

参考資料1：解析用物性値の設定根拠

- 1. 1 物理特性
- 1. 2 強度特性
- 1. 3 静的変形特性
- 1. 4 動的変形特性**
- 1. 5 地殻変動量の算定に用いる断層パラメータ
及び地下構造モデル

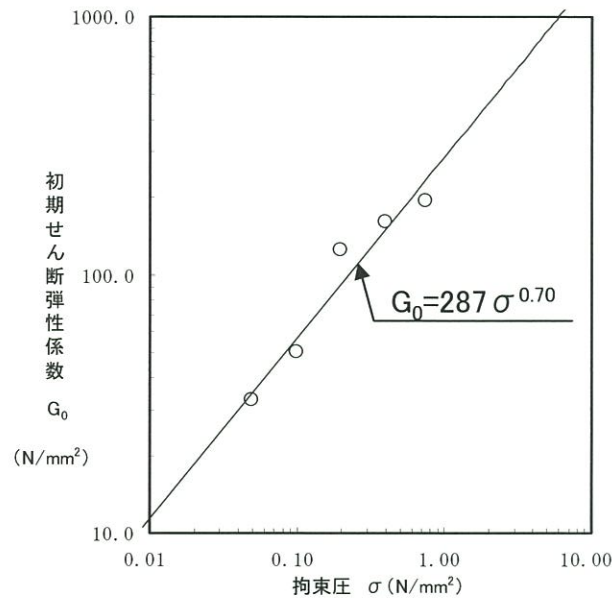
1.4 動的変形特性（動的変形特性の考え方）

- 埋戻土、シーム及び断層については、動せん断弾性係数及び減衰定数のひずみ依存性を考慮した。
- 上記以外の岩盤の動せん断弾性係数は、PS検層結果に基づき設定し、減衰定数は、一律3%として設定した。

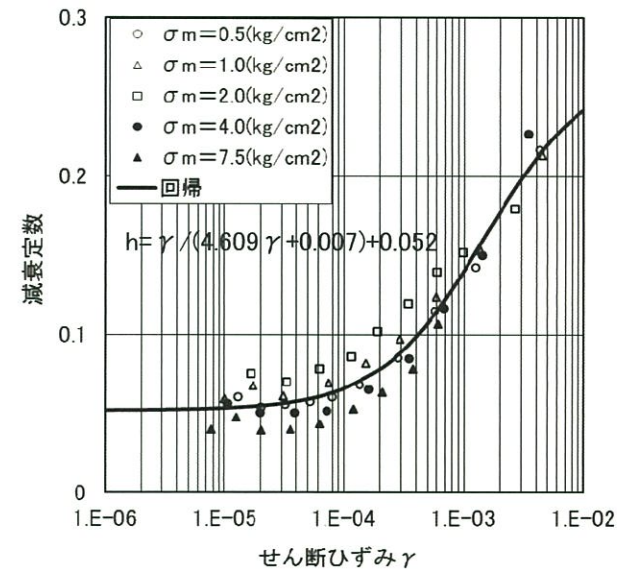
	初期動せん断弾性係数 (G_0)	動ポアソン比 (ν_d)	動せん断弾性係数 ($G_d/G_0 \sim \gamma$)	減衰定数 ($h \sim \gamma$)
シーム	試験値	慣用値	試験値	試験値
断層	試験値	慣用値	試験値	試験値

1.4 動的変形特性（断層の動的変形特性）

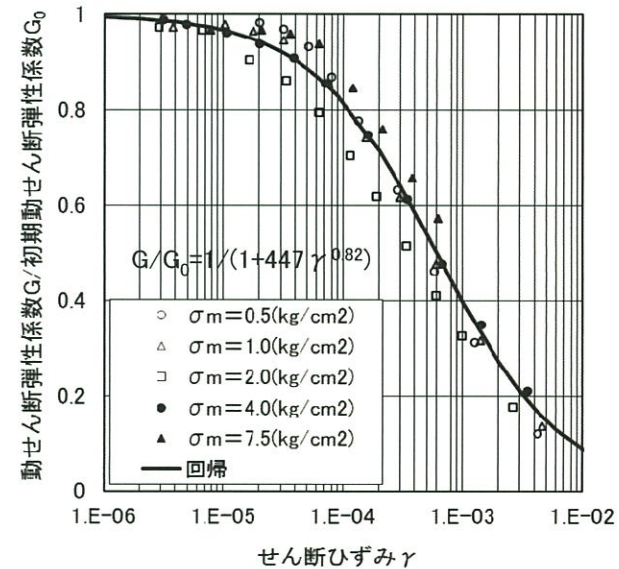
- 断層の動的変形特性は、ブロック試料による繰返し三軸試験結果に基づき設定した。
- 試料採取位置は、三軸圧縮試験のブロック試料採取位置と同じである。



動的変形特性(初期せん断弾性係数)



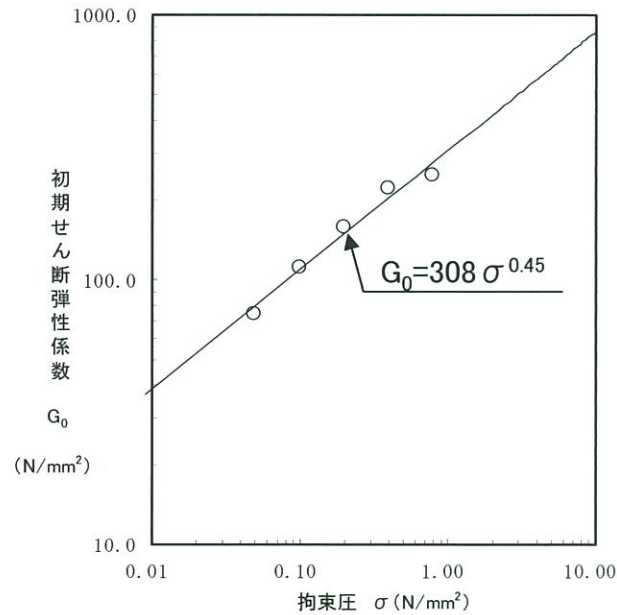
減衰特性($h \sim \gamma$)



