤分類	物理特性	強度特性			変形特性				
		密度 ρ (g/cm ³)	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h (%)
安山岩	A _I 級	2.67	2.42	47.2	$2.01 \sigma^{0.64}$	11.9	0.25	8.7	0.36	3
	A _{II} 級	2.64	2.26	51.2	$2.21 \sigma^{0.61}$	2.7	0.23	7.6	0.35	3
	A _{III} 級	2.62	2.26	51.2	$2.21 \sigma^{0.61}$	2.7	0.23	5.1	0.35	3
	A _{IV} 級	2.43	0.17	26.7	$\sigma \leq 0.13, \sigma \geq 0.62$ $\tau = 0.60 \sigma^{0.46}$ $0.13 < \sigma < 0.62$ $\tau = 0.17 + \sigma \tan 26.7^\circ$	0.012	0.35	1.3	0.34	3
	A _V 級	1.80	0.17	26.7	$\sigma \leq 0.13, \sigma \geq 0.62$ $\tau = 0.60 \sigma^{0.46}$ $0.13 < \sigma < 0.62$ $\tau = 0.17 + \sigma \tan 26.7^\circ$	0.012	0.35	$G_0 = 0.17$ $G_d/G_0 =$ $1/[1 + (\gamma/0.000505)^{0.782}]$	0.41	$h =$ $\{\gamma / (9.79\gamma + 0.00366)$ $+ 0.0222\} \times 100$
火砕岩類	A級	2.2	2.17	51.0	$2.26 \sigma^{0.63}$	6.1	0.25	5.0	0.36	3
	B級	2.1	1.61	46.9	$1.94 \sigma^{0.62}$	2.8	0.25	3.5	0.35	3
	C級	1.9	0.57	46.3	$1.23 \sigma^{0.76}$	0.94	0.25	2.3	0.37	3
	D級	1.9	0.49	34.1	$0.86 \sigma^{0.51}$	0.64	0.30	1.1	0.38	3
	E級	1.7	0.23	31.5	$\sigma < 0.14, \sigma \geq 0.49$ $\tau = 0.71 \sigma^{0.41}$ $0.14 \leq \sigma < 0.49$ $\tau = 0.23 + \sigma \tan 31.5^\circ$	0.030	0.35	$G_0 = 0.43$ $G_d/G_0 =$ $1/[1 + (\gamma/0.000530)^{0.909}]$	0.41	$h = \{\gamma / (8.46\gamma + 0.00478)$ $+ 0.0309\} \times 100$
1,2号表土	1.9	0.066	14.9	$0.066 + \sigma \tan 14.9^\circ$	0.030	0.40	$G_0 = 0.16$ $G_d/G_0 =$ $1/[1 + (\gamma/0.000495)^{0.813}]$	0.45	$h = \{\gamma / (8.44\gamma + 0.00379)$ $+ 0.0232\} \times 100$	
1,2号埋戻土	2.0	0.020	37.5	$0.020 + \sigma \tan 37.5^\circ$	0.028	0.40	$G_0 = 0.154 \sigma^{0.51}$ $G_d/G_0 = 1/[1 + (\gamma/0.00260)]$	0.49	$\gamma \leq 2.71 \times 10^{-2}$ $h=1$ $2.71 \times 10^{-2} <$ $\gamma \leq 8.18 \times 10^{-1}$ $h = 10.53 + 6.08 \log \gamma$ $\gamma > 8.18 \times 10^{-1}$ $h=10$	

※ G_0 は初期せん断弾性係数, σ は圧密応力, γ はせん断ひずみを示す。

⑤-1 断層の解析用物性値の設定根拠

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○断層の解析用物性値の設定根拠を下表に示す。

岩種 岩盤分類	特性 項目	物理特性	強度特性			変形特性					
			密度 ρ	せん断強度 τ_0	内部摩擦角 ϕ	残留強度 τ	静的特性		動的特性		
							静弾性係数 E_s	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h
断層	F-1	密度試験※1	静的単純せん断試験※1	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	静的単純 せん断試験※1	文献※2を基に設定	動的単純 せん断試験※1	超音波伝播 速度試験※3	文献※4を基に設定		
	F-2～ F-6										
	F-7, F-9, F-10	F-2断層～F-6断層を使用									
	F-8, F-11	密度試験※1	三軸圧縮試験※1	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験※1	文献※2を基に設定	動的変形試験※1	超音波伝播 速度試験※3	動的変形試験※1		

※1 地盤工学会「土質試験の方法と解説」に準拠。

※2 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987(日本電気協会)を参照。

※3 建設省「土木試験基準(案)」に準拠。

※4 設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007)を参照。

⑤-2 断層の解析用物性値

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○断層の解析用物性値を下表に示す。

岩種	特性 項目 岩盤分類	物理特性 密度 ρ (g/cm ³)	強度特性			変形特性				
			せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h (%)
断層	F-1	1.8	0.162	14.7	$0.162 + \sigma \tan 14.7^\circ$	$0.0926 \sigma^{0.519}$	0.40	$G_0 = 0.102 \sigma^{0.560}$ $\gamma \leq 1.71 \times 10^{-4}$ $G_d/G_0 = 1$ $\gamma > 1.71 \times 10^{-4}$ $G_d/G_0 = -0.461 \log \gamma - 0.737$	0.48	10
	F-2~ F-6	1.8	0.178	22.2	$0.178 + \sigma \tan 22.2^\circ$	$0.125 \sigma^{0.812}$	0.40	$G_0 = 0.162 \sigma^{0.731}$ $\gamma \leq 1.71 \times 10^{-4}$ $G_d/G_0 = 1$ $\gamma > 1.71 \times 10^{-4}$ $G_d/G_0 = -0.461 \log \gamma - 0.737$	0.48	10
	F-7, F-9, F-10	1.84	0.178	22.2	$0.178 + \sigma \tan 22.2^\circ$	$0.125 \sigma^{0.812}$	0.40	$G_0 = 0.162 \sigma^{0.731}$ $\gamma \leq 1.71 \times 10^{-4}$ $G_d/G_0 = 1$ $\gamma > 1.71 \times 10^{-4}$ $G_d/G_0 = -0.461 \log \gamma - 0.737$	0.48	10
	F-8, F-11	1.79	0.327	18.1	$0.327 + \sigma \tan 18.1^\circ$	$0.135 \sigma^{0.576}$	0.40	$G_0 = 0.201 \sigma^{0.780}$ $G_d/G_0 =$ $1 / [1 + (\gamma / 0.00124)^{0.834}]$	0.47	$h = \{ \gamma / (5.81 \gamma + 0.0220) + 0.0298 \} \times 100$

※ G_0 は初期せん断弾性係数, σ は圧密応力, γ はせん断ひずみを示す。

3. 解析用物性値

⑥MMRの解析用物性値

一部修正 (R6/8/30審査会合)

○マンメイドロック (以下,「MMR」) の解析用物性値の設定の根拠及び解析用物性値を下表に示す。

○MMRについては, 51m倉庫・車庫直下 (P115参照) 及び茶津側防潮堤周辺斜面のアクセスルート直下 (P201参照) に使用した。

特性 項目	物理特性	強度特性			変形特性				
					静的特性		動的特性		
		密度 ρ (g/cm ³)	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d
設定根拠	文献*1を 基に設定	—*2			文献*1を基に 設定	文献*1を基に 設定	一般式*3	文献*1を基に 設定	岩盤相当
解析用物性値	2.35	—			22.0	0.20	9.2	0.20	3

※1 MMR (コンクリート) については, 設計基準強度18N/mm²とし, コンクリート標準示方書[構造性能照査編] (土木学会, 2002) に基づき設定。

※2 MMRについては, 神恵内層に比べて十分な強度を有しており, 評価において当該箇所を通るすべり面を設定しないことから, 強度特性は設定しない。

※3 一般式 $G=E/2(1+\nu)$ より算出。

余白

(参考) 防潮堤の解析用物性値 (1/2)

再掲 (R6/12/13審査会合)

- 防潮堤の解析用物性値の設定の根拠及び解析用物性値を下表及び次頁に示す。
 ○なお、施設である防潮堤については、設置許可基準規則第4条及び第5条への適合において部材の健全性を確認することから、基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価において、防潮堤内部を通るすべりは想定しない。

セメント改良土 (防潮堤)

	物理特性	強度特性				変形特性				
		静的特性		動的特性						
	密度 ρ (g/cm ³)	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	引張強度 σ_t (N/mm ²)	残留強度 τ (N/mm ²)	静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h (%)
設定根拠	母材となる火砕岩類B級及びC級※1の平均値	一軸圧縮強度の1/5※2	文献※3を基に設定	一軸圧縮強度の1/10※3	文献※3を基に設定	一般式※4	文献※5を基に設定	一般式※6	静ポアソン比と同値	岩盤相当
解析用物性値	2.10	1.30	26.0	0.65	$\sigma \tan 37.0^\circ$	8.0	0.33	3.0	0.33	3

※1 火砕岩類B級及びC級(3号炉解析用物性値, P35参照)の平均値より設定。

※2 乾式キャスクを用いる使用済燃料中間貯蔵建屋の基礎構造の設計に関する技術規程JEAC4616-2009(日本電気協会)を参照。

※3 建築基礎のための地盤改良設計指針案(日本建築学会, 2006)を参照。

※4 一般式 $E=2(1+\nu)G$ より算出。

※5 事前混合処理工法 技術マニュアル(改訂版)(沿岸技術研究センター, 2019)を参照。

※6 一般式 $G_0=\rho V_s^2$ より設定。

(参考) 防潮堤の解析用物性値 (2/2)

再掲 (R6/12/13審査会合)

コンクリート(防潮堤)

		物理特性	強度特性			変形特性				
						静的特性		動的特性		
			密度 ρ (g/cm ³)	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d
設定根拠		文献※1を 基に設定	—			文献※1を 基に設定	文献※1を 基に設定	一般式※2	文献※1を 基に設定	文献※3を 基に設定
解析用 物性値	下部コンクリート	2.35	—			25.0	0.20	10.4	0.20	3
	高強度部, 端部コンクリート	2.35	—			31.0	0.20	12.9	0.20	3

※1 下部コンクリートについては、設計基準強度24N/mm²、高強度部及び端部コンクリートについては、設計基準強度40N/mm²とし、コンクリート標準示方書[構造性能照査編](土木学会, 2002)に基づき設定。

※2 一般式 $G=E/2(1+\nu)$ より算出。

※3 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987(日本電気協会)を参照。

⑦地盤物性のばらつきについて(1/2)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

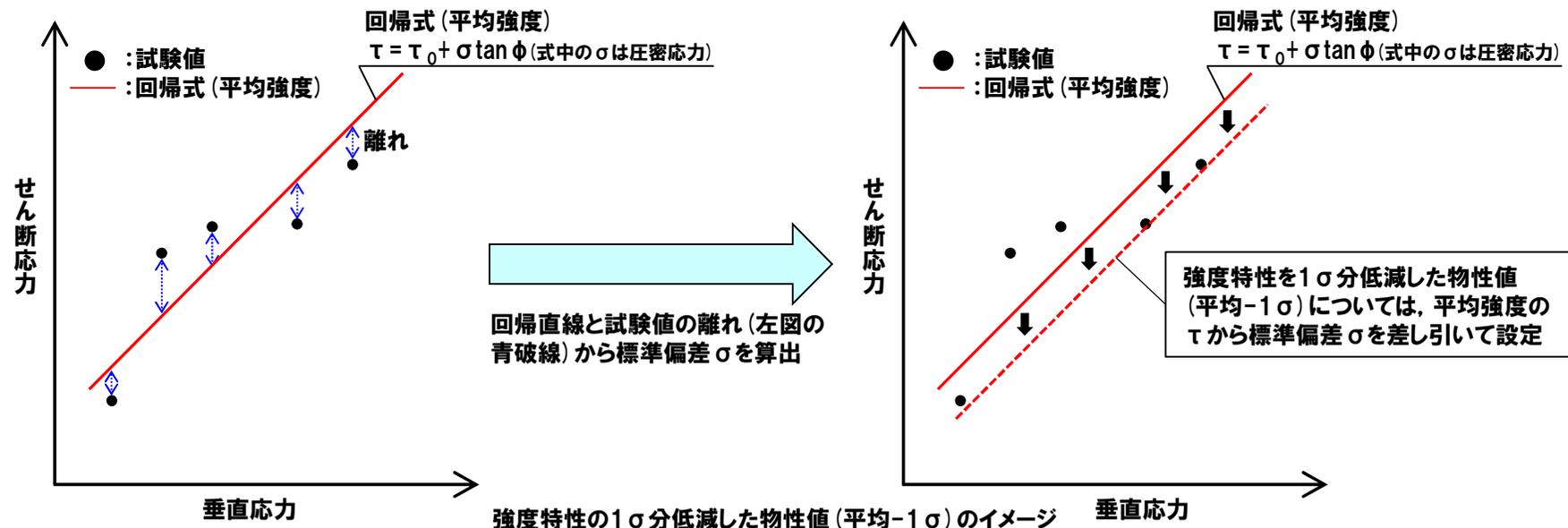
- 土木学会(2009)等によると、すべり安全率に対する地盤物性値のばらつきの影響については、強度特性が支配的であるとされていることから、地盤物性のうち強度特性に関するばらつきについて考慮する。
- ばらつきを考慮した強度特性については、試験結果を基に標準偏差 σ を求め、強度特性を 1σ 分低減した物性値(平均 -1σ)を設定した(設定値は、次頁参照)。

【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)】

- 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 $\pm 10\%$ 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 \pm 係数 \times 標準偏差」による確率論的手法による地盤物性値のばらつきの評価の結果、確率論的手法によって評価したすべり安全率は、地盤物性値がばらついても「代表値 $-1.0\times$ 標準偏差」によって確定論的に評価したすべり安全率を下回る確率が小さいことを確認した。

【原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-2015(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。



⑦地盤物性のばらつきについて(2/2)

再掲(R6/1/19審査会合)

○ばらつきを考慮した強度特性を下表に示す。

		強度特性		
		ばらつきを考慮した強度		
		せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)
安山岩	A _I 級	1.91	47.2	$1.84\sigma^{0.64}$
	A _{II} (A _{III})級	2.03	51.2	$2.12\sigma^{0.61}$
	A _{IV} (A _V)級	0.14	26.7	$\sigma \leq 0.12, \sigma \geq 0.46 \quad \tau = 0.53\sigma^{0.46}$ $0.12 < \sigma < 0.46 \quad \tau = 0.14 + \sigma \tan 26.7^\circ$
火砕岩類	A級	1.66	51.0	$2.01\sigma^{0.63}$
	B級	1.09	46.9	$1.72\sigma^{0.62}$
	C級	0.27	46.3	$1.06\sigma^{0.76}$
	D級	0.22	34.1	$0.76\sigma^{0.51}$
	E級	0.15	31.5	$\sigma < 0.05, \sigma > 0.57 \quad \tau = 0.63\sigma^{0.41}$ $0.05 \leq \sigma \leq 0.57 \quad \tau = 0.15 + \sigma \tan 31.5^\circ$
断層	F-1	0.115	14.7	$0.115 + \sigma \tan 14.7^\circ$
	F-2~F-6 (F-7, F-9, F-10)	0.116	22.2	$0.116 + \sigma \tan 22.2^\circ$
	F-8, F-11	0.210	18.1	$0.210 + \sigma \tan 18.1^\circ$
	3号表土	0.023	12.4	$0.023 + \sigma \tan 12.4^\circ$
	1,2号表土	0.048	14.9	$0.048 + \sigma \tan 14.9^\circ$
	3号埋戻土	0.155	33.7	$0.155 + \sigma \tan 33.7^\circ$
	1,2号埋戻土	0.017	37.5	$0.017 + \sigma \tan 37.5^\circ$

※表のうち、式中の σ は
圧密応力を示す。

余白

概要	P. 3
1. 設置許可基準規則に基づく確認内容	P. 11
2. 地質の概要	P. 17
3. 解析用物性値	P. 29
4. 基準地震動	P. 47
5. 基礎地盤の安定性評価	P. 61
6. 周辺斜面の安定性評価	P.177
7. まとめ	P.221
参考文献	P.223

① 基準地震動一覧 (1/5)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 基準地震動の最大加速度については、P49～P52に、基準地震動の加速度時刻歴波形については、P53～P59に示す。
- なお、入力地震動については、基準地震動の作成方法に応じて位相の反転を、以下のとおり考慮する（入力地震動の作成方法については、P105及びP195参照）。
- （震源を特定して策定する地震動）
- ・Ss1については、水平動・鉛直動とも位相反転を考慮する。
 - ・Ss2-1～Ss2-13については、水平動・鉛直動とも位相反転を考慮しない。
- （震源を特定せず策定する地震動）
- ・Ss3-1～Ss3-4については、水平動の位相反転を考慮する。
 - ・Ss3-5については、水平動・鉛直動とも位相反転を考慮する。

位相反転の考慮（入力地震動作成において考慮）

基準地震動		位相反転の考慮	備考
震源を特定して策定する地震動	応答スペクトルに基づく手法	Ss1	水平動・鉛直動とも位相反転を考慮する ・指向性を有さない地震動として策定。
	断層モデルに基づく手法	Ss2-1～Ss2-13	水平動・鉛直動とも位相反転を考慮しない ・指向性を有する地震動として策定。 ・NS方向の断面にはNS方向の地震動を、EW方向の断面にはEW方向の地震動を入力する。 ・NS/EW方向から角度を有する断面には断面方向に合うように方位変換を実施した地震動を入力する。
震源を特定せず策定する地震動		Ss3-1～Ss3-4	水平動の位相反転を考慮する ・観測波であることから鉛直動の位相反転は行わないが、観測点に対する起震断層の方位の不確実性を考慮し、水平動の位相反転を考慮する。
		Ss3-5	水平動・鉛直動とも位相反転を考慮する ・指向性を有さない地震動として策定。

4. 基準地震動

①基準地震動一覧(2/5)

一部修正(R6/1/19審査会合)

基準地震動			最大加速度 (gal)		位相反転の考慮		
震源を 特定して 策定する 地震動	応答スペクトル に基づく手法	Ss1 設計用模擬地震波	水平動		550	水平動・鉛直動とも 位相反転を考慮する	
			鉛直動				368
	断層モデルに 基づく手法	Ss2-1 尻別川断層による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角),破壊開始点4)	水平動	NS方向	272		水平動・鉛直動とも 位相反転を考慮しない ・指向性を有する地震動として策定されているため,NS方向の断面にはNS方向の地震動を,EW方向の断面にはEW方向の地震動を入力する。 ・NS/EW方向から角度を有する断面には断面方向に合うように方位変換を実施した地震動を入力する。
				EW方向	228		
			鉛直動	UD方向	112		
				Ss2-2 Fs-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角),破壊開始点1)	水平動		
		EW方向	129				
		鉛直動	UD方向		95		
			Ss2-3 Fs-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角),破壊開始点4)		水平動		
		EW方向		136			
鉛直動	UD方向	87					
	Ss2-4 Fs-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度),破壊開始点1)	水平動		NS方向	154		
EW方向			158				
鉛直動		UD方向	91				

4. 基準地震動

①基準地震動一覧(3/5)

再掲(R6/1/19審査会合)

基準地震動		最大 加速度 (gal)	位相反転の考慮			
震源を 特定して 策定する 地震動	断層モデルに 基づく手法	Ss2-5 Fs-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆 南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル (破壊伝播速度), 破壊開始点5)	水平動	NS方向	153	水平動・鉛直動とも 位相反転を考慮しない ・指向性を有する地震動として策定さ れているため、NS方向の断面にはNS 方向の地震動を、EW方向の断面には EW方向の地震動を入力する。 ・NS/EW方向から角度を有する断面に は断面方向に合うように方位変換を 実施した地震動を入力する。
			鉛直動	EW方向	141	
				UD方向	92	
		Ss2-6 Fs-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆 南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル (破壊伝播速度), 破壊開始点6)	水平動	NS方向	173	
				EW方向	176	
			鉛直動	UD方向	92	
		Ss2-7 積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース(不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点1)	水平動	NS方向	429	
				EW方向	291	
			鉛直動	UD方向	178	
		Ss2-8 積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース(不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点2)	水平動	NS方向	448	
				EW方向	384	
			鉛直動	UD方向	216	
Ss2-9 積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース(不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点3)	水平動	NS方向	371			
		EW方向	361			
	鉛直動	UD方向	152			

4. 基準地震動

①基準地震動一覧(4/5)

再掲(R6/1/19審査会合)

基準地震動		最大 加速度 (gal)	位相反転の考慮			
震源を 特定して 策定する 地震動	断層モデルに 基づく手法	Ss2-10 積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース(不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4)	水平動	NS方向	414	水平動・鉛直動とも 位相反転を考慮しない ・指向性を有する地震動として策定さ れているため, NS方向の断面にはNS 方向の地震動を, EW方向の断面には EW方向の地震動を入力する。 ・NS/EW方向から角度を有する断面に は断面方向に合うように方位変換を 実施した地震動を入力する。
				EW方向	353	
			鉛直動	UD方向	169	
		Ss2-11 積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース(不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4)	水平動	NS方向	314	
				EW方向	322	
			鉛直動	UD方向	187	
		Ss2-12 積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース(不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2)	水平動	NS方向	292	
				EW方向	227	
			鉛直動	UD方向	117	
		Ss2-13 積丹半島北西沖の断層による地震 走向40° ケース(不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2)	水平動	NS方向	232	
				EW方向	273	
			鉛直動	UD方向	119	

4. 基準地震動

①基準地震動一覧(5/5)

一部修正(R6/1/19審査会合)

基準地震動			最大 加速度 (gal)	位相反転の考慮	
震源を特定せず 策定する地震動	Ss3-1 2008年岩手・宮城内陸地震 (栗駒ダム[右岸地山])	水平動	ダム軸方向	450	水平動の位相反転を考慮する ・観測波であることから鉛直動の位相反転は行わないが、観測点に対する起震断層の方位の不確実性を考慮し、水平動の位相反転を考慮する。
			上下流方向	490	
		鉛直動	UD方向	320	
	Ss3-2 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net金ヶ崎)	水平動	NS方向	430	
			EW方向	400	
		鉛直動	UD方向	300	
	Ss3-3 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net一関東)	水平動	NS方向	540	
			EW方向	500	
		鉛直動	UD方向	-※	
	Ss3-4 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET港町)	水平動	620		
		鉛直動	320		
	Ss3-5 標準応答スペクトルを考慮した地震動	水平動	693	水平動・鉛直動とも 位相反転を考慮する	
鉛直動		490			

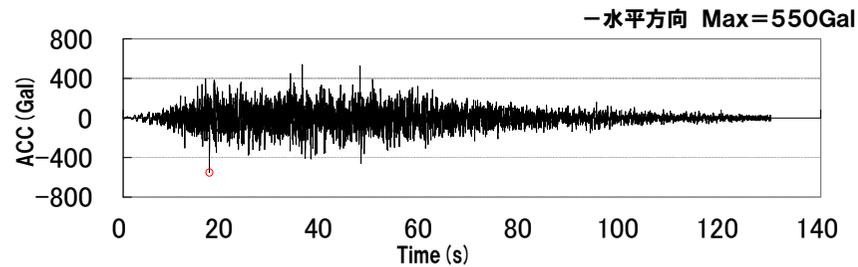
※基準地震動Ss3-3は、水平方向の地震動のみであることから、「一関東評価用地震動(鉛直方向)」を別途設定している(P60参照)。

