

# 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 (新設防潮堤を除く)

令和6年1月19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. 5
2. 地質の概要 .....	P. 15
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 23
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.131
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.135
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.141
参考文献 .....	P.174

- 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については、「新設防潮堤に関係しない断面の評価結果」と「新設防潮堤を含む断面の評価結果」を分けて説明を行う。
- 本資料では、「新設防潮堤に関係しない断面の評価結果」として、以下に示す内容について、説明する。

### 基礎地盤の安定性評価

将来活動する可能性のある断層等の有無 (2章)

地震力に対する基礎地盤の安定性評価 (3章)

防潮堤以外※1の評価対象施設

防潮堤※2

周辺地盤の変状による施設への影響評価 (4章)

防潮堤以外※1の評価対象施設

防潮堤※2

地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 (5章)

防潮堤以外※1の評価対象施設

防潮堤※2

### 周辺斜面の安定性評価

地震力に対する周辺斜面の安定性評価 (6章)

防潮堤以外※1の評価対象施設

防潮堤※2

: 今回説明範囲

: 今後説明予定  
(防潮堤の設計方針・構造成立性の評価が完了次第説明予定)

※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 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を含む。

余白



<b>1. 全体概要</b> .....	<b>P. 5</b>
2. 地質の概要 .....	P. 15
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 23
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.131
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.135
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.141
参考文献 .....	P.174

# 1.1 評価方針

## 設置許可基準規則に基づく確認内容(1/2)

○耐震重要施設<sup>※1</sup>及び常設重大事故等対処施設<sup>※2</sup>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<sup>※3</sup>第3条、周辺斜面については第4条に、常設重大事故等対処施設の基礎地盤については第38条、周辺斜面については第39条に適合していることを確認する。

※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的位置、構造及び設備の基準に関する規則(解釈含む)」。

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

#### 第3条

- 1 設計基準対象施設は、次条第二項の規定により算定する地震力(設計基準対象施設のうち、地震の発生によって生ずるおそれがあるその安全機能の喪失に起因する放射線による公衆への影響の程度が特に大きいもの(以下「耐震重要施設」という。)にあっては、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。

#### 第38条

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

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

#### 第4条

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

#### 第39条

- 2 重大事故等対処施設は、第4条第3項の地震<sup>※4</sup>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。

※4 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

## 設置許可基準規則に基づく確認内容(2/2)

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

設置許可基準規則		確認内容・設計方針	本資料の対応
本文	別記の要約		
第3条第1項 第38条第1項 施設を十分支持することができる地盤に設けなければならない	地震力が作用することによって弱面上のずれ等が発生しないことを含め、地震力に対する支持性能が確保されている	○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	○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	「変形」とは、地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下	○地震発生に伴う不等沈下による影響を受けないことを確認する。	4章
	「変形」とは、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状	○液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状の影響を考慮した場合においても、その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する方針とする。	
	「変形」とは、地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み	○地震発生に伴う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3条第3項 第38条第3項 施設は変位が生ずるおそれがない地盤に設けなければならない	将来活動する可能性のある断層等の露頭が無いことを確認した地盤に設置する	○耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下には、将来活動する可能性のある断層等が分布していないことについては、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」において説明しており、本資料では、その評価結果を抜粋している。	2章
第4条第4項 第39条第2項 施設は斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない	基準地震動による安定解析を行い、崩壊のおそれがないことを確認する 崩壊のおそれがある場合には、当該部分の除去及び敷地内土木工作物による斜面の保持等の措置を講ずる 地質・地盤の構造、地盤等級区分、液状化の可能性及び地下水の影響等を考慮する	○動的解析の結果に基づく時刻歴のすべり安全率が1.2以上であることを確認する。	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※<sup>1,3</sup>及び常設重大事故等対処施設※<sup>2,3</sup>) 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)。

※3 評価対象施設については、間接支持構造物を含んでおり、その区分は補足説明資料1章参照。

## 1.2 評価対象施設

### ② 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。



# 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、設置標高等の観点から、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 待機所
空調上屋	指揮所用 待機所用
燃料タンク (SA) 室	
グループC (防潮堤)	
防潮堤	
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。強度のばらつき(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(13.7N/mm<sup>2</sup>)を下回ることを確認した。

#### (iii) 基礎底面の傾斜

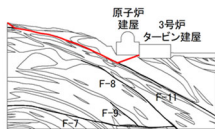
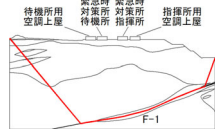
○基礎底面の傾斜については、下表に示すとおり、全てのケースで基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を下回ることを確認した。

### 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せることから、地震発生に伴う不等沈下による影響を受けないことを確認した。また、評価対象施設については、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状の影響を考慮した場合においても、その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する方針とした。

### 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)

○地殻変動解析による最大傾斜と地震応答解析による最大傾斜を重ね合わせた傾斜は、下表に示すとおり、全てのケースで評価基準値の目安(1/2,000)を下回ることを確認した。

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 <sup>2</sup> )	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 (+,+)		2.0 (1.7)	4.0	Ss3-4 (+,+)	1/18,000	1/5,200	
				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)	0.3	Ss3-1- 上下流方向 (+,+)	1/31,000	1/5,100	
				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	グループCの評価結果については、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)

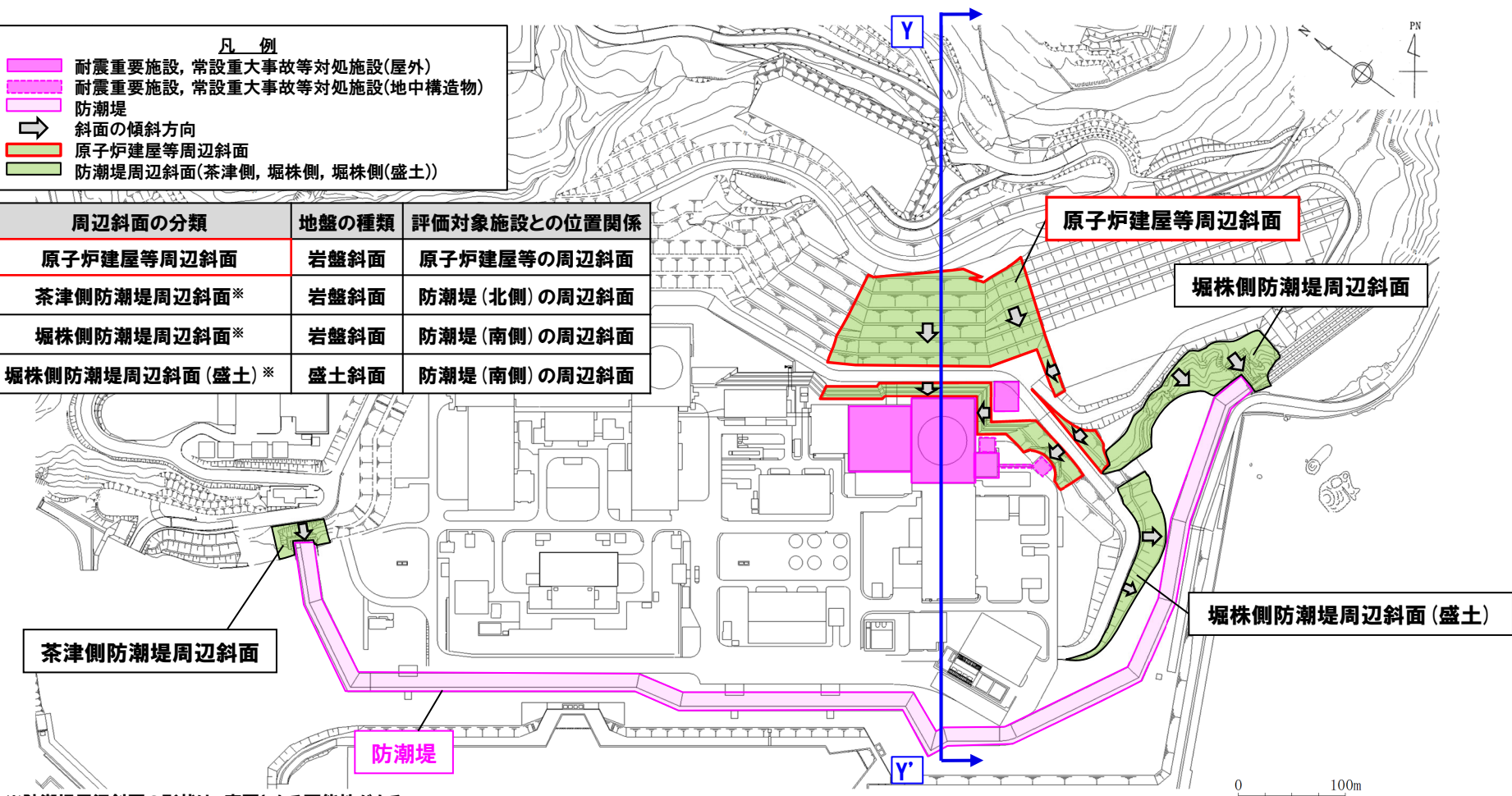
- 評価対象施設の周辺斜面の安定性評価について、設置許可基準規則第4条、第39条に基づき、周辺斜面のすべりを確認する。
- 周辺斜面の安定性評価に当たっては、評価対象施設に影響するおそれのある斜面を抽出し、地盤の種類及び評価対象施設との位置関係の観点から、4つに分類を行い、分類した周辺斜面ごとに斜面安定性に影響を及ぼす要因を踏まえ評価対象断面の選定を行った。

(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
- 斜面の傾斜方向
- 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



\*防潮堤周辺斜面の形状は、変更となる可能性がある。

周辺斜面及び評価対象断面 平面位置図



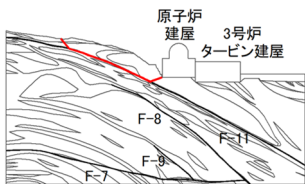
# 1.3 評価結果の概要

## 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。強度のばらつき(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	防潮堤周辺斜面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

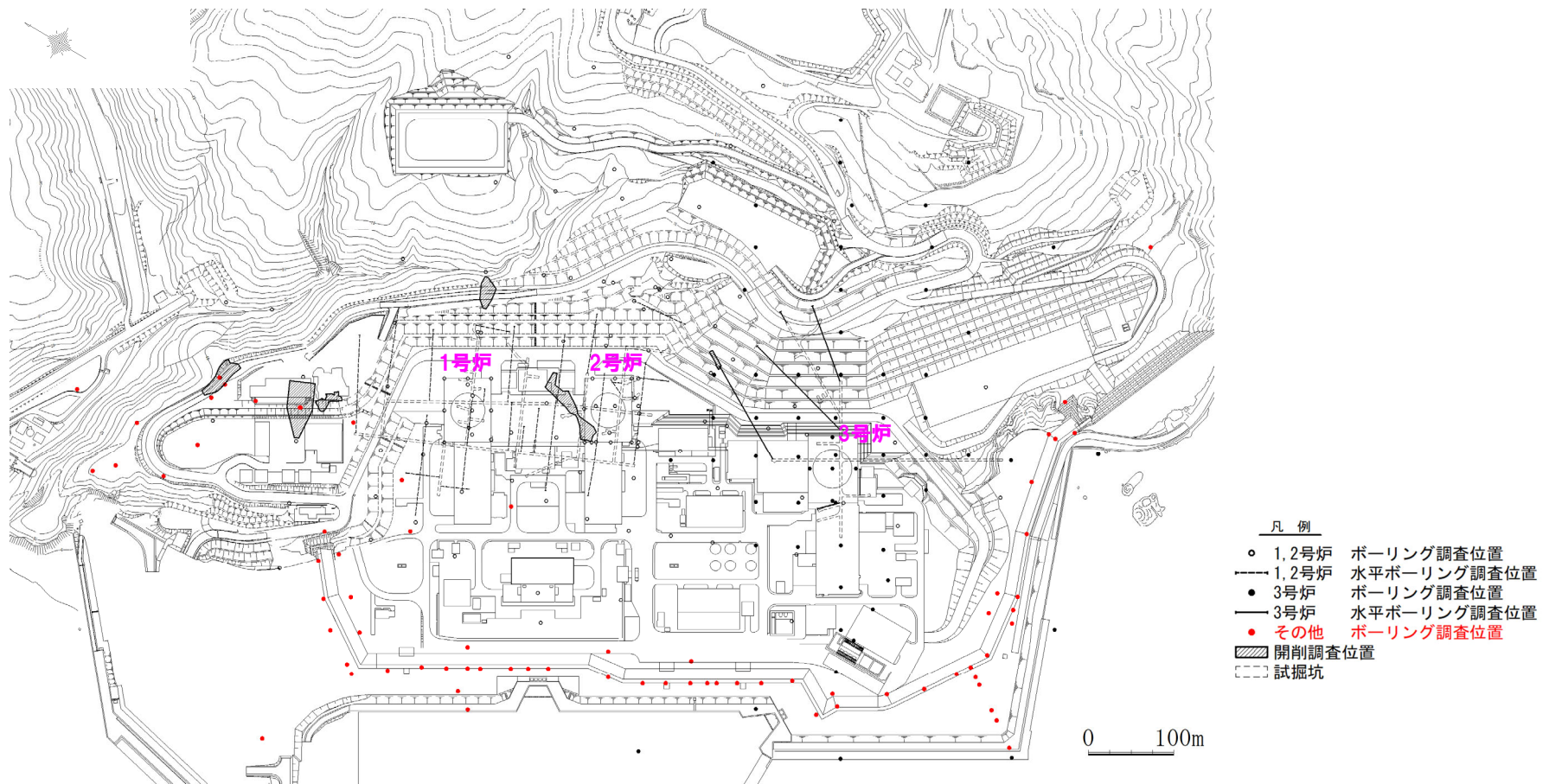
1. 全体概要 .....	P. 5
<b>2. 地質の概要 .....</b>	<b>P. 15</b>
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 23
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.131
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.135
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.141
参考文献 .....	P.174

## 2.1 調査内容

### 調査概要及び調査位置

一部修正 (H28/3/10審査会合)

○敷地においては、敷地の地質・地質構造を把握するとともに、各種岩石試験、岩盤試験及び土質試験を実施するため、下図に示すとおり、ボーリング調査、試掘坑調査等を実施している。



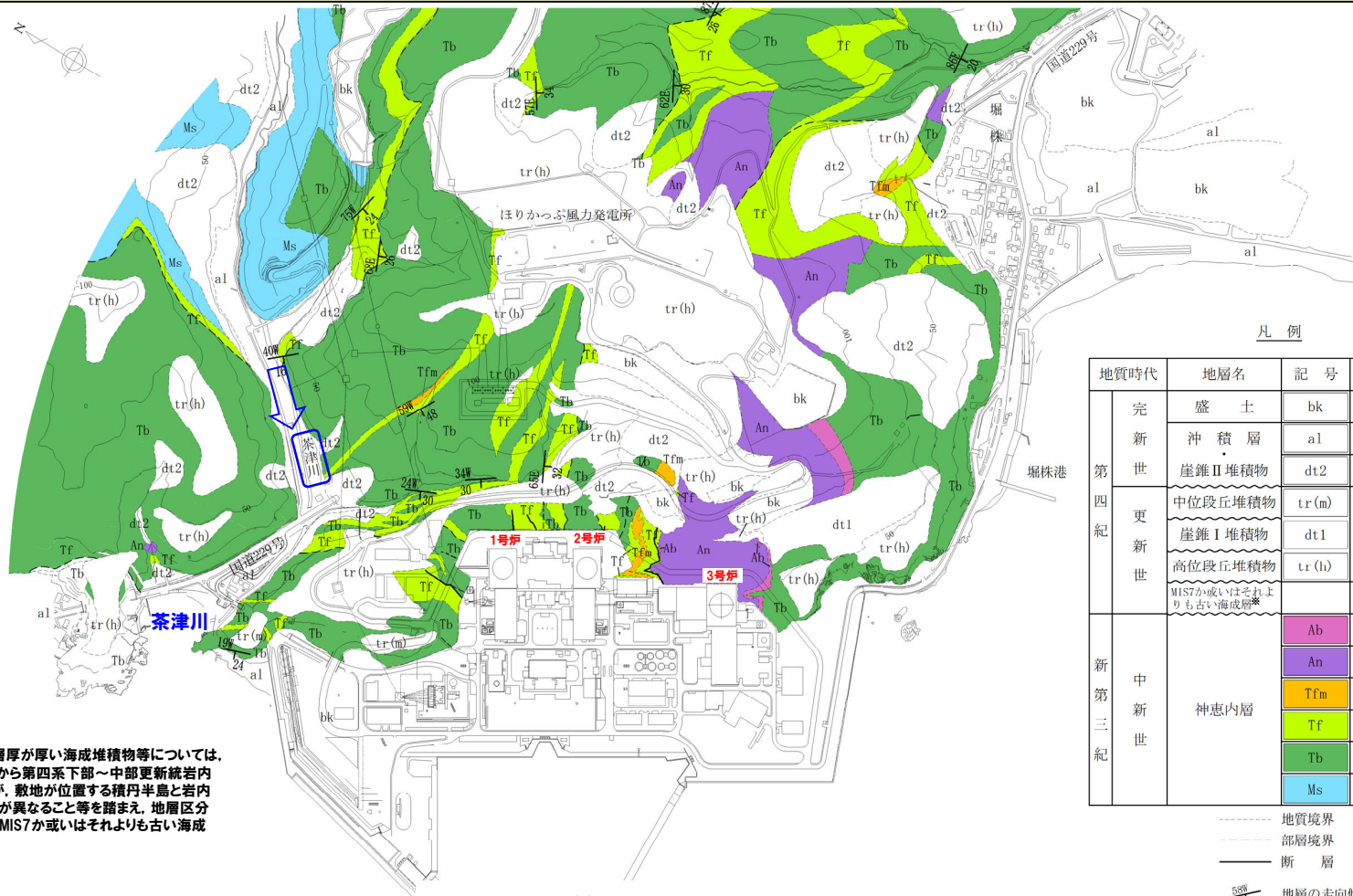
調査位置図

# 2.2 敷地の地質

## ①地質平面図

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 敷地の基盤をなす地層は、新第三系上部中新統神恵内層であり、神恵内層を覆って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堆積物並びに完新世の崖錐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

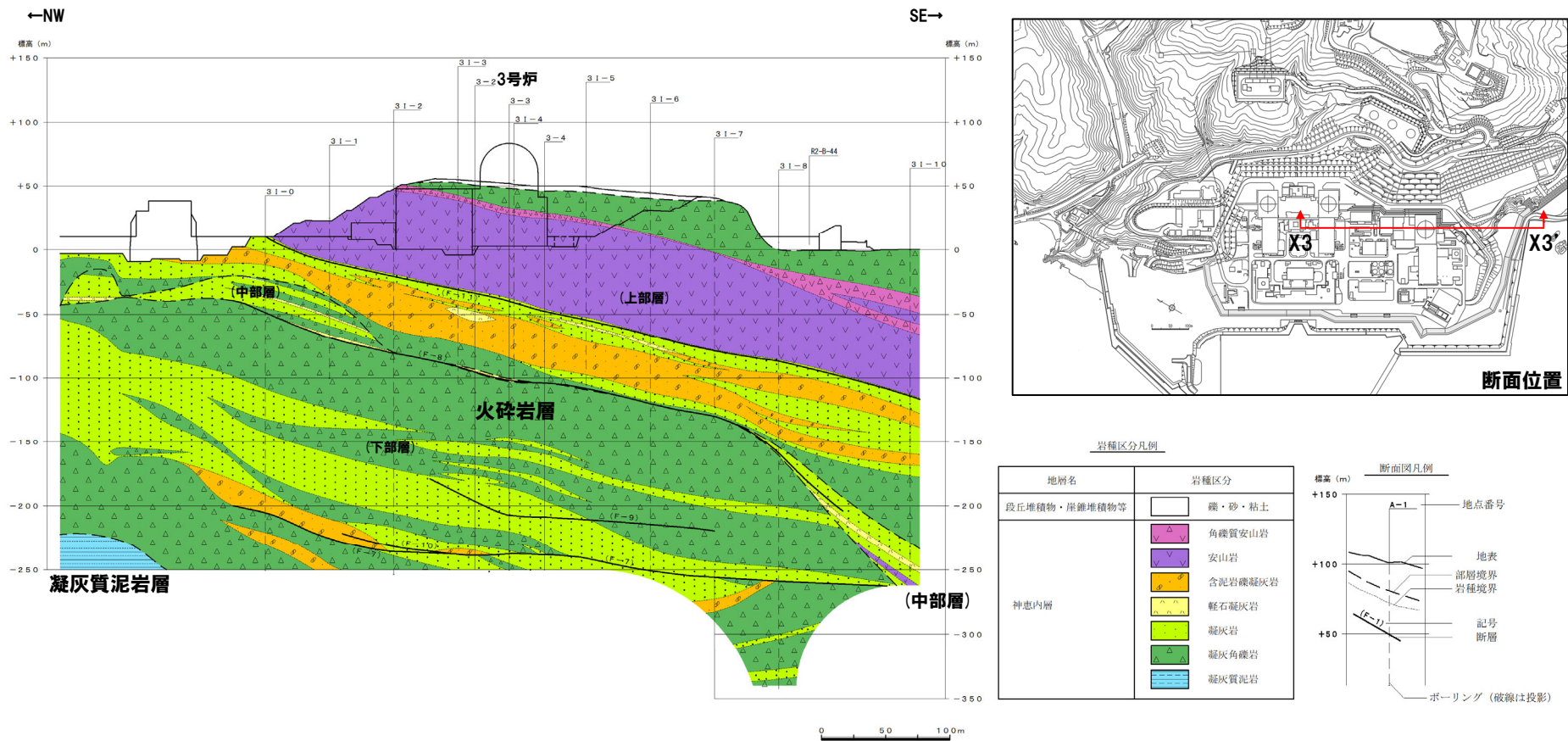


# 2.2 敷地の地質

## ②-1 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（下図及び次頁参照）。
- 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（下図及び次頁参照）。



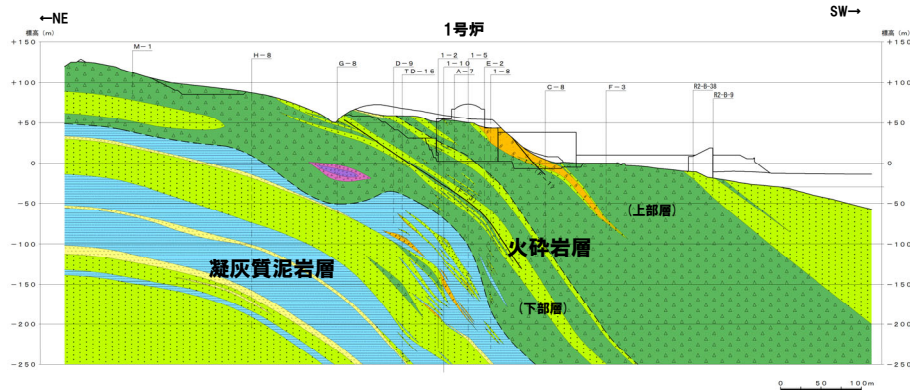
地質断面図 (X3-X3' 方向)

# 2.2 敷地の地質

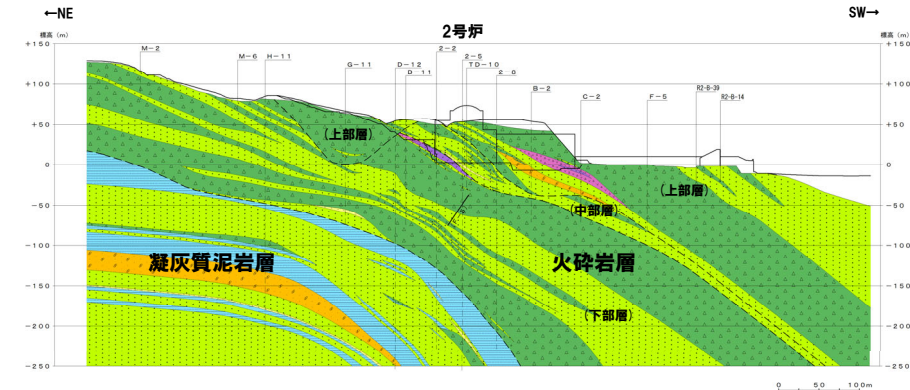
## ②-2 地質断面図:Y-Y' 方向

一部修正 (H28/3/10審査会合)

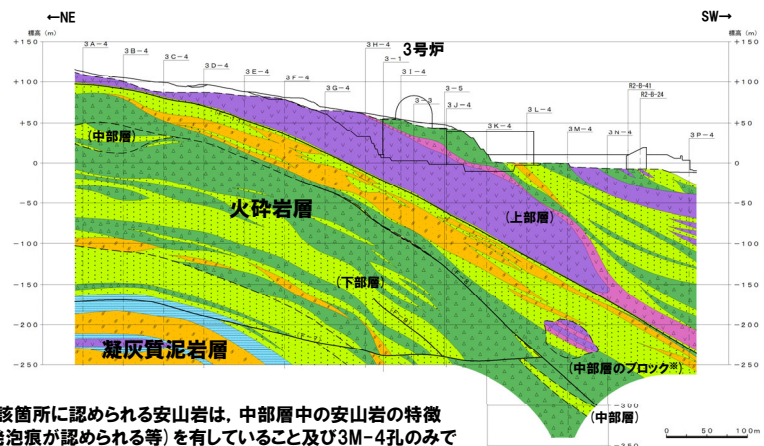
○神恵内層は、大局的にほぼNW-SE走向で、15° ~ 50° 程度の傾斜の同斜構造で分布する。



(Y1-Y1' 方向)



(Y2-Y2' 方向)

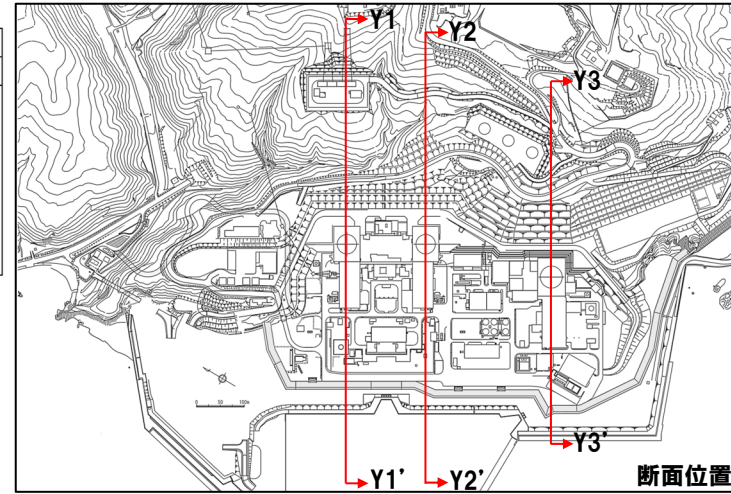
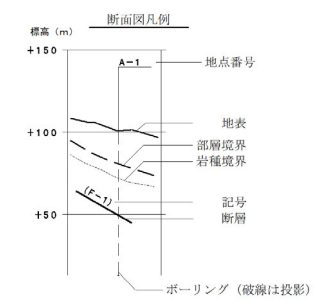


(Y3-Y3' 方向)

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

岩種区分凡例

地層名	岩種区分
段丘堆積物・崖錐堆積物等	礫・砂・粘土
神恵内層	角礫質安山岩
	安山岩
	含泥岩凝灰岩
	軽石凝灰岩
	凝灰岩
	凝灰角礫岩
	凝灰質泥岩



断面位置

### 地質断面図 (Y-Y' 方向)

## 2.2 敷地の地質

### ③ 評価対象施設と断層等の位置関係 (1/2)

一部修正 (H28/3/10審査会合)

- 評価対象施設と敷地に認められる11条の断層 (F-1断層～F-11断層) ※1との位置関係を下図に示す。
- 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せず、評価対象施設の直下に位置しない。
- また、地すべり地形が発電所南東側の敷地境界付近に認められるが、評価対象施設付近に分布しない (次頁参照)。

※1 断層の系統分類等については、補足説明資料2章参照。

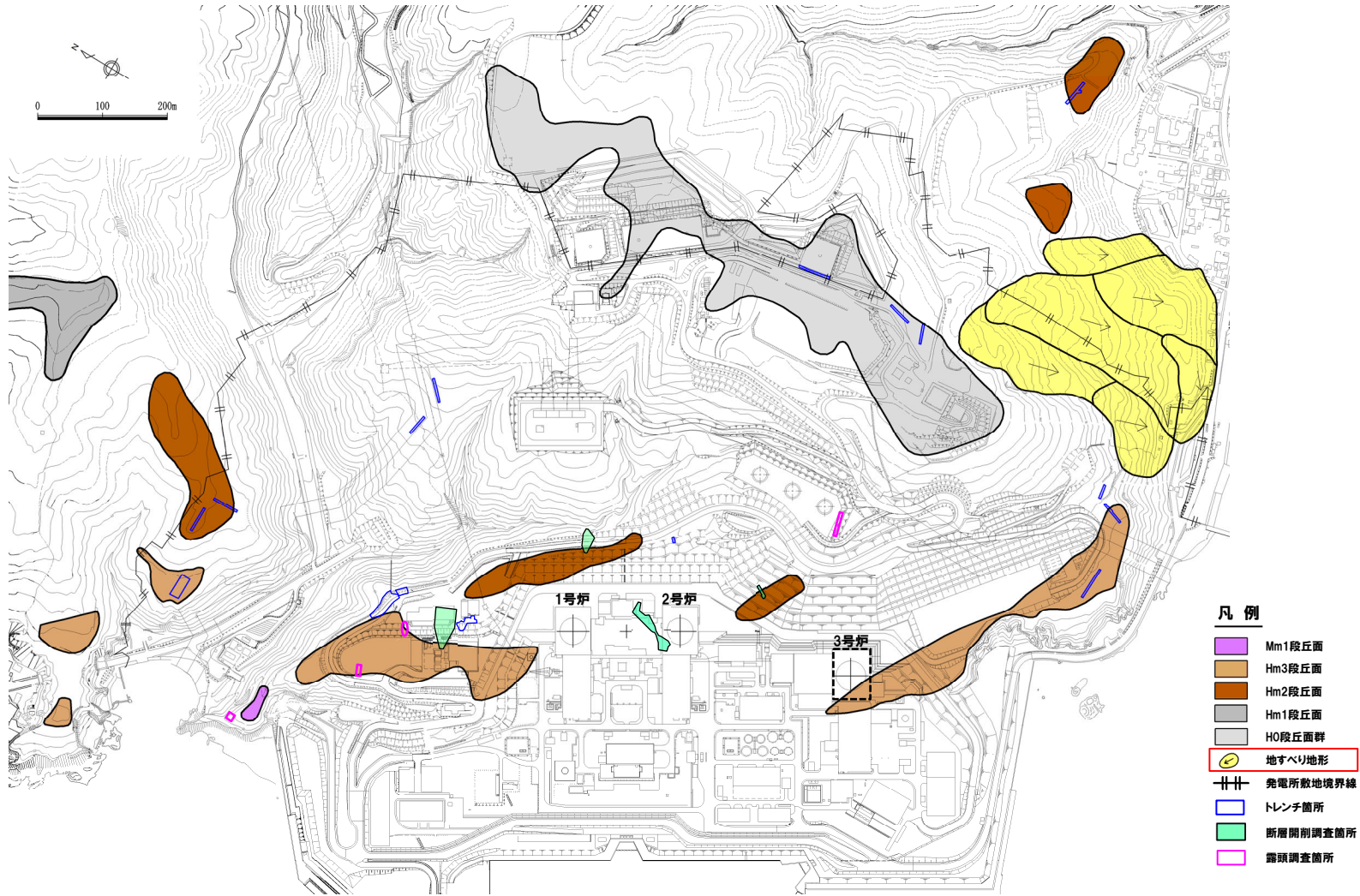


# 2.2 敷地の地質

## ③ 評価対象施設と断層等の位置関係 (2/2)

一部修正 (H30/5/11 審査会合)

○地すべり地形が発電所南東側の敷地境界付近に認められるが、評価対象施設付近に分布しない。



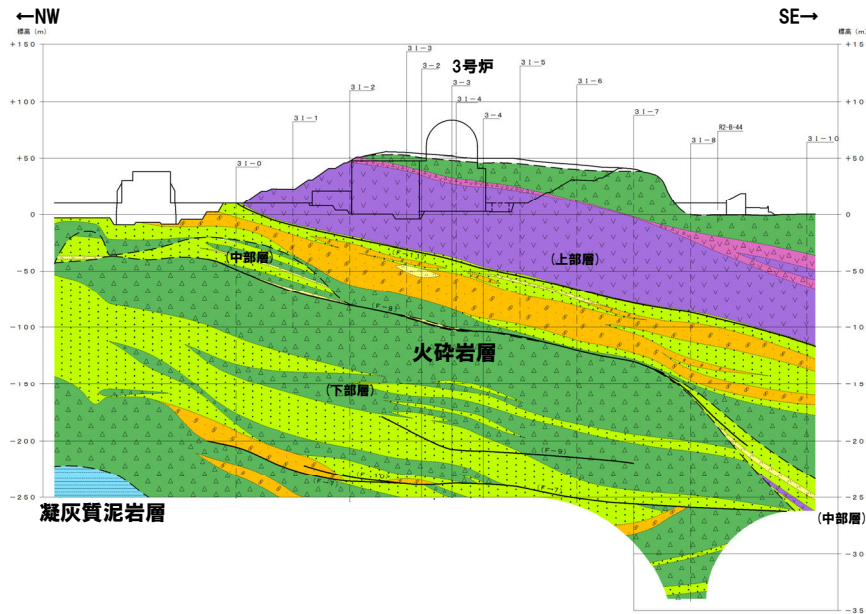
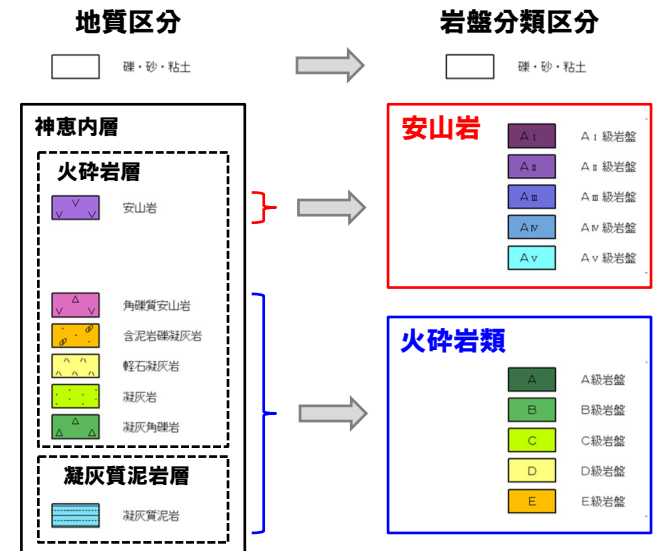
調査位置図 (変更後の地形)

当図は、変更後の現地形図に、変更前の空中写真等を用いて判読した地形分類 (段丘面等) を重ねあわせている。

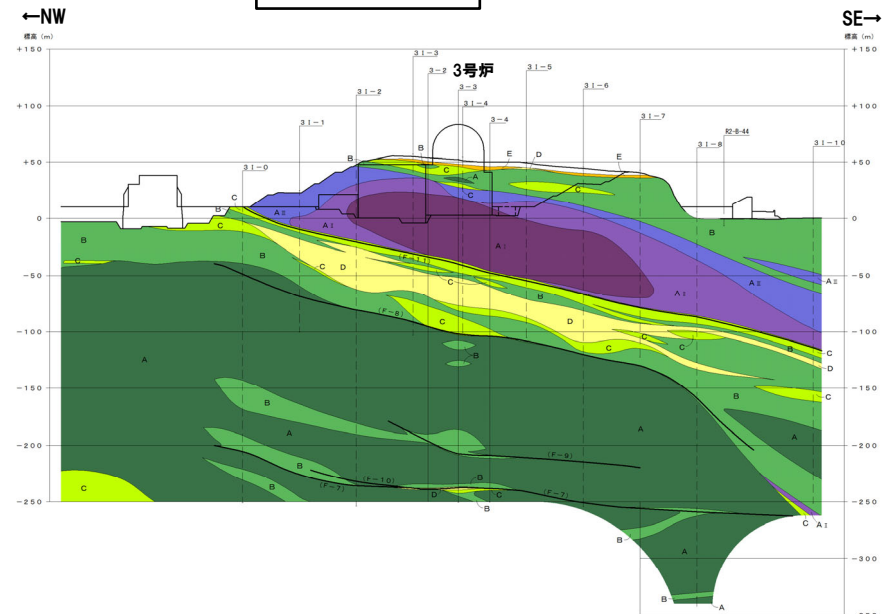
# 2.3 岩盤分類

## 岩盤分類

- 安山岩の岩盤物性は、硬質で割れ目が発達することから、割れ目の状態に影響される特徴がある。
- 一方、安山岩以外の凝灰角礫岩等の岩盤物性は、岩石(基質)の硬さに影響される特徴がある。
- 上記を踏まえ、岩盤分類基準については、右図に示すとおり、「安山岩」と安山岩以外の岩相を一括呼称した「火砕岩類」とで別個に設定した(詳細は、補足説明資料2章参照)。
- 岩盤分類基準は、「電研式岩盤分類(田中(1964)及び菊地(1975))」等を参考にして設定した。
- 安山岩の分類要素は「岩石の硬さ」、「割れ目の頻度」及び「割れ目の性状」とし、上位からA<sub>1</sub>~A<sub>V</sub>に分類した。
- 火砕岩類の分類要素は「岩石の硬さ」、「割れ目の頻度」及び「風化度」とし、上位からA~Eに分類した。
- 地質区分と岩盤分類区分の対応例を下図に示す。



地質断面図:X3-X3'断面



鉛直岩盤分類図:X3-X3'断面

1. 全体概要 .....	P. 5
2. 地質の概要 .....	P. 15
<b>3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....</b>	<b>P. 23</b>
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.131
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.135
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.141
参考文献 .....	P.174

## 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～P27に示すとともに、新規制基準適合性審査における主な検討項目についても明示している。

## 3.1章 評価方針 (P28～P34参照)

○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、設置許可基準に基づき、(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。
- ・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(支持力試験)の結果に基づいて基礎の支持力の評価基準値を設定する。
- ・動的解析の結果に基づいて算定した基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値を超えないことを確認する。

## (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<sup>※1</sup>。
- ・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。

【新規制基準適合性審査における主な検討項目】  
 > 液状化影響の検討

- 敷地においては、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇するおそれがある。
- 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せるが、周辺地盤(施設の周辺に分布する地下水位以深の埋戻土)については、液状化が発生する可能性がある。
- 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結果<sup>※2</sup>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、施設の周辺に分布する埋戻土の液状化を考慮したすべり安定性評価を実施することとした。
- 動的解析(全応力解析)によるすべり安全率算定時には、液状化範囲におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力を考慮しない。

※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 三次元浸透流解析の解析条件等は、補足説明資料5章(第1055回審査会合(R4.6.23)資料抜粋)を参照。

次頁～P139参照

## 3.2章 代表施設の選定 (P35～P50参照)

## 3.3章 評価対象断面の選定 (P52～P55参照)

## 3.4章 解析用物性値 (P56～P69参照)

## 3.5章 評価方法 (P70～P99参照)

## 3.6章 基準地震動 (P100～P112参照)

## 3.7章 評価結果 (P114～P129参照)



## 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 (P35～P50参照)

【新規制基準適合性審査における主な検討項目】  
 > 代表施設及び評価対象断面の選定

- 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せ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、設置標高の観点等から、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 (防潮堤以外, T.P.10m盤以下)
  - ・グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高)
  - ・グループC (防潮堤)
- グループA及びグループBの代表施設については、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(施設の重量(接地圧)、施設の接地面積、断層の分布)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それぞれ選定した。

## 3.3章 評価対象断面の選定 (P52～P55参照)

- 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。

## 3.4章 解析用物性値 (P56～P69参照)

【新規制基準適合性審査における主な検討項目】  
 > 解析用物性値の設定

- 解析用物性値については、以下のとおり設定する。
  - ・岩盤(安山岩及び火砕岩類)、表土及び埋戻土については、1,2号炉建設時<sup>※1,2</sup>及び3号炉建設時<sup>※3</sup>に別個に設定していることを踏まえ、「3号炉解析用物性値」と「1,2号炉解析用物性値」を別個に設定する。
  - ・「3号炉解析用物性値」は、3号炉建設時と同じ値とする。
  - ・「1,2号炉解析用物性値」は、1,2号炉建設時と同じ値を基本とするが、3号炉建設時に実施した試験結果を考慮することで、より精緻に地盤安定性を評価できると考えられる解析用物性値については、3号炉建設時の設定を踏まえ、一部変更を行う。
  - ・断層の解析用物性値については、F-1断層～F-6断層は1,2号炉建設時と同じ値とし、F-7断層～F-11断層は3号炉建設時と同じ値とする。
- 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。

次頁へ続く

次頁～P129参照

## 3.5章 評価方法 (P70～P99参照)

## 3.6章 基準地震動 (P100～P112参照)

## 3.7章 評価結果 (P114～P129参照)

※1 泊発電所原子炉設置許可申請書(昭和59年6月14日付け, 57資庁第10588号をもって設置許可)。

※2 泊発電所1号機工事計画認可申請書(昭和60年4月27日付け, 59資庁第16570号をもって認可)及び泊発電所2号機工事計画認可申請書(昭和60年4月27日付け, 59資庁第16571号をもって認可)。

※3 泊発電所原子炉設置変更許可申請書(3号原子炉の増設)(平成15年7月2日付け, 平成14・07・31原第2号をもって設置変更許可)。

## 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 (P70~P99参照)

- 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等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を同時入力し、応答の同時性を考慮する。
- 原子炉建屋及び原子炉補助建屋の地下水位は、建屋の設計地下水位を参照の上、建屋基礎底面下※に設定し、それ以外の地下水位は地表面に設定する。

**(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3章参照)。

**(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。

※原子炉建屋及び原子炉補助建屋は、地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に地下水位を保持することで、揚圧力を考慮せず設計する方針である(詳細は、補足説明資料5章(第1055回審査会合(R4.6.23)資料抜粋)を参照)。

## 3.6章 基準地震動 (P100~P112参照)

- 基準地震動を評価用地震動とし、地震動の作成方法に応じて位相の反転も考慮する。
- 解析に用いる入力地震動は、基準地震動を地震応答解析モデル下端にて評価したものをを用いる。
- 入力地震動については、地盤安定性評価(二次元動的有限要素法)のモデル化範囲における地盤条件を適切に反映するため、二次元有限要素法にて評価する。

次頁へ続く

次頁参照

## 3.7章 評価結果 (P114~P129参照)

# 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 (P114~P129参照)

○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する、**(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** (P114~P125参照)

- 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、2.0 (1.7<sup>※1</sup>)
  - ・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<sup>※1</sup>)

**(2) 基礎の支持力** (P126~P127参照)

- 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/mm<sup>2</sup>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/mm<sup>2</sup>
  - ・緊急時対策所の地震時最大接地圧は、0.3N/mm<sup>2</sup>

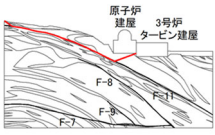
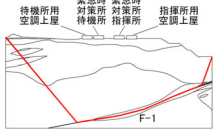
**(3) 基礎底面の傾斜**<sup>※2</sup> (P128~P129参照)

- 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 <sup>※3</sup>	すべり面形状	最小すべり安全率	基準地震動 <sup>※3</sup>	地震時最大接地圧 (N/mm <sup>2</sup> )	基準地震動 <sup>※3</sup>	地震時最大傾斜
原子炉建屋	Ss3-4 (+,+)		2.0 (1.7 <sup>※1</sup> )	Ss3-4 (+,+)	4.0	Ss3-4 (-,+)	1/18,000
			評価基準値 1.5				評価基準値 13.7
緊急時対策所	Ss3-4 (+,+)		4.1 (3.3 <sup>※1</sup> )	Ss3-1-上下流方向 (+,+)	0.3	Ss3-5 (+,+), (-,-)	1/31,000
			評価基準値 1.5				評価基準値 13.7

## 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、設置許可基準規則に基づき、以下の項目を確認する。

#### 【地震力に対する基礎地盤の安定性評価における評価項目】

○評価対象施設が設置される地盤について、基礎地盤のすべり、基礎の支持力及び基礎底面の傾斜の観点から確認する。

##### (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。
- ・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（支持力試験）の結果に基づいて基礎の支持力の評価基準値を設定する。
- ・動的解析の結果に基づいて算定した基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値を超えないことを確認する。

##### (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※。
- ・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。

※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

## 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～P34参照)

- 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を抽出
- 敷地においては、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇するおそれがあるため、液状化の影響考慮範囲を確認