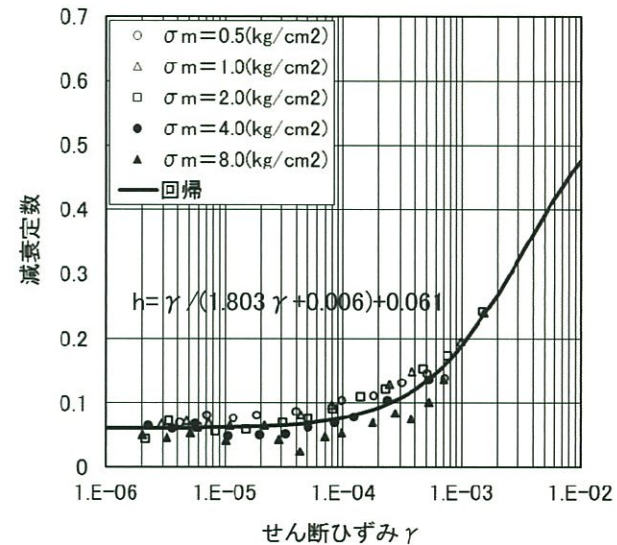
動的変形特性($G_d/G_0 \sim \gamma$)

1.4 動的変形特性 (シームの動的変形特性)

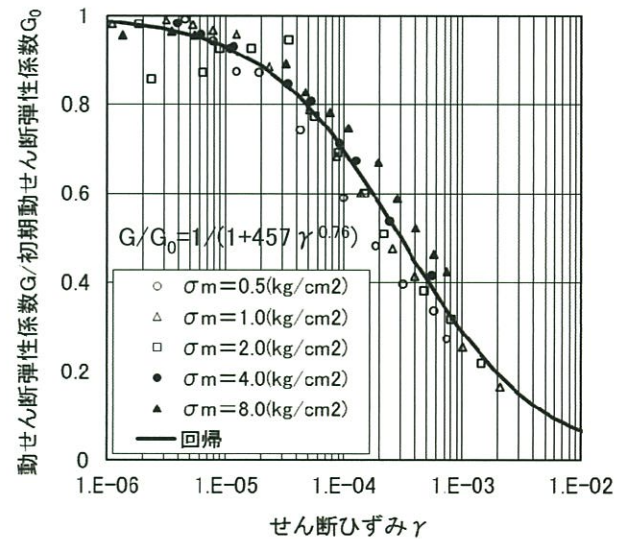
- シームの動的変形特性は、ブロック試料による繰返し三軸試験結果に基づき設定した。
- 試料採取位置は、三軸圧縮試験のブロック試料採取位置と同じである。



動的変形特性(初期せん断弾性係数)



減衰特性(h ~ gamma)

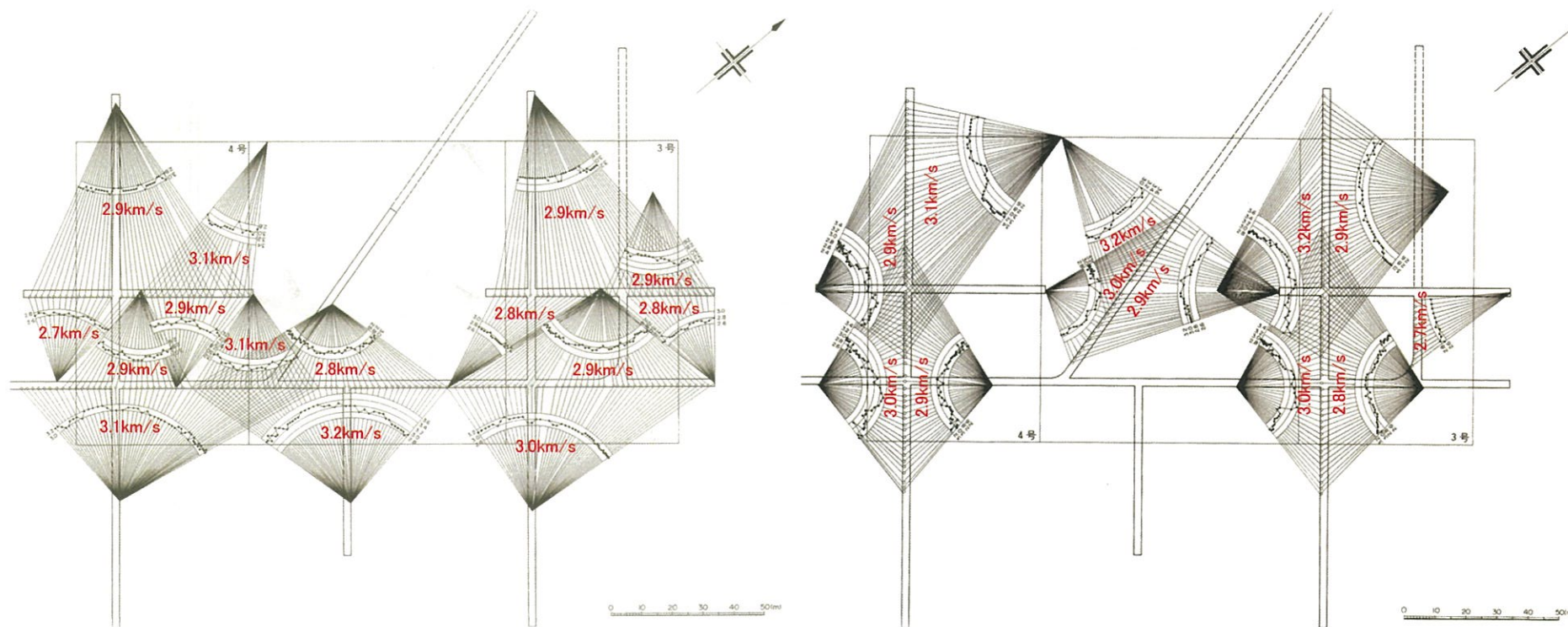


動的変形特性(G_d/G₀ ~ gamma)

1.4 [補足] 速度構造(試掘坑内)

