

# HN-1号孔における低圧岩盤透水試験

## 調査報告書

平成元年6月

動力炉・核燃料開発事業団  
株式会社 ダイヤコンサルタント

本資料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ください。

〒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  
電話：029-282-1122（代表）  
ファックス：029-282-7980  
電子メール：jserv@jnc.go.jp

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) 2005

1989年6月

## HN-1号孔における低圧岩盤透水試験

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

北郷 鉄也<sup>\*</sup>, 成田 敦<sup>\*</sup>, 橋井 智毅

### 要 旨

東濃鉱山周辺の広域地下水流動機構調査の一環として、東濃鉱山周辺の水理機構を把握するため、水理調査孔(HN-1)において低圧岩盤透水試験を行った。

本試験は、流向流速検層、湧水圧測定等とともに本地域の地下の水理機構を解明することを目的とした調査のひとつとして行われたもので、生俵累層、土岐挟炭層の上部層、下部層及び基盤の花崗岩の各区間中で実施した。

---

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

事業団担当部：動力炉・核燃料開発事業団 中部事業所

\*株式会社ダイヤコンサルタント

まえがき

本報告書は動力炉・核燃料開発事業団の御下命により、株式会社ダイヤコンサルタントが実施したHN-1号孔における低圧岩盤透水試験の結果をまとめたものである。

本試験は、流向流速検層、湧水圧測定等とともに本地域の地下の水理機構を解明することを目的とした調査のひとつとして行われたもので生俵累層、土岐挾炭層の上部層、下部層及び基盤の花崗岩の各区間中で実施した。

調査にあたり、動力炉・核燃料開発事業団中部事業所の担当各位には種々御高配を賜り無事測定を終えることができた。

ここに記し、あつく御礼申しあげる次第である。

## 目 次

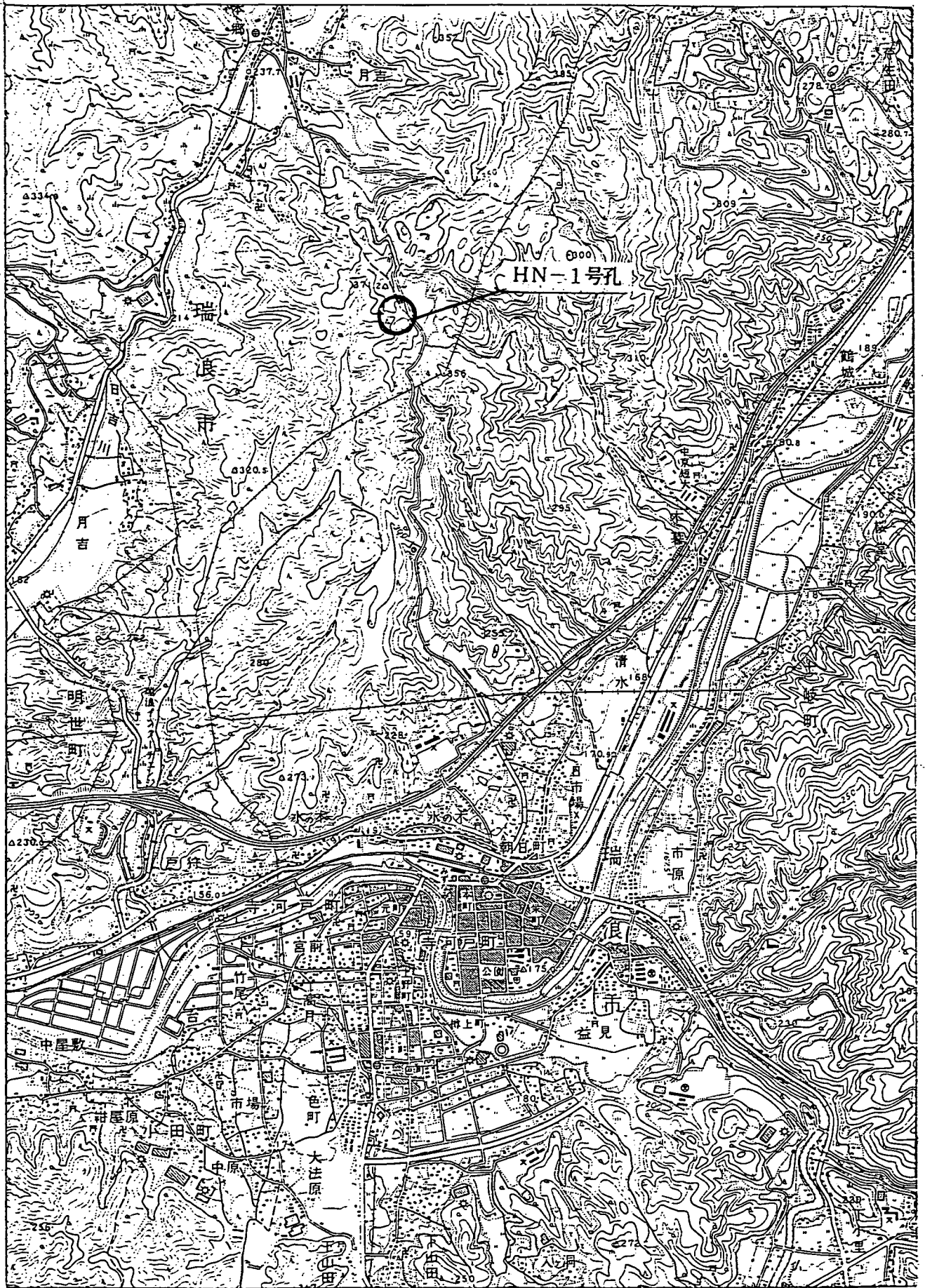
1 . 調 査 概 要 .....	1
2 . 位 置 及 び 地 形 .....	3
3 . 地 質 .....	3
4 . 調 査 内 容 .....	4
5 . 調 査 結 果 .....	8
6 . 調 査 結 果 の 総 括 .....	11

### 卷末資料

透 水 試 験 記 録 .....	8 葉
現 場 作 業 記 録 写 真 .....	1 式

## 1. 調査概要

- 1) 調査件名：HN-1号孔における低圧岩盤透水試験
- 2) 調査目的：東濃鉾山周辺の広域地下水流動機構調査の一環として、東濃鉾山周辺の水理機構を把握するため、水理調査孔（HN-1）において低圧岩盤透水試験を行う。
- 3) 調査方法：4-2の調査方法の項で述べる。
- 4) 調査場所：岐阜県瑞浪市土岐町字中尾（木暮） HN-1号孔
- 5) 調査期間：自 昭和63年12月1日～至 平成元年6月30日
- 6) 調査数量：低圧岩盤透水試験 8回
- 7) 計画：動力炉・核燃料開発事業団中部事業所
- 8) 調査担当：株式会社ダイヤコンサルタント  
北 郷 鉄 也  
成 田 敦  
橋 井 智 毅（技術士・応用理学）



図一 1 調査位置図 (S=1/25000)

## 2. 位置及び地形

試験を実施したHN-1号孔は岐阜県瑞浪市のJR瑞浪駅のほぼ真北3.0km地点に位置する。

現地は、標高300m前後の比較的なだらかな丘陵地を形成しており、7.0kmほど北を西流する木曾川付近の標高約630m地点まで北～北東に向ってゆるやかに上昇する地形を呈している。

## 3. 地質

調査地周辺に分布する地質は表-1に示すように下位より白亜紀末期に貫入した花崗岩を基盤岩とし、その上位に第三紀中新世の瑞浪層群が堆積している。

この瑞浪層群は最下位に基底礫岩を有し、細～中粒凝灰質砂岩を主に、炭質物を挟在する下部層と含軽石凝灰質砂岩を主とし、細礫岩、炭質物等を挟在する上部層からなる土岐夾炭層、凝灰質砂岩を主に礫岩や灰色凝灰岩を含む明世累層、凝灰質シルト岩を主に礫岩や含軽石凝灰質砂岩を含む生俵累層からなっている。

瑞浪層群の上位には鮮新世の砂礫、粘土などからなる固結度の低い瀬戸層群が分布する。

HN-1号孔では孔口標高が高いこともあり基盤の花崗岩は約GL-280m程度と深く、また、明世累層は欠層となっているため、今回の試験は生俵累層で3点、土岐夾炭層で5点について実施した。

表-1 土岐地区地質層序

地層名		岩質	HN-1号孔
瀬戸層群	土岐口陶土層	粘土、シルト	(欠層)
	土岐砂礫層	砂 礫	砂礫岩
瑞浪層群	生俵層	シルト岩 中～細礫岩	凝灰質シルト岩 中～細礫岩
	宿洞層	砂 岩	(欠層)
	明世累層	砂 岩 凝 灰 岩 炭 質 物 岩 礫 岩	(欠層)
土岐夾炭層	上部層	含軽石凝灰質 砂岩 炭 質 物 岩 礫 岩	中粒～細粒砂岩  細礫岩
	下部層	細～中粒砂岩 炭 質 物	中粒～細粒砂岩 中礫～大礫岩
基盤岩		中粒花崗岩	中粒花崗岩



#### 4. 調査内容

本調査はボーリング孔 HN-1号孔を利用して低圧岩盤透水試験を実施したもので以下に述べる調査の手順により実施した。

##### 4-1 調査の手順

- ① 対象層区間に達するオールコアボーリング（ワイヤーライン HQ,  $\phi 98\text{mm}$ ）
- ② 孔内洗浄。
- ③ 他社の作業（孔内湧水圧試験等）
- ④ 低圧岩盤透水試験（当社実施）

##### 4-2 調査方法

低圧岩盤透水試験（低圧ルジオン試験）は、従来からダム等で行われているルジオン試験でカバーできなかった低透水域（ $Lu \leq 1$ ルジオン）を自然水頭に近い低圧の範囲で測定しようということから考案されたものである。これまでルジオン試験に用いられてきた試験装置では、機構上の問題として注水圧の振幅が大きいこと、注水量の測定が粗いこと等から微少な値をとる場合のルジオン値を捉えるには不向きであると言わざるをえない。従って既存の試験装置で測定が困難であった  $Lu \leq 1$ ,  $P \leq 0.5 \text{ kg f/cm}^2$  以下の領域を詳細に測定できる装置を開発し、かつ注入圧の測定をボーリング孔の外で計測するのではなく、注入区間（試験区間）直上で計測できる構造とした。

試験装置について既存装置との比較を加えながら説明をおこなう。概略を図-2に示す。

##### 1) 装置の概略

- (1)  $N_2$ （窒素）ガスポンベ①、レギュレーター②とアキュー

- ムレーター式ポンプ③のセットで従来の注入ポンプの役割。
- (2) 圧力指示計⑤，ペンレコーダー⑥，圧力センサーケーブル⑦，圧力センサー⑧の組合せでブルドン管式圧力計もしくは自記圧力計の役割。
  - (3) エアパッカー⑨，エアホース⑩，N<sub>2</sub>ガスボンベ⑪及びレギュレーター⑫は従来の装置と同じである。
  - (4) 送気（加圧）ライン⑬，送水ライン（耐圧ホース）⑭及び吸水ライン⑮にはすべてにバルブを取り付けており，切り替えを可能にしている。注入量は水位計⑯で読みとる。
  - (5) ⑤及び⑥は全て12V直流電源もしくは100V交流電源で使用できる。今回は⑤は内部電源，⑥は乾電池による電源を用いた。

