

土木研究所資料

ロック材(斑れい岩)のせん断強度 および変形性

平成元年7月

建設省土木研究所
ダム部フィルダム研究室

「 Copyright © (1989) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means,
nor transmitted, nor translated into a machine language without the written
permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、
本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ず
してこれを行ってはならない。」

ロック材（斑れい岩）のせん断強度 および変形性

フィルダム研究室 室長 松本徳久

研究員 豊田光雄

要 旨

本報告は、ロック材（斑れい岩）を用いて、側圧0.5～14 kg f /cm²の拘束圧範囲において三軸試験を行い、試料状態が気乾と飽和状態と異なるときのせん断強度と変形性についてまとめたものである。

とりわけ、せん断強度については、内部摩擦角の拘束圧依存性に着目し、モールの破壊包絡線を曲線近似する形 ($\tau_f = A \sigma_n^b$) で求めた。

キーワード：フィルダム、ロック材、斑れい岩、三軸試験、せん断強度、変形係数

はじめに

従来、せん断強度 (τ_s) は、モールの破壊包絡線を直線近似として、内部摩擦角 (ϕ) および見掛けの粘着力成分 (c') を求め、 $c'=0$ として垂直応力 (σ'_n) に内部摩擦角の値を乗じて $\tau_s = \sigma'_n \tan \phi$ という形で求めてきた ($c'\phi$ 方式という)。その後、研究の進展により内部摩擦角の拘束圧依存性が明確となり、モールの破壊包絡線を曲線近似とし $\tau_s = A \sigma'_n^b$ という形 ($A b$ 方式という) でせん断強度を示すことが検討されつつあるために、今回は $A b$ 方式でせん断強度を求めることを目的にした。

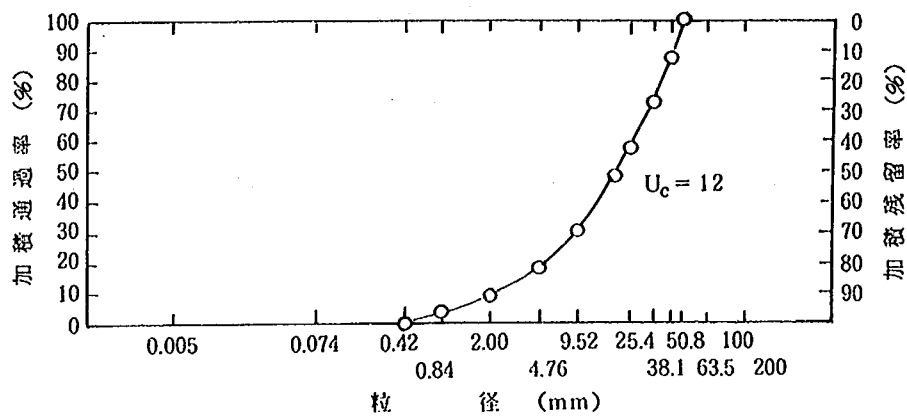
本報告では、側圧 $0.5 \sim 14 \text{ kgf/cm}^2$ の拘束圧範囲で三軸試験を行い、試料状態を変えて $A b$ 方式でせん断強度を求め $c'\phi$ 方式と比較した。

目 次

1. 試験材料
2. 岩石の物性値
 - 2.1 比重および吸水率
 - 2.2 一軸圧縮強度
 - 2.3 点載荷圧裂強度
3. 締固め特性
 - 3.1 突固めエネルギーと密度および破砕率
 - 3.2 最大・最小密度
4. 拘束圧の変化に伴うせん断強度の特性（気乾・飽和）
 - 4.1 試験条件
 - 4.2 等方圧密による供試体の変化
 - 4.3 応力・ひずみ曲線
 - 4.4 モールの破壊応力円
 - 4.5 側圧と軸ひずみおよび体積ひずみ
 - 4.6 最大主応力、最小主応力
 - 4.7 側圧と内部摩擦角
 - 4.8 側圧とダイレイタンスー比
 - 4.9 側圧と破砕率
 - 4.10 垂直応力とせん断強度
 - 4.11 $p - q$ 曲線
5. 拘束圧の変化に伴う変形特性（気乾・飽和）
 - 5.1 側圧と変形係数
 - 5.2 側圧とポアソン比
6. まとめ

1. 試験材料

堤体の盛立に用いられているロック材料を用いた。岩種は斑れい岩である。締固め試験および三軸圧縮試験に用いる材料の粒度を図-1に示す。最大粒径63.5mm、最小粒径0.42mm、均等係数12、4.76mmの通過率が20%のものである。



粒 径 (mm)	63.5~ 50.8	50.8~ 38.1	38.1~ 25.4	25.4~ 19.1	19.1~ 9.52	9.52~ 4.76	4.76~ 2.00	2.00~ 0.84	0.84~ 0.42
加積残留率 (%)	8	23	38	47	66	80	91	97	100
各粒径毎の 残留率(%)	8	15	15	9	19	14	11	6	3
最大粒径 最小粒径	63.5mm 0.42mm	D ₆₀ 粒径		24.5mm	D ₁₀ 粒径	2.1mm	均等係数	12	4.76mmの 通過率
									20%

図-1 試験粒度

2. 岩石の物性値

2.1 比重および吸水率

ロック材の比重および吸水率はJIS-A-1110、JIS-A-1202の規準に従い求めた。試験結果を表-2および図-2に示す。ここで示す表乾比重(G_a)、絶乾比重(G_b)、真比重(G_g)および吸水率(Q)は式1.2.1によって求めたものである。

$$G_a = \frac{B}{B - C} \quad G_b = \frac{A}{B - C} \quad G_g = \frac{A}{A - C} \quad Q = \frac{B - A}{A} \times 100 \quad \dots 1.2.1$$

A : 絶乾重量 B : 表乾重量 C : 水中重量

材料の粒度を式1.2.2によって考慮した絶乾比重および吸水量はそれぞれ $\overline{G_b} = 2.845$
 $\overline{Q} = 1.11\%$ である。

$$\overline{G_b} = \frac{1}{\sum \frac{f_i}{G_{bi}}} \quad Q = \sum f_i \cdot Q_i \quad \dots 1.2.2$$

f_i : 各粒度階における残留率

G_{bi} : 各粒度階における絶乾比重

Q_i : 各粒度階における吸水率

表-2 比重および吸水率

粒 径 (mm)	残留率(%) $U_c = 12$	比 重			吸水率 $Q(\%)$
		真比重 G_g	絶乾比重 G_b	表乾比重 G_a	
63.5~50.8	8	2.905	2.855	2.872	0.608
50.8~38.1	15	2.899	2.843	2.862	0.671
38.1~25.4	15	2.938	2.853	2.882	1.013
25.4~19.1	9	2.916	2.825	2.856	1.099
19.1~9.52	19	2.925	2.820	2.856	1.272
9.52~4.76	14	2.926	2.791	2.837	1.657
4.76~2.00	11	2.910	/	/	/
2.00~0.84	6	2.904			
0.84~0.42	3	2.907			
平 均	100		2.845		1.105

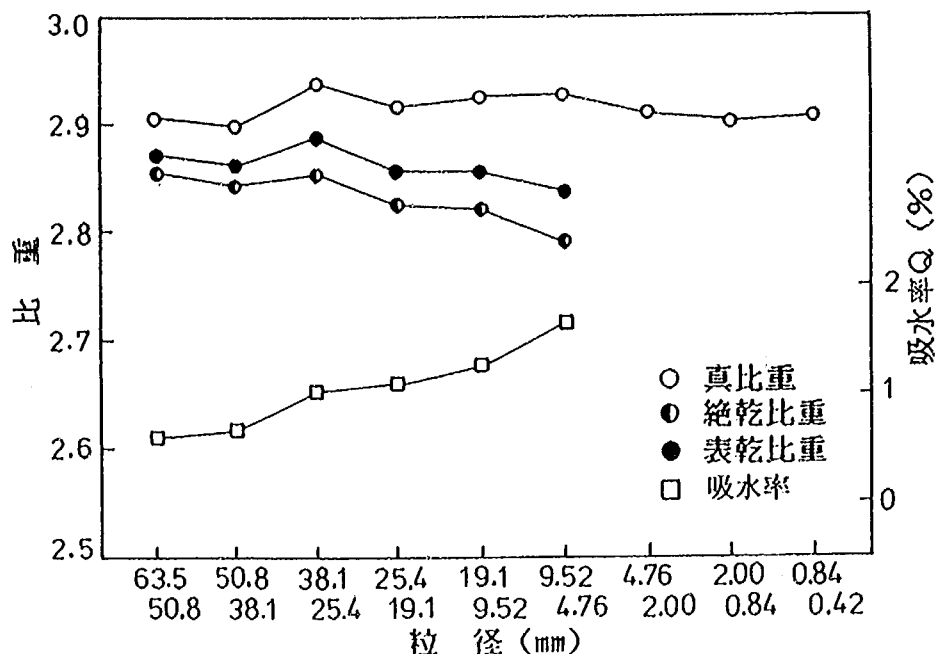


図-2 粒径と比重および吸水率

2.1 一軸圧縮強度

一軸圧縮試験はKDK S-0502に準拠して行った。岩塊には、層理・片理面がはいっているのを考慮した形で、供試体を作製し、図-3に示すa, bの2つの载荷方向から一軸圧縮試験を行った。一軸圧縮強度を表-3に示す。気乾状態では载荷方向aの平均値は1482kgf/cm²、载荷方向bの平均値は980kgf/cm²とaの方法がbの方法に比べ大きく、水浸状態でも载荷方向aの平均値は1167kgf/cm²、载荷方向bの平均値は885kgf/cm²と载荷方向aの方が大きい値を示した。水浸状態の一軸圧縮強度は気乾状態に比べ約8～9割の大きさである。

表-3 一軸圧縮強度

試料状態	試験個数	密度			一軸圧縮強度			载荷方向
		平均値 g/cm ³	標準偏差 g/cm ³	変動係数 %	平均値 kgf/cm ²	標準偏差 g/cm ³	変動係数 %	
気乾	5	2.902	0.022	0.76	980	277	28.3	b
気乾	5	2.934	0.010	0.34	1482	304	20.5	a
水浸	5	2.917	0.003	0.10	885	183	20.7	b
水浸	5	2.932	0.005	0.17	1167	187	16.0	a

水浸は36日間である

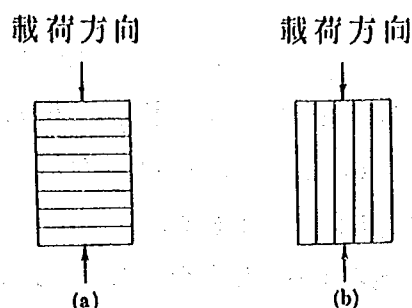


図-3 载荷方向と層理・片理面との関係

2.3 点載荷圧裂強度

粒径63.5～38.1mmの岩石粒子を用いて図-3に示す試験機で点載荷圧裂強度を求めた。

点載荷圧裂強度(σ_t)は、式1.2.32')によって求めたもので、表-4に試験個数30個の気乾および水浸後の点載荷圧裂強度を示す。

$$\sigma_t = 0.891 \cdot \frac{F}{d^2} \quad \dots 1.2.3$$

F：極限荷重 d：載荷点間隔

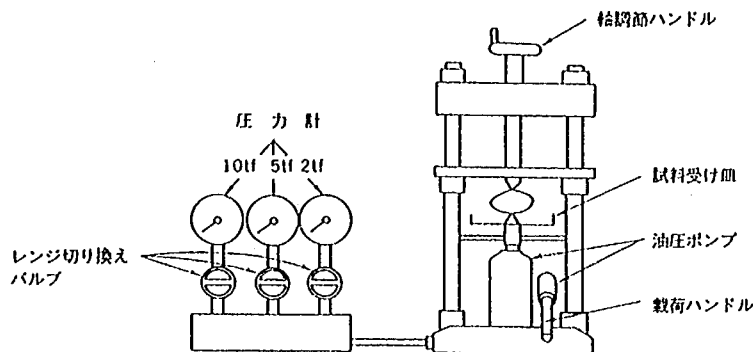


図-3 点載荷試験装置

表-4 点載荷圧裂強度

粒子サイズ mm	気 乾		水 浸		水浸 ／ 気乾
	平均値 kgf/cm ²	標準偏差 kgf/cm ²	平均値 kgf/cm ²	標準偏差 kgf/cm ²	
63.5～50.8	126	96	69	53	55
50.8～38.1	162	130	163	159	101
38.1～25.4	191	210	144	130	75
全 体	160	154	126	128	79

水浸時間は49日間である

気乾材料および水浸材料において、粒径の大きさにより点載荷圧裂強度の大きさが異なり、粒径が小さい方が点載荷圧裂強度は大きくなる。粒径、試料状態によらず標準偏差が大きくバラツキの多い材料である。63.5～25.4mmの平均値でみると水浸状態の点載荷圧裂強度は、気乾状態のそれに比べ約8割である。

全粒径平均の点載荷圧裂強度の一軸圧縮強度に対する割合は、気乾状態および飽和状態とも約1割の大きさである。

3. 締固め特性

3.1 突固めエネルギーと密度および破碎率

直径30cm、高さ約35cmの供試体(容量25l)を用いて突固め試験を行なった。突固め試験機を図-4に示す。突固め試験においてはランマー直径15cm、ランマー重量15kgを使用し、ランマー落下高さは50cm³⁾とした。

表-5に突固めエネルギーと密度および破碎率を示す。

表-5 突固めエネルギーと密度および破碎率

突固め エネルギー	0Ec	0.5Ec	1Ec	2Ec	3Ec	5Ec
ρ_d t/d	1.808	2.079	2.165	2.202	2.239	2.287
e_b	0.574	0.368	0.314	0.292	0.271	0.244
B _M %	2.9	6.3	5.3	6.8	9.6	14.6

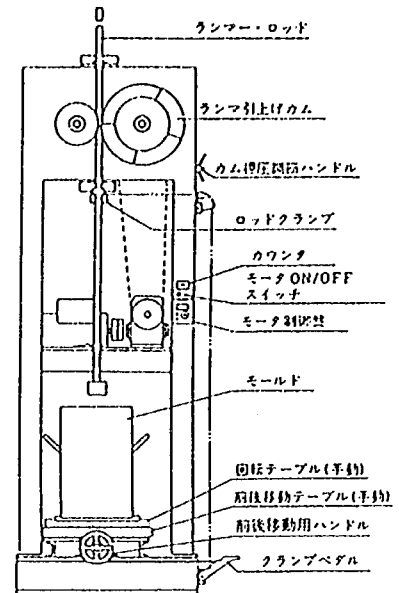


図-4 突固め試験機

図-5に突固めエネルギーと間隙比(e_b)、乾燥密度(ρ_d)および突固めエネルギーと破碎率の関係を示す。突固めエネルギーが増えるに従い、間隙比は小さくなる(乾燥密度は大きくなる)が、1Ec以上の突固めエネルギーを加えても密度の増加は少ないようである。破碎率は、突固めエネルギーが増えるに伴い増えるが3~5Ec程度で10~15%に達する。

図-6に、他岩種の突固め試験による密度と破碎率の関係を示す。図からわかるように斑れい岩の破碎率は、花崗岩のCL級および輝緑凝灰岩という破碎の多い材料に比べて少ない材料であると言える。

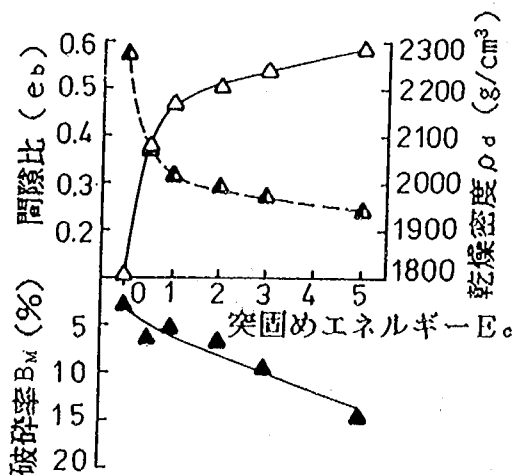


図-5 突固めエネルギーと密度
および破碎率

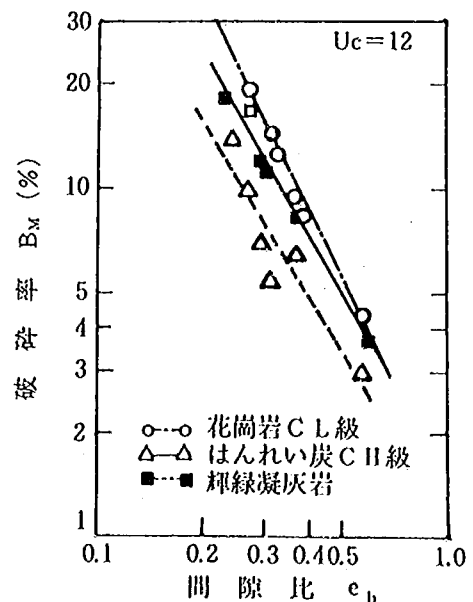


図-6 密度と破碎率

3.2 最大・最小密度

最大・最小密度を求めるために直径30cm、高さ60cmの供試体を用い、電気ハンマー（重量33kg、1分間の打撃回数 950回）による締固め試験を行った。この方法を用いた理由は突固め試験では粒子破碎が大きく、突固め後の粒度が設定時に比べ大きく変化すると考えられたからである。

締固め試験は、三軸試験用供試体の作製にあたって6層に分けて作るために1層当り締固め時間をパラメーターにして行った。

表-6に電気ハンマーによる1層当りの締固め時間における密度と破碎率の値を示す。

表-6 締固め時間と密度および破碎率

締固め時間	投入のみ	投入のみ	10秒	20	30	60	120
$\rho_s t/d$	1.849	1.824	2.126	2.155	2.211	2.227	2.300
e_s	0.547	0.560	0.338	0.320	0.287	0.278	0.237
$B_M \%$	2.1	1.7	2.8	3.9	3.0	4.2	5.2

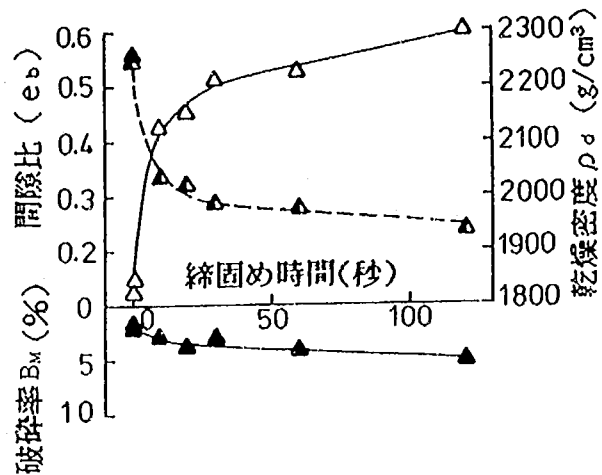


図-7には、締固め時間と密度および破碎率の関係を示す。締固め時間30秒以上になると密度増加は少ない。また破碎率は締固め時間120秒加えても約5%未満である。

図-7 締固め時間と密度および破碎率

図-8に締固め時間10秒、30秒および120秒における締固め後の粒度曲線を示す。締固め時間が増えるに従い粒度曲線が左にずれ細粒化していく傾向にあるが、120秒まで粒度分布の変化は少ないようである。

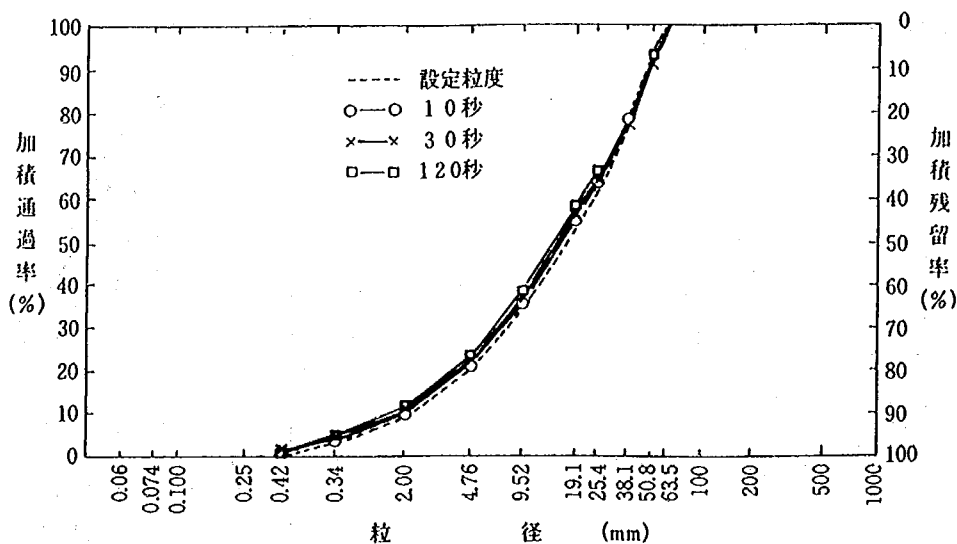


図-8 粒度曲線

従って、図-7および図-8から判断して締固め時間120秒後の密度を最大密度とする。また、図-9に示すように締固め時間(t)と間隙比(e_b)とは対数上で直線であることから実験式 $e_b = 0.473 t^{-0.139}$ より $t = 120$ 秒を代入して最小間隙比を求めた。最大間隙比は突固め容器 (25ℓ) および締固め容器 (42ℓ) を用いた投入のみの平均値とした。最大密度および最小密度をまとめて表-7に示す。なお、この表で最大密度を生じるときの突固めエネルギーは、図-5から求めると5 E₀に相当する。

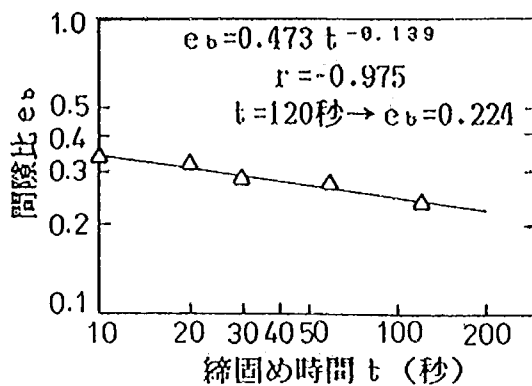


図-9 $\log t$ と $\log e_b$ の関係

表-7 最大密度および最小密度

	岩 級		C H
	均 等 係 数		12
最大密度	最大乾燥密度	$\rho_{dmax} \text{ g/cc}$	2.324
	最小間隙比	e_{bmin}	0.224
	締固め時間	sec	120
	突固めエネルギー	E ₀	5
	破砕率	B _M %	5
最小密度	最小乾燥密度	$\rho_{dmin} \text{ g/cc}$	1.823
	最大間隙比	e_{bmax}	0.560

図-10に均等係数12の締固め試験における最大、最小間隙比の関係を他岩種と比較して示す。斑れい岩の最小間隙比は他岩種に比べかなり小さい。

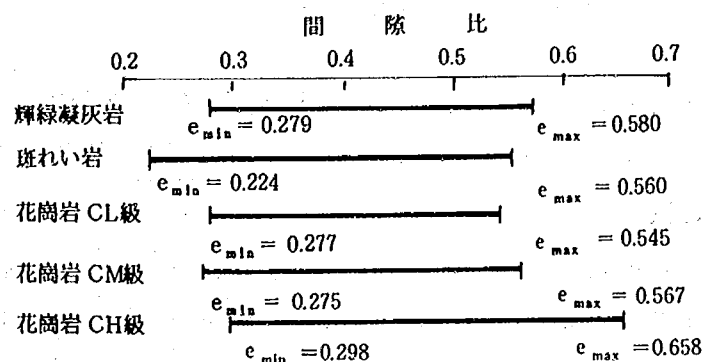


図-10 最大、最小間隙比の比較

4.2 圧密による供試体の変化

等方圧密による供試体の体積圧縮量を表-10および図-12に示す。側圧が大きくなるに従い、体積圧縮量は増えていく。飽和時の体積圧縮率は気乾状態に比べ全体に大きい。例えば、側圧14 kgf/cm²において体積圧縮率は気乾状態で約3%であるが飽和状態ではその倍近くの約6%となり飽和状態における圧密がかなり大きいことを示している。

一方、圧密後の間隙比(e_c)を初期間隙比(e_o)に対する圧密後の間隙比の比(e_c/e_o)として示すと図-13、図-14のようになる。気乾状態の圧密後の間隙比は側圧4 kgf/cm²以上では初期状態の約9割、飽和状態では初期状態の9~8割となり、飽和状態ではより締った状態からせん断が開始することになる。

なお、以上においてメンブレインの貫入量の補正は実施していない。

表-10 供試体の体積変化量

側圧 σ_3	気 乾			飽 和		
	供試体 体積 cm ³	体積圧 縮量 cm ³	圧縮率 %	供試体 体積 cm ³	体積圧 縮量 cm ³	圧縮率 %
0.5	41969.3	62	0.15	41969.3	120	0.29
1.0	41998.8	272	0.65	41969.3	270	0.64
1.5	41982.4	365	0.87	41978.2	420	1.00
2	41934.9	600	1.19	41948.7	570	1.36
4	41948.7	772	1.84	41978.2	1005	2.39
6	41948.7	995	2.37	41983.1	1378	3.28
8	41976.2	1090	2.60	41978.2	1620	3.62
10	41976.2	1845	3.92	41978.2	1857	4.42
14	41976.2	1075	2.56	41978.2	2375	5.66

