

# 鷲尾岳地すべり地の岩石試験

国立防災科学技術センター第2研究部地表変動防災研究室

Data of Rock Test on Specimens from the Washiodake Landslide Area

By

Members of Landslide Laboratory, Second Research Division,  
National Research Center for Disaster Prevention, Tokyo

## 1. まえがき

この試験は当該地域岩石の力学的特性を把握し、地すべり発生機構解明の資料を得るためのものである。試験はボーリングコアによる室内試験を当所の委託によりサンコーコンサルタントKKが行ない、野外における岩体のP波速度測定を当研究室において実施した。ここでは室内試験の結果について述べ、野外試験との比較検討結果についてはつぎの機会にのべることとする。試験項目は比重試験、吸水率、有効間隙率、超音波伝搬速度試験、一軸圧縮試験、圧裂試験の6種類である。

## 2. 試験方法

試験試料は昭和42年度に鷲尾岳地すべり地において掘進したボーリングコアである。ボーリング位置は当総研報告「鷲尾岳地すべり地の変位測定Ⅱ」の図1に示された試験井のところである。今回の試験数量は頁岩4、縞状頁岩3、砂岩3の計10個である。採取場所を図1に示す。

当初超音波伝搬速度試験は乾燥、湿潤の状態で行なり計画であったが、この頁岩類については吸湿後クラックにより崩壊しやすく、強制湿潤、強制乾燥に耐えず、やむなく自然乾燥状態で行なった。

供試体の成形には原則として、直径：長さ＝1：2の割合でとった。しかし、コア長の関係で長さがいくらか短いものもあった。

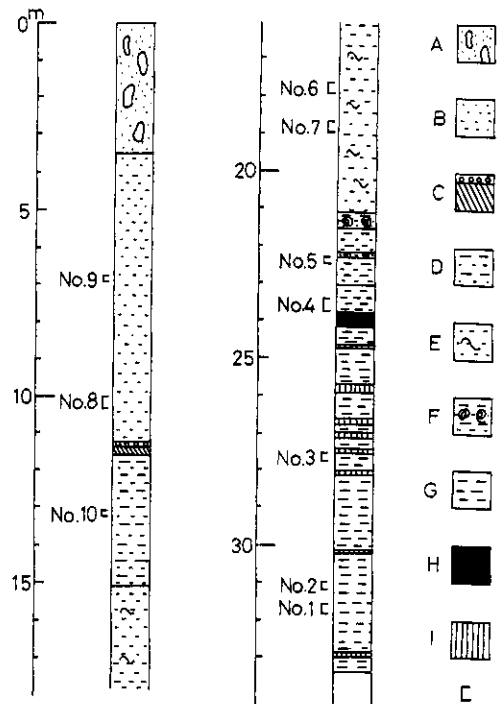
超音波伝搬速度測定後、ストレインゲージ貼付、一軸圧縮試験を実施した。

供試体の状態は、

自然乾燥状態……供試体を直射日光をさけて室内において長時間空气中に放置した状態

強制乾燥状態……供試体を温度105～110°C

の乾燥炉中にて24時間以上乾燥させた状態



A: 転石混り砂質土

B: 砂岩

C: 砂質破碎部

D: 砂質頁岩

E: 縞状砂岩

F: 貝殻入砂質頁岩

G: 頁岩

H: 石炭

I: 炭質頁岩

C: No. 1 ~ No. 10 試料採取箇所

図-1 試料を採取したボーリング柱状図

強制湿潤状態……供試体を水中に1週間浸けて含水させた状態である。

1) 比重試験

見掛比重は次式によって行なう。

$$\text{自然見掛比重 } \rho_{\text{nat}} = \frac{W_0}{W_2 - W_3}$$

$$\text{強制乾燥見掛比重 } \rho_{\text{dry}} = \frac{W_1}{W_2 - W_3}$$

$$\text{強制湿潤見掛比重 } \rho_{\text{wet}} = \frac{W_2}{W_2 - W_3}$$

ただし,  $W_0$ : 自然乾燥状態における空中重量

$W_1$ : 強制乾燥 " "