## 2) 各装置の機構および性能

各装置の機構および性能を，上記記号に従ってのべる。

- (1) 注入系は，既存のピストンポンプでは圧力調整をデリバリー側の逃がし弁aで行うこと，2連ないし3連の複動ピストン式を用い，更にエアチャンバーbでできるだけ脈動を少なくするとしても皆無とはならないので，或る幅を持った注入圧力（例えば5.0 kg f/cm<sup>2</sup>の設定注入圧力に対し4.5～5.5 kg f/cm<sup>2</sup>の注入圧力範囲）とせざるを得なかったが，本装置ではN<sub>2</sub>ガス圧をレギュレーター⑫で制御することができるために0.01 kg f/cm<sup>2</sup>の精度で注入圧力が固定でき，しかも脈動が全くない。また，設定される最大注入圧（本試験では1.0 kg f/cm<sup>2</sup>）次第でレギュレーターを交換することにより，より細かい注入圧力の固定が可能となる。

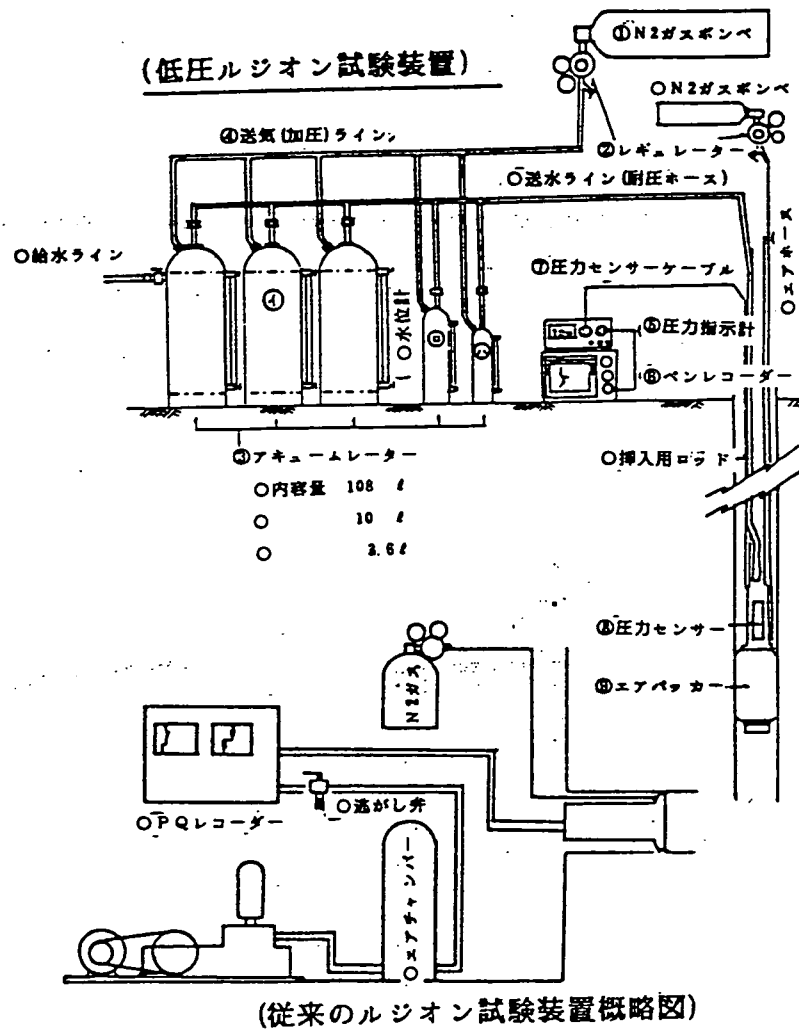


図 - 2 試験装置の概略

- (2) 従来の積算流量計は測定範囲が 1.0 l / min 以上であり、微少な注入量を捉えようとする本試験には適用できない。本装置では、アキュムレーターに取り付けたアクリルパイプ製の水位計④の直読み方式を採用した。
- (3) これまで、注入圧力はボーリング孔外で注入ポンプのデリバリー側に取り付けたブルドン管式圧力計で読んでいたが、注入量によっては管内抵抗の影響が非常に大きな問題となってくるため、注入区間内もしくはその至近の位置で圧力を測

定することにした。すなわち、パッカーの直上部にひずみゲージ式圧力センサーを接続し、ケーブルで孔外のデジタル指示計に圧力表示をさせる機構とした。圧力測定範囲は0～19.99 kg f/cm<sup>2</sup>，最小表示は0.01 kg f/cm<sup>2</sup>である。

- (4) エアパッカーは耐圧30 kg f/cm<sup>2</sup>，φ66mm～φ125mm N<sub>2</sub>ガスボンベは内容積は10ℓで150 kg f/cm<sup>2</sup>で充填されている。ガス量は1,500ℓ。通常使用されている形式のパッカーである。
- (5) アキュムレーターの内容積は118ℓであるが、水位計で読取れる測定容量は90ℓ程度である。従って一測定の注入量が90ℓを超えるものについては同形の容器を連続使用し、注入量が少ないものについては10ℓ～3.6ℓ容器に切り替える。

### 3) 測定準備

従来のルジオン試験でも試験区間外への漏・逸水を避ける工夫は成されていたが、本試験のように微少な注入量を対象とする場合はこれまで以上に注意が払われなければならない。

このためエアパッカーのライン及び接続部，送水ラインのホース接続部等は試験前に孔外で漏洩テストを完全に行ったうえで使用した。また各接続部はシールテープで密封し孔内に挿入するパッカー部の接続にはウェースパッキンを巻きシリコングリースを塗布し締付けて万全を期した。

## 5. 調査結果

HN-1号孔の各層中8点で低圧岩盤透水試験を実施した。

測定方法は「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）に準じて行った。

以下に透水係数及びルジオン値の算定式を示す。

$$\textcircled{\text{O}} \quad \text{透水係数} \quad k = \frac{Q}{2\pi \cdot L \cdot H} \cdot \log_e \left( \frac{L}{r} \right)$$

但し  $k$  : 透水係数 (cm/sec)

$Q$  : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)

$L$  : 試験区間長 (cm)

$r$  : 試験孔の半径 (cm)

$H$  : 全水頭 (cm)

$$H = H_s + H_p$$

$H_s$  : 静水圧

$H_p$  : 加圧力

### ○ ルジオン値

ルジオン値とはP-Q曲線に於て注入圧力が10kg/cm<sup>2</sup>のところの注入量を言うもので、10kgf/cm<sup>2</sup>まで加圧しない本試験では換算ルジオン値を求めることになる。

$$\text{換算ルジオン値} : Lu' = \frac{10 \cdot (Q_2 - Q_1)}{(P_2 - P_1) \cdot L}$$

但し  $Lu'$  : 換算ルジオン値

$Q_2$  :  $P_2$  時の注入量 (l/min)

$Q_1$  :  $P_1$  時の注入量 (l/min)

$P_2$  :  $Q_2$  時の全水頭 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$P_1$  :  $Q_1$  時の全水頭 (kgf/cm<sup>2</sup>)

$L$  : 試験区間長 (m)

8回の試験結果を表-2に示す。各データは巻末に添付した。

表-2 試験結果一覧表

回	実施日	区 間	換算ルジオン値		透水係数
			Lu	cm/sec	
1	S 63. 3.21	95.6 ~ 100.7	$8.49 \times 10^{-3}$	$7.15 \times 10^{-8}$	
2	4.26	106.5 ~ 111.6	$5.60 \times 10^{-3}$	$5.59 \times 10^{-8}$	
3	6.21	131.0 ~ 136.1	$9.25 \times 10^{-2}$	$7.63 \times 10^{-7}$	
4	6.20	140.0 ~ 145.1	$1.07 \times 10^{-2}$	$8.29 \times 10^{-8}$	
5	6.19	145.0 ~ 150.1	$1.24 \times 10^0$	$1.52 \times 10^{-5}$	
6	6.17	169.0 ~ 174.1	$2.18 \times 10^0$	$1.46 \times 10^{-5}$	
7	6.16	178.5 ~ 183.6	$2.58 \times 10^0$	$3.01 \times 10^{-5}$	
8	6.15	211.0 ~ 216.1	$3.04 \times 10^0$	$3.09 \times 10^{-5}$	

また図-3に本孔の試験実施区間深度と孔内水位（間隙水圧）及びルジオン値、透水係数を表示した。

翌朝水位で確認した間隙水圧はGL-31.95~78.35mの間にあり、生俵層下部から土岐夾炭層上部でやや間隙水圧が低いが、測定最深部の211.0~216.1m区間では  $\frac{211+216.1}{2} - 44.35\text{m} = 169.2\text{m}$  (16.9 kg f/cm<sup>2</sup>) で最も大きな値を示している。

透水係数では深度145.0m付近で大きく変り、これ以浅では  $5.59 \sim 76.3 \times 10^{-8}$  cm/sec、以深では  $1.46 \sim 3.09 \times 10^{-5}$  cm/secという値が得られている。土岐夾炭層と上位の生俵層の境界がGL-140.15mであり、この付近を境として上位は難透水性、下位は比較的透水性の高い地層（但し、ダムの透水性を論じる場合は低透水性~難透水性に区分される値である）に分かれており、生俵層がシルト岩、土岐夾炭層が砂岩を主体としていることが大きな理由と考えられる。

