

1,000m対応水理試験装置の 適応試験

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1995年3月

大成基礎設計株式会社

この資料は、動燃事業団の開発業務を進めるため、特に限られた関係者だけに開示するものです。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の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使用しないよう特に注意して下さい。

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

1,000m対応水理試験装置の 適応試験

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

1995年3月

大成基礎設計株式会社

限 定 資 料

PNC ZJ7439 95-004

1995年 3月

1,000m対応水理試験装置の適応試験

平 田 洋 一

要 旨

1,000m対応水理試験装置は、平成6年12月までに製作と性能試験を終了したが、さらに、同装置の適応性を確認することを目的として、瑞浪市平岩のDH-3号孔で本試験を行った。ただし、DH-3号孔は孔曲がりが発生していたために、本装置を孔内に挿入した際に中継ロッドの回転が不可能になり、また、BTVの画像が乱れる等の異常が発生し、装置の孔内残置等の危険が懸念された。そのため、試験はGL-340m以浅の計5区間で実施した。

試験の結果、パルス法の試験では水の体積に起因する弾性変形量を最小とするSR法を初めて行い、低透水係数エリアでの有効性が確認された。また、段階揚水試験により低透水係数エリアで間隙水圧が早期に求められる可能性が示された。

本報告では、1,000m対応水理試験装置を用いた適応試験の結果とその解釈、および新しい試験方法等について述べる。

本報告書は、大成基礎設計株式会社が動力炉・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 : 06-C-1101

事業団担当部課室および担当者：東濃地科学センター

坪田浩二
柳沢孝一
中野勝志

大成基礎設計株式会社本社研究開発部

Functional test for the hydraulic measurement system
for deep ground water

a b s t r a c t

The manufacture and first performance test of hydraulic measurement system for deep ground water was completed at December 1994. For the next stage, the functional test was performed to examine the applicability of the system in DH-3 borehole in Tonou area. However, in the experiment in DH-3 borehole, we were obliged to perform the test at a depth shallower than 350m to avoid the trouble, because of difficulty in rotating of the rods and the disturbance on the TV monitor.

In the series of the experiment, some new trials were made. For example, in permeability test using pulse method, the validity of SR method, which mean Small Reserver was confirmed. And the hydraulic pore pressure was measured at an early stage of the test using stepping pump test.

This report described the test results and its interpretation obtained using hydraulic measurement system for deep ground water, and new examination method which we tried.

Work performed by Taisei kiso sekkei Co., LTD under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation

PNC liaison Tono Geoscience Center Geotechics Development section

K. Tubota,

Taisei kiso sekkei Co., Ltd Head office R&D section

目 次

要 旨

1. まえがき -----	1
2. 試験装置の概要 -----	2
2.1 基本仕様 -----	2
2.2 全体構成 -----	3
2.3 試験方法 -----	6
2.4 解析方法 -----	12
3. 試験内容 -----	21
3.1 試験の概要 -----	21
3.2 試験区間の選定 -----	22
3.3 試験結果 -----	23
4. 考 察 -----	31
4.1 ボアホールカメラ (BTV) の有効性 -----	31
4.2 各試験方法とその適応範囲 -----	32
4.3 試験中における他区間への圧力伝播について -----	34
4.4 段階揚水試験による間隙水圧の予測および考察 -----	35
5. 今後の調査試用における課題 -----	44
謝 辞 -----	45
参考文献 -----	46

目 次

図-2.2.1	1,000m対応水理試験装置の概念図	4
図-2.2.2	孔内部の詳細寸法図	5
図-2.3.1	間隙水圧測定の実験原理図	7
図-2.3.2	通常法の実験原理図	9
図-2.3.3	パルス法の実験原理図	10
図-2.3.4	孔内部の差圧計による試験の実験原理図	11
図-2.4.1	揚水試験による水位の安定	14
図-2.4.2	揚水量と水位の関係	15
図-2.4.1	貯留係数を考慮した単孔式透水試験の標準曲線	19
図-2.4.2	H/H_0 - $\log t$ 関係図の一例	19
図-2.4.3	マッチング図	20
図-3.3.1	間隙水圧と深度の関係	23
図-3.3.2	圧力変化図	25
図-3.3.3	非定常1グラフ階段状態の一例(問題のないCASE)	26
図-3.3.4	非定常1グラフ階段状態の一例(問題のあるCASE)	26
図-3.3.5	圧力クラフの一例(圧力変化開始時間のずれ)	27
図-3.3.6	圧力グラフの一例(圧力変化量の違い)	27
図-4.3.1	圧力伝播グラフ	34
図-4.4.1	揚水量と安定水位の関係 (GL-100.00~102.43m)	36
図-4.4.2	揚水量と安定水位の関係 (GL-255.00~257.03m)	38
図-4.4.3	揚水量と安定水位の関係 (GL-258.53~264.49m)	39
図-4.4.4	揚水量と安定水位の関係 (GL-333.00~335.03m)	40
図-4.4.5	揚水量と安定水位の関係 (GL-336.53~342.09m)	41

表 目 次

表-2.4.1	パルス法の仮想半径 R_w 一覧	18
表-3.2.1	試験区間深度と岩盤状況	22
表-3.3.1	試験結果一覧	24
表-3.3.2	各試験区間の透水係数	30
表-4.2.1	各試験方法とその適応範囲	32
表-4.2.2	透水量係数 T 一覧	33
表-4.4.1	間隙水圧一覧	35
表-4.4.2	揚水量と安定水位の関係 (GL-100.00~102.43m)	36
表-4.4.3	揚水量と安定水位の関係 (GL-255.00~257.03m)	37
表-4.4.4	揚水量と安定水位の関係 (GL-258.53~264.49m)	39
表-4.4.5	揚水量と安定水位の関係 (GL-333.00~335.03m)	40
表-4.4.6	揚水量と安定水位の関係 (GL-336.53~342.09m)	41
表-4.4.7	段階揚水試験のFile No. 一覧	43

付録1 試験結果図集

付録2 試験記録写真

付録3 孔内観察記録BTV映像ビデオ（別途提出）

1. ま え が き

本試験は、1,000m対応水理試験装置の適応性を確認するため、動燃事業団より指定された瑞浪市平岩のボーリングNo. DH-3号孔にて実施したものである。

ただし、DH-3号孔は孔曲がりが発生していたために、本試験装置をボーリング孔に挿入したところ、GL-360m付近において、BTV映像にスパイクノイズ等の異常が発生し、さらに中継ロッドが回転不可能となるような抵抗があった。よって、試験装置の孔内残置等の事故を未然に防ぐため、試験はGL-360m以浅の計5区間で実施致した。

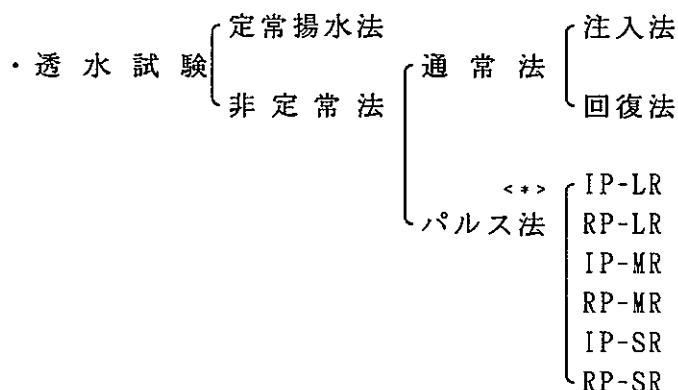
以下に、本適応試験の結果および考察等を取りまとめた。

2. 試験装置の概要

2.1 基本仕様

本試験装置の基本仕様を以下に示した。

適用深度	: GL-1,000mまで
適用孔径	: $\phi = 75 \sim 100$ mm
挿入方式	: ロッドシステム
試験区間の設定方法	: マルチパッカー方式
試験項目	: 間隙水圧測定, 透水試験
水理試験の種類	: ・ 間隙水圧測定



透水係数の測定範囲	: $10^{-4} \sim 10^{-9}$ cm/secオーダー
地下水位低下限界	: GL-300mまで
特殊機能	: BTV機能 (前方, 側方監視型)

パルス法の種類<*> -----

- IP-LR : Injection Puls Method by Large Reserver Tank
- RP-LR : Recovery Puls Method by Large Reserver Tank
- IP-MR : Injection Puls Method by Middle Reserver Tank
- RP-MR : Recovery Puls Method by Middle Reserver Tank
- IP-SR : Injection Puls Method by Small Reserver Tank
- RP-SR : Recovery Puls Method by Small Reserver Tank

2.2 全体構成

装置は次頁の概念図に示すとおり，①孔内部，②中継部，および③地上部に大別することができる。

また，孔内部の詳細寸法図を図-2.2.2に示した。

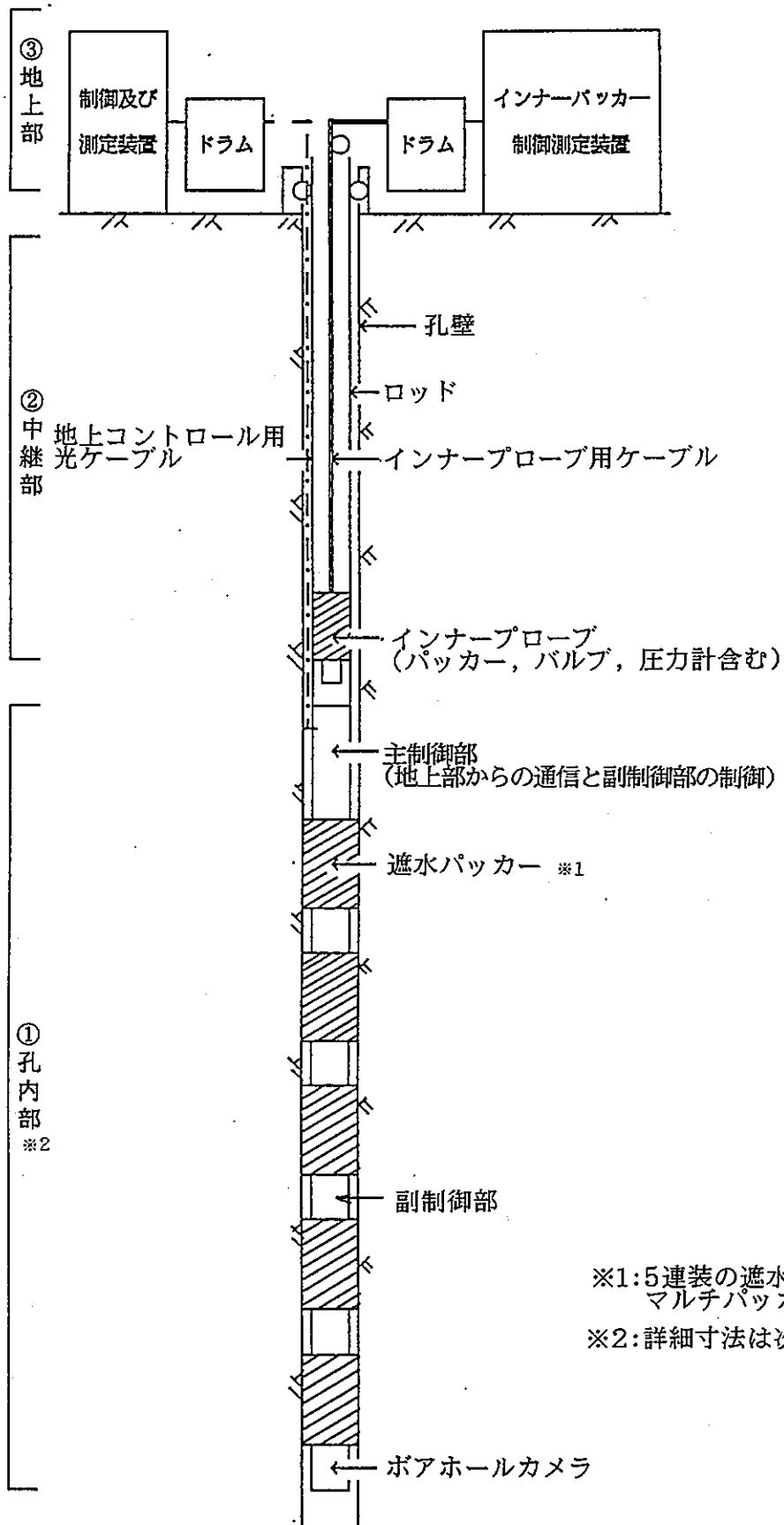


図-2.2.1 1,000m対応水理試験装置の概念図

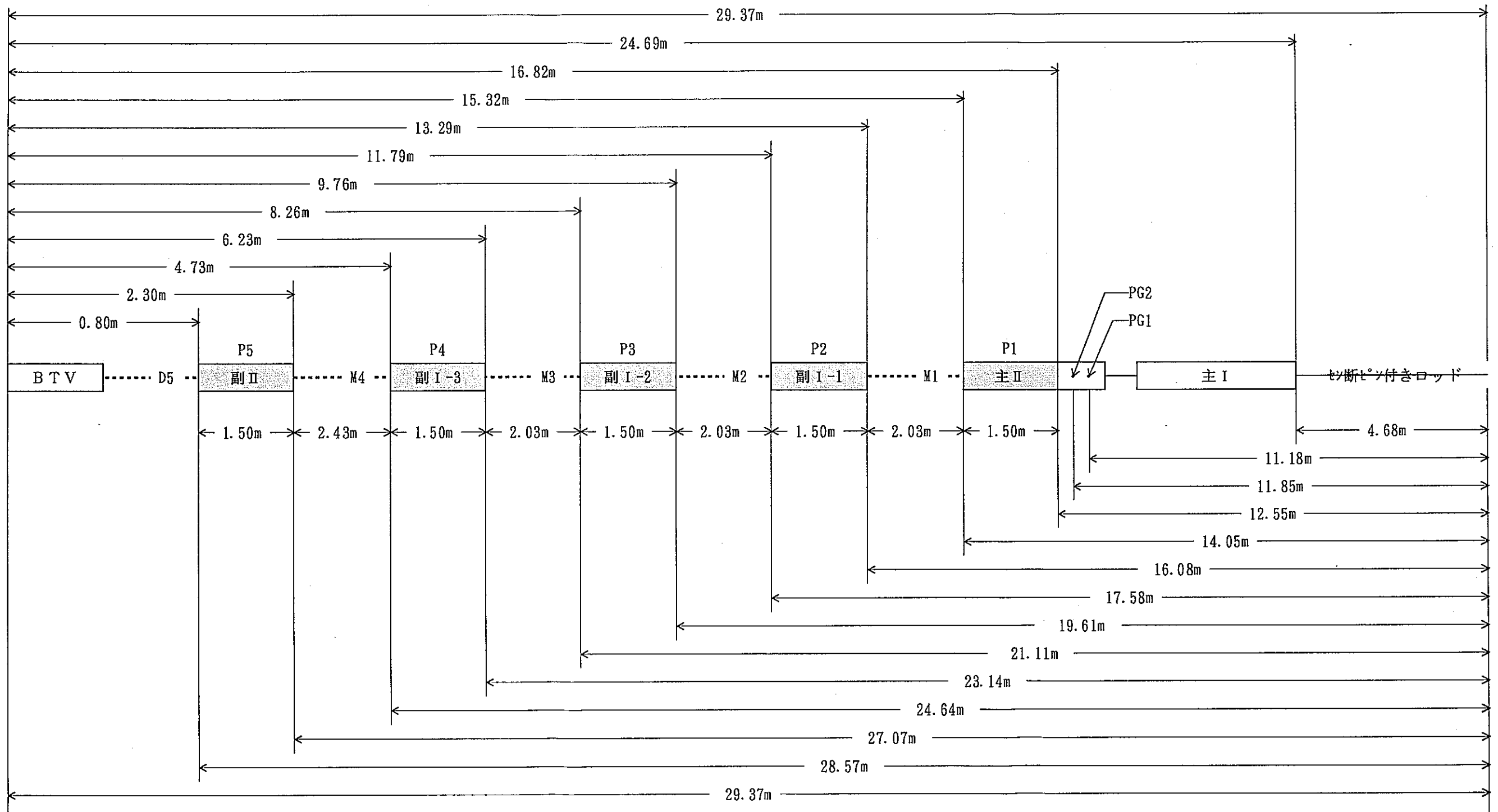
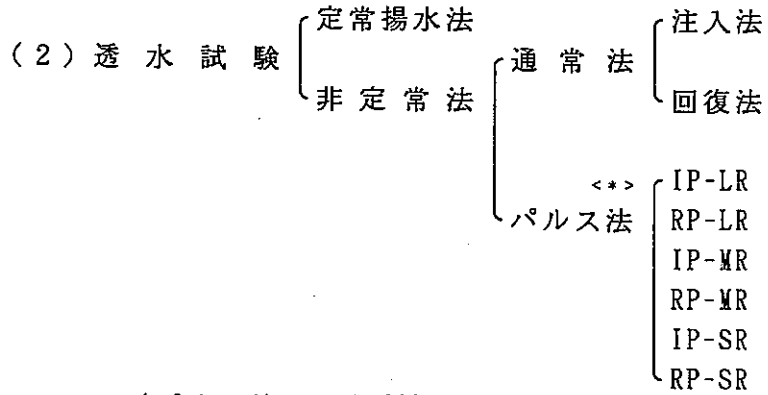


図-2.2.2 孔内部の詳細寸法図

2.3 試験方法

本試験装置の測定の種類を大別し、以下に示した。

(1) 間隙水圧測定



(パルス法の種類<*> は2頁を参照されたい。)

(1) 間隙水圧測定

間隙水圧測定は、500m対応の水理試験装置で実績のあるインナーパッカーを用いる。

しかし、この方法は本測定装置のマルチパッカーの採用に伴う複数の測定区間を同時に測定することができない。そのため、透水試験時における測定対象区間以外の水圧変動を測定することができないことになる。そこで、マルチパッカー内に設置してある差圧計を用いて、測定対象区間以外の水圧変動を測定する。さらに、通常型の圧力計を主配管内に設置してあるので、その値を用いて、間隙水圧をクロスチェックすることができる。

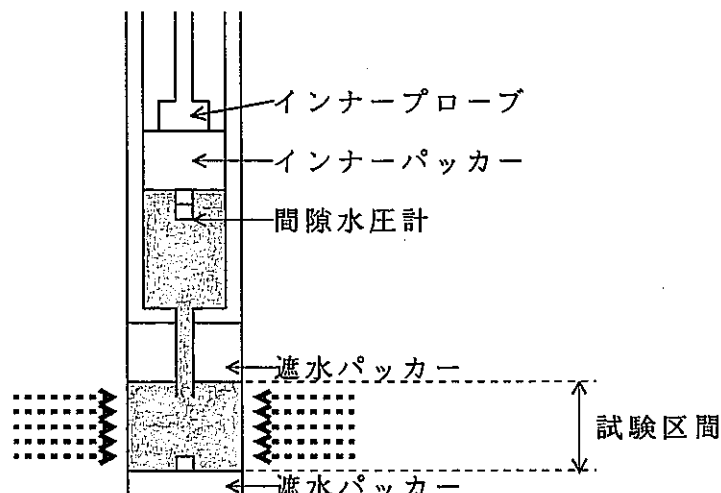


図-2.3.1 間隙水圧測定の実験原理図

(2) 透水試験

本試験装置における透水試験の方法は、

- ① 定常揚水法
- ② 非定常法

に大別することができる。

① 定常揚水法

定常法の透水試験には揚水法と注入法があるが、本装置では目づまり等を考慮して揚水法を採用している。

定常揚水法は一定量の地下水をポンプにより揚水し、その時の水位変化から透水係数を算定するものである。

本装置は、本来低透水係数測定を目的にしているため、揚水ポンプの設計最大量は2,000cc/h、最小は20cc/hである。このような微小流量で揚水試験を行う場合、通常の揚水試験等では試験井戸内の空間が原因の孔内貯留効果が問題となるが、本装置ではポンプを含め、全てが閉鎖区間であるため、空間が原因となる孔内貯留効果は発生しない。しかし、装置が持つ弾性、特に、パッカーに起因する弾性量は現在の技術では排除できないため、揚水量が数十cc/hのオーダーでは孔内貯留問題が発生する可能性がある。

ただし、定常揚水法によっては、ノイズとなる孔内貯留量を逆に利用するのが後に述べるパルス法であることを考慮すると、一概にこれを否定することはできない。

②..非常法

非常法は、通常法とパルス法に大別することができる。

通常法は地下水位を強制的に正または負の方向に変化させ、その後、その水位が回復する経時変化を測定するものである。一般的に正の水位強制変化を注入法、負の水位強制変化を回復法と称する。

下図に、通常法の透水試験原理図を示した。

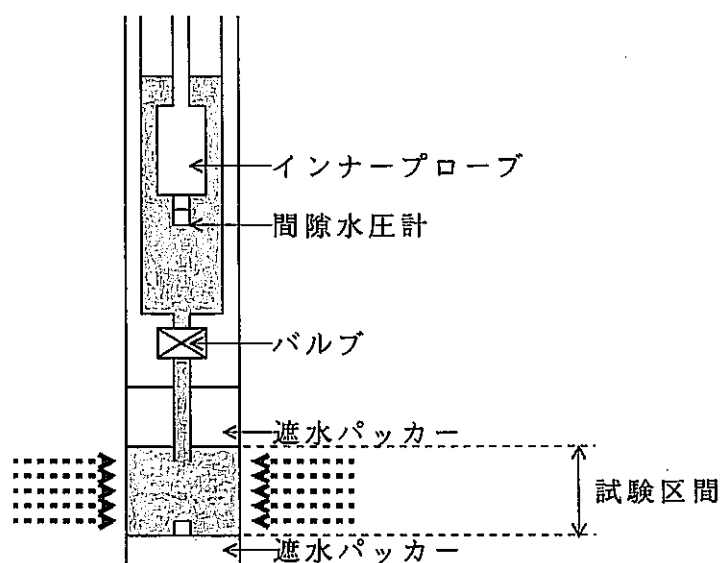


図-2.3.2 通常法の試験原理図

また、パルス法は、インナープローブのパッカー（インナーパッカー）を拡張し、そのインナープローブから測定区間における閉鎖区間内の圧力経時変化を測定するものである。この方法をInjection Puls Method by Large Reserver Tank(IP-LR), またはRecovery Puls Method by Large Reserver Tank(RP-LR)と称す。

下図に、パルス法の試験原理図を示した。

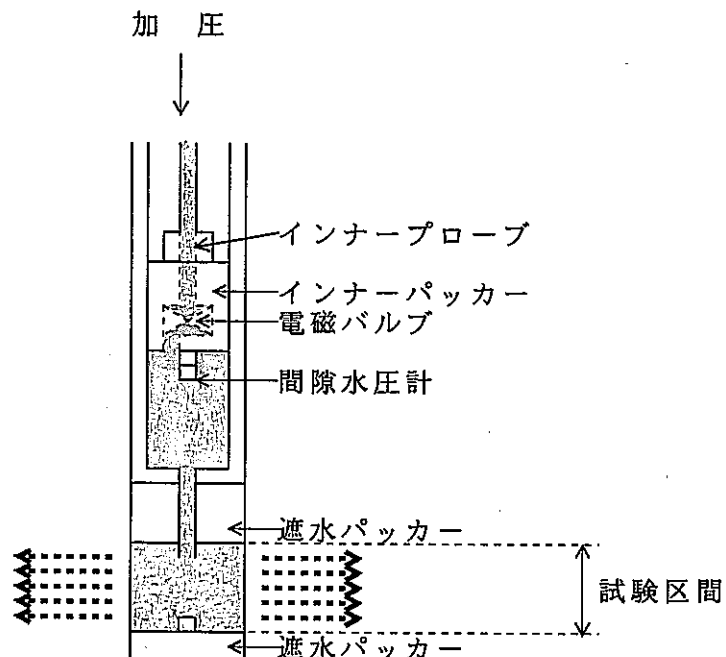


図-2.3.3 パルス法の試験原理図

なお、閉鎖区間内でのパルス法は、大深度測定の場合、インナープローブ設置深度と測定区間深度の距離が非常に長くなるため、その間にある水の弾性量が大きくなりすぎ、パルス法の特徴である低透水性岩盤の試験に問題が発生する。そこで、孔内部の各試験区間に設置してあるバルブと差圧計を用いる方法がある。その方法は、試験区間にあるバルブを閉鎖した状態で、そのバルブまでの圧力を正、または負の方向に強制的に変化させ、その後、バルブを一時解放して測定区間の圧力を強制変化させる。後にそのバルブを閉鎖し、試験区間にある差圧計によって、圧力の経時変化を測定するものである。この方法であれば、閉鎖区間は非常に短くなることから、閉鎖区間内にある水の弾性的作用の問題が解消される。この測定方法は、大深度における透水試験の代表的な測定方法といえる。

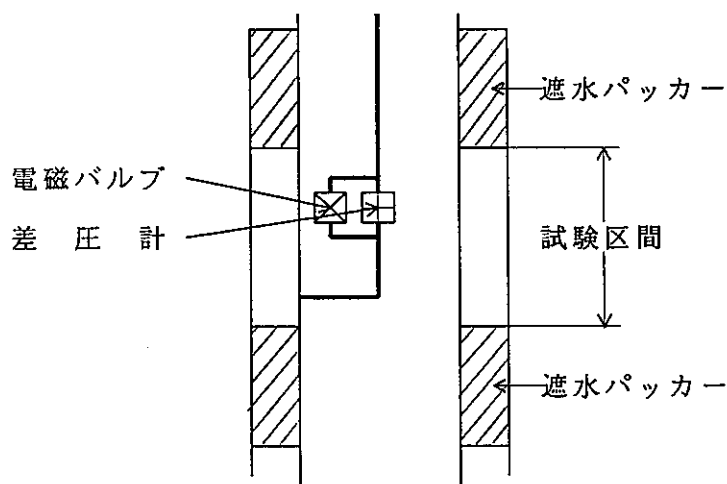


図-2.3.4 孔内部の差圧計による試験の原理図

2.4 解析方法

(1) 定常揚水法

単孔式の定常揚水法は、限定された測定区間から一定の流量で揚水し、測定区間の圧力低下速度から透水係数を算定するものである。試験装置の機構上は、揚水ポンプの安定性と制御、および圧力と流量の測定精度が重要な要素である。

また、透水係数が小さく揚水流量が微量の時は、孔内貯留効果が大きな誤差要因になるので、揚水区間を閉鎖系にして孔内貯留効果を最小限にする必要がある。

解析法を以下に示した。

< ヤコブの式 > --- (参考文献.2)

片対数方眼紙の普通目盛りに水位低下量 S を、対数目盛りに t/r^2 をとってプロットするとその関係は直線となる。この直線の勾配から透水量係数 T が求まり、また、この直線と横軸の交点の座標 $t/r^2 (t=0)$ から貯留係数 S が求まる。

$$T = \frac{\ln \frac{t_1/r^2}{t_2/r^2}}{4\pi(S_1-S_2)} \text{----- 式-2.4.1}$$

$$S = 2.25T(t/r^2 (t=0)) = S_s \cdot D \text{----- 式-2.4.2}$$

$$k = \frac{T}{D} \text{----- 式-2.4.3}$$

ここに、 r : 試験孔の半径 (cm)
 $t_1 \cdot t_2$: 水位測定時間 (sec)
 $S_1 \cdot S_2$: $t_1 \cdot t_2$ における水位 (cm)
 T : 透水量係数 (cm^2/sec)
 S : 貯留係数
 S_s : 比貯留係数 (/cm)
 D : 測定区間長 (cm)
 k : 透水係数 (cm/sec)

< 回復式 > --- (参考文献.3)

片対数方眼紙の普通目盛りに水位上昇量Sを，対数目盛りに t/t_0 をとってプロットするとその関係は直線となる。この直線の勾配から透水量係数Tが求まる。

$$T = \frac{\ln \frac{t/t_1}{t/t_2}}{4\pi(S_1 - S_2)} \text{ ----- 式-2.4.4}$$

$$k = \frac{T}{D} \text{ ----- 式-2.4.5}$$

ここに， t : 揚水停止までの時間 (sec)
t₁・t₂ : 揚水停止後の水位測定時間 (sec)
S₁・S₂ : t₁・t₂における水位 (cm)

< ボシュレフの定常式 > --- (参考文献.4)

$$k = \frac{Q}{2\pi DH} \text{Ln} \left(\frac{D}{r} \right) \text{ ----- 式-2.4.6}$$

ここに， k : 透水係数 (cm/sec)
Q : 揚水量 (cc/sec)
D : 測定区間長 (cm)
H : 水頭差 (cm)
r : ボーリング孔半径 (cm)

なお、今回は揚水量を任意に変化させた段階揚水試験を実施した。

この段階揚水の目的は、難透水性地盤で間隙水圧を測定する場合に測定が非常に長期となるため、この間隙水圧を段階揚水試験によって早期に明らかにしようとする試みである。

以下に、段階揚水試験による間隙水圧の推定方法を示す。

- ①. 限界揚水量を越えない範囲において数ケースの揚水量を設定し、水圧（または水位）が安定するまで揚水を行う。

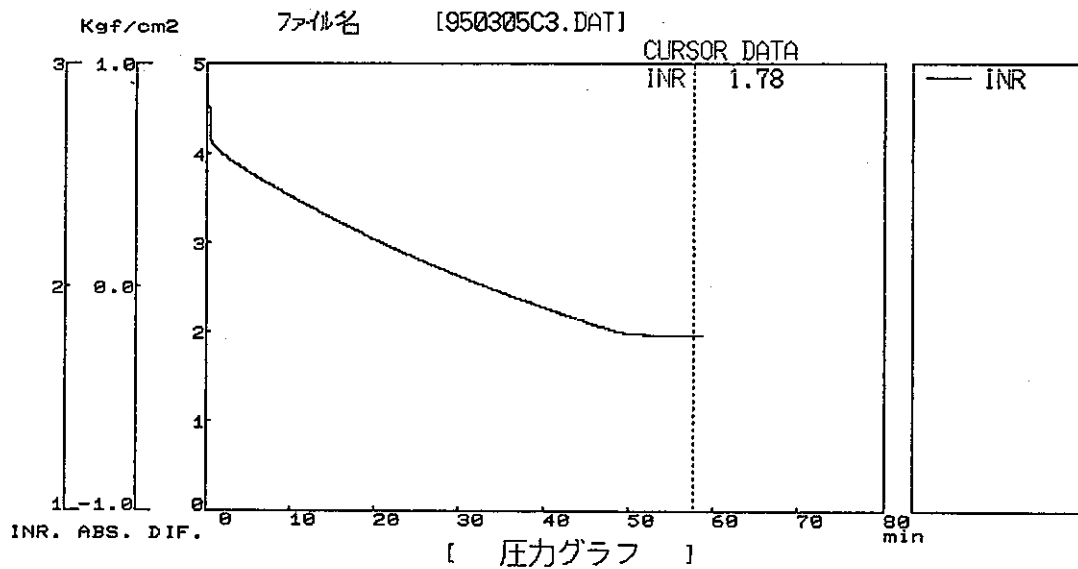


図-2.4.1 揚水試験による水位の安定

- ②..各揚水量と水位の安定の関係を求め、揚水量 $Q=0\text{cc/h}$ 点での水圧を推定間隙水圧とする。

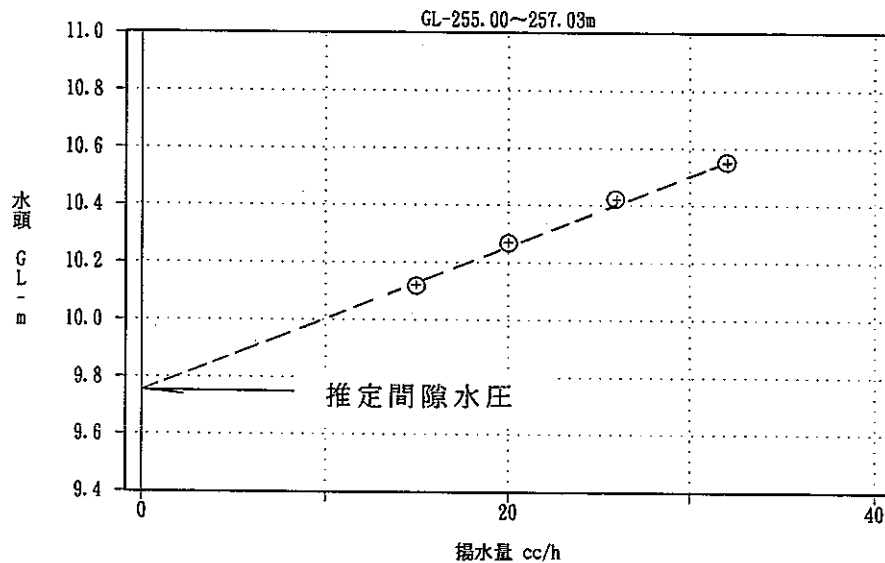


図-2.4.2 揚水量と水位の関係

- ③..上図で推定した間隙水圧は未だ完成された手法ではないため、通常の間隙水圧測定を行い、比較検討を行う。

<段階揚水試験の留意点>

- ①..任意に設定する揚水量は、限界揚水量を越えない範囲であること、また、影響範囲を広げないこと等から、少量の揚水量に設定する必要がある。

今回の試験の経験によれば、地盤の透水性にも左右されるが、設定する揚水量は概ね $100\sim 200\text{cc/h}$ 程度以下が適当と考える。

- ②..揚水を開始する初期水圧は理論上いくらでも良いが、平衡水位との差が大きいと揚水試験の水圧安定待ちに時間がかかる。したがって、掘削状況や孔内水位測定結果等により事前に平衡水位を予測し、インナープローブのパルス圧や揚水ポンプによって、初期水圧を平衡水位レベル付近に設定する必要がある。

今回の試験の経験によれば、初期水圧を平衡水位付近に設定した3ケースの揚水試験に要した時間は、約1時間であった。

(2) 非定常法

非定常法は従来 of 動燃式 of 試験装置にも採用され、実績のある試験法である。海外では、Slug Test または Drill Stem Test の名称で一般に用いられている。本試験法を行うに際しての留意点は、過大な水頭差を与えないことと、水圧が安定してから試験を行うことの2点である。

解析法に関しては、 $t\text{-log}h$ の関係が直線となり貯留係数が無視できるほど小さい場合は、以下に示すボシュレフの式が不完全井にも適用できるので、これを採用する。しかし、 $t\text{-log}h$ の関係が曲線となり貯留係数が有意なほど大きな場合には、非定常非平衡解析のクーパー法を用いる。

以下に、非定常法の解析法を示した。

< ボシュレフの非定常式 > --- (参考文献・4)

$$k = \frac{(2R_w)^2 \ln(mD/r)}{8D(t_2 - t_1)} \ln(h_1/h_2) \text{ ----- 式-2.4.7}$$

ここに、k : 透水係数 (cm/sec)
 R_w : ピエゾメーター管内半径 (cm)
 r : ボーリング孔半径 (cm)
 m : 縦横方向の透水係数比 (通常はm=1)
 D : 測定区間長 (cm)
 t : 経過時間 (sec)
 h : 経過時間tに対応する水位 (cm)

なお、ピエゾメーター管内半径R_w(仮想半径R)は、以下のように設定する。

①..通常法の場合

通常法の場合のR_wは、AN-1号孔における孔内試験(参考文献・6)で採用可能となっている以下の定数を採用する。

$$R_w = 15.0 \text{ mm}$$

②..パルス法の場合

パルス法の場合のR_wは、閉鎖区間の水の体積とパッカーの状態によって決定され、次式によって算定する。

$$R^2 = \left[\frac{V_w}{2.3 \times 10^{-7}} + \alpha \right] \frac{1}{\pi} \text{ ----- 式-2.4.8}$$

ここに、R : 仮想半径 (cm)
 V_w : 閉鎖区間内の水の体積 (cm³)
 α : パッカーの弾性に関する定数 (cm⁵/g)

なお、αの値はAN-1号孔における孔内試験(参考文献・6)で採用可能となっている以下の定数を採用する。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{遮水パッカー} \times 1 \text{本の定数} = 8.48 \times 10^{-4} \text{ cm}^5/\text{g} \\ \text{インナーパッカーの定数} = 8.30 \times 10^{-4} \text{ cm}^5/\text{g} \\ \therefore \text{遮水パッカー} \times 2 \text{本の場合、} \alpha = 1.70 \times 10^{-3} \text{ cm}^5/\text{g} \\ \therefore \text{遮水パッカー} \times 2 \text{本とインナーパッカーの場合、} \\ \alpha = 2.53 \times 10^{-3} \text{ cm}^5/\text{g} \end{array} \right.$$

次頁に、今回パルス法を実施した区間の仮想半径R_wの算定表を示す。

表-2.4.1 パルス法の仮想半径Rw一覧

上端深度= 100.00 m 下端深度= 102.43 m Inner深度= 27.95 m 測定孔径= 10.00 cm Packer外径= 6.00 cm ホット内径= 3.57 cm エット寸法 = 9.37 m	上端深度= 255.00 m 下端深度= 257.03 m Inner深度= 27.95 m 測定孔径= 10.00 cm Packer外径= 6.00 cm ホット内径= 3.57 cm エット寸法 = 9.37 m
<パルスLR法の場合> $V_w = 74,918.1 \text{ cm}^3$ $R^2 = 1.86E-03 \text{ cm}^2$ $R = 0.043 \text{ cm}$ = 0.43 mm	<パルスLR法の場合> $V_w = 227,982.0 \text{ cm}^3$ $R^2 = 3.98E-03 \text{ cm}^2$ $R = 0.063 \text{ cm}$ = 0.63 mm
<パルスSR,MR法の場合> $R^2 = 7.10E-04 \text{ cm}^2$ $R = 0.027 \text{ cm}$ = 0.27 mm	<パルスSR,MR法の場合> $R^2 = 6.83E-04 \text{ cm}^2$ $R = 0.026 \text{ cm}$ = 0.26 mm
上端深度= 333.00 m 下端深度= 335.03 m Inner深度= 17.97 m 測定孔径= 10.00 cm Packer外径= 6.00 cm ホット内径= 3.57 cm エット寸法 = 9.37 m	上端深度= 336.53 m 下端深度= 342.09 m Inner深度= 20.95 m 測定孔径= 10.00 cm Packer外径= 6.00 cm ホット内径= 3.57 cm エット寸法 = 11.40 m
<パルスLR法の場合> $V_w = 316,003.8 \text{ cm}^3$ $R^2 = 5.19E-03 \text{ cm}^2$ $R = 0.072 \text{ cm}$ = 0.72 mm	<パルスLR法の場合> $V_w = 332,257.8 \text{ cm}^3$ $R^2 = 5.42E-03 \text{ cm}^2$ $R = 0.074 \text{ cm}$ = 0.74 mm
<パルスSR,MR法の場合> $R^2 = 6.83E-04 \text{ cm}^2$ $R = 0.026 \text{ cm}$ = 0.26 mm	<パルスSR,MR法の場合> $R^2 = 9.28E-04 \text{ cm}^2$ $R = 0.030 \text{ cm}$ = 0.30 mm

<クーパー法> --- (参考文献.5)

前に述べたボシュレフの非定常解析による単孔式透水試験の結果, $\log H-t$ で直線性が得られない場合の説明として, 帯水層の圧縮性である比貯留係数を導入したクーパーの解析方法がある。

その方法は, 完全貫入井戸に関する井戸径を考慮した揚水試験結果の解析であるが, ストレーナーを用いた単孔式透水試験にも十分有効である。

(解析手順)

- ① 標準曲線(図-2.4.1)の準備。
- ② ①と同じスケールの $H/H_0 - \log t$ の作成。(図-2.4.2)
- ③ ①と②を水平移動させて, マッチングポイント(図-2.4.3)を決めて α , β および t_0 を求める。

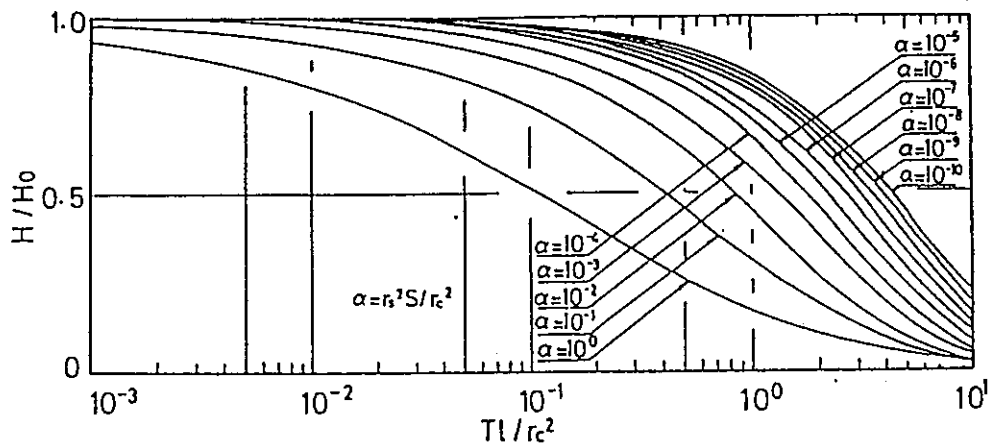


図-2.4.1 貯留係数を考慮した単孔式透水試験の標準曲線

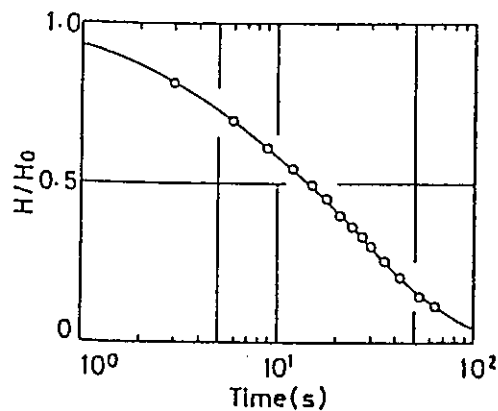


図-2.4.2 $H/H_0 - \log t$ 関係図の一例

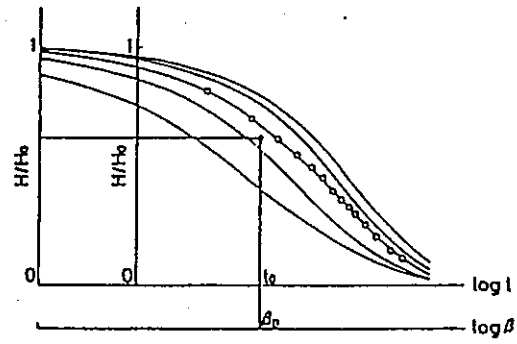


図-2.4.3 マッチング図

$$T = \frac{rc^2 \beta_0}{t_0} \text{ ----- 式-2.4.9}$$

$$k = \frac{T}{D} \text{ ----- 式-2.4.10}$$

- ここに、 T : 透水量係数
 rc : 管内半径 (cm) = R_w パルス法の場合は仮想半径
 D : 透水区間長 (cm)
 k : 透水係数 (cm/sec)

3. 試験内容

3.1 試験の概要

(1) 試験場所 岐阜県瑞浪市日吉平岩 (DH-3号孔)

(2) 試験期間 { 自) 平成 7年 1月24日
至) 平成 7年 3月10日

(3) 試験内容 {
・ 間隙水圧測定 } 合計 8区間
・ 透水試験 }
・ 段階揚水試験 }

(4) 試験担当者 大成基礎設計株式会社

春日 明
平田 洋一
田村 雅彦
薄木 由明
田永 友則
柰子 一郎
牧野 章也

3.2 試験区間の選定

今回試験を実施したDH-3号孔は、孔曲がりを生じていたため、本試験装置を挿入する際にGL-360m付近において以下に示す異常が認められた。

したがって、試験区間は、試験装置の安全を考慮してGL-360m以浅とした。

- ①..孔内観察（BTV）映像に、スパイクノイズが出現した。
- ②..孔内部ロッドに回転を加えることができなくなった。

また、本孔掘削の際に、ボーリング孔壁を保護するために、セメンテーションを行っている。よって、試験区間は、GL-360m以浅のセメンテーションを行っていない部分を選定した。

今回選定した試験区間深度、およびBTV観察による孔内状況等を下表にまとめる。なお、ボーリング孔径はφ100mmで、岩種は全て花崗岩である。

表-3.2.1 試験区間深度と岩盤状況

試験区間 (GL-m)	試験区間長 (m)	BTV観察による孔内状況
100.00 ~ 102.43	2.43	亀裂少なく、全体に良好な岩盤。
255.00 ~ 257.03	2.03	亀裂少なく、全体に良好な岩盤。
258.53 ~ 264.49	5.96	縦および横亀裂が発達。 部分的に開口部あり。
333.00 ~ 335.03	2.03	縦および横亀裂が発達。 部分的に開口部あり。
336.53 ~ 342.09	5.56	少量の横亀裂が部分的に存在。

3.3 試験結果

本試験結果の詳細は、巻末の付録に示す。

ここでは、得られた諸数値をまとめ次頁の一覧表にまとめた。

<間隙水圧について>

5区間で測定した間隙水圧と深度の関係を下図に示した。

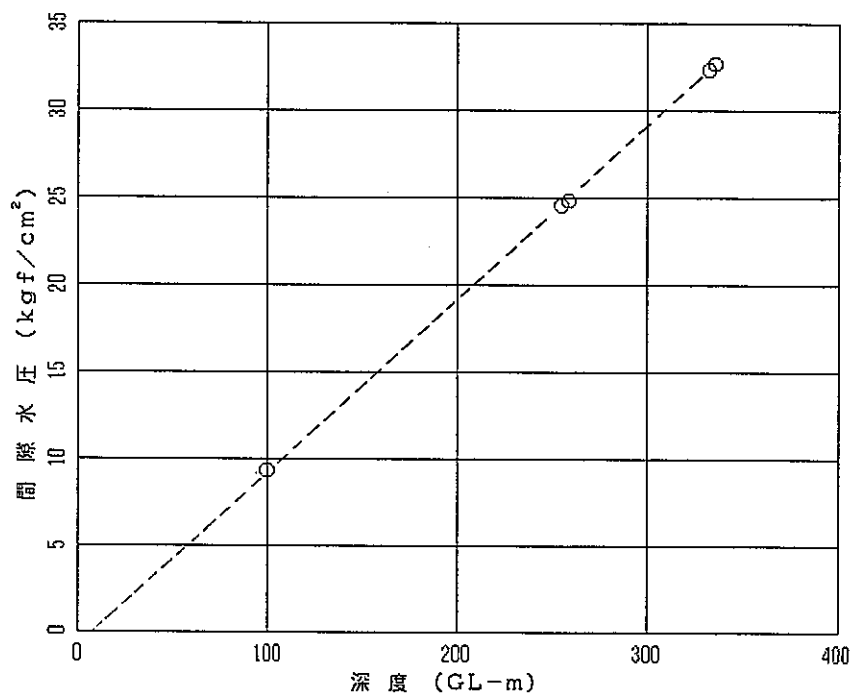


図-3.3.1 間隙水圧と深度の関係

同図によれば、各測定点は直線状態であることから、今回測定した各測定区間の水圧は概ね静水圧分布と判断することができる。

表-3.3.1 試験結果一覧

試験区間 (GL-m)	試験区間長 L (m)	測定方法	測定日 (y.m.d)	仮想半径 R (mm)	INNER ZONDE		平衡水位 W1 (GL-m)	間隙水圧 * Pw(kg/cm ²)	透水係数 k (cm/sec)				FILE No.	解析グラフの状態	試験目的	BTV観察による孔内状況	
					設置深度	表示値			INNER	PM1	PM2	PM3					
100.00 ~ 102.43	2.43	間隙水圧測定	95. 3. 8	-	27.95	2.118	6.77	9.32					95030804	・問題なし	・IP-SRやRP-SRの適応確認 ・段階揚水試験区間	・亀裂少なく、全体に良好な地盤	
		IP-SR	95. 3. 8							2.8E-09			95030814				
		RP-SR	95. 3. 8	0.27						3.3E-09			95030809				
255.00 ~ 257.03	2.03	間隙水圧測定	95. 3. 6	-	27.95	1.829	9.66	24.53					95030606	・問題なし	・段階揚水試験区間	・亀裂少なく、全体に良好な地盤	
		RP-LR	95. 3. 6	0.63					3.2E-07	3.0E-07			95030610				
258.53 ~ 264.49	5.96	間隙水圧測定	95. 3. 6	-	27.95	1.738	10.57	24.80					95030601	・問題なし	・段階揚水試験区間	・縦、横亀裂が発達	
333.00 ~ 335.03	2.03	間隙水圧測定	95. 3. 2	-	17.97	0.796	10.01	32.30					95030219	・問題なし	各種測定方法の適応確認 ・段階揚水試験区間	縦、横亀裂が発達 部分的に開口部あり	
		通常回復法	95. 3. 3	15.00					5.7E-07	5.3E-07			95030301				
		IP-LR	95. 3. 2						5.2E-07	5.2E-07			9503022E				
		RP-LR	95. 3. 3	0.72					7.9E-07	7.2E-07			95030300				
		IP-SR	95. 3. 2						6.6E-07				9503022C				
		"	95. 3. 2						7.6E-07				9503022D				
		RP-SR	95. 3. 2						8.1E-07				95030221				
		"	95. 3. 2						7.6E-07				95030222				
		"	95. 3. 2	0.26					9.6E-07				9503022B				
		定常揚水法	95. 3. 3	(Q=50cc/h)					1.0E-06	8.1E-07							9503035B
		"	95. 3. 3	(Q=200 ")					8.5E-07	9.0E-07							9503035C
"	95. 3. 3	(Q=400 ")					7.7E-07	7.3E-07				9503035D					
"	95. 3. 3	(Q=600 ")					6.3E-07	6.4E-07				9503035E					
336.53 ~ 342.09	5.56	間隙水圧測定	95. 3. 3	-	20.95	1.091	10.04	32.65					95030308	・問題なし	各種測定方法の適応確認 ・段階揚水試験区間	少量の横亀裂が部分的に存在	
		通常回復法	95. 3. 3	15.00					9.2E-07	9.2E-07	9.2E-07						95030318
		IP-LR	95. 3. 3						3.0E-06	2.9E-06	3.0E-06						95030314
		"	95. 3. 3						3.1E-06	3.0E-06	2.7E-06						9503031A
		"	95. 3. 3						1.0E-06	9.1E-07	7.5E-07						9503039D
		RP-LR	95. 3. 3						3.0E-06	2.9E-06	2.8E-06						95030313
		"	95. 3. 3						1.8E-06	1.8E-06	1.6E-06						95030315
		"	95. 3. 3	0.74					2.0E-06	1.9E-06	1.9E-06						9503035A
		IP-SR	95. 3. 3							2.0E-06	2.0E-06						9503039B
		"	95. 3. 3							2.0E-06	1.9E-06						9503039C
		RP-SR	95. 3. 3							1.6E-06	1.7E-06						95030309
"	95. 3. 3	0.30						1.8E-06	1.6E-06			9503039A					
定常揚水法	95. 3. 3	(Q=2000cc)					1.5E-06	1.5E-06	1.8E-06			95030317					

間隙水圧 * : 間隙水圧は試験区間深度の上端部に作用する深度とした。

< 透水係数について >

透水係数を解析した結果から、明らかとなった事項を以下に示す。

- (1) 複数の圧力計で解析した透水係数は、どの圧力計においてもほぼ同程度の値を示している。
- (2) GL-336.53~342.09m区間で測定した通常回復法 (FILE No. 95030318) の解析グラフは、下図に示したように圧力変化が非常に小さいため、今回、解析した透水係数は無視する。

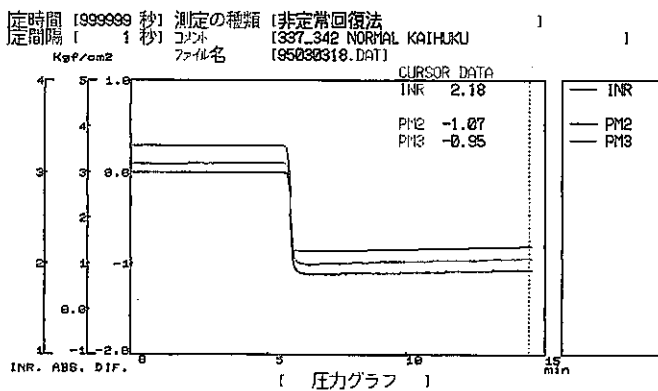
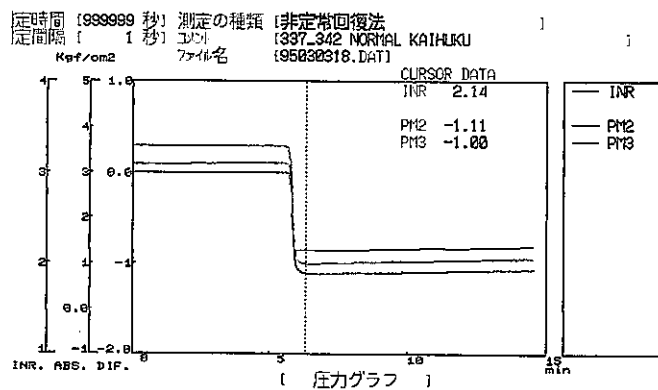


図-3.3.2 圧力変化図

(3) GL-333.00~335.03m区間で測定したパルスのSmall Reserver Tank法、およびGL-336.53~342.09m区間で測定したパルスのLarge Reserver Tank法の一部の非定常1グラフが下図に示すように、やや階段状となっている。しかし、解析上は特に問題はない。

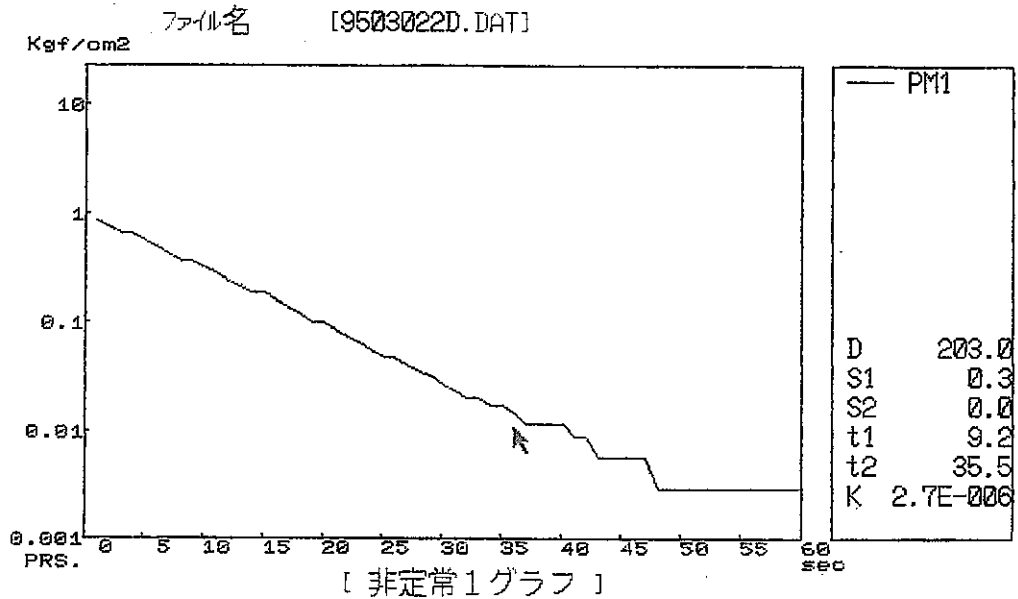


図-3.3.3 非定常1グラフ階段状態の一例（問題のないCASE）

(4) GL-336.53~342.09m区間で測定したパルスのSmall Reserver Tank法の非定常1グラフは下図に示すように、水圧回復時間が10sec以下と非常に短く、また、データサンプル数が非常に少ないことから、得られた曲線は階段状となり、解析上問題がある。

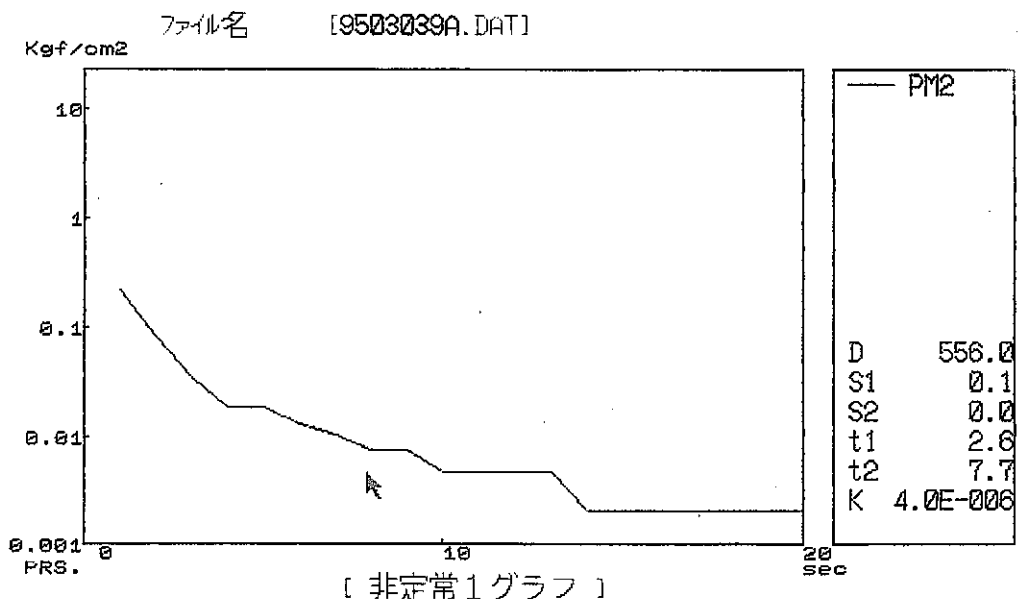


図-3.3.4 非定常1グラフ階段状態の一例（問題のあるCASE）

また、以下に圧カグラフの例を示した。

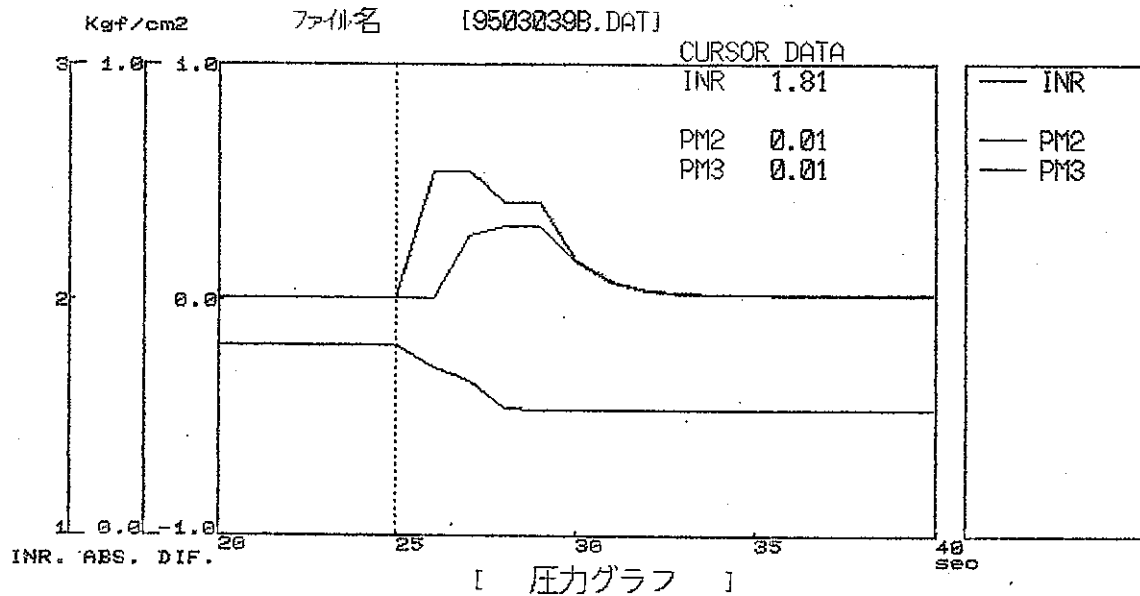


図-3.3.5 圧カグラフの一例（圧力変化開始時間のずれ）

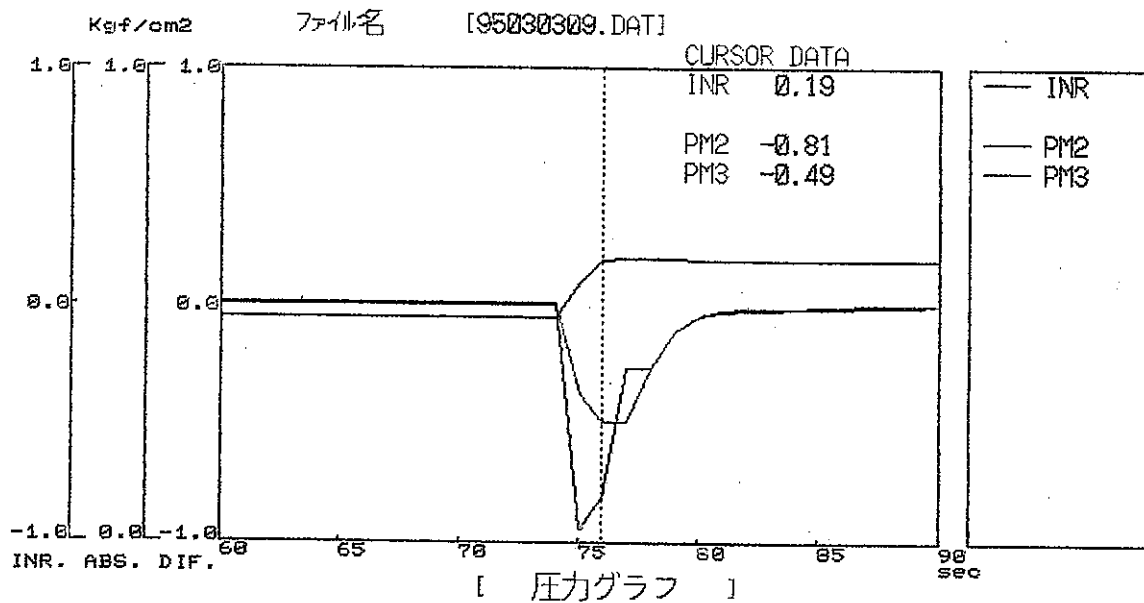


図-3.3.6 圧カグラフの一例（圧力変化量の違い）

同図より、以下の事項が問題点として指摘できる。

- ①.. 圧力変化開始時間がずれている。
- ②.. インナープローブによる圧力変化量より、各試験区間にある差圧計の変化量の方が大きい。
- ③.. 各試験区間の差圧計の値が異なる。

これらの問題点が発生する原因を以下に述べる。

①.. サンプルングインターバルの問題

問題点として始めに指摘した圧力変化開始時間のずれは、主に、本装置のサンプルングインターバルに起因すると思われる。

本装置の最小サンプルングインターバルは1秒なので、圧力変化速度がある程度以上に早くなると、その変化データがサンプルングインターバルの谷間に入り、見かけ上は圧力変化開始時間が1秒ずれるような問題が発生する。

本質的には、ハードウェア上の問題なので、現在とはともかく、将来的には高速サンプルングを行うことによって、ある程度の対処は可能である。

② .. 瞬間的なバルブ操作による水撃効果の問題

管路設計において、管径が変化した場合などに流水の慣性により発生するバルブサージング等の破壊的な水撃効果の問題はよく知られている。

本装置においては、管径の変化や管路の曲がりが多く、また、制御に瞬間的に作動する電磁バルブを使用しているので、破壊はないにしても圧力に関する水撃効果は極めて発生しやすい構造となっている。

通常の透水試験では測定時間が長いので、水撃効果が発生してもそれが問題となることはないが、今回のように、極めて短時間に測定が終了する場合にクローズアップされる。

③.. 岩盤の圧力吸収による圧力伝播の遅れの問題

本装置はボーリング孔径の問題から、最大外径を $\phi 60\text{mm}$ に納めているが、そのために内部の配管系が制限され、必ずしも十分な太さの配管径が確保されてはいない。

したがって、岩盤の透水係数が大きくなると、圧力が吸収されて試験区間

に十分な水量を送り込むのが困難になり，結果的に圧力計の設置位置により値が異なってくる。

以上述べたように，指摘されたこれらの問題点は，本質的には装置の構造上の問題であるが，限られた形状の範囲内でこれを満足させる構造にするのは事実上困難である。

このような現象は，試験時間が数秒と極端に短い場合に発生するので，現状では余りにも短時間で終了するような試験条件の設定は避けるべきである。また，同時に今回このような現象が発生したデータは解析対象外とすべきである。

(5) 今回解析した各試験区間の透水係数の範囲をまとめ、下表に示す。

表-3.3.2 各試験区間の透水係数

試験区間 (GL-m)	透水係数 K (cm/sec)			
	1×10^{-8}	1×10^{-7}	1×10^{-6}	1×10^{-5}
100.00~102.43		→		
255.00~257.03			→	
333.00~335.03			←→	
336.53~342.09				←→

なお、BTVの孔内観察によればGL-333.00~335.03mとGL-336.53~342.09mとでは、前者深度のほうが亀裂が多く観察されたが、透水係数をみると後者深度のほうが透水性が高い。

したがって、BTV観察で岩盤の透水性を判断する場合には注意が必要である。

4. 考 察

4.1 ボアホールカメラ (BTV) の有効性

孔内部先端に設置してあるボアホールカメラは、前方、側方監視型で孔壁や孔内水等の状況を明確に確認することができる。さらに、その映像をビデオ映像として確保することができる。

