

幌延深層ボーリング試料の室内試験

報 告 書

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

技 術 資 料		
開示区分	レポ ー ト No.	受 領 日
⌈	J136298-002	1999.2.3
この資料は技術管理室保存資料です 閲覧には技術資料閲覧票が必要です 動力炉・核燃料開発事業団 技術協力部技術管理室		

平成 10 年 3 月

国 際 航 業 株 式 会 社

複製又はこの資料の入手については、下記にお問い合わせ下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to :Technical Evaluation and Patent Office, Technology Management Division, Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation 9-13, 1-Chome, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 107-0052, Japan

© 動力炉・核燃料開発事業団 (Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation) 1998

幌延深層ボーリング試料の室内試験

報 告 書

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

平成 1 0 年 3 月

国 際 航 業 株 式 会 社

幌延深層ボーリング試料の室内試験

林 雅一* 萩原 博之* 秋山 泰久* 山田 大介*

要 旨

本件は幌延町開進地区で実施された、深層ボーリング試料について追加の室内試験を行い、堆積岩の物性値を取得することを目的に実施したものである。

今回、測定データが不足している勇知層の中粒砂岩、声間層の砂質泥岩を対象に物理試験（見かけ比重、密度、含水比、有効間隙率、吸水率）及び力学試験（三軸圧縮試験）を実施した。

物理試験結果では、深度 405m～405.83m の勇知層の中粒砂岩については、以前の試験結果とほぼ同等の値となったものの、比重がやや大きい値となった。これは経年変化による含水状態の変化によるものと考えられる。

深度 1,085.78m～1,086m の声間層の砂質泥岩については、以前の試験と比較して経年変化による「ゆるみ」の影響を受け小さい値となった。

深度 1,348.70m～1,355m の声間層の砂質泥岩は、以前の値と比較しても大きな違いは認められていない。

力学試験結果では、深度 405m～405.83m、深度 1,085.78m～1,0886m の試料では、以前の試験結果とほぼ同等の値となったが、深度 1,348.7m～1,355m の試料については、以前の試験結果と比較し粘着力、せん断抵抗角、最大強度ともに今回の試験結果の方が小さい値を示した。

※ 本報告書は国際航業株式会社が動力炉・核燃料開発事業団の委託により実施した業務の成果である。

契約番号……………090C0352

事業団担当部課室：環境技術開発推進本部 地層科学研究グループ 山崎 真一

※ 国際航業株式会社 東日本事業本部 地質一部

OPEN DATA
PNC TJ1362 98-002
MARCH, 1998

The laboratory test using drilling cores obtained from deep strata in Horonobe.
Masakazu HAYASHI*, Hiroyuki HAGIWARA*,
Yasuhisa AKIYAMA*, and Daisuke YAMADA*

Abstract

It is important to collect physical data about sedimentary rocks, lacking on a complete equipment of the research institute about deep strata.

While the drilling work was on at Kaishin area in Horonobe, many kinds of laboratory tests using drilling cores obtained from deep strata, were carried out. But, supplementary researches have not been put into practice yet.

The object of this work is to collect physical data about sedimentary rocks by putting supplementary laboratory tests using drilling cores obtained from deep strata into practice, and to keep samples which is necessary for tests after this work.

From now on, it is desirable that, at the time of the complete equipment of the research institute about deep strata, the research project is planned as quickly as possible by referring to the result of this work.

※ Work performed by KOKUSAI KOGYO CO., LTD. under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

No. of contract:090D0278

P N C Liaison: Geosciences Research Program Radioactive Waste Management Project Shinichi YAMAZAKI

* :KOKUSAI KOGYO CO., LTD. Geological Survey Dept.

目 次

1. 業務概要	1
1.1 件名	1
1.2 目的	1
1.3 実施内容	1
1.4 実施期間	1
1.5 実施場所	1
1.6 実施担当者	2
2. 試験結果	3
2.1 試験試料の選定	3
2.2 試験試料の整形（供試体作成）	3
2.3 供試体の含水比調整	3
2.4 物理試験結果	4
2.5 力学試験結果	9
3. 結果とりまとめ	13

巻末資料

- ・試験データシート
- ・写真集

1. 業務概要

1.1 件 名

幌延深層ボーリング試料の室内試験

1.2 目 的

本件は幌延町開進地区で実施された深層ボーリング試料について室内試験を行い、堆積岩の物性値を取得することを目的に実施した。

1.3 実施内容

(1) 試験試料の選定

試験試料3カ所の選定を行った。

(2) 試験試料の整形（供試体の作成）

選定されたボーリング試料を供試体に整形した。

(3) 供試体の含水比の調整

試験を行う試料は、試験実施前に掘削直後の試験データを基に、含水比の調整を行った。

物理試験用1カ所につき1供試体 計3供試体

力学試験用1カ所につき3供試体 計9供試体をそれぞれ調整した。

(4) 物理・力学試験項目

上記で調整された供試体について以下の物理・力学試験項目を実施した。

・物理試験： 見かけ比重、密度、含水比、有効間隙率、吸水率

・力学試験： 三軸圧縮試験 調整された試料について三軸圧縮試験を実施した。

なお、試験使用後のボーリング試料、未使用のボーリング試料については、コア箱に収納し屋内で施錠のうえ保管した。

(5) 結果のとりまとめ

前記(1)～(4)をとりまとめ報告書を作成した。

1.4 実施期間

平成10年2月16日～平成10年3月31日

1.5 実施場所

国際航業株式会社 東日本事業本部 日野技術所

1.6 実施担当者

林 雅一

萩原 博之

秋山 泰久

山田 大介

2. 試験結果

2.1 試験試料の選定

今回試験を行う試料について協議した結果、これまでの測定データが少ない勇知層の中粒砂岩、声間層の砂質泥岩を対象に行う事とした。採取深度について以下に示す。

- ・深度 400m～420m 区間の中粒砂岩（勇知層）
- ・深度 1,080m～1,100m 区間の砂質泥岩（声間層）
- ・深度 1,355m 付近の砂質泥岩（声間層）

上記深度のボーリングコアのうち、パラフィンコーティングを施されており、かつ、供試体の作成可能なコアを選定した。選定したコアの深度を以下に示す。

- ・深度 405m～405.83m 勇知層の中粒砂岩
- ・深度 1,085.78m～1,086m 声間層の砂質泥岩
- ・深度 1,348.70m～1,355m 声間層の砂質泥岩

2.2 試験試料の整形（供試体の作成）

今回試験を行ったボーリング試料は径 86mm のビットを使用して掘削されたものである。径 86mm はビット（及びコアチューブ）の外径であり、実際のボーリングコア径は約 69mm である。

通常三軸試験などに用いられる供試体の大きさは、径 50mm、高さ 100mm の円柱状のものを使用する。このため、今回ボーリングコアを一般的な供試体の大きさにする作業を行った。

土（ナイフで削れる様な）の試料の供試体作成では、一般的にトリミング法と呼ばれる方法が用いられている。この方法は、ナイフの様な専用のへらで試料を供試体の大きさに削り出す方法である。今回対象とする試料は軟岩であり、へらを使った削りだしは困難なため、専用のボーリング機器を使用し供試体の大きさに削り出す方法を取っている。

2.3 供試体の含水比調整

今回試験を行ったボーリングコアは 1987 年に掘削されたものであり、サンプリングされてから 10 年余りの歳月がたっている。コアはパラフィンによりコーティングされているとはいえ、含水状態等は変化していると考えられる。そこで、今回試験を行うにあたっては、なるべく試料採取時点状態に近づけたうえで行うため、試料の含水比の調整を行った。調整する含水比の値については、掘削当時に行った試験試料で、最も深度的、地質的に近いものを基準とし、その値に合わせるように行った。しかし、深度 405m～405.83m の勇知層の中粒砂岩については、物理試験中に試料が崩壊したこともあり調整を行うと供試体が崩壊してしまう恐れがあることから、含水比調整は行わない事とした。

2.4 物理試験結果

2.4.1 試験概要

① 見かけ比重

硬い岩石ほど真の体積を求めることは不可能に近いので、岩石の空中重量と水中重量から見かけの体積を求める方法が一般的であり、これを見かけ比重という。

試験方法は、まず試料として 50gf 以上の任意形状の塊（3 個程度）を選定する。自然状態の試料の空中重量（ W_1 ）を測定後、試料を 72 時間以上水浸する。水浸後の強制湿潤状態の水中重量（ W_4 ）を図 2-1 の装置を用いて測定する。次に試料を水浸容器から取り出し、湿った布で表面の水を拭き取ってから、強制湿潤状態の空中重量（ W_3 ）を測定する。このとき、表面水のみを拭くとともに岩片を紛失しないように注意する。この試料を乾燥炉に入れ $80\sim 110^\circ\text{C}$ の設定温度で 24 時間以上乾燥した後、デシケータに入れ室温にまで冷却する。この強制乾燥状態の空中重量（ W_2 ）を測定する。