②-1 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss1

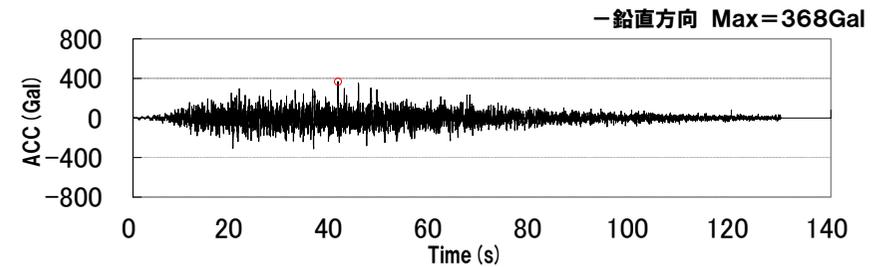
一部修正 (R6/1/19審査会合)

○基準地震動の加速度時刻歴波形を本頁～P59に、一関東評価用地震動(鉛直方向)の加速度時刻歴波形をP60に示す。

基準地震動Ss1 (設計用模擬地震波)



水平方向

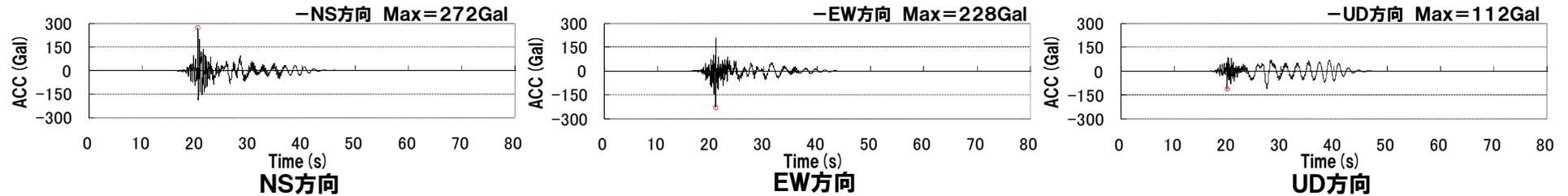
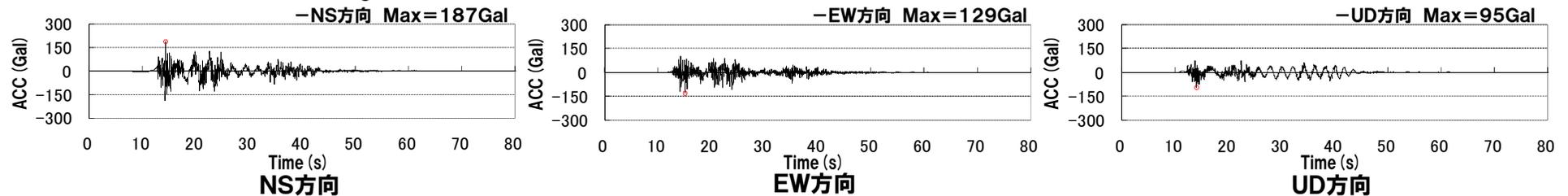
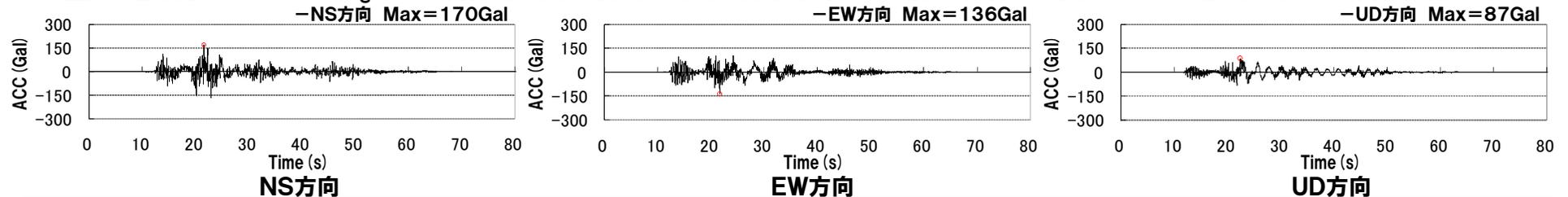
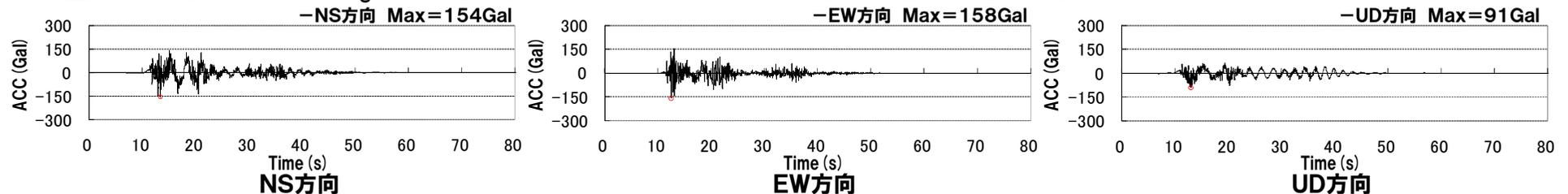


鉛直方向

②-2 基準地震動加速度時刻歴波形: Ss2-1~Ss2-4

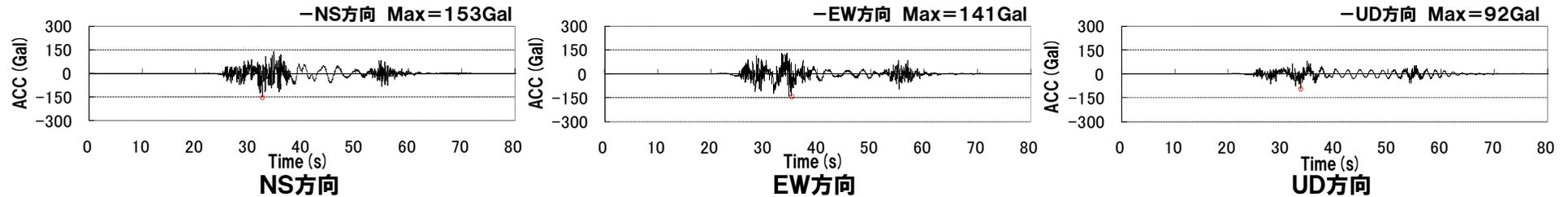
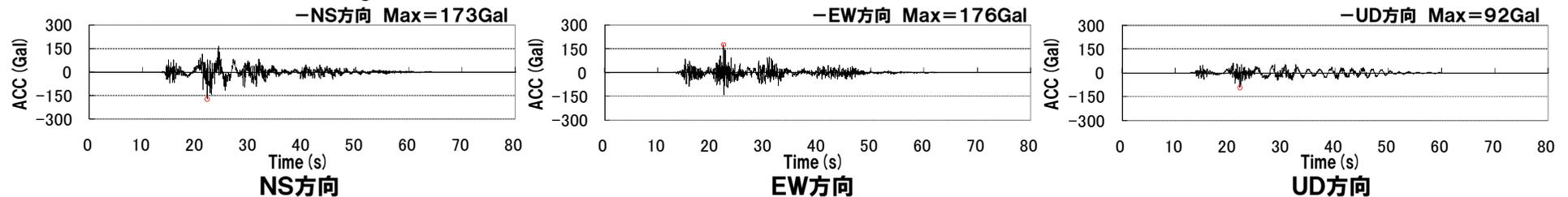
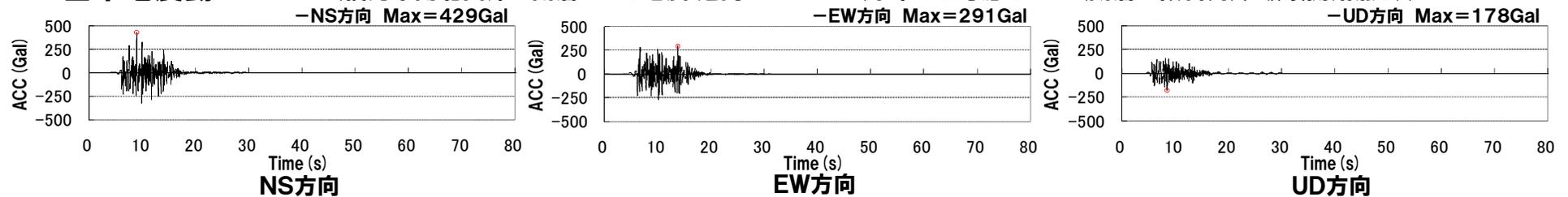
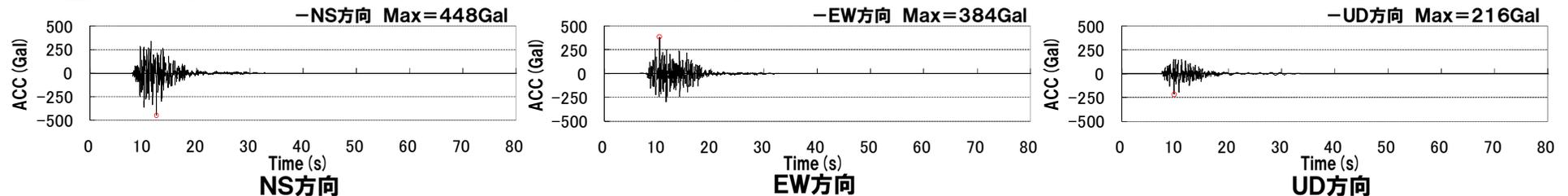
再掲 (R6/1/19審査会合)

基準地震動Ss2-1 (尻別川断層による地震 (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))

基準地震動Ss2-2 (F_S-10 断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震 (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点1))基準地震動Ss2-3 (F_S-10 断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震 (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))基準地震動Ss2-4 (F_S-10 断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震 (不確かさ考慮モデル (破壊伝播速度), 破壊開始点1))

②-3 基準地震動加速度時刻歴波形: Ss2-5~Ss2-8

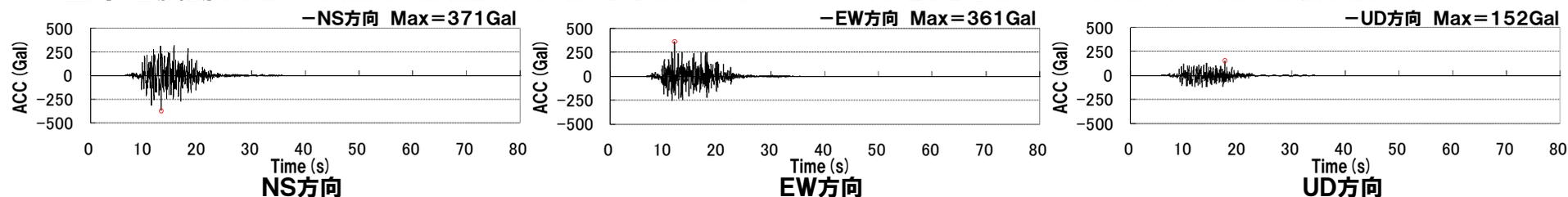
再掲 (R6/1/19審査会合)

基準地震動Ss2-5 (F_S-10 断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震 (不確かさ考慮モデル (破壊伝播速度), 破壊開始点5))基準地震動Ss2-6 (F_S-10 断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震 (不確かさ考慮モデル (破壊伝播速度), 破壊開始点6))基準地震動Ss2-7 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向 0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点1))基準地震動Ss2-8 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向 0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点2))

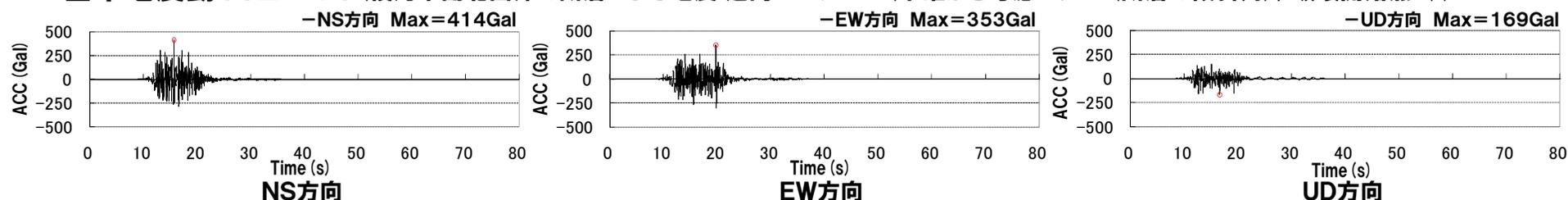
②-4 基準地震動加速度時刻歴波形: Ss2-9~Ss2-12

再掲 (R6/1/19審査会合)

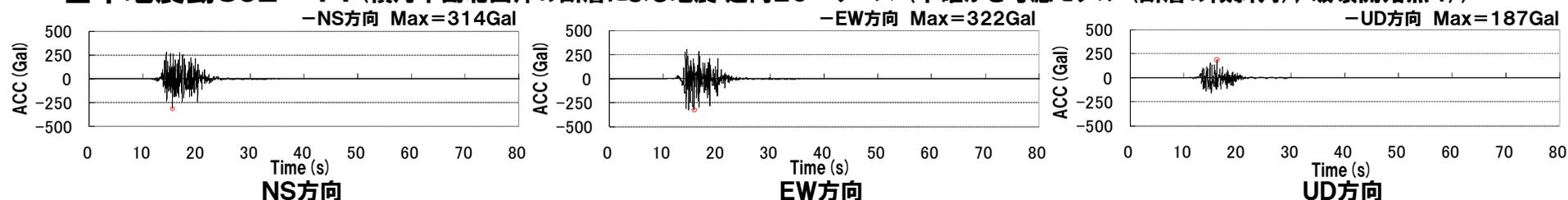
基準地震動Ss2-9 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点3))



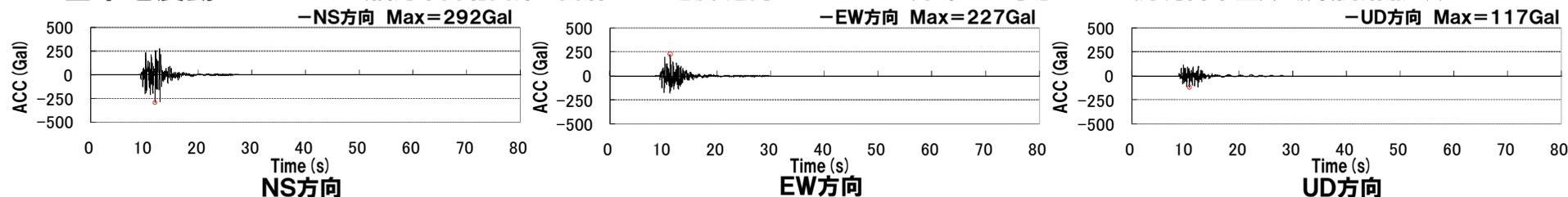
基準地震動Ss2-10 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))



基準地震動Ss2-11 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))



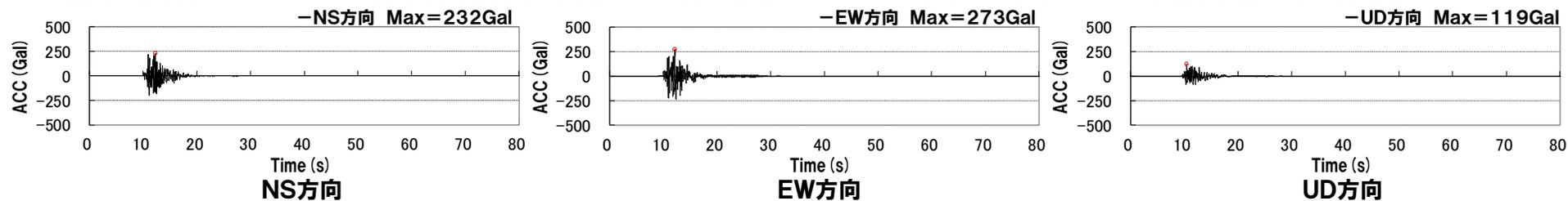
基準地震動Ss2-12 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース (不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2))



②-5 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss2-13

再掲 (R6/1/19審査会合)

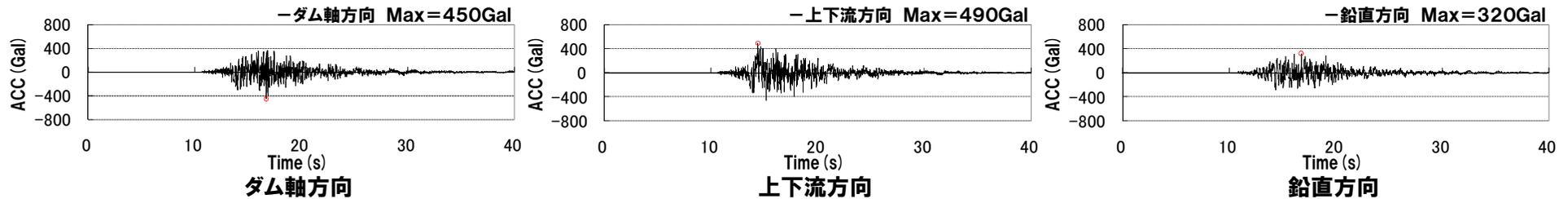
基準地震動Ss2-13 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向40° ケース (不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2))



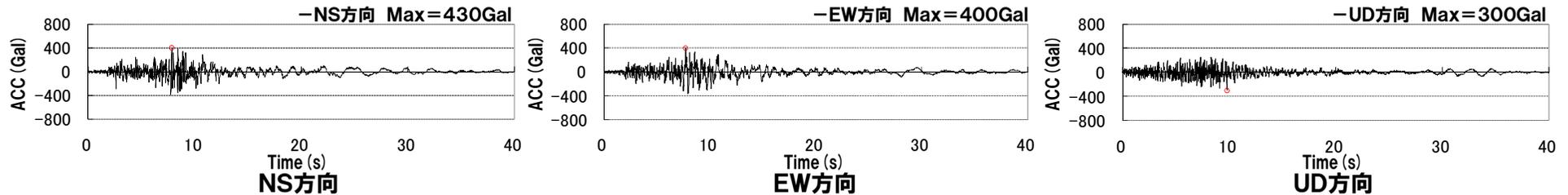
②-6 基準地震動加速度時刻歴波形: Ss3-1~Ss3-4

再掲 (R6/1/19審査会合)

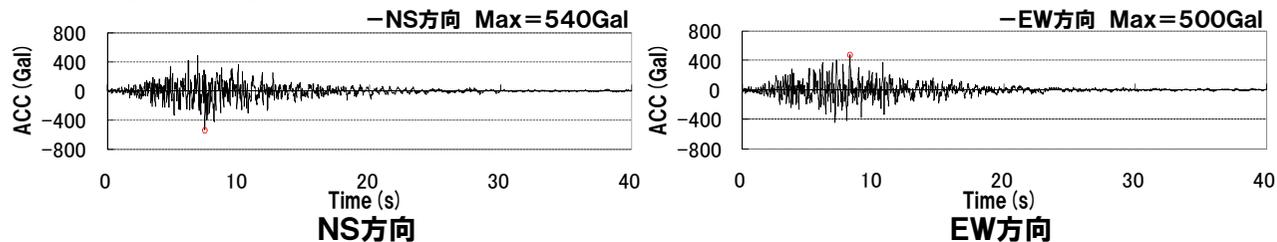
基準地震動Ss3-1 (2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山]))



基準地震動Ss3-2 (2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net金ヶ崎))



基準地震動Ss3-3 (2008年岩手・宮城内陸地震(KiK-net一関東))



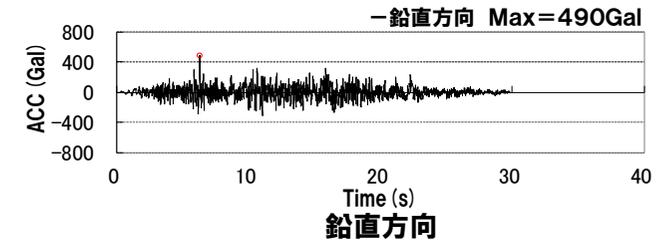
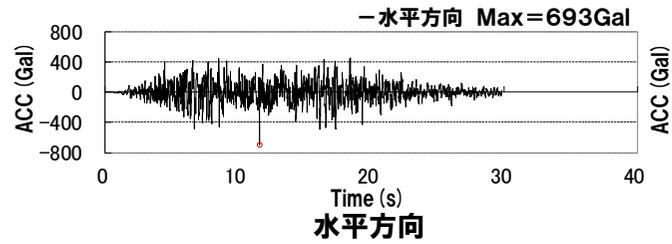
基準地震動Ss3-4 (2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町))



②-7 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss3-5

再掲 (R6/1/19審査会合)

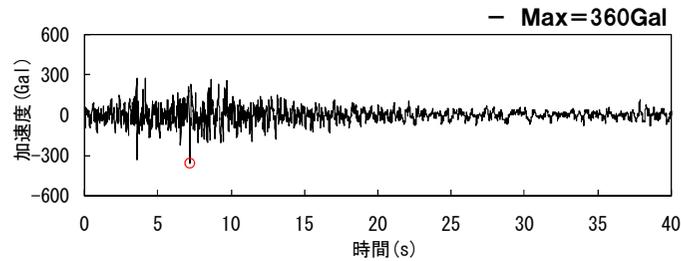
基準地震動Ss3-5 (標準応答スペクトルを考慮した地震動)



②-8 一関東評価用地震動(鉛直方向)の加速度時刻歴波形

再掲(R6/1/19審査会合)

一関東評価用地震動(鉛直方向)※



※基準地震動Ss3-3は、鉛直方向の信頼性の高い基盤波を評価することが困難なことから、水平方向の地震動のみ設定しているものであり、鉛直方向の地震動については、基準地震動を設定していない。基準地震動Ss3-3は、水平方向の地震動のみであることから、水平方向及び鉛直方向の同時入力評価が必要となる基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価においては、一関東評価用地震動(鉛直方向)を用いる。

一関東評価用地震動(鉛直方向)の時刻歴波形

概要	P. 3
1. 設置許可基準規則に基づく確認内容	P. 11
2. 地質の概要	P. 17
3. 解析用物性値	P. 29
4. 基準地震動	P. 47
5. 基礎地盤の安定性評価	P. 61
5.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 61
5.1.1 評価方針	P. 62
5.1.2 代表施設の選定	P. 68
5.1.3 評価対象断面の選定	P. 82
5.1.4 評価方法	P. 99
5.1.5 評価結果	P.134
5.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.155
5.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.161
5.4 基礎地盤の安定性評価のまとめ	P.173
6. 周辺斜面の安定性評価	P.177
7. まとめ	P.221
参考文献	P.223

①地震力に対する基礎地盤の安定性評価項目・内容

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 評価対象施設(耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設)は、直接又はMMRを介して、十分な支持性能を有する岩盤に支持される設計方針とする。
- 上記の設計方針を踏まえ、評価対象施設の基礎地盤の安定性評価について、設置許可基準規則に基づき、以下の項目を確認する。
 - 【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】
 - 評価対象施設が設置される地盤について、基礎地盤のすべり、基礎の支持力及び基礎底面の傾斜の観点から確認する。
 - 基礎地盤のすべり
 - ・動的解析の結果に基づき、基礎地盤を通るすべり面を仮定し、そのすべり安全率を算定する。
 - ・動的解析では、地下水位以深の埋戻土が地震動により繰返し軟化し、せん断強度が低下する可能性を考慮する※1。
 - ・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。
 - 基礎の支持力
 - ・原位置試験(支持力試験)の結果に基づいて基礎の支持力の評価基準値を設定する。
 - ・動的解析の結果に基づいて算定した基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値を超えないことを確認する。
 - 基礎底面の傾斜
 - ・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)の目安を参考に、基礎底面の傾斜1/2,000を評価基準値の目安として設定する※2。
 - ・動的解析の結果から求められた基礎底面の傾斜が評価基準値の目安を超えないことを確認する。