特に、以下のような状況でボアホールカメラは有効である。

- ①.. 孔内部装置の挿入時に、孔壁が不安定な区間がBTVによって確認された場合には、その区間の挿入速度を調整するなどの対処によって、孔内事故の防止に有効である。
- ②.. 孔口でのロッドの回転に伴い、ボアホールカメラ映像も同じように回転するはずであるが、仮に同じ回転をしない場合には、孔内の孔曲がりや孔壁の崩壊等によって孔内部ユニットが孔壁に密着もしくはジャーミングしていることが予想できる。さらに、そのような状況が進めば、BTV映像に何かしらの異常（電源の断、ノイズスパイクの発生等）が発生するため、これも①同様に孔内事故の防止に有効である。
- ③.. 孔内状況は、事前のボアホール掘削状況やコア観察等によってある程度明らかではあるが、これらの結果には、深度の誤差や人為的な外力による岩盤コアの亀裂等の問題が多分に含まれている。しかし、ボアホールカメラによれば、それらの問題は解消され、特に、水理試験区間の設定時には大変に有効である。
- ④.. 孔内水の濁り等もこのボアホールカメラで明らかとなるため、孔内試験装置内に孔内水を利用するかどうかの判断材料となる。

なお、今回の試験装置の挿入に際しては、②の状況がGL-360m付近で発生したため、以深の挿入は中止し、試験はその深度以浅で実施した。

4.2 各試験方法とその適応範囲

ここでは、今回の試験結果、およびAN-1号孔の結果を基に考えられる各試験方法の適応範囲について述べる。

適応範囲を示す指標は、透水係数 k とした場合には、試験区間長 D が影響することから、透水係数 k に試験区間長 D を乗じた透水量係数 T を基準とし、次頁に、現在までに得られた透水量係数 T の一覧を示した。

各試験方法とその適応範囲は、設計時の条件をもとにするとともに、今回の試験結果の反映に関しては、圧力グラフと解析グラフに問題のないデータが得られることを条件として設定した。

製作時の性能試験で考案されたパルス法の変形であるSR法は、圧力に対する感度が極めて敏感で大深度での低透水係数測定に適していることが、今回の試験結果で示された。ただし、実験的には確認されてはいないが、経験的に 10^{-10} cm/sec オーダーの低透水係数測定の可能性が期待できる。

SR法やMR法、およびLR法を含むパルス法は圧力応答が敏感なため、透水係数が多少大きくなると、前で述べたように測定データが乱れ、適用が困難になる。したがって、パルス法に含まれる試験方法の適応範囲は透水係数が大きい側の制限が厳しく、小さい側では制限を緩くした。

表-4.2.1 各試験方法とその適応範囲

試験方法		透水量係数 T (cm ² /sec)						
		10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
定常揚水法		-----						
非定常法	通常法	-----						
	パルス法	LR	-----					
MR, SR		-----						
試験方法		10^{-9} 10^{-8} 10^{-7} 10^{-6} 10^{-5} 10^{-4}						
D=200cm		透水係数 k (cm/sec)						

凡例 { ————— : 試験で確認した範囲
 : 予測範囲

表-4.2.2 透水量係数 T 一覧

<AN-1号孔の試験結果>

試験区間 (GL-m) <測点No.>	試験区間長 L (m)	測定方法	透水量係数 T (cm ² /sec)					FILE No.	解析グラフの状態等	
			INNER	PG1	PM1	PM2	PM3			PM4
263.00 ~ 265.03 <M1> F1-3 S2	2.03	通常注入法	5.5E-03	5.7E-03	6.3E-03			N4100316		
		通常回復法	8.1E-03	8.3E-03	1.1E-02			N4100317	問題なし	
263.00 ~ 272.09 <M1, 2, 3> F1-3 S2	9.09	通常注入法	1.5E-02	1.6E-02				N4100114	問題なし	
		通常回復法	2.1E-02	2.1E-02				N4100115	問題なし	
		IP-SR			3.3E-03				N410010D	
					1.1E-03				N4100112	データ数が少なく階段状のため、問題あり
266.53 ~ 272.09 <M2, 3> F1-3 F1-1	5.56	通常注入法	2.6E-03	2.6E-03		2.0E-03		N4100314		
		通常回復法	1.1E-02	1.0E-02		1.1E-02	1.1E-02	N4100318	問題なし	
273.59 ~ 276.02 <M4> F2 F1-3	2.43	IP-LR	2.4E-05	2.4E-05			2.4E-05	N4093008		
		IP-SR	2.4E-05	2.4E-05			2.4E-05	N4093016		
		RP-SR					3.2E-05	N4093017		
		RP-SR					2.1E-05	N4100122		
		定常揚水法			3.6E-05			1.4E-04	N4100123	問題なし
								3.6E-05	N4093019	問題なし (揚水量=300cc/h)
						9.5E-05	N4093021	問題なし (揚水量=600cc/h)		
943.47 ~ 945.50 <M2> F1-2 F1-1	2.03	IP-SR				6.9E-06		N41A2109	問題なし (ΔP=0.28kgf/cm ²)	
						6.7E-06		N4102109	問題なし (ΔP=0.31kgf/cm ²)	
						6.3E-06		N4102112	問題なし (ΔP=1.11kgf/cm ²)	
						5.7E-06		N4102110	問題なし (ΔP=4.10kgf/cm ²)	
						8.1E-06		N41B2117	問題なし (ΔP=0.20kgf/cm ²)	
						9.5E-06		N41A2117	問題なし (ΔP=0.54kgf/cm ²)	
						9.1E-06		N4102117	問題なし (ΔP=0.88kgf/cm ²)	
						9.1E-06		N4102116	問題なし (ΔP=1.66kgf/cm ²)	
						8.7E-06		N41A2115	問題なし (ΔP=2.42kgf/cm ²)	
					RP-SR			8.3E-06		N4102115
					8.3E-06		N4102114	問題なし (ΔP=4.42kgf/cm ²)		
950.53 ~ 952.56 <M2> F2 F1-3	2.03	通常注入法	5.3E-03	5.7E-03		6.3E-03		N4101615		
		通常回復法	7.1E-03	7.9E-03		6.3E-03		N4101613	問題なし	
		IP-LR	5.1E-03	5.7E-03		5.1E-03		N4101608	絶対圧計は階段状のため、問題あり	
		IP-SR	5.5E-03	4.7E-03		5.7E-03		N4101609	また、各圧力計の加圧量が異なる	
		RP-SR				2.6E-03		N41A1609		
		RP-SR				3.9E-03		N41B1609		
950.53 ~ 960.02 <M2, 3, 4> F2 F1-1	9.49	通常注入法	5.4E-03	1.4E-02		1.2E-02	1.3E-02	N4101710	問題なし	
		通常回復法	1.6E-02	1.3E-02		1.5E-02	1.4E-02	N4101714	問題なし	
		IP-MR	5.4E-04	5.5E-04		5.8E-04	3.2E-04	N4101709	各圧力計の加圧量が異なる	
		IP-MR	5.4E-04	5.8E-04		5.4E-04	2.9E-04	N41A1709	また、PM3のKが小さい	
		RP-MR	5.5E-04	6.7E-04		1.7E-03	2.4E-03	N4101715	データ数が少なく階段状のため、問題あり	
		RP-MR	2.1E-03	2.4E-03		1.5E-03	1.4E-03	N4101712	絶対圧計は階段状のため、問題あり	
		RP-MR	1.0E-03	1.1E-03		3.0E-03	2.8E-03	N4101713	絶対圧計は階段状のため、問題あり	
954.06 ~ 960.02 <M3, 4> F2 F1-2	5.96	通常注入法	4.9E-03	8.9E-03		7.7E-03		N41B1517		
		通常回復法	8.3E-03	1.0E-02		8.9E-03		N4101521	問題なし	
		IP-LR	1.7E-03	1.7E-03		1.8E-03		N4101516	絶対圧計は階段状のため、問題あり	
		IP-SR				1.1E-03		N4101517		
		IP-SR				1.3E-03		N41A1517		
					1.8E-03		N4101600	問題なし		

<DH-3号孔の試験結果>

試験区間 (GL-m)	試験区間長 L (m)	測定方法	透水量係数 T (cm ² /sec)					FILE No.	解析グラフの状態	
			INNER	PG1	PM1	PM2	PM3			PM4
100.00 ~ 102.43	2.43	IP-SR			6.8E-07				95030814	・問題なし
		RP-SR			8.0E-07				95030809	
255.00 ~ 257.03	2.03	RP-LR	6.5E-05		6.1E-05				95030610	・問題なし
333.00 ~ 335.03	2.03	通常回復法	1.2E-04		1.1E-04				95030301	・問題なし
		IP-LR	1.1E-04		1.1E-04				9503022E	
		RP-LR	1.6E-04		1.5E-04				95030300	
		IP-SR			1.3E-04				9503022C	・非定常グラフがやや階段状、 解析上、特に問題なし
		"			1.5E-04				9503022D	
		RP-SR			1.6E-04				95030221	・圧力の減衰がみられるため、 解析上、やや問題あり
		"			1.5E-04				95030222	
		"			1.9E-04				9503022B	・非定常グラフがやや階段状
		定常揚水法	2.0E-04		1.6E-04				9503035B	
		"	1.7E-04		1.8E-04				9503035C	・問題なし
"	1.6E-04		1.5E-04				9503035D			
"	1.3E-04		1.3E-04				9503035E			
336.53 ~ 342.09	5.56	通常回復法	5.1E-04			5.1E-04	5.1E-04		95030318	・圧力変化が小さく問題あり
		IP-LR	1.7E-03			1.6E-03	1.7E-03		95030314	・非定常グラフがやや階段状、 解析上、特に問題なし
		"	1.7E-03			1.7E-03	1.5E-03		9503031A	
		"	5.6E-04			5.1E-04	4.2E-04		9503039D	
		RP-LR	1.7E-03			1.6E-03	1.6E-03		95030313	・問題なし
		"	1.0E-03			1.0E-03	8.9E-04		95030315	
		"	1.1E-03			1.1E-03	1.1E-03		9503035A	
		IP-SR				1.1E-03	1.1E-03		9503039B	
		"				1.1E-03	1.1E-03		9503039C	・非定常グラフの階段状が顕著 解析上、やや問題あり
		RP-SR				8.9E-04	9.5E-04		95030309	
"				1.0E-03	8.9E-04		9503039A			
定常揚水法	8.3E-04			8.3E-04	1.0E-03		95030317	・問題なし		

7.3 試験中における他区間への圧力伝播について

全試験結果の圧力グラフは、巻末資料に示すとおりであるが、下図の一例で示すように、全ての試験結果において試験中に他の区間への圧力変化は認められないことから、試験区間に作用させる加圧または負圧によって、他の区間への圧力伝播はないものと判断することができる。

したがって、各測定区間を遮断しているパッカーは有効であり、さらに、ユニット配管内でのリーク等はないものと判断することができる。

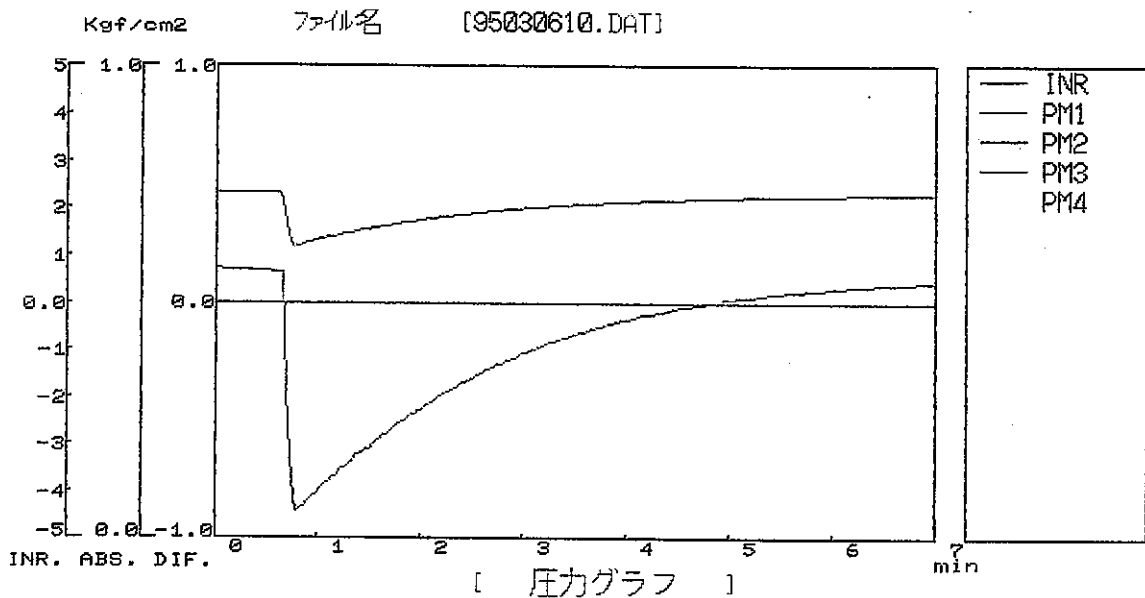


図-4.3.1 圧力伝播グラフ

上図は、PM1区間を負圧状態にし、その回復を測定したものであり、その他の区間（PM2, PM3, PM4）の圧力変化はみられない。

4.4 段階揚水試験による間隙水圧の予測および考察

難透水性地盤における間隙水圧を早期に知る試みとして、今回この段階揚水試験を実施した。

試験は、初期水圧をある一定圧に設定し、その後に揚水を開始する方法と、初期水圧は特に設定しなで揚水を行う2方法で実施した。この試験方法の前者をA法、後者をB法と称する。

結果の詳細は、巻末の結果図、および後の各図表に示すとおりであり、ここでは段階揚水試験結果から予測できる間隙水圧と、通常の間隙水圧測定によって測定した値を下表に示した。

表-4.4.1 間 隙 水 圧 一 覧

試験区間 (GL-m)	間 隙 水 圧 (GL-m)		試験方法 *1
	段階揚水試験法	間隙水圧測定法	
100.00~102.43	6.0	6.77	A法
255.00~257.03	9.7	9.66	A法
258.53~264.49	10.4	10.57	A法
333.00~335.03	10.3	10.01	B法
336.53~342.09	9.7	10.04	B法

試験方法*1 { A法 --- 初期水圧を設定
B法 --- 初期水圧を未設定

今回の段階揚水試験結果から予測した間隙水圧の値は、通常の間隙水圧測定で測定した値と比較すると、+30cm~-80cm以内に収まっている。したがって、段階揚水試験によって間隙水圧を予測することは十分可能と考える。

ただし、今後の孔内試験結果を蓄積し、測定および解析要領を明確にする必要がある。

各試験区間ごとの考察を以下に述べる。

(1) GL-100.00~102.43m区間

本試験区間の予測間隙水圧はGL-6.00m, 間隙水圧測定による値はGL-6.77mであり, その差は-77cmとやや大きい。これは, 段階揚水試験を実施している際にインナープローブのリリースバルブの若干のリークがあったことが原因と考えられる。

なお, 10cc/h時の安定水位は他の揚水量と安定水位の直線に乗らず大きな値を示している。この原因の詳細は明確ではないが, 影響範囲が広がって水理条件が変化したことや, 限界揚水量を越えたため等が考えられる。

表-4.4.2 揚水量と安定水位の関係 (GL-100.00~102.43m)
<INR_DEP=GL-27.95m>

揚水量 Q (cc/h)	INNER表示 (kgf/cm ²)	安定水位 (GL-m)
3.5	2.098	6.97
5	2.058	7.37
7	1.997	7.98
10	1.630	11.65

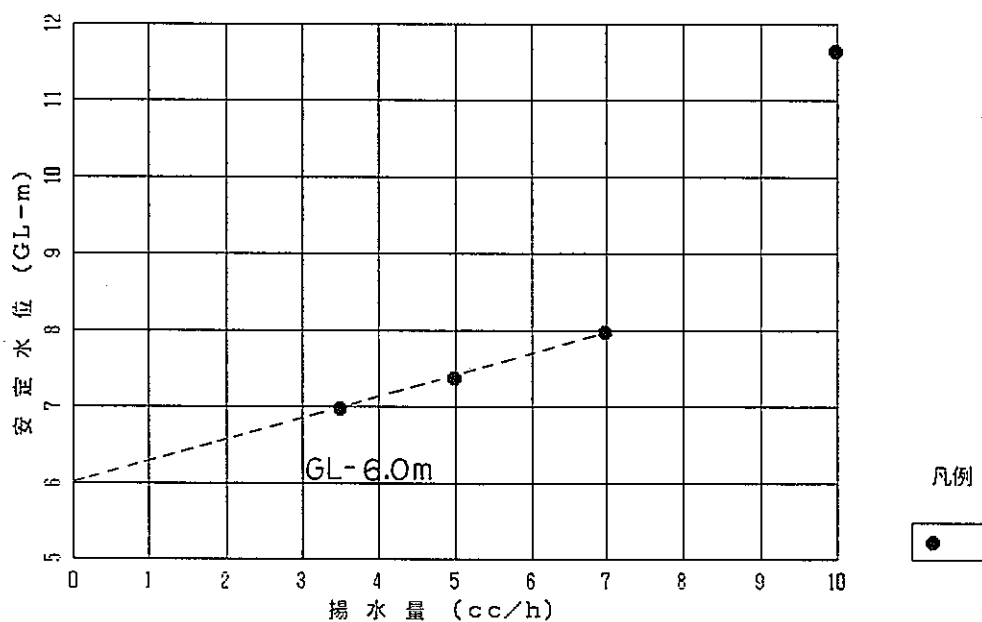


図-4.4.1 揚水量と安定水位の関係 (GL-100.00~102.43m)

(2) GL-255.00~247.03m区間

本試験区間の予測間隙水圧はGL-9.70m, 間隙水圧測定による値はGL-9.66mであり, その差は+4cmと小さいことから, 間隙水圧は精度良く予測することができた。

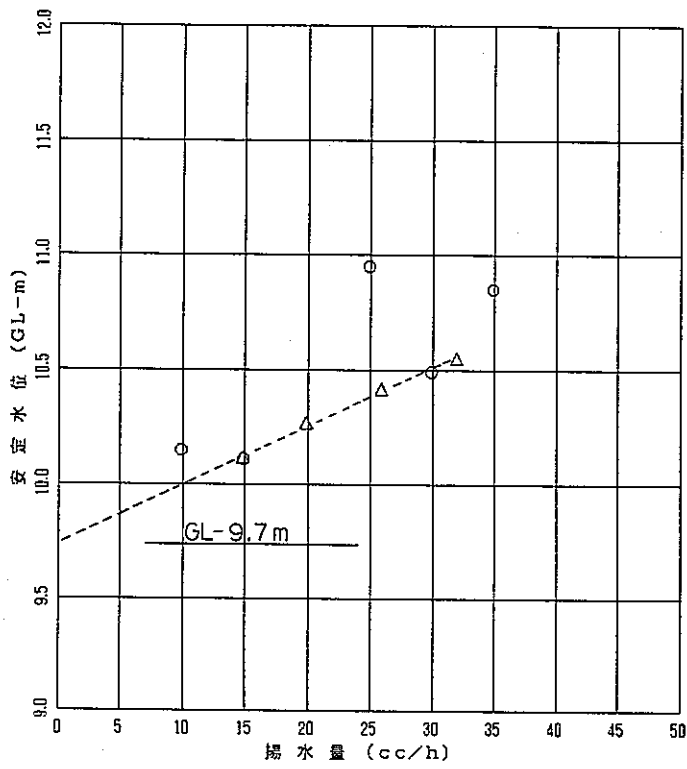
ただし, 今回予測したデータは揚水量の範囲で30cc/h以下である。これは, 揚水量が30cc以上の場合には, 間隙水圧を予測するための直線に乗らず大きな水位安定値を示すためである。この予測直線からはずれた原因は以下のよう
に考えることができる。

- ①.. 間隙水圧測定を実施した日時と, 150cc/h以上の揚水量で行った段階揚水試験の日時が異なっていること。
- ②.. 影響範囲が広がって水理条件が変化したこと。

さらに, 30cc/h以下の揚水量の範囲であっても, 多少のばらつきがあることから, 段階揚水のステップは多めに設定すべきと考える。

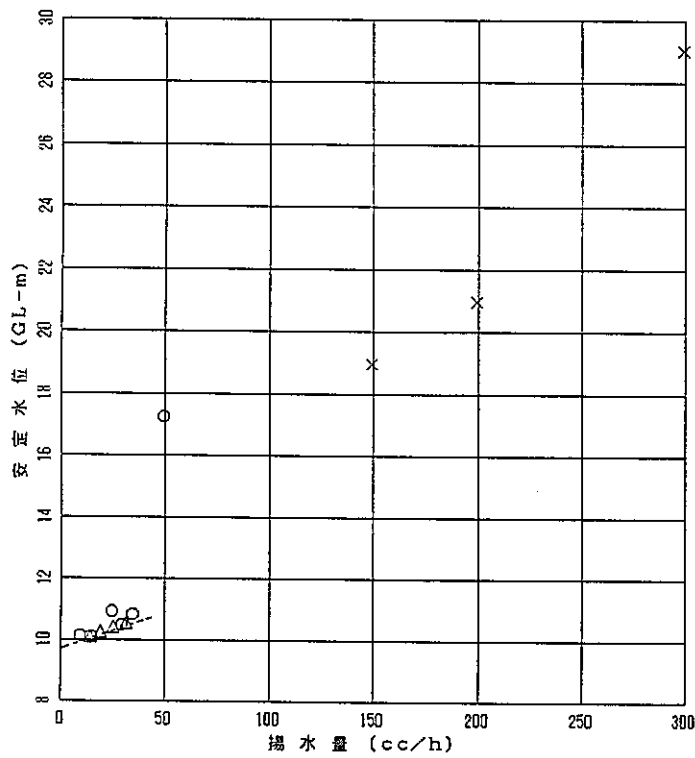
表-4.4.3 揚水量と安定水位の関係 (GL-255.00~257.03m)
<INR_DEP=GL-27.95m>

揚水量 Q (cc/h)	初期水圧=2.8kgf/cm ²		初期水圧=1.8kgf/cm ²	
	INNER表示 (kgf/cm ²)	安定水位 (GL-m)	INNER表示 (kgf/cm ²)	安定水位 (GL-m)
10	1.780	10.15		
15	1.784	10.11	1.783	10.12
20			1.768	10.27
25	1.700	10.95		
26			1.753	10.42
30	1.746	10.49		
32			1.740	10.55
35	1.710	10.85		
50	1.070	17.25		
—	初期水圧=1.0kgf/cm ²			
150	0.899	18.96		
200	0.699	20.96		
300	-0.107	29.02		



凡例

- 初期水圧=2.8kgf/cm²
- △ 初期水圧=1.8kgf/cm²
- × 初期水圧=1.0kgf/cm²



凡例

- 初期水圧=2.8kgf/cm²
- △ 初期水圧=1.8kgf/cm²
- × 初期水圧=1.0kgf/cm²

図-4.4.2 揚水量と安定水位の関係 (GL-255.00~257.03m)

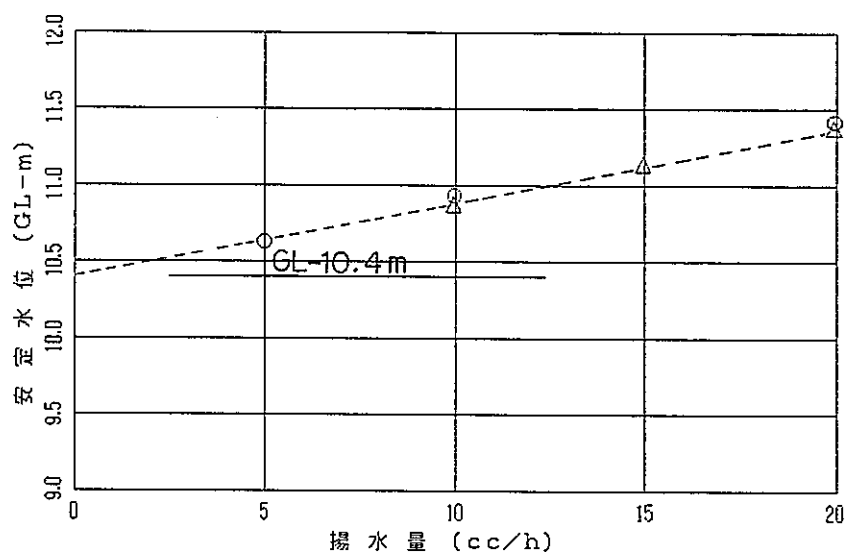
(3) GL-258.53~264.49m区間

本試験区間の予測間隙水圧はGL-10.40m, 間隙水圧測定による値はGL-10.57mとその差は-17cmと小さいことから, 間隙水圧は精度良く予測することができた。

また, 揚水開始前の初期水圧を2ケース設定しているが, 安定水圧は初期設定水圧に関係なく, 全て予測直線に集中している。したがって, 今後の段階揚水試験にあたっては, 初期水圧を設定する必要はないものとする。

表-4.4.4 揚水量と安定水位の関係 (GL-258.53~264.49m)
<INR_DEP=GL-27.95m>

揚水量 Q (cc/h)	初期水圧=1.9kgf/cm ²		初期水圧=1.7kgf/cm ²	
	INNER表示 (kgf/cm ²)	安定水位 (GL-m)	INNER表示 (kgf/cm ²)	安定水位 (GL-m)
5	1.732	10.63		
10	1.702	10.93	1.707	10.88
15			1.681	11.14
20	1.653	11.42	1.657	11.38



凡例
○ 初期水圧=1.9kgf/cm²
△ 初期水圧=1.7kgf/cm²

図-4.4.3 揚水量と安定水位の関係 (GL-258.53~264.49m)

(4) GL-333.00~335.03m区間

本試験区間の予測間隙水圧はGL-10.30m, 間隙水圧測定による値はGL-10.01mとその差は+29cmであり, 間隙水圧は概ね精度良く予測することができた。

ただし, 下図の試験データを見ると, 揚水量が多くなるにつれて水位安定値は予測直線より大きな値を示している。これは, 前で述べたとおり, その詳細は不明であるが, 何かしらの水理条件等の変化によるものと考えられる。

したがって, 本試験区間のような傾向で間隙水圧を予測する場合には, できる限り水理条件等の変化の少ない小さな揚水量の範囲で予測すべきと考えられる。

表-4.4.5 揚水量と安定水位の関係 (GL-333.00~335.03m)
<INR_DEP=GL-42.95m>

揚水量 Q (cc/h)	INNER表示 (kgf/cm ²)	安定水位 (GL-m)
50	3.220	10.75
200	3.090	12.05
400	2.860	14.35
600	2.510	17.85

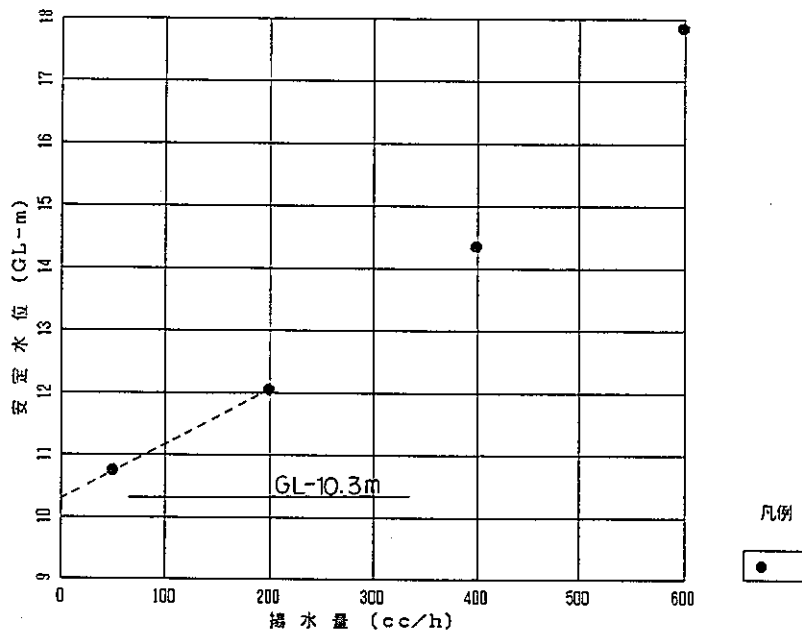


図-4.4.4 揚水量と安定水位の関係 (GL-333.00~335.03m)

(5) GL-336.53~342.09m区間

本試験区間の予測間隙水圧はGL-9.70m, 間隙水圧測定による値はGL-10.04mとその差は-34cmであり, 間隙水圧は概ね精度良く予測することができた。

しかし, 本試験区間においても上試験区間同様に揚水量が多くなるにつれて, 予測直線より水位安定値が大きくなる傾向がみられたため, 間隙水圧の予測は, 揚水量の小さな範囲で設定した。

表-4.4.6 揚水量と安定水位の関係 (GL-336.53~342.09m)
<INR_DEP=GL-27.95m>

揚水量 Q (cc/h)	INNER表示 (kgf/cm ²)	安定水位 (GL-m)
500	3.271	10.24
1000	3.216	10.79
1500	3.120	11.75
2000	3.001	12.94

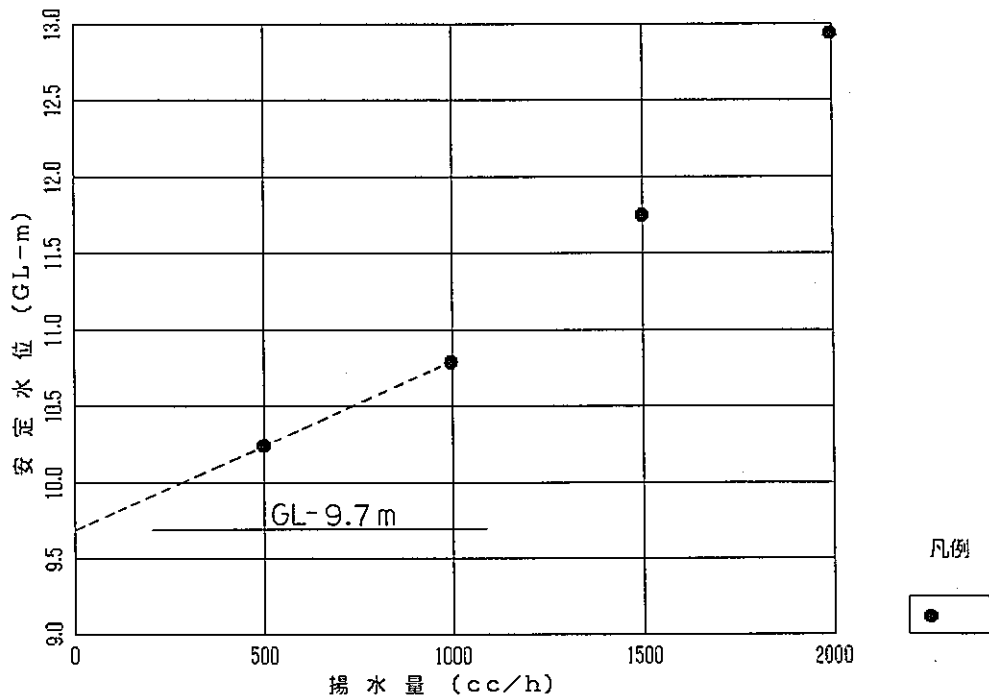


図-4.4.5 揚水量と安定水位の関係 (GL-336.53~342.09m)

(6) 段階揚水試験や間隙水圧の予測に関わる留意点

難透水性地盤における間隙水圧を早期に知るための段階揚水試験を今回初めて実施した。

その結果は、今後の試験の経験や資料の蓄積によって、その試験要領や解析要領を明確にする必要はあるものの、段階揚水試験によって間隙水圧を予測することが可能であると考えられる。

ここでは、今回の結果から考えられる留意点を以下にまとめた。

- ①..揚水量が多いと、何かしらの水理条件の変化によって揚水量と水位安定値は直線に乗りづらいことから、設定する揚水量は小さめにすべきと考える。

今回の試験結果から考えると、その揚水量の範囲は概ね50cc/h程度以下で設定すべきと判断する。

- ②..段階揚水試験は連続的かつ短時間で行なうべきである。

- ③..段階揚水前の初期水圧は設定しなくとも、解析上は間隙水圧を予測することは可能である。しかし、揚水試験直前の水圧（初期水圧）が実際の間隙水圧と差がある場合には揚水試験（水位安定）時間が長くなる。

また、ボアホール掘削状況や毎日の水位観測等から間隙水圧を予想し、その水位付近に初期水圧を設定すれば揚水試験（水位安定）時間は速やかに終了する。

以上のことから、実際には初期水圧を予想間隙水圧付近に設定し、段階揚水を行う必要がある。

- ④..揚水量と水位安定値の関係が全体的に直線に乗らない場合には、水理条件等の変化の影響の少ない、揚水量の小さな範囲で予測直線を引くべきと考える。

(7) 段階揚水試験のFile No.

今回実施した段階揚水試験のFile No.を以下に示す。

表-4.4.7 段階揚水試験のFile No.一覧

DEP=100.00~102.43m

揚水量 Q (cc/h)	初期水圧Pw' (kgf/cm ²)
	2.10
3.5	950308A1
5	95030801
7	950308B1
10	950308C1

DEP=255.00~257.03m

揚水量 Q (cc/h)	初期水圧 Pw' (kgf/cm ²)		
	2.80	1.80	1.00
10	950305C3		
15	950305F1	950305G1	
20		950305H1	
25	950305C2		
26		950305I1	
30	95030513		
32		950305J1	
35	95030512		
50	950305C1		
150			95030517
200			95030515
300			95030516

DEP=258.53~264.49m

揚水量 Q (cc/h)	初期水圧Pw' (kgf/cm ²)	
	1.90	1.70
5	950305L1	
10	95030518	950305Y1
15		950305Y3
20	950305K1	950305Y2

DEP=333.00~335.03m

揚水量 Q (cc/h)	
50	9503035B
200	9503035C
400	9503035D
600	9503035E

DEP=336.53~342.09m

揚水量 Q (cc/h)	
500	Q1
1000	Q2
1500	Q3
2000	Q4

5. 今後の調査試用における課題

本試験装置を試用する上で、留意する事項を以下にまとめた。

(1) BTVレックス内部の結露について

AN-1, およびDH-3の試験の際、特に孔内へ挿入するとBTVレックス内に結露が発生し、その原因は室内における組立時の湿度状況や、シール等の消耗と考えられる。

よって、BTVレックス内部の清掃を十分な乾燥状態で行ない、さらに、シール部分のOリング等はその都度交換する必要がある。

(2) 冬季における装置の管理

冬季においては、中継部ロッドのジョイント部や孔内部ユニット内の配管内、および各種装置内にある水が氷るため、ジョイント部のOリングや配管系等の破損が考えられる。

したがって、基本的に氷点下以下の温度の状況下において本試験ユニットは保管しないものとし、やむおえず保管する場合には地上部にある装置類は全て電気毛布等による完全防寒装備とする必要がある。

(3) フィルターの保守

ユニットに装備してある各フィルターは、目づまり等の問題があることから、全測定終了ごとに交換する必要がある。

(4) 孔内水の問題

孔内水が小さなスライムや塵等によって濁っている場合には、孔内部ユニット内に孔内水を入れることは極力避けるべきである。やむおえずそのような孔内水を入れた場合には、フィルターや配管内の目づまり、およびバルブの作動不良の可能性が高いことから、測定終了後には全てのフィルターの交換、および配管内部やバルブ等の洗浄が必要である。

(5) 電磁バルブの温度特性

電磁バルブの温度は、100℃を上回る場合がある。この電磁バルブの温度特性は付随するコイルによって左右される。したがって、ユニット内に装備するコイルは、事前に室内試験によって、そのコイル単体の温度特性を明らかにし、特に高温とまらないコイルだけを選別して装備すべきである。

謝 辞

本試験の実施に際しましては動燃事業団の関係各位の方々に多くの御指導，御協力をいただきましたことにつき，厚く御礼申し上げます。

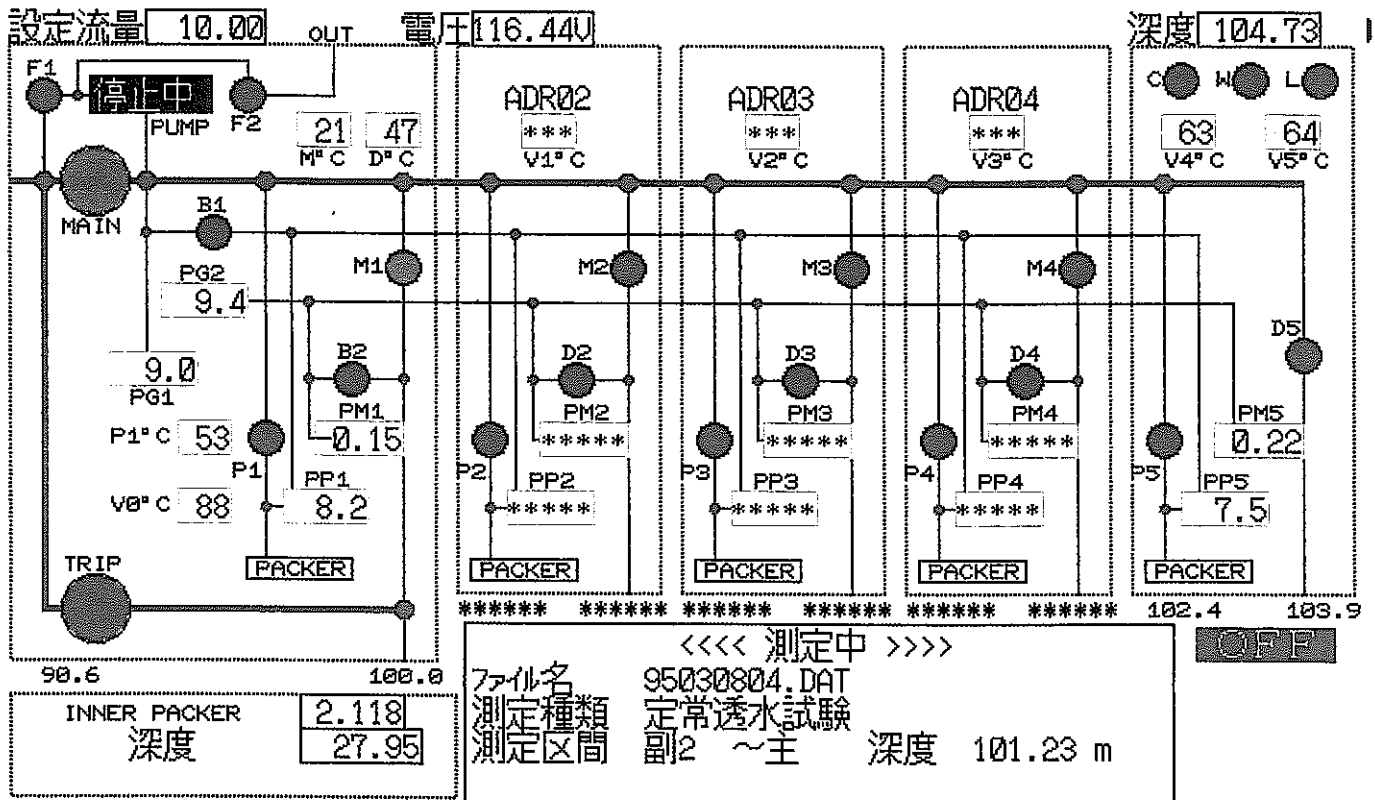
参考文献

- 1)動力炉・核燃料開発事業団；「1,000m対応水理試験装置の詳細設計」
報告書 1993年
- 2)ヤコブの式；鈴木音彦 土質工学[改訂版] 東洋書店 1988 p. 83_84
- 3)回復法；鈴木音彦 土質工学[改訂版] 東洋書店 1988 p. 85
- 4)ボシュレフの式；西垣誠 単孔式原位置透水試験法の整理
地下水と井戸とポンプ 第28巻 第3号 1986 p. 15_24
- 5)クーパーの式；西垣誠 貯留係数を考慮した単孔式透水試験法
地下水と井戸とポンプ 第28巻 第7号 1986 p. 1_7
- 6)1,000m対応水理試験装置の製作 報告書 1995年 12月

試 験 結 果 図 集

試験区間

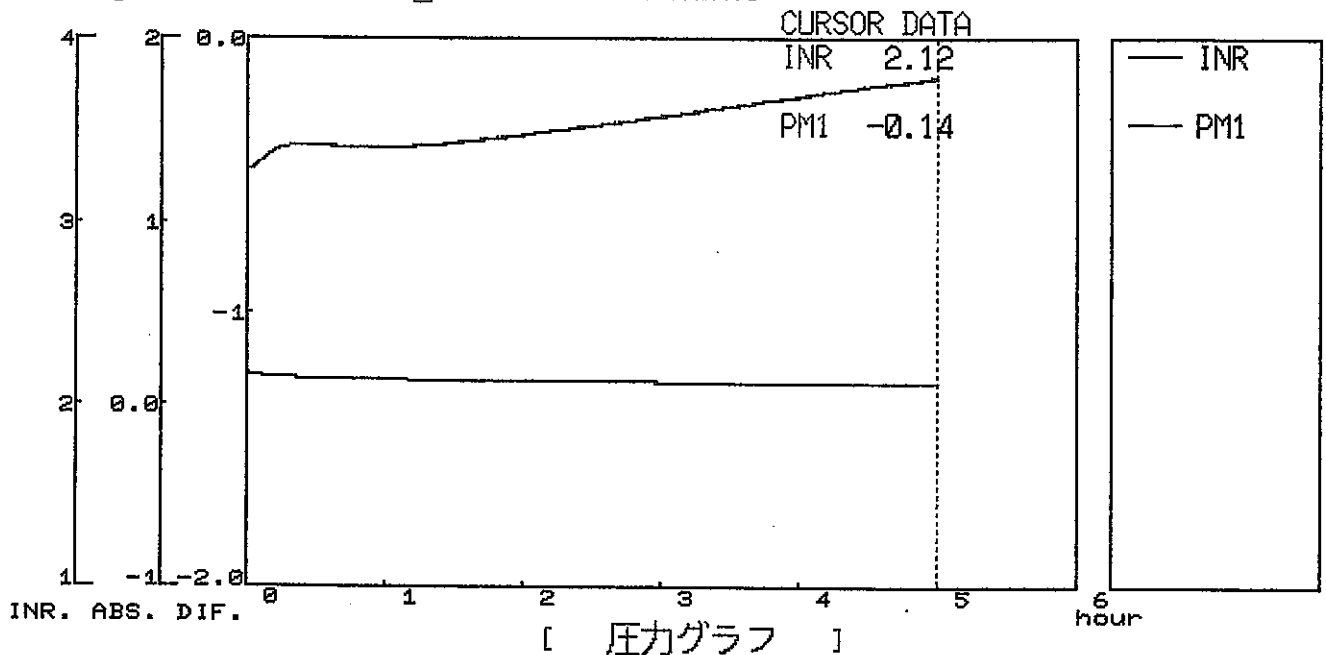
GL - 100.00 ~ 102.43 m



測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]

測定間隔 [10 秒] コメント [KANGEKI M1]

Kgf/cm2 ファイル名 [95030804.DAT]



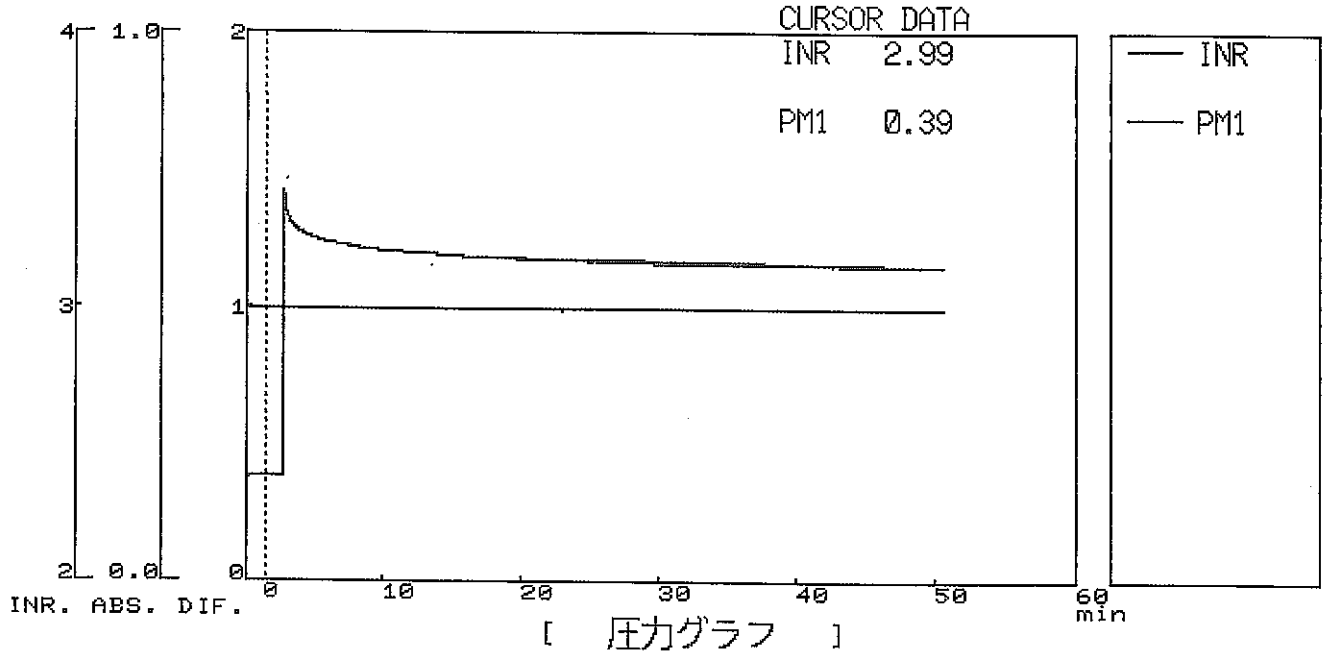
初期値 位置 ファイル 条件 終了

尚隙水圧測定. $G_b = 100.00 \sim 102.40 \text{ m}$.

$$A_w = 27.95 - (2.118 \times 10)$$

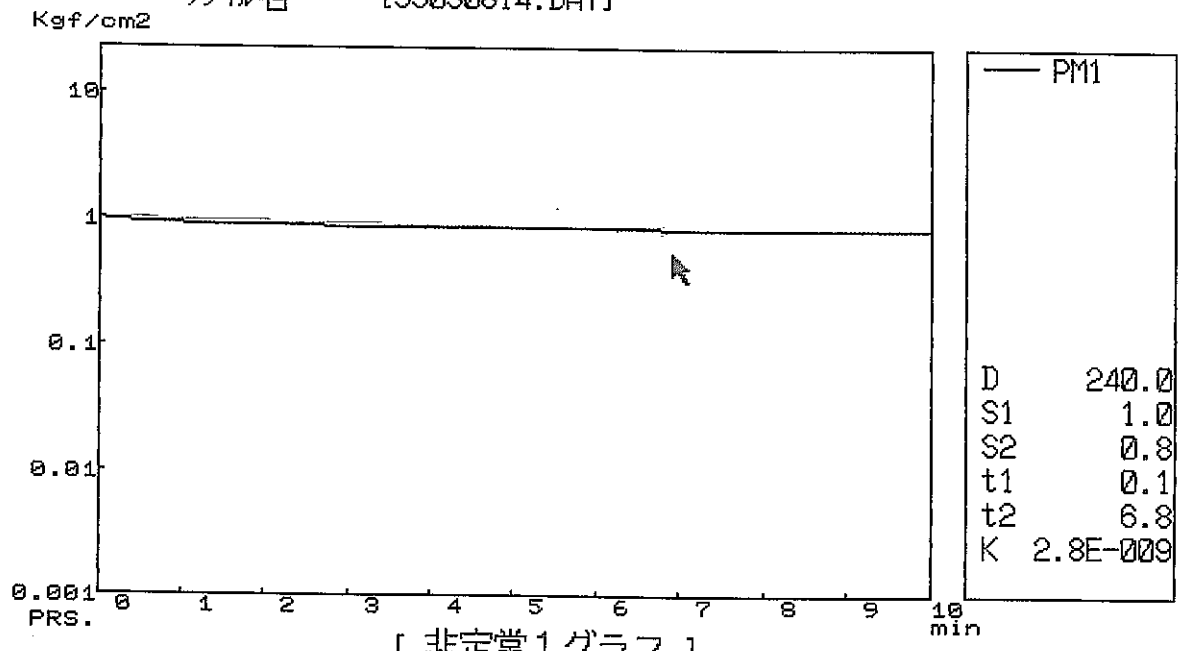
$$= G_b - 6.77 \text{ m}$$

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [100_102 PSR TYUNYU]]
 ファイル名 [95030814.DAT]



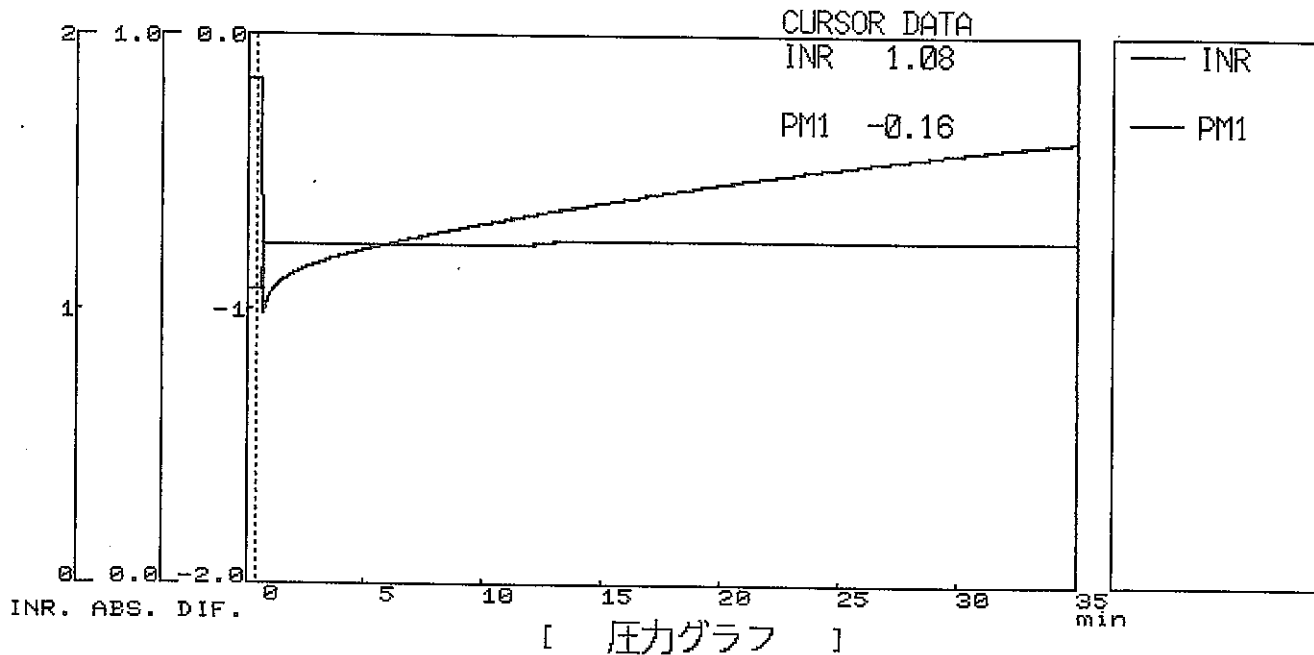
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [100_102 PSR TYUNYU]]
 ファイル名 [95030814.DAT]



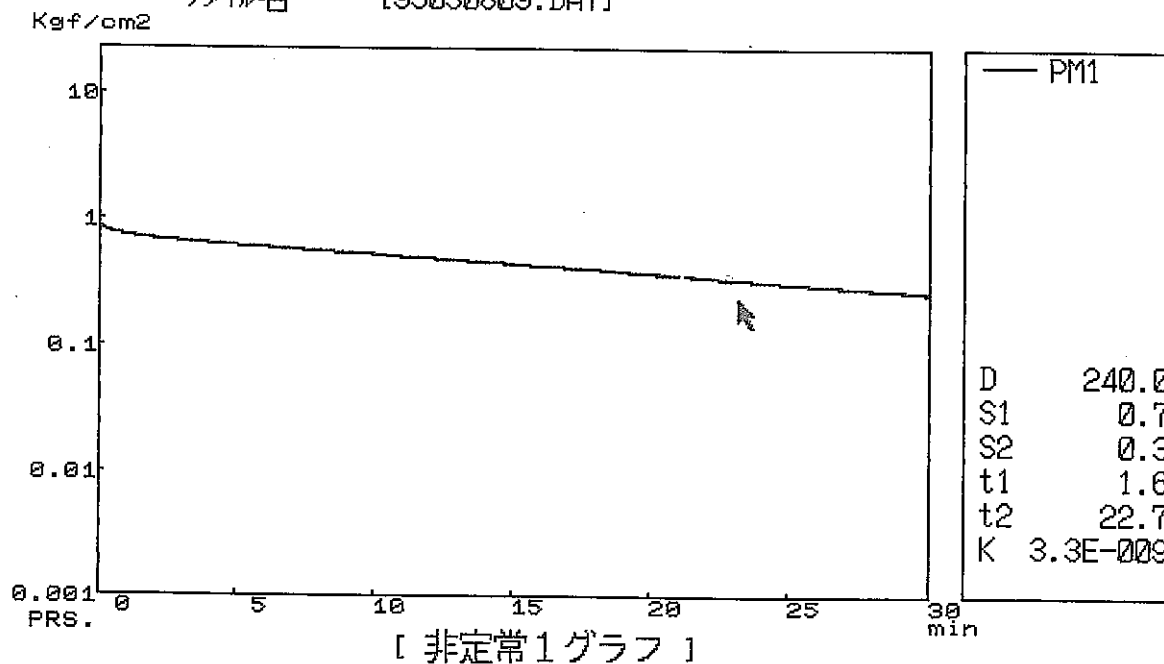
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [100_102_5 SHOT PULS PSR 1]]
 KeF/cm2 ファイル名 [95030809.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

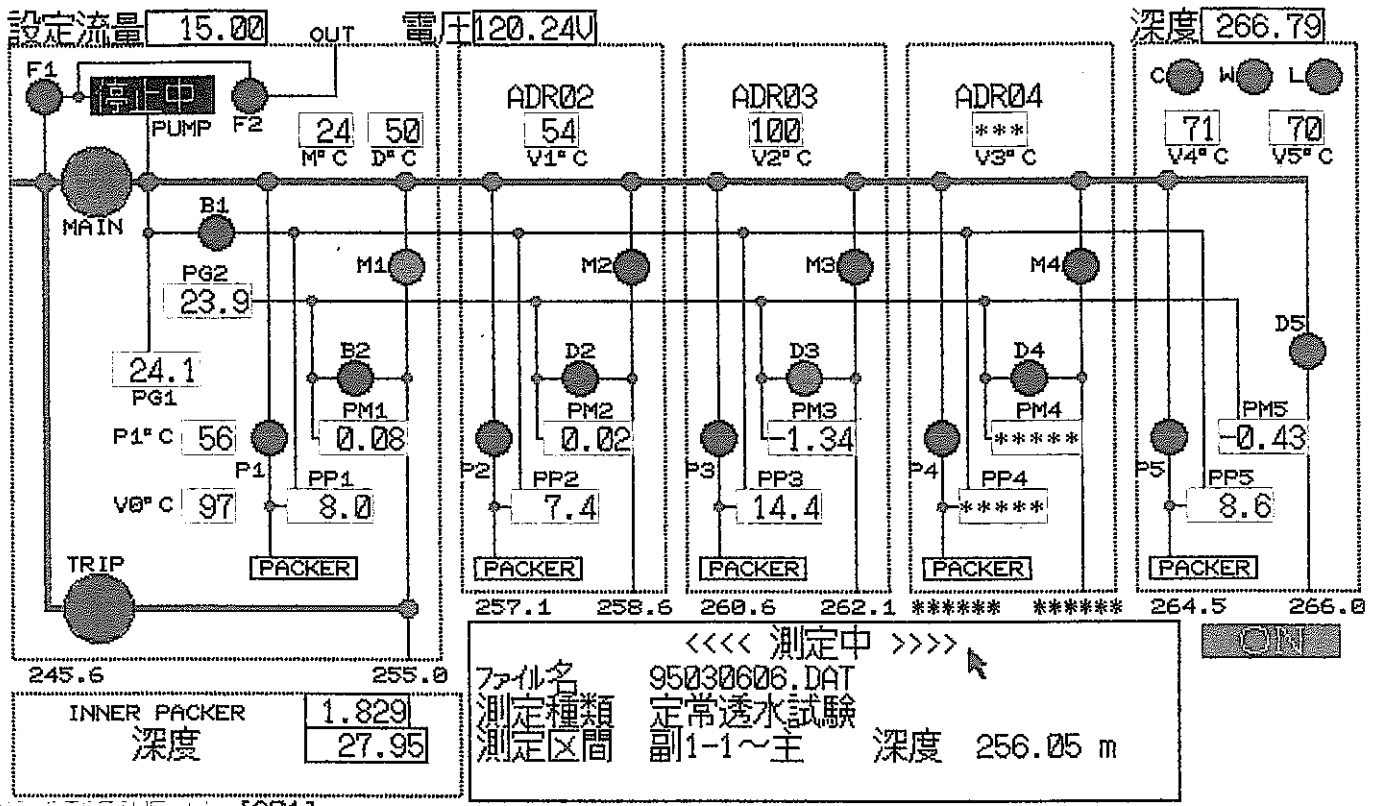
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [100_102_5 SHOT PULS PSR 1]]
 KeF/cm2 ファイル名 [95030809.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

試験区間

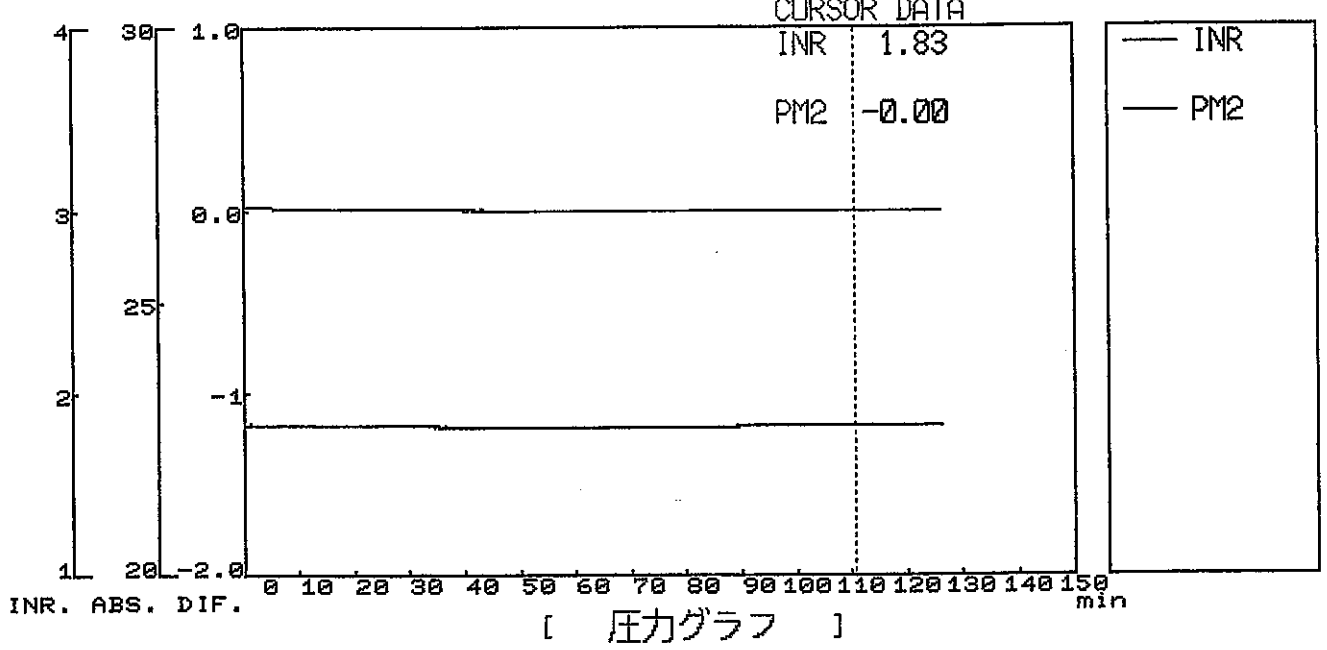
GL - 255.00 ~ 257.03 m



REV. 01 [S01]



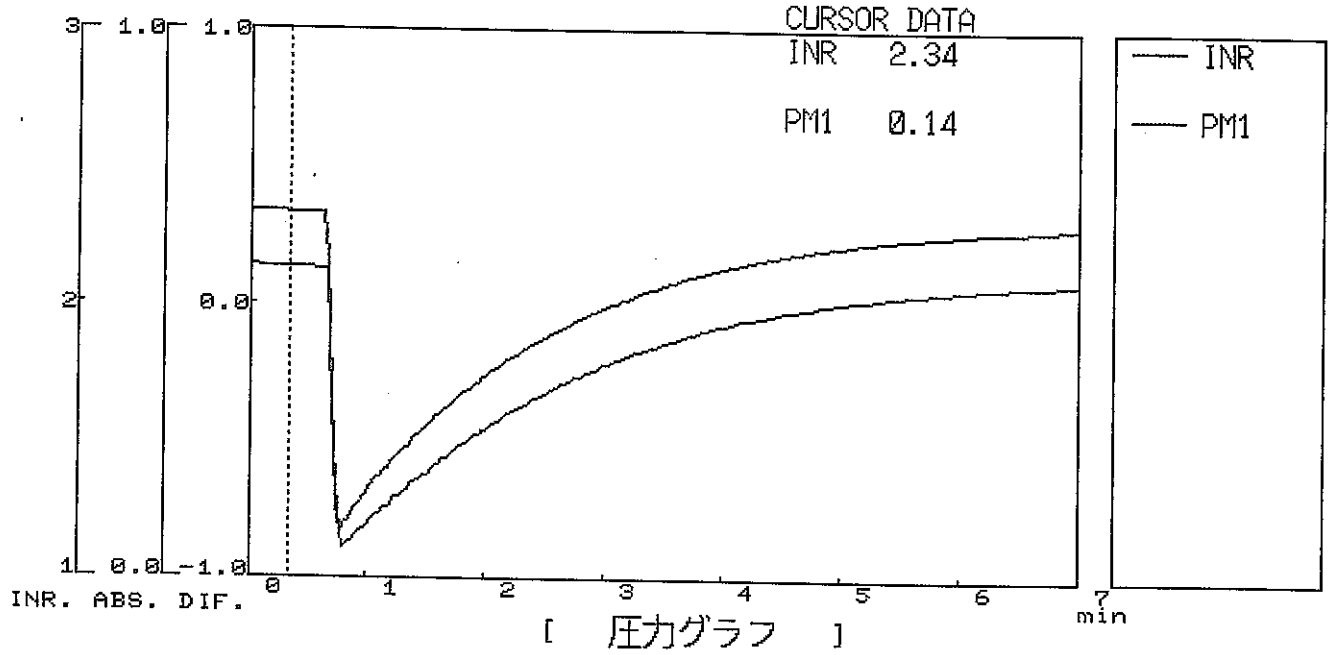
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [10 秒] コメント [255_257 PORE PRESS PART2]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030606.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

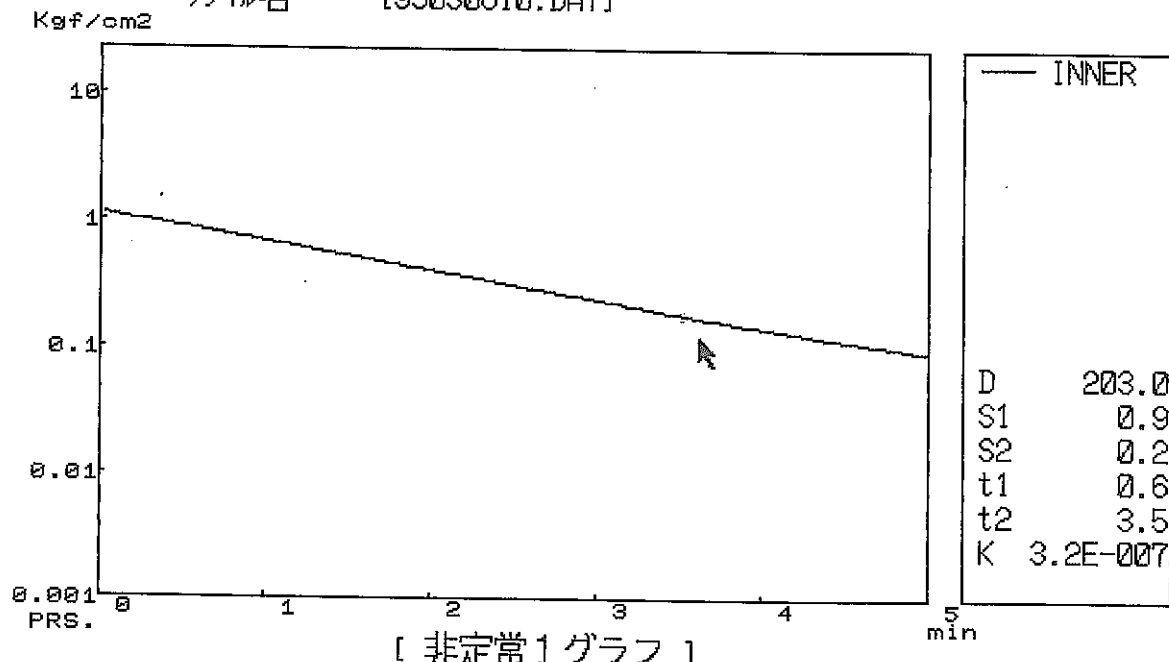
尚障水圧測定. GL-255.00 ~ 257.00m
 $P_w = 27.95 - (1.829 \times 10)$
 $= GL - 9.66m.$

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 INR LR KAIFUKU]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030610.DAT]



