

00007

1563
土研資料第1568号

土 木 研 究 所 資 料

孔内載荷試験の室内試験と現場計測

昭 和 55 年

建設省土木研究所
道路部トンネル研究室

ま え が き

本資料は、トンネル地山の良否を事前に知るための予測手法の開発を目的として、土木研究所トンネル研究室、四国地方建設局、四国技術事務所が、孔内載荷試験について行なった試験研究をまとめたものである。これにより孔内載荷試験の現場への適用性はある程度確立されたと考えられるが、さらに今後の現場計測の蓄積が必要であることも判明した。

この資料がトンネルの施工現場において役立てば幸いである。

昭和55年

トンネル研究室長 今 田 徹

研 究 員 猪 熊 明

目 次

1. 概 要	1
2. 孔内載荷試験	3
2.1 特徴と用途	3
2.2 構 造	6
2.3 取扱い説明	11
2.4 変形係数の算定方法	17
2.5 試験結果の整理に伴う問題点	19
2.6 試験結果の見方	26
3. 室内試験	32
3.1 試 験 目 的	32
3.2 試 験 方 法	32
3.3 試験結果および考察	33
4. 金山トンネル現場計測	38
4.1 調 査 目 的	38
4.2 調 査 概 要	38
4.3 調査結果および考察	42
5. 孔内載荷試験に関する計測計画	49
5.1 孔内載荷試験の適用性	49
5.2 水平ボーリング	51
5.3 計 測 計 画	53
6. あ と が き	57
参 考 文 献	58
巻末資料編	59
その1. 室内試験データ	59
その2. 金山トンネル現場計測データ	95

1. 概 要

通常、トンネル工事を対象とする調査は、〔1〕路線選定のための調査、〔2〕設計・施工計画のための調査、〔3〕施工中の調査、の3段階に区分される。¹⁾ このうち〔1〕では、地形、地質調査、環境調査その他一般に概略的な調査が、〔2〕において、実施設計、工事計画、積算等に必要な基礎的資料を得るため、精密な地質調査が行なわれる。この〔1〕、〔2〕の調査が事前調査となるが、方法としては、地表踏査と坑口付近の2～3本のボーリング（垂直）、および弾性波探査が実施され、それらの結果により対象地盤の分類を行ない、トンネル工事の計画がたてられるのが普通である。

ところで、弾性波探査は、横坑やボーリングなどにより調査できない部分の性状をとらえることができ、また局部的な影響を受けないマクロな地盤の状況を把握できるため、トンネルのように長い区間の調査としては非常に有効な手段である。しかし反面この調査法は、間接的な試験であるため地盤の良否について明確な判断をするには不十分であり、また弾性波速度値を左右する要因と地盤の力学的性質を左右する要因とは必ずしもよく対応するとは限らないと言われている。また、坑口付近の垂直ボーリングについても、得られる情報は一部に限られているにすぎない。このため、地質構造が複雑であったり、岩相の変化が激しい場合には、事前調査による予測に狂いを生じ、当初の計画を大幅に変更しなければならない場合がある。このような場合、工事と並行して行なう〔3〕施工中の調査が有効となる。

施工中の調査は、トンネル坑内における調査が主で、施工中に生ずる問題点の予測および確認、設計変更、施工管理、補償および後日のための資料を得ることを目的としている。調査としては、水平ボーリング、ボーリング孔内試験が中心となる。このうち孔内試験には弾性波速度検層法、電気検層法、密度検層法、孔内載荷法などがあるが、実際に力学的に地山を変位させる孔内載荷法は、それだけ直接的に地山の力学定数を与える利点を有している。本報告は、このボーリング孔内載荷法に関して、トンネル工事における調査としての適用性について検討したものである。

ボーリング孔内載荷試験は、複雑な岩盤の性質を把握するには試験規模が小さいという欠点はあるが、経済的、能率的で、しかも試験結果が直ちに判明するという長所を有しているためトンネルに限らず種々の地盤調査の一環として、広く用いられるようになってきている。

この孔内載荷試験は、主としてその載荷機構の違いにより2つに大別できる。1つは、ポアホールダイラトメータ（孔内膨張計）と呼ばれるもので、これはゴムチューブ等を介して、孔壁全周にわたって放射状等分布荷重を与える装置である。もう1つの孔内載荷試験機として、ポアホールジャッキがある。これは、ボーリング孔の円周の一定部分に、一定方向の圧力を剛性載荷板を介して与える装置であり、前者が等分布荷重形式であるのに対して、これは等変位

形式となっている。

本研究においては、等変位形式のボアホールジャッキであるKKTを取りあげ、まずこの試験機の説明を詳細に行ない、つぎに、割れ目の少ない比較的マッシブな岩石供試体（花崗岩、安山岩、凝灰岩）を用いて、室内模擬試験を行ないKKT試験結果と岩石コアによる一軸圧縮試験結果の相関性を調べた。²⁾ さらに、トンネル坑内の切羽において孔内載荷試験による現場計測を行ない、その結果と採取コアによる岩石試験結果（一軸圧縮試験、超音波試験、圧裂試験、物理試験）およびトンネルの施工実績との関連性について調べた。³⁾ そして、これら室内試験と現場計測の結果をもとに、今後トンネル調査の一環として孔内載荷試験を実施する上での具体的な計測計画と現地で入手しうる岩盤計測データをトンネルの設計・施工に活用していく手段について検討を加えた。本研究の方針を図1-1に模式的に示す。

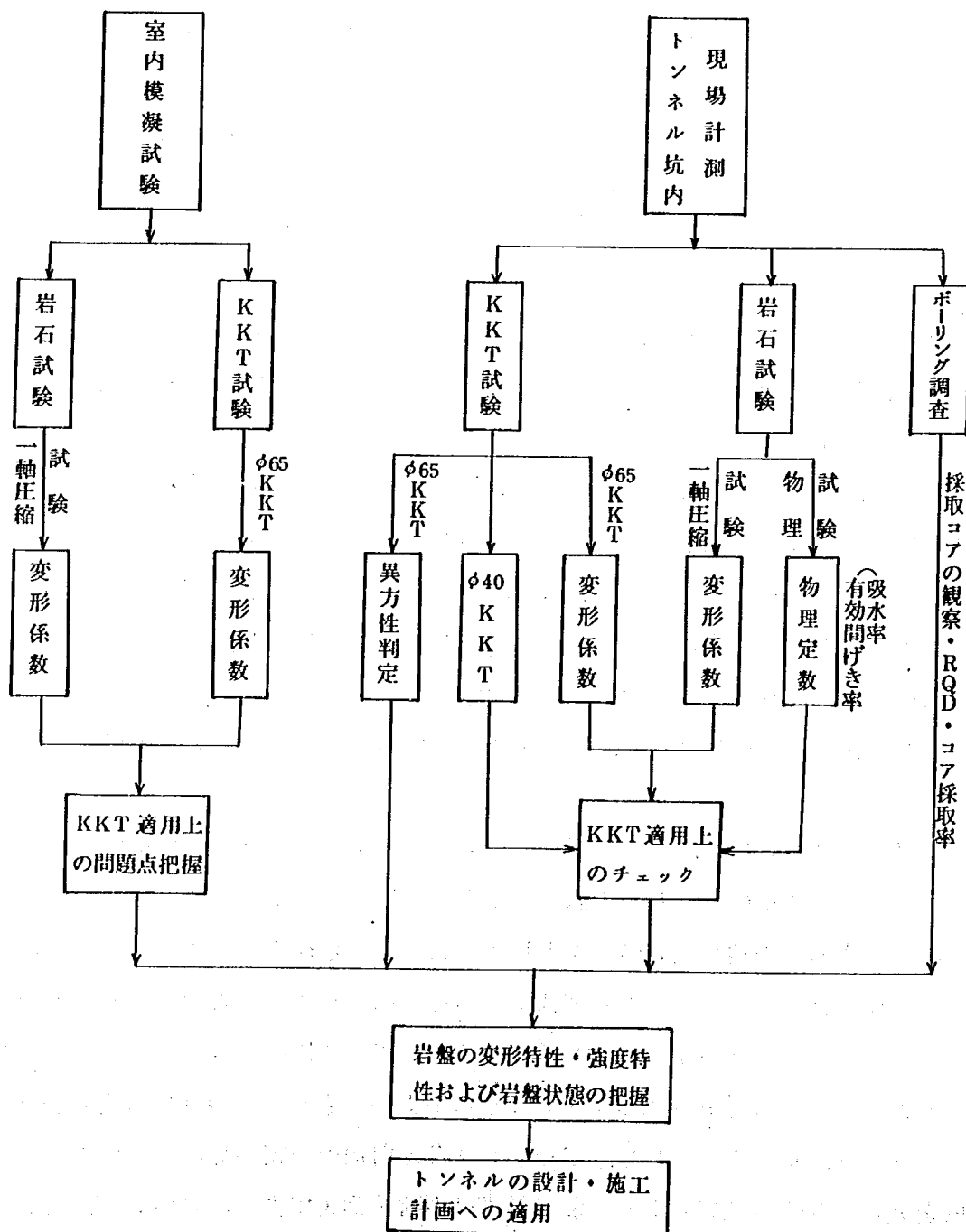


図1-1 研究のフロー・チャート

2. 孔内載荷試験の説明⁴⁾

2.1 特徴と用途

孔内載荷試験装置は、載荷方式の違いにより図2-1に示す2つに大別できる。図2-1 (a)はボアホールジャッキタイプであり、剛性載荷板により孔壁を等変位に載荷する。一方、図2-1 (b)の孔内膨張計は、ゴムチューブタイプのもので、孔壁全周に等分布荷重を載荷する。

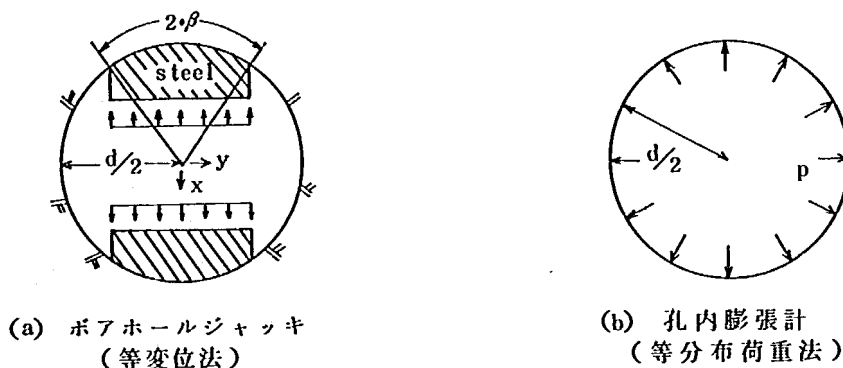


図2-1 孔内載荷試験法

今回孔内載荷試験に用いたものはボアホールジャッキ・タイプ (Borehole Jack Type) のもので、川崎地質協会の作製したものである。

これは、特殊小型ジャッキに載荷板をとりつけたもので、この装置をボーリング孔内に挿入し、地上より高圧オイルポンプにて加圧することにより載荷板に水平力を与え、孔壁に応力を作成せしめ、後述する方法で応答変位量を読み取ることによって試験深度に存在する地盤の応力～変位関係を求める装置である。

ボアホールジャッキタイプの特徴としては

- ① 載荷ジャッキ本体は、すべての部材が金属でできているため丈夫で破損することがない。
- ② 載荷加圧力が大きいため、岩盤では軟岩から硬岩に至るまで適用でき、さらに弾性領域を起えた試験も可能なため、その強度値も算定できる。
- ③ 載荷方向が一定なため、地盤の異方性の度合を調べることができる。

などがあげられる。

また、用途については、測定結果から地盤の横方向K値、変形係数E値、降伏強度 P_y 値内部摩擦角 ϕ 、粘着力Cなどが求められ、さらに岩壁では、その変形特性、強度特性や岩盤状態を知ることができるため、種々の土木構造物の設計のための地耐力算定に用いることができる。

今回試験に用いたボアホールジャッキタイプの孔内載荷試験機は川崎地質協会製でKK Tと呼ばれ表2-1に示すような種類がある。また、表2-2にそれぞれの仕様を示す。

表 2 - 1 各種 KKT の特徴および適用

各 種		特 徴 お よ び 適 用	適 用
標準型	ø 8 5 型	N 値が 0 ~ 1 0 回の通常の土砂地盤に用いられ、充分な載荷板ストロークを有しているため、地盤の降伏強度も判定できる。	土 質 地 上 用
	ø 8 5 型 (圧力計、変位計内蔵)	載荷ジャッキ部の圧力、変位量が測定でき、自記記録も可能である。	
動的	ø 8 5 型 (圧力計、変位計内蔵)	耐震性の問題となる土砂地盤 (N 値 = 0 ~ 5 回程度) の動的変形特性を調べるために用いる。	
高圧型	ø 6 5 型	通常の岩盤調査に用いられ、強大な加圧力と充分な載荷板ストロークを有している。	岩 盤 地 上 用
	ø 6 5 型 (圧力計、変位計内蔵)	載荷ジャッキ部の圧力、変位量が測定でき、精度高い測定結果が得られ、自記記録も可能である。	
	ø 4 0 型	一般のボーリングマシンを用いなくても、トンネルのせん孔用の碎機等で掘削した孔で手軽に載荷試験ができる。	
超高圧	ø 6 5 型 (圧 力 計 内 蔵)	最大加圧力が特に強大なため、岩盤の変形特性はもとより降伏強度も一部硬岩を除き測定可能である。	

表 2 - 2 各種 K K T の仕様一頼表

機 種 目 名	標準型 K K T		動的 K K T	高 圧 型 K K T			超高圧 K K T
	φ 8 5	φ 8 5 (圧 力 変位計付)	φ 8 5 (圧 力 変位計付)	φ 6 5	φ 6 5 (圧 力 変位計付)	φ 4 0	φ 6 5 (圧力計付)
加 圧 方 式	油 圧 (剛性載荷板による等変位載荷)						
最大加圧力 (kg/cm ²)	5 0	5 0	1 0	3 3 0	2 7 0	9 0	8 6 0
載 荷 板 形 状 加圧ピストン	剛 板 円筒矩形 6 個	(同 左) (同 左) 4 個	(同 左) (同 左) 4 個	(同 左) (同 左) 7 個	(同 左) (同 左) 6 個	(同 左) (同 左) 7 個	(同 左) (同 左) 5 個
載 荷 板 寸 法 (mm)	幅 長さ 8 5 × 3 0 0	6 0 × 3 0 0	6 0 × 3 0 0	3 0 × 2 5 0	3 0 × 2 6 0	3 0 × 3 0 0	3 0 × 1 8 0
ジャッキ本体長さ (mm)	4 8 0	5 4 0	5 4 0	4 1 0	4 3 0	5 0 0	9 6 0
外 径 (mm)	8 5	8 5	8 5	6 5	6 5	4 0	6 5
重 量 (kg)	1 8	2 3	2 3	9	1 0	5	2 0
ジャッキストローク (mm)	2 4	1 8	1 8	1 6	8.5	8	1 6
加 圧 操 作	油圧ポンプ	(同 左)	(同 左)	(同 左)	(同 左)	(同 左)	(同 左)
圧 力 検 出 法	油圧ポンプ 部における 圧力変換器 から平衡指 示計	同左および 内蔵圧力変 換器から平 衡指示計	内蔵圧力変 換器からア ンプおよび 指示計	油圧ポンプ における圧 力変換器か ら平衡指示 計	同左および 内蔵圧力変 換器から平 衡指示計	油圧ポンプ 部における 圧力変換器 から平衡指 示計	内蔵圧力変 換器から平 衡指示計
変 位 量 検 出 法	スタンドバ イプの読み (逆沈オイ ル量)	デジタル表 示 (ポテン ショメータ) およびス タンドバイ プの読み	内蔵変位計 (ポテンシ ョメータ) からアンプ および指示 計	スタンドバ イプの読み	デジタル表 示 (ポテン ショメータ) およびス タンドバイ プの読み	スタンドバ イプの読み	(同 左)
精 度 (変 位)	1/100mm	(同 左)	-	1/100mm	(同 左)	(同 左)	(同 左)
キャリブレーション	鋼製厚肉バ イプと DG	(同 左)	(同 左)	(同 左)	(同 左)	(同 左)	(同 左)
そ の 他	トリーマー 付	(同 左)	(同 左)	載荷面積を プレスケー ルで測定可 能	(同 左)	(同 左)	(同 左)

2.2 構造

ボアホールジャッキタイプ孔載荷試験装置の原理はジャッキに載荷板を取り付け、その載荷部本体をボーリング孔内に挿入して、載荷試験を行なうものである。今回実験に用いた高圧型 K K T をとり、ボアホールジャッキタイプの孔内載荷試験機の構造を説明する。

図 2-2 より、載荷部本体からは 2 本の高圧ホース (B) が地上の高圧ポンプ (A) に接続されており、この 2 本の高圧ホースの一方より高圧ポンプにて加圧することによって載荷板を押し上げる。また、載荷ジャッキ本体に使用しているシリンダーにはいずれもピストンを押出すためのオイルを送る穴と、載荷試験終了後、ピストンをシリンダーの中へ退入させるためのオイルを送る穴の 2 つがある。測定時に一方の穴から加圧することにより、ピストンが押し出されるとシリンダー内のオイルが他の一方のホースを通じて地上のスタンドパイプに環流し、載荷板の変位置に比例してオイル量が変わるので、そのオイル変化量を載荷板変位置に換算するようになっている。

K K T の主要部は、図 2-2, 3 に示す如く大別してつぎの各部より構成されている。

- | | |
|---------|--|
| (1) 載荷部 | 載荷ジャッキ本体部
載荷板 |
| (2) 加圧部 | 手動式加圧ポンプ本体部
高圧ホース
四方向切替コック |
| (3) 計測部 | 圧力変換器
圧力指示器 (自動平衡指示器)
ビューレットスタンドパイプ
変位計 (ポテンショメータ)
変位指示器 |

以下各主要部の詳細について説明する。

2.2.1 載荷部 (図 2-4 参照)

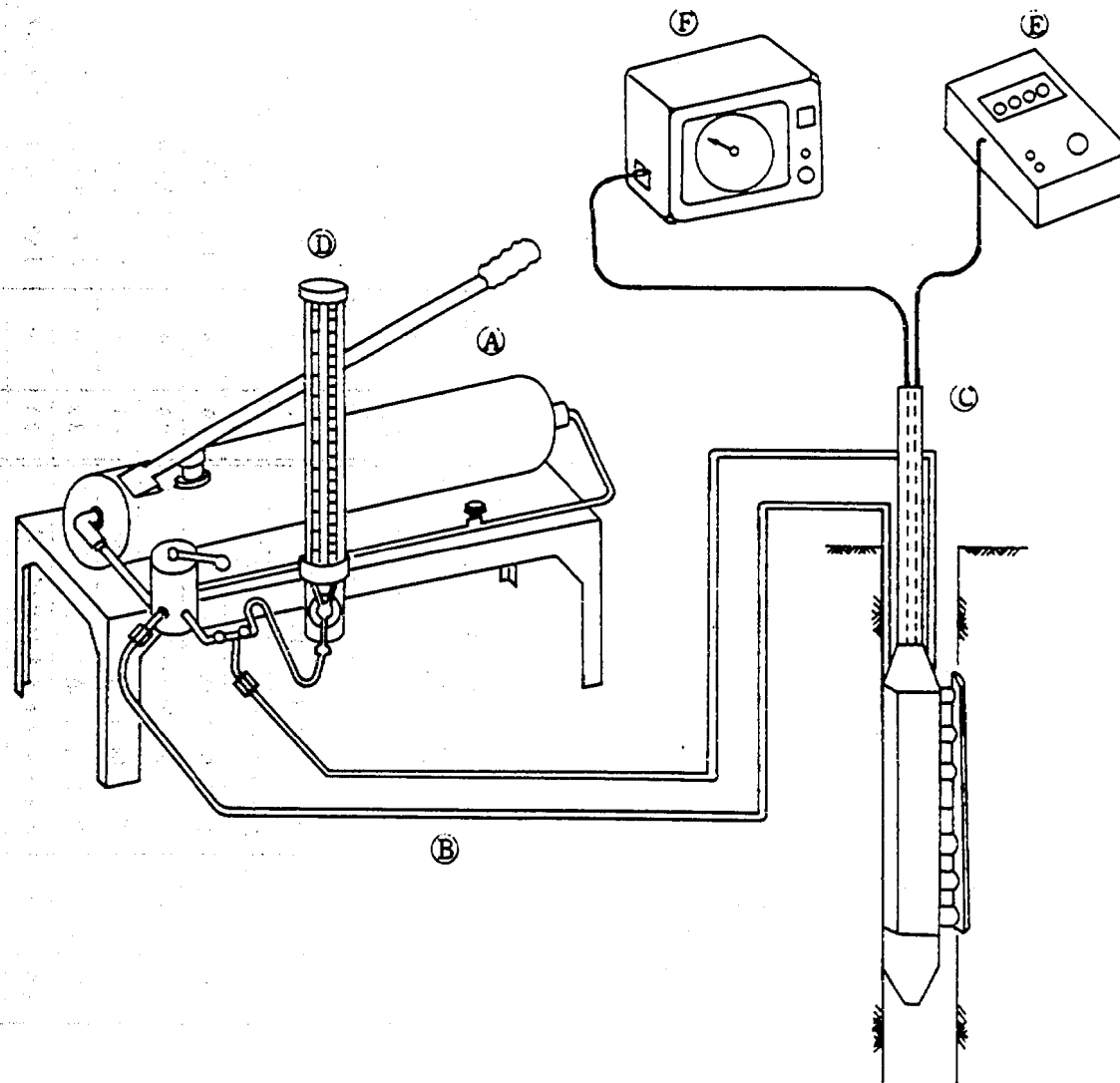
a) 載荷ジャッキ本体部①

土砂地盤用の標準型 K K T と岩盤用の高圧型 K K T があり、それぞれのタイプによりピストンの本数が異なるが、その基本的な構造は同じである。図 2-4 に、載荷ジャッキの構造図を示す。ジャッキ内のピストンは、地上よりポンプにて加圧することにより、押し出しと退入が切替コックによって自由に操作しうるようになっている。

＜載荷時の状態＞

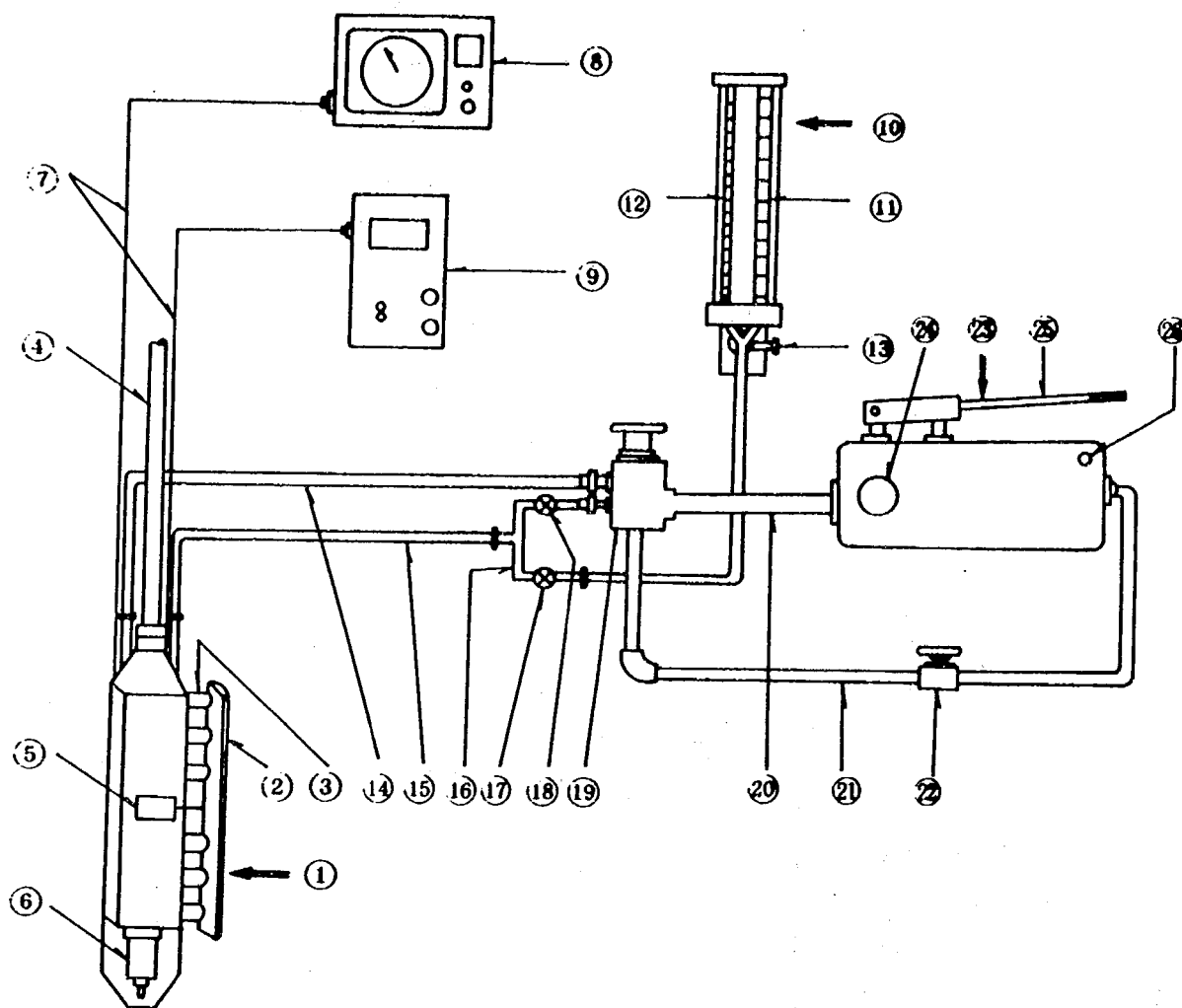
手動式高圧ポンプからピストン押し出用パイプ①より加圧オイルを送入すると、各押し出用シリンダー②内に入り、ピストン③を押し出す。ピストンの先端には載荷板④を固定ビス⑤

図2-2 KKT一般見取図



記号	種別	器具名称
①	加圧部	手動式加圧ポンプ
②		高圧ホース
③	載荷部	載荷ジャッキ
④	計測部	変位量測定器 (スタンドパイプ)
⑤		変位量測定器 (デジタルヒズミ計)
⑥		圧力測定器 (自動平衡指示計)

図2-3 KKT一般構造図



番号	種別	器具名称	番号	種別	器具名称
1	被荷部	被荷ジャッキ本体部	14	加圧部	高圧ホース③(ピストン押出用)
2	"	被荷板	15	"	高圧ホース④(ピストン退入用)
3	"	ピストン	16	"	ミニチュアバルブ
4	"	ボーリング用ロッド	17	"	ストップバルブ ⑤
5	計測部	変位計(ポテンショメータ)	18	"	ストップバルブ ⑥
6	"	圧力変換器	19	"	四方向切替コック
7	"	キャプタイヤコード	20	"	オイル送り用パイプ
8	"	圧力指示器	21	"	オイル戻り用パイプ
9	"	変位指示器	22	"	ストップバルブ ⑦
10	"	ビューレットスタンドパイプ	23	"	手動式加圧ポンプ本体部
11	"	第1ビューレットパイプ	24	"	加圧用バルブ
12	"	第2ビューレットパイプ	25	"	ポンプレバー
13	"	ストップバルブ ⑧	26	"	エア充填用バルブ

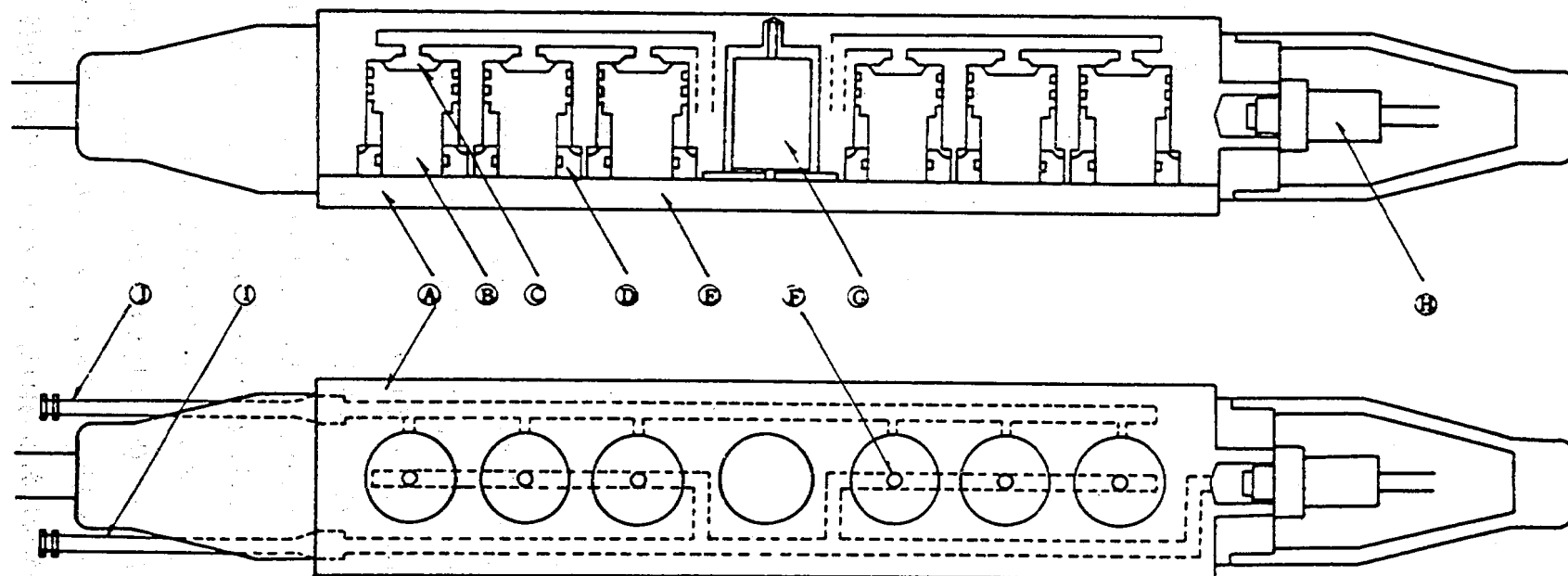


図-4 KKT 載荷ジャッキ

構造図

記号	名称	記号	名称
A	載荷ジャッキ本体	F	載荷板, ピストン固定ビス
B	ピストン	G	変位計 (ポテンシオメータ)
C	シリンダー	H	圧力変換器
D	ピストンキャップ	I	ピストン押出用パイプ
E	載荷板	J	ピストン退入用パイプ

で固定するようになっているので載荷可能となる。ピストンが押出されると退入用シリンダー内に充てんしているオイルは、ピストン退入用パイプ⑩を通り、地上に押出される。この量が載荷板の変位量として記録される。

《除荷およびピストン退入時の状態》

除荷の場合は、地上での減圧操作により行なう。さらに、ピストンを退入させる際は、地上の切替コックにより、オイルの流通経路を逆にすることによって、退入することができる。

なお、本ジャッキに使用するオイルは、スピンドル油である。

b) 載荷板⑥

載荷板は、ボーリング孔壁に密着するように孔径に適合させたものを用いる。

2.2.2 加圧部(図2-3参照)

a) 手動式加圧ポンプ本体部 ⑬

本ポンプより高圧ホースにて載荷ジャッキに接続され、所定の圧力をジャッキに伝達する。また、このポンプは高低圧用になっており、加圧力が 20 kg/cm^2 以上で高圧用に自動的に切替えられ、レバーが軽くなる。最大加圧能力は 700 kg/cm^2 となっている。

b) 高圧ホース⑭および⑮

高圧ホースは、ピストン押出用として耐圧 700 kg/cm^2 、ピストン退入用には耐圧 350 kg/cm^2 のシンフレックス高圧ホースを使用している。

c) 四方向切替コック⑯

このコックは、ポンプによって加圧されたオイルを、ピストン押出時とピストン退入時のそれぞれに応じて切り替えるためのもので、〔ピストン押出用(開用)〕と〔ピストン退入用(閉用)〕および〔中位〕の3つの位置に切り替わるようになっている。例えば、コックをピストン押出の位置に切り替えて、ポンプよりオイルを送り出すと、まず⑳ オイル送りパイプから㉑四方向切替コックの中に入りその内部で㉒ピストン押出用高圧ホース㉓の方向へ導かれる。そして、載荷ジャッキから押し戻されたオイルは㉔のピストン退入用ホース㉕中を切替コックの方向へ逆流し、その内部を通過し㉖オイル戻り用パイプより加圧ポンプへ戻る。しかし、測定中は、㉗のストリップバルブ㉘を閉め㉙のストップバルブ㉚を解放するのでオイルは、㉛のスタンドパイプへと導かれる。

一方、〔ピストン退入用(開用)〕の位置に切り換えた場合、これと全く逆の状態となり、㉚ストップバルブ㉘を閉じない限り、オイルはポンプの方へ戻るようになっている。なお、切替コックが〔中位〕の位置にある場合は、ポンプからオイルは切替コックの内部より直接㉖のオイル戻り用パイプに連絡され、ポンプへと循環するので両ホースとも遮断された状態になる。

2.2.3 計測部 (図2-3参照)

a) 圧力変換器⑥

⑥圧力変換器(図2-4では⑪)は、載荷ジャッキ本体に内蔵されており、加圧用オイルと連通しているため載荷板に作用する加圧力をそのまま⑦キャプタイヤコードを介して⑧圧力指示器に伝える。

b) 圧力指示器⑧

オイル圧力を広角メータの目盛上に指針の振れで表わすようになっているもので、測定方式はサーボ機構に無定位型の特殊な可動線輪型メータを使用した誘導型の自動平衡式となっている。内蔵熱電池で約20時間の連続使用が可能である。

c) ビューレットスタンドパイプ⑩

載荷ジャッキのピストン押出によって、オイル退出用シリンダーから押し出されたオイルを⑮の高圧ホース⑮より⑩ビューレットスタンドパイプに導き、⑪、⑫のビューレットパイプによって、そのオイル量をcc単位で計測する。⑪の第1ビューレットパイプは通常の測定時に使用し、⑫の第2ビューレットパイプは、地盤が堅硬で変位置がかなり小さい場合、すなわち増加量が微小である場合に使用するもので、第1ビューレットパイプに比べ、その内径がかなり小さくなっている。

このオイル増加量(変位量)は、前もってその増加量と載荷板変位量との関係が検定されているので、その校正係数から、載荷板変位量に換算される。

d) 変位計⑤

⑤変位計(図2-4では⑥)は、載荷ジャッキ本体に内蔵されており、載荷板中央部でそれと直結されている。載荷板は鋼製のためそれ自身の変位は無視できるので、変位計により載荷板変位量は直接キャッチされ⑦キャプタイヤコードを介して⑨変位指示器に導かれる。なお、現在使用している変位計はポテンショメータタイプのもので、ストロークは20mmのものと10mmのものがあり、標準型KKTは前者、高圧型KKTは後者のタイプをそれぞれ用いている。

e) 変位指示器⑨

ポテンショメータを応用した変位変換器と組合せて、変位量の測定に使用する指示器です。測定方式は直流式ブリッジ方式で、A-D変換器を有しているために変位量を数字で直読することができる。内蔵乾電池で約10時間の連続使用が可能である。

2.3 取扱い説明

KKTは、図2-2に示すように装置各部がそれぞれ一体となってセットしてあるので、測定に際しては各部を高圧ホース、あるいは電気コード類で接続する操作のみで、所定の深度に載荷ジャッキを挿入すれば、直ちに測定を実施することができる。

測定に際しての取扱い、および測定手順はつぎのとおりである。

2.3.1 測定前の点検(図2-3参照)

a) ボーリング孔壁の状態

孔壁の乱れは、測定値に大きな影響をおよぼすので、きれいな孔壁に仕上げるのが最も大切となる。また、ボーリング孔径が過大になっていても良好なデータが得られないので掘削が所定の深度に達したら直ちに測定を実施する必要がある。

b) 各部の接続手順

加圧部⑨四方向切替コックにあるピストン退入用接続ネジ部に、⑩ミニチュアバルブを取付け、さらにそれに、⑤高圧ホース⑥を接続する。④高圧ホース④は、直接⑨の四方向切替コックにあるピストン押出用接続ネジ部に接続する。両高圧ホースの他端は、①载荷ジャッキ本体部にそれぞれ接続されるが、次の手順としてエアー除去の操作を行なうので、そのままの状態にしておく。

つぎに、計測部⑩ビューレットスタンドパイプを、②手動式加圧ポンプ本体部の所定の位置にセットし、⑩の下部に付属している透明ホースを、⑥ミニチュアバルブに接続する。また、⑧圧力指示器と⑨変位指示器は、①载荷ジャッキ本体部に直結されている⑦圧力用および変位用キャプタイヤコードに接続し(ワンタッチ操作)、測定者の読み易い位置に据え付ける。

c) エアー除去手順

高圧ホース(特に、⑤の高圧ホース⑥)および载荷ジャッキのシリンダー内にエアー(空気泡)が存在すると、測定時においてそれが除々に⑩のビューレットスタンドパイプに移動し、測定値に大きく影響する可能性があるので、測定前にそのエアーを除去しておく必要がある。

まず、高圧ホースのエアー除去は、④および⑤とも前項で述べた状態から、⑨四方向切替コックを開側のそれぞれの位置にセットし、②加圧ポンプ本体部の②加圧用バルブを閉じ、⑤ポンプレバーを作動させてやると、それぞれのホースの端部より、エアーおよびオイルが流出するので、それを補給管で受けてポンプへ戻すようにする。この操作をホースの長さに応じて続けるが、特に⑤の高圧ホース⑥のエアー除去は充分に行なわないと、スタンドパイプによる変位量測定値に誤差が生じるので、慎重に行なう。また、これらの操作時には、⑥エアー抜き用バルブを緩め、さらに⑦のストップバルブ⑦を閉めておき急激な加圧をした際に、オイルが⑩の中のパイプを急上昇し、あふれるのを防止する。

つぎに、载荷ジャッキのエアーの除去は、本体上部にある高圧ホース接続ネジ部の押出用(開用)の部分に、④高圧ホース④(ピストン押出用)を接続し、⑨四方向切替コックを開側にセットした後、加圧してオイルを送ってやると载荷板が除々に開くと同時に他方

のピストン退入用の接続ネジ部より、エアーおよびオイルがあふれ出てくる。その状態で⑮の高圧ホース⑩を接続する。つぎに、高圧ホース⑩の接続を解き、⑲四方向切替コックを閉側にセットした後、加圧してやると載荷板が除々に閉じると同時にピストン押出用の接続ネジ部より同様にオイルがあふれるので、エアーが完全に除去されたのを確認して、高圧ホース⑩を接続する。なお、高圧ホース⑩、⑩の接続の際には、オイルを若干出し気味にして、エアーが入るのを防ぐ。

以上で、高圧ホースおよび載荷ジャッキ内のエアーは、全て除去された状態となる。

この状態で、⑲の四方向切替コックを操作し、載荷ジャッキのピストンの押出、あるいは退入を2～3回繰返して作動させ、異常がないかを点検する。

d) 圧力計測部の調整

⑧圧力指示器として、自動平衡指示器を用いる。まず、バッテリーチェックを行ない、電池（単1乾電池6個、DC9V）の容量を確認し、つぎに、圧力変換器と平衡指示器の感度により、スパン調整を行なう。一例として、圧力変換器と指示器の容量、感度が表2-3に示す値である場合、スパン調整値は、

$$500 (kg/cm^2) \times \frac{2000 (\mu)}{3200 (\mu)} = 312.5 (kg/cm^2) \text{ となる。}$$

表 2 - 3 変換器と指示器の仕様

	機種名	容量	感度
圧力変換器	PGM-500KE	500 kg/cm ²	3200 (μ)
圧力指示器	SLW-220PC	500 kg/cm ²	2000 (μ)

よって、⑧自動平衡指示器のスパン調整つまみを312 kg/cm²に合わせれば、指示器の読みが、そのままジャッキ圧となる。

e) 変位計測部の調整

載荷時における孔壁変位量の測定は、⑩ビューレットスタンドパイプと、⑨変位指示器のどちらか一方、もしくは両方の手段によって行なうことができる。

まず、⑩ビューレットスタンドパイプについて説明する。測定前にパイプ中のオイルを読み易い目盛位置まで上昇させておく。この操作としては、⑰のストップバルブ⑥を緩めを開放し、⑲四方向切替コックを閉側に切り替え、⑮のポンプレバーをゆっくり作動させると、⑪および⑫のスタンドパイプ中をオイルが上昇し始める。所定の位置に達した後、⑰のストップバルブ⑥を閉めて停止させる。その後は測定に入るまで、この部分の調整は行なう必要はなく、測定の直前に最終的な調整を再度行なう。

つぎに、⑨変位指示器は、ジャッキ本体部に内蔵されている変位計（ポテンショメータ）専用に作製されている。まず、パワースイッチをONにし電源を入れ、ロータリースイッ

チをBATT+および-に合わせて内蔵乾電池の電圧を調べる。+、-とも7.20V以上あることを確認する。つぎにロータリースイッチをフルスパンに合わせ、10回転トリマーでフルスパンを調整する。フルスパン値は、あらかじめキャリブレーションすることにより得られる。さらに、測定開始時にスタート点を0.00mmにするため、零調整を行なう。以上の操作で、測定が可能となり、デジタル表示の値が、そのまま載荷板変位量を示すことになる。測定精度は、現在使用しているタイプで、1/100mmである。

f) 載荷ジャッキ挿入時の操作

ボーリング孔内に載荷ジャッキを挿入する時には、必ずピストンが完全に退入しているかどうかを確認し、⑨の四方向切替コックを「中立」の位置にしておく。挿入にあたっては、高圧ホース、キャブタイヤコード等をビニールテープでロッドに固定し、ホース、コードのたわみやねじれによる損傷を防ぐように努める。所定の測定深度まで挿入が完了した後、⑨四方向切替コックを開側に切替え、さらに⑮のストップバルブ⑩を閉じ、⑮のストップバルブ⑩を開放する。その後のオイル量の調整は⑦にかわって⑮で行ない、読み易い目盛にセットする。この場合、パイプ内のオイルがしばらくの間、わずかずつではあるが変化する場合があるので、3分間程度そのままの状態にしておき、その変化が停止するのを待ち、測定に入る。

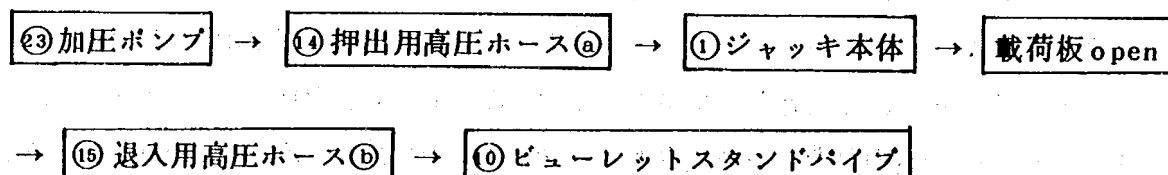
2.3.2 測定時の操作(図2-3参照)

測定時における操作および測定要領に関しての注意事項を、説明する。

a) 加圧操作

載荷ジャッキに加圧力を与える操作は、以下の手順による。まず、⑨四方向切替コックが、開側であることを確認し、⑭加圧用バルブを閉じる。所定の圧力を⑥圧力指示器を見ながら⑮ポンプレバーを操作することにより載荷する。この操作により、対象地盤に所定の圧力を作用させることができる。加圧等のオイルの経路はつぎのようになる。

〈オイル経路—加圧時〉



b) 減圧操作

繰返し載荷試験の際、減圧の操作は⑭加圧用バルブを⑥圧力指示器を見ながら徐々に緩め、所定の圧力を設定したことを確認した後閉じる。

c) 載荷パターン

測定は、(Ⅰ)接触荷重、(Ⅱ)予備荷重、(Ⅲ)本試験の順に実施する。

それぞれの目的は、つぎのとおりである。

(Ⅰ) 接触荷重

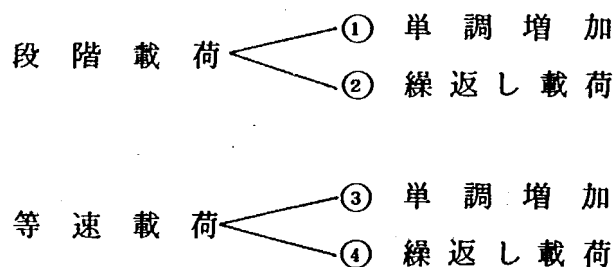
載荷板とボーリング孔壁の接触を確認するとともに、各計器、装置類の作動状況をチェックする。

(Ⅱ) 予備荷重

載荷板と孔壁の密度を良くするため、本試験に影響を及ぼさない範囲の低荷重で、2回繰返し載荷する。なお、予備荷重終了後のボーリング孔径を初期ボーリング孔径とする。

(Ⅲ) 本試験

本試験の載荷パターンは、対象とする地盤に作用する荷重の大小、種類(繰返し荷重、持続荷重、除荷の行程)や試験目的などによって定まるもので一定の載荷パターンはない。現在実施している載荷パターンを分類すると次の4タイプとなる。



上記載荷パターンを図示すると、図2-5、6となる。

なお、変位量の測定は、段階載荷試験では載荷後0.5分、1分、2分、3分時で行ない、等速載荷試験では、所定の荷重をあらかじめ決めておき、それぞれの荷重時で読み取るものとする。

一般に、繰返し載荷試験を行なうと、かなりの試験時間を要するが、対象地盤によっては、除荷の測定間隔を粗くしてもさしつかえない。

e) 測定終了の判断

測定を終了させるのは、つぎの3条件の内のいずれかに該当した場合とする。

- ① 測定中に明らかに地盤が降伏あるいは、破壊の状態に達した場合
- ② 載荷板作用荷重が、加圧ポンプによって最大加圧能力に達した場合
- ③ 載荷板変位量が、最大許容変位量に達した場合

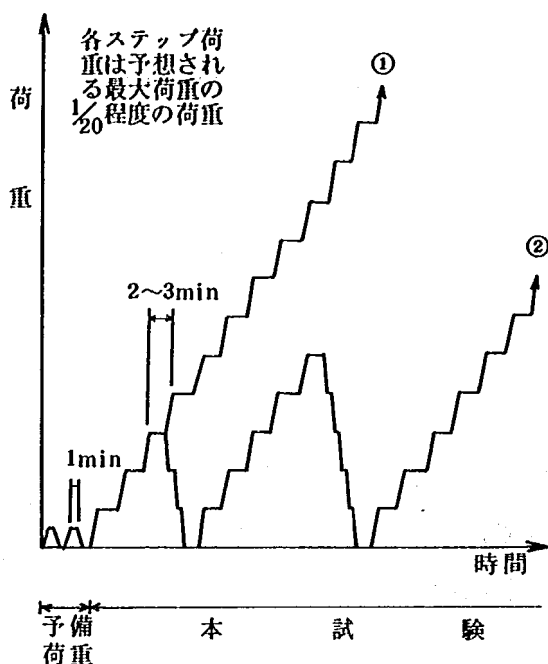


図 2 - 5 段階載荷

(①…単調増加, ②…繰返し載荷)

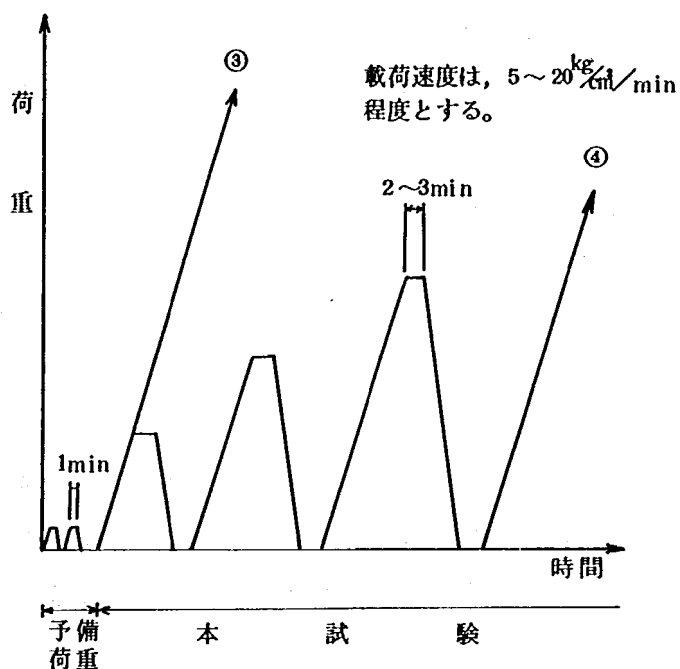


図 2 - 6 等速載荷

(③…単調増加, ④…繰返し載荷)

2.3.3 測定終了後の操作

a) 除荷操作

測定終了後は、まず載荷重の除荷を行なうがその際に⑩ スタンドパイプに圧力が作用し、オイルが急上昇するので⑦のストップバルブ⑥を閉じ、⑬ストップバルブ⑩を開放する。その後、⑭加圧用バルブを開放し、ポンプ内およびジャッキ本体内の圧力をゼロにする。

b) ピストン(載荷板)の退入操作

除荷した後、⑨の四方向切替コックを閉側に切り替え加圧用バルブを閉じる。⑮ポンプレバーを操作し、一定の速さでゆっくりと加圧するとピストンは退入する。この操作により、加圧操作によって押し出された載荷板は、強制的に元通り退入される。

c) 載荷ジャッキの回収(引きあげ)操作

載荷ジャッキを回収するには、高圧ホース、キャップタイヤコードを破損しないように慎重に行なう。また、載荷ジャッキが上がらない場合は、載荷板の間にレキ、砂を挟んでいることが考えられるので、この場合はもう一度ピストンを押し出し、更に退入させてみて、レキや砂を取り除くようにする。

d) 測定

測定は圧力と変位についておこなう。

圧力の測定は、自動平衡指示器を用いるか、またはブルドン管を用いる。

自動平衡指示器を用いる場合は、2.3.1(d)の操作によってそのままジャッキ圧を指示できる。ブルドン管による場合には、校正表によりジャッキ圧に校正せねばならない。

変位の測定は、ビューレットスタンドパイプを用いるか、または変位指示器を用いる。変位指示器は2.3.1(e)の操作によってそのまま載荷板、変位量を示すことになる。ビューレットスタンドパイプは、大小2本のスタンドパイプ、うち1本の指示値を読み、校正表によって載荷板変位をもとめる。

スタンドパイプの目もりは、1本のパイプについて油量の変化を読めば2本のパイプの油量の変化の和が知られるようになっている。

こうして圧力と変位を測定し、グラフ用紙にプロットする。その勾配から

$$\frac{\Delta p (\text{載荷圧の変化})}{\Delta r (\text{載荷板の変位})} = K \text{ 値}$$

をもとめる。

K値から変形係数Eをもとめるには載荷法の形状、寸法のファクターを考慮せねばならない。それは2.4で述べる。

2.4 変形係数の算定方法

KK T試験より得られる荷重～変位図より地盤のポアソン比がわかっているか、もしくは適切に仮定してやれば変形係数E値を求めることができる。変形係数の算定式として、つぎに示すグッドマンの式を用いる。詳細な解析過程は参考文献5)にゆずるとして、ここではその結果だけを示す。

〈グッドマンの式〉

$$E = d/2 \cdot \phi(\nu, \beta) \cdot \Delta p / \Delta r \dots\dots\dots (2-1)$$

ここに E : 変形係数 (kg/cm²)

d : ボーリング孔直径 (cm)

$\phi(\nu, \beta)$: 地盤のポアソン比 ν と載荷曲率 β (図2-7参照)により決まる定数
(表2-4参照)

Δp : 荷重増分 (kg/cm²)

Δr : ある荷重増分 Δp による変位量増分 (cm)

$\Delta p / \Delta r$: K値 (kg/cm²)

表 2-4 式(2-1)における $\phi(\nu, \beta)$ 値⁵⁾

$\beta \backslash \nu$	0	0.05	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
5.0	0.434	0.433	0.430	0.424	0.417	0.407	0.396	0.382	0.366	0.348	0.327
10.0	0.704	0.703	0.698	0.690	0.678	0.663	0.645	0.622	0.597	0.568	0.536
15.0	0.904	0.903	0.897	0.887	0.873	0.854	0.831	0.803	0.772	0.735	0.694
20.0	1.052	1.051	1.046	1.035	1.019	0.998	0.973	0.942	0.906	0.864	0.818
25.0	1.159	1.159	1.154	1.143	1.127	1.105	1.078	1.045	1.007	0.963	0.914
30.0	1.230	1.231	1.227	1.217	1.201	1.179	1.152	1.119	1.080	1.035	0.985
35.0	1.271	1.274	1.271	1.262	1.247	1.226	1.200	1.168	1.129	1.086	1.036
40.0	1.287	1.291	1.290	1.282	1.269	1.250	1.225	1.195	1.159	1.117	1.069
45.0	1.282	1.288	1.288	1.282	1.271	1.254	1.232	1.204	1.170	1.131	1.087
50.0	1.261	1.268	1.270	1.266	1.257	1.243	1.224	1.199	1.169	1.133	1.092
55.0	1.227	1.236	1.240	1.238	1.232	1.221	1.204	1.183	1.156	1.125	1.088
60.0	1.186	1.197	1.202	1.203	1.199	1.190	1.177	1.160	1.137	1.109	1.077
65.0	1.142	1.154	1.161	1.164	1.162	1.156	1.146	1.132	1.113	1.089	1.062
70.0	1.098	1.111	1.120	1.124	1.125	1.122	1.114	1.103	1.088	1.068	1.045
75.0	1.059	1.073	1.083	1.089	1.091	1.090	1.085	1.076	1.064	1.048	1.028
80.0	1.028	1.042	1.053	1.061	1.064	1.065	1.061	1.055	1.044	1.031	1.013
85.0	1.007	1.022	1.034	1.042	1.046	1.048	1.046	1.040	1.031	1.019	1.004
90.0	1.000	1.015	1.027	1.033	1.040	1.042	1.040	1.035	1.027	1.015	1.000

一例として、式(2-1)をもとに岩盤用高圧型KKT(φ65型)について $E \sim \Delta p / \Delta r$ 関係を求めるとつぎのようになる。

〈高圧型KKTφ65型〉

$$E = d/2 \cdot \phi(\nu, \beta) \cdot \Delta p / \Delta r = 6.6/2 \times 1.115 \times \Delta p / \Delta r \\ = 3.68 \cdot \Delta p / \Delta r \dots\dots\dots (2-2)$$

ただし、ボーリング孔直径 $d = 6.6 \text{ cm}$, ポアソン比 $\nu = 0.3$ と仮定し、

$$\beta = 27.5^\circ \text{ より, } \phi(\nu, \beta) = \phi(0.3, 27.5^\circ) = 1.115$$

(表2-4より)とした。

種々のタイプのKKTについて、式(2-1)より $E \sim \Delta p / \Delta r$ 関係を求めると表2-5となる。

表 2-5 各種 K K T の $E \sim \Delta p / \Delta r$ ($=K$ 値) 関係

K K T	載荷板寸法 (mm)	ボーリング 孔 直 径 (mm)	載荷 曲率 $\beta(^{\circ})$	ポア ソン 比	$E \sim \Delta p / \Delta r$ 関係
標準型 K K T	85×300	85	80	0.5	$E=4.25 \cdot \Delta p / \Delta r$
動 的 K K T	60×300	85	45	0.5	$E_D=4.62 \cdot \Delta p / \Delta r$
高圧型 K K T	30×250	66	27.5	0.3	$E=3.68 \cdot \Delta p / \Delta r$
	30×300				
超高圧 K K T	30×250	66	27.5	0.3	$E=3.68 \cdot \Delta p / \Delta r$
	30×300				

2.5 試験結果の整理に伴う問題点

2.5.1 ポアソン比の影響

変形係数 E 値を算定する際、ポアソン比 ν は適当に仮定するケースが多い。図 2-8 は、グッドマンの解析解(表 2-4)をもとに、 $\phi(\nu, \beta)$ とポアソン比 ν の関係を示したものである。これより、 $\phi(\nu, \beta)$ 値は、ポアソン比にそれほど影響されないことがわかる。したがって、ポアソン比については、適切な試験を行なってその値を得るにこしたことはないが、妥当な仮定値を用いても、変形係数算定式に与える影響は無視しうるほど小さいことがわかる。

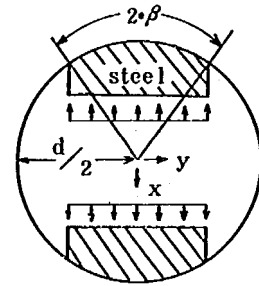


図 2-7 K K T 載荷形態

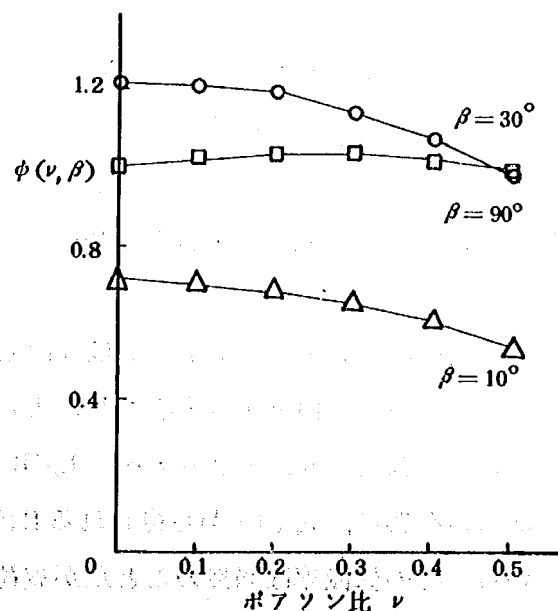


図 2-8 $\phi(\nu, \beta) \sim \nu$ 関係

2.5.2 高圧ホースによる圧力損失の影響

圧力計内蔵タイプでは、載荷ジャッキ部の圧力を直接検出するため問題はないが、圧力計を内蔵していない場合は、ポンプ部で圧力を測定しているため、高圧ホースによる圧力損失の影響を考慮せねばならない。

図2-9は、測定深度GL-30mの地点で、ジャッキ部およびポンプ部の両圧力計により測定された圧力値を対比したものである。これより、両値の差異は2~3%以内と無視しうる程度であることがわかる。

2.5.3 変位量測定に伴う誤差

圧力と同様、変位量も2つの測定方法により、ダブルチェックした。図2-10に、ビューレットおよび載荷板に直結されているポテンシオメータによって、それぞれ得られた両測定結果を対比する。これより、両測定値には、ほぼ1対1の関係が成立することがわかる。

2.5.4 載荷板長さの影響

前述したグッドマンの算定式の誘導は、平面ひずみ条件の仮定のもとに解かれているため、載荷板の長さを無限長であると仮定している。しかし、KKT載荷板は、表2-5にその寸法を示すように有限長であるため、厳密に言えば、グッドマンの式(1)に3次元的な補正を行なう必要がある。

この問題について、グッドマンは3次元有限要素法と2次元有限要素法によって式(1)中の ϕ 値を求め、両値を比較することによって3次元的な補正を行なっている。⁵⁾ それによると、載荷板 $76\text{ mm} \times 203\text{ mm}$, $L/B = 203/76 = 2.7$ について、載荷板が有限長であるための影響は、式(1)から得られるE値から1.4%低減することによって考慮できるとしている。この低減率は当然のことだが載荷幅Bと載荷長さLの比 L/B が大きくなるにつれて減少していく。KKTの場合、表2-5に示すように L/B 値はグッドマンの計算条件である2.7に較べて大きいため、その低減率も1.4%より小さくなることがわかる。

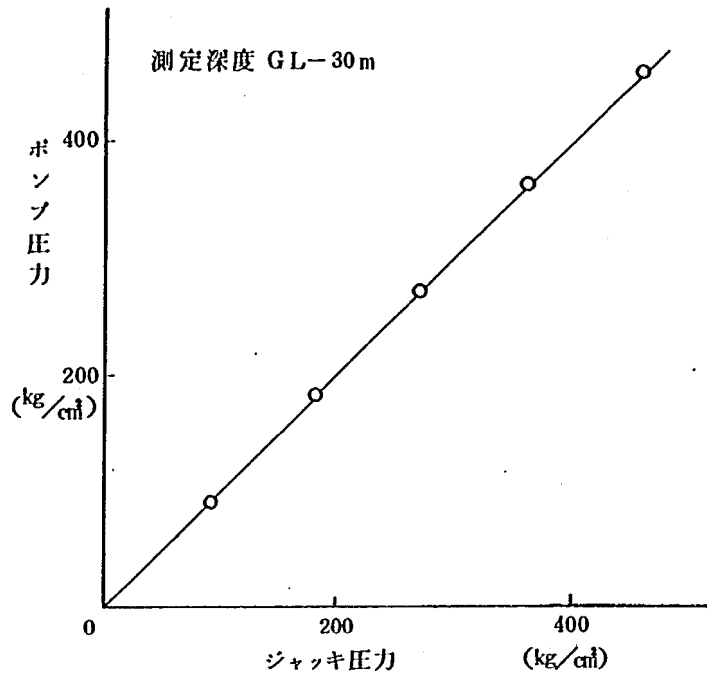


図2-9 高圧ホースによる圧力損失の影響

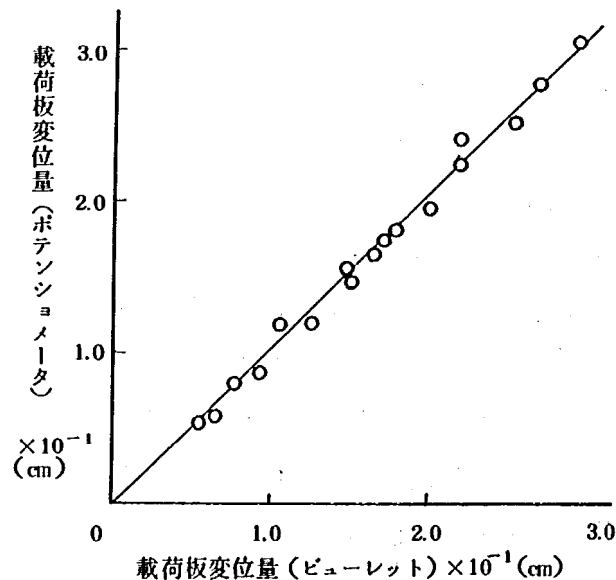


図2-10 変位量測定結果の比較

表 2 - 5 各種 K K T の載荷寸法

機 種 名 法 名	標準型 K K T		動的 K K T	高圧型 K K T			超高圧 K K T
	φ 85	φ 85 (圧力 変位計付)	φ 85 (圧力 変位計付)	φ 65	φ 65 (圧力 変位計付)	φ 40	φ 65 (圧力計付)
載荷板寸法(㎜) 幅 B × 長さ L	85 × 300	60 × 300	60 × 300	30 × 250	30 × 260	30 × 300	30 × 180
寸 法 比 L / B	3.5	5.0	5.0	8.3	8.7	10.0	6.0

載荷板長さを考慮した式として、半無限弾性体の表面に部分分布荷重が載った場合の、いわゆるブーシネスクの式がある。

〈ブーシネスクの式〉

$$E = B \cdot (1 - \nu^2) \cdot \Delta p / \Delta r \cdot I_\rho$$

..... (2 - 3)

ここに E : 変形係数 (kg/cm²)

B : 載荷幅 (cm)

ν : ポアソン比

Δp : 荷重増分 (kg/cm²)

Δr : 変位量増分 (cm)

I_ρ : 影響係数 A = L/B とすると

$$I'_\rho = \frac{1}{\pi} \left\{ A \cdot \log \frac{A + \sqrt{A^2 + 1}}{A} + \log (A + \sqrt{A^2 + 1}) \right\}$$

ただし、I'_ρ : 長方形載荷の隅角点における影響係数

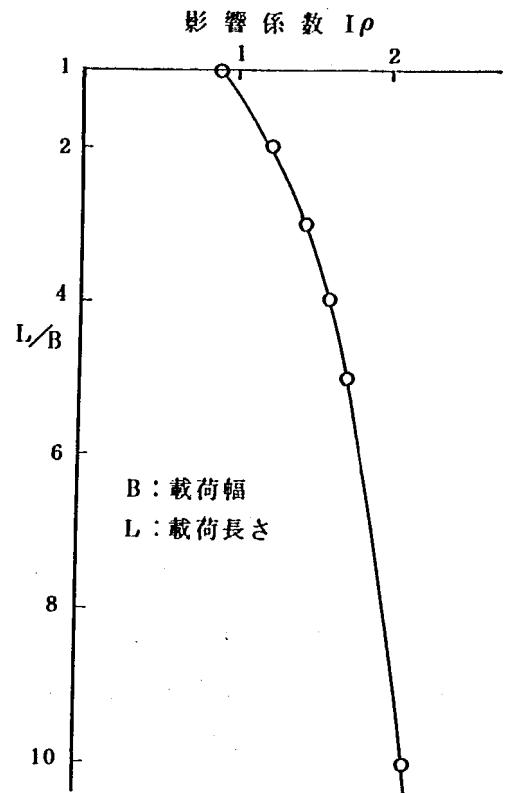


図 2 - 11 I_ρ と L/B の関係 (ブーシネスク)

