

玄海原子力発電所3号、4号炉審査資料

資料番号

TS-015

提出年月日

2020年12月22日

玄海原子力発電所3号炉及び4号炉
基礎地盤及び周辺斜面の安定性について
(参考資料)

2020年12月22日
九州電力株式会社

7.6 原子炉格納容器、原子炉周辺建屋等の基礎地盤及び周辺斜面の安定性

7.6.7 使用済燃料乾式貯蔵建屋の基礎地盤の安定性評価

7.6.7.1 評価方針

使用済燃料乾式貯蔵建屋（以下「対象施設」という。）が設置される地盤（以下「基礎地盤」という。）について、基準地震動による地震力に対して十分な安定性を持つことの評価を行う。

対象施設配置図を第7.6.7.1図に示す。

基礎地盤の地震時の安定性評価の考え方は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

7.6.7.2 評価方法

7.6.7.2.1 解析条件

(1) 解析断面

対象施設付近のボーリング調査位置図を第7.6.7.2図に、地質断面位置図を第7.6.7.3図に、鉛直岩盤分類図を第7.6.7.4図に示す。

解析の対象とする断面は、基礎地盤の地質構造及び対象施設の配置を考慮し、以下の2断面とする。

- ① 使用済燃料乾式貯蔵建屋を通る断面（ $X_{sc} - X_{sc}'$ 断面）
- ② 使用済燃料乾式貯蔵建屋を通る断面（ $Y_s - Y_s'$ 断面）

解析断面位置を第7.6.7.3図に示す。

(2) 解析モデル

a. 解析用地盤モデル

解析用地盤モデルの作成方法は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。速度層断面図を第7.6.7.5図に、解析用要素分割図を第7.6.7.6図に示す。

b. 解析用建屋モデル

対象施設の解析用建屋モデルは、建屋諸元を基に作成する。

c. 境界条件

境界条件の設定方法は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

(3) 解析用物性値

解析用物性値は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

(4) 入力地震動

入力地震動の作成方法は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

(5) 地下水位

解析用地下水位は、地表面位置に設定する。解析用地下水位を第7.6.7.7図に示す。

7.6.7.2.2 解析手法

解析手法については、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

7.6.7.2.3 評価内容

(1) すべり安全率

すべり安全率の評価方法は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

(2) 支持力

支持力の評価方法は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

(3) 基礎底面の傾斜

基礎底面の傾斜の評価方法は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

(4) 地震発生に伴う周辺地盤の変状及び地殻変動による影響

周辺地盤の変状及び地殻変動の影響の評価方法は、「7.6.1 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の基礎地盤の安定性評価」と同じである。

7.6.7.3 評価結果

7.6.7.3.1 すべり安全率

想定すべり線におけるすべり安全率を第7.6.7.1表に示す。

最小すべり安全率は、 $X_{sc} - X_{sc}'$ 断面で6.2、 $Y_s - Y_s'$ 断面で2.5であり、評価基準値1.5を上回る。

また、最小すべり安全率を示すすべり線に対し、応力再配分を実施した場合のすべり安全率及びすべりに対する抵抗力に最も寄与する岩盤の強度特性のばらつきを考慮した場合（岩盤強度の代表値 $-1 \times$ 標準偏差（ σ ））のすべり安全率は、いずれも評価基準値1.5を上回る。

以上のことから、基礎地盤はすべりに対して十分な安全性を有している。

7.6.7.3.2 支持力

地質調査結果によると、対象施設の基礎地盤は、主として砂岩及び頁岩の㊸級以上の岩盤で構成されており、支持力試験結果から、極限支持力度は $13.7\text{N}/\text{mm}^2$ 以上と評価できる。対象施設基礎底面の地震時最大接地圧は $1.01\text{N}/\text{mm}^2$ であり、基礎地盤は十分な支持力を有している。

7.6.7.3.3 基礎底面の傾斜

対象施設基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜を第7.6.7.2表に示す。基礎底面の最大傾斜は $1/40,000$ であり、評価の目安である $1/2,000$ を十分に下回っていることから、対象施設の機能が損なわれるものではない。

7.6.7.3.4 地震発生に伴う周辺地盤の変状による影響

対象施設は、マンメイドロックを介して岩着する設計としていることから、揺すり込み沈下や液状化による不等沈下の影響を受けるおそれはない。

7.6.7.3.5 地殻変動による基礎地盤の傾斜及び撓み等による影響

地殻変動による地盤の最大傾斜は $1/31,000$ であり、地震動による傾斜との重畳を考慮した場合においても、基礎底面の最大傾斜は $1/20,000$ であり、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、対象施設の機能が損なわれるものではない。