【3.2章 代表施設の選定(P35～P50参照)】

- 評価対象施設に対し、設置標高等の観点からグループ分け
- グループごとに影響要因(施設の重量(接地圧)、施設の接地面積等)を考慮し、代表施設を選定

【3.3章 評価対象断面の選定(P52～P55参照)】

- 代表施設の評価対象断面について、地形及び地質構造を考慮して、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(P114～P125参照)  
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(P115, P117, P122及びP124参照)  
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  
(P126～P127参照)

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  
(P128～P129参照)

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※<sup>1</sup>及び常設重大事故等対処施設※<sup>2</sup>)を下図に示す。

※<sup>1</sup> 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)。

※<sup>2</sup> 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

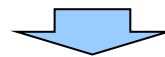
## 3.1 評価方針

### ④液状化の影響考慮範囲に関する確認(1/2)

- 敷地においては、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇するおそれがある。
- 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せるが、周辺地盤(施設の周辺に分布する地下水位以深の埋戻土)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結果※<sup>1</sup>(次頁参照)の地下水位を参照した。
- 当該地下水位については、以降、液状化の影響を考慮する必要があるかを確認するための、「確認用地下水位」と呼称する。
- 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、確認用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、確認用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、確認用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。
- なお、上記の「確認用地下水位」は、液状化影響の考慮の有無を確認するために用いるものであり、後述する「3.5 評価方法」においては、基礎地盤の安定性評価における地下水位として、以下のとおり、より保守的な水位を設定している(詳細は、P90~P91参照)。
  - ・原子炉建屋及び原子炉補助建屋の地下水位は、建屋の設計地下水位を参照の上、建屋基礎底面下※<sup>2</sup>に設定し、それ以外の地下水位は地表面に設定する。

※<sup>1</sup> 三次元浸透流解析の解析条件等は、補足説明資料5章(第1055回審査会合(R4.6.23)資料抜粋)を参照。

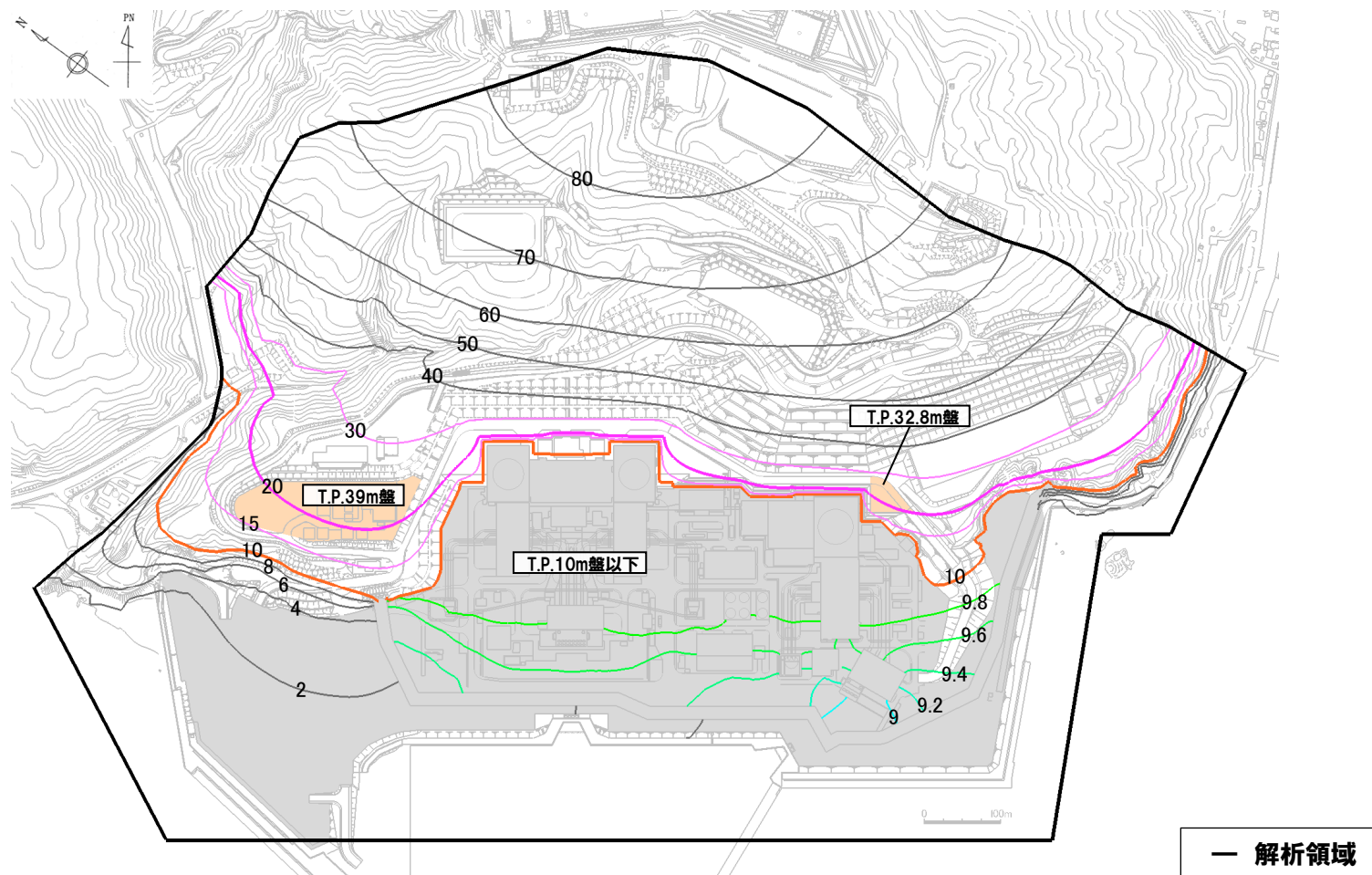
※<sup>2</sup> 原子炉建屋及び原子炉補助建屋は、地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に地下水位を保持することで、揚圧力を考慮せず設計する方針である(詳細は、補足説明資料5章(第1055回審査会合(R4.6.23)資料抜粋)を参照)。



- 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、施設の周辺に分布する埋戻土の液状化を考慮したすべり安定性評価を実施する。
- 液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法をP34に示す。

## 3.1 評価方針

## ④液状化の影響考慮範囲に関する確認 (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を予測した三次元浸透流解析結果\*

※図中の数値が記載されたコンターは地下水位を示す。

## 3.1 評価方針

## ⑤液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法

○周辺地盤の液状化に伴う事象の想定を踏まえ、液状化影響を考慮したすべり安全率は、以下のとおり算定する。

## 【周辺地盤の液状化に伴う事象の想定】

○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ような挙動を示し、液状化範囲の地盤応力は限りなく小さくなる(左下図参照)。

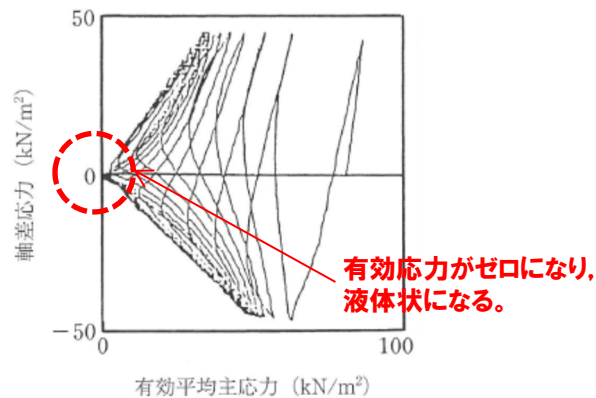
## (液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法)

○すべり安全率は、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算出する。

○液状化範囲においては、地盤の応力は限りなく小さくなることから、すべり面上のせん断力及びせん断抵抗力が限りなく小さくなる。

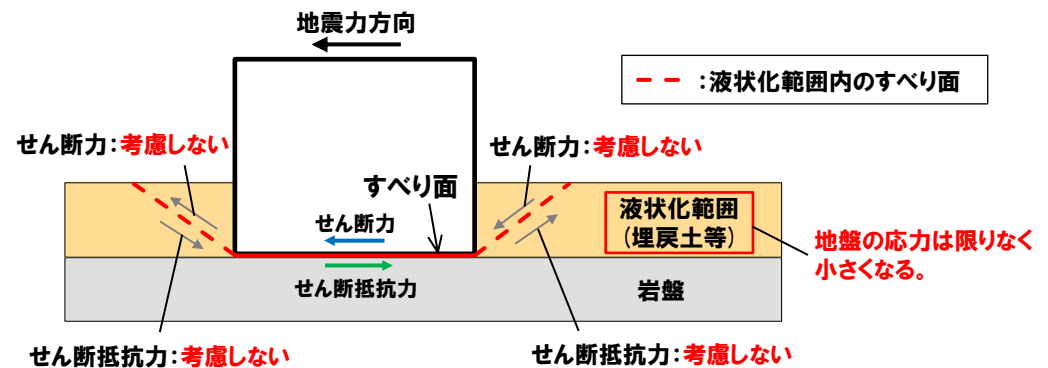
○このため、動的解析(全応力解析)によるすべり安全率算定時には、液状化範囲におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力を考慮しない(右下図参照)。

○なお、上記の全応力解析による液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法に関しては、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)。



有効応力経路※2 ※2 地盤工学会(2009)に加筆。

液状化に分類される事例



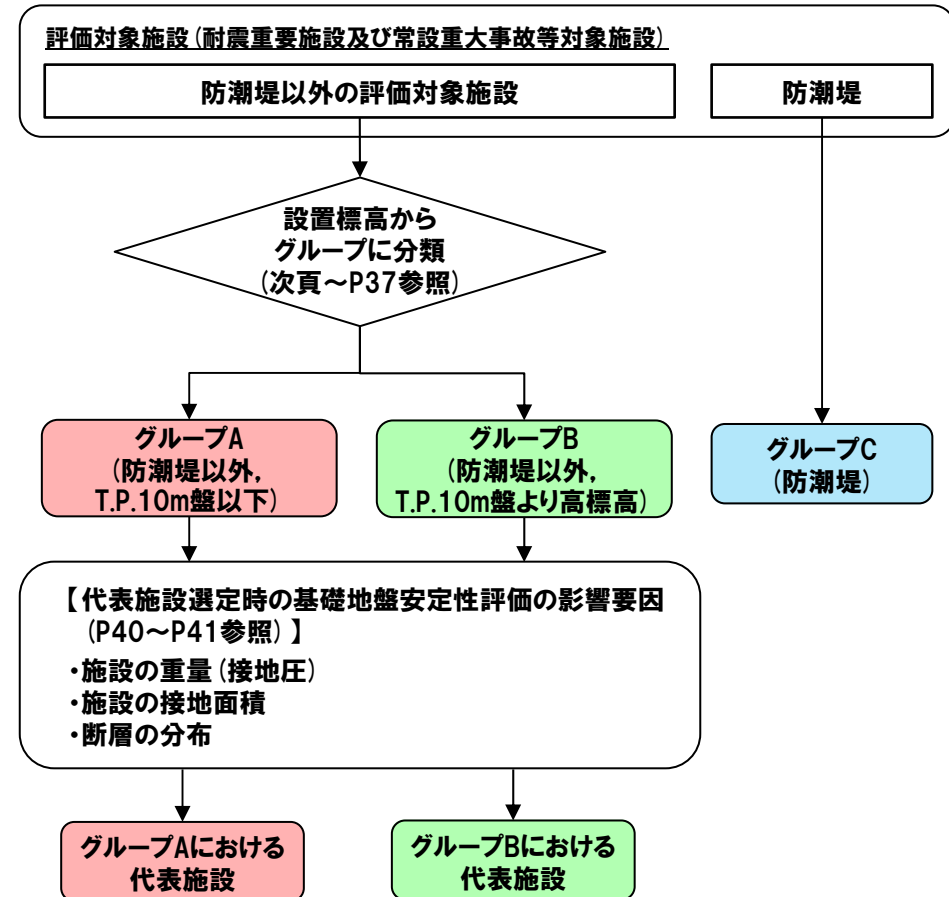
液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法のイメージ図



## 3.2 代表施設の選定

### ①選定方針(1/3)

- 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、基礎地盤安定性評価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。
- 評価対象施設については、以下の理由により、防潮堤等を別グループに分類して代表施設を選定することとする。
  - ・防潮堤は敷地の広範囲に設置されており、施設の規模が最大であること。
  - ・防潮堤の構造成立性は、現在審議中であること。
  - ・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、防潮堤と同じグループに分類する(詳細は、今後説明予定)。
- 「防潮堤以外」に分類される施設は、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。
- 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せる直接基礎形式であることから、基礎形式による分類分けは不要であるため、設置標高の観点等から、評価対象施設を以下の3つのグループに分類する(評価対象施設のグループ分けは、次頁～P37参照)。
  - ・グループA(防潮堤以外, T.P.10m盤以下)
  - ・グループB(防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高)
  - ・グループC(防潮堤)
- グループA及びグループBの代表施設については、分類したグループごとに、代表施設選定時の基礎地盤安定性評価の影響要因の比較検討を行い、選定する(詳細は、P40～P50)。
- なお、グループA及びグループBに分類された地中構造物については、施設の重量が小さく、基礎地盤に作用する滑動力が小さいこと等から、同じグループに分類される屋外構造物の評価に代表させることとした(詳細は、P38参照)。



代表施設の選定フロー

## 3.2 代表施設の選定

## ①選定方針(2/3)

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

## 各グループに該当する評価対象施設

グループ分類 (設置標高)		名称	
A	防潮堤以外 (T.P.10m盤以下)	屋外 構造物	原子炉建屋
			原子炉補助建屋
			ディーゼル発電機建屋
			貯留堰
	地中 構造物	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	
		B1,B2-燃料油貯油槽タンク室	
		B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ	
		原子炉補機冷却海水管ダクト	
		原子炉補機冷却海水ポンプ 出口ストレナ室	
		取水ピットポンプ室	
		取水ピットスクリーン室	
		3号炉取水ピットスクリーン室防水壁※1	
		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			

グループ分類 (設置標高)			名称		
B	防潮堤以外 (T.P.10m盤 より高標高)	T.P.32.8m盤	屋外 構造物	代替非常用発電機	
		T.P.39m盤		緊急時対策所	指揮所 待機所
				空調上屋	指揮所用 待機所用
C	防潮堤※2		地中 構造物	燃料タンク(SA)室	
			屋外 構造物	防潮堤	
			地中 構造物	屋外排水路逆流防止設備	
				構内排水設備(出口枳)	
				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					

※1 3号炉取水ピットスクリーン室防水壁は、地下部も含めた防水壁構造(ピット方式)であり、施設の大半が地中に埋設されていることから、基礎地盤安定性評価上、地中構造物相当として扱うこととした(詳細は、補足説明資料1章参照)。

※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、防潮堤と同じグループに分類する。



## 3.2 代表施設の選定

### ①選定方針(3/3)

○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。

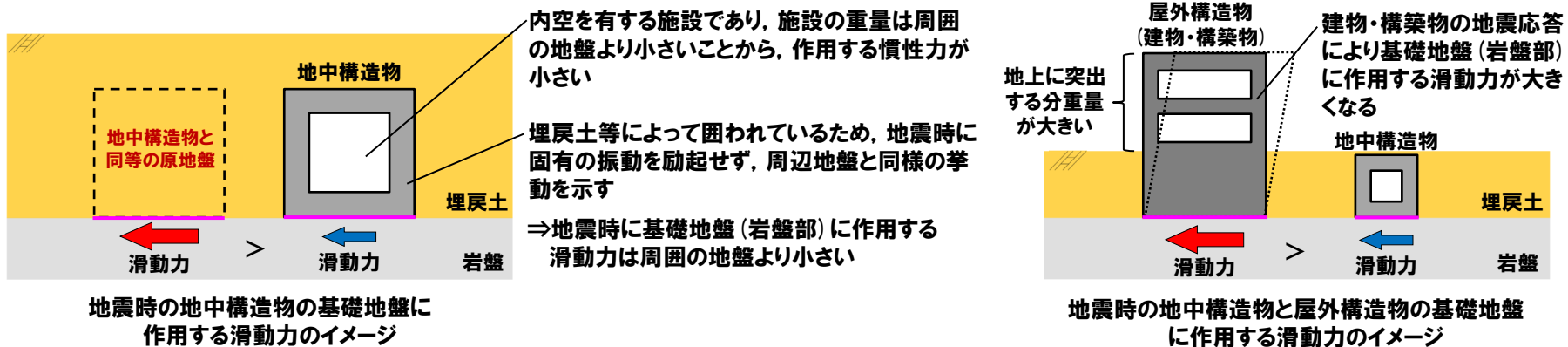


## 3.2 代表施設の選定

### ②選定方法-基礎地盤安定性評価における地中構造物の扱い-

- 代表施設の選定に当たり、基礎地盤安定性評価における地中構造物の扱いについて、整理した。
- 地中構造物は、以下の特徴を有することから、地震時に基礎地盤（岩盤部）に作用する滑動力は周囲の地盤より小さい。
  - ・地中構造物は内空を有する施設であり、施設の重量は周囲の地盤より小さいことから、地中構造物に作用する慣性力は小さい。
  - ・地中構造物は埋戻土等によって囲われているため、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。
- 一方、屋外構造物は施設の重量が大きく、地震応答により基礎地盤に作用する滑動力が大きくなる。
- 以上より、地中構造物については、施設の重量が小さく、基礎地盤に作用する滑動力が小さいこと等から、同じグループに分類される屋外構造物の評価に代表させることとした。
- なお、地中構造物に関する液状化の影響についても、周辺地盤が液状化した場合、構造物に作用する側圧が大きくなり、構造物を介して基礎地盤（岩盤部）に作用する滑動力に影響する可能性があるものの、地中構造物自体の重量が小さいこと等から、基礎地盤安定性評価上、大きな影響はないものと考えられる※1。

※1 液状化の影響が地中構造物の基礎地盤安定性評価上、大きな影響がないと考えられることについては、別途確認し、今後説明予定。



地中構造物と屋外構造物の重量比較※2

区分	名称	重量 (MN)	(参考) 施設の体積と同等の原地盤の重量 (MN)
地中構造物	取水ピットポンプ室	294	491
屋外構造物	原子炉建屋	2,344	-

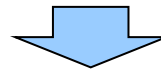
※2 グループA及びグループBの評価対象施設のうち、重量が最大となる地中構造物及び屋外構造物を抜粋して掲載。

余白

## 3.2 代表施設の選定

### ②選定方法-影響要因の整理-

- 基礎地盤安定性評価においては、基礎地盤のすべり、基礎の支持力及び基礎底面の傾斜について評価を行うことから、基礎地盤安定性評価に影響すると考えられる以下の観点に着目し、影響要因を整理する。
  - ・基礎地盤に作用する地震力
  - ・基礎地盤の強度
- グループA及びグループBの代表施設を選定するに当たり、泊発電所3号炉における評価対象施設の特徴（施設の規模、設置位置の地質状況等）を踏まえ、代表施設選定時の基礎地盤安定性評価の影響要因を選定する。



- 次頁に示すとおり、基礎地盤の安定性評価において着目する影響要因について整理した結果、代表施設選定において、「施設の重量（接地圧）」、「施設の接地面積」及び「断層の分布」の3項目を選定した。

## 3.2 代表施設の選定

代表施設選定時の基礎地盤安定性評価の影響要因の整理結果(グループA及びグループB)

要 因		説 明	整理結果(泊発電所3号炉における評価対象施設の特徴を考慮)	
基礎地盤に 作用する地震力	施設の重量	・施設の重量が大きいほど、慣性力により基礎地盤に作用する滑動力等が大きくなる。	・施設により重量が異なるため、代表施設選定時の影響要因として選定する。 ・なお、施設の重量の大きい施設は接地圧も大きくなる※1ことから、代表施設選定時の影響要因としては、施設の重量(接地圧)として扱い、以降、両者の値を併記する。	選定する
	施設の 接地面積	・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。	・施設により接地面積が異なるため、代表施設選定時の影響要因として選定する。	選定する
	設置位置の 地形	・基礎地盤周辺に急勾配となる地形や施設の前面と背面の地盤標高に高低差のある地形が認められる場合、平坦な地形に比べ、滑動力が大きくなる可能性がある。	・基礎地盤周辺に急勾配となる地形は認められないこと、及び同じグループ内では同様な地形状況となっていることから、施設により設置位置の地形に差異がないため、代表施設選定時の影響要因として選定しない。	選定しない
基礎地盤の 強度	基礎地盤の 種類(岩級)	・敷地の埋立地盤上に設置される施設がある場合、岩盤上に設置される施設に比べて、せん断強度等が小さい。 ・岩種・岩級ごとにせん断強度等を設定しており、下位岩級の方が相対的にせん断強度等が小さくなる。	・施設により基礎地盤の岩級が異なるものの、評価対象施設の基礎地盤に分布する岩盤のせん断強度等に顕著な差異がないため、代表施設選定時の影響要因として選定しない。	選定しない
	断層の分布	・施設直下にすべり面を形成しうる断層が分布する場合、断層によりすべり土塊が形成される可能性が高くなる。	・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(P20参照)ものの、施設の下方向※2に断層が分布していることから、代表施設選定時の影響要因として選定する。	選定する
	液状化 (グループA のみ)	・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ような挙動を示し、液状化範囲の地盤応力は限りなく小さくなる。 ・液状化範囲のせん断抵抗力(せん断強度)に期待できないが、同時にせん断力(滑動力)も限りなく小さくなる(P34参照)。	・グループAに分類される施設については、地下水排水設備により施設周辺の地下水位が建屋基礎底面より低くなること、又は埋戻土に接していないことから、液状化の影響は十分小さいため、代表施設選定時の影響要因として選定しない。	選定しない

※1 車両形式の施設であり、基礎地盤とタイヤで接している代替非常用発電機を除く(P47参照)。

※2 施設の下方向については、施設幅分の範囲を目安とする。

## 3.2 代表施設の選定

### ③グループAの代表施設選定結果

○グループA（防潮堤以外，T.P.10m盤以下）の施設については，以下の理由から，原子炉建屋を代表施設に選定した（詳細は，次頁～P46参照）。

- ・施設の重量（接地圧）が最大である。
- ・施設の接地面積が最大である。
- ・施設の下方向<sup>※1</sup>にF-11断層が分布している。

○グループAに分類される地中構造物の設置状況については，補足説明資料1章参照。

※1 施設の下方向については，施設幅分の範囲を目安とする。

#### 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			代表施設の選定理由
	施設の重量 <sup>※2</sup> (MN) ( )は施設の接地圧 (N/mm <sup>2</sup> )	施設の 接地面積 <sup>※2</sup> (m <sup>2</sup> )	断層の分布	
代表施設に選定 原子炉建屋	2,344 (0.51)	4,610	F-11断層	・施設の重量（接地圧）及び接地面積が最大であり，施設の下方向にF-11断層が分布することから，代表施設に選定する。
原子炉補助建屋	1,189 (0.32)	3,690	F-11断層	・原子炉建屋と同様に施設の下方向にF-11断層が分布するものの，施設の重量（接地圧）が原子炉建屋に比べて十分小さい。 ・施設の接地面積が原子炉建屋に比べて小さい。 ・これらのことから，代表施設に選定せず，原子炉建屋の評価に代表させる。
ディーゼル発電機建屋	72 (0.15)	490	—	・施設の重量（接地圧）及び接地面積が原子炉建屋に比べて十分小さく，施設の下方向に断層が分布しない。 ・このことから，代表施設に選定せず，原子炉建屋の評価に代表させる。
貯留堰 <sup>※2</sup>	49 (0.11)	460	—	

※2 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。



# 3.2 代表施設の選定

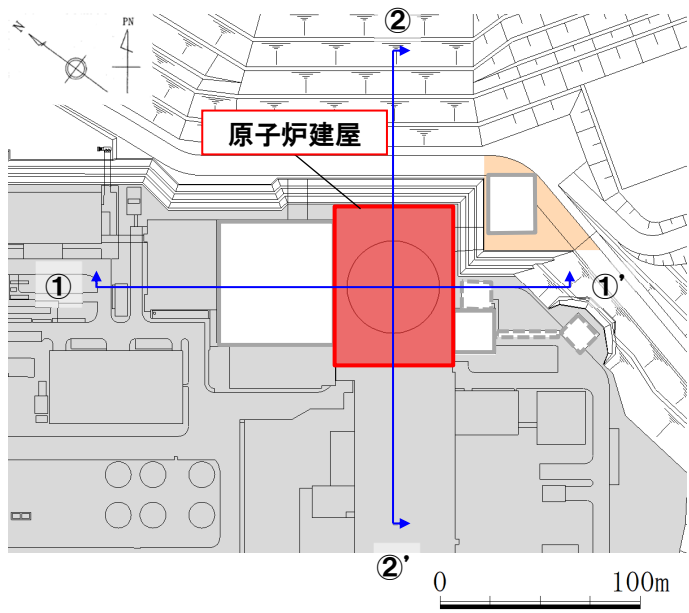
## ④グループAの評価対象施設の比較結果(1/4)

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

**【原子炉建屋】**

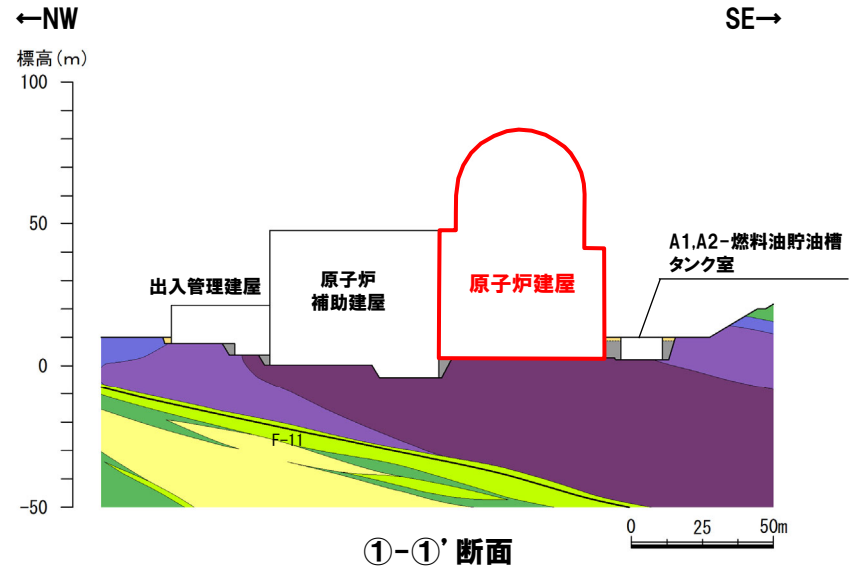
- 施設の重量(接地圧)が最大である。
- 施設の接地面積が最大である。
- 施設の下方※にF-11断層が分布している。

※施設の下方については, 施設幅分の範囲を目安とする。

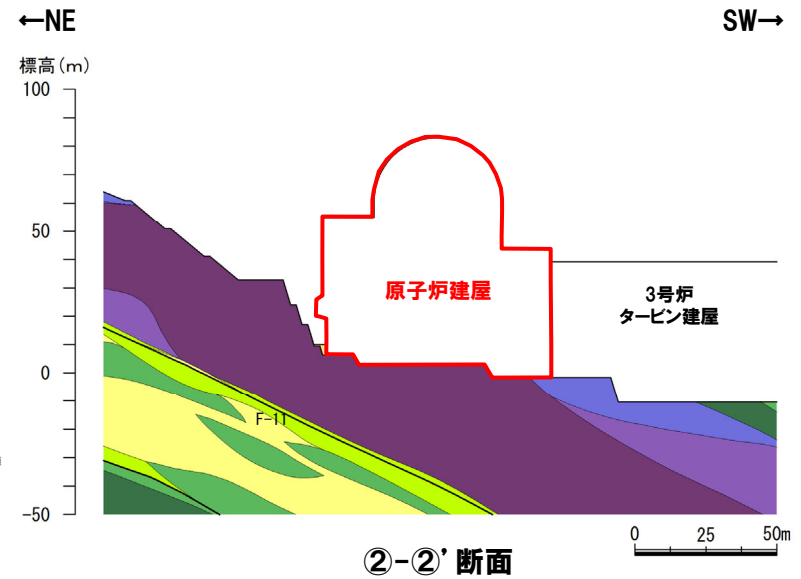


対象施設位置図

凡例	
<span style="background-color: #800080; color: white;">■</span> A-I	A-I 級岩盤
<span style="background-color: #4B0082; color: white;">■</span> A-II	A-II 級岩盤
<span style="background-color: #4169E1; color: white;">■</span> A-III	A-III 級岩盤
<span style="background-color: #4169E1; color: white;">■</span> A-IV	A-IV 級岩盤
<span style="background-color: #00CED1; color: white;">■</span> A-V	A-V 級岩盤
<span style="background-color: #3CB371; color: white;">■</span> A	A 級岩盤
<span style="background-color: #3CB371; color: white;">■</span> B	B 級岩盤
<span style="background-color: #9ACD32; color: white;">■</span> C	C 級岩盤
<span style="background-color: #FFD700; color: white;">■</span> D	D 級岩盤
<span style="background-color: #FF8C00; color: white;">■</span> E	E 級岩盤
<span style="background-color: #FFDAB9; color: white;">■</span>	埋戻土
<span style="background-color: #808080; color: white;">■</span>	MMR



①-①' 断面



②-②' 断面

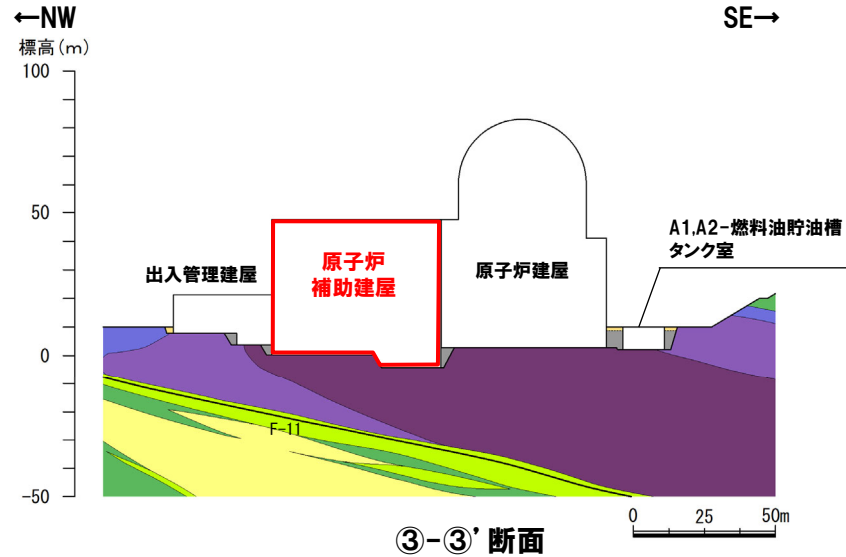
# 3.2 代表施設の選定

## ④グループAの評価対象施設の比較結果 (2/4)

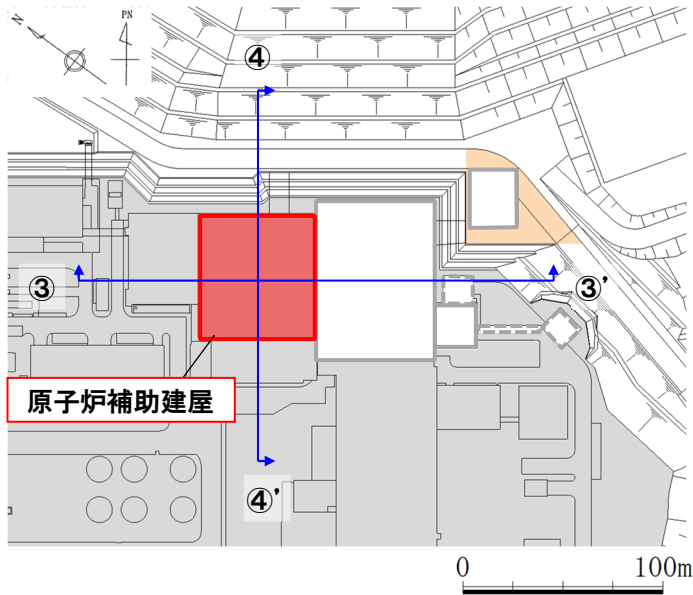
○グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下) のうち, 原子炉補助建屋の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により, 代表施設に選定せず, 原子炉建屋の評価に代表させる。

**【原子炉補助建屋】**

- 施設の重量 (接地圧) が原子炉建屋に比べて十分小さい。
- 施設の接地面積が原子炉建屋に比べて小さい。

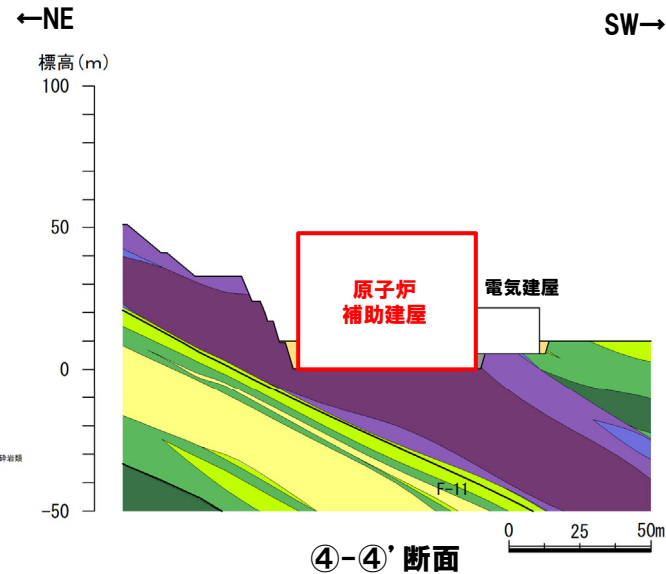


③-③' 断面



対象施設位置図

凡例	
A1	A1 級岩盤
A2	A2 級岩盤
A3	A3 級岩盤
A4	A4 級岩盤
A5	A5 級岩盤
A6	A6 級岩盤
A7	A7 級岩盤
A8	A8 級岩盤
A9	A9 級岩盤
A10	A10 級岩盤
A11	A11 級岩盤
A12	A12 級岩盤
A13	A13 級岩盤
A14	A14 級岩盤
A15	A15 級岩盤
A16	A16 級岩盤
A17	A17 級岩盤
A18	A18 級岩盤
A19	A19 級岩盤
A20	A20 級岩盤
A21	A21 級岩盤
A22	A22 級岩盤
A23	A23 級岩盤
A24	A24 級岩盤
A25	A25 級岩盤
A26	A26 級岩盤
A27	A27 級岩盤
A28	A28 級岩盤
A29	A29 級岩盤
A30	A30 級岩盤
A31	A31 級岩盤
A32	A32 級岩盤
A33	A33 級岩盤
A34	A34 級岩盤
A35	A35 級岩盤
A36	A36 級岩盤
A37	A37 級岩盤
A38	A38 級岩盤
A39	A39 級岩盤
A40	A40 級岩盤
A41	A41 級岩盤
A42	A42 級岩盤
A43	A43 級岩盤
A44	A44 級岩盤
A45	A45 級岩盤
A46	A46 級岩盤
A47	A47 級岩盤
A48	A48 級岩盤
A49	A49 級岩盤
A50	A50 級岩盤
A51	A51 級岩盤
A52	A52 級岩盤
A53	A53 級岩盤
A54	A54 級岩盤
A55	A55 級岩盤
A56	A56 級岩盤
A57	A57 級岩盤
A58	A58 級岩盤
A59	A59 級岩盤
A60	A60 級岩盤
A61	A61 級岩盤
A62	A62 級岩盤
A63	A63 級岩盤
A64	A64 級岩盤
A65	A65 級岩盤
A66	A66 級岩盤
A67	A67 級岩盤
A68	A68 級岩盤
A69	A69 級岩盤
A70	A70 級岩盤
A71	A71 級岩盤
A72	A72 級岩盤
A73	A73 級岩盤
A74	A74 級岩盤
A75	A75 級岩盤
A76	A76 級岩盤
A77	A77 級岩盤
A78	A78 級岩盤
A79	A79 級岩盤
A80	A80 級岩盤
A81	A81 級岩盤
A82	A82 級岩盤
A83	A83 級岩盤
A84	A84 級岩盤
A85	A85 級岩盤
A86	A86 級岩盤
A87	A87 級岩盤
A88	A88 級岩盤
A89	A89 級岩盤
A90	A90 級岩盤
A91	A91 級岩盤
A92	A92 級岩盤
A93	A93 級岩盤
A94	A94 級岩盤
A95	A95 級岩盤
A96	A96 級岩盤
A97	A97 級岩盤
A98	A98 級岩盤
A99	A99 級岩盤
A100	A100 級岩盤
埋戻土	埋戻土
MMR	MMR



④-④' 断面

# 3.2 代表施設の選定

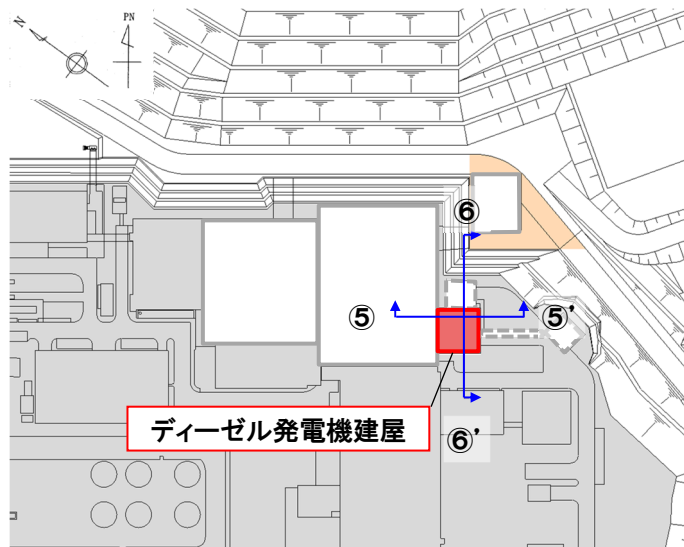
## ④グループAの評価対象施設の比較結果 (3/4)

○グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下) のうち, 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, 代表施設に選定せず, 原子炉建屋の評価に代表させる。

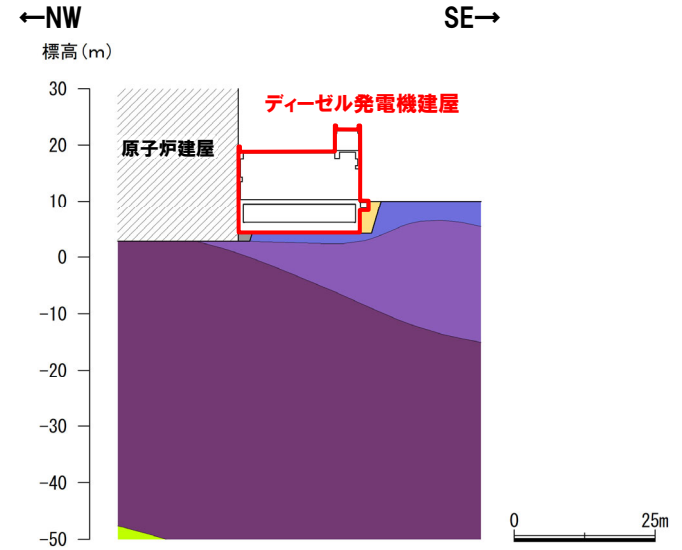
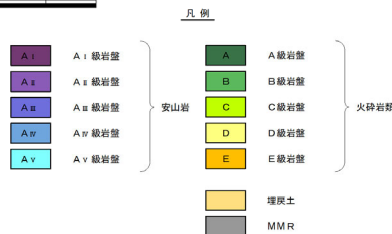
**【ディーゼル発電機建屋】**

- 施設の重量 (接地圧) が原子炉建屋に比べて十分小さい。
- 施設の接地面積が原子炉建屋に比べて十分小さい。
- 施設の下方※に断層が分布していない。

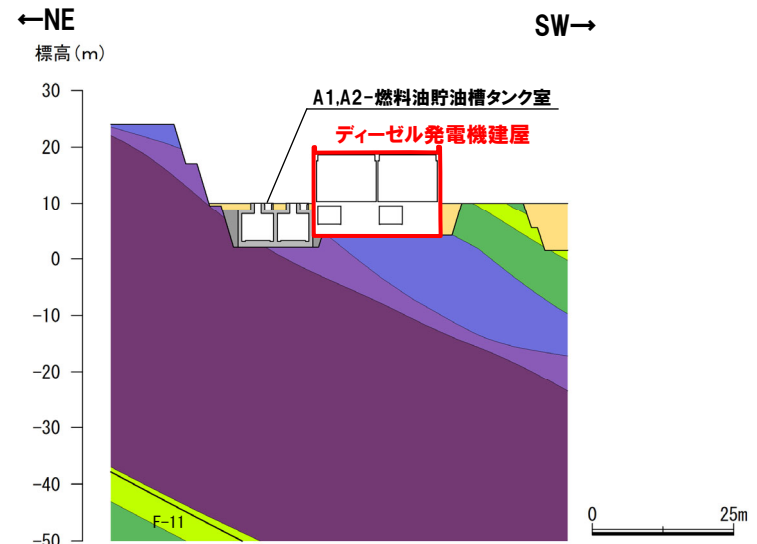
※施設の下方については, 施設幅分を目安とする。



対象施設位置図



⑤-⑤'断面



⑥-⑥'断面

# 3.2 代表施設の選定

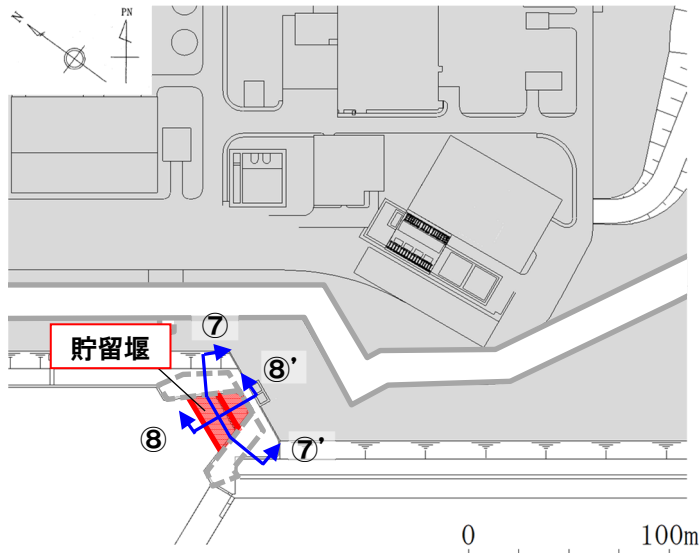
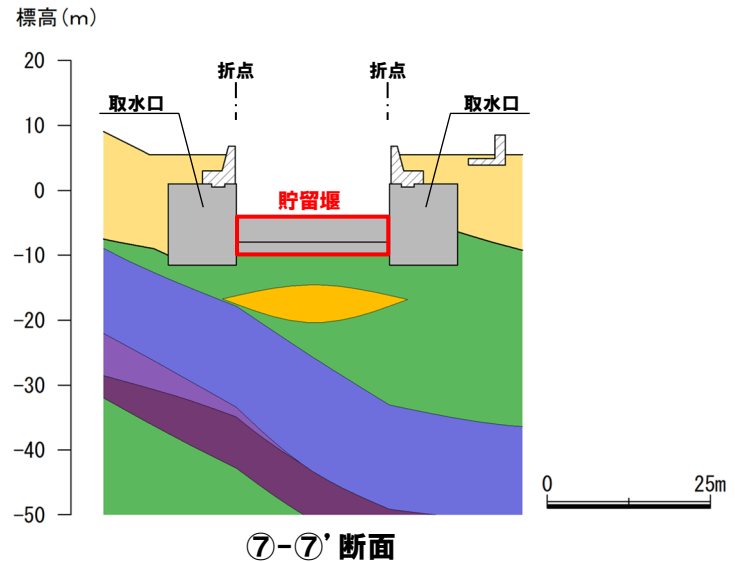
## ④グループAの評価対象施設の比較結果 (4/4)

○グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下) のうち, 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, 代表施設に選定せず, 原子炉建屋の評価に代表させる。