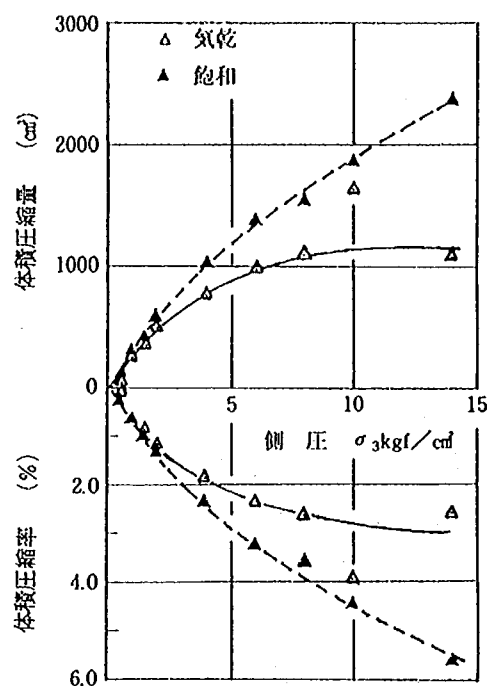


図-12 側圧と体積圧縮量および体積圧縮率

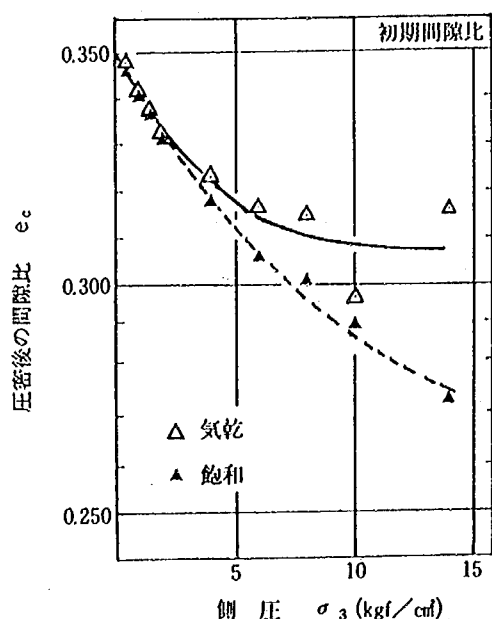


図-13 側圧と圧密後の間隙比

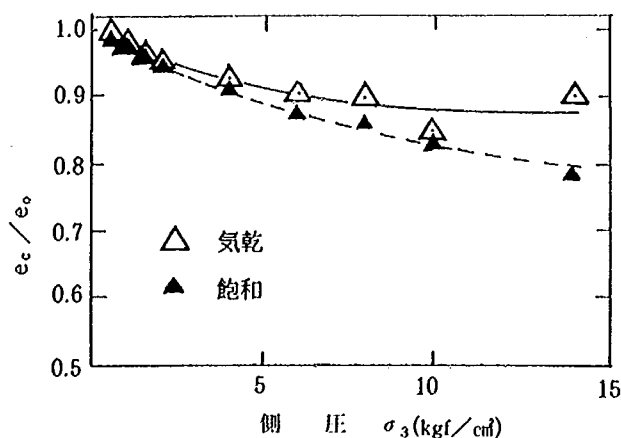


図-14 側圧と e_c/e_o

4.3 応力・ひずみ曲線

図-15、16に軸ひずみと軸差応力および体積ひずみの曲線を側圧をパラメータにして示す。気乾状態では、側圧 6 kg f/cm^2 まで軸ひずみ15%以内でピーク強度が生じるが、それ以上の側圧では軸ひずみ15%をこえてもピーク強度は生じない。飽和状態では側圧 2 kg f/cm^2 までが軸ひずみ15%以内でピーク強度が生じており、それ以上の側圧では15%をこえてもピーク強度は生じない曲線となっている。すなわち飽和状態の方が軸差応力-軸ひずみ曲線がよりなだらかなと言える。

一方、体積ひずみは、低側圧では軸ひずみが大きくなるにつれて圧縮から膨張に変わるが側圧が大きくなるにつれて圧縮側だけとなる。飽和時の方は、側圧 1.5 kg f/cm^2 より軸ひずみが増えても圧縮側だけの体積ひずみである。

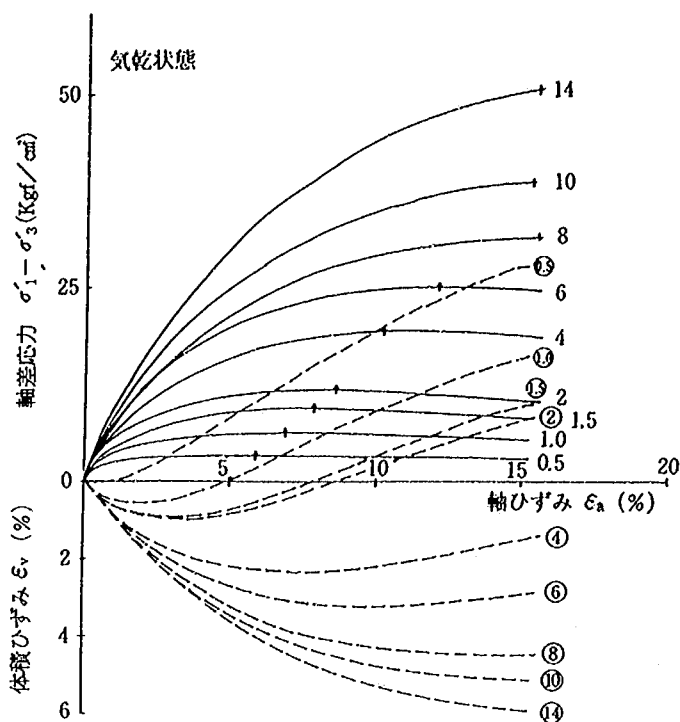


図-15 応力-ひずみ曲線（気乾状態）

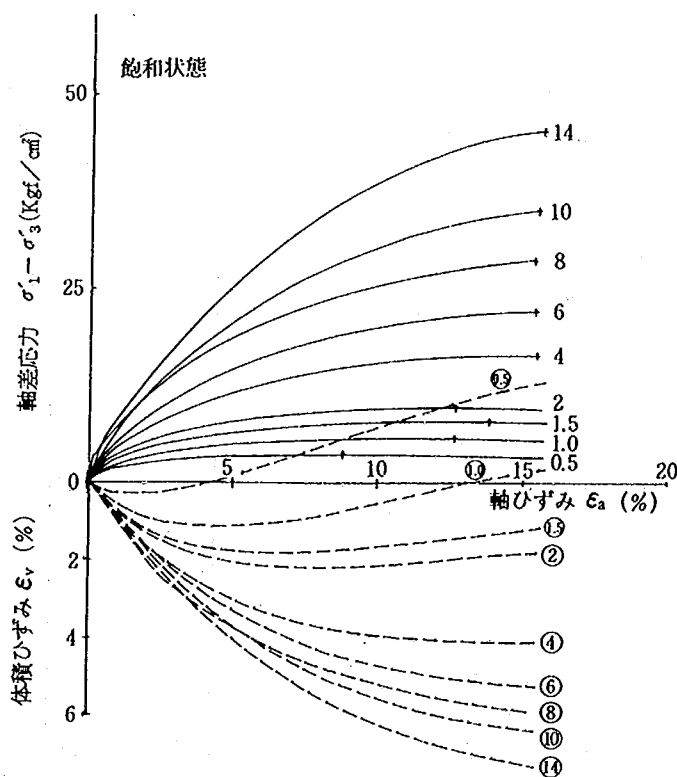


図-16 応力-ひずみ曲線（飽和状態）

4.4 モールの破壊応力円

図-17、18に側圧 0.5~14 kgf/cm²における気乾状態および飽和状態のモールの破壊応力円を示す。モールの破壊応力円を結ぶ破壊包絡線はやや上に凸の傾向を示す。この傾向は気乾状態、飽和状態でも大差がないようである。なお、図中に示す実線の破壊包絡線はあとでのべる $\tau = A \sigma_n^b$ によって求めた曲線である。

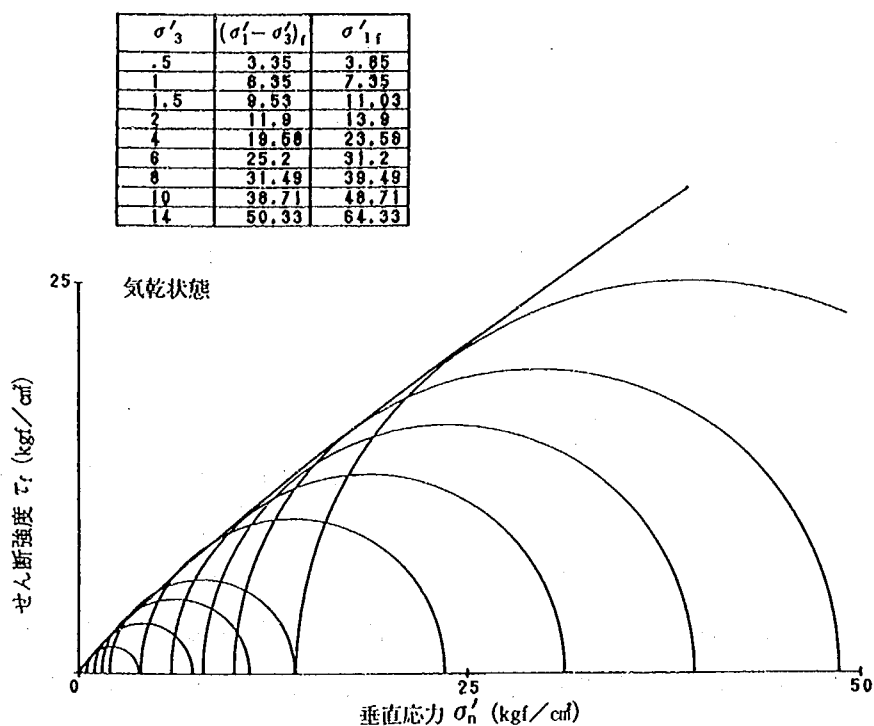


図-17 モールの応力円（気乾状態）

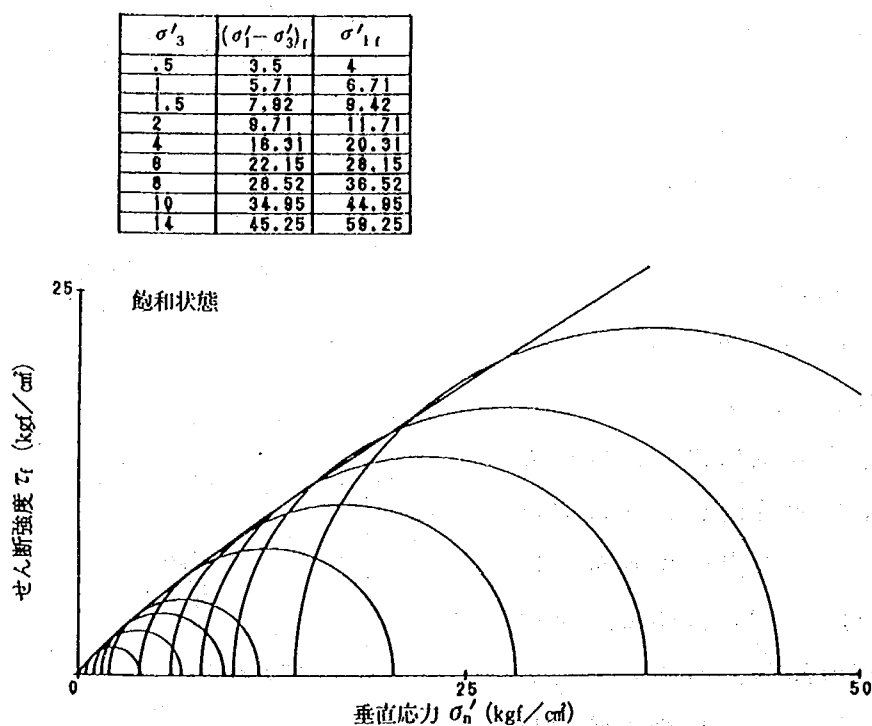


図-18 モールの応力円（飽和状態）

4.5 側圧と軸ひずみおよび体積ひずみ

図-19に側圧と破壊時の軸ひずみおよび破壊時の体積ひずみの関係を示す。

ここで破壊時の軸ひずみとは、最大軸差応力を生じるときの値である。軸ひずみが15%をこえても最大軸差応力を生じない場合は15%のひずみを破壊時の軸ひずみとした。この結果、飽和状態の破壊ひずみは気乾状態に比べ低側圧のときから15%に達している。

一方、破壊時の体積ひずみは低側圧領域（気乾4.0 kg f/cm²、飽和1.5 kg f/cm²）では膨張側に、それ以上の側圧では圧縮側となり側圧が増えるに従い破壊時の体積ひずみは大きくなる。

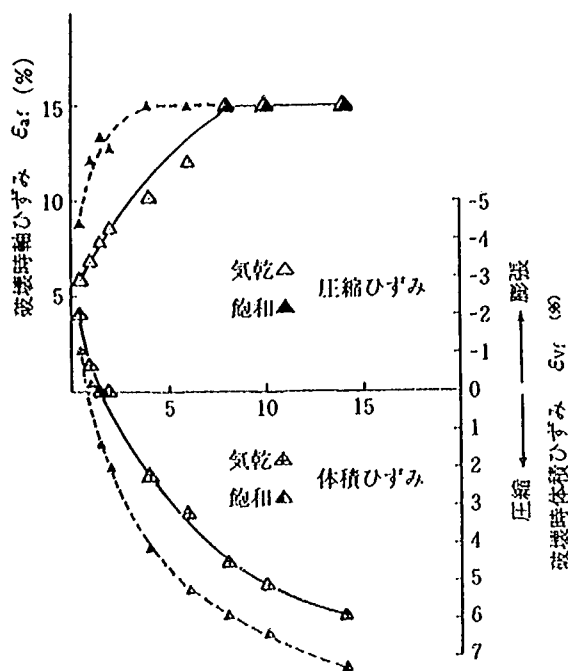


図-19 側圧と破壊時の軸ひずみ
および体積ひずみ

4.6 最大主応力と最小主応力の関係

図-20に最大主応力(σ'_{1f})と最小主応力(側圧 σ'_3) の関係を両対数上にプロットして示す。この関係は松本、渡辺が指摘⁴⁾するようにほぼ直線関係であることが認められる。これを式 1.4.2によって示すと

$$\sigma'_{1f} = n_0 \cdot P_0 \cdot \left(\frac{\sigma'_3}{P_0} \right)^m \quad \text{-----} \quad 1.4.2$$

気乾状態で

$$\sigma'_{1f} = 7.367 \sigma'_3{}^{0.823}$$

$$\text{相関係数}(r) = 0.9987$$

飽和状態で

$$\sigma'_{1f} = 6.790 \sigma'_3{}^{0.810}$$

$$\text{相関係数}(r) = 0.9997$$

P_0 : σ'_3 と同じ単位の大気圧

n_0, m : 実験から求まる定数

の実験式が得られる。すなわち、 n_0 の値は気乾状態より飽和状態の方が大きく、一方、 m の値は飽和状態の方がやや大きい。また、前出の松本ら⁴⁾によると n_0 の値は5~12の範囲に、 m の値は0.65~0.95の範囲にあるとしているが今回の実験値はこれらの値にはいっている。

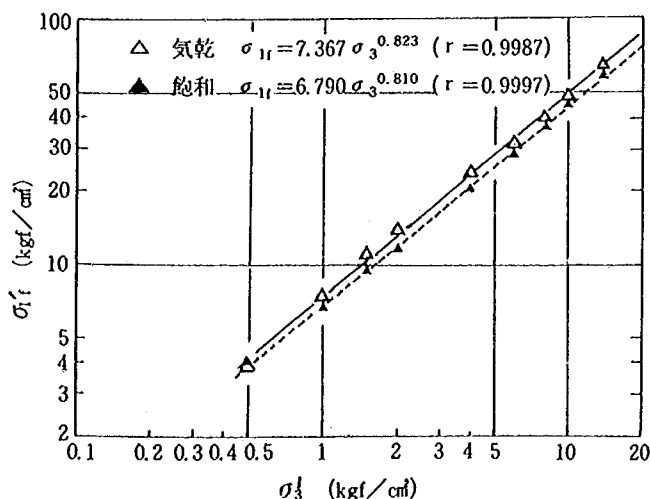


図-20 $\lg \sigma'_3$ と $\lg \sigma'_{1f}$

4.7 側圧と内部摩擦角

見掛けの粘着力成分を無視した内部摩擦角(ϕ'_o)を式1.4.3によって求める。

$$\phi'_o = \sin^{-1} \frac{\sigma'_{11} - \sigma'_3}{\sigma'_{11} + \sigma'_3} \quad \dots 1.4.3$$

この ϕ'_o と側圧との関係を表-11および図-21に示す。側圧 0.5 kgf/cm²における ϕ'_o の値(気乾50°、飽和51°)は側圧14 kgf/cm²になると(気乾42° 飽和38°)10数度も小さくなる。気乾状態と飽和状態の差は、最大約3度で側圧が大きくなるに従いその差はやや小さくなるようである。なお、気乾状態と飽和状態の強度差が生じる理由のひとつには、1.2項でのべたように岩石を水浸させると強度が小さくなることが影響していると考えられる。

表-11 気乾と飽和の内部摩擦角の比較

側 圧	ϕ'_{od}	ϕ'_{ow}	$\phi'_o - \phi'_{ow}$
0.5	50.38	51.09	-0.71
1.0	49.52	47.80	1.72
1.5	49.52	46.50	3.02
2	48.46	45.10	3.36
4	45.23	42.15	3.08
6	42.64	40.44	2.20
8	41.54	39.84	1.70
10	41.25	39.50	1.75
14	39.98	38.15	1.83

ϕ'_{od} : 気乾 ϕ'_{ow} : 飽和

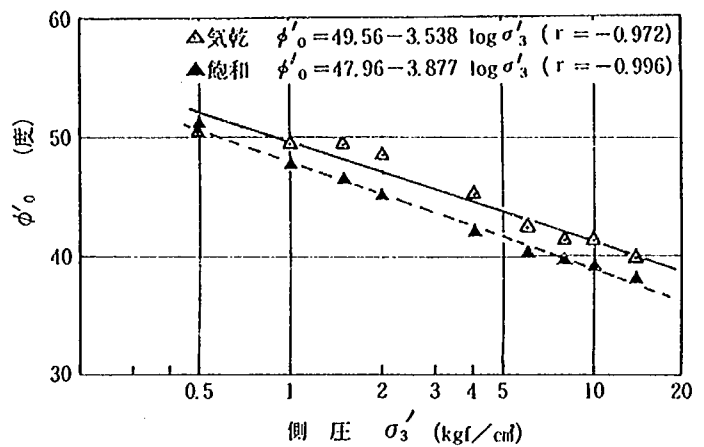


図-21 側圧と内部摩擦角 (ϕ'_o)

4.8 側圧とダイレイタンスー比

図-22に側圧とダイレイタンスー比の関係を示す。ダイレイタンスー比は体積ひずみ増分($d v$)を軸ひずみ増分($d \epsilon_x$)で除したものである。図からわかるように側圧が低いときにダイレイタンスー比は大きく、側圧が高くなるとその値は0に近い値となる。気乾状態に比べ、飽和状態のダイレイタンスー比はどの側圧でも小さい。すなわち粒子が水にぬれることによってダイレイタンスーの影響が少なくなると言える。

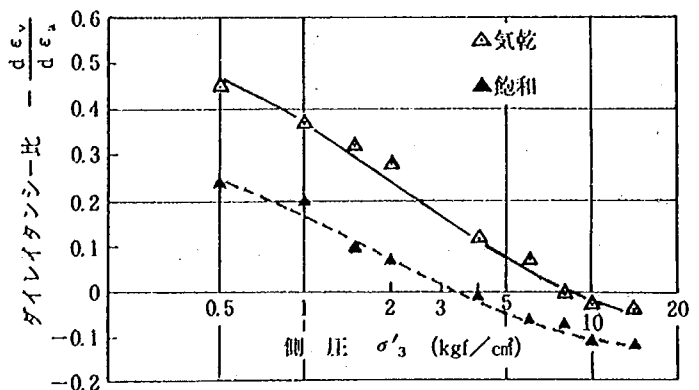


図-22 側圧とダイレイタンスー比

表-12、図-23には、式 1.4.4⁵⁾によって軸差応力の補正 $(\sigma'_{1r}-\sigma'_3)_r$ を行って求めた ϕ'_{or} と側圧の関係を示す。

$$(\sigma'_{1r}-\sigma'_3)_r = (\sigma'_{1r}-\sigma'_3) - \sigma'_3 \cdot \frac{d v}{d \varepsilon} \quad \cdots 1.4.4$$

表-12 ダイレイタンスー補正による内部摩擦角の比較

気 乾				飽 和		
側 圧	ϕ'_{oo}	ϕ'_{oor}	$\phi'_{oo}-\phi'_{oor}$	ϕ'_{ow}	ϕ'_{owr}	$\phi'_{ow}-\phi'_{owr}$
0.5	50.38	49.27	1.11	51.09	50.53	0.58
1.0	49.52	48.55	0.97	47.80	47.22	0.58
1.5	49.52	48.70	0.82	46.50	46.18	0.32
2	48.46	47.67	0.79	45.10	44.85	0.25
4	45.23	44.81	0.42	42.15	42.20	-0.05
6	42.64	42.34	0.30	40.44	40.71	-0.27
8	41.54	41.58	-0.02	39.84	40.20	-0.36
10	41.25	41.37	-0.12	39.50	40.04	-0.54
14	39.98	40.17	-0.19	38.15	38.76	-0.61

ϕ'_{oo}, ϕ'_{ow} : 気乾状態および飽和状態の内部摩擦角

ϕ'_{oor}, ϕ'_{owr} : ダイレイタンスーの補正による気乾状態および飽和状態の内部摩擦角

ダイレイタンスー補正を行って求めた内部摩擦角すなわち粒子の摩擦だけによる内部摩擦角は、補正しない場合に比べ低側圧領域で気乾状態で約1度、飽和状態で約0.6度のちがいが生じている。

4.9 側圧と破碎率

図-24に側圧とせん断時の破碎率の関係を示す。せん断時の破碎率は試験後の破碎率から図-25に示す締固め試験の結果を踏えて供試体作製に生じる破碎率(3.1%)を差し引いて求めたものである。

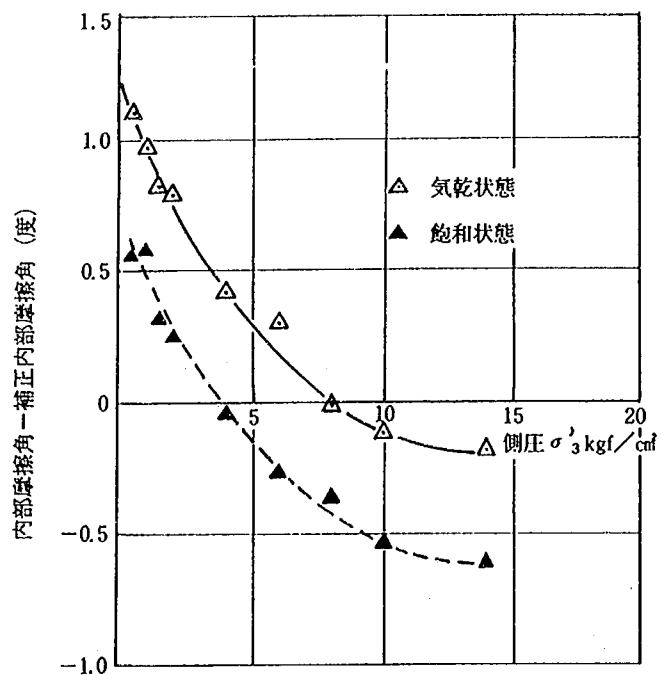


図-23 側圧と(内部摩擦角-補正内部摩擦角)の関係

側圧が大きくなれば破碎率は大きくなり、気乾状態と飽和状態の破碎率の差が明瞭であり、飽和状態の方が2~4%程度大きい。すなわち、この破碎率の傾向からわかるように飽和時の ϕ'_o の強度低下の一因には岩石の軟弱化によるものと推定される。