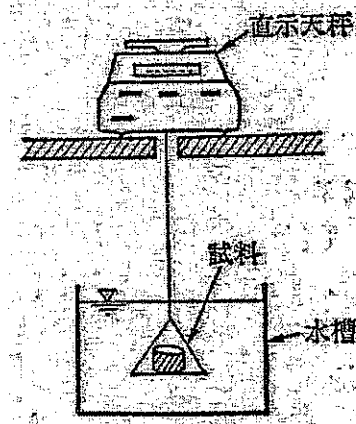


図 2-1 水中重量の測定（岩の調査と試験；土質工学会より）

種々の重量測定の数から次の基本的な物性値が求められる。

- ・自然状態の比重

$$G_n = \frac{W_1}{W_3 - W_4}$$

- ・強制乾燥状態の比重

$$G_d = \frac{W_2}{W_3 - W_4}$$

- ・強制湿潤状態の比重

$$G_t = \frac{W_3}{W_3 - W_4}$$

さらに、これらの値を用いて次の物性値を算出することができる。

- ・自然状態の含水比

$$\omega_n = \frac{W_1 - W_2}{W_2}$$

- ・自然状態の飽和度

$$Sr = \frac{W_1 - W_2}{W_3 - W_2} \times 100\%$$

- ・有効間隙率

$$ne = \frac{W_3 - W_2}{W_3 - W_4} \times 100\%$$

- ・吸水率

$$ab = \frac{W_3 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

ここに、

W_1 : 自然状態の空中重量

W_2 : 強制乾燥状態の空中重量

W_3 : 強制湿潤状態の空中重量

W_4 : 強制湿潤状態の水中重量

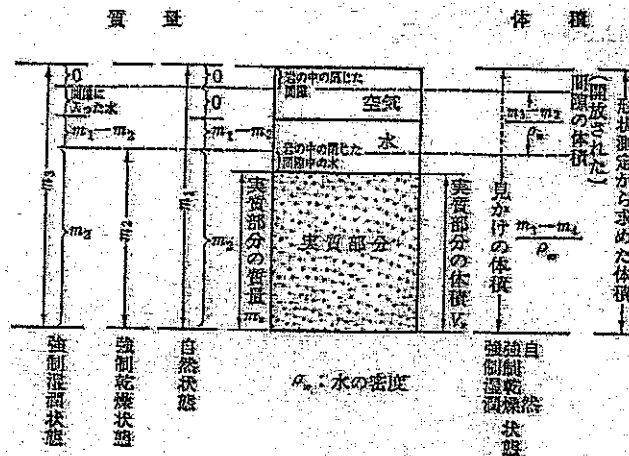


図 2-2 岩石構造の基本モデル (岩の調査と試験; 土質工学会より)

② 密度試験

岩石の密度とは、岩石の単位体積当たりの質量のことをいい、実質部分の質量と間隙内の水の質量を合わせて取り扱う場合（湿潤，強制湿潤）と実質部分の質量のみを扱う場合（強制乾燥）とがある。通常、土質工学分野の表現と同じく、前者を湿潤密度ならびに飽和湿潤密度と呼び、後者を乾燥密度と呼ぶ。

岩石の密度は、その質量を体積で除することにより得られる。比重は試料の質量と同体積の水の質量の比で表されるが、いいかえれば岩の密度と水の密度の比でもある。岩の密度を直接測ることは希で、乾燥，湿潤のいずれの過程でもその体積が変化しない岩石においては、質量の計測に基づく見かけ比重の測定そのものが密度試験に相当する。

密度の測定方法には浮力法，ノギス法，水銀置換法，表面塗布法（水置換法）があるが、今回は見かけ比重の項で述べたように、浮力法で行っている。

湿潤密度は、試料の質量 m と間隙も含めた体積 V の比によって示される。

$$\rho_t = \frac{m}{V} (\text{g/cm}^3)$$

③ 含水比

含水量とは、自然状態すなわち原位置と同じ条件下での岩の中に存在する水分の量を表すもので、これを定量的に表現するのに含水比が用いられる。含水比は、その試料に含まれる水の質量がその試料の実質部分の質量に対する割合で定義される。図2-2の岩石構造の基本モデルにおいては、間隙中に含まれている水の質量（ $m_1 - m_2$ ）と実質部分の質量（ m_2 ）の比が含水比（ ω_n ）である。

$$\omega_n = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100(\%)$$

ここで

自然状態での測定質量 : W_1

強制乾燥状態での測定質量 : W_2

④ 有効間隙率

岩石試料の中に存在する間隙が試料全体の体積に対して占める割合を間隙率という。実際には、試料内部の間隙には空気や水が流通し得ない部分があるため、試験上全ての間隙の体積を知ることは難しい。そこで外気と通じている間隙だけを考えることとし、これを有効間隙率と呼び、真の間隙率と区別している。

図2-2のモデルに示した間隙のうち内部に閉じ込められている間隙を除いた体積 $[(m_3 - m_2) / \rho_w]$ と岩石の見かけの全体積 $(m_3 - m_4 / \rho_w)$ との比である（見かけ比重の項参照）。

⑤ 吸水率

吸水率とは岩石試料の間隙に水がどの程度浸透するかを示すもので、岩の基本的な物性のひとつであり、岩石試料が吸収できる最大の水の量がその試料の実質部分の質量に対してどの程度かを示す割合をいう。

図2-2のモデルに示した間隙を満たす水の質量 ($m_3 - m_2$) と実質部分の質量 (m_2) の比であり、換言すれば間隙の占める程度を表している。吸水率が高いということは間隙が多いことを意味する。しかし、試料の内部に閉じ込まれた間隙を含んではないことに注意する必要がある (見かけ比重の項参照)。

2.4.2 試験結果

今回の物理試験結果を表2-1及び巻末試料に示す。

表2-1 物理試験結果一覧表

試料番号				
深 度 (m)		405.00 405.83	1085.78 1086.00	1348.70 1355.00
自然状態	空中重量: W_0 (gf)	423.72	308.79	375.68
乾燥状態	空中重量: W_1 (gf)	354.76	274.38	330.91
湿润状態	水中重量: W_2 (gf)	223.66	170.78	207.01
湿润状態	空中重量: W_3 (gf)	424.43	350.68	389.78
比 重	自 然: $\frac{W_0}{W_1 - W_2}$	2.110	1.715	2.055
	乾 燥: $\frac{W_1}{W_2 - W_3}$	1.767	1.525	1.811
	湿 潤: $\frac{W_3}{W_3 - W_2}$	2.114	1.949	2.133
	見かけ比重: $\frac{W_1}{W_1 - W_2}$	2.706	2.648	2.671
含水比: $\frac{W_3 - W_1}{W_1} \times 100$ (%)		19.4	12.5	13.5
吸水率: $\frac{W_3 - W_1}{W_1} \times 100$ (%)		19.6	27.8	17.8
合水率: $\frac{W_3 - W_1}{W_3 - W_2} \times 100$ (%)		34.3	19.1	24.5
有効間隙率: $\frac{W_3 - W_1}{W_3 - W_2} \times 100$ (%)		34.7	42.4	32.2
飽和度: $\frac{\text{含水比}}{\text{吸水率}} \times 100$ (%)		99.0	45.1	76.0

深度 405m～405.83m の勇知層中粒砂岩については、以前の試験と比較して（貯蔵工学センター立地環境調査深層ボーリング：試料番号 1-15）全般的にほぼ同等の値となっているが、比重の値が以前の値よりやや大きくなっている。これは、パラフィン処理しているコアとはいえ、経年変化により水分を吸収したためと考えられる。これは飽和度の増加（89%から 99%）や有効間隙率、吸水率の減少（有効間隙率 38%から 34.7%、吸水率 22.5%から 19.6%）などがその理由として考えられる。

深度 1,085.78m～1,086m の声問層の砂質泥岩については、以前の試験と比較して（貯蔵工学センター立地環境調査深層ボーリング：試料番号 1-42, 1-43）小さい値となっている。この原因としては掘削より 10 年余の時間が経過し応力解放による「ゆるみ」が生じていたためと考えられる。このことは、有効間隙率の値が既存データでは 36.9, 35.8%に対し 42.4%と 7%余り間隙率が増加している事、自然、乾燥状態の見かけ比重の値が小さくなっていること、湿潤状態の見かけ比重の値はほぼ同じ値であることなどが理由である。