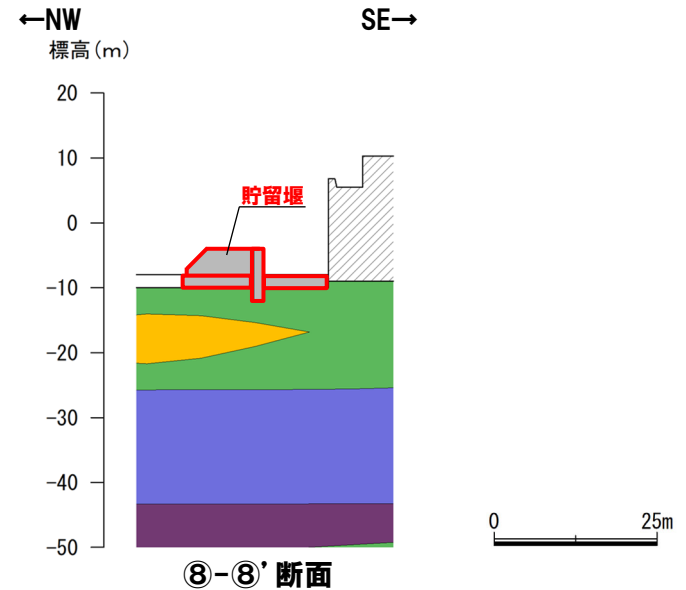
**【貯留堰】**

- 施設の重量 (接地圧) が原子炉建屋に比べて十分小さい。
- 施設の接地面積が原子炉建屋に比べて十分小さい。
- 施設の下方※に断層が分布していない。

※施設の下方については, 施設幅分の範囲を目安とする。



凡例	
A I	A I 級岩盤
A II	A II 級岩盤
A III	A III 級岩盤
A IV	A IV 級岩盤
A V	A V 級岩盤
安山岩	
A	A 級岩盤
B	B 級岩盤
C	C 級岩盤
D	D 級岩盤
E	E 級岩盤
火砕岩類	
	埋戻土



## 3.2 代表施設の選定

### ③グループBの代表施設選定結果

- グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高) の施設については, 以下の理由から, 緊急時対策所を代表施設に選定した (詳細は, 次頁~P50参照)。
- ・施設の重量 (接地圧) が最大である。
  - ・施設の接地面積が最大である。
- なお, グループBの施設については, 施設の下方向<sup>※1</sup>に断層が分布しない。
- グループBに分類される地中構造物の設置状況については, 補足説明資料1章参照。

※1 施設の下方向については, 施設幅分の範囲を目安とする。

#### 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			代表施設の選定理由	
	施設の重量 (MN) ( ) は施設の接地圧 (N/mm <sup>2</sup> )	施設の 接地面積 (m <sup>2</sup> )	断層の分布		
代表施設に選定 緊急時対策所	指揮所	20 (0.08)	250	—	・施設の重量 (接地圧) 及び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	20 (0.08)	250		
空調上屋	指揮所用	17 (0.07)	250	—	・施設の接地面積は緊急時対策所と同じであるものの, 施設の重量 (接地圧) は緊急時対策所に比べて小さい。 ・このことから, 代表施設に選定せず, 緊急時対策所の評価に代表させる。
	待機所用	17 (0.07)	250		
代替非常用発電機	1.2 (0.60)	2 <sup>※2</sup>	—	・施設の重量及び施設の接地面積は緊急時対策所に比べて十分小さい。 ・このことから, 代表施設に選定せず, 緊急時対策所の評価に代表させる。	

※2 代替非常用発電機の施設の接地面積については, 代替非常用発電機が車両形式の施設であるため, 基礎地盤と接しているタイヤの接地面積 (発電機2台分) を記載している (詳細は, P50参照)。

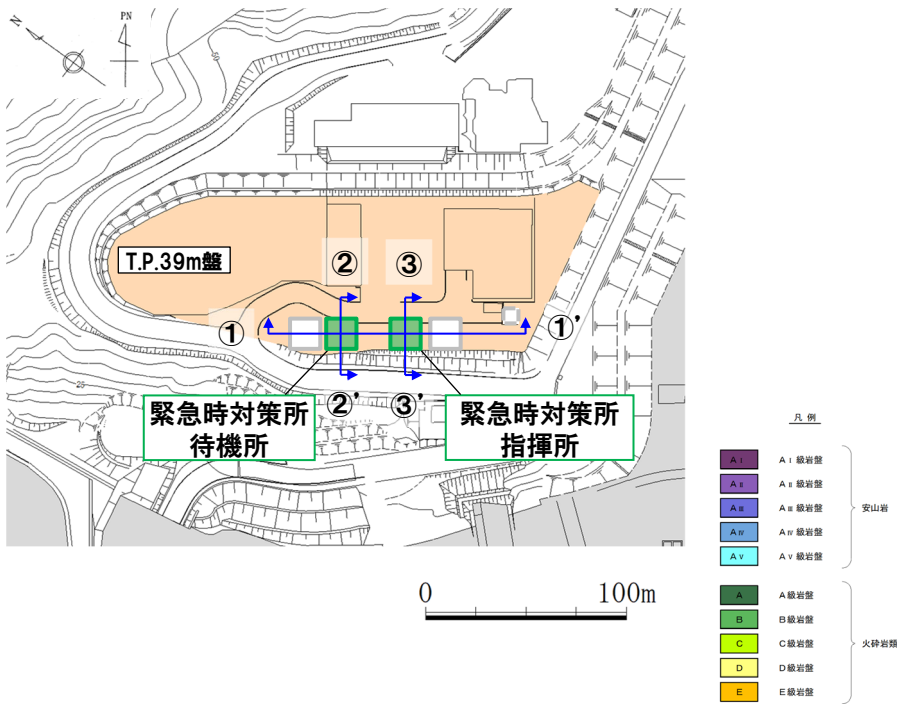
# 3.2 代表施設の選定

## ⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (1/3)

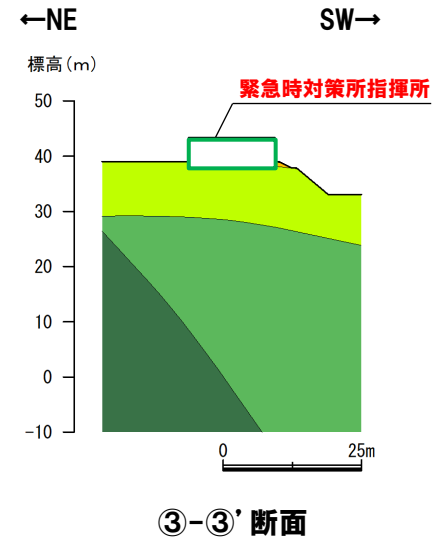
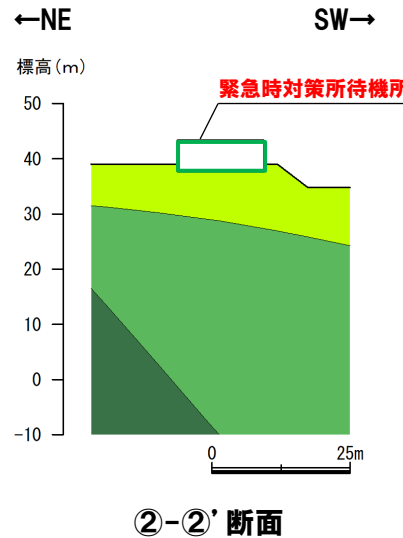
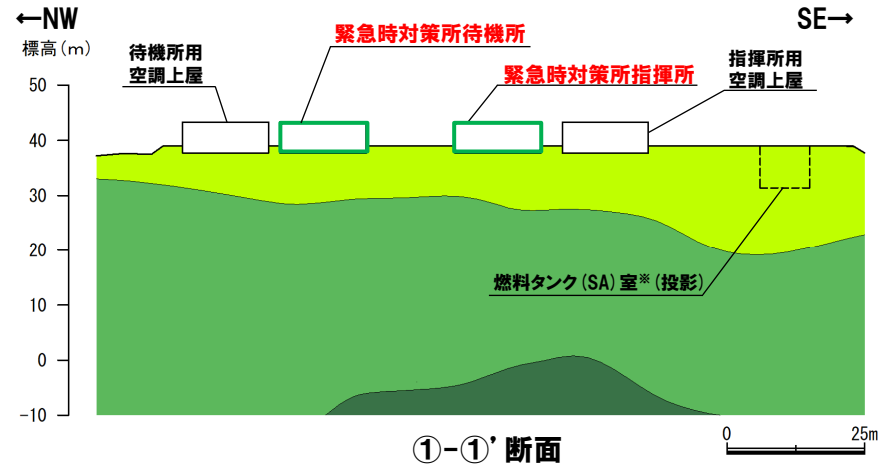
○グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高) の施設に対する基礎地盤安定性評価については, 影響要因の比較を実施した結果, 以下の理由により, 緊急時対策所を代表施設に選定する。

**【緊急時対策所】**

- 施設の重量 (接地圧) が最大である。
- 施設の接地面積が最大である。



対象施設位置図





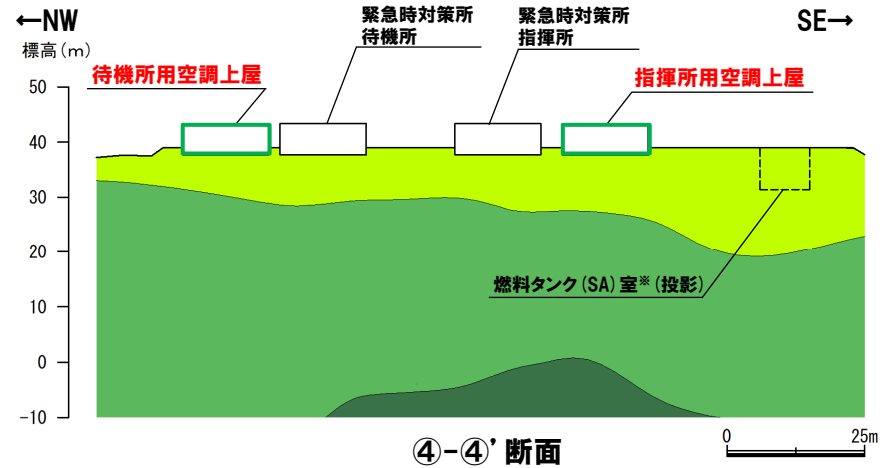
# 3.2 代表施設の選定

## ⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (2/3)

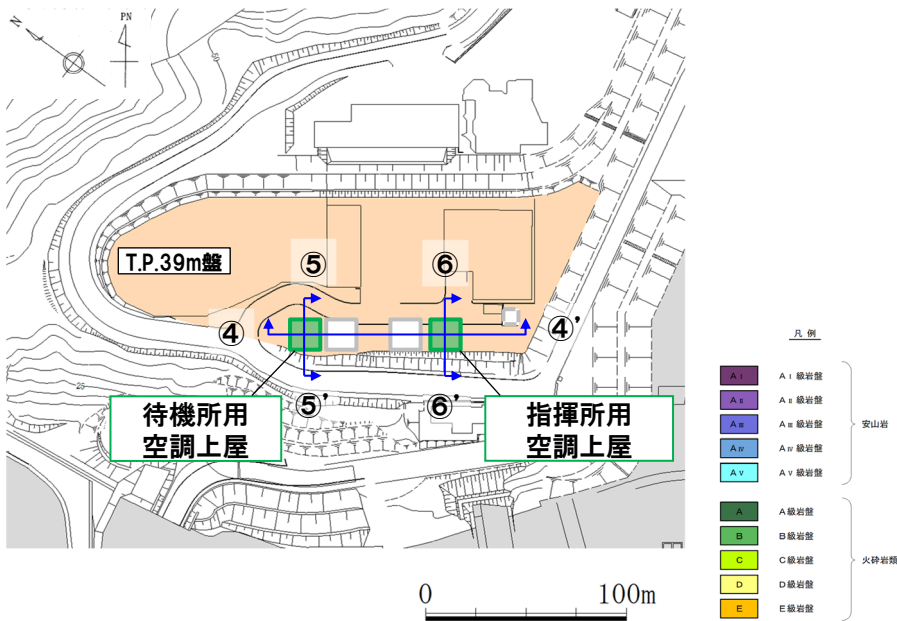
○グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高) のうち, 空調上屋の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により, 代表施設に選定せず, 緊急時対策所の評価に代表させる。

【指揮所用空調上屋及び待機所用空調上屋】

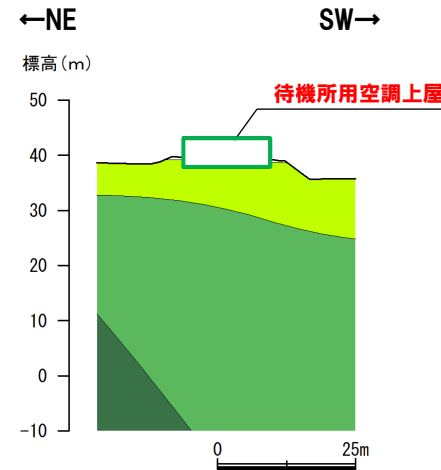
○施設の重量 (接地圧) が緊急時対策所に比べて小さい。



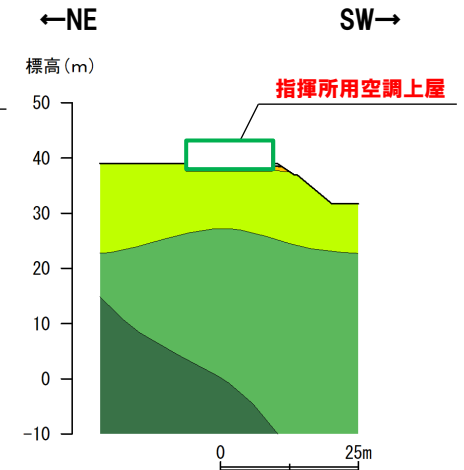
④-④' 断面



対象施設位置図



⑤-⑤' 断面



⑥-⑥' 断面

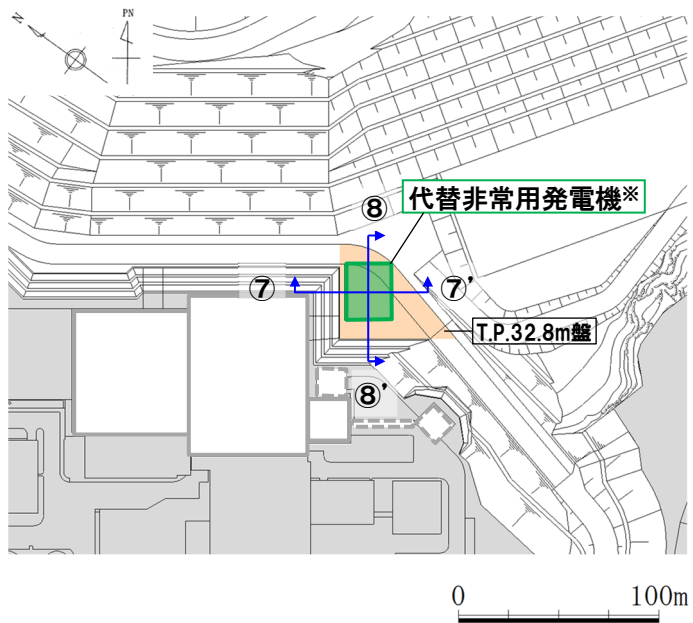
# 3.2 代表施設の選定

## ⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (3/3)

○グループB (防潮堤以外, 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, 代表施設に選定せず, 緊急時対策所の評価に代表させる。

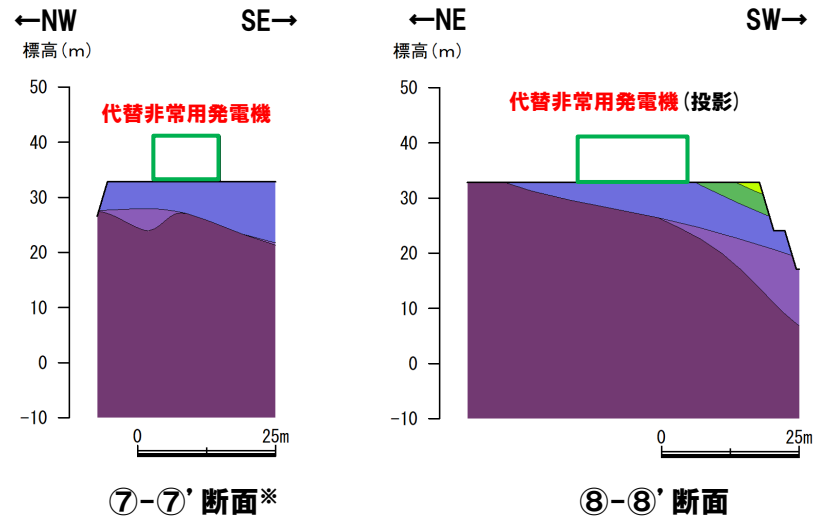
**【代替非常用発電機】**

○施設の重量及び施設の接地面積が緊急時対策所に比べて十分小さい。



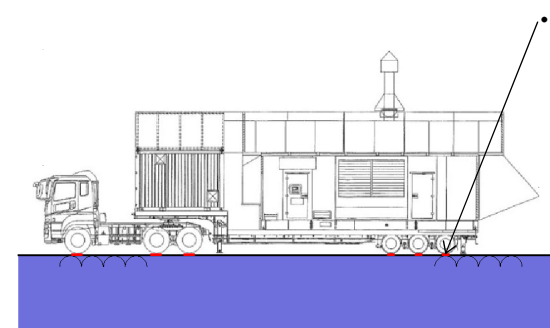
対象施設位置図

※代替非常用発電機については, 発電機2台分の包絡範囲を図示している。



⑦-⑦' 断面※

⑧-⑧' 断面



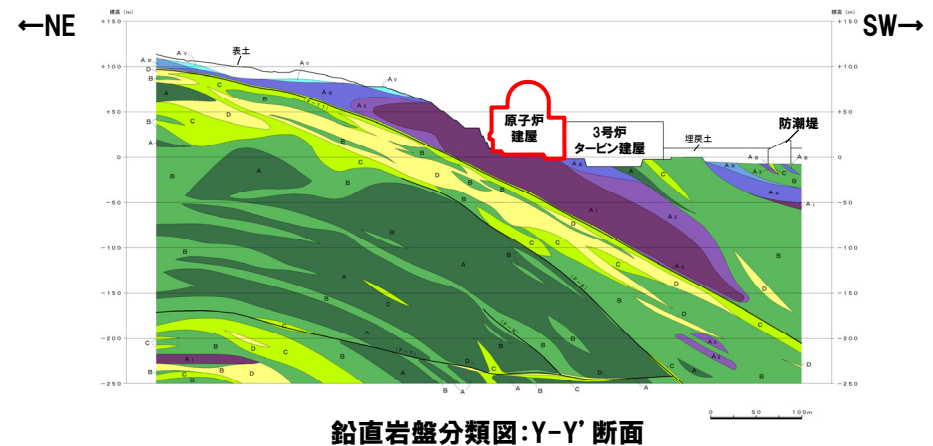
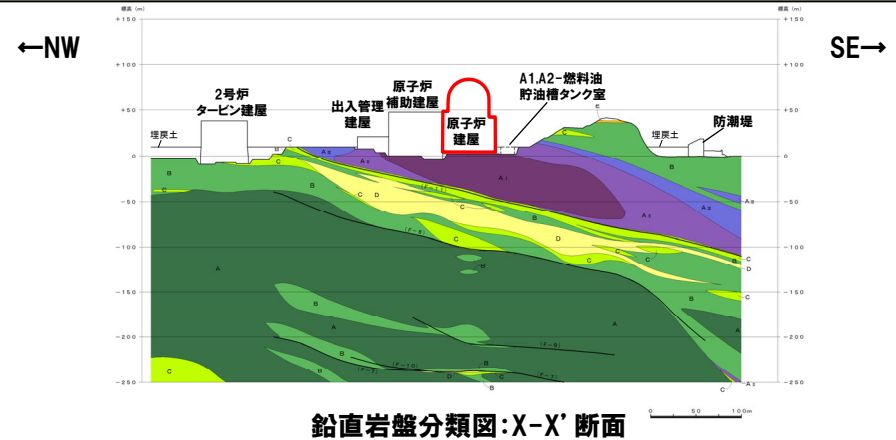
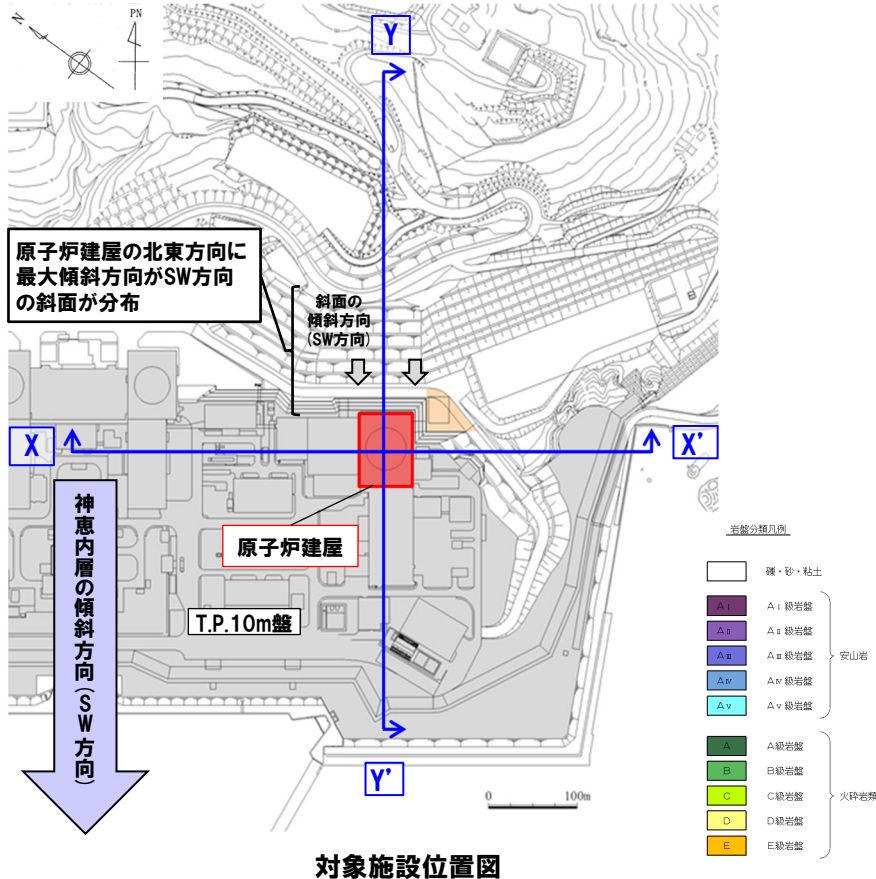
・P47に示す施設の接地面積は, 代替非常用発電機が車両形式の施設であるため, 基礎地盤と接しているタイヤの接地面積 (発電機2台分) としている。

(参考) 代替非常用発電機の設置状況 (⑧-⑧' 断面)

余白

## ①原子炉建屋の評価対象断面

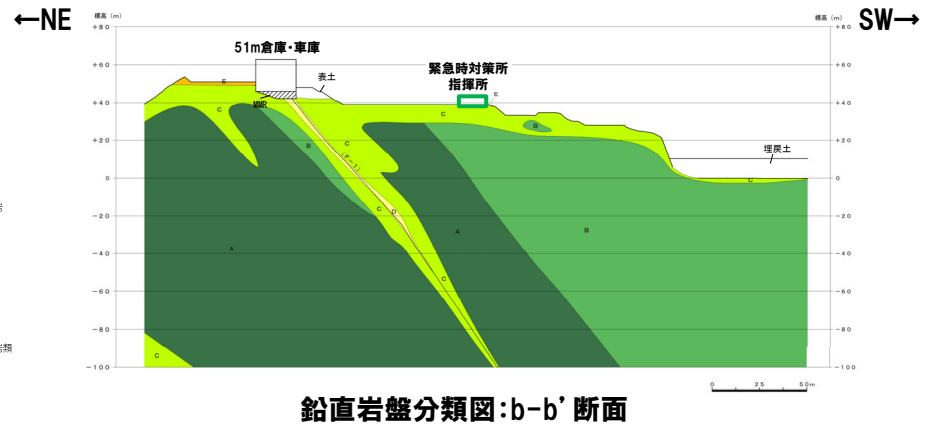
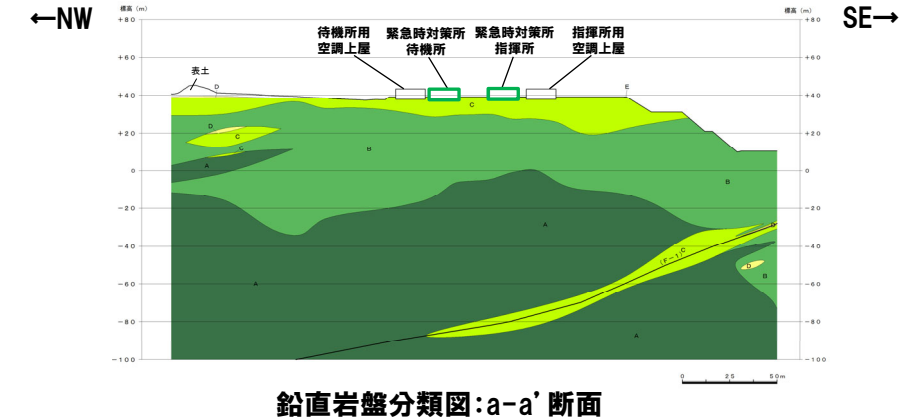
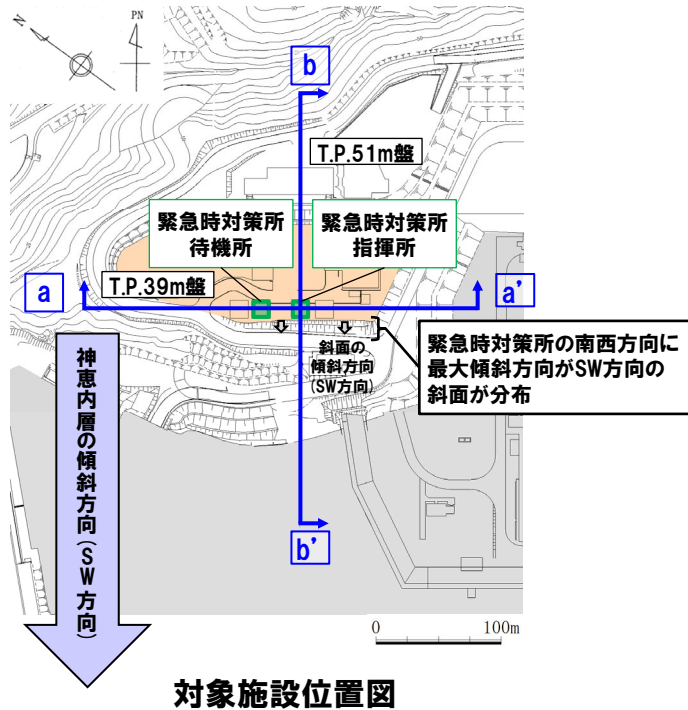
- グループAの代表施設である原子炉建屋の評価対象断面は、以下の地形及び地質構造の特徴を考慮して設定する。
  - (地形の特徴) 原子炉建屋の北東方向に最大傾斜方向がSW方向の斜面が分布している。
  - (地質構造の特徴) 敷地の基盤をなす神恵内層は、大局的にNW-SE走向で、SW方向へ15°～50°程度で傾斜する同斜構造をなしている。
- 上記を踏まえ、原子炉建屋の基礎地盤の評価対象断面は、以下のとおり、原子炉建屋の中心で直交する2断面(建屋海山直交方向:X-X'断面、建屋海山方向:Y-Y'断面)とした。
  - ・Y-Y'断面:北東方向に分布する斜面の最大傾斜方向に一致し、かつ神恵内層の傾斜方向となる断面。
  - ・X-X'断面:Y-Y'断面に直交する断面。
- 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、P74～P75に示す。



## ②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の基礎地盤の評価対象断面は、以下の地形及び地質構造の特徴を考慮して設定する。  
 (地形の特徴) 緊急時対策所は、T.P.39m盤に設置され、当該施設の南西方向に最大傾斜方向がSW方向の斜面が分布している。  
 (地質構造の特徴) 敷地の基盤をなす神恵内層は、大局的にNW-SE走向で、SW方向へ15°~50°程度で傾斜する同斜構造をなしている。
- 上記を踏まえ、緊急時対策所の基礎地盤の評価対象断面は、以下のとおり、指揮所の中心で直交する2断面(建屋海山直交方向:a-a'断面、建屋海山方向:b-b'断面\*)とした。
  - ・b-b'断面:南西方向に分布する斜面の最大傾斜方向に一致し、かつ神恵内層の傾斜方向となる断面。
  - ・a-a'断面:b-b'断面に直交する断面。
- 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、P76~P77に示す。

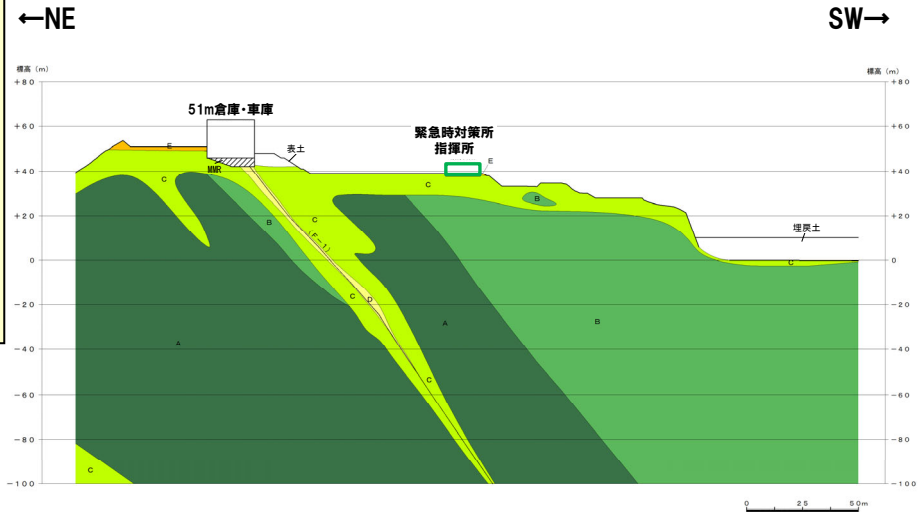
\*緊急時対策所は、指揮所と待機所があることから、それぞれの建屋中心を通る海山方向の断面について比較を行い、指揮所を通る断面を評価対象断面に選定した(詳細は、次頁参照)。



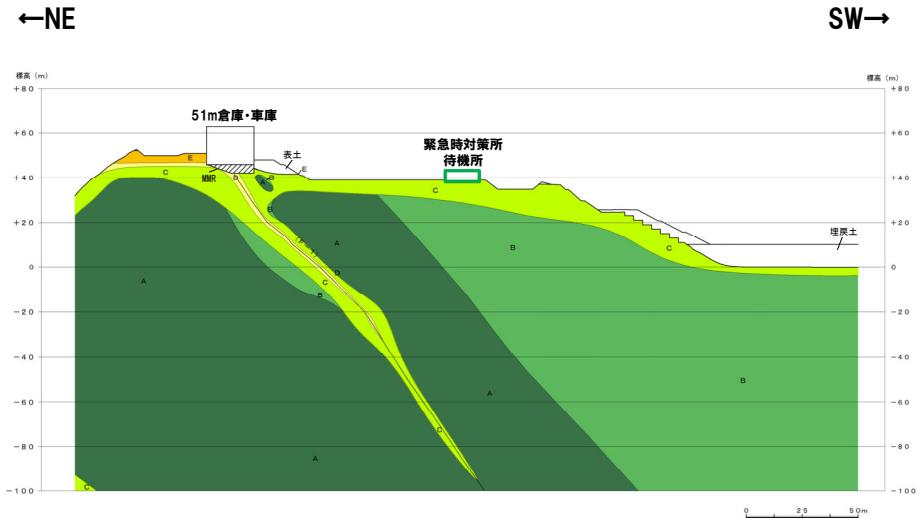


## ②緊急時対策所の評価対象断面 (2/2)

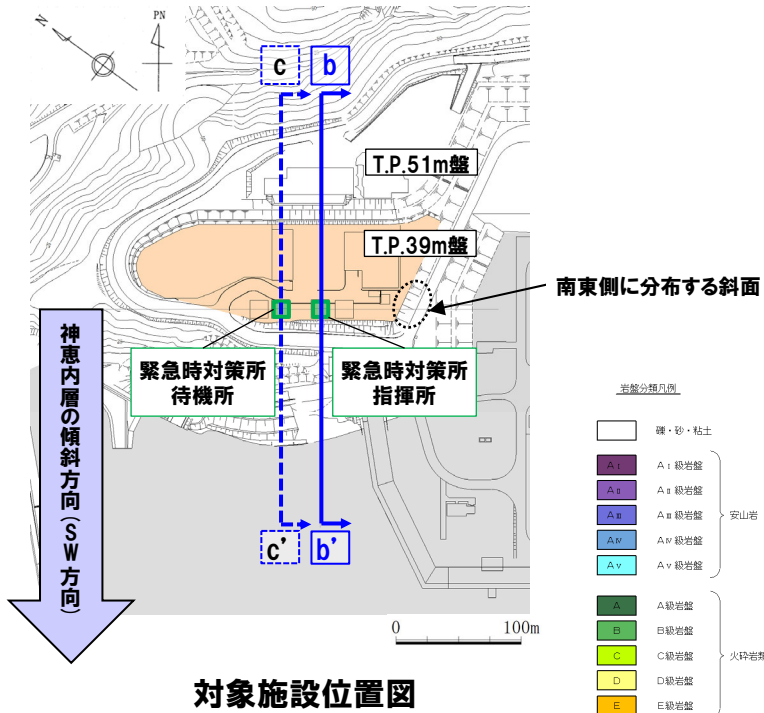
- 緊急時対策所指揮所中心を通る断面 (b-b' 断面) と緊急時対策所待機所中心を通る断面 (c-c' 断面) については、以下の理由から、基礎地盤安定性評価上、大きな差異はない。
  - ・緊急時対策所指揮所と緊急時対策所待機所の構造形式が同一である。
  - ・b-b'断面とc-c'断面では、地形及び地質・地質構造が大きく変わらない。
- この様な状況ではあるが、b-b'断面は、以下の点を考慮した場合、相対的に保守的な評価になるものと考え、当該断面を評価対象断面に選定した。
  - ・b-b'断面はc-c'断面に比べて、南東側に分布する斜面に近く、施設の直下において、C級岩盤が厚く分布している。



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)



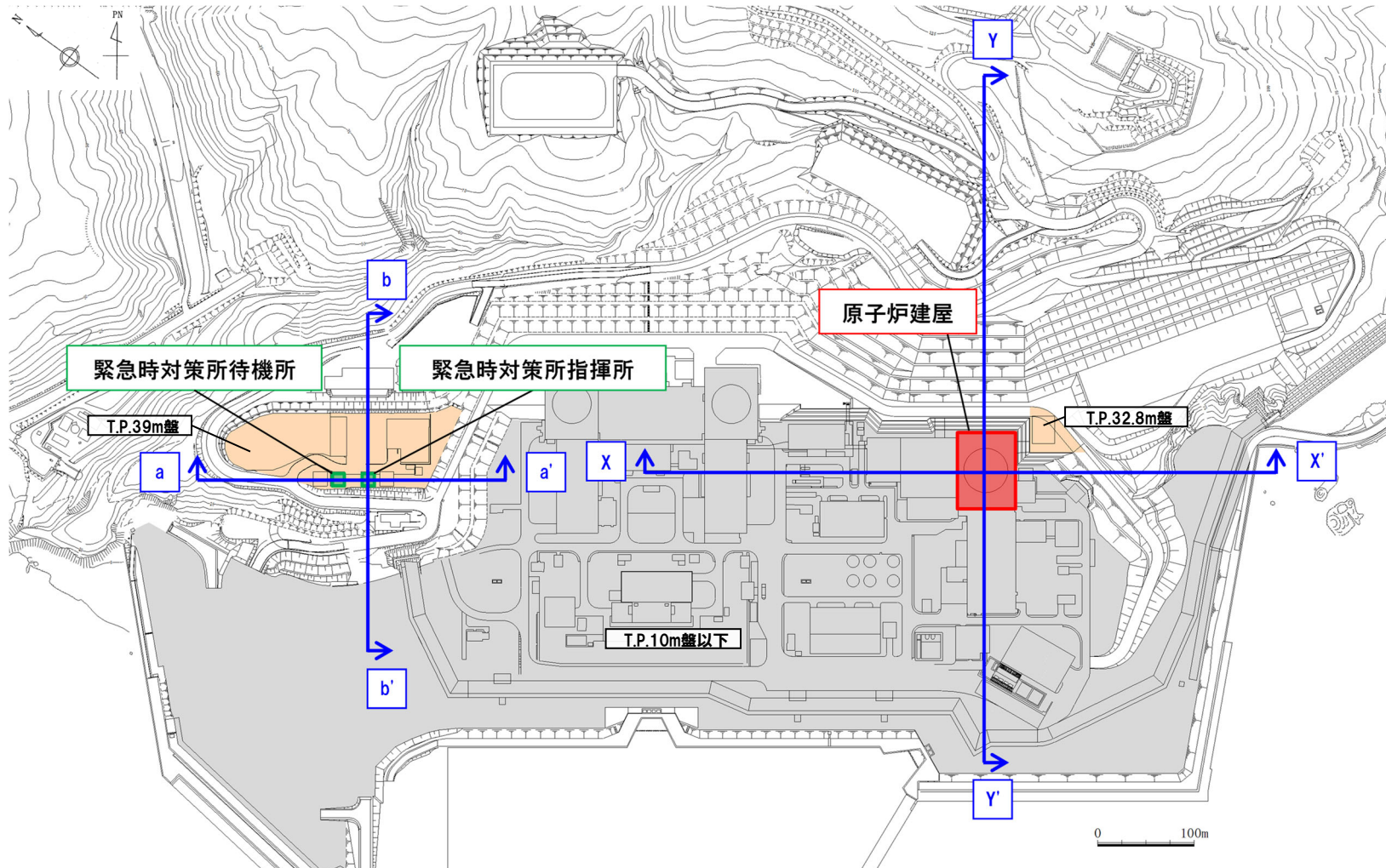
対象施設位置図



### 3.3 評価対象断面の選定

#### ③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

## 3.4 解析用物性値

### ①解析用物性値の考え方(1/3)

- 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、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する(P17参照)。
- 基礎地盤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は、岩種・岩級の分布状況に基づき、「1,2号炉建設時の設置許可申請・工事計画認可申請※1,2」(以降、1,2号炉建設時と呼称)及び「3号炉建設時の設置変更許可申請※3」(以降、3号炉建設時と呼称)において、それぞれ試験を実施し、解析用物性値を別個に設定していることを踏まえ、解析用物性値は「3号炉解析用物性値」と「1,2号炉解析用物性値」を別個に設定する。
- 上記を踏まえ、解析用物性値については、以下のとおり設定する(使用する解析用物性値及びその根拠については、P59～P69及び補足説明資料3章に示す。)
  - ・岩盤(安山岩及び火砕岩類)、表土及び埋戻土については、1,2号炉建設時及び3号炉建設時に別個に設定していることを踏まえ、「3号炉解析用物性値」と「1,2号炉解析用物性値」を別個に設定する(各断面において使用する解析用物性値は、次頁参照)。
  - ・「3号炉解析用物性値」は、3号炉建設時と同じ値とする。
  - ・「1,2号炉解析用物性値」は、1,2号炉建設時と同じ値を基本とするが、3号炉建設時に実施した試験結果を考慮することで、より精緻に地盤安定性を評価できると考えられる解析用物性値については、3号炉建設時の設定を踏まえ、一部変更を行う(1,2号炉建設時から変更した解析用物性値の詳細は、P62～P63参照)。
  - ・断層の解析用物性値については、F-1断層～F-6断層は1,2号炉建設時に設定した値と同じ値とし、F-7断層～F-11断層は3号炉建設時に設定した値と同じ値とする。

※1 泊発電所原子炉設置許可申請書(昭和59年6月14日付け、57資庁第10588号をもって設置許可)。

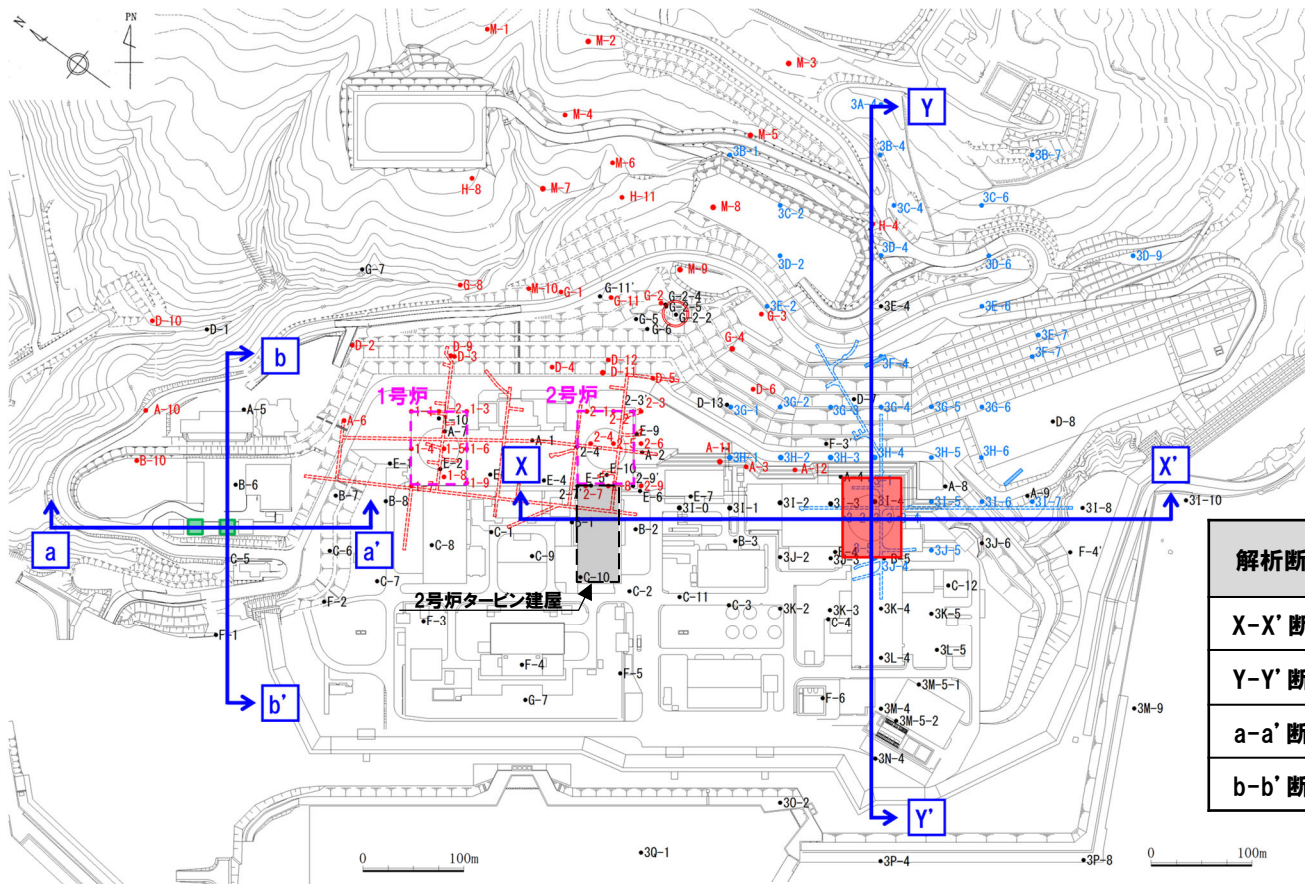
※2 泊発電所1号機工事計画認可申請書(昭和60年4月27日付け、59資庁第16570号をもって認可)及び泊発電所2号機工事計画認可申請書(昭和60年4月27日付け、59資庁第16571号をもって認可)。

※3 泊発電所原子炉設置変更許可申請書(3号原子炉の増設)(平成15年7月2日付け、平成14・07・31原第2号をもって設置許可)。

# 3.4 解析用物性値

## ①解析用物性値の考え方(2/3)

- 各断面において使用する解析用物性値のうち、岩盤(安山岩A<sub>I</sub>~A<sub>V</sub>級及び火砕岩類A級~E級)、表土及び埋戻土については、解析断面の位置並びに試料採取及び試験位置を踏まえ、以下のとおりとした(埋戻土の分布については、次頁参照)。
  - ・X-X'断面及びY-Y'断面:3号炉解析用物性値を使用。ただし、X-X'断面において、2号炉タービン建屋周辺の埋戻土については、3号埋戻土と明確に境されていること、及び1,2号炉建設時の埋戻土が分布することから、1,2号解析用物性値(1,2号埋戻土)を使用(P81参照)。
  - ・a-a'断面及びb-b'断面:1,2号炉解析用物性値を使用。



凡例

- C-7 1, 2, 3号炉 ボーリング調査位置
- 1-1 1, 2号炉 試料採取及び試験位置
- 3-1 3号炉 試料採取及び試験位置
- 1, 2号炉 試掘坑
- 3号炉 試掘坑
- 1, 2号炉 試料採取及び試験位置
- 3号炉 試料採取及び試験位置

