

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5年7月18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。

1. 全体概要	P. 3
2. 地質の概要	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 35
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.151
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.155
6. 周辺斜面の安定性評価	P.159
参考文献	P.184

1. 全体概要	P. 3
2. 地質の概要	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 35
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.151
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.155
6. 周辺斜面の安定性評価	P.159
参考文献	P.184

1.1 評価方針

① 評価方針

○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「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」に準拠し、以下の事項について確認する。

■基礎地盤の安定性評価

1. 将来活動する可能性のある断層等の有無

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

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の安定性について、以下の観点から確認する。

- (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な安全機能を有する施設への影響評価

地震発生に伴う周辺地盤の変状による建物・構築物間の不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の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

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の影響を受けないことを確認する。

■周辺斜面の安定性評価

1. 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

周辺斜面が崩壊し、施設に影響を与えないことを確認する。

※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）」。

1.1 評価方針

(参考) 設置許可基準規則

(設計基準対象施設の地盤)

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。）にあっては、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。

(地震による損傷の防止)

第4条

- 4 耐震重要施設は、前項の地震※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。

(重大事故等対処施設の地盤)

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。

(地震による損傷の防止)

第39条

- 2 重大事故等対処施設は、第4条第3項の地震※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。

※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。

1.1 評価方針

②設置許可基準規則に基づく確認内容

○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する。

設置許可基準規則		確認内容	本資料の対応
本文	別記		
第3条第1項 第38条第1項 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	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	<ul style="list-style-type: none"> ○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。 ○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。 	3章
	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	<ul style="list-style-type: none"> ○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。 	3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	地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状	<ul style="list-style-type: none"> ○施設の設置状況を踏まえ、地震発生に伴う不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等を起因とする施設間の不等沈下が生じないことを確認する。 	4章
	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	<ul style="list-style-type: none"> ○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が損なわれるおそれがないものでなければならない	<p>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</p> <p>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</p> <p>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</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○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

1.2 評価対象施設

① 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)

○ 泊発電所3号炉における評価対象施設 (耐震重要施設※¹及び常設重大事故等対処施設※²) を下図に示す。

※¹ 設置許可基準規則第3条の対象となる耐震重要施設 (間接支持構造物を含む)。

※² 設置許可基準規則第38条の対象となる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)。

1.2 評価対象施設

②評価対象施設:耐震重要施設

○泊発電所3号炉における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。



1.2 評価対象施設

③ 評価対象施設：常設重大事故等対処施設

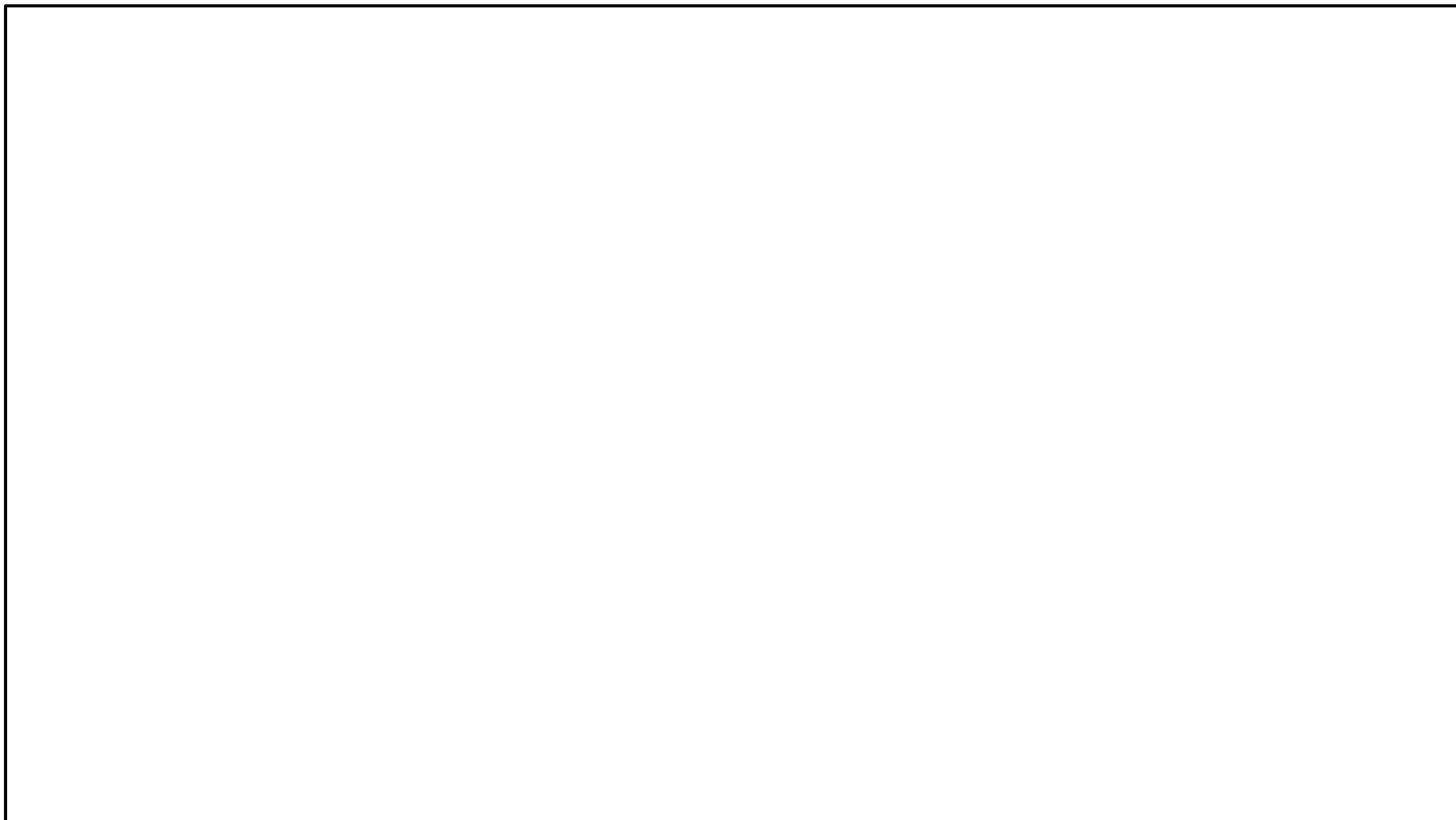
○ 泊発電所3号炉における設置許可基準規則第38条及び第39条の対象となる「常設重大事故等対処施設」を下図に示す。



1.2 評価対象施設

④ 評価対象施設：設置標高別

○ 設置標高別の評価対象施設の位置を下図に示す。



余白

1.3 評価結果の概要

評価結果の概要 (基礎地盤の安定性評価) (1/2)

- 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
- 基礎地盤の安定性評価に当たっては、施設の設置標高及び液状化の影響の観点から、3つにグループ分けを行い、基礎地盤安定性に影響を及ぼす要因を踏まえ、各グループから代表施設及び評価対象断面の選定を行った。
(次頁へ続く)

※1 設置許可基準規則第3条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)。

※2 設置許可基準規則第38条の対象となる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)。

グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外)	
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	
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	
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	
3号炉放水ピット流路縮小工	
3号炉原子炉補機冷却海水放水路逆流防止設備	
取水路	
取水口	
貯留堰	
グループB (T.P.10m盤より高標高, 防潮堤以外)	
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	代表施設
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 (T.P.10m盤以下, 防潮堤)	
防潮堤	代表施設
構内排水設備(出口側)	
屋外排水路逆流防止設備	
1号及び2号炉取水路	
1号及び2号炉取水路流路縮小工	
1号及び2号炉放水路	
1号及び2号炉放水路逆流防止設備	

: 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。

1.3 評価結果の概要

評価結果の概要 (基礎地盤の安定性評価) (2/2)

(前頁からの続き)

1. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価結果 (3章参照)

(i) 基礎地盤のすべり

○基礎地盤のすべりについては、下表に示すとおり、全てのケースですべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認した。なお、強度ばらつき(平均値-1σ強度)を考慮した評価を実施したケースに対しても、すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認した。

(ii) 基礎の支持力

○基礎の支持力については、下表に示すとおり、全てのケースで地震時最大接地圧が支持力の評価基準値を下回ることを確認した。

(iii) 基礎底面の傾斜

○基礎底面の傾斜については、下表に示すとおり、全てのケースで基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を下回ることを確認した。

2. 周辺地盤の変状による施設への影響評価結果 (4章参照)

○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、地震発生に伴う不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状により施設の安全機能に影響を及ぼさないことを確認した。

3. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価結果 (5章参照)

○今後説明予定

グループ分類	代表施設	基礎地盤のすべり			基礎の支持力		基礎底面の傾斜		地殻変動
		基準地震動※1	すべり面形状	最小すべり安全率※2	基準地震動※1	地震時最大接地圧 (N/mm ²)	基準地震動※1	地震時最大傾斜	地震時+地殻変動最大傾斜
A	原子炉建屋	Ss3-4 (-,+)		2.1 (1.8)	Ss3-4 (+,+)	4.0	Ss3-4 (-,+)	1/18,000	今後説明予定
				評価基準値 1.5		評価基準値 13.7		評価基準値の目安 1/2,000	
B	緊急時対策所	Ss3-4 (+,+)		4.1 (3.3)	Ss3-1-Y (+,+)	0.3	Ss3-5 (+,+), (-,-)	1/31,000	
				評価基準値 1.5		評価基準値 13.7		評価基準値の目安 1/2,000	
C	防潮堤	防潮堤の評価対象断面については、今後説明予定							

※1 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。

※2 最小すべり安全率 () 内の数値は、強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。

1.3 評価結果の概要

評価結果の概要 (周辺斜面の安定性評価) (1/2)

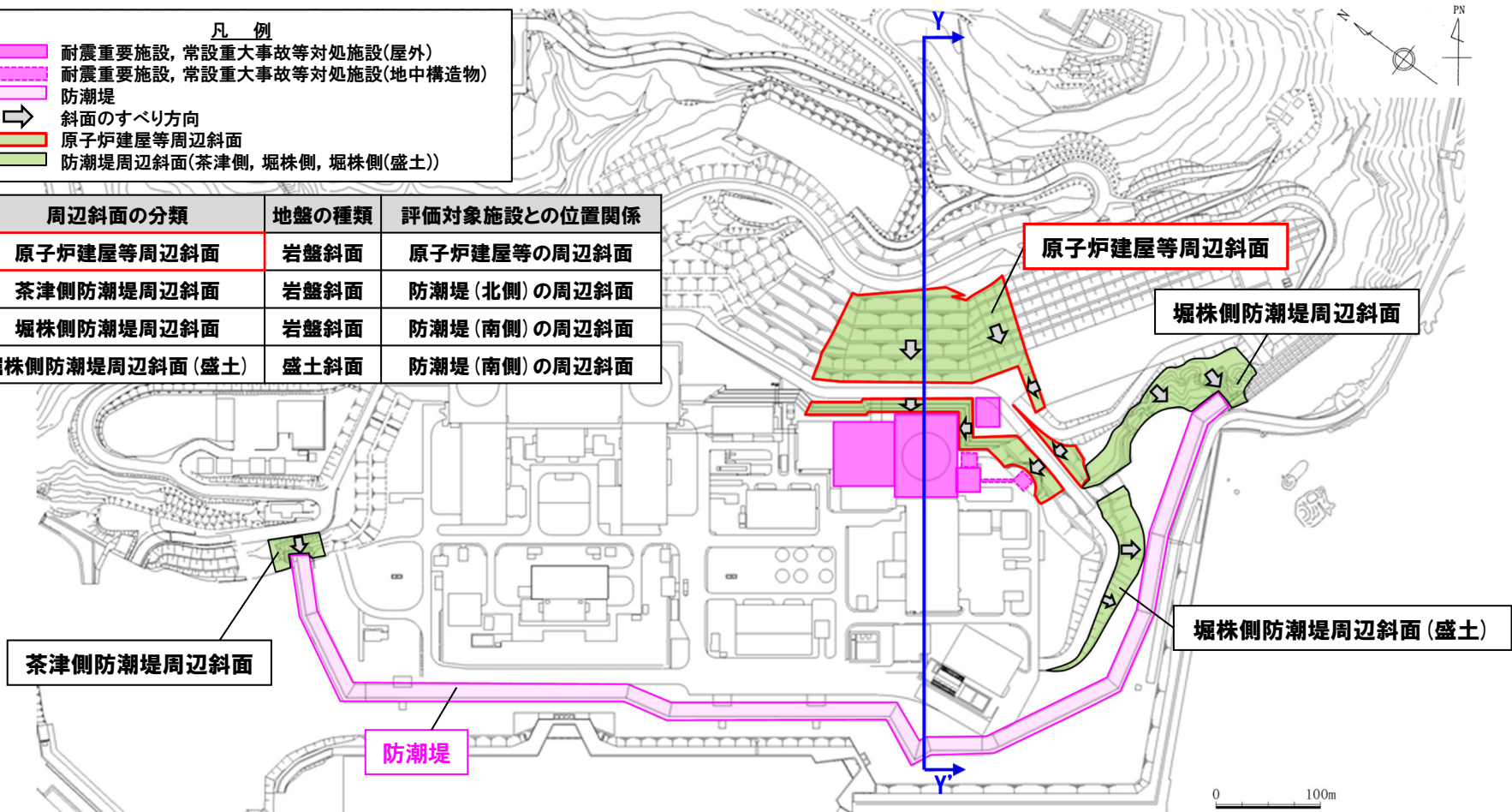
- 評価対象施設の周辺斜面の安定性評価について、設置許可基準規則第4条、第39条に基づき、周辺斜面のすべりを確認する。
- 周辺斜面の安定性評価に当たっては、評価対象施設に影響するおそれのある斜面の種類及び評価対象施設との位置関係の観点から、4つに分類を行い、分類した周辺斜面ごとに斜面安定性に影響を及ぼす要因を踏まえ評価対象断面の選定を行った。

(次頁へ続く)

凡 例

- 耐震重要施設, 常設重大事故等対処施設(屋外)
- 耐震重要施設, 常設重大事故等対処施設(地下構造物)
- 防潮堤
- 斜面のすべり方向
- 原子炉建屋等周辺斜面
- 防潮堤周辺斜面(茶津側, 堀株側, 堀株側(盛土))

周辺斜面の分類	地盤の種類	評価対象施設との位置関係
原子炉建屋等周辺斜面	岩盤斜面	原子炉建屋等の周辺斜面
茶津側防潮堤周辺斜面	岩盤斜面	防潮堤(北側)の周辺斜面
堀株側防潮堤周辺斜面	岩盤斜面	防潮堤(南側)の周辺斜面
堀株側防潮堤周辺斜面(盛土)	盛土斜面	防潮堤(南側)の周辺斜面



周辺斜面及び評価対象断面 平面位置図

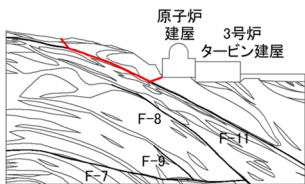
1.3 評価結果の概要

評価結果の概要（周辺斜面の安定性評価）（2/2）

（前頁からの続き）

周辺斜面の安定性評価結果（6章参照）

○周辺斜面のすべりについては、下表に示すとおり、全てのケースですべり安全率が評価基準値1.2を上回ることを確認した。なお、強度ばらつき（平均値-1σ強度）を考慮した評価を実施したケースに対しても、すべり安全率が評価基準値1.2を上回ることを確認した。

周辺斜面の分類	評価対象断面	周辺斜面のすべり		
		基準地震動※1	すべり面形状	最小すべり安全率※2
原子炉建屋等周辺斜面	Y-Y' 断面	Ss3-4 (+,+)		1.6 (1.4) 評価基準値 1.2
茶津側防潮堤周辺斜面	防潮堤の評価対象断面については、今後説明予定			
堀株側防潮堤周辺斜面				
堀株側防潮堤周辺斜面（盛土）				

※1 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。

※2 最小すべり安全率()内の数値は、強度のばらつきを考慮したすべり安全率を示す。

余白

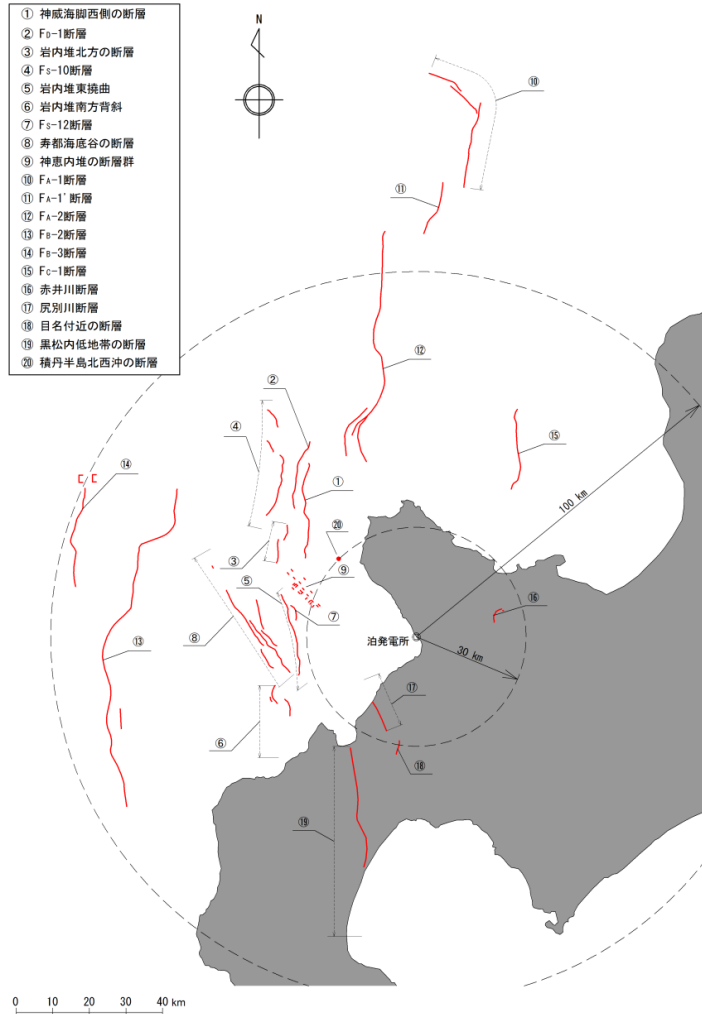
1. 全体概要	P. 3
2. 地質の概要	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 35
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.151
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.155
6. 周辺斜面の安定性評価	P.159
参考文献	P.184

2.1 敷地周辺の活断層分布

敷地周辺の活断層分布

一部修正 (H27/10/9審査会合)

○文献調査結果, 地形調査結果及び地質調査結果に基づき評価した敷地周辺の震源として考慮する活断層を下図及び下表に示す。
 ○敷地近傍においては, 震源として考慮する活断層は認められない。



震源として考慮する活断層

震源として考慮する活断層一覧

断層番号	断層名	断層長さ (km)
①	神威海脚西側の断層 (F _D -2断層, F _S -11断層)	約31.5km
②	F _D -1断層	約39km ^{※1}
③	岩内堆北方の断層 (F _S -8断層, F _S -9断層)	
④	F _S -10断層 (F _S -10断層, f1断層)	約98km ^{※2}
⑤	岩内堆東撓曲	
⑥	岩内堆南方背斜	
⑦	F _S -12断層	約6.7km ^{※3}
⑧	寿都海底谷の断層 (F _S -15断層~F _S -19断層)	約42km
⑨	神恵内堆の断層群	- ^{※3}
⑩	F _A -1断層	約48km ^{※1}
⑪	F _A -1'断層	
⑫	F _A -2断層	約65km
⑬	F _B -2断層	約101km
⑭	F _B -3断層	約45km
⑮	F _C -1断層	約27km
⑯	赤井川断層	約5km ^{※3}
⑰	尻別川断層	約16km ^{※3}
⑱	目名付近の断層	約5km ^{※3}
⑲	黒松内低地帯の断層	約51km
⑳	積丹半島北西沖の断層 ^{※4}	- ^{※3}

※1 地形及び地質構造の連続性を考慮し, 一括評価。

※2 運動を考慮する断層として評価。

※3 孤立した短い活断層として評価。

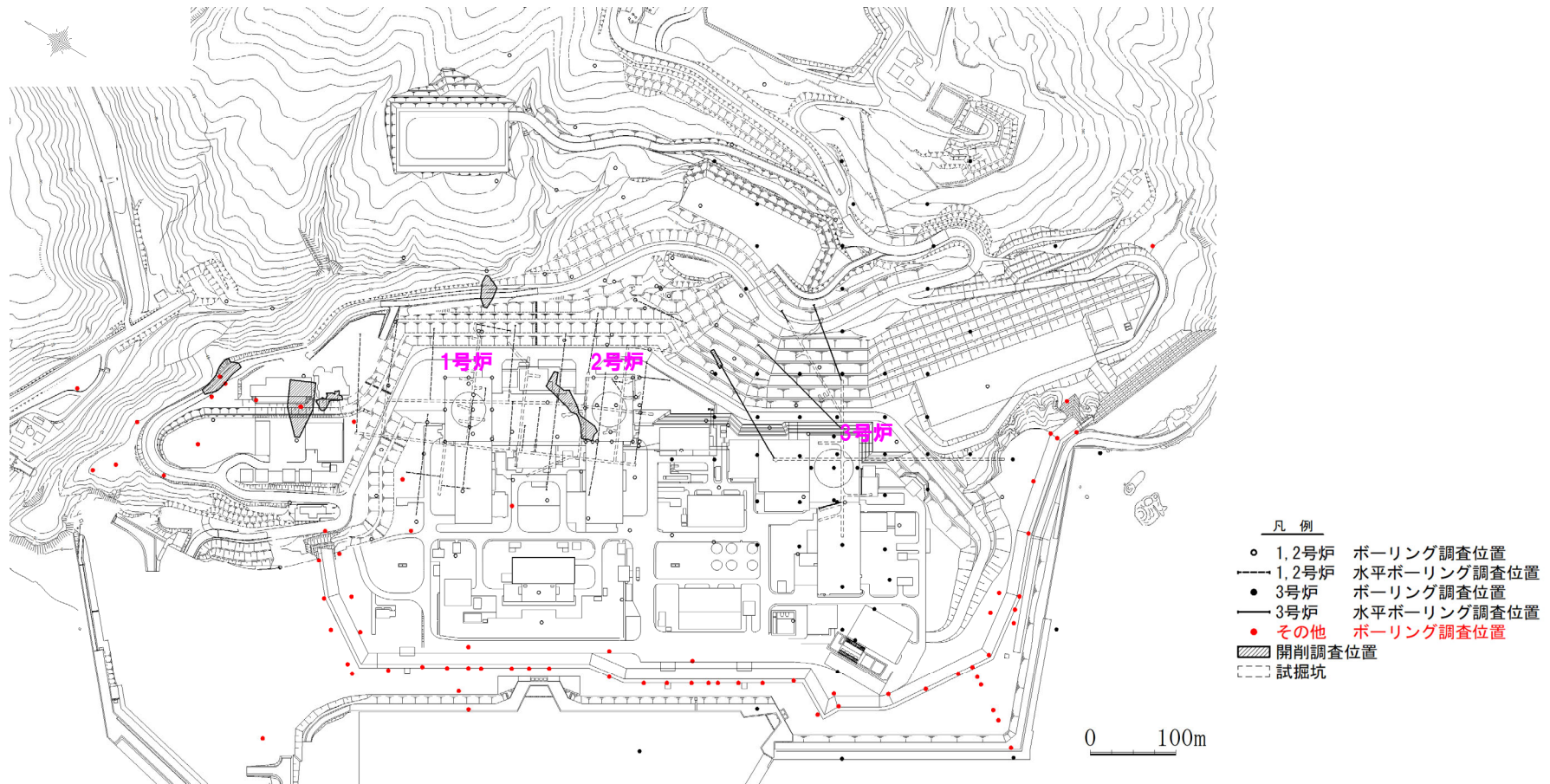
※4 安全側の判断として, 積丹半島北西沖の断層による地震動を想定。

2.2 敷地の地質

① 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、ボーリング調査、試掘坑調査等を実施している。



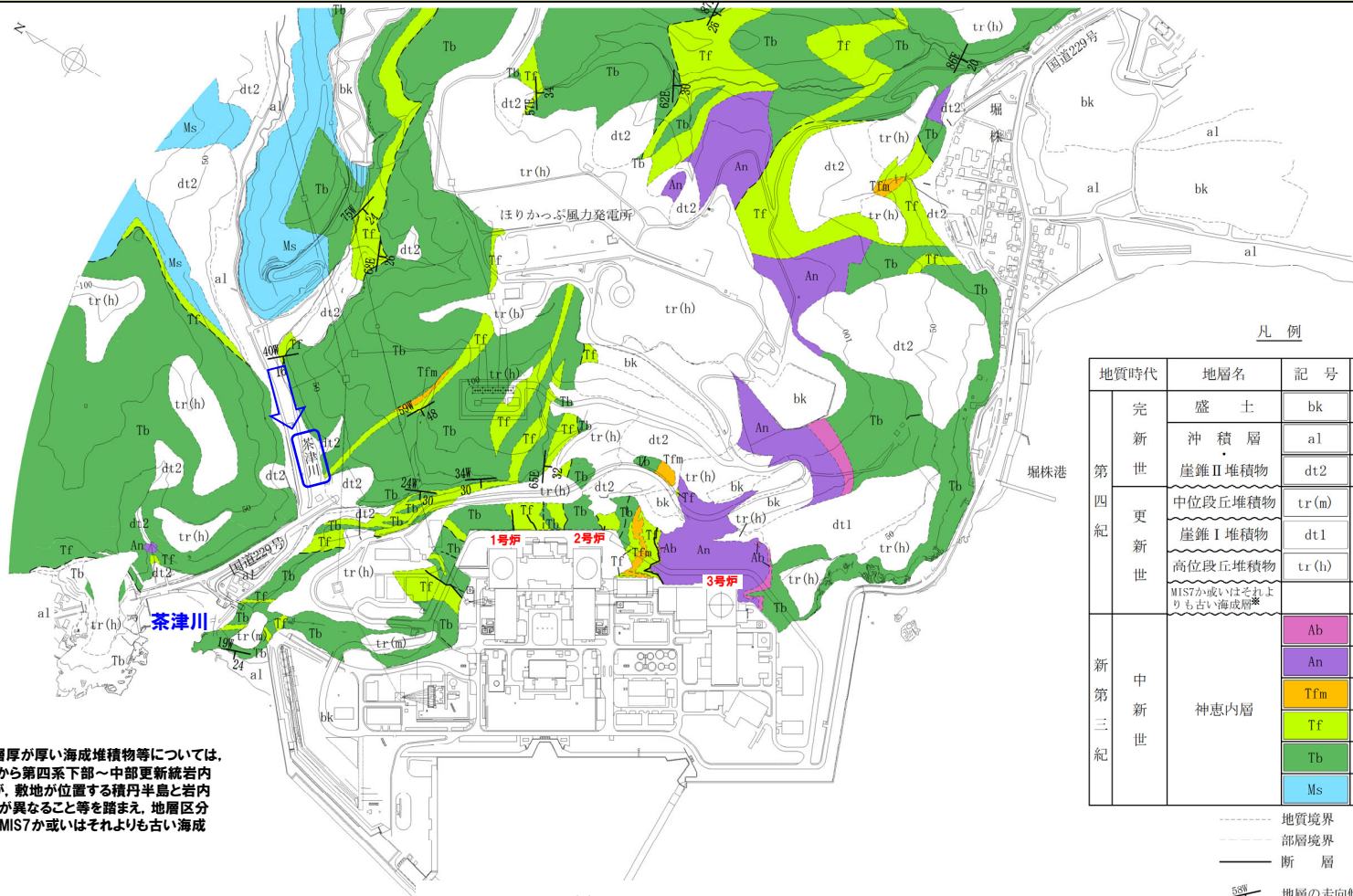
調査位置図

2.2 敷地の地質

②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、神恵内層を覆って第四紀中期更新世以前の海成堆積物、後期更新世の段丘堆積物及び崖錐Ⅰ堆積物、完新世の崖錐Ⅱ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の特徴から凝灰質泥岩層と火砕岩層に大別される。
- 神恵内層の凝灰質泥岩層は、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認められる。



凡例

地質時代	地層名	記号	主な岩相	
第四紀	完新世	盛土	bk	礫・砂・粘土
	更新世	沖積層	a1	礫・砂・粘土
		崖錐Ⅱ堆積物	dt2	礫・砂・粘土
更新世	中位段丘堆積物	tr(m)		
	崖錐Ⅰ堆積物	dt1	礫・砂・粘土	
	高位段丘堆積物	tr(l)		
	MIS7か或いはそれよりも古い海成層*		礫・砂	
新第三紀	神恵内層	Ab	角礫質安山岩	
		An	安山岩	
		Tfm	含泥岩礫凝灰岩	
		Tf	凝灰岩	
		Tb	凝灰角礫岩	
Ms	凝灰質泥岩			

----- 地質境界
 ----- 部層境界
 ----- 断層
 50°/26 地層の走向傾斜

※敷地に認められる層厚が厚い海成堆積物等については、岩内平野との対比から第四系下部～中部更新統岩内層に区分していたが、敷地が位置する積丹半島と岩内平野は地形発達史が異なること等を踏まえ、地層区分の見直しを実施し、MIS7か或いはそれよりも古い海成層に区分している。

地質平面図

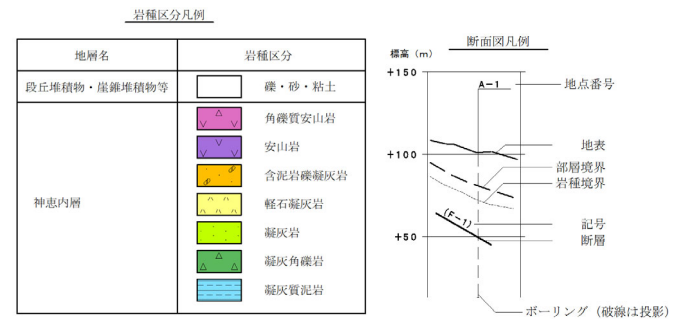
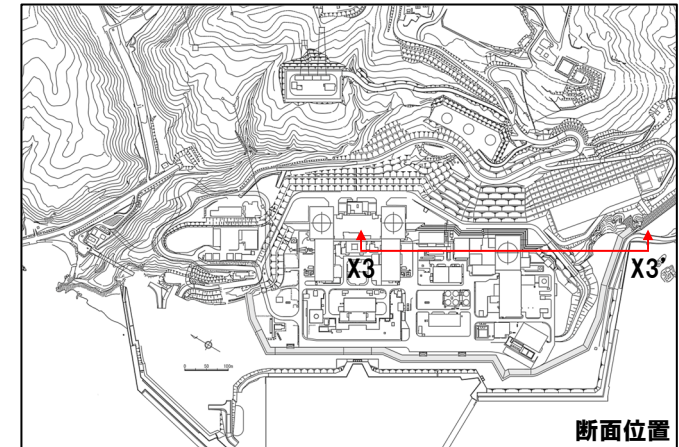
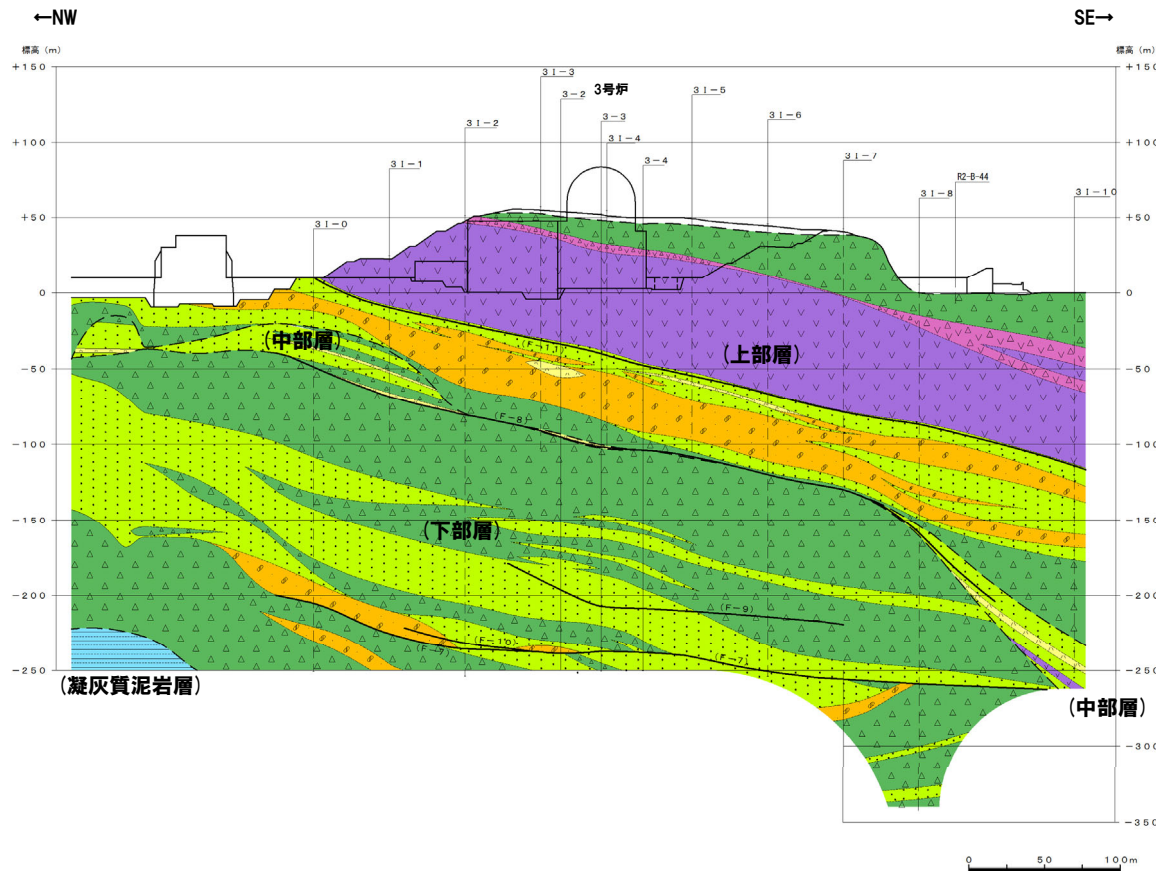
0 100 200 300 400 500m

2.2 敷地の地質

③-1 地質断面図：X-X' 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。
- 火砕岩層は、凝灰角礫岩から火山礫凝灰岩、さらに、砂質凝灰岩へと粒径が細粒化するサイクルを繰り返しており、この堆積サイクルと地層を構成する礫種の特徴及び地質構造から、下部、中部及び上部層に大別される。
- 3号炉原子炉建屋付近に分布する安山岩は、火砕岩層と調和的な構造を示す。



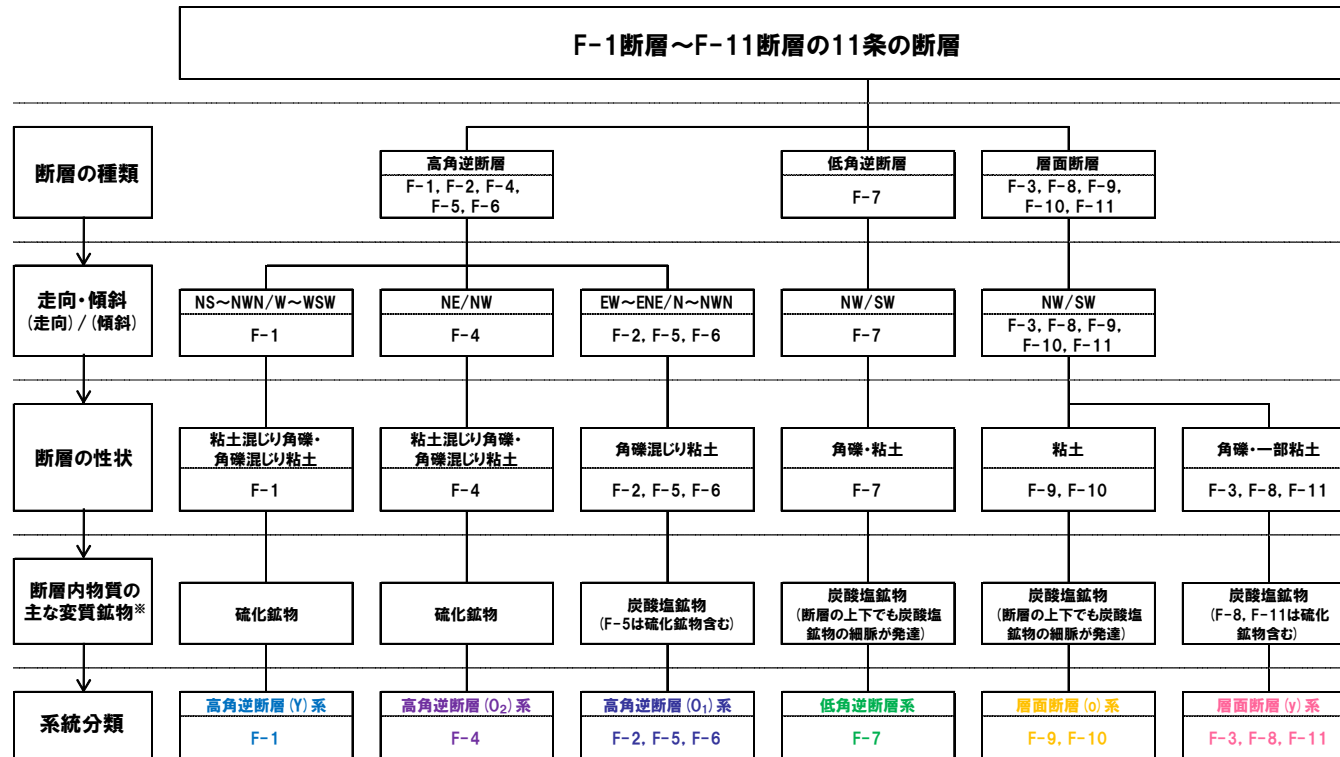
地質断面図 (X3-X3' 方向)

2.2 敷地の地質

④敷地に認められる断層 (1/3)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 敷地には、F-1断層～F-11断層の11条の断層が認められる(敷地の断層分布図は、次頁及びP25参照)。
- 各断層は、1,2号炉調査及び3号炉調査において、類似した性状を示し、同一とみなせる破砕部等の連続性が複数の位置で確認されるものを断層と定義し、認定した。
- 11条の断層は、断層の種類により高角逆断層、低角逆断層及び層面断層に分類され、それらは走向・傾斜、断層の性状及び断層内物質の主な変質鉱物から、さらに6つの断層系に分類される。
- 逆断層の取り扱い及び各断層系の名称の考え方については、以下のとおり。
 - ・層面断層以外の逆断層については、試掘坑又はボーリング調査において認められる傾斜角が45°以上のものを高角逆断層、45°未満のものを低角逆断層として取扱う
 - ・各断層系の名称は、以降に示す各断層系の新旧関係等に基づき、同様な断層の種類のうち、活動時期が相対的に新しいものにはYoung、古いものにはOldの頭文字である(Y)及び(O)を付記し、高角逆断層には大文字(Y, O)、層面断層には小文字(y, o)を付記する



断層の系統分類図

【層面断層の分類について】
左記の断層の系統分類において層面断層は、「断層の性状」により、F-9断層及びF-10断層とF-3断層、F-8断層及びF-11断層に分類される。

【層面断層の系統分類の妥当性について】
層面断層(o)系のF-9断層及びF-10断層は、F-7断層を超えて連続しないことから、その活動時期は、F-7断層より古い。
層面断層(y)系のF-3断層、F-8断層及びF-11断層は、他の断層に切られている状況が認められず、その活動時期は相対的に新しい可能性が考えられる。
上記の状況を踏まえると、層面断層はF-7断層より活動時期が古いものと、相対的に新しい可能性が考えられるものに分けられることから、左記の分類は妥当であると判断される。

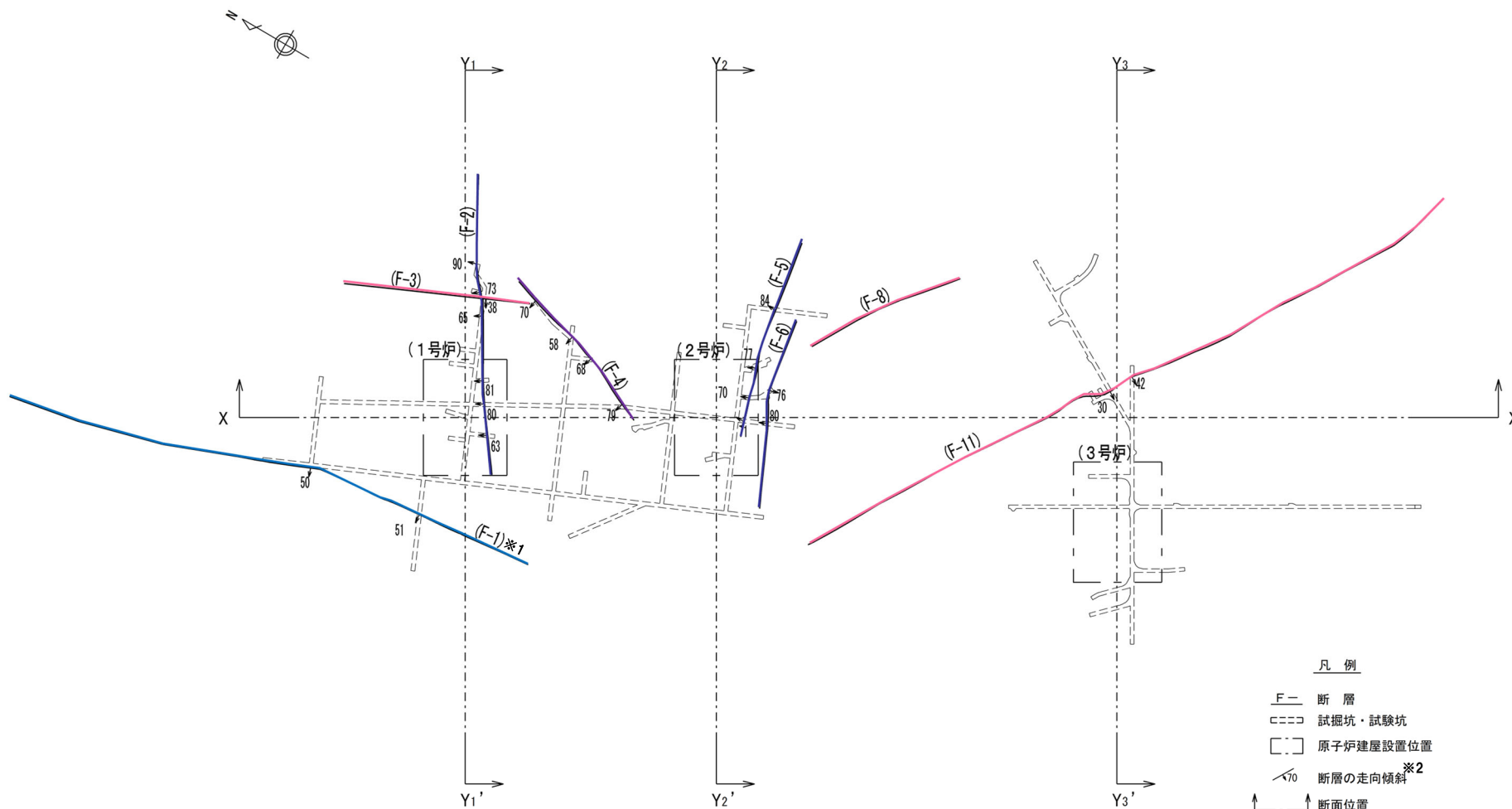
・なお、F-11断層の長さは1000m以上であり、層面断層(y)系の中で最も連続性が良い(最も規模が大きい)ことから、層面断層(y)系の活動性評価における代表とすることができる。

※X線分析において、母岩と比較して、ピークが出現する又は強いピークが認められる鉱物。
・硫化鉱物:黄鉄鉱, 黄銅鉱
・炭酸塩鉱物:菱鉄鉱, 方解石

2.2 敷地の地質

④敷地に認められる断層 (2/3)

一部修正 (H28/3/10審査会合)



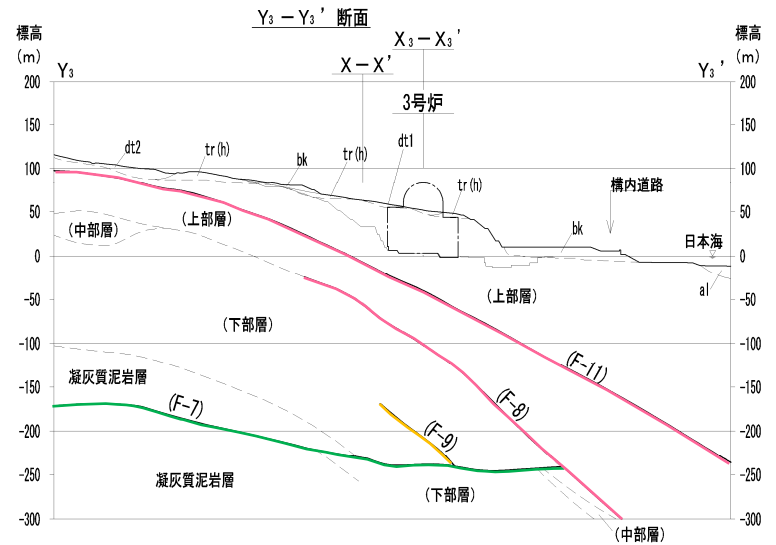
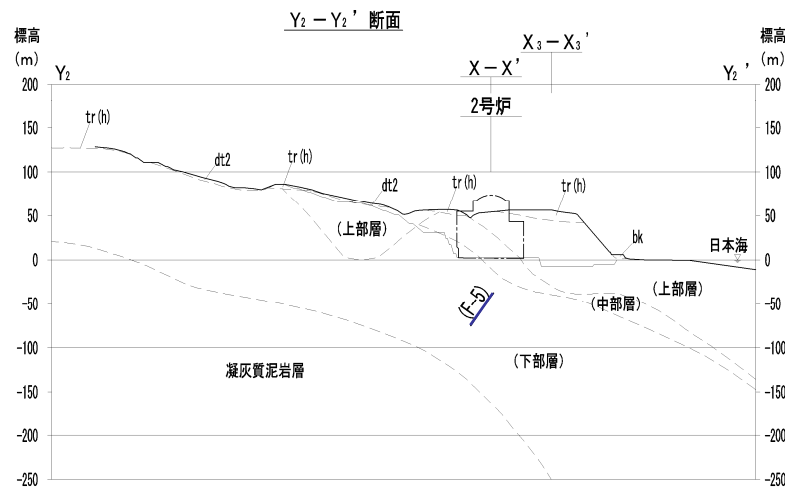
※1 F-1断層の線形については、F-1断層の活動性評価に関する追加調査結果を踏まえ、見直しを行っている。詳細については、R3.7.2審査会合資料「泊発電所3号炉 地盤(敷地の地質・地質構造)に関するコメント回答(補足説明資料)」5章参照。
 ※2 試掘坑調査において確認された断層の走向傾斜を示す。

断層平面位置図 (断層位置はEL.2.8mで記載)

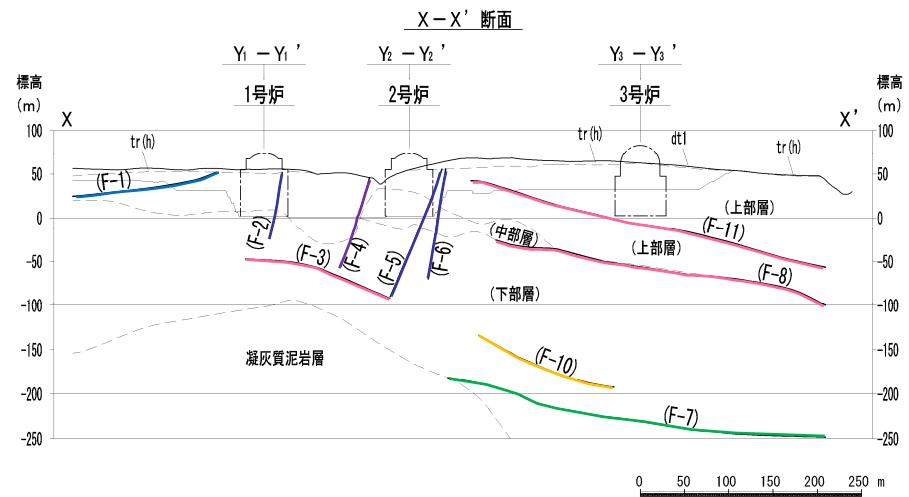
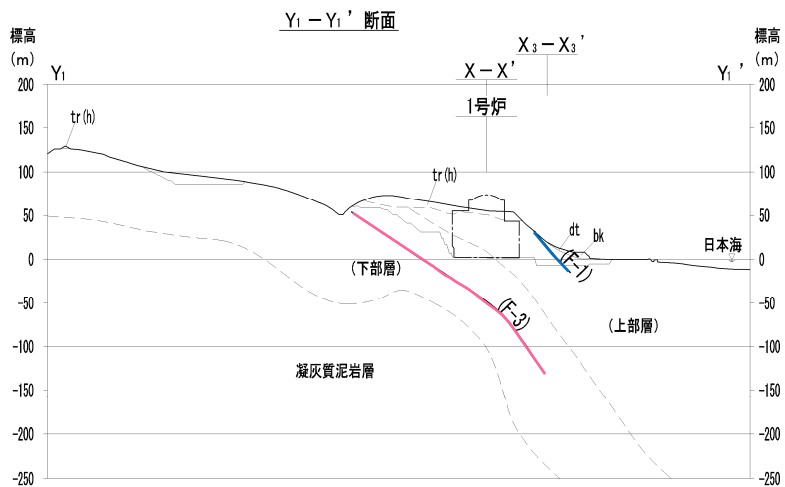
2.2 敷地の地質

④敷地に認められる断層 (3/3)

再掲 (H28/3/10審査会合)



- 凡例
- (F-) 断層
 - - - 部層境界
 - bk 盛土
 - al 冲積層
 - dt2 崖錐II堆積物
 - dt1 崖錐I堆積物
 - tr(h) 高位段丘堆積物
 - 掘削形状



断層断面位置図

2.2 敷地の地質

⑥ 評価対象施設と断層の位置関係

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) との位置関係を下図に示す。
- 敷地に認められる11条の断層は、将来活動する可能性のある断層等に該当しない。
- なお、敷地に認められる11条の断層は、評価対象施設の直下に位置しない。

余白

2.3 岩盤分類

①-1 岩盤分類基準:安山岩

- 岩盤に関する解析用物性値の設定に当たり、安山岩の岩盤物性は他の岩種に比べ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傾向があり、火砕岩類の岩盤物性は岩石の硬さに影響される傾向があることから、安山岩と火砕岩類の岩盤分類基準を別個に設定した。
- 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。

岩盤分類基準(安山岩)

安山岩	
岩盤分類	特 徴
A _I	割れ目は比較的少なく、割れ目は変質鉱物に充填されることが多いが、風化はほとんど認められず密着しており、全体として堅硬である。
A _{II}	割れ目はやや多く、割れ目沿いに変質鉱物が充填し、風化はほとんど認められない。あるいは、割れ目が比較的少なく、割れ目沿いに風化による褐色化が認められる。全体として硬質である。
A _{III}	割れ目は多く、割れ目沿いには風化による褐色化が認められ、部分的に開口することもあるが、全体として比較的硬質である。
A _{IV}	割れ目が発達し、割れ目沿いには風化による褐色化および開口が認められ、軟質な粘土を挟むことがあり、全体としてやや軟質である。
A _V	岩石は風化が進み、全体として軟質となり、しばしば粘土状～土砂状を呈する。割れ目はゆるぎ不明瞭となっていることがある。

2.3 岩盤分類

①-2 岩盤分類基準：火砕岩類

○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。

岩盤分類基準（火砕岩類）

火 砕 岩 類	
岩盤分類	特 徴
A	<p>岩石は風化変質をほとんど受けておらず新鮮・硬質である。 <u>凝灰角礫岩・凝灰岩</u> 主として下部層以深に分布している。割れ目が少なく、構成礫は安山岩質で、基質はち密である。 <u>角礫質安山岩</u> 割れ目が少なく、全体に硬質である。</p>
B	<p>岩石は風化変質をほとんど受けておらず新鮮・硬質であるが、全体としてA級より硬さがわずかに減少する。 <u>凝灰角礫岩・凝灰岩</u> 主として上部、中部層に分布している。割れ目が少なく、構成礫は安山岩質又はデイサイト質で、基質は比較的ち密である。 <u>角礫質安山岩</u> 割れ目が少なく、風化変質をしている部分もあるが、基質は比較的ち密である。 <u>軽石凝灰岩・含泥岩礫凝灰岩・凝灰質泥岩</u> 主として下部層以深に分布している。新鮮で、割れ目が少なく、比較的硬質である。</p>
C	<p>岩石は新鮮であるか、あるいは多少風化変質しており、全体としてやや軟質である。 <u>凝灰角礫岩・凝灰岩</u> 割れ目が少なく風化変質をほとんど受けていないが、岩石自体がやや軟質である。あるいは割れ目がやや多く風化変質をほとんど受けていないが、割れ目が少なく多少風化変質している。 <u>角礫質安山岩</u> 割れ目がやや多く、新鮮又は多少風化変質しているか、あるいは割れ目は少ないが多少風化変質を受けている。 <u>軽石凝灰岩・含泥岩礫凝灰岩・凝灰質泥岩</u> 割れ目が少なく風化変質をほとんど受けていないが、岩石自体がやや軟質である。</p>
D	<p>岩石は新鮮であるか、あるいは多少風化変質しており、全体として軟質である。 <u>凝灰角礫岩・凝灰岩</u> 割れ目がやや多く、風化変質を受けて褐色に変色している。 <u>角礫質安山岩</u> 割れ目は少ないが風化変質している。 <u>軽石凝灰岩・含泥岩礫凝灰岩・凝灰質泥岩</u> 割れ目が少なく風化変質をほとんど受けていないが、岩石自体が軟質である。 あるいは割れ目がやや多く風化変質をほとんど受けていない。</p>
E	<p>岩石は風化変質が著しく進み、固結度も著しく低下し、しばしば砂状及び粘土状を呈する。割れ目はゆ着し不明瞭となっていることがある。</p>

