

低圧ルジオン水理試験による水理学的データの取得

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1995年10月

株式会社 ダイヤコンサルタント

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)
7995

~~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。ついては、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。~~

~~〒509-51 岐阜県土岐市泉町定林寺字園戸959-31
動力炉・核燃料開発事業団
東濃地科学センター 技術開発課~~

公開資料

PNC TJ7308 95-005

1995年10月

低圧ルジオン水理試験による水理学的データの取得

橋井智毅*

要 旨

東濃鉾山坑内で掘削されたKNA-6号孔では、地下水採水およびモニタリングのためのマルチパッカーシステムの設置が予定されている。このマルチパッカーシステム設置地点の岩盤の水理学的情報を得る目的で、低圧ルジオン水理試験を行った。本業務では試験に使用した低圧ルジオン水理試験装置の点検整備・修理を行った後、月吉断層（逆断層）下盤側の土岐夾炭累層内で3地点、不整合面下位の土岐花崗岩内で1地点の計4地点でルジオン試験を実施した。

試験結果から、土岐夾炭累層上部の2地点では $1 \times 10^{-6} \sim 10^{-5}$ cm/secの値が、土岐夾炭累層下部および土岐花崗岩内の2地点では 1×10^{-4} cm/secの値が得られた。

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：07C0298

事業団担当部課室および担当者：地層科学研究開発室 湯佐泰久

*株式会社ダイヤコンサルタント名古屋支店

OCTOBER, 1995

The acquisition of hydrological data with low pressure hydrological test
(KNA-6 bore, 0-100m depth)

Tomoki Hashii *

ABSTRACT

KNA-6 bore is borehole which was able to leave digging in the Tono mine pit. Collection of basement water extends to this bore, and the establishment of Multipacker system is planned for monitoring. We need to come to get Hydrologic information of rock board of depth establishing a system to establish this.

I carried out low pressure Lugeon hydrological test liquid flow of nature examination as the means.

We enforced the examination in 4 points in Toki Lignite-bearing Formation of lower board of Tsukiyoshi fault (reverse fault) side and Toki Granite of the low rank.

In a result of examination, permeability coefficient is $1 \times 10^{-6} \sim 10^{-5}$ cm/sec in 2 spots of upper part of Toki Lignite-bearing Formation, and it is 1×10^{-4} cm/sec in 1 spot of lower part of Toki Lignite-bearing Formation, and permeability coefficient is 1×10^{-4} cm/sec in the Toki Granite.

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

PNC Liaison : Tono Geoscience Center Geological Environment Research Section

* Dia Consultants Co., Ltd. Nagoya Office

目 次

1. はじめに	.....	1
2. 作業概要	.....	1
3. 調査内容	.....	3
4. 調査結果	.....	7
5. 試験の状況および試験値の決定	.....	8
6. まとめ	.....	11
巻末資料		
○透水試験記録	.....	4葉
○現場作業写真	.....	3葉

図 目 次

図-1. 調査地位置図	.....	2
図-2. 低圧微流量ルジオン水理試験装置	.....	4
図-3. KNA-6号孔の地質とルジオン試験区間	.....	5

表 目 次

表-1. 試験結果一覧表	9
--------------	-------	---

1. はじめに

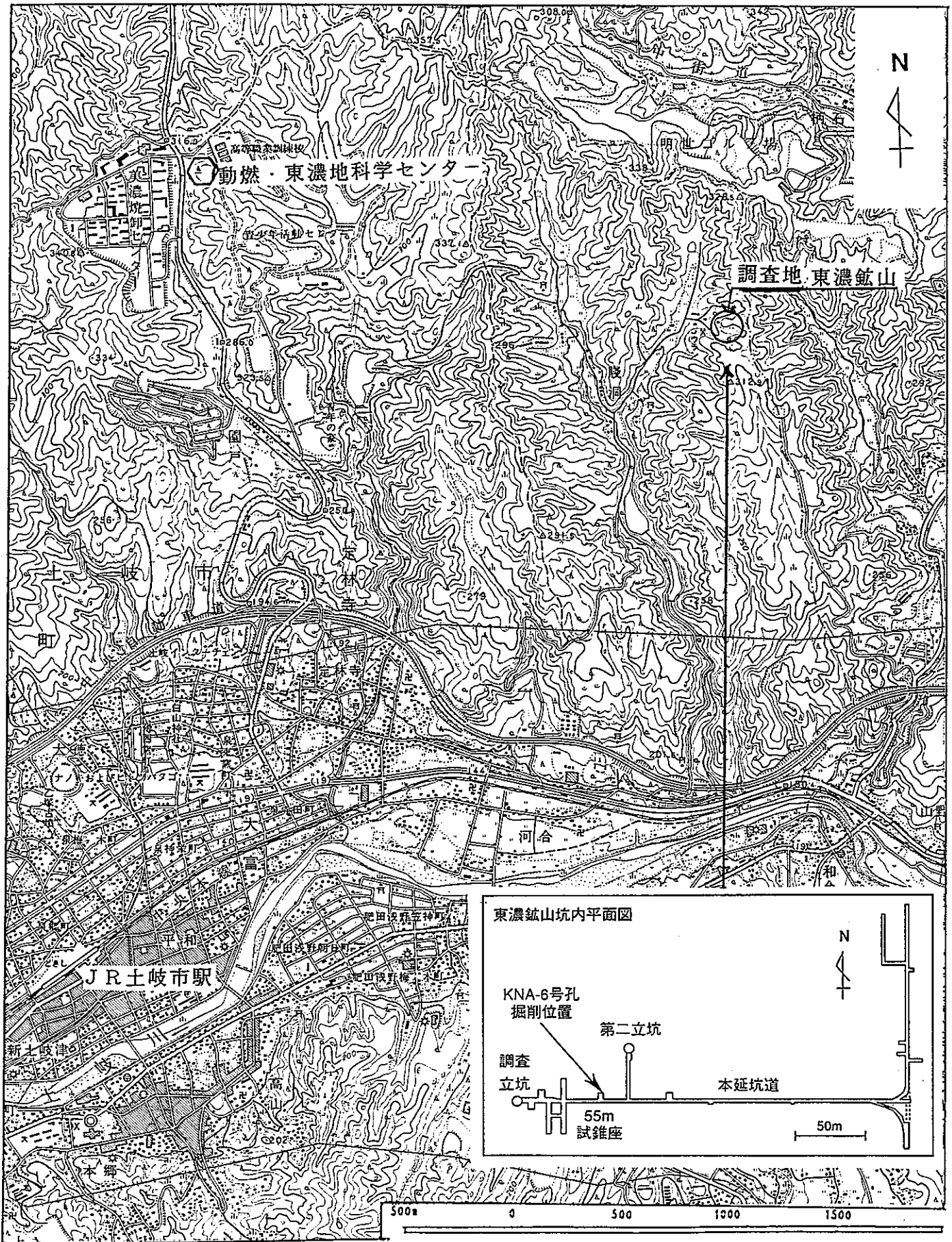
本報告書は動力炉・核燃料開発事業団東濃地科学センターの発注により、株式会社ダイヤコンサルタントが実施した『低圧ルジオン水理試験による水理学的データの取得』の結果をまとめたものである。

業務の実施にあたり、センターの地層科学研究開発室並びに東濃鉾山の担当各位には種々の御指導・御助言をいただき、無事業務の完了を見ることができた。

2. 作業概要

業務の概要を以下に示す。

- 1) 件名：低圧ルジオン水理試験による水理学的データの取得
- 2) 場所：東濃鉾山坑内・KNA-6号孔
- 3) 工期：自・平成7年6月12日～至・平成7年10月31日
- 4) 目的：東濃鉾山坑内で掘削されたKNA-6号孔では、地下水採水およびモニタリングのためのマルチパッカーシステムの設置が予定されており、このマルチパッカーシステム設置地点の岩盤の水理学的情報を得るために、低圧ルジオン水理試験を行った。
- 5) 数量：低圧ルジオン水理試験 4地点（2期間）
- 6) 計画：動力炉・核燃料開発事業団東濃地科学センター
地層科学研究開発室
- 7) 測定：株式会社ダイヤコンサルタント
橋井智毅
川添健司 他4名



(1 : 25,000)