凡例

- :3号炉原子炉建屋
- :緊急時対策所

各断面において使用する解析用物性値

解析断面	使用する解析用物性値	解析用要素分割図の掲載頁
X-X' 断面	3号炉解析用物性値※	P81
Y-Y' 断面	3号炉解析用物性値	P83
a-a' 断面	1,2号炉解析用物性値	P87
b-b' 断面	1,2号炉解析用物性値	P89

※2号炉タービン建屋周辺の埋戻土は1,2号埋戻土を使用。

各断面において使用する解析用物性値



## 3.4 解析用物性値

## ①解析用物性値の考え方(3/3)

○発電所の埋立地盤については、敷地造成時に発生した掘削岩砕からなる埋立地盤(人工地盤)が主体であり、施工時期、材料により、以下のとおり、「3号埋戻土」及び「1,2号埋戻土」に区分される。

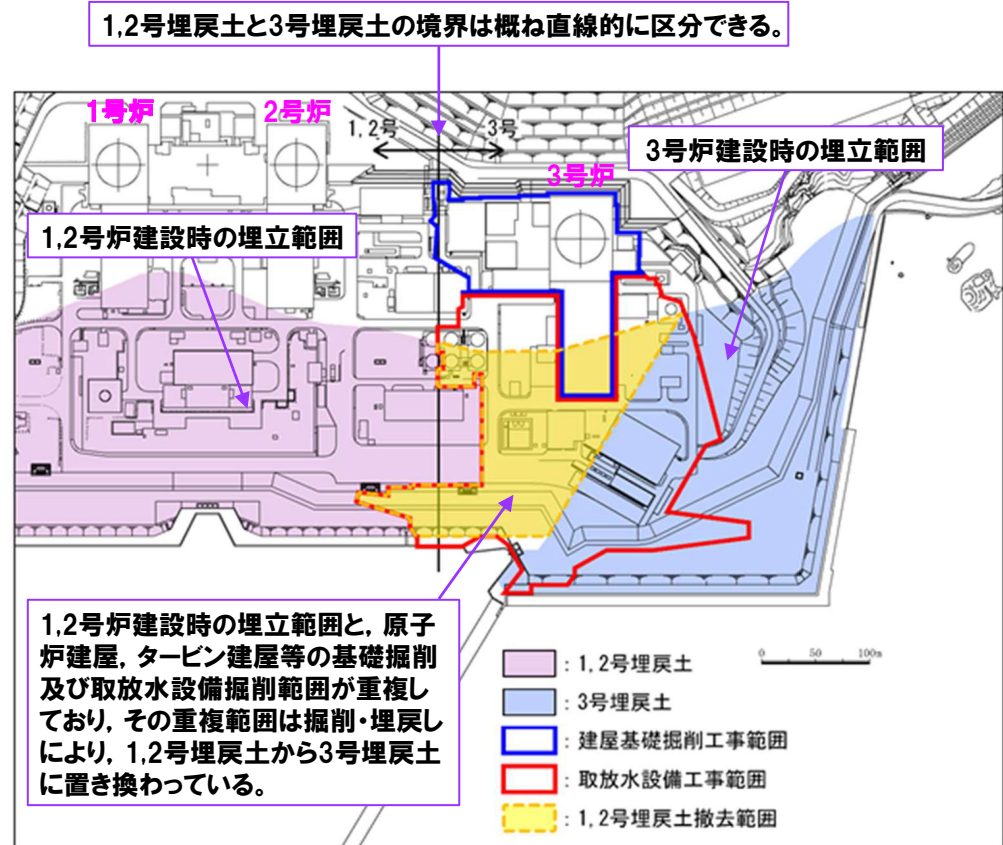
## (3号埋戻土)

- ・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。

○1,2号埋戻土と3号埋戻土の境界は、右図に示すとおり、概ね直線的に区分できるものの、1,2号埋戻土が3号埋戻土に置き換わっている範囲等がある。



添付 7-2 図 3号炉建設時の掘削範囲図 ※

※R5.7.4審査会合資料「泊発電所3号炉 設置許可基準規則等への適合状況について(設計基準対象施設等)第4条 地震による損傷の防止 4条-別紙-9-5」に加筆。

# 3.4 解析用物性値

## ②解析用物性値の根拠:3号炉解析用物性値(岩盤,表土及び埋戻土)

- 3号炉解析用物性値(安山岩,火砕岩類,表土及び埋戻土)の設定の根拠を下表に示す。
- 3号炉解析用物性値については,3号炉建設時の設定と同じである。

特性 項目 岩種 岩盤分類	物理特性 密度 $\rho$	強度特性			変形特性					
		せん断強度 $\tau_0$	内部摩擦角 $\phi$	残留強度 $\tau$	静的特性		動的特性			
					静弾性係数 $E_s$	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$	動ポアソン比 $\nu_d$	減衰定数 $h$	
安山岩	A <sub>I</sub> 級	密度試験 (建設省「土木試験基準(案)」に準拠)	岩盤せん断試験※3		摩擦抵抗試験※3	岩盤変形試験※3	一軸圧縮試験 岩石の圧縮強さ試験 方法(JIS M 0302) に準拠	PS検層※2及び密度 試験により算出	動ポアソン比 $\nu_d$	減衰定数 $h$
	A <sub>II</sub> 級		A <sub>III</sub> 級を使用※4			A <sub>III</sub> 級を使用※4				
	A <sub>III</sub> 級		岩盤せん断試験※3	摩擦抵抗試験※3	岩盤変形試験※3					
	A <sub>IV</sub> 級		A <sub>V</sub> 級を使用※4			A <sub>V</sub> 級を使用※4				
	A <sub>V</sub> 級	密度試験※1				文献※5を基に設定	動的変形試験※1		動的変形試験※1	
火砕岩類	A級	密度試験 (建設省「土木試験基準(案)」に準拠)	岩盤せん断試験※3	摩擦抵抗試験※3	岩盤変形試験※3	一軸圧縮試験 岩石の圧縮強さ試験 方法(JIS M 0302) に準拠	PS検層※2及び密度 試験により算出	PS検層※2により 算出	減衰定数 $h$	
	B級									
	C級									
	D級									
	E級	密度試験※1				文献※5を基に設定				
3号表土	密度試験※1	三軸圧縮試験※1	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験※1	文献※6を基に設定	動的変形試験※1	動的変形試験※1	文献※7を基に設定		
3号埋戻土	密度試験※2									

※1 地盤工学会「土質試験の方法と解説」に準拠。

※2 地盤工学会「地盤調査法」に準拠。

※3 土木学会「原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針」に準拠。

※4 安山岩A<sub>II</sub>級及びA<sub>IV</sub>級は,分布が小さいことから,物性が下位岩級(A<sub>III</sub>級及びA<sub>V</sub>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3章参照)。

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

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

※7 設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会,2007)を参照。

# 3.4 解析用物性値

## ③-1 解析用物性値の根拠: 1,2号炉解析用物性値 (岩盤, 表土及び埋戻土)

- 1,2号炉解析用物性値については, 1,2号炉建設時と同じ値を基本とするが, 3号炉建設時に実施した試験結果を考慮することで, より精緻に地盤安定性を評価できると考えられる解析用物性値については, 3号炉建設時の設定を踏まえ, 一部変更を行った (詳細は, P62~P63参照)。
- また, 1,2号炉建設時においては, 残留強度の設定がなされていないことから, 新たに設定した (詳細は, 補足説明資料3章参照)。
- なお, 安山岩 A<sub>I</sub> 級~A<sub>V</sub> 級については, 3号炉建設時に設定した解析用物性値であることから, 3号炉解析用物性値を使用した。
- 1,2号炉解析用物性値 (安山岩, 火砕岩類, 表土及び埋戻土※1) の設定根拠を下表に示す。

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

特性 項目 岩種 岩盤分類	物理特性	強度特性			変形特性					
		密度 $\rho$	せん断強度 $\tau_0$	内部摩擦角 $\phi$	残留強度 $\tau$	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 $E_s$	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$	動ポアソン比 $\nu_d$	減衰定数 $h$
安山岩 A <sub>I</sub> 級~ A <sub>V</sub> 級	3号炉解析用物性値を使用									
火砕岩類	A級	密度試験 (建設省「土 木試験基準 (案)」に準拠)	岩盤せん断試験※4	摩擦抵抗試験※4	岩盤変形試験※4	一軸圧縮試験 岩石の圧縮強さ試験 方法 (JIS M 0302) に準拠	PS検層※3及び密 度試験により算出	PS検層※3に より算出	文献※5を 基に設定	
	B級		岩盤せん断試験※4.7	摩擦抵抗試験※4.7	岩盤変形試験※4.7					
	C級		岩盤せん断試験※4	摩擦抵抗試験※4	岩盤変形試験※4					
	D級		岩盤せん断試験※4.7	摩擦抵抗試験※4.7	岩盤変形試験※4.7					
	E級	密度試験※2	岩盤せん断試験※4.7	摩擦抵抗試験※4.7	岩盤変形試験※4.7	文献※5を基に設定	動的変形試験※2.7	動的変形試験※2.7		
1,2号表土	密度試験※2	三軸圧縮試験※2	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験※2	文献※6を基に設定	動的変形試験※2.7	動的変形試験※2.7			
1,2号埋戻土※1	密度試験※3	三軸圧縮試験※2	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験※2	文献※6を基に設定	動的変形試験※2	PS探査※3に より算出	動的変形試験※2		

※2 地盤工学会「土質試験の方法と解説」に準拠。

※3 地盤工学会「地盤調査法」に準拠。

※4 土木学会「原位置岩盤の変形およびせん断試験の指針」に準拠。

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

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

※7 3号炉解析用物性値を使用(詳細は, P62~P63及び補足説明資料3章参照)。

:新規に設定した解析用物性値

:1,2号炉建設時の設定から, 変更を行った解析用物性値



余白

## 3.4 解析用物性値

### ③-2 解析用物性値の根拠: 1,2号炉建設時からの変更 (1/2)

- 基礎地盤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は、岩種・岩級の分布状況に基づき、1,2号炉建設時及び3号炉建設時において、それぞれ試験を実施し、解析用物性値を別個に設定していることを踏まえ、解析用物性値は「3号炉解析用物性値」と「1,2号炉解析用物性値」を別個に設定する。
- 「1,2号炉解析用物性値」は、1,2号炉建設時と同じ値を基本とするが、3号炉建設時に実施した試験結果を考慮することで、より精緻に地盤安定性を評価できると考えられる解析用物性値については、3号炉建設時の設定を踏まえ、一部変更を行う。
- 1,2号炉建設時において設定した値を変更した考え方は、下表のとおりである。

#### 1,2号炉建設時において設定した値を変更した考え方

変更理由A	<p>(岩盤の原位置試験状況)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○試験坑で実施しているが、以下のとおり、岩盤の分布状況は1,2号炉側と3号炉側で異なっている。           <ul style="list-style-type: none"> <li>・1,2号炉試験坑では火砕岩類が分布。</li> <li>・3号炉試験坑では主に安山岩が分布。</li> </ul> </li> </ul> <p>(原位置試験状況を踏まえた、3号炉建設時での整理)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○3号炉建設時では、1,2号炉側と3号炉側の物理特性、強度特性及び変形特性が同等である(詳細は、補足説明資料3章参照)ことを確認した上で、以下の整理としている。           <ul style="list-style-type: none"> <li>・岩盤の原位置試験の試験位置は限定的であることから、1,2号炉側と3号炉側の解析用物性値は同じ値を設定(火砕岩類A級及びC級)。</li> <li>・ただし、1,2号炉試験坑と3号炉試験坑の両方に分布した岩級については、双方の試験結果を合わせて解析用物性値を設定(火砕岩類B級及びD級)。</li> </ul> </li> </ul> <p>⇒これらの状況を考慮し、3号炉建設時の設定を踏まえた変更を行った。</p>
変更理由B	<p>(3号炉建設時での整理)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○火砕岩類E級及び表土については、3号炉建設時では、以下の整理としている。           <ul style="list-style-type: none"> <li>・火砕岩類E級の強度特性等については、供試体寸法の影響等を受けやすい室内試験(三軸圧縮試験)ではなく、原位置試験の試験結果により設定。</li> <li>・火砕岩類E級及び1,2号表土の動的変形特性については、動的変形試験の結果、ひずみ依存特性を有することから、解析においてひずみ依存特性を考慮できるように、解析用物性値を設定。</li> </ul> </li> </ul> <p>⇒これらの状況を考慮し、1,2号炉側と3号炉側の物理特性及び変形特性が同等である(詳細は、補足説明資料3章参照)ことを確認した上で、3号炉建設時の設定を踏まえた変更を行った。</p>

- 次頁には、1,2号炉建設時から変更した解析用物性値を示すとともに、上記の変更理由についても合わせて示している。

## 3.4 解析用物性値

## ③-2 解析用物性値の根拠: 1,2号炉建設時からの変更 (2/2)

1,2号炉建設時から変更した解析用物性値

1,2号炉建設時から 変更した解析用物性値		① 1,2号炉建設時 の設定根拠	② 3号炉解析用物性値 (3号炉建設時)の設定根拠	①及び②を踏まえた 1,2号炉解析用物性値の設定	備考
火砕岩類	B級 D級	・せん断強度 ・内部摩擦角 ・静弾性係数	・1,2号炉建設時の原位置 岩盤試験結果	・3号炉建設時に拡充した原位置 岩盤試験の試験結果と左記 の試験結果を合わせて設定	・②を採用: ✓ 3号炉建設時の設定を踏まえ, 3号炉 解析用物性値を設定  前頁の <b>変更理由A</b> に該当
	E級	・せん断強度 ・内部摩擦角 ・静弾性係数	・1,2号炉建設時の三軸圧 縮試験結果	・3号炉建設時の原位置岩盤試 験結果	・②を採用: ✓ 岩盤のせん断強度等は, 原位置岩盤 試験の試験結果に基づき設定するこ とがより適切であることから, 3号炉 解析用物性値を設定  前頁の <b>変更理由B</b> に該当
		・動せん断弾性 係数 ・減衰定数	・動せん断弾性係数: 1,2号炉建設時のPS検層 及び密度試験により算出	・動せん断弾性係数: 3号炉建設時の動的変形試験 結果	・②を採用: ✓ 動的解析において, 動せん断弾性係 数及び減衰定数のひずみ依存特性を 考慮するため, 動的変形試験結果を 基に設定した3号炉解析用物性値を 設定
1,2号表土	・動せん断弾性 係数 ・減衰定数	・減衰定数: 慣用値 (= 10%)	・減衰定数: 3号炉建設時の動的変形試験 結果	前頁の <b>変更理由B</b> に該当	詳細は, 補足 説明資料3章 参照

## 3.4 解析用物性値

## ④解析用物性値の根拠：断層及びMMR

- 断層及びMMRの解析用物性値の設定の根拠を下表に示す。
- F-1断層～F-6断層については、1,2号炉建設時の設定と同じである。
- F-7断層～F-11断層については、3号炉建設時の設定と同じである。
- MMR (設計基準強度 $18\text{N}/\text{mm}^2$ )については、文献等に基づき設定する。
- なお、MMRについては、b-b'断面における51m倉庫・車庫直下に使用した(詳細はP89参照)。

特性 項目 岩種 岩盤分類	物理特性	強度特性			変形特性					
		密度 $\rho$	せん断強度 $\tau_0$	内部摩擦角 $\phi$	残留強度 $\tau$	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 $E_s$	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$	動ポアソン比 $\nu_d$	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※4を 基に設定	動的単純 せん断試験※1	超音波伝播 速度試験※6	文献※7を 基に設定	
	F-2～ F-6									
	F-7, F-9, F-10	F-2断層～F-6断層を使用								
	F-8, F-11	密度試験※1	三軸圧縮試験※1	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験※1	文献※4を 基に設定	動的変形試験※1	超音波伝播 速度試験※6	動的変形試験※1	
MMR	文献※2を 基に設定	—※3	—※3	—※3	文献※2を 基に設定	文献※2を 基に設定	一般式※5	文献※2を 基に設定	岩盤相当	

※1 地盤工学会「土質試験の方法と解説」に準拠。

※2 コンクリート標準示方書[構造性能照査編](土木学会, 2002)を参照。

※3 b-b'断面における51m倉庫・車庫直下のMMR(設計基準強度 $18\text{N}/\text{mm}^2$ )については、神恵内層に比べて十分な強度を有しており、評価においてMMRを通るすべり面(P125参照)を設定しないことから、強度特性は設定しない。

※4 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。

※5 一般式 $G=E/2(1+\nu)$ より算出。

※6 建設省「土木試験基準(案)」に準拠。

※7 設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007)を参照。

## 3.4 解析用物性値

## ⑤解析用物性値：岩盤，表土及び埋戻土（3号炉解析用物性値）

○3号炉解析用物性値（安山岩，火砕岩類，表土及び埋戻土）を下表に示す。

岩種	特性 項目 岩盤分類	物理特性	強度特性			変形特性				
		密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 $E_s$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$	減衰定数 $h$ (%)
安山岩	A <sub>I</sub> 級	2.67	2.42	47.2	$2.01\sigma^{0.64}$	11.9	0.25	8.7	0.36	3
	A <sub>II</sub> 級	2.64	2.26	51.2	$2.21\sigma^{0.61}$	2.7	0.23	7.6	0.35	3
	A <sub>III</sub> 級	2.62	2.26	51.2	$2.21\sigma^{0.61}$	2.7	0.23	5.1	0.35	3
	A <sub>IV</sub> 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 <sub>V</sub> 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， $\sigma$ は圧密応力， $\gamma$ はせん断ひずみを示す。

# 3.4 解析用物性値

## ⑥解析用物性値：岩盤、表土及び埋戻土（1,2号炉解析用物性値）

○1,2号炉解析用物性値（安山岩，火砕岩類，表土及び埋戻土）を下表に示す。

岩種	特性 項目 岩盤分類	物理特性 密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	強度特性			変形特性				
			せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 $E_s$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$	減衰定数 $h$ (%)
安山岩	A <sub>I</sub> 級	2.67	2.42	47.2	$2.01\sigma^{0.64}$	11.9	0.25	8.7	0.36	3
	A <sub>II</sub> 級	2.64	2.26	51.2	$2.21\sigma^{0.61}$	2.7	0.23	7.6	0.35	3
	A <sub>III</sub> 級	2.62	2.26	51.2	$2.21\sigma^{0.61}$	2.7	0.23	5.1	0.35	3
	A <sub>IV</sub> 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 <sub>V</sub> 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， $\sigma$ は圧密応力， $\gamma$ はせん断ひずみを示す。

   : 新規に設定した解析用物性値

   : 1,2号炉建設時から，変更を行った解析用物性値。



## 3.4 解析用物性値

## ⑦解析用物性値：断層及びMMR

○断層及びMMRの解析用物性値を下表に示す。

岩種	特性 項目 岩盤分類	物理特性 密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	強度特性			変形特性				
			せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	静的特性		動的特性		
						静弾性係数 $E_s$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	静ポアソン比 $\nu_s$	動せん断弾性係数 $G_d$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	動ポアソン比 $\nu_d$	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	$G_0 = 0.102 \sigma^{0.560}$ $\gamma \leq 1.71 \times 10^{-4} \quad G_d/G_0 = 1$ $\gamma > 1.71 \times 10^{-4} \quad G_d/G_0 = -0.461 \log \gamma - 0.737$	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	$G_0 = 0.162 \sigma^{0.731}$ $\gamma \leq 1.71 \times 10^{-4} \quad G_d/G_0 = 1$ $\gamma > 1.71 \times 10^{-4} \quad G_d/G_0 = -0.461 \log \gamma - 0.737$	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	$G_0 = 0.162 \sigma^{0.731}$ $\gamma \leq 1.71 \times 10^{-4} \quad G_d/G_0 = 1$ $\gamma > 1.71 \times 10^{-4} \quad G_d/G_0 = -0.461 \log \gamma - 0.737$	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	$h = \{ \gamma / (5.81 \gamma + 0.0220) + 0.0298 \} \times 100$
MMR		2.35	—	—	—	22.0	0.20	9.2	0.20	3

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

## 3.4 解析用物性値

### ⑧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 $\sigma$ を求め、強度特性を $1\sigma$ 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

## ⑧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3章参照)。

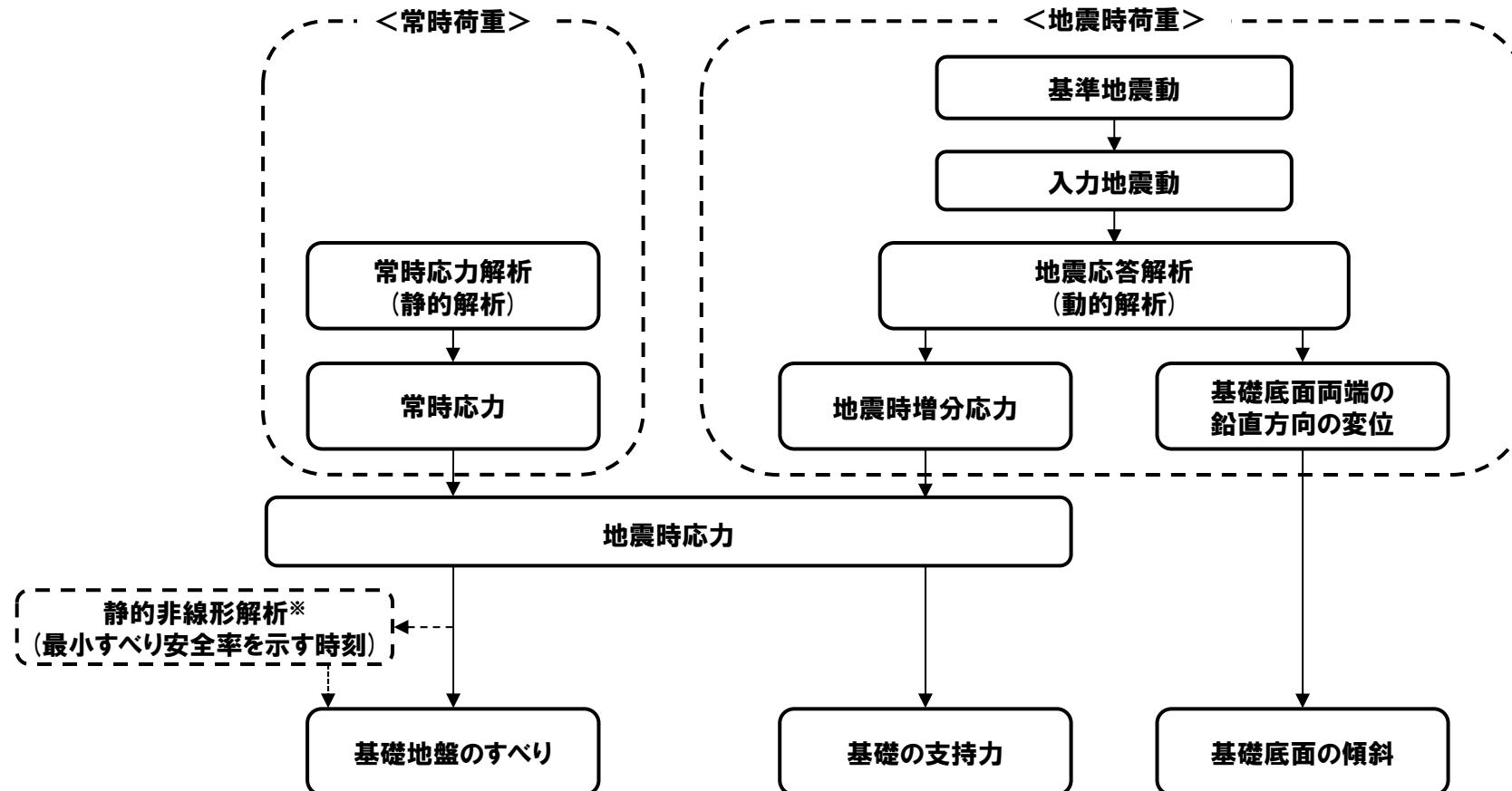
		強度特性		
		ばらつきを考慮した強度		
		せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度 $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )
安山岩	A <sub>I</sub> 級	1.91	47.2	$1.84 \sigma^{0.64}$
	A <sub>II</sub> (A <sub>III</sub> ) 級	2.03	51.2	$2.12 \sigma^{0.61}$
	A <sub>IV</sub> (A <sub>V</sub> ) 級	0.14	26.7	$\sigma \leq 0.12, \sigma \geq 0.46 \quad \tau = 0.53 \sigma^{0.46}$ $0.12 < \sigma < 0.46 \quad \tau = 0.14 + \sigma \tan 26.7^\circ$
火砕岩類	A級	1.66	51.0	$2.01 \sigma^{0.63}$
	B級	1.09	46.9	$1.72 \sigma^{0.62}$
	C級	0.27	46.3	$1.06 \sigma^{0.76}$
	D級	0.22	34.1	$0.76 \sigma^{0.51}$
	E級	0.15	31.5	$\sigma < 0.05, \sigma > 0.57 \quad \tau = 0.63 \sigma^{0.41}$ $0.05 \leq \sigma \leq 0.57 \quad \tau = 0.15 + \sigma \tan 31.5^\circ$
断層	F-1	0.115	14.7	$0.115 + \sigma \tan 14.7^\circ$
	F-2~F-6 (F-7, F-9, F-10)	0.116	22.2	$0.116 + \sigma \tan 22.2^\circ$
	F-8, F-11	0.210	18.1	$0.210 + \sigma \tan 18.1^\circ$
	3号表土	0.023	12.4	$0.023 + \sigma \tan 12.4^\circ$
	1,2号表土	0.048	14.9	$0.048 + \sigma \tan 14.9^\circ$
	3号埋戻土	0.155	33.7	$0.155 + \sigma \tan 33.7^\circ$
	1,2号埋戻土	0.017	37.5	$0.017 + \sigma \tan 37.5^\circ$

※表のうち、式中の $\sigma$ 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<sub>V</sub>級、火砕岩類E級、断層、表土及び埋戻土の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性を考慮する。
- また、地震応答解析については、水平地震動及び鉛直地震動を同時入力し、応答の同時性を考慮する。



※引張強度・せん断強度を超える要素が広く分布する場合等、必要に応じて実施(詳細は、補足説明資料4章参照)。

地震力に対する基礎地盤の安定性評価フロー

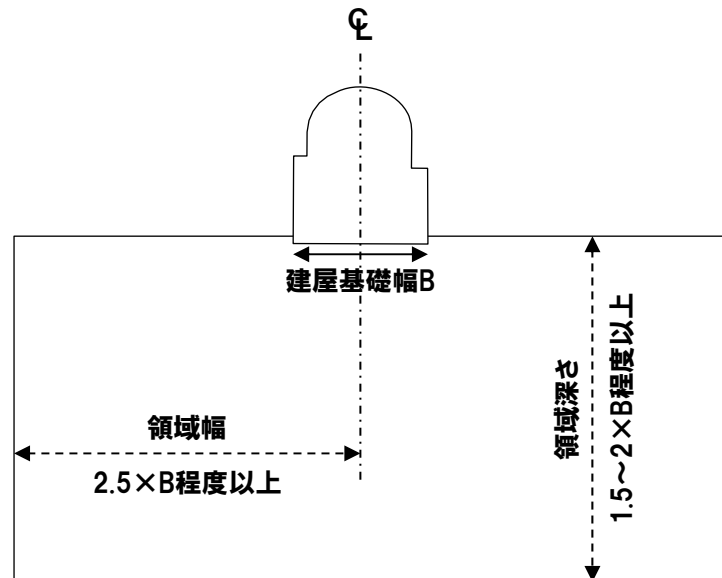
## 3.5 評価方法

### 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		

## 3.5 評価方法

## 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】

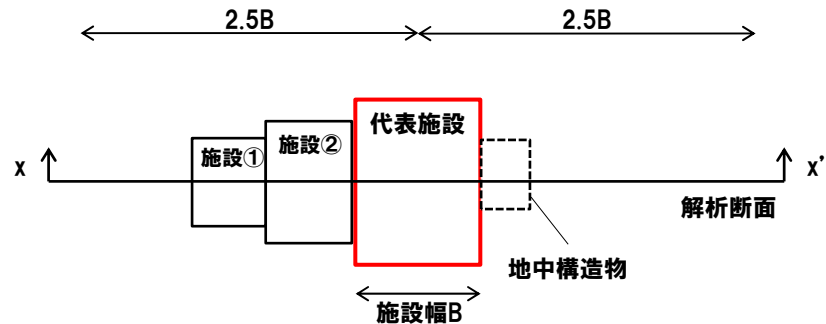
- 埋戻土中の地中構造物については、以下の理由から埋戻土でモデル化する。
  - ・地中構造物は地震時に固有の振動を励起せず、周辺地盤と同様な地震時挙動を示す。
  - ・施設の空洞部分も埋戻土とするため、重量の観点から保守的な評価となる。
- また、施設を埋戻土としてモデル化した場合においても、液状化の影響を考慮する。

## 【地中構造物以外の施設】

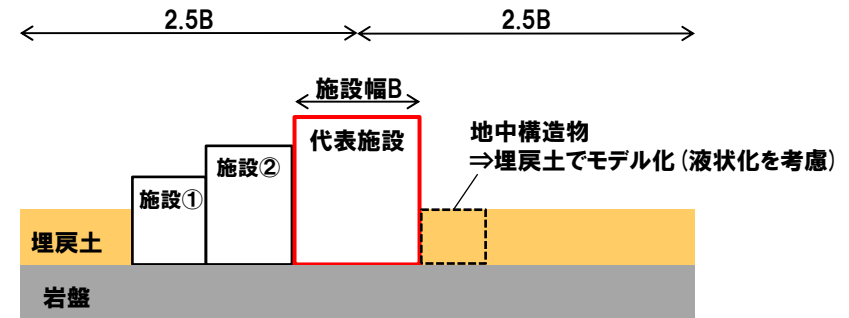
- 代表施設の施設幅Bの2.5倍以上に位置する地中構造物以外の施設については、施設としてモデル化する。

○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、断層との位置関係等を考慮して、モデル化の要否を検討する。

○上記の考え方にに基づき、評価対象断面においてモデル化した施設を次頁～P77に示す。



平面イメージ図



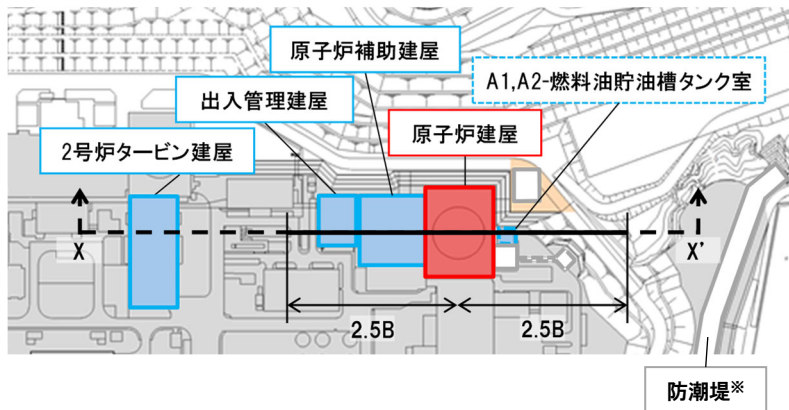
x-x' 断面イメージ図

建屋モデル化のイメージ図

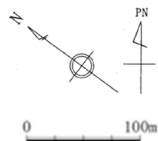
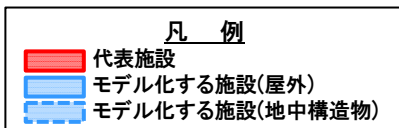
# 3.5 評価方法

## 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。

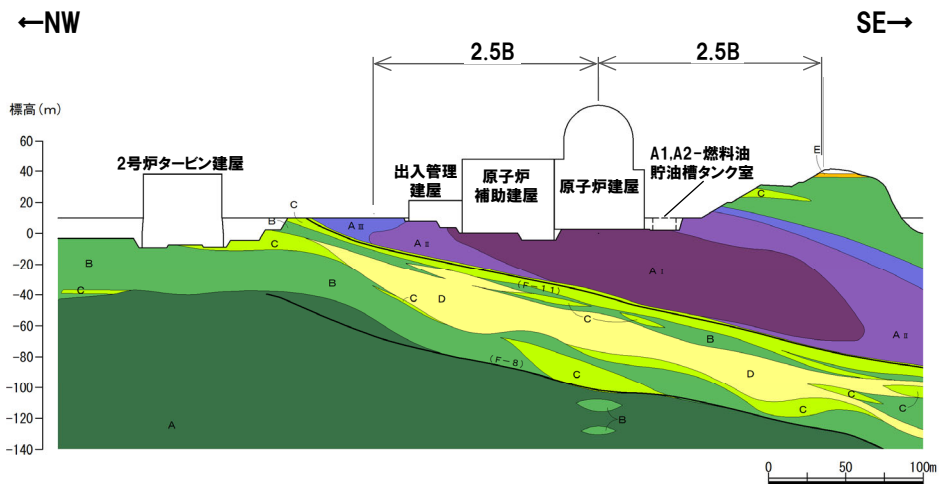


施設名称	地中構造物 (該当:○)	施設重量 (MN)	代表施設との 重量比 (隣接/代表)	モデル化方法
原子炉建屋	—	2,344	—	代表施設
原子炉補助建屋	—	1,189	0.51	施設としてモデル化
A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	○	29	0.01	埋戻土でモデル化 (液化化影響を考慮)
出入管理建屋	—	88	0.04	施設としてモデル化
2号炉タービン建屋	—	764	0.33	荷重を考慮



対象施設位置図

※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。

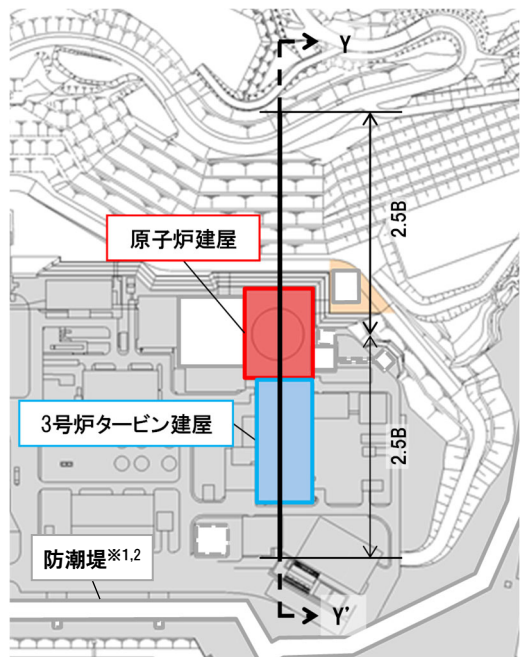


X-X'断面図

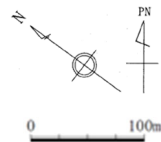
# 3.5 評価方法

## 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。

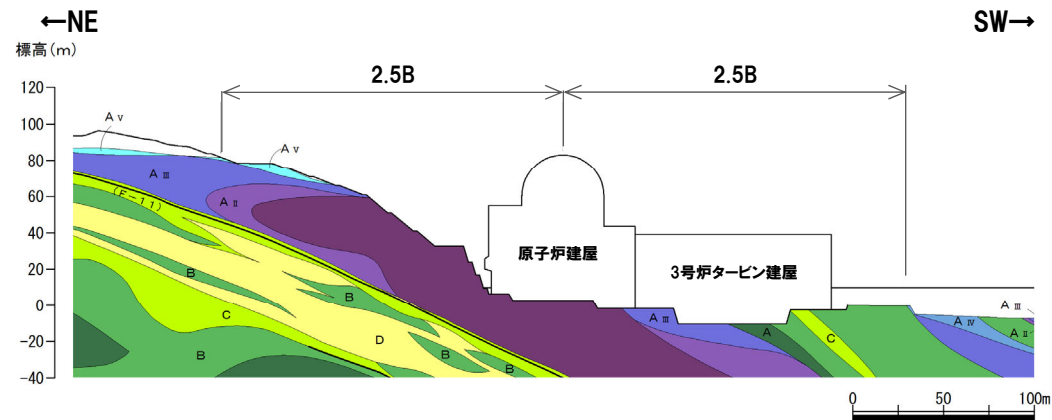


凡 例	
<span style="color: red;">■</span>	代表施設
<span style="color: blue;">■</span>	モデル化する施設(屋外)



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



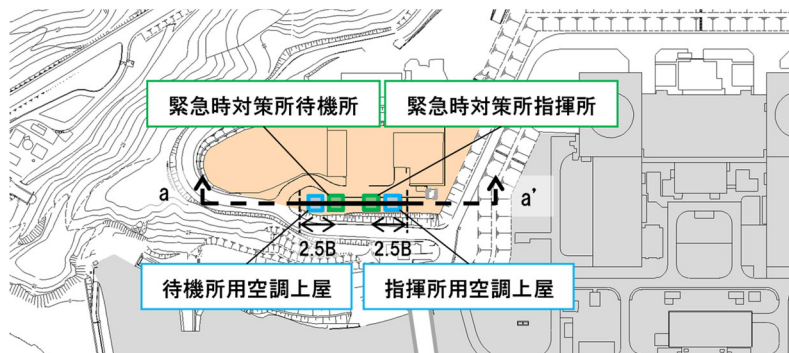
Y-Y' 断面図

※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。

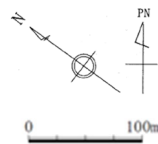
## 3.5 評価方法

## 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。

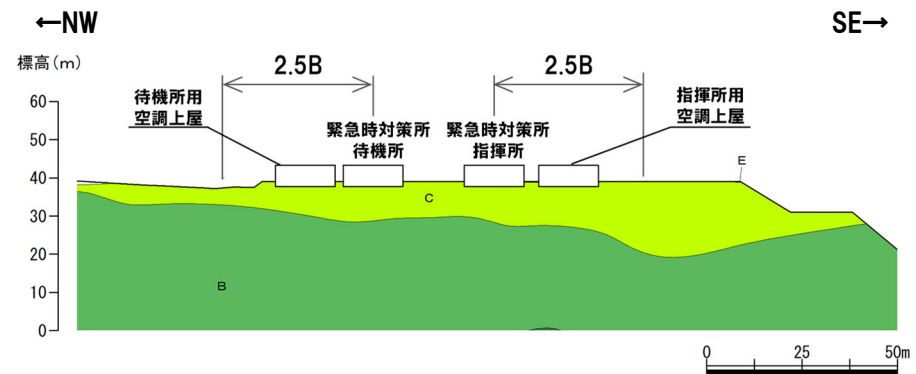


凡例	
	代表施設
	モデル化する施設(屋外)



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
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	



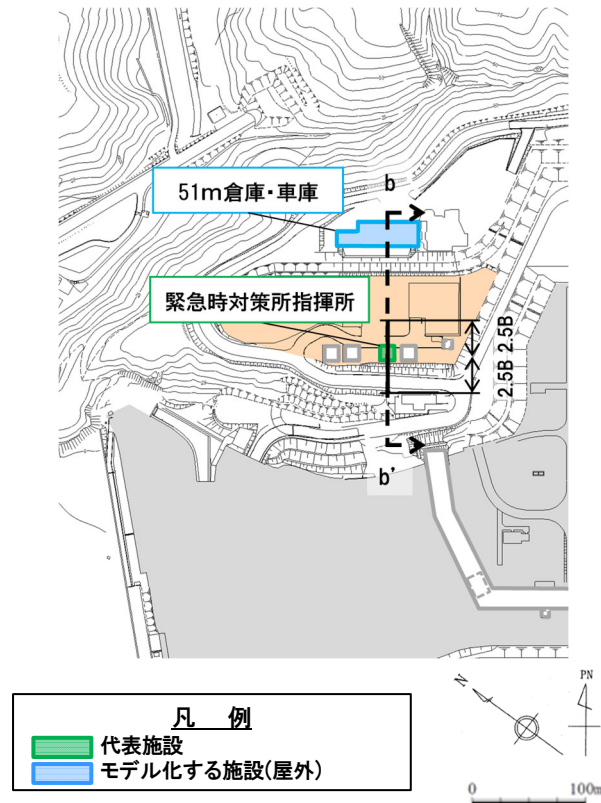
a-a'断面図



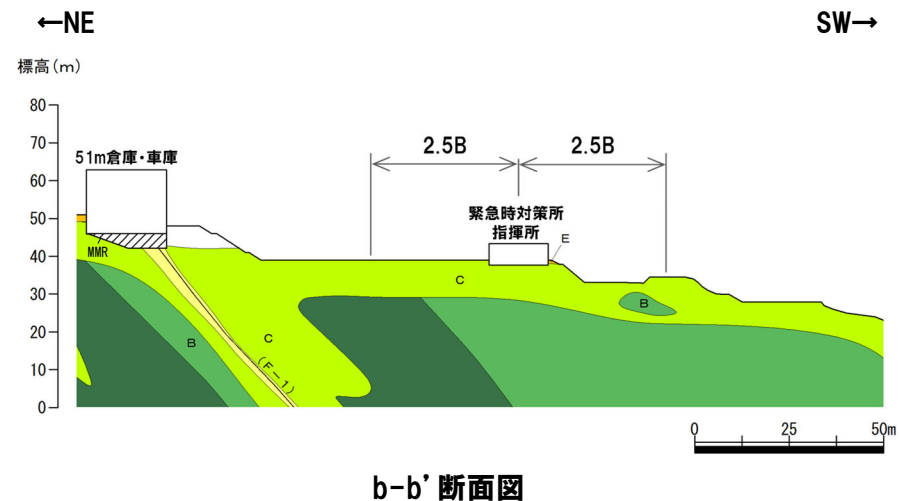
## 3.5 評価方法

## 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 $K_\phi$ 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4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。