式 (2 - 3) 中の影響係数 I_ρ と L/B の関係を示すと図 2 - 11 となる。この図よりも明らかなように、載荷板長さの影響が著しいのは L/B 値が小さいときであることがわかる。

以上のことより、有限長に関する補正を行なっても、10%以内と思われる、よって載荷板長さの影響は特に考慮しないことにする。

2.5.5 孔壁と載荷板の接触不良による影響

ボーリング孔を利用する孔内載荷試験の場合、試験結果に最も大きな影響をおよぼすのは孔壁の仕上がり具合である。K 値測定に限らず、ボーリング孔を利用して行なう原位置試験

の根本的な問題は、ボーリング孔の掘さく技術と、それを利用して行なう測定技術が現状では全く別個なものであるという点にある。

ボーリング孔壁が、掘さくの際攪乱を受けたり、凹凸を生じたり載荷試験中に崩壊したりするような状態にあれば、いかに立派な試験機で慎重な試験を行なっても、得られたデータは全く原位置地盤の変形特性を反映していないものとなる。以下土砂地盤と岩盤とに分けてその対策を述べる。

＜土砂地盤＞

一般に、ボーリング孔掘削後の孔壁状態はかなり攪乱されており、その状態のままで試験を実施してもそれより得られる結果は、正しい地盤の挙動を表わしているとは言えない。この影響を取り除くため、K K T試験機の先端にトリマーを取り付け、これによって孔壁を不攪乱に近い状態に仕上げる事が可能となる。

このトリマーは、図2-12に示すように、先端が刃先状に尖っており、この部分で孔壁表面の攪乱部を削りとっていくことができる。

トリミング作業の重要性を認識するために、トリミングした場合としない場合で、K値がどのようにかわるか実例で示してみる。図2-13は、洪積層での比較試験結果である。トリミングしないボーリング孔で測定したK値は、等分布荷重法(L L T)と等変位法(K K T)とも、ほとんど差のない値を示している。しかし、トリミングした場合のK K T測定結果は、両者よりはるかに大きい値を示し、孔壁の乱れの影響がK値に大きな差異をもたらすことがわかる。深度12m~14m付近で、トリミングした値が小さい値となっているが、これは粘土層に亀裂があるためである。

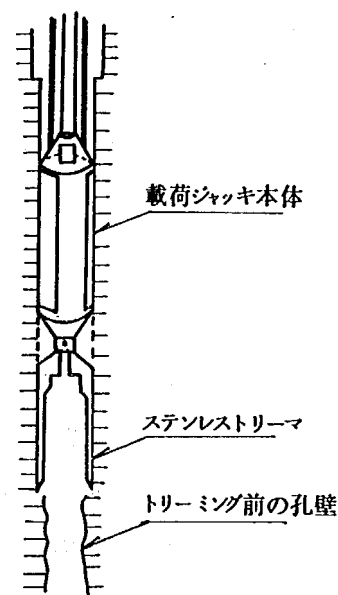


図2-12 トリマー

圧力～変位曲線の一例を示すと図2-14となる。すなわち、トリミングを行なうと圧力～変位曲線の立上がり非常に急になり、トリミングを行なわない場合の数倍のK値を示す。図2-14の(a)は両者の差の少ない例で(b)は差の大きい例である。

ボーリング掘さくによって攪乱を受けにくいと言われている硬質粘土においてもこの程度の差がみられる。

孔内載荷試験結果では、自然地盤の水平圧力 P_0 をこえれば、圧力と変位が直線になるといわれているが、図より明らかなように、トリミングすると圧力～変位関係が原点から直線となる。他の測定例でもまったく同様に P_0 は確認できない。したがって、圧力～変位曲線の初期がゆるやかな曲線になるのは、自然地盤の水平圧力を示すものではなく、孔壁の乱れによる影響である。

洪積層における試験結果

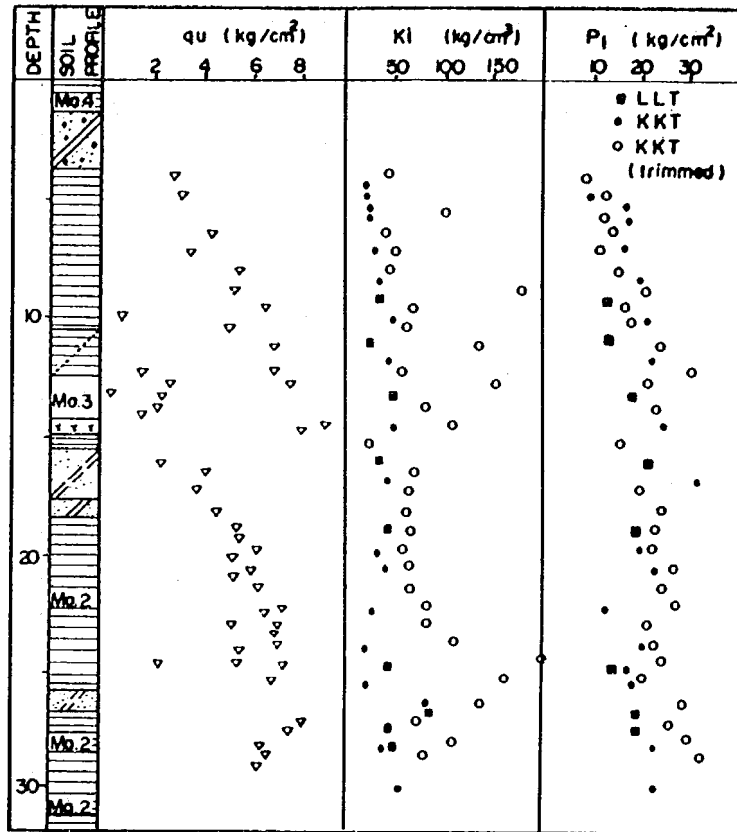


図 2-13⁷⁾

洪積層の圧力-変位曲線例

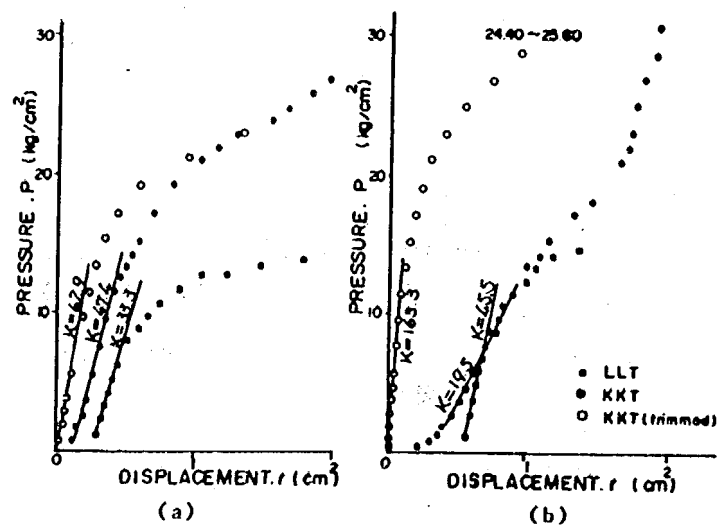


図 2-14⁷⁾

沖積層における試験結果

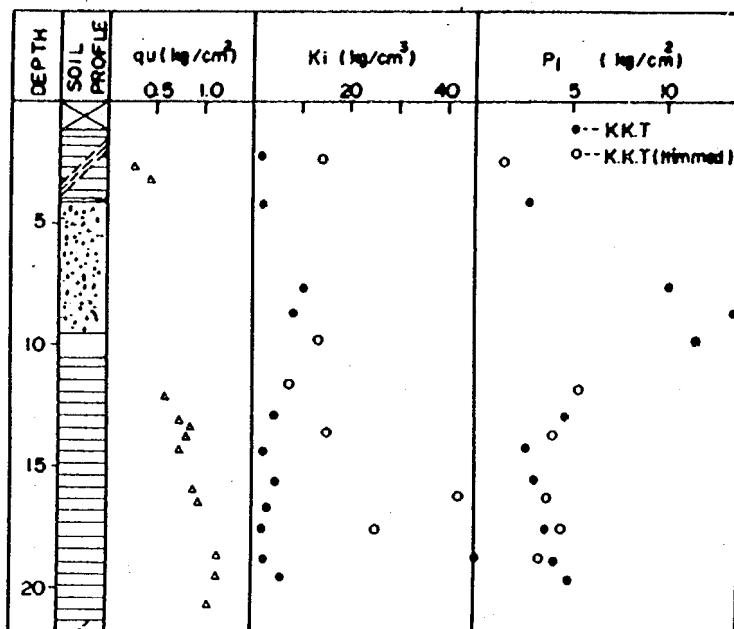


図 2-15⁷⁾

沖積層の圧力-変位曲線

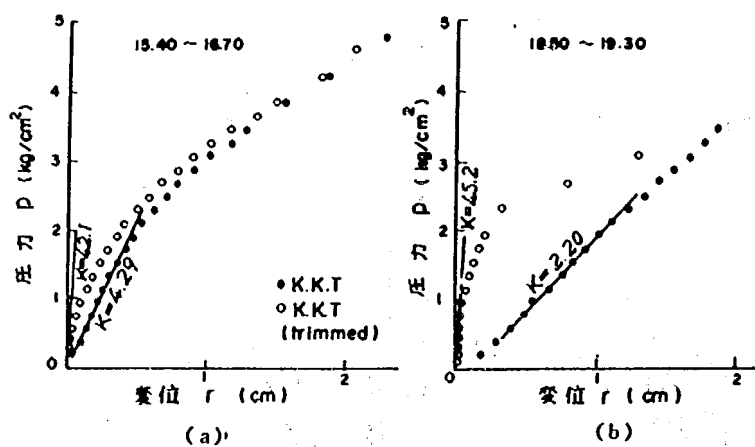


図 2-16⁷⁾

一方、破壊荷重 P_1 は、トリミングしてもしなくてもほぼ同じ値を示しており、孔壁の乱れの影響は少ないといえる。

図 2-15 は、沖積層での測定結果を示したものである。

圧力～変位曲線の例を図 2-16 に示した。

以上、粘性土の場合について述べてきたが、砂質土についてもトリミングの重要性については同様である。

このように、孔内載荷試験の K 値は孔壁の乱れの影響を大きく受け、沖積層では特にその影響が大きく、孔壁の乱れの少ないといわれる硬質粘土でも数倍の差が生じる。したがって、トリミングなしの試験結果は、実際の地盤の状態とかけ離れた状態で試験を行なっていることになり原位置試験の意味をなさない。しかし、破壊荷重は、孔壁の乱れの影響をそれほど受けず、トリミングしてもしなくてもそれほど差はみられない。

上述してきたことは、一軸圧縮試験や三軸圧縮試験の際、供試体端面の乱れにより、得られる変形係数がかなり異なってくる現象と同じで、ほとんど同一の力学時性を示す地層の K 値が大きくなばらつきを示す値として報告されてきた主な原因は、孔壁の攪乱度という重大な誤差原因に気づかず報告されたものであると考えられる。

＜岩盤＞

岩盤の場合、孔壁をトリミングすることはできないため、ボーリング掘削後そのままの状態で行なう試験を実施する。このため、孔壁の仕上がり具合が非常に重要となってくる。一般に、岩盤掘削を行う場合、メタルビットやダイヤモンドビットが用いられる。前者は軟岩を、また後者は硬岩を掘削するときに用いられるが、従来は良好なコアを採取することにのみ関心が払われてきた。もちろん岩石試験を行なううえで、良好なコアを採取することは不可欠なことであるが、孔内載荷試験を実施する観点からみると、孔壁をいかにきれいに仕上げるかが重要となる。すなわち、メタルビットを用いるときなら、メタルチップの数を多くするとか、その方向を工夫して、コア表面よりも孔壁をいためないようにする配慮が大切となる。

載荷板とボーリング孔壁の接触状況を調べるため、プレスケール試験を実施している。これは、プレスケールと称する圧力判別紙を載荷板および反力面に貼り、載荷試験をすることにより載荷板とボーリング孔壁の接触具合を調べるものである。この試験は、つぎに示す要領で行なう。

- I) プレスケールを載荷板の大きさに合わせて切る。この圧力判別紙は、A シートと C シートの 2 枚よりなり、薬品塗布面どうしを合わせて用いる。薬品塗布面はどちらも無光沢面になっている。
- II) 載荷板並びに反力面にプレスケールを貼る。
- III) 諸定の深度にジャッキ本体をセットし、本試験と同じ程度の荷重レベルで岩盤面を加

圧する。載荷時間は、3分間程度とする。

IV) 加圧後、再び載荷ジャッキを回収し、プレスケールをジャッキより取りはずす。

2枚のシートのうち、Cシートは圧力が作用することにより赤く変色する仕組みになっている。得られたCシートを、直射日光に当てないように保管する。

このプレスケール試験により、ボーリング孔壁と載荷板の接触の度合がわかる。接触不良の甚しい地点では、たとえ試験を実施しても、その結果は孔壁突起部の応力～変位関係をあらわしているにすぎない場合もある。このため、孔壁状況の不良が採取コア等より予想される場合には、あらかじめプレスケール試験を実施し、接触不良の甚しい地点での試験をさける必要がある。プレスケール試験を実施し、接触不良の甚しい地点での試験をさける必要がある。プレスケール試験の目的は、このようにボーリング孔壁の状態を判定する資料にすることにある。

2.6 試験結果の見方

土砂地盤や岩盤で試験を行なうことにより得られる荷重強度 P ～変位量 γ 図は、試験の対象となる地盤によって異なった特性を示す。粘性土地盤、砂質土地盤、岩壁における P ～ γ 図を模式的に示すと図2-17となる。

これらの図より、地盤の変型特性に関する物性値として、横方向地盤反力係数 K 値($=\Delta P/\Delta \gamma$)変形係数 E 値を求めるわけであるが、これらの諸数値は地盤に対して固有な値として得られるのではなく、地盤が不完全弾性体であるための各種要因の影響を受ける。主な影響因子として、(i) ひずみレベル(または荷重レベル)、(ii) 載荷時間、(iii) 繰返し回数、(iv) 載荷方式があり、さらに K 値に関しては、(v) 載荷幅にも左右される。これらの多くの因子の影響を受け物性値は変化するので、試験より得られる物性値を示す場合には必ずそれがどのような条件のもとで得られた値であるかと明記しておく必要がある。

つぎに、土砂地盤、岩盤について、試験結果の見方について述べる。

＜土砂地盤＞

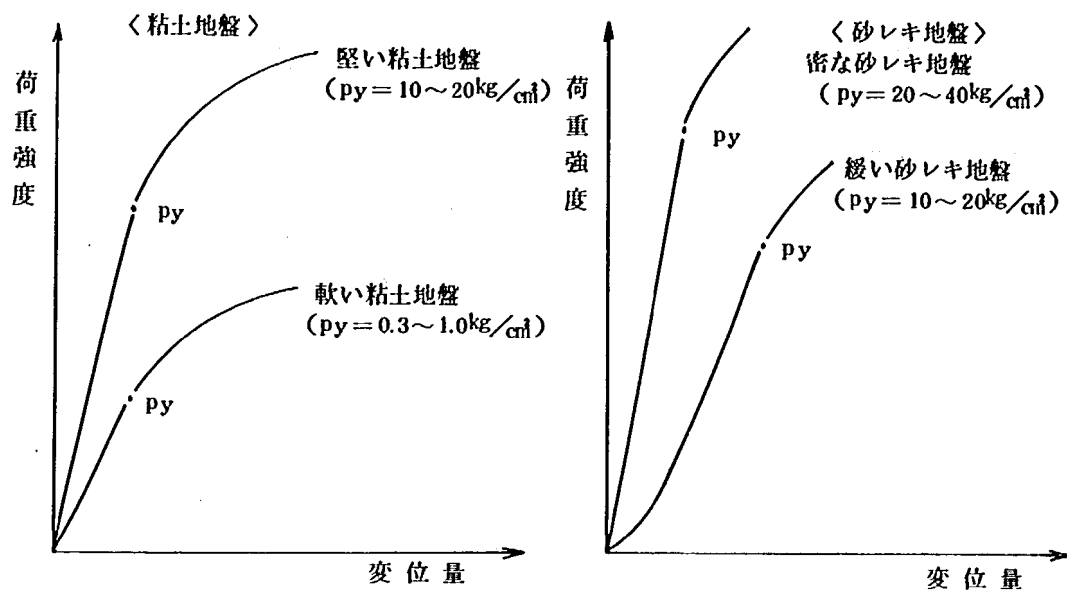
土砂地盤で実施した試験より得られる測定 K 値から設計 K 値を算定する方法について述べる。

a) 深度別測定 K 値の算定

深度別測定 K 値は、各深度毎に得られる荷重～変位図(図2-18参照)の一定こう配を示す直線部分(弾性範囲内)の傾き、すなわち次式により求める。

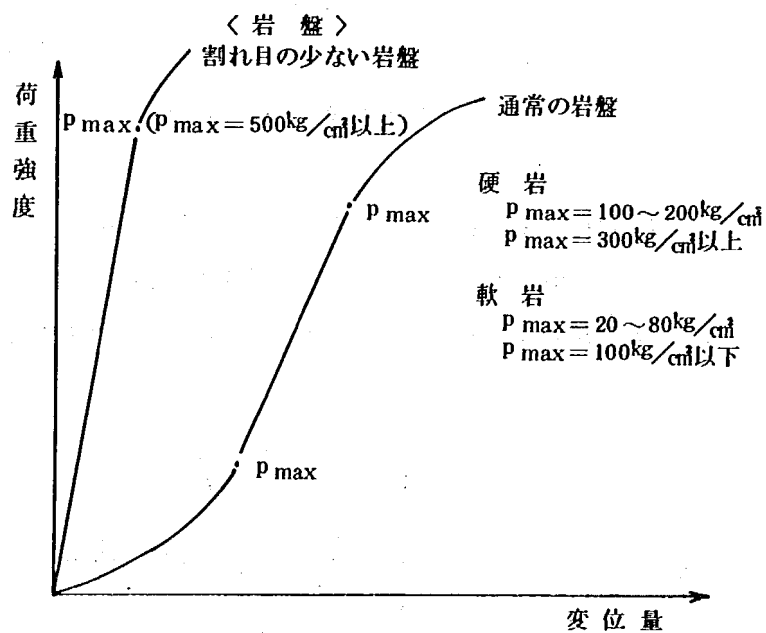
$$\text{深度別測定 } K \text{ 値 } \left(\frac{kg}{cm} \right) = \frac{\Delta P}{\Delta \gamma} \dots\dots\dots (2-4)$$

ΔP , $\Delta \gamma$: 荷重増分および変位増分(図2-18)



<粘土地盤>

<砂レキ地盤>



<岩盤>

図 2 - 1 7 各種地盤における $p \sim \gamma$ 図の特徴

b) ひずみ量の算定

K値は、土が受けるひずみ量に依存するため、式(2-4)で得られる測定K値にも必ずそれに相当するひずみ量を明記しておく必要がある。ひずみは、グッドマンの式を変形した次式より求めることができる。

$$\epsilon = \frac{r}{d/2 \cdot \phi(\nu, \beta)} \quad \dots\dots (2-5)$$

ここに ϵ : ひずみ

d : ボーリング孔直径

(cm)

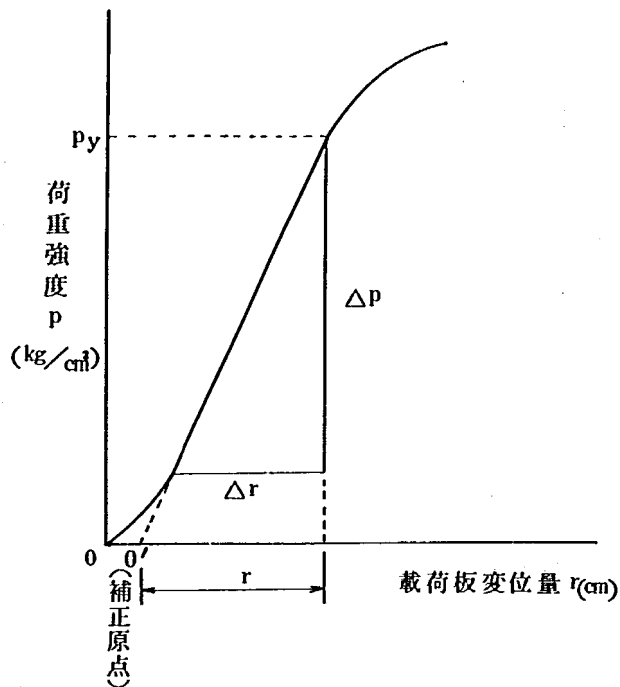


図2-18 荷重～変位図

$\phi(\nu, \beta)$: ポアソン比 ν と載荷曲率 β によって決まる定数

r : ボーリング孔壁変位量、ただし、 r は図2-18に示すように、補正原点 O から降伏荷重 P_y に相当する変位量とする。(cm)

c) 基準となるK値の算定

同一地点で深度方向に2点以上の測定を行なっている場合には、式(2-4)で得られた深度別測定K値より、地盤を代表する基準となるK値を求める。この方法は、図2-19に示すように、地表からくいの曲げモーメント第一ゼロ点(およそくいの10

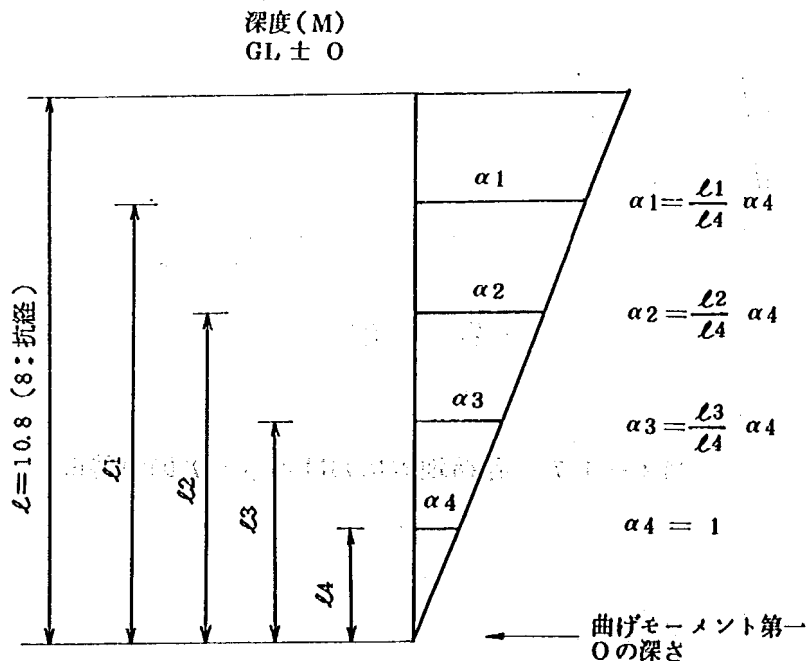


図2-19 K値の三角形分布

倍)までの三角形分布を仮定し、各深度別測定K値にこの三角形の底辺の長さに相当する重みを持たせ、基準となるK値を決定する。図2-19より、基準となるK値はつぎのようになる。

$$\text{基準となるK値} = \frac{\alpha_1 \cdot K_1 + \alpha_2 \cdot K_2 + \alpha_3 \cdot K_3 + \alpha_4 \cdot K_4}{\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4}$$

(ただし, $\alpha_4 = 1$)

d) 設計K値の算定

同一地盤中でK値を測定する際、大きな載荷板で測定したK値が小さな載荷板で測定したK値より小さい値として求められることは、過去の多くの実験でも明らかな事実であり種々の寸法補正式が提案されている。

載荷幅の異なる種々の載荷板を用いて実験した結果、下記式が最もよく実験結果と一致することが認められた。

$$K \propto B^{\frac{3}{4}} \dots\dots\dots (2-7)$$

任意の載荷板(くい径)の設計K値を求める場合、式(2-6)で得られた基準となるK値に、式(2-7)に示す補正係数を乗じればよいことになる。すなわち、

$$\text{設計K値} = \text{補正係数} \times \text{基準となるK値} \dots\dots\dots (2-8)$$

$$\text{ここに 補正係数: } \left(\frac{B_2}{B_1} \right)^{\frac{3}{4}} \quad \begin{array}{ll} B_1 : & \text{K K T 載荷幅} \\ B_2 : & \text{設計構造物の載荷幅} \end{array}$$

〈岩 盤〉

岩盤で実施するK K T試験の結果の整理方法およびその見方について述べる。

図2-20に、岩盤において得られる代表的な荷重～変位図を示す。この図に示される傾向は(下に凸な曲線)→(直線)→(上に凸な曲線)というパターンで特徴づけられるが、これは岩盤における測定結果に共通するものである。一般の土砂地盤における測定結果と異なり、下に凸な曲線部分が低荷重領域で明確にあらわれるのが特徴で、これは岩盤中に存在する地質分離面の影響によるものと考えられる。この部分は、調査地の岩盤状態を知る上で重要な意味をもつ。このため、変形係数を求める場合、図2-20に示される直線部分だけに注目するのは不十分で、それより低荷重レベルにおける領域にも注意を払う必要がある。図2-20より、各荷重増分毎に変形係数を求め、それを対応する荷重(平均)に対してプロットしたものが図2-21である。この図より、変形係数はある荷重(最大I次荷重 $P_{I\max}$)まではそれに依存して増加するが、その荷重を越えると破壊が開始しだすまで載荷重に無関係に一定値となることがわかる。このように、変形係数は載荷重に依存するため、設計定数としてこれらの値を用いる場合は、設計荷重に相当する荷重レベルの値を用いる必要がある。通常の土木構造物の場合、設計荷重はI次荷重領域内にあるこ

とが多く、この意味においても、図2-20、図2-21に示す整理方法が重要となる。

なお、図2-20および図2-21中に示した諸量は、表2-6に説明するような岩盤の性質を反映しているものと考えている。すでに実施した数多くのデータを整理することによって、表2-6に定義される諸量をもとに、調査地岩盤の岩級区分を行なうことができる。

これについては、参考文献8)に詳しく示されている。

表2-6 各用語の説明

記号	名称	P~ γ 関係	説明
$E_{K(I)}$	I次変形係数	非線形	載荷荷重依存部の変形係数、主として岩盤の割れ目やそのこん物の状態に左右される。
$E_{K(II)}$	II次変形係数	線形	荷重に依存しない定常状態の変形係数。岩石そのものの硬軟の程度を表わしている。(岩盤の割れ目閉塞後の状態)
$P_{I\max}$	最大I次荷重	非線形 ~線形	$E_{K(I)}$ から $E_{K(II)}$ に移行する時の荷重、主として割れ目を閉塞するのに要する荷重を表わし、岩盤の良好度と異方性に左右される。
$P_{II\max}$	最大II次荷重	線形 非線形	荷重~変位図の直線性が失なわれ、一定荷重のもとで変位が増加し始める時の荷重、主として岩盤の強度を反映する荷重である。
δ_0	初期変位量	—	荷重~変位図の直線部分(II次荷重領域)の延長線と変位軸との交点の座標。孔壁表面のキレツ状態を示している
$\delta_{I\max}$	最大I次変位量	—	$P_{I\max}$ に相当する変位量、主として、割れ目を閉塞するのに要する変位量である。
δ_r	残留変位量	—	加圧時と除荷時の変位量の差。岩盤の塑性的性質を示している。

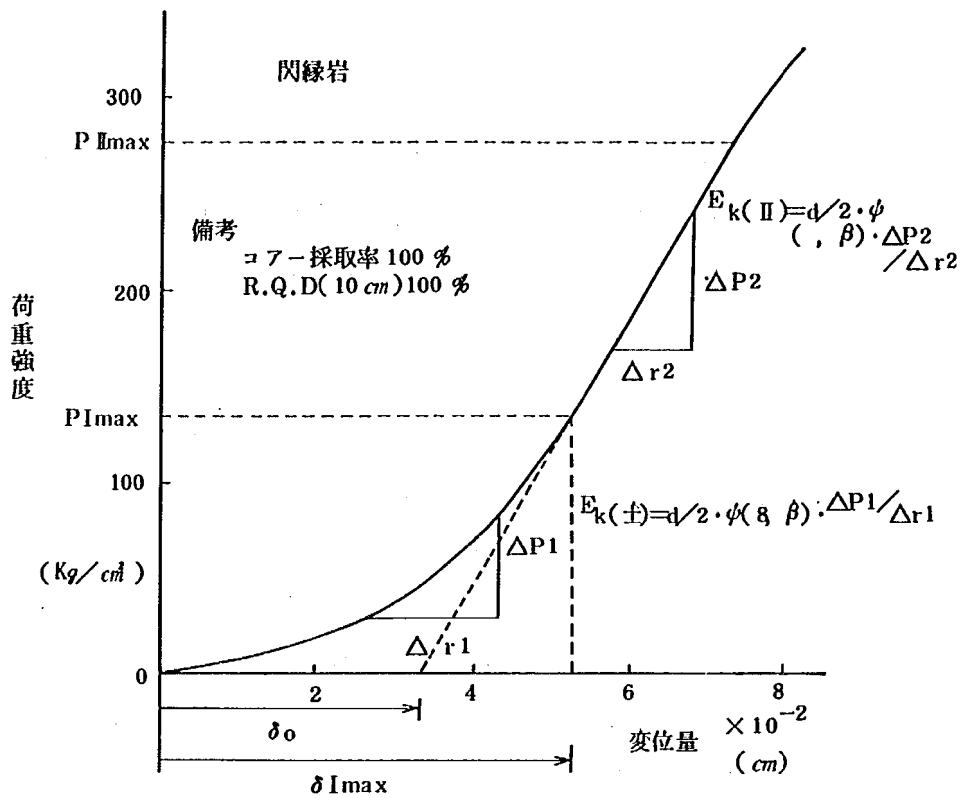


図 2 - 2 0 荷重～変位図

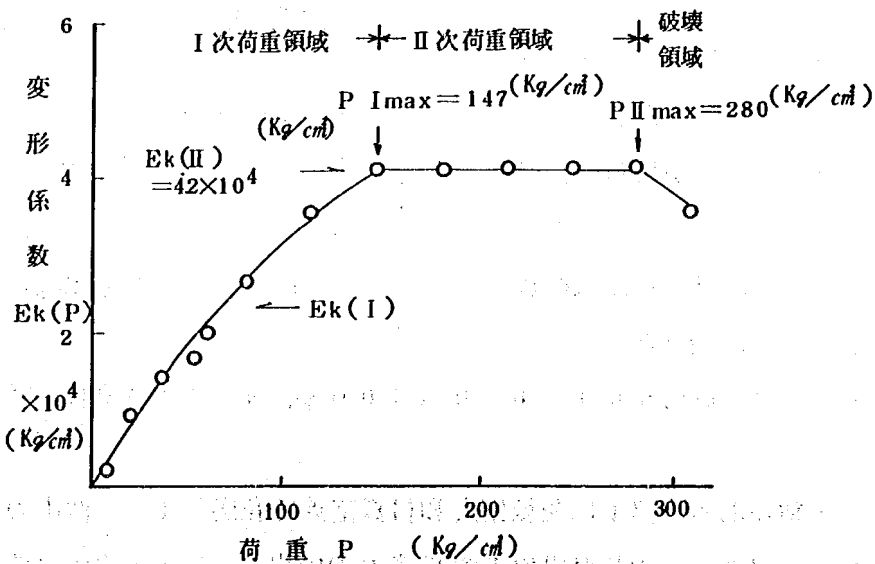


図 2 - 2 1 変形係数の荷重依存性

3. 室内試験

3.1 試験目的

本研究は、トンネルを掘削する際、地上の諸特性（主として強度、変形係数など）を、あらかじめ予測するための原位置試験の1つである孔内蔵荷法の適用性について調査したものである。ボーリング孔壁を利用した原位置試験には、電気検層法、密度検層法、弾性波速度検層法、孔内蔵荷法などがある。この中でも実際に力学的に地山を変位させる孔内蔵荷法はそれだけ直接的に地山の力学定数を与える。

この孔内蔵荷試験法は、岩盤の力学的特性を原位置において比較的容易に測定できる。しかし、現在までの孔内蔵荷試験法では高圧力で載荷板を押し出せないため、岩盤に適用することが難しかったが、当研究室の孔内蔵荷試験機（高圧型KKT）は、載荷板圧力330 kg/cm^2 まで出せ、岩盤にも適用できると思われる。本実験では、花崗岩、安山岩、凝灰岩を対象とし、適用するにあたっての問題点、推定変形係数の精変などを調べることを目的とする。方針として、室内模擬原位置試験を行ない、それによって求めた変形係数と一軸圧縮試験による変形係数を比較し、両変形係数の差を知りその差の原因を推定する。

3.2 試験方法

実験装置を図3-1に示す。外わくは鉄筋コンクリート製である。側圧はシリンダー内油圧250 kg/cm^2 の油圧ジャッキ2本を使った。

岩石が硬いため、供試体に完全な円柱形の孔を削孔することができなかった。このため、載荷板の一部しか岩石（孔壁）に接触せず問題となった。載荷板にガムテープをつけ試験をし、どの程度載荷板と岩石が接触しているか調べた。

岩石供試体の大きさは、概略600×600×300mm、ボーリング孔は、直径76mmである。

岩石試料は、3種類ある。第1に茨城県大和村真堅産の花崗岩で、筑波山の西側の深成岩地帯の岩石である。第2は、山梨県甲府市酒折産の安山岩で、富士山周囲の安山岩地帯の岩石である。安山岩、花崗岩とも風化作用を受けておらずクラックの少ない岩石であった。第3は、栃木県宇都宮市大谷町に産する凝灰岩で、俗に大谷石とよばれる。大谷凝灰岩は、

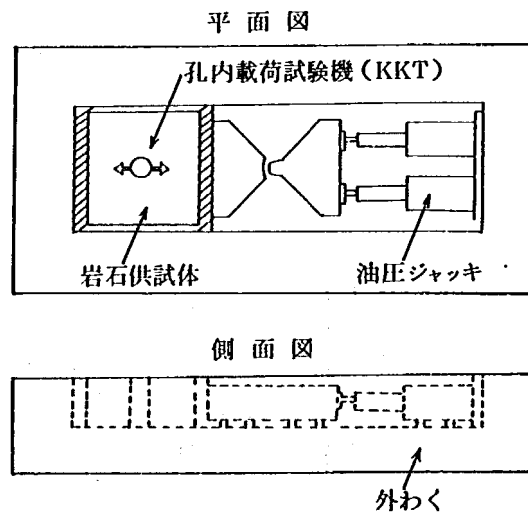


図3-1 実験装置

大半が軽石よりなり、少量の石英、長石等の結晶粒子を伴う火山碎屑岩である。管状の気泡がみられきわめて多孔質である。

K K T試験の載荷方法は、図3-2に示すように単調増加の段階載荷法とし、載荷速度 $66 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2/\text{min}}$ 一定荷重保持時間1.5分とした。変位量の読みは載荷後、0.5分、1.0分、1.5分を基本とした。

また、変形係数E値の算定式は、第2章に示したグッドマンの式を用いた。すなわち、

$$E = \frac{d}{2} \cdot \phi(\nu \cdot \beta) \cdot \frac{\Delta p}{\Delta r} \dots\dots\dots (3-1)$$

ここにボーリング孔径 $d = 7.6 \text{ cm}$ 、載荷曲率 $\beta = 23^\circ$ 、ポアソン比 $\nu = 0.3$ と仮定することにより、 $\phi(0.3, 23^\circ) = 1.040$ より

$$E = 3.95 \times \frac{\Delta p}{\Delta r} \dots\dots\dots (3-2)$$

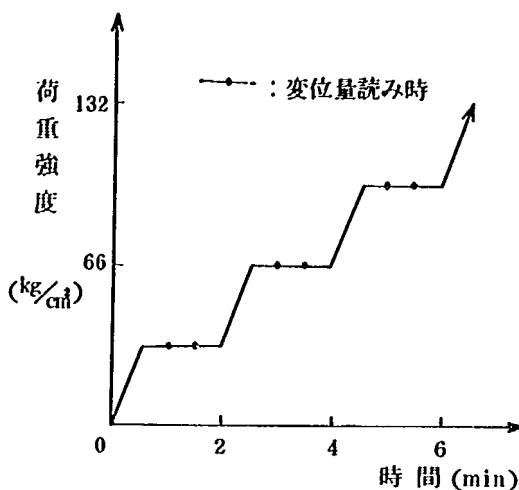


図3-2 K K Tの載荷方法

3.3 試験結果および考察

室内試験および岩石試験の結果を表3-1に示す。詳細な測定データは巻末に示すとおりである。

3.3.1 K K T試験結果

前記したように、今回の試験ではボーリング孔壁と載荷板の接触具合を調べるため載荷板にガムテープを貼って試験を行なった。このため、試験結果にその影響が出るものと思われる。

この影響を調べるため、表3-1に示すように孔番号9、10、11、13については、載荷板にガムテープを貼る場合と貼らない場合の2通りについて試験を行なった。これより、両値の間にはかなりの差異が認められ、孔番号9、10、11については、ガムテープ無の方がガムテープ有より二次変形係数が大きく出た。一般に載荷板にガムテープを貼ると、変位量の測定値に岩盤の変位量に加えてガムテープの変位量を加えられるため変形係数は、ガムテープを貼らない場合に比べて小さく出る。表3-1より、両値の比率は1.5～2.0程度となっている。前記以外のコア番号の試験では、今回すべて載荷板にガムテープを貼り、試験を行なったため、得られた変形係数に上記比率1.5～2.0を乗じた値が、真の岩盤の変形係数を示すものと考えられる。なお、孔番号13については、逆にガムテ

表 3 - 1 試 験 結 果

孔 番	岩 石 名	比 重	ポ ア ソ ン t	一 軸 圧 縮 試 験		K K T 試 験				E_u/E_k	E_u/E'_k
				圧 縮 強 度 (%)	変 形 係 数 E_u (%)	Ⅱ 次 変 形 係 数 E_k (%) ガムテープ有	Ⅱ 次 変 形 係 数 E_k (%) ガムテープ有	有 効 載 荷 率	補 正 変 形 係 数 E'_k (%)		
1	花 崗 岩	262	0.27	1640	49.5×10^4	6.05×10^4	-	-	-	8.2	-
2	花 崗 岩	262	0.30	1100	34.0 "	13.50 "	-	-	-	25	-
3	花 崗 岩	264	0.17	1080	30.5 "	6.35 "	-	0.61	10.41×10^4	4.8	2.9
4	花 崗 岩	-	-	-	-	6.35 "	-	0.61	10.41 "	-	-
5	花 崗 岩	265	0.15	1280	41.4 "	4.94 "	-	0.53	9.32 "	8.4	4.4
6	花 崗 岩	265	0.28	1660	52.8 "	6.04 "	-	0.38	15.89 "	8.7	3.3
7	安 山 岩	268	0.14	2700	48.1 "	7.41 "	-	0.58	12.78 "	6.5	3.8
8	安 山 岩	273	0.17	2830	60.4 "	7.41 "	-	0.57	13.0 "	3.2	4.6
9	安 山 岩	273	0.18	2400	65.6 "	7.41 "	14.8×10^4	0.64	11.58 "	8.9	5.7
10	安 山 岩	273	0.17	2830	49.6 "	7.41 "	14.8 "	0.64	11.58 "	6.7	4.3
11	安 山 岩	271	0.25	2770	50.7 "	5.93 "	8.89 "	0.68	8.72 "	8.5	5.8
12	安 山 岩	272	0.22	2920 以上	51.2 "	7.41 "	-	0.62	11.95 "	6.9	4.3
13	安 山 岩	274	0.14	2500	60.4 "	7.41 "	4.94 "	0.55	13.47 "	8.2	4.5
14	凝 灰 岩	1.42	0.16	85.9	3.83 "	-	-	-	-	-	-
15	凝 灰 岩	1.45	0.18	75.5	3.27 "	1.27 "	-	1.00	1.27 "	2.6	2.6
16	凝 灰 岩	1.45	0.12	67.9	4.35 "	1.21 "	-	1.00	1.21 "	3.6	3.6
17	凝 灰 岩	1.44	0.10	96.3	3.57 "	1.48 "	-	1.00	1.48 "	2.4	2.4
18	凝 灰 岩	1.46	0.09	68.6	2.49 "	1.41 "	-	1.00	1.41 "	1.8	1.8
19	凝 灰 岩	1.44	0.15	84.5	3.32 "	0.987 "	-	1.00	0.987 "	3.4	3.4
20	凝 灰 岩	1.42	0.11	63.0	5.53 "	-	-	-	-	-	-

プ無の方が変形係数が大きく出ているが、これは、変形係数を求めた応力レベルが、両試験で異なることに起因するためである。

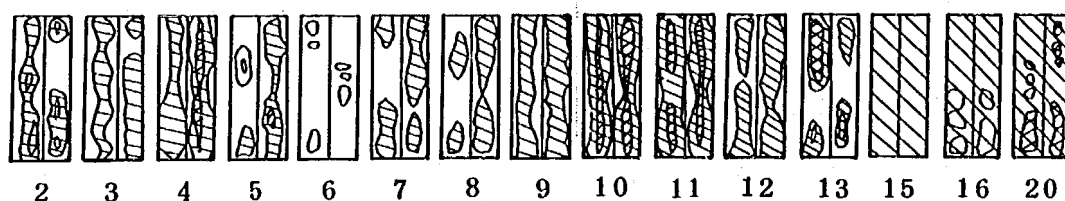
つぎに、側圧の違いによる変形係数の差異について調べる。図3-1に示すように、本実験においては、2つの油圧ジャッキにより、岩石供試体に側圧を作用させたが、孔番№2、№6、№17では、側圧を変化させて、KKT試験を行ない、その影響を調べた。表3-2に、試験結果を示す。これより、孔番№2では、側圧を0から250%に変化させることにより、変形係数は約2倍程度になっている。一方、孔番№6、№17では、側圧を125~400%に変化させても、変形係数はほとんど影響されていないことがわかる。以上の結果より、側圧については、それが大きい方が変形係数は大きくなる傾向にあるが、試験結果に大きな影響を及ぼすほどのものでないことがわかる。

表3-2 側圧の違いによる変形係数の差異

側圧 孔番	0	125	200	250	400
№2	6.44	—	—	13.5	—
№6	—	—	6.31	6.04	6.31
№17	—	1.48	—	1.48	—

表中の変形係数： $\times 10^4$ （%）

つぎに、孔内载荷試験のもっとも顕著な誤差原因と思われる载荷板と岩石供試体の接触不良について述べる。前述したように、本実験では载荷板にガムテープを貼り両者の接触状況を調べた。図3-3にその結果を示す。一般に、接触面積が小さいほど変形係数は小さく出てくる。また、軟岩である凝灰岩はすべての場合、载荷板全面に岩石が接触しているが、花崗石、安山岩では、接触不良が認められた。この接触不良の度合を調べるため、有効载荷率を次式により、定義し、それぞれのケースについて求めた。



上図の番号は、表4-1左端の孔番である。一つの実験につき载荷板反力面の接触状況を示す。斜線を引いてある部分が、载荷板と岩石供試体との接触した部分である。その中でも特に強く接触したと思われる部分を二重斜線で示した。

図3-3 载荷板と岩石との接触状況（模式図）

$$\text{有効载荷率} = \frac{\text{有効载荷面積}}{\text{载荷板全面積}} \dots\dots\dots (3-3)$$

ここに、有効載荷面積：ガムテープにより、実際に載荷板と岩石供試体の接触した面積式（3-3）より得られた有効載荷率を各孔番について求めると、表3-1となる。これより花崗岩、安山岩では、平均して載荷板の6割程度しか岩石供試体の孔壁に接触していないことがわかる。この接触不良になる原因として、削孔した孔が完全な円柱状の孔ではなく曲がったり、壁面に凹凸ができたりすることがあげられる。完全な円柱状の孔を掘削するのは花崗岩や安山岩のような硬岩では実験室においてすら難しく、現場ではさらに困難であると思われる。

3.3.2 岩石試験結果とKK T試験結果の対比

表3-1に、それぞれの試験結果を示す。この中で、一軸圧縮試験より得られた変形係数 E_u 値と、試験より得られたⅡ次変形係数 E_k 値について、両値の関係で調べてみる。

まず、一軸試験より求めた E_u 値の方が、孔内載荷試験より求めた E_k 値に較べて大きいことがわる。この原因として、つぎのようなことが考えられる。

- (Ⅰ) 岩盤では、各種地質分離面の存在のため原位置岩壁の変形係数は、その岩盤を構成する岩石の変形係数より小さく、その度合は軟岩ではそれほど顕著でないが、硬岩になると両値に大きな差異がみられる。本試験では、比較的割れ目の少ない岩石供試体を用いたため岩石と岩盤の差異は少ないと思われるが、多少なりともこの種の影響が考えられる。
- (Ⅱ) 岩石の一軸圧縮試験の場合、載荷前に供試体端面を入念にフェーシングするが、孔内載荷試験の場合、それが不可能である。（試験条件の差異）
- (Ⅲ) 載荷板に貼り付けたガムテープのため、変位量が大きく出ている。

表3-1をもとに、 E_u と E_k 値の関係（安山岩）を示すと図3-4となる。ただし、図3-4に示す E_k 値は、有効載荷率による接触不良およびガムテープの補正を行なった値である。これより、安山岩（硬岩）については、下記式が成立することがわかる。

〈安山岩〉

$$E_u = 2 \sim 4 \cdot E_k$$

……………（3-4）

ここに E_u ：一軸試験より得られた変形係数

E_k ：KK T試験より

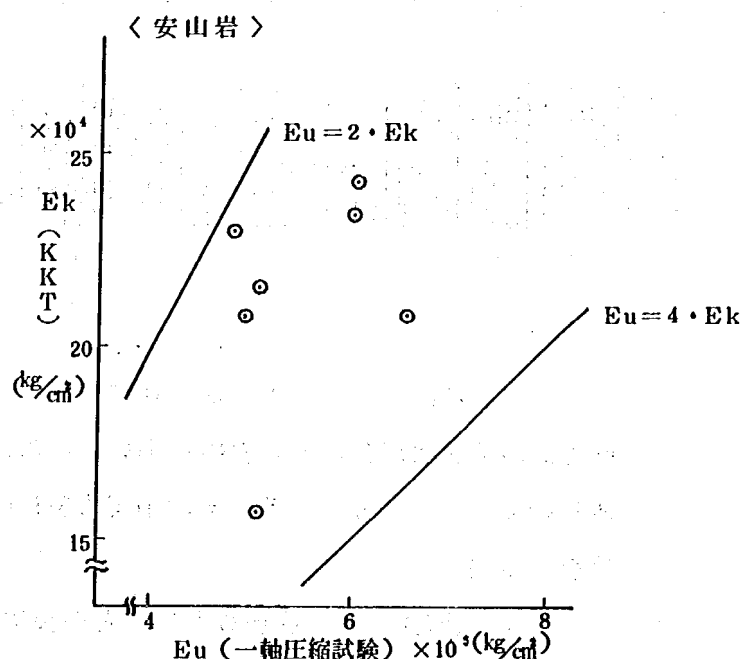


図3-4 E_u と E_k の関係

得られたⅡ次変形係数(補正後)

また、データ個数は少ないが、凝灰岩(軟岩)については、表3-1より下記式が成立することが推定される。

〈凝灰岩〉

$$E_u = 1 \sim 2 \cdot E_k \cdots \cdots (3-5)$$

ただし、式(3-4)、式(3-5)に示す関係式は、載荷板と孔壁の接触不良およびガムテープの影響等の補正を行なった値であるが、参考のため、接触不良に伴う補正を行なわないケースについて、 E_u と E_k の関係式を示すと下記のようになる。

〈安山岩〉

$$E_u = 3 \sim 5 \cdot E_k \cdots \cdots (3-6)$$

〈凝灰岩〉

$$E_u = 1 \sim 2 \cdot E_k \cdots \cdots (3-7)$$

なお、花崗岩については、上記安山岩の場合と同様の関係式が成立すると思われる。

4. 金山トンネル現場計測³⁾

4.1 調査目的

現在、中小のトンネル工事を対象とする事前調査としては、弾性波探査が主として行なわれ、それに基づいて設計、施工計画が立てられている。しかし、地質条件が複雑であったり、岩盤状態が不良であると、この調査だけでは不十分で、施工にあたり当初の計画の大幅な変更を余儀なくされることがある。このような場合、工事と並行して実施する調査が非常に有効となるが、施工中の調査に要求される事項として、ⅰ) トンネル掘削作業に与える影響が少ないこと ⅱ) 調査手段が簡便であること ⅲ) 結果が直ちに判明し、しかも施工との関連性が明確であること、等が挙げられる。今のところ、上記条件を満足しうる調査方法は確立されていないが、今回、施工段階の調査の1つとして、トンネル切羽面における水平ボーリング、採取コアの岩石試験およびボアホールジャッキ試験を実施し、それらの結果と施工実績等と対比検討することにより、現地で入手しうる岩盤計測データをトンネルの設計、施工に活用する方法について検討した。調査の具体的な概要は、下記のとおりである。

- ① 切羽先端において水平ボーリングを実施し、切羽より先の地質を予知し、施工指針とする。
- ② 水平ボーリングを実施することにより得られたコアを用い、コア観察、各種岩石試験を行ない、さらにボーリング孔内において載荷試験(KKT試験)を行なうことにより、地山の性質を定量的にとらえ、今後予定される当地区のトンネル建設の設計、施工指針とする。
- ③ 孔内載荷試験を実施することにより、(a) 岩石試験結果との相関性 (b) 外径40mmの小孔径用の適用性 (c) 岩盤の異方性の判定 (d) 地山強度の判定等の資料を得る。

4.2 調査概要

調査は、香川県坂出市に国道11号線の坂出～丸亀間のバイパス道路として建設中の金山トンネル内において実施した。図4-1に、調査地案内図を、図4-2に金山トンネル地質縦断面図をそれぞれ示す。

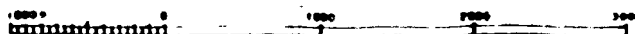
トンネルの掘削は、丸亀側より高松側に向かって進められ、調査は切羽の進行とともに変化していく地質状態を把握するために、切羽が丸亀側坑口より約250mの地点に達してから毎週日曜日にトンネル掘削作業の交代休みを利用して、合計8回行なった。このトンネル通過付近には、ほぼ全区間にわたり基盤岩である花崗岩が分布する。この花崗岩は、領家変成に関与したもので、その特徴として、ⅰ) 新鮮部は優白色粗粒で硬質であるが、微細なキレツが多く一部強い片麻状構造を示す。ⅱ) 卓越した方向性を有する割れ目が多い。ⅲ) 岩体

図-4 調査地案内図



○ 調査地域

1:50,000



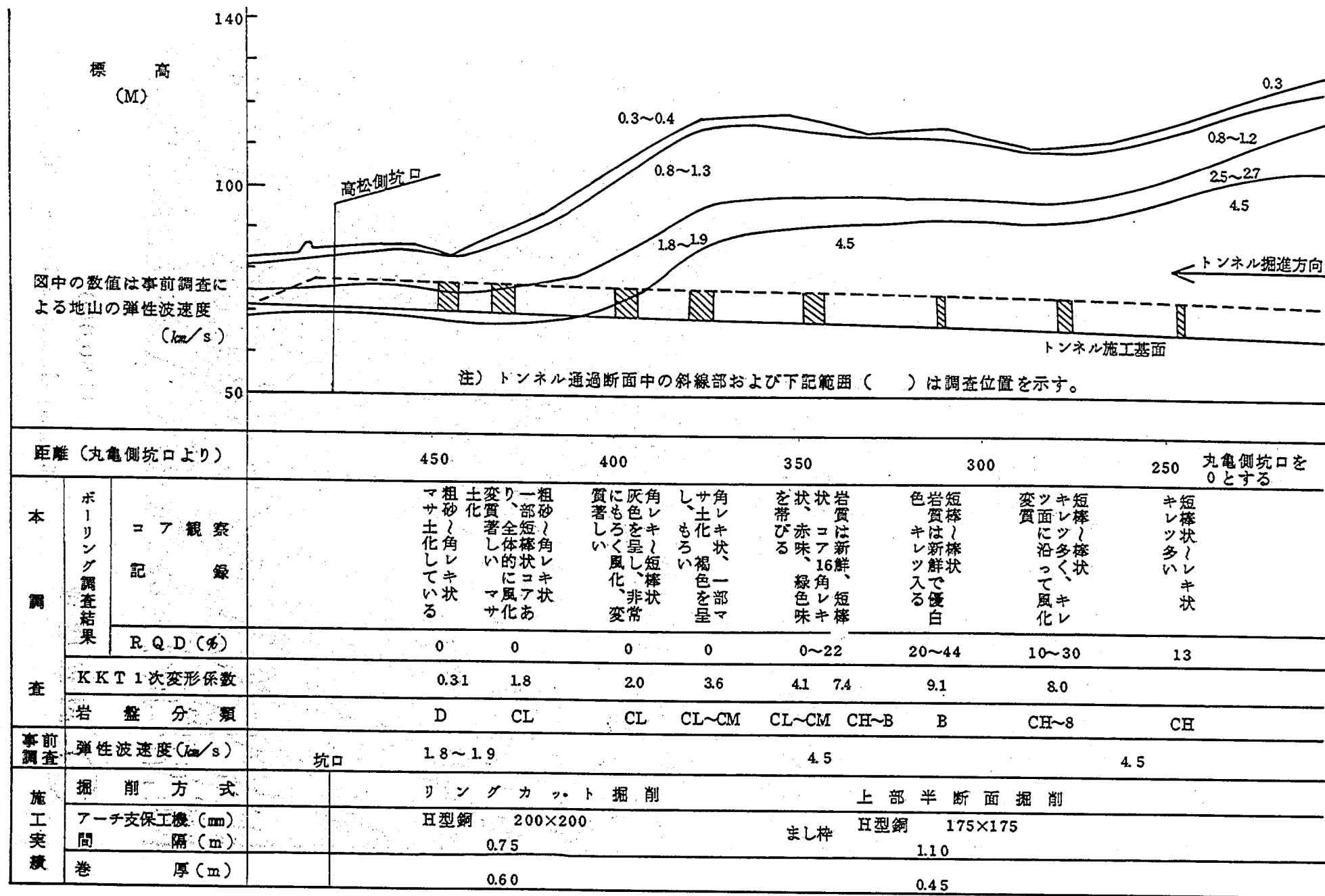


図4-2 金山トンネル地質縦断面図 SCALE 1:1600

の風化は非連続的である。Ⅳ) 捕獲岩(古生層片岩類)が散見される。等が挙げられる。この領家花こう岩体は、丸亀側坑口から調査開始地点までは坑口部を除き優白色、粗粒、堅硬で比較的新鮮であった。しかし、それ以降は切羽の進行とともにしだいに風化変質が進み、高松側坑口付近では、岩体がほぼマサ土化している。この地質状態の変化を調べるため、切羽で水平ボーリング(φ66mmコアボーリング、掘長5m)およびせん孔の時に用いる削岩機による掘削(φ40mm、掘進長2m)を近接地点で行ない、それぞれの孔でポアホールジャッキ試験を行なった。また、岩石コアについて、後日室内岩石試験を行なった。表4-1に、今回実施した調査内容を示す。

表 4 - 1 調査内容表

調査種別	項 目		実施数量	備 考
現場試験	孔内載荷試験 (KK T試験)	φ 6 5 型	3 1	岩盤用高圧型 K K T
		φ 4 0 型	1 4	
室内試験	力学試験	弾性波速度試験	3 3	P 波, S 波測定
		一 軸 圧 縮 試 験	3 3	ヒズミゲージによる 静弾性係数測定
		圧裂引張試験	2 6	
	物理試験	見 掛 密 度	5 5	
		有 効 間 げ き 率	5 5	
		吸 水 率	5 5	
		自 然 含 水 比	5 5	

4.3 調査結果および考察

4.3.1 概 要

前記した図4-2に、事前調査として実施した弾性波探査の結果および今回施工中に実施したボーリング調査結果、ポアホールジャッキ試験結果の概要、並びに施工実績を示した。

図4-2に示すボーリング調査結果より、丸亀側坑口より250m付近から340m付近までの間は、RQD(10%~50%)が示すように領家花崗岩の特徴としてキレツが非常に多く入り採取コアも短棒状のものが多いが、色調は全体的に優白色でコア自体は比較的新鮮である。一方、それより高松側の坑口に進むと、花崗岩の風化、変質がしだいに顕著になり、採取コアも短棒状~角レキ状~粗砂状となり、RQDも0%となっている。また、色調も優白色から灰色、褐色を呈するようになる。このようなボーリング調査結果の傾向は、原位置で実施したポアホールジャッキ(試験結果からもうかがえる。今回同一地点の採取コアをみても、(I)棒状を呈する部分、(II)角レキ状を呈する部分、(III)風化、変質が著しく一部マサ土化している部分、といった具合に複雑な様相を呈していた。おのおのの性状を調べるためKKT試験を実施したので、試験を実施したので、試験結果をそのままみると非常にばらつきの大きいものとなっているが、上記した3つに区分して見直すとそれ程大きなばらつきはない。そこで、KKT試験結果を単純平均するのではなく、まず3区分毎のデータを平均し、さらにそれら3つの値を平均するといった方法をとった。図4-2に示したⅡ次変形係数は、そのようにして得られた値を示している。このⅡ次変形係数をみても、丸亀側坑口より340m付近より、しだいに岩盤状態が悪化していることがわかる。以上が今回行なった調査結果の概略であるが、ポアホールジャッキ試験岩石試験の全試験結果は一括して、巻末に示す。

ところで、本調査結果と図4-2に示してある事前調査結果(昭和46年度、弾性波探査)を比較すると、丸亀側坑口から340m~400mの間で大きく違い違っていることがわかる。すなわち、事前調査データである弾性波速度結果をみると、トンネル通過断面付近の花崗岩の風化変質が著しくなるのは、丸亀側坑口から400m付近からとなっているが、実際には本調査結果より明らかなように、すでに340m付近から調査岩盤の軟質化が始まっていた。トンネル施工上、岩盤状態の変化する地点を正しくとらえることは非常に重要であるが、間接的な調査法である弾性波探査では精度上その把握が困難であり、この意味からも施工中の調査の重要性が認識される。

4.3.2 調査岩盤の風化区分

岩盤の工学的性質は、岩石の風化に伴って劣化する。その意味から風化の度合は岩盤の工学的性質を左右する重要な要素となる。岩石は風化を受けると造岩鉱物の化学成分の変化、密度の減少、間げき率や吸水率の増加となってあらわれ、岩石、岩盤の強度や変形特性に大きな影響を与える。現在、一般的には肉眼判定により風化区分を行なっているが、本調査では、これ

に加えて岩石の物理量を測定し、定量的に風化区分することを試みた。

図4-3に乾燥密度と吸水率の関係を示す。

図中の風化区分記号は、肉眼判定により決定したものである⁹⁾。各試料には、造岩鉱物の種類、含有率、粒子の大きさ等若干の違いはあるが、すでに同一岩体から採取したものである。図4-3より、風化の進行に対応して、明確に物理定数が変化していくことがわかる。また、有効間げき率と乾燥密度の間にも同様の相関が認められた。

これらの物理量をもとに調査岩盤の風化区分を行なうと表4-2のようになる。

4.3.3. 風化性状と試験結果の相関性

岩盤の性質は、主として岩石の硬軟とキレツの状態に支配される。現在用いられている工学的な岩盤区分は、この両要素を反映する分類要素を組み合わせで行なわれるが、その多くは経験的判断とする。このため岩盤区分から工学的性質を限られた幅で推定することには問題が多い。したがって岩盤区分は客観的な項目による統一した分類法をとることが重要となる。岩石の物理量の変化は、風化、変質の進行度合、言い換えれば花崗岩の軟質化の程度を示しているから、岩盤の軟質化の程度を示しているから、岩盤の強度、変形特性と密接な関係にある。

図4-4は、試験から求めたⅡ次変形係数と、試験深度で採取したコアの吸水率の関係を示したものである。(Ⅱ次変形係数は、試験の荷重～変位曲線において、破壊が始まる前の荷重に依存しない定常状態の変形係数で、主として岩石そのものの硬軟

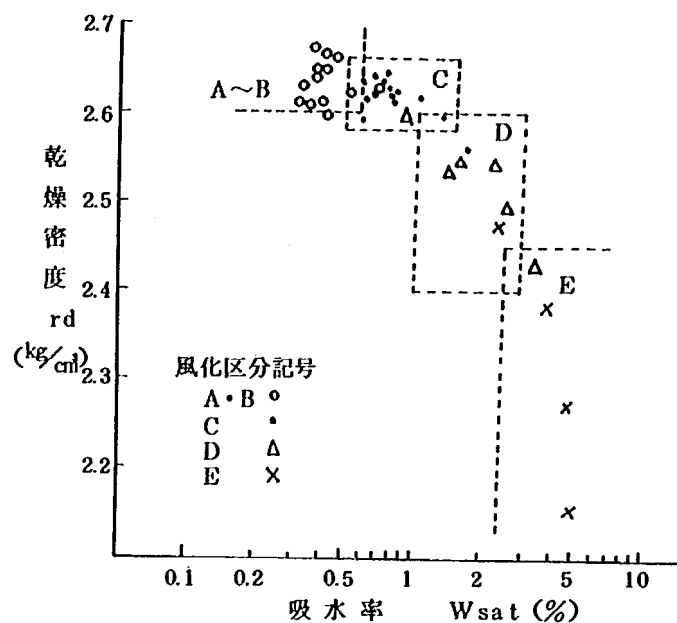


図4-3 乾燥密度と吸水率の関係

表4-2 花崗岩の物理定数と風化区分

風化区分	乾燥密度 (g/cm³)	吸水率 (%)	有効間げき率 (%)
A・B (未風化帯)	2.60～2.67	～0.5	～1.5
C (漸移帯)	2.58～2.65	0.5～1.5	1.5～3.0
D (弱風化帯)	2.40～2.60	1.5～3.0	3.0～7.0
E (強風化帯)	～2.40	3.0～	7.0～

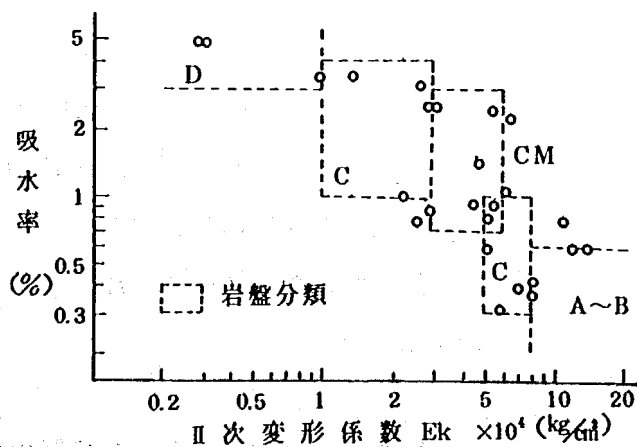


図4-4 吸水率とⅡ次変形係数の関係

に關係している。)

岩石、岩盤に対する試験の常として、この図にもかなりのばらつきはあるが、吸水率の増加とともにⅡ次変形係数が急激に減少している。また、そのばらつきの程度は、吸水率が低いほど大きい。その理由として、岩盤の変形性は風化が進むほど構成岩石の硬軟に支配されるのに対して、岩質が新鮮かつ堅硬であれば、主として地質分離面の性状に影響されるためと考えられる。

つぎに、地質分離面の性状が岩盤の変形性に与える影響について見てみる。キレツの状態を表わす手段として、キレツの間隔、密度、R Q Dといった数値がよく用いられるが、ここでは採取コアの形状をつぎの5段階に区分した。

- a : 棒状コア、コア長さ10 cm以上
- b : 短棒状コア、コア長2 ~ 10 cm
- c : 岩片状~角レキ状、レキ径1 cm 以上
- d : 角レキ状~砂状、砂状のもの50%以下
- e : コアは大部分砂状、レキ状コア50%以下

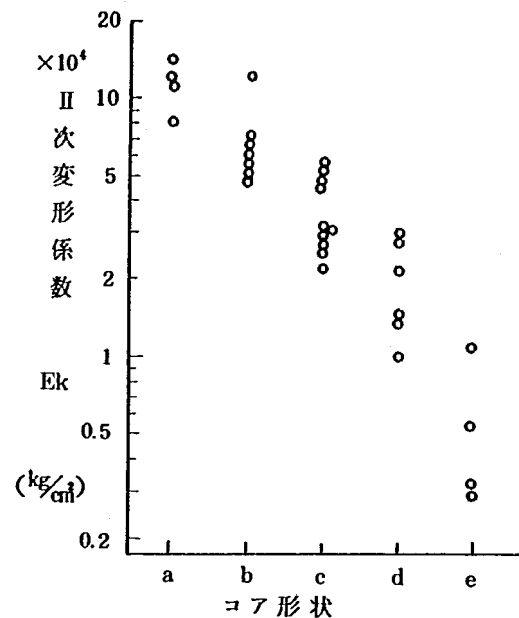


図4-5 コア形状とⅡ次変形係数

図4-5は、Ⅱ次変形係数とコア形状の關係を示したものである。コアの形状は、ボーリング堀削の技術(使用器具、技術者の技量)に影響されるものの、約30 cm(載荷板長さ)というごく短い区間での対比のため、非常に良い相関性が見られる。

以上の結果から考えると、岩石の硬軟やキレツの状態を適切に評価し、岩盤区分を行なえばK K Tの結果を介することによって、かなり限られた幅で岩盤の工学的な物性値を推定することができる。本調査岩盤の性質を概略まとめると以下のように評価できた。

