

電源開発株式会社
大間原子力発電所

意見聴取会指摘事項について
(地盤関係)

平成19年2月
原子力発電安全審査課

目 次

1. 地盤の強度・変形特性に関する物性値のばらつきについて
2. 動的せん断強度試験の試験条件について
3. 岩盤の動的変形特性のひずみ依存性について

1. 地盤の強度・変形特性に関する物性値のばらつきについて

- 1) 断層内物質及びシームの強度・変形特性に関する試験結果のばらつき，並びに淡灰色火山礫凝灰岩の岩盤試験結果のばらつきについて説明すること。

1.1 はじめに

申請者は、地盤物性の不確かさの評価として、原子炉建屋基礎地盤の安定性に支配的な影響を与える弱層（断層内物質及びシーム）の強度特性及び変形特性のばらつきを考慮した解析を実施している。また、割れ目を含む淡灰色火山礫凝灰岩の岩盤試験結果を用いて、割れ目が比較的多く分布する淡灰色火山礫凝灰岩の範囲について変形特性を低減させた解析を実施している。これらの解析に用いた物性値の低減に用いる断層内物質及びシームの強度・変形特性に関する試験結果のばらつき、並びに淡灰色火山礫凝灰岩の岩盤試験結果のばらつきについて以下のように取りまとめている。

1.2 断層内物質及びシームの試験結果

(1) 静的単純せん断試験

断層内物質及びシームの強度特性及び変形特性を求めるため、断層及びシームから不攪乱試料を採取し、静的単純せん断試験を実施している。

供試体は直径 5 cm、高さ 2 cm の円板形とし、試験は、供試体にせん断応力をひずみ速度 0.1%/min で加え、ひずみが 10% になるまで行っている。垂直応力は 4 種類とし、断層内物質は各垂直応力で 3 個、シームは各垂直応力で 9 個（採取位置 3 箇所×3 個）の試験を実施している。試料の採取位置を図-1.1 に示す。

静的単純せん断試験の結果を図-1.2～図-1.3 に示す。

断層内物質及びシームの破壊時のせん断応力 τ と垂直応力 σ との

関係は次式で示される。

断層内物質

ピーク強度

(平均値)

$$\tau = 0.23 + \sigma \tan 21^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値+標準偏差)

$$\tau = 0.27 + \sigma \tan 21^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値-標準偏差)

$$\tau = 0.18 + \sigma \tan 21^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

残留強度

(平均値)

$$\tau = 0.19 + \sigma \tan 21^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値+標準偏差)

$$\tau = 0.25 + \sigma \tan 21^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値-標準偏差)

$$\tau = 0.13 + \sigma \tan 21^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

シーム

ピーク強度

(平均値)

$$\tau = 0.24 + \sigma \tan 19^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値+標準偏差)

$$\tau = 0.29 + \sigma \tan 19^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値－標準偏差)

$$\tau = 0.18 + \sigma \tan 19^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

残留強度

(平均値)

$$\tau = 0.19 + \sigma \tan 18^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値＋標準偏差)

$$\tau = 0.25 + \sigma \tan 18^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値－標準偏差)

$$\tau = 0.13 + \sigma \tan 18^\circ \quad (\text{N/mm}^2)$$

断層内物質及びシームのせん断弾性係数Gと垂直応力 σ との関係は次式で示される。

断層内物質

(平均値)

$$G = 26.5 \sigma^{0.36} \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値＋標準偏差)

$$G = 29.6 \sigma^{0.36} \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値－標準偏差)

$$G = 23.5 \sigma^{0.36} \quad (\text{N/mm}^2)$$

シーム

(平均値)

$$G = 41.2 \sigma^{0.22} \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値+標準偏差)

$$G = 58.8 \sigma^{0.22} \quad (\text{N/mm}^2)$$

(平均値-標準偏差)

$$G = 28.8 \sigma^{0.22} \quad (\text{N/mm}^2)$$

(2) 動的単純せん断試験

断層内物質及びシームの動的変形特性を求めるため、断層及びシームから不攪乱試料を採取し、動的単純せん断試験を実施している。

供試体は直径 5 c m、高さ 2 c m の円板形とし、試験は、周波数 1 Hz の正弦波の動的せん断応力を供試体に加えて行っている。垂直応力は 4 種類とし、断層内物質は各垂直応力で 3 個、シームは各垂直応力で 9 個（採取位置 3 箇所×3 個）の試験を実施している。試料の採取位置を図-1.1 に示す。

動的単純せん断試験の結果を図-1.4～図-1.6 に示す。

断層内物質及びシームの初期せん断弾性係数 G_0 と垂直応力 σ との関係及び動せん断弾性係数比 G_d/G_0 とせん断ひずみ γ との関係は次式で示される。

断層内物質

(平均値)

$$G_0 = 181 \sigma^{0.49} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.0015)$$

(平均値＋標準偏差)

$$G_0 = 198 \sigma^{0.49} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.0015)$$

(平均値－標準偏差)

$$G_0 = 165 \sigma^{0.49} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.0015)$$

シーム

(平均値)

$$G_0 = 116 \sigma^{0.39} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.0039)$$

(平均値＋標準偏差)

$$G_0 = 147 \sigma^{0.39} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.0039)$$

(平均値－標準偏差)

$$G_0 = 91 \sigma^{0.39} \quad (\text{N/mm}^2)$$

$$G_d/G_0 = 1 / (1 + \gamma / 0.0039)$$

断層内物質及びシームの減衰定数 h とせん断ひずみ γ との関係は次式で示される。

断層内物質

(平均値)

$$h = 0.041 \quad (\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4})$$

$$h = 0.041 + 0.084 (\log \gamma + 3.4) \quad (\gamma > 4.4 \times 10^{-4})$$

(平均値 + 標準偏差)

$$h = 0.052 \quad (\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4})$$

$$h = 0.052 + 0.106 (\log \gamma + 3.4) \quad (\gamma > 4.4 \times 10^{-4})$$

(平均値 - 標準偏差)

$$h = 0.030 \quad (\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4})$$

$$h = 0.030 + 0.060 (\log \gamma + 3.4) \quad (\gamma > 4.4 \times 10^{-4})$$

シーム

(平均値)

$$h = 0.021 \quad (\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4})$$

$$h = 0.021 + 0.159 (\log \gamma + 3.0) \quad (\gamma > 9.0 \times 10^{-4})$$

(平均値 + 標準偏差)

$$h = 0.030 \quad (\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4})$$

$$h = 0.030 + 0.228 (\log \gamma + 3.0) \quad (\gamma > 9.0 \times 10^{-4})$$

(平均値 - 標準偏差)

$$h = 0.012 \quad (\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4})$$

$$h = 0.012 + 0.088 (\log \gamma + 3.0) \quad (\gamma > 9.0 \times 10^{-4})$$

1.3 淡灰色火山礫凝灰岩の岩盤試験結果

原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩の変形特性を求めるため、試験坑E坑で3点、試験坑F坑で4点、合計7点の岩盤変形試験を実施している。

試験は、載荷荷重を段階的に増減させて実施し、荷重に対応する変位量を測定している。

試験位置を図-1.7に、試験装置を図-1.8に、載荷パターンを図-1.9に示す。

岩盤変形試験から得られた変形係数、接線弾性係数及び割線弾性係数を図-1.10に示す。割線弾性係数(荷重範囲 $0 \text{ N/mm}^2 \sim 1.5 \text{ N/mm}^2$)の平均値は $1.62 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ 、標準偏差は $0.45 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ 、変動係数は 27.8%である。このうち割れ目を対象とした試験位置 J-14 での割線弾性係数は $1.21 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ であり、7点の平均値－標準偏差 ($1.17 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$) とほぼ等しい値となっている。

凡例

断層内物質	
f-3	断層名及び採取位置
▲	力学試験用試料採取
△	物理試験用試料採取
シーム	
S-1	シーム名及び採取位置
■	力学試験用試料採取
□	物理試験用試料採取
⊗	X線分析用試料採取
▬	試掘坑
▭	試験坑
⋯	補足調査坑
○	試料採取ボーリング孔
◎	炉心ボーリング

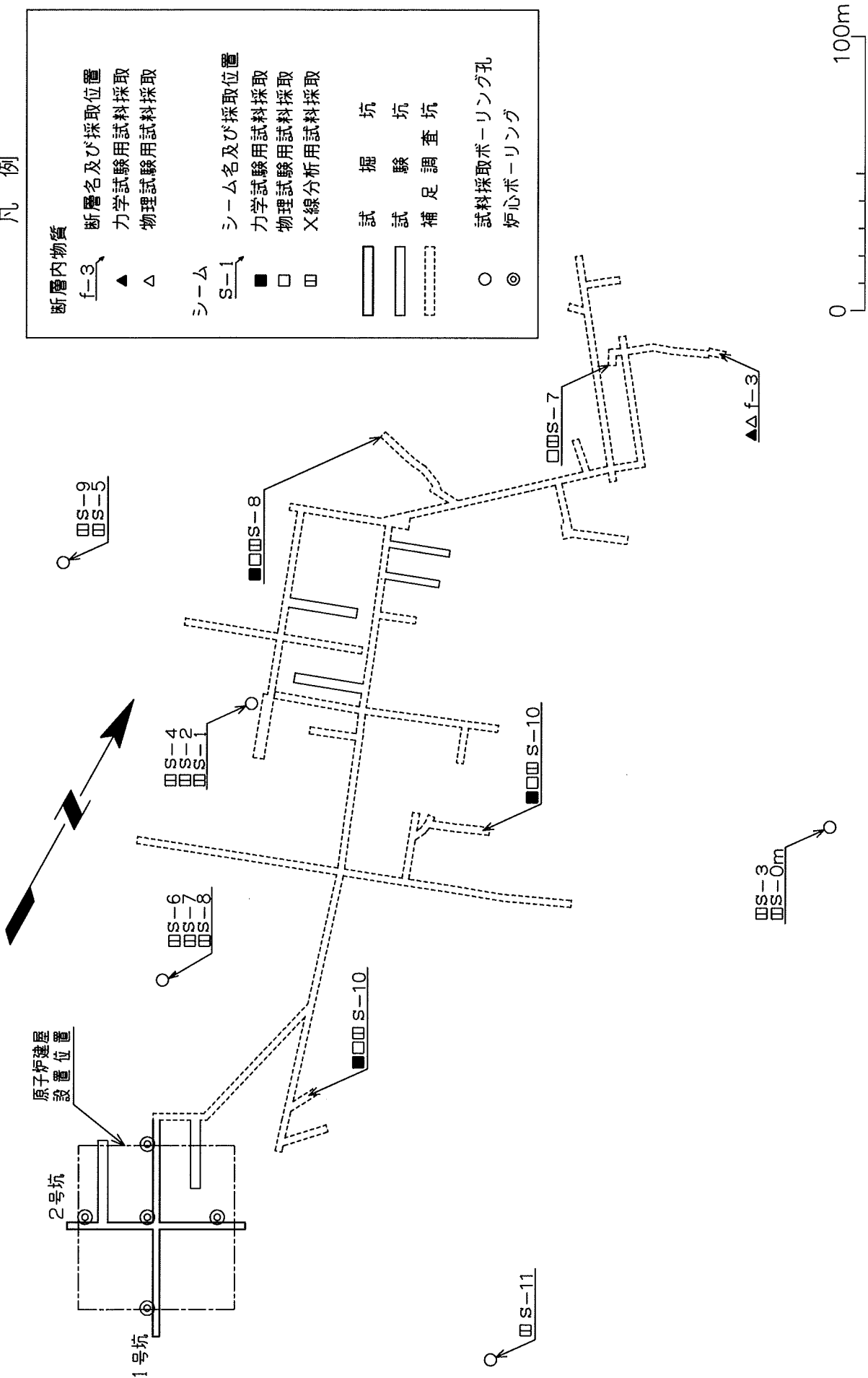
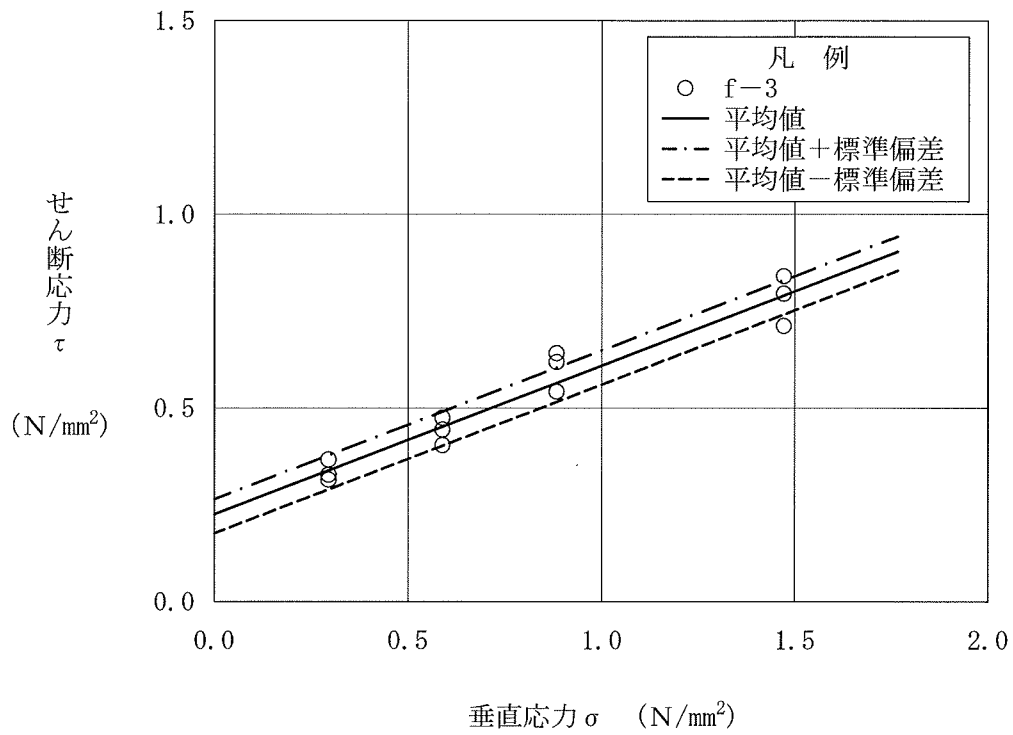


