

本資料は2000年 3月31日付けで登録区分  
変更する。

東濃地科学センター 【研究調整グループ】

## SN-6号孔における低圧ルジオン 水理試験，間隙水圧測定

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1993年3月

株式会社 ダイアコンサルタント

本文の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松 4 番地 49  
核燃料サイクル開発機構  
技術展開部 技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:  
Technical Cooperation Section,  
Technology Management Division  
Japan Nuclear Cycle Development Institute  
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184  
Japan

©核燃料サイクル開発機構  
(Japan Nuclear Cycle Development Institute)  
1993

~~この資料は、動燃事業団社内における検討を目的とする社内資料です。ついでに、複製、転載、引用等を行わないよう、また第三者への開示又は内容漏洩がないよう管理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないよう注意して下さい。~~

~~本資料についての問い合わせは下記に願います。(注)~~

~~〒509-51 岐阜県土岐市泉定林寺字園戸959-31  
動力炉・核燃料開発事業団  
中部事業所 技術開発課~~

~~社内資料~~

丁  
PNC #J7308 93-002

1993年 3月



S N - 6 号孔における低圧ルジオン水理試験、間隙水圧測定

橋井智毅\*

## 要 旨

S N - 6 号孔において先第三紀の花崗岩から土岐夾炭層、明世累層までの12区間で低圧ルジオン水理試験機を用いて透水試験および間隙水圧測定を実施した。

測定結果は透水性が低いこともあって注入量が安定せず、試験室レベルのダルシー理論に則った解が得られたのは、 $k > 7 \sim 8 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$ の値を示す5区間のみであり、それ以下の区間については本試験機の測定限界以下の透水性を有する区間であると判断される。

---

本報告書は、株式会社ダイヤコンサルタントが動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号：04C0447

事業団担当部課室および担当者：環境地質課 湯佐泰久

\*：株式会社ダイヤコンサルタント名古屋支店

May, 1993

Low-pressure lugeon test and measuring of porewater  
at a bore hole, SN-6

Tomoki Hashii\*

ABSTRACT

This paper shows the results of which we measured coefficients of permeability and porewater pressures with low-pressure lugeon test unit at a bore hole, SN-6. At the SN-6, there is distributed of pre-Neogene granites, Toki coal-bearing formation and Akeyo formation. We tested of these geological features at 12 sections in this hole.

Because the coefficients of permibility in the bed rock, the quantity of injected water were not fixed. At the result of these tests, coefficients of permibility in 5 sections in which k values were up to  $7 \sim 8 \times 10^{-7}$  cm/sec were rule to Darcy's law. And we judged that if the k values are smaller than  $7 \times 10^{-7}$  cm/sec., we are not able to measure a reasonable data with the low-pressure lugeon test unit.

---

Work performed by Dia Consultants Co., Ltd. under contact with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corpotation.

PNC Liaison : Chubu Works Waste Isoleation Research Section  
Yasuhisa Yusa

\*Dia Consultants Co., Ltd., Nagoya Branch Office

## 目 次

1. はじめに	1
2. 調査概要	2
3. 地形・水系概略	4
4. 地質概略	4
4-1. 基盤岩類	4
4-2. 新第三系	4
4-3. 第四系	5
4-4. 地質構造	5
5. 試験区間のボーリングコア観察記録	5
6. 低圧ルジオン水理試験の概要	7
6-1. 低圧ルジオン水理試験の原理	7
6-2. 低圧ルジオン水理試験機器	7
6-3. 作業手順	8
6-4. 調査結果	8
7. 試験結果	10
8. まとめ	23

### 巻末資料

地質柱状図	1 葉
低圧ルジオン水理試験データシート	12 葉
現場作業写真	1 式

## 表 目 次

表 - 1	試験結果一覧表 .....	22
-------	---------------	----

## 図 目 次

図 - 1	調査地案内図 .....	3
図 - 2	低圧ルジオン水理試験装置 .....	7
図 - 3	NO. 1 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度 6.0~ 8.5m) ...	10
図 - 4	NO. 2 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度14.0~16.5m) ...	11
図 - 5	NO. 3 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度22.0~24.5m) ...	12
図 - 6	NO. 4 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度30.0~32.5m) ...	13
図 - 7	NO. 5 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度36.0~38.5m) ...	14
図 - 8	NO. 6 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度42.0~44.5m) ...	15
図 - 9	NO. 7 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度47.0~49.5m) ...	16
図 - 10	NO. 8 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度54.0~56.5m) ...	17
図 - 11	NO. 9 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度60.7~63.2m) ...	18
図 - 12	NO. 10 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度70.0~72.5m) ...	19
図 - 13	NO. 11 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度76.0~78.5m) ...	20
図 - 14	NO. 12 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度82.0~84.5m) ...	21
図 - 16	地質柱状図 (透水性柱状図) SN - 6号孔 .....	24

### 現場作業写真

写真 - 1	精密ルジオン水理試験装置・アキュムレータ .....	資 1
写真 - 2	アクリルパイプを用いてパッカーの漏洩テスト .....	資 1
写真 - 3	間隙水圧測定中 .....	資 1
写真 - 4	3.6 および10.0ℓ アキュムレータ .....	資 2
写真 - 5	N <sup>2</sup> (窒素ガスボンベ) .....	資 2
写真 - 6	精密ルジオン水理試験装置・機材一式 .....	資 2
写真 - 7	孔内装置セット完了 .....	資 3
写真 - 8	精密ルジオン水理試験・試験中 .....	資 3

## 1. はじめに

本報告書は、動力炉・核燃料開発事業団より貸与された低圧ルジオン水理試験機を用いて行った「SN-6号孔における低圧ルジオン水理試験、間隙水圧測定」の結果をまとめたものである。

試験は、上位より新第三紀中新世瑞浪層群の明世累層、土岐夾炭累層、これに不整合面を挟んで先新第三紀の花崗岩が基盤岩として分布するボーリング孔・SN-6号孔の12区間で実施した。他社による非定常状態の透水試験としての湧水圧測定試験(JFT)が終わった後、定常状態での試験として低圧ルジオン試験を実施した。

試験結果は、最上位の明世累層で $\times 10^{-5}$ cm/sec、土岐夾炭累層上部で $\times 10^{-6}$ ~ $10^{-7}$ cm/sec、土岐夾炭累層下部で $\times 10^{-7}$ cm/sec~それ以下、基盤の花崗岩では $\times 10^{-5}$ ~ $10^{-7}$ cm/secという値が得られており、土岐夾炭累層下部が最も小さい値を示し、花崗岩中の割れ目の多い区間で最も大きい値が得られている。ただし、 $7 \sim 8 \times 10^{-7}$ cm/secが本試験機の測定限界と思われ、これ以下の値は測定不能として取り扱った。

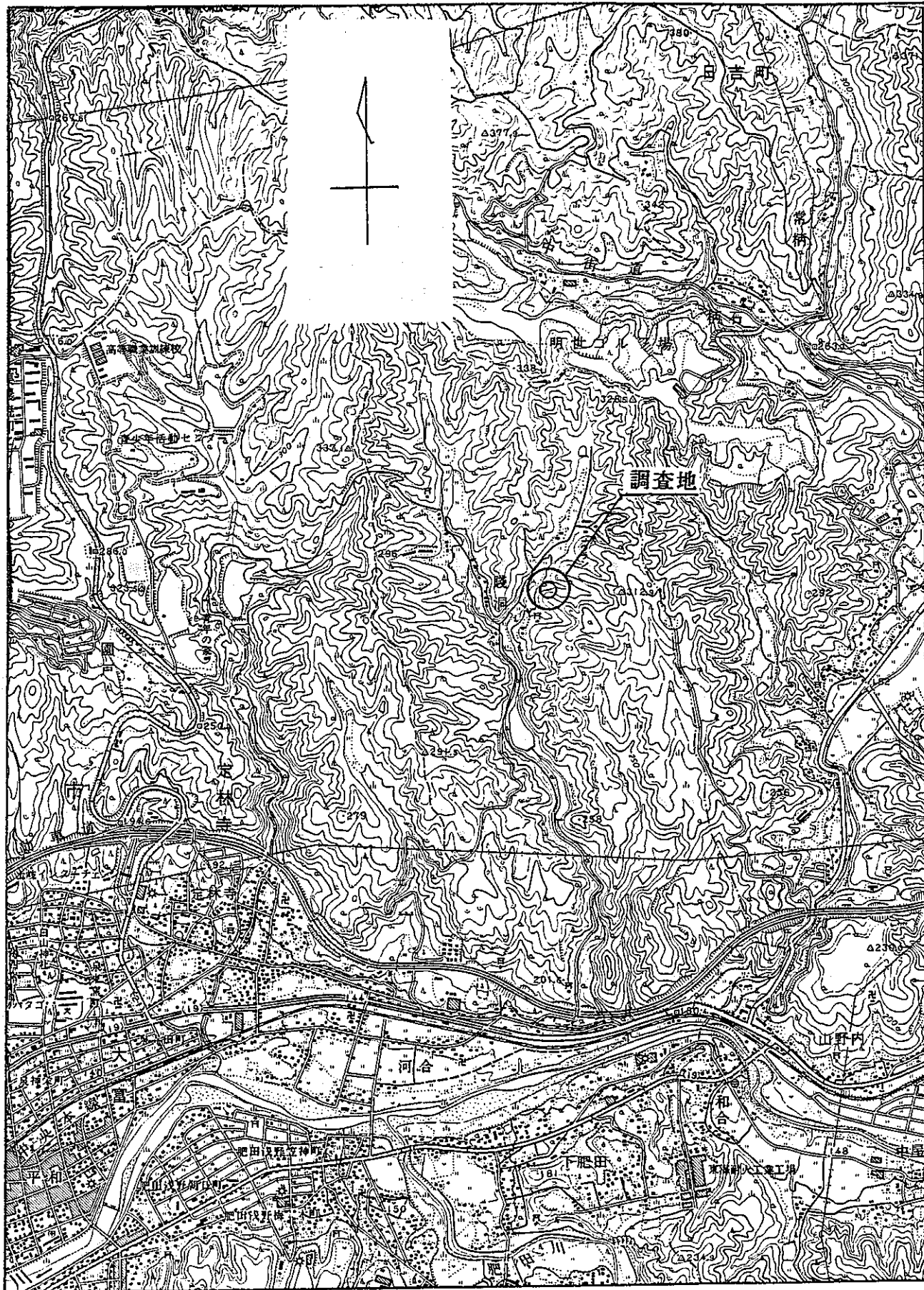
## 2. 調査概要

調査概要を以下に示す。

2. 1 調査件名： SN-6号孔における低圧ルジオン水理試験、間隙水圧測定
2. 2 調査場所： 岐阜県土岐市泉町河合賤洞地先 SN-6号孔
2. 3 調査目的： 広域地下水流動を評価するには、地表および地下深部の水理データ、水理地質データを基にした水理地質構造モデルを構築し、コンピュータによる地下水流動解析を実施する必要がある。そのため、大深度地下水調査研究第一フェーズ調査研究領域内の特に、ウランの移行に深く関与していると考えられる、月吉ウラン鉱床内の水の流れに着目した、月吉ウラン鉱床チャンネル上流部にて低圧ルジオン水理試験、間隙水圧測定を実施する。またこの測定データは動燃式JFT試験装置の性能を確認するための比較データとしても取得する。
2. 4 調査内容： 低圧ルジオン水理試験および間隙水圧測定 12回（試験区間）
2. 5 調査期間： 自・1992.9.14 ~至・1993.3.31
2. 6 計 画： 動力炉・核燃料開発事業団中部事業所
2. 7 実 施： 株式会社 ダイヤコンサルタント名古屋支店  
(TEL 052-681-6711)

調査担当 橋井智毅  
川添健司  
谷 和茂





図一 1 調査地案内図 1:25000

### 3. 地形・水系概略

調査地点周辺の地形は、標高250m～400mの定高性丘陵地・丘陵性山地である。これらの丘陵地の北方および東方は、美濃三河高原に向かって高度を増す。調査地点の北方では木曾川が比高200m前後の先行性の深い谷を形成して西流し、南方では土岐川が西または南西に向かって流下する。調査地点は土岐川水系に位置し、北方の土岐市と御嵩町の境界をなす北西-南東方向に延びる尾根が、木曾川水系と土岐川水系の分水嶺である。土岐川沿いには多治見・土岐・瑞浪に代表される盆地が発達し、その周辺には河岸段丘および沖積地が発達する。段丘面は高位面と低位面に区分され、高位面は標高180m～210m、低位面は標高160m～170m付近に形成される。本調査地点周辺にある土岐川以北の主な支流は、日吉川とその支流の柄石川であり、その他は土岐川に直接注ぐ小河川である。

### 4. 地質概略

本地域の地質は、先新第三紀の花崗岩類および美濃帯に属する中・古生代の堆積岩類からなる基盤岩類とこれらを不整合に覆う中新世、鮮新世、第四紀の堆積岩類から構成される。基盤岩類および中新統は、主に丘陵を形成している。これらの上位には鮮新統の瀬戸層群がほぼ水平に分布しており、「土岐面」と呼ばれる丘陵頂面をなす。第四系は丘陵地周辺の崖錐堆積物、河岸段丘堆積物および沖積層である。

#### 4. 1 基盤岩類

本地域の中・古生層の堆積岩類は層状チャート・粘板岩・砂岩等であり、花崗岩類の接触部ではホルンフェルス化が認められる。

先新第三紀の花崗岩類は「土岐花崗岩」と呼ばれ（地質調査所、1969）、苗木・上松型花崗岩類に属する。一般的に岩相変化が著しく、粗～中粒黒雲母花崗岩・斑状黒雲母花崗岩・中粒角閃石黒雲母花崗閃緑岩等からなり、柱状の節理が発達する。また、これらに石英斑岩・花崗斑岩・アプライトの岩脈が主に北北西の走向で貫入する。

#### 4. 2 新第三系

新第三系は、中新世の瑞浪層群および鮮新世の瀬戸層群である。

瑞浪層群は、下位より土岐夾炭累層・明世累層・下肥田累層・宿洞累層・生俵累層に区分され、全体の厚さは約500mである。本地域には土岐夾炭累層・明世累層が認められる。

土岐夾炭累層は非海成層で不整合面を挟み、下部層と上部層に区分される。下

部層は石英・長石を多量に含む砂岩・礫岩および花崗岩・石英斑岩の巨礫からなり、垂炭層を挟在する。上部層は灰緑色の泥質砂岩～細礫岩・砂質泥岩・軽石凝灰岩および基底部の礫岩層などから構成される。

明世累層は海成の凝灰質砂岩～泥岩からなり、特徴的に貝化石を多産する。

瀬戸層群は本地域において瑞浪層群の上位に不整合面を挟み分布する。岩相はチャート、流紋岩、花崗岩等の垂円礫を主体とする礫岩である。

#### 4-3 第四系

第四系は崖錐性堆積層・河岸段丘堆積層および沖積層である。崖錐性堆積層は南部の屏風山断層に沿って特に顕著に分布する。河岸段丘堆積層および沖積層は、主に土岐川に沿って分布し、垂角礫～円礫・砂・粘土等からなる。

#### 4-4 地質構造

本地域では基盤岩類と新第三系の不整合面に、旧河川系を示すチャンネル構造が認められる。これらのチャンネルは瑞浪市釜戸付近を上流とし、途中いくつかの支流のチャンネルと合流しながら土岐市北部を通り多治見市に下る。本調査地は支流のチャンネルの一つである月吉チャンネルの下流部に位置する。月吉チャンネルの全長は約3,400mであり、その幅は上流部で最大800m、中流および下流部で最大900mである。本チャンネルの上流部と下流部との標高差は約50mであり、平均傾斜は約2°と緩やかである。

新第三系の分布は堆積時の基盤岩の形態に規制されるため、各堆積盆地に向かうチャンネル構造を反映する。なお、本地域に基盤岩類および中新統を切るE-NないしはNE-SW方向に発達する山田断層、月吉断層が存在する。

### 5. 試験区間のボーリングコア観察記録

各層準で低圧ルジオン試験を実施した深度区間のボーリングコアの観察記録を以下に示す。

#### ① GL-6.5～8.0m (明世累層)

灰色～灰白色の凝灰質砂岩またはシルト岩。比較的低角度の亀裂が発達するが、本数は少ない(4本)。8m付近は層理が発達し、炭質物を多く含む。(区間長に換算したR.Q.D.;87.0%以下同じ)

#### ② GL-14.5～16.5m (土岐累層上部)

灰緑色の中粒～粗粒砂岩と淡緑色細粒砂岩の互層。いずれも凝灰質。10°～40°の亀裂が21本と7cm区間の破碎帯が存在。(59.4%)

#### ③ GL-22.0～24.5m (土岐累層上部)

ト岩。総破砕帯区間は55cm。その他の亀裂は11本。(30.8%)

④ GL-30.0 ~ 32.5m (土岐累層上部)

-30.0 ~ 31.0m 間は白色花崗岩質の巨礫。巨礫には数cm間隔でIタイプの亀裂が存在し、緑色の粘土を充填する。31.0m 以深は中~粗粒の灰白色花崗岩質砂岩で、一部花崗岩の垂円礫を含む。(38.8%)

⑤ GL-36.0 ~ 38.5m (土岐累層下部)