初値 位置 ファイル 条件 終了

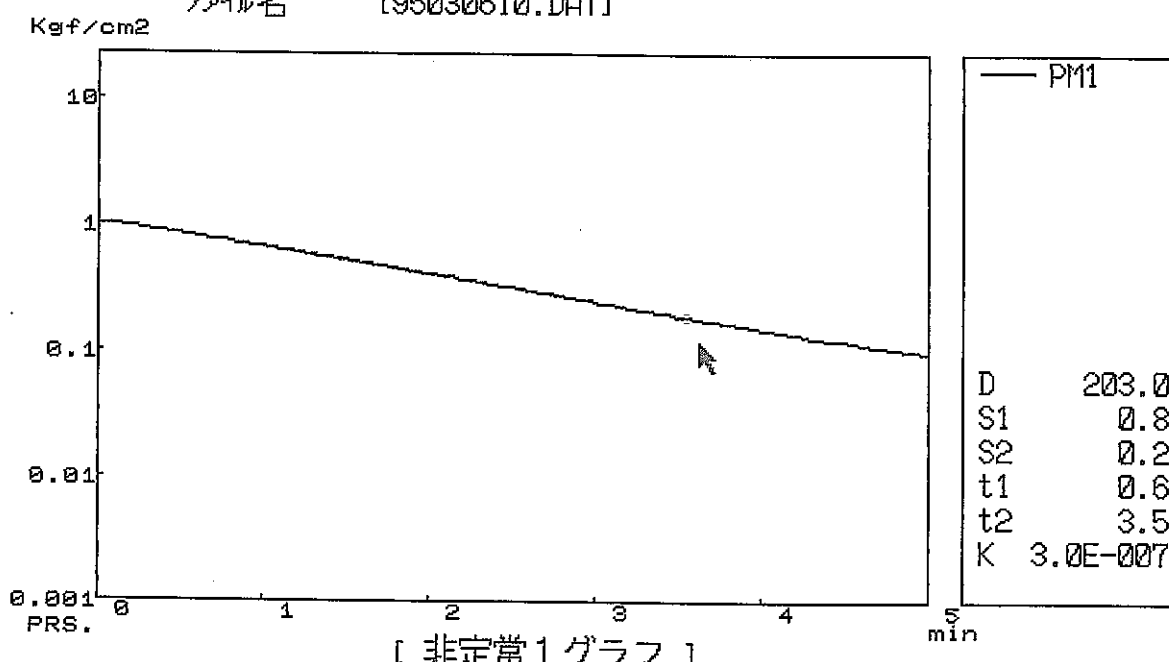
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 INR LR KAIFUKU]
 ファイル名 [95030610.DAT]



[非定常1グラフ]

物置箱 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 INR LR KAIFUKU]
 ファイル名 [95030610.DAT]

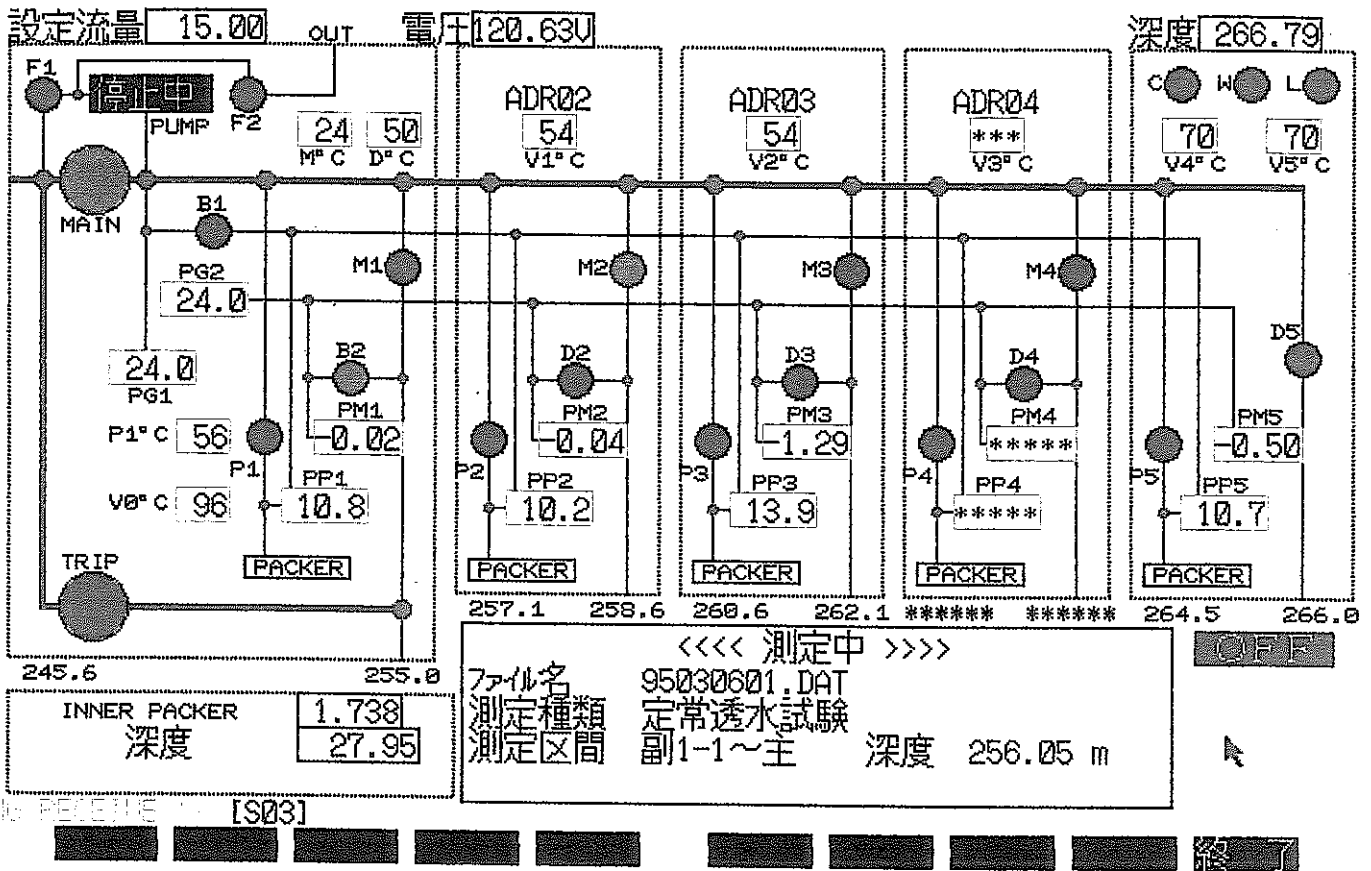


[非定常1グラフ]

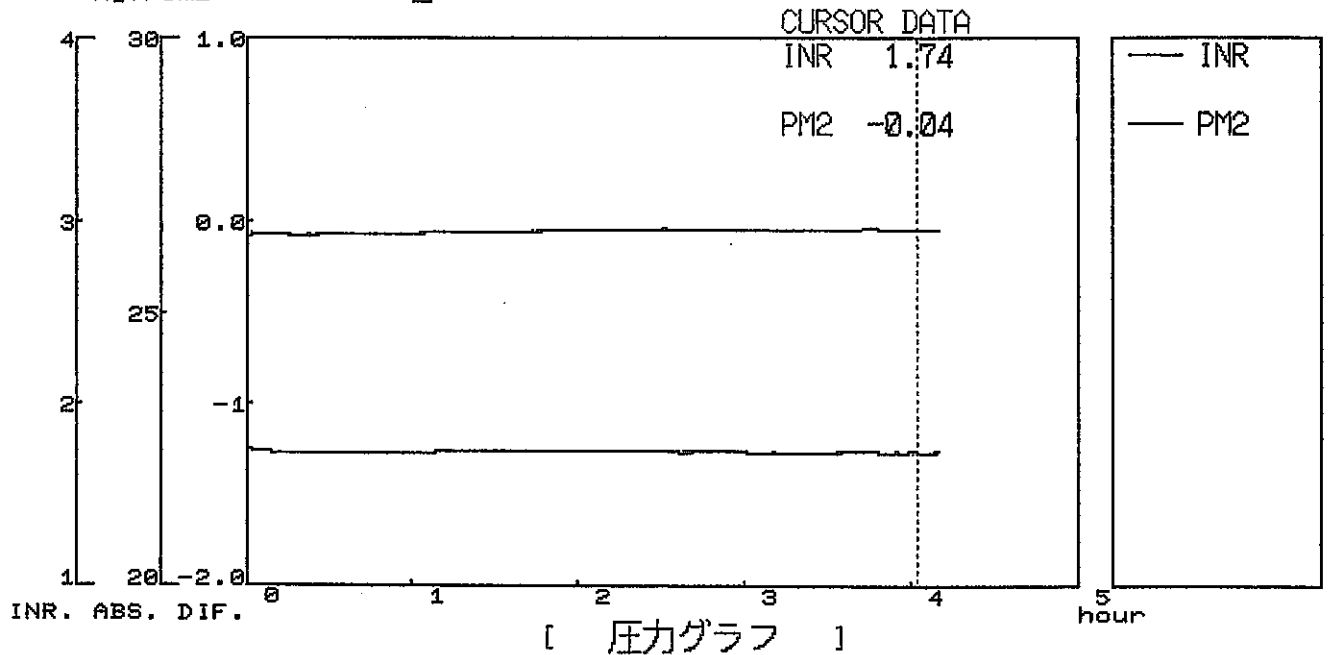
物置箱 位置 ファイル 条件 終了

試験区間

GL - 258.53 ~ 268.49 m



測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [10 秒] コメント [258_264 PORE PRESS]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030601.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

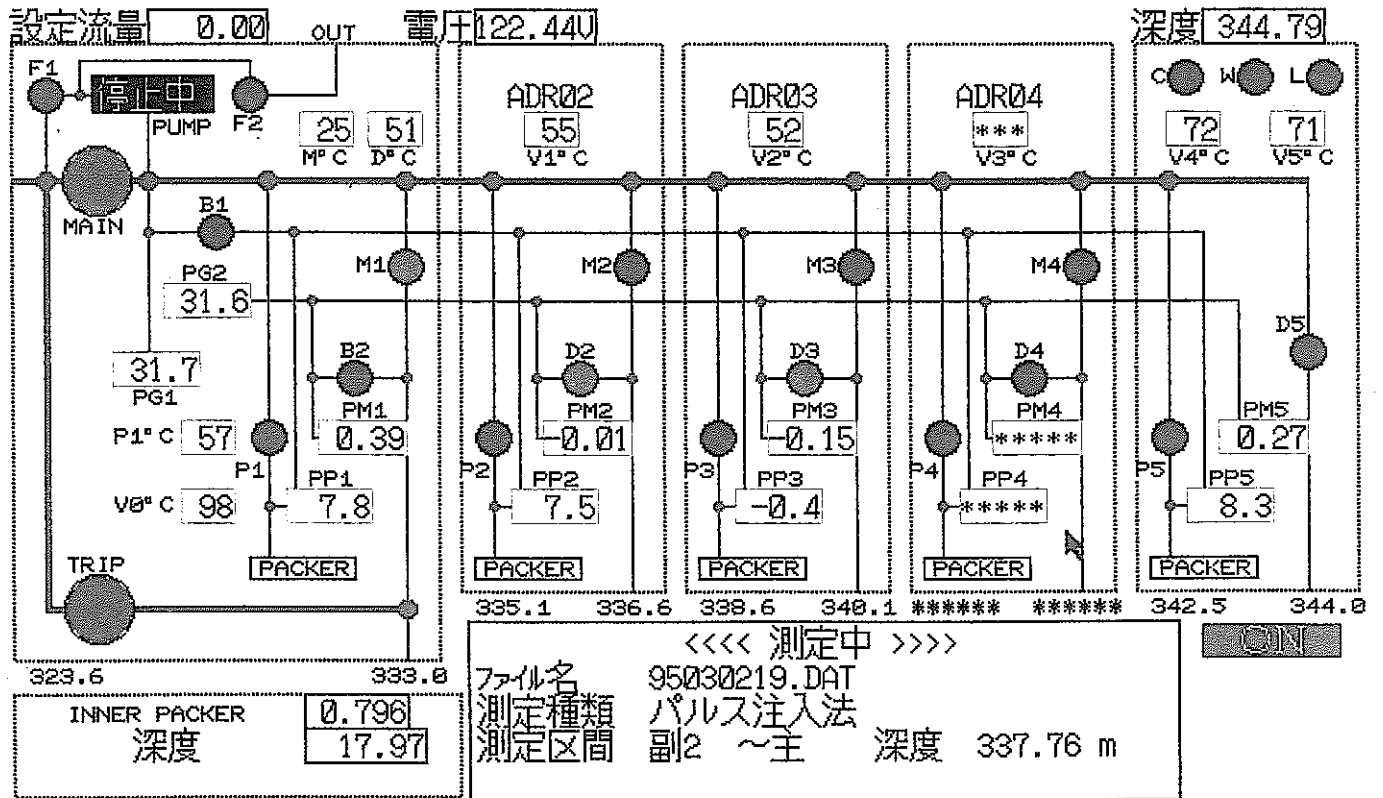
前凍結測定. 96-28.00 ~ 266.49m

$$p_w = 27.95 - (1.738 \times 10)$$

$$= 96 - 10.57m$$

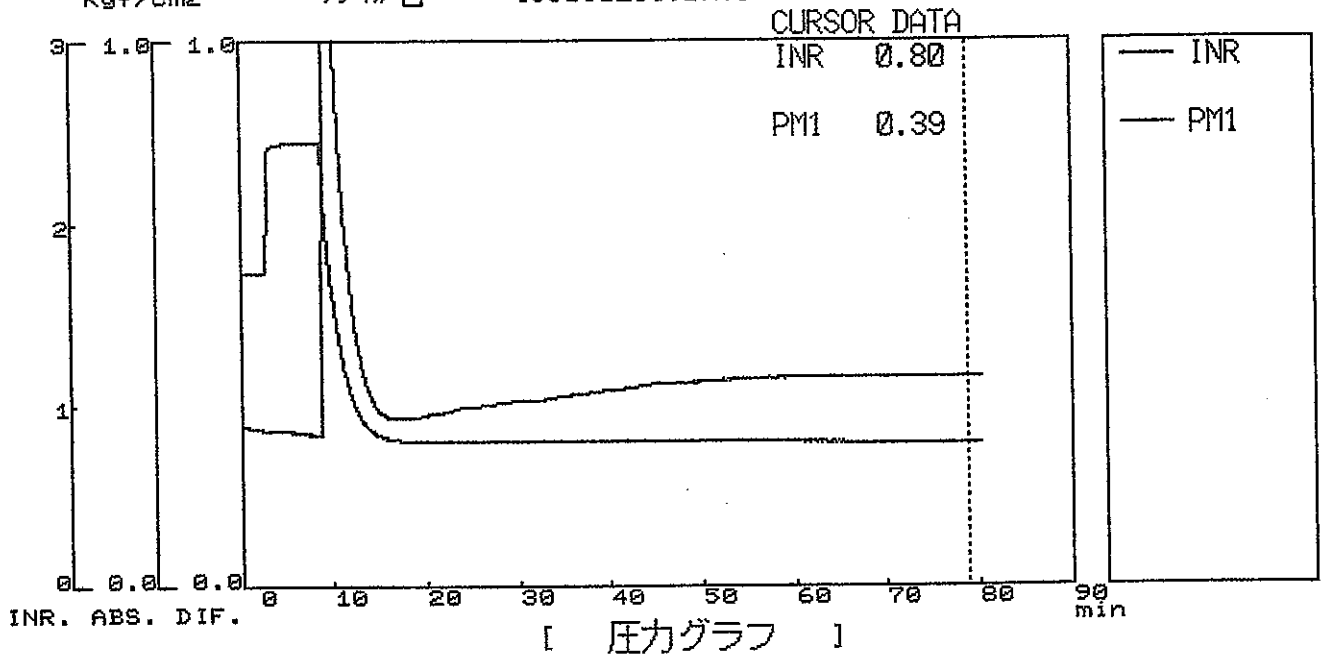
試験区間

GL - 333.00 ~ 335.03 m



LOG RECEIVE !! [S01]

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
測定間隔 [5 秒] コメント [INNER KAKUCHOU&M1 MES]]
Kef/cm2 ファイル名 [95030219.DAT]

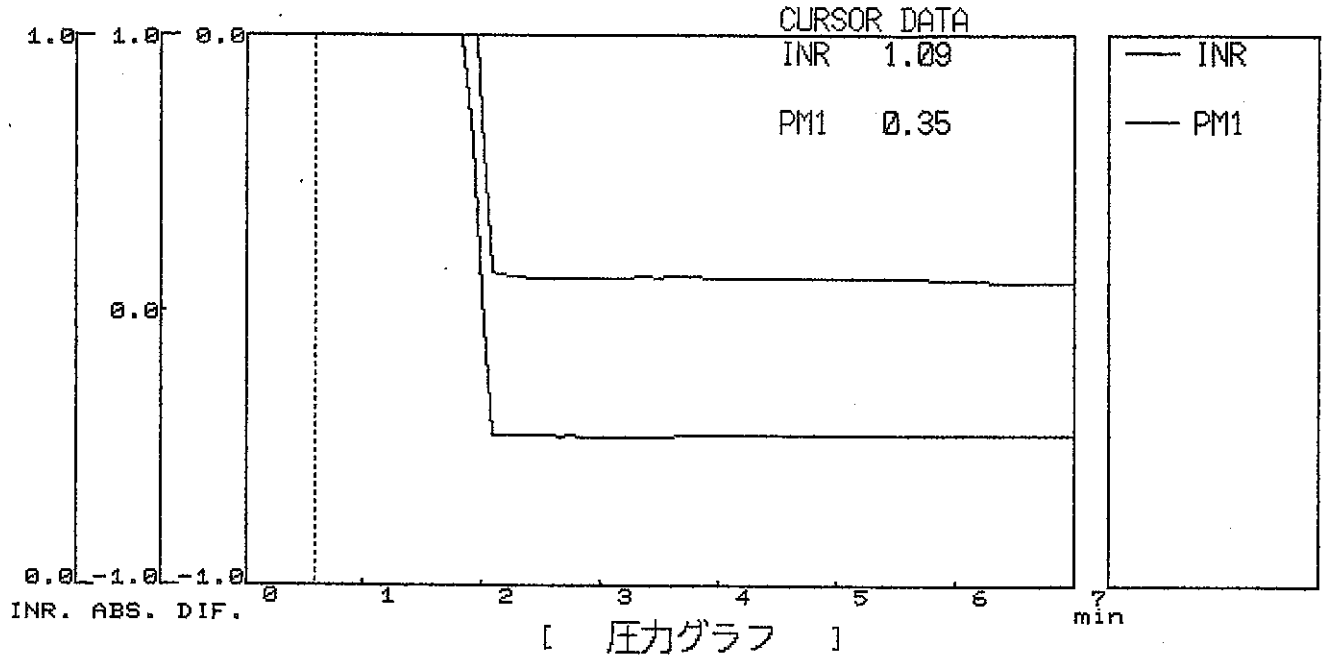


初測値 位置 圧力 条件 終

間隙水圧測定. Gk-000.00 ~ 000.00 m.

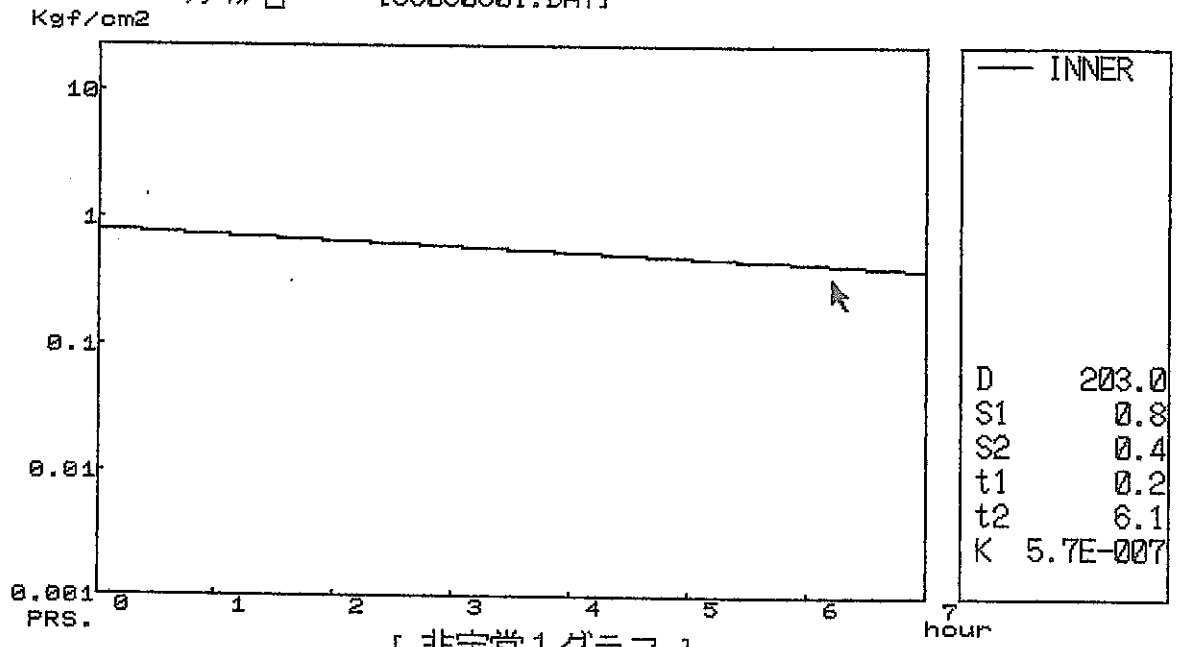
$$P_{00} = 17.97 - (0.796 \times 10) = Gk-10.01 \text{ m.}$$

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]]
 測定間隔 [5 秒] コメント [333_335 TUJYOU KAIFUKU]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030301.DAT]



■ 初期値 ■ 位置 ■ ファイル ■ 条件 ■ ■ ■ ■ 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]]
 測定間隔 [5 秒] コメント [333_335 TUJYOU KAIFUKU]]
 ファイル名 [95030301.DAT]

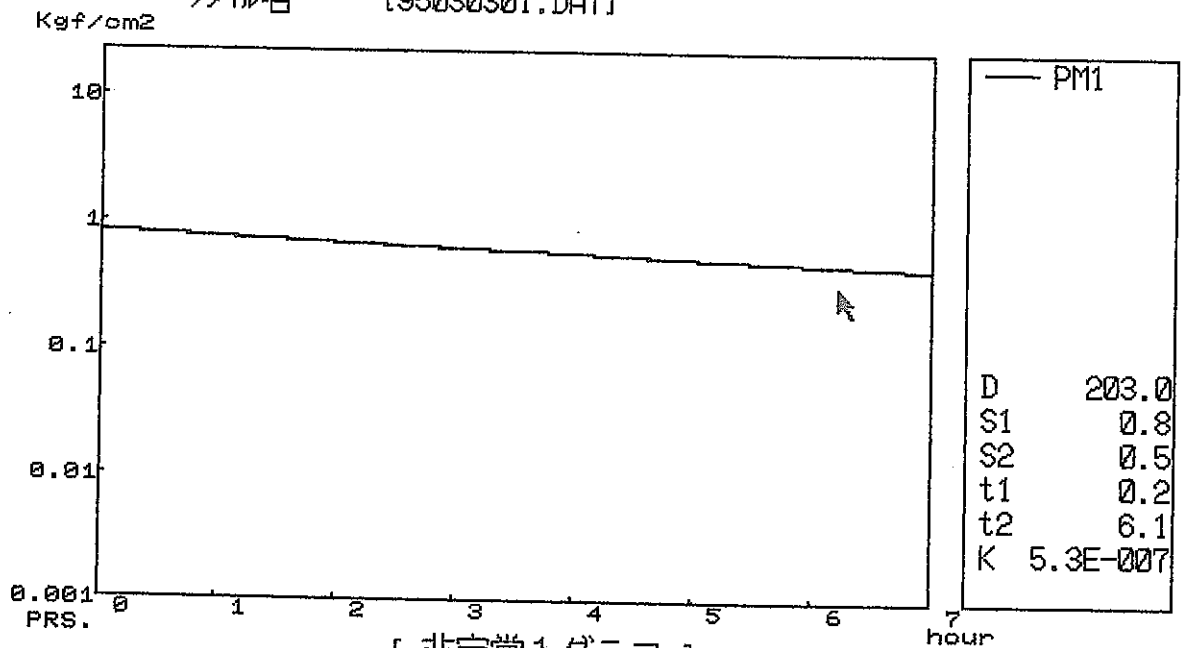


[非常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

R0 = 15

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]]
 測定間隔 [5 秒] コメント [333_335 TUJYOU KAIFUKU]]
 ファイル名 [95030301.DAT]

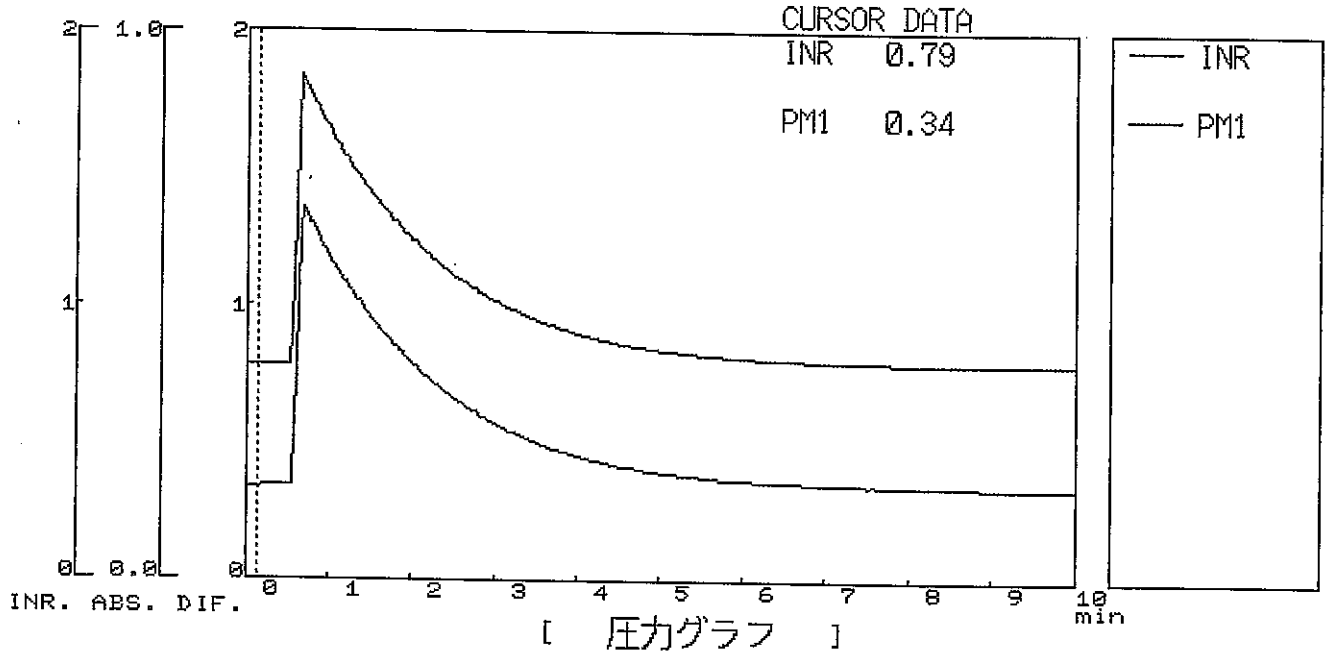


[非常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

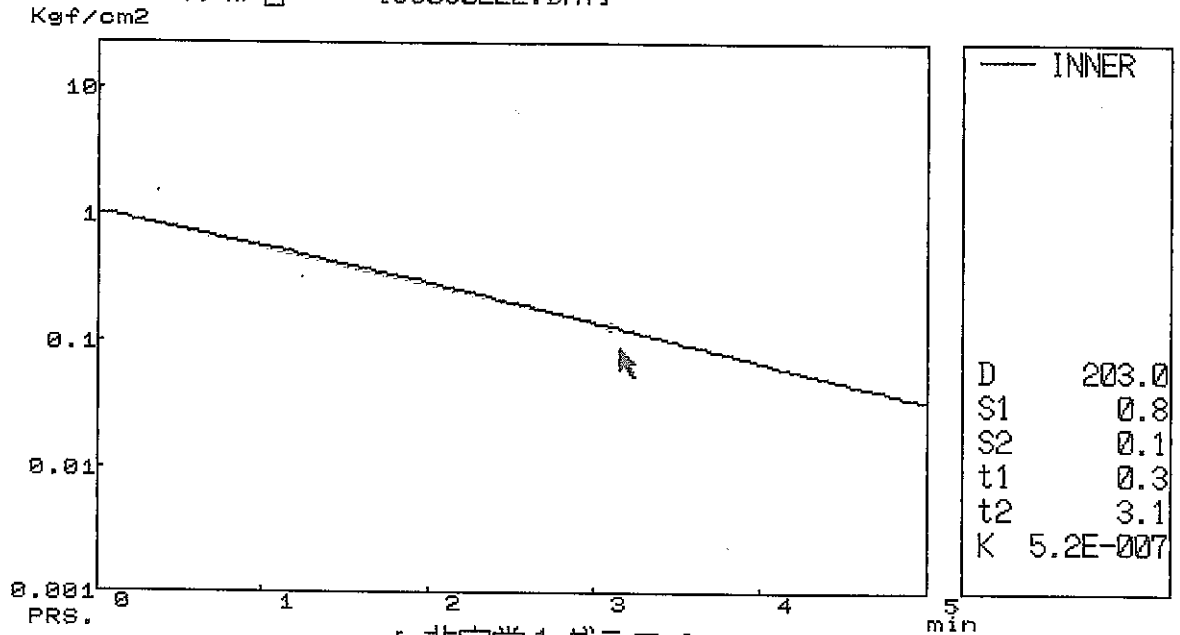
R0 = 15

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]
 測定間隔 [2 秒] コメント [333_335 INR PULS CHUNYU 2]
 Ksf/cm2 ファイル名 [9503022E.DAT]



■■■■■ 初測値 ■■■■■ 位置 ■■■■■ 圧カ ■■■■■ 終値 ■■■■■ ■■■■■ ■■■■■ ■■■■■ 終了

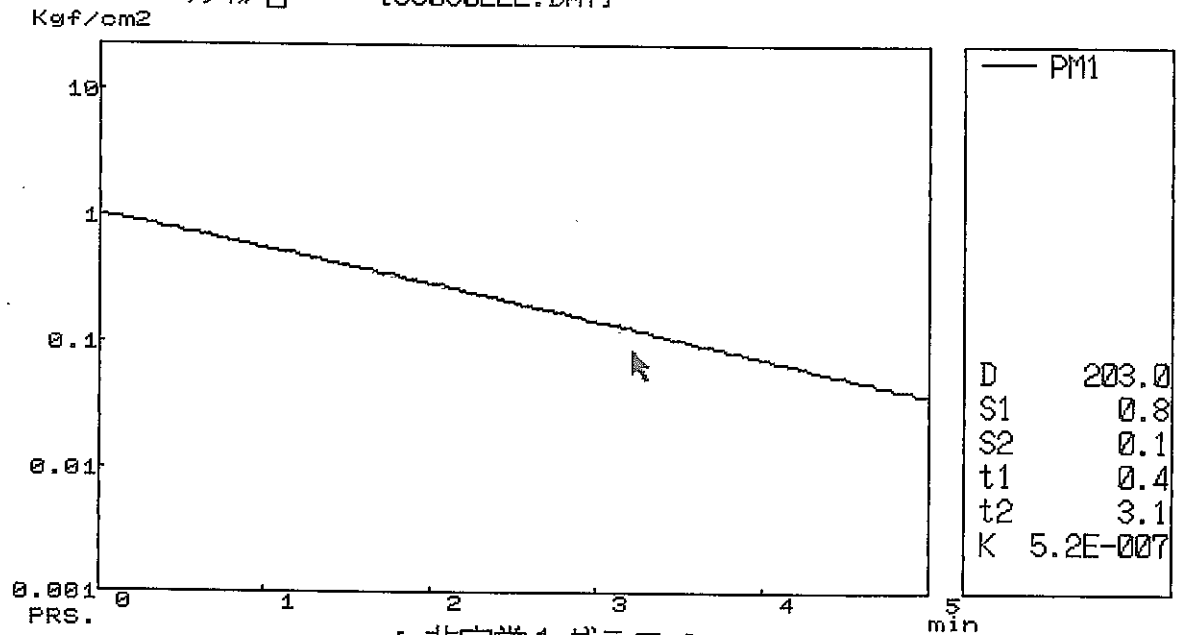
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [333_335 INR PULS CHUNYU 2]]
 ファイル名 [9503022E.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

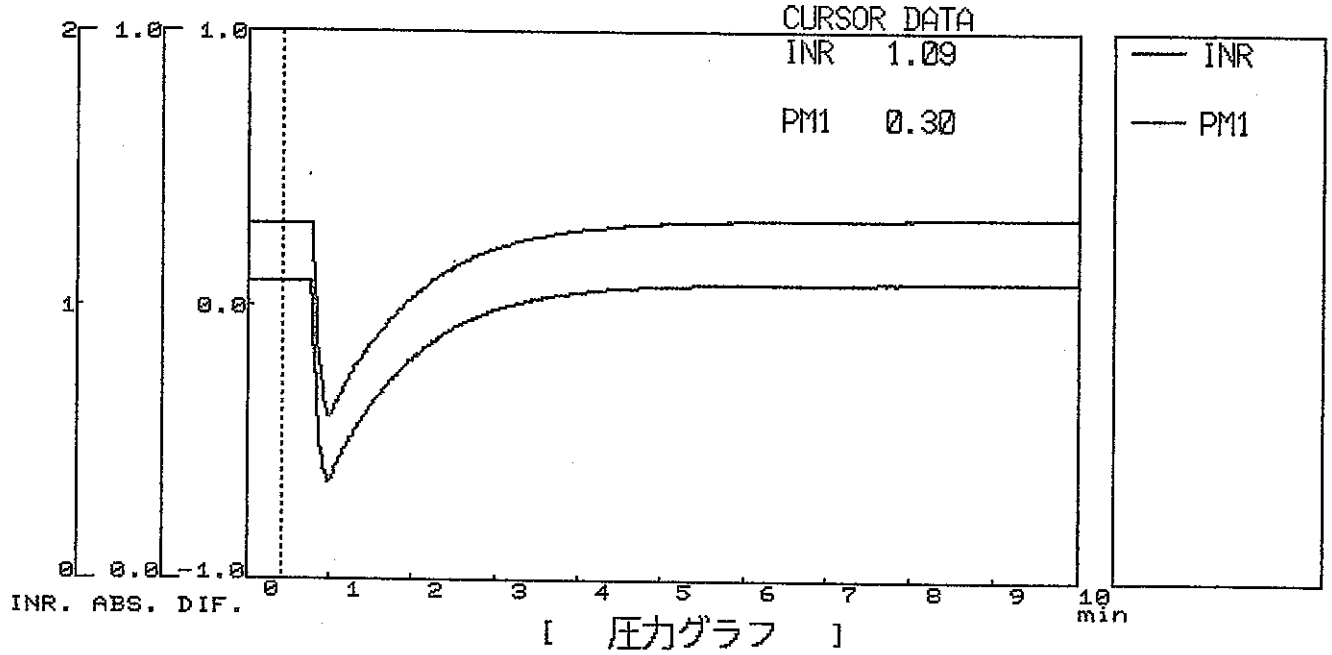
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [333_335 INR PULS CHUNYU 2]]
 ファイル名 [9503022E.DAT]



[非定常1グラフ]

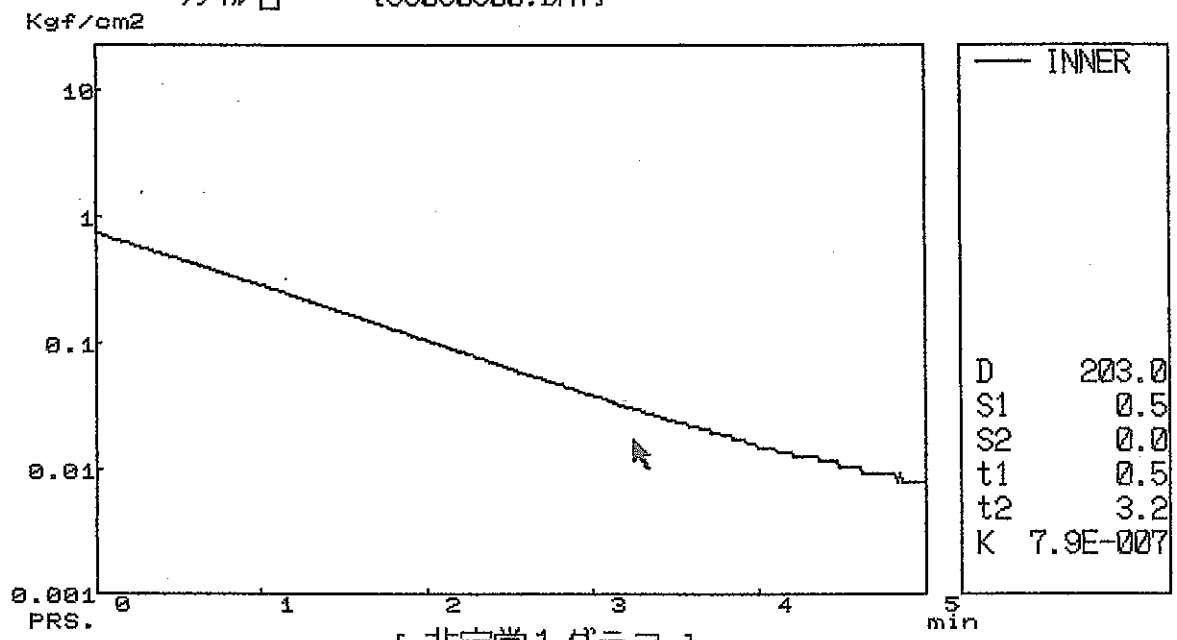
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 INR PULS KAIHUKU]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030300.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

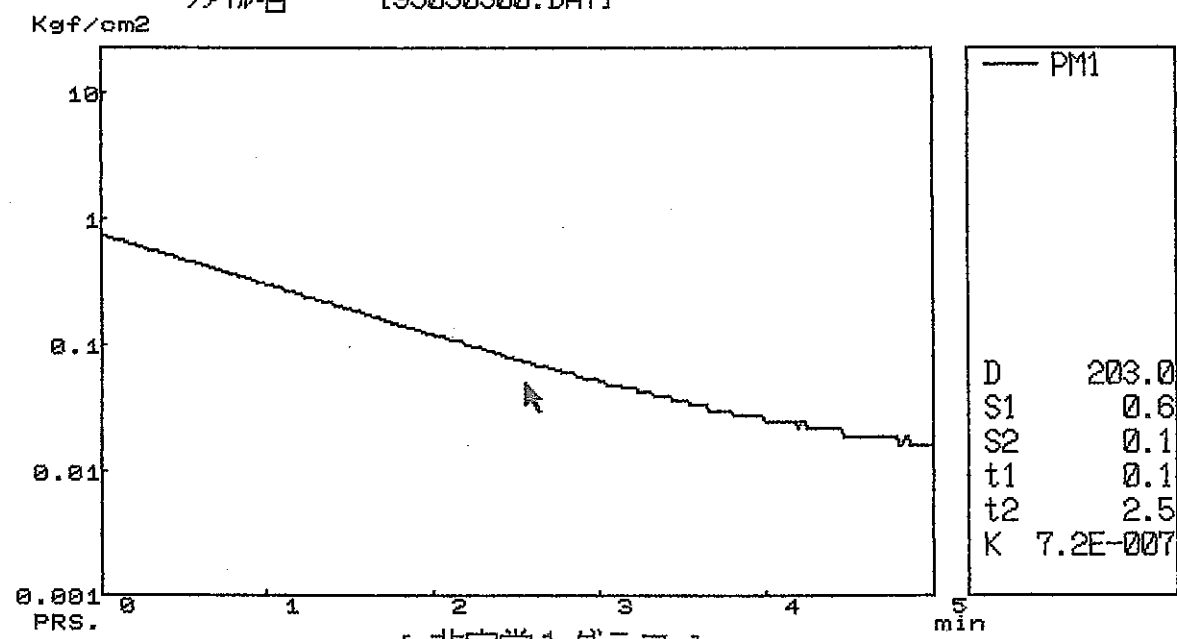
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 INR PULS KAIHUKU]]
 ファイル名 [95030300.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

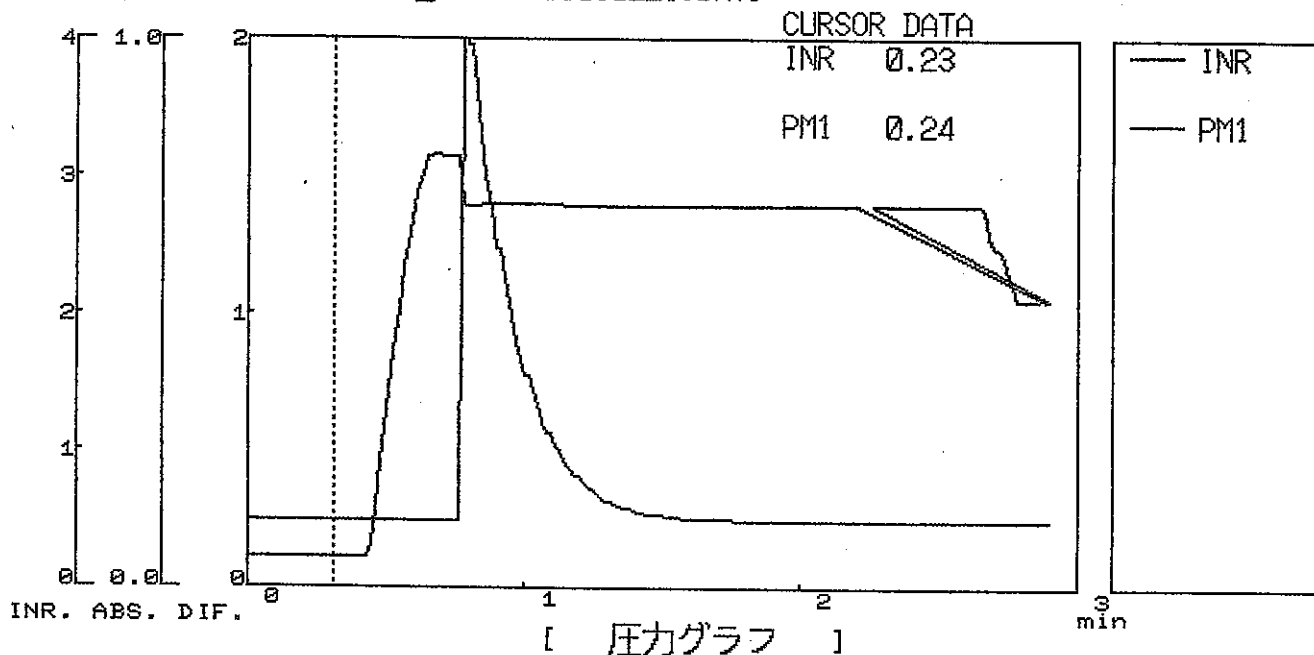
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 INR PULS KAIHUKU]]
 ファイル名 [95030300.DAT]



[非定常1グラフ]

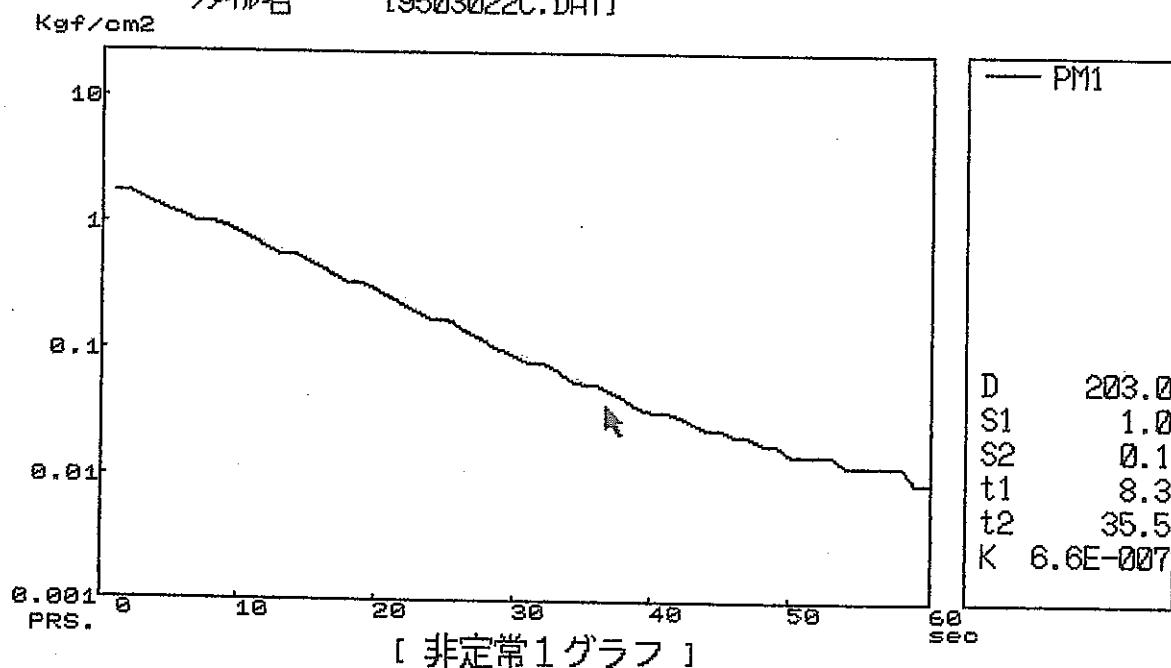
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 M1 SHUT CHUNYU 1]]
 ファイル名 [9503022C.DAT]



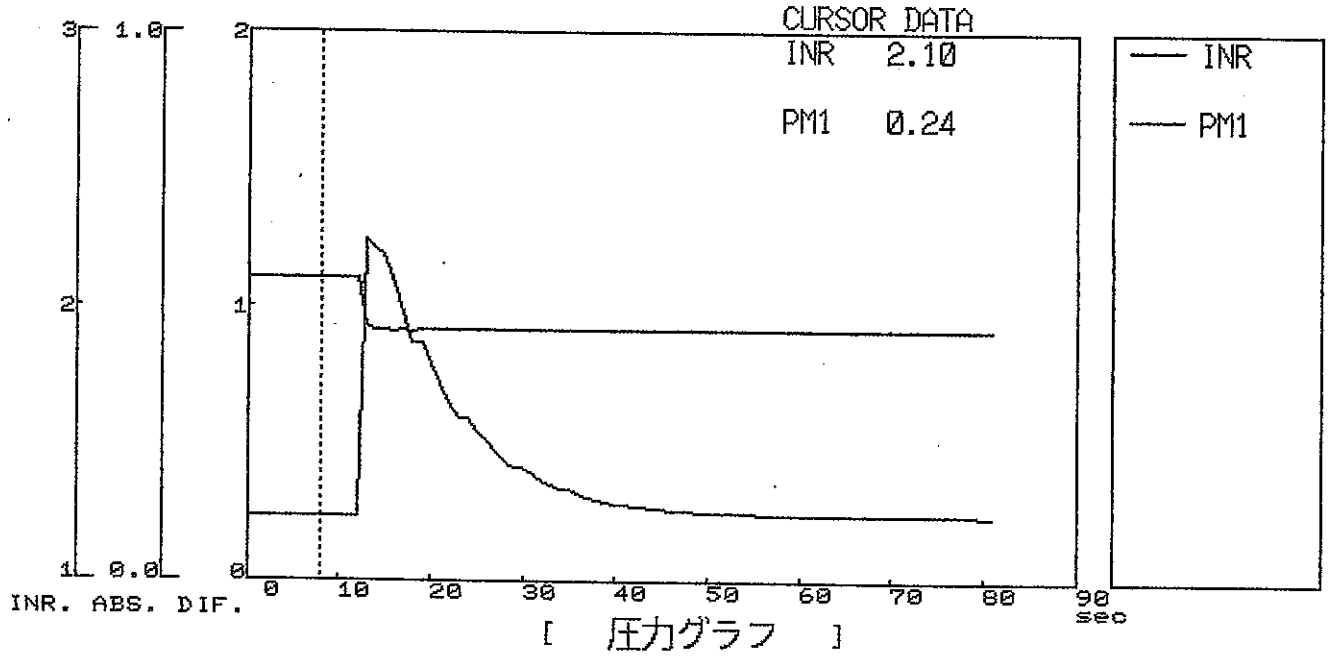
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 M1 SHUT CHUNYU 1]]
 ファイル名 [9503022C.DAT]



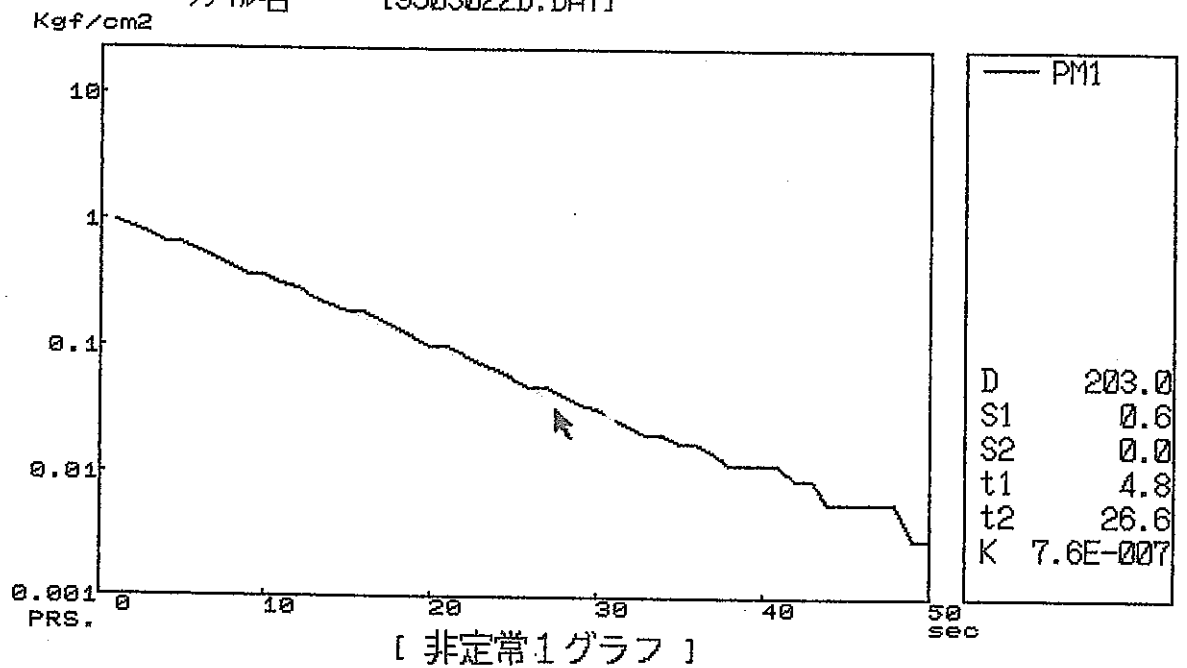
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 M1 SHOT CHUNYU 2]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503022D.DAT]



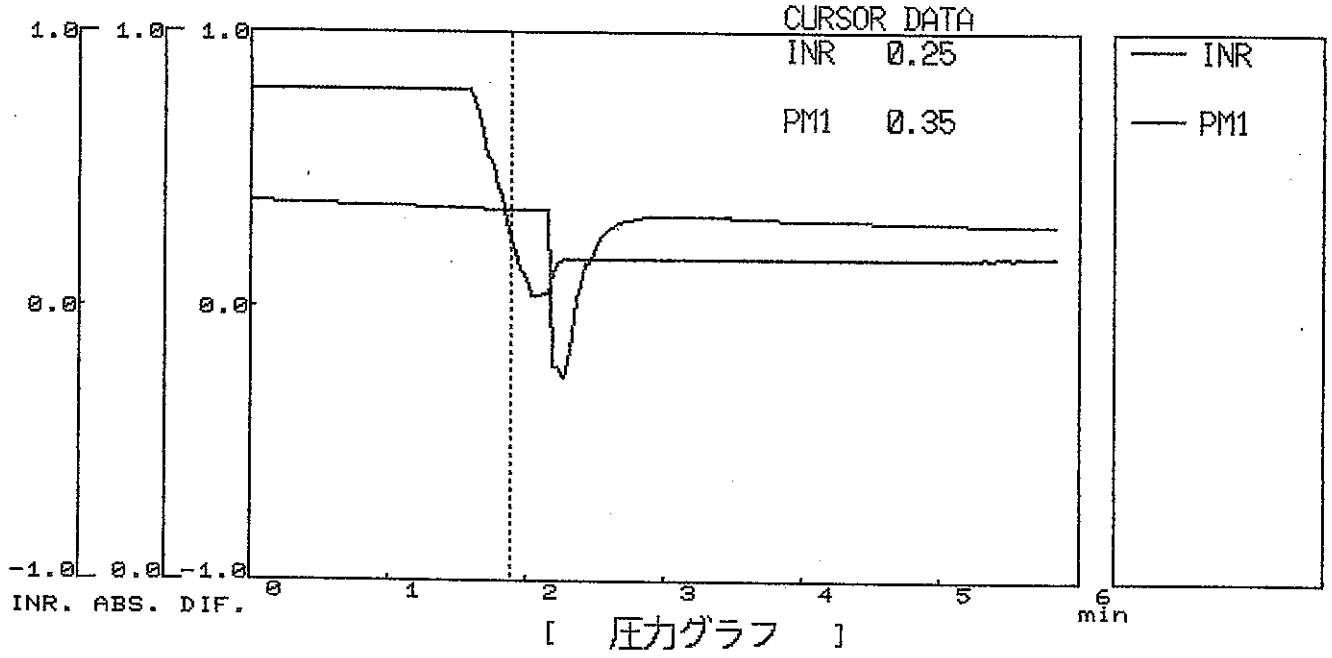
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 M1 SHOT CHUNYU 2]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503022D.DAT]



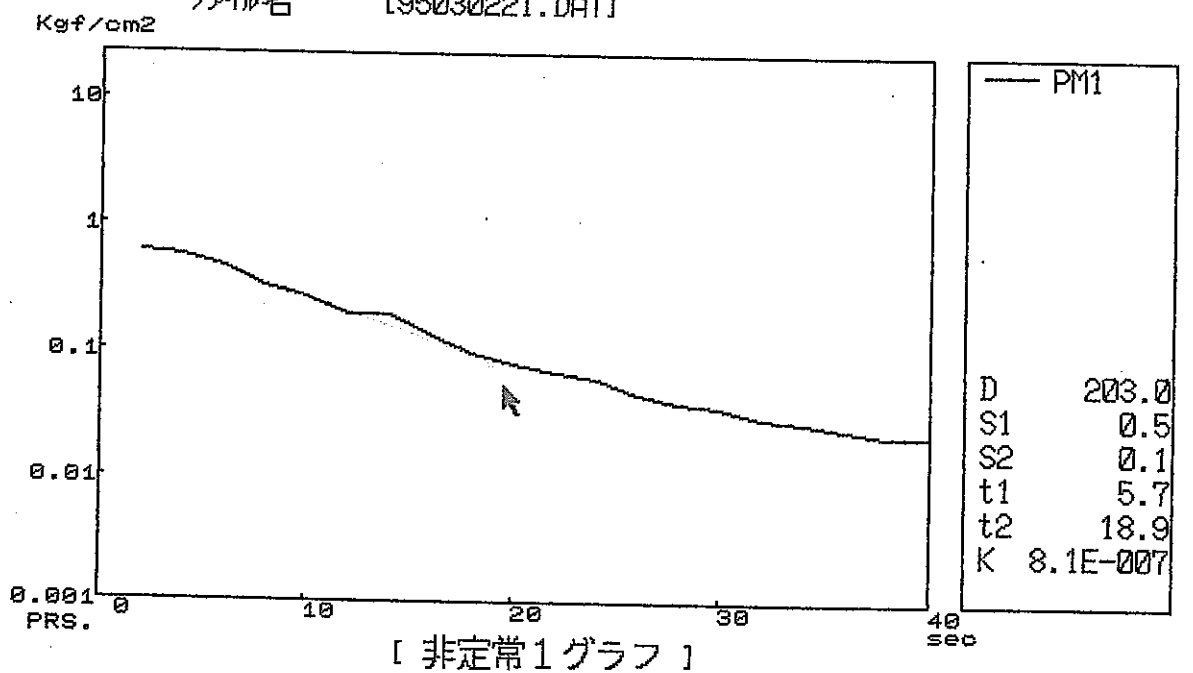
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]
 測定間隔 [2 秒] コメント [333_335 M1 SHOT KAIHUKU]
 ファイル名 [95030221.DAT]



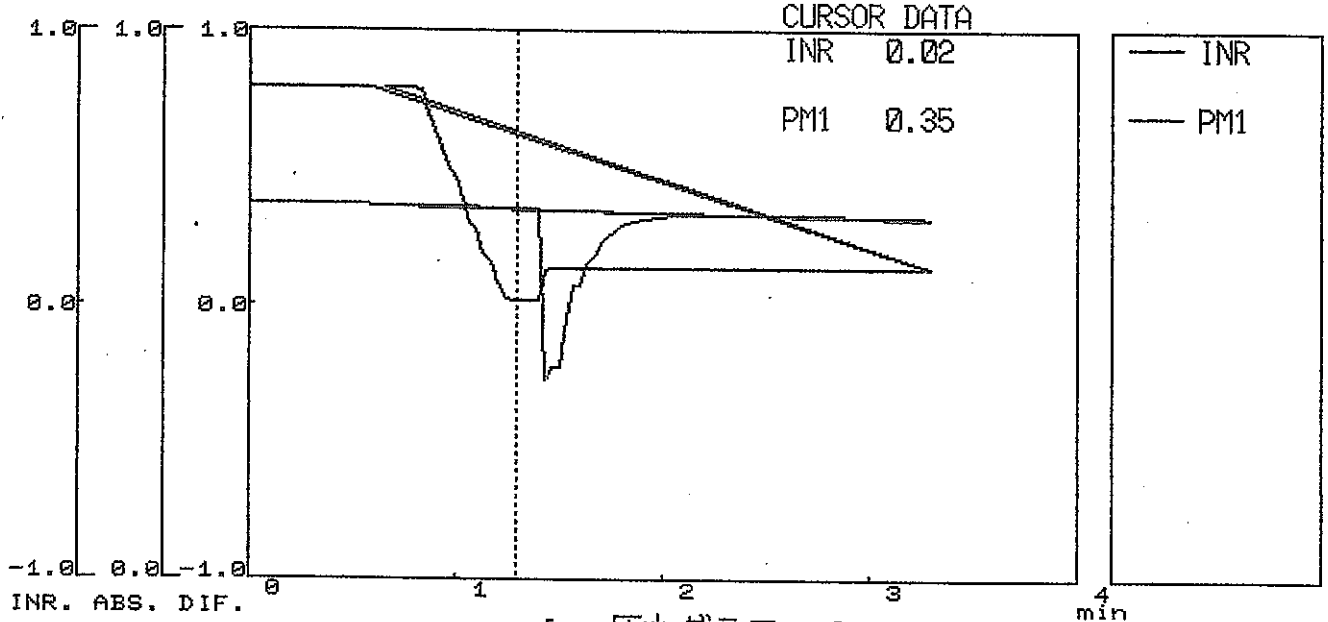
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]
 測定間隔 [2 秒] コメント [333_335 M1 SHOT KAIHUKU]
 ファイル名 [95030221.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

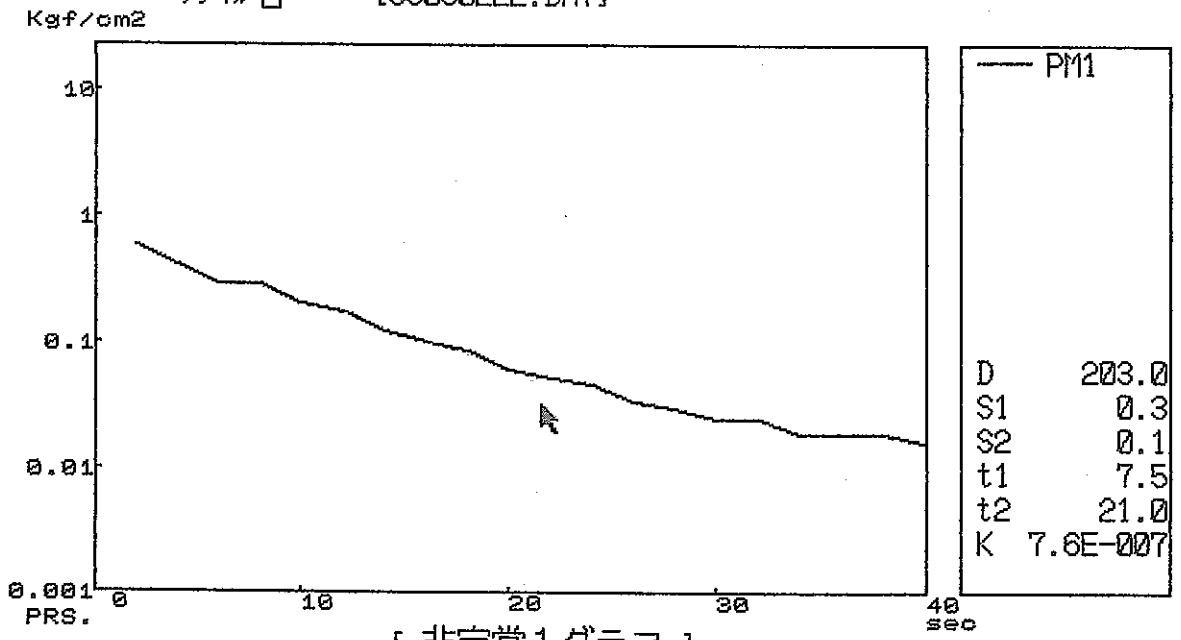
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]
 測定間隔 [2 秒] コメント [333_335 M1 SHUT KAIHUKU 2]
 ファイル名 [95030222.DAT]



[圧カグラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

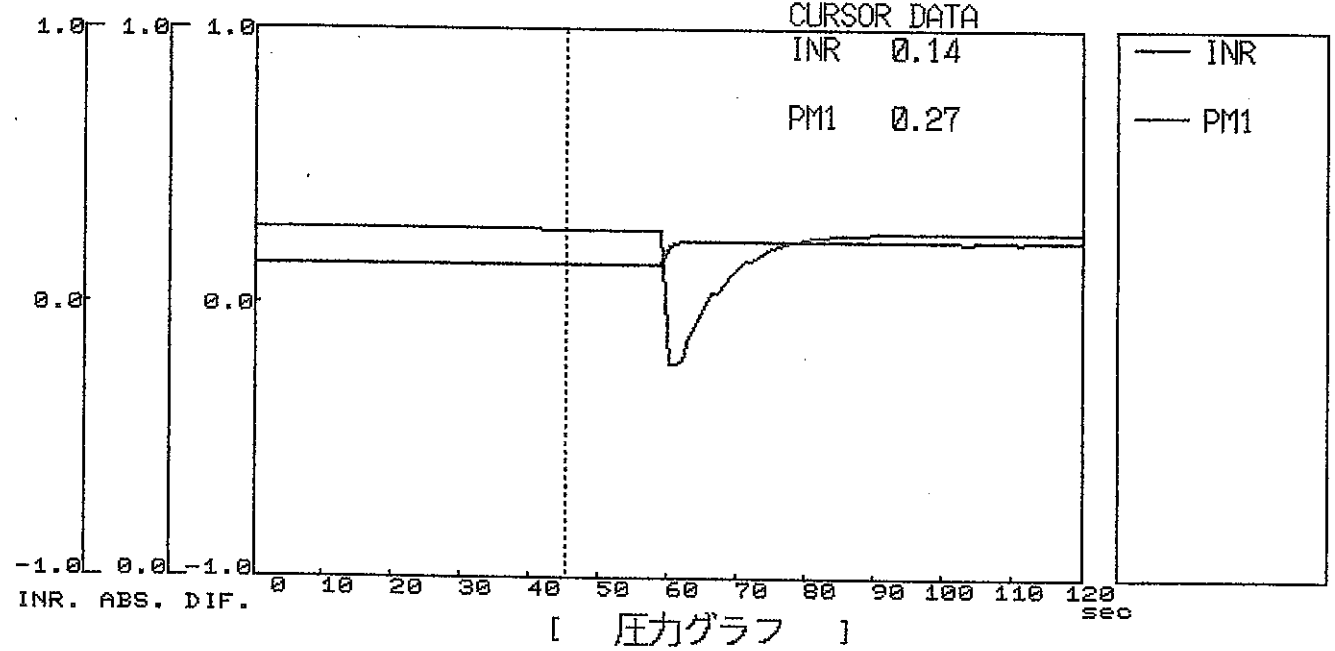
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]
 測定間隔 [2 秒] コメント [333_335 M1 SHUT KAIHUKU 2]
 ファイル名 [95030222.DAT]



[非定常1グラフ]