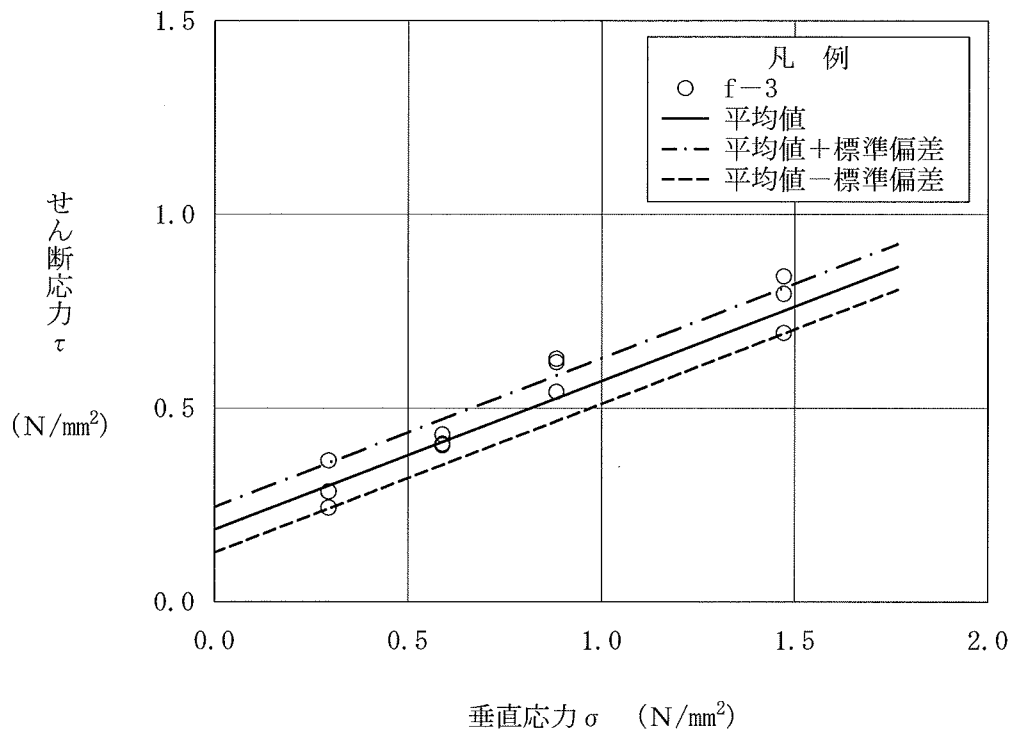
図-1.1 断層内物質及びシームの試料採取位置図



ピーク強度

平均値	$\tau = 0.23 + \sigma \tan 21^\circ$	(N/mm ²)
平均値+標準偏差	$\tau = 0.27 + \sigma \tan 21^\circ$	(N/mm ²)
平均値-標準偏差	$\tau = 0.18 + \sigma \tan 21^\circ$	(N/mm ²)

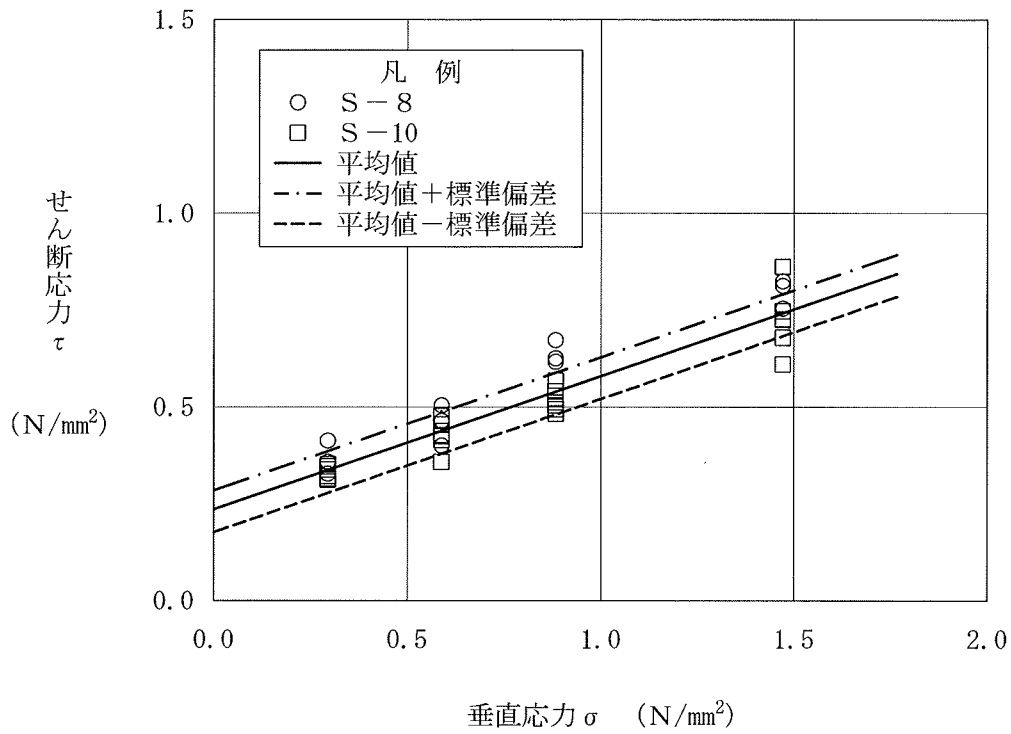
図-1.2(1) 静的単純せん断試験結果図 (断層内物質)
(強度特性)



残留強度

平均値	$\tau = 0.19 + \sigma \tan 21^\circ$	(N/mm ²)
平均値+標準偏差	$\tau = 0.25 + \sigma \tan 21^\circ$	(N/mm ²)
平均値-標準偏差	$\tau = 0.13 + \sigma \tan 21^\circ$	(N/mm ²)

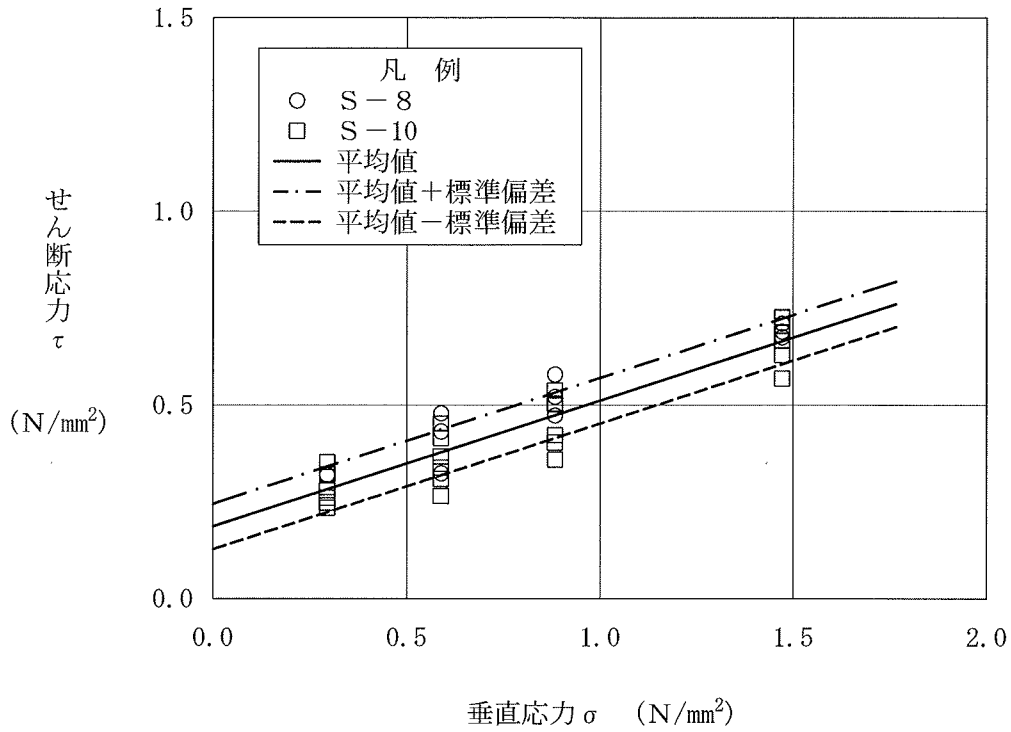
図-1.2(2) 静的単純せん断試験結果図 (断層内物質)
(強度特性)



ピーク強度

平均値	$\tau = 0.24 + \sigma \tan 19^\circ$	(N/mm ²)
平均値+標準偏差	$\tau = 0.29 + \sigma \tan 19^\circ$	(N/mm ²)
平均値-標準偏差	$\tau = 0.18 + \sigma \tan 19^\circ$	(N/mm ²)