- 試掘坑内で実施した弾性波速度試験(平均速度法)より求めた基礎地盤の V_p は、平均 3.0km/s 、標準偏差 0.2km/s であり、ばらつきが小さく、有意な異方性は認められない。

測定手法	測線数	平均 V_p	標準偏差
平均速度法	868本	3.0km/s	0.2km/s



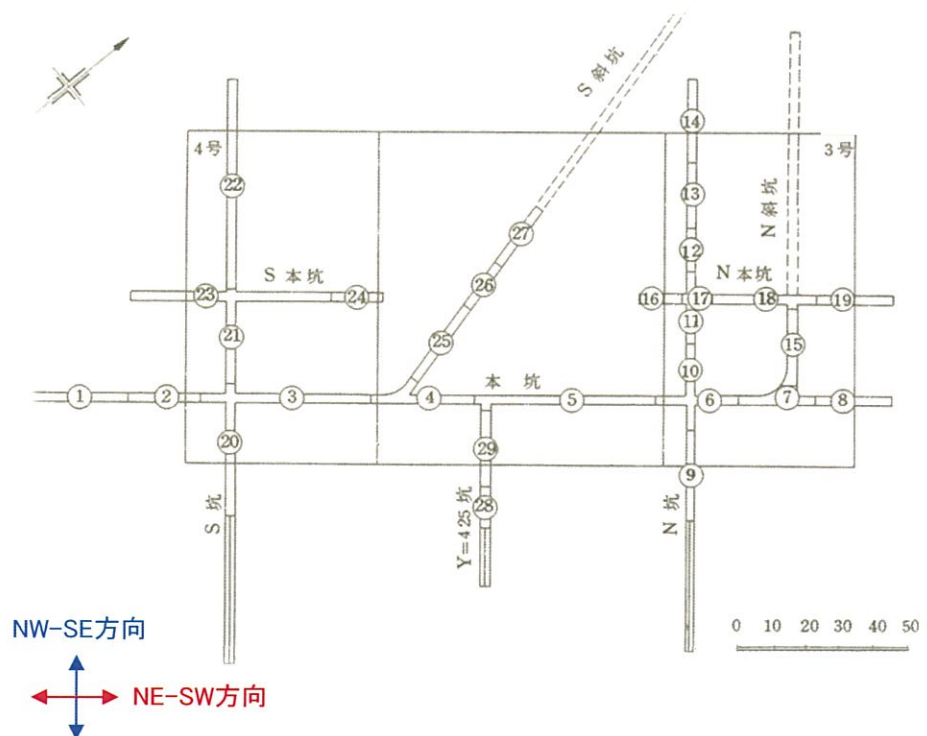
※ 図中の数字は、各測線の平均値を示す

試掘坑内における弾性波測定結果(平均速度法)

1.4 [補足] 速度構造(試掘坑内)

■ 試掘坑内で実施した弾性波速度試験(屈折波法)より求めた基礎地盤の V_p は約2.6~3.3km/s、 V_s は1.2~1.5km/s程度であり、NW-SE方向とNE-SW方向で有意な異方性は認められない。

測定手法	測定方向	V_p	V_s
屈折波法	NW-SE方向	2.55~3.31km/s	1.19~1.52km/s
	NE-SW方向	2.65~3.31km/s	1.20~1.54km/s



坑名	位置	P波速度 V_p (km/s)	S波速度 V_s (km/s)	坑名	位置	P波速度 V_p (km/s)	S波速度 V_s (km/s)
本坑	2	2.65	1.20	N本坑	16	3.26	1.25
	3	2.98	1.26		17	3.31	1.45
	4	2.75	1.26		18	3.26	1.35
	5	2.97	1.26		19	2.80	1.30
	6	2.97	1.54		S坑	20	2.95
	7	2.97	1.37	21		2.95	1.52
	8	2.97	1.22	22		2.67	1.34
	N坑	9	2.98	1.36	S本坑	23	2.98
10		2.98	1.45	24		3.31	1.46
11		3.31	1.45	Y=425坑	29	2.96	1.45
12		2.97	1.27				
13		2.66	1.19				
14		2.55	1.19				
N斜坑	15	2.97	1.39				

NW-SE方向

NE-SW方向

試掘坑内における弾性波測定結果(屈折波法)

参考資料1：解析用物性値の設定根拠

- 1. 1 物理特性
- 1. 2 強度特性
- 1. 3 静的変形特性
- 1. 4 動的変形特性
- 1. 5 地殻変動量の算定に用いる断層パラメータ
及び地下構造モデル

1.5 地殻変動量の算定に用いる断層パラメータ及び地下構造モデル

- 地殻変動量の算定に用いる断層パラメータは、基本的に検討用地震動の評価における断層モデルの諸元を用いるが、断層のすべり角については、敷地における地殻変動量を保守的に評価するため90度に設定した。
- 地下構造モデルは、各種試験結果及び文献等を基に設定した。

断層パラメータ

項目		竹木場断層	城山南断層
断層諸元	走向(度)	194.8	118.6
	傾斜角(度)	60	60
	すべり角(度)	90	270
	断層上端深さ(km)	3	3
	断層長さ(km)	19.7	19.7
	断層幅(km)	19.7	19.7
すべり量 (cm)	アスペリティ	131.2	131.2
	背景領域	50.8	50.8

地下構造モデル

層上面(km)	密度(g/cm ³)	Vp(km/s)	Vs(km/s)	設定根拠
0.00(解放基盤表面)	2.35	3.00	1.35	試掘坑内弾性波試験
-0.035	2.35	3.44	1.57	
-0.085	2.35	3.47	1.73	
-0.135	2.35	3.65	1.77	PS検層
-0.185	2.40	4.00	2.10	
-1.789	2.60	5.50	3.10	地震調査委員会
-3.00	2.70	5.90	3.50	
-20.00	3.00	6.60	3.80	
-33.00	3.30	7.60	4.30	

【 参 考 資 料 】

- 参考資料1 : 解析用物性値の設定根拠
- 参考資料2 : 建屋モデルの解析用物性値**
- 参考資料3 : 周辺斜面のスクリーニングに関する参考資料
- 参考資料4 : 安定性評価に関する参考資料
- 参考資料5 : 参考文献