7.6.8 使用済燃料乾式貯蔵建屋の周辺斜面の安定性評価

安定性評価の対象とする斜面は、対象施設と周辺斜面の離間距離、斜面規模及び斜面の性状に基づき抽出する。

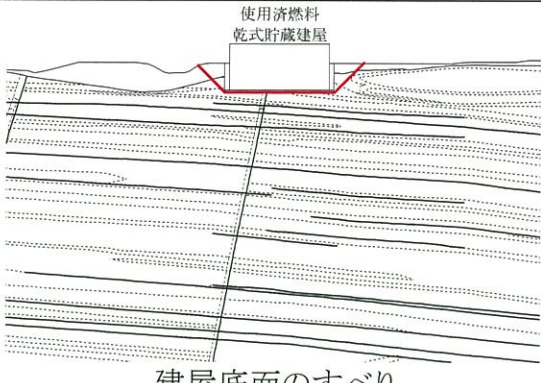
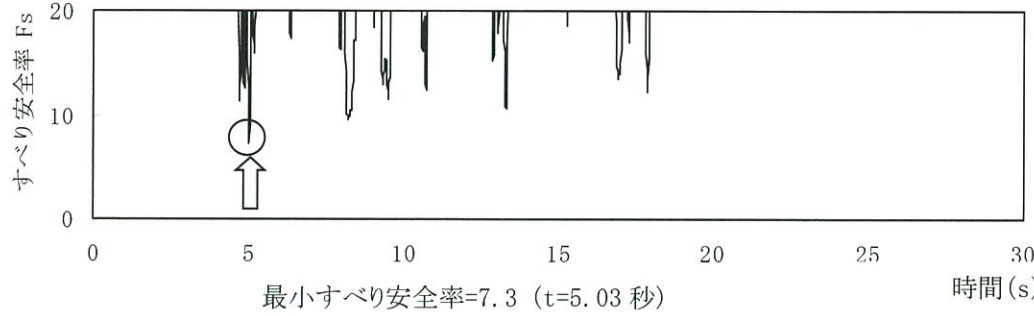
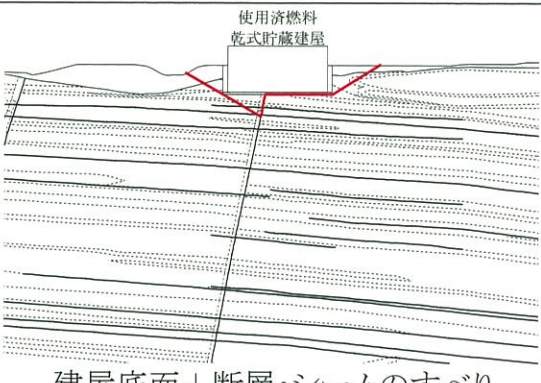
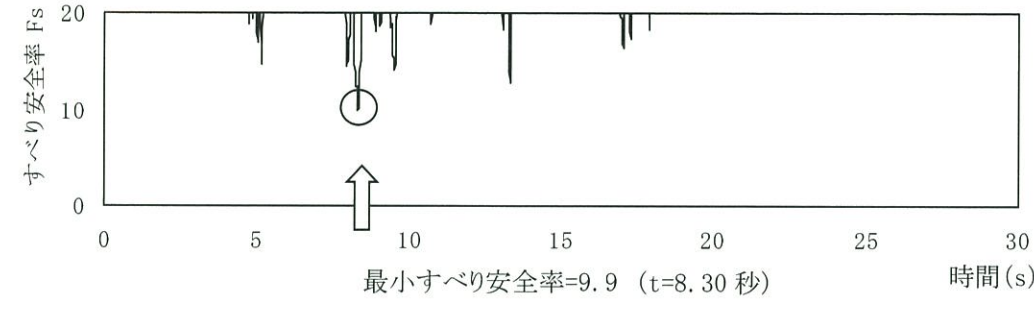
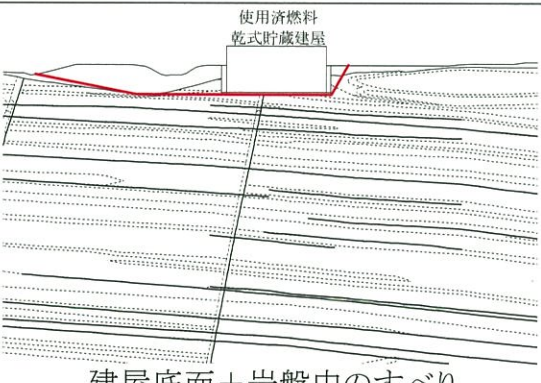
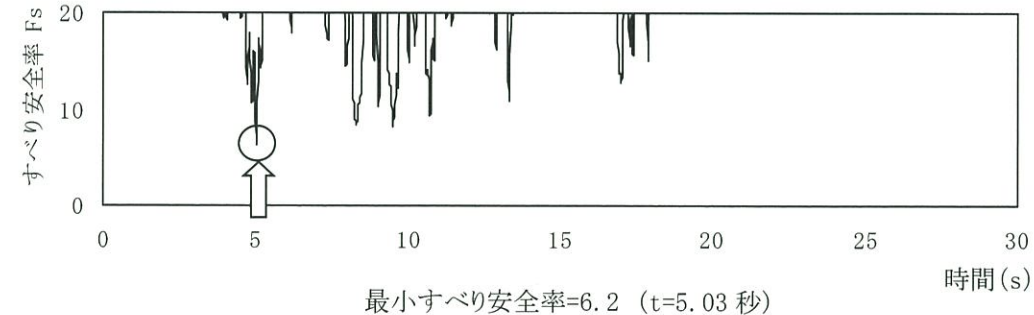
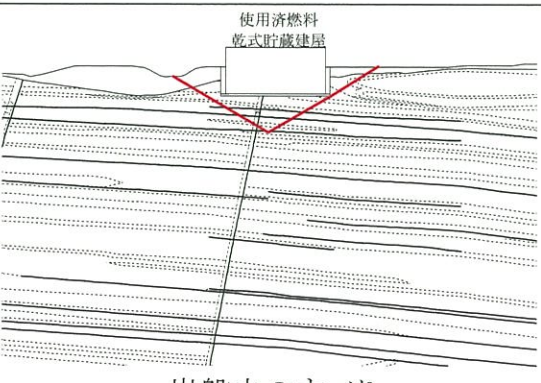
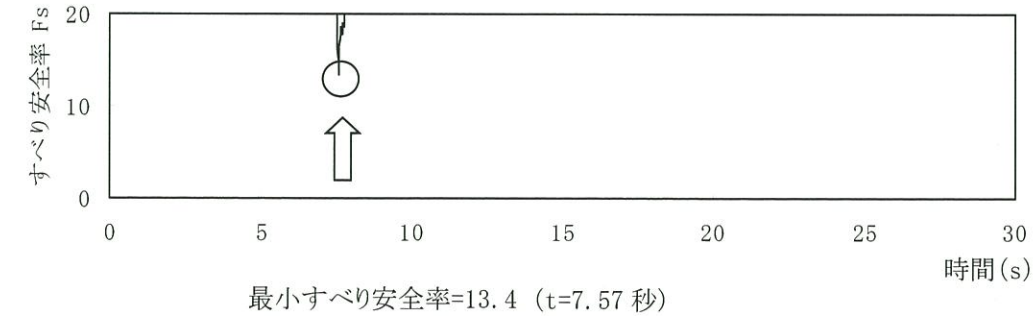
周辺斜面の地震時の安定性評価の考え方は、「7.6.2 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の周辺斜面の安定性評価」と同じである。

7.6.8.1 評価方針

安定性評価の対象とすべき斜面の選定の考え方は、「7.6.2 設計基準対象施設のうち耐震重要施設等の周辺斜面の安定性評価」と同じである。

第7.6.8.1図に斜面法尻から50mの範囲及び斜面高さの1.4倍の範囲を示す。同図より、対象施設の周辺には、安定性評価の対象とすべき斜面がないことを確認した。

第7.6.7.1表 (1) すべり安全率 ($X_{SC}-X_{SC}'$ 断面)

すべり線番号	すべり線形状	地震動	最小すべり安全率 ^{※1}	時間(秒)	すべり安全率タイムヒストリー (すべり安全率が最小となる地震動について示す。)
1	 <p>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</p> <p>建屋底面のすべり</p>	Ss-1	7.3	5.03	 <p>最小すべり安全率=7.3 (t=5.03秒)</p>
		Ss-2	14.1	18.92	
		Ss-3	8.9	18.13	
		Ss-4	7.5	7.57	
		Ss-5 (NS)	8.7	7.03	
		Ss-5 (EW)	9.0	6.45	
2	 <p>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</p> <p>建屋底面+断層・シームのすべり</p>	Ss-1	9.9	8.30	 <p>最小すべり安全率=9.9 (t=8.30秒)</p>
		Ss-2	20.7	17.72	
		Ss-3	13.5	18.13	
		Ss-4	10.3	7.57	
		Ss-5 (NS)	11.2	6.41	
		Ss-5 (EW)	12.7	6.45	
3	 <p>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</p> <p>建屋底面+岩盤中のすべり</p>	Ss-1	6.2 (7.2 ^{※2})	5.03	 <p>最小すべり安全率=6.2 (t=5.03秒) (強度-1σの場合: 4.9)</p>
		Ss-2	12.1	18.92	
		Ss-3	9.8	15.79	
		Ss-4	6.6	7.72	
		Ss-5 (NS)	7.2	7.03	
		Ss-5 (EW)	7.6	6.45	
4	 <p>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</p> <p>岩盤中のすべり</p>	Ss-1	14.8	8.17	 <p>最小すべり安全率=13.4 (t=7.57秒)</p>
		Ss-2	22.9	17.73	
		Ss-3	20.4	16.50	
		Ss-4	13.4	7.57	
		Ss-5 (NS)	14.4	7.02	
		Ss-5 (EW)	15.5	7.99	