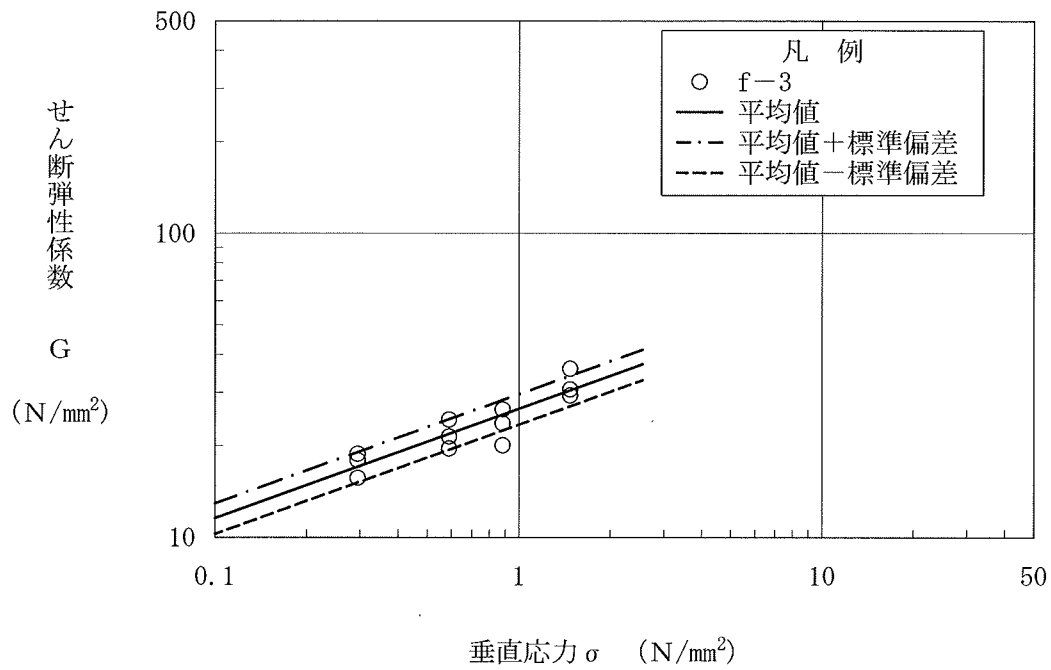
図-1.2(3) 静的単純せん断試験結果図 (シーム)
(強度特性)



残留強度

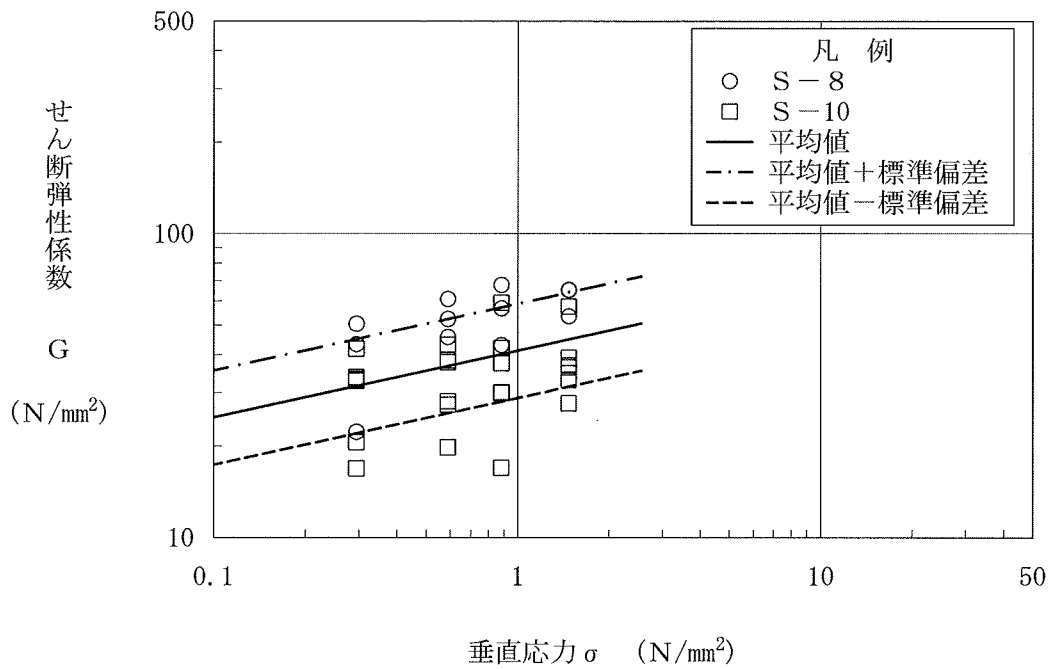
平均値	$\tau = 0.19 + \sigma \tan 18^\circ$	(N/mm ²)
平均値+標準偏差	$\tau = 0.25 + \sigma \tan 18^\circ$	(N/mm ²)
平均値-標準偏差	$\tau = 0.13 + \sigma \tan 18^\circ$	(N/mm ²)

図-1.2(4) 静的単純せん断試験結果図 (シーム)
(強度特性)



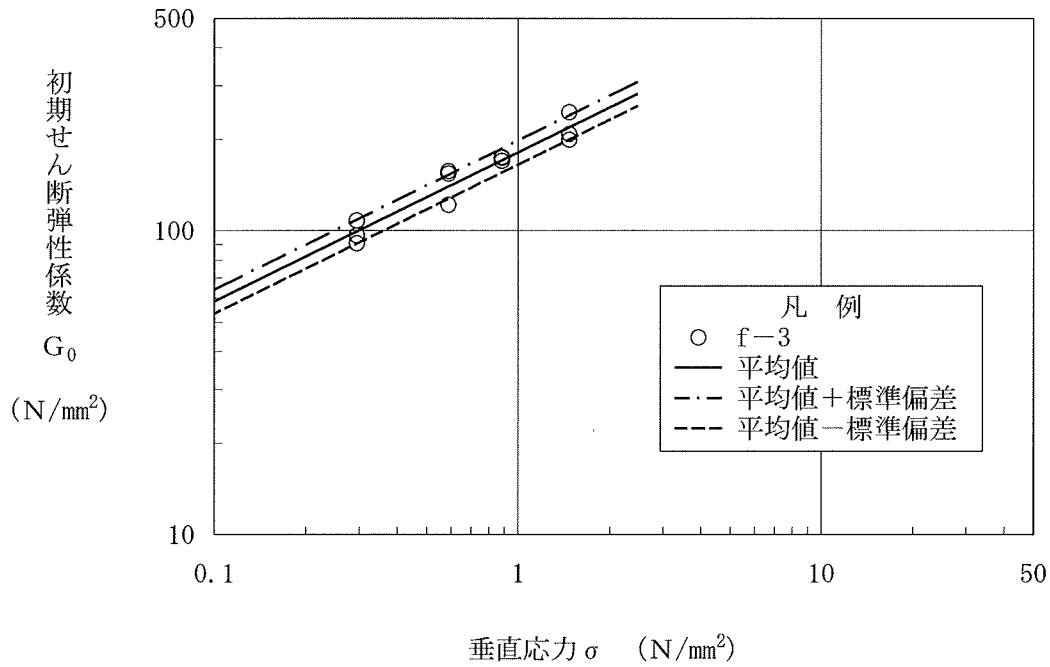
平均値	$G = 26.5 \sigma^{0.36}$ (N/mm ²)
平均値+標準偏差	$G = 29.6 \sigma^{0.36}$ (N/mm ²)
平均値-標準偏差	$G = 23.5 \sigma^{0.36}$ (N/mm ²)

図-1.3(1) 静的単純せん断試験結果図(断層内物質)
(変形特性)



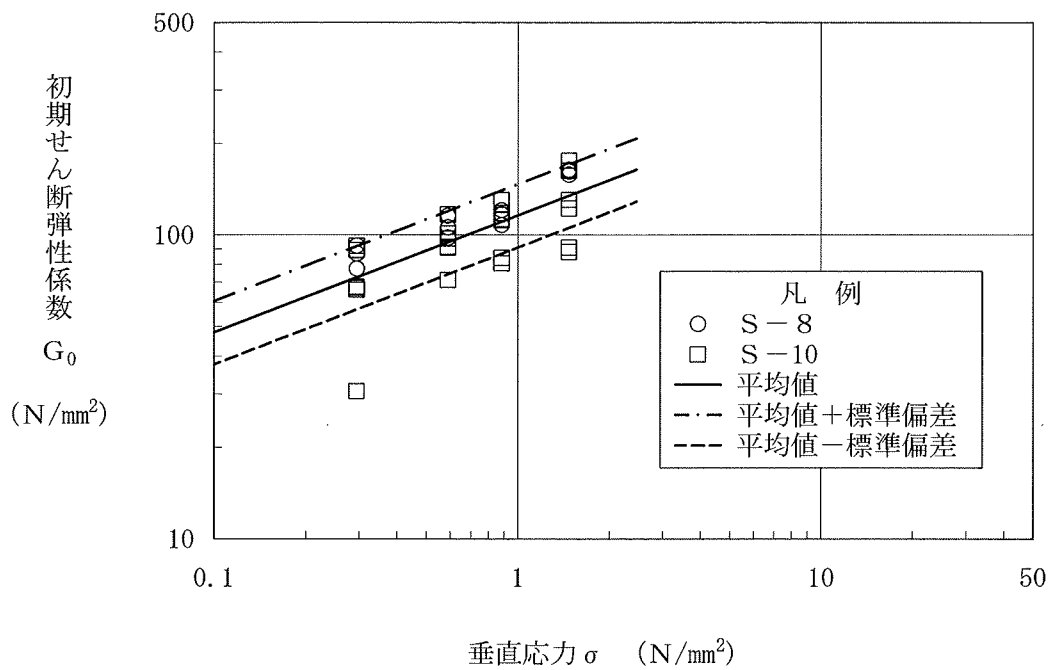
平均値	$G = 41.2 \sigma^{0.22}$ (N/mm ²)
平均値+標準偏差	$G = 58.8 \sigma^{0.22}$ (N/mm ²)
平均値-標準偏差	$G = 28.8 \sigma^{0.22}$ (N/mm ²)

図-1.3(2) 静的単純せん断試験結果図 (シーム)
(変形特性)



平均値	$G_0 = 181 \sigma^{0.49}$ (N/mm ²)
平均値+標準偏差	$G_0 = 198 \sigma^{0.49}$ (N/mm ²)
平均値-標準偏差	$G_0 = 165 \sigma^{0.49}$ (N/mm ²)

図-1.4(1) 動的単純せん断試験結果図 (断層内物質)
(動的変形特性)



平均値	$G_0 = 116 \sigma^{0.39}$ (N/mm ²)
平均値+標準偏差	$G_0 = 147 \sigma^{0.39}$ (N/mm ²)
平均値-標準偏差	$G_0 = 91 \sigma^{0.39}$ (N/mm ²)

図-1.4(2) 動的単純せん断試験結果図 (シーム)
(動的変形特性)