灰緑色の中粒~粗粒花崗岩質砂岩。全体の約80%が破砕帯。一部炭質物を含む。(11.0%)

⑥ GL-42.0 ~ 44.5m (土岐累層下部)

-42.0 ~ 42.5m 間は灰緑色凝灰岩で高角度の亀裂が卓越する。このうち20cm程度が破砕帯で数cm程度の角礫状。42.5m 以深は灰色の花崗岩質中粒~粗粒砂岩で下位ほど細粒になる。亀裂は比較的少ない。一部、炭質物を含む。(38.0%)

⑦ GL-47.0 ~ 49.5m (土岐累層下部)

-47.6 ~ 48.3m 間は紫灰色の中粒~粗粒花崗岩質砂岩で、炭質物の薄層を多く含む。その他の区間は灰緑色の花崗岩質細礫岩で基質は凝灰質砂岩。総破砕帯区間は20cm程度で、その他の区間の亀裂は10本。(66.0%)

⑧ GL-54.0 ~ 56.5m (土岐累層下部)

灰白色花崗岩の礫および中粒~粗粒砂岩で風化の程度が大きい。岩芯は砂状で、指先で簡単に崩すことができる。(3.0%)

⑨ GL-60.7 ~ 63.2m (花崗岩)

淡緑色の中粒花崗岩で、区間全体にわたって数cm間隔でIタイプの亀裂が多数存在する。まれに、高角度(70~80)のPタイプの亀裂が存在する。(4.0%)

⑩ GL-70.0 ~ 72.5m (花崗岩)

灰白色の中粒花崗岩。-71.3 ~ 71.5m 間に破砕帯が存在する。その他の区間は合計21本のIタイプの亀裂が存在する。

⑪ GL-76.0 ~ 78.5m (花崗岩)

灰白色の中粒花崗岩。全区間に見られる花崗岩の中で比較的新鮮。Pタイプの亀裂が区間内で15本認められる。(89.0%)

⑫ GL-82.0 ~ 84.5m (花崗岩)

淡灰色の中粒花崗岩。-82.0 ~ 84.5m 区間に破砕帯が存在する。PまたはIタイプの亀裂が区間内で14本存在する。(65.0%)

## 6. 低圧ルジオン水理試験の概要

調査は動力炉・核燃料開発事業団より貸与された低圧ルジオン水理試験装置を用い、SN-6号孔において12の深度区間で実施した。基本的には、堆積岩から花崗岩まで連続的に透水係数を測定するが、孔壁の状態等により連続測定が不可能な場合は、地質を考慮して深度区間を変更して行った。また、低圧ルジオン水理試験は、同じ箇所において実施された動燃式JFT試験の測定後に連続して行った。測定に際しては、パッカーをかける孔壁面を平滑に仕上げるため、セメント工法を用いて掘削と同時に測定を行った。低圧ルジオン水理試験の原理と装置の概要および作業手順を以下に示す。

### 6-1. 低圧ルジオン水理試験の原理

試験の原理は一般にダム等で用いられている、岩盤の透水性を見るためのルジオン試験とおなじものである。ただし、ダム等ではルジオン値  $Lu=1$  程度を最終的な改良目標値としており、本試験のように  $Lu=1.0 \sim 0.01$  (透水係数  $k = \times 10^{-5} \sim 10^{-7} \text{ cm/sec}$ ) といった極く微少な透水性を対象とするものとは、考え方をはじめから変える必要があり、適用する機器もそれなりの機能・能力を有したものが要求される。

### 6-2. 低圧ルジオン水理試験機器

事業団より貸与された試験機器は、より低い注入圧（試験区間に掛かる間隙水圧より少し高い圧力）で岩盤に注水して、測定対象岩盤の水理学的環境をあまり乱さない条件にて難透水性岩盤の浸透特性を評価するために考案されたものである。

本機は、①注水時の管内抵抗が無視できる ②注水量を  $0.001 \sim 0.01 \text{ l/min}$  の精度で計測できる ③注水圧は脈動がなく一定圧に制御できる ④流量および注入圧力データが自動的にパソコンに収録できる ⑤透水係数  $k = \times 10^{-5} \sim 10^{-7} \text{ cm/sec}$  が算出可能な流量計をそなえている ⑥間隙水圧が測定できる以上6点の機能を有している。

試験機器の概略を図-2に示す。

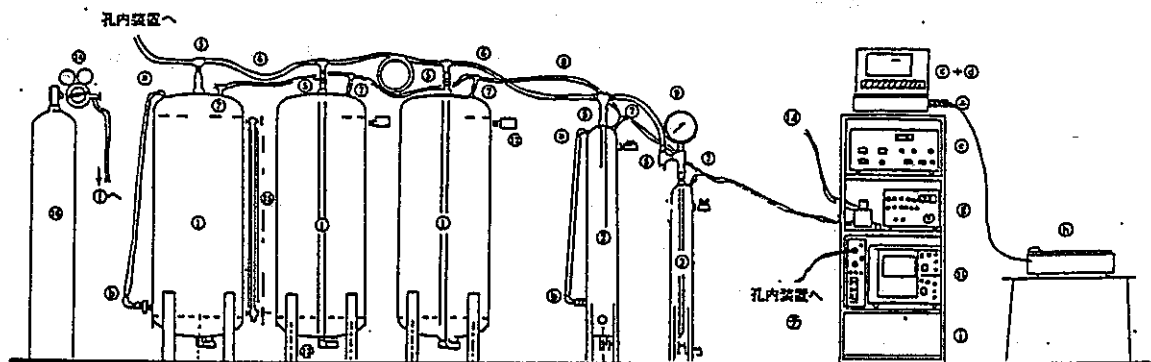


図-2. 低圧微流量ルジオン水理試験装置

### 6-3. 作業手順

低圧ルジオン水理試験、間隙水圧測定の手順を以下に示す。

- ① HQサイズ (φ99mm) でコアボーリング
- ② 孔内下部にセメントグラウト…………… 硬化待ち
- ③ φ66mmによるセメント追切りおよび新規試験区間 (2.5m) のコアリング、洗浄
- ④ 動燃式 J F T 試験・間隙水圧測定
- ⑤ 低圧ルジオン水理試験、間隙水圧測定
- ⑥ 次の試験区間直上までコアボーリングした後、HQサイズに拡孔

以下 ②から⑥までの繰り返しで行った。

### 6-4. 調査結果

S N - 6 号孔では各層中12深度区間で低圧ルジオン水理試験、間隙水圧測定を実施した。測定方法については「ルジオンテスト施工指針・同解説」建設省河川局開発課監修 (昭和59年6月) を基本とし、以下に示す試験要領で行った。

- 1) 間隙水圧の測定に際しては、指示値が十分に安定するまで計測した。ただし、値が安定するのに長時間を要するときは同試験区間で実施された動燃式 J F T の値を採用した (試験区間 42.0 ~ 44.5m)。
- 2) 透水係数の測定範囲は  $\times 10^{-3} \text{cm/sec} \sim 10^{-7} \text{cm/sec}$  オーダーを目安とし、これ以上またはこれ以下の場合は担当者と協議のうえで作業をすすめた。結果的に透水係数の大きい方では問題とはならなかったが、小さい方では  $\times 10^{-7} \text{cm/sec}$  の後半の値をとる試験区間が6区間におよび、特に土岐累層下部層の砂岩および凝灰岩層は本機の測定限度を超える区間が3~4区間集中している。
- 3) 段階加圧は、大気開放 (自然水頭)  $\sim 0.25 \text{kgf/cm}^2 \sim 0.50 \text{kgf/cm}^2 \sim 0.75 \text{kgf/cm}^2 \sim 1.00 \text{kgf/cm}^2 \sim 0.75 \text{kgf/cm}^2 \sim 0.50 \text{kgf/cm}^2 \sim 0.25 \text{kgf/cm}^2 \sim$  大気開放の9ステップとした。なお、試験区間の間隙水圧が低く、水頭が孔口より低い (GL-10m以上) 場合に水頭差が注入圧 (最大  $1.0 \text{kgf/cm}^2$ ) に加算されるため、 $2.0 \text{kgf/cm}^2 (= 2,000 \text{cm})$  を越えた区間が7箇所あった。巻末のデータシートの全水頭欄の最下部に○印を記した。

- 4) 各ステップのデータは基本的に15分間（15データ）取得するものとし、そのデータの中で最低でも、連続する5分間は安定した全水頭と流量が得られていることとした。ここで言う安定した流量とは、各々のアキュムレータの（±最小分解能）以内に納まっている時の流量をいう。全体の傾向から見ると、各ステップ15分の内後半～最後の値が比較的安定していると言えよう。
- 5) 注入ホース内に空気が残った状態で試験を行った場合、流量、圧力はいつまでも安定しない。また、この空気溜まり（気泡）は非常に抜けにくい。タンクの水をパッカーをセットする前に十分に送り込んでホース内の空気除去を完全にしておくのに、毎回かなりの時間を費した。試験はこの様に送水ラインから空気を完全に除去した状態でおこなった。
- 6) 透水係数の算定は下の計算式によった。

$$\text{透水係数 } k = Q \cdot \log_e(L/r) / 2 \pi \cdot L \cdot H$$

但し、

k : 透水係数	( cm/sec )	
Q : 透水量	( cc/sec )	
L : 試験区間長	( cm )	
r : 試験孔の半径	( cm )	
H : 全水頭	( cm )	H = H <sub>g</sub> + H <sub>p</sub>

7. 試験結果

試験結果を注入量・注入圧-時間曲線、および全水頭-注入量曲線（P-Q曲線）にまとめ、注入状況もあわせて各試験区間毎に検討を加えた。

No.1 深度 6.0~ 8.5m 使用タンク④ 最小ユニット4 cc/min

○試験中の状況

注入開始後しばらく注入量は安定しなかったが、一時間程経過して後は安定した。

昇圧時の注入圧（全水頭 = 加圧分 + 静水圧分：以下に同じ）0.69→0.94→1.18 kgf/cm<sup>2</sup>の間は原点を通る直線上に乗って増加するが、1.43kgf/cm<sup>2</sup>に至って注入量はより増加し加し直線からはずれる。岩盤破壊とまでは行かないが微細な亀裂が開く等、試験区間に変化を与えた可能性も考えられる。

従って、値としては全水頭 1,178cmまでのもので算出した。

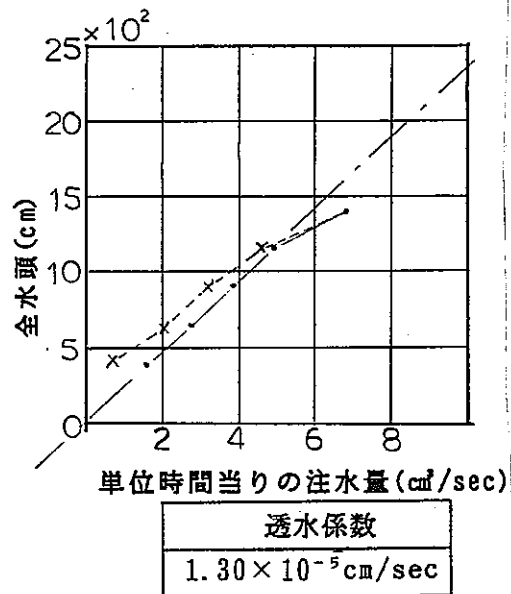
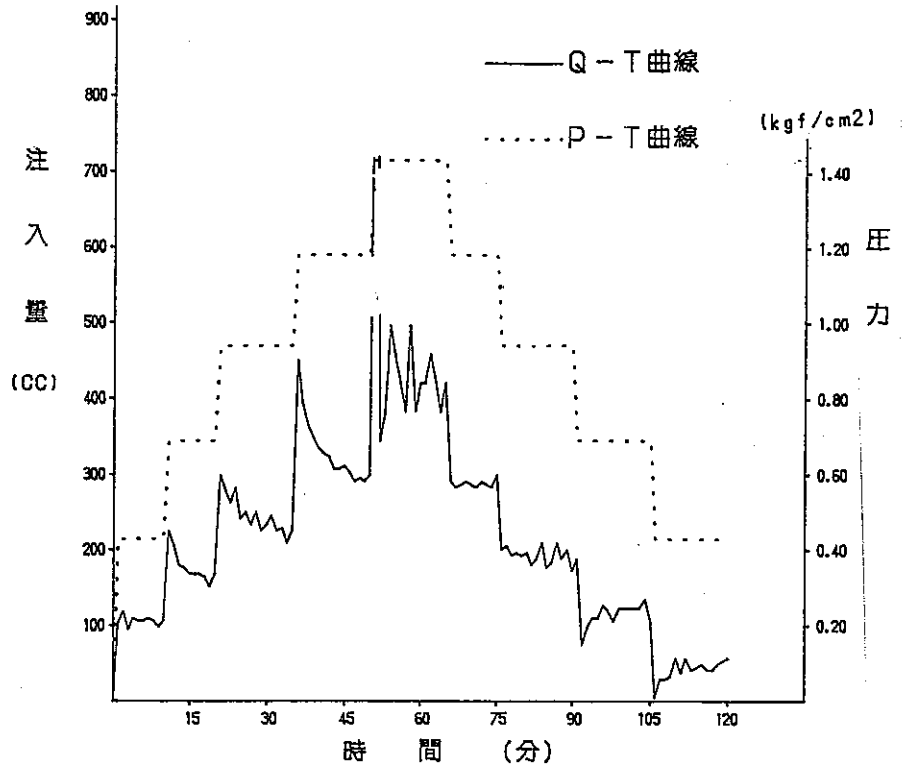


図-3 NO.1 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線（深度 6.0~ 8.5m）



NO.2 深度14.0~16.5m 使用タンク④ 最小ユニット4cc/min

○試験中の状況

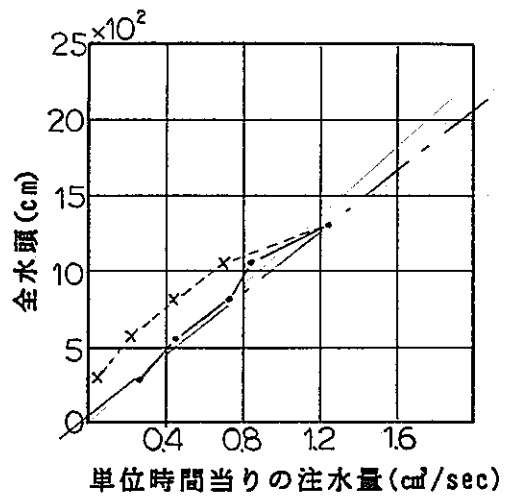
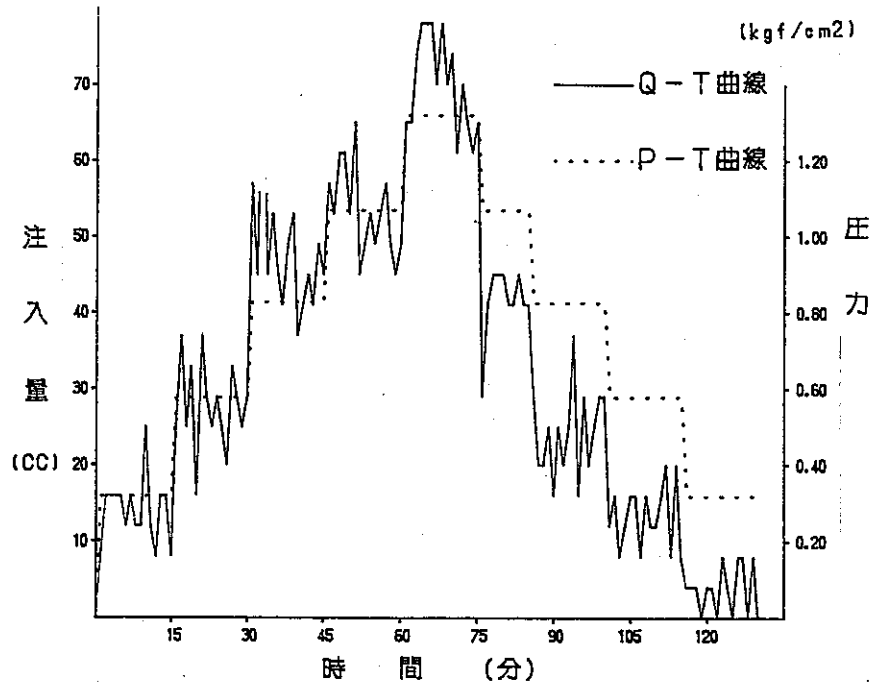
注入量はNO.1の1/4 ~ 1/5 程度であるがP-Q曲線はよく似ている。

昇圧時に0 kgf/cm<sup>2</sup> (大気圧) から0.25kgf/cm<sup>2</sup>加圧への切替え時に安定まで少し時間を要した。

この試験結果も0.32kgf/cm<sup>2</sup> → 0.58 → 0.83 → 1.07kgf/cm<sup>2</sup>の昇圧時注入量は原点を通る直線上にほぼ乗っているが、1.32kgf/cm<sup>2</sup>で注入量はより増加し直線からややはずれている。

降圧時は全体に昇圧時に比べてその注入量は1/2程度に減少しており、0.75kgf/cm<sup>2</sup> → 0 kgf/cm<sup>2</sup>はほぼ直線に乗るが原点は通らない。

これは加圧注入による残圧が解消しきってない状態で注入されることによる影響である可能性があるが、透水性が低い場合にはそれらの影響が除去されるには相当に長い時間を必要とするものと考えられる。



$2.57 \times 10^{-6}$  cm/sec.