※角礫質安山岩、凝灰角礫岩及び含泥岩礫凝灰岩の「硬さ」については基質を評価。

2.3 岩盤分類

②-1 岩盤分類区分:安山岩

○岩盤の工学的性質に関係する地質要素を考慮し、安山岩について、それぞれ硬さ及び割れ目の状況(頻度、性状)に関する分類基準を策定し、各分類要素の組合せを考慮し、5段階(A_I級~A_V級)に岩盤分類区分を行った。

岩盤分類要素及び要素組合せによる岩盤分類区分(安山岩)

(ボーリングコア)

岩種	硬さ	基準	コアの長さ・形状	基準	割れ目の性状	基準
安山岩	a	硬質。ハンマーで打診すると澄んだ音~やや澄んだ音がし、反発感がある。	I	棒状コアで15cm以上のものが主体。	1	割れ目の風化・変質は認められず、密着している。
	b	比較的硬質。ハンマーで打診すると少し濁った音がする。	II	棒状コアで5~15cmのものが主体。	2	割れ目は変質鉱物が充填するが、割れ目沿いの風化はほとんど認められない。
	c	やや軟質。ハンマーで打診すると濁った音がする。カッターで削れる。	III	片状~短棒状コアで2~5cmのものが主体。	3	割れ目は変質鉱物が充填し、割れ目面で風化による褐色化が認められる。一部割れ目沿いの劣化・軟質化が認められる場合がある。
	d	軟質。ハンマーで打診すると著しく濁った音がする。指圧で変形する。	IV	2cm未満の角礫状又は土砂状を呈する。	4	割れ目沿いの褐色化が著しく、軟質な挟在物(粘土鉱物、流入粘土等)を挟むことがある。割れ目はゆ着により不明瞭となっていることがある。
	e	著しく軟質で指圧で容易に変形する。				

(試掘坑)

岩種	硬さ	基準	割れ目の間隔・ブロックの大きさ	基準	割れ目の性状	基準
安山岩	a	硬質。ハンマーで打診すると澄んだ音~やや澄んだ音がし、反発感がある。	I	20cm以上。	1	割れ目の風化・変質は認められず、密着している。
	b	比較的硬質。ハンマーで打診すると少し濁った音がし、割れる。	II	10~20cm。	2	割れ目は変質鉱物で充填されこう着しており、割れ目沿いの風化はほとんど認められない。
	c	やや軟質。ハンマーで打診すると濁った音がし、ピックが刺さる。	III	2~10cm。	3	割れ目は変質鉱物が充填し、こう着しているが、風化による褐色化が認められる。一部割れ目沿いの劣化・軟質化が認められる場合がある。また、部分的には開口している箇所がある。
	d	軟質。ハンマーで打診すると著しく濁った音がする。指圧で変形する。	IV	2cm未満又は岩片状。	4	割れ目沿いの褐色化が著しく、軟質な挟在物(粘土鉱物、流入粘土等)を挟むことがある。割れ目はゆ着により不明瞭となっていることがある。
	e	著しく軟質で指圧で容易に変形する。				

安山岩					
硬さ	割れ目の性状	割れ目の頻度			
		I	II	III	IV
a	1	A _I	-	-	-
	2	A _I	A _{II}	A _{III}	-
	3	A _{II}	A _{III}	A _{III}	A _{IV}
	4	-	A _{IV}	A _{IV}	A _{IV}
b	1	-	-	-	-
	2	A _{III}	A _{III}	A _{III}	-
	3	A _{III}	A _{IV}	A _{IV}	A _{IV}
	4	-	A _{IV}	A _{IV}	A _{IV}
c	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-
	3	-	-	A _{IV}	-
	4	-	-	A _{IV}	A _V
d	1	-	-	-	-
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	A _V
	4	-	-	A _V	A _V
e	-	A _V			

2.3 岩盤分類

②-2 岩盤分類区分：火砕岩類

○岩盤の工学的性質に関係する地質要素を考慮し、火砕岩類について、それぞれ硬さ、割れ目の頻度及び風化度に関する分類基準を策定し、各分類要素の組合せを考慮し、5段階（A級～E級）に岩盤分類区分を行った。

岩盤分類要素及び要素組合せによる岩盤分類区分（火砕岩類）

（ボーリングコア）

岩種	硬さ	基準	コアの長さ・形状	基準	風化度	基準
火砕岩類	a	硬質。ハンマーで打診すると少し濁った音がする。カッターでは割れない。	I	棒状コアで10cm以上のものが主体。	α	割れ目沿いに薄く風化部分が認められることもあるが、全般的に新鮮な岩塊からなる。
	b	比較的硬質。ハンマーで打診すると少し濁った音がし、カッターでわずかに割れる。	II	片状～短棒状コアで2～10cmのものが主体。	β	割れ目沿いに褐色化、一部粘土化が進み、粘着力が多少減少している。岩石は内部まで弱風化を受けて岩質は多少軟らかい。
	c	やや軟質。ハンマーで打診すると濁った音がし、カッターで割れるが、千枚通しが貫入しにくい。	III	角礫状コアが主体であるが、棒状コアも含む。	γ	岩石全体としてかなり風化が進み軟質化しており、特に割れ目沿いの粘着力が減少し、土砂状を呈する部分もみられる。
	d	軟質。ハンマーで打診すると著しく濁った音がし、カッターで容易に割れ、千枚通しが容易に貫入する。	IV	2cm未満の角礫状又は土砂状を呈する。		
	e	著しく軟質で指圧で容易に変形する。				

火砕岩類					
硬さ	風化度	割れ目の頻度			
		I	II	III	IV
a	α	A	A	C	D
	β	A	B	C	—
	γ	—	—	D	—
b	α	B	B	C	D
	β	B	B	C	D
	γ	C	C	D	—
c	α	C	C	D	D
	β	C	C	D	D
	γ	D	D	E	E
d	α	D	D	D	E
	β	D	D	E	E
	γ	D	D	E	E
e	—	E			

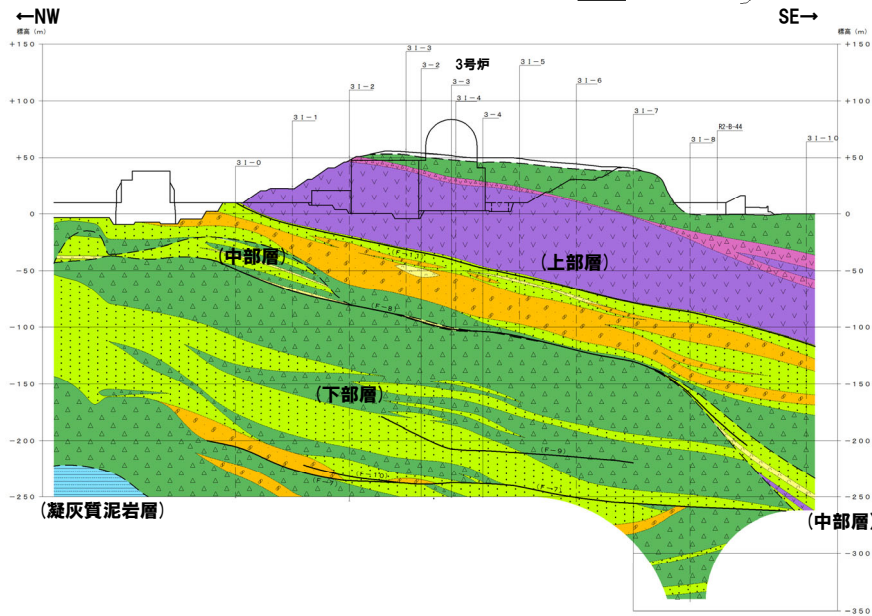
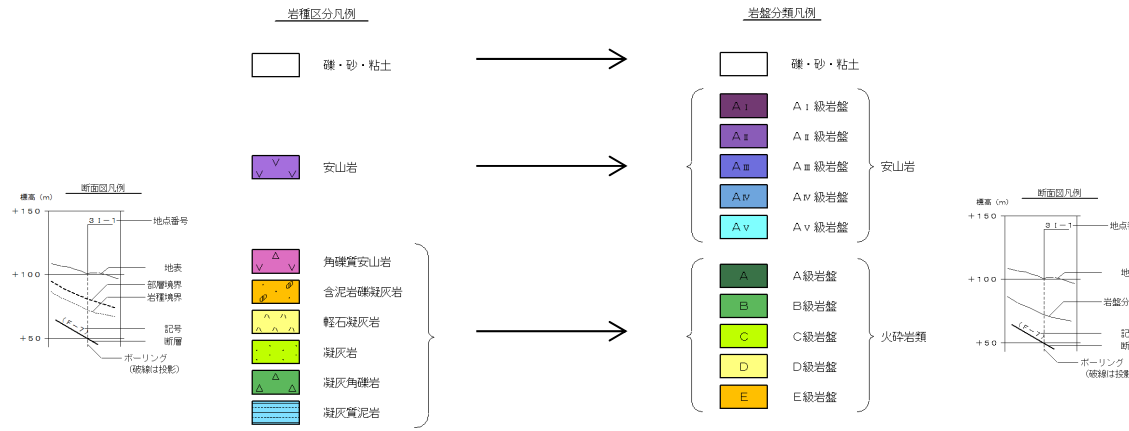
（試掘坑）

岩種	硬さ	基準	割れ目の間隔・ブロックの大きさ	基準	風化度	基準
火砕岩類	a	硬質。ハンマーで打診すると少し濁った音がする。ハンマーの強打で割れる。	I	30cm以上。	α	割れ目沿いに薄く風化部分が認められることもあるが、全般的に新鮮な岩塊からなる。
	b	比較的硬質。ハンマーで打診すると少し濁った音がする。ピックの強打で跡がつく。	II	10～30cm。	β	割れ目沿いに褐色化、一部粘土化が進み、粘着力が多少減少している。岩石は内部まで弱風化を受けて岩質は多少軟らかい。
	c	やや軟質。ハンマーで打診すると濁った音がする。ピックの打撃で浅く刺さるが、千枚通しが貫入しにくい。	III	2～10cm。	γ	岩石全体としてかなり風化が進み軟質化しており、特に割れ目沿いの粘着力が減少し、土砂状を呈する部分もみられる。
	d	軟質。ハンマーで打診すると濁った音がする。ハンマーの打撃でピックが刺さり、千枚通しが貫入する。	IV	2cm未満又は割れ目が不明瞭。		
	e	著しく軟質で指圧で容易に変形する。				

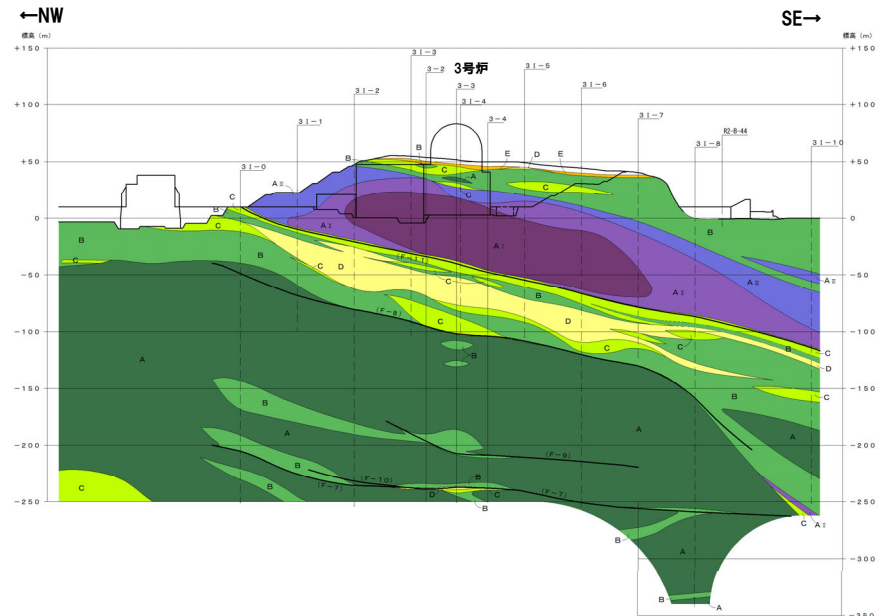
2.3 岩盤分類

③地質区分及び岩盤分類区分

○地質区分(岩種区分)と岩盤分類区分の対応を下図に示す。



地質断面図: X-X' 断面



鉛直岩盤分類図: X-X' 断面

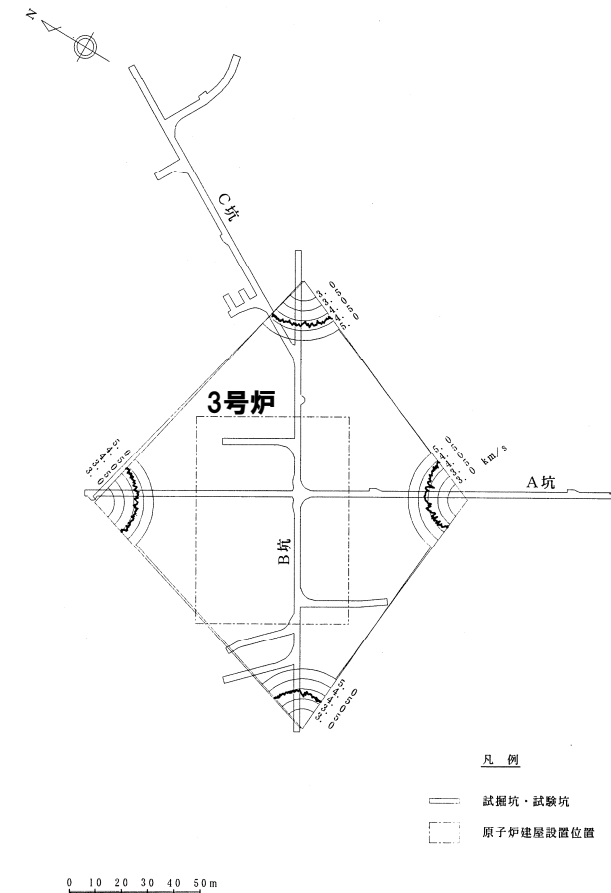
2.4 異方性

異方性の確認

○3号炉建設時に試掘坑内で実施した弾性波速度 (P波) の測定結果により, P波速度は平均値4.08km/s, 変動係数5.1%であり, 方向の違いによる弾性波速度の著しい差異がないことから, 有意な異方性は認められない。

弾性波試験結果

方向	個数	平均速度 (km/s)	標準偏差 (km/s)	変動係数 (%)
海山方向 (NE-SW)	140	4.05	0.24	5.9
海山直交方向 (NW-SE)	168	4.11	0.18	4.4
全体	308	4.08	0.21	5.1



弾性波速度分布図

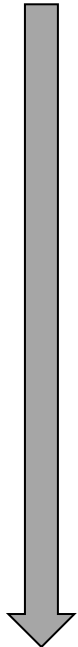
余白

1. 全体概要	P. 3
2. 地質の概要	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 35
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.151
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.155
6. 周辺斜面の安定性評価	P.159
参考文献	P.184

地震力に対する基礎地盤の安定性評価 評価概要 (1/4)

○地震力に対する基礎地盤の安定性評価の評価概要を本頁～P39に示す。

3.1章 評価方針 (P40～P45参照)



次頁～P149参照

3.2章 代表施設の選定 (P46～P68参照)

3.3章 評価対象断面の選定 (P70～P74参照)

3.4章 解析用物性値 (P76～P93参照)

3.5章 評価方法 (P94～P121参照)

3.6章 基準地震動 (P122～P134参照)

3.7章 評価結果 (P136～P149参照)

○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)の基準地震動による地震力に対する基礎地盤の安定性評価については、基礎地盤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、代表施設の基礎地盤を対象に、審査ガイドに準拠し、**(1)基礎地盤のすべり**、**(2)基礎の支持力**及び**(3)基礎底面の傾斜**に対する安全性を確認する。

(1) 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。
- ・基礎地盤のすべり安定性評価における動的解析では、地下水位以深の埋戻土等について、液状化範囲に設定し、液状化によるせん断強度の低下を考慮する。
- ・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。

(3) 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^{※1}。
- ・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。

○なお、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が、施設の周辺地盤に分布する地下水位以深の埋戻土等については、液状化が発生する可能性がある。

○このため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布^{※2}を踏まえ、T.P.10m盤以下に設置されている評価対象施設の基礎地盤の安定性評価においては、液状化の影響を考慮することとした。

※1 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。

※2 設置(変更)許可段階において、設計地下水位の設定方針を策定するため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した三次元浸透流解析を実施しており、その解析結果(地下水位分布)を参照した(R4.6.23審査会合資料「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止(地下水位の設定)」P21に加筆)。

地震力に対する基礎地盤の安定性評価 評価概要 (2/4)

前頁からの続き

3.2章 代表施設の選定 (P46～P68参照)

- 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ため、基礎形式による分類は行わず、設置標高及び液状化の影響の観点から、以下の3つのグループに分類した上でグループごとに代表施設を選定する。
 - ・グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外)
 - ・グループB (T.P.10m盤より高標高)
 - ・グループC (T.P.10m盤以下, 防潮堤)
- 代表施設^{※1}については、グループごとに代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因(基礎地盤の岩級、施設の重量(接地圧)、施設の接地面積、設置位置の地形)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から緊急時対策所を及びグループCから防潮堤^{※2}をそれぞれ選定した。

3.3章 評価対象断面の選定 (P70～P74参照)

- 原子炉建屋及び緊急時対策所の評価対象断面については、地形及び地質・地質構造を考慮し、施設を直交する2断面をそれぞれ選定した。
- 防潮堤の評価対象断面については、防潮堤の方向に直交する複数の検討断面を設定し、基礎地盤の安定性が厳しいと想定される断面を選定する^{※3}。

3.4章 解析用物性値 (P76～P93参照)

- 解析に用いる地盤パラメータ(解析用物性値)については、3号炉エリアと1,2号炉エリアで別個に設定することを基本とし、各種試験・調査結果等を基に設定した(試験結果等の詳細は、補足説明資料1章参照)。
- 解析に当たっては、せん断強度のばらつきを考慮する。
- 基礎地盤の支持力の評価基準値は、原位置試験(支持力試験)の試験結果から、 $13.7\text{N}/\text{mm}^2$ と設定した。

次頁へ続く

次頁～P149参照

3.5章 評価方法 (P94～P121参照)

3.6章 基準地震動 (P122～P134参照)

3.7章 評価結果 (P136～P149参照)

※1 津波防護施設等は、今後変更となる可能性があるため、確定後の施設の構造等を踏まえ、代表施設に選定されるかを確認する予定。

※2 防潮堤に支持される、又は防潮堤を間接支持する耐震重要施設については、防潮堤と同様な地盤に支持される地中構造物であるため、防潮堤と同じグループCに分類した上で、防潮堤の重量及び接地面積がその他の施設に比べて、明らかに大きいと考えられることから、防潮堤の評価に代表させることとし、詳細は今後説明予定。

※3 防潮堤の評価対象断面については、今後説明予定。

地震力に対する基礎地盤の安定性評価 評価概要 (3/4)

前頁からの続き

3.5章 評価方法 (P94~P121参照)

- 地震力に対する基礎地盤の安定性評価は、評価対象断面の解析断面について、二次元動的有限要素法に基づく常時応力解析及び地震応答解析により(1)基礎地盤のすべり、(2)基礎の支持力及び(3)基礎底面の傾斜を評価する。
- 地震応答解析は、周波数応答解析を用い、等価線形化法により土質材料の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による応答の同時性を考慮する。
- 地下水位については、原子炉建屋等の地下水排水設備の機能に期待する建物・構築物の地下水位は建屋基礎底面下とし、それ以外の建屋及び周辺地盤の地下水位は、保守的に地表面に設定した(耐震設計方針※の説明と同じ)。

(1) 基礎地盤のすべり

- 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。
- すべり安全率を算定するすべり面については、施設基礎底面を通るすべり面及びせん断強度の小さい断層を通るすべり面を設定し、応力状態を踏まえて必要に応じてすべり面の追加設定について検討する(応力状態を考慮したすべり面については、補足説明資料2章参照)。
- 基礎地盤のすべり安定性評価に当たっては、液状化範囲内におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力は考慮しない。

(2) 基礎の支持力

- 代表施設基礎底面の地震時最大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 $13.7\text{N}/\text{mm}^2$ を超えないことを確認する。

(3) 基礎底面の傾斜

- 代表施設基礎底面両端の鉛直方向の相対変位を基礎底面幅で除して算定した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する。

3.6章 基準地震動 (P122~P134参照)

- 解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義された基準地震動を二次元動的有限要素法にて地震応答解析モデル下端にて評価したものをを用いる。
- 指向性を有しない基準地震動については、位相の反転についても考慮する。

次頁へ続く

次頁参照

3.7章 評価結果 (P136~P149参照)

※R4.6.23審査会合「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止(地下水位の設定)」において、説明済み。

3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

地震力に対する基礎地盤の安定性評価 評価概要 (4/4)



前頁からの続き

3.7章 評価結果 (P136~P149参照)

○評価対象施設が設置される地盤は、以下のとおり、基準地震動による地震力に対して、(1) **基礎地盤のすべり**、(2) **基礎の支持力**及び(3) **基礎底面の傾斜**について、いずれも評価基準値を満足することを確認した。

(1) 基礎地盤のすべり (P136~P145参照)

○動的解析の結果から得られた原子炉建屋及び緊急時対策所の基礎地盤の最小すべり安全率は、以下のとおり、いずれも評価基準値の1.5を上回ることを確認した。

- ・原子炉建屋の基礎地盤の最小すべり安全率は、2.1 (1.8^{*1})
- ・緊急時対策所の基礎地盤の最小すべり安全率は、4.1 (3.3^{*1})

(2) 基礎の支持力 (P146~P147参照)

○動的解析の結果から得られた原子炉建屋及び緊急時対策所の基礎底面における地震時最大接地圧は、以下のとおり、いずれも評価基準値13.7N/mm²を下回ることを確認した。

- ・原子炉建屋の地震時最大接地圧は、4.0N/mm²
- ・緊急時対策所の地震時最大接地圧は、0.3N/mm²

(3) 基礎底面の傾斜^{*2} (P148~P149参照)

○動的解析の結果から得られた基準地震動による原子炉建屋及び緊急時対策所の基礎底面の最大傾斜は、以下のとおり、いずれも評価基準値の目安である1/2,000を下回ることを確認した。

- ・原子炉建屋基礎底面の最大傾斜は、1/18,000
- ・緊急時対策所基礎底面の最大傾斜は、1/31,000

※1 物性のばらつきを考慮したすべり安全率。

※2 地殻変動による傾斜と基準地震動による傾斜との重ね合わせを考慮した場合の評価結果については、5章参照。

※3 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。

代表施設	基礎地盤のすべり			基礎の支持力		基礎底面の傾斜	
	基準地震動 ^{*3}	すべり面形状	最小すべり安全率	基準地震動 ^{*3}	地震時最大接地圧 (N/mm ²)	基準地震動 ^{*3}	地震時最大傾斜
原子炉建屋	Ss3-4 (-,+)		2.1 (1.8 ^{*1})	Ss3-4 (+,+)	4.0	Ss3-4 (-,+)	1/18,000
			評価基準値 1.5		評価基準値 13.7		評価基準値の目安 1/2,000
緊急時対策所	Ss3-4 (+,+)		4.1 (3.3 ^{*1})	Ss3-1-Y (+,+)	0.3	Ss3-5 (+,+) (-,-)	1/31,000
			評価基準値 1.5		評価基準値 13.7		評価基準値の目安 1/2,000

3.1 評価方針

①地震力に対する基礎地盤の安定性評価項目・内容

○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、審査ガイドに準拠し、以下の項目について確認する。

【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。

(1) 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。
- ・基礎地盤のすべり安定性評価における動的解析では、地下水位以深の埋戻土等について、液状化範囲に設定し、液状化によるせん断強度の低下を考慮する。
- ・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。

(3) 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^{※1}。
- ・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。

○なお、評価対象施設は、直接又はMMRを介して岩盤に支持されるが、施設の周辺地盤に分布する地下水位以深の埋戻土等については、液状化が発生する可能性がある。

○このため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布^{※2}を踏まえ、T.P.10m盤以下に設置されている評価対象施設の基礎地盤の安定性評価においては、液状化の影響を考慮することとした（詳細は、P44～P45参照）。

※1 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。

※2 設置（変更）許可段階において、設計地下水位の設定方針を策定するため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した三次元浸透流解析を実施しており、その解析結果（地下水位分布）を参照した（R4.6.23審査会合資料「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止（地下水位の設定）」P21）。

3.1 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

○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。

評価対象施設の抽出 (次頁～P45参照)

- 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を抽出
- T.P.10m盤以下に設置されている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おいては、液状化の影響を考慮



【3.2章 代表施設の選定 (P46～P68参照)】

- 評価対象施設に対し、設置標高及び液状化の影響の観点からグループ分け
- グループごとに影響要因 (基礎地盤の岩級、施設の重量等) を考慮し、代表施設を選定



【3.3章 評価対象断面の選定 (P70～P74参照)】

- 代表施設の評価対象断面について、地質・地質構造等を考慮して、評価対象断面を選定



【3.5章 評価方法】及び【3.7章 評価結果】

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 (P136～P145参照)
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-1σ強度) を考慮したすべり安定性評価 (P136, P138, P142及びP144参照)
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

(P146～P147参照)

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

(P148～P149参照)

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。

3.1 評価方針

③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)

○泊発電所3号炉における評価対象施設(耐震重要施設※¹及び常設重大事故等対処施設※²)を下図に示す。

※¹ 設置許可基準規則第3条の対象となる耐震重要施設(間接支持構造物を含む)。

※² 設置許可基準規則第38条の対象となる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)。

余白

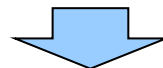
3.1 評価方針

④液状化範囲の検討(1/2)

- 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が、施設の周辺地盤に分布する地下水位以深の埋戻土等については、液状化が発生する可能性がある。
- このため、評価対象施設の基礎地盤の安定性評価において、液状化の影響を考慮する必要があるかを施設が設置される地盤標高ごとに確認した。
- 確認に当たっては、防潮堤の設置に伴い、敷地の地下水位が防潮堤設置前よりも上昇することが想定されるため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布※(次頁参照)を参照した。
- 液状化の影響を考慮する必要がある場合、地下水位以深の埋戻土等については、液状化範囲に設定し、液状化によるせん断強度の低下を考慮する(液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法については、P116参照)。

- 確認結果は、以下のとおり。
 - 【T.P.10m盤以下(設置されている評価対象施設:原子炉建屋,防潮堤等)】
 - ・T.P.10m盤以下については、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、地下水位が地表面付近まで上昇することから、液状化の影響を考慮する必要がある。
 - 【T.P.32.8m盤(設置されている評価対象施設:代替非常用発電機)】
 - ・T.P.32.8m盤については、主に掘削により敷地造成されており、地下水位が地表面より10m程度低いことから、液状化の影響は考慮しない。
 - 【T.P.39m盤(設置されている評価対象施設:緊急時対策所等)】
 - ・T.P.39m盤については、主に掘削により敷地造成されており、地下水位が地表面より20m程度低いことから、液状化の影響は考慮しない。

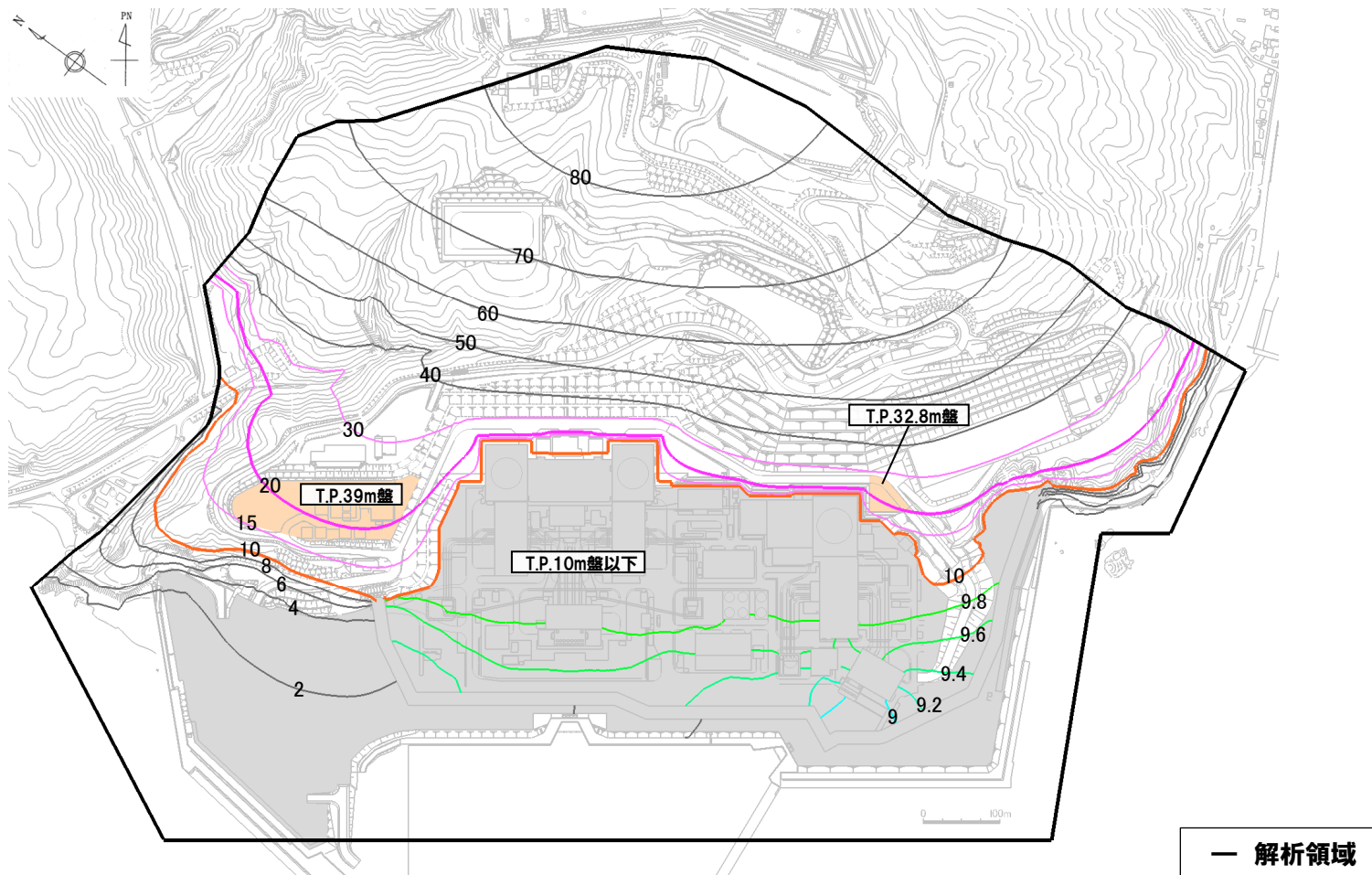
※設置(変更)許可段階において、設計地下水位の設定方針を策定するため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した三次元浸透流解析を実施しており、その解析結果(地下水位分布)を参照した(R4.6.23審査会合資料「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止(地下水位の設定)」P21に加筆)。



- T.P.10m盤以下に設置されている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おいては、地表面に地下水位を設定し、液状化によるせん断強度の低下を考慮する。

3.1 評価方針

④液状化範囲の検討(2/2)



防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布※1,2,3

※1 設置(変更)許可段階において、設計地下水位の設定方針を策定するため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した三次元浸透流解析を実施しており、その解析結果(地下水位分布)を参照した(R4.6.23審査会合資料「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止(地下水位の設定)」P21に加筆)。

※2 図中の数値が記載されたコンターは地下水位を示す。

※3 三次元浸透流解析の解析条件は、補足説明資料3章参照。

3.2 代表施設の選定

①選定方針(1/2)

- 評価対象施設(耐震重要施設及び常設重大事故等対象施設)の基礎地盤の安定性評価に当たっては、基礎地盤安定性の影響要因を踏まえ、評価対象施設の中から代表施設を選定した上で、代表施設の基礎地盤を対象に安全性を確認する方針とした。
- 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り、設置標高が「T.P.10m盤以下」及び「T.P.10m盤より高標高」に大別される。
- 代表施設については、設置標高及び液状化の影響の観点から、評価対象施設を3つのグループに分類した上で、グループごとに代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因に基づき選定する(代表施設の選定フローを次頁に示す)。
- 評価対象施設のグループ分けをP48～P49に、各グループにおける代表施設の選定結果をP50～P68に示す。
- なお、防潮堤に支持される、又は防潮堤を間接支持する耐震重要施設については、防潮堤と同様な地盤に支持される地中構造物であるため、防潮堤と同じグループCに分類する(詳細は、P66～P68参照)。
- グループCに分類される施設に対する基礎地盤安定性評価については、防潮堤の重量及び接地面積がその他の施設に比べて、明らかに大きいと考えられることから、防潮堤の評価に代表させることとし、詳細は今後説明予定。

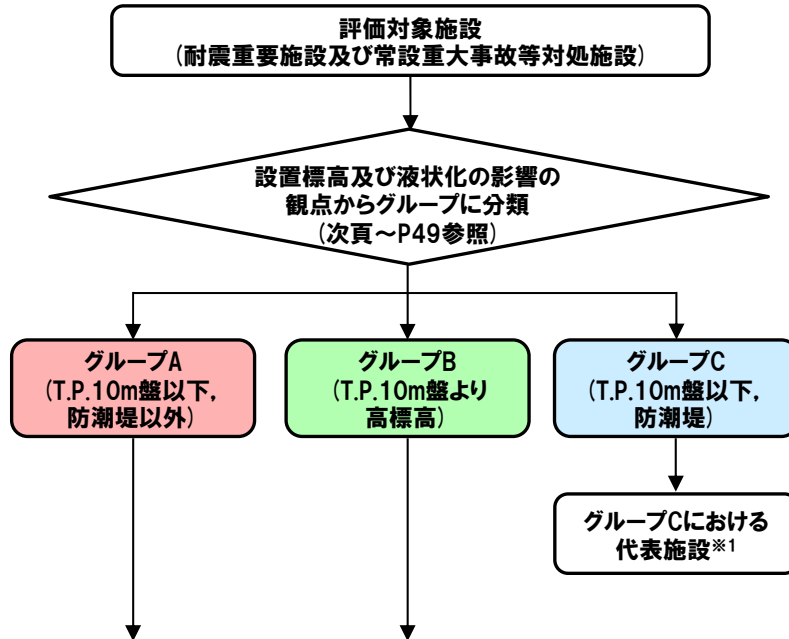
グループCに分類される施設(地中構造物)の施設区分及び設置状況

施設名称	施設区分	施設の設置状況
屋外排水路逆流防止設備※	Sクラス(浸水防止設備)	防潮堤に支持される構内排水設備(出口柵)内に設置される地中構造物
構内排水設備(出口柵)※	Sクラス施設間接支持構造物	屋外排水路逆流防止設備を間接支持し、防潮堤に支持される地中構造物
1号及び2号炉取水路流路縮小工※	Sクラス(津波防護施設)	防潮堤を間接支持する1号及び2号炉取水路内に設置される地中構造物
1号及び2号炉取水路※	Sクラス施設間接支持構造物	防潮堤を間接支持する地中構造物
1号及び2号炉放水路逆流防止設備※	Sクラス(津波防護施設)	防潮堤を間接支持する1号及び2号炉放水路内に設置される地中構造物
1号及び2号炉放水路※	Sクラス施設間接支持構造物	防潮堤に間接支持される地中構造物

※津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

3.2 代表施設の選定

①選定方針(2/2)



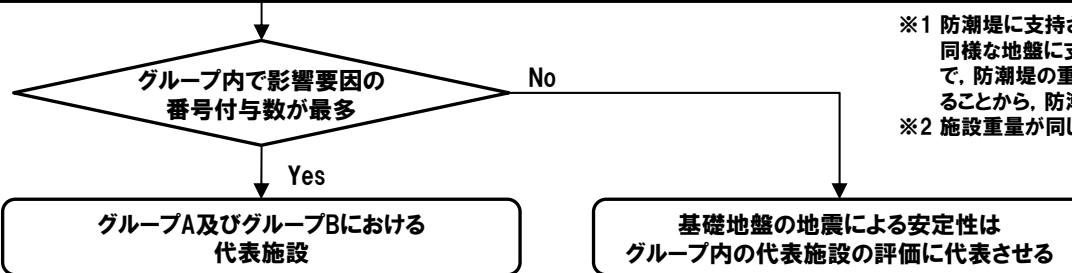
代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因

影響要因	内容
(i) 基礎地盤の岩級	<ul style="list-style-type: none"> 安山岩のうち、下位岩級であるA_{IV}級及びA_V級は、A_I～A_{III}級に比べてせん断強度が低い(P84～P85参照)。 火砕岩類のうち、下位岩級であるD級及びE級は、A～C級に比べて、せん断強度が低い(P84～P85参照)。 なお、断層については、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直下に位置しないため、影響要因として考慮しない(P26参照)。
(ii) 施設の重量、接地圧	<ul style="list-style-type: none"> 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は大きい。 地中構造物については、一般に周囲の地盤より重量が小さく基礎地盤に作用する滑動力は周囲の地盤より小さくなる。
(iii) 施設の接地面積	<ul style="list-style-type: none"> 施設の接地面積が大きい方が、基礎地盤へ滑動力が伝わりやすい。
(iv) 設置位置の地形	<ul style="list-style-type: none"> 斜面に設置される施設において、施設の前面と背面に高低差がある場合、標高の低い方向への滑動力が大きくなる。

・グループA及びグループBにおいて、評価対象施設ごとに基礎地盤安定性の影響要因について比較し、以下の観点から影響要因の番号を付与する。

【代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因】

- (i) 基礎地盤の岩級 : 基礎地盤に下位岩級であるA_{IV}級、A_V級、D級及びE級が分布する施設に番号を付与
- (ii) 施設の重量、接地圧 : 施設の重量が最も大きい施設に番号を付与^{※2}
- (iii) 施設の接地面積 : 施設の接地面積が最も大きい施設に番号を付与
- (iv) 設置位置の地形 : 施設の前面と背面に高低差がある施設に番号を付与



※1 防潮堤に支持される、又は防潮堤を間接支持する耐震重要施設については、防潮堤と同様な地盤に支持される地中構造物であるため、防潮堤と同じグループCに分類した上で、防潮堤の重量及び接地面積が他の施設に比べて、明らかに大きいと考えられることから、防潮堤の評価に代表させることとし、詳細は今後説明予定(前頁参照)。
 ※2 施設重量が同じ場合は、接地圧が大きい方に番号を付与する。

3.2 代表施設の選定

②評価対象施設のグループ分け(1/2)

○評価対象施設は、以下の観点からグループ分けを行う。

- ・液状化範囲の検討結果(P44～P45参照)及び地震増幅特性の違いを踏まえ、設置標高の観点から、「T.P.10m盤以下に設置されている評価対象施設」及び「T.P.10m盤より高標高に設置されている評価対象施設」に区分する。
 - ・防潮堤については延長の長い線状構造物であり、周囲に埋戻土が広く分布し、液状化の影響が大きいと考えられるため、T.P.10m盤以下に設置されている評価対象施設は、液状化の影響の観点から、「防潮堤」及び「防潮堤以外」に区分する。
- 上記によるグループ分けの結果、評価対象施設は、グループA(T.P.10m盤以下、防潮堤以外)、グループB(T.P.10m盤より高標高)及びグループC(T.P.10m盤以下、防潮堤)の3つのグループに分類される(各グループに該当する評価対象施設の位置は次頁参照)。
- 液状化範囲の検討結果を踏まえ、T.P.10m盤以下に設置される評価対象施設(グループA及びグループC)は液状化の影響を考慮し、T.P.10m盤より高標高の評価対象施設(グループB)は液状化の影響を考慮しない。

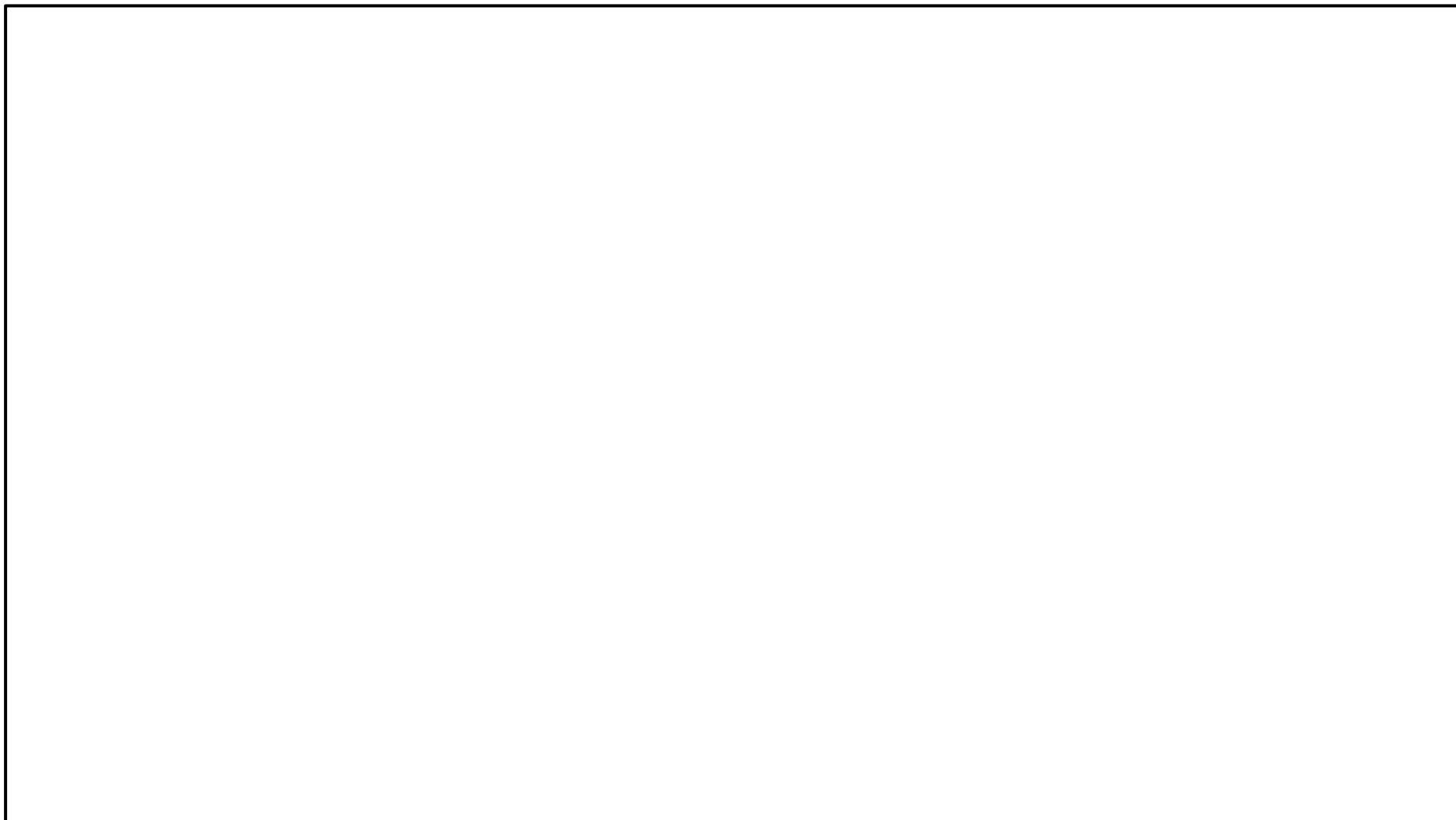
グループ分類	設置標高(施設区分)	名称
A	T.P.10m盤以下 (防潮堤以外)	原子炉建屋
		原子炉補助建屋
		ディーゼル発電機建屋
		A1,A2-燃料油貯油槽タンク室
		B1,B2-燃料油貯油槽タンク室
		B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ
		原子炉補機冷却海水管ダクト
		原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室
		取水ビットポンプ室
		取水ビットスクリーン室
		3号炉取水ビットスクリーン室防水壁
		3号炉放水ビット
		3号炉放水ビット流路縮小工
		3号炉原子炉補機冷却海水放水路逆流防止設備
		取水路
		取水口
		貯留堰

グループ分類	設置標高(施設区分)		名称
B	T.P.10m盤 より高標高	T.P.32.8m盤	代替非常用発電機
		T.P.39m盤	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
C	T.P.10m盤以下 (防潮堤)	待機所用空調上屋	
		燃料タンク(SA)室	
		防潮堤	
		屋外排水路逆流防止設備	
		構内排水設備(出口柵)	
		1号及び2号炉取水路流路縮小工	
		1号及び2号炉取水路	
1号及び2号炉放水路逆流防止設備			
1号及び2号炉放水路			

3.2 代表施設の選定

②評価対象施設のグループ分け(2/2)

○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。



3.2 代表施設の選定

③グループAの代表施設選定結果(1/2)

○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) の施設について, 代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因の比較を行った結果, 施設の重量, 接地圧及び接地面積が最大であり, 影響要因の番号付与数が最多となった原子炉建屋を代表施設に選定した(詳細は, P52~P61参照)。

評価対象施設	代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因				該当する 影響要因	代表施設の選定理由
	(i) 基礎地盤 の岩級	(ii) 施設の重量*(MN) ()は施設の接地圧(N/mm ²)	(iii) 施設の接地 面積*(m ²)	(iv) 設置位置 の地形		
代表施設に選定 原子炉建屋	A _I 級, A _{III} 級	2,344 (0.51)	4,610	平地に設置される	(ii), (iii)	・原子炉建屋は, 施設の重量, 接地圧及び接地面積が最大であり, 影響要因の番号付与数が最多であるため, 代表施設に選定する。
原子炉補助建屋	A _I 級	1,189 (0.32)	3,690	平地に設置される	—	・原子炉建屋に比べ, 施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さいことから, 原子炉建屋の評価に代表させる。
ディーゼル発電機建屋	A _{III} 級	72 (0.15)	490		—	
A1,A2-燃料油貯油槽 タンク室	A _I 級, A _{II} 級	29 (0.15) (地中構造物)	200		—	
B1,B2-燃料油貯油槽 タンク室	A _{III} 級	33 (0.16) (地中構造物)	210		—	
B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ	A _{III} 級, B級	2 (0.03) (地中構造物)	60		—	
原子炉補機冷却 海水管ダクト	A _{III} 級, B級, C級	72 (0.07) (地中構造物)	1,030		—	
原子炉補機冷却海水 ポンプ出口ストレナ室	A _{III} 級, B級	58 (0.19) (地中構造物)	300		—	
取水ビットポンプ室	A _{III} 級, B級	294 (0.27) (地中構造物)	1,090		—	

※施設の重量及び接地面積については, 基本設計段階の情報に基づく。

■ : 番号を付与する影響要因 ■ : 影響要因の番号付与数が多い □ : 選定した代表施設

3.2 代表施設の選定

③グループAの代表施設選定結果(2/2)

評価対象施設	代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因				該当する 影響要因	代表施設の選定理由
	(i) 基礎地盤 の岩級	(ii) 施設の重量*1 (MN) ()は施設の接地圧 (N/mm ²)	(iii) 施設の接地 面積*1 (m ²)	(iv) 設置位置 の地形		
取水ピットスクリーン室	A _{III} 級, A _{IV} 級, B級	131 (0.22) (地中構造物)	590	平地に設置される	(i)	・原子炉建屋に比べ、下位岩級であるA _{IV} 級に支持されるものの、施設重量、接地圧及び接地面積が小さく、地中構造物であることから、原子炉建屋の評価に代表させる。
3号炉取水ピット スクリーン室防水壁*2	A _{IV} 級, B級, C級	93 (0.11)	860	平地に設置される	(i)	・原子炉建屋に比べ、MMRを介して下位岩級であるA _{IV} 級に支持されるものの、施設重量、接地圧及び接地面積が小さいことから、原子炉建屋の評価に代表させる。
3号炉放水ピット*2	B級	175*3 (0.29) (地中構造物)	610	平地に設置される	—	・原子炉建屋に比べ、施設重量、接地圧及び接地面積が小さく、地中構造物であることから、原子炉建屋の評価に代表させる。
取水路	A _{IV} 級, B級	144 (0.11) (地中構造物)	1,270	平地に設置される	(i)	・原子炉建屋に比べ、下位岩級であるA _{IV} 級に支持されるものの、施設重量、接地圧及び接地面積が小さく、地中構造物であることから、原子炉建屋の評価に代表させる。
取水口	B級	203 (0.23) (地中構造物)	870	施設の前面と背面に高低差がある形状である。	(iv)	・原子炉建屋に比べ、施設の前面と背面に高低差があるものの、施設の重量及び接地面積が小さく、地中構造物であることから、原子炉建屋の評価に代表させる。
貯留堰*1,2	B級	26 (0.06)	452	平地に設置される	—	・原子炉建屋に比べ、施設の重量及び接地面積が小さいことから、原子炉建屋の評価に代表させる。

*1 施設の重量及び接地面積については、基本設計段階の情報に基づく。

*2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

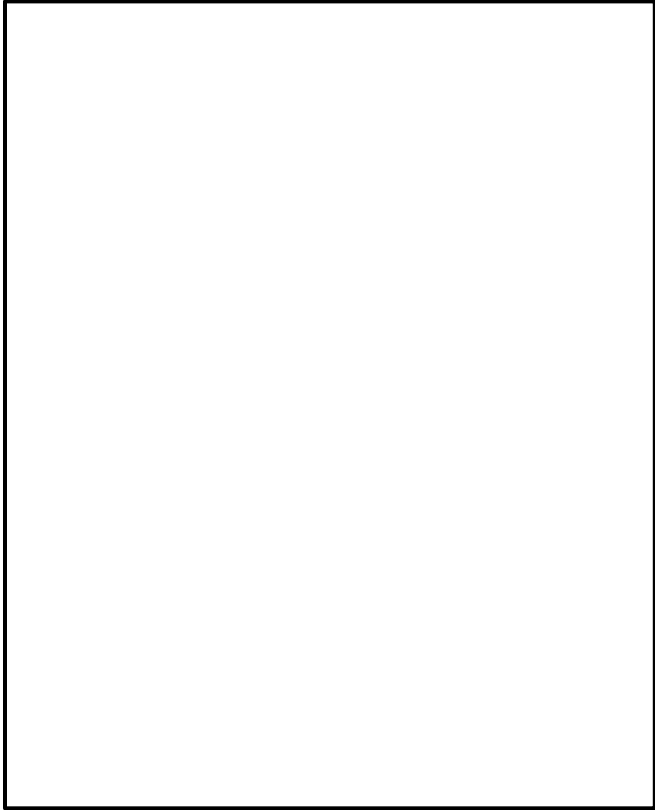
*3 3号炉放水ピットは、間接支持する3号炉放水ピット流路縮小工及び3号炉原子炉補機冷却海水放水路逆流防止設備の重量を含む。

■ : 番号を付与する影響要因

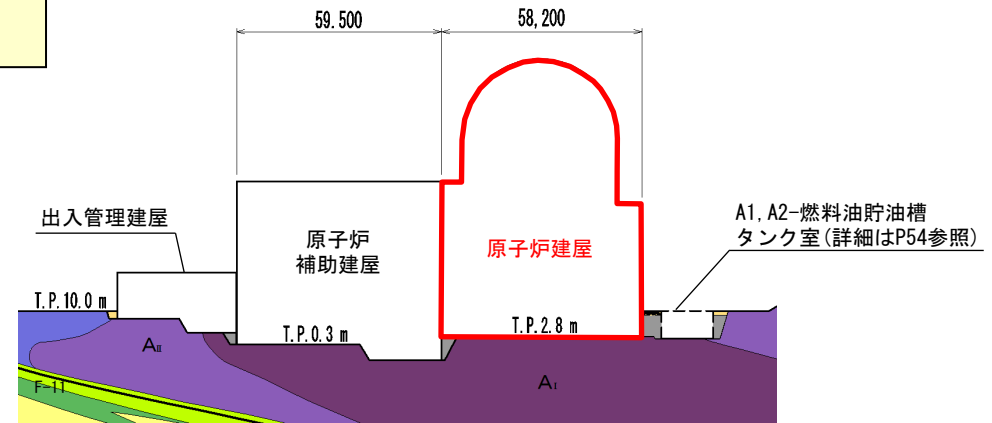
3.2 代表施設の選定

④グループAの評価対象施設の比較結果(1/10)