2. 建屋モデルの解析用物性値

			$X_{SC}-X_{SC}'$ 断面	Y_S-Y_S' 断面
使用済燃料 乾式貯蔵建屋モデル				
■ : 躯体部 ■ : 中空部 ■ : 基礎版				
建屋重量 (kN)		躯体部	139,000	276,000
		中空部	469,000	332,000
		基礎版	352,000	同左
			960,000	同左
解析用物性値	単位体積重量 (kN/m ³)	躯体部・基礎版	24.0	同左
		中空部	7.53	6.12
	動せん断弾性係数 (kN/m ²)	躯体部・基礎版	9.46×10^6	同左
		中空部	1.39×10^6	0.61×10^6
[参考] 重心標高 (基礎版除く)			EL. 25.6m	EL. 25.4m

【 参 考 資 料 】

- 参考資料1 : 解析用物性値の設定根拠
- 参考資料2 : 建屋モデルの解析用物性値
- 参考資料3 : 周辺斜面のスクリーニングに関する参考資料**
- 参考資料4 : 安定性評価に関する参考資料
- 参考資料5 : 参考文献

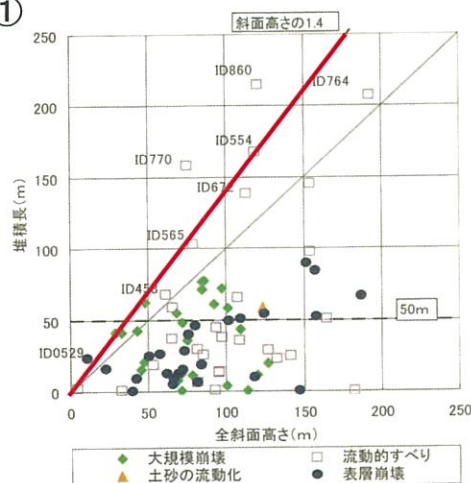
3. 周辺斜面のスクリーニングに関する参考資料

斜面崩壊土砂の到達距離について【各種文献での記載】

文献名	記載内容	根拠	到達距離	対象斜面
①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	2004年新潟県中越地震による斜面崩壊事例からの分析結果	実績	1.4H (斜面高×1.4倍)	自然斜面
②土質工学ハンドブック	昭和44年～49年の崖崩れの事例収集		1.4H (斜面高×1.4倍)	
③土木工学ハンドブック	1972～1982年に発生した急傾斜地3500地区の調査結果		0.55～0.79H (崩壊高×0.55～0.79倍)	
④土砂災害防止法	土砂災害警戒区域	警戒区域※	2.0H (斜面高×2.0倍)	
⑤宅地防災マニュアルの解説	急傾斜地崩壊危険箇所の考え方		2.0H (斜面高×2.0倍)	

※ 警戒区域：建築物に損壊が生じ、住民等の生命又は身体に著しい危害が生じる恐れがある区域。危険の周知、警戒避難体制の整備等が図られる。

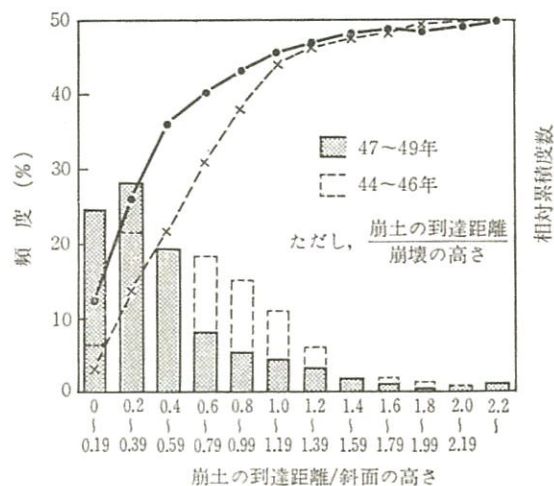
文献①



・ JEAGによる「堆積長50m」と「斜面高さの1.4倍」の分析データは地震時だけのデータではない(降雨など)ため、地震のみの崩壊事例として、2004年新潟県中越地震による斜面崩壊の事例について分析。

・ その結果、「50m」及び「斜面高さの1.4倍」を超えるのは2.2%であり、JEAGで示されている基準は十分保守的な値

文献②



⑤ (崩土の到達距離)/(斜面の高さ)は、被災の範囲の実態を示す指標として重要なものであるが、図-29.79に示すように、0.2～0.39が最頻値で、0.6以下で全体の72.5%を占める。更に斜面の高さの1.4倍まで考えれば、全体の94.2%が含まれる。実際問題では、斜面

文献③

表-5.2 斜面構成土質ごとの崩壊規模(平均値)(1978～1982年)^[16]
Magnitude of failures versus material (average):
1978 to 1982

	崩壊の高さ h(m)	崩壊の幅 W(m)	崩壊の深さ d(m)	崩壊土量 V(m ³)	崩土の到達距離 L(m)	h/H	L/h
表土	14.3	15.5	1.2	287.0	8.1	0.69	0.57
崩積土	16.2	21.2	1.5	667.5	11.3	0.80	0.79
火山砕屑物	14.3	17.6	3.1	321.6	13.8	0.85	0.96
段丘堆積物	13.9	23.8	2.1	333.1	12.2	0.91	0.84
強風化岩	13.9	16.2	1.6	172.0	7.0	0.72	0.55
岩 (I)	13.7	13.9	1.4	249.8	6.0	0.60	0.43
岩 (II)	13.5	15.1	1.3	220.1	6.8	0.56	0.57
全体	14.6	17.0	1.4	361.2	8.8	0.71	0.63