※1 液状化範囲(T.P.10m盤以下の埋戻土)については、液状化の発生に伴い、地盤応力は限りなく小さくなると考えられることから、すべり安全率算定においては、液状化範囲におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力を考慮せず、岩盤部のみのすべりに対する安全性の検討を行う(詳細は、P126参照)。

※2 審査ガイドには、「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)として建物の変形角を施設の傾斜に対する評価の目安に、1/2,000以下となる旨の評価をしていることを確認する」とされている。このことから、基礎底面の傾斜に対する評価基準値の目安を1/2,000とした。

5.1.1 評価方針

②地震力に対する基礎地盤の安定性の評価フロー

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○地震力に対する基礎地盤の安定性の評価フローを以下に示す。

評価対象施設 (耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設) の抽出 (次頁参照)

【5.1.2章 代表施設の選定 (P68~P81参照)】

- 評価対象施設に対し、設置標高の観点からグループ分け
- グループごとに影響要因 (施設の重量 (接地圧), 断層の分布等) の比較検討を行い、代表施設を選定

【5.1.3章 評価対象断面の選定 (P82~P98参照)】

- 地形、地質構造等を考慮し、安定性評価が最も厳しくなると想定される断面を評価対象断面に選定

【5.1.4章 評価方法 (P99~P132参照)】及び【5.1.5章 評価結果 (P134~P154参照)】

動的解析に基づく基礎地盤のすべり安定性評価

- 平均強度に対するすべり安定性評価
平均強度を用いたすべり安全率が1.5以上であることを確認
- 強度のばらつき (平均-1 σ) を考慮したすべり安定性評価
平均強度に基づくすべり安全率最小ケースに対して、ばらつきを考慮した強度を用いたすべり安全率が1.5以上であることを確認

動的解析に基づく
基礎の支持力評価

基礎底面の接地圧が基礎底面に分布する地盤の支持力の評価基準値 (極限支持力) を超えないことを確認

動的解析に基づく
基礎底面の傾斜評価

基礎底面の傾斜が評価基準値の目安である1/2,000を超えないことを確認※

評価終了

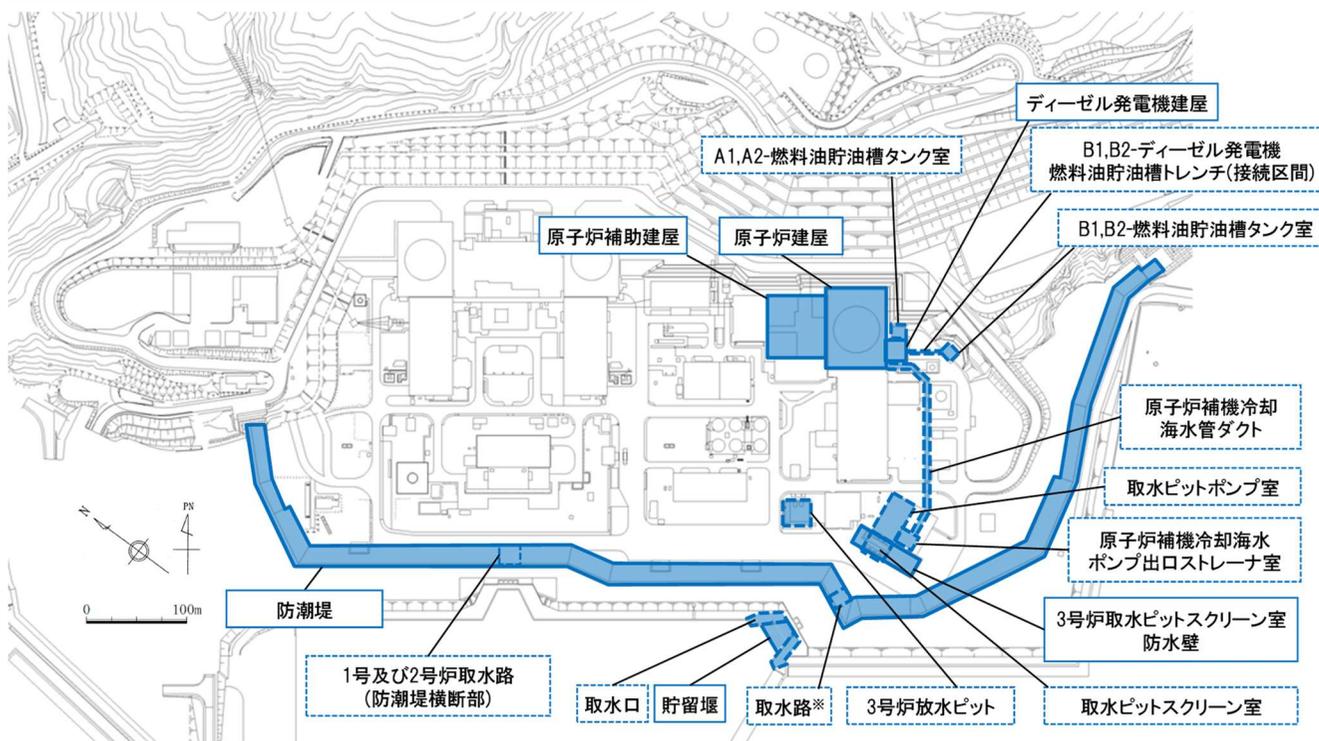
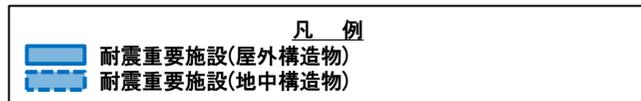
※審査ガイドには、「一般建築物の構造的な障害が発生する限界 (亀裂の発生率、発生区間等により判断) として建物の変形角を施設の傾斜に対する評価の目安に、1/2,000以下となる旨の評価をしていることを確認する」とされている。このことから、基礎底面の傾斜に対する評価基準値の目安を1/2,000とした。

5.1.1 評価方針

③評価対象施設:耐震重要施設

一部修正 (R6/8/30審査会合)

○設置許可基準規則第3条の対象となる「耐震重要施設」を下図に示す。



耐震重要施設位置図

耐震重要施設	
屋外構造物	原子炉建屋
	原子炉補助建屋
	ディーゼル発電機建屋
	貯留堰
	防潮堤
地中構造物	3号炉取水ピットスクリーン室防水壁
	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室
	B1,B2-燃料油貯油槽タンク室
	B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ(接続区間)
	原子炉補機冷却海水管ダクト
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口 ストレーナ室
	取水ピットポンプ室
	原子炉補機冷却海水 ポンプ出口ストレーナ室
	3号炉取水ピットスクリーン室 防水壁
	取水ピットスクリーン室
	取水路*
取水口	
3号炉放水ピット	
1号及び2号炉取水路(防潮堤横断面)	

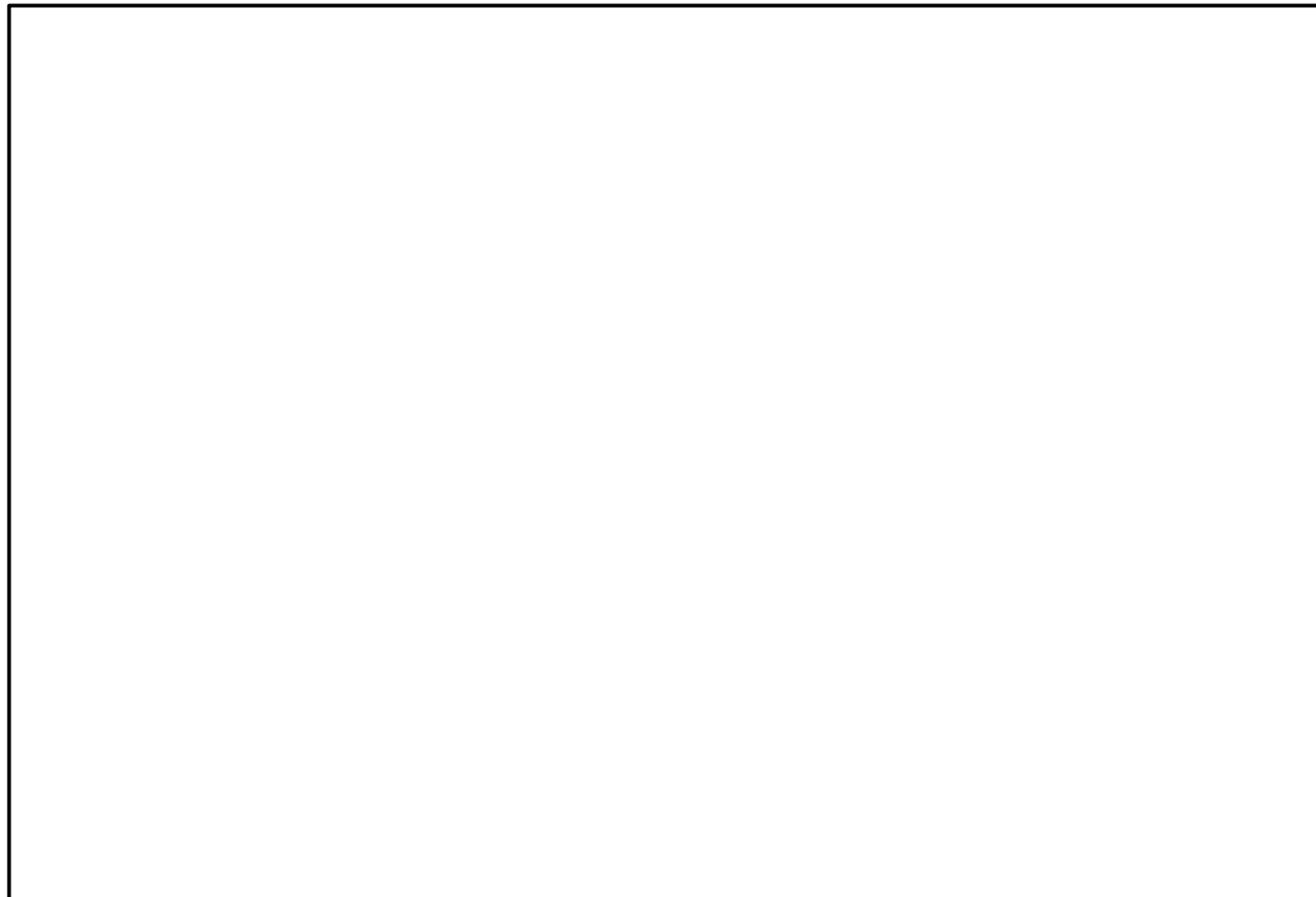
※取水路のうち防潮堤を間接支持する範囲については、「耐震重要施設(地中構造物)」に整理される。

5.1.1 評価方針

④評価対象施設:常設重大事故等対処施設

一部修正 (R6/8/30審査会合)

○設置許可基準規則第38条の対象となる「常設重大事故等対処施設」を下図に示す。



常設重大事故等対処施設	
屋外構造物	原子炉建屋
	原子炉補助建屋
	ディーゼル発電機建屋
	貯留堰
	代替非常用発電機
	緊急時対策所指揮所
	緊急時対策所待機所
	指揮所用空調上屋
	待機所用空調上屋
地中構造物	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室
	B1,B2-燃料油貯油槽タンク室
	B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ(接続区間)
	原子炉補機冷却海水管ダクト
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口 ストレナ室
	取水ピットポンプ室
	取水ピットスクリーン室
	取水路
	取水口
燃料タンク(SA)室	

□:枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

5.1.1 評価方針

⑤ 評価対象施設 (耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○ 評価対象施設 (耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設) を下図に示す。



評価対象施設				
耐震重要施設かつ 常設重大事故等 対処施設	屋外構造物	原子炉建屋 原子炉補助建屋 ディーゼル発電機建屋 貯留堰		
	地中構造物	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室 B1,B2-燃料油貯油槽タンク室 B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ (接続区間) 原子炉補機冷却海水管ダクト 原子炉補機冷却海水ポンプ出口 ストレナ室 取水ピットポンプ室 取水ピットスクリーン室 取水路※2 取水口		
		耐震重要施設	屋外構造物	防潮堤 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁
			地中構造物	3号炉放水ピット 1号及び2号炉取水路 (防潮堤横断部)
				常設重大事故等 対処施設
		地中構造物	燃料タンク (SA) 室	

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

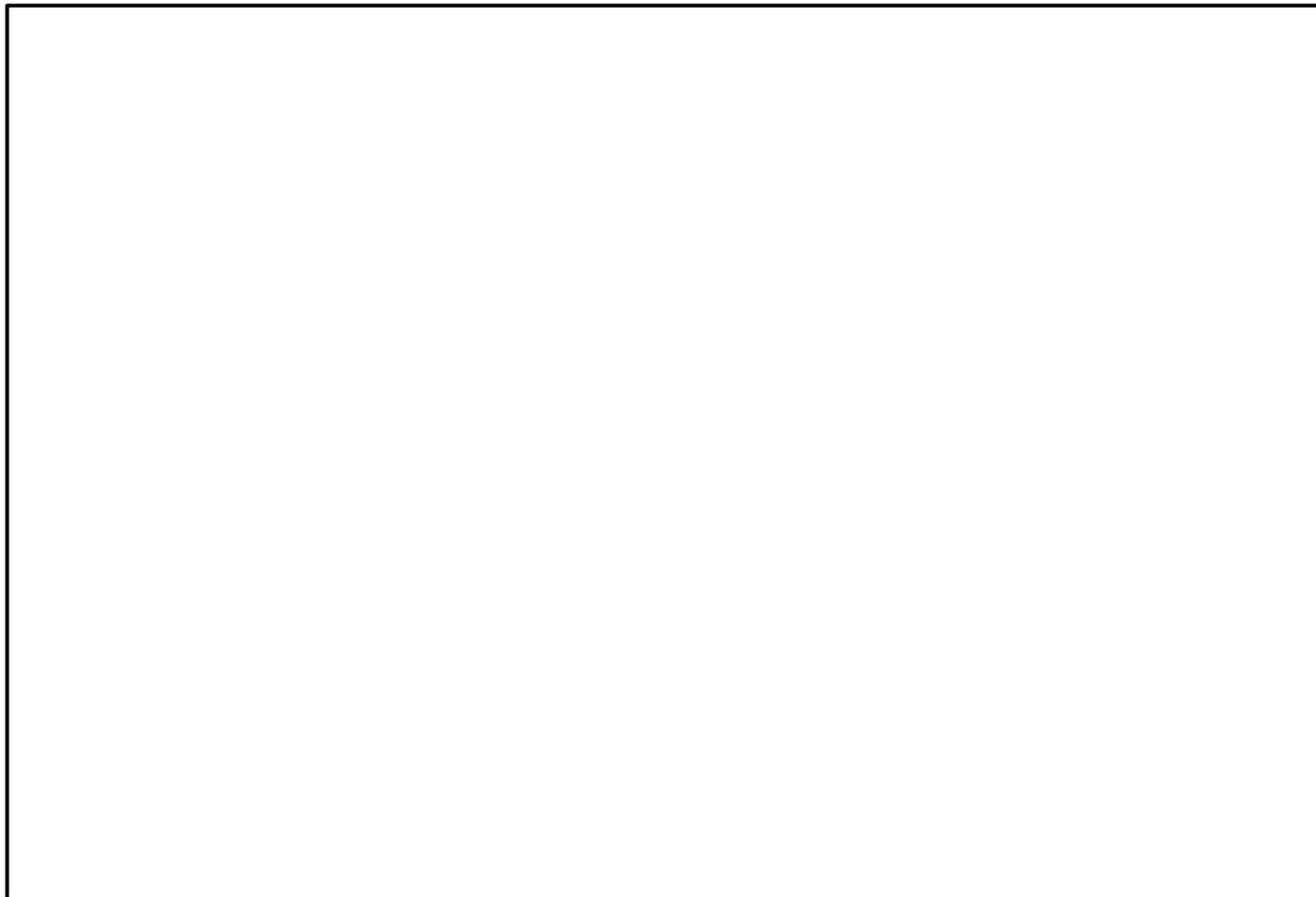
※2 取水路のうち防潮堤を間接支持する範囲については、「耐震重要施設かつ常設重大事故等対処施設 (地中構造物)」に整理される。

5.1.1 評価方針

⑥ 評価対象施設：設置標高別

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○ 設置標高別の評価対象施設の位置を下図に示す。



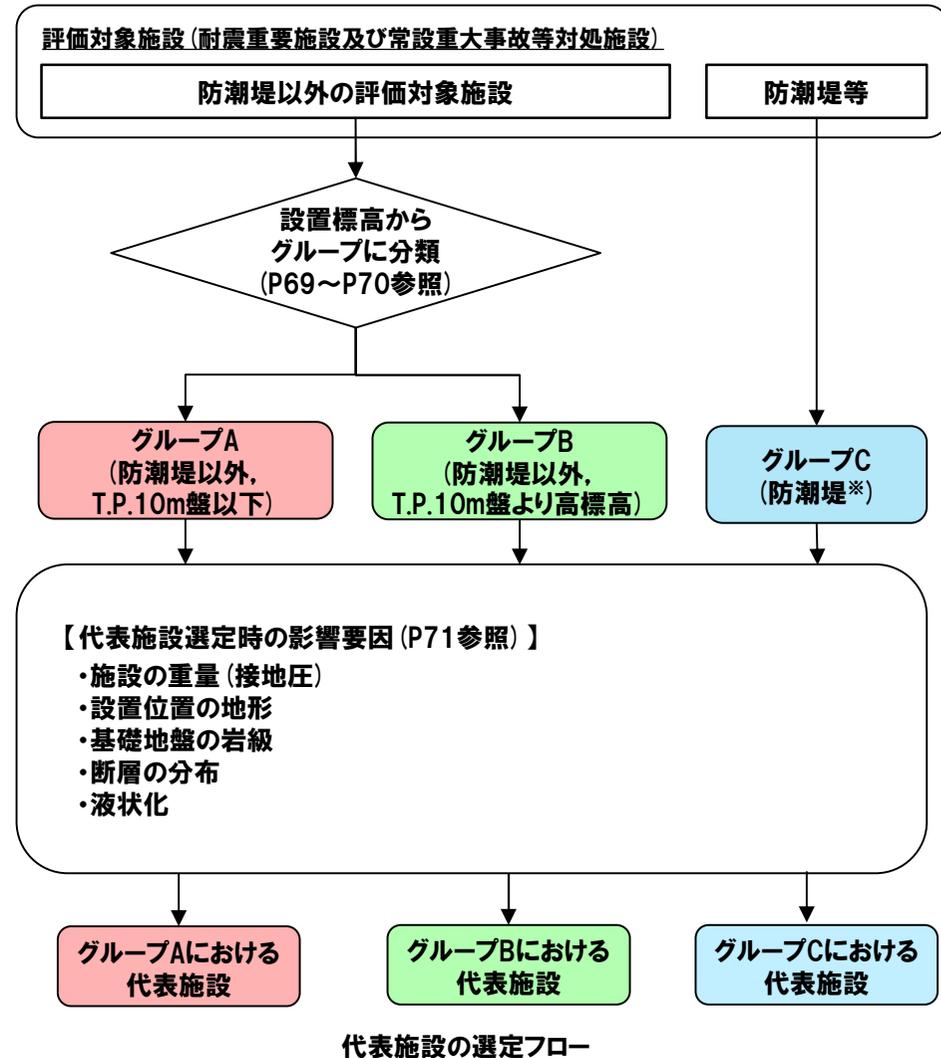
評価対象施設		
T.P.10m盤以下に 設置される施設	屋外構造物	原子炉建屋
		原子炉補助建屋
		ディーゼル発電機建屋
		貯留堰
		防潮堤
	地中構造物	3号炉取水ビットスクリーン室防水壁
		A1.A2-燃料油貯油槽タンク室
		B1.B2-燃料油貯油槽タンク室
		B1.B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ (接続区間)
		原子炉補機冷却海水管ダクト
		原子炉補機冷却海水ポンプ出口 ストレナ室
		取水ビットポンプ室
		取水ビットスクリーン室
		取水路
取水口		
3号炉放水ビット		
1号及び2号炉取水路 (防潮堤横断面部)		
T.P.10m盤より 高標高に 設置される施設	屋外構造物	代替非常用発電機
		緊急時対策所指揮所
		緊急時対策所待機所
		指揮所用空調上屋
	待機所用空調上屋	
地中構造物	燃料タンク (SA) 室	

□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

①選定方針(1/3)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 評価対象施設(耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設)の地震力に対する基礎地盤の安定性評価に当たっては、基礎地盤の安定性に影響を及ぼす要因を踏まえ、評価対象施設の中から代表施設を選定した上で、代表施設を対象に、基礎地盤のすべり、基礎の支持力及び基礎底面の傾斜に対する安全性を評価する方針とした。
- 代表施設の選定に当たっては、評価対象施設を以下のとおり分類し、評価対象施設のグループ分けを行う。
 - ・評価対象施設のうち、防潮堤については、敷地に広範囲にわたり設置され、位置によって設置状況が異なること、及び施設の規模が最大であることから、「防潮堤等」と「防潮堤以外の評価対象施設」に分類する。
 - ・防潮堤以外の評価対象施設については、評価対象施設の設置位置が、「T.P.10m盤以下」及び「T.P.10m盤より高標高」に区分され、両者の地震増幅特性が異なる可能性があることから、「T.P.10m盤以下」と「T.P.10m盤より高標高」に分類する。
- 上記の結果、評価対象施設は以下の3つのグループに分けられる(評価対象施設のグループ分けは、P69～P70参照)。
 - ・グループA(防潮堤以外、T.P.10m盤以下)
 - ・グループB(防潮堤以外、T.P.10m盤より高標高)
 - ・グループC(防潮堤)
- 各グループの代表施設については、分類したグループごとに、代表施設選定時の影響要因の比較検討を行い、選定する(詳細は、P71～P80参照)。
- なお、解析用物性値は3号炉解析用物性値と1,2号炉解析用物性値を設定しているが、両者に大きな差は認められず、岩盤の強度特性については、共通した値を設定している(P34～P37参照)ことから、代表施設の選定及び後述する評価対象断面の選定においては、解析用物性値の使い分けを考慮しない。



※防潮堤を間接支持する耐震重要施設(1号及び2号炉取水路(防潮堤横断面))については、防潮堤と同じグループに分類。

5.1.2 代表施設の選定

①選定方針(2/3)

一部修正(R6/1/19審査会合)

○評価対象施設のグループ分けは、下表に示すとおり(各グループに該当する評価対象施設の位置は次頁参照)。

評価対象施設のグループ分け

グループ分類 (設置標高)		名称	耐震重要施設 (第3条)	常設重大事故等対処施設 (第38条)	
A	防潮堤以外 (T.P.10m盤以下)	屋外構造物	原子炉建屋	○	○
			原子炉補助建屋	○	○
			ディーゼル発電機建屋	○	○
			貯留堰	○	○
			3号炉取水ピットスクリーン室防水壁	○	○
		地中構造物	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	○	○
			B1,B2-燃料油貯油槽タンク室	○	○
			B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ(接続区間)	○	○
			原子炉補機冷却海水管ダクト	○	○
			原子炉補機冷却海水ポンプ 出口ストレナ室	○	○
			取水ピットポンプ室	○	—
			取水ピットスクリーン室	○	—
			3号炉放水ピット	○	○
			取水路	○ [※]	○
取水口	○	○			
B	防潮堤以外 (T.P.10m盤 より高標高)	屋外構造物	T.P.32.8m盤 代替非常用発電機	—	○
			緊急時対策所指揮所	—	○
			緊急時対策所待機所	—	○
			指揮所用空調上屋	—	○
			待機所用空調上屋	—	○
地中構造物	燃料タンク(SA)室	—	○		
C	防潮堤	屋外構造物	防潮堤	○	—
		地中構造物	1号及び2号炉取水路(防潮堤横断部)	○	—

