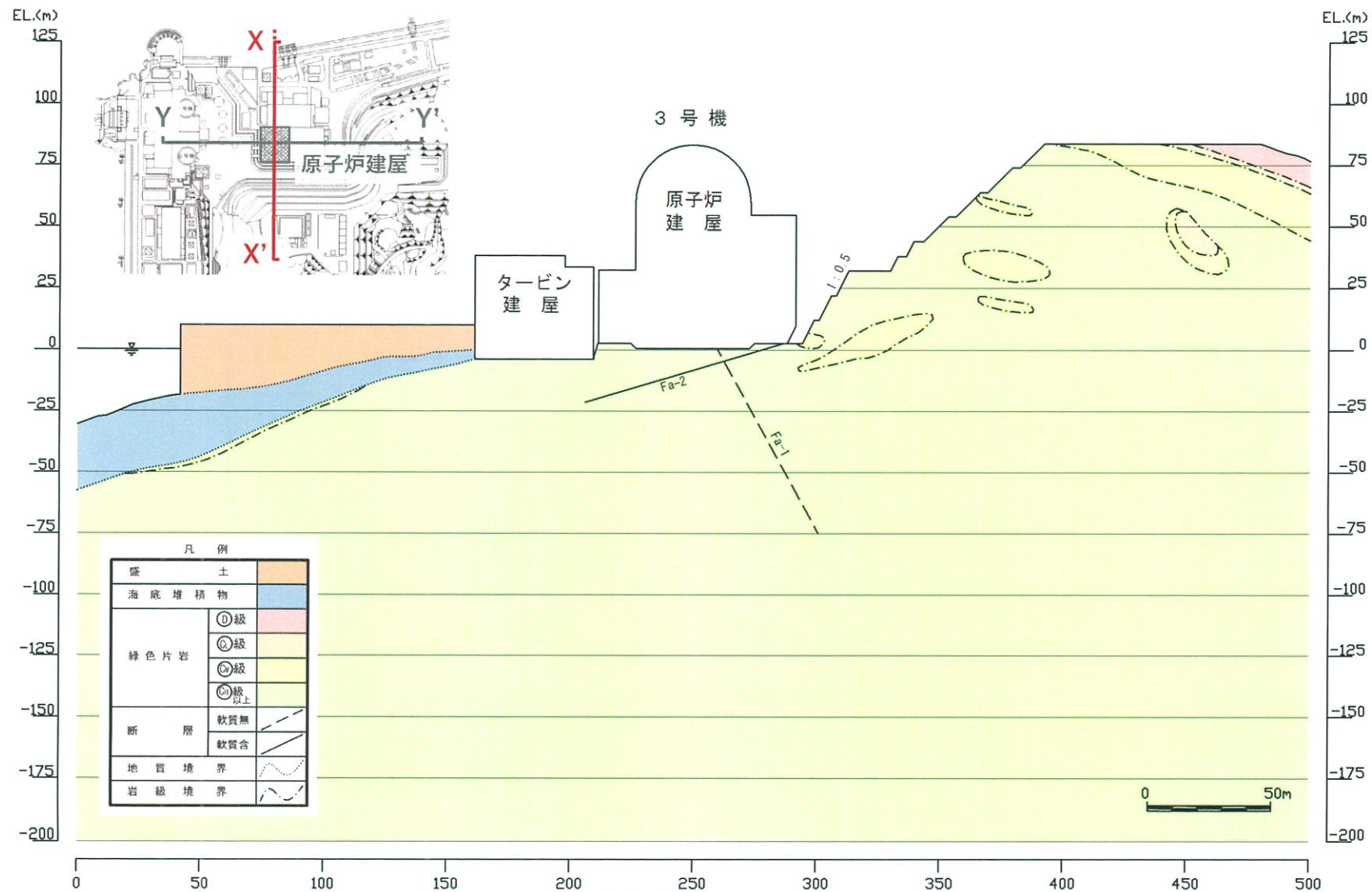


地質断面図(X-X'断面)

○ 原子炉建屋直下は、斜面の一部にC_M級岩盤が分布するものの、概ねC_H級岩盤が分布している。

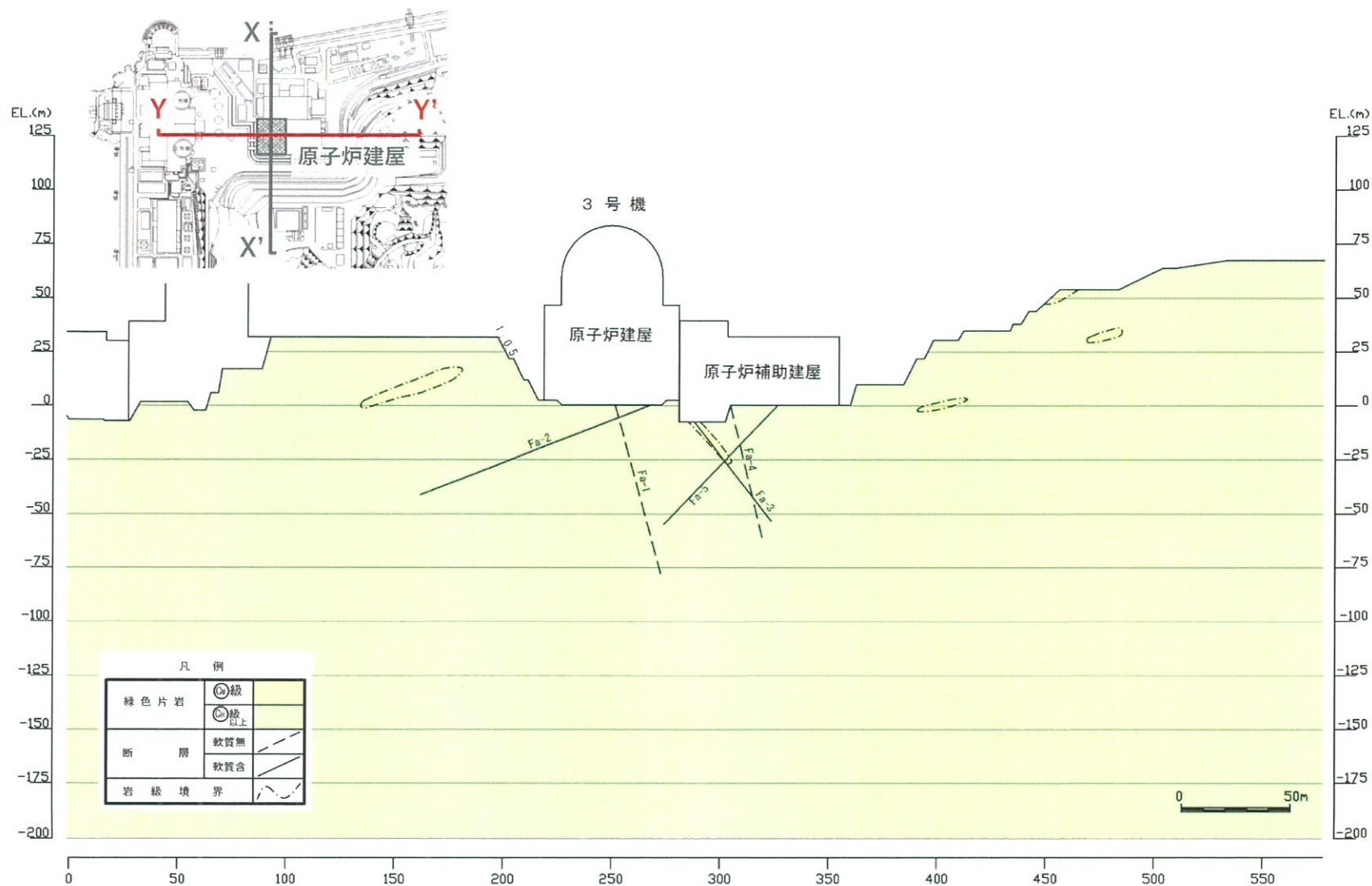


地質断面図(X-X'断面)

平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料再掲

地質断面図(Y-Y'断面)

○ 原子炉建屋直下は、斜面の一部にC_M級岩盤が分布するものの、概ねC_H級岩盤が分布している。

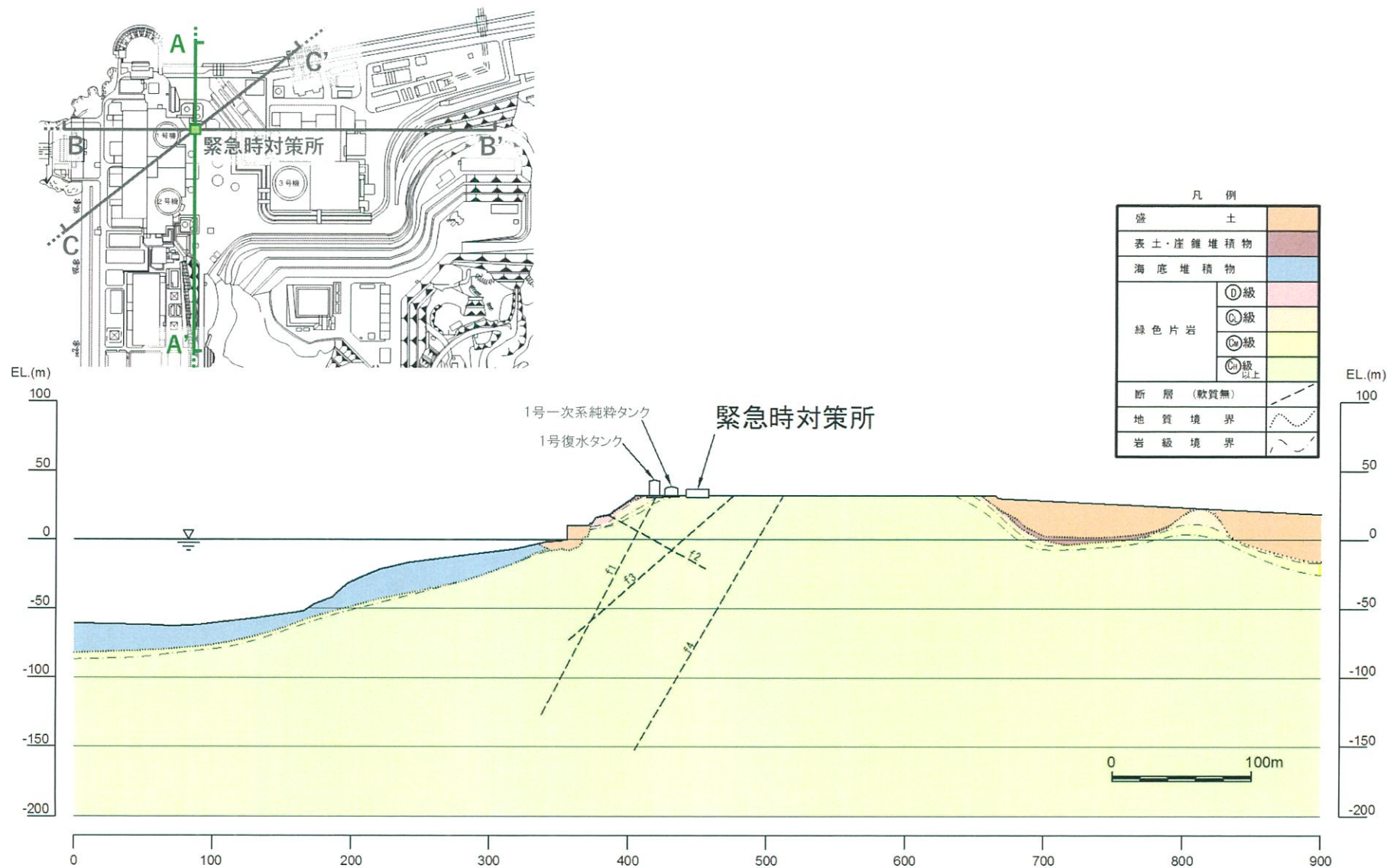


凡 例	
緑色片岩	⊙級
	⊙級以上
断 層	軟質無
	軟質有
岩 級 境 界	

地質断面図(Y-Y'断面)

地質断面図(A-A'断面)

○ 緊急時対策所直下はC_H級岩盤が分布している。

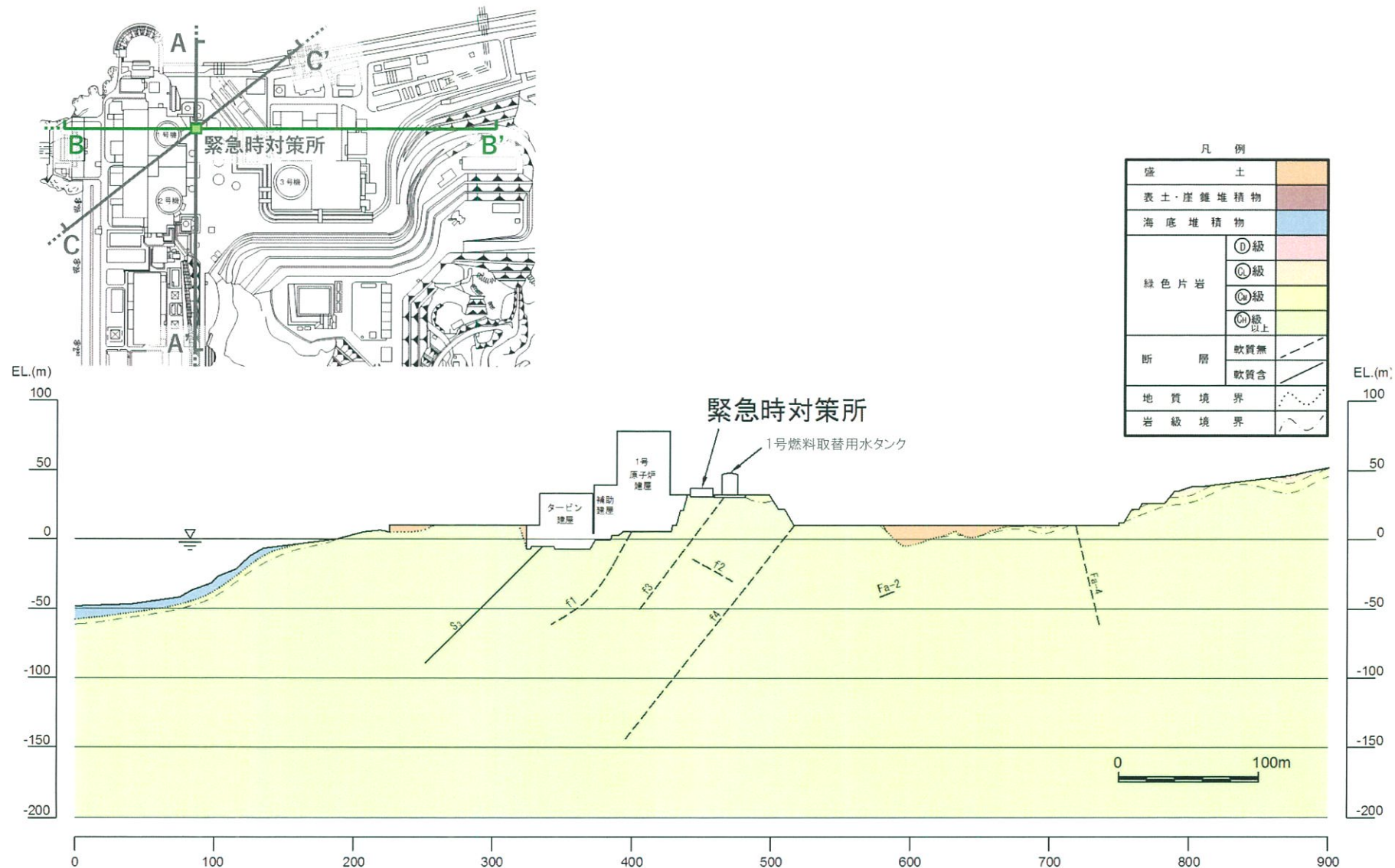


地質断面図(A-A'断面)

平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料再掲

地質断面図(B-B'断面)