図 - 1 調査地位置図

3. 調査内容

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 KNA-6号孔において4つの深度区間、すなわち月吉断層下盤側の土岐夾炭累層中の未鉱化堆積岩およびウラン鉱体部で3地点、不整合を挟んだ下位の花崗岩で1地点の計4地点にて低圧ルジオン水理試験を実施した。

試験区間の決定は、ボーリング掘削時およびボーリングコアの状況、ボアホールテレビによる孔壁の状態等を考慮して事業団で行われた。

試験区間は

- ①GL-32.10～-33.07m : 土岐夾炭累層（上下に砂岩・泥岩が分布）
 - ②GL-34.50～-36.92m : " （中間部に割目を伴う砂岩・泥岩を挟む）
 - ③GL-43.50～-45.92m : " （基底礫岩層）
 - ④GL-43.50～-45.92m : 土岐花崗岩
- 以上の4区間が選定された。

3-1. 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。

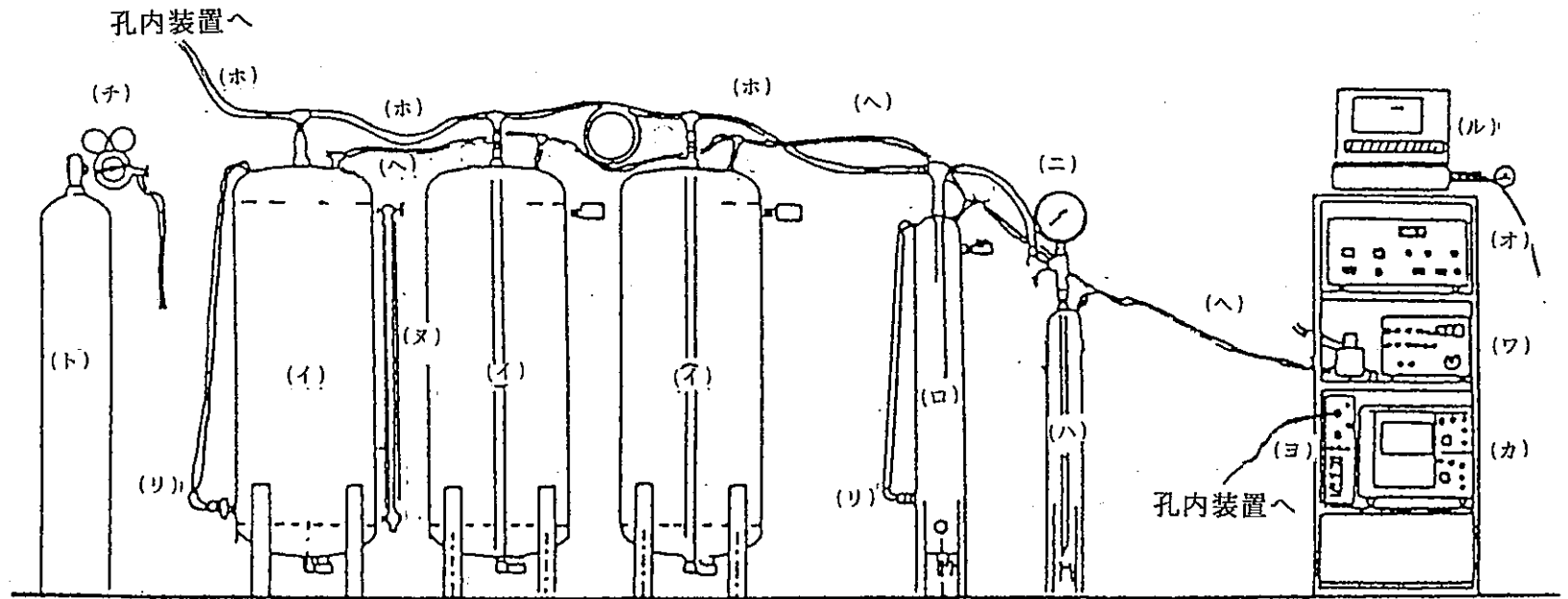
3-2. 低圧ルジオン水理試験機器

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。



- | | | | |
|-----|----------------------------|-----|--------------|
| (イ) | アキュムレータ (大) | (チ) | ガス圧調整器 |
| (ロ) | アキュムレータ (中) | (リ) | 差圧センサー (水位計) |
| (ハ) | アキュムレータ (小) | (ヌ) | 目視水位計 |
| (ニ) | ブルドン管式精密圧力計 | (ル) | PCラップトップ型 |
| (ホ) | 送水ホース | (オ) | 注入圧制御装置 |
| (ヘ) | エア (N ₂ ガス) ホース | (ワ) | 水位表示装置 |
| (ト) | チソソガスボンベ | (カ) | 2ペンレコーダ |
| | | (ヨ) | 孔内圧力指示計 |

図 - 2 低圧微流量ルジオン水理試験装置

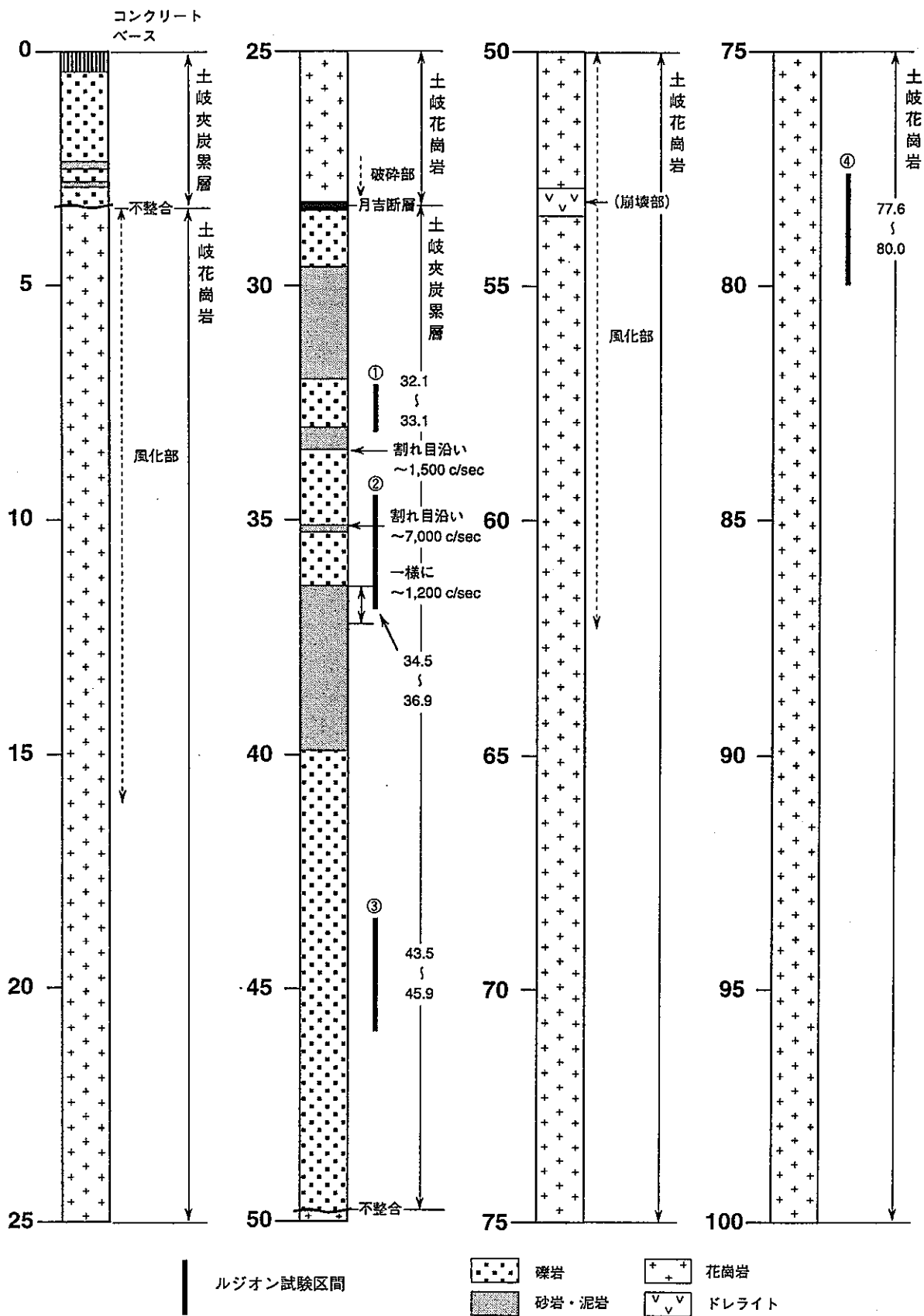


図-3 KNA-6号孔の地質とルジオン試験区間

3-3. 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 ボアホールテレビで孔内孔壁を観察

↓

③ ①および②の観察結果から試験区間を決定

↓

④ 試験区間長に合せダブルパッカーを挿入・セット、間隙水圧測定

↓

⑤ 低圧ルジオン水理試験

以上の作業を順次行う。

4. 調査結果

今回の試験では第一次（H7.7.6）として、40m程掘削した後1回目の32.10～33.07m区間を実施した。第二次（H7.9.14～9.20）としては、100m掘削した後に孔内状況の悪化等もあって、2回目の77.60～80.02m区間は、保孔のためのケーシングを通して実施し、3回目の43.50～45.92mと4回目の34.50～36.92m区間は保孔のためのケーシングを抜管した後に、続けて実施した。