深度 1,348.70m～1,355m の声問層の砂質泥岩は、以前の値と比較しても（貯蔵工学センター立地環境調査深層ボーリング：試料番号 1-53）大きな違いは認められなかった。理由として、①深度 1,085.78m～1,086m の砂質泥岩よりも砂分が少ない、②深度 1,085.78m～1,086m の砂質泥岩よりも硬質な岩であった（このことは以前行った超音波速度測定において、1-42, 1-43 試料の V 波速度は 1,560～1,570m/sec なのに対し、1-53 試料の V 波速度は 2,120 m/sec と 500 m/sec 余り速い事から想定できる）事などが考えられる。

2.5 力学試験結果

2.5.1 試験概要

今回の試験では、対象となる試料の深度が400m以深であり、また砂質～砂質泥岩であることから、「透水性が小さく、排水が生じないような急速な載荷速度で加重が作用する場合」が想定される（例えば圧密沈下が生じないような条件で構造物を施工する場合）。そこで、この様な条件を対象とした非圧密非排水条件で試験を行うこととした。

試験は1深度3個1組を原則とし、直径50mm、高さ100mmの供試体を作成し、土質工学会基準に準拠して実施した。なお、2.3項で述べたとおり、試験は含水比調整を行った後行っているが、深度405m～405.83mの勇知層の中粒砂岩については、調整を行うと供試体が崩壊してしまう恐れがあることから（物理試験中に試料が崩壊したため）、含水比調整は行わずに実施した。試験条件は下記のとおり。

- ・排水条件：非圧密非排水（UU）条件
- ・載荷方法：ひずみ制御法
- ・載荷速度：1%/min
- ・側方向応力：試料採取位置における有効土被り圧を考慮
深度405m～405.83m 10, 20, 40 kgf/cm²
深度1,085.78m～1,086m 20, 40, 80 kgf/cm²
深度1,348.70m～1,355m 30, 60, 120 kgf/cm²
- ・記録の範囲：破壊後、残留応力が一定値に収束した時点までを原則とし、最大ひずみは14%とする。

試験装置としては、図2-3に示す、軟岩用に剛性を高めた三軸圧縮試験機を用いた。載荷時における荷重及び変位検出器の出力はコンピュータシステムによって収録し、このシステムを用いて応力～ひずみ関係（ $\sigma \sim \varepsilon$ 曲線）を自動作図した。

試験終了後、供試体の破壊状況を観察記録するとともに、写真撮影を実施した。

ここで得られた応力～ひずみ関係から以下の値を求めた。

- ・圧縮強さ（ $\sigma_1 - \sigma_3$ ）max (kgf/cm²)
- ・主応力差最大時の軸ひずみ ε_f (%)

また、モールの応力円より以下の値を求めた。

- ・縦軸切片（粘着力）Cu (kgf/cm²)
- ・せん断抵抗角 ϕ_u (度)

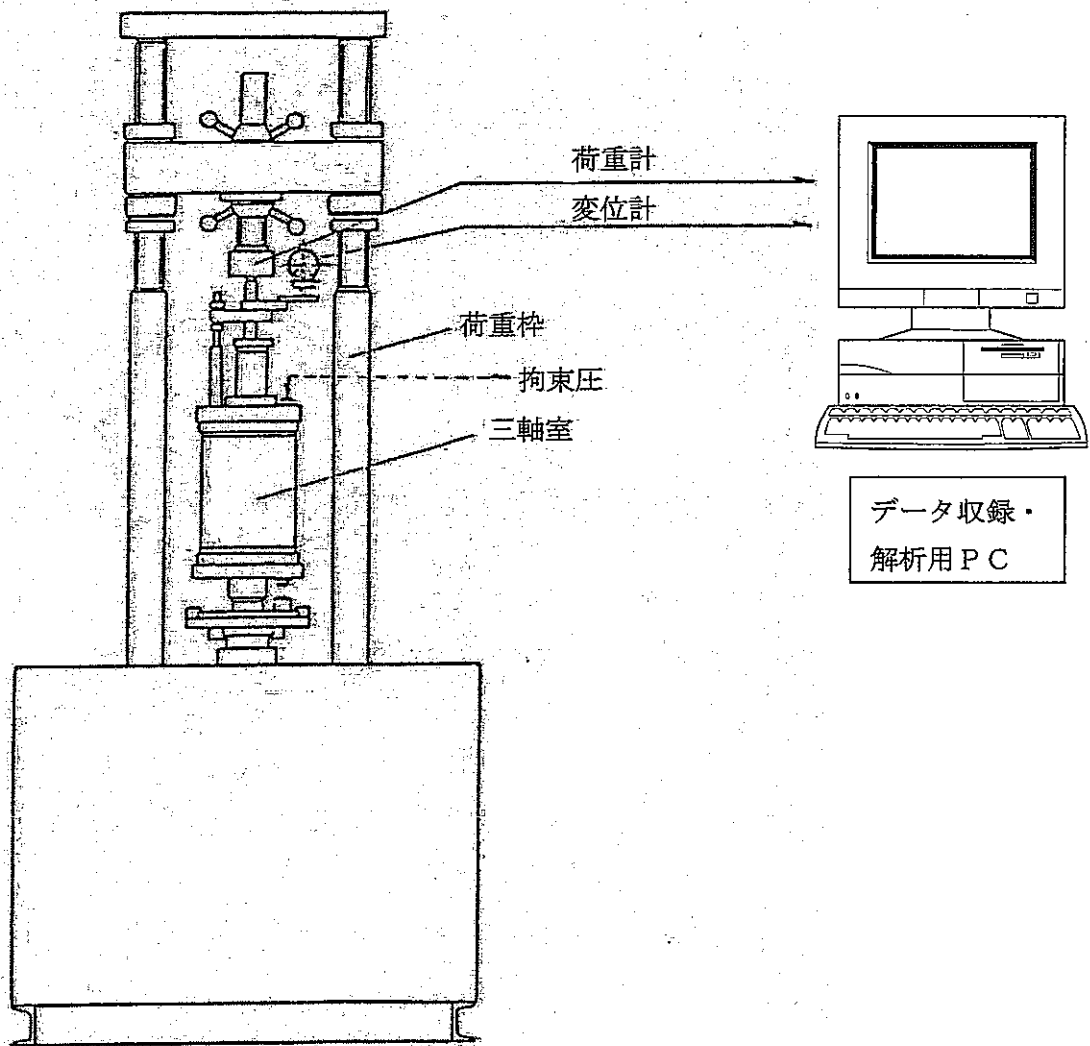


図 2 - 3 三軸圧縮試験装置概要図

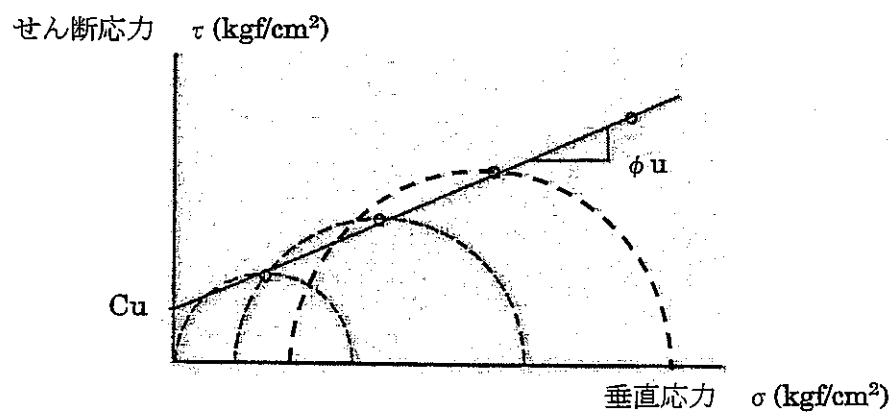


図 2 - 4 破壊包絡線の例

2.5.2 試験結果

今回の力学試験結果を表2-2及び巻末試料に示す。

表2-2 岩石試験結果一覧表

調査孔番号				
深 度		405.00	1085.78	1348.70
(m)		-405.83	-1086.00	-1355.00
湿潤 密度 (g/cm ³)		(2.058)	(1.927)	(2.114)
含 水 比 (%)		19.4	12.5	13.5
比 重	自 然	2.110	1.716	2.055
	乾 燥	1.767	1.525	1.811
	湿 潤	2.114	1.949	2.133
	見掛比重	2.706	2.648	2.671
吸 水 率 (%)		19.6	27.8	17.8
含 水 率 (%)		34.3	19.1	24.5
有効間隙率 (%)		34.7	42.4	32.2
三軸	c (kgf/cm ²)	8.61	31.09	31.16
試験	φ (°)	23.7	11.4	10.9
() 内は、平均値				