○ 緊急時対策所直下はC_H級岩盤が分布している。

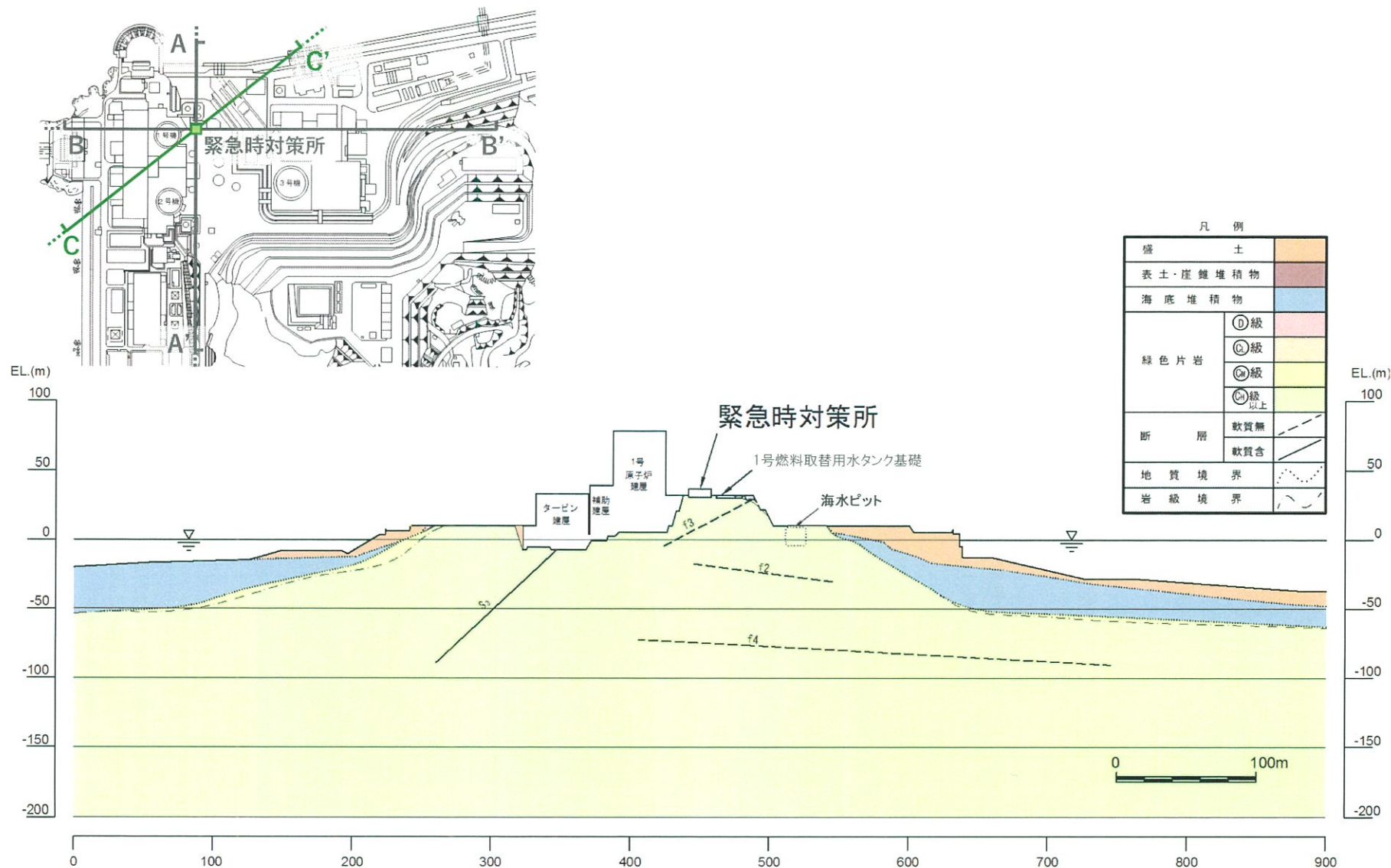


地質断面図(B-B'断面)

平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料一部修正

地質断面図(C-C'断面)

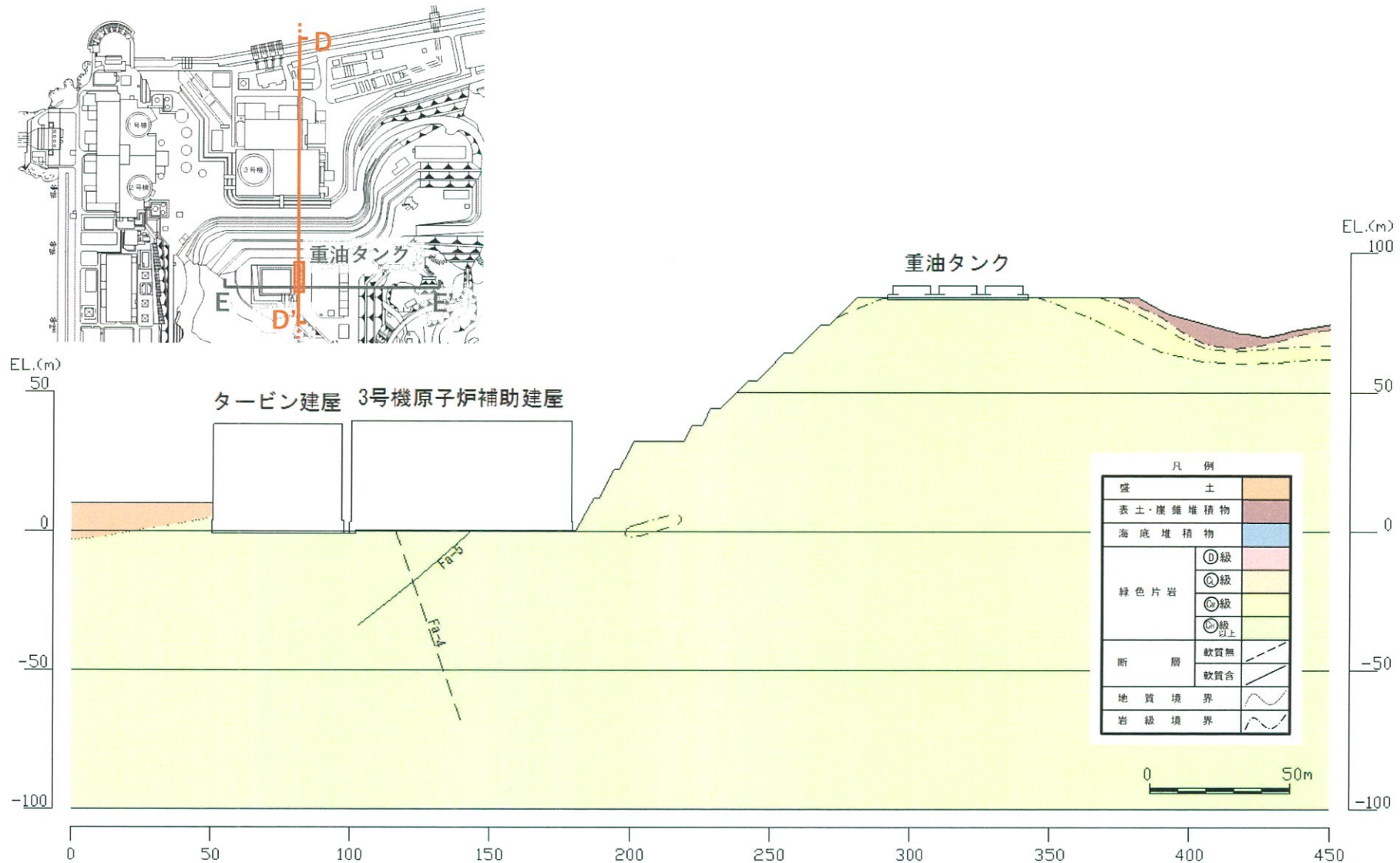
○ 緊急時対策所直下はC_H級岩盤が分布している。



地質断面図(C-C'断面)

地質断面図(D-D'断面)

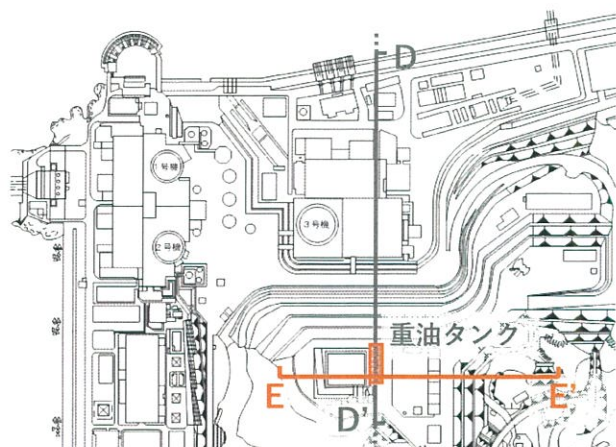
○ 重油タンク直下はC_H級岩盤が分布している。



地質断面図(D-D'断面)

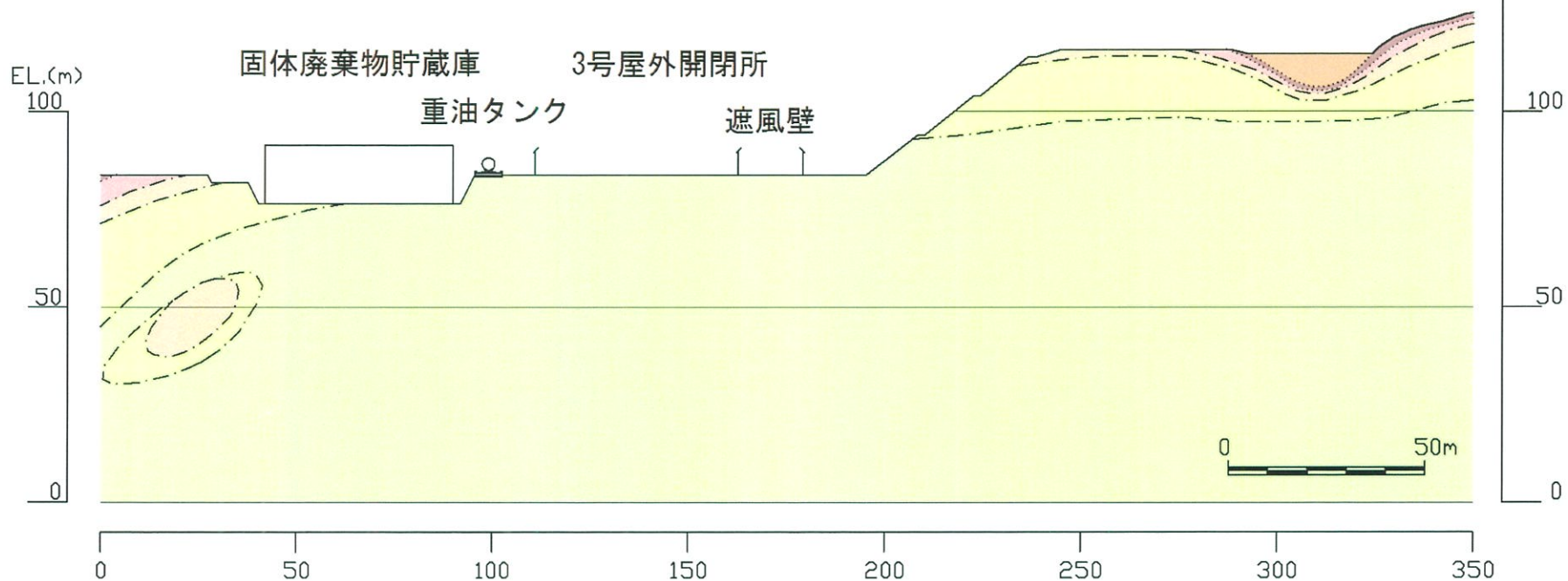
地質断面図(E-E'断面)

○ 重油タンク直下はC_H級岩盤が分布している。



凡 例

盛 土	
表土・窪錐堆積物	
海底堆積物	
緑色片岩	①級
	②級
	③級
	④級以上
断 層	軟質無
	軟質含
地 質 境 界	
岩 級 境 界	



地質断面図(E-E'断面)

-
1. 評価方針
 2. 地質の概要
 3. 解析用物性値
 4. 評価方法
 5. 基準地震動
 6. 原子炉建屋等に関する評価
 - 6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - (1) 断面選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価① 基礎地盤のすべり
 - (4) 評価② 基礎の支持力
 - (5) 評価③ 基礎底面の傾斜
 - 6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 - 6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価
 - 6.4 周辺斜面の安定性評価
 - (1) 評価断面の選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価 周辺斜面のすべり
 7. 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価
 8. 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価
 9. まとめ

(2) モデルの作成

6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	X-X', Y-Y'
	2	海水取水口	原子炉建屋の評価で代表
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	A-A', B-B', C-C'
	7	軽油タンク	緊急時対策所の評価で代表
	8	空冷式非常用発電装置	
84m 盤 以下	9	重油タンク	D-D', E-E'
	10	重油移送配管	重油タンクの評価で代表
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
評価対象断面	X-X', Y-Y'	A-A', B-B', C-C'	D-D', E-E'

○ 簡便法による断面の絞り込み

各評価対象断面について、簡便法により最小すべり安全率を抽出

各施設について、最小すべり安全率が最も小さい1断面を選定

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
解析対象断面	X-X'	A-A'	D-D'

○ 解析用岩盤分類図の作成

○ 解析用要素分割図の作成

(3) 評価① 基礎地盤のすべり

- すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認。

(4) 評価② 基礎の支持力

- 基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値 7.84N/mm^2 を超えないことを確認。

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

- 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

- 各施設の接地状況を踏まえ、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じないことを確認。

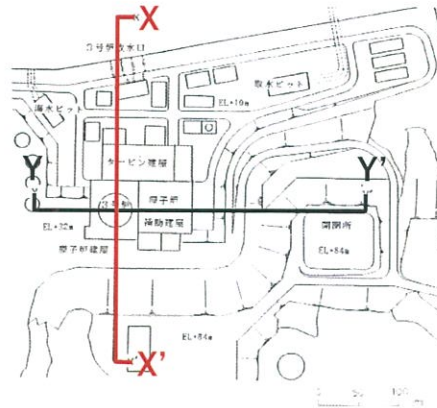
6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

- 地震発生に伴う地殻変動による地盤の傾斜を算出し、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

原子炉建屋(簡便法による断面の絞り込み)

- 周囲の斜面に正対する断面として一次選定したX-X'断面・Y-Y'断面について、設置変更許可申請時(3号炉増設時)に実施した簡便法による評価結果を参考に、最小すべり安全率が最も厳しくなる1断面を選定する。

設置変更許可申請時(3号炉増設時)における評価結果



【簡便法による評価方法】

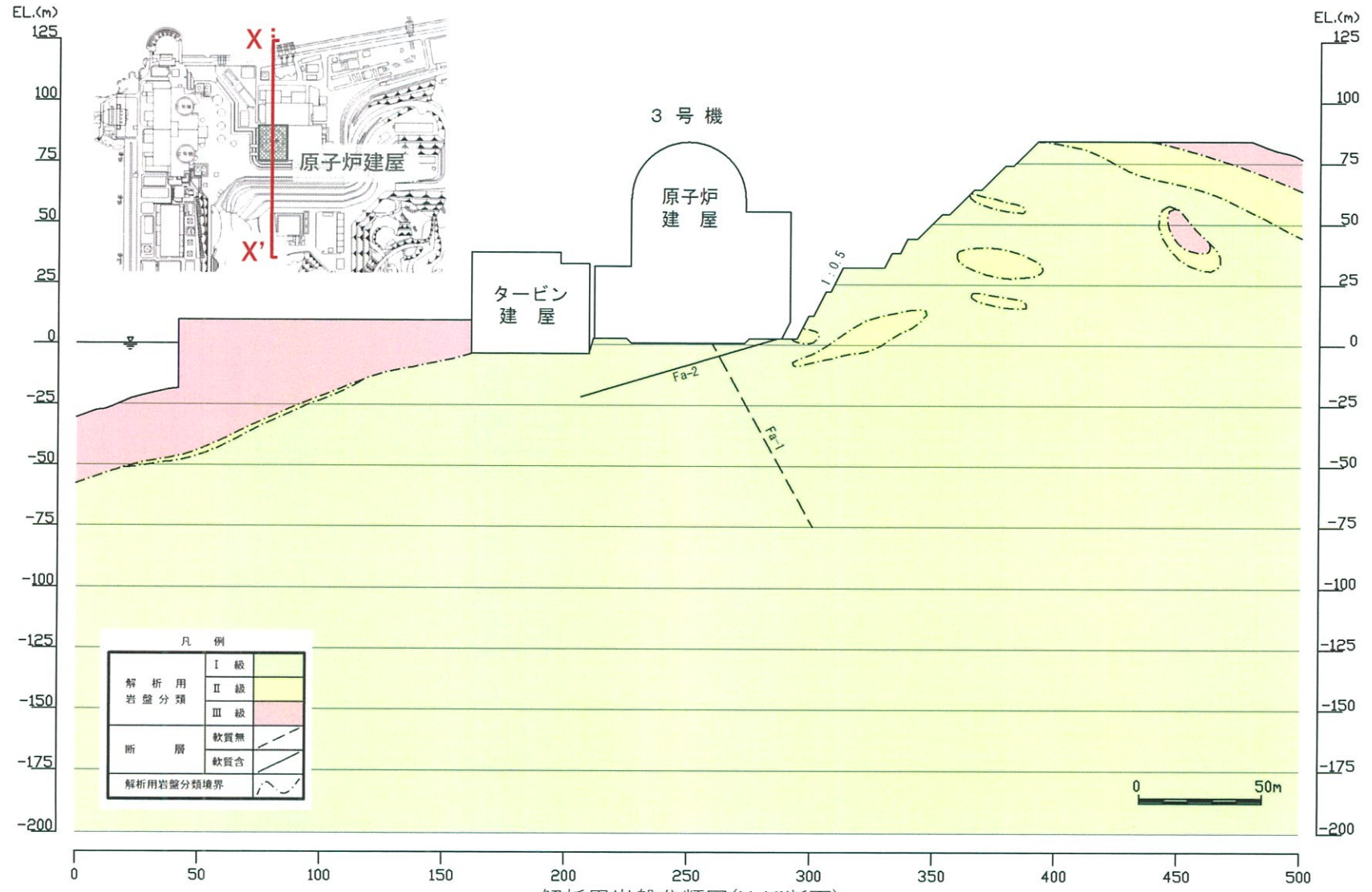
・基礎地盤に作用する地震力： $K_H=0.2$, $K_V=0.1$
 (※静的FEM： $K_H=0.2$, $K_V=0.1$, 動的FEM：S2[473gal])