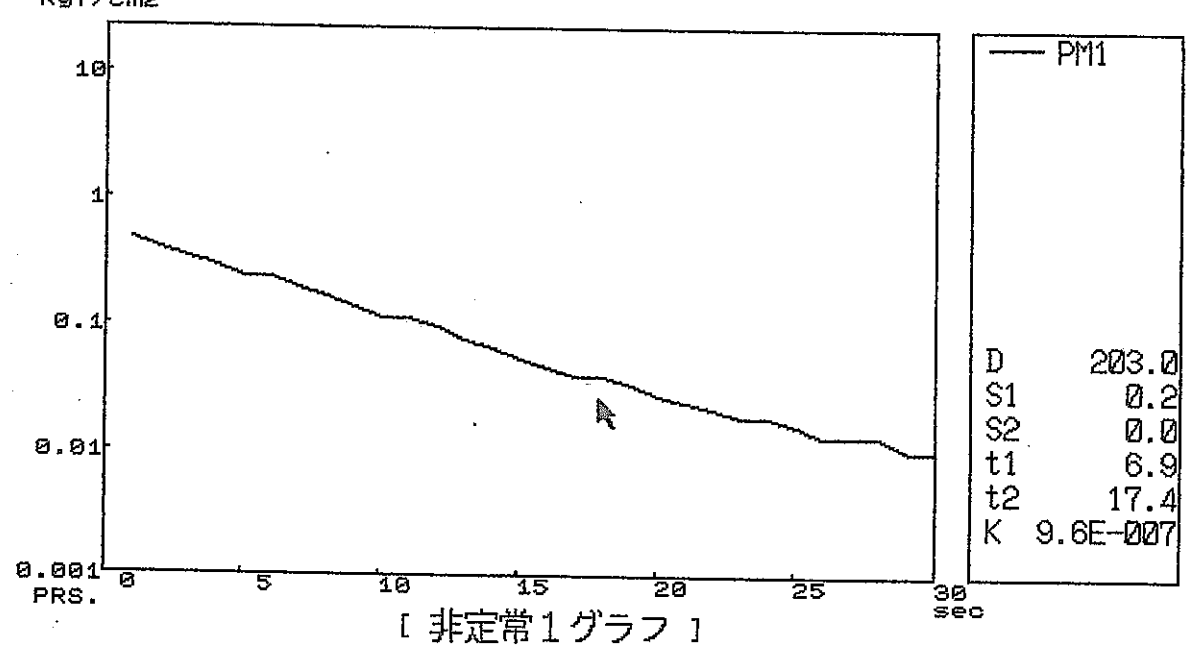
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 M1 SHUT KAIHUKU 3]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503022B.DAT]



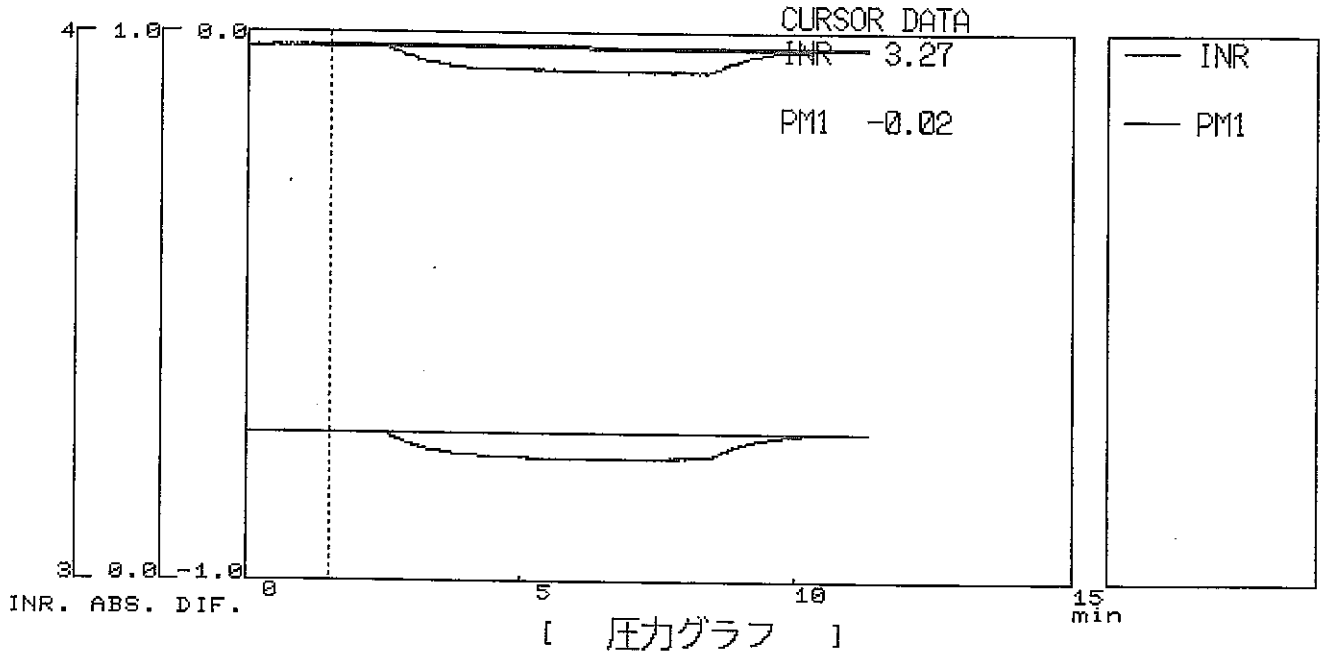
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 M1 SHUT KAIHUKU 3]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503022B.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

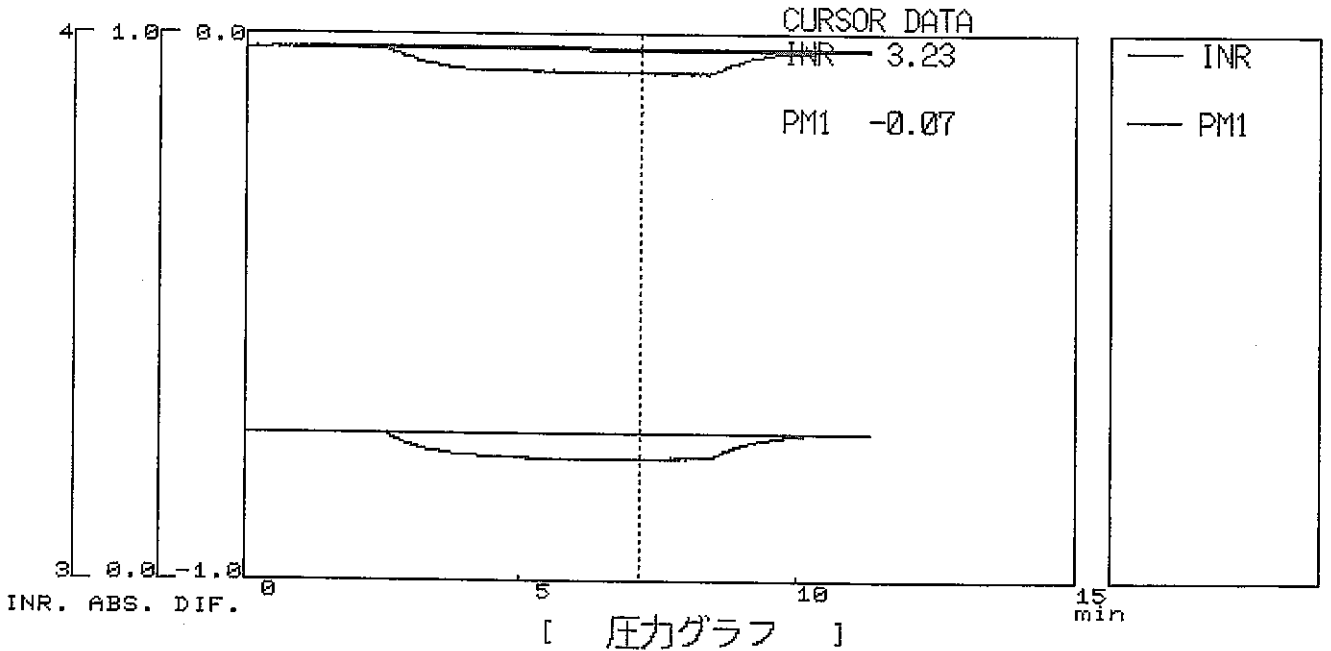
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コント [337_342 TEIJYOU YOUSUI 50 100 150 200cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035B.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

定常揚水 区間長 2.03 m $Q = 50 \text{ cc/h}$

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コント [337_342 TEIJYOU YOUSUI 50 100 150 200cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035B.DAT]

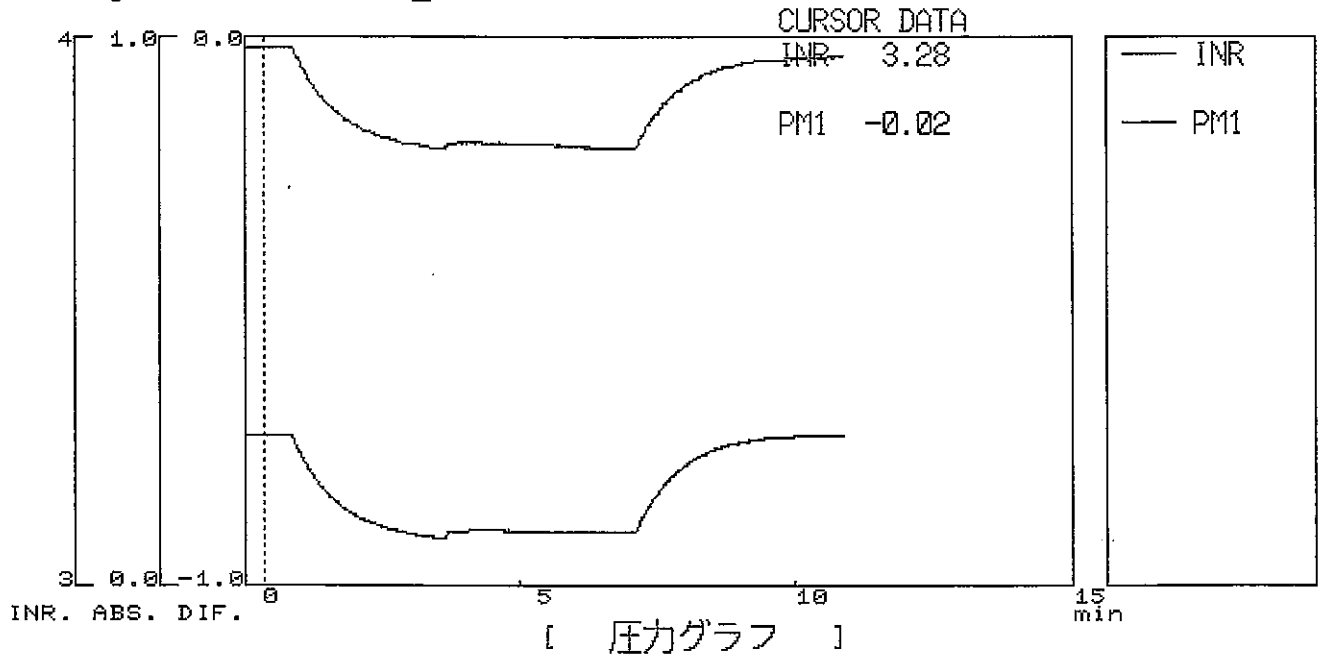


初期値

区間長: 2.03 m

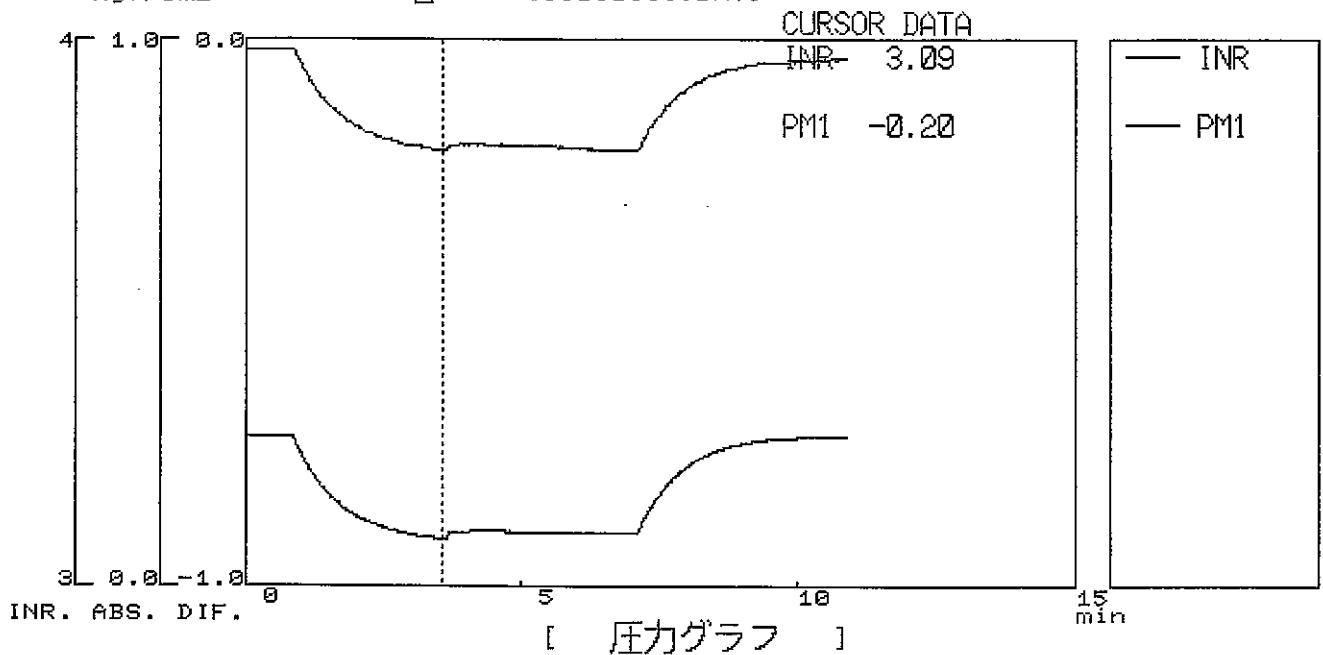
揚水量 Q (cc/h)	INR圧力(kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	PM1圧力(kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	FILE No.
	初期圧	低下圧		初期圧	低下圧		
50	3.27	3.23	1.0E-06	-0.02	-0.07	8.1E-07	9503035B

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 TEIJYOU YOUSUI Q=200cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035C.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了
 定常揚水 0.00~0.03 m. Q=200 cc/h.

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 TEIJYOU YOUSUI Q=200cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035C.DAT]

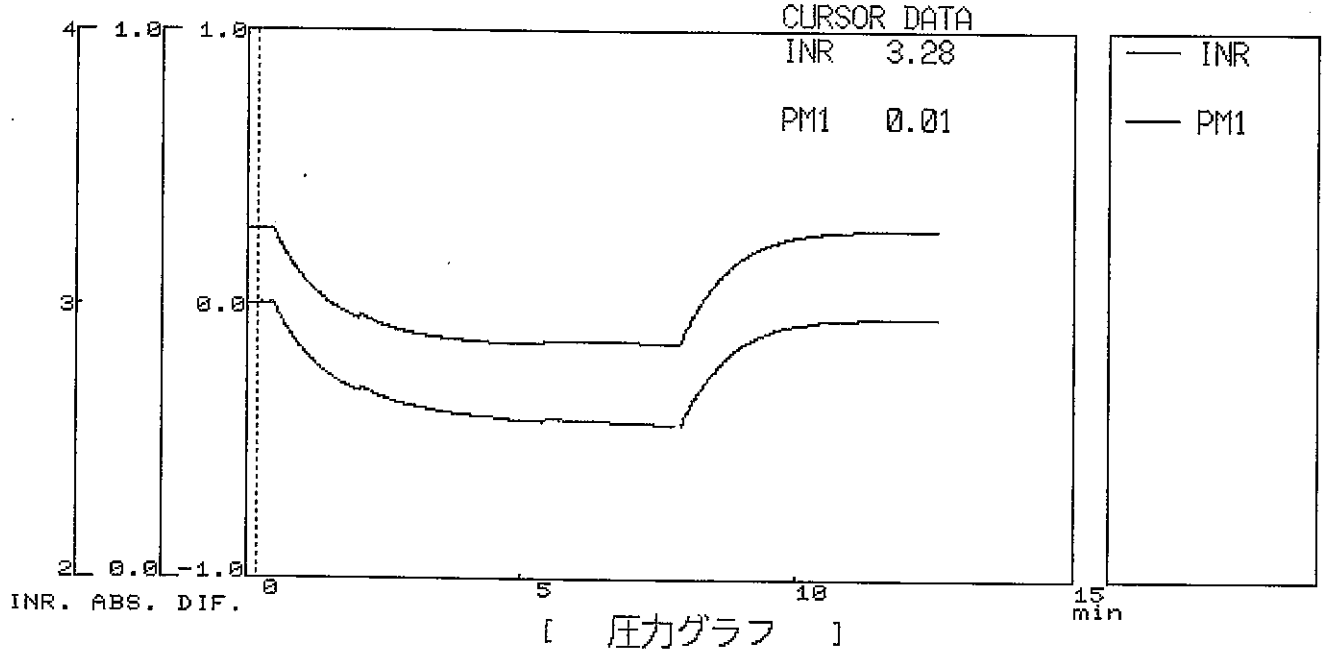


初期値

区間長: 2.03 m

揚水量 Q (cc/h)	INR圧力(kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	PM1圧力(kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	FILE No.
	初期圧	低下圧		初期圧	低下圧		
200	3.28	3.09	8.5E-07	-0.02	-0.20	9.0E-07	9503035C

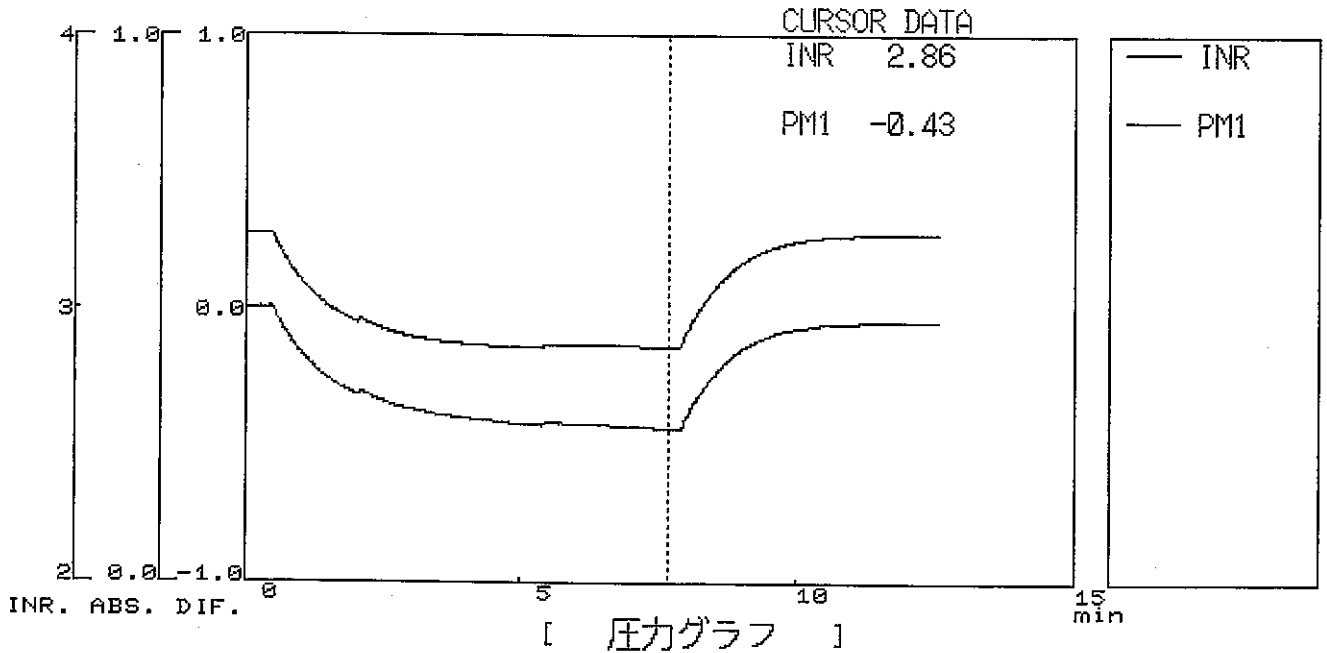
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 TEIJOU YOUSUI Q=400cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035D.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

定常帯水 長さ 222.00 ~ 225.00m Q = 400cc/h

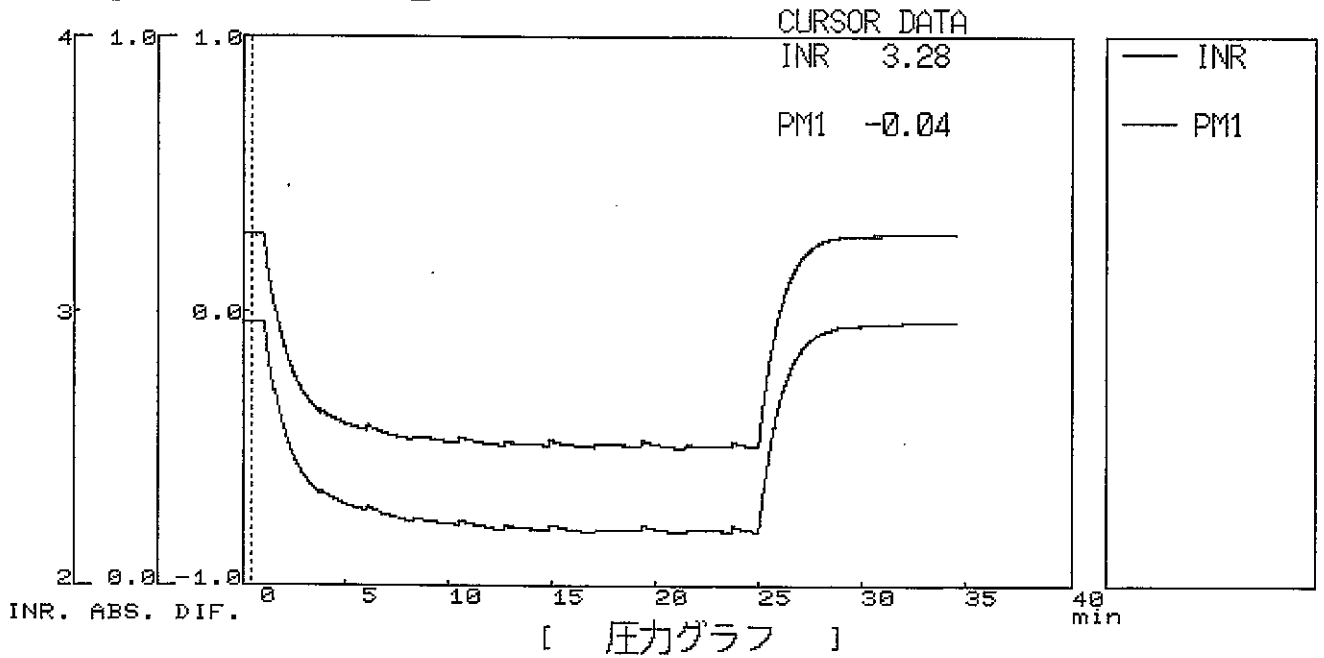
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 TEIJOU YOUSUI Q=400cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035D.DAT]



初期値 | 区間長: 2.03 m

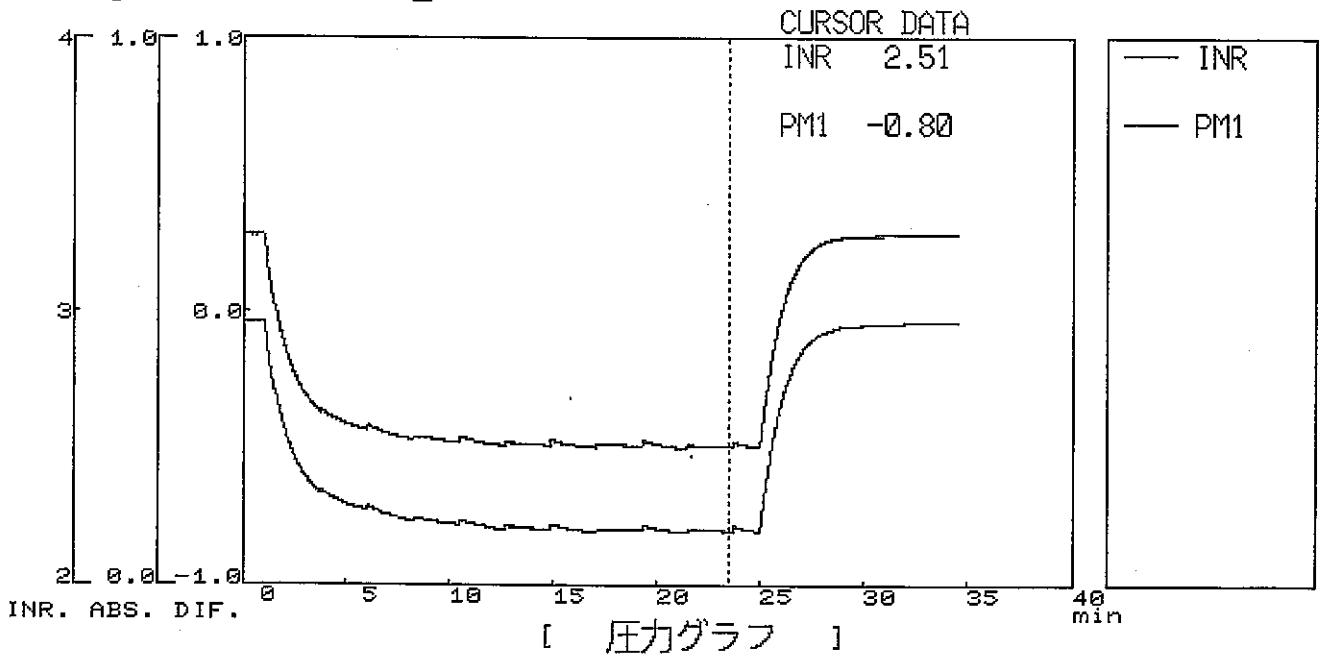
揚水量 Q (cc/h)	INR圧力(kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	PM1圧力(kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	FILE No.
	初期圧	低下圧		初期圧	低下圧		
400	3.28	2.86	7.7E-07	0.01	-0.43	7.3E-07	9503035D

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 TEIJOU YOUSUI Q=600cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035E.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了
 定常湧水 長さ 333.00~335.03m Q=600cc/h

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 TEIJOU YOUSUI Q=600cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035E.DAT]



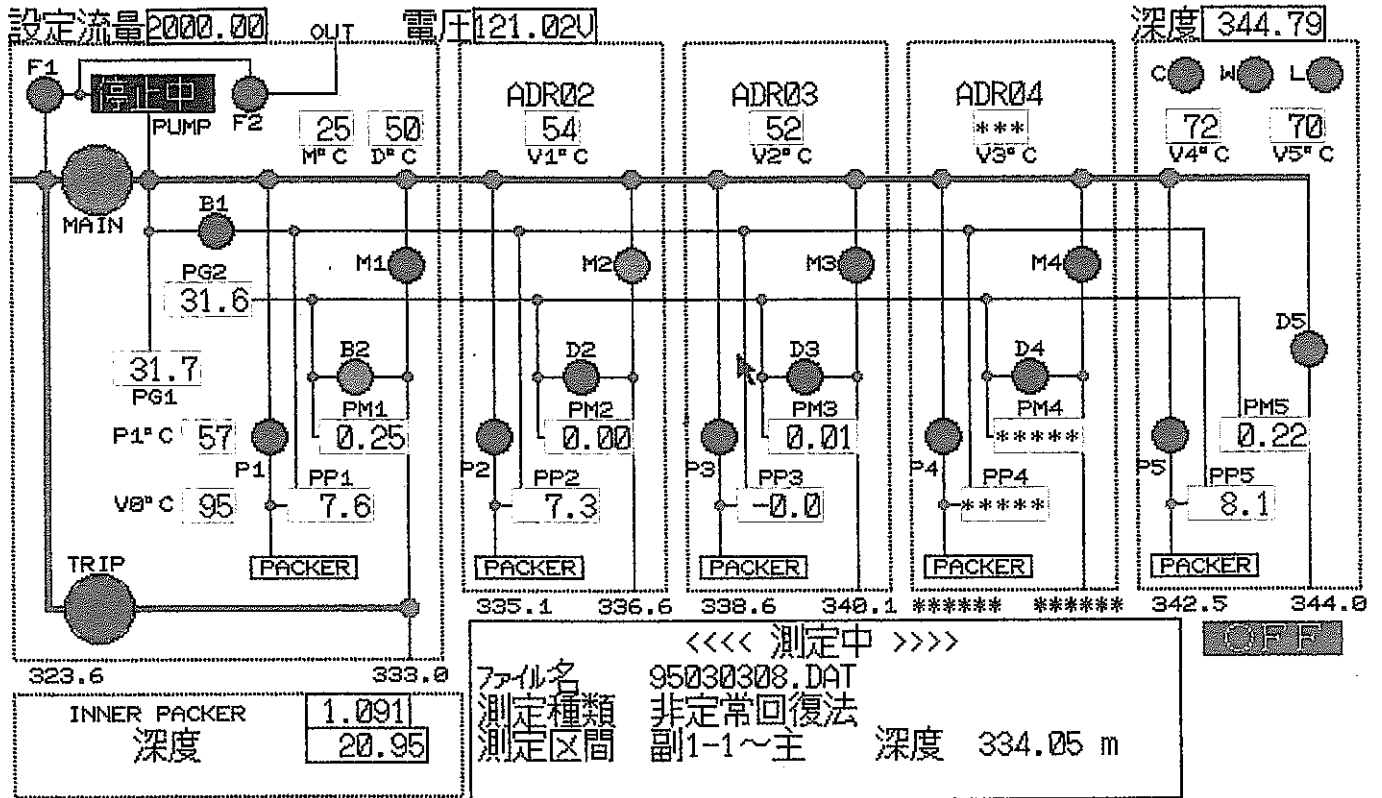
初期値

区間長: 2.03 m

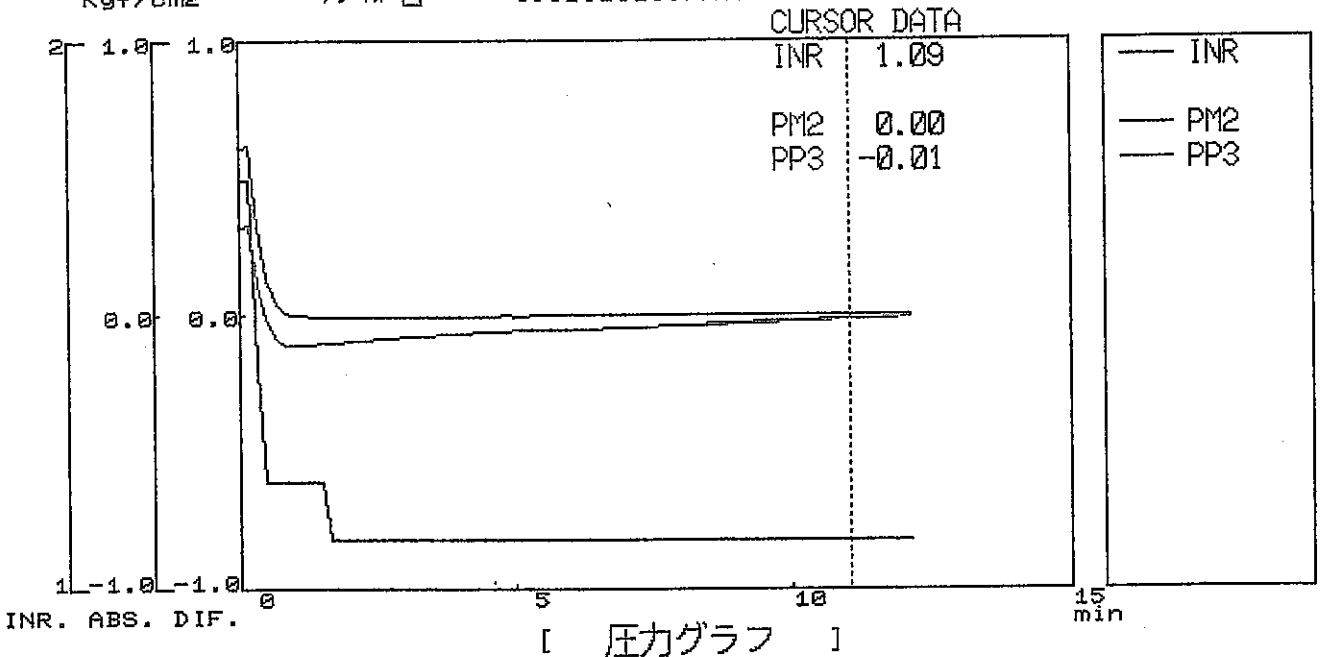
揚水量 Q (cc/h)	INR圧力 (kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	PM1圧力 (kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	FILE No.
	初期圧	低下圧		初期圧	低下圧		
600	3.28	2.51	6.3E-07	-0.04	-0.80	6.4E-07	9503035E

試験区間

GL - 336.53 ~ 342.09 m



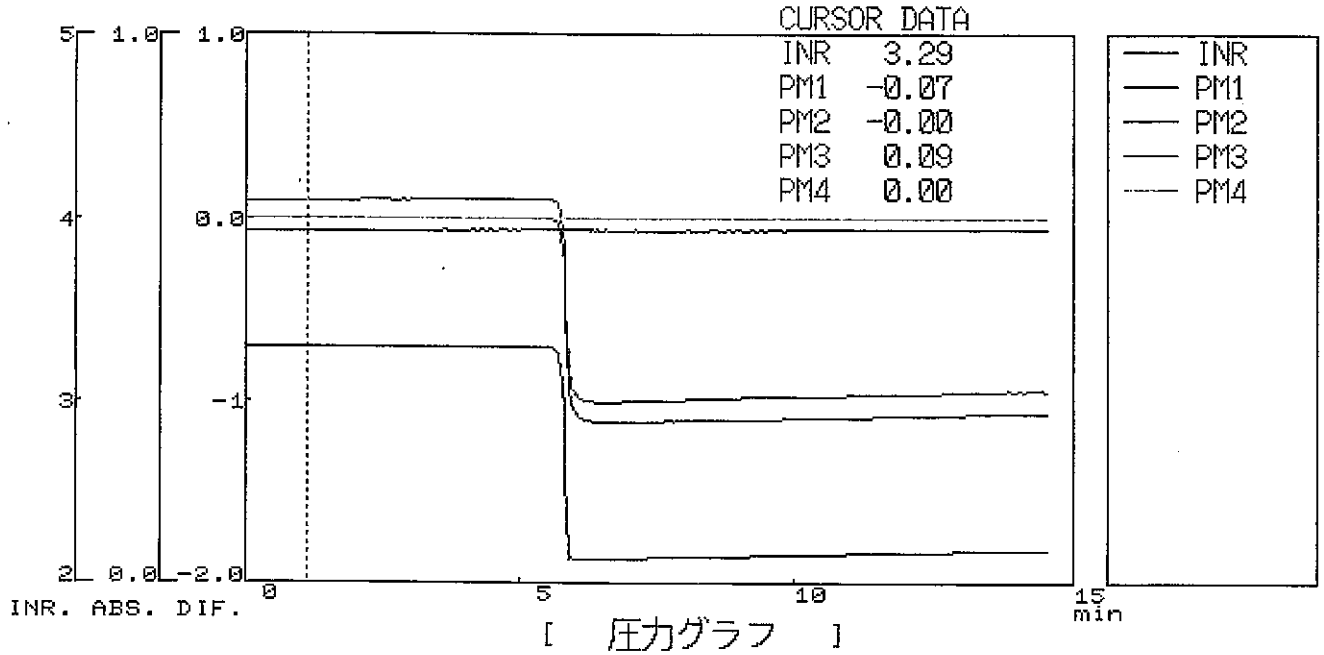
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非正常回復法]]
 測定間隔 [10 秒] コメント [337_342 KANGEKISUIATU]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030308.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

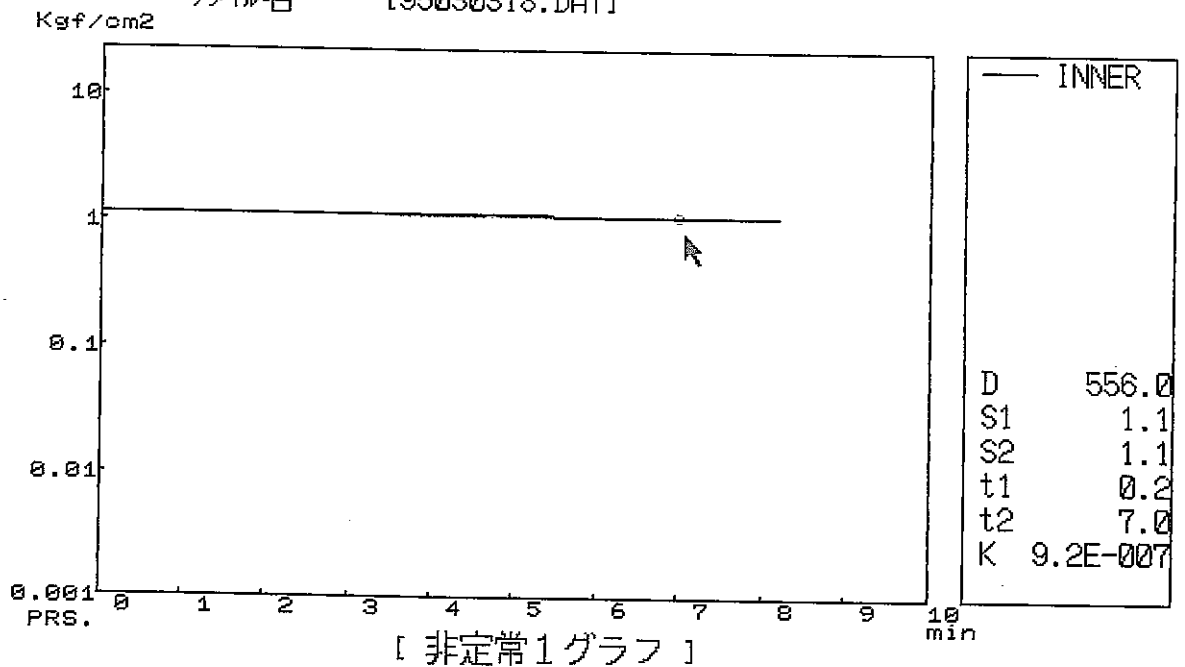
間隙水圧測定。 $G_L - 336.03 \sim 342.09 \text{ m}$
 $P_w = 20.95 - (1.091 \times 10)$
 $= G_L - 10.04 \text{ m}$

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 NORMAL KAIHUKU]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030318.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

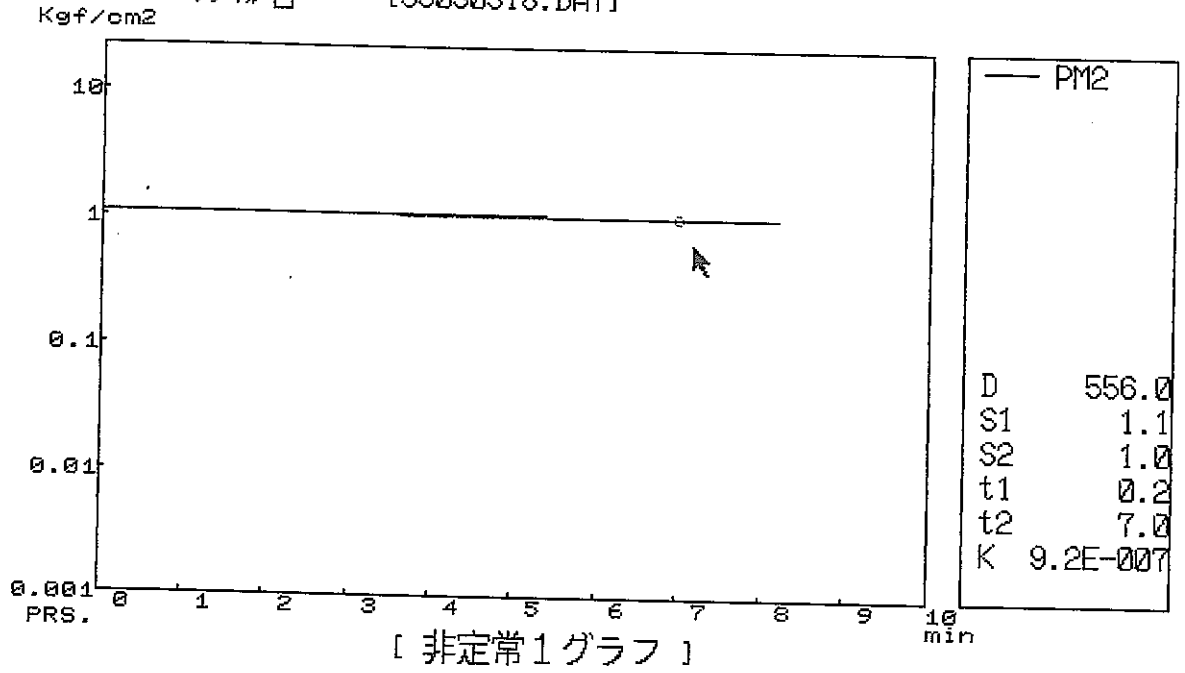
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 NORMAL KAIHUKU]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030318.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

R0=1.5

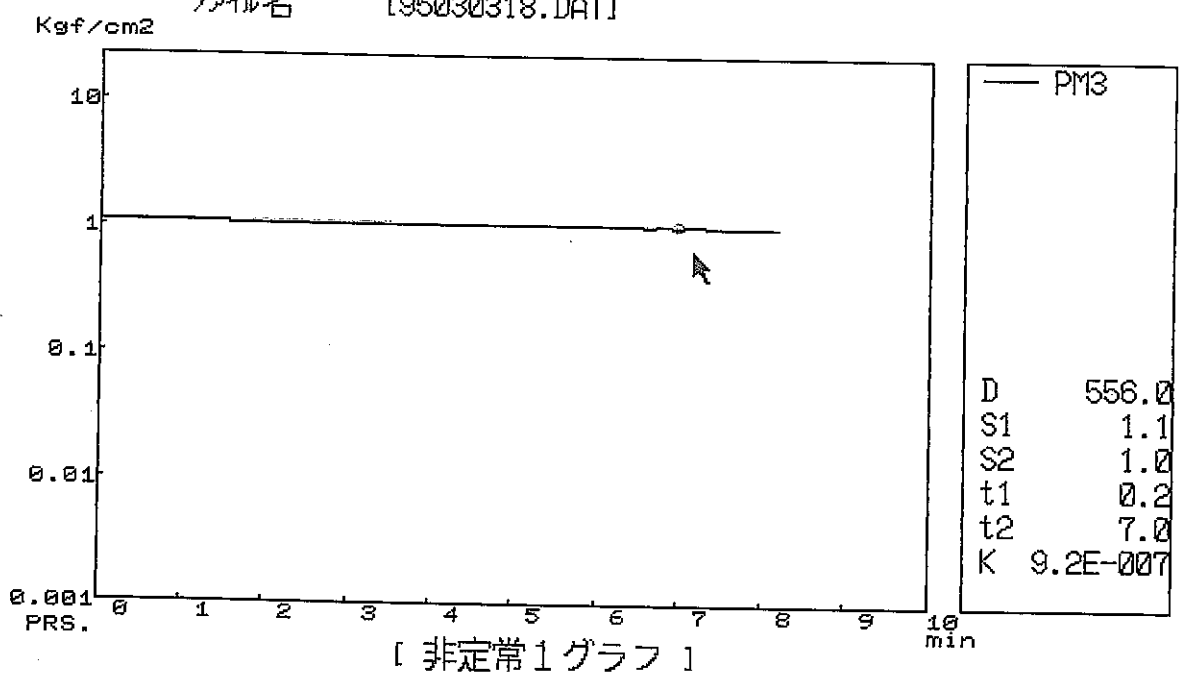
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 NORMAL KAIHUKU]]
 ファイル名 [95030318.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

AD=10

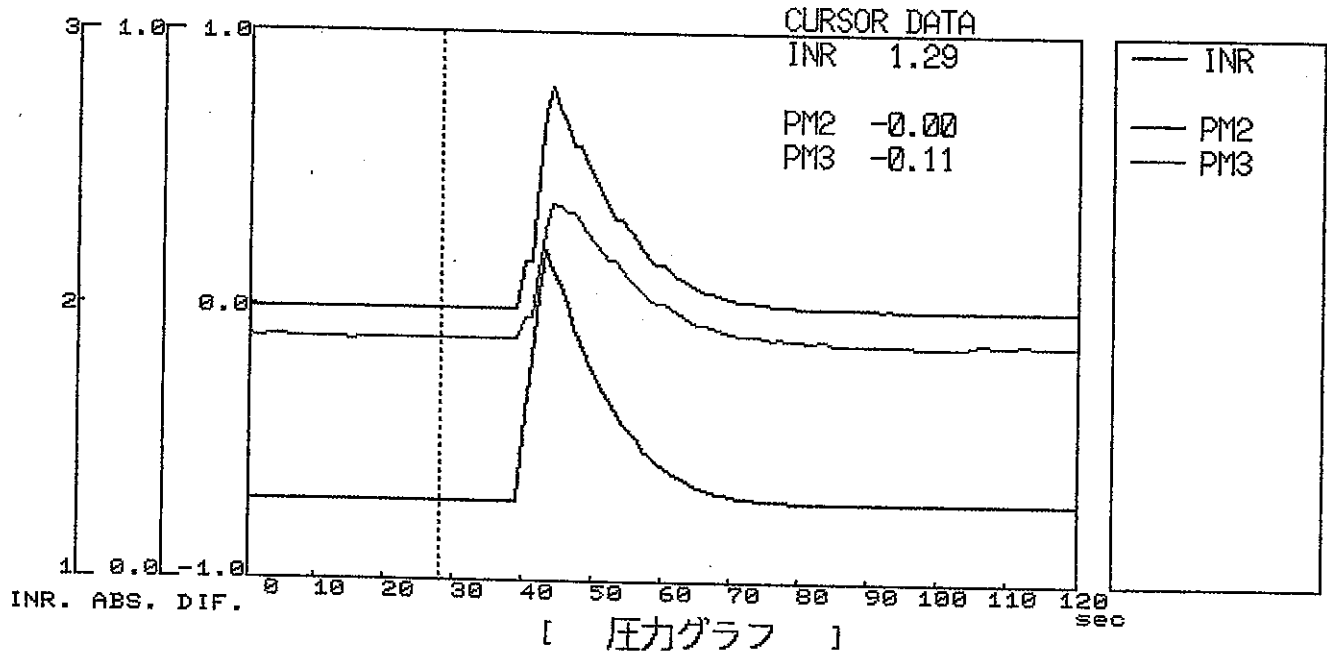
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 NORMAL KAIHUKU]]
 ファイル名 [95030318.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

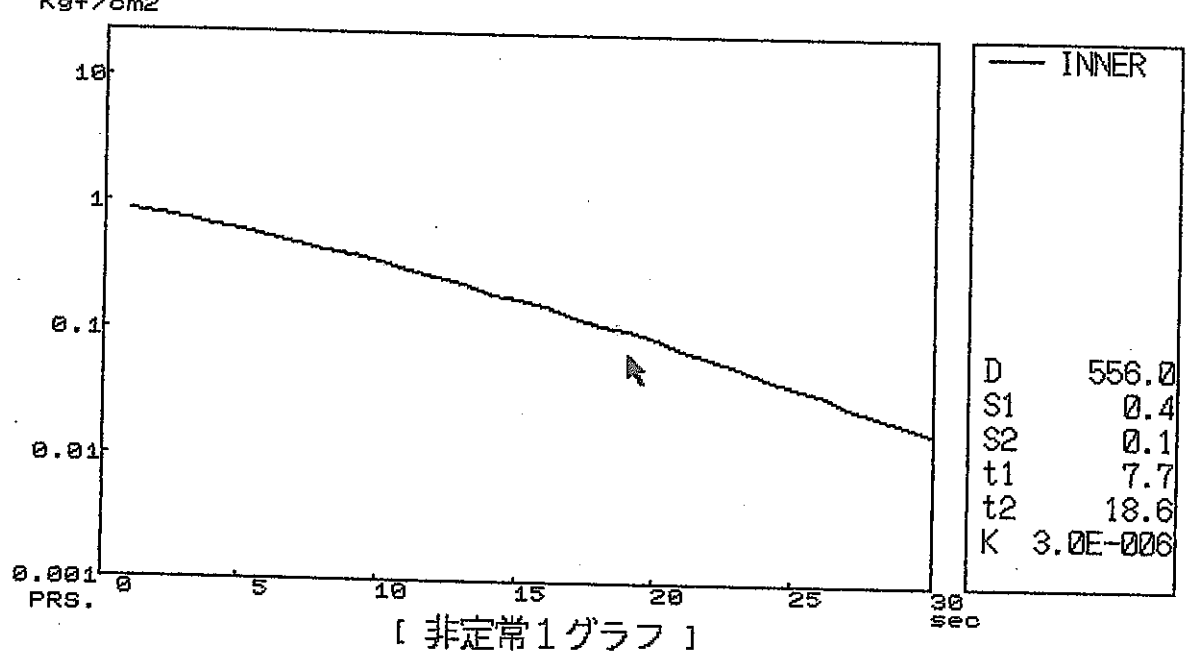
AD=10

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR TYUUNYUU_1]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030314.DAT]



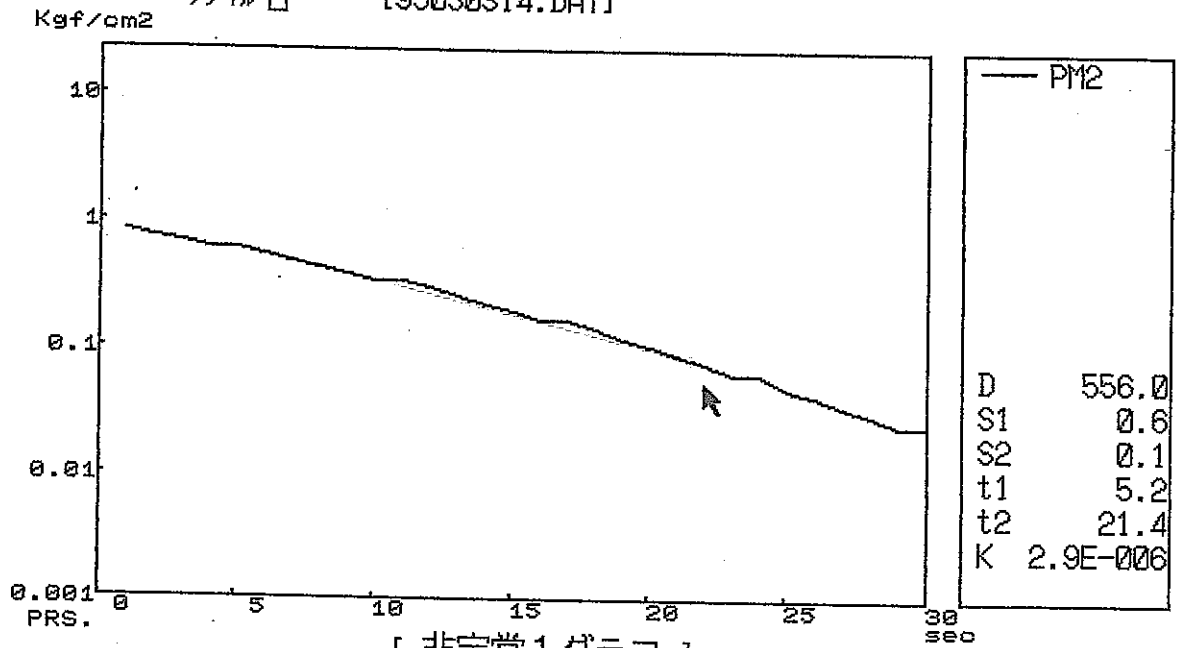
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR TYUUNYUU_1]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030314.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

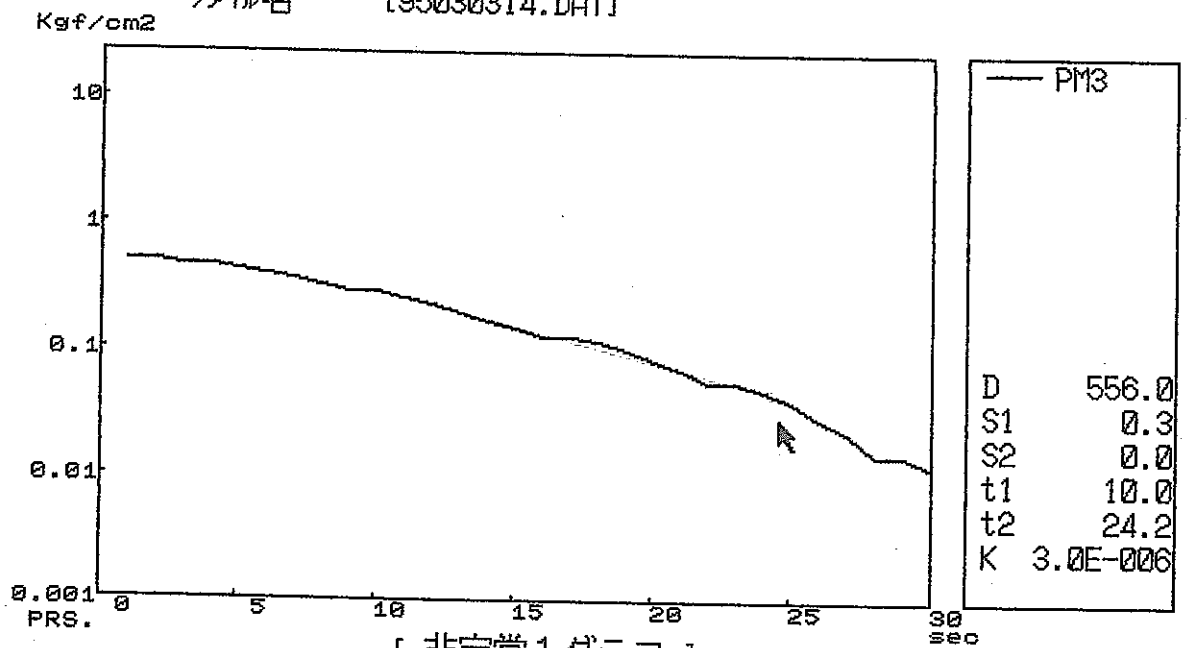
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR TYUUNYUU_1]]
 ファイル名 [95030314.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

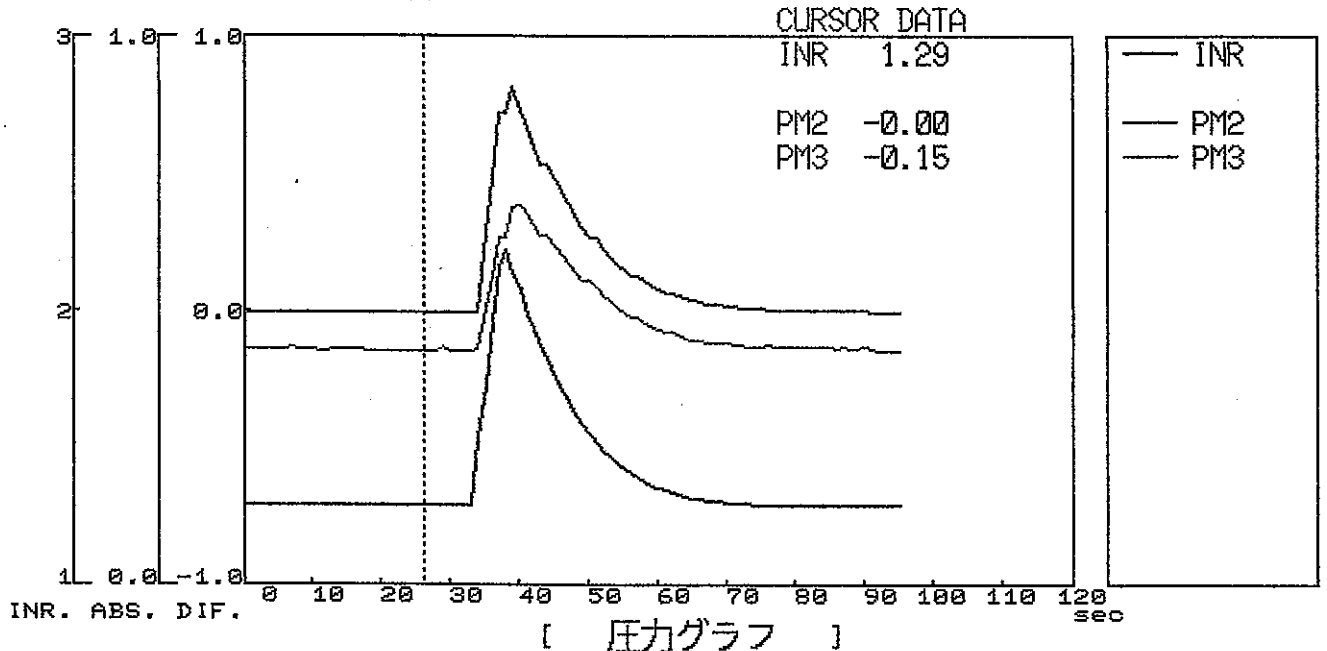
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR TYUUNYUU_1]]
 ファイル名 [95030314.DAT]



[非定常1グラフ]

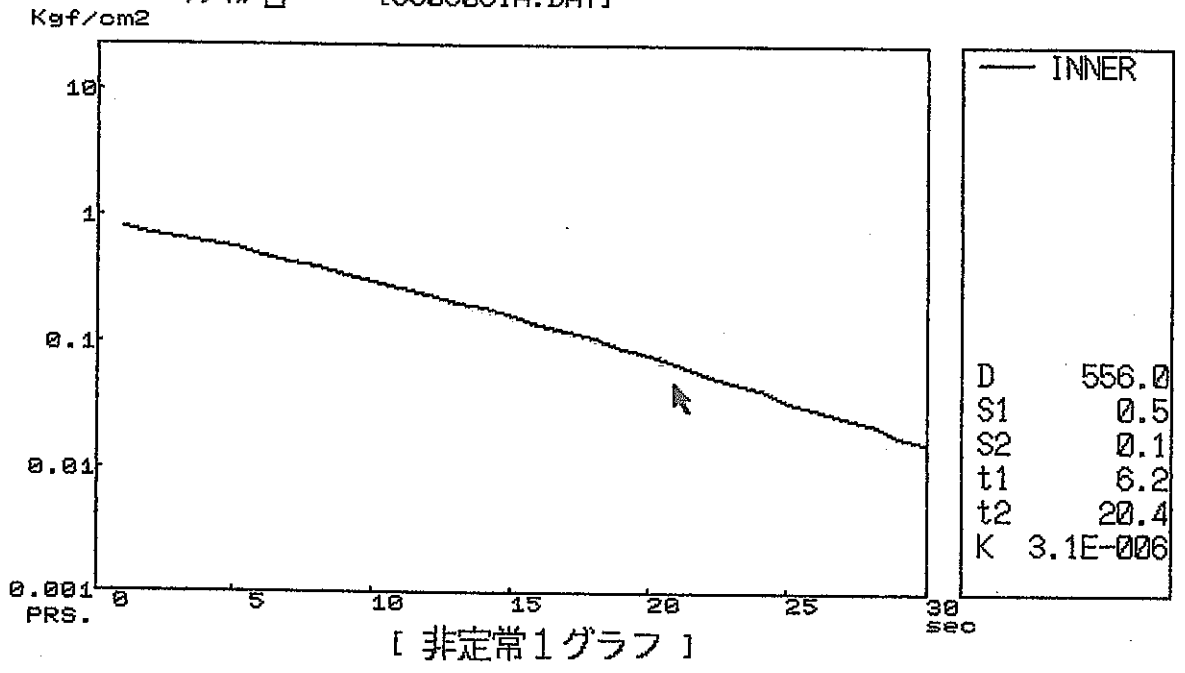
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR TYUUNYUU_2]]
 ファイル名 [9503031A.DAT]



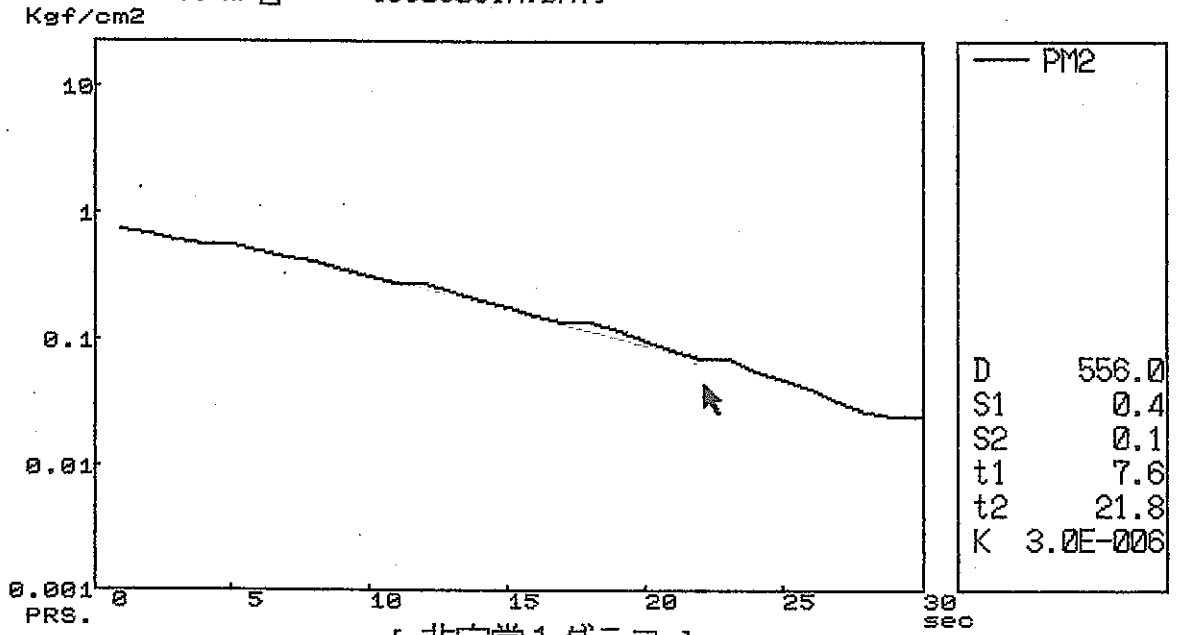
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR TYUUNYUU_2]]
 ファイル名 [9503031A.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

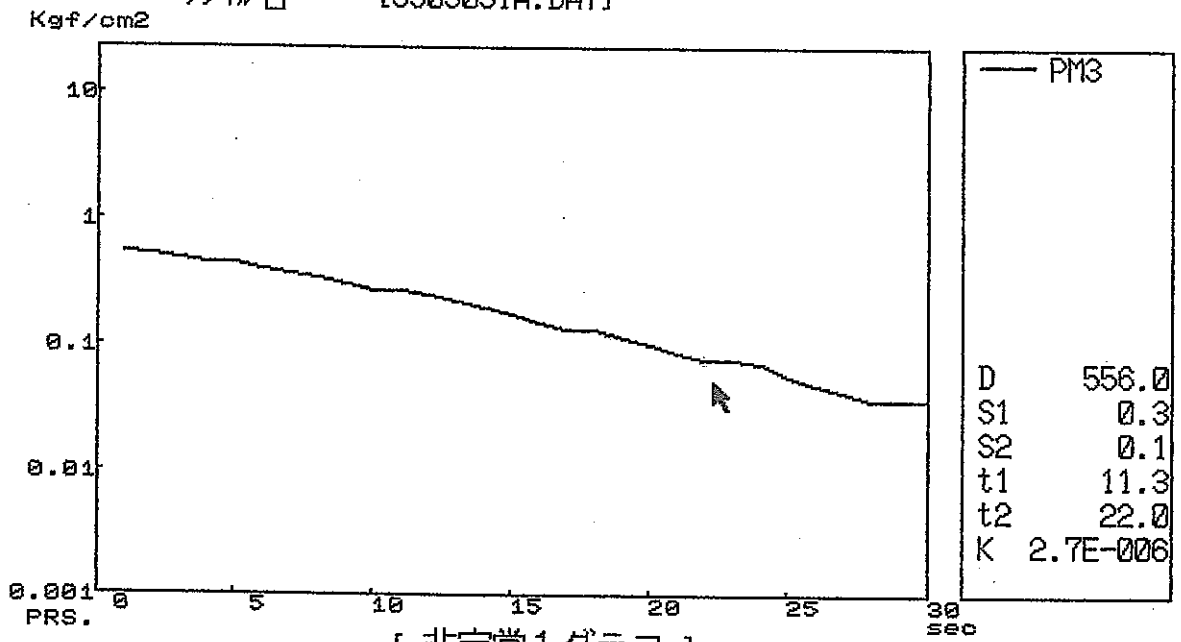
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR TYUUNYUU_2]]
 ファイル名 [9503031A.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