$W_2$ : 強制湿潤 " "

$W_3$ : 強制湿潤 " 水中重量

$\rho$ : 見掛比重

2) 吸水率, 有効間隙率はそれぞれ次の式による。

$$\text{吸水率} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\%$$

$$\text{3) 有効間隙率} = \frac{W_2 - W_1}{W_2 - W_3} \times 100\%$$

4) 超音波伝搬速度試験

供試体は棒状コアをダイヤモンドカッターにて直径:高さ=1:2に切断し両面を平行に仕上げて測定する。測定器はSLS-100型超音波伝搬速度測定器(開発電子工業製)を使用した。求められた伝搬時間 $T$ と測定間距離 $l$ とから伝搬速度 $V_P$ (または $V_S$ )は $V_P$ (または $V_S$ )= $l/T$ により求める。

動ポアソン比および動弾性係数は次の式により算出される。

$$\sigma = \frac{\left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 2}{2 \left\{ \left(\frac{V_P}{V_S}\right)^2 - 1 \right\}}$$

$$E = \frac{V_P^2 \cdot \rho \cdot (1 + \sigma) \cdot (1 - 2\sigma)}{1000 \cdot g \cdot (1 - \sigma)}$$

ただし,  $V_P$ : P波の速度

$V_S$ : S波の速度

$\rho$ : 密度

$\sigma$ : 動ポアソン比

$E$ : 動弾性係数

$g$ : 動力の加速度 = 980 cm/sec<sup>2</sup>

動ポアソン比および動弾性係数は自然乾燥状態の測定値から求めた。

5) 一軸圧縮試験および変位測定

一軸圧縮試験は供試体を材料試験機(東洋工業製)にかけ, 毎秒3 kg/cm<sup>2</sup>の応力を加えて測定した。応力は荷重を供試体の断面積で割ったものである。

変位の測定は供試体の側面にストレインゲージ(新興通信製P108)を1枚貼り付け, 圧縮強度測定に伴ないストレインメータ(共和電業製SM-60AT型静的ひずみ計)でひずみを測定した。その結果は応力-ひずみ曲線(1~10)に示すがこのグラフの勾配により静弾性係数を求めた。端面の荷重分布が一樣にならない初期と塑性流動的な変形のいちじるしくなる初期ではグラフは曲線となりやすいので, 破壊荷重の30~60%の荷重範囲に対するの直線の勾配をとり, 静弾性係数を求めた。

6) 圧裂試験

圧裂試験は長さ6 cmに切断し周囲を円滑に仕上げた供試体を横におき, 一軸圧縮試験と同様加圧すると図2のように円柱の接点を結ぶ直径に対して垂直方向に引張の圧力が働く結果, その破壊圧力が引張強度となる。