	簡便法	静的FEM (非線形)	動的FEM
X-X'(南北方向)	2.4	3.9	2.3
Y-Y'(東西方向)	3.1	5.2	3.3

<添付資料> pp.108-118参照 (III.7. 原子炉建屋基礎地盤の断面選定に関する補足)

- X-X'断面(南北断面)のすべり安全率が最も厳しいことから、**X-X'断面(南北断面)を解析対象断面として選定する。**
- なお、設置変更許可申請時(3号炉増設時)には、地形、地質、地盤等の状況、とりわけ断層の3次元的形状を踏まえた静的三次元安定性解析(立体岩盤ブロックモデルによる評価)を実施し、X-X'断面を評価断面とすることを支持する結果となっている。

原子炉建屋(X-X'断面 解析用岩盤分類図)



凡 例	
解 析 用 岩 盤 分 類	I 級
	II 級
	III 級
断 層	軟質無
	軟質含
解析用岩盤分類境界	

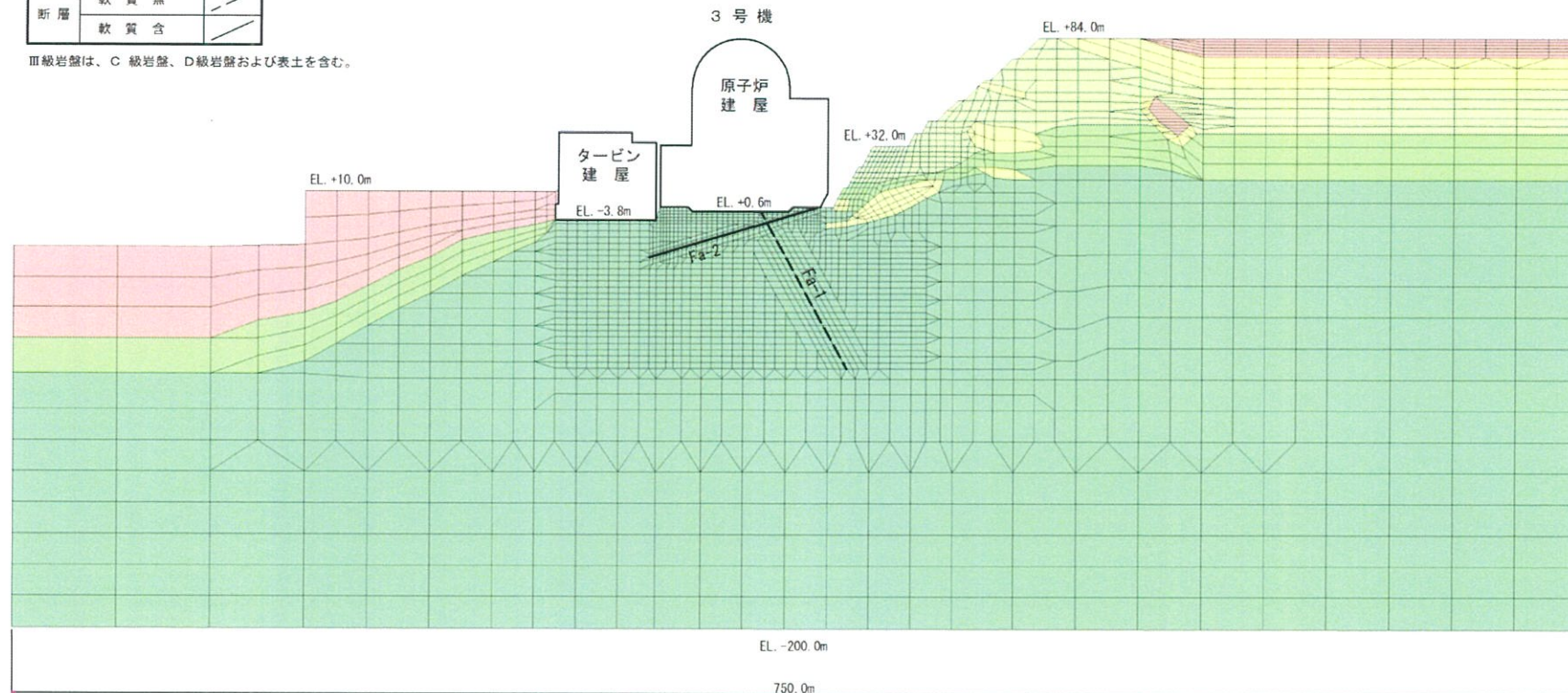
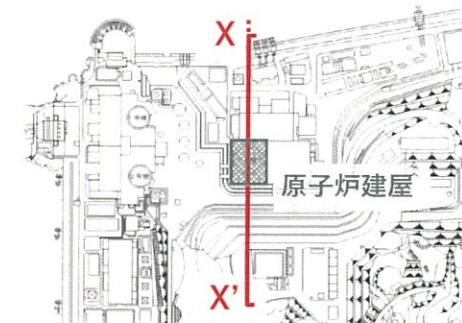
解析用岩盤分類図(X-X'断面)

原子炉建屋(X-X'断面 解析用要素分割図)

凡例

I 級	$V_s = 2.7 \text{ km/s}$	
	$V_s = 2.3 \text{ km/s}$	
	$V_s = 1.7 \text{ km/s}$	
II 級		
III 級		
断層	軟質無	
	軟質含	

III級岩盤は、C 級岩盤、D級岩盤および表土を含む。



解析用要素分割図(X-X'断面)

(2) モデルの作成

6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	X-X', Y-Y'
	2	海水取水口	原子炉建屋の評価で代表
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	A-A', B-B', C-C'
	7	軽油タンク	緊急時対策所の評価で代表
	8	空冷式非常用発電装置	
84m 盤 以下	9	重油タンク	D-D', E-E'
	10	重油移送配管	重油タンクの評価で代表
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
評価対象断面	X-X', Y-Y'	A-A', B-B', C-C'	D-D', E-E'

○ 簡便法による断面の絞り込み

各評価対象断面について、簡便法により最小すべり安全率を抽出

各施設について、最小すべり安全率が最も小さい1断面を選定

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
解析対象断面	X-X'	A-A'	D-D'

○ 解析用岩盤分類図の作成

○ 解析用要素分割図の作成

(3) 評価① 基礎地盤のすべり

- すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認。

(4) 評価② 基礎の支持力

- 基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値7.84N/mm²を超えないことを確認。

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

- 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

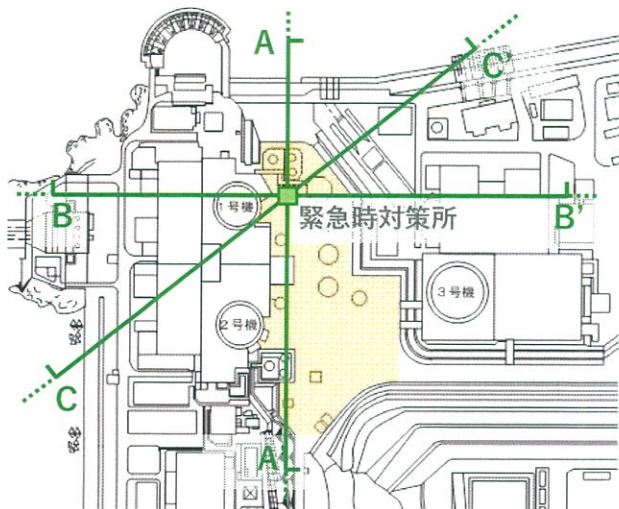
- 各施設の接地状況を踏まえ、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じないことを確認。

6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

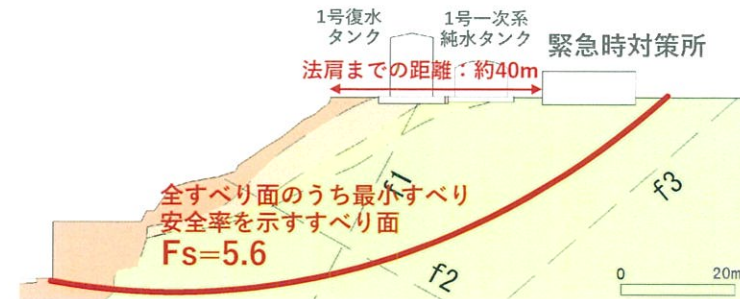
- 地震発生に伴う地殻変動による地盤の傾斜を算出し、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

緊急時対策所(簡便法による断面の絞り込み)

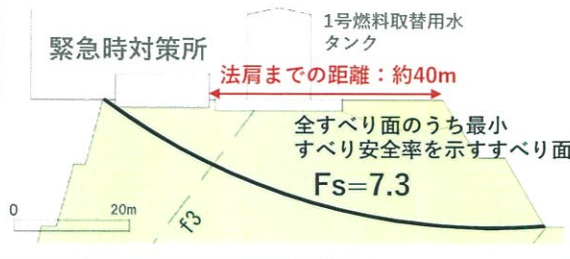
- 周囲の斜面に正対する断面として一次選定したA-A'断面・B-B'断面・C-C'断面について、簡便法による評価結果を参考に、最小すべり安全率が最も厳しくなる1断面を選定する。
- ※ 円弧すべり及び複合すべり(断層沿いのすべり)を対象



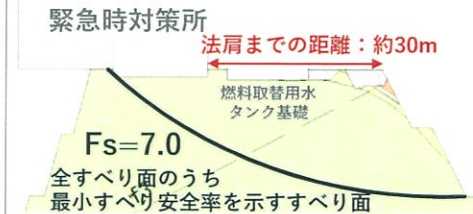
A-A'断面



B-B'断面



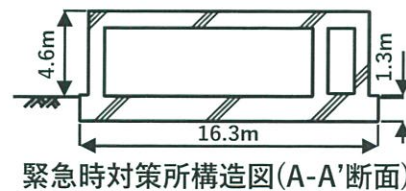
C-C'断面



【簡便法による評価方法】

・基礎地盤に作用する地震力： $K_H=0.3$, $K_V=0.15$

	簡便法
A-A'(南北断面)	5.6
B-B'(東西断面)	7.3
C-C'(斜面直交断面)	7.0



凡例

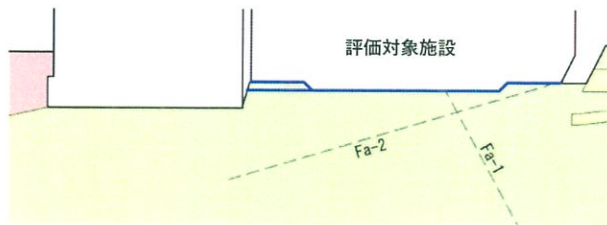
解析用岩盤分類	I級	
	II級	
	III級	
	III級・1	
	III級・2	
断層(軟質層)		
解析用岩盤分類境界		

- 次頁に示す「簡便法の考え方」に基づき、最小すべり安全率を示すすべり面を抽出した結果、A-A'断面(南北断面)のすべり安全率が最も厳しくなったことから、**A-A'断面を解析対象断面として選定する。**

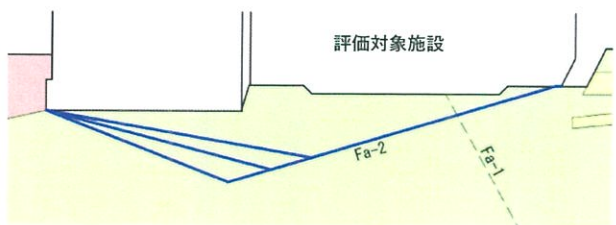
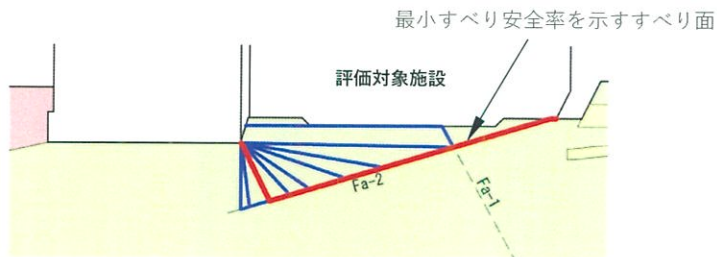
(参考)簡便法の考え方

○ 複合すべり面法

- ・ 基礎底面沿いのすべり面



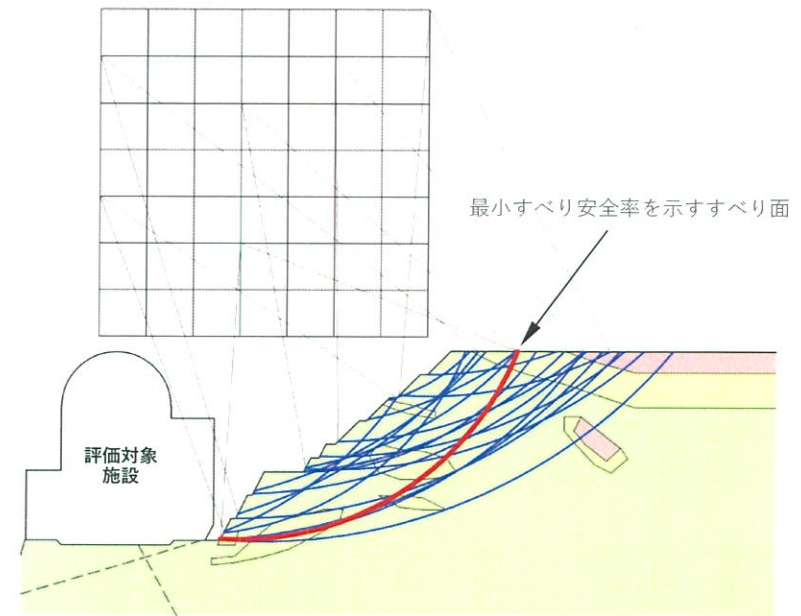
- ・ 断層沿いのすべり面
(断層を通り地表面に抜ける角度をパラメトリックに想定)



-----: 断層

○ 円弧すべり面法

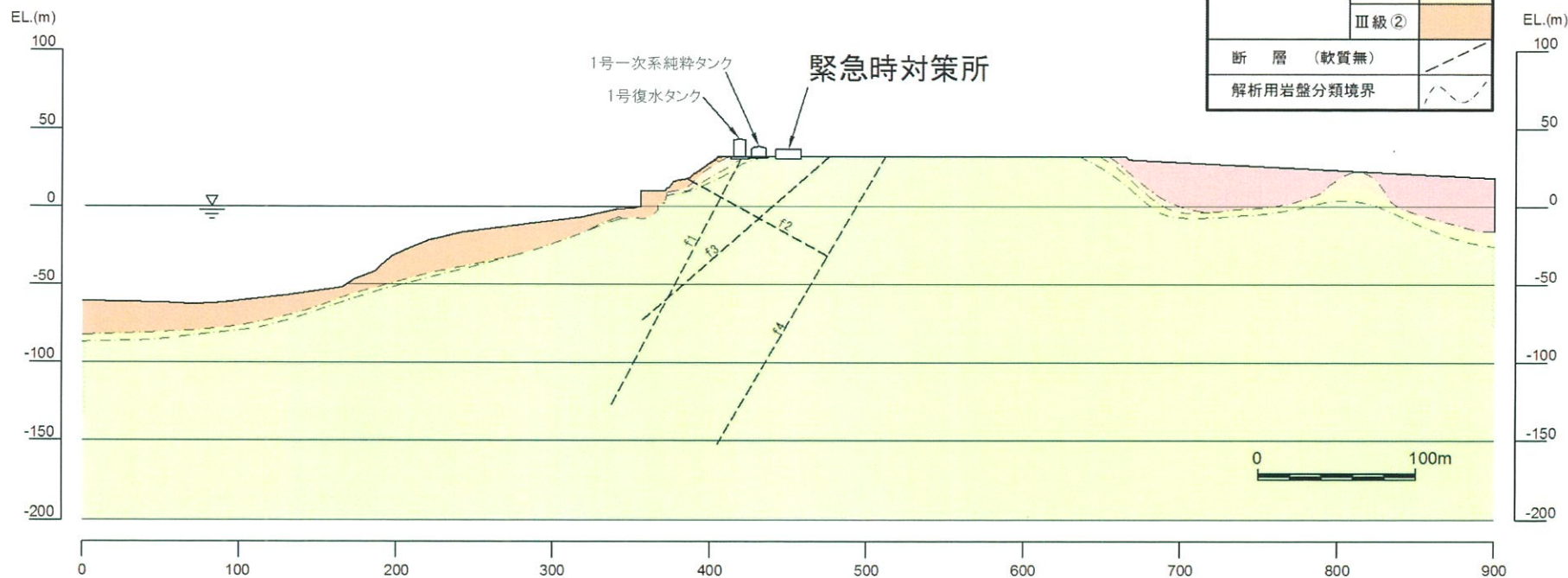
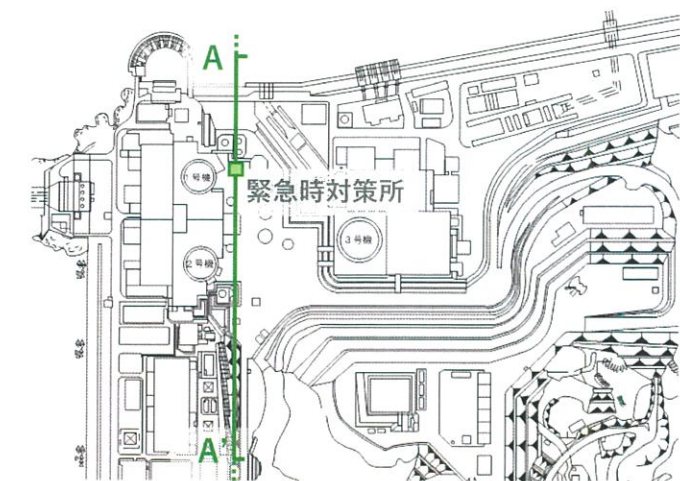
- ・ 円弧の中心位置(格子位置)及び半径をパラメトリックに与え, 最小すべり安全率を示すすべり面を抽出する。