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) 試験区間以深まで掘削の後、ダブルパッカーを挿入・セットした。パッカーを効かせる前に注水ホースおよび試験装置内の空気を除去するために、大量の水を加圧して注水し、孔口からのリターン水に気泡が混じらなくなったのを確認した上でパッカーを効かせた。
- 2) 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。ただし透水係数が小さくて間隙水圧の値が安定するのに長時間を要するときには、試験区間に加圧もしくは減圧を試みて、その設定圧から上がるか下がるかを確認し、微量調整のうえで最短時間で安定値が得られる様工夫した。
- 3) 試験時の注入圧力段階は、原則として、大気開放（0.00kgf/cm²）～0.25kgf/cm²～0.50kgf/cm²～0.75kgf/cm²～1.00kgf/cm²～0.75kgf/cm²～0.50kgf/cm²～0.25kgf/cm²～大気開放の9ステップとした。
- 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。
- 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、圧力は安定しない。また、この空気溜まり（気泡）は非常に抜けにくくなる。したがって、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。試験は上記のように、送水ラインから空気を完全に除去した状態で行った。
- 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_g + H_p

5. 試験の状況および試験値の決定

試験中の孔内状況および試験結果で得られた値の、解釈およびその採用について、以下に示す。

1) 32.10～33.07m 区間

圧力解放の自然状態で2.33kgf/cm²の間隙水圧が発生しており、ボーリング孔の孔口から若干の湧水も認められている。ただし、孔口の状態が悪く湧水量は測定されていない。ちなみに、本孔は下向き45度の傾斜で掘削されており、孔口からの試験区間センターまでの高低差は23.1m程度である。

この試験区間は巻末の透水試験記録から、全水頭0.00kgf/cm²では10分間の注入量は0.00cc/min, 0.25kgf/cm²では4.13cc/min, 0.50kgf/cm²では8.55cc/min, 0.75kgf/cm²では11.1cc/minと注入圧の増加に比例して注入圧が増加しているが、1.00kgf/cm²では9.25cc/minと注入圧が増加したのに少ない注入量を示す。これが目詰りであるのか他の原因によるものかは不明である。

換算ルジオン値の算定には0.00kgf/cm²～0.75kgf/cm²の値が良く直線に乗って来ているので、この傾きを採用した。

$$L u = 0.14 \ell / \text{min/m}/10 \text{ kgf/cm}^2$$

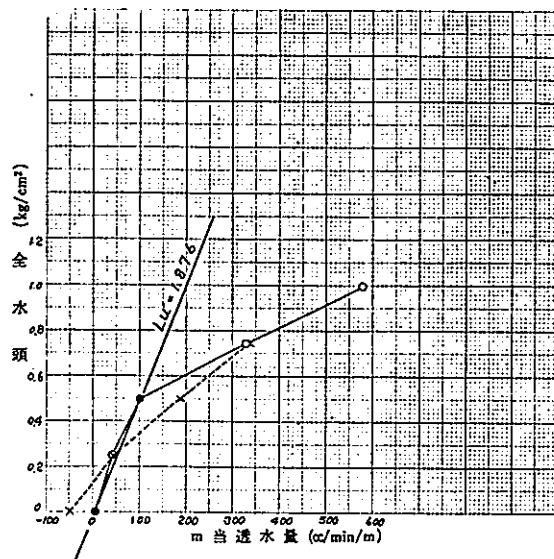
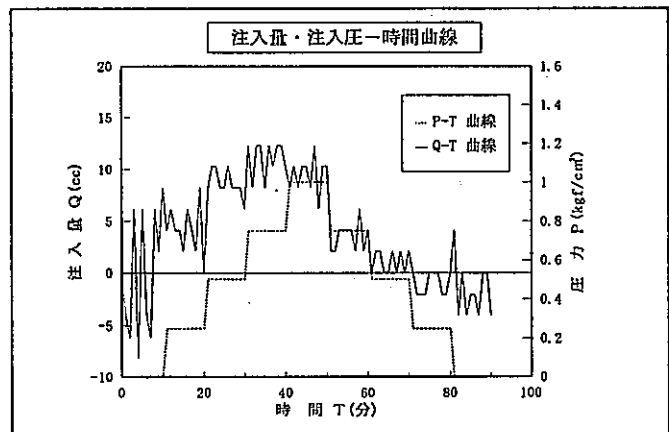
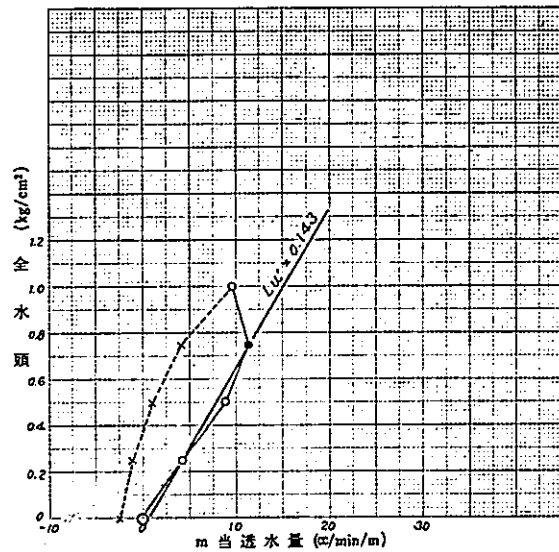
$$K = 1.14 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$$

2) 34.50～36.92m 区間

間隙水圧は8.90kgf/cm²を示す。

上記1)の試験区間とは同じ土岐夾炭層内の礫岩層ではあるが、完全に異なる水脈(水系)のものと考えられる。

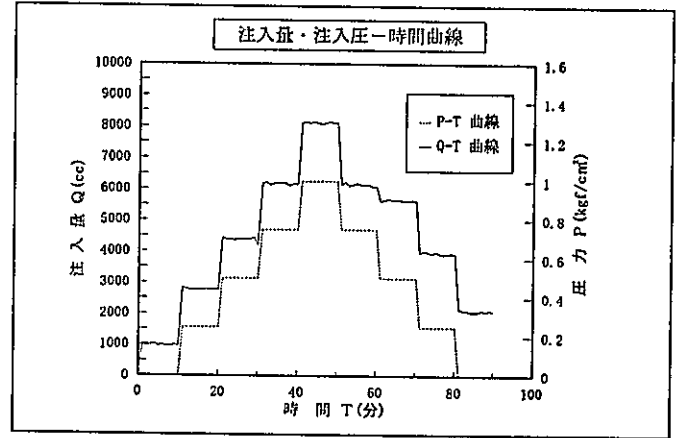
注入量は、自然水頭では逆流(湧水)してくるが、0.25kgf/cm²では103cc/mm, 0.50kgf/cm²では251cc/mmと非常に多くなる。更に0.75kgf/cm²では800cc/mmとなり、接線は折れ曲がる。これは地山の破壊を意味するものと考えられるので、原点および0.25, 0.50kgf/cm²の