※1 地震動の位相を反転させたケースを含む

※2 応力再配分後のすべり安全率

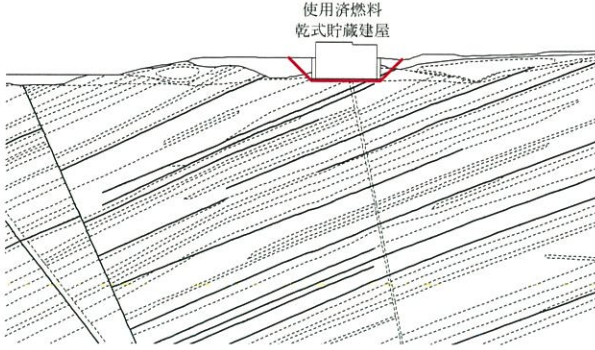
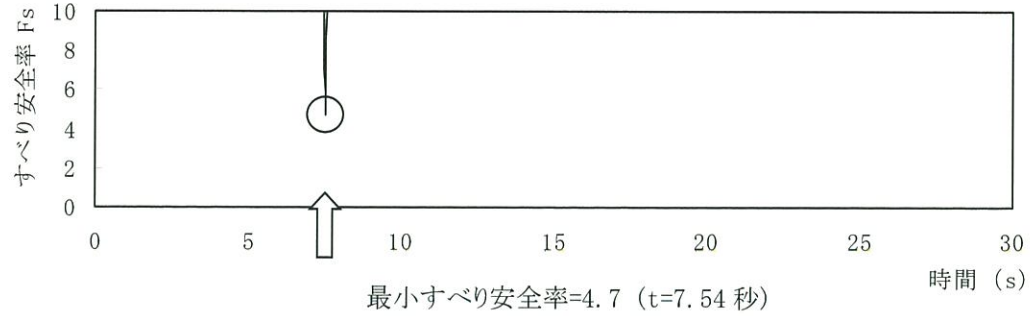
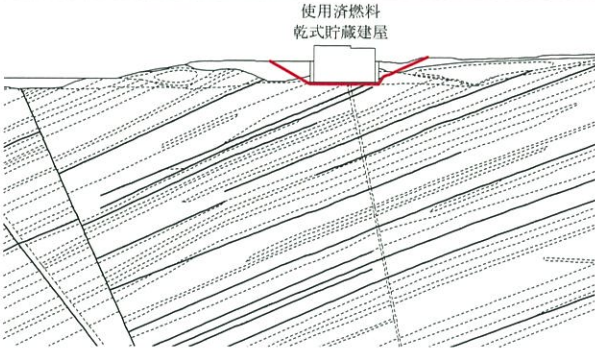
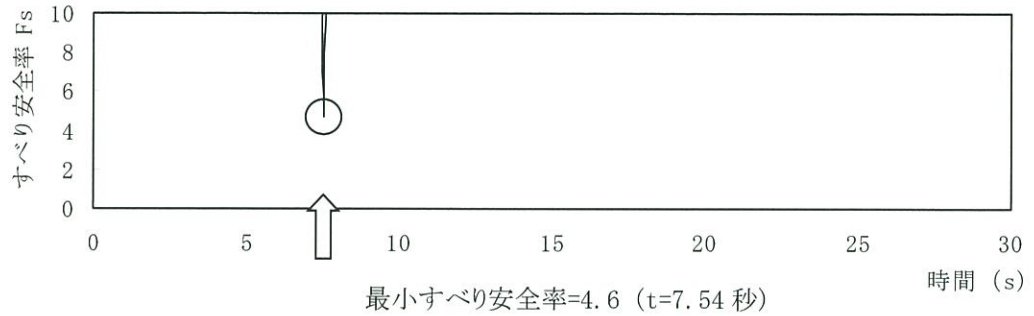
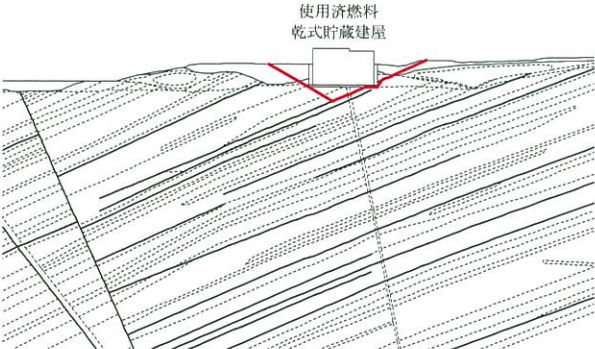
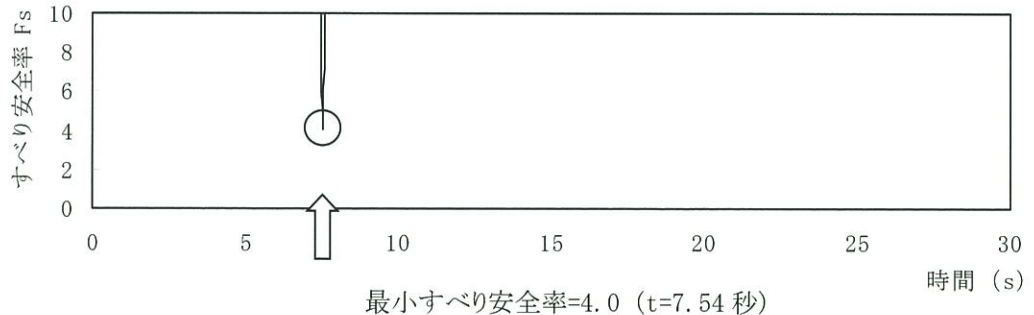
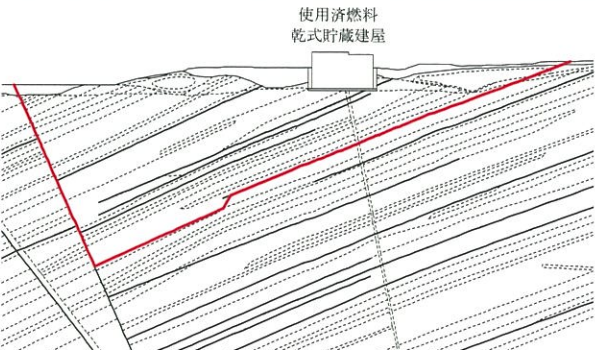
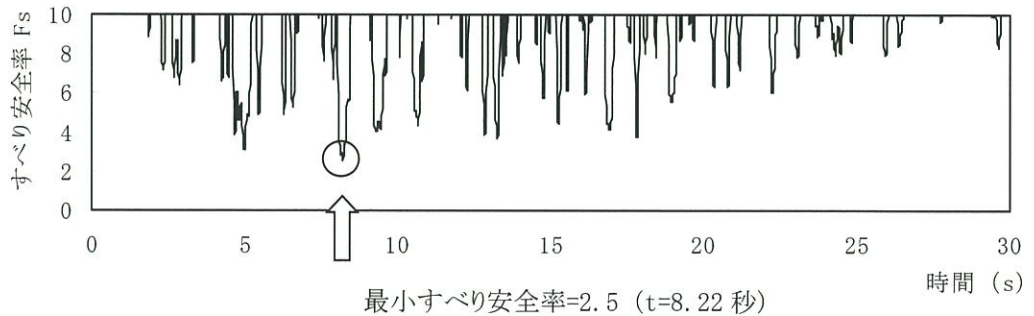
----- 岩種・岩級区分線

— 断層・シーム

— すべり線

○ すべり安全率の最小値

第7.6.7.1表(2) すべり安全率 ($Y_s - Y_s'$ 断面)

すべり線番号	すべり線形状	地震動	最小すべり安全率 ^{※1}	時間(秒)	すべり安全率タイムヒストリー (すべり安全率が最小となる地震動について示す。)
1	 <p>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</p> <p>建屋底面のすべり</p>	Ss-1	6.2	13.25	 <p>すべり安全率タイムヒストリー (すべり安全率が最小となる地震動について示す。)</p> <p>すべり安全率 F_s</p> <p>時間 (s)</p> <p>最小すべり安全率=4.7 (t=7.54 秒)</p>
		Ss-2	17.2	11.95	
		Ss-3	8.3	13.96	
		Ss-4	4.7	7.54	
		Ss-5 (NS)	8.5	6.97	
		Ss-5 (EW)	9.5	7.97	
2	 <p>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</p> <p>建屋底面+断層・シームのすべり</p>	Ss-1	5.9	13.25	 <p>すべり安全率タイムヒストリー (すべり安全率が最小となる地震動について示す。)</p> <p>すべり安全率 F_s</p> <p>時間 (s)</p> <p>最小すべり安全率=4.6 (t=7.54 秒)</p>
		Ss-2	15.8	11.86	
		Ss-3	8.1	13.96	
		Ss-4	4.6	7.54	
		Ss-5 (NS)	7.9	6.97	
		Ss-5 (EW)	8.7	7.97	
3	 <p>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</p> <p>断層・シームのすべり</p>	Ss-1	5.1	13.25	 <p>すべり安全率タイムヒストリー (すべり安全率が最小となる地震動について示す。)</p> <p>すべり安全率 F_s</p> <p>時間 (s)</p> <p>最小すべり安全率=4.0 (t=7.54 秒)</p>
		Ss-2	13.8	11.86	
		Ss-3	6.7	13.96	
		Ss-4	4.0	7.54	
		Ss-5 (NS)	6.1	7.03	
		Ss-5 (EW)	6.7	6.40	
4	 <p>使用済燃料 乾式貯蔵建屋</p> <p>断層・シームのすべり</p>	Ss-1	2.5 (3.1 ^{※2})	8.22	 <p>すべり安全率タイムヒストリー (すべり安全率が最小となる地震動について示す。)</p> <p>すべり安全率 F_s</p> <p>時間 (s)</p> <p>最小すべり安全率=2.5 (t=8.22 秒) (強度-1σの場合: 2.5)</p>
		Ss-2	5.6	14.36	
		Ss-3	3.7	15.25	
		Ss-4	2.8	7.53	
		Ss-5 (NS)	2.7	7.01	
		Ss-5 (EW)	3.1	7.97	