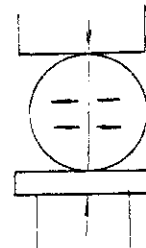


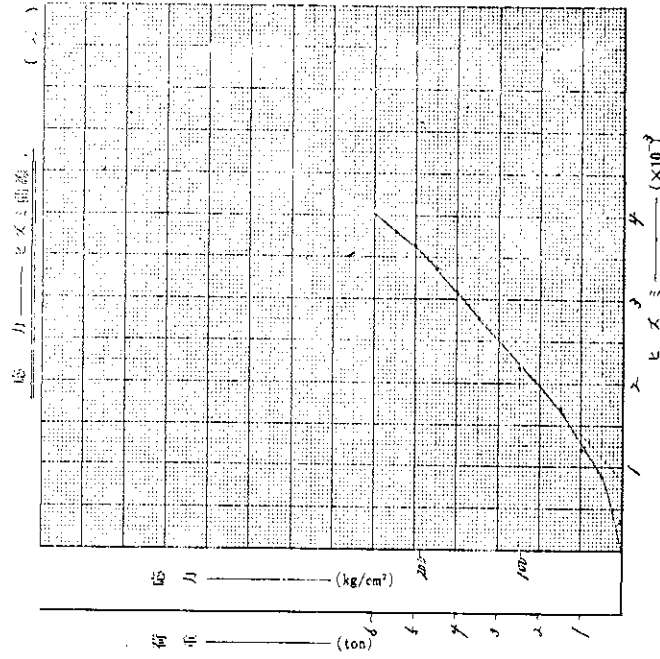
図-2 加圧の仕方

破壊荷重を $P$ , 供試体の直径を $d$ , 長さを $l$ とすると, 引張強度 $\sigma_t$ は次の式で表わされる。

$$\sigma_t = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot l}$$

3. 試験結果

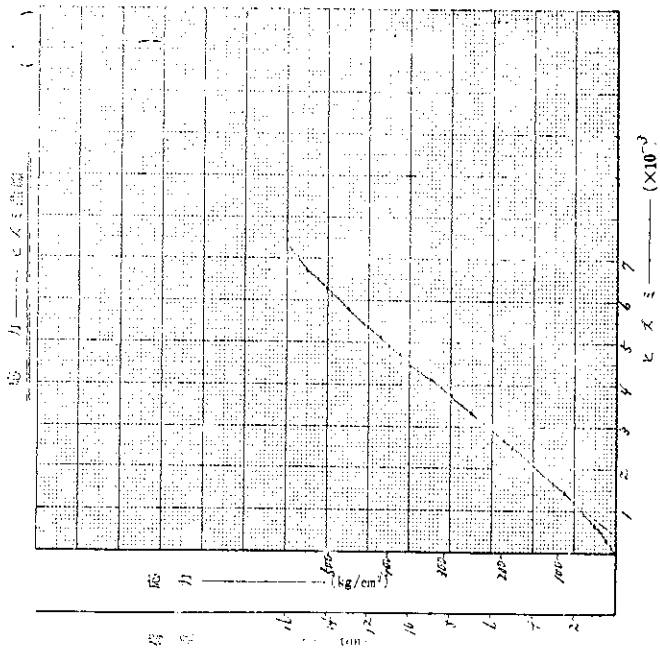
試験結果を図-3, 4および岩石試験総括表に示す。



供試体番号	N <sub>0.2</sub>	
岩石名	頁岩	
圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	246	
静弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )	7.27 × 10 <sup>4</sup>	
自然状態	P液 (kg/cm <sup>2</sup> )	2420
	S液 (kg/cm <sup>2</sup> )	1520
飽和状態	見掛比重	2.42



図-3(2)



供試体番号	N <sub>0.1</sub>	
岩石名	頁岩	
圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	577	
静弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )	8.77 × 10 <sup>4</sup>	
自然状態	P液 (kg/cm <sup>2</sup> )	2320
	S液 (kg/cm <sup>2</sup> )	1610
飽和状態	見掛比重	2.42



図-3(1)