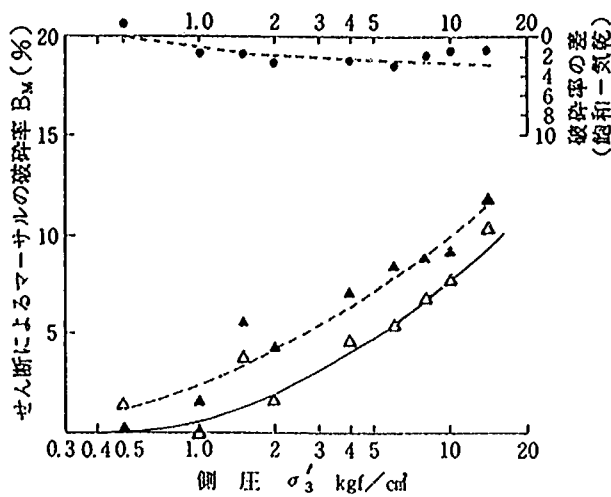


図-24 側圧と破砕率

4.10 垂直応力とせん断強度の関係

せん断強度をモールの破壊包絡線から求める。

この方法は、各々の側圧でせん断した破壊時のモールの応力円の包絡線がなめらかに存在すると仮定して、図-26に示すようにこの包絡線と応力円の接線における包絡線の接線勾配から τ と σ_n を求めるものである。図-26より接線勾配は次式によって求めることができる。

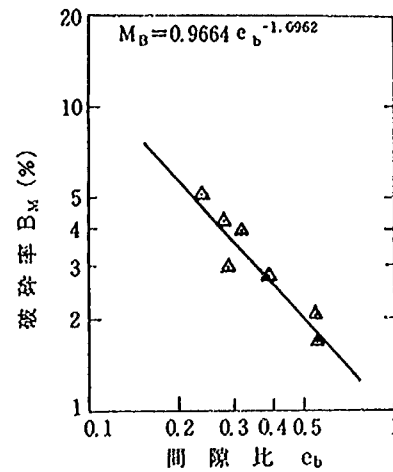


図-25 $\log e_b$ と $\log M_B$ の関係

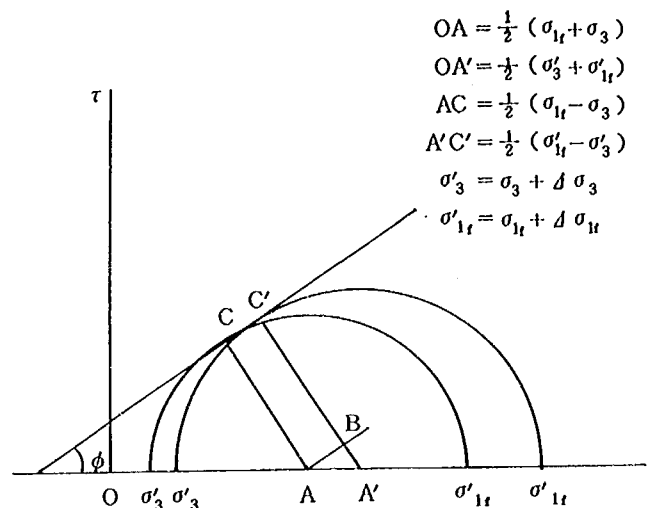


図-26 2個のモールの応力円に
共通する接線

$$\sin \phi (\sigma'_3) = \frac{\frac{1}{2} \{ (\sigma'_{1t} + \Delta \sigma'_{1t}) - (\sigma'_3 + \Delta \sigma'_3) \} - \frac{1}{2} (\sigma'_{1t} - \sigma'_3)}{\frac{1}{2} \{ (\sigma'_{1t} + \Delta \sigma'_{1t}) + (\sigma'_3 + \Delta \sigma'_3) \} - \frac{1}{2} (\sigma'_{1t} + \sigma'_3)} \quad \dots 1.4.5$$

$$\dots 1.4.7$$

ここで、前項でのべた式1.4.2を用いて $(\sigma'_{1t} + \Delta \sigma'_{1t})$ を求める。

$$\sigma'_{1t} + \Delta \sigma'_{1t} = n_\sigma \cdot p_\sigma \left(\frac{\sigma'_3 + \Delta \sigma'_3}{p_\sigma} \right)^m \quad \dots 1.4.6$$

式 1.4.6、式 1.4.2を式 1.4.5に代入すると

$$\sin \phi (\sigma'_3) = \frac{\{ n_\sigma \cdot p_\sigma \left(\frac{\sigma'_3 + \Delta \sigma'_3}{p_\sigma} \right)^m - (\sigma'_3 + \Delta \sigma'_3) \} - \{ n_\sigma \cdot p_\sigma \left(\frac{\sigma'_3}{p_\sigma} \right)^m - \sigma'_3 \}}{\{ n_\sigma \cdot p_\sigma \left(\frac{\sigma'_3 + \Delta \sigma'_3}{p_\sigma} \right)^m + (\sigma'_3 + \Delta \sigma'_3) \} - \{ n_\sigma \cdot p_\sigma \left(\frac{\sigma'_3}{p_\sigma} \right)^m + \sigma'_3 \}}$$

$\Delta \sigma_v$ が小さいときに

$$n_w \cdot p_w \left(\frac{\sigma'_v + \Delta \sigma'_v}{p_w} \right)^m - n_w \cdot p_w \left(\frac{\sigma'_v}{p_w} \right)^m = n_w \cdot m \left(\frac{\sigma'_v}{p_w} \right)^{m-1} \Delta \sigma_v \cdots 1.4.8$$

として式 1.4.7 に式 1.4.8 を代入すると接線勾配 $\sin \phi_w(\sigma'_v)$ は次のとおりになる。

$$\sin \phi_w(\sigma'_v) = \frac{n_w \cdot m \left(\frac{\sigma'_v}{p_w} \right)^{m-1} - 1}{n_w \cdot m \left(\frac{\sigma'_v}{p_w} \right)^{m-1} + 1} \cdots 1.4.9$$

式 1.4.9 を用いて垂直応力 (σ_n) とせん断強度 (τ_t) を求めると

$$\sigma_n = \frac{\sigma'_{1f} + \sigma'_v}{2} - \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_v}{2} \sin \phi_w(\sigma'_v) \cdots 1.4.10$$

$$\tau_t = \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_v}{2} \cos \phi_w(\sigma'_v) \cdots 1.4.11$$

となる。

表-13 に σ'_n と τ_t の値を示す。 σ'_n と τ_t の関係をプロットしたものを図-27 に示す。垂直応力が増えるにつれてせん断強度は大きくなり、低側圧領域でやや上に凸の曲線を示す。また、垂直応力が大きくなると気乾と飽和状態のせん断強度の差が大きくなる。図-28 に示すように両対数上にこの関係を示すとほぼ直線関係が得られる。

すなわち、 τ_t と σ'_n の関係は

$\tau_t = A \sigma'^n_n$ という実験式で簡単に示すことができると考えられる。気乾状態における実験式は、

$\tau_t = 1.266 \sigma'^{0.872}_n$ となり、飽和状態の実験式は、

$\tau_t = 1.209 \sigma'^{0.858}_n$ となる。

表-13 σ_n と τ_t の比較

気 乾		飽 和	
σ'_n	τ_t	σ'_n	τ_t
0.966	1.221	0.964	1.161
1.901	2.219	1.891	2.089
2.822	3.141	2.801	2.937
3.733	4.016	3.701	3.736
7.317	7.228	7.228	6.638
10.836	10.167	10.678	9.258
14.310	12.934	14.077	11.702
17.750	15.576	17.436	14.019
24.552	20.588	24.062	18.374

単位 kgf/cm²

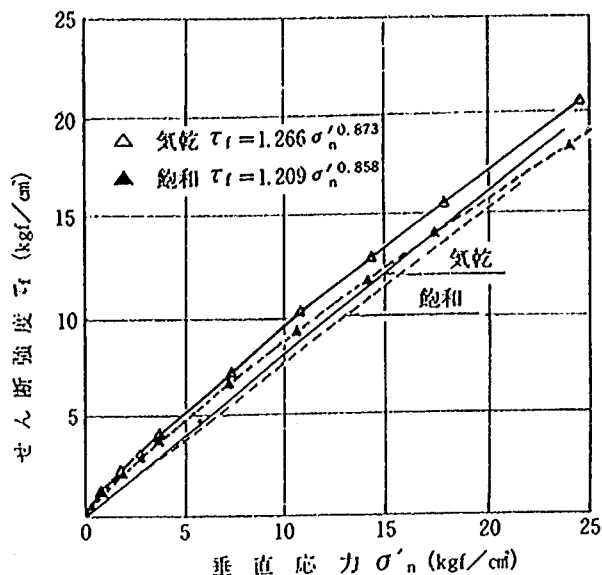


図-27 垂直応力とせん断強度

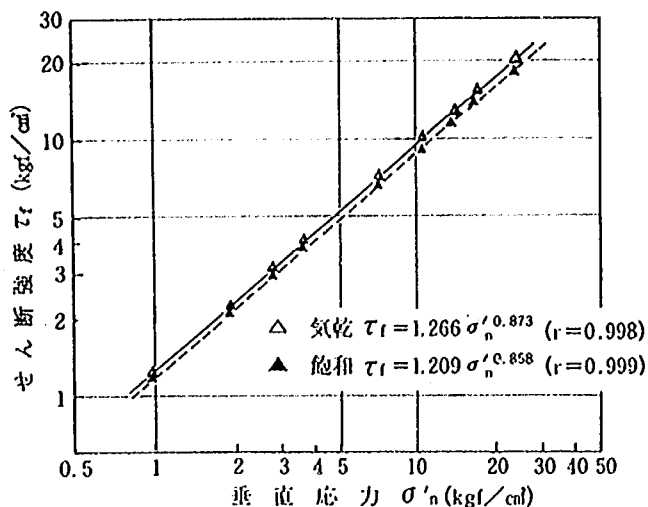


図-28 σ'_v と τ_f

表-14、図-29はAとbの値について、拘束圧範囲、0.5~2kgf/cm²、0.5~8kgf/cm²、0.5~14kgf/cm²、の間で比較したものである。図からわかるように気乾状態ではAの値は拘束圧範囲が広がるにつれてやや増加し、飽和状態では減少する。一方、 σ'_v - τ_f 曲線の曲がりを示すbの値は気乾状態では拘束圧範囲が大きくなると減少するが、飽和状態では拘束圧範囲にかかわらずほぼ同じである。Aの値およびbの値は気乾と飽和の差が生じ、気乾状態の方が飽和状態に比べ大きい。

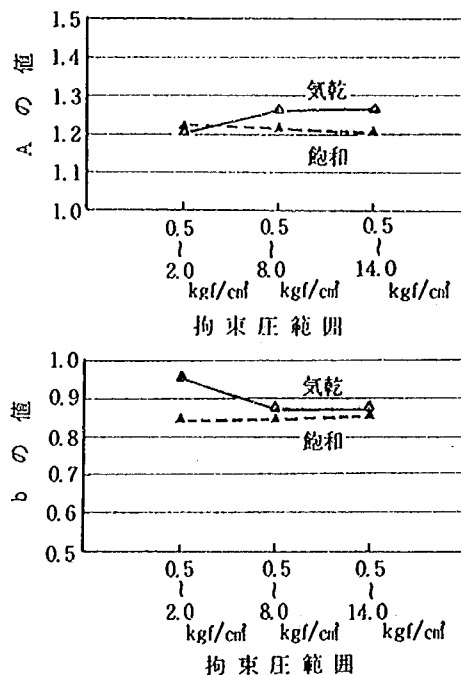


図-29 各拘束圧範囲におけるAとbの値

表-14 各拘束圧範囲のAとbの値

拘束圧の範囲 kgf/cm ²	気 乾		飽 和	
	A	b	A	b
0.5~2.0	1.204	0.956	1.222	0.845
0.5~8	1.260	0.878	1.218	0.850
0.5~14	1.266	0.873	1.209	0.858

4.11 $p' - q'$ の関係

表-15に p' と q' の値を示す。ここで p および q は式 1.4.12によって求めたものである。

$$p = \frac{\sigma'_{1f} + \sigma'_3}{2} \quad q = \frac{\sigma'_{1f} - \sigma'_3}{2} \quad \cdots \cdots 1.4.12$$

図-30に p の値を横軸に q の値を縦軸に示す。この $p - q$ 曲線は破壊条件を示しており、 $p - q$ 曲線より左上では応力は存在しない。図-31において p 、 q の直線式を求めて図中に示す。直線の傾き(α)および切片(a)から見掛けの粘着力成分(c')および内部摩擦角(ϕ')を式 1.4.13によって求める。

$$\phi' = \sin^{-1} \cdot \tan \alpha$$

$$c' = \frac{a}{\cos \phi'} \quad \cdots 1.4.13$$

側圧 0.5~14 kg f/cm² において気乾状態で $\phi' = 39.1^\circ$ 、 $c' = 0.94$ kg f/cm²、飽和状態で $\phi' = 37.4^\circ$ 、 $c' = 0.61$ kg f/cm² が得られる。

各拘束圧範囲毎（低側圧、中間側圧、高側圧）の内部摩擦角および見掛けの粘着力成分を求めて表-16、図-31に示す。これらの値は、各々の拘束圧範囲において3~4つのモールの応力円から最小二乗法によって求めたものである。

低側圧(0.5~2 kg f/cm²)、中間側圧(2~8 kg f/cm²)、高側圧(8~14 kg f/cm²)の順に低側圧ほど内部摩擦角は大きく、その逆に見掛けの粘着力は小さい傾向を示す。飽和状態においてもこの傾向はあまり変わらない。

表-15 p と q の値

σ'_{1f} kg f/cm ²	気 乾		飽 和	
	p'	q'	p'	q'
0.5	2.18	1.68	2.26	1.75
1.0	4.18	3.18	3.86	2.86
1.5	6.27	4.77	5.46	3.96
2	7.95	6.95	6.86	4.86
4	13.79	9.79	12.16	8.16
6	18.60	12.60	17.08	11.08
8	23.75	16.75	22.26	14.26
10	29.36	19.36	27.48	17.48
14	39.17	25.17	36.63	22.63

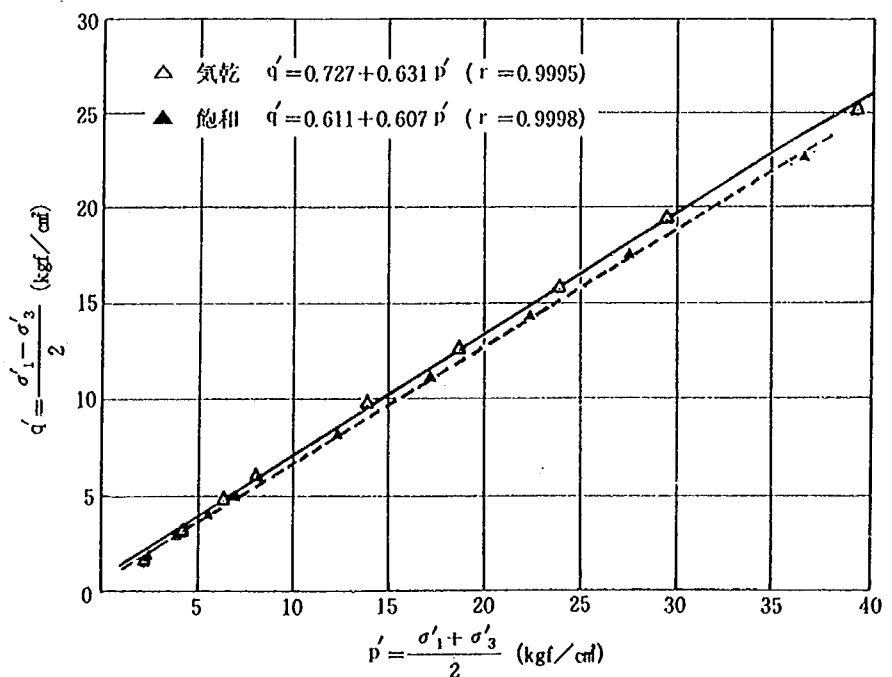


図-30 p と q の関係

側圧2~8 kgf/cm² で求めた内部
摩擦角（気乾 $\phi'=38^\circ$ 、飽和 $\phi'=37^\circ$
）でせん断強度（ τ_c ）を式1.4.
14より

$$\tau_c = \sigma'_n \tan \phi' \dots 1.4.14$$

求めて図-27に示す。これに
よると低側圧領域において $c \phi$
法ではせん断強度は小さい 値
を示している。

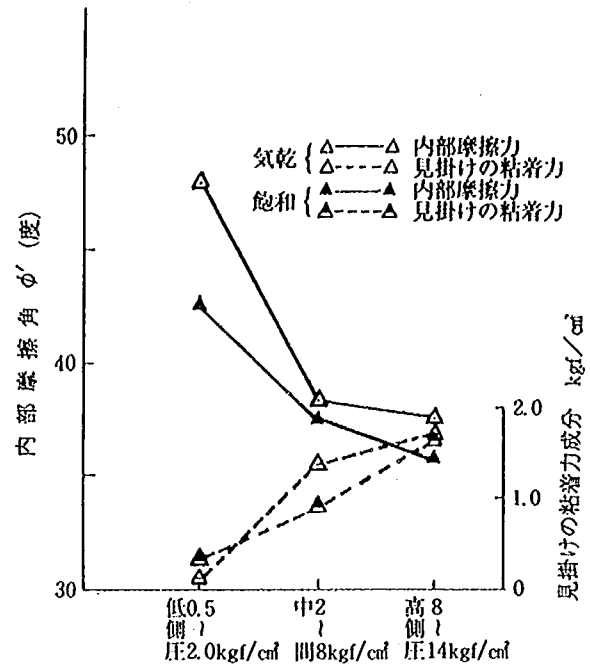


図-31 各拘束圧範囲の内部摩擦角
および見掛けの粘着力

表-16 各側圧毎の内部摩擦角と見掛けの粘着力

拘束圧の範囲 (kgf/cm ²)	気 乾		飽 和	
	内部摩擦角 (度)	見掛けの粘着力 (kgf/cm ²)	内部摩擦角 (度)	見掛けの粘着力 (kgf/cm ²)
0.5~2	47.97	0.11	42.60	0.32
2~8	38.30	1.38	37.59	0.88
8~14	37.59	1.70	35.74	1.63

5. 拘束圧の変化に伴う変形特性

5.1 側圧と変形係数

フィルダムにおいては堤体を構成する材料を応力-ひずみレベルで変形特性が変化する非線形性の材料とし扱っている。Kondner⁶⁾は、軸差応力 ($\sigma'_1 - \sigma'_3$) と軸ひずみ (ϵ_a) の関係で式 1.5.1 を提案している (図-33、図-34)。

$$\sigma'_1 - \sigma'_3 = \frac{\epsilon_a}{a + b \cdot \epsilon_a} \quad \dots 1.5.1$$

または

$$\frac{\epsilon_a}{\sigma'_1 - \sigma'_3} = a + b \epsilon_a$$

$$a = \frac{1}{E_i} \quad b = \frac{R_r}{(\sigma'_1 - \sigma'_3)_r}$$

E_i : 初期接線変形係数 R_r : 破壊比

図-35、36に気乾および飽和状態の軸ひずみ (ϵ_a) と $\epsilon_a / (\sigma'_1 - \sigma'_3)$ との関係を示す。

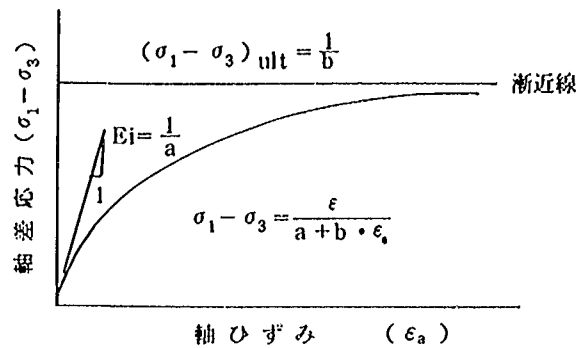


図-33 ϵ_a と $\sigma'_1 - \sigma'_3$ の関係

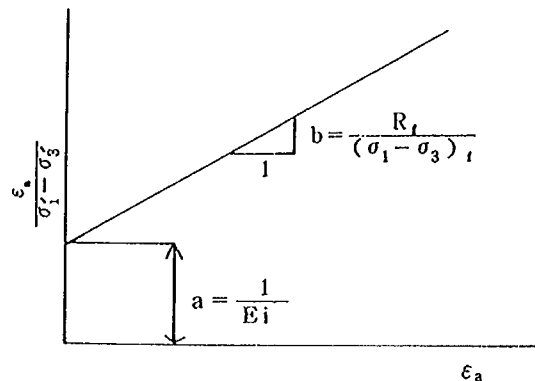


図-34 ϵ_a と $\epsilon_a / (\sigma'_1 - \sigma'_3)$ の関係

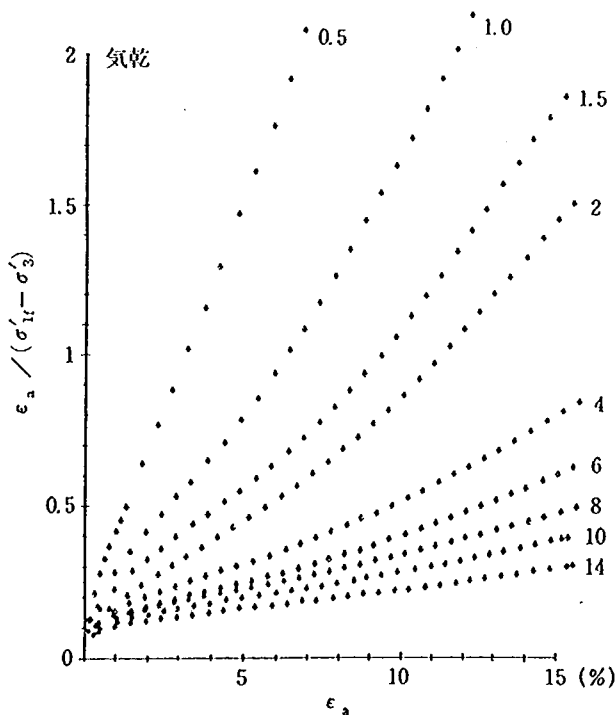


図-35 ϵ_a と $\epsilon_a / (\sigma'_1 - \sigma'_3)$ の関係
(気乾状態)

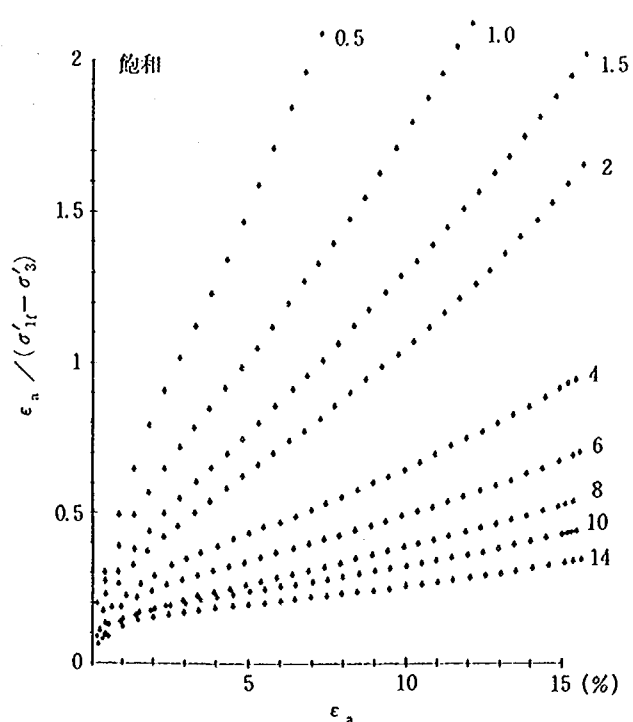


図-36 ϵ_a と $\epsilon_a / (\sigma'_1 - \sigma'_3)$ の関係
(飽和状態)

側圧 0.5~14 kgf/cm² までをプロットしているが高側圧になると $\varepsilon_s / (\sigma'_s - \sigma'_a)$ は小さくなる。この関係は、 ε_s が 1 % 付近で折れ曲がり、ほぼ上に凸の曲線を程している。この傾向は気乾状態、飽和状態にかかわらず同様である。

図-35、36の曲線において、0~1.5%、0~2%、0~3%、1~3%の軸ひずみ領域で各側圧毎に初期接線変形係数 (E_t) を求めて表-17に示す。

表-17 初期接線変形係数

側 圧	気 乾				飽 和			
	0~1.5 %	0~2 %	0~3 %	1~3 %	1.5 %	2 %	3 %	1~3 %
kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²
0.5	994	911	782	312	746	668	676	355
1.0	1050	983	841	622	640	500	463	385
1.5	968	870	807	700	641	591	568	464
2	1456	1269	1110	818	870	823	686	508
4	1042	996	937	806	1360	1066	976	708
6	1304	1290	1112	977	1109	1013	912	679
8	1078	993	970	925	1771	1528	1343	943
10	1154	1111	1087	1020	909	870	820	769
14	1285	1276	1209	1028	1529	1414	1269	1000

・¹ 軸ひずみ 0~1.5%
 ・² // 0~2%
 ・³ // 0~3%
 ・⁴ // 1~3%

図-37は、軸ひずみ 1~3% の範囲における初期接線変形係数と側圧との関係を両対数上に示したものである。側圧が大きくなると気乾状態および飽和状態とも E_t は増加する傾向にある。

Janbu⁷⁾ は、この関係について式 1.5.1 を提案している。

$$E_t = K \cdot p_a \left(\frac{\sigma'_a}{p_a} \right)^n \quad \dots 1.5.1$$

各拘束圧範囲で式 1.5.1 の実験式を求める。

気乾状態で、

$$(\sigma'_a = 0.5 \sim 14 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$E_t = 538 \cdot p_a \left(\frac{\sigma'_a}{p_a} \right)^{0.294} \quad (r = 0.89)$$

$$(\sigma'_a = 0.5 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$E_t = 525 \cdot p_a \left(\frac{\sigma'_a}{p_a} \right)^{0.298} \quad (r = 0.90)$$