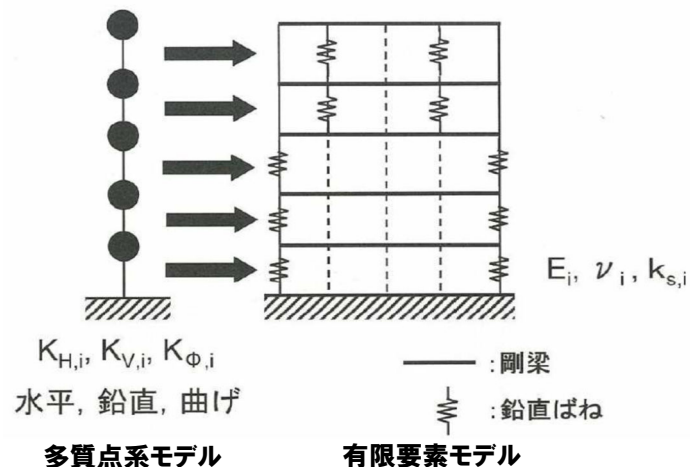
- ・原子炉補助建屋
- ・3号炉タービン建屋

○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。

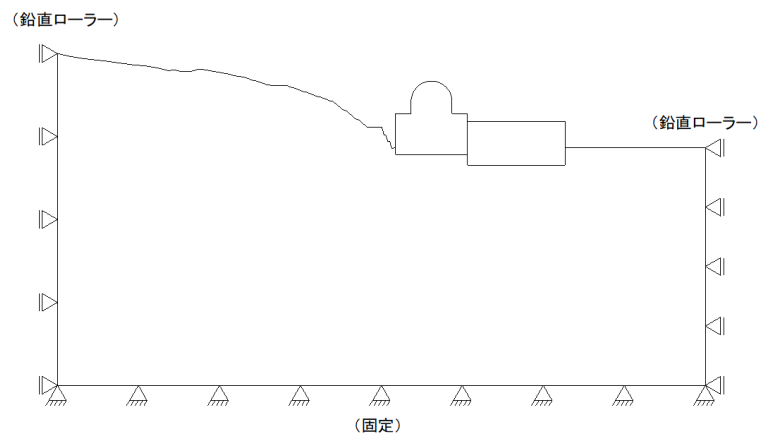


建屋のモデル化の概念図※

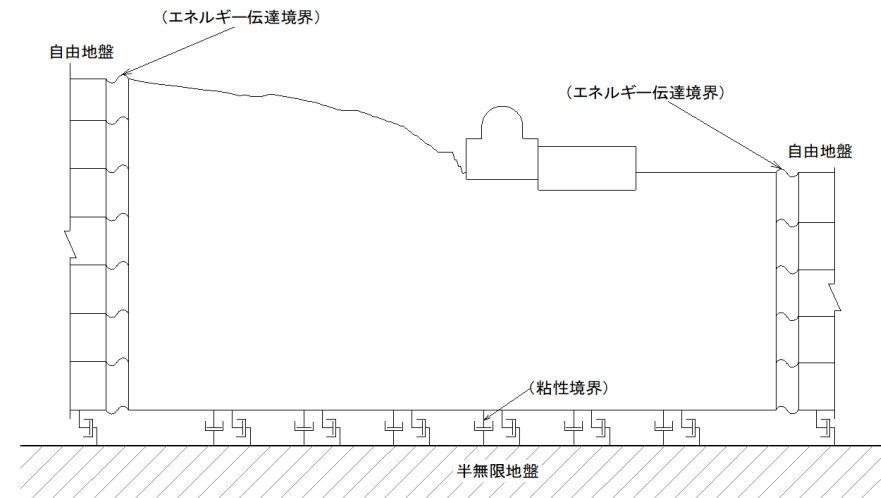
※土木学会(2009)に加筆。

## 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)

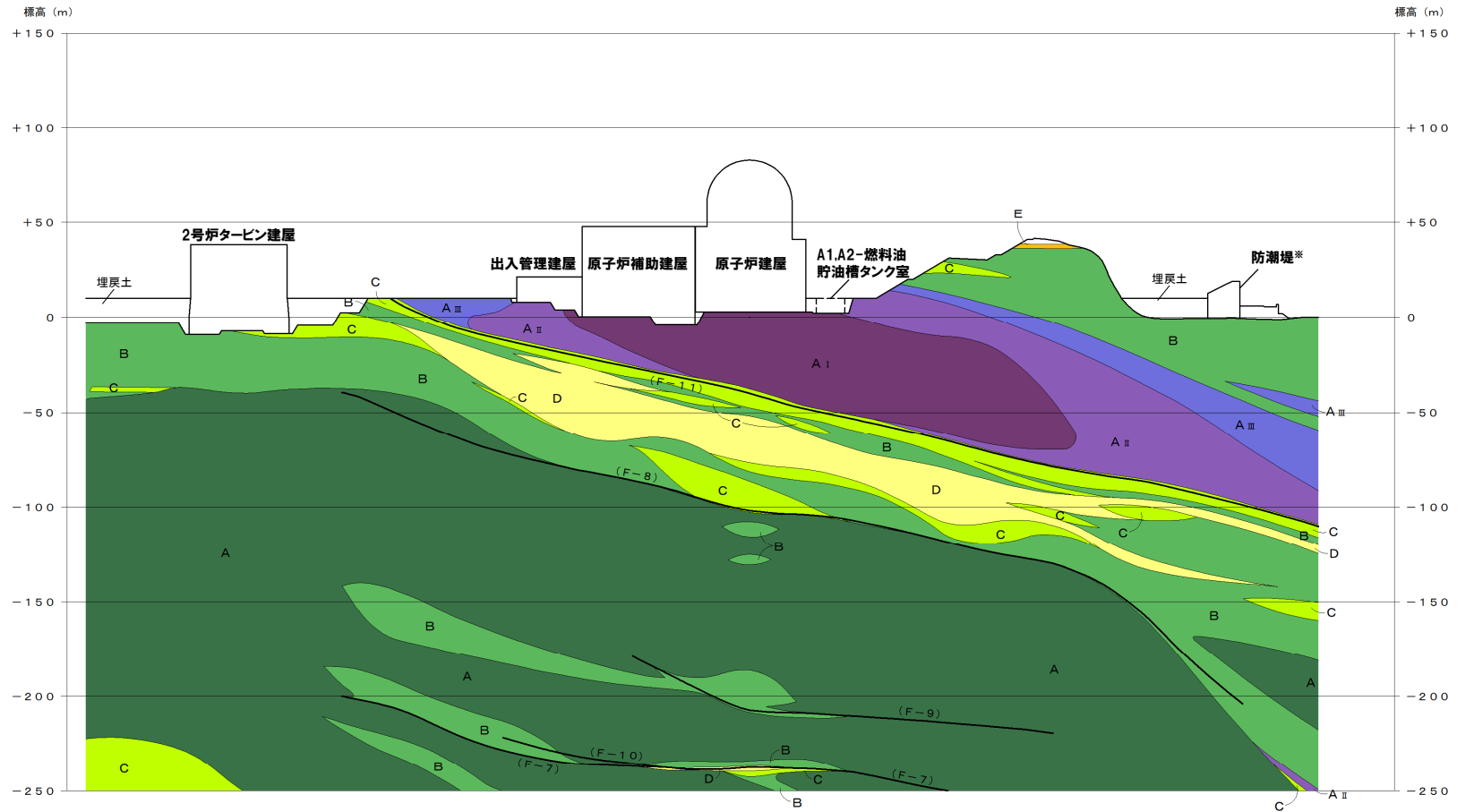


動的解析時 (動的応力算定)

# 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。



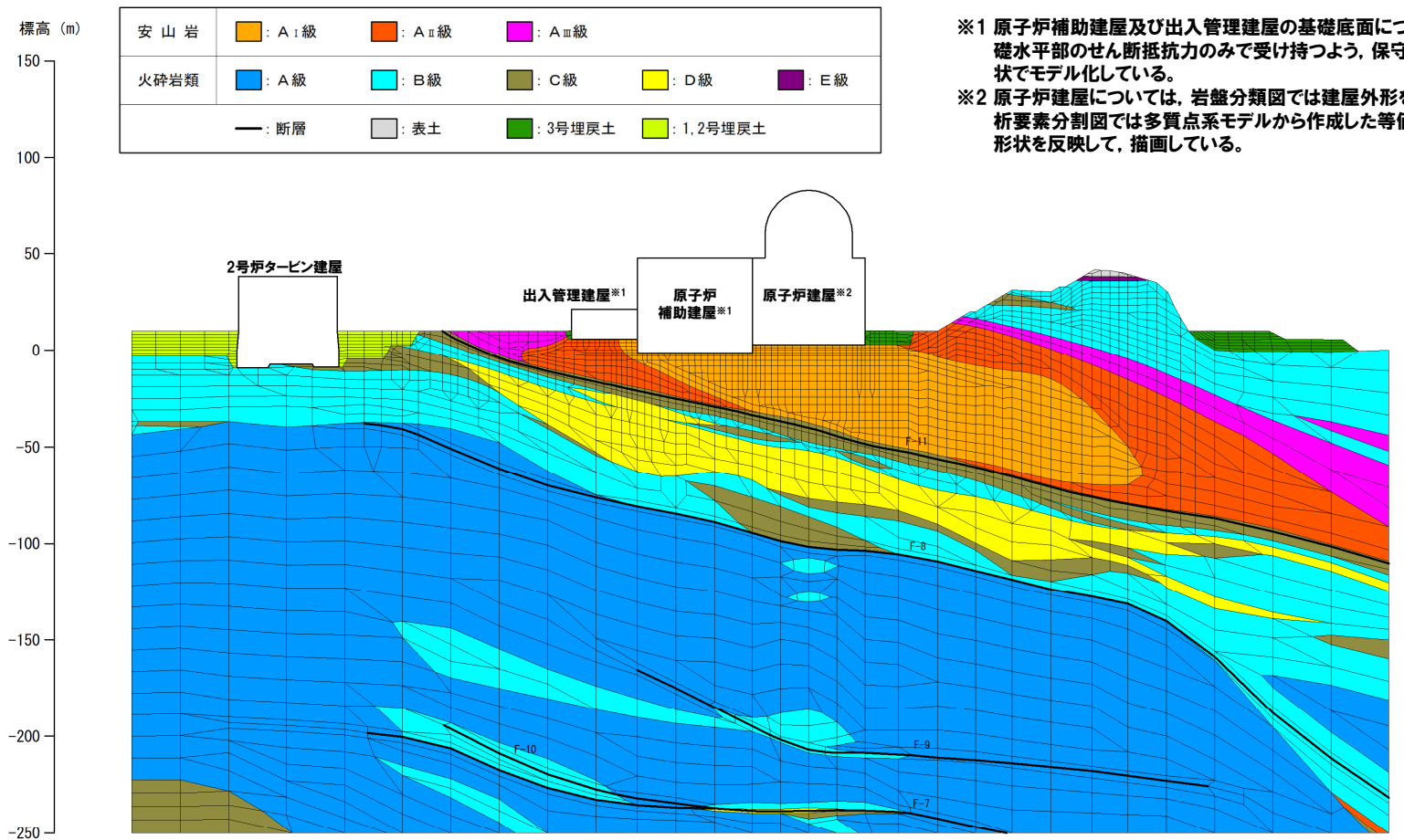
※防潮堤は、原子炉建屋の側方に位置するものの、原子炉建屋の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有することから、原子炉建屋基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられるため、埋戻土でモデル化した(代表施設に隣接する施設のモデル化の考え方はP74参照, 解析用要素分割図は次頁参照)。

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。



- ※1 原子炉補助建屋及び出入管理建屋の基礎底面については、滑動力を基礎水平部のせん断抵抗力のみで受け持つよう、保守的に一律フラットな形状でモデル化している。
- ※2 原子炉建屋については、岩盤分類図では建屋外形を描画しているが、解析要素分割図では多質点系モデルから作成した等価な有限要素モデルの形状を反映して、描画している。

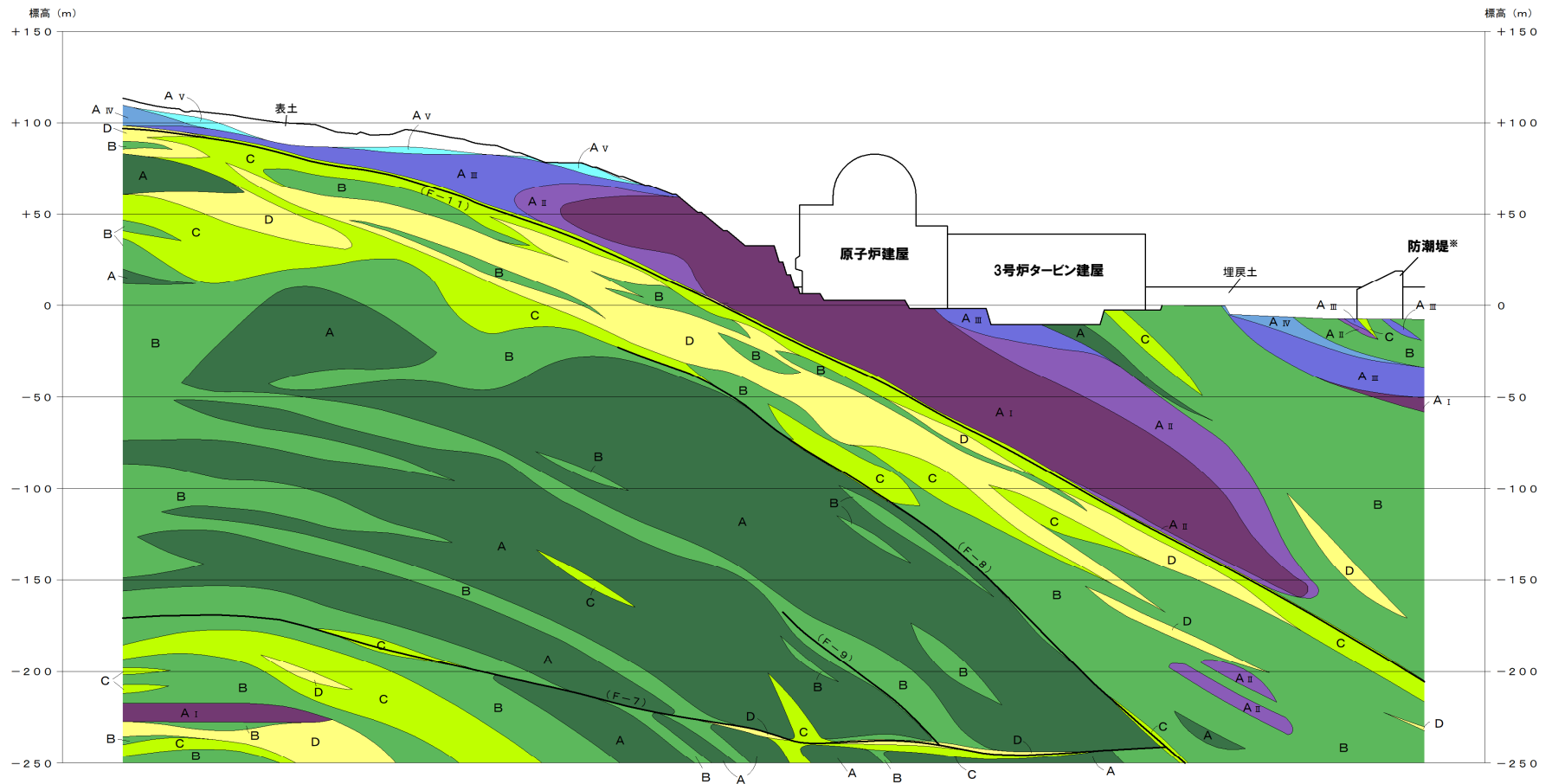
解析用要素分割図：X-X' 断面

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。



※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P75参照、解析用要素分割図は次頁参照)。

鉛直岩盤分類図:Y-Y' 断面

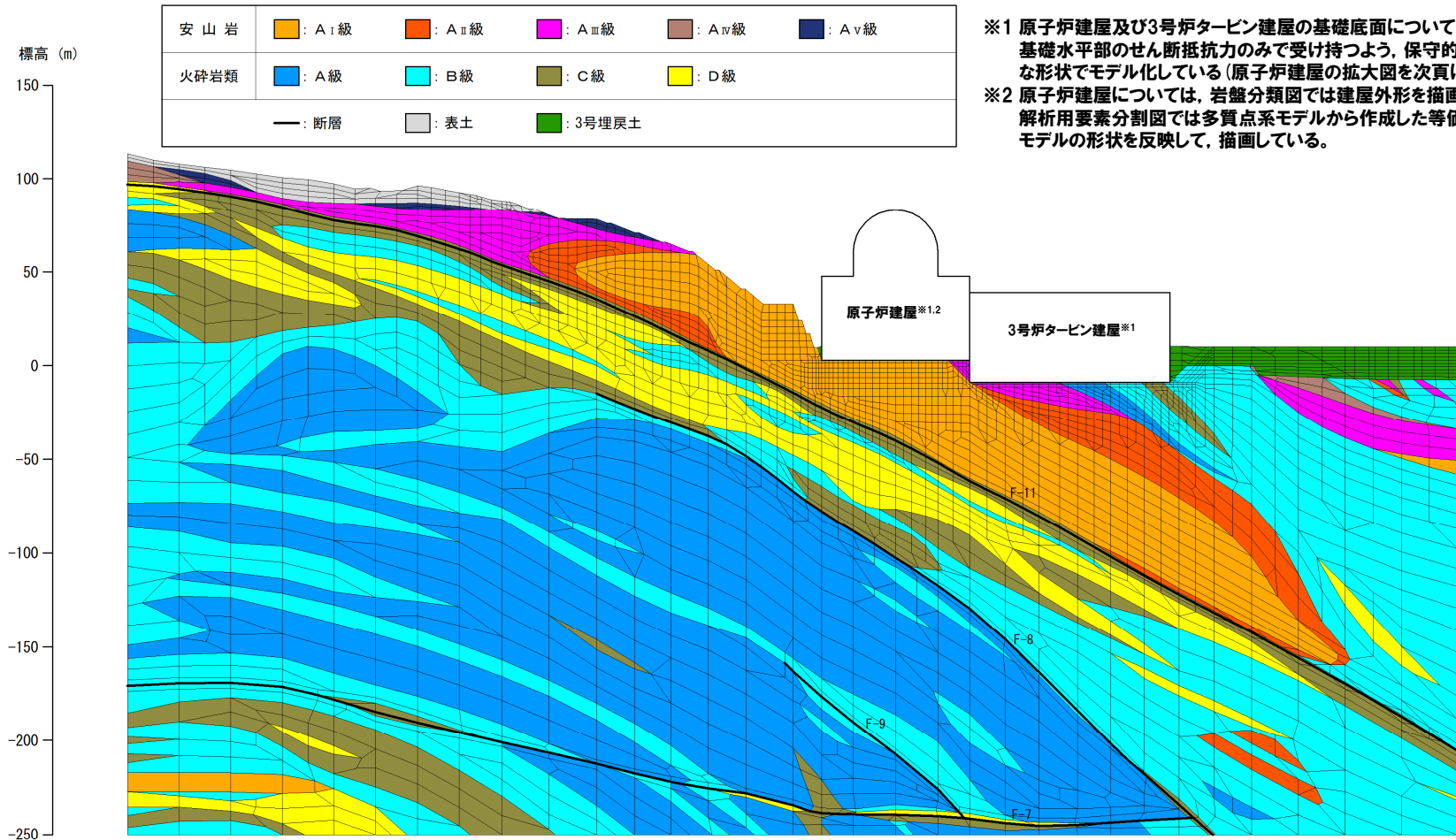
0 50 100m



# 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。



- ※1 原子炉建屋及び3号炉タービン建屋の基礎底面については、滑動力を基礎水平部のせん断抵抗力のみで受け持つよう、保守的に一律フラットな形状でモデル化している(原子炉建屋の拡大図を次頁に示す)。
- ※2 原子炉建屋については、岩盤分類図では建屋外形を描画しているが、解析用要素分割図では多質点系モデルから作成した等価な有限要素モデルの形状を反映して、描画している。

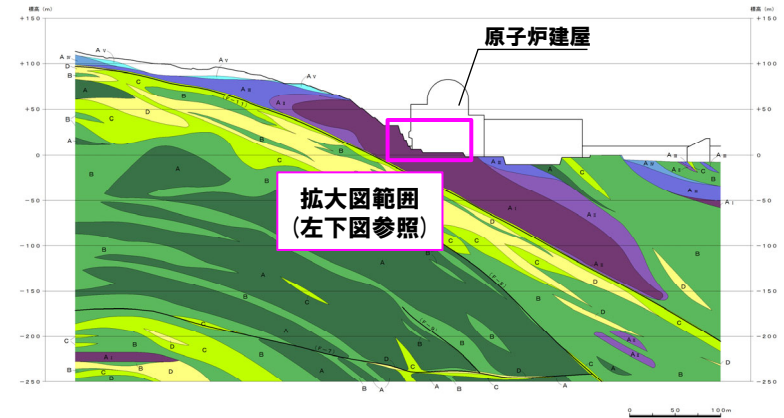
解析用要素分割図:Y-Y' 断面



# 3.5 評価方法

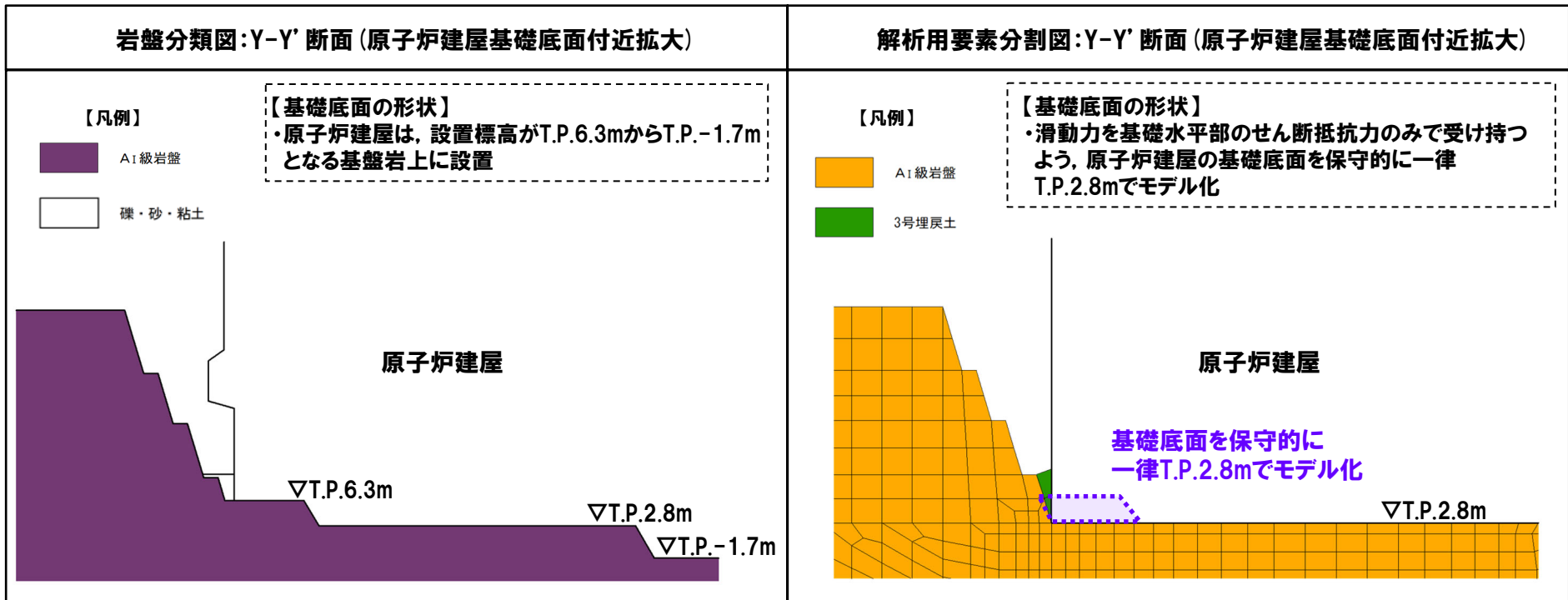
## ⑦-5 建屋基礎底面のモデル化について

- 原子炉建屋, 原子炉補助建屋, 出入管理建屋及び3号炉タービン建屋の基礎底面については, 滑動力を基礎水平部のせん断抵抗力のみで受け持つよう, 保守的に一律フラットな形状でモデル化した。
- 原子炉建屋の基礎底面のモデル化(例:Y-Y'断面)について, 下図に示す。



■原子炉建屋の基礎底面のモデル化(例:Y-Y'断面)

岩盤分類図:Y-Y'断面

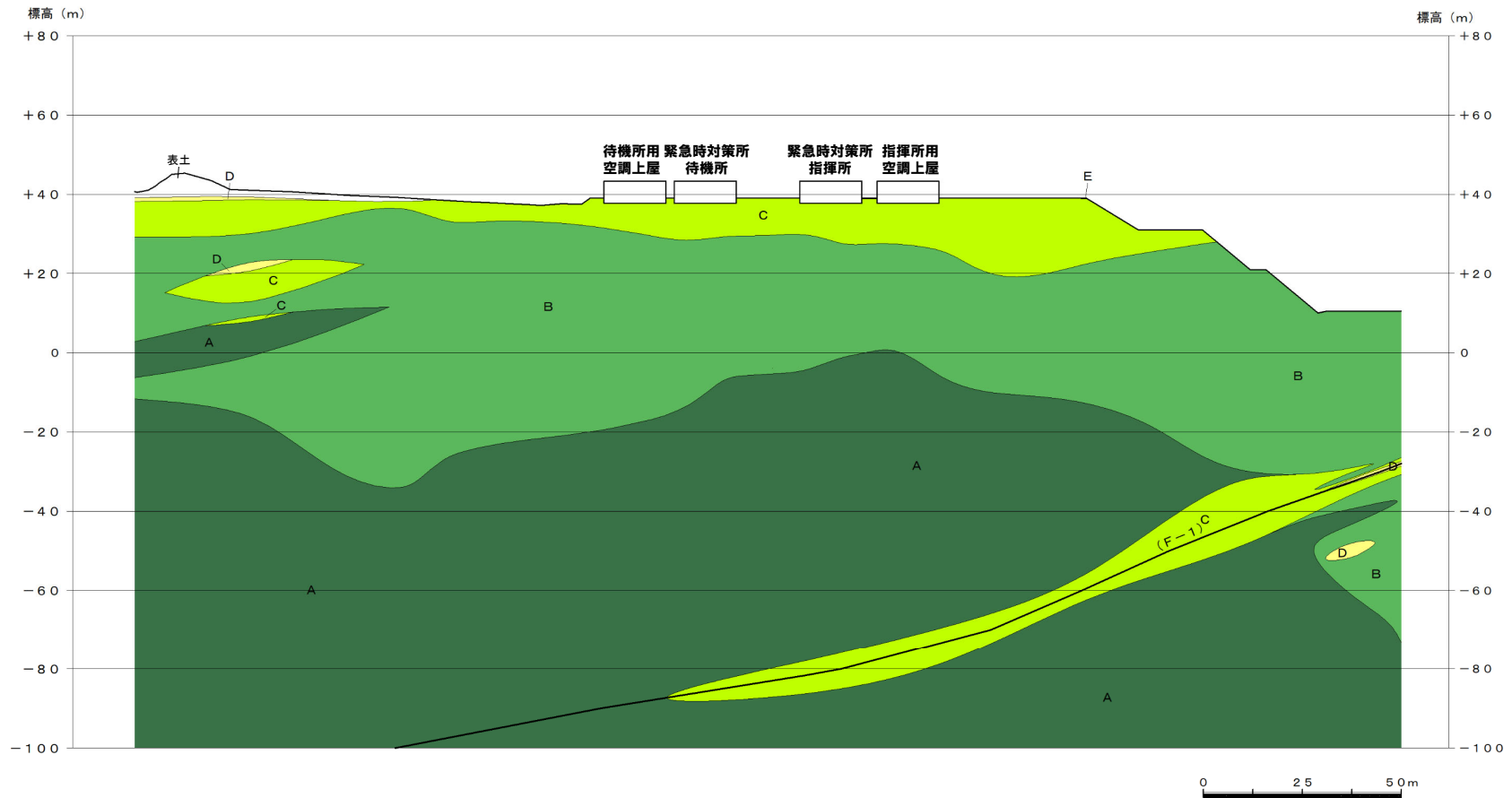


余白

## 3.5 評価方法

## ⑦-6 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。

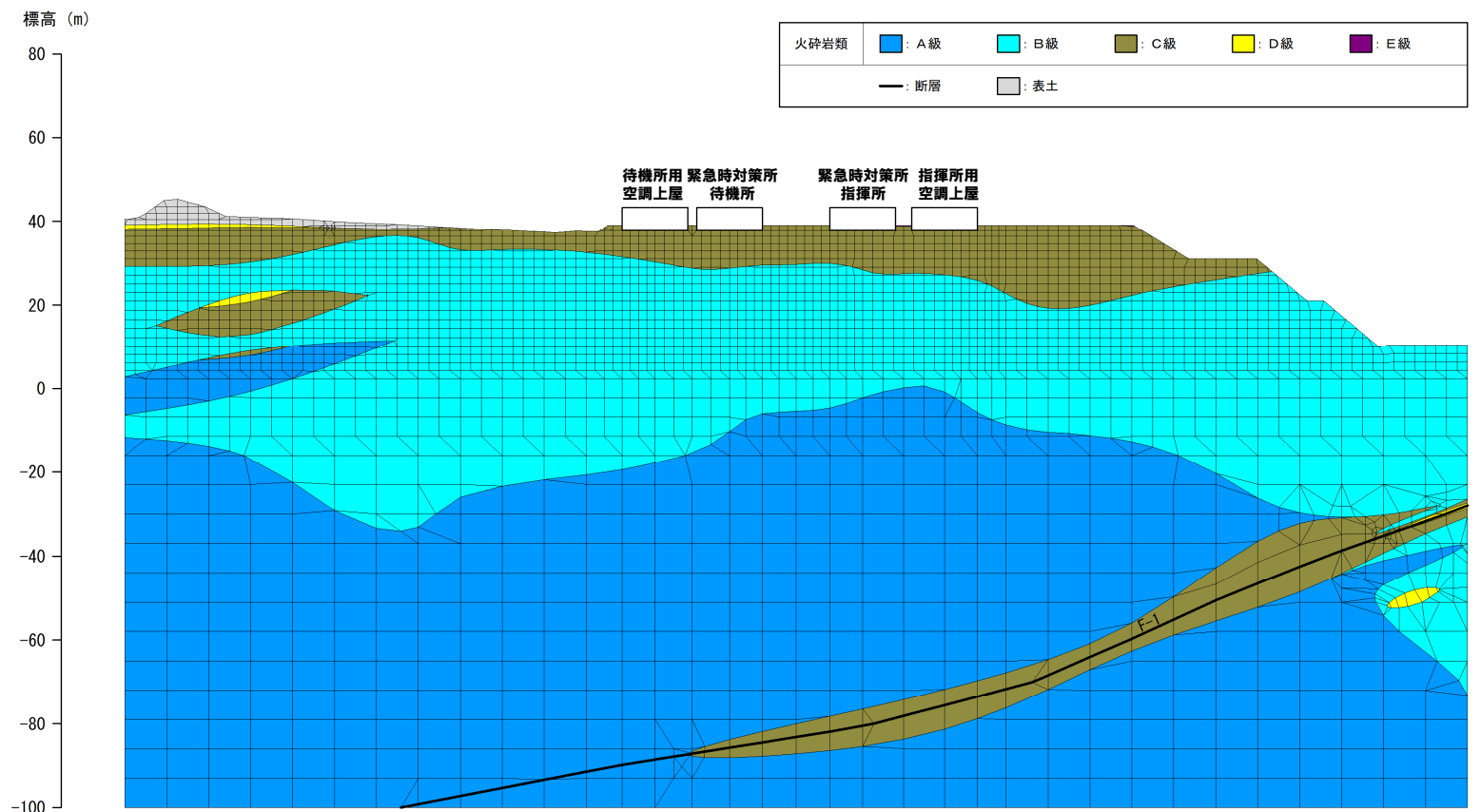


鉛直岩盤分類図:a-a'断面

## 3.5 評価方法

## ⑦-7 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。

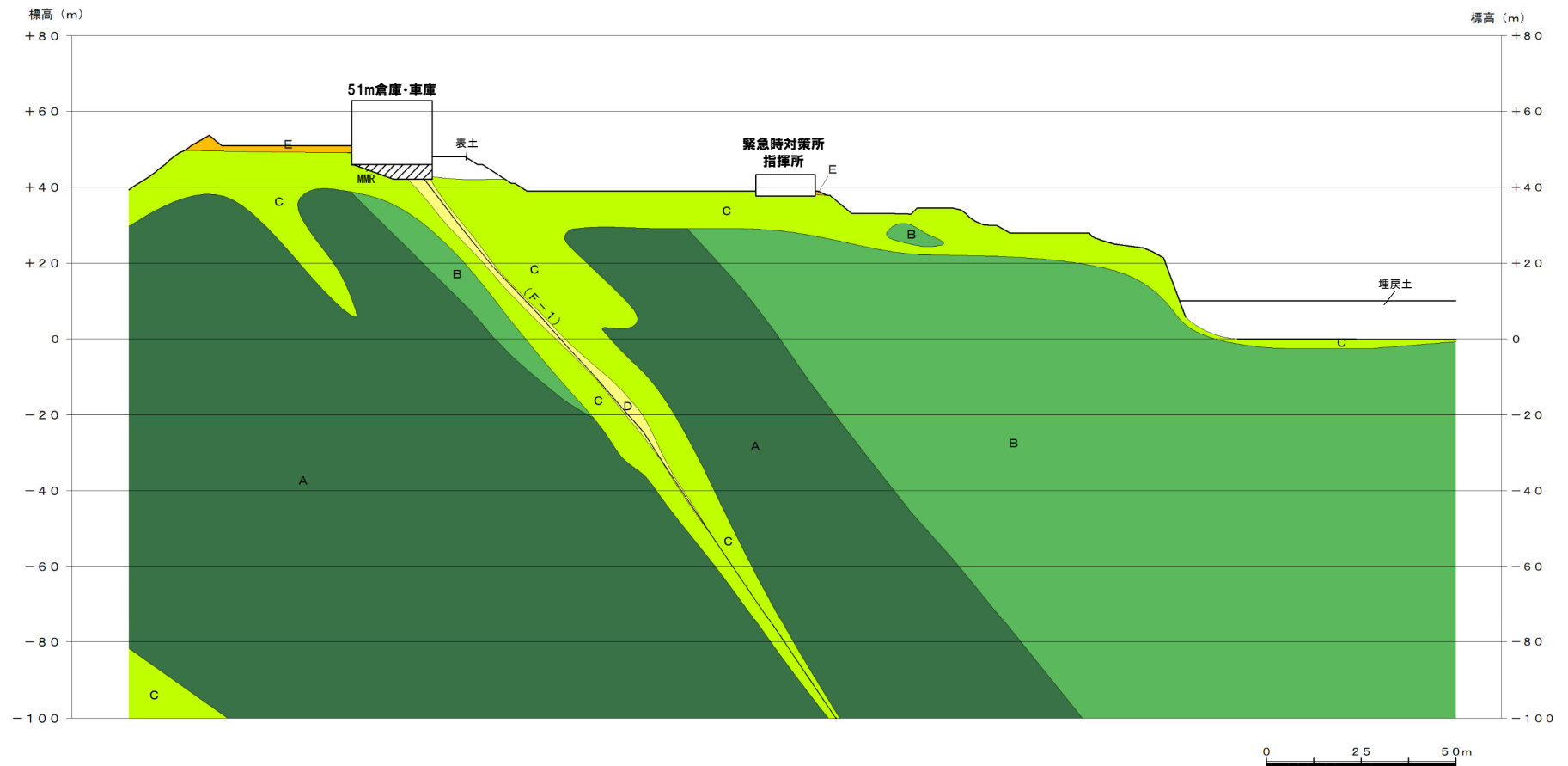


解析用要素分割図:a-a'断面

## 3.5 評価方法

## ⑦-8 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。



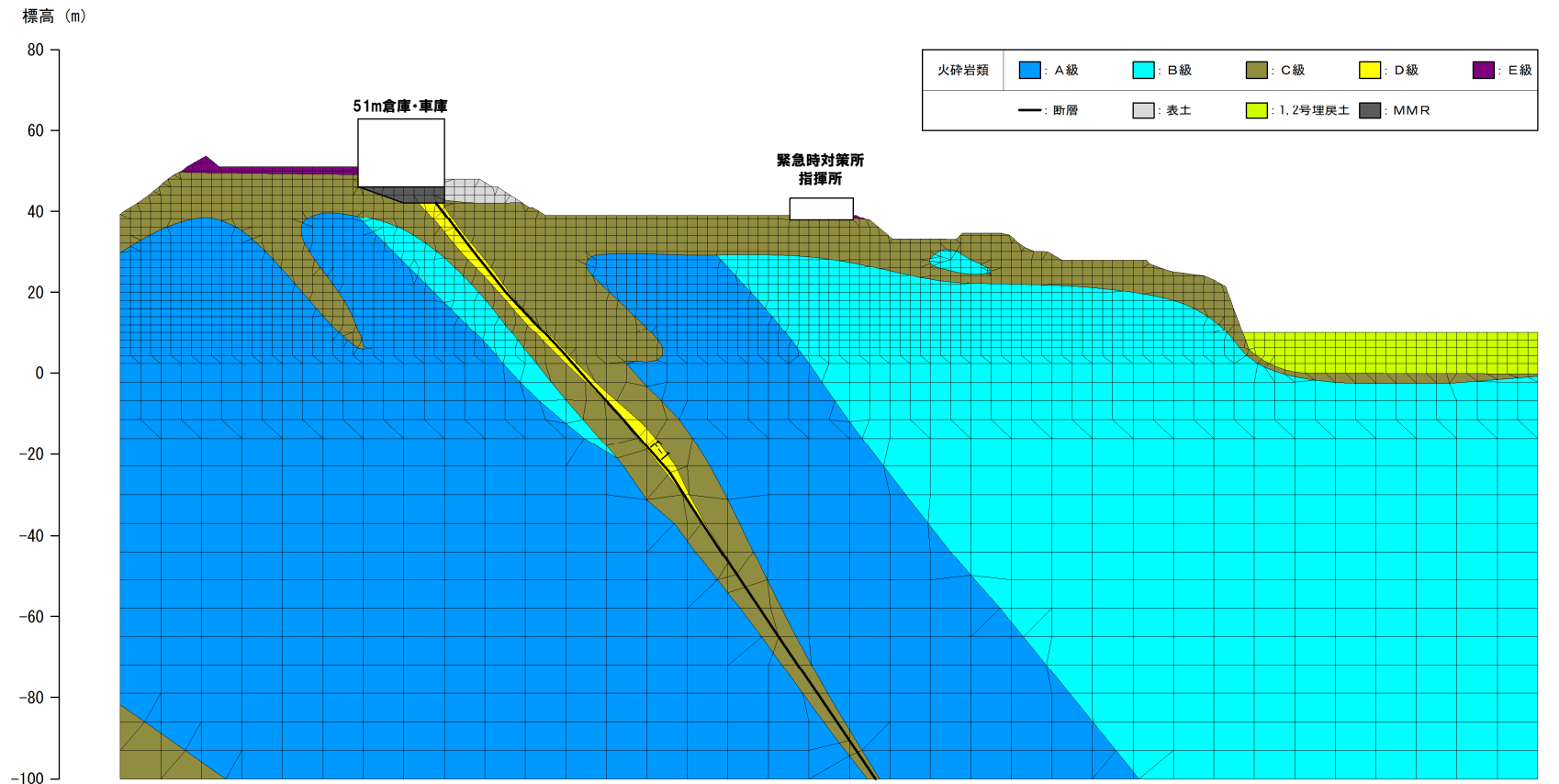
鉛直岩盤分類図:b-b'断面



## 3.5 評価方法

## ⑦-9 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。

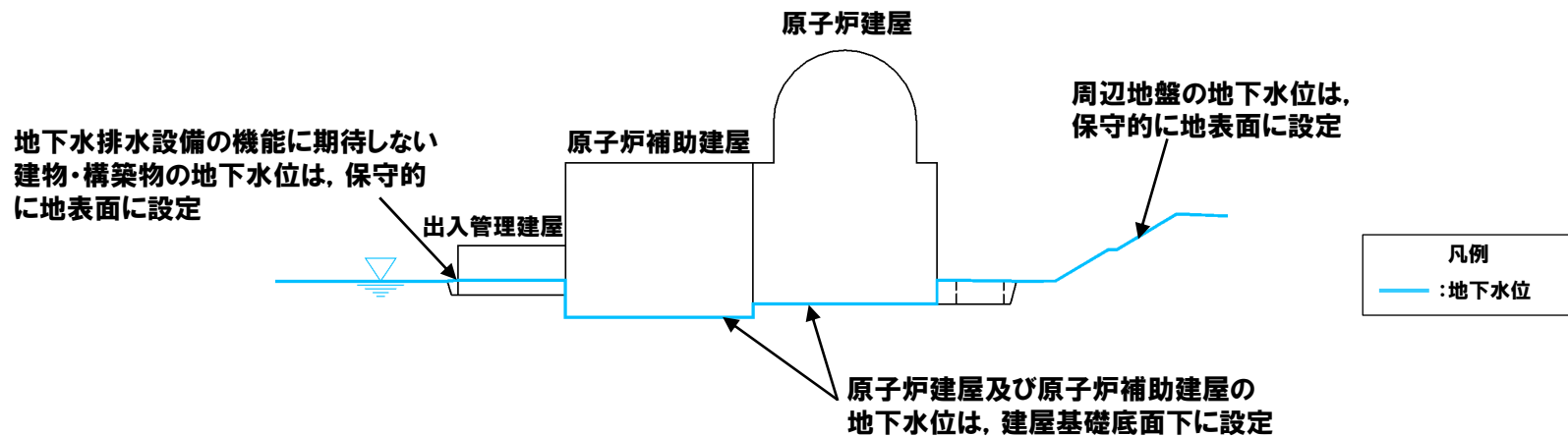


解析用要素分割図:b-b'断面

## ⑧-1 地下水位の設定方針

- 基礎地盤の安定性評価における地下水位の設定方針は、以下のとおりである。
  - ・原子炉建屋及び原子炉補助建屋の地下水位は、建屋の設計地下水位を参照の上、建屋基礎底面下※に設定し、それ以外の地下水位は地表面に設定する。
- 上記の地下水位の設定方針に基づき、二次元動的有限要素法において設定した地下水位を次頁に示す。

※原子炉建屋及び原子炉補助建屋は、地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に地下水位を保持することで、揚圧力を考慮せず設計する方針である（詳細は、補足説明資料5章（第1055回審査会合（R4.6.23）資料抜粋）を参照）。



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

# 3.5 評価方法

## ⑧-2 二次元動的有限要素法において設定した地下水位

○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。

**【原子炉建屋の評価対象断面】**

○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、原子炉建屋及び原子炉補助建屋は建屋基礎底面下に設定した。

**【緊急時対策所の評価対象断面】**

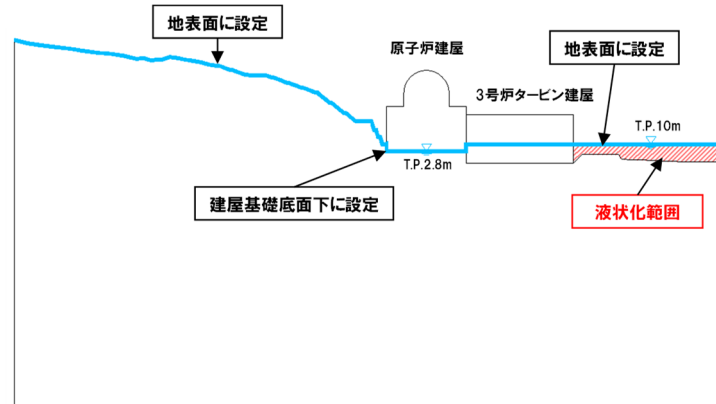
○a-a' 断面及びb-b' 断面における地下水位は、地表面に設定した。

○また、原子炉建屋及び緊急時対策所の評価対象断面における液状化範囲については、確認用地下水位による確認結果 (P32～P33参照) を踏まえ、下図に示す赤着色の範囲 (地下水位以深に分布する埋戻土) とした。

**■原子炉建屋の評価対象断面**

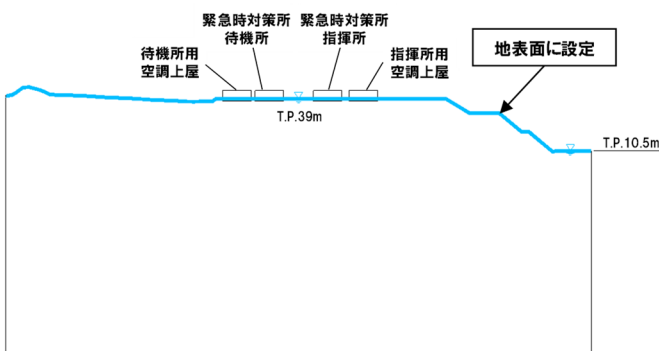


X-X' 断面

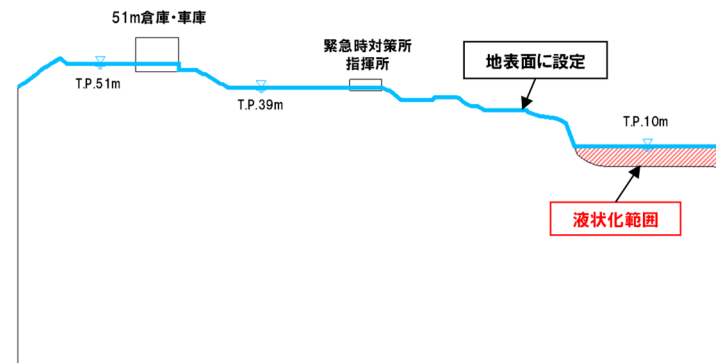


Y-Y' 断面

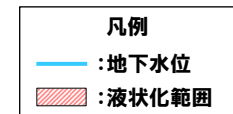
**■緊急時対策所の評価対象断面**



a-a' 断面



b-b' 断面



## 3.5 評価方法

## (参考) 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。

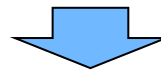
【原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-2015(日本電気協会)】