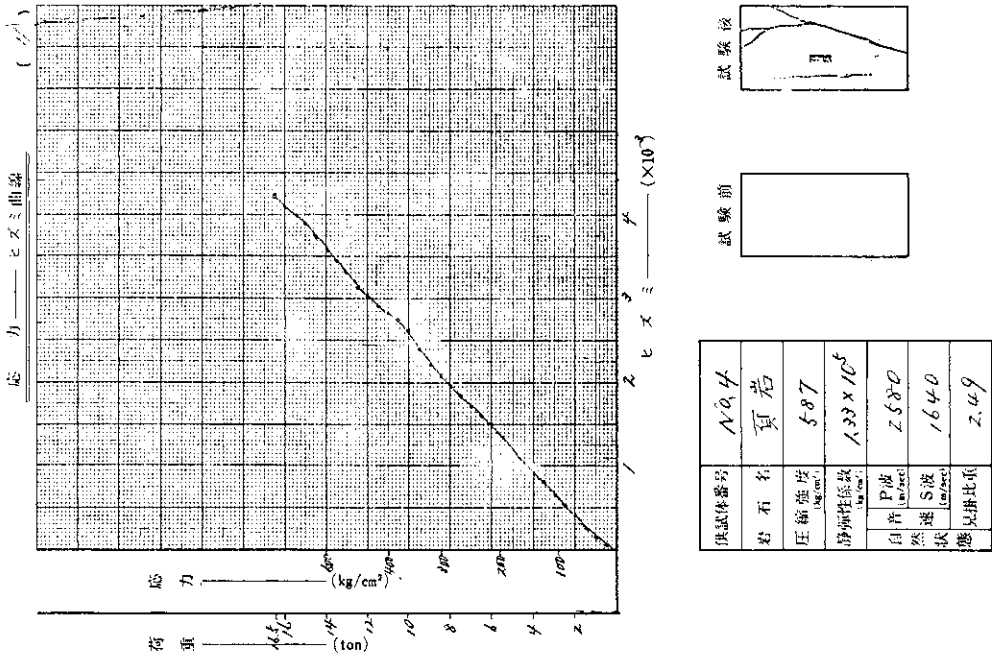


図-3(4)

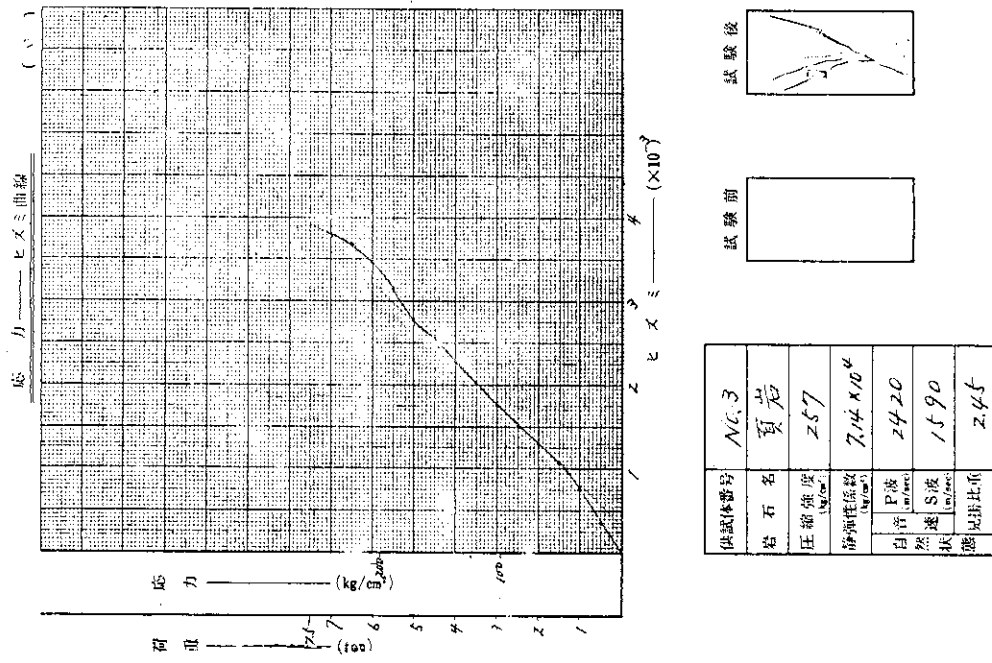
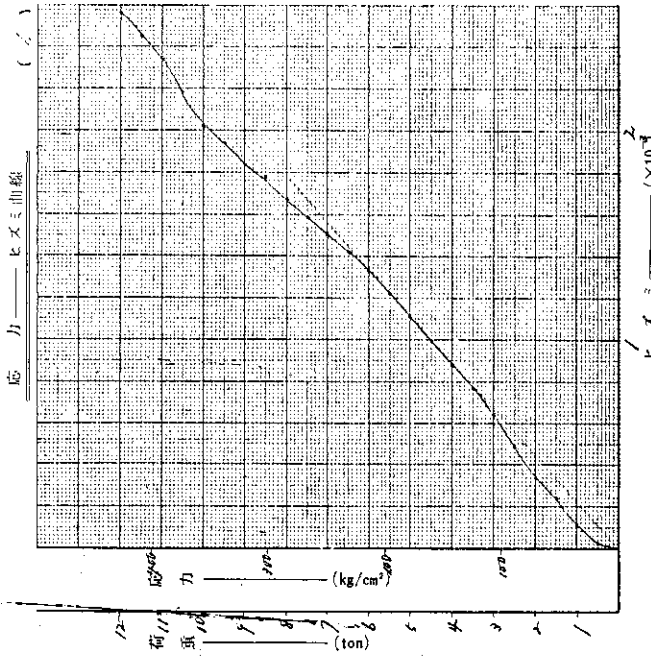


