

運輸省港湾技術研究所

# 港湾技術研究所 報告

---

---

REPORT OF  
THE PORT AND HARBOUR RESEARCH  
INSTITUTE  
MINISTRY OF TRANSPORT

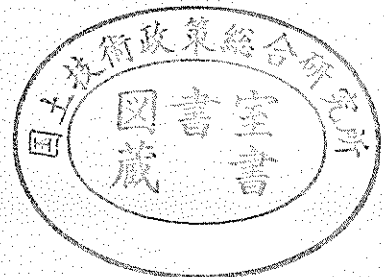
---

VOL. 8

NO. 2

JUNE 1969

NAGASE, YOKOSUKA, JAPAN



港湾技術研究所報告は第7巻第1号より年4回定期的に刊行する。ただし第1巻から第6巻および欧文編第1号から第15号までは下記のとおり不定期に刊行された。  
報告の入手を希望する方は論文番号を明記して港湾技術研究所長に申し込んで下さい。

和文篇 (Japanese Edition)

- Vol. 1. No. 1 (1963)
- Vol. 2. Nos. 1~3 (1963~1964)
- Vol. 3. Nos. 1~7 (1964)
- Vol. 4. Nos. 1~11 (1965)
- Vol. 5. Nos. 1~15 (1966)
- Vol. 6. Nos. 1~8 (1967)

欧文篇 (English Edition)

- Report Nos. 1~15 (1963~1967)

The Report of the Port and Harbour Research Institute is published quarterly, either in Japanese or in occidental languages. The title and synopsis are given both in Japanese and in occidental languages.

The report prior to the seventh volume were published in two series in Japanese and English as listed above.

The copies of the Report are distributed to the agencies interested on the basis of mutual exchange of technical publication.

Inquiries relating to the Report should be addressed to the director of the Institute specifying the numbers of papers in concern.

# 港湾技術研究所報告 (REPORT OF P.H.R.I.)

第8巻 第2号 (Vol. 8, No. 2), 1969年6月 (June 1969)

## 目 次 (CONTENTS)

1. 沖積粘土のボーリングおよびサンプリングに関する研究 (第4報)  
..... 松本一明・堀江宏保・奥村樹郎..... 3  
(Studies on Boring and Sampling of Saturated Alluvial Clays (4th Report)  
.....Kazuaki MATSUMOTO, Hiroyasu HORIE and Tatsuro OKUMURA)
2. 載荷時間の圧密諸係数におよぼす影響について..... 小川富美子..... 21  
(Effect of Loading Duration on the Consolidation Indices..... Fumiko OGAWA)
3. スパッドを有する作業船の船体に作用する波力について (第1報)  
..... 小岩 啓生・大平 勝・平山 勇・白鳥保夫..... 51  
(Wave Force on a Hull of a Working Craft with Spuds (1st Report)  
.....Taisei KOIWA, Katsu OHIRA, Isamu HIRAYAMA and Yasuo SHIRATORI)
4. 水噴流による水中の岩盤の理論的破碎過程について  
..... 藤井喜一郎・守口照明..... 71  
(On the Theoretical Analysis of the Destruction of Rocks in Water by Water Jet  
.....Kiichirou FUJII and Teruaki MORIGUCHI)

# 1. 沖積粘土のボーリングおよびサンプリングに関する研究 (第4報)

松本一明\*・堀江宏保\*・奥村樹郎\*\*

## 要 旨

今回の野外実験ではサンプリング方法の相違が土の強さに及ぼす影響について調べた。すなわち

- 1) フォイルサンプリングにおける  $q_u$  値の信頼度について
- 2) 追切り工法の効果について
- 3) 押込方法および押込速さの影響について

これらの結果を要約するとつぎのようになる。

- 1) フォイルサンプリングについては、今回の結果では 10~20% 強度の減少が認められており、土の強さを求めることを目的としたサンプリングには好ましくない。
- 2) 追切りの効果はサンプリングチューブの刃先部 10 cm に認められるが、全体的にみた場合ほとんど差異はなく追切りの複雑な操作を考慮すれば引抜き方法でも十分である。
- 3) 押込方法は連続的に行ない、押込速さは高速 (20 cm/sec) 均一に行なうことが乱れのもっとも少ないよい結果を得る。

---

\* 土質部 土質試験課

\*\* 土質部 土質試験課長

# 1. Studies on Boring and Sampling of Saturated Alluvial Clays (4th Report)

Kazuaki MATSUMOTO\*  
Hiroyasu HORIE\*  
Tatsuro OKUMURA\*\*

## Synopsis

As a part of field test series, the effect of the difference in the sampling methods on the unconfined compression strength were investigated:

- 1) on the reliability of the  $q_u$  test results by the foil sampling
- 2) on the merit of P. H. R. I.—61 Method (washing around the tube before pulling it out)
- 3) on the effect of the methods and speeds of penetrating the sampler.

Test results are summarized as follows:

1) Foil samling reduced the strength of the sample as much as 10—20%, and this method is not suitable for obtable for obtaining the strength of the sample.