- (i) 比較的キレツが少なく、新鮮かつ堅硬な岩盤(A~B級岩盤に相当)のⅡ次変形係数は $8 \sim 15 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ である。
- (ii) 一般に、C級と区分される岩盤は、岩質の変化が激しく細分することは容易でないが、大略 $C_H \cdots 5 \times 8 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$, $C_M \cdots 3 \sim 6 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$, $C_L \cdots 1 \sim 3 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ 程度の変形係数を示す。
- (iii) 風化、変質が一樣に進み採取コアが砂状を呈する岩盤(D級)の変形係数は $1 \times 10^4 \text{ kg/cm}^2$ である。

4.3.4 岩石力学試験結果とK K T試験結果の相関性

岩石の一軸圧縮試験は、岩盤を構成する岩石の強度、変形性を求める目的でよく行なわれる

しかし、この試験結果には、岩石自体に内在するミクロの割れ目の性質を含んでいるものの、岩盤の工学的性質を支配する巨視的な不連続面の性質が全く反映されていないため、岩盤に直接適用することはできない。

図4-6は、一軸圧縮強度と供試体の静弾性係数の関係を示した。

試験に用いた供試体の吸水率は、ほとんどが0.5%以下で、変質作用を受けていない新鮮な岩石がある。

図より、新鮮な岩石の一軸圧縮強度は600～1200 kg/cm²、静弾性係数 E_s は $2 \sim 7 \times 10^5$ kg/cm² とみることができる。

試験から求めた新鮮で堅硬な岩盤のⅡ次変形係数 $E_k(Ⅱ)$ が $8 \sim 15 \times 10^4$ kg/cm² であることから、両値の間には大略つぎの関係式が成立する。

$$E_s = 2 \sim 6 \cdot E_k(Ⅱ) \cdots \cdots (4-1)$$

この両値の比は、地山の弾性波速度とアストピースの弾性波速度の比が、割れ目指数として岩盤の割れ目の程度を表現しているのと同様、岩盤の良好度を表わす一つの指標と考えられる。

つぎに、図4-7は、Ⅱ次変形係数 $E_k(Ⅱ)$ と一軸圧縮強度 σ_c とを対比したものである。今回一軸圧縮試験に供する棒状コアが多くは採取できなかったためデータ数は少ないが、両値の間には比較的良好な相関が得られ、ほぼ下記する関係式が成立する。

$$E_k = 50 \sim 110 \cdot \sigma_c \cdots \cdots (4-2)$$

4.3.5 トンネル施工実績とKKT試験結果との関連性

トンネル工事を行なう際、掘削方式、支保工の機種や建込み間隔、覆工の巻厚等の設計、施工は、本来岩盤の割れ目の程度、風化変質の度合、含有粘土鉱物、土被りなどにより決定されるべきものである。施工法は岩盤状態を総合的に反映していると考えられ、KKT試験結果とトンネルの設計、施工との関連性を見出すことは有益である。

一般に、岩盤分類と上記設計、施工との関連は、指針、示方書等に表示されているが、その中

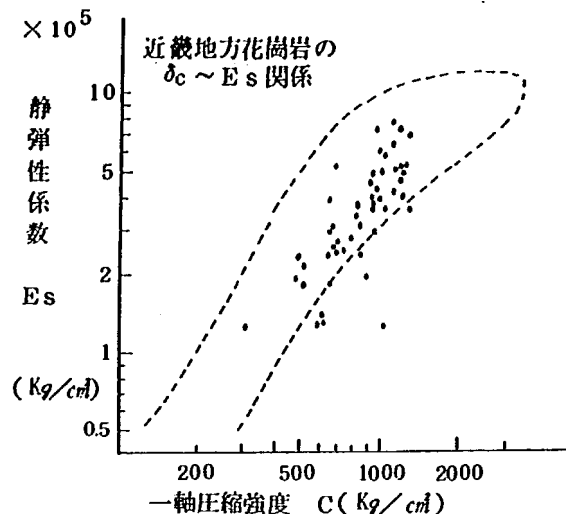


図4-6 一軸圧縮強度と静弾性係数の関係

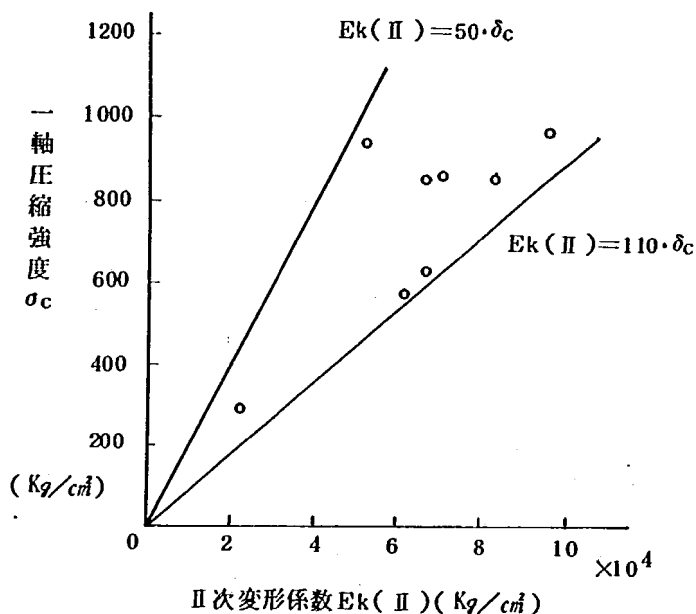


図4-7 一軸圧縮強度とⅡ次変形係数の関係

で池田より提示されている両者関連表を参考上にして、本調査結果を示すと図4-8となる。

また、最近機械掘削工法により能率的にトンネル工事を進める方法がよくとられているが、トンネルボーリングマシン(TBM)掘削の実績と良好な相関関係にあるとされている準岩盤強度と今回の調査結果の関連性を示すと図4-9になる。なお、準岩盤強度は、次式により定義される。

$$\text{準岩盤強度}(\sigma'_c) = \text{岩石試料の圧縮強度}(\sigma_c) \times \text{岩目係数}(f) \cdots \cdots (4-3)$$

ここに、岩目係数 $f = (\text{地山の弾性波速度} / \text{新鮮な岩石試料の弾性波速度})^2$

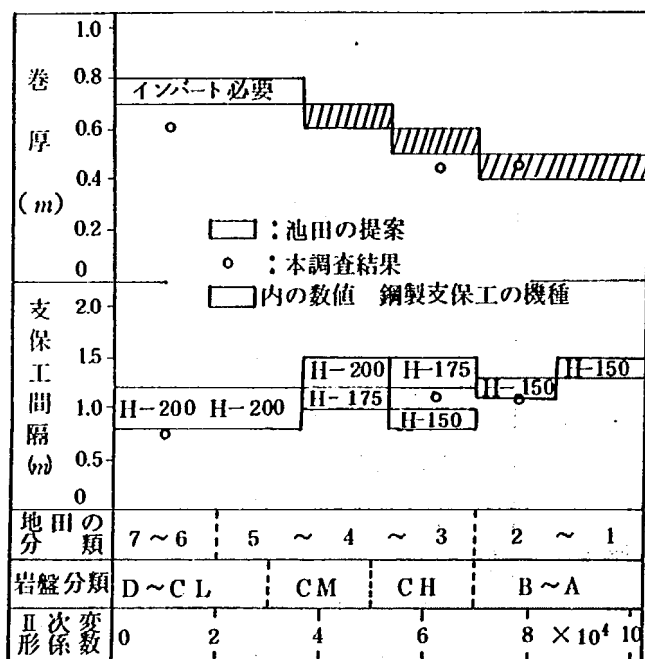


図4-8 Ⅱ次変形係数(KKT)と支保工、覆工巻厚の関係

4.3.6 岩盤の異方性の判定

ボアホールジャッキは、载荷方向が一定であるため、岩盤の異方性の度合を調べることができる。本調査において切羽で割れ目の卓越方向を観察することにより、载荷方向を①割れ目の方向に平行、②割れ目の方向に直角、の2方向で試験し、Ⅱ次変形係数に与える影響を調べた。その結果を図4-10に示すが、これよりつぎのことがわかる。

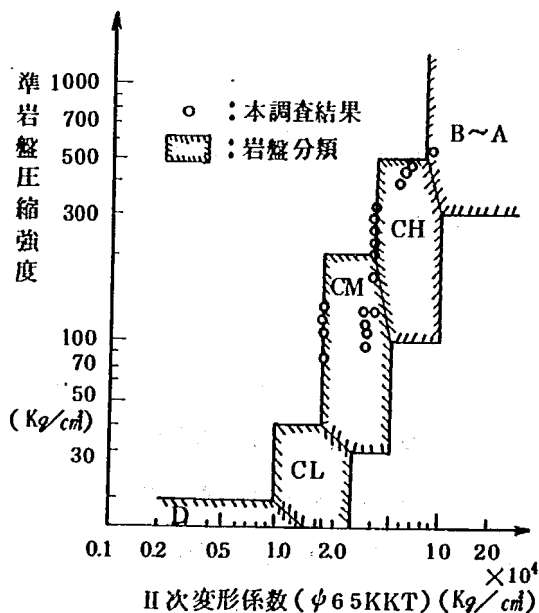


図4-9 Ⅱ次変形係数と準岩盤圧縮強度の関係

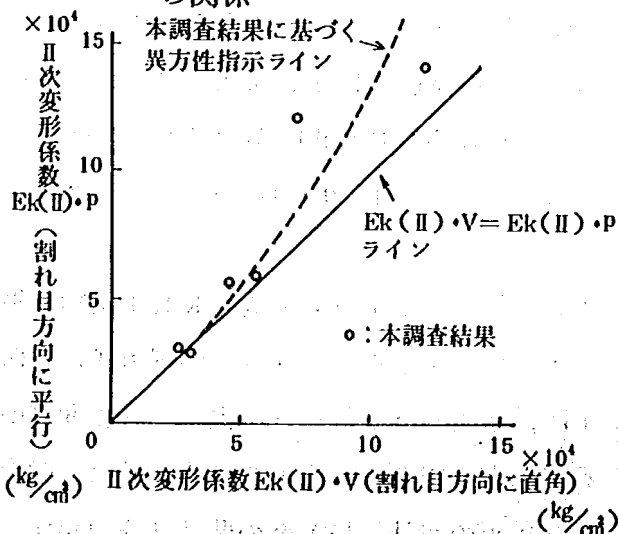


図4-10 载荷方向の違いによる変形係数の差異

- I) 全般的に、割れ目の方向に平行に載荷した方が、変形係数は大きな値として得られる。
- II) 両値の差異は、変形係数が大きい方が顕著である。すなわち、異方性の度合は、軟岩よりも硬岩の方に著しくあらわれる。

以上の試験結果は、岩盤の性質上妥当なものである。

4.3.7 $\phi 40$ KKTの有用性

岩盤用のボアホールジャッキとして、従来外径 65 mm のタイプを多用してきた。本調査では、この $\phi 65$ に加えて、外径 40 mm の高圧型 KKT ($\phi 40$ KKT) を試験し、 $\phi 40$ KKT の岩盤への有用性を検討した。この小口径ボアホールジャッキの利点は、トンネル工事などでせん孔の際用いる削岩機で堀削した孔で、手軽に載荷試験ができることにある。このため、ボーリングマシンの搬入が困難な場所や足場の悪い所でも手軽に試験が可能となる。 $\phi 65$ および $\phi 40$ の概要を図 4-11 に示す。

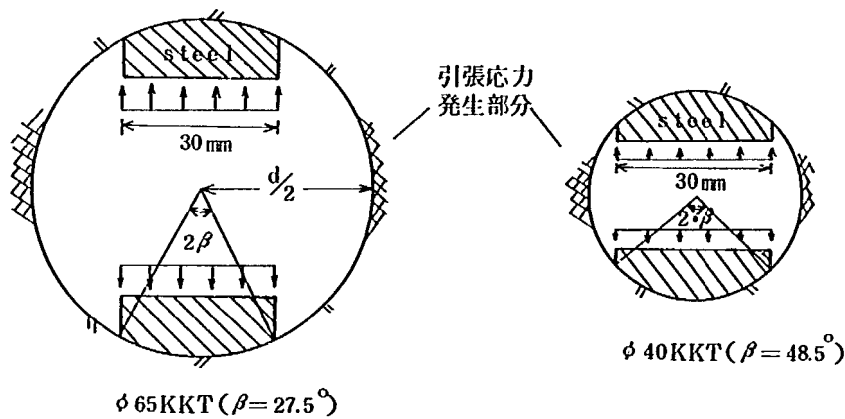


図 4-11 高圧型ボアホールジャッキの概要

KKT試験は、互いに他の試験に影響を及ぼさない範囲で近接しているということで、1.5~2.0 m の間隔で、 $\phi 65$ 孔と $\phi 40$ 孔を堀削し、それぞれの孔で行なった。図 4-12 に、両試験の対比結果を示す。これより、下記する関係があることがわかる。

$$Ek(II)(\phi 65) > Ek(II)(\phi 40) \quad (4-4)$$

この原因として、図 4-11 より、両試験機において、載荷幅が同一であるため載荷曲率 β は、 $\phi 40$ より大きくする等が考えられる。

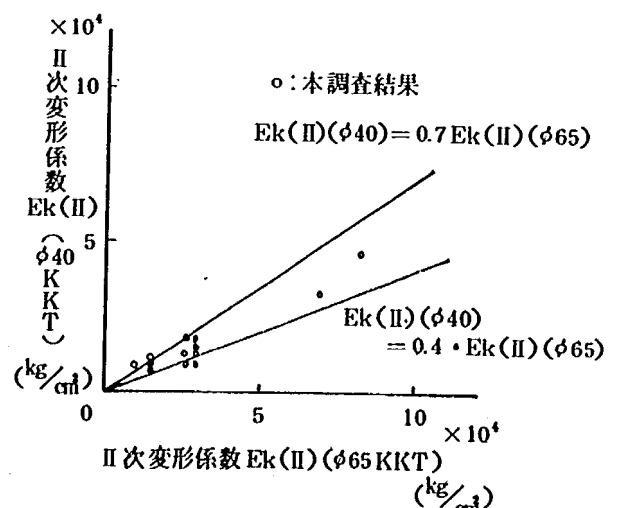


図 4-12 $\phi 65$ KKT と $\phi 40$ KKT の相関 (Ⅱ次変形係数)

図4-12より、 $E_k(II)(\phi 65)$ と $E_k(II)(\phi 40)$ の間には、ほぼ次式が成立することがわかる。

$$E_k(II)(\phi 40) = 0.4 \sim 0.7 \cdot E_k(II)(\phi 65) \quad (4-5)$$

両値にかなりのばらつきがみられるのは、両試験を行なった場所が、前記したように近接していたとは言え、本調査岩盤の不均一性が甚しかったため、同一地質状況のもとで試験を実施したとは言いがたかったことによる。

なお、 $\phi 40$ 試験についての今後の課題として、①最大加圧力を高めること。(現在 90 kg/cm^2 であるが、これについては 110 kg/cm^2 程度まで高めることが可能)、②できるだけ良好な $\phi 40$ 孔を掘削すること、の2点が挙げられる。

5. 孔内載荷試験に関する計測計画

5.1 孔内載荷試験の適用性

第3章および第4章に示した模擬原位置試験とトンネル坑口現場計測の結果をもとに、今後、トンネル調査の一つとして実施する場合について、その適用性を検討する。

まず、室内と現場において行なわれた両試験結果より、試験と岩石コアの一軸圧縮試験による変形係数の関係を調べると表5-1となる。中央に示す接触不良の補正とは、室内試験ではガムテープを、現場試験ではプレスケールをそれぞれ載荷板に貼り、孔壁岩盤と載荷板の接触度を示す有効載荷率（式3-3参照）を求め、それにより変形係数を補正することをいう。

一般に、岩盤と岩石の変形係数を比較すると、岩盤中の地質分離面、寸法効果、試験条件の違い等の影響のため、岩盤の変形係数の方が同一地点で採取した岩石のそれより小さく得られ、その差異は硬岩の方が顕著であるといわれている。今回実施した室内および現場試験結果をみても、すべて E_u （一軸試験によるⅡ次変形係数）の方が大きく得られており、その原因は上記した岩石と岩盤の性質の違いおよび試験条件の違いに起因するものと思われる。さらに、室内試験により得られた E_u/E_k 値について考察を加えていく。表5-1より、安山岩（硬岩）では接触不良の補正を行なうと $E_u/E_k = 2 \sim 4$ という結果が得られている。今回の室内試験では比較的クラックの少ない岩石供試体を用いてKKT試験を行なっているため、 E_u/E_k 値に、岩石と岩盤の性質の違いはそれ程顕著に影響しているとは思われず、両値の差異は主に両試験条件の違いによるものと考えられる。試験条件としては、載荷面の状況の差（一軸試験では供試体端面を入念に成形するが、孔内試験ではそれが不可能）が大きな要因としてあげられ、特

表5-1 岩石試験とKKT試験による変形係数の比較

	岩 種	岩 盤 分 類	E_u 値 (kg/cm^2)	$E_u \sim E_k$ 関係		備 考
				接触不良の補正者	補 正 無	
模 擬 原 位 置 試 験	安山岩	A ~ B	$3 \sim 6 \times 10^5$	$E_u = 2 \sim 4 \cdot E_k$	$E_u = 3 \sim 5 \cdot E_k$	クラックの少ない岩石供給体
	凝灰岩	C _M ~ D	$3 \sim 5 \times 10^4$	$E_u = 1 \sim 2 \cdot E_k$	$E_u = 1 \sim 2 \cdot E_k$	
金 山 ト ン ネ ル 現 場 計 測	花崗岩	C _H ~ C _L	$1 \sim 4 \times 10^5$	$E_u = 1 \sim 6 \cdot E_k$	$E_u = 6 \sim 20 \cdot E_k$	割れ目の発達した岩盤

E_u ：一軸圧縮試験による岩石コアの変形係数

E_k ：KKT (φ65) 試験による岩盤のⅡ次変形係数

にその影響は安山岩（硬岩）において顕著にあらわれている。安山岩においては、接触不良の補正を行なわないと $E_u/E_k = 3 \sim 5$ と大きくなり、この載荷面の状況は試験結果に大きな影響をもたらすことがわかる。このように、室内試験より K K T 試験における孔壁と載荷板の接触不良を含めた載荷不良が明らかにされた、これは削孔した孔が完全な円柱状の孔ではなく曲がっていたり、壁面に凹凸がでたりすることによると考えられる。軟岩（凝灰石）では最初孔壁に凹凸があって載荷の過程でそれが押しつぶされるためほぼ 100% に近い接触度が期待できるのでそれ程問題はなく、表 5 - 1 をみても $E_u/E_k = 1 \sim 2$ となっている。しかし、硬岩（安山岩）では孔壁の凹凸が容易に除去されないため問題となる。一般に、局部載荷になると応力分布の不均一、応力集中などの現象のため変形係数は真の値に較べて小さい値となる。この種の誤差発生要因に対して現在 K K T では、採取コア等より孔壁と載荷板の接触不良が予想される場合は、プレスケール（圧力判別紙）を用いてあらかじめその接触度を調べ、接触不良の甚しい地点での試験はさけるように配慮している。

つぎに、金山トンネル現場計測において得られた種々の結果より、現場における K K T 試験の適用性を検討する。まず、 E_u と E_k を比較すると、表 5 - 1 よりその差異は室内試験より大きく、接触不良の補正を行なうと $E_u/E_k = 2 \sim 6$ 、行なわないと $E_u/E_k = 6 \sim 20$ となっている。この比率の中には、前記した試験条件の違いに加えて、岩石と岩盤の性質の違いを反映しているものと思われる。地山の弾性波速度とテストピースの弾性波速度の比が割れ目指数と呼ばれ、岩盤の割れ目の程度を表わしているのと同様、この E_u/E_k は岩盤の良好度を示す一つの指標と考えられる。また、現場計測により得られるデータをみると、非常にばらつくことがある。しかし、試験結果をその地点のコア形状など対比して整理すると、ばらつきの説明がつく場合が多い。一般に、岩盤の性質はそれを構成する岩石の硬軟と、岩盤中の割れ目の性状により支配されると言われているが、試験結果についても、岩盤のキレツ状態を反映しているコアの形状や R Q D と、また岩石の風化性状を反映する物理定数（吸水率、有効間げき率）等と組み合わせて総合的に評価すれば、岩盤の物性値をある程度限られた範囲で推定することが可能と思われる。

また、今回外径 40 mm の小口径の適用性も調べたが、次節で紹介する比較的手軽でしかも良好な孔を掘削しうる小型ボーリングマシンと併用すれば、今後実用に供しうると思われる。

さらに、試験で載荷方向を変えて試験することにより、岩盤の異方性を判定することを試みたが、変形係数に明確な差異がみられ、その結果は妥当なものであった。

つぎに、切羽における水平ボーリング孔を利用して行なう試験の注意事項について除べる。まず、機種については第 2 章に示したように、土砂地盤では標準型（ $\phi 85$ mm）、軟岩から硬岩では高圧型（ $\phi 65$ mm）、特に中硬岩から硬岩においてその強度特性を知りたい場合には超高圧型（ $\phi 65$ mm）をそれぞれ用いればよい。（表 2 - 1、表 2 - 2 参照）

試験方法については、試験時間が制約されているためあまり複雑な載荷パターンを採用する

のは適当でない。そこで、いちばん単純で、しかも短時間で試験が終了する等速載荷の単調増加法（図2-6参照）にすれば、試験操作も簡単で、一地点の試験時間も40分程度ですむ。

また、試験結果の整理についても、あまり時間をかけていては試験の意味はなく、できるだけ早く結果を出す必要がある。試験より、地盤状態を知る上で種々の情報が得られるが、その中で最もよく地盤状態を反映しているのはⅡ次変形係数（図2-20、表2-6参照）である。この算定は、荷重～変位図の直線部分の2点間のこう配に諸定の係数を乗じればよく、計算はきわめて簡単に、しかも迅速に行なえる。

このように、トンネルの施工中の調査として、試験については特に問題はないといえるが、それと表裏一体の関係にある水平ボーリングが試験結果に大きな影響をおよぼす。

次節で、水平ボーリングについて触れることにする。

5.2 水平ボーリング

トンネル工事におけるボーリングは、地質調査だけでなく、水抜き、注入など多くの目的に利用されるが、ここでは主に孔内載荷試験を実施するための水平ボーリングについて述べていく。後述するが、水平ボーリングは施工中に実施するため機械の搬入、搬出が迅速にできるような比較的小規模なタイプで、しかも高速で、曲がりが多く、きれいな孔をせん孔できるボーリングマシンとビットが要求される。また掘進深度は、トンネル先進ボーリングのように何キロも必要ではなく、せいぜい20～40m程度でよい。一方、対象とする地質は、土砂地盤から岩盤まで種々あるため、地質にあったビットを適切に選ぶ必要がある。このように、水平ボーリングといっても、ただ孔を削孔したり、コア採取するだけでなく、孔壁において載荷試験を実施することが目的であるため、できるだけ良好な孔を掘削する配慮が大切である。KKT試験結果の良悪は、ボーリング孔壁の仕上がり具合に大きく左右されることをまず認識する必要がある。

そこで、上記目的にできるだけ合致するボーリングマシン、ビットについて説明していく。

5.2.1 ボーリングマシン¹⁾

現在一般に使用されているボーリングマシンは、ロータリ（回転）式とパーカッション（衝撃）式に大別されるが、地質調査を対象としたものは回転式がほとんどであるため、これについて述べていく。

回転ボーリングマシンには、Ⅰ）スピンドル型、Ⅱ）ターンテーブル型、Ⅲ）その他（ダウンザホールドリル型、ダイナドリル型、エレクトロドリル型、ターボドリル型）の3つに分類されるが、一般的なタイプは回転式スピンドル型機である。これには、大口径大型タイプ、中型タイプ、ポータブルな小型タイプなど種々のものがあるが、現在我国で販売されているボーリングマシンの中で、比較的小規模なタイプをあげると表5-2となる。

また、岩盤（特に、硬岩）における高速せん孔として最近注目されているダウンザホール型ハンマーを表5-3に示す。これは、ノンコアボーリングであるが、ビットに直結した打撃モーションを与える特殊エアハンマーをビットとともに孔の中に入れ、打撃モーションを直接ビットに与える方式で、上記した回転式スピンドル型に比べて高速せん孔でき、また小型で機動性に富むという利点を有している。

表5-2に示すボーリングマシンに、ビットを取付けることにより土砂地盤から岩盤まで種々の地質に応じて削孔が可能となる。また、表に示すタイプはいずれも小規模であるため機動性が良く、マシンの据え付けをしっかりとっておけば、比較的良好な孔をせん孔できると考えられる。なお、せん孔速度については、使用するビットにより決まるので後述することにする。

表5-2 小型～中型ドリル一覧表（回転式スピンドル型）

ドリル名称	メーカ	送り機構	本体重量	ビット回転	穿孔能力	備考
ダイヤモンド250	クリステンセン・マイカイ(株)	オイルフィード	107Kg	200～200r.p.m.	175m	専用パワーユニット トアリ
ウィンキー	"	ユニプレス型ハンド フィード	34	1200～2800	50	携帯用
YSO-1	"	オイルフィード	470	96～860	150	
サンダー3A	鉦研試錐工業(株)	ハンドル式	150	50-90-150	50	
FS-40・20型	"	オイルフィード	780 500	35～120 80～300	800 300	水平ボーリング用
ミゼットドリルHC-42	"	"	100	80～130		小型軽量
タイニーKT-1 KT-2	"	"	300	20～600	50	
NT	東邦地下工機(株)	ハンドル式	120	150～500	30	
E-S	"	オイルフィード	215	150, 300, 500	70	
TCP-1	(株)利根ボーリング	スクリューフィード	90	0～2500	180	エア式、小型軽量
TD C-1	"	オイルフィード	390	55～560	150	
UD-5	"	"	440	250, 500, 1000	150	
TOP-S	"	"	1100	0～40	100	水平ボーリング専用
TOP-M	"	"	1400	0～30	200	水平ボーリング専用

表5-3 ダウンザホール型ハンマー

ハンマー名称	メーカ
Holman	クリステンセン・マイカイ(株)
TRW mission megadrill	"
ステニク 65ASS	(株)利根ボーリング
" 80H	"
" 100H	"

5.2.2 ビット

ビットは、材質的にメタルビットとダイヤモンドビットに分類される。一般に、メタルは軟岩用、ダイヤモンドは硬岩用に用いられる。ビットの適否は、掘進率に対して支配的な影響を与えるのでその選択は非常に重要である。参考までにビットと地質の適合性を表5-4に、ビットの選定基準を表5-5にそれぞれ示す。さらに、掘進速度相関表を表5-6に示す。

表5-4 ビット適合表¹⁾

分類	第四紀層 新第三紀層 古第三紀層 中生層 古生層 火成岩 変成岩	コアビット (クラウン)			ノンコアビット			
		メタルクラウン	小刃の出	80m 10 2 1	平ビット	大径	小径	粗形
土質	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
軟岩	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
中硬岩	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
硬岩	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
玉石	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
極硬岩	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑

(注) 1) レキ、玉石層はレキ質、レキ密度により硬さが変化する。

2) 推積岩は一般に粒子径が大きくなるほど硬く、珪質、石英質になるほどビットの摩耗は大きい。

3) 火成岩、変成岩は石英分の多くなるほどビットの摩耗が大きい。

4) 数字は、1丁当たりビット寿命の概略を掘進m数にて示す。

5) ノンコアビットは比較的大口径(100~200mm)のものを基準とする。

5.3 計測計画

トンネル調査におけるボーリングは、種々の調査法の中でも掘削地点の地質を直接観察できるため、最も信頼されている方法といえる。これには垂直ボーリング(あるいは、傾斜ボーリング)があるが、前者は経費の割に本当に知りたい情報が少ししか得られないのに反し、後者はトンネル通過路線の地質状況を直接知ることができるため、トンネルでは水平ボーリングが中心となる。試験は、この水平ボーリングを利用して行なうことになるが、ボーリング作業および試験は、トンネル坑内で掘削と並行して実施することになるため、トンネル掘削作業の

表 5 - 5 ビットの選定基準¹⁾

ビットの種類	岩石の種類	圧 お よ び 回 転 速 度
比較的少数の大きな石をもったボルツビット	(a) 軟質ないしやや堅硬質の中粒ないし粗粒の岩石	中程度の強い圧力 中程度の回転速度
	(b) 軟質粒子と硬質粗大粒子との混合からなる岩石	強い圧力, そしてやや早い速度
	(c) 堅硬岩を深く掘る場合	高速, 高圧, ヘビードリルが必要
大きい石をもったボルツビット, ビットおよびリーマ上のクリアランスの大きいもの, AXサイズのビット	繊維状の岩石 (マスペスタス)	中程度の圧力および速度, 水圧および水量は著しく大が必要
多数の小さい石をもったボルツビット	堅硬な固結岩	大きい石をもったビットよりも単位圧力を軽くする摩耗を避けるために速度に比例して圧を増す。それでも全ビット荷重は大きい石をもつビットより小さい。
インブリグネーテッドビット	堅硬・細粒の岩石	軽い圧力 EXビットに対しては 1.500 r.p.m 以上の回転速度, ビットサイズに反比例的に速度を遅くする。
ブラックダイヤモンドビット	堅硬で晶潤質で亀裂などにとみ壊れやすい岩石	圧力を高くし速度を落す。 低速のヘビードリルを用いる。

中断が少ないことが先決となる。このため、どちらも短時間のうちに、効果的に調査地盤の性状を明らかにする必要がある。調査の進め方の一つとして、1週間に1度、トンネル掘削作業の交代休みを利用する方法がある。この場合、調査はトンネル掘削の1週間分まで行ない、あらかじめその地盤状況を把握し、施工への参考データとしなければならない。

まず、図5-1に概略的な調査のフローチャートを、また表5-7に、一例として、土曜日の17時から月曜日の9時までをトンネル掘削の交代休みと想定した場合の、調査の作業行程を示す。表5-7において、問題となるのは、約30時間の水平ボーリングでトンネル掘削一週間分の削孔が可能であるかということである。表5-6に、岩盤分類別に一般的な掘進速度

表 5 - 6 掘進速度相関表¹⁾

分類	細目	ノンコア掘り			メタルクラウン掘り			ボルツクラウン掘り		
		掘進速度 [cm/min]	初 期	末 期	掘進速度 [cn/min]	初 期	末 期	掘進速度 [cn/min]	初 期	末 期
硬 岩	硬 質 岩		遅 い			遅 い			遅 い	
	良 い 岩 盤	1 ~ 4	"	変化なし	2 ~ 6	"	速く低下 (メタル摩耗)	2 ~ 10	"	変化少ない。
	悪 い 岩 盤		中	"		中	やや速い (コア詰まり)		中	速く低下 (コア詰まり)
	破 碎 帯		速 い	"		速 い	変わらない (コア流失)		速 い	きわめて速く低下 (")
軟 岩	硬 質		遅 い			遅 い			速 い	
	粘 質 の 岩	5 ~ 10	やや遅い	"	5 ~ 10	やや遅い	速い (張付き)	1 ~ 8	遅 い	速い (張付き)
	非粘質の岩		速 い	"		速 い	遅い		速 い	遅い
土 質	固結度の良い土		遅 い			遅 い				
	レ キ 質	5 ~ 30	"	"	5 ~ 30	"	変わらない (コア流失)	—	—	—
	砂 質 土		速 い	"		速 い	" "			

〔注〕 1) 掘進速度は初期の一般的数値を示した。

2) ノンコア掘りは使用するビットの形式で変わる。

3) 岩盤は硬軟、岩盤状況の組合せが複雑なので、表のとおりとならないときもある。

4) () 内に主な条件を示した。このためボルツクラウンは破碎帯でコア流失するときは末期になってもメタルと同様変わらない。

5) 中硬岩は推積岩のみ軟岩に準じ、他は硬岩に準ずる。

を示したが、これによると軟岩、土質地盤では、20時間もあれば20m～40mの堀削は可能であることがわかる。一方、硬岩については、ボールクラウン（ダイヤモンドビット）を用いれば、ある程度の堀削が可能と思われるが、対象岩盤の状況より20m～40mの堀削が困難であると判断される場合は、表5-3に示すノンコアのダウンザホール型ハンマーを用いなければならない。これによれば、回転式スピンドル型機の2倍程度のせん孔速度が期待できるので、諸定の深度までの堀削は可能と思われる。ただ、エアハンマーによる衝撃力によりせん孔していくため、孔壁が回転式スピンドル型機によるより不良となる可能性がある。ダウンザホール型ハンマーの適用性については今後の課題として検討していく必要がある。

また、図5-1に示す岩石試験については、主として岩石物理試験をさし、有効間げき率、吸水率の算定をいったものであるが、岩石力学試験に比べ試験は簡単で、供試体も岩石片でよく、3日程度あれば試験結果が判明する。岩盤を構成する岩石の風化の程度を知るために、試験と並行して実施することが望まれる。

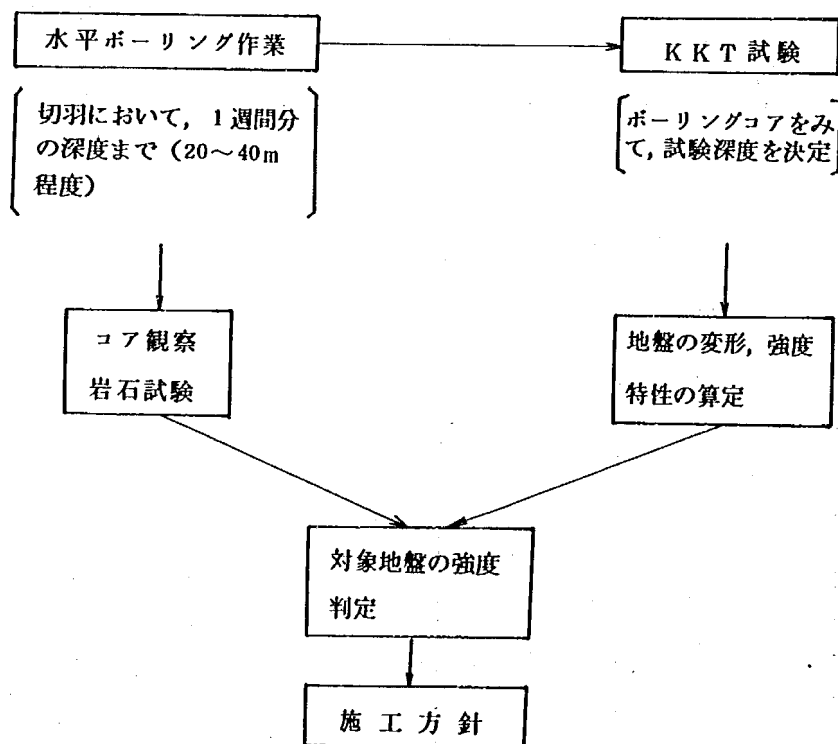


図5-1 施工中の調査（ボーリング 内試験）

表5-7 作業行程（一例）

曜 日	土		日		月	
時 間	17	24	0	12	24	9
作業時間						
作業内容	水平ボーリング（31時間） 深度は、予想されるトンネル堀削一週間分とする。採取コアの観察、RQD、コア採取率を記録する。 作業準備、片付け時間を含む。					
						KKT試験（9時間） 6～8地点で試験可能 （試験準備、片付け時間を含む）

6 あ と が き

孔内載荷試験機の概要とその計測例を2例示した。これによると地山の良否に関する情報は孔内載荷試験によってある程度把握できる。しかし、その精度は今のところせいぜい地山を3段階程度に区分できる程度であり、岩盤の力学定数をもとめることを目的とするなら、変形係数においては3倍程度の誤差は覚悟しなければならない（表5-1）。

さらにダムの場合と異なり、トンネルに関する計測がおこなわれるか否かは、その計測コストに大きく影響される。トンネルでは多くの場合問題がおきても施工現場で経験的に処理され、計測に基づいた学問的な解決案が見い出されたころは、トンネルははるか先を進んでいるということになりがちである。

この点から言えば孔内載荷試験はボーリングに費用がかかる難点がある。この点について対策を施し、現場経験を蓄積することが重要である。

参 考 文 献

- 1) 土木学会編：“トンネル標準示方書（山岳編）・同解説”昭和52年度版
- 2) 猪熊明：“内載荷試験の岩盤への適用性”第32回土木学会年次学術講演概要集 1977
- 3) 昭和53年度：金山トンネル地質測定調査業務委託報告書
四国地方建設局四国技術事務所 川崎地質株式会社 昭和53年
- 4) “KKT”：川崎地質株式会社技術案内 No. 12
- 5) R E Goodman, T.K.Van and F.E.Heuze：“Measurement of Rock Deformability in Boreholes”
Symp. on Rock Mechanics 1968
- 6) 三木幸蔵，宮川純一：“ボアホールジャッキによる岩盤変形試験”
第11回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要 1978
- 7) 西垣好彦，三木幸蔵，森田紀元：“ボーリング 壁の乱れが 内載荷試験におよぼす影響”第31回土木学会年次学術講演会講演概要集 1976
- 8) 三木幸蔵：“わかりやすい岩石と岩盤の知識” 鹿島出版会 1978
- 9) 土質工学会編：“岩の工学的性質と設計，施工への応用”
- 10) 林田精：“岩石の強度，ヤング率および弾性波速度”応用地質 Vol. 12
No. 3
- 11) 通商産業者・地質調査所試錐課編：“新編図解ボーリング便覧” 昭和49年

〔巻末資料 その1〕

室内試験データ

- 岩石試験結果 59
- ボアホールジャッキ試験結果 60

岩石試験結果一覧表

孔 番	岩 石 名	比 重	一 軸 圧 縮 試 験		
			ポアソン比	圧縮強度 (Kg/cm ²)	変形係数 (Kg/cm ²) × 10 ⁴
1	花 崗 岩	2.62	0.27	1,640	49.5
2	花 崗 岩	2.62	0.30	1,100	34.0
3	花 崗 岩	2.64	0.17	1,080	30.5
4	花 崗 岩	—	—	—	—
5	花 崗 岩	2.65	0.15	1,280	41.4
6	花 崗 岩	2.65	0.28	1,660	52.8
7	安 山 岩	2.68	0.14	2,700	48.1
8	安 山 岩	2.73	0.17	2,830	60.4
9	安 山 岩	2.73	0.18	2,400	65.6
10	安 山 岩	2.73	0.17	2,830	49.6
11	安 山 岩	2.71	0.25	2,770	50.7
12	安 山 岩	2.72	0.22	2,920 以上	51.2
13	安 山 岩	2.74	0.14	2,500	60.4
14	凝 灰 岩	1.42	0.16	85.9	38.3
15	凝 灰 岩	1.45	0.18	75.5	32.7
16	凝 灰 岩	1.45	0.12	67.9	43.5
17	凝 灰 岩	1.44	0.10	96.3	35.7
18	凝 灰 岩	1.46	0.09	68.6	24.9
19	凝 灰 岩	1.44	0.15	84.5	33.2
20	凝 灰 岩	1.42	0.11	63.0	55.3

孔 番 No 1 測定日 4月6日
 地質名 花崗岩 側 圧 125Kg/cm²
 備 考 ガムテープ貼付 除荷速度 99Kg/cm²/min

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの読み (cc)					変位量 (cm)
	0	1 min	1.5 min	2 min	初 期 補正值	
0	15.65	—	—	—	0	0
32.99	—	16.60	16.80	—	1.15	0.02024
65.97	—	17.05	17.10	—	1.45	0.02552
98.96	—	17.30	17.35	—	1.70	0.02992
131.94	—	17.45	17.55	—	1.90	0.03344
164.93	—	17.65	17.70	—	2.05	0.03600
197.91	—	17.80	17.85	—	2.20	0.03872
230.90	—	17.95	17.95	—	2.30	0.04048
263.88	—	18.05	18.10	—	2.45	0.04312
296.87	—	18.15	18.20	—	2.55	0.04488
197.91	18.10	—	—	—	2.45	0.04312
79.16	17.90	—	—	—	2.25	0.03960

孔 番 No 2 測定日 11月15日
 地質名 花崗岩 側 圧 250Kg/cm²
 備 考 ガムテープ貼付

0	17.00	—	—	—	0	0
65.97	17.71	—	17.72	17.72	0.72	0.01267
131.94	17.95	—	17.97	—	0.97	0.01707
197.91	18.14	18.15	18.15	18.15	1.15	0.02024
263.88	—	—	18.33	18.33	1.33	0.02340
329.85	18.45	18.45	18.46	—	1.46	0.02570
263.88	18.45	18.45	—	—	1.45	0.02552
197.91	18.36	18.35	18.35	—	1.35	0.02376
131.94	18.29	—	18.29	—	1.29	0.02270
65.97	18.12	18.14	—	—	1.14	0.02006
0	17.27	17.28	17.30	17.22 (少し 時間をおく)	0.22	0.00387

孔 番 No 2 測定日 11月15日
 地質名 花崗岩 側 圧 0 Kg/cm²
 備 考 ガムテープ貼付

0	15.32	—	—	—	0	0
65.97	17.10	17.10	—	17.15	1.83	0.03221
131.94	17.50	17.55	—	—	2.23	0.03925
197.91	17.81	17.85	—	17.87	2.55	0.04488
263.88	18.05	18.07	—	18.10	2.78	0.04893
131.94	17.95	—	—	—	2.63	0.04629
0	16.95	—	—	—	1.63	0.02869

孔 番 No 2 測定日 11月15日
 地質名 花崗岩 側 圧 250Kg/cm²
 備 考 ガムテープ貼付 載荷速度 132Kg/cm²/min

0	17.19	—	—	—	0	0
65.97	—	17.99	—	—	0.80	0.01408
131.94	—	18.24	18.24	—	1.05	0.01848
197.91	—	18.36	18.37	—	1.18	0.02077
263.88	—	18.48	18.50	—	1.31	0.02306
329.85	—	18.61	18.61	—	1.42	0.02499
197.91	18.55	—	—	—	1.36	0.02394
131.94	18.49	—	—	—	1.30	0.02288
65.97	18.35	18.35	18.37	—	1.18	0.02077
0	17.40	17.39	17.35	—	0.16	0.00282

孔 番 No 3 測定日 4 月 6 日
地質名 花崗岩 125 Kg/cm
備考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.61

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの読み (cc)					変位量 (cm)
	0.5 min	1 min	1.5 min	2 min	初 期 補正值	
0	16.35	—	—	—	0	0
32.99	—	18.20	18.25	—	1.90	0.03344
65.97	—	18.50	18.55	—	2.20	0.03872
98.96	—	18.70	18.75	—	2.40	0.04224
131.94	—	18.90	18.95	—	2.60	0.04576
164.93	—	19.10	19.10	—	2.75	0.04840
197.91	—	19.20	19.25	—	2.90	0.05104
230.90	—	19.35	19.40	—	3.05	0.05368
263.88	—	19.50	19.50	—	3.15	0.05544
296.87	—	19.55	19.60	—	3.25	0.05720
197.91	19.50	—	—	—	3.15	0.05544
77.84	19.30	—	—	—	2.95	0.05192

孔 番 No 4 測定日 4 月 5 日
地質名 花崗岩 側 圧 125 Kg/cm
備考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.61

0	14.	—	—	—	0	0
32.99	—	15.15	15.20	—	0.75	0.01320
65.97	—	15.50	15.55	—	1.10	0.01936
98.96	—	15.75	15.80	—	1.35	0.02376
131.94	—	15.95	16.00	—	1.55	0.02728
164.93	—	16.10	16.15	—	1.70	0.02992
197.91	—	16.25	16.30	—	1.85	0.03256
230.90	—	16.40	16.45	—	2.00	0.03520
263.88	—	16.50	16.55	—	2.10	0.03696
296.87	—	16.60	16.65	—	2.20	0.03872
197.91	16.55	—	16.55	—	2.10	0.03696
65.97	16.30	—	16.30	—	1.85	0.03256

孔 番 No 5 測定日 4 月 4 日
地質名 花崗岩 側 圧 125 Kg/cm
備考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.53

0	18.0	—	—	—	0	0
32.99	—	18.95	19.00	—	1.00	0.01760
65.97	—	19.30	19.35	—	1.35	0.02376
98.96	—	19.55	19.60	—	1.60	0.02816
131.94	—	19.75	19.80	—	1.80	0.03168
164.93	—	19.90	19.95	—	1.95	0.03432
197.91	—	20.05	20.10	—	2.10	0.03696
230.90	—	20.25	20.25	—	2.25	0.03960
263.88	—	20.35	20.40	—	2.40	0.04224
296.87	—	20.50	20.55	—	2.55	0.04488

孔 番 No 6 測定日 11 月 5 日
地質名 花崗岩 側 圧 250 Kg/cm
備考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.38

0	6.60	—	—	—	0	0
65.97	9.90	9.95	—	9.97	3.37	0.05931
131.94	10.55	10.55	—	10.55	3.95	0.06952
197.91	10.93	10.95	—	10.95	4.35	0.07656
263.88	11.25	11.30	—	11.30	4.70	0.08272
329.85	11.54	11.55	—	11.55	4.95	0.08712
204.51	11.39	11.39	—	—	4.79	0.08430
263.88	11.45	11.45	—	11.45	4.85	0.08536
329.85	11.56	11.58	—	11.58	4.98	0.08765
204.51	11.35	11.35	—	11.37	4.77	0.08395
138.54	11.15	11.15	—	11.15	4.55	0.08008
65.97	10.72	10.72	—	10.74	4.14	0.07286
0	8.36	8.42	—	8.42	1.82	0.03203

孔 番 No 6 測定日 11月5日
 地質名 花崗岩 側 圧 250 Kg/cm²
 備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.38

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの読み (cc)					変位量 (cm)
	0.5min	1.0min	1.5min	2min	初 期 補正值	
0	8.78	—	—	—	0	0
197.91	11.58	11.58	—	11.60	2.82	0.04963
263.88	11.85	11.86	—	11.86	3.08	0.05421
329.85	12.06	12.10	—	12.09	3.31	0.05826
0	8.80	—	—	—	0.02	0.00035

孔 番 No 6 測定日 11月9日
 地質名 花崗岩 側 圧 200 Kg/cm²
 備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.34

0	17.76	—	—	—	0	0
65.97	19.70	19.70	—	19.71	1.95	0.03432
197.91	20.48	20.51	—	20.53	2.77	0.04875
329.85	20.96	20.97	—	21.00	3.24	0.05702
201.21	20.75	20.76	—	—	3.00	0.05280
65.97	20.13	20.15	—	—	2.39	0.04206
0	17.96	18.00	—	—	0.24	0.00422

孔 番 No 6 測定日 11月9日
 地質名 花崗岩 側 圧 400 Kg/cm²

備考 ガムテープ貼付, ひび割れ発生, 有効載荷率 0.34

0	18.06	—	—	—	0	0
65.97	19.72	19.75	—	—	1.69	0.02974
197.91	20.50	20.52	—	—	2.46	0.04330
329.85	20.97	20.99	—	—	2.93	0.05157
191.31	20.75	20.75	—	—	2.69	0.04734
72.57	20.25	20.25	—	—	2.19	0.03854
0	—	—	—	—	—	—

孔 番 No 7 測定日 4月6日
 地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²

備考 ガムテープ貼付, 除荷速度 66Kg/cm²/min, 有効載荷率 0.58

0	15.45	—	—	—	0	0
32.99	—	16.20	16.30	—	0.85	0.01496
65.97	—	16.55	16.65	—	1.20	0.02112
98.96	—	16.85	16.90	—	1.45	0.02552
131.94	—	17.05	17.10	—	1.65	0.02904
164.93	—	17.20	17.30	—	1.85	0.03256
197.91	—	17.40	17.45	—	2.00	0.03520
230.90	—	17.50	17.55	—	2.10	0.03696
263.88	—	17.60	17.65	—	2.20	0.03872
296.87	—	17.75	17.75	—	2.30	0.04048
213.08	—	17.70	—	—	2.25	0.03960
82.46	—	17.50	—	—	2.05	0.03608

孔 番 No 8 測定日 4月8日

地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²

備考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.57

0	16.10	—	—	—	0	0
32.99	—	16.60	16.65	—	0.55	0.00968
65.97	—	16.85	16.90	—	0.80	0.01408
98.96	—	17.10	17.15	—	1.05	0.01848
131.94	—	17.25	17.30	—	1.20	0.02112
164.93	—	17.40	17.40	—	1.30	0.02288
197.91	—	17.50	17.55	—	1.45	0.02552
230.90	—	17.60	17.65	—	1.55	0.02728
263.88	—	17.70	17.75	—	1.65	0.02904
296.87	—	17.80	17.85	—	1.75	0.03080

孔 番 No 9 測定日 4月8日
地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²
備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.64

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの読み (α)					変位量 (cm)
	0	1 min	1.5 min	2 min	初 期 補正值	
0	15.95	—	—	—	0	0
32.99	—	16.30	16.35	—	0.40	0.00704
65.97	—	16.50	16.55	—	0.60	0.01056
98.96	—	16.65	16.65	—	0.70	0.01232
131.94	—	16.75	16.80	—	0.85	0.01496
164.93	—	16.85	16.90	—	0.95	0.01672
197.91	—	16.95	17.00	—	1.05	0.01848
230.90	—	17.05	17.10	—	1.15	0.02024
263.88	—	17.15	17.20	—	1.25	0.02200
296.87	—	17.20	17.25	—	1.30	0.02288

孔 番 No 10 測定日 4月8日
地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²
備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.64

0	15.05	—	—	—	0	0
32.99	—	15.40	15.45	—	0.40	0.00704
65.97	—	15.55	15.65	—	0.60	0.01056
98.96	—	15.75	15.80	—	0.75	0.01320
131.94	—	15.90	15.95	—	0.90	0.01584
164.93	—	16.05	16.05	—	1.00	0.01760
197.91	—	16.20	16.20	—	1.15	0.02024
230.90	—	16.30	16.30	—	1.25	0.02200
263.88	—	16.40	16.40	—	1.35	0.02376
296.87	—	16.45	16.50	—	1.45	0.02552

孔 番 No 9 測定日 4月8日
地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²
備 考 ガムテープなし

0	15.20	—	—	—	0	0
32.99	—	15.50	15.50	—	0.30	0.00528
65.97	—	15.60	15.60	—	0.40	0.00704
98.96	—	15.70	15.70	—	0.50	0.00880
131.94	—	15.80	15.80	—	0.60	0.01056
164.93	—	15.85	15.85	—	0.65	0.01144
197.91	—	15.90	15.90	—	0.70	0.01232
230.90	—	16.00	16.00	—	0.80	0.01408
263.88	—	16.05	16.05	—	0.85	0.01496
296.87	—	16.10	16.10	—	0.90	0.01584

孔 番 No 10 測定日 4月9日
地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²
備 考 ガムテープなし

0	16.25	—	—	—	0	0
32.99	—	16.60	16.65	—	0.40	0.00704
65.97	—	16.75	16.80	—	0.55	0.00968
98.96	—	16.90	16.90	—	0.65	0.01144
131.94	—	16.95	17.00	—	0.75	0.01320
164.93	—	17.05	17.05	—	0.80	0.01408
197.91	—	17.10	17.10	—	0.85	0.01496
230.90	—	17.15	17.20	—	0.95	0.01672
263.88	—	17.25	17.25	—	1.00	0.01760
296.87	—	17.30	17.30	—	1.05	0.01848

孔 番 No 11 測定日 4月11日

地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²

備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.68

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの読み (cc)					変位量 (cm)
	0	1 min	1.5 min	2 min	初 期 補正值	
0	15.35	—	—	—	0	0
32.99	—	16.00	16.05	—	0.70	0.01232
65.97	—	16.25	16.35	—	1.00	0.01760
98.96	—	16.50	16.55	—	1.20	0.02112
131.94	—	16.65	16.75	—	1.40	0.02464
164.93	—	16.80	16.90	—	1.55	0.02728
197.91	—	17.00	17.00	—	1.65	0.02904
230.90	—	17.10	17.15	—	1.80	0.03160
263.88	—	17.20	17.25	—	1.90	0.03344
296.87	—	17.30	17.30	—	1.95	0.03432

孔 番 No 12 測定日 4月6日

地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²

備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.62

0	17.15	—	—	—	0	0
32.99	—	17.80	17.85	—	0.70	0.01232
65.97	—	18.05	18.10	—	0.95	0.01672
98.96	—	18.25	18.35	—	1.20	0.02112
131.94	—	18.45	18.50	—	1.35	0.02376
164.93	—	18.60	18.60	—	1.45	0.02552
197.91	—	18.70	18.75	—	1.60	0.02816
230.90	—	18.80	18.85	—	1.70	0.02992
263.88	—	18.90	18.95	—	1.80	0.03168
296.87	—	19.00	19.00	—	1.85	0.03256

孔 番 No 11 測定日 4月12日

地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²

備 考 ガムテープなし

0	14.40	—	—	—	0	0
32.99	—	14.90	14.90	—	0.50	0.00880
65.97	—	15.20	15.20	—	0.80	0.01408
98.96	—	15.30	15.30	—	0.90	0.01584
131.94	—	15.45	15.45	—	1.05	0.01848
164.93	—	15.55	15.55	—	1.15	0.02024
197.91	—	15.60	15.65	—	1.25	0.02200
230.90	—	15.70	15.70	—	1.30	0.02288

孔 番 No 13 測定日 4月9日

地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²

備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 0.55

0	14.80	—	—	—	0	0
32.99	—	15.55	15.60	—	0.80	0.01408
65.97	—	15.85	15.90	—	1.10	0.01936
98.96	—	16.05	16.10	—	1.30	0.02288
131.94	—	16.20	16.25	—	1.45	0.02552
164.93	—	16.35	16.35	—	1.55	0.02728
197.91	—	16.45	16.45	—	1.65	0.02904
230.90	—	16.50	16.55	—	1.75	0.03080
263.88	—	16.65	16.70	—	1.90	0.03344
296.87	—	16.75	16.75	—	1.95	0.03432

孔 番 №13 測定日 4月11日
 地質名 安山岩 側 圧 125 Kg/cm²
 備 考 ガムテープなし

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの読み (cc)					変位量 (cm)
	0	1min	1.5min	2min	初 期 補正值	
0	15.35	—	—	—	0	0
32.99	—	16.10	16.15	—	0.80	0.01408
65.97	—	16.40	16.45	—	1.10	0.01936
98.96	—	16.60	16.60	—	1.25	0.02200
131.94	—	16.75	16.75	—	1.40	0.02464
164.93	—	16.85	16.90	—	1.55	0.02728

孔 番 №15 測定日 4月5日
 地質名 凝灰岩 側 圧 125 Kg/cm²
 備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 1.00

0	17.60	—	—	—	0	0
13.19	—	18.25	—	—	0.65	0.01144
32.99	—	18.60	18.70	—	1.10	0.01936
65.97	—	19.20	19.30	—	1.70	0.02992
98.96	—	19.75	19.85	—	2.25	0.03960
131.94	—	20.25	20.45	—	2.85	0.05016
145.13	破壊	—	—	—	—	—

孔 番 №16 測定日 4月4日
 地質名 凝灰岩 側 圧 125 Kg/cm²
 備 考 ガムテープなし

0	16.60	—	—	—	0	0
13.19	—	18.20	18.35	—	1.75	0.03080
32.99	—	19.40	19.55	—	2.95	0.05192
65.97	—	20.30	20.45	—	3.85	0.06776
98.96	—	21.05	21.20	—	4.60	0.08096
131.94	—	21.65	21.80	—	5.20	0.09152
138.54	—	21.90	—	—	5.30	0.09328
145.13	—	22.00	22.05	—	5.45	0.09592
151.73	—	22.15	22.25	—	5.65	0.09944
158.33	—	22.30	—	—	5.70	0.10032
164.93	—	22.45	—	—	5.85	0.10296
171.52	—	22.65	—	—	6.05	0.10648
178.12	—	22.85	—	—	6.25	0.11000
191.31	—	23.20	—	—	6.60	0.11616
197.91	—	23.45	—	—	6.85	0.12056

孔 番 №17 測定日 3月29日
 地質名 凝灰岩 側 圧 250 Kg/cm²
 備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 1.00

0	13.90	—	—	—	0	0
13.19	—	14.15	14.25	—	0.35	0.00616
32.99	—	14.80	14.80	—	0.90	0.01584
65.97	—	15.30	15.35	—	1.45	0.02552
98.96	—	15.75	15.80	—	1.90	0.03344
131.94	—	16.25	16.35	—	2.45	0.04312
151.73	破壊	—	—	—	—	—

孔 番 No 17 測定日 3月29日

地質名 凝灰岩 側 圧 125 Kg/cm²

備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 1.00

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの読み (cc)					変位量 (cm)
	0	1 min	1.5 min	2 min	初 期 補正值	
0	15.85	—	—	—	0	0
13.19	—	16.45	16.50	—	0.65	0.01144
32.99	—	17.05	17.10	—	1.25	0.02200
65.97	—	17.75	17.80	—	1.95	0.03432
98.96	—	18.25	18.30	—	2.45	0.04312
131.94	—	18.75	18.80	—	2.95	0.05192

孔 番 No 19 測定日 4月5日

地質名 凝灰岩 側 圧 125 Kg/cm²

備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 1.00

0	17.85	—	—	—	0	0
13.19	—	18.90	19.00	—	1.15	0.02024
32.99	—	19.85	20.05	—	2.20	0.03872
65.97	—	20.50	22.05	—	4.20	0.07392
98.96	—	24.00	24.35	—	6.50	0.11440
131.94	—	25.10	—	—	7.25	0.12760

注) 載荷速度, 除荷速度は, 特にことわり書きのない場合は下記のとおりとする。

載荷速度 66 Kg/cm²/min

除荷速度 132 Kg/cm²/min

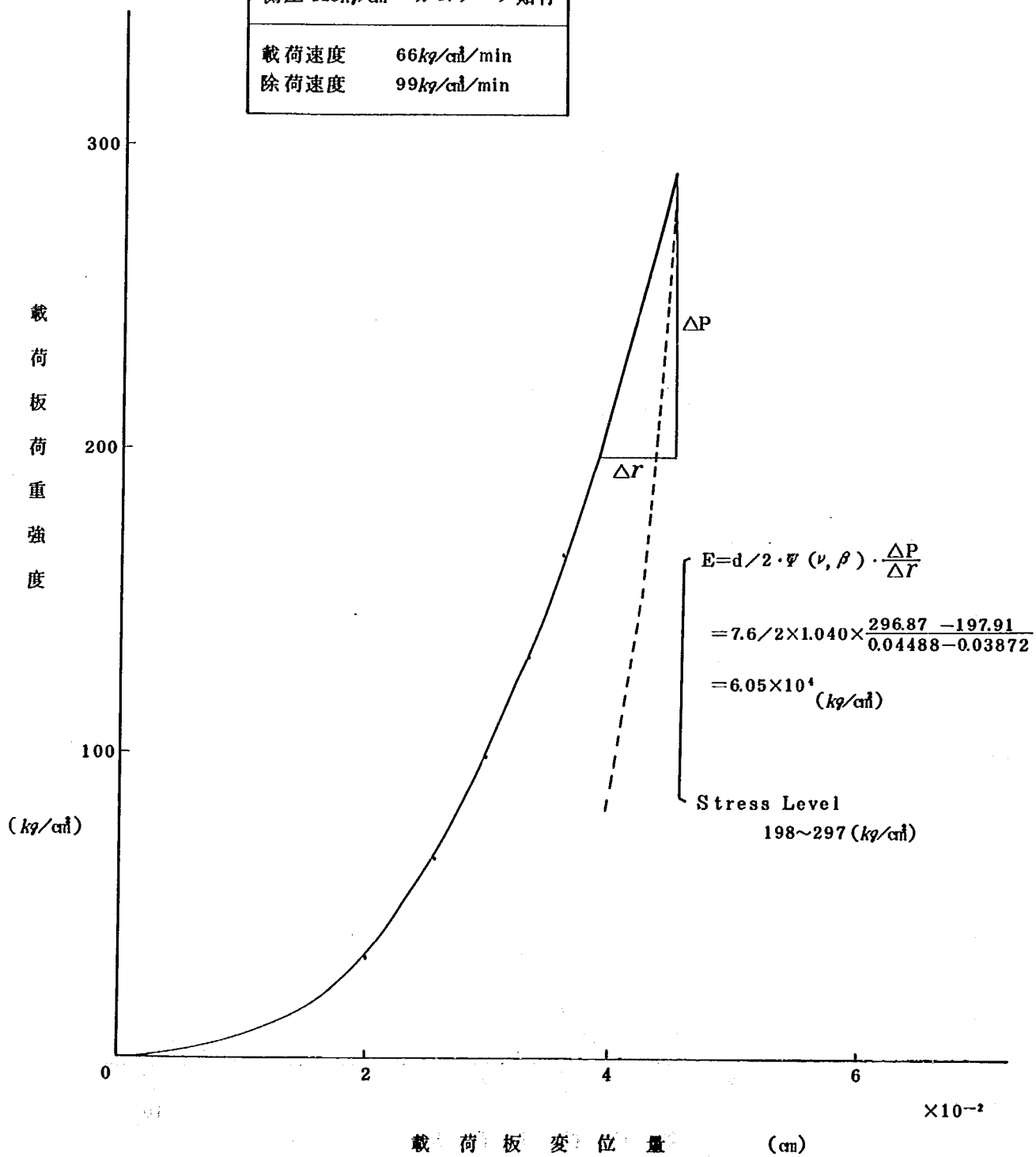
孔 番 No 18 測定日 3月29日

地質名 凝灰岩 側 圧 125 Kg/cm²

備 考 ガムテープ貼付 有効載荷率 1.00

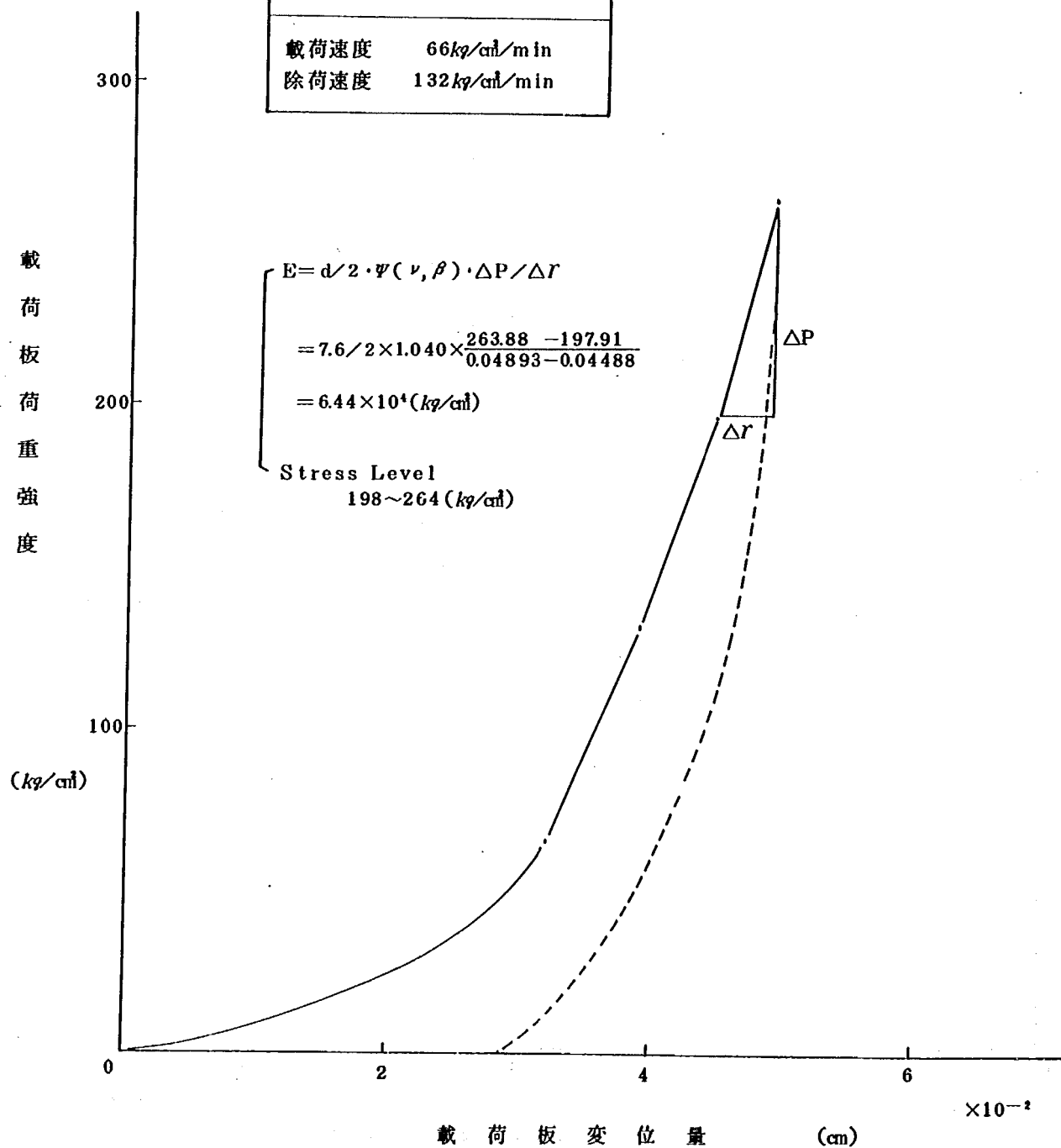
0	19.65	—	—	—	0	0
13.19	—	20.10	20.15	—	0.50	0.00880
26.39	—	20.55	20.60	—	0.95	0.01672
39.58	—	20.90	20.90	—	1.25	0.02200
52.78	—	21.10	21.15	—	1.50	0.02640
65.97	—	21.35	21.40	—	1.75	0.03080
98.96	—	21.85	21.95	—	2.30	0.04048
131.94	—	22.35	22.45	—	2.80	0.04928
158.33	破壊	—	—	—	—	—