図-3(3)



供試体番号	No. 5
岩石名	結核頁岩
圧縮強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	501
静弾性係数 ( $\text{kg/cm}^2$ )	$3.20 \times 10^5$
自然状態	P液
圧入速度 ( $\text{cm/sec}$ )	2990
S液	1850
試験状態	
見掛比重	2.52

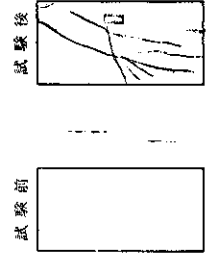
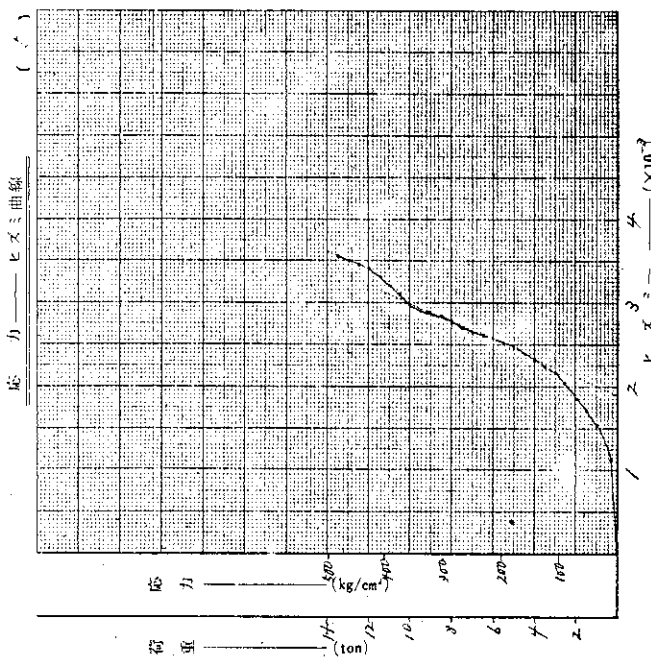


図-3(5)



供試体番号	No. 6
岩石名	結核頁岩
圧縮強度 ( $\text{kg/cm}^2$ )	427
静弾性係数 ( $\text{kg/cm}^2$ )	$1.60 \times 10^5$
自然状態	P液
圧入速度 ( $\text{cm/sec}$ )	2730
S液	1800
試験状態	
見掛比重	2.44

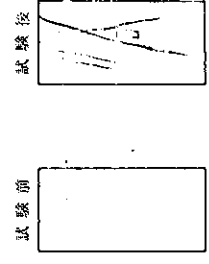


図-3(6)