点を通る線による傾きを採用した。

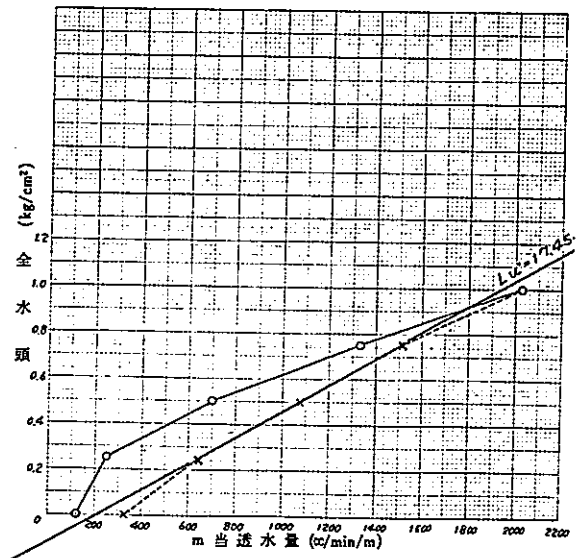
$$L u' = 1.88 \ell / \text{min}/\text{m}/10 \text{ kgf}/\text{cm}^2$$

$$K' = 1.94 \times 10^{-5} \text{ cm}/\text{sec}$$



3) 43.50~45.92m 区間

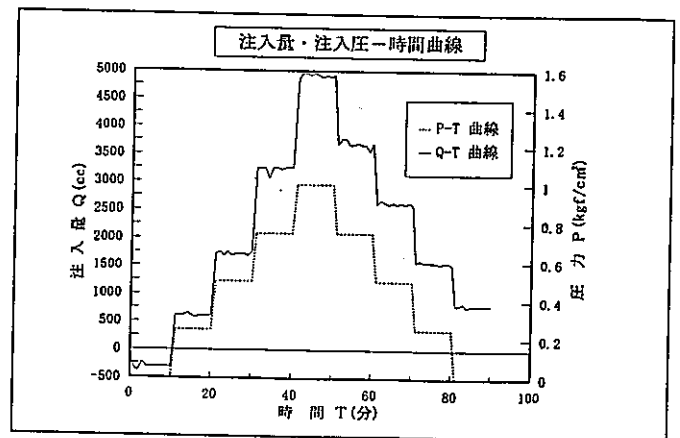
間隙水圧は $6.03 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ を示す。注入量は、自然水頭では逆流（湧水）してくるが、加圧段階の $0.25 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ では $610 \text{ cc}/\text{min}$ 、 $0.50 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ では $1,720 \text{ cc}/\text{min}$ 、 $0.75 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ では $3,240 \text{ cc}/\text{min}$ 、 $1.00 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ では $4,920 \text{ cc}/\text{min}$ と非常に多くなり、かつ注入量曲線は序々に寝てくる。これに比べて、減圧段階の曲線は 0.75 、 0.50 、 $0.25 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ の値が一定の傾きの直線に乗ることから、これを採用した。



この値は顕著な亀裂を含む区間であった可能性がある。すなわち、 $0.25 \sim 0.50 \text{ kgf}/\text{cm}^2$ の圧力で注入中に、既存の亀裂が開いたか、もしくは亀裂内の挟雑物が洗い流されたかして、注入量が急増したものと思われ、この低い圧力での注入量の変化は、元からこの区間に顕著な亀裂があったためと考えられる。

$$L u' = 17.5 \ell / \text{min}/\text{m}/10 \text{ kgf}/\text{cm}^2$$

$$K' = 1.81 \times 10^{-4} \text{ cm}/\text{sec}$$



4) 77.60~ 80.02m 区間

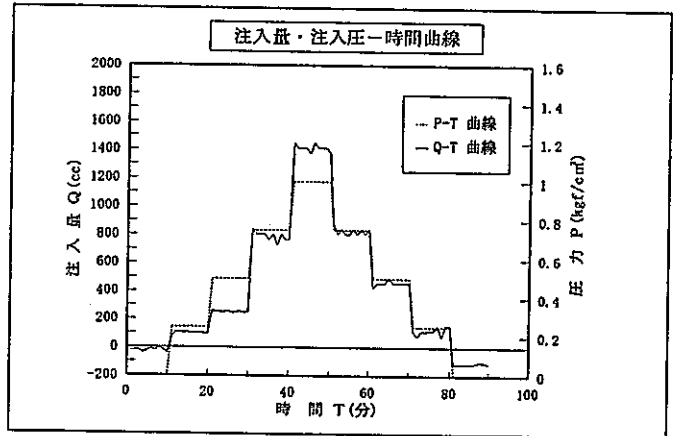
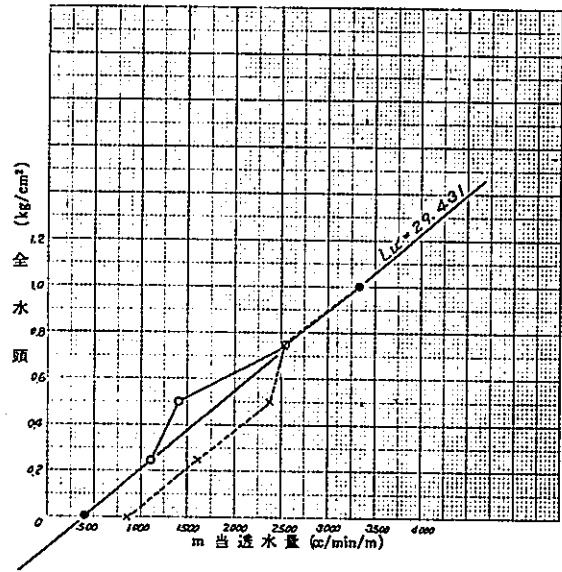
間隙水圧は8.69kgf/cm²を示す。土岐花崗岩中の試験であり、明瞭な亀裂の存在が予想されるほど注入量が多い。

また、減圧段階の0.50kgf/cm²以下が加圧段階での注入量より多いという特徴を持つ。

加圧段階では0.50kgf/cm²の値を除いて、他の4圧力段階での値が全て一直線上に乗っており、この傾きを採用した。

$$L u' = 29.4 \text{ l / min/m / } 10 \text{ kgf/cm}^2$$

$$K' = 3.04 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$$



4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	1995. 7. 6	32.10~ 33.07m	23.3m	$1.14 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$
2	9.20	34.50~ 36.92m	89.0m	$1.94 \times 10^{-5} \text{ cm/sec}$
3	9.17	43.50~ 45.92m	60.3m	$1.81 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$
4	9.14	77.60~ 80.02m	86.9m	$3.04 \times 10^{-4} \text{ cm/sec}$

5. まとめ

本調査は、KNA-6号孔での地下水採水およびモニタリングのために、マルチパッカーシステムを設置するに際して、岩盤内の水理学的情報を得る為の一手法として実施されたものである。

試験結果から見ると、月吉断層下位の土岐夾炭累層中の砂岩・泥岩に挟まれた礫岩層は、極く微量の湧水が確認されているが、透水係数は、深度32.1~33.1m区間が $K = 1 \times 10^{-6} \text{cm/sec}$ 、34.5~36.9m区間が $K = 2 \times 10^{-5} \text{cm/sec}$ を示し、第三紀の固結した礫岩層としては、一般的な値の範囲に納まっているものと考えられる。

これに対し、同じ土岐夾炭累層中の深度40~50m間の礫岩層では、深度43.5~45.9m区間でかなりの湧水が認められており $K = 2 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ を示し、上記2区間に比べてかなり大きい値となっている。また、深度50m付近から出現する土岐花崗岩中では、同様に湧水が認められる深度77.6~80.0m区間で $K = 3 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ の値を示し、花崗岩盤中の値としては大きすぎると思われる。