孔番 No 1	地質名 花崗岩
側圧 125kg/cm ²	ガムテープ貼付
載荷速度	66kg/cm ² /min
除荷速度	99kg/cm ² /min



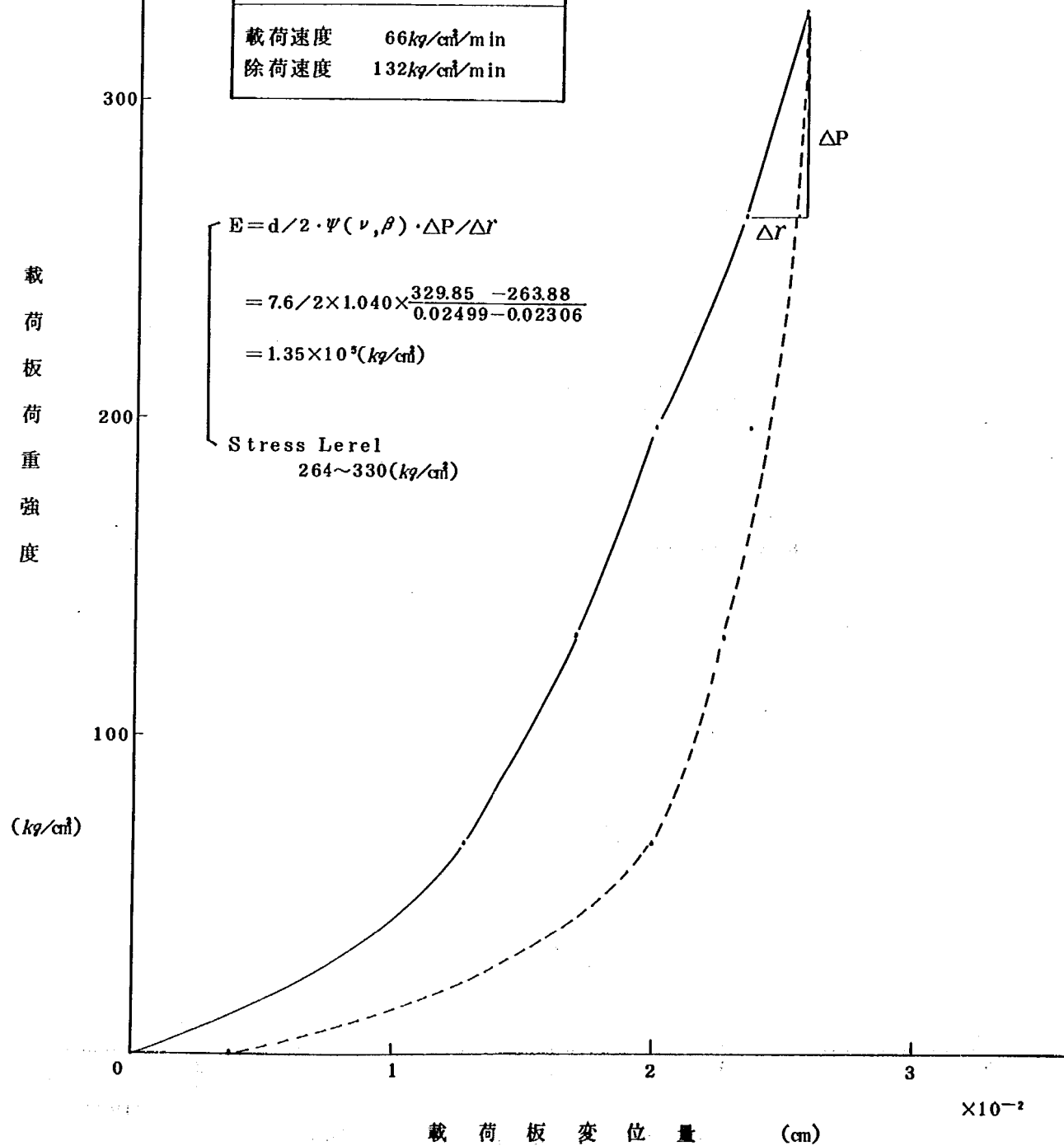
荷重強度～変位量図

孔番	No 2	地質名	花崗岩
側圧	0 kg/cm ²	ガムテープ貼付	
載荷速度	66 kg/cm ² /min		
除荷速度	132 kg/cm ² /min		



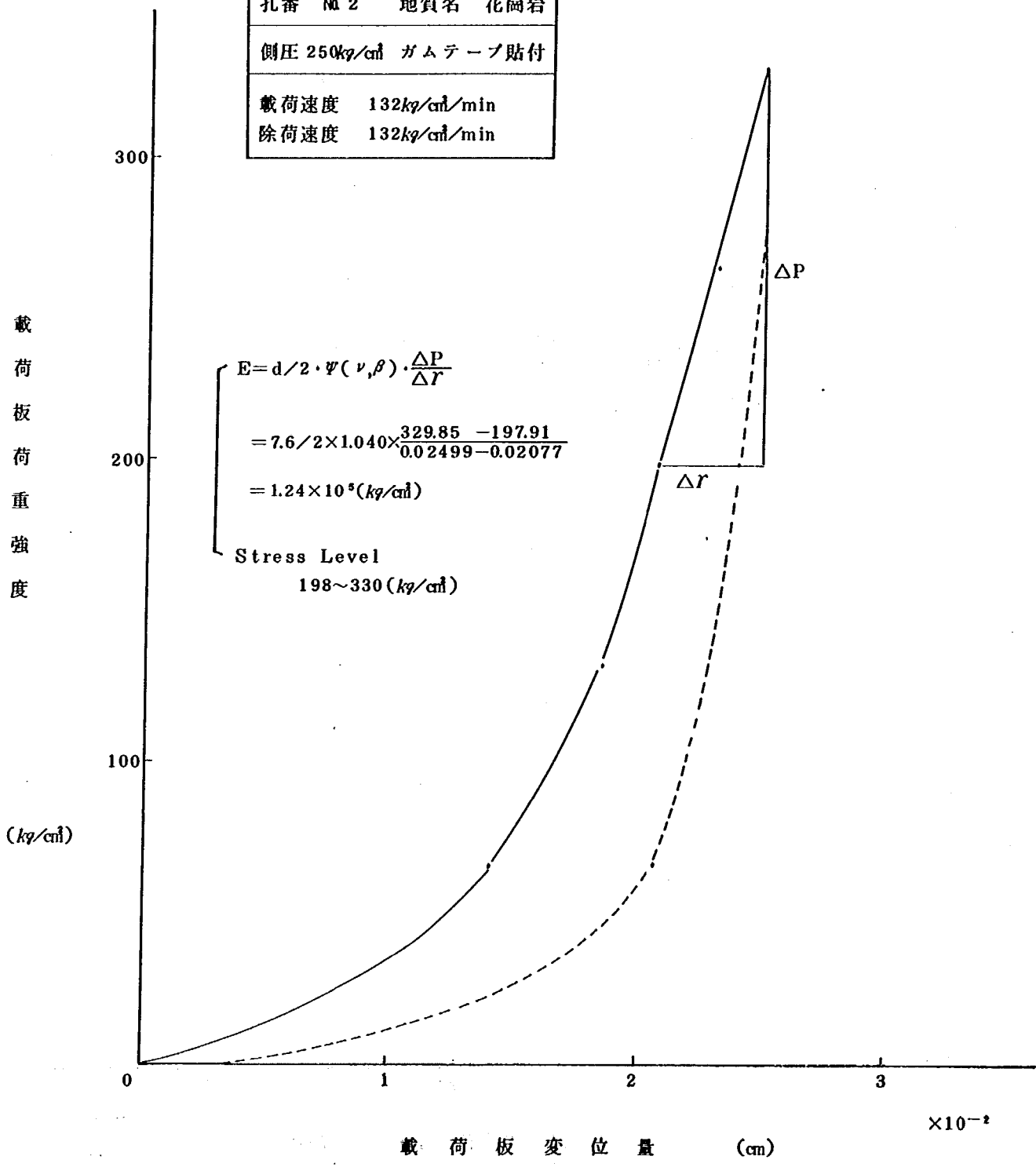
荷重強度 ~ 変位量図

孔番 No 2	地質名 花崗岩
側圧 250kg/cm ² , ガムテープ貼付	
載荷速度	66kg/cm ² /min
除荷速度	132kg/cm ² /min

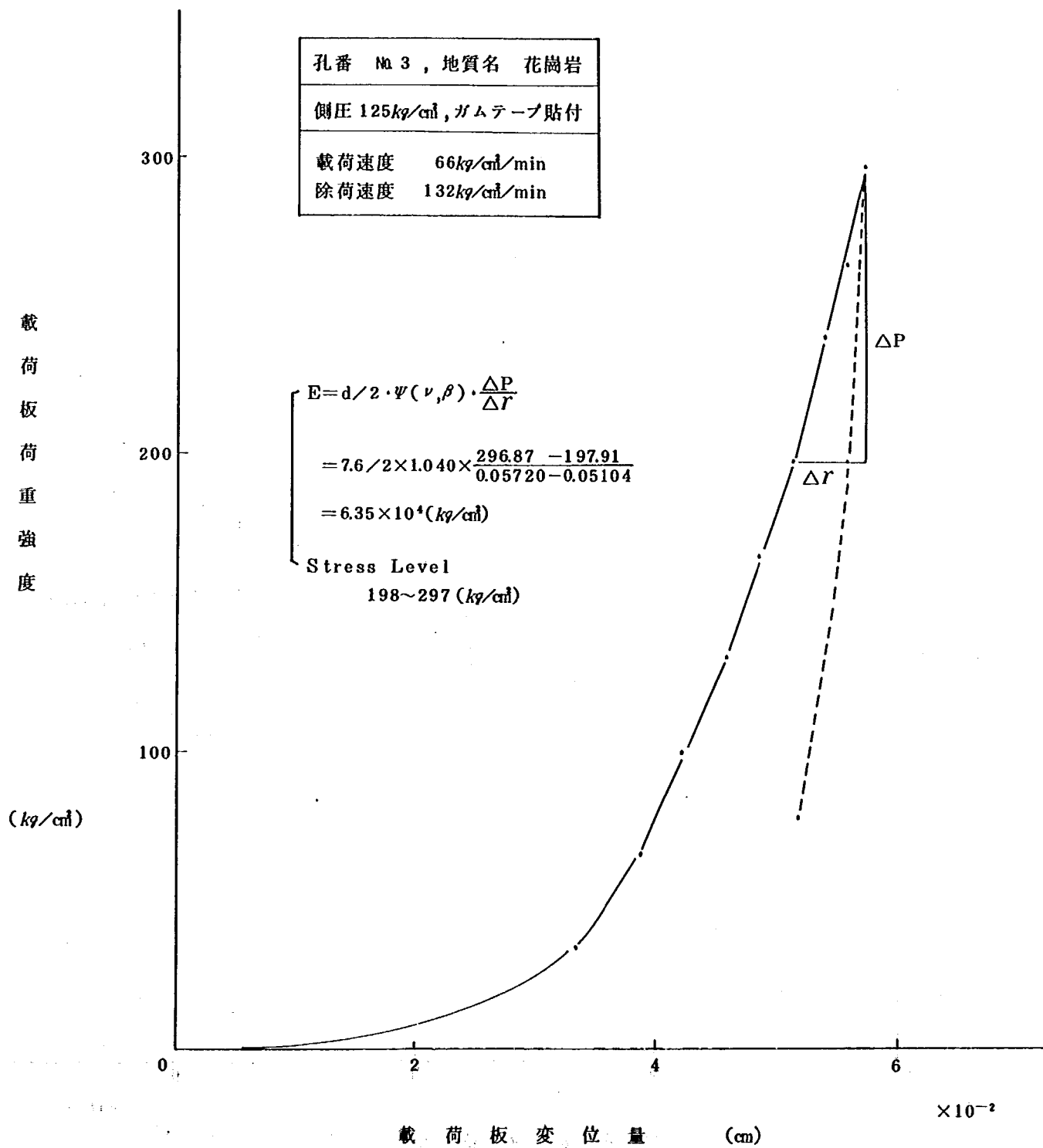


荷重強度～変位量図

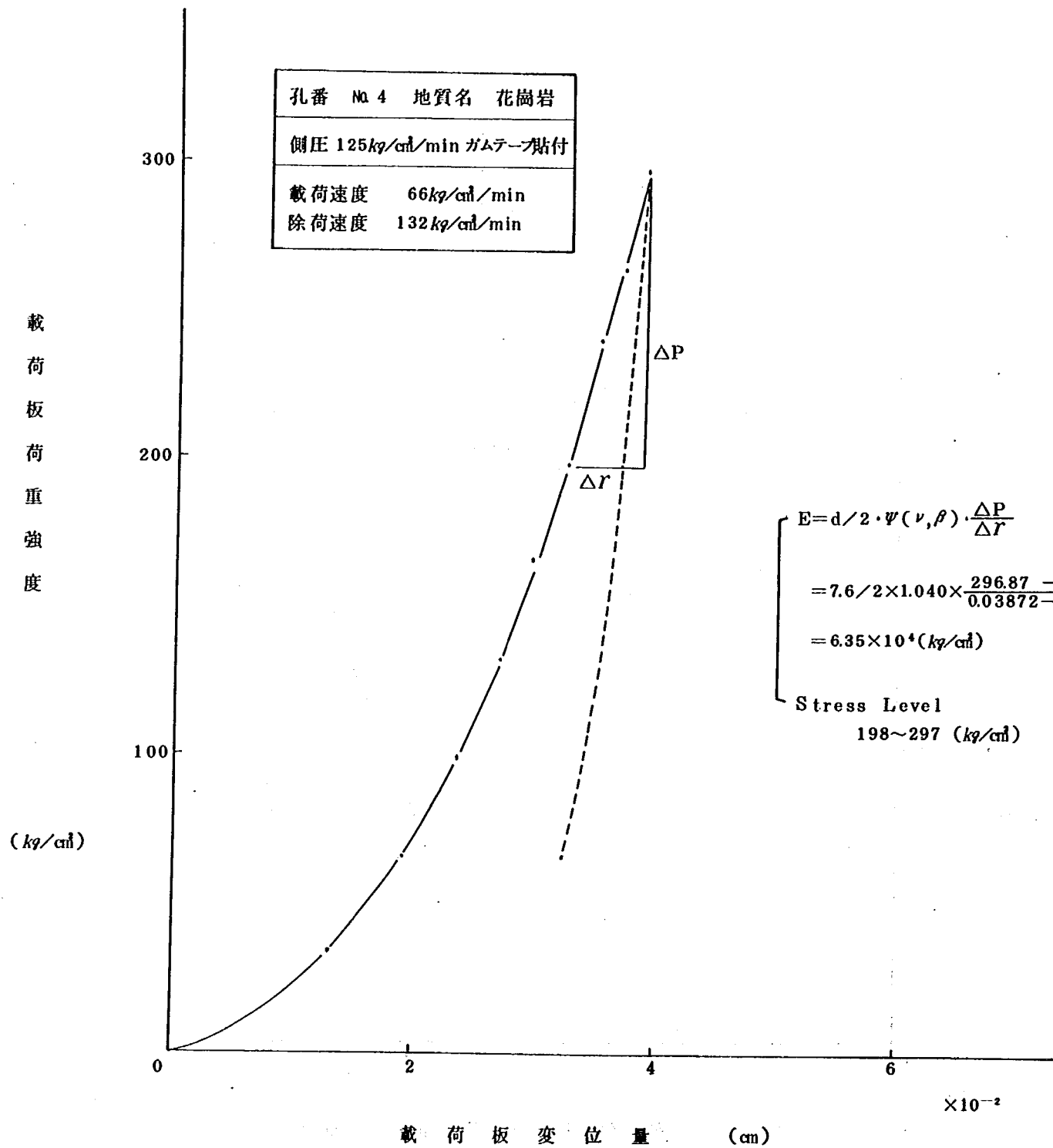
孔番 No 2	地質名 花崗岩
側圧 250kg/cm ²	ガムテープ貼付
載荷速度	132kg/cm ² /min
除荷速度	132kg/cm ² /min



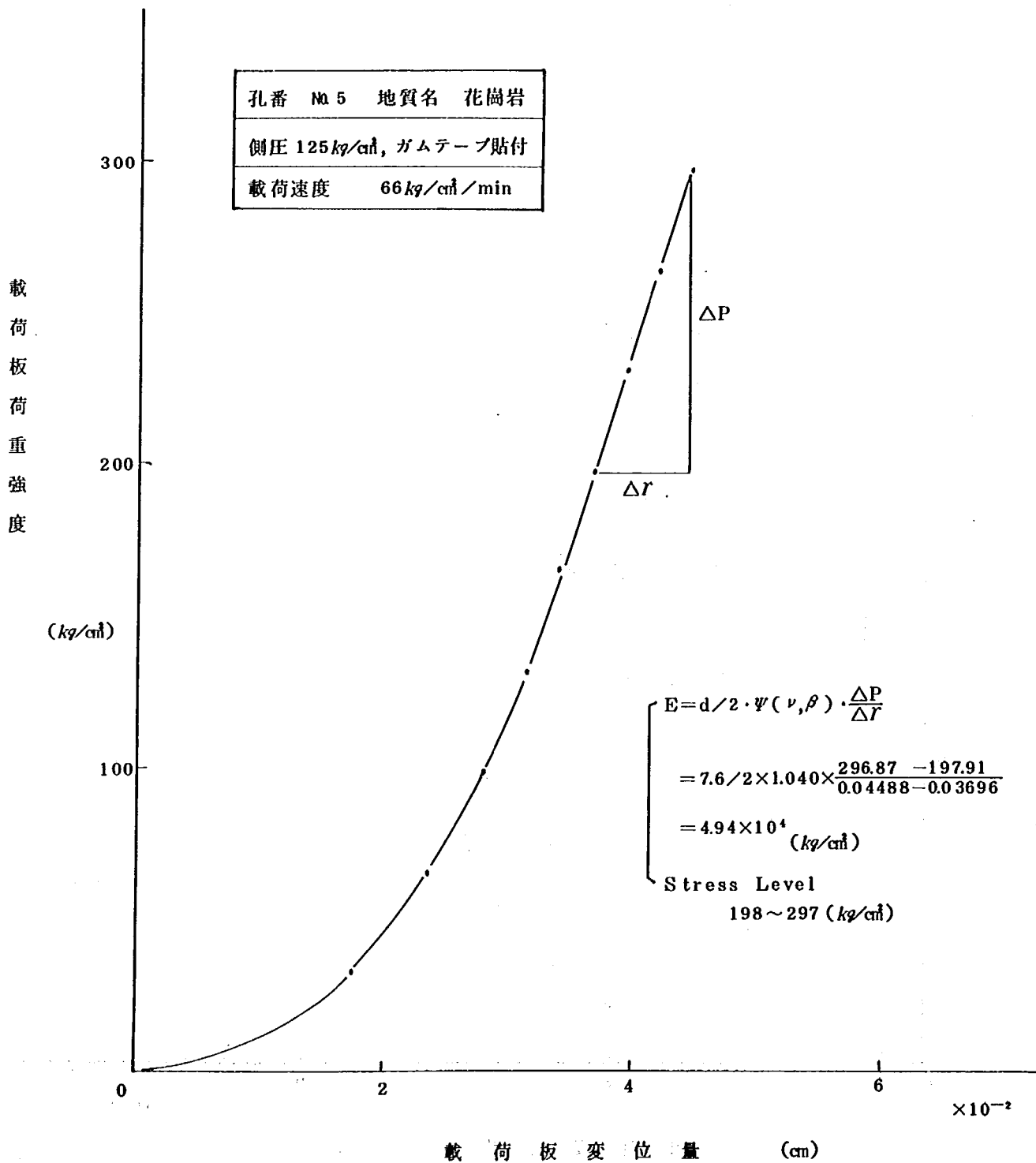
荷重強度 ~ 変位量 図



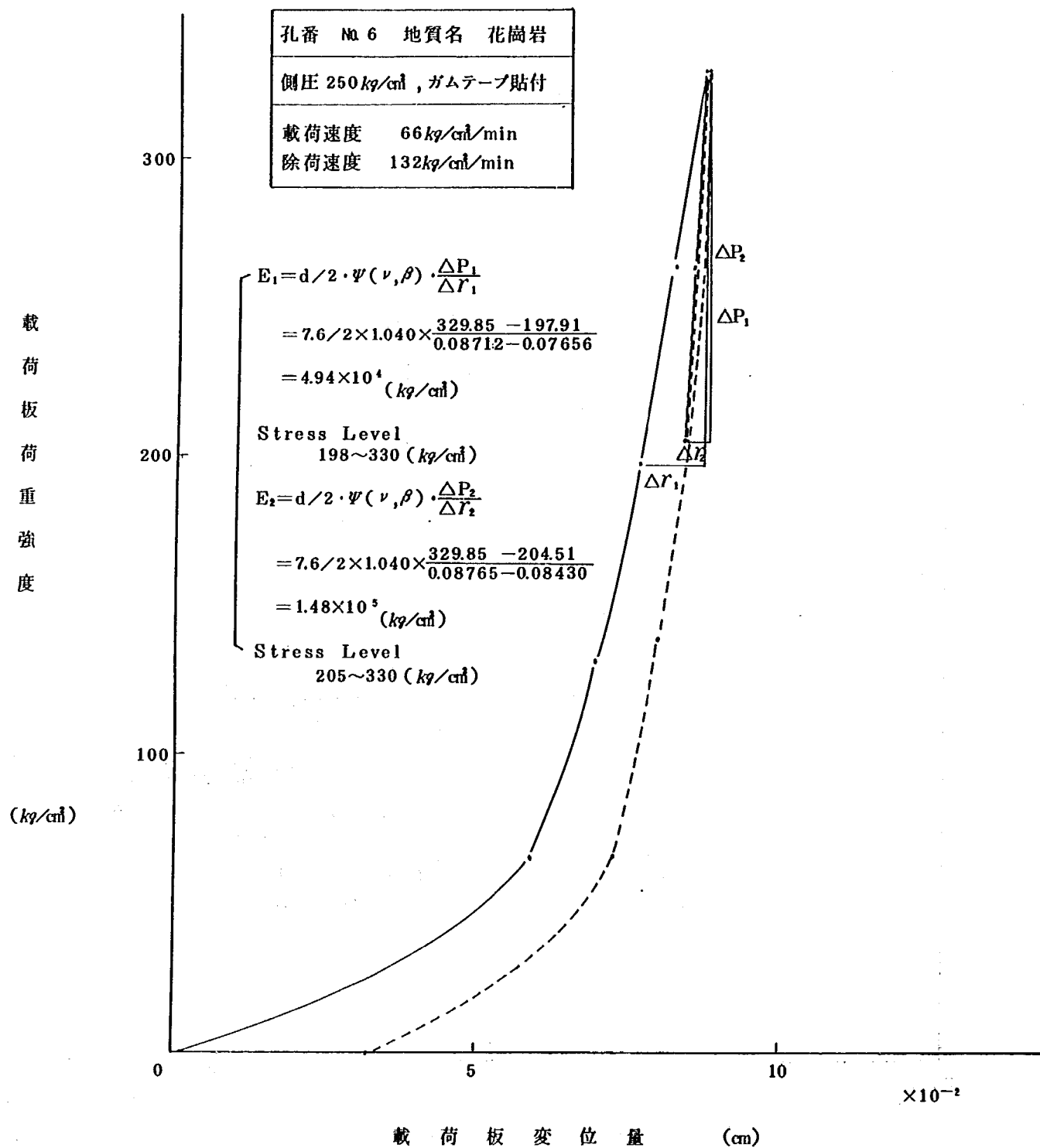
荷重強度～変位量図



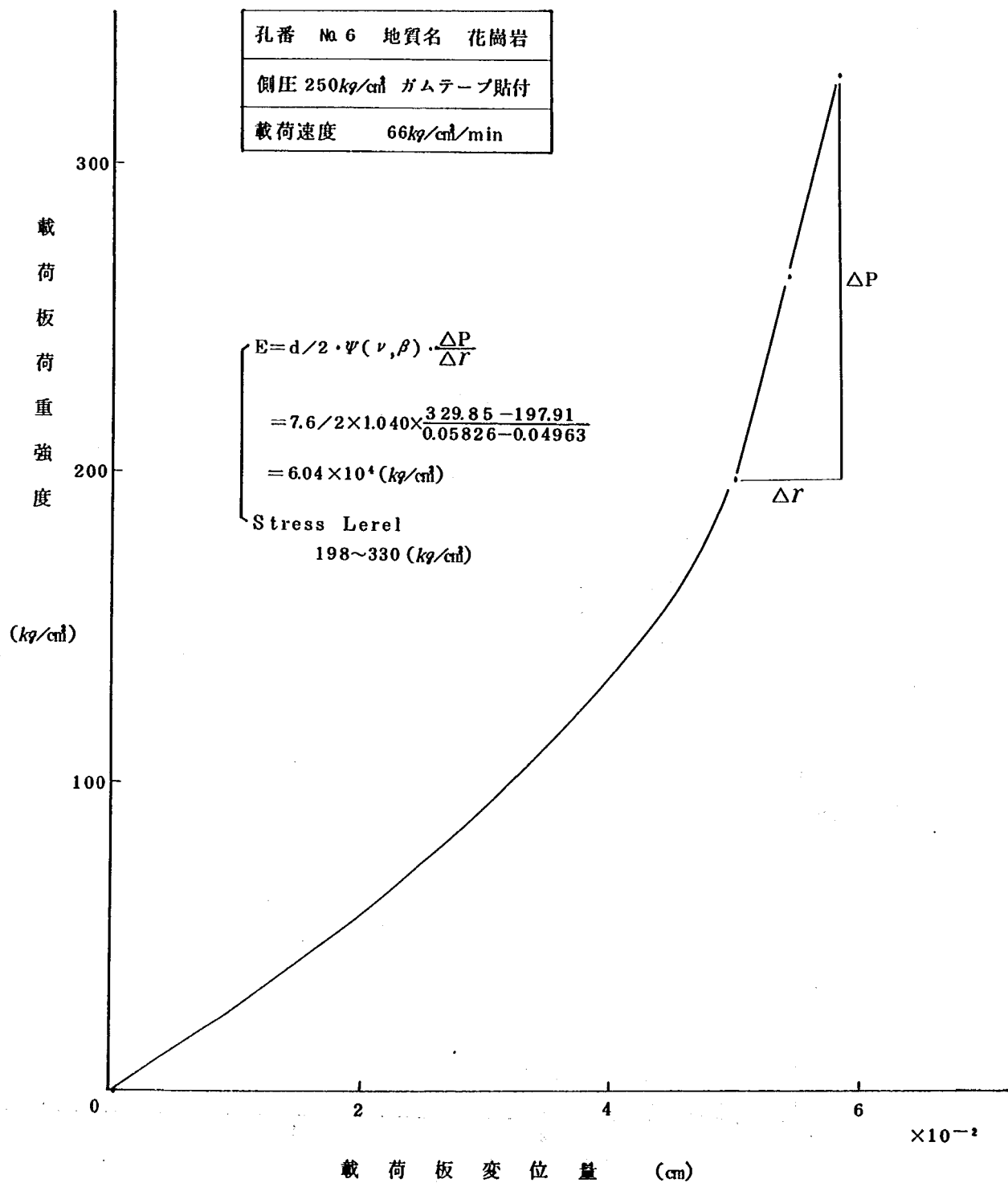
荷重強度～変位量図



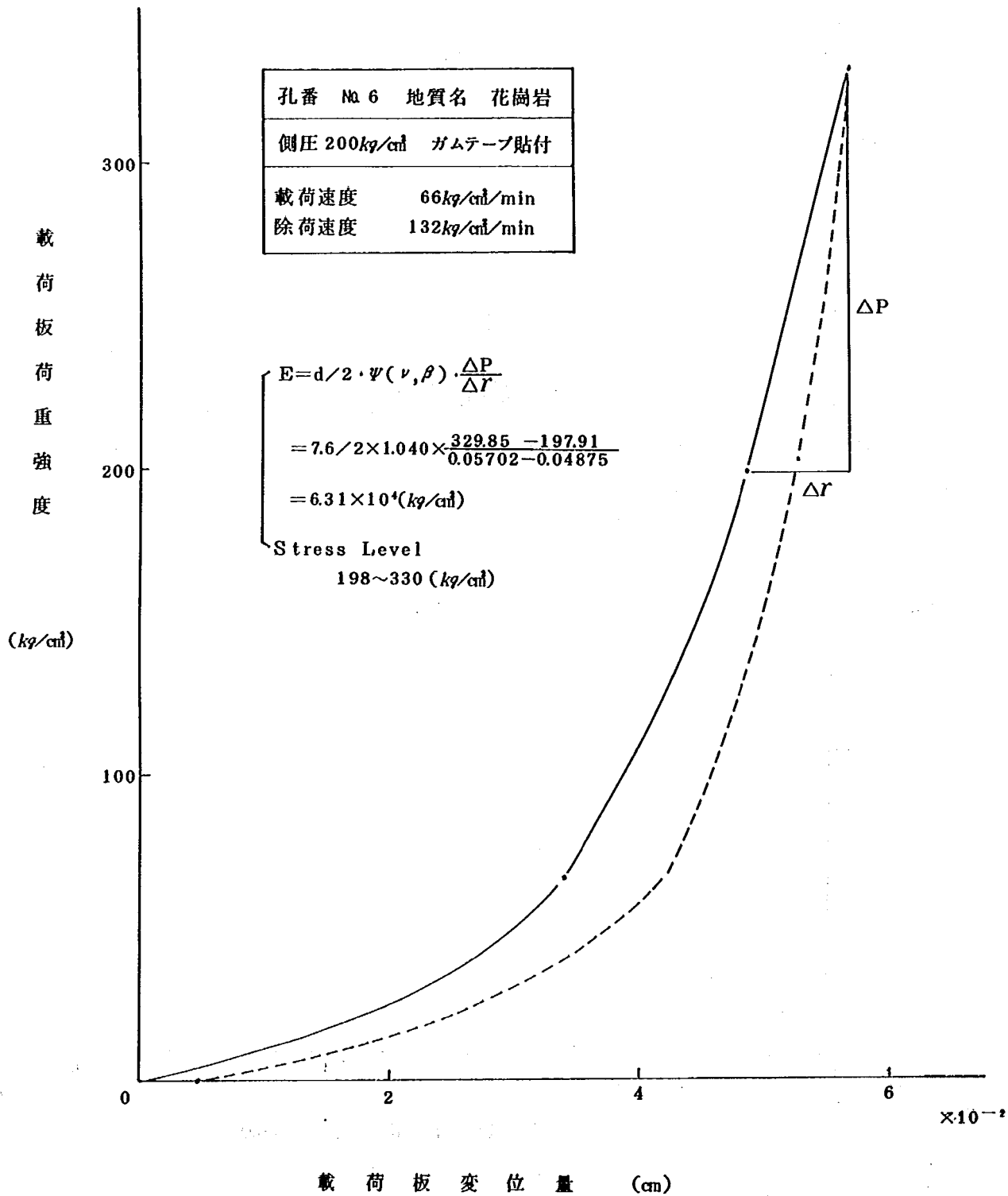
荷重強度 ~ 変位量図



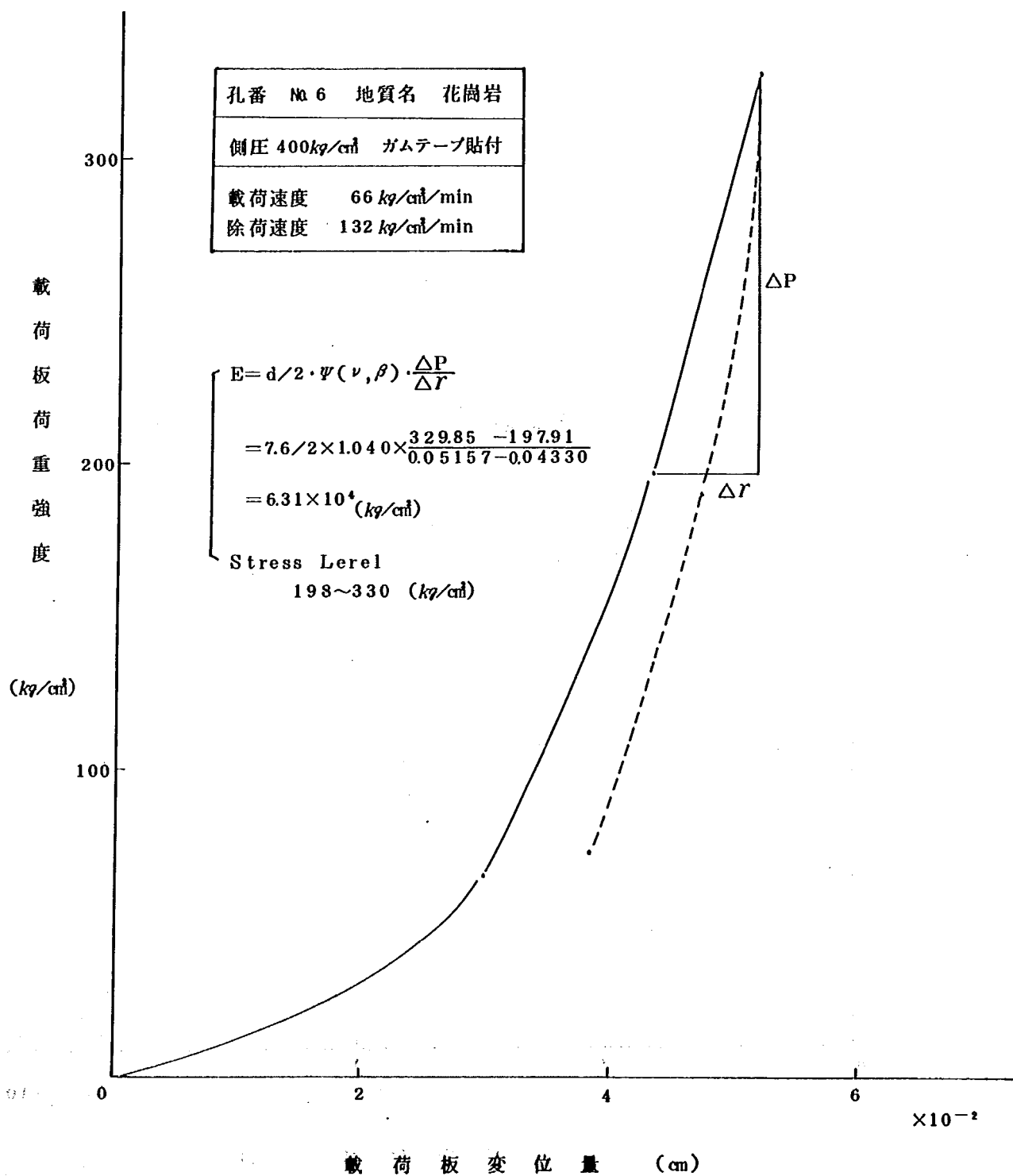
荷重強度～変位量図



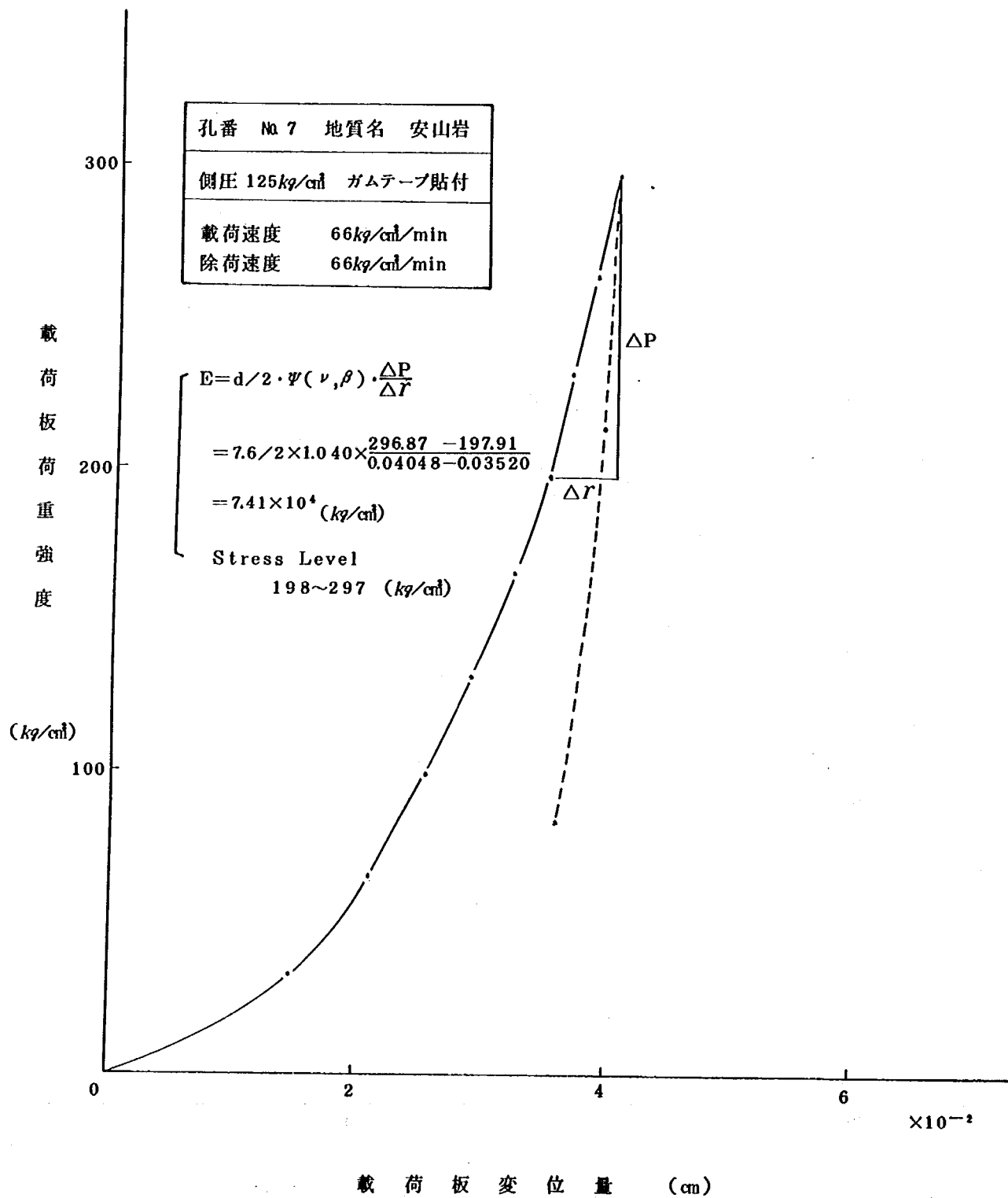
荷重強度～変位量図



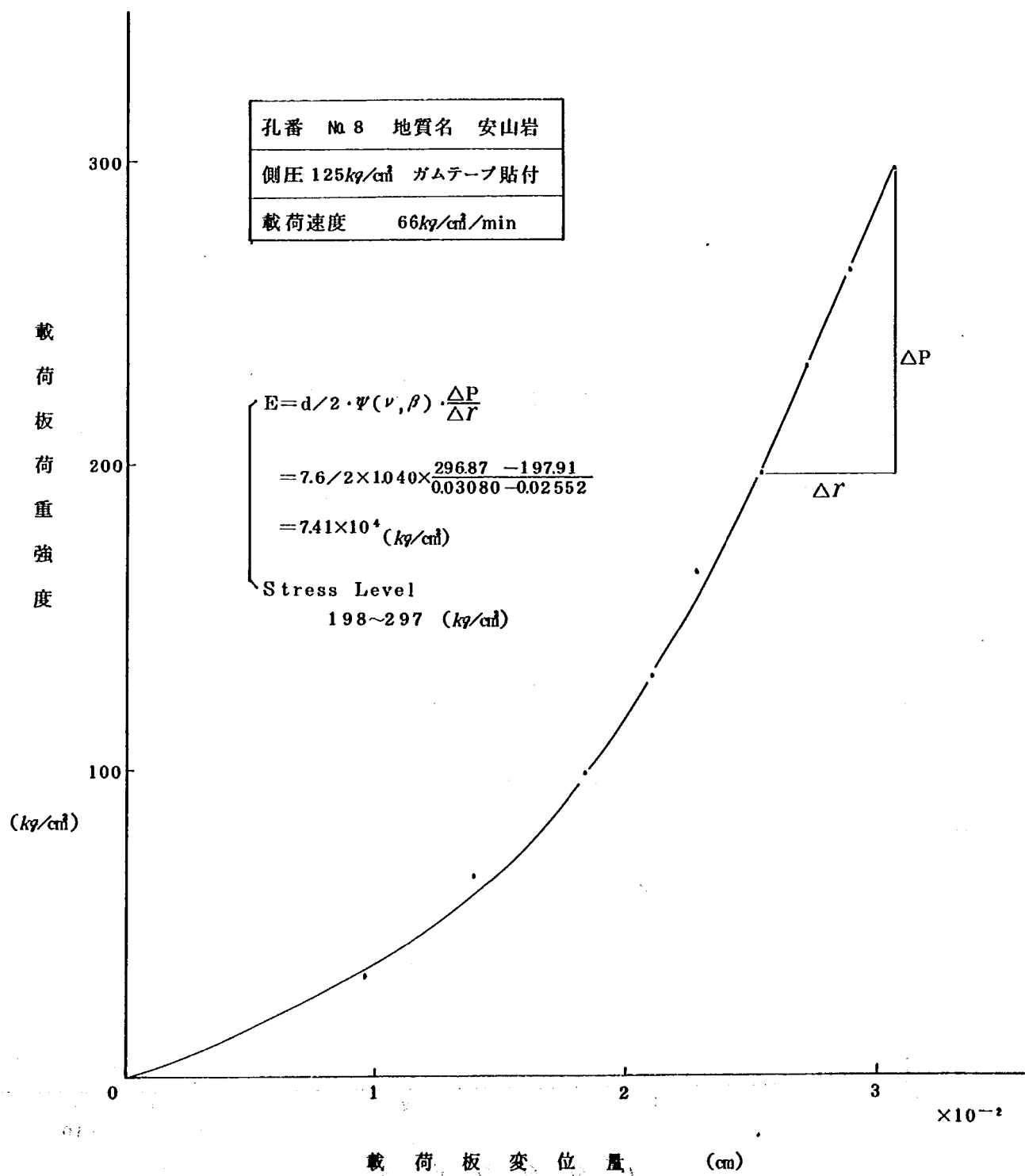
荷重強度～変位量図



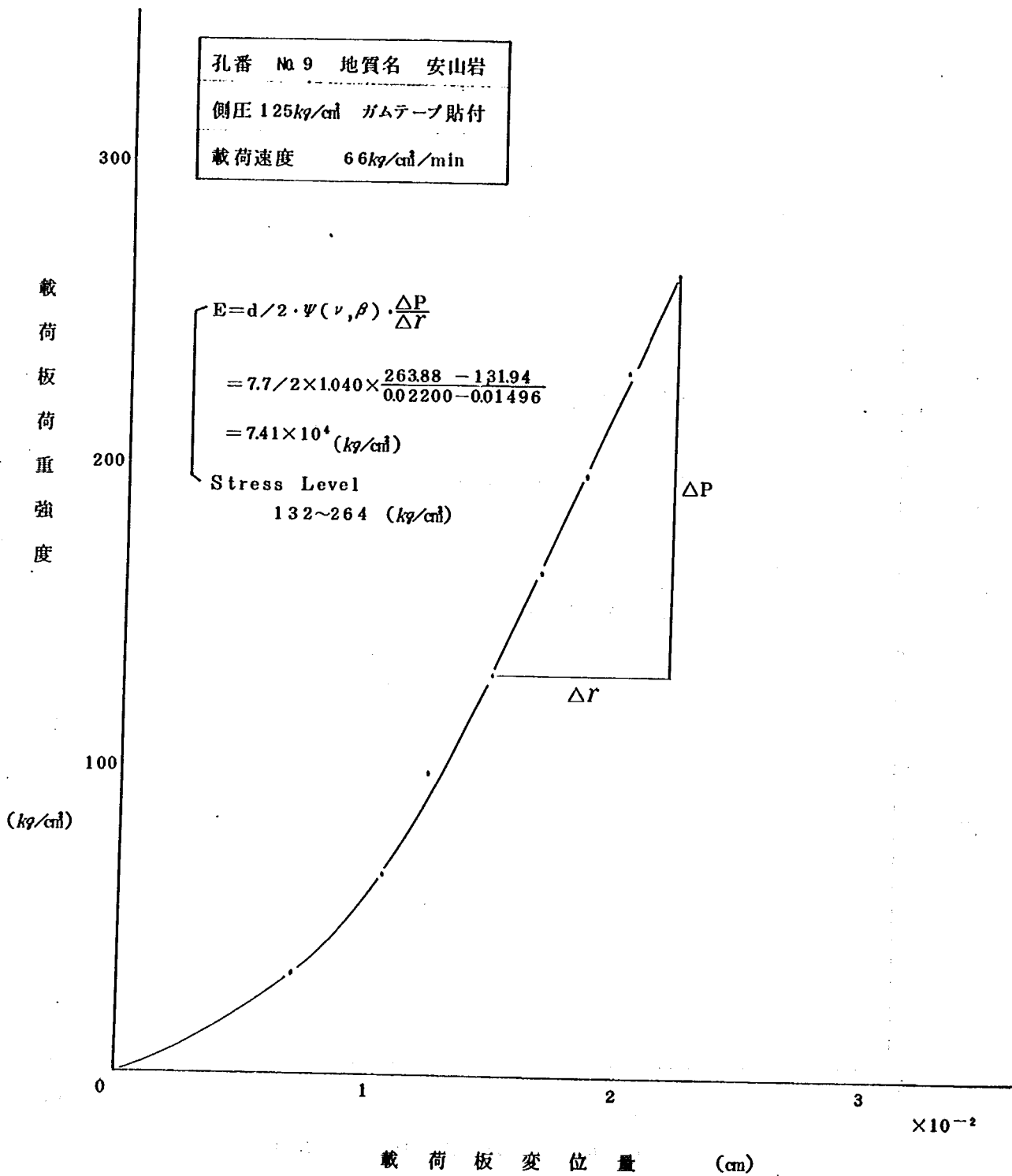
荷重強度～変位量図



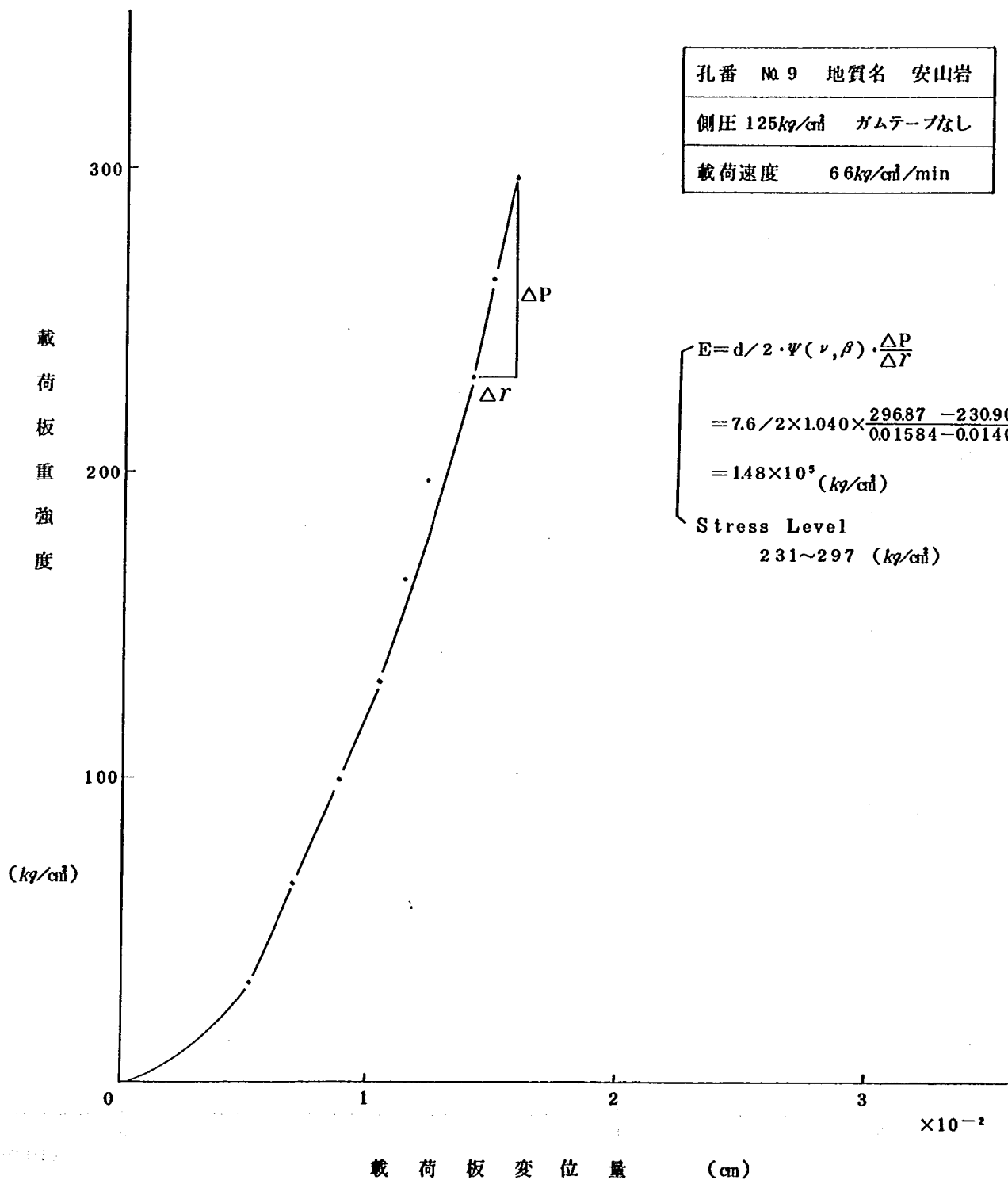
荷重強度～変位量図



荷重強度～変位量図



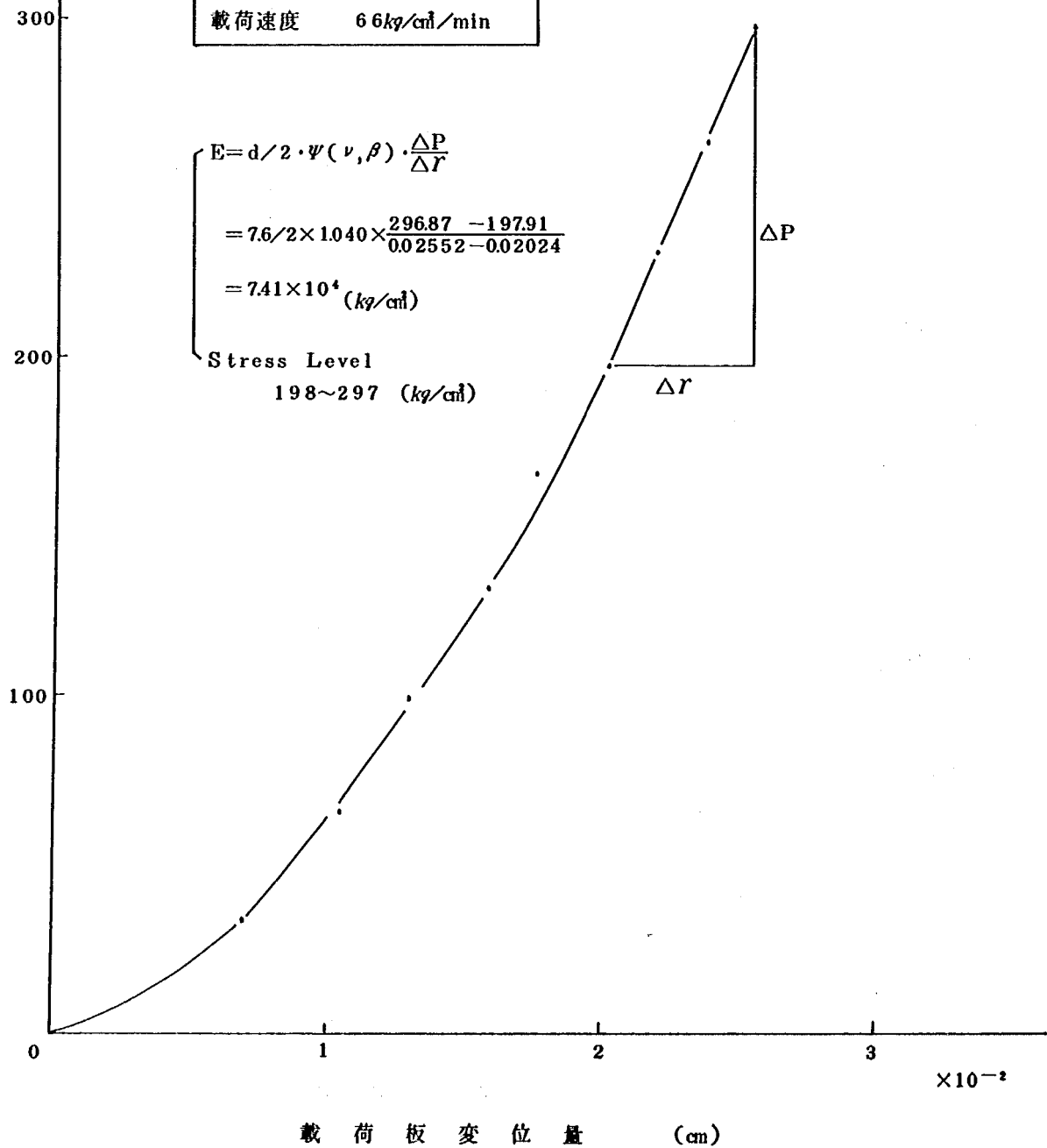
荷重強度 ~ 変位量図



荷重強度～変位量図

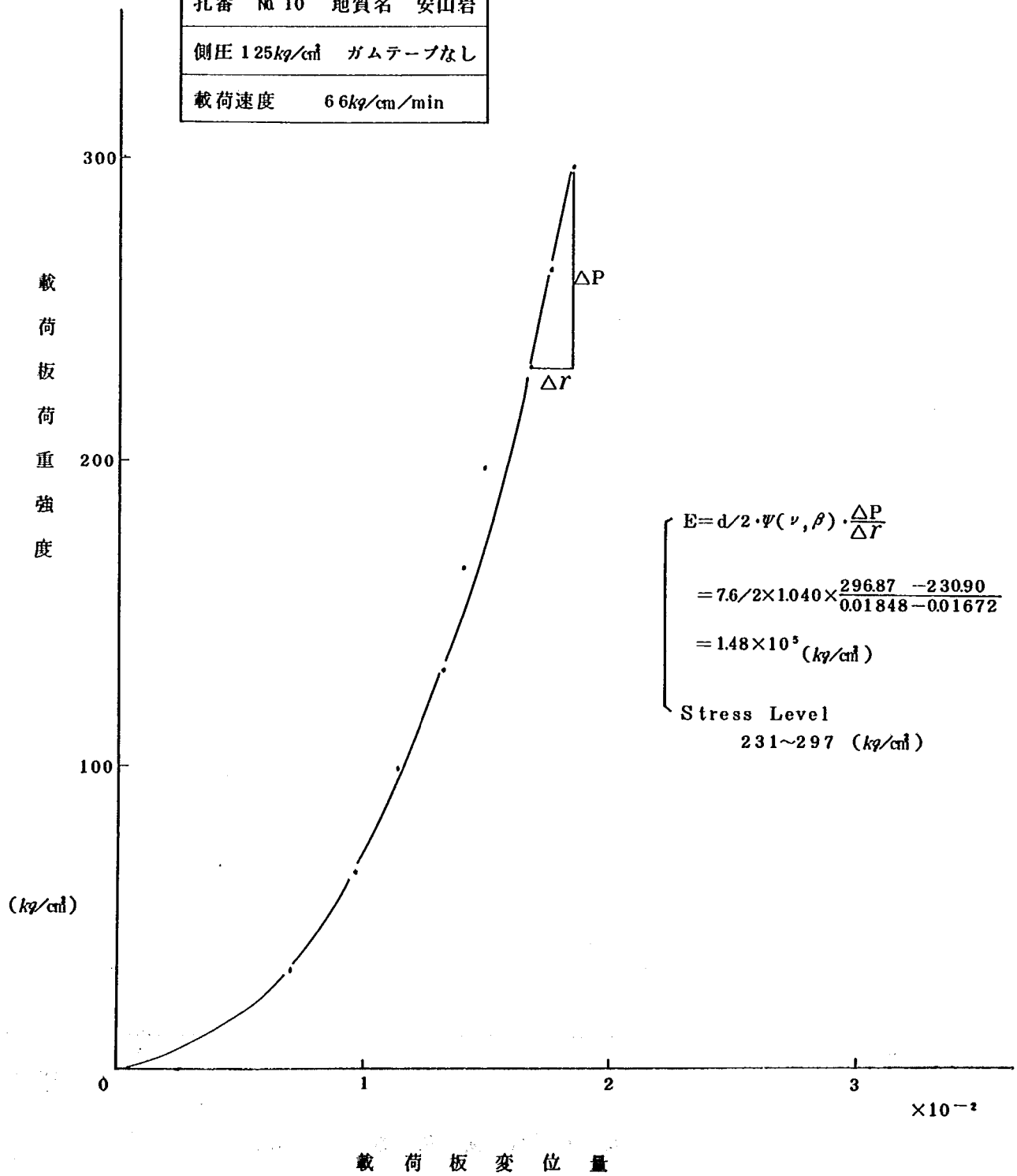
孔番 No 10	地質名 安山岩
側圧 125kg/cm ²	ガムテープ貼付
載荷速度	66kg/cm ² /min

載荷板荷重強度
(kg/cm²)