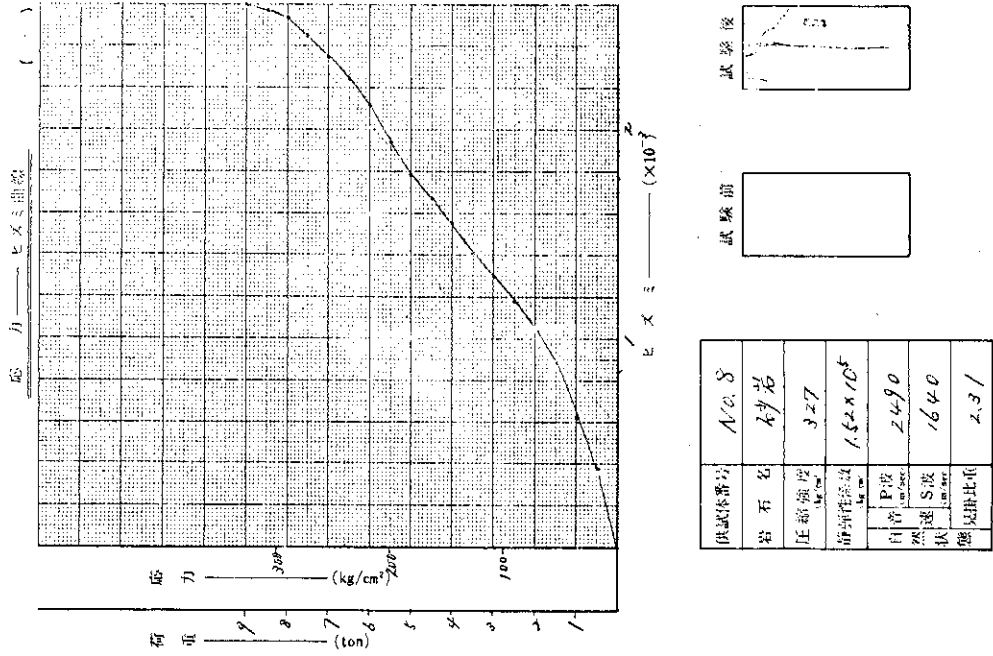


図-3(7)