※1 地震動の位相を反転させたケースを含む

※2 応力再配分後のすべり安全率

----- 岩種・岩級区分線

— 断層・シーム

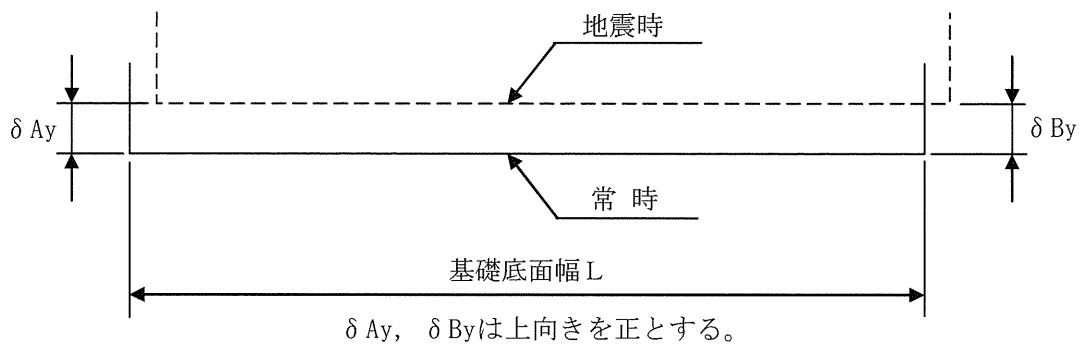
— 断層・シーム

○ すべり安全率の最小値

第 7.6.7.2 表 (1) 基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜
($X_{sc} - X_{sc}'$ 断面)

地震動	最大相対変位 (mm) $ \delta Ay - \delta By $	最大傾斜 $\frac{ \delta Ay - \delta By }{L}$
Ss-1	1.2	1/51,000
Ss-2	0.4	1/154,000
Ss-3	0.9	1/68,000
Ss-4	1.3	1/47,000
Ss-5 (NS)	1.0	1/62,000
Ss-5 (EW)	0.8	1/77,000

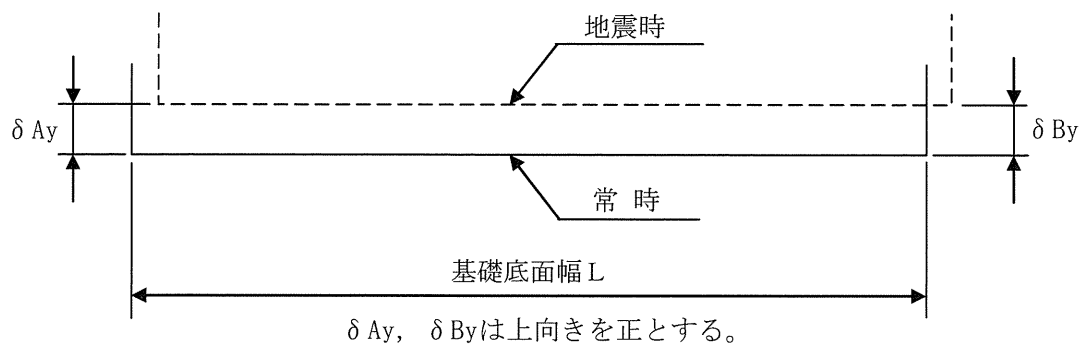
(記号の説明)

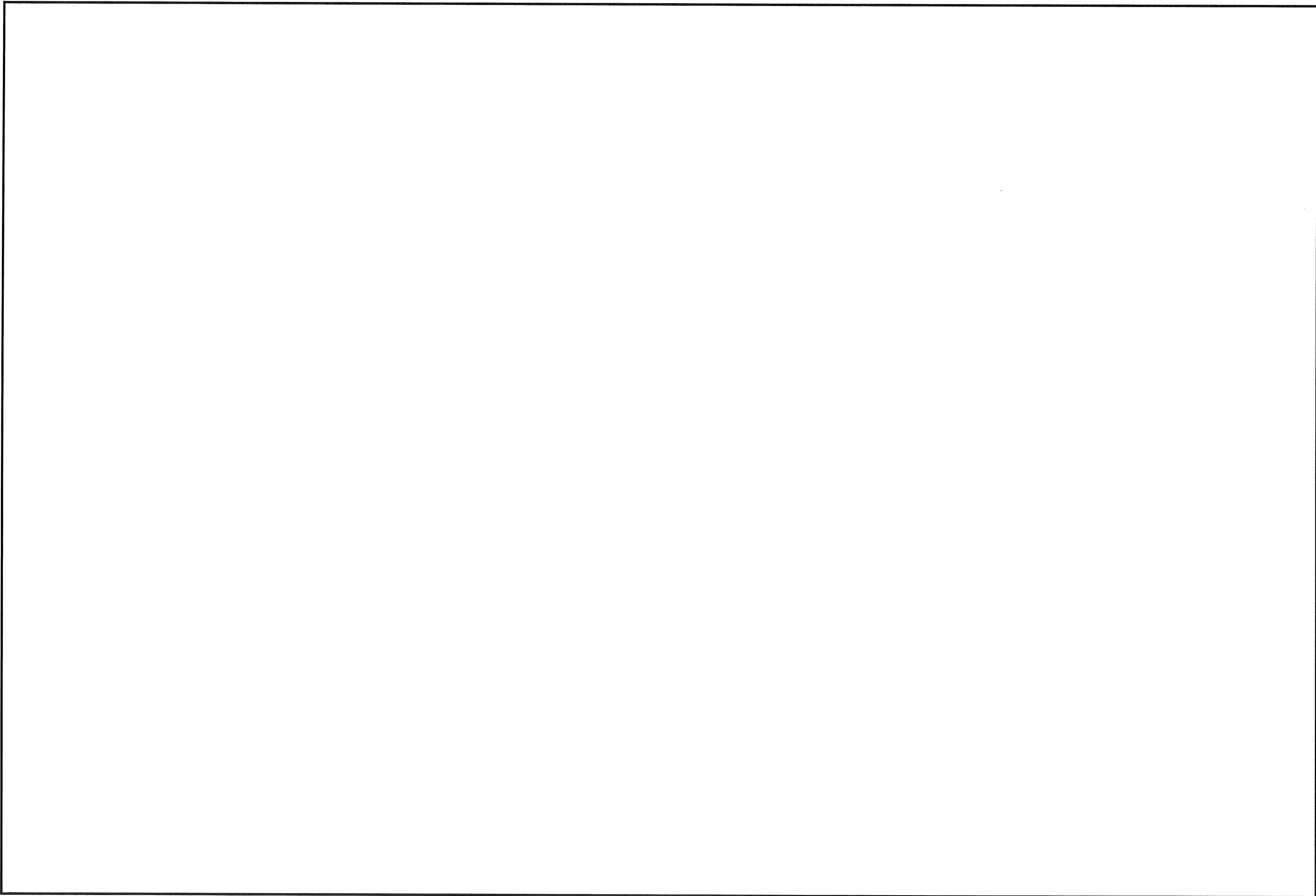



第 7.6.7.2 表 (2) 基礎底面両端の鉛直方向の相対変位・傾斜
($Y_s - Y_s'$ 断面)