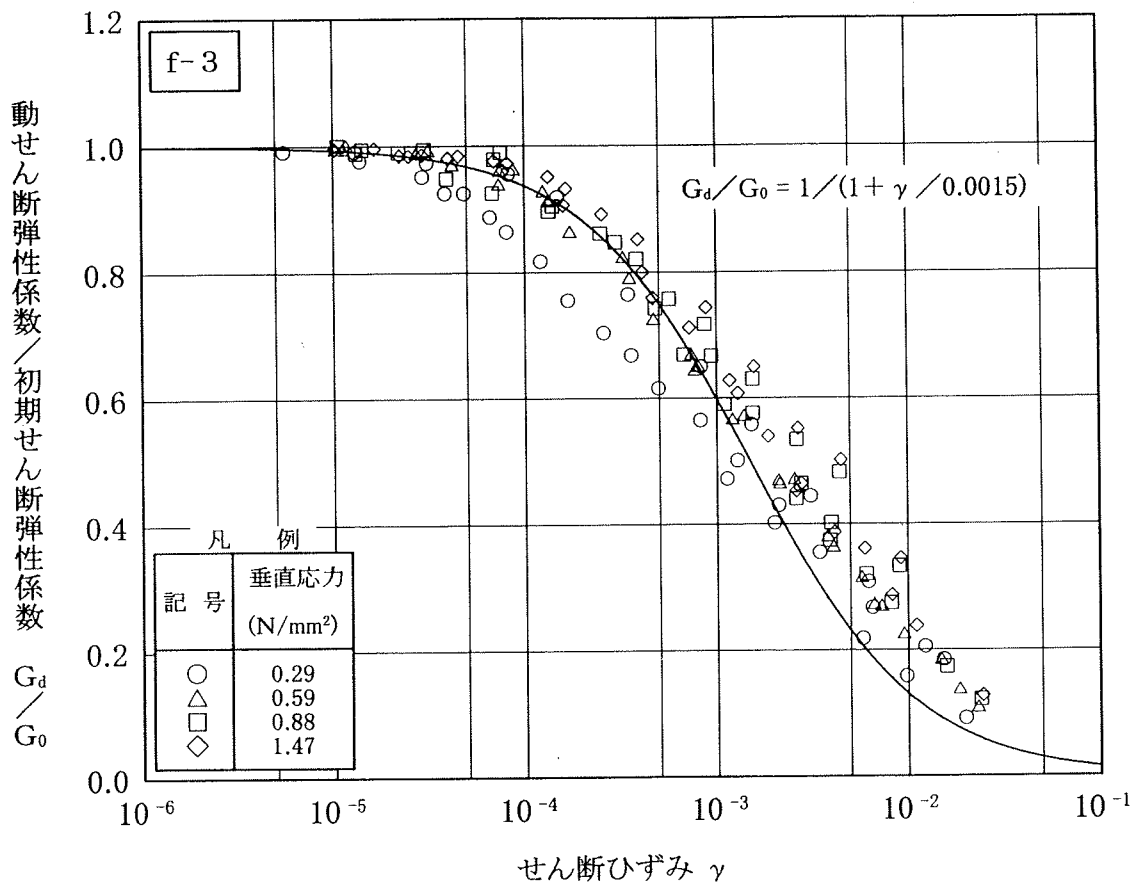


図-1.5(1) 動的単純せん断試験結果図 (断層内物質)
(動的変形特性)

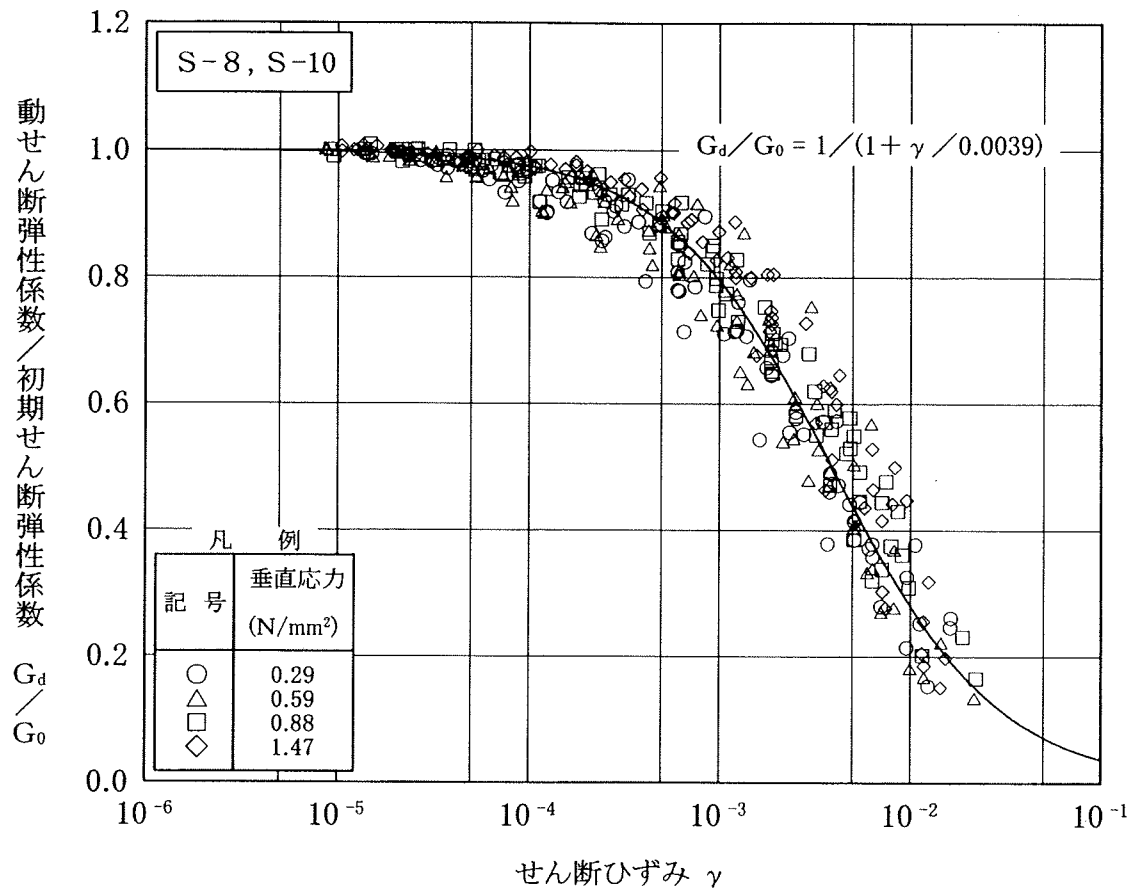
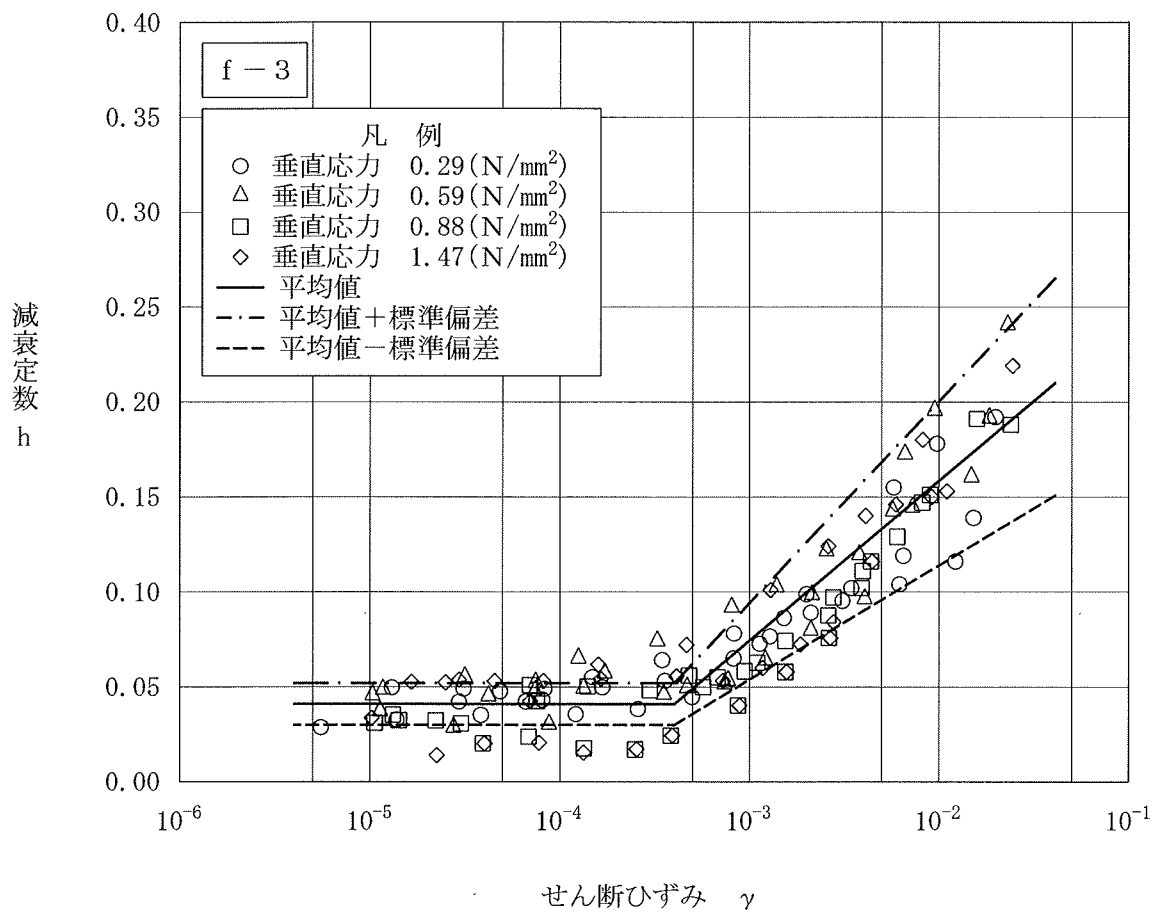
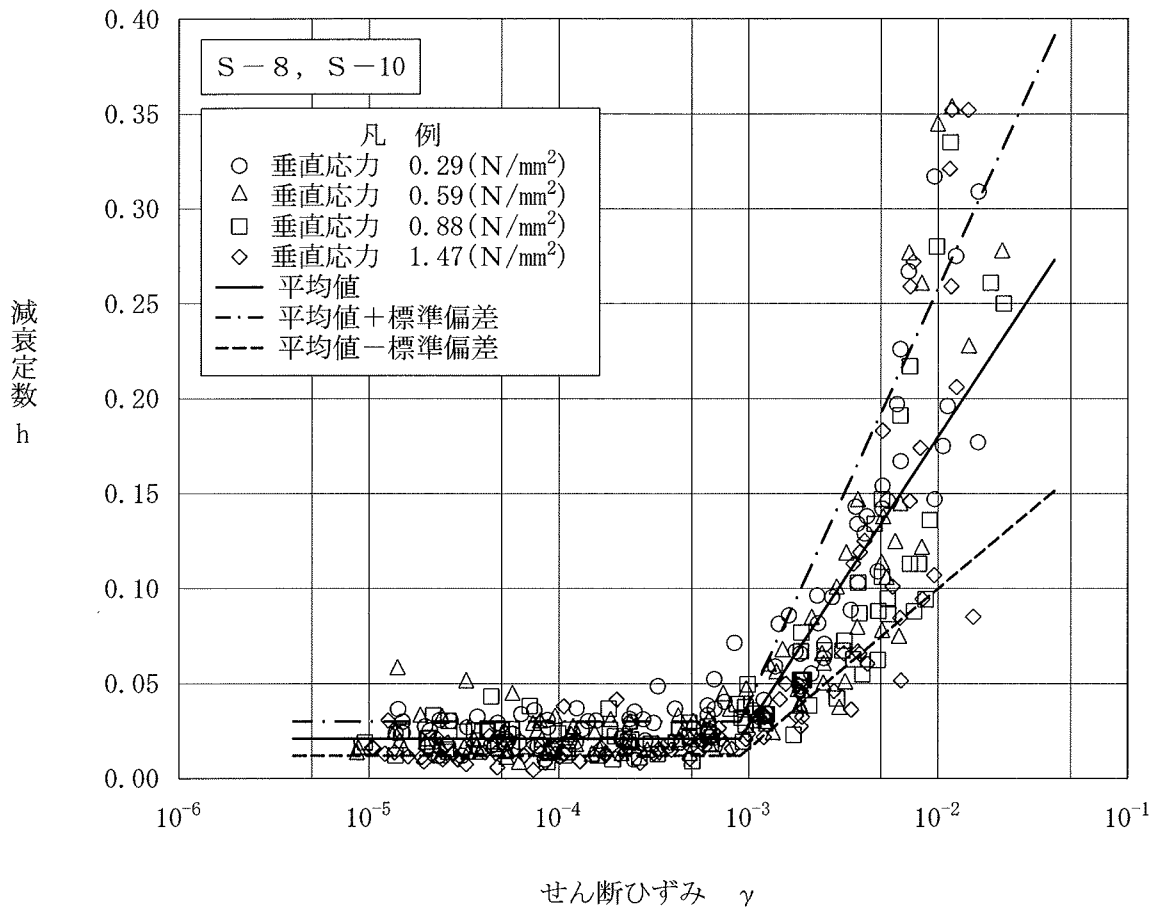