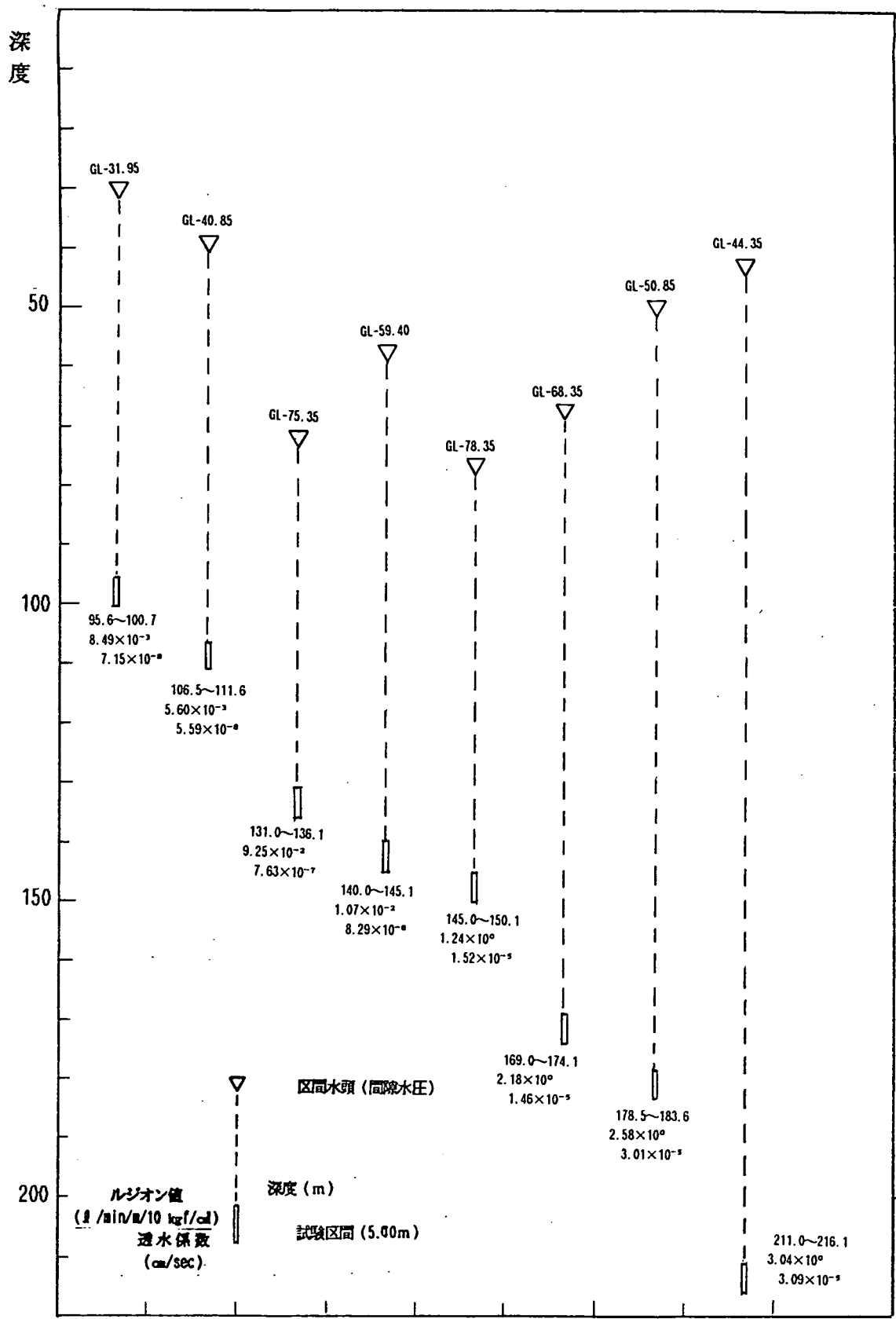


図-3 HN-1号孔 試験結果一覽図

## 6. 調査結果の総括

各深度でのP-Q曲線を図-4に示した。そのパターンから次に示す3タイプに分類できる。

- ① 昇圧時注入量 > 降圧時注入量という透水履歴  
(8例中3例 = 37.5%) … ①, ②, ⑧
- ② 昇圧時注入量 < 降圧時注入量という透水履歴  
(8例中1例 = 12.5%) … ⑤
- ③ 降圧時でも圧力の高い間は昇圧時注入量 < 降圧時注入量を示すが、低い圧力に戻った時点では逆転し昇圧時注入量 > 降圧時注入量 (8例中4例 = 50.0%) … ③, ④, ⑥, ⑦

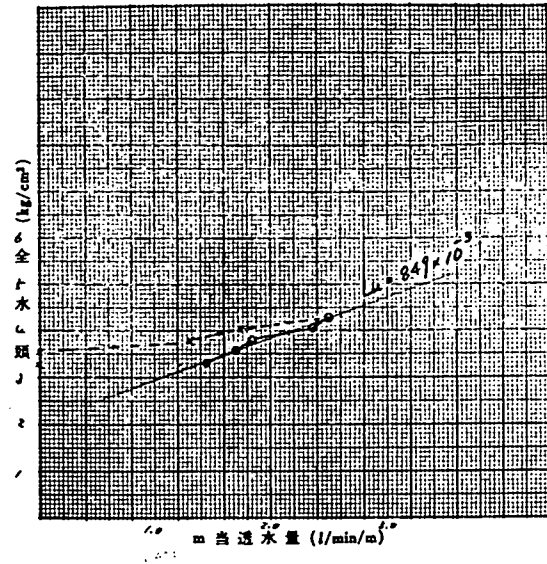
①のタイプは2例が0.01ジオン以下(透水係数は $5 \sim 7 \times 10^{-8}$  cm/sec)であり、昇圧時と降圧時の注入量の差は極く小さく、難透水～不透水層といえる。他の1例は3.0ルジオン以下の値を呈しており、やや透水性が高いといえるが、ダムの地質調査レベルでいえば低透水性～難透水性に区分される値である。

②のタイプは一般に注入圧によって岩盤の割れ目が開いたり、破壊された場合や、割れ目に介在する狭雑物が洗い流されて透水性が良くなった場合に見られる傾向である。但し、昇圧時注入量と降圧時のその差の絶対量が極く小さいため、余り①のタイプとの違いは見出せない。

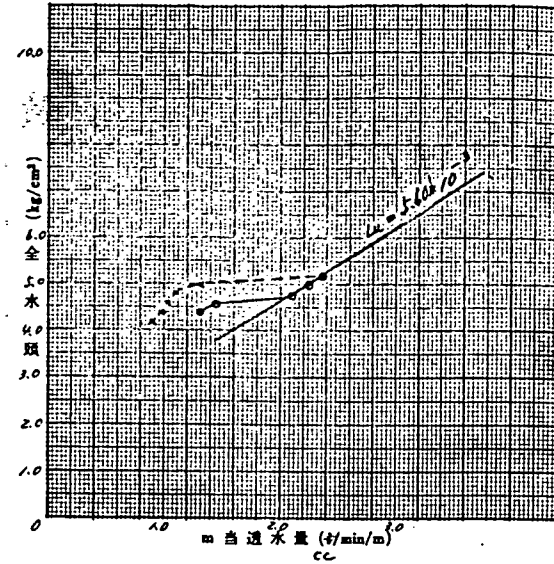
③のタイプはある圧力を越えると割れ目が開き注入量が増えるが、ある圧力以下になると割れ目が閉じて注入量が減る傾向を有するというもので割れ目を含む地山の強度が関係するものと想像される。

いずれにしても8例中深度140.0m付近の地層境界付近を境とし、上位4例は0.1ルジオン以下であり難透水性～不透水性の地層といえ、下位の4例は1.0ルジオン以上を示し、低透水性～難透水性の地層といえよう。