この2区間については透水係数から見て、明瞭な亀裂が存在することも考えられる。

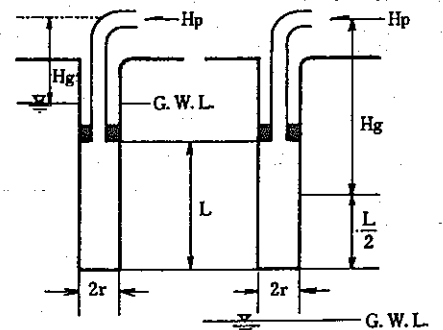
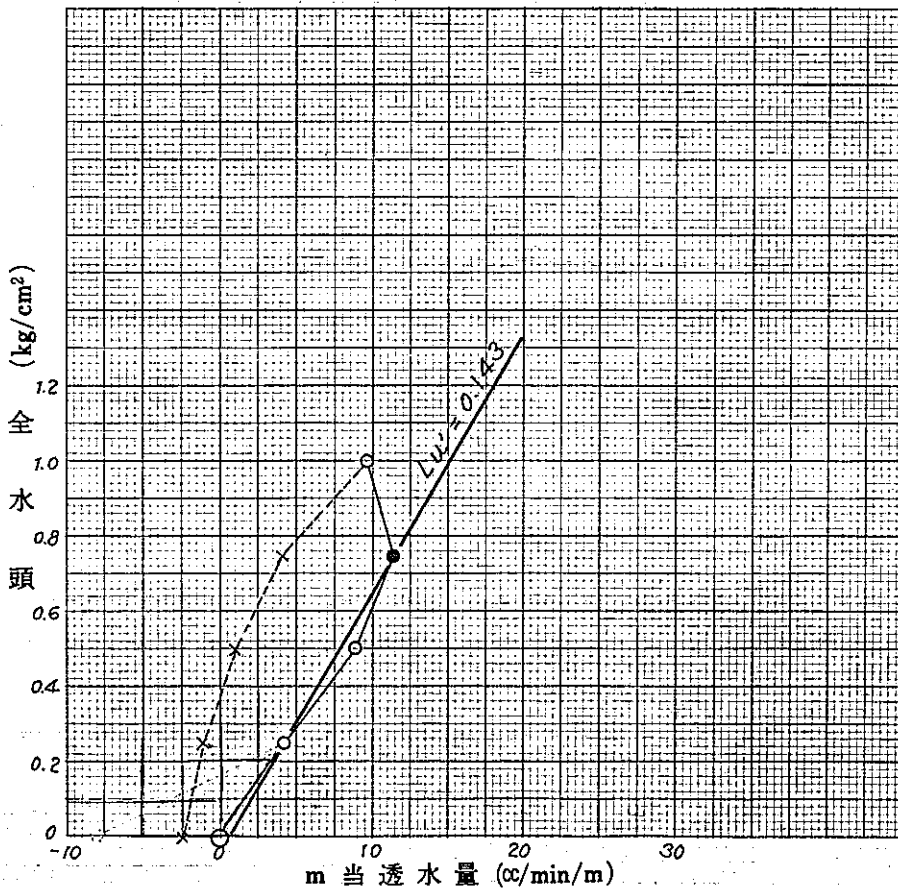
低圧ルジオン試験データ集

透 水 試 験 記 録

No. 1

地 区 名	兼濃鉦山立坑	孔 番	KNA-6号孔	試 験 月 日	H 7. 7. 6
測定深度	32.10 m ~ 33.07 m	区 間 長	0.97 m	孔 徑	φ 98 mm
間 隙 水 圧	2.33 kgf/cm ²	計 器 高	0.80 m	パッカーの種類	ダブルエアパッカー

計 器 水 圧 kg/cm ²	全水頭 kg/cm ²	毎分透水量 CC										平均透水量 cc/min	m当透水量 cc/min/m	ルジオン値 Lu	毎秒透水量 cm ³ /sec	透水係数 K (cm/sec)
		1		2		3		4		5						
		6	7	8	9	10	6	7	8	9	10					
	0.00	-4.1	-6.2	6.2	-8.2	6.2	-4.1	-6.2	6.2	2.1	8.2	- 8.10	- 8.35	—	- 0.135	—
	0.25	4.1	6.2	4.1	4.1	2.1	6.2	4.1	8.2	0.0	4.13	4.25	0.170	0.069	1.35 × 10 ⁻⁶	
	0.50	8.2	10.3	10.3	8.2	8.2	10.3	8.2	8.2	6.2	8.55	8.81	0.176	0.143	1.40 × 10 ⁻⁶	
	0.75	12.3	8.2	12.3	12.3	8.2	12.3	10.3	10.3		11.08	11.42	0.152	0.185	1.21 × 10 ⁻⁶	
	1.00	8.2	10.3	8.2	10.3	10.3	8.2	12.3	10.3		9.25	9.53	0.095	0.154	7.55 × 10 ⁻⁷	
	0.75	2.1	2.1	4.1	4.1	4.1	4.1	2.1	4.1		4.12	4.24	0.057	0.069	4.48 × 10 ⁻⁷	
	0.50	0.0	2.1	2.1	0.0	0.0	2.1	0.0	2.1		1.05	1.08	0.027	0.018	1.71 × 10 ⁻⁷	
	0.25	0.0	-2.1	-2.1	-2.1	0.0	0.0	0.0	-2.1	0.0	- 1.05	- 1.08	—	- 0.018	—	
	0.00	4.1	-4.1	0.0	-4.1	-2.1	-2.1	-4.1	-2.1		- 2.29	- 2.36	—	- 0.038	—	
													換算ルジオン値 Lu'		換算透水係数 K' (cm/sec)	
													0.143		1.14 × 10 ⁻⁶	



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

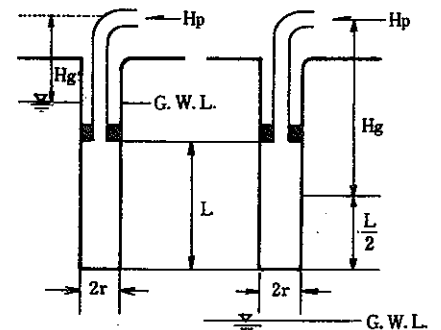
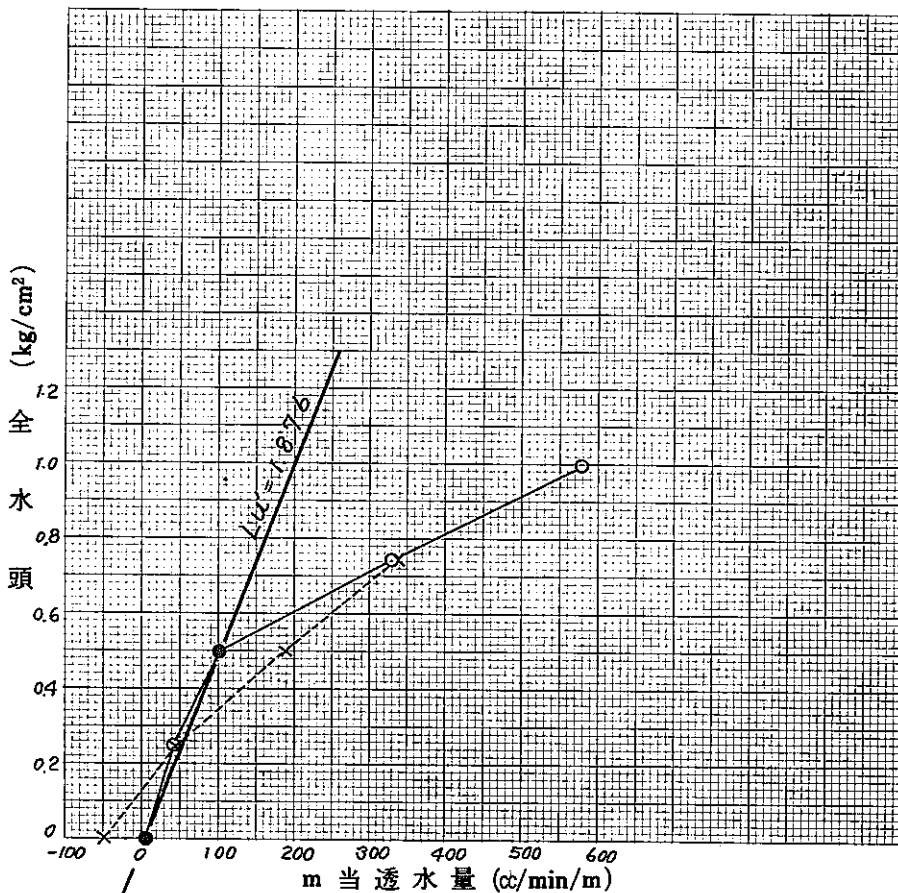
k : 透水係数 (cm/sec)
 q : 透水量 (cm³/sec)
 L : 試験部分の長さ (cm)
 r : 試験孔の半径 (cm)
 H : 全水頭 (cm) Hg + Hp
 Hg : 静水圧
 Hp : 加圧力