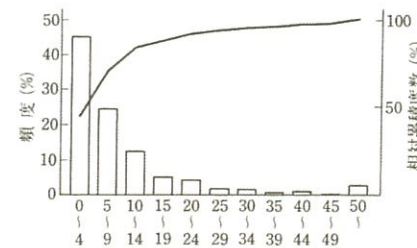
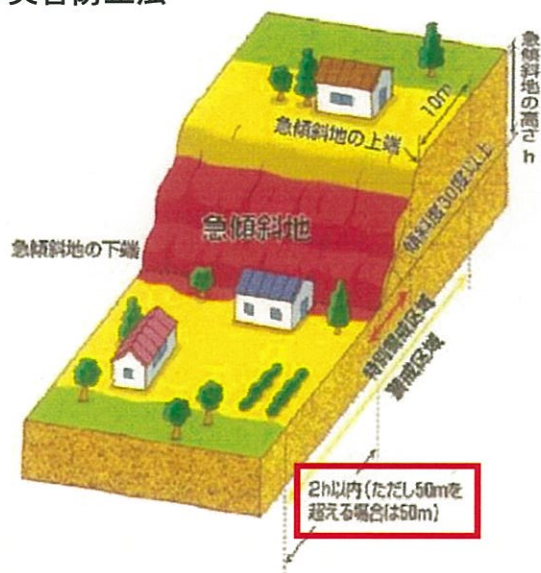


図-5.4 崩土の到達距離 (m) (1972～1982年)^[16]

3. 周辺斜面のスクリーニングに関する参考資料

④ 土砂災害防止法



土砂災害警戒区域・特別警戒区域

土砂災害警戒区域

急傾斜地の崩壊等が発生した場合に、住民等の生命又は身体に危害が生じるおそれがあると認められる区域であり、危険の周知、警戒避難体制の整備が行われます。

土砂災害特別警戒区域

急傾斜地の崩壊等が発生した場合に、建築物に損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる区域で、特定の開発行為に対する許可制、建築物の構造規制等が行われます。

⑤ 宅地防災マニュアルの解説

土砂災害に係る危険箇所のうち、宅地造成に伴う災害に最も関連の深い急傾斜地崩壊危険箇所の考え方を以下に示す。

【危険箇所としての要件】

- ① 水平面とのなす角度が30度以上であること。
- ② 斜面の高さが5m以上であること。
- ③ 斜面上部又は下部に人家が5戸以上あること（官公署、学校、病院、旅館等がある場合は5戸未満でも可）。

斜面上部又は下部とは、下図に示すように急傾斜地（傾斜30度以上のがけ）の下端及び上端から当該急傾斜地の高さの、それぞれ2倍及び1倍程度の範囲（概ね50mを限度とする）をいう。

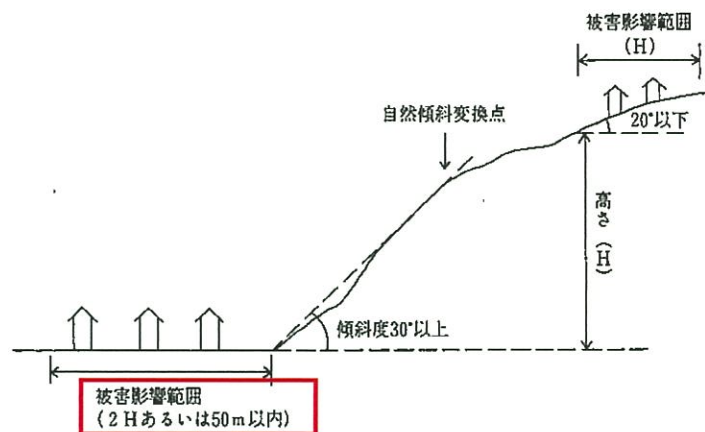


図 X.1 急傾斜地崩壊危険箇所の要件

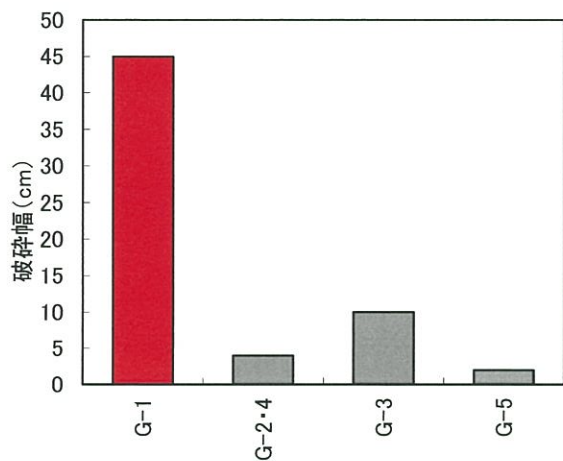
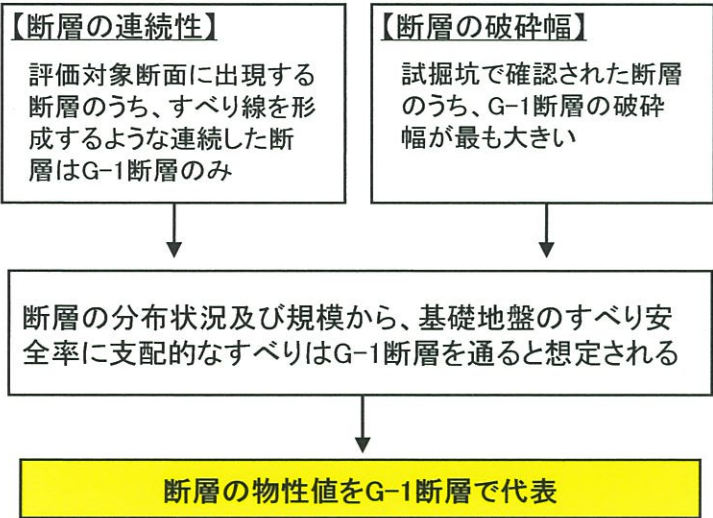
- ①、②より、JEAGで示されている基準(1. 4H)以内での崩壊事例が9割以上を占めており、③では、土質によりさらに到達距離が小さくなる(0. 79H以下)ことが記載
- ④、⑤で示された到達距離2. 0Hについては、警戒範囲を示したものであり、裕度を持たせて設定されたもの

