

# 泊発電所3号炉

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

令和5年10月18日  
北海道電力株式会社

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

1. 全体概要 .....	P. 5
2. 地質の概要 .....	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 25
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.157
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.161
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.165
参考文献 .....	P.194

## 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)

 : 今後説明予定※3  
(基準津波 (地震に伴う津波) の評価が完了次第説明予定)

※1 防潮堤以外の津波防護施設等は、配置や構造等が変更になる可能性があるが、変更になった場合は、改めて説明する。

※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。

※3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価については、解析に着手しているが、基準津波 (地震による津波) の審議結果を踏まえた説明を行う予定である。このため、新設防潮堤に関係しない施設の地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価の評価結果については、「新設防潮堤の形状・構造を踏まえた新設防潮堤を含む断面の評価結果」の審査に合わせて、説明する。

余白



<b>1. 全体概要</b> .....	<b>P. 5</b>
2. 地質の概要 .....	P. 17
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 25
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.157
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.161
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.165
参考文献 .....	P.194

# 1.1 評価方針

## ① 評価方針

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

### ■基礎地盤の安定性評価

#### 1. 将来活動する可能性のある断層等の有無

耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設が設置される地盤には、将来活動する可能性のある断層等が露頭していないことを確認する。

#### 2. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設が設置される地盤の安定性について、以下の観点から確認する。

- (1) 基礎地盤のすべり
- (2) 基礎の支持力
- (3) 基礎底面の傾斜

#### 3. 周辺地盤の変状による重要な安全機能を有する施設への影響評価

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

#### 4. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響

地震発生に伴う地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓みの影響を受けないことを確認する。

### ■周辺斜面の安定性評価

#### 1. 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

周辺斜面が崩壊し、施設に影響を与えないことを確認する。

※<sup>1</sup> 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。

※<sup>2</sup> 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）。

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

# 1.1 評価方針

## (参考) 設置許可基準規則

### (設計基準対象施設の地盤)

#### 第3条

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

### (地震による損傷の防止)

#### 第4条

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

### (重大事故等対処施設の地盤)

#### 第38条

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

### (地震による損傷の防止)

#### 第39条

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

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

# 1.1 評価方針

## ②設置許可基準規則に基づく確認内容

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

設置許可基準規則		確認内容	本資料の対応
本文	別記		
第3条第1項 第38条第1項 施設を十分に支持することができる地盤に設けなければならない	地震力が作用することによって弱面上のずれ等が発生しないことを含め、地震力に対する支持性能が確保されている	<ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> <li>○動的解析では、液状化による影響を考慮する。</li> <li>○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。</li> </ul>	3章
	地震力が作用した場合においても、接地圧に対する十分な支持力を有する設計である	<ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> </ul>	3章
第3条第2項 第38条第2項 施設は変形した場合においてもその安全機能が損なわれるおそれがない地盤に設けなければならない	地震発生に伴う建物・構築物間の不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等の周辺地盤の変状	<ul style="list-style-type: none"> <li>○施設の設置状況を踏まえ、地震発生に伴う不等沈下、液状化及び揺すり込み沈下等を起因とする施設間の不等沈下が生じないことを確認する。</li> </ul>	4章
	地震発生に伴う地殻変動によって生じる支持地盤の傾斜及び撓み	<ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> </ul>	5章
第4条第4項 第39条第2項 施設は斜面の崩壊に対して安全機能が損なわれるおそれがないものでなければならない	<p>基準地震動による安定解析を行い、崩壊のおそれがないことを確認する</p> <p>崩壊のおそれがある場合には、当該部分の除去及び敷地内土木工作物による斜面の保持等の措置を講ずる</p> <p>地質・地盤の構造、地盤等級区分、液状化の可能性及び地下水の影響等を考慮する</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○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。</li> <li>○動的解析では、液状化による影響を考慮する。</li> </ul>	6章

余白

## 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</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)。

## 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、施設区分及び設置標高の観点から、3つにグループ分けを行い、基礎地盤安定性に影響を及ぼす要因を踏まえ、各グループから代表施設及び評価対象断面の選定を行った。

(次頁へ続く)

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

※2 設置許可基準規則第38条の対象となる常設耐震重要重大事故防止設備又は常設重大事故緩和設備が設置される重大事故等対処施設(特定重大事故等対処施設を除く)。

グループA (T.P.10m盤以下, 防潮堤以外)	
原子炉建屋	代表施設
原子炉補助建屋	
ディーゼル発電機建屋	
A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	
B1,B2-燃料油貯油槽タンク室	
B1,B2-ディーゼル発電機燃料油貯油槽トレンチ	
原子炉補機冷却海水管ダクト	
原子炉補機冷却海水ポンプ出口ストレーナ室	
取水ピットポンプ室	
取水ピットスクリーン室	
3号炉取水ピットスクリーン室防水壁	
3号炉放水ピット	
3号炉放水ピット流路縮小工	
3号炉原子炉補機冷却海水放水路逆流防止設備	
取水路	
取水口	
貯留堰	
グループB (T.P.10m盤より高標高, 防潮堤以外)	
代替非常用発電機	
緊急時対策所指揮所	
緊急時対策所待機所	代表施設
指揮所用空調上屋	
待機所用空調上屋	
燃料タンク(SA)室	
グループC (T.P.10m盤以下, 防潮堤)	
防潮堤	代表施設
構内排水設備(出口側)	
屋外排水路逆流防止設備	
1号及び2号炉取水路	
1号及び2号炉取水路流路縮小工	
1号及び2号炉放水路	
1号及び2号炉放水路逆流防止設備	

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



# 1.3 評価結果の概要

## 評価結果の概要 (基礎地盤の安定性評価) (2/2)

(前頁からの続き)

### 1. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価結果 (3章参照)

#### (i) 基礎地盤のすべり

○基礎地盤のすべりについては、下表に示すとおり、全てのケースですべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認した。なお、強度のばらつき(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

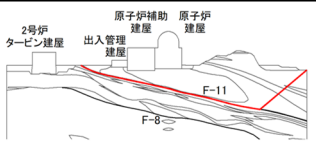
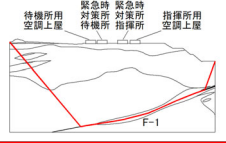
○基礎底面の傾斜については、下表に示すとおり、全てのケースで基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を下回ることを確認した。

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

### 3. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価結果 (5章参照)

○今後説明予定

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

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

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

# 1.3 評価結果の概要

## 評価結果の概要 (周辺斜面の安定性評価) (1/2)

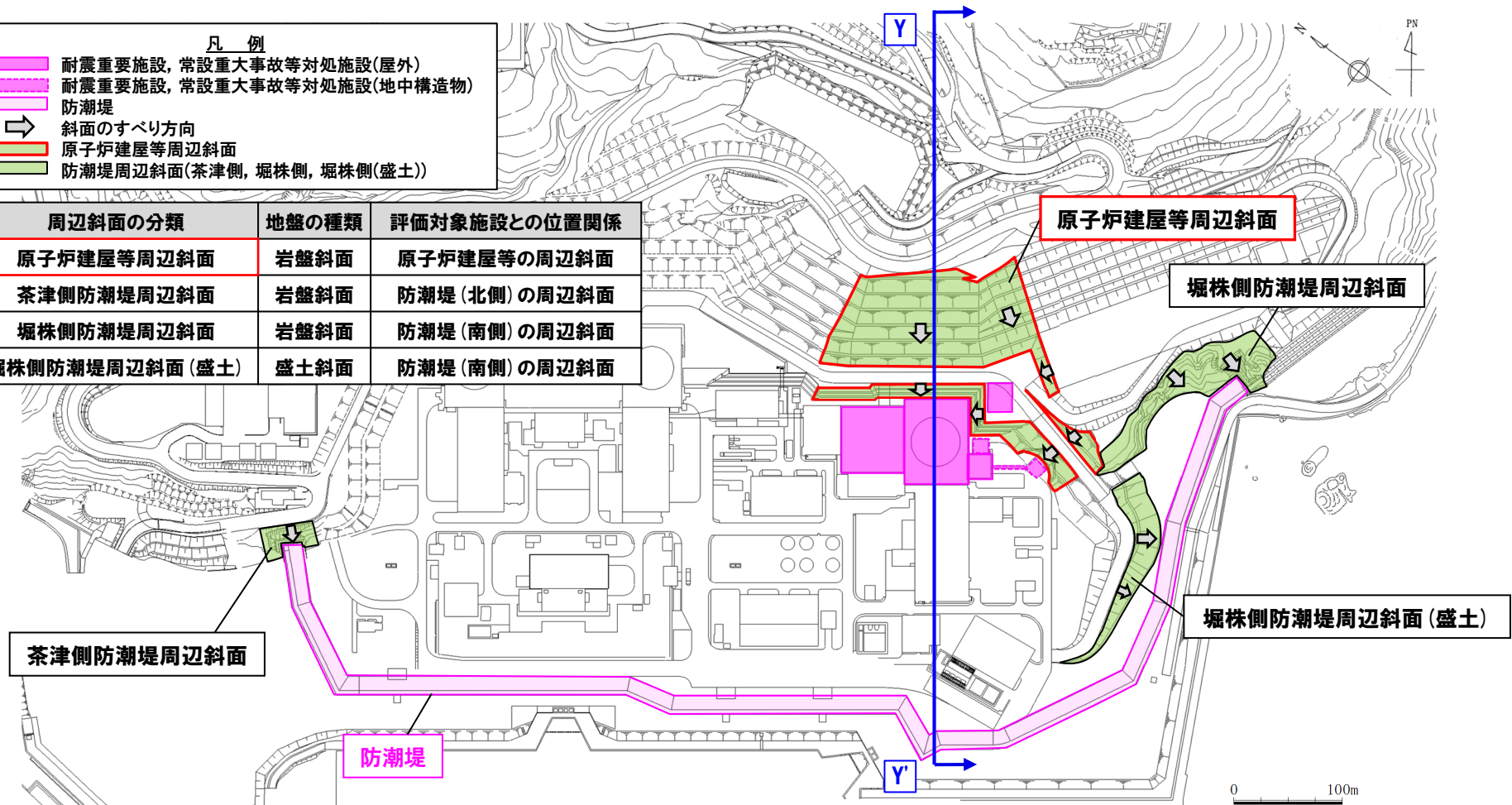
- 評価対象施設の周辺斜面の安定性評価について、設置許可基準規則第4条、第39条に基づき、周辺斜面のすべりを確認する。
- 周辺斜面の安定性評価に当たっては、評価対象施設に影響するおそれのある斜面を抽出し、地盤の種類及び評価対象施設との位置関係の観点から、4つに分類を行い、分類した周辺斜面ごとに斜面安定性に影響を及ぼす要因を踏まえ評価対象断面の選定を行った。

(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(地中構造物)
- 防潮堤
- 斜面のすべり方向
- 原子炉建屋等周辺斜面
- 防潮堤周辺斜面(茶津側, 堀株側, 堀株側(盛土))

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



周辺斜面及び評価対象断面 平面位置図

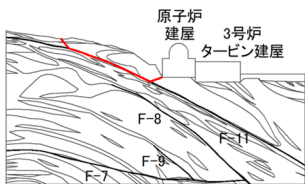
# 1.3 評価結果の概要

## 評価結果の概要（周辺斜面の安定性評価）（2/2）

（前頁からの続き）

周辺斜面の安定性評価結果（6章参照）

○周辺斜面のすべりについては、下表に示すとおり、全てのケースですべり安全率が評価基準値1.2を上回ることを確認した。なお、強度のばらつき（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

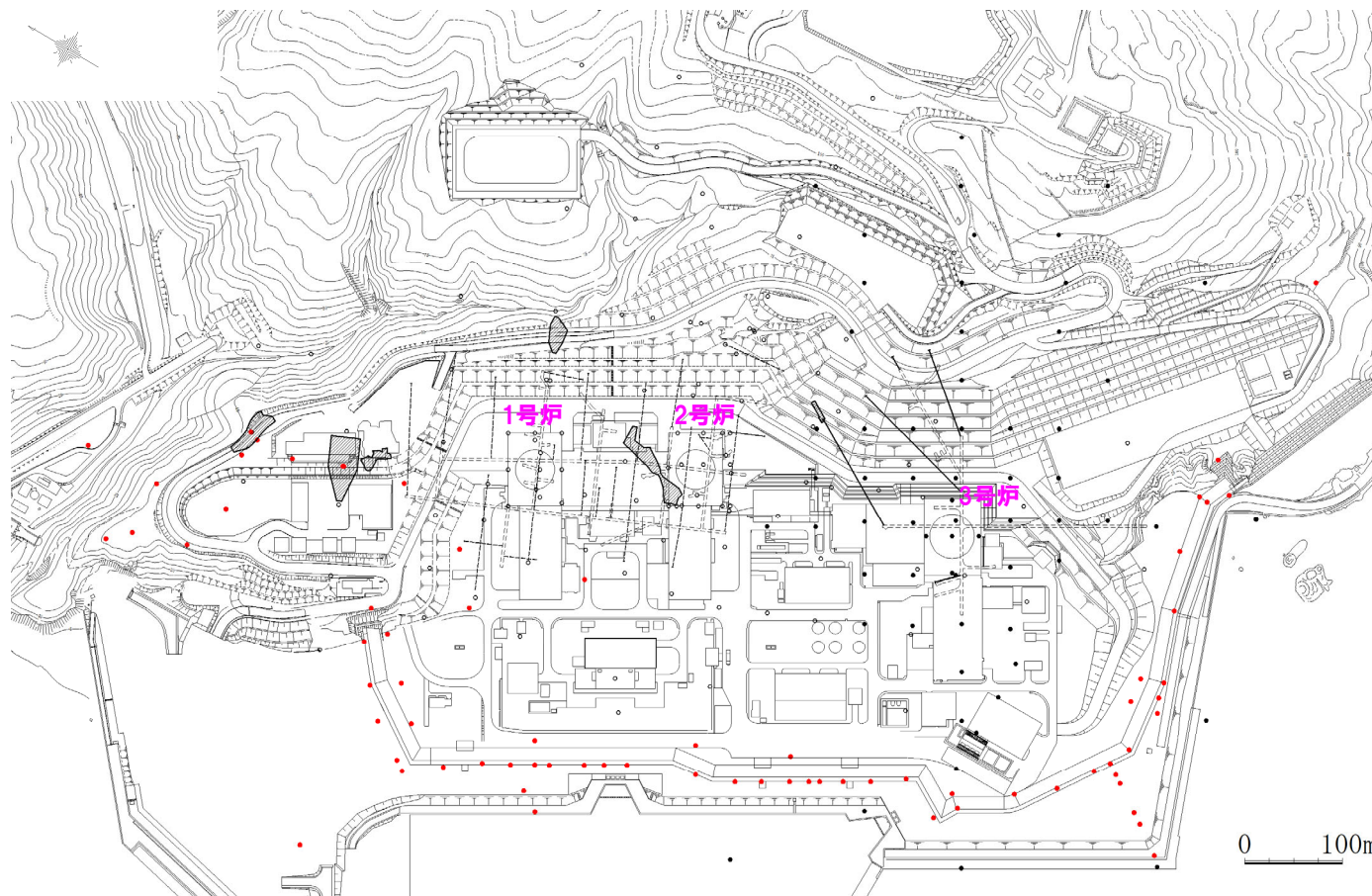
1. 全体概要 .....	P. 5
<b>2. 地質の概要 .....</b>	<b>P. 17</b>
3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....	P. 25
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.157
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.161
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.165
参考文献 .....	P.194

# 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

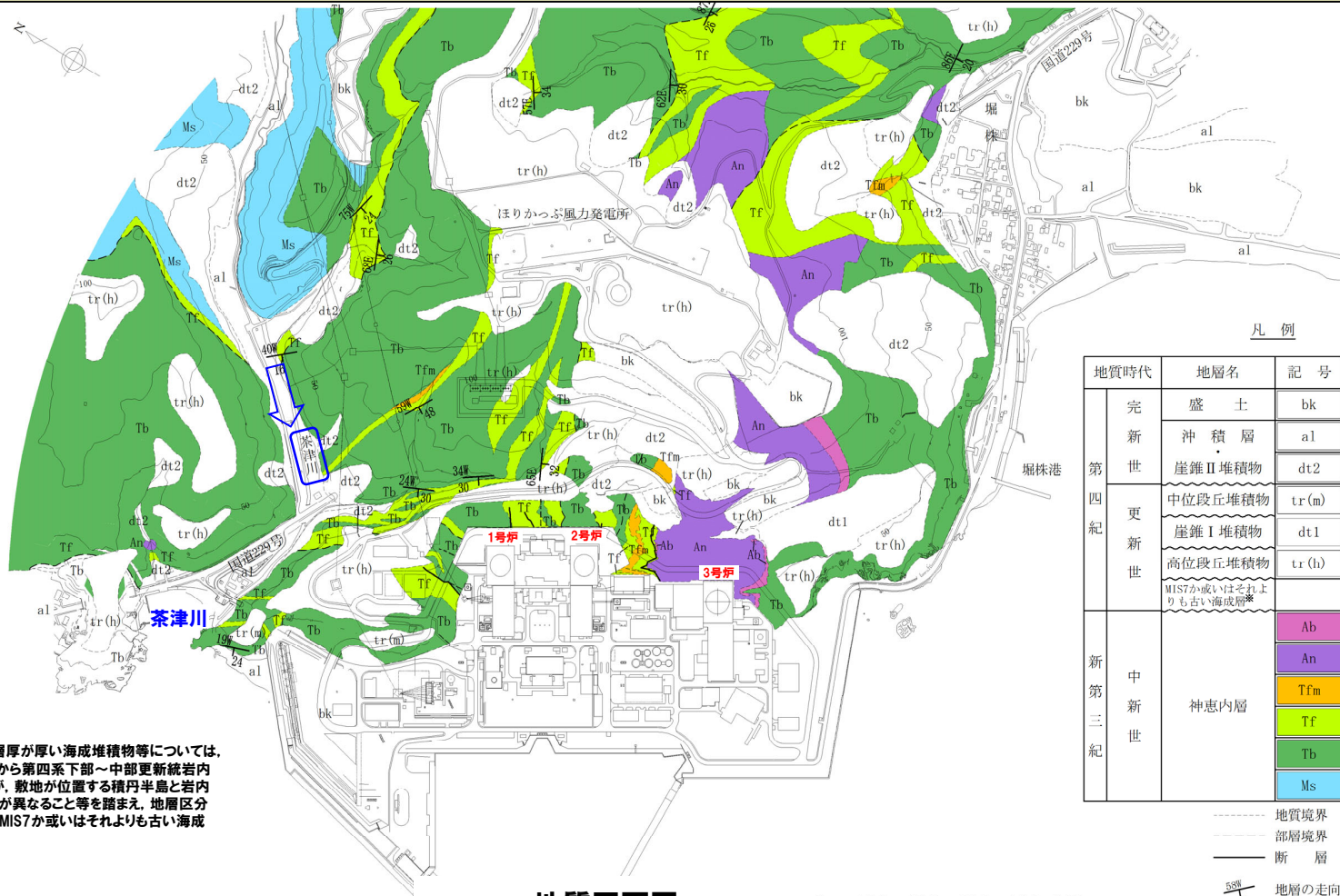


# 2.2 敷地の地質

## 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

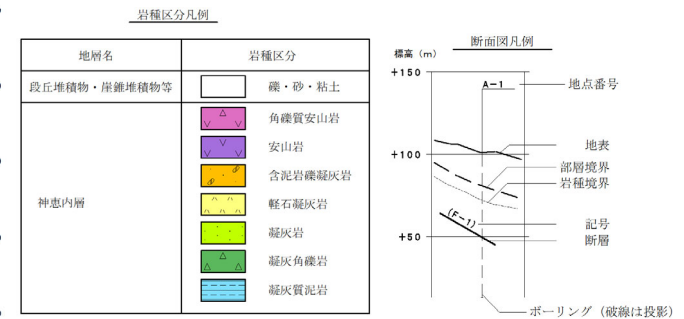
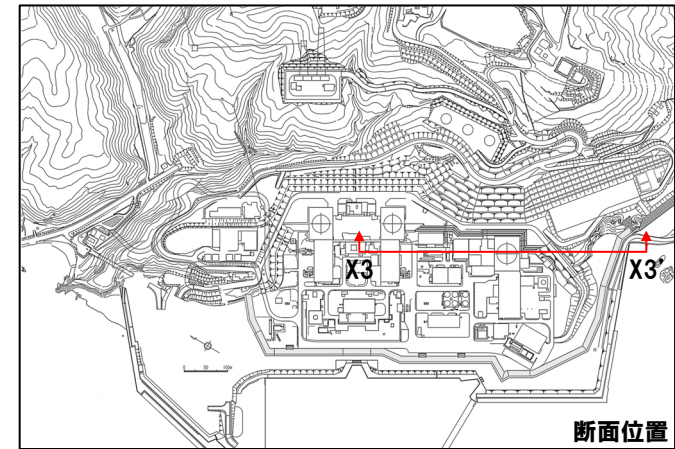
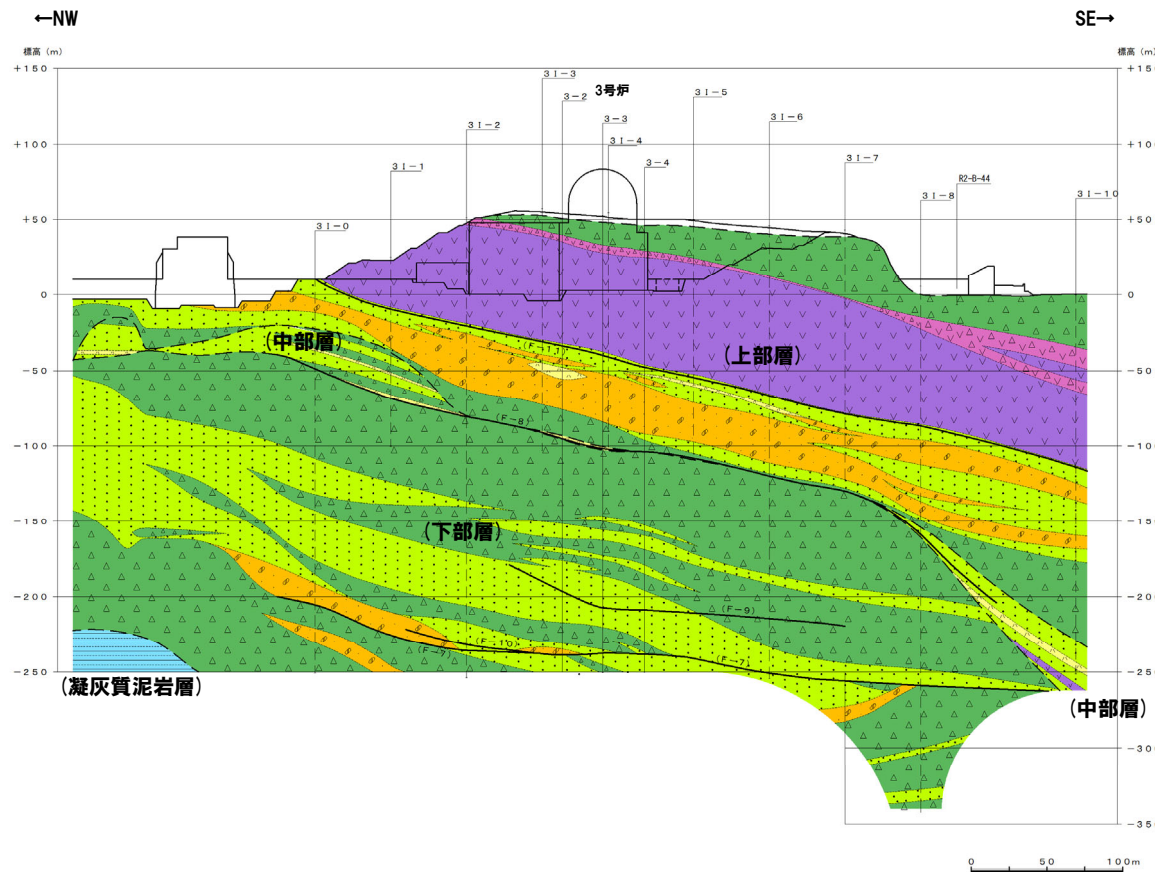
0 100 200 300 400 500m

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



地質断面図 (X3-X3' 方向)

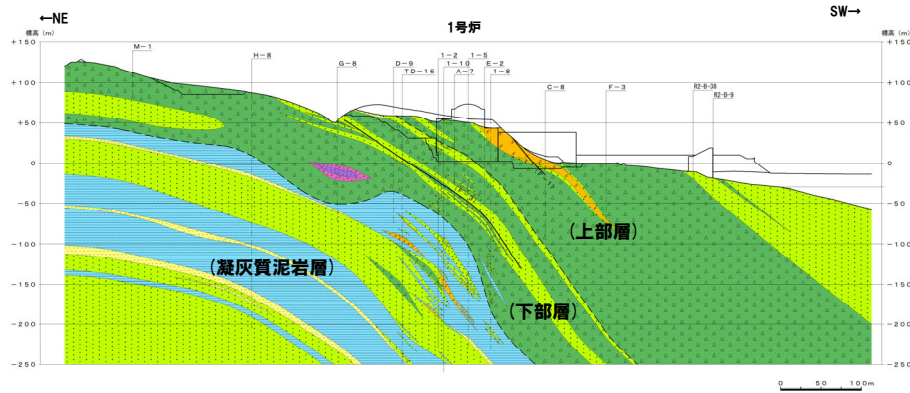


# 2.2 敷地の地質

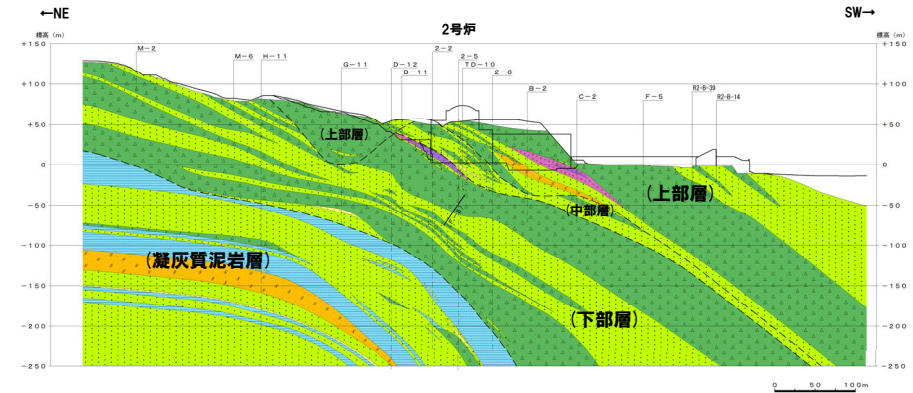
## ②-2 地質断面図:Y-Y' 方向

一部修正 (H28/3/10審査会合)

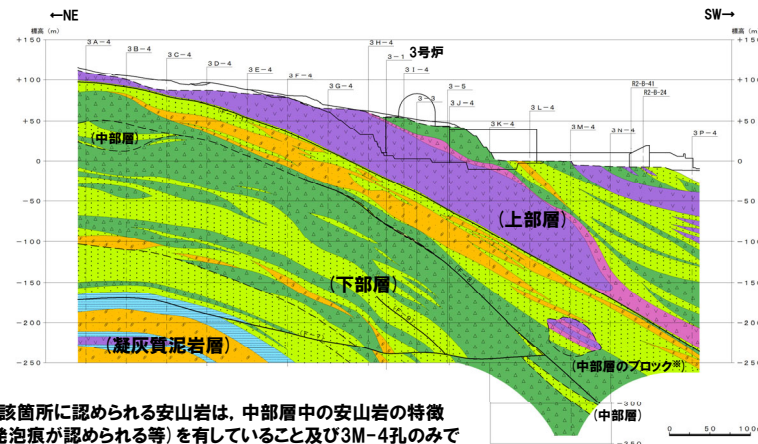
○神恵内層は、大局的にほぼNW-SE走向で、15° ~ 50° 程度の傾斜の同斜構造で分布する。



(Y1-Y1' 方向)



(Y2-Y2' 方向)

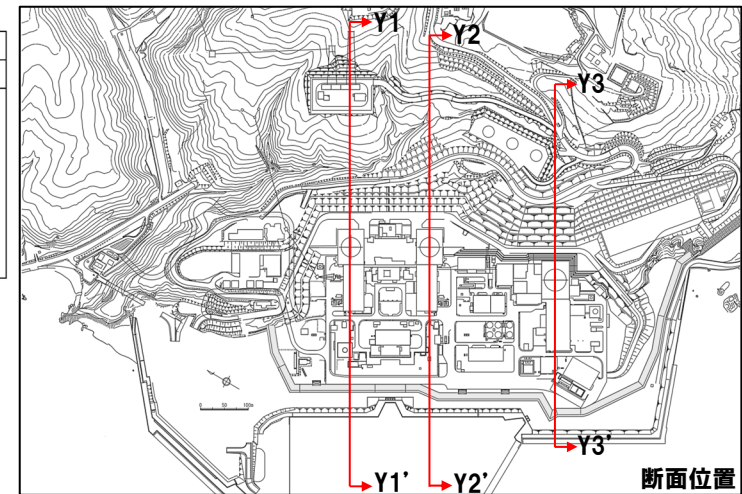
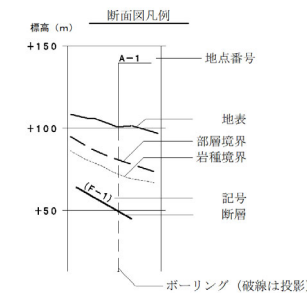


(Y3-Y3' 方向)

※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の位置関係

一部修正 (H28/5/13 審査会合)

- 評価対象施設と敷地に認められる11条の断層 (F-1断層～F-11断層) ※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しない。
- なお、敷地に認められる11条の断層は、評価対象施設の直下に位置しない。



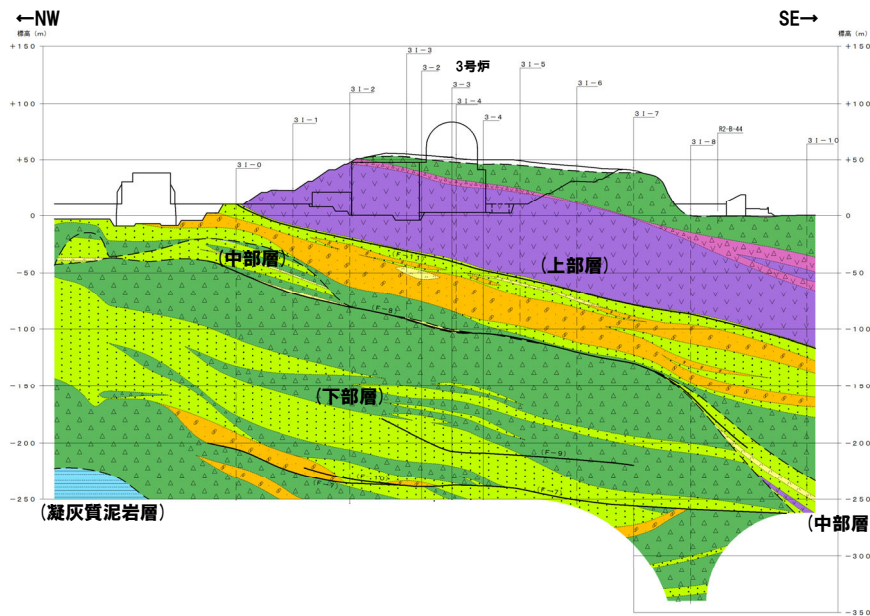
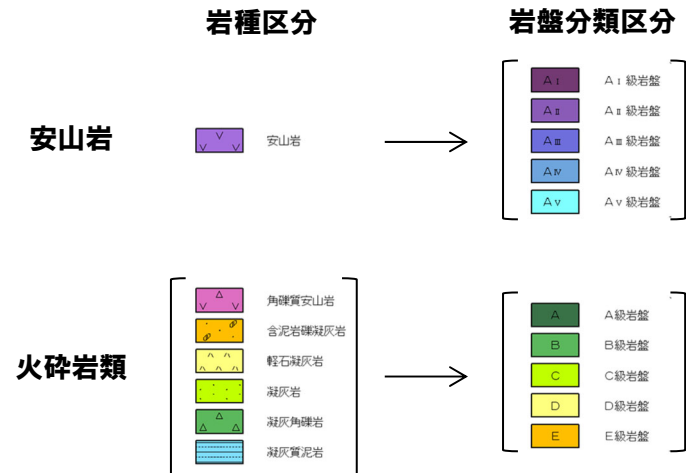
※1 断層の系統分類等については、補足説明資料1章参照。

: 枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。

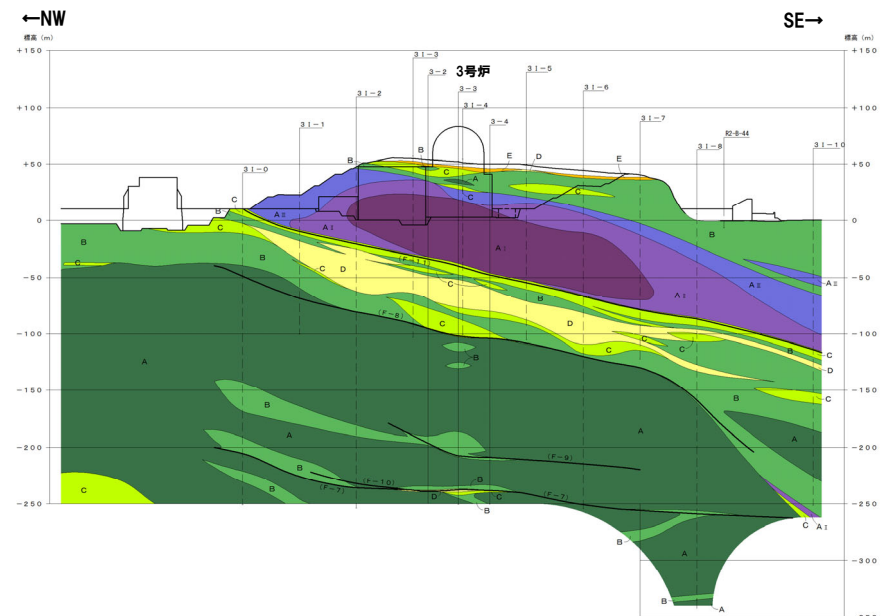
# 2.3 岩盤分類

## 岩盤分類

- 岩盤に関する解析用物性値の設定に当たり、安山岩の岩盤物性は他の岩種に比べ硬質で割れ目が発達することから、割れ目の状態に影響される傾向があり、火砕岩類の岩盤物性は岩石の硬さに影響される傾向があることから、安山岩と火砕岩類の岩盤分類基準を別個に設定した（詳細は、補足説明資料1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（岩種区分）と岩盤分類区分の対応を下図に示す。



地質断面図：X3-X3' 断面



鉛直岩盤分類図：X3-X3' 断面

余白

1. 全体概要 .....	P. 5
2. 地質の概要 .....	P. 17
<b>3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 .....</b>	<b>P. 25</b>
4. 周辺地盤の変状による施設への影響評価 .....	P.157
5. 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価 .....	P.161
6. 周辺斜面の安定性評価 .....	P.165
参考文献 .....	P.194



## 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～P29に示す。

## 3.1章 評価方針 (P30～P35参照)

○評価対象施設(耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設)の基準地震動による地震力に対する基礎地盤の安定性評価については、基礎地盤安定性に影響を及ぼす要因を踏まえ、評価対象施設の中から代表施設を選定した上で、代表施設の基礎地盤を対象に、審査ガイドに準拠し、**(1)基礎地盤のすべり**、**(2)基礎の支持力**及び**(3)基礎底面の傾斜**に対する安全性を確認する。

**(1) 基礎地盤のすべり**

- ・動的解析の結果に基づき、基礎地盤を通るすべり面を仮定し、そのすべり安全率を算定する。
- ・基礎地盤のすべり安定性評価における動的解析では、地下水位以深の埋戻土等について、液状化範囲に設定し、液状化による影響を考慮する。
- ・動的解析における時刻歴のすべり安全率が1.5以上であることを確認する。

**(2) 基礎の支持力**

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

**(3) 基礎底面の傾斜**

- ・一般建築物の構造的な障害が発生する限界(亀裂の発生率、発生区間等により判断)の目安を参考に、基礎底面の傾斜1/2,000を評価基準値の目安として設定する<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

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

○このため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布<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、液状化の影響を考慮することとした。

次頁～P155参照

## 3.2章 代表施設の選定 (P36～P54参照)

## 3.3章 評価対象断面の選定 (P55～P58参照)

## 3.4章 解析用物性値 (P60～P99参照)

## 3.5章 評価方法 (P100～P127参照)

## 3.6章 基準地震動 (P128～P140参照)

## 3.7章 評価結果 (P142～P155参照)

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

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

## 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 評価概要 (2/4)

前頁からの続き

## 3.2章 代表施設の選定 (P36～P54参照)

【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れる直接基礎形式であるため、基礎形式による分類は行わず、施設区分及び設置標高の観点から、以下の3つのグループに分類した上でグループごとに代表施設を選定する。
  - ・グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下)
  - ・グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高)
  - ・グループC (防潮堤)
- 代表施設※1については、グループごとに代表施設選定時の基礎地盤安定性の影響要因(施設の重量、施設の接地面積、設置位置の地形及び基礎地盤の種類(岩級))の比較検討を行い、グループAから原子炉建屋を、グループBから緊急時対策所を及びグループCから防潮堤※2をそれぞれ選定した。

## 3.3章 評価対象断面の選定 (P55～P58参照)

- 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。
- 防潮堤の評価対象断面については、防潮堤の方向に直交する複数の検討断面を設定し、相対的に基礎地盤の安定性が厳しいと想定される断面を選定する※3。

## 3.4章 解析用物性値 (P60～P99参照)

【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

- 解析に用いる地盤パラメータ(解析用物性値)については、以下のとおりとする。
  - ・「3号炉解析用物性値」は、3号炉既許可と同じ値を使用する。
  - ・「1,2号炉解析用物性値」については、1,2号炉既許可を基本とするが、3号炉既許可の設定を踏まえ、今回の設置変更許可申請において、一部変更を行った上で、使用する。
  - ・今回の設置変更許可申請以降、新たに検討対象となった防潮堤の評価対象断面内に分布する堆積物について、新たに解析用物性値を設定して、使用する※3。
  - ・「3号炉解析用物性値」及び「1,2号炉解析用物性値」については、解析断面の位置に応じて、適切に使用する。

次頁へ続く

次頁～P155参照

## 3.5章 評価方法 (P100～P127参照)

## 3.6章 基準地震動 (P128～P140参照)

## 3.7章 評価結果 (P142～P155参照)

- 解析に当たっては、強度特性(せん断強度)のばらつきを考慮する。
- 基礎地盤の支持力の評価基準値は、原位置試験(支持力試験)の試験結果から、 $13.7\text{N/mm}^2$ と設定する。

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

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

※3 防潮堤の評価対象断面については、今後説明予定。

## 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 評価概要 (3/4)

前頁からの続き

## 3.5章 評価方法 (P100~P127参照)

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

## (1) 基礎地盤のすべり

- 動的解析における時刻歴のすべり安全率が1.5以上であることを確認する。
- すべり安全率を算定するすべり面については、施設基礎底面を通るすべり面及びせん断強度の小さい断層を通るすべり面を設定し、応力状態を踏まえて必要に応じてすべり面の追加設定について検討する(応力状態を考慮したすべり面については、補足説明資料3章参照)。

- 基礎地盤のすべり安定性評価に当たっては、液状化範囲内におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力は考慮しない。

## (2) 基礎の支持力

- 代表施設基礎底面の地震時最大接地圧が基礎底面に分布する地盤の支持力の評価基準値 $13.7\text{N}/\text{mm}^2$ を超えないことを確認する。

## (3) 基礎底面の傾斜

- 代表施設基礎底面両端の鉛直方向の相対変位を基礎底面幅で除して算定した基礎底面の傾斜が評価基準値の目安である $1/2,000$ を超えないことを確認する。

【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

## 3.6章 基準地震動 (P128~P140参照)

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

次頁へ続く

次頁参照

## 3.7章 評価結果 (P142~P155参照)

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



# 3. 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

## 地震力に対する基礎地盤の安定性評価 評価概要 (4/4)



前頁からの続き

3.7章 評価結果 (P142~P155参照)

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

**(1) 基礎地盤のすべり** (P142~P151参照)

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

- ・原子炉建屋の基礎地盤の最小すべり安全率は、2.1 (1.8<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** (P152~P153参照)

○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> (P154~P155参照)

○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 (-,+)		2.1 (1.8 <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		評価基準値の目安 1/2,000
緊急時対策所	Ss3-4 (+,+)		4.1 (3.3 <sup>*1</sup> )	Ss3-1-Y (+,+)	0.3	Ss3-5 (+,+) (-,-)	1/31,000
			評価基準値 1.5		評価基準値 13.7		評価基準値の目安 1/2,000

## 3.1 評価方針

### ①地震力に対する基礎地盤の安定性評価項目・内容

○評価対象施設（耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設）の地震力に対する基礎地盤の安定性評価に当たっては、審査ガイドに準拠し、以下の項目について確認する。

#### 【地震力に対する基礎地盤の安定性評価における評価項目】

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

#### (1) 基礎地盤のすべり

- ・動的解析の結果に基づき、基礎地盤を通るすべり面を仮定し、そのすべり安全率を算定する。
- ・基礎地盤のすべり安定性評価における動的解析では、地下水位以深の埋戻土等について、液状化範囲に設定し、液状化による影響を考慮する。
- ・動的解析における時刻歴のすべり安全率が1.5以上であることを確認する。

#### (2) 基礎の支持力

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

#### (3) 基礎底面の傾斜

- ・一般建築物の構造的な障害が発生する限界（亀裂の発生率、発生区間等により判断）の目安を参考に、基礎底面の傾斜1/2,000を評価基準値の目安として設定する<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。

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

○このため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布<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、液状化の影響を考慮することとした（詳細は、P34～P35参照）。

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

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

## 3.1 評価方針

## ②地震力に対する基礎地盤の安定性の評価フロー

○地震力に対する基礎地盤の安定性の評価フローを以下に示す。

評価対象施設の抽出(次頁～P35参照)

- 耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設を抽出
- T.P.10m盤以下に設置されている耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤の安定性評価においては、液状化の影響を考慮

【3.2章 代表施設の選定(P36～P54参照)】

- 評価対象施設に対し、施設区分及び設置標高の観点からグループ分け
- グループごとに影響要因(施設の重量、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(P55～P58参照)】

- 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(P142～P151参照)  
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(P143, P144, P148及びP150参照)  
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

(P152～P153参照)

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

(P154～P155参照)

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)。

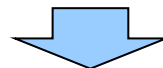
余白

## 3.1 評価方針

### ④液状化範囲の検討(1/2)

- 評価対象施設は、いずれも直接又はMMRを介して岩盤に支持されるが、施設の周辺地盤に分布する地下水位以深の埋戻土等については、液状化が発生する可能性がある。
- このため、評価対象施設の基礎地盤の安定性評価において、液状化の影響を考慮する必要があるかを施設が設置される地盤標高ごとに確認した。
- 確認に当たっては、防潮堤の設置に伴い、敷地の地下水位が防潮堤設置前よりも上昇することが想定されるため、防潮堤設置後における地下水排水設備が機能しない状態が継続した場合の定常的な地下水位分布※(次頁参照)を参照した。
- 液状化の影響を考慮する必要がある場合、地下水位以深の埋戻土等については、液状化範囲に設定し、液状化による影響を考慮する(液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法については、P122参照)。
  