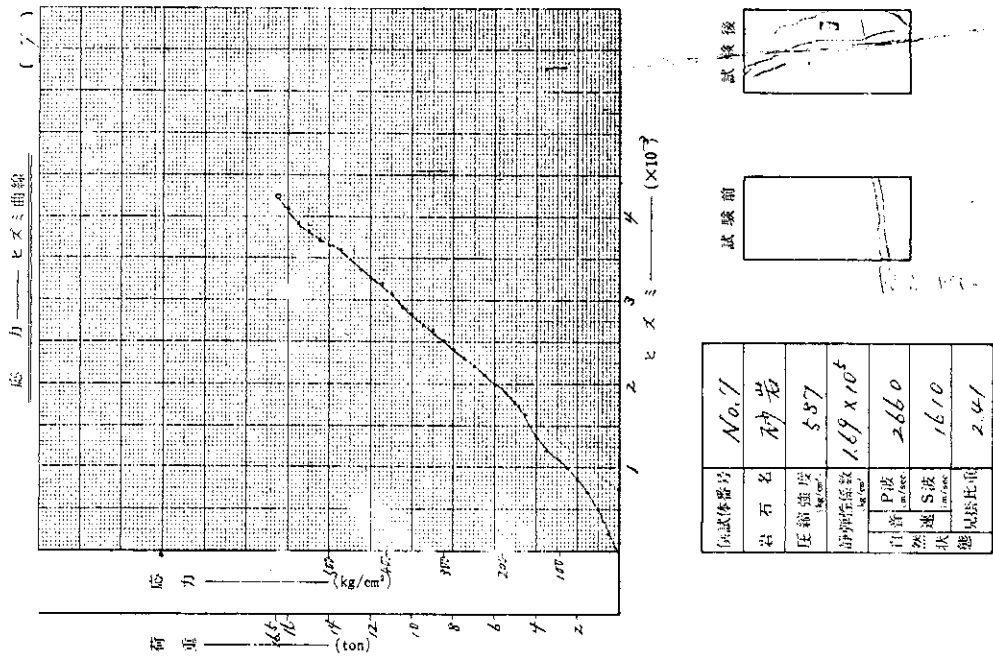
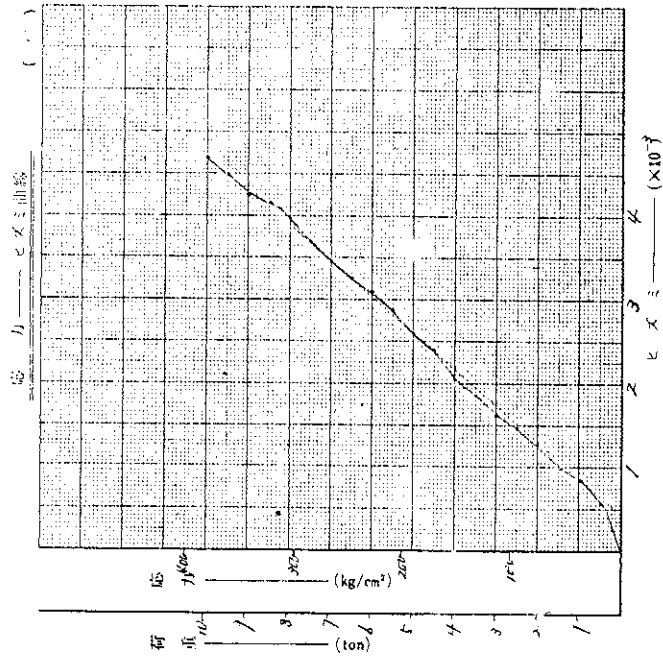
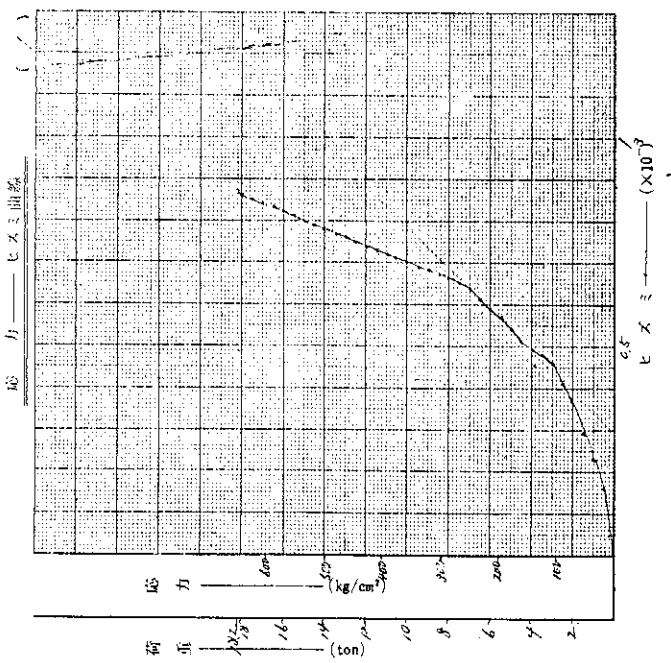
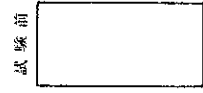


図-3(8)



供試体番号	No. 10
岩石名	流石(夏岩)
圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	381
ポアソン係数 (mm/mm)	0.82 × 10 <sup>-4</sup>
白濁 (mm/sec)	2760
燃速 (mm/sec)	1670
燃速比	2.48



供試体番号	No. 9
岩石名	流石
圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	650
ポアソン係数 (mm/mm)	7.92 × 10 <sup>-5</sup>
白濁 (mm/sec)	2540
燃速 (mm/sec)	1670
燃速比	2.37

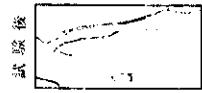
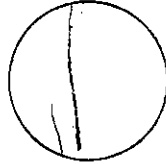


図-3(10)

図-3(9)

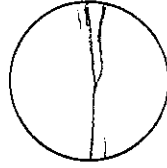
圧裂試験破壊状況  
(層理に平行)