図-1.5(2) 動的単純せん断試験結果図 (シーム)
(動的変形特性)



平均値	$h=0.041$	$(\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4})$
	$h=0.041+0.084(\log \gamma + 3.4)$	$(\gamma > 4.4 \times 10^{-4})$
平均値+標準偏差	$h=0.052$	$(\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4})$
	$h=0.052+0.106(\log \gamma + 3.4)$	$(\gamma > 4.4 \times 10^{-4})$
平均値-標準偏差	$h=0.030$	$(\gamma \leq 4.4 \times 10^{-4})$
	$h=0.030+0.060(\log \gamma + 3.4)$	$(\gamma > 4.4 \times 10^{-4})$

図-1.6(1) 動的単純せん断試験結果図 (断層内物質)
(減衰特性)



平均値	$h=0.021$	$(\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4})$
	$h=0.021+0.159(\log \gamma + 3.0)$	$(\gamma > 9.0 \times 10^{-4})$
平均値+標準偏差	$h=0.030$	$(\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4})$
	$h=0.030+0.228(\log \gamma + 3.0)$	$(\gamma > 9.0 \times 10^{-4})$
平均値-標準偏差	$h=0.012$	$(\gamma \leq 9.0 \times 10^{-4})$
	$h=0.012+0.088(\log \gamma + 3.0)$	$(\gamma > 9.0 \times 10^{-4})$

図-1.6(2) 動的単純せん断試験結果図 (シーム)
(減衰特性)

岩盤変形試験		岩盤区分
試験位置	試験箇所	淡灰色火山礫凝灰岩
J-11	E坑	
J-12		
J-13		
J-14	F坑	
J-15		
J-16		
J-17		

支持力試験		岩盤区分
試験位置	試験箇所	淡灰色火山礫凝灰岩
S-11	E坑	
S-12		
S-13		
S-14	F坑	
S-15		
S-16		
S-17		