- 確認結果は、以下のとおり。
  - 【T.P.10m盤以下(設置されている評価対象施設:原子炉建屋,防潮堤等)】
    - ・T.P.10m盤以下については、敷地造成時に発生した掘削岩砕からなる埋立地盤(人工地盤)が主体であり、地下水位が地表面付近まで上昇することから、液状化の影響を考慮する必要がある。
  - 【T.P.32.8m盤(設置されている評価対象施設:代替非常用発電機)】
    - ・T.P.32.8m盤については、主に掘削により敷地造成されており、地下水位が地表面より10m程度低いことから、液状化の影響は考慮しない。
  - 【T.P.39m盤(設置されている評価対象施設:緊急時対策所等)】
    - ・T.P.39m盤については、主に掘削により敷地造成されており、地下水位が地表面より20m程度低いことから、液状化の影響は考慮しない。

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

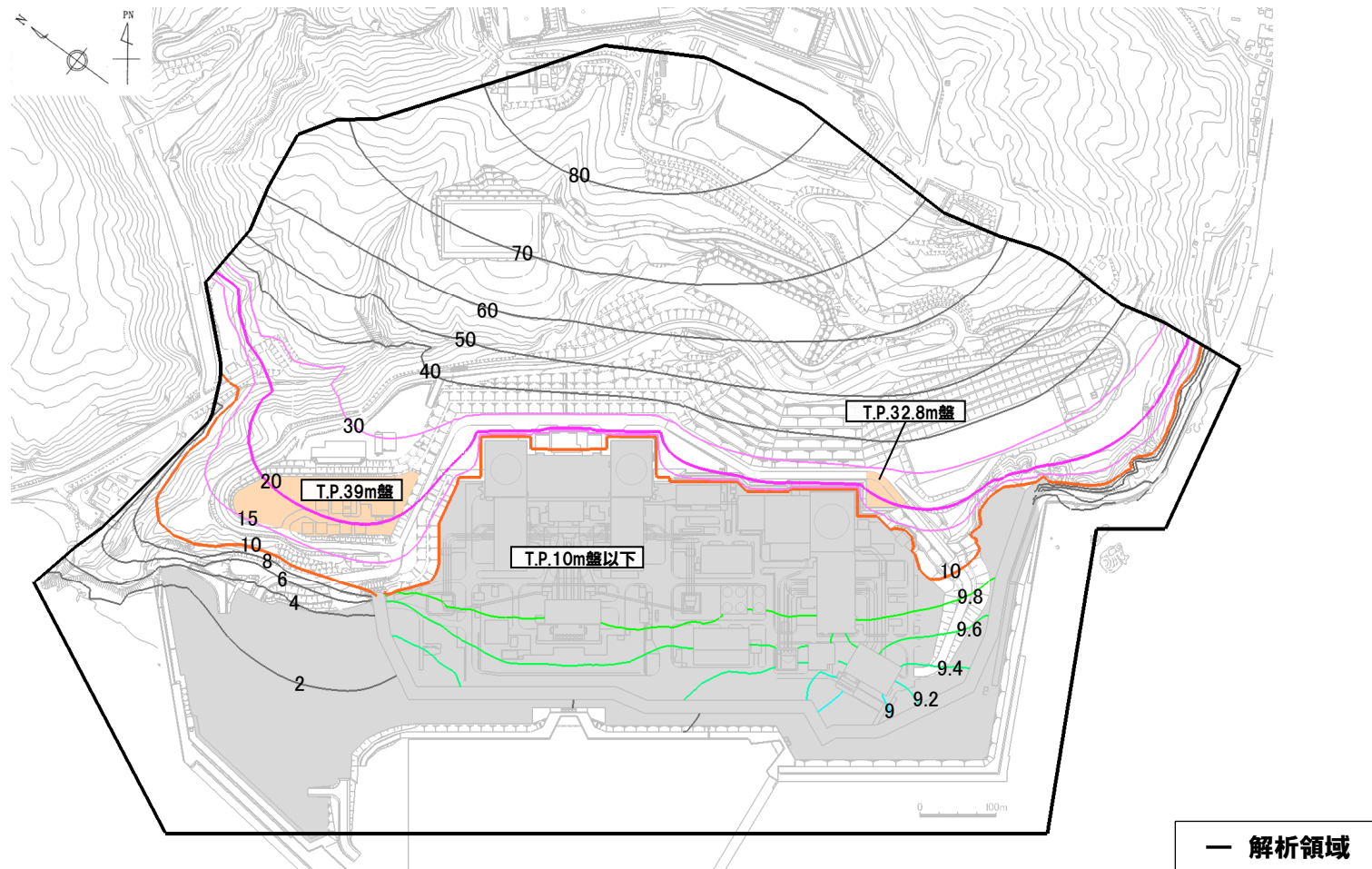


- T.P.10m盤以下に設置されている耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の基礎地盤の安定性評価においては、地表面に地下水位を設定し、液状化の影響を考慮する。



## 3.1 評価方針

## ④液状化範囲の検討(2/2)



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

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

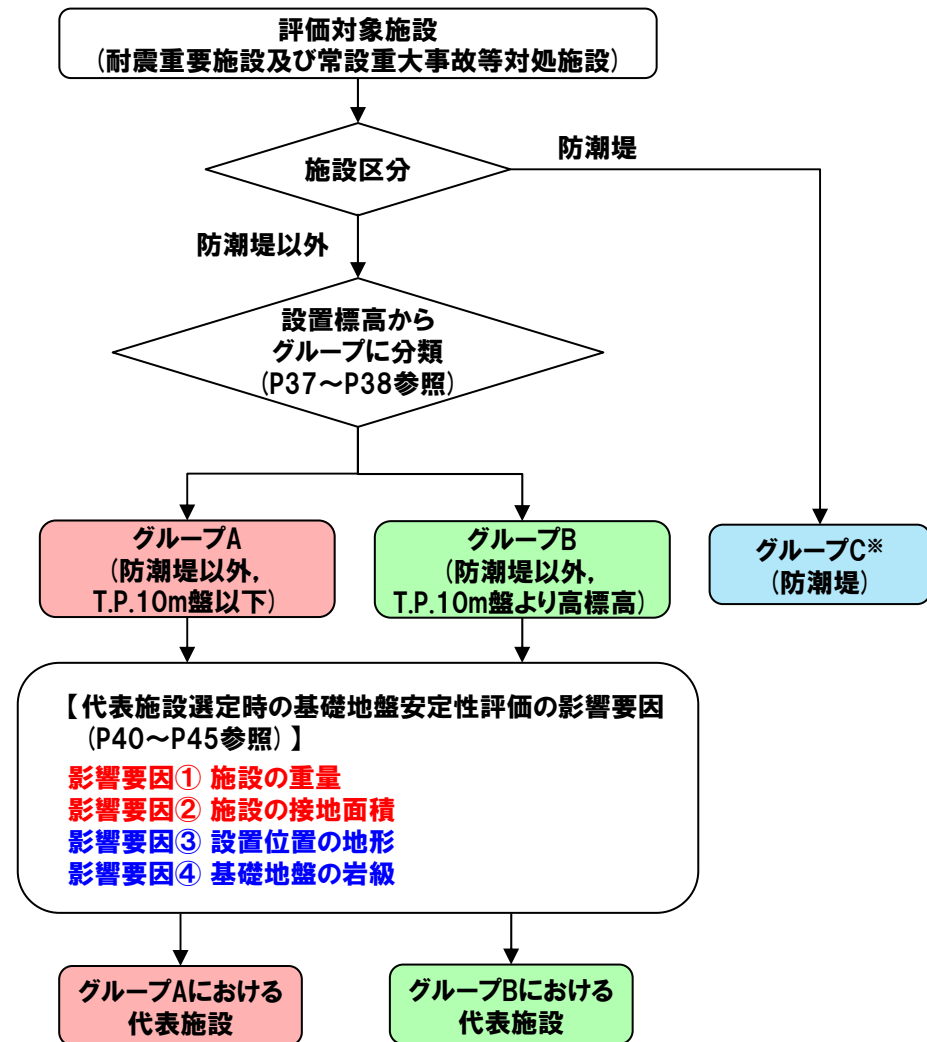
※2 図中の数値が記載されたコンターは地下水位を示す。

※3 三次元浸透流解析の解析条件は、補足説明資料4章参照。

## 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」及び「防潮堤以外」に分類することとした。
  - ・防潮堤は敷地の海側に広範囲に設置される延長の長い線状構造物であり、施設の規模が最大であること。
  - ・防潮堤は設置位置により、地質状況及び防潮堤の形状が異なること。
- 「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れ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、施設区分と設置標高の観点から、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～P38参照)。
  - ・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～P54)。
- なお、地中構造物は、施設の重量が周囲の地盤より小さいこと等から、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、P39参照)。



代表施設の選定フロー

※防潮堤に支持される、又は防潮堤を間接支持する耐震重要施設については、防潮堤と同様な地盤に支持される地中構造物であるため、防潮堤と同じグループに分類する(詳細は、今後説明予定)。



# 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	施設区分(設置標高)	名称		グループ分類	施設区分(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	B	防潮堤以外 (T.P.10m盤 より高標高)	T.P.32.8m盤	代替非常用発電機	
			原子炉補助建屋			T.P.39m盤	緊急時対策所指揮所	
			ディーゼル発電機建屋				緊急時対策所待機所	
			貯留堰				指揮所用空調上屋	
		地中構造物	A1,A2-燃料油貯油槽タンク室		C		防潮堤	屋外構造物
			B1,B2-燃料油貯油槽タンク室			地中構造物		
			B1,B2-ディーゼル発電機 燃料油貯油槽トレンチ					構内排水設備(出口側)
			原子炉補機冷却海水管ダクト					1号及び2号炉取水路 流路縮小工
			原子炉補機冷却海水ポンプ 出口ストレナ室					1号及び2号炉取水路
			取水ビットポンプ室					1号及び2号炉放水路 逆流防止設備
			取水ビットスクリーン室					1号及び2号炉放水路
			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								
取水口								
貯留堰								

※3号炉取水ビットスクリーン室防水壁は、地下部も含めた防水壁構造(ビット方式)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3章参照)。

## 3.2 代表施設の選定

### ①選定方針(3/3)

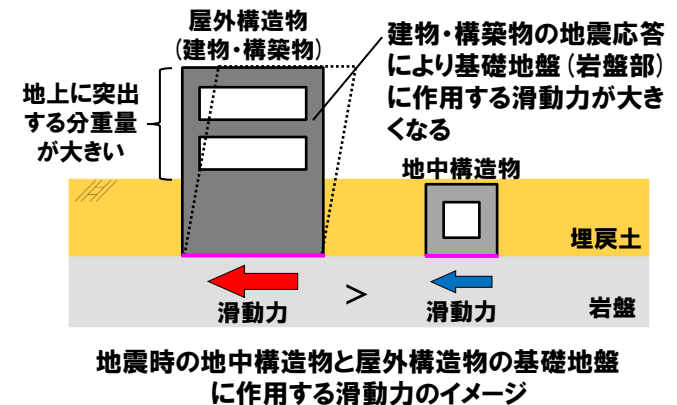
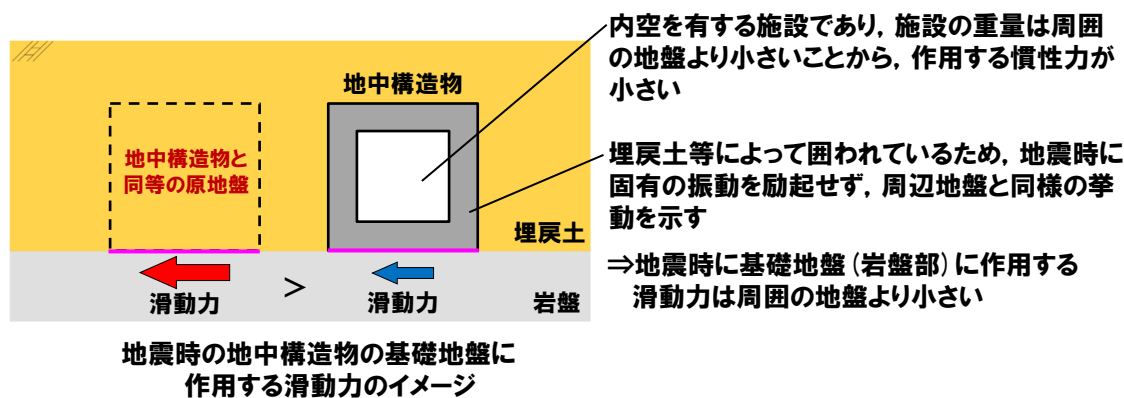
○各グループに該当する評価対象施設の位置を下図に示す。



## 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(岩盤部)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、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。



地中構造物と屋外構造物の重量比較\*

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	-

※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。

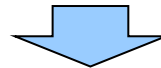
## 3.2 代表施設の選定

### ②選定方法-影響要因の整理-

○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、着目する影響要因について整理した。

#### 【代表施設選定時の基礎地盤安定性評価の影響要因】

- 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が、評価対象施設はいずれも岩盤（神恵内層）に支持され、敷地の神恵内層はS波速度700m/s以上の硬質地盤であること、及び施設の基礎底面に分布する岩盤の極限支持力は十分大きいことから、基礎地盤のすべり安定性に影響する滑動力及び抵抗力の観点に着目することで、基礎地盤安定性評価が相対的に厳しいと想定される施設を選定できると考えられる。
- 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ついて、次頁の表に示すとおり、影響要因を整理した。
  - ・滑動力の観点（基礎地盤に作用する地震力）
  - ・抵抗力の観点（基礎地盤の強度）



- 基礎地盤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」、「施設の接地面積」、「設置位置の地形」、「基礎地盤の種類（岩級）」及び「液状化※」の5項目を選定した。
- 次に、選定した影響要因について、泊発電所の特徴（施設、設置状況等）を踏まえ、重み付けを検討した（P43参照）。

※グループA（防潮堤以外、T.P.10m盤以下）のみに該当する影響要因（詳細は、P34～P35参照）。

## 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

要 因		説 明	整 理 結 果	
滑動力の 観点 (基礎地盤 に作用す る地震力)	地震増幅特性	・施設が設置される標高に違いがある場合、地震増幅特性により基礎地盤に作用する滑動力に影響を与える可能性がある。	・P37～P38に示すとおり、グループ分類の段階において、施設の設置標高を考慮しているため、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
	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は大きくなる。	・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。	影響要因①※
	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。	影響要因②※
	設置位置の 地形	・斜面に設置される施設において、施設の前面と背面の地盤標高に高低差がある場合、低い方向への滑動力が大きくなる。	・施設により設置位置の地形が異なるため、代表施設選定時の影響要因として選定する。	影響要因③※
抵抗力の 観点 (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、せん断強度が小さい。 ・岩種・岩盤分類ごとにせん断強度を設定しており、下位岩級の方が相対的にせん断強度が小さくなる。	・施設により基礎地盤の岩級が異なるため、代表施設選定時の影響要因として選定する。	影響要因④※
	施設に露頭する 断層の分布	・施設直下に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。	・P22に示すとおり、断層については、3号炉における耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設の直下に位置しないため、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
	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ため、岩盤のみのすべりを評価することとなる(次頁参照)。 ・なお、地中構造物については、周囲に埋戻土が分布し、相対的に液状化の影響を受けやすいが、施設の重量が周囲の地盤より小さいことから、基礎地盤安定性評価は厳しくならない(P39参照)。	・施設により埋戻土等の分布が異なるため、代表施設選定時の影響要因として選定する。	影響要因⑤※

※泊発電所の特徴を踏まえ、選定した影響要因の重み付けについて検討した(詳細は、P43参照)。

## 3.2 代表施設の選定

## ②選定方法-基礎地盤のすべりへ安定性への液状化の影響について-

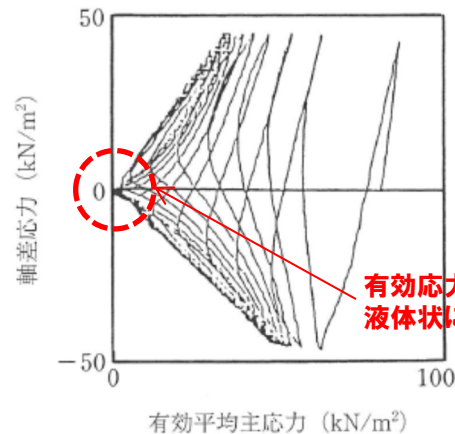
○周辺地盤の液状化に伴う事象の想定を踏まえ、影響要因の選定における液状化の影響について、整理した。

## 【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）。

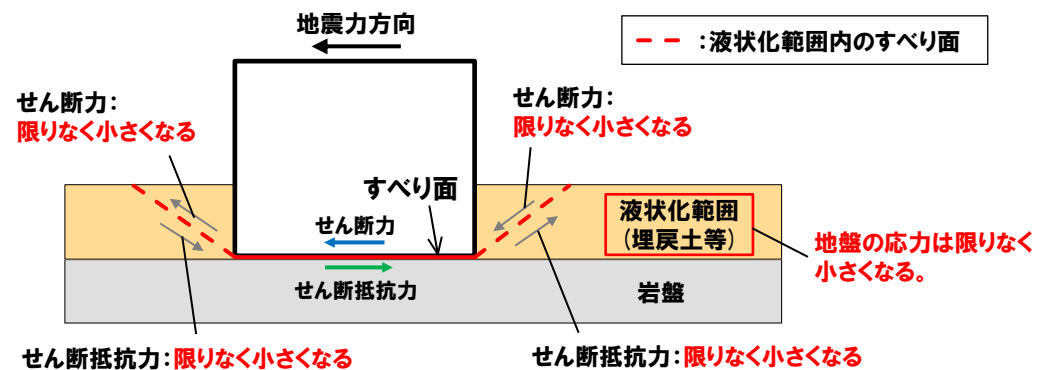
○上記を踏まえ、基礎地盤のすべり安定性への液状化の影響については、以下のとおりである。

- ・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。
- ・埋戻土等の液状化範囲内においては、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（右下図参照）。
- ・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ため、岩盤のみのすべりを評価することとなる。



有効応力経路※ ※地盤工学会(2009)に加筆。

液状化に分類される事例



基礎地盤のすべり安定性への影響イメージ図

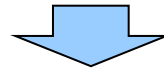
## 3.2 代表施設の選定

### ②選定方法-影響要因の重み付け-

○選定した代表施設選定時の基礎地盤安定性評価の影響要因について、泊発電所の特徴（施設、設置状況等）を踏まえ、重み付けを検討した。

- ・**施設の重量** : 施設により重量が異なることから、基礎地盤安定性評価への影響は大きいと考えられる。
- ・**施設の接地面積** : 施設により接地面積が異なることから、基礎地盤安定性評価への影響は大きいと考えられる。
- ・**設置位置の地形** : 施設の設置標高の観点からグループ分類していることから、グループ分類の段階において、既に地形の影響が考慮されており、同じグループ内では同様な地形状況となっているため、基礎地盤安定性評価への影響は大きくないと考えられる。
- ・**基礎地盤の種類（岩級）** : 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に顕著な違いがないため、基礎地盤安定性評価への影響は大きくないと考えられる。
- ・**液状化\*** : 施設の設置状況等を踏まえると、基礎地盤安定性評価への影響は十分小さいと考えられる（詳細は、次頁参照）。

※グループA（防潮堤以外、T.P.10m盤以下）のみに該当する影響要因（詳細は、P34～P35参照）。



○泊発電所の特徴を踏まえ、選定した影響要因の重み付けについて検討した結果は、以下のとおりである。

- ・「**施設の重量**」及び「**施設の接地面積**」の影響は相対的に大きい。
- ・「**設置位置の地形**」及び「**基礎地盤の種類（岩級）**」の影響は相対的に小さい。
- ・「**液状化**」の影響は十分小さいため、代表施設選定においては考慮する必要がない。

○代表施設選定に当たっては、上記で検討した影響要因の重み付けを考慮して、代表施設選定フローを整理した（詳細は、P45参照）。



## 3.2 代表施設の選定

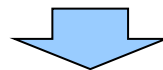
### ②選定方法-泊発電所の特徴を踏まえた液状化の影響について-

○泊発電所の特徴(施設, 設置状況等)を踏まえ, グループA(防潮堤以外, T.P.10m盤以下)の代表施設選定における液状化の影響について, 下表に示すとおり整理した。

評価対象施設の設置状況等を踏まえた液状化の影響の整理結果(グループA)

名称	整理結果
原子炉建屋	<ul style="list-style-type: none"> <li>原子炉建屋, 原子炉補助建屋及びディーゼル発電機建屋については, 地下水排水設備の機能に期待し, 建屋基礎底面下に設計地下水位を設定する*。</li> <li>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から, 施設に液状化の影響が及ばない。</li> </ul>
原子炉補助建屋	
ディーゼル発電機建屋	
貯留堰	<ul style="list-style-type: none"> <li>貯留堰については, 埋戻土等に接していないことから, 基礎地盤安定性評価上, 液状化の影響は十分小さいと考えられる(設置状況は, P50参照)。</li> </ul>

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



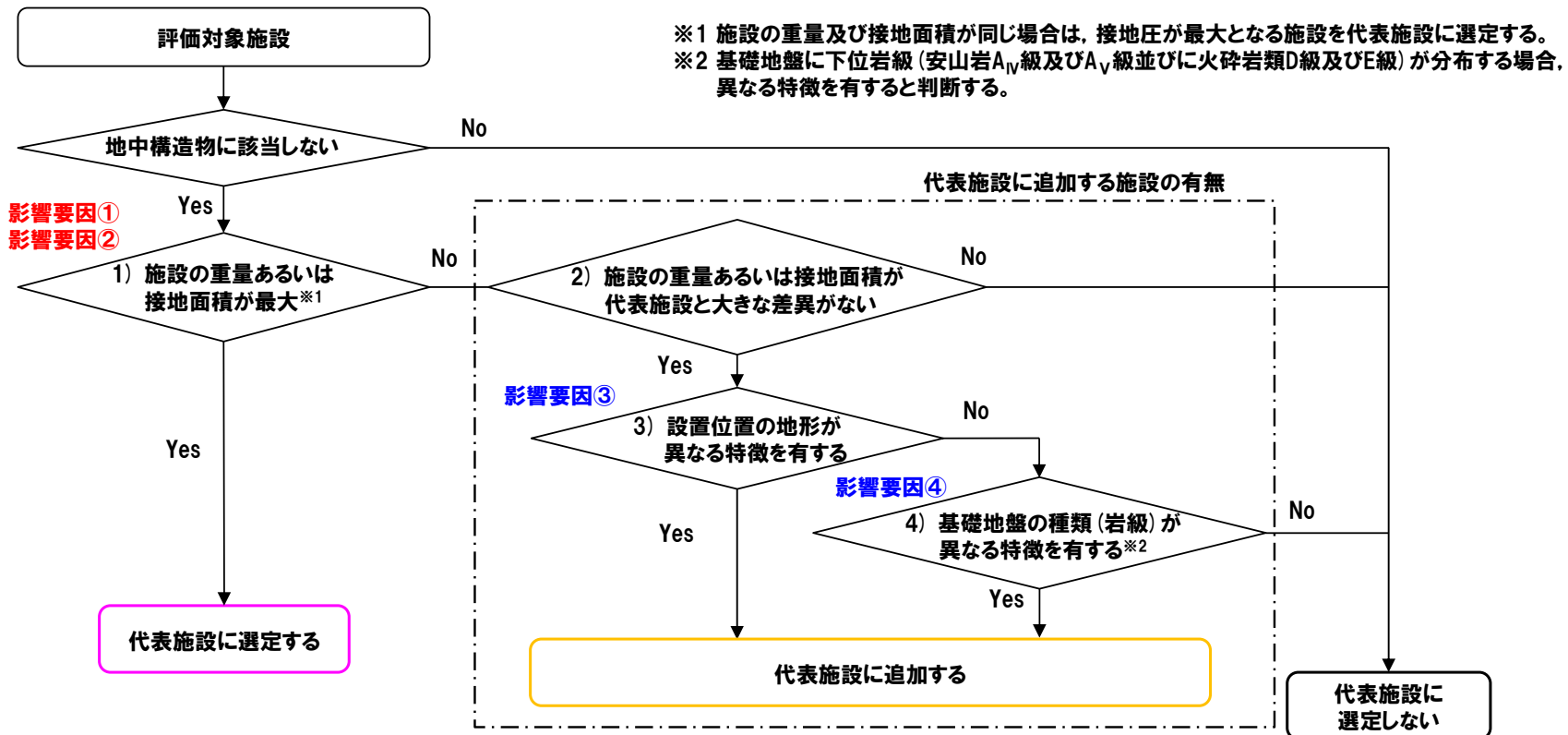
○施設の設置状況等を踏まえると, 基礎地盤安定性評価上, 液状化の影響は十分小さいと考えられる。



## 3.2 代表施設の選定

### ②選定方法-グループA及びグループBの代表施設選定フロー-

- 影響要因の重み付けを考慮して整理した、代表施設選定フローを下図に示す。
- 代表施設選定フローの考え方は、以下のとおり。
  - ・地中構造物以外の施設から、**影響要因① (施設の重量)** あるいは**影響要因② (施設の接地面積)** が最大となる施設を代表施設に選定する。
  - ・影響要因①及び②から代表施設に選定されない施設のうち、施設の重量あるいは施設の接地面積が代表施設と大きな差異がない施設については、**影響要因③ (設置位置の地形)** 及び**影響要因④ (基礎地盤の種類 (岩級))** を比較検討し、異なる特徴を有する場合には、該当する施設を代表施設に追加する。
- グループAにおける代表施設の選定結果を次頁～P50に、グループBにおける代表施設の選定結果をP51～P54に示す。



## 3.2 代表施設の選定

## ③グループAの代表施設選定結果

○グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下) の施設について, 代表施設選定フローに基づき代表施設を選定した結果, 施設の重量及び接地面積が最大である, 原子炉建屋を代表施設に選定した(詳細は, 次頁~P50参照)。

○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3章参照。

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
	影響要因① 施設の重量※1 (MN) ( )は施設の接地圧 (N/mm <sup>2</sup> )	影響要因② 施設の 接地面積 (m <sup>2</sup> )	影響要因③ 設置位置の地形	影響要因④ 基礎地盤の 種類(岩級)	
代表施設に選定 原子炉建屋	2,344 (0.51)	4,610	平地に設置される	A <sub>I</sub> 級, A <sub>III</sub> 級	・施設の重量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。
原子炉補助建屋	1,189 (0.32)	3,690	平地に設置される	A <sub>I</sub> 級	・施設の重量は原子炉建屋に比べて十分小さい。 ・施設の接地面積は原子炉建屋と大きな差異がない もの, 設置位置の地形及び基礎地盤の岩級は, 原子炉建屋と異なる特徴を有する状況ではない。 ・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	平地に設置される	A <sub>III</sub> 級	・施設の重量及び接地面積が原子炉建屋に比べて 十分小さい。
貯留堰※1,2	26 (0.06)	452	平地に設置される	B級	・このため, 代表施設に選定せず, 原子炉建屋の評 価に代表させる。

※1 施設の重量及び接地面積については, 基本設計段階の情報に基づく。

※2 津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。

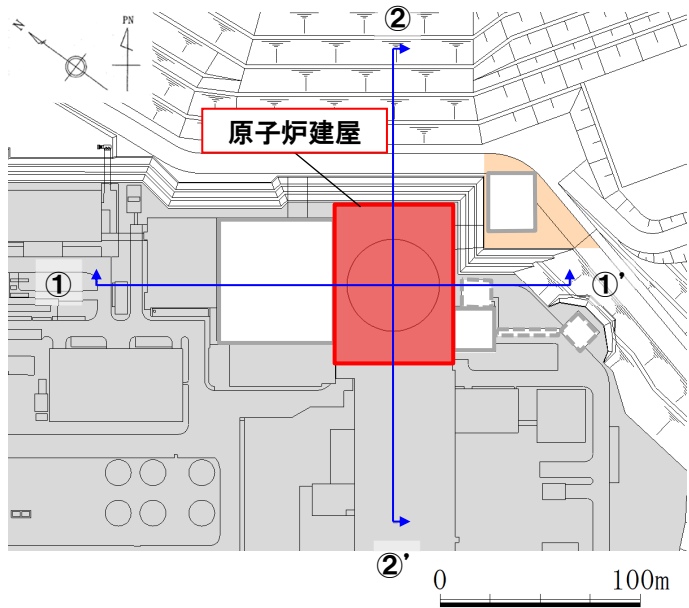
# 3. 2 代表施設の選定

## ④グループAの評価対象施設の比較結果 (1/4)

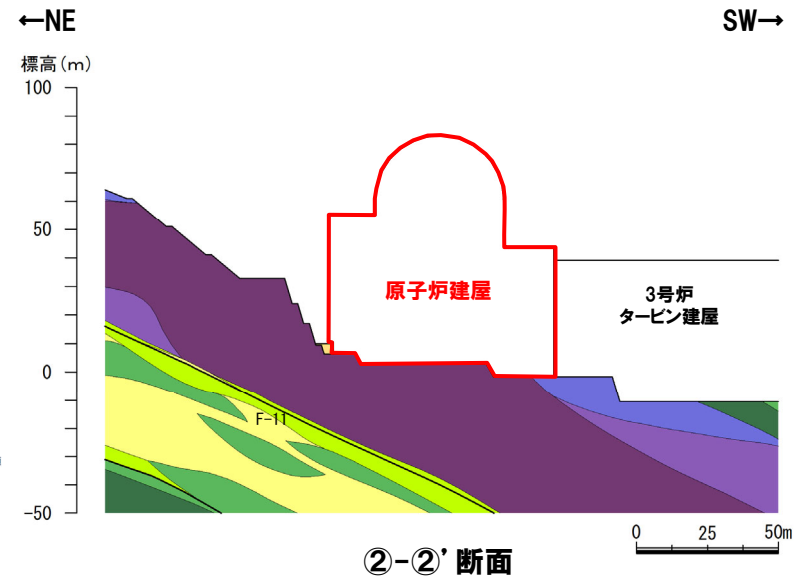
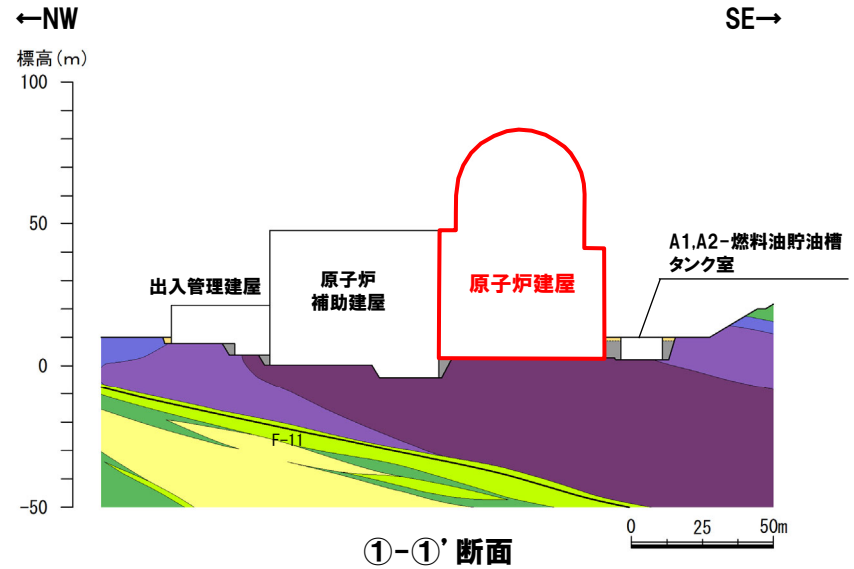
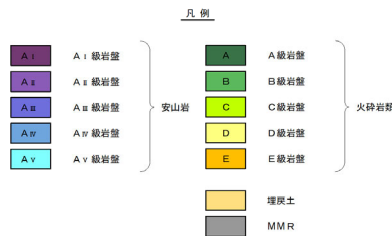
○グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下) の施設に対する基礎地盤安定性評価については, 影響要因の比較を実施した結果, 以下の理由により, 原子炉建屋を代表施設に選定する。

**【原子炉建屋】**

1) 施設の重量及び接地面積が最大である。



対象施設位置図



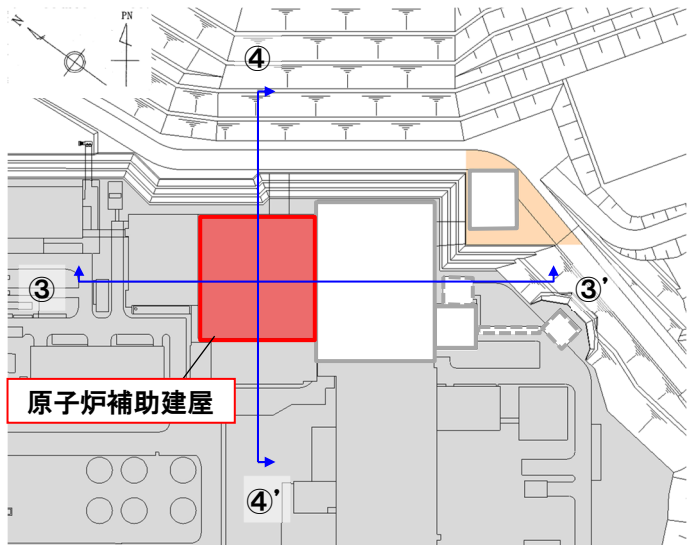
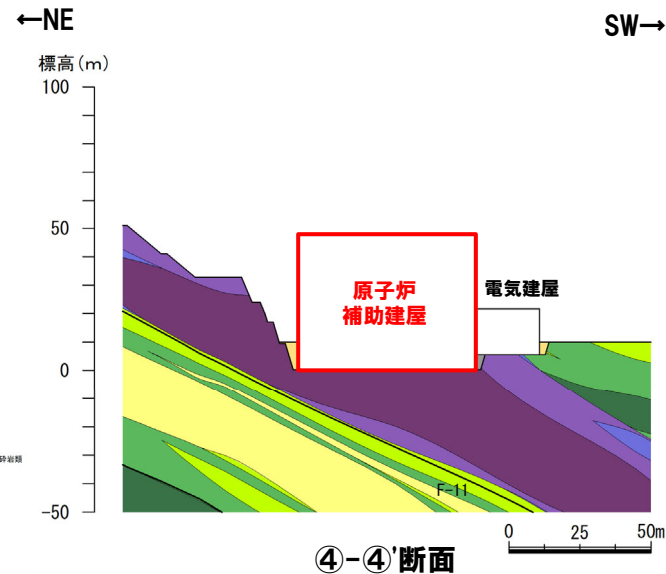
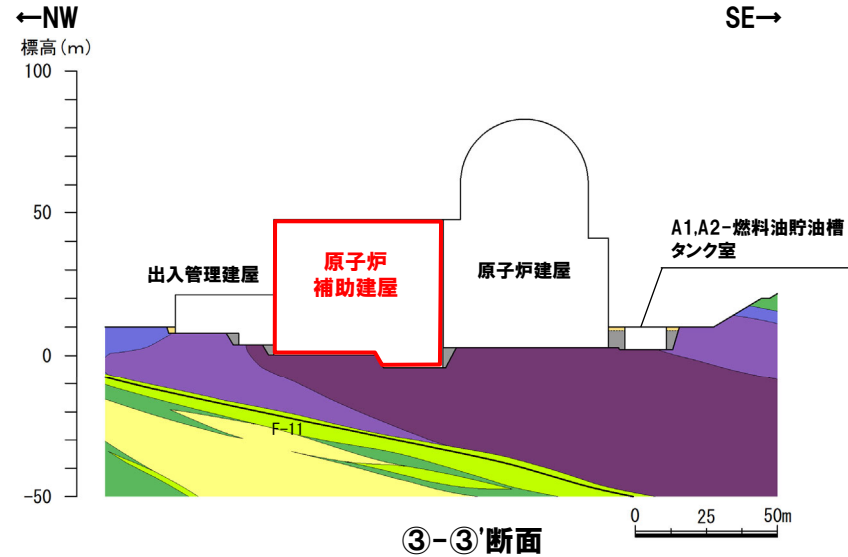
# 3.2 代表施設の選定

## 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】**

- 2) 施設の重量は原子炉建屋に比べて十分小さい。
- 2) 施設の接地面積は原子炉建屋と大きな差異がない。
- 3) 設置位置の地形 (平地) は, 原子炉建屋と異なる特徴を有する状況ではない。
- 4) 基礎地盤の岩級 (A<sub>III</sub>級) は, 原子炉建屋と異なる特徴を有する状況ではない。



対象施設位置図

凡例	
A <sub>I</sub> 級岩盤	A 級岩盤
A <sub>II</sub> 級岩盤	B 級岩盤
A <sub>III</sub> 級岩盤	C 級岩盤
A <sub>IV</sub> 級岩盤	D 級岩盤
A <sub>V</sub> 級岩盤	E 級岩盤
埋戻土	火砕岩盤
MMR	

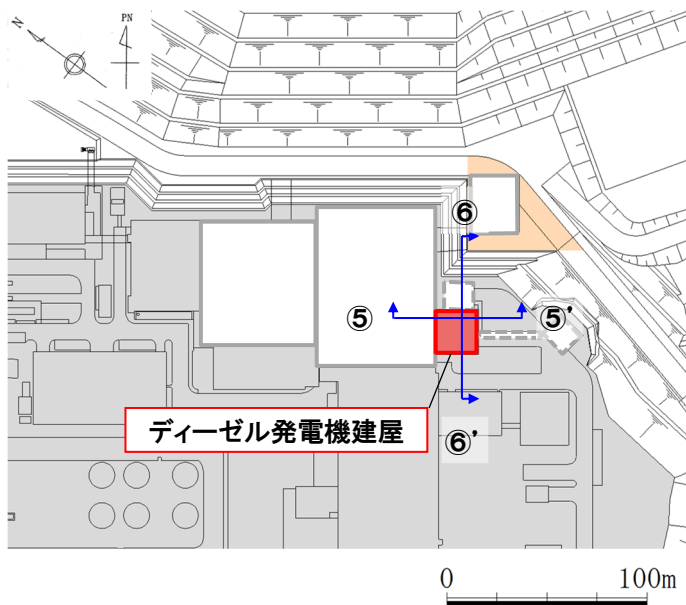
# 3.2 代表施設の選定

## ④グループAの評価対象施設の比較結果 (3/4)

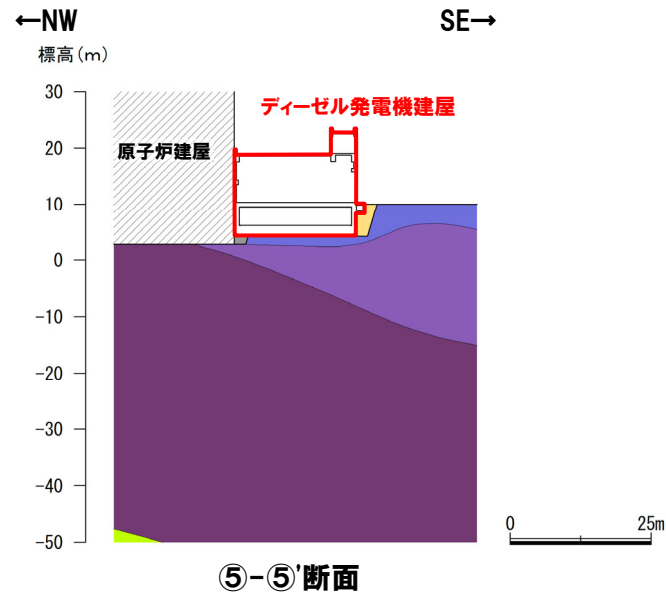
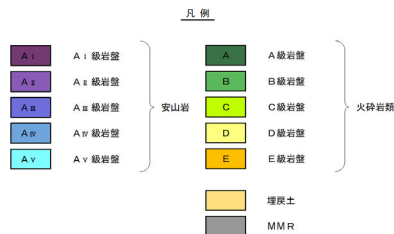
○グループA (防潮堤以外, T.P.10m盤以下) のうち, ディーゼル発電機建屋の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により, 代表施設に選定せず, 原子炉建屋の評価に代表させる。

【ディーゼル発電機建屋】

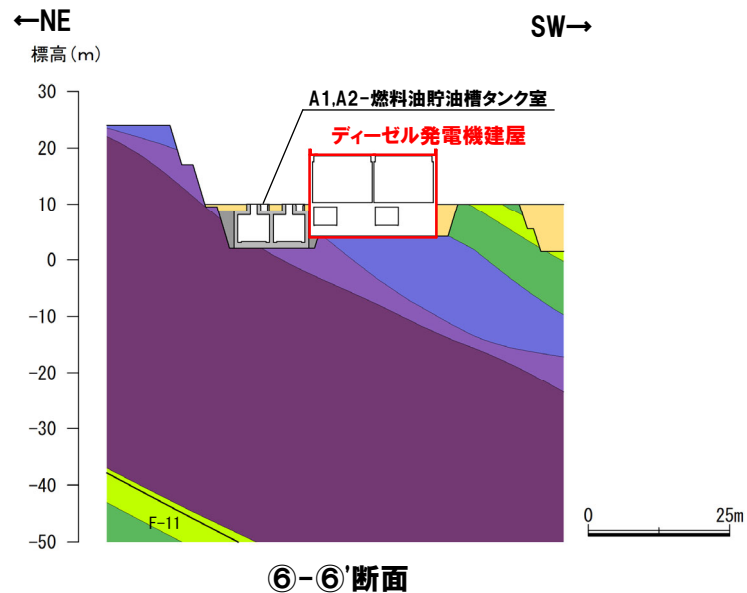
2) 施設の重量及び接地面積が原子炉建屋に比べて十分小さい。



対象施設位置図



⑤-⑤'断面



⑥-⑥'断面

# 3.2 代表施設の選定

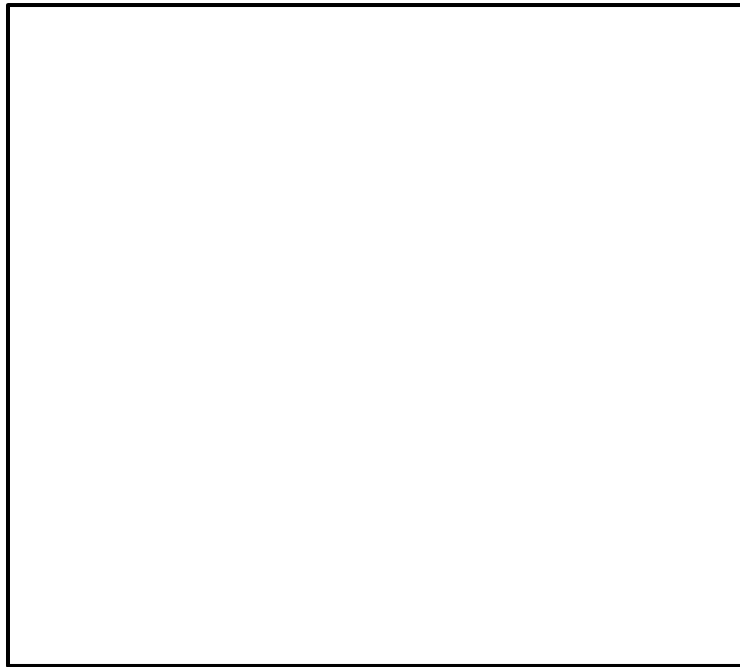
## ④グループAの評価対象施設の比較結果 (4/4)