2) The merit of P. H. R. I.—61 Method was restricted to the range of 10 cm from the lower end of the tube, and, as a whole, no appreciable difference from the ordinary method was observed. Therefore, the ordinary pulling-out method may be enough in practice, considering the complicated operations for the former.

3) As for the method of penetration, a continuous high speed (20 cm/sec) of uniform penetration gives the least disturbed sample.

---

\* Member of Soil Test and Investigation Section, Soils Division

\*\* Chief, Soil Test and Investigation Section, Soils Division

## 目 次

要 旨	3
1. ま え が き	7
2. 試作した自走式ボーリングマシンについて	7
2-1 概 要	7
2-2 性 能	8
3. 調 査 概 要	8
3-1 実験場と土質について	8
3-2 調査項目について	9
3-3 調査結果の良否を判定する試験方法について	9
4. 調 査 結 果	10
4-1 土質試験結果	10
4-2 サンプルング方法の相違が土の強さに及ぼす影響について	13
(1) フォイルサンプルングにおいて土の強さの測定を目的として 考えた場合の実用性について	13
(2) 追切り工法の効果について	14
4-3 押込方法および押込速度が土の強さに及ぼす影響について	15
(1) 押込方法（連続と断続の比較）	15
(2) 押込速度（高速、中速、低速の比較）	16
4-4 弾性係数 ( $E_{30}$ ) について	17
5. ベーン試験	18
6. 供試体寸法（径長比 1:1）が土の強さに及ぼす影響について	18
7. ま と め	19
8. あ と が き	19
参 考 文 献	19

## 1. ま え が き

1965年以来毎年ボーリングおよびサンプリングに関する研究実験を野外の自然地盤において実施し、その結果を報告してきたが<sup>1)2)3)4)</sup>、今年(1968年11月)も同一実験場において主としてサンプリングに関する実験を実施した。

今回の実験は作業の単純化と能率化を目的として試作した自走式ボーリング車を使用して行なったもので、その試作機の概要を併せて報告する。

今回の実験内容は、

- 1) サンプリング方法の相違すなわち、フォイルサンプリングによる試料の強度面への適用性あるいは、追切り工法の効果
- 2) サンプリングにおけるサンプラーの押込方法あるいは押込速さの影響についての調査を主体とした。そのほか
- 3) ベーン試験における作孔方法の相違によるセン断強さへの影響
- 4) 一軸圧縮試験における供試体の径長比が土の強さに及ぼす影響などについて、それぞれ比較検討したのでここに報告する。

## 2. 試作した自走式ボーリングマシンについて

### 2-1 概 要

試作機はシンウォールサンプリングのためのボーリングとフォイルサンプリングに共通して利用できるマシンとし、作業に機動性をもたせるためキャタピラ付きの台車にボーリング用の削孔装置およびフォイル用のヤグラと押込装置を取付け、さらに作業を安全かつ能率的に処理するため全動作を油圧機構によって行なうように計画した。

43年度では予算の関係もありフォイル関係の装置まで完全に装備することはできなかったが、44年度にはこれを完成してフォイルサンプリングを可能にしたいと考えている。

本機の削孔装置は図-1に示すように掘進ストロークを1.5mとして、一般的に行なわれているサンプリング間隔1.5mを一気に掘れるようにした。これによって掘進途中でスピンドルの切換えやドリルパイプの継足しによる停止の必要がなくなり、掘進時間の短縮によって地盤の乱れを少しでも防ぐとともに能率の向上が期待でき、さらにサンプリングにおける押込みを連続的行なうことが可能である。(写真-1参照)