図-4 NO. 2 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度14.0~16.5m)

NO. 3 深度22.0~24.5m 使用タンク④ 最小ユニット 4 cc/min

試験中の状況

注入開始の大気圧開放時はなかなか安定せず、長時間を要した。連続5分以上の許容範囲の値が得られたのでこの値を採用したが、データの落ち着きとしてはやや不十分であったようである。

昇圧時の  $0.45 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow 1.19 \text{ kgf/cm}^2$  および降圧時の  $1.19 \text{ kgf/cm}^2 \rightarrow 0.19 \text{ kgf/cm}^2$  は原点を通る直線上にほぼ並んでおり、昇圧・降圧時とも同注入圧ではほぼ同じ注入量となっている。

毎分毎の注入量については5分以上の許容範囲の値を確認して次の加圧段階に進んでいるが、許容範囲の前後ではバラツキが見られる。

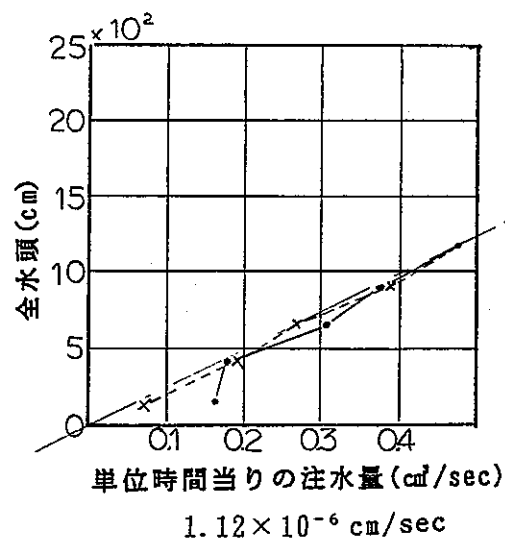
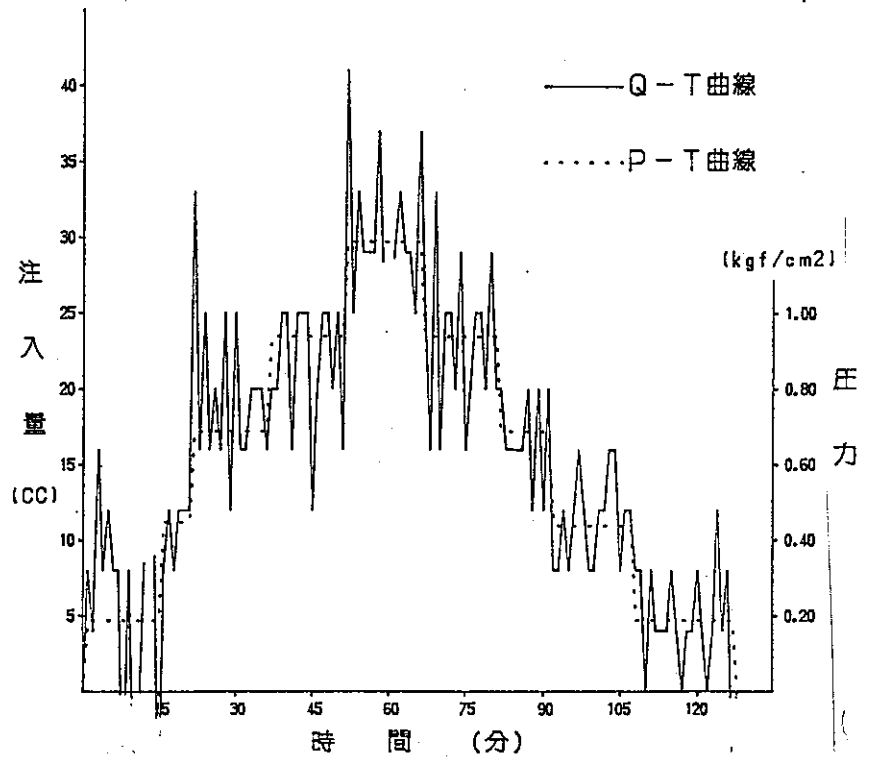


図-5 NO. 3 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度22.0~24.5m)

NO. 4 深度30.0~32.5m 使用タンク⑤ 最小ユニット2.1cc/min

○試験中の状況

大気圧開放下での注入量が少なく昇圧時のデータは0.46kgf/cm<sup>2</sup>→0.96kgf/cm<sup>2</sup>の間で直線にはほぼ乗っては来たものの原点は通らない。

最大注入量は昇圧時の0.96kgf/cm<sup>2</sup>の時であり、1.21kgf/cm<sup>2</sup>および1.47kgf/cm<sup>2</sup>の注入量は0.96kgf/cm<sup>2</sup>時の注入量よりむしろ減少している。

全体にバラツキは多いが5分以上の許容範囲値はクリアーしている。

降圧時の注入量は1.47kgf/cm<sup>2</sup>を最大に注入圧の減少と共に低下している。

1.21kgf/cm<sup>2</sup>→0.46kgf/cm<sup>2</sup>の注入量はほぼ直線上に乗っており、この直線は原点の至近を通っているため、透水係数は降圧時のものを採用した。

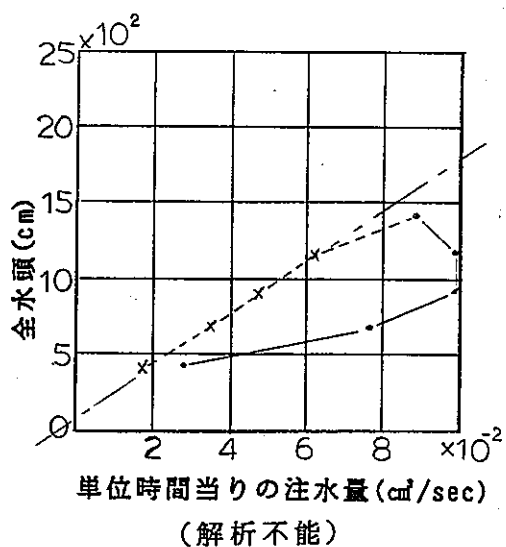
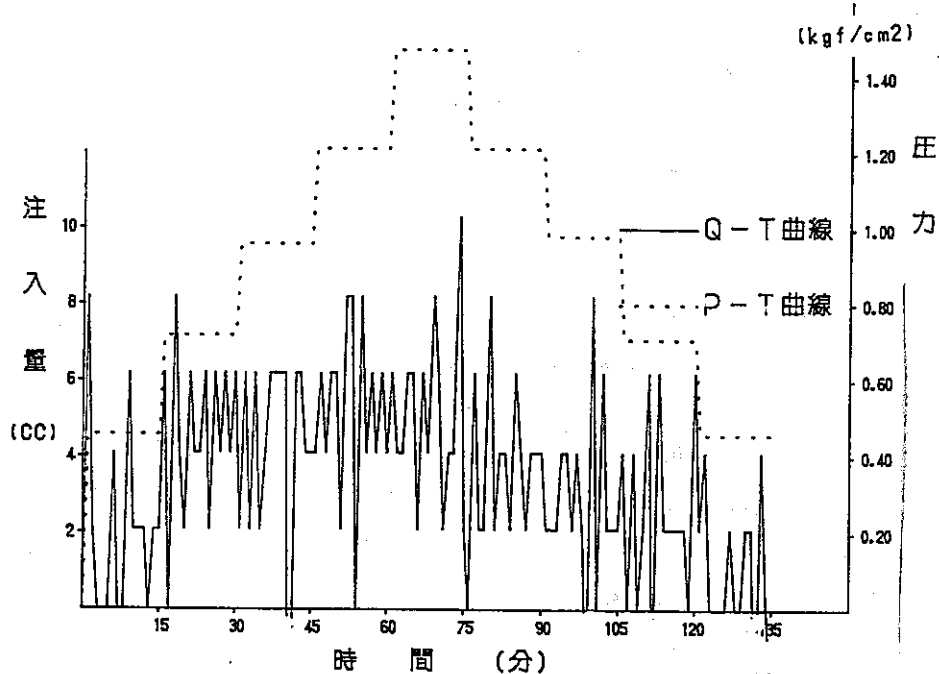


図-6 NO. 4 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度30.0~32.5m)

NO.5 深度36.0~38.5m 使用タンク⑤ 最小ユニット2.1cc/min

○試験中の状況

注入圧上昇にもかかわらず注入量は順当には増加しない。

注入量は非常に小さく最大で2.77cc/minを示し、概略の透水係数を試算すると最大で $6 \times 10^{-8}$ cm/secであり、本試験機の測定限界を越える。

昇圧、降圧時の注入量は直線上に並ばず、5点中2点を結んだ直線ですえも原点を通っていない。

超長時間の注入を行えばこの試験区間も原点を通り直線上に各注入量に乗ってくるという結果に帰結するかも知れないが、1~2日の試験ではこの可能性は薄いと思われる。

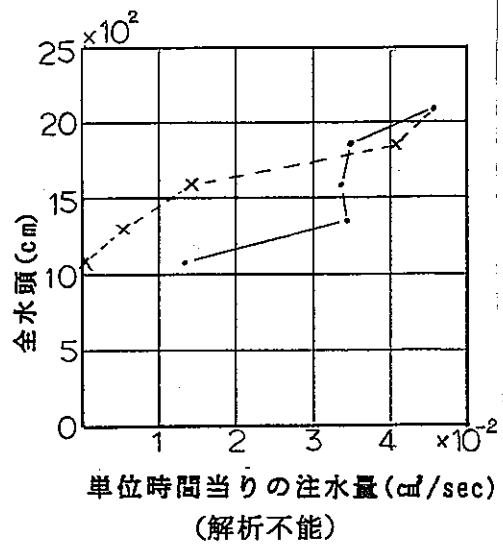
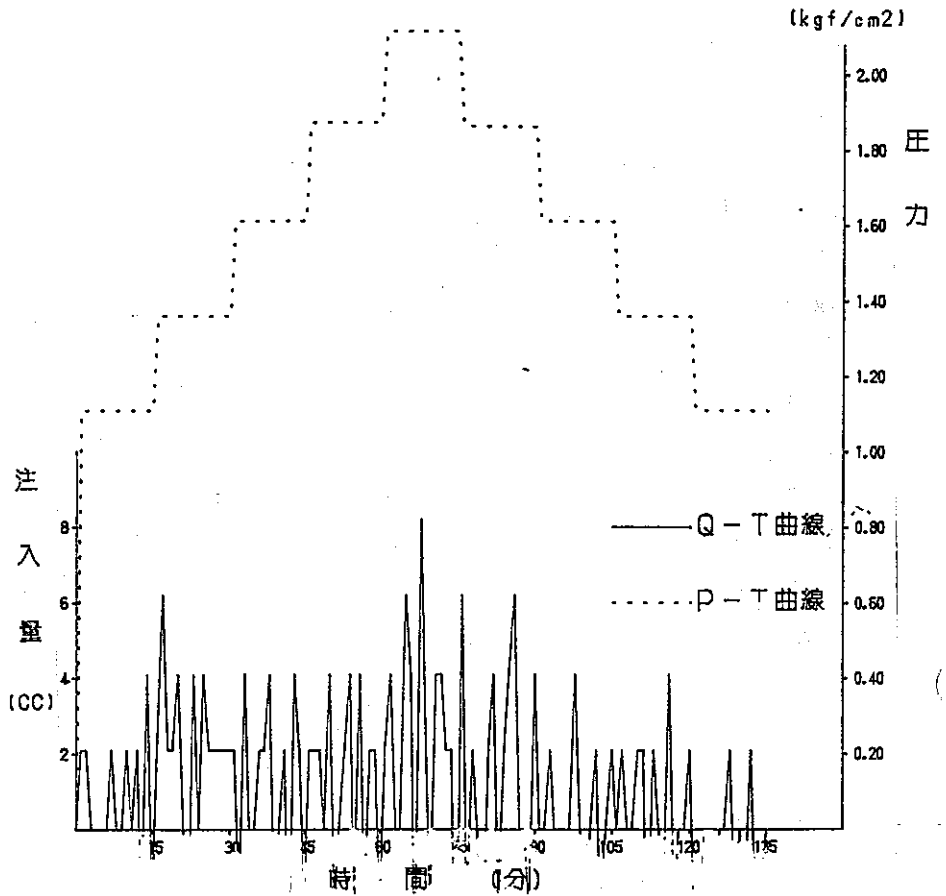


図-7 NO.5 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度36.0~38.5m)

N0.6 深度42.0~44.5m 使用タンク⑤ 最小ユニット2.1cc/min

○試験中の状況

大気圧解放下での注入量の安定には非常に長時間を要した。

概算の注入量は 0.7cc/min で  $K = 3 \times 10^{-8} \text{cm/sec}$  という値を示す。

データとしては注入量が非常に少ないため、アキュムレータ内での波打ち（試錐足場の風、発電機、人の歩行による振動等を原因として）により、最小単位でのバラツキが発生している。本試験器の測定限界を越える区間といえよう。

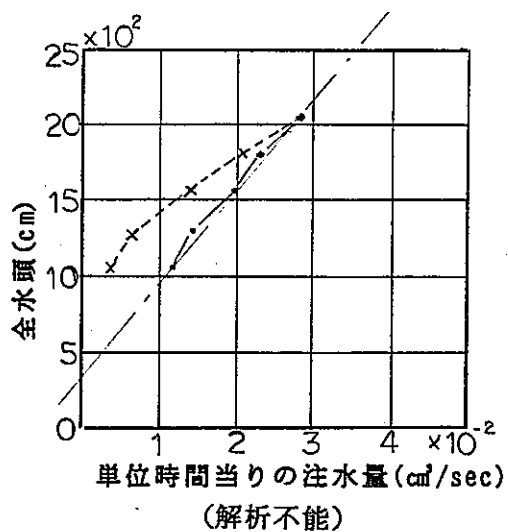
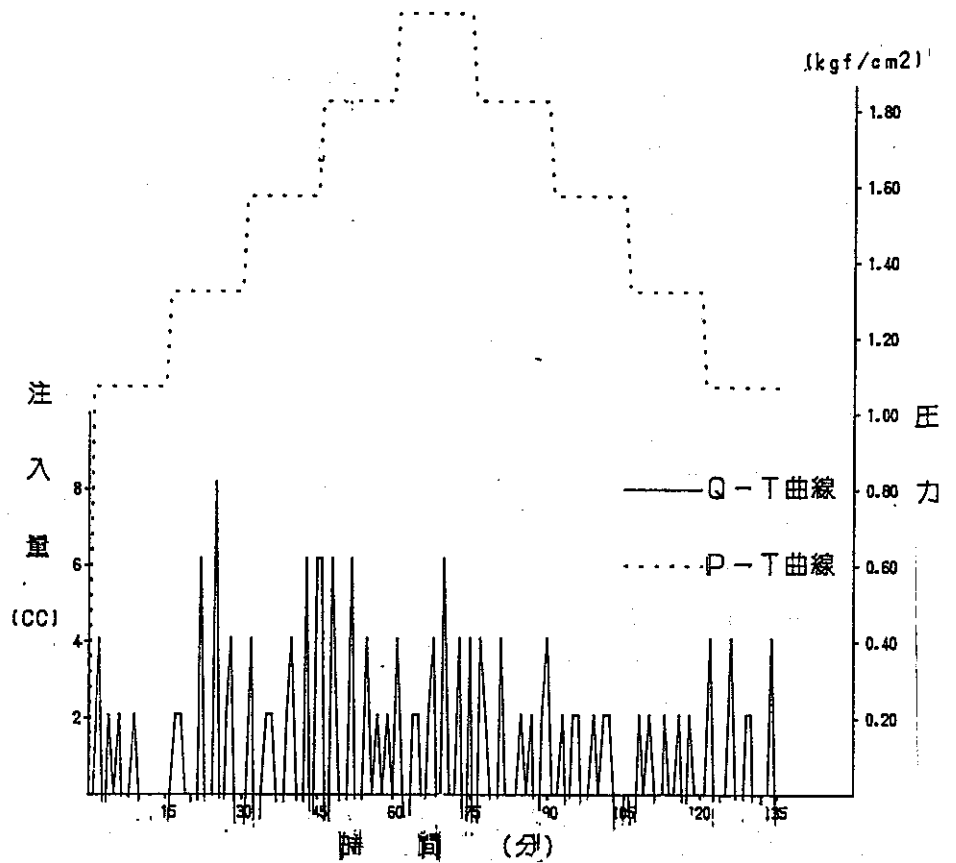


図-8 N0.6 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q 曲線（深度42.0~44.5m）

NO. 7 深度47.0~49.5m 使用タンク⑤ 最小ユニット2.1cc/min

○試験中の状況

エア抜きにも長時間をかけ、大気圧解放時も良好なデータが採取できたと考えたが、昇圧時の2.42kgf/cm<sup>2</sup>→2.92kgf/cm<sup>2</sup>間は注入量が増加せず、2.17kgf/cm<sup>2</sup>と同程度かむしろ少ないという結果となった。