○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。

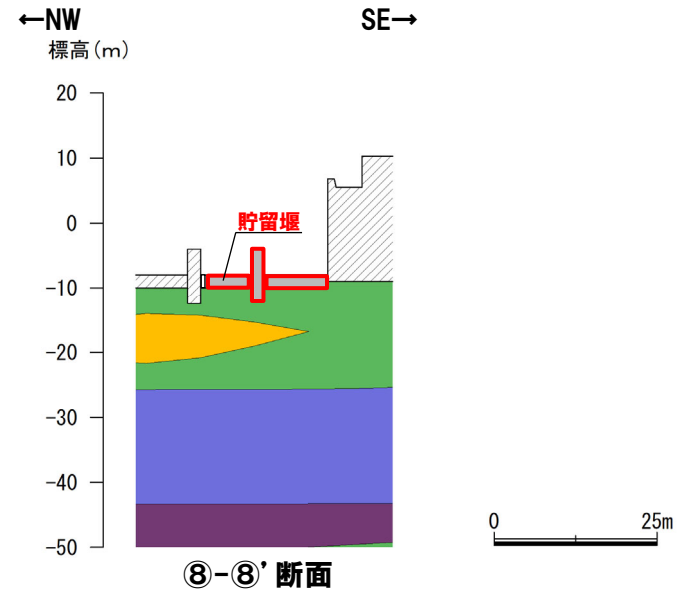
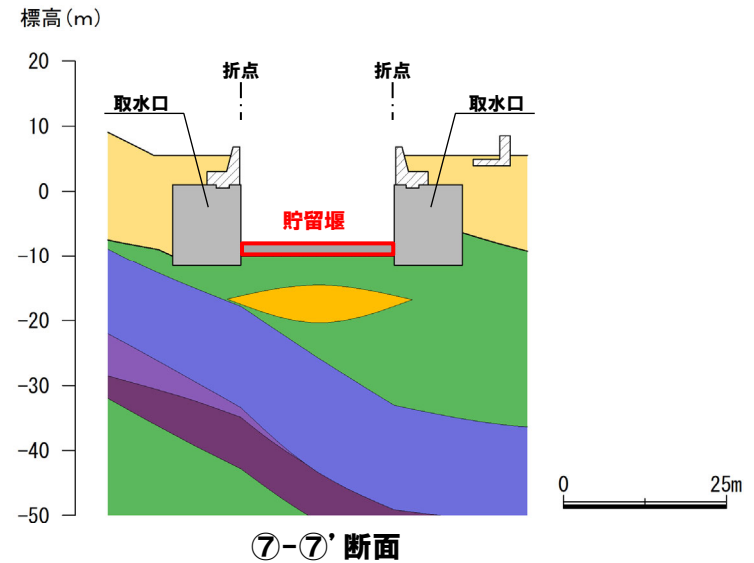
【貯留堰※】

2) 施設の重量及び接地面積が原子炉建屋に比べて十分小さい。

※津波防護施設等は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。



□:枠囲みの内容は機密情報に属しますので公開できません。



## 3.2 代表施設の選定

### ⑤代表施設の選定結果まとめ(グループB)

○グループB(防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高)の施設について, 代表施設選定フローに基づき代表施設を選定した結果, 施設の重量及び接地面積が最大である, 緊急時対策所を代表施設に選定した(詳細は, 次頁~P54参照)。

○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3章参照。

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
		影響要因① 施設の重量(MN) ( )は施設の接地圧 (N/mm <sup>2</sup> )	影響要因② 施設の 接地面積 (m <sup>2</sup> )	影響要因③ 設置位置の地形	影響要因④ 基礎地盤の 種類(岩級)	
代表施設に選定 緊急時対策所	指揮所	20 (0.08)	250	斜面に設置されている	C級	・施設の重量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	斜面に設置されている	C級	
空調上屋	指揮所用	17 (0.07)	250	斜面に設置されている	C級	・施設の重量は緊急時対策所と大きな差異がない。 ・施設の接地面積は緊急時対策所と差異がない。 ・設置位置の地形及び基礎地盤の岩級は, 緊急時対策所と異なる特徴を有する状況ではない。 ・これらのことから, 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	斜面に設置されている	C級	
代替非常用発電機		1.2 (0.006)	200	斜面に設置されている	A <sub>III</sub> 級	・施設の重量は緊急時対策所に比べて十分小さい。 ・施設の接地面積は緊急時対策所と大きな差異がないものの, 設置位置の地形及び基礎地盤の岩級は, 緊急時対策所と異なる特徴を有する状況ではない。 ・これらのことから, 代表施設に選定せず, 緊急時対策所の評価に代表させる。



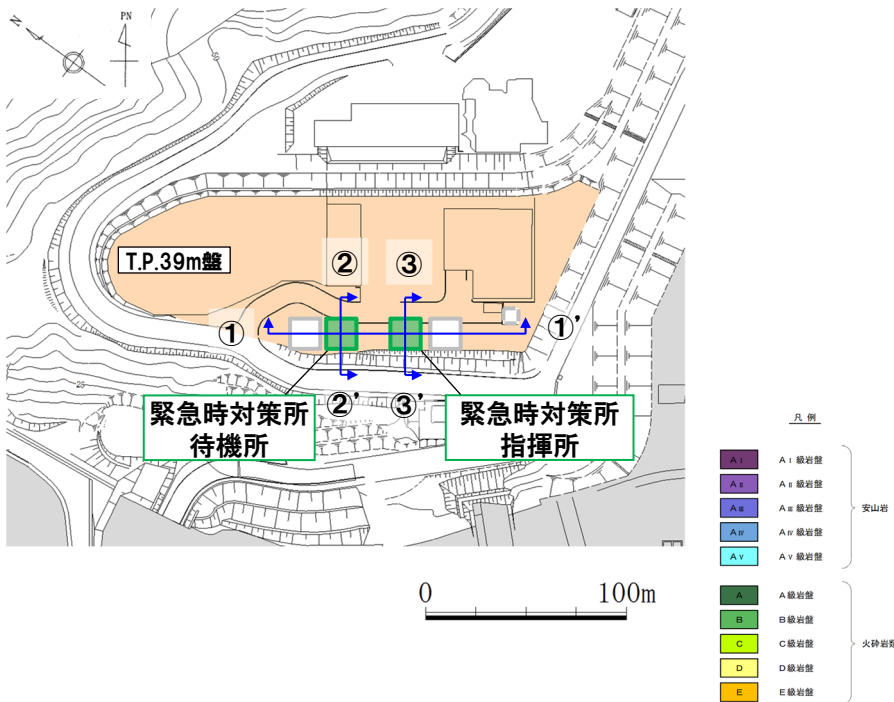
# 3.2 代表施設の選定

## ⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (1/3)

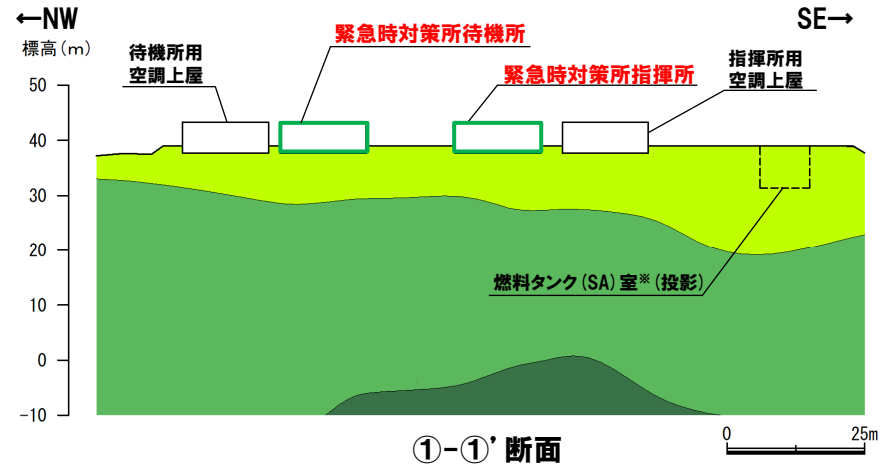
○グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高) の施設に対する基礎地盤安定性評価については, 影響要因の比較を実施した結果, 以下の理由により, 緊急時対策所を代表施設に選定する。

**【緊急時対策所】**

- 1) 施設の重量及び接地面積が最大である。

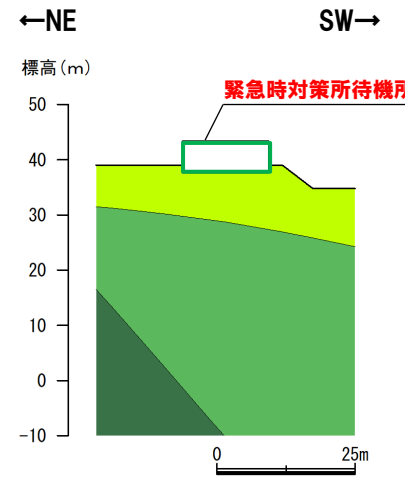


対象施設位置図

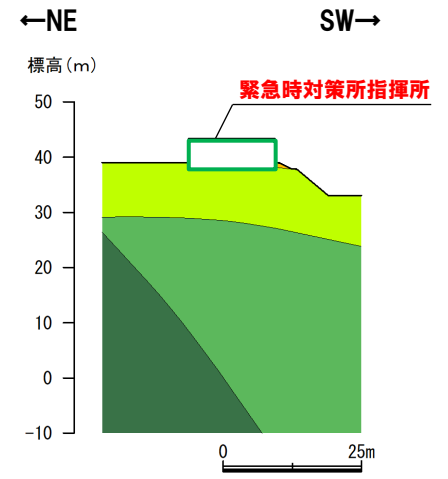


①-①' 断面

※燃料タンク (SA) 室は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。



②-②' 断面



③-③' 断面

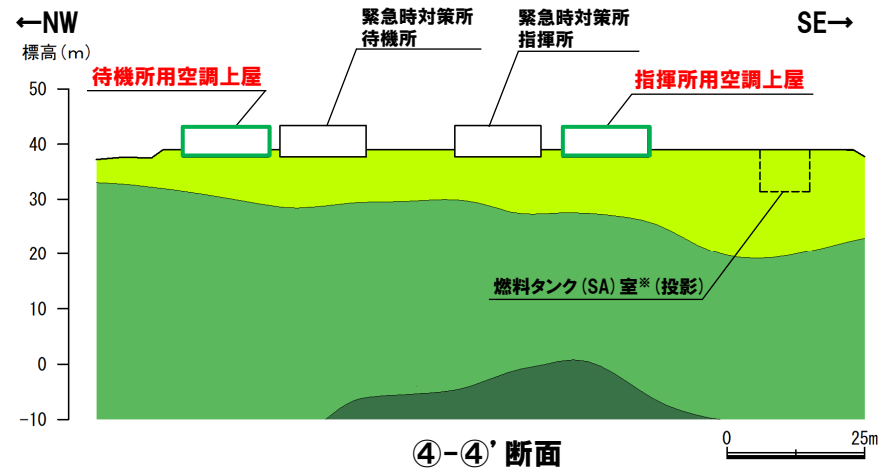
# 3.2 代表施設の選定

## ⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (2/3)

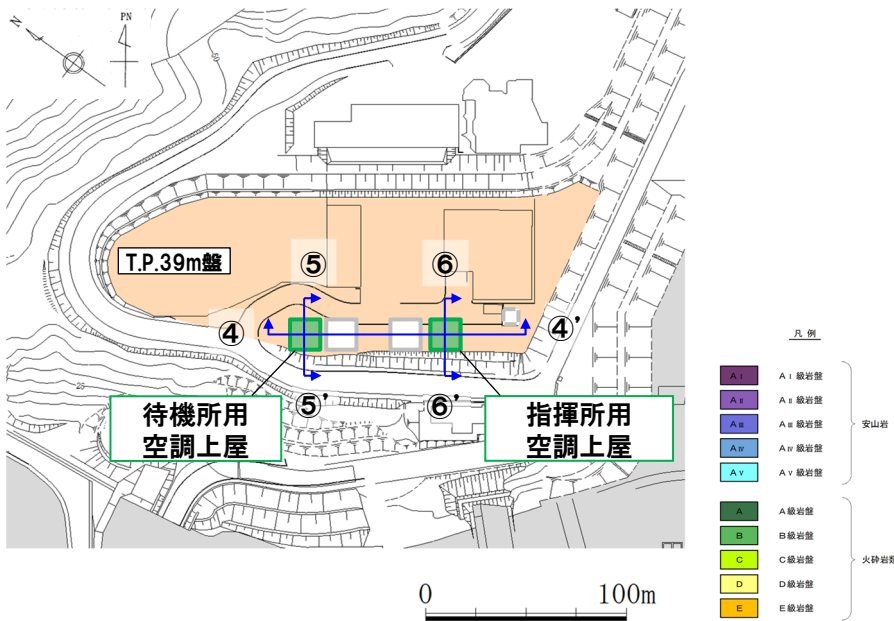
○グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高) のうち, 空調上屋の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により, 代表施設に選定せず, 緊急時対策所の評価に代表させる。

**【指揮所用空調上屋及び待機所用空調上屋】**

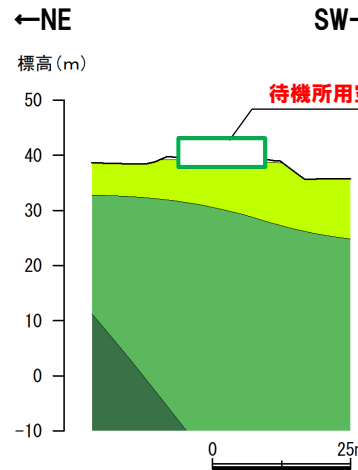
- 2) 施設の重量は緊急時対策所と大きな差異がない。
- 2) 施設の接地面積は緊急時対策所と差異がない。
- 3) 設置位置の地形 (斜面) は, 緊急時対策所と異なる特徴を有する状況ではない。
- 4) 基礎地盤の岩級 (C級) は, 緊急時対策所と異なる特徴を有する状況ではない。



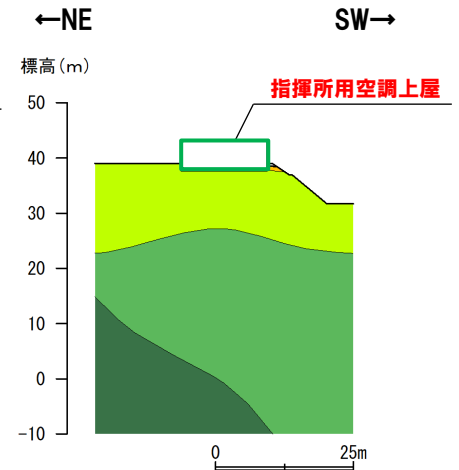
※燃料タンク (SA) 室は, 配置や構造等が変更となる可能性がある。



対象施設位置図



⑤-⑤' 断面



⑥-⑥' 断面

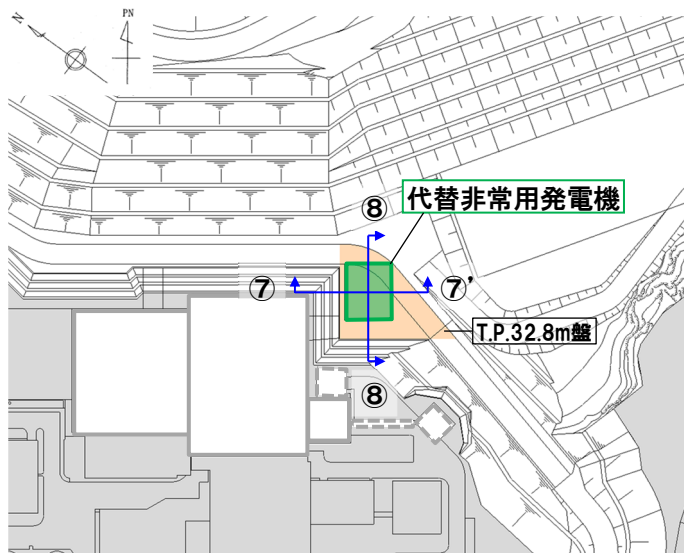
# 3.2 代表施設の選定

## ⑥グループBの評価対象施設の比較結果 (3/3)

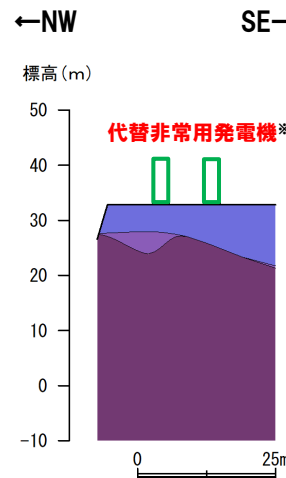
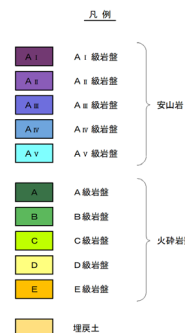
○グループB (防潮堤以外, T.P.10m盤より高標高) の施設のうち, 代替非常用発電機の基礎地盤安定性評価については, 以下の理由により, 代表施設に選定せず, 緊急時対策所の評価に代表させる。

【代替非常用発電機】

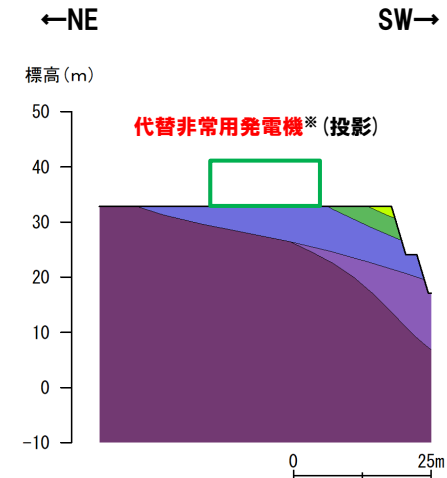
- 2) 施設の重量は緊急時対策所に比べて十分小さい。
- 2) 施設の接地面積は緊急時対策所と大きな差異がない。
- 3) 設置位置の地形 (斜面) は, 緊急時対策所と異なる特徴を有する状況ではない。
- 4) 基礎地盤の岩級 (A<sub>III</sub>級) は, 緊急時対策所と異なる特徴を有する状況ではない。



対象施設位置図



⑦-⑦' 断面

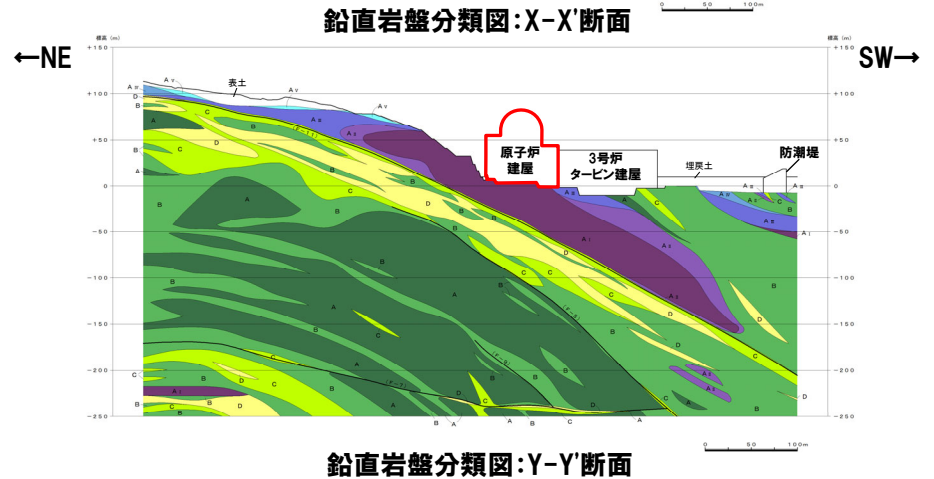
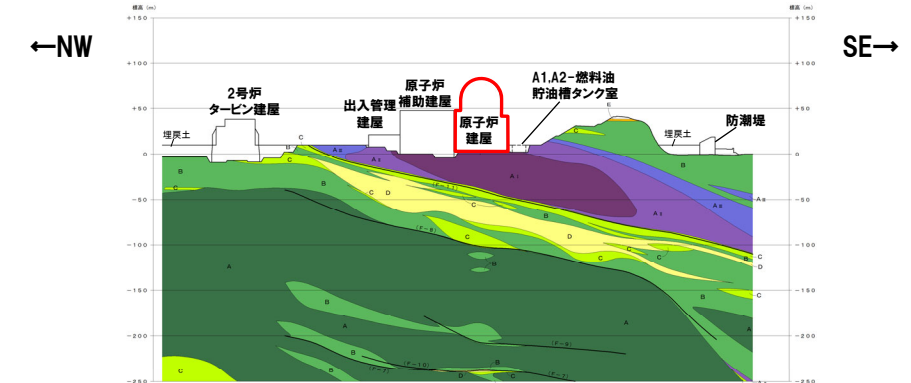
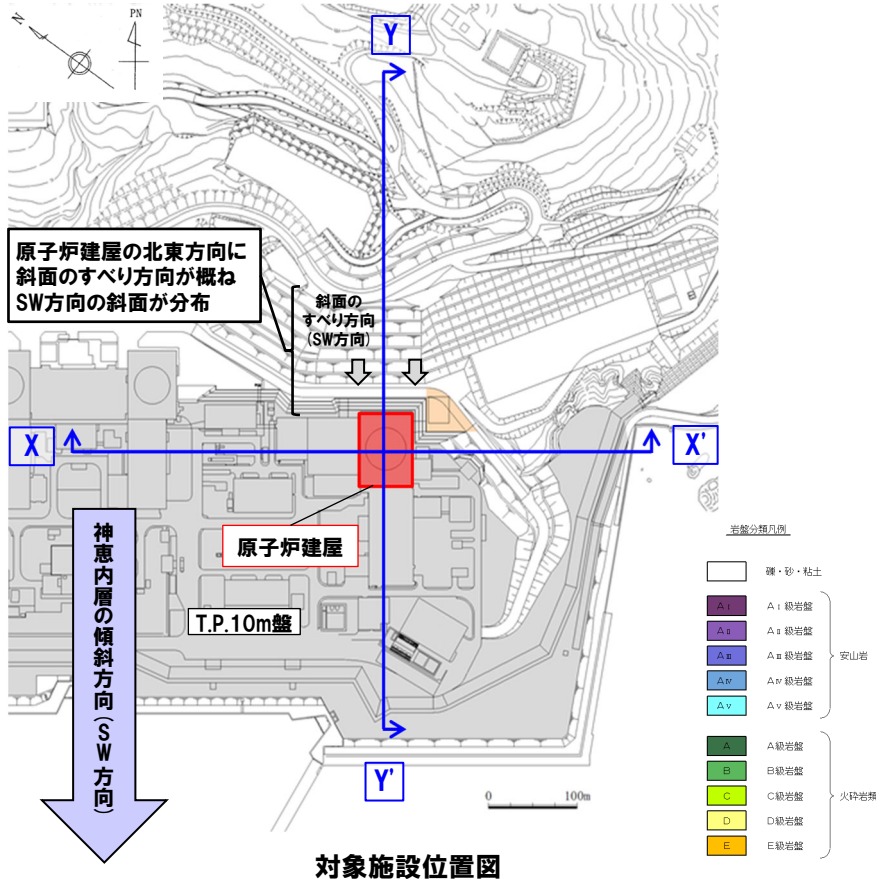


⑧-⑧' 断面

※代替非常用発電機は, 岩盤上に打設したコンクリート床版 (t=15cm) の上に設置。

## ①原子炉建屋の評価対象断面

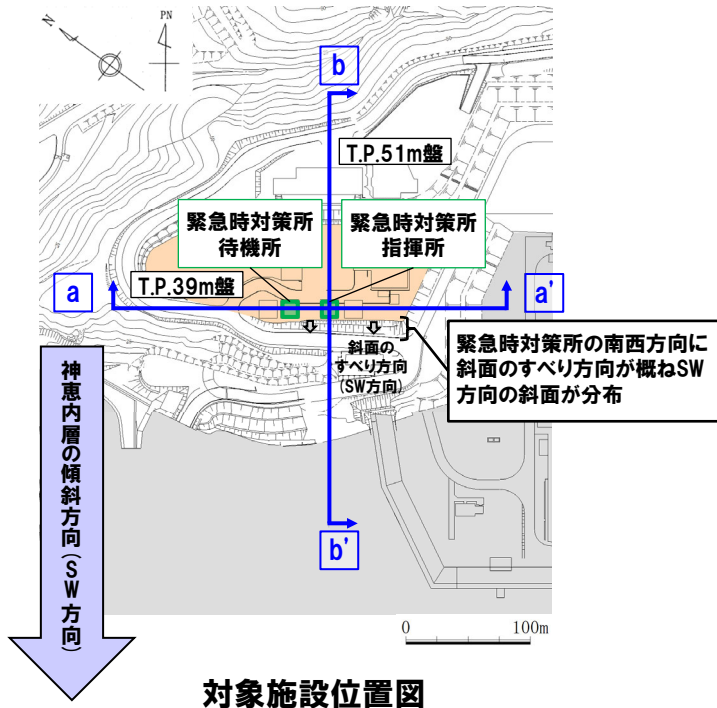
- グループAの代表施設である原子炉建屋の評価対象断面は、以下の地形及び地質構造の特徴を考慮して設定する。  
 (地形の特徴) 原子炉建屋の北東方向に斜面のすべり方向が概ねSW方向の斜面が分布している。  
 (地質構造の特徴) 敷地の基盤をなす神恵内層は、大局的にNW-SE走向で、SW方向へ15°～50°程度で傾斜する同斜構造をなしている。
- 上記を踏まえ、原子炉建屋の基礎地盤の評価対象断面は、以下のとおり、原子炉建屋の中心で直交する2断面(建屋海山直交方向:X-X'断面、建屋海山方向:Y-Y'断面)とした。
  - ・X-X'断面: 神恵内層の走向方向となる断面。
  - ・Y-Y'断面: 北東方向に位置する斜面に正対し、神恵内層の傾斜方向となる断面。
- 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、P104～P105に示す。



## ②緊急時対策所の評価対象断面(1/2)

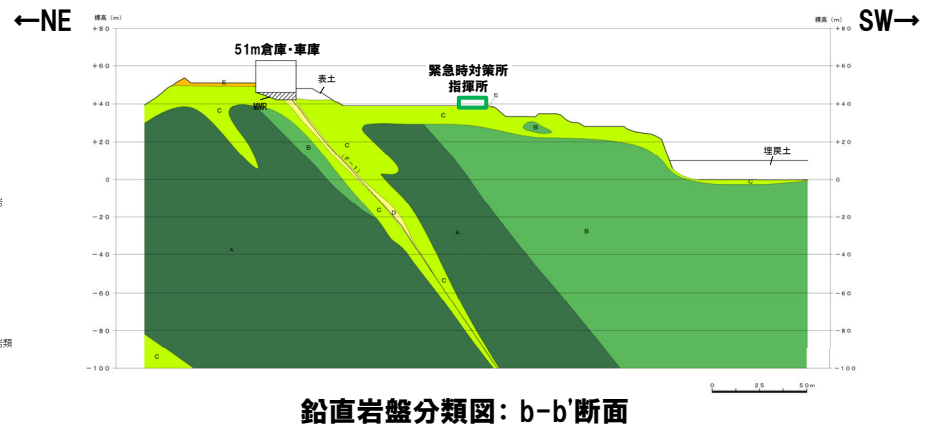
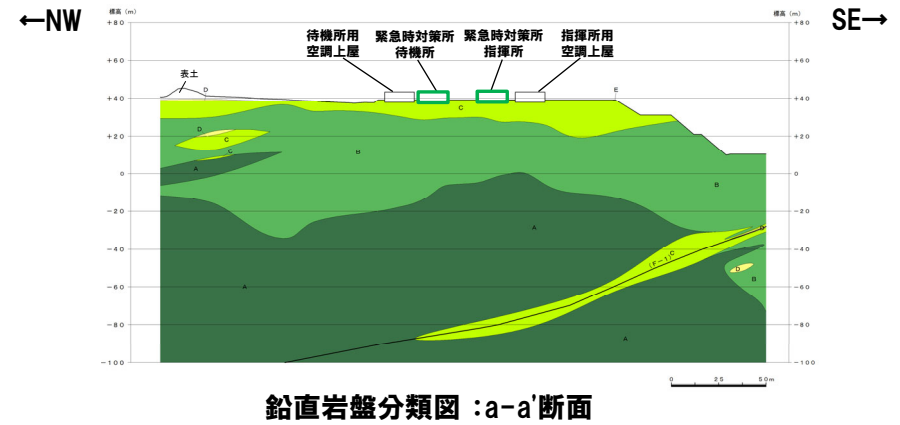
- グループBの代表施設である緊急時対策所の基礎地盤の評価対象断面は、以下の地形及び地質構造の特徴を考慮して設定する。  
 (地形の特徴) 緊急時対策所は、T.P.39m盤に設置され、当該施設の南西方向に斜面のすべり方向が概ねSW方向の斜面が分布している。  
 (地質構造の特徴) 敷地の基盤をなす神恵内層は、大局的にNW-SE走向で、SW方向へ15°~50°程度で傾斜する同斜構造をなしている。
- 上記を踏まえ、緊急時対策所の基礎地盤の評価対象断面は、以下のとおり、指揮所の中心で直交する2断面(建屋海山直交方向:a-a'断面、建屋海山方向:b-b'断面※)とした。
  - ・a-a'断面: 神恵内層の走向方向となる断面。
  - ・b-b'断面: 南西方向に位置する斜面に正対し、神恵内層の傾斜方向となる断面。
- 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、P106~P107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、指揮所を通る断面に評価を代表させた(詳細は、次頁参照)。



岩盤分類凡例

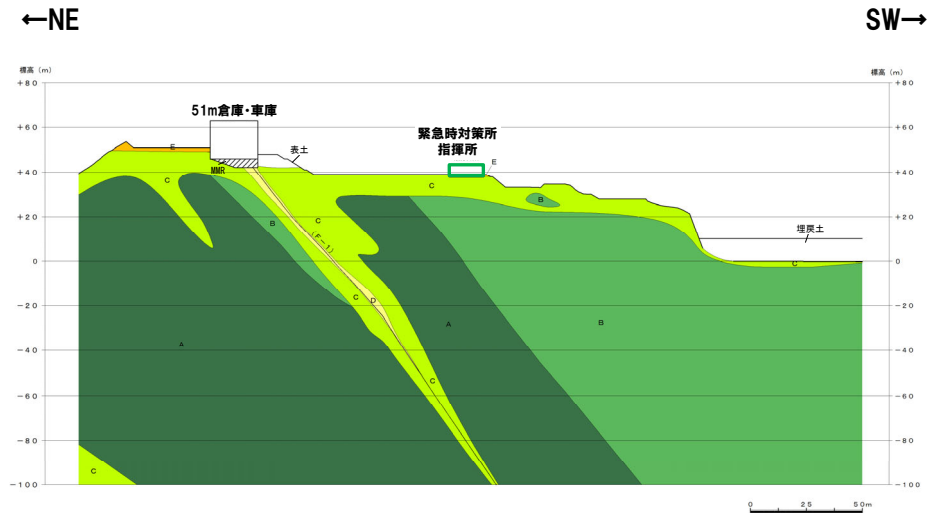
□	礫・砂・粘土	
■ A-I	A-I 級岩盤	安山岩
■ A-II	A-II 級岩盤	
■ A-III	A-III 級岩盤	
■ A-IV	A-IV 級岩盤	
■ A-V	A-V 級岩盤	
■ A	A 級岩盤	火砕岩類
■ B	B 級岩盤	
■ C	C 級岩盤	
■ D	D 級岩盤	
■ E	E 級岩盤	



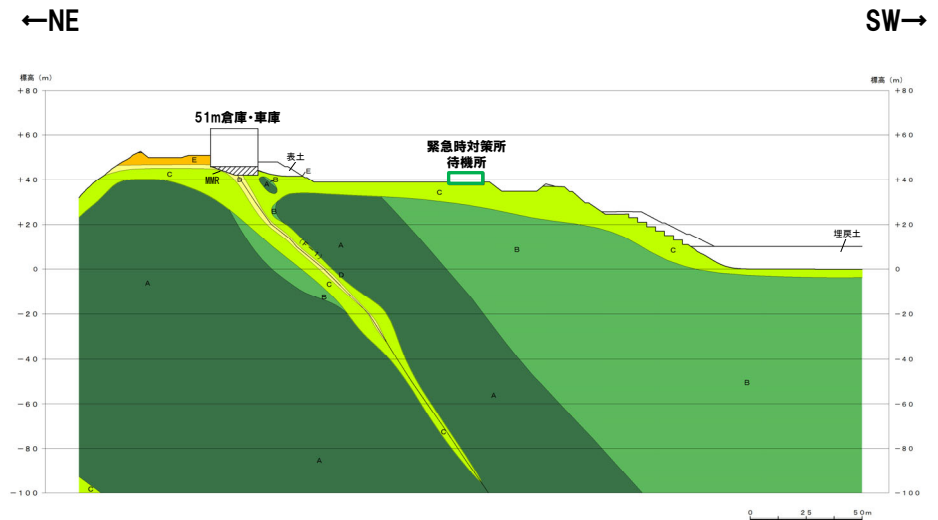


## ②緊急時対策所の評価対象断面 (2/2)

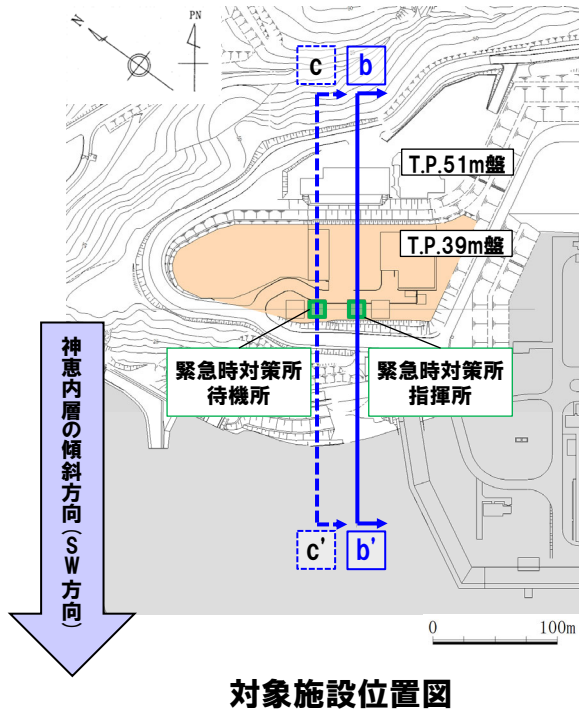
○緊急時対策所指揮所中心を通る断面 (b-b'断面) と緊急時対策所待機所中心を通る断面 (c-c'断面) については、緊急時対策所指揮所と緊急時対策所待機所の構造形式が同一であり、地形及び地質構造も大きく変わらないことから、基礎地盤安定性評価上大きな相違はないと考えられるため、緊急時対策所指揮所中心を通る断面 (b-b'断面) に評価を代表させた。



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

岩盤分類凡例

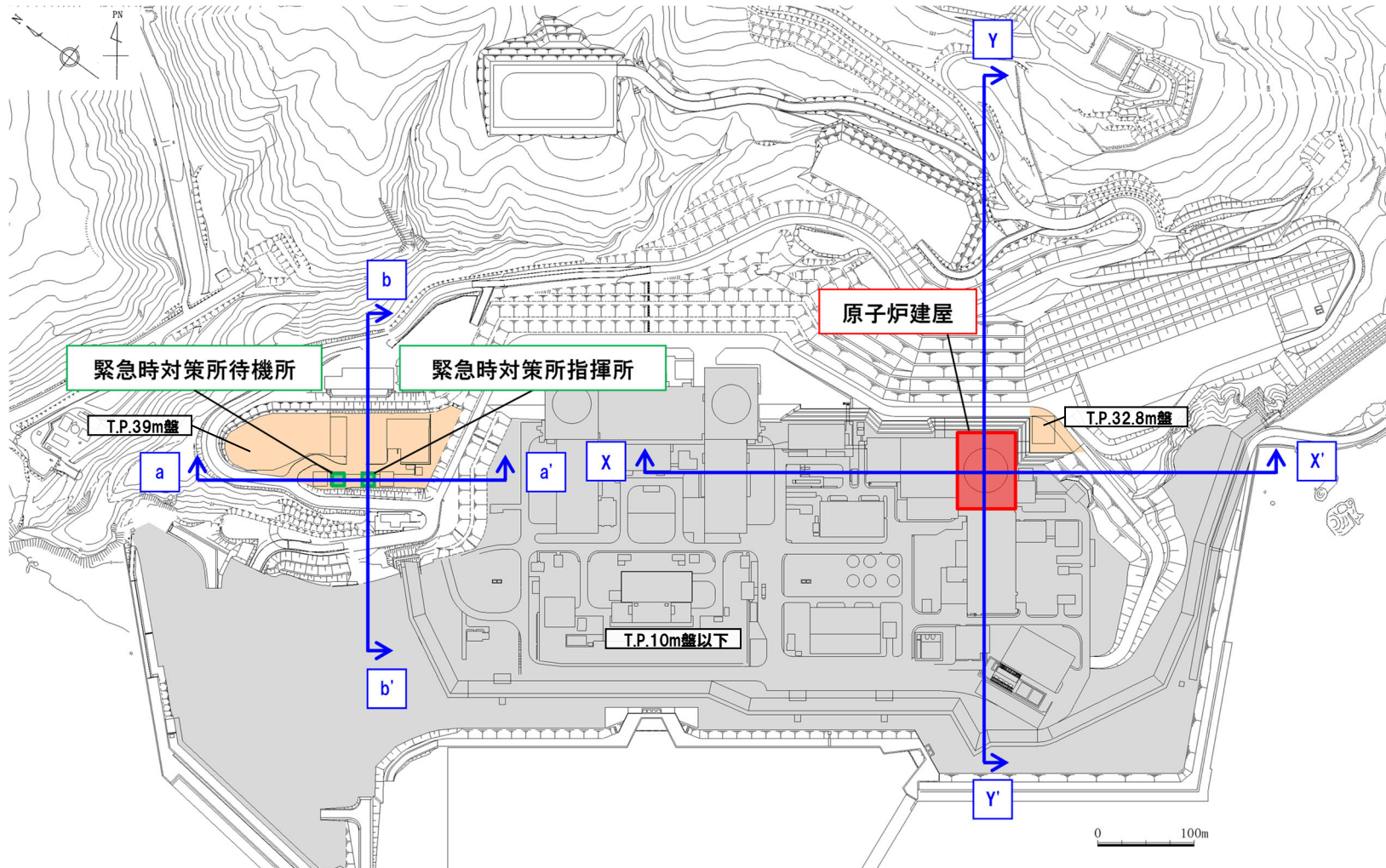
□	砂・砂・粘土	
■ A1	A1 緑岩盤	安山岩
■ A2	A2 緑岩盤	
■ A3	A3 緑岩盤	
■ A4	A4 緑岩盤	
■ A5	A5 緑岩盤	
■ A	A 緑岩盤	火砕岩類
■ B	B 緑岩盤	
■ C	C 緑岩盤	
■ D	D 緑岩盤	
■ E	E 緑岩盤	



### 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

余白

## 3.4 解析用物性値

### ①解析用物性値の考え方(1/3)

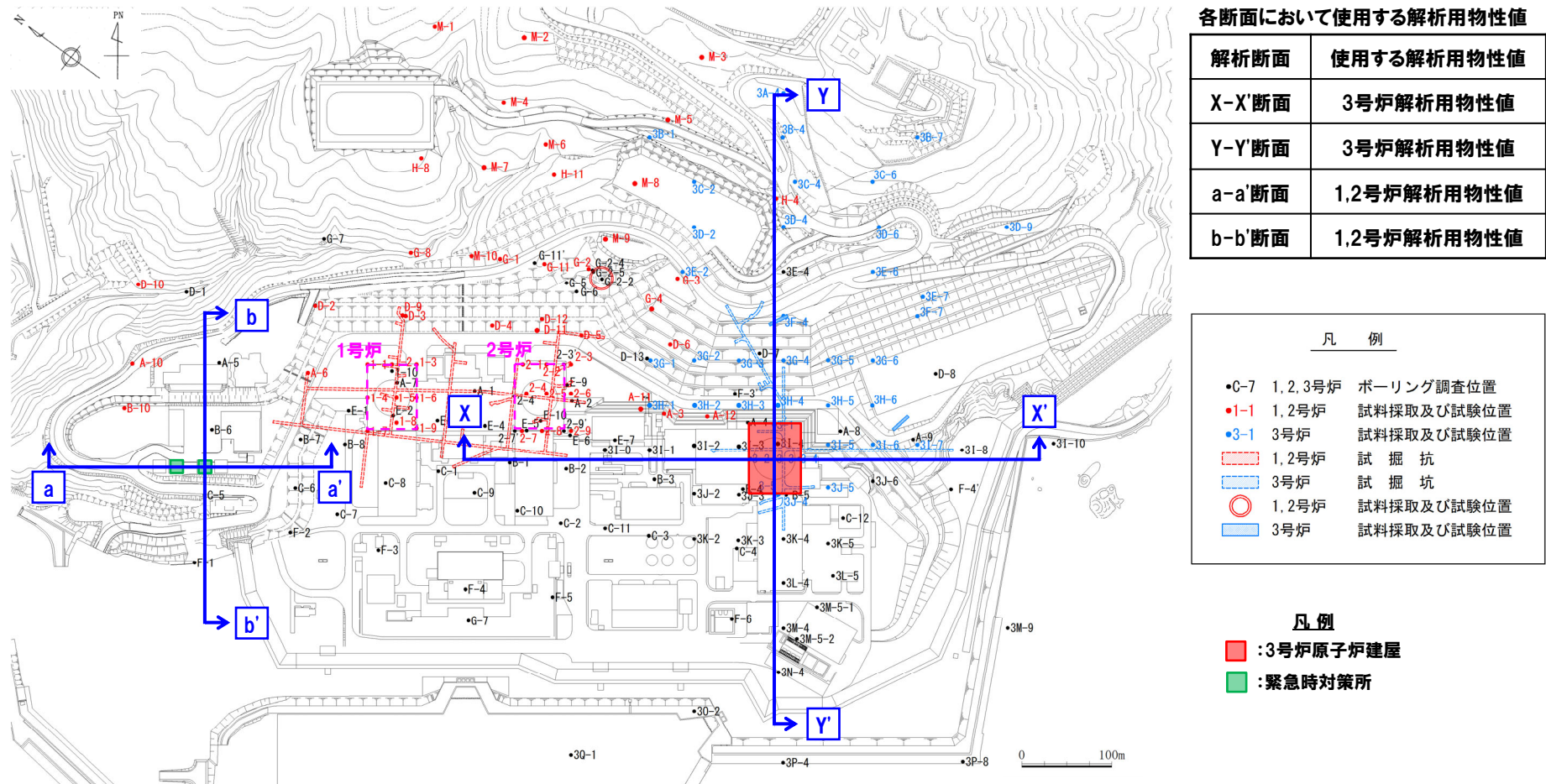
- 敷地の基盤をなす地層は新第三系上部中新統神恵内層であり、3号炉原子炉建屋の設置位置付近には主に安山岩が分布し、1,2号炉原子炉建屋の設置位置付近には火砕岩類が分布する(P19参照)。
- 3号炉設置許可申請(以降、3号炉既許可と呼称)及び1,2号炉設置許可申請(以降、1,2号炉既許可と呼称)において、岩種・岩盤分類の分布状況を踏まえ、それぞれ試験を実施し、解析用物性値を別個に設定している。
- 上記を踏まえ、今回の設置変更許可申請において使用する解析用物性値は、以下のとおりとする。
  - ・「3号炉解析用物性値」は、3号炉既許可と同じ値を使用する。
  - ・「1,2号炉解析用物性値」は、1,2号炉既許可を基本とするが、3号炉既許可の設定を踏まえ、今回の設置変更許可申請において、一部変更を行った上で、使用する。
  - ・今回の設置変更許可申請以降、新たに検討対象となった防潮堤の評価対象断面※内に分布する以下の堆積物について、新たに解析用物性値を設定して、使用する。
    - ✓ 沖積層に相当する砂層(As1及びAs2)、粘土・シルト層(Ac)
    - ✓ MIS5eより古い海成層(Ds)
- 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及びその根拠については、P63～P99及び補足説明資料2章に示す。
- また、「3号炉解析用物性値」及び「1,2号炉解析用物性値」については、解析断面の位置に応じて、適切に使用することとした(各断面において使用する解析用物性値は、次頁参照)。