前回の試験は、圧密排水 (CD) 条件で行っており、また側方向応力も異なり、試験時期も含めて今回の試験結果と直接比較するにはやや問題はあるが、今回試験を行った深度付近で以前行っている「貯蔵工学センター立地環境調査深層ボーリング」時の試験結果との比較を行ってみた。

深度 405m~405.83m の区間と比較できるのは、以前の試験 (貯蔵工学センター立地環境調査深層ボーリング) の試料番号 1-16 (深度 425.74m~427.13m : 勇知層の中

中粒砂岩) である。

前回の試験結果と比較し、粘着力は今回の場合がおおよそ 11 kgf/cm^2 程大きく、せん断抵抗角は 3.5 度程前回の方が大きい。また最大強度は $2 \sim 15 \text{ kgf/cm}^2$ 程今回の試験結果の方が大きく出ている。しかし、大きくかけ離れた値は示しておらず、試験条件の違いを考慮しても、ほぼ同等の値といえる。

深度 $1,085.78\text{m} \sim 1,088.6\text{m}$ の区間と比較できるのは、以前の試験 (貯蔵工学センター立地環境調査深層ボーリング) の試料番号 1-42 (深度 $1,076.05\text{m} \sim 1,078.55\text{m}$: 声間層の砂質泥岩) である。

前回の試験結果と比較し、粘着力は今回の場合がおおよそ 2 kgf/cm^2 程大きく、せん断抵抗角は 0.5 度程今回の方が大きい。また最大強度は $20 \sim 30 \text{ kgf/cm}^2$ 程前回の試験結果の方が大きく出ている。しかし、この試験結果においても大きくかけ離れた値は示しておらず、試験条件の違いを考慮しても、ほぼ同等の値といえる。

深度 $1,348.7\text{m} \sim 1,355\text{m}$ の区間と比較できるのは、以前の試験 (貯蔵工学センター立地環境調査深層ボーリング) の試料番号 1-52 (深度 $1,323.1\text{m} \sim 1,324.5\text{m}$: 声間層の泥岩) である。

前回の試験結果と比較し、粘着力、せん断抵抗角、最大強度ともに今回の試験結果の方が小さい値を示している。粘着力は 4 kgf/cm^2 程度の差であるが (前回は 35.1 kgf/cm^2) せん断抵抗角は 15 度もの差が生じている (前回は 25.9 度)。また、最大強度も $28.4 \sim 78 \text{ kgf/cm}^2$ もの差が生じている (側方向応力の差もあるが、前回は $112.6 \sim 206.7 \text{ kgf/cm}^2$)。この原因としては、砂質泥岩 (今回試験試料) と泥岩 (前回試験試料) の違い、側方向応力の違いもあるが、破壊後の供試体では、ほぼ斜めに、直線上に破壊されている事から (図 2-5 参照)、供試体に潜在的な亀裂もしくは弱線が存在し、その亀裂 (弱線) に沿って破壊した可能性が高いと考えられ、そのために前回の試験よりも低い値しか得られなかったと考えられる。



図 2-5 深度 $1,348.7\text{m} \sim 1,355\text{m}$ の破壊後の供試体状況

3. 結果とりまとめ

今回、測定データが不足している勇知層の中粒砂岩、声間層の砂質泥岩を対象に物理試験（見かけ比重、密度、含水比、有効間隙率、吸水率）及び力学試験（三軸圧縮試験）を実施した。

物理試験結果では、深度 405m～405.83m の勇知層の中粒砂岩については、以前の試験結果とほぼ同等の値となったものの、比重がやや大きい値となった。これは経年変化による含水状態の変化によるものと考えられる。

深度 1,085.78m～1,086m の声間層の砂質泥岩については、以前の試験と比較して経年変化による「ゆるみ」の影響を受け小さい値となった。

深度 1,348.70m～1,355m の声間層の砂質泥岩は、①砂質泥岩よりも砂分が少ない、②砂質泥岩よりも硬質な岩であったなどの理由により、以前の値と比較しても大きな違いは認められていない。

力学試験結果では、深度 405m～405.83m、深度 1,085.78m～1,0886m の試料では、以前の試験結果とほぼ同等の値となったが、深度 1,348.7m～1,355m の試料については、以前の試験結果と比較し粘着力、せん断抵抗角、最大強度ともに今回の試験結果の方が小さい値を示した。理由として供試体に潜在的な亀裂もしくは弱線が存在し、その亀裂（弱線）に沿って破壊した可能性が高く、そのために前回の試験よりも低い値しか得られなかったと考えられる。

卷 末 資 料

試験データシート

岩石の見かけ比重・含水比・吸水率・間隙率試験

調査件名 幌延深層ボーリング試料の室内試験 試験年月日 年 月 日

調査地点 試験者

試料番号						
深 度 (m)		405.00 405.83	1085.78 1086.00	1348.70 1355.00		
自然状態	空中重量: W_0 (gf)	423.72	308.79	375.68		
乾燥状態	空中重量: W_1 (gf)	354.78	274.38	330.91		
湿潤状態	水中重量: W_2 (gf)	223.66	170.78	207.01		
湿潤状態	空中重量: W_3 (gf)	424.43	350.68	389.78		
比 重	自 然: $\frac{W_0}{W_1 - W_2}$	2.110	1.718	2.055		
	乾 燥: $\frac{W_1}{W_2 - W_3}$	1.767	1.525	1.811		
	湿 潤: $\frac{W_3}{W_2 - W_3}$	2.114	1.949	2.133		
	見かけ比重: $\frac{W_1}{W_2 - W_3}$	2.706	2.648	2.671		
含水比: $\frac{W_0 - W_1}{W_1} \times 100$ (%)		19.4	12.5	13.5		
吸水率: $\frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100$ (%)		19.6	27.8	17.8		
含水率: $\frac{W_0 - W_1}{W_2 - W_1} \times 100$ (%)		34.3	19.1	24.5		
有効間隙率: $\frac{W_2 - W_1}{W_1 - W_2} \times 100$ (%)		34.7	42.4	32.2		
飽和度: $\frac{\text{含水比}}{\text{吸水率}} \times 100$ (%)		99.0	45.1	76.0		