降圧時の注入量は3.16kgf/cm<sup>2</sup>→2.17kgf/cm<sup>2</sup>にわたりほぼ直線上に乗り $\times 10^{-7}$ cm/sec程度の値が得られるものと考えられるが、昇圧時の注入状況や降圧時のP-Q曲線が原点を通らない等矛盾点があり、本試験機の測定限界を越えているものと思われる。

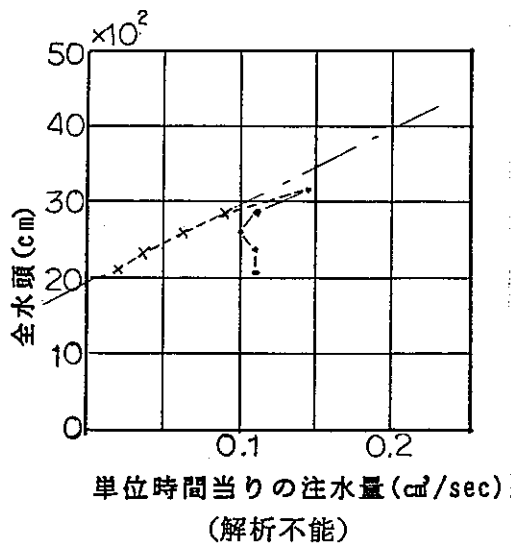
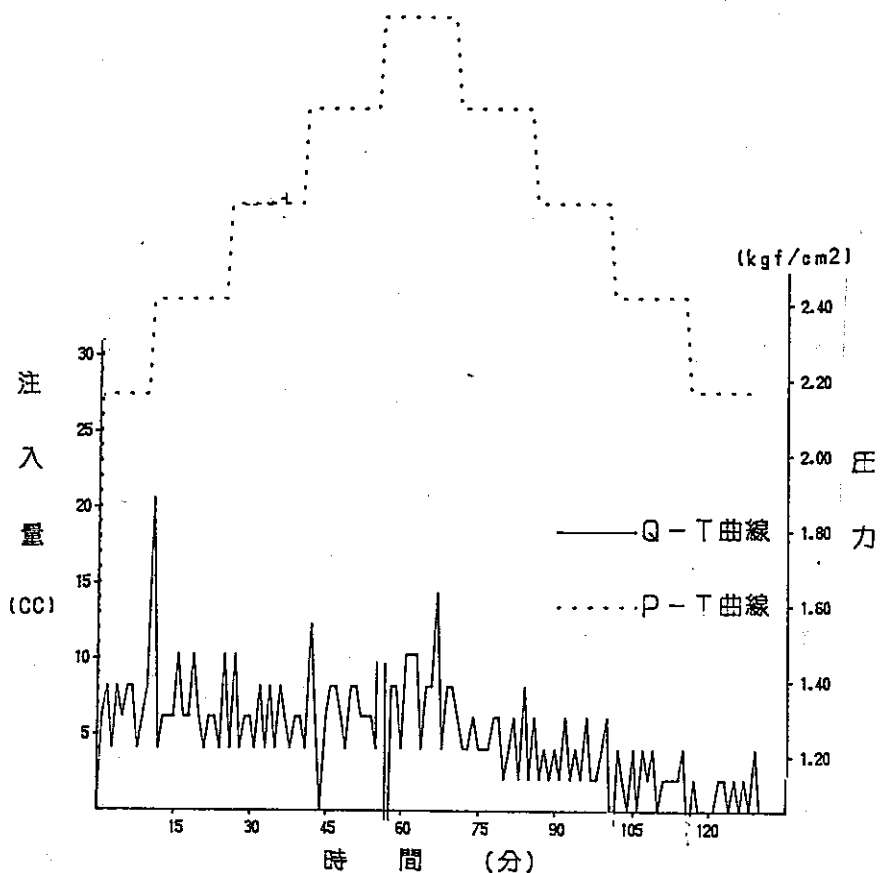


図-9 NO. 7 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度47.0~49.5m)

NO.8 深度54.0~56.5m 使用タンク⑤ 最小ユニット2.1cc/min

○試験中の状況

昇圧時の0.67→0.92→1.17→1.42kgf/cm<sup>2</sup>はほぼ直線上に乗り且つ原点を通る。

各加圧段階の最初のデータで異常なバラツキが出たり1.42kgf/cm<sup>2</sup>加圧時の最後で異常値が認められたりということもあったが、全体としては注入圧と注入量が良く調和している区間であるといえよう。

全計測データを見渡すとこの区間が本測定器の測定限界であろうと考えられる。

$$9.46 \times 10^{-7} \text{ cm/sec}$$

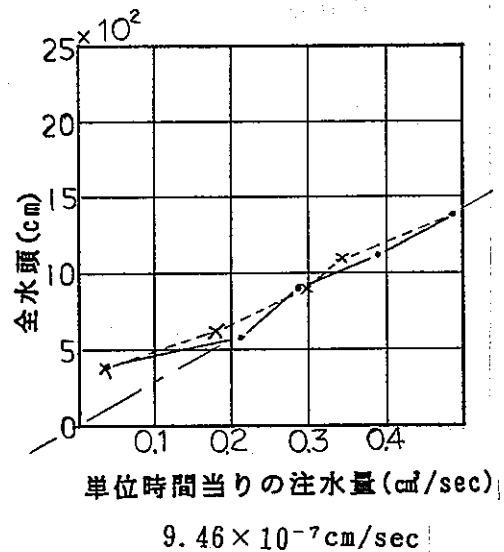
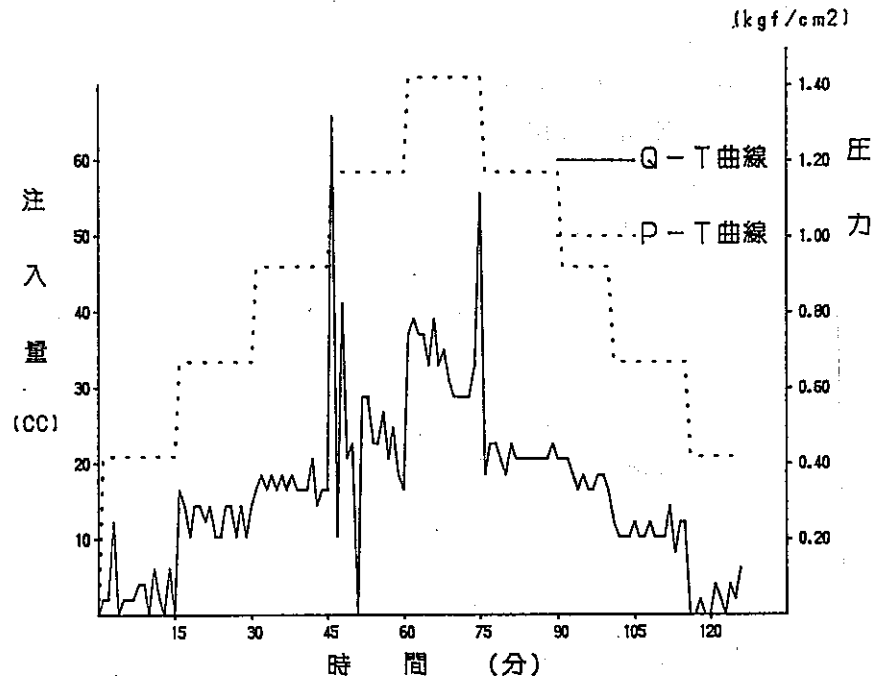


図-10 NO. 8 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度54.0~56.5m)

NO.9 深度60.7~63.2m 使用タンク⑤ 最小ユニット2.1cc/min

○試験中の状況

注入量-時間曲線の形としては比較的良い形状を示している。

昇圧時、降圧時いずれの場合も各加圧段階のデータは直線上に乗ってくる。

但し、原点は通らず全水頭として 1.6kgf/cm<sup>2</sup>程度の値で注入量0のラインと交差する。

考えられる原因のひとつとして間隙水圧の測定が不十分であり、水頭がGL-14.80mよりもっと大きかった(GL±0m程度)とすれば直線上に乗り、かつ原点付近を通るといふ型になる。。

ただし、測定結果による透水係数の試算で得られた  $K = 3.9 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$  は測定限界を越えるものである。

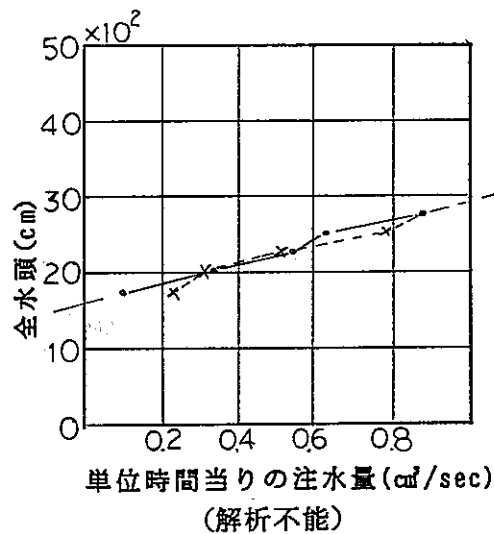
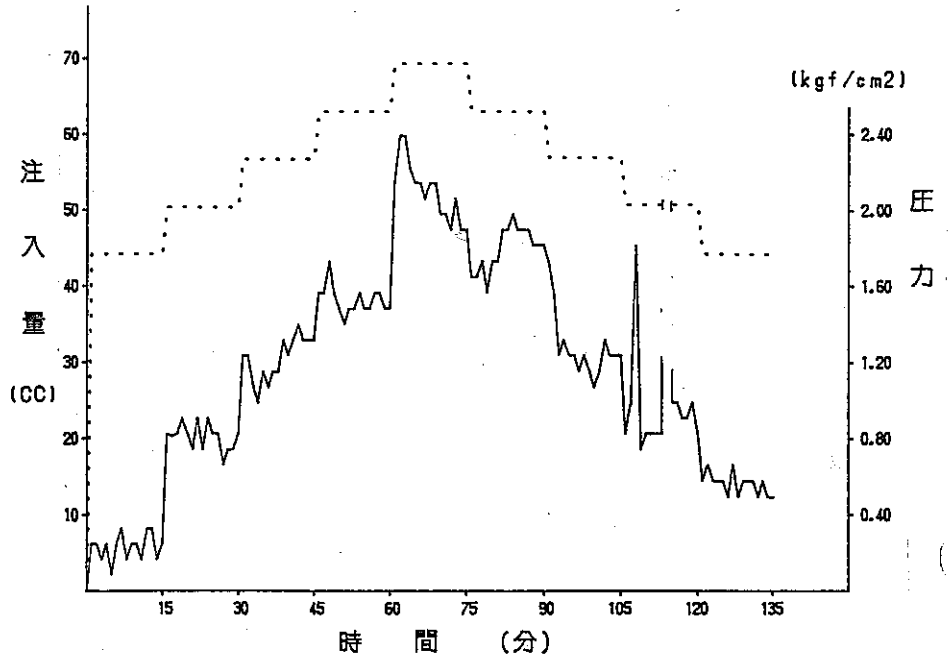


図-11 NO. 9 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度60.7~63.2m)



NO.10 深度70.0~72.5m 使用タンク③ 最小ユニット75cc/min

○試験中の状況

原因は不明であるが、データの各圧力段階での最初の方の値が0 cc/minを示す。

最初の3分~6分がこの状態となっているが、有効範囲のデータを検討すると、昇圧時は注入量はやや多目になっているが、なかなか直線上には配列しない。

降圧時の2.72kgf/cm<sup>2</sup>→1.73kgf/cm<sup>2</sup>は全て直線上に乗るが、原点からは僅かに外れている。

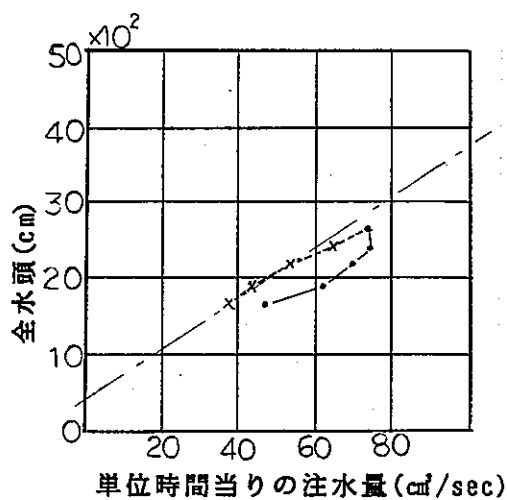
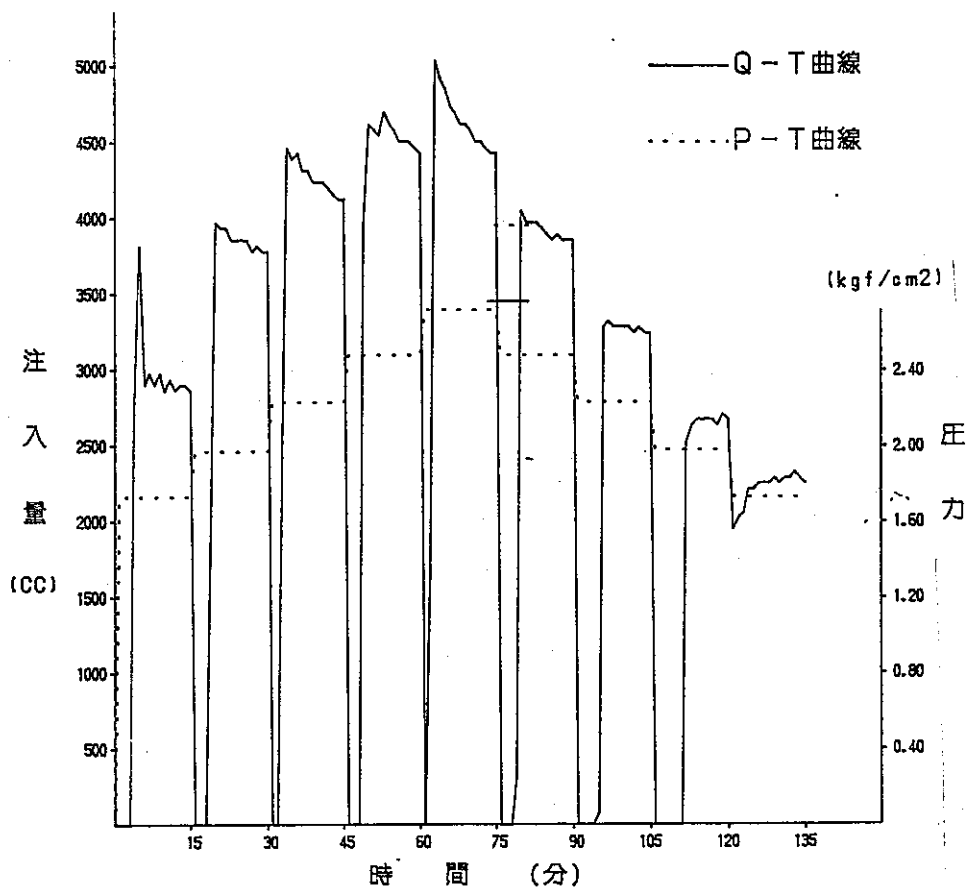


図-12 NO.10 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度70.0~72.5m)

NO.11 深度76.0~78.5m 使用タンク⑤ 最小ユニット2.1cc/min

○試験中の状況

各圧力段階での注入量は各々許容範囲の値を取っており、基準には乗っかっている。しかし、昇圧時に関して言えば0.25kgf/cm<sup>2</sup>加圧時と0.50kgf/cm<sup>2</sup>加圧時には注入量に逆転現象が生じている。

昇圧時および降圧時も注入曲線は4~3点が直線上にはほぼ乗っているが、どちらも原点を通っていないことから、間隙水圧値に問題があるのか、測定器機の限界を指し示しているものかよく分らない。

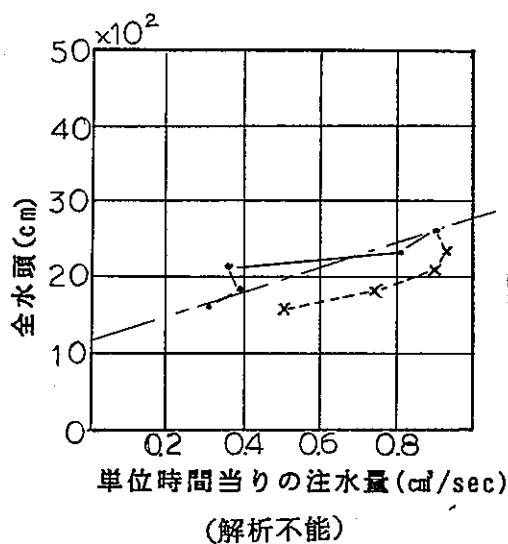
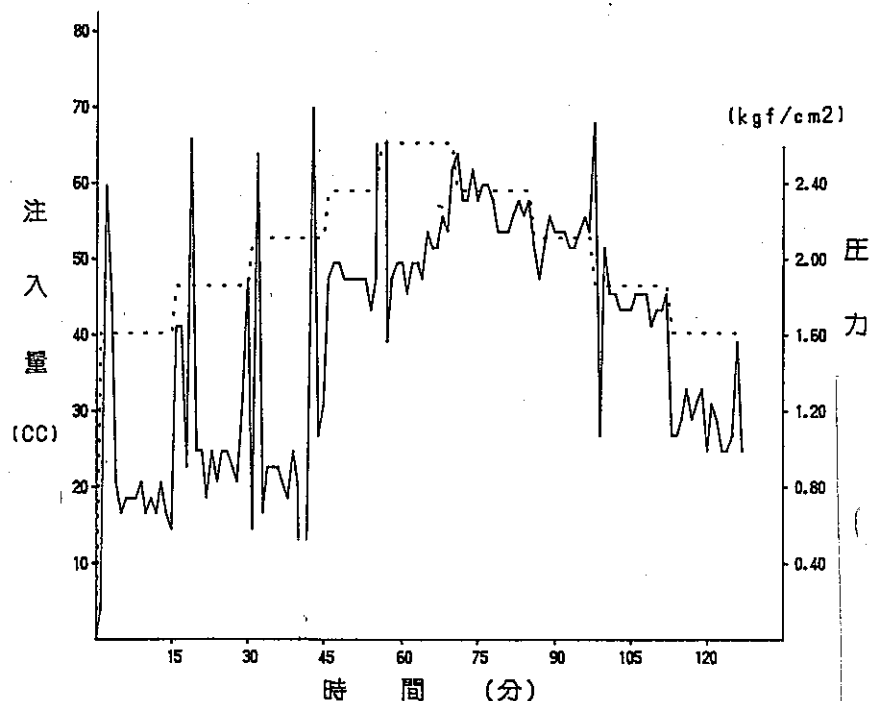