※防潮堤の評価対象断面については、今後説明予定。

## 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は、解析断面の位置を踏まえ、下図に示すとおりとした(岩盤分類図及び解析要素分割図は、P110～P117参照)。
- なお、発電所の埋立地盤については、施工時期等が異なることから、その分布を踏まえ、適切に使用することとした(詳細は、次頁参照)。





## 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。

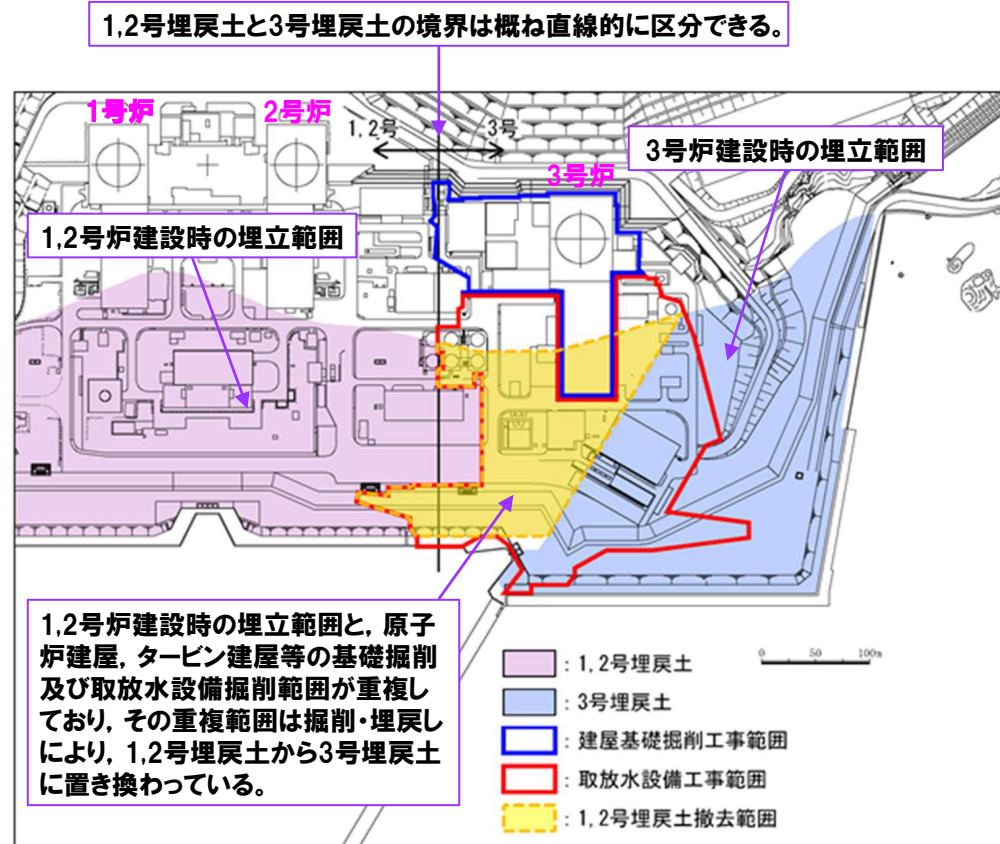
## (3号埋戻土)

- ・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ことから、埋戻土の解析用物性値は、埋戻土の分布を踏まえ、適切に使用することとする。



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号炉既許可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 <sup>※3</sup>		摩擦抵抗試験 <sup>※3</sup>	岩盤変形試験 <sup>※3</sup>	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 <sup>※2</sup> 及び密度 試験により算出	動変形試験 <sup>※1</sup>	文献 <sup>※5</sup> を基に設定
	A <sub>II</sub> 級		A <sub>III</sub> 級を使用 <sup>※4</sup>			A <sub>III</sub> 級を使用 <sup>※4</sup>				
	A <sub>III</sub> 級		岩盤せん断試験 <sup>※3</sup>	摩擦抵抗試験 <sup>※3</sup>	岩盤変形試験 <sup>※3</sup>					
	A <sub>IV</sub> 級		A <sub>V</sub> 級を使用 <sup>※4</sup>			A <sub>V</sub> 級を使用 <sup>※4</sup>				
	A <sub>V</sub> 級	密度試験 <sup>※1</sup>				文献 <sup>※5</sup> を基に設定	動的変形試験 <sup>※1</sup>		動的変形試験 <sup>※1</sup>	
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 <sup>※3</sup>	摩擦抵抗試験 <sup>※3</sup>	岩盤変形試験 <sup>※3</sup>	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 <sup>※2</sup> 及び密度 試験により算出	PS検層 <sup>※2</sup> により 算出	文献 <sup>※5</sup> を基に設定	
	B級									
	C級									
	D級									
	E級	密度試験 <sup>※1</sup>				文献 <sup>※5</sup> を基に設定				
3号表土	密度試験 <sup>※1</sup>	三軸圧縮試験 <sup>※1</sup>	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験 <sup>※1</sup>	文献 <sup>※6</sup> を基に設定	動的変形試験 <sup>※1</sup>	動的変形試験 <sup>※1</sup>	文献 <sup>※7</sup> を基に設定		
3号埋戻土	密度試験 <sup>※2</sup>									

※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2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号炉既許可を基本とするが, 3号炉既許可の設定を踏まえ, 今回の設置変更許可申請において, 一部変更を行った (詳細は, 次頁~P72参照)。
- また, 1,2号炉既許可においては, 残留強度の設定がなされていないことから, 今回の設置変更許可申請において, 新たに設定した (詳細は, 補足説明資料2章参照)。
- 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。

岩種 岩盤分類	特性 項目	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>1</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
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, 次頁~P72参照)。

: 今回の設置変更許可申請において, 変更を行った解析用物性値。

## 3.4 解析用物性値

### ③-2 解析用物性値の根拠：1,2号炉既許可時に設定した値の変更-まとめ-

○1,2号炉解析用物性値については、1,2号炉既許可を基本とするが、3号炉既許可の設定を踏まえ、下表に示すとおり、今回の設置変更許可申請において、一部変更を行った。

1,2号炉既許可時に設定した値から変更を行った解析用物性値

1,2号炉既許可から 変更した解析用物性値		① 1,2号炉既許可時の 設定根拠	② 3号炉解析用物性値 (3号炉既許可時)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	掲載頁	
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号炉既許可の設定を踏まえ、3号 炉解析用物性値を使用	次頁～P67
	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使用	P70～P71
		・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 物性値を使用	P72
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			

## 3.4 解析用物性値

### ③-3 解析用物性値の根拠：1,2号炉既許可時に設定した値の変更-火砕岩類B級・D級（1/2）-

#### 【火砕岩類B級及びD級】

(強度特性(せん断強度及び内部摩擦角)並びに静弾性係数)

- 1,2号炉既許可においては、1,2号炉建設時に実施した原位置岩盤試験(岩盤せん断試験及び岩盤変形試験)の試験結果を基に設定していた。
- 3号炉既許可においては、3号炉建設時に原位置岩盤試験を実施し、試験結果を拡充した上で、3号炉建設時と1,2号炉建設時の試験結果を合わせて、火砕岩類B級及びD級の強度特性(せん断強度及び残留強度)並びに静弾性係数を設定した。
- なお、3号炉既許可において、3号炉側と1,2号炉側の物性値が同等であることを確認している(P68参照)。
- 1,2号炉解析用物性値は、3号炉既許可の設定を踏まえ、強度特性(せん断強度及び内部摩擦角)並びに静弾性係数については、3号炉解析用物性値を使用することとした(変更後の解析用物性値は、下表及び次頁参照)。

変更後の1,2号炉解析用物性値(3号炉解析用物性値と同じ値)

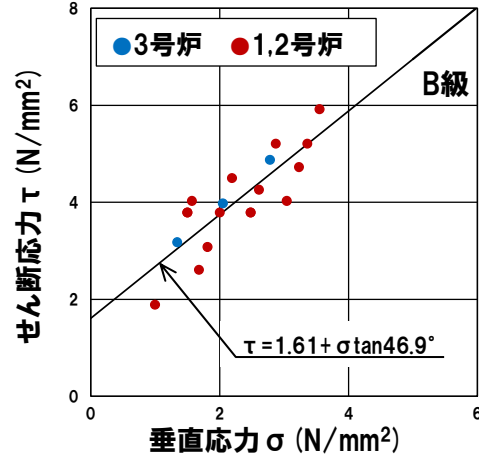
		強度特性			変形特性
		せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度※ $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	静弾性係数 $E_s$ (×10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )
火砕岩類	B級	1.61	46.9	$1.94 \sigma^{0.62}$	2.8
	D級	0.49	34.1	$0.86 \sigma^{0.51}$	0.64

※1,2号炉既許可においては、残留強度の設定がなされていないことから、今回の設置変更許可申請において、新たに設定した。

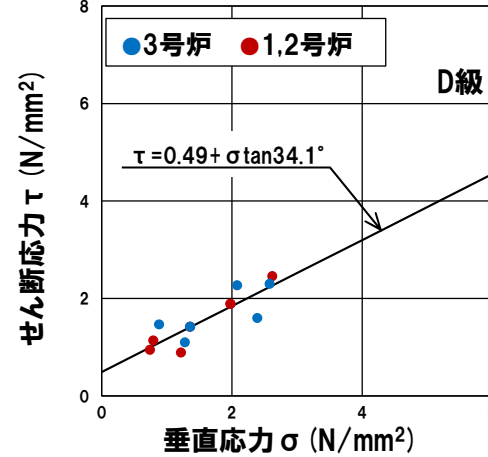
# 3.4 解析用物性値

## ③-3 解析用物性値の根拠：1,2号炉既許可時に設定した値の変更-火砕岩類B級・D級 (2/2) -

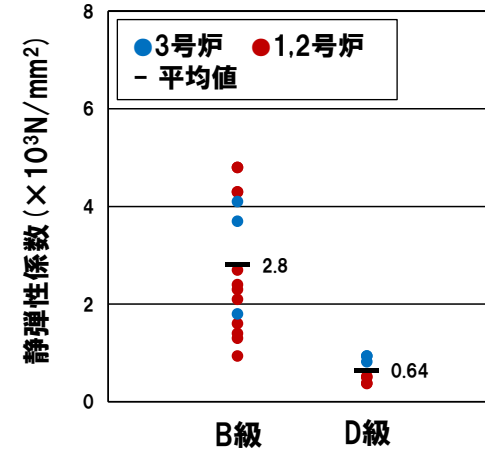
【岩盤せん断試験結果 (せん断強度)】



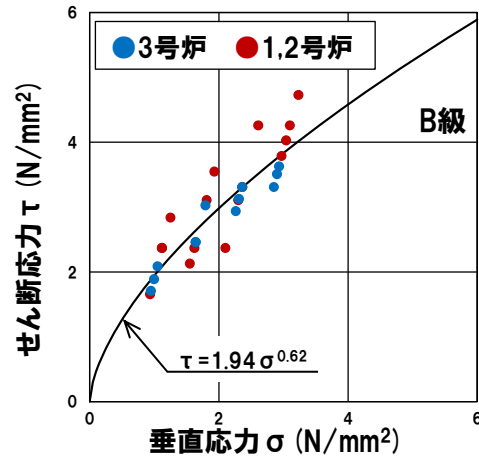
【岩盤せん断試験結果 (せん断強度)】



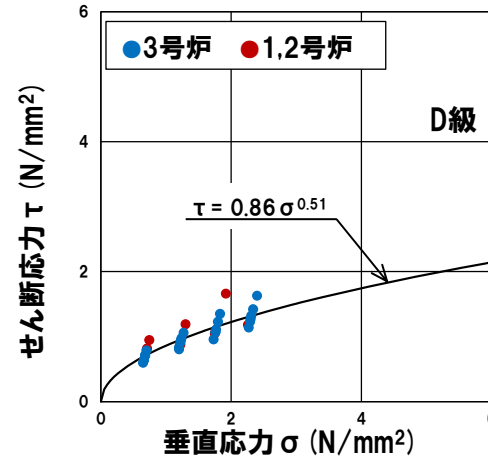
【岩盤変形試験結果 (静弾性係数)】



【摩擦抵抗試験結果 (残留強度)】



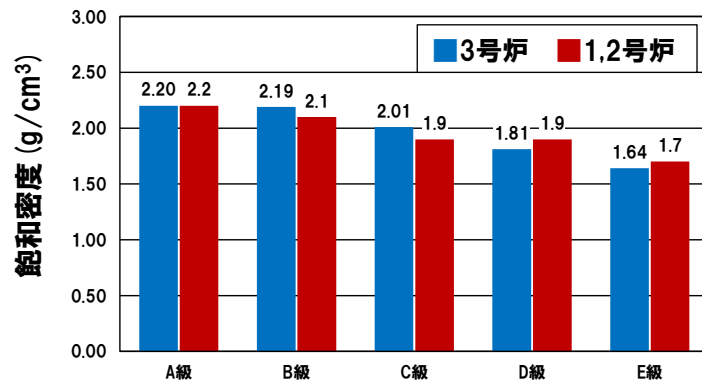
【摩擦抵抗試験結果 (残留強度)】



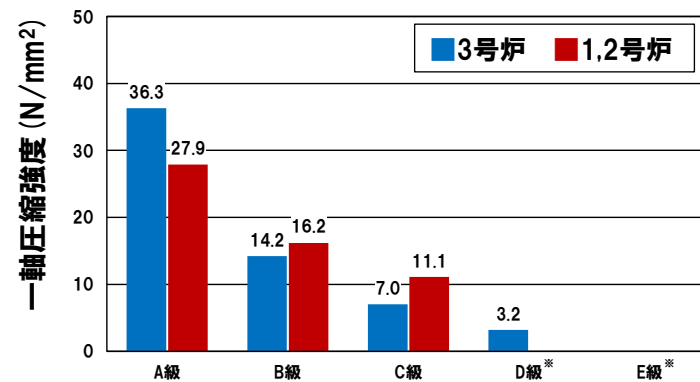
## 3.4 解析用物性値

## (参考) 3号炉側と1,2号炉側の火砕岩類の物性値比較

○火砕岩類の物性値について、物理特性、強度特性、変形特性の代表的な指標である、密度、一軸圧縮強度、P波速度及びS波速度を比較した結果、3号炉側と1,2号炉側の物性値が同等であることを確認した。

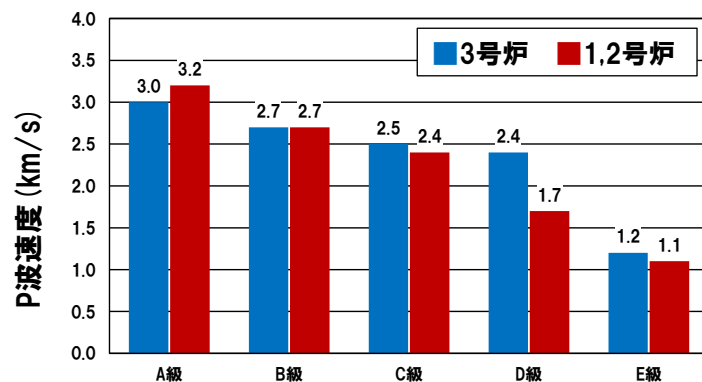


飽和密度の比較結果

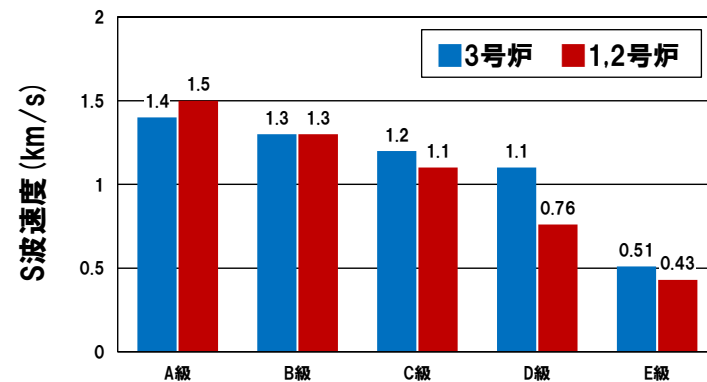


一軸圧縮強度の比較結果

\*D級(1,2号炉)並びにE級(1,2号炉及び3号炉)については、一軸圧縮試験を実施していない。



PS検層の比較結果 (P波速度)



PS検層の比較結果 (S波速度)

余白



## 3.4 解析用物性値

## ③-3 解析用物性値の根拠：1,2号炉既許可時に設定した値の変更-火砕岩類E級(1/2)-

## 【火砕岩類E級】

(強度特性(せん断強度及び内部摩擦角)並びに静弾性係数)

- 1,2号炉既許可においては、1,2号炉建設時に実施した室内試験(三軸圧縮試験)の試験結果を基に設定していた。
- 3号炉既許可においては、3号炉建設時に原位置岩盤試験(岩盤せん断試験、摩擦抵抗試験及び岩盤変形試験)を実施し、この試験結果を基に火砕岩類E級の強度特性(せん断強度及び残留強度)並びに静弾性係数を設定した。
- 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号炉既許可の設定を踏まえ、強度特性(せん断強度及び内部摩擦角)並びに静弾性係数については、3号炉解析用物性値を使用することとした(変更後の解析用物性値は、下表及び次頁参照)。

(動せん断弾性係数及び減衰定数)

- 1,2号炉既許可においては、ひずみ依存特性を考慮していなかったが、3号炉既許可の設定を踏まえ、より精緻な解析を行うため、動せん断弾性係数及び減衰定数については、3号炉解析用物性値を使用することとした(変更後の解析用物性値は、下表及び次頁参照)
- なお、解析用物性値の変更にあたっては、1,2号炉側と3号炉側の物性値が同等であることを確認している(次頁参照)。

変更後の1,2号炉解析用物性値(3号炉解析用物性値と同じ値)

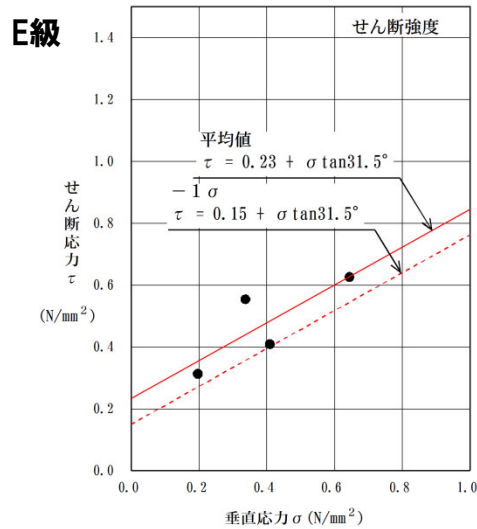
		強度特性			変形特性		
					静的特性		動的特性
岩種	岩盤分類	せん断強度 $\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	内部摩擦角 $\phi$ (°)	残留強度※ $\tau$ (N/mm <sup>2</sup> )	静弾性係数 $E_s$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	動せん断弾性係数 $G_d$ (10 <sup>3</sup> N/mm <sup>2</sup> )	減衰定数 h (%)
火砕岩類	E級	0.23	31.5	$\sigma < 0.14, \sigma \geq 0.49$ $\tau = 0.71 \sigma^{0.41}$ $0.14 \leq \sigma < 0.49$ $\tau = 0.23 + \sigma \tan 31.5^\circ$	0.030	$G_0 = 0.43$ $G_d / G_0 =$ $1 / [1 + (\gamma / 0.000530)^{0.909}]$	$h =$ $\{ \gamma / (8.46 \gamma + 0.00478) + 0.0309 \} \times 100$

※1,2号炉既許可においては、残留強度の設定がなされていないことから、今回の設置変更許可申請において、新たに設定した。

# 3.4 解析用物性値

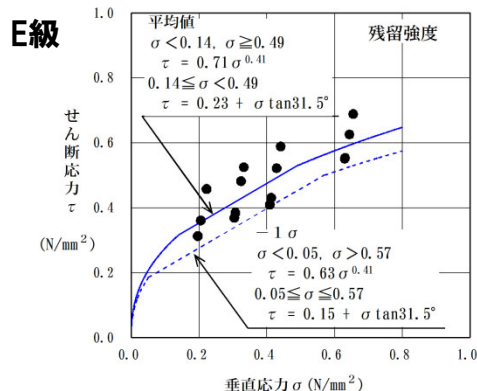
## ③-3 解析用物性値の根拠：1,2号炉既許可時に設定した値の変更-火砕岩類E級(2/2)-

### 【せん断強度】



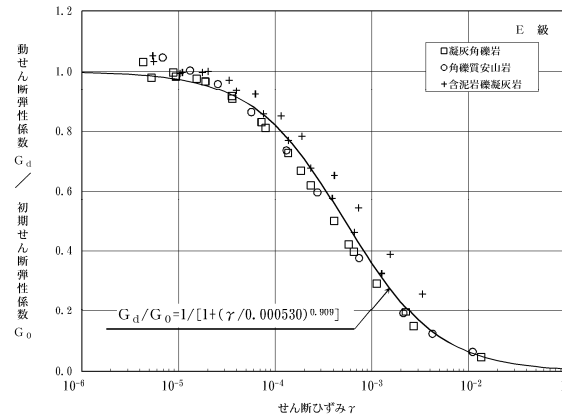
岩盤せん断試験結果※1

### 【残留強度】

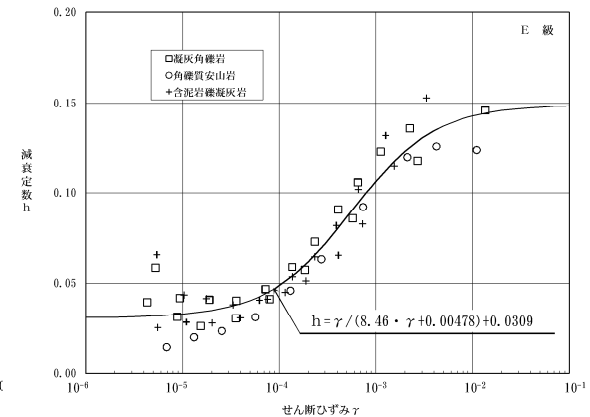


摩擦抵抗試験結果※1

### 【ひずみ依存特性】



動的変形試験結果※1 (動せん断弾性係数 $G_d$ )



動的変形試験結果※1 (減衰定数 $h$ )

※1 3号炉建設時に実施した試験結果。

### (参考) 1,2号炉物性値と3号炉物性値の比較

項目	飽和密度 $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )	P波速度 $V_p$ (km/s)	S波速度 $V_s$ (km/s)	動ポアソン比 $\nu_d$
1,2号炉	1.67 (1.7※2)	1.1	0.43	0.41
3号炉	1.64	1.2	0.51	0.39

※2 解析用物性値は、1,2号炉既許可時に設定した有効数字2桁を使用。

# 3.4 解析用物性値

## ③-4 解析用物性値の根拠: 1,2号炉既許可時に設定した値の変更-1,2号表土-

### 【1,2号表土】

(動せん断弾性係数及び減衰定数)

○1,2号炉既許可においては、ひずみ依存特性を考慮していなかったが、3号炉既許可の設定を踏まえ、1,2号炉解析用物性値についても、より精緻な解析を行うため、動せん断弾性係数及び減衰定数については、3号炉解析用物性値を使用することとした(変更後の解析用物性値は、下表及び右図参照)

○なお、解析用物性値の変更に当たっては、1,2号炉側と3号炉側の物性値が同等であることを確認している。

変更後の1,2号炉解析用物性値(3号炉解析用物性値と同じ値)

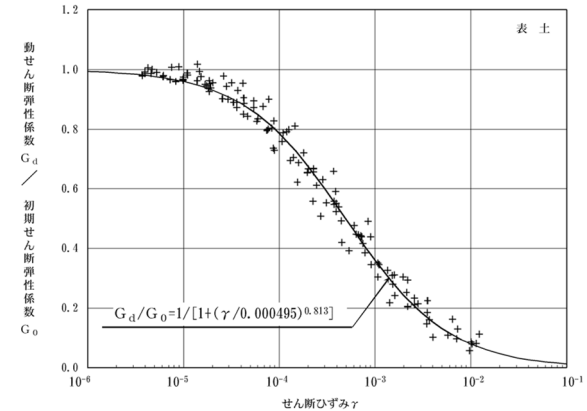
岩種・岩盤分類	動的特性	
	動せん断弾性係数 $G_d$ ( $10^3\text{N/mm}^2$ )	減衰定数 $h$ (%)
1,2号表土	$G_0=0.16$ $G_d/G_0=$ $1/[1+(\gamma/0.000495)^{0.813}]$	$h=$ $\{\gamma/(8.44\gamma+0.00379)$ $+0.0232\} \times 100$

(参考) 1,2号炉物性値と3号炉物性値の比較

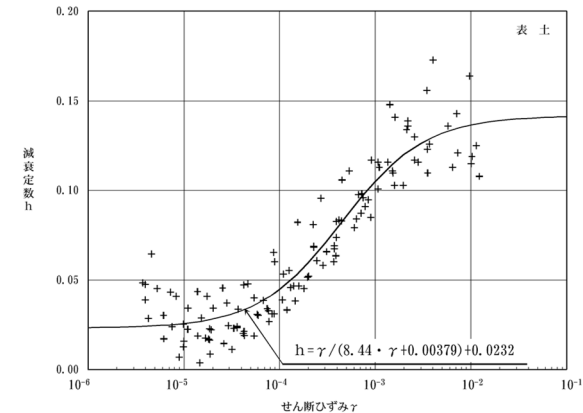
項目	飽和密度 $\rho$ ( $\text{g/cm}^3$ )	P波速度 $V_p$ ( $\text{km/s}$ )	S波速度 $V_s$ ( $\text{km/s}$ )	動ポアソン比 $\nu_d$
1,2号炉	1.89 (1.9※1)	0.84	0.26	0.45
3号炉	1.81	0.73	0.30	0.40

※1 解析用物性値は、1,2号炉既許可時に設定した有効数字2桁を使用。

### 【ひずみ依存特性】



動的変形試験結果※2(動せん断弾性係数 $G_d$ )



動的変形試験結果※2(減衰定数 $h$ )

※2 3号炉建設時に実施した試験結果。

## 3.4 解析用物性値

## ④解析用物性値の根拠:断層

- 断層の解析用物性値の設定の根拠を下表に示す。
- F-1断層～F-6断層については、1,2号炉既許可の設定と同じである。
- F-7断層～F-11断層については、3号炉既許可の設定と同じである。

岩種 岩盤分類	特性 項目	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※2を基に設定	動的単純 せん断試験※1	超音波伝播 速度試験※3	文献※4を基に設定		
	F-2～ F-6										
	F-7, F-9, F-10	F-2～F-6断層を使用									
	F-8, F-11	密度試験※1	三軸圧縮試験※1	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験※1	文献※2を基に設定	動的変形試験※1	超音波伝播 速度試験※3	動的変形試験※1		

※1 地盤工学会「土質試験の方法と解説」に準拠。

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

※3 建設省「土木試験基準(案)」に準拠。

※4 設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007)を参照。

# 3.4 解析用物性値

## ⑤-1 解析用物性値の根拠:As1, As2, Ac及びDs

- 沖積層に相当する砂層 (As1及びAs2), 粘土・シルト層 (Ac) 並びにMIS5eより古い海成層 (Ds) については, 今回の設置変更許可申請以降, 新たに検討対象となった防潮堤の評価対象断面内に分布することから, 新規に解析用物性値を設定した(防潮堤の評価対象断面については, 今後説明予定)。
- 沖積層に相当する砂層 (As1及びAs2) については, N値の大きさによって,  $N < 30$ をAs1層,  $N \geq 30$ をAs2層に分類し, 別個に解析用物性値を設定した (As1及びAs2の分類については, 次頁~P77参照)。
- MIS5eより古い海成層 (Ds) の解析用物性値については, 以下の理由から, ボーリングコアから採取した試料を用いて, 各種土質試験を行うこと等により設定した (詳細は, P78参照)。
  - ・当該層は, 耐震重要施設である防潮堤の北側端部の周辺斜面に分布する。
  - ・当該層は, 砂を主体とする単層である。
- 沖積層に相当する砂層 (As1及びAs2), 粘土・シルト層 (Ac) 並びにMIS5eより古い海成層 (Ds) の解析用物性値の設定の根拠を下表に示す (各種試験結果については, P79~P90及び補足説明資料2章に示す。)

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 $h$
As1	密度試験 土の湿潤密度 試験 (JIS A 1225) に準拠	三軸圧縮試験 地盤工学会「地盤材料試験の 方法と解説」に準拠	内部摩擦角 $\phi$	せん断強度及び 内部摩擦角と同じ	三軸圧縮試験 地盤工学会「地盤 材料試験の方法と 解説」に準拠	文献 <sup>※1</sup> を 基に設定	動的変形試験 地盤工学会「地盤材料 試験の方法と解説」に 準拠	文献 <sup>※2</sup> を 基に設定	動的変形試験 地盤工学会「地盤材料 試験の方法と解説」に 準拠	
As2										
Ac										
Ds										

※1 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。

※2 設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007) を参照。

: 今回の設置変更許可申請以降, 新規に設定した解析用物性値。

## 3.4 解析用物性値

### ⑤-2 解析用物性値の根拠：As1及びAs2の分類（1/3）

再掲（R5/7/4審査会合資料）

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-9-3」抜粋

※紫下線を今回加筆。

岸壁及び津波防護施設前面には、沖積層に相当する砂層（As1層及びAs2層）、砂礫層（Ag層）及び粘土・シルト層（Ac層）が分布している。

道路橋示方書・同解説 IV下部構造編（2012）（以下、「日本道路協会（2012, IV下部構造偏）」という）では、「砂層、砂礫層はN値が30程度以上あれば良質な支持層と考えてよい。」とされている（下記参照）。

また、地盤調査・土質試験結果の解釈と適用例では、N値と相対密度の関係が示されており、30未満は「中位の～非常に緩い」、30以上は「密な～非常に密な」とされている（下記参照）。

以上に基づき、砂層については、N値<30をAs1層、N値 $\geq$ 30をAs2層と分類し、それぞれの解析用物性値を設定する。



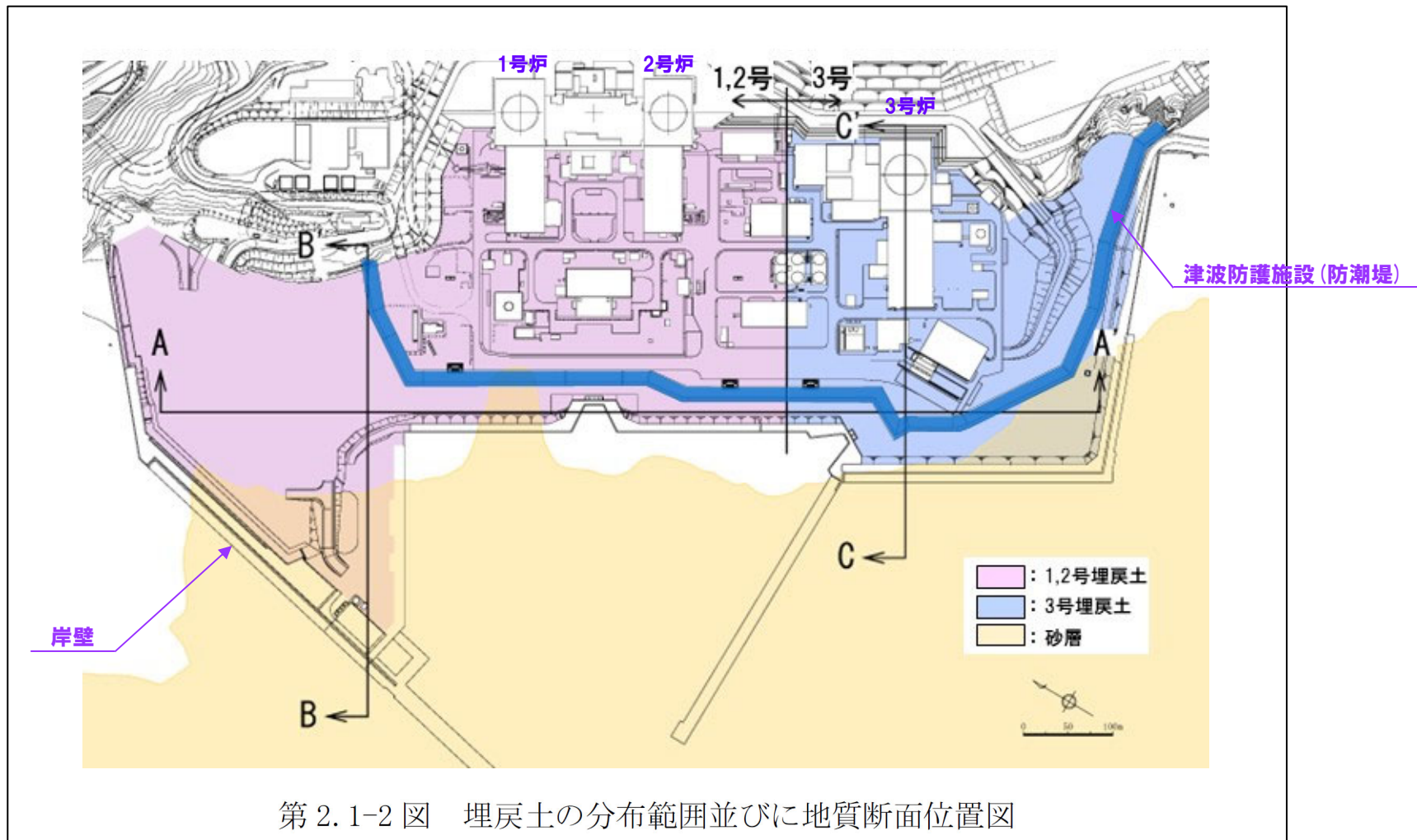
## 3.4 解析用物性値

## ⑤-2 解析用物性値の根拠：As1及びAs2の分類（2/3）

再掲（R5/7/4審査会合資料）

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」抜粋

※紫字を今回加筆。



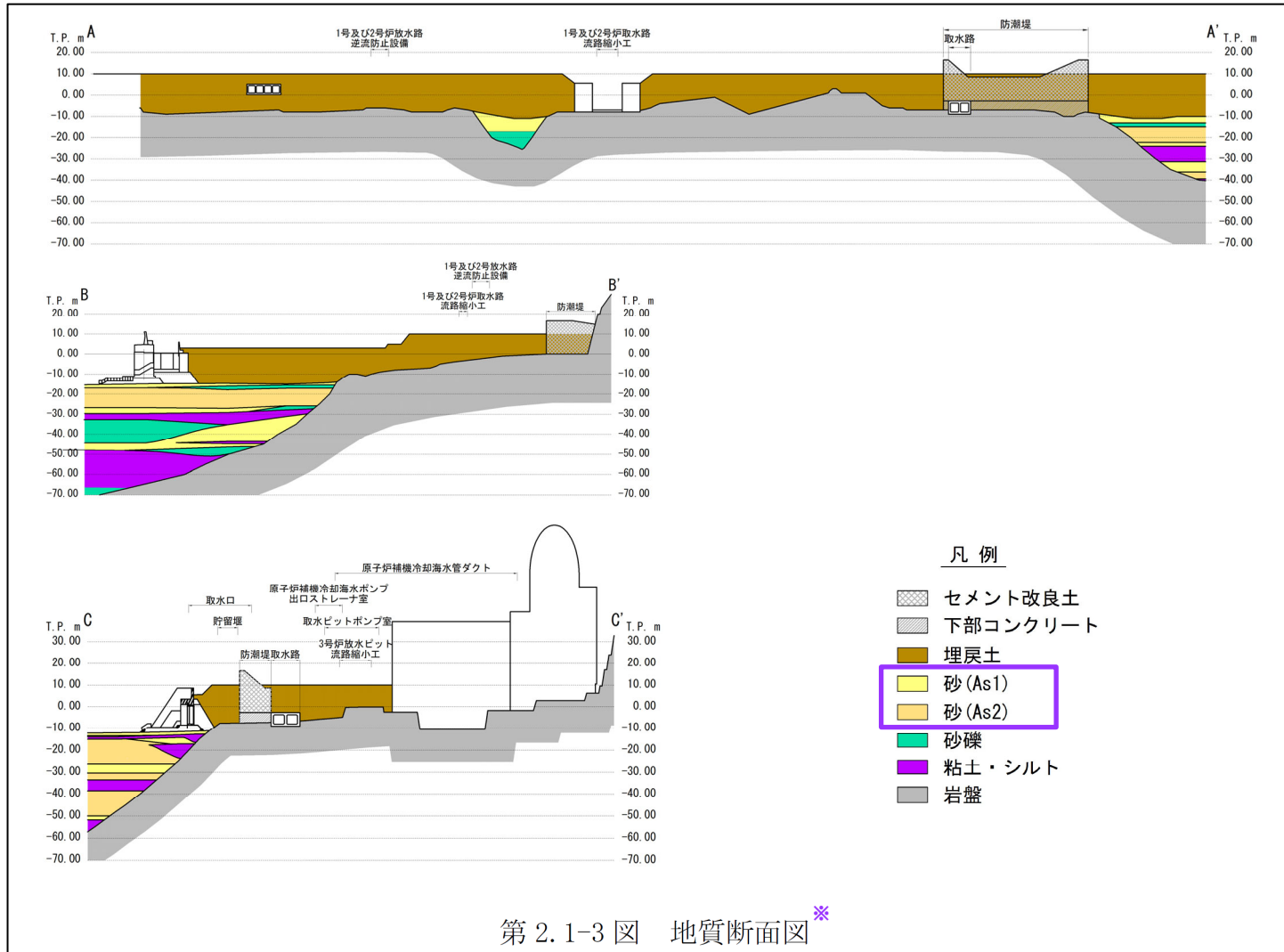
# 3.4 解析用物性値

## ⑤-2 解析用物性値の根拠：As1及びAs2の分類 (3/3)

再掲 (R5/7/4審査会合資料)

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」抜粋

※紫枠及び注釈を今回加筆。



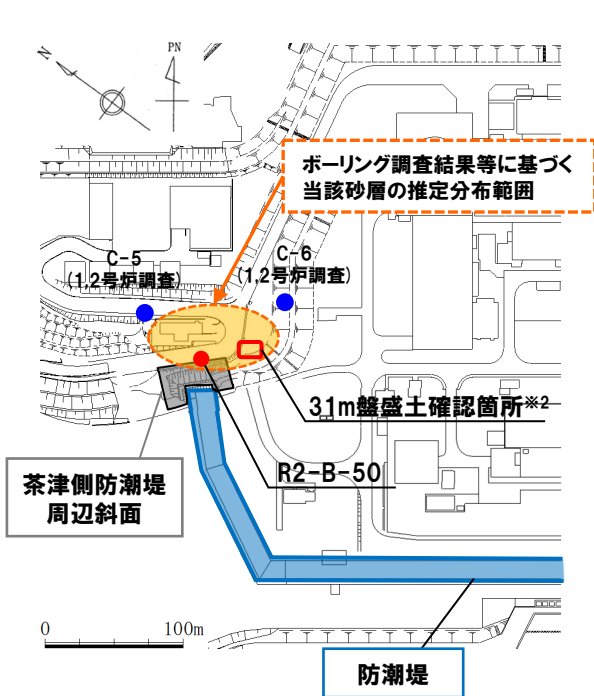
※断面位置は前頁参照。

# 3.4 解析用物性値

## ⑤-3 解析用物性値の根拠：Dsの解析用物性値の設定について

- 茶津側防潮堤周辺斜面付近で実施したR2-B-50ボーリング(孔口標高約30m)においては、基盤岩の上位に、砂、シルト混じり砂、砂及び礫(碎石)が認められる。
- 砂及びシルト混じり砂については、その層相及び近接する31m盤盛土確認箇所との位置関係から、MIS5eより古い海成層※1と判断される。
- 当該層の解析用物性値については、以下の理由から、ボーリングコアから採取した試料を用いて、各種土質試験を行うこと等により設定した。
  - ・当該層は、耐震重要施設である防潮堤の北側端部の周辺斜面に分布する。
  - ・当該層は、砂を主体とする単層である。

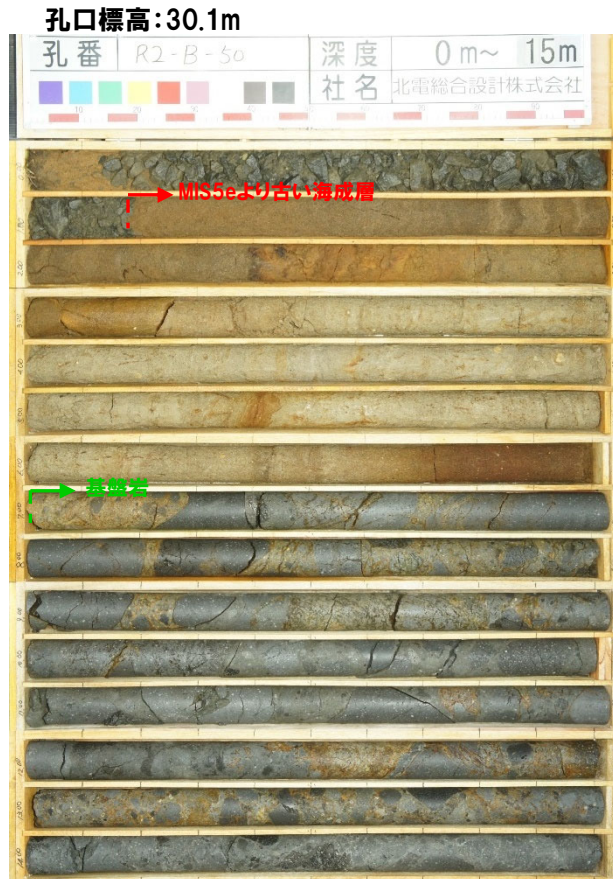
※1 31m盤に認められる海成堆積物は、積丹半島西岸におけるMm1段丘堆積物の上面標高及びMIS5eの旧汀線高度より高いことから、MIS5eより古い海成層に区分される(R3.7.2審査会合資料「泊発電所3号炉 地盤(敷地の地質・地質構造)に関するコメント回答(補足説明資料)」4章参照)。



※2 R2.9.10.11現地調査資料「3.4 開削調査箇所(南側)付近における敷地造成について」参照。

- 開削調査で当該砂層を確認した地点
- ボーリング調査で当該砂層を確認した地点
- ボーリング調査で当該砂層が認められなかった地点

調査位置図及びDsの推定分布範囲



コア写真 (R2-B-50: 深度0~15m)