岩石試験 結果一覧表

件 名 幌延深層ボーリング試料の室内試験

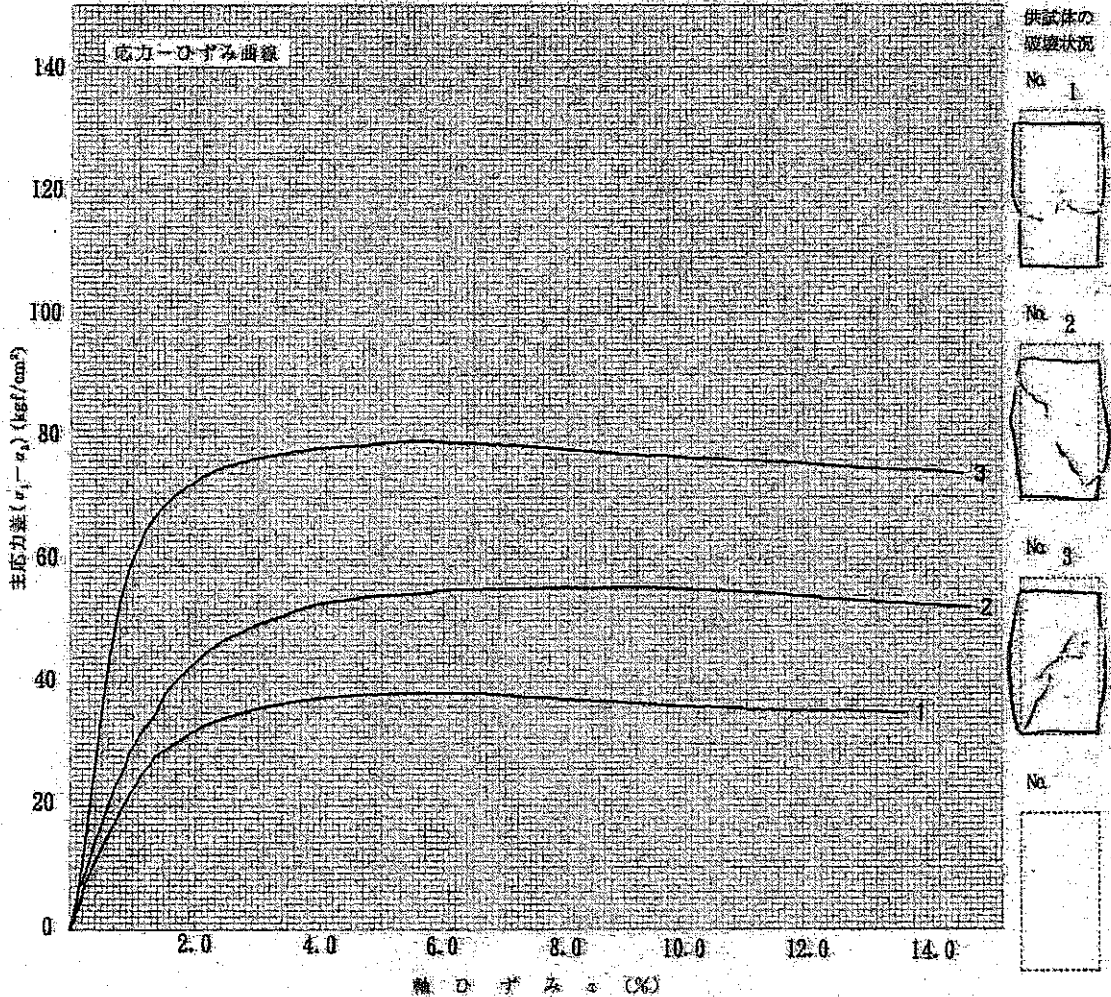
調査孔番号						
深 度		405.00	1085.78	1348.70		
(m)		-405.83	-1086.00	-1355.00		
湿潤 密度 (g/cm ³)		(2.058)	(1.927)	(2.114)		
含 水 比 (%)		19.4	12.5	13.5		
比 重	自 然	2.110	1.716	2.055		
	乾 燥	1.767	1.525	1.811		
	湿 潤	2.114	1.949	2.133		
	見掛比重	2.706	2.648	2.671		
吸 水 率 (%)		19.6	27.8	17.8		
含 水 率 (%)		34.3	19.1	24.5		
有効間隙率 (%)		34.7	42.4	32.2		
一軸圧縮強度 (kgf/cm ²)						
静ポアソン比						
静弾性係数($\times 10^4$ kgf/cm ²)						
圧裂引張強度 (kgf/cm ²)						
三軸 試験	c (kgf/cm ²)	8.61	31.09	31.16		
	ϕ (°)	23.7	11.4	10.9		
超音波	P波 (km/sec)					
	伝播速度 S波 (km/sec)					
動ポアソン比						
動弾性係数($\times 10^4$ kgf/cm ²)						
() 内は、平均値						

JSF T 520 521 | 三軸圧縮試験 [UU] (応力-ひずみ曲線)

調査件名 縦延深層ボーリング試料の室内試験 | 試験年月日

試料番号 (深さ) 405.00(m)~405.83(m) | 試験者

土質名称	供試体 No.	1	2	3
液性限界 w_L %	軸方向応力 kgf/cm^2	10.00	20.00	40.00
塑性限界 w_p %	高さ H_s cm	10.00	10.00	10.01
土粒子の密度 ρ_s g/cm^3	直径 D_s cm	4.98	4.99	4.97
荷重計容量 kgf	体積 V_s cm^3	194.78	195.56	194.19
ひずみ速度 $\%/min$	質量 m_s g	396.62	409.12	397.58
供試体作製方法	含水比 w %	20.8	20.0	21.4
	調整液質量 m_w g	328.26	340.84	327.44
特記事項	湿潤密度 ρ_r g/cm^3	2.036	2.092	2.047
	孔隙比 e			
	飽和度 S_r %			
	圧縮強度 $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kgf/cm^2	38.30	55.40	79.29
	主応力差大時の軸ひずみ ϵ_p %	5.53	9.28	5.67

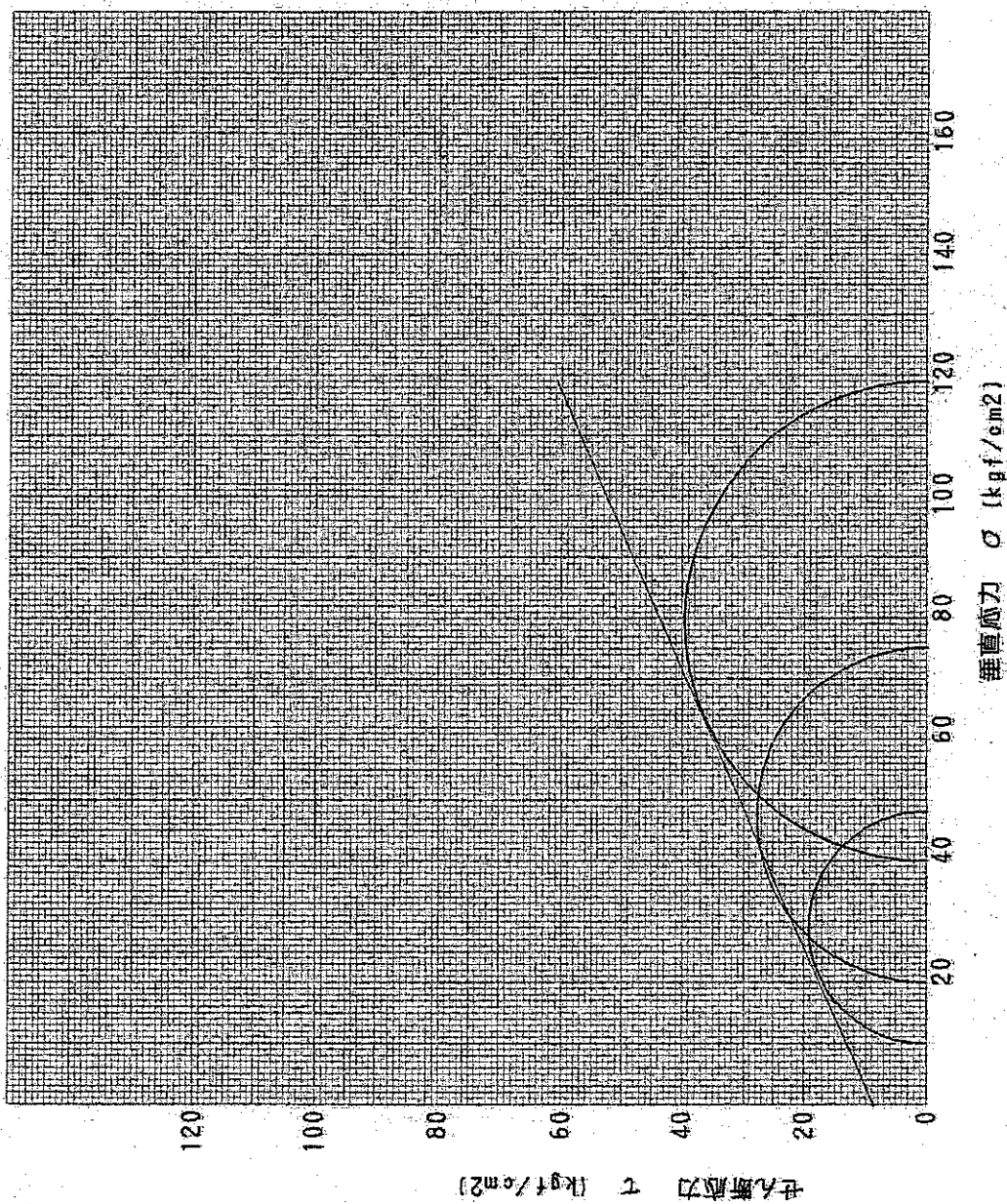


JGS T	三軸圧縮試験[UU, CU, CU, CD] (強度特性)
-------	-------------------------------

調査件名 横正深層ボーリング試料の室内試験 試験年月日

試料番号 (深さ) 405.00(m)~405.83(m) 試験者

応力範囲	全 応 力			有 効 応 力	
	c kgf/cm ²	φ 度	tan φ	c' kgf/cm ²	φ' 度
正規圧密領域					
過圧密領域	8.51	23.7	0.4384		