ブロックせん断試験		岩盤区分
試験位置	試験箇所	淡灰色火山礫凝灰岩
B-5	E坑	
B-6	F坑	

岩盤クレープ試験		岩盤区分
試験位置	試験箇所	淡灰色火山礫凝灰岩
C-1	E坑	

凡 例

- ◎ 岩盤変形・支持力試験
- ブロックせん断試験
- ⊙ 岩盤クレープ試験
- ▭ 試掘坑
- ▭ 試験坑
- ⋯ 補足調査坑

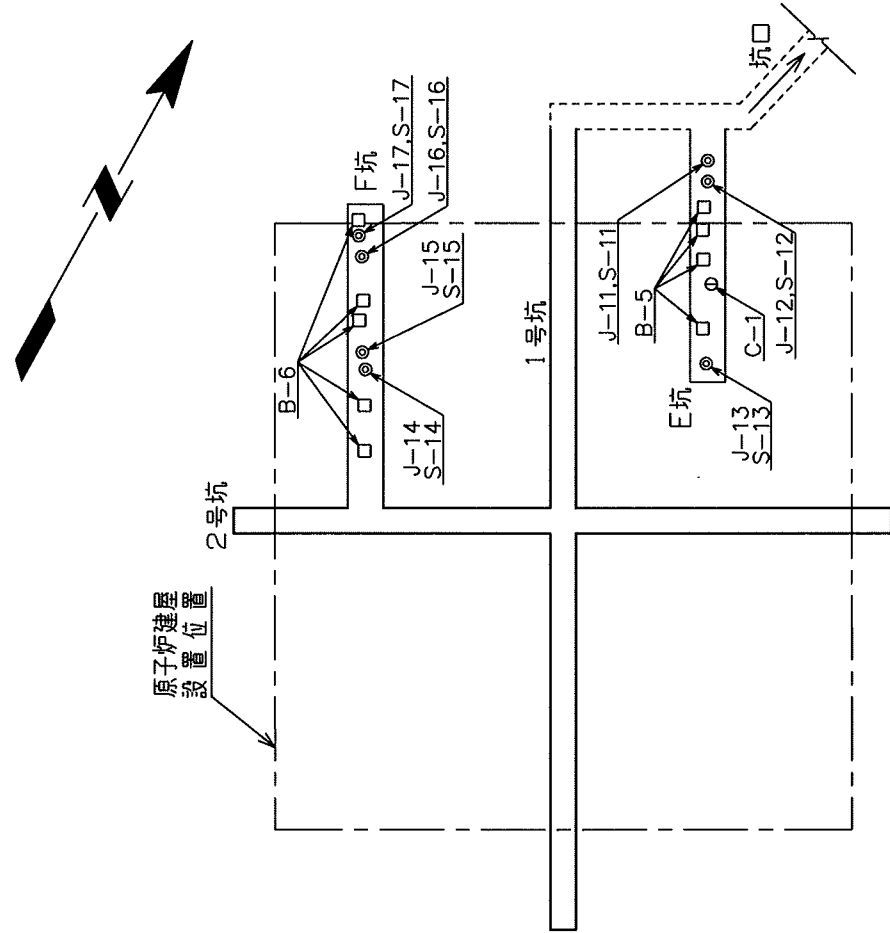


図-1.7 岩盤試験位置図

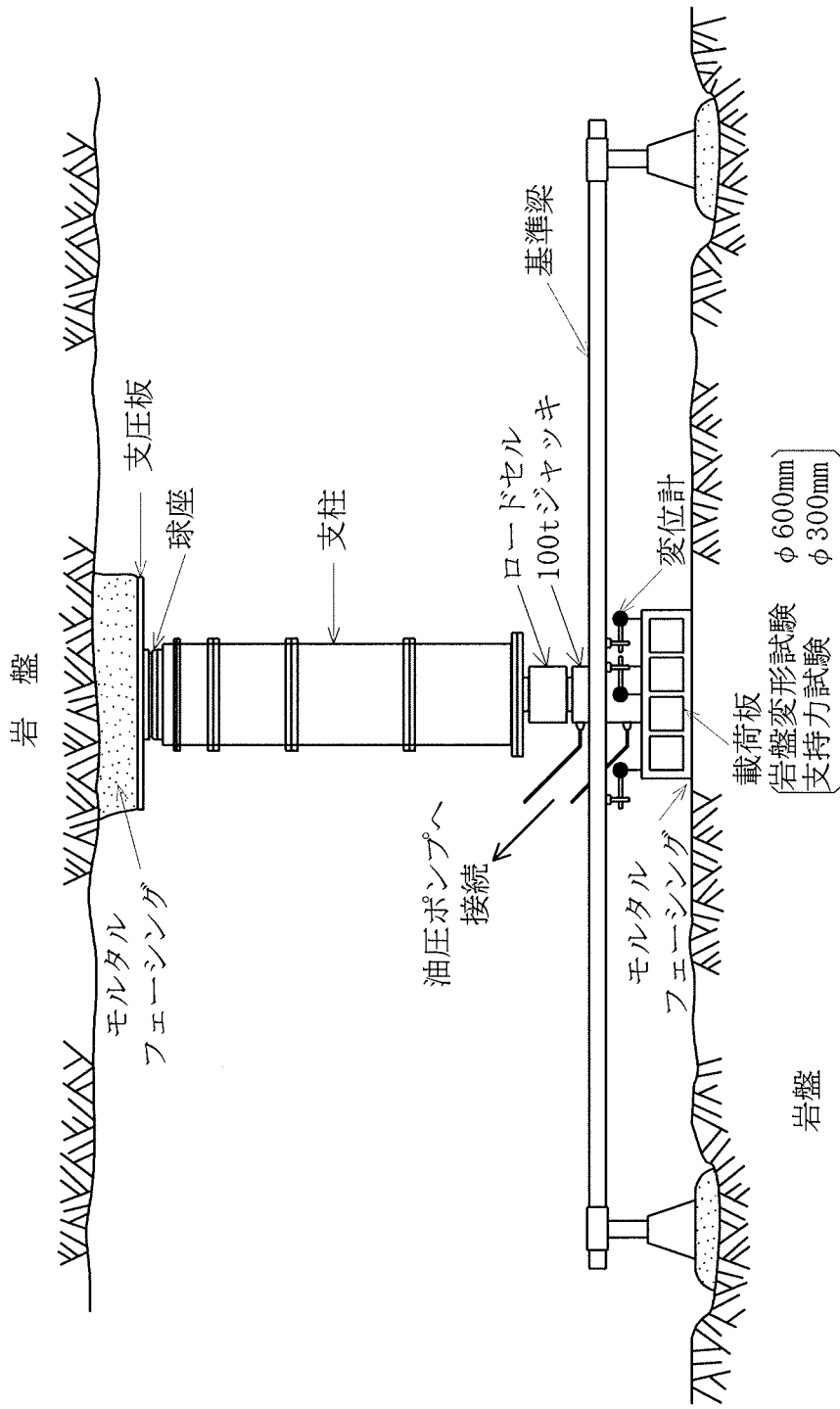


図-1.8 岩盤変形・支持力試験装置概略図

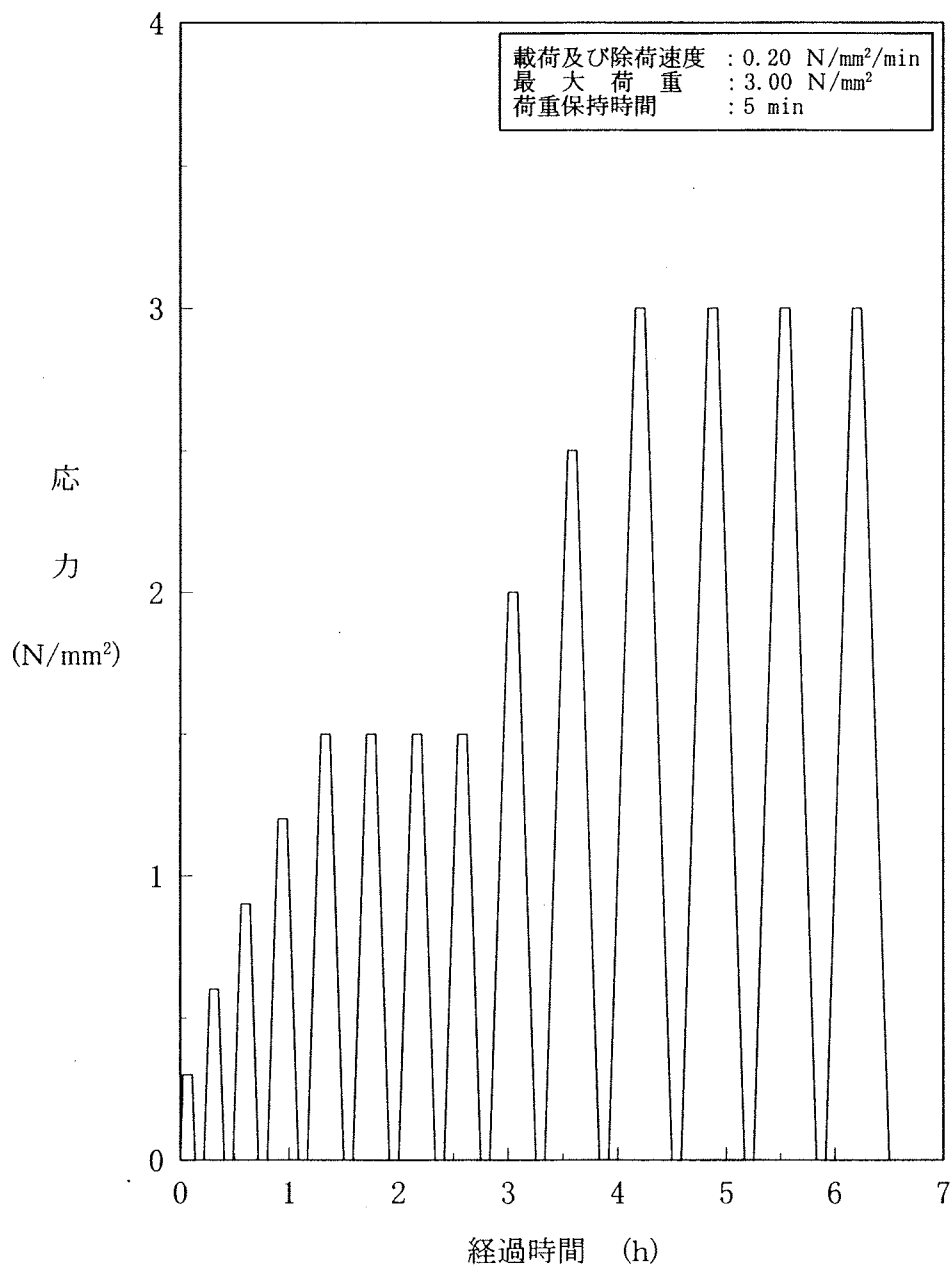


図-1.9 岩盤変形試験載荷パターン図

岩盤区分	試験箇所	試験位置	変形係数 ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)		割線弾性係数 ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)		接線弾性係数 ($\times 10^3 \text{N/mm}^2$)		試験面状況
			荷重範囲 (N/mm^2)		荷重範囲 (N/mm^2)		荷重範囲 (N/mm^2)		
			0.30~1.50	2.00~3.00	0~1.50	0~3.00	0.30~1.50	2.00~3.00	
淡灰色 火山礫 凝灰岩 00tf 7箇所	E坑	J-11	2.11	2.01	2.45	2.16	2.19	2.26	均質
		J-12	1.32	1.00	1.36	1.14	1.35	1.44	均質
		J-13	1.19	1.28	1.45	1.41	1.51	1.80	均質
	F坑	J-14	1.12	1.23	1.21	1.22	1.24	1.61	割れ目
		J-15	1.60	1.95	2.00	1.98	1.81	2.21	均質
		J-16	1.21	1.22	1.32	1.28	1.30	1.60	筋状組織
		J-17	1.31	1.33	1.52	1.46	1.42	1.64	均質
		平均	1.41	1.43	1.62	1.52	1.55	1.79	
		標準偏差	0.35	0.39	0.45	0.39	0.34	0.32	
		変動係数(%)	24.8	27.3	27.8	25.7	21.9	17.9	

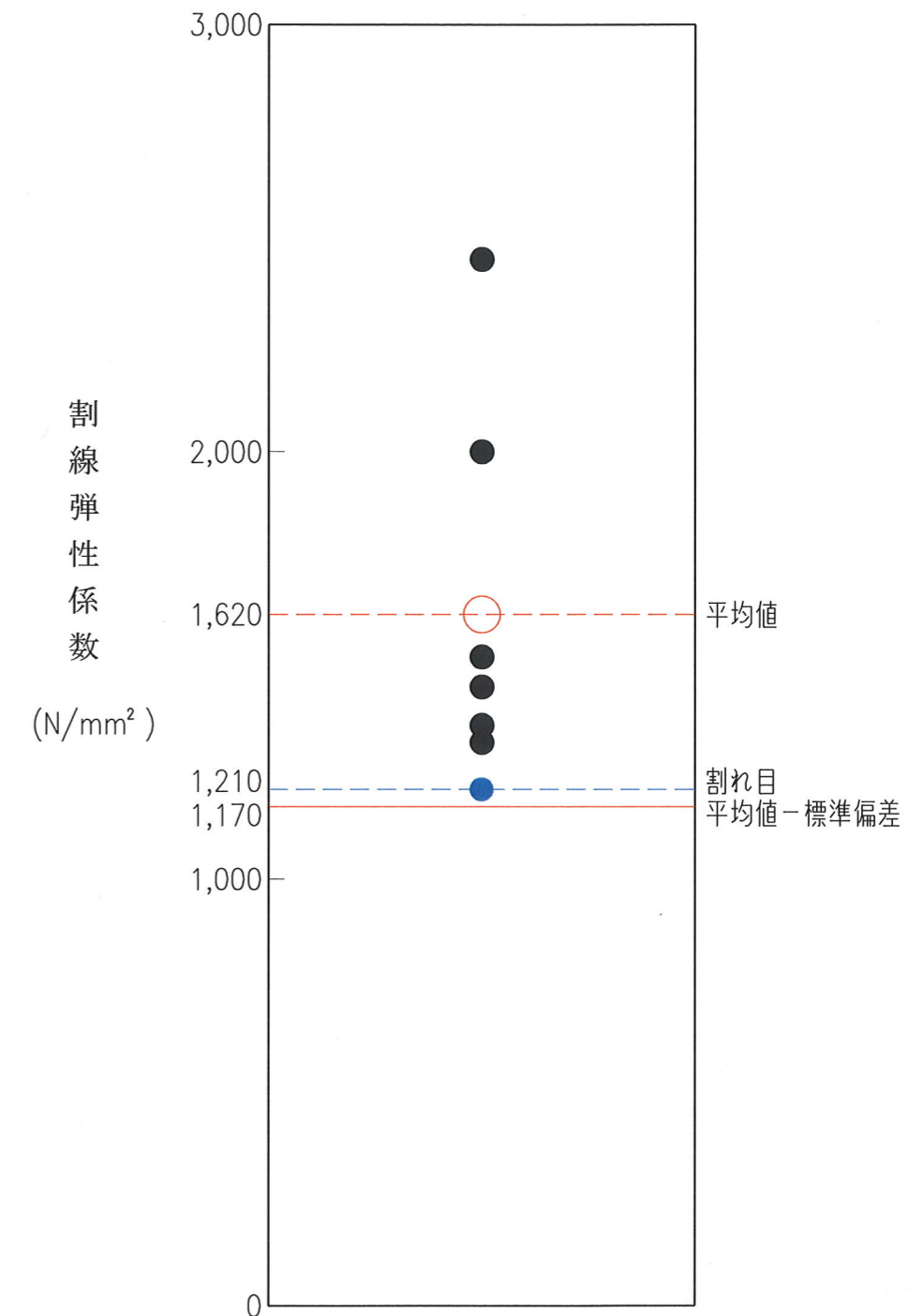


図-1.10 岩盤変形試験結果（淡灰色火山礫凝灰岩）
「意見聴取会指摘事項について（地盤関係：その2）」（04-大間設C-44）に加筆

2. 動的せん断強度試験の試験条件について

- 1) 動的せん断試験方法の試験条件について説明すること。

申請者は、原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩及び弱層であるシームについて表-2.1 に示す試験条件により規則載荷の動的せん断強度試験を実施している。

動的せん断強度試験は、図-2.1 に示すように一定振幅で 0.5Hz の一定周波数で正弦波の繰返し荷重を段階的に増加させながら、供試体が破壊するまで与える多段階繰返し試験であり、繰返し荷重は軸差応力の最大値を淡灰色火山礫凝灰岩で 0.59N/mm^2 、シームで 0.15N/mm^2 ずつ増加させ、応力段階ごとに同一荷重を 10 回繰返している。

波形を正弦波で周波数 0.5Hz を用いているのは、地盤工学会基準「土の繰返し非排水三軸試験方法」(JGS 0541-2000) において波形は正弦波で周波数 0.1Hz~1.0Hz、地盤工学会基準「地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法」(JGS 0542-2000) において波形は正弦波あるいは三角波で周波数 0.05Hz~1.0Hz であることを標準としていること、軟岩である泥岩の動的強度試験例¹⁾によれば、図-2.2 に示すように正弦波で 0.1~3.0Hz の間において強度に及ぼす影響は小さい結果が得られていることによるとしている。

また、規則波形による繰返し回数の影響、並びに地震動が三角波に近く不規則波形であることの影響を検討する目的で、同一荷重で 10 回繰返しているものに対して繰返し回数を 5 回、3 回とした条件の試験と、表-2.2 に示す 2 種類の不規則波形を用いた試験とを、淡灰色火山礫凝灰岩を対象に側圧 0.49N/mm^2 で、それぞれ 1 個ずつ合計 4 個の動的せん断強度試験を実施している。不規則波形の荷重パターンを図-2.3 に示す。

以上の試験条件により，規則荷重試験で繰返し回数を10回とした場合の試験も含めた動的せん断強度試験の結果を表-2.3及び図-2.4に示す。表及び図によれば，繰返し回数が少なくなると強度は増加しており，不規則荷重試験の強度は規則波形荷重試験の繰返し回数10回と5回の間となっている。これらの結果から規則波形荷重で繰返し回数を10回とすることは，繰返し回数5回，3回並びに今回行った不規則波形荷重に比べて安全側を考慮に入れた試験条件を設定していることになると言えるとしている。

参考文献

- (1) 西 好一(1984) : 繰返し荷重下における泥岩の強度-変形特性,
土木学会論文集, 第 352 号 / III-2, pp. 41-50.

表-2.1(1) 動的せん断強度試験の試験条件(淡灰色火山礫凝灰岩)

試験個数	6 個	
供試体寸法	$\phi = 9.2 \text{ cm}$, $h = 18.4 \text{ cm}$	
試験法	三軸圧縮試験	
排水条件	圧密非排水	
載荷方法	応力制御法	
側圧	0.49 N/mm^2 , 0.98 N/mm^2	
静的載荷	載荷荷重	最初と各段階の間に最大軸差応力の 1/2 の初期せん断応力を載荷
	載荷速度	$0.49 \text{ N/mm}^2/\text{min}$
多段階繰り返し載荷	周波数	0.5 Hz
	波形	正弦波
	載荷荷重	1 段階当たりの最大軸差応力の増分は 0.59 N/mm^2
	載荷回数	各段階で 10 回

表-2.1(2) 動的せん断強度試験の試験条件(シーム)

試験個数	3 個	
供試体寸法	$\phi = 3.5 \text{ cm}$, $h = 7.0 \text{ cm}$	
試験法	三軸圧縮試験	
排水条件	圧密非排水	
載荷方法	応力制御法	
側圧	0.59 N/mm^2	
静的載荷	載荷荷重	最初と各段階の間に最大軸差応力の 1/2 の初期せん断応力を載荷
	載荷速度	$0.49 \text{ N/mm}^2/\text{min}$
多段階繰り返し載荷	周波数	0.5 Hz
	波形	正弦波
	載荷荷重	1 段階当たりの最大軸差応力の増分は 0.15 N/mm^2
	載荷回数	各段階で 10 回

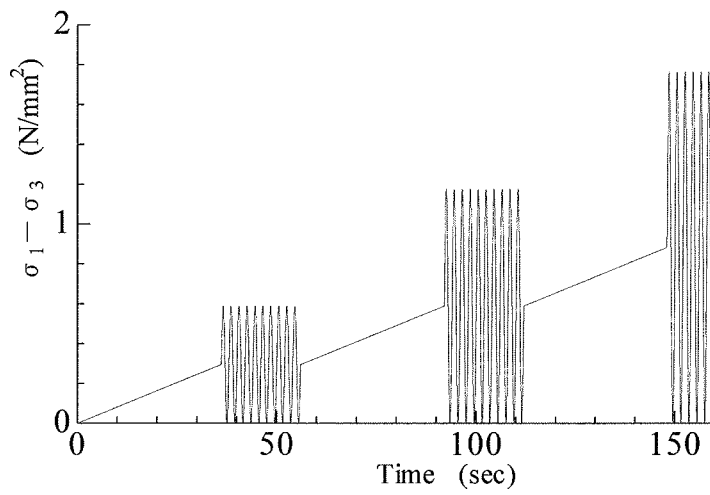


図-2.1 繰返し载荷のパターン (淡灰色火山礫凝灰岩)