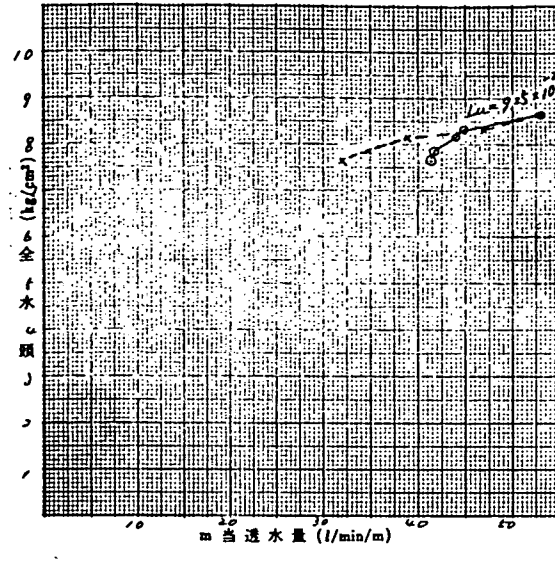




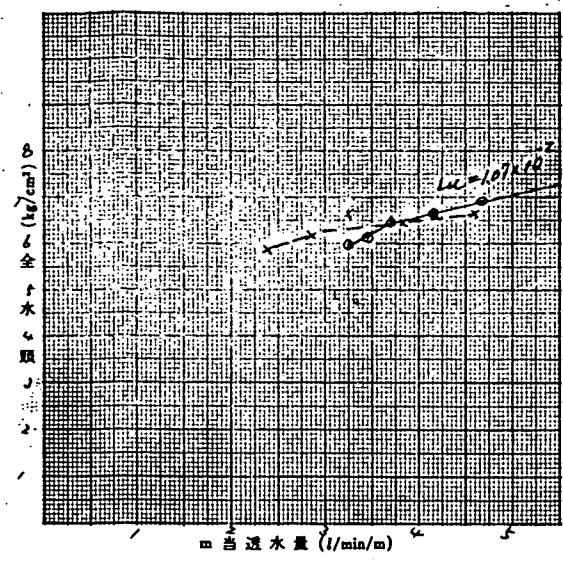
① 試験深度 95.6~100.7m



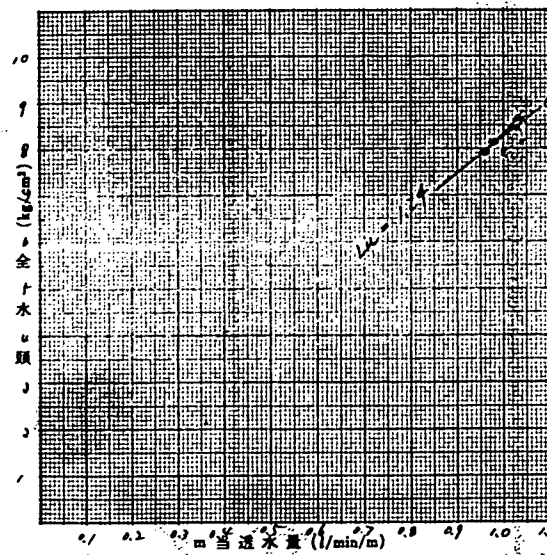
② 試験深度 106.5~111.6m



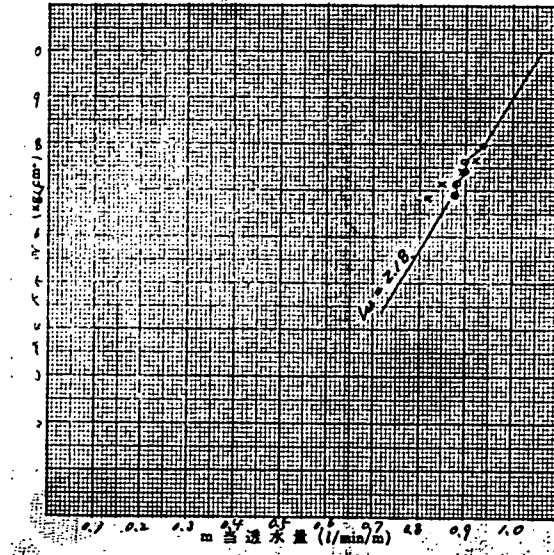
③ 試験深度 131.0~136.1m



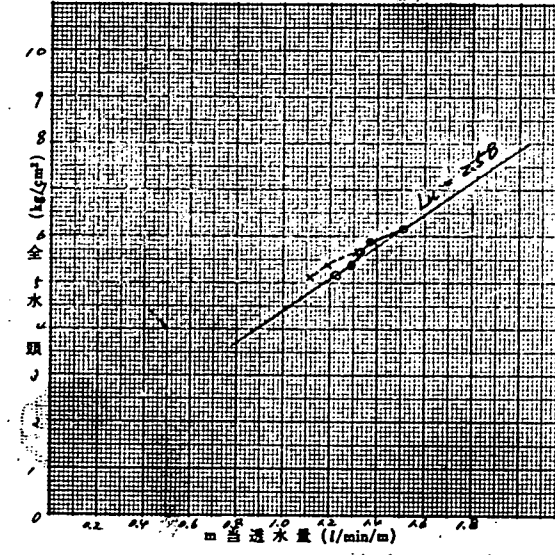
④ 試験深度 140.0~145.1m



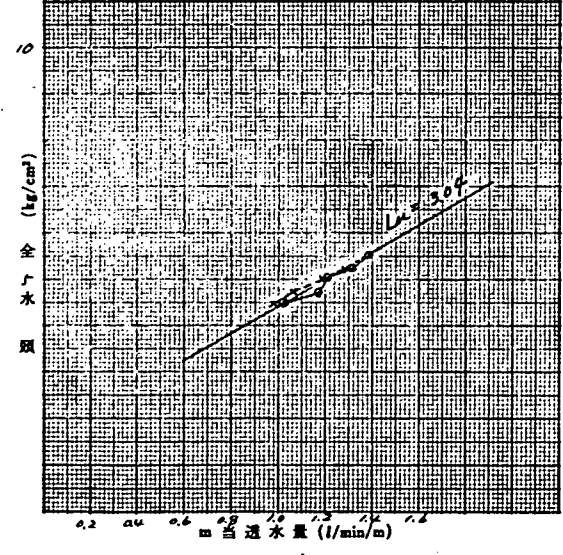
⑤ 試験深度 145.0~150.1m



⑥ 試験深度 169.0~174.1m



⑦ 試験深度 178.5~183.6m



⑧ 試験深度 211.0~216.1m

図 - 4

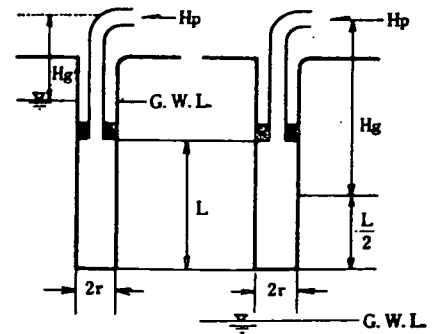
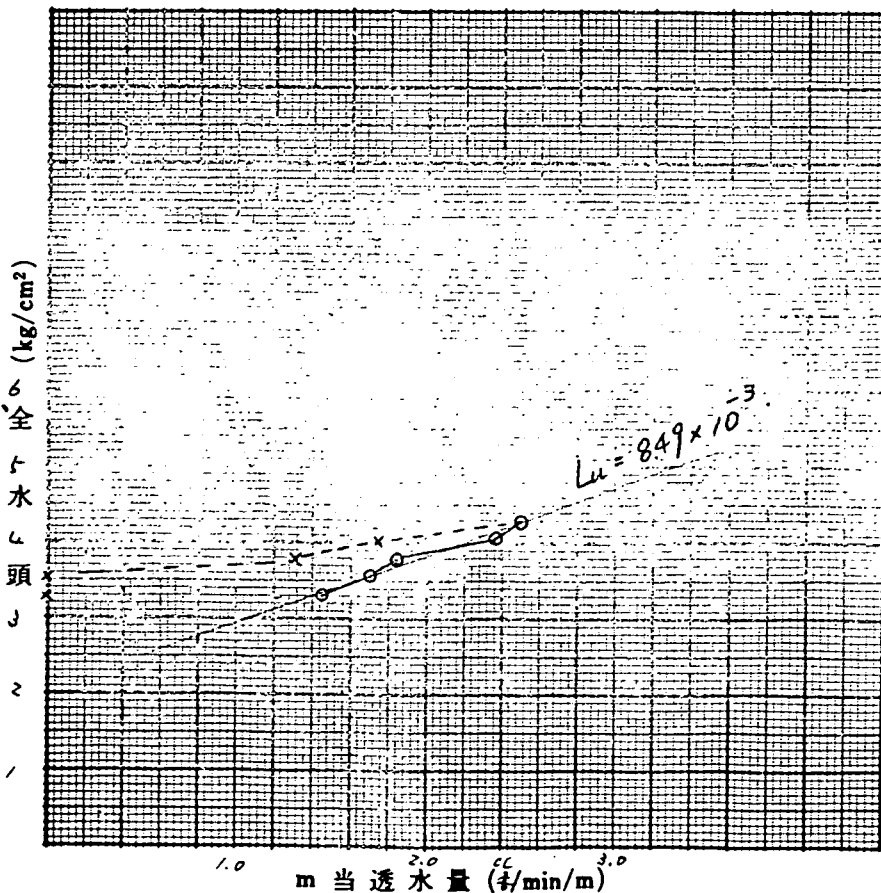
透水履歴図

# 透 水 試 験 記 録

No. 1

地区名	木暮	孔 番	HN-1	試験月日	63.3.21
測定深度	95.6 m - 100.7 m	区 間 長	5.10 m	孔 径	φ 98 mm
地下水位	GL - 31.95 m	計 器 高	1.00 m	パッカーの種類	ガスパッカー

計 器 水 圧 kg/cm <sup>2</sup>	全水頭 kg/cm <sup>2</sup>	毎分透水量 - F 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 <sup>3</sup> /sec	透水係数 K (cm/sec)
		1 6	2 7	3 8	4 9	5 10					
0.00	3.30	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	7.37	1.45	4.39 × 10 <sup>-3</sup>	0.123	5.40 × 10 <sup>-8</sup>
0.25	3.55	6.7	6.7	13.4	13.4	13.4	8.71	1.71	4.81	0.145	5.93
0.50	3.80	13.4	6.7	13.4	6.7	16.7	19.38	1.84	4.84	0.156	5.96
0.75	4.05	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	12.06	2.36	5.83	0.201	7.19
1.00	4.30	13.4	20.1	6.7	13.4	13.4	12.73	2.50	5.81	0.212	7.15
0.75	4.05	13.4	6.7	6.7	6.7	13.4	8.93	1.75	4.32	0.149	5.33
0.50	3.80	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.70	1.31	3.45	0.112	4.26
0.25	3.55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.00	3.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



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

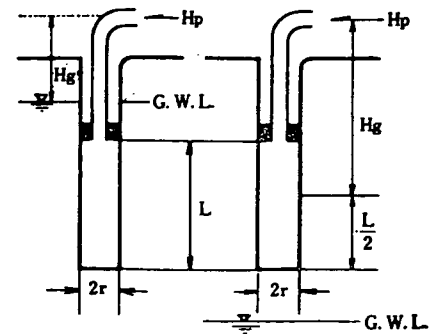
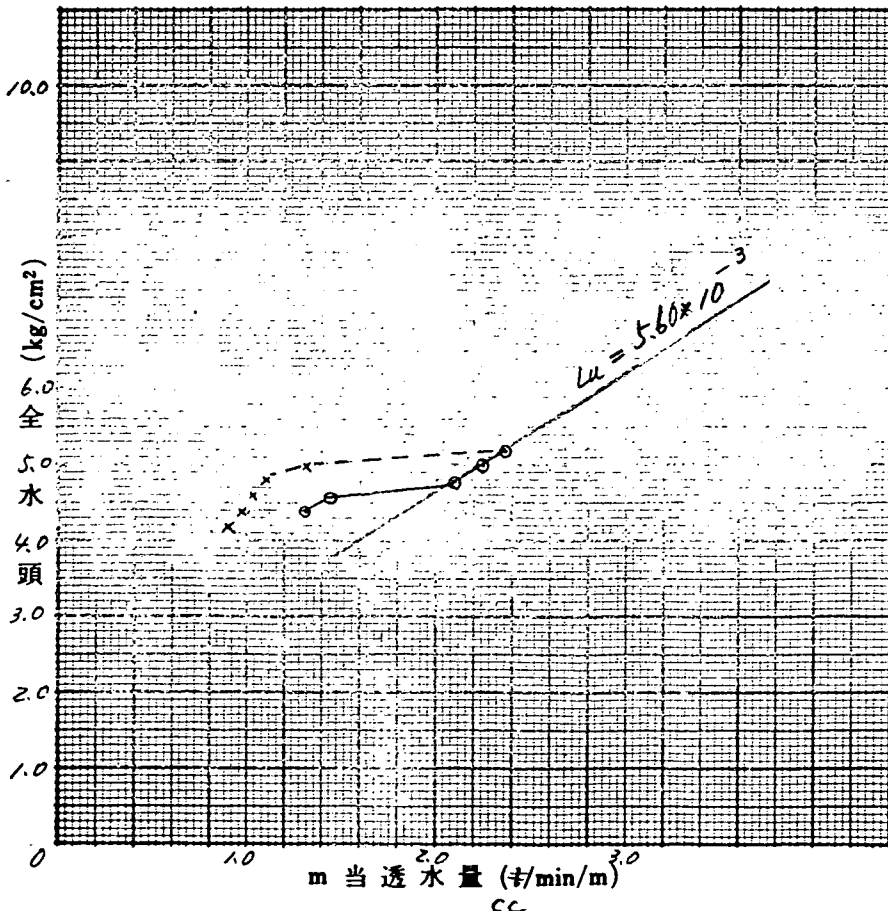
- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg + Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 透 水 試 験 記 録

No. 2

地区名	木暮	孔 番	HN-1	試験月日	4.26
測定深度	106.5m ~ 111.6m	区 間 長	5.10 m	孔 径	φ 98 mm
地下水位	GL-40.85 m	計 器 高	1.00 m	パッカーの種類	ガスパッカー

計 器 圧 kg/cm <sup>2</sup>	全水頭 kg/cm <sup>2</sup>	毎分透水量 cc					平均透水量 cc/min	m当透水量 cc/min/m	ルジョン値 Lu	毎秒透水量 cm <sup>3</sup> /sec	透水係数 K(cm/sec)
		1 6	2 7	3 8	4 9	5 10					
0.00	4.19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.20	4.39	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	1.31	3.0 × 10 <sup>-3</sup>	0.11	3.63 × 10 <sup>-8</sup>
0.40	4.59	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	7.4	1.45	3.2 × 10 <sup>-3</sup>	0.12	379x
0.60	4.79	13.4	6.7	6.7	13.4	13.4	10.7	2.10	4.4 × 10 <sup>-3</sup>	0.18	545x
0.80	4.99	13.4	16.7	6.7	13.4	13.4	11.4	2.24	4.5x	0.19	552x
1.00	5.19	13.4	13.4	6.7	6.7	13.4	12.1	2.37	4.6x	0.20	559x
0.80	4.99	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	6.7	1.31	2.6x	0.11	320x
0.60	4.79	6.7	3.4	6.7	6.7	6.7	5.6	1.10	2.3x	0.09	282x
0.40	4.59	6.7	3.4	6.7	6.7	6.7	5.3	1.04	2.3x	0.09	279x
0.20	4.39	3.4	6.7	6.7	6.7	3.4	5.0	0.98	2.2x	0.08	275x
0.00	4.19	3.4	3.4	3.4	6.7	6.7	4.6	0.90	2.1x	0.08	265x