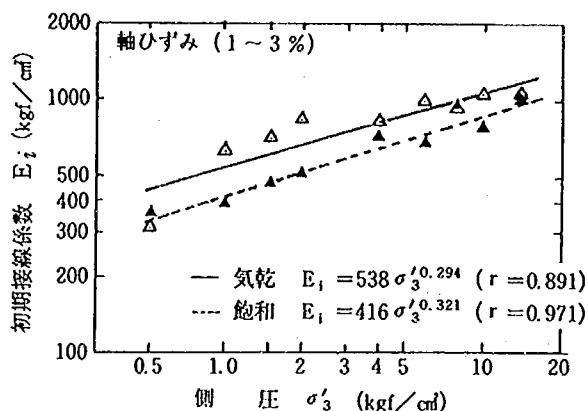


図-37 側圧と初期接線変形係数

$K \cdot n$: 変形に関する係数

p_a : 大気圧

飽和状態では、

$$(\sigma'_s = 0.5 \sim 14 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$E_s = 416 \cdot p_s \left(\frac{\sigma'_s}{p_s} \right)^{0.321}$$

$$(r = 0.97)$$

$$(\sigma'_s = 0.5 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2)$$

$$E_s = 416 \cdot p_s \left(\frac{\sigma'_s}{p_s} \right)^{0.305}$$

$$(r = 0.97)$$

となる。飽和状態の初期接線係数は気乾状態の約8割の大きさを示し、拘束圧範囲が広くなると飽和状態の直線の増加率は気乾状態に比べやや大きい値となっている。

図-38には、最大軸差応力の1/2の大きさにおける変形係数 (E_{50}) を示す。側圧が大きくなれば変形係数は大きくなり、気乾状態の変形係数は飽和状態の変形係数に比べ約2倍の大きさである。

5.2 側圧とポアソン比

ポアソン比についても変形係数と同様に図-39に示すように軸方向ひずみ (ϵ_s) と半径方向のひずみ (ϵ_r) の関係を図-40に示すように双曲線で近似することが提案されている。

ここで半径方向のひずみ (ϵ_r) は、式1.5.3によって求められる。

$$\epsilon_r = \frac{1}{2} (\epsilon_v - \epsilon_s) \quad \dots 1.5.3$$

ϵ_v : 体積ひずみ

ϵ_r と ϵ_s の関係は

$$\epsilon_s = \frac{\epsilon_r}{F + D \cdot \epsilon_r} \quad \dots 1.5.4$$

またはポアソン比 ($\epsilon_r / \epsilon_s \dots \nu$) は

$$\frac{\epsilon_r}{\epsilon_s} = F + D \cdot \epsilon_r \quad \text{となる。}$$

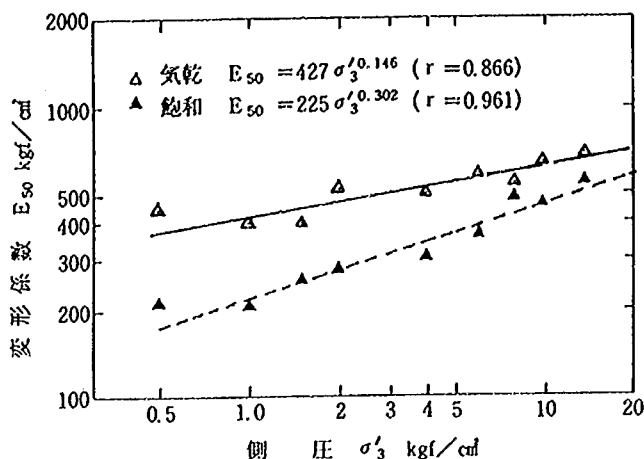


図-38 側圧と E_{50} の変形係数

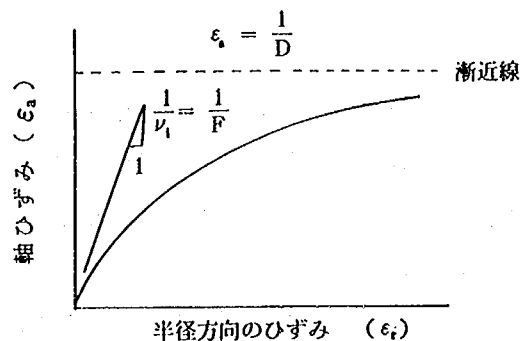


図-39 ϵ_r と ϵ_s の関係

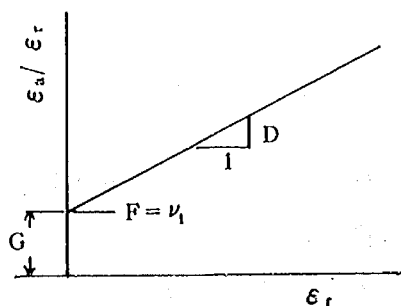


図-40 $\epsilon_r - \epsilon_r / \epsilon_s$ の関係

図-41および図-42に気乾および飽和状態における半径方向のひずみとポアソン比 (ν) との関係を示す。半径方向のひずみが大きくなるにつれて上に凸の曲線を示し、

ε_r と ν の関係において ε_r が2%未満で直線関係が認められる。 ν は側圧が大きくなるにつれて小さくなることを示している。飽和状態でも同じである。

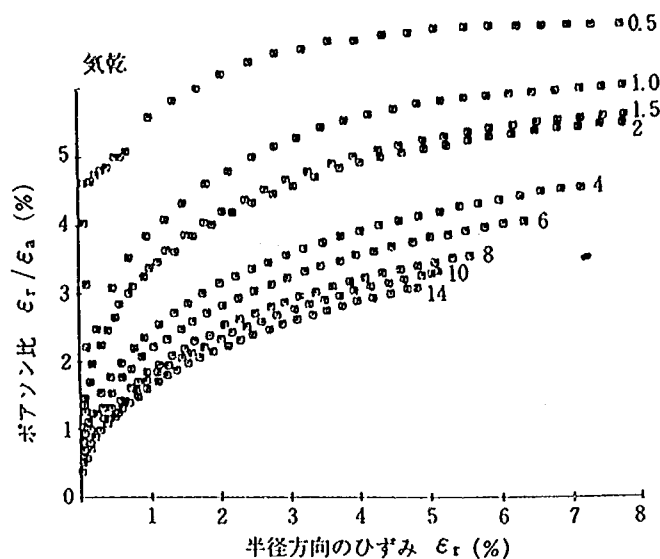


図-41 $\varepsilon_r - \varepsilon_r / \varepsilon_a$ の関係 (気乾)

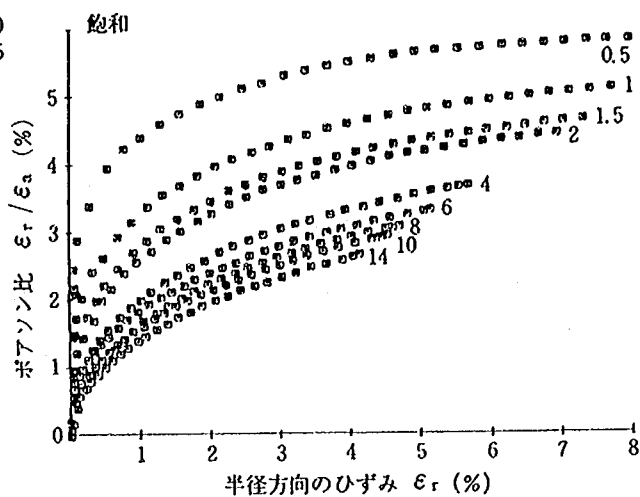


図-42 $\varepsilon_r - \varepsilon_r / \varepsilon_a$ の関係 (飽和)

各側圧毎に半径方向のひずみ0~1%、0.5~1.5%までにおいて初期ポアソン比(ν_1)と立上がり勾配(D)を最小二乗法によって求めたものを表-13に示す。初期ポアソン比(ν_1)は側圧が大きくなるにつれて小さくなるが、Dの値はやや小さくなるようである。なお、飽和状態でも同様の傾向を示す。

表-13 初期ポアソン比と傾き(D)

側 圧 kgf/cm ²	気 乾				飽 和			
	初期ポアソン比		D		初期ポアソン比		D	
	*0~1 %	**0.5~1.5%	0~1 %	0.5~1.5%	0~1 %	0.5~1.5%	0~1 %	0.5~1.5%
0.5	0.455	0.443	8.3	10.7	0.238	0.354	28.3	8.2
1	0.128	0.255	31.9	11.9	0.189	0.215	14.5	10.7
1.5	0.166	0.230	20.2	10.8	0.108	0.170	19.6	10.4
2	0.128	0.219	24.7	11.1	0.103	0.158	17.3	9.7
4	0.071	0.147	20.8	9.7	0.049	0.111	17.1	8.8
6	0.090	0.128	13.7	8.6	0.124	0.101	4.3	7.9
8	0.074	0.106	12.1	7.9	0.015	0.071	17.1	8.7
10	0.068	0.089	11.3	8.4	0.084	0.084	6.8	7.3
14	0.190	0.092	8.4	7.2	0.083	0.067	4.4	7.1
			**	9.6				8.7

- 1 半径方向のひずみ
0~1%の範囲
- 2 半径方向のひずみ
0.5~1.5%の範囲
- 3 全側圧の平均値

図-43に側圧と初期ポアソン比の関係を片対数上に示す。Kulhawy、Duncan、Seedによれば初期ポアソン比は側圧の関数で式 1.5.5を提案している。

$$\nu_1 = G - F \log \left(\frac{\sigma'_3}{P_0} \right) \quad \dots 1.5.5$$

G、F : 実験から求められる定数

本材料によれば、気乾状態で

$$(\sigma'_a = 0.5 \sim 14 \text{ kgf/cm}^2) \quad \nu_1 = 0.303 - 0.095 \log(\sigma'_a / P_a) \quad \text{相関係数} \quad r = 0.948$$

$$(\sigma'_a = 0.5 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2) \quad \nu_1 = 0.309 - 0.118 \log(\sigma'_a / P_a) \quad \text{相関係数} \quad r = 0.946$$

飽和状態で

$$(\sigma'_a = 0.5 \sim 14 \text{ kgf/cm}^2) \quad \nu_1 = 0.237 - 0.076 \log(\sigma'_a / P_a) \quad \text{相関係数} \quad r = 0.934$$

$$(\sigma'_a = 0.5 \sim 6 \text{ kgf/cm}^2) \quad \nu_1 = 0.242 - 0.096 \log(\sigma'_a / P_a) \quad \text{相関係数} \quad r = 0.938$$

の実験式が得られる。

すなわち、飽和状態での G および F の値は気乾状態に比べ小さい傾向を示す。当然のことながら拘束圧によって G、F の値はわずかに異なる。

図-44には、側圧と破壊時のポアソン比との関係を示す。破壊時のポアソン比は低側圧ほど大きく、高側圧になると小さくなる。飽和状態のポアソン比は、気乾状態に比べ全体に小さい。

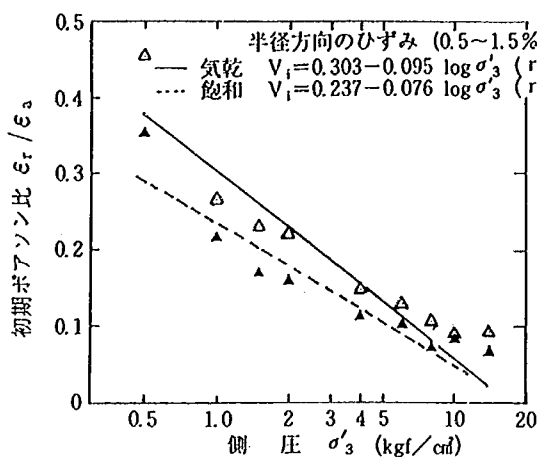


図-43 側圧と初期ポアソン比

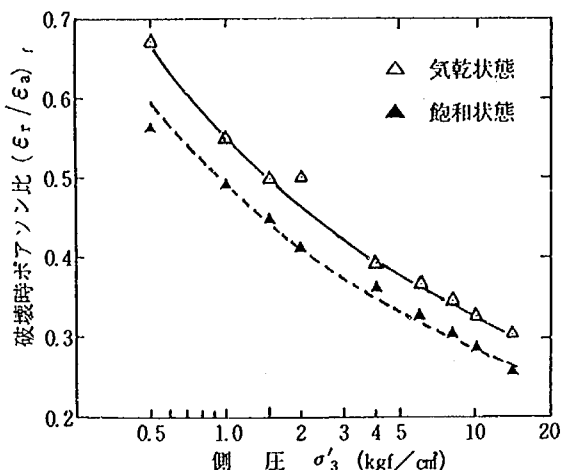


図-44 側圧と破壊時のポアソン比

表-19には、他岩種の E_1 (n 、 k) と ν_1 (D 、 F 、 G) を示す。ほぼ同一間隙比で比較してみると斑れい岩の n および G が他岩種に比べやや小さい。

表-19^{4), 5)} 他岩種の E_1 (n 、 k) と ν_1 (D 、 F 、 G)

岩 種	$\bar{U}_s$	$\bar{Q}$	$\bar{\sigma}_a$	$\bar{\sigma}_c$	E_1		ν_1			備 考
					n	k	D	F	G	
流紋岩	2.486	0.023	0.335	0.279	0.38	660	20.6	0.22	0.27	参考文献 ⁴⁾
閃緑岩	2.612	0.022	0.332	0.278	0.46	380	10.0	0.25	0.33	
玄武岩 半風化	2.676	0.022	0.335	0.282	0.25	560	12.9	0.24	0.32	
玄武岩	2.722	0.022	0.404	0.340	0.14	540	13.1	0.25	0.28	
斑れい岩	2.952	0.008	0.357	0.309	0.42	790	16.8	0.18	0.24	
輝緑凝灰岩 (気乾)	2.869	0.012	0.346	0.287	0.089	708	9.2	0.270	0.089	参考文献 ⁵⁾
輝緑凝灰岩 (飽和)	2.869	0.012	0.346	0.248	0.278	353	8.2	0.195	0.080	
斑れい岩 (気乾)	2.846	0.011	0.349	0.297	0.294	538	9.6	0.303	0.095	今 回
斑れい岩 (飽和)	2.846	0.011	0.350	0.274	0.321	416	8.7	0.237	0.078	

6. まとめ

今回の材料試験により次のことがわかった。

1) 材料の物理的性質

- a. 今回使用した斑れい岩の比重および吸水量はそれぞれ2.845、1.1%であった。
- b. 斑れい岩の一軸圧縮強度は、岩石に生じる層理面によって異なり、層理面に垂直に荷重をかけた場合は約1500kgf/cm²の値、層理面と平行の場合は約1200kgf/cm²の値を示した。しかし、水浸することによって水浸後の強度は、気乾時の強度の約7～8割となる。一方、点載荷圧裂強度は気乾状態で約160kgf/cm²であるが、水浸によって約8割の大きさになる。すなわち、今回の使用した斑れい岩は両試験方法から岩石の軟弱化を示す材料であると言える。

2) 締固め特性

突固めエネルギーが増えるにつれて密度は増加する。他岩種に比べて同一間隙比を得るのに破砕の少ない材料である。均等係数12の粒度において、最大密度は2.324t/m³、最小密度は1.823t/m³が得られよく締まる材料でもある。

3) 拘束圧依存性に着目したせん断強度の特性

- a. せん断開始前の間隙比は、側圧が大きくなるにつれて小さくなる傾向を示す。気乾状態では側圧6kgf/cm²以降初期状態の約9割、飽和状態では側圧4kgf/cm²以降初期状態の約9～8割となり、飽和状態の方が圧密によってせん断開始前の間隙比は小さくなる。
- b. 応力・ひずみ曲線において、気乾状態で側圧が6kgf/cm²まで15%以内に軸差応力のピーク値を生じるが、飽和状態では側圧2kgf/cm²までが15%以内である。すなわち、飽和状態ではピーク強度が明瞭なカーブとなっていないことを示している。
- c. 9つのモールの破壊応力円を結ぶ包絡線は、気乾、飽和状態ともほぼ上に凸の傾向を示している。
- d. 最小主応力と最大主応力は、気乾および飽和状態とも両対数上で直線関係を示す。側圧と粘着力成分を無視した内部摩擦角(ϕ'_0)は、側圧を片対数上にとるとほぼ直線関係を示し、側圧が大きくなれば ϕ'_0 は小さくなる。気乾状態の ϕ'_0 の値が飽和状態の ϕ'_0 の値に比べ大きい。
- e. 側圧が大きくなればダイレイタンスは小さくなり、破砕率は増加していく傾向を示す。飽和状態では気乾状態に比べダイレイタンス効果が小さく、破砕の増加が大きいことを示している。すなわち、気乾状態の ϕ'_0 の値に比べ飽和状態の ϕ'_0 の

値が小さいのはダイレイタンスーおよび破砕が影響しており、特に岩石単体の結果および破砕率の増加からわかるように岩石の軟弱化のよるものと考えられる。

f. 垂直応力とせん断強度の関係は気乾状態では $\tau_r = 1.266 \sigma'_n^{0.873}$ 、飽和状態で $\tau_r = 1.209 \sigma'_n^{0.858}$ で示される。垂直応力が大きくなると、気乾状態のせん断強度と飽和状態のせん断強度の差は開いてくる。

g. 従来の c' 、 ϕ' 方式において、 ϕ' の値は拘束圧範囲によって大きさが異なり、拘束圧が大きくなると小さくなる。側圧 $2 \sim 8 \text{ kgf/cm}^2$ の間で気乾状態で ϕ' の値は約 38° 、飽和状態で約 37° が得られる。この方式では、当然のことながら拘束圧の小さいときにせん断強度の値を小さく見積ることになる。

4) 変形特性

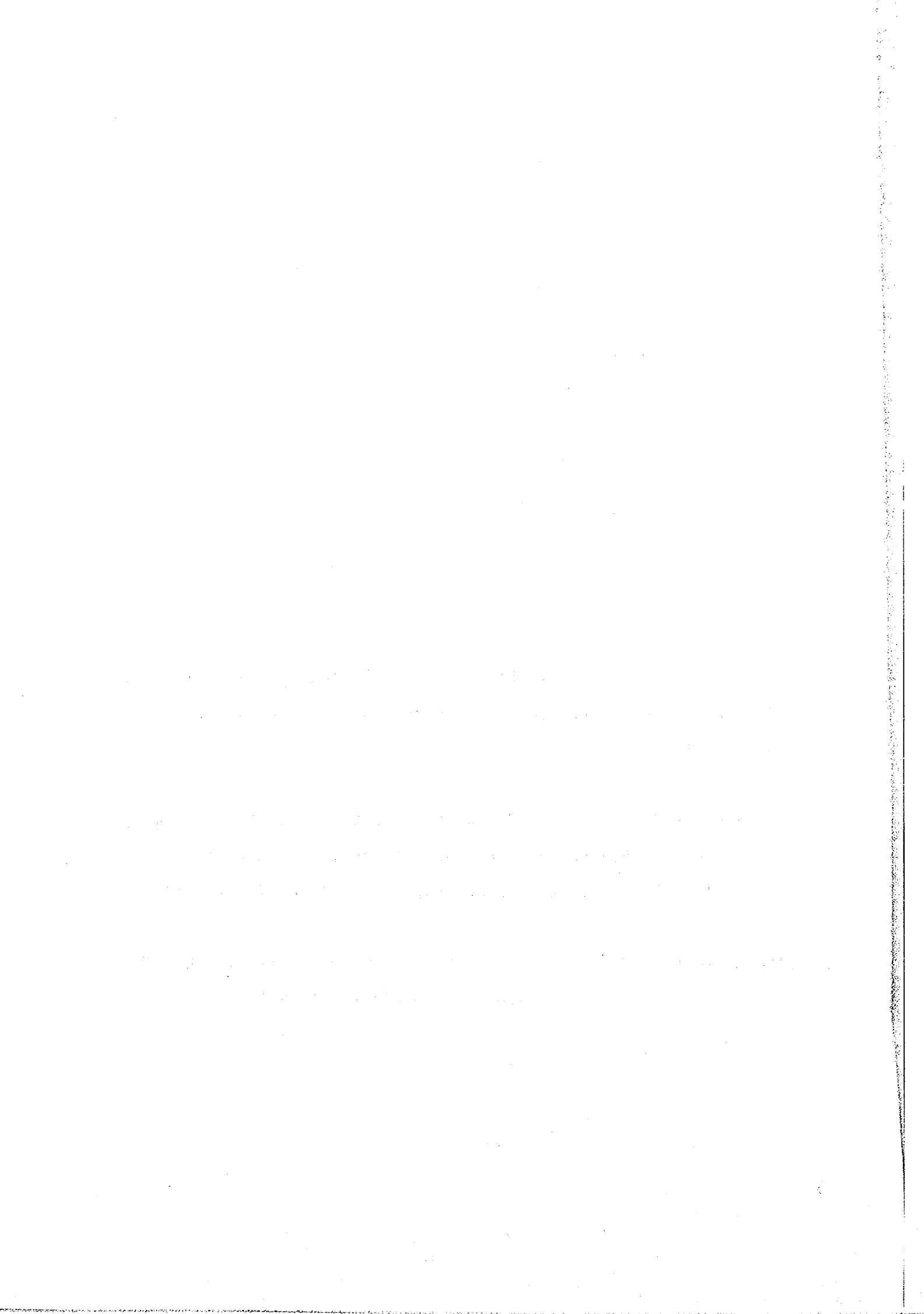
変形特性については、初期接線係数と初期ポアソン比を気乾状態と飽和状態と比較すると次のことが言える。

a. 気乾状態において、軸ひずみ $1 \sim 3\%$ において求めた初期接線係数と側圧の関係は、両対数上においてほぼ直線関係が得られ、側圧が大きくなれば初期接線係数は大きくなる。飽和状態でも同様の傾向であるがその値は気乾状態に比べ小さい。

b. 初期ポアソン比（半径方向ひずみ $0.5 \sim 1.5\%$ の範囲）と側圧の関係は、片対数上でほぼ直線関係が得られ、側圧が大きくなるにつれて小さくなる。気乾と飽和状態では値が異なり飽和状態の方が小さい。

参考文献

- 1)松本、渡辺：ロック材料のせん断強度、土と基礎 1987.4
- 2)平松、岡、木山：非整形試験片による岩石の引張強さの迅速試験、
日本鉱業会誌、Vol.81 No.932 p.1024~1030、1965
- 3)松本、渡辺、岩田、小川：粗粒材料の密度試験に関する実験的検討、
土木研究所資料、第2233号 1985.5
- 4)松本、渡辺：ロック材料の三軸圧縮試験と強度特性、
土木研究所報告、第173号 1987.3
- 5)赤井：砂のせん断におけるダイレイタンスー効果、
土木学会論文集、58号 p.76~81(1958)
- 6)Kondner, R.L.:Hyperbolic Stress-Strain Response; Cohesive Soils,
Journal of Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol.89,
No.SM1, 1963.
- 7)Kulhawy, F.H., Duncan, J.M. and Seed, H.B.:Finite Element Analysis of .
Stresses and Movements in Embankments during Construction, Report No.
TE-69-4 to U.S.Army Engineers, WES, Univ. of California, 1969.
- 8)松本、豊田、正国：羽地ダムロック材（輝緑凝灰岩）の材料試験 その2
土木研究所資料、第2705号 1988.12



三軸試験結果一覧表

試験名 斑れい岩 CH

気乾 • 飽和

供試体 番号	側圧 σ_3 kgf/cm ²	初期 間隙比 e_0	圧 密		破壊時 間隙比 e_r	破壊時の ひずみ ε_r %	破壊時の 軸差応力 ($\sigma_1 - \sigma_3$) _r kgf/cm ²	最大 主応力 σ_{1r} kgf/cm ²	破壊時 主応力比 σ_{1r}/σ_3	破壊時 体積変化 $\Delta V/V$ %	破壊時の ダイラタンシー $\Delta \varepsilon_v/\Delta \varepsilon_s$	破壊時の ポアソン比 $\varepsilon_s/\varepsilon_r$	C-0法の ϕ (度)	変形係数 E_{so} kgf/cm ²	Marsalの破砕率 BM %		備 考
			体積変化 量 ΔV cm ³	圧密後間 隙比 e_c											全体	せん断時	
SHD 0#5.1	0.5	0.350	62	0.348	0.376	5.9	3.353	3.853	7.71	-2.05	-0.4476	-0.6737	50.38	441	4.5	1.4	丸東三軸 10 ton
SHD 1#0.1	1.0	0.351	272	0.342	0.352	6.9	6.356	7.356	7.36	-0.72	-0.3711	-0.5523	49.52	397	2.9	0	〃
SHD 1#5.1	1.5	0.350	365	0.338	0.338	7.9	9.535	11.035	7.36	0.00	-0.3167	-0.5000	49.52	391	6.9	3.8	〃
SHD 2#0.1	2.0	0.349	500	0.333	0.333	8.6	11.901	13.901	6.95	0.00	-0.2778	-0.5000	48.46	517	4.7	1.6	〃
SHD 4#0.1	4.0	0.350	772	0.324	0.295	10.2	19.584	23.584	5.90	2.21	-0.1226	-0.3920	45.23	490	7.7	4.6	丸東三軸 50 ton
SHD 6#0.1	6.0	0.350	995	0.317	0.276	12.1	25.203	31.203	5.20	3.17	-0.0738	-0.3689	42.64	573	8.5	5.4	〃
SHD 8#0.1	8.0	0.350	1090	0.315	0.256	15.0 15.1	31.495 31.548	39.495 39.548	4.94 4.94	4.49 4.49	0.0000 0.0000	-0.3482 -0.3515	41.54 41.57	531	9.9	6.8	〃
SHD 10# 1	10.0	0.350	1645	0.297	0.231	15.0 15.1	38.712 38.713	48.712 48.713	4.87 4.87	5.12 5.12	0.0290 0.0249	-0.3290 -0.3310	41.25 41.25	631	10.8	7.7	〃
SHD 14# 1	14.0	0.350	1075	0.316	0.238	15.0 15.3	50.331 50.510	64.331 64.510	4.60 4.61	5.90 5.91	0.0392 0.0336	-0.3032 -0.3069	39.98 40.04	674	13.4	10.3	〃