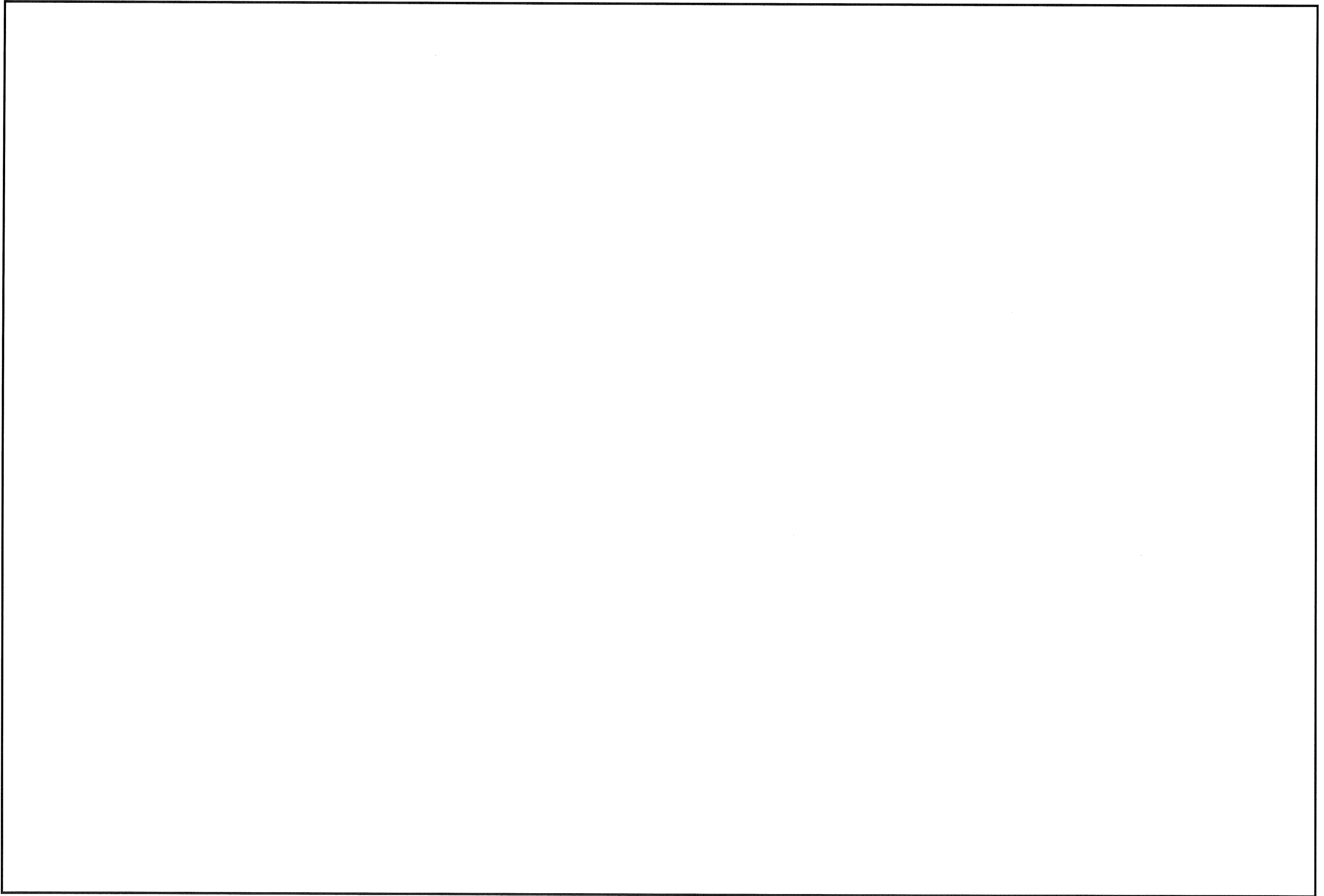
地震動	最大相対変位 (mm) $ \delta A_y - \delta B_y $	最大傾斜 $\frac{ \delta A_y - \delta B_y }{L}$
Ss-1	0.9	1/53,000
Ss-2	0.7	1/68,000
Ss-3	0.9	1/53,000
Ss-4	1.2	1/40,000
Ss-5 (NS)	0.8	1/60,000
Ss-5 (EW)	0.7	1/68,000


(記号の説明)