R2-B-50		R2-B-50		R2-B-50		R2-B-50		R2-B-50		R2-B-50	
標高	深度	柱状	地質	色調	記	標高	深度	柱状	地質	色調	記
(m)	(m)	図	名	調	事	(m)	(m)	図	名	調	事
28.91	1.19		粘土	褐色	深層0.00~0.15m:シルトが混じる細粒砂。植物根混入。深層0.15~1.19m:粒径φ70mm以下の角礫からなる。根層は安山岩。	1	28.91	1.19	粘土	褐色	深層0.00~0.15m:シルトが混じる細粒砂。植物根混入。深層0.15~1.19m:粒径φ70mm以下の角礫からなる。根層は安山岩。
27.70	2.40		砂	黄褐色	細粒~中粒砂。深層2.40~2.42m: 粒径φ5mm以下の暗灰色を呈する重円~円礫が混入。	2	27.70	2.40	砂	黄褐色	細粒~中粒砂。深層2.40~2.42m: 粒径φ5mm以下の暗灰色を呈する重円~円礫が混入。
27.32	2.78		砂	黄褐色	中粒砂が混じる細粒砂で、シルトがわずかに混入。	3	27.32	2.78	砂	黄褐色	中粒砂が混じる細粒砂で、シルトがわずかに混入。
26.98	3.24		シルト混じり砂	黄褐色	細粒砂。下面境界は不明瞭。	4	26.98	3.24	シルト混じり砂	黄褐色	細粒砂。下面境界は不明瞭。
23.70	6.40		シルト混じり砂	黄褐色	シルトが混じる細粒砂。深層5.16~5.26m: ほぼ水平にシルトが挟む。	5	23.70	6.40	シルト混じり砂	黄褐色	シルトが混じる細粒砂。深層5.16~5.26m: ほぼ水平にシルトが挟む。
23.41	6.68		シルト混じり砂	黄褐色	深層5.80~6.00m:シルトが挟む。	6	23.41	6.68	シルト混じり砂	黄褐色	深層5.80~6.00m:シルトが挟む。
23.10	7.00		砂	黄褐色	深層6.40~6.69m:砂層が不規則に挟み、境界が不明瞭。	7	23.10	7.00	砂	黄褐色	深層6.40~6.69m:砂層が不規則に挟み、境界が不明瞭。
19.95	10.15		粘土	褐色	深層φ10mm以下(最大粒径φ45mm)の安山岩礫主体の凝灰角礫。稀にデイスイト礫が混入。	8	19.95	10.15	粘土	褐色	深層φ10mm以下(最大粒径φ45mm)の安山岩礫主体の凝灰角礫。稀にデイスイト礫が混入。
18.90	11.20		粘土	褐色	新削でやや破砕。割れ目は少ない。深層7.00~10.15m: 基質部と安山岩礫の一部・割れ目に沿って弱色を呈する。	9	18.90	11.20	粘土	褐色	新削でやや破砕。割れ目は少ない。深層7.00~10.15m: 基質部と安山岩礫の一部・割れ目に沿って弱色を呈する。
18.40	11.70		粘土	褐色	深層11.20~11.70m: 20°前後の割れ目やや多く、短棒状コア主体。深層11.70~13.99m: 基質部と安山岩礫の一部が弱く弱色を呈する。	10	18.40	11.70	粘土	褐色	深層11.20~11.70m: 20°前後の割れ目やや多く、短棒状コア主体。深層11.70~13.99m: 基質部と安山岩礫の一部が弱く弱色を呈する。
16.11	13.99		粘土	褐色	深層14.33~14.80m: 固結した灰色層(土3mm)が不規則に分布する。	11	16.11	13.99	粘土	褐色	深層14.33~14.80m: 固結した灰色層(土3mm)が不規則に分布する。
15.30	14.80		粘土	褐色		12	15.30	14.80	粘土	褐色	

柱状図 (R2-B-50: 深度0~15m)

## 3.4 解析用物性値

### ⑤-4 解析用物性値の根拠:密度 (As1, As2, Ac及びDs)

○As1, As2, Ac及びDsの密度は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した密度試験における飽和密度の平均値を設定した。

密度試験結果

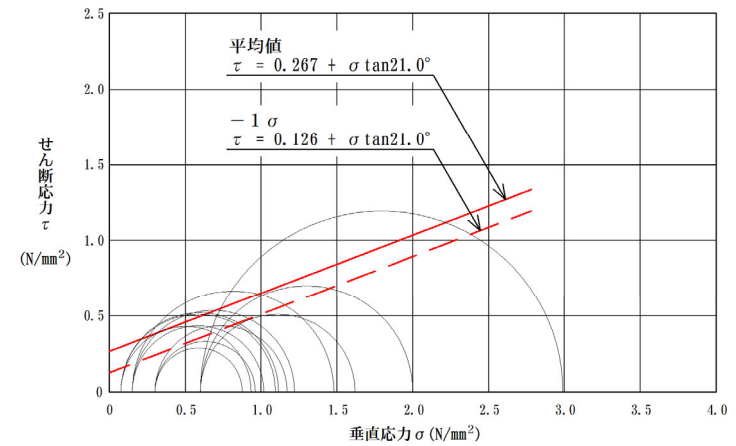
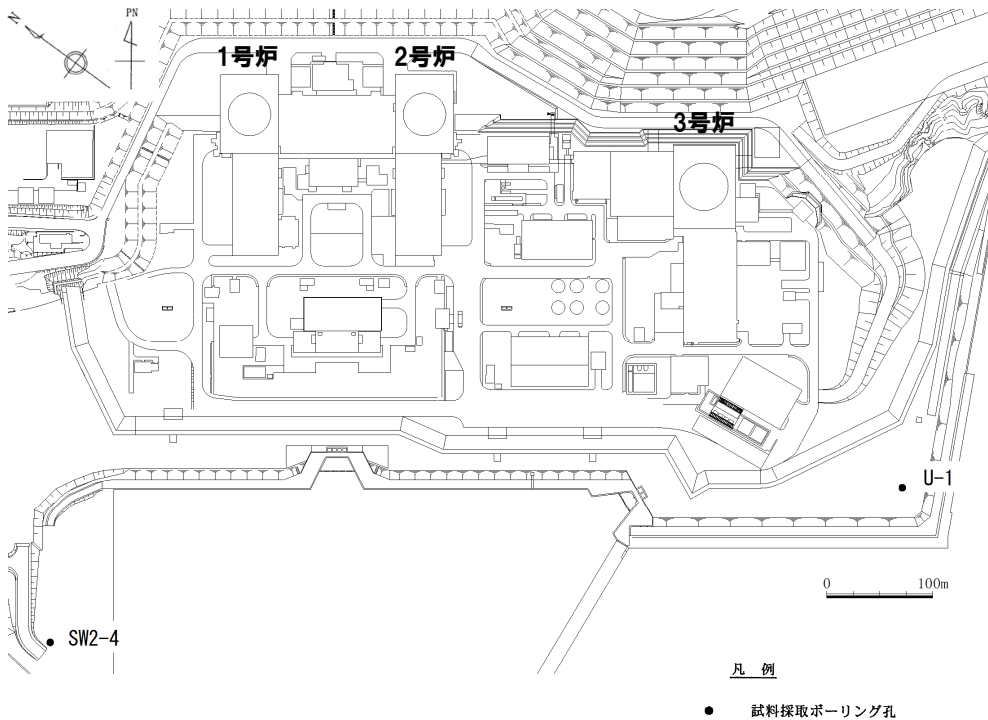
岩種・岩盤分類	試験個数	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
As1	57	1.90
As2	51	1.97
Ac	36	1.65
Ds	16	2.02



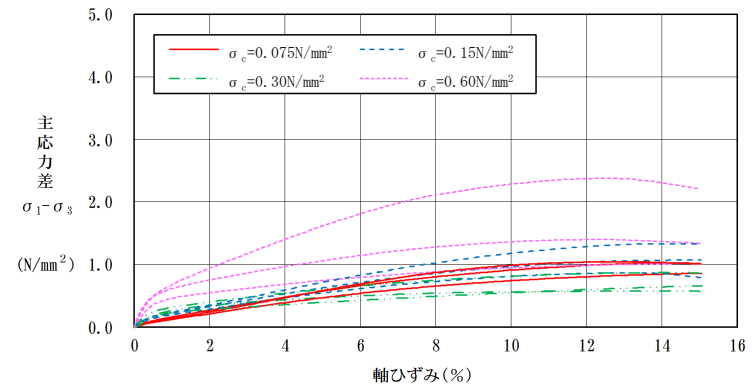
# 3.4 解析用物性値

## ⑤-5 解析用物性値の根拠:強度特性 (As1)

- As1の強度特性は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した三軸圧縮試験の試験結果を用いて設定した。
- 残留強度は、応力～ひずみ関係において、ひずみ軟化傾向が認められないことから、せん断強度と同じ値で設定した。



三軸圧縮試験結果 (破壊包絡線)

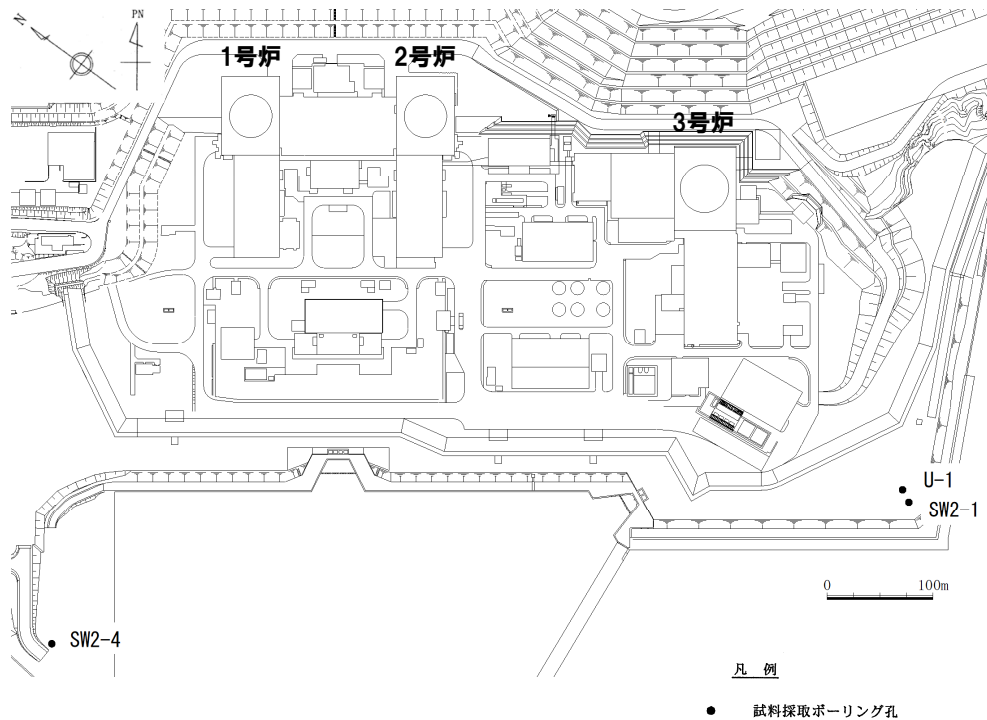


三軸圧縮試験結果 (応力～ひずみ関係)

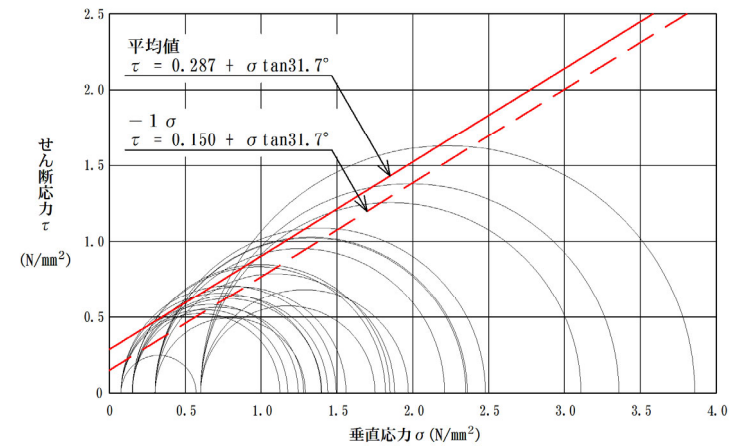
## 3.4 解析用物性値

## ⑤-6 解析用物性値の根拠:強度特性 (As2)

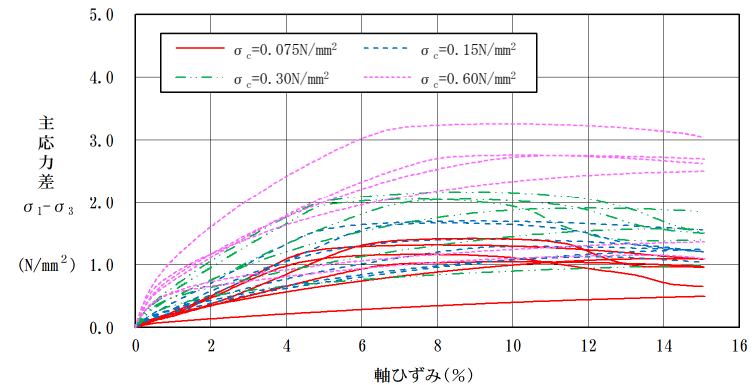
- As2の強度特性は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した三軸圧縮試験の試験結果を用いて設定した。
- 残留強度は、応力～ひずみ関係において、ひずみ軟化傾向が認められないことから、せん断強度と同じ値で設定した。



試料採取位置図



三軸圧縮試験結果 (破壊包絡線)



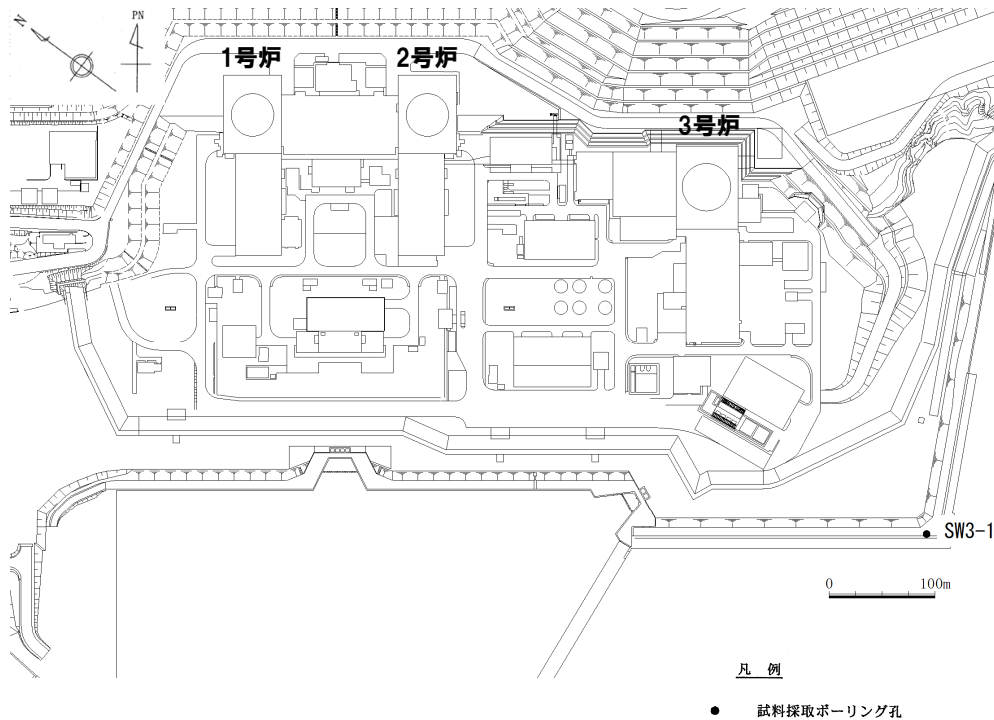
三軸圧縮試験結果 (応力～ひずみ関係)



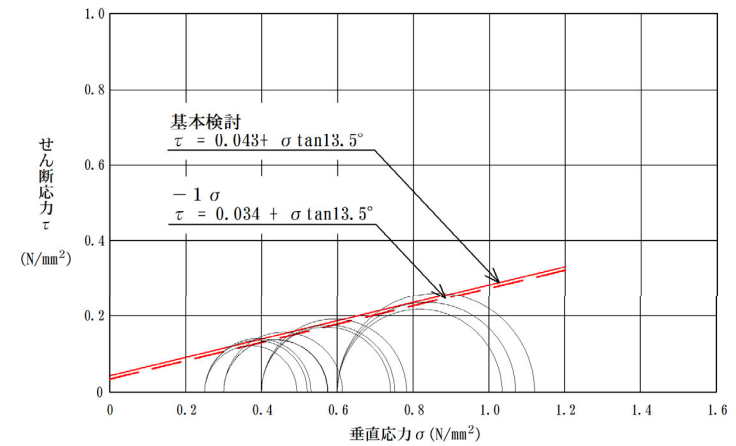
## 3.4 解析用物性値

## ⑤-7 解析用物性値の根拠:強度特性 (Ac)

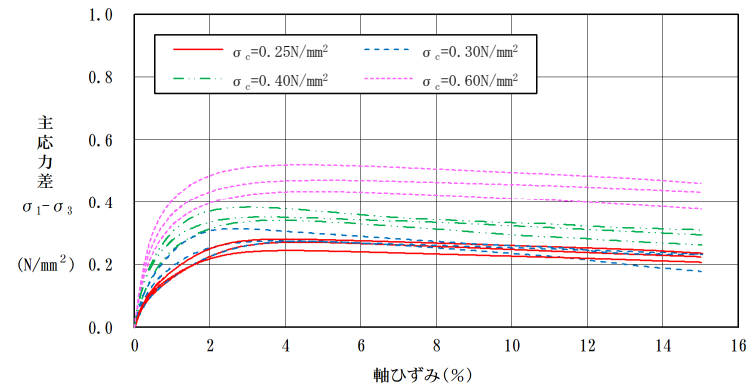
- Acの強度特性は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した三軸圧縮試験の試験結果を用いて設定した。  
○残留強度は、応力～ひずみ関係において、ひずみ軟化傾向が認められないことから、せん断強度と同じ値で設定した。



試料採取位置図



三軸圧縮試験結果 (破壊包絡線)



三軸圧縮試験結果 (応力～ひずみ関係)

## 3.4 解析用物性値

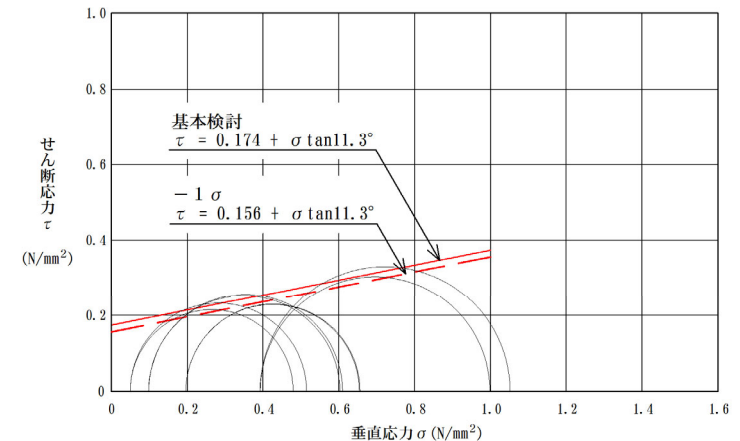
## ⑤-8 解析用物性値の根拠：強度特性 (Ds)

- Dsの強度特性は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した三軸圧縮試験の試験結果を用いて設定した。
- 残留強度は、以下の理由から、せん断強度と同じ値で設定した。
  - ・応力～ひずみ関係において、相対的に高い圧密応力の条件で実施した試験については主応力差が最大値となった後、軟化する傾向が認められる※ものの、試験結果の全体的な特徴としてはひずみ軟化傾向が認められないものと判断した。

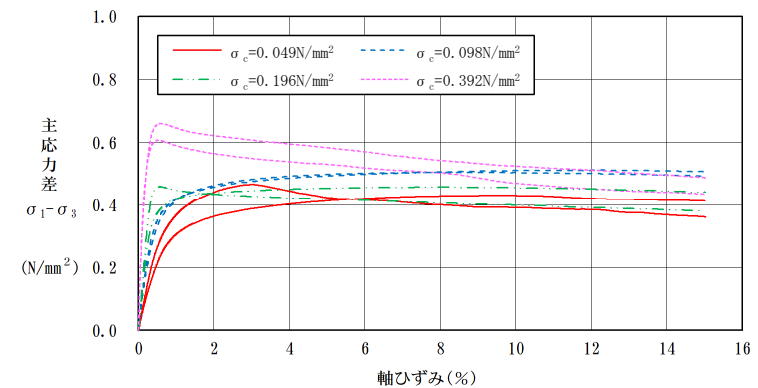
※相対的に高い圧密応力の条件で実施した試験 (圧密応力  $\sigma_c=0.392\text{N/mm}^2$ ) においては、主応力差が最大値  $0.66\text{N/mm}^2$  となった後、 $0.49\text{N/mm}^2$  程度に低下する結果となっている。



試料採取位置図



三軸圧縮試験結果 (破壊包絡線)

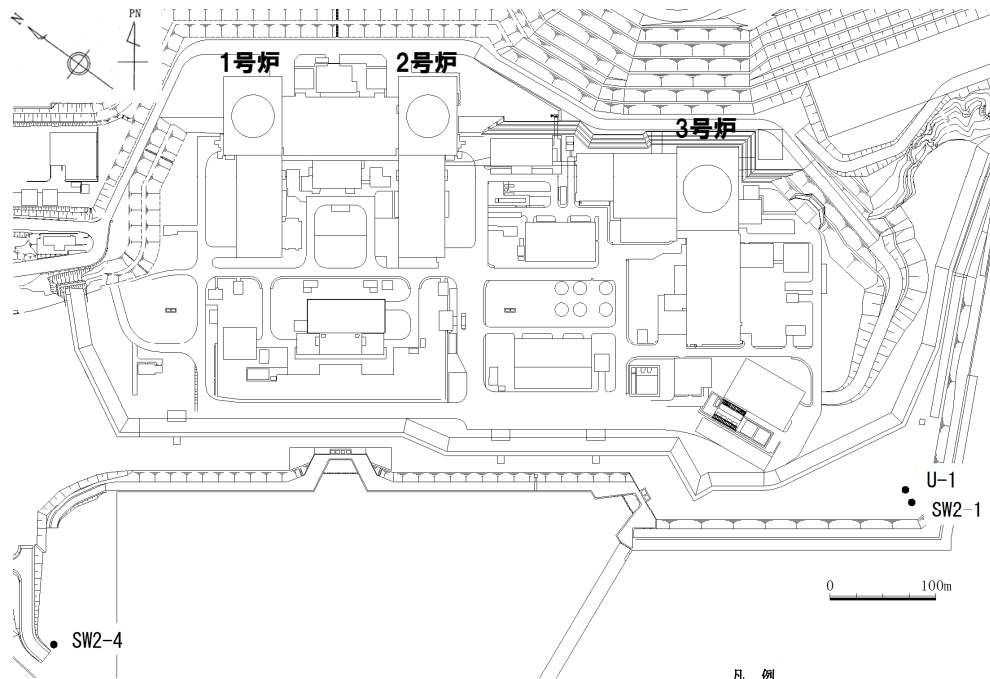


三軸圧縮試験結果 (応力～ひずみ関係)

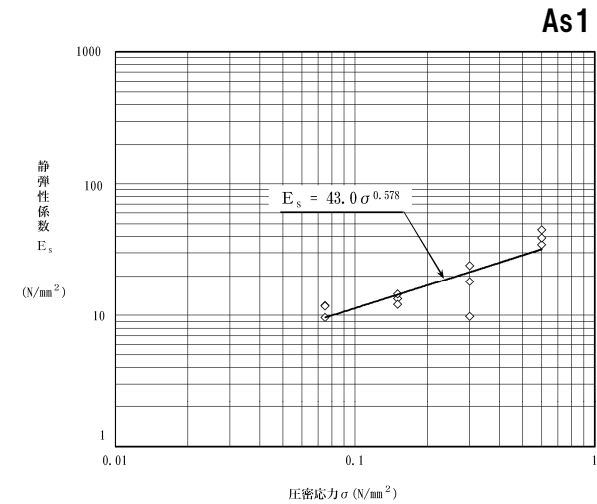
# 3.4 解析用物性値

## ⑤-9 解析用物性値の根拠: 静的変形特性 (As1及びAs2)

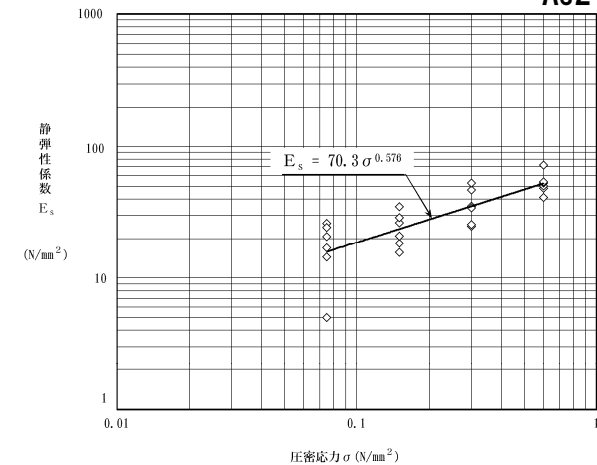
- As1及びAs2の静弾性係数は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した三軸圧縮試験の試験結果を用いて設定した。
- As1及びAs2の静ポアソン比は、「原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987(日本電気協会)」を参照し、0.40と設定した。



試料採取位置図



三軸圧縮試験結果 As2

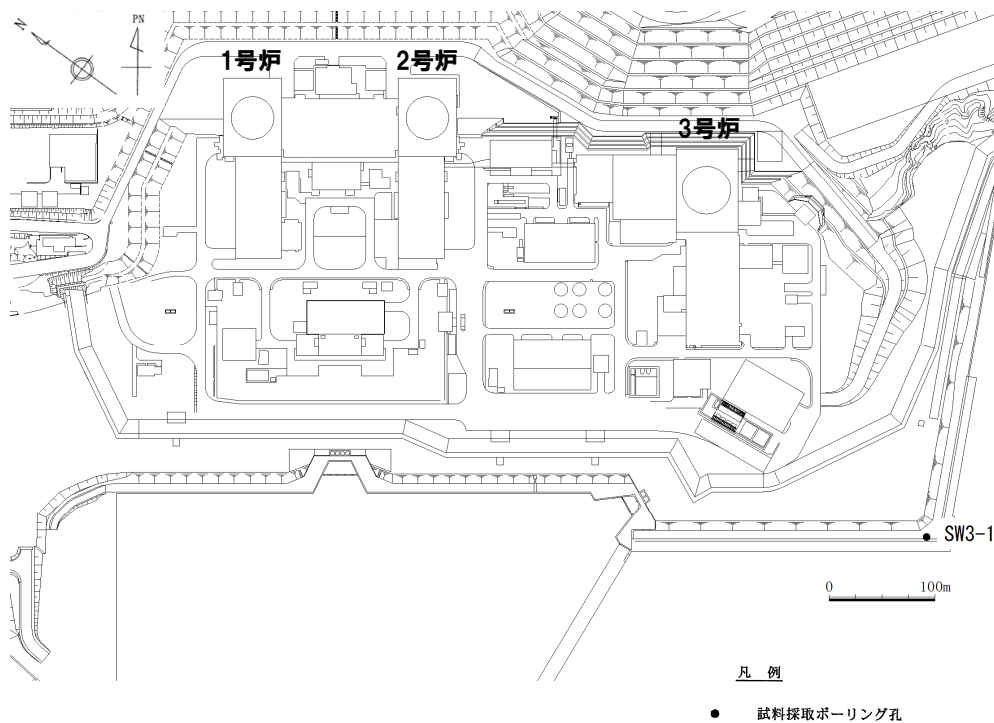


三軸圧縮試験結果

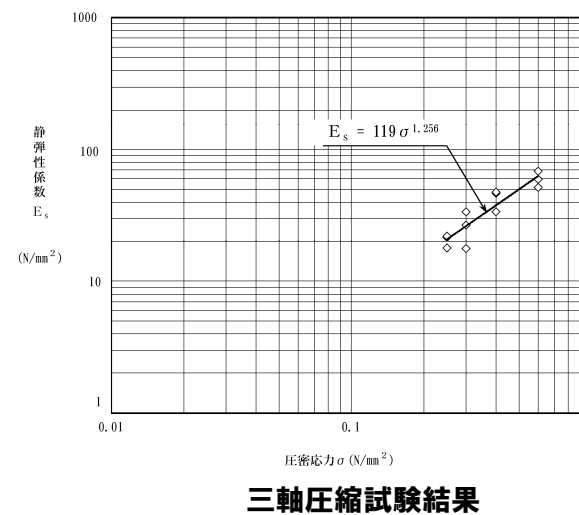
## 3.4 解析用物性値

## ⑤-10 解析用物性値の根拠: 静的変形特性 (Ac)

- Acの静弾性係数は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した三軸圧縮試験の試験結果を用いて設定した。
- Acの静ポアソン比は、「原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987(日本電気協会)」を参照し、0.40と設定した。



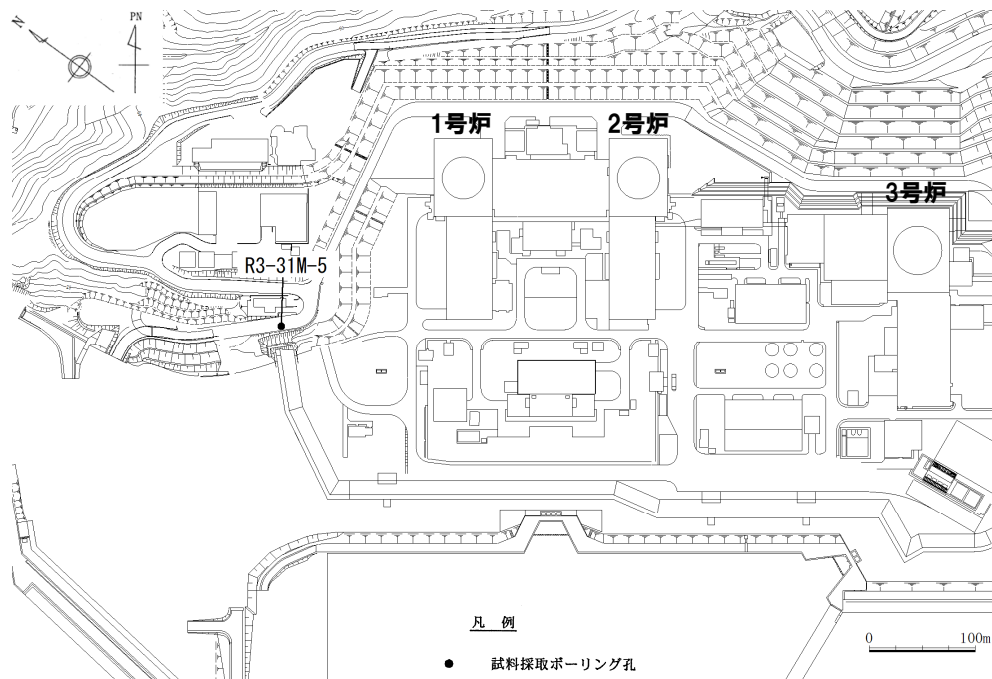
試料採取位置図



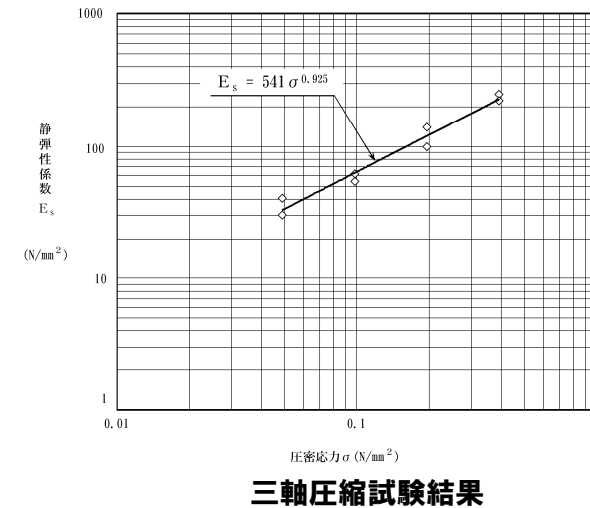
## 3.4 解析用物性値

## ⑤-11 解析用物性値の根拠: 静的変形特性 (Ds)

- Dsの静弾性係数は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した三軸圧縮試験の試験結果を用いて設定した。
- Dsの静ポアソン比は、「原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987(日本電気協会)」を参照し、0.40と設定した。



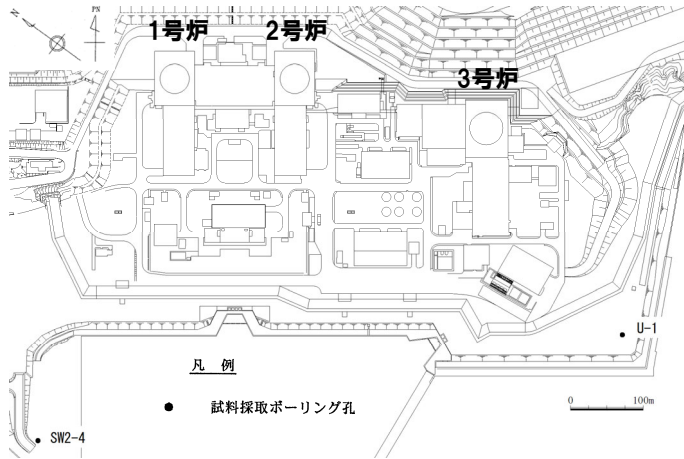
試料採取位置図



# 3.4 解析用物性値

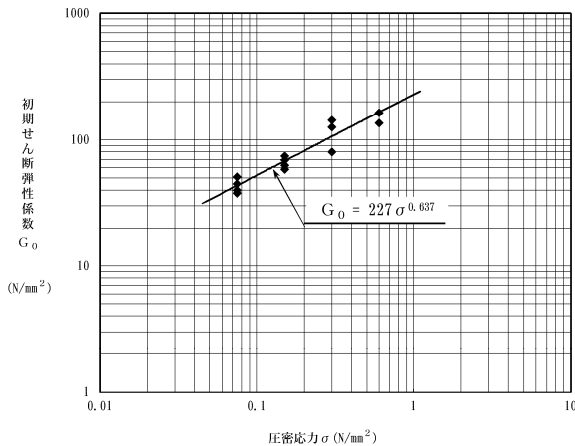
## ⑤-12 解析用物性値の根拠: 動的変形特性 (As1)

- As1の動的変形特性の動せん断弾性係数 $G_d$ 及び減衰定数 $h$ は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した動的変形試験の試験結果を用いて設定した。
- As1の動ポアソン比 $\nu_d$ は、「設計用地盤定数の決め方-岩盤編- (地盤工学会, 2007)」を参照し、0.40と設定した。



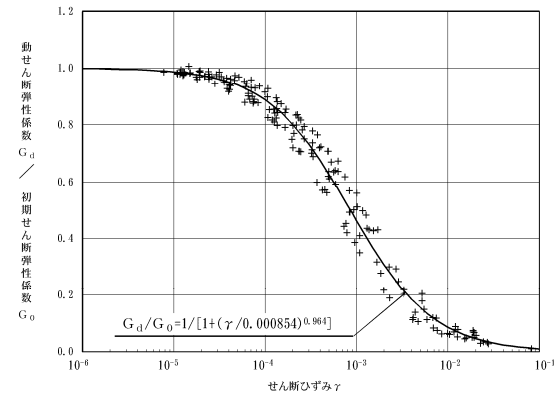
試料採取位置図

### 【初期せん断弾性係数】

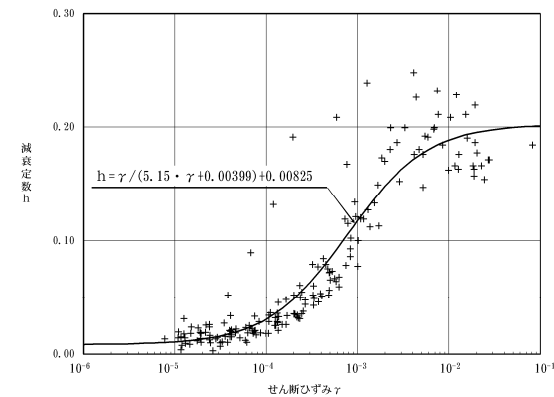


動的変形試験結果 (初期せん断弾性係数 $G_0$ )

### 【ひずみ依存特性】



動的変形試験結果 (動せん断弾性係数 $G_d$ )



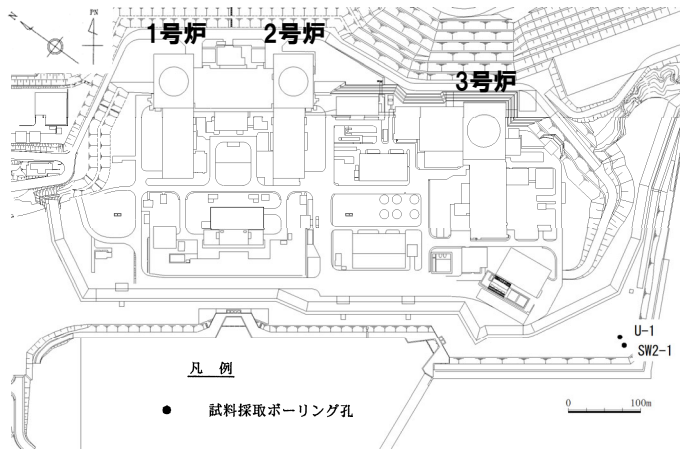
動的変形試験結果 (減衰定数 $h$ )



# 3.4 解析用物性値

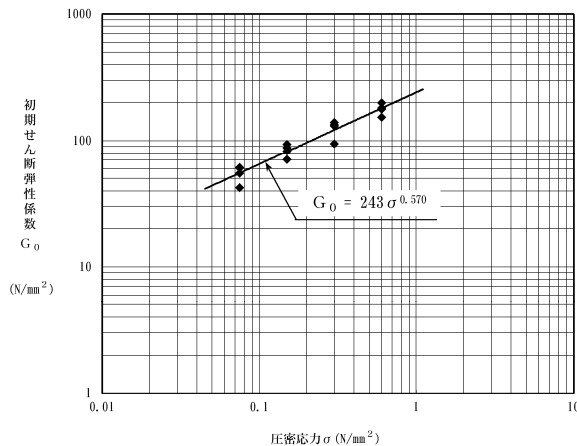
## ⑤-13 解析用物性値の根拠:動的変形特性 (As2)

- As2の動的変形特性の動せん断弾性係数 $G_d$ 及び減衰定数 $h$ は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した動的変形試験の試験結果を用いて設定した。
- As2の動ポアソン比 $\nu_d$ は、「設計用地盤定数の決め方-岩盤編- (地盤工学会, 2007)」を参照し、0.40と設定した。



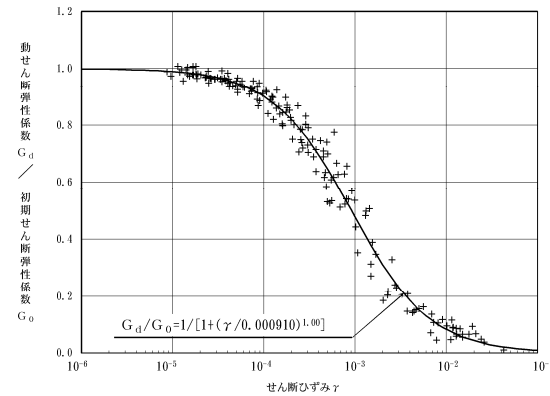
試料採取位置図

【初期せん断弾性係数】

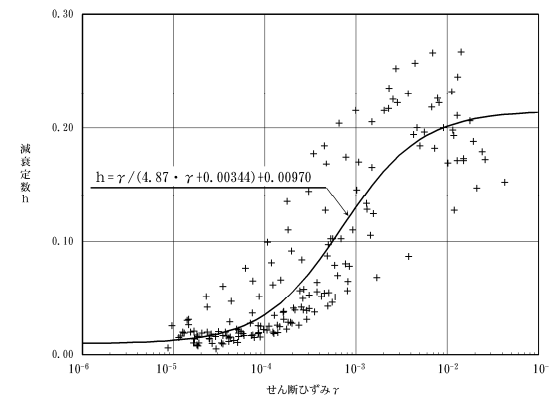


動的変形試験結果 (初期せん断弾性係数 $G_0$ )

【ひずみ依存特性】



動的変形試験結果 (動せん断弾性係数 $G_d$ )

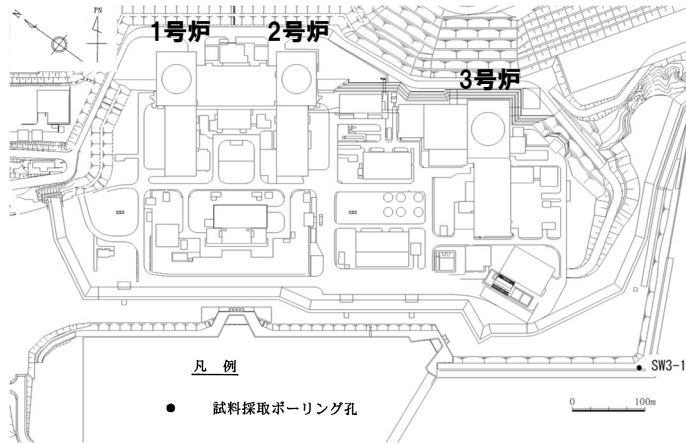


動的変形試験結果 (減衰定数 $h$ )

# 3.4 解析用物性値

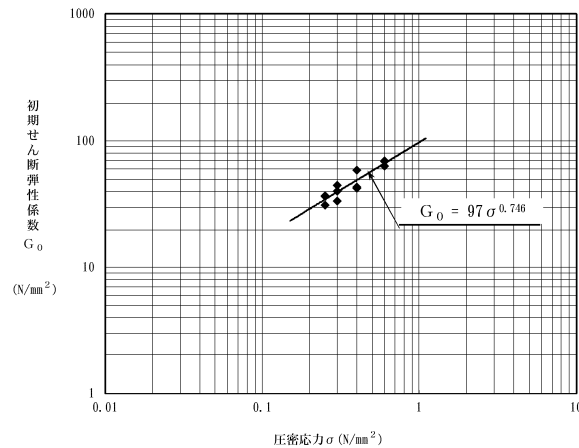
## ⑤-14 解析用物性値の根拠: 動的変形特性 (Ac)

- Acの動的変形特性の動せん断弾性係数 $G_d$ 及び減衰定数 $h$ は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した動的変形試験の試験結果を用いて設定した。
- Acの動ポアソン比 $\nu_d$ は、「設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007)」を参照し、0.40と設定した。



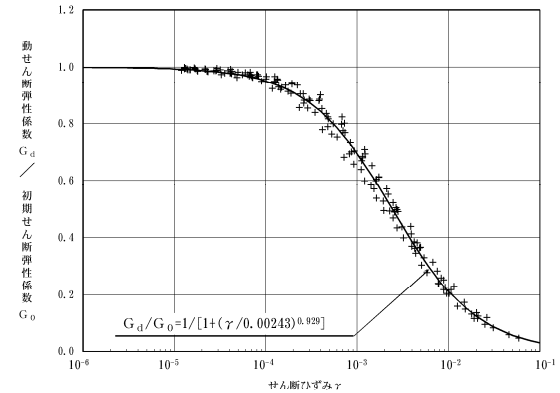
試料採取位置図

【初期せん断弾性係数】

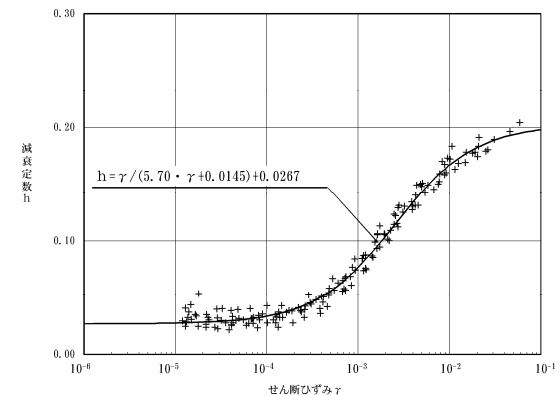


動的変形試験結果 (初期せん断弾性係数 $G_0$ )

【ひずみ依存特性】



動的変形試験結果 (動せん断弾性係数 $G_d$ )