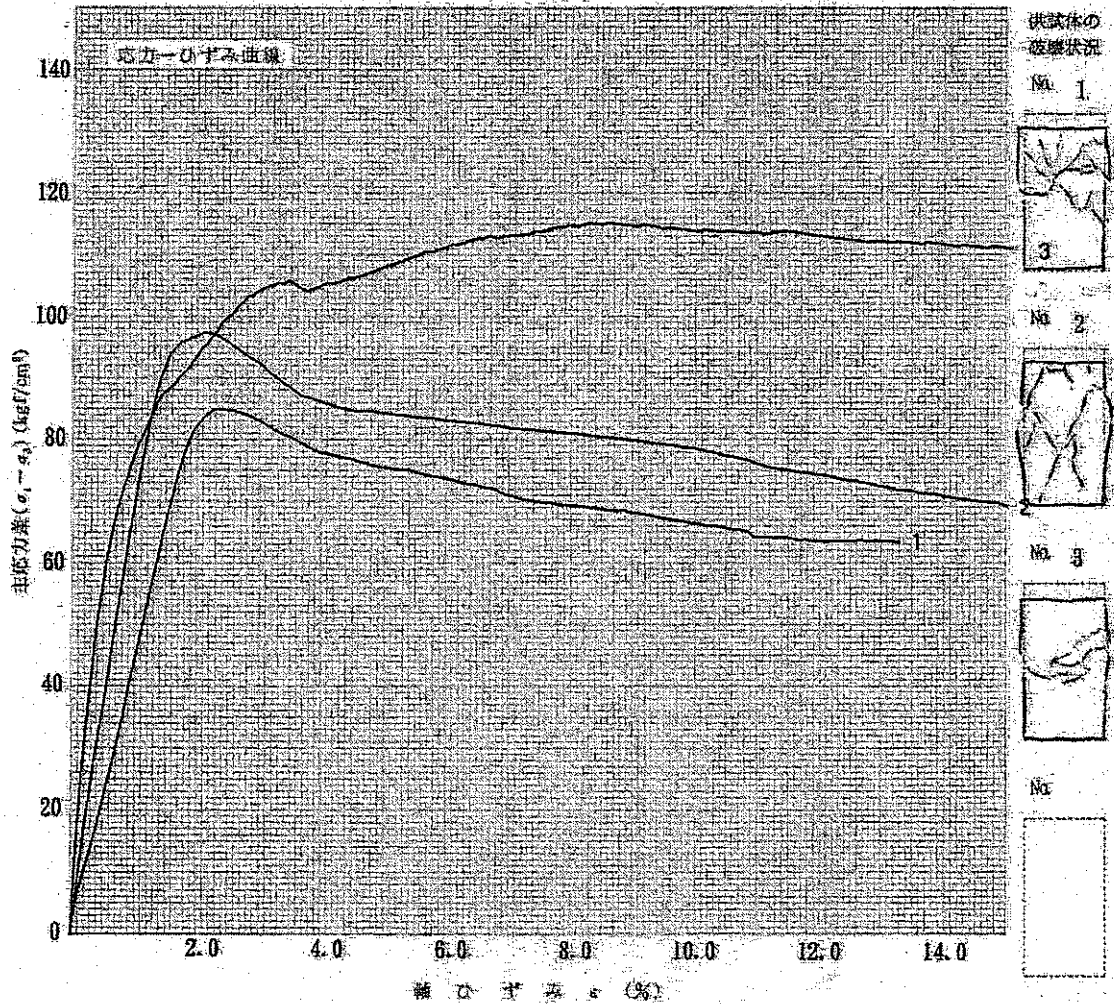
特記事項

JSF T 520
521 三軸圧縮試験 [UU] (応力-ひずみ曲線)

調査件名 観延深層ボーリング試料の室内試験 試験年月日

試料番号 (深さ) 1085.78(m)~1086.00(m) 試験者

土質名称	試体 No	1	2	3
液性限界 w_L %	液方向圧力 kgf/cm^2	20.00	40.00	80.00
塑性限界 w_p %	高 さ H_0 cm	9.98	9.97	10.01
土粒子の比重 ρ_s g/cm ³	直 径 D_0 cm	4.96	4.95	4.96
質量計容量 kgf	体 積 V_0 cm ³	192.83	191.86	193.41
ひずみ速度 %/min	質 量 m_0 g	372.76	364.62	376.71
供試体作製方法	含 水 比 w_0 %	12.4	12.9	12.2
	原 位 換 算 量 m_1 g	391.57	323.09	335.63
特記事項	飽 和 含 水 率 w_s g/cm ³	1.933	1.900	1.948
	開 隙 比 e_0			
	飽 和 度 S_w %			
	圧縮強さ $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kgf/cm^2	84.96	97.34	115.17
	主応力発生時の軸ひずみ ϵ_1 %	2.33	2.10	3.23

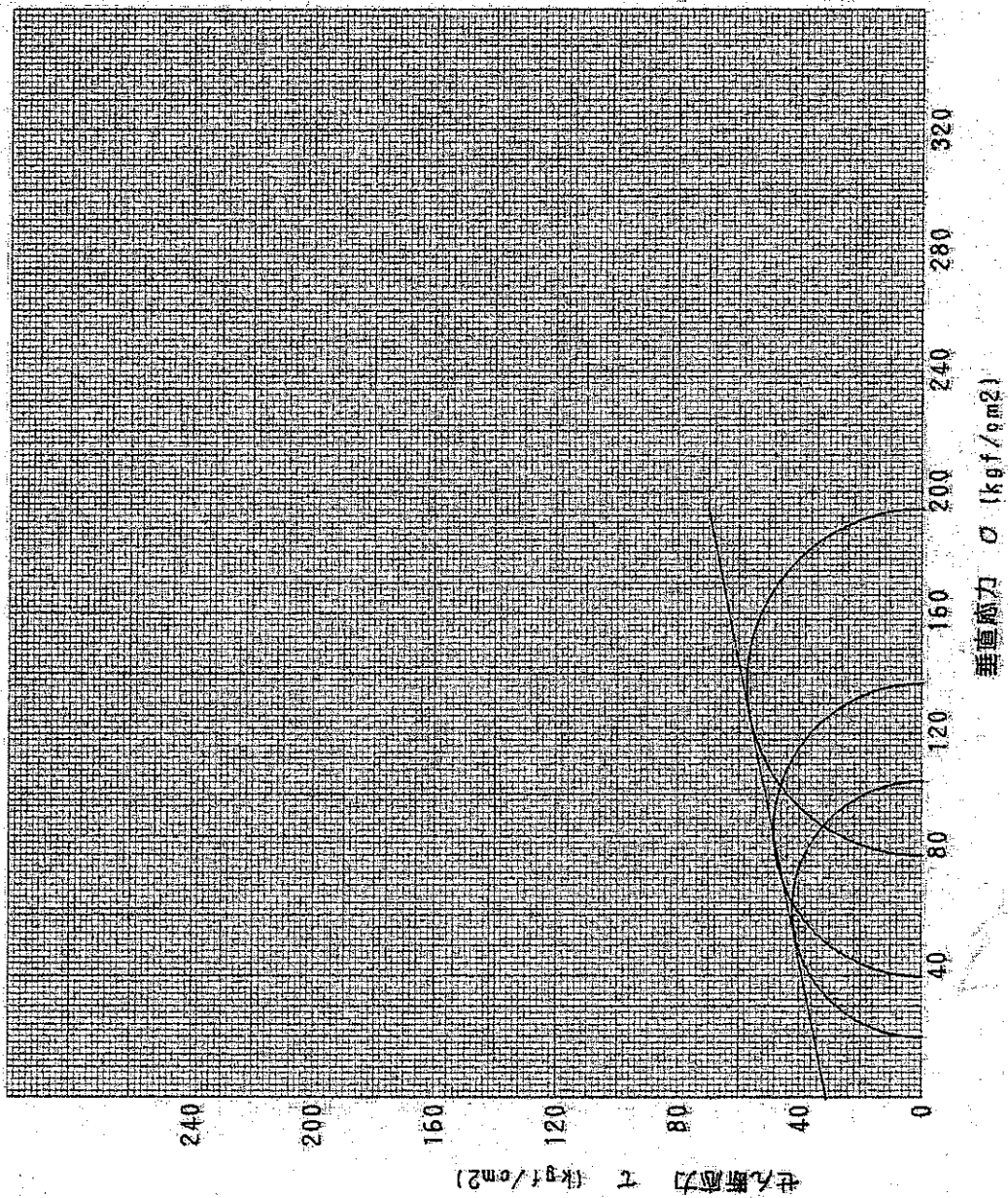


JGS T	三軸圧縮試験[UU, CU, CU, CD] (強度特性)
-------	-------------------------------

調査件名 柳延深層ボーリング試料の室内試験 試験年月日

試料番号(深さ) 1085.78(m)-1086.00(m) 試験者

応力範囲	全 応 力			有 効 応 力	
	c kgf/cm ²	φ 度	tan φ	c' kgf/cm ²	φ' 度
正規圧密領域					
過圧密領域	31.09	11.4	0.2025		