透 水 試 験 記 録

No. 2

地 区 名	東濃鉾山立坑	孔 番	KNA-6号孔	試 験 月 日	H 7. 9. 20
測定深度	34.50 m ~ 36.92 m	区 間 長	2.42 m	孔 徑	φ 98 mm
間隙水圧	8.90 kgf/cm ²	計 器 高	0.80 m	パッカーの種類	ダブルエアパッカー

計 器 水 圧 kg/cm ²	全水頭 kg/cm ²	毎分透水量 CC										平均透水量 cc/min	m当透水量 cc/min/m	ルジオン値 Lu	毎秒透水量 cm ³ /sec	透水係数 K (cm/sec)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
		6	7	8	9	10	6	7	8	9	10					
	0.00	-25	-20	-20	-41	-25	-12	-25	-4	-16	-41	24.00	9.92	—	0.400	—
	0.25	74	106	106	102	106	98	102	102	98	98	103.14	42.62	1.705	1.719	1.76 × 10 ⁻⁵
	0.50	258	254	250	250	254	245	250	254	245	250	251.00	103.72	2.074	4.183	2.15 × 10 ⁻⁵
	0.75	839	801	801	801	764	801	725	801	764	763	801.17	331.06	4.414	13.353	4.57 × 10 ⁻⁵
	1.00	1450	1412	1412	1412	1374	1450	1412	1412	1412	1374	1412.00	583.47	5.835	23.533	6.04 × 10 ⁻⁵
	0.75	878	821	840	801	801	840	801	840	801	839	820.38	339.00	4.520	13.673	4.68 × 10 ⁻⁵
	0.50	420	458	458	458	496	458	458	458	458	458	458.00	189.26	3.785	7.633	3.92 × 10 ⁻⁵
	0.25	114	76	114	114	115	114	153	76	153	153	114.29	47.23	1.889	1.905	1.95 × 10 ⁻⁵
	0.00	-115	-115	-119	-115	-115	-115	-106	-102	-106	-115	-115.67	-47.80	—	-1.928	—
														換算ルジオン値 Lu'		換算透水係数 K' (cm/sec)
														1.876		1.94 × 10 ⁻⁵



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

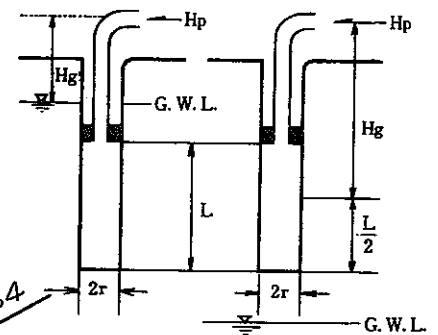
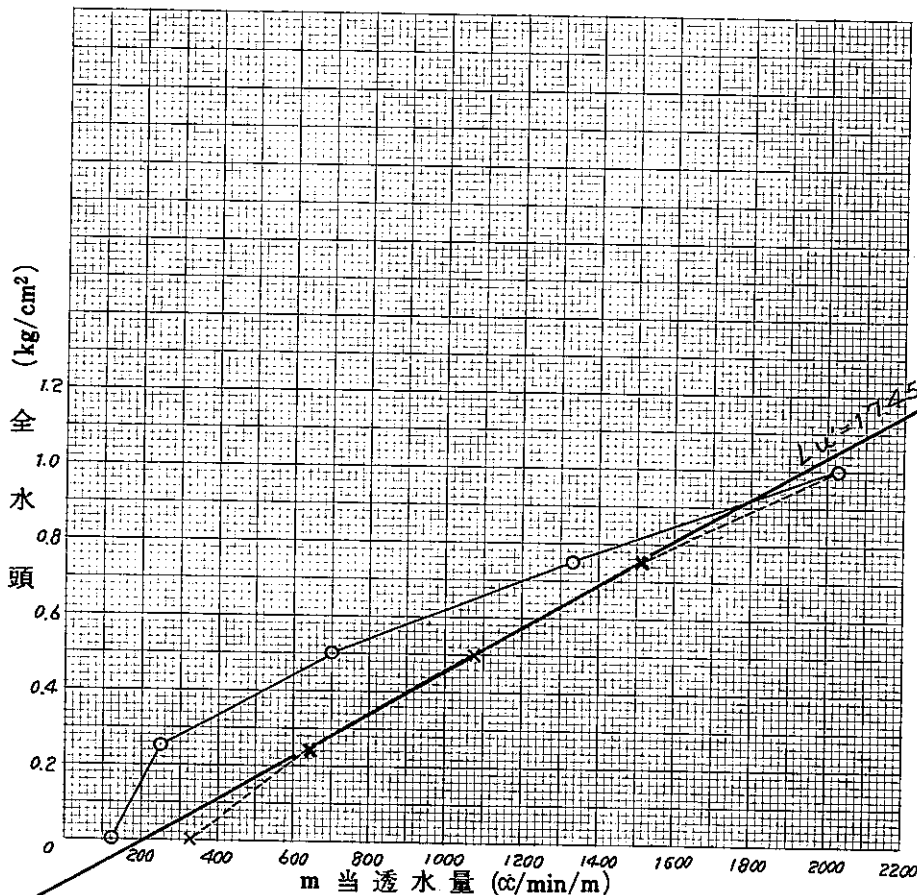
- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm³/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg + Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

透 水 試 験 記 録

No. 3

地区名	東濃鉾山立坑	孔 番	KNA-6号孔	試験月日	H7. 9. 17
測定深度	43.50 m ~ 45.92 m	区 間 長	2.42 m	孔 径	φ 98 mm
間隙水圧	6.03 kgf/cm ²	計 器 高	0.80 m	パッカーの種類	ダブルエアパッカー

計 器 圧 kg/cm ²	全水頭 kg/cm ²	毎分透水量 CC					平均透水量 cc/min	m当透水量 cc/min/m	ルジオン値 Lu	毎秒透水量 cm ³ /sec	透水係数 K (cm/sec)
		1 6	2 7	3 8	4 9	5 10					
	0.00	-344	-381	-229	-305	-305	305.14	126.09	—	5.086	—
	0.25	611	610	610	649	611	610.50	252.27	10.091	10.175	1.04 × 10 ⁻⁴
	0.50	1717	1755	1679	1755	1679	1717.00	709.50	14.190	28.617	1.47 × 10 ⁻⁴
	0.75	3243	3243	3243	3053	3243	3236.67	1337.47	17.833	53.944	1.84 × 10 ⁻⁴
	1.00	4846	4960	4960	4922	4960	4920.00	2033.06	20.331	82.000	2.10 × 10 ⁻⁴
	0.75	3664	3777	3777	3663	3663	3670.60	1516.78	20.224	61.177	2.09 × 10 ⁻⁴
	0.50	2595	2671	2633	2595	2633	2614.00	1080.17	21.603	43.567	2.23 × 10 ⁻⁴
	0.25	1565	1603	1564	1565	1564	1558.71	644.10	25.764	25.979	2.67 × 10 ⁻⁴
	0.00	801	801	801	801	801	801.00	330.99	—	13.350	—
									換算ルジオン値 Lu		換算透水係数 K (cm/sec)
									17.454		1.81 × 10 ⁻⁴