【 参 考 資 料 】

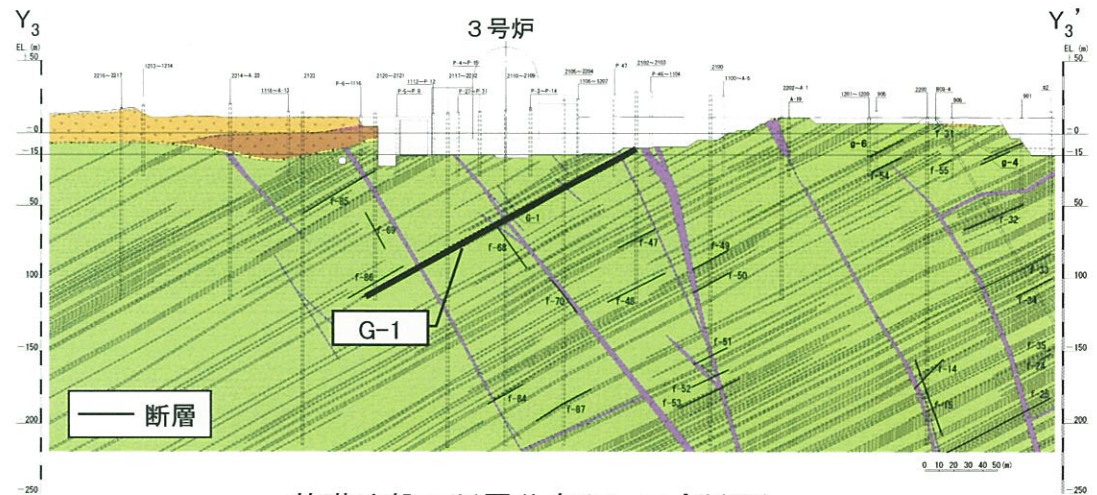
- 参考資料1 : 解析用物性値の設定根拠
- 参考資料2 : 建屋モデルの解析用物性値
- 参考資料3 : 周辺斜面のスクリーニングに関する参考資料
- 参考資料4 : 安定性評価に関する参考資料**
- 参考資料5 : 参考文献

4.1 断層の代表性

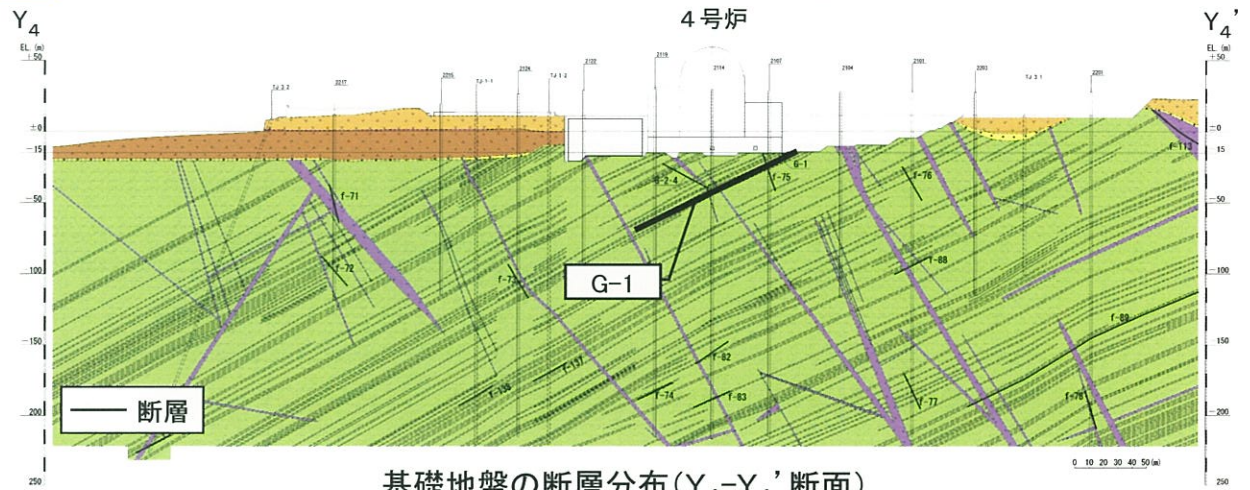
■ 断層の解析用物性値は、連続性を有するとともに、破砕幅が大きい、G-1断層で代表させる。



試掘坑にて出現する断層の破砕幅(最大値)



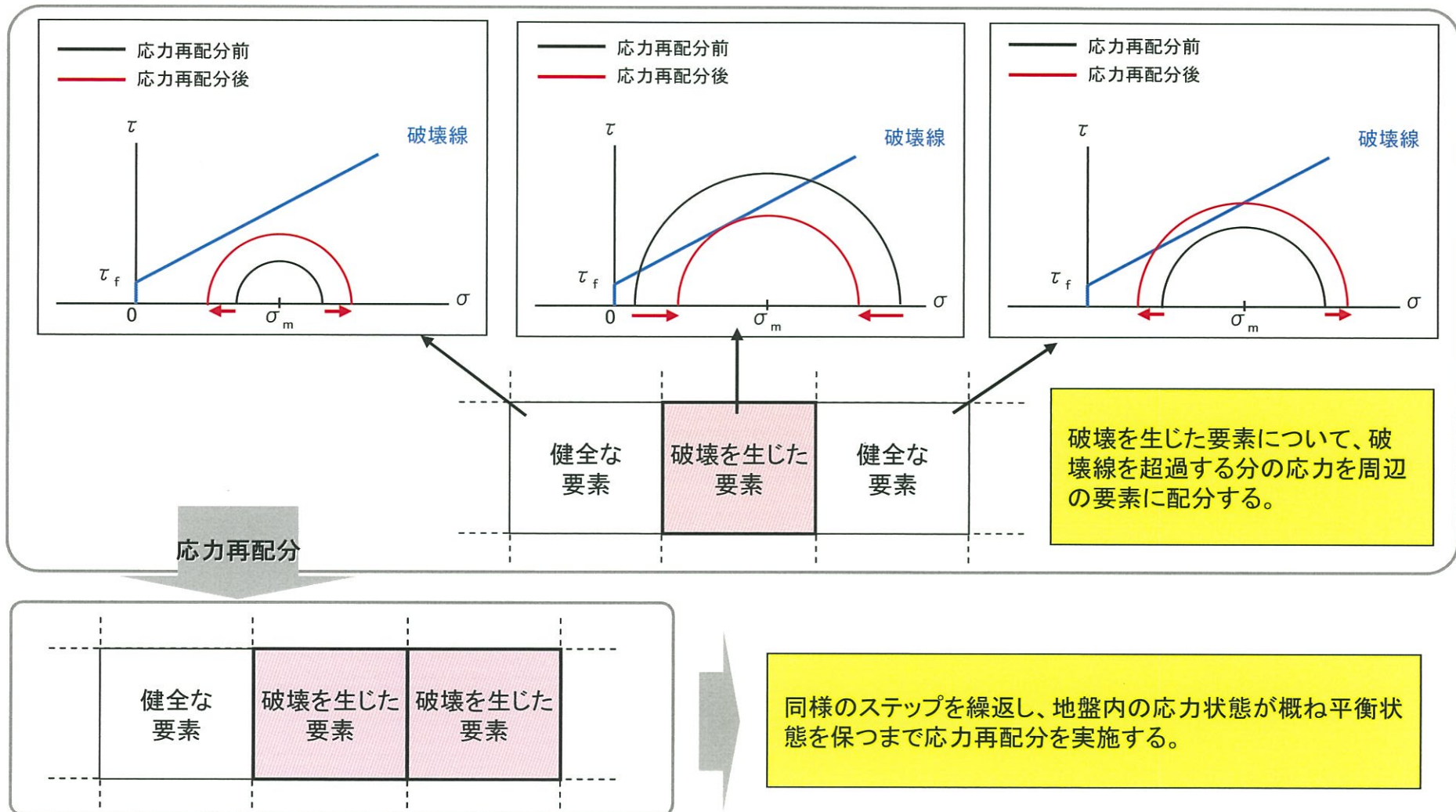
基礎地盤の断層分布(Y₃-Y₃'断面)