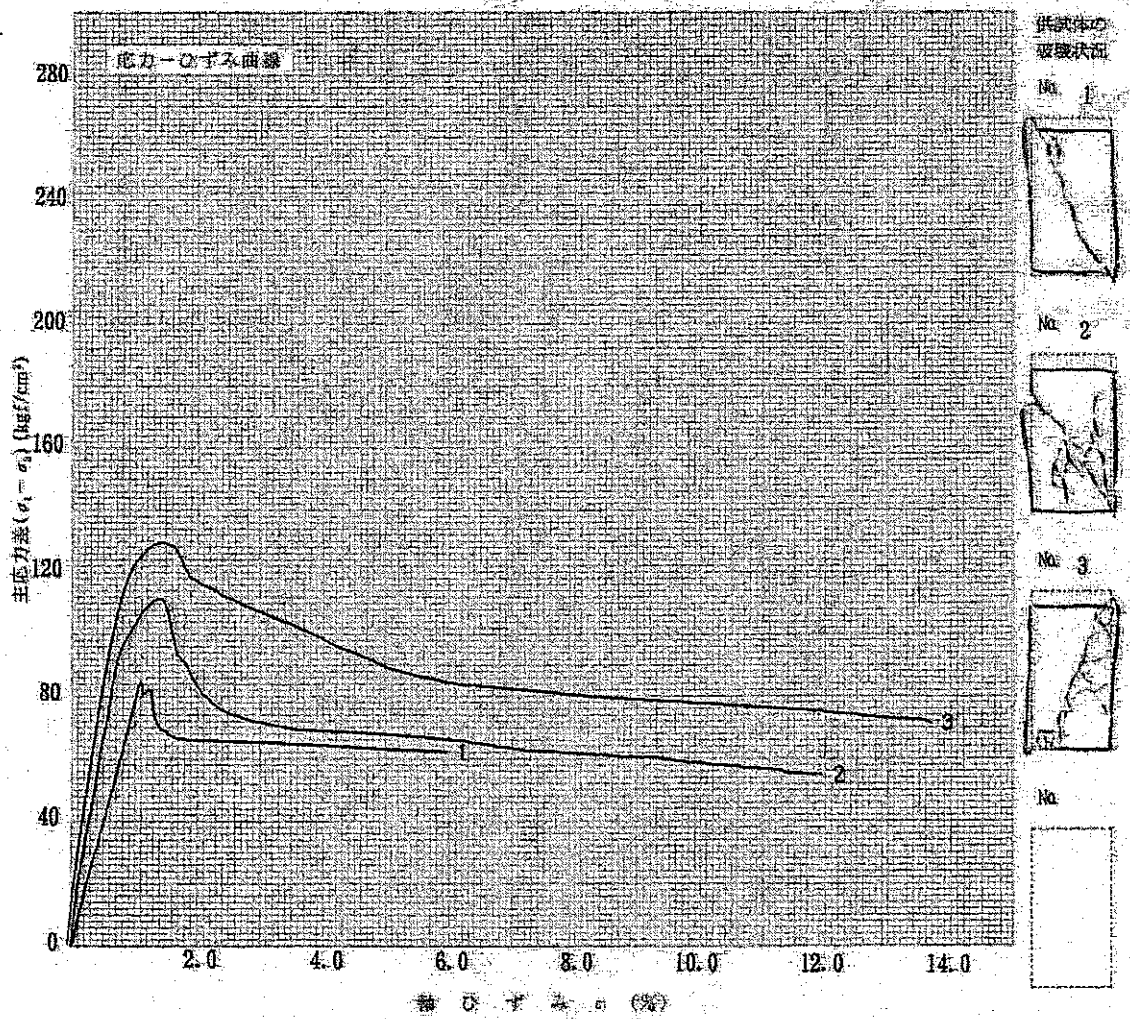


特記事項

調査件名 観望深層ボーリング試料の室内試験 試験年月日

試料番号 (深さ) 1348.70(m)~1355.00(m) 試験者

主観名称	供試体 No.	1	2	3
液性限界 w_L %	側方向応力 kgf/cm^2	30.00	60.00	120.00
塑性限界 w_p %	高 さ E_0 cm	9.97	9.98	9.57
土質の密度 ρ_s g/cm^3	直 径 D_0 cm	4.96	4.93	4.93
荷重計容量 kgf	体 積 V_0 cm^3	191.86	190.51	182.68
ひずみ速度 $\%/min$	質 量 m_0 g	403.52	405.10	385.86
供試体作製方法	含水率 w %	13.1	13.2	13.9
	干 重 質 量 m_s g	356.82	357.78	338.66
特記事項	湿 潤 密 度 ρ_w g/cm^3	2.109	2.126	2.112
	隙 隙 比 e			
	飽 和 度 S_w %			
	圧縮強さ $(\sigma_1 - \sigma_3)_{max}$ kgf/cm^2	84.20	111.23	128.73
	主応力最大時の軸ひずみ ϵ_1 %	1.08	1.37	1.51

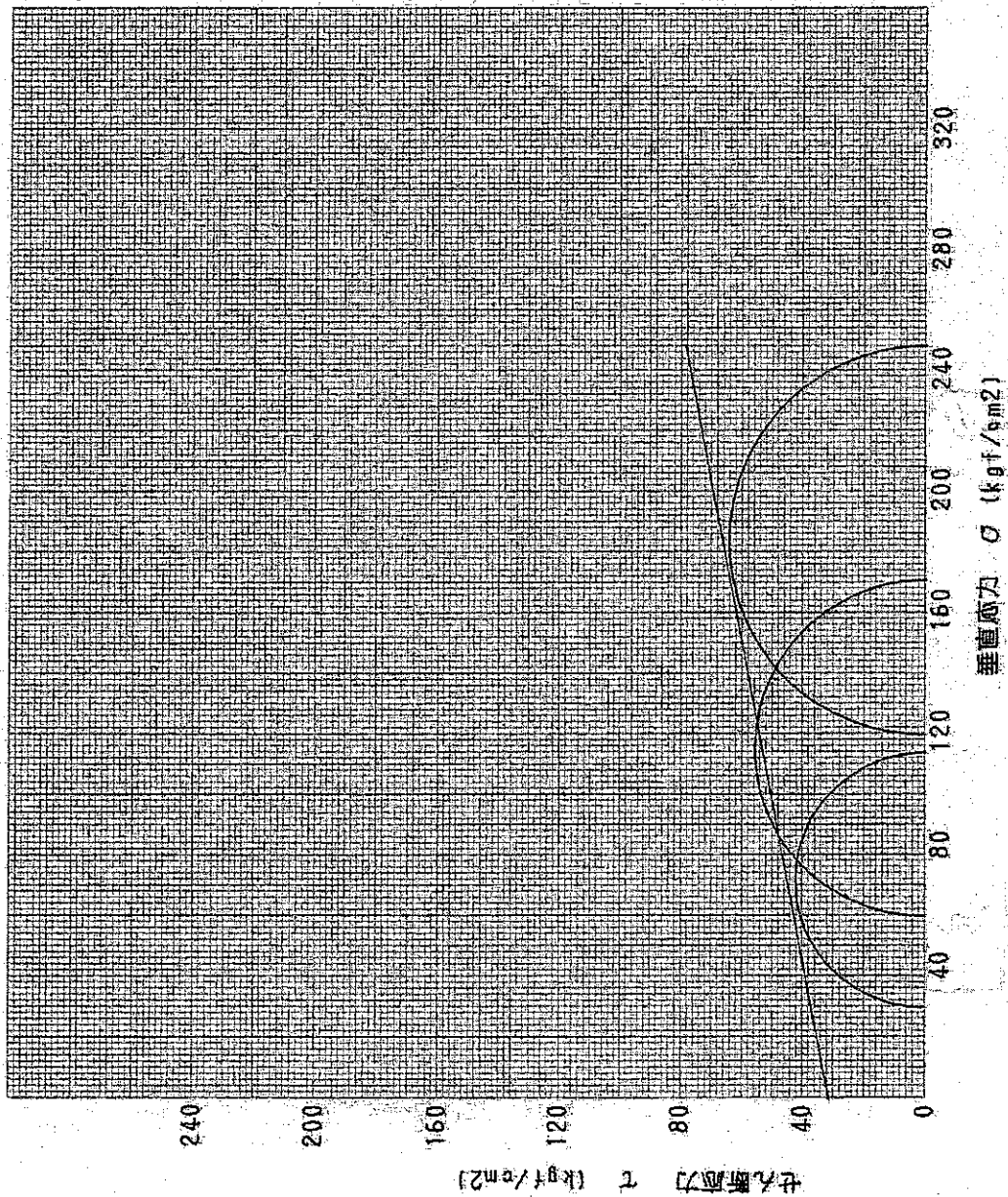


JGS T	三軸圧縮試験[UU, CU, CB, CD] (強度特性)
-------	-------------------------------

調査件名 概延深層ボーリング試料の室内試験 試験年月日

試料番号 (深さ) 1348.70 (m)~1355.00 (m) 試験者

応力範囲	強度定数	全 応 力		有 効 応 力	
	a kgf/cm ²	ϕ 度	$\tan \phi$	c' kgf/cm ²	ϕ' 度
正規圧密領域					
過圧密領域	31.16	10.9	0.1923		