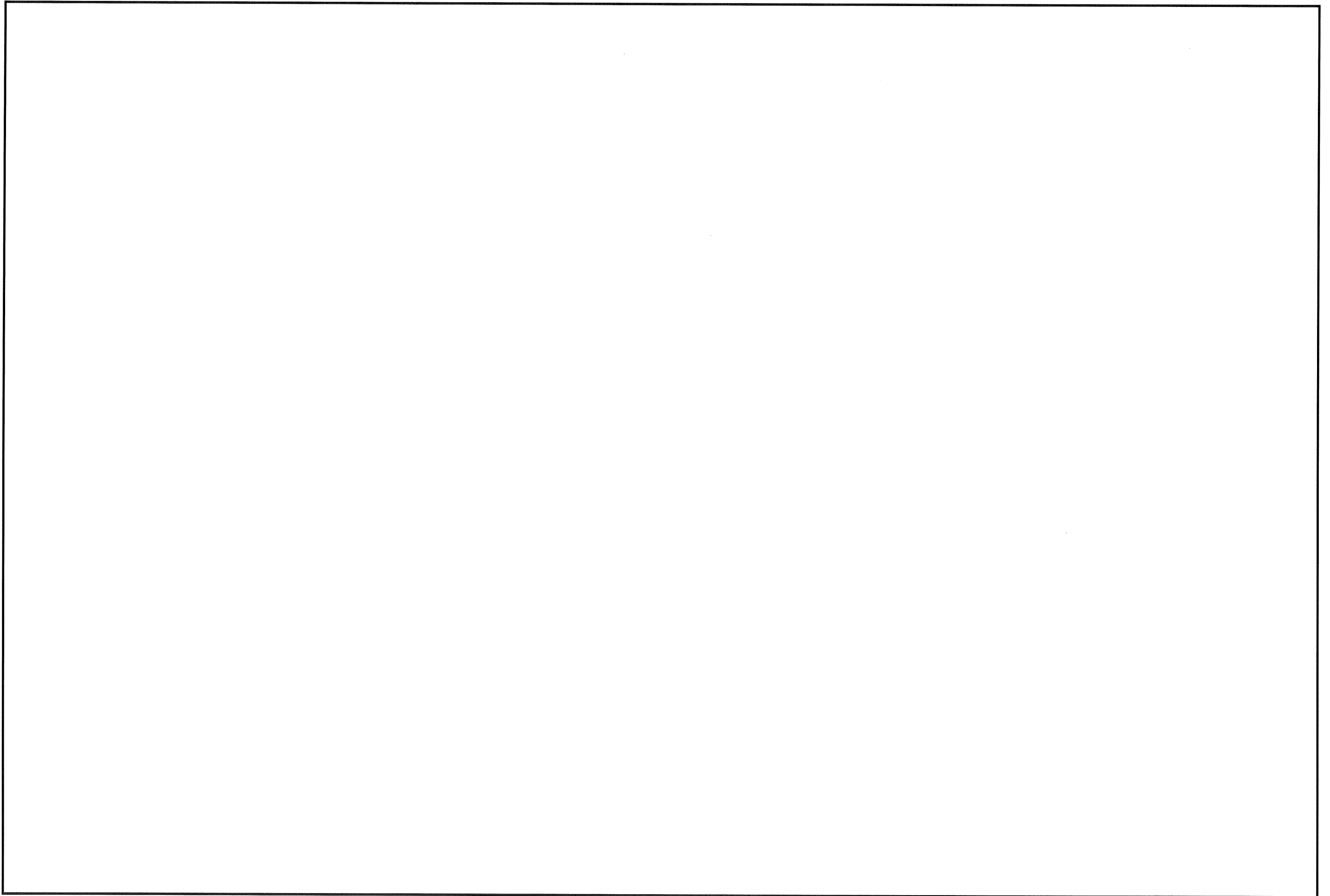



 : 防護上の観点から公開できません。



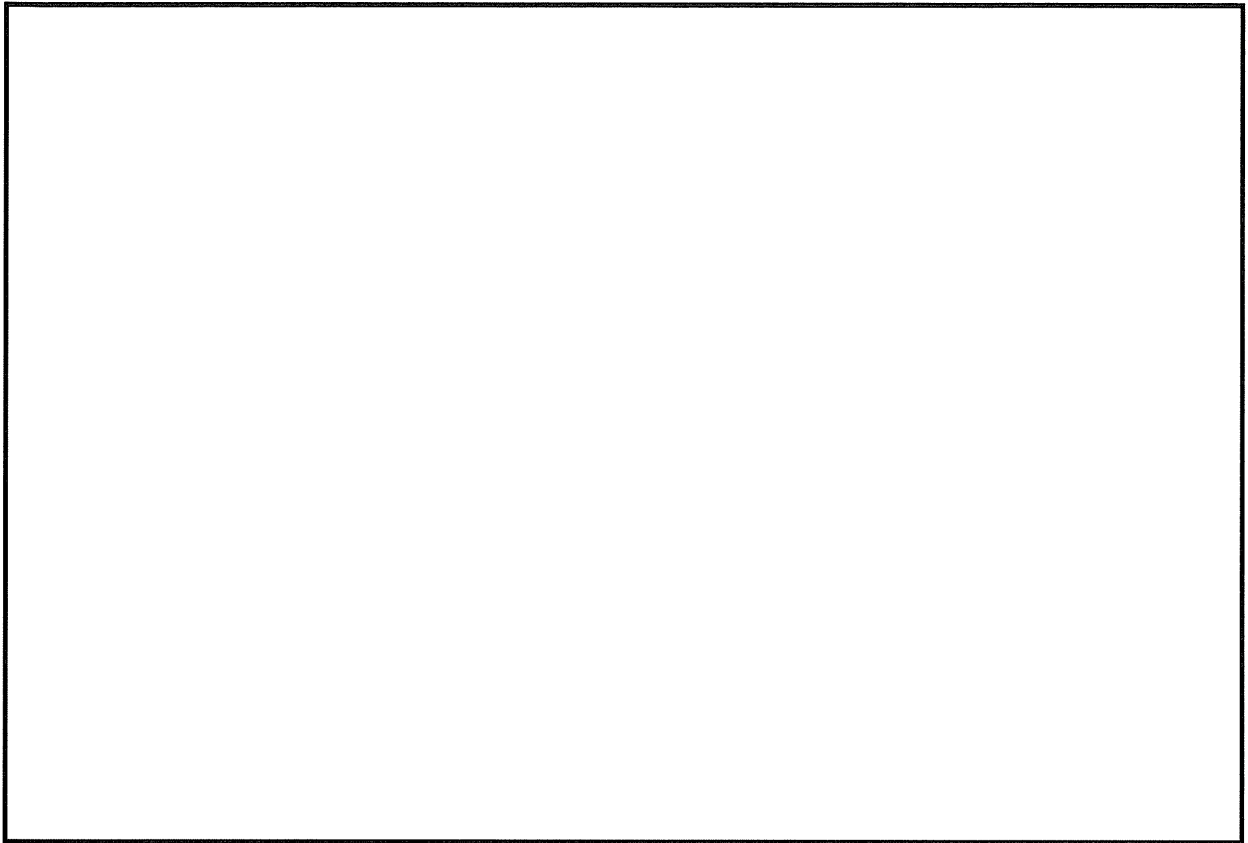
 : 防護上の観点から公開できません。

第 7.6.7.4 図 (1) 鉛直岩盤分類図 ($X_{sc} - X_{sc}'$ 断面)

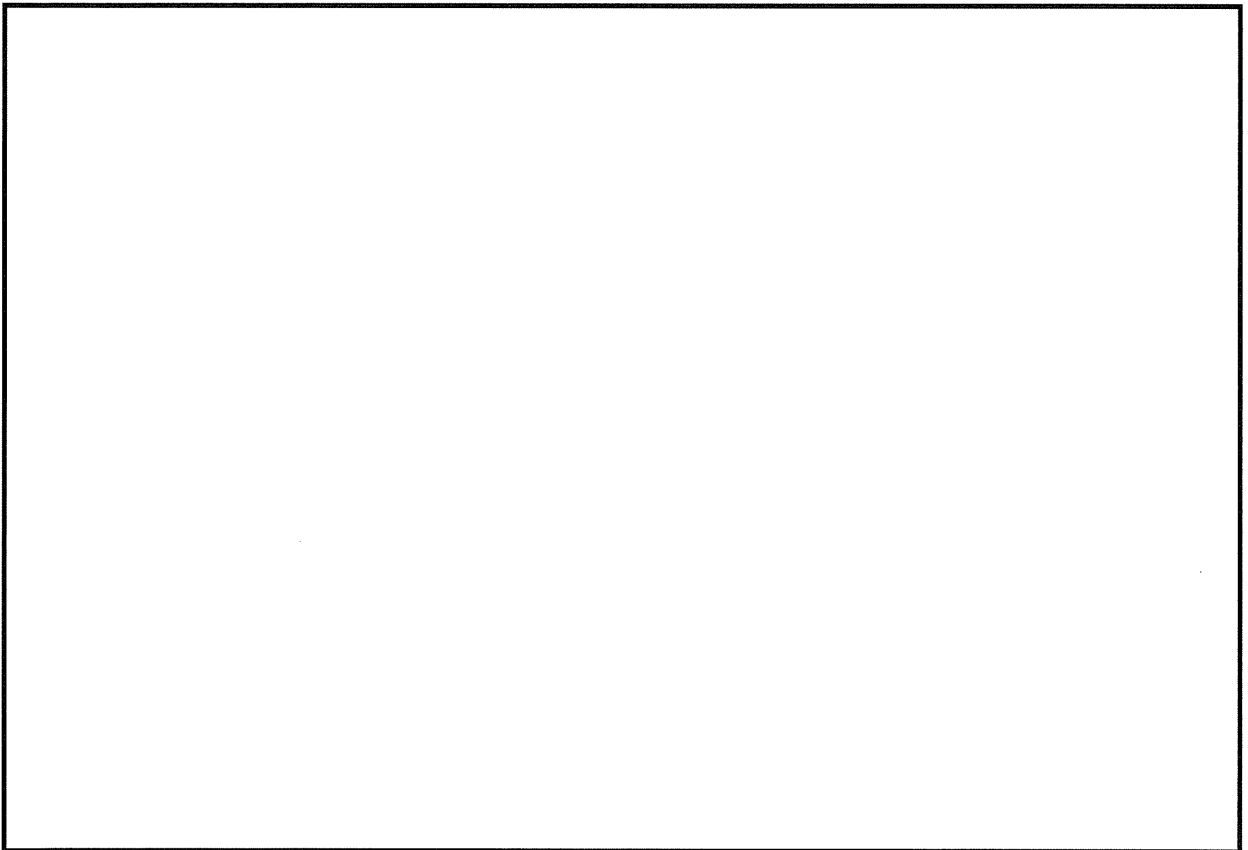


 : 防護上の観点から公開できません。


第 7.6.7.4 図 (2) 鉛直岩盤分類図 ($Y_s - Y_s'$ 断面)