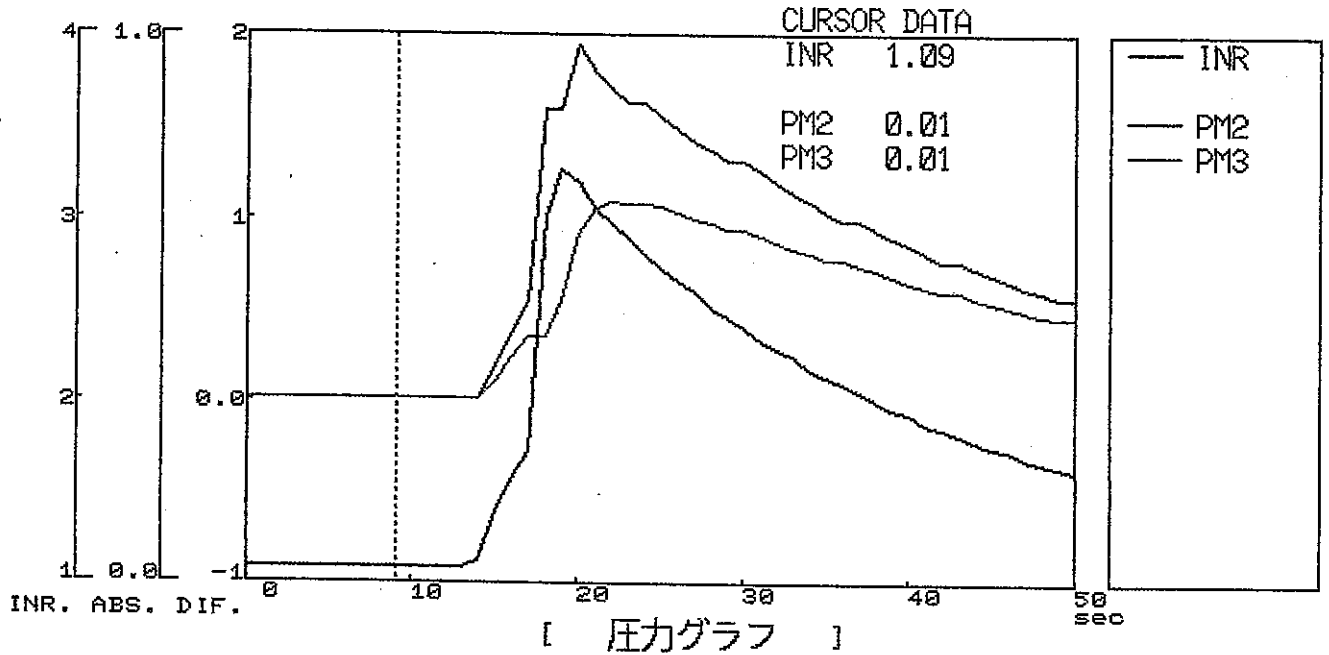
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR TYUUNYUU_2]]
 ファイル名 [9503031A.DAT]



[非定常1グラフ]

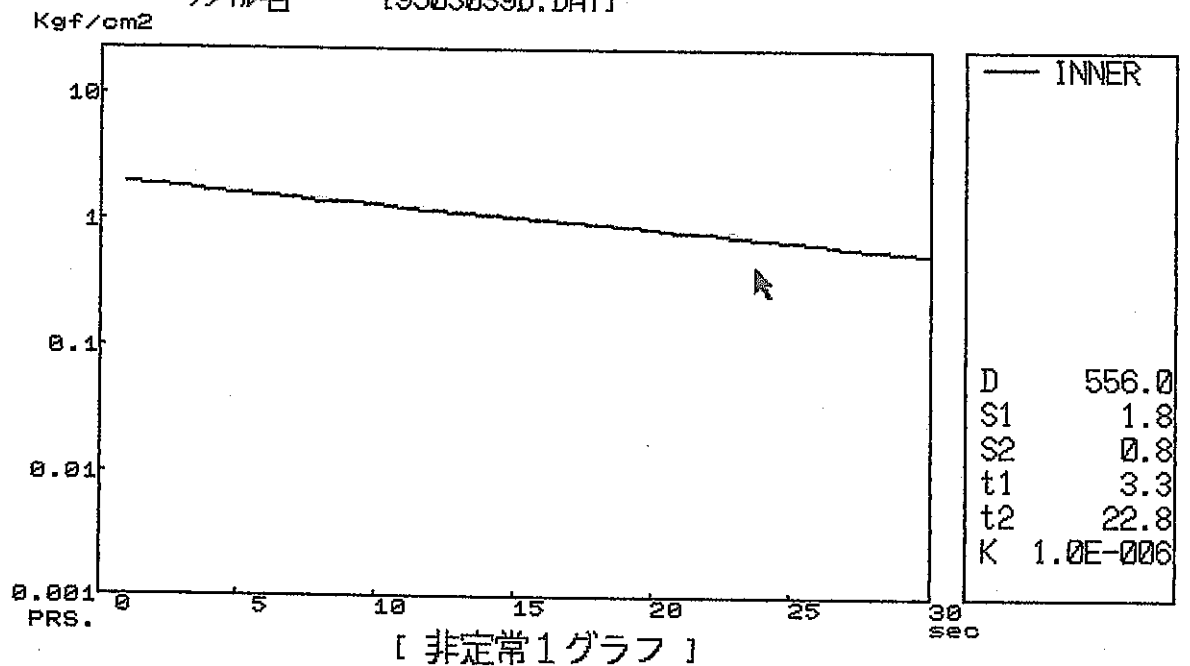
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非定常回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PULS INR TYUUNYUU_1]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503039D.DAT]



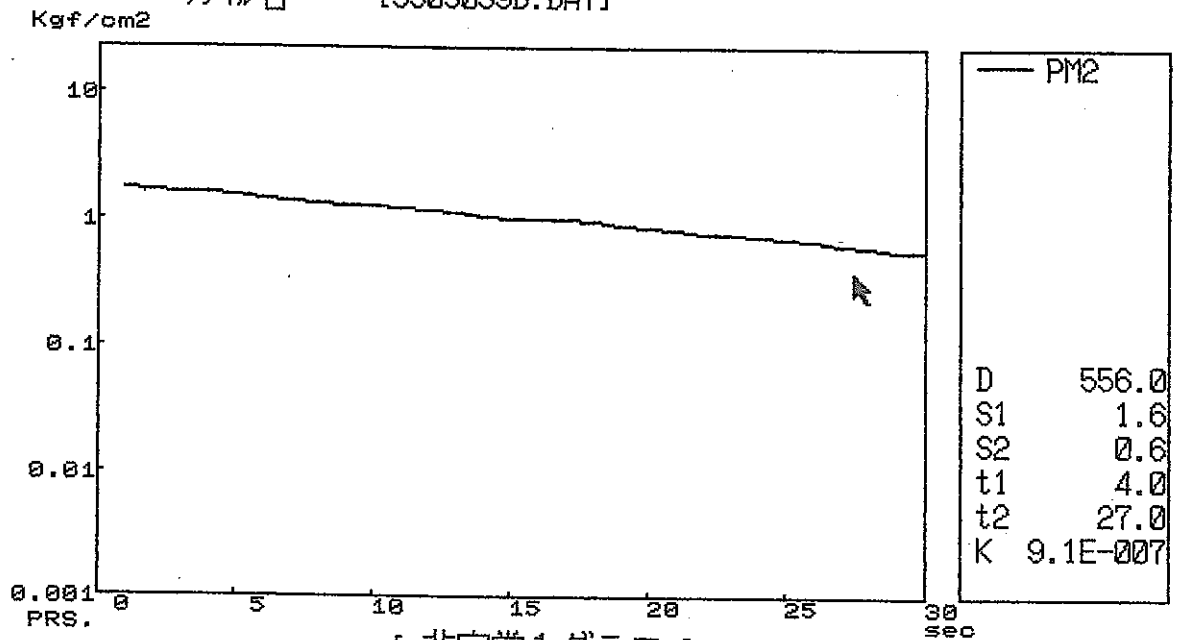
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非定常回復法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PULS INR TYUUNYUU_1]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503039D.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

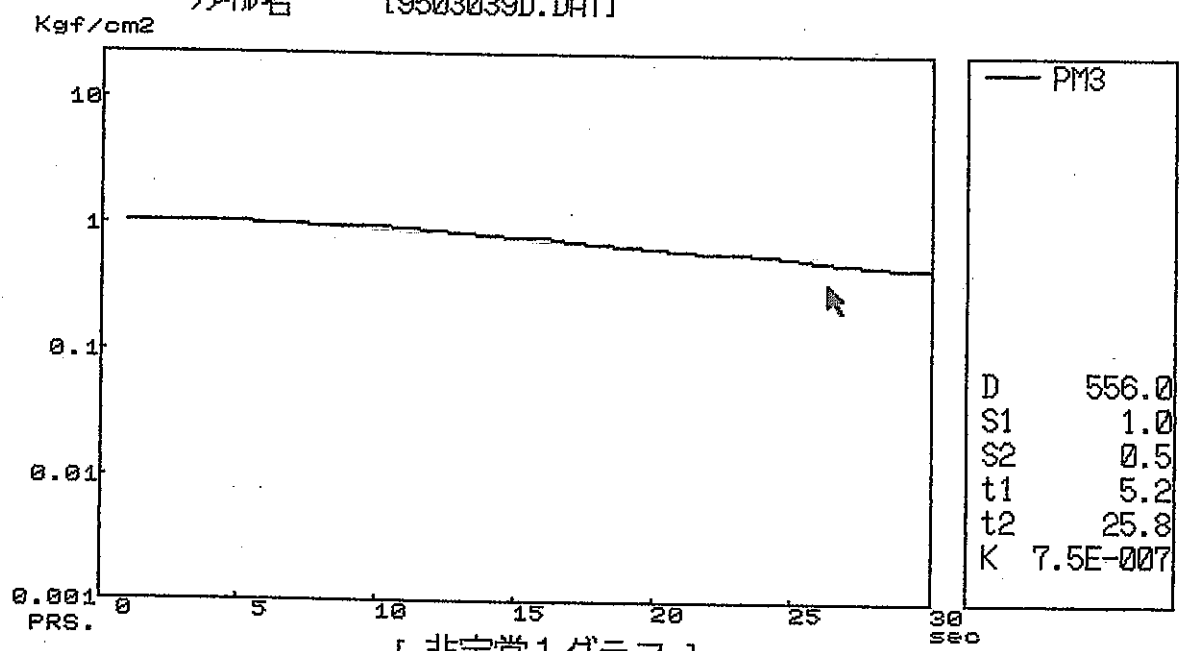
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非定常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PULS INR TYUUNYUU_1]
 ファイル名 [9503039D.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

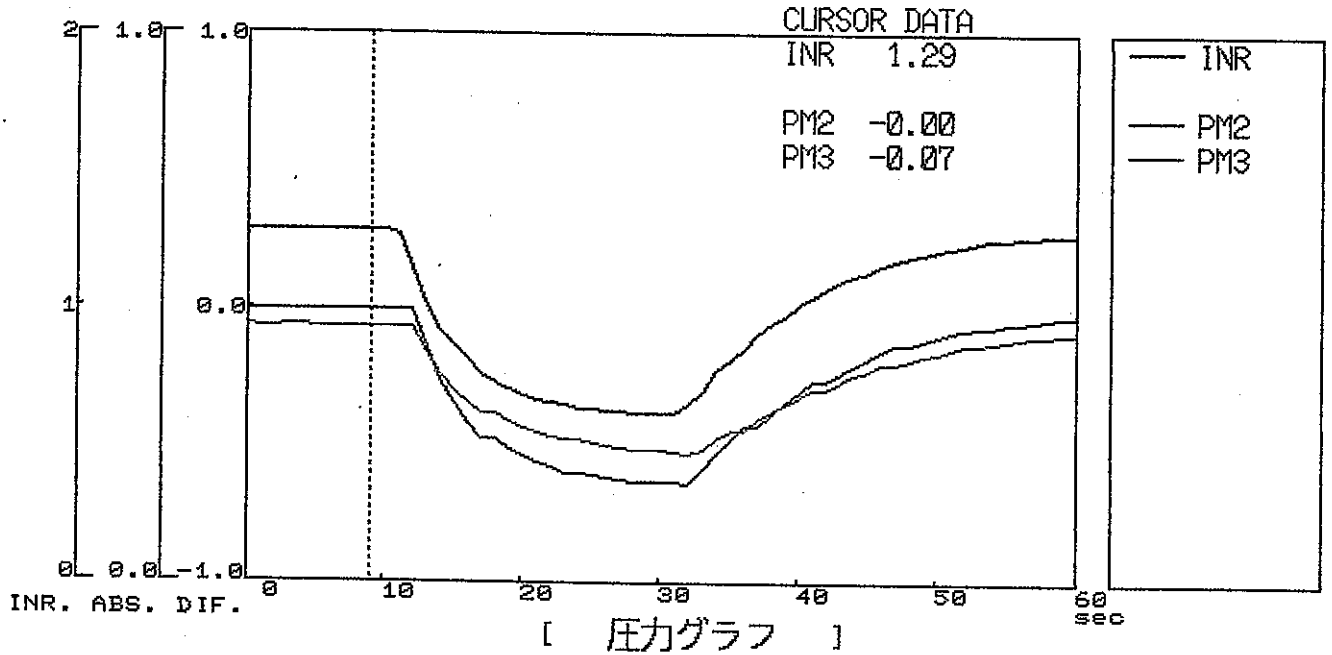
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非定常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PULS INR TYUUNYUU_1]
 ファイル名 [9503039D.DAT]



[非定常1グラフ]

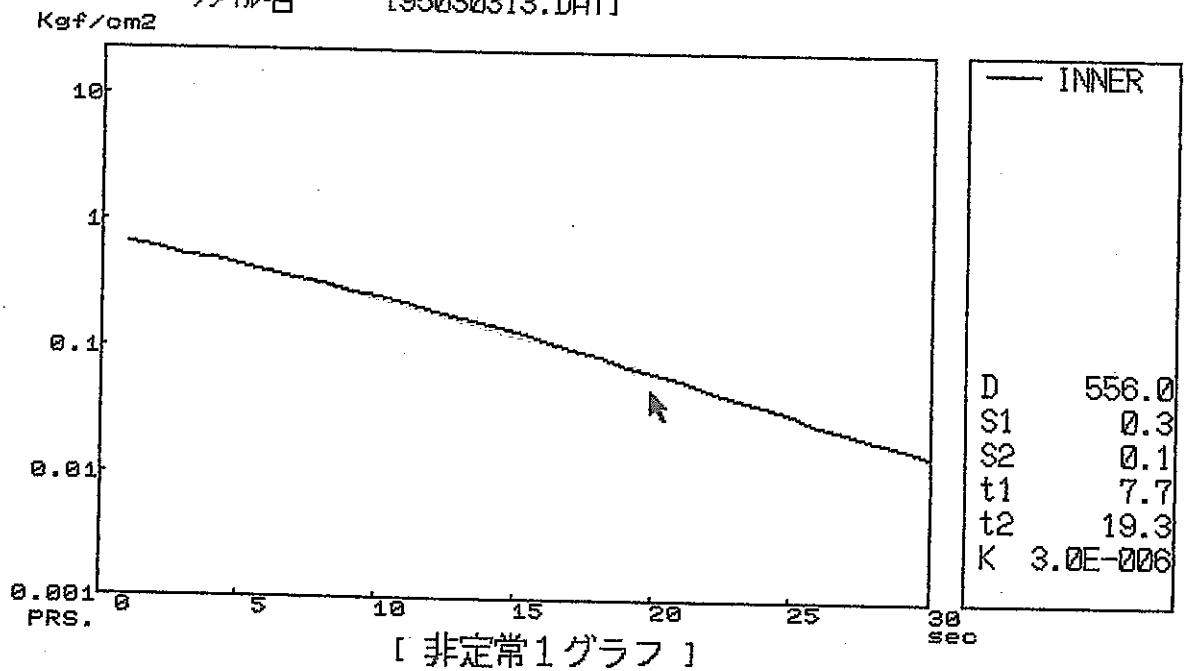
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_1]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030313.DAT]



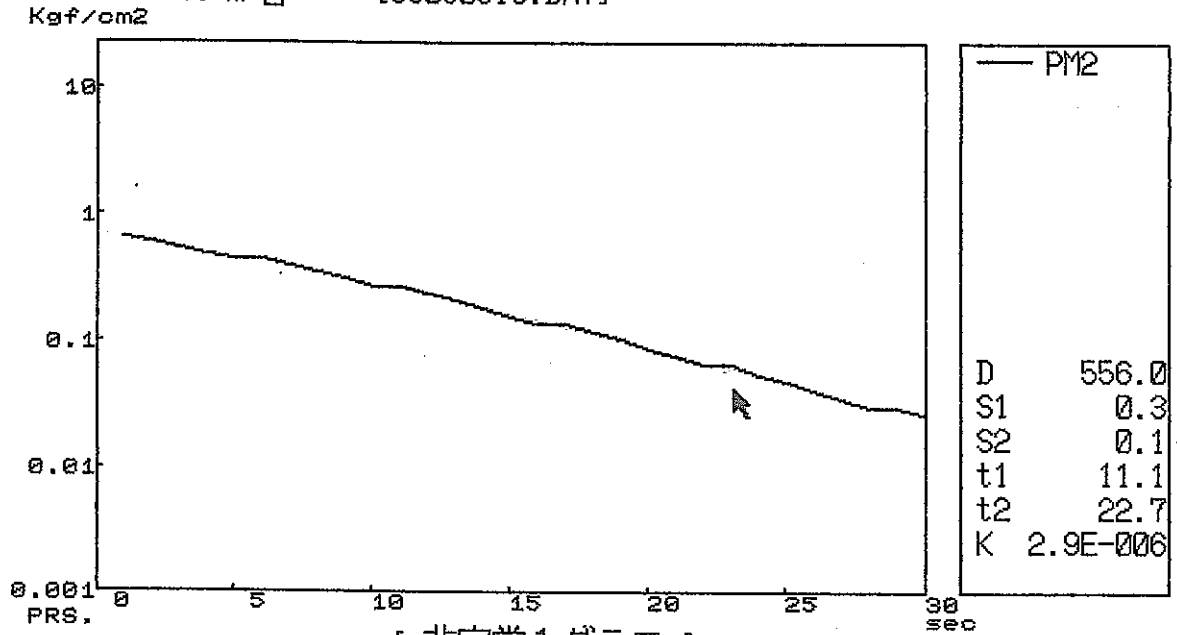
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_1]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030313.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

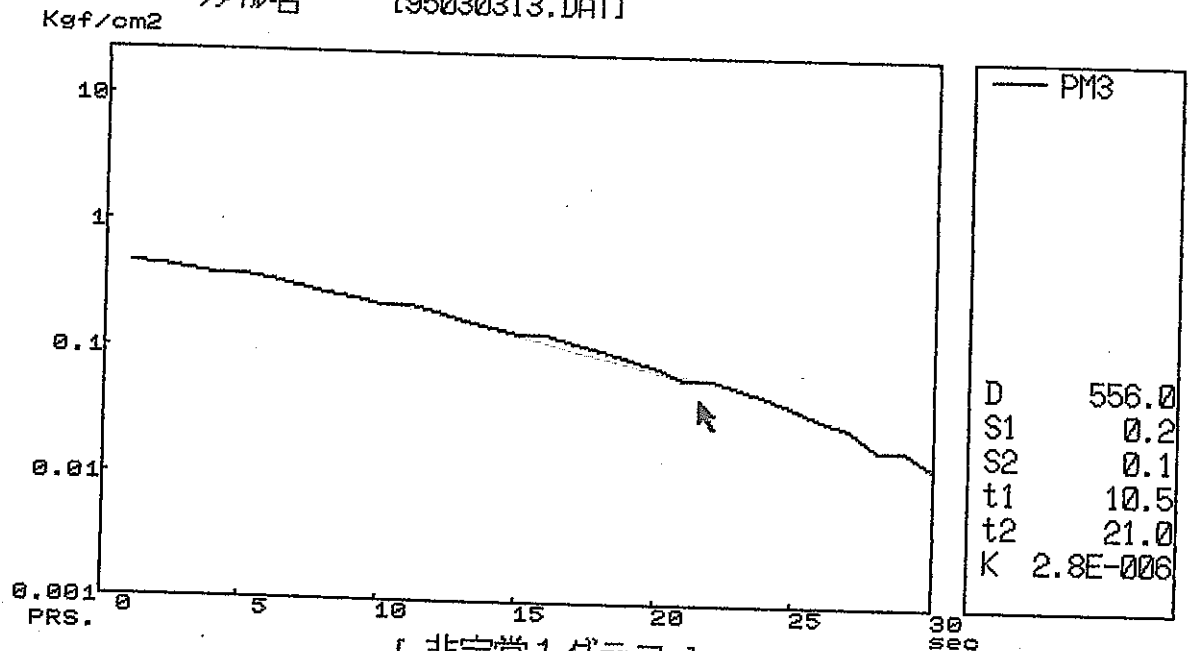
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_1]]
 ファイル名 [95030313.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

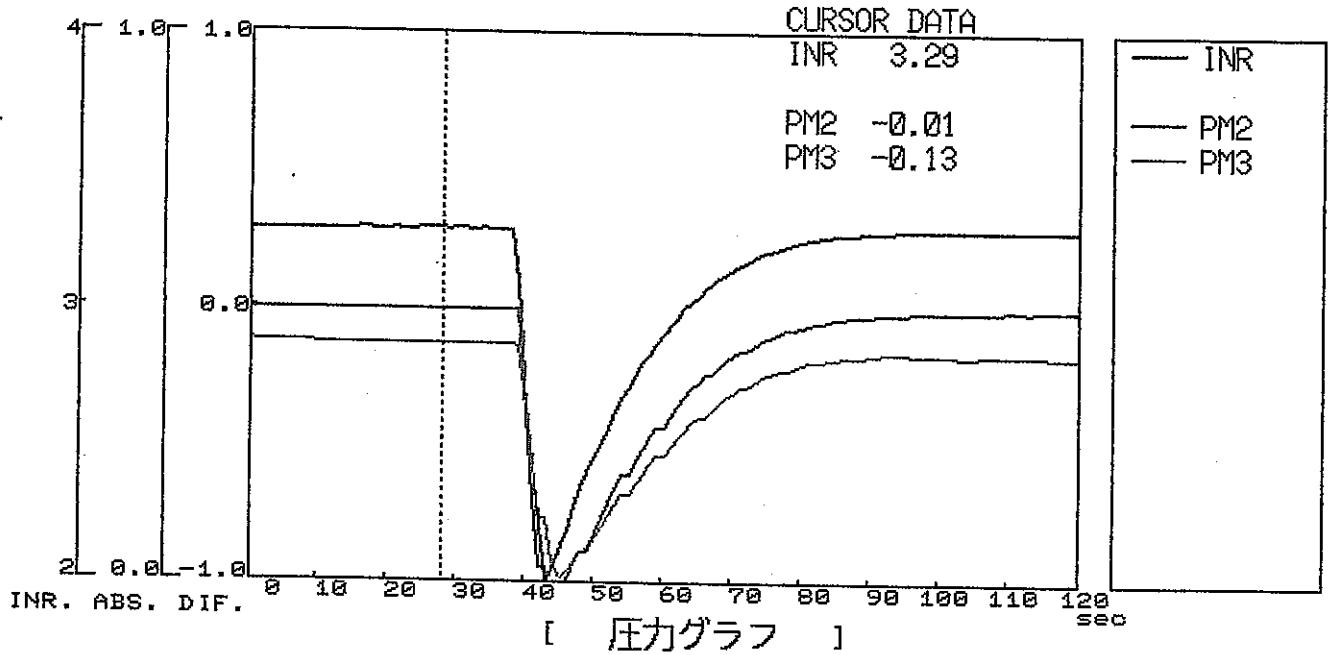
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_1]]
 ファイル名 [95030313.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

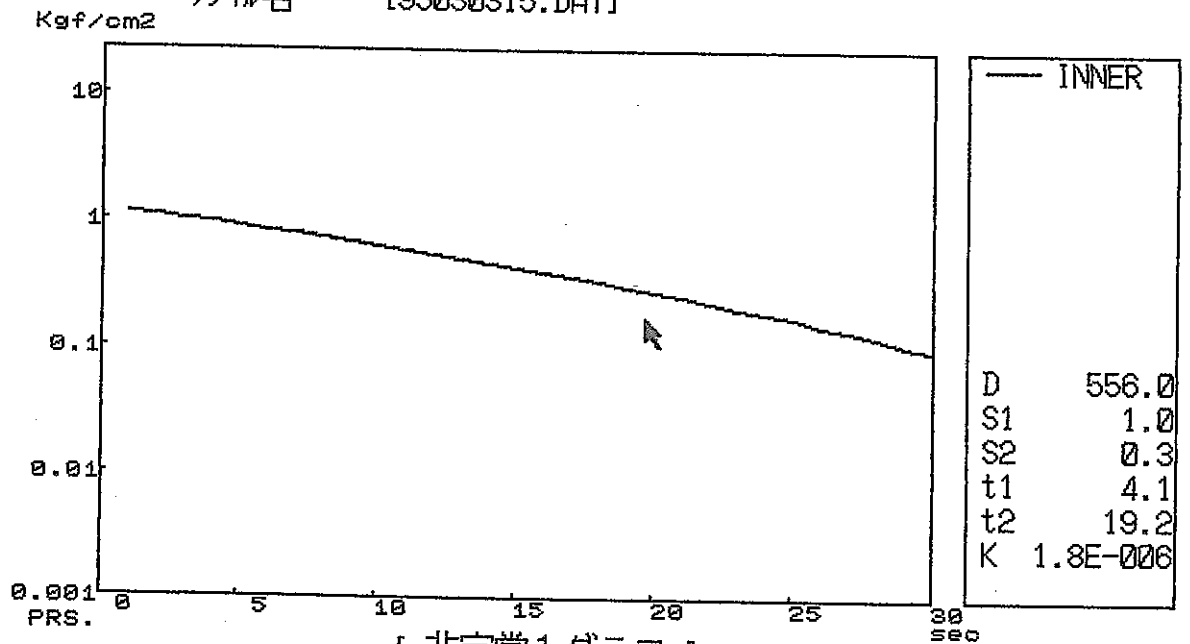
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_2]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030315.DAT]



[圧カグラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

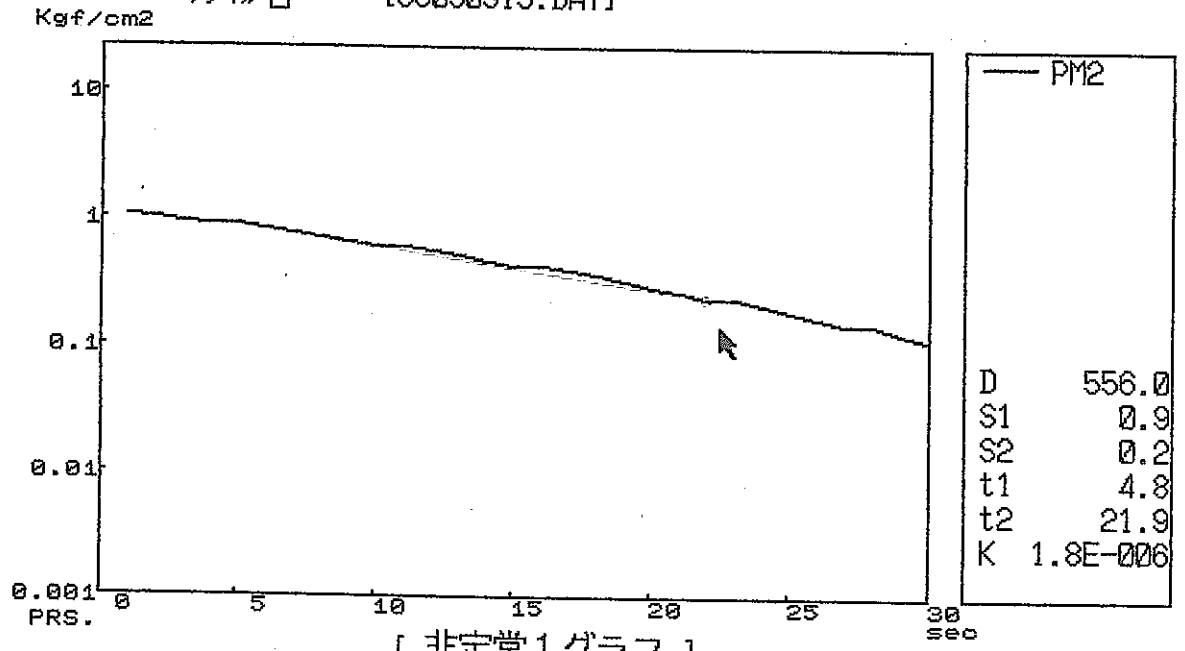
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_2]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030315.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

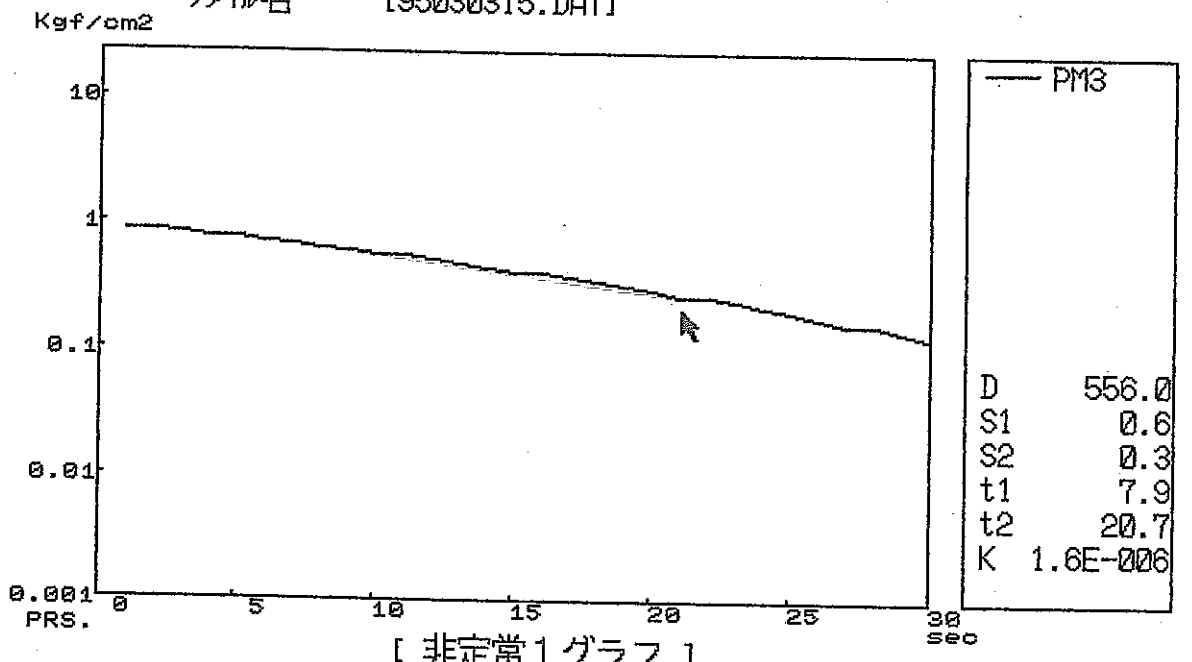
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_2]]
 ファイル名 [95030315.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

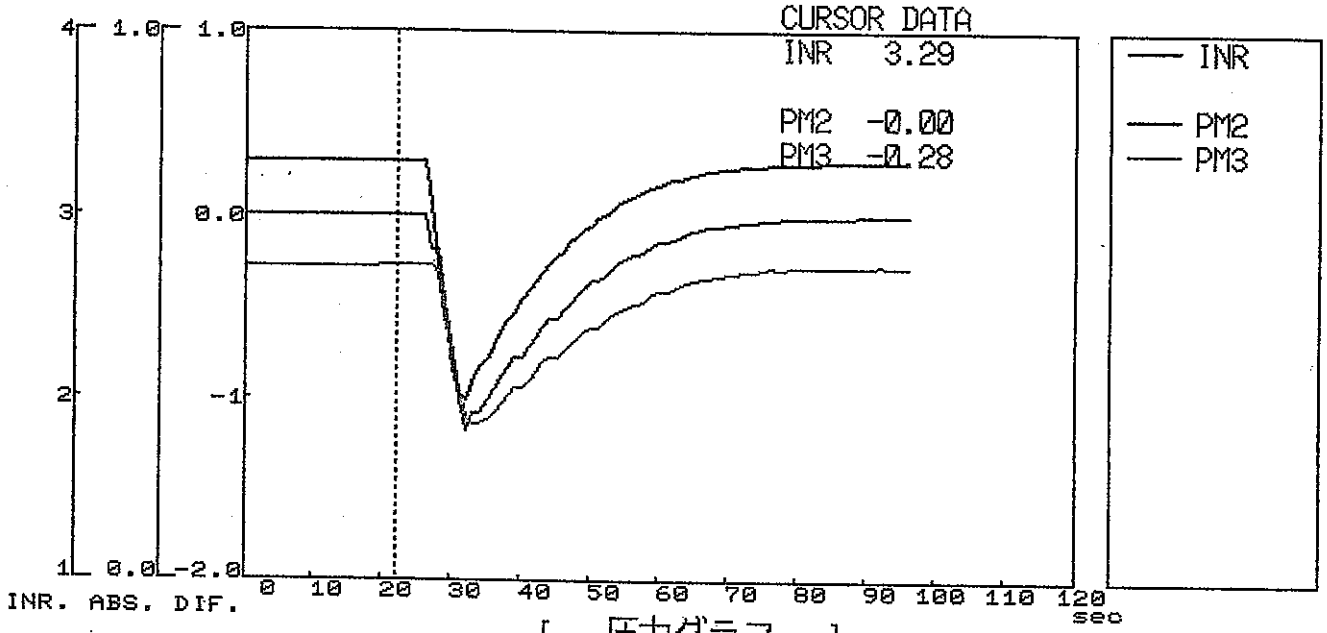
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_2]]
 ファイル名 [95030315.DAT]



[非定常1グラフ]

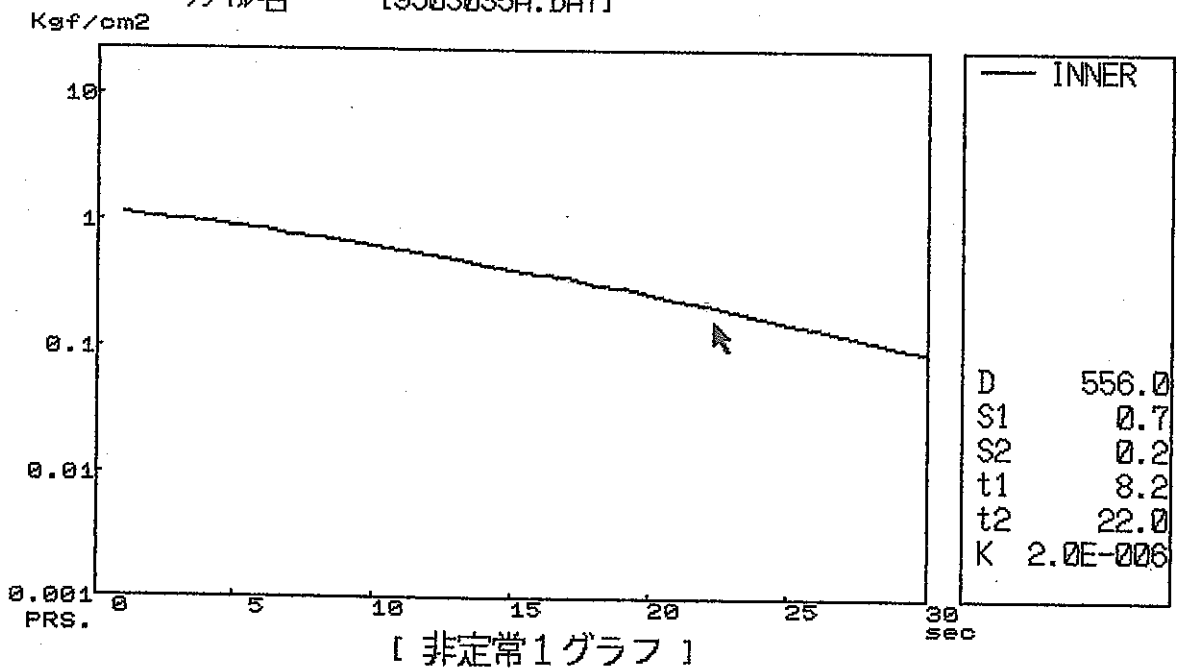
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KATHUKU.3]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035A.DAT]



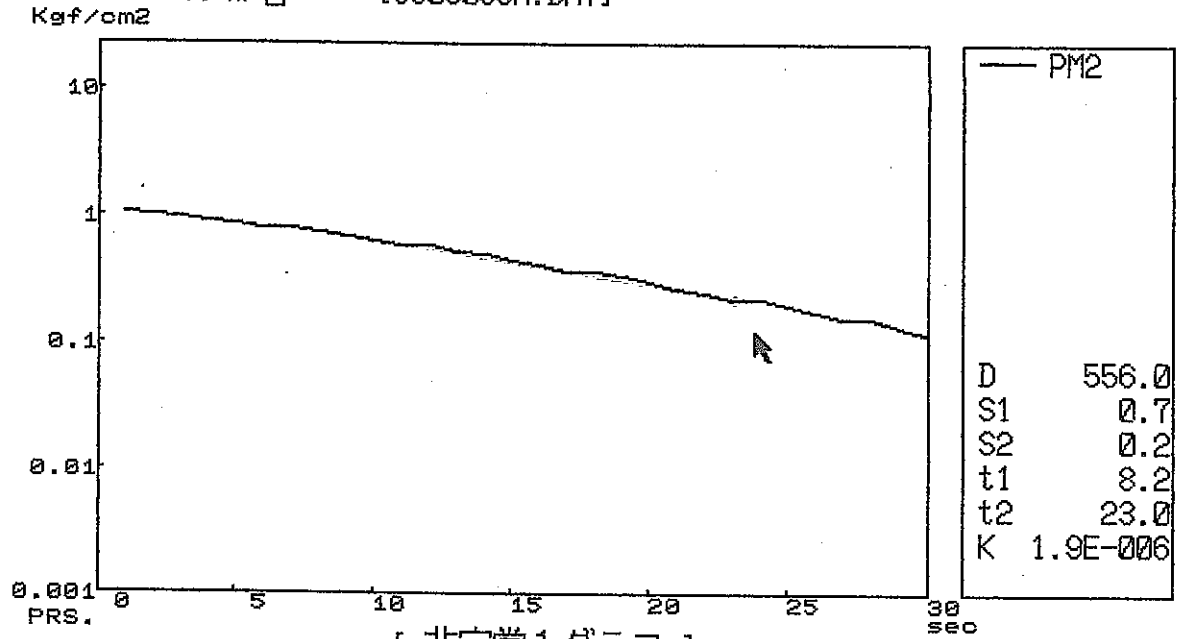
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KATHUKU.3]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035A.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

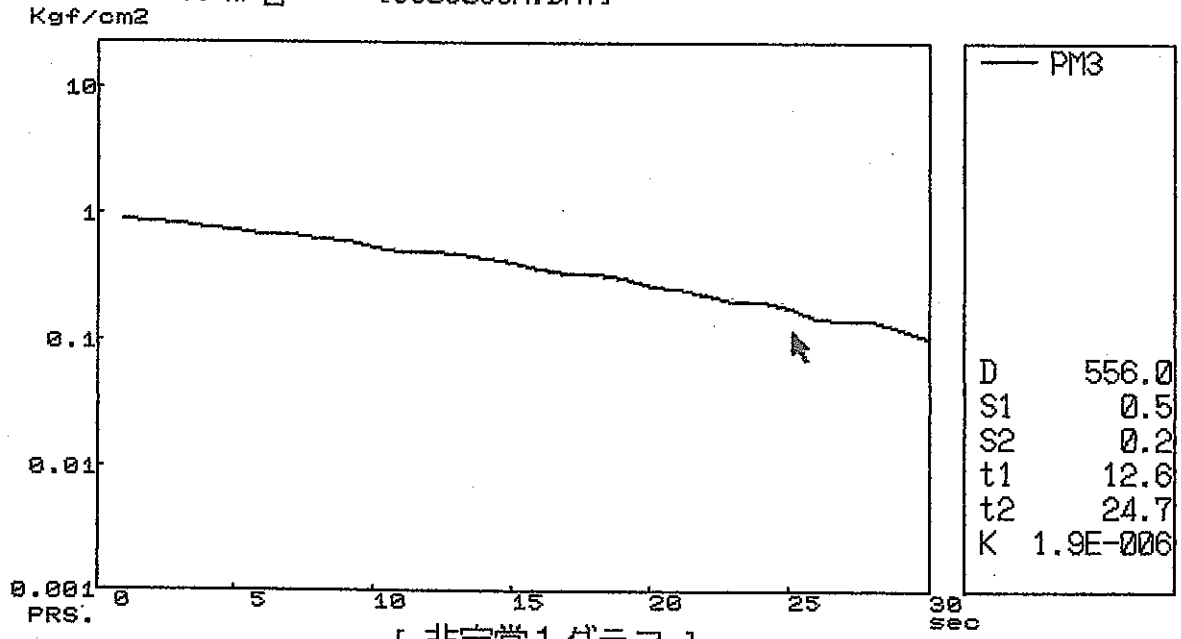
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_3]]
 ファイル名 [9503035A.DAT]



[非定常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

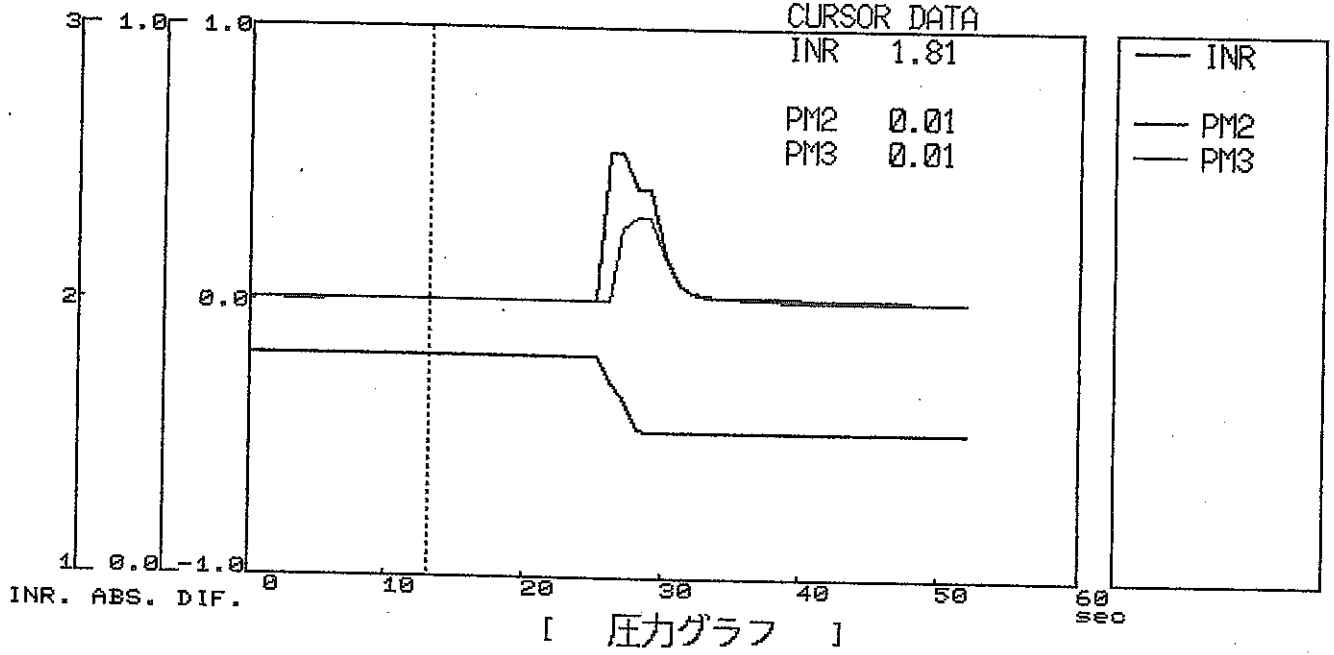
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 PLR KAIHUKU_3]]
 ファイル名 [9503035A.DAT]



[非定常1グラフ]

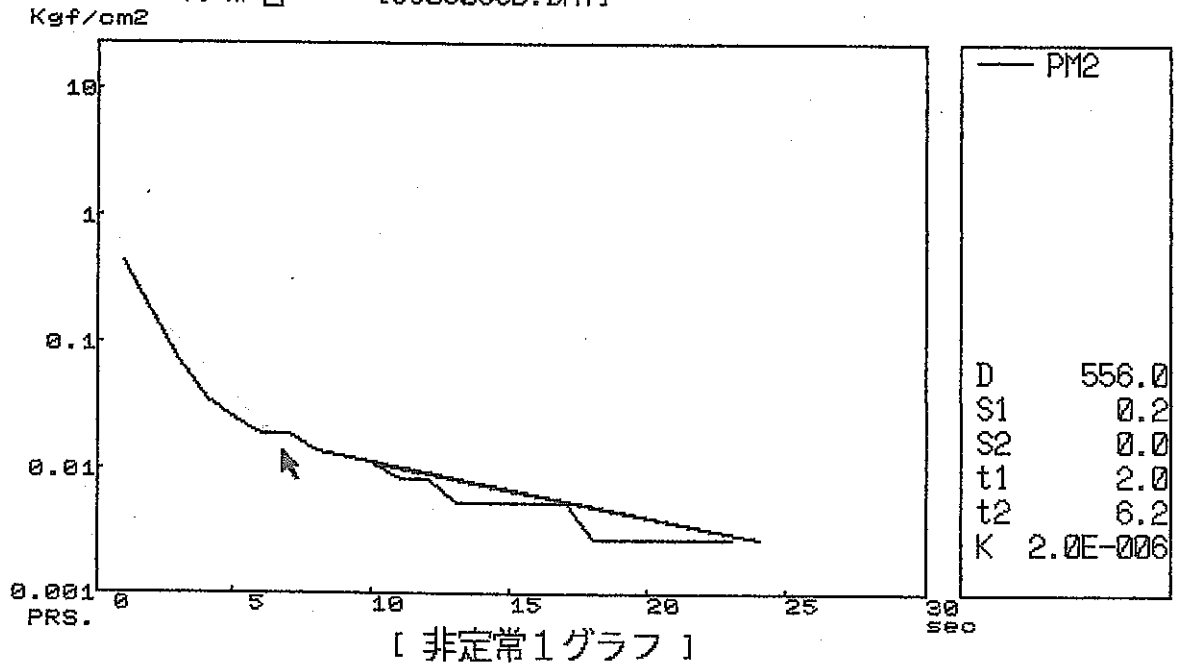
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS TYUNYUUL1]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503039B.DAT]



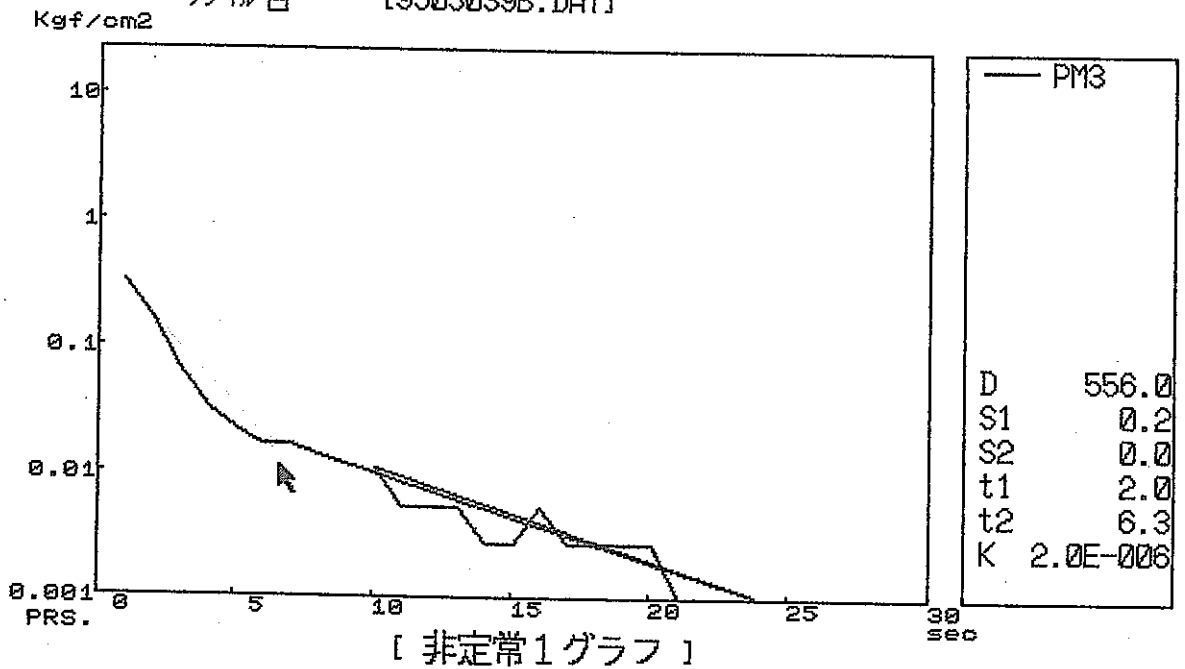
初期値 位置 ファイル 案 備 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非正常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS TYUUNYUU_1]
 ファイル名 [9503039B.DAT]



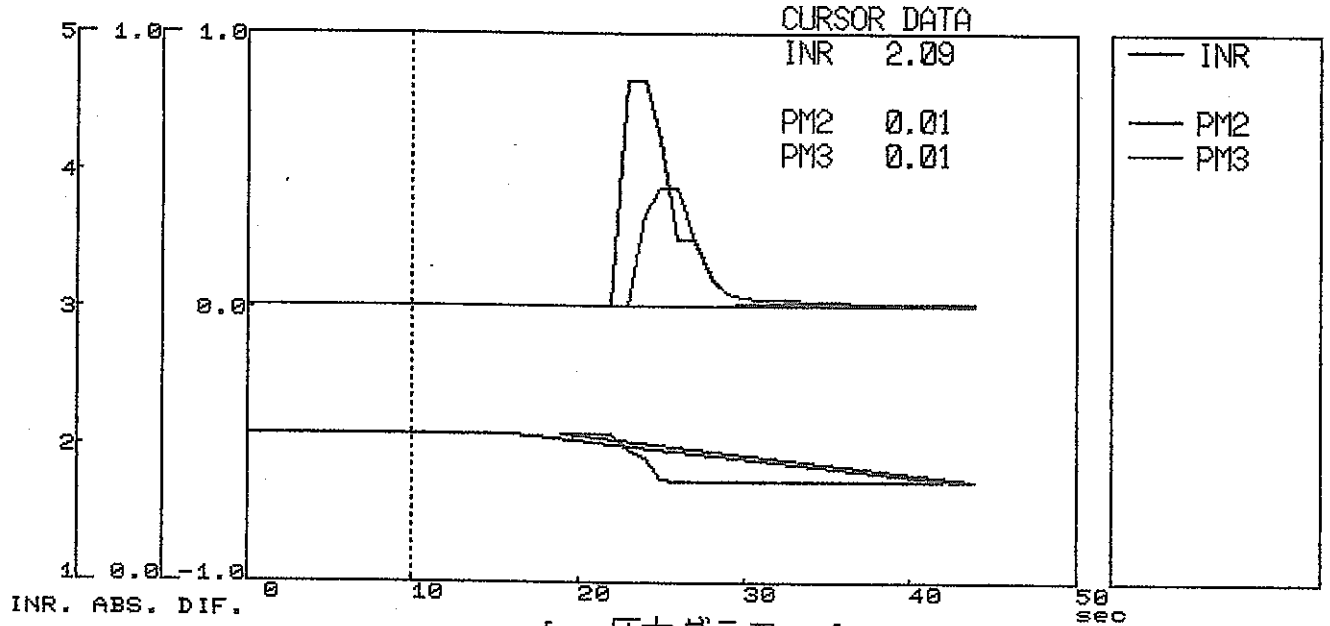
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非正常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS TYUUNYUU_1]
 ファイル名 [9503039B.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

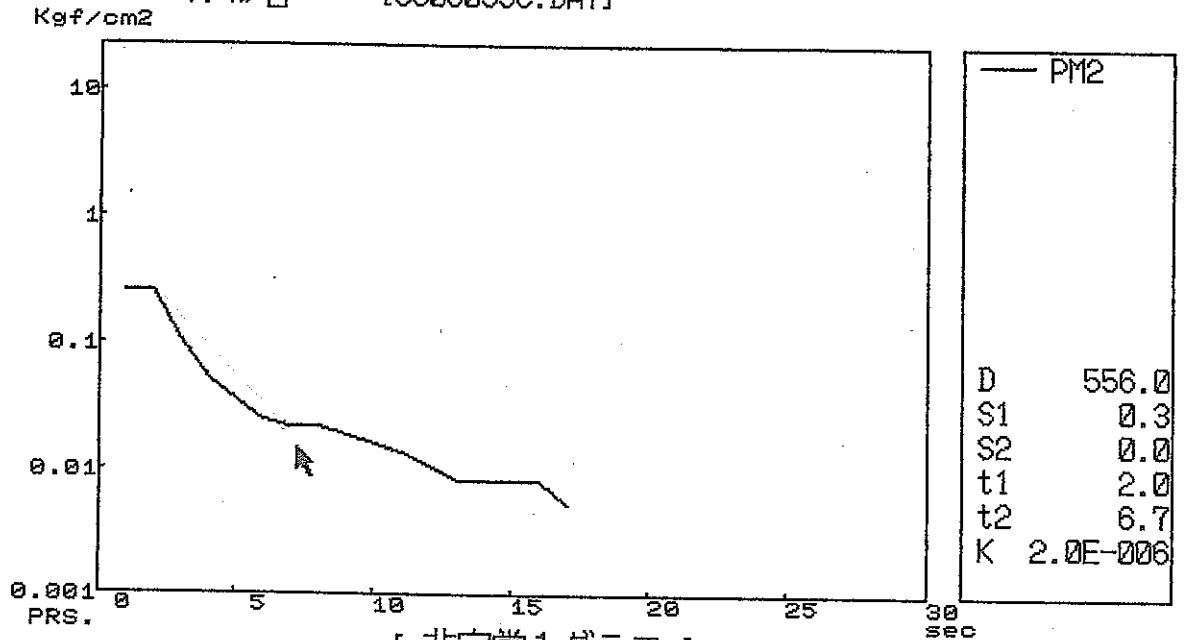
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非定常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS TYUUNYUU.2]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503039C.DAT]



[圧カグラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

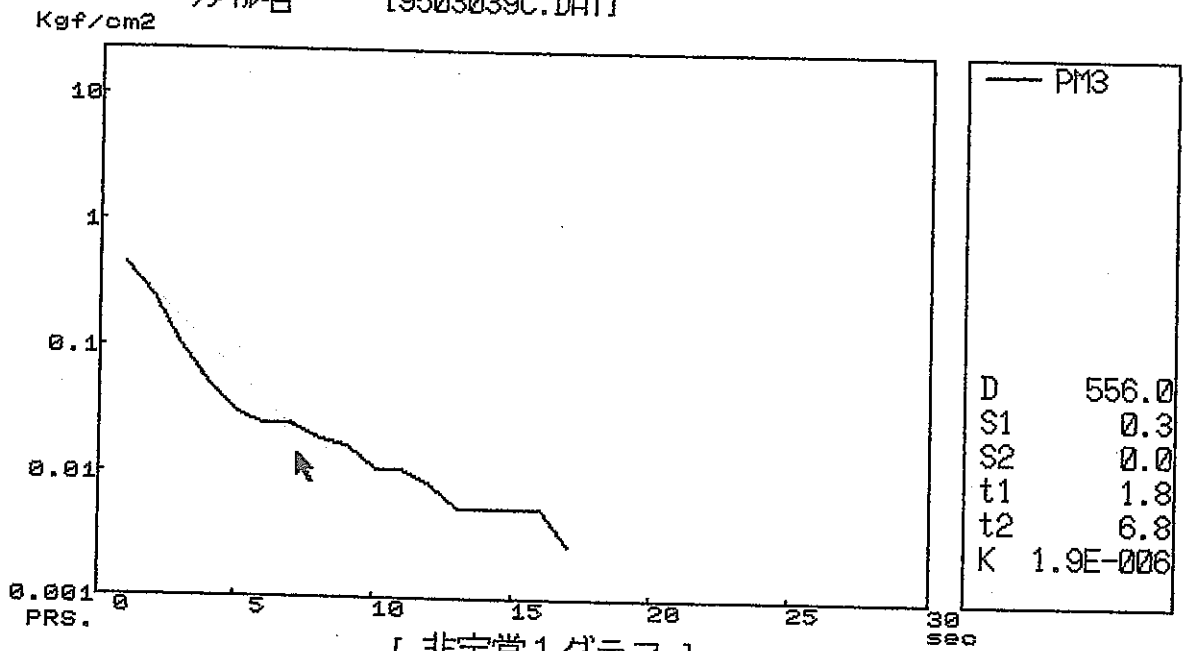
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非正常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS TYUUNYUU_2]
 ファイル名 [9503039C.DAT]



[非正常1グラフ]

初期値 位置 ファイル 条件 終了

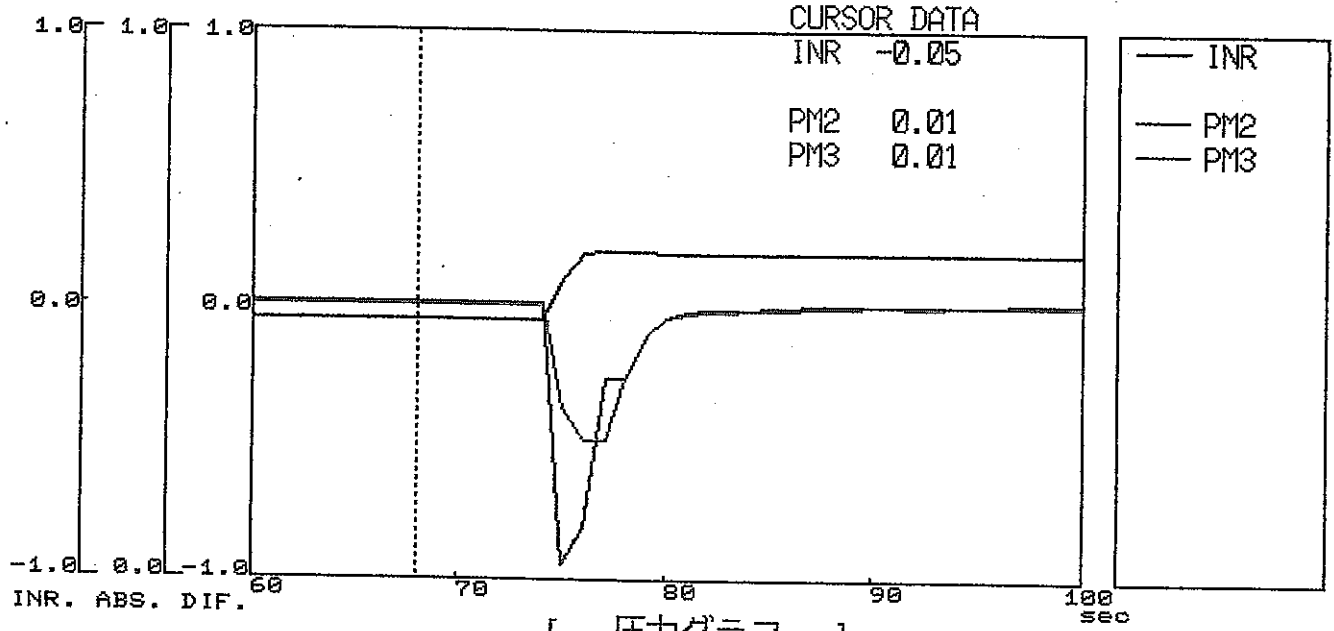
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非正常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS TYUUNYUU_2]
 ファイル名 [9503039C.DAT]



[非正常1グラフ]

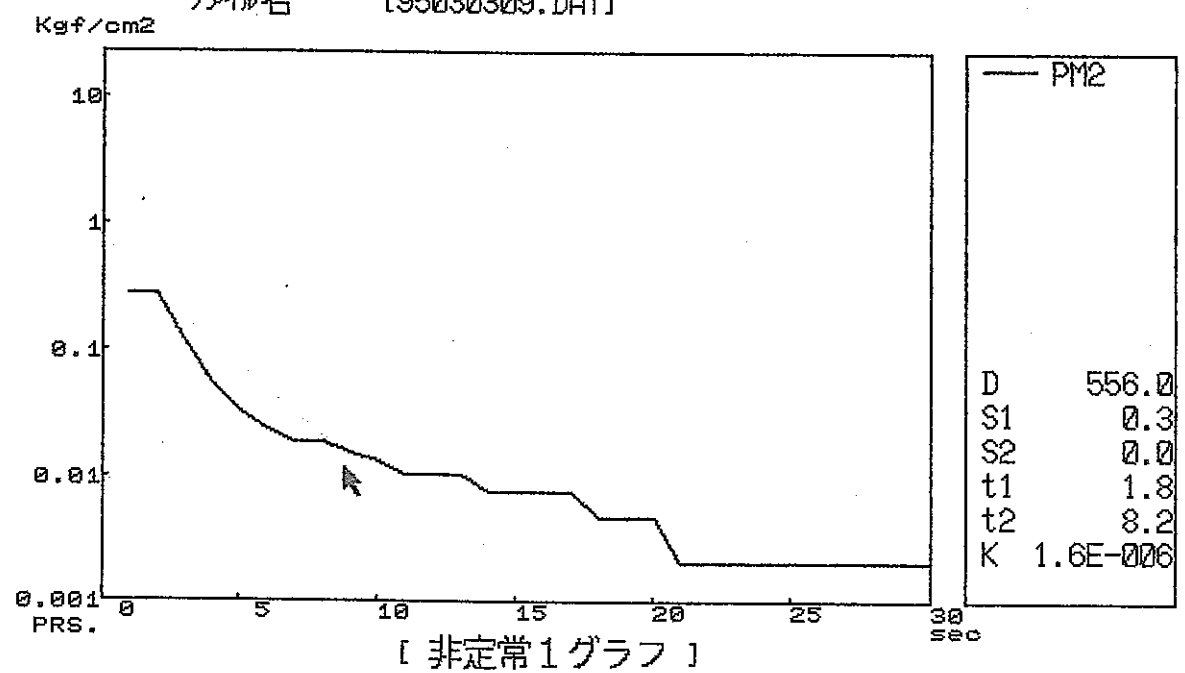
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非定常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS KAIFUKU1]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030309.DAT]



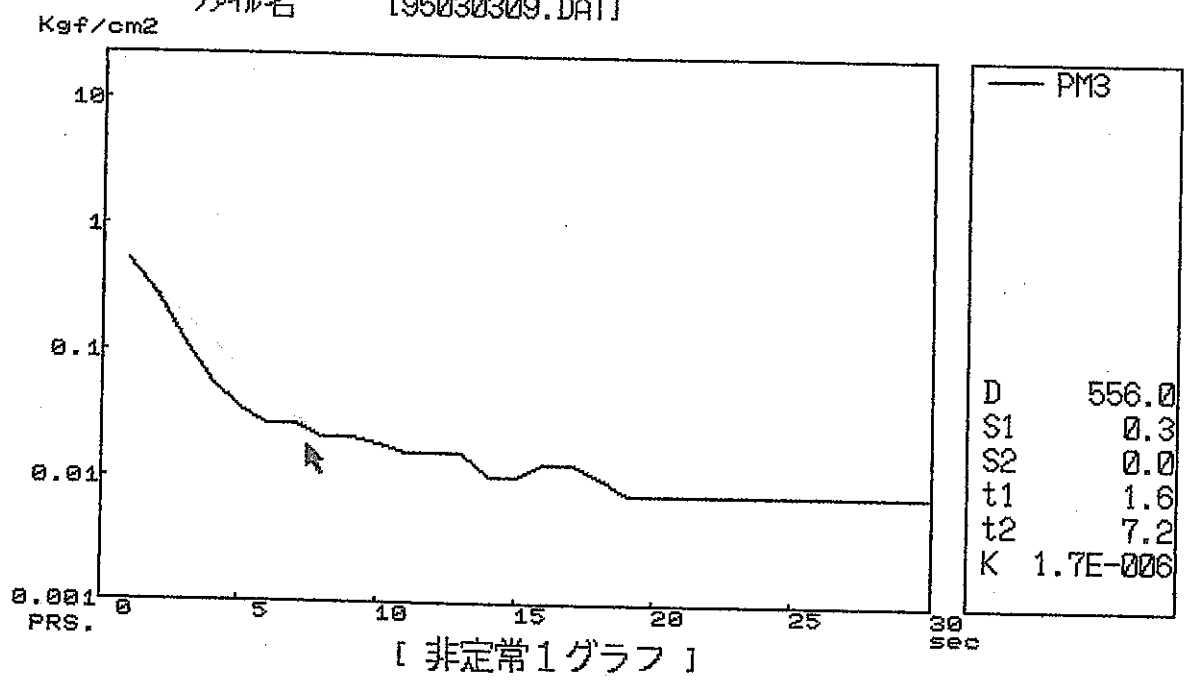
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS KAIFUKU_1]
 ファイル名 [95030309.DAT]



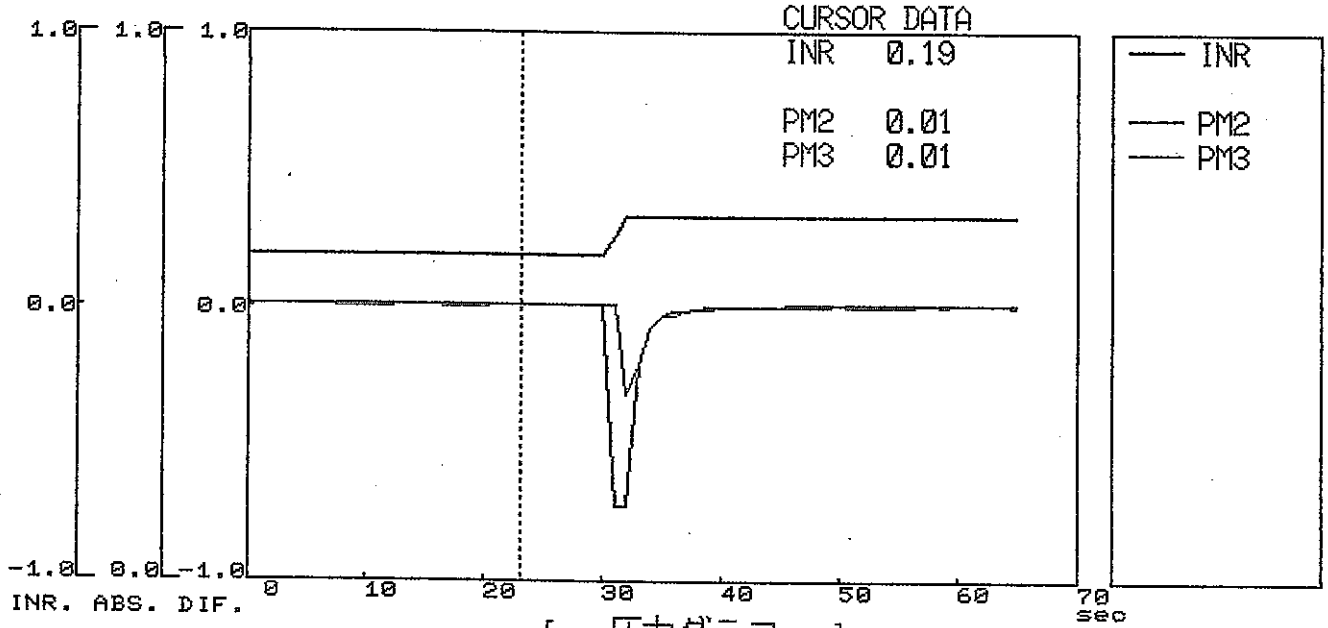
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS KAIFUKU_1]
 ファイル名 [95030309.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