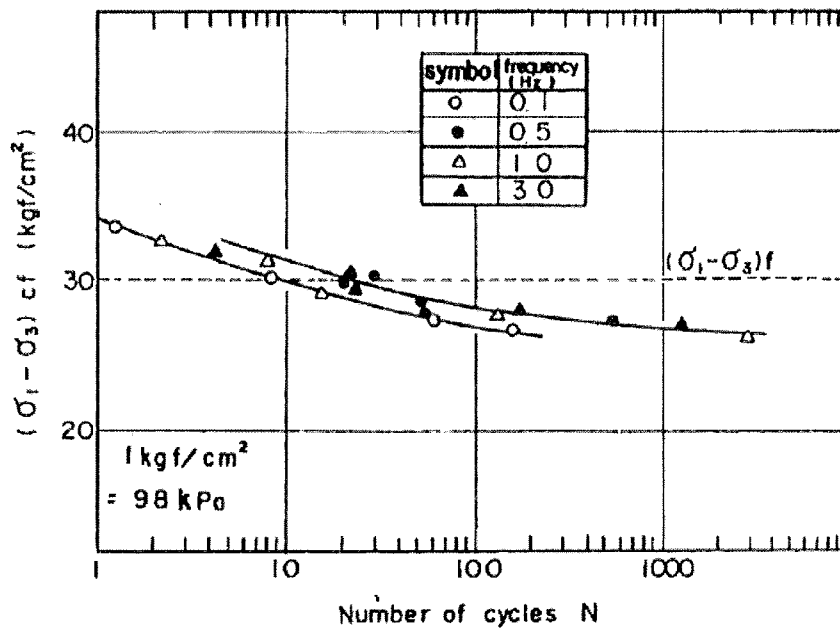


図-2.2 周波数をパラメータにした強度と繰返し回数の関係 (泥岩)¹⁾

表-2.2 不規則載荷試験の試験条件（淡灰色火山礫凝灰岩）

試験個数	2個	
供試体寸法	$\phi = 9.2 \text{ cm}$, $h = 18.4 \text{ cm}$	
試験法	三軸圧縮試験	
排水条件	圧密非排水	
載荷方法	応力制御法	
側圧	0.49 N/mm^2	
静的載荷	初期軸差応力	2.45 N/mm^2
	載荷速度	$0.49 \text{ N/mm}^2/\text{min}$
多段階繰り 返し載荷	波形	基準地震動 S_s-1 , S_s-2
	1段階当りの 載荷時間	基準地震動 S_s-1 , S_s-2 の時間軸の5倍
	載荷荷重	1段階当りの最大軸差応力の増分は 0.49 N/mm^2

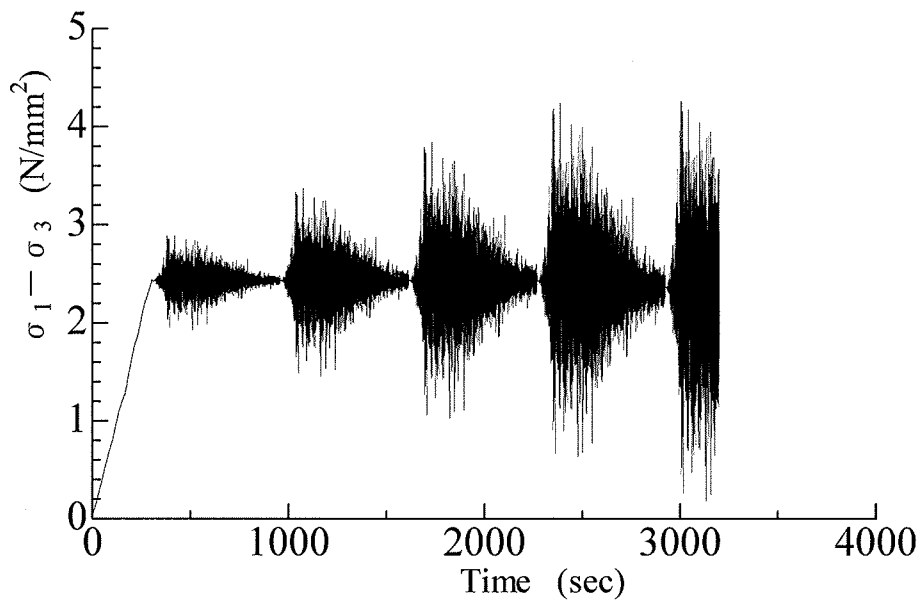


図-2.3 不規則波の載荷パターン（ S_s-1 ）

表-2.3 動的せん断強度試験結果

岩盤区分	側圧 σ_3 (N/mm ²)	載荷波形	各段階の載荷 回数、基準地 震動 (回)	動的三軸圧縮強度 $(\sigma_1 - \sigma_3)_d$ (N/mm ²)	静的三軸圧縮強度 $(\sigma_1 - \sigma_3)_s$ (N/mm ²)	$\frac{(\sigma_1 - \sigma_3)_d}{(\sigma_1 - \sigma_3)_s}$
淡灰色火山礫凝灰岩 lltf	0.49	規則波形	10	4.05	3.50	1.16
				4.18		1.19
				4.20		1.20
			平均	4.14		1.18
		不規則波形	5	4.33		1.24
				3		4.56
			Ss-1	4.27		1.22
				Ss-2		4.29
	平均			4.27	1.22	
	0.98	規則波形	10	3.80	3.74	1.02
				4.44		1.19
				4.29		1.15
				平均		4.18

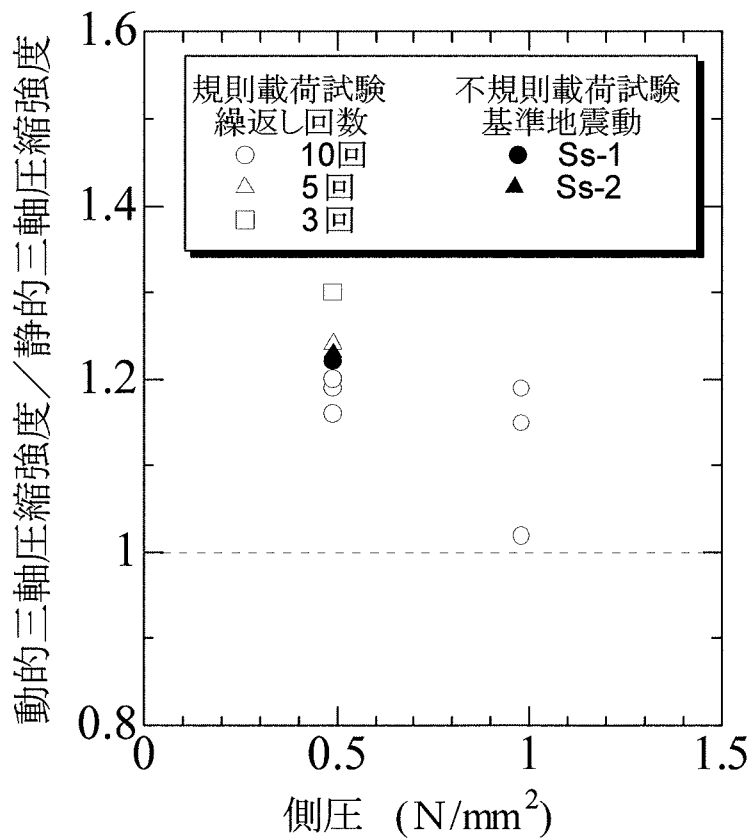


図-2.4 動的せん断強度試験結果

3. 岩盤の動的変形特性のひずみ依存性について

- 1) 岩盤の初期せん断弾性係数等の動的変形特性が基準地震動 S_s に対する岩盤のひずみレベルでどの程度変化し、影響を及ぼすか説明すること。

原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩については、動的変形特性である動せん断弾性係数 G_d 及び減衰定数 h のひずみ γ 依存性を把握するため、動的三軸試験を実施している。

試験は、地盤工学会基準「地盤材料の変形特性を求めるための繰返し三軸試験方法」(JGS 0542-2000)に準拠し、自然状態の供試体に排水条件で所定の側圧を負荷し、次に非排水状態で周波数1Hzの正弦波の繰返し荷重を段階的に载荷することにより実施している。

供試体は直径9.2cm、長さ18.4cmに成形し、側圧は $0.2\text{N}/\text{mm}^2$ で3個の試験を実施している。

淡灰色火山礫凝灰岩の動的三軸試験の結果を図-3.1に示す。図によれば、初期せん断弾性係数 G_0 に対して、せん断ひずみが $1.0 \times 10^{-6} \sim 1.0 \times 10^{-4}$ の範囲であれば動せん断弾性 G_d はほとんど低下しないことが言えるとしている。また、減衰定数 h は、全せん断ひずみの範囲で3%を上回っている。

一方、原子炉建屋基礎地盤の安定性検討を行う上で、岩盤についてはPS検層結果等から求めた G_d 一定値及び減衰定数 $h = 3\%$ 一定値を用いて動的FEM解析を実施している。

図-3.2に示すとおり、解析によって得られた原子炉建屋基礎底面地盤である淡灰色火山礫凝灰岩の有効せん断ひずみ分布の最大値は、X-X'断面で 1.08×10^{-4} となり、このせん断ひずみ γ を上述の試験結果に当てはめると、 G_d/G_0 で0.85、 h で4.0%となっている。この結果によれば、ひずみ依存性による動せん断弾性係数 G_d の低下は15%程度と小さいこと、減衰定数 h は解析に用いている3%より大

きく応答が小さくなることを考慮すると、岩盤の動せん断弾性係数 G_d と減衰定数 h のひずみ依存性が地盤安定性評価に与える影響は小さいと考えられるとしている。

なお、動的 F E M 解析に用いる淡灰色火山礫凝灰岩の P S 検層結果より求めた $G_d = 1.26 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ と、動的三軸試験により求めた微小ひずみレベル $\gamma = 1.0 \times 10^{-6}$ における初期せん断弾性係数の平均値 $G_0 = 1.08 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$ とは、ほぼ等しい値となっている。

動せん断弾性係数／初期せん断弾性係数

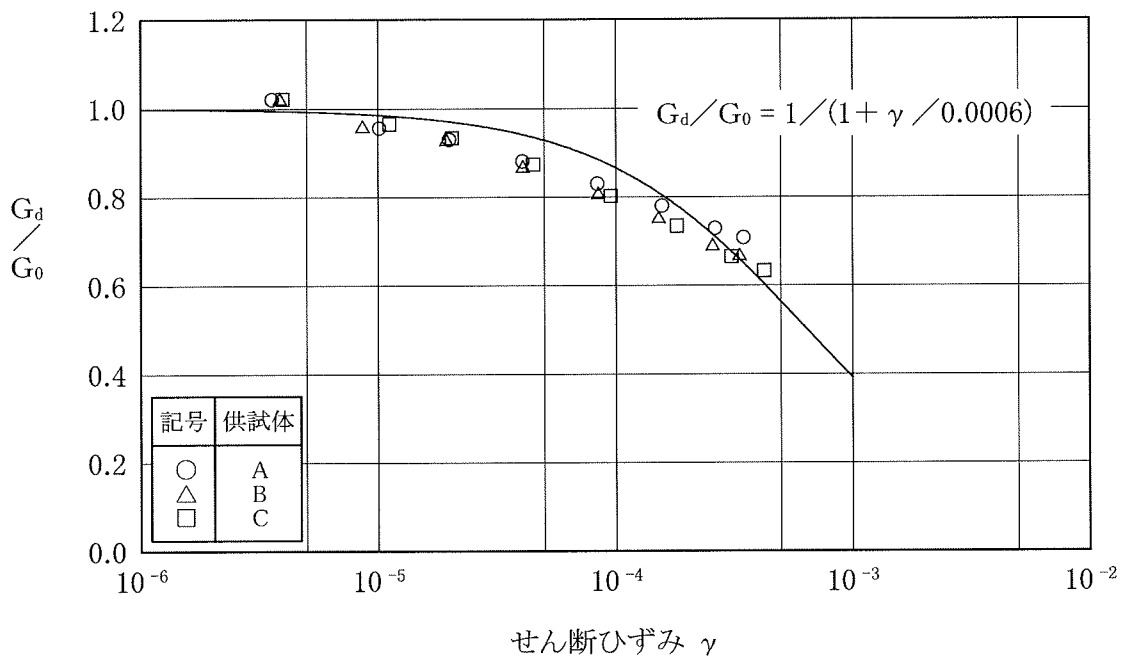


図-3.1(1) 動的三軸試験結果図 (淡灰色火山礫凝灰岩)