※防潮堤を間接支持する範囲

凡例

○ : 該当する施設
— : 該当しない施設

①選定方針 (3/3)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○各グループに該当する評価対象施設の位置を下図に示す。



②代表施設選定時の影響要因

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 地震力に対する基礎地盤の安定性評価においては、基礎地盤のすべり、基礎の支持力及び基礎底面の傾斜について評価を行うことから、下表に示す項目を代表施設選定時の影響要因として、比較検討を行い、各グループの代表施設を選定する（選定結果については、P72～P75参照）。
- 各影響要因に対して、以下の状況が認められる施設については、該当する影響要因として扱う。
 - ・施設の重量：施設の重量が最大となる施設。
 - ・設置位置の地形：施設の周辺に斜面が分布する施設。
 - ・基礎地盤の岩級^{※1}：安山岩のうちA_{IV}級及びA_V級並びに火砕岩類のうちC級～E級が分布する施設。
 - ・断層の分布：施設の下^{※2}方に断層が分布する施設。
 - ・液状化：施設の周辺に埋戻土が分布する施設。

代表施設選定時の影響要因

要 因		説 明
基礎地盤に 作用する地震力	施設の重量	・施設の重量が大きいほど、慣性力により基礎地盤に作用する滑動力等が大きくなる。 ・なお、施設の重量が同じ場合は、接地圧を考慮する。
	設置位置の地形	・施設の周辺に斜面が分布する（施設の前面と背面の岩盤標高の高低差を含む）場合、平坦な地形に比べ、滑動力が大きくなる可能性がある。
基礎地盤の 強度	基礎地盤の岩級	・岩種・岩級ごとに強度特性 ^{※3} 等を設定しており、安山岩のうちA _{IV} 級及びA _V 級並びに火砕岩類のうちD級及びE級は、強度特性及び極限支持力 ^{※4} が小さい。 ・また、火砕岩類C級は、火砕岩類A級及びB級の極限支持力と同程度であるものの、火砕岩類A級及びB級と比べて、せん断強度が小さい。
	断層の分布	・3号炉における耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎底面に位置しないものの、施設の下 ^{※2} 方に断層が分布しており、岩盤に比べて強度特性が小さい断層 ^{※5} に沿ったすべり面が想定される。
	液状化	・評価対象施設はいずれも直接又はMMRを介して岩盤に支持される直接基礎形式であるが、施設の周辺に分布する埋戻土が液状化した場合、埋戻土のせん断抵抗力に期待できない。

※1 岩盤分類の詳細は、補足説明資料1.2章参照。

※2 施設の下^{※2}方については、施設幅分の範囲を目安とする。

※3 岩盤の強度特性については、P34～P37参照。

※4 岩盤の極限支持力については、補足説明資料2.4章参照。

※5 断層の強度特性については、P38～P39参照。

5. 1. 2 代表施設の選定

③グループAの代表施設の選定結果(1/2)

一部修正(R6/1/19審査会合)

○グループA(防潮堤以外, T.P.10m盤以下)の施設については, 以下の理由から, 原子炉建屋を代表施設に選定した(詳細は, P77参照)。

- ・施設の重量が最大である。
- ・平地に設置されるが, 施設の背面に斜面が分布している。
- ・施設の下方向^{※1}にF-11断層が分布している。
- ・施設の周辺に埋戻土が分布している。

【グループA】各影響要因に対する評価対象施設の整理結果及び代表施設の選定結果(1/2)

評価対象施設	代表施設選定時の影響要因						代表施設の選定理由
	施設の重量 ^{※2} (MN) ()は施設の 接地圧(N/mm ²)	設置位置の 地形	基礎地盤の 岩級	断層の分布	液状化	影響要因の 判定根拠 掲載頁	
代表施設に選定 原子炉建屋	2,344 (0.51)	平地に設置されるが, 施設の背面に斜面が分布している。	A _I 級, A _{III} 級	施設の下方向 ^{※1} にF-11断層が分布している。	施設の周辺に埋戻土が分布している。	P77	○重量が最大であること, 背面に斜面が分布すること, 下方にF-11断層が分布すること及び周辺に埋戻土が分布し, 最も多くの影響要因が該当することから, 代表施設に選定する。
原子炉補助建屋	1,189 (0.32)	平地に設置されるが, 施設の背面に斜面が分布している。	A _I 級	施設の下方向 ^{※1} にF-11断層が分布している。	施設の周辺に埋戻土が分布している。	補足説明資料 P114	○設置位置の地形, 断層の分布及び液状化については, 原子炉建屋と同様な状況であるが, 重量については, 原子炉建屋と比べて小さいことから, 原子炉建屋の評価に代表させる。
ディーゼル発電機建屋	72 (0.15)	平地に設置される。	A _{III} 級	施設の下方向 ^{※1} に断層は分布しない。		補足説明資料 P115	○液状化については, 原子炉建屋と同様な状況であるが, 原子炉建屋と比べて重量が小さいこと, 並びに原子炉建屋と異なり平地に設置されること及び下方に断層が分布しないことから, 原子炉建屋の評価に代表させる。
貯留堰	49 (0.11)		B級		施設が埋戻土に接していない。	補足説明資料 P116	○該当する影響要因がないことから, 原子炉建屋の評価に代表させる。
3号炉取水ビット スクリーン室防水壁	81 (0.07)		A _{IV} 級, B級, C級		施設の周辺に埋戻土が分布している。	補足説明資料 P124	○基礎地盤の岩級及び液状化については, 影響要因に該当するが, 以下のことから, 原子炉建屋の評価に代表させる。 ・原子炉建屋と比べて重量が小さいこと, 並びに原子炉建屋と異なり平地に設置されること及び下方に断層が分布しないこと。 ・基礎底面に一部せん断強度等が小さい岩盤が分布するが, 基礎底面及びその周辺に強度特性等が大きい火砕岩類B級が広がりをもって分布している状況であること。

※1 施設の下方向については, 施設幅分の範囲を目安とする。
※2 施設の重量については, 基本設計段階の情報に基づく。

■ : 該当する影響要因

③グループAの代表施設の選定結果(2/2)

一部修正(R6/1/19審査会合)

【グループA】各影響要因に対する評価対象施設の整理結果及び代表施設の選定結果(2/2)

評価対象施設	代表施設選定時の影響要因						代表施設の選定理由	
	施設の重量※1 (MN) ()は施設の 接地圧 (N/mm ²)	設置位置の 地形	基礎地盤の 岩級	断層の分布	液状化	影響要因の 判定根拠 掲載頁		
地中 構造物	A1.A2-燃料油貯油槽 タンク室	29 (0.15)	平地に設置され るが、施設の背 面に斜面が分布 している。	A _I 級, A _{II} 級	施設の下方※2に 断層は分布しない。	施設の周辺に埋 戻土が分布して いる。	補足説明資料 P117	○設置位置の地形及び液状化については、原子炉建屋と 同様な状況であるが、原子炉建屋と比べて重量が小さ いこと及び原子炉建屋と異なり下方に断層が分布しな いことから、原子炉建屋の評価に代表させる。
	B1.B2-燃料油貯油槽 タンク室	33 (0.16)		A _{III} 級				
	B1.B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ (接続区間)	2 (0.03)	A _{III} 級, B級	補足説明資料 P119			○液状化については、原子炉建屋と同様な状況であるが、 原子炉建屋と比べて重量が小さいこと、並びに原子炉 建屋と異なり平地に設置されること及び下方に断層が 分布しないことから、原子炉建屋の評価に代表させる。	
	取水ピットポンプ室	294 (0.27)	A _{III} 級, B級	補足説明資料 P120				
	3号炉放水ピット	299 (0.31)	B級	補足説明資料 P122				
	取水口	256 (0.33)	B級	補足説明資料 P122				
	原子炉補機冷却 海水管ダクト※3	72 (0.07)	A _{III} 級, B級, C級	補足説明資料 P123				
	取水ピットスクリーン室	131 (0.22)	A _{III} 級, A _{IV} 級, B級	補足説明資料 P124			○基礎地盤の岩級及び液状化については、影響要因に該 当するが、以下のことから、原子炉建屋の評価に代表さ せる。 ・原子炉建屋と比べて重量が小さいこと、並びに原子炉 建屋と異なり平地に設置されること及び下方に断層が 分布しないこと。 ・基礎底面に一部せん断強度等が小さい岩盤が分布す るが、基礎底面及びその周辺に強度特性等が大きい 火砕岩類B級等が広がりをもって分布している状況で あること。	
	取水路	144 (0.11)	A _{IV} 級, B級	補足説明資料 P125				
原子炉補機冷却海水 ポンプ出口ストレーナ室	58 (0.19)	平地に 設置される。	A _{III} 級, B級		施設の埋戻土に 接していない。	補足説明資料 P126	○該当する影響要因がないことから、原子炉建屋の評価 に代表させる。	

※1 施設の重量については、基本設計段階の情報に基づく。

※2 施設の下方については、施設幅分の範囲を目安とする。

※3 地中構造物の液状化影響を確認するため、原子炉補機冷却海水管ダクトを対象に、有効応力解析を実施し、基礎地盤のすべり安全率が十分大きく、基礎地盤のすべりへの影響がないことを確認している(詳細は、補足説明資料3.3章参照)。

 : 該当する影響要因

④グループBの代表施設の選定結果

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高) の施設については, 以下の理由から, 緊急時対策所指揮所を代表施設に選定した (詳細は, P78~P79参照)。
- ・施設の重量が最大である。
 - ・基礎底面にせん断強度が小さい岩盤が分布し, 施設の前面に斜面が分布している。

【グループB】各影響要因に対する評価対象施設の整理結果及び代表施設の選定結果

評価対象施設	代表施設選定時の影響要因						代表施設の選定理由	
	施設の重量*1 (MN) ()は施設の 接地圧 (N/mm ²)	設置位置の 地形	基礎地盤の 岩級	断層の分布	液状化	影響要因の 判定根拠 掲載頁		
屋 外 構 造 物	代表施設に選定 緊急時対策所指揮所	20 (0.08)	施設の前面に 斜面が分布し ている。	C級 (施設の前面 にE級が分布)	施設の下*2に 断層は分布しない。	— *3	P78~P79	○重量が最大であること, 前面に斜面が分布すること及び 基礎底面にせん断強度が小さい岩盤が分布し, 同様な 状況である緊急時対策所待機所と比べて, 以下のことから, 保守的な評価になるものと考えられるため, 代表施設 に選定する。 ・南西側に分布する斜面が近接し, かつ斜面高さが僅か に高いことから, 滑動力が大きくなる可能性があること。 ・南西側に火砕岩類E級が僅かに分布することから, 滑 動に対する抵抗力が小さくなる可能性があること。
	緊急時対策所待機所	20 (0.08)	施設の前面に 斜面が分布し ている。	C級	施設の下*2に 断層は分布しない。	— *3	P78~P79	○該当する影響要因の比較では, 緊急時対策所指揮所と 同様な状況であるが, 周辺の地形や岩盤の分布の比較 結果から, 緊急時対策所指揮所の評価に代表させる。
	指揮所用空調上屋	17 (0.07)		C級			補足説明資料 P130	○設置位置の地形及び基礎地盤の岩級については, 緊急 時対策所指揮所と同様な状況であるが, 重量について は, 緊急時対策所指揮所と比べて小さいことから, 緊急 時対策所指揮所の評価に代表させる。
	待機所用空調上屋	17 (0.07)		C級			補足説明資料 P130	
	代替非常用発電機	1.2 (0.60)		A _{III} 級			補足説明資料 P131	○設置位置の地形については, 緊急時対策所指揮所と同 様な状況であるが, 緊急時対策所指揮所と比べて重量 が小さいこと及び基礎底面に強度特性等が小さい岩盤 が分布しないことから, 緊急時対策所指揮所の評価に 代表させる。
地中 構 造 物	燃料タンク (SA) 室	17 (0.11)	C級	補足説明資料 P132	○設置位置の地形及び基礎地盤の岩級については, 緊急 時対策所指揮所と同様な状況であるが, 重量について は, 緊急時対策所指揮所と比べて小さいことから, 緊急 時対策所指揮所の評価に代表させる。			

*1 施設の重量については, 基本設計段階の情報に基づく。

*2 施設の下*2については, 施設幅分の範囲を目安とする。

*3 T.P.32.8m盤及びT.P.39m盤に設置されている施設については, 三次元浸透流解析による地下水位分布を踏まえ, 液状化の影響は考慮しない (詳細は, 補足説明資料3.1章参照)。

■ : 該当する影響要因

⑤グループCの代表施設の選定結果

一部修正 (R6/8/30審査会合)

○グループC (防潮堤) の施設については、以下の理由から、防潮堤を代表施設に選定した (詳細は、P80参照)。

- ・施設の重量が最大である。
- ・施設の前面と背面に高低差がある。
- ・基礎底面に一部せん断強度が小さい岩盤が分布している。
- ・施設の周辺に埋戻土が分布している。

【グループC】各影響要因に対する評価対象施設の整理結果及び代表施設の選定結果

評価対象施設	代表施設選定時の影響要因						代表施設の選定理由
	施設の重量※1 (MN) ()は施設の 接地圧 (N/mm ²)	設置位置の 地形	基礎地盤の 岩級	断層の分布	液状化	影響要因の 判定根拠 掲載頁	
屋外 構造物 防潮堤	14.640 (0.51)	施設の前面と背面 に高低差がある。	A ₁₁ 級, A ₁₁₁ 級, B級, C級	施設の下方向※2に 断層は分布しない。	施設の周辺 に埋戻土が 分布している。	P80, P91	○重量が最大であること、施設の前面と背面に高低差があること、基礎底面に一部せん断強度が小さい岩盤が分布すること及び周辺に埋戻土が分布し、最も多くの影響要因が該当することから、代表施設に選定する。
地中 構造物 1号及び2号炉取水路 (防潮堤横断面)	80 (0.16)	平地に 設置される。	B級	施設の下方向※2に 断層は分布しない。	施設の周辺 に埋戻土が 分布している。	補足説明資料 P135	○液状化については防潮堤と同様な状況であるが、防潮堤と比べて重量が小さいこと、防潮堤と異なり平地に設置されること及び基礎底面に強度特性等が小さい岩盤が分布しないことから、防潮堤の評価に代表させる。

※1 施設の重量については、基本設計段階の情報に基づく。

※2 施設の下方向については、施設幅分の範囲を目安とする。

: 該当する影響要因

余白

⑥グループAの代表施設の選定理由

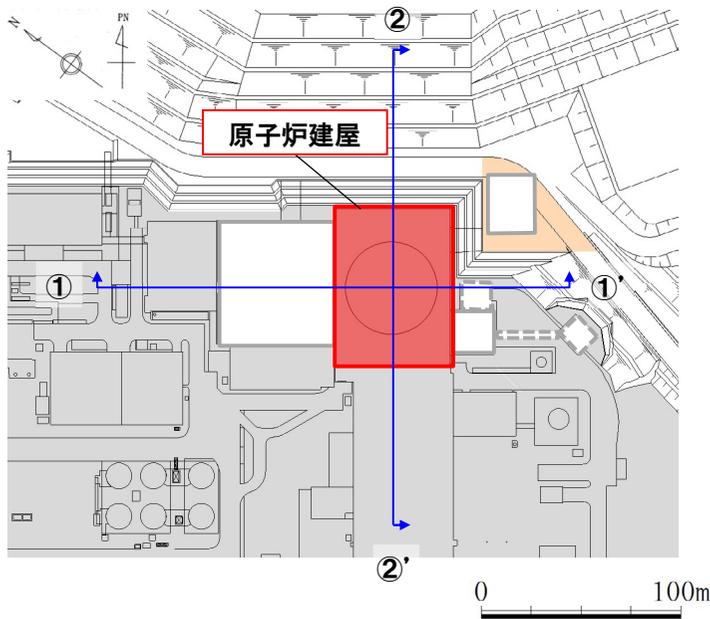
一部修正 (R6/1/19審査会合)

○グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下) の施設に対する基礎地盤の安定性評価については, 影響要因の比較を実施した結果, 以下の理由により, 原子炉建屋を代表施設に選定する。

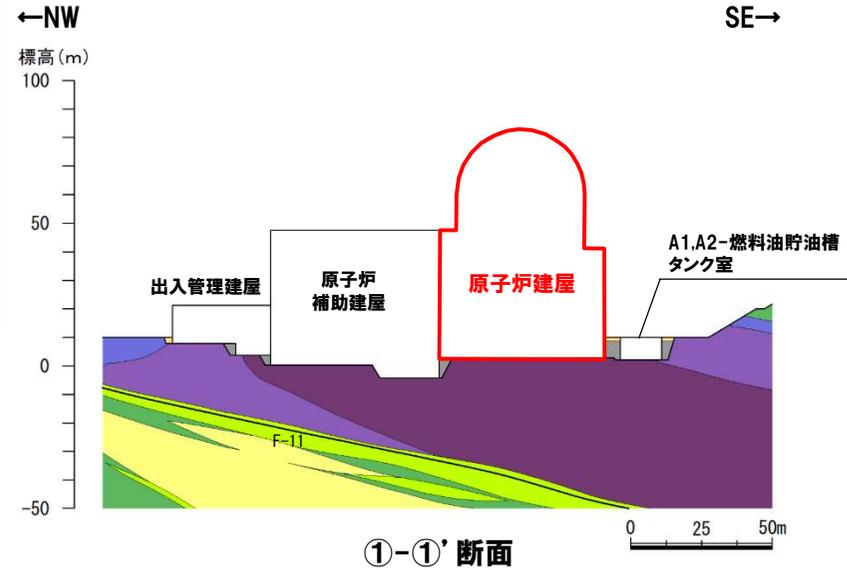
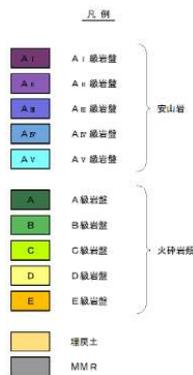
【原子炉建屋】

- ・施設の重量が最大である。
- ・平地に設置されるが, 施設の背面に斜面が分布している。
- ・施設の下方向※にF-11断層が分布している。
- ・施設の周辺に埋戻土が分布している。

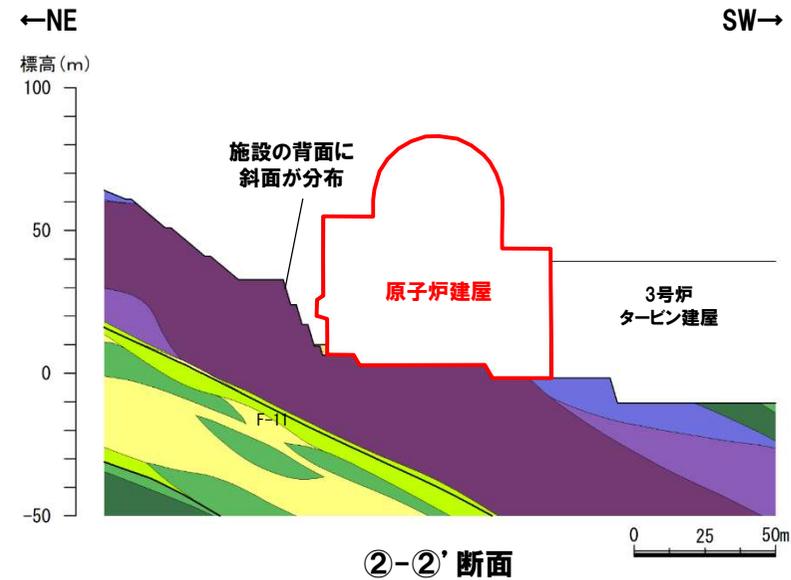
※施設の下方向については, 施設幅分の範囲を目安とする。



対象施設位置図



①-①' 断面



②-②' 断面

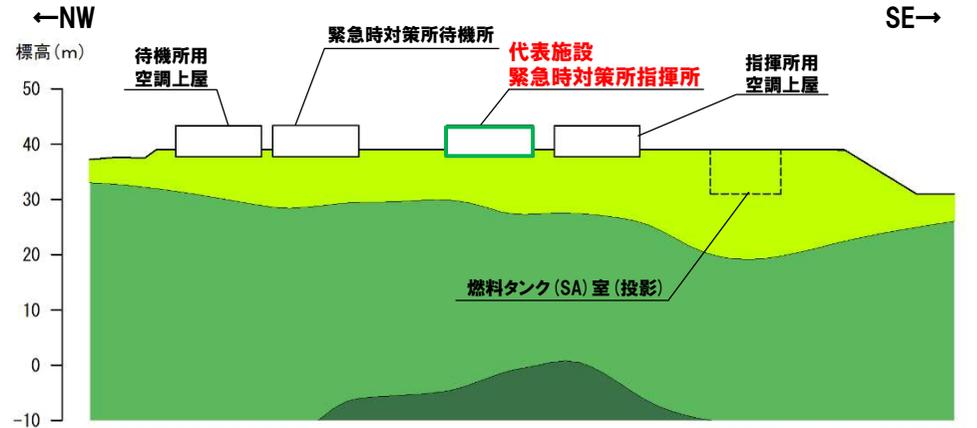
⑦グループBの代表施設の選定理由 (1/2)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

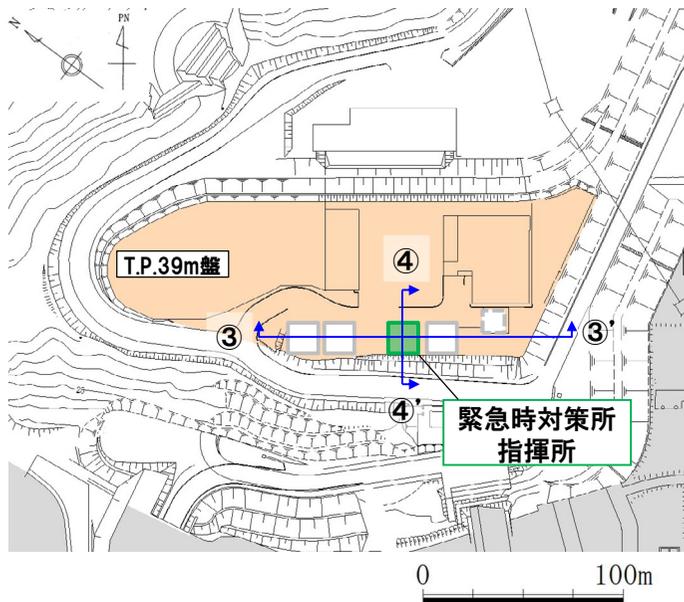
○グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高) の施設に対する基礎地盤の安定性評価については, 影響要因の比較を実施した結果, 以下の理由により, 緊急時対策所指揮所を代表施設に選定する。

【緊急時対策所指揮所】

- ・施設の重量が最大である。
- ・基礎底面にせん断強度が小さい岩盤が分布し, 施設の前面に斜面が分布している。
- ・緊急時対策所待機所に比べて, 施設の設置位置の周辺地形及び岩盤の分布を比較すると, 保守的な評価になると考えられる (詳細は, 次頁参照)。

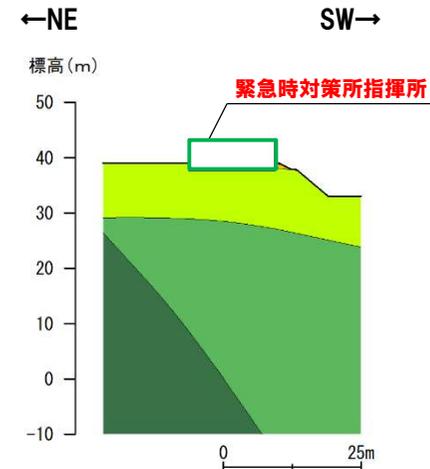


③-③' 断面



対象施設位置図

凡例	
A1	A1 凝岩盤
A2	A2 凝岩盤
A3	A3 凝岩盤
A4	A4 凝岩盤
A5	A5 凝岩盤
A6	A6 凝岩盤
A7	A7 凝岩盤
安山岩	
A	A 凝岩盤
B	B 凝岩盤
C	C 凝岩盤
D	D 凝岩盤
E	E 凝岩盤
火砕岩類	