基礎地盤の断層分布(Y₄-Y₄'断面)

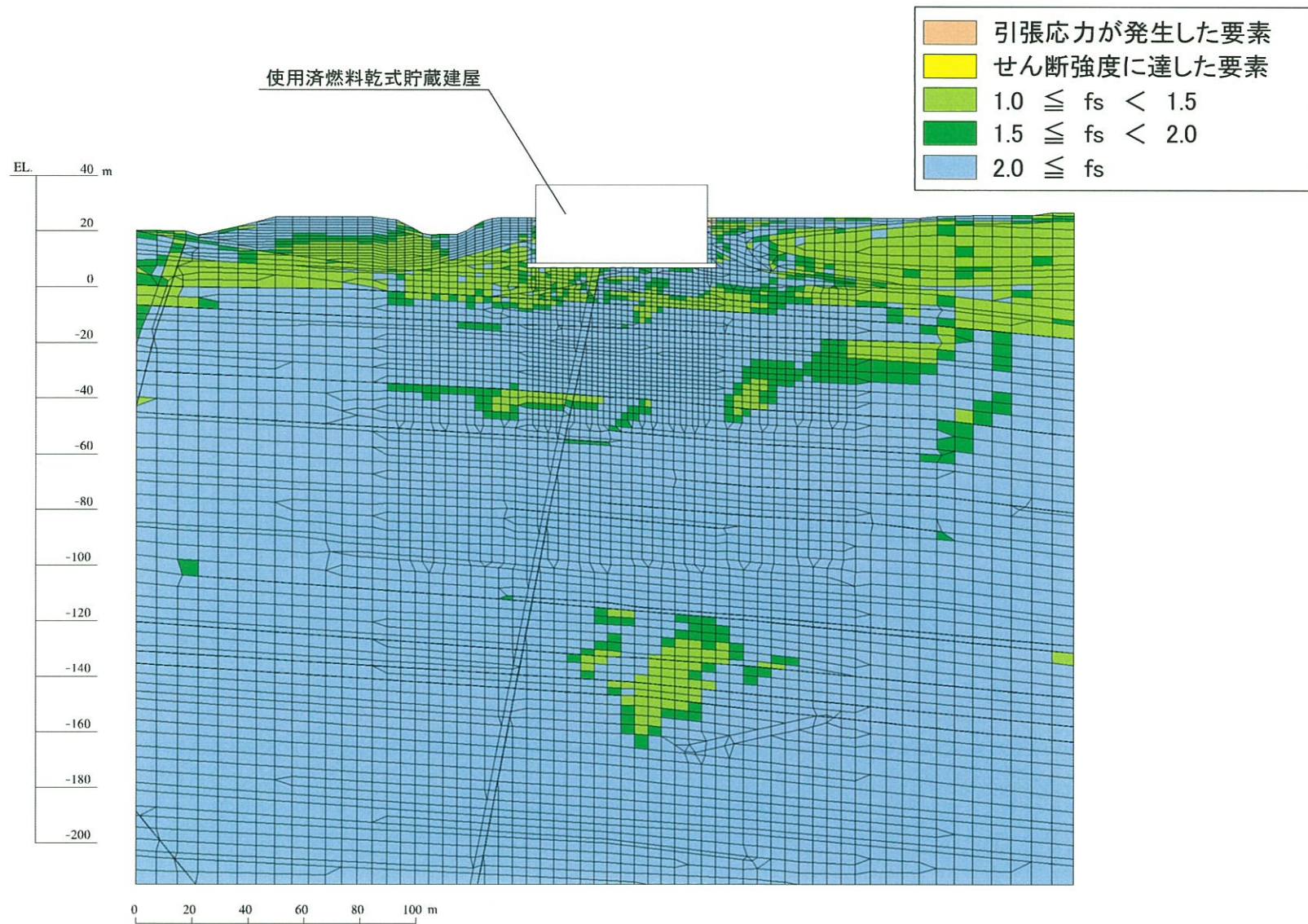
4.2 進行性破壊等についての検討(応力再配分について)

- 局所的な岩盤等の破壊が、すべり安全率に顕著な影響を与えない事を確認するため、最小すべり安全率を示す時間における応力状態を基に、応力再配分を実施。
- 応力再配分は、引張応力、あるいはせん断応力が岩盤のせん断強度を超える要素について、その差分応力を考慮して以下に示すステップを繰り返し、周辺地盤への進行性破壊等の影響を考慮する。