○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。

余白

## 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、P34参照）。

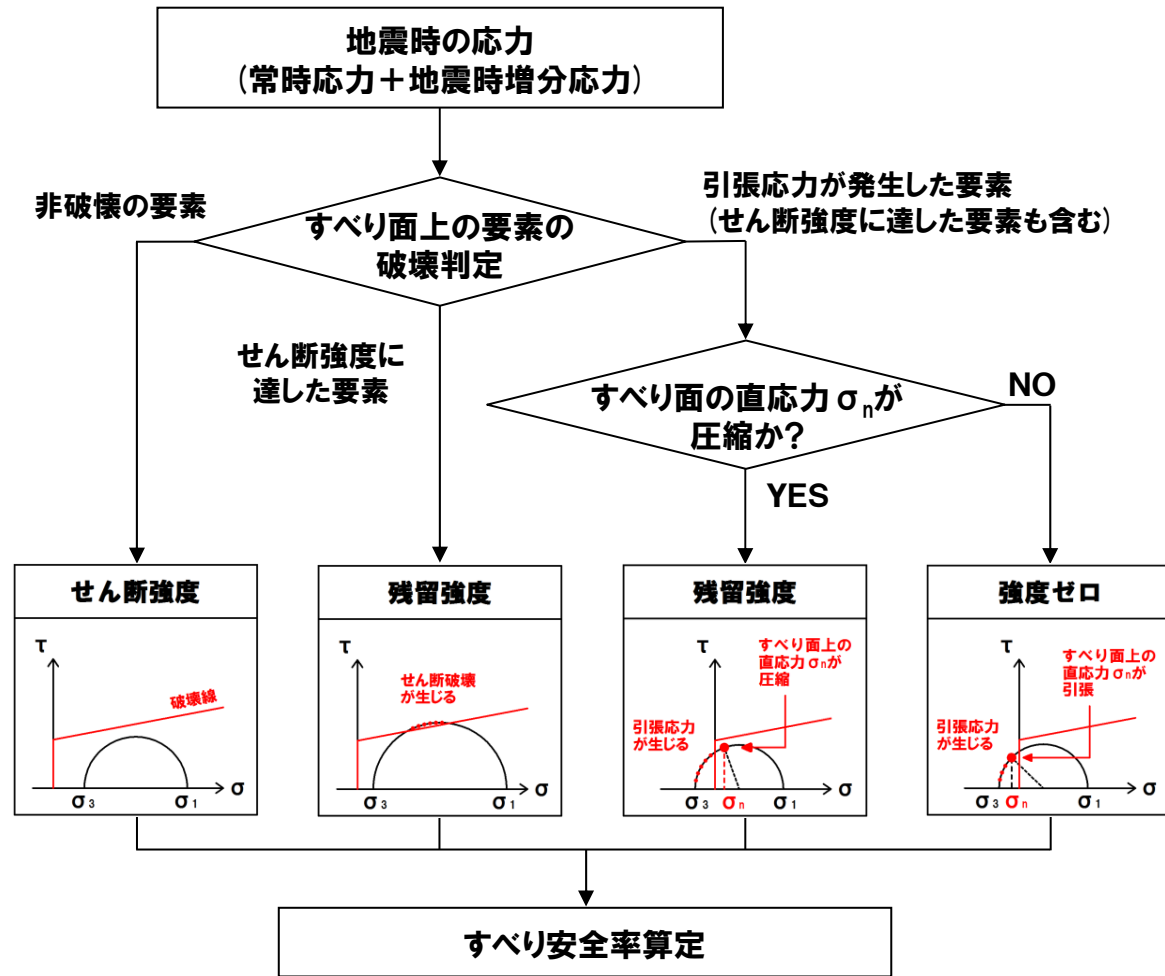
$$\text{すべり安全率} = \frac{\Sigma (\text{すべり面上のせん断抵抗力})}{\Sigma (\text{すべり面上のせん断力})}$$



# 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

## ⑪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 $5^\circ$  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  $\phi$  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】**

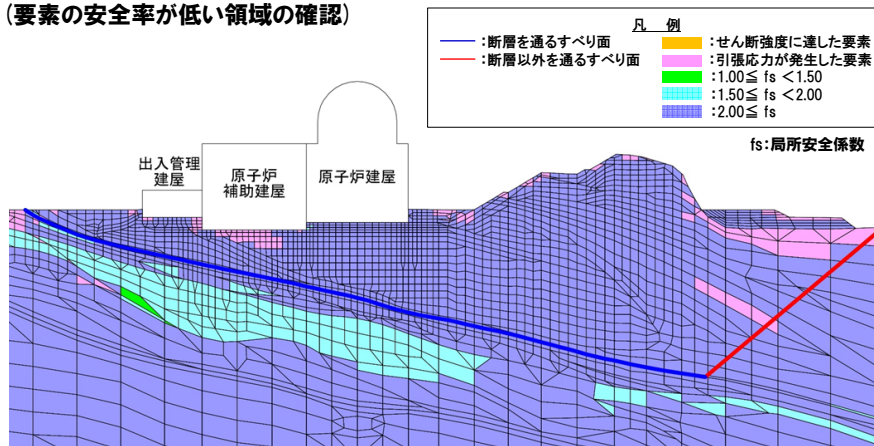
- ・せん断強度の小さい断層を長く通るすべり面を設定することから、F-8断層及びF-11断層の端部に固定点を設定する。
- ・応力が集中しやすいことから、建屋隅角部や周辺地山の地形変化点のような大きな重量の変化点に固定点を設定する。
- ・すべり土塊が大きくなると滑動力が大きくなることから、解析モデル端部に固定点を設定する。

## ⑪すべり面の設定方法 (2/2)

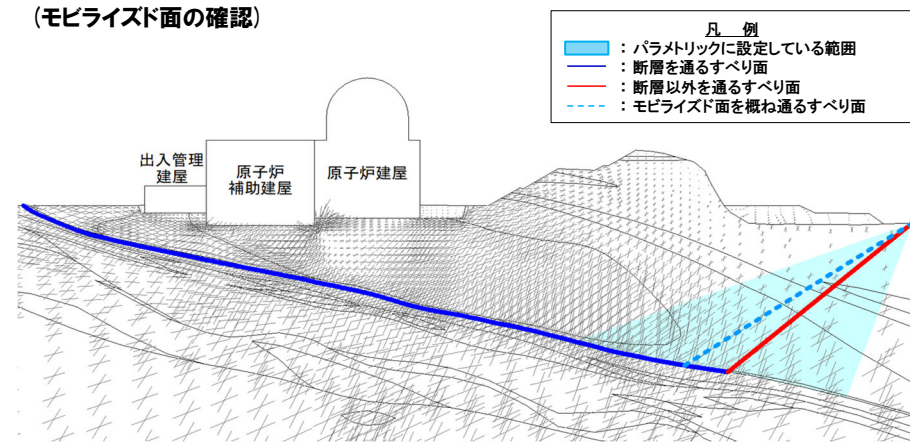
【c. 応力状態を考慮したすべり面 (詳細は、補足説明資料4章参照)】

- ・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。
- ・なお、いずれの評価対象断面においても、設定したすべり面がすべり安全率の厳しいすべり面になっていることから、すべり面の追加設定はしていない。

(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

## ⑫基礎地盤の支持力に対する安全性の確認

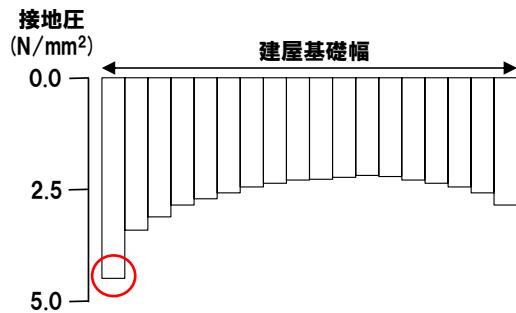
- 基礎地盤の支持力は、支持力試験から定めた評価基準値と基礎底面における地震時最大接地圧により評価する。
- 地震時最大接地圧は、常時応力と二次元動的有限要素法に基づく地震応答解析による地震時増分応力を重ね合わせて算出する。
- 地震時最大接地圧が基礎底面に分布する地盤の支持力の評価基準値を超えないことを確認する。
- 代表施設に選定した原子炉建屋及び緊急時対策所の基礎底面に分布する、安山岩A<sub>I</sub>級、A<sub>III</sub>級及び火砕岩類C級については、支持力試験結果において載荷強さ13.7N/mm<sup>2</sup>までの範囲では破壊に至らず、変曲点も認められないことから、基礎地盤の支持力の評価基準値を13.7N/mm<sup>2</sup>と設定した(支持力の試験結果については、補足説明資料3章参照)。

### 【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】

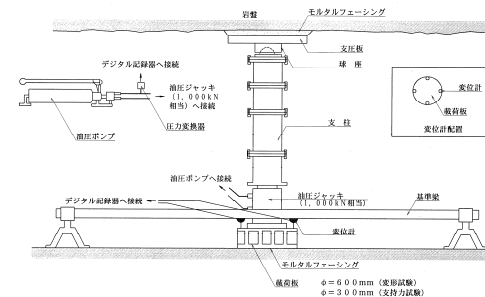
- ・地震応答解析を実施し、施設底面の地盤に作用する最大接地圧を算定



### 【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 <sup>2</sup> )	備考
原子炉建屋	安山岩A <sub>I</sub> 級	13.7	補足説明資料 3章参照
	安山岩A <sub>III</sub> 級	13.7	
緊急時対策所	火砕岩類C級	13.7	



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)

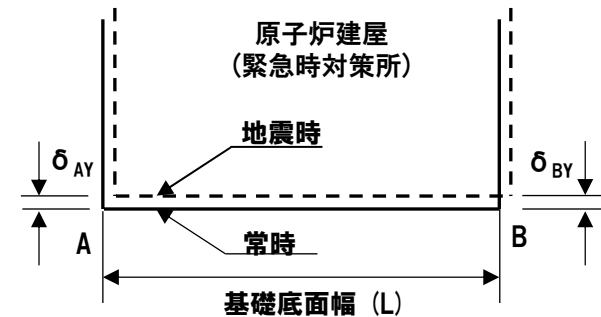
## 3.5 評価方法

## ⑬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。
- 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。
- 相対変位は、二次元動的有限要素法に基づく地震応答解析から求められる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\*を超えないことを確認する。

※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。

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



$\delta_{AY}$ ,  $\delta_{BY}$ 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する。
- 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～P103に示す(基準地震動の加速度時刻歴波形については、P104～P110参照)。

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



## 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。
				EW方向	353	
			鉛直動	UD方向	169	
		Ss2-11 積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース(不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4)	水平動	NS方向	314	
				EW方向	322	
			鉛直動	UD方向	187	
		Ss2-12 積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース(不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2)	水平動	NS方向	292	
				EW方向	227	
			鉛直動	UD方向	117	
		Ss2-13 積丹半島北西沖の断層による地震 走向40° ケース(不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2)	水平動	NS方向	232	
				EW方向	273	
			鉛直動	UD方向	119	

## 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する  ・観測波であることから鉛直動の位相反転は行わないが、観測点に対する起震断層の方位の不確実性を考慮し、水平動の位相反転を考慮する。
			上下流方向	490	
		鉛直動	UD方向	320	
	Ss3-2 2008年岩手・宮城内陸地震 (KiK-net金ヶ崎)	水平動	NS方向	430	
			EW方向	400	
	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	
	Ss3-4 2004年北海道留萌支庁南部地震 (K-NET港町)	鉛直動	UD方向	-※	
			UD方向	-※	
	Ss3-5 標準応答スペクトルを考慮した地震動	水平動	NS方向	620	
			EW方向	320	
	Ss3-5 標準応答スペクトルを考慮した地震動	鉛直動	UD方向	693	
UD方向			490		

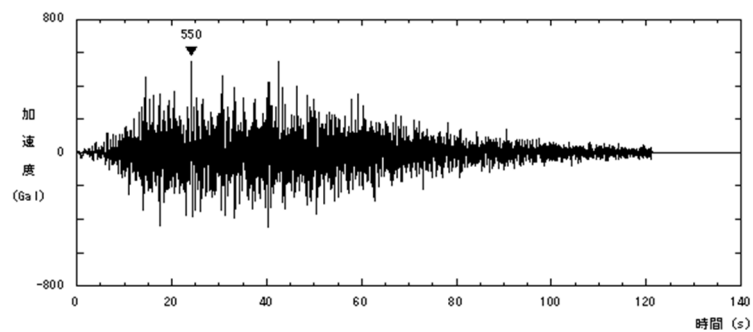
※基準地震動Ss3-3は、水平方向の地震動のみであることから、「一関東評価用地震動(鉛直方向)」を別途設定している(詳細は、R5.6.9審査会合資料「泊発電所3号炉 基準地震動の策定について」参照)。

## 3.6 基準地震動

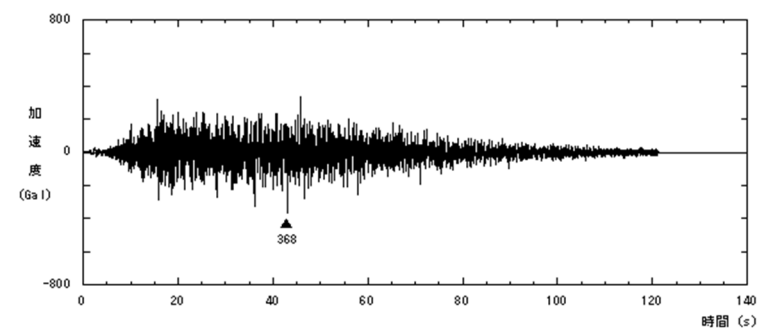
## ②-1 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss1

○基準地震動の加速度時刻歴波形を本頁～P110に、一関東評価用地震動(鉛直方向)の加速度時刻歴波形をP111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

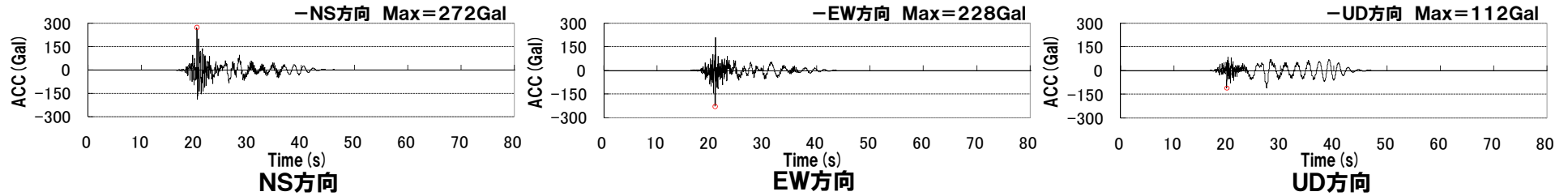
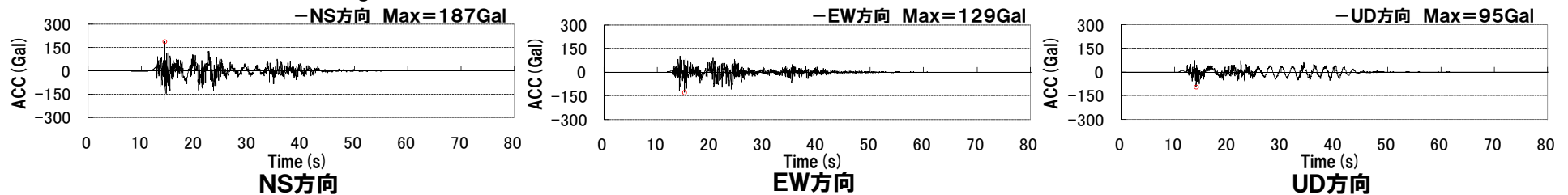
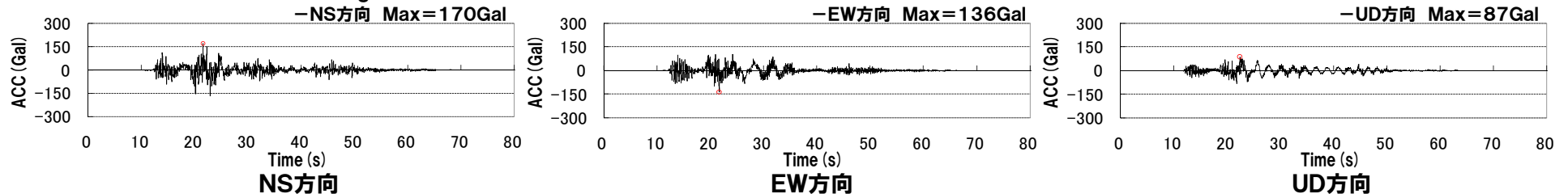
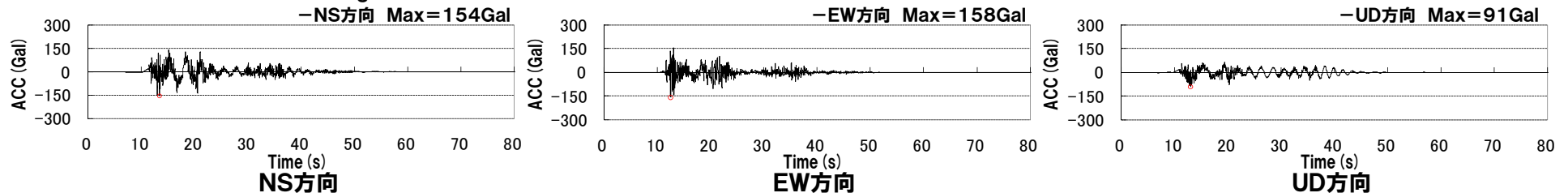


鉛直方向

## 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

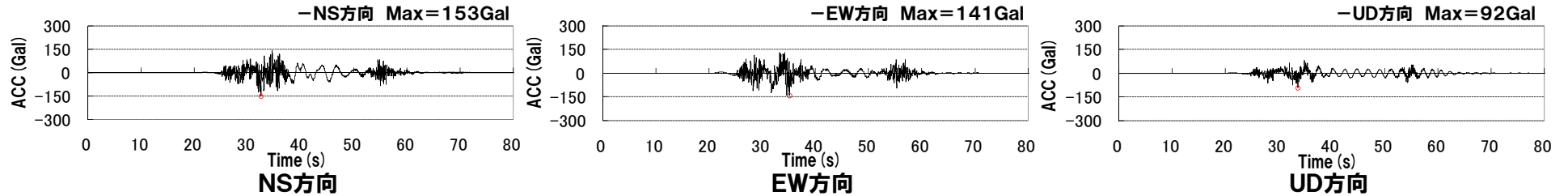
基準地震動Ss2-1 (尻別川断層による地震 (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))

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))

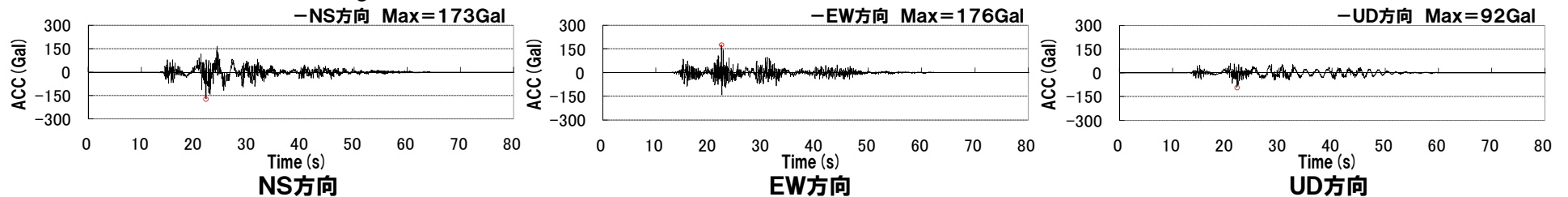
## 3.6 基準地震動

## ②-3 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss2-5~Ss2-8

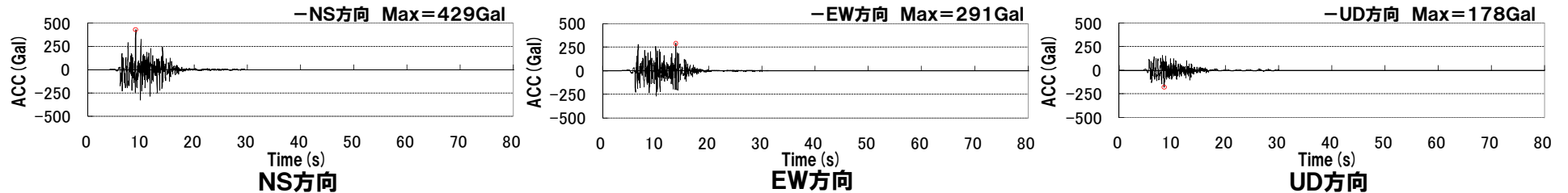
基準地震動Ss2-5 ( $F_S$ -10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度),破壊開始点5))



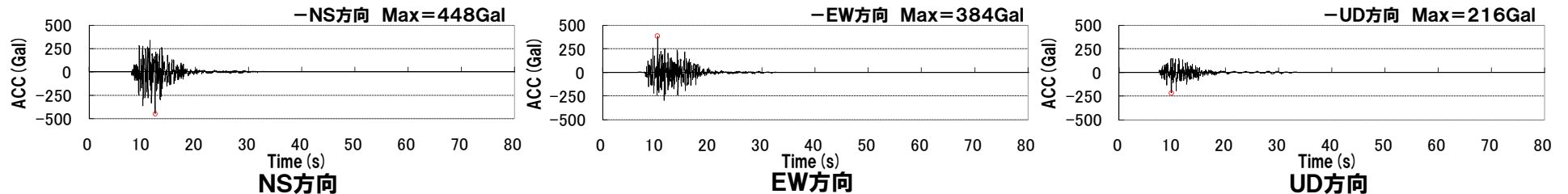
基準地震動Ss2-6 ( $F_S$ -10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度),破壊開始点6))



基準地震動Ss2-7 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向 $0^\circ$  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 $0^\circ$  ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角),破壊開始点2))

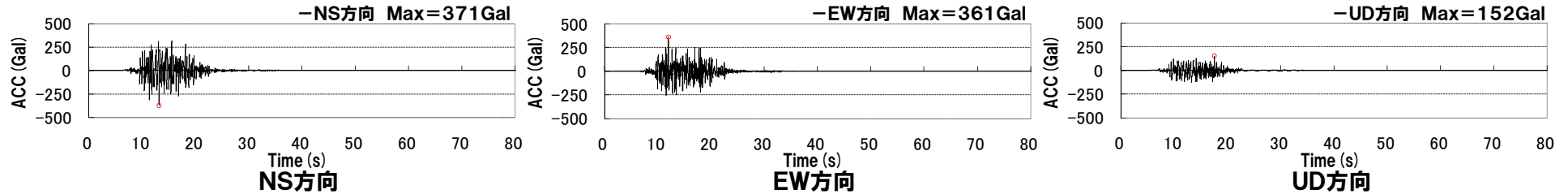




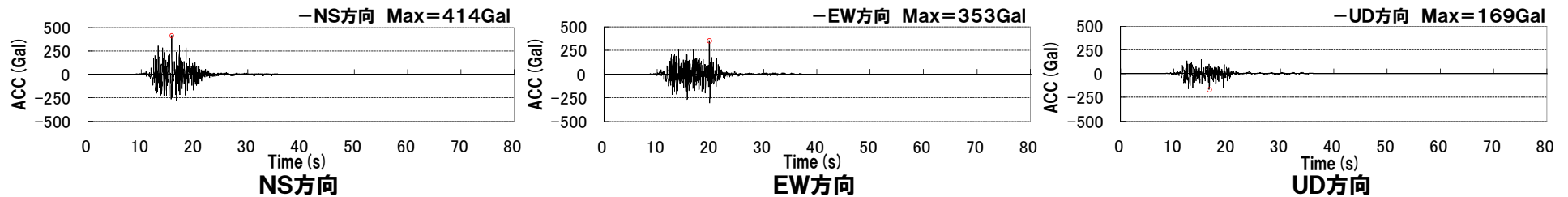
## 3. 6 基準地震動

## ②-4 基準地震動加速度時刻歴波形: Ss2-9~Ss2-12

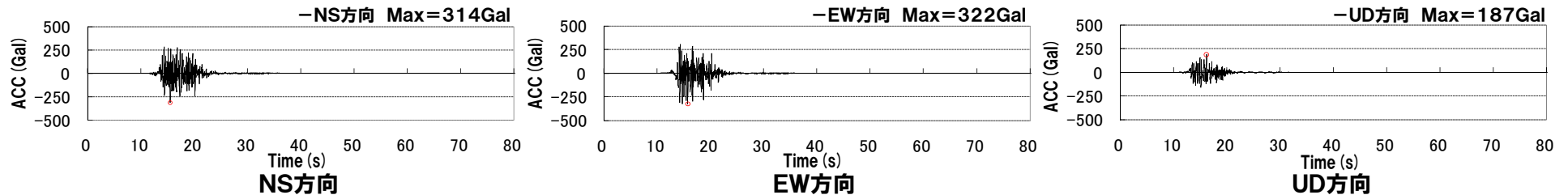
基準地震動Ss2-9 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点3))



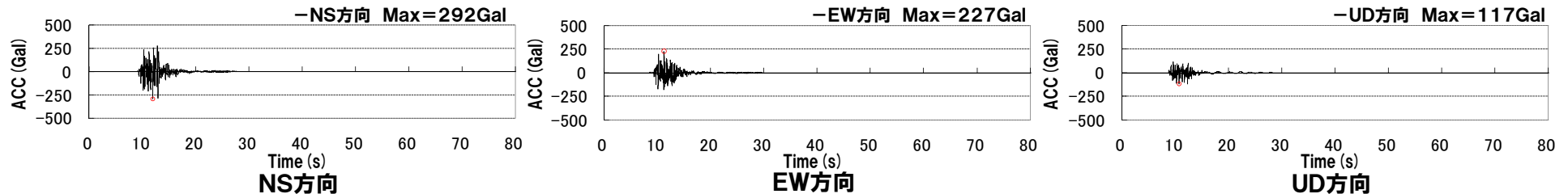
基準地震動Ss2-10 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))



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))



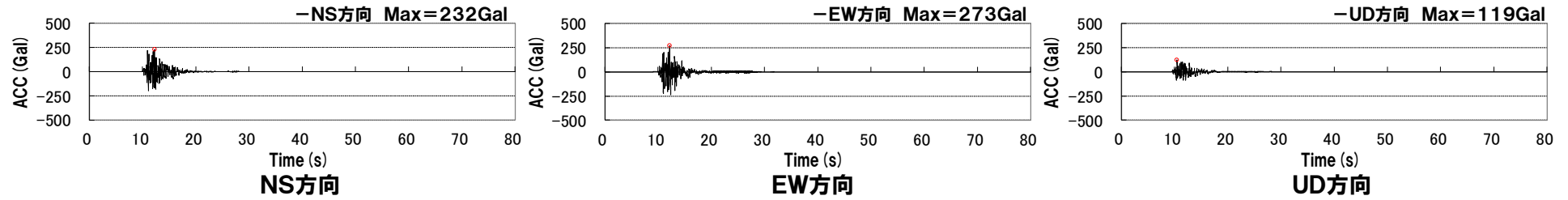
基準地震動Ss2-12 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース (不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2))



## 3.6 基準地震動

## ②-5 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss2-13

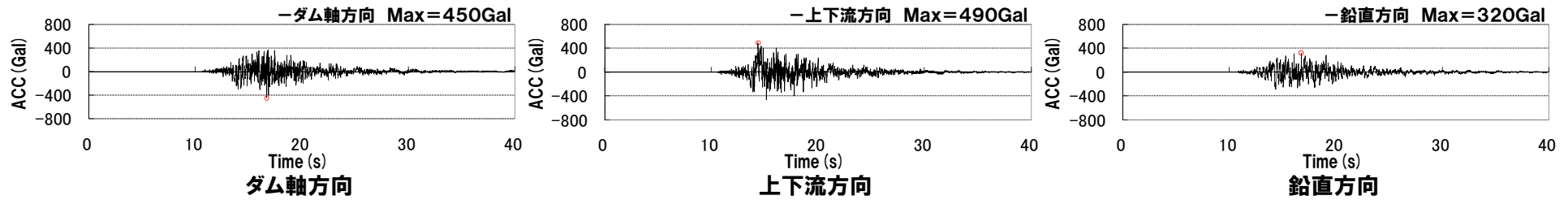
基準地震動Ss2-13 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向40° ケース (不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2))



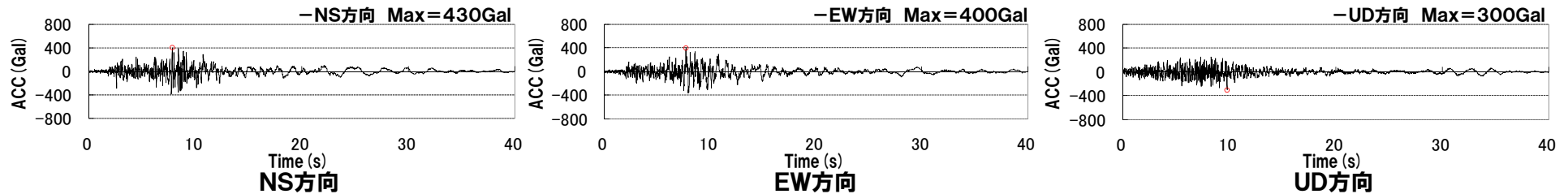
## 3. 6 基準地震動

## ②-6 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss3-1~Ss3-4

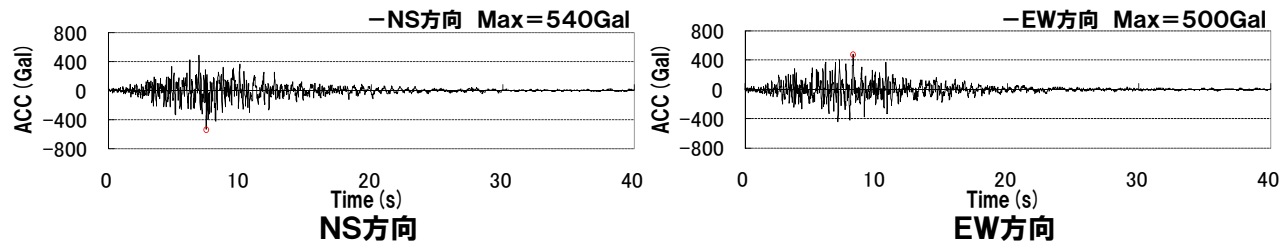
## 基準地震動Ss3-1 (2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山]))



## 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))



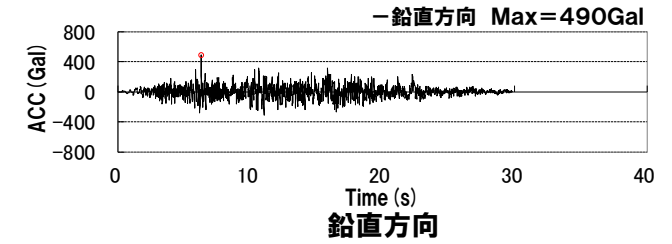
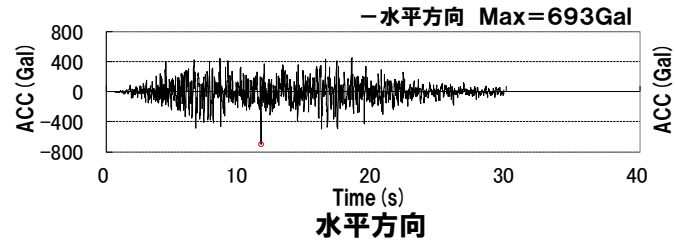
## 基準地震動Ss3-4 (2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町))



## 3.6 基準地震動

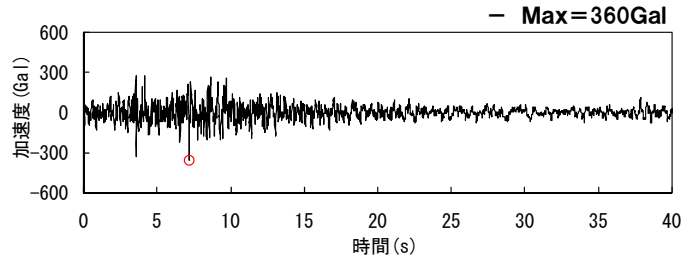
## ②-7 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss3-5

## 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)※



## 一関東評価用地震動(鉛直方向)の時刻歴波形

※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。

## ③入力地震動の考え方

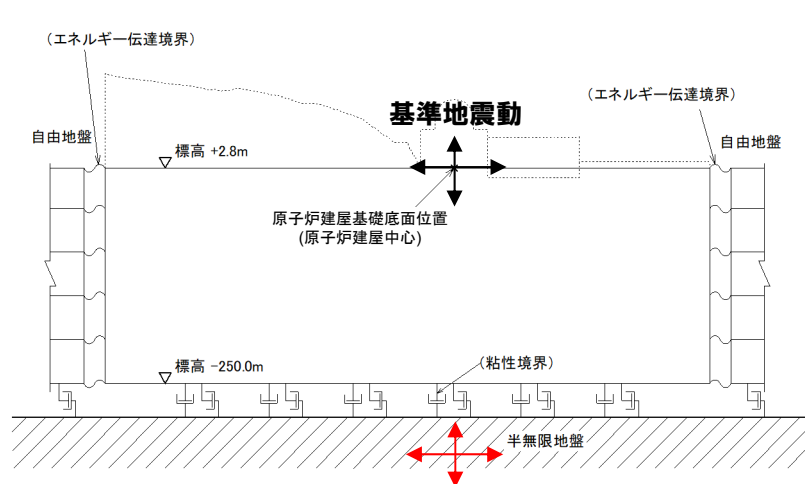
- 解析に用いる入力地震動は、基準地震動を地震応答解析モデル下端にて評価したものをを用いる。
- 入力地震動については、地盤安定性評価（二次元動的有限要素法）のモデル化範囲における地盤条件を適切に反映するため、二次元有限要素法にて評価する。
- 入力地震動は、水平及び鉛直方向の基準地震動を基に作成し、これらを同時に地震応答解析モデルに作用させる。

## 【入力地震動の作成】

- ・二次元有限要素モデル（入力地震動作成用地盤モデル）において、原子炉建屋基礎底面位置とモデル下端との間の伝達関数を算定し、入力地震動を作成する。

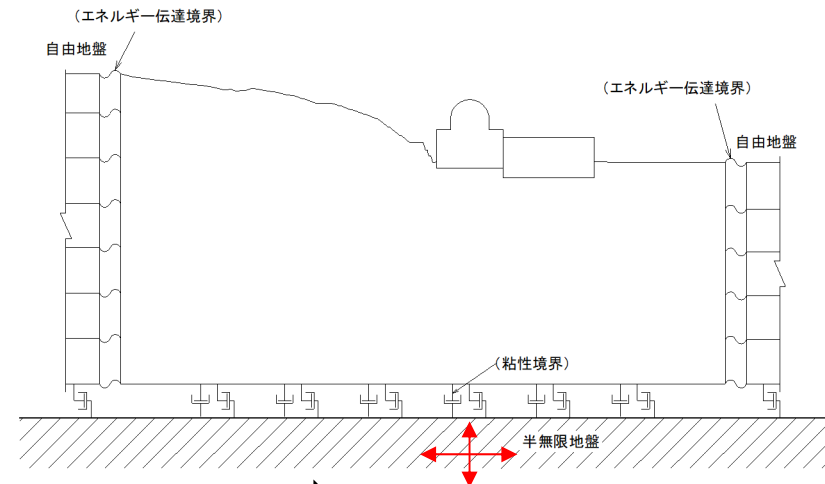
## ■入力地震動作成用地盤モデル

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



入力地震動

## ■地震応答解析モデル



入力地震動

Y-Y' 断面における入力地震動の作成例



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。
- 動的解析の結果, X-X' 断面において, 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(最小すべり安全率は, 次頁参照)。
- また, 静的非線形解析を実施した結果, すべり安全率は2.2であり, 評価基準値1.5を上回ることを確認した(詳細は, 補足説明資料4章参照)。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は, 補足説明資料4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]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
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]
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]

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

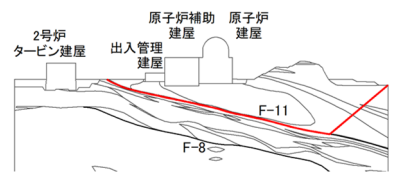
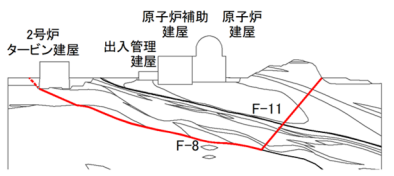
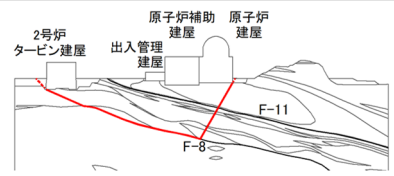
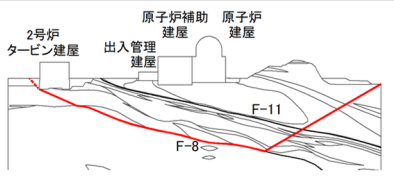
※2 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※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(P91を参照)。

# 3.7 評価結果

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		No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
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) <2.2>  [7.54]		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]
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]		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 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を, <>は静的非線形解析における最小すべり安全率を, []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(P91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 (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。
- 動的解析の結果, Y-Y' 断面において, 最小すべり安全率は2.0, ばらつきを考慮しても1.7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(最小すべり安全率は, 次頁参照)。
- また, 静的非線形解析を実施した結果, すべり安全率は2.3であり, 評価基準値1.5を上回ることを確認した(詳細は, 補足説明資料4章参照)。
- なお, すべり面形状No.6~No.14については, F-11断層及びF-8断層の分布を考慮し, 斜面内を通るすべり面となっており, いずれも斜面崩壊に対する安全性を評価するすべり面であることから, 後述する「6. 周辺斜面の安定性評価」において, 周辺斜面のすべりとしているものの, 原子炉建屋基礎底面下方を通るすべり面であることから, 基礎地盤のすべりとしても, すべり安全率を算定した。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は, 補足説明資料4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 (-,+)	3.0 [7.56]
2	<p>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</p>	Ss3-4 (-,+)	6.3 [7.54]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
3	<p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	7.7 [7.49]
4	<p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	7.0 [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(P91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 (2/3)

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
5	<p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	10.8 [7.51]	8	<p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	2.3 [7.53]
6	<p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	2.0 (1.7) <2.3> [7.54]	9	<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]
7	<p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	2.1 [7.52]	10	<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]

— :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 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を,<>は静的非線形解析における最小すべり安全率を,[ ]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(P91参照)。

# 3.7 評価結果

## ①-2 すべりに対する評価結果:Y-Y' 断面 (3/3)

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
11	<p>原子炉 建屋 3号炉 タービン建屋 F-8 F-9 F-11 F-7</p> <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]	13	<p>原子炉 建屋 3号炉 タービン建屋 F-8 F-9 F-11 F-7</p> <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]
12	<p>原子炉 建屋 3号炉 タービン建屋 F-8 F-9 F-11 F-7</p> <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]	14	<p>原子炉 建屋 3号炉 タービン建屋 F-8 F-9 F-11 F-7</p> <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 (P91参照)。



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。
- 動的解析の結果, a-a' 断面において, 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, P122参照)。
- また, 静的非線形解析を実施した結果, すべり安全率は4.0であり, 評価基準値1.5を上回ることを確認した(詳細は, 補足説明資料4章参照)。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は, 補足説明資料4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 緊急時 緊急時 指揮所用 空調上屋 対策所 対策所 空調上屋</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 緊急時 緊急時 指揮所用 空調上屋 対策所 対策所 空調上屋</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]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
3	<p>待機所用 緊急時 緊急時 指揮所用 空調上屋 対策所 対策所 空調上屋</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]
4	<p>待機所用 緊急時 緊急時 指揮所用 空調上屋 対策所 対策所 空調上屋</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]

— :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
5	<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]
7	<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]

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
8	<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>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]
10	<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]



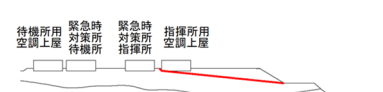
— :岩級区分線    — :すべり面    — :断層    □ :すべり安全率の最小値

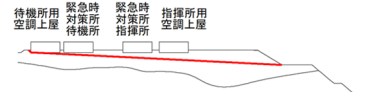
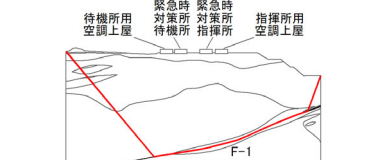
※1 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※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
11	 <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>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]
13	 <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]

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
14	 <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>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) <4.0> [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, <> は静的非線形解析における最小すべり安全率を, [ ] は発生時刻 (秒) を示す。

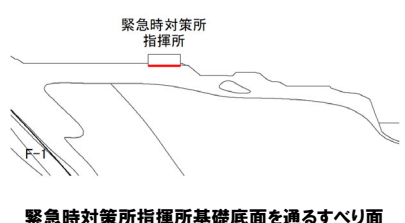

余白

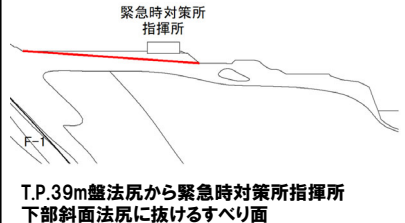
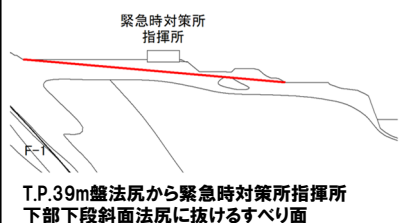
# 3.7 評価結果

## 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。
- 動的解析の結果, b-b' 断面において, 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。
- また, 静的非線形解析を実施した結果, すべり安全率は18.9であり, 評価基準値1.5を上回ることを確認した(詳細は, 補足説明資料4章参照)。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は, 補足説明資料4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</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 (-, -)	9.3 [11.63]
2	 <p>緊急時対策所 指揮所</p> <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]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
3	 <p>緊急時対策所 指揮所</p> <p>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]
4	 <p>緊急時対策所 指揮所</p> <p>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) <18.9> [7.43]

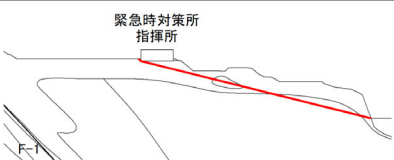
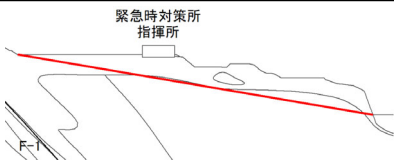
— :岩級区分線    — :すべり面    — :断層    □ :すべり安全率の最小値

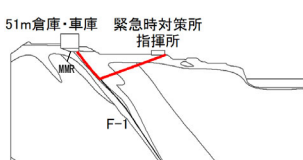
※2 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+ )は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※3 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を, <>は静的非線形解析における最小すべり安全率を, []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
5	 <p>緊急時対策所 指揮所</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 (+,-)	8.4 [11.62]
6	 <p>緊急時対策所 指揮所</p> <p>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]

No.	すべり面形状	基準地震動※1	最小すべり安全率※2
7※3	 <p>51m倉庫・車庫 緊急時対策所 指揮所</p> <p>MMR F-1</p> <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 当該すべり面については, MMR(設計基準強度18N/mm<sup>2</sup>)が神恵内層に比べて十分な強度を有していることから, MMRを通らないすべり面とした。



## 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/mm<sup>2</sup>であり、基礎底面に分布する安山岩A<sub>I</sub>級及びA<sub>III</sub>級の支持力の評価基準値13.7N/mm<sup>2</sup>を下回ることを確認した。

## ■X-X' 断面

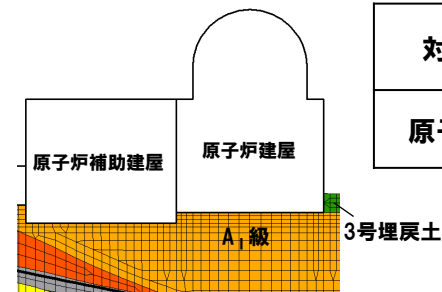
対象施設	基準地震動※1	地震時最大接地圧※2 (N/mm <sup>2</sup> )
原子炉建屋	Ss3-4 (-,+)	2.1 [7.50]

## ■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 <sup>2</sup> )
原子炉建屋	Ss3-4 (+,+)	4.0 [7.60]

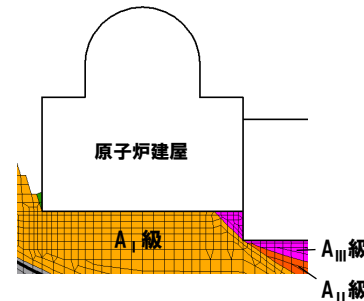
## 基礎底面の岩盤分布状況

## ■X-X' 断面



対象施設	基礎地盤 の岩級	評価基準値※3 (N/mm <sup>2</sup> )
原子炉建屋	A <sub>I</sub> 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 <sup>2</sup> )
原子炉建屋	A <sub>I</sub> 級	13.7
	A <sub>III</sub> 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(P98参照)。

## 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/mm<sup>2</sup>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/mm<sup>2</sup>を下回ることを確認した。

## ■a-a' 断面

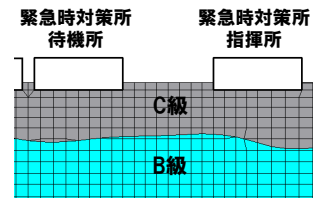
対象施設	基準地震動※1	地震時最大接地圧※2 (N/mm <sup>2</sup> )
緊急時対策所 指揮所	Ss3-4 (-,+)	0.2 [7.59]
緊急時対策所 待機所	Ss3-4 (-,+)	0.2 [7.60]

## ■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 <sup>2</sup> )
緊急時対策所 指揮所	Ss3-1- 上下流方向 (+,+)	0.3 [14.07]

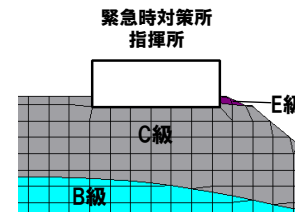
## 基礎底面の岩盤分布状況

## ■a-a' 断面



対象施設	基礎地盤 の岩級	評価基準値※3 (N/mm <sup>2</sup> )
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 <sup>2</sup> )
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(P98参照)。