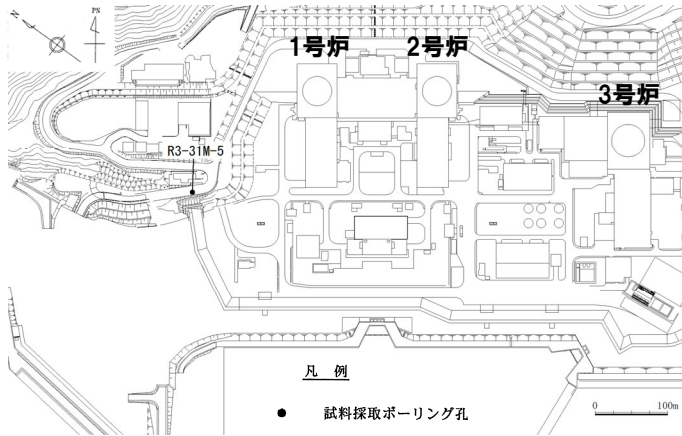


動的変形試験結果 (減衰定数 $h$ )

# 3.4 解析用物性値

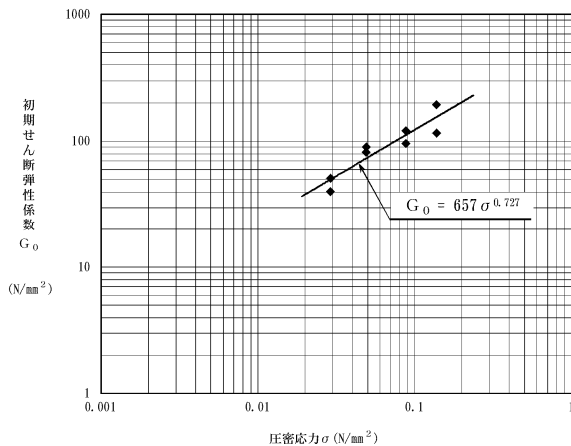
## ⑤-15 解析用物性値の根拠: 動的変形特性 (Ds)

- Dsの動的変形特性の動せん断弾性係数 $G_d$ 及び減衰定数 $h$ は、ボーリングコアから採取した試料を用いて実施した動的変形試験の試験結果を用いて設定した。
- Dsの動ポアソン比 $\nu_d$ は、「設計用地盤定数の決め方-岩盤編-(地盤工学会, 2007)」を参照し、0.40と設定した。



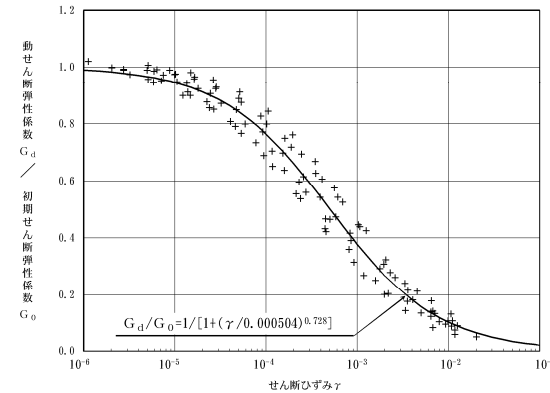
試料採取位置図

### 【初期せん断弾性係数】

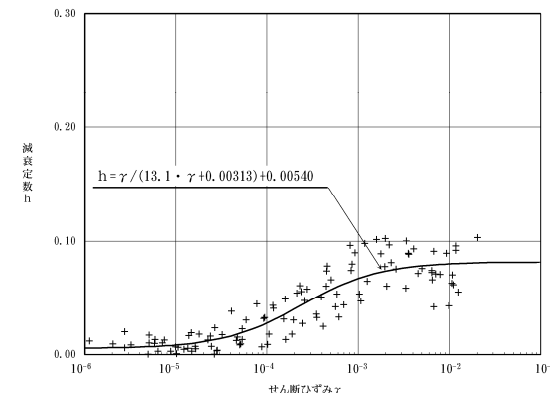


動的変形試験結果 (初期せん断弾性係数 $G_0$ )

### 【ひずみ依存特性】



動的変形試験結果 (動せん断弾性係数 $G_d$ )



動的変形試験結果 (減衰定数 $h$ )

余白

# 3.4 解析用物性値

## ⑥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<sub>0</sub>は初期せん断弾性係数，σは圧密応力，γはせん断ひずみを示す。

# 3.4 解析用物性値

## ⑦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	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	2.2	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。

  : 今回の設置変更許可申請において、変更を行った解析用物性値。



## 3.4 解析用物性値

## ⑧解析用物性値：断層

○断層の解析用物性値を下表に示す。

岩種 岩盤分類	特性 項目	物理特性				強度特性					変形特性		
		密度 $\rho$ (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 $h$ (%)			
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	$h = \{ \gamma / (5.81 \gamma + 0.0220) + 0.0298 \} \times 100$			

※ $G_0$ 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

## ⑨解析用物性値:As1, As2, Ac及びDs

○As1, As2, Ac及びDsの解析用物性値を下表に示す。

岩種 岩盤分類	特性 項目	物理特性			強度特性			変形特性		
		密度 $\rho$ (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 $h$ (%)
As1		1.90	0.267	21.0	$0.267 + \sigma \tan 21.0^\circ$	$0.0430 \sigma^{0.578}$	0.40	$G_0 = 0.227 \sigma^{0.637}$ $G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000854)^{0.964}]$	0.40	$h = (\gamma / (5.15\gamma + 0.00399) + 0.00825) \times 100$
As2		1.97	0.287	31.7	$0.287 + \sigma \tan 31.7^\circ$	$0.0703 \sigma^{0.576}$	0.40	$G_0 = 0.243 \sigma^{0.570}$ $G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000910)^{1.00}]$	0.40	$h = (\gamma / (4.87\gamma + 0.00344) + 0.00970) \times 100$
Ac		1.65	0.043	13.5	$0.043 + \sigma \tan 13.5^\circ$	$0.119 \sigma^{1.256}$	0.40	$G_0 = 0.097 \sigma^{0.746}$ $G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.00243)^{0.929}]$	0.40	$h = (\gamma / (5.70\gamma + 0.0145) + 0.0267) \times 100$
Ds		2.02	0.174	11.3	$0.174 + \sigma \tan 11.3^\circ$	$0.541 \sigma^{0.925}$	0.40	$G_0 = 0.657 \sigma^{0.727}$ $G_d/G_0 = 1/[1+(\gamma/0.000504)^{0.728}]$	0.40	$h = (\gamma / (13.1\gamma + 0.00313) + 0.00540) \times 100$

※G<sub>0</sub>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。

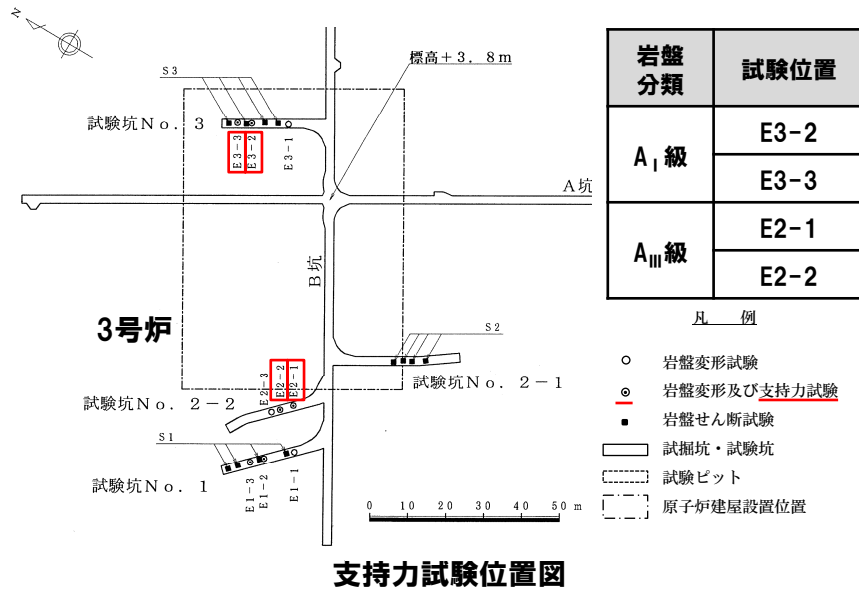
    : 今回の設置変更許可申請以降, 新規に設定した解析用物性値。

# 3.4 解析用物性値

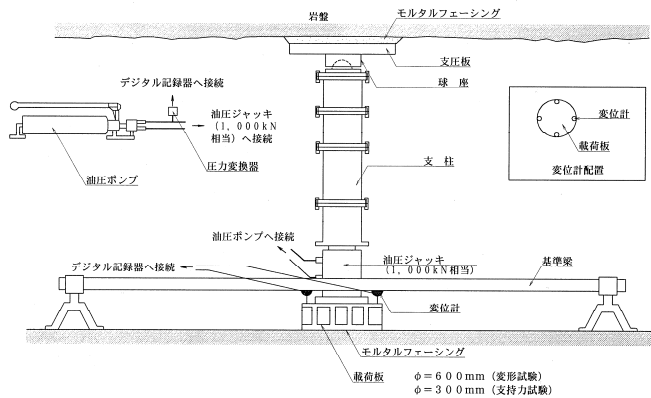
## ⑩-1 極限支持力の算定:安山岩A<sub>I</sub>級及びA<sub>III</sub>級

○安山岩A<sub>I</sub>級及びA<sub>III</sub>級の極限支持力は、試掘坑内で実施した支持力試験の試験結果※を用いて設定した。  
 ○安山岩A<sub>I</sub>級及びA<sub>III</sub>級の極限支持力は、支持力試験結果において載荷強さ13.7N/mm<sup>2</sup>までの範囲では破壊には至らず、変曲点も認められないことから、全て13.7N/mm<sup>2</sup>以上とし、支持力の評価基準値を13.7N/mm<sup>2</sup>と設定した。

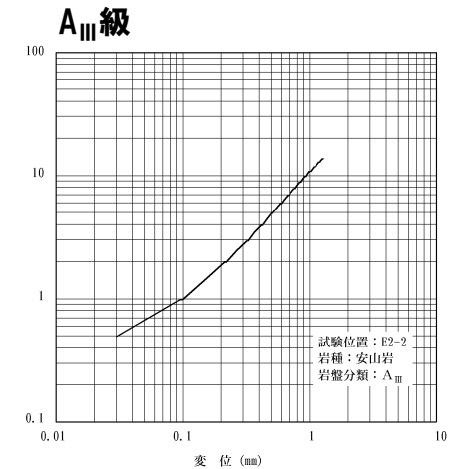
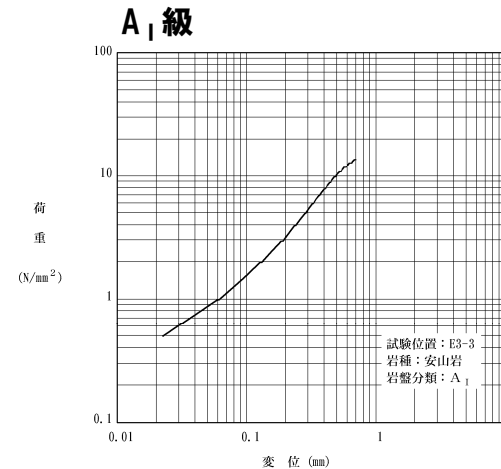
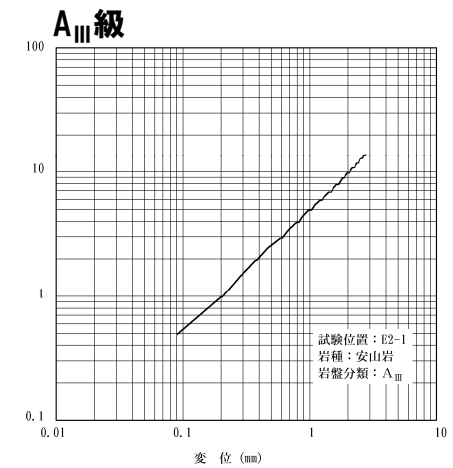
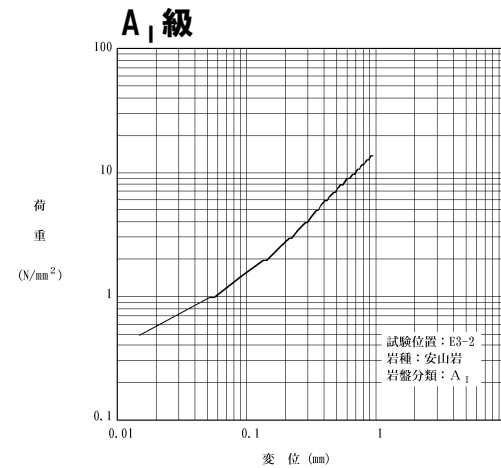
※試験結果の詳細については、補足説明資料2章参照。



支持力試験位置図



支持力試験概要

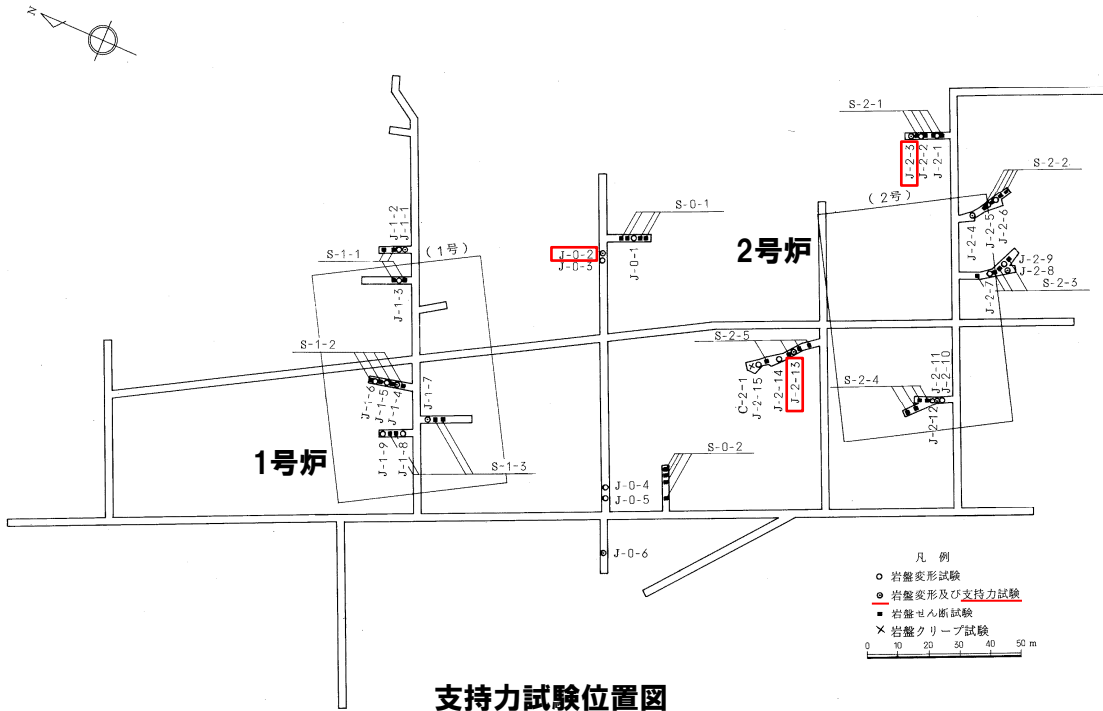


# 3.4 解析用物性値

## ⑩-2 極限支持力の算定:火砕岩類C級

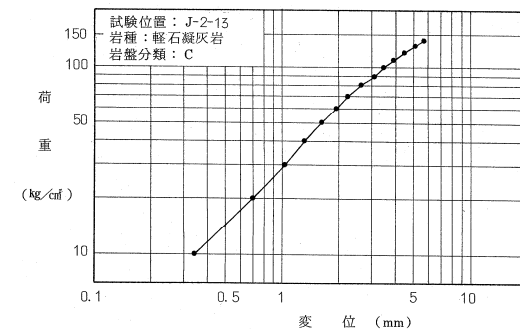
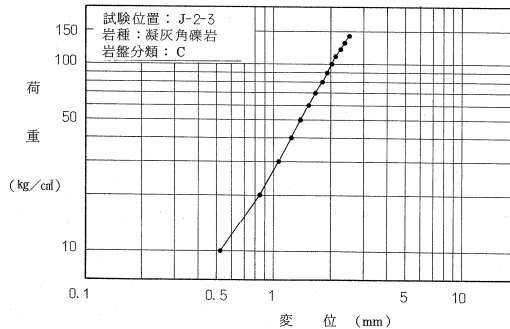
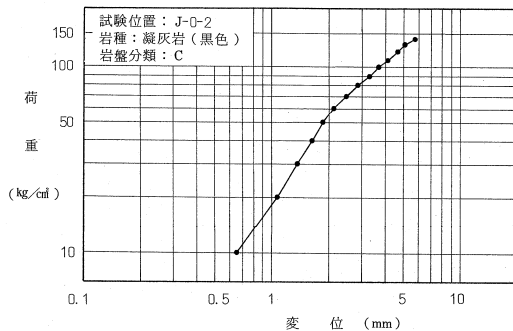
- 火砕岩類C級の極限支持力は、試掘坑内で実施した支持力試験の試験結果※を用いて設定した。
- 火砕岩類C級の極限支持力は、支持力試験結果において載荷強さ13.7N/mm<sup>2</sup>までの範囲では破壊には至らず、変曲点も認められないことから、全て13.7N/mm<sup>2</sup>以上とし、評価基準値を13.7N/mm<sup>2</sup>と設定した。

※試験結果の詳細については、補足説明資料2章参照。



支持力試験位置図

岩盤分類	試験位置
C級	J-0-2
	J-2-3
	J-2-13



## 3.4 解析用物性値

### ⑪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

## ⑪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2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	$0.017 + \sigma \tan 37.5^\circ$
	As1	0.126	21.0	$0.126 + \sigma \tan 21.0^\circ$
	As2	0.150	31.7	$0.150 + \sigma \tan 31.7^\circ$
	Ac	0.034	13.5	$0.034 + \sigma \tan 13.5^\circ$
	Ds	0.156	11.3	$0.156 + \sigma \tan 11.3^\circ$

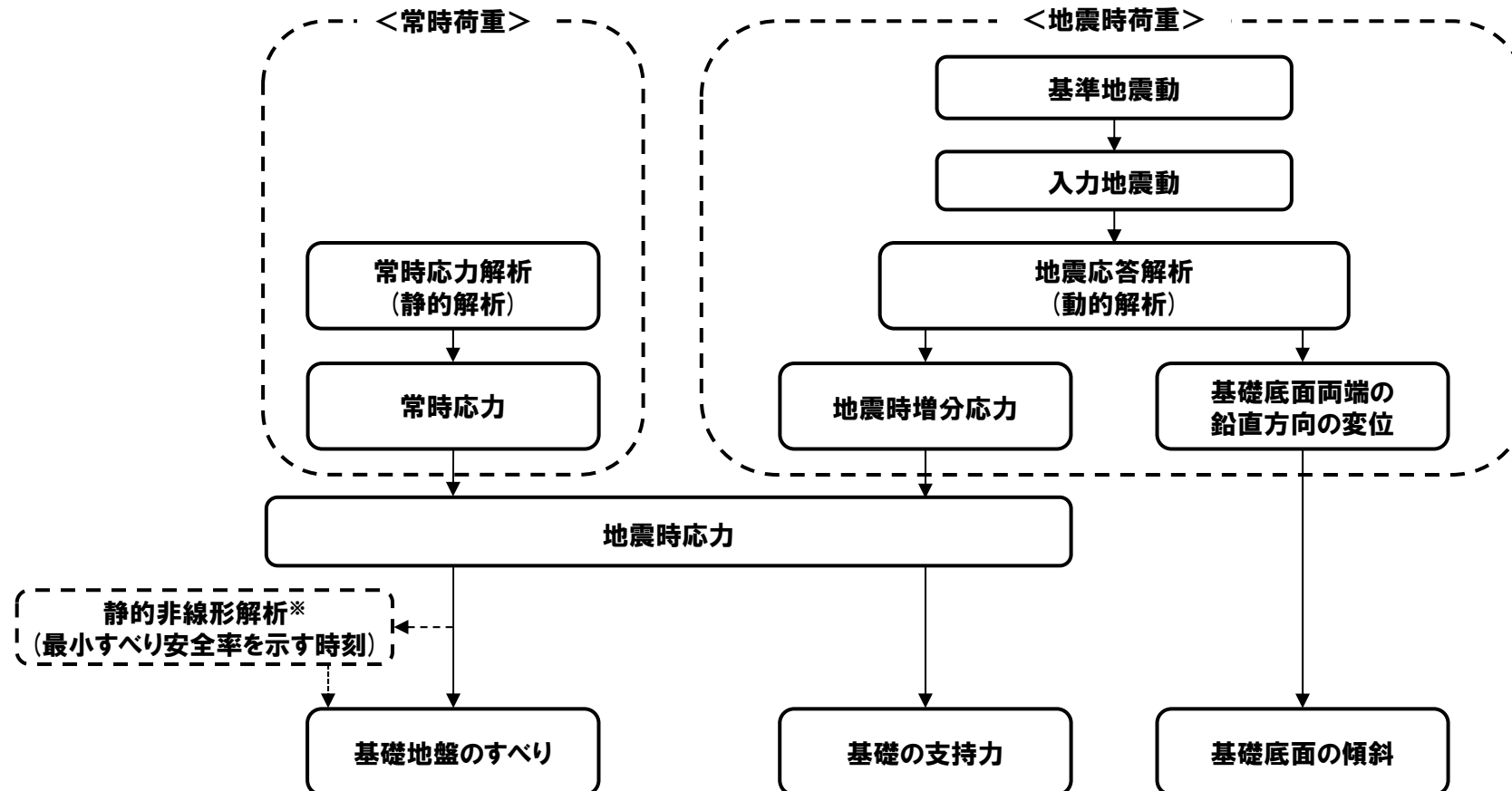
※表のうち、式中の $\sigma$ は  
圧密応力を示す。



## 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、埋戻土、As1、As2、Ac及びDsの動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存特性を考慮する。
- また、地震応答解析については、水平地震動及び鉛直地震動を同時入力し、応答の同時性を考慮する。



※引張強度・せん断強度を超える要素が広く分布する場合等、必要に応じて実施（詳細は、補足説明資料3章参照）。

地震力に対する基礎地盤の安定性評価フロー

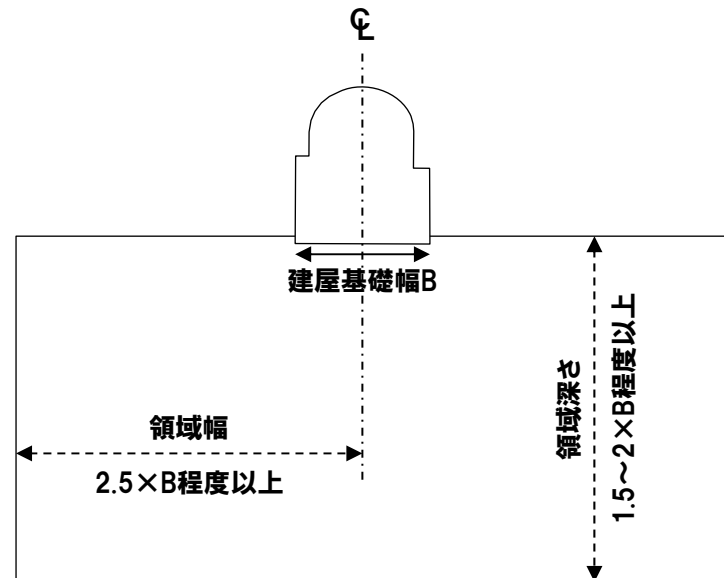
## 3.5 評価方法

### ②モデル化領域

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

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

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



モデル領域設定の考え方

## 3.5 評価方法

## ③地盤及び断層のモデル化

## 【地盤のモデル化】

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

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

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

## 【断層のモデル化】

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

○断層の平均層厚 ( $t$ ) は、試掘坑及びボーリング調査の結果から設定した。

## せん断ばね定数

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

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

## 垂直ばね定数

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

## 断層の平均層厚一覧

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

## ④-1 代表施設に隣接する施設のモデル化の考え方

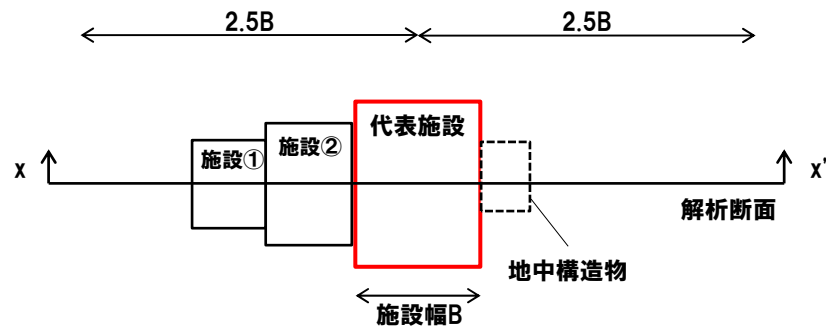
○代表施設の側方（施設幅Bの2.5倍以内）に位置する施設のモデル化の考え方は以下のとおり。

## 【地中構造物】

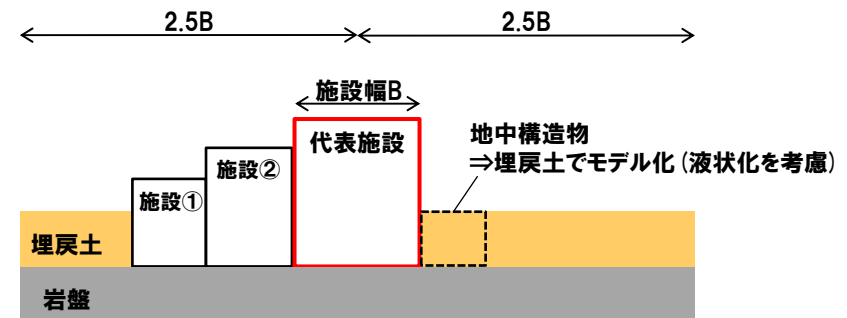
- 埋戻土中の地中構造物については、以下の理由から埋戻土でモデル化する。
  - ・地中構造物は地震時に固有の振動を励起せず、周辺地盤と同様な地震時挙動を示す。
  - ・施設の空洞部分も埋戻土とするため、重量の観点から保守的な評価となる。
- また、施設を埋戻土としてモデル化した場合においても、液状化の影響を考慮する。

## 【地中構造物以外の施設】

- 代表施設の施設幅Bの2.5倍以上に位置する地中構造物以外の施設については、施設としてモデル化する。
- なお、代表施設の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有する施設については、施設重量、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～P107に示す。



平面イメージ図



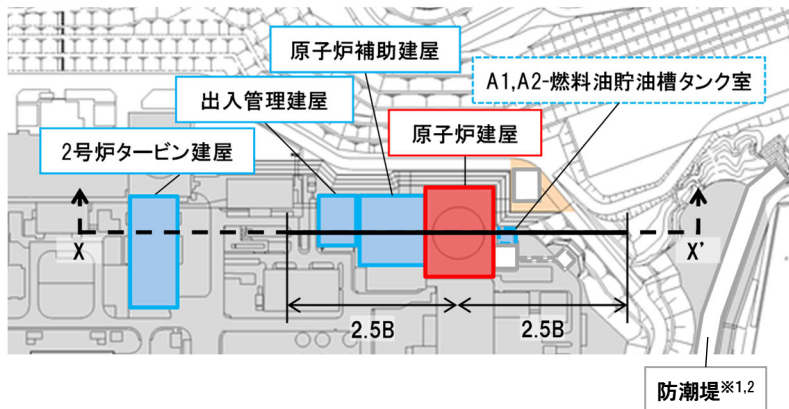
x-x'断面イメージ図

建屋モデル化のイメージ図

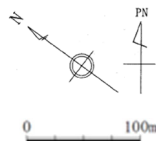
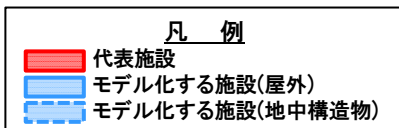
# 3.5 評価方法

## ④-2 代表施設に隣接する施設のモデル化:X-X'断面

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



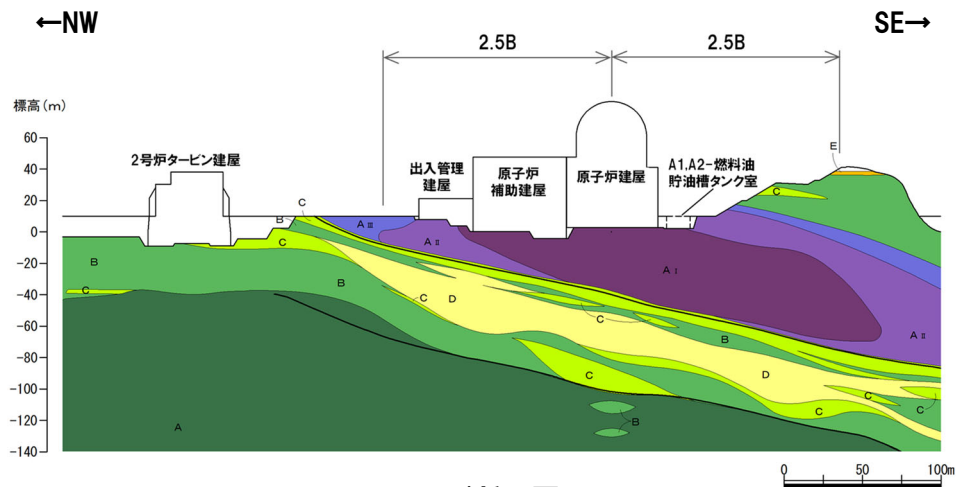
施設名称	地中構造物 (該当:○)	施設重量 (MN)	代表施設との 重量比 (隣接/代表)	モデル化方法
原子炉建屋	—	2,344	—	代表施設
原子炉補助建屋	—	1,189	0.51	施設としてモデル化
A1,A2-燃料油貯油槽タンク室	○	29	0.01	埋戻土でモデル化 (液状化影響を考慮)
出入管理建屋	—	88	0.04	施設としてモデル化
2号炉タービン建屋	—	764	0.33	荷重を考慮



対象施設位置図

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

※2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

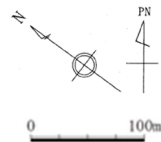
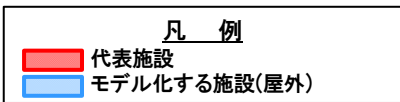
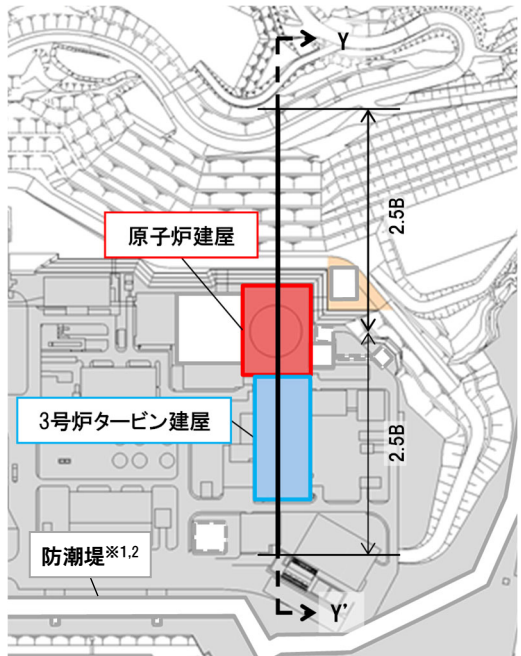


X-X'断面図

# 3.5 評価方法

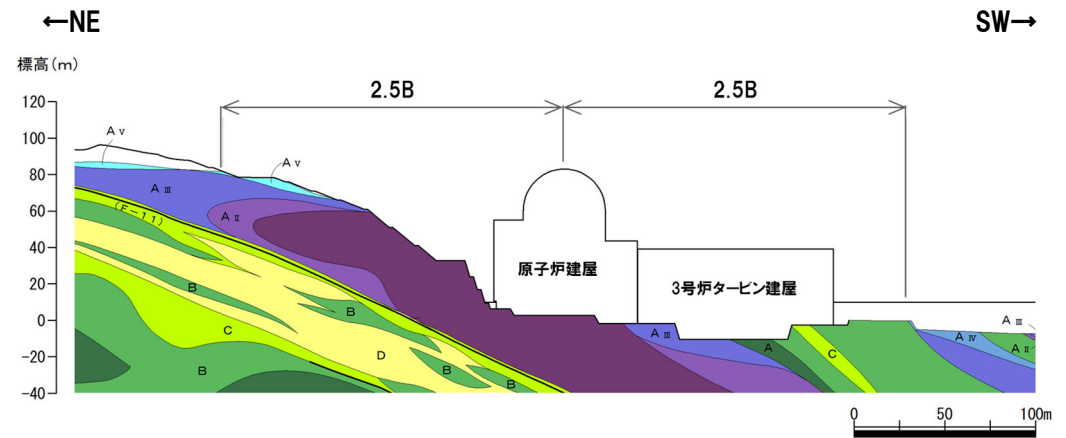
## ④-3 代表施設に隣接する施設のモデル化:Y-Y'断面

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



対象施設位置図

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



Y-Y'断面図

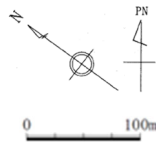
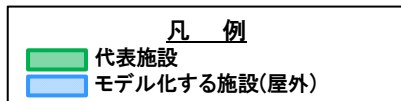
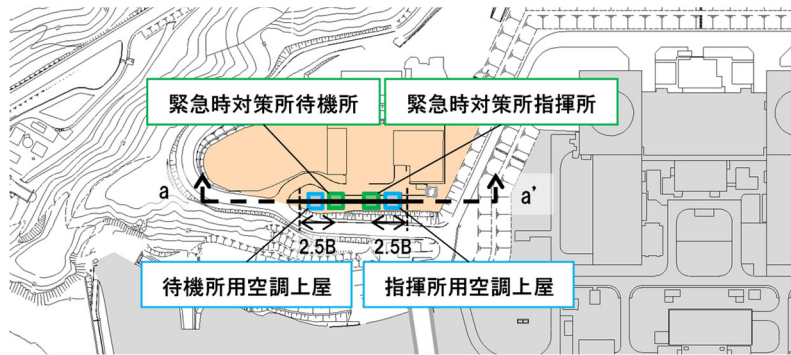
※1 防潮堤は、原子炉建屋の側方に位置するものの、原子炉建屋の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有することから、原子炉建屋基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられるため、埋戻土でモデル化した。  
 ※2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。



# 3.5 評価方法

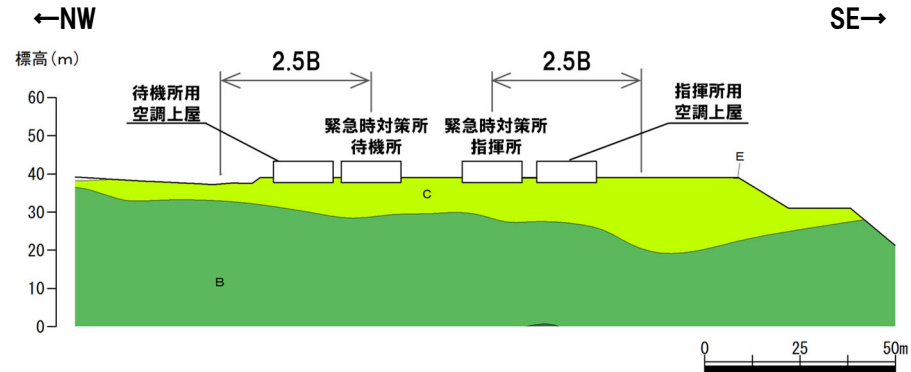
## ④-4 代表施設に隣接する施設のモデル化:a-a'断面

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



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	

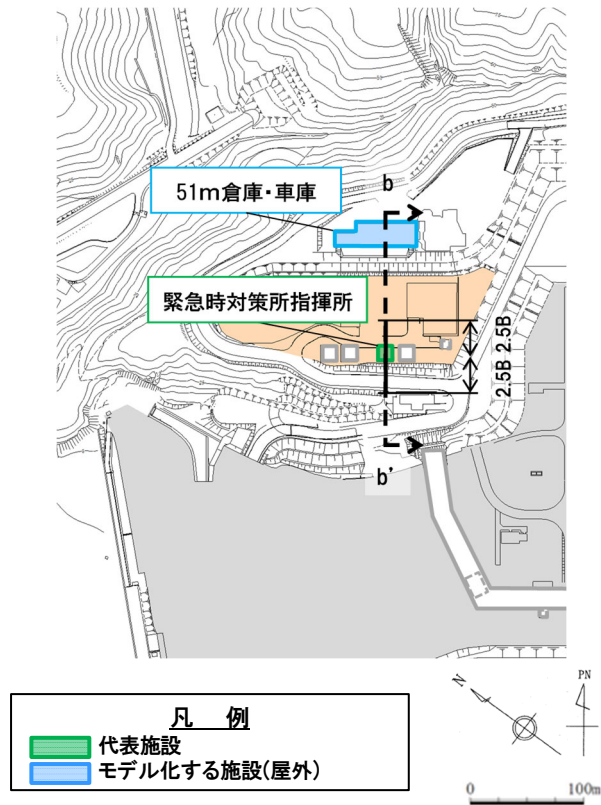


a-a'断面図

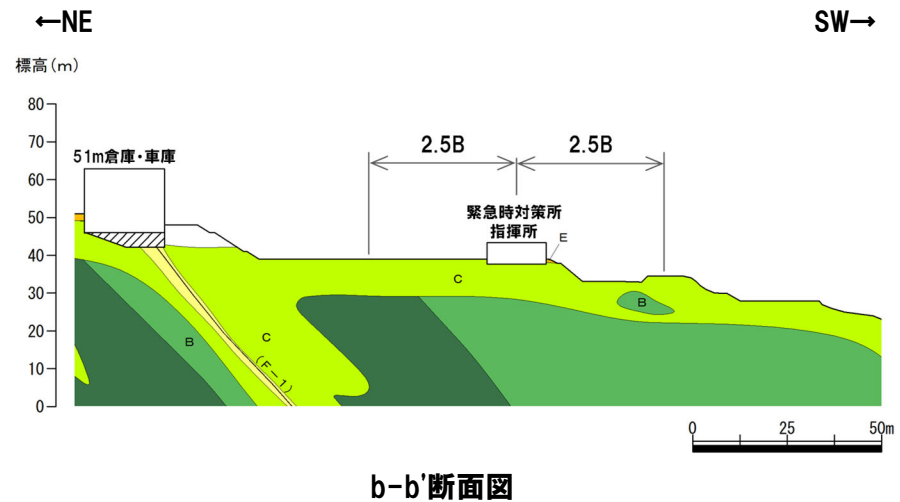
# 3.5 評価方法

## 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3章参照)。

#### 【代表施設の施設幅Bの2.5倍以内に位置する施設】

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

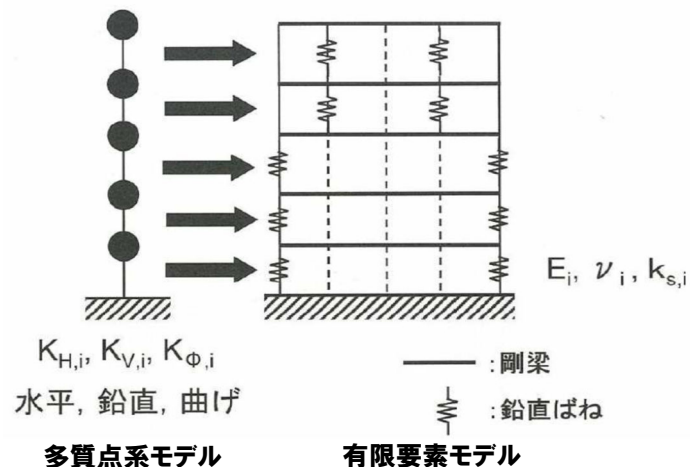
- ・原子炉補助建屋
- ・3号炉タービン建屋

○比較的単純な構造である以下の施設は、多質点系モデルでモデル化した。

- ・出入管理建屋
- ・空調上屋

#### 【代表施設の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有する施設】

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

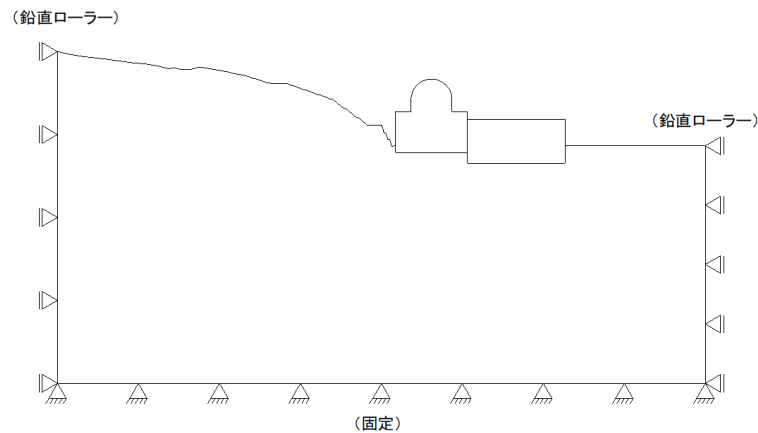


建屋のモデル化の概念図※

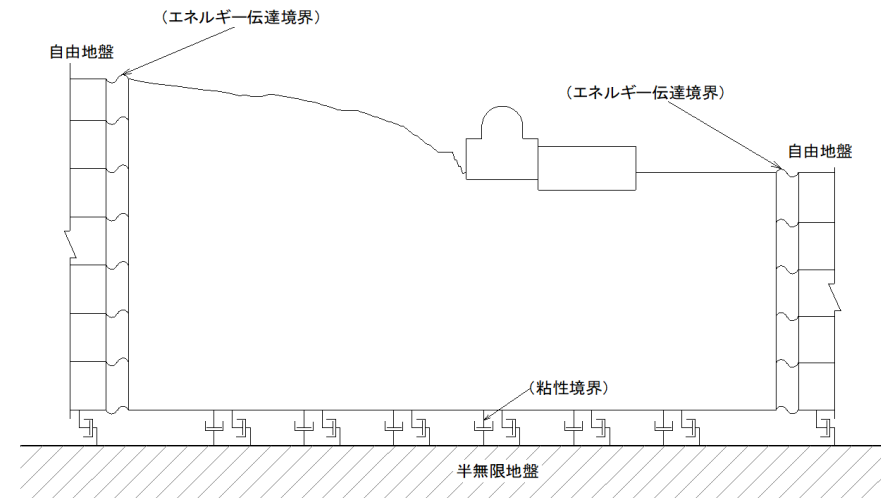
※土木学会(2009)に加筆。

## ⑥境界条件

- 静的解析における境界条件は、モデル下端を固定境界、側方を鉛直ローラー境界とした。
- 動的解析における境界条件は、モデル下端を粘性境界、側方をエネルギー伝達境界とし、エネルギー逸散を考慮した。



静的解析時 (常時応力算定)