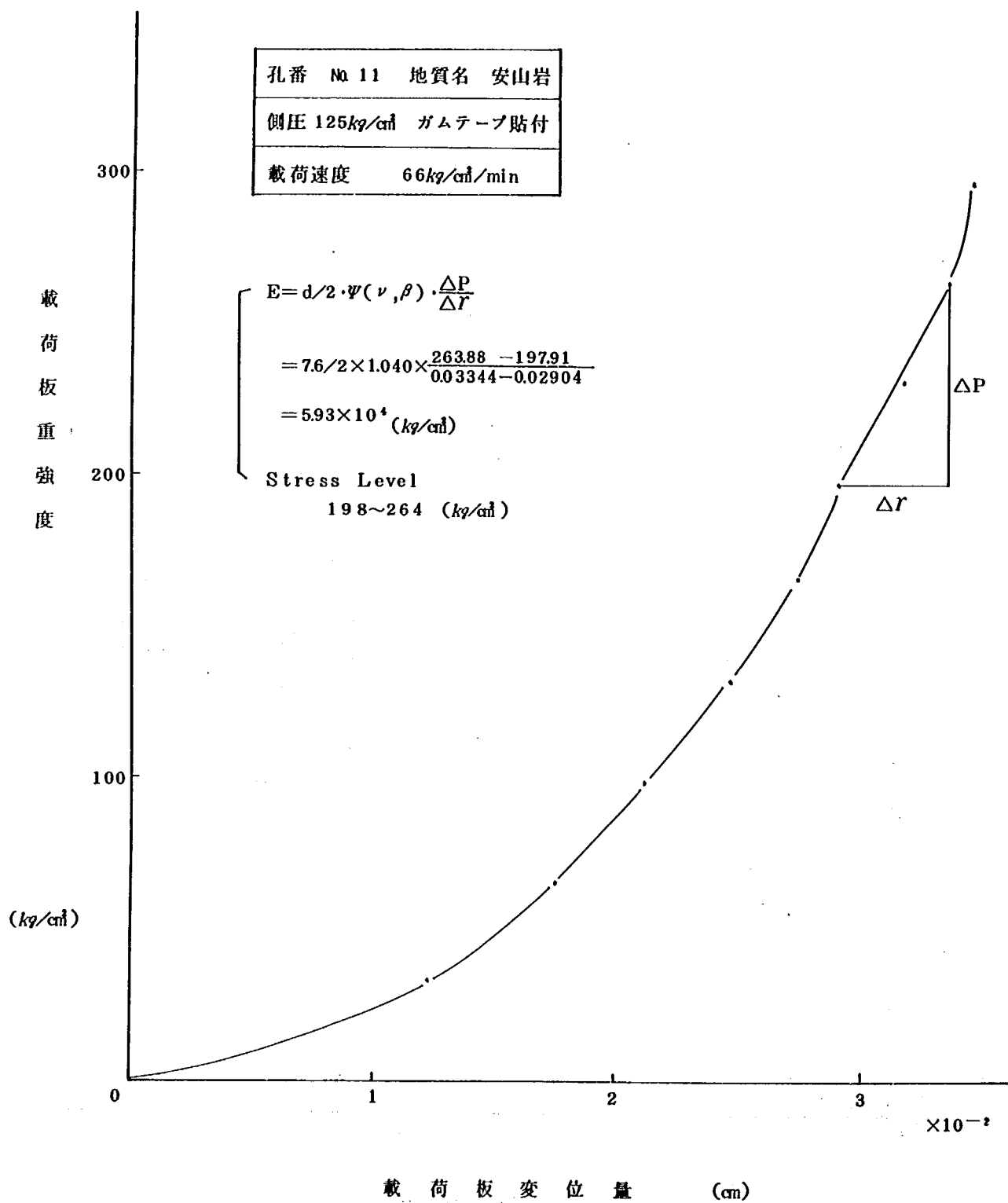
荷重強度～変位量図

孔番 No 10	地質名 安山岩
側圧 125kg/cm ²	ガムテープなし
載荷速度	6.6kg/cm/min



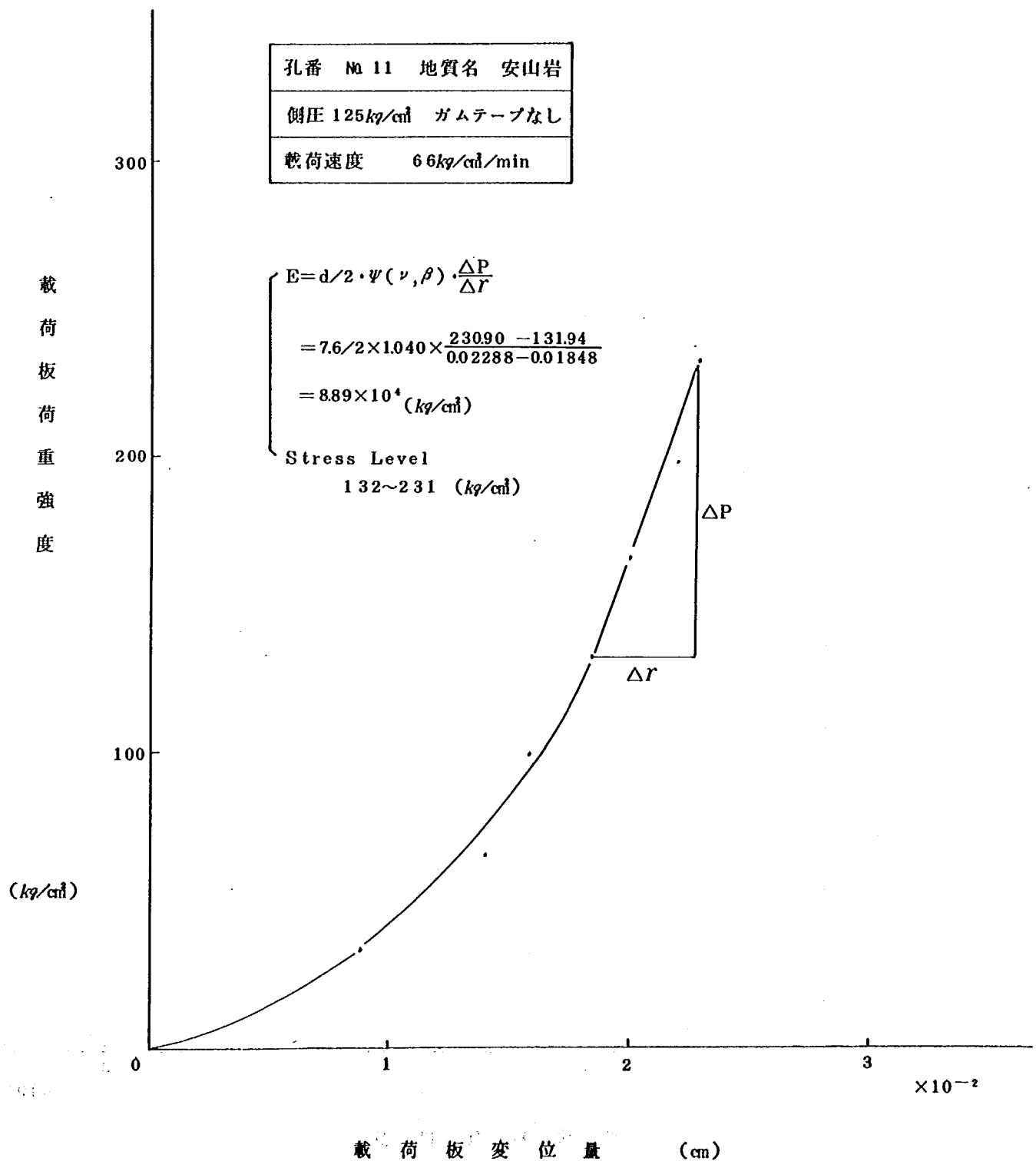
荷重強度～変位量図

孔番 No 11	地質名 安山岩
側圧 125kg/cm ²	ガムテープ貼付
載荷速度	66kg/cm ² /min



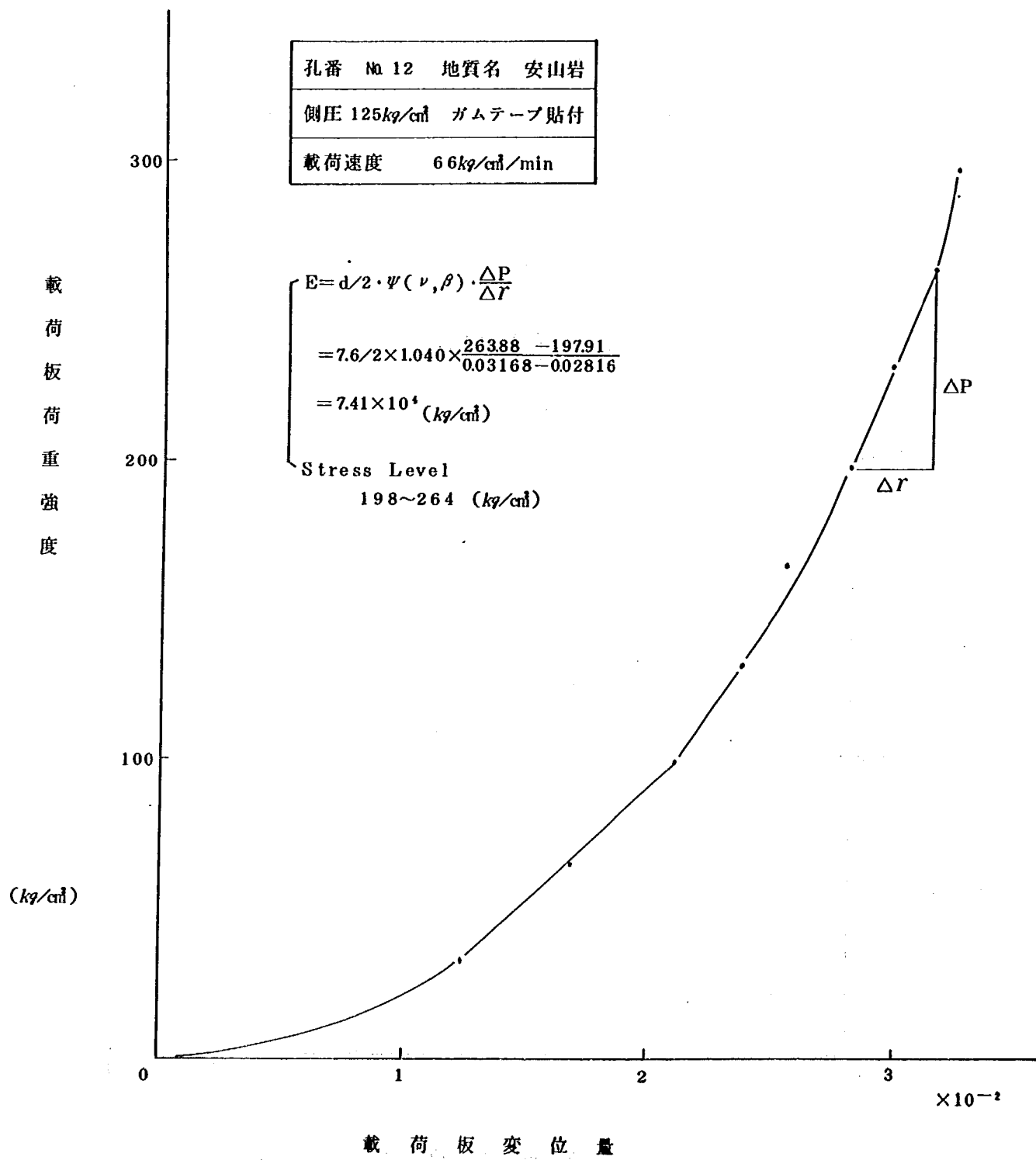
荷重強度～変位量図

孔番	No 11	地質名	安山岩
側圧	125kg/cm ²	ガムテープなし	
載荷速度	66kg/cm ² /min		

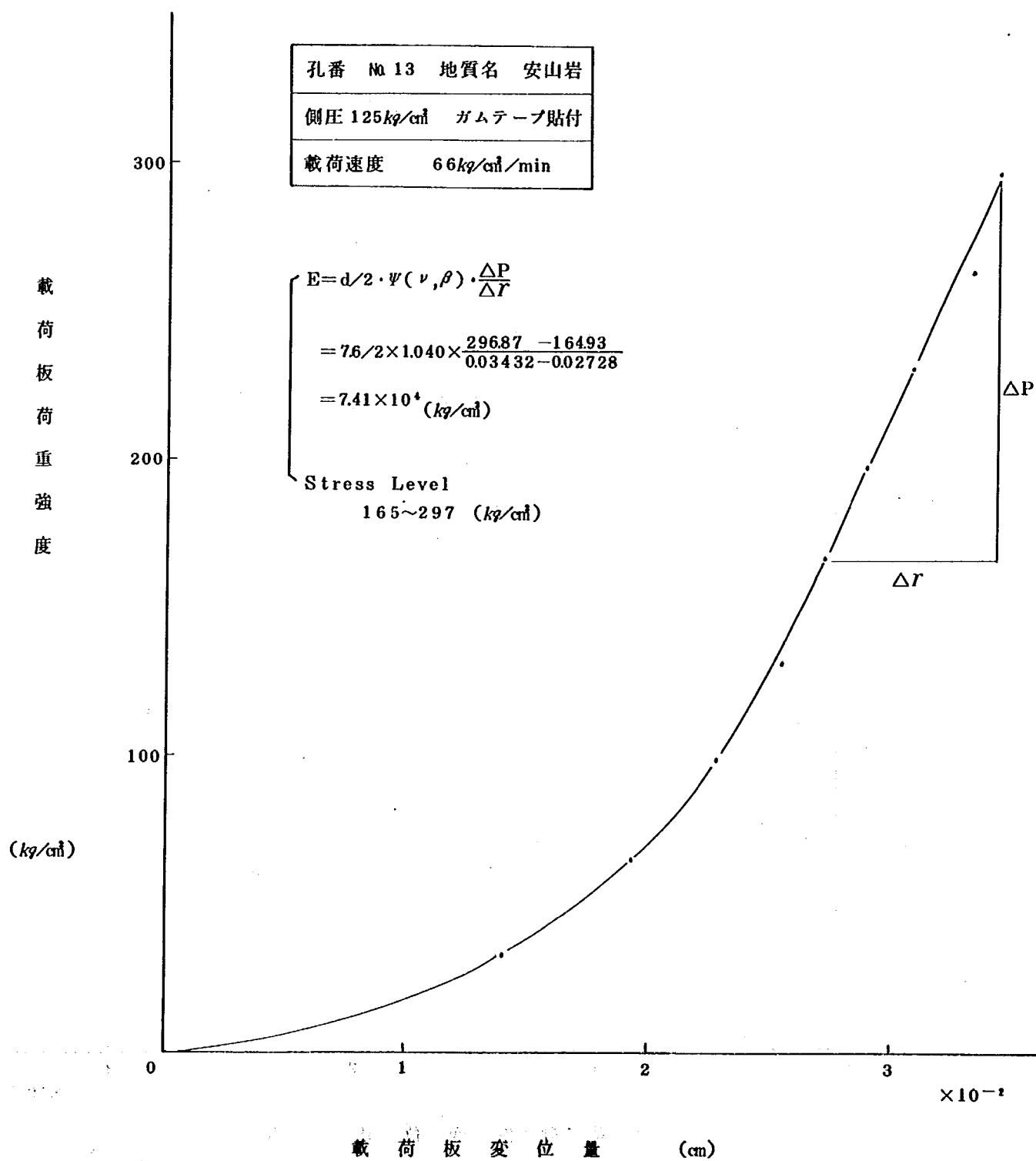


荷重強度～変位量図

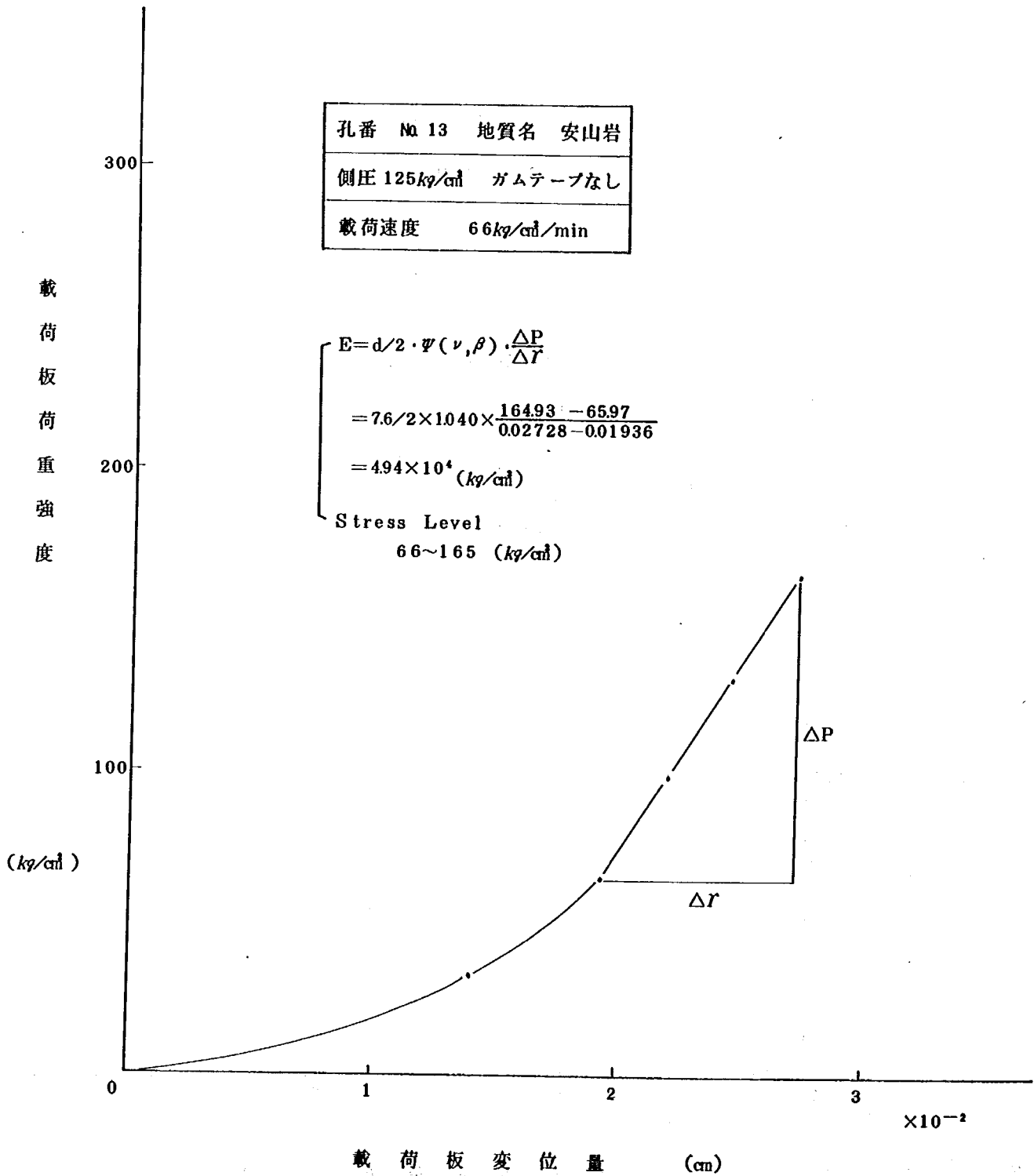
孔番	No. 12	地質名	安山岩
側圧	125kg/cm ²	ガムテープ貼付	
載荷速度	6.6kg/cm ² /min		



荷重強度～変位量図

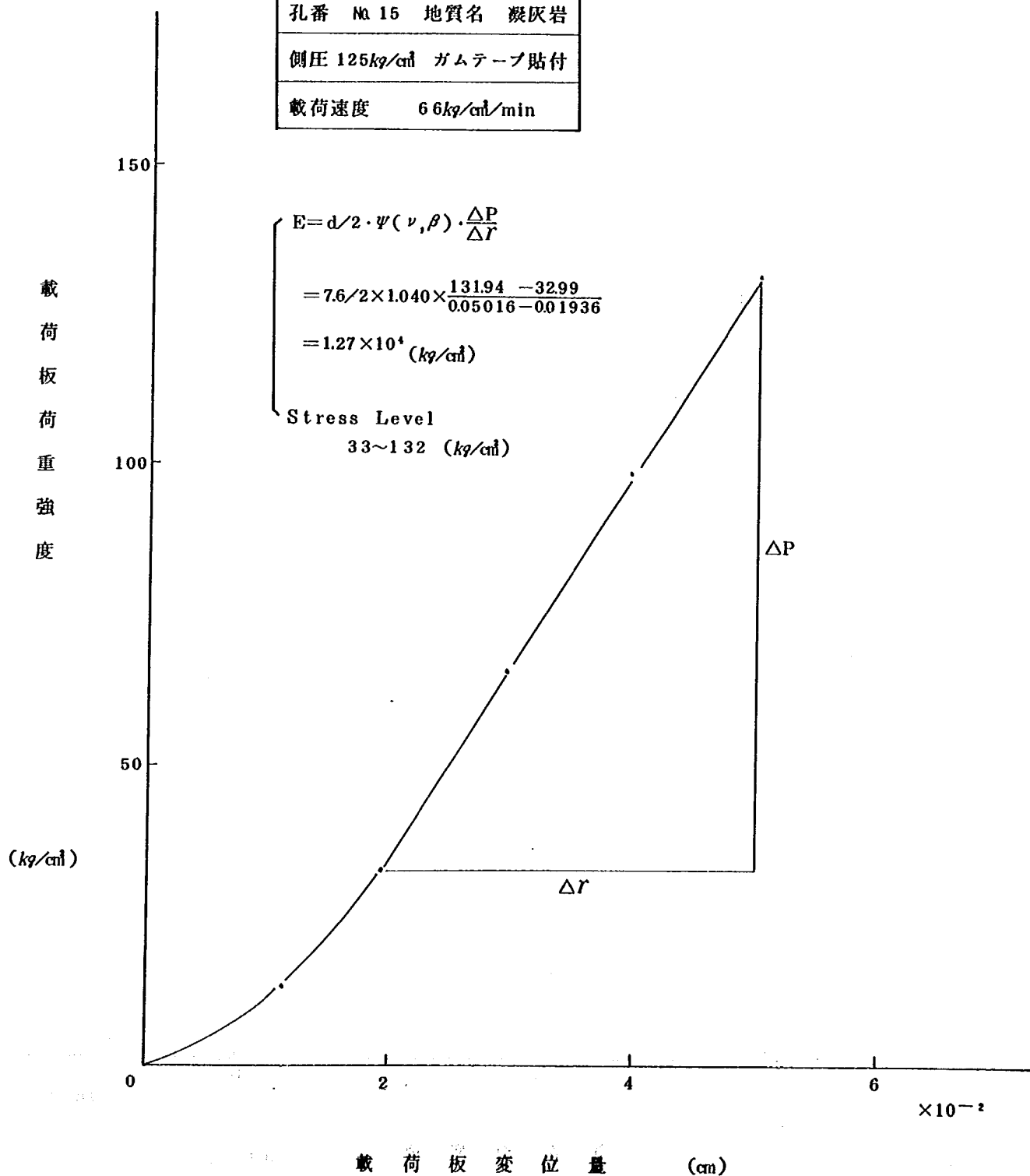


荷重強度～変位量図



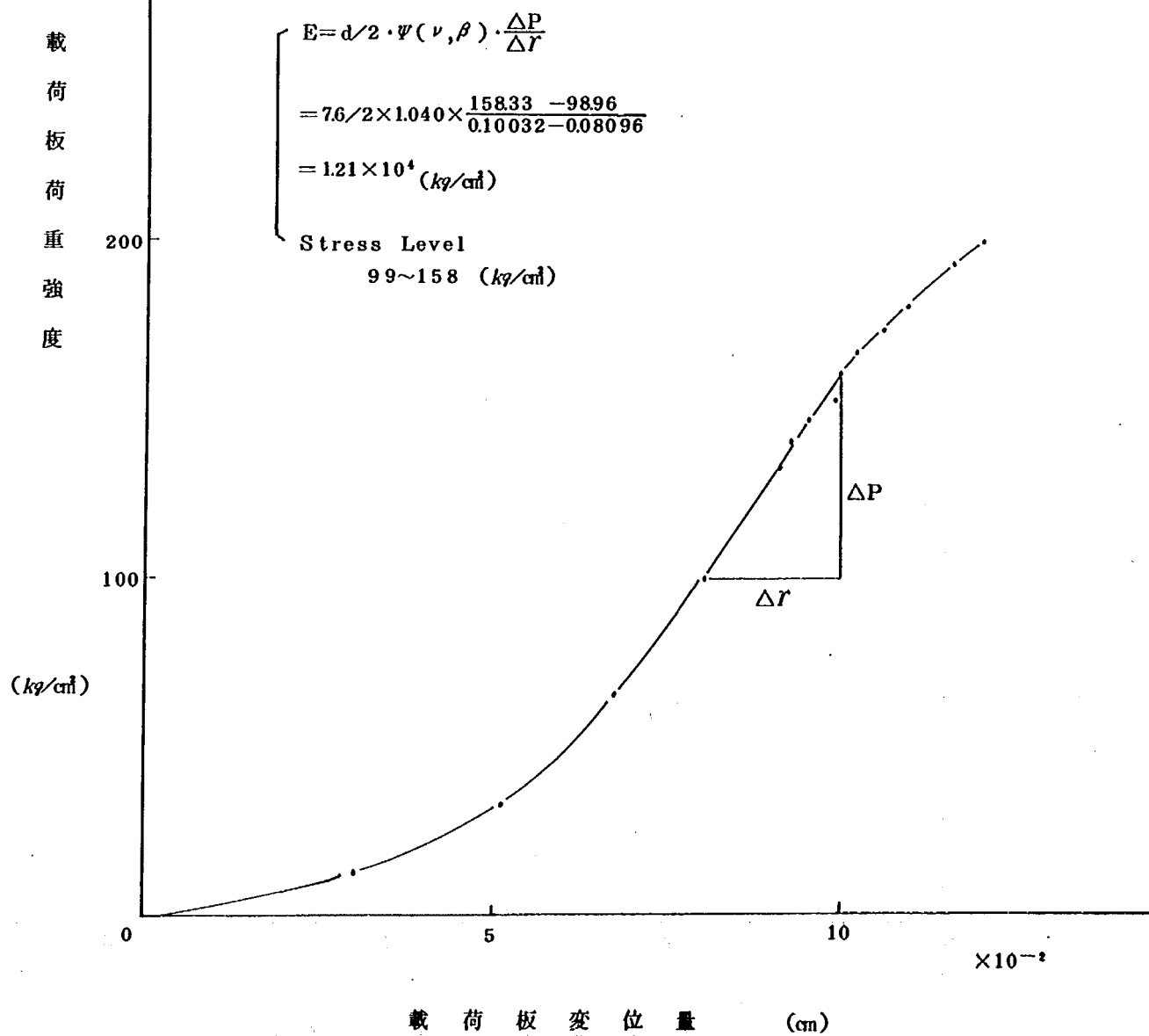
荷重強度～変位量図

孔番	No. 15	地質名	凝灰岩
側圧	125kg/cm ²	ガムテープ貼付	
載荷速度	6.6kg/cm ² /min		



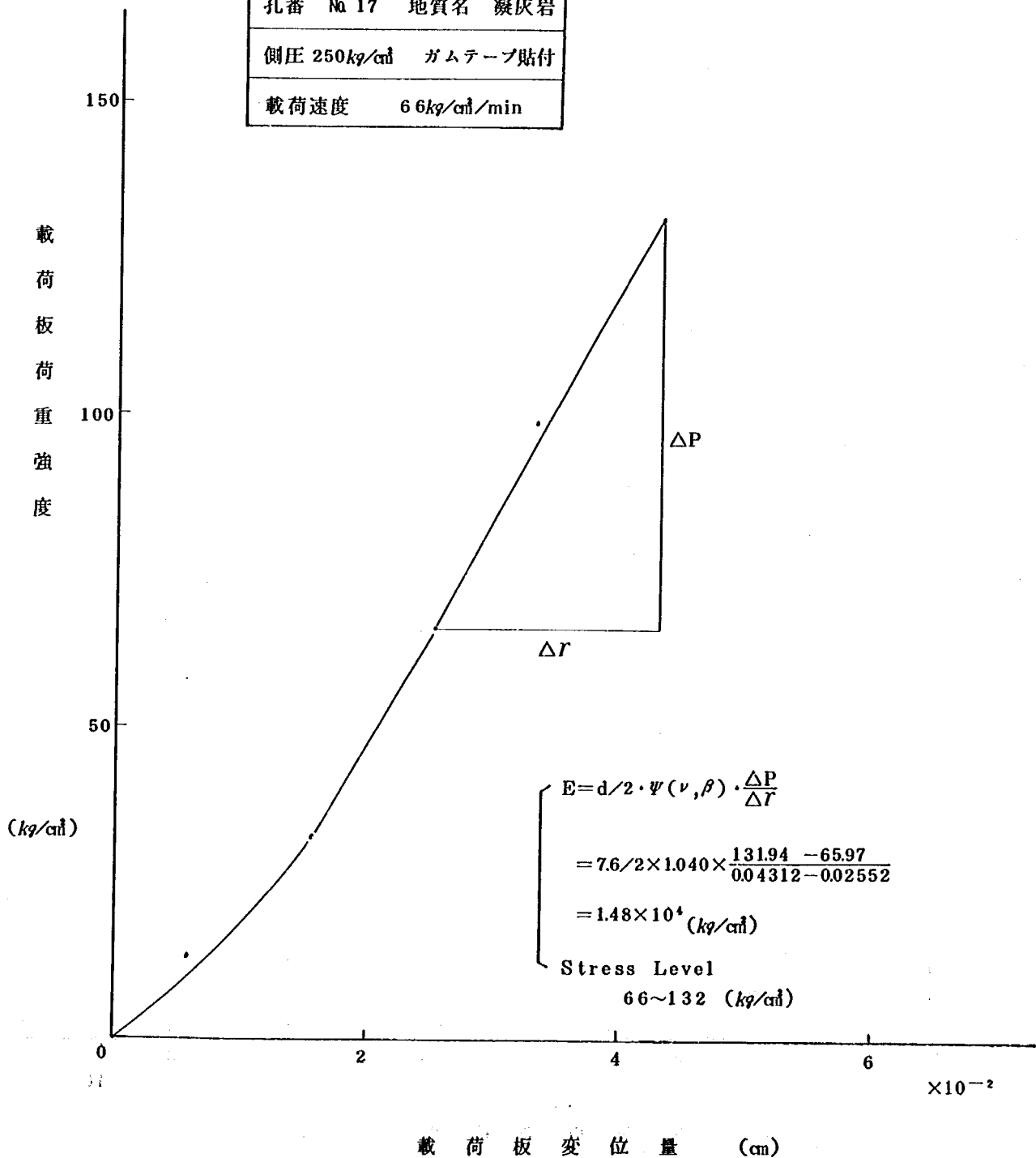
荷重強度～変位量図

孔番 No 16	地質名 凝灰岩
側圧 125kg/cm ²	ガムテープなし
載荷速度	66 kg/cm ²



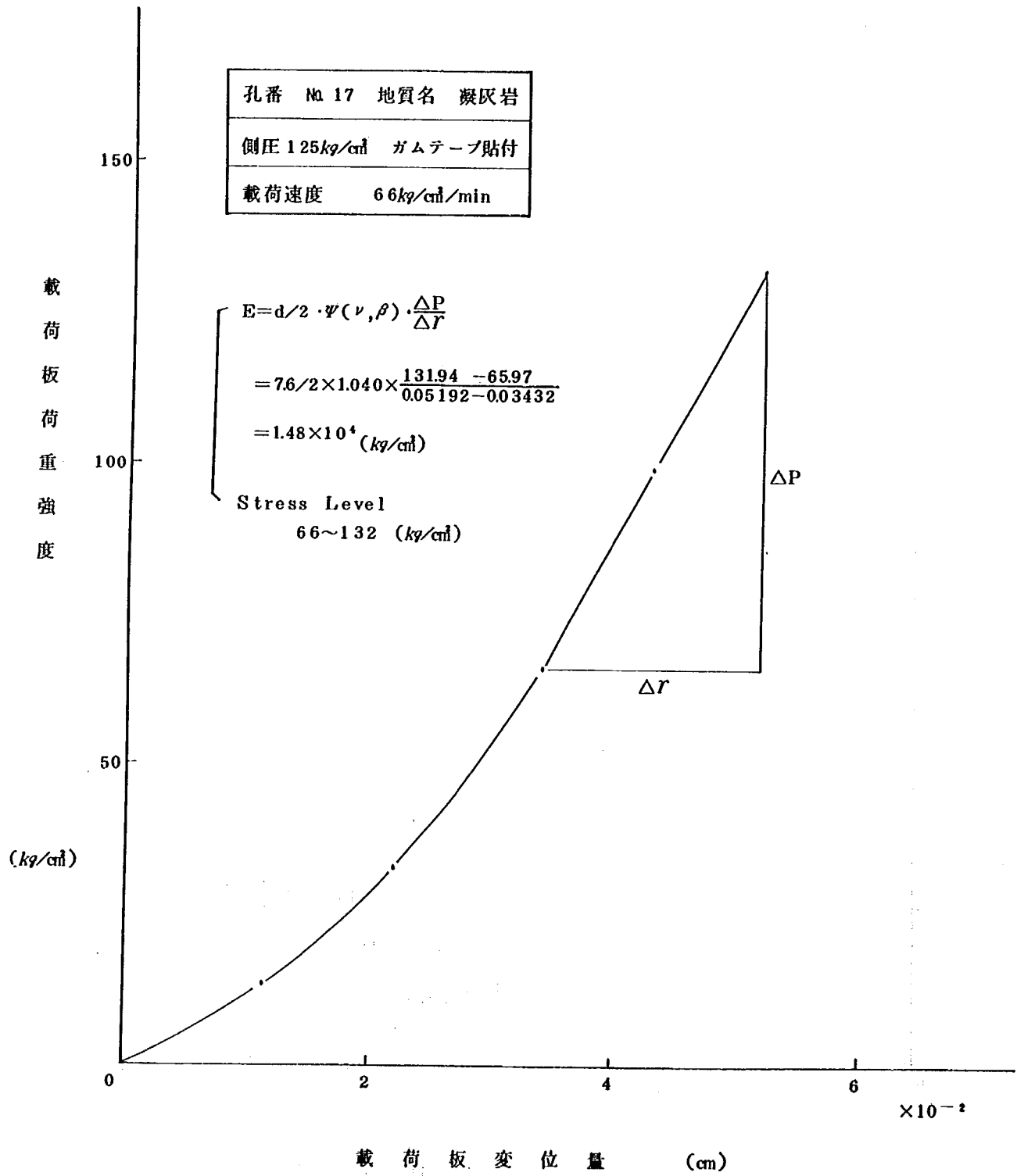
荷重強度～変位量図

孔番 No 17	地質名 凝灰岩
側圧 250kg/cm ²	ガムテープ貼付
載荷速度	6.6kg/cm ² /min

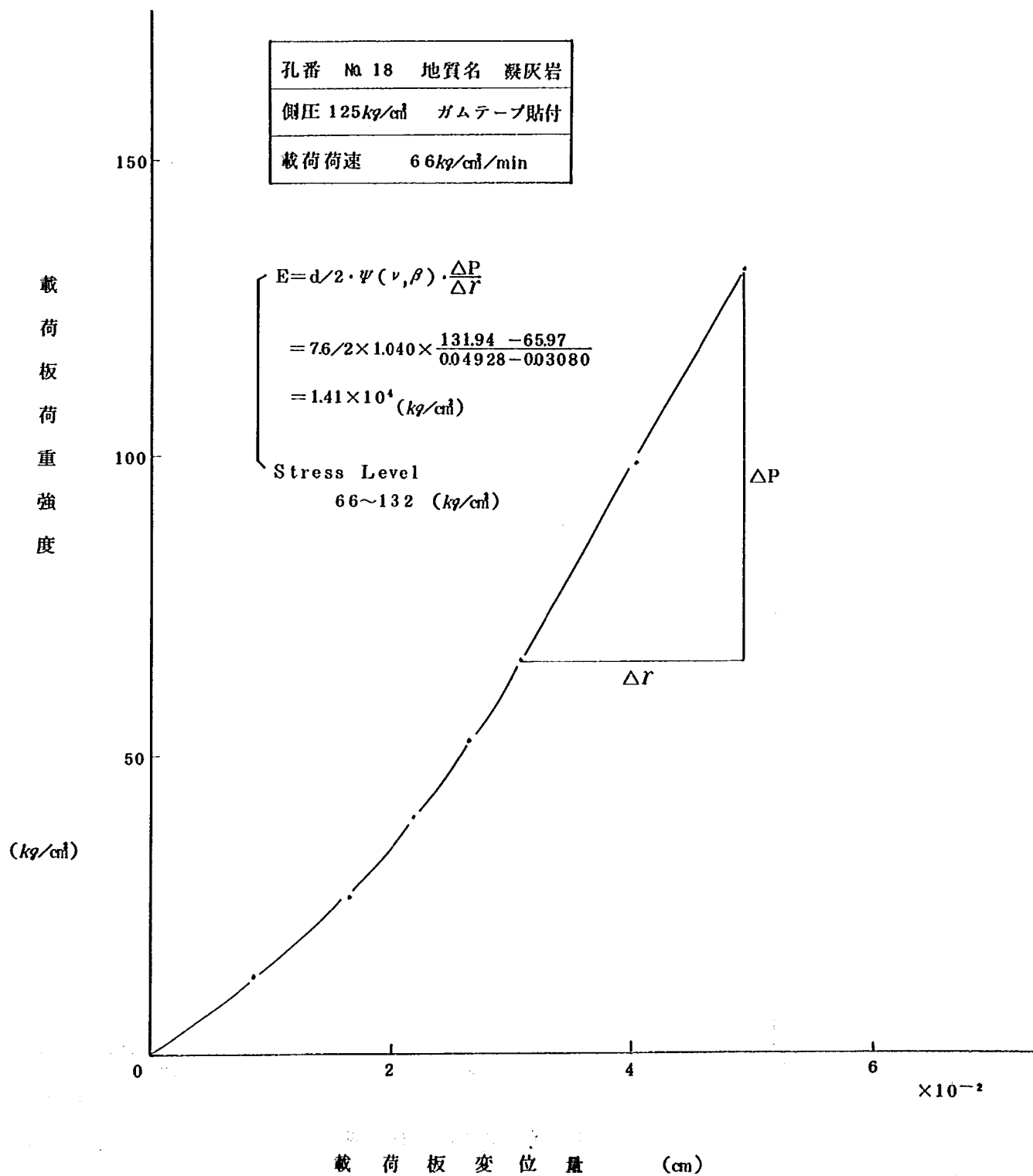


荷重強度～変位量図

孔番 No 17	地質名 凝灰岩
側圧 125kg/cm ²	ガムテープ貼付
載荷速度	66kg/cm ² /min

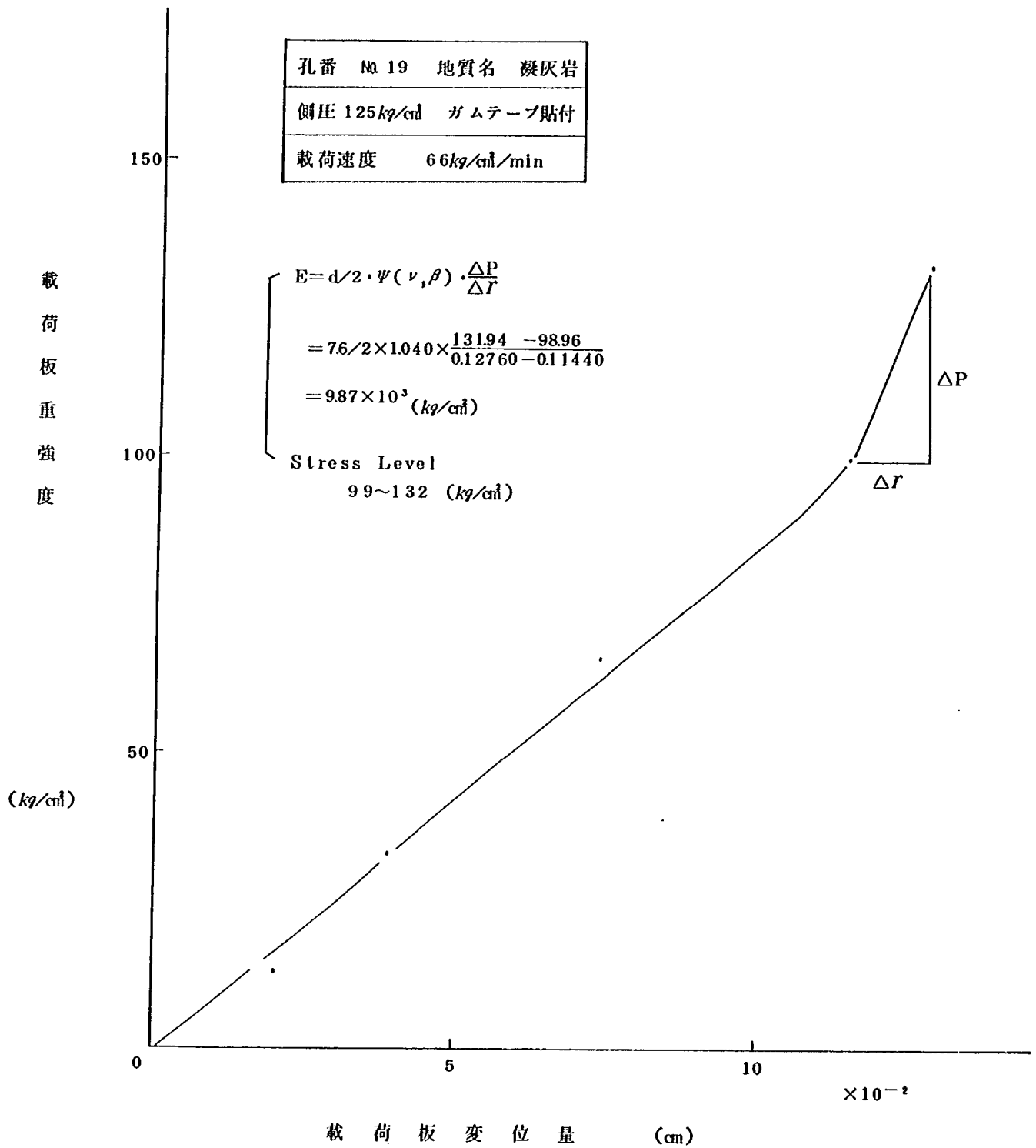


荷重強度～変位量図



荷重強度 ~ 変位量図

孔番 No 19	地質名 凝灰岩
側圧 125 kg/cm ²	ガムテープ貼付
載荷速度	66 kg/cm ² /min



荷重強度～変位量図

〔巻末資料 その2〕

金山トンネル現場計測データ

・岩石試験結果 95

・ボアホールジャッキ試験結果 97

岩石試驗結果一覽表

試料 番号	採取 地点	採取 深度 (m)	岩石名	物理的性質				力学的性質				
				見掛密度 (乾燥) ρ_d (g/cm ³)	吸水率 w_{sat} (%)	有効間隙率 n' (%)	自然含水率 w (%)	縦波 速度 V_p (m/s)	横波 速度 V_s (m/s)	一軸圧縮 強度 σ_c (kg/cm ²)	弾性係数 E_s (kg/cm ²)	圧引張 強度 σ_t (kg/cm ²)
1	150+17m	3.10~0.20	花崗岩	2625	0.69	1.80	0.47	5130	2790	297	1.24	—
2	—	0.80	—	2603	0.96	2.50	0.62	—	—	—	—	—
3	149+10m	0.15~0.25	—	2617	1.04	2.72	0.64	5220	2960	575	1.27	—
4	—	0.60~0.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.26
5	—	1.00~1.15	風化花崗岩	—	—	—	—	—	—	—	—	1.37
6	—	1.40~1.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.68
7	—	1.40~1.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.4
8	—	1.50~1.60	—	2538	2.19	5.55	1.00	—	—	—	—	—
9	—	1.80	—	2494	2.49	6.14	2.21	—	—	—	—	—
10	—	2.45~2.60	花崗岩	2595	1.34	3.47	0.88	3150	1980	18	—	—
11	—	2.70~2.80	風化花崗岩	—	—	—	—	—	—	—	—	1.00
12	—	3.00~3.20	花崗岩	2558	1.68	4.29	0.73	3550	2310	50	—	—
13	—	3.25~3.40	—	2645	0.76	2.02	0.22	5180	2740	636	2.99	—
14	—	3.50~3.60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.12
15	147+19m	0.20~0.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	7.00
16	—	0.60~0.75	—	2623	0.78	2.04	0.59	5740	3060	961	3.97	—
17	—	0.75~0.95	—	2663	0.40	1.07	0.37	5450	3190	924	3.87	—
18	—	1.25~1.40	—	2612	0.79	2.05	0.43	5590	2920	628	3.92	—
19	—	1.40~1.50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.70
20	—	1.55~1.65	—	2609	0.39	1.02	0.33	5800	2900	1006	1.29	—
21	146+10m	0.15~0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.97
22	—	0.50	—	2609	0.32	0.84	0.23	—	—	—	—	—
23	—	0.65~0.70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.13
24	—	0.70~0.80	—	2628	0.33	0.91	0.28	—	—	—	—	—
25	—	1.00~1.10	—	2637	0.36	0.95	0.28	5290	2820	498	1.99	—
26	—	1.10~1.20	—	2585	0.42	1.06	0.36	5600	3290	856	5.12	—
27	—	1.25~1.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3.40
28	—	1.35~1.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.24
29	—	1.60~1.70	—	2599	0.35	0.91	0.30	5680	3240	1185	5.08	—
30	—	1.70~1.80	—	2635	0.37	0.96	0.27	5610	3090	761	2.76	—
31	—	2.40	風化花崗岩	2593	0.59	1.53	0.37	—	—	—	—	—
32	—	3.40	—	2533	1.40	3.55	1.01	—	—	—	—	—
33	—	—	—	2158	4.95	10.68	3.61	—	—	—	—	—
34	—	岩塊より	閃雲花崗岩	2662	0.36	0.95	0.15	5630	3240	1079	5.24	—
35	—	—	花崗岩	2635	0.40	1.05	0.14	5000	3090	796	3.49	—
36	—	—	—	2647	0.45	1.18	0.25	5460	3350	1116	5.93	—
37	—	—	—	2621	0.66	1.73	0.21	3690	2280	815	2.72	—
38	—	—	—	2647	0.45	1.18	0.25	5460	3620	625	2.12	—
39	—	—	閃雲花崗岩	2662	0.36	0.95	0.15	5590	3180	651	2.85	—

40	146+10m	岩塊より	閃雲花崗岩	2662	0.36	0.95	0.15	5450	2910	970	5.45	—
41	—	—	花崗岩	2635	0.40	1.05	0.14	4890	2820	664	3.89	—
42	—	—	—	2647	0.45	1.18	0.25	5770	3580	923	5.52	—
43	—	—	閃雲花崗岩	2662	0.36	0.95	0.15	5430	3140	474	2.13	—
44	—	—	—	2662	0.36	0.95	0.15	5420	3100	1257	5.18	—
45	—	—	花崗岩	2647	0.45	1.18	0.25	4540	2620	660	2.48	—
46	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64.7
47	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	60.5
48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	88.3
49	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	45.3
50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	44.5
51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	43.8
52	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	57.5
53	145+3m	1.70	—	2598	0.90	2.33	0.59	—	—	—	—	—
54	—	2.60	風化花崗岩	2474	2.40	5.92	1.22	—	—	—	—	—
55	—	3.60	—	2383	3.92	9.30	3.39	—	—	—	—	—
56	—	4.70	花崗岩	2639	0.65	1.72	0.46	—	—	—	—	—
57	—	岩塊より	—	2649	0.41	1.08	0.20	5020	2720	714	2.48	—
58	—	—	—	2649	0.41	1.08	0.20	5390	3230	901	4.09	—
59	—	—	斑雲花崗岩	2616	0.62	1.62	0.37	5600	3070	1199	4.64	—
60	—	—	—	2616	0.62	1.62	0.37	5330	3050	915	3.95	—
61	—	—	花崗岩	—	—	—	—	—	—	—	—	56.4
62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	54.8
63	144+4.35m	0.30~0.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76.5
64	—	0.40~0.50	—	2656	0.39	1.02	0.22	—	—	—	—	—
65	—	2.20	—	2664	0.28	0.75	0.17	—	—	—	—	—
66	—	2.30~2.40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40.5
67	—	3.60	風化花崗岩	2430	3.38	8.20	2.44	—	—	—	—	—
68	—	3.90~4.00	砂質片岩	2726	0.72	1.95	0.34	—	—	—	—	—
69	—	4.70	花崗岩	2635	0.72	1.88	0.42	—	—	—	—	—
70	—	岩塊より	—	2620	0.52	1.36	0.24	5140	2940	1093	6.31	—
71	—	—	—	2620	0.52	1.36	0.24	5100	2900	986	4.63	—
72	—	—	—	2620	0.52	1.36	0.24	5050	2850	591	1.36	—
73	—	—	—	2620	0.52	1.36	0.24	5200	3120	933	4.27	—
74	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66.2
75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	66.7
76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82.7
77	142+14.5m	0.10	風化花崗岩	2543	1.62	4.10	1.31	—	—	—	—	—
78	—	0.50	花崗岩	2624	0.84	2.20	0.70	—	—	—	—	—
79	—	1.00	—	2634	0.59	1.56	0.48	—	—	—	—	—
80	—	1.40	—	2623	0.77	2.01	0.43	—	—	—	—	—
81	142+1.65m	1.30~1.40	風化花崗岩	2274	4.67	10.60	4.49	—	—	—	—	—

孔内載荷試験結果一覧表

測定 番号	地 点 No	深 度 (m) (載荷方向)	地 質 名	Ⅰ次変形係数E _Ⅰ (Kg/cm ²)			Ⅱ次 変形係数 有効載荷率で 補正した値 E _Ⅱ (Kg/cm ²)	最大 Ⅰ次荷重 P _{Ⅰmax} (Kg/cm ²)	最大 Ⅱ次荷重 P _{Ⅱmax}	有 効 載 荷 率
				荷重 20Kg/cm ² 時のE _Ⅰ	荷重 40Kg/cm ² 時のE _Ⅰ	荷重 60Kg/cm ² 時のE _Ⅰ				
1	150+17m	070 ~ 100 (水平方向)	花 崗 岩	1.14×10 ⁴	1.56×10 ⁴	1.90×10 ⁴	2.25×10 ⁴	94.2	—	0.70
2	149+10m	035 ~ 065 (水平方向)	"	136 "	260 "	330 "	6.19 "	197.8	—	0.40
3	"	135 ~ 165 (水平方向)	"	178 "	284 "	392 "	6.67 "	160.1	—	0.52
4	"	165 ~ 195 (鉛直方向)	"	140 "	212 "	254 "	2.96 "	103.6	—	0.45
5	"	165 ~ 195 (水平方向)	"	100 "	162 "	208 "	3.15 "	160.1	—	0.44
6	"	235 ~ 265 (水平方向)	"	220 "	400 "	506 "	11.33 "	141.3	—	0.34
7	147+19m	035 ~ 065 (水平方向)	"	150 "	275 "	345 "	5.20 "	113.0	—	0.37
8	"	115 ~ 145 (鉛直方向)	"	240 "	350 "	540 "	14.09 "	131.8	—	0.41
9	"	115 ~ 145 (水平方向)	"	210 "	400 "	550 "	12.04 "	179.0	—	0.48
10	146+10m	035 ~ 065 (鉛直方向)	"	260 "	380 "	421 "	5.86 "	113.0	—	0.37
11	"	035 ~ 065 (水平方向)	"	200 "	370 "	470 "	5.63 "	103.6	131.9	0.44
12	"	085 ~ 115 (鉛直方向)	"	200 "	360 "	510 "	8.25 "	160.1	—	0.30
13	"	135 ~ 165 (鉛直方向)	"	450 "	710 "	910 "	12.12 "	94.2	—	0.22
14	"	135 ~ 165 (水平方向)	"	115 "	210 "	380 "	7.02 "	122.5	—	0.38
15	"	235 ~ 265 (鉛直方向)	"	110 "	203 "	254 "	5.30 "	141.3	—	0.30
16	"	335 ~ 365 (鉛直方向)	"	175 "	275 "	320 "	4.76 "	141.3	188.4	0.56
17	"	435 ~ 465 (鉛直方向)	"	110 "	160 "	190 "	2.13 "	75.4	207.2	0.44
18	"	035 ~ 065 (鉛直方向)	"	060 "	098 "	122 "	1.57 "	78.1	—	0.20
19	"	085 ~ 115 (鉛直方向)	"	124 "	170 "	190 "	4.49 "	73.3	—	0.20
20	"	135 ~ 165 (鉛直方向)	"	150 "	220 "	260 "	3.25 "	63.5	—	0.22
21	145+3m	085 ~ 115 (鉛直方向)	風化花崗岩	095 "	127 "	144 "	1.44 "	47.1	188.4	0.47

22	145+3m	1.85~215 (鉛直方向)	風化花崗岩	240×10 ⁴	350×10 ⁴	410×10 ⁴	5.60×10 ⁴	131.9	—	0.29
23	"	1.85~215 (水平方向)	"	1.90 "	3.00 "	4.00 "	4.59 "	65.9	—	0.30
24	"	335~365 (鉛直方向)	"	1.40 "	2.00 "	2.20 "	2.77 "	122.5	—	0.50
25	"	025~055 (鉛直方向)	"	0.47 "	0.77 "	0.77 "	0.77 "	39.0	—	0.39
26	"	055~085 (鉛直方向)	"	0.67 "	1.22 "	1.26 "	1.26 "	58.6	—	0.26
27	"	085~115 (鉛直方向)	"	0.22 "	0.41 "	0.60 "	0.98 "	83.0	—	0.32
28	144+4.35m	085~115 (鉛直方向)	"	0.92 "	0.98 "	0.98 "	0.98 "	28.3	94.2	0.43
29	"	1.85~215 (鉛直方向)	"	0.45 "	0.45 "	0.45 "	1.36 "	131.9	—	0.34
30	"	435~465 (鉛直方向)	花 崗 岩	0.92 "	1.65 "	2.30 "	2.91 "	75.4	—	0.35
31	"	435~465 (水平方向)	"	1.00 "	2.15 "	2.75 "	2.75 "	56.5	131.9	0.35
32	"	035~065 (鉛直方向)	風化花崗岩	0.70 "	0.84 "	0.76 "	0.82 "	29.3	53.7	0.20
33	"	085~115 (鉛直方向)	"	0.60 "	1.00 "	1.14 "	1.14 "	53.7	—	0.25
34	142+14.5m	035~065 (鉛直方向)	花 崗 岩	1.30 "	2.05 "	2.45 "	2.95 "	131.9	—	0.40
35	"	085~115 (鉛直方向)	"	1.65 "	2.35 "	2.47 "	2.60 "	75.4	—	0.36
36	"	225~255 (水平方向)	風化花崗岩	0.55 "	0.85 "	1.00 "	1.09 "	113.0	—	0.40
37	"	255~285 (水平方向)	"	0.33 "	0.54 "	0.54 "	0.54 "	97.7	—	0.40
38	"	035~065 (鉛直方向)	花 崗 岩	1.05 "	1.37 "	1.37 "	1.37 "	21.2	—	0.18
39	"	035~065 (水平方向)	"	0.86 "	1.83 "	1.83 "	1.83 "	29.3	—	0.16
40	"	085~115 (水平方向)	"	0.32 "	0.41 "	0.70 "	0.97 "	68.4	—	0.27
41	"	125~155 (鉛直方向)	"	0.50 "	—	—	1.24 "	29.3	—	0.27
42	142+1.65m	090~115 (岩目に垂直)	風化花崗岩	0.12 "	0.26 "	0.32 "	0.32 "	39.6	105.5	0.66
43	"	090~115 (岩目に平行)	"	0.14 "	0.25 "	0.29 "	0.29 "	39.6	92.3	0.66
44	"	035~065 (水平方向)	"	0.30 "	0.45 "	0.50 "	0.65 "	63.5	—	0.41
45	"	085~115 (水平方向)	"	0.48 "	0.67 "	0.78 "	0.95 "	73.3	—	0.41



写真1. 測点 No 149 + 10 ~ 149 + 6.4
コア深さ 0 ~ 1.11 m



写真2. 測点 No 149 + 10
コア深さ 0 ~ 3.6 m



写真3. 測点 No 147 + 19
コア深さ 0 ~ 1.7 m



写真4. 測点 No 146 + 10
コア深さ 0 ~ 5.00 m

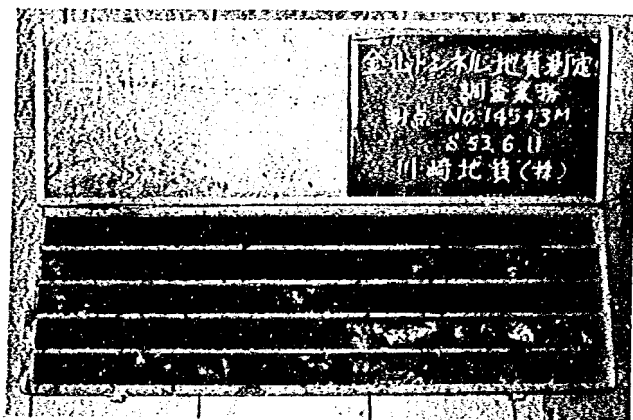


写真5. 測点 No 145 + 3
コア深さ 0 ~ 5.00 m

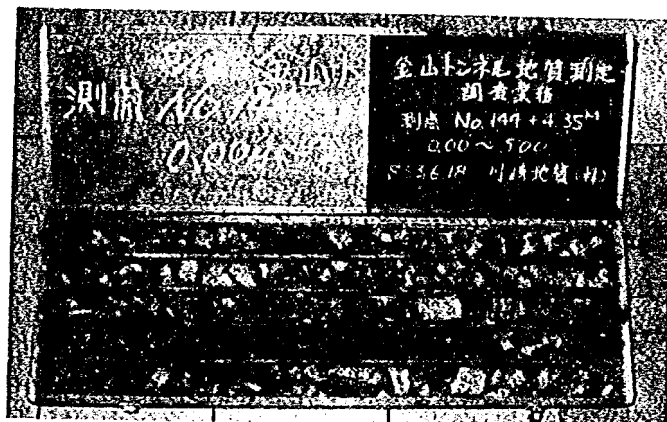


写真6. 測点 No 144 + 4.35
コア深さ 0 ~ 5.00 m

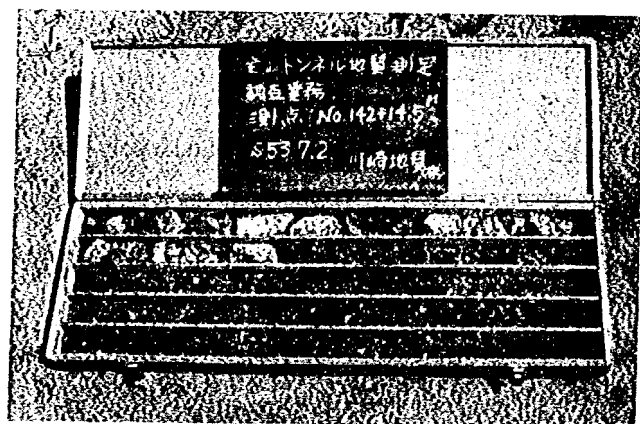


写真7. 測点 No 142 + 14.5
コア深さ 0 ~ 5.00 m

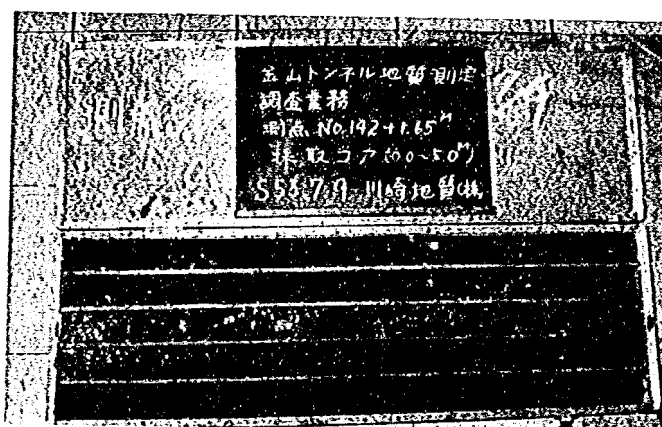
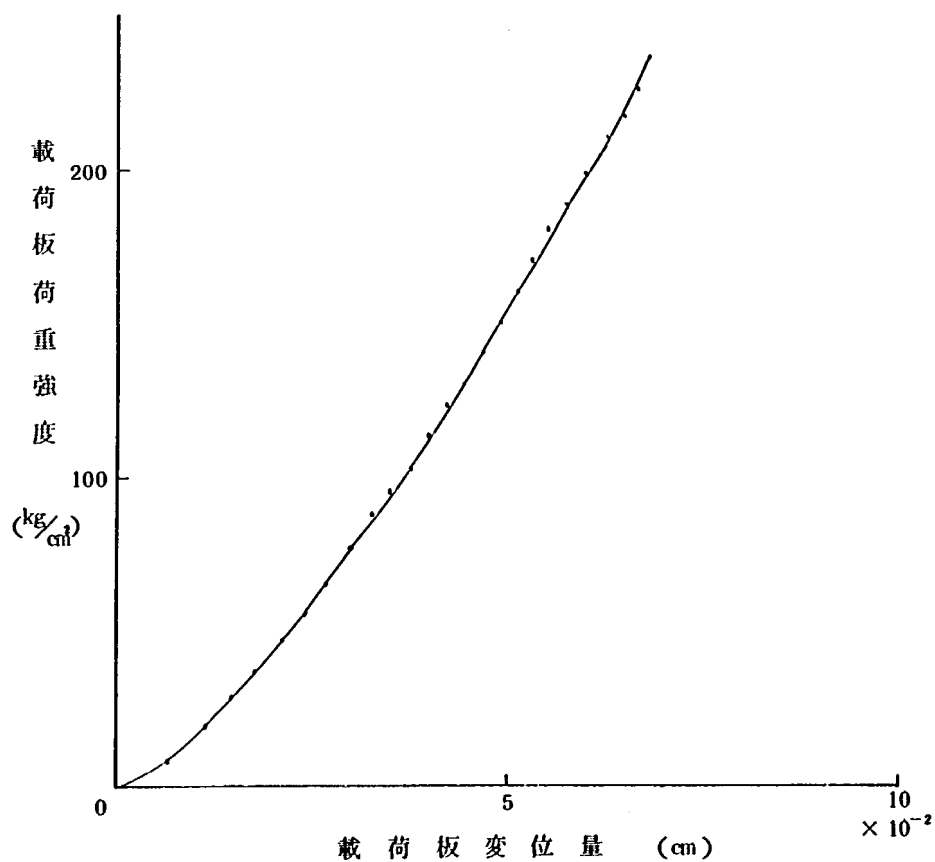


写真8. 測点 No 142 + 1.65
コア深さ 0 ~ 5.0 m

測定番号	Ⅷ 1	測定機	φ 65 KKT	測定日	5 月 7 日		
地 点	№ 150 + 17 m	深 度	0.7 ~ 1.0 m	載荷板寸法	30 × 300 mm		
地 質 名	花崗岩	コア採取率	100 %	RQD	12 %	有効載荷率	0.70

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの (cc)		変位量 (cm)	103.62	1.865	0.290	0.0376	226.08	2090	0.515	0.0668
	読み 取り値	初期 補正值		113.04	1.883	0.308	0.0399	235.50	2106	0.531	0.0689
0	1.575	0	0	122.46	1.900	0.325	0.0422	0	1.810	0.235	0.0305
9.42	1.625	0.050	0.0065	131.88	1.917	0.342	0.0444	0	1.805	0.230	0.0298
18.84	1.665	0.090	0.0117	141.30	1.935	0.360	0.0467				
28.26	1.693	0.118	0.0153	150.72	1.953	0.378	0.0490				
37.68	1.720	0.145	0.0188	160.14	1.970	0.395	0.0512				
47.10	1.743	0.168	0.0218	169.56	2.988	0.413	0.0536				
56.52	1.765	0.190	0.0246	178.98	2.005	0.430	0.0558				
65.94	1.785	0.210	0.0272	188.40	2.020	0.445	0.0577				
75.36	1.803	0.228	0.0296	197.82	2.036	0.461	0.0598				
89.49	1.830	0.255	0.0331	211.95	2.060	0.485	0.0629				
94.20	1.848	0.273	0.0354	216.66	2.076	0.501	0.0650				



荷重強度～変位量図

測定番号 662

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月14日

地点 149+10m

深度 0.35~0.65m

載荷板寸法 30×300mm

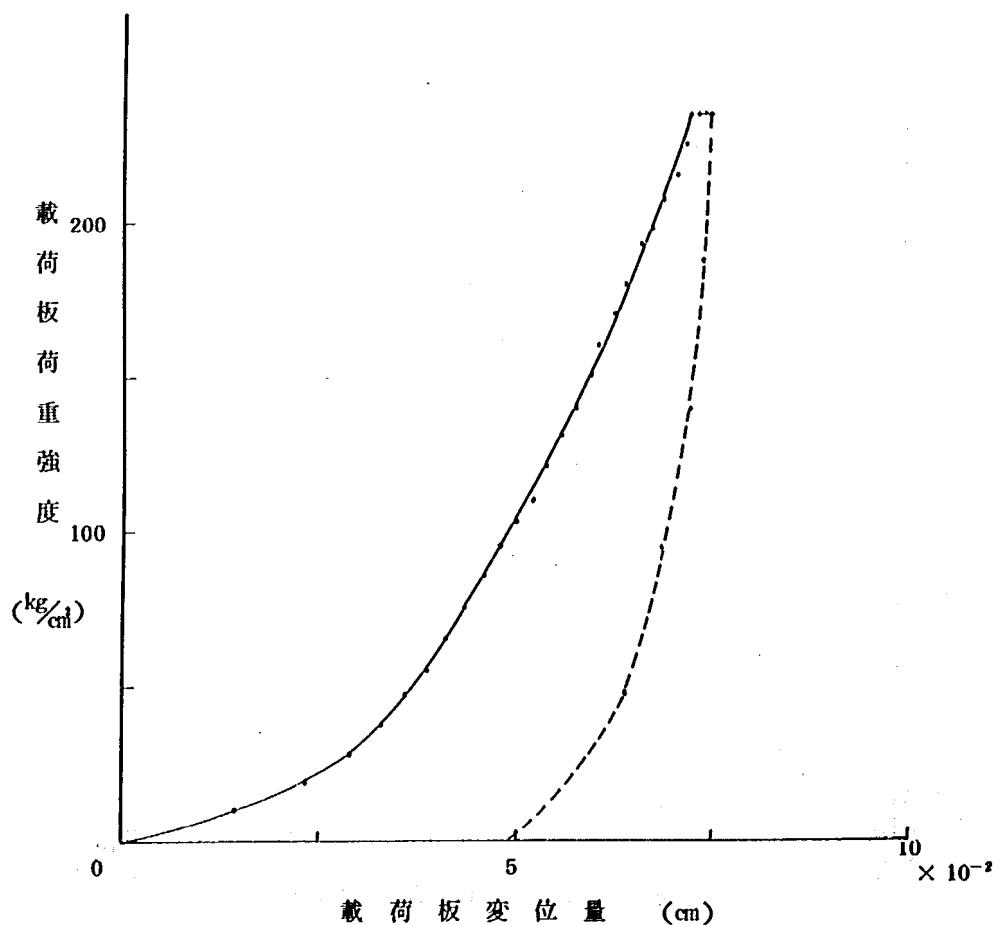
地質名 花崗岩

コア採取率 100%

RQD 13%

有効載荷率 0.40

荷重 (kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)										
	読み 取り値	初期 補正值											
0	1.959	0	0	10362	2346	0.387	0.0502	22608	2510	0.551	0.0715		
9.42	2.072	0.113	0.0147	11304	2361	0.402	0.0521	23550	2521	0.562	0.0729		
18.84	2.140	0.181	0.0235	12246	2374	0.415	0.0538	"	2526	0.567	0.0735		
28.26	2.183	0.224	0.0291	13188	2388	0.429	0.0556	"	2529	0.570	0.0739		
37.68	2.213	0.254	0.0329	14130	2402	0.443	0.0575	"	2530	0.571	0.0741		
47.10	2.237	0.278	0.0361	15072	2415	0.456	0.0591	18840	2528	0.569	0.0738		
56.52	2.256	0.297	0.0385	16014	2427	0.468	0.0607	14130	2515	0.556	0.0721		
65.94	2.276	0.317	0.0411	16956	2439	0.48	0.0623	9420	2489	0.530	0.0687		
75.36	2.296	0.337	0.0437	17898	2451	0.492	0.0638	4710	2449	0.490	0.0636		
84.78	2.314	0.355	0.0460	18840	2463	0.504	0.0654	0	2340	0.381	0.0494		
94.20	2.332	0.373	0.0483	19782	2478	0.519	0.0673	0	2277	0.318	0.0412		
				20724	2489	0.53	0.0687	0	2272	0.313	0.0406		
				21666	2500	0.541	0.0702	0	2272	0.313	0.0406		



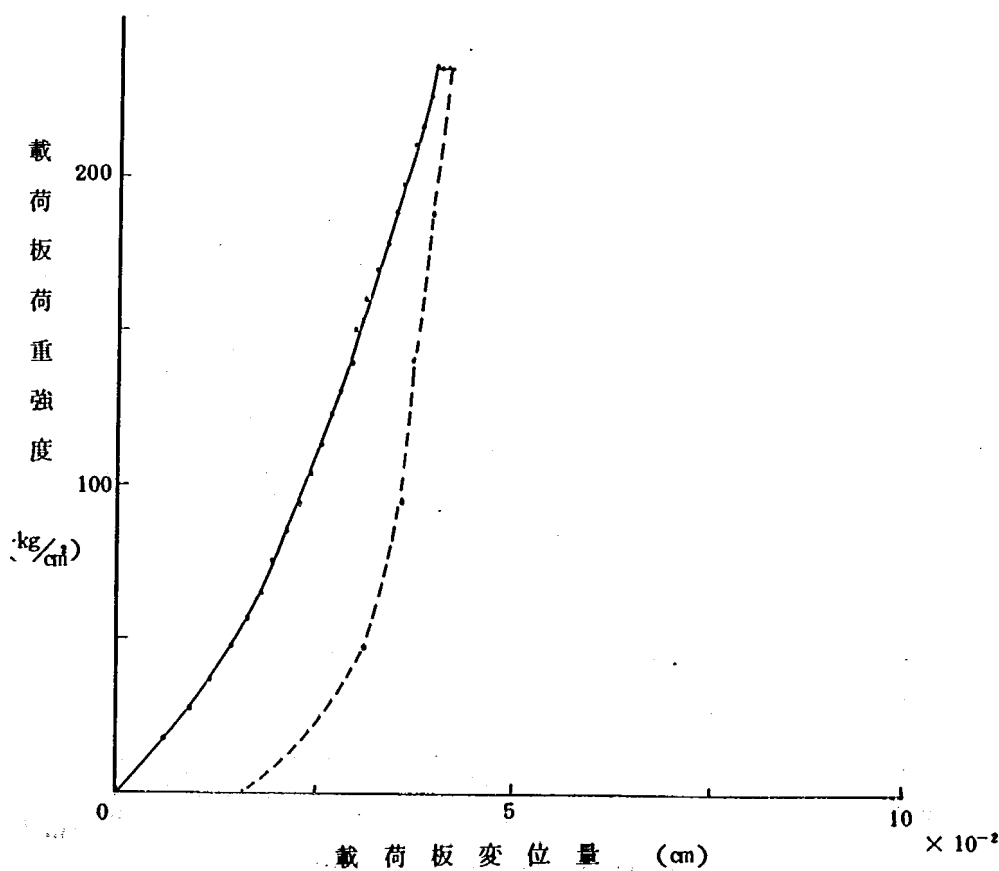
荷重強度～変位量図

測定日 5月14日

載荷板寸法 30×300mm

有效载荷率 0.5 2

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)								
	読 み 取り値	初 期 補正值									
0	2298	0	0	103.62	2487	0.189	0.0245	226.08	2604	0.306	0.0397
94.2	2306	0.008	0.0010	113.04	2498	0.2	0.0259	235.50	2612	0.314	0.0407
188.4	2344	0.046	0.0060	122.46	2508	0.21	0.0272	"	2616	0.318	0.0412
282.6	2368	0.07	0.0091	131.88	2517	0.219	0.0284	"	2618	0.320	0.0415
376.8	2390	0.092	0.0119	141.30	2526	0.228	0.0296	"	2619	0.321	0.0416
471.0	2410	0.112	0.0145	150.72	2534	0.236	0.0306	188.40	2609	0.311	0.0403
565.2	2425	0.127	0.0165	160.14	2543	0.245	0.0318	141.30	2590	0.292	0.0379
659.4	2438	0.14	0.0182	169.56	2551	0.253	0.0328	94.20	2577	0.279	0.0362
753.6	2451	0.153	0.0198	178.98	2560	0.262	0.0340	47.10	2540	0.242	0.0314
847.8	2463	0.165	0.0214	188.40	2569	0.271	0.0351	0	2420	0.122	0.0158
942.0	2476	0.178	0.0231	197.82	2578	0.28	0.0363	0	2385	0.087	0.0113
				211.95	2588	0.29	0.0376	0	2375	0.077	0.0100
				216.66	2596	0.298	0.0387	0	2374	0.076	0.0099