図-13 NO.11 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線 (深度76.0~78.5m)

NO.12 深度82.0~84.5m 使用タンク⑤ 最小ユニット2.1cc/min

○試験中の状況

部分的にバラツキはあるが許容範囲の値が5分以上は確保されている。

昇圧時の1.69kgf/cm<sup>2</sup>→2.69kgf/cm<sup>2</sup>の5点ともほぼ直線上に並んでいる。

降圧時も0.50kgf/cm<sup>2</sup>の注入量を除けばほぼ同一の直線上に並ぶ。しかし、いずれも原点を通らない。

透水係数の概算では $1 \times 10^{-7}$ cm/sec程度の値が得られており、水位上昇による間隙水圧値の決定に(経過時間の面で)無理があるのかもしれない。

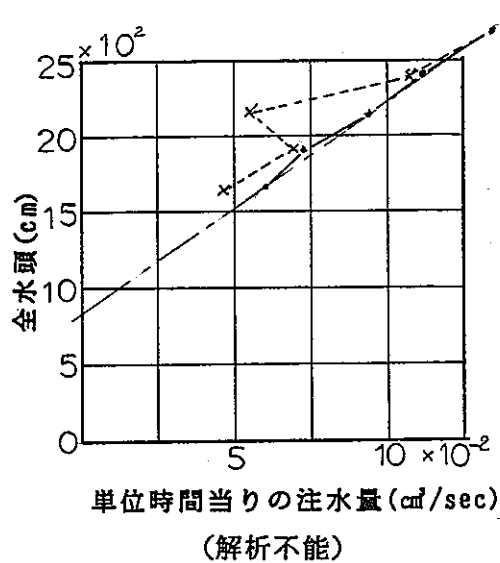
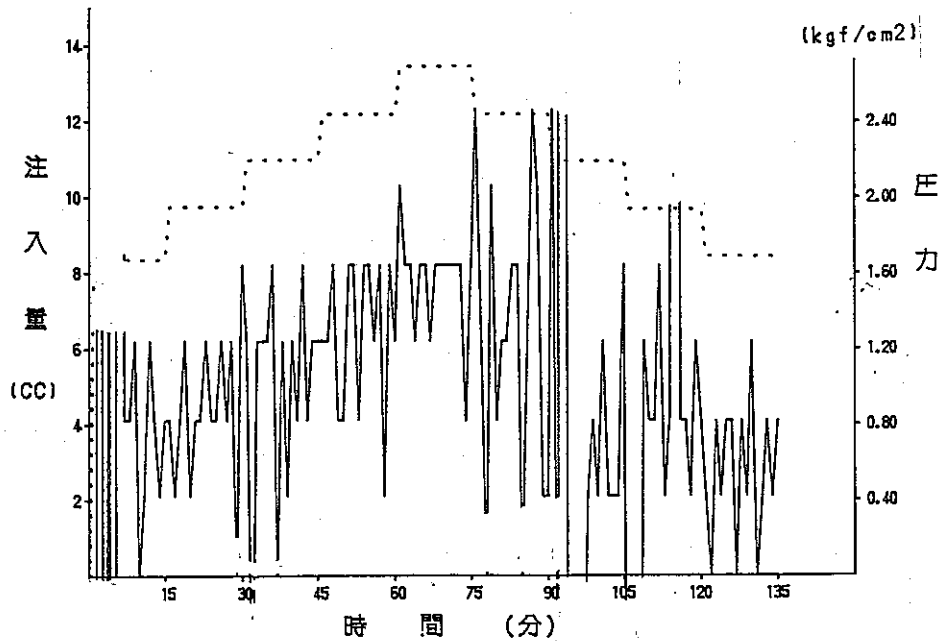


図-14 NO.12 注入量・注入圧-時間曲線、P-Q曲線(深度82.0~84.5m)

12回の試験結果を以下に示す。

表 - 1 試験結果一覧表

回	実施日	区 間	間隙水圧値	透水係数
1	1992.9.25	6.0m ~ 8.5m	GL- 1.40m	$1.30 \times 10^{-5}$ cm/sec
2	10. 8	14.0 ~ 16.5	GL- 0.30	$2.57 \times 10^{-6}$ //
3	10.19	22.0 ~ 24.5	GL- 1.00	$1.12 \times 10^{-6}$ //
4	10.29	30.0 ~ 32.5	GL- 1.70	(解析不能)
5	11.10	36.0 ~ 38.5	GL- 8.20	(解析不能)
6	11.19	42.0 ~ 44.5	GL- 7.82	(解析不能)
7	12. 1	47.0 ~ 49.5	GL-18.80	(解析不能)
8	12.11	54.0 ~ 56.5	GL- 1.30	$9.46 \times 10^{-7}$ //
9	1993.1.14	60.7 ~ 63.2	GL-14.80	(解析不能)
10	1.28	70.0 ~ 72.5	GL-14.40	$6.60 \times 10^{-5}$ //
11	2.12	76.0 ~ 78.5	GL-13.20	(解析不能)
12	2.26	82.0 ~ 84.5	GL-14.00	(解析不能)

## 8. まとめ

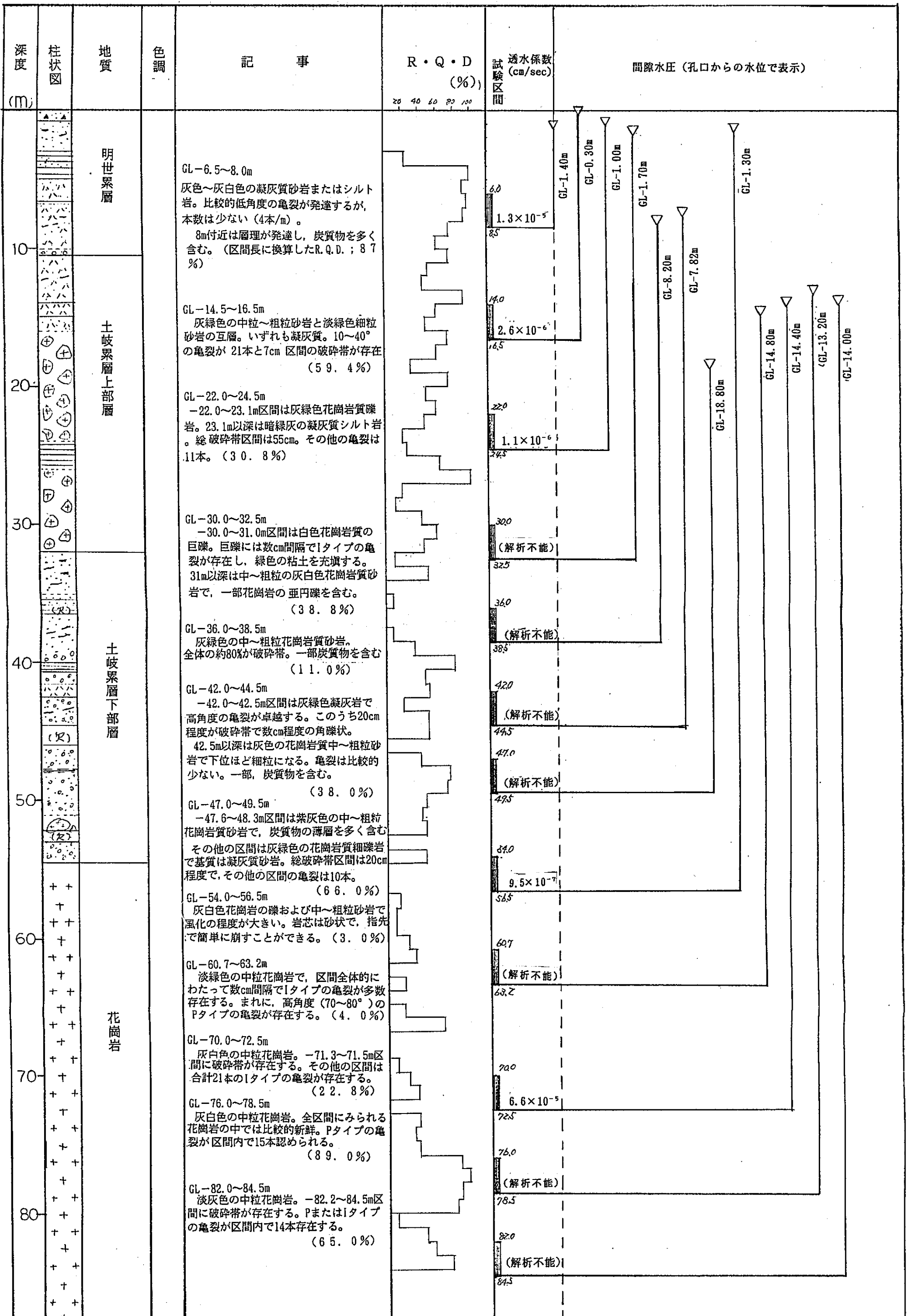
全試験区間とも、本試験で加えた程度の注入圧では、例えば貯水ダムの透水試験やグラウト試験等でしばしば観測されるように、注入中に突然注入量が急増したり、注入圧が降下する等、いわゆる限界圧を超えて地山（岩盤）を破壊したり、クラック内の挟雑物を洗い流したために透水性が大幅に変わると言うような効果はないものと考えられる。

但し、健岩（堅岩）ではあるが、Pタイプのクラックが多い深度76.0～78.5m間の花崗岩では昇圧時注入量<降圧時注入量と言う結果も観測されており、15本を数えるクラックの中に小さな圧力で開くようなクラック、もしくは洗い流されるような挟雑物が存在していた可能性は否定できない。

本試験では、基本的に地山の状態に変化を与えない範囲での計測と位置付けており、真の意味で注入量の安定を見るとすれば、透水エリアを半無限と仮定した場合、[昇圧時の注入量=降圧時の注入量]という結果に帰結するべきであろう。

しかし、このような結果を得るには、注入量が真に安定するまで相当長い時間が必要となるものと考えられる。これらを踏まえて今回の試験全体を振り返ると、全12例中  $k > 1 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$  は2例、 $k > 1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$  は2例で他の1例は  $k = 9.5 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$  と全体に小さな値となっている。特に今回の結果から、本試験機の測定限界らしいと思われる  $k = 7 \sim 8 \times 10^{-7} \text{cm/sec}$  以下（試算値）は7例あり、試験全体を総括すると、非常に透水性の低い地山での試験業務であったと言えよう。

地 質 柱 状 図



低圧ルジオン水理試験データシート

カラー  
合紙



# 低圧ルジオン水理試験データシート

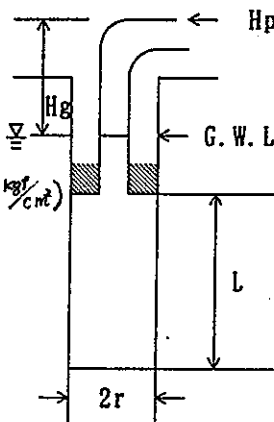
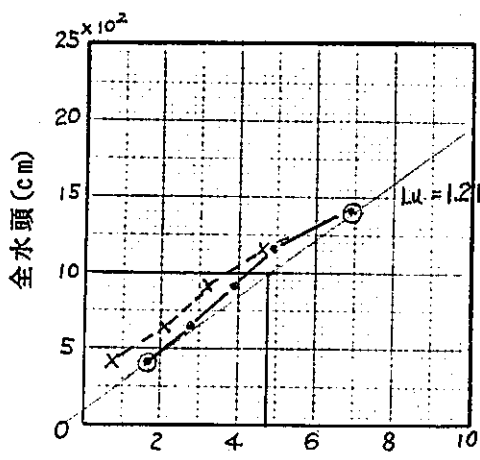
No. 1

地区名	河合賤洞	孔番	SN-6	試験月日	92.9.25
測定深度	6.0m~8.5m	区間長	2.50m	孔径	φ66mm
地下水位	GL-m	計器高	1.80m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL-1.40m	圧力計深度	4.20m	装置の地上高	2.88m

No	使用 パカ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
1-03	4	(大気圧) 0.00	0.59	428	102	119	94	110	106	107.6	1.79	1.15 × 10 <sup>-5</sup>
1-04	4	0.26	0.80	688	225	205	180	176	168	168.8	2.81	1.13
1-05	4	0.51	1.00	938	299	282	262	282	291	231.4	3.86	1.13
1-06	4	0.75	1.24	1178	450	393	364	348	335	295.4	4.92	1.15
1-07	3	1.00	1.52	1428	1145	943	881	496	458	414.4	6.91	1.33 × 10 <sup>-5</sup>
1-08	4	0.75	1.26	1178	420	382	496	382	420	285.5	4.76	1.11
1-10	4	0.51	1.01	938	200	205	192	196	192	192.7	3.21	0.94
1-11	4	0.26	0.79	688	188	184	209	188	200	123.0	2.05	0.82
1-12	4	(大気圧) 0.00	0.58	428	4	29	29	33	57	44.3	0.74	0.48

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
1000	4.72	3.3	250	1.30 × 10 <sup>-5</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

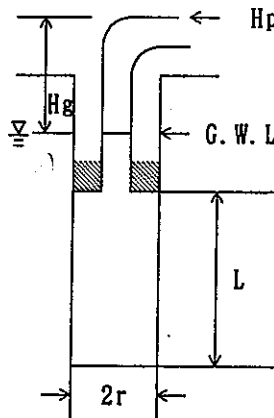
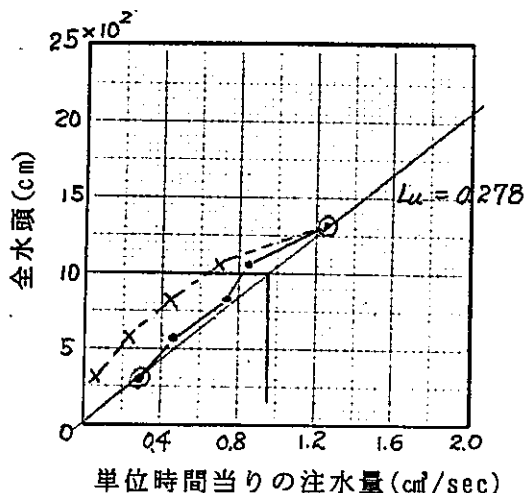
No. 2

地区名	河合残洞	孔番	SN-6	試験月日	92.10.8
測定深度	14.0m~16.5m	区間長	2.5 m	孔径	φ 66 mm
地下水位	GL-1.11 m	計器高	1.80 m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL-0.30m	圧力計深度	12.20 m	装置の地上高	2.88 m

771# No	使用 パク	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
1- 014	4	(大気圧) 0.00	1.39	318	8	16	16	16	16	15.2	0.253	2.19×10 <sup>-6</sup>
					12	16	12	12	25			
					12	8	16	16	8			
1- 16	4	0.26	(0.22) 1.61	578	25	37	25	33	16	25.6	0.427	2.04
					37	29	25	29	25			
					20	33	29	25	29			
1- 17	4	0.51	(0.26) 1.87	828	57	45	78	45	53	44.2	0.737	2.45
					45	41	49	53	37			
					41	45	41	49	45			
1- 18	4	0.75	2.10	1068	57	53	61	61	53	49.8	0.830	2.14
					65	45	49	53	49			
					53	57	49	45	49			
1- 19	4	1.00	2.37	1318	65	65	74	78	78	75.0	1.25	2.61
					78	70	78	70	74			
					61	70	65	61	65			
2- 02	4	0.75	2.09	1068	29	41	45	45	45	42.8	0.713	1.84
					41	41	45	41	41			
2- 03	4	0.51	1.84	828	29	20	20	25	16	26.4	0.440	1.46
					25	20	25	37	16			
					29	20	25	29	29			
2- 04	4	0.26	1.61	578	12	16	8	12	16	13.2	0.220	1.05
					16	8	16	12	12			
					16	20	8	20	8			
2- 05	4	(大気圧) 0.00	1.39	318	4	4	4	0	4	3.7	0.062	5.37×10 <sup>-7</sup>
					4	0	8	4	0			
					8	8	0	8	0			