## 3.7 評価結果

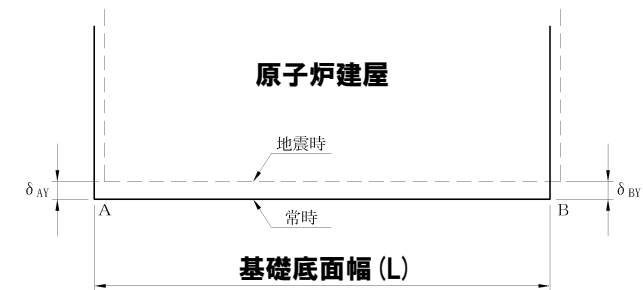
## ③-1 傾斜に対する評価結果：X-X' 断面, Y-Y' 断面

- 原子炉建屋基礎底面に生じる最大傾斜を以下に示す※1。  
○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。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は、補足説明資料4章に示す。

## ■X-X' 断面

対象建屋	基準地震動※2	最大相対変位※3 (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



$\delta_{AY}$ ,  $\delta_{BY}$ は上向きを正とする。

## ■Y-Y' 断面

対象建屋	基準地震動※2	最大相対変位※3 (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

※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

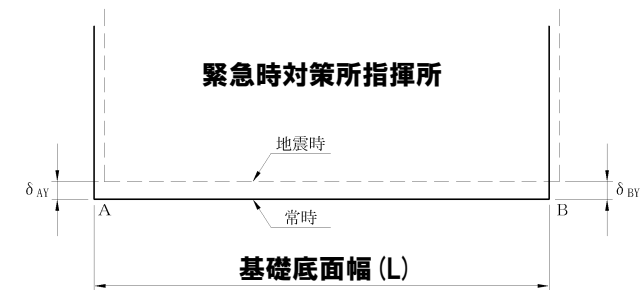
## ③-2 傾斜に対する評価結果:a-a'断面, b-b'断面

- 緊急時対策所基礎底面に生じる最大傾斜を以下に示す※1。  
○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。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は、補足説明資料4章に示す。

## ■a-a'断面

対象建屋	基準地震動※2	最大相対変位※3 (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



$\delta_{AY}$ 、 $\delta_{BY}$ は上向きを正とする。

## ■b-b'断面

対象建屋	基準地震動※2	最大相対変位※3 (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

※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。

余白

1. 全体概要 .....	P. 5
2. 地質の概要 .....	P. 15
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 23
<b>4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....</b>	<b>P.131</b>
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.135
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.141
参考文献 .....	P.174

## 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・内容及び設計方針

○周辺地盤の変状による施設への影響評価について、設置許可基準規則に基づき、以下の項目について確認、又は設計する方針とする。

**【評価項目】**

○耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設については、地震発生に伴う不等沈下による影響を受けないことを確認する。

**【設計方針】**

○耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設については、液状化、揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状の影響を考慮した場合においても、その安全機能が損なわれるおそれがないように設計する。



## 4.2 評価結果

### 評価結果

○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せることから、地震発生に伴う不等沈下による影響を受けるおそれはない（設置状況は、P42～P50及び補足説明資料1章参照）。

余白

1. 全体概要 .....	P. 5
2. 地質の概要 .....	P. 15
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 23
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.131
<b>5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....</b>	<b>P.135</b>
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.141
参考文献 .....	P.174

## 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、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。

## 【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おける評価内容】

○敷地及び敷地近傍には、震源として考慮する活断層は認められない。

○このため、敷地では、断層活動に起因する地殻変動による著しい地盤の傾斜が生じることはないものと考えられる。

○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、地殻変動による基礎地盤の変形の影響については、当該断層の活動に起因する耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設基礎底面の傾斜を評価する。

○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. 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及び緊急時対策所を対象に実施する。

○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。

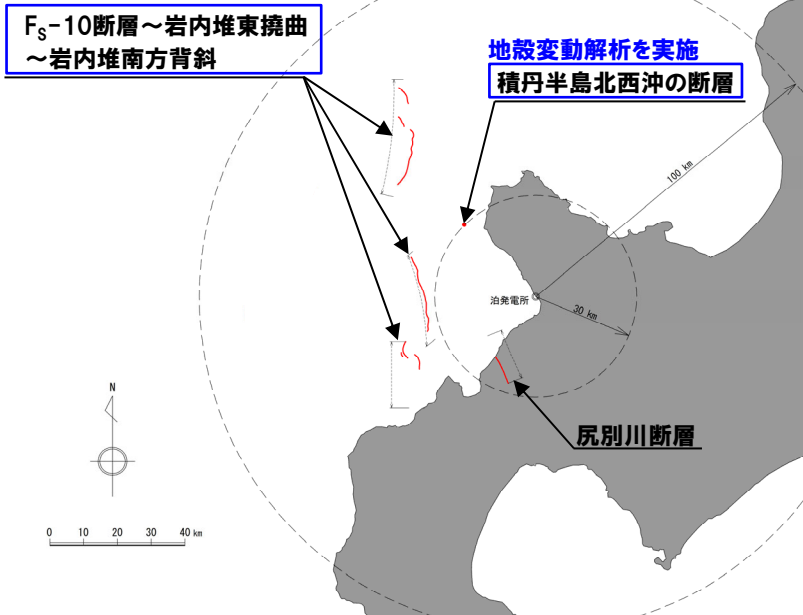
グループ	代表施設	評価基準値の目安	備考
A	原子炉建屋	1/2,000	【審査ガイド(基本設計段階の目安値)】 ・一般建築物の構造的な障害が発生する限界(亀裂の発生率, 発生区間等)により判断)
B	緊急時対策所		

# 5.2 評価方法

## 評価方法

- 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、以下の理由から、積丹半島北西沖の断層 (走向40°) 及びF<sub>S</sub>-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜に対して実施する。
  - ・積丹半島北西沖の断層 (走向40°) : 震源として考慮する活断層のうち敷地に近い断層は、周辺陸域では尻別川断層、前面海域では積丹半島北西沖の断層であり、すべり量が大きいほど地殻変動量が大きくなると考えられることから、すべり量の大きい積丹半島北西沖の断層に対して、地殻変動解析を実施する。なお、積丹半島北西沖の断層の走向については、地震動評価において走向0°、20°及び40°が設定されているが、敷地に最も近くなる走向40°とする。
  - ・F<sub>S</sub>-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜: 敷地からの距離は上記の2断層よりも遠いが、断層長さが長大であることから、地殻変動量が大きくなると考えられる、前面海域のF<sub>S</sub>-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜に対して地殻変動解析を実施する。
- 地殻変動解析に用いる断層パラメータについては、地震動評価及び津波評価を比較を行い、下表に示すとおり、保守的なパラメータを設定した (断層パラメータの比較については、補足説明資料4章参照)。

地殻変動解析を実施



地殻変動解析を実施する断層位置図

各断層の断層パラメータ

断層	断層長さ (km)	断層幅 (km)	傾斜角 (°)	すべり角 (°)	断層上端 深さ (km)	すべり量 (m)
尻別川断層	32.0	32.0	30	90	2	1.661
積丹半島北西沖の断層 (走向40°)	32.0	17.3	60	90	0.0	2.28
F <sub>S</sub> -10断層 ～岩内堆東撓曲 ～岩内堆南方背斜	100.6	17.3	60	90	2.5	7.24

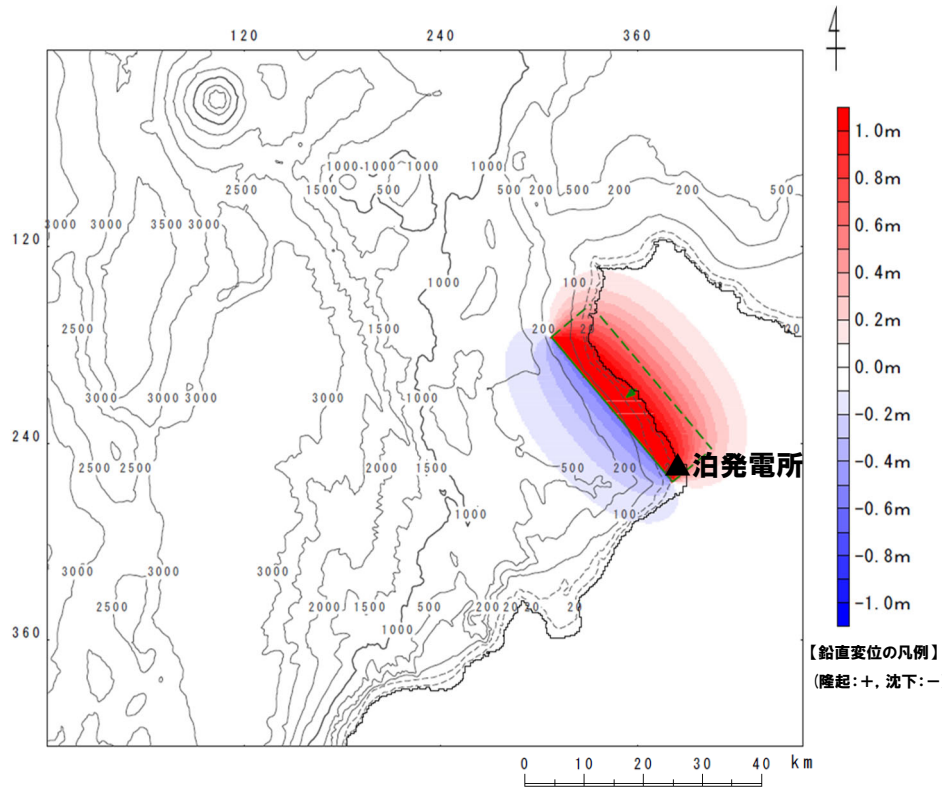
□ : 地殻変動解析を実施する断層

# 5.3 評価結果

## ①地殻変動解析結果

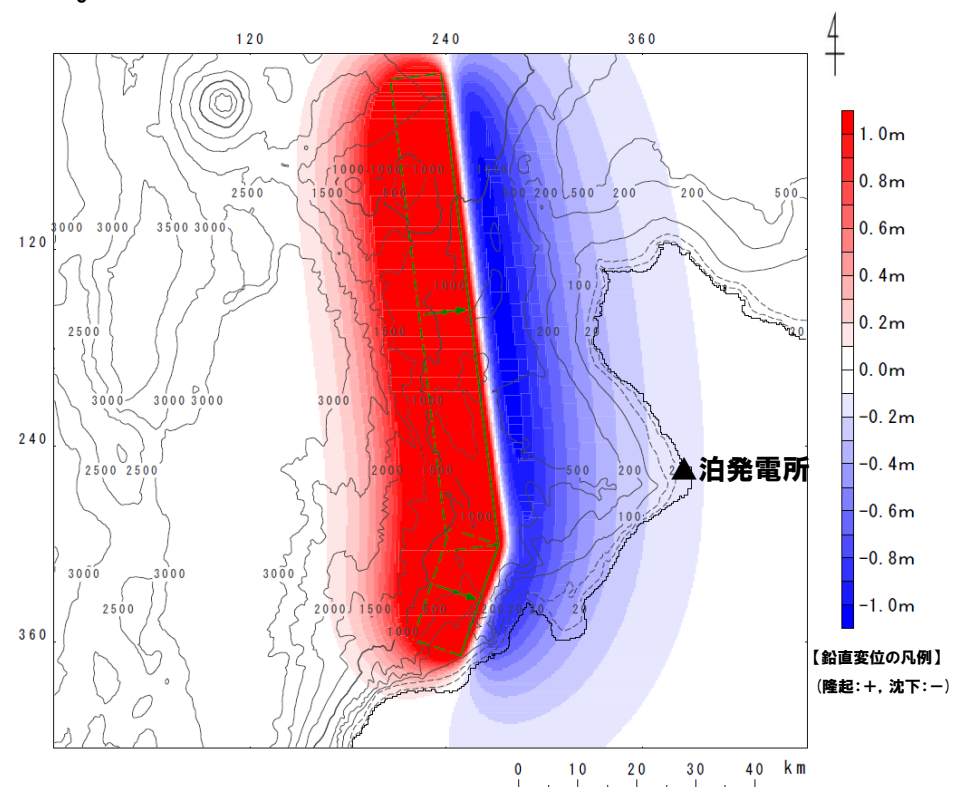
○積丹半島北西沖の断層（走向40°）及びF<sub>S</sub>-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜に対して実施した地殻変動解析結果を下図に示す。

■積丹半島北西沖の断層（走向40°）



地殻変動解析結果

■F<sub>S</sub>-10断層～岩内堆東撓曲～岩内堆南方背斜



地殻変動解析結果

【鉛直変位の凡例】  
(隆起:+, 沈下:-)

【鉛直変位の凡例】  
(隆起:+, 沈下:-)

# 5.3 評価結果

## ②地殻変動解析による傾斜算出結果

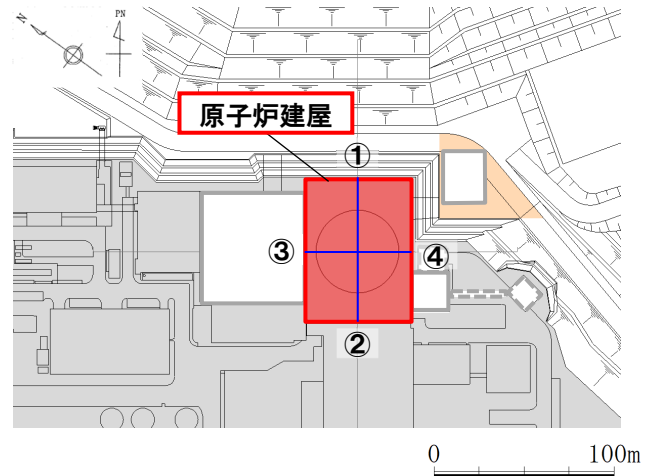
○地殻変動解析による原子炉建屋及び緊急時対策所※の傾斜算出結果を下表に示す。

※「3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価」において、緊急時対策所指揮所及び緊急時対策所待機所の傾斜を算出しており、緊急時対策所指揮所の方が傾斜が大きい(P129参照)ことから、地殻変動解析による傾斜算出位置は緊急時対策所指揮所とした。

地殻変動解析による原子炉建屋の傾斜算出結果

対象断層	変位算定位置	相対変位 (mm) ( $ \delta_{AY} - \delta_{BY} $ )	傾斜 ( $\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$ )
積丹半島北西沖の断層 (走向40°)	①②	11.65	1/6,700
	③④	6.72	1/8,600
F <sub>S</sub> -10断層 ～岩内堆東撓曲 ～岩内堆南方背斜	①②	0.62	1/120,000
	③④	0.24	1/240,000

■:地殻変動解析による断層ごとの最大傾斜

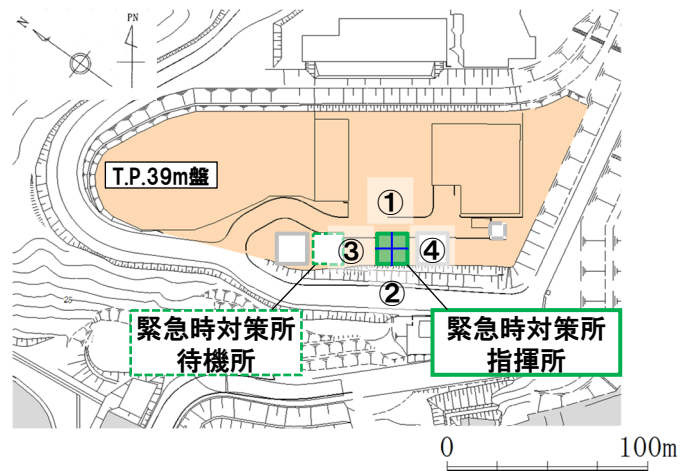


原子炉建屋における変位算定位置図

地殻変動解析による緊急時対策所の傾斜算出結果

対象断層	変位算定位置	相対変位 (mm) ( $ \delta_{AY} - \delta_{BY} $ )	傾斜 ( $\frac{ \delta_{AY} - \delta_{BY} }{L}$ )
積丹半島北西沖の断層 (走向40°)	①②	2.62	1/5,900
	③④	1.79	1/8,700
F <sub>S</sub> -10断層 ～岩内堆東撓曲 ～岩内堆南方背斜	①②	0.14	1/110,000
	③④	0.09	1/170,000

■:地殻変動解析による断層ごとの最大傾斜



緊急時対策所における変位算定位置図



## 5.3 評価結果

### ③地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜の評価結果

- 地殻変動解析による最大傾斜(前頁参照)と地震応答解析による最大傾斜(補足説明資料4章参照)を重ね合わせた結果を下表に示す。  
○原子炉建屋及び緊急時対策所の「Ⅰ. 地殻変動解析による最大傾斜」と「Ⅱ. 地震応答解析による最大傾斜」を重ね合わせた傾斜は、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。

地殻変動解析による最大傾斜と地震応答解析による最大傾斜の重ね合わせ結果

対象断層	評価対象施設	Ⅰ. 地殻変動解析による最大傾斜	Ⅱ. 地震応答解析による最大傾斜	Ⅰ及びⅡを重ね合わせた傾斜	評価基準値の目安
積丹半島北西沖の断層(走向40°)	原子炉建屋	1/6,700	1/24,000	1/5,200	1/2,000
	緊急時対策所	1/5,900	1/39,000	1/5,100	
F <sub>S</sub> -10断層 ～岩内堆東撓曲 ～岩内堆南方背斜	原子炉建屋	1/120,000	1/24,000	1/20,000	
	緊急時対策所	1/110,000	1/39,000	1/28,000	

1. 全体概要 .....	P. 5
2. 地質の概要 .....	P. 15
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 23
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.141
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.135
<b>6. 周辺斜面の安定性評価 .....</b>	<b>P.141</b>
参考文献 .....	P.174

## 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とともに、新規制基準適合性審査における主な検討項目についても明示している。

#### 6.1章 評価方針 (P144～P153参照)

【新規制基準適合性審査における主な検討項目】  
 > 液状化影響の検討

- 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、設置許可基準規則に基づき、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、斜面の傾斜方向が評価対象施設に向いており、評価対象施設からの離隔距離を確保できてい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)
- 敷地においては、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇するおそれがある。
- 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。
- 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結果※を踏まえ、原子炉建屋等周辺斜面については、液状化の影響は考慮しない。

#### 6.2章 評価対象断面の選定 (P154～P158参照)

【新規制基準適合性審査における主な検討項目】  
 > 評価対象断面の選定

- 原子炉建屋等周辺斜面については、斜面の傾斜方向が概ねSW方向の斜面と概ねW～NW方向の斜面が分布していることから、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(構成する岩級、斜面高さ、斜面の勾配、地質構造)の比較検討を行い、概ねSW方向の斜面の検討断面(原子炉建屋の中心を通る断面)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 (P159～P168参照)

#### 6.4章 評価結果 (P170～P173参照)

※三次元浸透流解析の解析条件等は、補足説明資料5章(第1055回審査会合(R4.6.23)資料抜粋)を参照。

# 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 (P159~P168参照)

- 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解析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等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を同時入力し、応答の同時性を考慮する(基礎地盤の安定性評価と同じ)。
- 原子炉建屋及び原子炉補助建屋の地下水位は、建屋の設計地下水位を参照の上、建屋基礎底面下<sup>※1</sup>に設定し、それ以外の地下水位は地表面に設定する(基礎地盤の安定性評価と同じ)。
- 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4章参照)。

※1 原子炉建屋及び原子炉補助建屋は、地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に地下水位を保持することで、揚圧力を考慮せず設計する方針である(詳細は、補足説明資料5章(第1055回審査会合(R4.6.23)資料抜粋)を参照)。

### 6.4章 評価結果 (P170~P173参照)

- 評価対象施設の周辺斜面は、下表のとおり、基準地震動による地震力に対する、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<sup>※2</sup>)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 <sup>※3</sup>	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 <sup>※2</sup> )
				評価基準値1.2

※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、設置許可基準規則に基づき、以下の項目を確認する。

**【地震力に対する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。

## 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 (P147～P153参照)

- 評価対象施設の周辺に分布する斜面に対して、斜面の傾斜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
- 敷地においては、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇するおそれがあるため、液状化の影響考慮範囲を確認



#### 【6.2章 評価対象断面の選定 (P154～P158参照)】

- 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 (P170～P171参照)

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 (P170参照)

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

余白



## 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※<sup>1</sup>及び常設重大事故等対処施設※<sup>2</sup>）の周辺に分布する斜面を下図に示す。

※<sup>1</sup> 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）。

※<sup>2</sup> 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)

- 斜面の傾斜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】

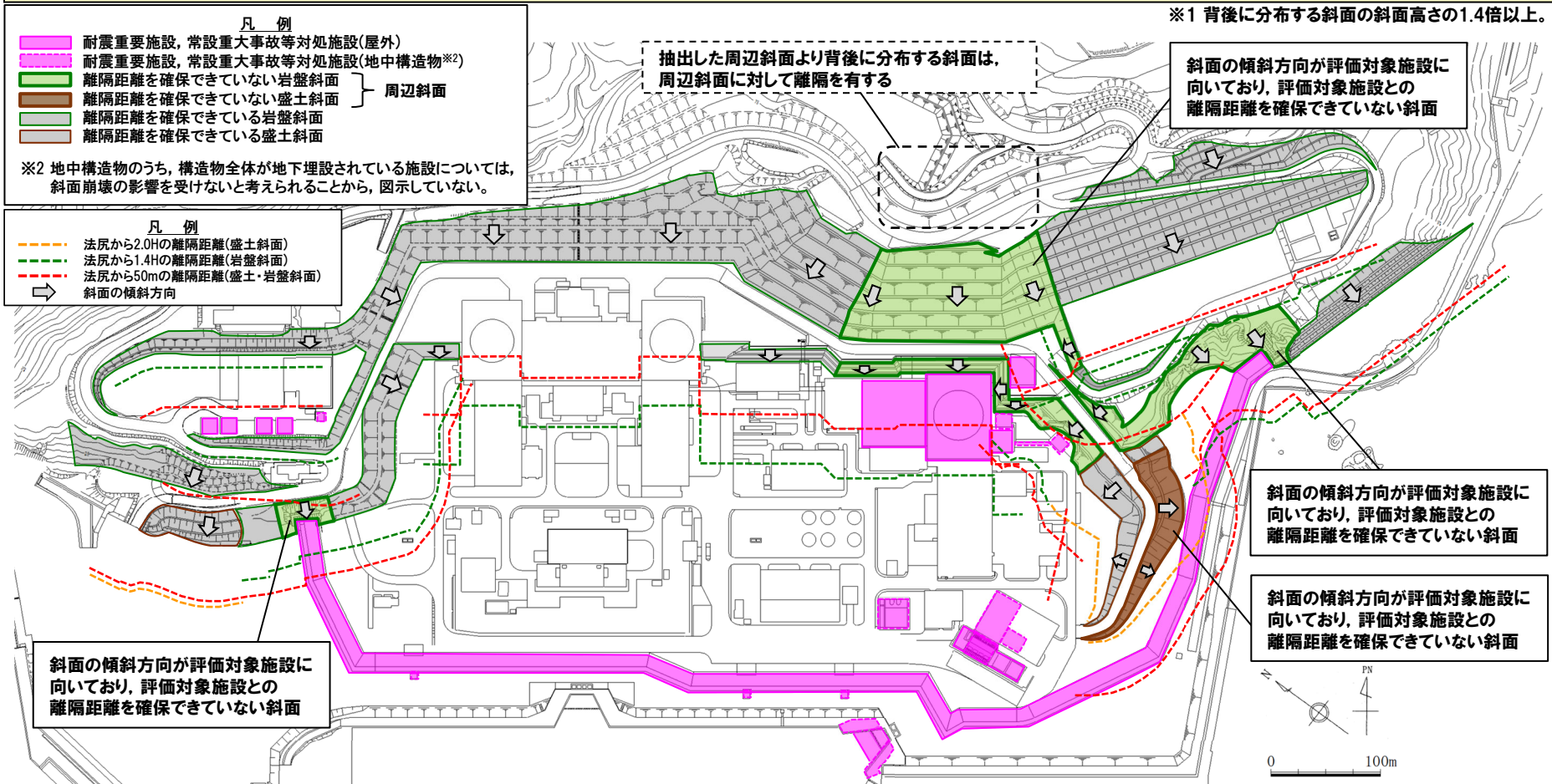
- ・岩盤斜面: 斜面の法尻から対象施設までの離隔距離が50m以内の斜面、あるいは斜面高さの1.4倍以内の斜面
- ・盛土斜面: 斜面の法尻から対象施設までの離隔距離が50m以内の斜面、あるいは斜面高さの2.0倍以内の斜面

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)

- 周辺斜面については、斜面の傾斜方向が評価対象施設に向いており、かつ前頁に示す離隔距離の基準に基づき、評価対象施設からの離隔距離を確保できていない斜面を抽出する。
- 斜面の傾斜方向及び法尻からの離隔距離を下図に示す。
- なお、抽出した周辺斜面より背後に分布する斜面（下図の黒破線部）については、斜面高さ10m程度の小規模な斜面であり、周辺斜面（下図の緑着色部）に対して離隔<sup>※1</sup>を有することから、周辺斜面として取り扱わないものの、簡便法及び動的解析においては、背後の地形や断層の分布を考慮して、背後に分布する当該斜面も含めてモデル化する。



評価対象施設の周辺に分布する斜面の傾斜方向及び法尻からの離隔距離

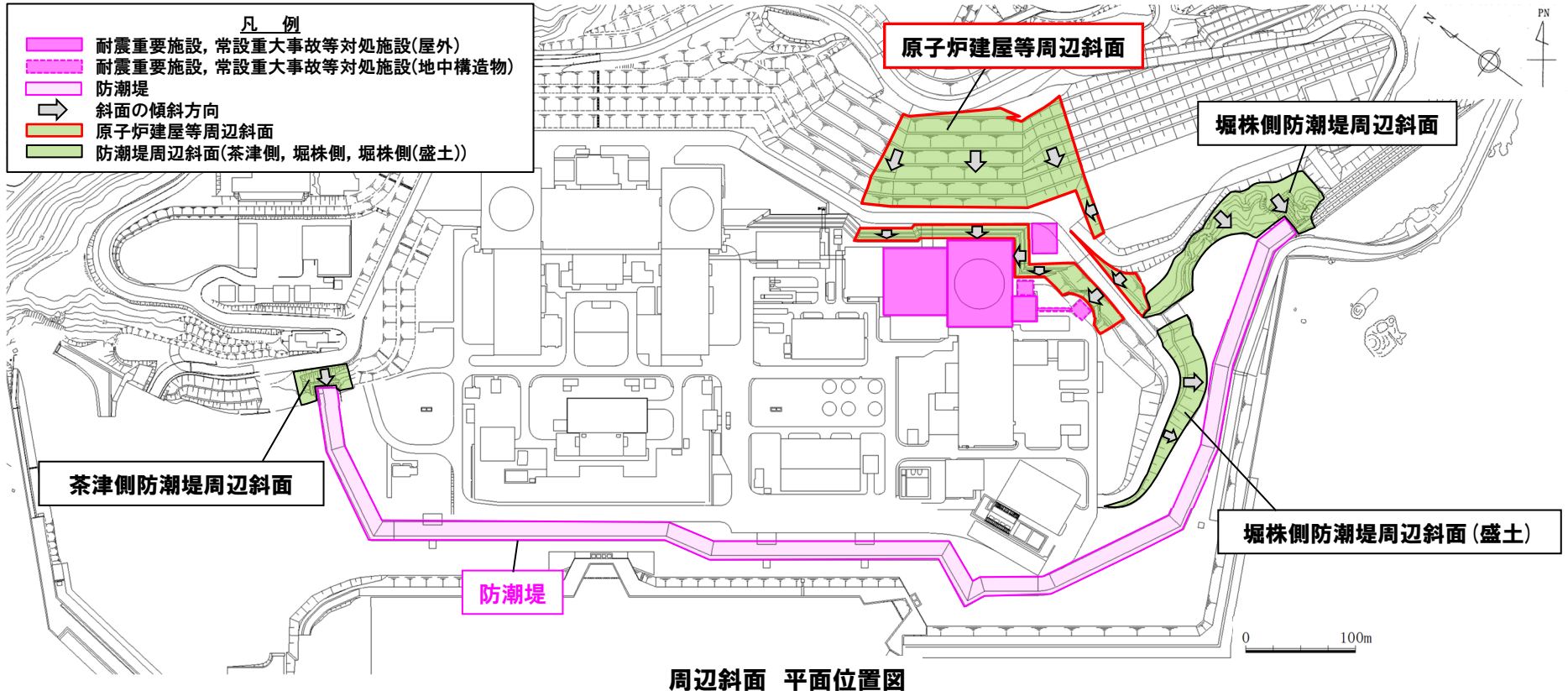
余白

# 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液状化の影響考慮範囲に関する確認(1/2)

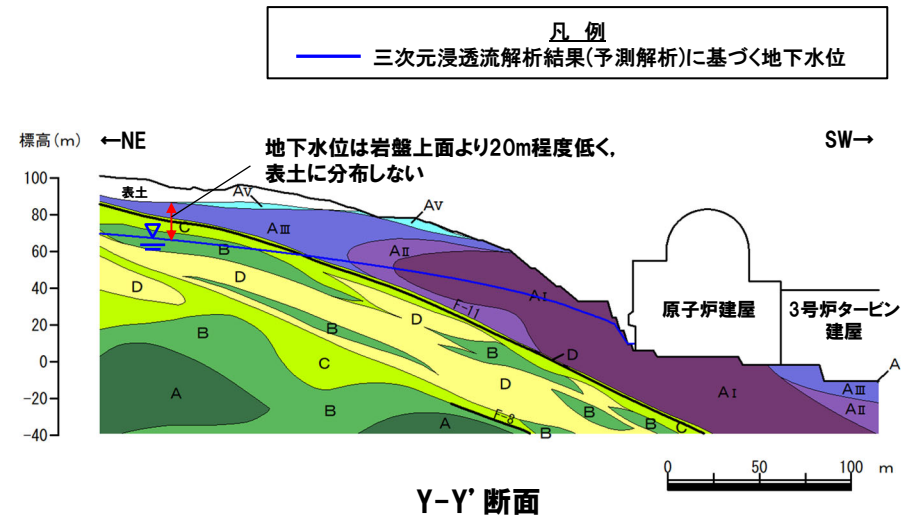
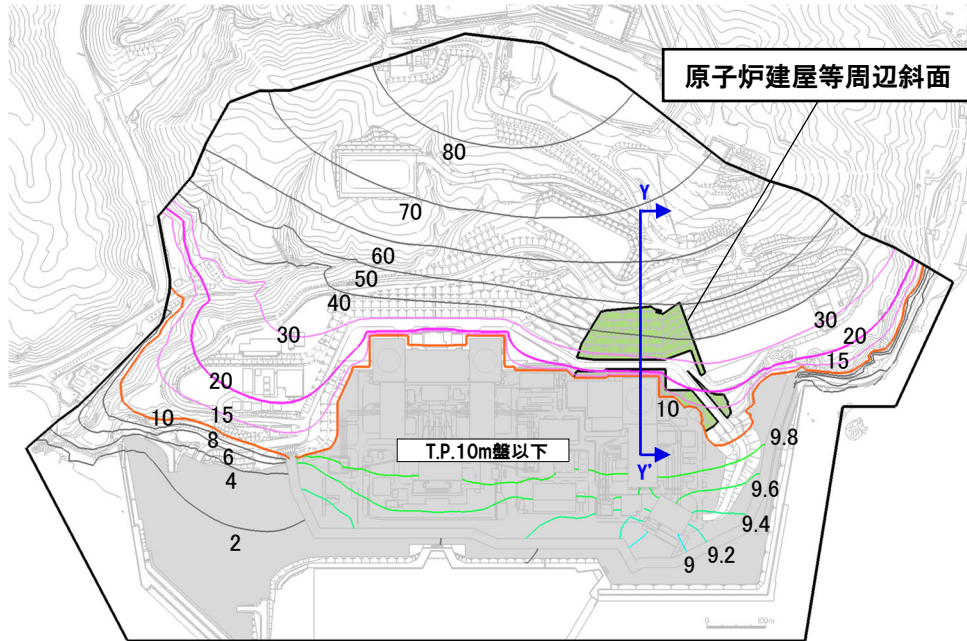
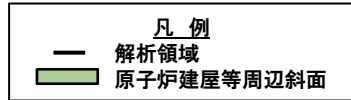
- 敷地においては、岩着構造の防潮堤設置により地下水の流れが遮断され、地下水位が上昇するおそれがある。
- 地盤の液状化を考慮する際、地表面や岩盤表面が傾斜している場合には、側方流動による影響があると考えられることから、液状化の可能性について検討する必要がある。
- このため、評価対象施設の周辺斜面の安定性評価において、液状化の影響を考慮する必要があるかを周辺斜面ごとに確認した。
- 確認に当たっては、確認用地下水位を参照した(「3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価」と同様)。
  
- 確認結果は、以下のとおり。
  - 【原子炉建屋等周辺斜面※】
    - ・原子炉建屋等周辺斜面については、表土が分布する位置において、確認用地下水位が岩盤上面よりも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。

※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液状化の影響考慮範囲に関する確認 (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を予測した三次元浸透流解析結果※

※図中の数値が記載されたコンターは地下水位を示す。



## 6.2 評価対象断面の選定

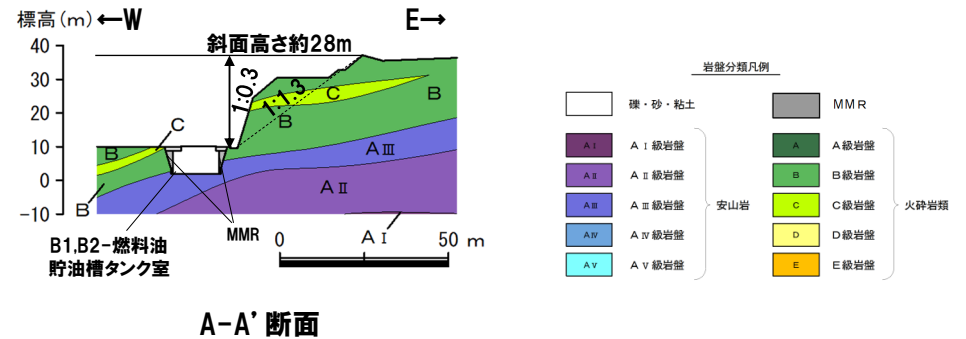
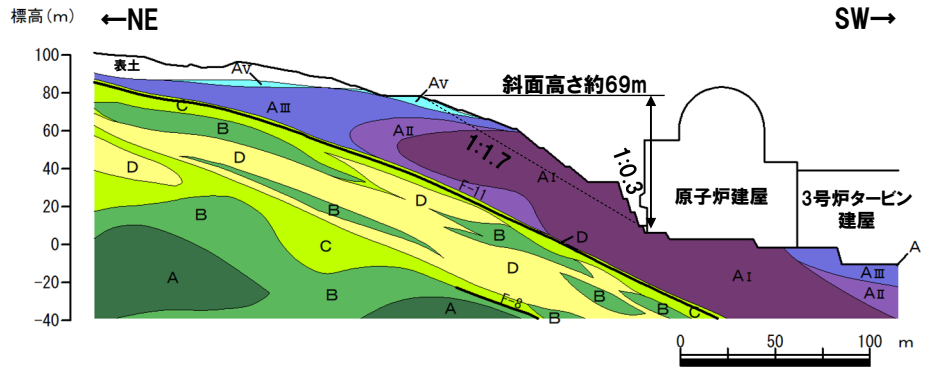
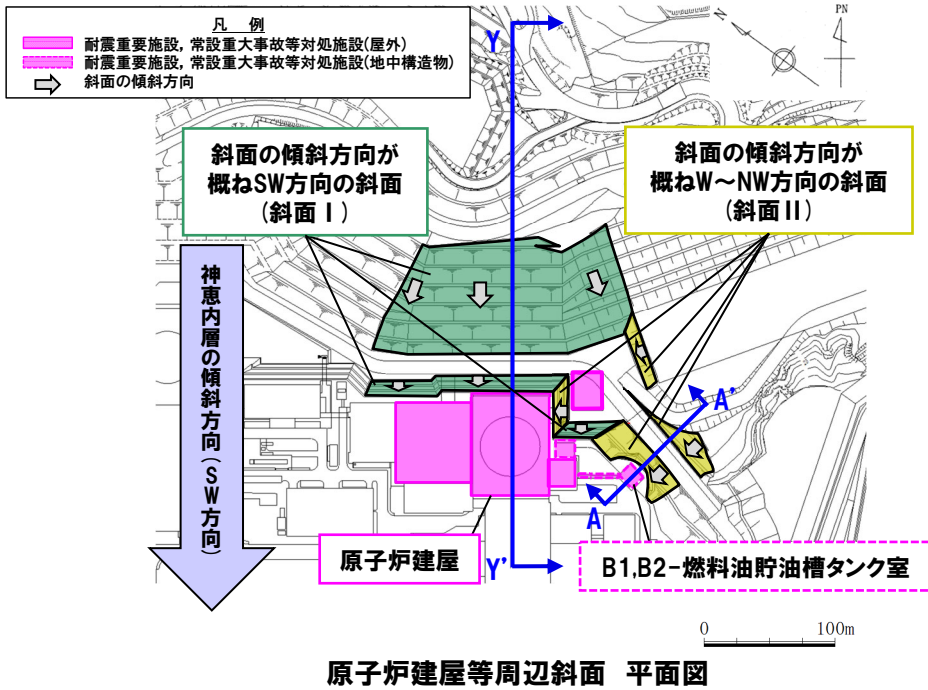
### ①原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面選定(1/3)

- 原子炉建屋等周辺斜面は、評価対象施設を取り囲むように位置しており、斜面の傾斜方向が概ねSW方向の斜面(斜面Ⅰ)と概ねW～NW方向の斜面(斜面Ⅱ)が分布していることから、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において、原子炉建屋の北東方向に、相対的に斜面高さの高い斜面が分布している。  
相対的に斜面高さの高い斜面は、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、最急勾配方向が原子炉建屋等を向いており、かつ当該斜面の中央付近となる、原子炉建屋の中心を通る位置に検討断面を設定した。  
なお、次頁の右上図(Y-Y'断面)に示すとおり、斜面Ⅰ内にはF-11断層が分布しており、当該斜面に対して斜交する位置関係であることから、Y-Y'断面よりも北西方向の断面を設定した場合、F-11断層の分布位置(深度)は、相対的に浅くなるが、当該斜面範囲において地質・地質構造は同様であることから、断面位置の設定におけるF-11断層の分布位置の影響は小さいものと考えられる(この考えの妥当性については、P172～P173に示すとおり、動的解析により確認している)。
  - ・A-A'断面:斜面Ⅱにおいて、B1,B2-燃料油貯油槽タンク室の東方向に、相対的に斜面高さの高い斜面が分布している。  
相対的に斜面高さの高い斜面は、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。
- Y-Y'断面及びA-A'断面の断面図を次頁に示す。

(P156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 (2/3)



# 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 (3/3)

(P154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<sub>IV</sub>級, A<sub>V</sub>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) 地質構造: 地層の傾斜方向に正対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 <sub>IV</sub> 級及びA <sub>V</sub> 級は、A <sub>I</sub> 級～A <sub>III</sub> 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級～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、土塊重量が大きくなるため、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、斜面の傾斜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) 地質構造	・敷地の基盤をなす神恵内層は、SW方向に傾斜しており、地層が斜面と同じ方向に傾斜している場合、流れ盤斜面となり、相対的に斜面の安定性が低い。

原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面の選定結果

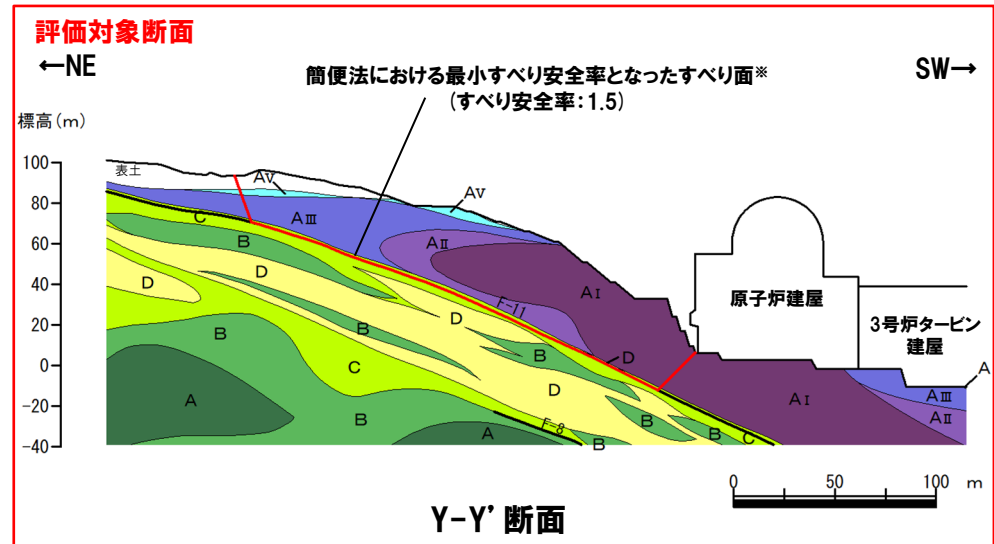
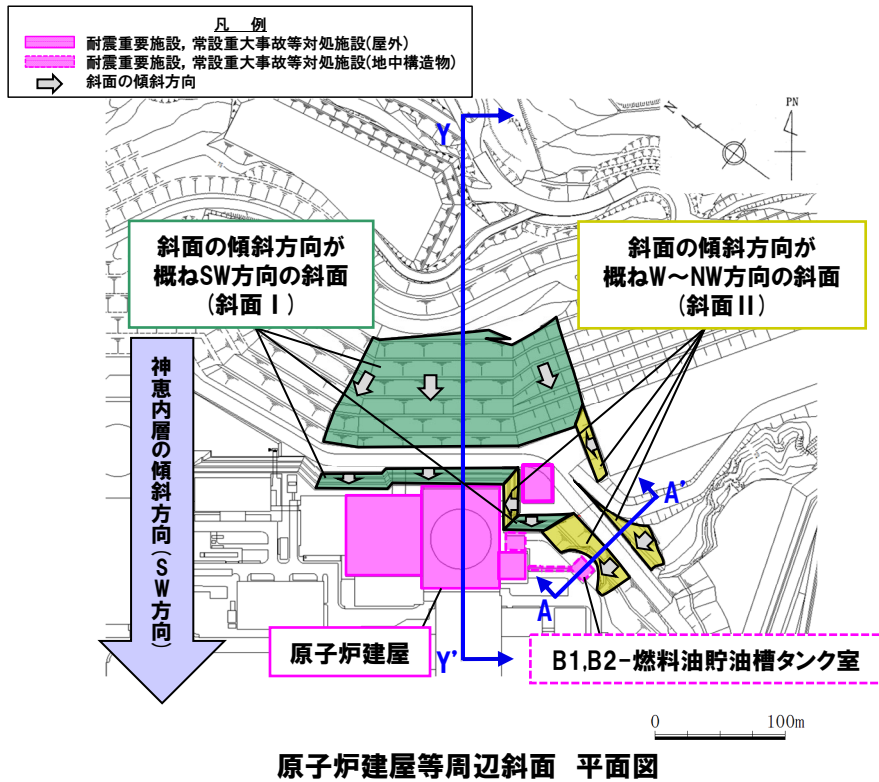
検討断面	斜面安定性の影響要因				該当する要因	選定理由
	(i) 構成する岩級	(ii) 斜面高さ	(iii) 斜面の勾配	(iv) 地質構造		
評価対象断面 Y-Y' 断面 (斜面 I)	安山岩	A <sub>I</sub> , A <sub>II</sub> , A <sub>III</sub> , A <sub>V</sub> 級	約69m	1:1.7 (一部, 1:0.3の急勾配あり)	地層の傾斜方向に正対する	(i), (ii), (iii), (iv)
	火砕岩類	B, C, D級				
A-A' 断面 (斜面 II)	安山岩	A <sub>III</sub> 級	約28m	1:1.3 (一部, 1:0.3の急勾配あり)	地層の傾斜方向に正対しない	(iii)
	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