№1 頁岩



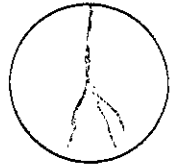
$\sigma_t = 2.2 \text{ Kg/cm}^2$

№2 頁岩



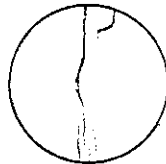
$\sigma_t = 3.2 \text{ Kg/cm}^2$

№3 頁岩



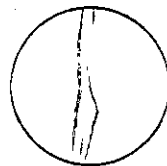
$\sigma_t = 3.5 \text{ Kg/cm}^2$

№4 頁岩



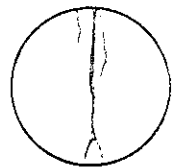
$\sigma_t = 3.2 \text{ Kg/cm}^2$

№5 縮状頁岩



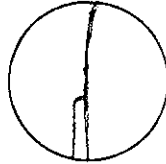
$\sigma_t = 2.8 \text{ Kg/cm}^2$

№6 縮状頁岩



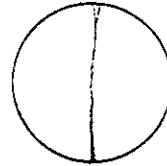
$\sigma_t = 3.4 \text{ Kg/cm}^2$

№7 砂岩



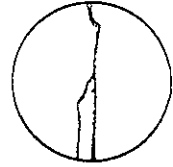
$\sigma_t = 3.3 \text{ Kg/cm}^2$

№8 砂岩



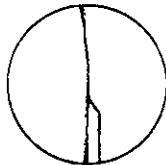
$\sigma_t = 2.4 \text{ Kg/cm}^2$

№9 砂岩



$\sigma_t = 2.8 \text{ Kg/cm}^2$

№10 縮状頁岩



$\sigma_t = 3.3 \text{ Kg/cm}^2$

図-4 圧裂試験破壊状況 (層理に平行)



岩石試験結果表

試料番号	採取場所	岩石名	超音波伝播速度 (m/sec)			動歪率 %之比	見掛比重		吸水率 (%)	有効 間隙率 (%)	一軸圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )		引張強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	動弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )	静弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )	備 記
			自然乾燥	P波	S波		弾性	強制乾燥			強制乾燥					
No. 1	31.60-31.83	頁岩	2320	1610	0.03	2.42	2.45	3.95	9.32	577	22	1.33×10 <sup>5</sup>	8.77×10 <sup>4</sup>	暗灰色		
No. 2	31.00-31.20	"	2420	1520	0.17	2.42	2.44	3.29	7.77	246	32	1.35×10 <sup>5</sup>	7.27×10 <sup>4</sup>			
No. 3	27.56-27.80	"	2420	1590	0.12	2.45	2.47	4.02	9.53	257	35	1.42×10 <sup>5</sup>	7.14×10 <sup>4</sup>			
No. 4	23.40-23.75	"	2580	1640	0.16	2.49	2.53	4.31	10.43	587	32	1.59×10 <sup>5</sup>	1.33×10 <sup>5</sup>			
No. 5	22.24-22.46	編成頁岩	2990	1850	0.19	2.52	2.54	2.48	6.31	501	28	2.09×10 <sup>5</sup>	3.20×10 <sup>5</sup>	淡灰色と灰色の編成を呈す		
No. 6	17.70-17.96	"	2930	1800	0.20	2.44	2.49	4.12	9.84	427	34	1.92×10 <sup>5</sup>	1.60×10 <sup>5</sup>			
No. 7	18.70-18.95	砂岩	2660	1610	0.19	2.41	2.42	2.33	3.88	587	33	1.39×10 <sup>5</sup>	1.69×10 <sup>5</sup>	白灰色、下部に0.5~0.7cm層状に挟みあり		
No. 8	10.00-10.29	"	2490	1640	0.11	2.31	2.33	2.21	11.62	327	24	1.31×10 <sup>5</sup>	1.52×10 <sup>5</sup>			
No. 9	6.66-6.92	"	2540	1690	0.10	2.37	2.40	3.77	8.73	650	26	1.44×10 <sup>5</sup>	7.32×10 <sup>5</sup>	淡灰色と灰色の編成を呈す		
No. 10	13.06-13.25	編成頁岩	2760	1690	0.20	2.48	2.51	2.42	9.40	381	33	1.73×10 <sup>5</sup>	8.82×10 <sup>4</sup>			