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
1000	0.933	3.3	250	2.57×10 <sup>-6</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log_e \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

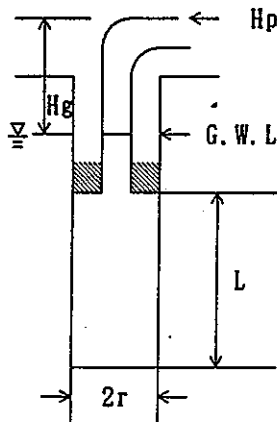
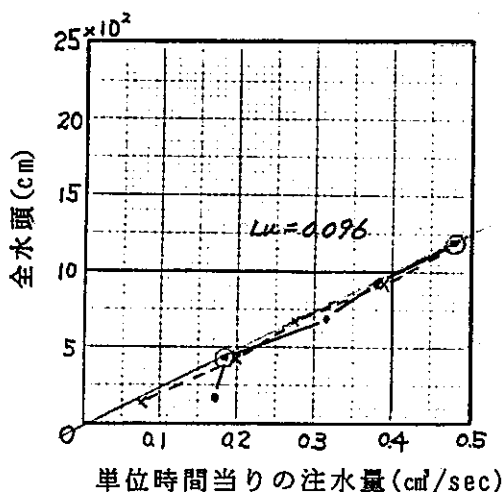
No. 3

地区名	河合賤洞	孔番	SN-6	試験月日	92.10.19
測定深度	22.0m~24.5m	区間長	2.50 m	孔径	φ 66 mm
地下水位	GL-0.61 m	計器高	1.80 m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL+1.00 m	圧力計深度	20.2 m	装置の地上高	2.88 m

No	使用 パカ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
07	4	0.00	2.31	188	8	4	16	8	12	10.4	0.173	2.54 × 10 <sup>-6</sup>
					8	8	-8	8	-4			
					-4	8	25	12	-12			
09	4	0.26	2.57	448	8	12	8	12	12	11.2	0.187	1.15 × 10 <sup>-6</sup>
					12							
10	4	0.50	2.81	688	33	16	25	16	20	19.0	0.317	1.27
					16	25	12	25	16			
					16	20	20	20	16			
11	4	0.75	3.06	938	20	20	25	25	16	23.0	0.383	1.13
					25	25	25	12	20			
					25	25	20	25	16			
12	4	1.00	3.31	1188	41	25	33	29	29	29.0	0.483	1.12
					29	27	25	8	29			
					33	29	29	25	37			
13	4	0.75	3.06	938	25	16	33	16	25	23.2	0.386	1.13
					25	20	29	16	20			
					25	25	20	29	20			
15	4	0.50	2.81	688	20	16	16	16	16	16.4	0.274	1.10
					20	12	20	12	20			
16	4	0.25	2.56	438	8	8	12	8	12	12.0	0.200	1.26
					16	12	8	8	12			
					12	16	8	12	12			
18	4	0.00	2.31	188	8	8	0	8	4	4.4	0.073	1.07
					4	4	8	4	0			
					4	12	4	8	-4			

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験錐孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
1000	0.408	3.3	250	1.12 × 10 <sup>-6</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log_e \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

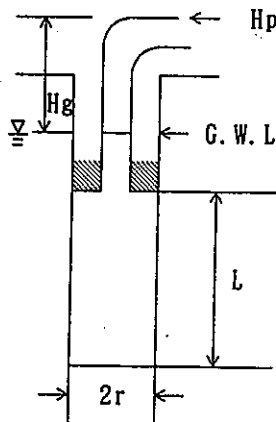
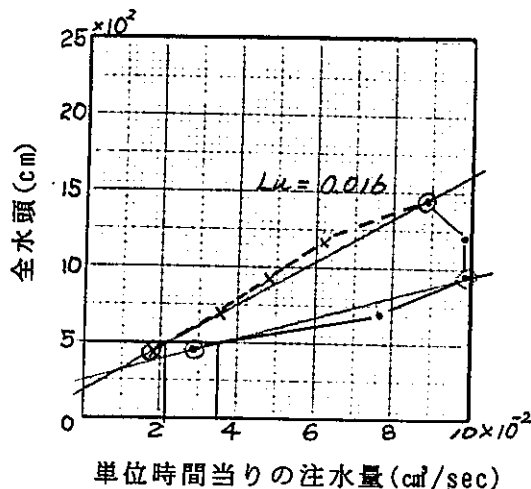
No. 4

地区名	河合野洞	孔番	SN-6	試験月日	92.10.29
測定深度	30.0m~32.5m	区間長	2.50 m	孔径	φ 66 mm
地下水位	GL+ 0.80 m	計器高	1.80 m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL- 1.70 m	圧力計深度	28.2 m	装置の地上高	2.88 m

7.1# No	使用 パカ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
3- 1	5	(大気圧) 0.00	3.11	458	8.2	2.1	0	0	0	1.75	0.029	1.75 × 10 <sup>-7</sup>
					4.1	0	0	6.2	2.1			
					2.1	2.1	0	2.1	2.1			
2	5	0.26	3.37	718	6.2	0	8.2	4.1	2.1	4.64	0.077	2.97
					6.2	4.1	4.1	6.2	2.1			
					6.2	4.1	6.2	4.1	6.2			
3	5	0.50	3.61	958	2.1	6.2	2.1	6.2	2.1	5.78	0.096	2.77
					8.1	6.2	6.2	6.2	6.2			
					6.2	6.2	6.2	4.1	4.1			
5	5	0.75	3.86	1208	4.1	6.2	4.1	6.2	6.2	5.76	0.096	2.19
					2.1	8.2	8.2	0	8.2			
					4.1	6.2	4.1	6.2	4.1			
7	5	1.01	4.12	1468	6.2	4.1	4.1	6.2	6.2	5.36	0.089	1.68
					2.1	6.2	4.1	8.2	6.2			
					2.1	4.1	4.1	10.3	2.1			
8	5	0.75	3.86	1208	0	6.2	2.1	2.1	8.2	3.71	0.062	1.41
					2.1	4.1	4.1	2.1	6.2			
					4.1	2.1	4.1	4.1	4.1			
9	5	0.52	3.61	978	2.1	2.1	2.1	4.1	4.1	2.96	0.049	1.39
					2.1	4.1	2.1	2.1	8.2			
					0	6.2	2.1	2.1	2.1			
10	5	0.25	3.36	708	4.1	0	4.1	0	2.1	2.10	0.035	1.36
					6.2	2.1	6.2	2.1	2.1			
					2.1	2.1	2.1	0	6.2			
12	5	0.00	3.11	458	2.1	4.1	0	0	0	1.14	0.019	1.14
					0	2.1	0	0	2.1			
					2.1	4.1	4.1	0	2.1			

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
500	0.035 / 0.022	3.3	250	1.93 × 10 <sup>-7</sup> / 1.21 × 10 <sup>-7</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log_e \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

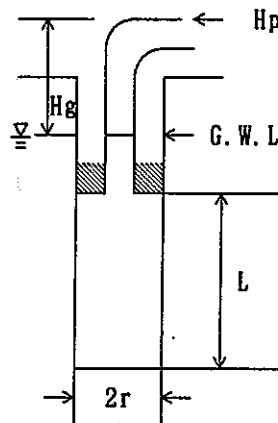
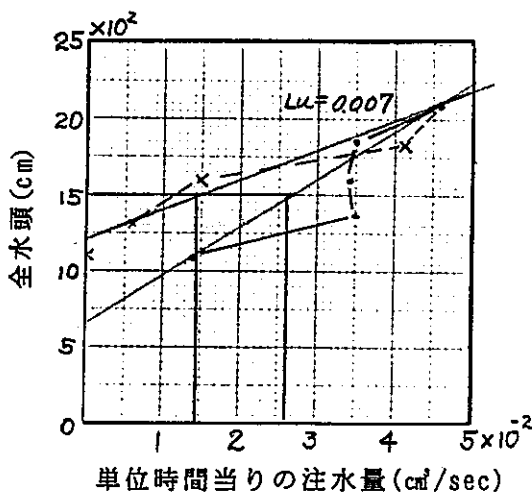
No. 5

地区名	河合賤洞	孔番	SN-6	試験月日	92.11.10
測定深度	36.0 m ~ 38.5 m	区間長	2.50 m	孔径	φ 66 mm
地下水位	GL - m	計器高	1.80 m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL - 8.20 m	圧力計深度	34.20 m	装置の地上高	2.88 m

711# No	使用 タツ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
3- 15	5	0.00	3.71	1108	2.1	2.1	0	0	0	0.84	0.014	3.48 × 10 <sup>-8</sup>
					0	2.1	0	0	2.1			
16	5	0.25	3.96	1358	2.1	6.2	2.1	2.1	4.1	2.10	0.035	2.10 "
					0	-4.1	4.1	0	4.1			
19	5	0.50	4.21	1608	2.1	-2.1	4.1	0	0	2.07	0.034	5.90 "
					2.1	2.1	4.1	-2.1	0			
4- 4	5	0.76	4.47	1868	2.1	2.1	2.1	0	4.1	2.10	0.035	5.16 "
					-2.1	0	2.1	4.1	-2.1			
10	5	1.00	4.71	2108	2.1	4.1	0	0	6.2	2.75	0.046	5.99 "
					4.1	-4.1	8.2	2.1	-2.1			
11	5	0.75	4.46	1858	2.1	4.1	-2.1	2.1	4.1	2.48	0.041	6.12
					6.2	0	0	-2.1	4.1			
12	5	0.50	4.21	1608	0	0	4.1	0	-2.1	0.89	0.015	2.54
					0	2.1	-2.1	0	2.1			
13	5	0.25	3.96	1358	0	-2.1	0	0	2.1	0.42	0.007	1.74
					2.1	-4.1	2.1	0	-2.1			
14	5	0.00	3.71	1108	-2.1	-2.1	0	0	-4.1	0	0	-
					0	0	2.1	-2.1	0			
				○								

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
1500	0.026 / 0.014	3.3	250	4.78 × 10 <sup>-8</sup> / 2.57 × 10 <sup>-8</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log_e \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

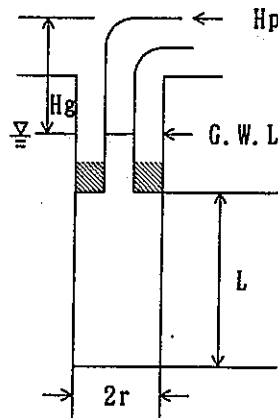
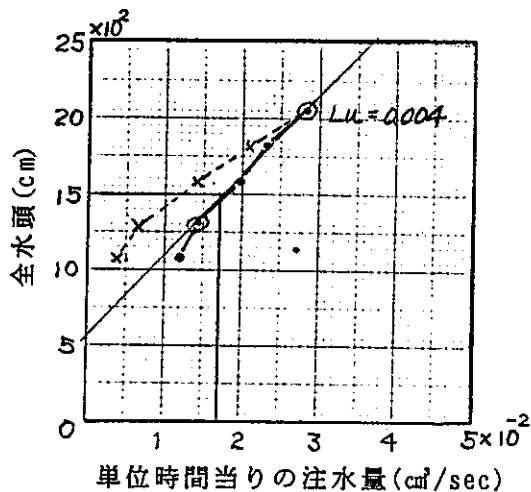
No. 6

地区名	河合賤洞	孔番	SN-6	試験月日	92.11.19
測定深度	42.0m~44.5m	区間長	2.50 m	孔径	φ 66 mm
地下水位	GL - 1.20 m	計器高	1.80 m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL - 7.82 m	圧力計深度	40.20 m	装置の地上高	2.88 m

714# No	使用 パク	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
5 -1	5	0.00	4.3/	1070	0	4.1	-2.1	2.1	0	0.70	0.012	3.00 × 10 <sup>-8</sup>
					2.1	-2.1	0	2.1	0			
					-4.1	0	-2.1	-2.1	-2.1			
5	5	0.25	4.56	1320	0	2.1	2.1	0	0	0.84	0.014	2.92
					-4.1	6.2	-2.1	-2.1	6.2			
					-4.1	2.1	4.1	-2.1	-2.1			
7	5	0.50	4.8/	1570	0	4.1	-6.2	0	2.1	1.19	0.020	3.47
					2.1	0	-2.1	2.1	4.1			
					0	-4.1	6.2	-4.1	6.2			
9	5	0.75	5.06	1820	0	6.2	-4.1	0	4.1	1.38	0.023	3.49
					0	2.1	0	2.1	0			
					4.1	0	-2.1	2.1	2.1			
10	5	0.98	5.29	2050	-2.1	2.1	4.1	-4.1	6.2	1.66	0.028	3.72
					0	0	4.1	-4.1	4.1			
					-6.2	4.1	2.1	0	-4.1			
16	5	0.75	5.06	1820	4.1	0	0	0	2.1	1.24	0.021	3.13
					0	2.1	-4.1	2.1	4.1			
					0	0	2.1	-2.1	2.1			
18	5	0.50	4.8/	1570	2.1	-2.1	0	2.1	0	0.84	0.014	2.46
					2.1	2.1	0	-4.1	0			
					0	-2.1	2.1	0	2.1			
20	5	0.25	4.56	1320	0	-4.1	2.1	0	0	0.42	0.007	1.46
					2.1	-2.1	2.1	0	0			
					0	4.1	-2.1	0	0			
6 -1	5	0.00	4.3/	1070	4.1	0	-2.1	2.1	2.1	0.21	0.004	0.90
					-4.1	0	-2.1	4.1	-2.1			

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
1500	0.017	3.3	250	3.12 × 10 <sup>-8</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log_e \left[ \frac{L}{r} \right]$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

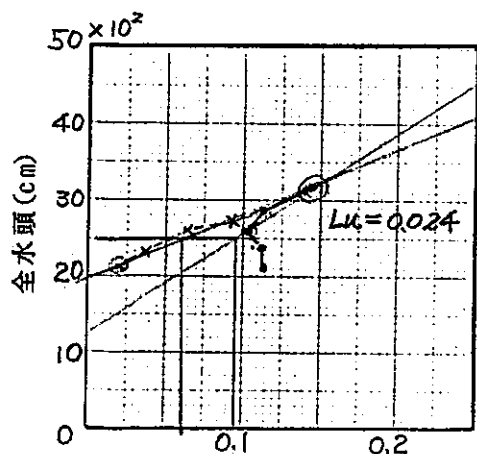
No. 7

地区名	河合賤洞	孔番	SN-6	試験月日	92.12.1
測定深度	47.0 m ~ 49.5 m	区間長	2.50 m	孔径	φ 66 mm
地下水位	GL - 0.94 m	計器高	1.80 m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL - 18.80 m	圧力計深度	45.2 m	装置の地上高	2.88 m

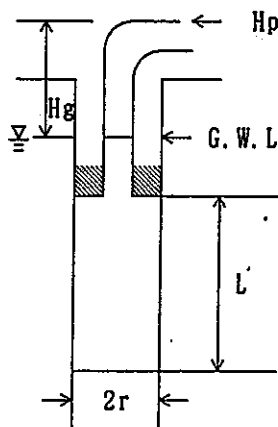
711# No	使用 パカ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
6- 2	5	(大気圧) 0.00	4.8/	2168	6.2	8.2	4.1	8.2	6.2	6.78	0.113	1.44 × 10 <sup>-7</sup>
					8.2	8.2	4.1	6.2	8.2			
3	5	0.25	5.06	2418	20.6	4.1	6.2	6.2	6.2	6.63	0.111	1.26
					10.3	6.2	6.2	10.3	6.2			
4	5	0.50	5.3/	2668	4.1	10.3	4.1	6.2	6.2	6.17	0.103	1.06
					4.1	8.2	4.1	8.2	4.1			
5	5	0.75	5.56	2918	4.1	12.3	6.2	0	6.2	6.98	0.116	1.10
					8.2	8.2	6.2	4.1	8.2			
6	5	0.99	5.80	3158	49.4	-14.4	8.2	8.2	4.1	8.64	0.144	1.26
					10.3	10.3	10.3	4.1	8.2			
8	5	0.75	5.56	2918	6.2	4.1	4.1	6.2	4.1	5.03	0.083	0.79
					4.1	4.1	6.2	6.2	2.1			
9	5	0.50	5.3/	2668	6.2	2.1	4.1	2.1	4.1	3.73	0.062	0.64
					2.1	6.2	2.1	4.1	2.1			
10	5	0.25	5.06	2418	-4.1	4.1	2.1	0	4.1	2.36	0.039	0.45
					0	4.1	2.1	4.1	0			
11	5	0.00	4.8/	2168	2.1	2.1	2.1	2.1	4.1	1.25	0.021	0.26
					0	2.1	2.1	0	2.1			

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験錐孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
2500	0.089 / 0.062	3.3	250	9.81 × 10 <sup>-8</sup> / 6.83 × 10 <sup>-8</sup>



単位時間当たりの注水量 (cm<sup>3</sup>/sec)



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg + Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