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

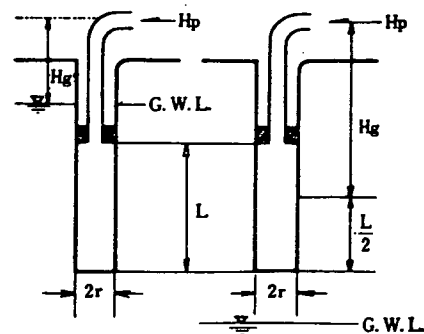
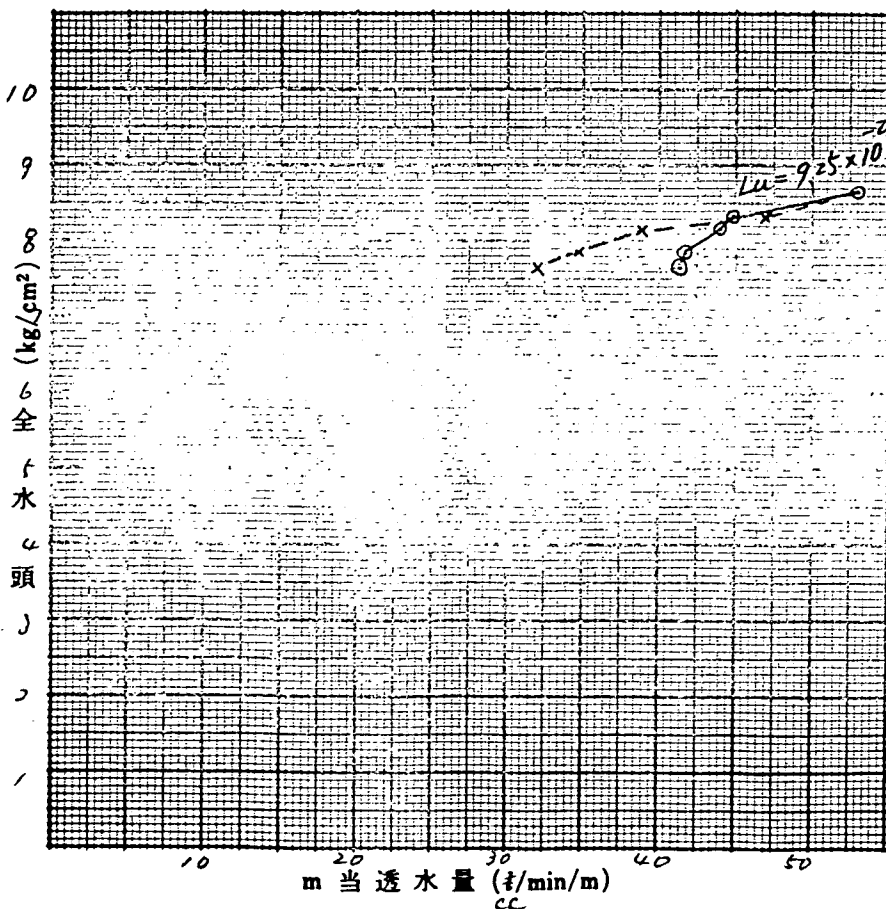
k : 透水係数 (cm/sec)  
 q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)  
 L : 試験部分の長さ (cm)  
 r : 試験孔の半径 (cm)  
 H : 全水頭 (cm) Hg + Hp  
 Hg : 静水圧  
 Hp : 加圧力

# 透 水 試 験 記 録

No. 3

地区名	木暮	孔 番	HN-1	試験月日	6.21
測定深度	131.0 m ~ 136.1 m	区 間 長	5.10 m	孔 径	φ98 mm
地下水水位	GL-75.35 m	計 器 高	1.00 m	パッカーの種類	カスパッカー

計 器 水 圧 kg/cm <sup>2</sup>	全水頭 kg/cm <sup>2</sup>	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 <sup>3</sup> /sec	透水係数 K(cm/sec)
		1 6	2 7	3 8	4 9	5 10					
0.00	7.64	214	201	214	214	214	211.1	41.4	5.4 × 10 <sup>-2</sup>	3.52	6.68 × 10 <sup>-7</sup>
0.20	7.84	214	221	208	214	208	212.9	41.7	5.3 × 10 <sup>-2</sup>	3.55	6.56
0.50	8.14	228	228	221	221	221	224.5	44.0	5.4 × 10 <sup>-2</sup>	3.74	6.66
0.70	8.34	241	221	235	241	235	229.1	44.9	5.4	3.82	6.64
1.00	8.64	288	235	235	302	308	272.7	53.5	6.2	4.55	7.63
0.70	8.34	255	235	241	241	241	240.5	47.1	5.7	4.01	6.97
0.50	8.14	194	208	201	194	201	199.7	39.1	4.8	3.33	5.93
0.20	7.84	181	174	181	181	181	177.6	34.8	4.4	2.96	5.47
0.00	7.64	181	168	154	174	154	163.5	32.1	4.2	2.73	5.17
		161	147	174	154	168					



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

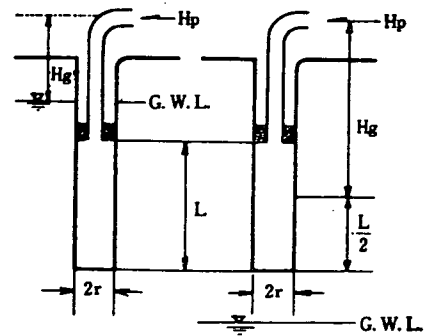
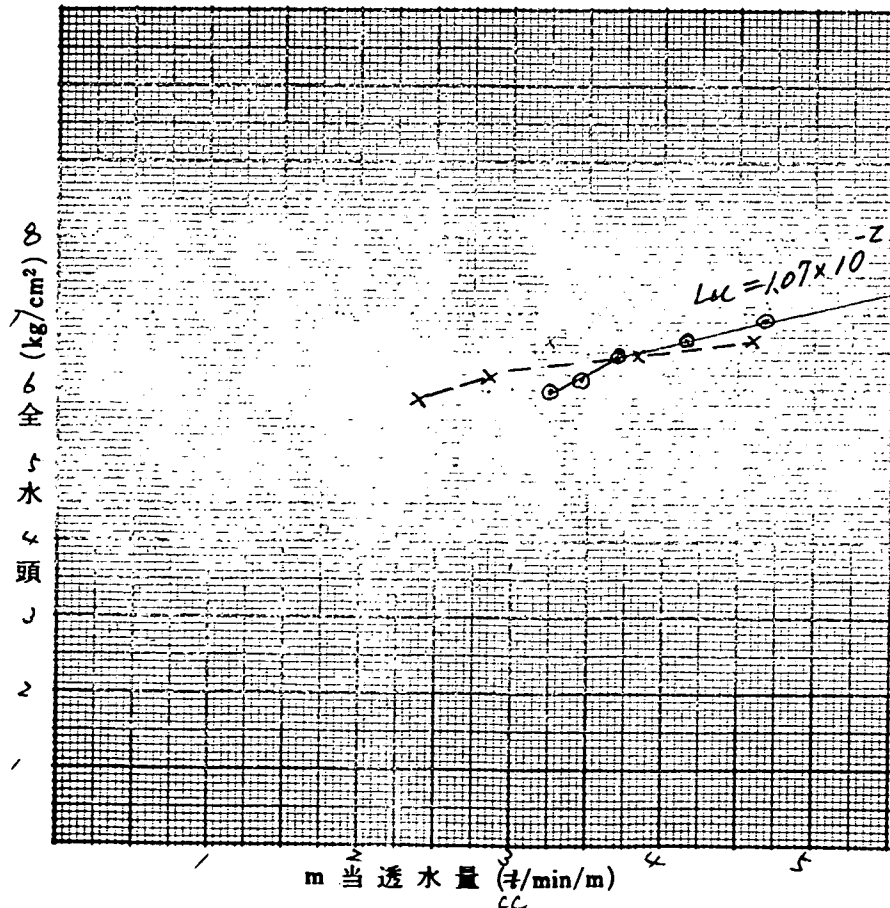
- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg + Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 透 水 試 験 記 録

No. 4

地区名	木暮	孔 番	HN-1	試験月日	6.20
測定深度	140.0 m - 145.1 m	区 間 長	5.10 m	孔 径	φ98 mm
地下水水位	GL-59.40 m	計 器 高	1.00 m	パッカーの種類	

計 器 圧 kg/cm <sup>2</sup>	全水頭 kg/cm <sup>2</sup>	毎分透水量 千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 <sup>3</sup> /sec	透水係数 K(cm/sec)
		1	2	3	4	5					
		6	7	8	9	10					
0.00	5.94	16.7	16.7	16.7	16.1	16.7	16.6	3.25	5.47 × 10 <sup>-3</sup>	0.277	6.75 × 10 <sup>-8</sup>
0.20	6.14	18.1	19.4	18.1	16.7	17.4	17.4	3.41	5.55 ×	0.290	6.85
0.50	6.44	18.8	18.8	20.1	19.4	17.4	18.8	3.69	5.73	0.313	7.05
0.70	6.64	21.4	21.4	20.1	21.4	22.1	21.3	4.18	6.30	0.355	7.75
1.00	6.94	24.1	24.8	24.1	24.1	24.1	23.8	4.67	6.73	0.397	8.29
0.70	6.64	22.8	24.1	23.5	23.5	24.1	23.5	4.61	6.94	0.392	8.55
0.50	6.44	20.1	20.1	18.8	20.1	20.8	19.5	3.82	5.93	0.325	7.32
0.20	6.14	14.1	15.4	14.7	14.7	14.7	14.4	2.82	4.59	0.240	5.67
0.00	5.94	12.7	12.7	12.7	12.7	12.1	12.1	2.37	3.99	0.202	4.92