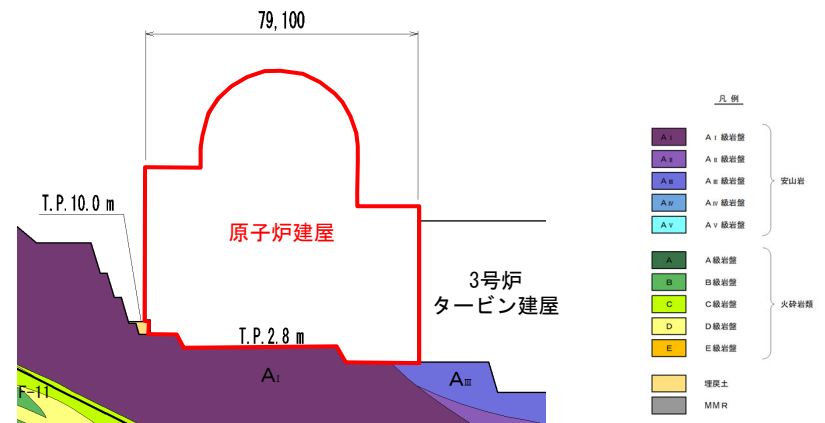
○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) の施設に対する基礎地盤安定性評価については, 影響要因の比較を実施した結果, 以下の理由により影響要因の番号付与数が最大であることから, 原子炉建屋を代表施設に選定する。
・施設の重量, 接地圧及び接地面積が最大である。



□: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。



原子炉建屋断面図(①-①'断面)



原子炉建屋断面図(②-②'断面)

3.2 代表施設の選定

④グループAの評価対象施設の比較結果 (2/10)

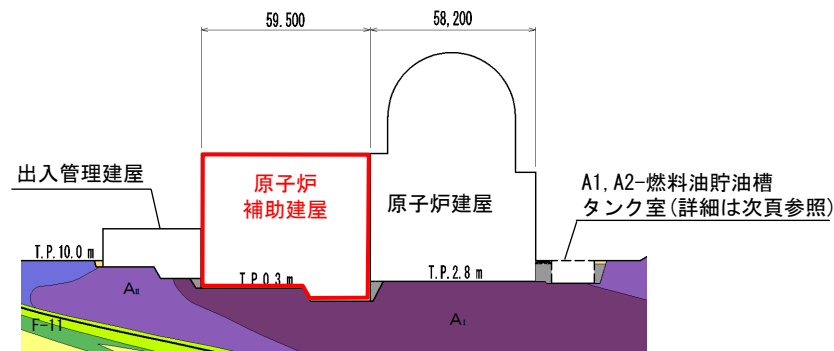
○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) のうち, 原子炉補助建屋及びディーゼル発電機建屋の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

【原子炉補助建屋】

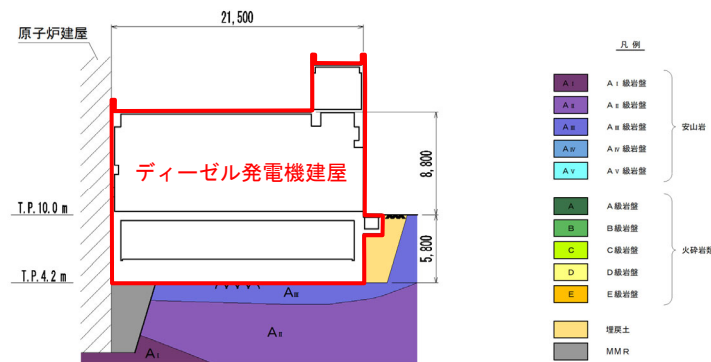
- ・基礎地盤の岩級はA_I級岩盤で同等である。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さい。

【ディーゼル発電機建屋】

- ・基礎地盤の岩級はA_{III}級岩盤で同等である。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さい。



原子炉補助建屋断面図



ディーゼル発電機建屋断面図

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	施設の接地面積 (m ²)	
		各施設重量 原子炉建屋重量	各施設接地面積 原子炉建屋接地面積
原子炉建屋	2,344	—	4,610
原子炉補助建屋	1,189	0.51	3,690
ディーゼル発電機建屋	72	0.03	490

□: 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。

3. 2 代表施設の選定

④グループAの評価対象施設の比較結果 (3/10)

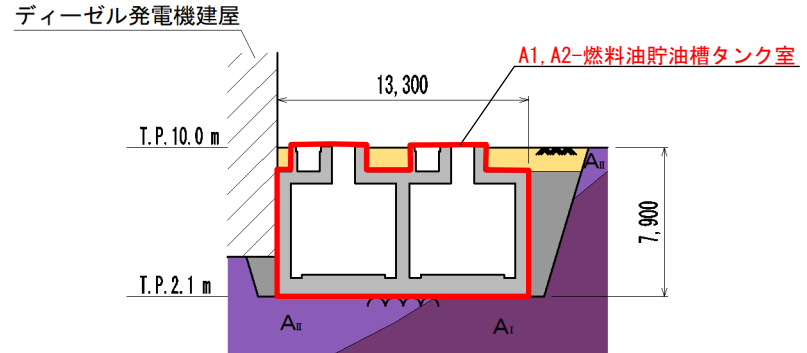
○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) のうち, A1,A2-燃料油貯油槽タンク室及びB1,B2-燃料油貯油槽タンク室の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

【A1,A2-燃料油貯油槽タンク室】

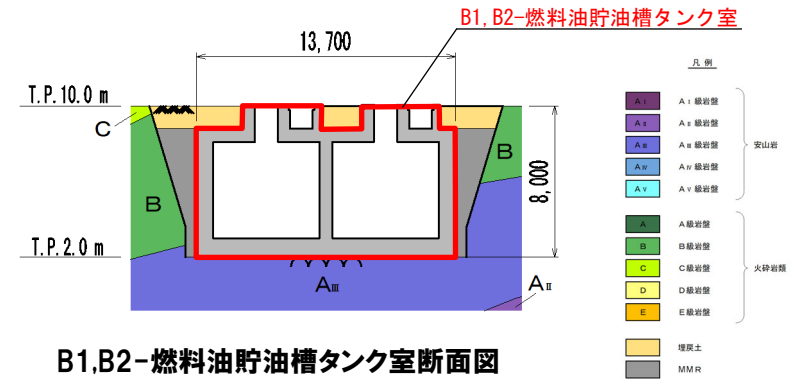
- ・基礎地盤の岩級はA_I級及びA_{II}級岩盤で同等である。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。

【B1,B2-燃料油貯油槽タンク室】

- ・基礎地盤の岩級はA_{III}級岩盤で同等である。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。



A1,A2-燃料油貯油槽タンク室断面図



B1,B2-燃料油貯油槽タンク室断面図

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	各施設重量		施設の接地面積 (m ²)	各施設接地面積	
		原子炉建屋重量			原子炉建屋接地面積	
原子炉建屋 (参考)	2,344	—		4,610	—	
A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	29	0.01		200	0.04	
B1,B2-燃料油貯油槽タンク室	33	0.01		210	0.05	

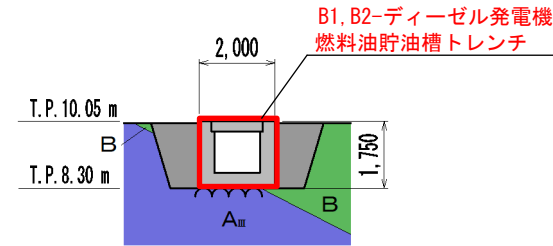
□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3.2 代表施設の選定

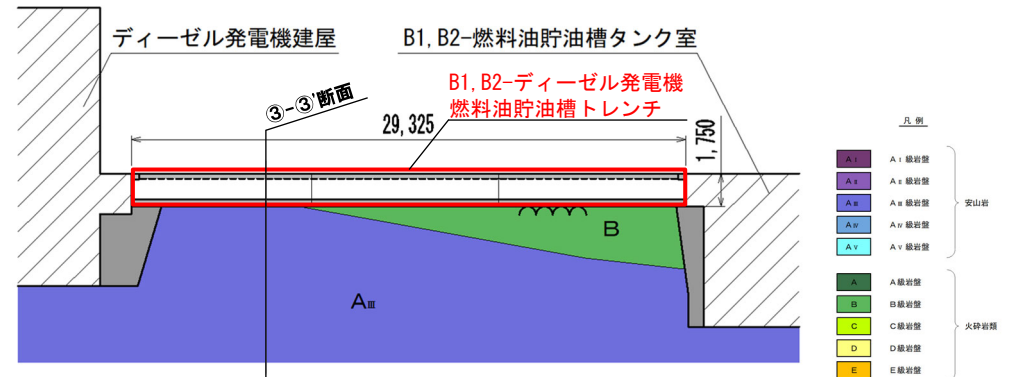
④グループAの評価対象施設の比較結果 (4/10)

○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) のうち, B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチの基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

- ・基礎地盤の岩級はA_{III}級及びB級岩盤であり, 下位岩級は分布していない。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。



B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ断面図 (③-③'断面)



B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ断面図 (縦断)

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	各施設重量		施設の接地面積 (m ²)	各施設接地面積	
		原子炉建屋重量			原子炉建屋接地面積	
原子炉建屋 (参考)	2,344	—		4,610	—	
B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ	2	0.0009		60	0.01	

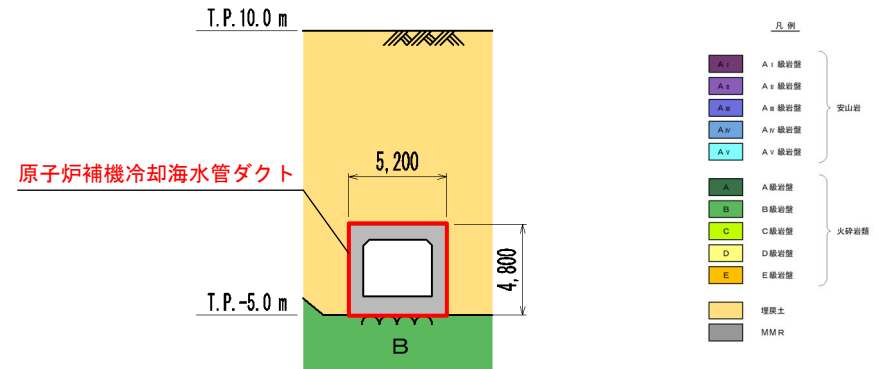
□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3.2 代表施設の選定

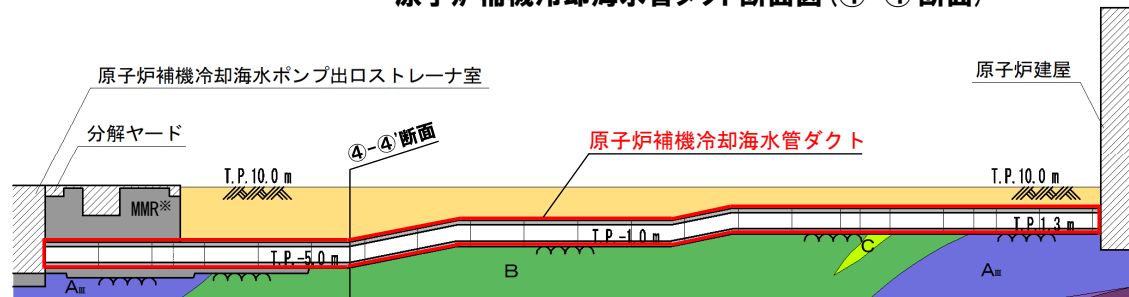
④グループAの評価対象施設の比較結果 (5/10)

○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) のうち, 原子炉補機冷却海水管ダクトの基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

- ・基礎地盤の岩級はA_{III}級, B級及びC級岩盤であり, 下位岩級は分布していない。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。



原子炉補機冷却海水管ダクト断面図 (④-④'断面)



原子炉補機冷却海水管ダクト断面図 (縦断)

※分解ヤード下を含む取水ビットポンプ室周辺の地盤については, MMR置換による耐震補強を検討中。

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	各施設重量		施設の接地面積 (m ²)	各施設接地面積	
		原子炉建屋重量			原子炉建屋接地面積	
原子炉建屋 (参考)	2,344	—		4,610	—	
原子炉補機冷却海水管ダクト	72	0.03		1,030	0.22	

□: 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。

3.2 代表施設の選定

④グループAの評価対象施設の比較結果 (6/10)

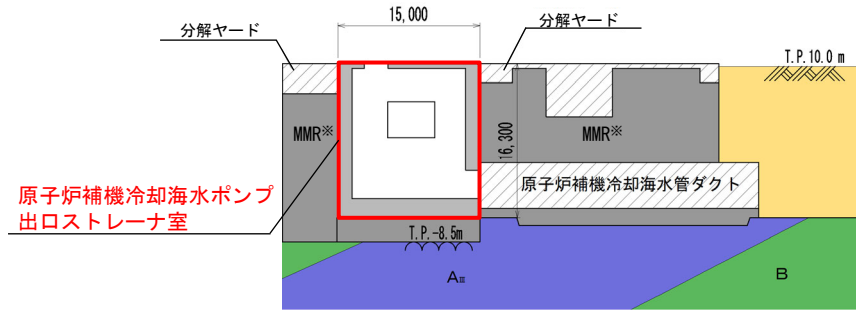
○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) のうち, 原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室及び取水ピットポンプ室の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

【原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室】

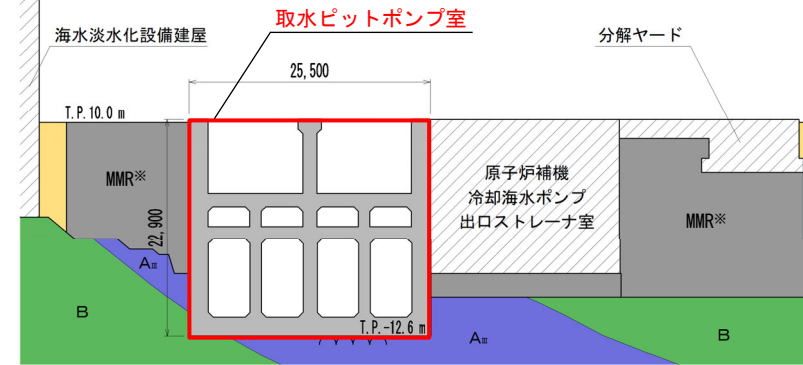
- ・基礎地盤の岩級はA_{III}級及びB級岩盤であり, 下位岩級は分布していない。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。

【取水ピットポンプ室】

- ・基礎地盤の岩級はA_{III}級及びB級岩盤であり, 下位岩級は分布していない。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。



原子炉補機冷却
海水ポンプ出口ストレーナ室断面図



取水ピットポンプ室断面図

※分解ヤード下を含む取水ピットポンプ室周辺の地盤については, MMR置換による耐震補強を検討中。

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	各施設重量		施設の接地面積 (m ²)	各施設接地面積	
		原子炉建屋重量			原子炉建屋接地面積	
原子炉建屋 (参考)	2,344	-		4,610	-	
原子炉補機冷却 海水ポンプ出口ストレーナ室	58	0.02		300	0.07	
取水ピットポンプ室	294	0.13		1,090	0.24	

□: 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。



3.2 代表施設の選定

④グループAの評価対象施設の比較結果 (7/10)

○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外)のうち, 取水ピットスクリーン室及び3号炉取水ピットスクリーン室防水壁*の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

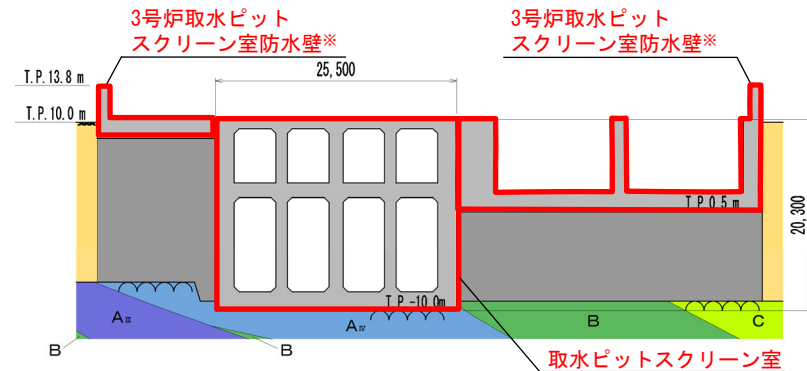
【取水ピットスクリーン室】

- 基礎地盤の岩級はA_{III}級, A_{IV}級及びB級であり, 下位岩級 (A_{IV}級) が分布するものの, 施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。

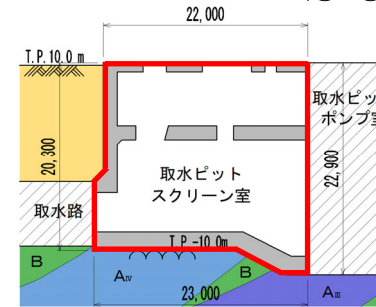
【3号炉取水ピットスクリーン室防水壁*】

- 基礎地盤の岩級はA_{III}級, A_{IV}級及びB級であり, 下位岩級 (A_{IV}級) が分布するものの, 施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さい。

*津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。



取水ピットスクリーン室及び3号炉取水ピットスクリーン室防水壁断面図 (5-5'断面)



取水ピットスクリーン室断面図 (6-6'断面)

- 凡例
- A_I: 級岩盤
 - A_{II}: 級岩盤
 - A_{III}: 級岩盤
 - A_{IV}: 級岩盤
 - A_V: 級岩盤
 - A: 級岩盤
 - B: 級岩盤
 - C: 級岩盤
 - D: 級岩盤
 - E: 級岩盤
 - 埋戻土
 - MMR
- 安山岩
- 火砕岩類

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	施設の接地面積 (m ²)	
		各施設重量 原子炉建屋重量	各施設接地面積 原子炉建屋接地面積
原子炉建屋 (参考)	2,344	—	4,610
取水ピットスクリーン室	131	0.06	590
3号炉取水ピットスクリーン室 防水壁	93	0.04	860

□: 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。

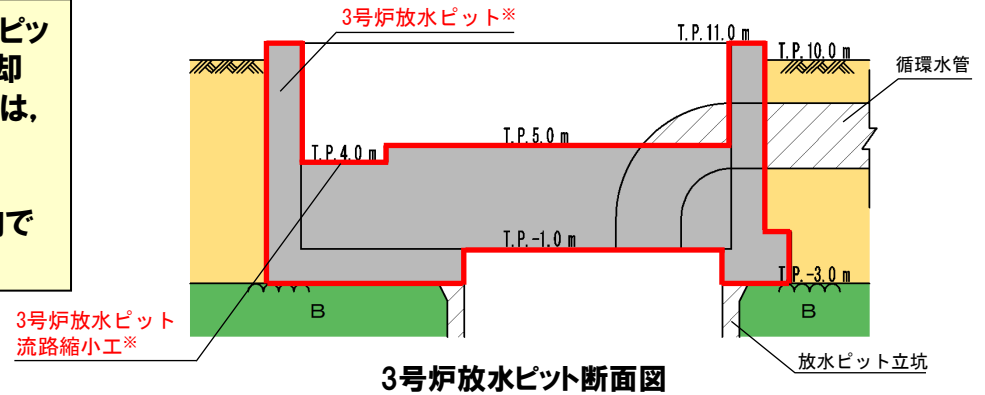
3.2 代表施設の選定

④グループAの評価対象施設の比較結果 (8/10)

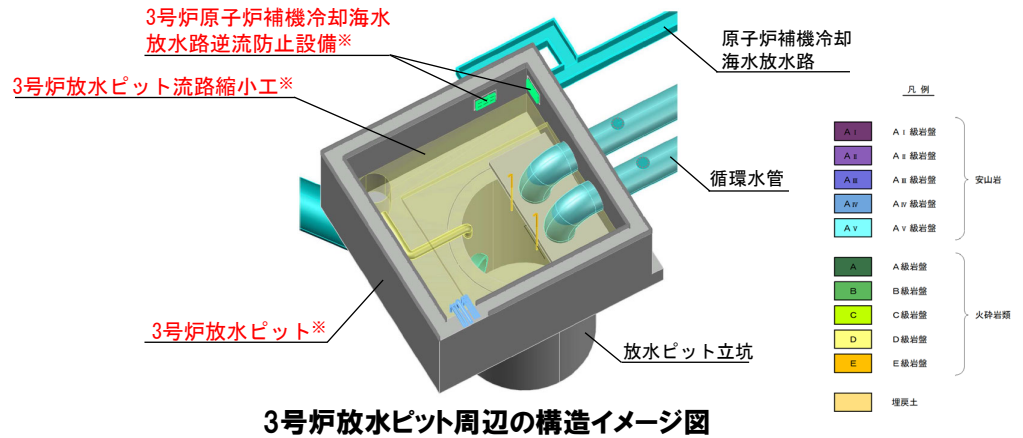
○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) のうち, 3号炉放水ピット※, 3号炉放水ピット流路縮小工※及び3号炉原子炉補機冷却海水放水路逆流防止設備※の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

- ・基礎地盤の岩級はB級であり, 下位岩級は分布していない。
- ・施設の総重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。

※津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。



3号炉放水ピット断面図



3号炉放水ピット周辺の構造イメージ図

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	各施設重量		施設の接地面積 (m ²)	各施設接地面積	
		原子炉建屋重量			原子炉建屋接地面積	
原子炉建屋 (参考)	2,344	—		4,610	—	
3号炉放水ピット, 3号炉放水ピット流路縮小工及び3号炉原子炉補機冷却海水放水路逆流防止設備	175	0.07		610	0.13	

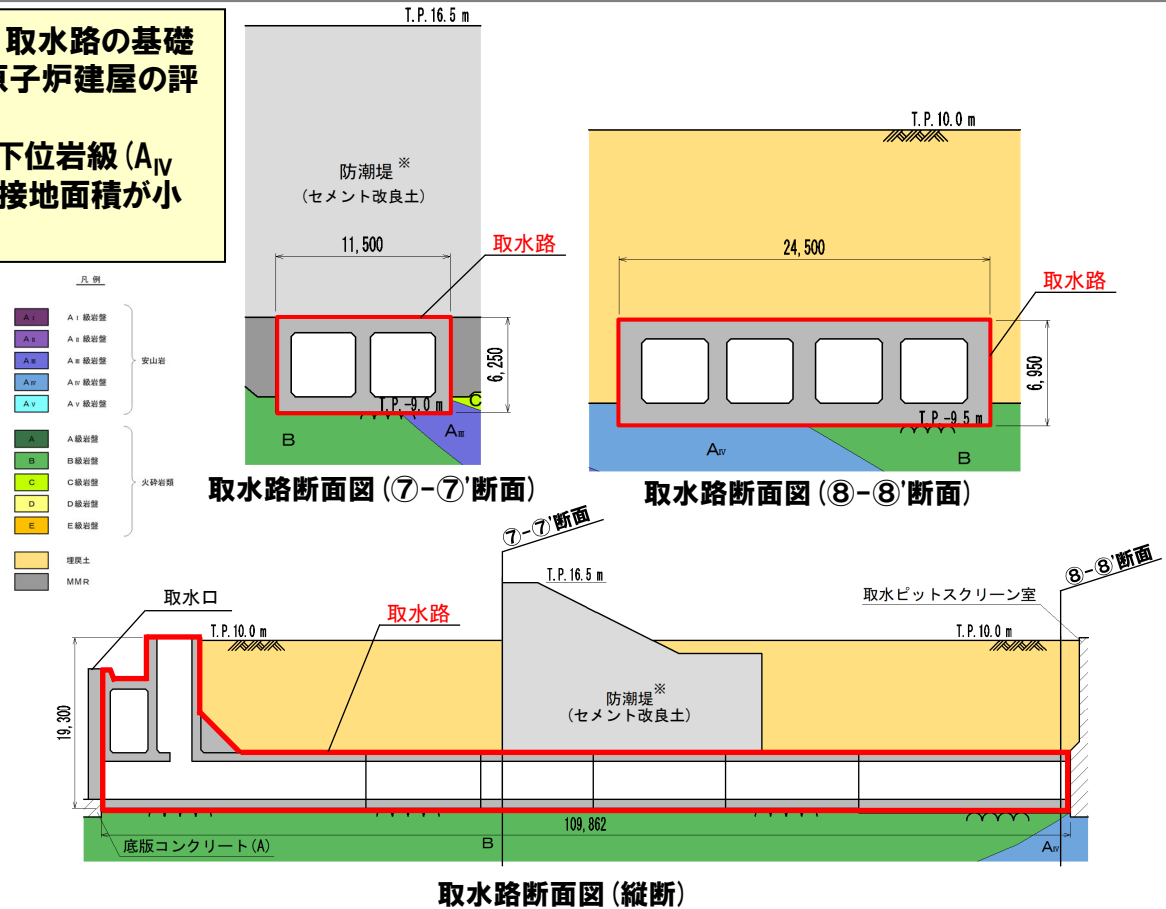
□: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

3.2 代表施設の選定

④グループAの評価対象施設の比較結果 (9/10)

○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) のうち, 取水路の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

- ・基礎地盤の岩級はA_{III}級, A_{IV}級及びB級であり, 下位岩級 (A_{IV}級) が分布するものの, 施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。



※津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	施設の接地面積 (m ²)	
		各施設重量 原子炉建屋重量	各施設接地面積 原子炉建屋接地面積
原子炉建屋 (参考)	2,344	—	4,610
取水路	144	0.06	1,270

□: 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。

3.2 代表施設の選定

④グループAの評価対象施設の比較結果 (10/10)

○グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外) のうち, 取水口及び貯留堰※の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により原子炉建屋の評価に代表させる。

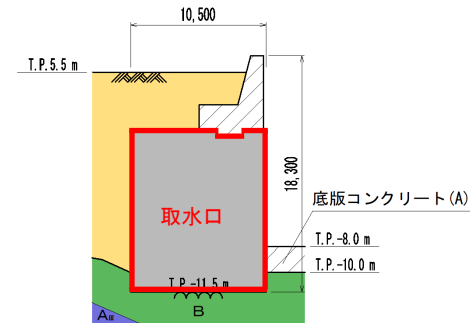
【取水口】

- ・基礎地盤の岩級はB級岩盤であり, 下位岩級は分布していない。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さく, 地中構造物である。

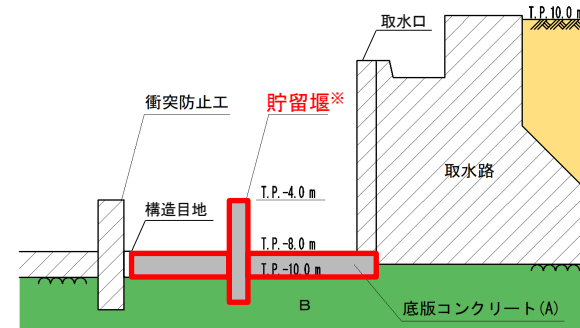
【貯留堰※】

- ・基礎地盤の岩級はB級岩盤であり, 下位岩級は分布していない。
- ・施設の重量, 接地圧及び接地面積が小さい。

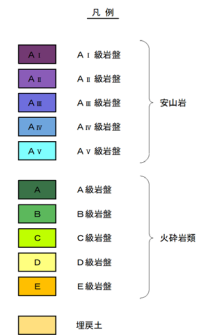
※津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。



取水口断面図



貯留堰断面図



基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	各施設重量		施設の接地面積 (m ²)	各施設接地面積	
		原子炉建屋重量			原子炉建屋接地面積	
原子炉建屋 (参考)	2,344	—		4,610	—	
取水口	203	0.09		870	0.19	
貯留堰	26	0.01		452	0.10	

□: 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。

3.2 代表施設の選定

⑤代表施設の選定結果まとめ(グループB)

- グループB(T.P.10m盤より高標高)の施設について、代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因の比較を行った結果、影響要因の番号付与数が最多となった緊急時対策所を代表施設に選定した(詳細は、次頁～P65参照)。
- なお、緊急時対策所については、指揮所及び待機所があるが、その構造形式は同一であることから、施設の重量、接地面積及び接地圧は同じである。

対象施設の諸元及び代表施設の選定理由

評価対象施設	代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因				該当する 影響要因	代表施設の選定理由	
	(i) 基礎地盤 の岩級	(ii) 施設の重量(MN) ()は施設の接地圧(N/mm ²)	(iii) 施設の接地 面積(m ²)	(iv) 設置位置の地形			
代表施設に選定 緊急時対策所	指揮所	C級	20 (0.08)	250	施設の前面と背面に高低差がある形状である。	(ii), (iii), (iv)	・緊急時対策所は、施設の重量及び施設の接地面積が最大であることから、代表施設に選定する。
	待機所	C級	20 (0.08)	250	施設の前面と背面に高低差がある形状である。	(ii), (iii), (iv)	
空調上屋	指揮所用	C級	17 (0.07)	250	施設の前面と背面に高低差がある形状である。	(iii), (iv)	・緊急時対策所に比べ、施設の重量及び接地圧が小さいことから、緊急時対策所の評価に代表させる。
	待機所用	C級	17 (0.07)	250	施設の前面と背面に高低差がある形状である。	(iii), (iv)	
燃料タンク(SA)室※	C級	10 (0.11) (地中構造物)	90	施設の前面と背面に高低差がある形状である。	(iv)	・緊急時対策所に比べ、施設の重量及び接地面積が小さく、地中構造物であることから、緊急時対策所の評価に代表させる。	
代替非常用発電機	A _{III} 級	1.2 (0.60)	2	施設の前面と背面に高低差がある形状である。	(iv)	・緊急時対策所に比べ、施設の接地圧が大きいものの、施設の重量及び接地面積が著しく小さいことから、緊急時対策所の評価に代表させる。	

※燃料タンク(SA)室は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

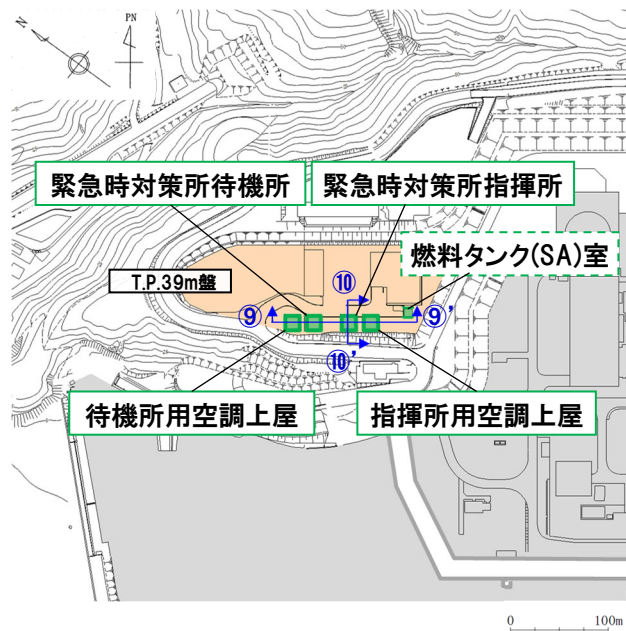
■ : 番号を付与する影響要因 ■ : 影響要因の番号付与数が多い □ : 選定した代表施設

3.2 代表施設の選定

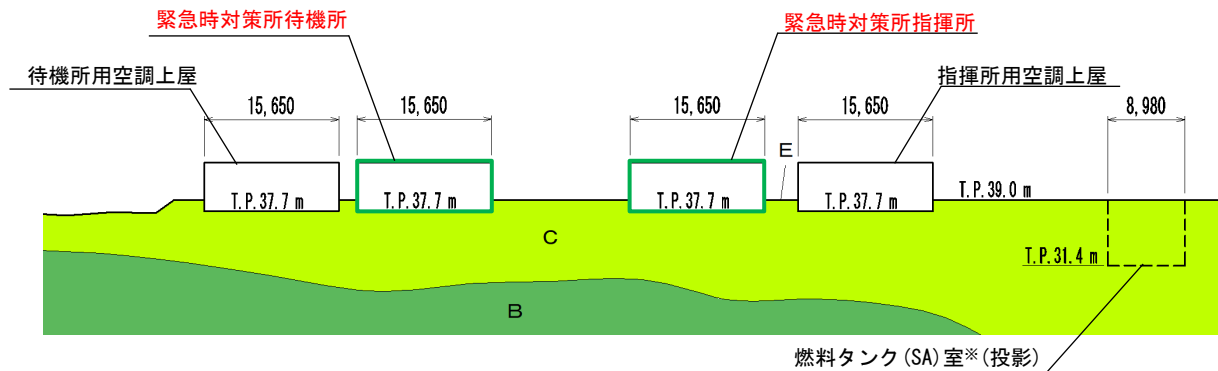
⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (1/3)

○グループB (T.P.10m盤より高標高) の施設に対する基礎地盤安定性評価については、影響要因の比較を実施した結果、以下の理由により影響要因の番号付与数が最多であることから、緊急時対策所を代表施設に選定する。

- ・施設の重量及び接地面積が最大である。
- ・施設の前面と背面に高低差がある。

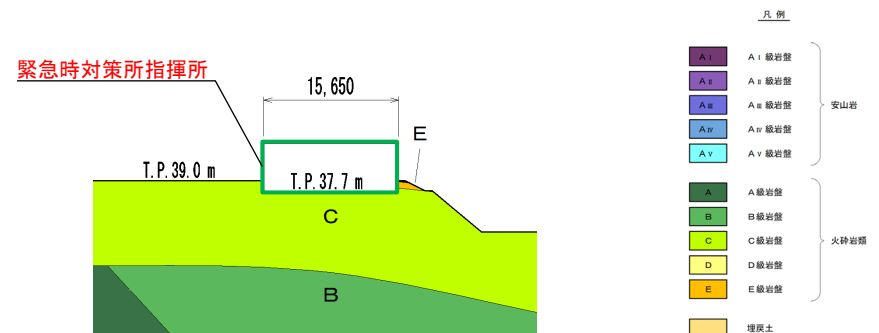


対象施設位置図



緊急時対策所断面図 (9-9' 断面)

※燃料タンク (SA) 室は、配置や構造等が変更となる可能性がある。



緊急時対策所断面図 (10-10' 断面)

3.2 代表施設の選定

⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (2/3)

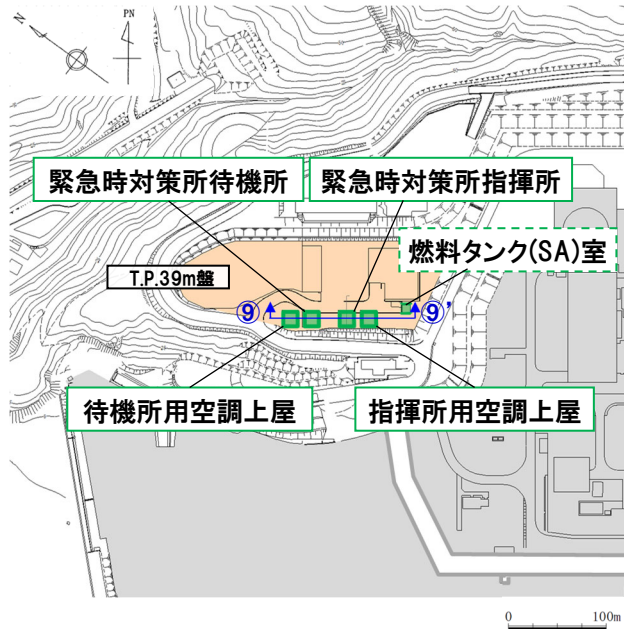
○グループB (T.P.10m盤より高標高) のうち、空調上屋及び燃料タンク (SA) 室※1の基礎地盤安定性評価については、以下の理由により緊急時対策所の評価に代表させる。

【指揮所用空調上屋及び待機所用空調上屋】

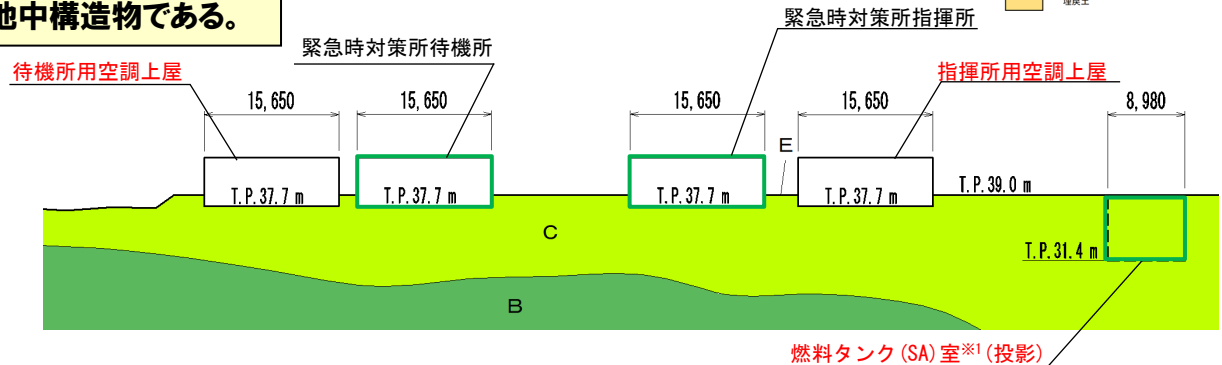
- ・基礎地盤の岩級はC級岩盤で同等である。
- ・施設の重量及び接地圧が小さい。

【燃料タンク (SA) 室※1】

- ・基礎地盤の岩級はC級岩盤で同等である。
- ・施設の重量、接地圧及び接地面積が小さく、地中構造物である。



対象施設位置図



空調上屋及び燃料タンク (SA) 室断面図 (⑨-⑨' 断面)

※1 燃料タンク (SA) 室は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	各施設重量		施設の接地面積 (m ²)	各施設接地面積	
		緊急時対策所重量			緊急時対策所接地面積	
緊急時対策所 (参考)	20	—		250	—	
空調上屋※2	17	0.85		250	1.00	
燃料タンク (SA) 室	10	0.50		90	0.36	

※2 空調上屋については、指揮所用空調上屋及び待機所用空調上屋があるが、その構造形式は同一であることから、施設の重量、接地面積及び接地圧は同じである。

3.2 代表施設の選定

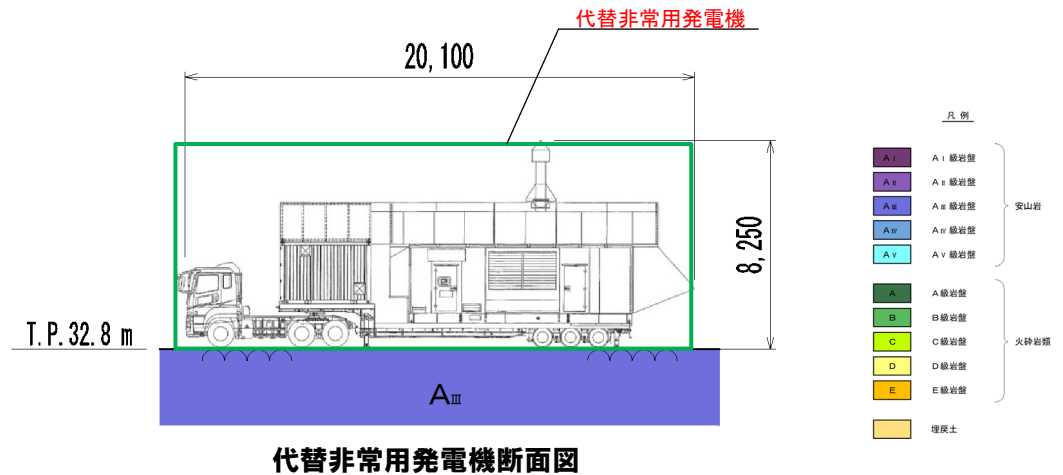
⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (3/3)

○グループB (T.P.10m盤より高標高) の施設のうち、代替非常用発電機の基礎地盤安定性評価については、以下の理由により緊急時対策所の評価に代表させる。

- ・基礎地盤の岩級はA_{III}級岩盤であり、下位岩級は分布していない。
- ・施設の重量及び接地面積が著しく小さい。



対象施設位置図



代替非常用発電機断面図

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN)	各施設重量		施設の接地面積 (m ²)	各施設接地面積	
		緊急時対策所重量	緊急時対策所重量		緊急時対策所接地面積	緊急時対策所接地面積
緊急時対策所 (参考)	20	—	—	250	—	—
代替非常用発電機	1.2	0.6	0.6	2	0.008	0.008

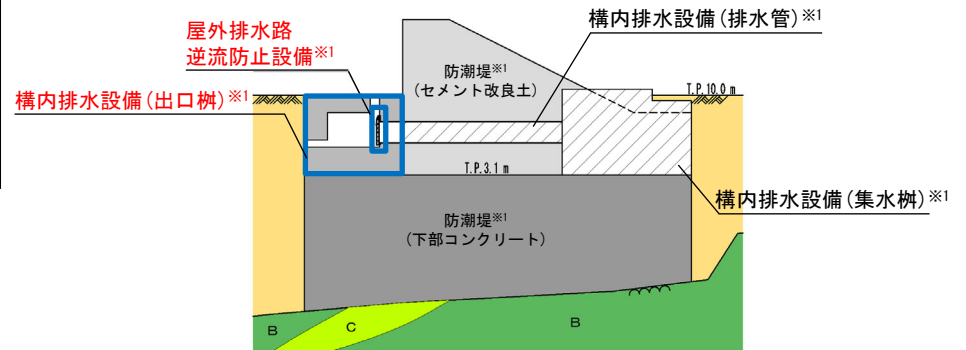
3.2 代表施設の選定

⑦グループCの評価対象施設の比較結果 (1/3)

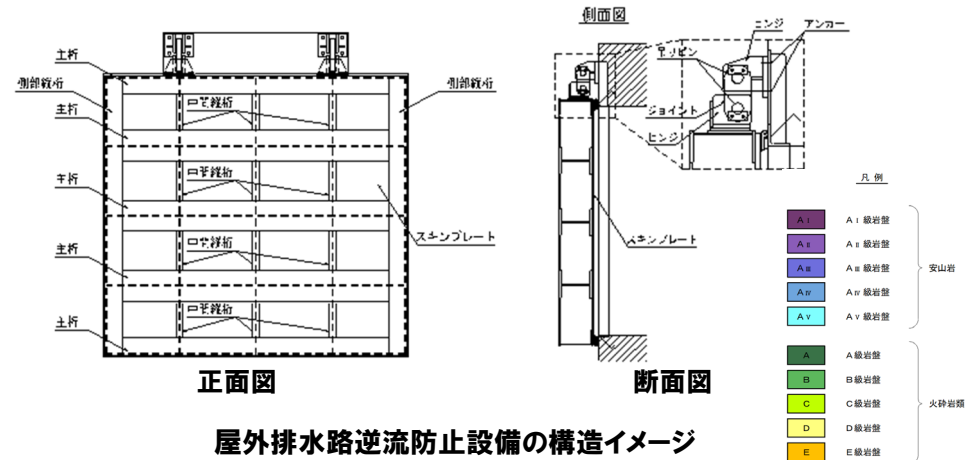
○グループC (T.P.10m盤以下, 防潮堤) の評価対象施設のうち, 屋外排水路逆流防止設備^{※1,2}及び構内排水設備 (出口桝)^{※1,3}の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により防潮堤^{※1}の評価に代表させる。

- ・防潮堤と同様な地盤に支持される。
- ・施設の重量及び接地面積が小さく, 地中構造物である。

※1 津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。
 ※2 屋外排水路逆流防止設備は, 防潮堤に支持される構内排水設備 (出口桝) 内に設置される地中構造物である。
 ※3 構内排水設備 (出口桝) は, 屋外排水路逆流防止設備を間接支持し, 防潮堤に支持される地中構造物である。



構内排水設備 (出口桝) 及び屋外排水路逆流防止設備断面図



屋外排水路逆流防止設備の構造イメージ

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN) (() は施設の接地圧 (N/mm ²))	接地面積 (m ²)
屋外排水路逆流防止設備及び構内排水設備 (出口桝)	11 (0.14)	80

□: 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。

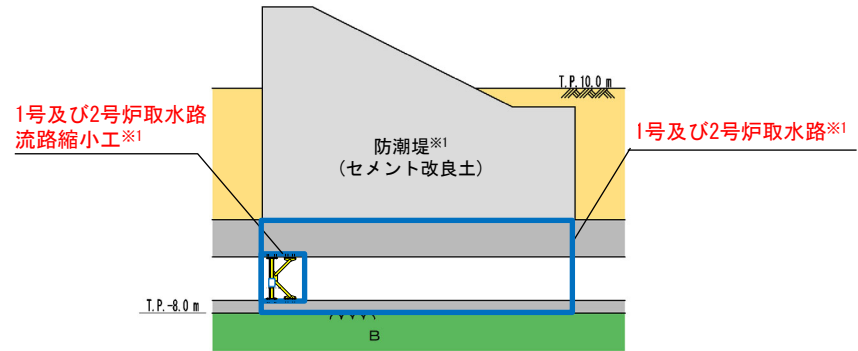
3.2 代表施設の選定

⑦グループCの評価対象施設の比較結果 (2/3)

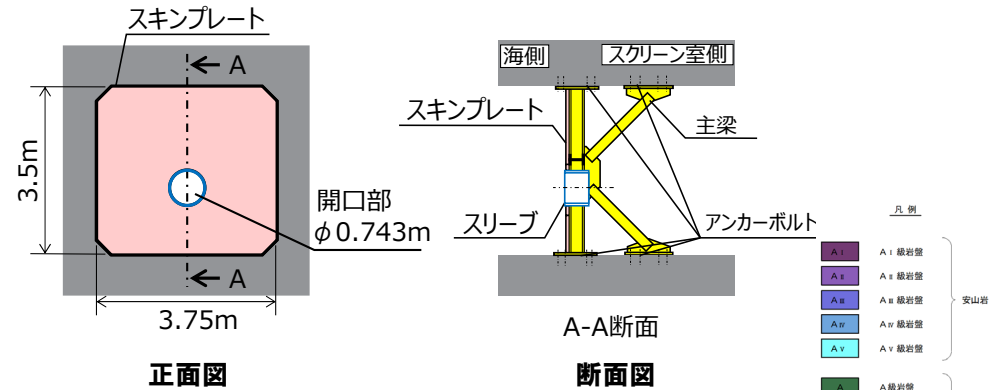
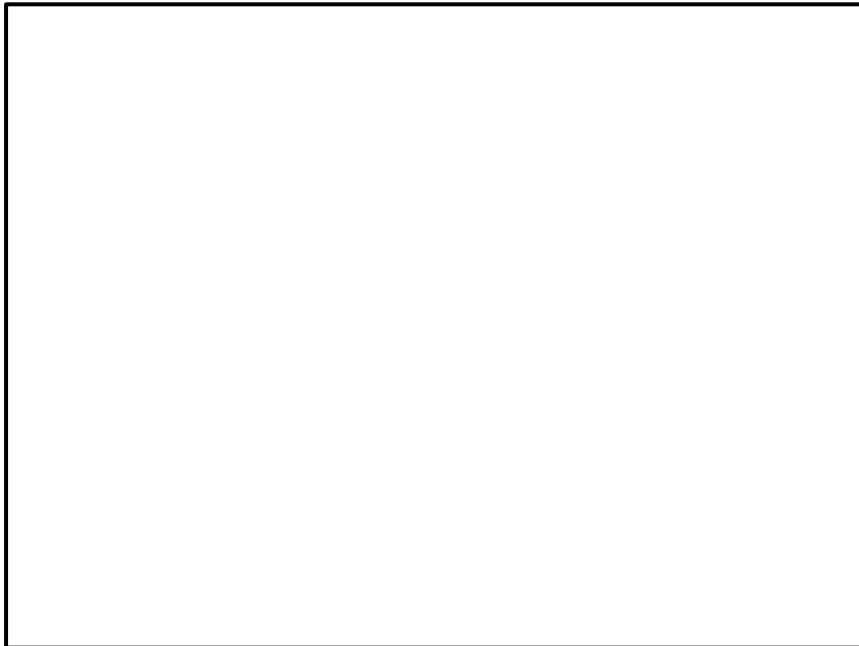
○グループC (T.P.10m盤以下, 防潮堤) の評価対象施設のうち, 1号及び2号炉取水路流路縮小工^{※1.2}並びに1号及び2号炉取水路^{※1.3}の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により防潮堤の評価に代表させる。

- ・防潮堤と同様な地盤に支持される。
- ・施設の重量及び接地面積が小さく, 地中構造物である。

※1 津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。
 ※2 1号及び2号炉取水路流路縮小工は, 防潮堤を間接支持する1号及び2号炉取水路内に設置される地中構造物である。
 ※3 防潮堤を間接支持する地中構造物である。



1号及び2号炉取水路流路縮小工並びに1号及び2号炉取水路断面図



1号及び2号炉取水路流路縮小工の構造イメージ

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN) (() は施設の接地圧 (N/mm ²))	接地面積 (m ²)
1号及び2号炉取水路流路縮小工 並びに1号及び2号炉取水路	80 (0.16)	500

□: 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。

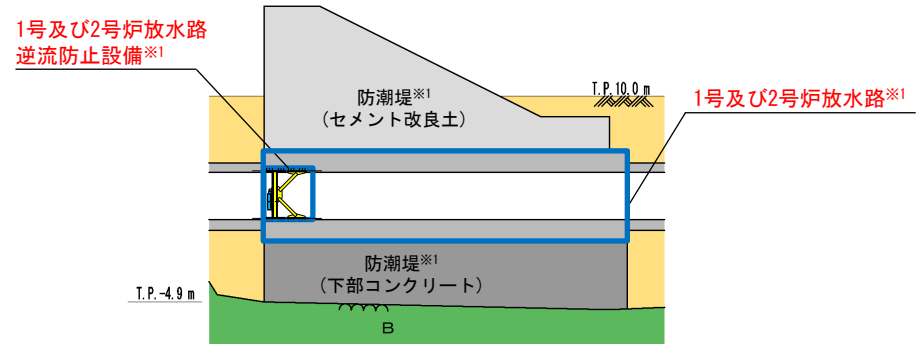
3.2 代表施設の選定

⑦グループCの評価対象施設の比較結果 (3/3)

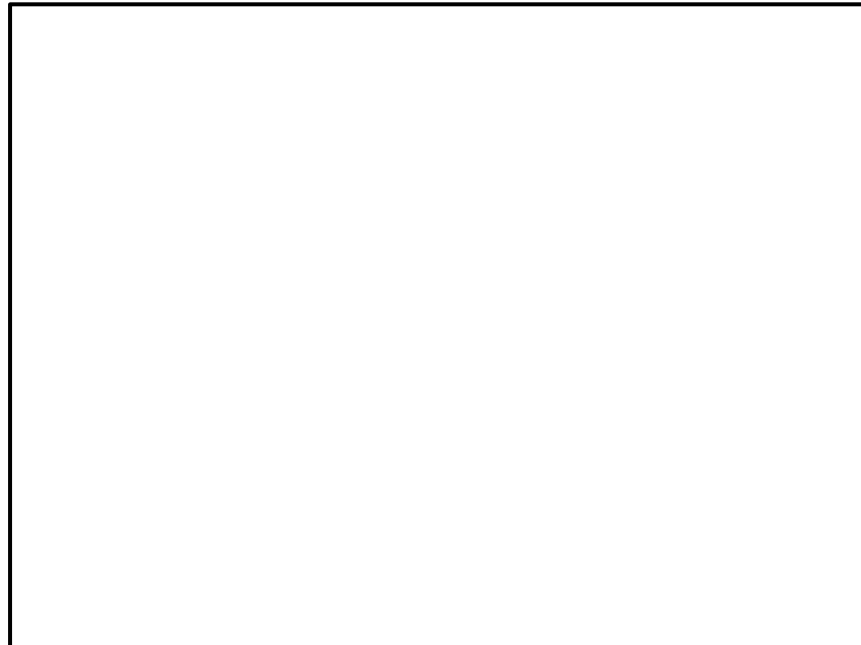
○グループC (T.P.10m盤以下, 防潮堤) の評価対象施設のうち, 1号及び2号炉放水路逆流防止設備※1,2並びに1号及び2号炉放水路※1,3の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により防潮堤の評価に代表させる。

- ・防潮堤と同様な地盤に支持される。
- ・施設の重量及び接地面積が小さく, 地中構造物である。

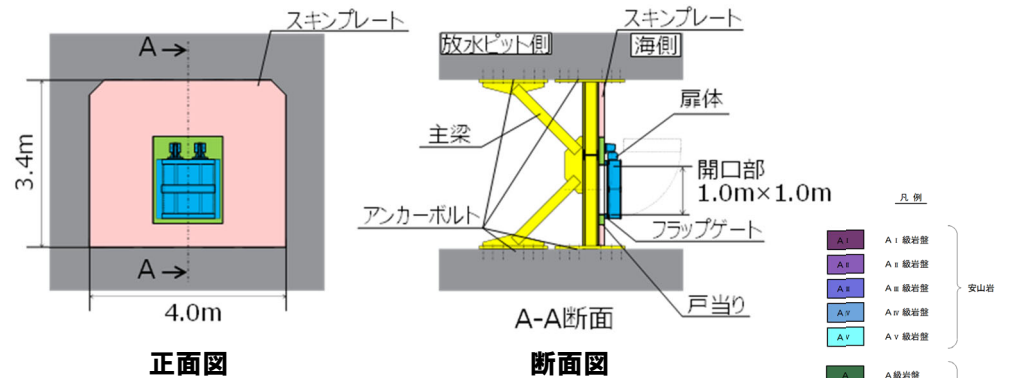
※1 津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。
 ※2 1号及び2号炉放水路逆流防止設備は, 防潮堤を間接支持する1号及び2号炉放水路内に設置される地中構造物である。
 ※3 1号及び2号炉放水路は, 防潮堤に間接支持される地中構造物である。