簡便法のイメージ

平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料再掲

緊急時対策所(A-A'断面 解析用岩盤分類図)



凡 例

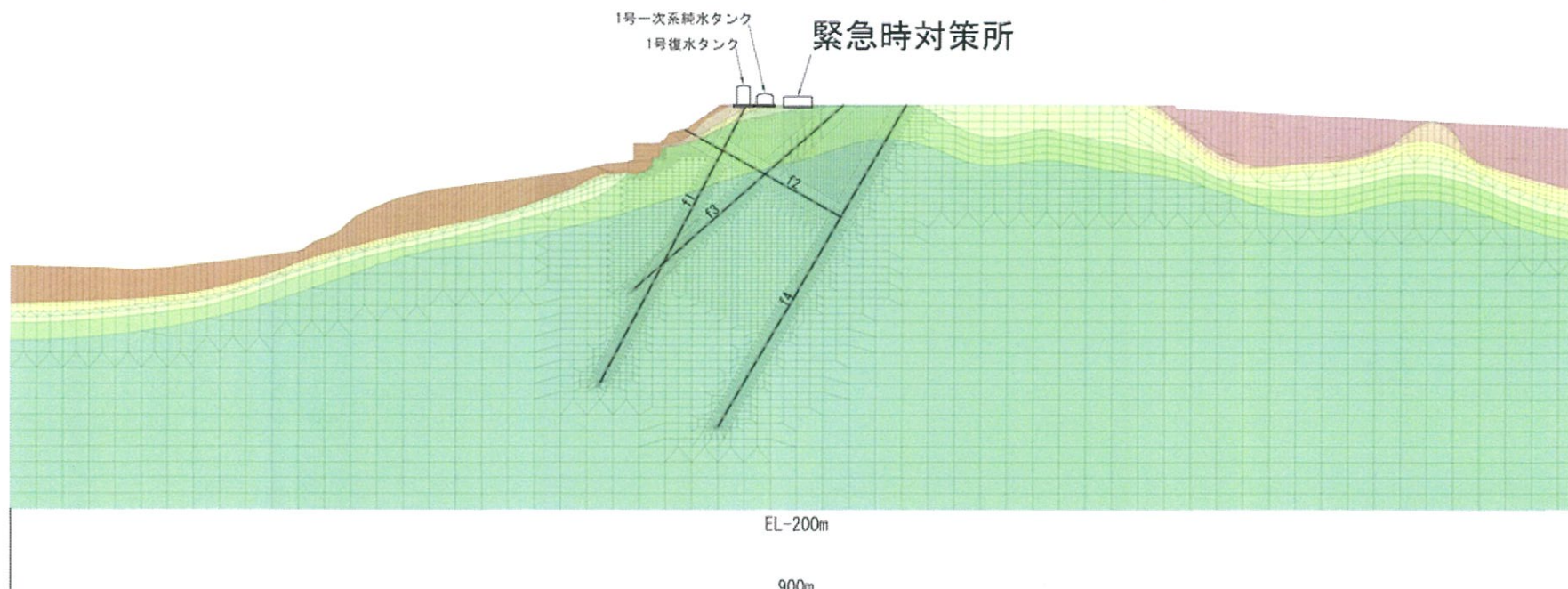
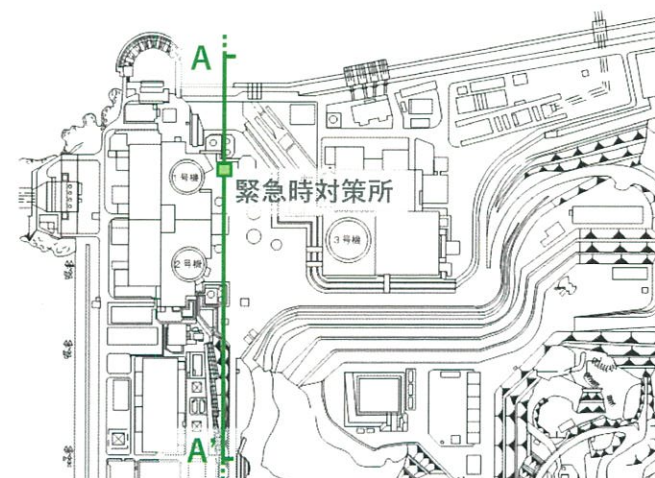
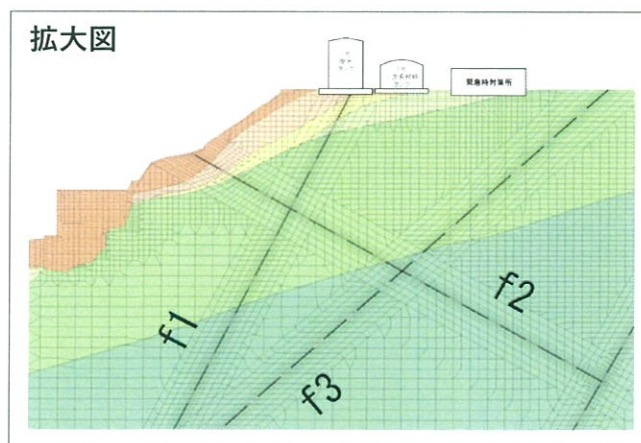
解 析 用 岩 盤 分 類	I 級	[Yellow]
	II 級	[Light Yellow]
	III 級	[Pink]
	III 級 ①	[Light Yellow]
	III 級 ②	[Orange]
断 層 (軟質無)		[Dashed line]
解 析 用 岩 盤 分 類 界 界		[Dotted line]

解析用岩盤分類図(A-A'断面)

緊急時対策所(A-A'断面 解析用要素分割図)

凡例

I 級	$V_s = 2.7 \text{ km/s}$	
	$V_s = 2.3 \text{ km/s}$	
	$V_s = 1.7 \text{ km/s}$	
II 級		
III 級		
III 級 ①		
III 級 ②		
断層 (軟質無)		



解析用要素分割図(A-A'断面)

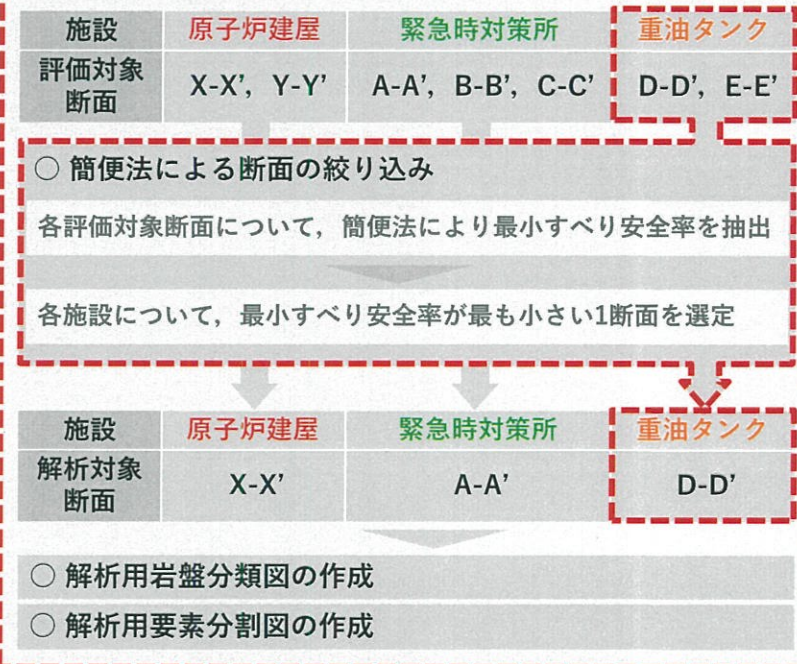
(2)モデルの作成

6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	原子炉建屋の評価で代表
	2	海水取水口	
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	緊急時対策所の評価で代表
	7	軽油タンク	
	8	空冷式非常用発電装置	
84m 盤 以下	9	重油タンク	重油タンクの評価で代表
	10	重油移送配管	
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成



(3) 評価① 基礎地盤のすべり

- すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認。

(4) 評価② 基礎の支持力

- 基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値7.84N/mm²を超えないことを確認。

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

- 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

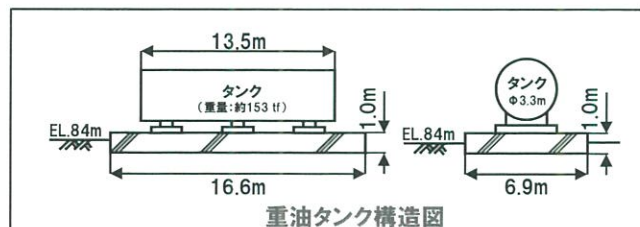
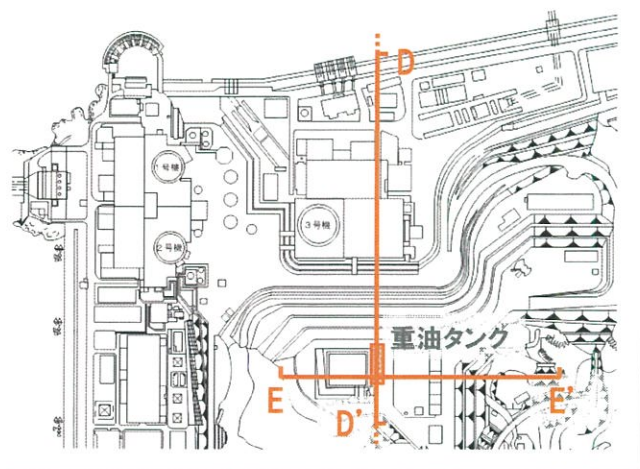
- 各施設の接地状況を踏まえ、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じないことを確認。

6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

- 地震発生に伴う地殻変動による地盤の傾斜を算出し、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

重油タンク(簡便法による断面の絞り込み)

- 周囲の斜面に正対する断面として一次選定したD-D'断面・E-E'断面について、簡便法による評価結果を参考に、最小すべり安全率が最も厳しくなる1断面を選定する。