荷重強度～変位置図

測定番号 ㍷ 4

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月14日

地 点 149+10m

深 度 1.65~1.95m

載荷板寸法 30×300mm

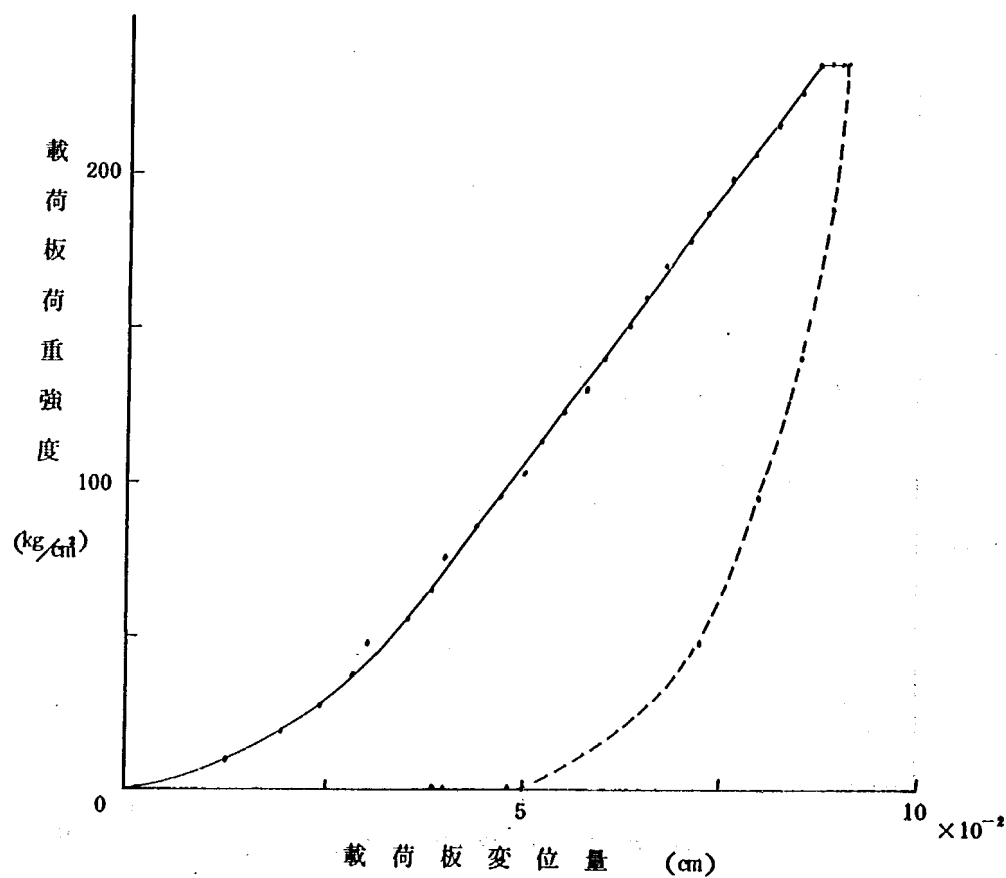
地質名 花崗岩

コア採取率 100%

RQD 10%

有効載荷率 0.45

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)								
	読み 取り値	初期 補正值		103.62	2510	0.387	0.0502	226.08	2779	0.656	0.0851
0	2123	0	0	113.04	2530	0.407	0.0528	235.50	2801	0.678	0.0879
9.42	2219	0.096	0.0125	122.46	2551	0.428	0.0555	"	2810	0.687	0.0891
18.84	2273	0.15	0.0195	131.88	2571	0.448	0.0581	"	2818	0.695	0.0901
28.26	2312	0.189	0.0245	141.30	2590	0.467	0.0606	"	2820	0.697	0.0904
37.68	2342	0.219	0.0284	150.72	2610	0.487	0.0632	188.40	2810	0.687	0.0891
47.10	2370	0.247	0.0320	160.14	2630	0.507	0.0658	141.30	2783	0.660	0.0856
56.52	2396	0.273	0.0354	169.56	2650	0.527	0.0684	94.20	2747	0.624	0.0809
65.94	2419	0.296	0.0384	178.98	2672	0.549	0.0712	47.10	2681	0.558	0.0724
75.36	2442	0.319	0.0414	188.40	2692	0.569	0.0738	0	2499	0.376	0.0488
84.78	2463	0.34	0.0441	197.82	2712	0.589	0.0764	0	2428	0.305	0.0396
94.20	2486	0.363	0.0411	207.24	2732	0.609	0.0790	0	2420	0.297	0.0385
				216.66	2756	0.633	0.0821	0	2420	0.297	0.0385



荷重強度～変位量図

測定番号 ㍻5

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月14日

地 点 149+10m

深 度 1.65~1.95m

載荷板寸法 30×300mm

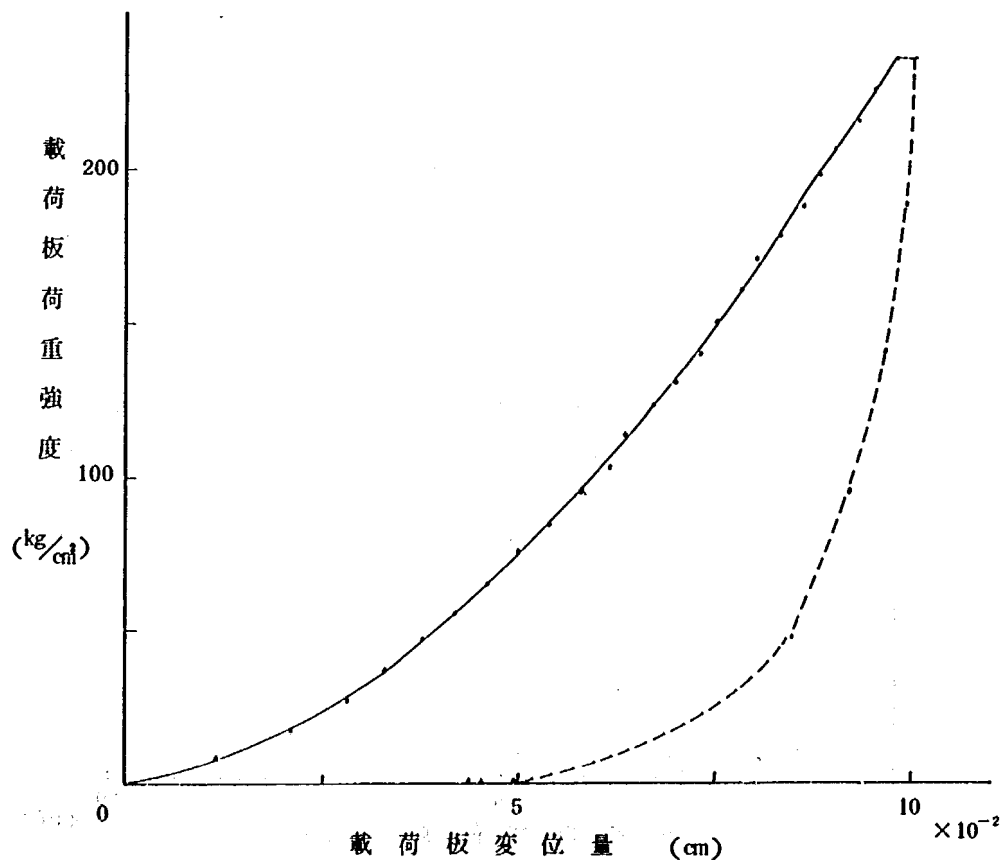
地 質 名 花 崗 岩

コア採取率 100%

RQD 10%

有効載荷率 0.44

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	10362	2606	0.475	0.0616	22608	2870	0.739	0.0958
	読 み 取 り 値	初 期 補 正 値									
0	2131	0	0	10362	2606	0.475	0.0616	22608	2870	0.739	0.0958
9.42	2220	0.089	0.0115	11304	2623	0.492	0.0638	23550	2889	0.758	0.0983
18.84	2294	0.163	0.0211	12246	2650	0.519	0.0673	23550	2897	0.766	0.0994
28.26	2349	0.218	0.0283	13188	2673	0.542	0.0703	23550	2900	0.769	0.0997
37.68	2392	0.261	0.0339	14130	2695	0.564	0.0732	23550	2902	0.771	0.1000
47.10	2426	0.295	0.0383	15072	2712	0.581	0.0754	18840	2900	0.769	0.0997
56.52	2458	0.327	0.0424	16014	2734	0.603	0.0782	14130	2878	0.747	0.0969
65.94	2490	0.359	0.0466	16956	2753	0.622	0.0807	9420	2841	0.710	0.0921
75.36	2517	0.386	0.0501	17898	2774	0.643	0.0834	4710	2784	0.653	0.0847
84.78	2547	0.416	0.0540	18840	2796	0.665	0.0863	0	2510	0.379	0.0492
94.20	2578	0.447	0.0580	19782	2812	0.681	0.0883	0	2479	0.348	0.0451
				20724	2829	0.698	0.0905	0	2468	0.337	0.0437
				21666	2850	0.719	0.0933	0	2467	0.336	0.0436



荷重強度～変位量図

測定番号 № 6

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月14日

地 点 149+10m

深 度 2.35~2.65m

載荷板寸法 30×300mm

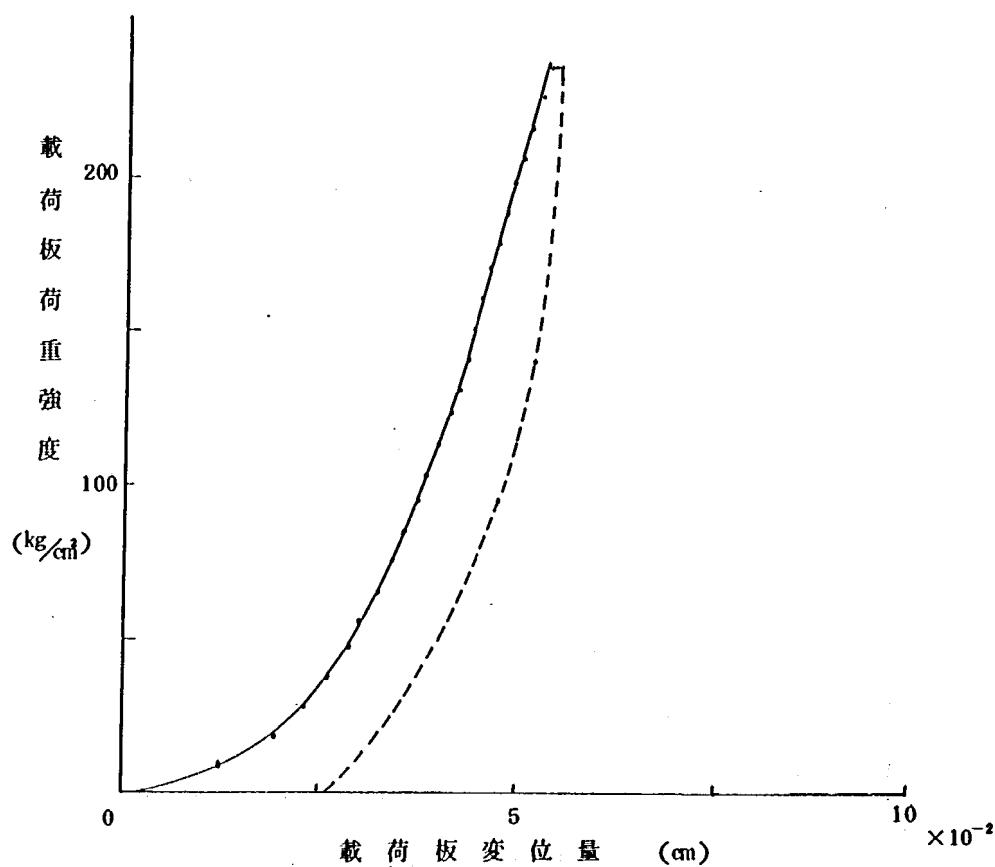
地 質 名 花 崗 岩

コア採取率 100%

RQD 13%

有効載荷率 0.34

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	10362	1723	0.298	0.0387	226.08	1.831	0.406	0.0526
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.425	0	0	11304	1.733	0.308	0.0399	235.50	1.839	0.414	0.0537
9.42	1.523	0.098	0.0127	12246	1.744	0.319	0.0414	"	1.840	0.415	0.0538
18.84	1.575	0.15	0.0195	13188	1.754	0.329	0.0427	"	1.840	0.415	0.0538
28.26	1.604	0.179	0.0232	14130	1.758	0.333	0.0432	"	1.840	0.415	0.0538
37.68	1.626	0.201	0.0261	15072	1.765	0.34	0.0441	188.40	—	—	—
47.10	1.645	0.22	0.0285	16014	1.774	0.349	0.0453	141.30	1.827	0.402	0.0521
56.52	1.660	0.235	0.0305	16956	1.780	0.355	0.0460	94.20	1.793	0.368	0.0477
65.94	1.674	0.249	0.0323	17898	1.788	0.363	0.0471	47.10	1.755	0.330	0.0428
75.36	1.688	0.263	0.0341	18840	1.797	0.372	0.0482	0	1.620	0.195	0.0253
84.78	1.700	0.275	0.0357	19782	1.807	0.382	0.0495	0	1.602	0.177	0.0230
94.20	1.711	0.286	0.0371	20724	1.813	0.388	0.0503	0	1.598	0.173	0.0224
				21666	1.820	0.395	0.0512	0	1.596	0.171	0.0222



荷重強度～変位量図

測定番号 67

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月21日

地点 147 +19 m

深度 0.35 ~ 0.65 m

載荷板寸法 30×300

地質名 花崗岩

コア採取率 96%

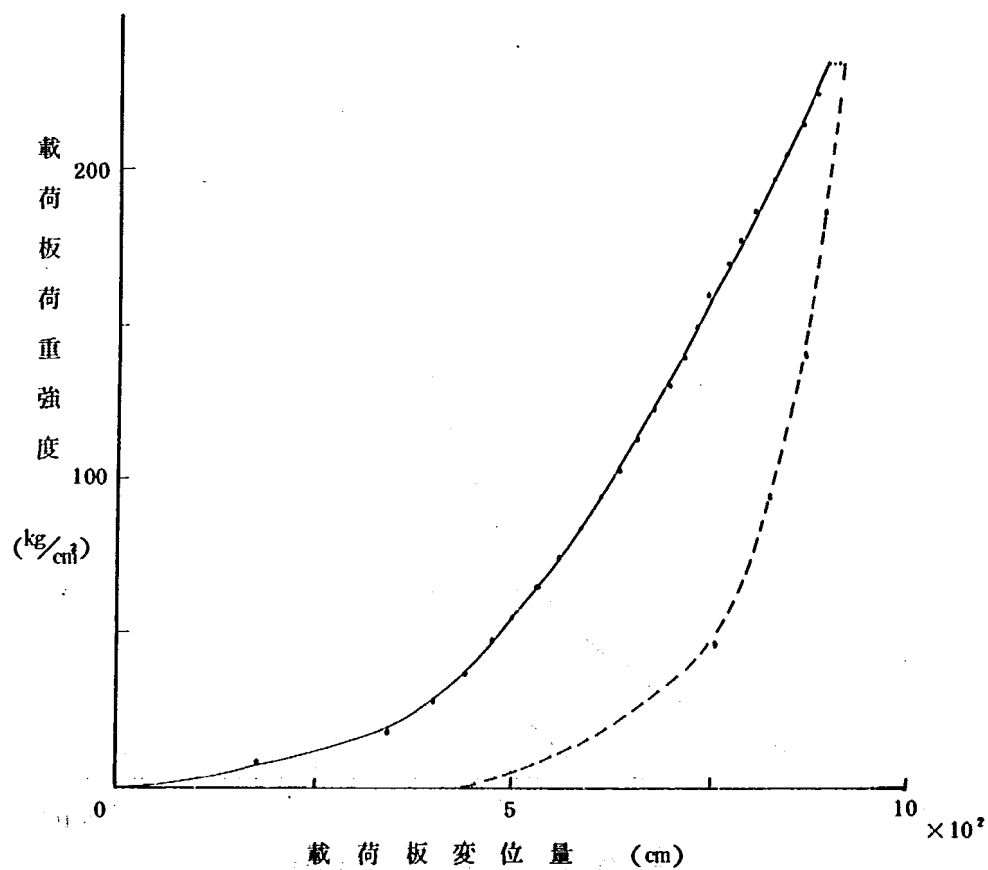
RQD 44%

有効載荷率 0.37

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み値 (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	1,514	0	0
94.2	1,648	0.134	0.0174
188.4	1,778	0.264	0.0342
282.6	1,823	0.309	0.0401
376.8	1,856	0.342	0.0444
471.0	1,881	0.367	0.0476
565.2	1,903	0.389	0.0505
659.4	1,926	0.412	0.0534
753.6	1,946	0.432	0.0560
847.8	1,965	0.451	0.0585
942.0	1,984	0.470	0.0610

10362	2,005	0.491	0.0637
11304	2,022	0.508	0.0659
12246	2,036	0.522	0.0677
13188	2,050	0.536	0.0695
14130	2,065	0.551	0.0715
15072	2,078	0.564	0.0732
16014	2,091	0.577	0.0748
16956	2,106	0.592	0.0768
17898	2,120	0.606	0.0786
18840	2,135	0.621	0.0805
19782	2,150	0.636	0.0825
20724	2,164	0.650	0.0843
21666	2,179	0.665	0.0863

22608	2,193	0.679	0.0881
23550	2,208	0.694	0.0900
"	2,213	0.699	0.0907
"	2,215	0.701	0.0909
"	2,216	0.702	0.0910
18840	2,203	0.689	0.0894
14130	2,184	0.670	0.0869
9420	2,152	0.638	0.0827
4710	2,096	0.582	0.0755
0	1,840	0.326	0.0423
0	1,833	0.319	0.0414
0	1,829	0.315	0.0409
0	1,828	0.314	0.0407



測定番号 ㍿8

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月21日

地点 147+19m

深度 1.15~1.45m

載荷板寸法 30×300mm

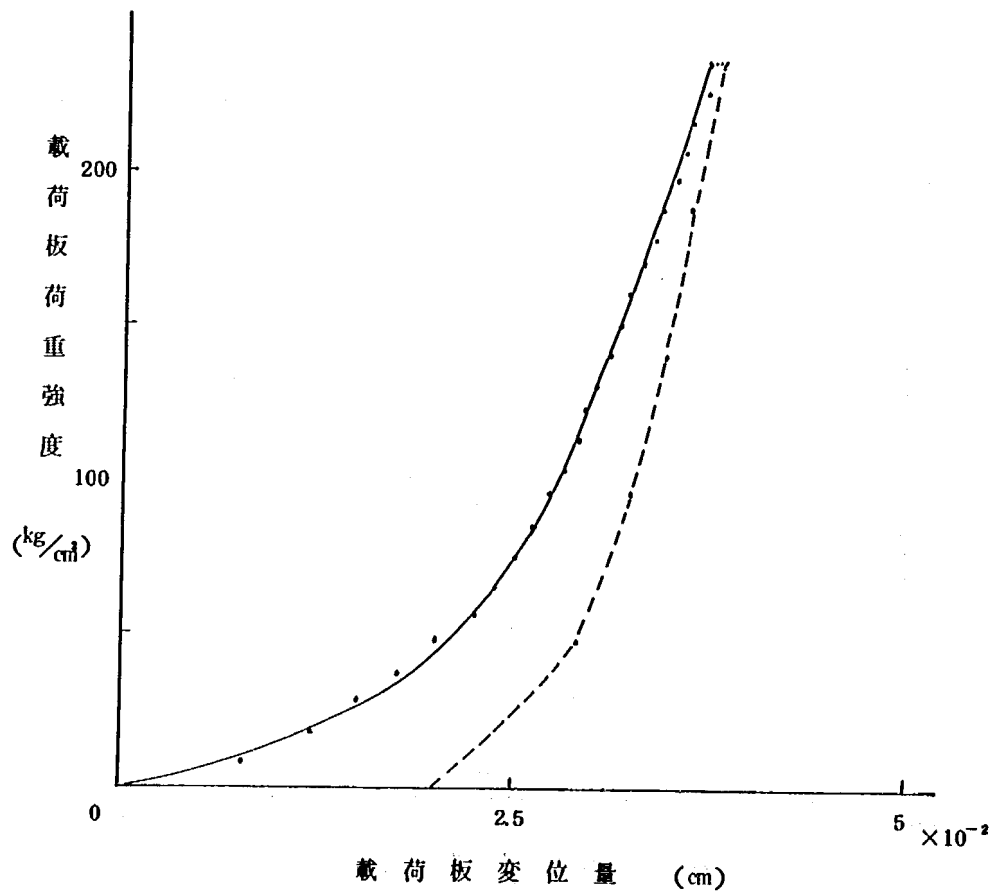
地質名 花崗岩

コア採取率 100%

RQD 19%

有効載荷率 0.41

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	10362	2096	0216	00280	22608	2165	0285	00370
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.880	0	0	11304	2103	0223	00289	23550	2170	0290	00376
9.42	1.940	0.060	0.0078	12246	2107	0227	00294	"	"	"	"
18.84	1.973	0.093	0.0121	13188	2114	0234	00303	"	"	"	"
28.26	1.999	0.119	0.0154	14130	2119	0239	00310	"	"	"	"
37.68	2.017	0.137	0.0178	15072	2123	0243	00315	18840	2160	0280	00363
47.10	2.036	0.156	0.0202	16014	2128	0248	00322	14130	2145	0265	00344
56.52	2.053	0.173	0.0224	16956	2135	0255	00331	9420	2130	0250	00324
65.94	2.064	0.184	0.0239	17898	2140	0260	00337	4710	2104	0224	00291
75.36	2.074	0.194	0.0252	18840	2144	0264	00342	0	2030	0150	00195
84.78	2.082	0.202	0.0262	19782	2150	0270	00350	0	1998	0118	00153
94.20	2.088	0.208	0.0270	20724	2154	0274	00355	0	1995	0115	00149
				21666	2159	0279	00362	0	1994	0114	00148



荷重強度～変位量図

測定番号 № 9

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月21日

地点 147+19m

深度 1.15~1.45m

載荷板寸法 30×300mm

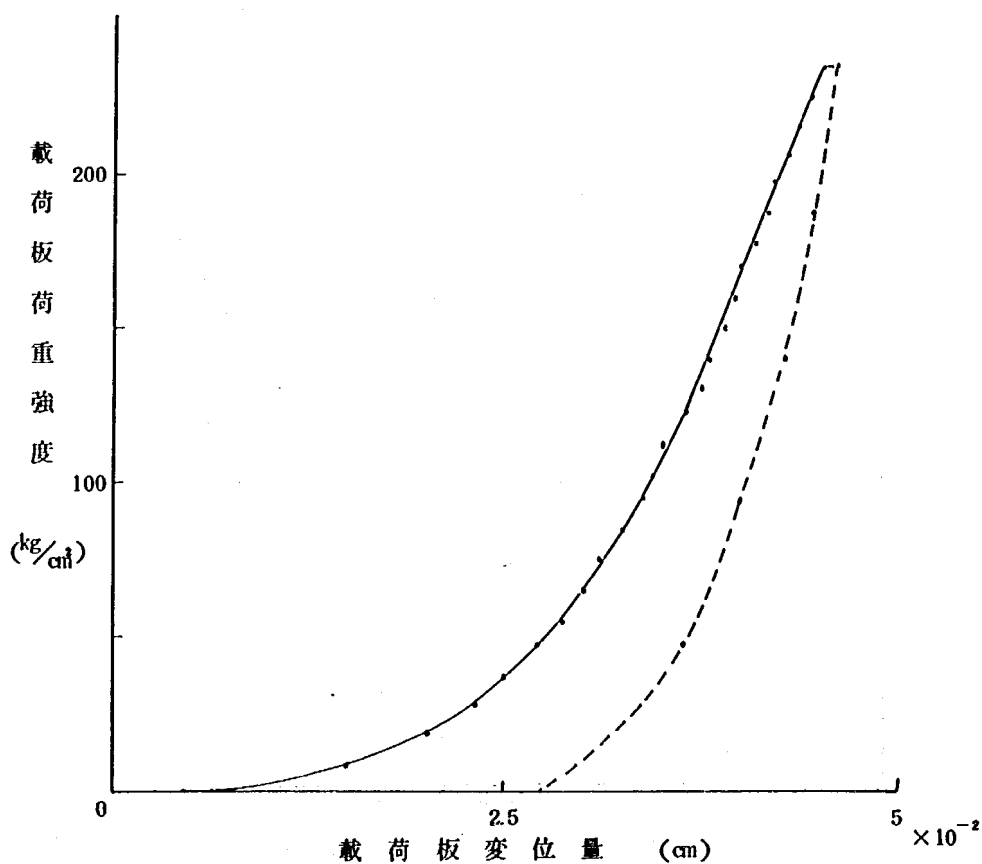
地質名 花崗岩

コア採取率 100%

RQD 19%

有効載荷率 0.48

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの (cc)		変位量 (cm)								
	読み 取り値	初期 補正值		103.62	2427	0.268	0.0348	226.08	2504	0.345	0.0447
0	2159	0	0	113.04	2434	0.275	0.0357	235.50	2510	0.351	0.0455
9.42	2279	0.120	0.0156	122.46	2441	0.282	0.0366	"	2511	0.352	0.0457
18.84	2317	0.158	0.0205	131.88	2448	0.289	0.0375	"	"	"	"
28.26	2340	0.181	0.0235	141.30	2453	0.294	0.0381	"	"	"	"
37.68	2355	0.196	0.0254	150.72	2460	0.301	0.0390	188.40	2504	0.345	0.0447
47.10	2369	0.210	0.0272	160.14	2466	0.307	0.0398	141.30	2490	0.331	0.0429
56.52	2380	0.221	0.0287	169.56	2471	0.312	0.0405	94.20	2470	0.311	0.0403
65.94	2390	0.231	0.030	178.98	2477	0.318	0.0412	47.10	2441	0.282	0.0366
75.36	2400	0.241	0.0313	188.40	2481	0.322	0.0418	0	2369	0.210	0.0272
84.78	2410	0.251	0.0326	197.82	2485	0.326	0.0423	0	2310	0.151	0.0196
94.20	2419	0.260	0.0337	207.24	2490	0.331	0.0429	0	2309	0.148	0.0192
				216.66	2497	0.338	0.0438	0	2306	0.147	0.0191



荷重強度～変位量図

測定番号 610

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月28日

地点 146+10m

深度 0.35~0.65m

載荷板寸法 30×300mm

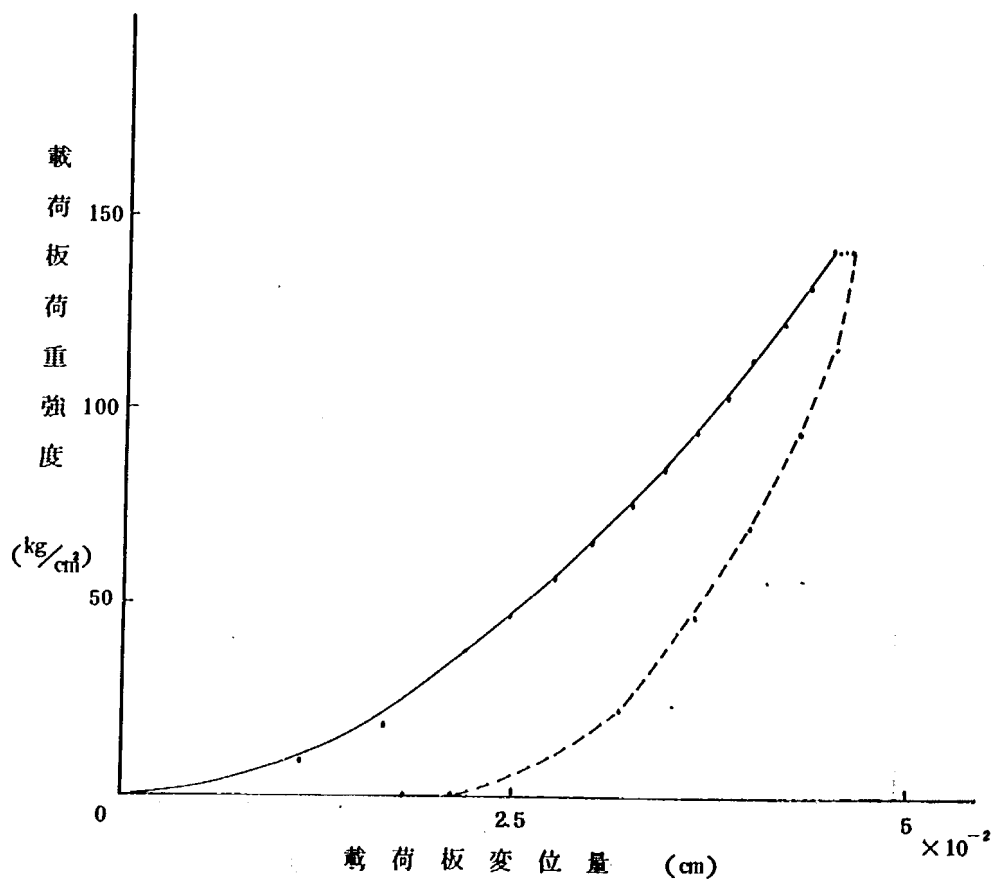
地質名 花崗岩

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.37

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)								
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.550	0	0	103.62	1.849	0.299	0.0388	0	1.710	0.16	0.0208
9.42	1.642	0.092	0.0119	113.04	1.863	0.313	0.0406	0	1.688	0.138	0.0179
18.84	1.683	0.133	0.0173	122.46	1.876	0.326	0.0423	0	"	"	"
28.26	—	—	—	131.88	1.888	0.338	0.0438	0	"	"	"
37.68	1.726	0.176	0.0228	141.30	1.900	0.35	0.0454				
47.10	1.746	0.196	0.0254	"	1.904	0.354	0.0459				
56.52	1.765	0.215	0.0279	"	1.905	0.355	0.0460				
65.94	1.783	0.233	0.0302	"	"	"	"				
75.36	1.800	0.25	0.0324	117.75	1.898	0.348	0.0451				
84.78	1.817	0.267	0.0346	94.20	1.883	0.333	0.0432				
94.20	1.834	0.287	0.0368	70.65	1.864	0.314	0.0407				
				47.10	1.833	0.283	0.0367				
				23.55	1.796	0.246	0.0319				



荷重強度～変位量図

測定番号 Ⅱ 11

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月28日

地点 146+10 m

深度 0.35~0.65 m

載荷板寸法 30×300 mm

地質名 花崗岩

コア採取率 100%

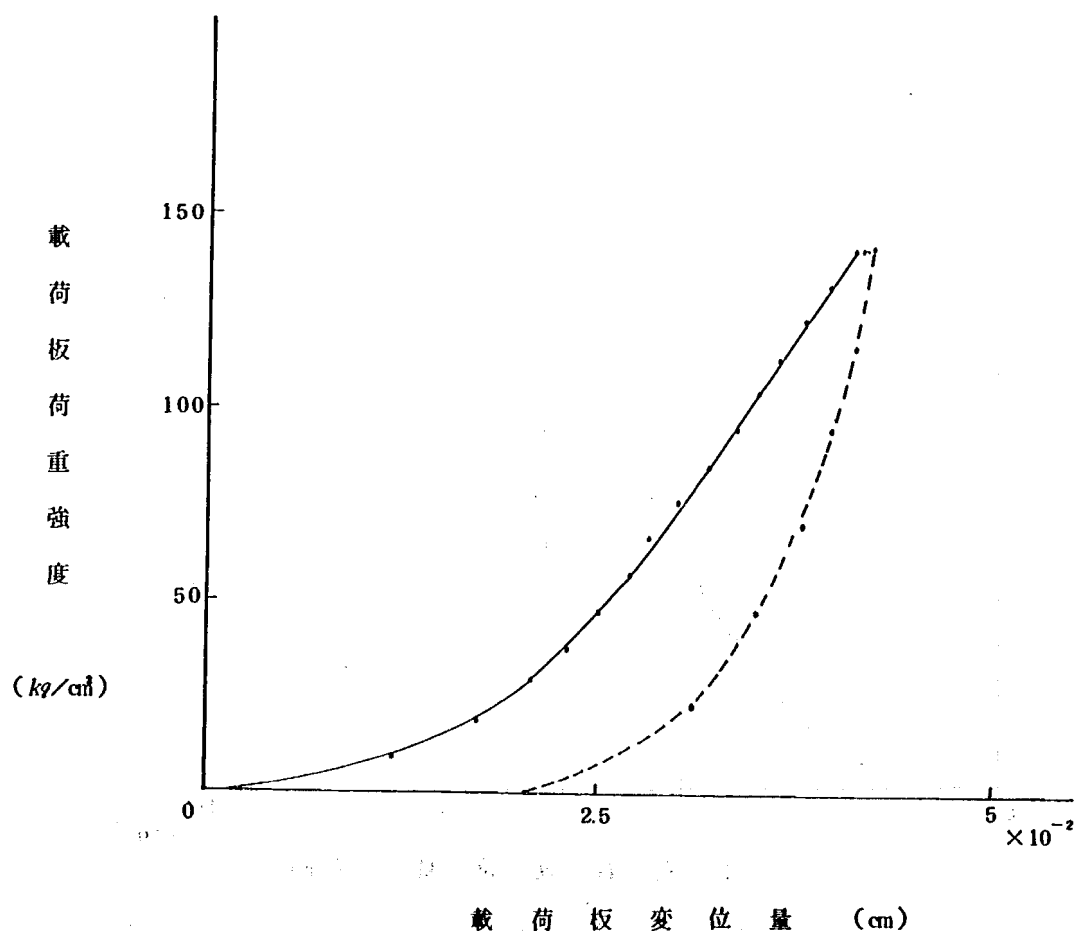
RQD 0%

有効載荷率 0.44

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	2085	0	0
9.42	2179	0.094	0.0122
18.84	2220	0.135	0.0175
28.26	2246	0.161	0.0209
37.68	2264	0.179	0.0232
47.10	2279	0.194	0.0252
56.52	2293	0.208	0.0270
65.94	2307	0.222	0.0288
75.36	2319	0.234	0.0303
84.78	2332	0.247	0.0320
94.20	2346	0.261	0.0339

10362	2357	0.272	0.0353
11304	2368	0.283	0.0367
12246	2379	0.294	0.0381
13188	2390	0.305	0.0396
14130	2402	0.317	0.0411
〃	2404	0.319	0.0414
〃	2406	0.321	0.0416
14130	2408	0.323	0.0419
11775	2403	0.318	0.0412
9420	2392	0.307	0.0398
7065	2378	0.293	0.0380
4710	2358	0.273	0.0354
2355	2329	0.244	0.0316

0	2238	0.153	0.0198
0	2218	0.133	0.0173
0	2214	0.129	0.0167
0	2213	0.128	0.0166



荷重強度～変位量図

測定番号 Ⅱ 12

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月28日

地点 146+10m

深度 0.85~1.15m

載荷板寸法 30×300mm

地質名 花崗岩

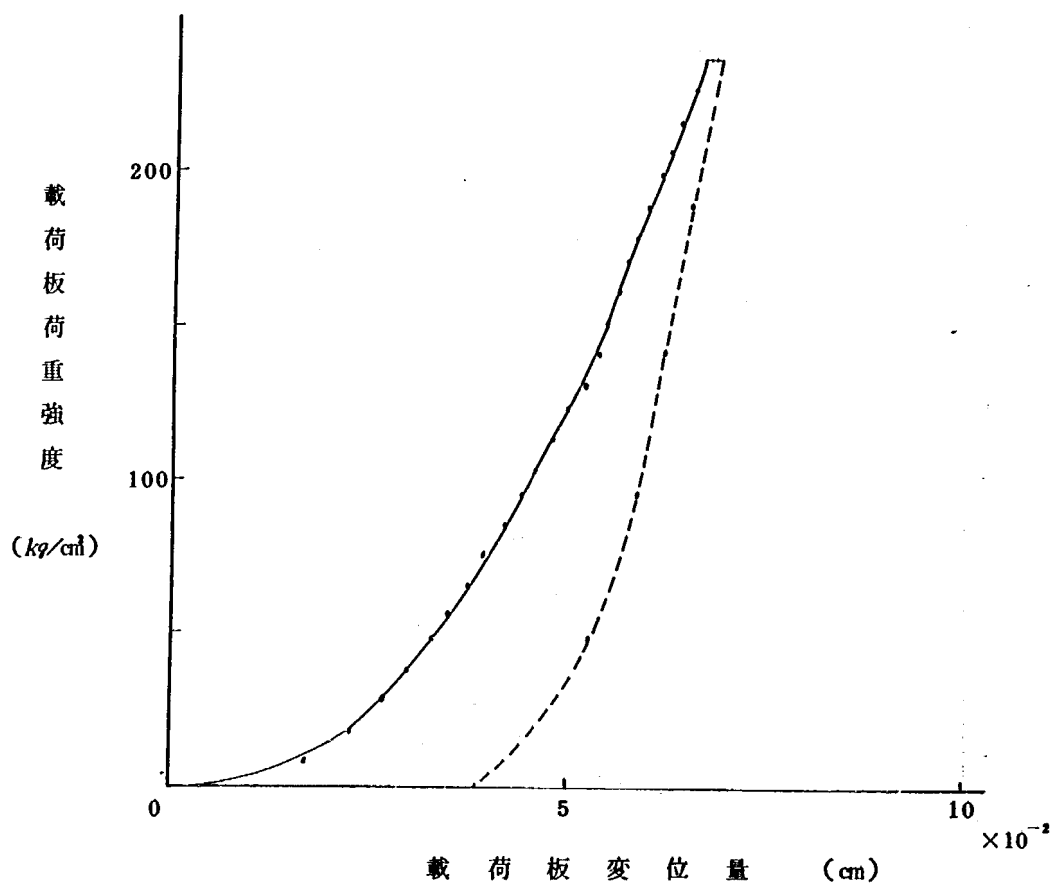
コア採取率 100%

RQD 22% 有効載荷率 0.30

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	2578	0	0
9.42	2710	0.132	0.0171
18.84	2758	0.18	0.0233
28.26	2787	0.209	0.0271
37.68	2813	0.235	0.0305
47.10	2833	0.255	0.0331
56.52	2850	0.272	0.0353
65.94	2869	0.291	0.0377
75.36	2886	0.308	0.0399
84.78	2903	0.325	0.0422
94.20	2919	0.341	0.0442

103.62	2935	0.357	0.0463
113.04	2950	0.372	0.0482
122.46	2967	0.389	0.0505
131.88	2980	0.402	0.0521
141.30	2994	0.416	0.0540
150.72	3006	0.428	0.0555
160.14	3013	0.435	0.0564
169.56	3024	0.446	0.0578
178.98	3032	0.454	0.0589
188.40	3044	0.466	0.0604
197.82	3055	0.477	0.0619
207.24	3066	0.488	0.0633
216.66	3076	0.498	0.0646

226.08	3087	0.509	0.0660
235.05	3098	0.52	0.0674
"	3100	0.522	0.0677
"	"	"	"
"	"	"	"
188.40	3086	0.508	0.0659
141.30	3060	0.482	0.0625
94.20	3033	0.455	0.0590
47.10	2987	0.409	0.0530
0	2872	0.294	0.0381
0	2790	0.212	0.0275
0	2772	0.195	0.0253
0	2768	0.19	0.0246



荷重強度～変位量図

測定番号 ㍷13

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月28日

地点 146+10m

深度 1.35~1.65

載荷板寸法 30×300mm

地質名 花崗岩

コア採取率 100%

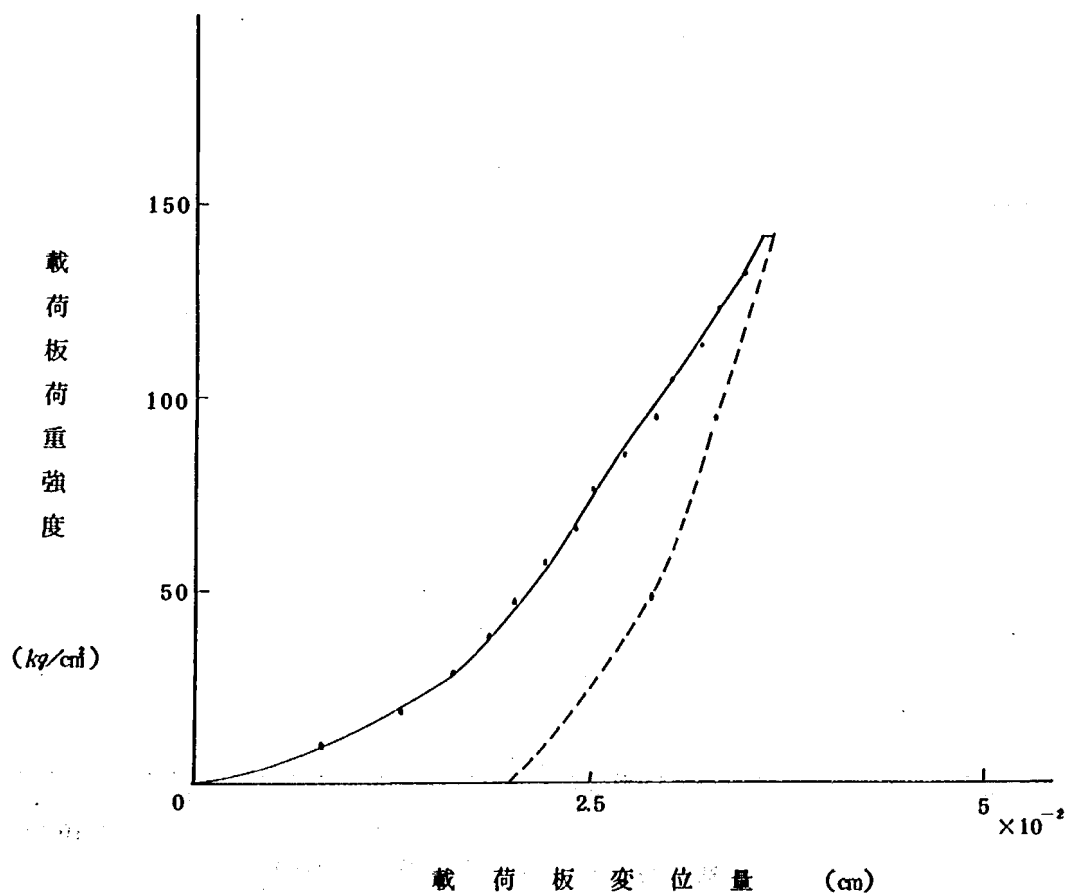
RQD 22%

有効載荷率 0.22

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	2568	0	0
9.42	2633	0.065	0.0084
18.84	2668	0.1	0.0130
28.26	2694	0.126	0.0163
37.68	2712	0.144	0.0187
47.10	2727	0.159	0.0206
56.52	2742	0.174	0.0226
65.94	2755	0.187	0.0243
75.36	2767	0.199	0.0258
84.78	2780	0.212	0.0275
94.20	2793	0.225	0.0292

103.62	2803	0.235	0.0305
113.04	2816	0.248	0.0322
122.46	2827	0.259	0.0336
131.88	2837	0.269	0.0349
141.30	2848	0.28	0.0363
"	2851	0.283	0.0367
"	2852	0.284	0.0368
"	"	"	"
94.20	2829	0.261	0.0339
47.10	2794	0.226	0.0293
0	2720	0.152	0.0197
0	2680	0.112	0.0145
0	"	"	"

0	2680	0.112	0.0145
---	------	-------	--------



荷重強度～変位量図

測定番号 614

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月28日

地点 146+10m

深度 1.35~1.65m

載荷板寸法 30×300mm

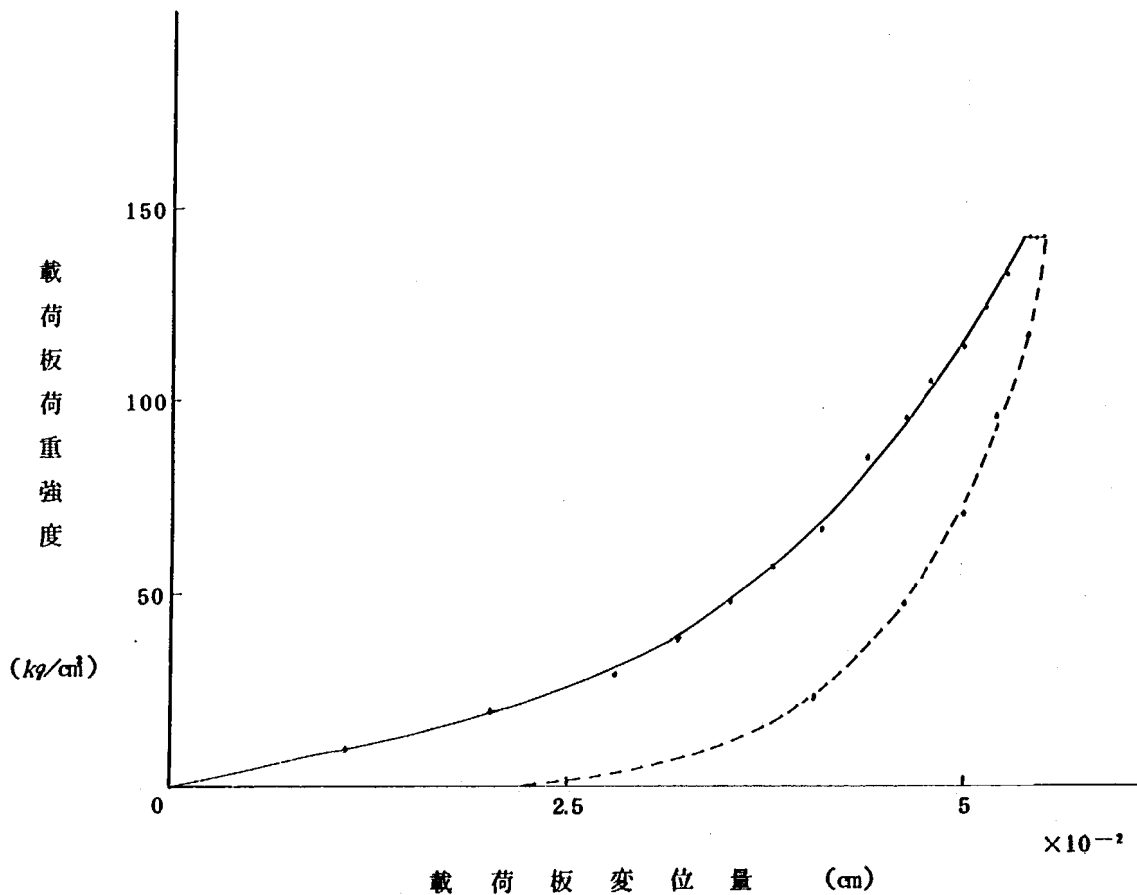
地質名 花崗岩

コア採取率 100%

RQD 22%

有効載荷率 0.38

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)				
	読み 取り値	初期 補正值					
0	2600	0	0	103.62	2973	0.373	0.0484
9.42	2690	0.09	0.0117	113.04	2985	0.385	0.05
18.84	2757	0.157	0.0204	122.46	2998	0.398	0.0516
28.26	2816	0.216	0.0280	131.88	3008	0.408	0.0529
37.68	2848	0.248	0.0322	141.30	3018	0.418	0.0542
47.10	2877	0.277	0.0359	"	3020	0.42	0.0545
56.52	2898	0.298	0.0387	"	3022	0.422	0.0547
65.94	2916	0.316	0.0410	"	3023	0.423	0.0549
75.36	—	—	—	117.75	3017	0.417	0.0541
84.78	2946	0.346	0.0449	94.20	3005	0.405	0.0525
94.20	2960	0.36	0.0467	70.65	2986	0.386	0.0501
				47.10	2959	0.359	0.0466
				23.55	2915	0.315	0.0409
				0	2770	0.17	0.0220
				0	2759	0.159	0.0206
				0	2756	0.156	0.0202
				0	2754	0.154	0.0200



荷重強度～変位量図

測定番号 615

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月28日

地点 146+10m

深度 235~265m

載荷板寸法 30×300mm

地質名 花崗岩

コア採取率 100%

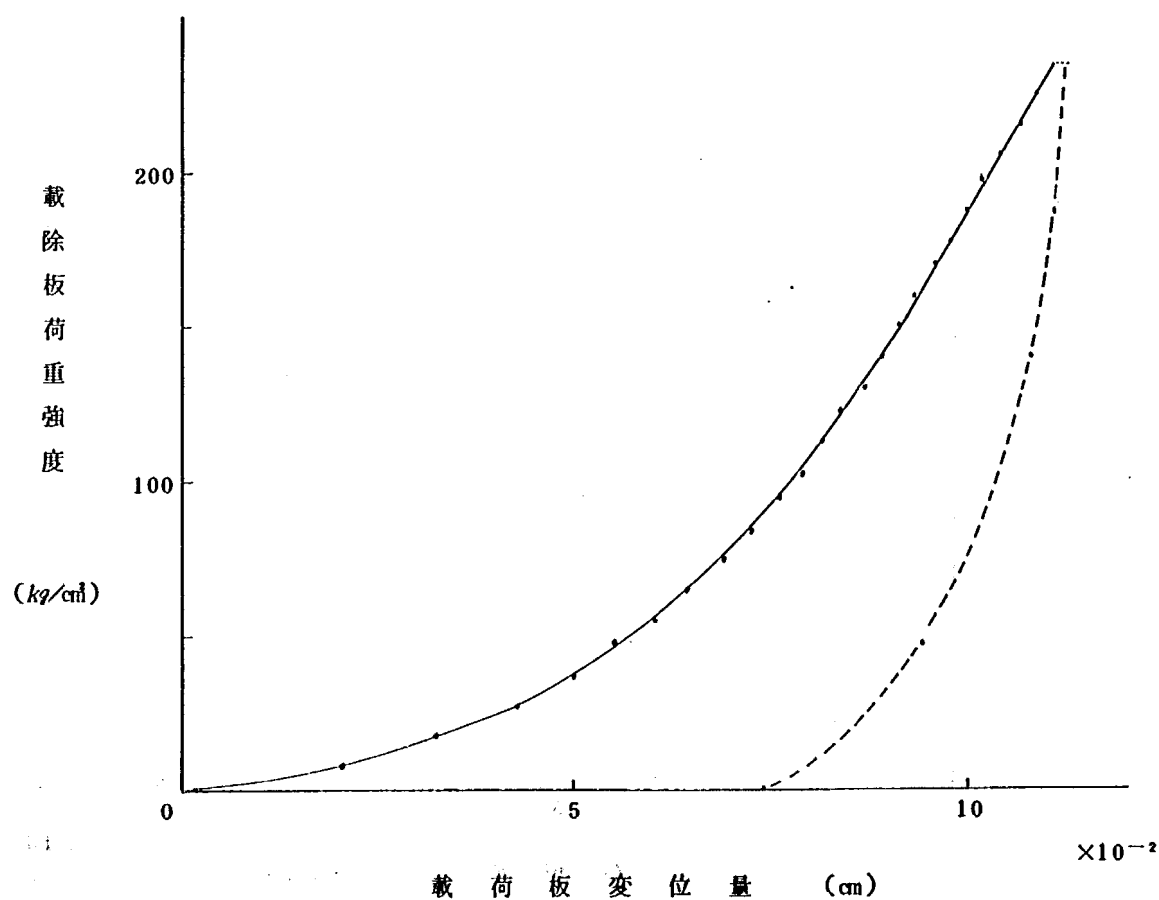
RQD 0%

有効載荷率 0.30

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み値		変位量 (cm)
	読み値	初期補正值	
0	1.630	0	0
9.42	1.787	0.157	0.0204
18.84	1.884	0.254	0.0329
28.26	1.961	0.331	0.0429
37.68	2.016	0.386	0.0501
47.10	2.058	0.428	0.0555
56.52	2.094	0.464	0.0602
65.94	2.129	0.499	0.0647
75.36	2.162	0.532	0.069
84.78	2.192	0.562	0.0729
94.20	2.216	0.586	0.076

103.62	2.239	0.609	0.0790
113.04	2.260	0.63	0.0817
122.46	2.281	0.651	0.0844
131.88	2.301	0.671	0.0870
141.30	2.320	0.69	0.0895
150.72	2.338	0.708	0.0918
160.14	2.354	0.724	0.0939
169.56	2.372	0.742	0.0962
178.98	2.388	0.758	0.0983
188.40	2.404	0.774	0.1004
197.82	2.421	0.791	0.1026
207.24	2.439	0.809	0.1049
216.66	2.456	0.826	0.1071

226.08	2.472	0.842	0.1092
235.50	2.488	0.858	0.1113
"	2.492	0.862	0.1118
"	2.496	0.866	0.1123
"	2.498	0.868	0.1126
188.40	2.490	0.860	0.1115
141.30	2.470	0.840	0.1089
94.20	2.380	0.750	0.0973
47.10	2.360	0.730	0.0947
0	2.200	0.570	0.0739
0	2.144	0.514	0.0667
0	2.138	0.508	0.0659
0	2.136	0.506	0.0656



荷重強度～変位量図

測定日 5月28日

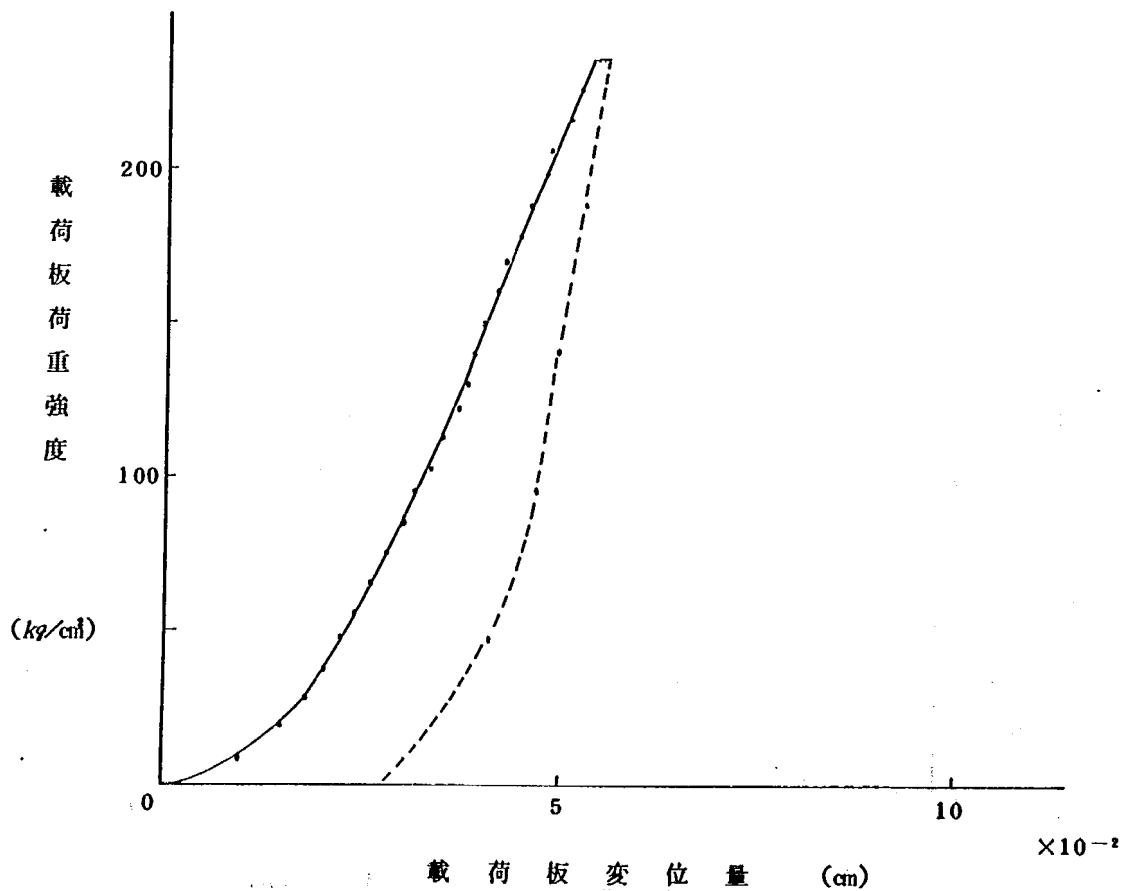
載荷板寸法 30×300 厘米

有效載荷率 0.56

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読 み 取 り 値	初 期 補 正 値	
0	1.599	0	0
9.42	1.674	0.075	0.0097
18.84	1.712	0.113	0.0147
28.26	1.736	0.137	0.0178
37.68	1.755	0.156	0.0202
47.10	1.772	0.173	0.0224
56.52	1.789	0.19	0.0246
65.94	1.804	0.205	0.0266
75.36	1.818	0.219	0.0284
84.78	1.832	0.233	0.0302
94.20	1.845	0.246	0.0319

103.62	1.858	0.259	0.0336
113.04	1.870	0.271	0.0351
127.17	1.885	0.286	0.0371
131.88	1.892	0.293	0.038
141.30	1.903	0.304	0.0394
150.72	1.913	0.314	0.0407
160.14	1.923	0.324	0.0420
169.56	1.933	0.334	0.0433
178.98	1.947	0.348	0.0451
188.40	1.957	0.358	0.0464
197.82	1.970	0.371	0.0481
207.24	1.982	0.383	0.0497
216.66	1.994	0.395	0.0512

226.08	2.006	0.407	0.0528
235.50	2.018	0.419	0.0543
〃	2.020	0.421	0.0546
〃	2.022	0.423	0.0549
〃	2.024	0.425	0.0551
188.40	2.010	0.411	0.0533
141.30	1.990	0.391	0.0507
94.20	1.962	0.363	0.0471
47.10	1.918	0.319	0.0414
0	1.810	0.211	0.0274
0	1.756	0.157	0.0204
0	1.750	0.151	0.0196
〃	〃	〃	〃



荷重強度～変位量図

測定番号 17

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 5月28日

地点 146+10m

深度 4.35~4.65m

載荷板寸法 30×300mm

地質名 花崗岩

コア採取率 100%

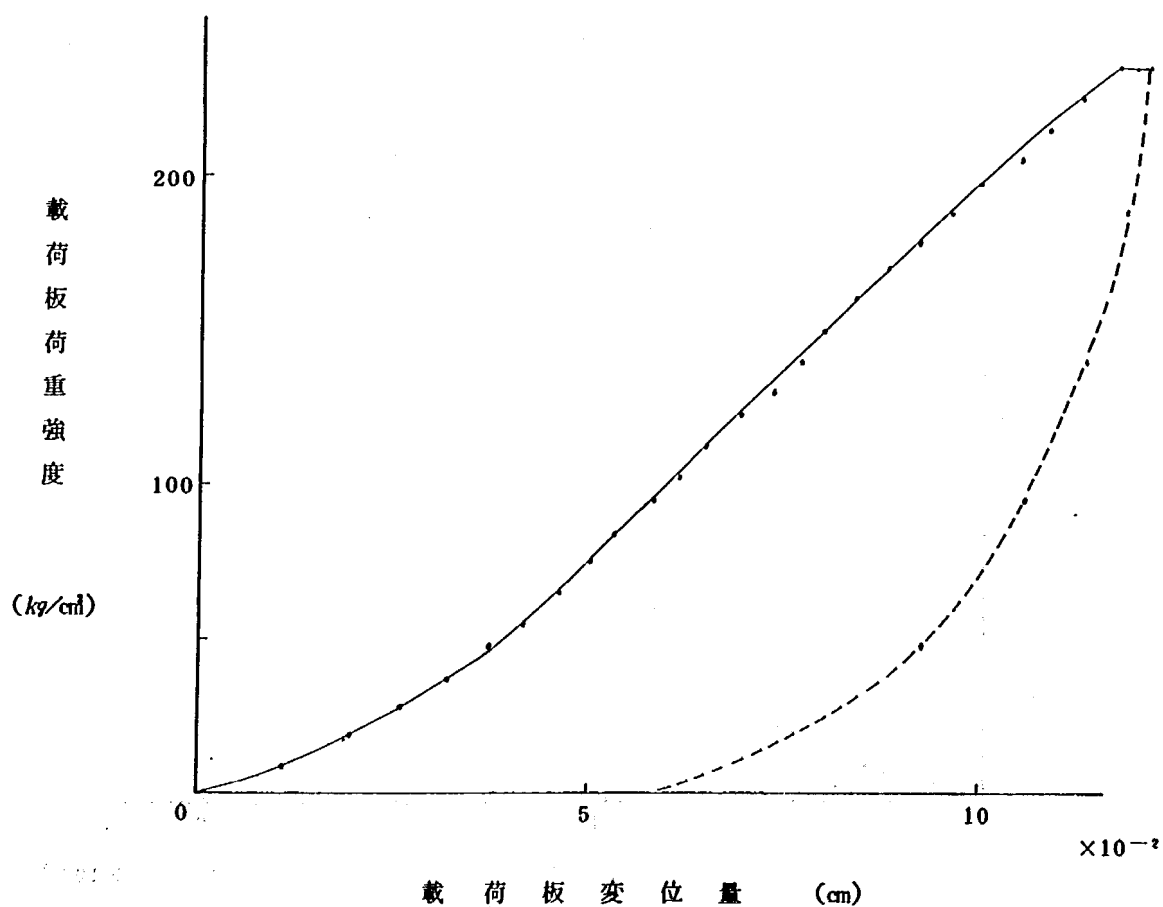
RQD 0%

有効載荷率 0.44

荷重 (kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	1.662	0	0
9.42	1.749	0.087	0.0113
18.84	1.820	0.158	0.0205
28.26	1.868	0.206	0.0267
37.68	1.909	0.247	0.0320
47.10	1.950	0.288	0.0374
56.52	1.984	0.322	0.0418
65.94	2.018	0.356	0.0462
75.36	2.048	0.386	0.0501
84.78	2.077	0.415	0.0538
94.20	2.109	0.447	0.0580

103.62	2.136	0.474	0.0615
113.04	2.164	0.502	0.0651
122.46	2.199	0.537	0.0696
131.88	2.229	0.567	0.0735
141.30	2.257	0.595	0.0772
150.72	2.286	0.624	0.0809
160.14	2.313	0.651	0.0844
169.56	2.344	0.682	0.0885
178.98	2.376	0.714	0.0926
188.40	2.405	0.743	0.0964
197.82	2.436	0.774	0.1004
207.24	2.474	0.812	0.1053
216.66	2.505	0.843	0.1093

226.08	2.540	0.878	0.1139
235.05	2.577	0.915	0.1187
"	2.588	0.926	0.1201
"	2.596	0.934	0.1211
"	2.600	0.938	0.1217
188.40	2.580	0.918	0.1191
141.30	2.541	0.879	0.1140
94.20	2.480	0.818	0.1061
47.10	2.378	0.716	0.0929
0	2.115	0.453	0.0588
0	2.030	0.368	0.0477
0	2.026	0.364	0.0472
0	2.025	0.363	0.0471