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

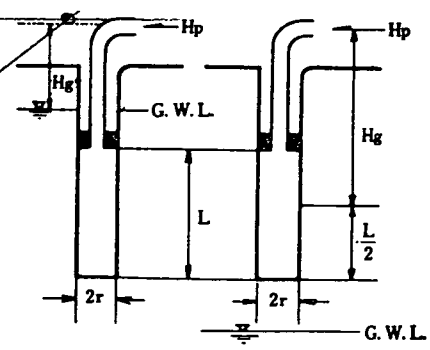
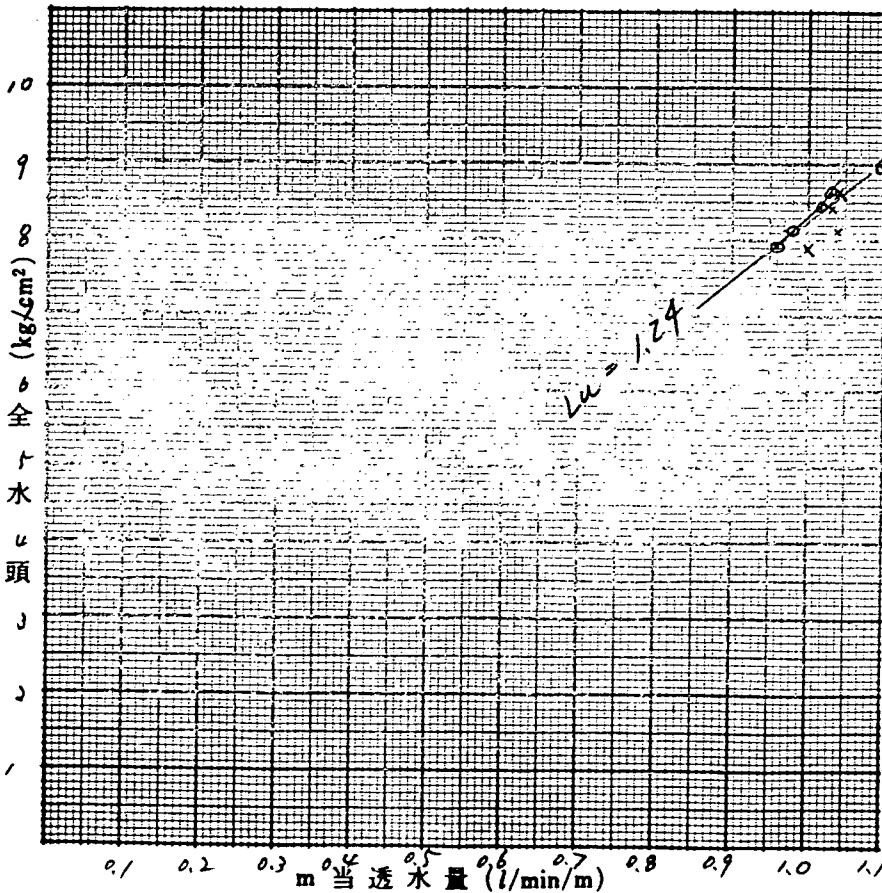
- k : 透水係数 (cm/sec)
- q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)
- L : 試験部分の長さ (cm)
- r : 試験孔の半径 (cm)
- H : 全水頭 (cm) Hg + Hp
- Hg : 静水圧
- Hp : 加圧力

# 透 水 試 験 記 録

No 5

地区名	木 葛	孔 番	HN-1	試験月日	6.19
測定深度	145.0 m ~ 150.1 m	区 間 長	5.10 m	孔 径	φ 98 mm
地下水水位	GL-78.35 m	計 器 高	1.00 m	パッカーの種類	カヌパッカー

計 器 圧 kg/cm <sup>2</sup>	全水頭 kg/cm <sup>2</sup>	毎分透水量 fcc					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 <sup>3</sup> /sec	透水係数 K(cm/sec)
		1	2	3	4	5					
		6	7	8	9	10					
0.00	7.94	4.96	4.96	4.96	4.96	4.81	4.92	0.96	1.21	82.0	1.50 × 10 <sup>-5</sup>
		4.41	4.46	4.86	4.91	4.86					
0.20	8.14	4.96	5.07	5.07	5.01	5.01	5.01	0.98	1.21	83.6	1.49
		4.96	4.86	5.17	5.07	4.96					
0.50	8.44	5.37	5.12	5.22	5.22	5.22	5.21	1.02	1.21	86.8	1.49
		5.27	5.27	5.17	5.17	5.07					
0.70	8.64	5.22	5.22	5.22	5.22	5.22	5.24	1.03	1.19	87.3	1.46
		5.32	5.17	5.22	5.40	5.22					
1.00	8.94	5.52	5.57	5.47	5.38	5.47	5.62	1.10	1.23	93.6	1.52
		5.62	5.62	5.72	5.72	5.67					
0.70	8.64	5.47	5.57	5.57	5.57	5.67	5.57	1.09	1.26	92.9	1.56
		5.57	5.52	5.57	5.62	5.57					
0.50	8.44	5.47	5.47	5.57	5.47	5.52	5.49	1.08	1.28	91.5	1.57
		5.47	5.37	5.57	5.42	5.57					
0.20	8.14	5.22	5.37	5.32	5.22	5.37	5.29	1.04	1.27	88.1	1.57
		5.27	5.27	5.32	5.27	5.27					
0.00	7.94	5.07	5.07	5.12	5.22	5.07	5.11	1.00	1.26	85.2	1.56
		5.17	5.17	5.12	5.07	5.07					



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

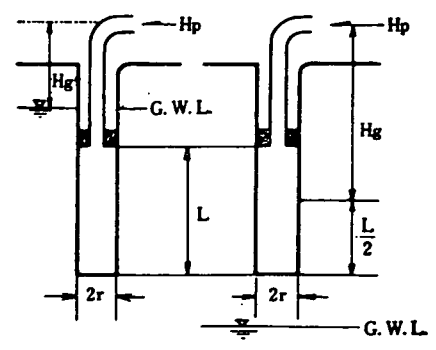
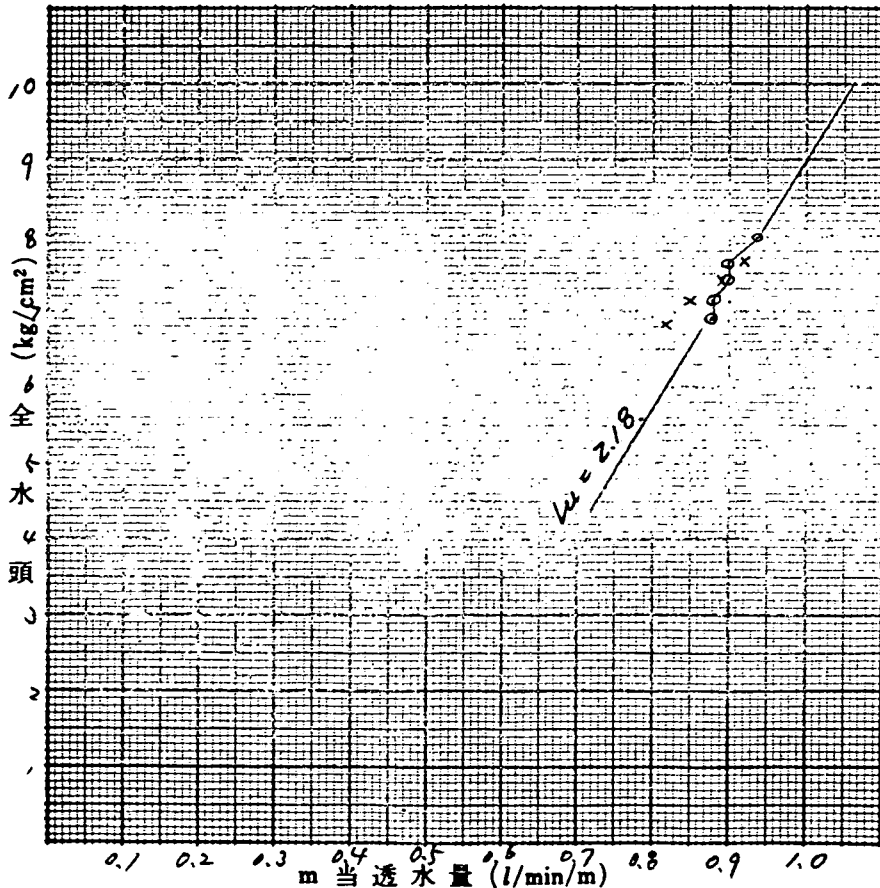
k : 透水係数 (cm/sec)  
 q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)  
 L : 試験部分の長さ (cm)  
 r : 試験孔の半径 (cm)  
 H : 全水頭 (cm) Hg + Hp  
 Hg : 静水圧  
 Hp : 加圧力

# 透 水 試 験 記 録

No. 6

地区名	木暮	孔 番	HN-1	試験月日	6.17
測定深度	169.0 m ~ 174.1 m	区 間 長	5.10 m	孔 径	φ 98 mm
地下水位	GL-68.35 m	計 器 高	1.00 m	パッカーの種類	カ'sパッカー

計 器 圧 kg/cm <sup>2</sup>	全水頭 kg/cm <sup>2</sup>	毎分透水量 l					平均透水量 l/min	m当透水量 l/min/m	ルジオン値 Lu	毎秒透水量 cm <sup>3</sup> /sec	透水係数 K(cm/sec)
		1 6	2 7	3 8	4 9	5 10					
0.00	6.94	4.56	4.71	4.15	4.91	4.46	4.50	0.88	1.27	75.0	1.57 × 10 <sup>-5</sup>
0.20	7.14	4.41	4.36	4.46	4.36	4.41	4.52	0.88	1.24	75.3	1.53
0.50	7.44	4.66	4.56	4.56	4.41	4.61	4.57	0.90	1.20	76.1	1.48
0.70	7.64	4.51	4.61	4.61	4.46	4.61	4.60	0.90	1.18	76.7	1.45
1.00	7.94	4.71	4.61	4.61	4.66	4.56	4.81	0.94	1.19	80.2	1.46
0.70	7.64	4.76	4.86	4.96	4.86	4.66	4.69	0.92	1.20	78.1	1.48
0.50	7.44	4.66	4.61	4.71	4.66	4.66	4.55	0.89	1.20	75.8	1.48
0.20	7.14	4.51	4.51	4.51	4.56	4.66	4.36	0.85	1.20	72.6	1.47
0.00	6.94	4.31	4.31	4.41	4.36	4.31	4.20	0.82	1.19	70.1	1.46
		4.36	4.36	4.46	-	-					
		4.15	4.20	4.31	4.20	4.15					
		4.25	4.25	4.15	4.15	4.15					