1号及び2号炉放水路逆流防止設備並びに1号及び2号炉放水路断面図



□: 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号及び2号炉放水路逆流防止設備の構造イメージ

基本設計段階における施設の重量及び接地面積

対象施設	施設の重量 (MN) (() は施設の接地圧 (N/mm ²))	接地面積 (m ²)
1号及び2号炉放水路逆流防止設備 並びに1号及び2号炉放水路	50 (0.10)	520

余白

3.3 評価対象断面の選定

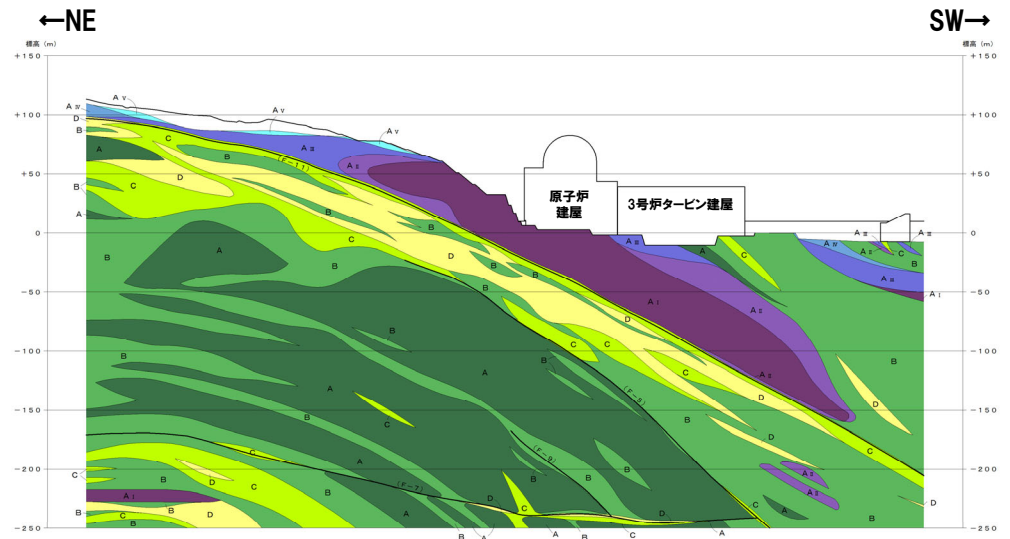
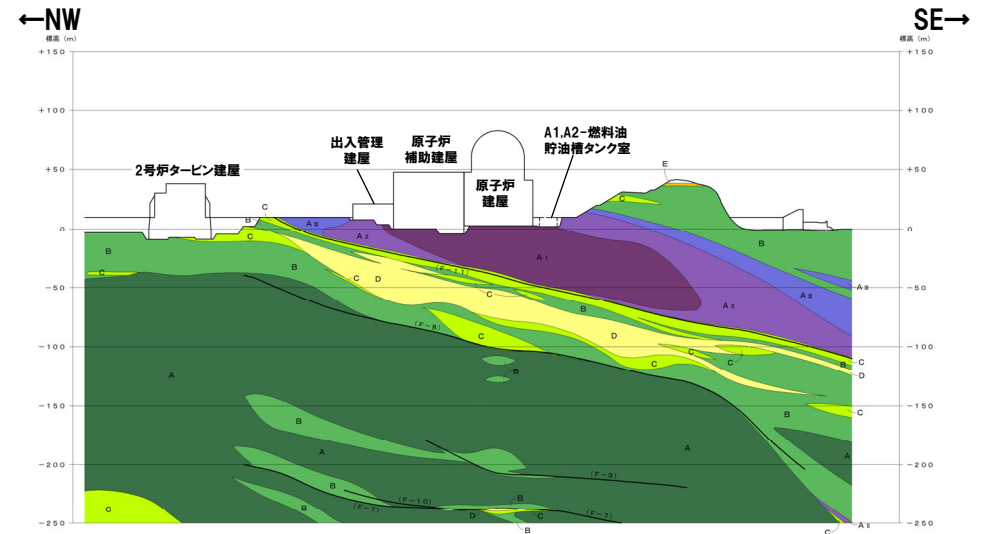
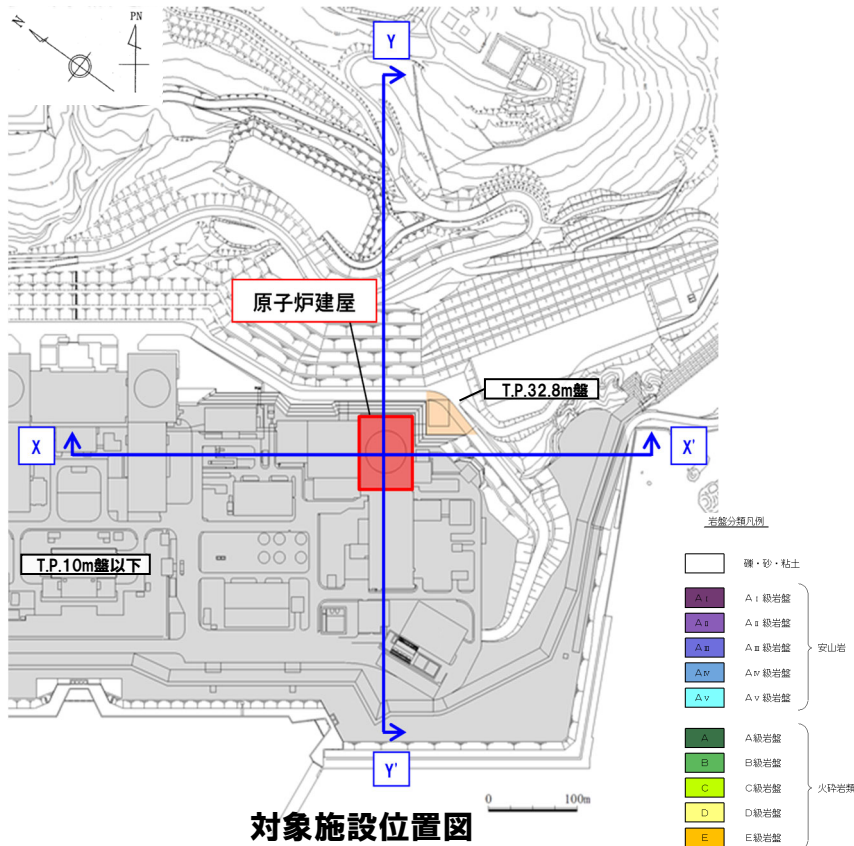
① 評価対象断面の選定の考え方

- 各グループの代表施設に選定した原子炉建屋及び緊急時対策所については、地形及び地質・地質構造を考慮して、評価対象施設を直交する2断面を設定する（詳細は、次頁～P74参照）。

②原子炉建屋の評価対象断面

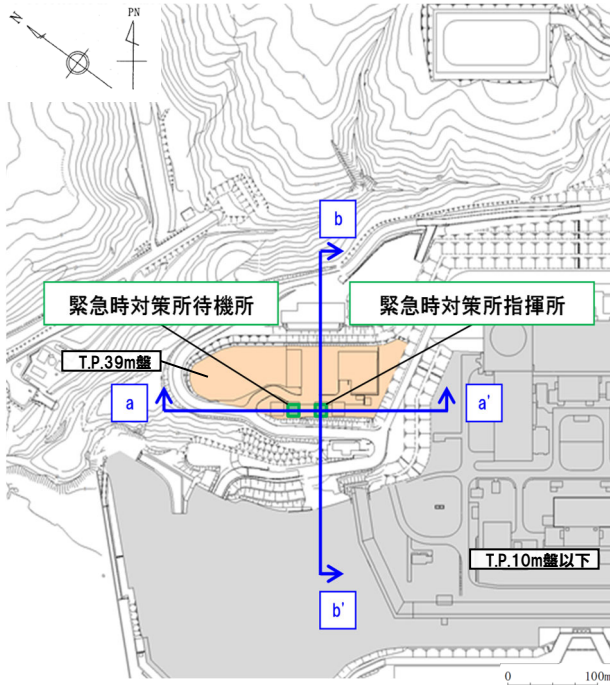
○グループAの代表施設である原子炉建屋の基礎地盤の評価対象断面は、地形及び地質・地質構造を考慮し、炉心で直交する2断面（炉心海山直交方向：X-X'断面，炉心海山方向：Y-Y'断面）とした。

○評価対象断面（X-X'断面及びY-Y'断面）において、原子炉建屋に隣接する施設のモデル化については、P98～P99に示す。



③緊急時対策所の評価対象断面(1/2)

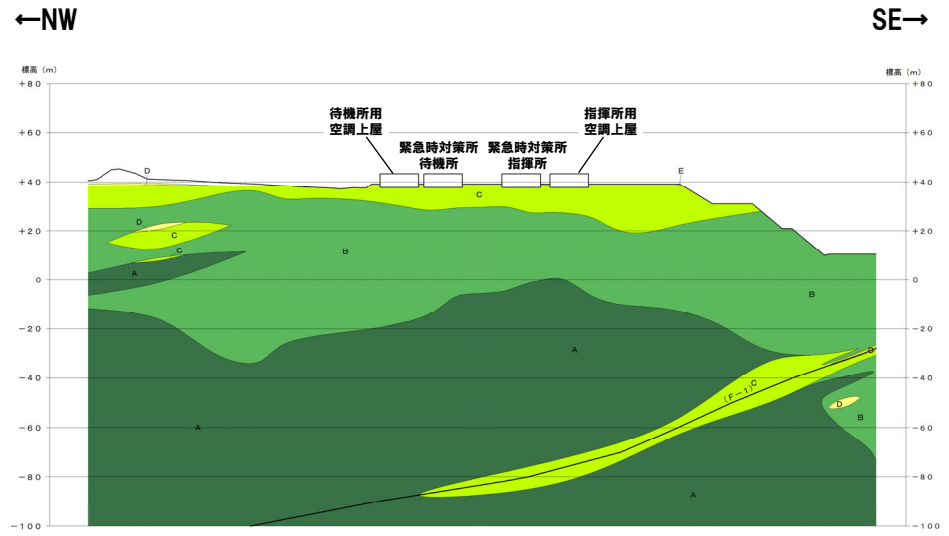
- グループBの代表施設である緊急時対策所基礎地盤の評価対象断面は、緊急時対策所が指揮所と待機所があることから、地形及び地質・地質構造を考慮し、以下の2断面とした。
 - ・緊急時対策所指揮所及び緊急時対策所待機所の中心を通る、海山直交方向の断面であるa-a'断面
 - ・緊急時対策所指揮所の中心を通る、海山方向の断面であるb-b'断面(選定理由の詳細は、次頁参照)
- 評価対象断面(a-a'断面及びb-b'断面)において、緊急時対策所に隣接する施設のモデル化については、P100~P101に示す。



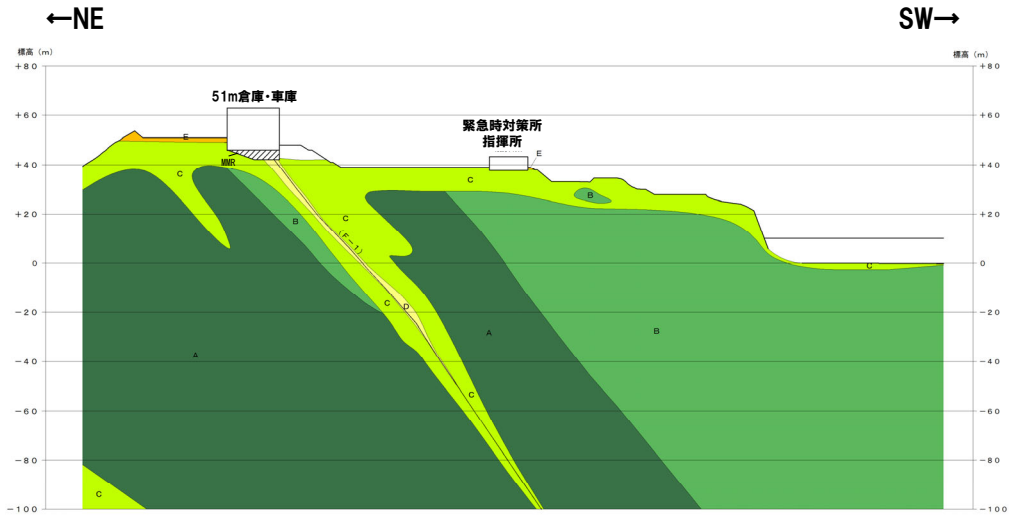
対象施設位置図

岩盤分類凡例

□	硬・砂・粘土	
△ _I	A _I 級岩盤	安山岩
△ _{II}	A _{II} 級岩盤	
△ _{III}	A _{III} 級岩盤	
△ _{IV}	A _{IV} 級岩盤	
△ _V	A _V 級岩盤	
△	A級岩盤	火砕岩類
△	B級岩盤	
△	C級岩盤	
△	D級岩盤	
△	E級岩盤	



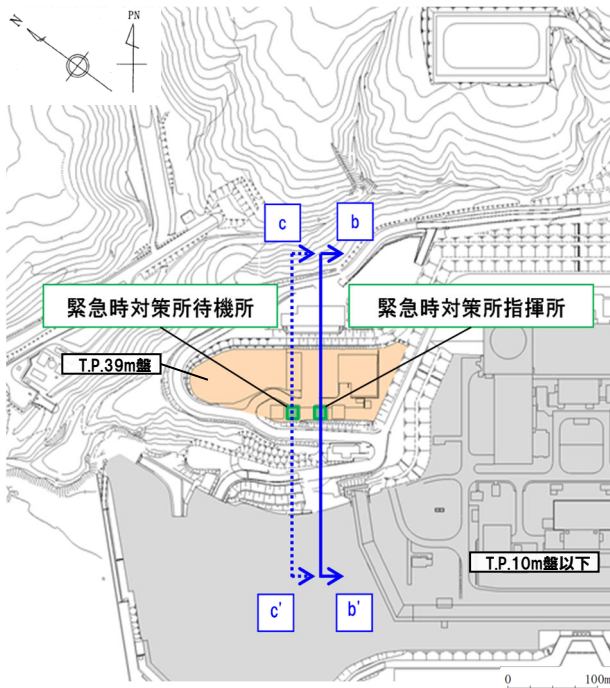
鉛直岩盤分類図 : a-a'断面



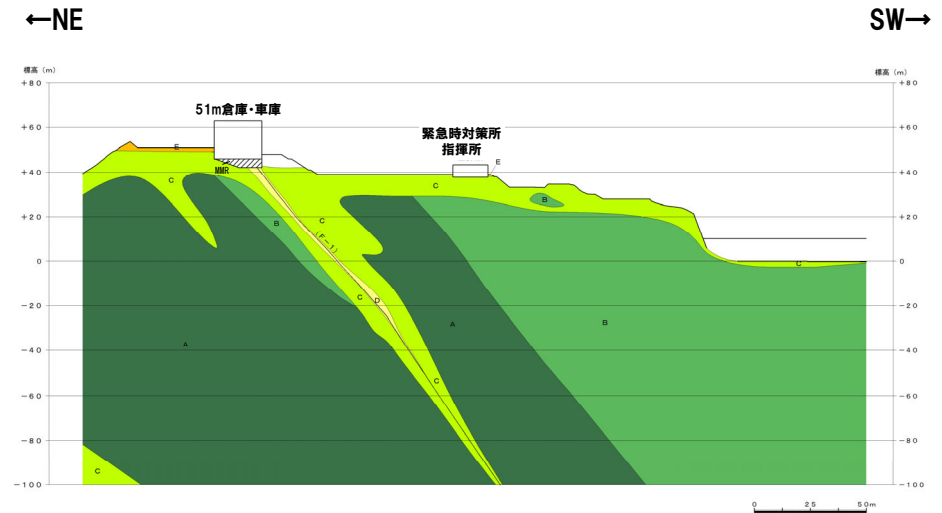
鉛直岩盤分類図 : b-b'断面

③緊急時対策所の評価対象断面(2/2)

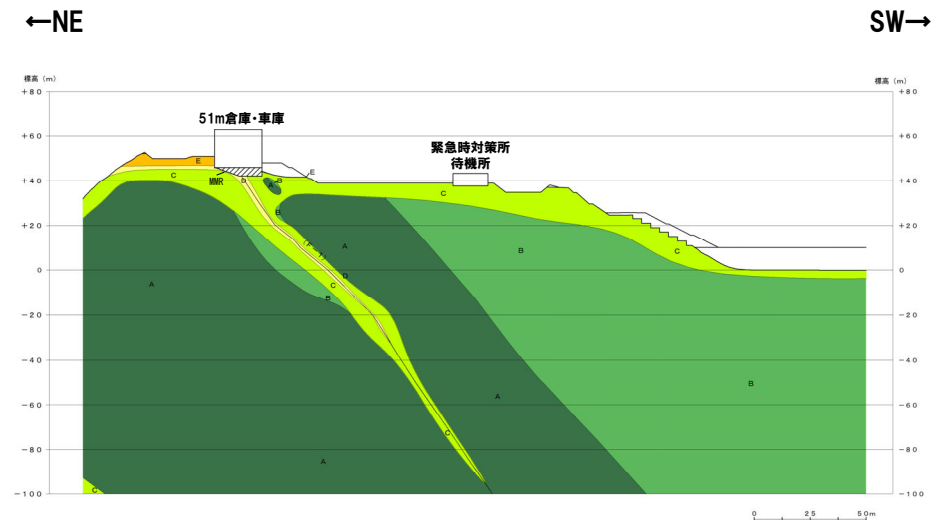
○緊急時対策所は、指揮所と待機所があることから、それぞれの建屋中心を通る、海山方向の断面について比較を行った。
○緊急時対策所指揮所中心を通る断面(b-b'断面)と緊急時対策所待機所中心を通る断面(c-c'断面)については、緊急時対策所指揮所と緊急時対策所待機所の構造形式が同一であり、地形及び地質・地質構造も大きく変わらないことから、基礎地盤安定性評価上大きな相違はないと考えられるため、緊急時対策所指揮所中心を通る断面に評価を代表させた。



対象施設位置図



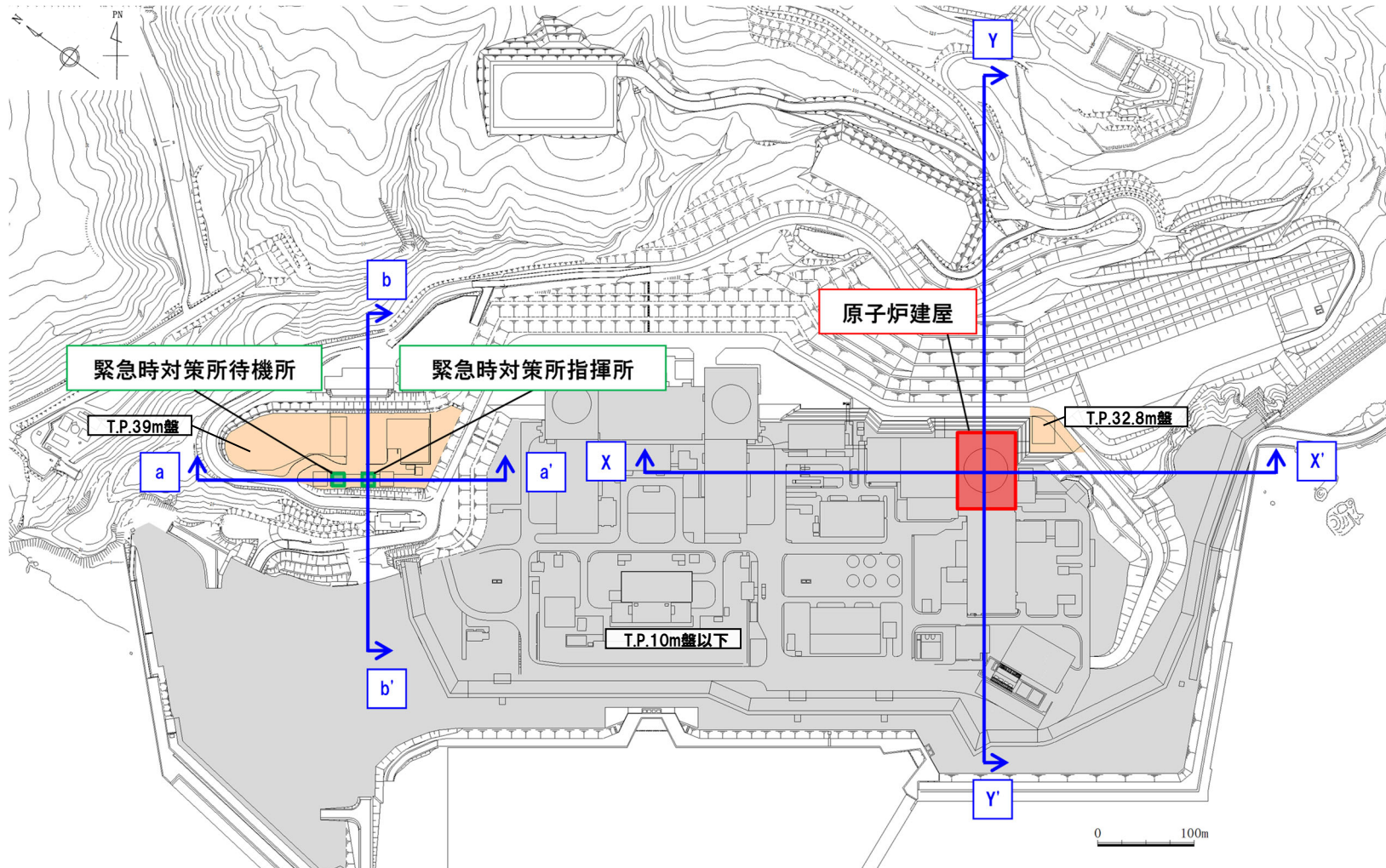
鉛直岩盤分類図:緊急時対策所指揮所中心を通る断面(b-b'断面)



鉛直岩盤分類図:緊急時対策所待機所中心を通る断面(c-c'断面)

④原子炉建屋及び緊急時対策所の評価対象断面の選定結果

- 原子炉建屋及び緊急時対策所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'断面及びb-b'断面の4断面とした。



評価対象断面位置図

余白

3.4 解析用物性値

①解析用物性値の考え方(1/2)

- 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。
- 評価対象施設の地盤安定性評価において、各解析断面で使用する解析用物性値は、以下の理由により、3号炉エリアと1,2号炉エリアで別個に設定して使用することを基本とした(3号炉エリアと1,2号炉エリアの解析用物性値を使用する範囲は、次頁参照)。
 - ・3号炉原子炉建屋の設置位置付近には主に安山岩が分布し、1,2号炉原子炉建屋の設置位置付近には火砕岩類が分布している(P20参照)。
 - ・3号炉エリア及び1,2号炉エリアの安定性評価において使用する解析用物性値は、それぞれの位置でボーリング調査、試掘坑調査等を実施し、解析用物性値設定のための各種岩石試験、岩盤試験及び土質試験を行うことにより、別個に整理している(3号炉調査の概要等をP79に、1,2号炉調査の概要等をP81に示す)。
- また、敷地造成に用いた掘削岩砕(3号埋戻土及び1,2号埋戻土)の解析用物性値は、以下の理由により、3号炉エリアと1,2号炉エリアを別個に設定して使用した(埋戻土の分布範囲については、補足説明資料1章参照)。
 - (3号埋戻土)
 - ・3号埋戻土の材料(岩砕)は、安山岩主体であり、3号炉原子炉建屋、タービン建屋等及びそれらに付帯する諸設備の敷地造成並びに基礎掘削から発生したものである。
 - ・3号埋戻土の解析用物性値は、3号炉建設時の平成12年度に敷地(主にT.P.10m盤)を造成する掘削岩砕を対象とした物性値試験を行うこと等により設定した。
 - (1,2号埋戻土)
 - ・1,2号埋戻土の材料(岩砕)は、火砕岩主体であり、発電所の西斜面丘陵地の一部、1,2号炉原子炉補助建屋、タービン建屋及びそれらに付帯する諸設備の敷地造成並びに基礎掘削から発生したものである。
 - ・1,2号埋戻土の解析用物性値は、1,2号炉建設時の昭和57年度に敷地(主にT.P.10m盤)を造成する掘削岩砕を対象とした物性値試験を行うこと等により設定した。
- 基礎地盤の及び周辺斜面の安定性評価において使用する解析用物性値及びその根拠については、P78～P93及び補足説明資料1章に示す。

3.4 解析用物性値

①解析用物性値の考え方(2/2)

- 3号炉エリアと1,2号炉エリアの解析用物性値を使用する範囲は、下図に示すとおりである。
- 代表施設に選定した原子炉建屋は3号炉エリアに、緊急時対策所は1,2号炉エリアに設置されており、防潮堤は1,2号炉エリアと3号炉エリアに跨って設置されている。
- なお、地盤安定性評価において支配的な物性値である岩盤の強度特性については、3号炉エリアと1,2号炉エリアで同一の物性値を設定していることから、エリアの違いは代表施設の選定においては考慮していない。

3.4 解析用物性値

②-1 解析用物性値の根拠:岩盤, 表土及び埋戻土 (3号炉エリア)

○安山岩, 火砕岩類, 表土及び埋戻土 (3号炉エリア) の解析用物性値の設定の根拠を下表に示す。
 ○なお, 安山岩のうち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うえで, 一部の物性値については, 下位岩級を使用した (詳細は, 補足説明資料1章参照)。

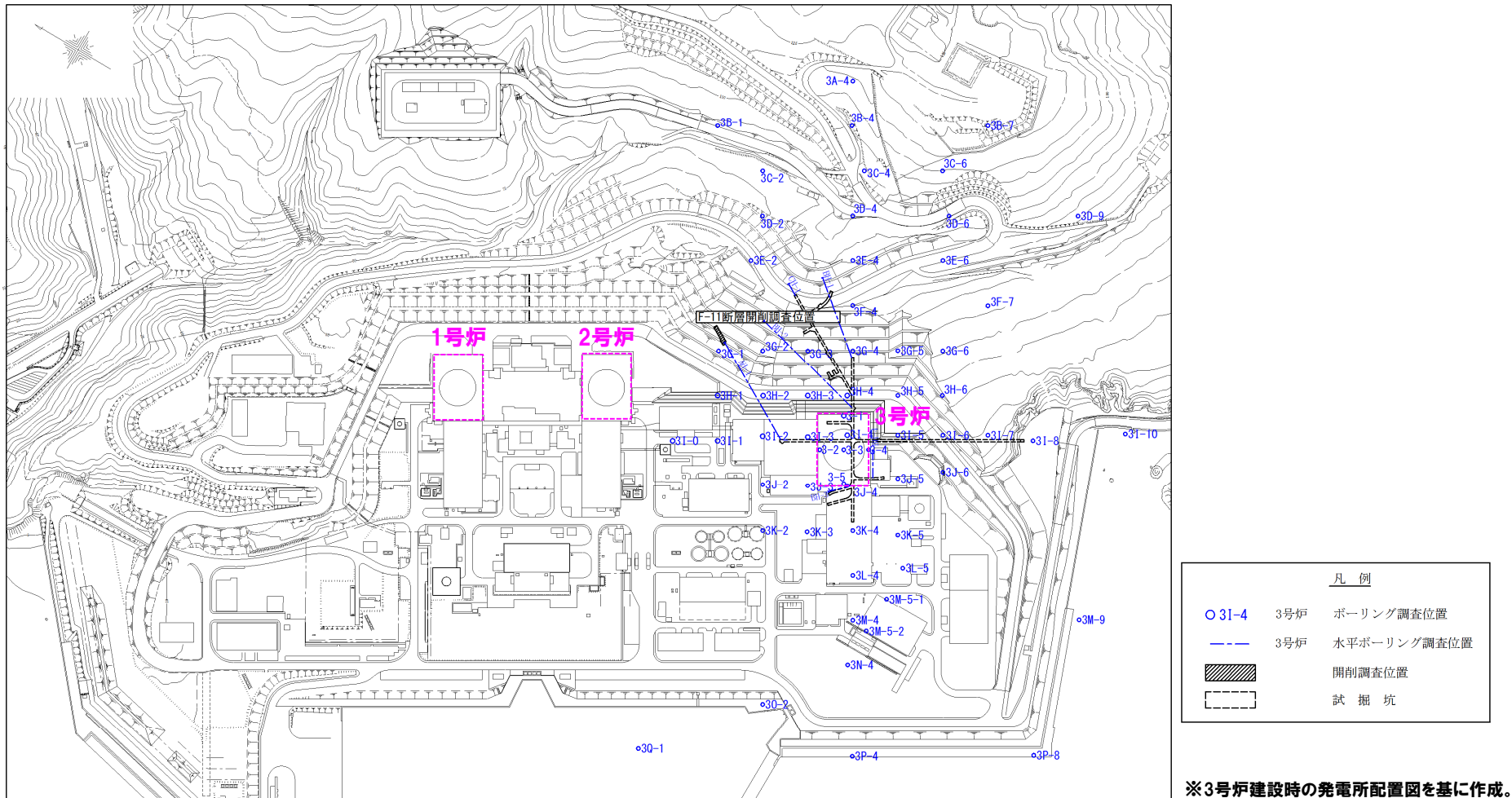
特性 項目 岩種 岩盤分類	物理特性	強度特性			変形特性					
		密度 ρ	せん断強度 τ_0	内部摩擦角 ϕ	残留強度 τ	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 E_s	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h
安山岩	A _I 級	密度試験 (建設省編「土木試験基準(案)」に準拠)	岩盤せん断試験※3		摩擦抵抗試験※3	岩盤変形試験※3	一軸圧縮試験 岩石の圧縮強さ試験 方法 (JIS M 0302) に準拠	PS検層※2によるS 波速度及び密度に より算出	PS検層※2による P波速度及びS 波速度により算 出	文献※4を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

※1 地盤工学会編「土質試験の方法と解説」に準拠。
 ※2 地盤工学会編「地盤調査法」に準拠。
 ※3 土木学会編「原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針」に準拠。
 ※4 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。
 ※5 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。
 ※6 設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007)を参照。

3.4 解析用物性値

(参考) 3号炉調査概要及び調査位置図

- 3号炉に対する各種岩石試験, 岩盤試験及び土質試験を実施するため, 3号炉建設時にボーリング調査, 試掘坑調査等を実施した。
- 3号炉建設時におけるボーリング調査位置, 試掘坑等を下図に示す。



調査位置図※

0 50 100 150 200 250m

※3号炉建設時の発電所配置図を基に作成。

3.4 解析用物性値

②-2 解析用物性値の根拠：岩盤、表土及び埋戻土（1,2号炉エリア）

- 安山岩、火砕岩類、表土及び埋戻土（1,2号炉エリア）の解析用物性値の設定の根拠を下表に示す。
- 安山岩の解析用物性値は、3号炉エリアの解析用物性値を使用した。
- 火砕岩類E級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号炉エリアと3号炉エリアの物理特性（飽和密度）及び動的変形特性（P波速度・S波速度及び動ポアソン比）が概ね同等の値であることから、3号炉エリアの解析用物性値を使用した（詳細は、補足説明資料1章参照）。
- 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号表土と3号表土の物理特性（飽和密度）及び動的変形特性（P波速度・S波速度及び動ポアソン比）が概ね同等の値であることから、3号表土の解析用物性値を使用した（詳細は、補足説明資料1章参照）。

特性 項目 岩種 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 _{II} 級 A _{III} 級 A _{IV} 級 A _V 級	3号炉エリアの解析用物性値を使用									
火砕岩類 A級 B級 C級 D級 E級	密度試験 (建設省編「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によるS 波速度及び密度に より算出	PS検層※2による P波速度及びS 波速度により算 出	文献※4を基に設定	文献※4を基に設定	
1,2号表土	密度試験※1				文献※4を基に設定					3号炉エリアの解析 用物性値を使用
1,2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※5を基に設定	動的変形試験※1	PS探査※2による P波速度及びS 波速度により算 出	動的変形試験※1		

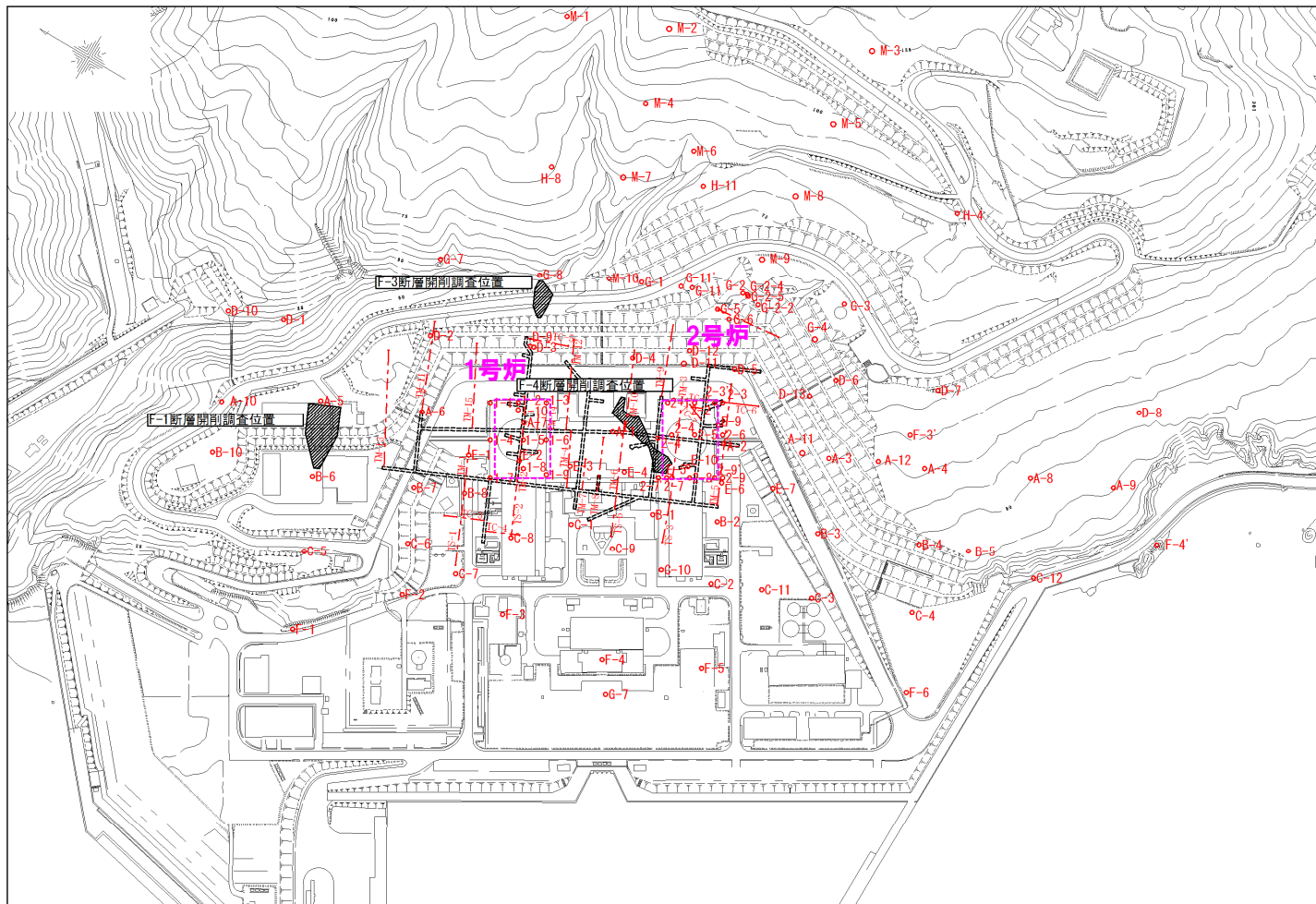
※1 地盤工学会編「土質試験の方法と解説」に準拠。
 ※2 地盤工学会編「地盤調査法」に準拠。
 ※3 土木学会編「原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針」に準拠。
 ※4 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術(技術資料)(土木学会, 2009)を参照。
 ※5 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987(日本電気協会)を参照。

□ : 3号炉エリアの解析用物性値と共通。

3.4 解析用物性値

(参考) 1,2号炉調査概要及び調査位置図

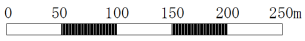
- 1,2号炉に対する各種岩石試験, 岩盤試験及び土質試験を実施するため, 1,2号炉建設時にボーリング調査, 試掘坑調査等を実施した。
- 1,2号炉建設時におけるボーリング調査位置, 試掘坑等を下図に示す。



凡 例	
○ C-7	1,2号炉 ボーリング調査位置
- - -	1,2号炉 水平ボーリング調査位置
▨	開削調査位置
---	試掘坑

※1,2号炉建設時の発電所配置図を基に作成。

調査位置図※



3.4 解析用物性値

②-3 解析用物性値の根拠:断層

- 断層の解析用物性値の設定の根拠を下表に示す。
 ○F-7断層, F-9断層及びF-10断層は, ボーリング調査で認められた断層であることから, 1,2号炉調査におけるF-1断層及びF-2断層～F-6断層並びに3号炉調査におけるF-11断層と物理試験結果を比較した上で, 物理特性が類似しているF-2断層～F-6断層の解析用物性値を使用した(詳細は補足説明資料1章参照)。

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～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 地盤工学会編「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 建設省編「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。

3.4 解析用物性値

②-4 解析用物性値の根拠:As1, As2, Ac及びDs

○沖積層に相当する砂層 (As1及びAs2) ※1, 粘土・シルト層 (Ac) 並びにMIS5eより古い海成層 (Ds) ※2 の解析用物性値の設定の根拠を下表に示す。

※1 沖積層に相当する砂層については、N値の大きさによって、 $N < 30$ をAs1層、 $N \geq 30$ をAs2層に分類し、別個に解析用物性値を設定した(詳細は補足説明資料1章参照)。

※2 MIS5eより古い海成層 (Ds) の解析用物性値については、以下の理由から、ボーリングコアから採取した試料を用いて、各種土質試験を行うこと等により設定した(詳細は補足説明資料1章参照)。

- ・当該層は、耐震重要施設である防潮堤の北側端部の周辺斜面に分布する。
- ・当該層は、砂を主体とする単層である。

特性 項目 岩種 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
As1	密度試験 土の湿潤密度 試験 (JIS A 1225) に準拠	三軸圧縮試験 地盤工学会編「地盤材料試験 の方法と解説」に準拠	内部摩擦角 ϕ	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験 地盤工学会編「地 盤材料試験の方法 と解説」に準拠	文献※3を 基に設定	動的変形試験 地盤工学会編「地盤 材料試験の方法と解 説」に準拠	文献※4を 基に設定	動的変形試験 地盤工学会編「地盤 材料試験の方法と解 説」に準拠	
As2										
Ac										
Ds										

※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。

※4 設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007) を参照。

3.4 解析用物性値

③-1 解析用物性値：岩盤、表土及び埋戻土（3号炉エリア）

○安山岩及び火砕岩類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	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	2.20	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	$h = (\gamma / (9.89\gamma + 0.00195) + 0.0301) \times 100$	

※ 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。

3.4 解析用物性値

③-2 解析用物性値：岩盤、表土及び埋戻土（1,2号炉エリア）

○安山岩及び火砕岩類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				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。

3.4 解析用物性値

③-3 解析用物性値：断層

○断層の解析用物性値を下表に示す。

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 (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 (%)			
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。

3.4 解析用物性値

③-4 解析用物性値:As1, As2, Ac及びDs

○As1, As2, Ac及びDsの解析用物性値を下表に示す。

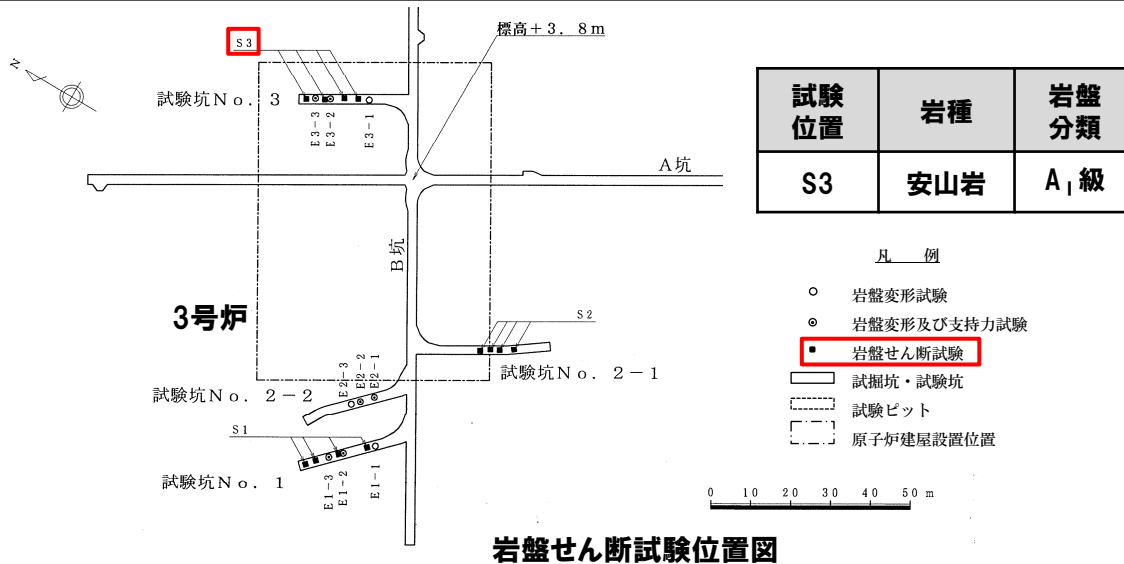
岩種 岩盤分類	特性 項目	物理特性			強度特性			変形特性		
		密度 ρ (g/cm ³)	せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 E_s (10 ³ N/mm ²)	静ポアソン比 ν_s	動せん断弾性係数 G_d (10 ³ N/mm ²)	動ポアソン比 ν_d	減衰定数 h (%)
As1		1.90	0.267	21.0	$0.267 + \sigma \tan 21.0^\circ$	$0.0430 \sigma^{0.578}$	0.40	$G_0 = 0.227 \sigma^{0.637}$ $G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000854)^{0.964}]$	0.40	$h = (\gamma / (5.15\gamma + 0.00399) + 0.00825) \times 100$
As2		1.97	0.287	31.7	$0.287 + \sigma \tan 31.7^\circ$	$0.0703 \sigma^{0.576}$	0.40	$G_0 = 0.243 \sigma^{0.570}$ $G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000910)^{1.00}]$	0.40	$h = (\gamma / (4.87\gamma + 0.00344) + 0.00970) \times 100$
Ac		1.65	0.043	13.5	$0.043 + \sigma \tan 13.5^\circ$	$0.119 \sigma^{1.256}$	0.40	$G_0 = 0.097 \sigma^{0.746}$ $G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.00243)^{0.929}]$	0.40	$h = (\gamma / (5.70\gamma + 0.0145) + 0.0267) \times 100$
Ds		2.02	0.174	11.3	$0.174 + \sigma \tan 11.3^\circ$	$0.541 \sigma^{0.925}$	0.40	$G_0 = 0.657 \sigma^{0.727}$ $G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000504)^{0.728}]$	0.40	$h = (\gamma / (13.1\gamma + 0.00313) + 0.00540) \times 100$

※ 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。

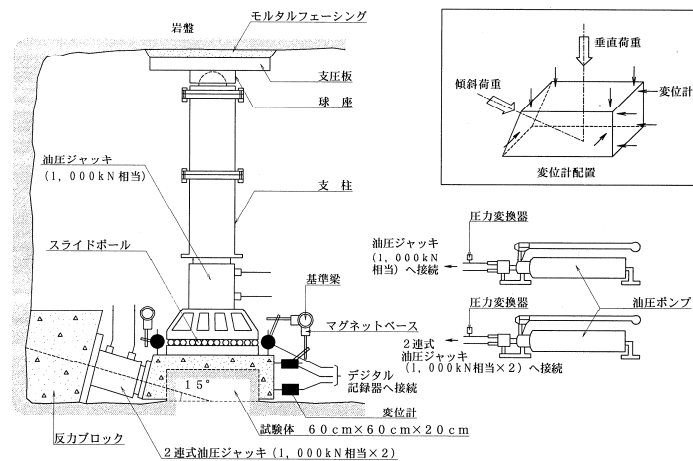
3.4 解析用物性値

④-1 試験結果例：岩盤の強度特性

- 安山岩及び火砕岩類の強度特性は、試験坑内及び周辺斜面で実施した岩盤せん断試験及び摩擦抵抗試験の試験結果を用いて設定した。
- 安山岩A₁級の岩盤せん断試験結果(せん断強度)及び摩擦抵抗試験結果(残留強度)を以下に示す(試験結果の詳細については、補足説明資料1章参照)。

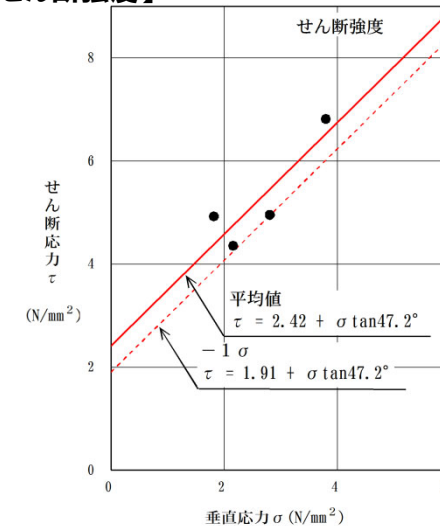


岩盤せん断試験位置図

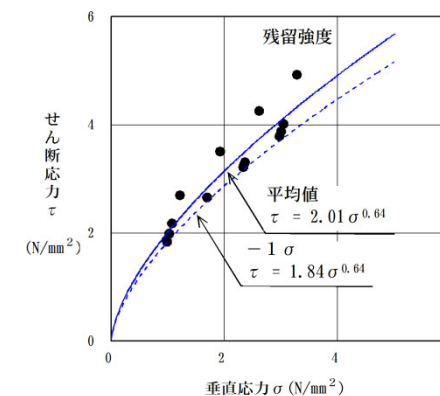


岩盤せん断試験概要

【せん断強度】



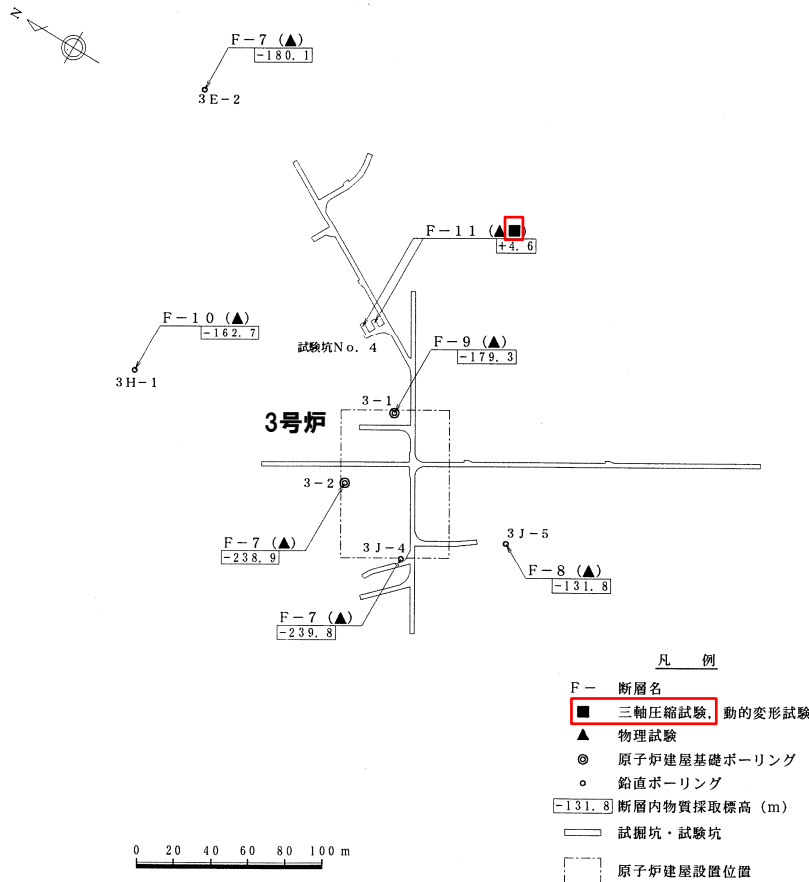
【残留強度】



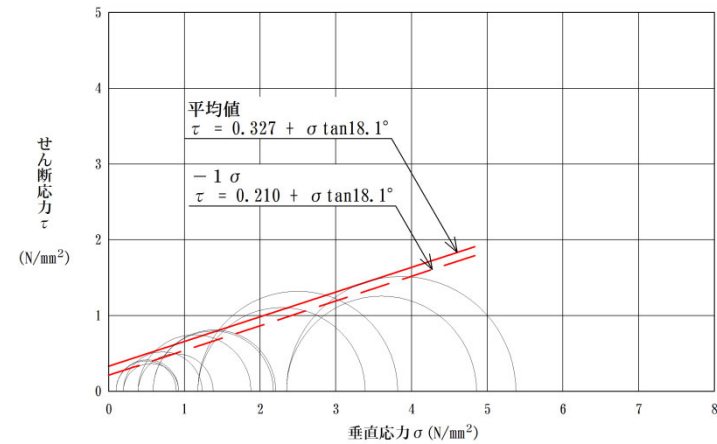
3.4 解析用物性値

④-2 試験結果例：断層の強度特性 (F-11断層)

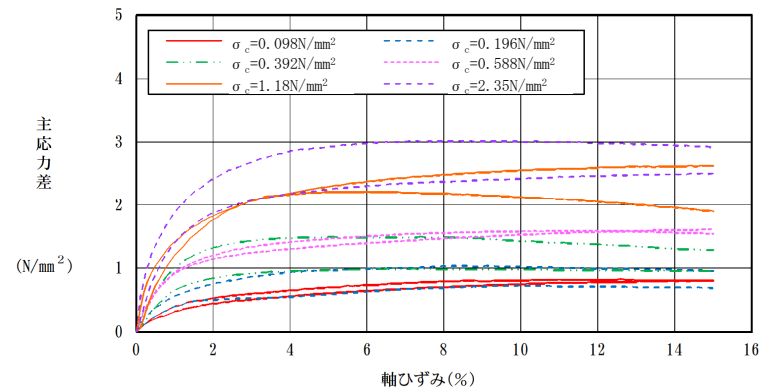
- F-11断層の強度特性は、試掘坑から採取したF-11断層の断層内物質試料を用いて実施した三軸圧縮試験の試験結果を用いて設定した。
- F-11断層の試験結果を以下に示す(試験結果の詳細については、補足説明資料1章参照)。



試料採取位置図



三軸圧縮試験結果 (破壊包絡線)



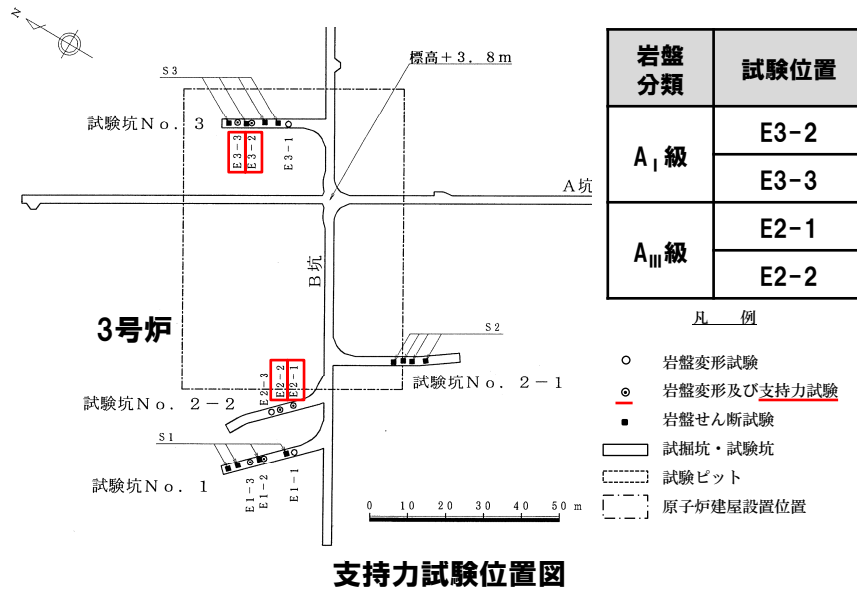
三軸圧縮試験結果 (応力～ひずみ関係)