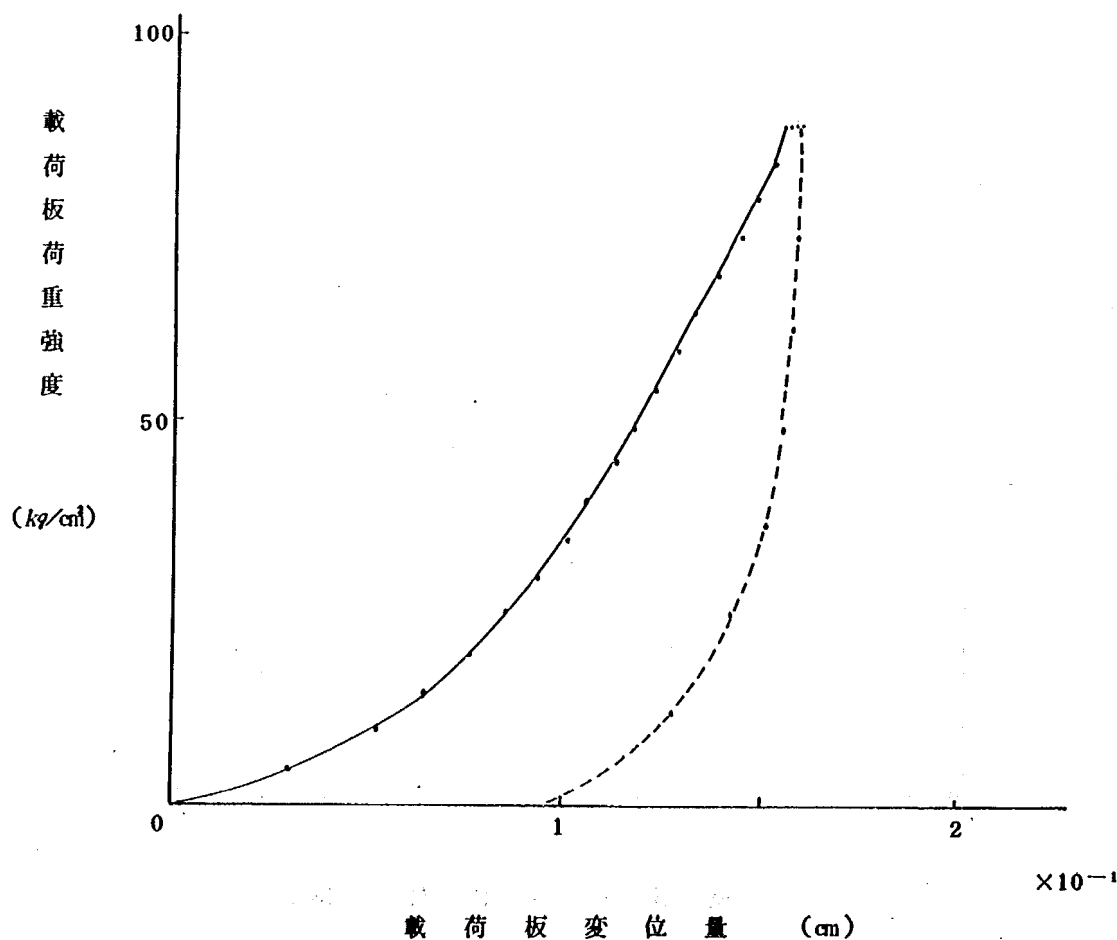
荷重強度～変位量図

測定日 5月28日

載荷板寸法 30×300 厘米

有効載荷率 0.20

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読 み 取 り 値	初 期 補 正 値	
0	0.596	0	0
4.88	0.696	0.1	0.0306
9.77	0.767	0.171	0.0523
14.65	0.806	0.21	0.0642
19.54	0.845	0.249	0.0762
24.42	0.875	0.279	0.0853
29.30	0.900	0.304	0.0930
34.19	0.923	0.327	0.1000
39.07	0.942	0.346	0.1058
43.96	0.965	0.369	0.1129
48.84	0.980	0.384	0.1175
53.72	0.999	0.403	0.1233
58.61	1.015	0.419	0.1282
63.49	1.030	0.434	0.1328
68.38	1.050	0.454	0.1389
73.26	1.067	0.471	0.1441
78.14	1.082	0.486	0.1487
83.03	1.094	0.498	0.1523
87.91	1.107	0.511	0.1563
"	1.112	0.516	0.1578
"	1.115	0.519	0.1588
"	1.116	0.52	0.1591
73.26	1.115	0.519	0.1588
61.05	1.110	0.514	0.1572
48.84	1.105	0.509	0.1557
36.63	1.090	0.494	0.1511
24.42	1.062	0.466	0.1425
12.21	1.017	0.421	0.1288
0	0.903	0.307	0.0940
0	0.890	0.294	0.090
0	0.889	0.293	0.0896
0	"	"	"



荷重強度～変位量図

測定番号 版 19

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 5月28日

地 点 146 + 10m

深度 0.85 ~ 1.15 m

載荷板寸法 30×300 厘米

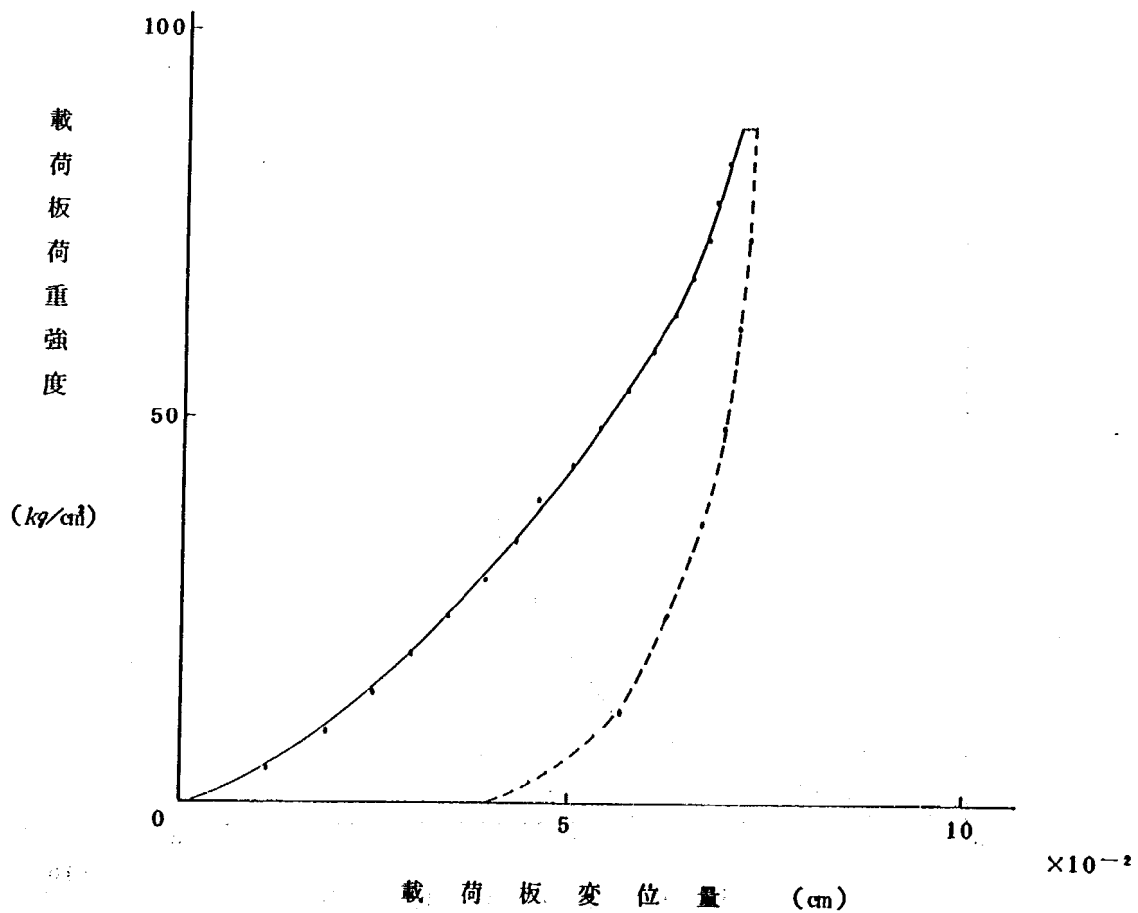
地質名 花崗岩

コ7採取率 一

RQD —

有效載荷率 0.20

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	53.72	15.04	0.186	0.0569	48.84	15.45	0.227	0.0694
	読 み 取 取 値	初 期 補 正 値									
0	1.318	0	0								
4.88	1.355	0.037	0.0113	58.61	15.15	0.197	0.0603	36.63	15.36	0.218	0.0667
9.77	1.379	0.061	0.0187	63.49	15.24	0.206	0.0630	24.42	15.22	0.204	0.0624
14.65	1.398	0.08	0.0245	68.38	15.31	0.213	0.0652	12.21	15.04	0.186	0.0569
19.54	1.414	0.096	0.0294	73.26	15.37	0.219	0.0670	0	14.42	0.124	0.0379
24.42	1.430	0.112	0.0343	78.14	15.41	0.223	0.0682	0	14.39	0.121	0.0370
29.30	1.445	0.127	0.0388	83.03	15.46	0.228	0.0697	0	14.38	0.120	0.0367
34.19	1.457	0.139	0.0425	87.91	15.50	0.232	0.0710	0	"	"	"
39.07	1.468	0.15	0.0459	"	15.52	0.234	0.0716				
43.96	1.482	0.164	0.0502	"	15.53	0.235	0.0719				
48.84	1.493	0.175	0.0535	"	15.54	0.236	0.0722				
				73.26	"	"	"				
				61.05	15.50	0.232	0.0710				



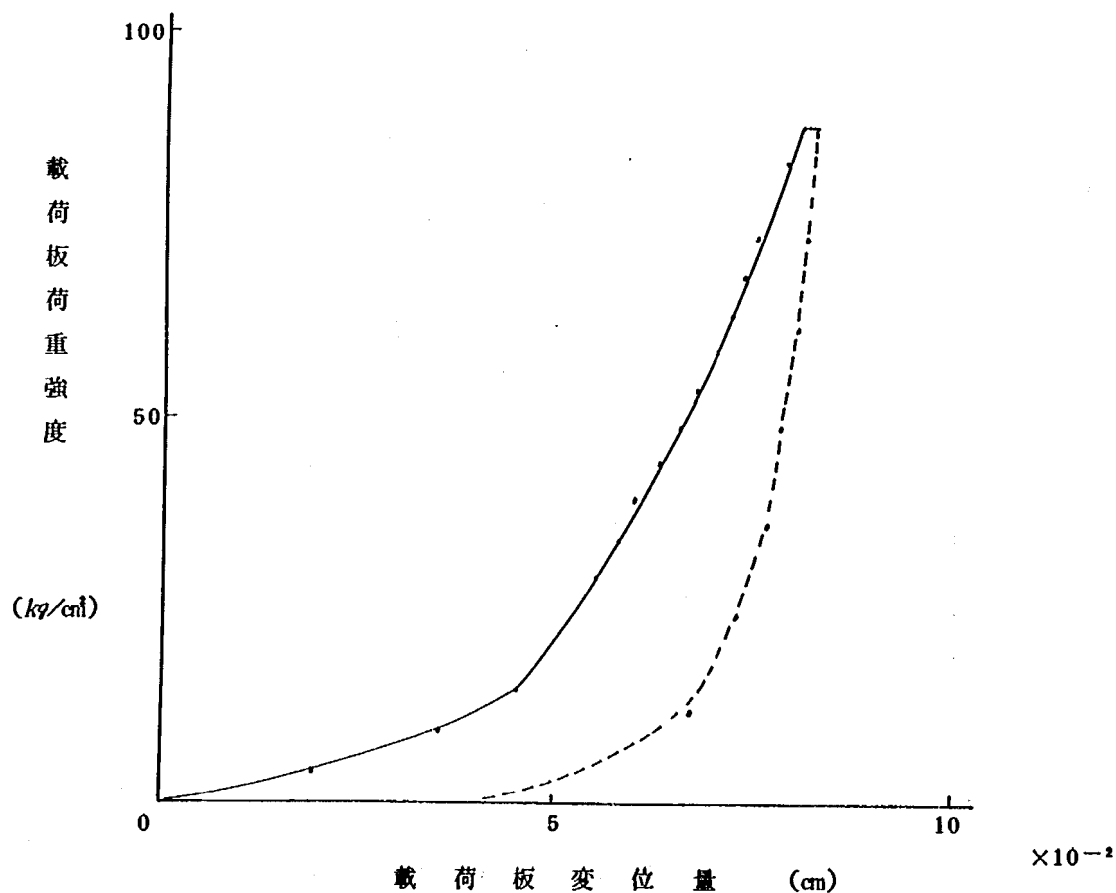
荷重強度～変位量図

測定日 5月28日

載荷板寸法 30×300mm

有效载荷率 0.22

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	58.61	17.18	0.229	0.0700	36.63	1.739	0.25	0.0765
	読み 取り値	初 期 補正值									
0	1.489	0	0	63.49	1.725	0.236	0.0722	24.42	1.728	0.239	0.0731
4.88	1.552	0.063	0.0193	68.38	1.730	0.241	0.0737	12.21	1.710	0.221	0.0676
9.77	1.604	0.115	0.0352	73.26	1.736	0.247	0.0756	0	1.613	0.124	0.0379
14.65	1.637	0.148	0.0453	78.14	—	—	—	0	1.604	0.115	0.0352
19.54	1.650	0.161	0.0523	83.03	1.747	0.258	0.0789	0	1.602	0.113	0.0346
29.30	1.670	0.181	0.0554	87.91	1.754	0.265	0.0811	0	1.600	0.111	0.0340
34.19	1.679	0.19	0.0581	"	1.755	0.266	0.0814				
39.07	1.688	0.199	0.0609	"	"	"	"				
43.96	1.696	0.207	0.0633	"	"	"	"				
48.84	1.704	0.215	0.0658	73.26	1.754	0.265	0.0811				
53.72	1.711	0.222	0.0679	61.05	1.751	0.262	0.0801				
				48.84	1.745	0.256	0.0783				



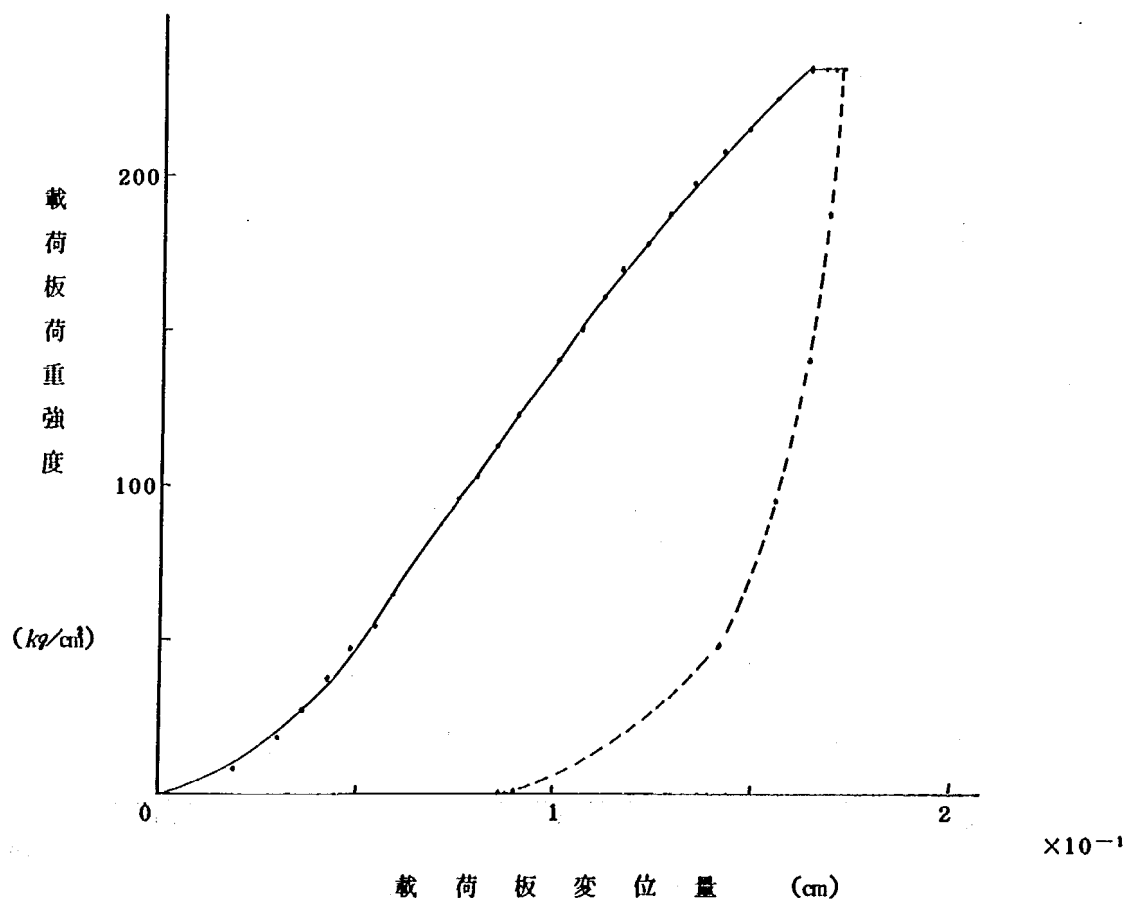
荷重強度～変位量図

測定日 6月11日

載荷板寸法 30×300 mm

有效載荷率 0.47

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	103.62	2860	0.618	0.0802	226.08	3.448	1.206	0.1564
	読 み 取 り 値	初 期 補 正 値									
0	2.242	0	0	113.04	2900	0.658	0.0853	235.50	3.510	1.268	0.1645
9.42	2.394	0.152	0.0197	122.46	2942	0.700	0.0908	〃	3.547	1.305	0.1693
18.84	2.473	0.231	0.0300	131.88	—	—	—	〃	3.560	1.318	0.1709
28.26	2.521	0.279	0.0362	141.30	3.024	0.782	0.1014	〃	3.570	1.328	0.1722
37.68	2.571	0.329	0.0427	150.72	3.067	0.825	0.1070	188.40	3.548	1.306	0.1694
47.10	2.619	0.377	0.0489	160.14	3.106	0.864	0.1121	141.30	3.508	1.266	0.1642
56.52	2.658	0.416	0.0540	169.56	3.150	0.908	0.1178	94.20	3.446	1.204	0.1562
65.94	2.697	0.455	0.0590	178.98	3.196	0.954	0.1237	47.10	3.341	1.099	0.1425
75.36	2.737	0.495	0.0642	188.40	3.239	0.997	0.1293	0	2.930	0.688	0.0892
84.78	—	—	—	197.82	3.287	1.045	0.1355	0	2.915	0.673	0.0873
94.20	2.825	0.583	0.0756	207.24	3.337	1.095	0.1420	0	2.904	0.662	0.0859
				216.66	3.392	1.150	0.1492	0	2.900	0.658	0.0853



荷重強度～変位量図

測定番号 6622

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 6月11日

地点 145+3m

深度 1.85~2.15m

載荷板寸法 30×300mm

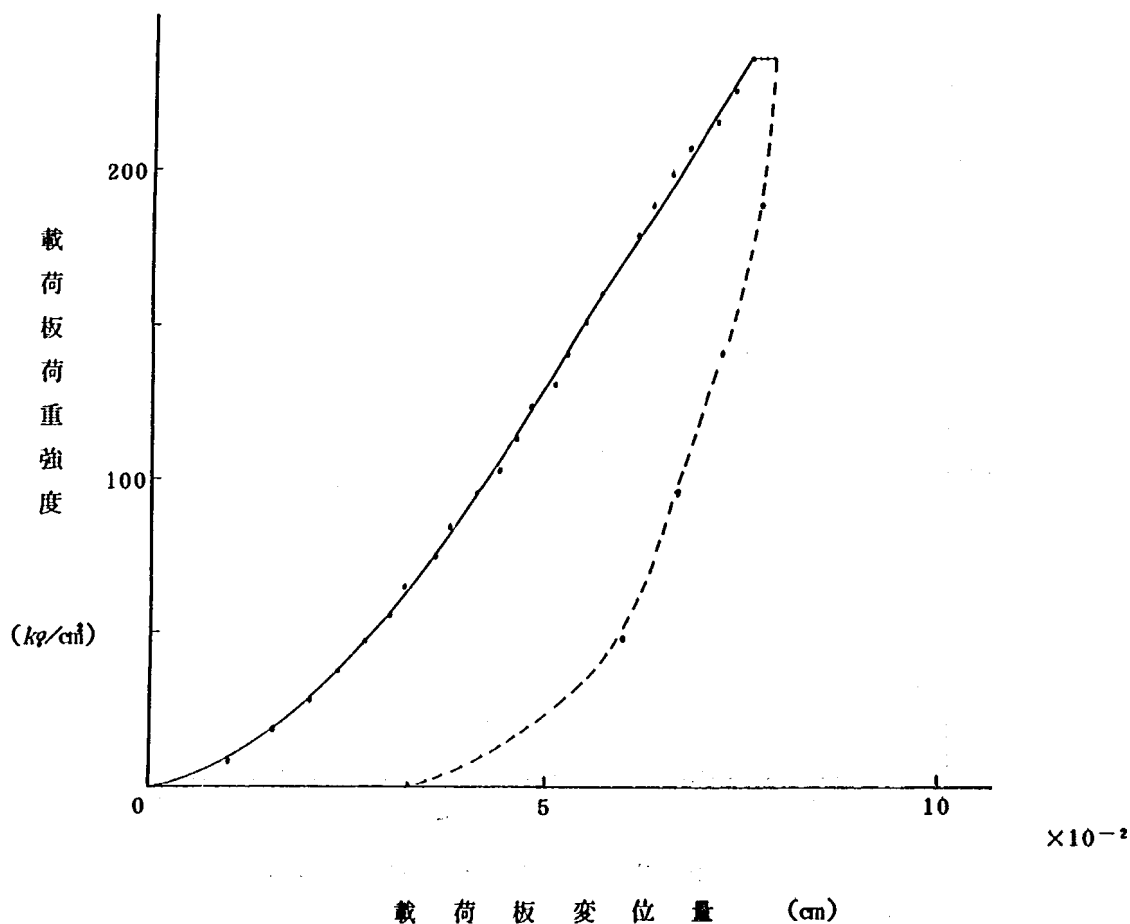
地質名 風化花崗岩

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.29

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)								
	読み 取り値	初期 補正值		103.62	206.4	0.340	0.0441	226.08	229.6	0.572	0.0742
0	1.724	0	0	113.04	207.8	0.354	0.0460	235.50	231.6	0.592	0.0768
9.42	1.801	0.077	0.0100	122.46	209.8	0.374	0.0485	"	232.3	0.599	0.0777
18.84	1.846	0.122	0.0158	131.88	211.7	0.393	0.0510	"	232.8	0.604	0.0783
28.26	1.883	0.159	0.0206	141.30	213.2	0.408	0.0529	"	233.0	0.606	0.0786
37.68	1.910	0.186	0.0241	150.72	215.1	0.427	0.0554	188.40	231.3	0.589	0.0776
47.10	1.937	0.213	0.0276	160.14	216.6	0.442	0.0573	141.30	228.7	0.563	0.0730
56.52	1.961	0.237	0.0307	169.56	—	—	—	94.20	224.6	0.522	0.0677
65.94	1.974	0.250	0.0324	178.98	219.8	0.474	0.0615	47.10	219.0	0.466	0.0604
75.36	2.004	0.280	0.0363	188.40	221.6	0.492	0.0638	0	197.6	0.252	0.0327
84.78	2.024	0.300	0.0389	197.82	223.5	0.511	0.0663	0	195.8	0.234	0.0303
94.20	2.044	0.320	0.0415	207.24	225.5	0.531	0.0689	0	195.4	0.230	0.0330
				216.66	227.6	0.552	0.0716	0	"	"	"



載荷板変位量 (cm)

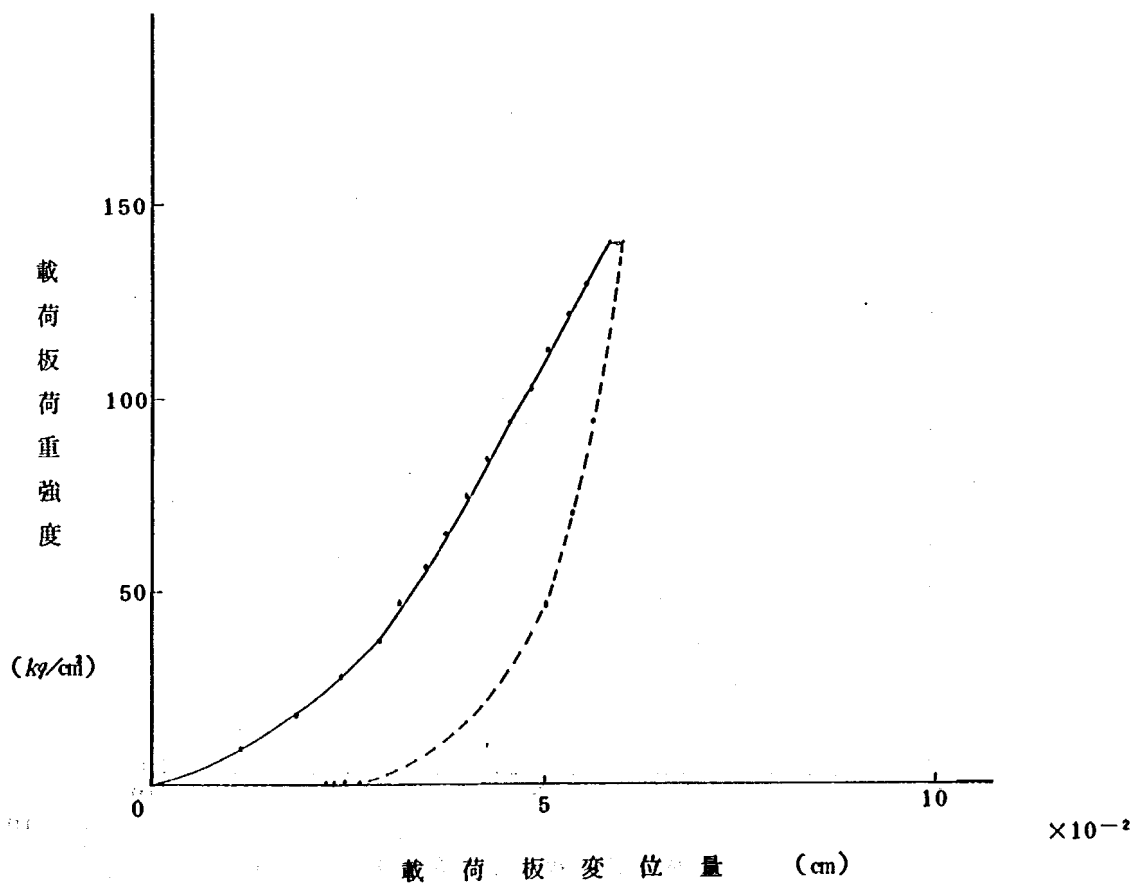
荷重強度～変位量図

測定日 6月11日

載荷板寸法 30×300 厘米

有效载荷率 0.30

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	103.62	237.5	0.371	0.0481	0	2195	0.191	0.0244
	読み 取り値	初期 補正值									
0	2004	0	0	113.04	239.5	0.391	0.0507	0	2183	0.179	0.0229
9.42	2093	0.089	0.0115	122.46	241.4	0.410	0.0532	0	2180	0.176	0.0225
18.84	2150	0.146	0.0189	131.88	243.4	0.430	0.0558				
28.26	2194	0.190	0.0246	141.30	245.2	0.448	0.0581				
37.68	2228	0.224	0.0291	〃	—	—	—				
47.10	2250	0.246	0.0319	〃	245.8	0.454	0.0589				
56.52	2274	0.270	0.0350	〃	246.2	0.458	0.0594				
65.94	2296	0.292	0.0379	117.75	245.6	0.452	0.0586				
75.36	2315	0.311	0.0403	94.20	243.6	0.432	0.0560				
84.78	2334	0.330	0.0428	70.65	242.2	0.418	0.0535				
94.20	2354	0.350	0.0454	47.10	239.8	0.394	0.0504				
				0	221.2	0.208	0.0266				



荷重強度～変位量図

測定番号 624

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 6月11日

地点 145+3m

深度 3.35~3.65m

載荷板寸法 30×300mm

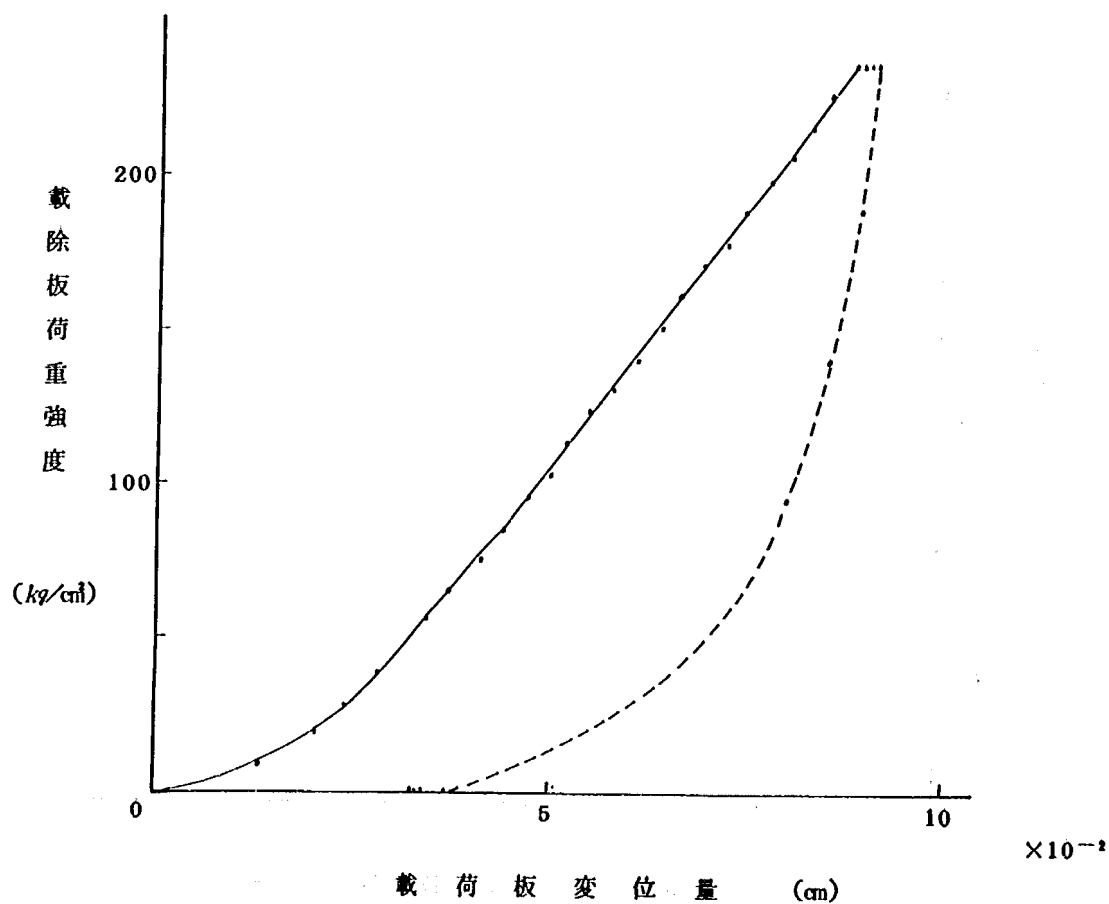
地質名 風化花崗岩~マサ土

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.50

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み値 (cc)		変位量 (cm)										
	読み 取り値	初期 補正值											
0	1.637	0	0		103.62	2.024	0.387	0.0502		226.08	2.295	0.658	0.0853
9.42	1.743	0.106	0.0137		113.04	2.044	0.407	0.0528		235.50	2.317	0.680	0.0882
18.84	1.791	0.154	0.0200		122.46	2.067	0.430	0.0558		"	2.326	0.689	0.0894
28.26	1.826	0.189	0.0245		131.88	2.087	0.450	0.0583		"	2.334	0.697	0.0904
37.68	1.854	0.217	0.0281		141.30	2.110	0.473	0.0613		"	2.336	0.699	0.0907
47.10	1.880	0.243	0.0315		150.72	2.130	0.493	0.0640		188.40	2.323	0.686	0.0890
56.52	1.905	0.268	0.0348		160.14	2.148	0.511	0.0663		141.30	2.295	0.658	0.0853
65.94	1.929	0.292	0.0379		169.56	2.169	0.532	0.0690		94.20	2.253	0.616	0.0799
75.36	1.955	0.318	0.0412		178.98	2.192	0.555	0.0720		47.10	2.194	0.557	0.0722
84.78	1.978	0.341	0.0442		188.40	2.210	0.573	0.0743		0	1.918	0.281	0.0364
94.20	2.002	0.365	0.0473		197.82	2.234	0.597	0.0774		0	1.897	0.260	0.0337
					207.24	2.254	0.617	0.0800		0	1.891	0.254	0.0329
					216.66	2.276	0.639	0.0829		0	1.888	0.251	0.0326



荷重強度～変位量図

測定番号 №25

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 6月11日

地 点 145+3m

深 度 0.25~0.55m

載荷板寸法 30×300mm

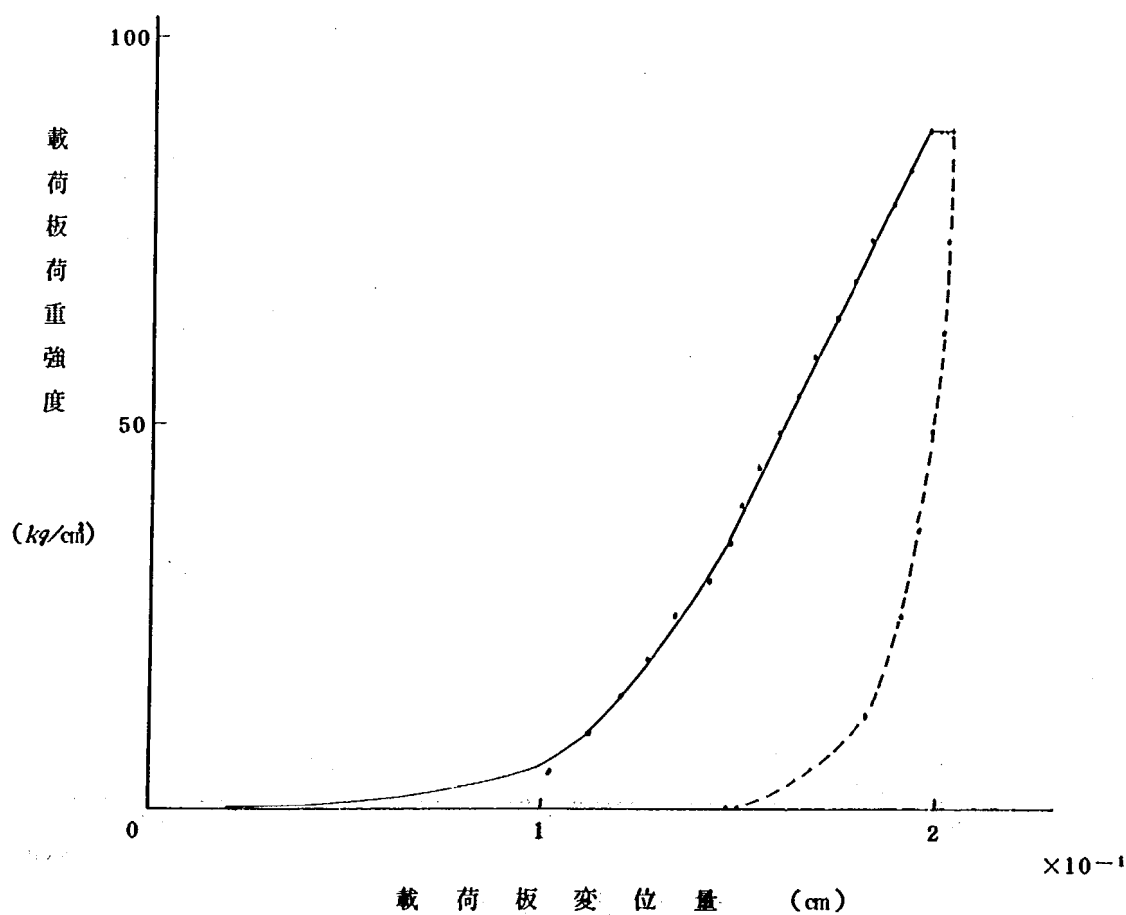
地 質 名 花 崗 岩

コア採取率 —

RQD —

有効載荷率 0.39

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	53.72	1.645	0.541	0.1655	48.84	1.756	0.652	0.1994
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.104	0	0	58.61	1.659	0.555	0.1698	36.63	1.747	0.643	0.1967
4.88	1.438	0.334	0.1022	63.49	1.674	0.570	0.1744	24.42	1.731	0.627	0.1918
9.77	1.471	0.367	0.1123	68.38	1.690	0.586	0.1793	12.21	1.703	0.599	0.1832
14.65	1.499	0.395	0.1208	73.26	1.705	0.601	0.1838	0	1.592	0.488	0.1493
19.54	1.522	0.418	0.1279	78.14	1.722	0.618	0.1890	0	1.585	0.481	0.1471
24.42	1.542	0.438	0.1340	83.03	1.738	0.634	0.1939	0	"	"	
29.30	1.569	0.465	0.1422	87.91	1.753	0.649	0.1985				
34.19	1.588	0.484	0.1481	"	1.762	0.658	0.2013				
39.07	1.600	0.496	0.1517	"	1.766	0.662	0.2025				
43.96	1.613	0.509	0.1557	"	1.768	0.664	0.2031				
48.84	1.629	0.525	0.1606	73.26	1.766	0.662	0.2025				
				61.05	1.763	0.659	0.2016				



荷重強度～変位量図

測定番号 ㏖26

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 6月11日

地 点 145+3m

深 度 0.55~0.85m

載荷板寸法 30×300mm

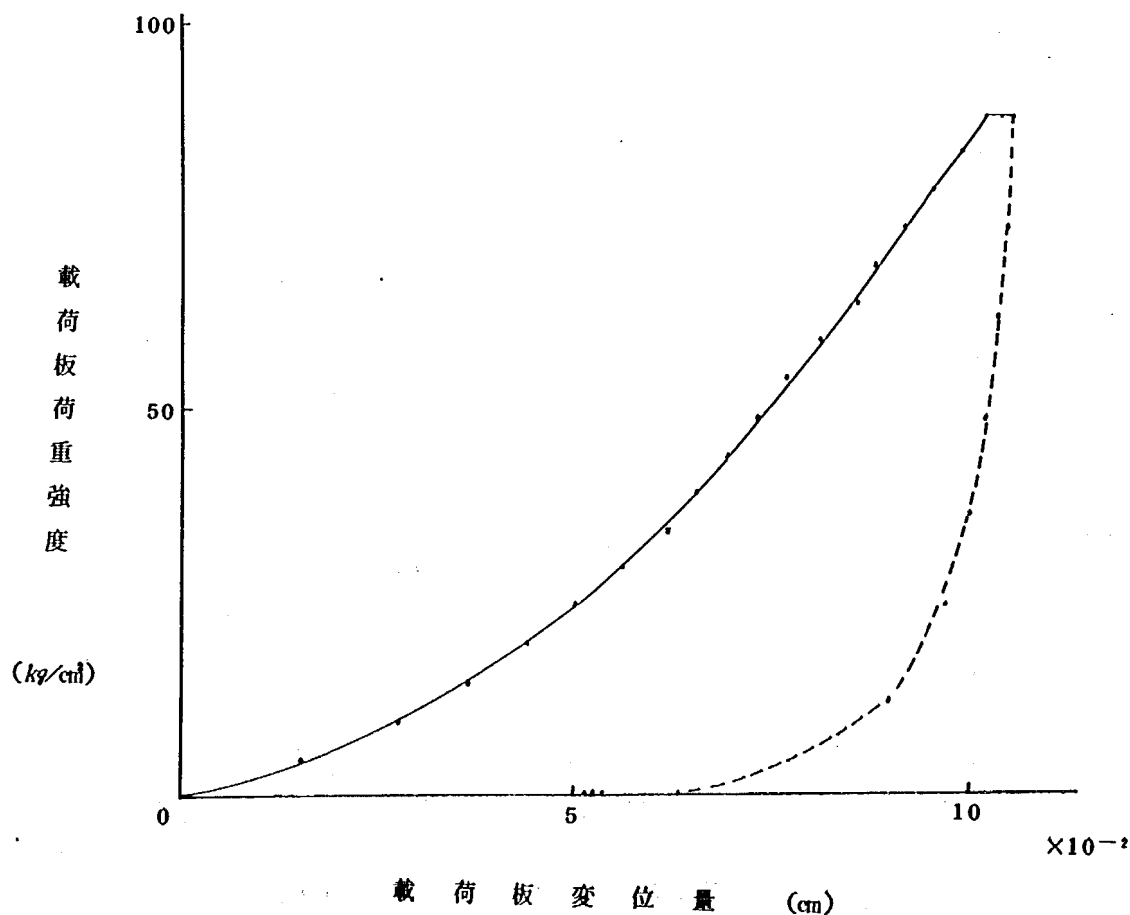
地 質 名 風化花崗岩

コア採取率 —

RQD —

有効載荷率 0.26

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	53.72	1.455	0.253	0.0774	48.84	1.538	0.336	0.1028
	読取り値	初期補正值									
0	1.202	0	0	58.61	1.468	0.266	0.0814	36.63	1.530	0.328	0.1003
4.88	1.252	0.050	0.0153	63.49	1.483	0.281	0.0860	24.42	1.519	0.317	0.0970
9.77	1.292	0.090	0.0275	68.38	1.492	0.290	0.0887	12.21	1.498	0.296	0.0905
14.65	1.322	0.120	0.0367	73.26	1.504	0.302	0.0924	0	1.404	0.202	0.0618
19.54	1.346	0.144	0.0440	78.14	1.515	0.313	0.0957	0	1.383	0.181	0.0554
24.42	1.368	0.166	0.0508	83.03	1.527	0.325	0.0994	0	1.376	0.174	0.0532
29.30	1.386	0.184	0.0563	87.91	1.538	0.336	0.1028	0	1.372	0.170	0.0520
34.19	1.403	0.201	0.0615	"	1.542	0.340	0.1040				
39.07	1.416	0.214	0.0655	"	1.544	0.342	0.1046				
43.96	1.429	0.227	0.0694	"	1.546	0.344	0.1052				
48.84	1.443	0.241	0.0737	73.26	1.545	0.343	0.1049				
				61.05	1.542	0.340	0.1040				



荷重強度～変位量図

測定番号 ㄥ27

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 6月11日

地点 145+3m

深度 0.85~1.15m

載荷板寸法 30×300mm

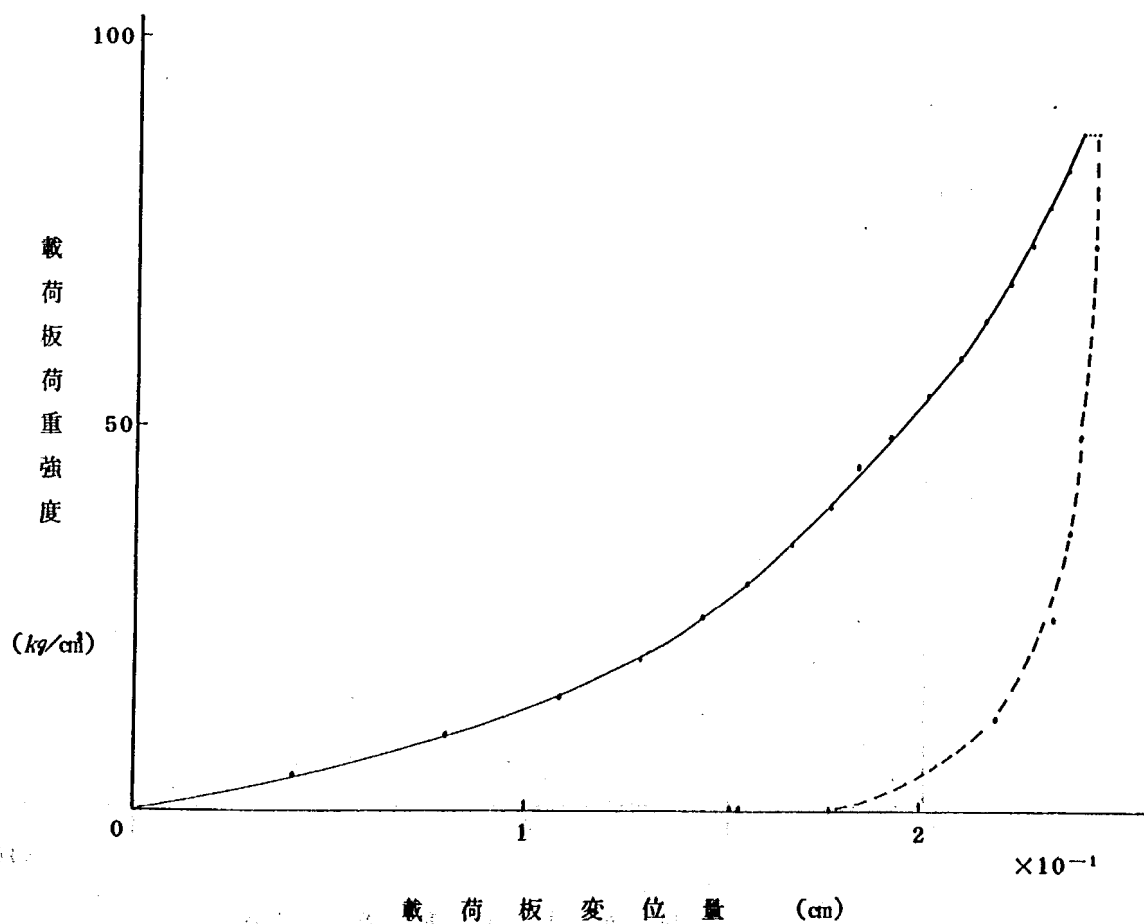
地質名 マサ土

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.32

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	53.72	42.16	40.16	0.2034	48.84	49.62	47.62	0.2412
	読み 取り値	初期 補正值									
0	0.200	0	0	53.72	42.16	40.16	0.2034	48.84	49.62	47.62	0.2412
4.88	0.990	0.790	0.0400	58.61	43.84	41.84	0.2119	36.63	49.17	47.17	0.2389
9.77	1.792	1.592	0.0806	63.49	44.96	42.96	0.2176	24.42	48.24	46.24	0.2342
14.65	2.366	2.166	0.1097	68.38	46.05	44.05	0.2231	12.21	45.67	43.67	0.2212
19.54	2.752	2.552	0.1293	73.26	47.09	45.09	0.2284	0	36.87	34.87	0.1766
24.42	3.046	2.846	0.1441	78.14	47.96	45.96	0.2328	0	—	—	—
29.30	3.277	3.077	0.1559	83.03	48.77	46.77	0.2369	0	32.19	30.19	0.1529
34.19	3.510	3.310	0.1677	87.91	49.52	47.52	0.2407	0	31.89	29.89	0.1514
39.07	3.700	3.500	0.1773	"	49.78	47.78	0.2420				
43.96	3.856	3.656	0.1852	"	49.96	47.96	0.2429				
48.84	4.028	3.828	0.1939	"	50.11	48.11	0.2437				
				73.26	50.17	48.17	0.2440				
				61.05	—	—	—				



荷重強度～変位量図

測定番号 ㏽28

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 6月18日

地点 144+4.35m

深度 0.85~1.15m

載荷板寸法 30×300mm

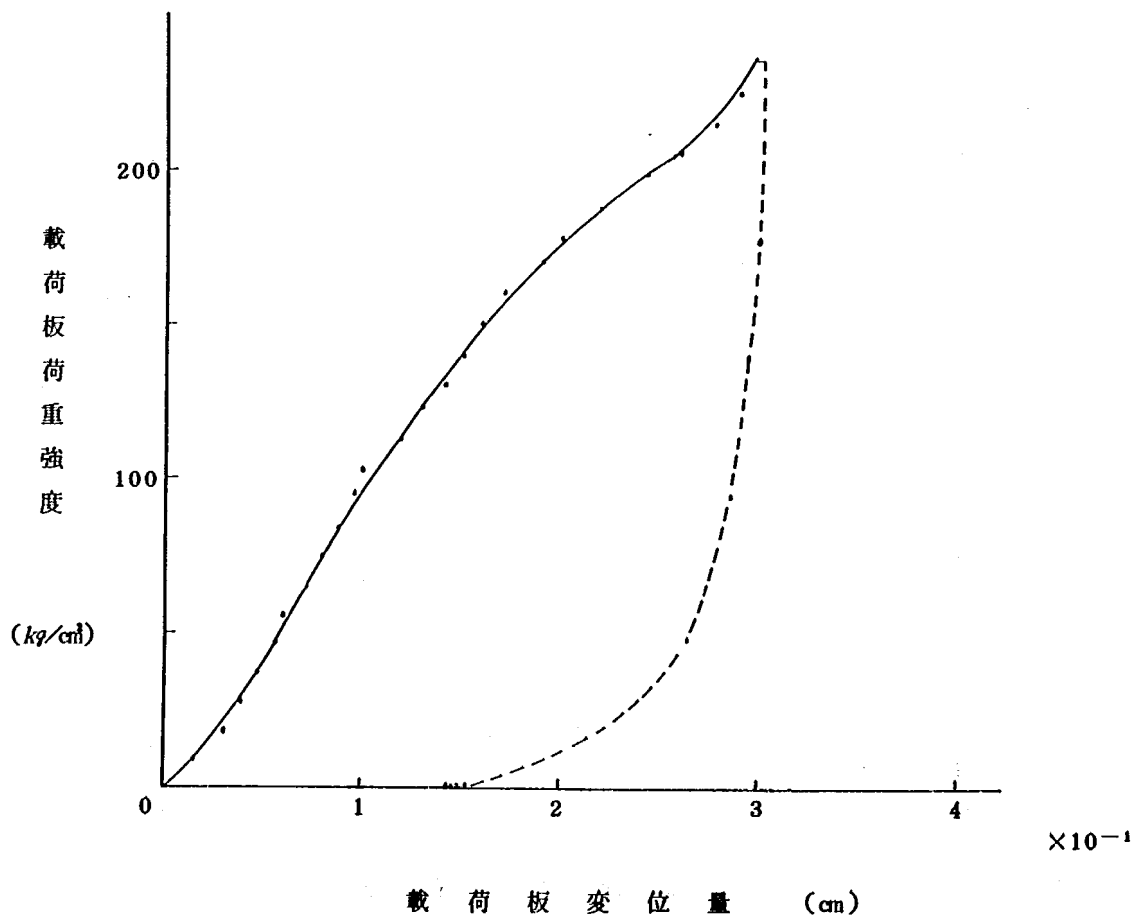
地質名 風化花崗岩

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.43

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)										
	読み 取り値	初期 補正值											
0	1.793	0	0		103.62	2638	0.845	0.1096		226.08	4.030	2.237	0.2901
9.42	1.927	0.134	0.0174		113.04	2720	0.927	0.1202		235.50	4.097	2.304	0.2988
18.84	2.028	0.235	0.0305		122.46	2800	1.007	0.1306		178.98	4.112	2.319	0.3008
28.26	2.103	0.310	0.0402		131.88	2883	1.090	0.1414		141.30	4.088	2.295	0.2977
37.68	2.166	0.373	0.0484		141.30	2969	1.176	0.1525		94.20	4.010	2.217	0.2875
47.10	2.238	0.445	0.0577		150.72	3060	1.267	0.1643		47.10	3.830	2.037	0.2642
56.52	2.303	0.510	0.0661		160.14	3156	1.363	0.1768		0	2.965	1.172	0.1520
65.94	2.366	0.573	0.0743		169.56	3262	1.469	0.1905		0	2.922	1.129	0.1464
75.36	2.430	0.637	0.0826		178.98	3385	1.592	0.2065		0	2.904	1.111	0.1441
84.78	2.486	0.693	0.0899		188.40	3518	1.725	0.2237		0	2.894	1.101	0.1428
94.20	2.550	0.757	0.0982		197.82	3664	1.871	0.2427					
					207.24	3800	2.007	0.2603					
					216.66	3945	2.152	0.2791					



荷重強度～変位量図

測定番号 629

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 6月18日

地点 144+4.35m

深度 1.85~2.15m

載荷板寸法 30×300mm

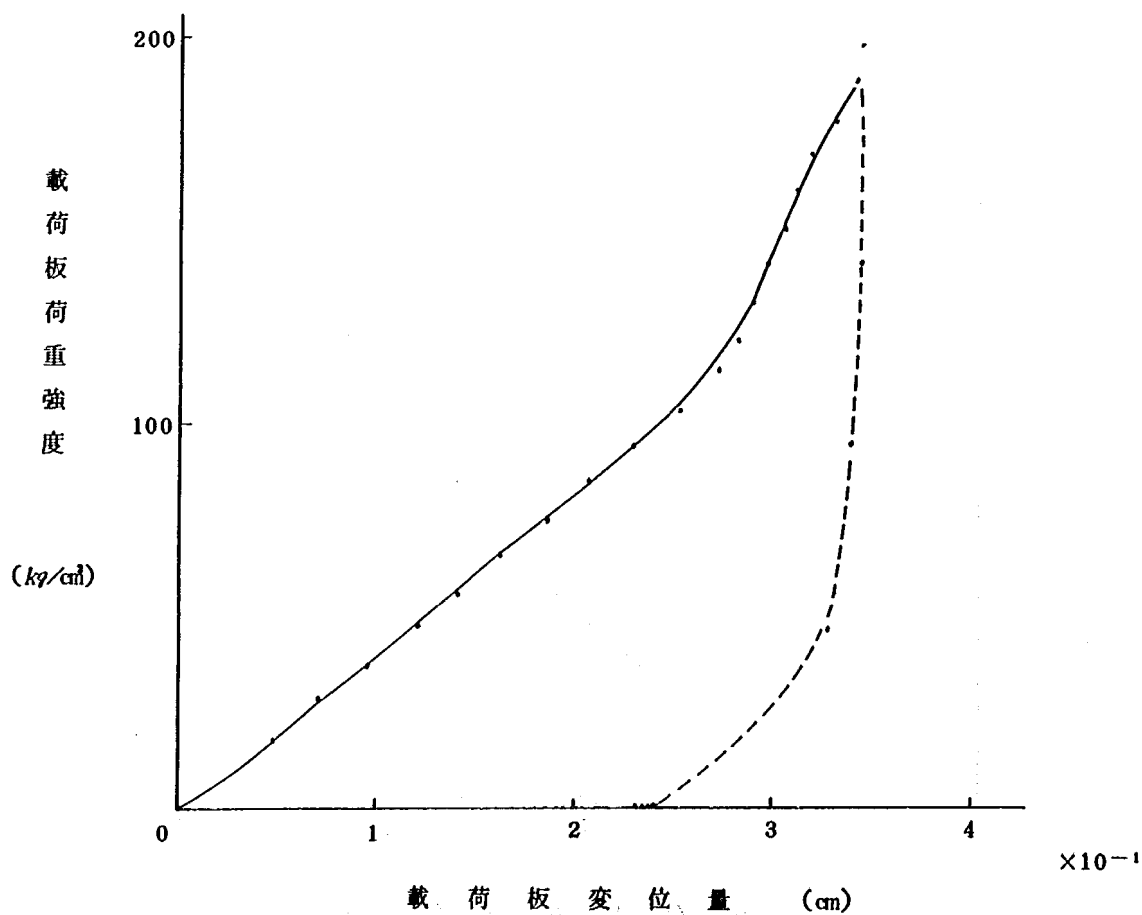
地質名 風化花崗岩

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.34

荷重 (kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	10362	3277	1950	0.2529	47.10	3.870	2.543	0.3298
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.327	0	0	113.04	3.437	2.110	0.2737	0	3.166	1.829	0.2372
9.42	1.522	0.195	0.0253	122.46	3.510	2.183	0.2831	0	3.142	1.815	0.2354
18.84	1.693	0.366	0.0475	131.88	3.577	2.250	0.2918	0	3.124	1.797	0.2330
28.26	1.874	0.547	0.0709	141.30	3.635	2.308	0.2993	0	3.115	1.788	0.2319
37.68	2.068	0.741	0.0961	150.72	3.696	2.369	0.3073				
47.10	2.260	0.933	0.1210	160.14	3.748	2.421	0.3140				
56.52	2.424	1.097	0.1423	169.56	3.810	2.483	0.3220				
65.94	2.585	1.258	0.1632	178.98	3.890	2.563	0.3324				
75.36	2.765	1.438	0.1865	188.40	3.973	2.646	0.3432				
84.78	2.928	1.601	0.2076	197.82	3.998	2.671	0.3464				
94.20	3.095	1.768	0.2293	141.30	3.988	2.661	0.3451				
				94.20	3.946	2.619	0.3397				



荷重強度～変位量図

測定番号 ㏖30

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 6月18日

地点 144+4.35m

深度 4.35~4.65m

載荷板寸法 30×300mm

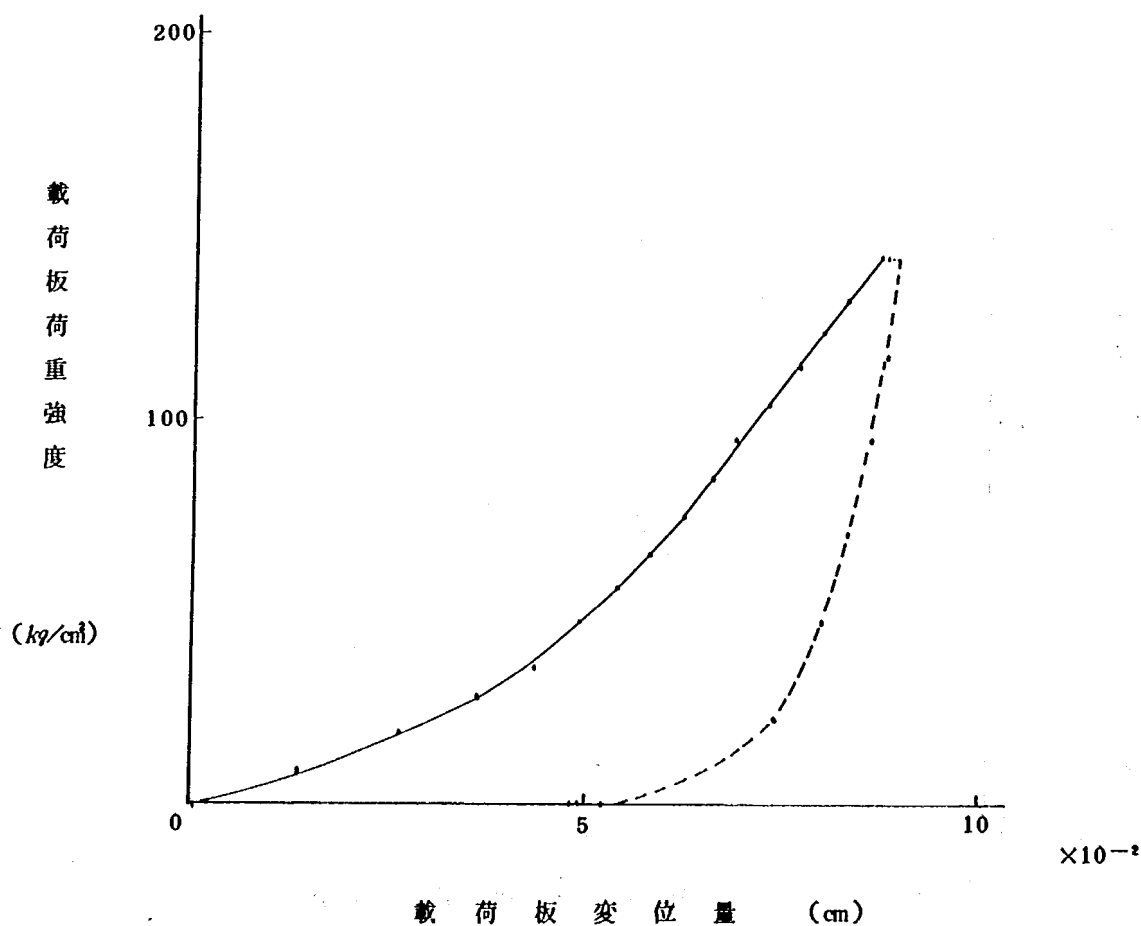
地質名 風化花崗岩

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.35

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)								
	読み 取り値	初期 補正值		103.62	1.495	0.566	0.0734	0	1.330	0.401	0.0520
0	0.929	0	0	113.04	1.524	0.595	0.0772	0	1.305	0.376	0.0488
9.42	1.033	0.104	0.0135	122.46	1.553	0.624	0.0809	0	1.300	0.371	0.0481
18.84	1.134	0.205	0.0266	131.88	1.575	0.646	0.0838	0	1.295	0.366	0.0474
28.26	1.209	0.280	0.0363	141.30	1.600	0.671	0.0870				
37.68	1.261	0.332	0.0431	"	1.606	0.677	0.0878				
47.10	1.313	0.384	0.0498	"	1.610	0.681	0.0883				
56.52	1.348	0.419	0.0543	141.30	1.612	0.683	0.0886				
65.94	1.382	0.453	0.0588	117.75	1.608	0.679	0.0881				
75.36	1.412	0.483	0.0626	94.20	1.596	0.667	0.0865				
84.78	1.438	0.509	0.0660	70.65	1.574	0.645	0.0837				
94.20	1.466	0.537	0.0696	47.10	1.549	0.620	0.0804				
				23.55	1.504	0.575	0.0746				



荷重強度～変位量図

測定番号 631

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 6月18日

地点 144+4.35m

深度 4.35~4.65m

載荷板寸法 30×300mm

地質名 風化花崗岩

コア採取率 100%

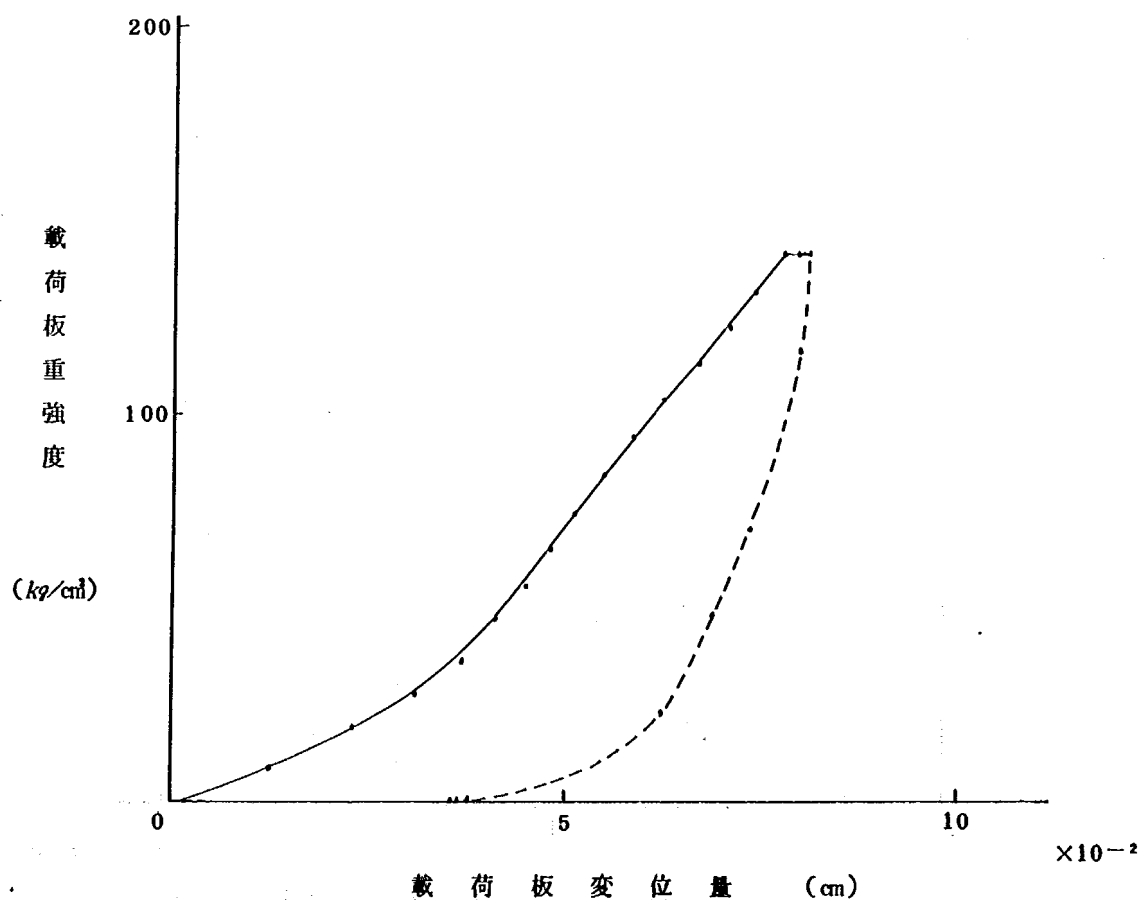
RQD 0%

有効載荷率 0.35

荷重 (kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	0.868	0	0
9.42	0.965	0.097	0.0126
18.84	1.046	0.178	0.0231
28.26	1.109	0.241	0.0313
37.68	1.154	0.286	0.0371
47.10	1.188	0.320	0.0415
56.52	1.217	0.349	0.0453
65.94	1.245	0.377	0.0489
75.36	1.267	0.399	0.0518
84.78	1.295	0.427	0.0554
94.20	1.325	0.457	0.0593

103.62	1.355	0.487	0.0632
113.04	1.385	0.517	0.0671
122.46	1.416	0.548	0.0711
131.88	1.443	0.575	0.0746
141.30	1.476	0.608	0.0789
"	1.485	0.617	0.0800
"	1.490	0.622	0.0807
"	1.494	0.626	0.0812
117.75	1.489	0.621	0.0805
94.20	1.469	0.601	0.0779
70.65	1.442	0.574	0.0744
47.10	1.405	0.537	0.0696
23.55	1.350	0.482	0.0625

0	1.160	0.292	0.0379
0	1.147	0.279	0.0362
0	1.142	0.274	0.0355
0	1.140	0.272	0.0353