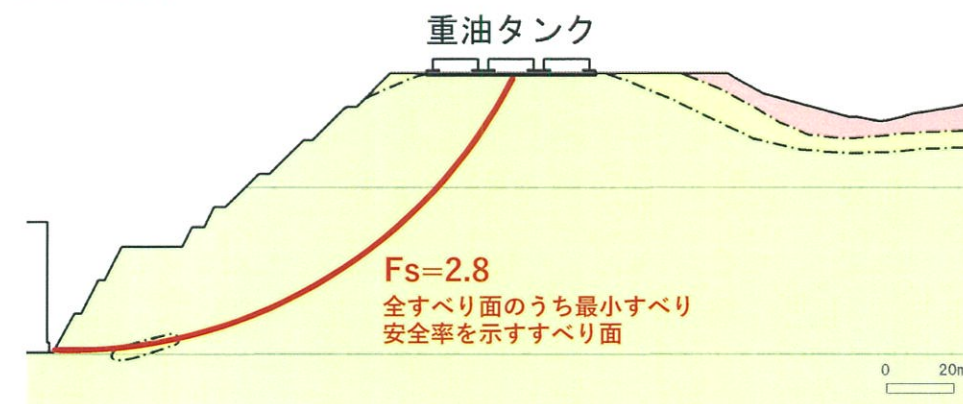


【簡便法による評価方法】

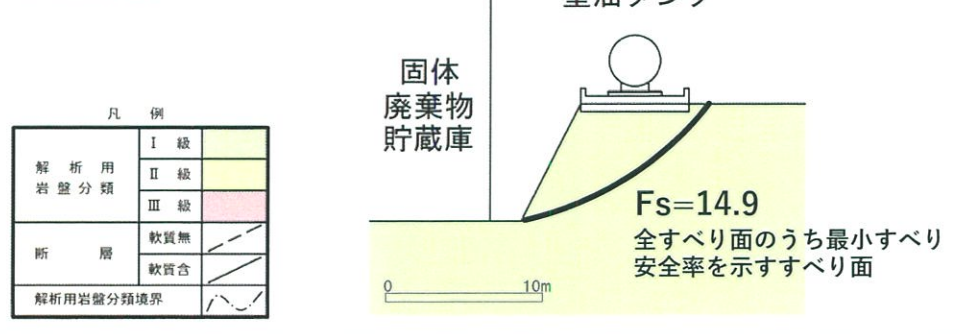
・基礎地盤に作用する地震力： $K_H=0.3$, $K_V=0.15$

	簡便法
D-D'(南北方向)	2.8
E-E'(東西方向)	14.9

D-D'断面



E-E'断面

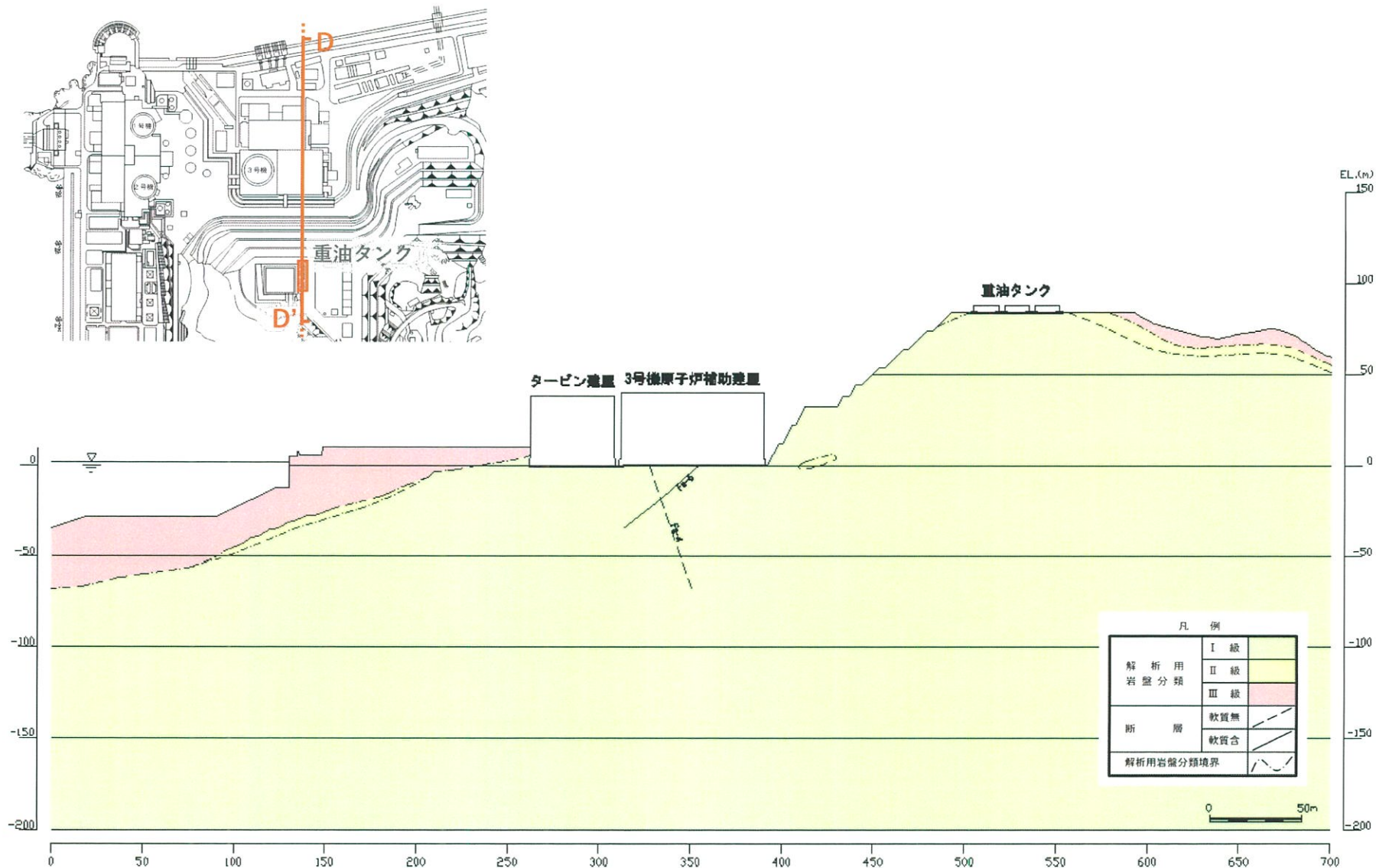


凡例

解析用 岩盤分類	I級	
	II級	
	III級	
断層	軟質無	
	軟質含	
解析用岩盤分類境界		

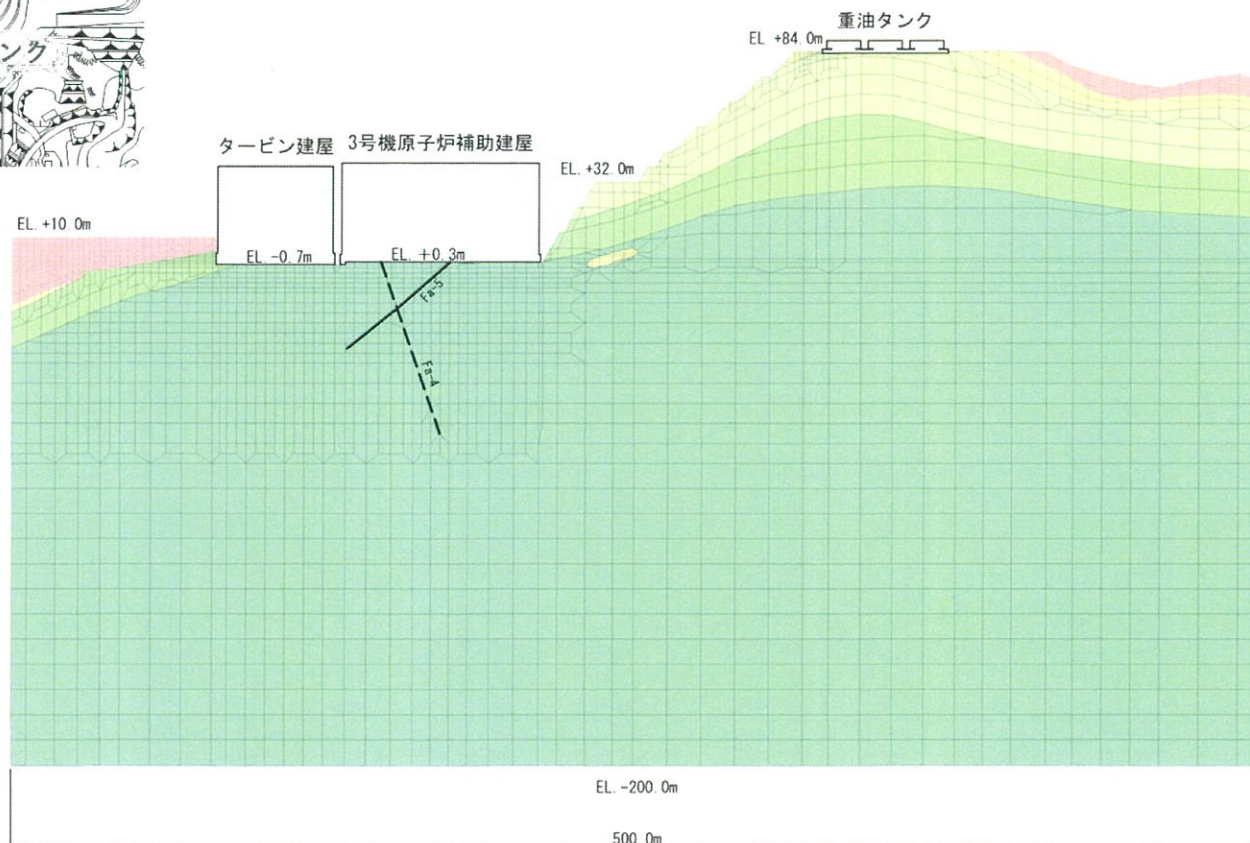
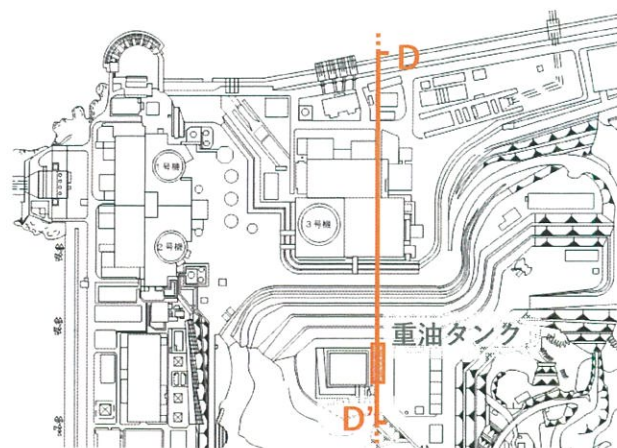
- p.65に示した「簡便法の考え方」に基づき、最小すべり安全率を示すすべり面を抽出した結果、D-D'断面(南北断面)のすべり安全率が最も厳しくなったことから、**D-D'断面を解析対象断面として選定する。**

重油タンク(D-D'断面 解析用岩盤分類図)



解析用岩盤分類図(D-D'断面)

重油タンク(D-D'断面 解析用要素分割図)



凡例

I 級	$V_s = 2.7 \text{ km/s}$	
	$V_s = 2.3 \text{ km/s}$	
	$V_s = 1.7 \text{ km/s}$	
II 級		
III 級		
断層	軟弱無	
	軟弱有	

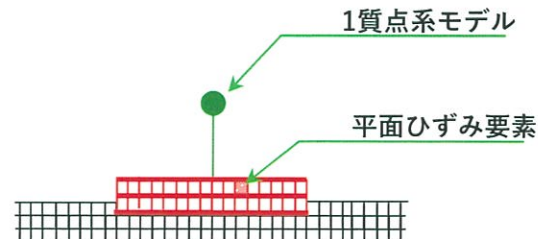
解析用要素分割図(D-D'断面)

(補足) 構造物のモデル化

- 地盤の動的解析を行うにあたっては、構造物が地盤の応答に与える影響を反映するため、構造物をモデル化した。
- モデル化にあたっては、水平動及び鉛直動の同時入力に対応したモデルを用いる必要がある。

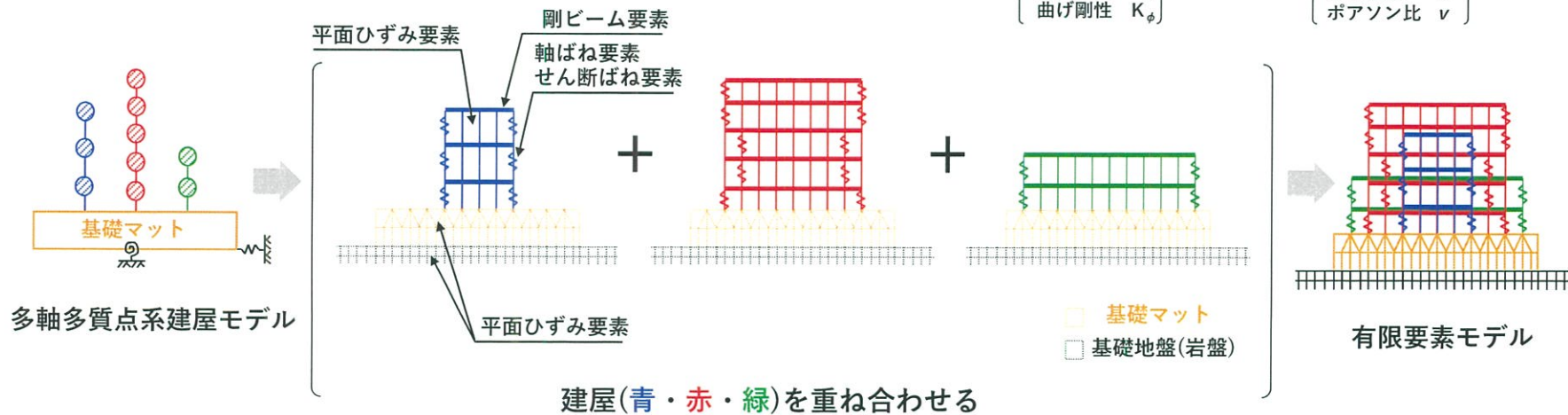
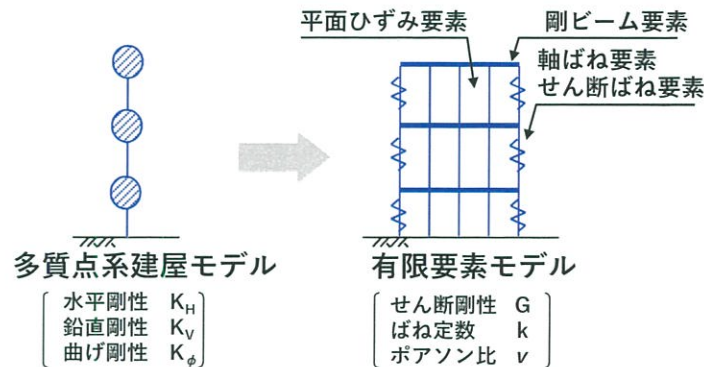
【屋外タンク・緊急時対策所】

- ・ 屋外タンク・緊急時対策所は、鉛直方向を剛とみなせる低層の構造物であることから、水平方向のみモデル化すればよいため、1質点系でモデル化を行った。



【原子炉建屋・原子炉補助建屋・タービン建屋】

- ・ 原子炉建屋等は、複雑な構造物であることから、以下のとおりモデル化を行った。
- ・ 「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)を参考に、多質点系建屋モデルから建屋各層の水平剛性 K_H 、鉛直剛性 K_V 及び曲げ剛性 K_ϕ を用いて、せん断剛性、ばね定数及びポアソン比を求め、等価な有限要素モデルを作成する。

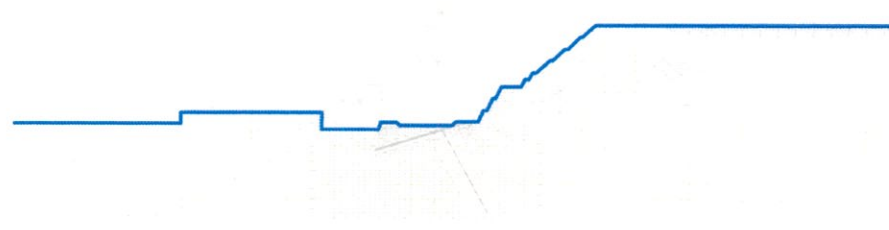


(補足)解析用地下水位の設定

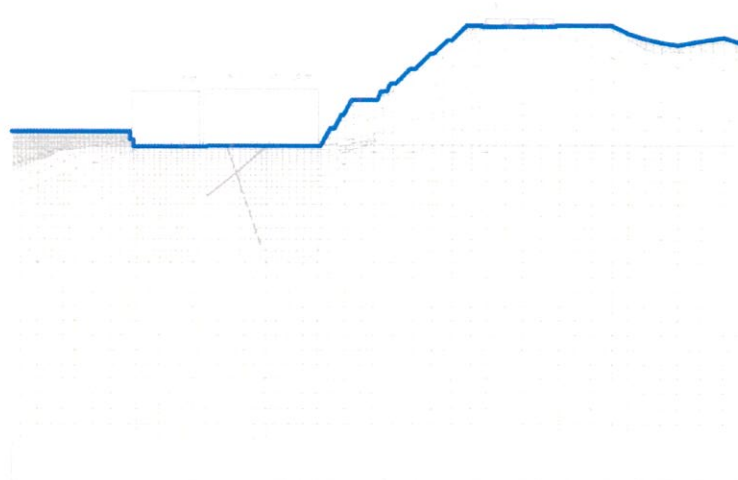
○ 解析用地下水位は以下のとおり設定する。

対象箇所	設定地下水位位置
斜面部	CL級岩盤上面
建屋部	基礎底面
その他	地表面

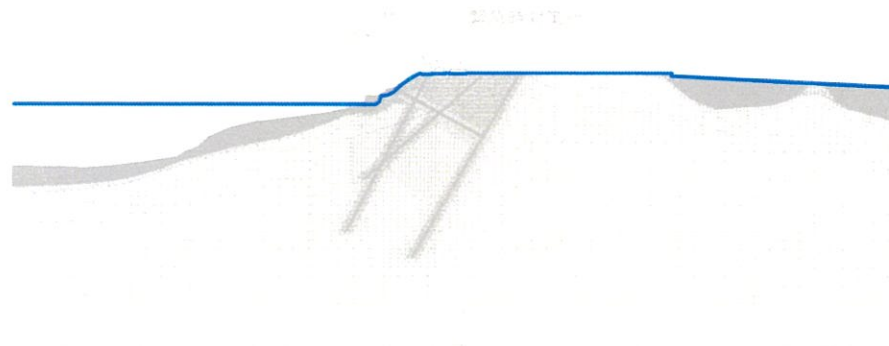
※ 3号炉建設時における地下水位調査結果より、地下水位はCL級岩盤上端より深い位置にあることを確認しており、地下水位はCL級岩盤上端に設定。



X-X'断面(原子炉建屋基礎地盤・周辺斜面)



D-D'断面(重油タンク基礎地盤)



A-A'断面(緊急時対策所基礎地盤)

-
1. 評価方針
 2. 地質の概要
 3. 解析用物性値
 4. 評価方法
 5. 基準地震動
 6. 原子炉建屋等に関する評価
 - 6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - (1) 断面選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価① 基礎地盤のすべり
 - (4) 評価② 基礎の支持力
 - (5) 評価③ 基礎底面の傾斜
 - 6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 - 6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価
 - 6.4 周辺斜面の安定性評価
 - (1) 評価断面の選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価 周辺斜面のすべり
 7. 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価
 8. 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価
 9. まとめ

(3) 評価① 基礎地盤のすべり

6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	X-X', Y-Y'
	2	海水取水口	
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	
原子炉建屋の評価で代表			
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	A-A', B-B', C-C'
	7	軽油タンク	
	8	空冷式非常用発電装置	
緊急時対策所の評価で代表			
84m 盤 以下	9	重油タンク	D-D', E-E'
	10	重油移送配管	
	11	軽油移送配管	
重油タンクの評価で代表			

(2) モデルの作成

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
評価対象断面	X-X', Y-Y'	A-A', B-B', C-C'	D-D', E-E'

○ 簡便法による断面の絞り込み

各評価対象断面について、簡便法により最小すべり安全率を抽出

各施設について、最小すべり安全率が最も小さい1断面を選定

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
解析対象断面	X-X'	A-A'	D-D'

○ 解析用岩盤分類図の作成

○ 解析用要素分割図の作成

(3) 評価① 基礎地盤のすべり

○ すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認。

(4) 評価② 基礎の支持力

○ 基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値7.84N/mm²を超えないことを確認。

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

○ 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

○ 各施設の接地状況を踏まえ、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じないことを確認。

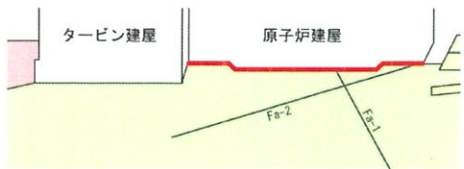
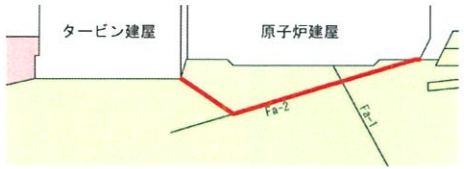
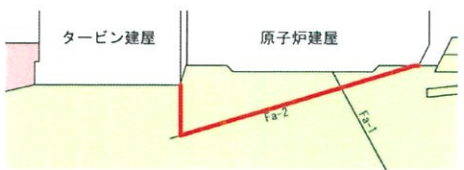
6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

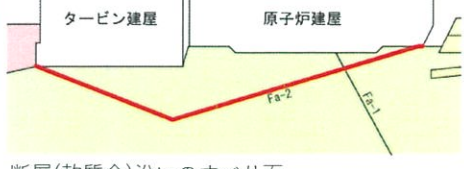
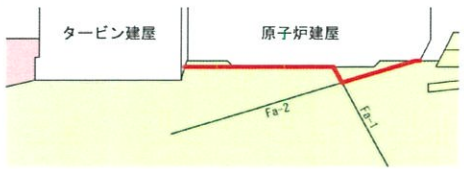
○ 地震発生に伴う地殻変動による地盤の傾斜を算出し、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

評価結果 すべり安全率 原子炉建屋(X-X'断面)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。

	: I級岩盤		: 断層
	: II級岩盤		: すべり安全率の最小値
	: III級岩盤		: すべり面

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-1 (+, -)	3.6 [43.73]
2	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (モビライズド面を考慮したすべり面)	Ss-1 (-, -)	1.8 〈2.1〉 [43.73] (強度-1σの場合: 1.8)
3	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (タービン建屋を含まない)	Ss-3-1 (+, +)	1.9 [7.44]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 断層(軟質含)沿いのすべり面 (タービン建屋を含む)	Ss-1 (+, -)	2.6 [35.30]
5	 断層(軟質含)及び断層(軟質無)沿いのすべり面	Ss-1 (-, -)	2.5 [43.73]

静的非線形解析の詳細: <添付資料>pp.93-101参照
(III.5. 進行性破壊等についての検討(静的非線形解析))

※ 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。

※ 類似したすべり面形状については, 安全率が最も小さいものについて掲載。

※ 〈 〉内の数値は, 「基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価に係る審査ガイド」(原子力規制委員会, 2013)に基づき実施した静的非線形解析による最小すべり安全率。

評価結果 すべり安全率 緊急時対策所(A-A'断面)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。



	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	<p>緊急時対策所</p> <p>基礎底面のすべり面</p>	Ss-1 (+, -)	16.9 [43.72]
2	<p>簡便法によるすべり面</p>	Ss-1 (+, +)	2.7 [43.73]
3	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層～岩盤)</p>	Ss-1 (+, -)	3.0 [43.73]