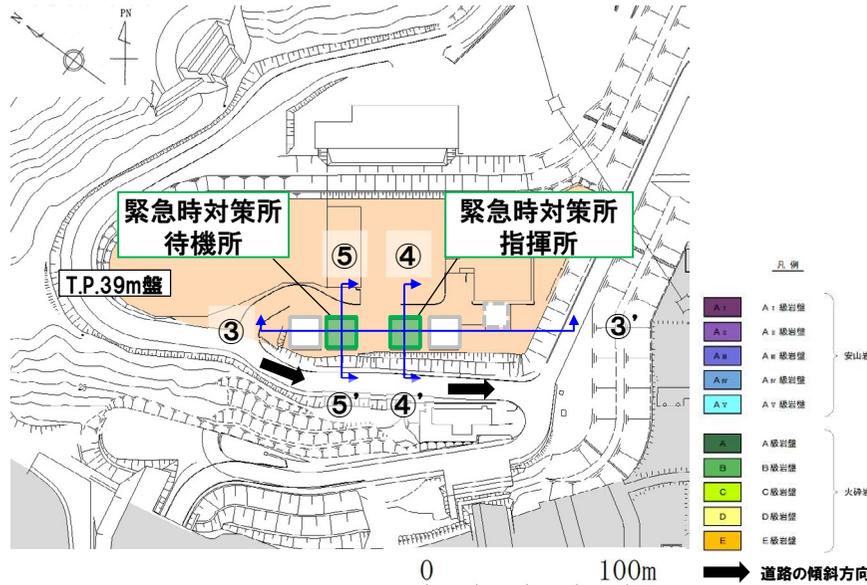
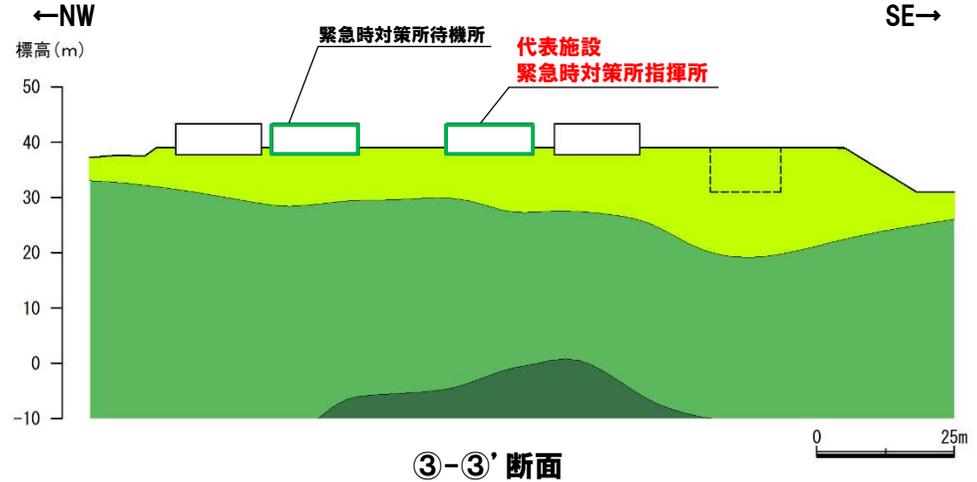


④-④' 断面

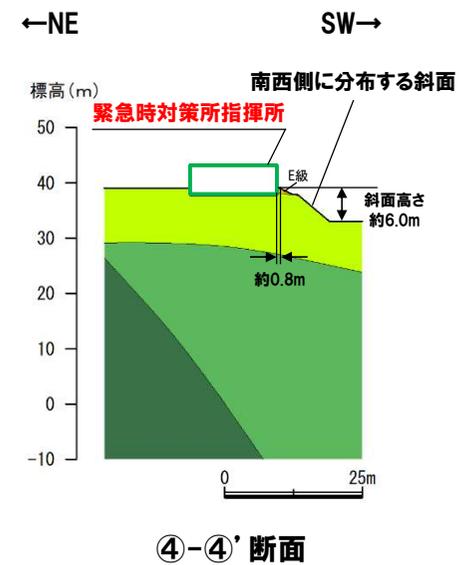
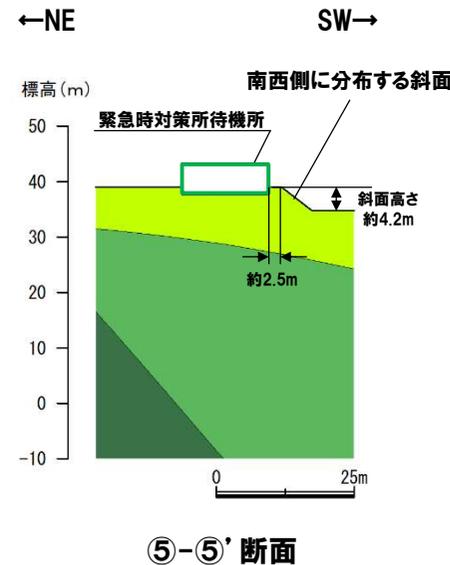
⑦グループBの代表施設の選定理由(2/2)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 緊急時対策所指揮所及び緊急時対策所待機所については、構造形式が同一であり、影響要因の比較では、両者に差異は認められない(P74参照)。
- このような状況であり、施設の設置状況についても大きな違いはないが、両者の周辺の地形及び岩盤の分布を詳細に比較すると、以下のことから、緊急時対策所指揮所を代表施設に選定する。
 - ・周辺の地形:緊急時対策所指揮所の方が緊急時対策所待機所と比べて、南西側に分布する斜面が近接し、かつ斜面高さが僅かに高いことから、滑動力が大きくなる可能性があること。
 - ・岩盤の分布:緊急時対策所指揮所の方が緊急時対策所待機所と比べて、南西側に火砕岩類E級が僅かに分布することから、滑動に対する抵抗力が小さくなる可能性があること。



対象施設位置図



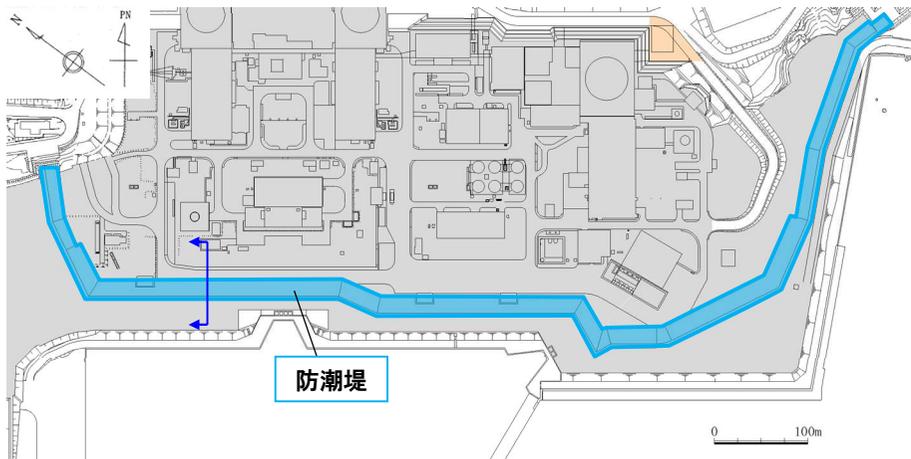
⑧グループCの代表施設の選定理由

一部修正 (R6/8/30審査会合)

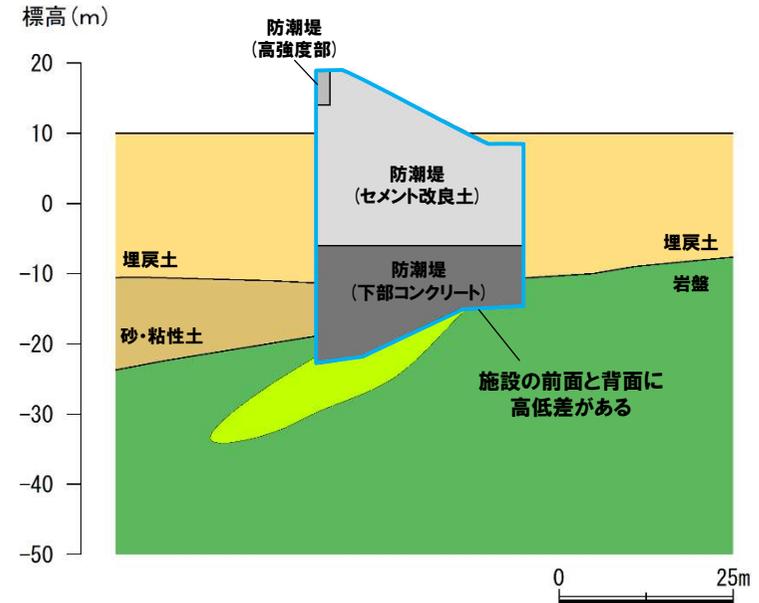
○グループC (防潮堤) の施設に対する基礎地盤の安定性評価については、影響要因の比較を実施した結果、以下の理由により、防潮堤を代表施設に選定する。

【防潮堤】

- ・施設の重量が最大である。
- ・施設の前面と背面に高低差がある。
- ・基礎底面に一部せん断強度が小さい岩盤が分布し、施設の周辺に埋戻土が分布している。

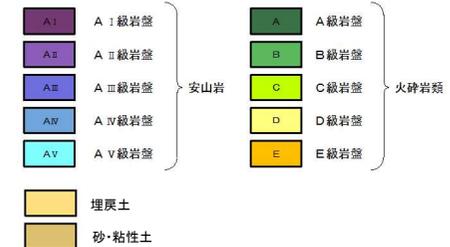


対象施設位置図



防潮堤断面図

凡例



5.1.2 代表施設の選定

(参考) 各グループに該当する評価対象施設の区分 (第3条及び第38条)

一部修正 (R6/12/13審査会合)

評価対象施設	耐震重要施設 (第3条)	常設重大事故等 対処施設 (第38条)	
グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下)	原子炉建屋	● 代表施設	● 代表施設
	原子炉補助建屋	○	○
	ディーゼル発電機建屋	○	○
	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	○	○
	B1,B2-燃料油貯油槽タンク室	○	○
	B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ (接続区間)	○	○
	原子炉補機冷却海水管ダクト	○	○
	原子炉補機冷却海水ポンプ出口 ストレナ室	○	○
	取水ピットポンプ室	○	○
	取水ピットスクリーン室	○	○
	3号炉取水ピットスクリーン室防水壁	○	—
	3号炉放水ピット	○	—
	取水路	○*	○
	取水口	○	○
	貯留堰	○	○
グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より 高標高)	代替非常用発電機	—	○
	緊急時対策所指揮所	—	● 代表施設
	緊急時対策所待機所	—	○
	指揮所用空調上屋	—	○
	待機所用空調上屋	—	○
燃料タンク (SA) 室	—	○	
グループC (防潮堤)	防潮堤	● 代表施設	—
	1号及び2号炉取水路 (防潮堤横断部)	○	—

各グループの代表施設整理結果 (第3条及び第38条)

グループ分類	耐震重要施設 (第3条)	常設重大事故等 対処施設 (第38条)
グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下)	原子炉建屋	原子炉建屋
グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高)	耐震重要施設に 該当する施設 はない	緊急時対策所 指揮所
グループC (防潮堤)	防潮堤	常設重大事故等 対処施設に 該当する施設 はない



凡例
 ● : 該当する施設 (代表施設に選定)
 ○ : 該当する施設
 — : 該当しない施設

※防潮堤を間接支持する範囲

5. 1. 3 評価対象断面の選定

①原子炉建屋の評価対象断面(1/2)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○グループAの代表施設である原子炉建屋の評価対象断面は、以下の地形及び地質構造の特徴を考慮し、安定性評価が最も厳しくなると想定される断面を設定する。

(地形の特徴)

- ・原子炉建屋の北東方向に最大傾斜方向がSW方向の斜面が分布している。

(地質構造の特徴)

- ・敷地の基盤をなす神恵内層は、大局的にNW-SE走向で、SW方向へ 15° ~ 50° 程度で傾斜する同斜構造をなしている。

○上記を踏まえ、原子炉建屋の基礎地盤の評価対象断面は、以下のとおり、原子炉建屋の中心で直交する2断面とした(次頁参照)。

- ・Y-Y' 断面※: 北東方向に分布する斜面の最大傾斜方向に一致し、かつ地層の傾斜方向となる、海山方向の断面。
- ・X-X' 断面: Y-Y' 断面に直交する、海山直交方向の断面。

※原子炉建屋付近においては、斜面と地層の傾斜方向が少し斜交する状況であることから、地層の傾斜と調和的に分布するF-11断層の傾斜が最大となる断面について、すべり安全率を確認した結果、Y-Y'断面が評価対象断面として妥当であることを確認している(詳細は、補足説明資料3.5章参照)。

5.1.3 評価対象断面の選定

②緊急時対策所指揮所の評価対象断面(1/2)

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○グループBの代表施設である緊急時対策所指揮所の基礎地盤の評価対象断面は、以下の地形及び地質構造の特徴を考慮し、安定性評価が最も厳しくなると想定される断面を設定する。

(地形の特徴)

・緊急時対策所指揮所は、T.P.39m盤に設置され、当該施設の南西方向に最大傾斜方向がSW方向の斜面が分布している。

(地質構造の特徴)

・敷地の基盤をなす神恵内層は、大局的にNW-SE走向で、SW方向へ 15° ~ 50° 程度で傾斜する同斜構造をなしている。

○上記を踏まえ、緊急時対策所指揮所の基礎地盤の評価対象断面は、以下のとおり、緊急時対策所指揮所の中心で直交する2断面とした(次頁参照)。

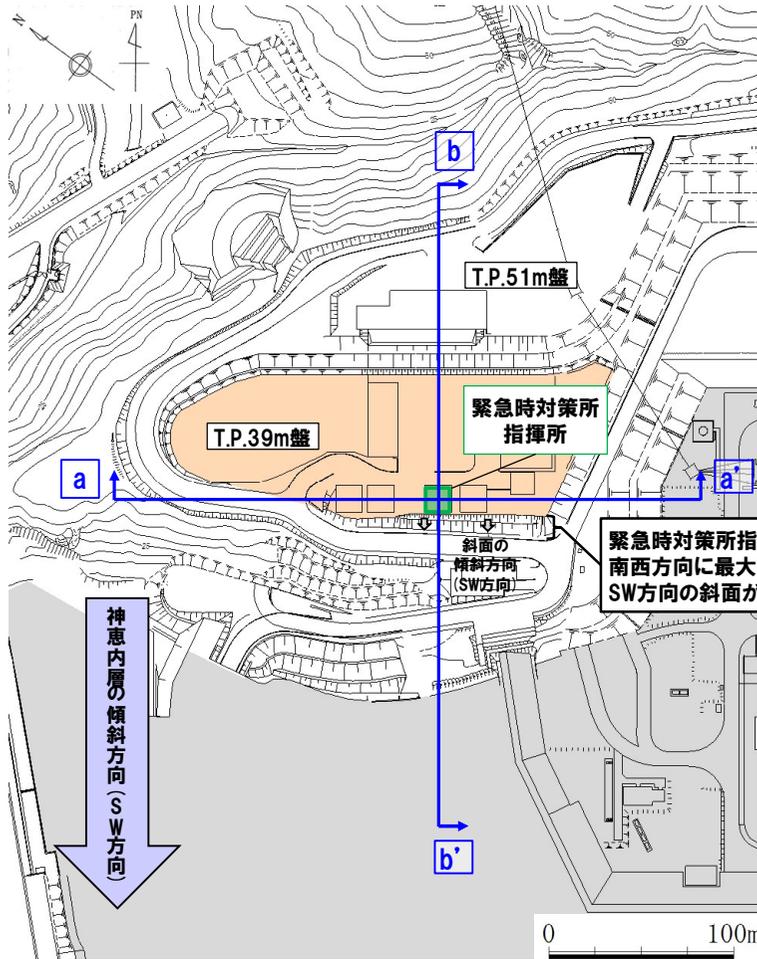
・b-b'断面:南西方向に分布する斜面の最大傾斜方向に一致し、かつ地層の傾斜方向となる、海山方向の断面。

・a-a'断面:b-b'断面に直交する断面、海山直交方向の断面。

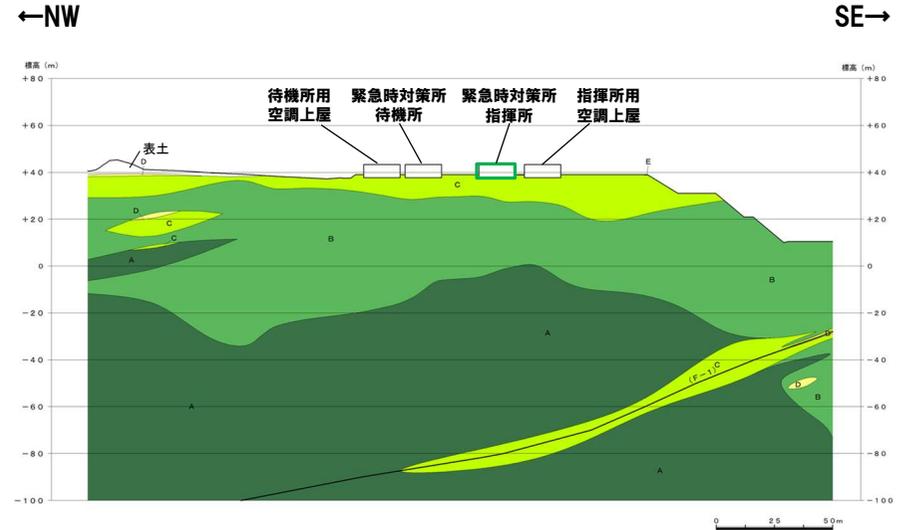
5.1.3 評価対象断面の選定

②緊急時対策所指揮所の評価対象断面 (2/2)

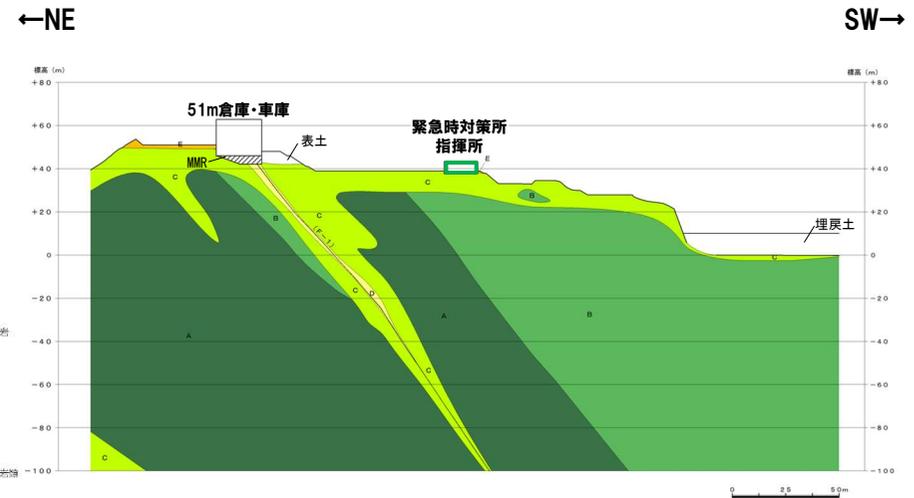
一部修正 (R6/1/19審査会合)



対象施設位置図



鉛直岩盤分類図:a-a'断面



鉛直岩盤分類図:b-b'断面

岩盤分類凡例

□	礫・砂・粘土
■ (A1)	A1 級岩盤
■ (A2)	A2 級岩盤
■ (A3)	A3 級岩盤
■ (A4)	A4 級岩盤
■ (A5)	A5 級岩盤
■ (A6)	A6 級岩盤
■ (A7)	A7 級岩盤
■ (A8)	A8 級岩盤
■ (A9)	A9 級岩盤
■ (A)	A 級岩盤
■ (B)	B 級岩盤
■ (C)	C 級岩盤
■ (D)	D 級岩盤
■ (E)	E 級岩盤

安山岩

火砕岩類

余白

5. 1. 3 評価対象断面の選定

③-1 防潮堤の評価対象断面：選定フロー

一部修正 (R6/8/30審査会合)

- グループCの代表施設である防潮堤は、敷地に広範囲にわたり設置されており、位置によって設置状況が異なる。
 - このため、評価対象断面の選定においては、代表施設選定時の影響要因 (P71参照) を踏まえた観点 (防潮堤の重量、防潮堤底面の標高差、埋戻土の厚さ及び基礎地盤の岩級 (火砕岩類C級の分布)) を考慮して、安定性評価が厳しくなると想定される区間を抽出し、その区間の中で安定性評価が厳しくなると想定される位置に検討断面を設定する。
 - 設定した検討断面に対して、詳細な比較検討を行うことにより、評価対象断面を選定する。
 - なお、防潮堤は線状構造物であり、防潮堤に作用する土圧により滑動力が大きくなると考えられることから、検討断面については防潮堤の短軸方向に設定する。
- 防潮堤の評価対象断面の選定フローを以下に示す。

【検討断面の設定】(P88～P93参照)

(1) 区間の抽出 (P88～P91参照)

- 防潮堤の形状の違いにより区間分け (区間①～⑫) を行った上で、以下の観点 (観点 i ~ iv) を考慮し、安定性評価が厳しくなると想定される区間を抽出する。
 - (観点 i) 防潮堤の重量
 - (観点 ii) 防潮堤底面の標高差
 - (観点 iii) 埋戻土の厚さ
 - (観点 iv) 基礎地盤の岩級 (火砕岩類C級の分布)

【抽出した区間】
区間④, 区間⑦, 区間⑨

(2) 断面位置の設定 (P92～P93参照)

- 検討断面については、抽出した区間の中で、安定性評価が厳しくなると想定される位置に設定する。

【検討断面】
c-c' 断面, d-d' 断面, e-e' 断面

【評価対象断面の選定】(P94参照)

- 検討断面についての簡便法によるすべり安全率の比較により、最小すべり安全率が小さい検討断面を評価対象断面に選定する。

【評価対象断面】
c-c' 断面, e-e' 断面

防潮堤の評価対象断面の選定フロー

5.1.3 評価対象断面の選定

③-2 防潮堤の評価対象断面：検討断面の設定-区間の抽出(1/4)-

一部修正 (R6/8/30審査会合)

○防潮堤は、敷地に広範囲にわたり設置されており、位置によって設置状況が異なることから、防潮堤の形状の違いにより区間分け(区間①～⑫)を行った上で、以下の観点(観点i～iv)を考慮し、安定性評価が厳しくなると想定される区間を抽出する(着目する観点の詳細は、次頁参照)。