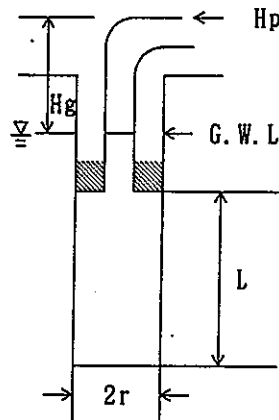
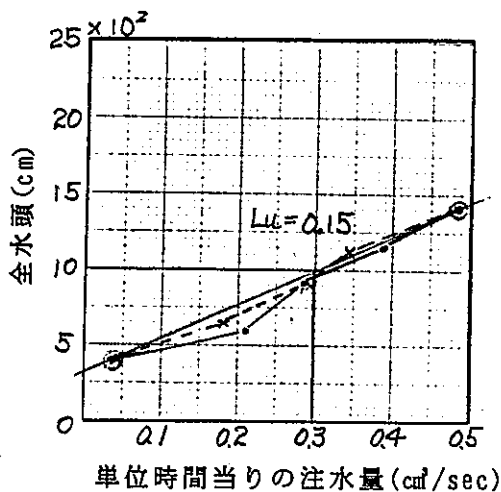
No. 8

地区名	河合殿洞	孔番	SN-6	試験月日	92.12.11
測定深度	54.0m~56.5m	区間長	2.50 m	孔径	φ66 mm
地下水位	GL-4.64 m	計器高	1.80 m	ハッカーの種類	シンブル
間隙水圧	GL-1.30 m	圧力計深度	52.20 m	装置の地上高	2.88 m

7711 No	使用 タツ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
6-		(大気圧)			2.1	2.1	12.3	0	2.1	207	0.035	2.28×10 <sup>-7</sup>
13	5	0.00	5.51	418	2.1	2.1	9.1	9.1	0			
					6.2	2.1	0	6.2	2.1			
14	5	0.25	5.76	668	16.5	14.4	10.3	14.4	14.4	12.79	0.213	8.79
					12.3	14.4	10.3	10.3	14.4			
					14.4	10.3	14.4	10.3	14.4			
15	5	0.50	6.01	918	16.5	18.5	16.5	18.5	16.5	17.2	0.287	8.60
					18.5	16.5	18.5	16.5	16.5			
					16.5	20.6	14.4	16.5	16.5			
17	5	0.75	6.26	1168	65.8	10.3	41.1	20.6	22.6	23.4	0.391	9.20
					0	28.8	28.8	22.6	22.6			
					26.7	20.6	24.7	18.5	16.5			
18	5	1.00	6.50	1418	37.0	39.1	37.0	37.0	32.9	29.2	0.487	9.46
					39.1	32.9	35.0	30.9	28.8			
					28.8	28.8	28.8	32.9	55.6			
19	5	0.75	6.26	1168	18.5	22.6	22.6	20.6	18.5	20.6	0.343	8.10
					22.6	20.6	20.6	20.6	20.6			
					20.6	20.6	20.6	22.6	20.6			
21	5	0.50	6.01	918	20.6	20.6	18.5	16.5	18.5	17.5	0.292	8.75
					16.5	16.5	18.5	18.5	16.5			
22	5	0.25	5.76	668	12.3	10.3	10.3	10.3	12.3	11.0	0.184	2.57
					10.3	10.3	12.3	10.3	10.3			
					10.3	14.4	8.2	12.3	12.3			
7					0	0	2.1	0	0	2.48	0.041	2.72
-1	5	0.00	5.51	418	4.1	2.1	0	4.1	2.1			
					6.2							

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
1000	0.298	3.3	250	8.21 × 10 <sup>-7</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力



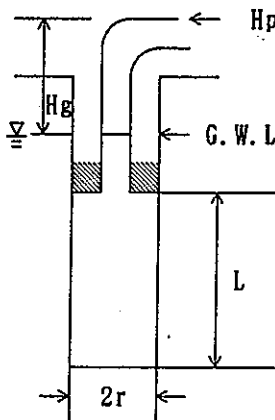
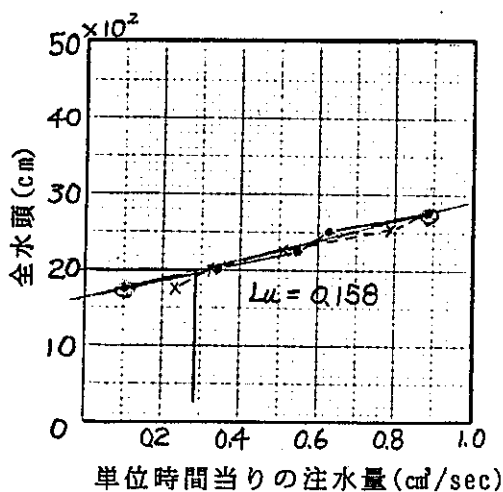
# 低圧ルジオン水理試験データシート No. 9

地区名	河合懸洞	孔番	SN-6	試験月日	93-1-14
測定深度	60.7m~63.2m	区間長	2.50 m	孔径	φ66 mm
地下水位	GL-0.45m	計器高	1.80 m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL-14.80m	圧力計深度	58.90 m	装置の地上高	2.88 m

7r1# No	使用 パツク	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
7- 2	5	(壊圧) 0.00	6.18	1768	6.2	6.2	4.1	6.2	2.1	6.17	0.103	1.60×10 <sup>-7</sup>
					6.2	8.2	4.1	6.2	6.2			
					4.1	8.2	8.2	4.1	6.2			
3	5	0.25	6.43	2018	20.6	20.6	20.6	22.6	20.6	20.76	0.346	4.72×10 <sup>-7</sup>
					18.5	22.6	18.5	22.6	20.6			
					20.6	16.5	18.5	18.5	20.6			
5	5	0.50	6.68	2268	30.9	30.9	26.8	24.7	28.8	32.91	0.549	6.66×10 <sup>-7</sup>
					26.7	28.8	28.8	32.9	30.9			
					32.9	35.0	32.9	32.9	32.9			
6	5	0.75	6.92	2518	39.1	39.1	43.2	39.1	37.0	37.70	0.628	6.87×10 <sup>-7</sup>
					35.0	37.0	37.0	39.1	37.0			
					37.0	39.1	39.1	37.0	37.0			
8	5	1.00	7.17	2768	53.5	59.7	59.7	55.5	53.5	53.48	0.891	8.87×10 <sup>-7</sup>
					53.5	51.4	53.5	53.5	49.4			
					49.4	47.3	51.4	47.3	47.3			
9	5	0.75	6.92	2518	41.1	41.1	43.2	39.1	43.2	47.65	0.794	8.69×10 <sup>-7</sup>
					43.2	47.3	47.3	49.4	47.3			
					47.3	47.3	45.3	45.3	45.3			
10	5	0.51	6.69	2278	43.2	39.1	30.9	32.9	30.9	30.88	0.515	6.22×10 <sup>-7</sup>
					30.9	28.8	30.9	28.8	26.7			
					28.8	32.9	30.9	30.9	30.9			
11	5	0.26	6.44	2028	20.6	24.7	45.3	18.5	20.6	20.18	0.336	4.59×10 <sup>-7</sup>
					20.6	20.6	20.6	16.6	24.7			
					24.7	22.6	22.6	24.7	20.6			
12	5	(壊圧) 0.00	6.18	1768	14.4	16.5	14.4	14.4	14.4	14.02	0.237	3.64×10 <sup>-7</sup>
					12.3	16.5	12.3	14.4	14.4			
					14.4	12.3	14.4	12.3	12.3			

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
2000	0.286	3.3	250	3.94×10 <sup>-7</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

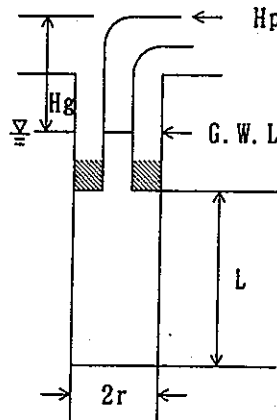
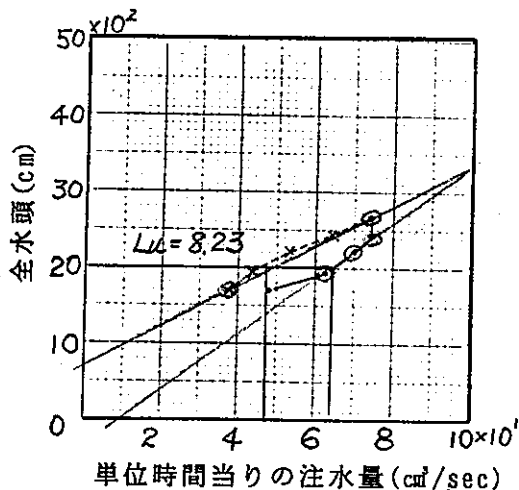
No. 10

地区名	河合懸洞	孔番	SN-6	試験月日	93.1.28
測定深度	70.0m~72.5m	区間長	2.50 m	孔径	φ 66 mm
地下水位	GL-10.15m	計器高	1.80 m	ハッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL-14.40m	圧力計深度	68.20 m	装置の地上高	2.88 m

771# No	使用 タケ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
8-1	3	0.00	7.11	1728	0	0	0	2709	3816	2887.50	48.125	7.67×10 <sup>-5</sup>
					2900	2976	2900	2975	2863			
3	3	0.24	7.35	1968	0	0	0	1794	3968	3820.63	63.677	8.91×10 <sup>-5</sup>
					3930	3930	3854	3854	3855			
4	3	0.50	7.60	2228	0	0	2595	4464	4389	4212.40	70.207	8.68×10 <sup>-5</sup>
					4425	4313	4311	4235	4236			
6	3	0.75	7.85	2478	0	0	3930	4618	4618	4479.60	74.660	8.30×10 <sup>-5</sup>
					4579	4540	4696	4616	4579			
8	3	1.00	8.10	2718	0	1641	5036	4923	4845	4464.20	74.403	7.54×10 <sup>-5</sup>
					4731	4694	4616	4618	4579			
9	3	0.75	7.84	2478	0	0	305	4045	3891	3875.57	64.593	7.18×10 <sup>-5</sup>
					3967	3969	3969	3930	3854			
10	3	0.50	7.60	2228	0	0	0	76	3281	3273.70	54.562	6.59×10 <sup>-5</sup>
					3281	3320	3281	3281	3243			
11	3	0.25	7.36	1978	0	0	0	0	2670	2666.13	44.435	6.18×10 <sup>-5</sup>
					2519	2633	2671	2670	2671			
12	3	0.00	7.11	1728	1946	2023	2060	2213	2213	2273.90	37.898	6.04×10 <sup>-5</sup>
					2251	2251	2251	2289	2251			
				○								

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
2000	64.366 / 47.928	3.3	250	8.87×10 <sup>-5</sup> / 6.60×10 <sup>-5</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log_e \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

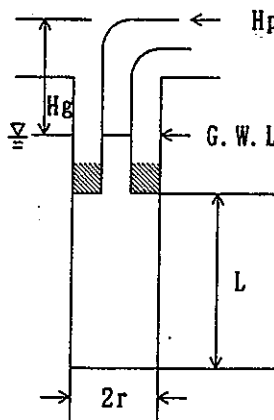
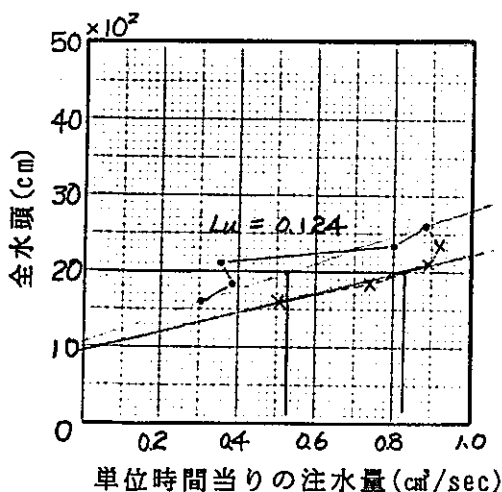
No. 11

地区名	河合賤洞	孔番	SN-6	試験月日	93.2.12
測定深度	76.0m~78.5m	区間長	2.50 m	孔径	φ66 mm
地下水位	GL-1.88m	計器高	1.80 m	パッカーの種類	シングル
間隙水圧	GL-13.20m	圧力計深度	74.20 m	装置の地上高	2.88 m

771# No	使用 タツ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
9- 3	5	0.00	7.71	1608	4.1	59.7	45.3	20.6	16.5	18.35	0.306	5.24×10 <sup>-7</sup>
					18.5	18.5	18.5	20.6	16.5			
					18.5	16.5	20.6	16.5	14.4			
4	5	0.25	7.96	1858	41.1	41.1	22.6	65.8	24.7	22.98	0.383	5.68×10 <sup>-7</sup>
					24.7	18.5	24.7	20.6	24.7			
					24.7	22.6	20.6	30.9	47.3			
5	5	0.50	8.21	2108	14.4	63.8	16.5	22.6	22.6	21.38	0.356	4.66×10 <sup>-7</sup>
					22.6	20.6	18.5	24.7	20.6			
					26.7	24.7	69.9	26.7	30.9			
6	5	0.75	8.46	2358	47.3	49.4	49.4	47.3	47.3	47.83	0.797	9.31×10 <sup>-7</sup>
					47.3	47.3	47.3	43.2	47.3			
7	5	1.00	8.71	2608	162.5	39.1	47.3	49.4	49.4	53.08	0.885	9.34×10 <sup>-7</sup>
					45.3	49.4	49.4	47.3	53.5			
					51.4	51.4	55.6	53.5	61.7			
8	5	0.75	8.46	2358	63.8	57.6	57.6	61.7	57.6	55.56	0.926	1.08×10 <sup>-6</sup>
					59.7	59.7	57.6	53.5	53.5			
					53.5	55.6	57.6	55.6	57.6			
12	5	0.50	8.21	2108	51.4	47.3	51.4	55.6	53.5	53.28	0.888	1.16×10 <sup>-6</sup>
					53.5	53.5	51.4	51.4	53.5			
					53.5	53.5						
13	5	0.25	7.96	1858	67.9	26.7	51.4	45.3	45.3	44.08	0.735	1.09×10 <sup>-6</sup>
					43.2	43.2	43.2	45.3	45.3			
					45.3	41.1	43.2	43.2	45.3			
14	5	0.00	7.71	1608	26.7	26.8	28.8	32.9	28.8	30.86	0.514	8.81×10 <sup>-7</sup>
					30.9	32.9	24.7	30.9	28.8			
					24.7	24.7	26.7	39.1	24.7			
				○								

P-Q グラフによる透水係数の算定

全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
2000	0.533 / 0.833	3.3	250	734×10 <sup>-7</sup> / 1.15×10 <sup>-6</sup>



$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log_e \left[ \frac{L}{r} \right]$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 低圧ルジオン水理試験データシート

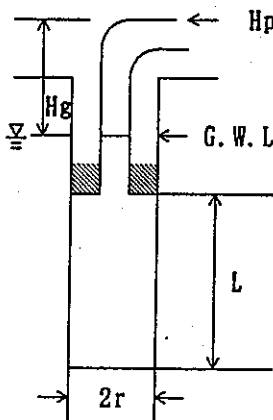
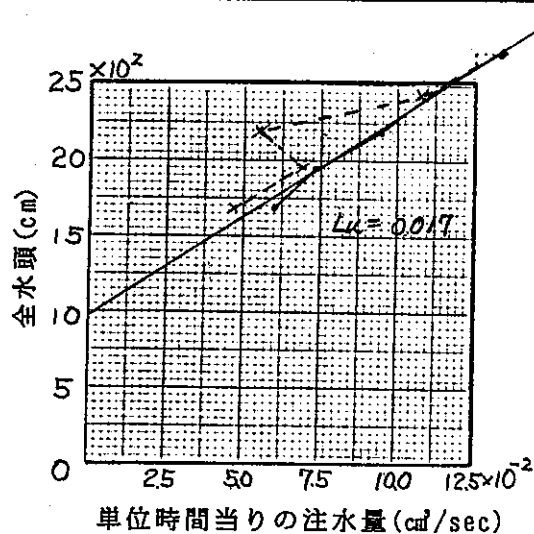
No. 12

地区名	河合殿洞	孔番	SN-6	試験月日	H5.2.26
測定深度	82m~84.5m	区間長	2.50 m	孔径	φ66 mm
地下水位	GL+1.0 m	計器高	1.80 m	ハッカーの種類	シンプル
間隙水圧	GL-14.0 m	圧力計深度	80.2 m	装置の地上高	2.88 m