*****TEST NAME :SHD0.5-1*** **FILE NAME :SHD05.1*****

MEAN DIAMETER : 29.60 (CM)						VOLUME COMPRESSIBILITY : 62.00 (CC)						
			INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION					
HEIGHT (CM)			60.99				60.96					
VOLUME (CC)			41969.30				41907.30					
DRY DENSITY (g/cm3)			2.107				2.110					
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION = 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION : 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION : 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE : 0.50 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION : 0.0014546												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.10	900.0	5.0	1.307	0.002	0.0001	1.397	-0.4636	-0.0008	0.0013	1.3436	0.0727
2	0.20	1080.0	10.0	1.566	0.003	0.0002	1.532	-0.4636	-0.0015	0.0021	1.5844	0.0364
3	0.30	1220.0	10.0	1.766	0.005	0.0002	1.622	-0.4758	-0.0023	0.0028	1.7664	0.0000
4	0.40	1390.0	10.0	2.009	0.007	0.0002	1.718	-0.4818	-0.0032	0.0033	2.0092	0.0000
5	0.48	1500.0	10.0	2.165	0.008	0.0002	1.772	-0.4848	-0.0038	0.0036	2.1289	-0.0727
6	0.60	1640.0	0.0	2.362	0.010	0.0000	1.835	-0.5000	-0.0049	0.0042	2.3275	-0.0693
7	0.69	1740.0	0.0	2.502	0.011	0.0000	1.876	-0.5000	-0.0057	0.0045	2.4641	-0.0766
8	0.79	1820.0	-10.0	2.613	0.013	-0.0002	1.906	-0.5092	-0.0066	0.0050	2.4529	-0.3193
9	1.10	1980.0	-90.0	2.822	0.018	-0.0021	1.959	-0.5595	-0.0101	0.0064	2.6433	-0.3577
10	1.40	2120.0	-160.0	3.002	0.023	-0.0038	2.000	-0.5831	-0.0134	0.0077	2.8197	-0.3637
11	1.70	2250.0	-240.0	3.164	0.028	-0.0057	2.035	-0.6027	-0.0168	0.0088	2.9454	-0.4364
12	2.00	2310.0	-340.0	3.224	0.033	-0.0081	2.047	-0.6236	-0.0205	0.0102	2.9775	-0.4927
13	2.32	2380.0	-450.0	3.295	0.038	-0.0107	2.062	-0.6411	-0.0244	0.0116	3.0403	-0.5091
14	2.60	2400.0	-550.0	3.299	0.043	-0.0131	2.062	-0.6539	-0.0279	0.0129	3.0680	-0.4618
15	2.95	2420.0	-650.0	3.299	0.048	-0.0155	2.062	-0.6603	-0.0320	0.0147	3.0525	-0.4923
16	3.25	2450.0	-770.0	3.313	0.053	-0.0184	2.065	-0.6723	-0.0358	0.0161	3.0780	-0.4700
17	3.60	2500.0	-860.0	3.353	0.059	-0.0205	2.073	-0.6737	-0.0398	0.0176	3.1292	-0.4476
18	3.90	2510.0	-970.0	3.340	0.064	-0.0231	2.070	-0.6809	-0.0436	0.0192	3.0978	-0.4849
19	4.20	2510.0	-1060.0	3.316	0.069	-0.0253	2.066	-0.6836	-0.0471	0.0208	3.0612	-0.5091
20	4.50	2500.0	-1180.0	3.276	0.074	-0.0282	2.058	-0.6907	-0.0510	0.0225	3.0186	-0.5147
21	4.85	2500.0	-1290.0	3.247	0.080	-0.0308	2.052	-0.6935	-0.0552	0.0245	3.0347	-0.4252
22	5.15	2500.0	-1370.0	3.224	0.084	-0.0327	2.047	-0.6935	-0.0586	0.0262	3.0226	-0.4028
23	5.50	2500.0	-1470.0	3.196	0.090	-0.0351	2.042	-0.6944	-0.0627	0.0282	2.9950	-0.4028
24	5.80	2500.0	-1550.0	3.173	0.095	-0.0370	2.037	-0.6944	-0.0661	0.0300	2.9550	-0.4364
25	6.10	2500.0	-1650.0	3.149	0.100	-0.0394	2.032	-0.6967	-0.0697	0.0318	2.9305	-0.4364
26	6.40	2500.0	-1730.0	3.126	0.105	-0.0413	2.027	-0.6966	-0.0731	0.0336	2.9244	-0.4028
27	6.75	2500.0	-1830.0	3.099	0.111	-0.0437	2.021	-0.6972	-0.0772	0.0357	2.9084	-0.3804
28	7.05	2500.0	-1900.0	3.077	0.116	-0.0453	2.017	-0.6960	-0.0805	0.0376	2.9087	-0.3357
29	7.40	2500.0	-1980.0	3.051	0.121	-0.0472	2.011	-0.6946	-0.0843	0.0398	2.8832	-0.3357
30	7.70	2500.0	-2050.0	3.029	0.126	-0.0489	2.006	-0.6936	-0.0876	0.0417	2.8472	-0.3637
31	8.00	2500.0	-2130.0	3.007	0.131	-0.0508	2.001	-0.6936	-0.0910	0.0436	2.8387	-0.3357
32	8.35	2500.0	-2200.0	2.982	0.137	-0.0525	1.996	-0.6916	-0.0947	0.0459	2.8477	-0.2685
33	8.65	2500.0	-2250.0	2.962	0.142	-0.0537	1.991	-0.6892	-0.0978	0.0479	2.8161	-0.2909
34	8.95	2500.0	-2320.0	2.940	0.147	-0.0554	1.986	-0.6885	-0.1011	0.0499	2.8392	-0.2014
35	9.30	2500.0	-2340.0	2.919	0.153	-0.0558	1.982	-0.6830	-0.1042	0.0523	2.7303	-0.3771

*****TEST NAME :SHD1.0-1*** **FILE NAME :SHDINO.1*****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CM)					VOLUME COMPRESSIBILITY = 272.00 (CC)							
			INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION					
HEIGHT (CM)			61.03				60.90					
VOLUME (CC)			41996.80				41724.80					
DRY DENSITY (g/cm3)			2.106				2.120					
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION = 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION = 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION = 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE = 1.00 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION = 0.0014595												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.14	1250.0	80.0	1.824	0.002	0.0019	1.134	-0.0830	-0.0002	0.0013	2.5535	0.7298
2	0.26	1750.0	130.0	2.551	0.004	0.0031	1.379	-0.1351	-0.0006	0.0017	2.9493	0.3981
3	0.58	2350.0	200.0	3.414	0.010	0.0048	1.597	-0.2484	-0.0024	0.0028	3.6490	0.2354
4	0.88	2880.0	230.0	4.166	0.014	0.0055	1.744	-0.3093	-0.0045	0.0035	4.2629	0.0973
5	1.18	3270.0	240.0	4.707	0.019	0.0058	1.832	-0.3516	-0.0068	0.0041	4.7072	0.0000
6	1.47	3590.0	230.0	5.142	0.024	0.0055	1.895	-0.3858	-0.0093	0.0047	5.0929	-0.0487
7	1.78	3890.0	220.0	5.541	0.029	0.0053	1.946	-0.4098	-0.0120	0.0053	5.4401	-0.1007
8	2.05	4120.0	190.0	5.837	0.034	0.0046	1.982	-0.4324	-0.0146	0.0058	5.6185	-0.2189
9	2.38	4300.0	130.0	6.050	0.039	0.0031	2.005	-0.4601	-0.0180	0.0065	5.7715	-0.2780
10	2.68	4460.0	70.0	6.233	0.044	0.0017	2.025	-0.4809	-0.0212	0.0071	5.9224	-0.3110
11	2.99	4530.0	0.0	6.287	0.049	0.0000	2.031	-0.5000	-0.0245	0.0078	5.9574	-0.3296
12	3.30	4600.0	-70.0	6.339	0.054	-0.0017	2.036	-0.5155	-0.0279	0.0085	6.0044	-0.3350
13	3.60	4610.0	-140.0	6.309	0.059	-0.0034	2.033	-0.5284	-0.0312	0.0094	5.9203	-0.3892
14	3.90	4650.0	-230.0	6.317	0.064	-0.0055	2.034	-0.5430	-0.0348	0.0101	5.9215	-0.3958
15	4.19	4710.0	-300.0	6.356	0.069	-0.0072	2.038	-0.5523	-0.0380	0.0108	5.9846	-0.3711
16	4.49	4700.0	-380.0	6.297	0.074	-0.0091	2.032	-0.5618	-0.0414	0.0117	5.9138	-0.3828
17	4.80	4700.0	-460.0	6.250	0.079	-0.0110	2.027	-0.5699	-0.0449	0.0126	5.8366	-0.4135
18	5.09	4700.0	-550.0	6.205	0.084	-0.0132	2.022	-0.5789	-0.0484	0.0135	5.8397	-0.3649
19	5.40	4680.0	-610.0	6.135	0.089	-0.0146	2.015	-0.5824	-0.0516	0.0145	5.8241	-0.3110
20	5.70	4680.0	-680.0	6.092	0.094	-0.0163	2.010	-0.5871	-0.0549	0.0154	5.7757	-0.3162
21	6.00	4680.0	-740.0	6.050	0.099	-0.0177	2.006	-0.5900	-0.0581	0.0163	5.7584	-0.2919
22	6.30	4680.0	-800.0	6.009	0.103	-0.0192	2.001	-0.5927	-0.0613	0.0172	5.6977	-0.3110
23	6.61	4680.0	-870.0	5.965	0.109	-0.0209	1.996	-0.5961	-0.0647	0.0182	5.6588	-0.3060
24	6.92	4680.0	-930.0	5.922	0.114	-0.0223	1.991	-0.5981	-0.0680	0.0192	5.5818	-0.3406
25	7.21	4680.0	-1010.0	5.880	0.118	-0.0242	1.986	-0.6022	-0.0713	0.0201	5.5332	-0.3463
26	7.51	4640.0	-1070.0	5.789	0.123	-0.0256	1.976	-0.6040	-0.0745	0.0213	5.4917	-0.2969
27	7.80	4600.0	-1130.0	5.700	0.128	-0.0271	1.965	-0.6057	-0.0776	0.0225	5.4179	-0.2817
28	8.08	4590.0	-1180.0	5.651	0.133	-0.0283	1.960	-0.6066	-0.0805	0.0235	5.3830	-0.2676
29	8.40	4560.0	-1240.0	5.572	0.138	-0.0297	1.950	-0.6077	-0.0838	0.0248	5.3600	-0.2119
30	8.70	4560.0	-1270.0	5.536	0.143	-0.0304	1.946	-0.6065	-0.0866	0.0258	5.3415	-0.1946
31	9.00	4560.0	-1320.0	5.498	0.148	-0.0316	1.941	-0.6070	-0.0897	0.0269	5.2546	-0.2433
32	9.30	4560.0	-1370.0	5.460	0.153	-0.0328	1.936	-0.6075	-0.0928	0.0280	9.3379	3.8782

****TEST NAME :SHD1.5-1*** **FILE NAME :SHD15.1****

MEAN DIAMETER : 29.60 (CM)					VOLUME COMPRESSIBILITY : 365.00 (CC)							
INITIAL CONDITION					AFTER CONSOLIDATION							
HEIGHT (CM)					60.98							
VOLUME (CC)					41962.40							
DRY DENSITY (g/cm3)					2.108							
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION					= 88440.00 (g)							
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION					= 2.845							
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION					= 1.09 (%)							
CONFINING PRESSURE					= 1.50 (Kg/cm2)							
COEFFICIENT OF CALIBRATION					= 0.0014617							
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.29	2000.0	140.0	2.919	0.005	0.0034	1.180	-0.1472	-0.0007	0.0016	3.8266	0.6048
2	0.58	2900.0	240.0	4.223	0.010	0.0058	1.452	-0.1976	-0.0019	0.0023	4.8339	0.4074
3	0.90	3580.0	310.0	5.194	0.015	0.0075	1.607	-0.2483	-0.0037	0.0028	5.5895	0.2636
4	1.19	4170.0	350.0	6.027	0.020	0.0084	1.718	-0.2850	-0.0056	0.0032	6.2914	0.1764
5	1.48	4700.0	380.0	6.765	0.024	0.0091	1.802	-0.3123	-0.0076	0.0036	6.9158	0.1008
6	1.77	5100.0	390.0	7.306	0.029	0.0094	1.857	-0.3390	-0.0099	0.0040	7.3421	0.0240
7	2.09	5490.0	390.0	7.822	0.034	0.0094	1.904	-0.3636	-0.0125	0.0044	7.7492	-0.0487
8	2.37	5830.0	370.0	8.263	0.039	0.0089	1.942	-0.3859	-0.0150	0.0047	8.1144	-0.0991
9	2.68	6100.0	350.0	8.596	0.044	0.0084	1.969	-0.4046	-0.0178	0.0051	8.4496	-0.0974
10	2.97	6380.0	330.0	8.941	0.049	0.0079	1.996	-0.4188	-0.0205	0.0055	8.6853	-0.1705
11	3.28	6570.0	280.0	9.147	0.054	0.0067	2.011	-0.4376	-0.0236	0.0059	8.7689	-0.2520
12	3.55	6700.0	230.0	9.273	0.058	0.0055	2.020	-0.4526	-0.0264	0.0063	8.9013	-0.2477
13	3.87	6840.0	180.0	9.402	0.064	0.0043	2.029	-0.4660	-0.0297	0.0068	9.0134	-0.2593
14	4.17	6950.0	120.0	9.490	0.069	0.0029	2.035	-0.4790	-0.0328	0.0072	9.0582	-0.2875
15	4.48	7010.0	60.0	9.505	0.074	0.0014	2.036	-0.4902	-0.0361	0.0078	9.0740	-0.2875
16	4.78	7080.0	0.0	9.535	0.079	0.0000	2.038	-0.5000	-0.0393	0.0082	9.0603	-0.3167
17	5.08	7080.0	-70.0	9.468	0.084	-0.0017	2.034	-0.5101	-0.0426	0.0088	8.9852	-0.3221
18	5.37	7100.0	-130.0	9.432	0.088	-0.0031	2.031	-0.5177	-0.0457	0.0094	9.0007	-0.2875
19	5.69	7110.0	-190.0	9.377	0.094	-0.0046	2.027	-0.5244	-0.0491	0.0100	8.9460	-0.2875
20	5.98	7100.0	-250.0	9.302	0.098	-0.0060	2.022	-0.5306	-0.0522	0.0106	8.8265	-0.3167
21	6.29	7050.0	-320.0	9.168	0.103	-0.0077	2.012	-0.5372	-0.0556	0.0113	8.6854	-0.3221
22	6.57	7000.0	-380.0	9.044	0.108	-0.0091	2.003	-0.5423	-0.0586	0.0119	8.5978	-0.2973
23	6.88	6990.0	-440.0	8.966	0.113	-0.0106	1.998	-0.5467	-0.0619	0.0126	8.5487	-0.2784
24	7.20	6920.0	-500.0	8.811	0.118	-0.0120	1.986	-0.5508	-0.0652	0.0134	8.4223	-0.2593
25	7.50	6900.0	-550.0	8.726	0.123	-0.0132	1.979	-0.5536	-0.0683	0.0141	8.3244	-0.2680
26	7.80	6890.0	-610.0	8.652	0.128	-0.0147	1.974	-0.5572	-0.0715	0.0148	8.2138	-0.2923
27	8.10	6820.0	-670.0	8.504	0.133	-0.0161	1.962	-0.5605	-0.0747	0.0157	8.1019	-0.2680
28	8.40	6800.0	-720.0	8.421	0.138	-0.0173	1.955	-0.5626	-0.0777	0.0164	8.0918	-0.2193
29	8.70	6770.0	-760.0	8.328	0.143	-0.0183	1.948	-0.5638	-0.0807	0.0172	8.0353	-0.1949
30	9.00	6770.0	-800.0	8.272	0.148	-0.0192	1.943	-0.5650	-0.0836	0.0179	7.9796	-0.1949
31	9.30	6770.0	-840.0	8.216	0.153	-0.0202	1.938	-0.5660	-0.0866	0.0186	4.0504	-2.7772

****TEST NAME :SHD2.0-1*** **FILE NAME :SHD2#0.1****

MEAN DIAMETER : 29.60 (CH)				VOLUME COMPRESSIBILITY : 500.00 (CC)								
				INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CH)				60.94				60.70				
VOLUME (CC)				41934.90				41434.90				
DRY DENSITY (g/cm3)				2.109				2.134				
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION				: 88440.00				(g)				
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION				: 2.845								
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION				: 1.09				(%)				
CONFINING PRESSURE				: 2.00				(Kg/cm2)				
COEFFICIENT OF CALIBRATION				: 0.0014649								
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.20	2150.0	110.0	3.148	0.003	0.0027	1.032	-0.0972	-0.0003	0.0010	4.4629	0.6577
2	0.49	3460.0	220.0	5.054	0.008	0.0053	1.372	-0.1711	-0.0014	0.0016	5.9822	0.4639
3	0.80	4410.0	300.0	6.422	0.013	0.0072	1.551	-0.2253	-0.0030	0.0021	7.0563	0.3174
4	1.09	5200.0	350.0	7.544	0.018	0.0084	1.671	-0.2648	-0.0048	0.0024	7.9350	0.1953
5	1.40	5810.0	380.0	8.392	0.023	0.0092	1.749	-0.3012	-0.0069	0.0027	8.6400	0.1241
6	1.68	6300.0	400.0	9.061	0.028	0.0097	1.805	-0.3256	-0.0090	0.0031	9.2178	0.0785
7	1.96	6800.0	410.0	9.736	0.032	0.0099	1.856	-0.3468	-0.0112	0.0033	9.8388	0.0514
8	2.25	7200.0	420.0	10.260	0.037	0.0101	1.893	-0.3633	-0.0135	0.0036	10.2106	-0.0248
9	2.55	7500.0	400.0	10.628	0.042	0.0097	1.917	-0.3851	-0.0162	0.0040	10.4324	-0.0977
10	2.85	7830.0	380.0	11.033	0.047	0.0092	1.943	-0.4023	-0.0189	0.0043	10.7886	-0.1221
11	3.15	8020.0	350.0	11.234	0.052	0.0084	1.956	-0.4186	-0.0217	0.0046	10.8801	-0.1768
12	3.43	8250.0	310.0	11.488	0.057	0.0075	1.971	-0.4338	-0.0245	0.0049	11.0978	-0.1953
13	3.75	8400.0	270.0	11.621	0.062	0.0065	1.978	-0.4473	-0.0276	0.0053	11.2300	-0.1953
14	4.03	8550.0	230.0	11.759	0.066	0.0056	1.986	-0.4582	-0.0304	0.0056	11.2702	-0.2441
15	4.35	8680.0	170.0	11.853	0.072	0.0041	1.992	-0.4714	-0.0338	0.0060	11.2384	-0.3072
16	4.65	8750.0	100.0	11.865	0.077	0.0024	1.992	-0.4842	-0.0371	0.0065	11.3274	-0.2686
17	4.95	8810.0	60.0	11.870	0.082	0.0014	1.993	-0.4911	-0.0401	0.0069	11.3653	-0.2526
18	5.23	8890.0	0.0	11.901	0.086	0.0000	1.994	-0.5000	-0.0431	0.0072	11.3452	-0.2778
19	5.53	8900.0	-50.0	11.836	0.091	-0.0012	1.991	-0.5066	-0.0462	0.0077	11.3389	-0.2483
20	5.82	8900.0	-100.0	11.759	0.096	-0.0024	1.986	-0.5126	-0.0491	0.0082	11.2129	-0.2731
21	6.12	8890.0	-160.0	11.665	0.101	-0.0039	1.981	-0.5191	-0.0523	0.0086	11.0789	-0.2930
22	6.42	8870.0	-220.0	11.558	0.106	-0.0053	1.975	-0.5251	-0.0555	0.0092	11.0208	-0.2686
23	6.72	8840.0	-270.0	11.441	0.111	-0.0065	1.968	-0.5294	-0.0586	0.0097	10.9611	-0.2401
24	7.03	8790.0	-320.0	11.298	0.116	-0.0077	1.959	-0.5333	-0.0618	0.0103	10.7695	-0.2642
25	7.33	8750.0	-380.0	11.168	0.121	-0.0092	1.952	-0.5380	-0.0650	0.0108	10.6304	-0.2686
26	7.63	8700.0	-430.0	11.028	0.126	-0.0104	1.943	-0.5413	-0.0680	0.0114	10.5398	-0.2441
27	7.93	8640.0	-480.0	10.877	0.131	-0.0116	1.933	-0.5443	-0.0711	0.0120	10.3888	-0.2442
28	8.23	8620.0	-530.0	10.777	0.136	-0.0128	1.927	-0.5472	-0.0742	0.0126	10.3049	-0.2363
29	8.55	8590.0	-580.0	10.662	0.141	-0.0140	1.920	-0.5497	-0.0774	0.0132	10.2364	-0.2126
30	8.85	8520.0	-620.0	10.504	0.146	-0.0150	1.909	-0.5513	-0.0804	0.0139	10.1133	-0.1953
31	9.15	8510.0	-660.0	10.421	0.151	-0.0159	1.904	-0.5528	-0.0833	0.0145	10.0304	-0.1953
32	9.45	8500.0	-700.0	10.338	0.156	-0.0169	1.898	-0.5543	-0.0863	0.0151	19.6551	4.6584

****TEST NAME :SHD4.0-1*** **FILE NAME :SHD4#0.1****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CM)				VOLUME COMPRESSIBILITY = 772.00 (CC)			
INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION			
HEIGHT (CM)				60.96			
VOLUME (CC)				41948.70			
DRY DENSITY (g/cm3)				2.108			
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION				= 88440.00 (g)			
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION				= 2.845			
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION				= 1.09 (%)			
CONFINING PRESSURE				= 4.00 (Kg/cm2)			
COEFFICIENT OF CALIBRATION				= 0.0014714			