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

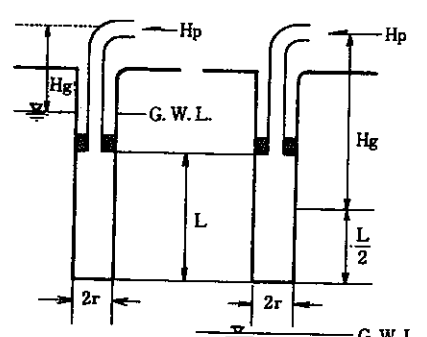
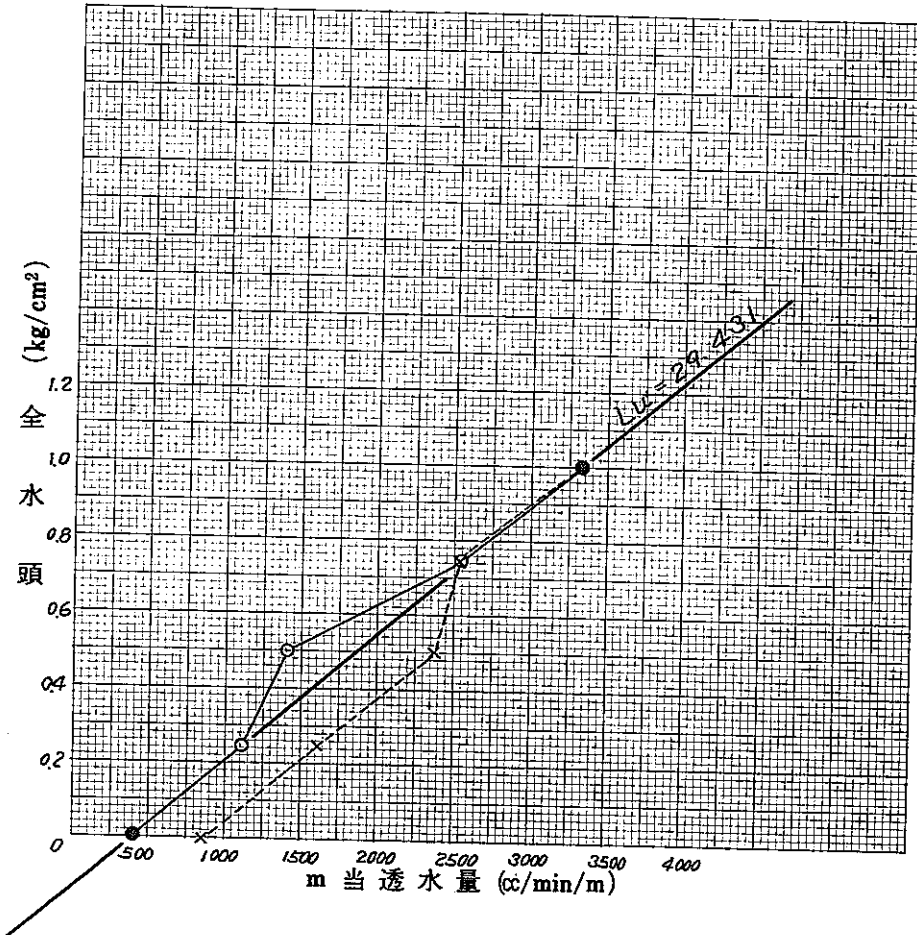
k : 透水係数 (cm/sec)
 q : 透水量 (cm³/sec)
 L : 試験部分の長さ (cm)
 r : 試験孔の半径 (cm)
 H : 全水頭 (cm) Hg + Hp
 Hg : 静水圧
 Hp : 加圧力

透 水 試 験 記 録

No. 4

地 区 名	東濃 鉾山立坑	孔 番	KNA-6号孔	試 験 月 日	H 7. 9. 14
測定深度	77.60m ~ 80.02m	区 間 長	2.42 m	孔 徑	φ 98 mm
間隙水圧	8.69 kgf/cm ²	計 器 高	0.80 m	パッカーの種類	ダブルエアパッカー

計 器 水 圧 kg/cm ²	全水頭 kg/cm ²	毎分透水量 CC					平均透水量 cc/min	m当透水量 cc/min/m	ルジオン値 Lu	毎秒透水量 cm ³ /sec	透水係数 K (cm/sec)
		1 6	2 7	3 8	4 9	5 10					
0.00	0.00	991	992	993	1030	954	966.67	399.45	—	16.111	—
		992	954	954	992	954					
0.25	0.25	2824	2785	2747	2747	2747	2753.50	1137.81	45.512	45.892	4.71 × 10 ⁻⁴
		2747	2786	2747	2785	2747					
0.50	0.50	4426	4388	4388	4350	4388	4382.57	1810.98	36.220	73.043	3.75 × 10 ⁻⁴
		4388	4388	4388	4426	4197					
0.75	0.75	6181	6220	6143	6181	6181	6181.14	2554.19	34.056	103.019	3.52 × 10 ⁻⁴
		6181	6181	6105	6181	6143					
1.00	1.00	8089	8127	8089	8127	8089	8089.00	3342.56	33.426	134.817	3.46 × 10 ⁻⁴
		8051	8089	8127	8089	8089					
0.75	0.75	6143	6219	6105	6143	6181	6143.00	2538.43	33.846	102.383	3.50 × 10 ⁻⁴
		6143	6143	6143	6067	6105					
0.50	0.50	5609	5647	5685	5647	5647	5635.60	2328.76	46.575	93.927	4.82 × 10 ⁻⁴
		5647	5609	5609	5647	5609					
0.25	0.25	3930	4007	3968	3930	3968	3930.00	1623.97	64.957	65.500	6.72 × 10 ⁻⁴
		3930	3892	3930	3930	3930					
0.00	0.00	2137	2099	2099	2061	2060	2077.67	858.54	—	34.628	—
		2061	2099	2061	2099	2060					
									換算ルジオン値 Lu'	換算透水係数 K' (cm/sec)	
									29.431		3.04 × 10 ⁻⁴



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

k : 透水係数 (cm/sec)
 q : 透水量 (cm³/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

- | | |
|---|--|
| ① 下部パッカー | ① pin $\phi 40.5 \times$ pin $\phi 41$ 特殊ネジ (pin $\phi 1/2$ インチつき) |
| ② pin $\phi 18 \times$ box $\phi 25.4$ レジューサー | ② 注入ホース保護管
(box $\phi 41$ 特殊ネジ \times box $\phi 40.5$ レジューサー) |
| ③ $\phi 25.4$ ストレータ (長さは調整) | ③ $\phi 40.5$ ロッド |
| ④ box $\phi 25.4 \times$ pin $\phi 18$ レジューサー | ④ パッカー用エアホース |
| ⑤ 上部パッカー | ⑤ 圧力センサーケーブル |
| ⑥ pin $\phi 18 \times$ box $\phi 40.5$ レジューサー | ⑥ 1/2 注入ホース |
| ⑦ 圧力センサー台座 | ⑦ 注入ホース継手 |
| ⑧ 圧力センサー | |