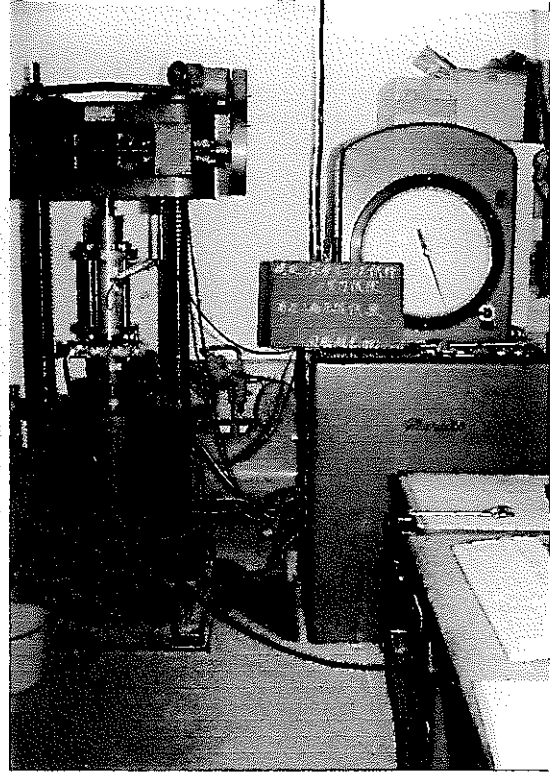
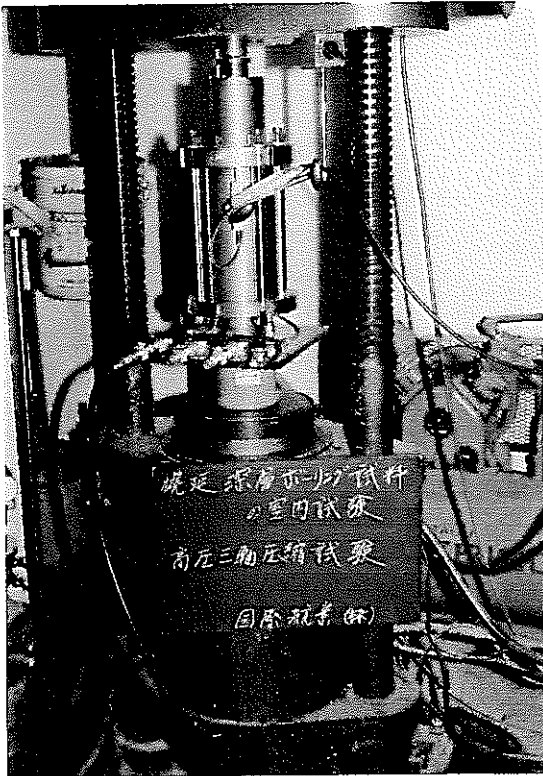


特記事項

写 真 集



比重・吸水率試験状況

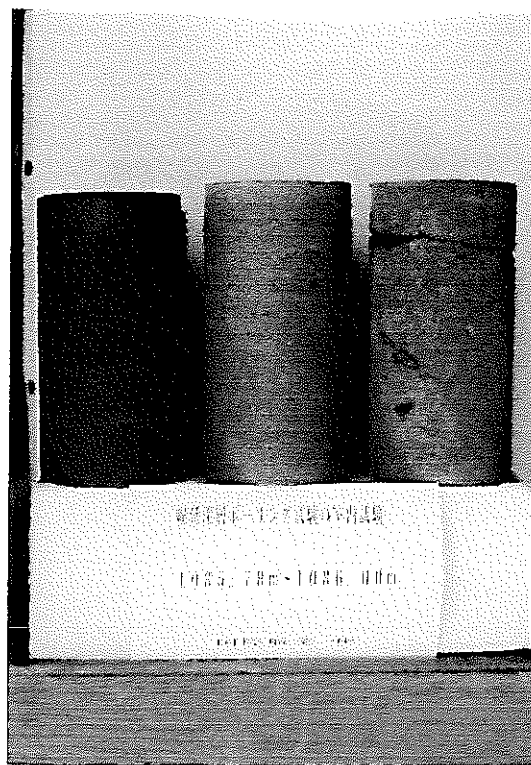


三軸壓縮試驗狀況



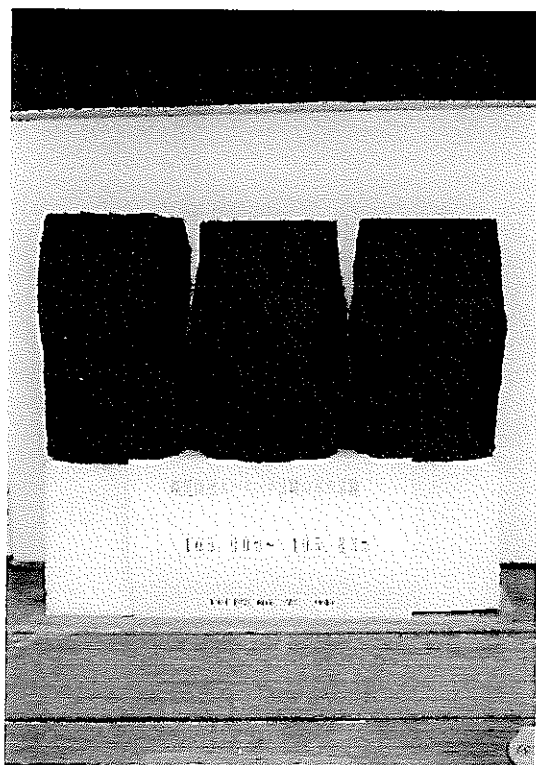
深度 405m~405.83m

試験前



深度 1,85.78m~1,086m

試験前



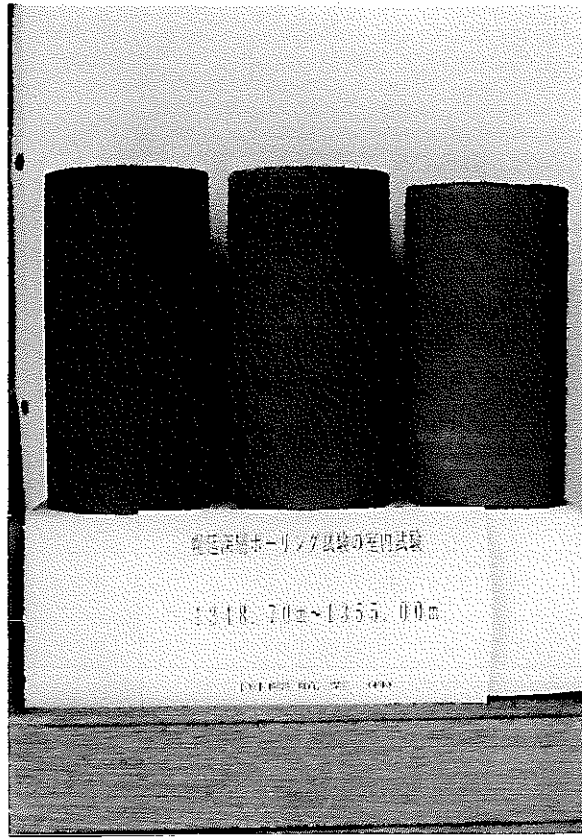
深度 405m~405.83m

破壊後



深度 1,85.78m~1,086m

破壊後



深度 1,348.7m~1,355m
試験前



深度 1,348.7m~1,355m
破壊後