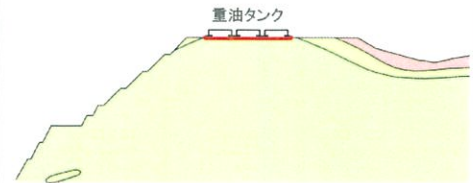
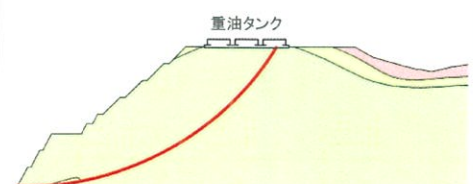
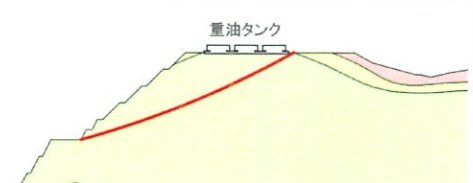
	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (断層～断層)</p>	Ss-1 (+, +)	2.1 [43.73]
5	<p>モビライズド面及び要素安全率が低い領域を考慮したすべり面 (岩盤～断層)</p>	Ss-1 (+, +)	3.5 [43.73]
6	<p>モビライズド面を考慮したすべり面 (岩盤)</p>	Ss-1 (+, -)	2.6 [43.73]

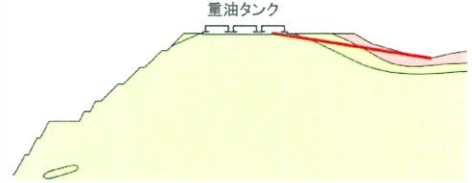
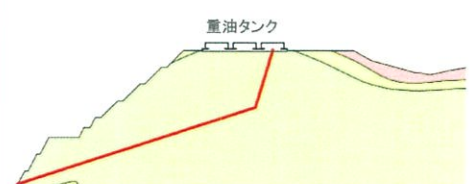
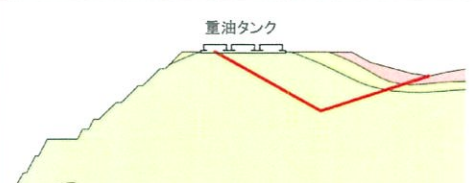
※ 基準地震動の(+,+)は位相反転なし, (-,+)は水平反転, (+,-)は鉛直反転, (-,-)は水平反転かつ鉛直反転を示す。
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

評価結果 すべり安全率 重油タンク(D-D'断面)

○ 評価基準値1.5を上回ることを確認した。

: I級岩盤
 : II級岩盤
 : III級岩盤
 : すべり安全率の最小値
 : すべり面

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
1	 基礎底面のすべり面	Ss-1 (-, -)	8.1 [43.75]
2	 簡便法によるすべり面	Ss-1 (+, -)	2.0 [43.74]
3	 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-1 (+, -)	2.2 [43.75]

	すべり面形状	基準地震動	最小すべり安全率 [発生時刻(秒)]
4	 要素安全率が低い領域を考慮したすべり面	Ss-3-2 EW (+, +)	2.7 [25.94]
5	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-3-1 (-, +)	2.3 [7.50]
6	 モビライズド面を考慮したすべり面	Ss-3-3 (-, +)	3.4 [10.12]

※ 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。
※ 類似したすべり面形状については、安全率が最も小さいものについて掲載。

-
1. 評価方針
 2. 地質の概要
 3. 解析用物性値
 4. 評価方法
 5. 基準地震動
 6. 原子炉建屋等に関する評価
 - 6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - (1) 断面選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価① 基礎地盤のすべり
 - (4) 評価② 基礎の支持力
 - (5) 評価③ 基礎底面の傾斜
 - 6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 - 6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価
 - 6.4 周辺斜面の安定性評価
 - (1) 評価断面の選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価 周辺斜面のすべり
 7. 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価
 8. 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価
 9. まとめ

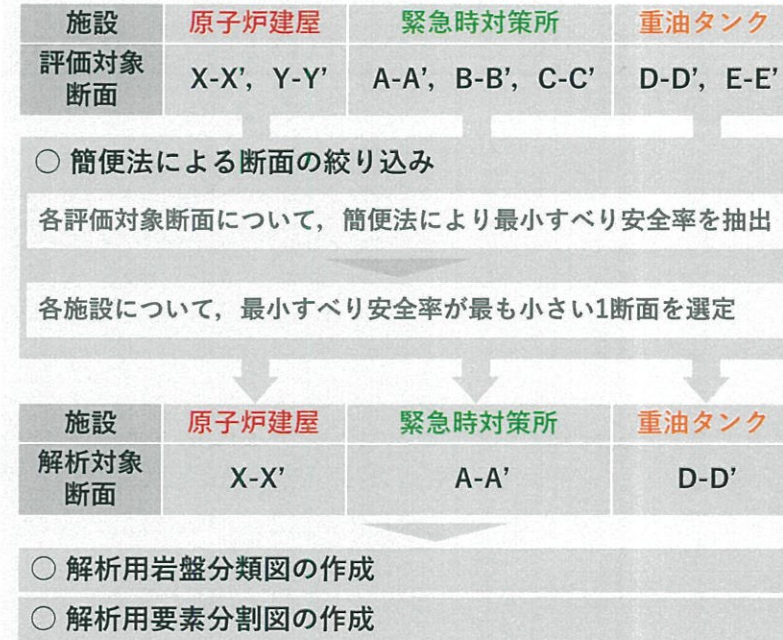
(4) 評価② 基礎の支持力

6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	原子炉建屋の評価で代表 X-X', Y-Y'
	2	海水取水口	
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	緊急時対策所の評価で代表 A-A', B-B', C-C'
	7	軽油タンク	
	8	空冷式非常用発電装置	
84m 盤 以下	9	重油タンク	重油タンクの評価で代表 D-D', E-E'
	10	重油移送配管	
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成



(3) 評価① 基礎地盤のすべり

- すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認。

(4) 評価② 基礎の支持力

- 基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値 7.84N/mm^2 を超えないことを確認。

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

- 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

- 各施設の接地状況を踏まえ、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じないことを確認。

6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

- 地震発生に伴う地殻変動による地盤の傾斜を算出し、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

評価結果 支持力

○ 地震時最大接地圧は、評価基準値(7.84N/mm²)を下回っていることから、基礎地盤は十分な支持力を有している。

対象施設	基準地震動	地震時最大接地圧(N/mm ²) [発生時刻(秒)]
原子炉建屋 (X-X'断面)	Ss-1(-,+)	2.15 [43.74]
緊急時対策所 (A-A'断面)	Ss-3-3(+,+)	0.23 [12.36]
重油タンク (D-D'断面)	Ss-1(-,-)	0.24 [33.74]

※ 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。
 ※ 許容支持力は、平板載荷試験結果において、載荷強さ7.84N/mm²までの範囲では破壊に至らず、変曲点も認められないことから、7.84N/mm²以上であると評価する。

-
1. 評価方針
 2. 地質の概要
 3. 解析用物性値
 4. 評価方法
 5. 基準地震動
 6. 原子炉建屋等に関する評価
 - 6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - (1) 断面選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価① 基礎地盤のすべり
 - (4) 評価② 基礎の支持力
 - (5) 評価③ 基礎底面の傾斜
 - 6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 - 6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価
 - 6.4 周辺斜面の安定性評価
 - (1) 評価断面の選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価 周辺斜面のすべり
 7. 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価
 8. 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価
 9. まとめ

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	X-X', Y-Y'
	2	海水取水口	原子炉建屋の評価で代表
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	A-A', B-B', C-C'
	7	軽油タンク	緊急時対策所の評価で代表
	8	空冷式非常用発電装置	
84m 盤 以下	9	重油タンク	D-D', E-E'
	10	重油移送配管	重油タンクの評価で代表
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
評価対象断面	X-X', Y-Y'	A-A', B-B', C-C'	D-D', E-E'

○ 簡便法による断面の絞り込み

各評価対象断面について、簡便法により最小すべり安全率を抽出

各施設について、最小すべり安全率が最も小さい1断面を選定

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
解析対象断面	X-X'	A-A'	D-D'

○ 解析用岩盤分類図の作成

○ 解析用要素分割図の作成

(3) 評価① 基礎地盤のすべり

○ すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認。

(4) 評価② 基礎の支持力

○ 基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値7.84N/mm²を超えないことを確認。

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

○ 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

○ 各施設の接地状況を踏まえ、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じないことを確認。

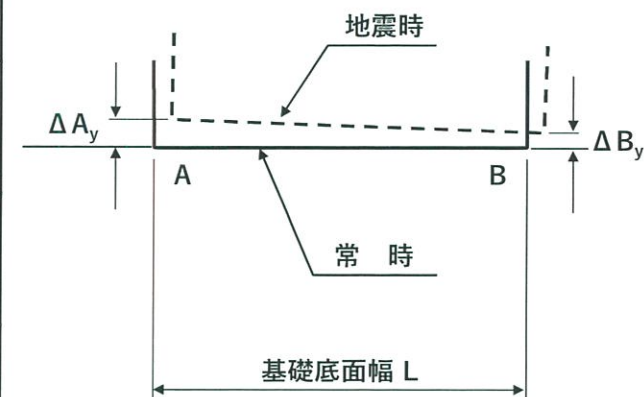
6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

○ 地震発生に伴う地殻変動による地盤の傾斜を算出し、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

評価結果 傾斜

- 基礎底面に生じる傾斜は、評価基準値の目安である1/2,000を下回っていることから、重要な機器・システムの安全機能に支障を与えるものではない。

対象施設	基準地震動	最大相対変位 $ \Delta A_y - \Delta B_y $ [発生時刻(秒)]	最大傾斜 $\frac{ \Delta A_y - \Delta B_y }{L}$
原子炉建屋 (X-X'断面)	Ss-1(+,+)	0.25cm [51.74]	1/29,000 (L=76.4m)
緊急時対策所 (A-A'断面)	Ss-1(-,+)	0.03cm [43.75]	1/54,000 (L=16.3m)
重油タンク (D-D'断面)	Ss-1(-,+)	0.14cm [51.72]	1/35,000 (L=50.2m)



※ 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。

-
1. 評価方針
 2. 地質の概要
 3. 解析用物性値
 4. 評価方法
 5. 基準地震動
 6. 原子炉建屋等に関する評価
 - 6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - (1) 断面選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価① 基礎地盤のすべり
 - (4) 評価② 基礎の支持力
 - (5) 評価③ 基礎底面の傾斜
 - 6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 - 6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価
 - 6.4 周辺斜面の安定性評価
 - (1) 評価断面の選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価 周辺斜面のすべり
 7. 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価
 8. 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価
 9. まとめ

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	X-X', Y-Y'
	2	海水取水口	
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	A-A', B-B', C-C'
	7	軽油タンク	
	8	空冷式非常用発電装置	
84m 盤 以下	9	重油タンク	D-D', E-E'
	10	重油移送配管	
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
評価対象断面	X-X', Y-Y'	A-A', B-B', C-C'	D-D', E-E'

○ 簡便法による断面の絞り込み

各評価対象断面について、簡便法により最小すべり安全率を抽出

各施設について、最小すべり安全率が最も小さい1断面を選定

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
解析対象断面	X-X'	A-A'	D-D'

○ 解析用岩盤分類図の作成

○ 解析用要素分割図の作成

(3) 評価① 基礎地盤のすべり

- すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認。

(4) 評価② 基礎の支持力

- 基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値7.84N/mm²を超えないことを確認。

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

- 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

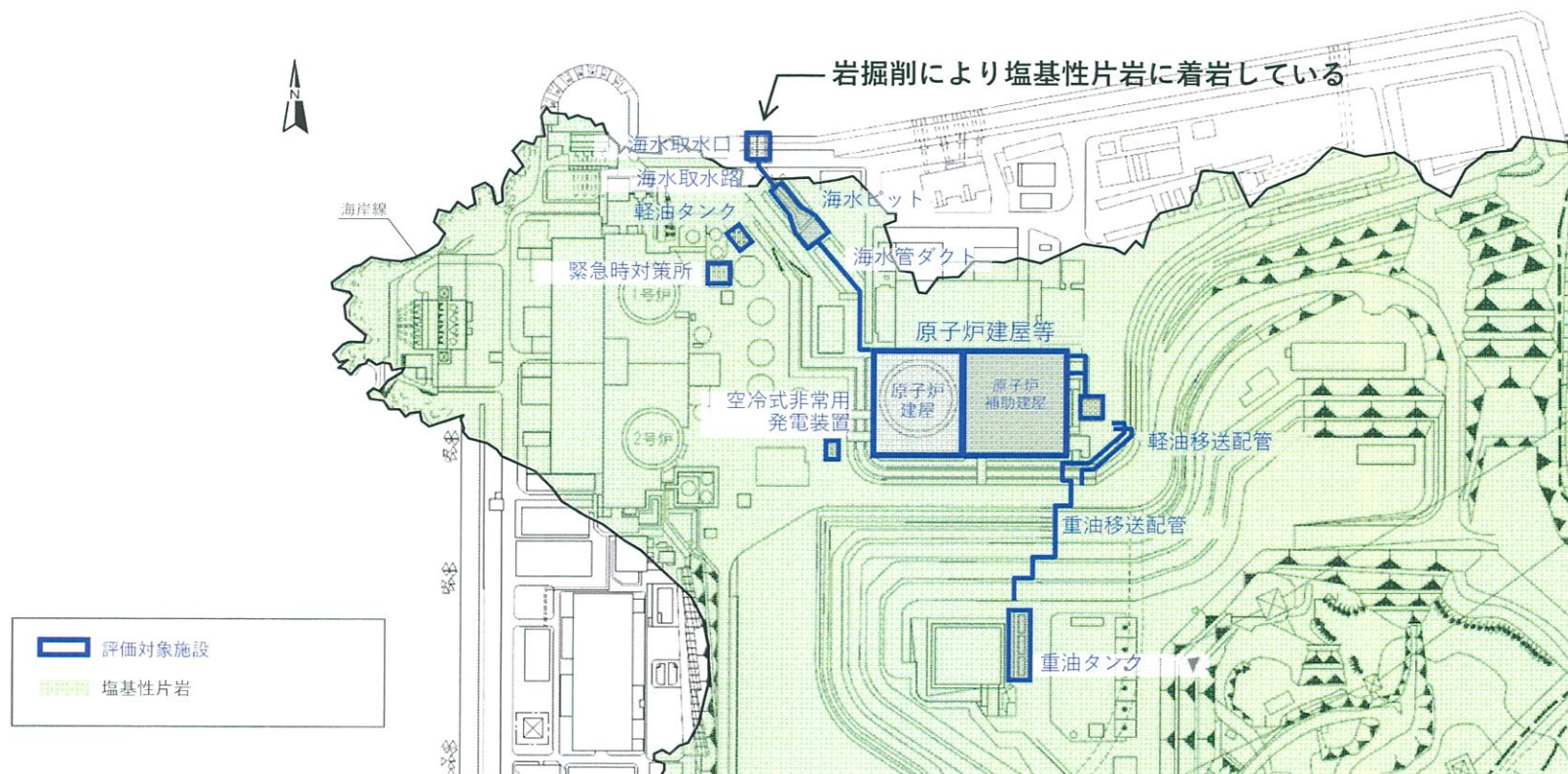
- 各施設の接地状況を踏まえ、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じないことを確認。

6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

- 地震発生に伴う地殻変動による地盤の傾斜を算出し、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

周辺地盤の変状による施設への影響評価

- 原子炉建屋等の耐震重要施設及び常設重大事故等対処施設は、新鮮かつ堅硬な岩盤(塩基性片岩)に支持されていることから、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じることはない。