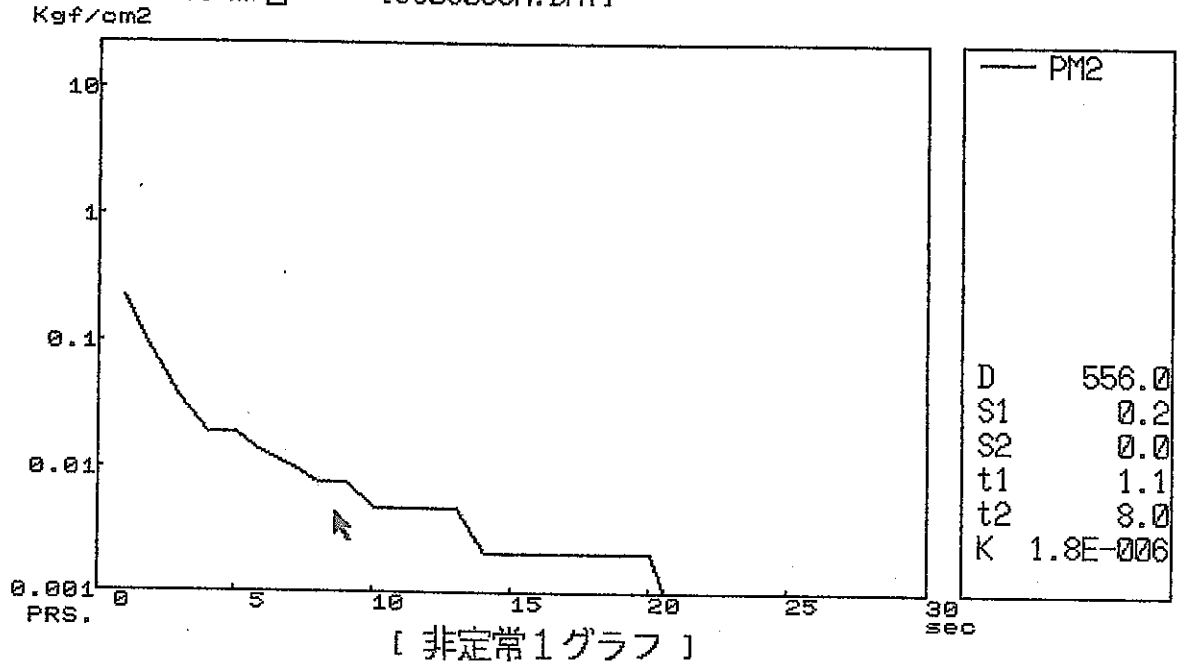
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非定常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS KAIFUKU_2]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503039A.DAT]



[圧力グラフ]

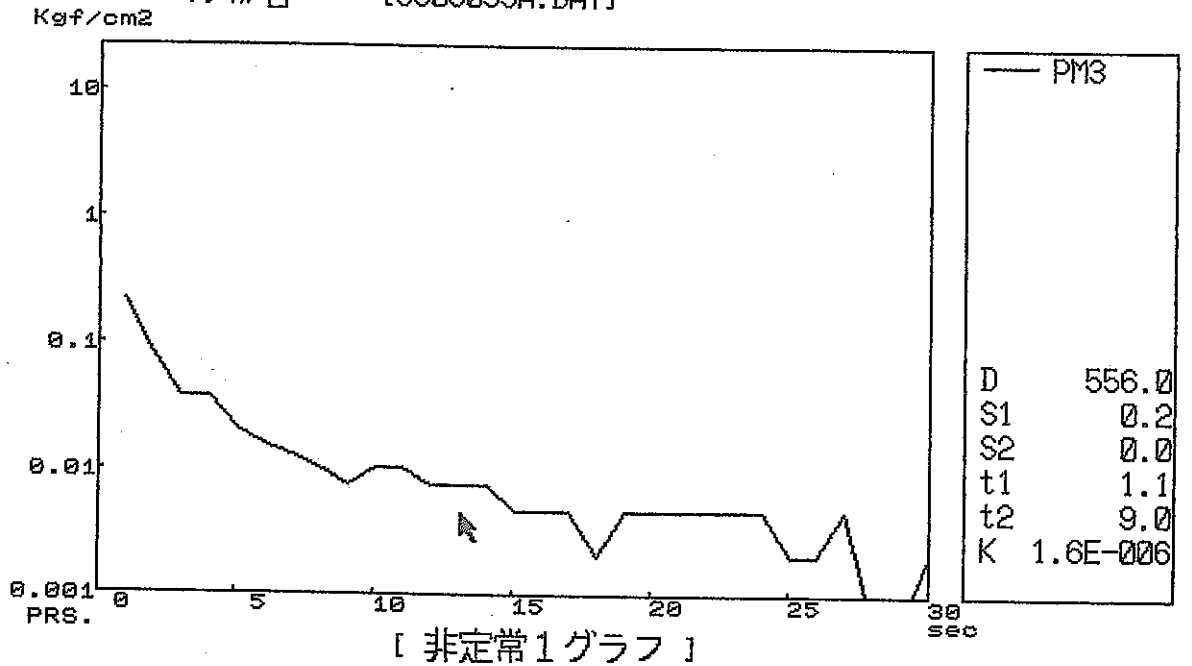
初測値 位置 変位 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非正常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS KAIFUKU_2]
 ファイル名 [9503039A.DAT]



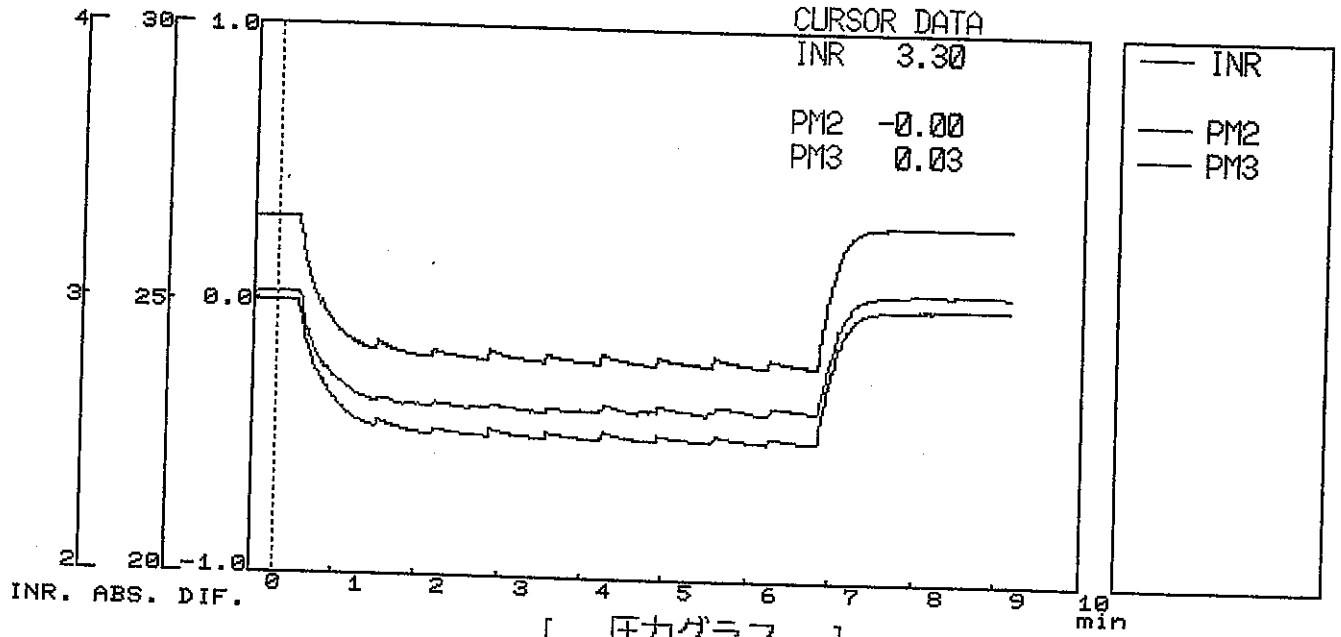
初測値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [非正常回復法]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 M2 SHOT PULS KAIFUKU_2]
 ファイル名 [9503039A.DAT]



初測値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 TEIJOU YOUSUI Q=2000cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030317.DAT]



開始深度 : 336.53 m

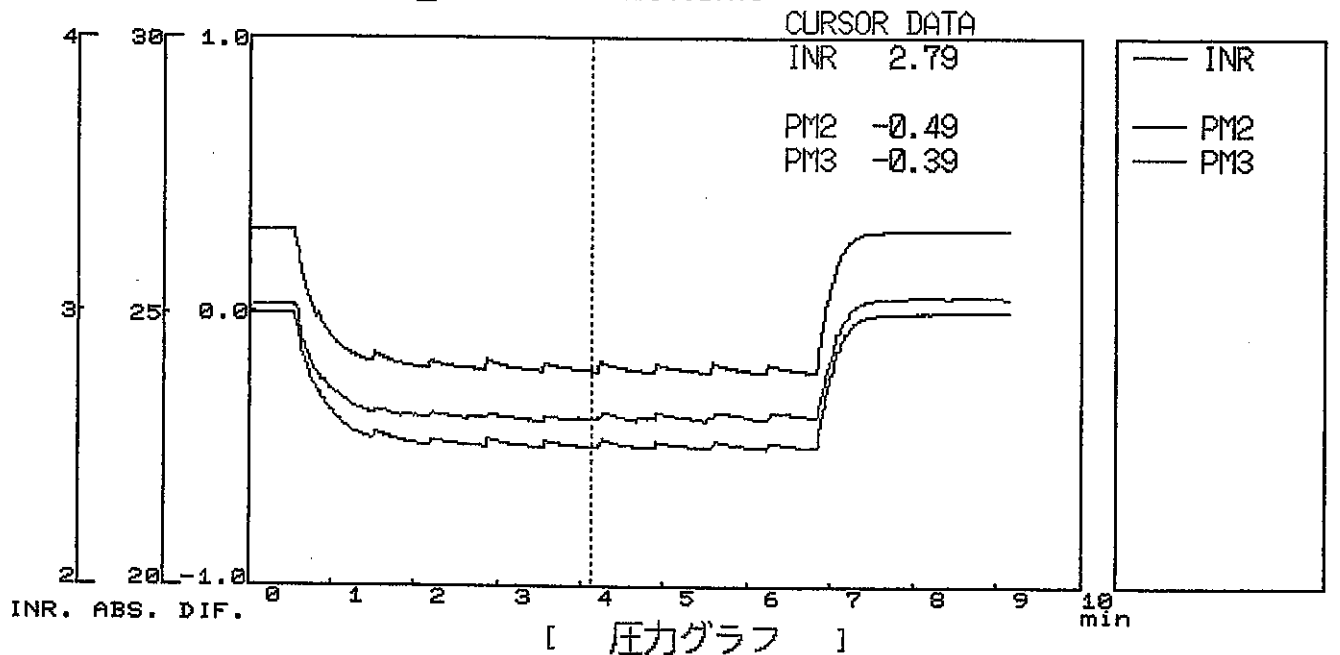
終了深度 : 342.09 m

区間長 : 5.56 m

位置 ファイル 条件 終了

揚水量 Q (cc/h)	INR圧力 (kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	PM2圧力 (kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	PM3圧力 (kgf/cm2)		透水係数 (cm/sec)	FILE No
	初期圧	低下圧		初期圧	低下圧		初期圧	低下圧		
2000	3.30	2.79	1.5E-06	0.00	-0.49	1.5E-06	0.03	-0.39	1.8E-06	9503031

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 TEIJOU YOUSUI Q=2000cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030317.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

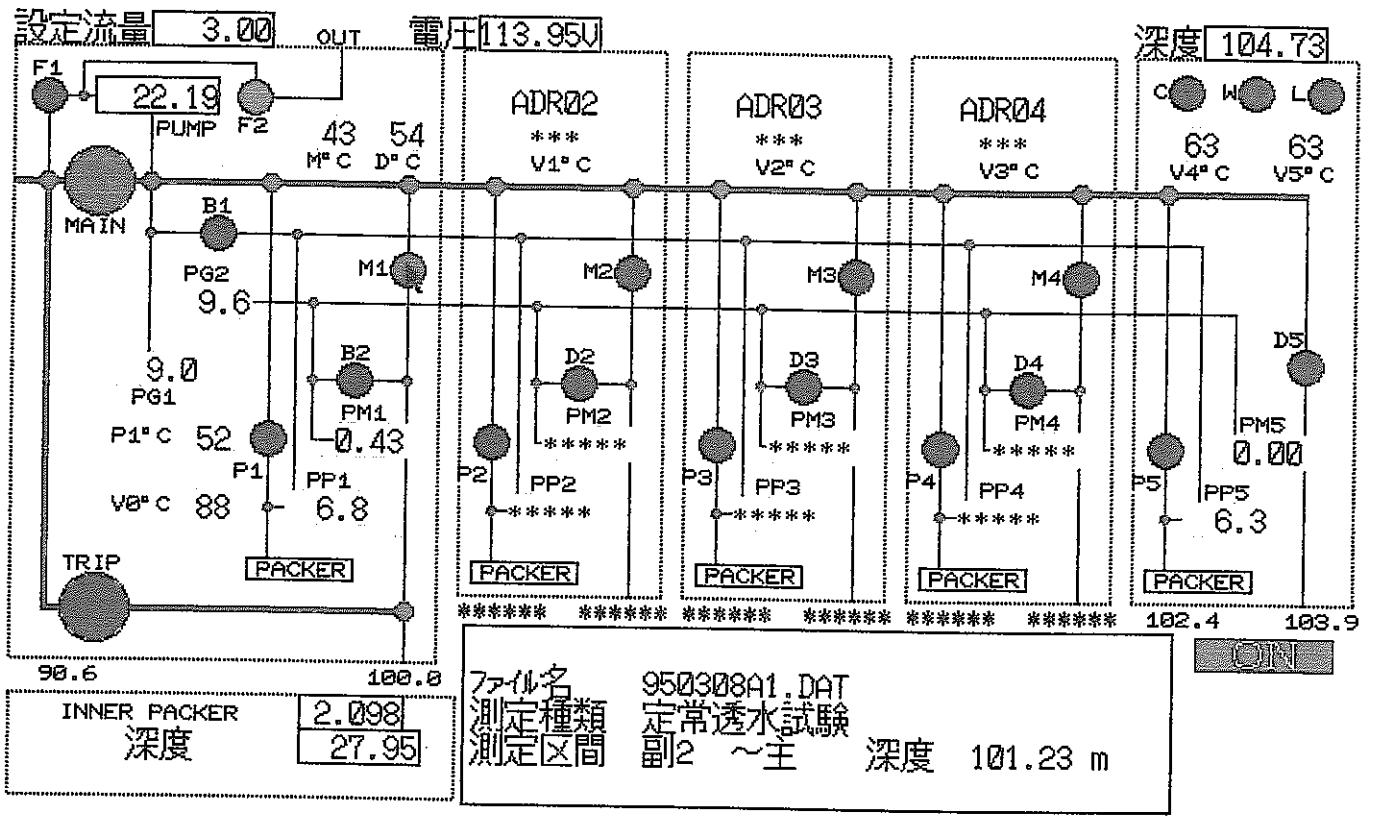
段階揚水試験結果図

試 験 区 間

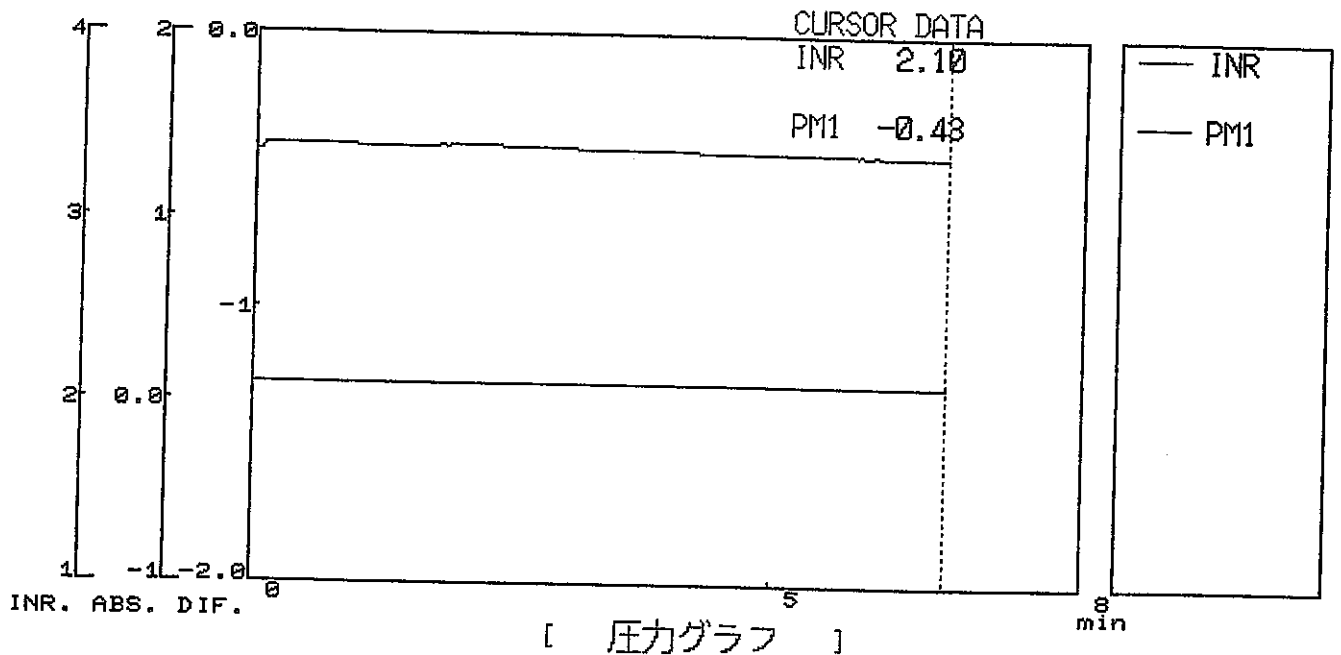
G L - 1 0 0 . 0 0 ~

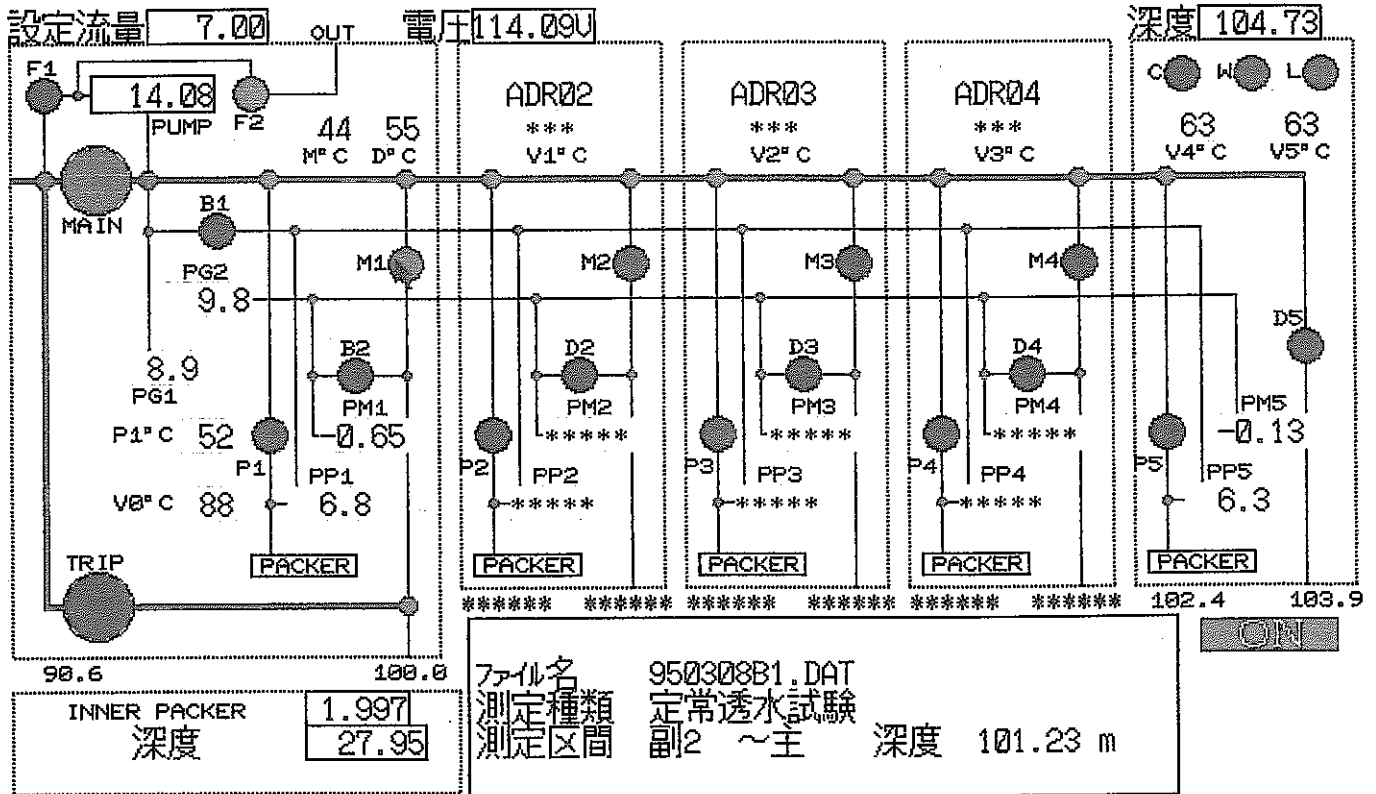
1 0 2 . 4 3 m

初期設定水圧=2.10kgf/cm²

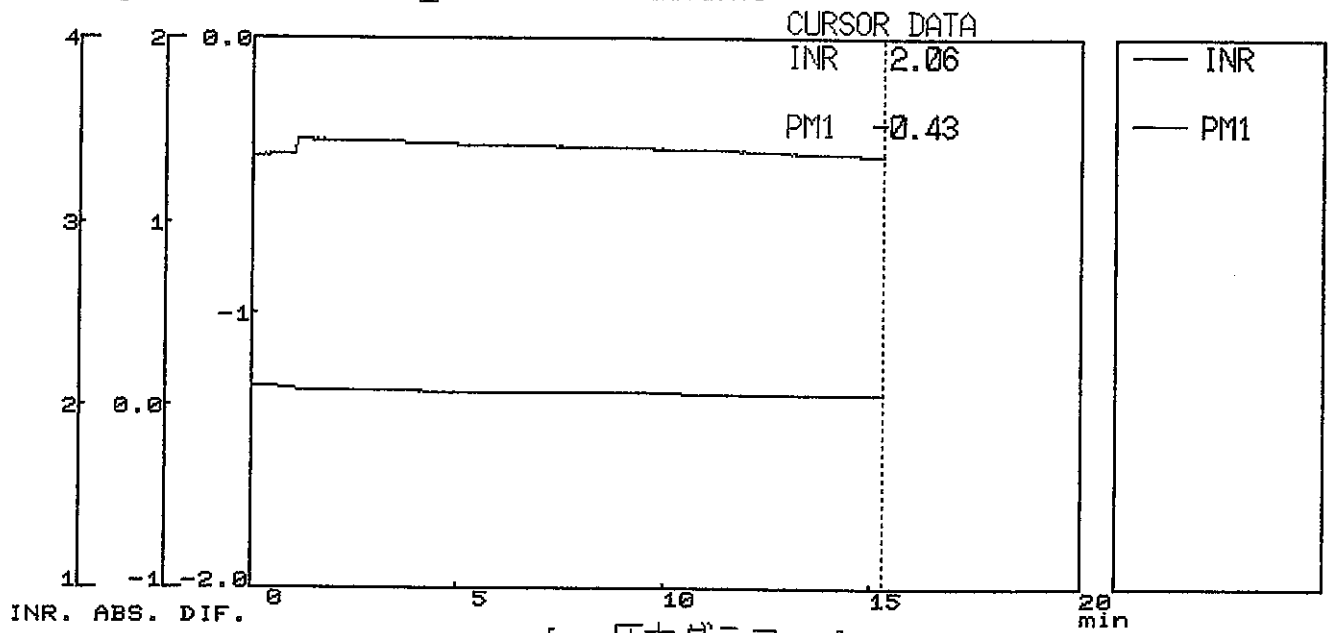


測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [YOUSUI 100_102 INR 2.1 Q_3CC]
 Kgf/cm2 ファイル名 [950308A1.DAT]

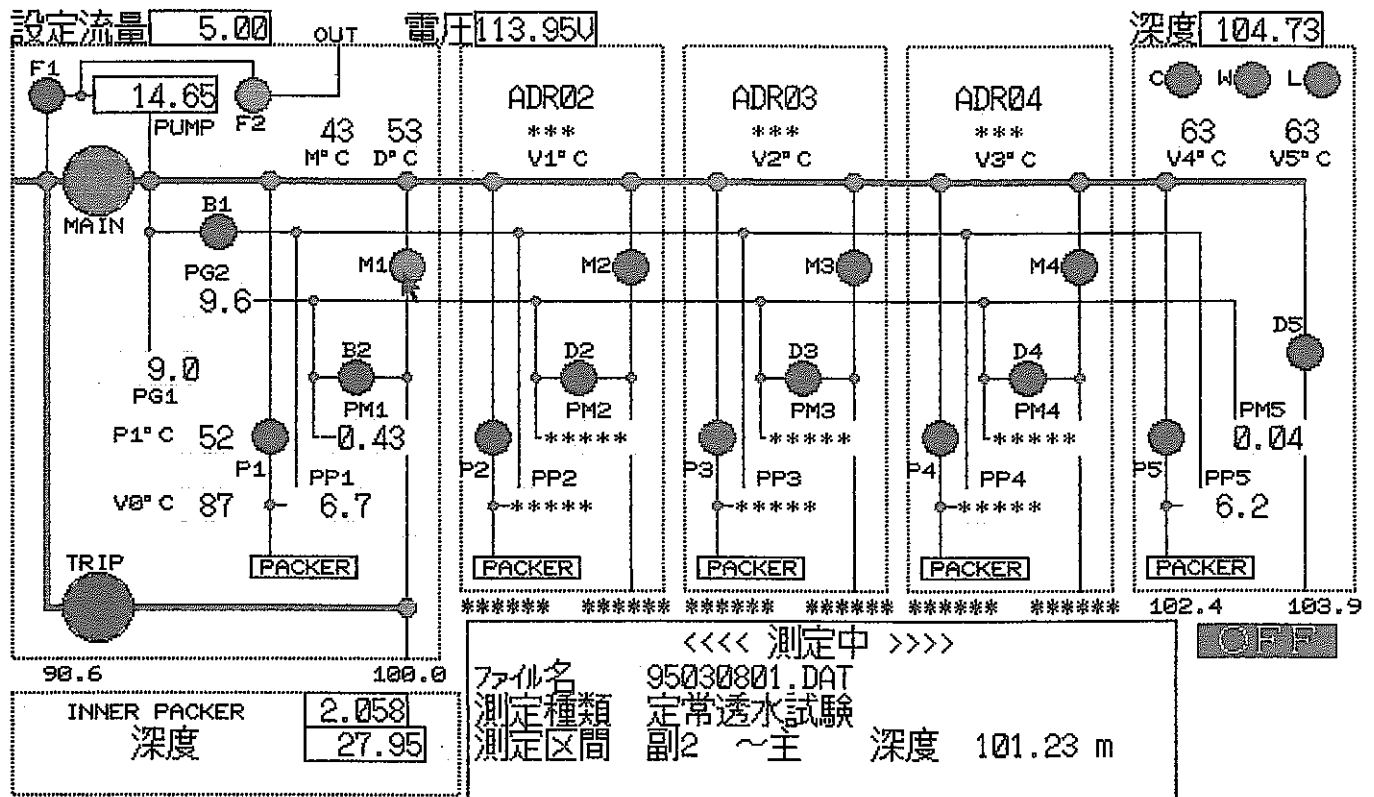




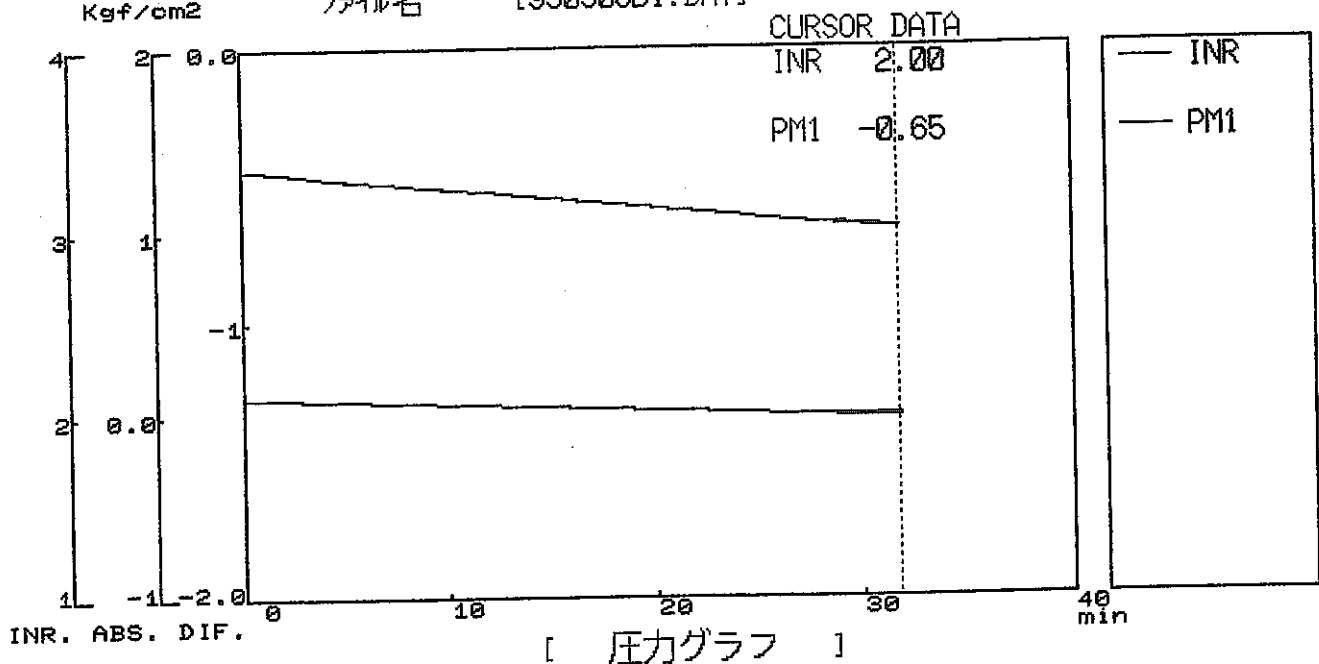
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [YOUSUI 100_102 INR 2_1]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030801.DAT]

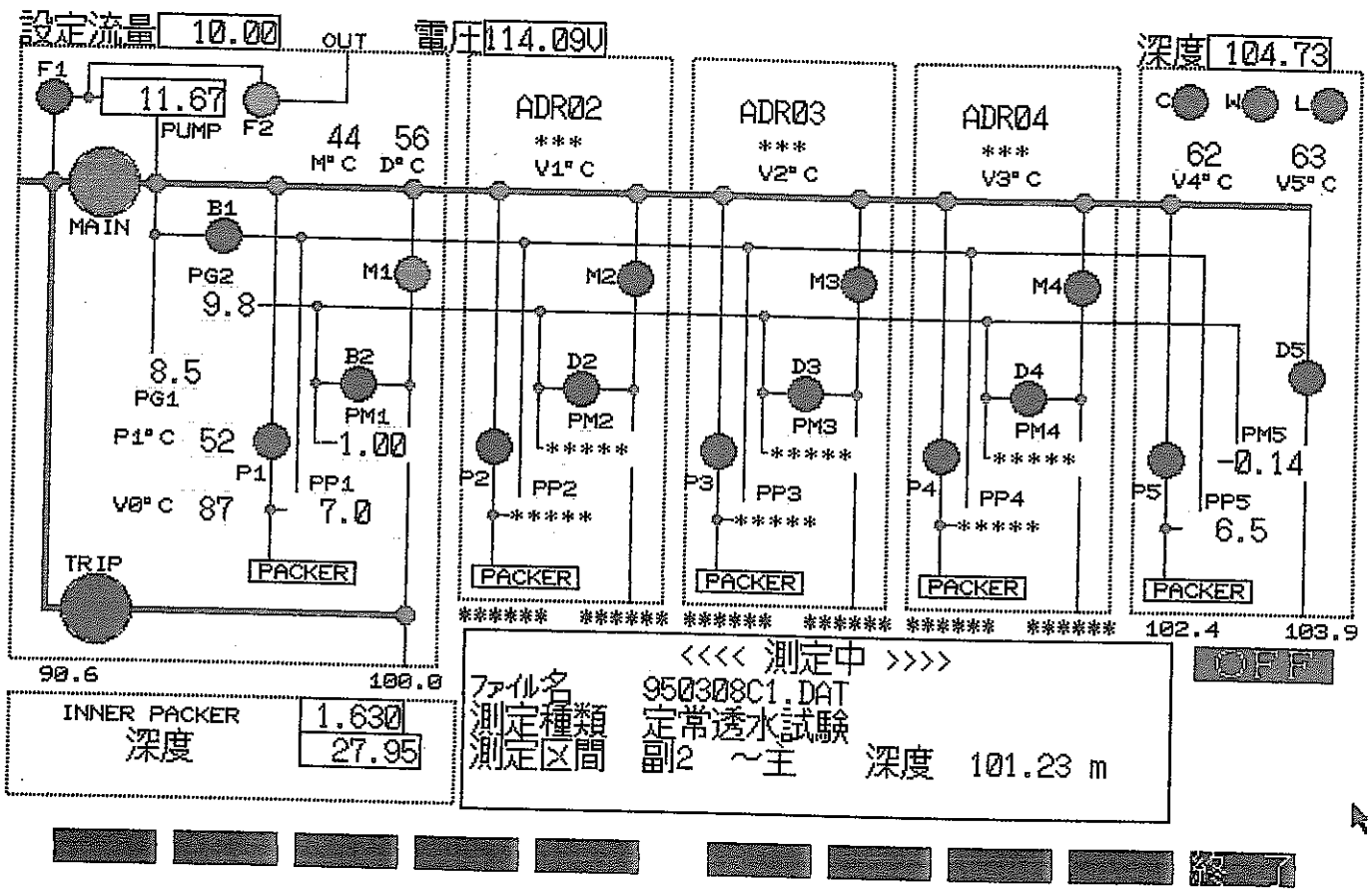


初期値 位置 ファイル 条件 終了

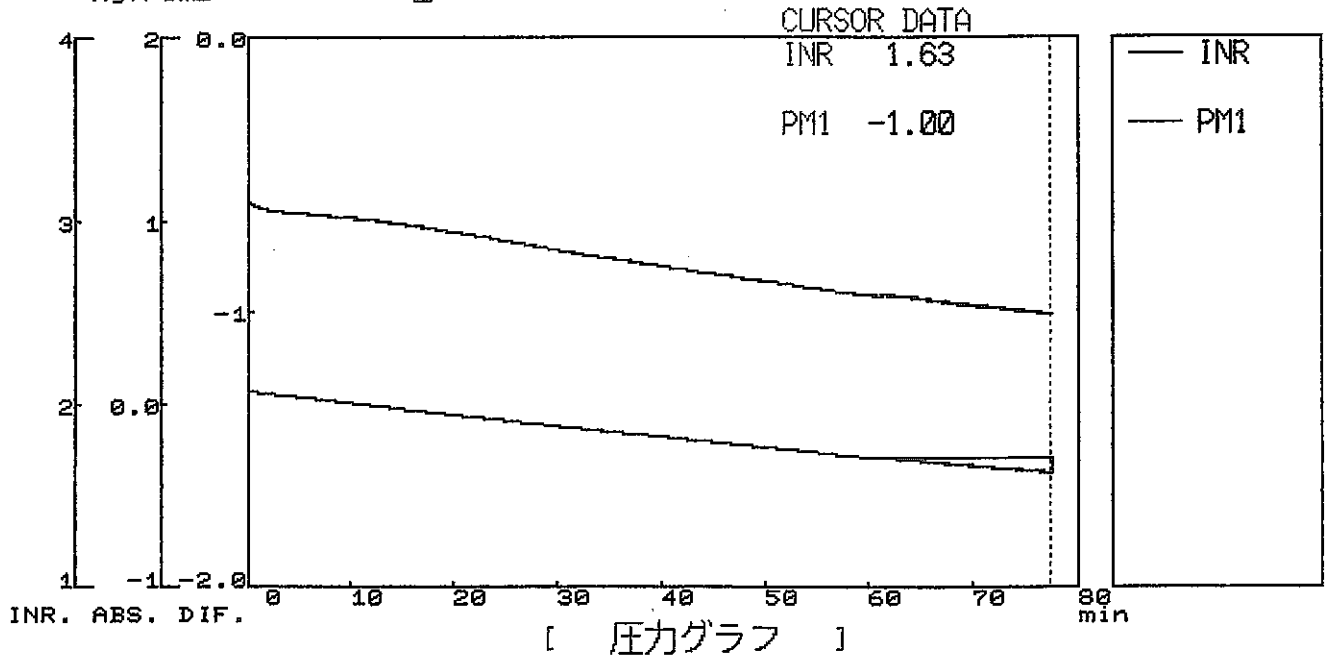


測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [YOUSUI 100_102 INR 2.1 Q_7CC]
 ファイル名 [950308B1.DAT]





測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [YOUSUI 100_102 INR 2_1 Q_10CC]
 Kgf/cm2 ファイル名 [950308C1.DAT]



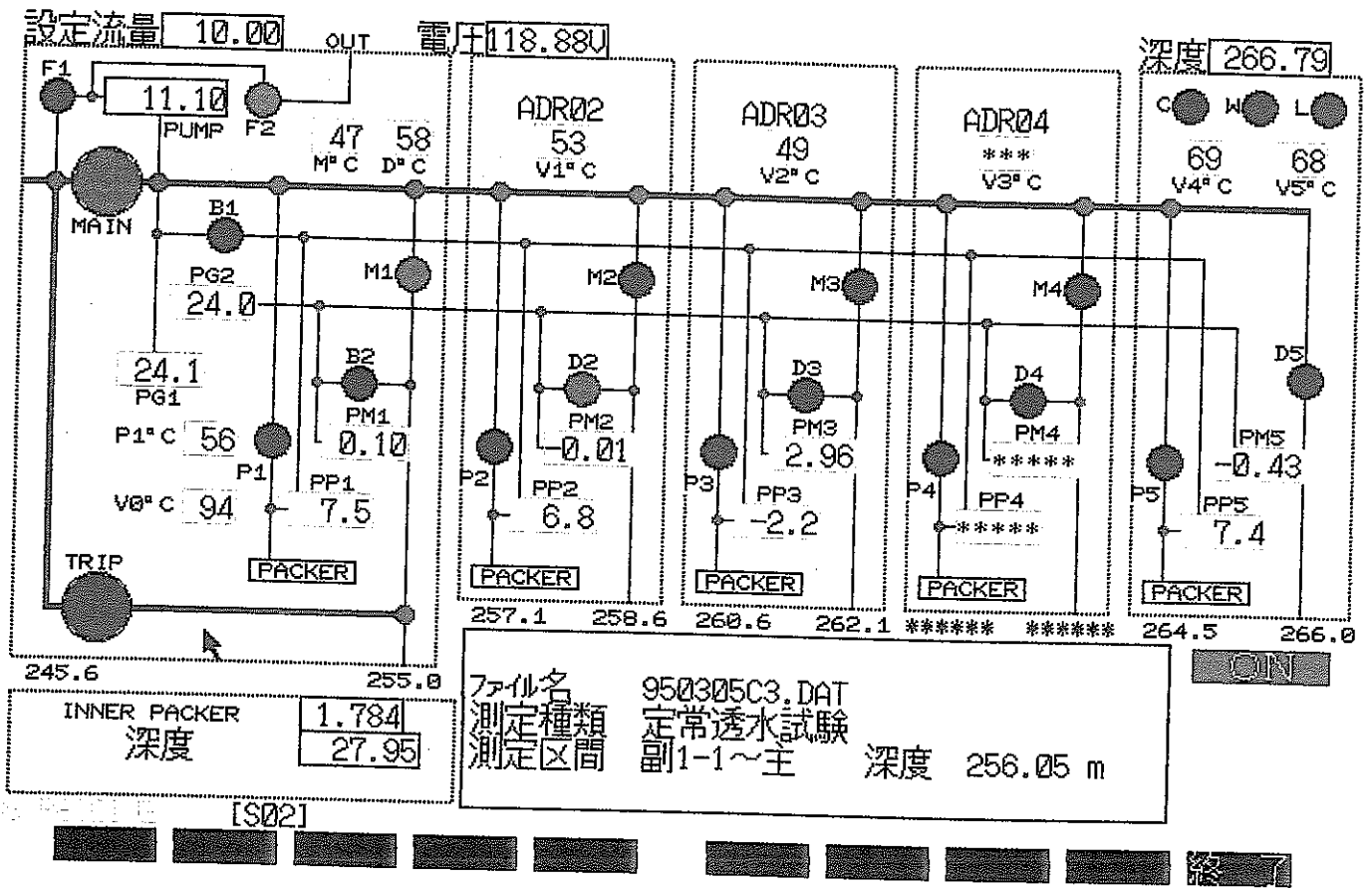
初期値 位置 ファイル 条件 終了

試 験 区 間

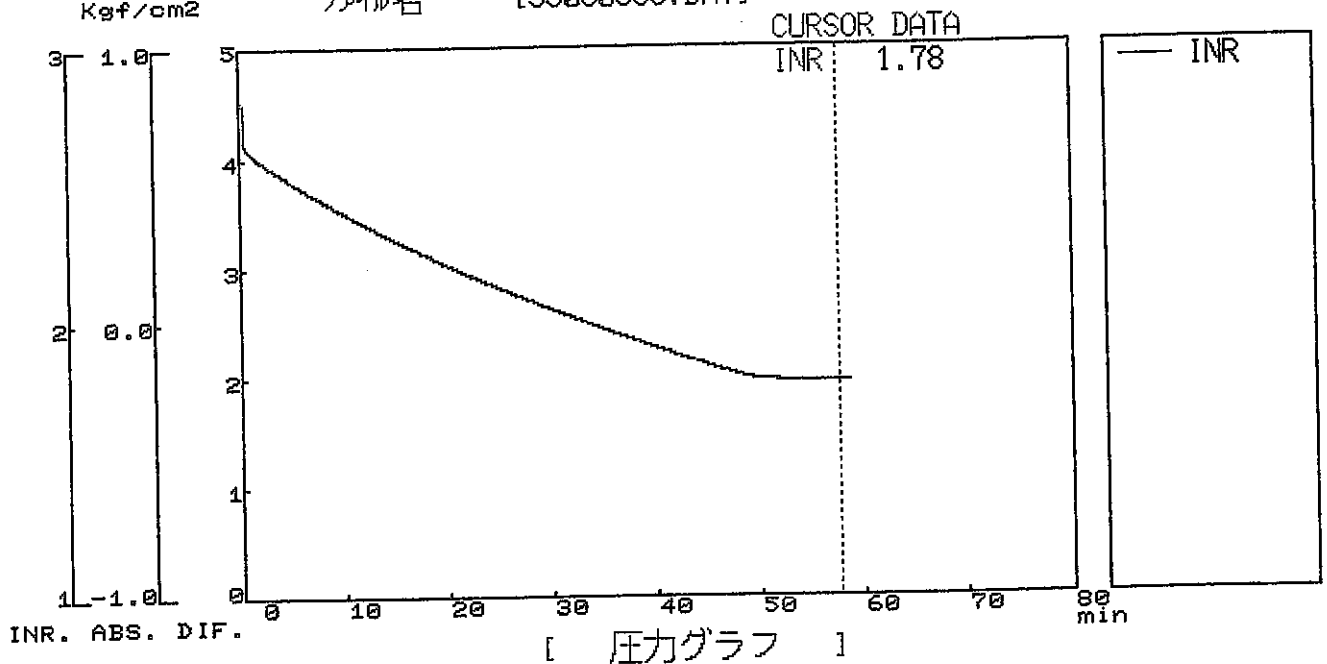
G L - 2 5 5 . 0 0 ~

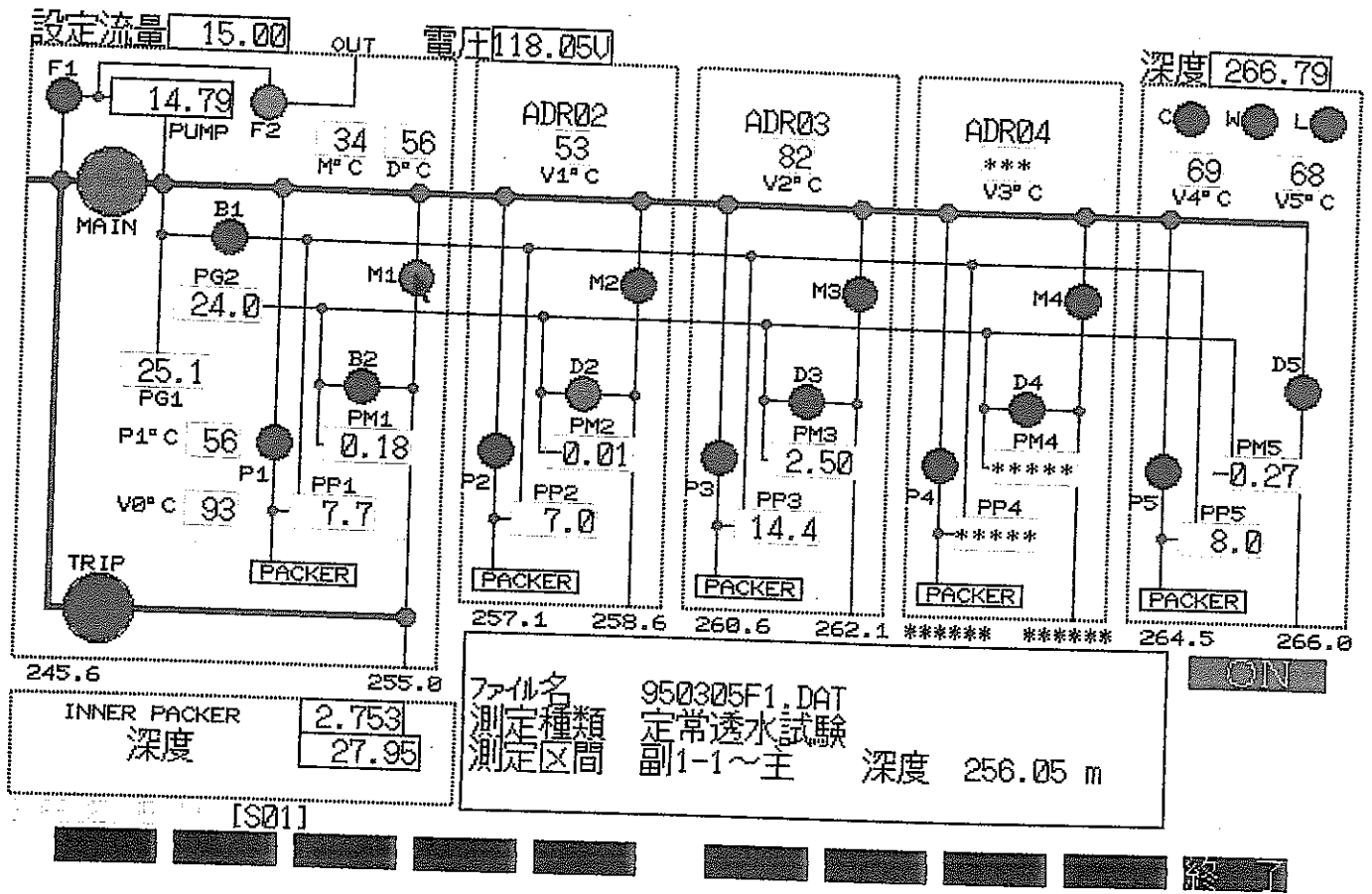
2 5 7 . 0 3 m

初期設定水圧=2.80kgf/cm²

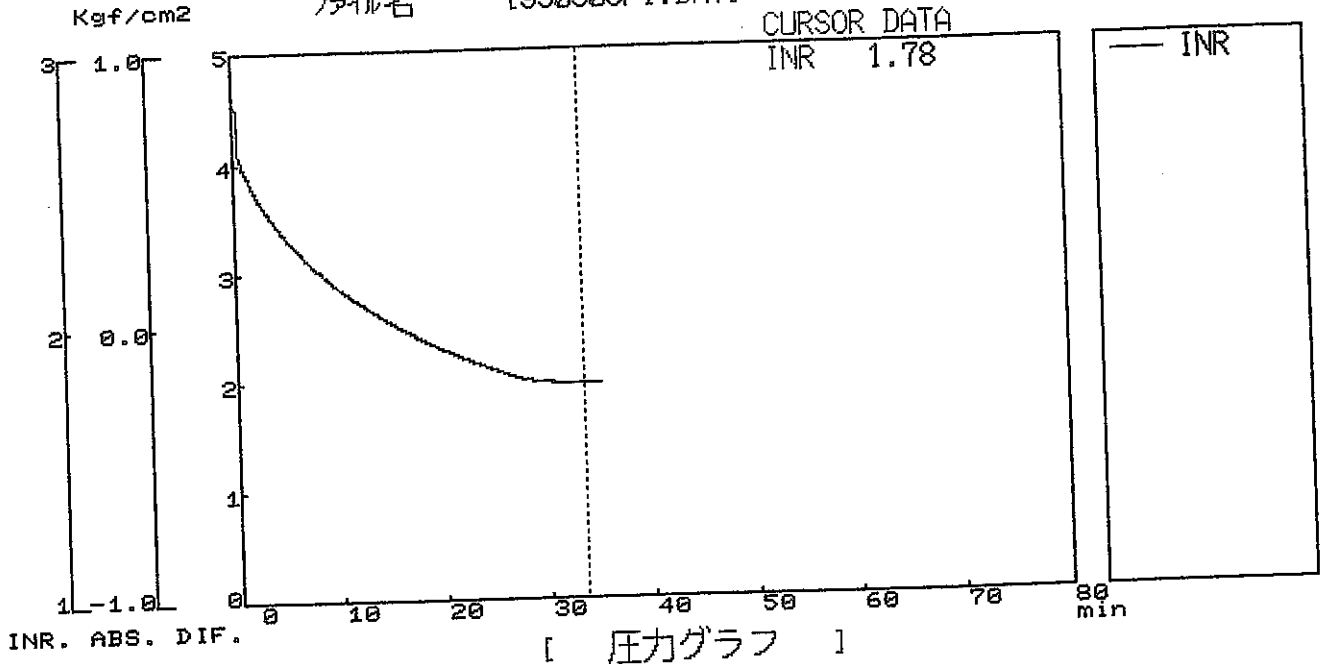


測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ 1]]
測定間隔 [1 秒] コメント [DANKAIYOUSUI PW_2_8KG Q=10cc]
ファイル名 [950305C3.DAT]

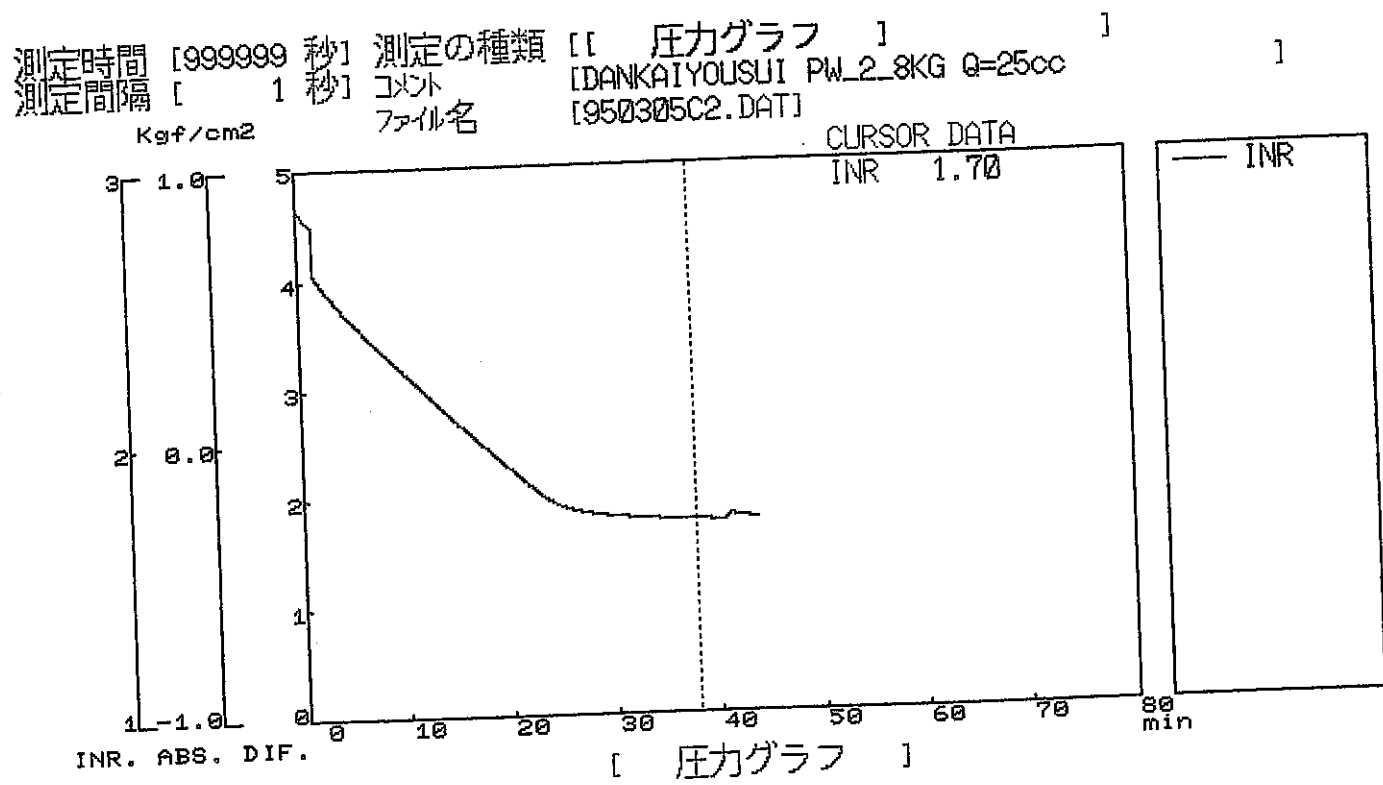
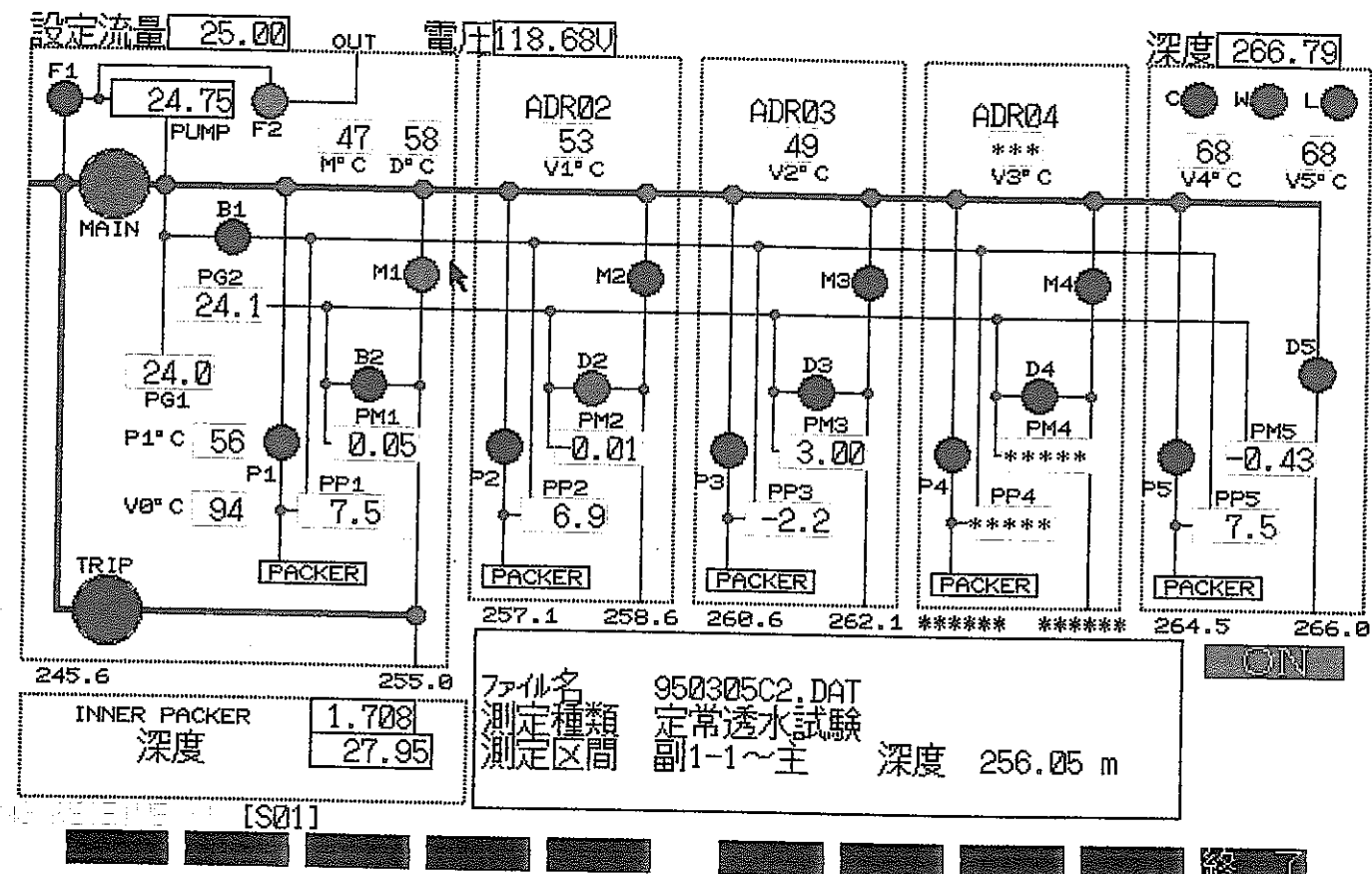


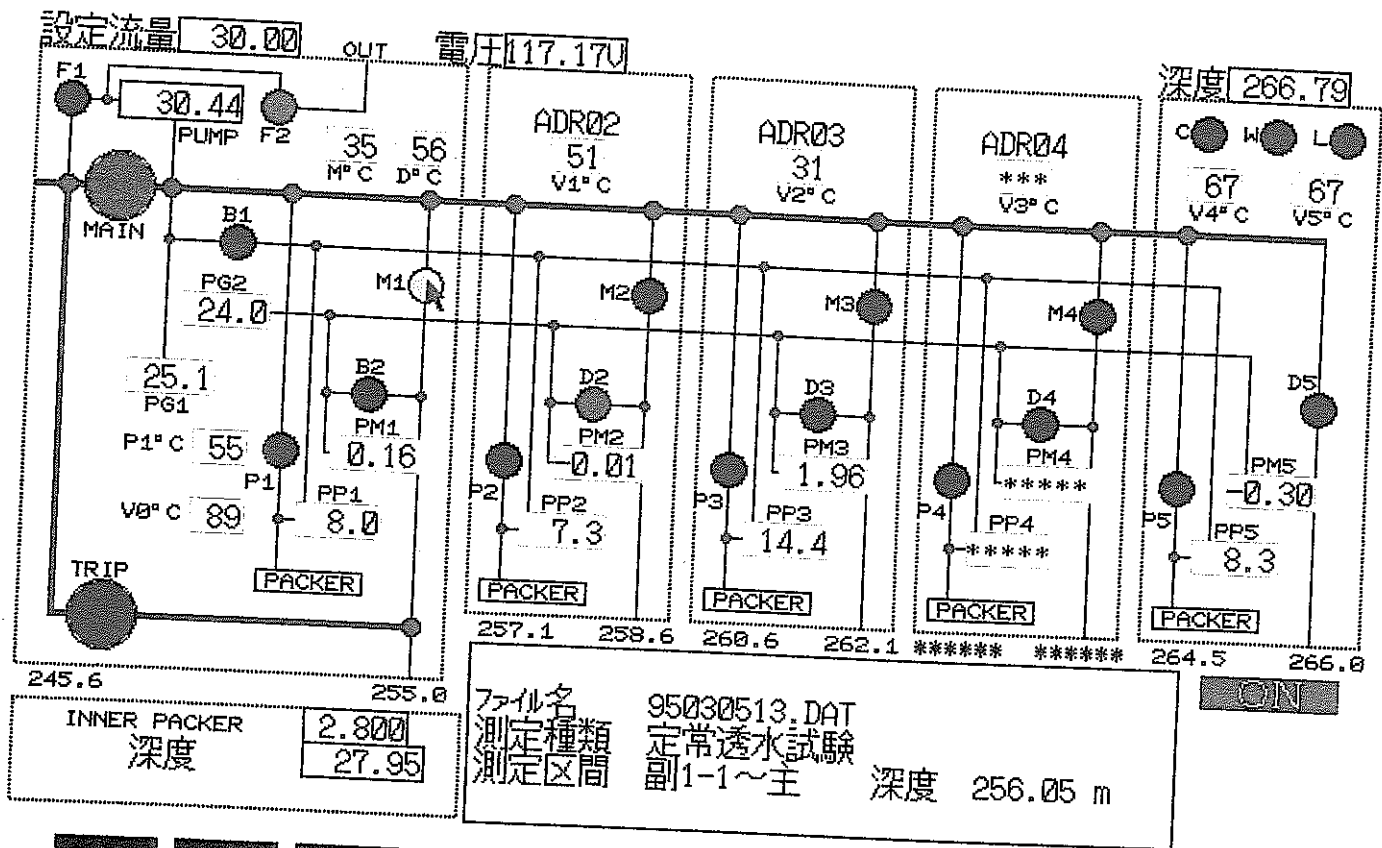


測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [1 圧カグラフ] 1
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SHIKEN Q=15CC P=2.8]]
 ファイル名 [950305F1.DAT]



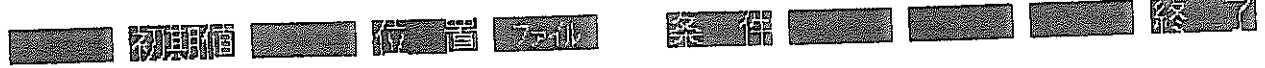
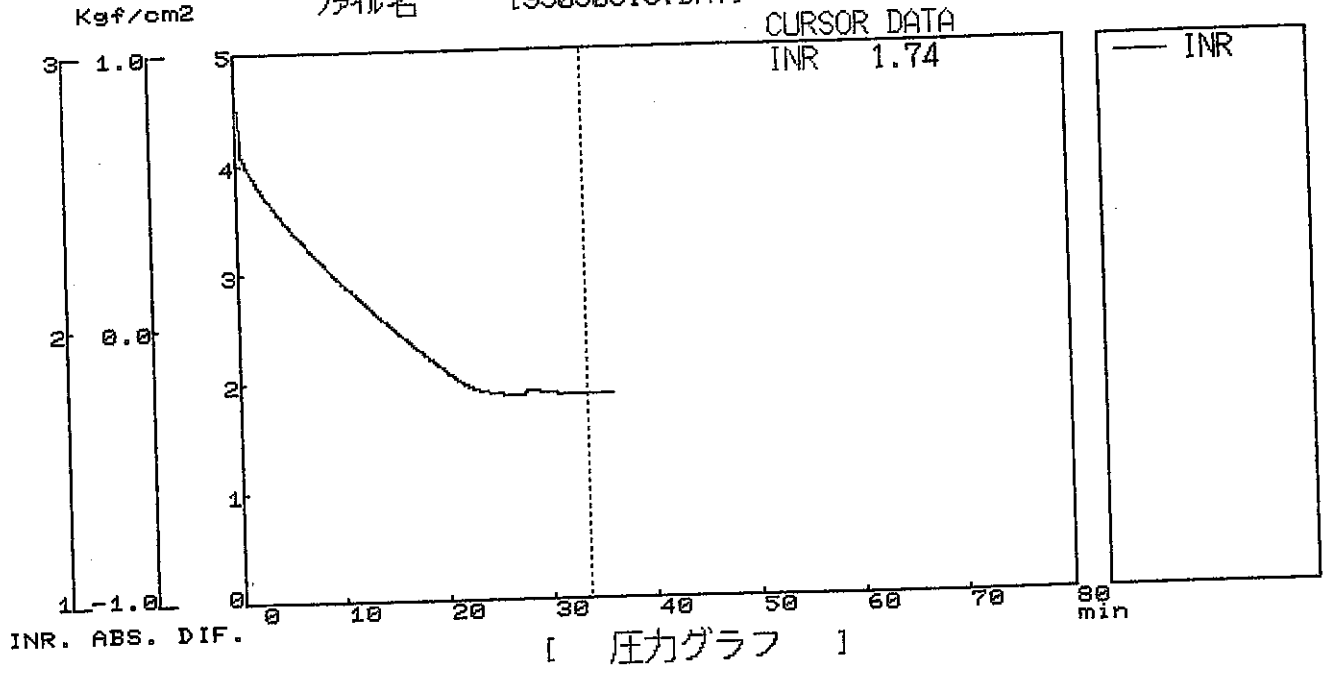
初期値 位置 条件 終了