3.4 解析用物性値

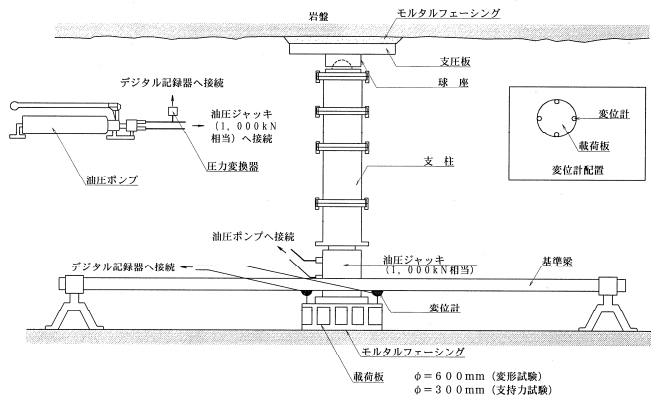
⑤-1 極限支持力の算定:安山岩A_I級及びA_{III}級

- 安山岩A_I級及びA_{III}級の極限支持力は、試掘坑内で実施した支持力試験の試験結果※を用いて設定した。
- 安山岩A_I級及びA_{III}級の極限支持力は、支持力試験結果において載荷強さ13.7N/mm²までの範囲では破壊には至らず、変曲点も認められないことから、全て13.7N/mm²以上とし、支持力の評価基準値を13.7N/mm²と設定した。

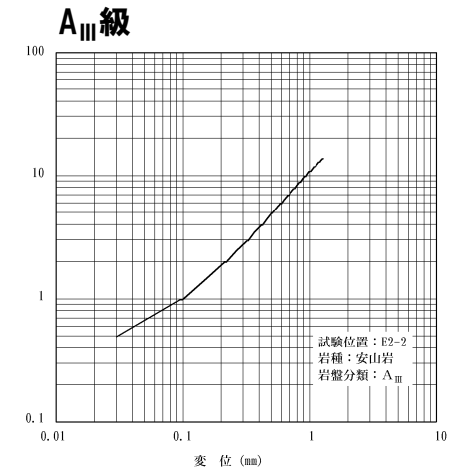
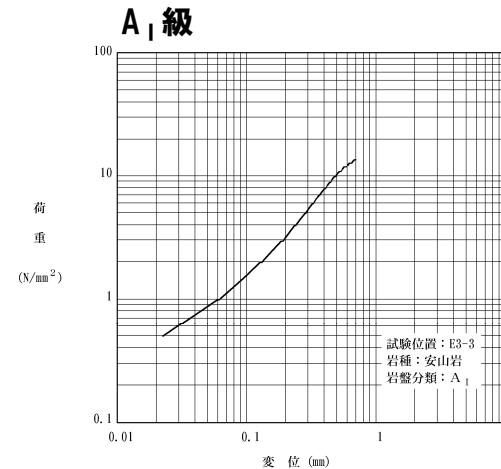
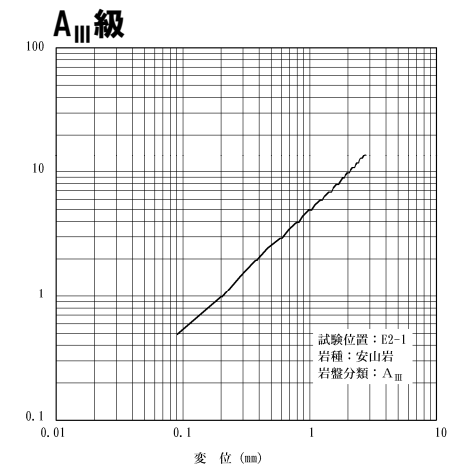
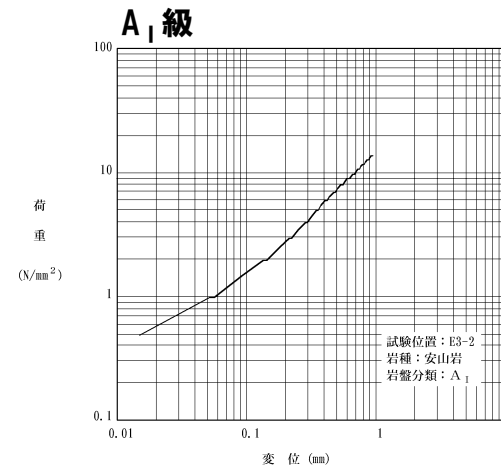
※試験結果の詳細については、補足説明資料1章参照。



支持力試験位置図



支持力試験概要

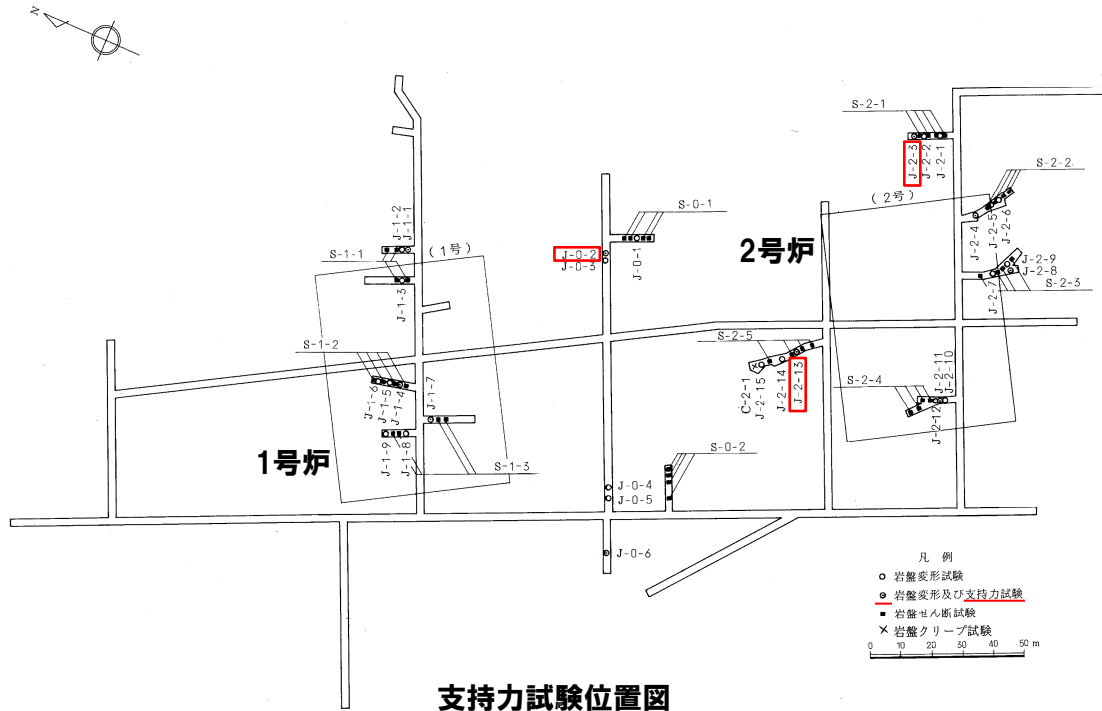


3.4 解析用物性値

⑤-2 極限支持力の算定:火砕岩類C級

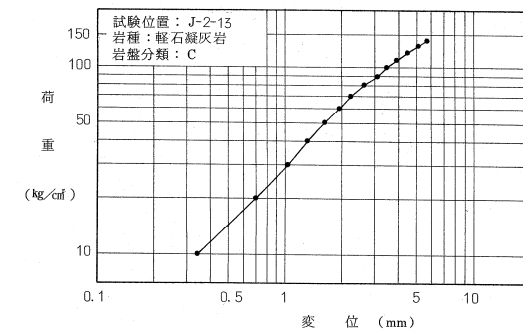
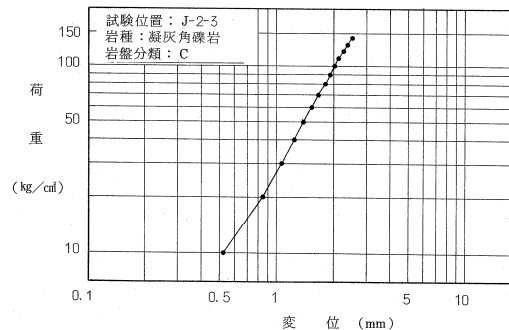
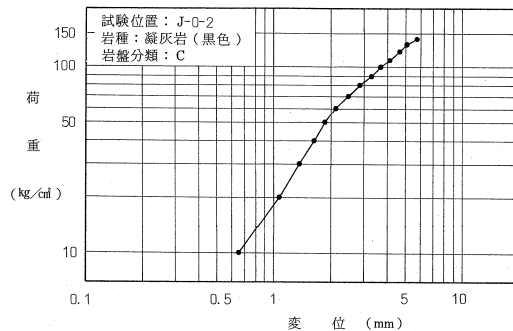
- 火砕岩類C級の極限支持力は、試掘坑内で実施した支持力試験の試験結果※を用いて設定した。
- 火砕岩類C級の極限支持力は、支持力試験結果において載荷強さ13.7N/mm²までの範囲では破壊には至らず、変曲点も認められないことから、全て13.7N/mm²以上とし、評価基準値を13.7N/mm²と設定した。

※試験結果の詳細については、補足説明資料1章参照。



岩盤分類	試験位置
C級	J-0-2
	J-2-3
	J-2-13

支持力試験位置図



3.4 解析用物性値

⑥地盤物性のばらつきについて(1/2)

- 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。

3.4 解析用物性値

⑥地盤物性のばらつきについて(2/2)

○ばらつきを考慮した強度特性を下表に示す(設定の詳細は、補足説明資料1章参照)。

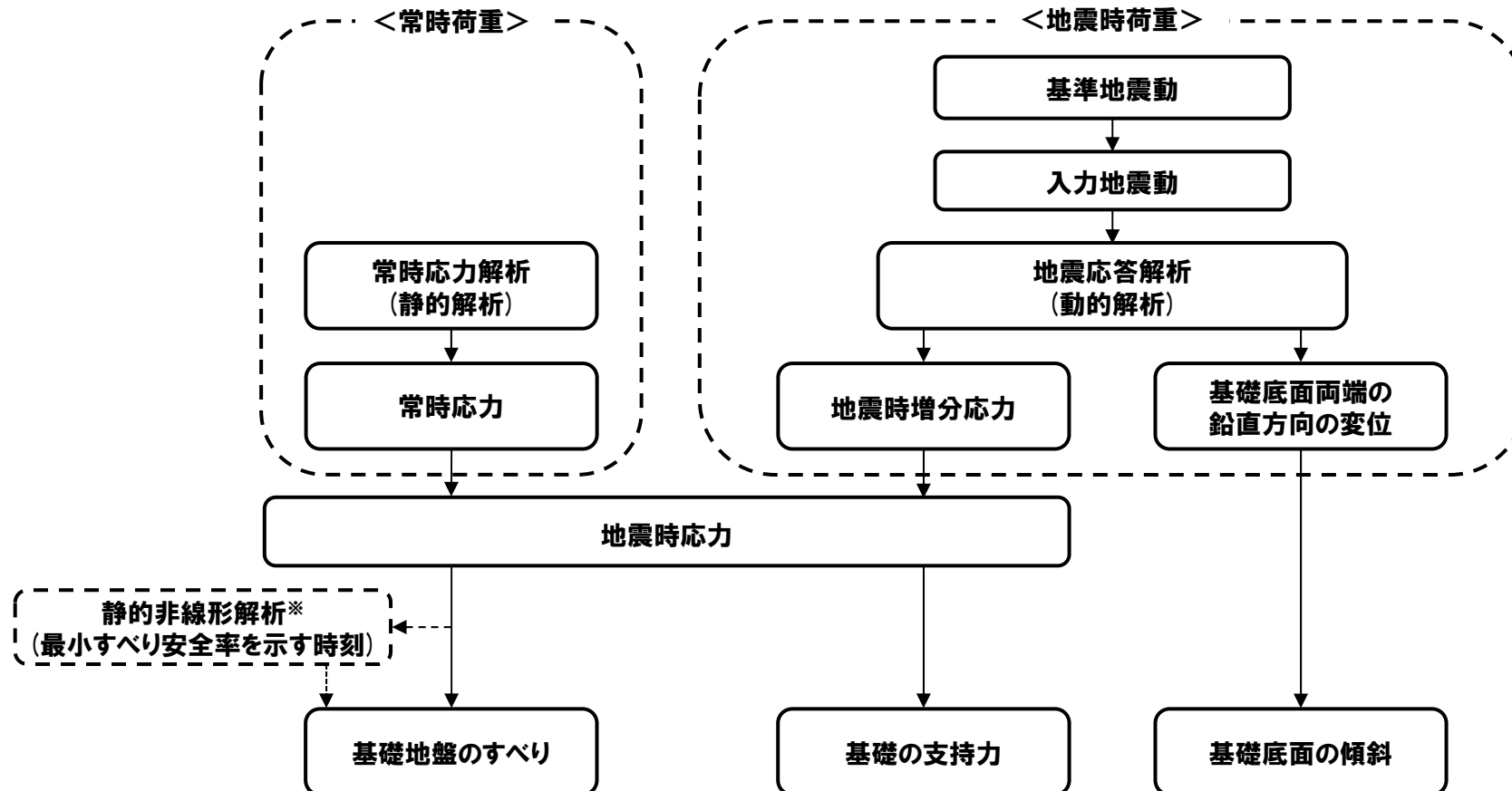
		強度特性		
		ばらつきを考慮した強度		
		せん断強度 τ_0 (N/mm ²)	内部摩擦角 ϕ (°)	残留強度 τ (N/mm ²)
安山岩	A _I 級	1.91	47.2	$1.84 \sigma^{0.64}$
	A _{II} (A _{III}) 級	2.03	51.2	$2.12 \sigma^{0.61}$
	A _{IV} (A _V) 級	0.14	26.7	$\sigma \leq 0.12, \sigma \geq 0.46 \quad \tau = 0.53 \sigma^{0.46}$ $0.12 < \sigma < 0.46 \quad \tau = 0.14 + \sigma \tan 26.7^\circ$
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	$0.017 + \sigma \tan 37.5^\circ$
	As1	0.126	21.0	$0.126 + \sigma \tan 21.0^\circ$
	As2	0.150	31.7	$0.150 + \sigma \tan 31.7^\circ$
	Ac	0.034	13.5	$0.034 + \sigma \tan 13.5^\circ$
	Ds	0.156	11.3	$0.156 + \sigma \tan 11.3^\circ$

※表のうち、式中の σ は
圧密応力を示す。

3.5 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

- 地震力に対する基礎地盤の安定性評価は、二次元動的有限要素法に基づく常時応力解析及び地震応答解析により、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。
- 地震応答解析は、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、埋戻土、As1、As2、Ac及びDs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。



※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2章参照)。

地震力に対する基礎地盤の安定性評価フロー

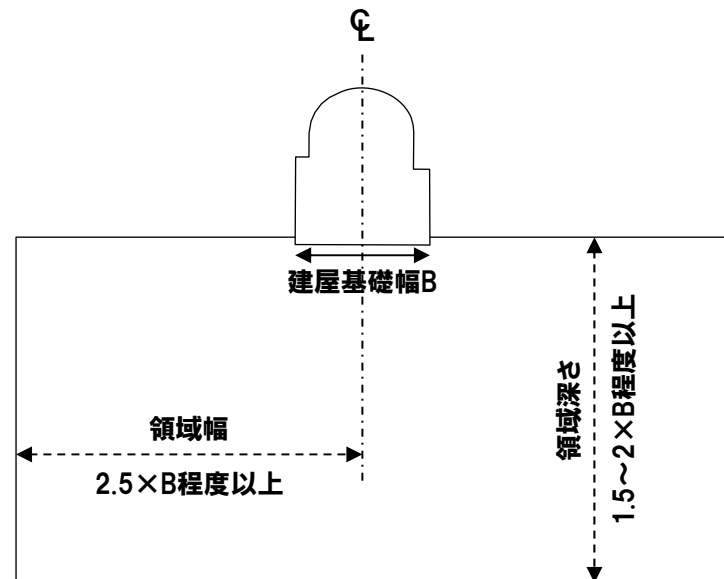
3.5 評価方法

②モデル化領域

○解析モデルは、境界の影響を受けないよう、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

3.5 評価方法

③地盤及び断層のモデル化

【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		

④-1 代表施設に隣接する施設のモデル化の考え方

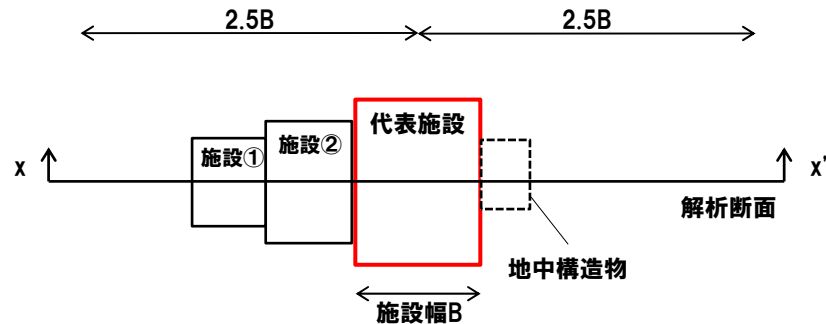
○代表施設の側方（施設幅Bの2.5倍以内）に位置する施設のモデル化の考え方は以下のとおり。

【地中構造物】

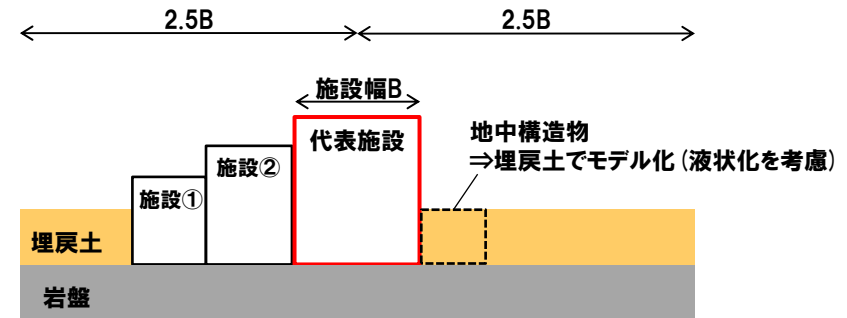
- 埋戻土中の地中構造物については、以下の理由から埋戻土でモデル化する。
 - ・地中構造物は地震時に固有の振動を励起せず、周辺地盤と同様な地震時挙動を示す。
 - ・施設の空洞部分も埋戻土とするため、重量の観点から保守的な評価となる。
- また、施設を埋戻土としてモデル化した場合においても、液状化の影響を考慮する。

【地中構造物以外の施設】

- 代表施設の施設幅Bの2.5倍以上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。
- 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、施設重量及び断層との位置関係を考慮して、モデル化の要否を検討する。
- 上記の考え方にに基づき、評価対象断面においてモデル化した施設を次頁～P101に示す。



平面イメージ図



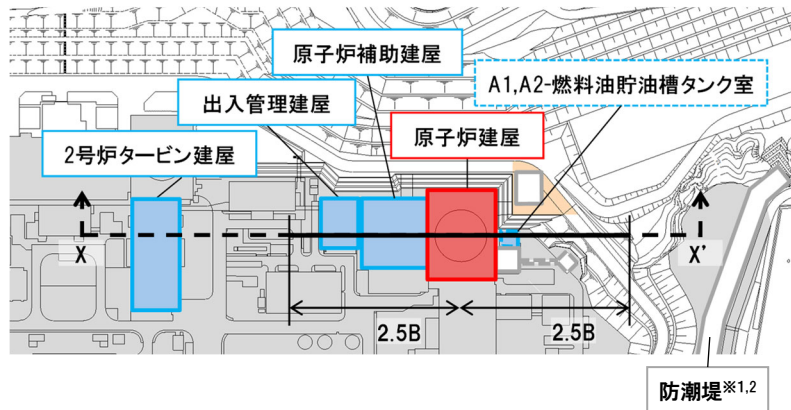
x-x'断面イメージ図

建屋モデル化のイメージ図

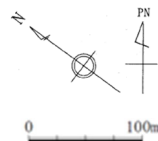
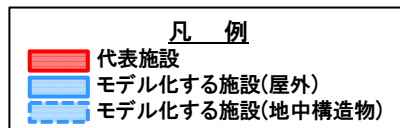
3.5 評価方法

④-2 代表施設に隣接する施設のモデル化:X-X'断面

- X-X'断面において、代表施設（原子炉建屋）の施設幅Bの2.5倍以内に位置する施設のうち、原子炉補助建屋及び出入管理建屋を施設としてモデル化した。
- A1,A2-燃料油貯油槽タンク室は、代表施設の施設幅Bの2.5倍以内に位置し、地中構造物であるため、埋戻土でモデル化した。
- 2号炉タービン建屋は、施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有するものの、施設重量が相対的に大きいため、施設の荷重を考慮することとした。



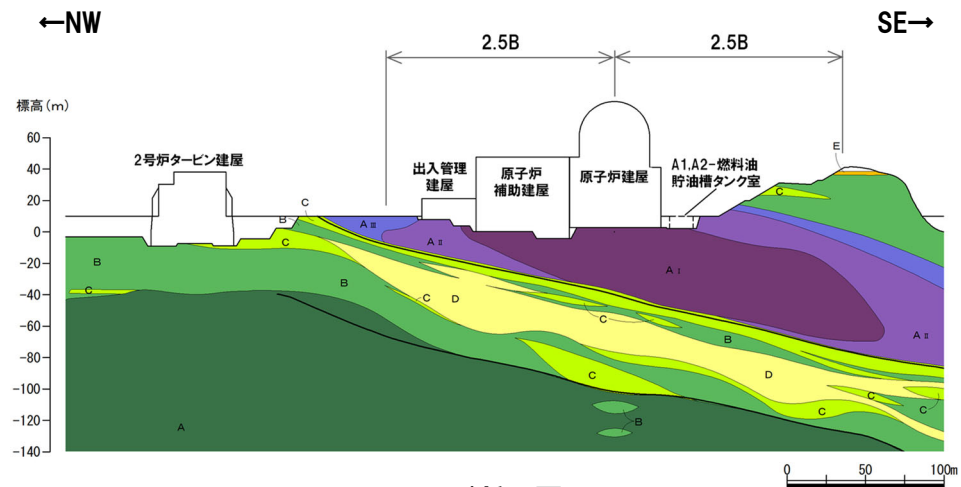
施設名称	地中構造物 (該当:○)	施設重量 (MN)	代表施設との 重量比 (隣接/代表)	モデル化方法
原子炉建屋	—	2,344	—	代表施設
原子炉補助建屋	—	1,189	0.51	施設としてモデル化
A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	○	29	0.01	埋戻土でモデル化 (液状化影響を考慮)
出入管理建屋	—	88	0.04	施設としてモデル化
2号炉タービン建屋	—	764	0.33	荷重を考慮



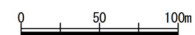
対象施設位置図

※1 防潮堤は、原子炉建屋の側方に位置するものの、原子炉建屋の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有することから、原子炉建屋基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられるため、埋戻土でモデル化した。

※2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。



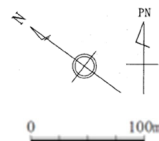
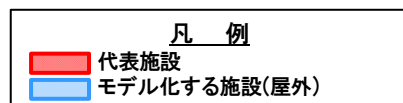
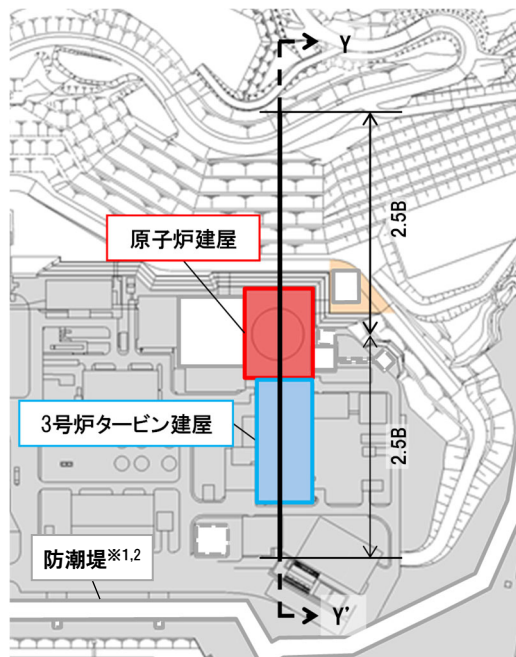
X-X'断面図



3.5 評価方法

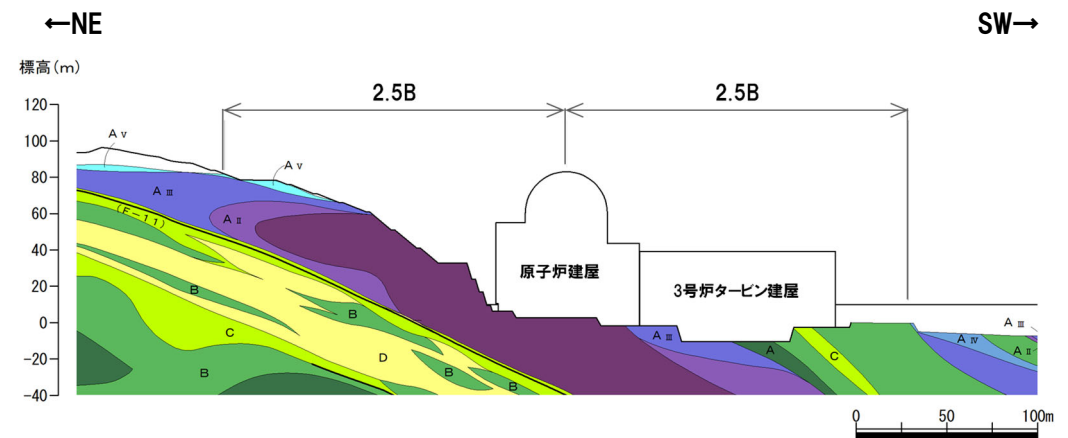
④-3 代表施設に隣接する施設のモデル化:Y-Y'断面

○Y-Y'断面において、代表施設(原子炉建屋)の施設幅Bの2.5倍以内に位置する施設のうち、3号炉タービン建屋を施設としてモデル化した。



対象施設位置図

施設名称	地中構造物 (該当:○)	施設重量 (MN)	代表施設との 重量比 (隣接/代表)	モデル化方法
原子炉建屋	—	2,344	—	代表施設
3号炉タービン建屋	—	1,232	0.53	施設としてモデル化



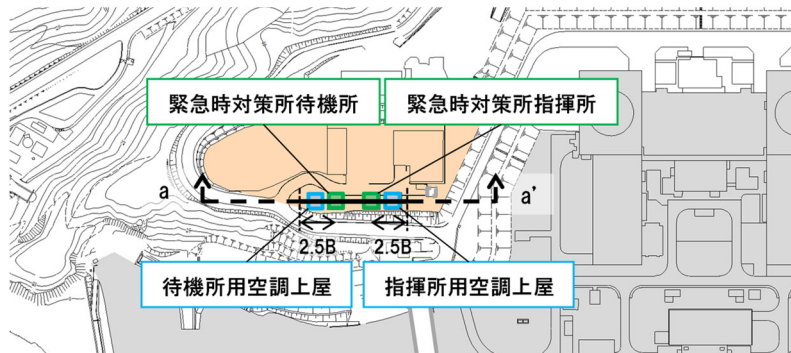
Y-Y'断面図

※1 防潮堤は、原子炉建屋の側方に位置するものの、原子炉建屋の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有することから、原子炉建屋基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられるため、埋戻土でモデル化した。
 ※2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

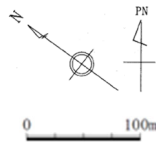
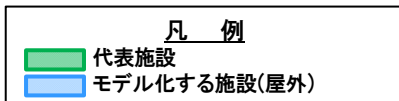
3.5 評価方法

④-4 代表施設に隣接する施設のモデル化:a-a'断面

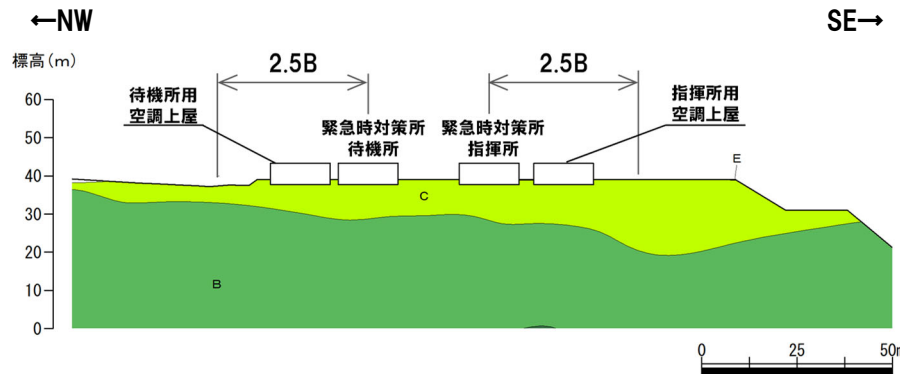
○a-a'断面において、代表施設(緊急時対策所)の施設幅Bの2.5倍以内に位置する施設のうち、指揮所用空調上屋及び待機所用空調上屋を施設としてモデル化した。



施設名称	地中構造物 (該当:○)	施設重量 (MN)	代表施設との 重量比 (隣接/代表)	モデル化方法
緊急時対策所指揮所	—	20	—	代表施設
緊急時対策所待機所	—	20	—	
指揮所用空調上屋	—	17	0.85	施設としてモデル化
待機所用空調上屋	—	17	0.85	



対象施設位置図

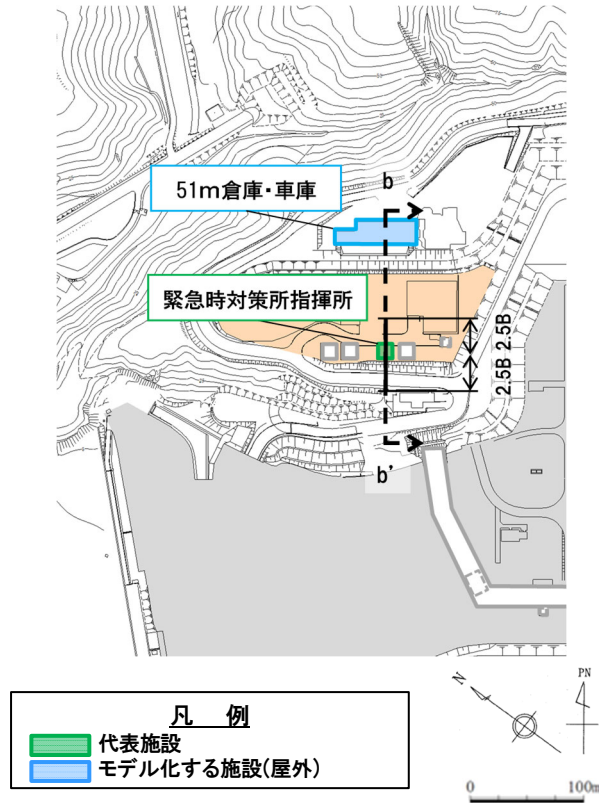


a-a'断面図

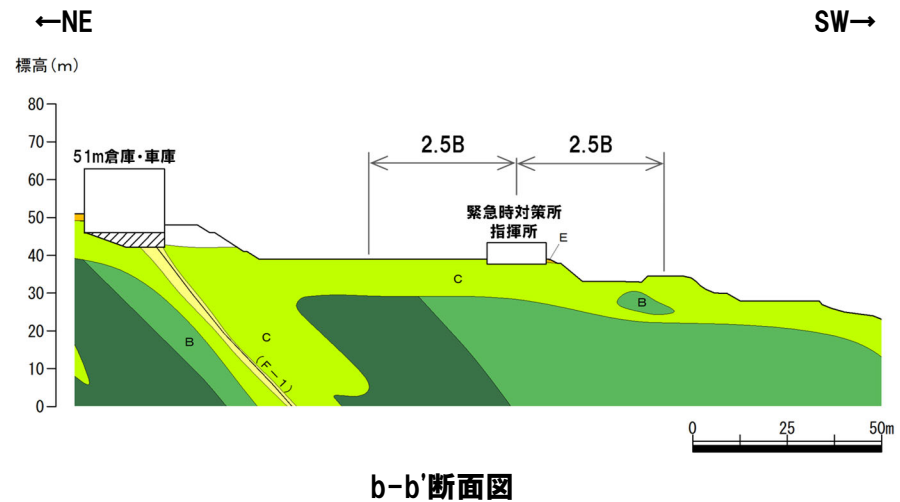
3.5 評価方法

④-5 代表施設に隣接する施設のモデル化:b-b'断面

- b-b'断面において、代表施設(緊急時対策所指揮所)の施設幅Bの2.5倍以内には、施設が存在しない。
- 51m倉庫・車庫は、施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有するものの、可搬型重大事故等対処設備の保管場所であること及び直下にF-1断層が分布することから、施設としてモデル化した。



施設名称	地中構造物 (該当:○)	施設重量 (MN)	代表施設との 重量比 (隣接/代表)	モデル化方法
緊急時対策所指揮所	—	20	—	代表施設
51m倉庫・車庫	—	89	4.45	施設としてモデル化



3.5 評価方法

⑤建屋のモデル化方法

○代表施設等については、以下のとおり、建屋の構造を考慮してモデル化した。

【代表施設】

○原子炉建屋及び緊急時対策所は、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2章参照)。

【代表施設の施設幅Bの2.5倍以内に位置する施設】

○構造が複雑である以下の施設は、代表施設と同様に、多質点系モデルから等価な有限要素モデルを作成した。

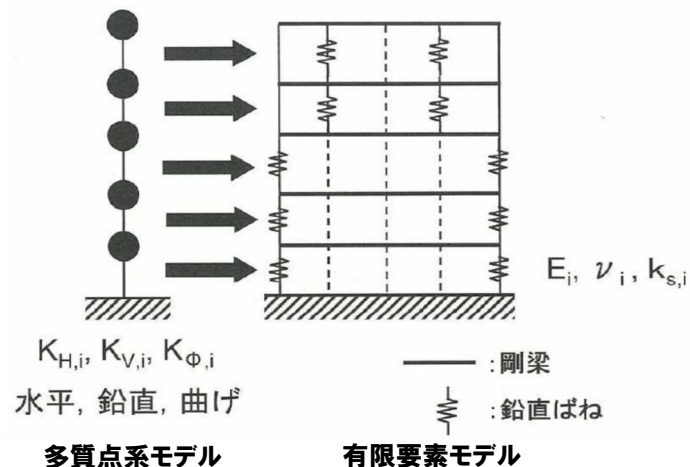
- ・原子炉補助建屋
- ・3号炉タービン建屋

○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
- ・空調上屋

【代表施設の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有する施設】

○51m倉庫・車庫については、比較的単純な構造であることから、多質点系モデルでモデル化した。

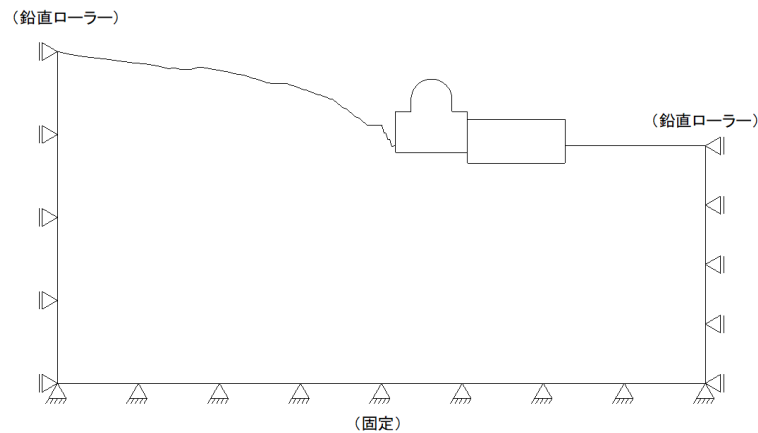


建屋のモデル化の概念図※

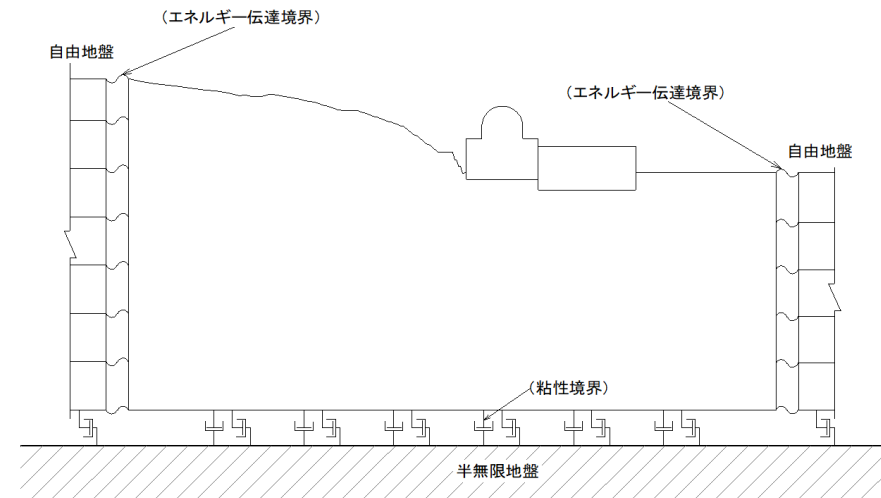
※土木学会(2009)に加筆。

⑥境界条件

- 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)

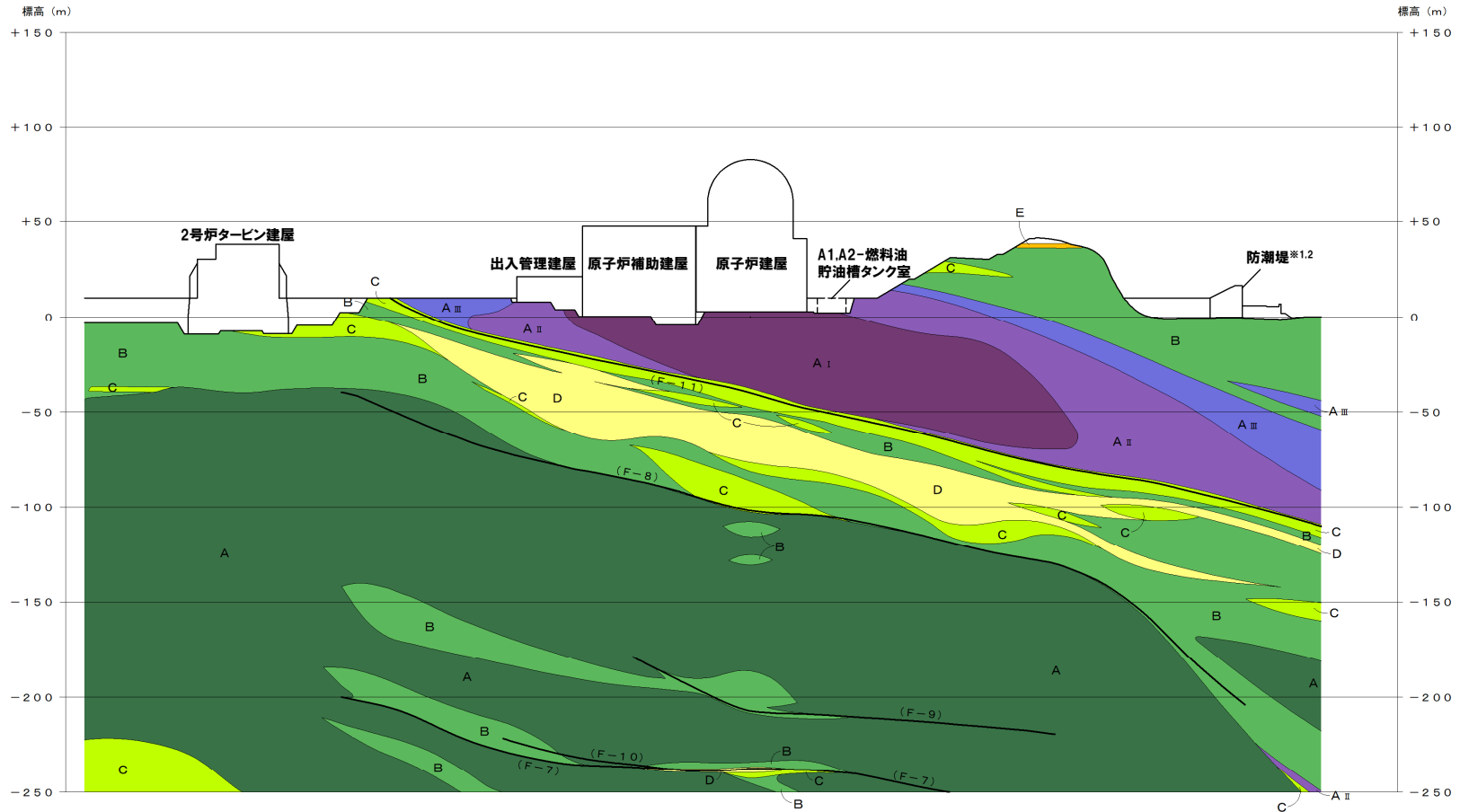


動的解析時 (動的応力算定)

3.5 評価方法

⑦-1 岩盤分類図：X-X'断面

○原子炉建屋中心を通る海山直交方向断面 (X-X'断面) の鉛直岩盤分類図を下図に示す。



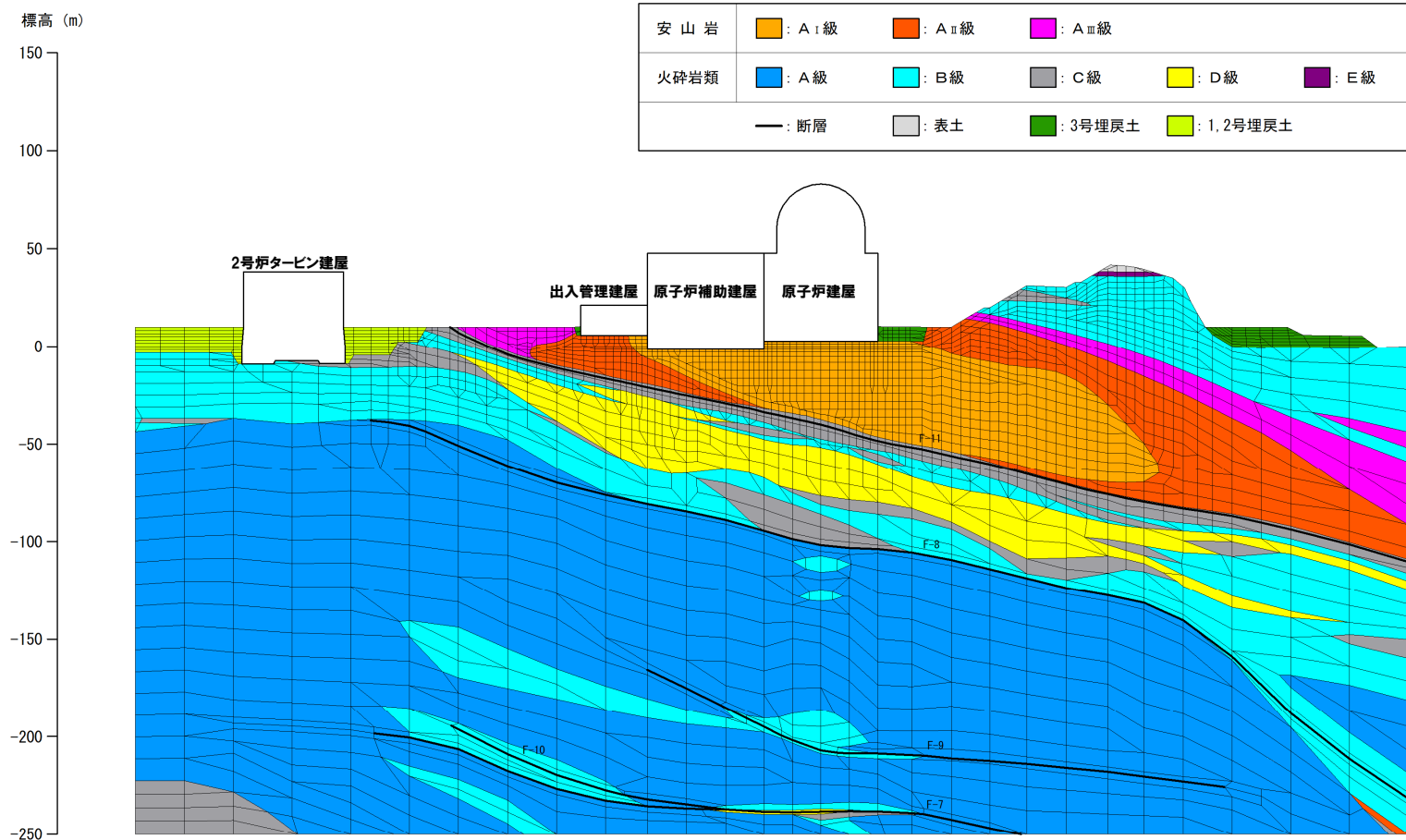
※1 防潮堤は、原子炉建屋の側方に位置するものの、原子炉建屋の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有することから、原子炉建屋基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられるため、埋戻土でモデル化した(代表施設に隣接する施設のモデル化の考え方はP98参照、解析用要素分割図は次頁参照)。
 ※2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

鉛直岩盤分類図：X-X'断面

3.5 評価方法

⑦-2 解析用要素分割図：X-X'断面

○原子炉建屋中心を通る海山直交方向断面 (X-X'断面) の解析用要素分割図を下図に示す。



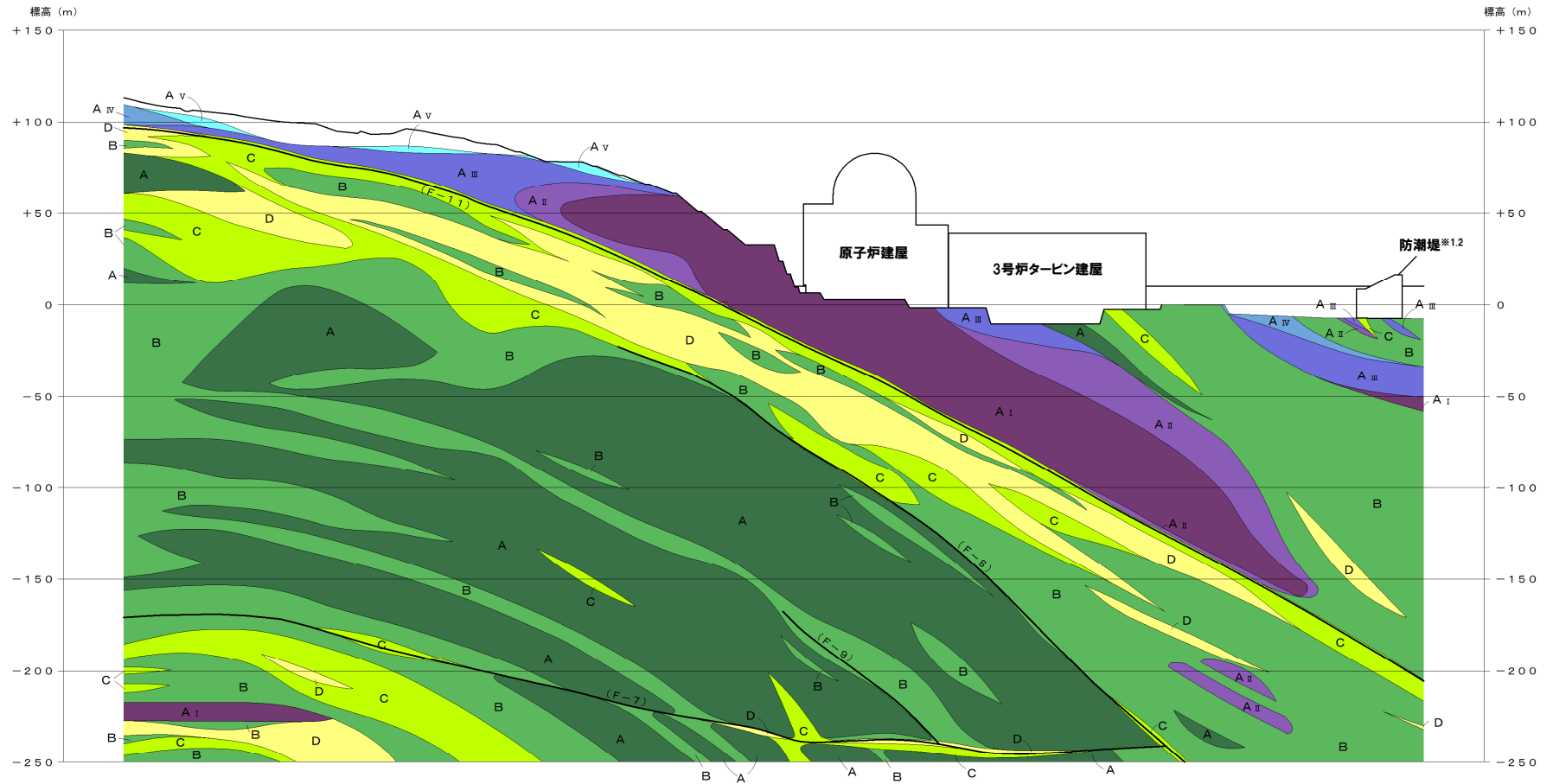
解析用要素分割図：X-X'断面

0 100m

3.5 評価方法

⑦-3 岩盤分類図:Y-Y'断面

○原子炉建屋中心を通る海山方向断面 (Y-Y'断面) の鉛直岩盤分類図を下図に示す。



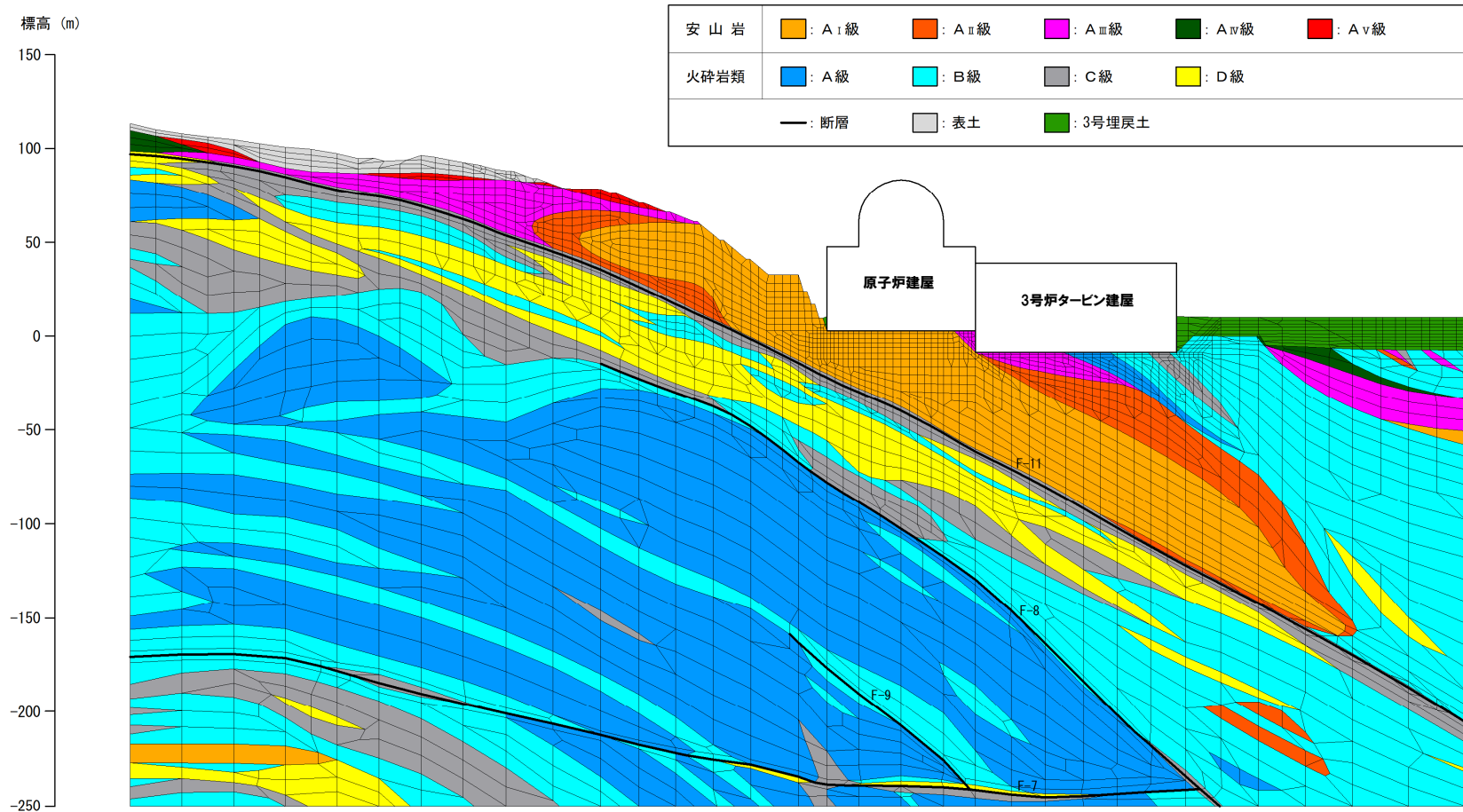
※1 防潮堤は、原子炉建屋の側方に位置するものの、原子炉建屋の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有することから、原子炉建屋基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられるため、埋戻土でモデル化した(代表施設に隣接する施設のモデル化の考え方はP99参照、解析用要素分割図は次頁参照)。
 ※2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