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

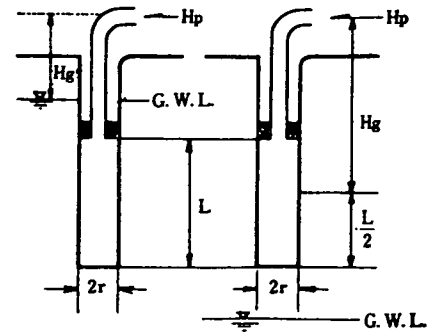
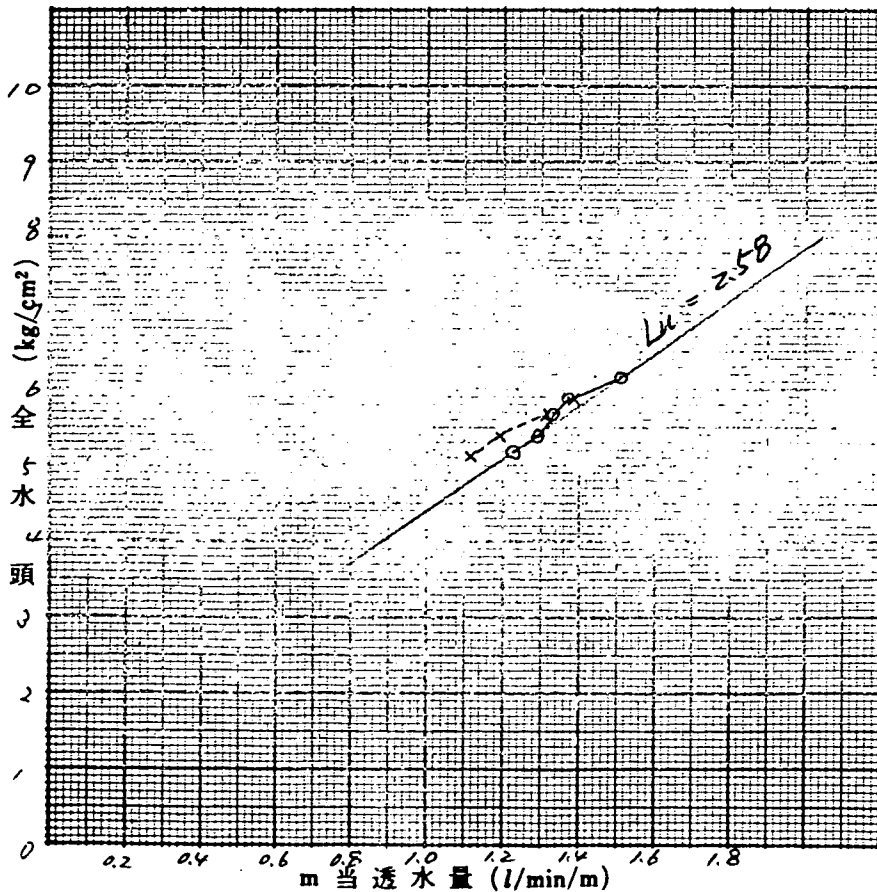
k : 透水係数 (cm/sec)  
 q : 透水量 (cm<sup>3</sup>/sec)  
 L : 試験部分の長さ (cm)  
 r : 試験孔の半径 (cm)  
 H : 全水頭 (cm) Hg + Hp  
 Hg : 静水圧  
 Hp : 加圧力

# 透 水 試 験 記 録

No. 7

地区名	木暮	孔 番	HN-1	試験月日	6.16
測定深度	178.5m-183.6m	区 間 長	5.10 m	孔 径	φ 98 mm
地下水水位	GL-50.85 m	計 器 高	1.00 m	パッカーの種類	ガスパッカー

計 器 水 圧 kg/cm <sup>2</sup>	全水頭 kg/cm <sup>2</sup>	毎分透水量 l					平均透水量 l/min	m当透水量 l/min/m	ルジオン値 Lu	毎秒透水量 cm <sup>3</sup> /sec	透水係数 K(cm/sec)
		1 6	2 7	3 8	4 9	5 10					
0.00	5.19	6.33	6.38	6.18	6.23	6.23	6.27	1.23	2.37	104.5	2.92 × 10 <sup>-5</sup>
0.20	5.39	6.53	6.69	6.58	6.58	6.64	6.59	1.29	2.40	109.9	2.96
0.50	5.69	6.79	6.89	6.89	6.79	6.69	6.80	1.33	2.34	113.4	2.89
0.70	5.89	7.09	7.04	6.89	6.89	7.09	7.00	1.37	2.33	116.7	2.87
1.00	6.19	7.25	7.25	7.80	7.80	7.55	7.72	1.51	2.45	128.7	3.01
0.70	5.89	7.04	7.04	7.09	7.04	7.04	7.03	1.38	2.34	117.2	2.88
0.50	5.69	6.74	6.79	6.79	6.69	6.69	6.73	1.32	2.32	112.2	2.86
0.20	5.39	6.13	6.03	5.98	6.03	6.08	6.07	1.19	2.21	101.2	2.72
0.00	5.19	5.77	5.77	5.47	5.82	5.67	5.69	1.12	2.15	99.9	2.65



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

- 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

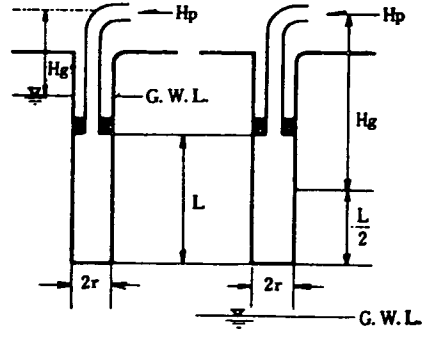
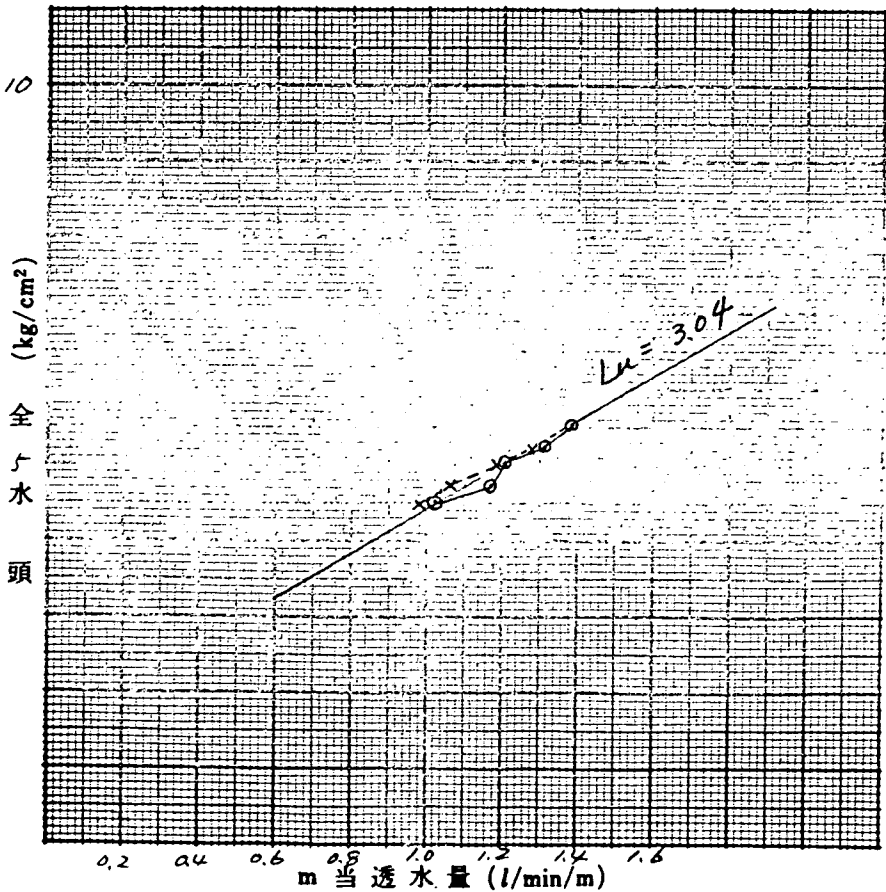


# 透 水 試 験 記 録

No. 8

地区名	木暮	孔 番	HN-1	試験月日	6.15
測定深度	211.0 m - 216.1 m	区 間 長	5.10 m	孔 径	φ 98 mm
地下水水位	GL-44.35 m	計 器 高	1.00 m	パッカーの種類	ガスパッカー

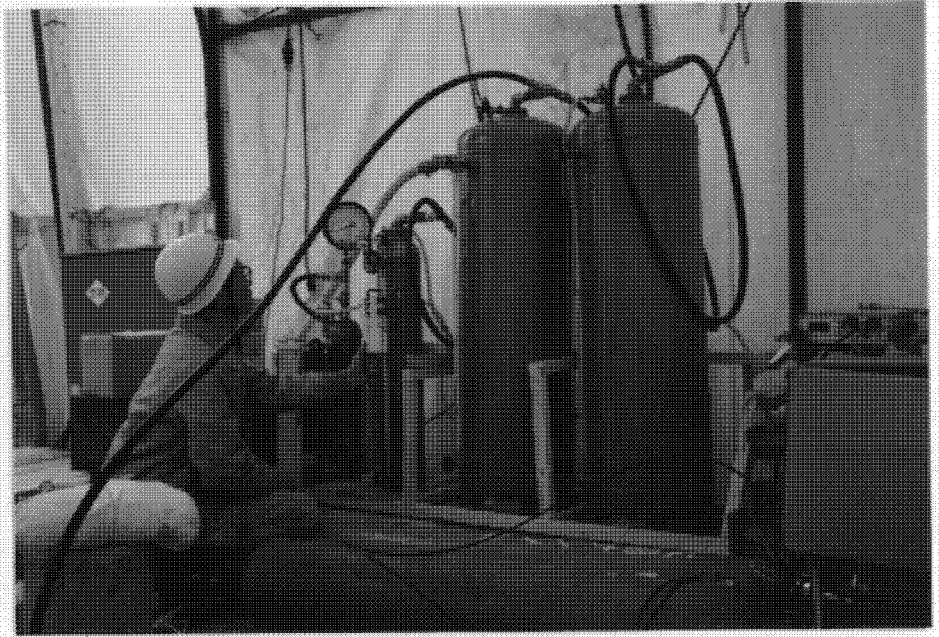
計 器 水 圧 kg/cm <sup>2</sup>	全水頭 kg/cm <sup>2</sup>	毎分透水量 l										平均透水量 l/min	m当透水量 l/min/m	ルジオン値 Lu	毎秒透水量 cm <sup>3</sup> /sec	透水係数 K(cm/sec)
		1		2		3		4		5						
		6	7	8	9	10	6	7	8	9	10					
0.00	4.54	5.37	5.97	4.61	5.72	5.12	5.22	5.12	5.07	5.27	5.22	1.02	2.25	86.9	2.78 × 10 <sup>-5</sup>	
		5.22	5.12	5.12	5.07	5.27	5.22	5.12	5.07	5.27						
0.20	4.74	6.28	6.13	6.08	5.98	6.03	5.99	6.13	6.03	5.93	5.99	1.17	2.48	99.8	3.05	
		6.08	5.98	6.13	6.03	5.93	6.08	5.98	6.13	6.03						
0.50	5.04	6.53	6.48	6.03	5.77	5.98	6.17	6.48	6.03	5.77	6.17	1.21	2.40	102.9	2.96	
		6.18	6.23	-	-	-	6.18	6.23	-	-						
0.70	5.24	6.58	6.64	6.64	6.69	6.69	6.71	6.74	6.74	6.79	6.71	1.31	2.51	111.8	3.09	
		6.79	6.74	6.69	6.74	6.79	6.71	6.74	6.79	6.74						
1.00	5.54	7.09	7.19	7.14	7.09	7.14	7.08	7.14	7.09	7.14	7.08	1.39	2.51	118.0	3.09	
		6.94	7.04	7.04	7.14	6.99	6.94	7.04	7.09	7.14						
0.70	5.24	6.53	6.58	6.58	6.43	6.58	6.55	6.64	6.43	6.58	6.55	1.28	2.45	109.2	3.02	
		6.64	6.64	6.43	6.48	6.58	6.64	6.64	6.43	6.58						
0.50	5.04	5.98	6.03	6.08	6.08	6.13	6.08	6.08	6.13	6.08	6.08	1.19	2.36	101.3	2.91	
		6.08	5.98	6.13	6.23	6.08	6.08	6.13	6.08	6.13						
0.20	4.74	5.32	5.37	5.52	5.42	5.42	5.41	5.42	5.42	5.42	5.41	1.06	2.24	90.2	2.76	
		5.42	5.42	5.42	5.42	5.42	5.41	5.42	5.42	5.42						
0.00	4.24	4.96	5.17	5.01	5.01	5.17	4.97	5.01	5.01	5.17	4.97	0.98	2.30	82.9	2.83	
		5.07	4.96	5.07	5.07	5.17	5.07	5.07	5.07	5.17						