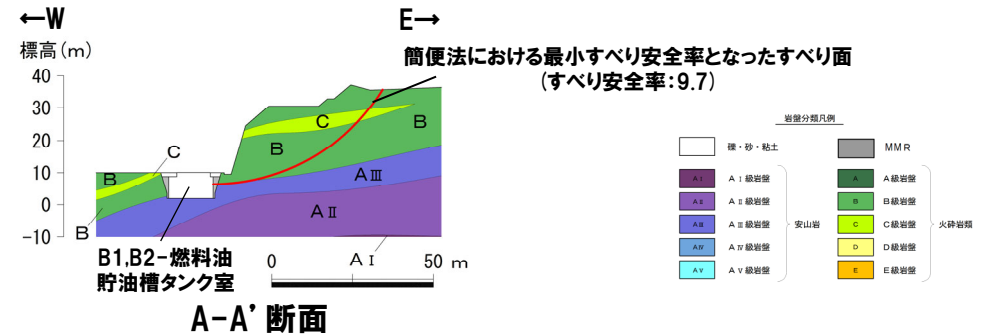
# 6.2 評価対象断面の選定

## ②原子炉建屋等周辺斜面における評価対象断面選定の妥当性確認

- 原子炉建屋等周辺斜面における評価対象断面選定の妥当性を確認するため、簡便法によりY-Y'断面とA-A'断面のすべり安全率を比較した。
- 簡便法によるすべり安全率は、JEAG4601-2015に基づく静的震度「 $K_H=0.3, K_V=0.15$ 」を用いて算定した。
- 簡便法によるすべり安全率を比較した結果、Y-Y'断面の最小すべり安全率は1.5であり、A-A'断面の9.7に比べて小さいことから、斜面安定性の影響要因を踏まえた比較検討により選定したY-Y'断面は、評価対象断面として妥当である。



※抽出した周辺斜面(左図に示す斜面I)の分布範囲に限らず、背後の地形や断層の分布を考慮して、背後に分布する斜面も含めてモデル化している。

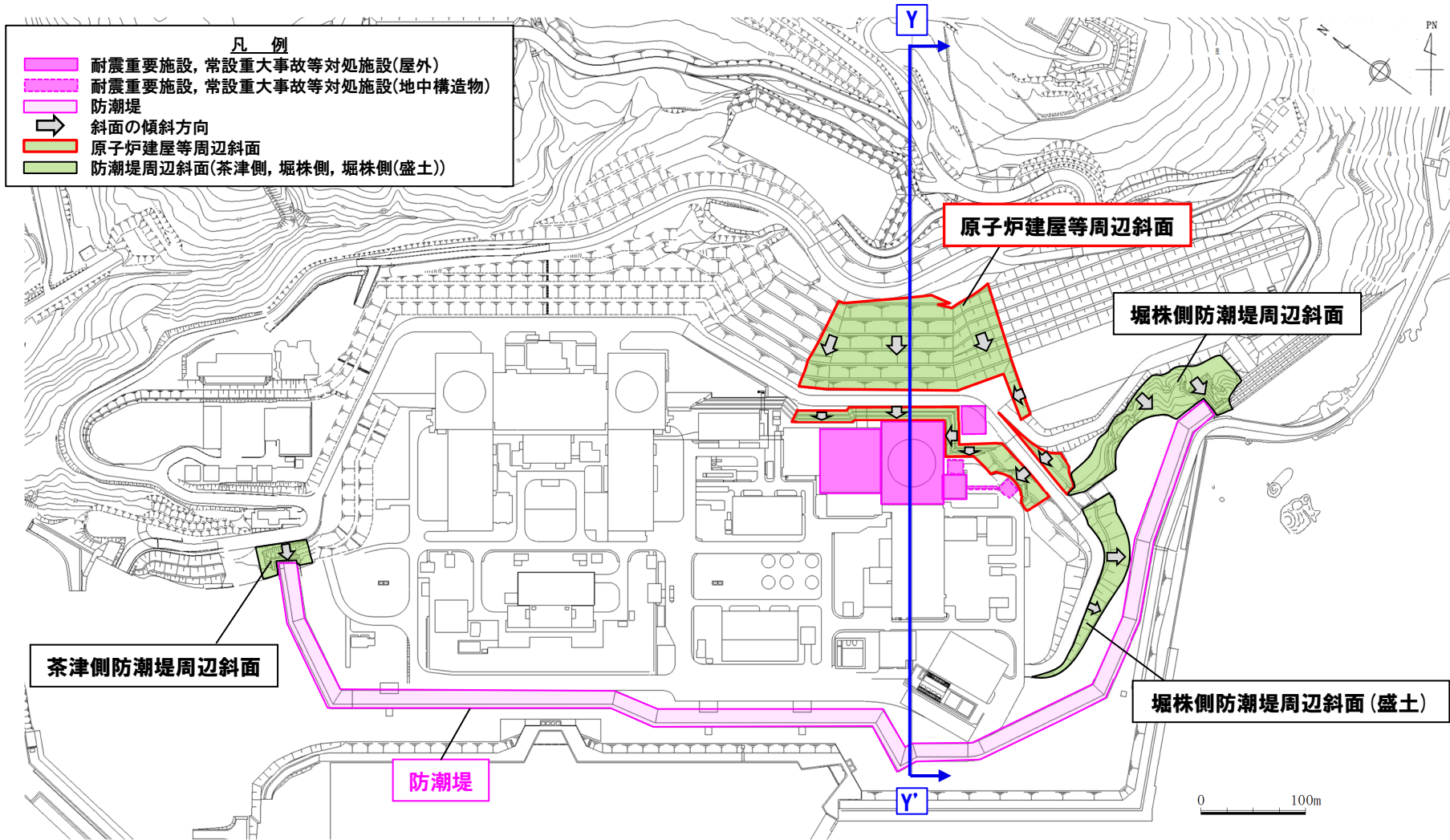




# 6.2 評価対象断面の選定

## ③ 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。

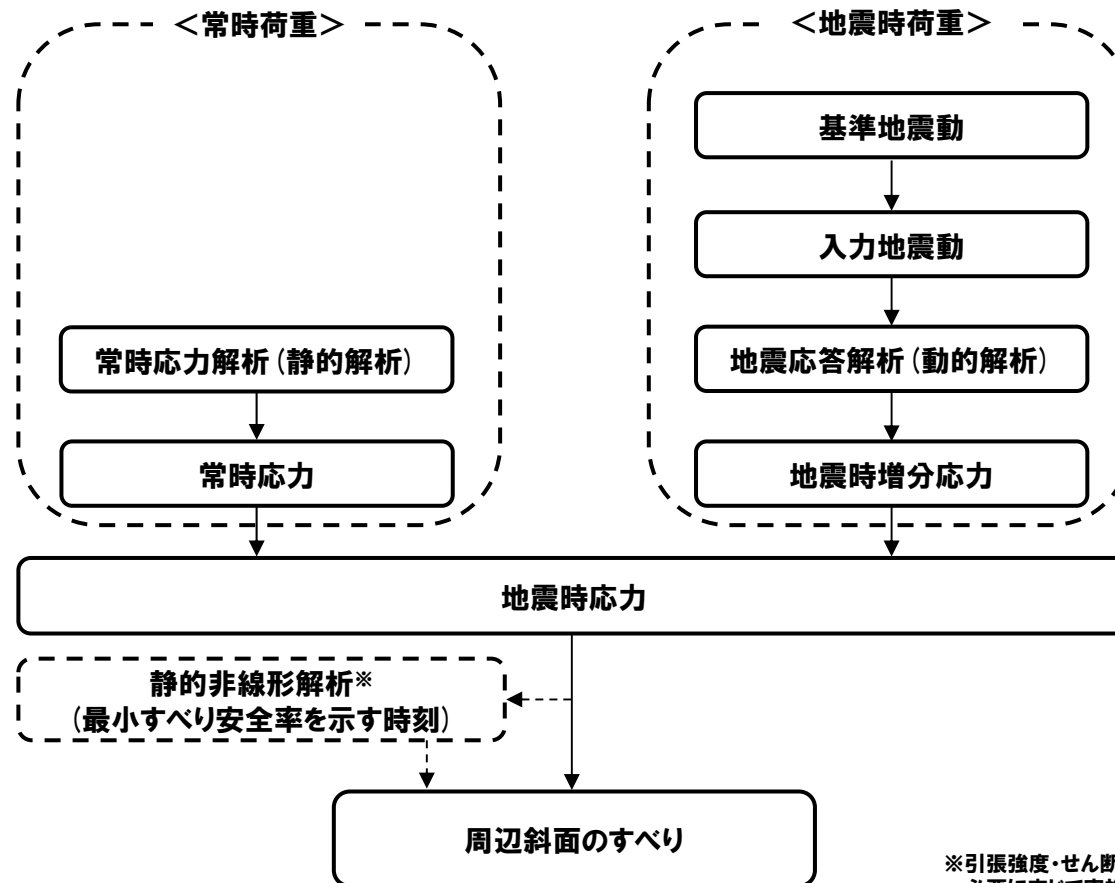


評価対象断面 平面位置図

## 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<sub>V</sub>級、火砕岩類E級、断層、表土及び埋戻土の動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性を考慮する。
- また、地震応答解析については、水平地震動及び鉛直地震動を同時入力し、応答の同時性を考慮する。



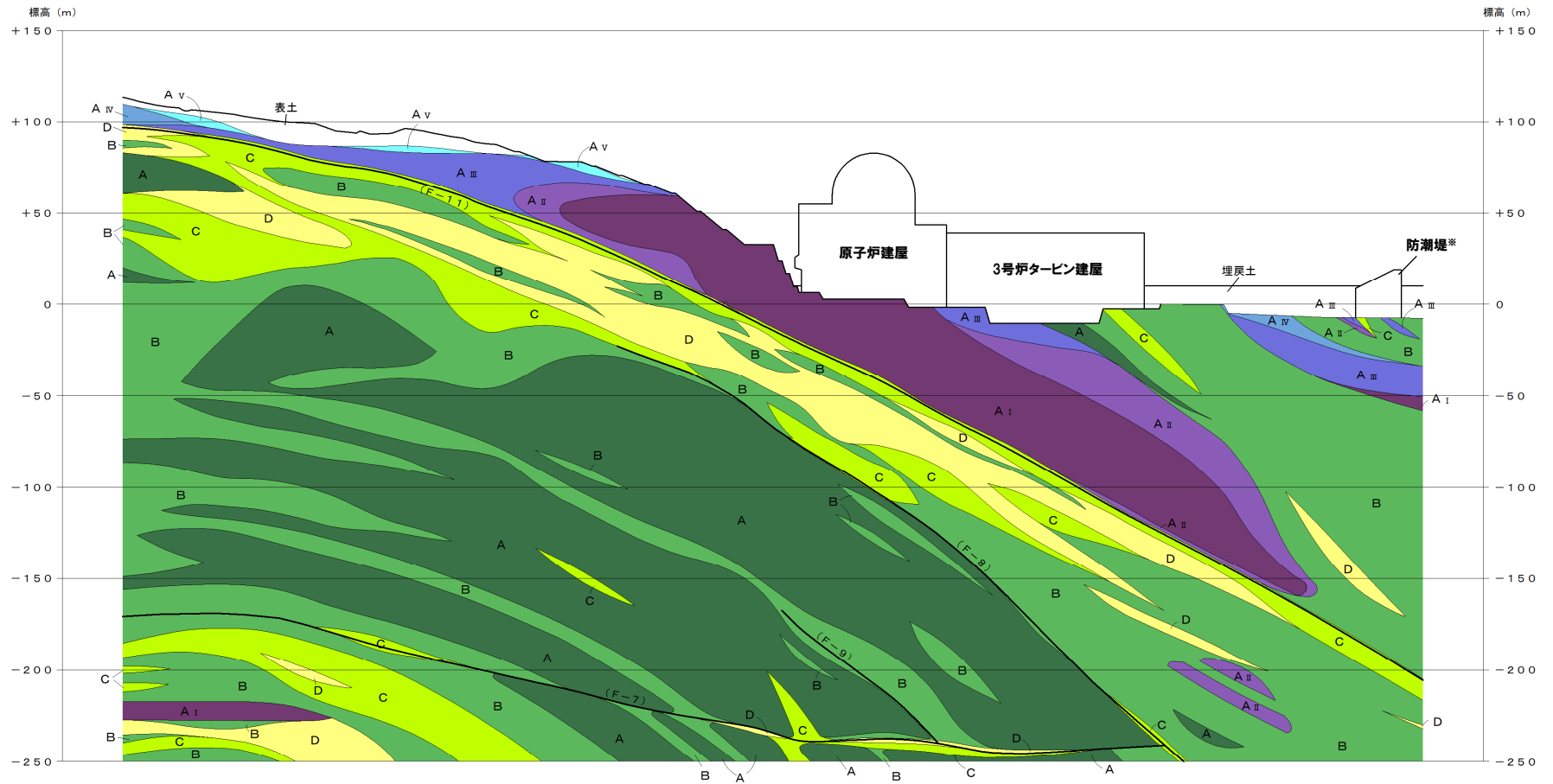
周辺斜面の安定性評価フロー

※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4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 (P82再掲)

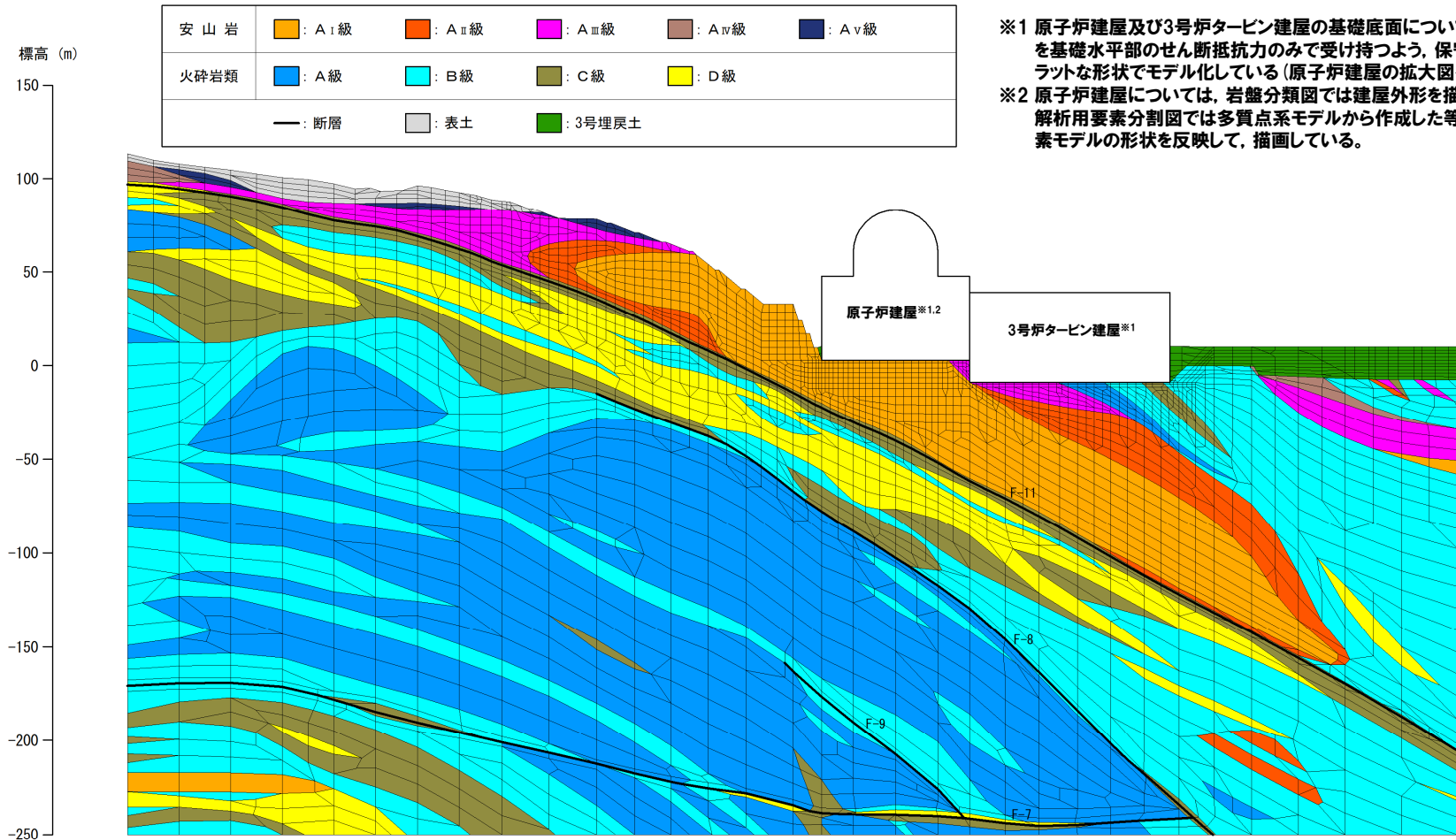
※防潮堤は、埋戻土でモデル化した(詳細はP75参照, 解析用要素分割図は次頁参照)。



# 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。



- ※1 原子炉建屋及び3号炉タービン建屋の基礎底面については、滑動力を基礎水平部のせん断抵抗力のみで受け持つよう、保守的に一律フラットな形状でモデル化している (原子炉建屋の拡大図をP84に示す)。
- ※2 原子炉建屋については、岩盤分類図では建屋外形を描画しているが、解析用要素分割図では多質点系モデルから作成した等価な有限要素モデルの形状を反映して、描画している。

解析用要素分割図:Y-Y' 断面 (P83再掲)

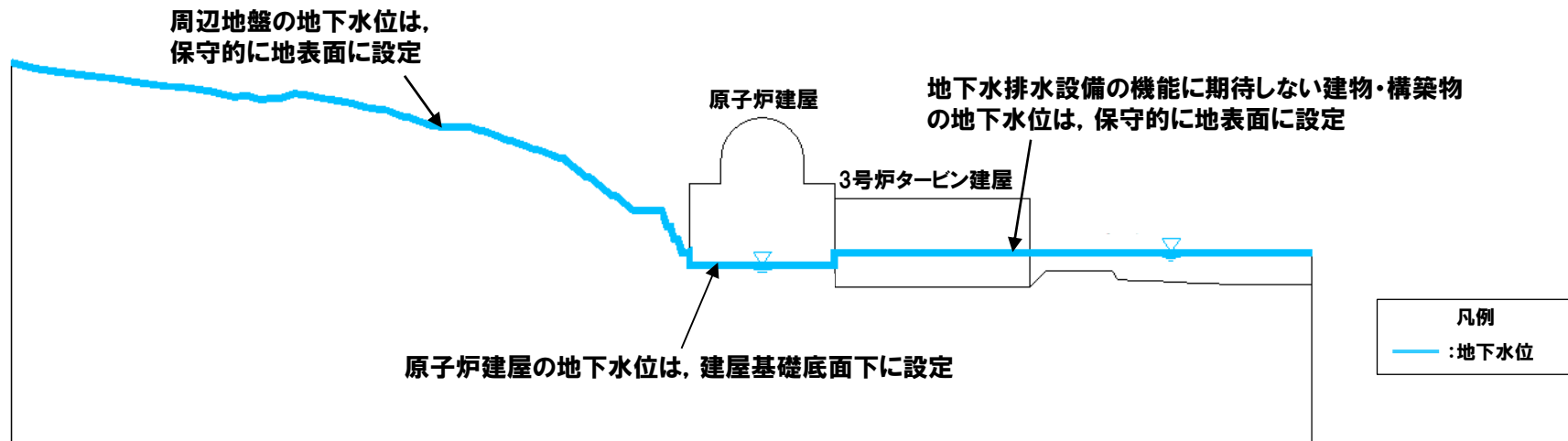
0 100m

## 6.3 評価方法

### ③-1 地下水位の設定方針

- 周辺斜面の安定性評価における地下水位の設定方針は、以下のとおりである。
  - ・原子炉建屋及び原子炉補助建屋の地下水位は、建屋の設計地下水位を参照の上、建屋基礎底面下※に設定し、それ以外の地下水位は地表面に設定する。
- 上記の地下水位の設定方針に基づき、二次元動的有限要素法において設定した地下水位を次頁に示す。

※原子炉建屋及び原子炉補助建屋は、地下水排水設備の機能に期待し、建屋基礎底面下に地下水位を保持することで、揚圧力を考慮せず設計する方針である（詳細は、補足説明資料5章（第1055回審査会合（R4.6.23）資料抜粋）を参照）。



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いて設定した地下水位

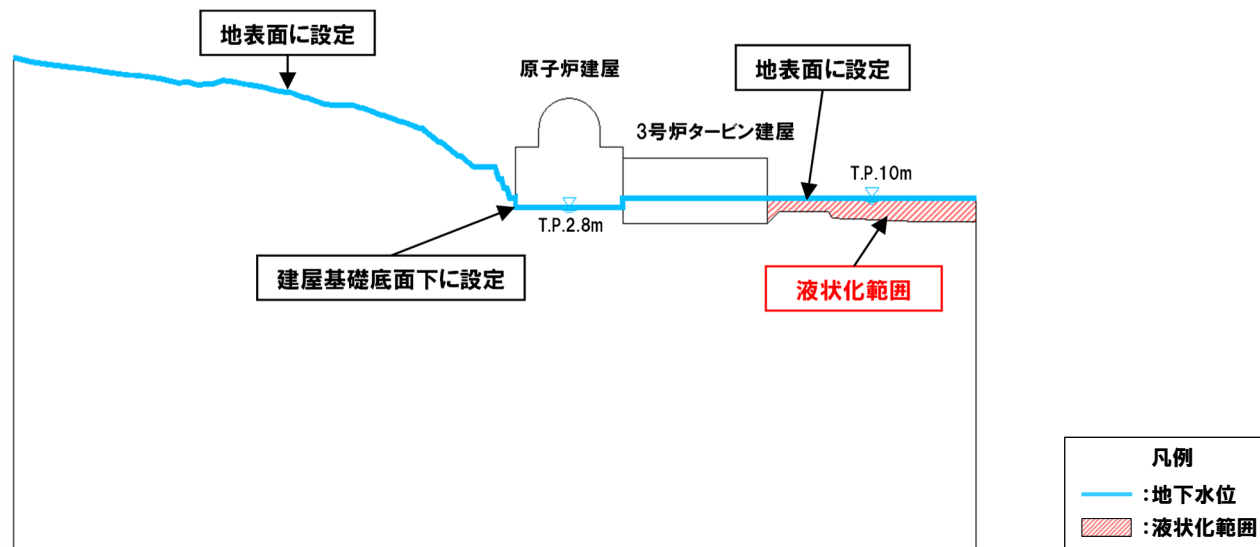
○二次元動的有限要素法における地下水位については、以下のとおり設定した。

【原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面】

○Y-Y' 断面における地下水位は、地表面を基本として、原子炉建屋は建屋基礎底面下に設定した。

○なお、Y-Y' 断面については、「3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価」の評価対象断面と同一であることから、当該断面の地下水位以深に分布する埋戻土については、液状化範囲とした (P91参照)。

#### ■原子炉建屋等周辺斜面の評価対象断面



Y-Y' 断面 (P91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 (P34参照)。

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

余白

# 6.3 評価方法

## ⑤すべり面の設定方法(1/3)

○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。

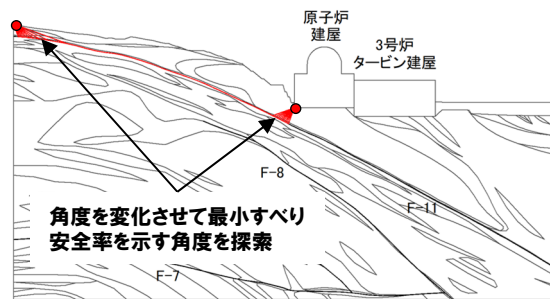
- ・断層を通るすべり面 : 固定点を設定し、岩盤内を通る角度をパラメトリックに設定する。岩盤内を通る角度は、受働崩壊角及び主働崩壊角 ( $45^\circ \pm \phi/2$ ,  $\phi=50^\circ$  ※1) を踏まえ、 $20^\circ \sim 70^\circ$  の範囲を $5^\circ$  間隔に設定する(設定例は下図a参照)。
- ・応力状態を考慮したすべり面: 審査ガイド※2に準拠し、設定したすべり面について、要素の安全率が低い領域やモビライズド面との位置関係を踏まえ、上記で設定したすべり面の妥当性を確認する。モビライズド面等からすべり面が想定される場合は、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)。

### ■断層を通るすべり面の設定例(Y-Y'断面)

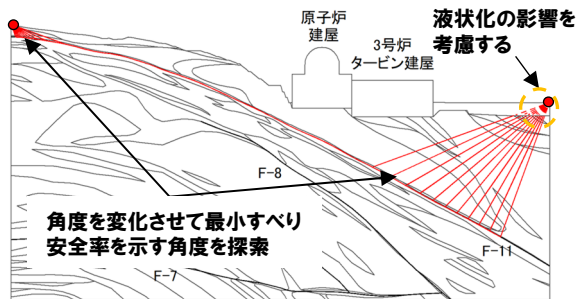
#### [a. 断層を通るすべり面]

- ・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。

(斜面内のみを通るすべり面)



(斜面内から原子炉建屋基礎底面の下方を通るすべり面)

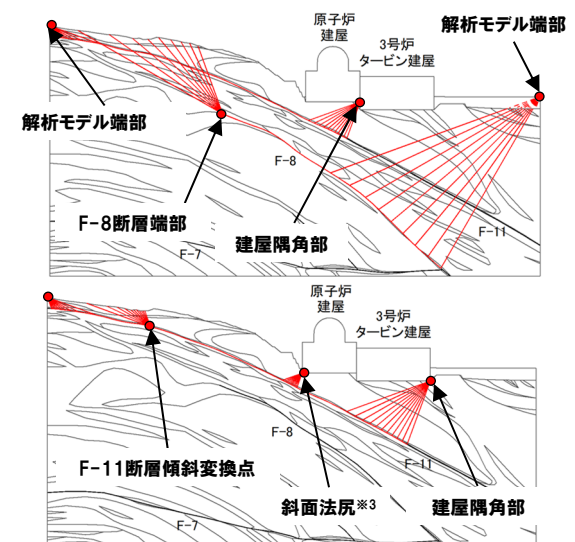


- 凡例
- : 岩級区分線
  - : 断層
  - : すべり面
  - : 固定点

- ※1  $\phi$  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。
- ※3 Y-Y'断面における斜面法尻の拡大図をP168に示す。

#### 【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、斜面法尻※3や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。



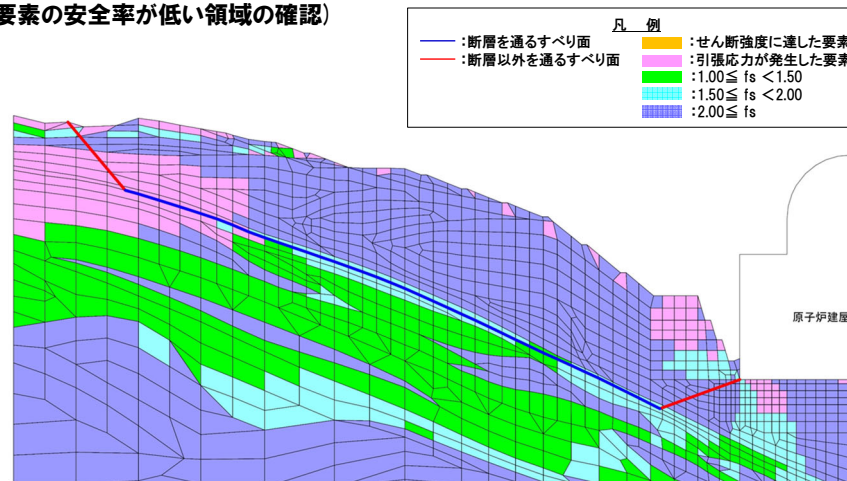
## 6.3 評価方法

### ⑤すべり面の設定方法 (2/3)

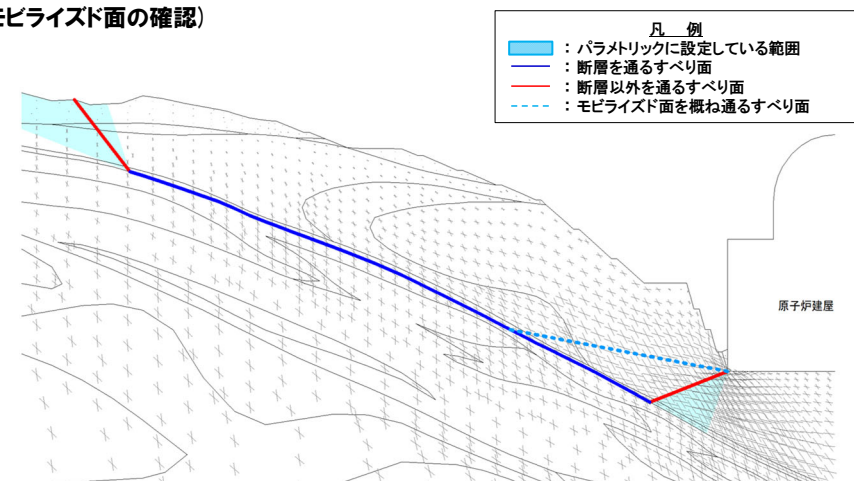
【b. 応力状態を考慮したすべり面 (詳細は、補足説明資料4章参照)】

- ・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。
- ・なお、評価対象断面であるY-Y'断面において、設定したすべり面がすべり安全率の低いすべり面になっていることから、すべり面の追加設定はしていない。

(要素の安全率が低い領域の確認)



(モビライズド面の確認)

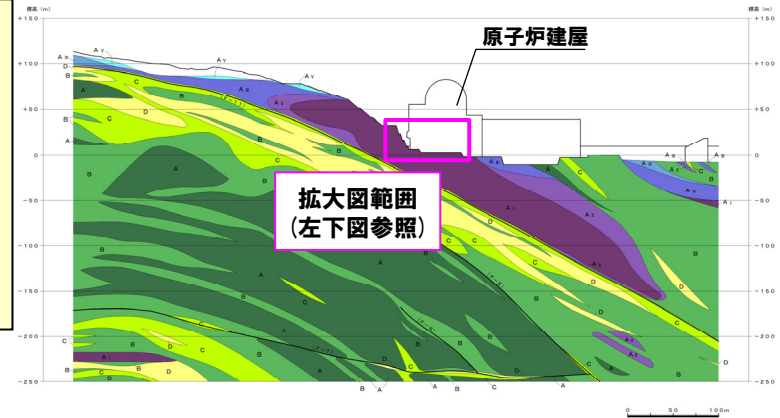




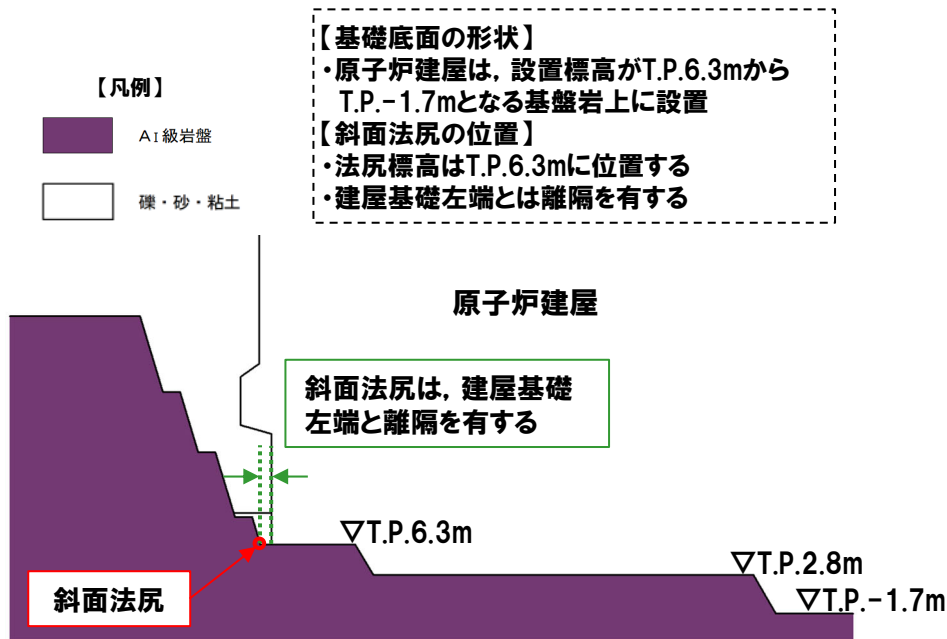
# 6.3 評価方法

## ⑤すべり面の設定方法 (3/3)

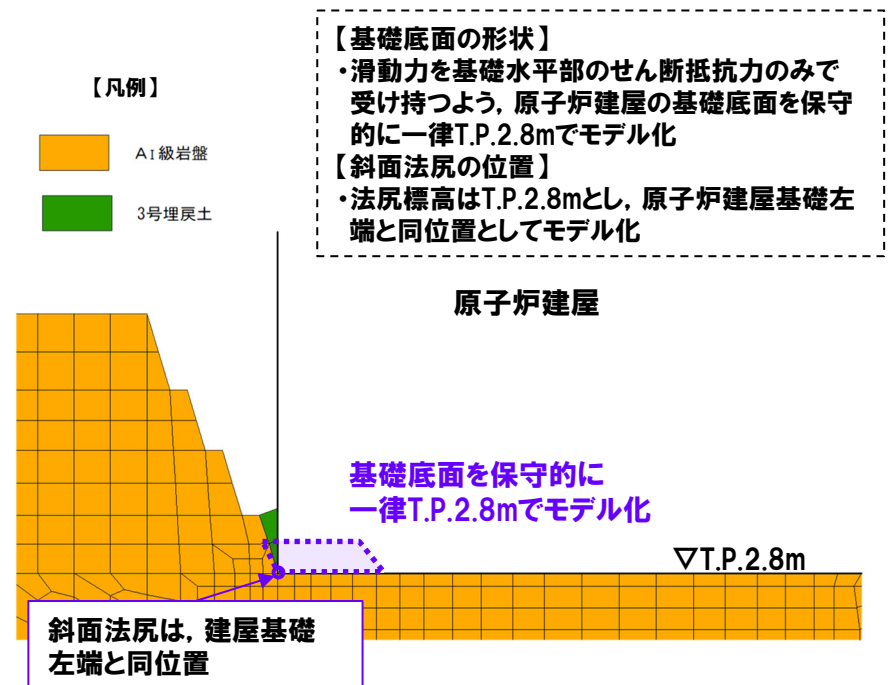
- P166に示す断層を通るすべり面の設定のうち、【固定点の設定の考え方】においては、応力が集中しやすい斜面法尻に固定点を設定することとしている。
- Y-Y'断面における斜面法尻は、実際には、岩盤分類図(左下図参照)に示すとおり、T.P.6.3mに位置し、原子炉建屋基礎左端とは離隔を有する。
- 解析上は、解析用要素分割図(右下図参照)に示すとおり、原子炉建屋基礎底面を一律T.P.2.8mとし、斜面法尻についても標高T.P.2.8mとすることで、原子炉建屋基礎左端と同位置としてモデル化しているが、当該固定点を通るすべりについては、斜面法尻に抜けるすべり面として取り扱っている。



岩盤分類図: Y-Y' 断面



岩盤分類図 (斜面法尻付近拡大)



解析用要素分割図 (斜面法尻付近拡大)

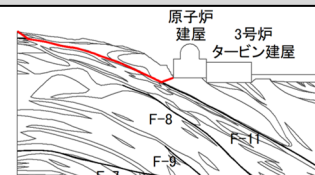
余白

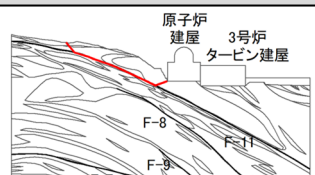
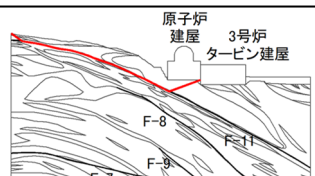
# 6.4 評価結果

## 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。
- 動的解析の結果, Y-Y' 断面において, 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。
- また, 静的非線形解析を実施した結果, すべり安全率は2.1であり, 評価基準値1.2を上回ることを確認した(詳細は, 補足説明資料4章参照)。

※1 各地震動に対する評価結果の詳細は, 補足説明資料4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>解析モデル左端からF-11断層を通り 斜面法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	1.7 [7.53]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
2	 <p>地表からF-11断層を通り 斜面法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-4 (+,+)	1.6 (1.4) <2.1> [7.52]
3	 <p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	2.0 [7.54]

— :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, <>は静的非線形解析における最小すべり安全率を, []は発生時刻(秒)を示す。

# 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
4	<p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	2.1 [7.52]	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]
5	<p>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</p>	Ss3-4 (+,+)	2.3 [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]
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]	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]
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]	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。

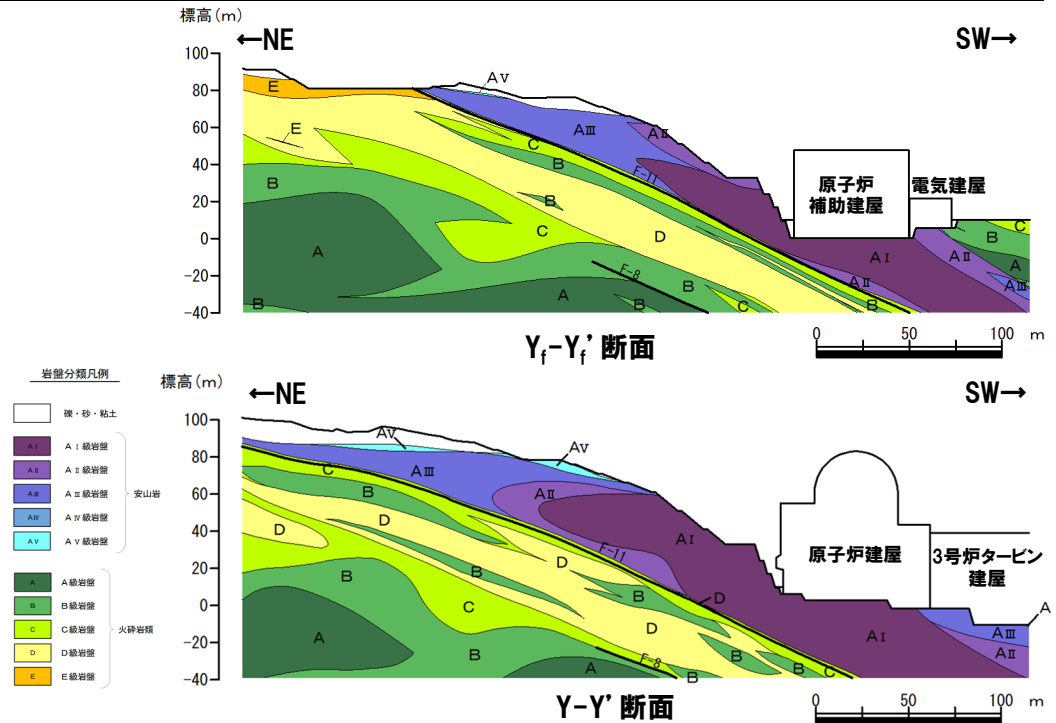
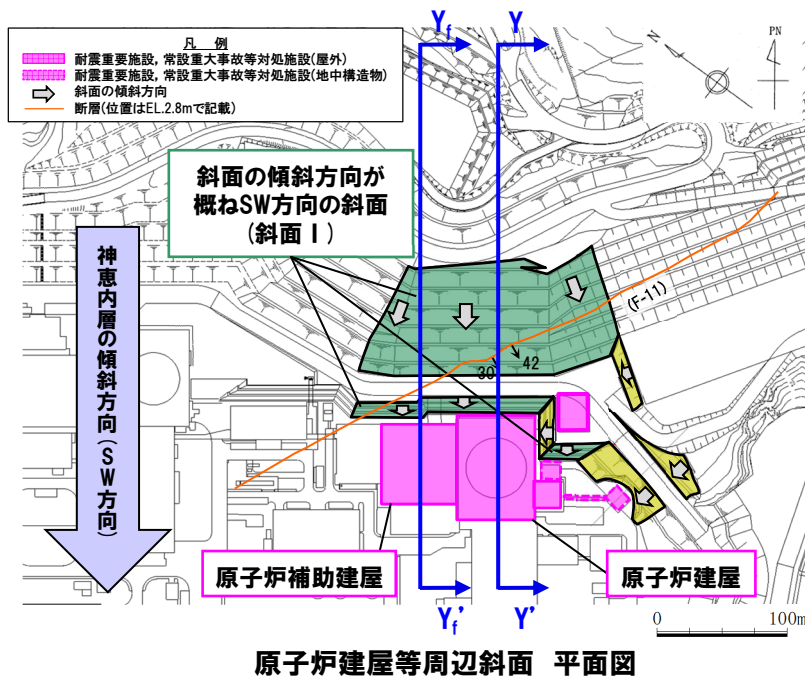
※2 [ ]は発生時刻(秒)を示す。

※3 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す(P163参照)。

# 6.4 評価結果

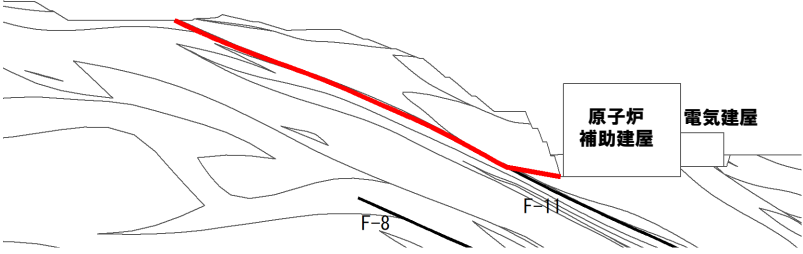
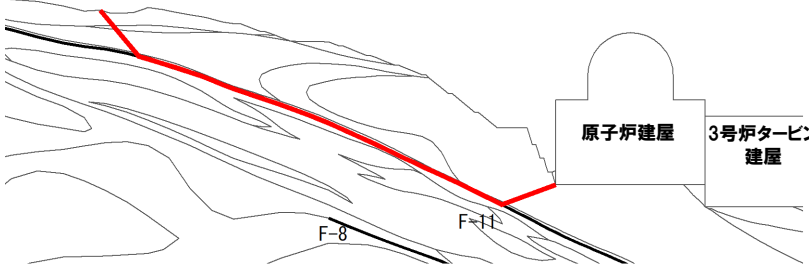
## (参考) Y-Y' 断面 (原子炉建屋周辺斜面) 設定位置の妥当性確認 (1/2)

- 斜面 I 内にはF-11断層が分布しているが、当該斜面に対して斜交する位置関係であることから、Y-Y' 断面よりも北西方向の断面を設定した場合、F-11断層の分布位置(深度)は、相対的に浅くなる。しかし、以下の理由により、断面位置の設定においては、F-11断層の分布位置の影響は小さいものと考えられる。
  - ・基盤岩である神恵内層は、SW方向に傾斜しており、当該斜面範囲においてこの構造は同様である。
  - ・F-11断層の直上には、神恵内層のうち、堅硬な安山岩が広く分布している。
- このため、断面位置の設定において、F-11断層の分布位置の影響は小さいと考えられるものの、評価対象断面であるY-Y' 断面の設定位置が妥当であることを確認するため、相対的にF-11断層が浅く分布する断面(Y<sub>f</sub>-Y'<sub>f</sub>断面)とY-Y' 断面について、動的解析により、すべり安全率を比較した。
- すべり安全率を比較するすべり面は、Y-Y' 断面において最小すべり安全率を示す、地表からF-11断層を通り斜面法尻に抜けるすべり面とした(すべり面形状No.2, P170参照)。
- 動的解析に用いた基準地震動は、Y-Y' 断面において最小すべり安全率を示すSs3-4とした。
- 動的解析によるすべり安全率を比較した結果、Y<sub>f</sub>-Y'<sub>f</sub>断面の最小すべり安全率は1.6であり、評価対象断面であるY-Y' 断面の1.6と同程度であることから、断面位置の設定において、F-11断層の分布位置の影響は小さいと判断される(次頁参照)。



## 6.4 評価結果

(参考) Y-Y' 断面 (原子炉建屋周辺斜面) 設定位置の妥当性確認 (2/2)

Y <sub>f</sub> -Y' <sub>f</sub> 断面のすべり面*	Y-Y' 断面のすべり面 (すべり面形状No.2)
	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基準地震動 : Ss3-4 (+,+)</li> <li>• 時刻 : 7.52秒</li> <li>• すべり安全率 : 1.6</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基準地震動 : Ss3-4 (+,+)</li> <li>• 時刻 : 7.52秒</li> <li>• すべり安全率 : 1.6</li> </ul>

※すべり面の設定方法 (P166~P167参照) に基づき、岩盤内を通る角度をパラメトリックに設定し、モビライズド面から想定されるすべり面も確認した上で、最小すべり安全率を算定した。



- (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 (2009):地盤材料試験の方法と解説
- (4) 建設省 (1970):土木試験基準 (案)
- (5) 社団法人地盤工学会 (2000):土質試験の方法と解説 第一回改訂版
- (6) 社団法人地盤工学会 (1995):地盤調査法
- (7) 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-
- (8) 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>
- (9) 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
- (10) 社団法人土木学会 (2002):コンクリート標準示方書 構造性能照査編
- (11) 社団法人地盤工学会 (2007):設計用地盤定数の決め方-岩盤編-
- (12) 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
- (13) 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.
- (14) [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]