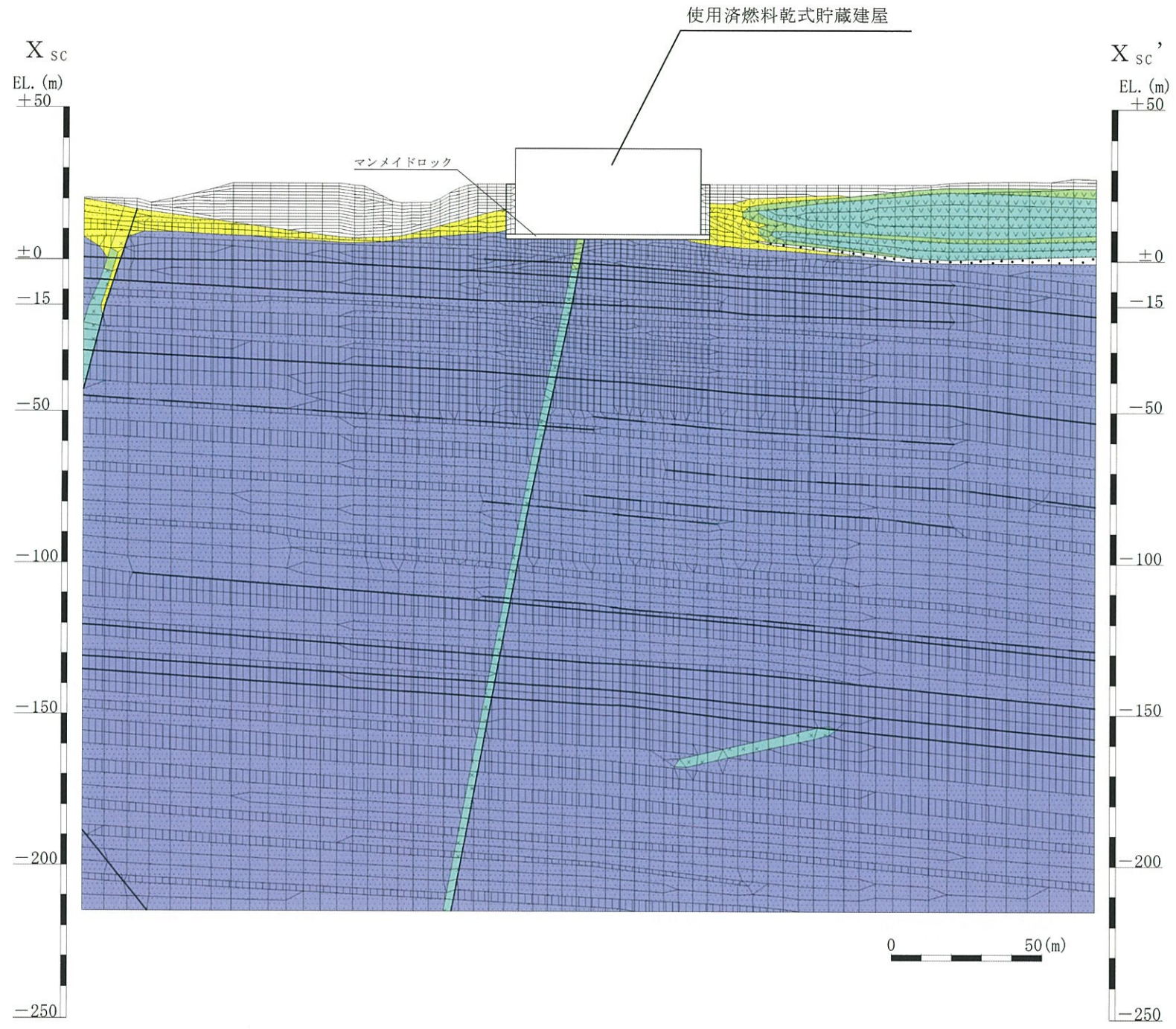


第 7.6.7.5 図 (1) 速度層断面図 ($X_{sc} - X_{sc}'$ 断面)



第 7.6.7.5 図 (2) 速度層断面図 ($Y_s - Y_s'$ 断面)

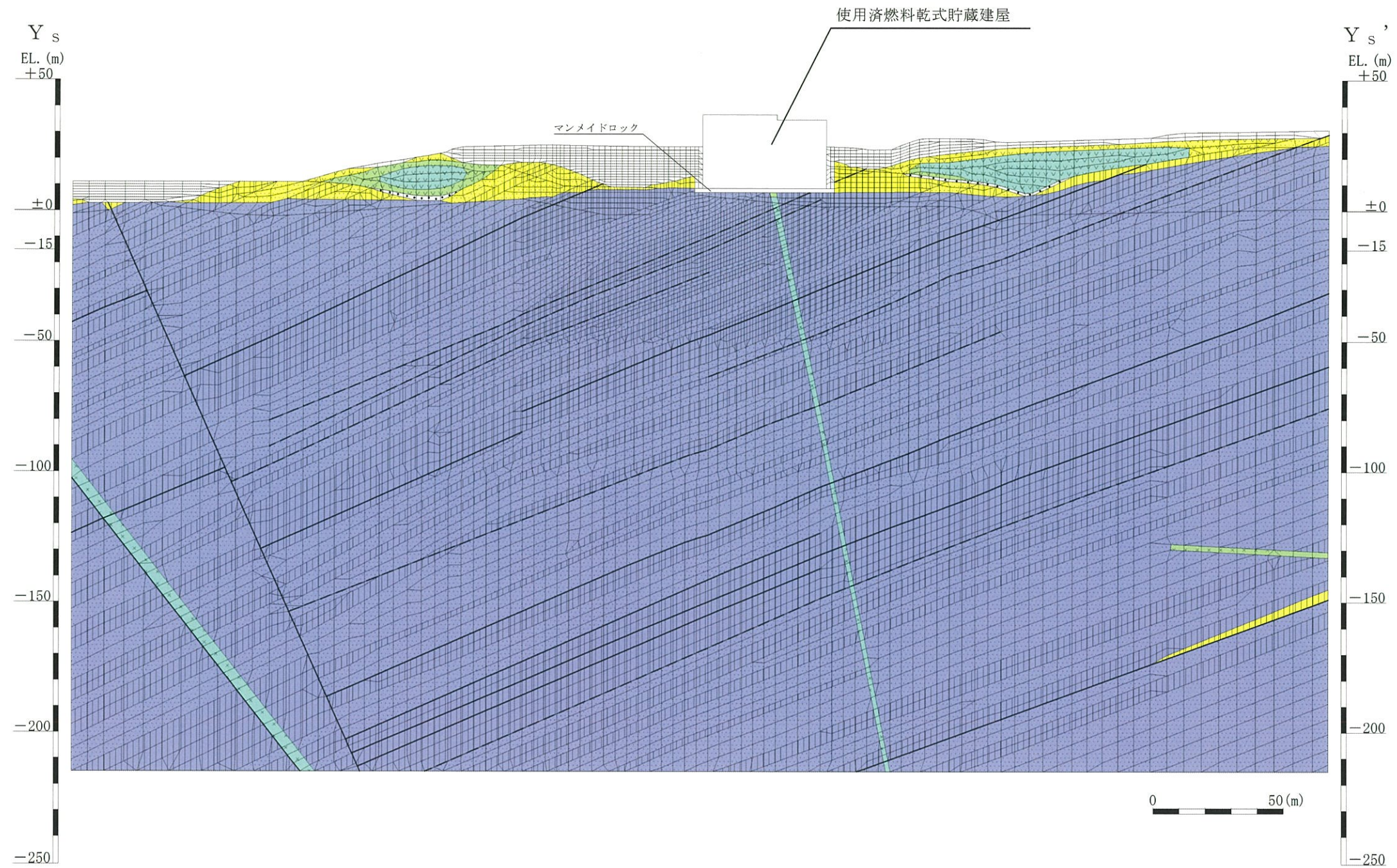
 : 防護上の観点から公開できません。



凡 例

	埋戻土		④⑤級 (砂岩、頁岩)
	玄武岩		④級
	凝灰岩		⑤級
	八ノ久保砂礫層		⑥級 (共通)
	玢岩		断層
	頁岩		シーム
	砂岩		

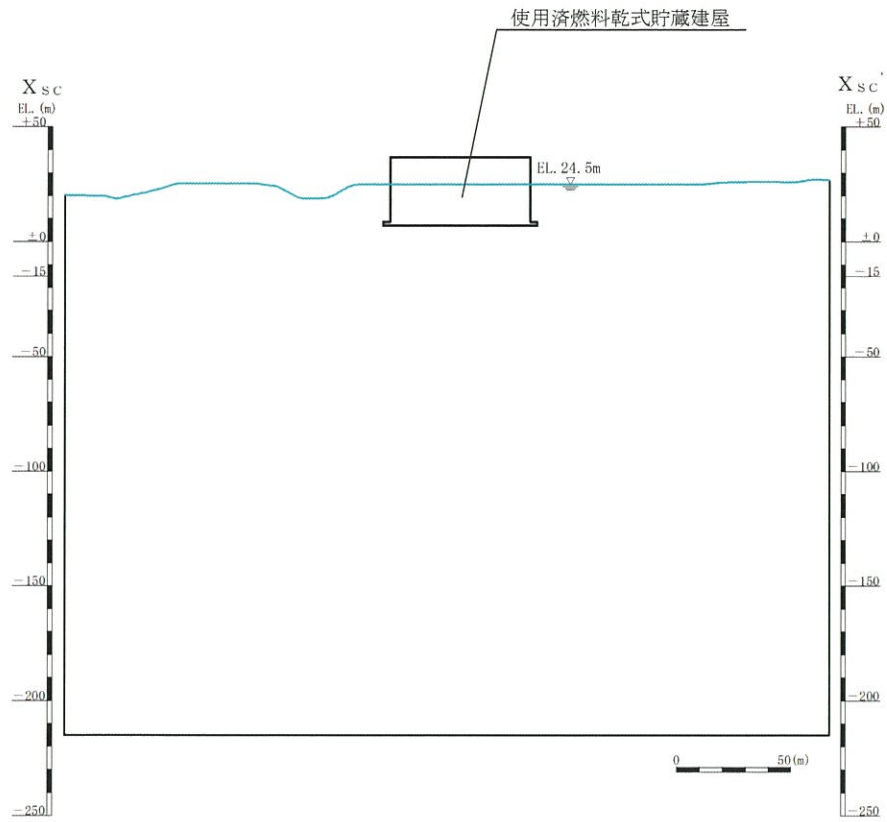
第 7.6.7.6 図 (1) 解析用要素分割図 (X_{sc}-X_{sc'} 断面)
6(3)-7-6-15