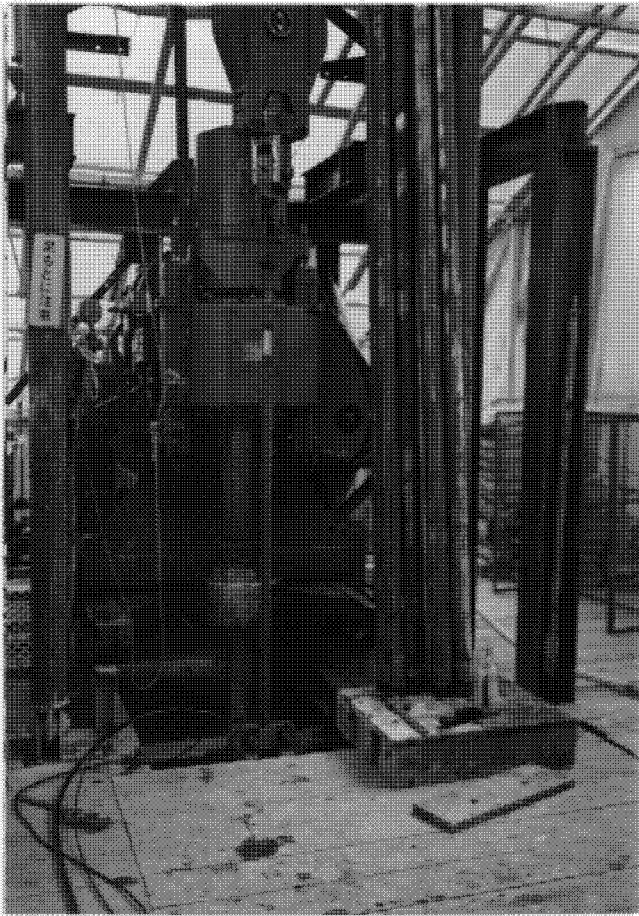
$$K = \frac{q}{2\pi LH} \log_e \left( \frac{L}{r} \right)$$

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

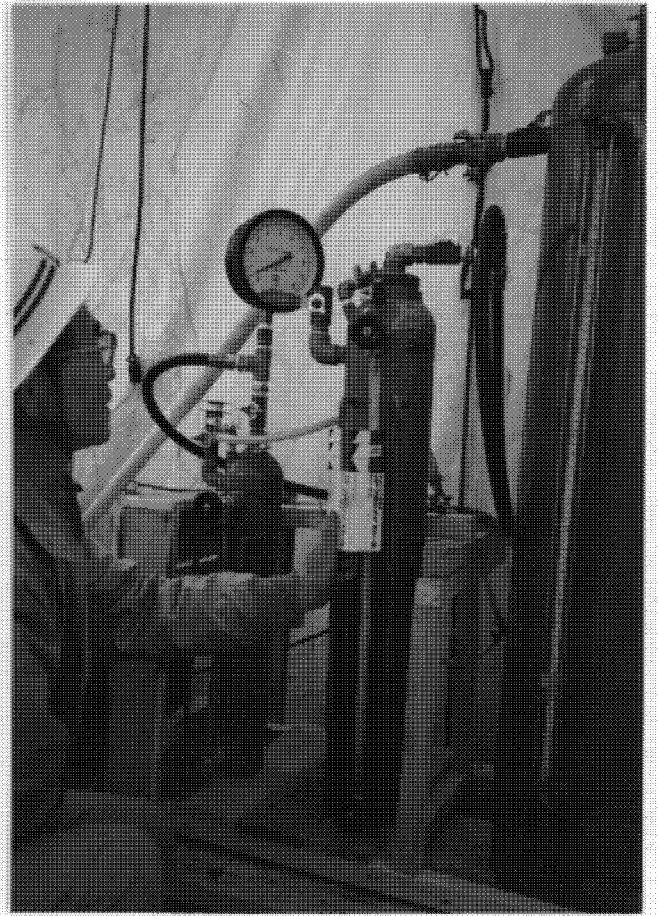
現 場 記 録 写 真



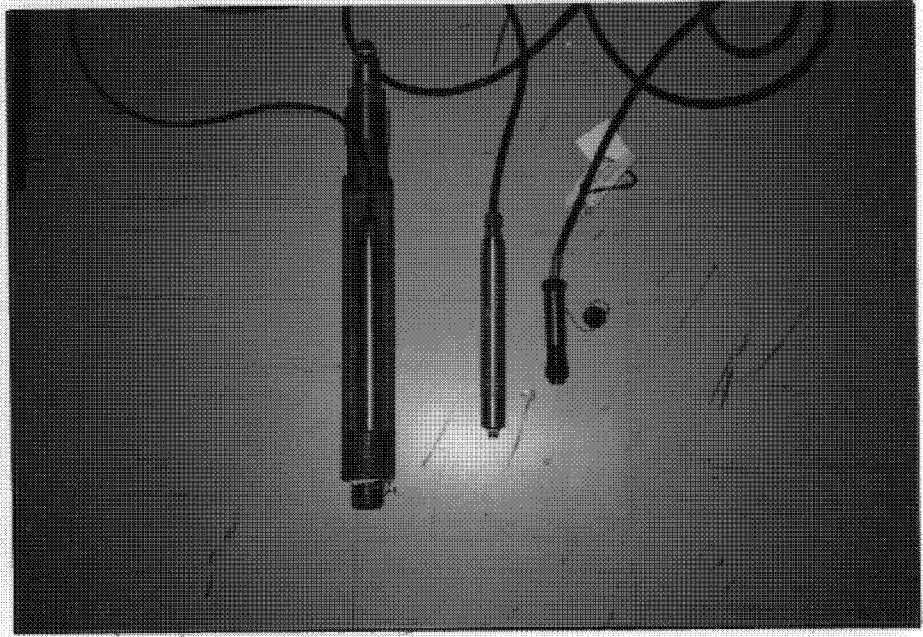
測定中



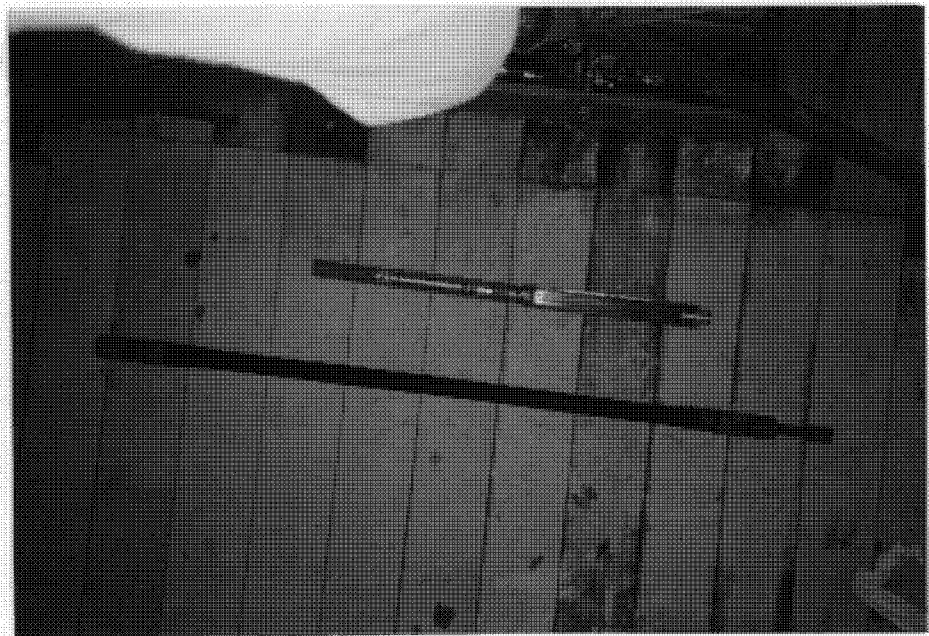
孔内用計器挿入中



測定中（水位計読取り）



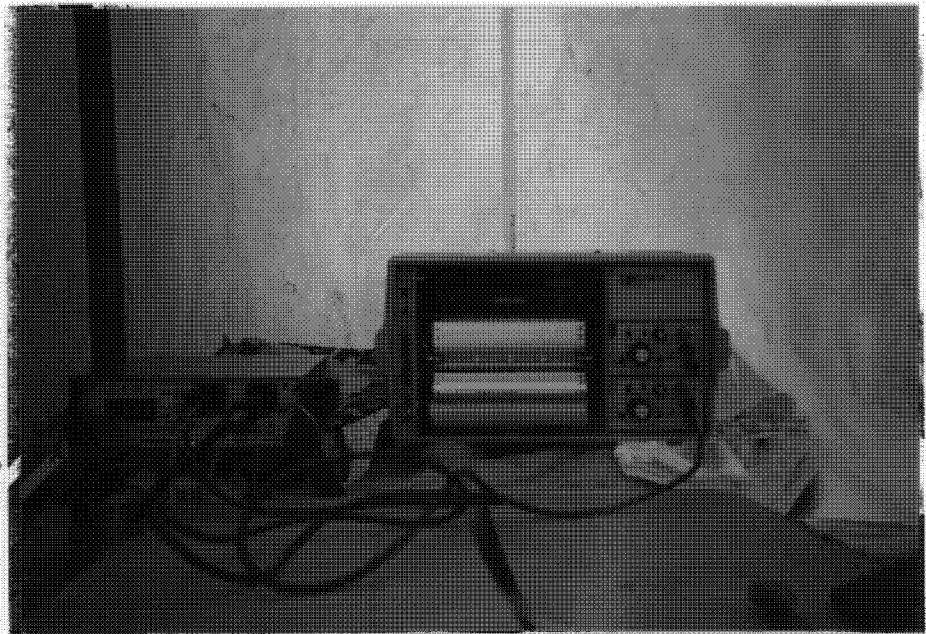
水位（圧力）センサーと台座



ロングバッカーと送水ホース継手



アキュムレーター（大）接続状況及び水位計



デジタル指示計及びペンレコーダー