(動的変形特性)

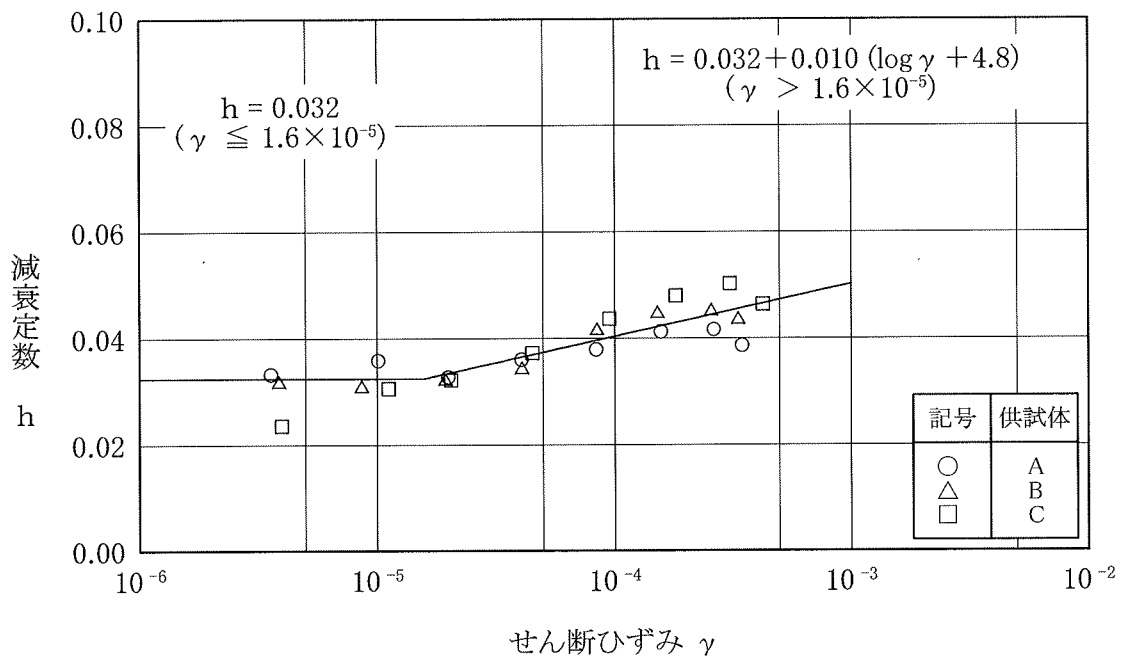


図-3.1(2) 動的三軸試験結果図 (淡灰色火山礫凝灰岩)

(減衰特性)

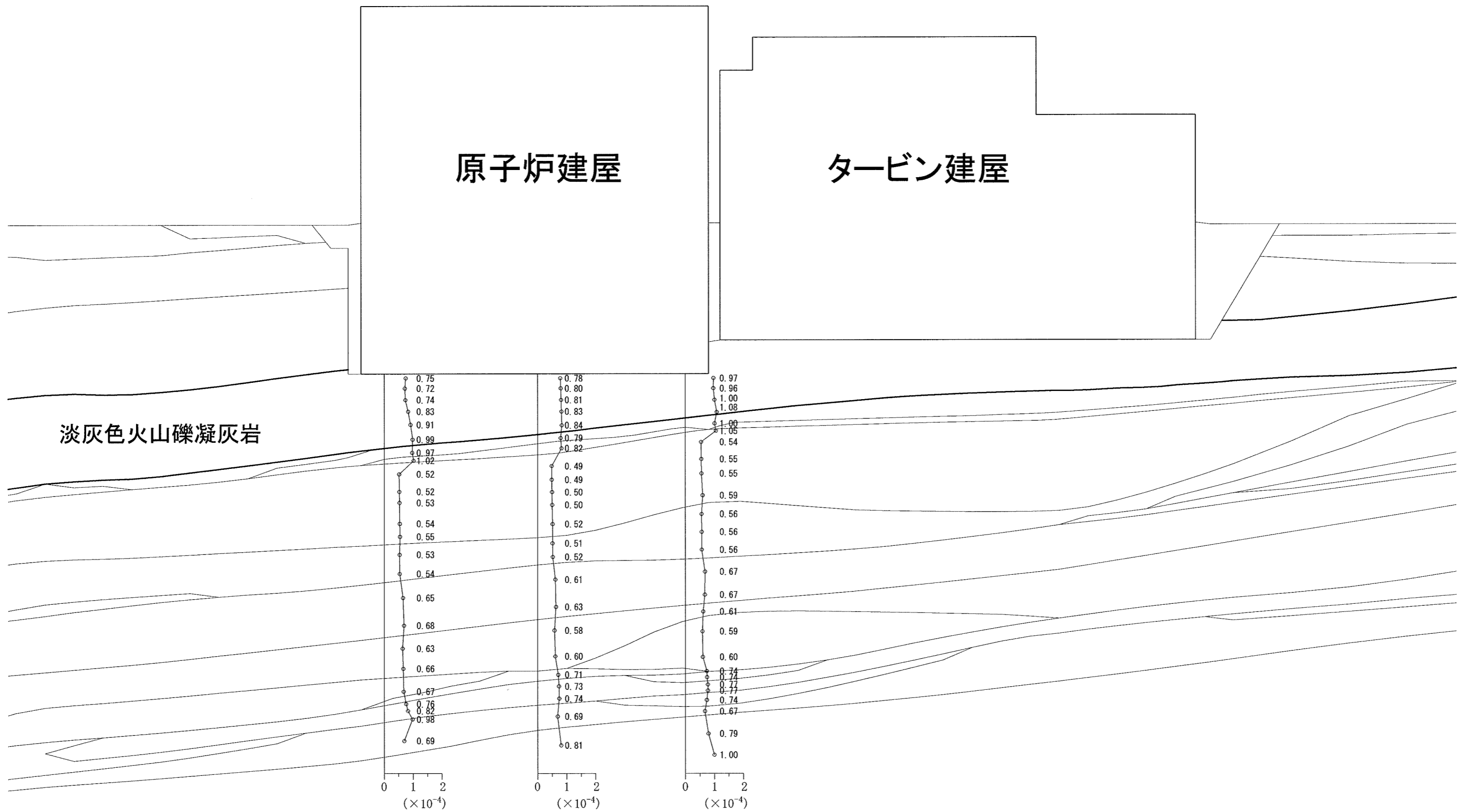


図-3.2(1) 動的FEM解析による有効せん断ひずみ分布図
(X-X'断面, 基準地震動S_S-1)

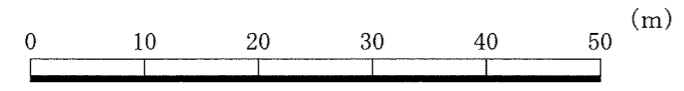
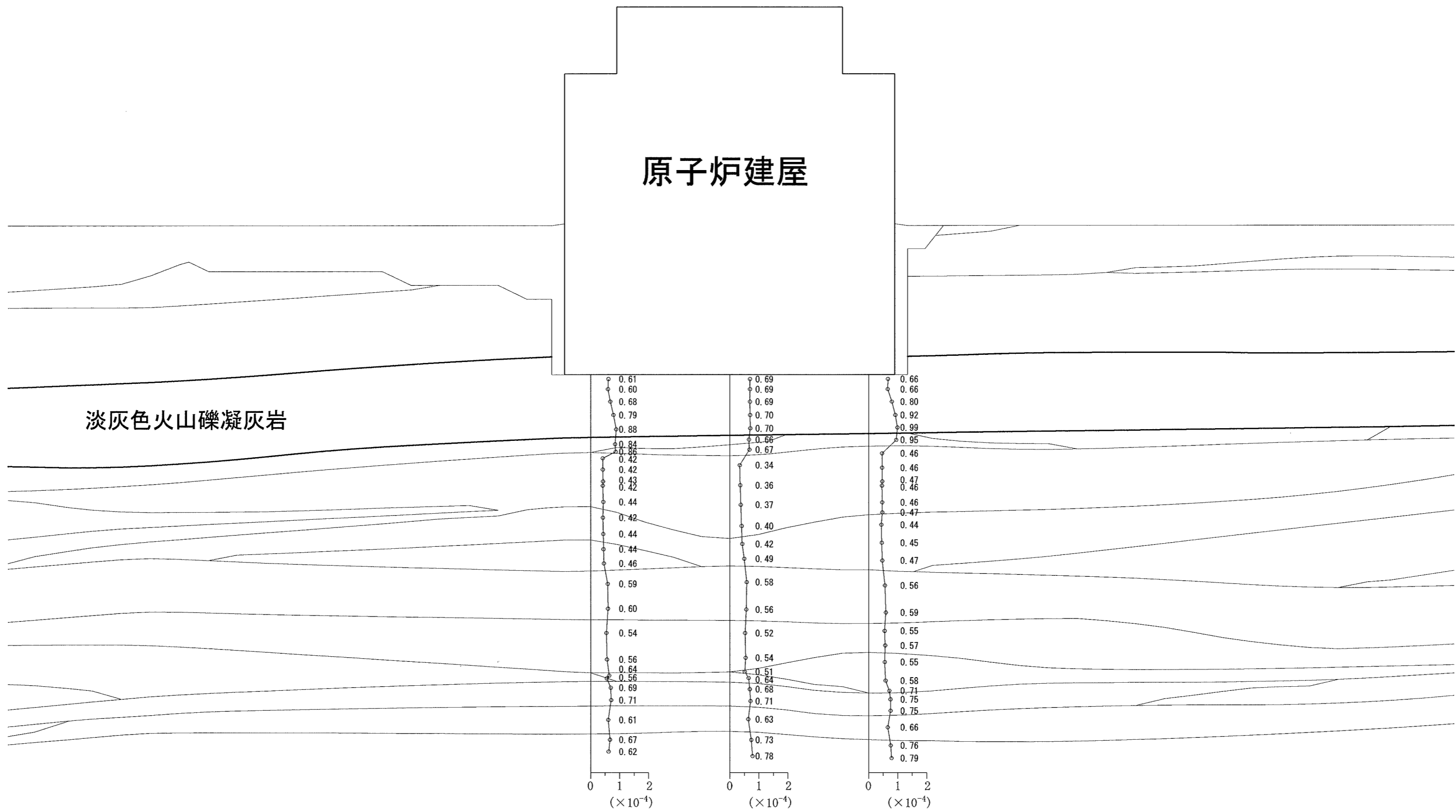


図-3.2(2) 動的FEM解析による有効せん断ひずみ分布図 (Y-Y'断面, 基準地震動S_s-1)