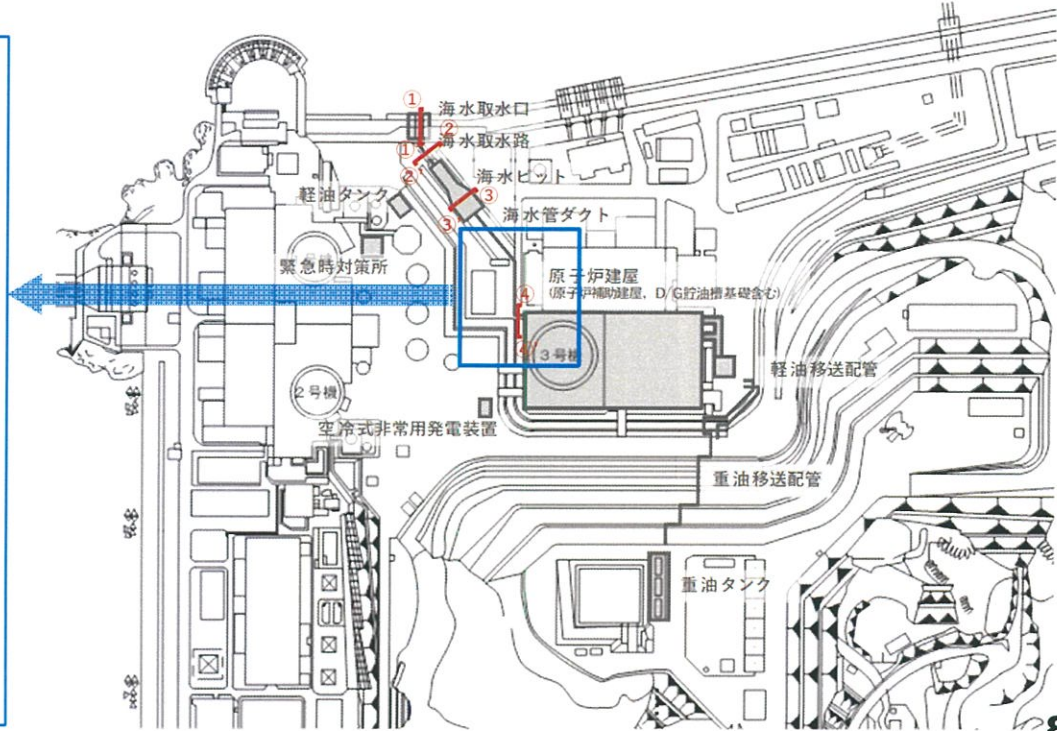
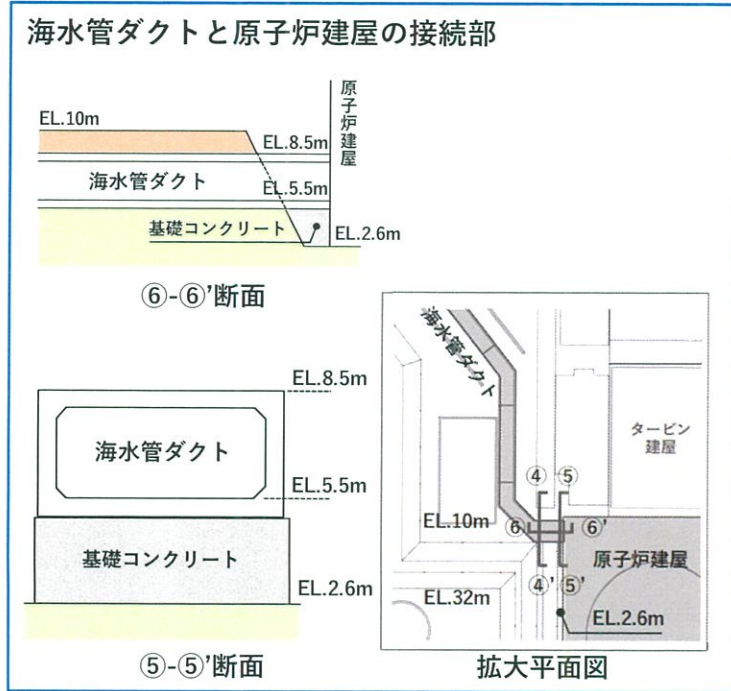
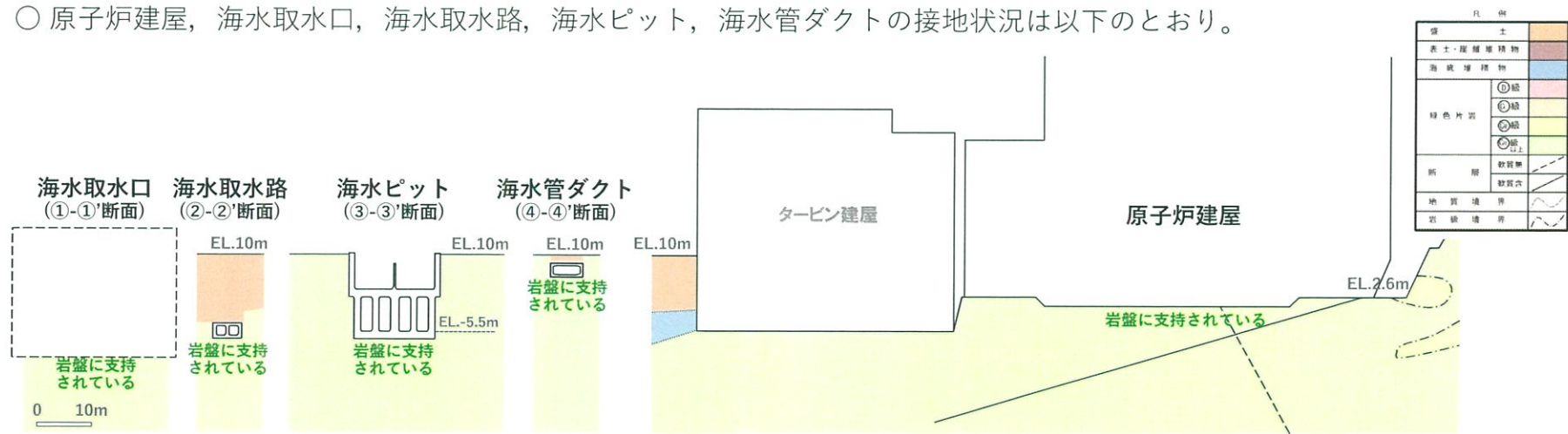
地質水平断面図(EL.+2.0m)

本資料のうち、枠囲み [] の内容は商業機密または核物質防護情報に属しますので公開できません。

平成27年6月3日
再稼働許可まとめ資料再掲

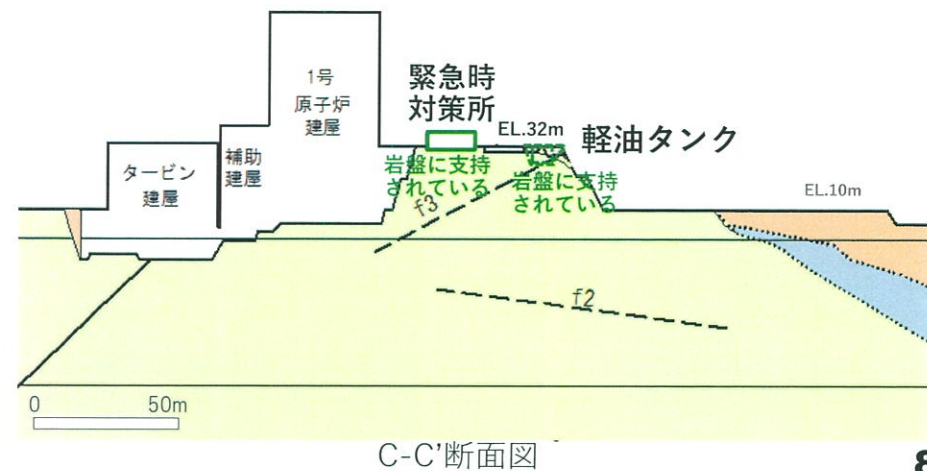
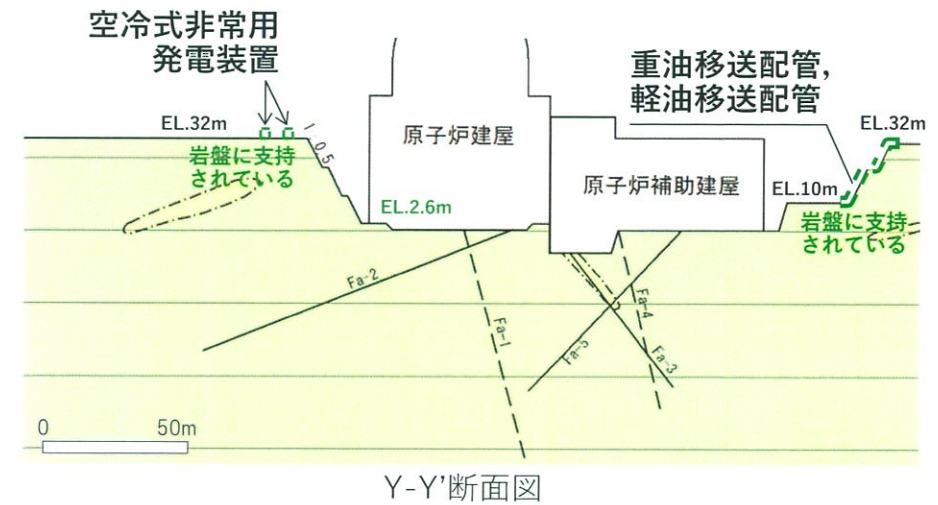
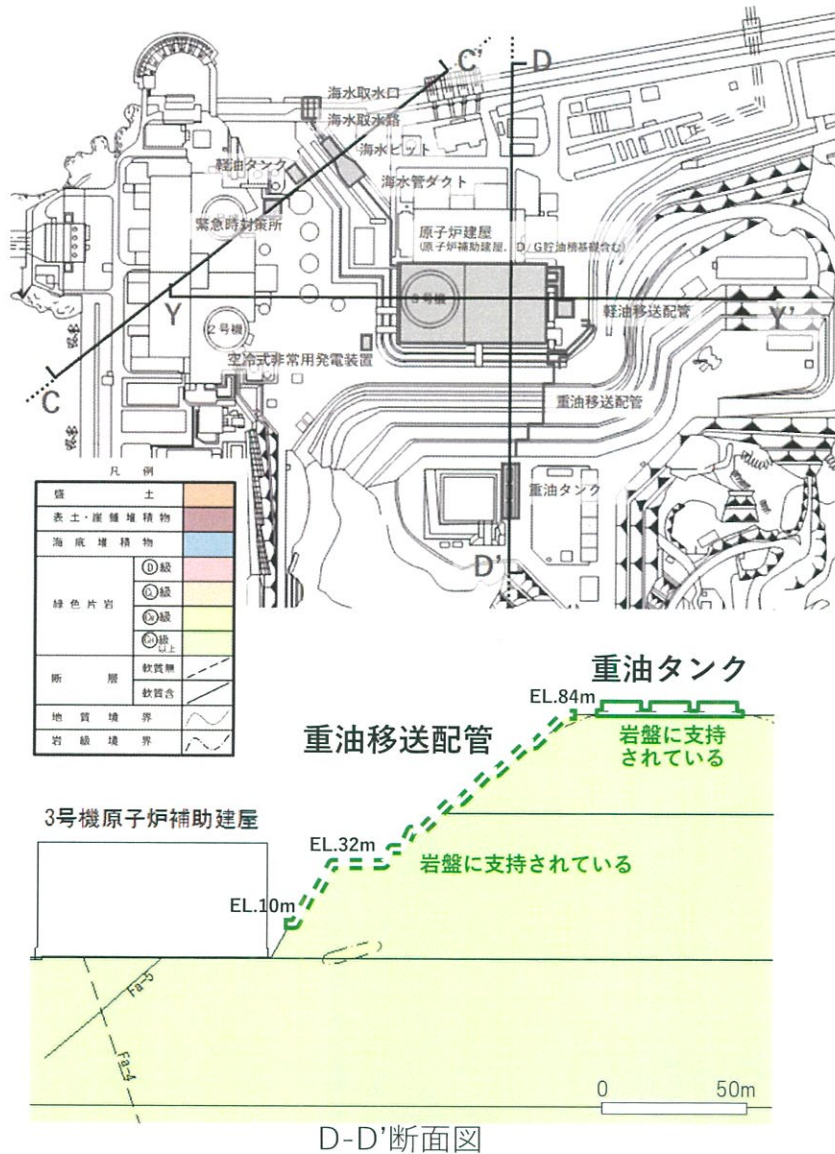
周辺地盤の変状による施設への影響評価

○ 原子炉建屋、海水取水口、海水取水路、海水ピット、海水管ダクトの接地状況は以下のとおり。



周辺地盤の変状による施設への影響評価

○ 緊急時対策所、軽油タンク、空冷式非常用発電装置、重油タンク、重油移送配管、軽油移送配管の接地状況は以下のとおり。



-
1. 評価方針
 2. 地質の概要
 3. 解析用物性値
 4. 評価方法
 5. 基準地震動
 - 6. 原子炉建屋等に関する評価**
 - 6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - (1) 断面選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価① 基礎地盤のすべり
 - (4) 評価② 基礎の支持力
 - (5) 評価③ 基礎底面の傾斜
 - 6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 - 6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価**
 - 6.4 周辺斜面の安定性評価
 - (1) 評価断面の選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価 周辺斜面のすべり
 7. 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価
 8. 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価
 9. まとめ

6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	X-X', Y-Y'
	2	海水取水口	原子炉建屋の評価で代表
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	A-A', B-B', C-C'
	7	軽油タンク	緊急時対策所の評価で代表
	8	空冷式非常用発電装置	
84m 盤 以下	9	重油タンク	D-D', E-E'
	10	重油移送配管	重油タンクの評価で代表
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
評価対象断面	X-X', Y-Y'	A-A', B-B', C-C'	D-D', E-E'

○ 簡便法による断面の絞り込み

各評価対象断面について、簡便法により最小すべり安全率を抽出

各施設について、最小すべり安全率が最も小さい1断面を選定

施設	原子炉建屋	緊急時対策所	重油タンク
解析対象断面	X-X'	A-A'	D-D'

○ 解析用岩盤分類図の作成

○ 解析用要素分割図の作成

(3) 評価① 基礎地盤のすべり

○ すべり安全率が評価基準値1.5を上回ることを確認。

(4) 評価② 基礎の支持力

○ 基礎底面の地震時最大接地圧が評価基準値7.84N/mm²を超えないことを確認。

(5) 評価③ 基礎底面の傾斜

○ 基礎底面の傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価

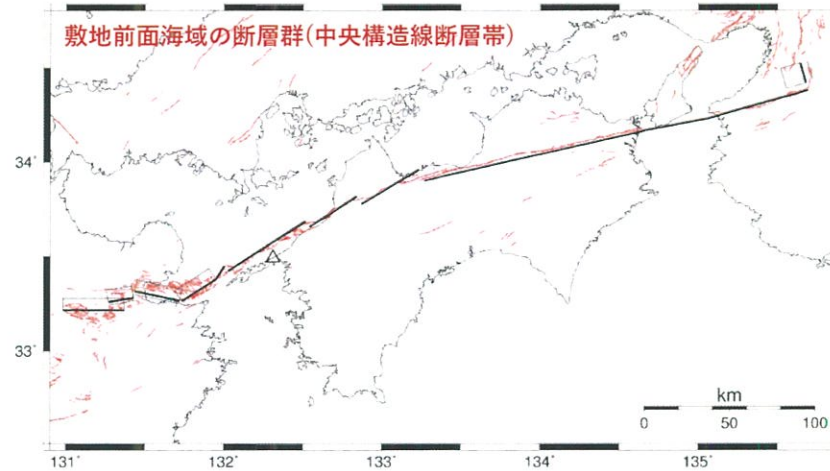
○ 各施設の接地状況を踏まえ、不等沈下、液状化、揺すり込み沈下等の影響が生じないことを確認。

6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

○ 地震発生に伴う地殻変動による地盤の傾斜を算出し、地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜が評価基準値の目安(1/2,000)を超えないことを確認。

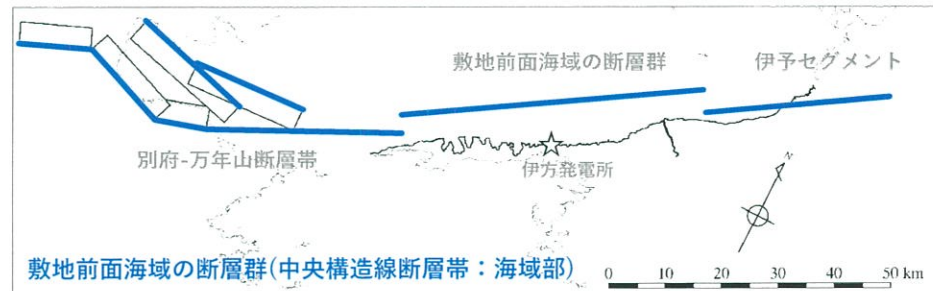
地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

- 敷地内及び敷地近傍には震源として考慮する活断層が分布していないことを確認していることから、敷地において地殻の広域的な変形による著しい地盤の傾斜が生じることはないが、**敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯)**は、敷地に比較的近く規模が大きい中央構造線断層帯及び別府-万年山断層帯であるため、**当該断層の活動に伴い生じる地盤の傾斜について評価を実施**する。



- 地殻変動量の**算定にあたっては**、地震発生層内(深さ2~15km)でモデル化された地震動の震源モデルよりも地震発生層に加えて地表面までモデルに加える等して地殻変動量が大きくなるよう設定した**津波の波源モデルの方が、安全側の評価となる**ことから、**敷地前面海域の断層群(中央構造線断層帯：海域部)**の**津波波源モデル**により算出された地殻変動量を用いる。
- 地殻変動量の算出にはMansinha, L. and Smilyie, D.E.(1971)(半無限均質弾性体を仮定した地震断層運動に伴う周辺地盤の変動分布を計算する手法)の手法を用いた。