771# No	使用 タツ	計器 水圧 1 (kg/cm <sup>2</sup> )	計器 水圧 2 (kg/cm <sup>2</sup> )	全水頭 (cm)	毎分当たりの注水量 cm <sup>3</sup> /min					平均 注水量 (cm <sup>3</sup> /min)	毎秒 注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	透水係数 K (cm/sec)
10	5	(大気圧) 0.00	8.31	1.688	-45.3	41.1	-26.7	10.3	-57.6	3.72	0.062	1.01 × 10 <sup>-7</sup>
-1					92.6	41.1	4.1	6.2	0.0			
					2.1	6.2	4.1	2.1	4.1			
					4.1	2.1	4.1	6.2	2.1			
-4	5	0.26	8.57	1.948	4.1	4.1	6.2	4.1	4.1	4.47	0.074	1.05 ×
					6.2	4.1	6.2	0.0	8.2			
					6.2	-4.1	6.2	6.2	6.2			
-5	5	0.51	8.82	2.198	8.2	0.0	6.2	2.1	6.2	5.76	0.096	1.20
					4.1	8.2	4.1	6.2	6.2			
					6.2	6.2	8.2	4.1	4.1			
-6	5	0.75	9.06	2.438	8.2	8.2	4.1	8.2	8.2	6.72	0.112	1.27
					6.2	8.2	2.1	8.2	6.2			
					10.3	8.2	8.2	6.2	8.2			
-7	5	1.00	9.31	2.688	8.2	6.2	8.2	8.2	8.2	7.62	0.127	1.30
					8.2	8.2	8.2	4.1	8.2			
					12.3	6.2	0.0	10.3	4.1			
-9	5	0.75	9.05	2.438	6.2	6.2	8.2	8.2	0.0	6.58	0.110	1.24
					6.2	12.3	10.3	2.1	2.1			
					12.3	-4.1	6.2	-4.1	-8.2			
-10	5	0.50	8.82	2.188	-2.1	-6.2	2.1	4.1	2.1	3.32	0.055	0.69
					6.2	2.1	2.1	2.1	8.2			
					-20.6	-22.6	-10.3	6.2	4.1			
-11	5	0.25	8.56	1.938	4.1	8.2	2.1	4.1	26.1	4.12	0.069	0.98
					4.1	4.1	2.1	6.2	4.1			
					2.1	0.0	4.1	2.1	4.1			
-12	5	(大気圧) 0.00	8.30	1.688	4.1	0.0	4.1	2.1	6.2	2.88	0.048	0.78 × 10 <sup>-7</sup>
					0.0	2.1	4.1	2.1	4.1			
				0								

P-Q グラフによる透水係数の算定

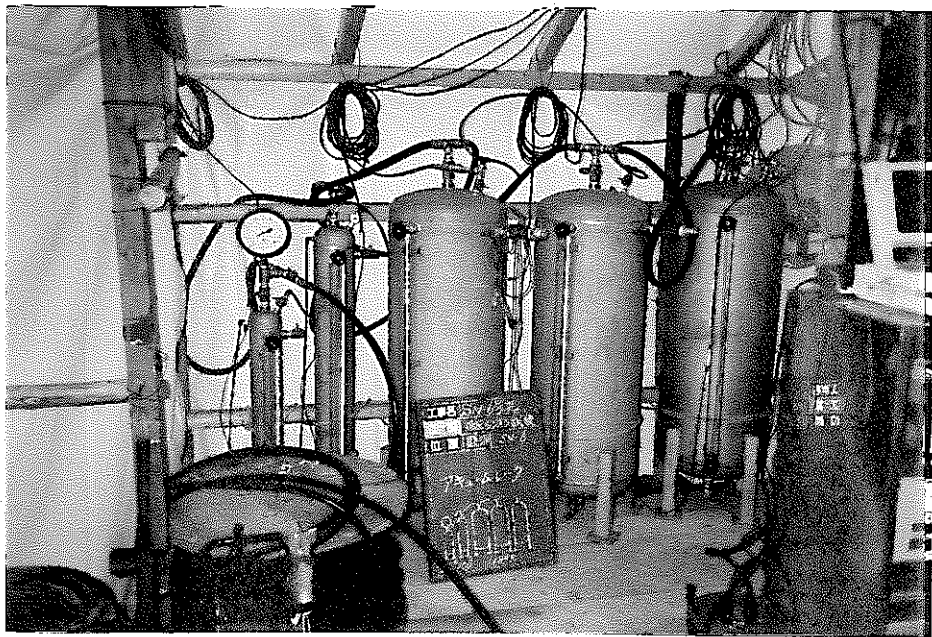
全水頭 (cm)	平均注水量 (cm <sup>3</sup> /sec)	試験孔の半径 (cm)	区間長 (cm)	平均透水係数 (cm/sec)
2,000	0.078	3.3	250	1.07 × 10 <sup>-7</sup>



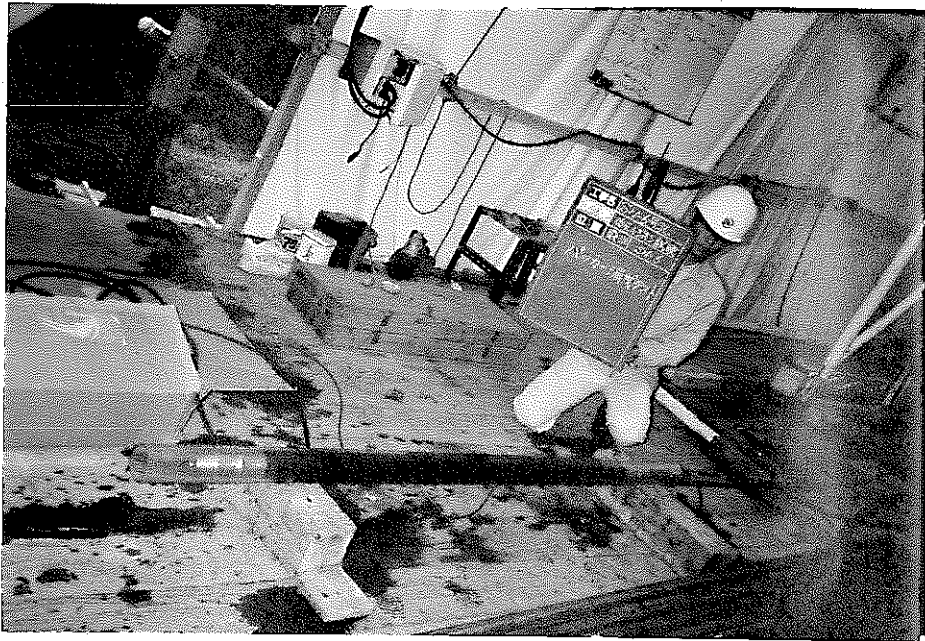
$$K = \frac{q}{2\pi L H} \log \left( \frac{L}{r} \right)$$

- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg+Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

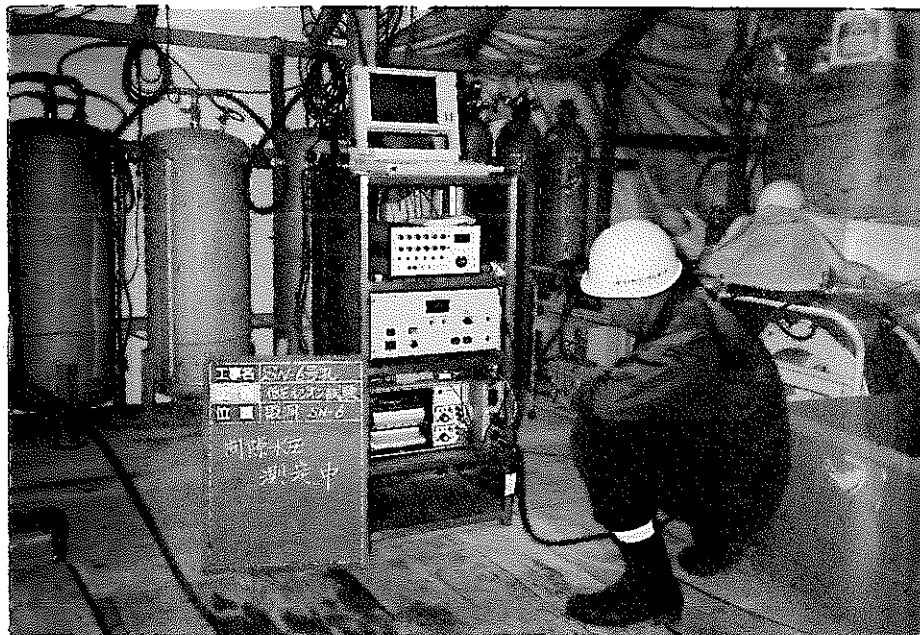
現 場 記 録 写 真



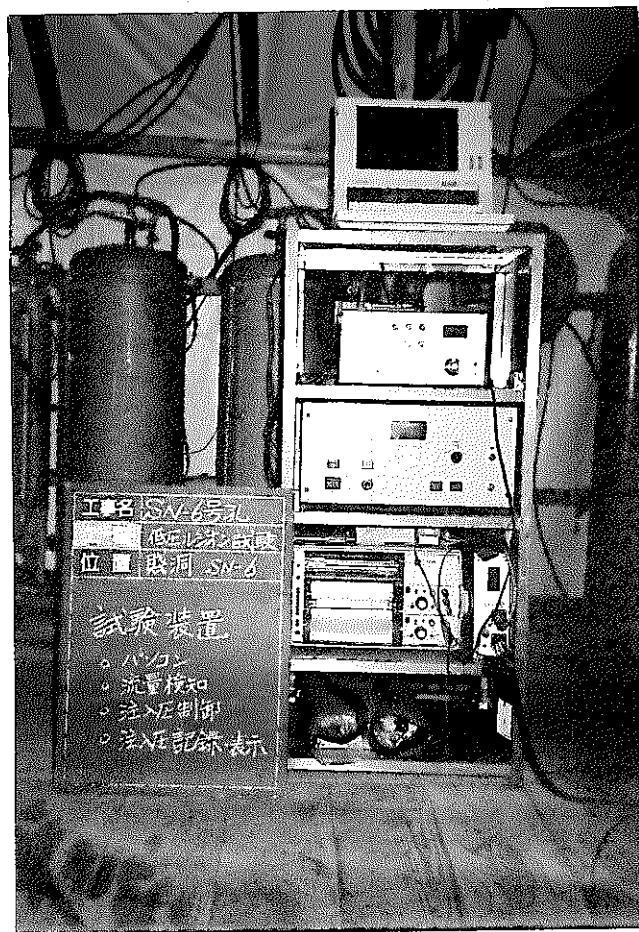
精密ルジオン装置・アキュームレータ



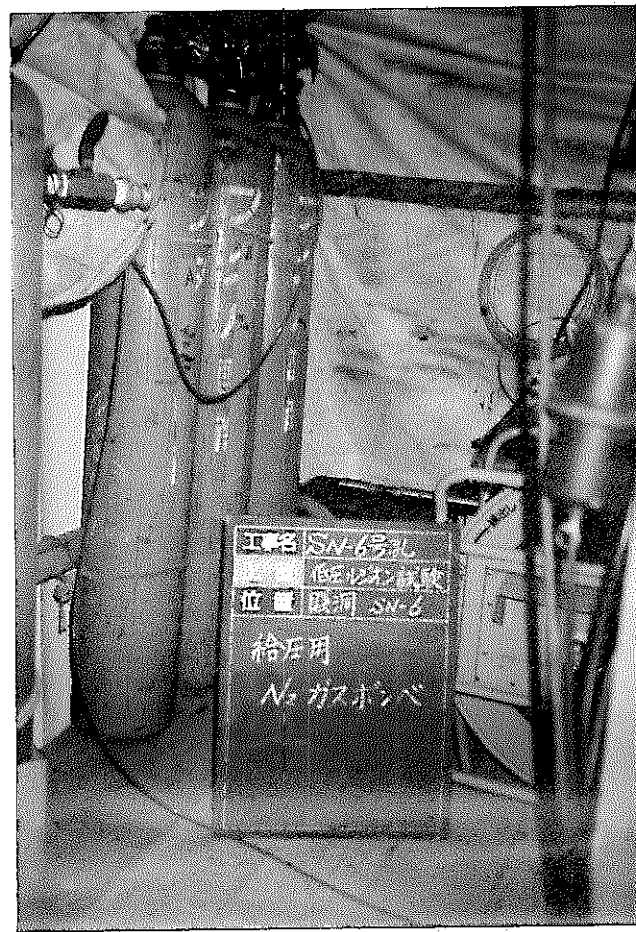
アクリルパイプを用いてパッカーの  
漏洩テスト



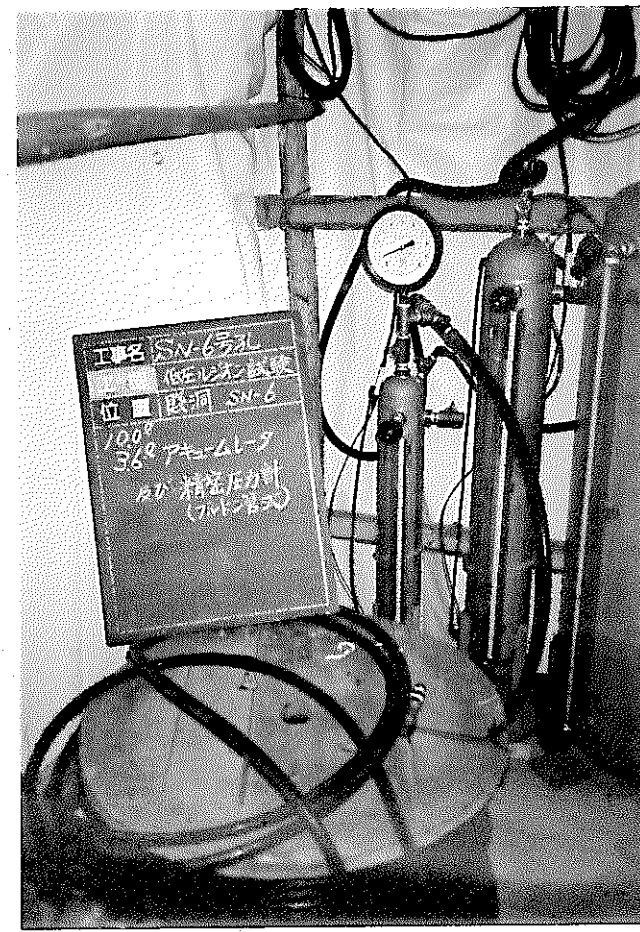
間隙水圧測定中



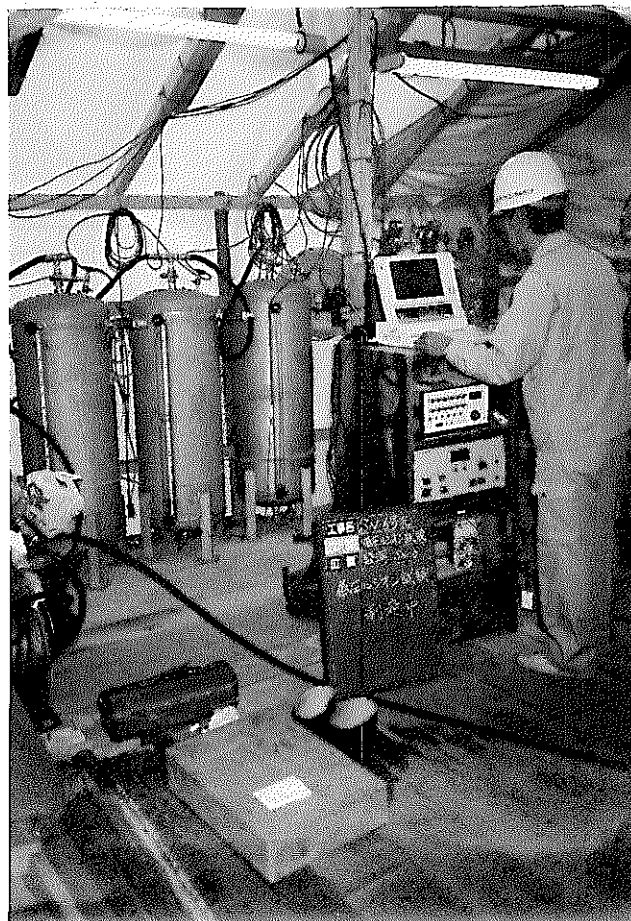
精密レジオン装置・機材一式



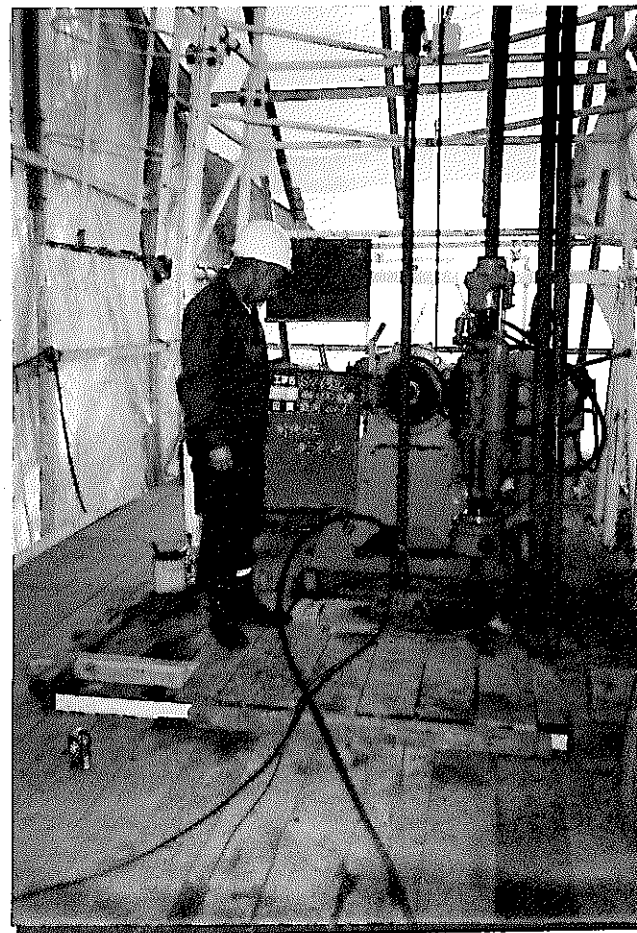
N (窒素) ガスポンプ



3.6 および10.0l アキュムレータ



精密ルジオン試験中



孔内装置セット完了