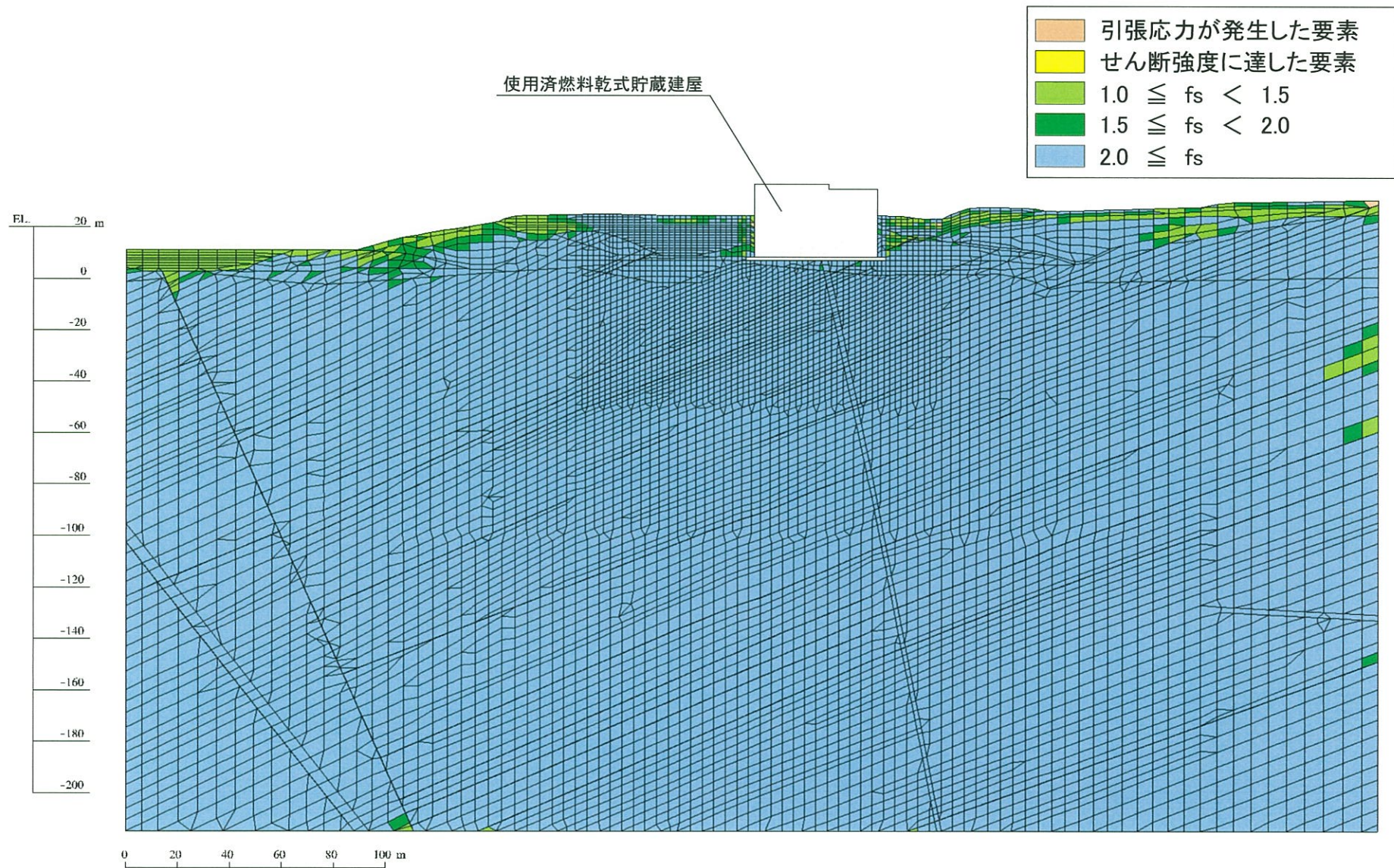
応力再配分のイメージ

4.3 すべり安全率最小時間における局所安全係数($X_{SC}-X_{SC}'$ 断面)



最小すべり安全率発生時刻の局所安全係数($X_{SC}-X_{SC}'$ 断面、Ss-1、5.03秒)

4.3 すべり安全率最小時間における局所安全係数($\gamma_S - \gamma_S'$ 断面)



最小すべり安全率発生時刻の局所安全係数($\gamma_S - \gamma_S'$ 断面、Ss-1、8.22秒)

【 参 考 資 料 】

- 参考資料1 : 解析用物性値の設定根拠
- 参考資料2 : 建屋モデルの解析用物性値
- 参考資料3 : 周辺斜面のスクリーニングに関する参考資料
- 参考資料4 : 安定性評価に関する参考資料
- 参考資料5 : 参考文献**

5. 参考文献

- ・ 土木学会 原子力土木委員会：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>、2009年2月
- ・ 土質工学会編：土質工学ハンドブック、1982年
- ・ 土木学会編：第四版 土木工学ハンドブックⅡ、1989年
- ・ 土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律、平成十二年五月八日法律第五十七号
- ・ 宅地防災研究会：第二次改訂版 宅地防災マニュアルの解説、2007年12月
- ・ 土木学会：岩盤斜面の安定解析と計測、平成6年12月
- ・ 日本建築学会：原子力施設鉄筋コンクリート構造計算規準・同解説、2005年
- ・ (社)日本電気協会：原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-2008、平成21年7月
- ・ (社)日本電気協会：原子力発電所耐震設計技術指針JEAG4601-1987、昭和62年8月
- ・ 土木学会：2002年制定 コンクリート標準示方書〔耐震性能照査編〕、平成14年12月
- ・ 国土交通省鉄道局監修 鉄道総合技術研究所編：鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計、平成11年10月
- ・ Rongjiang Wang, Francisco Lorenzo Martin, Frank Roth: Computation of deformation induced by earthquakes in a multi-layered elastic crust - FORTRAN programs EDGRN/EDCMP, Computers & Geosciences 29, 2003.