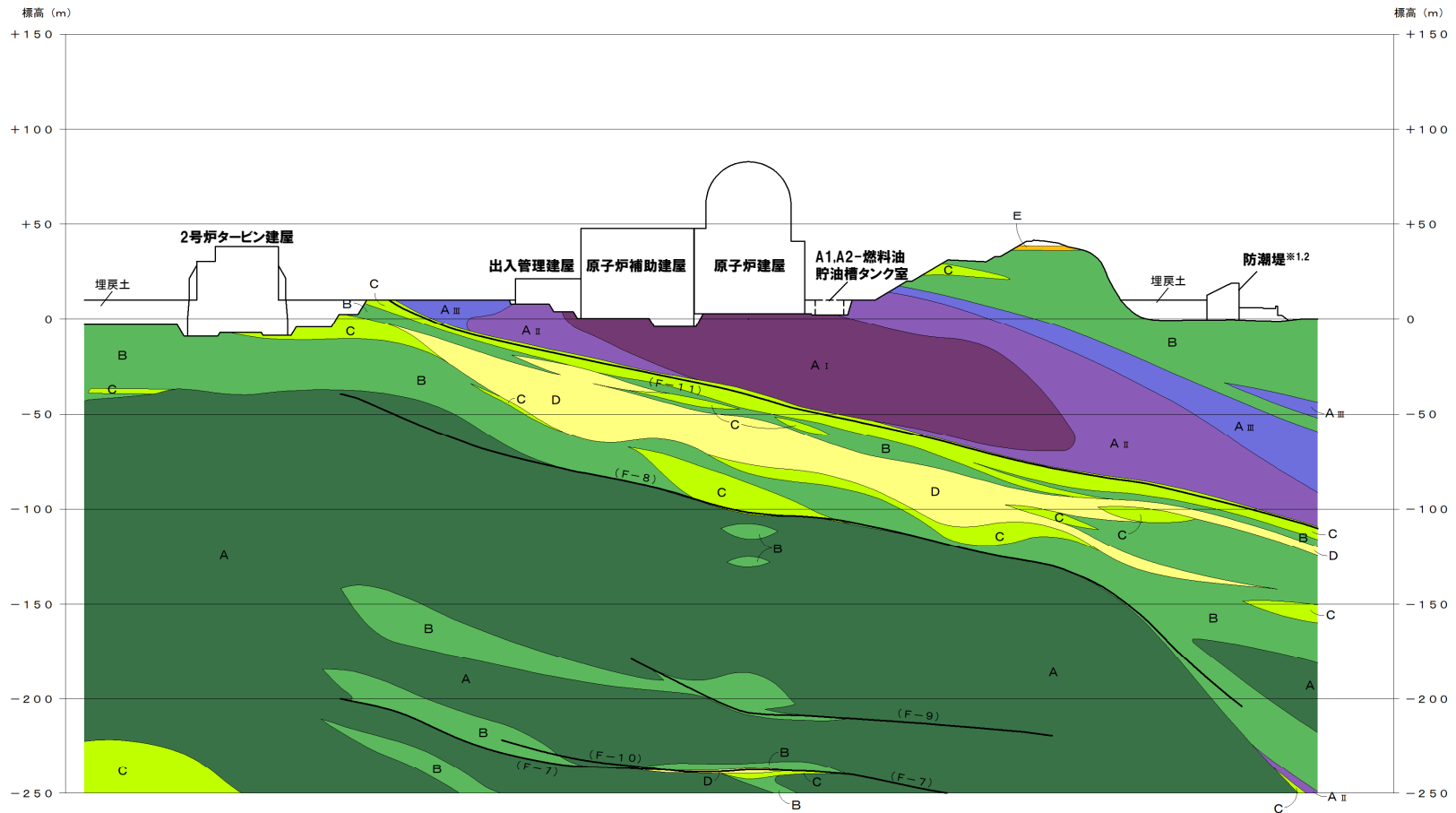


動的解析時 (動的応力算定)

# 3.5 評価方法

## ⑦-1 岩盤分類図：X-X'断面

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



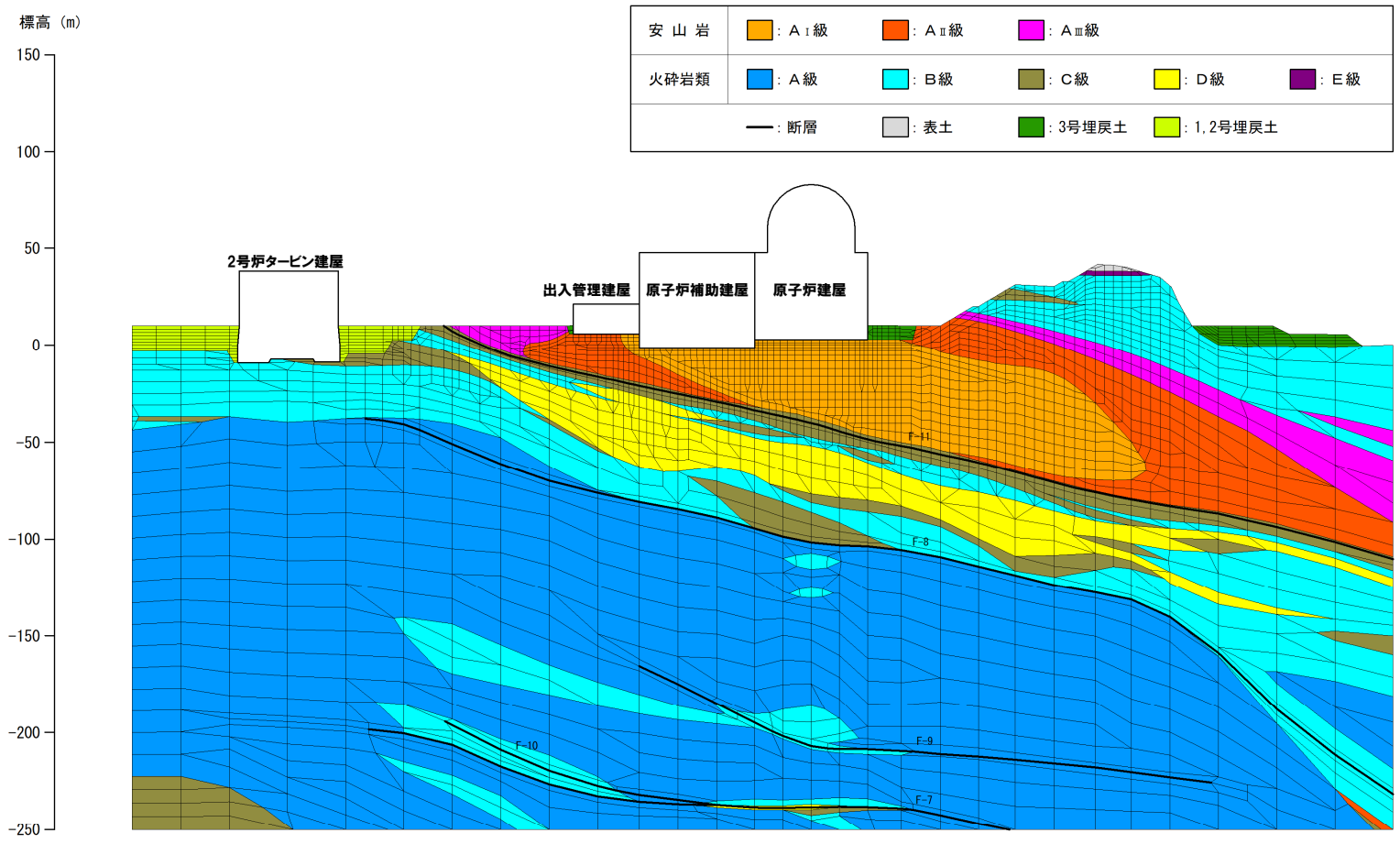
※1 防潮堤は、原子炉建屋の側方に位置するものの、原子炉建屋の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有することから、原子炉建屋基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられるため、埋戻土でモデル化した(代表施設に隣接する施設のモデル化の考え方はP104参照、解析用要素分割図は次頁参照)。  
 ※2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

鉛直岩盤分類図：X-X'断面

# 3.5 評価方法

## ⑦-2 解析用要素分割図：X-X'断面

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



解析用要素分割図：X-X'断面

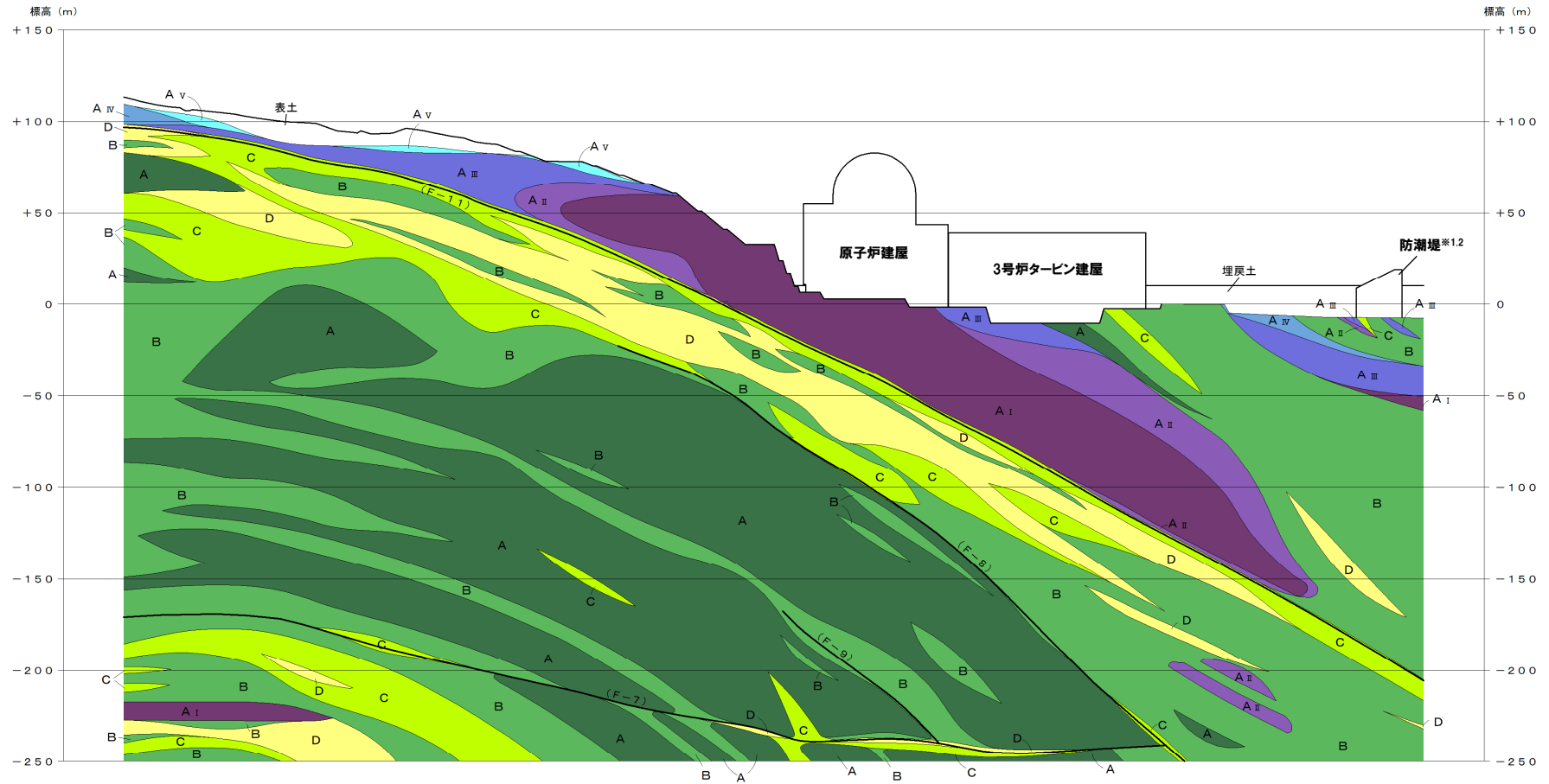
0 100m



# 3.5 評価方法

## ⑦-3 岩盤分類図:Y-Y'断面

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



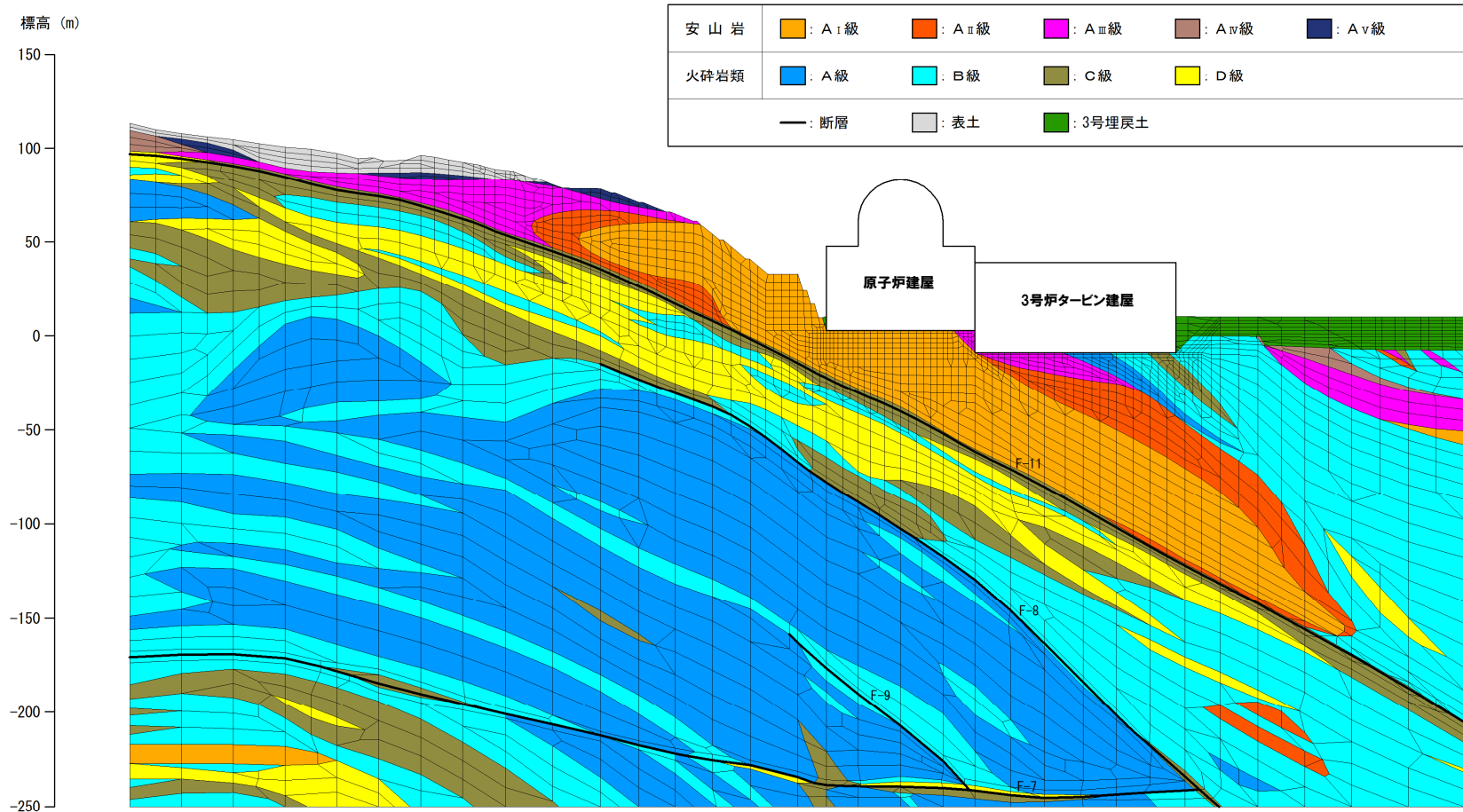
※1 防潮堤は、原子炉建屋の側方に位置するものの、原子炉建屋の施設幅Bの2.5倍以上の離隔を有することから、原子炉建屋基礎地盤の地盤応答に与える影響が軽微と考えられるため、埋戻土でモデル化した(代表施設に隣接する施設のモデル化の考え方はP105参照、解析用要素分割図は次頁参照)。  
 ※2 津波防護施設等は、配置や構造等が変更となる可能性がある。

鉛直岩盤分類図:Y-Y'断面

# 3.5 評価方法

## ⑦-4 解析用要素分割図:Y-Y'断面

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



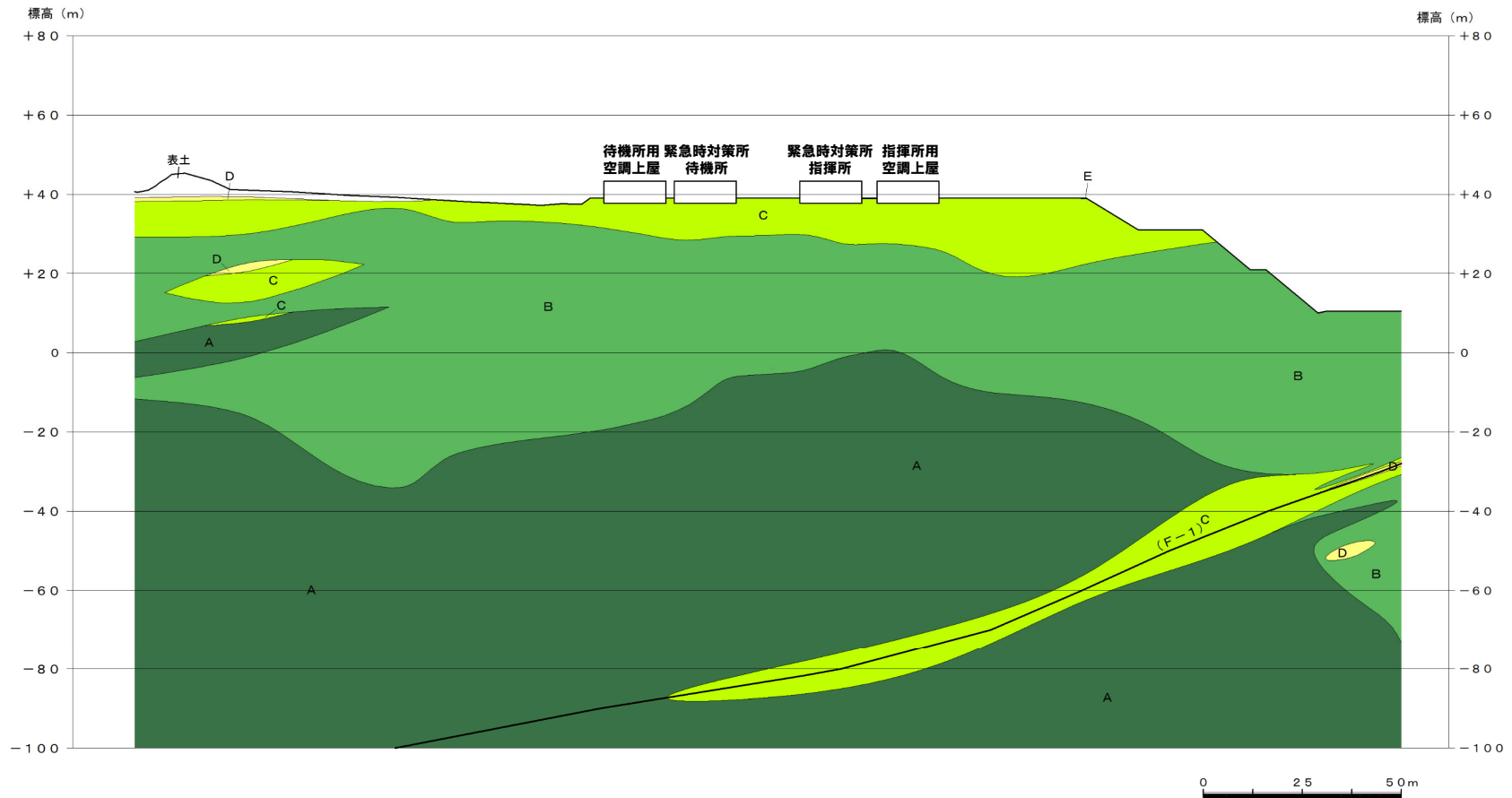
解析用要素分割図:Y-Y'断面



# 3.5 評価方法

## ⑦-5 岩盤分類図:a-a'断面

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

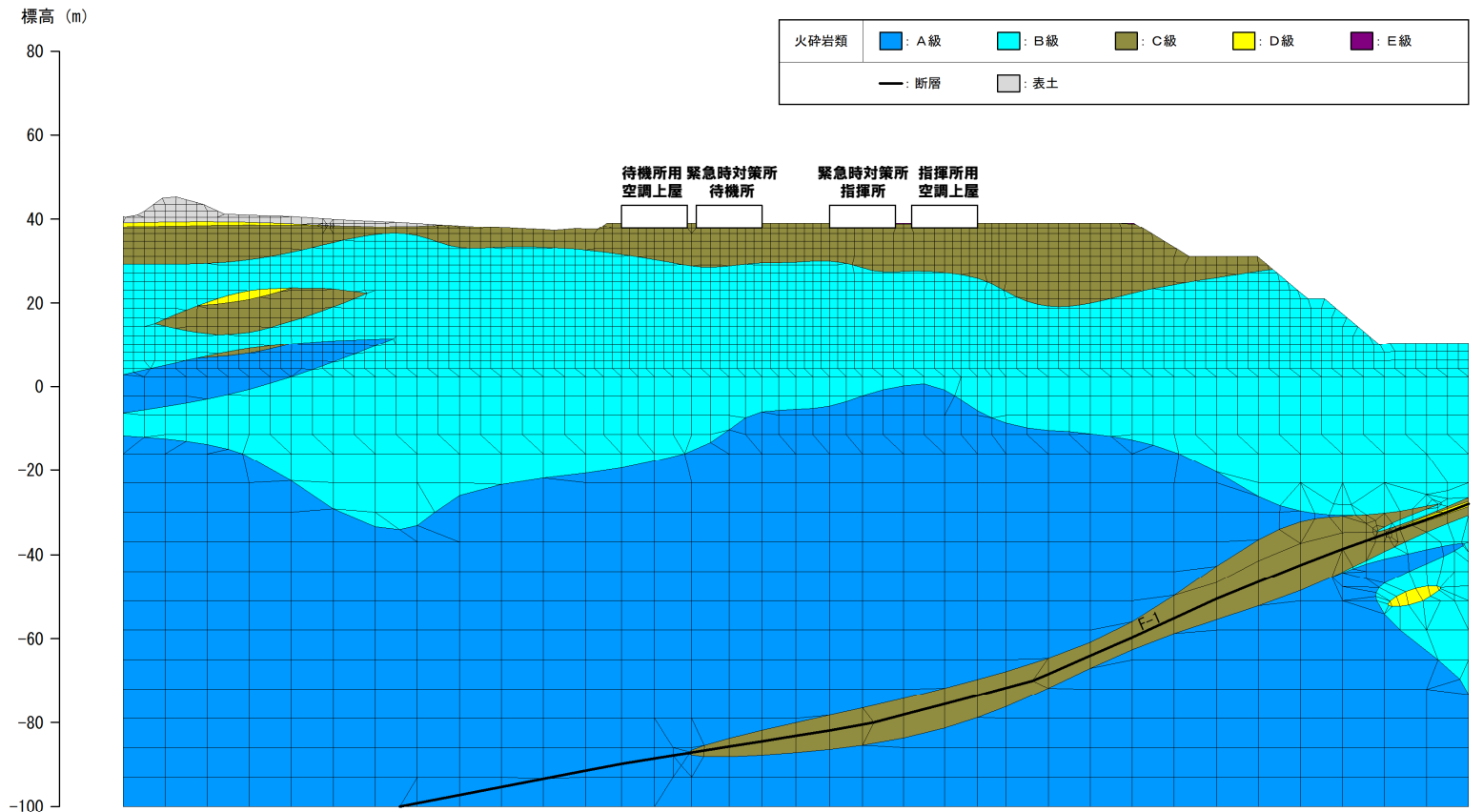


鉛直岩盤分類図:a-a'断面

# 3.5 評価方法

## ⑦-6 解析用要素分割図:a-a'断面

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



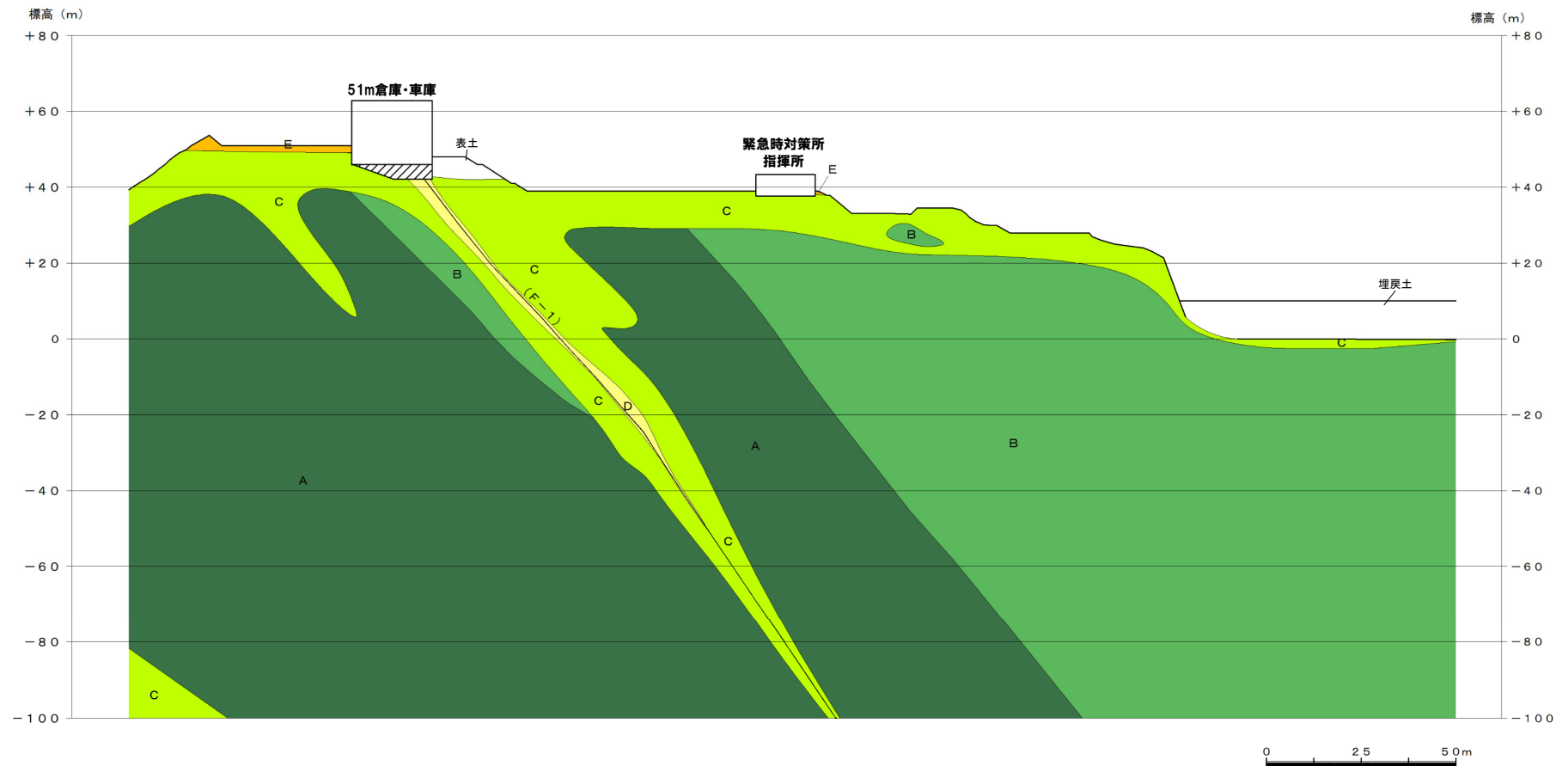
解析用要素分割図:a-a'断面

0 50m

## 3.5 評価方法

## ⑦-7 岩盤分類図:b-b'断面

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

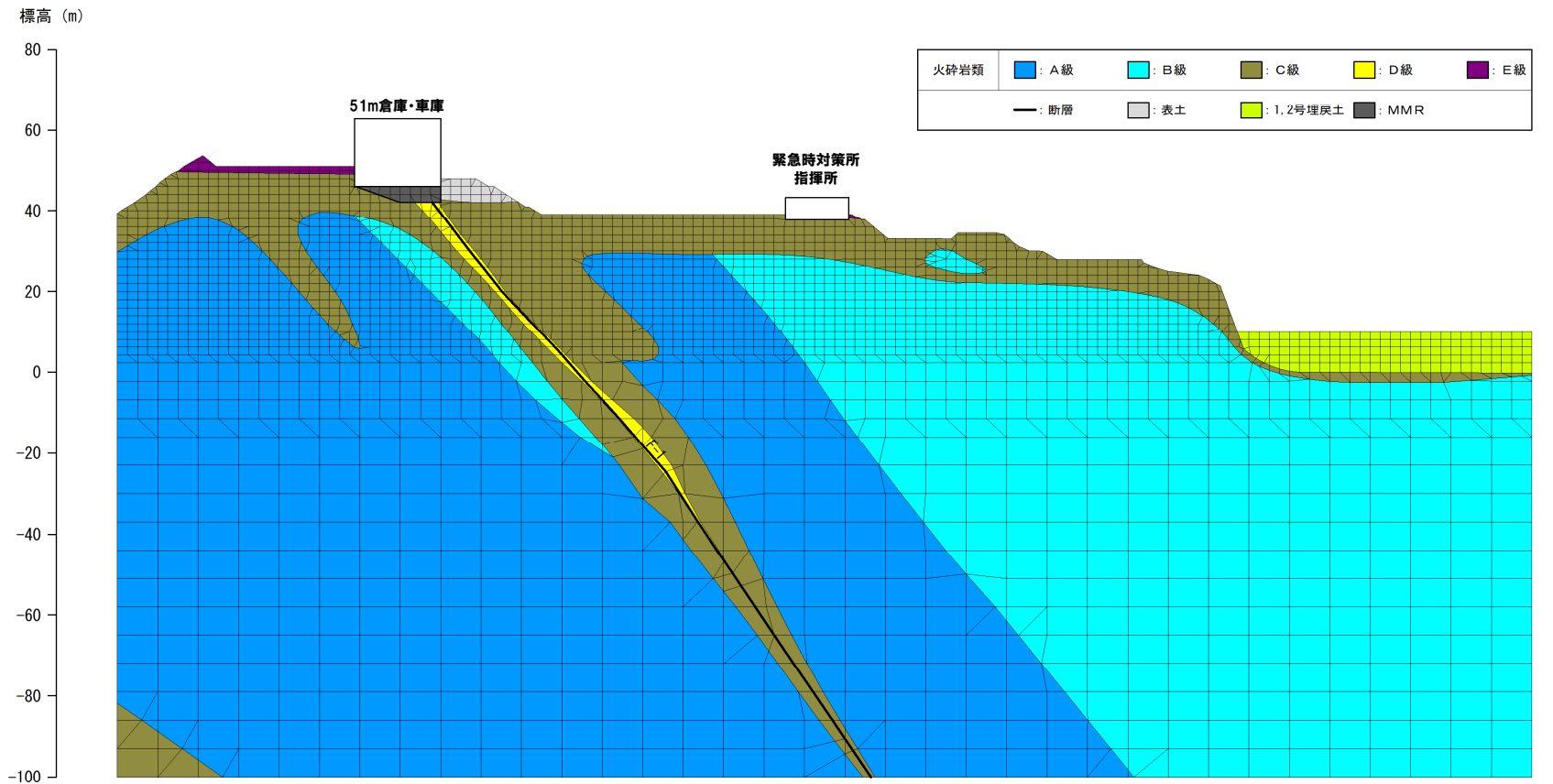


鉛直岩盤分類図:b-b'断面

# 3.5 評価方法

## ⑦-8 解析用要素分割図:b-b'断面

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



解析用要素分割図:b-b'断面





## ⑧-1 二次元動的有限要素法における地下水位の設定方針

## 【建物・構築物の地下水位設定】

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

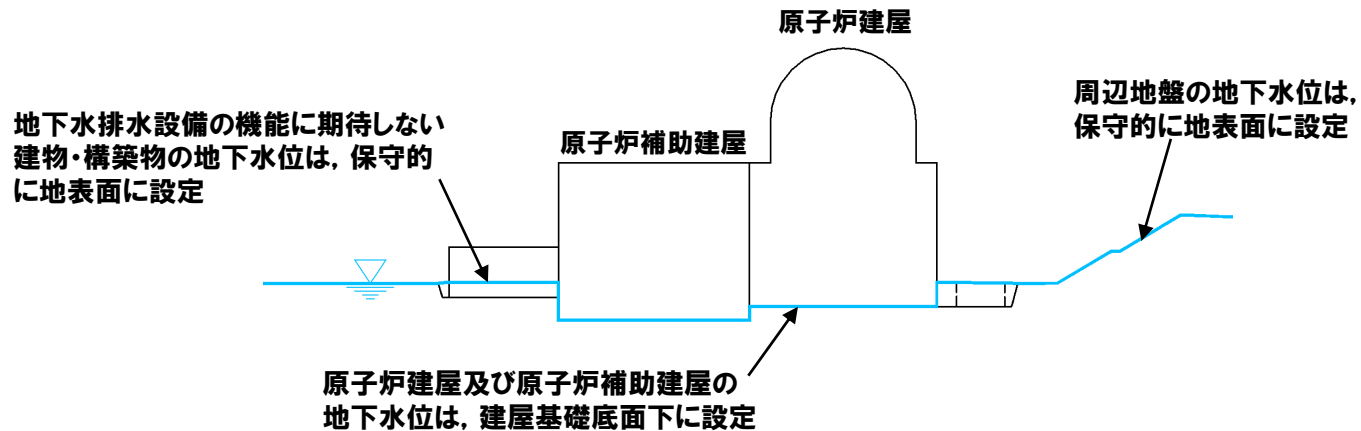
## (地下水排水設備の機能に期待する建物・構築物)

- ・原子炉建屋
- ・原子炉補助建屋
- ・ディーゼル発電機建屋
- ・A1,A2-燃料油貯油槽タンク室
- ・B1,B2-燃料油貯油槽タンク室

## 【建物・構築物の周辺地盤の地下水位設定】

- 建物・構築物の周辺地盤の地下水位は、保守的に地表面に設定する。

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



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 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。

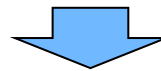
【原子力発電所耐震設計技術指針 JEAG 4601-2015（日本電気協会）】

○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。

## 3.5 評価方法

## ⑧-3 二次元動的有限要素法における地下水位の設定

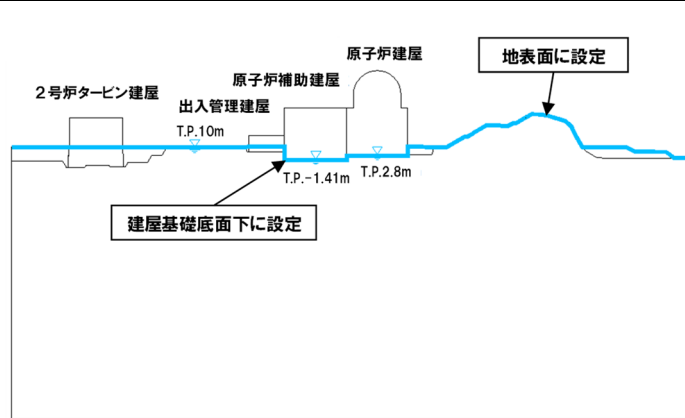
○二次元動的有限要素法における地下水位については以下のとおり設定した(下図参照)。

## 【原子炉建屋】

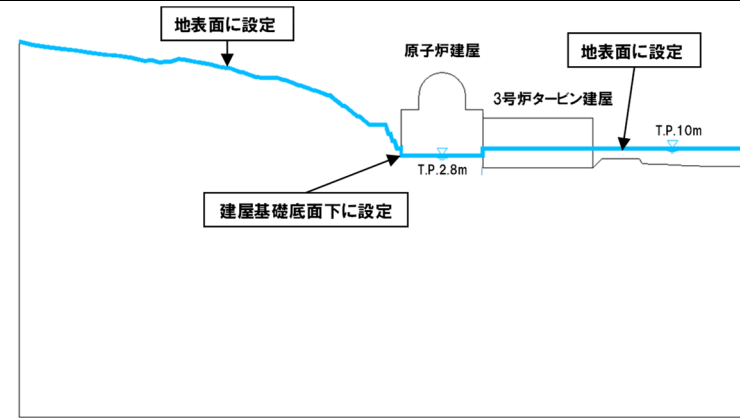
○X-X'断面及びY-Y'断面における地下水位は、地表面を基本として、地下水排水設備の機能に期待する原子炉建屋及び原子炉補助建屋基礎部は建屋基礎底面下に設定した。

## 【緊急時対策所】

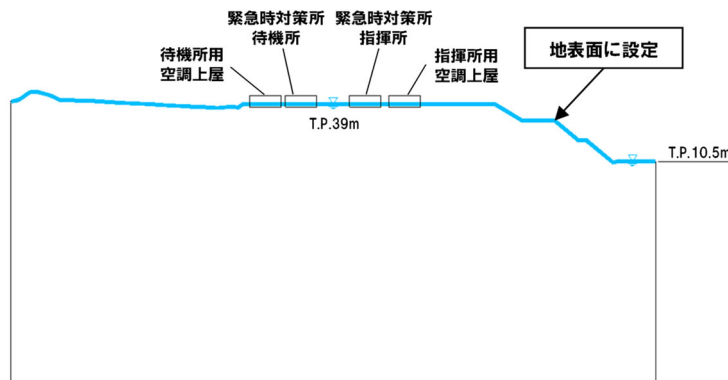
○a-a'断面及びb-b'断面における地下水位は、地表面に設定した。



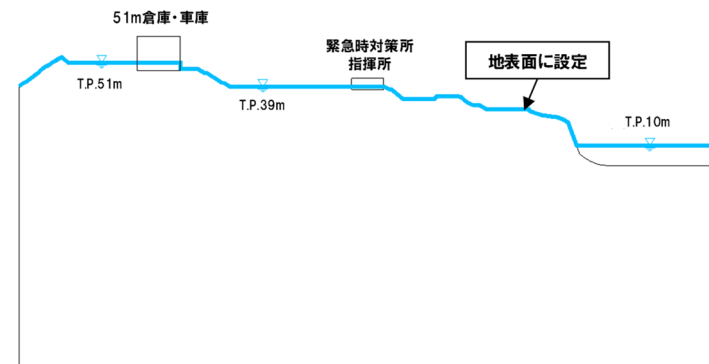
X-X'断面



Y-Y'断面



a-a'断面



b-b'断面

## 3.5 評価方法

### ⑨すべり安全率の算定

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

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

# 3.5 評価方法

## ⑩液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法

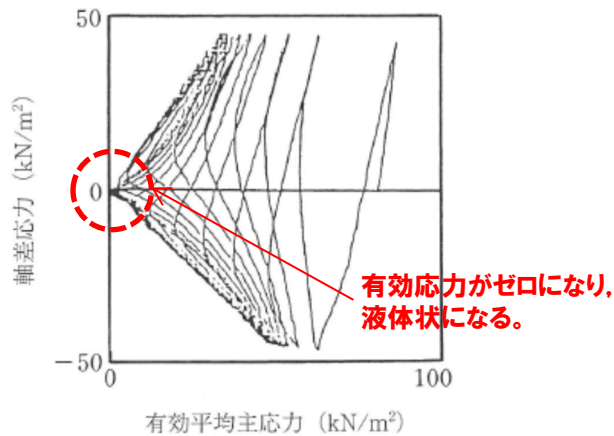
○周辺地盤の液状化に伴う事象の想定を踏まえ、液状化影響を考慮したすべり安全率は、以下のとおり算定する。

**【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)。

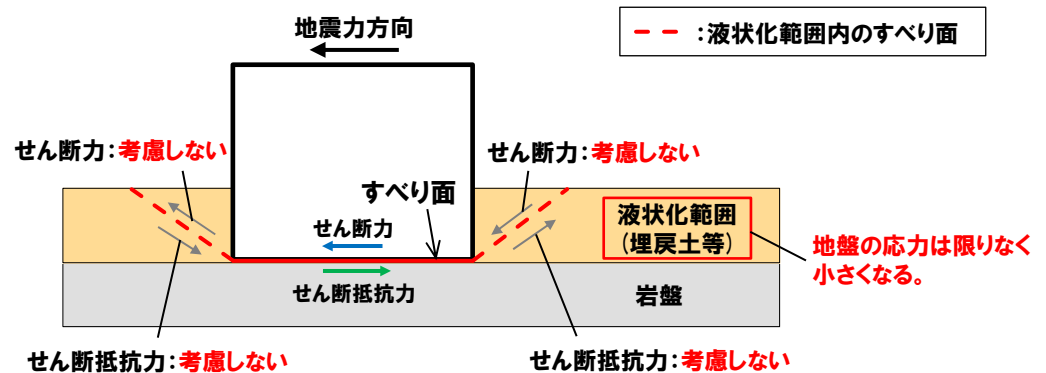
- 埋戻土等の液状化範囲内においては、地盤の応力は限りなく小さくなることから、すべり面上のせん断力及び抵抗力が限りなく小さくなる。
- 上記を踏まえ、動的解析(全応力解析)によるすべり安全率算定時に液状化範囲内におけるすべり面上のせん断力及びせん断抵抗力を考慮しない(右下図参照)。

○なお、全応力解析による液状化影響を考慮したすべり安定性評価の方法に関しては、施設の周囲に埋戻土が厚く分布し、液状化による影響を受ける可能性が相対的に高いと考えられる防潮堤の評価対象断面を対象に、液状化した場合の地盤応力の減少を考慮できる有効応力解析との比較により、妥当性の確認を行う(詳細は、今後説明予定)。



有効応力経路※ ※地盤工学会(2009)に加筆。

液状化に分類される事例

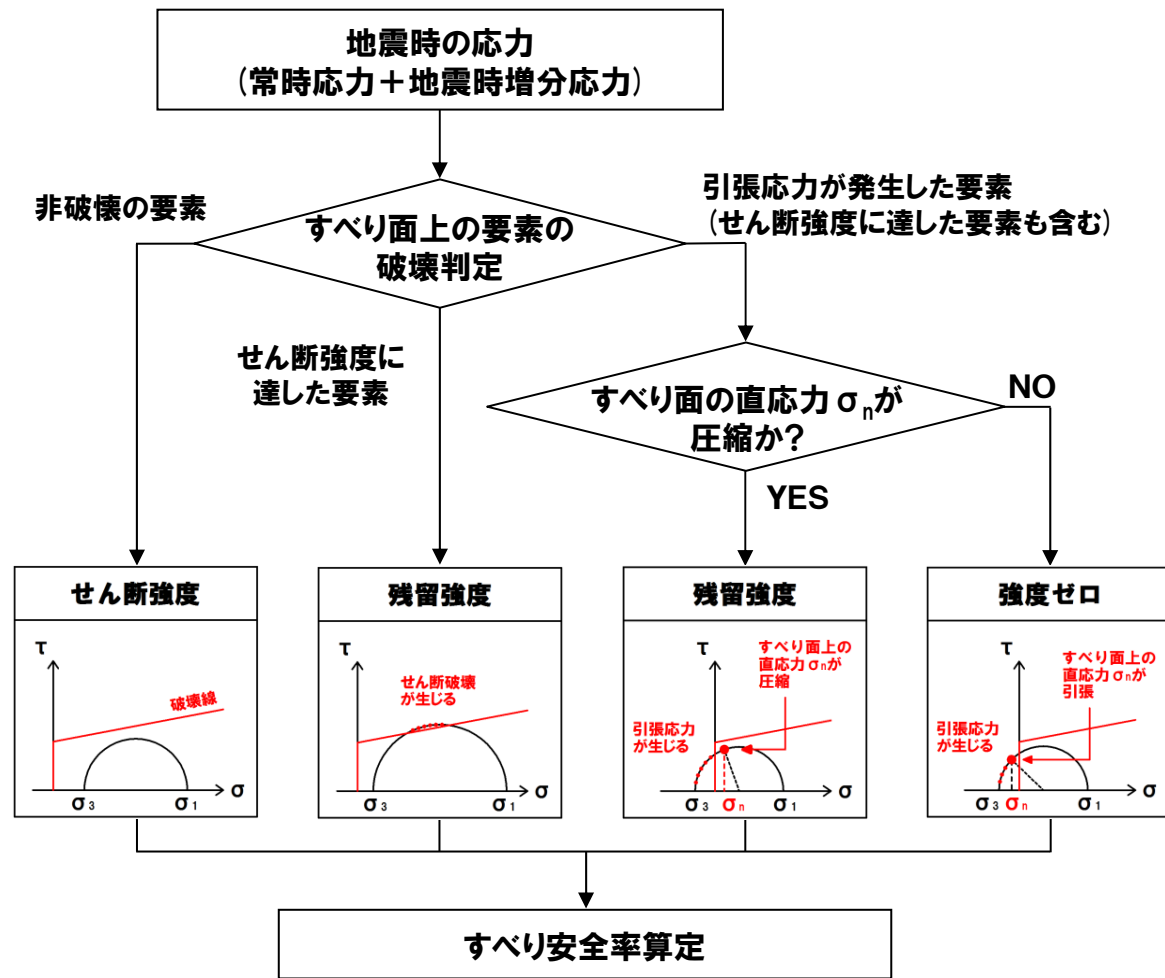


液状化影響を考慮したすべり安全率の算定方法のイメージ図

# 3.5 評価方法

## ⑪すべり安全率の算定時の強度の考え方

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



すべり安全率算定フロー (強度の考え方)