鉛直岩盤分類図:Y-Y'断面

3.5 評価方法

⑦-4 解析用要素分割図:Y-Y'断面

○原子炉建屋中心を通る海山方向断面 (Y-Y'断面) の解析用要素分割図を下図に示す。



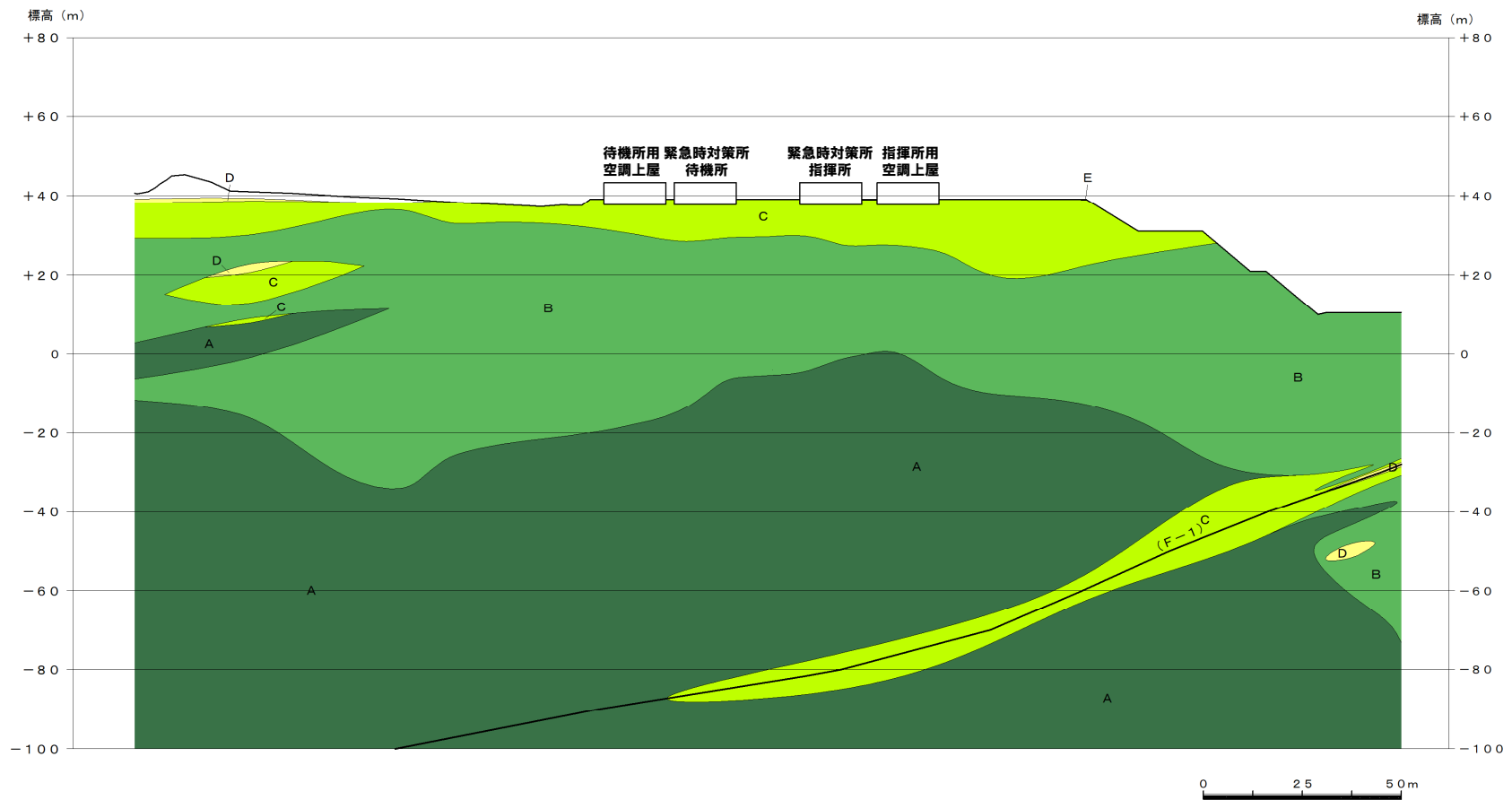
解析用要素分割図:Y-Y'断面



3.5 評価方法

⑦-5 岩盤分類図:a-a'断面

○緊急時対策所中心を通る海山直交方向断面(a-a'断面)の鉛直岩盤分類図を下図に示す。

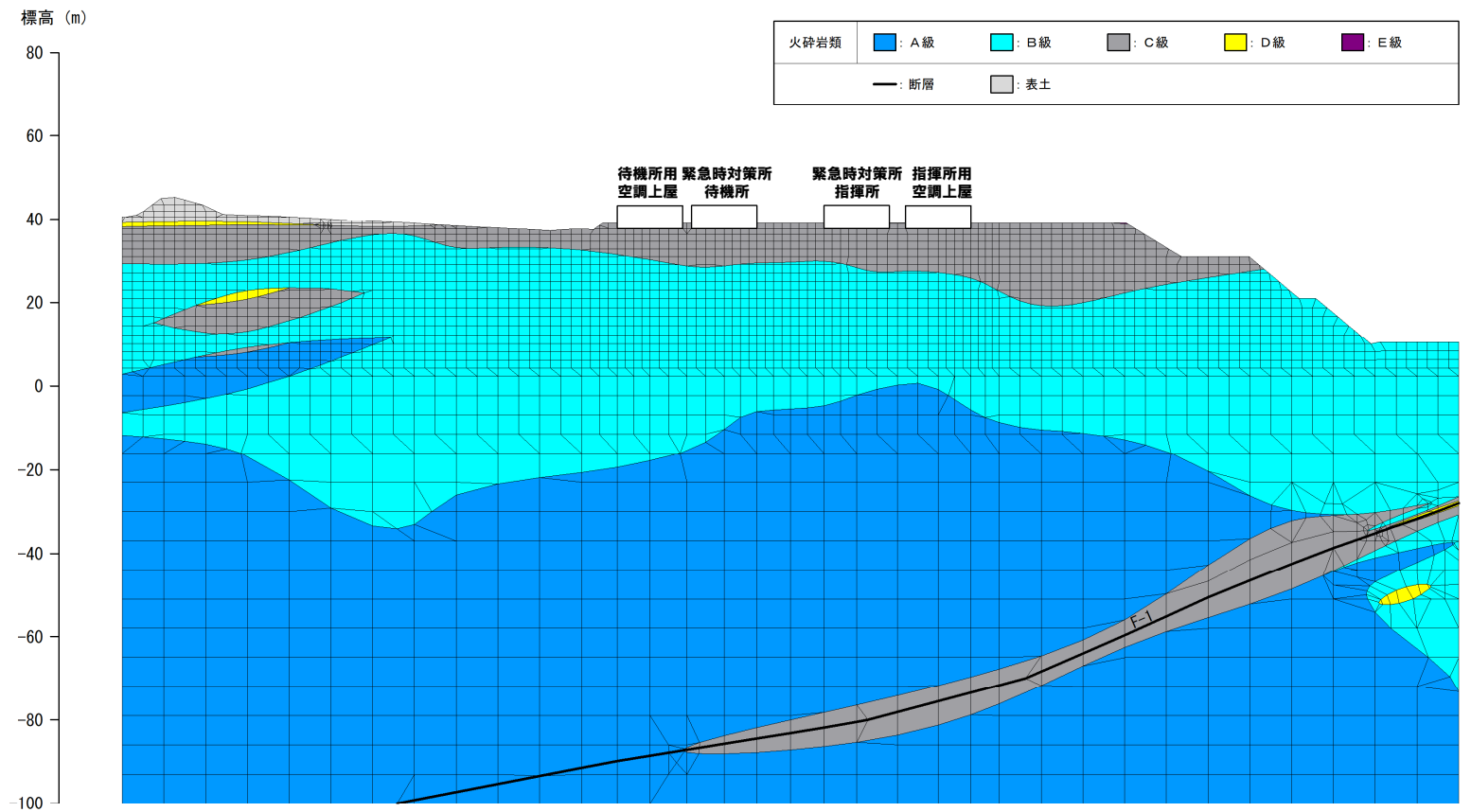


鉛直岩盤分類図:a-a'断面

3.5 評価方法

⑦-6 解析用要素分割図:a-a'断面

○緊急時対策所中心を通る海山直交方向断面(a-a'断面)の解析用要素分割図を下図に示す。



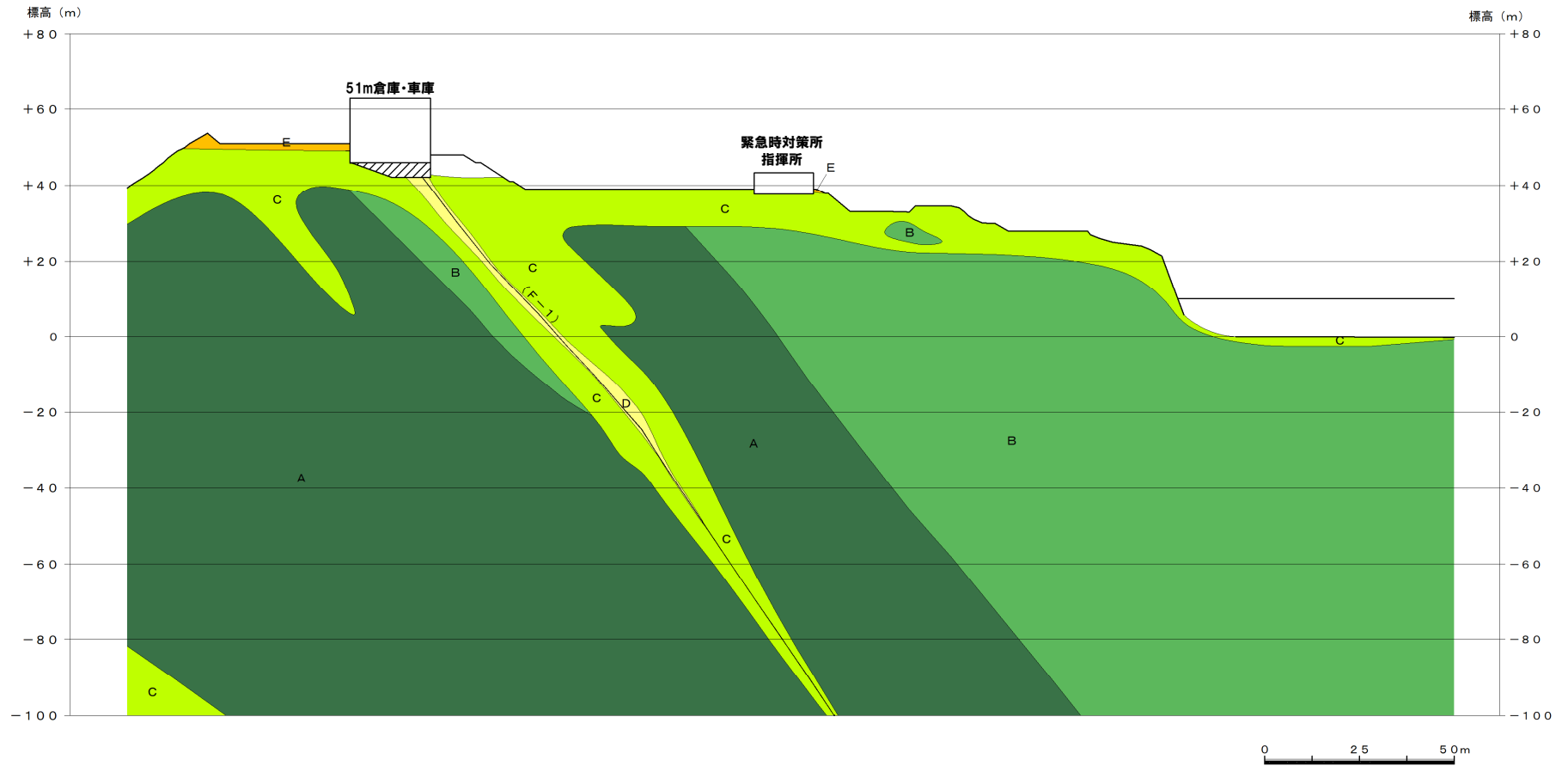
解析用要素分割図:a-a'断面

0 50m

3.5 評価方法

⑦-7 岩盤分類図:b-b'断面

○緊急時対策所指揮所中心を通る海山方向断面 (b-b'断面) の鉛直岩盤分類図を下図に示す。

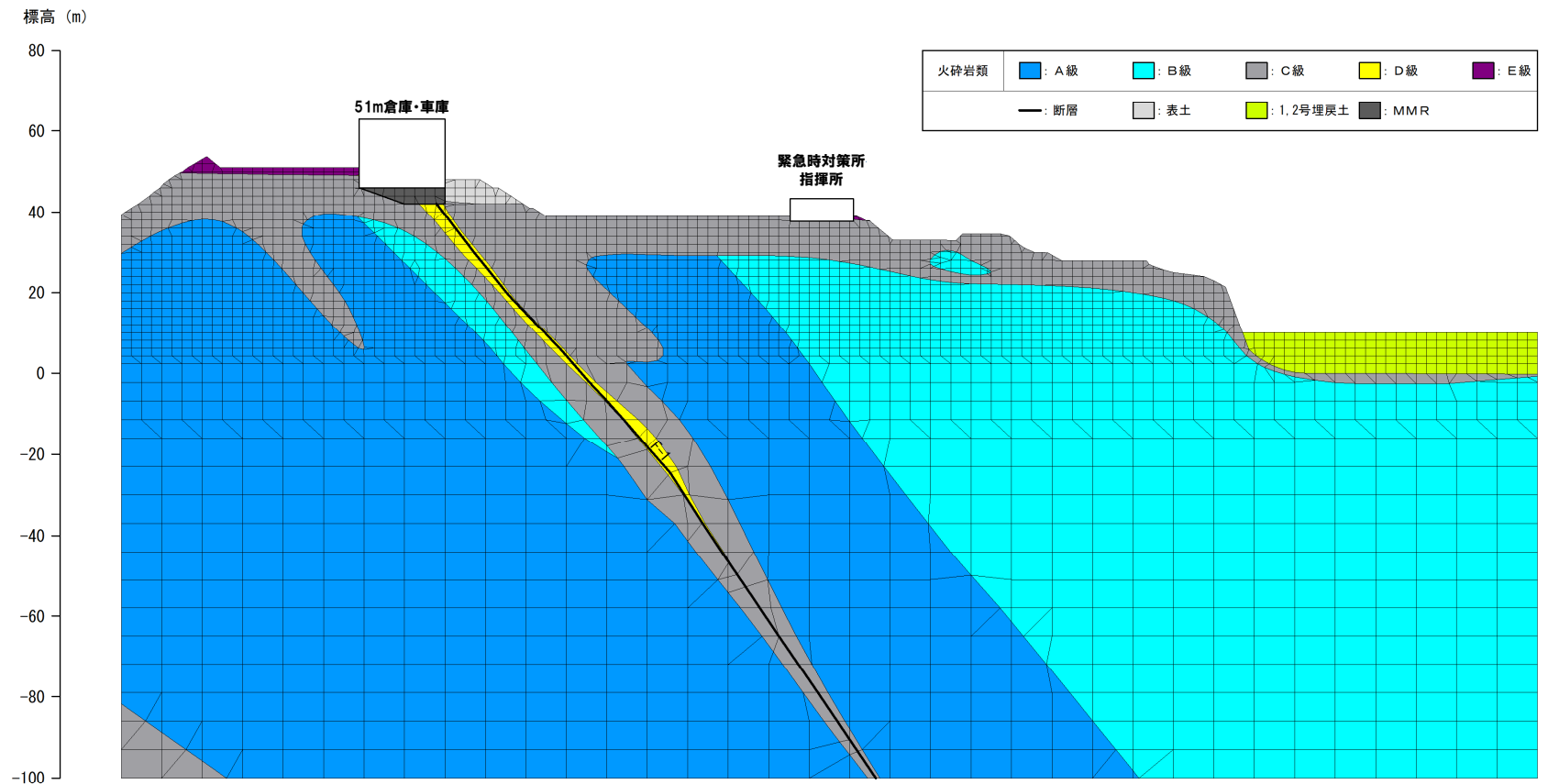


鉛直岩盤分類図:b-b'断面

3.5 評価方法

⑦-8 解析用要素分割図:b-b'断面

○緊急時対策所指揮所中心を通る海山方向断面 (b-b'断面) の解析用要素分割図を下図に示す。



解析用要素分割図:b-b'断面

0 50m

3.5 評価方法

⑧-1 二次元動的有限要素法における地下水位の設定方針

【建物・構築物の地下水位設定】

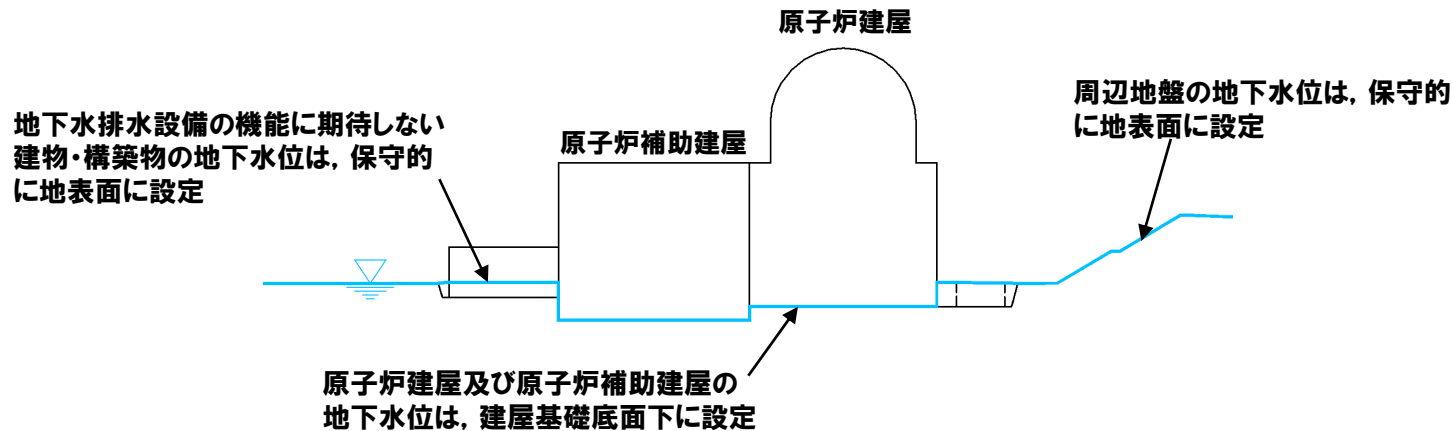
- 基礎地盤の二次元動的有限要素法における建物・構築物の地下水位の設定に当たっては、地下水排水設備の機能に期待する建物・構築物の地下水位は建屋基礎底面下とし、地下水排水設備の機能に期待しない建物・構築物の地下水位は地表面に設定する。

(地下水排水設備の機能に期待する建物・構築物)

- ・原子炉建屋
- ・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

【建物・構築物の周辺地盤の地下水位設定】

- 建物・構築物の周辺地盤の地下水位は、先行サイトでの審査実績を踏まえ、保守的に地表面に設定する。



基礎地盤の安定性評価における地下水位設定のイメージ

⑧-2 地盤安定性評価における地下水の扱い

○地盤安定性評価（二次元動的有限要素法）における地下水の扱いについて、文献の記載を以下に示す。

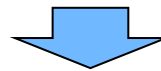
【原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-2015（日本電気協会）】

○解析手法については、間隙水圧の取り扱いの考え方の違いにより全応力解析と有効応力解析に区別されるが、全応力解析による安定性評価を行う。

【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）】

○全応力による安定性評価を選択するのであれば、自重計算を行い、初期（常時）応力を算定する。つぎにこれを初期条件として動的応答解析を全応力解析で行い、応力分布（全応力分布）を求める。強度特性あるいは破壊規準も全応力のもとで設定して、これらに照らして安定性の評価を行う。

○基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価においては、統一的な応力解析を実施する立場から、常時応力を全応力解析により算出し、地震時応力も全応力解析とする。また用いる力学特性値も全応力表示によるものを用いることとする。



○上記文献及び先行サイトでの審査実績を踏まえ、二次元動的有限要素法については、全応力静的有限要素解析により常時応力を、全応力動的有限要素解析（等価線形化法）により地震時増分応力を求め、全応力表示の強度に対して評価を行う。

○また、設定地下水位による地盤安定性評価への影響については、以下のとおり。

（基礎地盤のすべり）

○二次元動的有限要素法において、常時応力及び地震時応力は全応力表示の物性値を用いた全応力解析により評価することから、基礎地盤の地下水位を地表面に設定することは、地盤の単位体積重量を飽和重量とすることと同義になる。

○単位体積重量が大きくなると、すべり安全率評価上は、滑動力及び抵抗力の両方に影響があるが、断層、埋戻土、下位岩級等、すべり安定上厳しいすべり面を想定する場合、相対的に滑動力の方が大きくなるため、単位体積重量を飽和重量として考慮する場合、すべり安全率評価上、保守的な評価となる。

（基礎底面の接地圧及び傾斜）

○地下水位は影響しない。

⑧-3 二次元動的有限要素法における地下水位の設定

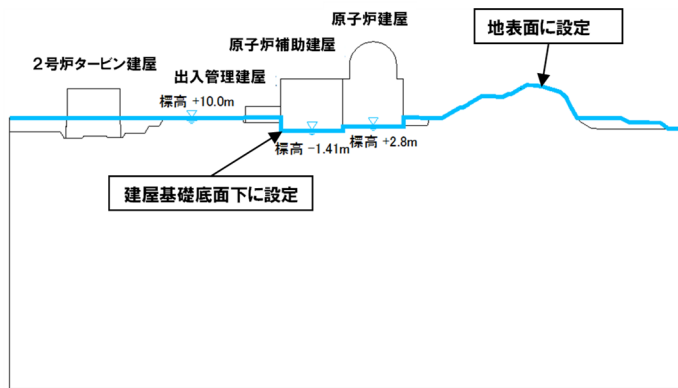
○二次元動的有限要素法における地下水位については以下のとおり設定した(下図参照)。

【原子炉建屋】

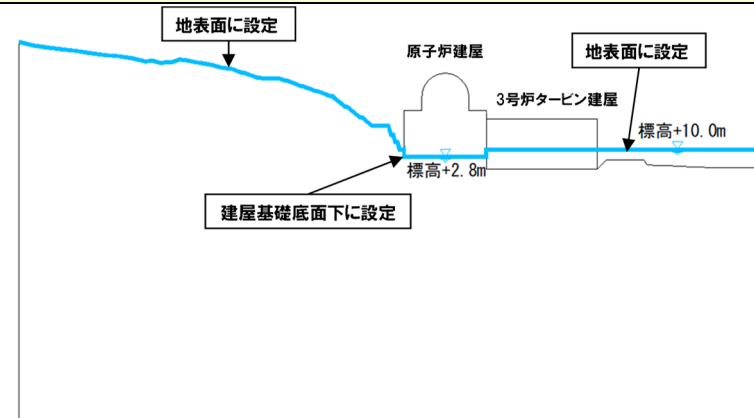
○X-X'断面及びY-Y'断面における地下水位は、地表面を基本として、地下水排水設備の機能に期待する原子炉建屋及び原子炉補助建屋基礎部は建屋基礎底面下に設定した。

【緊急時対策所】

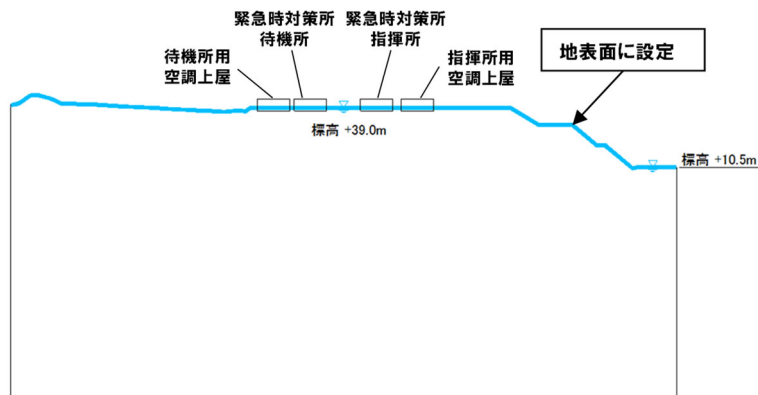
○a-a'断面及びb-b'断面における地下水位は、地表面に設定した。



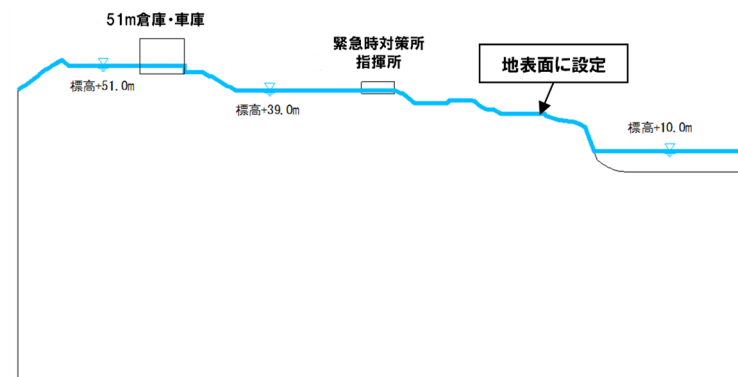
X-X'断面



Y-Y'断面



a-a'断面



b-b'断面

3.5 評価方法

⑨すべり安全率の算定

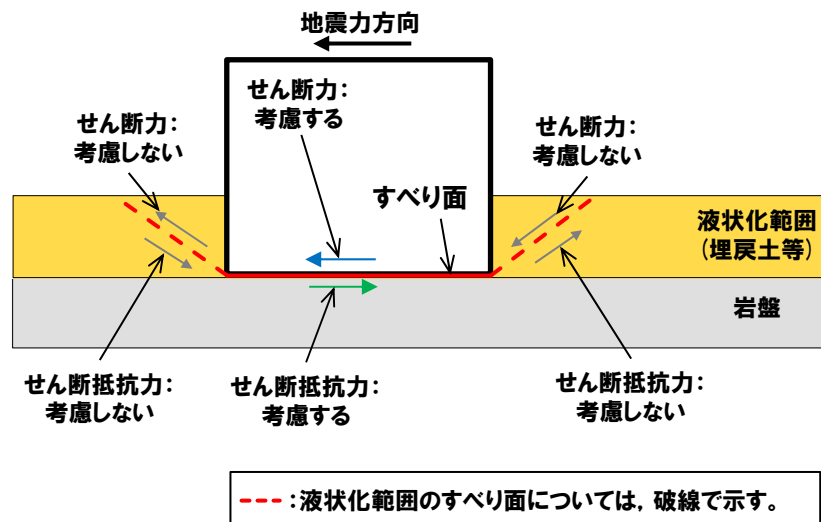
- 基礎地盤のすべりは、想定すべり面におけるすべり安全率により評価する。
- すべり安全率は、想定すべり面上の応力状態を基に、すべり面上のせん断抵抗力の和をすべり面上のせん断力の和で除して求める。
- すべり安全率が評価基準値1.5以上となることを確認する。
- 液状化範囲内では、すべり面上のせん断力及びせん断抵抗力を考慮しないこととする（詳細は、次頁参照）。

$$\text{すべり安全率} = \frac{\Sigma (\text{すべり面上のせん断抵抗力})}{\Sigma (\text{すべり面上のせん断力})}$$

3.5 評価方法

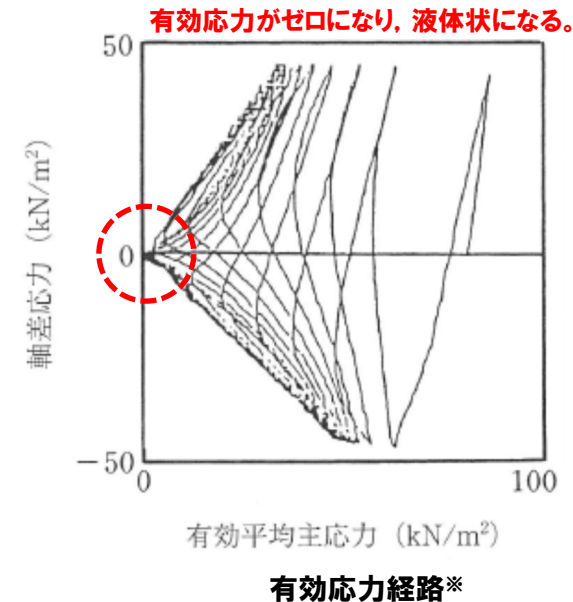
⑩液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法

- 液状化が発生すると、地盤の有効応力がゼロまで低下して液体の挙動を示し、地盤が応力を受け持たずに流動化することから、液状化範囲の地盤応力は限りなく小さくなる。
- 上記を踏まえ、動的解析（全応力解析）の液状化影響を考慮したすべり安全率算定においては、液状化範囲内におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力は考慮しない。
- 液状化影響を考慮したすべり安定性評価は、岩盤のみのすべりを評価することと同義になるため、岩盤の安定性に着目した評価項目（基礎地盤の岩級）を比較検討することで定性的に評価できる。
- なお、全応力解析による液状化影響を考慮したすべり安定性評価の方法に関しては、施設の周囲に埋戻土が厚く分布し、液状化による影響が大きいと考えられる防潮堤の評価対象断面を対象に、液状化した場合の地盤応力の減少を考慮できる有効応力解析との比較により、妥当性の確認を行う（詳細は、今後説明予定）。



すべり安全率の算定方法のイメージ図

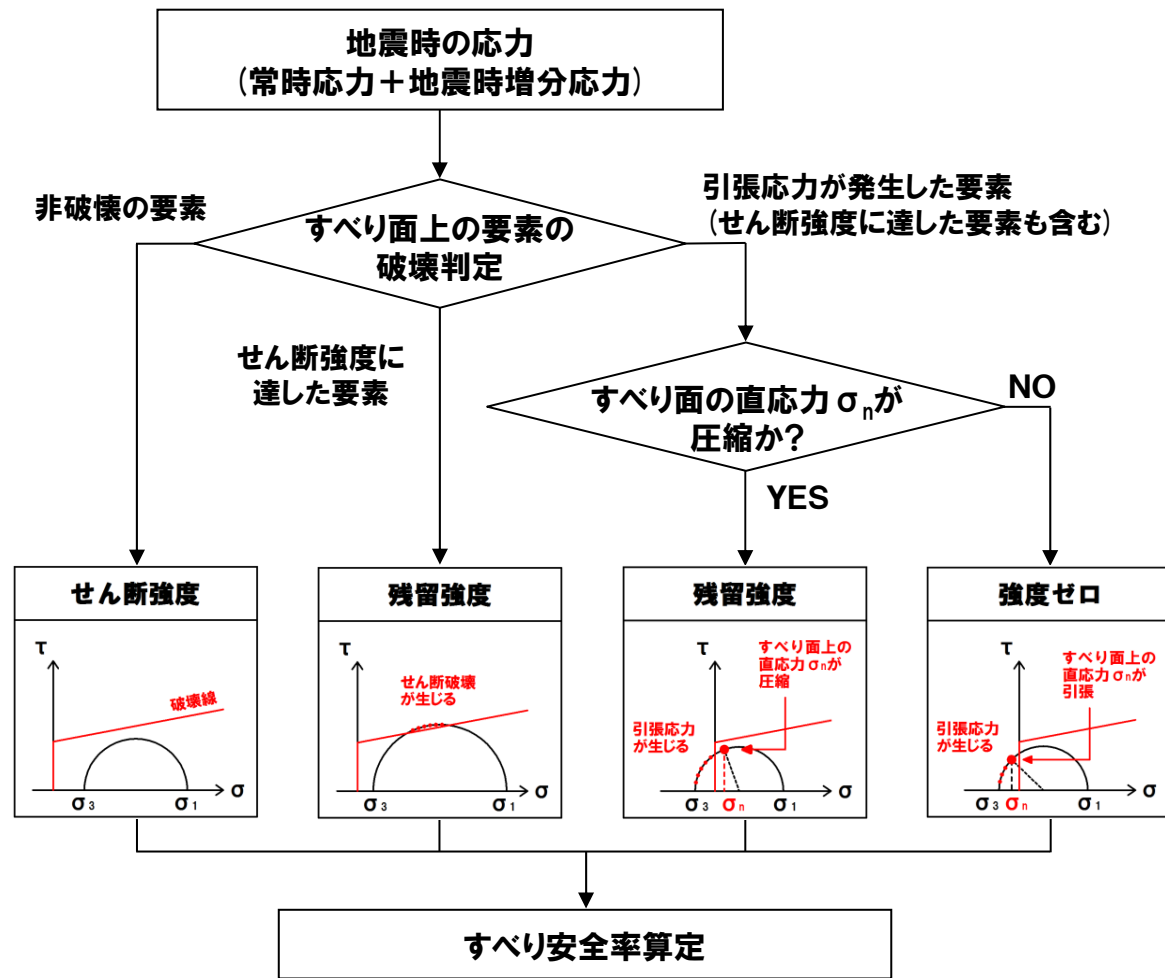
【液状化に分類される事例】



3.5 評価方法

⑪すべり安全率の算定時の強度の考え方

○岩盤及び断層の強度は、モールクーロンの破壊基準に従い、すべり面上の要素の応力状態に応じて設定する。



すべり安全率算定フロー (強度の考え方)

3.5 評価方法

⑫すべり面の設定方法(1/2)

- すべり安全率を算定するすべり面については、施設基礎底面を通るすべり面及びせん断強度の小さい断層を通るすべり面を設定し、応力状態を踏まえて必要に応じてすべり面を追加設定する。
 - ・施設基礎底面を通るすべり面：代表施設基礎底面を通るすべり面及び代表施設に隣接する施設を含むすべり面を設定する（設定例は下図a参照）。
 - ・断層を通るすべり面：固定点を設定し、岩盤内を通る角度をパラメトリックに設定する。岩盤内を通る角度は、受働崩壊角及び主働崩壊角（ $45^\circ \pm \phi/2$, $\phi=50^\circ$ ※1）を踏まえ、 $20^\circ \sim 70^\circ$ の範囲を 5° 間隔に設定する（設定例は下図b参照）。
 - ・応力状態を考慮したすべり面：審査ガイド※2に準拠し、設定したすべり面について、要素の安全率が低い領域やモビライズド面との位置関係を踏まえ、上記で設定したすべり面の妥当性を確認する。モビライズド面等からすべり面が想定される場合は、設定したすべり面と比較の上、必要に応じてすべり面を追加設定する（次頁参照）。

■すべり面の設定方法(例:X-X'断面)

[a. 施設基礎底面を通るすべり面]

- ・原子炉建屋基礎底面を通るすべり面については、原子炉建屋のみのすべり面及び原子炉補助建屋、出入管理建屋を含むすべり面を設定する。
- ・地表面へ立ち上がるすべり面に液状化範囲が設定されている場合は、液状化の影響を考慮する。

- 凡例**
- : 岩級区分線
 - : 断層
 - : すべり面
 - : 固定点

※1 ϕ は岩盤の解析用物性値（内部摩擦角）を参考に設定。
 ※2 審査ガイド「4.1地震力に対する基礎地盤の安定性評価(2)確認事項」に記載されているすべり面設定上確認すべき事項に該当する項目。

[b. 断層を通るすべり面]

- ・固定点を設定し、岩盤内を通る角度をパラメトリックに設定する（固定点の設定の考え方は右図参照）。
- ・地表面へ立ち上がるすべり面に液状化範囲が設定されている場合は、液状化の影響を考慮する。

【固定点の設定の考え方】

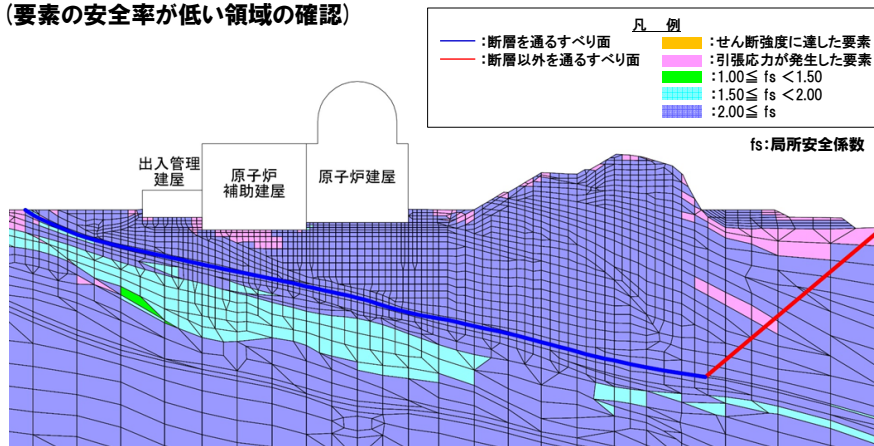
- ・せん断強度の小さい断層を長く通るすべり面を設定することから、F-8断層及びF-11断層の端部に固定点を設定する。
- ・応力が集中しやすいことから、建屋隅角部や周辺地山の地形変化点のような大きな重量の変化点に固定点を設定する。
- ・すべり土塊が大きくなると滑動力が大きくなることから、解析モデル端部に固定点を設定する。

⑫すべり面の設定方法 (2/2)

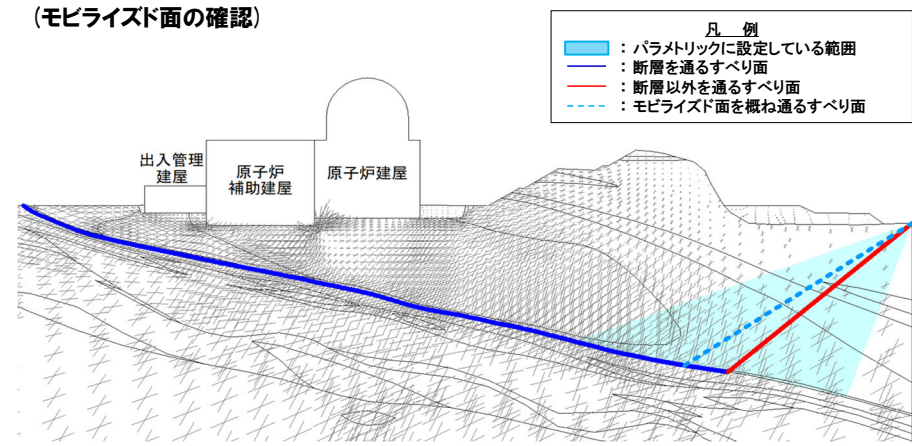
【c. 応力状態を考慮したすべり面 (詳細は, 補足説明資料2章参照)】

・前頁に示すa及びbに基づいて設定したすべり面のうち, 最小すべり安全率を示すすべり面について, 最小すべり安全率発生時刻の応力状態を踏まえ, 設定したすべり面が要素の安全率が低い領域 (せん断強度に達した要素や引張応力が発生した要素) やモビライズド面を通るすべり面になっていることを確認する。モビライズド面等からすべり面が想定される場合は, 設定したすべり面と比較の上, 必要に応じてすべり面を追加設定する。

(要素の安全率が低い領域の確認)



(モビライズド面の確認)



3.5 評価方法

⑬基礎地盤の支持力に対する安全性の確認

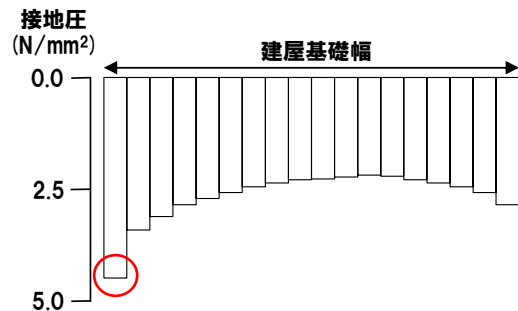
- 基礎地盤の支持力は、支持力試験から定めた評価基準値と基礎底面における地震時最大接地圧により評価する。
- 地震時最大接地圧は、常時応力と二次元動的有限要素法に基づく地震応答解析による地震時増分応力を重ね合わせて算出する。
- 地震時最大接地圧が基礎底面に分布する地盤の支持力の評価基準値を下回ることを確認する。
- 支持力試験結果より設定した基礎地盤の支持力の評価基準値を右下表に示す(支持力の評価基準値の設定については、P90~P91参照)。

【①常時荷重(自重)の評価】

- ・常時応力解析による接地圧を算出

【②地震時荷重】

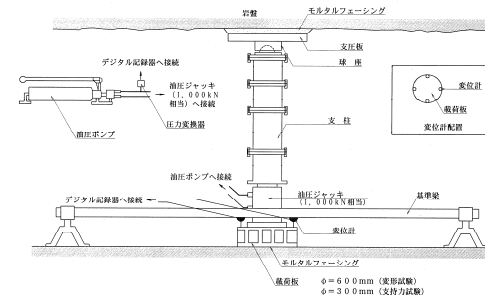
- ・地震応答解析を実施し、施設底面の地盤に作用する最大接地圧を算定



【③基礎地盤の支持力評価に用いる評価基準値】

- ・支持力試験結果より、評価基準値を設定

対象施設	基礎地盤の岩級	評価基準値 (N/mm ²)	備考
原子炉建屋	安山岩A _I 級	13.7	P90参照
	安山岩A _{III} 級	13.7	
緊急時対策所	火砕岩類C級	13.7	P91参照



十分な支持性能を有することを確認
最大接地圧 (①+②) < 評価基準値 (③)

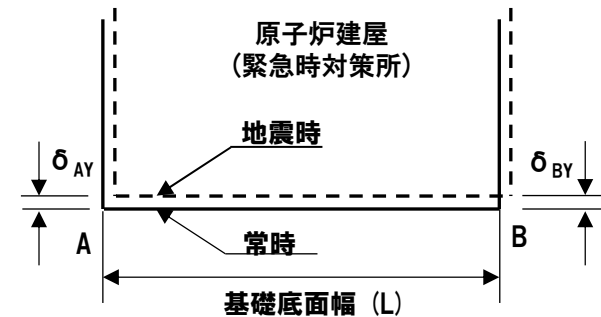
3.5 評価方法

⑭基礎底面の傾斜に対する安全性の確認

- 基礎底面の傾斜は、基礎底面の両端の鉛直方向の相対変位を基礎底面幅で除して算定する傾斜により評価する。
- 相対変位は、基礎底面両端それぞれの鉛直方向の変位の差から算出する。
- 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安である1/2,000*を下回ることを確認する。

※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。

$$\text{基礎底面の傾斜} = \frac{|\delta_{AY} - \delta_{BY}|}{L}$$



δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。

3.6 基準地震動

①基準地震動一覧(1/4)

- 基準地震動を評価地震動とし、各地震動の作成方法に応じて位相の反転も考慮した。
- 基準地震動の最大加速度及び位相反転の考慮について、本頁～P125に示す(基準地震動の加速度時刻歴波形については、P126～P132参照)。

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	
			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			

3.6 基準地震動

①基準地震動一覧(2/4)

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			

3. 6 基準地震動

①基準地震動一覧(3/4)

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。
			鉛直動	UD方向	169	
				水平動	NS方向	
		鉛直動	EW方向		322	
			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)	鉛直動	UD方向	
		水平動			NS方向	
			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)	鉛直動	EW方向	
		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	
		EW方向			273	
		鉛直動		UD方向	119	

3.6 基準地震動

①基準地震動一覧(4/4)

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	水平動の反転を考慮 ・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	
	鉛直動		490		

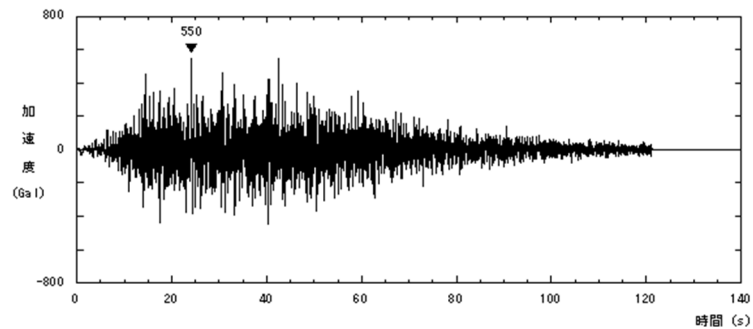
※基準地震動Ss3-3は、水平方向の地震動のみであることから、「一関東評価用地震動(鉛直方向)」を別途設定している(詳細は、R5.6.9審査会合資料「泊発電所3号炉 基準地震動の策定について」参照)。

3.6 基準地震動

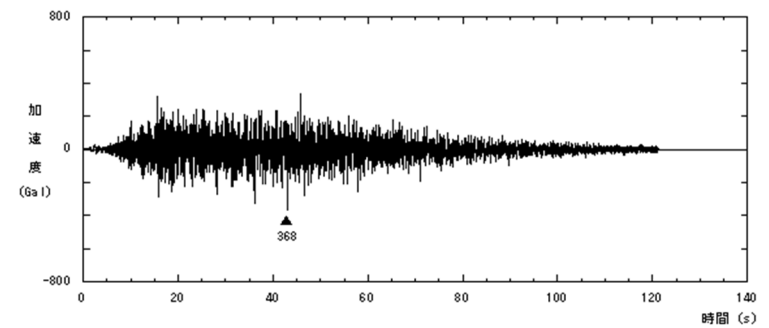
②-1 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss1

○基準地震動の加速度時刻歴波形を本頁～P132に、一関東評価用地震動(鉛直方向)の加速度時刻歴波形をP133に示す(加速度時刻歴波形については、R5.6.9審査会合資料「泊発電所3号炉 基準地震動の策定について」より抜粋)。

基準地震動Ss1(設計用模擬地震波)



水平方向

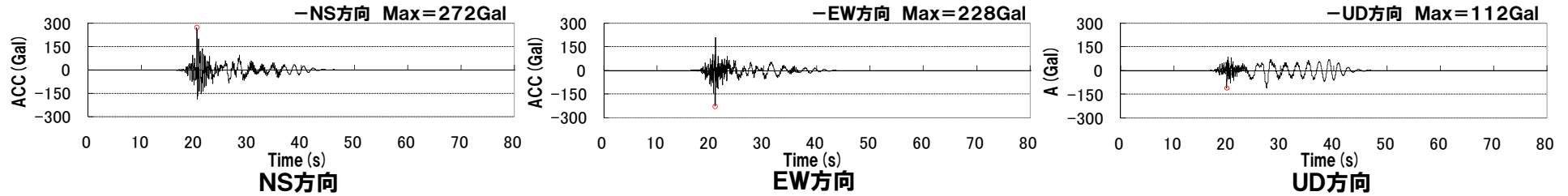
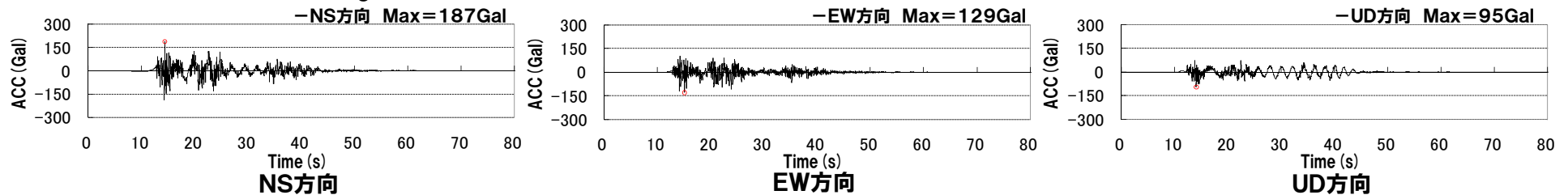
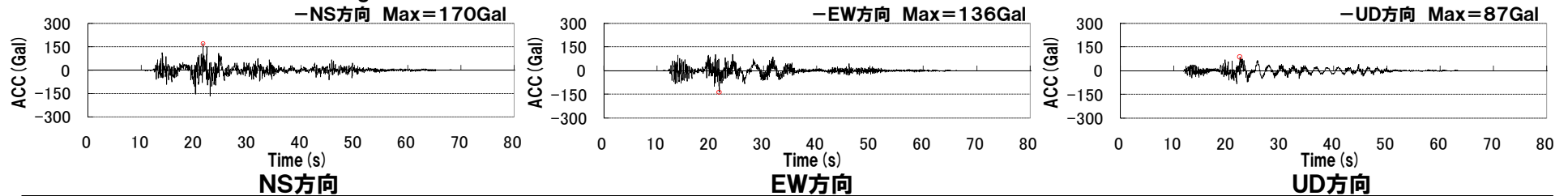
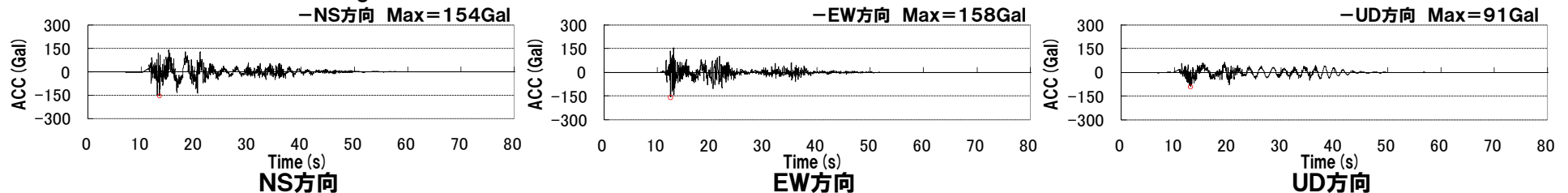


鉛直方向

3.6 基準地震動

②-2 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss2-1~Ss2-4

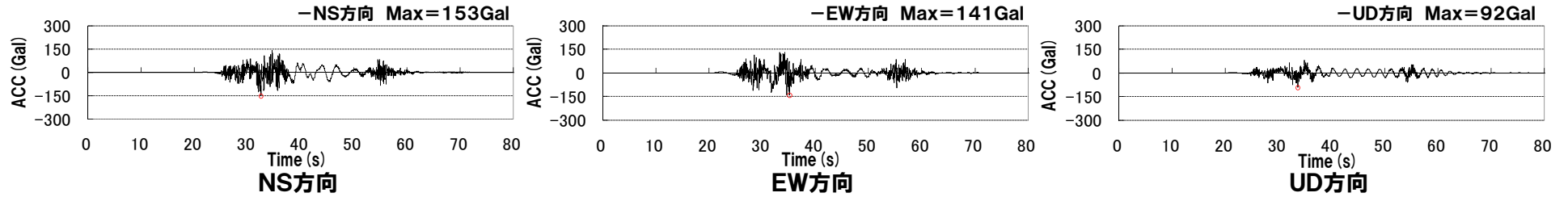
基準地震動Ss2-1 (尻別川断層による地震 (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))

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))

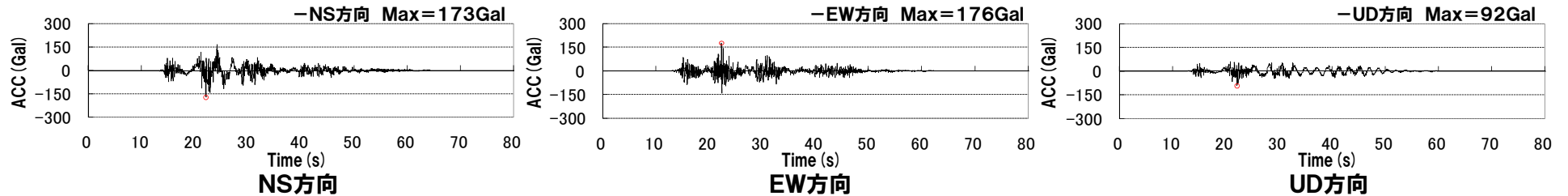
3.6 基準地震動

②-3 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss2-5~Ss2-8

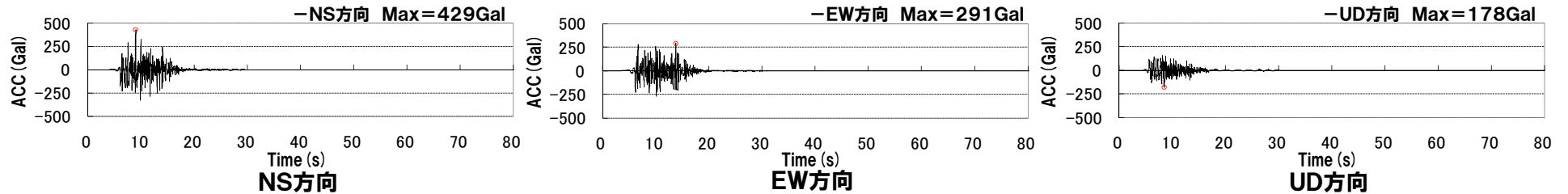
基準地震動Ss2-5 (F_S -10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度), 破壊開始点5))



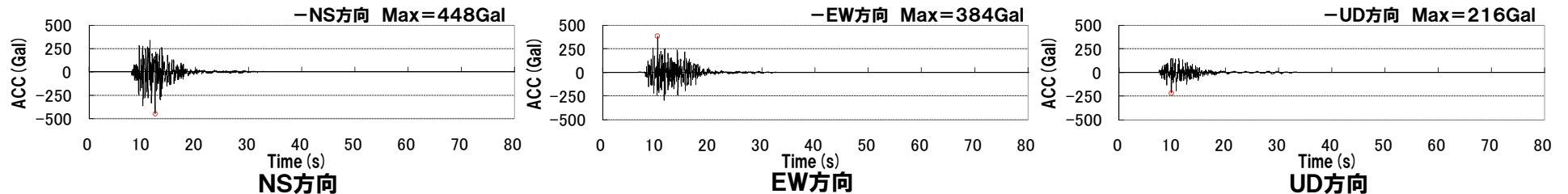
基準地震動Ss2-6 (F_S -10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度), 破壊開始点6))