No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.27	2600.0	170.0	3.824	0.004	0.0041	0.725	-0.0368	-0.0002	0.0012	7.1874	0.8408
2	0.56	4100.0	320.0	6.024	0.009	0.0078	1.003	-0.0796	-0.0007	0.0015	8.7170	0.6733
3	0.86	5400.0	440.0	7.917	0.014	0.0107	1.193	-0.1236	-0.0018	0.0018	10.1118	0.5486
4	1.15	6500.0	540.0	9.507	0.019	0.0131	1.326	-0.1545	-0.0029	0.0020	11.4350	0.4820
5	1.44	7450.0	630.0	10.867	0.024	0.0153	1.426	-0.1781	-0.0042	0.0022	12.5632	0.4240
6	1.74	8300.0	710.0	12.070	0.029	0.0172	1.504	-0.1998	-0.0057	0.0024	13.4663	0.3491
7	2.03	9100.0	770.0	13.187	0.034	0.0187	1.571	-0.2209	-0.0074	0.0025	14.4265	0.3098
8	2.31	9750.0	830.0	14.083	0.038	0.0202	1.620	-0.2357	-0.0090	0.0027	15.0803	0.2494
9	2.62	10400.0	870.0	14.957	0.043	0.0211	1.665	-0.2557	-0.0111	0.0029	15.6319	0.1688
10	2.92	11100.0	900.0	15.892	0.048	0.0219	1.709	-0.2732	-0.0132	0.0030	16.4909	0.1496
11	3.21	11650.0	930.0	16.608	0.053	0.0226	1.742	-0.2869	-0.0152	0.0032	17.1071	0.1247
12	3.51	12150.0	950.0	17.239	0.058	0.0231	1.769	-0.3009	-0.0174	0.0034	17.5286	0.0724
13	3.82	12500.0	960.0	17.644	0.063	0.0233	1.786	-0.3151	-0.0199	0.0036	17.8433	0.0499
14	4.10	12800.0	970.0	17.983	0.068	0.0236	1.799	-0.3259	-0.0221	0.0038	18.1856	0.0507
15	4.40	13200.0	980.0	18.451	0.073	0.0238	1.818	-0.3361	-0.0244	0.0039	18.5504	0.0249
16	4.69	13400.0	980.0	18.634	0.077	0.0238	1.825	-0.3463	-0.0268	0.0042	18.5355	-0.0245
17	5.00	13700.0	970.0	18.940	0.083	0.0236	1.836	-0.3573	-0.0295	0.0044	18.7474	-0.0482
18	5.30	13900.0	960.0	19.108	0.087	0.0233	1.843	-0.3667	-0.0321	0.0046	18.9089	-0.0499
19	5.59	14200.0	950.0	19.414	0.092	0.0231	1.854	-0.3750	-0.0346	0.0048	19.1143	-0.0748
20	5.89	14350.0	930.0	19.502	0.097	0.0226	1.857	-0.3838	-0.0373	0.0050	19.1160	-0.0965
21	6.20	14500.0	910.0	19.584	0.102	0.0221	1.860	-0.3920	-0.0401	0.0052	19.0939	-0.1226
22	6.49	14550.0	880.0	19.533	0.107	0.0214	1.858	-0.4002	-0.0429	0.0055	19.0421	-0.1226
23	6.80	14600.0	860.0	19.478	0.112	0.0209	1.856	-0.4070	-0.0457	0.0058	18.9953	-0.1206
24	7.10	14700.0	830.0	19.487	0.117	0.0202	1.857	-0.4140	-0.0485	0.0060	18.8987	-0.1471
25	7.40	14800.0	800.0	19.495	0.122	0.0194	1.857	-0.4205	-0.0514	0.0063	18.9164	-0.1447
26	7.71	14850.0	770.0	19.433	0.127	0.0187	1.855	-0.4265	-0.0543	0.0065	18.8441	-0.1471
27	8.00	14850.0	740.0	19.312	0.132	0.0180	1.850	-0.4319	-0.0570	0.0068	18.7132	-0.1496
28	8.30	14850.0	710.0	19.187	0.137	0.0172	1.846	-0.4371	-0.0599	0.0071	18.5988	-0.1471
29	8.60	14850.0	680.0	19.063	0.142	0.0165	1.841	-0.4418	-0.0627	0.0074	18.3877	-0.1688
30	8.91	14800.0	640.0	18.867	0.147	0.0155	1.834	-0.4472	-0.0658	0.0078	18.2025	-0.1661
31	9.22	14800.0	610.0	18.740	0.152	0.0148	1.829	-0.4513	-0.0687	0.0081	18.1611	-0.1447
32	9.52	14800.0	580.0	18.617	0.157	0.0141	1.824	-0.4552	-0.0715	0.0084	19.0061	0.0973

****TEST NAME :SHD6.0-1*** **FILE NAME :SHD6N0.1****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CM)				VOLUME COMPRESSIBILITY = 995.00 (CC)								
			INITIAL CONDITION					AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CM)			60.96					60.48				
VOLUME (CC)			41948.70					40953.70				
DRY DENSITY (g/cm3)			2.108					2.160				
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION = 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION = 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION = 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE = 6.00 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION = 0.0014767												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.28	3000.0	150.0	4.426	0.005	0.0037	0.592	-0.1044	-0.0005	0.0010	9.2316	0.8009
2	0.59	5000.0	320.0	7.369	0.010	0.0078	0.871	-0.0995	-0.0010	0.0013	12.1626	0.7989
3	0.89	6650.0	480.0	9.791	0.015	0.0117	1.057	-0.1018	-0.0015	0.0015	14.0680	0.7129
4	1.17	7800.0	600.0	11.464	0.019	0.0147	1.167	-0.1213	-0.0023	0.0017	15.2610	0.6329
5	1.45	9200.0	720.0	13.498	0.024	0.0176	1.286	-0.1334	-0.0032	0.0018	16.8203	0.5538
6	1.73	10100.0	810.0	14.781	0.029	0.0198	1.353	-0.1543	-0.0044	0.0019	17.3123	0.4219
7	2.01	11150.0	880.0	16.268	0.033	0.0215	1.424	-0.1767	-0.0059	0.0020	18.7123	0.4074
8	2.31	12000.0	970.0	17.458	0.038	0.0237	1.477	-0.1899	-0.0073	0.0022	19.7102	0.3754
9	2.60	12800.0	1030.0	18.556	0.043	0.0252	1.523	-0.2075	-0.0089	0.0023	20.3585	0.3004
10	2.90	13600.0	1090.0	19.644	0.048	0.0266	1.565	-0.2225	-0.0107	0.0024	21.3534	0.2850
11	3.17	14250.0	1140.0	20.512	0.052	0.0278	1.598	-0.2345	-0.0123	0.0026	21.9106	0.2332
12	3.47	14750.0	1180.0	21.141	0.057	0.0288	1.620	-0.2489	-0.0143	0.0027	22.3635	0.2037
13	3.75	15300.0	1220.0	21.844	0.062	0.0298	1.645	-0.2598	-0.0161	0.0028	22.9133	0.1782
14	4.05	15800.0	1250.0	22.455	0.067	0.0305	1.665	-0.2721	-0.0182	0.0030	23.3129	0.1429
15	4.37	16300.0	1280.0	23.052	0.072	0.0313	1.685	-0.2837	-0.0205	0.0031	23.7784	0.1210
16	4.66	16700.0	1300.0	23.508	0.077	0.0317	1.699	-0.2940	-0.0227	0.0033	24.1186	0.1018
17	4.95	17150.0	1320.0	24.028	0.082	0.0322	1.715	-0.3031	-0.0248	0.0034	24.4782	0.0751
18	5.25	17500.0	1330.0	24.392	0.087	0.0325	1.726	-0.3129	-0.0272	0.0036	24.5445	0.0255
19	5.53	17750.0	1330.0	24.615	0.091	0.0325	1.733	-0.3224	-0.0295	0.0037	24.6148	0.0000
20	5.84	18000.0	1330.0	24.821	0.097	0.0325	1.739	-0.3318	-0.0320	0.0039	24.8206	0.0000
21	6.13	18200.0	1330.0	24.963	0.101	0.0325	1.743	-0.3398	-0.0344	0.0041	24.9632	0.0000
22	6.45	18300.0	1330.0	24.953	0.107	0.0325	1.743	-0.3477	-0.0371	0.0043	24.8073	-0.0242
23	6.74	18500.0	1320.0	25.084	0.111	0.0322	1.747	-0.3554	-0.0396	0.0044	24.7780	-0.0509
24	7.03	18650.0	1310.0	25.144	0.116	0.0320	1.748	-0.3624	-0.0421	0.0046	24.8386	-0.0509
25	7.32	18800.0	1300.0	25.203	0.121	0.0317	1.750	-0.3689	-0.0446	0.0048	24.7595	-0.0738
26	7.63	18900.0	1280.0	25.176	0.126	0.0313	1.749	-0.3761	-0.0475	0.0050	24.5854	-0.0984
27	7.92	19000.0	1260.0	25.158	0.131	0.0308	1.749	-0.3825	-0.0501	0.0052	24.6994	-0.0764
28	8.21	19050.0	1250.0	25.078	0.136	0.0305	1.746	-0.3876	-0.0526	0.0054	24.7729	-0.0509
29	8.50	19200.0	1240.0	25.129	0.141	0.0303	1.748	-0.3923	-0.0551	0.0056	24.6863	-0.0738
30	8.81	19200.0	1220.0	24.967	0.146	0.0298	1.743	-0.3978	-0.0579	0.0058	24.3762	-0.0984
31	9.10	19250.0	1200.0	24.879	0.150	0.0293	1.741	-0.4026	-0.0606	0.0060	24.2882	-0.0984
32	9.41	19300.0	1180.0	24.781	0.156	0.0288	1.738	-0.4074	-0.0634	0.0063	25.9490	0.1947

****TEST NAME :SHD8.0-1*** **FILE NAME :SHD8NO.1****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CM)					VOLUME COMPRESSIBILITY = 1090.00 (CC)							
				INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CM)				61.00				60.47				
VOLUME (CC)				41976.20				40886.20				
DRY DENSITY (g/cm3)				2.107				2.163				
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION : 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION : 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION : 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE : 8.00 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION : 0.0014790												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.28	2750.0	150.0	4.063	0.005	0.0037	0.434	-0.1038	-0.0005	0.0011	10.9304	0.8584
2	0.56	4600.0	325.0	6.795	0.009	0.0079	0.662	-0.0708	-0.0007	0.0014	13.8524	0.8822
3	0.85	6350.0	490.0	9.372	0.014	0.0120	0.843	-0.0737	-0.0010	0.0015	15.9222	0.8188
4	1.12	7900.0	635.0	11.649	0.019	0.0155	0.980	-0.0807	-0.0015	0.0016	17.3574	0.7136
5	1.42	9150.0	765.0	13.467	0.023	0.0187	1.078	-0.1016	-0.0024	0.0017	18.4961	0.6286
6	1.72	10400.0	890.0	15.277	0.028	0.0218	1.167	-0.1173	-0.0033	0.0019	19.9691	0.5865
7	2.00	11500.0	995.0	16.857	0.033	0.0243	1.238	-0.1321	-0.0044	0.0020	21.1880	0.5414
8	2.28	12550.0	1095.0	18.354	0.038	0.0268	1.300	-0.1448	-0.0055	0.0021	22.1004	0.4684
9	2.60	13550.0	1185.0	19.752	0.043	0.0290	1.354	-0.1630	-0.0070	0.0022	23.3014	0.4437
10	2.88	14550.0	1275.0	21.155	0.048	0.0312	1.405	-0.1726	-0.0082	0.0023	24.6228	0.4335
11	3.18	15450.0	1355.0	22.392	0.053	0.0331	1.448	-0.1849	-0.0097	0.0023	25.3495	0.3698
12	3.46	16200.0	1420.0	23.402	0.057	0.0347	1.481	-0.1965	-0.0112	0.0024	25.8672	0.3081
13	3.78	16950.0	1480.0	24.385	0.063	0.0362	1.512	-0.2105	-0.0132	0.0026	26.7517	0.2958
14	4.06	17700.0	1540.0	25.377	0.067	0.0377	1.542	-0.2195	-0.0147	0.0026	27.8252	0.3060
15	4.36	18350.0	1600.0	26.209	0.072	0.0391	1.566	-0.2286	-0.0165	0.0028	28.0825	0.2342
16	4.66	18975.0	1635.0	26.981	0.077	0.0400	1.588	-0.2405	-0.0185	0.0029	28.2627	0.1602
17	4.96	19500.0	1665.0	27.600	0.082	0.0407	1.605	-0.2518	-0.0206	0.0030	28.7827	0.1479
18	5.26	19950.0	1695.0	28.105	0.087	0.0415	1.618	-0.2617	-0.0228	0.0031	29.2885	0.1479
19	5.56	20400.0	1725.0	28.605	0.092	0.0422	1.631	-0.2706	-0.0249	0.0032	29.4924	0.1109
20	5.86	20850.0	1740.0	29.087	0.097	0.0426	1.644	-0.2804	-0.0272	0.0033	29.9034	0.1020
21	6.14	21250.0	1765.0	29.512	0.102	0.0432	1.655	-0.2874	-0.0292	0.0034	30.3283	0.1020
22	6.44	21600.0	1780.0	29.844	0.106	0.0435	1.663	-0.2956	-0.0315	0.0036	30.3372	0.0616
23	6.74	21950.0	1790.0	30.167	0.111	0.0438	1.671	-0.3036	-0.0338	0.0037	30.5615	0.0493
24	7.04	22250.0	1800.0	30.416	0.116	0.0440	1.677	-0.3109	-0.0362	0.0038	30.8108	0.0493
25	7.34	22600.0	1810.0	30.729	0.121	0.0443	1.684	-0.3176	-0.0386	0.0039	31.1373	0.0510
26	7.62	22900.0	1820.0	30.981	0.126	0.0445	1.690	-0.3234	-0.0407	0.0041	31.3754	0.0493
27	7.94	23200.0	1830.0	31.205	0.131	0.0448	1.696	-0.3296	-0.0433	0.0042	31.3957	0.0239
28	8.24	23400.0	1830.0	31.294	0.136	0.0448	1.698	-0.3358	-0.0458	0.0044	31.3927	0.0123
29	8.54	23600.0	1835.0	31.384	0.141	0.0449	1.700	-0.3411	-0.0482	0.0045	31.4829	0.0123
30	8.84	23800.0	1835.0	31.468	0.146	0.0449	1.702	-0.3465	-0.0507	0.0046	31.4675	0.0000
31	9.14	24000.0	1835.0	31.548	0.151	0.0449	1.704	-0.3515	-0.0531	0.0048	31.5475	0.0000
32	9.44	24200.0	1835.0	31.625	0.156	0.0449	1.706	-0.3562	-0.0556	0.0049	34.0000	0.2969

*****TEST NAME :SHD10-1*** **FILE NAME :SHD10W.1*****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CM)				VOLUME COMPRESSIBILITY = 1645.00 (CC)								
				INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CM)				61.00				60.20				
VOLUME (CC)				41976.20				40331.20				
DRY DENSITY (g/cm3)				2.107				2.193				
HEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION				: 88440.00				(g)				
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION				: 2.845								
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION				: 1.09				(%)				
CONFINING PRESSURE				: 10.00				(Kg/cm2)				
COEFFICIENT OF CALIBRATION				: 0.0014927								
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.30	3350.0	150.0	4.994	0.005	0.0037	0.428	-0.1268	-0.0006	0.0010	13.9506	0.8956
2	0.60	5500.0	360.0	8.201	0.010	0.0089	0.644	-0.0522	-0.0005	0.0012	17.7796	0.9578
3	0.90	7500.0	535.0	11.176	0.015	0.0133	0.814	-0.0563	-0.0008	0.0013	19.3862	0.8210
4	1.20	9300.0	690.0	13.842	0.020	0.0171	0.947	-0.0708	-0.0014	0.0014	20.8245	0.6982
5	1.52	10900.0	825.0	16.191	0.025	0.0205	1.052	-0.0949	-0.0024	0.0016	22.8825	0.6692
6	1.78	12300.0	950.0	18.247	0.030	0.0236	1.135	-0.1017	-0.0030	0.0016	24.9113	0.6664
7	2.08	13550.0	1075.0	20.062	0.035	0.0267	1.202	-0.1143	-0.0039	0.0017	26.0332	0.5971
8	2.38	14900.0	1190.0	22.012	0.040	0.0295	1.270	-0.1268	-0.0050	0.0018	27.1881	0.5176
9	2.70	16000.0	1290.0	23.566	0.045	0.0320	1.320	-0.1434	-0.0064	0.0019	28.0443	0.4478
10	2.98	17000.0	1370.0	24.968	0.049	0.0340	1.363	-0.1569	-0.0078	0.0020	28.9489	0.3981
11	3.30	18050.0	1450.0	26.416	0.055	0.0360	1.405	-0.1721	-0.0094	0.0021	30.1482	0.3732
12	3.60	19050.0	1525.0	27.787	0.060	0.0378	1.443	-0.1838	-0.0110	0.0022	31.3940	0.3607
13	3.90	20000.0	1595.0	29.070	0.065	0.0395	1.476	-0.1948	-0.0126	0.0022	32.1799	0.3110
14	4.20	20800.0	1650.0	30.115	0.070	0.0409	1.503	-0.2068	-0.0144	0.0023	33.2029	0.3088
15	4.48	21600.0	1715.0	31.169	0.074	0.0425	1.529	-0.2143	-0.0159	0.0024	34.1285	0.2960
16	4.78	22350.0	1765.0	32.119	0.079	0.0438	1.551	-0.2244	-0.0178	0.0025	34.2859	0.2167
17	5.10	23050.0	1805.0	32.968	0.085	0.0448	1.571	-0.2358	-0.0200	0.0026	35.0826	0.2115
18	5.38	23700.0	1850.0	33.765	0.089	0.0459	1.589	-0.2434	-0.0217	0.0026	35.7640	0.1999
19	5.66	24300.0	1880.0	34.470	0.094	0.0466	1.604	-0.2521	-0.0237	0.0027	36.1425	0.1673
20	5.96	24850.0	1915.0	35.088	0.099	0.0475	1.617	-0.2602	-0.0258	0.0028	36.5325	0.1445
21	6.28	25350.0	1940.0	35.606	0.104	0.0481	1.628	-0.2694	-0.0281	0.0029	36.7721	0.1166
22	6.60	25750.0	1965.0	35.977	0.110	0.0487	1.636	-0.2778	-0.0305	0.0030	37.0599	0.1083
23	6.90	26350.0	1985.0	36.628	0.115	0.0492	1.649	-0.2853	-0.0327	0.0031	37.5286	0.0901
24	7.18	26850.0	2000.0	37.141	0.119	0.0496	1.660	-0.2921	-0.0348	0.0032	37.9134	0.0772
25	7.48	27250.0	2015.0	37.496	0.124	0.0500	1.667	-0.2989	-0.0371	0.0033	38.1395	0.0643
26	7.76	27600.0	2025.0	37.786	0.129	0.0502	1.672	-0.3052	-0.0393	0.0034	38.4522	0.0666
27	8.04	27900.0	2040.0	38.008	0.134	0.0506	1.677	-0.3106	-0.0415	0.0035	38.6295	0.0622
28	8.36	28300.0	2050.0	38.326	0.139	0.0508	1.683	-0.3170	-0.0440	0.0036	38.6991	0.0373
29	8.64	28600.0	2055.0	38.528	0.144	0.0510	1.687	-0.3225	-0.0463	0.0037	38.7854	0.0257
30	8.94	28900.0	2060.0	38.711	0.148	0.0511	1.690	-0.3280	-0.0487	0.0038	39.0217	0.0311
31	9.12	29000.0	2065.0	38.713	0.151	0.0512	1.690	-0.3310	-0.0501	0.0039	38.9621	0.0249
32	9.24	29150.0	2065.0	38.822	0.153	0.0512	1.692	-0.3332	-0.0511	0.0040	42.2021	0.3380

*****TEST NAME :SHD14.0-2*** **FILE NAME :SHD14.2****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CM)		VOLUME COMPRESSIBILITY = 1075.00 (CC)
	INITIAL CONDITION	AFTER CONSOLIDATION
HEIGHT (CM)	61.00	60.48
VOLUME (CC)	41976.20	40901.20
DRY DENSITY (g/cm ³)	2.107	2.162
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION = 88440.00 (g)		
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION = 2.845		
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION = 1.09 (%)		
CONFINING PRESSURE = 14.00 (Kg/cm ²)		
COEFFICIENT OF CALIBRATION = 0.0014787		

No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.10	1250.0	13.0	1.846	0.002	0.0003	0.126	-0.4039	-0.0007	0.0009	7.0212	0.3697
2	0.18	2500.0	45.0	3.690	0.003	0.0011	0.242	-0.3152	-0.0009	0.0008	14.2704	0.7558
3	0.28	3500.0	105.0	5.165	0.005	0.0026	0.329	-0.2228	-0.0010	0.0009	18.6205	0.9611
4	0.58	6100.0	305.0	9.000	0.010	0.0075	0.529	-0.1112	-0.0011	0.0011	21.9388	0.9242
5	0.88	8400.0	480.0	12.385	0.015	0.0117	0.683	-0.0967	-0.0014	0.0012	24.6992	0.8796
6	1.16	10400.0	650.0	15.327	0.019	0.0159	0.802	-0.0857	-0.0016	0.0013	27.1051	0.8413
7	1.46	12500.0	810.0	18.402	0.024	0.0198	0.914	-0.0898	-0.0022	0.0013	28.9248	0.7517
8	1.76	14350.0	955.0	21.094	0.029	0.0233	1.003	-0.0988	-0.0029	0.0014	30.7546	0.6900
9	2.06	16050.0	1090.0	23.552	0.034	0.0266	1.078	-0.1088	-0.0037	0.0014	32.3500	0.6284
10	2.36	17650.0	1210.0	25.845	0.039	0.0296	1.143	-0.1209	-0.0047	0.0015	33.9527	0.5791
11	2.66	19150.0	1325.0	27.977	0.044	0.0324	1.199	-0.1317	-0.0058	0.0016	35.7404	0.5545
12	2.96	20500.0	1435.0	29.877	0.049	0.0351	1.247	-0.1416	-0.0069	0.0016	37.1942	0.5226
13	3.24	21900.0	1530.0	31.839	0.054	0.0374	1.294	-0.1509	-0.0081	0.0017	38.4421	0.4716
14	3.54	23150.0	1620.0	33.557	0.059	0.0396	1.332	-0.1617	-0.0095	0.0017	39.5945	0.4313
15	3.84	24400.0	1705.0	35.259	0.063	0.0417	1.369	-0.1717	-0.0109	0.0018	40.9692	0.4079
16	4.12	25400.0	1780.0	36.592	0.068	0.0435	1.397	-0.1806	-0.0123	0.0019	41.9459	0.3824
17	4.42	26400.0	1855.0	37.903	0.073	0.0454	1.423	-0.1897	-0.0139	0.0019	42.7333	0.3450
18	4.72	27400.0	1920.0	39.193	0.078	0.0469	1.448	-0.1993	-0.0156	0.0020	43.8512	0.3327
19	5.02	28450.0	1990.0	40.549	0.083	0.0487	1.474	-0.2069	-0.0172	0.0020	44.6895	0.2957
20	5.32	29400.0	2040.0	41.730	0.088	0.0499	1.495	-0.2165	-0.0190	0.0021	45.3529	0.2588
21	5.62	30300.0	2095.0	42.834	0.093	0.0512	1.515	-0.2244	-0.0209	0.0022	46.2845	0.2464
22	5.92	31150.0	2140.0	43.846	0.098	0.0523	1.532	-0.2327	-0.0228	0.0022	46.7787	0.2095
23	6.22	31950.0	2180.0	44.771	0.103	0.0533	1.548	-0.2409	-0.0248	0.0023	47.1861	0.1725
24	6.52	32700.0	2210.0	45.604	0.108	0.0540	1.562	-0.2494	-0.0269	0.0024	48.0191	0.1725
25	6.82	33500.0	2250.0	46.508	0.113	0.0550	1.576	-0.2561	-0.0289	0.0024	49.0956	0.1848
26	7.12	34200.0	2285.0	47.257	0.118	0.0559	1.588	-0.2627	-0.0309	0.0025	49.3272	0.1479
27	7.42	34750.0	2310.0	47.778	0.123	0.0565	1.597	-0.2698	-0.0331	0.0026	49.6756	0.1355
28	7.72	35400.0	2340.0	48.434	0.128	0.0572	1.607	-0.2759	-0.0352	0.0026	50.1036	0.1192
29	8.04	36000.0	2360.0	48.982	0.133	0.0577	1.615	-0.2830	-0.0376	0.0027	50.3173	0.0954
30	8.34	36550.0	2380.0	49.471	0.138	0.0582	1.623	-0.2890	-0.0399	0.0028	50.8513	0.0986
31	8.64	37000.0	2400.0	49.818	0.143	0.0587	1.628	-0.2946	-0.0421	0.0029	50.8531	0.0739
32	8.94	37500.0	2410.0	50.212	0.148	0.0589	1.634	-0.3007	-0.0444	0.0029	50.8131	0.0429
33	9.26	37950.0	2418.0	50.510	0.153	0.0591	1.638	-0.3069	-0.0470	0.0030	50.9801	0.0336
34	9.38	38100.0	2420.0	50.593	0.155	0.0592	1.639	-0.3093	-0.0480	0.0031	55.9987	0.3861

三軸試験結果一覧表

試験名 斑れい岩 CH

気乾・飽和

供試体 番号	側圧 σ_3 kgf/cm ²	初期 間隙比 e_0	圧 密		破壊時 間隙比 e_s	破壊時の ひずみ ε_s %	破壊時の 軸差応力 ($\sigma_1 - \sigma_3$) _s kgf/cm ²	最大 主応力 σ_{1s} kgf/cm ²	破壊時 主応力比 σ_{1s}/σ_3	破壊時 体積変化 $\Delta V/V$ %	破壊時の ゲイルダンパー $\Delta \varepsilon_v/\Delta \varepsilon_s$	破壊時 ポアソン比 $\varepsilon_r/\varepsilon_s$	C-0法の ϕ_0 (度)	変形係数 E_{s0} kgf/cm ²	Marsalの破砕率 BM %		備 考
			体積変化 量 ΔV cm ³	圧密後間 隙比 e_c											全体	せん断時	
SHW 0#5.1	0.5	0.350	120	0.346	0.361	8.8	3.507	4.007	8.01	-1.12	-0.2427	-0.5641	51.09	211	3.3	0.2	丸東三軸 10 ton
SHW 1#0.1	1.0	0.350	270	0.341	0.339	12.1	5.716	6.716	6.72	0.17	-0.1979	-0.4931	47.80	204	4.7	1.6	〃
SHW 1#5.1	1.5	0.350	420	0.337	0.318	13.3	7.922	9.422	6.28	1.37	-0.0975	-0.4485	46.50	251	8.7	5.6	〃
SHW 2#0.1	2.0	0.350	570	0.331	0.305	12.7	9.719	11.719	5.86	1.98	-0.0733	-0.4219	45.10	273	7.4	4.3	〃
SHW 4#0.1	4.0	0.350	1005	0.318	0.264 0.264	15.0 15.2	16.318 16.359	20.318 20.359	5.08 5.09	4.11 4.11	0.0054 0.0000	-0.3632 -0.3647	42.15 42.19	299	10.2	7.1	丸東三軸 50 ton
SHW 6#0.1	6.0	0.350	1378	0.306	0.238 0.238	15.0 15.4	22.154 22.161	28.154 28.161	4.69 4.69	5.21 5.23	0.0585 0.0531	-0.3258 -0.3299	40.44 40.45	353	11.5	8.4	〃
SHW 8#0.1	8.0	0.350	1520	0.301	0.225 0.225	15.0 15.1	28.525 28.556	36.525 36.556	4.57 4.32	5.88 5.89	0.0745 0.0745	-0.3038 -0.3050	39.84 39.86	475	11.9	8.8	〃
SHW10#0.1	10.0	0.350	1857	0.291	0.209 0.209	15.0 15.3	34.956 35.100	44.956 45.100	4.50 4.51	6.36 6.38	0.1124 0.0749	-0.2878 -0.2916	39.50 39.57	452	12.3	9.2	〃
SHW14#0.1	14.0	0.350	2375	0.274	0.181 0.181	15.0 15.4	45.255 45.391	59.255 59.391	4.23 4.24	7.26 7.30	0.1159 0.0945	-0.2575 -0.2626	38.15 38.21	540	14.8	11.7	〃