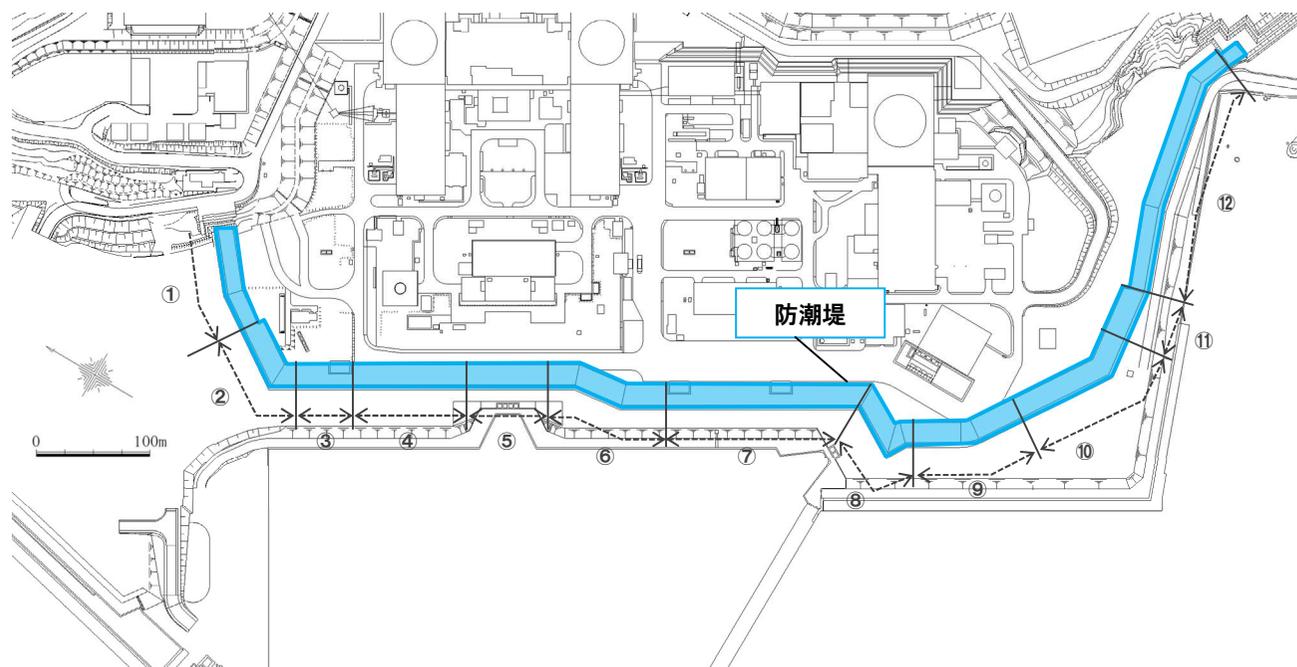
(観点i) 防潮堤の重量

(観点ii) 防潮堤底面の標高差

(観点iii) 埋戻土の厚さ

(観点iv) 基礎地盤の岩級(火砕岩類C級※の分布)

※防潮堤直下に火砕岩類C級及び安山岩A_{III}級未満が分布する場合は撤去する方針である。



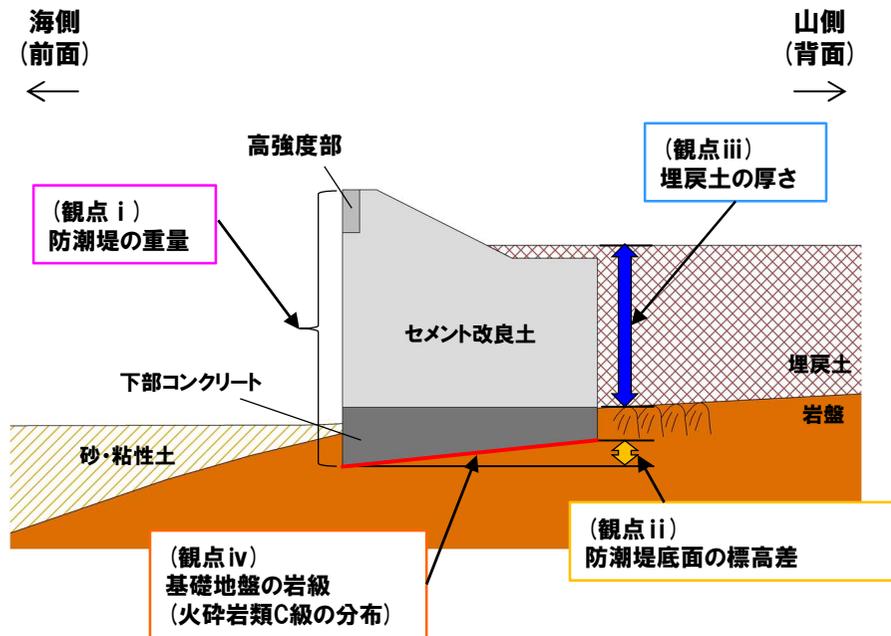
防潮堤の区間分け

5.1.3 評価対象断面の選定

③-2 防潮堤の評価対象断面：検討断面の設定-区間の抽出(2/4)-

一部修正 (R6/8/30審査会合)

検討断面の設定において着目する観点*



各観点のイメージ図

観点		説明
観点 i	防潮堤の重量	・防潮堤の重量(接地圧)が大きいほど、慣性力により基礎地盤に作用する滑動力は大きくなる。
観点 ii	防潮堤底面の標高差	・敷地内の基礎岩盤は海側に向かって低くなる特徴がある。 ・防潮堤底面の標高差がある場合、標高の低い方向への滑動力が大きくなる。
観点 iii	埋戻土の厚さ	・防潮堤山側の埋戻土が厚く分布するほど、防潮堤に作用する土圧が大きくなり、海側への滑動力が大きくなる。 ・なお、防潮堤基礎地盤の安定性評価において、防潮堤海側の埋戻土については、抵抗力として作用することを考慮し、保守的にモデル化していない。
観点 iv	基礎地盤の岩級 (火砕岩類C級の分布)	・防潮堤底面には、火砕岩類B級が広く分布するが、一部の区間において、相対的にせん断強度が小さい火砕岩類C級が分布しており、防潮堤底面全体に火砕岩類C級が分布している場合、抵抗力が小さくなる。

※代表施設選定時の影響要因のうち、「断層の分布」及び「液状化」については、以下のことから、検討断面の設定において着目する観点としていない。

- ・断層の分布：防潮堤の下方に断層が分布しないことから、代表施設選定時の影響要因に該当していない(P75参照)。
- ・液状化：防潮堤の周辺には埋戻土が分布しており、埋戻土が液状化した場合に、せん断抵抗力に期待できない状況は全区間で共通する。

5. 1. 3 評価対象断面の選定

③-2 防潮堤の評価対象断面：検討断面の設定-区間の抽出(3/4)-

一部修正 (R6/8/30審査会合)

- 防潮堤の各区間の諸元を基に、観点(観点 i ~ iv)において安定性評価が厳しくなると想定される区間を抽出した。
- 各観点において安定性評価が厳しくなると想定される区間は以下のとおり。
- ・区間④：防潮堤の重量及び埋戻土の厚さが最大(観点 i 及び観点 iii)
 - ・区間⑦：防潮堤底面の標高差が最大(観点 ii)
 - ・区間⑨：防潮堤山側から海側にかけて火砕岩類C級が分布する区間(観点 iv)の中で、防潮堤の重量、防潮堤底面の標高差及び埋戻土の厚さが大きい(観点 i ~ 観点 iii)。
- なお、火砕岩類C級が局所的に分布する区間については、上記により既に抽出される区間④及び区間⑨にて代表できる。

防潮堤の各区間の諸元※1

区間		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫
観点 i	防潮堤の重量※2 (MN/m)	6.7	12.3	12.0	21.0	12.5	10.5	11.8	13.0	16.3	18.6	10.5	6.3
	接地圧※2 (N/mm ²)	0.39	0.49	0.48	0.70	0.50	0.42	0.47	0.52	0.65	0.62	0.42	0.37
観点 ii	防潮堤底面の 標高差※2 (m)	約1	約4	約3	約8	約4	約8	約9	約0	約6	約7	約8	約3
観点 iii	埋戻土の厚さ※2 (m)	約11	約17	約17	約21	約18	約19	約16	約19	約19	約20	約19	約11
観点 iv	基礎地盤の岩級 (火砕岩類C級の分布※3)	有	有	有	有	—	有	—	有	有	有	—	—

※1 朱書きは、区間を抽出した際に、着目した観点を示す。

※2 各区間における最大値を示す。なお、最大重量位置と最大接地圧位置は、同位置である。

※3 防潮堤底面に火砕岩類C級が分布している区間を「有」として示す。

※4 防潮堤底面の山側若しくは海側のどちらか一方にのみ、火砕岩類C級が分布している区間を示す。

(防潮堤底面に分布する火砕岩類C級)

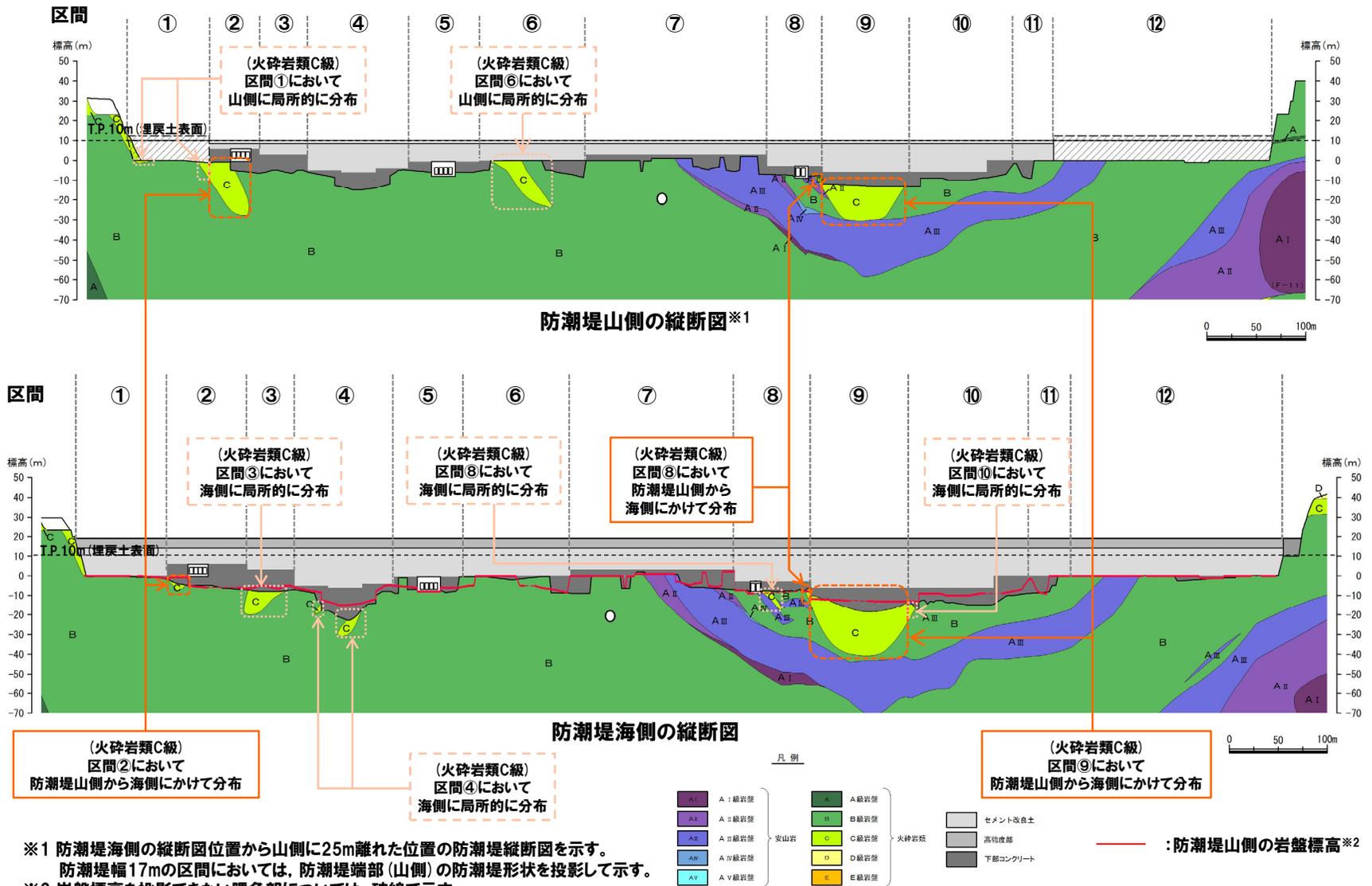
□ : 当該区間において局所的に分布※4

□ : 当該区間において防潮堤山側から海側にかけて分布

□ : 検討断面を設定する区間

5. 1. 3 評価対象断面の選定

③-2 防潮堤の評価対象断面：検討断面の設定-区間の抽出(4/4) - 再掲(R6/8/30審査会合)



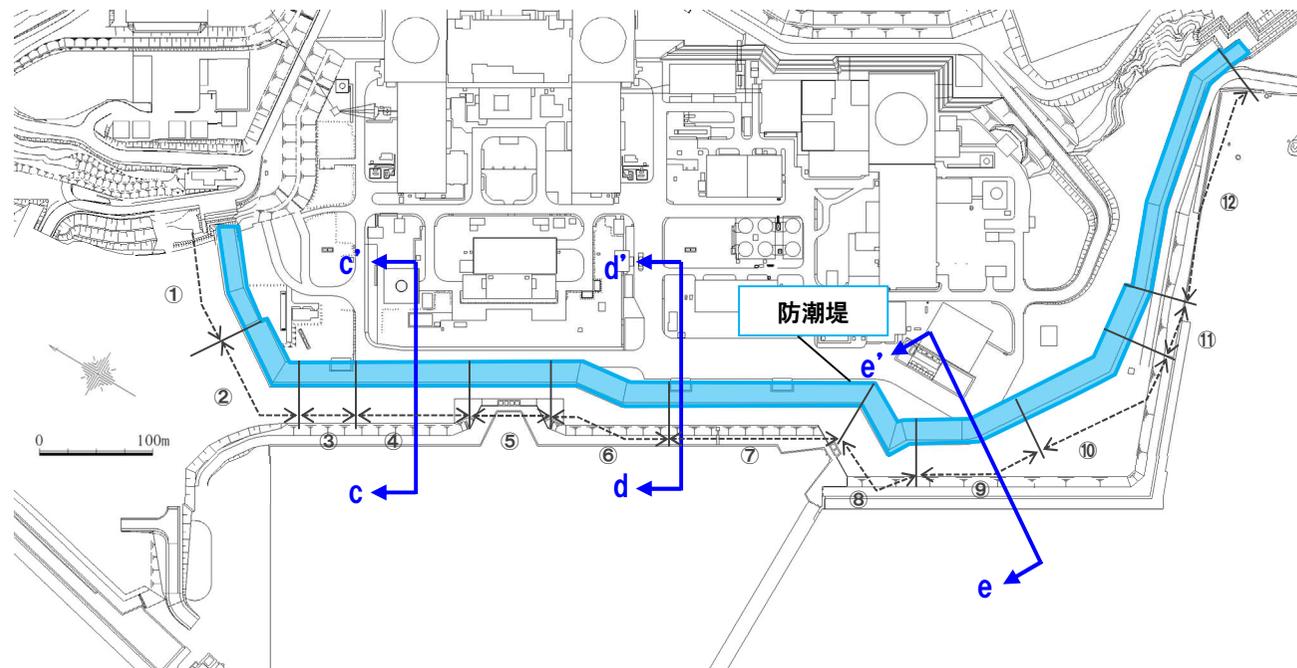
※1 防波堤海側の縦断面図位置から山側に25m離れた位置の防波堤縦断面図を示す。
防波堤幅17mの区間においては、防波堤端部(山側)の防波堤形状を投影して示す。
※2 岩盤標高を投影できない隅角部については、破線で示す。

5.1.3 評価対象断面の選定

③-3 防潮堤の評価対象断面：検討断面の設定-断面位置の設定(1/2) -

一部修正 (R6/8/30審査会合)

- 検討断面については、抽出した区間の中で、安定性評価が厳しくなると想定される位置に設定した。
- 設定した検討断面は、以下のとおり。
 - ・c-c' 断面：区間④において、防潮堤の重量、埋戻土の厚さのいずれも最大、かつ防潮堤底面の標高差が最大となる位置
 - ・d-d' 断面：区間⑦において、防潮堤底面の標高差が最大となる位置
 - ・e-e' 断面：区間⑨において、火砕岩類C級が厚く分布し、かつ防潮堤の重量及び防潮堤底面の標高差が最大となる位置
- 検討断面の設定に関する詳細については、P95～P97に示す。



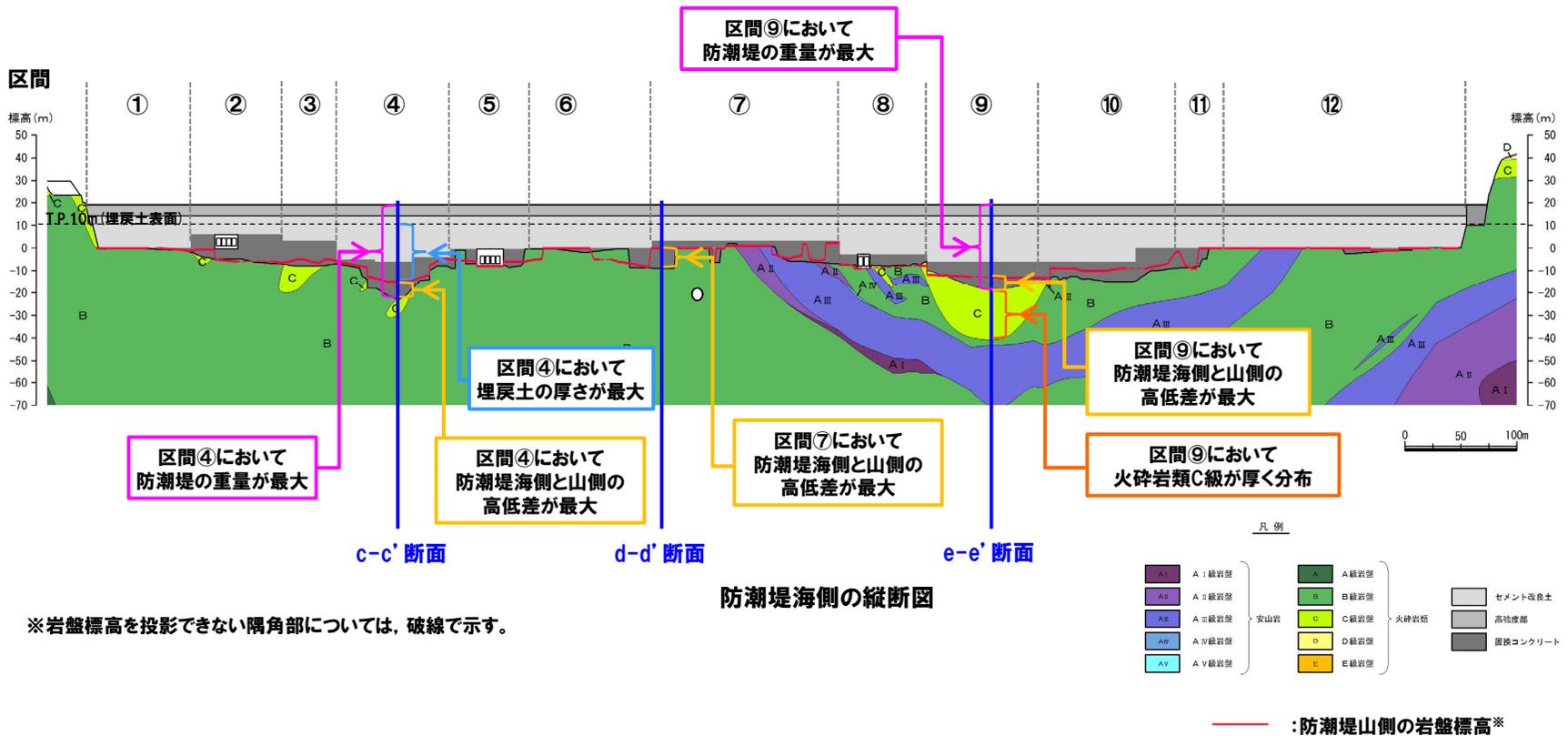
平面図

↑↑ : 検討断面

5. 1. 3 評価対象断面の選定

③-3 防潮堤の評価対象断面：検討断面の設定-断面位置の設定(2/2)-

再掲(R6/8/30審査会合)

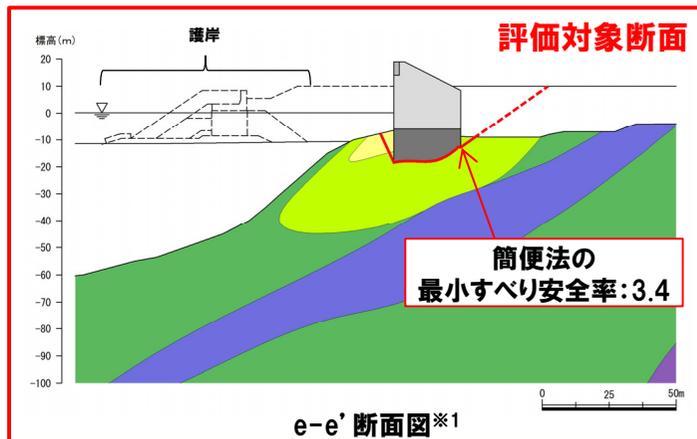
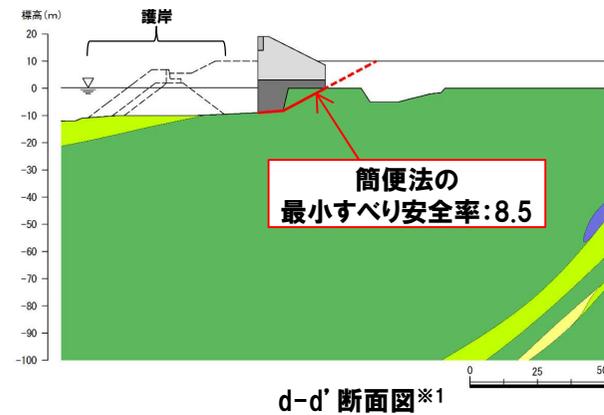
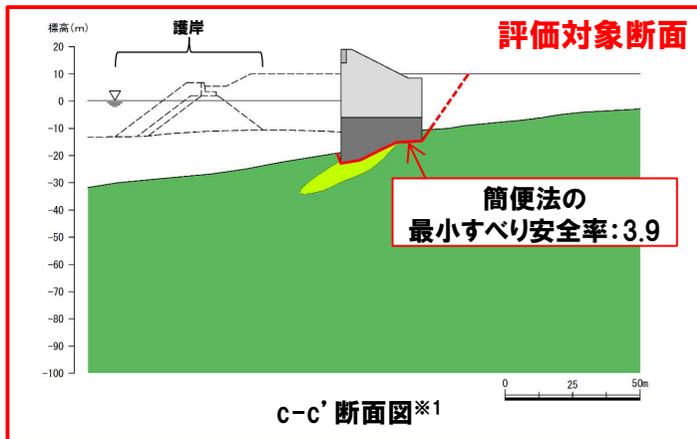


5.1.3 評価対象断面の選定

③-4 防潮堤の評価対象断面：評価対象断面の選定結果

再掲 (R6/8/30審査会合)

- 設定した検討断面について、簡便法によるすべり安全率の比較を行い、評価対象断面を選定する。
- 簡便法によるすべり安全率は、JEAG4601-2015に基づく静的震度「 $K_H=0.2, K_V=0.1$ 」を用いて算定した。
- 比較検討を実施した結果、検討断面の中で、最小すべり安全率が小さいc-c'断面及びe-e'断面を評価対象断面として選定し、d-d'断面については、評価対象断面として選定せず、c-c'断面及びe-e'断面の評価に代表させることとした。
- なお、d-d'断面のすべり安全率が大きくなった理由は、c-c'断面及びe-e'断面と比べて、防潮堤の重量が小さく、防潮堤底面に火砕岩類C級が分布しないことが要因と考えられる。