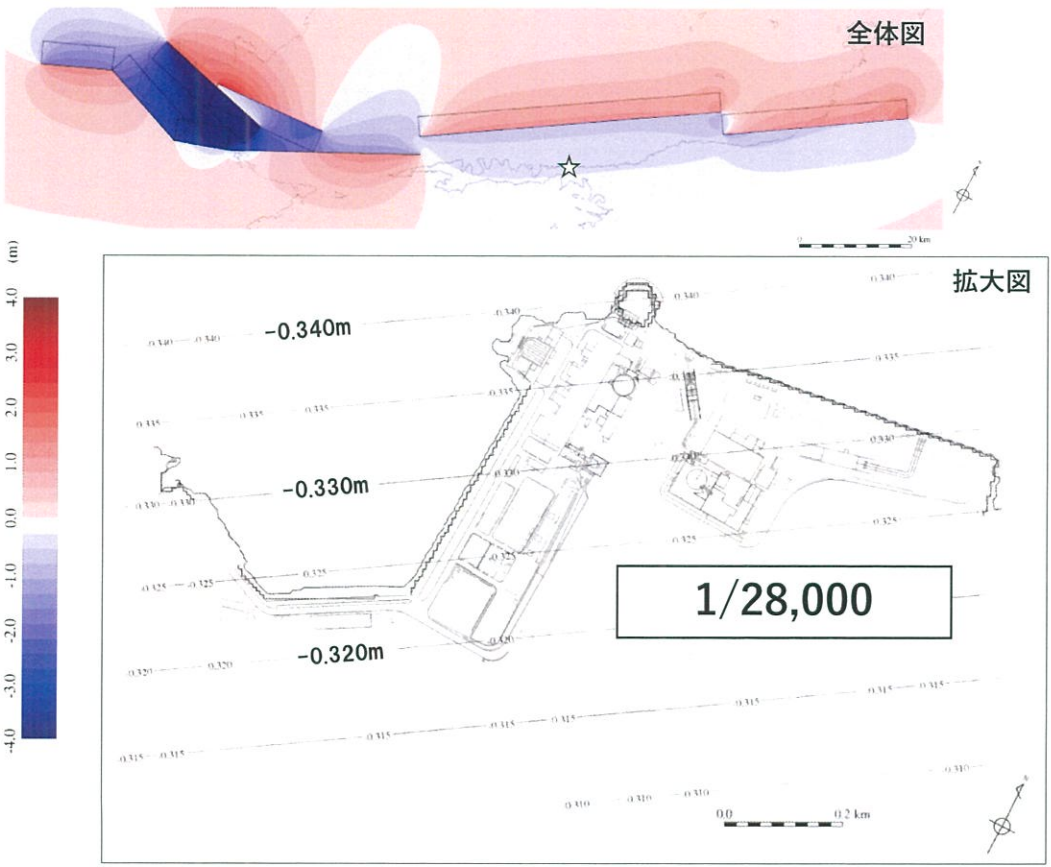
断層名	剛性率 (N/m ²)	傾斜角 (度)	すべり角 (度)	長さ (km)	幅 (km)	Mw	Mo (N・m)	すべり量 (m)
敷地前面海域の断層群 + 伊予セグメント	3.3E+10	北75	165	87	15.50	7.61	3.27E+20	7.37
豊予海峡	3.3E+10	90	150	34.7	15.00	7.24	9.11E+19	5.30
別府地溝南縁	3.3E+10	北75	-90	9.5	15.53	7.15	6.67E+19	3.33
		北75	-90	16.8				
		北75	-90	12.8				
別府湾断層帯	3.3E+10	南75	-90	22.5	15.53	7.29	7.34E+19	6.37
		南75	-90	20.5			3.34E+19	3.18



※ 海域活断層に想定される地震に伴う津波のうち敷地前面において水位上昇側の最も厳しいケース

地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価

- 基礎底面に生じる傾斜は、評価基準値の目安である1/2,000を下回っていることから、重要な機器・系統の安全機能に支障を与えるものではない。

<p>①地殻変動による最大傾斜</p>	<p>②地震動による最大傾斜 (再掲)</p>	<p>③地殻変動及び地震動を考慮した最大傾斜 (①+②)</p>
 <p>全体図</p> <p>拡大図</p> <p>1/28,000</p>	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 1/29,000 重油タンク 1/35,000 緊急時対策所 1/54,000 	<ul style="list-style-type: none"> 原子炉建屋 1/14,000 重油タンク 1/15,000 緊急時対策所 1/18,000

-
1. 評価方針
 2. 地質の概要
 3. 解析用物性値
 4. 評価方法
 5. 基準地震動
 - 6. 原子炉建屋等に関する評価**
 - 6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - (1) 断面選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価① 基礎地盤のすべり
 - (4) 評価② 基礎の支持力
 - (5) 評価③ 基礎底面の傾斜
 - 6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 - 6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価
 - 6.4 周辺斜面の安定性評価**
 - (1) 評価断面の選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価 周辺斜面のすべり
 7. 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価
 8. 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価
 9. まとめ

6.4 周辺斜面の安定性評価

6.4 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	X-X', Y1-Y1', Y2-Y2', E-E' (a~dブロック)すべりの方向が対象施設に向かない、 または離隔距離が十分
	2	海水取水口	地下に設置されているため崩壊土を被らない また、海水取水口は閉塞しない
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
	5	海水ピット	C-C' (h・k・mブロック)すべりの方向が対象施設に向かない、 または離隔距離が十分
32m 盤 以下	6	緊急時対策所	すべりの方向が対象施設に向かない、 または離隔距離が十分
	7	軽油タンク	
	8	空冷式非常用発電装置	X-X'
84m 盤 以下	9	重油タンク	すべりの方向が対象施設に向かない、 または離隔距離が十分
	10	重油移送配管	原子炉建屋、重油タンクの評価で代表
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成

施設	原子炉建屋	海水ピット	空冷式非常用発電装置
評価対象断面	X-X'・Y1-Y1' ・Y2-Y2'・E-E'	C-C'	X-X'

○ 簡便法による断面の絞り込み

各評価対象断面について、簡便法により最小すべり安全率を抽出

各施設について、最小すべり安全率が最も小さい1断面を選定

施設	原子炉建屋	海水ピット	空冷式非常用発電装置
解析対象断面	X-X'	C-C'	X-X'

解析対象断面	X-X'	C-C'
--------	------	------

○ 解析用岩盤分類図の作成

○ 解析用要素分割図の作成

(3) 評価 周辺斜面のすべり

- すべり安全率が評価基準値1.2を上回ることを確認。

-
1. 評価方針
 2. 地質の概要
 3. 解析用物性値
 4. 評価方法
 5. 基準地震動
 6. **原子炉建屋等に関する評価**
 - 6.1 地震力に対する基礎地盤の安定性評価
 - (1) 断面選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価① 基礎地盤のすべり
 - (4) 評価② 基礎の支持力
 - (5) 評価③ 基礎底面の傾斜
 - 6.2 周辺地盤の変状による施設への影響評価
 - 6.3 地殻変動による基礎地盤の変形の影響評価
 - 6.4 周辺斜面の安定性評価
 - (1) 評価断面の選定
 - (2) モデルの作成
 - (3) 評価 周辺斜面のすべり
 7. 非常用ガスタービン発電機建屋に関する評価
 8. 使用済燃料乾式貯蔵施設に関する評価
 9. まとめ

(1) 評価断面の選定(原子炉建屋)

6.4 地震力に対する周辺斜面の安定性評価

(1) 評価断面の選定

設置位置	管理番号	評価対象施設	評価対象断面
10m 盤 以下	1	原子炉建屋	X-X', Y1-Y1', Y2-Y2', E-E' (a~dブロック)すべりの方向が対象施設に向かない、 または離隔距離が十分
	2	海水取水口	地下に設置されているため崩壊土を被らない また、海水取水口は閉塞しない
	3	海水取水路	
	4	海水管ダクト	
32m 盤 以下	5	海水ピット	C-C' (h・k・mブロック)すべりの方向が対象施設に向かない、 または離隔距離が十分
	6	緊急時対策所	すべりの方向が対象施設に向かない、 または離隔距離が十分
	7	軽油タンク	
84m 盤 以下	8	空冷式非常用発電装置	X-X'
	9	重油タンク	すべりの方向が対象施設に向かない、 または離隔距離が十分
	10	重油移送配管	
	11	軽油移送配管	

(2) モデルの作成

施設	原子炉建屋	海水ピット	空冷式非常用発電装置
評価対象断面	X-X'・Y1-Y1'・Y2-Y2'・E-E'	C-C'	X-X'

○ 簡便法による断面の絞り込み

各評価対象断面について、簡便法により最小すべり安全率を抽出

各施設について、最小すべり安全率が最も小さい1断面を選定

施設	原子炉建屋	海水ピット	空冷式非常用発電装置
解析対象断面	X-X'	C-C'	X-X'

解析対象断面	X-X'	C-C'
--------	------	------

○ 解析用岩盤分類図の作成

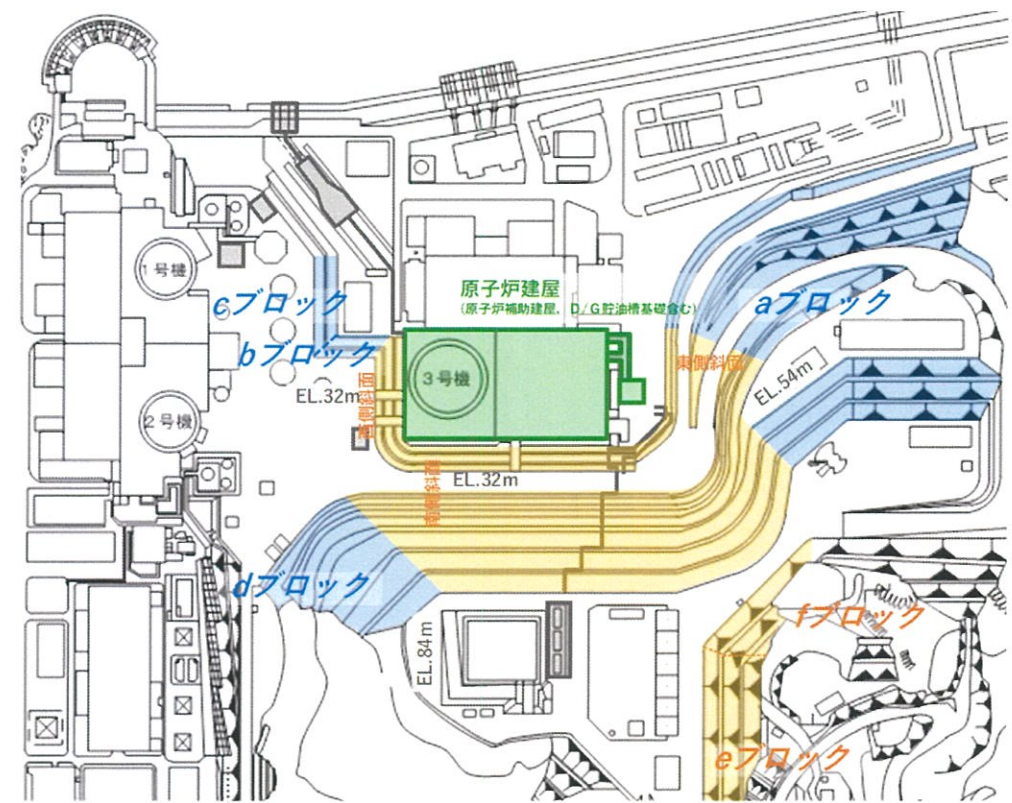
○ 解析用要素分割図の作成

(3) 評価 周辺斜面のすべり

- すべり安全率が評価基準値1.2を上回ることを確認。

評価断面の選定(原子炉建屋)

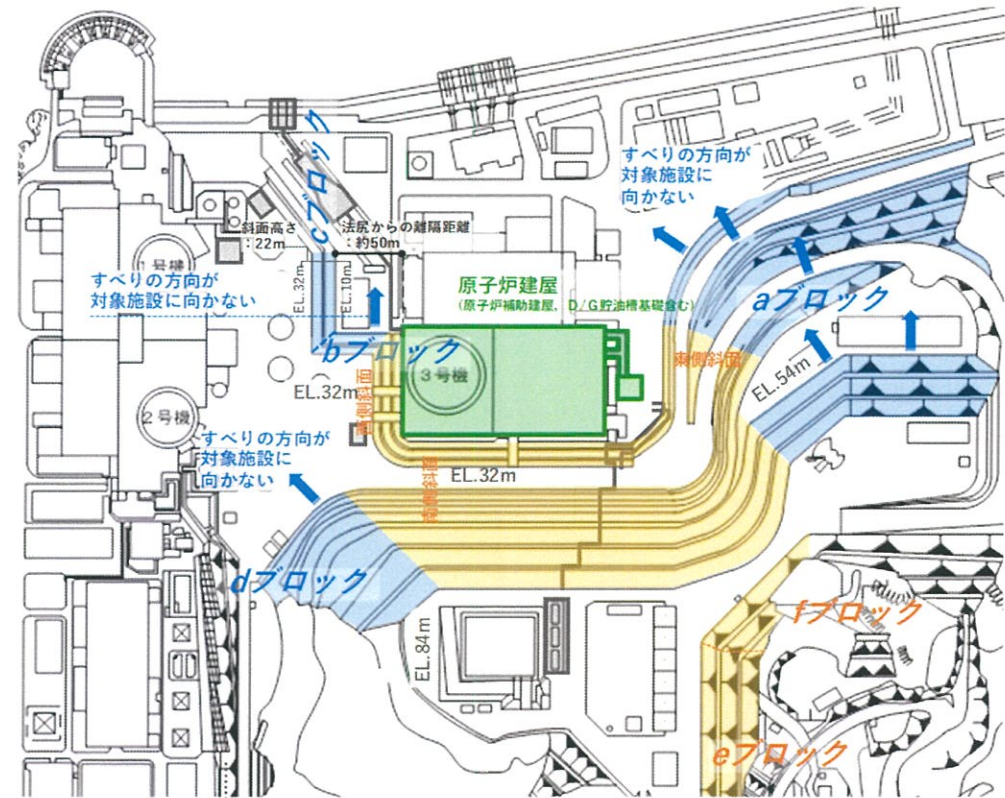
(1) 原子炉建屋の周辺には、a~dブロック、e・fブロック、南側斜面、西側斜面、東側斜面が存在する。



評価断面の選定(原子炉建屋)

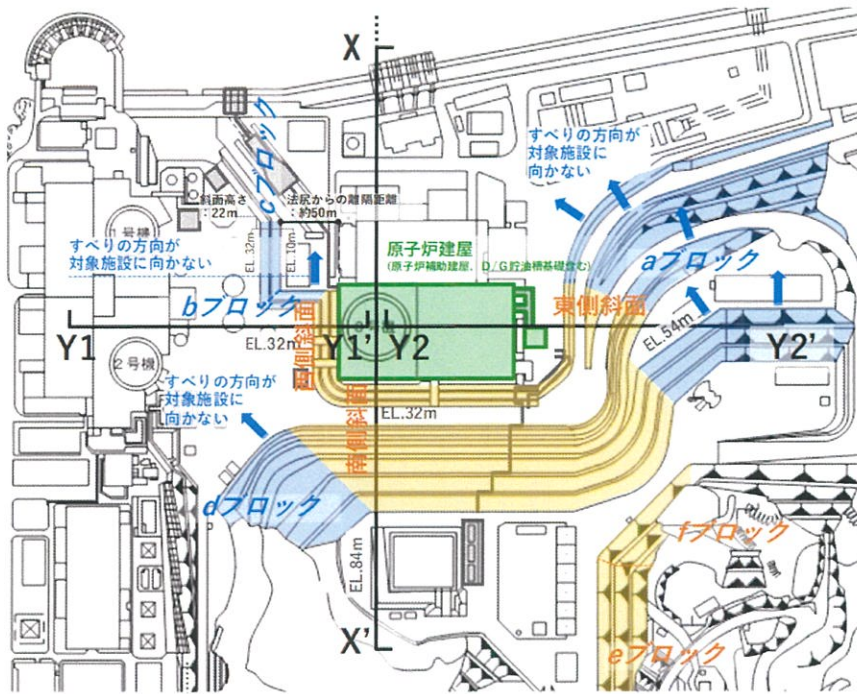
(2) a・b・dブロックは、斜面崩壊が生じたとしても対象施設へ向かわない方向へ滑動するため、原子炉建屋に影響を及ぼさない。

cブロックは、斜面高さが約22m(EL.32m~10m)であり、原子炉建屋は斜面法尻から十分な離隔距離※が確保されるため、斜面崩壊が生じたとしても原子炉建屋に影響を及ぼさないことから評価対象斜面ではないと評価する。



※ 斜面崩壊土砂の到達距離に関する各種文献の記載は以下のとおり。
 原子力発電所の基礎地盤及び周辺斜面の安定性評価技術：斜面高さの1.4倍(50m未満となる場合は50m)
 宅地防災マニュアルの解説：斜面高さの2.0倍(上限は50m)

評価断面の選定(原子炉建屋)



(3) **南側・西側・東側斜面**は、対象施設を取り囲むように位置しており、見かけの傾斜が厳しくなるよう(偽傾斜とならないよう)斜面に正対する断面としてX-X', Y1-Y1', Y2-Y2'断面を選定する。

- 地形・地質の観点では以下のとおりであり、X-X'断面が最も厳しいと考えられる。
 - ・岩級は、いずれも主にCH級岩盤で構成されるが、X-X'断面ではCM級岩盤がやや多く分布する。
 - ・勾配は、西側が1:0.5, 南側・東側が1:0.5~1:1.0である。
 - ・高さは、西側約30m, 東側約50~70m, 南側約80mである。
- 断層性状について、Fa-1断層が斜面直下に一部分布するが(p.16参照), 以下のとおり安定性には影響を及ぼさないと考えられる。
 - ・II級岩盤(CM級)相当の強度を有する軟質無の断層である。
 - ・すべり安全率に影響を及ぼしやすい低角の断層ではない。
 - ・斜面に対して差し目で分布する。



凡 例	
土	土
表土・埋戻し	埋戻し
海底埋戻し	埋戻し
特色片別	◎線
	◎線
	◎線
	◎線
断 層	軟質無
	軟質有
地 質 境 界	
岩 質 境 界	