*****TEST NAME :SHWO.5-1*** **FILE NAME :SHWO5.1*****

MEAN DIAMETER : 29.60 (CM)					VOLUME COMPRESSIBILITY : 120.00 (CC)							
			INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION					
HEIGHT (CM)			60.99				60.93					
VOLUME (CC)			41969.30				41849.30					
DRY DENSITY (g/cm3)			2.107				2.113					
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION = 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION = 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION = 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE = 0.50 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION = 0.0014560												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.10	580.0	40.0	0.844	0.002	0.0010	1.080	-0.2088	-0.0003	0.0019	1.0562	0.4247
2	0.24	900.0	70.0	1.307	0.004	0.0017	1.397	-0.2877	-0.0011	0.0030	1.4398	0.2647
3	0.54	1240.0	120.0	1.795	0.009	0.0029	1.634	-0.3382	-0.0030	0.0049	1.8563	0.1234
4	0.83	1460.0	120.0	2.103	0.014	0.0029	1.751	-0.3947	-0.0054	0.0065	2.1028	0.0000
5	1.13	1640.0	120.0	2.350	0.019	0.0029	1.831	-0.4227	-0.0078	0.0079	2.3503	0.0000
6	1.42	1800.0	120.0	2.567	0.023	0.0029	1.894	-0.4385	-0.0102	0.0091	2.5424	-0.0494
7	1.72	1960.0	100.0	2.780	0.028	0.0024	1.949	-0.4577	-0.0129	0.0102	2.7192	-0.1213
8	2.02	2100.0	70.0	2.961	0.033	0.0017	1.991	-0.4748	-0.0157	0.0112	2.8896	-0.1432
9	2.33	2220.0	40.0	3.112	0.038	0.0010	2.024	-0.4875	-0.0186	0.0123	3.0267	-0.1699
10	2.62	2300.0	0.0	3.205	0.043	0.0000	2.044	-0.5000	-0.0215	0.0134	3.0974	-0.2148
11	2.94	2380.0	-50.0	3.294	0.048	-0.0012	2.061	-0.5124	-0.0247	0.0146	3.1867	-0.2148
12	3.23	2430.0	-90.0	3.343	0.053	-0.0022	2.071	-0.5203	-0.0276	0.0159	3.2220	-0.2427
13	3.54	2490.0	-150.0	3.403	0.058	-0.0036	2.082	-0.5308	-0.0308	0.0171	3.2713	-0.2626
14	3.84	2520.0	-200.0	3.422	0.063	-0.0048	2.086	-0.5379	-0.0339	0.0184	3.3002	-0.2427
15	4.14	2570.0	-250.0	3.467	0.068	-0.0060	2.094	-0.5440	-0.0370	0.0196	3.3435	-0.2468
16	4.43	2600.0	-300.0	3.485	0.073	-0.0072	2.097	-0.5493	-0.0399	0.0209	3.3496	-0.2715
17	4.73	2630.0	-360.0	3.502	0.078	-0.0086	2.100	-0.5554	-0.0431	0.0222	3.3587	-0.2864
18	5.04	2650.0	-420.0	3.504	0.083	-0.0100	2.101	-0.5607	-0.0464	0.0236	3.3728	-0.2626
19	5.34	2670.0	-470.0	3.507	0.088	-0.0112	2.101	-0.5641	-0.0494	0.0250	3.3861	-0.2427
20	5.64	2680.0	-520.0	3.497	0.093	-0.0124	2.100	-0.5671	-0.0525	0.0265	3.3781	-0.2387
21	5.95	2700.0	-570.0	3.500	0.098	-0.0136	2.100	-0.5697	-0.0556	0.0279	3.3783	-0.2427
22	6.24	2710.0	-620.0	3.490	0.102	-0.0148	2.098	-0.5723	-0.0586	0.0293	3.3686	-0.2427
23	6.55	2720.0	-670.0	3.479	0.107	-0.0160	2.096	-0.5745	-0.0618	0.0309	3.3595	-0.2387
24	6.85	2730.0	-720.0	3.468	0.112	-0.0172	2.094	-0.5765	-0.0648	0.0324	3.3470	-0.2427
25	7.15	2750.0	-770.0	3.470	0.117	-0.0184	2.095	-0.5784	-0.0679	0.0338	3.3448	-0.2510
26	7.43	2760.0	-820.0	3.461	0.122	-0.0196	2.093	-0.5803	-0.0708	0.0352	3.3515	-0.2184
27	7.75	2780.0	-860.0	3.462	0.127	-0.0205	2.093	-0.5808	-0.0739	0.0367	3.3646	-0.1941
28	8.03	2810.0	-900.0	3.477	0.132	-0.0215	2.096	-0.5816	-0.0766	0.0379	3.3663	-0.2221
29	8.34	2800.0	-950.0	3.441	0.137	-0.0227	2.089	-0.5829	-0.0798	0.0398	3.3467	-0.1879
30	8.65	2780.0	-980.0	3.394	0.142	-0.0234	2.080	-0.5825	-0.0827	0.0418	3.2996	-0.1879
31	8.96	2770.0	-1030.0	3.357	0.147	-0.0246	2.074	-0.5837	-0.0858	0.0438	3.2603	-0.1941
32	9.25	2750.0	-1060.0	3.312	0.152	-0.0253	2.065	-0.5834	-0.0886	0.0458	3.2526	-0.1193
33	9.57	2740.0	-1080.0	3.278	0.157	-0.0258	2.058	-0.5822	-0.0914	0.0479	3.1948	-0.1668

*****TEST NAME :SHW1.0-1*** **FILE NAME :SHW1#0.1*****

MEAN DIAMETER : 29.60 (CM)					VOLUME COMPRESSIBILITY : 270.00 (CC)							
			INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION					
HEIGHT (CM)			60.99				60.86					
VOLUME (CC)			41969.30				41699.30					
DRY DENSITY (g/cm3)			2.107				2.121					
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION : 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION : 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION : 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE : 1.00 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION : 0.0014595												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.25	1040.0	100.0	1.515	0.004	0.0024	1.007	-0.2081	-0.0009	0.0027	2.1099	0.5946
2	0.54	1570.0	220.0	2.283	0.009	0.0053	1.296	-0.2027	-0.0018	0.0039	2.7696	0.4865
3	0.85	1960.0	300.0	2.841	0.014	0.0072	1.459	-0.2424	-0.0034	0.0049	3.2121	0.3711
4	1.13	2260.0	370.0	3.266	0.019	0.0089	1.564	-0.2611	-0.0048	0.0057	3.5383	0.2721
5	1.44	2520.0	410.0	3.627	0.024	0.0098	1.642	-0.2922	-0.0069	0.0065	3.7968	0.1703
6	1.73	2750.0	440.0	3.941	0.028	0.0106	1.703	-0.3144	-0.0089	0.0072	4.0435	0.1024
7	2.01	2950.0	450.0	4.209	0.033	0.0108	1.752	-0.3366	-0.0111	0.0078	4.2599	0.0512
8	2.30	3140.0	460.0	4.459	0.038	0.0110	1.793	-0.3541	-0.0134	0.0085	4.5082	0.0495
9	2.60	3300.0	470.0	4.663	0.043	0.0113	1.826	-0.3681	-0.0157	0.0092	4.6874	0.0243
10	2.90	3450.0	470.0	4.850	0.048	0.0113	1.853	-0.3817	-0.0182	0.0098	4.8256	-0.0243
11	3.20	3590.0	460.0	5.019	0.053	0.0110	1.878	-0.3951	-0.0208	0.0105	4.9708	-0.0486
12	3.50	3700.0	450.0	5.145	0.058	0.0108	1.895	-0.4062	-0.0234	0.0112	5.0721	-0.0730
13	3.80	3780.0	430.0	5.226	0.062	0.0103	1.906	-0.4174	-0.0261	0.0119	5.1533	-0.0730
14	4.10	3870.0	420.0	5.321	0.067	0.0101	1.918	-0.4252	-0.0286	0.0127	5.2206	-0.1007
15	4.38	3970.0	390.0	5.428	0.072	0.0094	1.932	-0.4350	-0.0313	0.0133	5.3021	-0.1258
16	4.68	4060.0	370.0	5.519	0.077	0.0089	1.944	-0.4423	-0.0340	0.0139	5.3752	-0.1436
17	4.99	4130.0	330.0	5.578	0.082	0.0079	1.951	-0.4517	-0.0370	0.0147	5.4316	-0.1459
18	5.28	4190.0	310.0	5.627	0.087	0.0074	1.957	-0.4572	-0.0397	0.0154	5.4781	-0.1484
19	5.58	4230.0	270.0	5.644	0.092	0.0065	1.959	-0.4647	-0.0426	0.0162	5.4495	-0.1946
20	5.88	4270.0	230.0	5.661	0.097	0.0055	1.961	-0.4715	-0.0456	0.0171	5.4936	-0.1675
21	6.19	4310.0	200.0	5.678	0.102	0.0048	1.963	-0.4764	-0.0485	0.0179	5.5366	-0.1412
22	6.50	4350.0	170.0	5.694	0.107	0.0041	1.965	-0.4809	-0.0514	0.0188	5.5503	-0.1436
23	6.80	4390.0	140.0	5.710	0.112	0.0034	1.967	-0.4850	-0.0542	0.0196	5.5644	-0.1459
24	7.10	4410.0	110.0	5.700	0.117	0.0026	1.966	-0.4887	-0.0570	0.0205	5.5273	-0.1732
25	7.39	4450.0	70.0	5.716	0.121	0.0017	1.967	-0.4931	-0.0599	0.0212	5.5177	-0.1979
26	7.69	4480.0	30.0	5.716	0.126	0.0007	1.967	-0.4972	-0.0628	0.0221	5.5489	-0.1675
27	8.00	4480.0	0.0	5.679	0.131	0.0000	1.963	-0.5000	-0.0657	0.0231	5.5354	-0.1436
28	8.30	4500.0	-30.0	5.668	0.136	-0.0007	1.962	-0.5026	-0.0685	0.0241	5.5243	-0.1436
29	8.61	4500.0	-60.0	5.630	0.141	-0.0014	1.957	-0.5051	-0.0715	0.0251	5.4868	-0.1436
30	8.91	4500.0	-90.0	5.594	0.146	-0.0022	1.953	-0.5074	-0.0743	0.0262	5.4528	-0.1412
31	9.23	4510.0	-120.0	5.568	0.152	-0.0029	1.950	-0.5095	-0.0773	0.0272	5.4290	-0.1390
32	9.54	4530.0	-150.0	5.555	0.157	-0.0036	1.948	-0.5115	-0.0802	0.0282	1.4342	-4.1209

*****TEST NAME : SHW1.5-1*** **FILE NAME : SHW1.5.1****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CH)				VOLUME COMPRESSIBILITY = 420.00 (CC)								
				INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CH)				61.00				60.80				
VOLUME (CC)				41976.20				41556.20				
DRY DENSITY (g/cm3)				2.107				2.128				
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION				= 88440.00				(g)				
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION				= 2.845								
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION				= 1.09				(%)				
CONFINING PRESSURE				= 1.50				(Kg/cm2)				
COEFFICIENT OF CALIBRATION				= 0.0014630								
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EY	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.27	1360.0	150.0	1.988	0.004	0.0036	0.919	-0.0936	-0.0004	0.0022	3.1259	0.7586
2	0.54	2020.0	280.0	2.949	0.009	0.0067	1.188	-0.1207	-0.0011	0.0030	3.8191	0.5802
3	0.85	2550.0	380.0	3.712	0.014	0.0091	1.356	-0.1730	-0.0024	0.0038	4.4074	0.4633
4	1.14	2970.0	470.0	4.312	0.019	0.0113	1.468	-0.1984	-0.0037	0.0043	4.9447	0.4215
5	1.44	3300.0	550.0	4.777	0.024	0.0132	1.545	-0.2206	-0.0052	0.0050	5.2888	0.3414
6	1.74	3610.0	610.0	5.207	0.029	0.0147	1.609	-0.2436	-0.0070	0.0055	5.5664	0.2398
7	2.05	3890.0	650.0	5.572	0.034	0.0156	1.660	-0.2681	-0.0090	0.0061	5.8282	0.1707
8	2.34	4130.0	680.0	5.906	0.038	0.0164	1.703	-0.2874	-0.0111	0.0065	6.1333	0.1513
9	2.63	4350.0	710.0	6.195	0.043	0.0171	1.738	-0.3025	-0.0131	0.0070	6.3805	0.1240
10	2.93	4540.0	730.0	6.435	0.048	0.0176	1.765	-0.3178	-0.0153	0.0075	6.5447	0.0731
11	3.23	4710.0	740.0	6.643	0.053	0.0178	1.788	-0.3324	-0.0177	0.0080	6.7149	0.0480
12	3.54	4860.0	750.0	6.819	0.058	0.0180	1.807	-0.3450	-0.0201	0.0085	6.8535	0.0229
13	3.87	5020.0	750.0	7.003	0.064	0.0180	1.826	-0.3582	-0.0228	0.0091	7.0031	0.0000
14	4.17	5180.0	750.0	7.188	0.069	0.0180	1.845	-0.3684	-0.0253	0.0095	7.1511	-0.0248
15	4.46	5290.0	740.0	7.302	0.073	0.0178	1.856	-0.3786	-0.0278	0.0100	7.2284	-0.0488
16	4.77	5380.0	730.0	7.383	0.078	0.0176	1.864	-0.3881	-0.0304	0.0106	7.3099	-0.0488
17	5.06	5440.0	720.0	7.425	0.083	0.0173	1.868	-0.3959	-0.0330	0.0112	7.3518	-0.0488
18	5.37	5540.0	710.0	7.518	0.088	0.0171	1.877	-0.4033	-0.0356	0.0117	7.4468	-0.0472
19	5.68	5630.0	700.0	7.595	0.093	0.0168	1.884	-0.4099	-0.0383	0.0123	7.4889	-0.0708
20	5.99	5720.0	680.0	7.669	0.099	0.0164	1.891	-0.4170	-0.0411	0.0128	7.5578	-0.0744
21	6.27	5800.0	670.0	7.735	0.103	0.0161	1.897	-0.4218	-0.0435	0.0133	7.6630	-0.0480
22	6.60	5900.0	660.0	7.819	0.109	0.0159	1.904	-0.4269	-0.0463	0.0139	7.7126	-0.0708
23	6.89	5960.0	640.0	7.852	0.113	0.0154	1.907	-0.4321	-0.0490	0.0144	7.7059	-0.0975
24	7.20	6000.0	620.0	7.856	0.118	0.0149	1.907	-0.4370	-0.0518	0.0151	7.7093	-0.0975
25	7.49	6060.0	600.0	7.887	0.123	0.0144	1.910	-0.4414	-0.0544	0.0156	7.7777	-0.0731
26	7.80	6100.0	590.0	7.891	0.128	0.0142	1.911	-0.4447	-0.0570	0.0163	7.7816	-0.0731
27	8.09	6160.0	570.0	7.922	0.133	0.0137	1.913	-0.4485	-0.0597	0.0168	7.7752	-0.0975
28	8.40	6200.0	550.0	7.922	0.138	0.0132	1.913	-0.4521	-0.0625	0.0174	7.7783	-0.0959
29	8.70	6230.0	530.0	7.911	0.143	0.0128	1.912	-0.4554	-0.0652	0.0181	7.8014	-0.0731
30	9.00	6250.0	520.0	7.889	0.148	0.0125	1.910	-0.4577	-0.0678	0.0188	7.7791	-0.0731
31	9.30	6270.0	500.0	7.864	0.153	0.0120	1.908	-0.4607	-0.0705	0.0195	7.6816	-0.1219
32	9.60	6280.0	470.0	7.825	0.158	0.0113	1.905	-0.4642	-0.0733	0.0202	-5.0165	-8.5613

*****TEST NAME :SHW2.0-1*** **FILE NAME :3HW2#0.1*****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CH)				VOLUME COMPRESSIBILITY = 570.00 (CC)								
				INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CH)				60.96				60.68				
VOLUME (CC)				41948.70				41378.70				
DRY DENSITY (g/cm3)				2.108				2.137				
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION				= 88440.00				(g)				
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION				= 2.845								
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION				= 1.09				(%)				
CONFINING PRESSURE				= 2.00				(Kg/cm2)				
COEFFICIENT OF CALIBRATION				= 0.0014666								
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.23	1520.0	130.0	2.228	0.004	0.0031	0.812	-0.0855	-.0003	0.0017	3.7507	0.7615
2	0.52	2260.0	270.0	3.308	0.009	0.0065	1.066	-0.1193	-.0010	0.0026	4.6499	0.6711
3	0.82	2850.0	400.0	4.163	0.014	0.0097	1.229	-0.1423	-.0019	0.0032	5.3069	0.5717
4	1.11	3370.0	500.0	4.911	0.018	0.0121	1.350	-0.1697	-.0031	0.0037	5.7912	0.4400
5	1.42	3820.0	580.0	5.549	0.023	0.0140	1.441	-0.2005	-.0047	0.0042	6.3443	0.3977
6	1.70	4260.0	660.0	6.171	0.028	0.0160	1.521	-0.2153	-.0060	0.0045	6.8553	0.3422
7	2.02	4600.0	720.0	6.637	0.033	0.0174	1.576	-0.2386	-.0079	0.0050	7.1748	0.2689
8	2.30	4880.0	770.0	7.016	0.038	0.0186	1.617	-0.2545	-.0096	0.0054	7.4635	0.2237
9	2.61	5150.0	810.0	7.372	0.043	0.0196	1.654	-0.2724	-.0117	0.0058	7.7088	0.1683
10	2.91	5400.0	840.0	7.696	0.048	0.0203	1.686	-0.2883	-.0138	0.0062	7.9892	0.1467
11	3.21	5620.0	870.0	7.974	0.053	0.0210	1.712	-0.3013	-.0159	0.0066	8.1725	0.0994
12	3.50	5830.0	880.0	8.232	0.058	0.0213	1.735	-0.3156	-.0182	0.0070	8.3811	0.0746
13	3.80	6010.0	900.0	8.446	0.063	0.0218	1.754	-0.3263	-.0204	0.0074	8.5452	0.0497
14	4.09	6230.0	900.0	8.710	0.067	0.0218	1.776	-0.3386	-.0228	0.0077	8.7103	0.0000
15	4.40	6400.0	900.0	8.899	0.073	0.0218	1.792	-0.3500	-.0254	0.0081	8.8989	0.0000
16	4.69	6540.0	900.0	9.047	0.077	0.0218	1.804	-0.3593	-.0278	0.0085	9.0467	0.0000
17	5.00	6670.0	900.0	9.175	0.082	0.0218	1.814	-0.3680	-.0303	0.0090	9.1755	0.0000
18	5.29	6760.0	900.0	9.251	0.087	0.0218	1.820	-0.3752	-.0327	0.0094	9.2509	0.0000
19	5.61	6890.0	900.0	9.374	0.092	0.0218	1.829	-0.3824	-.0353	0.0099	9.2797	-0.0473
20	5.91	7020.0	880.0	9.494	0.097	0.0213	1.838	-0.3908	-.0381	0.0103	9.3967	-0.0489
21	6.21	7120.0	880.0	9.577	0.102	0.0213	1.844	-0.3961	-.0405	0.0107	9.5281	-0.0244
22	6.51	7190.0	870.0	9.615	0.107	0.0210	1.847	-0.4020	-.0431	0.0112	9.4688	-0.0733
23	6.81	7250.0	850.0	9.637	0.112	0.0205	1.849	-0.4085	-.0458	0.0116	9.4906	-0.0733
24	7.11	7320.0	840.0	9.674	0.117	0.0203	1.852	-0.4134	-.0484	0.0121	9.5760	-0.0489
25	7.41	7380.0	830.0	9.696	0.122	0.0201	1.853	-0.4179	-.0510	0.0126	9.5966	-0.0497
26	7.70	7440.0	820.0	9.719	0.127	0.0198	1.855	-0.4219	-.0535	0.0131	9.5726	-0.0733
27	8.01	7480.0	800.0	9.710	0.132	0.0193	1.854	-0.4268	-.0563	0.0136	9.5172	-0.0962
28	8.31	7500.0	780.0	9.675	0.137	0.0189	1.852	-0.4312	-.0590	0.0142	9.5311	-0.0721
29	8.62	7540.0	770.0	9.667	0.142	0.0186	1.851	-0.4345	-.0617	0.0147	9.5692	-0.0489
30	8.91	7550.0	760.0	9.623	0.147	0.0184	1.848	-0.4375	-.0642	0.0153	9.5257	-0.0489
31	9.22	7550.0	750.0	9.564	0.152	0.0181	1.843	-0.4404	-.0669	0.0159	9.4193	-0.0721
32	9.52	7550.0	730.0	9.503	0.157	0.0176	1.839	-0.4438	-.0696	0.0165	-5.8329	-7.6680

*****TEST NAME :SHW4.0-1*** **FILE NAME :SHW4#0.1*****

MEAN DIAMETER : 29.60 (CM)					VOLUME COMPRESSIBILITY : 1005.00 (CC)							
			INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION					
HEIGHT (CM)			61.00				60.51					
VOLUME (CC)			41976.20				40971.20					
DRY DENSITY (g/cm3)			2.107				2.159					
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION : 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION : 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION : 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE : 4.00 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION : 0.0014770												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.10	1250.0	65.0	1.846	0.002	0.0016	0.400	-0.0200	-0.0000	0.0009	5.4219	0.8940
2	0.38	2300.0	230.0	3.395	0.006	0.0056	0.662	-0.0530	-0.0003	0.0018	6.9817	0.8967
3	0.66	3300.0	405.0	4.869	0.011	0.0099	0.866	-0.0468	-0.0005	0.0022	8.1794	0.8276
4	0.96	4100.0	555.0	6.041	0.016	0.0135	1.005	-0.0731	-0.0012	0.0026	8.9444	0.7258
5	1.24	4800.0	690.0	7.063	0.020	0.0168	1.112	-0.0891	-0.0018	0.0029	9.3977	0.5836
6	1.58	5400.0	800.0	7.922	0.026	0.0195	1.193	-0.1261	-0.0033	0.0033	9.9708	0.5122
7	1.86	6000.0	905.0	8.783	0.031	0.0221	1.268	-0.1407	-0.0043	0.0035	10.8934	0.5275
8	2.14	6550.0	1000.0	9.566	0.035	0.0244	1.331	-0.1549	-0.0055	0.0037	11.3480	0.4456
9	2.44	7050.0	1080.0	10.263	0.040	0.0264	1.383	-0.1731	-0.0070	0.0039	11.8388	0.3939
10	2.74	7500.0	1160.0	10.884	0.045	0.0283	1.427	-0.1874	-0.0085	0.0042	12.4627	0.3947
11	3.02	7950.0	1235.0	11.503	0.050	0.0301	1.468	-0.1980	-0.0099	0.0043	12.8777	0.3438
12	3.32	8400.0	1295.0	12.109	0.055	0.0316	1.507	-0.2119	-0.0116	0.0045	13.2521	0.2859
13	3.64	8900.0	1355.0	12.777	0.060	0.0331	1.547	-0.2251	-0.0135	0.0047	13.8600	0.2708
14	3.92	9250.0	1405.0	13.231	0.065	0.0343	1.573	-0.2353	-0.0152	0.0049	14.1983	0.2419
15	4.22	9600.0	1450.0	13.674	0.070	0.0354	1.598	-0.2463	-0.0172	0.0051	14.5110	0.2092
16	4.52	9900.0	1490.0	14.040	0.075	0.0364	1.618	-0.2566	-0.0192	0.0053	14.7297	0.1723
17	4.82	10150.0	1520.0	14.329	0.080	0.0371	1.633	-0.2671	-0.0213	0.0056	14.9195	0.1477
18	5.12	10400.0	1550.0	14.614	0.085	0.0378	1.647	-0.2764	-0.0234	0.0058	15.1378	0.1310
19	5.44	10650.0	1575.0	14.888	0.090	0.0384	1.661	-0.2862	-0.0257	0.0060	15.3311	0.1108
20	5.72	10950.0	1595.0	15.237	0.095	0.0389	1.678	-0.2941	-0.0278	0.0062	15.5938	0.0891
21	6.02	11100.0	1610.0	15.367	0.099	0.0393	1.685	-0.3025	-0.0301	0.0065	15.6627	0.0738
22	6.32	11300.0	1625.0	15.564	0.104	0.0397	1.694	-0.3101	-0.0324	0.0067	15.9086	0.0862
23	6.62	11450.0	1645.0	15.691	0.109	0.0402	1.700	-0.3165	-0.0346	0.0070	15.9295	0.0596
24	6.94	11550.0	1650.0	15.736	0.115	0.0403	1.702	-0.3244	-0.0372	0.0073	15.8348	0.0246
25	7.22	11700.0	1655.0	15.859	0.119	0.0404	1.708	-0.3307	-0.0395	0.0075	16.0563	0.0492
26	7.54	11950.0	1670.0	16.107	0.125	0.0408	1.719	-0.3364	-0.0419	0.0077	16.2548	0.0369
27	7.82	12050.0	1670.0	16.156	0.129	0.0408	1.721	-0.3423	-0.0442	0.0080	16.2053	0.0123
28	8.14	12200.0	1675.0	16.260	0.135	0.0409	1.726	-0.3480	-0.0468	0.0083	16.3552	0.0238
29	8.44	12300.0	1680.0	16.301	0.139	0.0410	1.728	-0.3530	-0.0492	0.0086	16.3506	0.0123
30	8.74	12400.0	1680.0	16.339	0.144	0.0410	1.730	-0.3580	-0.0517	0.0088	16.3885	0.0123
31	9.04	12450.0	1685.0	16.312	0.149	0.0411	1.728	-0.3624	-0.0541	0.0092	16.3763	0.0161
32	9.20	12525.0	1685.0	16.359	0.152	0.0411	1.731	-0.3647	-0.0555	0.0093	16.3594	0.0000
33	9.36	12600.0	1685.0	16.406	0.155	0.0411	1.733	-0.3671	-0.0568	0.0094	17.4881	0.2705