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))



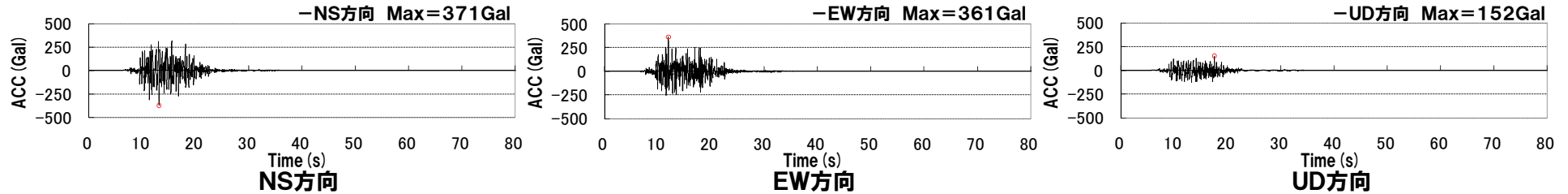
基準地震動Ss2-8 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向 0° ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角), 破壊開始点2))



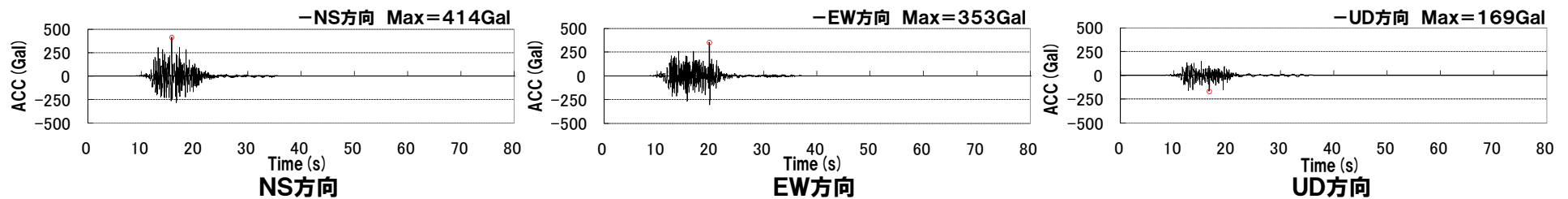
3.6 基準地震動

②-4 基準地震動加速度時刻歴波形: Ss2-9~Ss2-12

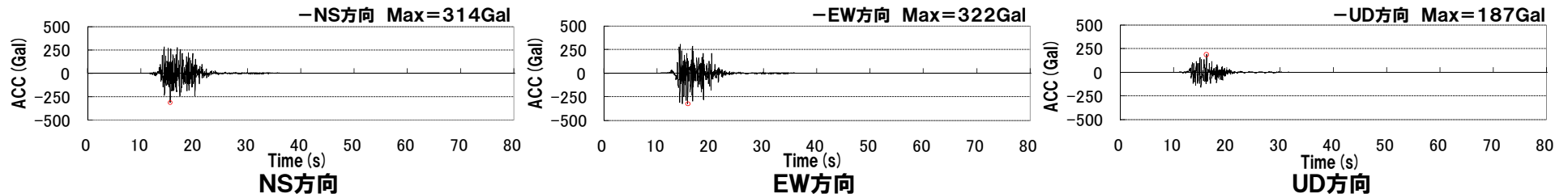
基準地震動Ss2-9 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点3))



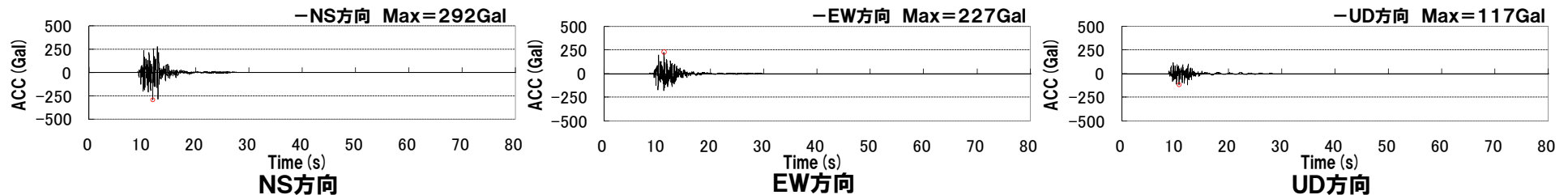
基準地震動Ss2-10 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))



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))



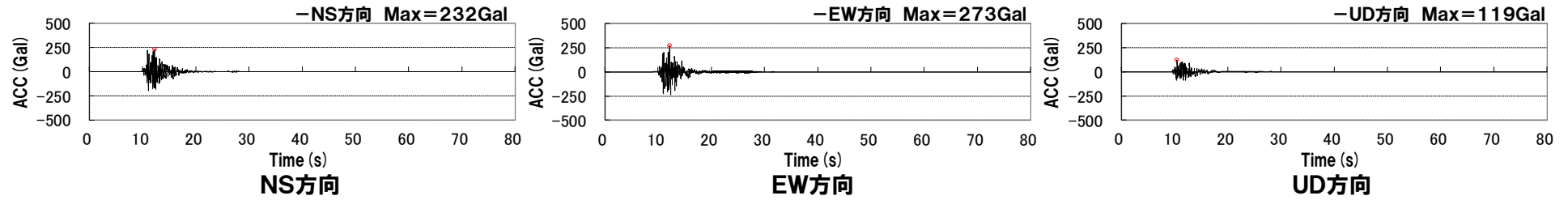
基準地震動Ss2-12 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース (不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2))



3.6 基準地震動

②-5 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss2-13

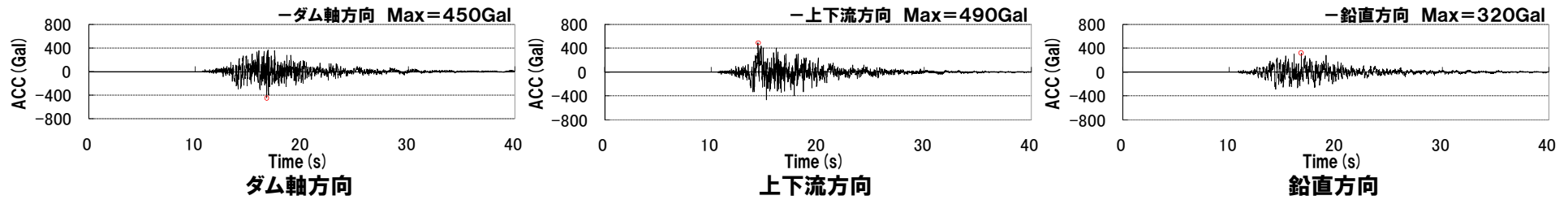
基準地震動Ss2-13 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向40° ケース (不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2))



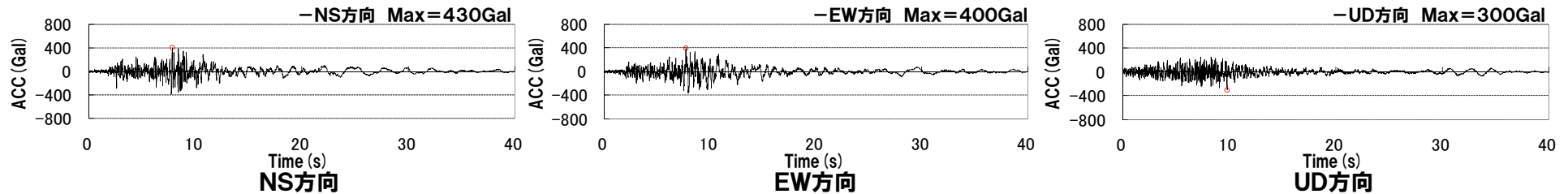
3.6 基準地震動

②-6 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss3-1~Ss3-4

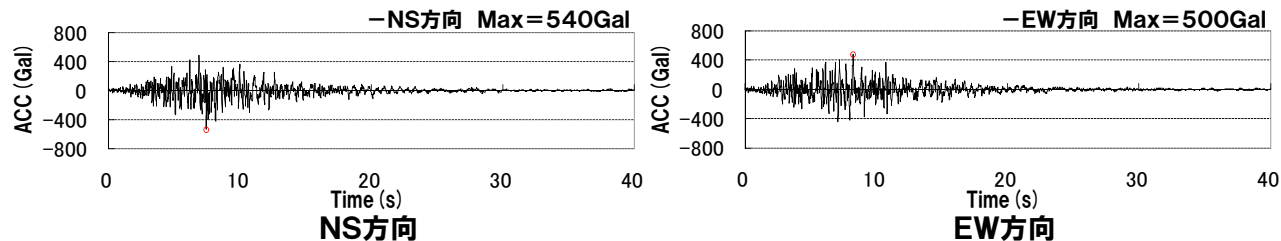
基準地震動Ss3-1 (2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山]))



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))

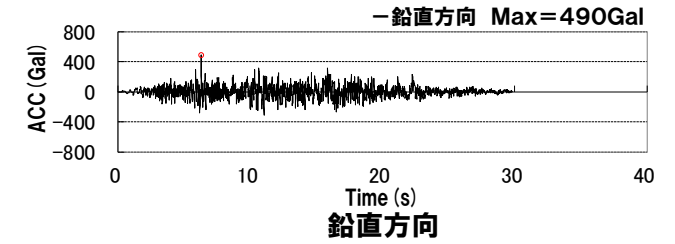
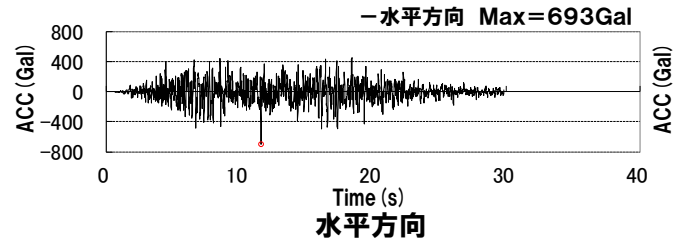


基準地震動Ss3-4 (2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町))



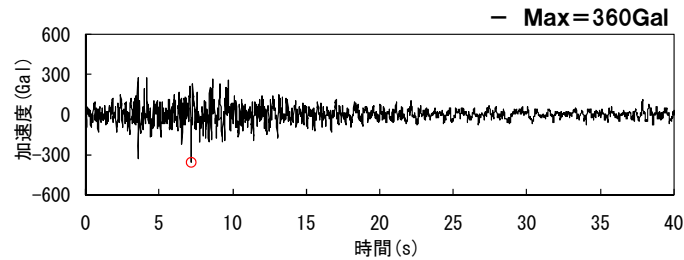
②-7 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss3-5

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

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

3.6 基準地震動

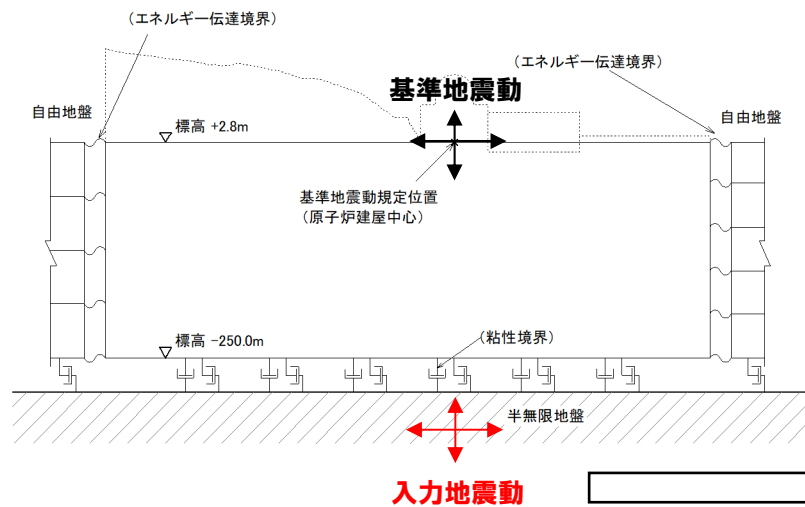
③入力地震動の考え方

- 解析に用いる入力地震動は、解放基盤表面で定義された基準地震動を二次元有限要素法を用いて地震応答解析モデル下端にて評価したものを用いる。
- 入力地震動は水平及び鉛直方向の基準地震動を基に設定し、これらを同時に解析モデルに作用させる。

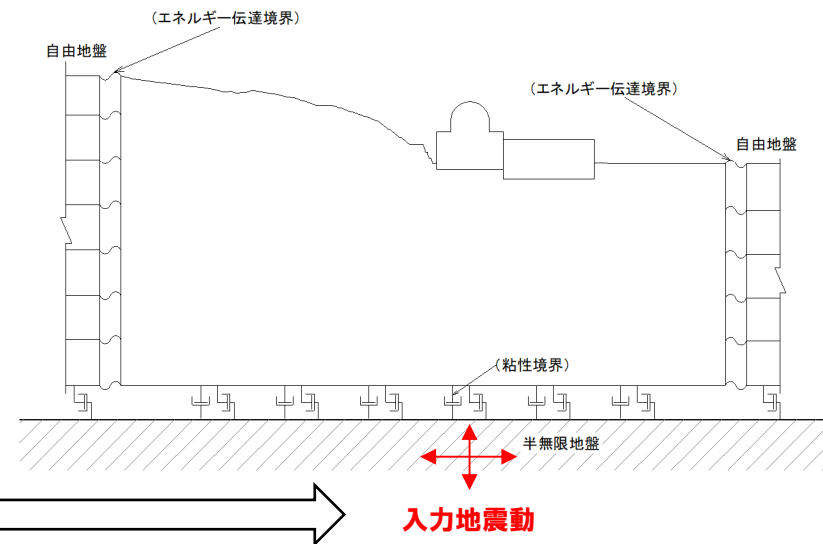
■入力地震動の考え方

解放地盤モデル

- ・解放基盤表面レベル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



地震応答解析モデル



Y-Y'断面における入力地震動策定の例

余白

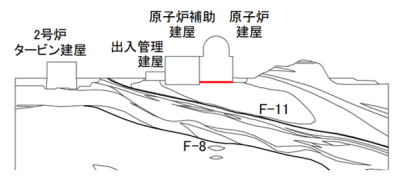
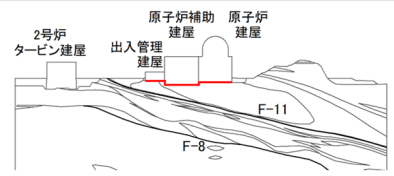
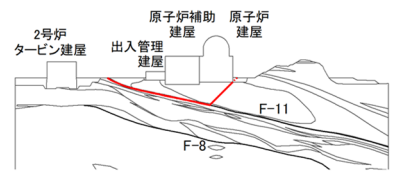
3.7 評価結果

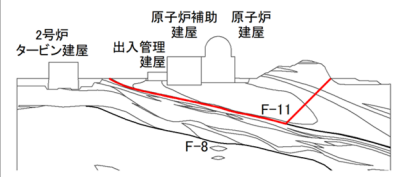
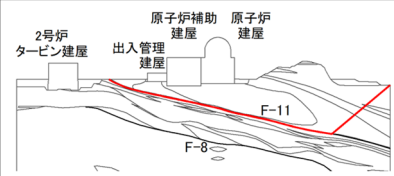
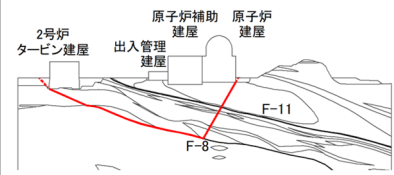
①-1 すべりに対する評価結果:X-X'断面 (1/2)

○想定すべり面ごとの最小すべり安全率を以下に示す※1。

○X-X'断面において、動的解析の結果、最小すべり安全率は2.1、ばらつきを考慮しても1.8であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることを確認した。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は、補足説明資料2章に示す。

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
1	 <p>原子炉建屋基礎底面を通るすべり面</p>	Ss3-4 (-,+)	4.8 [7.50]
2	 <p>出入管理建屋から原子炉建屋基礎底面を通るすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	8.0 [7.51]
3	 <p>F-11断層左端からF-11断層を通り原子炉建屋基礎右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (-,+)	3.1 [7.50]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
4	 <p>F-11断層左端からF-11断層を通り原子炉建屋の南東側の地山の裾に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (-,+)	2.5 [7.51]
5	 <p>F-11断層左端からF-11断層を通り解析モデル右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (-,+)	2.1 (1.8) [7.54]
6	 <p>2号炉タービン建屋基礎左端からF-8断層を通り原子炉建屋右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (-,+)	4.0 [7.54]

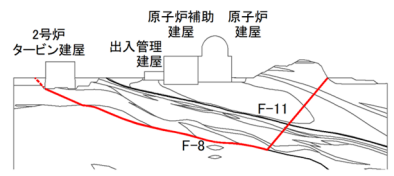
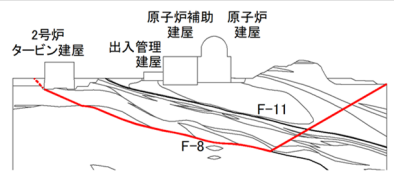
— :岩級区分線 - - - :すべり面※4 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

※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 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を, []は発生時刻(秒)を示す。

※4 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す(P116を参照)。

①-1 すべりに対する評価結果:X-X'断面 (2/2)

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
7	 <p>2号炉タービン建屋基礎左端からF-8断層を通り 原子炉建屋の南東側の地山の裾に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (-,+)	2.4 [7.53]
8	 <p>2号炉タービン建屋基礎左端からF-8断層を通り 解析モデル右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (-,+)	2.2 [7.53]

— :岩級区分線 - - - :すべり面※3 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

※1 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。

※2 []は発生時刻(秒)を示す。

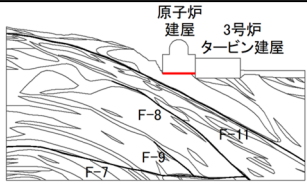
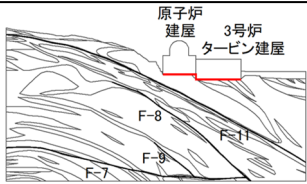
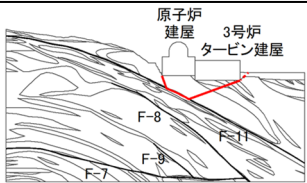
※3 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す(P116を参照)。

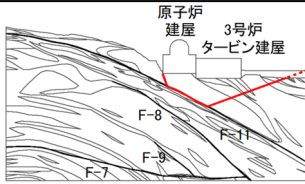
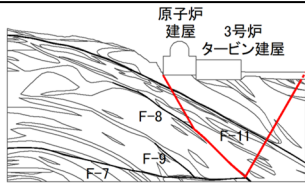
3.7 評価結果

①-2 すべりに対する評価結果:Y-Y'断面

○想定すべり面ごとの最小すべり安全率を以下に示す※1。
○Y-Y'断面において、動的解析の結果、最小すべり安全率は3.0、ばらつきを考慮しても2.7であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることを確認した。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は、補足説明資料2章に示す。

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
1	 原子炉建屋基礎底面を通るすべり面	Ss3-4 (-,+)	3.0 (2.7) [7.56]
2	 原子炉建屋から3号炉タービン建屋基礎底面を通るすべり面	Ss3-4 (-,+)	6.3 [7.54]
3	 原子炉建屋基礎左端からF-11断層を通り3号炉タービン建屋基礎右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	7.7 [7.49]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
4	 原子炉建屋基礎左端からF-11断層を通り解析モデル右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	7.0 [7.54]
5	 原子炉建屋基礎左端からF-8断層を通り解析モデル右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	10.8 [7.51]

— :岩級区分線 - - - :すべり面※4 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

※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 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を, []は発生時刻(秒)を示す。

※4 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す(P116を参照)。

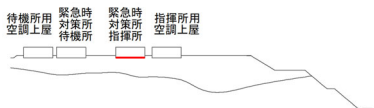

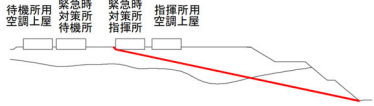
余白

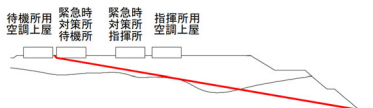
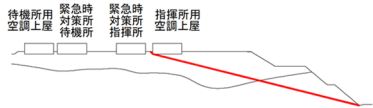
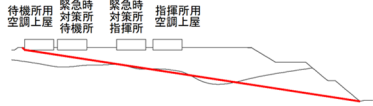
3.7 評価結果

①-3 すべりに対する評価結果:a-a'断面 (1/3)

○想定すべり面ごとの最小すべり安全率を以下に示す*1。
 ○a-a'断面において、動的解析の結果、最小すべり安全率は4.1、ばらつきを考慮しても3.3であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることを確認した(最小すべり安全率は、P142参照)。

*1 各地震動に対する評価結果の詳細は、補足説明資料2章に示す。

No.	すべり面形状	基準地震動*2	最小すべり安全率*3
1	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所待機所 緊急時対策所指揮所 緊急時対策所空調上層</p> <p>緊急時対策所指揮所基礎底面を通るすべり面</p>	Ss3-5 (+,+)	9.7 [11.63]
2	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所待機所 緊急時対策所指揮所 緊急時対策所空調上層</p> <p>緊急時対策所待機所基礎底面を通るすべり面</p>	Ss3-5 (-,-)	10.8 [11.63]
3	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所待機所 緊急時対策所指揮所 緊急時対策所空調上層</p> <p>緊急時対策所指揮所基礎左端を通り T.P.10m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	6.3 [11.63]

No.	すべり面形状	基準地震動*2	最小すべり安全率*3
4	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所待機所 緊急時対策所指揮所 緊急時対策所空調上層</p> <p>緊急時対策所待機所基礎左端を通り T.P.10m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	5.7 [11.63]
5	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所待機所 緊急時対策所指揮所 緊急時対策所空調上層</p> <p>指揮所用空調上層基礎左端を通り T.P.10m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	7.1 [11.63]
6	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所待機所 緊急時対策所指揮所 緊急時対策所空調上層</p> <p>待機所用空調上層基礎左端を通り T.P.10m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	6.2 [11.63]

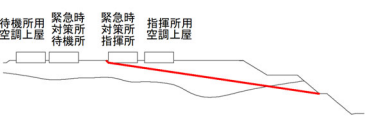
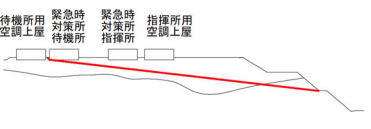
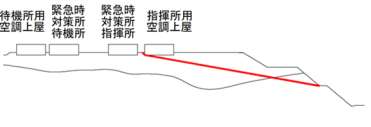
— :岩級区分線 — :すべり面 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

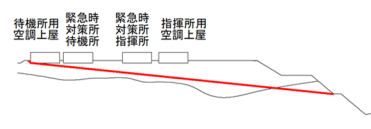

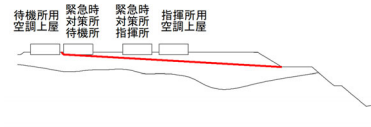
*2 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

*3 []は発生時刻(秒)を示す。

3.7 評価結果

①-3 すべりに対する評価結果:a-a'断面 (2/3)

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
7	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上層</p> <p>緊急時対策所指揮所基礎左端を通り T.P.21m小段法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	6.6 [11.63]
8	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上層</p> <p>緊急時対策所待機所基礎左端を通り T.P.21m小段法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	6.2 [11.63]
9	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上層</p> <p>指揮所用空調上層基礎左端を通り T.P.21m小段法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	7.3 [11.63]

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
10	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上層</p> <p>待機所用空調上層基礎左端を通り T.P.21m小段法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,+)	6.1 [11.63]
11	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上層</p> <p>緊急時対策所指揮所基礎左端を通り T.P.31m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (-,-)	6.3 [11.64]
12	 <p>待機所用空調上層 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上層</p> <p>緊急時対策所待機所基礎左端を通り T.P.31m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,+)	6.7 [11.63]

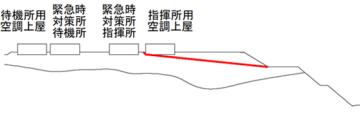
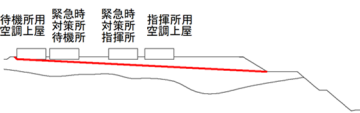
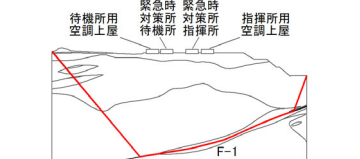
— :岩級区分線 — :すべり面 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

※1 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。

※2 []は発生時刻(秒)を示す。

3.7 評価結果

①-3 すべりに対する評価結果:a-a'断面 (3/3)

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
13	 <p>待機所用空調上屋 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上屋</p> <p>指揮所用空調上屋基礎左端を通り T.P.31m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (-, -)	5.7 [11.64]
14	 <p>待機所用空調上屋 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上屋</p> <p>待機所用空調上屋基礎左端を通り T.P.31m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+, +)	6.6 [11.63]
15	 <p>待機所用空調上屋 緊急時対策所 緊急時対策所 指揮所用空調上屋</p> <p>解析モデル左端からF-1断層を通り 解析モデル右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+, +)	4.1 (3.3) [7.53]

— :岩級区分線 — :すべり面 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

※1 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。

※2 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を, []は発生時刻(秒)を示す。

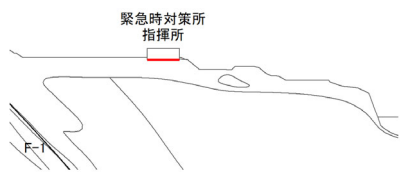

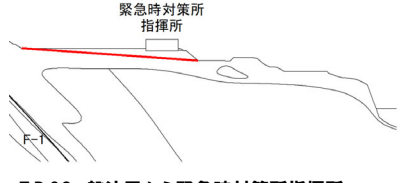
余白

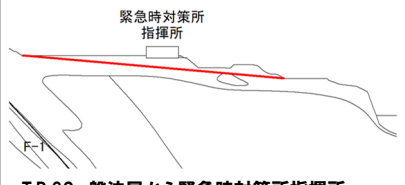
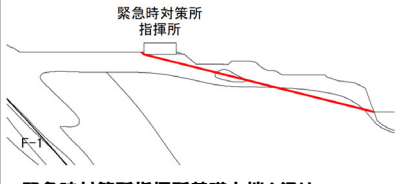
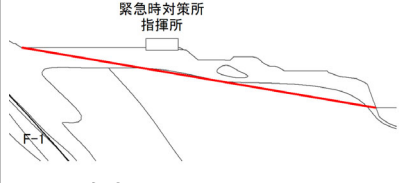
3.7 評価結果

①-4 すべりに対する評価結果:b-b'断面 (1/2)

○想定すべり面ごとの最小すべり安全率を以下に示す※1。
○b-b'断面において、動的解析の結果、最小すべり安全率は5.0、ばらつきを考慮しても4.3であり、いずれも評価基準値1.5を上回ることを確認した。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は、補足説明資料2章に示す。

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
1	 <p>緊急時対策所指揮所 基礎底面を通るすべり面</p>	Ss3-5 (-, -)	9.3 [11.63]
2	 <p>緊急時対策所指揮所 基礎左端を通り 緊急時対策所下部斜面法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+, -)	6.8 [16.16]
3	 <p>緊急時対策所指揮所 T.P.39m盤法尻から緊急時対策所指揮所 下部斜面法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+, -)	5.3 [16.16]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
4	 <p>緊急時対策所指揮所 T.P.39m盤法尻から緊急時対策所指揮所 下部下段斜面法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+, +)	5.0 (4.3) [7.43]
5	 <p>緊急時対策所指揮所 基礎左端を通り T.P.10m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+, -)	8.4 [11.62]
6	 <p>緊急時対策所指揮所 T.P.39m盤法尻から T.P.10m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+, +)	7.7 [11.62]

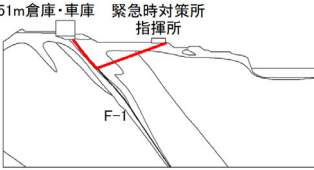
— :岩級区分線 — :すべり面 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

※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 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を, []は発生時刻(秒)を示す。

3.7 評価結果

①-4 すべりに対する評価結果:b-b'断面 (2/2)

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
7	 <p>F-1断層左端から 緊急時対策所指揮所基礎右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (-,+)	5.2 [7.53]

— :岩級区分線 — :すべり面 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

※1 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。
 ※2 []は発生時刻(秒)を示す。

3.7 評価結果

②-1 支持力に対する評価結果：X-X'断面，Y-Y'断面

- 原子炉建屋基礎底面部における地震時最大接地圧を以下に示す。
○X-X'断面及びY-Y'断面の地震時最大接地圧のうち、最大はY-Y'断面の4.0N/mm²であり、基礎底面に分布する安山岩A_I級及びA_{III}級の支持力の評価基準値13.7N/mm²を下回ることを確認した。

■X-X'断面

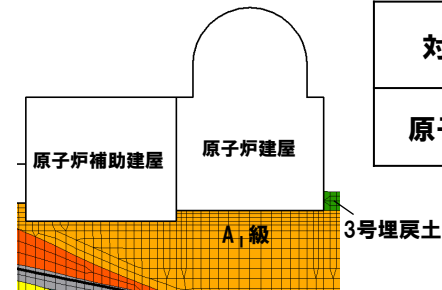
対象施設	基準地震動※1	地震時最大接地圧※2 (N/mm ²)
原子炉建屋	Ss3-4 (-,+)	2.1 [7.50]

■Y-Y'断面

対象施設	基準地震動※1	地震時最大接地圧※2 (N/mm ²)
原子炉建屋	Ss3-4 (+,+)	4.0 [7.60]

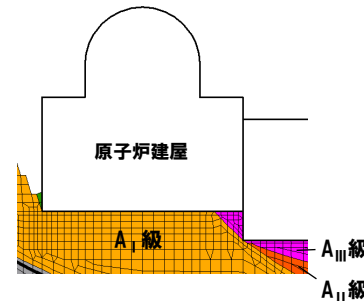
基礎底面の岩盤分布状況

■X-X'断面



対象施設	基礎地盤 の岩級	評価基準値※3 (N/mm ²)
原子炉建屋	A _I 級	13.7

■Y-Y'断面



対象施設	基礎地盤 の岩級	評価基準値※3 (N/mm ²)
原子炉建屋	A _I 級	13.7
	A _{III} 級	13.7

- ※1 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。
※2 []は発生時刻(秒)を示す。
※3 支持力の評価基準値は、原位置試験(支持力試験)の試験結果から設定した(P90参照)。

3.7 評価結果

②-2 支持力に対する評価結果：a-a'断面, b-b'断面

- 緊急時対策所基礎底面部における地震時最大接地圧を以下に示す。
○a-a'断面及びb-b'断面の地震時最大接地圧のうち、最大はb-b'断面の0.3N/mm²であり、基礎底面に分布する火砕岩類C級の支持力の評価基準値13.7N/mm²を下回ることを確認した。

■a-a'断面

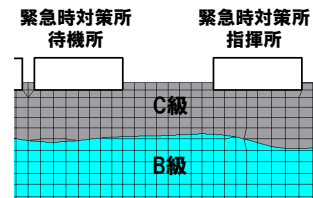
対象施設	基準地震動※1	地震時最大接地圧※2 (N/mm ²)
緊急時対策所 指揮所	Ss3-4 (-,+)	0.2 [7.59]
緊急時対策所 待機所	Ss3-4 (-,+)	0.2 [7.60]

■b-b'断面

対象施設	基準地震動※1	地震時最大接地圧※2 (N/mm ²)
緊急時対策所 指揮所	Ss3-1-Y (+,+)	0.3 [14.07]

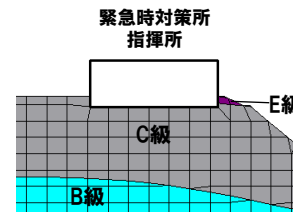
基礎底面の岩盤分布状況

■a-a'断面



対象施設	基礎地盤 の岩級	評価基準値※3 (N/mm ²)
緊急時対策所 指揮所	C級	13.7

■b-b'断面



対象施設	基礎地盤 の岩級	評価基準値※3 (N/mm ²)
緊急時対策所 指揮所	C級	13.7

※1 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。
※2 []は発生時刻(秒)を示す。
※3 支持力の評価基準値は、原位置試験(支持力試験)の試験結果から設定した(P91参照)。

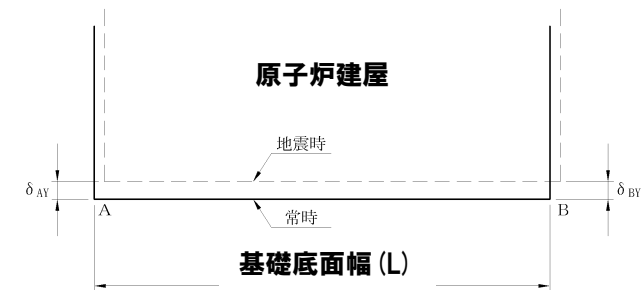
3.7 評価結果

③-1 傾斜に対する評価結果：X-X'断面, Y-Y'断面

- 原子炉建屋基礎底面に生じる最大傾斜を以下に示す。
○X-X'断面及びY-Y'断面の最大傾斜のうち、最大はY-Y'断面の1/18,000であり、評価基準値の目安である1/2,000を下回ることを確認した。

■X-X'断面

対象建屋	基準地震動※1	最大相対変位※2 (cm) ($ \delta_{AY} - \delta_{BY} $)	最大傾斜 $\left(\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L} \right)$	評価基準値 の目安
原子炉建屋 (L=58.2m)	Ss1 (+,+), (-,-)	0.18 [37.71]	1/32,000	1/2,000



δ_{AY} , δ_{BY} は上向きを正とする。

■Y-Y'断面

対象建屋	基準地震動※1	最大相対変位※2 (cm) ($ \delta_{AY} - \delta_{BY} $)	最大傾斜 $\left(\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L} \right)$	評価基準値 の目安
原子炉建屋 (L=79.1m)	Ss3-4 (-,+)	0.43 [7.57]	1/18,000	1/2,000

※1 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。

※2 []は発生時刻 (秒)を示す。

3.7 評価結果

③-2 傾斜に対する評価結果：a-a'断面, b-b'断面

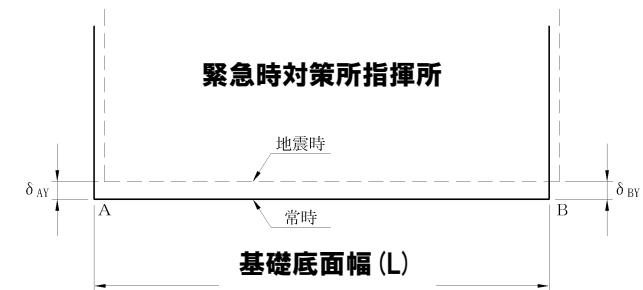
- 緊急時対策所基礎底面に生じる最大傾斜を以下に示す。
○a-a'断面及びb-b'断面の最大傾斜のうち、最大はb-b'断面の1/31,000であり、評価基準値の目安である1/2,000を下回ることを確認した。

■a-a'断面

対象建屋	基準地震動※1	最大相対変位※2 (cm) ($ \delta_{AY} - \delta_{BY} $)	最大傾斜 $\left(\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L} \right)$	評価基準値 の目安
緊急時対策所 指揮所 (L=15.7m)	Ss3-1- 上下流方向 (-,+)	0.04 [17.06]	1/39,000	1/2,000
緊急時対策所 待機所 (L=15.7m)	Ss3-4 (+,+)	0.03 [7.48]	1/52,000	1/2,000

■b-b'断面

対象建屋	基準地震動※1	最大相対変位※2 (cm) ($ \delta_{AY} - \delta_{BY} $)	最大傾斜 $\left(\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L} \right)$	評価基準値 の目安
緊急時対策所 指揮所 (L=15.7m)	Ss3-5 (+,+), (-,-)	0.05 [17.37]	1/31,000	1/2,000



δ_{AY} 、 δ_{BY} は上向きを正とする。

※1 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。

※2 []は発生時刻(秒)を示す。

余白

1. 全体概要	P. 3
2. 地質の概要	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 35
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.151
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.155
6. 周辺斜面の安定性評価	P.159
参考文献	P.184

4.1 評価方針

周辺地盤の変状による施設への影響評価項目・内容

○周辺地盤の変状による施設への影響評価について、審査ガイドに準拠し、以下の項目について確認する。

【周辺地盤の変状による施設への影響評価における評価項目】

○地震発生に伴う周辺地盤の変状による不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響を受けないことを確認する。

4.2 評価結果

評価結果

- 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を介して岩盤に支持されることから、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不等沈下が生じることはない(各施設の設置状況は、P50～P68参照)。

余白

1. 全体概要	P. 3
2. 地質の概要	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 35
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.151
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.155
6. 周辺斜面の安定性評価	P.159
参考文献	P.184

5.1 評価方針

地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価項目・内容

○地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価について、審査ガイドに準拠し、以下の項目について確認する。

【地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価における評価項目】

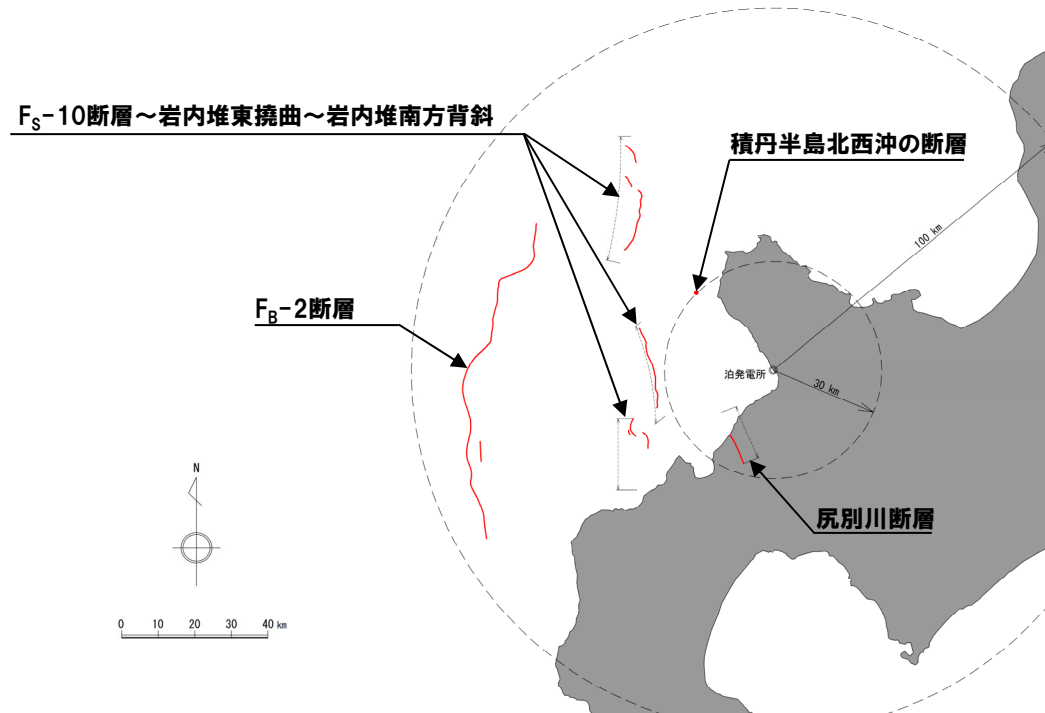
- 地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みにより、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設が重大な影響を受けないことを確認する。
- 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価については、敷地及び敷地近傍には震源として考慮する活断層が認められないことから、敷地において地震発生に伴う地殻の広域的な変形による著しい地盤の傾斜が生じることはないと考えられる。
- 一方、敷地周辺には震源として考慮する活断層が認められることから、当該断層の活動に伴い生じる、耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎底面の傾斜を評価する。
- 地震発生に伴い生じる地殻変動による基礎底面の傾斜は、地殻変動解析から求められる地盤の変位により算出する。
- 地殻変動解析から求められる基礎底面の最大傾斜に、地震応答解析から求められる基礎底面の最大傾斜を重ね合わせた傾斜が、評価基準値の目安である1/2,000を超えないことを確認する。
- 本評価は、「3章 地震力に対する基礎地盤の安定性評価」において代表施設として選定した原子炉建屋、緊急時対策所及び防潮堤を対象に実施する。
- なお、地震応答解析から求められる基礎底面の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地震動による基準地震動」による地震応答解析の結果を用いる。

対象施設	評価基準値の目安	備考
原子炉建屋	1/2,000	【審査ガイド(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)
緊急時対策所		
防潮堤		

5.2 評価方法

評価方法

- 地震発生に伴い生じる地殻変動による基礎底面の傾斜は、食い違い弾性論 (Mansinha and Smylie (1971)) に基づく地殻変動解析から求められる地盤の変位により算出する。
- 地殻変動解析は、「敷地ごとに震源を特定して策定する地震動による基準地震動」の策定において検討用地震に選定した以下の断層に対して実施する(下図参照)。
 - ・尻別川断層
 - ・F_S-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜
 - ・F_B-2断層
 - ・積丹半島北西沖の断層
- 各断層の断層パラメータについては、地震動評価で用いた断層パラメータ及び津波評価で用いた断層パラメータを比較の上、地殻変動量の観点から保守的な評価となる断層パラメータを用いることとする。
- 地殻変動解析に用いる具体的な断層パラメータ及び評価結果については、今後説明予定である。



断層位置図

余白

1. 全体概要	P. 3
2. 地質の概要	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価	P. 35
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価	P.151
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価	P.155
6. 周辺斜面の安定性評価	P.159
参考文献	P.184

6. 周辺斜面の安定性評価

周辺斜面の安定性評価 評価概要 (1/2)

○周辺斜面の安定性評価の評価概要を本頁及び次頁に示す。

6.1章 評価方針 (P162～P169参照)

- 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) の周辺斜面の安定性評価については、評価対象施設に影響するおそれのある斜面を抽出し、斜面高さ等を考慮して評価対象断面を選定し、審査ガイドに準拠し、斜面崩壊に対する安全性を確認する。
- 評価対象施設の周辺に分布する斜面のうち、斜面のすべり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がない斜面を周辺斜面として抽出する。
- 周辺斜面は、地盤の種類及び評価対象施設との位置関係の観点から、以下の4つに分類した上で分類した周辺斜面ごとに評価対象断面を選定する。
 - ・原子炉建屋等周辺斜面
 - ・茶津側防潮堤周辺斜面
 - ・堀株側防潮堤周辺斜面
 - ・堀株側防潮堤周辺斜面 (盛土)
- なお、地盤の液状化を考慮する際、地表面や岩盤表面が傾斜している場合には、側方流動による影響があると考えられることから、液状化の可能性について検討する必要がある。
- このため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布※を踏まえ、T.P.10m盤以下については、評価対象施設の周辺斜面の安定性評価においても、液状化の影響を考慮することとした (基礎地盤の安定性評価と同様)。

6.2章 評価対象断面の選定 (P170～P172参照)

- 原子炉建屋等周辺斜面については、相対的に北側に位置する斜面と南側に位置する斜面があることから、それぞれの斜面において、斜面を代表する検討断面を設定し、斜面安定性の影響要因 (構成する岩級、斜面高さ、斜面の勾配、断層の分布の有無) の比較検討を行い、北側に位置する斜面の検討断面である原子炉建屋を通る断面を評価対象断面に選定した。
- 茶津側防潮堤周辺斜面、堀株側防潮堤周辺斜面及び堀株側防潮堤周辺斜面 (盛土) については、防潮堤の周辺斜面であることから、今後説明予定。

次頁参照

6.3章 評価方法 (P173～P181参照)

6.4章 評価結果 (P182～P183参照)

※設置 (変更) 許可段階において、設計地下水位の設定方針を策定するため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した三次元浸透流解析を実施しており、その解析結果 (地下水位分布) を参照した (R4.6.23審査会合資料「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止 (地下水位の設定)」P21に加筆)。

6. 周辺斜面の安定性評価

周辺斜面の安定性評価 評価概要 (2/2)

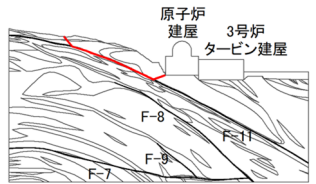
前頁からの続き

6.3章 評価方法 (P173~P181参照)

- 地震力に対する周辺斜面の安定性評価は、評価対象断面の解析断面について、二次元動的有限要素法に基づく常時応力及び地震応答解析により斜面のすべりを評価する(解析用物性値は3.4章参照、基準地震動は3.6章参照)。
- 地震応答解析は、周波数応答解析を用い、等価線形化法により土質材料の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、水平動及び鉛直動による応答の同時性を考慮する(基礎地盤の安定性評価と同様)。
- 地下水位については、原子炉建屋等の地下水排水設備の機能に期待する建物・構築物の地下水位は建屋基礎底面下とし、それ以外の建屋及び周辺地盤の地下水位は、保守的に地表面に設定した(耐震設計方針^{※1}の説明と同じ)。
- 動的解析における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。
- すべり安全率を算定するすべり面については、せん断強度の小さい断層を通るすべり面を設定し、応力状態を踏まえて必要に応じてすべり面を追加設定する(詳細は、補足説明資料2章参照)。
- 周辺斜面のすべり安定性評価に当たっては、液状化範囲内におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力は考慮しない。

6.4章 評価結果 (P182~P183参照)

- 評価対象施設の周辺斜面は、以下のとおり、基準地震動による地震力に対して、周辺斜面のすべりについて、いずれも評価基準値を満足することを確認した。
- 動的解析の結果から得られた原子炉建屋等周辺斜面の最小すべり安全率は、1.6 (1.4^{※2})であり、いずれも評価基準値の1.2を上回ることを確認した。

周辺斜面の分類	評価対象断面	周辺斜面のすべり		
		基準地震動 ^{※3}	すべり面形状	最小すべり安全率
原子炉建屋等周辺斜面	Y-Y' 断面	Ss3-4 (+,+)		1.6 (1.4 ^{※2})
				評価基準値1.2

※1 R4.6.23審査会合「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止(地下水位の設定)」において、説明済み。

※2 物性のばらつきを考慮したすべり安全率。

※3 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。

6.1 評価方針

①周辺斜面の安定性評価項目・内容

○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、以下の項目について確認する。

【地震力に対する周辺斜面の安定性評価における評価項目】

○周辺斜面のすべり面における地盤安定性（斜面崩壊に対する安全性）について、動的解析における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。

○なお、地盤の液状化を考慮する際、地表面や岩盤表面が傾斜している場合には、側方流動による影響があると考えられることから、液状化の可能性について検討する必要がある。

○このため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を踏まえ、T.P.10m盤以下については、評価対象施設の周辺斜面の安定性評価においても、地震力に対する基礎地盤の安定性評価と同様に、液状化の影響を考慮することとした（詳細は、P168～P169参照）。

6.1 評価方針

②周辺斜面の安定性の評価フロー

○周辺斜面の安定性評価フローを以下に示す。

周辺斜面の抽出 (P164～P169参照)

- 評価対象施設の周辺に分布する斜面に対して、斜面のすべり方向及び離隔距離の観点から、評価対象施設に影響を及ぼすおそれのある斜面を周辺斜面として抽出
- 周辺斜面について、地盤の種類及び評価対象施設との位置関係の観点から分類
- なお、T.P.10m盤以下については、周辺斜面の安定性評価においても、液状化の影響を考慮（地震力に対する基礎地盤の安定性評価と同様）



【6.2章 評価対象断面の選定 (P170～P172参照)】

- 分類した周辺斜面ごとに、斜面高さ等を考慮して評価対象断面を選定



【6.3章 評価方法】及び【6.4章 評価結果】

動的解析に基づく周辺斜面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 (P182～P183参照)

平均強度を用いたすべり安全率が1.2以上であることを確認

■強度のばらつき (平均-1σ強度) を考慮したすべり安定性評価 (P182参照)

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1.2以上であることを確認



評価終了

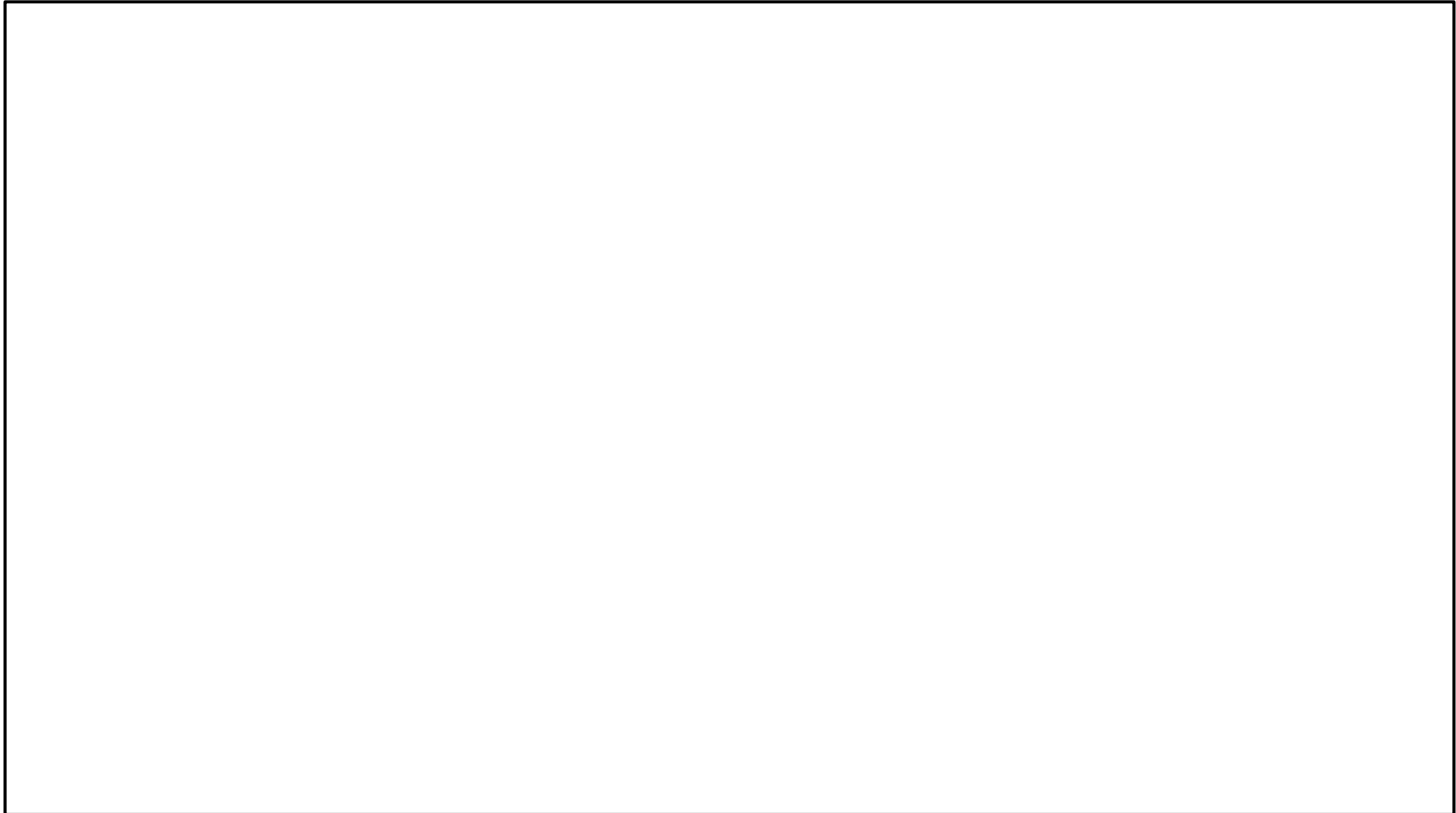
6.1 評価方針

③-1 評価対象施設の周辺に分布する斜面

○評価対象施設（耐震重要施設※¹及び常設重大事故等対処施設※²）の周辺に分布する斜面を下図に示す。

※¹ 設置許可基準規則第3条の対象となる耐震重要施設（間接支持構造物を含む）。

※² 設置許可基準規則第38条の対象となる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）。



6.1 評価方針

③-2 周辺斜面の抽出 (1/2)

- 斜面のすべり方向及び評価対象施設との離隔距離の観点から、評価対象施設に影響するおそれのある斜面を周辺斜面として抽出する。
- 離隔距離の考え方は、岩盤斜面及び盛土斜面ともに「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（土木学会，2009）」及び「原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-2015（日本電気協会，2015）」を基本とする。
- 盛土斜面については、より幅広く斜面を抽出するため、急傾斜地（土砂）を対象とした「宅地防災マニュアルの解説（宅地防災研究会，2022）」も準用し、離隔距離が以下の基準以内の斜面を抽出する。

【離隔距離の基準】

- ・岩盤斜面：斜面の法尻から対象施設までの離隔距離が50m以内の斜面、あるいは斜面高さの1.4倍以内の斜面
- ・盛土斜面：斜面の法尻から対象施設までの離隔距離が50m以内の斜面、あるいは斜面高さの2.0倍以内の斜面

参考文献	記載内容	対象地盤
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（土木学会，2009） 原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-2015（日本電気協会，2015）	周辺斜面は、斜面法尻からSクラス施設との離隔距離が、約50m以内あるいは斜面高さの約1.4倍以内の斜面を基本とする。	岩盤斜面 盛土斜面
宅地防災マニュアルの解説（宅地防災研究会，2022）	急傾斜地の崩壊は、急傾斜地の下端から急傾斜地高さの2倍（50mを超える場合は50m）以内の区域をいう。	急傾斜地（土砂）