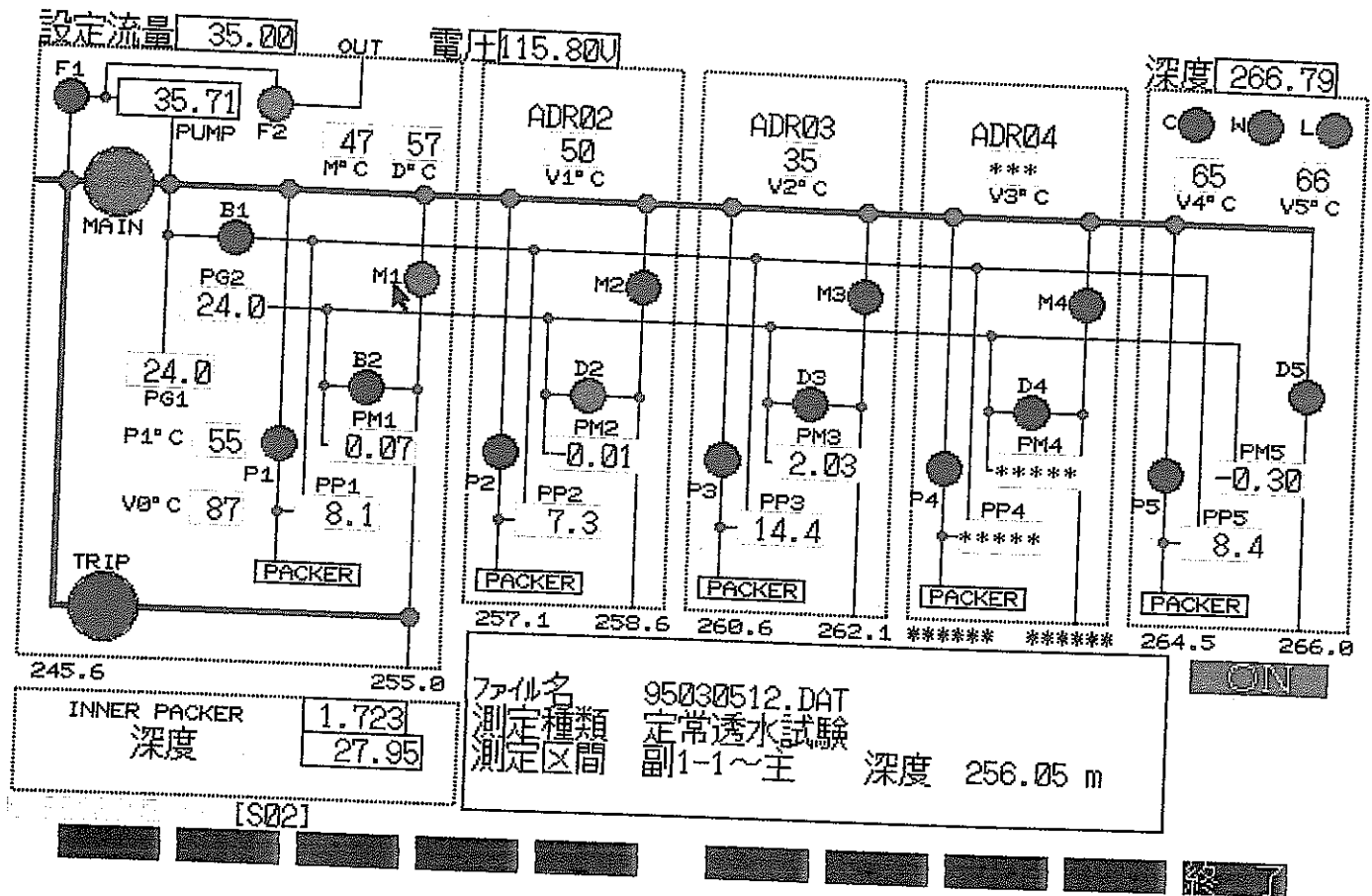


終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [1 圧カグラフ] 1
測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SHIKEN Q=300CC P=2_8] 1
ファイル名 [95030513.DAT]



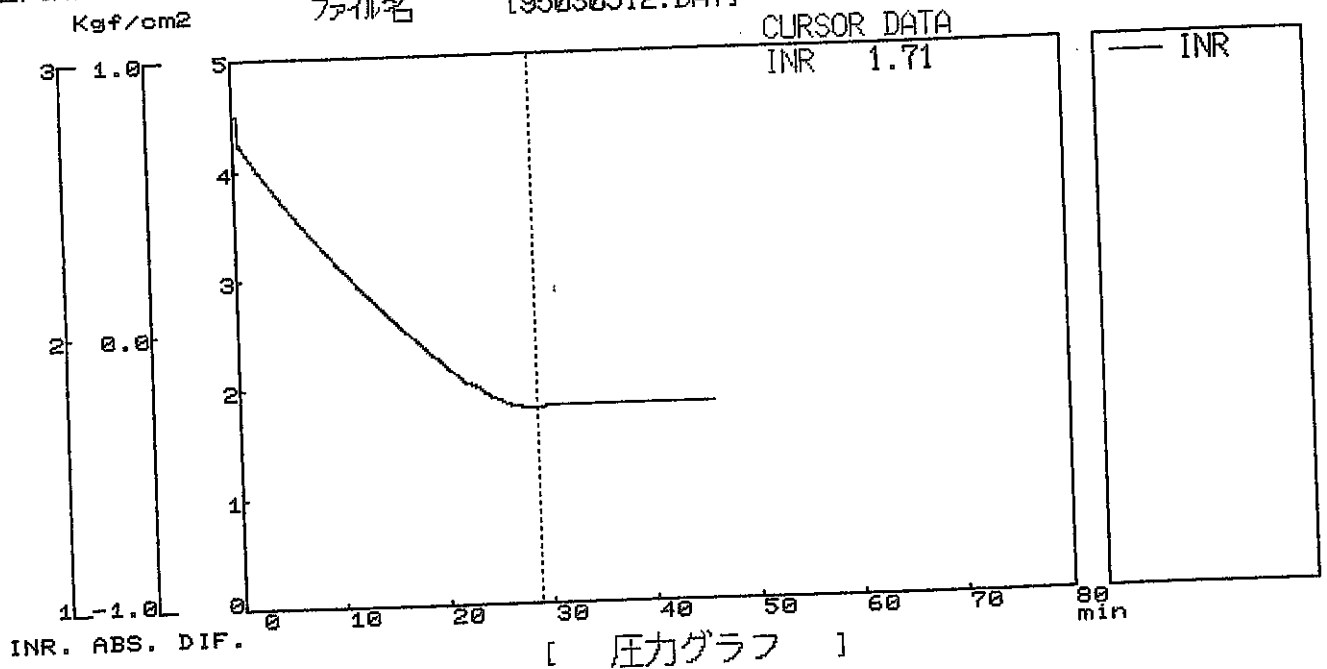
終了

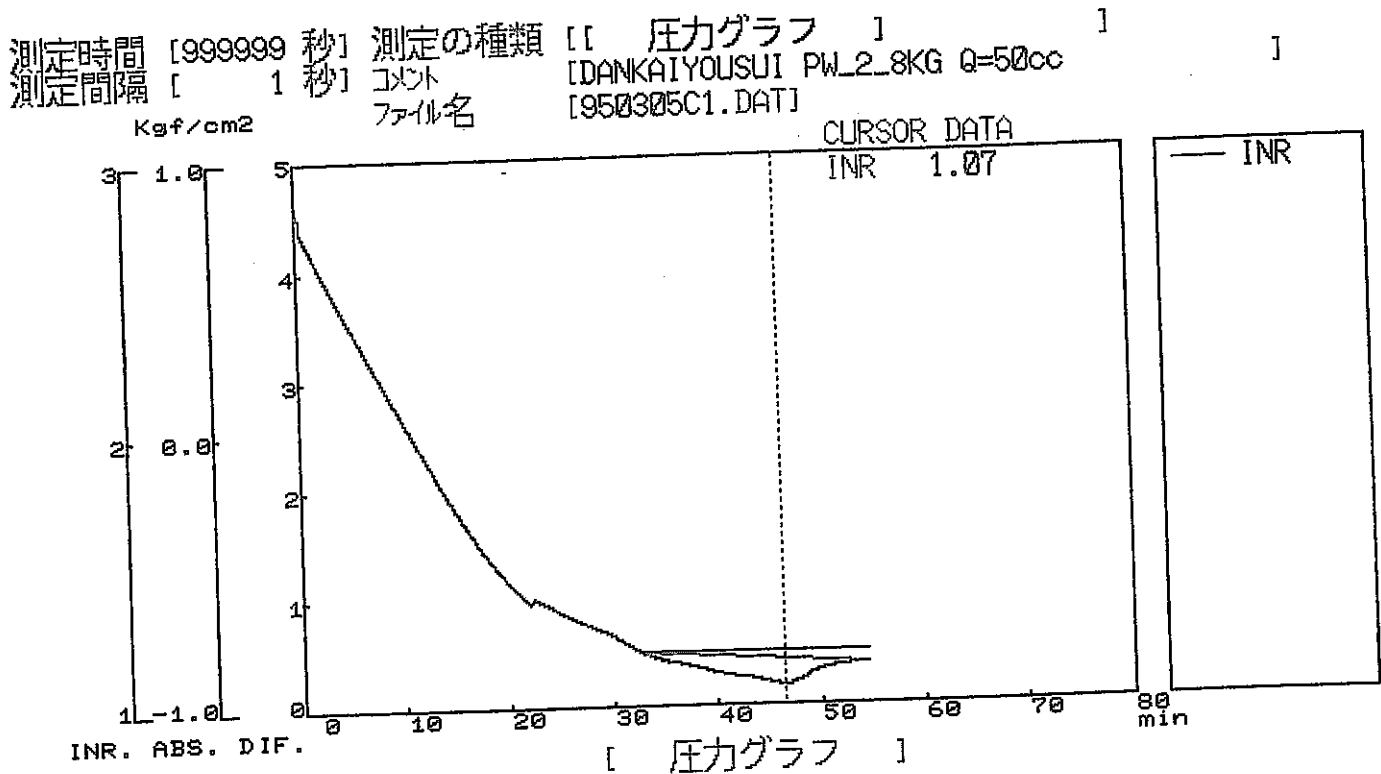
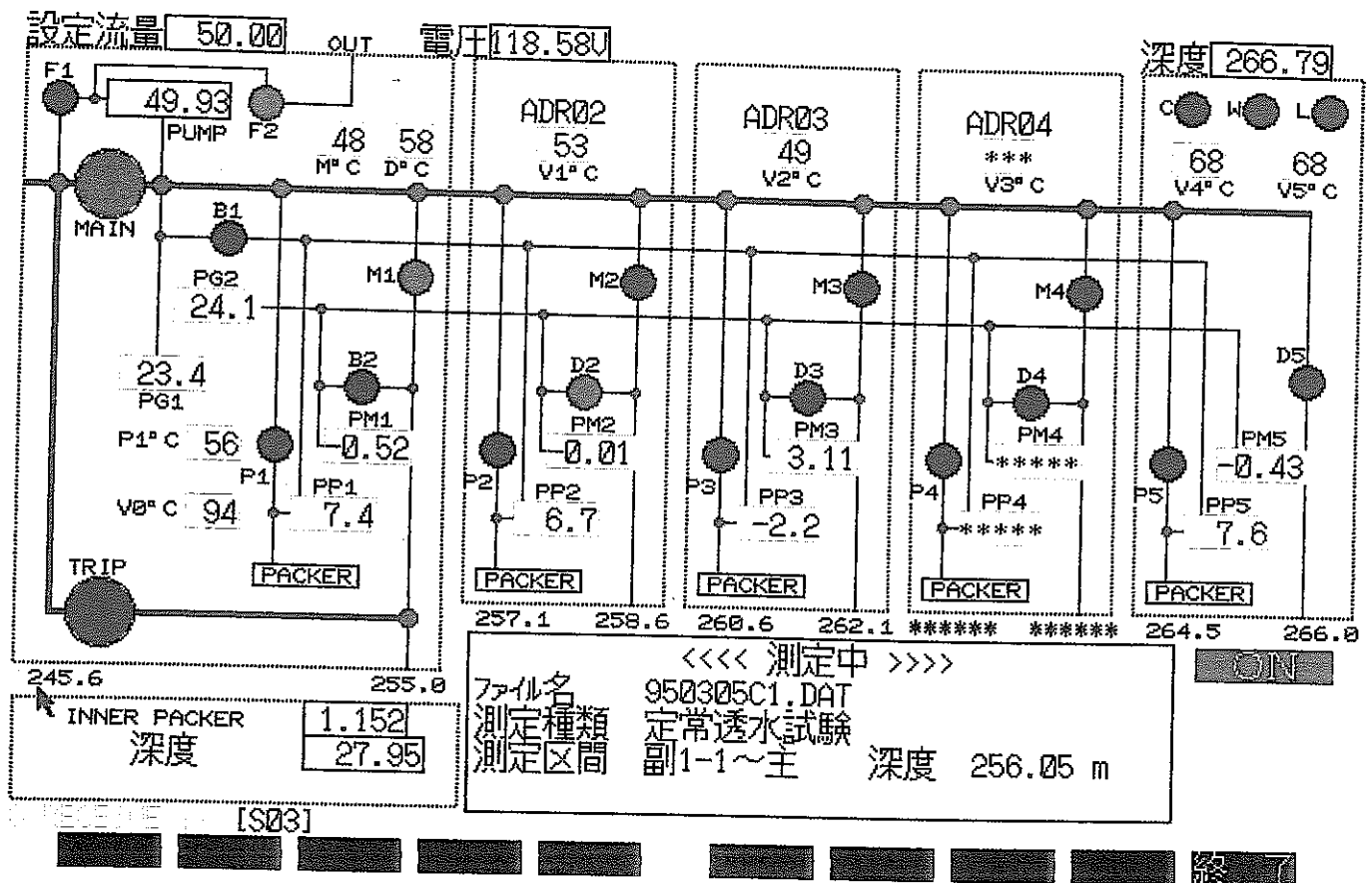


測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]

測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SHIKEN Q=35CC P=2_8]

ファイル名 [95030512.DAT]





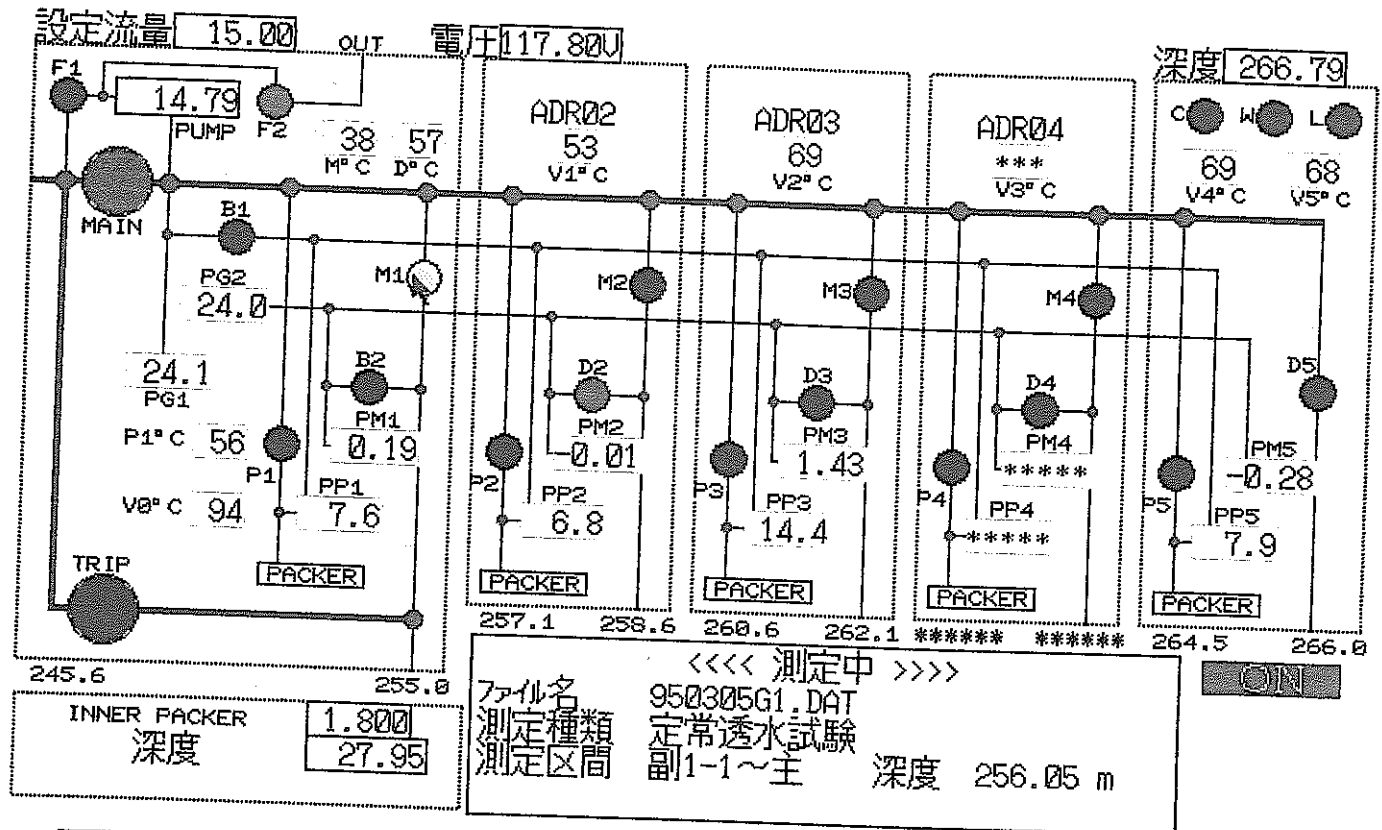
初期値 位置 ファイル 条件 終了

試 験 区 間

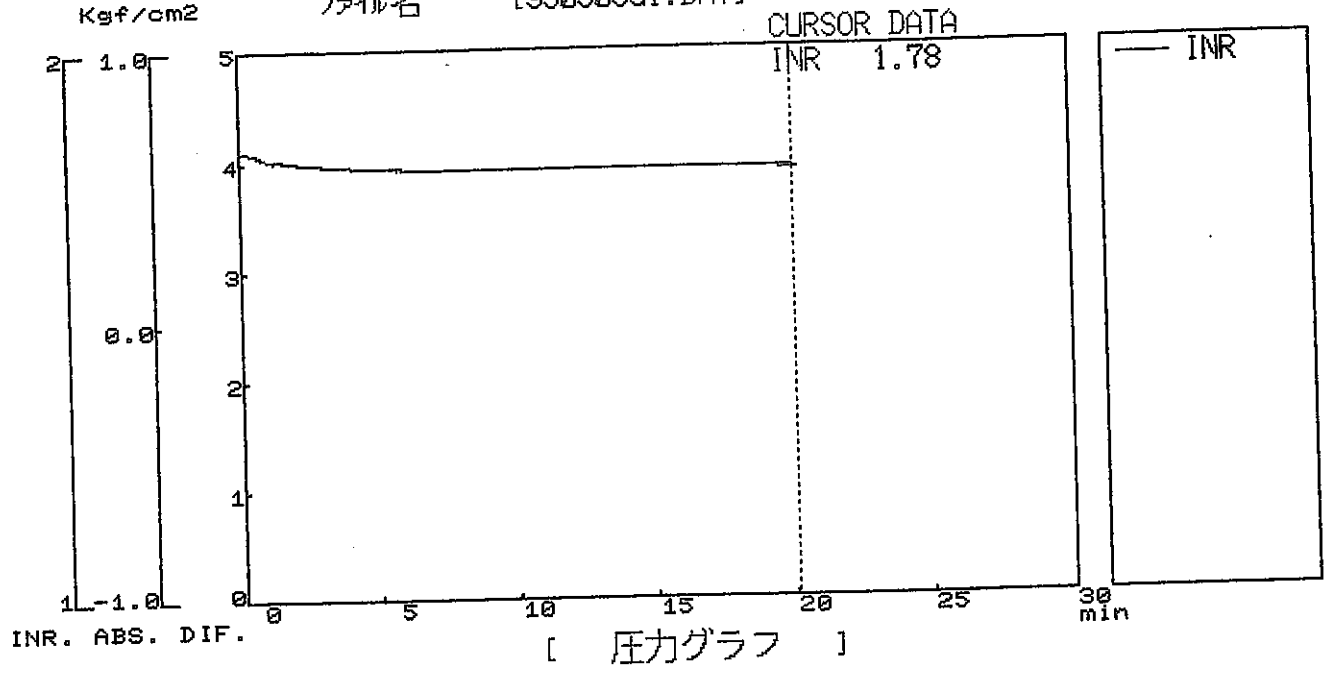
G L - 2 5 5 . 0 0 ~

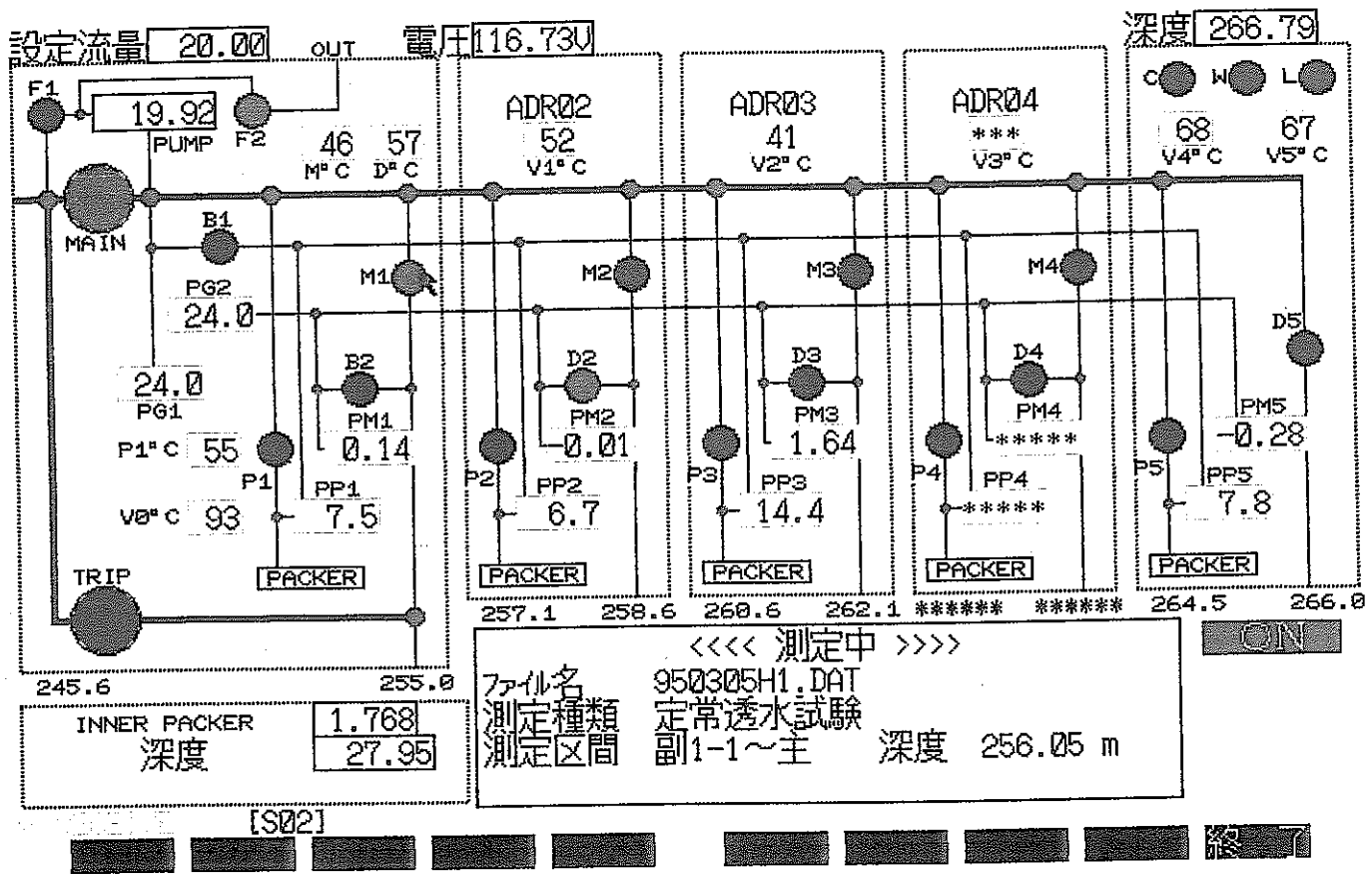
2 5 7 . 0 3 m

初期設定水圧=1.80kgf/cm²

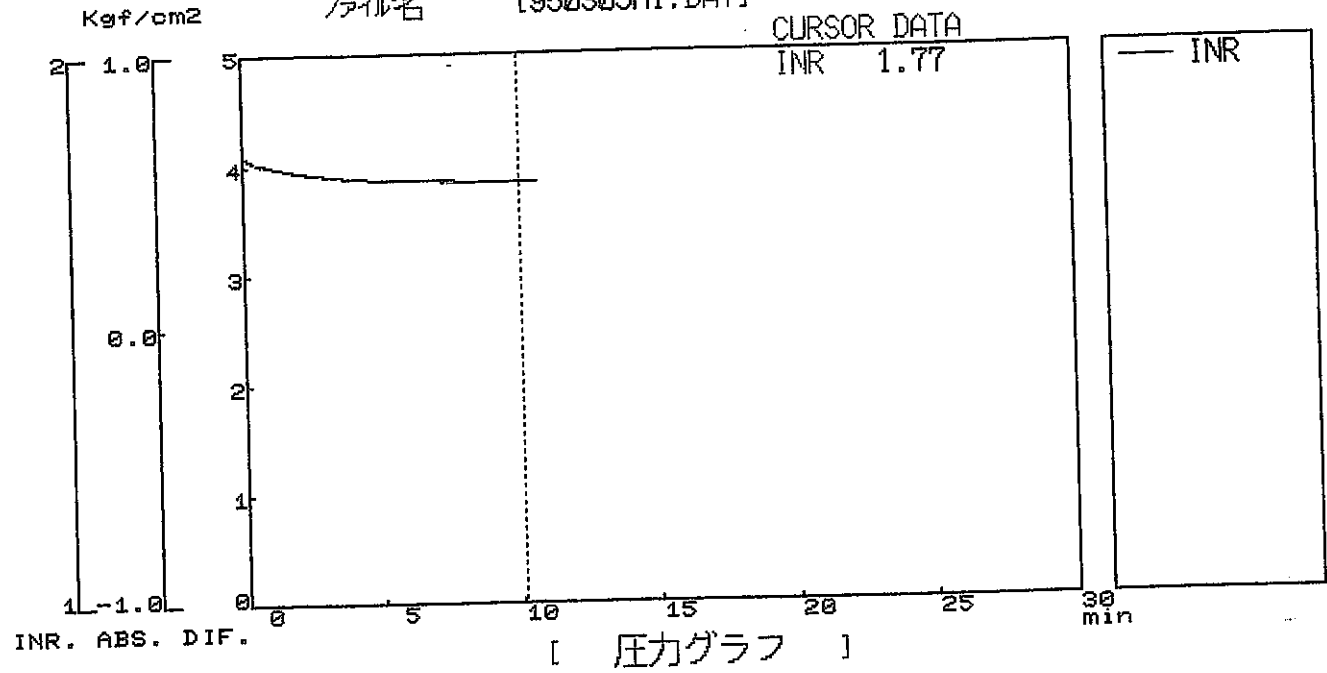


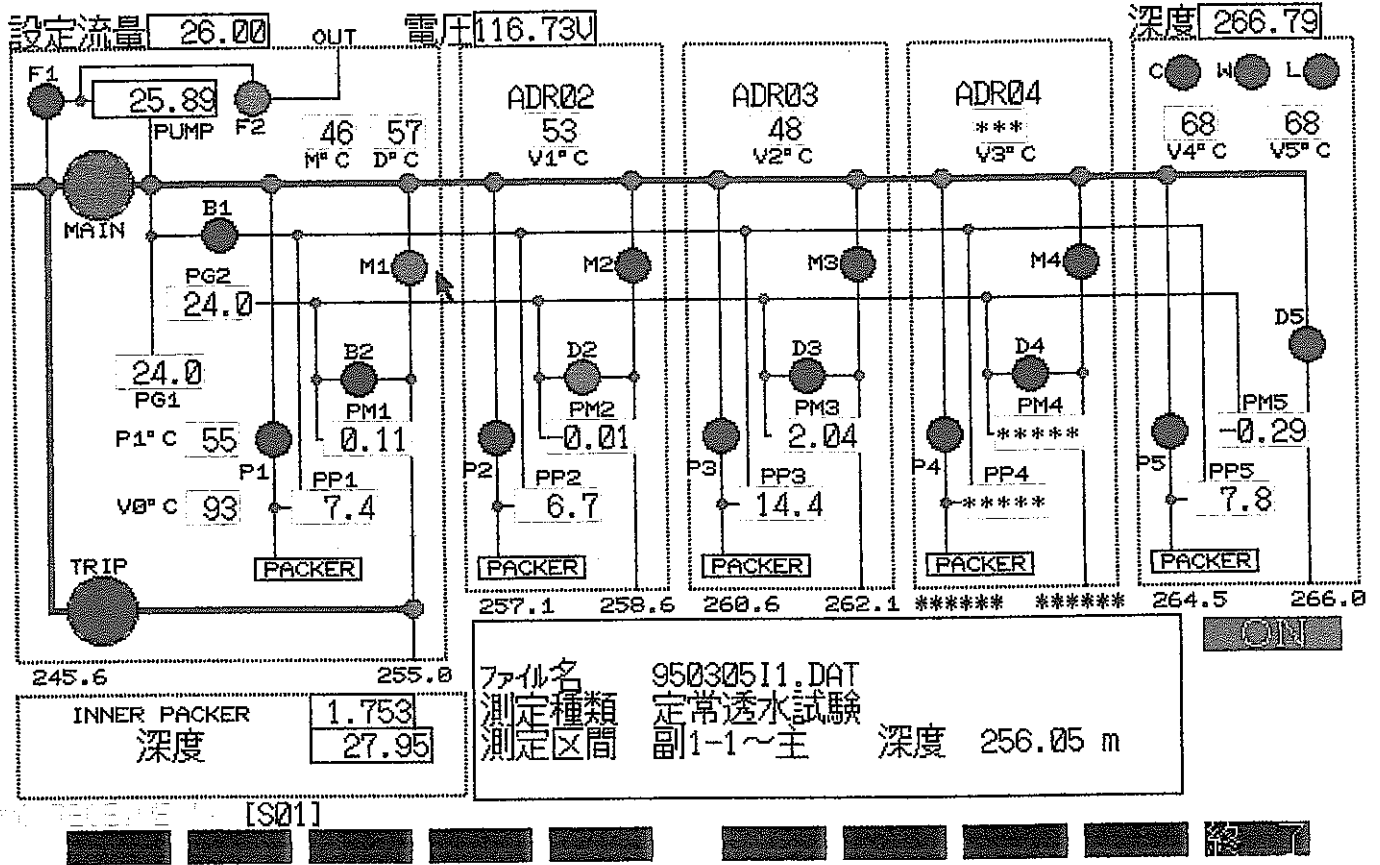
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SIKEN Q=15CC P=1_8]
 ファイル名 [950305G1.DAT]



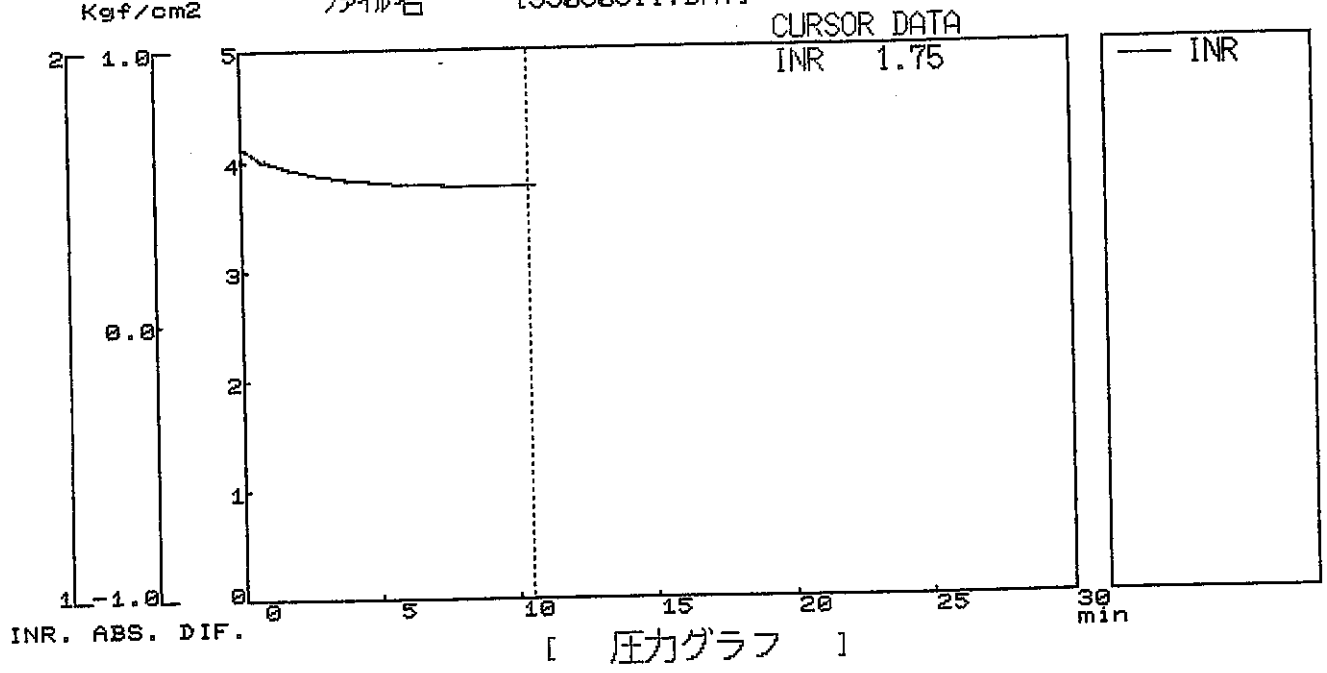


測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ] 1
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SIKEN Q=20CC P=1.8 1
 Kgf/cm2 ファイル名 [950305H1.DAT]

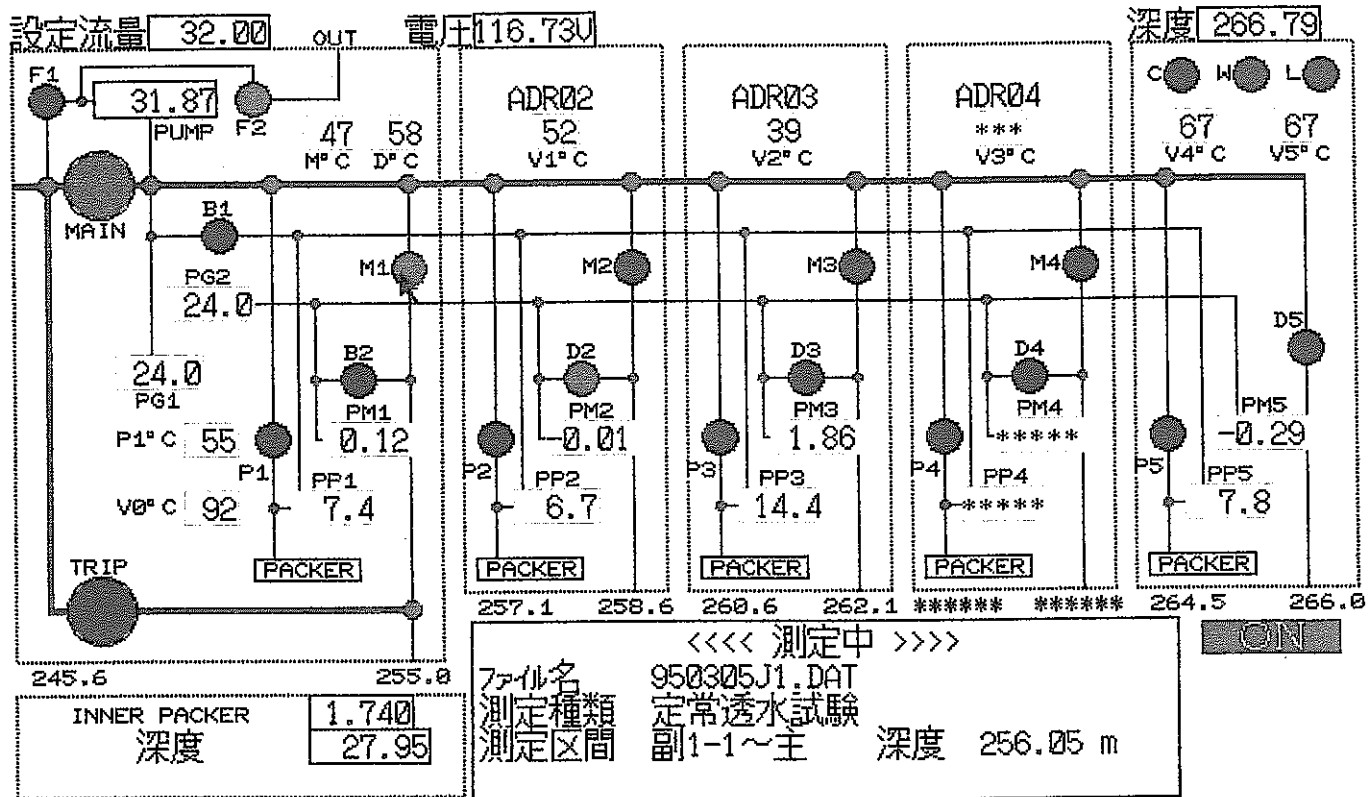




測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ]]
測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SIKEN Q=26CC P=1_8]
ファイル名 [95030511.DAT]

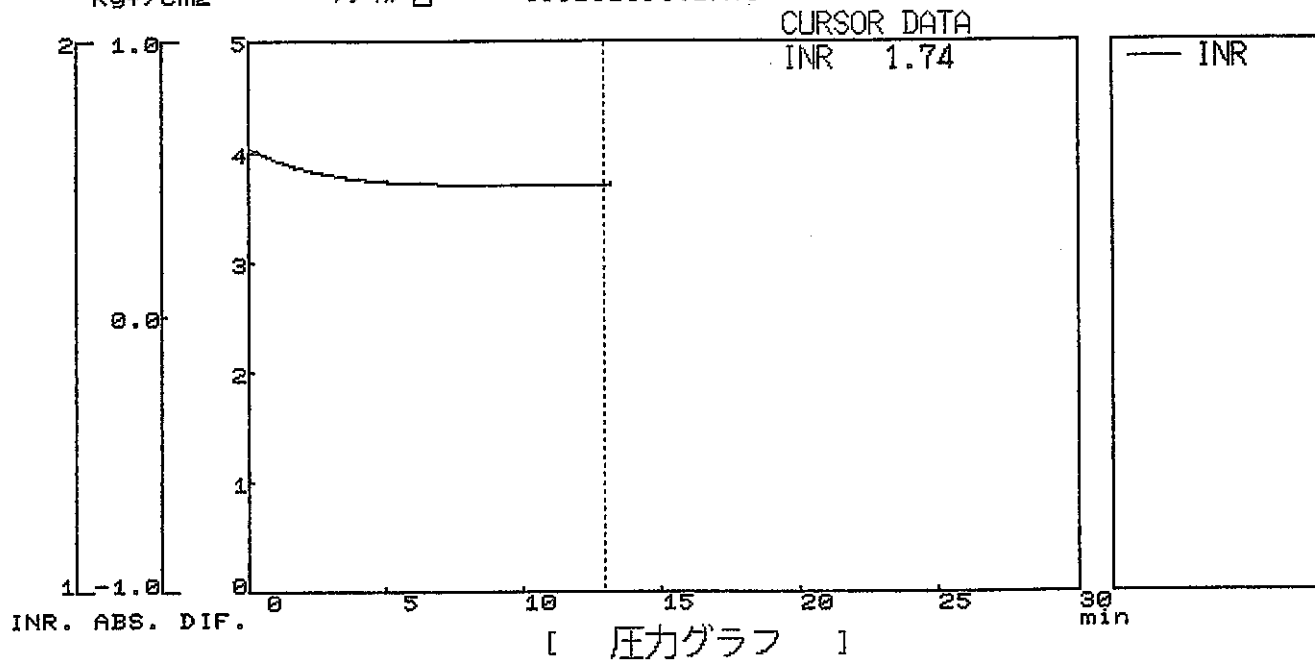


初期値 位置 準備 終了



[S01] [ON] [終了]

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ] 1
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SIKEN Q=32CC P=1.8]
 Kgf/cm2 ファイル名 [950305J1.DAT]



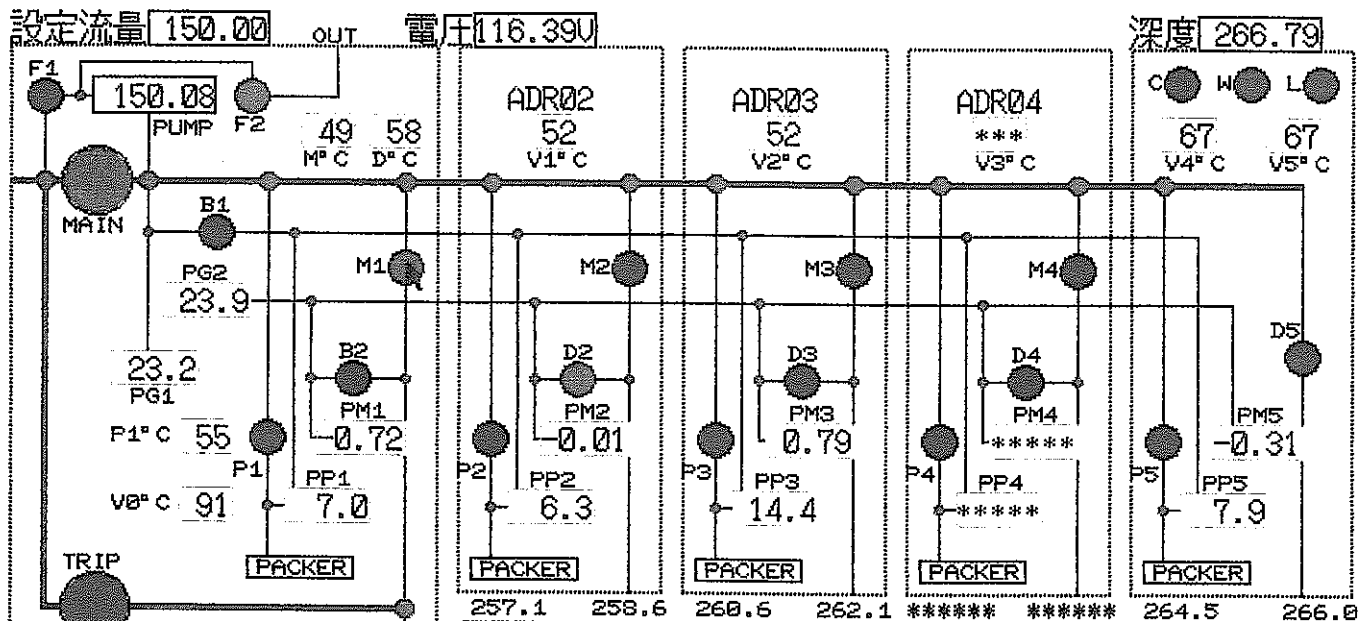
[初期値] [位置] [圧力] [準備] [終了]

試 験 区 間

G L - 2 5 5 . 0 0 ~

2 5 7 . 0 3 m

初期設定水圧=1.00kgf/cm²



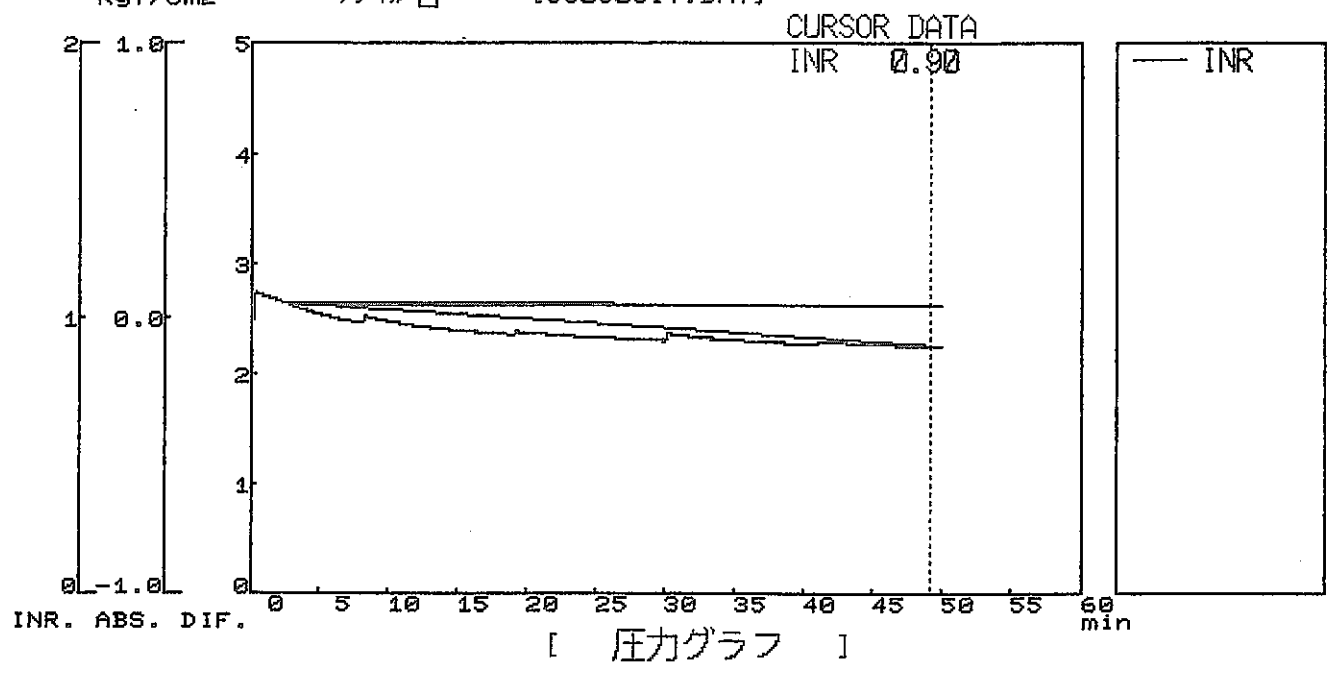
<<< 測定中 >>>

ファイル名 95030517.DAT
 測定種類 定常透水試験
 測定区間 副1-1~主 深度 256.05 m

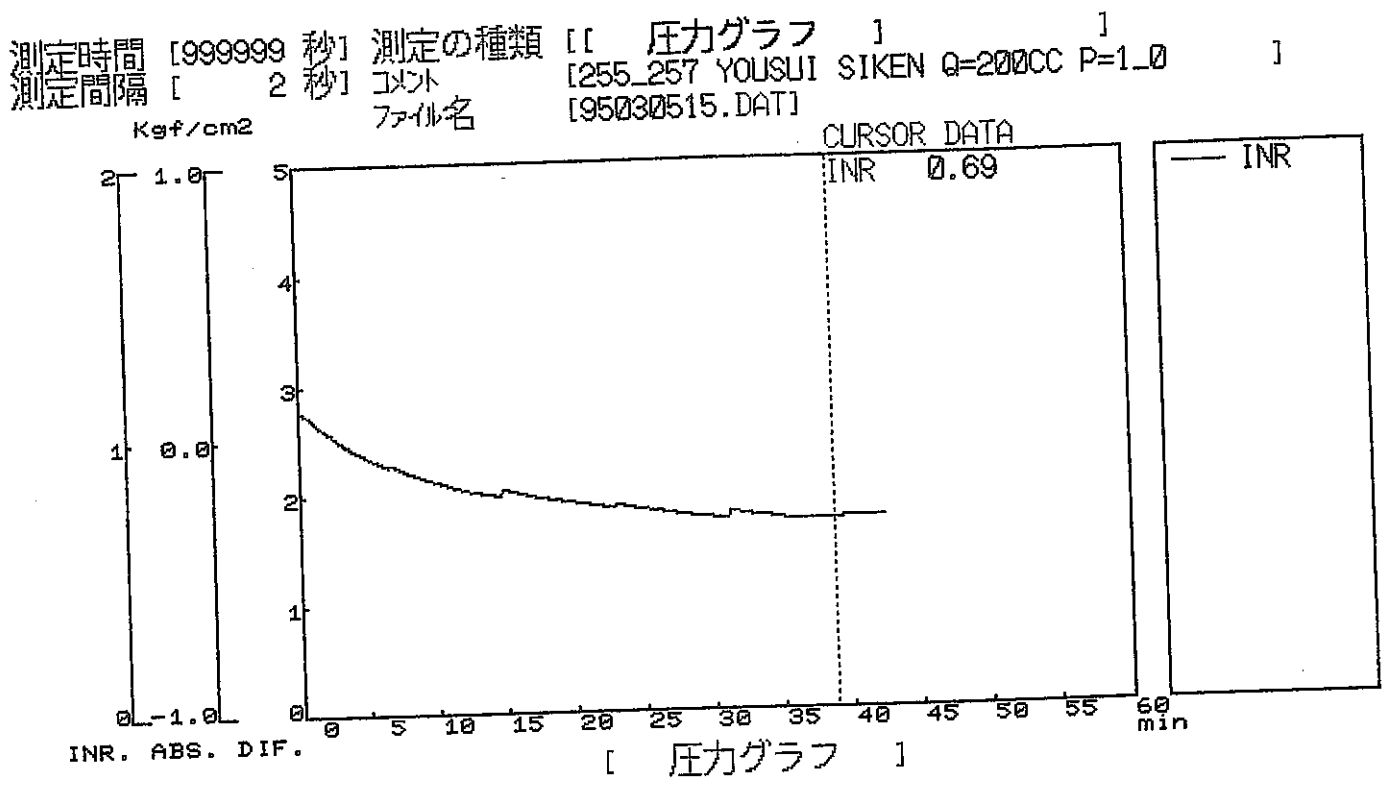
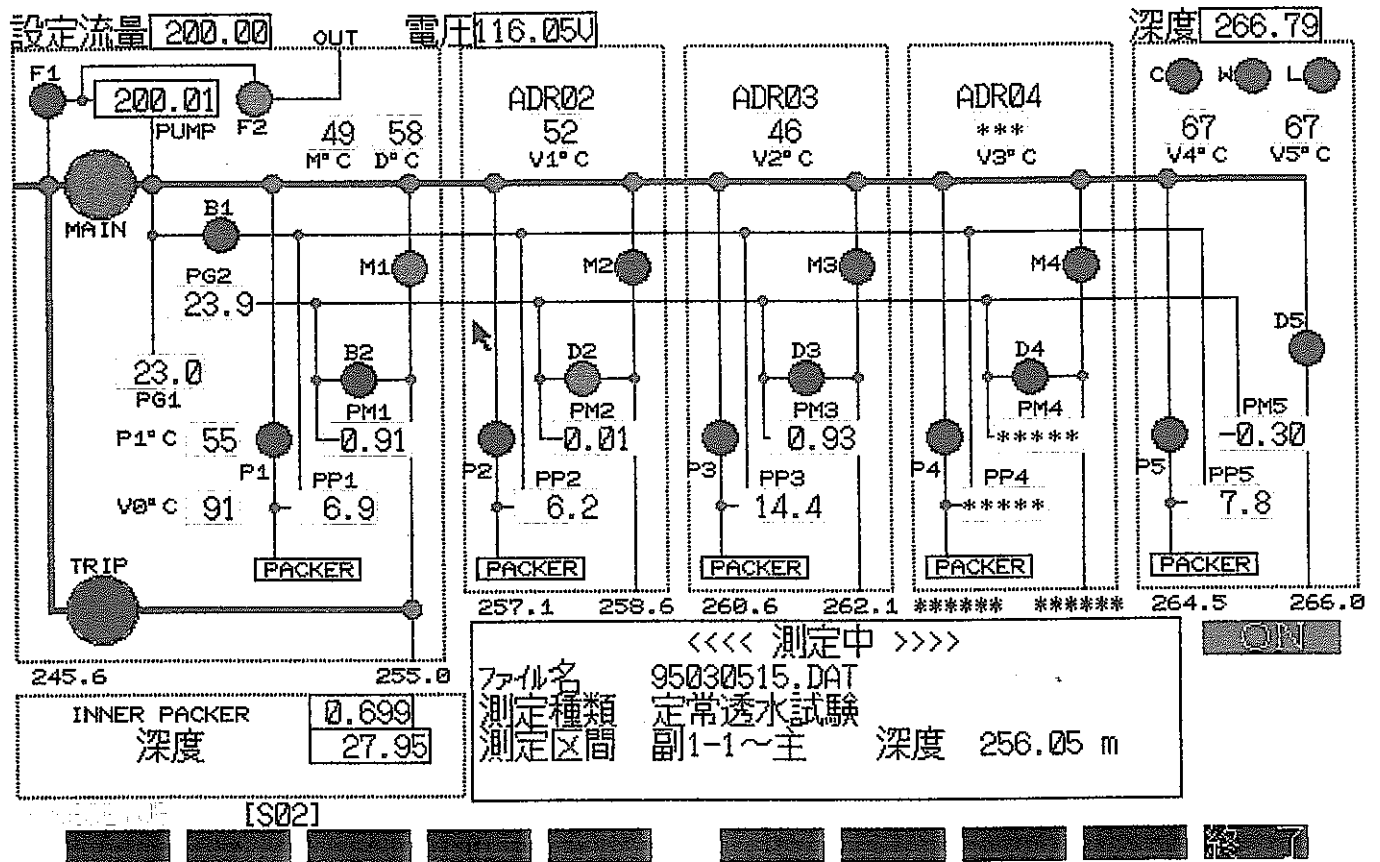
INNER PACKER 深度 0.899
 深度 27.95

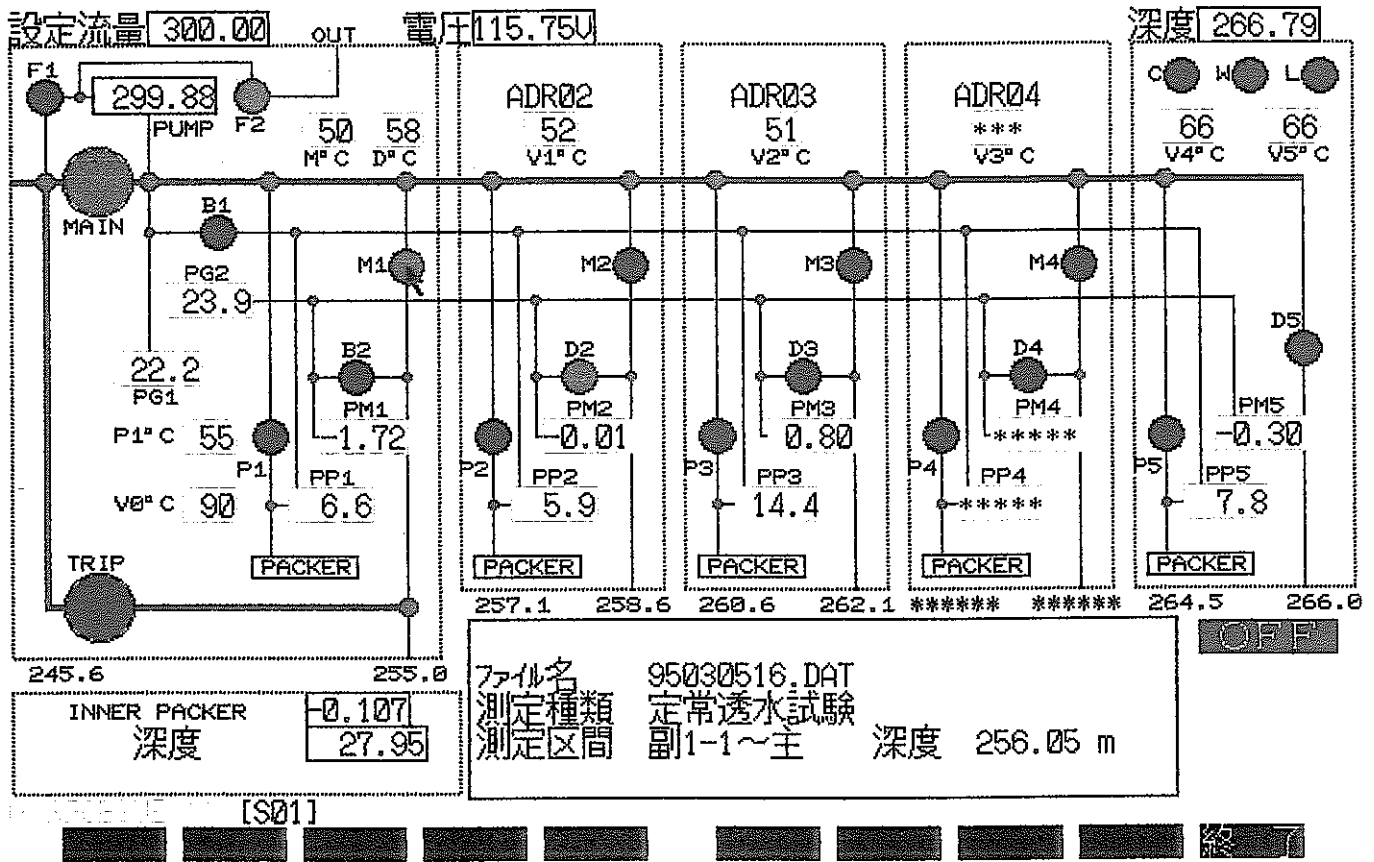
終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SIKEN Q=150CC P=1_0]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030517.DAT]

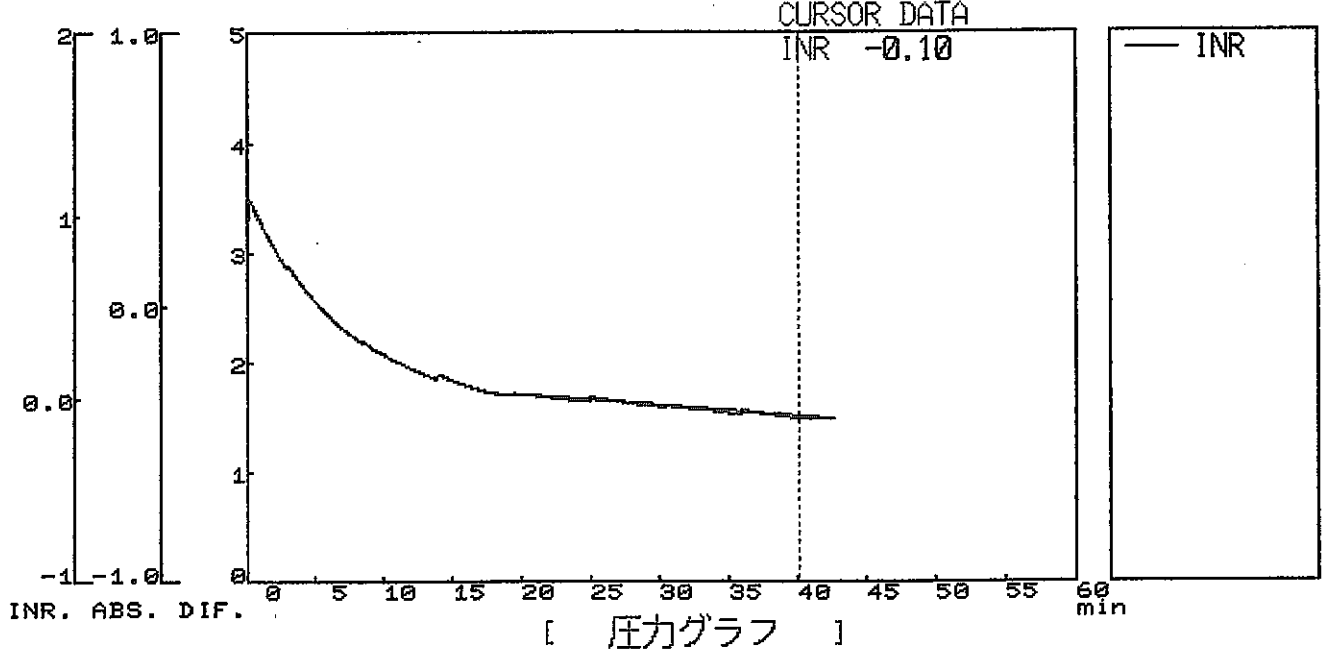


初期値 位置 ファイル 準備 終了





測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ] 1
 測定間隔 [2 秒] コメント [255_257 YOUSUI SIKEN Q=300CC P=1_0]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030516.DAT]