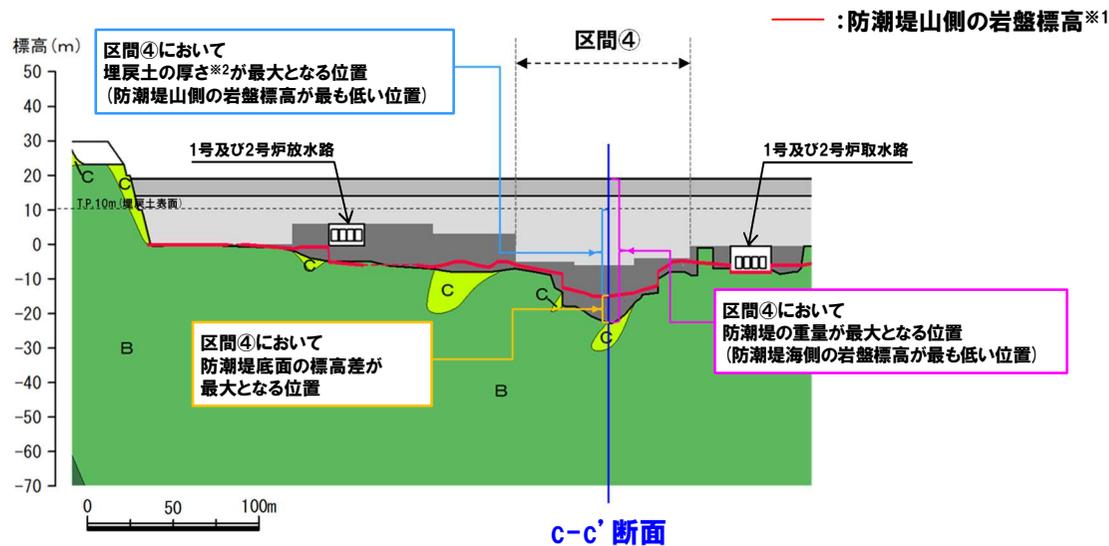
※1 敷地内の基礎岩盤は海側に向かって低くなる特徴があるため、防潮堤の基礎地盤のすべりとしては、海側方向への滑動力が卓越すると想定されることから、防潮堤前面における護岸、埋戻土等については、抵抗力として作用することを考慮し、保守的にモデル化していない。

※2 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す。

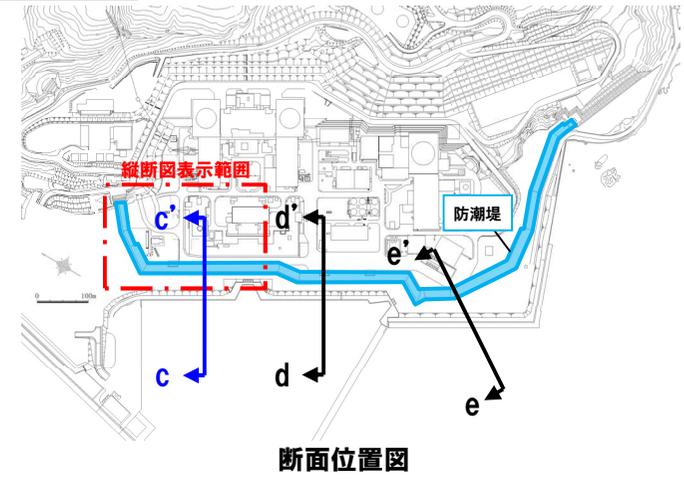
5. 1. 3 評価対象断面の選定

(参考) 検討断面 (c-c' 断面) の詳細

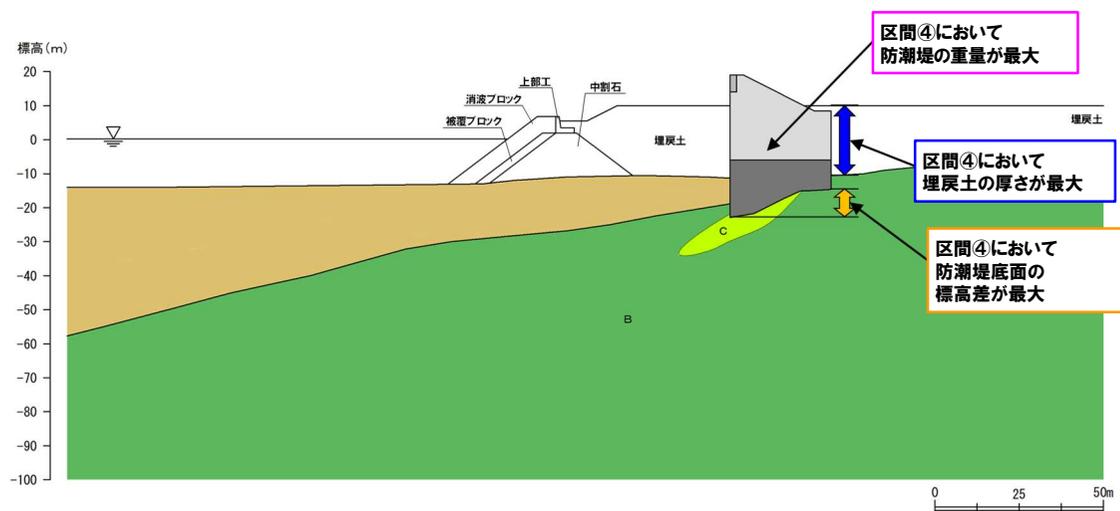
一部修正 (R6/8/30審査会合)



防潮堤海側の縦断面図



断面位置図



c-c' 断面図

※1 防潮堤海側の縦断面図位置から山側に25m離れた位置の岩盤標高を示す (岩盤標高を投影できない隅角部については、破線で示す)。
 ※2 T.P.10m (埋戻土表面) と防潮堤山側の岩盤標高の差。

凡例

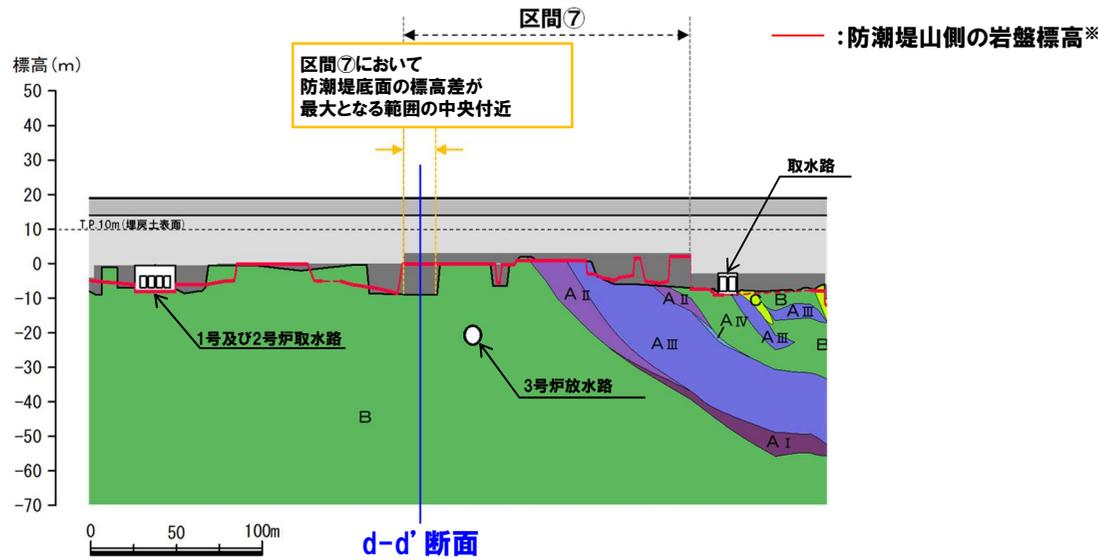
A I 級岩盤	A 級岩盤	砂・粘性土
A II 級岩盤	B 級岩盤	セメント改良土
A III 級岩盤	C 級岩盤	高強度部
A IV 級岩盤	D 級岩盤	下部コンクリート
A V 級岩盤	E 級岩盤	細部コンクリート

安山岩 (A I ~ A V) 火砕岩類 (A ~ E)

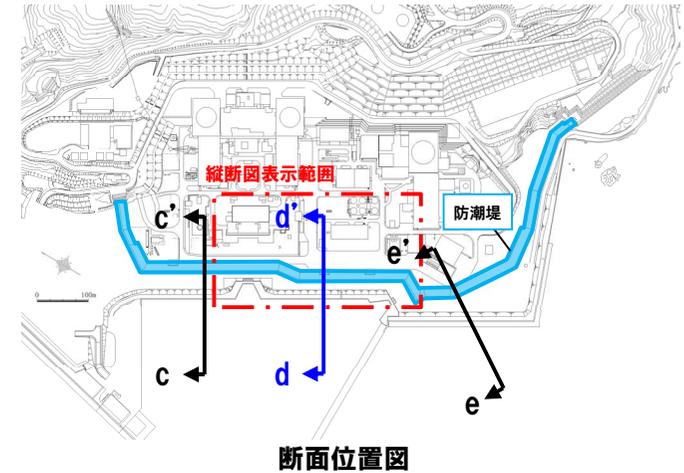
5. 1. 3 評価対象断面の選定

(参考) 検討断面 (d-d' 断面) の詳細

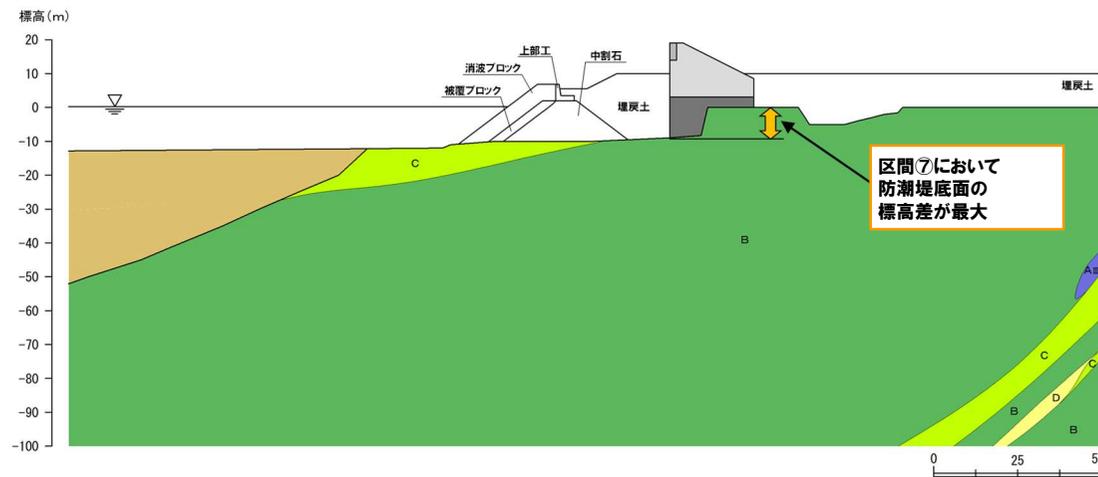
一部修正 (R6/8/30審査会合)



防潮堤海側の縦断面図



断面位置図



d-d' 断面図

※防潮堤海側の縦断面図位置から山側に25m離れた位置の岩盤標高を示す(岩盤標高を投影できない隅角部については、破線で示す)。

凡例

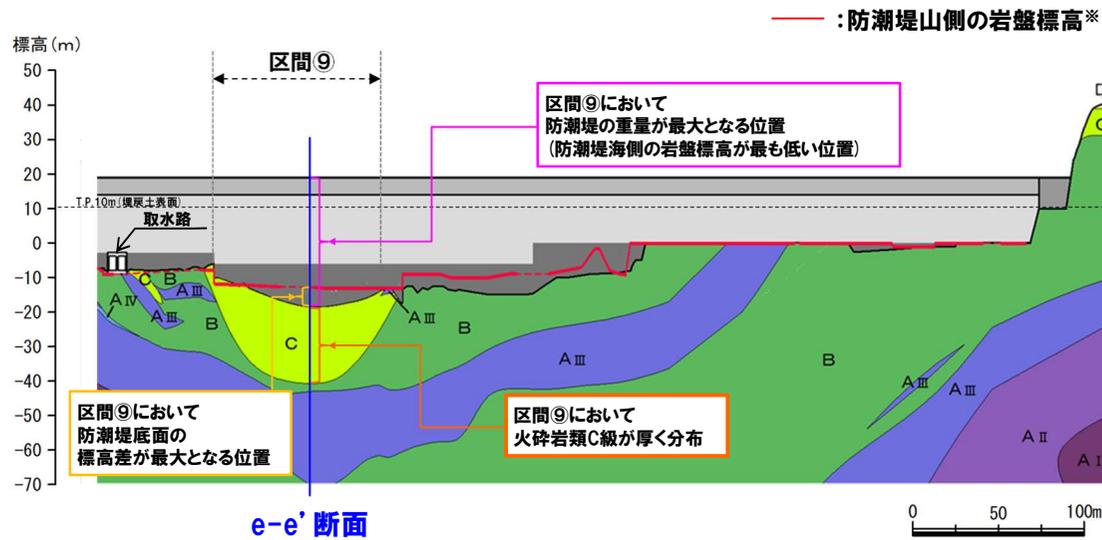
A I 級岩盤	A 級岩盤	砂・粘性土
A II 級岩盤	B 級岩盤	セメント改良土
A III 級岩盤	C 級岩盤	高強度部
A IV 級岩盤	D 級岩盤	下部コンクリート
A V 級岩盤	E 級岩盤	上部コンクリート

安山岩 (A I to A V) 火砕岩類 (A, B, C, D, E)

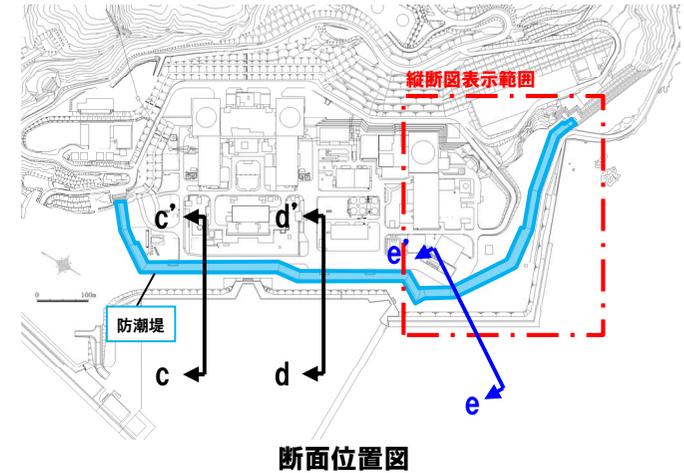
5. 1. 3 評価対象断面の選定

(参考) 検討断面 (e-e' 断面) の詳細

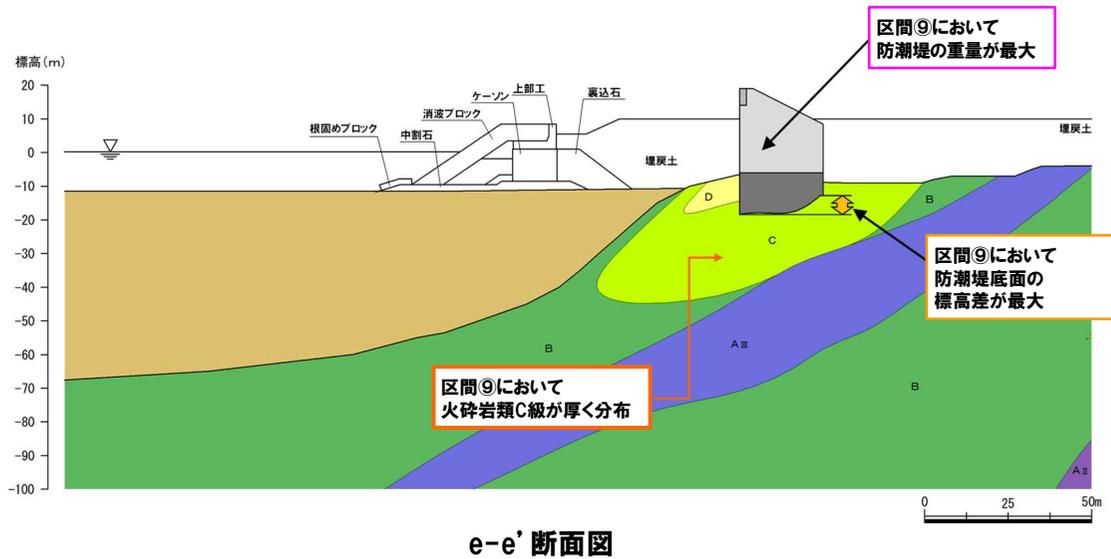
一部修正 (R6/8/30審査会合)



防潮堤海側の縦断面図



断面位置図



e-e' 断面図

※ 防潮堤海側の縦断面図位置から山側に25m離れた位置の岩盤標高を示す (岩盤標高を投影できない隅角部については、破線で示す)。

凡例

	A I 級岩盤		A 級岩盤		砂・粘性土
	A II 級岩盤		B 級岩盤		セメント改良土
	A III 級岩盤		C 級岩盤		高強度部
	A IV 級岩盤		D 級岩盤		下部コンクリート
	A V 級岩盤		E 級岩盤		上部コンクリート

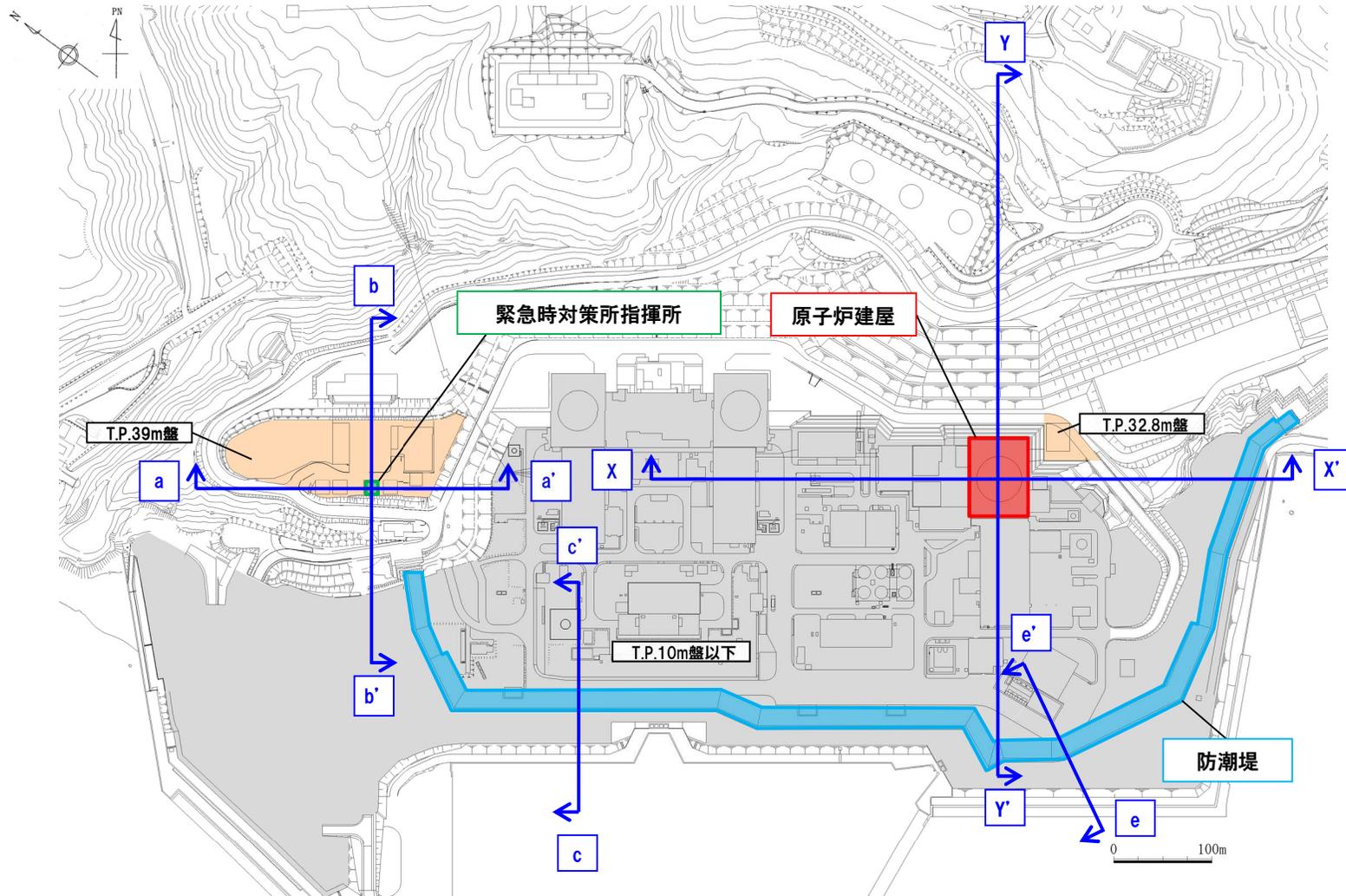
安山岩 (A I to A V) 火砕岩類 (A to E)

5.1.3 評価対象断面の選定

④ 評価対象断面の選定結果

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 原子炉建屋, 緊急時対策所指揮所及び防潮堤の評価対象断面を下図に示す。
- 評価対象断面はX-X'断面, Y-Y'断面, a-a'断面, b-b'断面, c-c'断面及びe-e'断面の6断面とした。



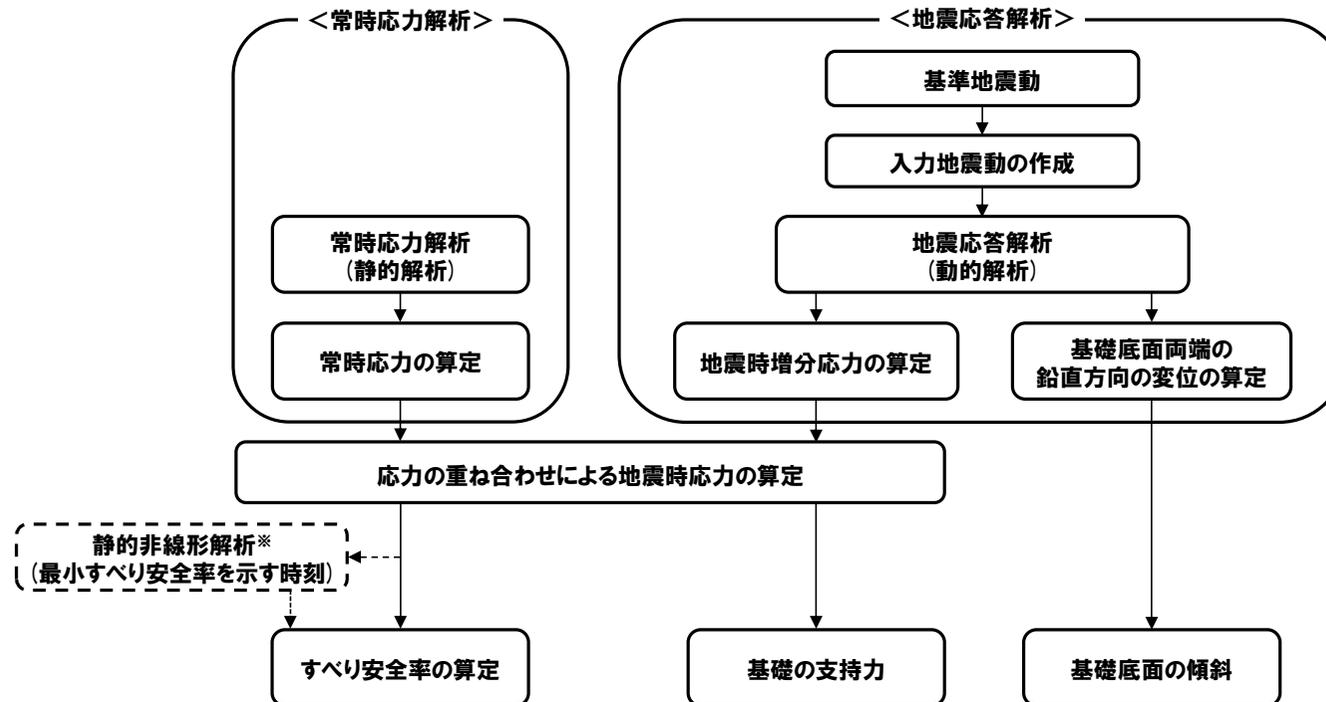
評価対象断面位置図

5.1.4 評価方法

①地震力に対する基礎地盤の安定性評価フロー

一部修正 (R6/1/19審査会合)