6.1 評価方針

③-2 周辺斜面の抽出(2/2)

- 斜面のすべり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がない斜面を周辺斜面として抽出する。
- 斜面のすべり方向及び法尻からの離隔距離を下図に示す。

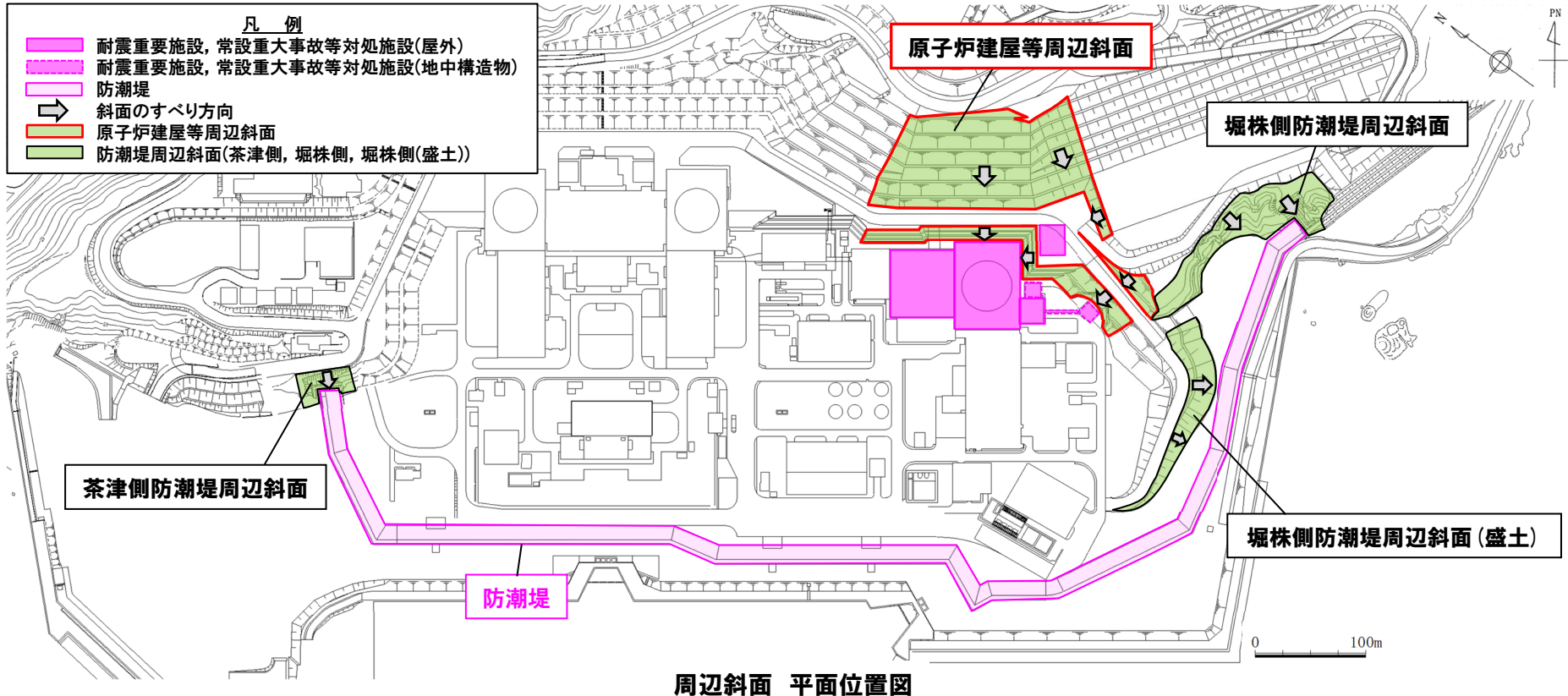


6.1 評価方針

④ 周辺斜面の分類

- 評価対象施設に影響するおそれのある周辺斜面を抽出した結果を下図に示す。
- 周辺斜面は、地盤の種類及び評価対象施設との位置関係の観点から右表のとおり分類した。
- 分類した周辺斜面ごとに、斜面高さ等を考慮して評価対象断面を選定する。
- 茶津側防潮堤周辺斜面、堀株側防潮堤周辺斜面及び堀株側防潮堤周辺斜面(盛土)の評価については、防潮堤の周辺斜面であることから、今後説明予定である。

周辺斜面の分類	地盤の種類	評価対象施設との位置関係
原子炉建屋等周辺斜面	岩盤斜面	原子炉建屋等の周辺斜面
茶津側防潮堤周辺斜面	岩盤斜面	防潮堤(北側)の周辺斜面
堀株側防潮堤周辺斜面	岩盤斜面	防潮堤(南側)の周辺斜面
堀株側防潮堤周辺斜面(盛土)	盛土斜面	防潮堤(南側)の周辺斜面



6.1 評価方針

⑤液状化範囲の検討(1/2)

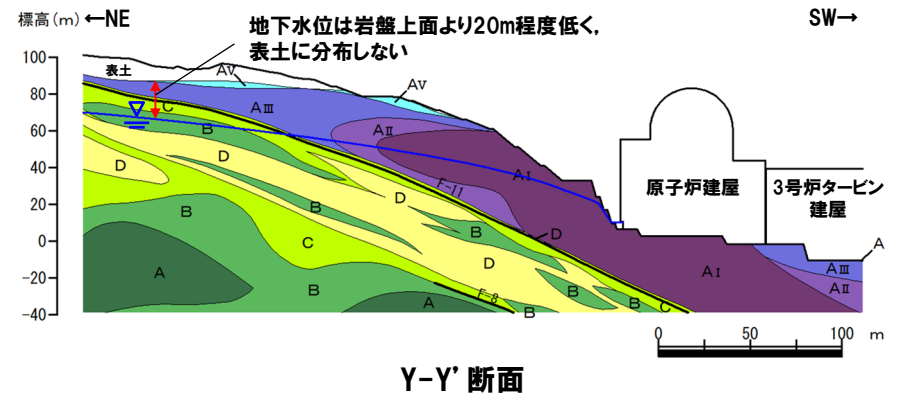
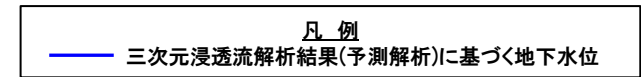
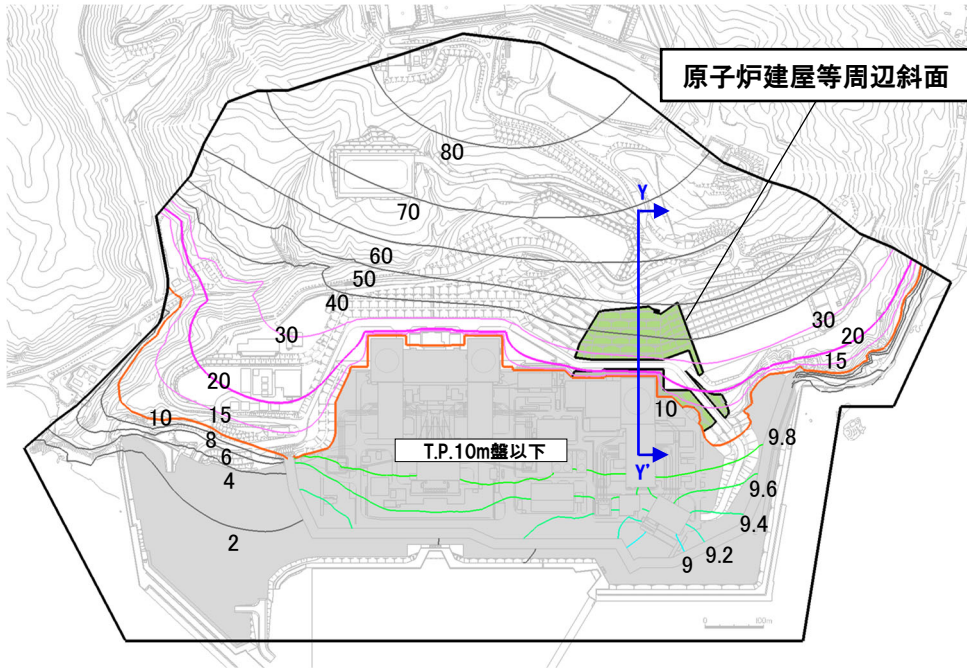
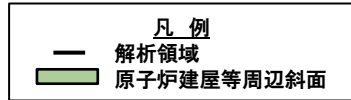
- 地盤の液状化を考慮する際、地表面や岩盤表面が傾斜している場合には、側方流動による影響があると考えられることから、液状化の可能性について検討する必要がある。
- このため、評価対象施設の周辺斜面の安定性評価において、液状化の影響を考慮する必要があるかを周辺斜面ごとに確認した。
- 確認に当たっては、防潮堤の設置に伴い、敷地の地下水位が防潮堤設置前よりも上昇することが想定されるため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布^{※1}(次頁参照)を参照した。
- 液状化の影響を考慮する必要がある場合、地下水位以深の埋戻土等については、液状化範囲に設定し、液状化によるせん断強度の低下を考慮する(液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法については、P116参照)。
- 確認結果は、以下のとおり^{※2}。
 - 【原子炉建屋等周辺斜面】
 - ・原子炉建屋等周辺斜面については、表土が分布する位置において、地下水位は岩盤上面よりも20m程度低く、表土に分布しないことから、液状化の影響は考慮しない。
 - ・なお、T.P.10m盤以下については、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、地下水位が地表面付近まで上昇することから、基礎地盤の安定性評価と同様、液状化の影響を考慮する(P44～P45参照)。

※1 設置(変更)許可段階において、設計地下水位の設定方針を策定するため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した三次元浸透流解析を実施しており、その解析結果(地下水位分布)を参照した(R4.6.23審査会合資料「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止(地下水位の設定)」P21に加筆)。

※2 茶津側防潮堤周辺斜面、堀株側防潮堤周辺斜面及び堀株側防潮堤周辺斜面(盛土)については、防潮堤の周辺斜面であることから、今後説明予定。

6.1 評価方針

⑤液状化範囲の検討(2/2)



防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布※1,2,3

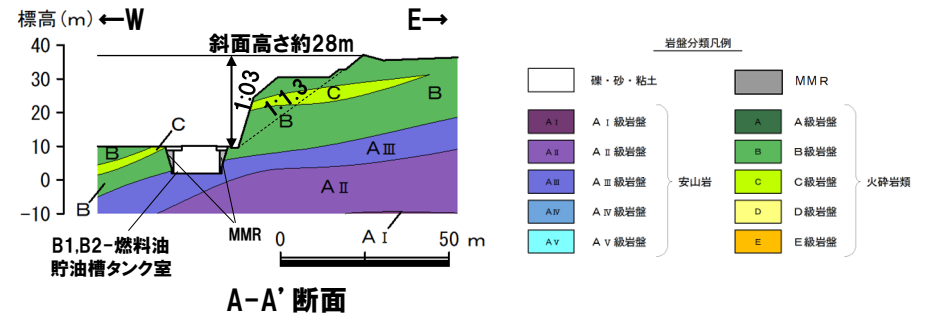
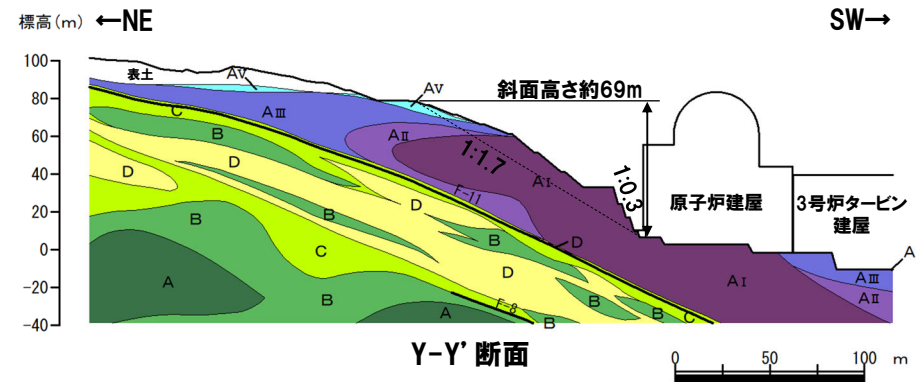
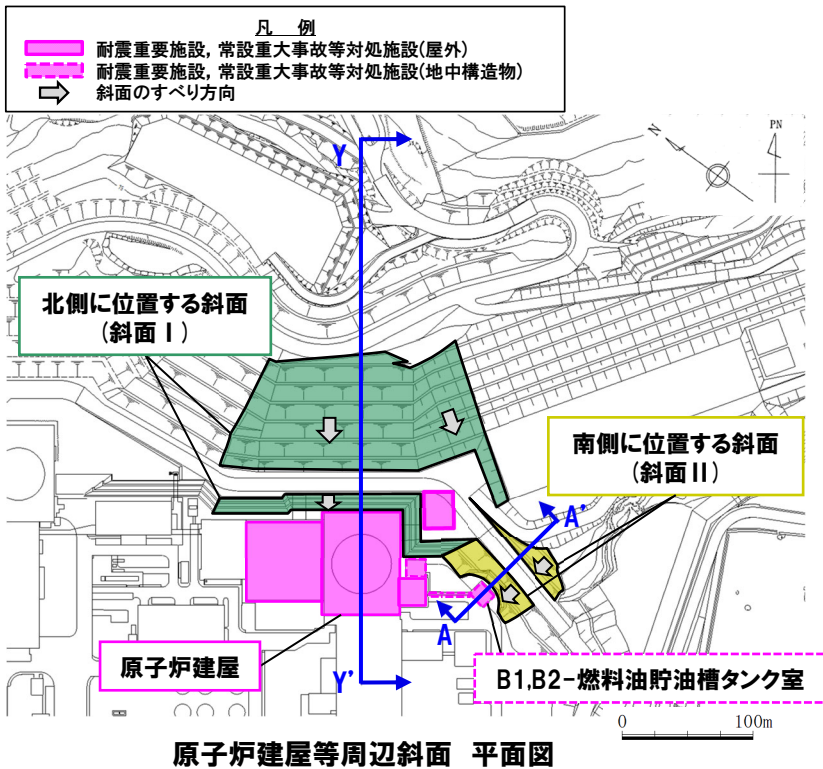
- ※1 設置(変更)許可段階において、設計地下水位の設定方針を策定するため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布を予測した三次元浸透流解析を実施しており、その解析結果(地下水位分布)を参照した(R4.6.23審査会合資料「泊発電所3号炉 地震による損傷の防止(地下水位の設定)」P21に加筆)。
- ※2 図中の数値が記載されたコンターは地下水位を示す。
- ※3 三次元浸透流解析の解析条件は、補足説明資料3章参照。

6.2 評価対象断面の選定

①原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面選定 (1/2)

- 原子炉建屋等周辺斜面の安定性評価に当たっては、原子炉建屋等の周辺斜面は相対的に北側に位置する斜面(斜面Ⅰ)と南側に位置する斜面(斜面Ⅱ)があることから、それぞれの斜面において、検討断面を設定し、斜面安定性の影響要因を踏まえた比較検討により、評価対象断面を選定する。
- 検討断面は、それぞれの斜面を代表する断面として、斜面高さ及び斜面の勾配を考慮し、以下のとおり設定した。
 - ・Y-Y'断面:斜面Ⅰは位置にかかわらず斜面高さ及び斜面の勾配が同程度であることから、当該斜面の中央付近となり、原子炉建屋の炉心を通る位置に検討断面を設定した。
 - ・A-A'断面:斜面Ⅱは位置にかかわらず斜面高さが同程度であることから、斜面の勾配に着目し、斜面の勾配が最急であり、当該斜面の中央付近となる位置に検討断面を設定した。

(次頁へ続く)



6.2 評価対象断面の選定

①原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面選定(2/2)

(前頁からの続き)

- 設定した検討断面(Y-Y'断面及びA-A'断面)について、斜面安定性の影響要因(右表参照)を比較し、以下の観点から影響要因の番号を付与する。
 - (i)構成する岩級:下位岩級(安山岩A_{IV}級, A_V級, 火砕岩類D級, E級)が分布する断面に番号を付与する。
 - (ii)斜面高さ:最も高い断面に番号を付与する。
 - (iii)斜面の勾配:最急勾配の断面に番号を付与する(急勾配部を有する断面についても番号を付与する)。
 - (iv)断層の分布の有無:断層が分布する断面に番号を付与する。
- 影響要因の番号付与数を比較した結果、影響要因の番号付与数が最多となったY-Y'断面を原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面に選定した(下表参照)。

斜面安定性の影響要因

影響要因	内容
(i) 構成する岩級	・安山岩のうち、下位岩級であるA _{IV} 級及びA _V 級は、A _I 級～A _{III} 級に比べて、せん断強度が低い。 ・火砕岩類のうち、下位岩級であるD級及びE級は、A～C級に比べて、せん断強度が低い。
(ii) 斜面高さ	・斜面高さが高いほど、土塊が大きくなるため、滑動力が大きくなる。
(iii) 斜面の勾配	・斜面の勾配が急なほど、斜面のすべり方向に対する土塊重量の分力が大きくなり、滑動力が大きくなる。
(iv) 断層の分布の有無	・断層は、岩盤に比べて、せん断強度が低い。

原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面の選定結果

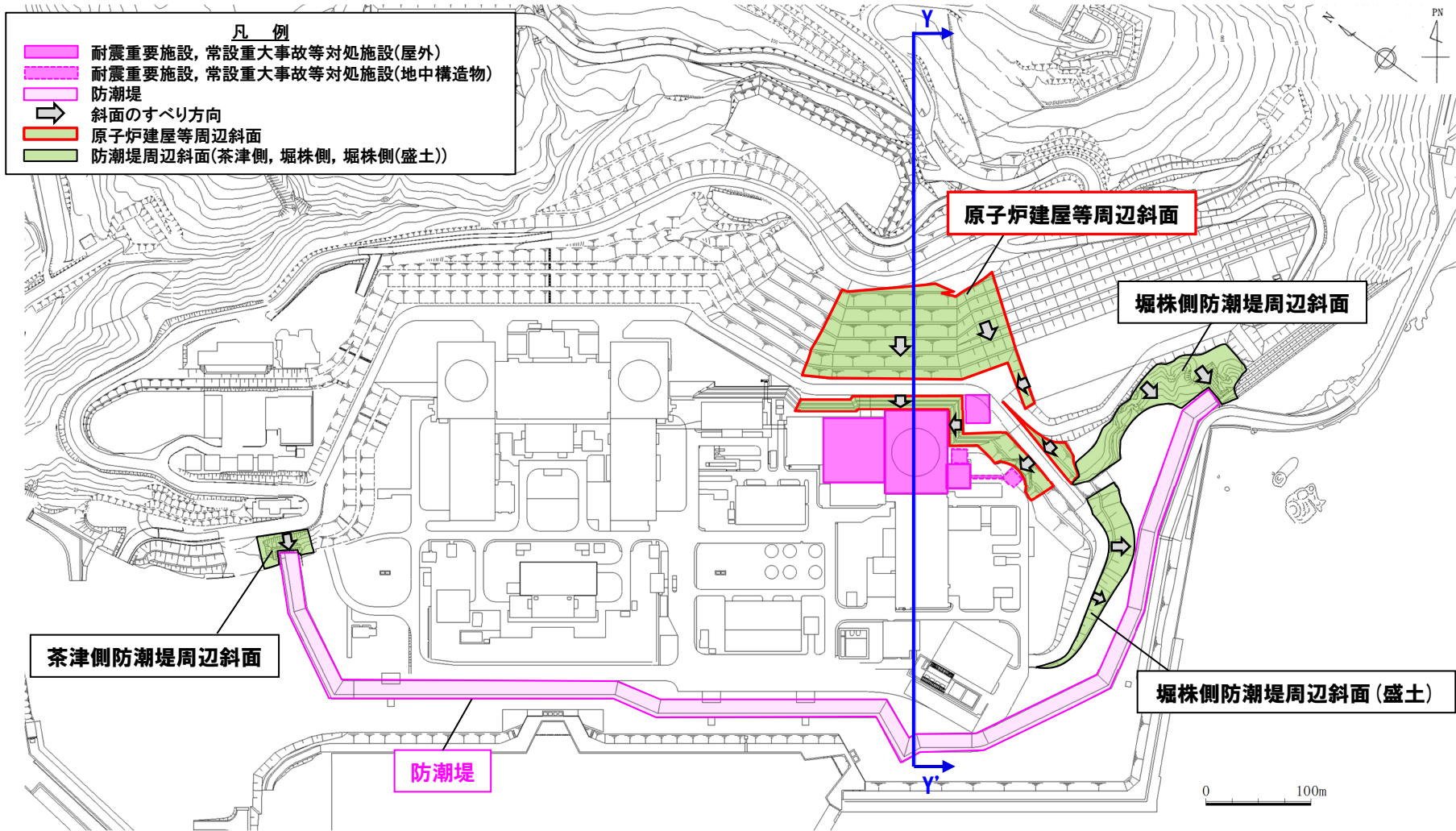
検討断面	斜面安定性の影響要因				該当する要因	選定理由	
	(i) 構成する岩級	(ii) 斜面高さ	(iii) 斜面の勾配	(iv) 断層の分布の有無			
評価対象断面 Y-Y'断面 (斜面I)	安山岩	A _I , A _{II} , A _{III} , A _V 級	約69m	1:1.7 (一部, 1:0.3の急勾配あり)	F-11断層	(i), (ii), (iii), (iv)	下位岩級が分布すること、斜面高さが高いこと、F-11断層が分布すること等から、影響要因の番号付与数が最多であるため、評価対象断面に選定する。
	火砕岩類	B, C, D級					
A-A'断面 (斜面II)	安山岩	A _{III} 級	約28m	1:1.3 (一部, 1:0.3の急勾配あり)	—	(iii)	下位岩級が分布しないこと、斜面高さが高いこと、断層が分布しないこと等から、影響要因の番号付与数が少ないため、Y-Y'断面の評価に代表させる。
	火砕岩類	B, C級					

■ : 番号を付与する影響要因 ■ : 影響要因の番号付与数が多い □ : 選定した評価対象断面

6.2 評価対象断面の選定

② 評価対象断面の選定結果

○原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面を下図に示す。

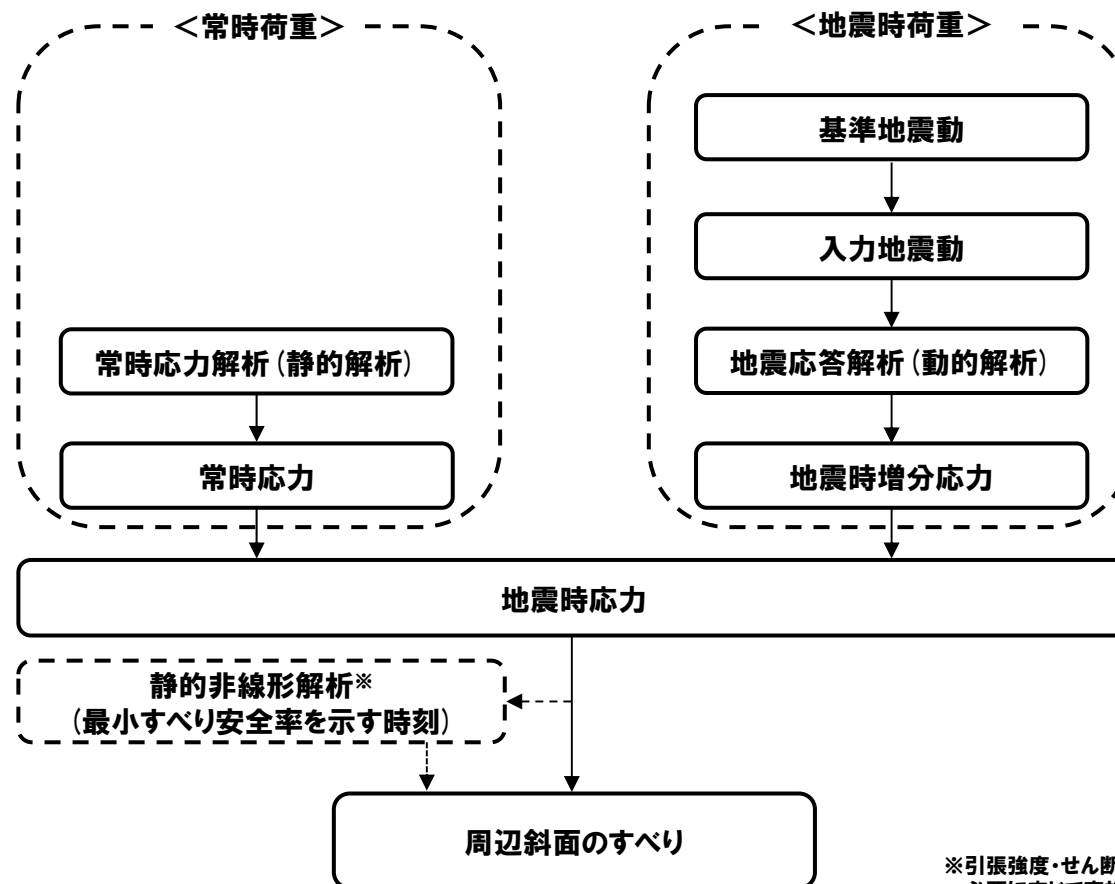


評価対象断面 平面位置図

6.3 評価方法

①周辺斜面の安定性評価フロー

- 地震力に対する周辺斜面の安定性評価は、以下に示すフローで二次元動的有限要素法に基づく常時応力解析及び地震応答解析により、周辺斜面のすべりを評価する。
- 地震応答解析は、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、埋戻土、As1、As2、Ac及びDs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。



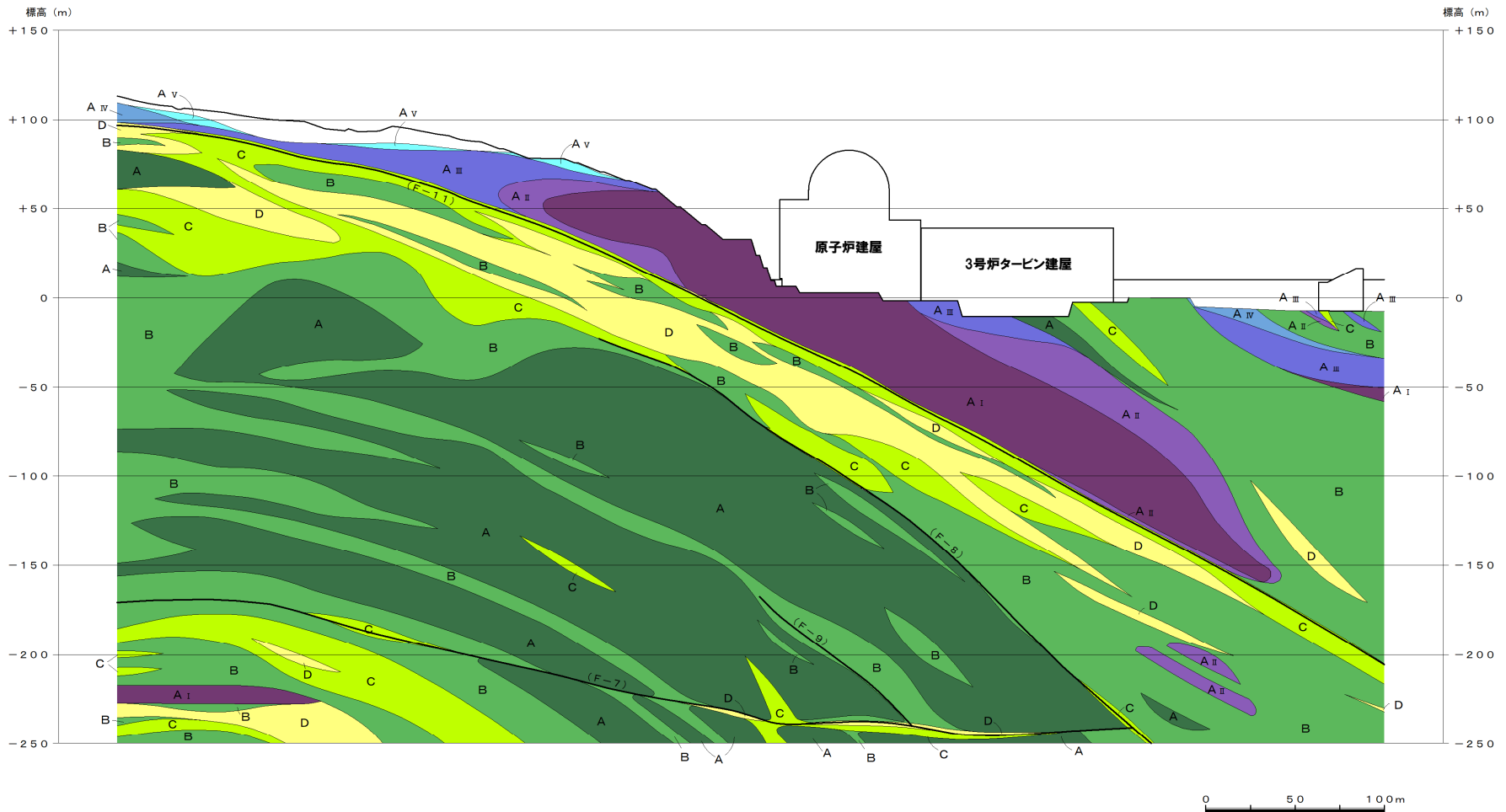
周辺斜面の安定性評価フロー

※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2章参照）。

6.3 評価方法

②-1 岩盤分類図:Y-Y' 断面

○原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面 (Y-Y' 断面) の鉛直岩盤分類図を下図に示す。

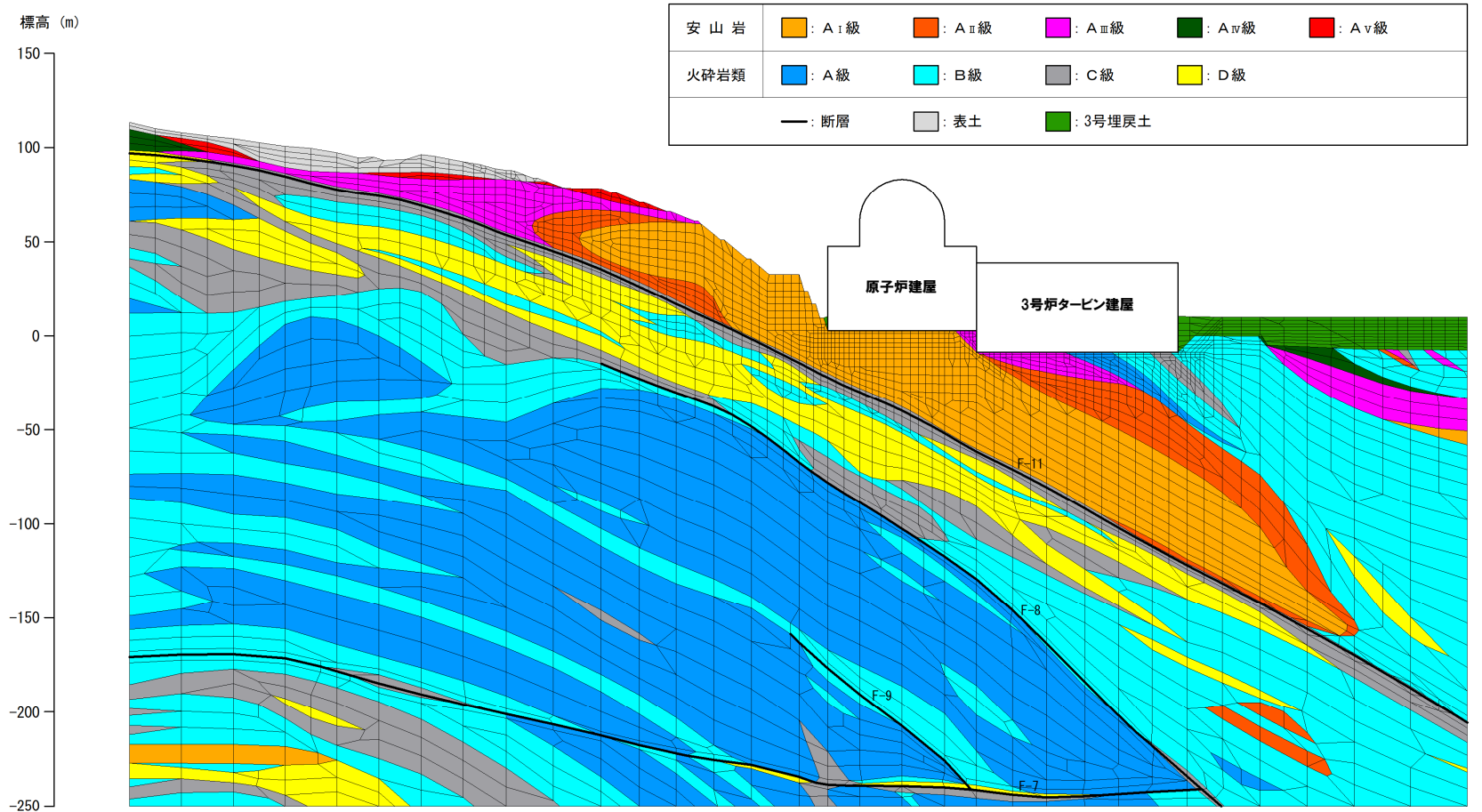


鉛直岩盤分類図:Y-Y' 断面 (P106再掲)

6.3 評価方法

②-2 解析用要素分割図:Y-Y' 断面

○原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面 (Y-Y' 断面) の解析用要素分割図を下図に示す。



解析用要素分割図:Y-Y' 断面 (P107再掲)



6.3 評価方法

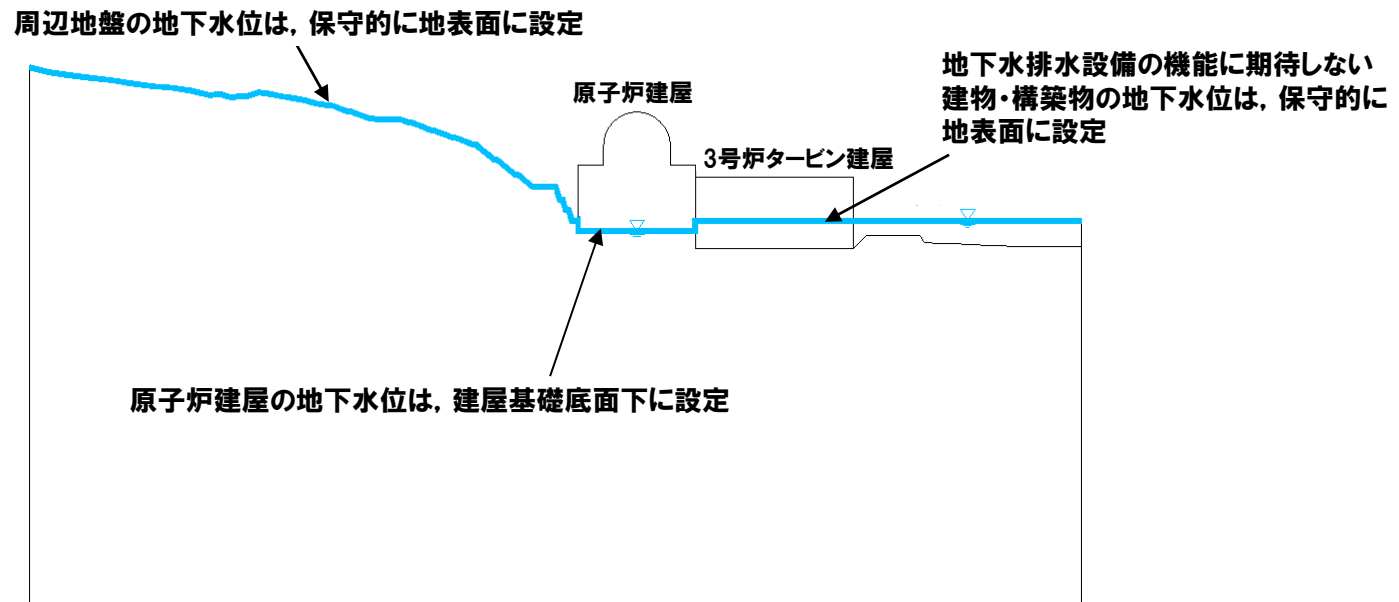
③-1 二次元動的有限要素法における地下水位の設定方針

【建物・構築物の地下水位設定】

○周辺斜面の二次元動的有限要素法における建物・構築物の地下水位の設定に当たっては、地下水排水設備の機能に期待する原子炉建屋の地下水位は建屋基礎底面下とし、地下水排水設備の機能に期待しない建物・構築物の地下水位は地表面に設定する。

【建物・構築物の周辺地盤の地下水位設定】

○建物・構築物の周辺地盤の地下水位は、先行サイトでの審査実績を踏まえ、保守的に地表面に設定する。



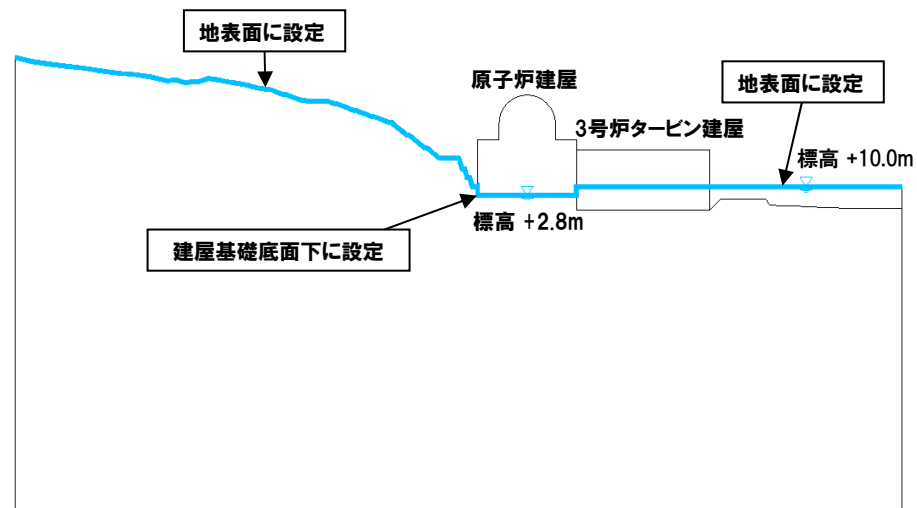
周辺斜面の安定性評価における地下水位設定のイメージ

6.3 評価方法

③-2 二次元動的有限要素法における地下水位の設定

○二次元動的有限要素法における地下水位については、以下のとおり設定した(下図参照)。

- ・Y-Y' 断面における地下水位は、地表面を基本として、地下水排水設備の機能に期待する原子炉建屋は建屋基礎底面下に設定した。



Y-Y' 断面 (P114再掲)

6.3 評価方法

④すべり安全率の算定

- 周辺斜面のすべりは、想定すべり面におけるすべり安全率により評価する。
- すべり安全率は、想定すべり面上の応力状態を基に、すべり面上のせん断抵抗力の和をすべり面上のせん断力の和で除して求める。
- すべり安全率が評価基準値1.2以上であることを確認する。
- 液状化範囲では、すべり面上のせん断力及びせん断抵抗力は考慮しないこととする(P116参照)。

$$\text{すべり安全率} = \frac{\Sigma (\text{すべり面上のせん断抵抗力})}{\Sigma (\text{すべり面上のせん断力})}$$

余白

6.3 評価方法

⑤すべり面の設定方法(1/2)

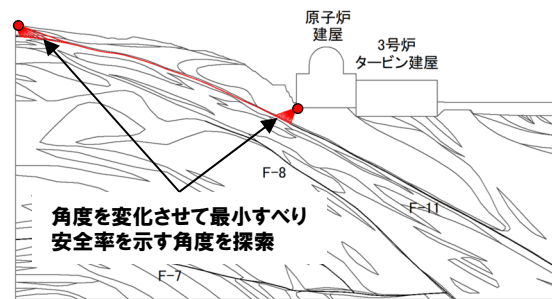
- すべり安全率を算定するすべり面については、せん断強度の小さい断層を通るすべり面を設定し、応力状態を踏まえて必要に応じてすべり面を追加設定する。
 - ・断層を通るすべり面 : 固定点を設定し、岩盤内を通る角度をパラメトリックに設定する。岩盤内を通る角度は、受働崩壊角及び主働崩壊角 ($45^\circ \pm \phi/2$, $\phi=50^\circ$ ※1) を踏まえ、 $20^\circ \sim 70^\circ$ の範囲を 5° 間隔に設定する(設定例は下図a参照)。
 - ・応力状態を考慮したすべり面 : 審査ガイド※2に準拠し、設定したすべり面について、要素の安全率が低い領域やモビライズド面との位置関係を踏まえ、上記で設定したすべり面の妥当性を確認する。モビライズド面等からすべり面が想定される場合は、設定したすべり面と比較の上、必要に応じてすべり面を追加設定する(次頁参照)。
- なお、設定したすべり面については、斜面部から施設基礎底面の下方を通るすべり面もあるが、すべり安全率算定上、斜面部におけるせん断力がすべり面全体のせん断力に対して支配的になると考えられるため、これらについても周辺斜面のすべりとして整理する。

■断層を通るすべり面の設定例(Y-Y'断面)

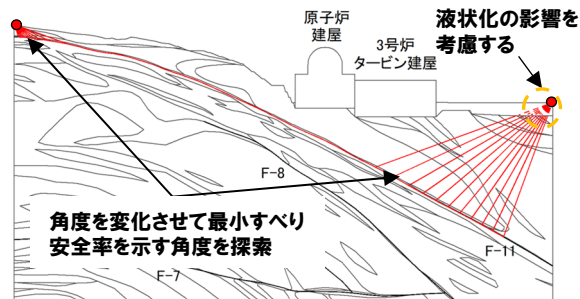
[a. 断層を通るすべり面]

- ・固定点を設定し、岩盤内を通る角度をパラメトリックに設定する(固定点の設定の考え方は右図参照)。
- ・地表面へ立ち上がるすべり面に液状化範囲が設定されている場合は、液状化の影響を考慮する。

(斜面部のみを通るすべり面)



(斜面部から原子炉建屋基礎底面の下方を通るすべり面)

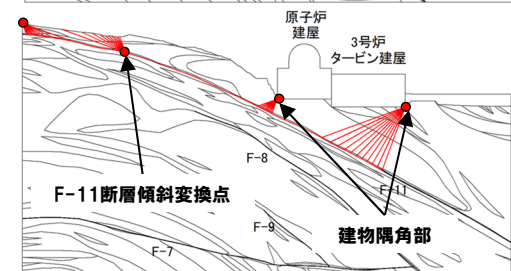
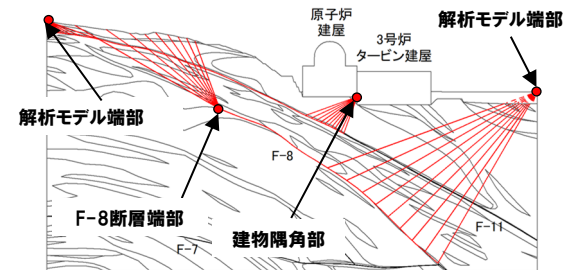


- 凡例
- : 岩級区分線
 - : 断層
 - : すべり面
 - : 固定点

※1 ϕ は岩盤の解析用物性値(内部摩擦角)を参考に設定。
 ※2 審査ガイド「4.1地震力に対する基礎地盤の安定性評価(2)確認事項」に記載されているすべり面設定上確認すべき事項に該当する項目。

【固定点の設定の考え方】

- ・せん断強度の小さい断層を通るすべり面を設定することから、断層端部等に固定点を設定する。
- ・応力が集中しやすいことから、建屋隅角部のような大きな重量の変化点に固定点を設定する。
- ・すべり土塊が大きくなると滑動力が大きくなることから、解析モデル端部に固定点を設定する。



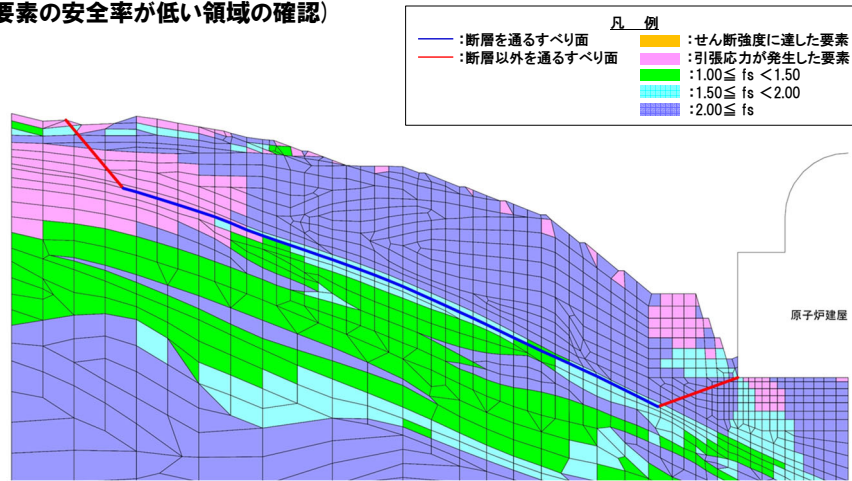
6.3 評価方法

⑤すべり面の設定方法(2/2)

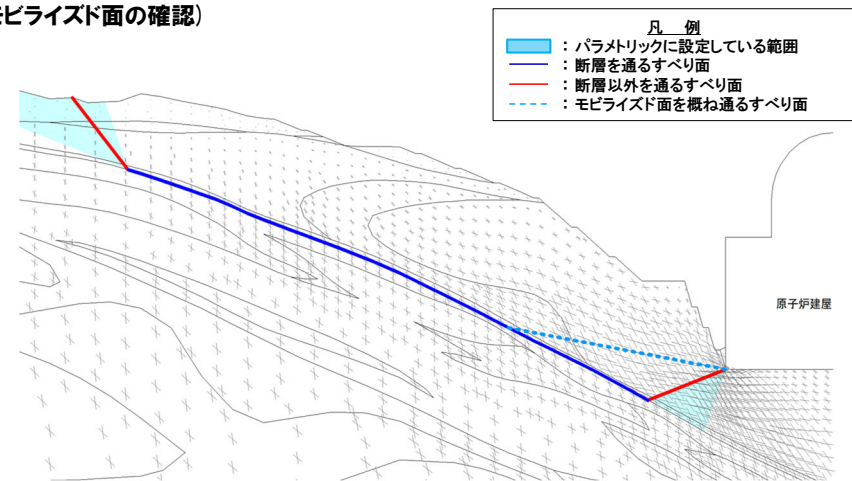
【b. 応力状態を考慮したすべり面(詳細は、補足説明資料2章参照)】

- ・断層を通るすべり面のうち、最小すべり安全率を示すすべり面について、最小すべり安全率発生時刻の応力状態を踏まえ、設定したすべり面が要素の安全率が低い領域(せん断強度に達した要素や引張応力が発生した要素)やモビライズド面を通るすべり面になっていることを確認する。モビライズド面等からすべり面が想定される場合は、設定したすべり面と比較の上、必要に応じてすべり面を追加設定する。

(要素の安全率が低い領域の確認)



(モビライズド面の確認)



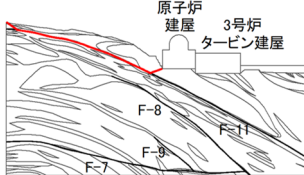
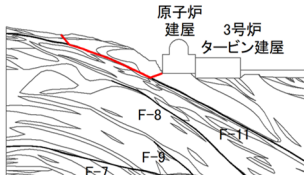
6.4 評価結果

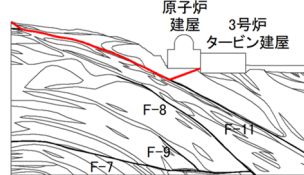
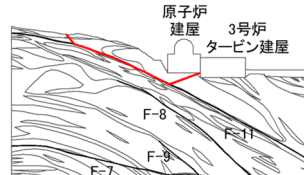
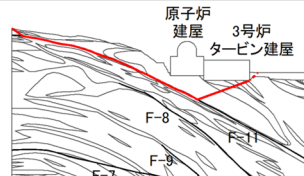
すべりに対する評価結果:Y-Y' 断面 (1/2)

- 想定すべり面ごとの最小すべり安全率を本頁及び次頁に示す※1。
- Y-Y' 断面において、動的解析の結果、最小すべり安全率は1.6、ばらつきを考慮しても1.4であり、いずれも評価基準値1.2を上回ることを確認した。
- なお、すべり面形状No.3~No.11※2における最小すべり安全率は2.0(すべり面形状No.3)であり、斜面部のみを通るすべり面の最小すべり安全率1.6(すべり面形状No.2)よりも大きく、いずれも評価基準値1.2を上回っており、加えて基礎地盤のすべりの評価基準値1.5も上回ることを確認した。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は、補足説明資料2章に示す。

※2 すべり面形状No.3~No.11については、F-11断層及びF-8断層の分布を考慮し、斜面部から原子炉建屋基礎底面の下方を通るすべり面を設定しているが、すべり安全率算定上、斜面部におけるせん断力がすべり面全体のせん断力に対して支配的になると考えられるため、周辺斜面のすべりとして、すべり安全率を算定した(すべり面の設定方法については、P180~P181参照)。

No.	すべり面形状	基準地震動※3	最小すべり安全率※4
1	 解析モデル左端からF-11断層を通り 原子炉建屋基礎左端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	1.7 [7.53]
2	 地表からF-11断層を通り 原子炉建屋基礎左端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	1.6 (1.4) [7.52]

No.	すべり面形状	基準地震動※3	最小すべり安全率※4
3	 解析モデル左端からF-11断層を通り 原子炉建屋基礎右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	2.0 [7.54]
4	 地表からF-11断層を通り 原子炉建屋基礎右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	2.1 [7.52]
5	 解析モデル左端からF-11断層を通り 3号炉タービン建屋基礎右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	2.3 [7.53]

— :岩級区分線 - - - :すべり面※5 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

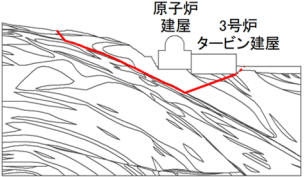
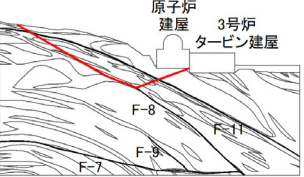
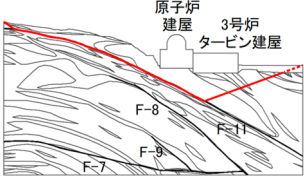
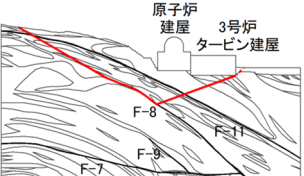
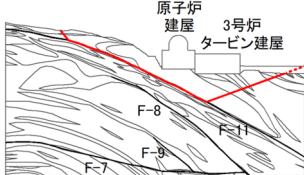
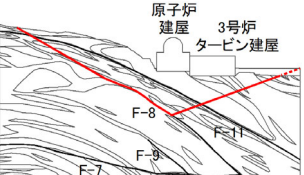
※3 基準地震動の(+,+)は位相反転なし、(-,+)は水平反転、(+,-)は鉛直反転、(-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※4 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を、[]は発生時刻(秒)を示す。

※5 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す(P116参照)。

6.4 評価結果

すべりに対する評価結果:Y-Y' 断面 (2/2)

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2	No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
6	 <p>地表からF-11断層を通り 3号炉タービン建屋基礎右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	2.4 [7.53]	9	 <p>地表からF-8断層を通り 原子炉建屋基礎右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	2.5 [7.53]
7	 <p>解析モデル左端からF-11断層を通り 解析モデル右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	2.7 [7.53]	10	 <p>地表からF-8断層を通り 3号炉タービン建屋基礎右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	2.7 [7.53]
8	 <p>地表からF-11断層を通り 解析モデル右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	2.8 [7.53]	11	 <p>地表からF-8断層を通り 解析モデル右端に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	2.9 [7.53]

— :岩級区分線 - - - :すべり面※3 — :断層 □ :すべり安全率の最小値

※1 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。

※2 []は発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す(P116参照)。

- (1) 田中治雄 (1964):土木技術者のための地質学入門
- (2) 菊池宏吉, 齊藤和雄 (1975):耐荷力を対象とした岩盤分級基準の提案, 第9回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要
- (3) 社団法人地盤工学会編 (2000):土質試験の方法と解説 第一回改訂版
- (4) 社団法人地盤工学会編 (1995):地盤調査法
- (5) 土木学会岩盤力学委員会 (1983):原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針-解説と設計への適用-
- (6) 社団法人土木学会原子力土木委員会 (2009):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>
- (7) 社団法人日本電気協会電気技術基準調査委員会 (1987):原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-1987
- (8) 建設省編 (1970):土木試験基準 (案)
- (9) 社団法人地盤工学会 (2007):設計用地盤定数の決め方-岩盤編-
- (10) 一般社団法人日本電気協会原子力規格委員会 (2015):原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG4601-2015
- (11) Mansinha,L. and Smylie,D.E. (1971):The displacement fields of inclined faults, Bulletin of the Seismological Society of America, Vol.61, No.5, pp.1433-1440.
- (12) [編集]宅地防災研究会 (2022):宅地防災マニュアルの解説 [第三次改訂版] [II]