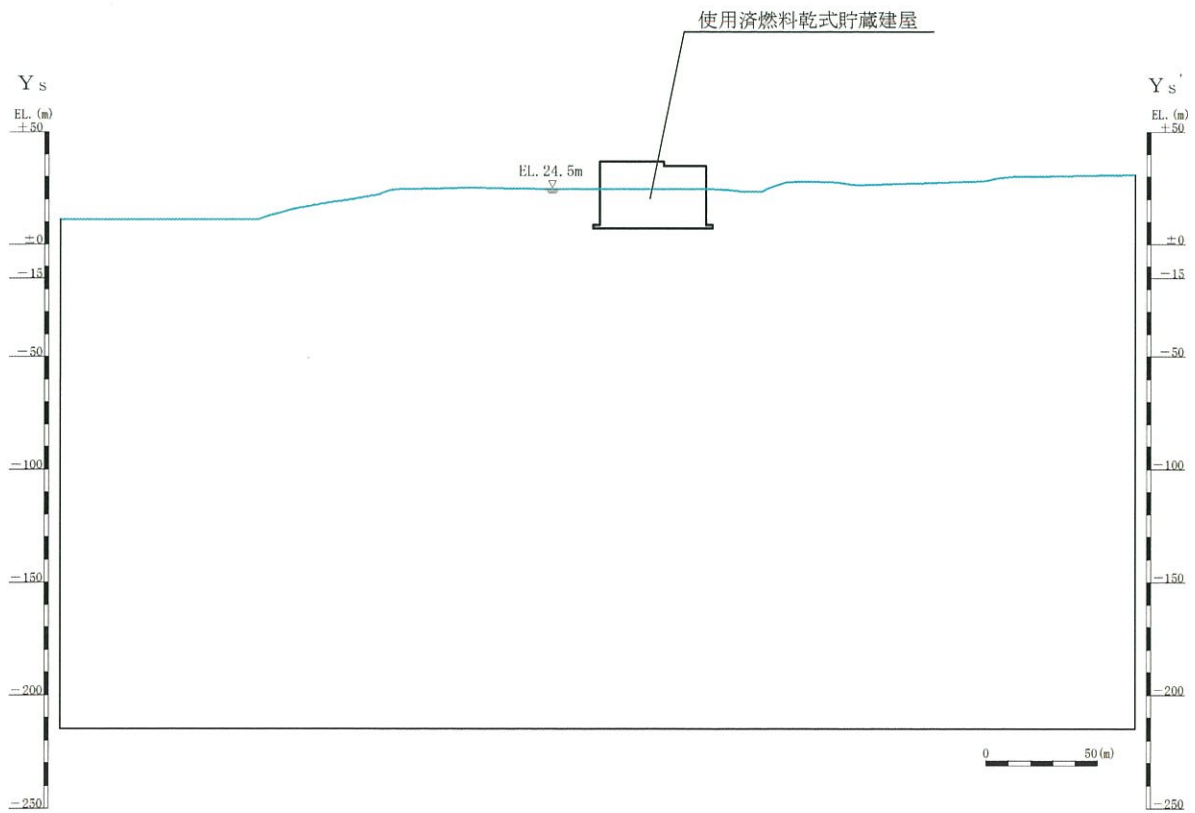
凡 例

	埋戻土		ⒶⒷ級 (砂岩、頁岩)
	玄武岩		Ⓐ級
	凝灰岩		Ⓑ級
	八ノ久保砂礫層		Ⓒ級 (共通)
	玢岩		断層
	頁岩		シーム
	砂岩		

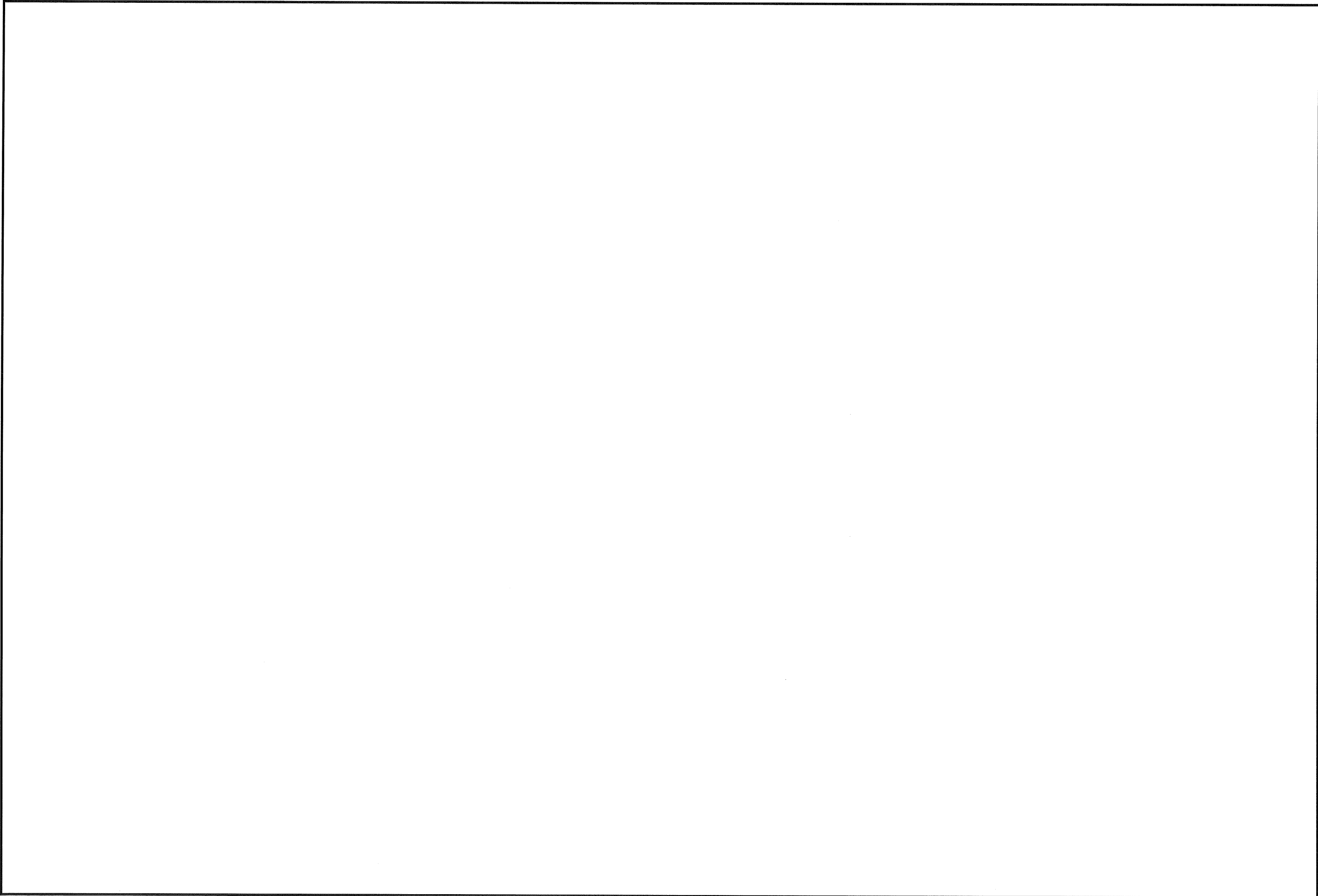
第 7.6.7.6 図 (2) 解析用要素分割図 (Y_s - Y_s' 断面)




第 7.6.7.7 図 (1) 解析用地下水水位 (X_{sC} - X_{sC'} 断面)



第 7.6.7.7 図 (2) 解析用地下水水位 (Y_s - Y_{s'} 断面)



 : 防護上の観点から公開できません。