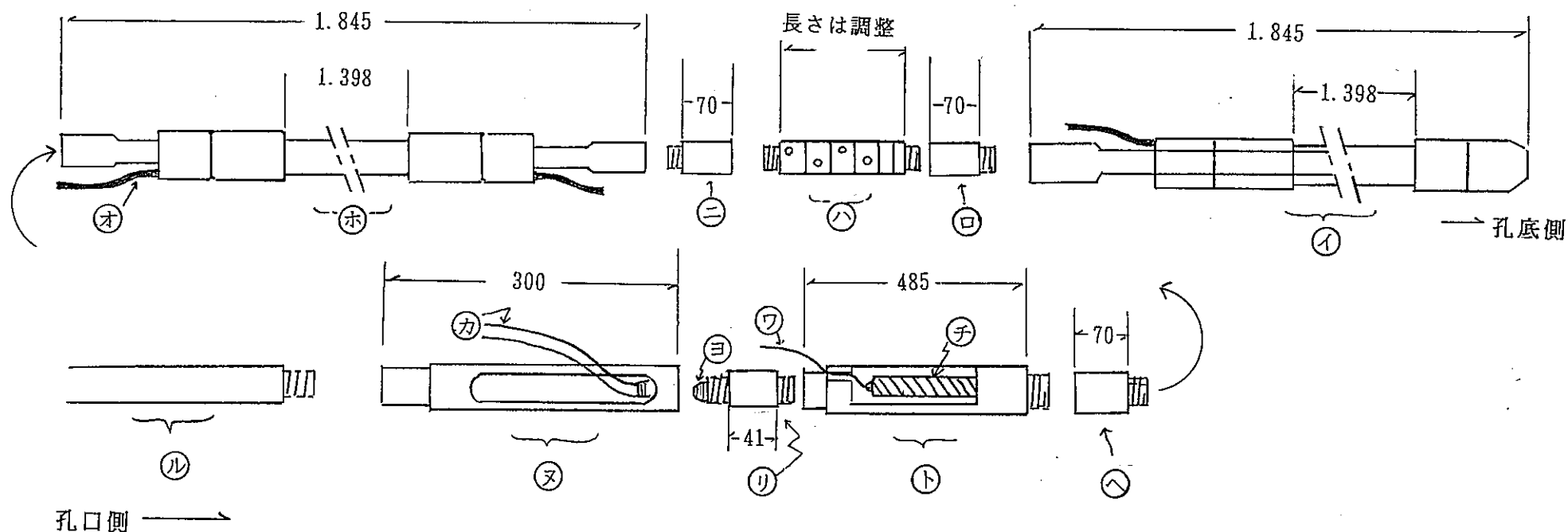
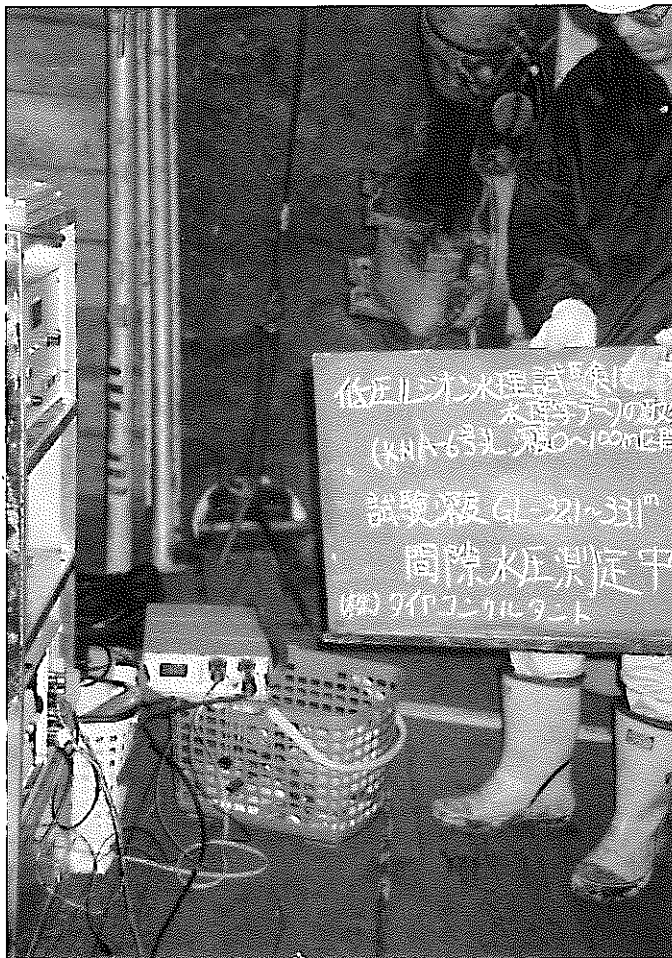


図. 低圧微流量ルジオン水理試験装置 (孔内装置)

現 場 記 録 写 真



パッカー挿入中



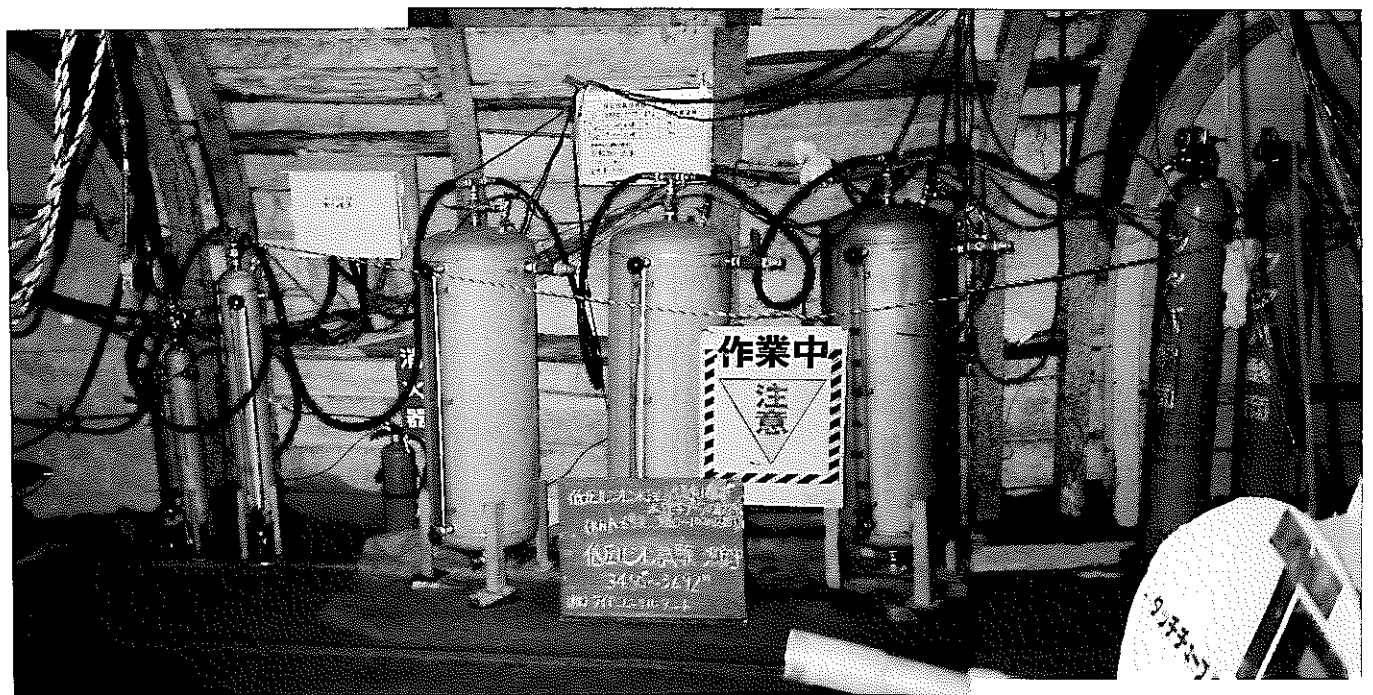
間隙水圧測定中



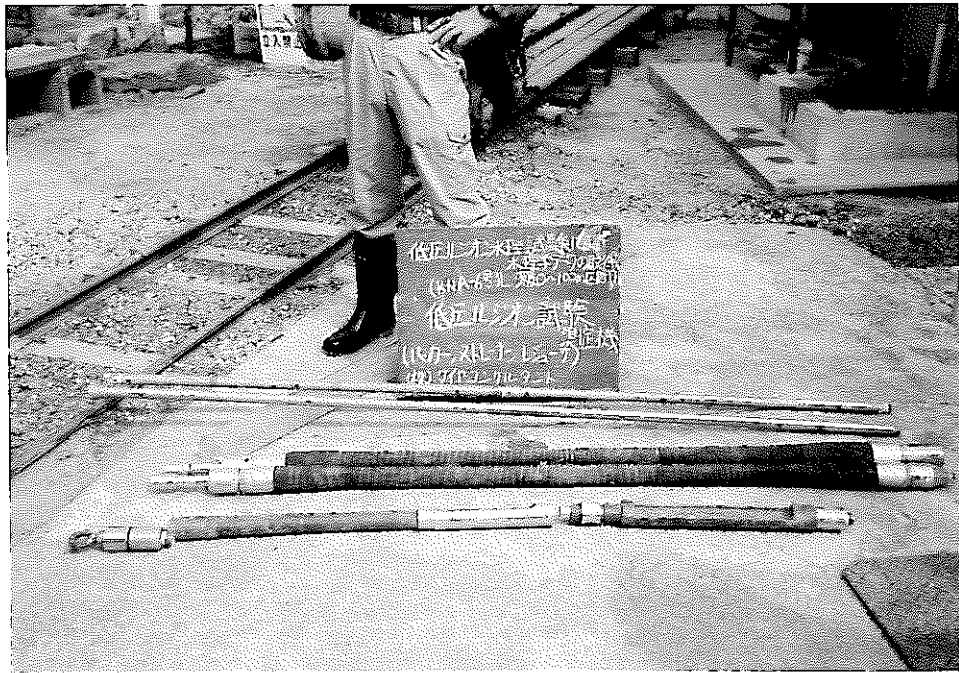
低圧ルジョン試験測定中



低圧ルジオン試験測定装置
 (パソコン、圧力制御装置、水位差計、パソコンローダ、デジタル指示計)



低圧ルジオン試験測定資材
 (アキュムレータ、窒素ガスボンベ)



低圧ルジオン試験測定資材
（ストレナー、ハッカー、レジューサー）



低圧ルジオン試験測定資材
（送水ホース、エアホース、圧力センサー）