## ⑫すべり面の設定方法(1/2)

- すべり安全率を算定するすべり面については、施設基礎底面を通るすべり面及びせん断強度の小さい断層を通るすべり面を設定し、応力状態を踏まえて必要に応じてすべり面を追加設定する。
  - ・施設基礎底面を通るすべり面：代表施設基礎底面を通るすべり面及び代表施設に隣接する施設を含むすべり面を設定する（設定例は下図a参照）。
  - ・断層を通るすべり面：固定点を設定し、岩盤内を通る角度をパラメトリックに設定する。岩盤内を通る角度は、受働崩壊角及び主働崩壊角（ $45^\circ \pm \phi/2$ ,  $\phi=50^\circ$  ※1）を踏まえ、 $20^\circ \sim 70^\circ$  の範囲を $5^\circ$  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】**

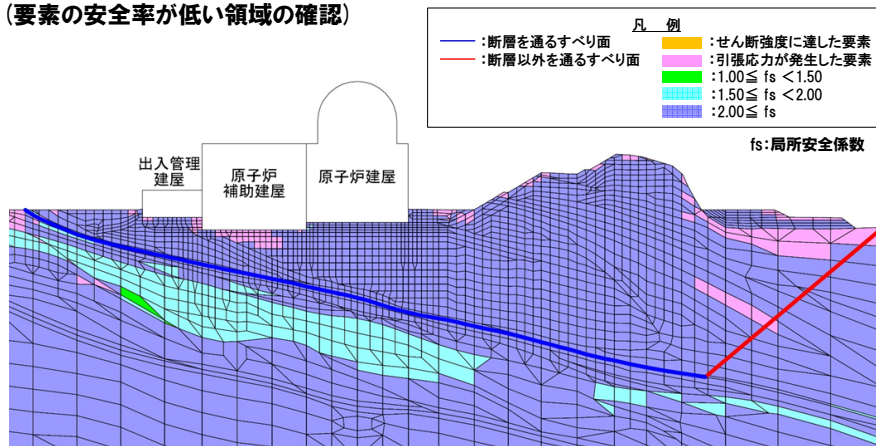
- ・せん断強度の小さい断層を長く通るすべり面を設定することから、F-8断層及びF-11断層の端部に固定点を設定する。
- ・応力が集中しやすいことから、建屋隅角部や周辺地山の地形変化点のような大きな重量の変化点に固定点を設定する。
- ・すべり土塊が大きくなると滑動力が大きくなることから、解析モデル端部に固定点を設定する。

## ⑫すべり面の設定方法 (2/2)

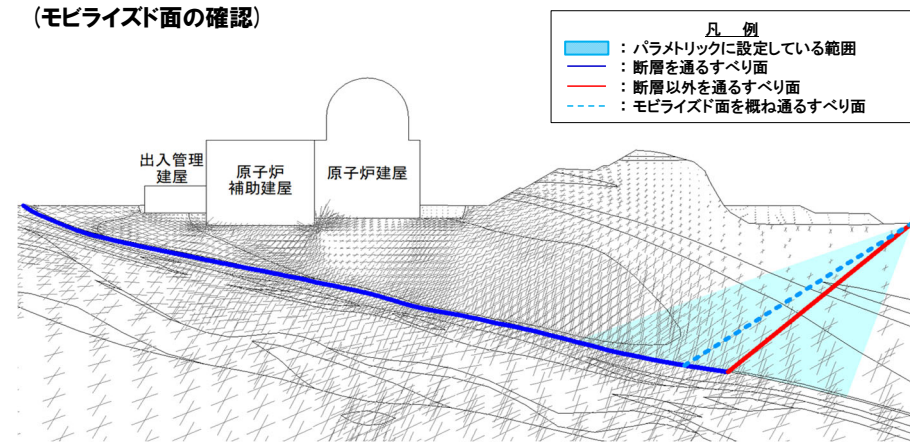
【c. 応力状態を考慮したすべり面 (詳細は、補足説明資料3章参照)】

- ・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

## ⑬ 基礎地盤の支持力に対する安全性の確認

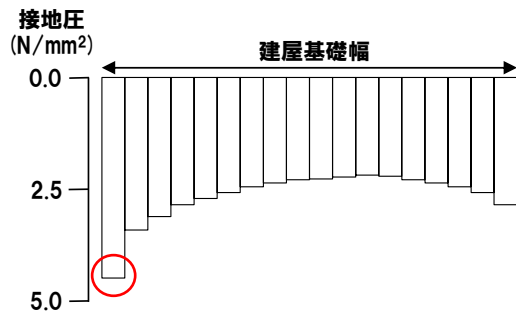
- 基礎地盤の支持力は、支持力試験から定めた評価基準値と基礎底面における地震時最大接地圧により評価する。
- 地震時最大接地圧は、常時応力と二次元動的有限要素法に基づく地震応答解析による地震時増分応力を重ね合わせて算出する。
- 地震時最大接地圧が基礎底面に分布する地盤の支持力の評価基準値を下回ることを確認する。
- 支持力試験結果より設定した基礎地盤の支持力の評価基準値を右下表に示す(支持力の評価基準値の設定については、P96～P97参照)。

### 【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】

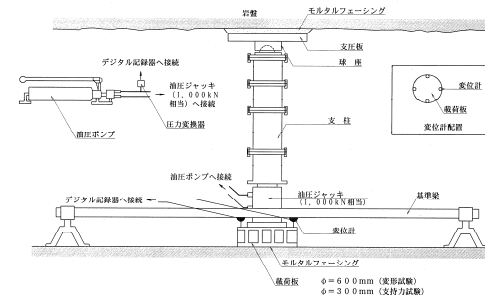
- ・地震応答解析を実施し、施設底面の地盤に作用する最大接地圧を算定



### 【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	P96参照
	安山岩A <sub>III</sub> 級	13.7	
緊急時対策所	火砕岩類C級	13.7	P97参照



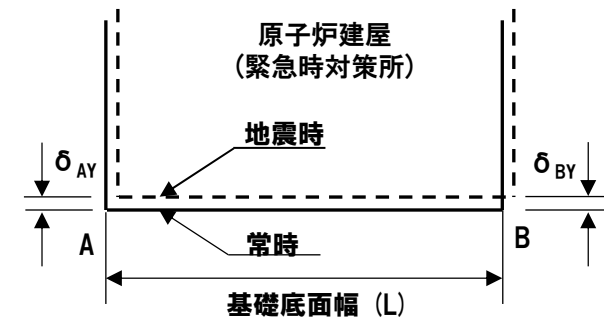
十分な支持性能を有することを確認  
最大接地圧 (①+②) < 評価基準値 (③)

## ⑭基礎底面の傾斜に対する安全性の確認

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

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

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



$\delta_{AY}$ 、 $\delta_{BY}$ 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した。  
○基準地震動の最大加速度及び位相反転の考慮について、本頁～P131に示す(基準地震動の加速度時刻歴波形については、P132～P138参照)。

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



## 3.6 基準地震動

## ①基準地震動一覧(2/4)

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

## 3.6 基準地震動

## ①基準地震動一覧(3/4)

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



## 3.6 基準地震動

## ①基準地震動一覧(4/4)

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

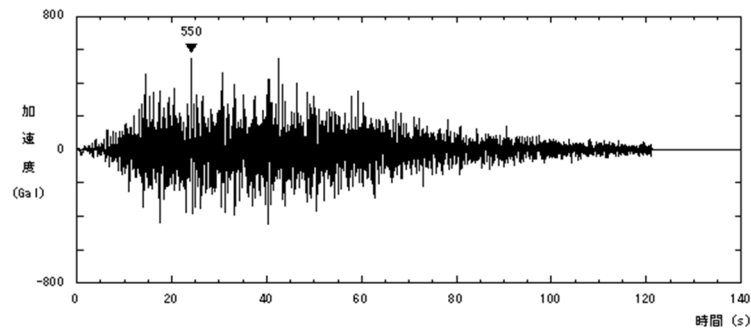
※基準地震動Ss3-3は、水平方向の地震動のみであることから、「一関東評価用地震動(鉛直方向)」を別途設定している(詳細は、R5.6.9審査会合資料「泊発電所3号炉 基準地震動の策定について」参照)。

## 3.6 基準地震動

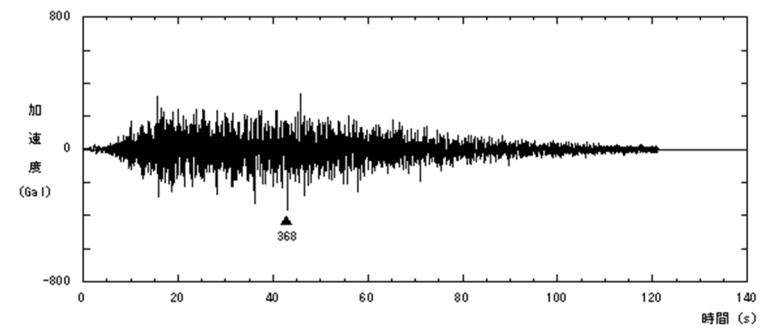
## ②-1 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss1

○基準地震動の加速度時刻歴波形を本頁～P138に、一関東評価用地震動(鉛直方向)の加速度時刻歴波形をP139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

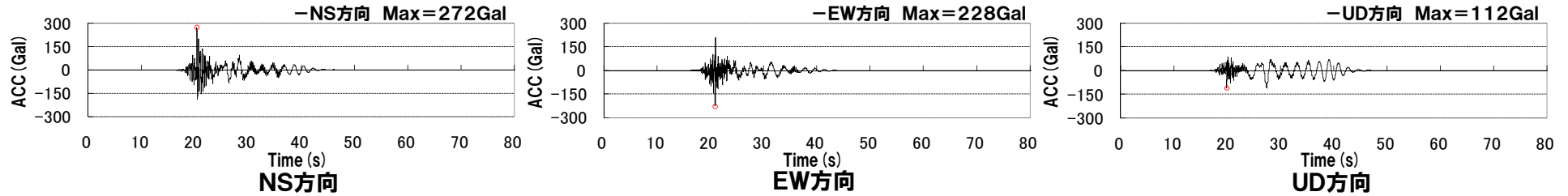
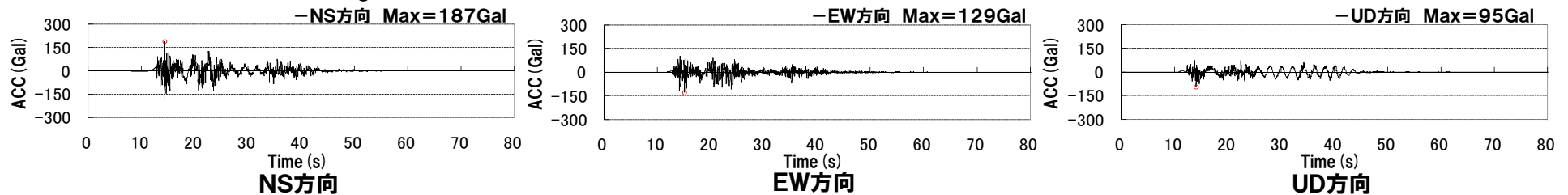
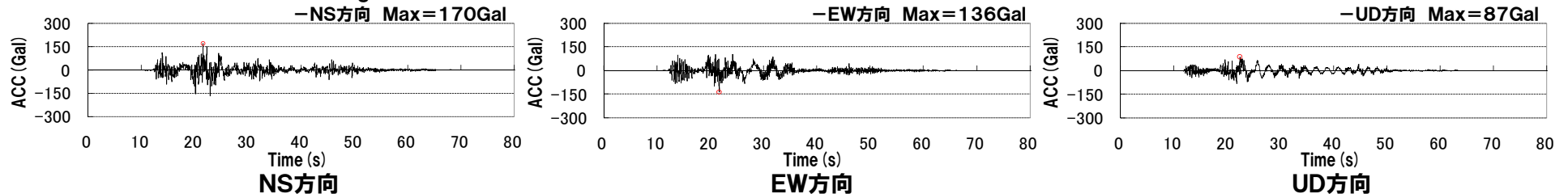
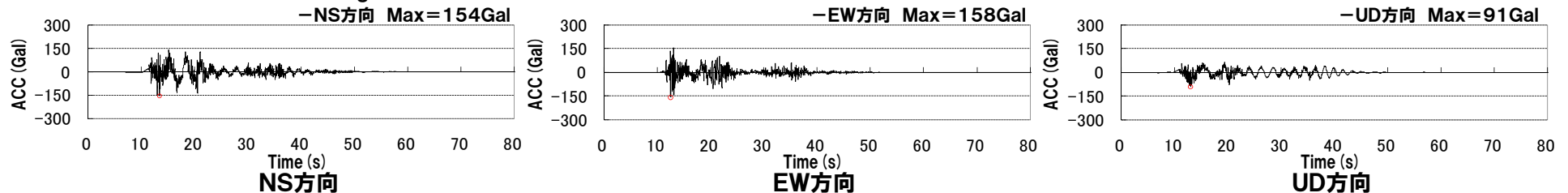


鉛直方向

## 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

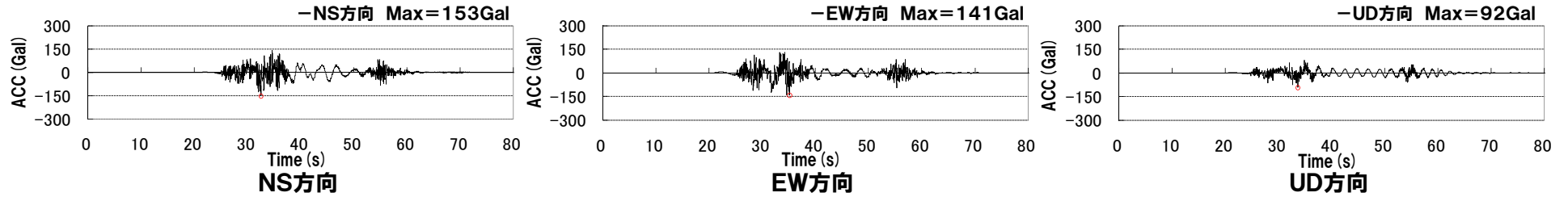
基準地震動Ss2-1 (尻別川断層による地震 (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))

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))

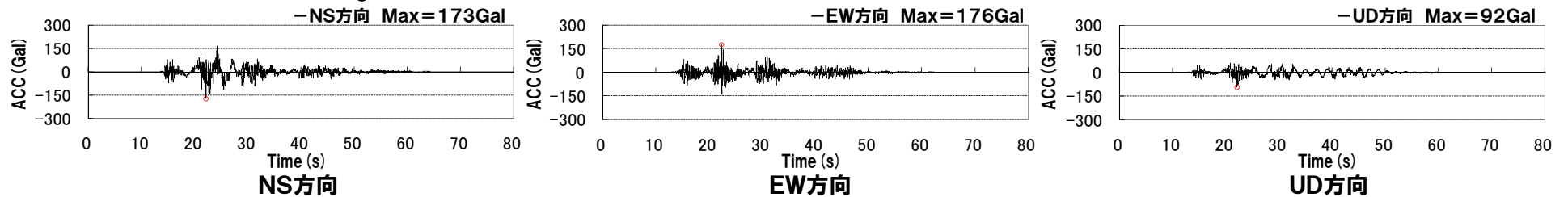
## 3.6 基準地震動

## ②-3 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss2-5~Ss2-8

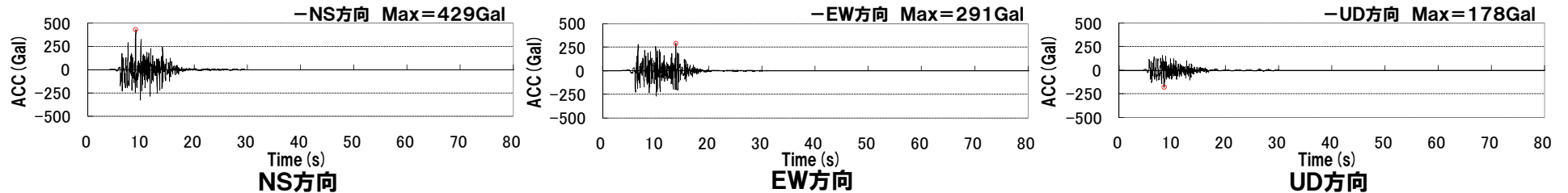
基準地震動Ss2-5 ( $F_S$ -10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度),破壊開始点5))



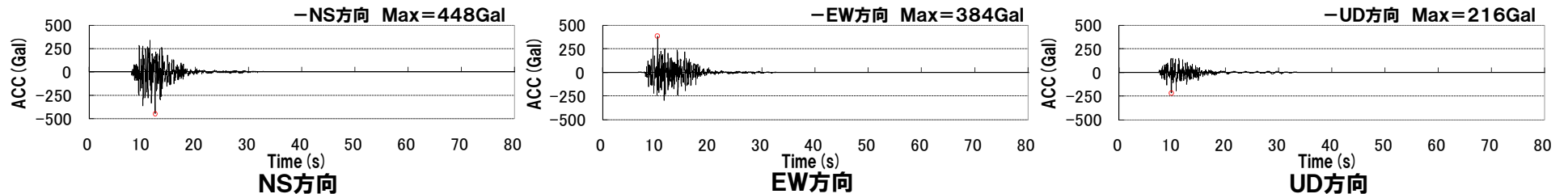
基準地震動Ss2-6 ( $F_S$ -10断層~岩内堆東撓曲~岩内堆南方背斜による地震(不確かさ考慮モデル(破壊伝播速度),破壊開始点6))



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))



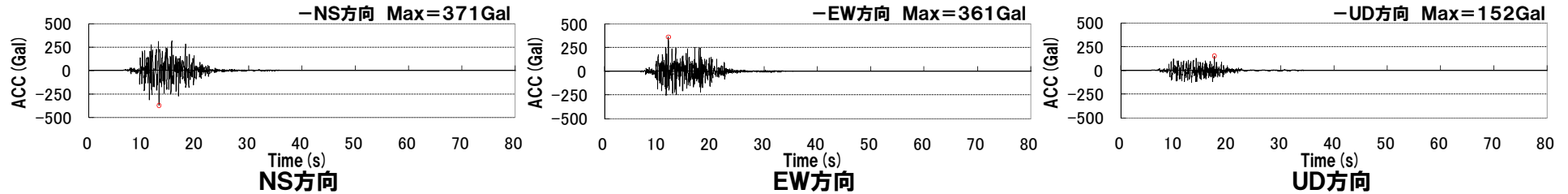
基準地震動Ss2-8 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向 $0^\circ$  ケース(不確かさ考慮モデル(断層の傾斜角),破壊開始点2))



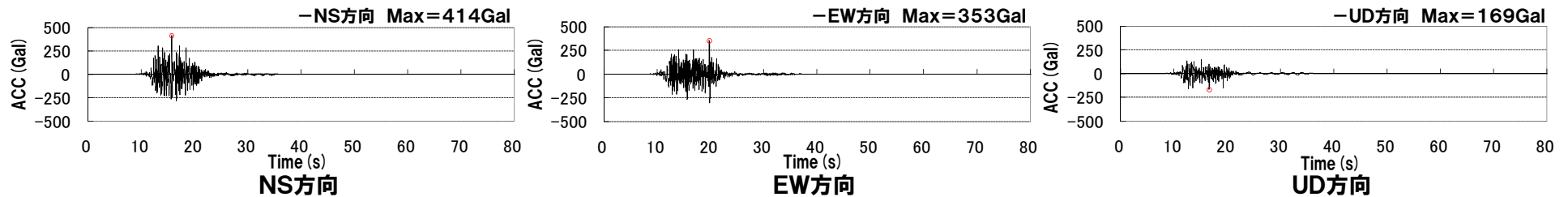
## 3.6 基準地震動

## ②-4 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss2-9~Ss2-12

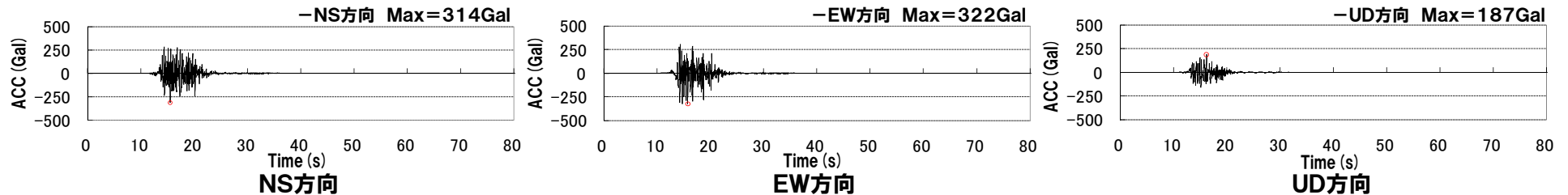
基準地震動Ss2-9 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点3))



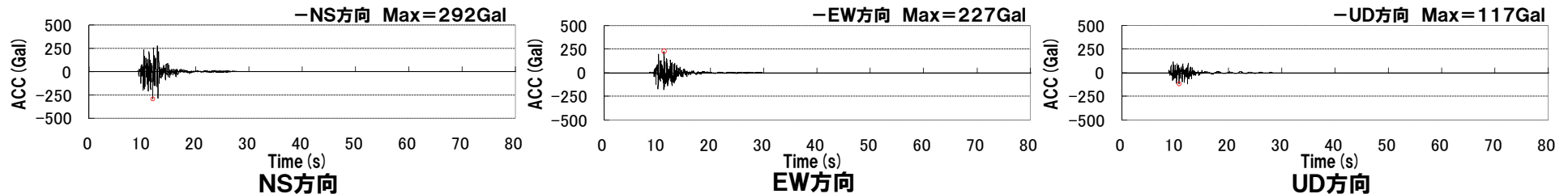
基準地震動Ss2-10 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向0° ケース (不確かさ考慮モデル (断層の傾斜角), 破壊開始点4))



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))



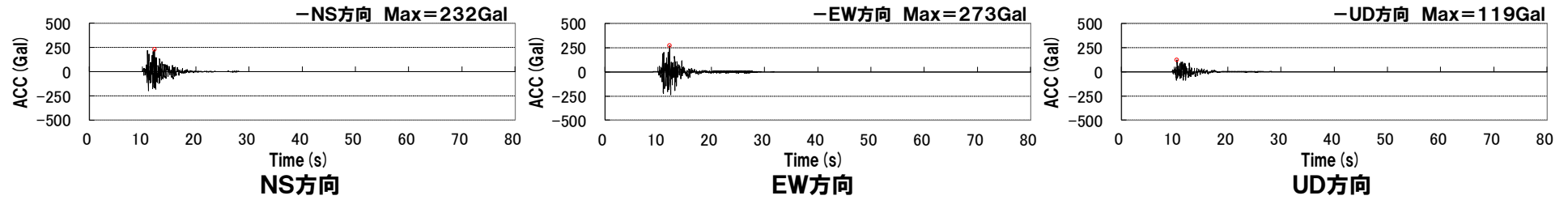
基準地震動Ss2-12 (積丹半島北西沖の断層による地震 走向20° ケース (不確かさ考慮モデル (応力降下量), 破壊開始点2))



## 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))

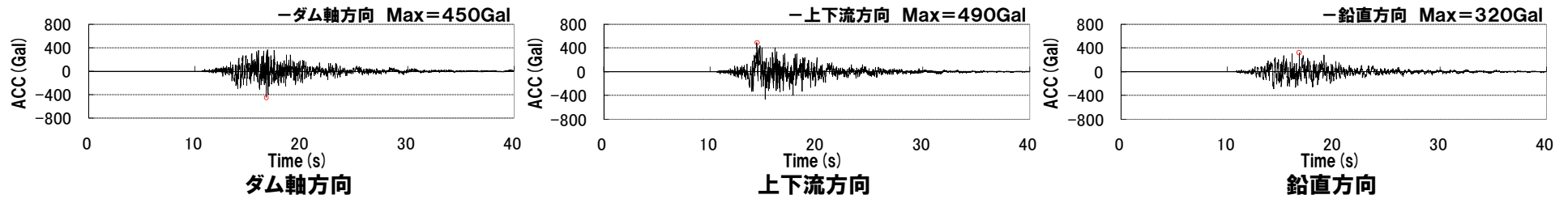




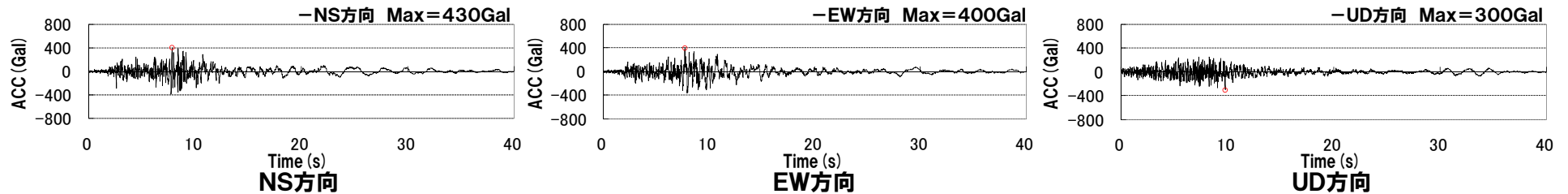
## 3. 6 基準地震動

## ②-6 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss3-1~Ss3-4

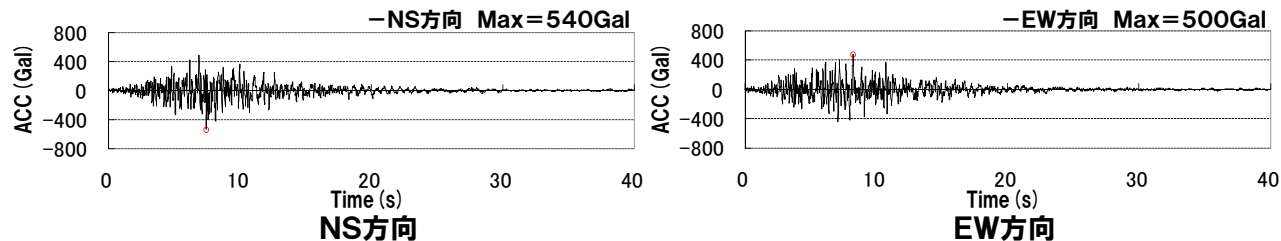
## 基準地震動Ss3-1 (2008年岩手・宮城内陸地震(栗駒ダム[右岸地山]))



## 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))

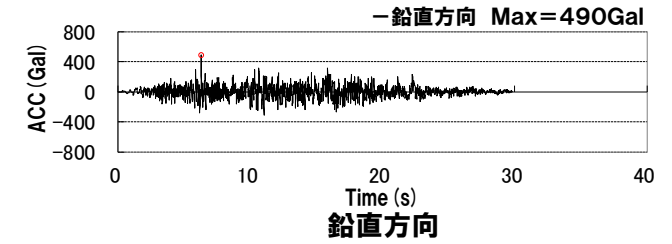
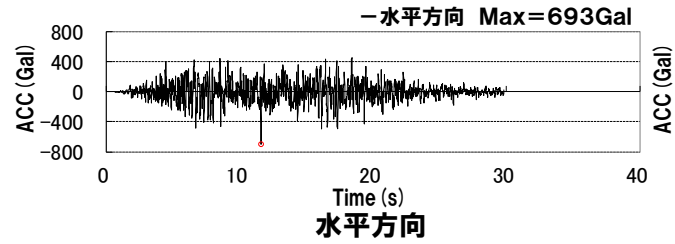


## 基準地震動Ss3-4 (2004年北海道留萌支庁南部地震(K-NET港町))



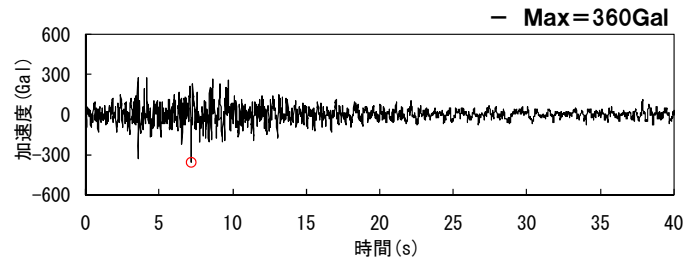
## ②-7 基準地震動加速度時刻歴波形:Ss3-5

## 基準地震動Ss3-5 (標準応答スペクトルを考慮した地震動)



## ②-8 一関東評価用地震動(鉛直方向)の加速度時刻歴波形

## 一関東評価用地震動(鉛直方向)※



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

## 一関東評価用地震動(鉛直方向)の時刻歴波形

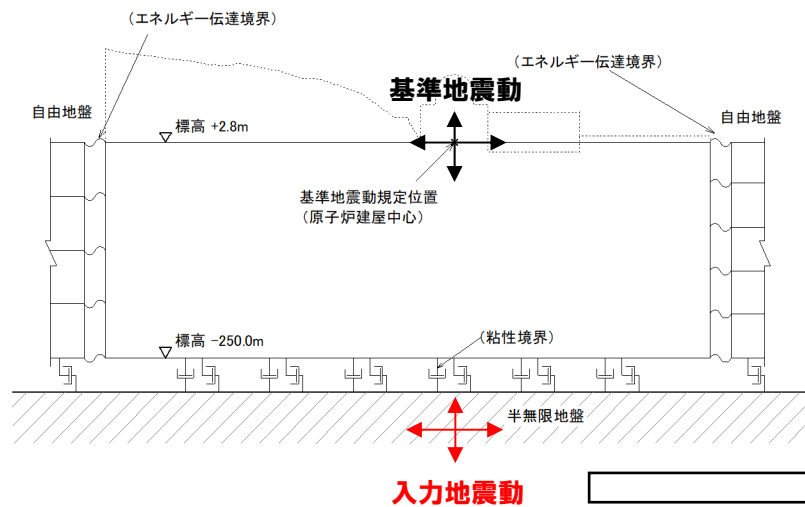
## ③入力地震動の考え方

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

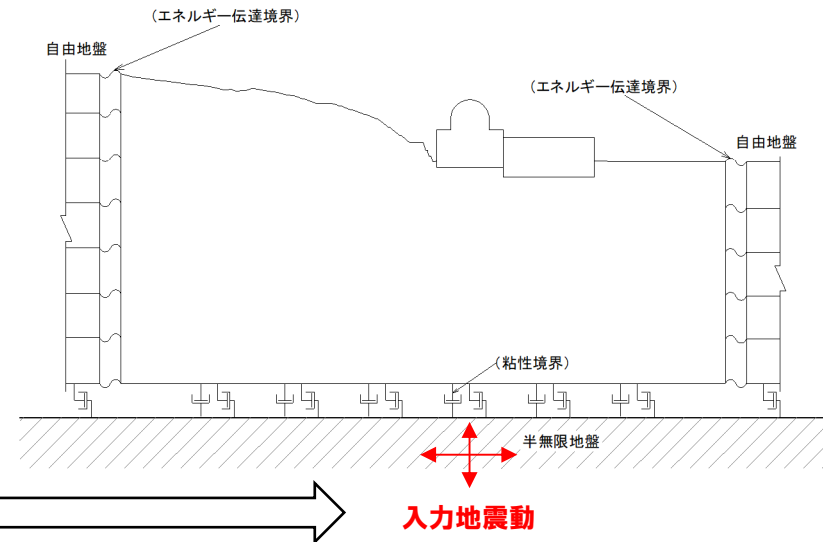
## ■入力地震動の考え方

## 解放地盤モデル

- ・解放基盤表面レベル以上にある地盤及び構造物を取りさった二次元有限要素法モデル



## 地震応答解析モデル



Y-Y'断面における入力地震動策定の例

余白

# 3.7 評価結果

## ①-1 すべりに対する評価結果:X-X'断面 (1/2)

- 想定すべり面ごとの最小すべり安全率を以下に示す※1。
- 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3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3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

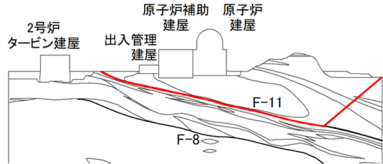
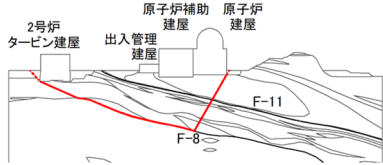
※2 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

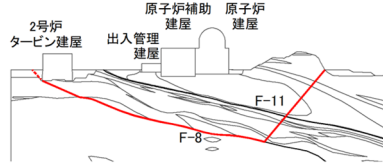
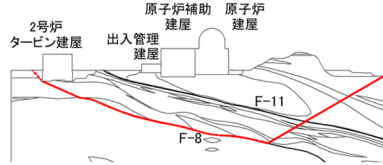
※3 [ ]は発生時刻(秒)を示す。

※4 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す(P122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
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 (-,+)	<p>2.1 (1.8) &lt;2.2&gt;</p> <p>[7.54]</p>
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 (-,+)	<p>4.0</p> <p>[7.54]</p>

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

— :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(P122を参照)。

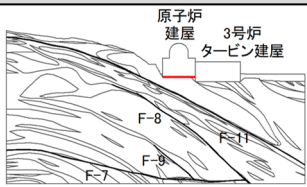
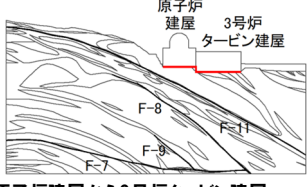


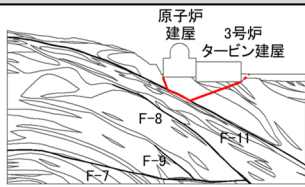
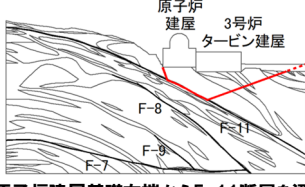
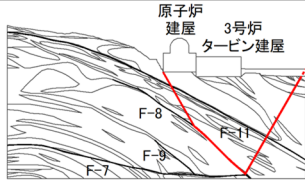
# 3.7 評価結果

## ①-2 すべりに対する評価結果:Y-Y'断面

- 想定すべり面ごとの最小すべり安全率を以下に示す※1。
- 動的解析の結果, Y-Y'断面において, 最小すべり安全率は3.0, ばらつきを考慮しても2.7であり, いずれも評価基準値1.5を上回ることを確認した。
- また, 静的非線形解析を実施した結果, すべり安全率は13.3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3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3章に示す。

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
1	 原子炉建屋基礎底面を通るすべり面	Ss3-4 (-,+)	3.0 (2.7) <13.3> [7.56]
2	 原子炉建屋から3号炉タービン建屋基礎底面を通るすべり面	Ss3-4 (-,+)	6.3 [7.54]

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
3	 原子炉建屋基礎左端からF-11断層を通り3号炉タービン建屋基礎右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	7.7 [7.49]
4	 原子炉建屋基礎左端からF-11断層を通り解析モデル右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	7.0 [7.54]
5	 原子炉建屋基礎左端からF-8断層を通り解析モデル右端に抜けるすべり面	Ss3-4 (+,+)	10.8 [7.51]

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

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

※3 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を, <>は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。

※4 破線は液状化影響を考慮する範囲を示す(P122を参照)。

余白

# 3.7 評価結果

## ①-3 すべりに対する評価結果:a-a'断面 (1/3)

- 想定すべり面ごとの最小すべり安全率を以下に示す※1。
- 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, P148参照)。
- 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3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3章に示す。

No.	すべり面形状	基準地震動※2	最小すべり安全率※3
1	<p>緊急時対策所指揮所基礎底面を通るすべり面</p>	Ss3-5 (+,+)	9.7 [11.63]
2	<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>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>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>指揮所用空調上屋基礎左端を通り T.P.10m盤法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	7.1 [11.63]
6	<p>待機所用空調上屋基礎左端を通り 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>指揮所用空調上屋基礎左端を通り T.P.21m小段法尻に抜けるすべり面</p>	Ss3-5 (+,-)	7.3 [11.63]
10	<p>待機所用空調上屋基礎左端を通り 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

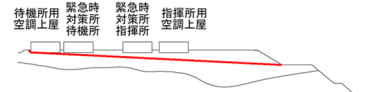
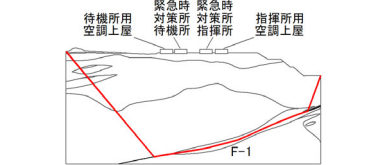
※1 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

※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 () は物性のは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。

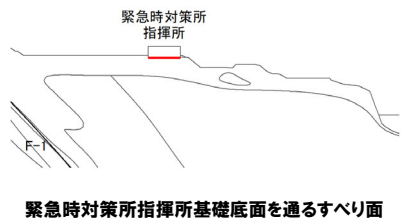
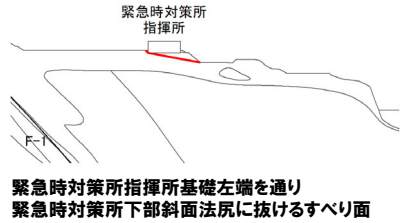
余白

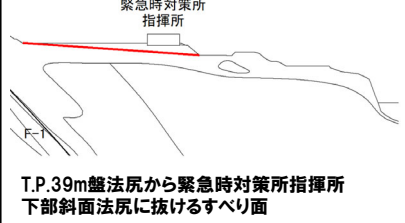
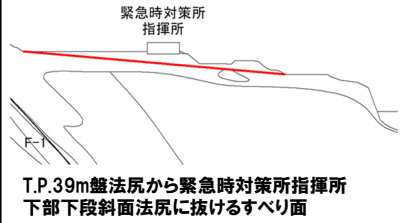
## 3.7 評価結果

## 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3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3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	 緊急時対策所指揮所基礎底面を通るすべり面	Ss3-5 (-, -)	9.3 [11.63]
2	 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	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	 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	Ss3-5 (+, -)	5.3 [16.16]
4	 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	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

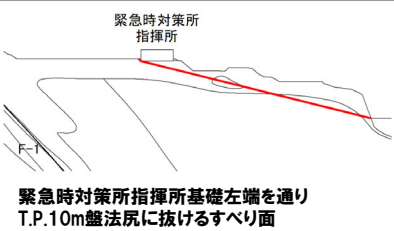
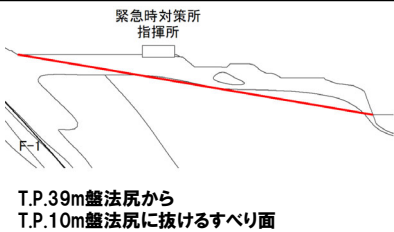
※2 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。

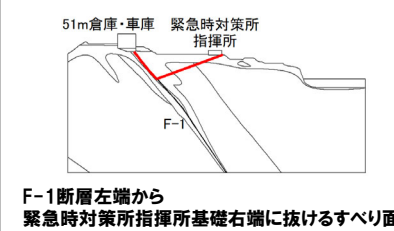
※3 ()は物性のばらつきを考慮したすべり安全率を, <>は静的非線形解析における最小すべり安全率を, []は発生時刻(秒)を示す。



## 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	 <p>51m倉庫・車庫 緊急時対策所 指揮所</p> <p>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。

## 3.7 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

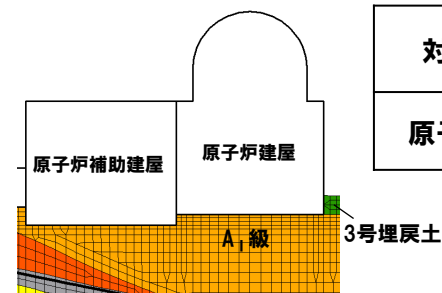
対象施設	基準地震動※1	地震時最大接地圧※2 (N/mm <sup>2</sup> )
原子炉建屋	Ss3-4 (-,+)	2.1 [7.50]

## ■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]

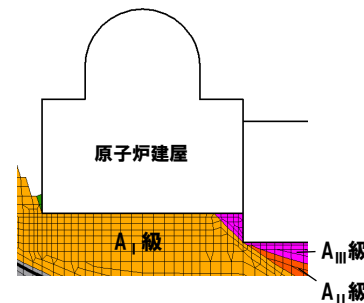
## 基礎底面の岩盤分布状況

## ■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(P96参照)。

# 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

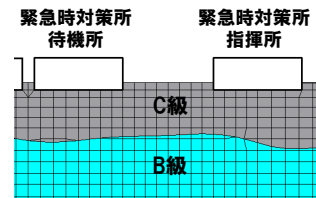
対象施設	基準地震動※1	地震時最大接地圧※2 (N/mm <sup>2</sup> )
緊急時対策所 指揮所	Ss3-4 (-,+)	0.2 [7.59]
緊急時対策所 待機所	Ss3-4 (-,+)	0.2 [7.60]

### ■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-Y (+,+)	0.3 [14.07]

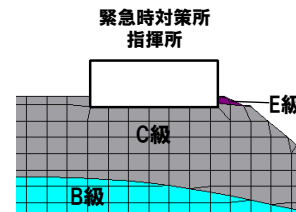
### 基礎底面の岩盤分布状況

#### ■a-a'断面



対象施設	基礎地盤 の岩級	評価基準値※3 (N/mm <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(P97参照)。

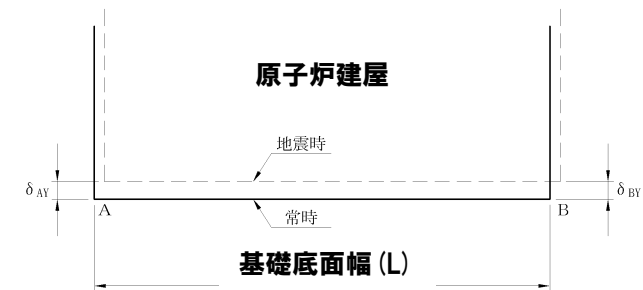
## 3.7 評価結果

## ③-1 傾斜に対する評価結果：X-X'断面, Y-Y'断面

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

## ■X-X'断面

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



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

## ■Y-Y'断面

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

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

※2 [ ]は発生時刻 (秒)を示す。

## 3.7 評価結果

## ③-2 傾斜に対する評価結果：a-a'断面, b-b'断面

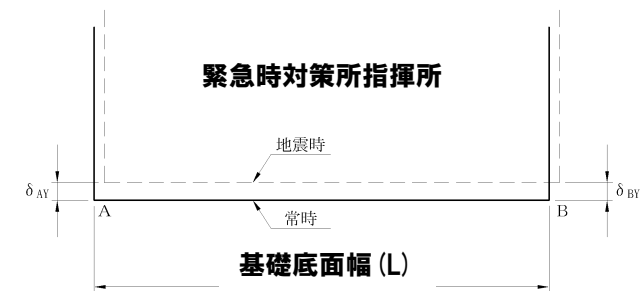
- 緊急時対策所基礎底面に生じる最大傾斜を以下に示す。  
○a-a'断面及びb-b'断面の最大傾斜のうち、最大はb-b'断面の1/31,000であり、評価基準値の目安である1/2,000を下回ることを確認した。

## ■a-a'断面

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

## ■b-b'断面

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



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

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

※2 [ ]は発生時刻(秒)を示す。

余白