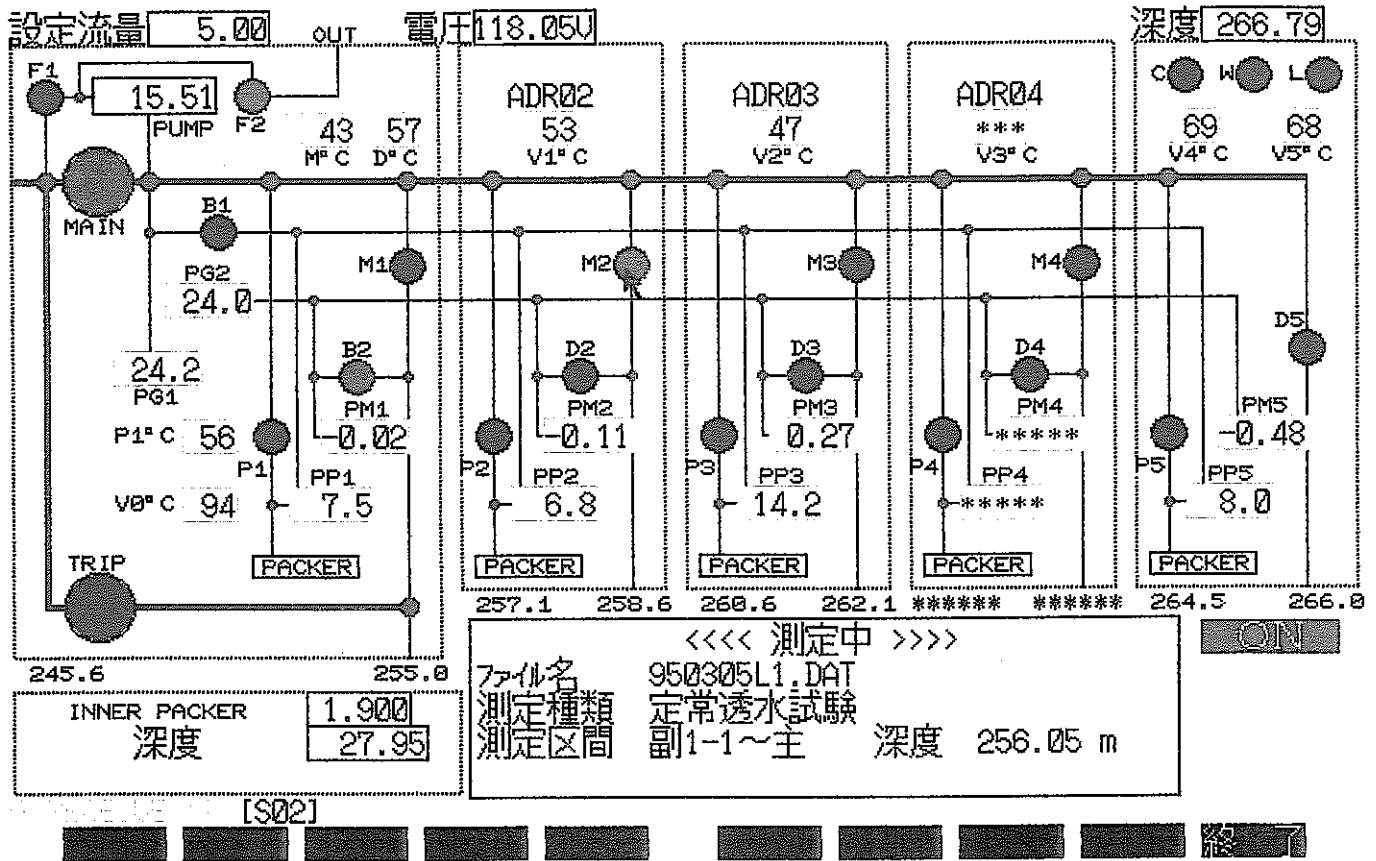
初期値 位置 ファイル 条件 終了

試 験 区 間

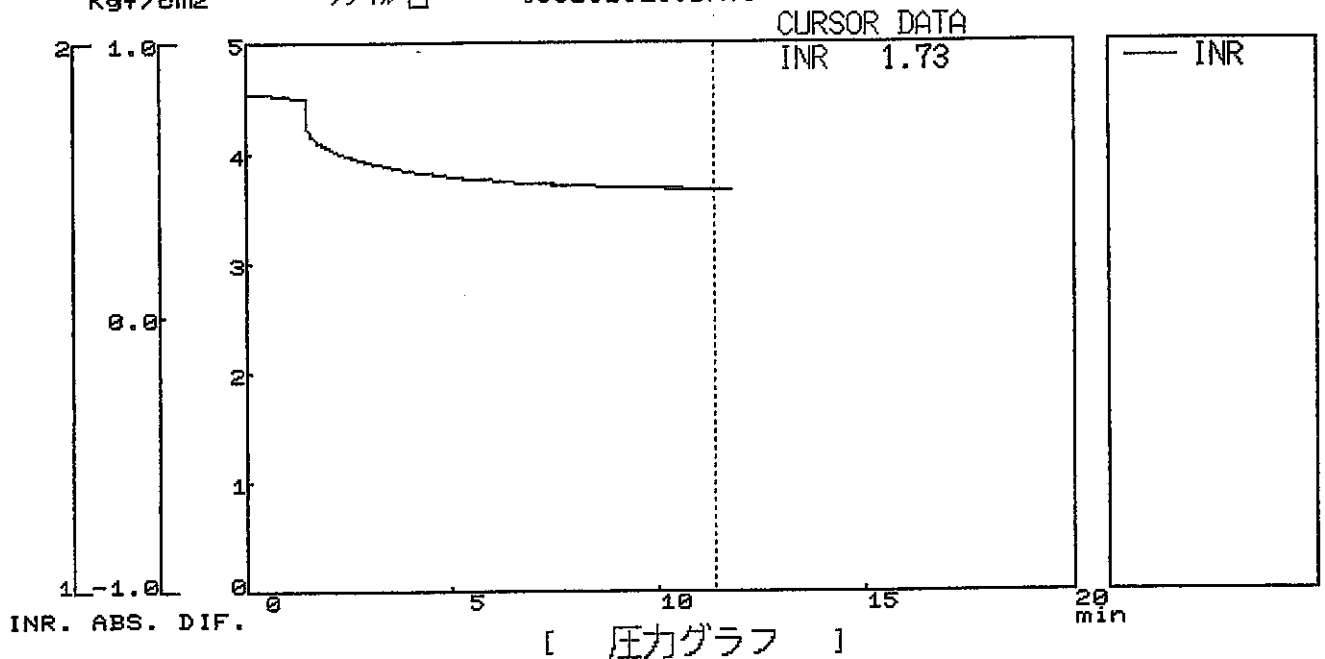
G L - 2 5 8 . 5 3 ~

2 6 4 . 4 9 m

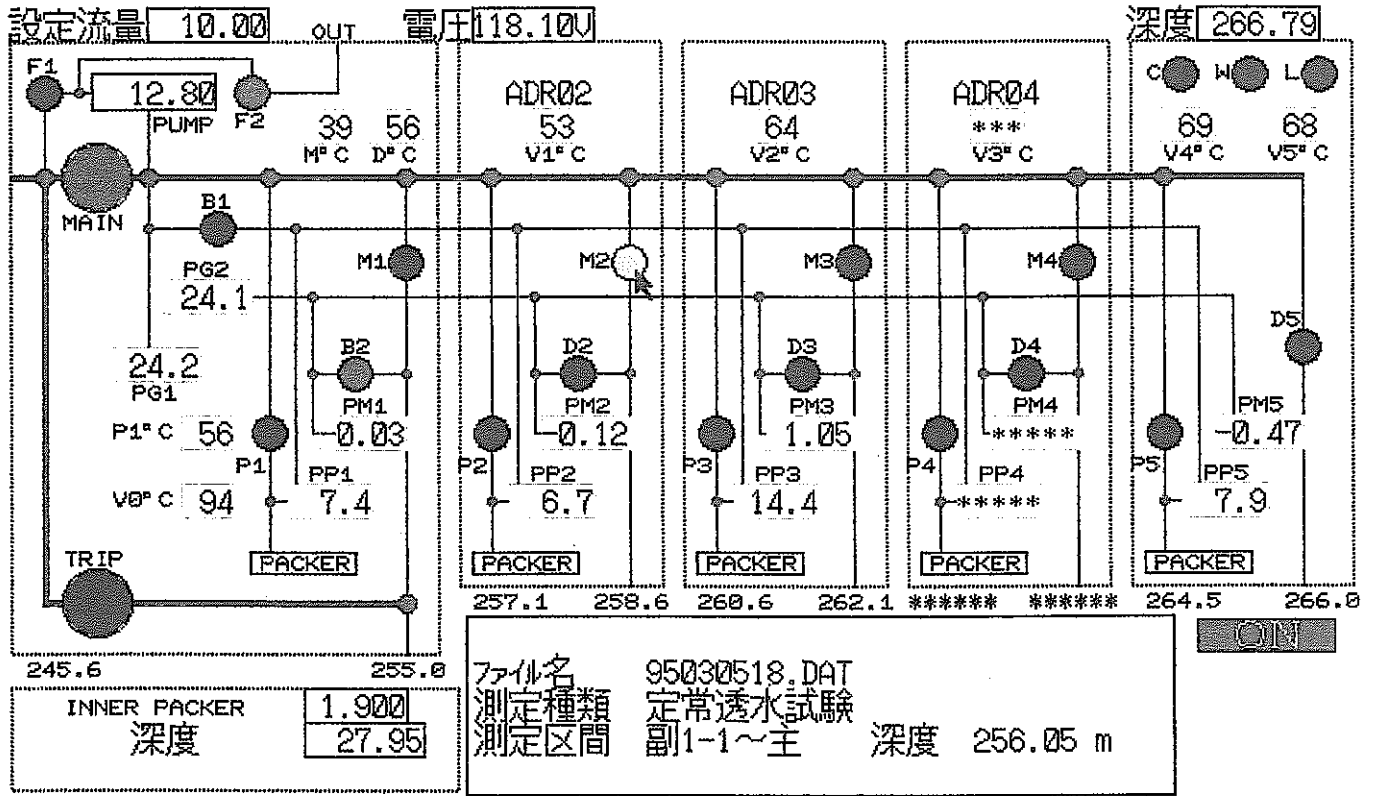
初期設定水圧=1.90kgf/cm²



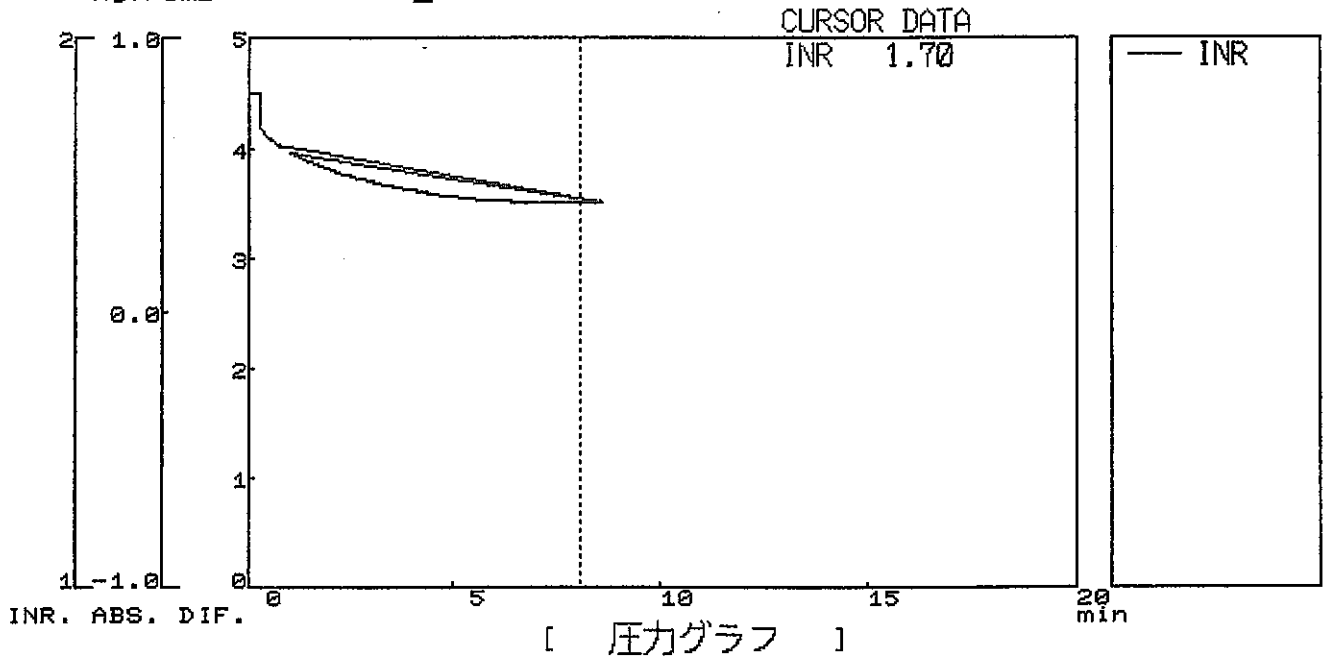
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ] 1
測定間隔 [2 秒] コメント [259_264 YOUSUI SIKEN Q=5CC P=1_9]
Kg/cm² ファイル名 [950305L1.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了



測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [259.264 YOUSUI SIKEN Q=10CC P=1.9]
 Kgf/cm2 ファイル名 [95030518.DAT]



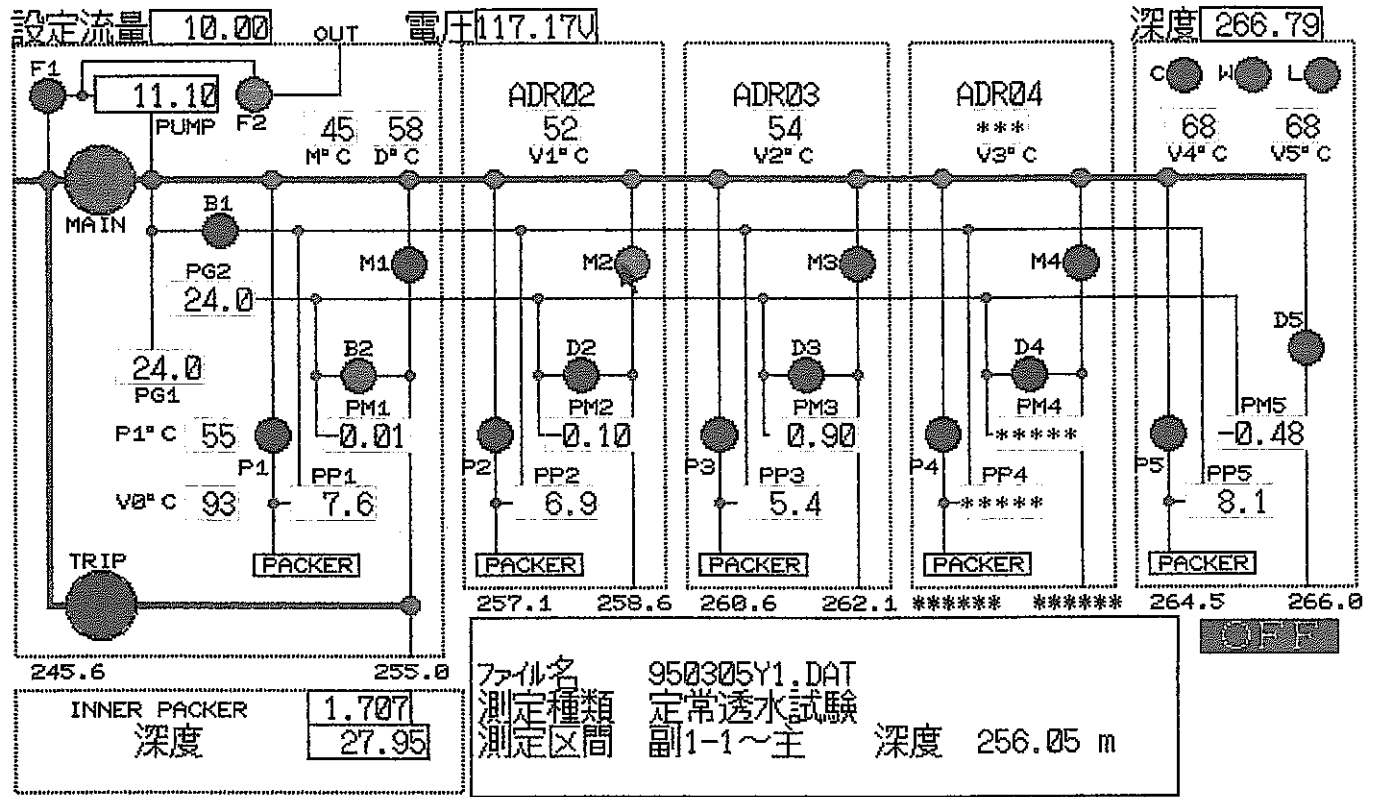
初期値 位置 ファイル 条件 終了

試 験 区 間

G L - 2 5 8 . 5 3 ~

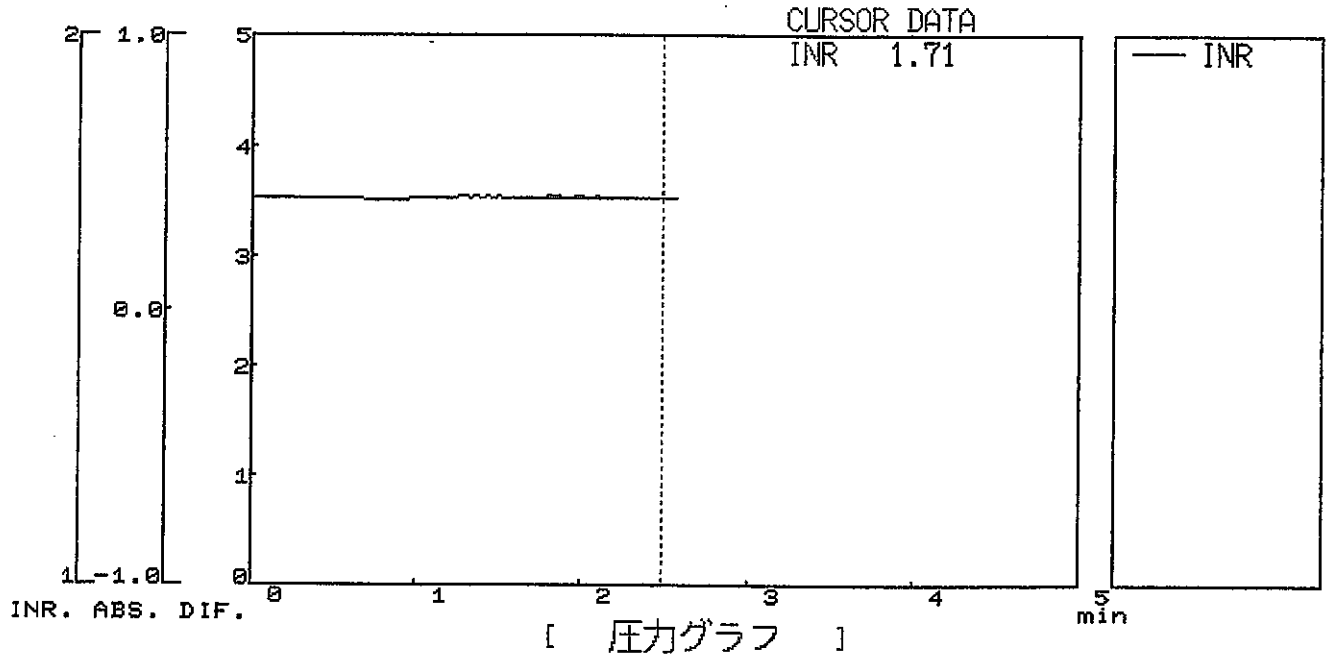
2 6 4 . 4 9 m

初期設定水圧=1.70kgf/cm²

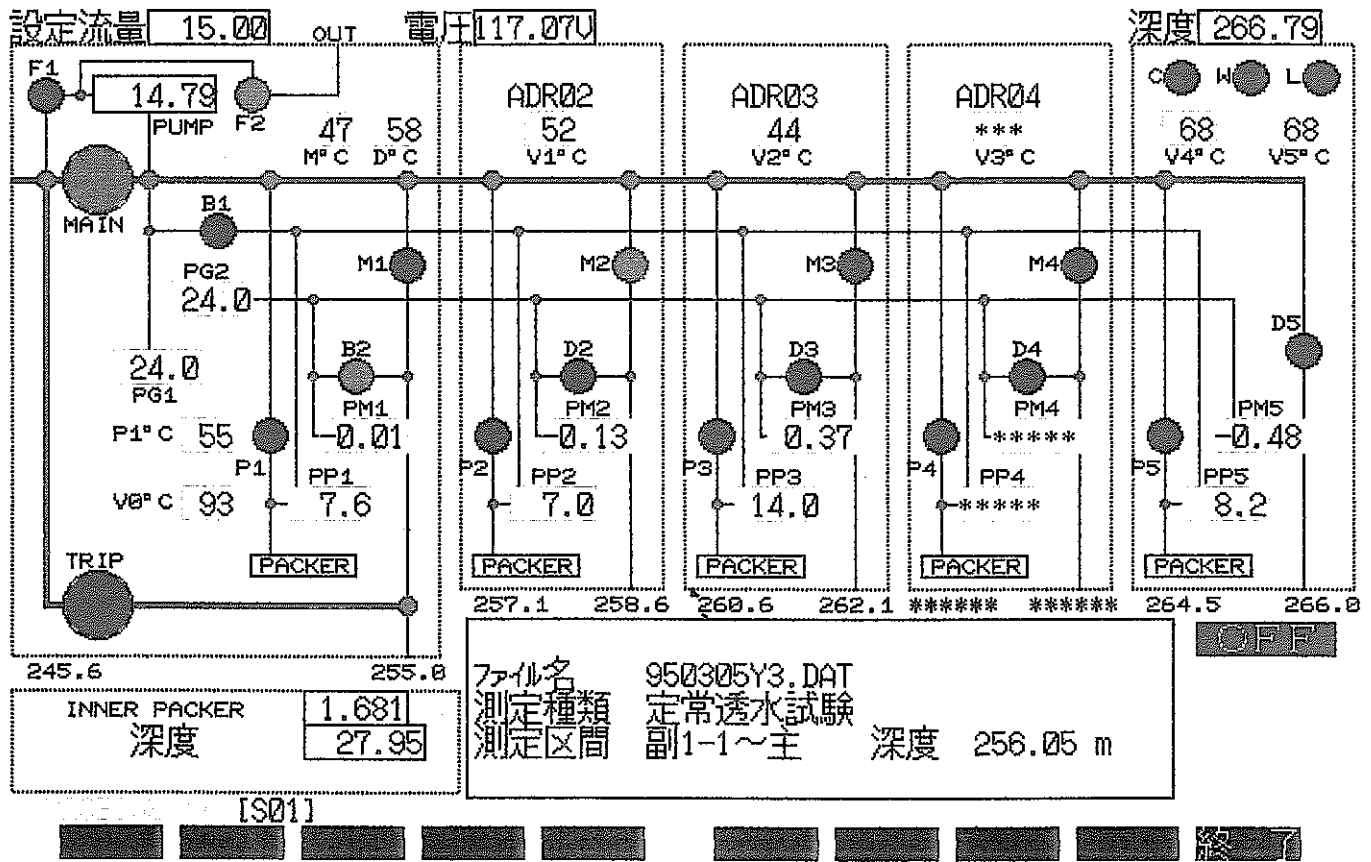


START [S02] 終了

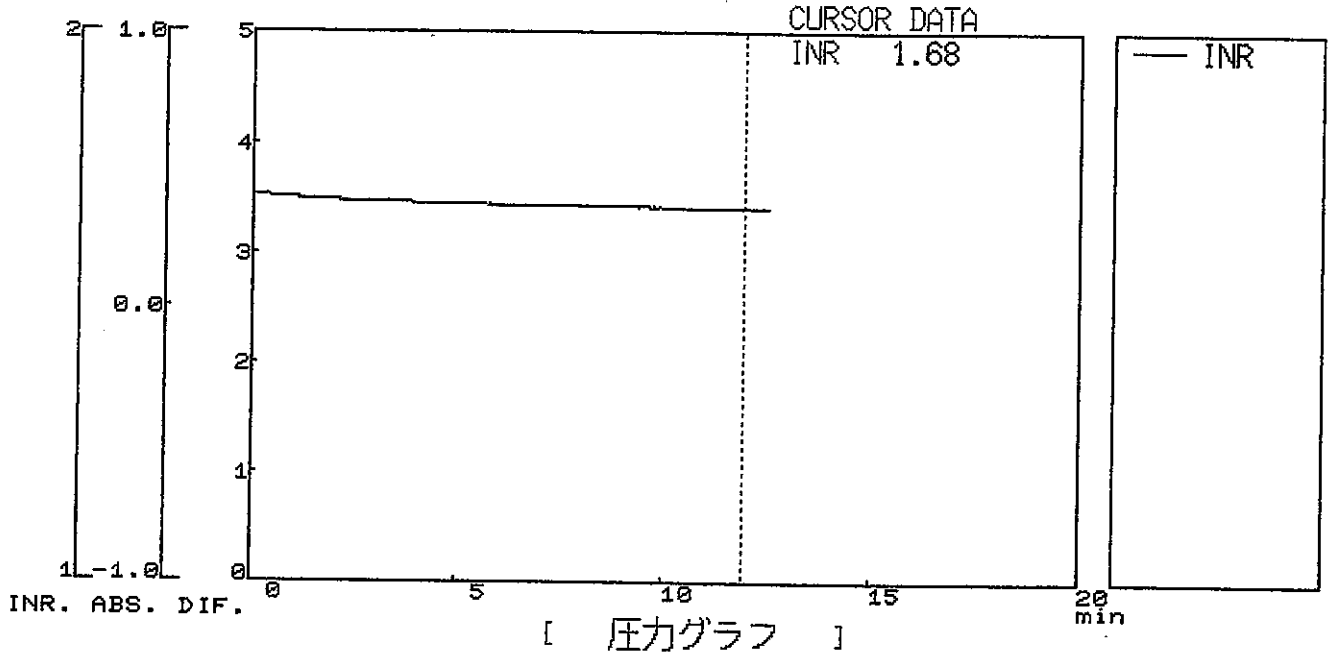
測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧力グラフ]]
測定間隔 [2 秒] コメント [259_264 YOUSUI SIKEN Q=10CC P=1.7]
Kgf/cm2 ファイル名 [950305Y1.DAT]

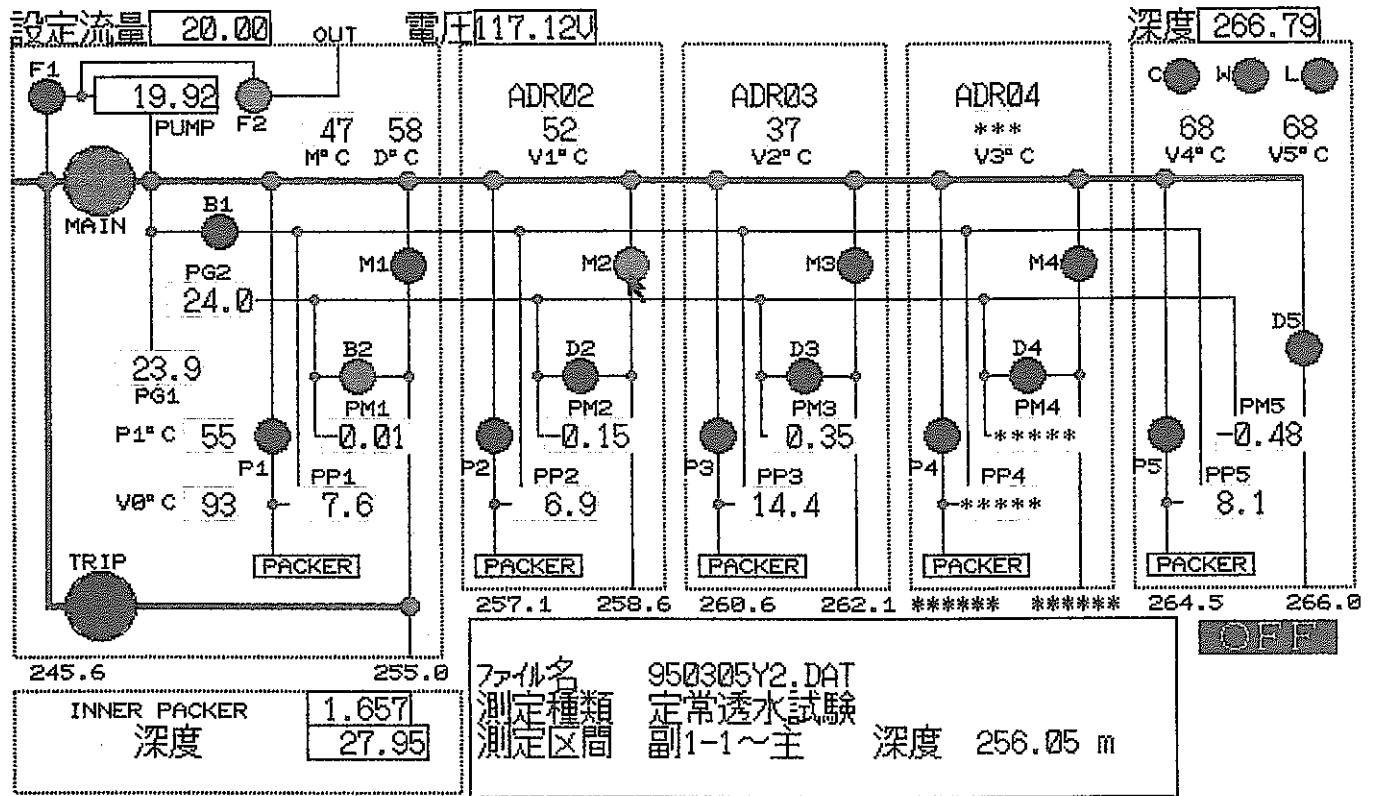


初期値 位置 ファイル 条件 終了

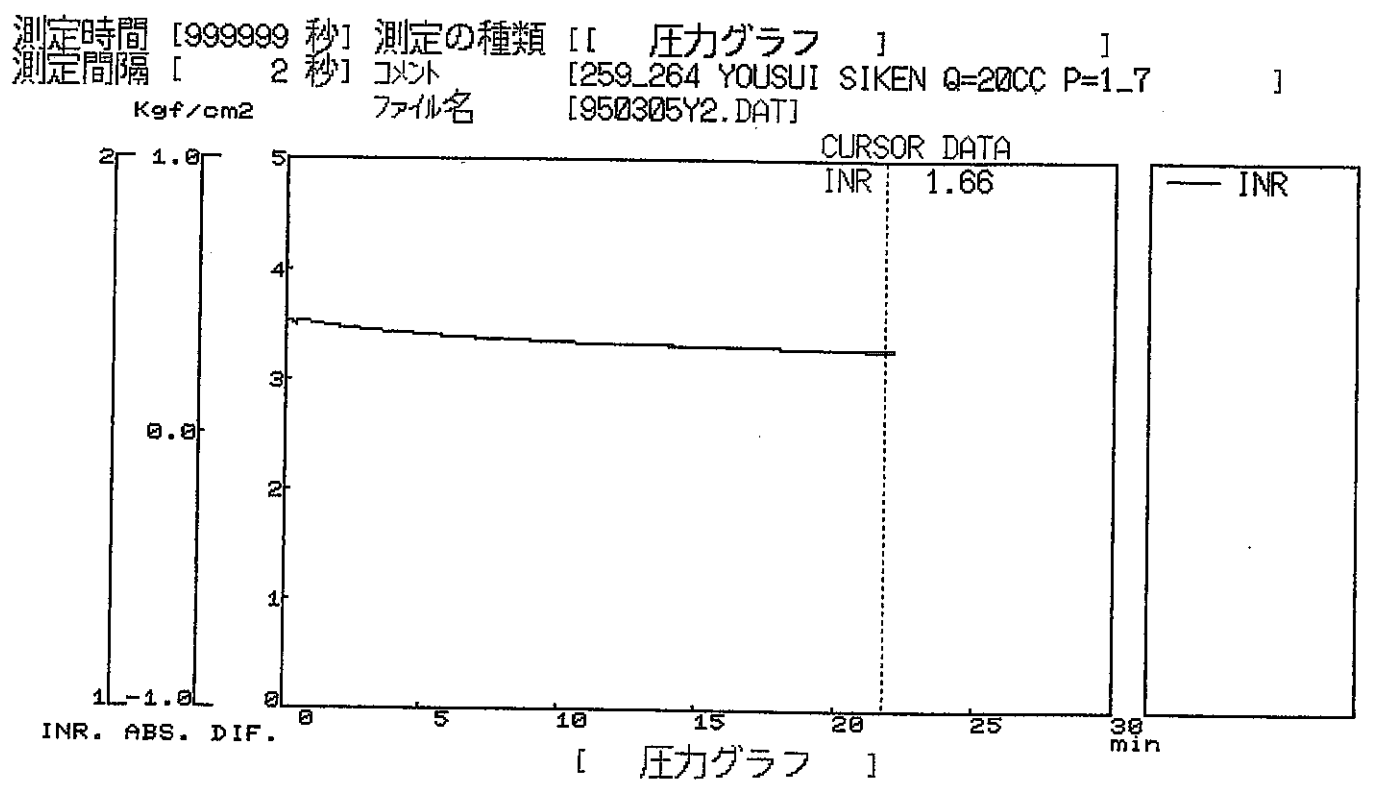


測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ]]
 測定間隔 [2 秒] コメント [259_264 YOUSUI SIKEN Q=15CC P=1.7]
 Kgf/cm2 ファイル名 [950305Y3.DAT]





初期値 [S02] 終了



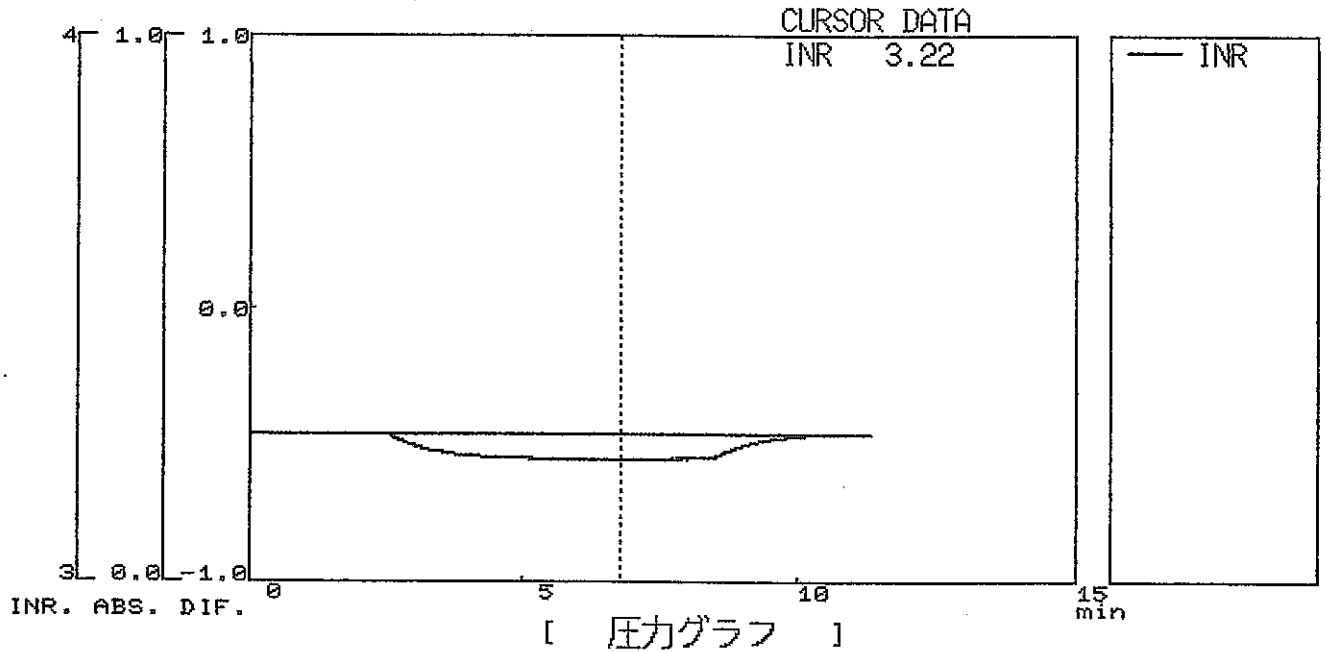
初期値 位置 ファイル 条件 終了

試 験 区 間

G L - 3 3 3 . 0 0 ~

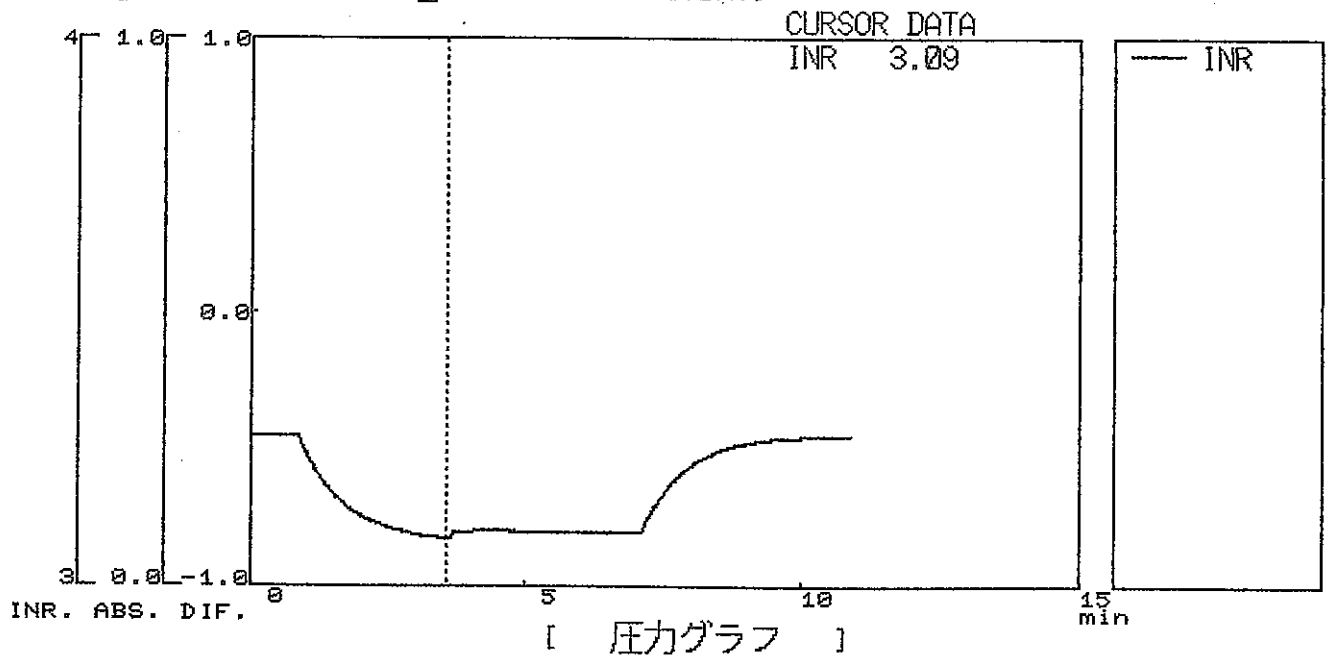
3 3 5 . 0 3 m

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 TEIJYOU YOUSUI 50 100 150 200cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035B.DAT]



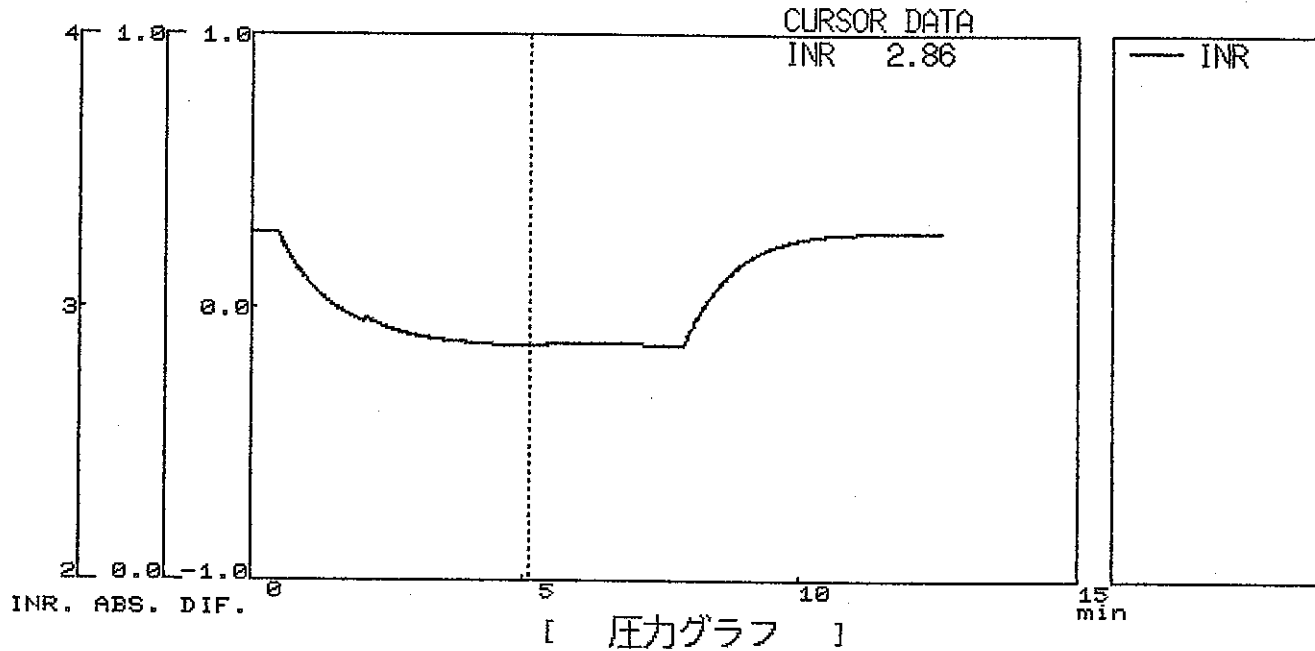
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [337_342 TEIJYOU YOUSUI Q=200cc]
 Kgf/cm2 ファイル名 [9503035C.DAT]



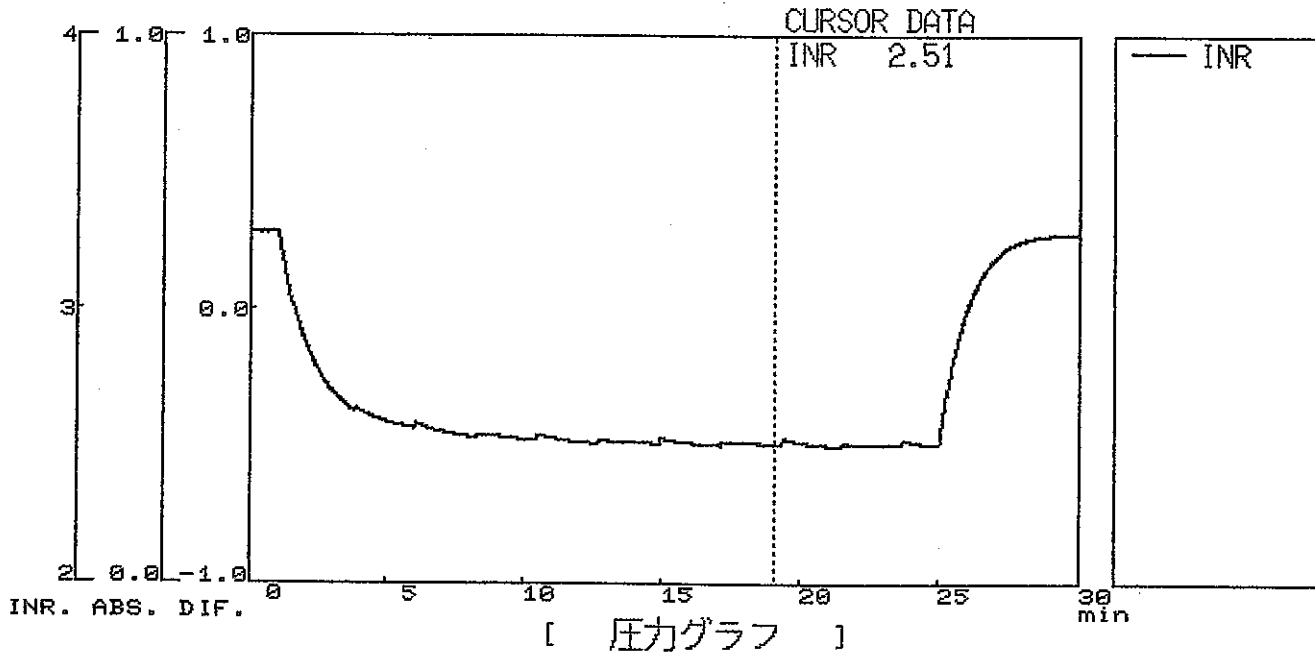
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 TEIJOU YOUSUI Q=400cc]
 ファイル名 [9503035D.DAT]



初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [[圧カグラフ]]
 測定間隔 [1 秒] コメント [333_335 TEIJOU YOUSUI Q=600cc]
 ファイル名 [9503035E.DAT]



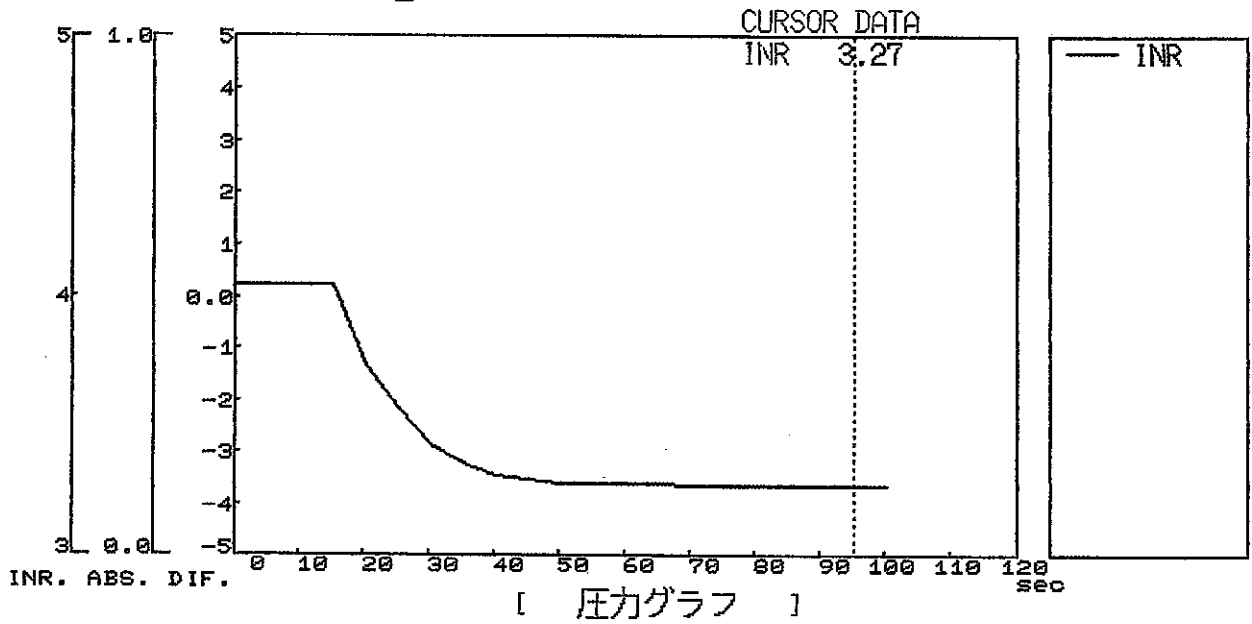
初期値 位置 ファイル 条件 終了

試 験 区 間

G L - 3 3 6 . 5 3 m ~

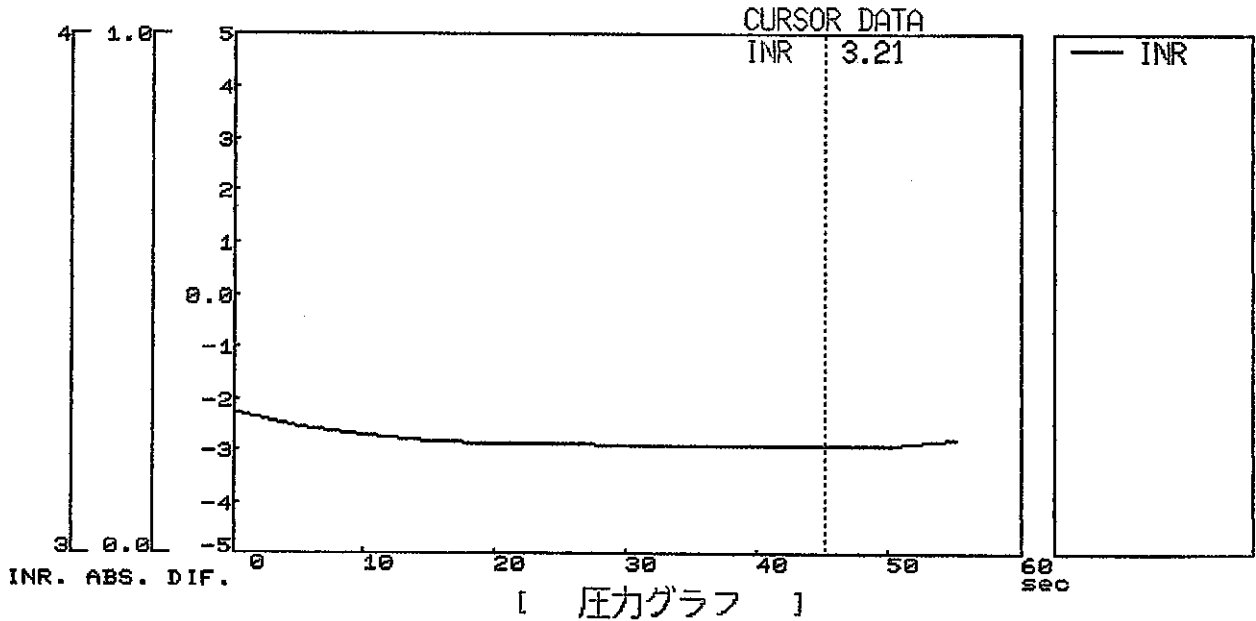
3 4 2 . 0 9 m

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]
 測定間隔 [5 秒] コメント [DANKAI YOUSUI M2 4DANKAI]
 ファイル名 [Q1 .DAT]



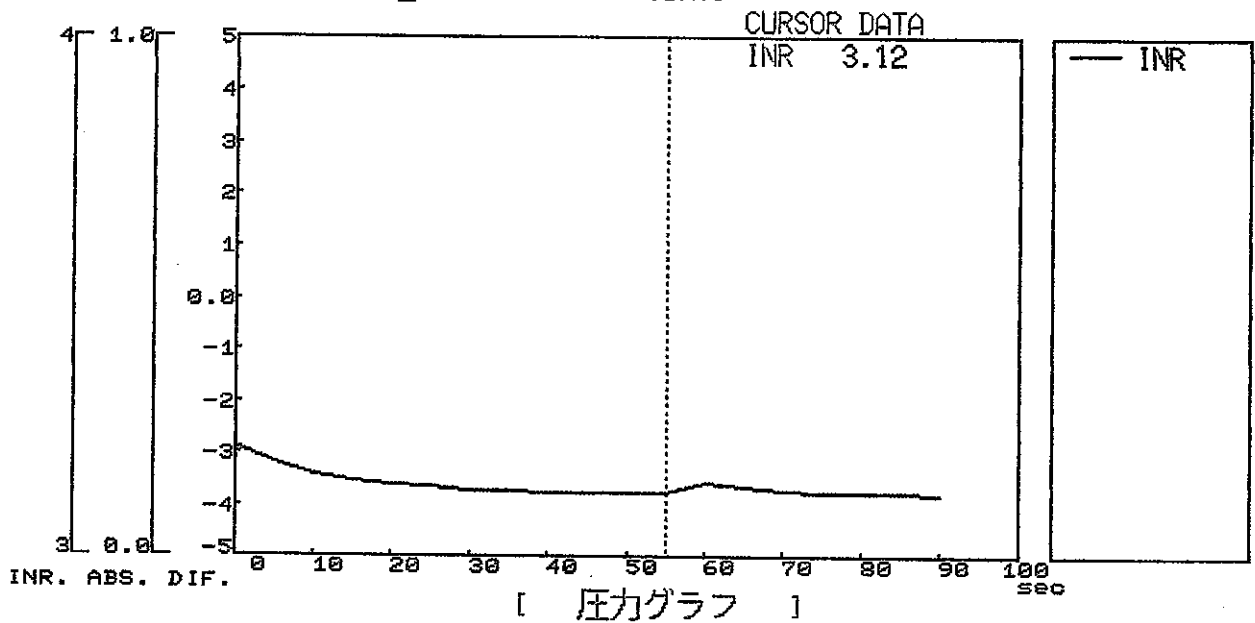
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]
 測定間隔 [5 秒] コメント [DANKAI YOUSUI M2 4DANKAI]
 ファイル名 [Q2 .DAT]



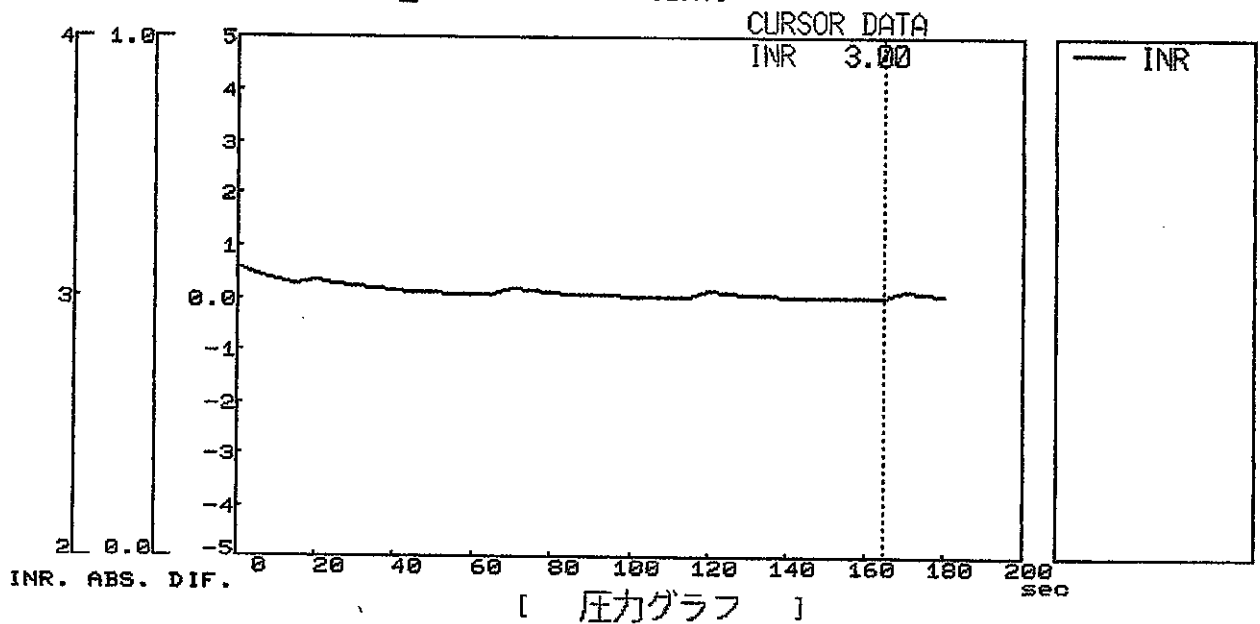
初期値 位置 ファイル 条件 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [5 秒] コメント [DANKAI YOUSUI M2 4DANKAI]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [Q3 .DAT]



初期値 位置 準備 終了

測定時間 [999999 秒] 測定の種類 [パルス注入法]]
 測定間隔 [5 秒] コメント [DANKAI YOUSUI M2 4DANKAI]]
 Kgf/cm2 ファイル名 [Q4 .DAT]



初期値 位置 準備 終了

試 験 記 録 写 真



写真1 整備状況

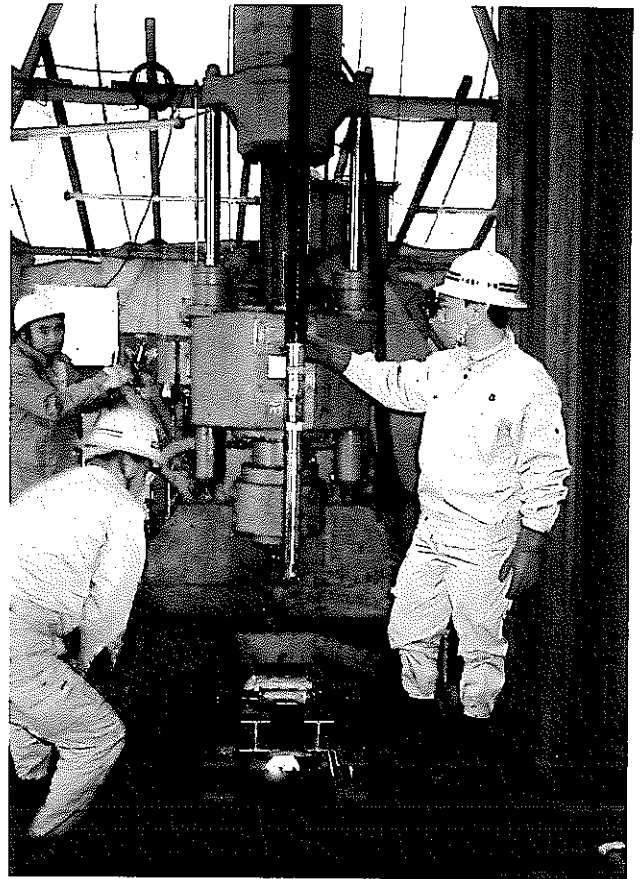


写真2 試験装置挿入状況

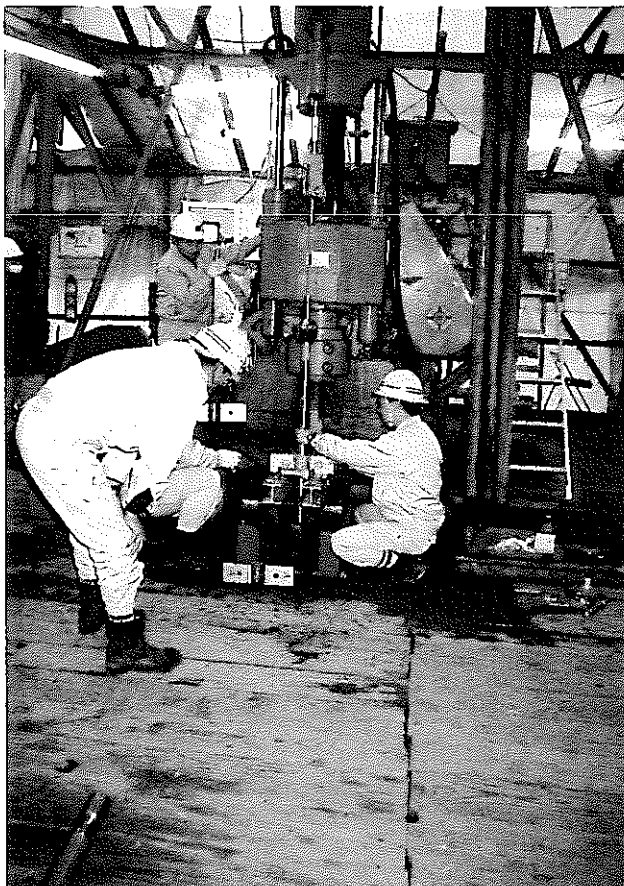


写真3 試験装置挿入状況

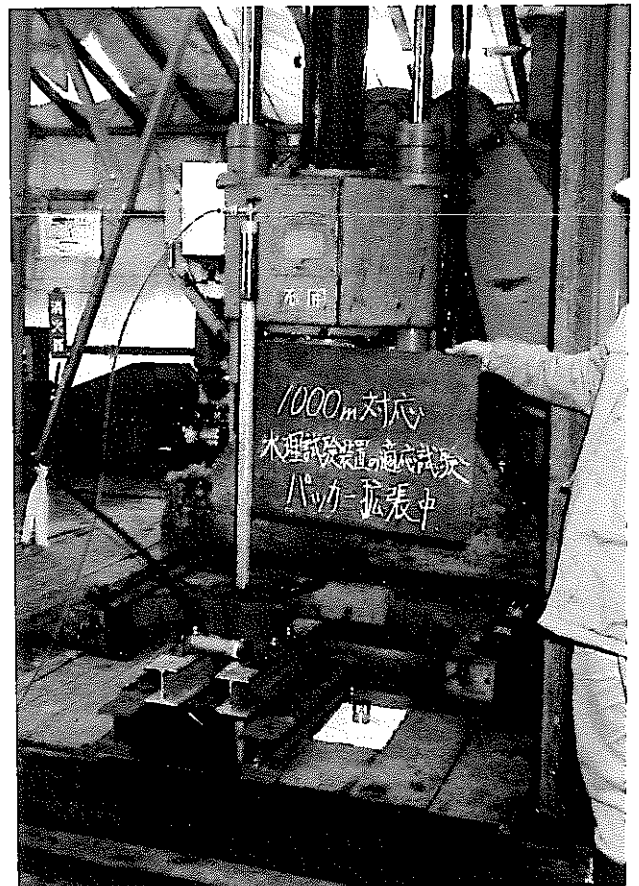


写真4 パッカー拡張状況

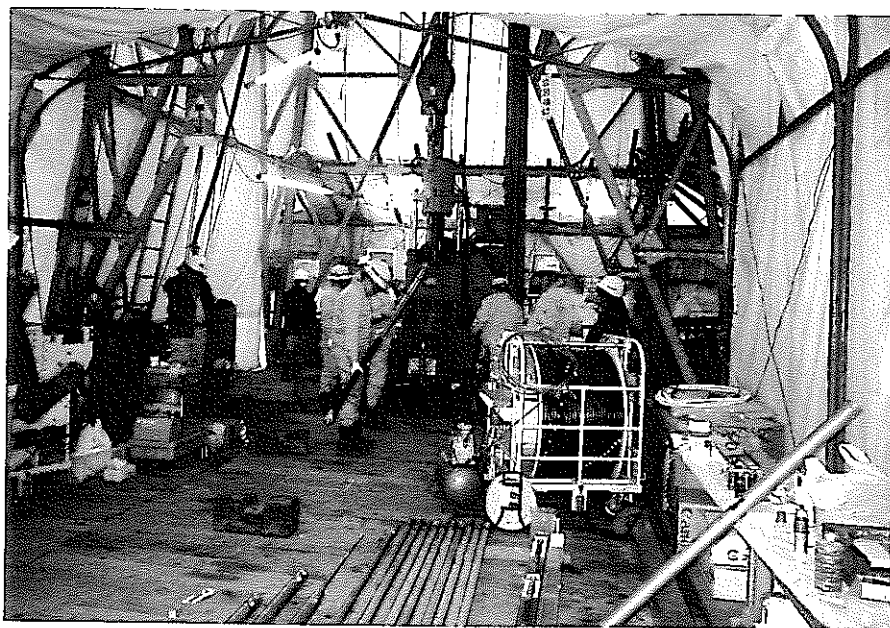


写真5 試験装置挿入状況



写真6 パッカー拡張状況



写真7 水理試験状況

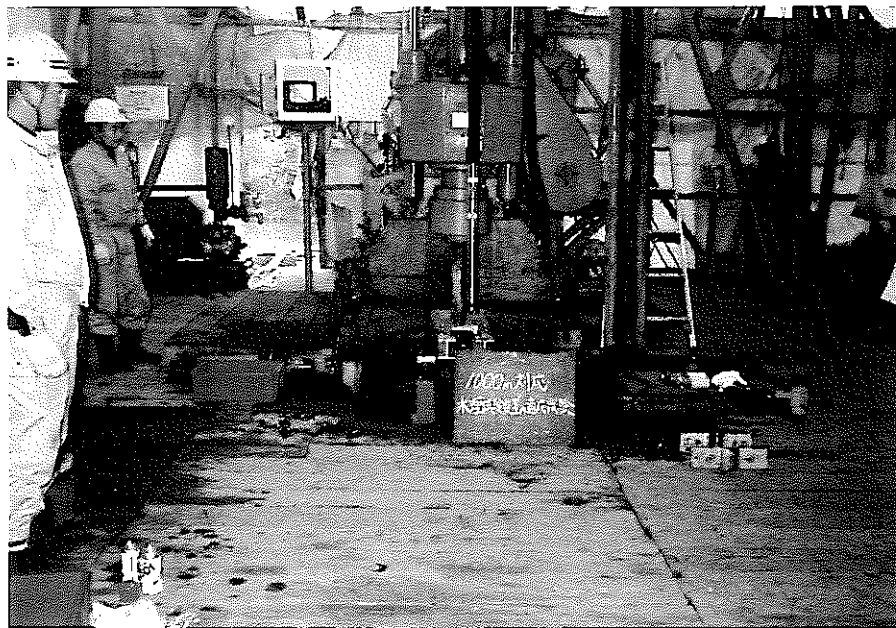


写真8 水理試験状況

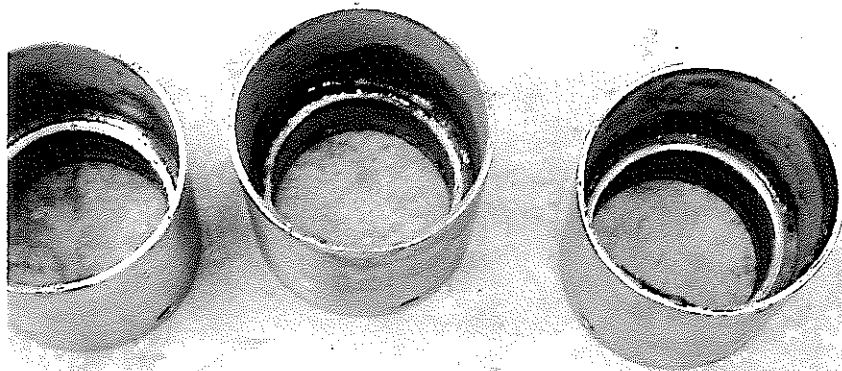


写真9 サビの付着状況

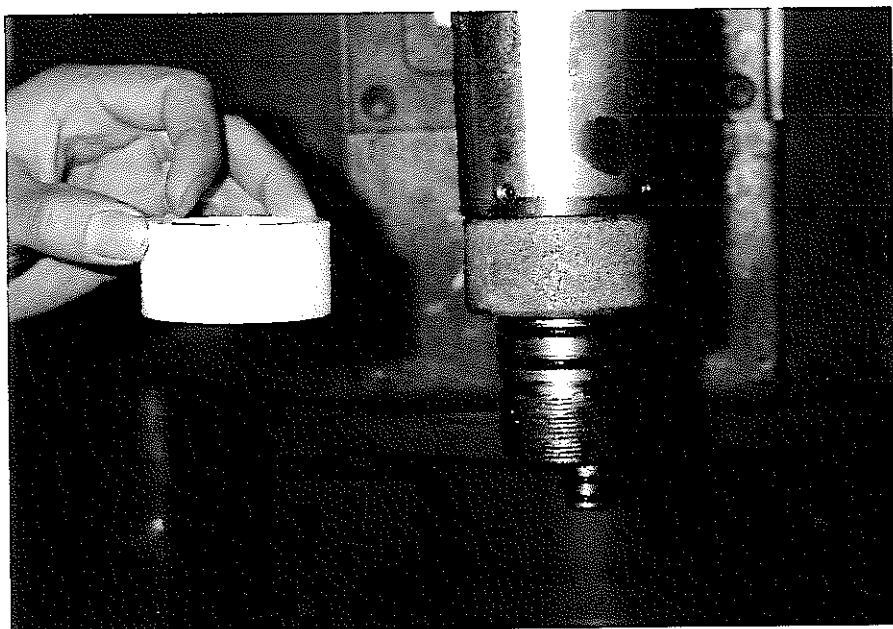


写真10 サビの付着状況



写真11 サビの付着状況

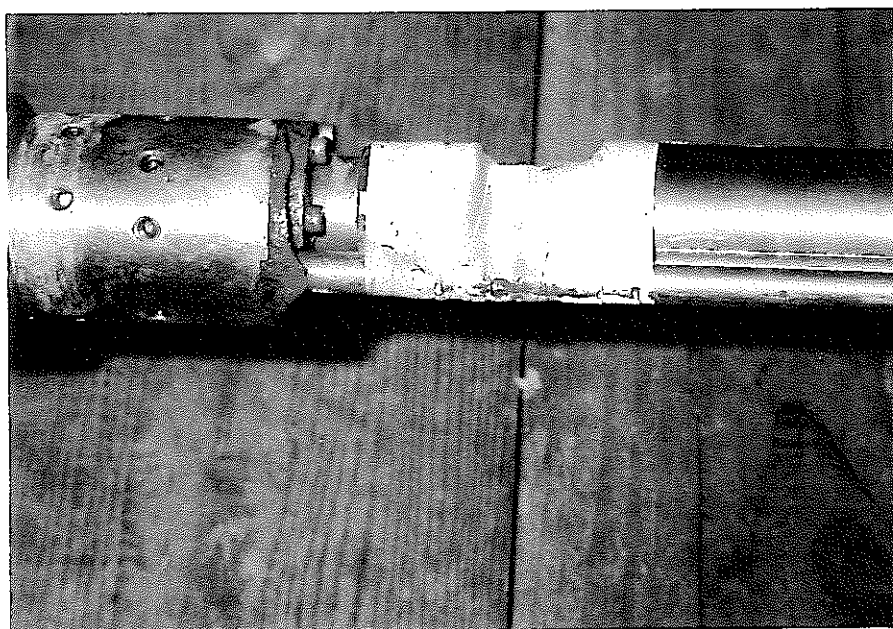


写真12 サビの付着状況