- 地震力に対する基礎地盤の安定性評価は、二次元有限要素法に基づく常時応力解析（静的解析）及び地震応答解析（動的解析）により、基礎地盤のすべり、基礎の支持力及び基礎底面の傾斜を評価する。
- 地震力に対する基礎地盤の安定性評価フローを以下に示す。
- 常時応力解析（静的解析）は、地盤の自重計算による初期応力、建屋基礎掘削に伴う解放力及び建屋等の荷重を考慮する。
- 地震応答解析（動的解析）は、周波数応答解析を用い、等価線形化法により安山岩A_v級、火砕岩類E級、断層、表土及び埋戻土の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性を考慮する。
- また、地震応答解析については、水平地震動及び鉛直地震動を同時入力し、応答の同時性を考慮する（入力地震動の作成方法については、P105参照）。
- 静的非線形解析は、荷重増分法により実施し、地盤の要素に引張応力が発生した場合及びせん断強度以上のせん断応力が発生した場合の地盤剛性の非線形性を考慮する（詳細は、補足説明資料4.5章参照）。



※引張強度・せん断強度を超える要素が広く分布する場合等、必要に応じて実施（詳細は、補足説明資料4.5章参照）。

地震力に対する基礎地盤の安定性評価フロー

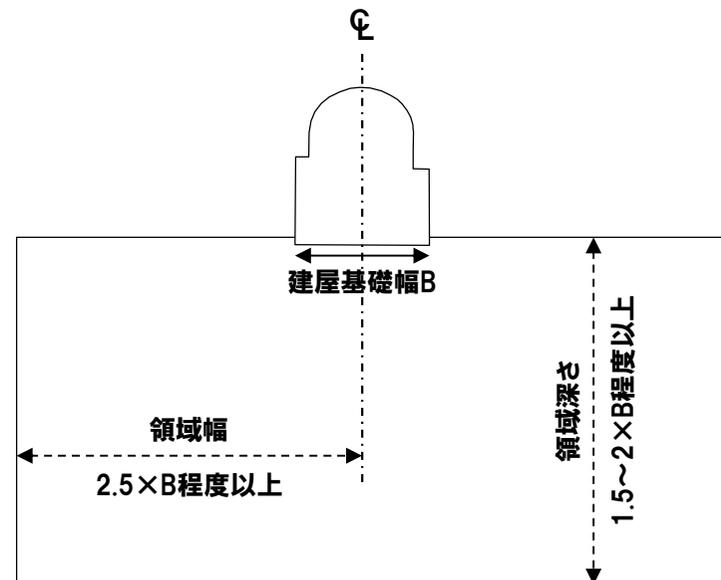
②モデル化領域

再掲 (R6/1/19審査会合)

○解析モデルは、境界の影響を受けまいよう、十分な範囲となるように設定し、「原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015」(日本電気協会)を考慮し、領域幅は建屋(構造物)基礎幅の2.5倍程度以上、領域深さは建屋(構造物)基礎幅の1.5~2倍程度以上を確保した。

【原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015 (日本電気協会)】

- 動的解析用モデル下端の深さは、地形による影響や建屋から生じる逸散波動が、入射波動に比して十分に無視しうる深さであればよい。
- 逸散エネルギーを吸収するように考慮された境界条件を用いる場合にはモデル下端をより浅くしてもよく、一般に基礎底面幅の1.5~2倍とする。
- 動的解析用モデルの側方境界はそれぞれ基礎底面幅の2.5倍以上離れた点に設ければよいことが多い。
- また、側方にエネルギー伝達境界を設けることにより解析範囲を縮小することができる。



モデル領域設定の考え方

③地盤及び断層のモデル化

再掲 (R6/1/19審査会合)

【地盤のモデル化】

○地盤は、平面ひずみ要素によりモデル化し、要素の高さは、最大周波数20Hz及び地盤のせん断波速度 V_s より求まる要素の最大高さを上回らないよう設定した。

$$\text{要素の最大高さ (m)} = \frac{1}{m} \times \frac{V_s}{f_{\max}}$$

V_s : 地盤のせん断波速度 (m/s)
 f_{\max} : 考慮する地震動の最大周波数 (20Hz)
 m : 分割係数 (m=5とする)

【断層のモデル化】

○断層は、ジョイント要素によりモデル化し、節点間を断層延長方向のせん断ばね定数 (k_s) 及び断層直交方向の垂直ばね定数 (k_n) で設定した。

○断層の平均層厚 (t) は、試掘坑及びボーリング調査の結果から設定した。

せん断ばね定数

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

G_d : 動せん断弾性係数
 t : 断層の平均層厚
 v_d : 動ポアソン比

垂直ばね定数

$$k_n = \frac{2(1 - v_d) \cdot G_d}{(1 - 2v_d) \cdot t}$$

断層の平均層厚一覧

断層	断層の平均層厚 (m)	断層	断層の平均層厚 (m)	断層	断層の平均層厚 (m)
F-1	0.06	F-5	0.05	F-9	0.18
F-2	0.03	F-6	0.06	F-10	0.04
F-3	0.10	F-7	0.59	F-11	0.12
F-4	0.04	F-8	0.07		

④ 代表施設に隣接する施設のモデル化の考え方

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○代表施設の側方（施設幅Bの2.5倍以内）に位置する施設のモデル化の考え方は以下のとおり。

【地中構造物】

○埋戻土中の地中構造物については、以下の理由から埋戻土でモデル化する。

- ・地中構造物の地震時応答は、周辺地盤の応答が全面的に支配され、独自の応答は生じ難い※。
- ・施設の空洞部分も埋戻土とするため、重量の観点から保守的な評価となる。

○また、施設を埋戻土としてモデル化した場合においても、液状化の影響を考慮する。

【地中構造物以外の施設】

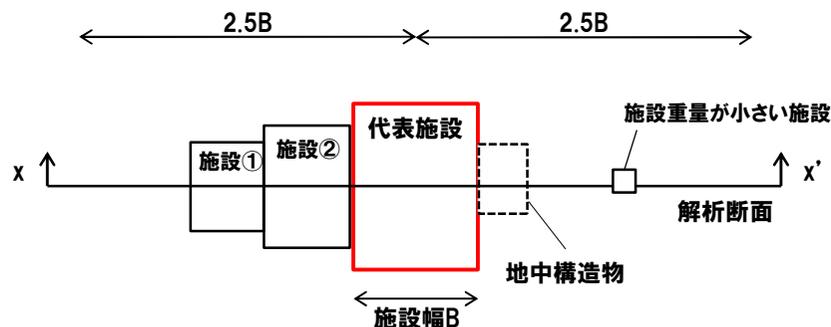
○代表施設の施設幅Bの2.5倍以内に位置する地中構造物以外の施設については、施設としてモデル化する。

○ただし、施設重量の観点から、代表施設基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられる施設については、モデル化しない。

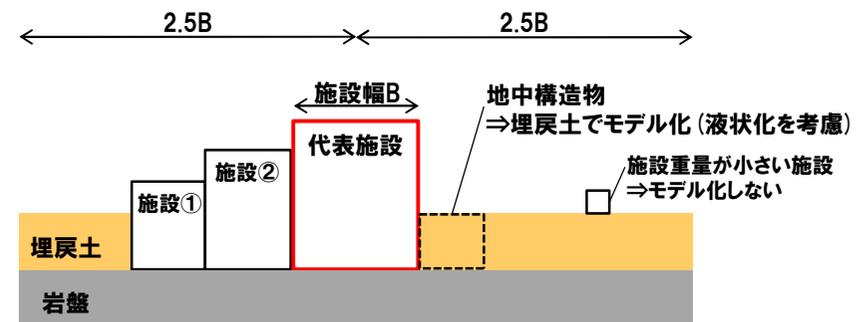
○なお、代表施設の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有する施設については、施設重量、断層との位置関係等を考慮して、モデル化の要否を検討する。

○上記の考えに基づき、評価対象断面においてモデル化した施設については、補足説明資料3.6章に示す。

※原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987（日本電気協会）を参照。



平面イメージ図



x-x' 断面イメージ図

建屋モデル化のイメージ図

⑤建屋等のモデル化方法

一部修正 (R6/1/19審査会合)

○建屋等のモデル化に当たっては、以下を基本とする。

- ・代表施設(原子炉建屋及び緊急時対策所指揮所^{※1}):有限要素モデル
- ・代表施設以外の構造が複雑である施設:有限要素モデル
- ・比較的単純な構造である施設:多質点系モデル

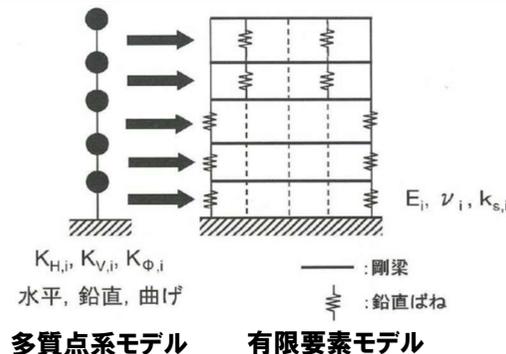
○上記を踏まえ、以下のとおり、建屋等をモデル化した。

【代表施設】

- 原子炉建屋及び緊急時対策所指揮所は、土木学会(2009)を参考に、多質点系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、ばね定数、ポアソン比を求め等価な有限要素モデルを作成した(建屋モデル化方法の詳細については、補足説明資料3.7章参照)。
- 防潮堤は、平面ひずみ要素でモデル化した(防潮堤の解析用物性値については、P42~P43参照)。

【代表施設以外】

- 構造が複雑である以下の施設は、多質点系モデルから等価な有限要素モデルを作成した。
 - ・原子炉補助建屋
 - ・3号炉タービン建屋
- 比較的単純な構造である以下の施設は、多質点系モデルでモデル化した。
 - ・出入管理建屋
 - ・指揮所用空調上屋
 - ・待機所用空調上屋
 - ・51m倉庫・車庫



※1 緊急時対策所待機所については、緊急時対策所指揮所と構造形式が同一であることから、多質点系モデルから等価な有限要素モデルを作成した。

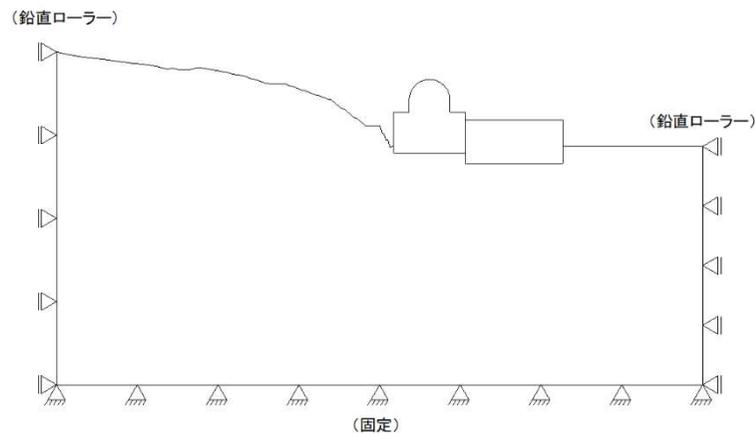
※2 土木学会(2009)に加筆。

建屋のモデル化の概念図^{※2}

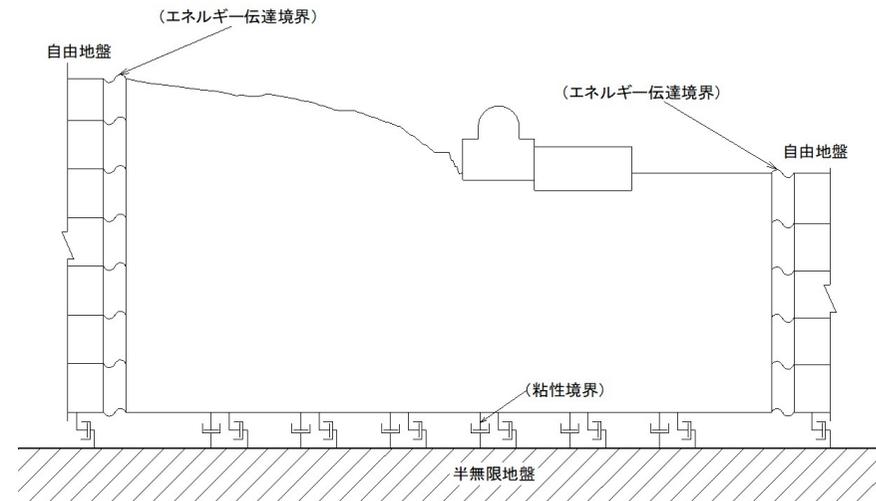
⑥境界条件

再掲 (R6/1/19審査会合)

- 静的解析における境界条件は、モデル下端を固定境界、側方を鉛直ローラー境界とした。
- 動的解析における境界条件は、モデル下端を粘性境界、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。



静的解析時 (常時応力算定)



動的解析時 (動的応力算定)

⑦入力地震動の作成方法

一部修正 (R6/1/19審査会合)

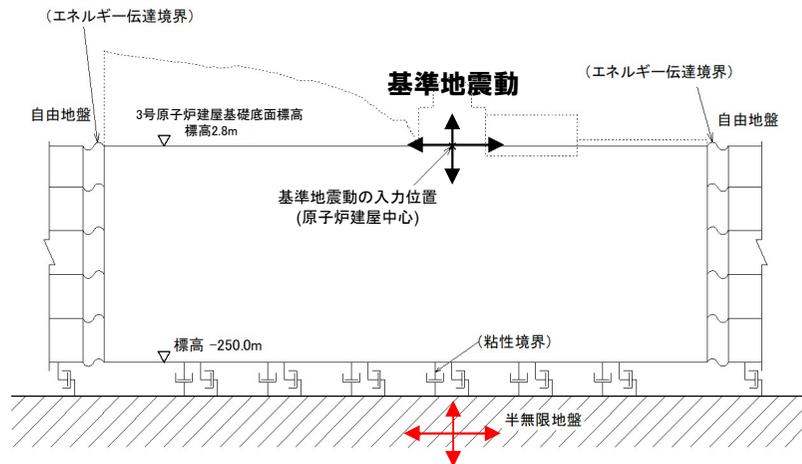
- 入力地震動については、水平及び鉛直方向の基準地震動を基に作成し、地盤安定性評価（二次元動的有限要素法）のモデル化範囲における地盤条件を適切に反映するため、二次元有限要素法にて評価する。
- 入力地震動は、基準地震動を入力地震動作成用地盤モデル下端にて評価し、位相反転を考慮したものをを用いる。

【入力地震動の作成】

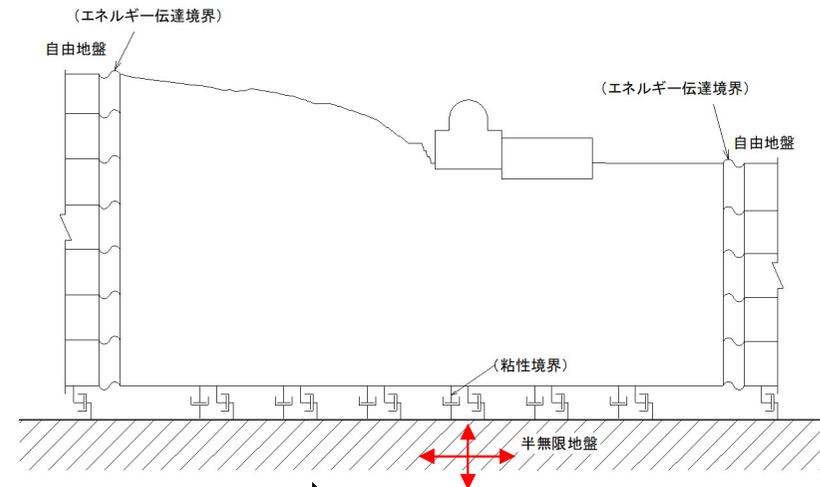
- ・評価対象断面ごとに二次元有限要素モデル（入力地震動作成用地盤モデル※¹）を作成の上、基準地震動の入力位置とモデル下端との間の伝達関数を算定し、入力地震動を作成する。
- ・基準地震動の入力位置については、原子炉建屋基礎底面標高※²を基本とするが、評価対象断面における代表施設の基礎底面が原子炉建屋基礎底面より低い場合は、代表施設の基礎底面標高とする。

※¹ 基準地震動の入力位置の標高以上にある地盤及び構造物を取りさった二次元有限要素法モデル。※² 3号炉原子炉建屋基礎底面標高は標高2.8m、1号及び2号炉原子炉建屋基礎底面標高は標高2.3mである。■入力地震動作成用地盤モデル（下図はY-Y'断面※³）

- ・原子炉建屋基礎底面標高以上にある地盤及び構造物を取りさった二次元有限要素法モデル



入力地震動

■地震応答解析モデル（下図はY-Y'断面※³）

入力地震動

Y-Y' 断面※³における入力地震動の作成例※³ 解析要素分割図は、P111参照。

5.1.4 評価方法

⑧使用する解析用物性値(1/2)

一部修正(R6/3/22審査会合)

- 基礎地盤の安定性評価における各評価対象断面では、解析用物性値の適用範囲(P31～P33参照)に基づき、施設が位置する範囲の解析用物性値を使用して解析を実施する。
- 各評価対象断面において使用する解析用物性値については、以下のとおりである(各評価対象断面位置は次頁参照)。
 - ・X-X'断面※及びY-Y'断面 : 3号炉解析用物性値を使用。
 - ・a-a'断面及びb-b'断面 : 1,2号炉解析用物性値を使用。
 - ・c-c'断面 : 1,2号炉解析用物性値を使用。
 - ・e-e'断面 : 3号炉解析用物性値を使用。
- なお、適用範囲を越えたもう一方の範囲に跨がるX-X'断面については、1,2号炉解析用物性値を使用した解析を実施し、解析用物性値の使い分けが基礎地盤の安定性評価における評価項目である基礎地盤のすべり、基礎の支持力及び基礎底面の傾斜に及ぼす影響を整理した上で、解析用物性値の使い分けによる影響が小さいことから、3号炉解析用物性値を用いる適切性を確認している(詳細については、補足説明資料4.6章参照)。

※2号炉タービン建屋周辺の埋戻土については、3号埋戻土と明確に境されていること、及び1,2号炉建設時の埋戻土が分布することから、1,2号炉解析用物性値(1,2号埋戻土)を使用する。

各断面において使用する解析用物性値

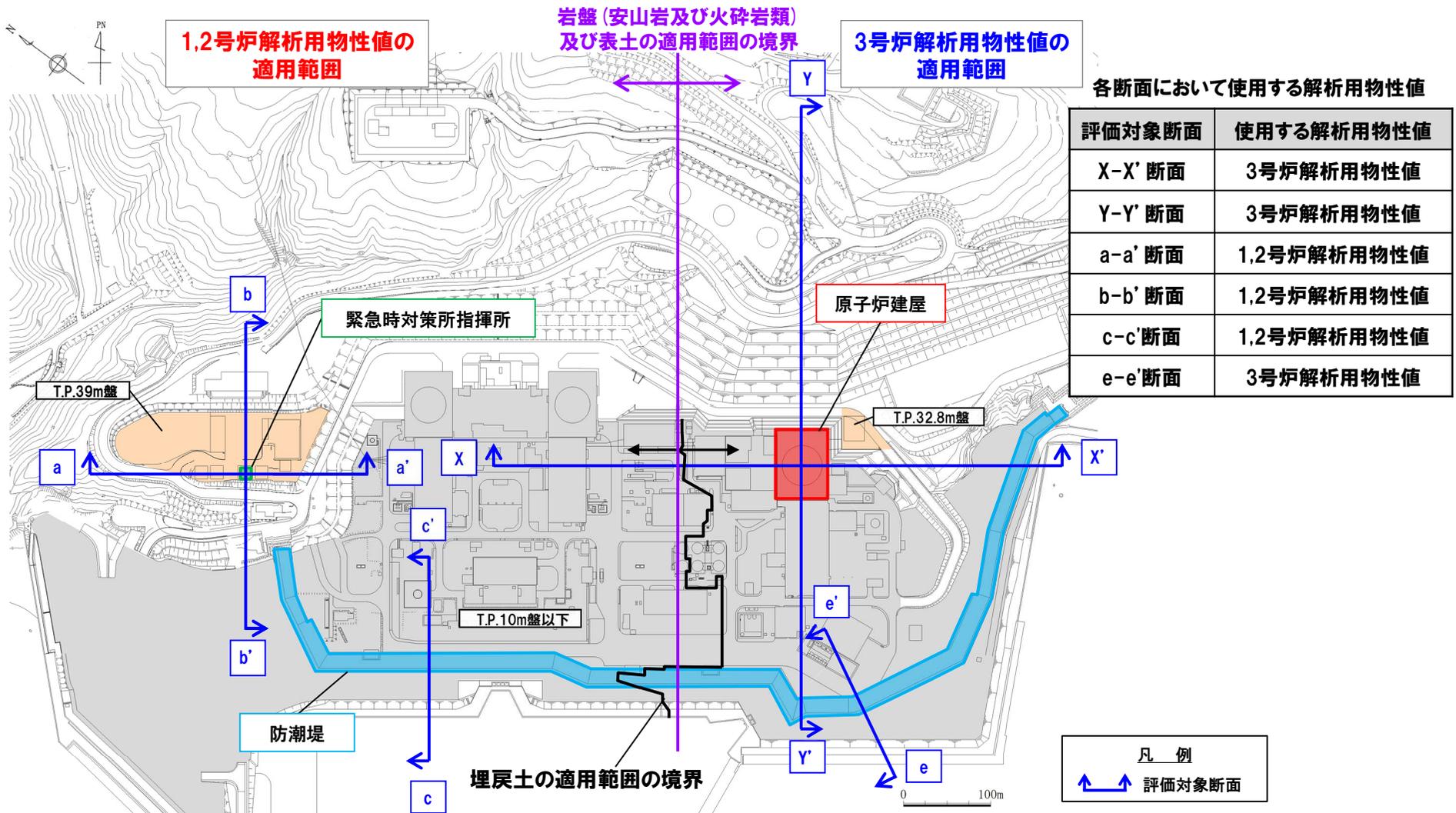
代表施設	評価対象断面	使用する解析用物性値	解析用要素分割図の掲載頁
原子炉建屋	X-X'断面	3号炉解析用物性値※	P109
	Y-Y'断面	3号炉解析用物性値	P111
緊急時対策所 指揮所	a-a'断面	1,2号炉解析用物性値	P113
	b-b'断面	1,2号炉解析用物性値	P115
防潮堤	c-c'断面	1,2号炉解析用物性値	P117
	e-e'断面	3号炉解析用物性値	P119

5.1.4 評価方法

⑧使用する解析用物性値 (2/2)

一部修正 (R6/3/22審査会合)

○各評価対象断面位置を下図に示す。



評価対象断面位置図