*****TEST NAME :SHW6.0-1*** **FILE NAME :SHW6#0.1*****

MEAN DIAMETER : 29.60 (CH)						VOLUME COMPRESSIBILITY : 1378.00 (CC)						
				INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CH)				61.01				60.34				
VOLUME (CC)				41983.10				40605.10				
DRY DENSITY (g/cm3)				2.107				2.178				
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION : 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION : 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION : 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE : 6.00 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION : 0.0014861												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.16	1650.0	55.0	2.449	0.003	0.0014	0.359	-0.2446	-0.0006	0.0011	6.7356	0.7145
2	0.26	2200.0	125.0	3.265	0.004	0.0031	0.461	-0.1428	-0.0006	0.0013	8.7851	0.9200
3	0.58	3500.0	315.0	5.192	0.010	0.0078	0.672	-0.0965	-0.0009	0.0019	10.4408	0.8749
4	0.88	4550.0	490.0	6.744	0.015	0.0121	0.818	-0.0863	-0.0013	0.0022	11.5742	0.8050
5	1.18	5550.0	640.0	8.216	0.020	0.0158	0.940	-0.0970	-0.0019	0.0024	12.4513	0.7059
6	1.48	6400.0	775.0	9.458	0.025	0.0191	1.033	-0.1109	-0.0027	0.0026	13.3963	0.6564
7	1.78	7200.0	905.0	10.621	0.029	0.0223	1.113	-0.1222	-0.0036	0.0028	14.3873	0.6277
8	2.06	7950.0	1020.0	11.705	0.034	0.0251	1.182	-0.1321	-0.0045	0.0029	15.1948	0.5816
9	2.36	8650.0	1132.0	12.706	0.039	0.0279	1.241	-0.1436	-0.0056	0.0031	15.7526	0.5077
10	2.66	9300.0	1225.0	13.622	0.044	0.0302	1.292	-0.1578	-0.0070	0.0032	16.3418	0.4533
11	2.96	9950.0	1315.0	14.532	0.049	0.0324	1.340	-0.1699	-0.0083	0.0034	17.1325	0.4334
12	3.26	10500.0	1400.0	15.288	0.054	0.0345	1.378	-0.1809	-0.0098	0.0035	17.6657	0.3963
13	3.56	11000.0	1475.0	15.962	0.059	0.0363	1.410	-0.1921	-0.0113	0.0037	18.1172	0.3591
14	3.86	11500.0	1545.0	16.630	0.064	0.0380	1.441	-0.2026	-0.0130	0.0038	18.6357	0.3344
15	4.16	12000.0	1610.0	17.289	0.069	0.0397	1.470	-0.2124	-0.0146	0.0040	19.2210	0.3220
16	4.46	12450.0	1675.0	17.872	0.074	0.0413	1.495	-0.2209	-0.0163	0.0041	19.7163	0.3075
17	4.74	12850.0	1730.0	18.379	0.079	0.0426	1.516	-0.2288	-0.0180	0.0043	19.8653	0.2477
18	5.06	13250.0	1775.0	18.864	0.084	0.0437	1.535	-0.2393	-0.0201	0.0044	20.2303	0.2277
19	5.36	13700.0	1825.0	19.424	0.089	0.0449	1.557	-0.2470	-0.0219	0.0046	20.8075	0.2306
20	5.64	14000.0	1865.0	19.769	0.093	0.0459	1.570	-0.2543	-0.0238	0.0047	20.8831	0.1858
21	5.96	14325.0	1900.0	20.127	0.099	0.0468	1.584	-0.2631	-0.0260	0.0049	21.1340	0.1678
22	6.26	14650.0	1935.0	20.489	0.104	0.0477	1.597	-0.2703	-0.0280	0.0051	21.4882	0.1665
23	6.54	14950.0	1965.0	20.816	0.108	0.0484	1.609	-0.2767	-0.0300	0.0052	21.5851	0.1281
24	6.84	15200.0	1985.0	21.057	0.113	0.0489	1.617	-0.2844	-0.0322	0.0054	21.7765	0.1198
25	7.16	15450.0	2015.0	21.292	0.119	0.0496	1.626	-0.2909	-0.0345	0.0056	21.9889	0.1161
26	7.48	15650.0	2035.0	21.449	0.124	0.0501	1.631	-0.2978	-0.0369	0.0058	22.0437	0.0991
27	7.76	15875.0	2055.0	21.654	0.129	0.0506	1.638	-0.3032	-0.0390	0.0059	22.2685	0.1025
28	8.06	16100.0	2075.0	21.847	0.134	0.0511	1.645	-0.3087	-0.0412	0.0061	22.2924	0.0743
29	8.36	16250.0	2085.0	21.929	0.139	0.0513	1.648	-0.3147	-0.0436	0.0063	22.3008	0.0619
30	8.66	16450.0	2100.0	22.080	0.144	0.0517	1.653	-0.3198	-0.0459	0.0065	22.5111	0.0719
31	8.98	16600.0	2115.0	22.152	0.149	0.0521	1.655	-0.3250	-0.0484	0.0067	22.5112	0.0599
32	9.28	16700.0	2125.0	22.161	0.154	0.0523	1.655	-0.3299	-0.0507	0.0069	22.4791	0.0531
33	9.40	16725.0	2130.0	22.145	0.156	0.0525	1.655	-0.3316	-0.0517	0.0070	24.1863	0.3403

*****TEST NAME : SHW8.0-1*** **FILE NAME : SHW810.1****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CM)				VOLUME COMPRESSIBILITY = 1520.00 (CC)			
INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION			
HEIGHT (CM)				61.00			
VOLUME (CC)				41976.20			
DRY DENSITY (g/cm3)				2.107			
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION				= 88440.00 (g)			
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION				= 2.845			
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION				= 1.09 (%)			
CONFINING PRESSURE				= 8.00 (Kg/cm2)			
COEFFICIENT OF CALIBRATION				= 0.0014896			

No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.12	2200.0	65.0	3.276	0.002	0.0016	0.360	-0.0966	-0.0002	0.0006	11.2968	1.0026
2	0.26	3000.0	175.0	4.469	0.004	0.0043	0.471	0.0013	0.0000	0.0010	12.4998	1.0039
3	0.58	4650.0	375.0	6.924	0.010	0.0093	0.672	-0.0184	-0.0002	0.0014	14.6701	0.9682
4	0.86	6050.0	565.0	9.009	0.014	0.0140	0.819	-0.0107	-0.0002	0.0016	16.7142	0.9631
5	1.16	7400.0	750.0	11.015	0.019	0.0185	0.944	-0.0184	-0.0004	0.0017	18.6617	0.9558
6	1.46	8500.0	950.0	12.652	0.024	0.0235	1.036	-0.0154	-0.0004	0.0019	19.4049	0.8441
7	1.76	9500.0	1090.0	14.118	0.029	0.0269	1.111	-0.0387	-0.0011	0.0021	19.0837	0.6207
8	2.06	10450.0	1200.0	15.494	0.034	0.0297	1.177	-0.0661	-0.0023	0.0022	19.7640	0.5338
9	2.36	11300.0	1305.0	16.712	0.039	0.0323	1.232	-0.0881	-0.0035	0.0023	20.6847	0.4965
10	2.66	12100.0	1400.0	17.846	0.044	0.0346	1.279	-0.1080	-0.0048	0.0025	21.5206	0.4593
11	2.96	12800.0	1490.0	18.824	0.049	0.0368	1.319	-0.1251	-0.0061	0.0026	22.2994	0.4345
12	3.26	13450.0	1575.0	19.719	0.054	0.0389	1.353	-0.1402	-0.0076	0.0027	23.0955	0.4221
13	3.56	14150.0	1660.0	20.681	0.059	0.0410	1.389	-0.1527	-0.0090	0.0029	23.7599	0.3848
14	3.86	14750.0	1730.0	21.483	0.064	0.0428	1.417	-0.1662	-0.0106	0.0030	24.1643	0.3352
15	4.16	15350.0	1795.0	22.275	0.069	0.0444	1.444	-0.1786	-0.0123	0.0031	24.7580	0.3103
16	4.46	15850.0	1855.0	22.914	0.074	0.0459	1.465	-0.1902	-0.0141	0.0032	25.2200	0.2883
17	4.78	16350.0	1915.0	23.537	0.079	0.0473	1.485	-0.2016	-0.0160	0.0034	25.6517	0.2643
18	5.08	16750.0	1965.0	24.014	0.084	0.0486	1.500	-0.2119	-0.0179	0.0035	25.9008	0.2359
19	5.38	17200.0	2010.0	24.554	0.089	0.0497	1.517	-0.2217	-0.0198	0.0036	26.3413	0.2234
20	5.68	17650.0	2055.0	25.088	0.094	0.0508	1.533	-0.2305	-0.0217	0.0038	26.7761	0.2110
21	5.98	18000.0	2095.0	25.471	0.099	0.0518	1.545	-0.2391	-0.0237	0.0039	27.1149	0.2055
22	6.26	18400.0	2135.0	25.930	0.104	0.0528	1.558	-0.2460	-0.0256	0.0040	27.4710	0.1926
23	6.56	18800.0	2170.0	26.371	0.109	0.0536	1.571	-0.2536	-0.0276	0.0041	27.7609	0.1738
24	6.86	19150.0	2205.0	26.736	0.114	0.0545	1.581	-0.2606	-0.0297	0.0043	27.9853	0.1562
25	7.18	19500.0	2235.0	27.083	0.119	0.0552	1.591	-0.2682	-0.0319	0.0044	28.2744	0.1490
26	7.46	19850.0	2265.0	27.445	0.124	0.0560	1.600	-0.2739	-0.0339	0.0045	28.5750	0.1413
27	7.76	20150.0	2290.0	27.720	0.129	0.0566	1.608	-0.2802	-0.0361	0.0046	28.7126	0.1241
28	8.06	20450.0	2315.0	27.990	0.134	0.0572	1.615	-0.2861	-0.0383	0.0048	28.9829	0.1241
29	8.36	20700.0	2340.0	28.188	0.139	0.0578	1.620	-0.2915	-0.0404	0.0049	29.0814	0.1117
30	8.66	20900.0	2360.0	28.310	0.144	0.0583	1.624	-0.2970	-0.0427	0.0051	29.0055	0.0869
31	8.96	21150.0	2375.0	28.494	0.149	0.0587	1.628	-0.3026	-0.0450	0.0052	29.0895	0.0745
32	9.10	21250.0	2382.0	28.556	0.151	0.0589	1.630	-0.3050	-0.0461	0.0053	29.1514	0.0745
33	9.26	21350.0	2390.0	28.606	0.154	0.0591	1.631	-0.3078	-0.0473	0.0054	67.6937	4.8859

*****TEST NAME :SHW10.0-1*** **FILE NAME :SHW10.1*****

MEAN DIAMETER = 29.60 (CM)				VOLUME COMPRESSIBILITY = 1857.00 (CC)								
				INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CM)				61.00				60.10				
VOLUME (CC)				41976.20				40119.20				
DRY DENSITY (g/cm3)				2.107				2.204				
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION				= 88440.00				(g)				
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION				= 2.845								
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION				= 1.09				(%)				
CONFINING PRESSURE				= 10.00				(Kg/cm2)				
COEFFICIENT OF CALIBRATION				= 0.0014981								
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.32	2750.0	140.0	4.112	0.005	0.0035	0.362	-0.1723	-0.0009	0.0013	12.6010	0.8489
2	0.60	4600.0	340.0	6.881	0.010	0.0085	0.560	-0.0756	-0.0008	0.0015	16.3682	0.9488
3	0.92	6150.0	520.0	9.191	0.015	0.0130	0.704	-0.0766	-0.0012	0.0017	17.6478	0.8457
4	1.22	7500.0	690.0	11.200	0.020	0.0172	0.816	-0.0764	-0.0016	0.0018	19.5640	0.8364
5	1.52	8850.0	855.0	13.204	0.025	0.0213	0.917	-0.0787	-0.0020	0.0019	20.9437	0.7740
6	1.82	10050.0	1000.0	14.973	0.030	0.0249	0.999	-0.0884	-0.0027	0.0020	21.8387	0.6866
7	2.12	11100.0	1130.0	16.507	0.035	0.0282	1.065	-0.1008	-0.0036	0.0021	22.9983	0.6492
8	2.42	12200.0	1260.0	18.109	0.040	0.0314	1.129	-0.1100	-0.0044	0.0022	24.2260	0.6117
9	2.72	13250.0	1375.0	19.623	0.045	0.0343	1.186	-0.1214	-0.0055	0.0023	25.1806	0.5557
10	3.04	14200.0	1490.0	20.975	0.051	0.0371	1.234	-0.1329	-0.0067	0.0024	26.2185	0.5243
11	3.32	15150.0	1585.0	22.324	0.055	0.0395	1.280	-0.1424	-0.0079	0.0025	27.1019	0.4778
12	3.62	16000.0	1675.0	23.507	0.060	0.0418	1.318	-0.1534	-0.0092	0.0026	28.0265	0.4520
13	3.90	16800.0	1760.0	24.614	0.065	0.0439	1.352	-0.1620	-0.0105	0.0026	28.8583	0.4244
14	4.22	17650.0	1845.0	25.769	0.070	0.0460	1.386	-0.1725	-0.0121	0.0027	29.6350	0.3866
15	4.52	18400.0	1920.0	26.772	0.075	0.0479	1.415	-0.1818	-0.0137	0.0028	30.3926	0.3620
16	4.82	19050.0	1990.0	27.619	0.080	0.0496	1.438	-0.1908	-0.0153	0.0029	30.9897	0.3371
17	5.12	19700.0	2055.0	28.455	0.085	0.0512	1.460	-0.1994	-0.0170	0.0030	31.5759	0.3121
18	5.42	20350.0	2115.0	29.280	0.090	0.0527	1.482	-0.2077	-0.0187	0.0031	32.2757	0.2996
19	5.72	21000.0	2175.0	30.097	0.095	0.0542	1.502	-0.2152	-0.0205	0.0032	32.8430	0.2746
20	6.02	21550.0	2225.0	30.755	0.100	0.0555	1.519	-0.2232	-0.0224	0.0033	33.2517	0.2497
21	6.32	22050.0	2275.0	31.335	0.105	0.0567	1.533	-0.2304	-0.0242	0.0034	33.7890	0.2454
22	6.60	22600.0	2320.0	31.988	0.110	0.0578	1.548	-0.2367	-0.0260	0.0034	34.0540	0.2066
23	6.90	23100.0	2355.0	32.542	0.115	0.0587	1.561	-0.2444	-0.0281	0.0035	34.2900	0.1748
24	7.20	23500.0	2390.0	32.950	0.120	0.0596	1.570	-0.2514	-0.0301	0.0036	34.7576	0.1808
25	7.48	23950.0	2425.0	33.434	0.124	0.0604	1.581	-0.2572	-0.0320	0.0037	35.1127	0.1679
26	7.78	24350.0	2455.0	33.825	0.129	0.0612	1.590	-0.2636	-0.0341	0.0038	35.2751	0.1450
27	8.10	24650.0	2485.0	34.060	0.135	0.0619	1.595	-0.2702	-0.0364	0.0040	35.3887	0.1329
28	8.40	25000.0	2510.0	34.367	0.140	0.0626	1.602	-0.2762	-0.0386	0.0041	35.3656	0.0999
29	8.70	25300.0	2525.0	34.591	0.145	0.0629	1.607	-0.2826	-0.0409	0.0042	35.5900	0.0999
30	9.00	25700.0	2550.0	34.956	0.150	0.0636	1.614	-0.2878	-0.0431	0.0043	36.0799	0.1124
31	9.10	25800.0	2555.0	35.028	0.151	0.0637	1.616	-0.2897	-0.0439	0.0043	35.7774	0.0749
32	9.20	25900.0	2560.0	35.100	0.153	0.0638	1.618	-0.2916	-0.0446	0.0044	35.8489	0.0749
33	9.30	26000.0	2565.0	35.171	0.155	0.0639	1.619	-0.2934	-0.0454	0.0044	39.3393	0.4168

*****TEST NAME :SHW14.0-1*** **FILE NAME :SHW14#.1*****

MEAN DIAMETER : 29.60 (CM)					VOLUME COMPRESSIBILITY : 2375.00 (CC)							
				INITIAL CONDITION				AFTER CONSOLIDATION				
HEIGHT (CM)				61.00				59.85				
VOLUME (CC)				41976.20				39601.20				
DRY DENSITY (g/cm3)				2.107				2.233				
WEIGHT UNDER OVEN DRY CONDITION = 88440.00 (g)												
MEAN SPECIFIC GRAVITY UNDER OVEN DRY CONDITION : 2.845												
MEAN PERCENTAGE OF ABSORPTION : 1.09 (%)												
CONFINING PRESSURE : 14.00 (Kg/cm2)												
COEFFICIENT OF CALIBRATION : 0.0015113												
No	AXIAL	LOAD	VOL.CHANGE	DEV.SIG	EA	EV	Q/P'	ER/EA	ER	EA/DEV.SIG	DIL.SIG	DIL.SLP
1	0.20	2750.0	75.0	4.150	0.003	0.0019	0.270	-0.2166	-0.0007	0.0008	14.0239	0.7053
2	0.30	3650.0	140.0	5.508	0.005	0.0035	0.348	-0.1474	-0.0007	0.0009	19.7899	1.0201
3	0.60	5450.0	345.0	8.226	0.010	0.0087	0.491	-0.0655	-0.0007	0.0012	22.3312	1.0075
4	0.90	7150.0	540.0	10.791	0.015	0.0136	0.613	-0.0466	-0.0007	0.0014	24.0144	0.9446
5	1.20	8750.0	720.0	13.199	0.020	0.0182	0.717	-0.0466	-0.0009	0.0015	25.3648	0.8690
6	1.50	10350.0	885.0	15.599	0.025	0.0223	0.812	-0.0542	-0.0014	0.0016	26.7067	0.7934
7	1.80	11700.0	1035.0	17.611	0.030	0.0261	0.886	-0.0655	-0.0020	0.0017	28.5547	0.7817
8	2.08	13150.0	1185.0	19.775	0.035	0.0299	0.960	-0.0695	-0.0024	0.0018	30.5363	0.7687
9	2.38	14500.0	1330.0	21.774	0.040	0.0336	1.024	-0.0777	-0.0031	0.0018	31.3291	0.6825
10	2.70	15750.0	1465.0	23.602	0.045	0.0370	1.079	-0.0900	-0.0041	0.0019	32.3046	0.6216
11	3.00	17050.0	1585.0	25.497	0.050	0.0400	1.133	-0.1008	-0.0051	0.0020	33.7836	0.5919
12	3.30	18250.0	1700.0	27.230	0.055	0.0429	1.180	-0.1107	-0.0061	0.0020	35.3402	0.5793
13	3.60	19400.0	1815.0	28.879	0.060	0.0458	1.222	-0.1190	-0.0072	0.0021	36.7225	0.5602
14	3.88	20500.0	1915.0	30.446	0.065	0.0484	1.261	-0.1270	-0.0082	0.0021	37.3220	0.4912
15	4.20	21550.0	2010.0	31.902	0.070	0.0508	1.295	-0.1384	-0.0097	0.0022	38.4262	0.4660
16	4.48	22500.0	2100.0	33.221	0.075	0.0530	1.325	-0.1458	-0.0109	0.0023	39.4222	0.4430
17	4.78	23450.0	2180.0	34.509	0.080	0.0550	1.353	-0.1554	-0.0124	0.0023	40.1516	0.4030
18	5.08	24400.0	2260.0	35.788	0.085	0.0571	1.380	-0.1638	-0.0139	0.0024	41.2542	0.3904
19	5.38	25300.0	2335.0	36.979	0.090	0.0590	1.405	-0.1720	-0.0155	0.0024	41.9163	0.3526
20	5.68	26100.0	2400.0	38.005	0.095	0.0606	1.425	-0.1807	-0.0172	0.0025	42.4128	0.3149
21	5.98	26850.0	2460.0	38.943	0.100	0.0621	1.443	-0.1891	-0.0189	0.0026	42.8677	0.2803
22	6.30	27600.0	2515.0	39.852	0.105	0.0635	1.461	-0.1983	-0.0209	0.0026	43.6061	0.2681
23	6.60	28300.0	2570.0	40.694	0.110	0.0649	1.476	-0.2058	-0.0227	0.0027	44.5734	0.2771
24	6.90	29050.0	2625.0	41.599	0.115	0.0663	1.493	-0.2125	-0.0245	0.0028	45.1826	0.2559
25	7.22	29650.0	2675.0	42.259	0.121	0.0675	1.505	-0.2200	-0.0265	0.0029	45.4328	0.2267
26	7.50	30200.0	2715.0	42.860	0.125	0.0686	1.515	-0.2265	-0.0284	0.0029	45.5964	0.1954
27	7.80	30800.0	2750.0	43.503	0.130	0.0694	1.526	-0.2336	-0.0304	0.0030	45.9712	0.1763
28	8.10	31400.0	2785.0	44.137	0.135	0.0703	1.537	-0.2402	-0.0325	0.0031	46.6959	0.1828
29	8.42	31950.0	2825.0	44.680	0.141	0.0713	1.546	-0.2465	-0.0347	0.0031	47.0692	0.1706
30	8.72	32300.0	2855.0	44.943	0.146	0.0721	1.551	-0.2526	-0.0368	0.0032	46.8825	0.1385
31	9.02	32750.0	2880.0	45.333	0.151	0.0727	1.557	-0.2587	-0.0390	0.0033	46.8754	0.1102
32	9.20	32900.0	2890.0	45.391	0.154	0.0730	1.558	-0.2626	-0.0404	0.0034	46.7137	0.0945
33	9.34	33050.0	2900.0	45.485	0.156	0.0732	1.560	-0.2654	-0.0414	0.0034	52.1311	0.4747

ロック材（斑れい岩）の
せん断強度および変形性

ISSN 0386-5878
土木研究所資料 第2789号
平成元年7月（1989）
フィルダム研究室 松本徳久 豊田光雄

要 旨

本報告は、ロック材（斑れい岩）を用いて、側圧0.5～14kg f/cm²の拘束圧範囲において三軸試験を行い、試料状態が気乾と飽和状態と異なるときのせん断強度と変形性についてまとめたものである。

とりわけ、せん断強度については、内部摩擦角の拘束圧依存性に着目し、モールの破壊 包絡線を曲線近似する形（ $\tau_f = A \sigma_n^{0.5}$ ）で求めた。

キーワード：フィルダム、ロック材、斑れい岩、三軸試験、せん断強度、変形係数 ○

郵便はがき

3 0 5 - □ □

切手をは
つて下
さい。

建設省土木研究所

フィルダム研究室

御中

茨城県つくば市大字旭一番地

No. 13

No. 13

配布先氏名

配布先住所

○

○

土木研究所資料第 2789 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

○