荷重強度～変位量図

測定番号 ㏽32

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 6月18日

地点 144+4.35m

深度 0.35~0.65m

載荷板寸法 30×300mm

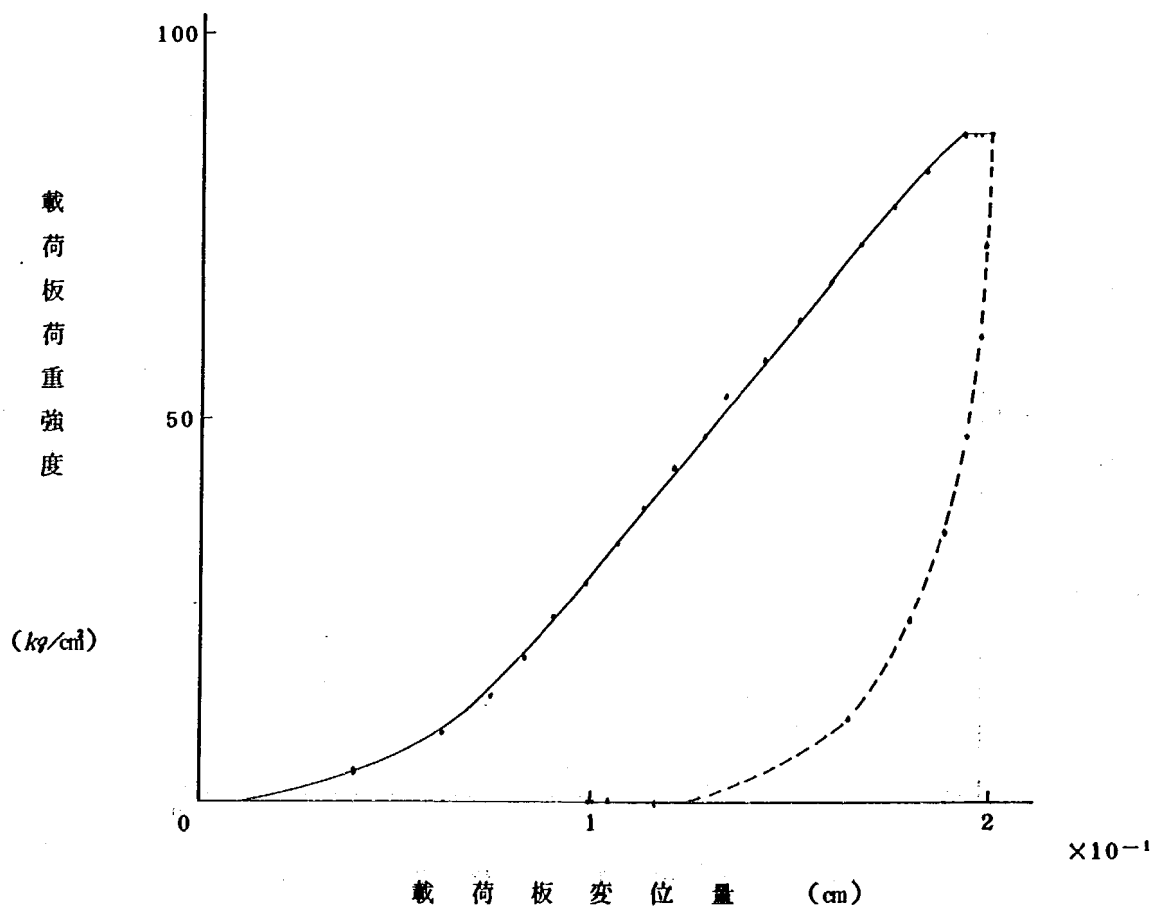
地質名 風化花崗岩

コア採取率 —

RQD —

有効載荷率 0.20

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	5372	2744	2674	0.1354	4884	3902	3832	0.1941
	読み 取り値	初期 補正值									
0	0.070	0	0	5372	2744	2674	0.1354	4884	3902	3832	0.1941
4.88	0.900	0.83	0.0415	5861	2895	2825	0.1431	3663	3793	3723	0.1886
9.77	1.305	1.235	0.0626	6349	3051	2981	0.1510	2442	3630	3560	0.1803
14.65	1.543	1.473	0.0746	6838	3210	3140	0.1590	1221	3330	3260	0.1651
19.54	1.722	1.652	0.0837	7326	3369	3299	0.1671	0	2350	2280	0.1155
24.42	1.880	1.810	0.0917	7814	3530	3460	0.1753	0	2125	2055	0.1041
29.30	2.026	1.956	0.0991	8303	3696	3626	0.1837	0	2065	1995	0.1010
34.19	2.170	2.100	0.1064	8791	3862	3692	0.1921	0	2043	1973	0.0999
39.07	2.307	2.237	0.1133	"	3930	3860	0.1955				
43.96	2.452	2.382	0.1206	"	3974	3904	0.1977				
48.84	2.597	2.527	0.1280	"	4000	3930	0.1991				
				7326	3990	3920	0.1985				
				6105	3965	3895	0.1973				



荷重強度～変位量図

測定番号 633

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 6月18日

地点 144+4.35m

深度 0.85~1.15m

載荷板寸法 30×300mm

地質名 風化花崗岩

コア採取率 —

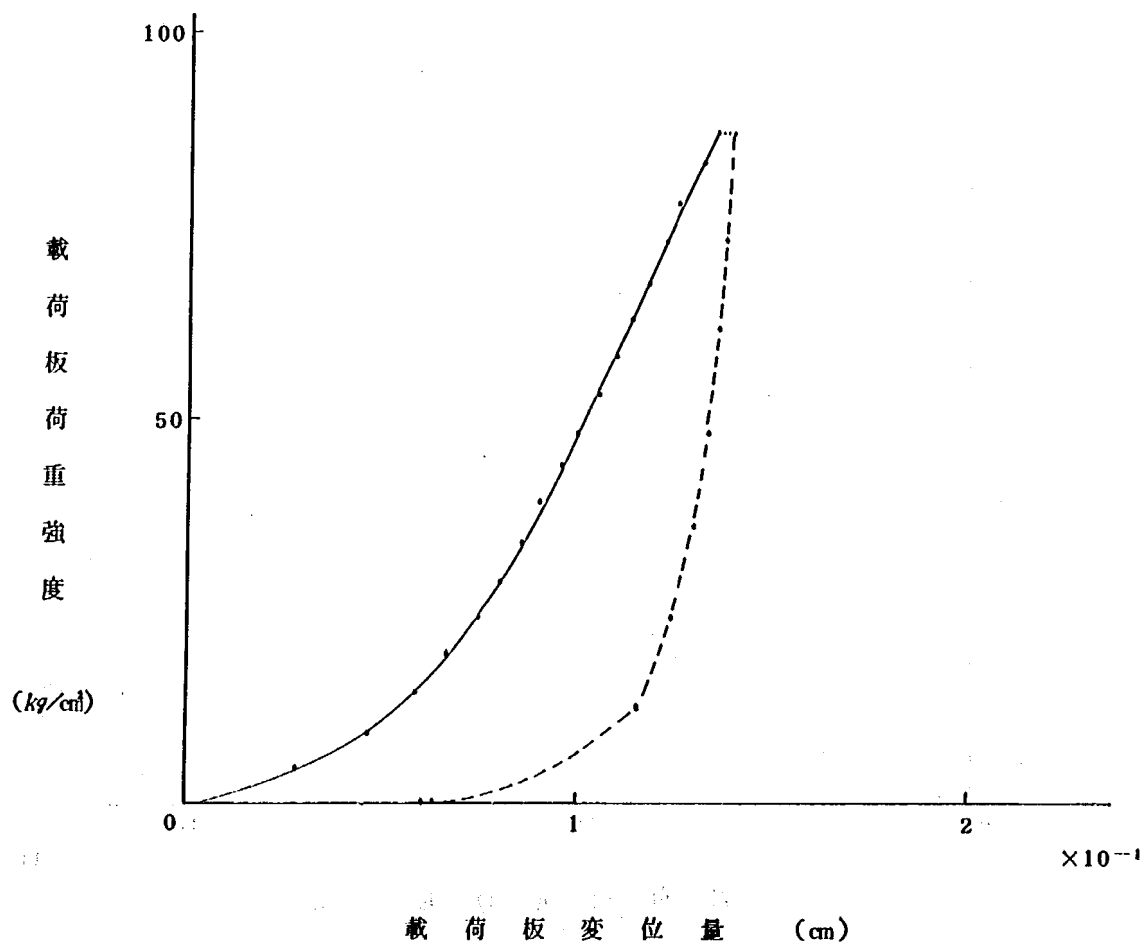
RQD —

有効載荷率 0.25

荷重 (kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	0.020	0	0
4.88	0.585	0.565	0.0286
9.77	0.935	0.915	0.0463
14.65	1.173	1.153	0.0584
19.54	1.352	1.332	0.0675
24.42	1.495	1.475	0.0747
29.30	1.628	1.608	0.0814
34.19	1.738	1.718	0.0870
39.07	1.835	1.815	0.0919
43.96	1.927	1.907	0.0966
48.84	2.023	2.003	0.1015

53.72	2.114	2.094	0.1061
58.61	2.198	2.178	0.1103
63.49	2.280	2.260	0.1145
68.38	2.360	2.340	0.1185
73.26	2.455	2.435	0.1233
78.14	2.544	2.524	0.1278
83.03	2.627	2.607	0.1320
87.91	2.708	2.688	0.1361
"	2.735	2.715	0.1375
"	2.746	2.726	0.1381
"	2.754	2.734	0.1385
73.26	2.746	2.726	0.1381
61.05	2.725	2.705	0.1370

48.84	2.665	2.645	0.1340
36.63	2.590	2.570	0.1302
24.42	2.493	2.473	0.1253
12.21	2.312	2.292	0.0161
0	1.270	1.250	0.0633
0	1.206	1.186	0.0601
0	1.200	1.180	0.0598
0	1.198	1.178	0.0597



載荷板変位量 (cm)

荷重強度～変位量図

測定番号 634

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 7月2日

地 点 142+14.5

深 度 0.35~0.65 m

載荷板寸法 30×300 mm

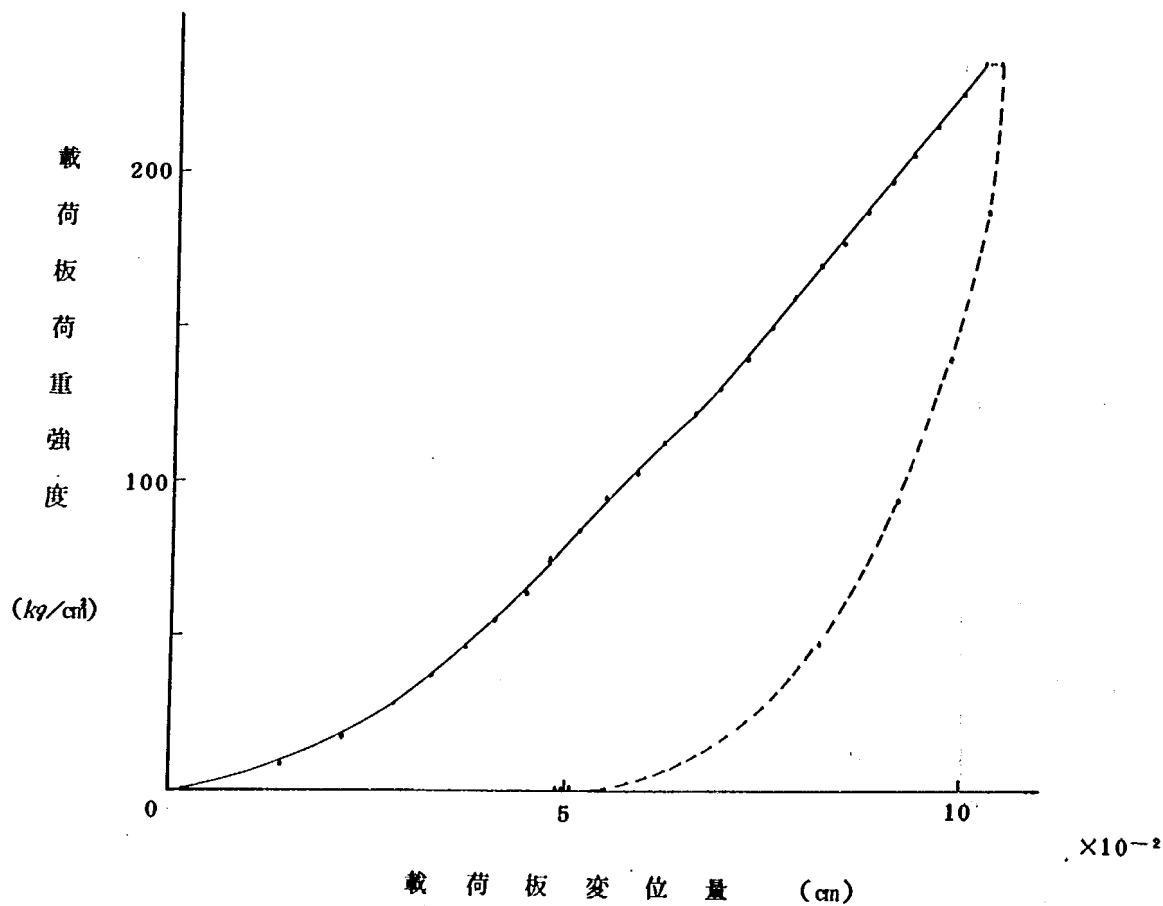
地質名 花崗岩

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.40

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	103.62	2226	0.456	0.0591	226.08	2544	0.774	0.1003
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.770	0		113.04	2253	0.483	0.0626	235.50	2566	0.796	0.1032
9.42	1.878	0.108	0.0140	122.46	2280	0.510	0.0661	"	2573	0.803	0.1041
18.84	1.937	0.167	0.0217	131.88	2309	0.539	0.0699	"	2577	0.807	0.1047
28.26	1.990	0.220	0.0285	141.30	2335	0.565	0.0733	"	2579	0.809	0.1049
37.68	2.028	0.258	0.0335	150.72	2356	0.586	0.0760	188.40	2567	0.797	0.1034
47.10	2.060	0.290	0.0376	160.14	2381	0.611	0.0792	141.30	2534	0.764	0.0991
56.52	2.088	0.318	0.0412	169.56	2409	0.639	0.0829	94.20	2484	0.714	0.0926
65.94	2.117	0.347	0.0450	178.98	2430	0.660	0.0856	47.10	2406	0.636	0.0825
75.36	2.143	0.373	0.0484	188.40	2453	0.683	0.0886	0	2156	0.386	0.0501
84.78	2.170	0.40	0.519	197.82	2474	0.704	0.0913	0	2150	0.380	0.0493
94.20	2.198	0.428	0.0555	207.24	2497	0.727	0.0943	0	2148	0.378	0.0490
				216.66	2519	0.749	0.0971	0	2146	0.376	0.0488



荷重強度～変位量図

測定番号 ㄥ35

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 7月2日

地点 142+14.5m

深度 0.85~1.15m

載荷板寸法 30×300mm

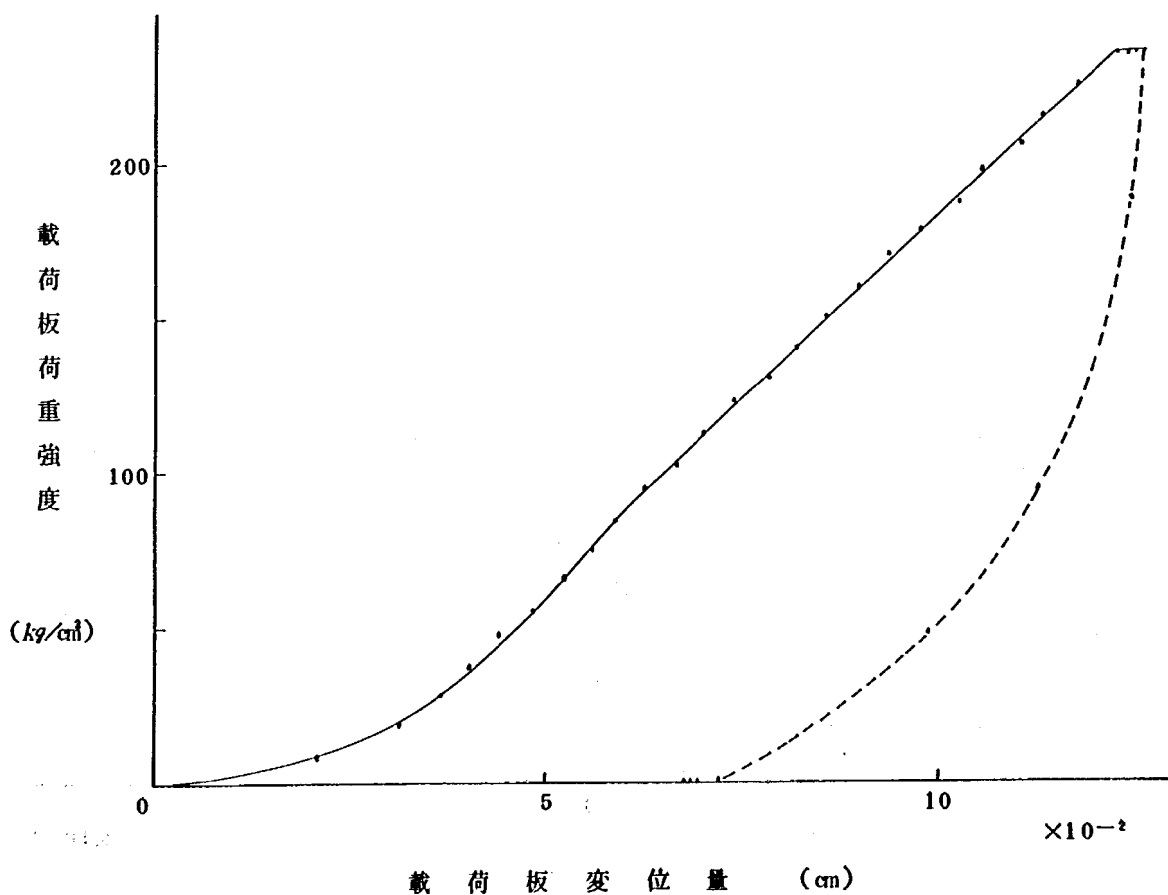
地質名 風化花崗岩

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.36

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)										
	読み 取り値	初期 補正值											
0	1.614	0	0	103.62	2125	0.511	0.0663	226.08	2531	0.917	0.1189		
9.42	1.770	0.156	0.0202	113.04	2154	0.540	0.0700	235.50	2567	0.953	0.1236		
18.84	1.856	0.242	0.0314	122.46	2187	0.573	0.0743	"	2580	0.966	0.1253		
28.26	1.895	0.281	0.0364	131.88	2219	0.605	0.0785	"	2587	0.973	0.1262		
37.68	1.925	0.311	0.0403	141.30	2249	0.635	0.0824	"	2592	0.978	0.1268		
47.10	1.956	0.342	0.0444	150.72	2280	0.666	0.0864	188.40	2580	0.966	0.1253		
56.52	1.989	0.375	0.0486	160.14	2311	0.697	0.0904	141.30	2543	0.929	0.1205		
65.94	2.019	0.405	0.0525	169.56	2340	0.726	0.0942	94.20	2488	0.874	0.1134		
75.36	2.046	0.432	0.0560	178.98	2374	0.760	0.0986	47.10	2383	0.769	0.0997		
84.78	2.072	0.458	0.0594	188.40	2409	0.795	0.1031	0	2168	0.554	0.0719		
94.20	2.098	0.484	0.0628	197.82	2438	0.824	0.1069	0	2145	0.531	0.0689		
				207.24	2470	0.856	0.1110	0	2138	0.524	0.0680		
				216.66	2500	0.886	0.1149	0	2134	0.520	0.0674		



荷重強度～変位量図

測定番号 636

測定機 φ65KKT

測定日 7月2日

地点 142+14.5m

深度 225~255m

載荷板寸法 30×300mm

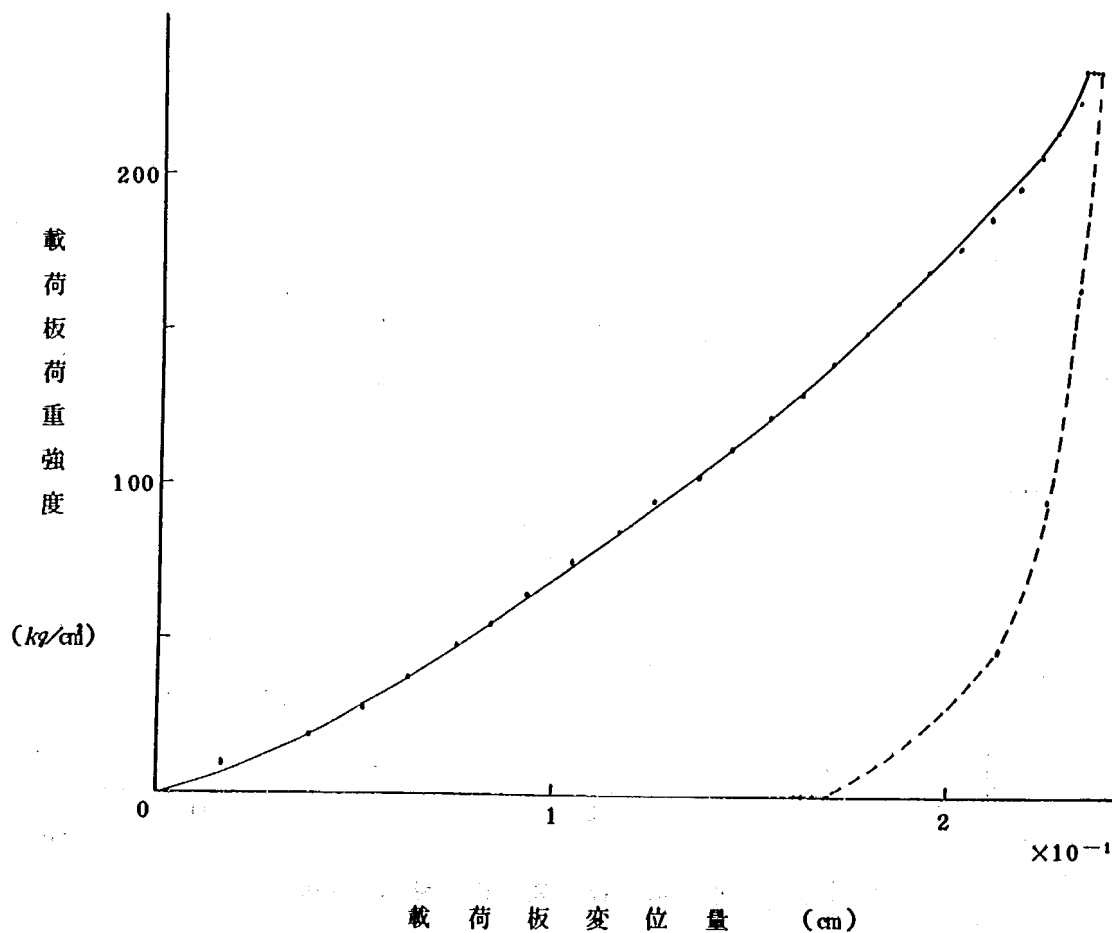
地質名 マサ土

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.40

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	103.62	1.988	1.054	0.1367	226.08	2728	1.794	0.2327
	読み 取り値	初期 補正值									
0	0.934	0	0	113.04	2.050	1.116	0.1447	235.50	2740	1.806	0.2342
9.42	1.060	0.126	0.0163	122.46	2.126	1.192	0.1546	"	2750	1.816	0.2355
18.84	1.230	0.296	0.0384	131.88	2.184	1.250	0.1621	"	2760	1.826	0.2368
28.26	1.340	0.406	0.0527	141.30	2.250	1.316	0.1707	"	"	"	"
37.68	1.420	0.486	0.0630	150.72	2.315	1.381	0.1792	164.85	2735	1.801	0.2336
47.10	1.518	0.584	0.0757	160.14	2.378	1.444	0.1873	94.20	2669	1.735	0.2250
56.52	1.588	0.654	0.0848	169.56	2.436	1.502	0.1948	47.10	2578	1.644	0.2132
65.94	1.654	0.720	0.0934	178.98	2.498	1.564	0.2029	0	2240	1.306	0.1694
75.36	1.742	0.808	0.1048	188.40	2.560	1.626	0.2109	0	2208	1.274	0.1652
84.78	1.829	0.895	0.1161	197.82	2.609	1.675	0.2172	0	2190	1.256	0.1629
94.20	1.904	0.970	0.1258	207.24	2.646	1.712	0.2220	0	2180	1.246	0.1616
				216.66	2.683	1.749	0.2268				



荷重強度～変位量図

測定番号 ㏽37

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 7月2日

地点 142+14.5m

深度 2.55~2.85m

載荷板寸法 30×300mm

地質名 マサ土

コア採取率 100%

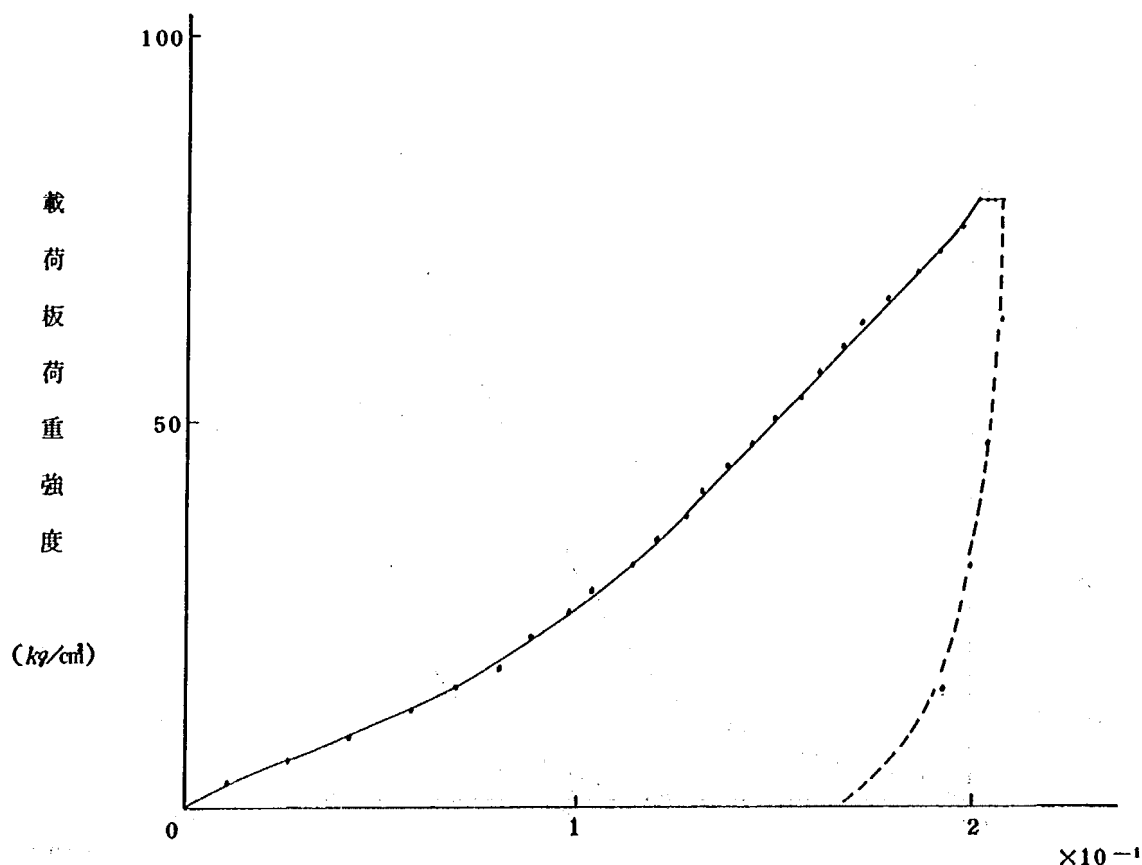
RQD 0%

有効載荷率 0.40

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	1.334	0	0
3.14	1.426	0.092	0.0119
6.28	1.545	0.211	0.0274
9.42	1.658	0.334	0.0420
12.56	1.787	0.453	0.0588
15.70	1.873	0.539	0.0699
18.84	1.964	0.630	0.0817
21.98	2.023	0.689	0.0894
25.12	2.095	0.761	0.0987
28.26	2.140	0.806	0.1045
31.40	2.214	0.880	0.1141

34.54	2.269	0.935	0.1213
37.68	2.322	0.988	0.1281
40.82	2.360	1.026	0.1331
43.96	2.411	1.077	0.1397
47.10	2.453	1.119	0.1451
50.24	2.493	1.159	0.1503
53.38	2.547	1.213	0.1573
56.52	2.588	1.254	0.1626
59.66	2.630	1.296	0.1681
62.80	2.669	1.335	0.1731
65.94	2.720	1.386	0.1798
69.08	2.780	1.446	0.1875
72.22	2.827	1.493	0.1936

75.36	2.861	1.527	0.1981
78.50	2.897	1.563	0.2027
"	2.916	1.582	0.2052
"	2.930	1.596	0.2070
"	2.937	1.603	0.2079
62.80	2.940	1.606	0.2083
47.10	2.920	1.586	0.2057
31.40	2.886	1.552	0.2013
15.70	2.826	1.492	0.1935
0	2.615	1.281	0.1661
0	2.598	1.264	0.1639
0	2.594	1.260	0.1634
0	2.591	1.257	0.1630



載荷板変位量

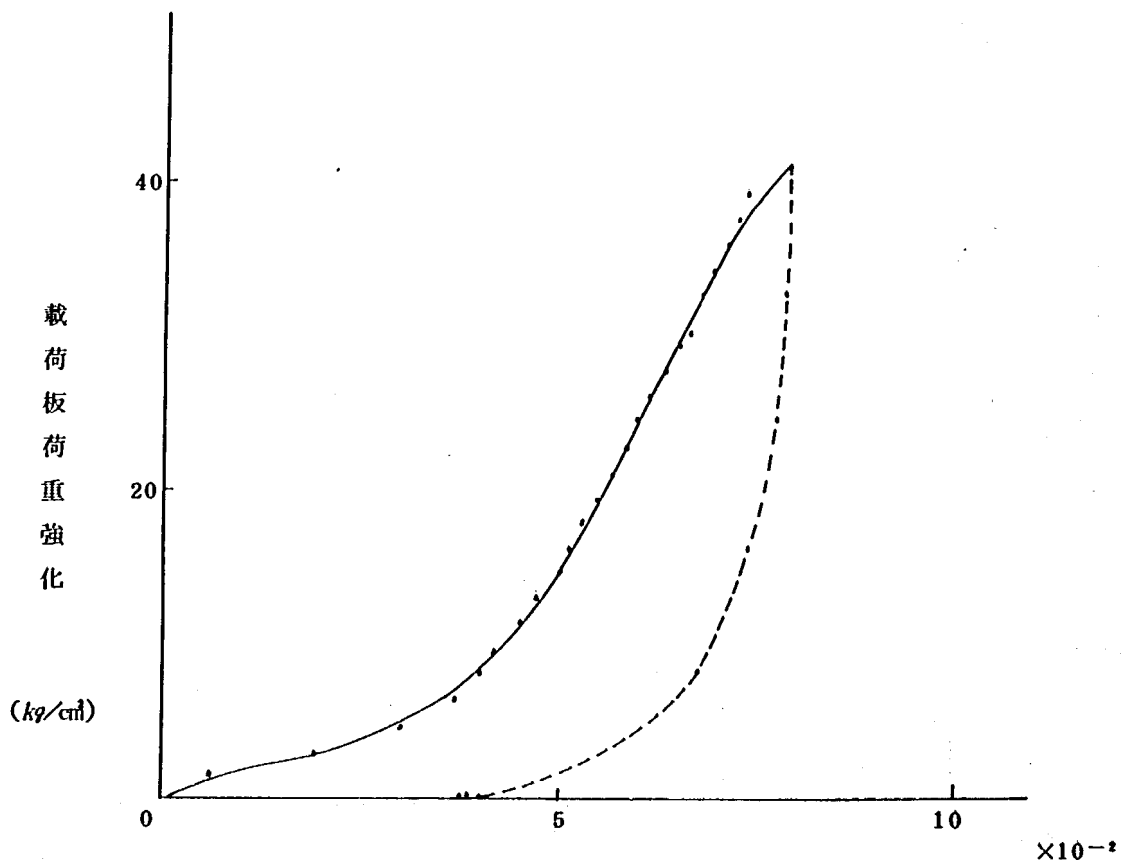
荷重強度～変位量図

測定日 7月2日

載荷板寸法 30×300mm

有效載荷率 0.18

荷 重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	17.91	14.33	0.173	0.0529	39.07	15.00	0.240	0.0734
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.260	0	0	17.91	14.33	0.173	0.0529	39.07	15.00	0.240	0.0734
1.63	1.280	0.020	0.0061	19.54	14.39	0.179	0.0548	40.70	15.17	0.257	0.0786
3.26	1.322	0.062	0.0190	21.16	14.46	0.186	0.0569	"	15.18	0.258	0.0789
4.88	1.360	0.100	0.0306	22.79	14.52	0.192	0.0587	"			
6.51	1.382	0.122	0.0373	24.42	14.55	0.195	0.0597	"	15.19	0.259	0.0792
8.14	1.391	0.131	0.0401	26.05	14.62	0.202	0.0618	32.56	15.18	0.258	0.0789
9.77	1.398	0.138	0.0422	27.68	14.68	0.208	0.0636	24.42	15.13	0.253	0.0774
11.40	1.407	0.147	0.0450	29.30	14.73	0.213	0.0652	16.28	15.02	0.242	0.0740
13.02	1.415	0.155	0.0474	30.93	14.78	0.218	0.0669	8.14	14.81	0.221	0.0676
14.65	1.424	0.164	0.0502	32.56	14.83	0.223	0.0682	0	1.390	0.130	0.0398
16.28	1.428	0.168	0.0514	34.19	14.87	0.227	0.0694	0	1.385	0.125	0.0382
				35.82	14.93	0.233	0.0713	0	1.383	0.123	0.0376
				37.44	14.97	0.237	0.0725	0	1.382	0.122	0.0373



載 荷 板 變 位 量

荷重強度～変位量図

測定日 7月2日

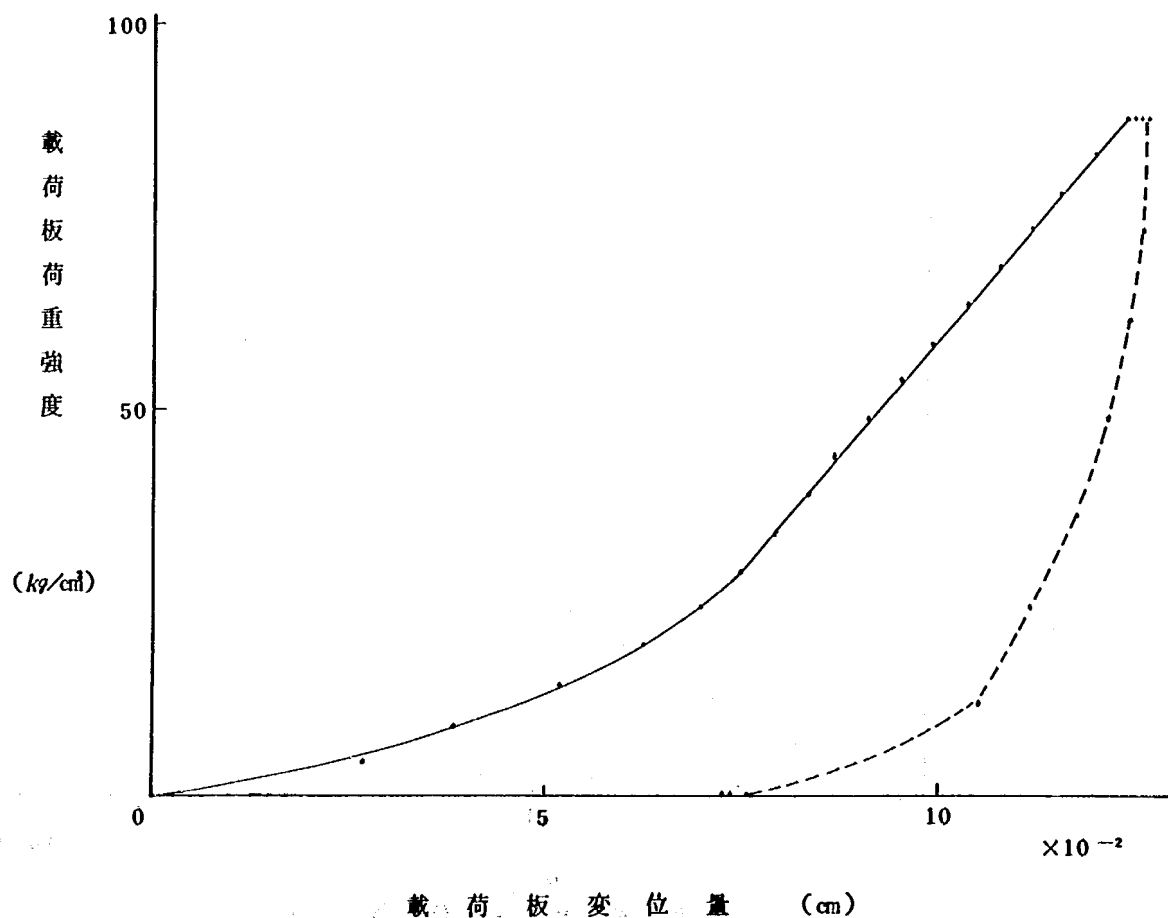
載荷板寸法 30×300mm

有効載荷率 0.16

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読 み 取 り 値	初 期 補 正 値	
0	1.310	0	0
4.88	1.398	0.088	0.0269
9.77	1.442	0.132	0.0404
14.65	1.481	0.171	0.0523
19.54	1.515	0.205	0.0627
24.42	1.539	0.229	0.0701
29.30	1.556	0.246	0.0753
34.19	1.570	0.260	0.0795
39.07	1.583	0.273	0.0835
43.96	1.597	0.287	0.0878
48.84	1.610	0.300	0.0918

5372	1.623	0.313	0.0957
5861	1.636	0.326	0.0997
6349	1.650	0.340	0.1040
6838	1.665	0.355	0.1086
7326	1.678	0.368	0.1126
7814	1.692	0.382	0.1169
8303	1.704	0.394	0.1205
8791	1.717	0.407	0.1245
"	1.720	0.410	0.1254
"	1.722	0.412	0.1260
"	1.723	0.413	0.1263
7326	1.722	0.412	0.1260
6105	1.718	0.408	0.1248

4884	1.709	0.399	0.1220
3663	1.696	0.386	0.1181
2442	1.679	0.369	0.1129
1221	1.653	0.343	0.1049
0	1.556	0.246	0.0753
0	1.549	0.239	0.0731
0	1.547	0.237	0.0725
0	1.546	0.236	0.0722



荷重強度～変位量図

測定番号 640

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 7月2日

地点 142+14.5m

深度 0.85~1.15m

載荷板寸法 30×300mm

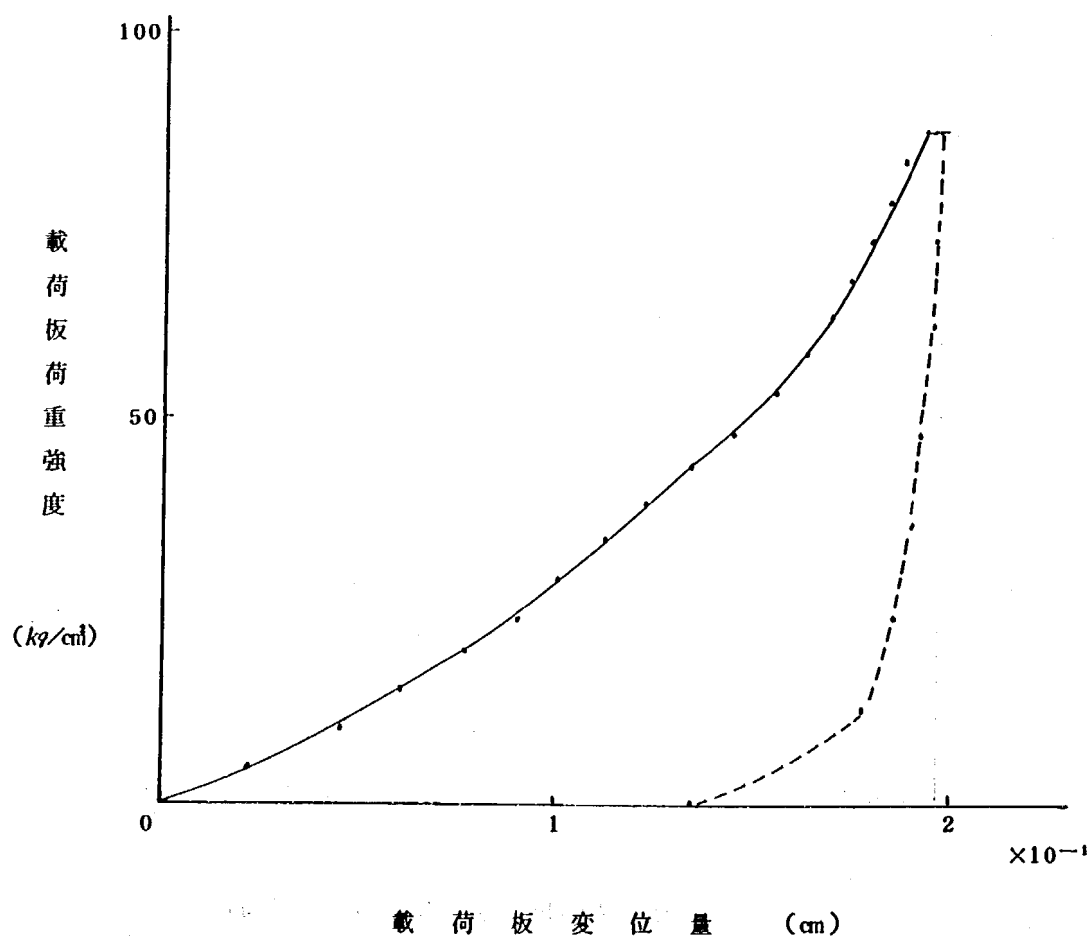
地質名 花崗岩

コ7採取率 —

RQD —

有効載荷率 0.27

荷重 (Kg/cm)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	5372	1608	0.513	0.1569	4884	1729	0.634	0.1939
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.095	0	0	5372	1608	0.513	0.1569	4884	1729	0.634	0.1939
4.88	1.170	0.075	0.0229	5861	1632	0.537	0.1643	3663	1718	0.623	0.1906
9.77	1.244	0.149	0.0456	6349	1652	0.557	0.1704	2442	1708	0.613	0.1875
14.65	1.297	0.202	0.0618	6838	1670	0.575	0.1759	1221	1677	0.582	0.1780
19.54	1.348	0.253	0.0774	7326	1685	0.590	0.1805	0	1538	0.443	0.1355
24.42	1.390	0.295	0.0902	7814	1700	0.605	0.1851	0	1522	0.427	0.1306
29.30	1.428	0.333	0.1019	8303	1715	0.620	0.1897	0	1518	0.423	0.1294
34.19	1.463	0.368	0.1126	8791	1730	0.635	0.1942	0	1516	0.421	0.1288
39.07	1.500	0.405	0.1239	"	1738	0.643	0.1967				
43.96	1.537	0.442	0.1352	"	1740	0.645	0.1971				
48.84	1.575	0.480	0.1468	"	"	"	"				
				7326	1739	0.644	0.1970				
				6105	1736	0.641	0.1961				



荷重強度～変位量図

測定番号 641

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 7月2日

地 点 142+14.5 m

深 度 1.25~1.55 m

載荷板寸法 30×300 mm

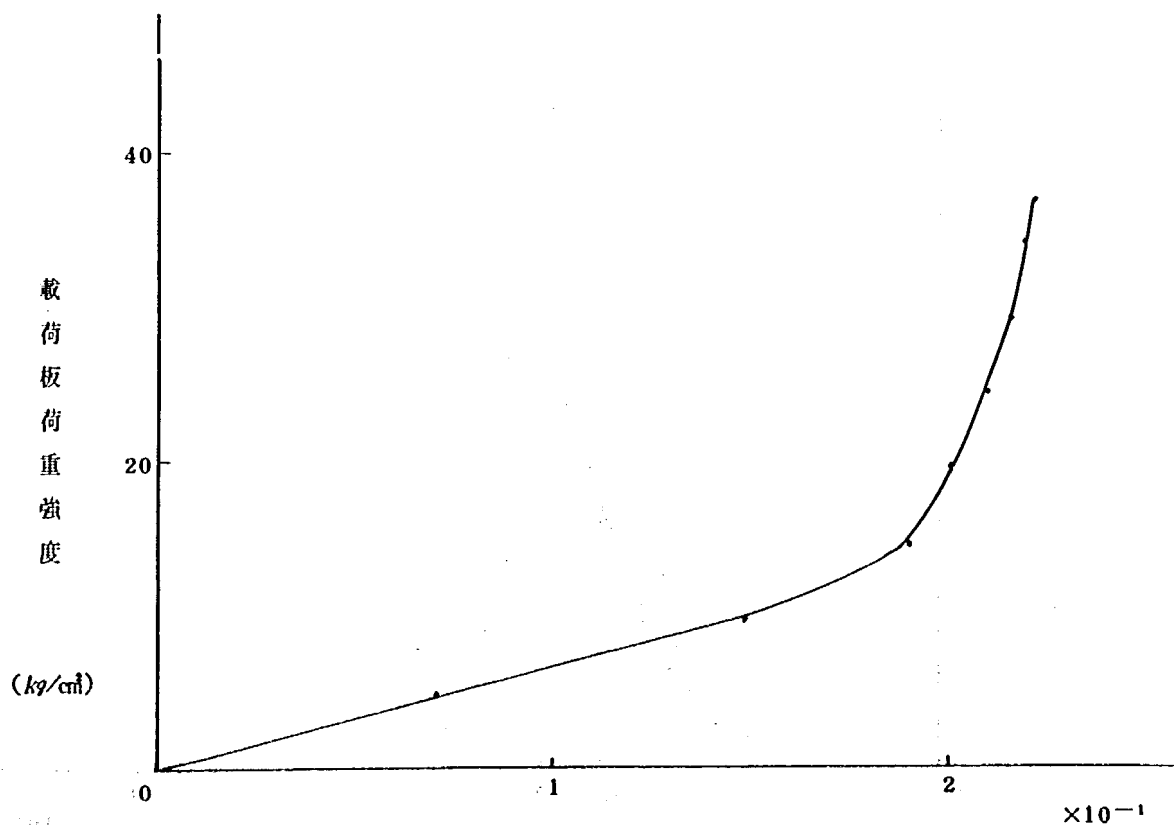
地 質 名 花 崗 岩

コア採取率 —

RQD —

有効載荷率 0.27

荷 重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	0.050	0	0
4.88	1.450	1.400	0.0709
9.77	2.980	2.930	0.1484
14.65	3.830	3.780	0.1915
19.54	4.060	4.010	0.2031
24.42	4.216	4.166	0.2110
29.30	4.343	4.293	0.2174
34.19	4.402	4.352	0.2204
36.63	4.445	4.395	0.2226



載荷板変位量

載荷板荷重強度～変位量図

測定番号 ㄥ42

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 7月9日

地点 142+1.65m

深度 0.90~1.15m

載荷板寸法 30×250mm

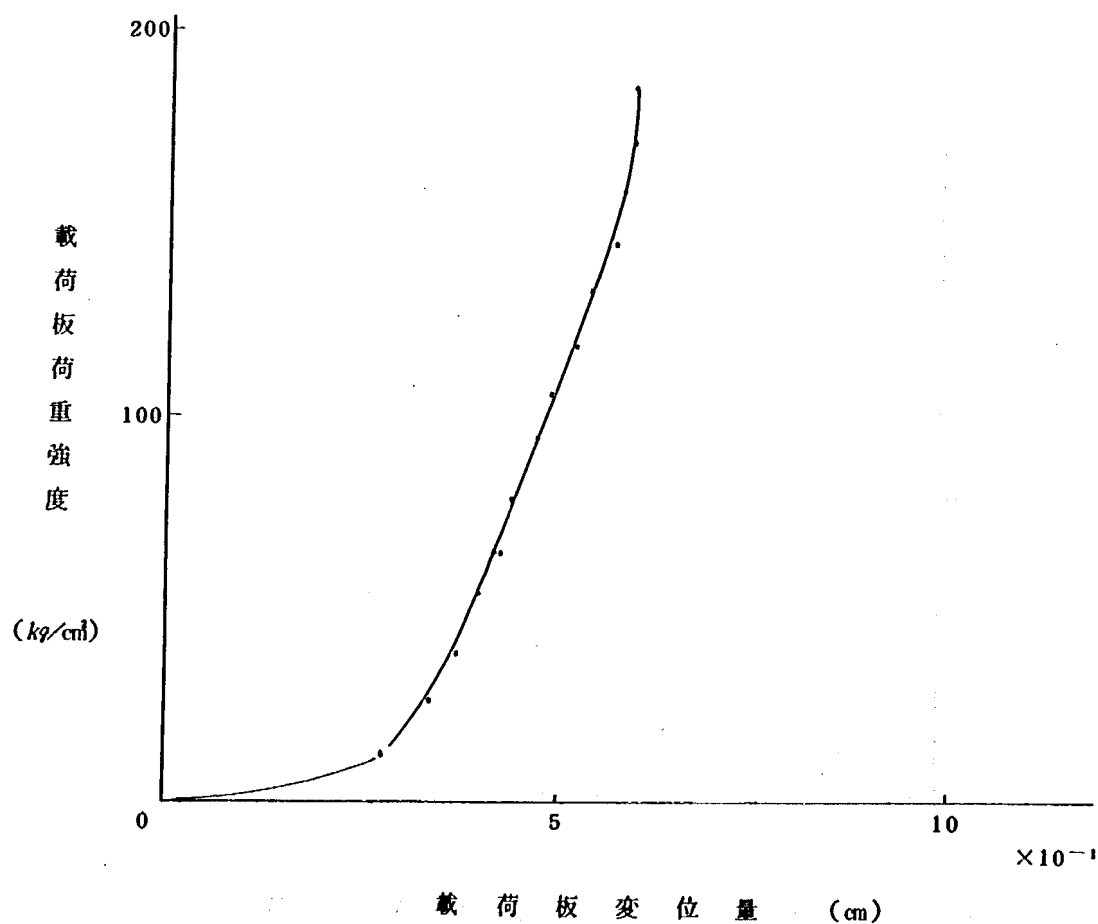
地質名 マサ土

コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.66

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)	131.88	10.99	31.20	0.5460				
	読み 取り値	初期 補正值									
0	3.72	0		131.88	10.99	31.20	0.5460				
13.19	19.88	16.16	0.2828	145.07	12.56	32.77	0.5735				
26.38	23.49	19.77	0.3460	158.26	13.31	33.52	0.5866				
39.56	25.31	21.59	0.3778	171.44	13.66	33.87	0.5927				
52.75	26.80	23.08	0.4039	184.63	13.77	33.98	0.5947				
65.94	28.08	24.36	0.4263								
"	4.15	"	"								
79.13	5.37	25.58	0.4477								
92.32	6.70	26.91	0.4710								
105.50	8.03	28.24	0.4942								
118.69	9.53	29.74	0.5205								



荷重強度～変位量図

測定番号 ㏖43

測定機 $\phi 65$ KKT

測定日 7月9日

地点 142+1.65

深度 0.9~1.15m

載荷板寸法 30×250mm

地質名 マサ土

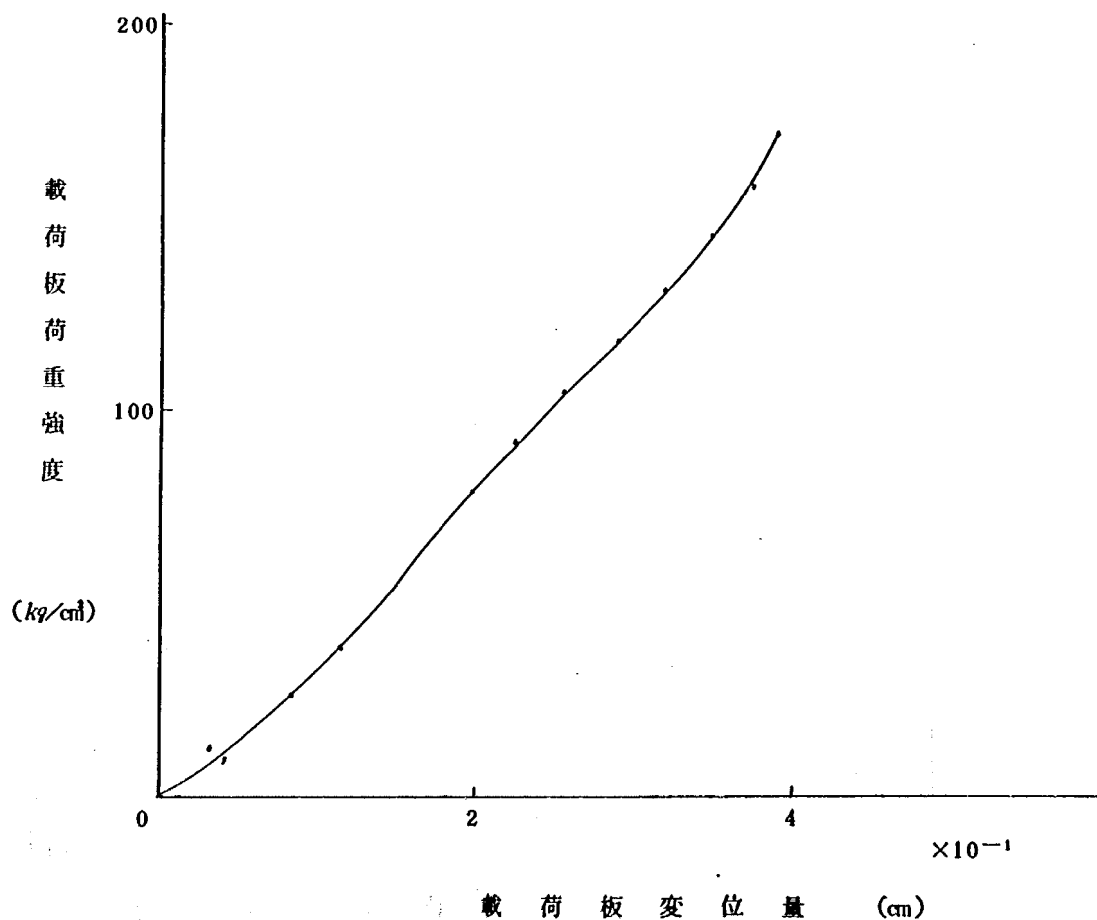
コア採取率 100%

RQD 0%

有効載荷率 0.66

荷重 (kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (mm)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	2.78	0	0
13.19	4.50	1.72	0.0301
26.38	7.61	4.83	0.0845
39.56	9.43	6.65	0.1164
52.75	10.87	8.09	0.1729
79.13	14.12	11.34	0.1985
92.32	15.64	12.86	0.2251
105.50	17.60	14.82	0.2594
118.69	19.38	16.60	0.2905
131.88	21.16	18.38	0.3217
145.07	22.80	20.02	0.3504

158.26	24.21	21.43	0.3750
171.44	25.09	22.31	0.3904



載荷板荷重強度～変位量図

測定番号 644

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 7月9日

地点 142+1.65

深度 0.35~0.65m

載荷板寸法 30×300mm

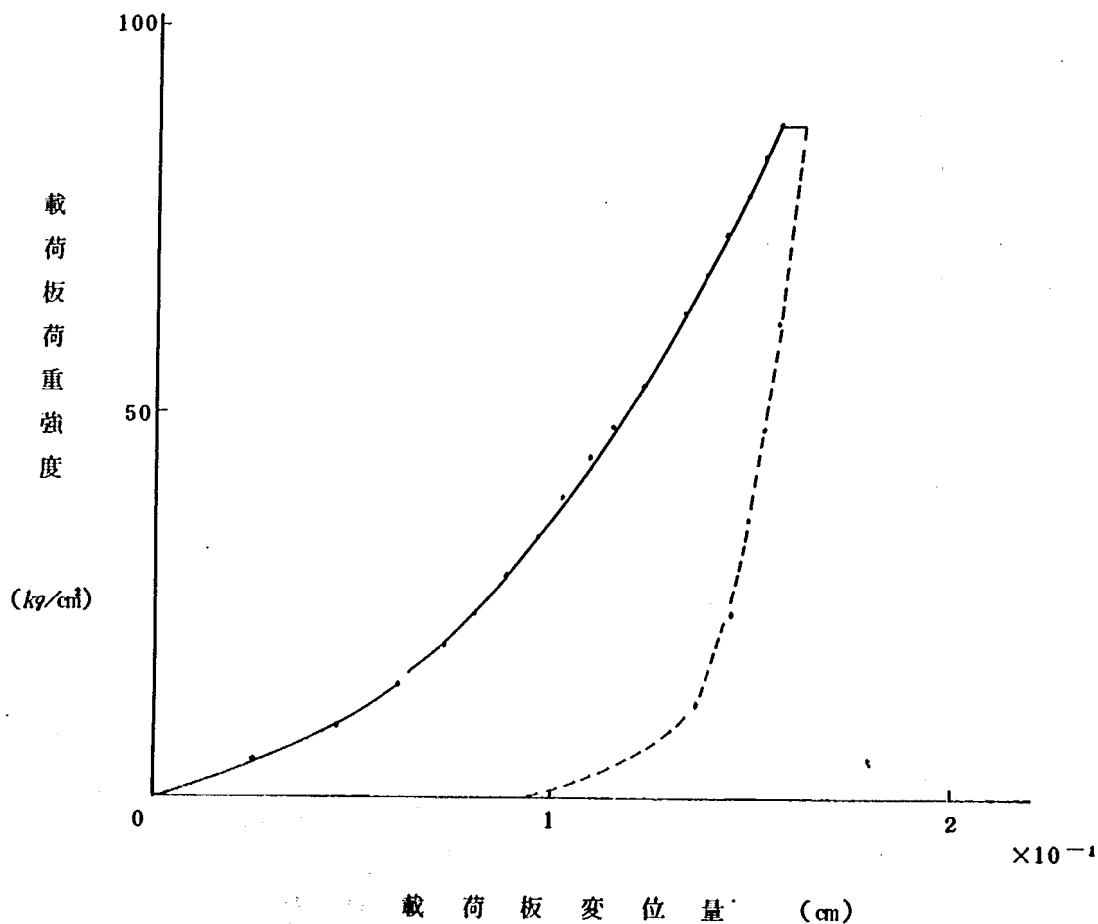
地質名 マサ土

コア採取率 —

RQD —

有効載荷率 0.41

荷重 (kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)								
	読み 取り値	初期 補正值									
0	1.100	0	0	53.72	1.500	0.400	0.1224	48.84	1.600	0.500	0.1530
4.88	1.180	0.080	0.0245	58.61				36.63	1.590	0.490	0.1499
9.77	1.250	0.150	0.0459	63.49	1.539	0.439	0.1343	24.42	1.576	0.476	0.1456
14.65	1.299	0.199	0.0609	68.38	1.555	0.455	0.1392	12.21	1.547	0.447	0.1367
19.54	1.337	0.237	0.0725	73.26	1.570	0.470	0.1438	0	1.398	0.298	0.0912
24.42	1.366	0.266	0.0814	78.14	1.580	0.484	0.1481	0	1.387	0.287	0.0878
29.30	1.390	0.290	0.0887	83.03	1.599	0.499	0.1526	0	1.382	0.282	0.0863
34.19	1.415	0.315	0.0964	87.91	1.614	0.514	0.1572	0	1.381	0.281	0.0860
39.07	1.437	0.337	0.1031	"	1.620	0.520	0.1591				
43.96	1.457	0.357	0.1092	"	1.624	0.524	0.1603				
48.84	1.478	0.378	0.1156	"	1.628	0.528	0.1615				
				73.26							
				61.05	1.610	0.510	0.1560				



載荷板変位量 (cm)

荷重強度～変位量図

測定番号 ㍻45

測定機 $\phi 40$ KKT

測定日 7月9日

地点 142+1.65m

深度 0.85~1.15m

載荷板寸法 30×300 mm

地質名 マサ土

コア採取率 —

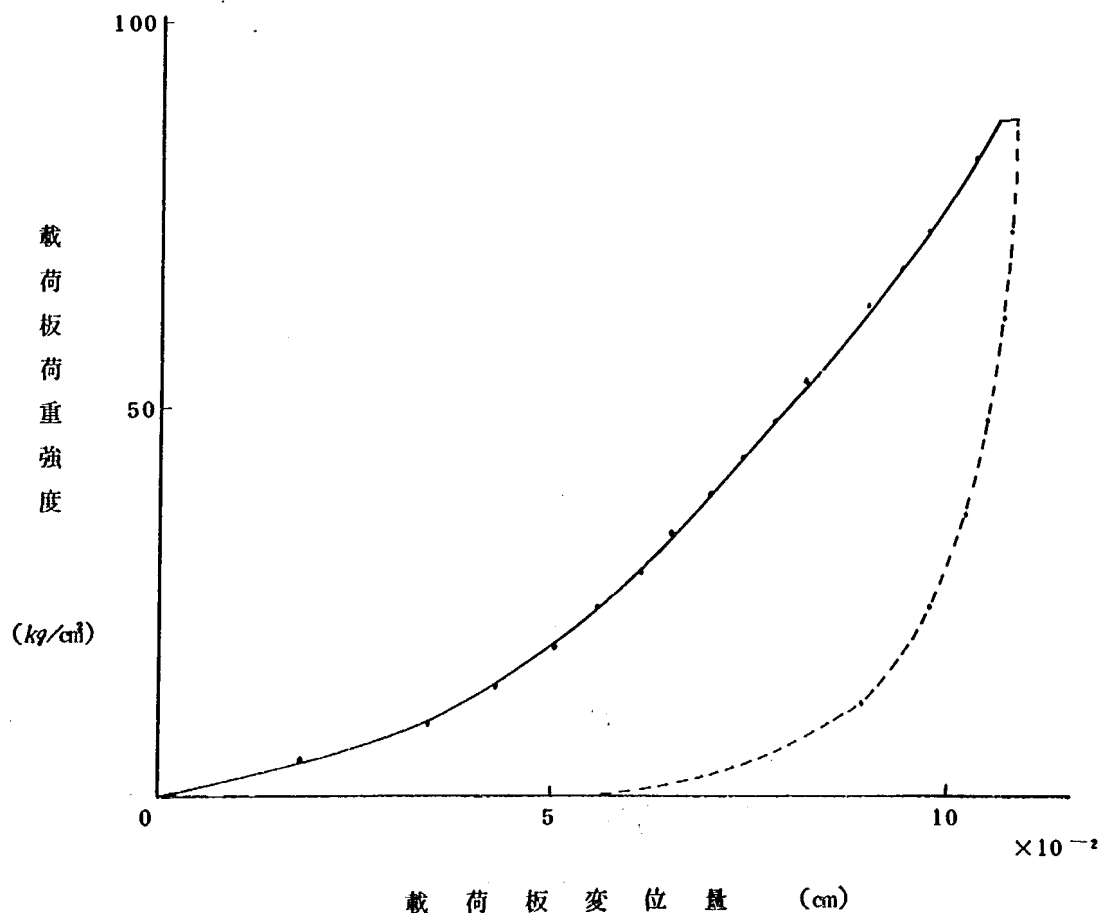
RQD —

有効載荷率 0.41

荷重 (Kg/cm ²)	スタンドパイプの 読み (cc)		変位量 (cm)
	読み 取り値	初期 補正值	
0	1.433	0	0
4.88	1.492	0.059	0.0180
9.77	1.546	0.113	0.0346
14.65	1.576	0.143	0.0437
19.54	1.599	0.166	0.0508
24.42	1.617	0.184	0.0563
29.30	1.634	0.201	0.0615
34.19	1.648	0.215	0.0657
39.07	1.663	0.230	0.0704
43.96	1.677	0.244	0.0747
48.84	1.690	0.257	0.0786

53.72	1.704	0.271	0.0829
58.61	1.718	0.285	0.0872
63.49	1.730	0.297	0.0909
68.38	1.742	0.309	0.0945
73.26	1.753	0.320	0.0979
78.14	1.763	0.330	0.1010
83.03	1.773	0.340	0.1040
87.91	1.783	0.350	0.1071
"	1.786	0.353	0.1080
"	1.788	0.355	0.1086
"	1.789	0.356	0.1090
73.26	1.788	0.355	0.1086
61.05	1.784	0.351	0.1074

48.84	1.778	0.345	0.1055
36.63	1.768	0.335	0.1025
24.42	1.754	0.321	0.0982
12.21	1.726	0.293	0.0896
0	1.613	0.180	0.0551
0	1.606	0.173	0.0530
0	1.604	0.171	0.0523
0	1.603	0.170	0.0520



荷重強度～変位量図

000000

000000

孔内載荷試験の室内試験と現場計測

土研資料第 1568 号
昭55年3月(1980)

今 田 徹
猪 熊 明

キーワード 孔内載荷試験 現位置試験岩盤力学

要 旨

本報告は、トンネルの地山の良否を事前に評価する
ための孔内載荷試験に関するもので、試験機取扱い要
領、室内試験、現場計測についてまとめたものである。



郵便はがき

20円切手
をはいて
下さい

3 0 5 - □ □

茨城県筑波郡豊里町旭一番地

建設省土木研究所

トンネル研究室

御中

No. 000007

No. 000007

土研資料第 1568 号
配布先氏名

配布先住所





土木研究所資料第 1568 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印