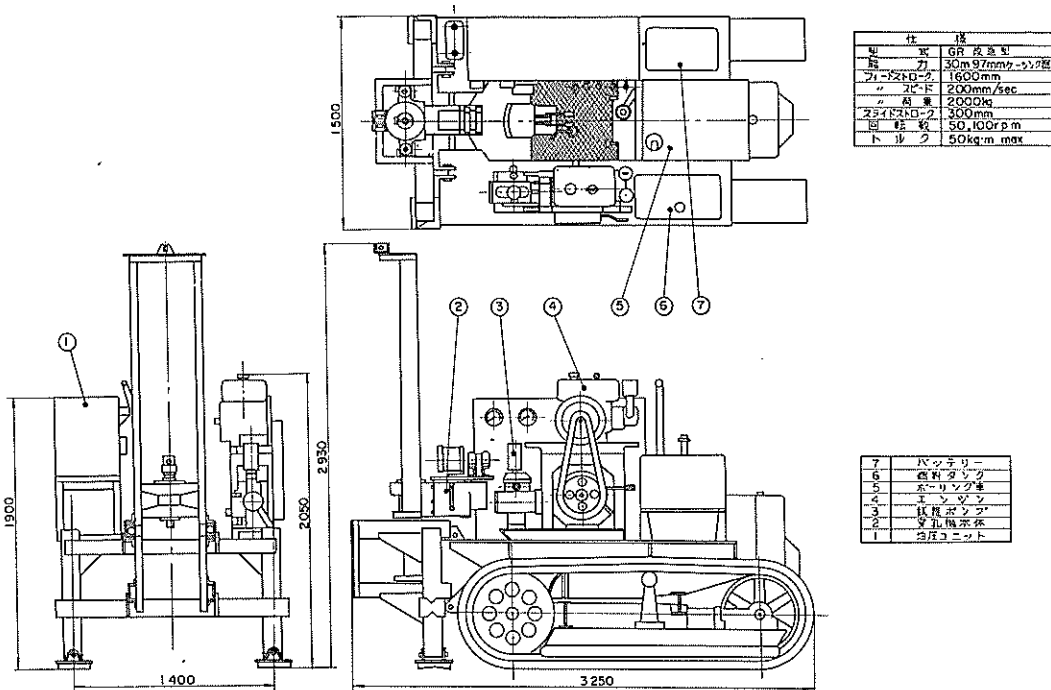


図-1 試作した自走式ボーリング車

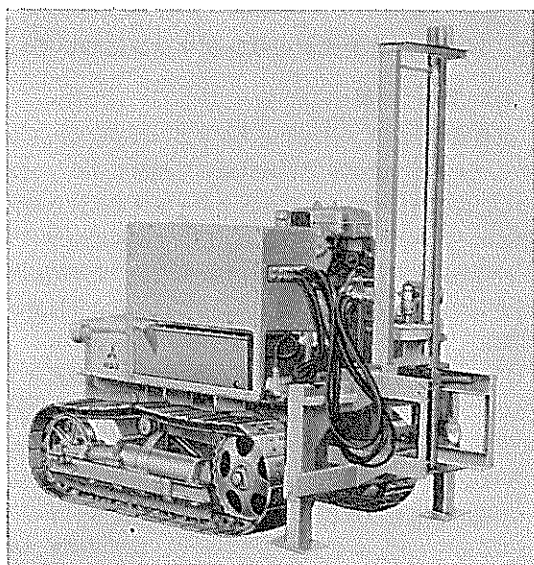


写真-1 自走式ボーリング車

## 2.2 性能

本機の性能については次に示すとおりである。

- (1) 走行車 (三菱 BS-3)
  - (i) 馬力 32 ps
  - (ii) 接地圧 約 0.3 (kg/cm<sup>2</sup>)
  - (iii) アウトリガー装備
- (2) 削孔装置 (東邦地下工機 KK, GR 改良型)
  - (i) 油圧ポンプ能力 140 kg/cm<sup>2</sup>, 65 l/min
  - (ii) 掘進能力 50 m
  - (iii) 掘進型式 ロータリー方式
  - (iv) 昇降装置
    - (a) フィード方式 オイル方式
    - (b) ストローク 1500 mm
    - (c) 昇降速度 0~200 mm/sec
    - (d) 回転速さ 50, 100 rpm 2 段切換
    - (e) 最大給圧力 2,000 kg
    - (f) 昇降装置の前後進ストローク 500 mm
- (3) 送水ポンプ (既設のものを搭載)
  - (i) 流量 60 l/min
  - (ii) 圧力 30 kg/cm<sup>2</sup>

## 3. 調査概要

### 3-1 実験場と土質について

実験場は過去 3 年間継続して実施してきた実験との関連性をもたせるため図-2 に示すように毎年実施している場所とした。

この実験場の土質は毎年報告しているのですが、とくにとりあげることもないが一応紹介すると、図-3 の土性図に示すように自然含水比 ( $w$ ) が液性限界 ( $w_L$ ) を上回るようなきわめてやわらかい鋭敏な粘土地盤である。またこの土質の特徴は一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) に対応する軸ヒズミ ( $\epsilon$ ) が 2~3% ときわめて小さく、わずかな外部応力によって変形あるいは破壊を生ずる扱いかいにくい土であるが、この種の実験には微少な影響を顕著に反映するので好都合の土質条件を満していることになる。

実験場の地表面は干拓によって旧海底を露出したところであるが、その露出面はちょうど浸透水によって表面が覆われた形になっており乾燥による影響はなく、また

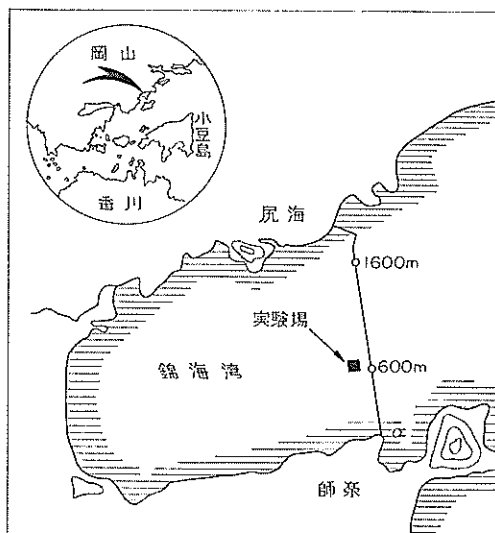


図-2 実験場位置図

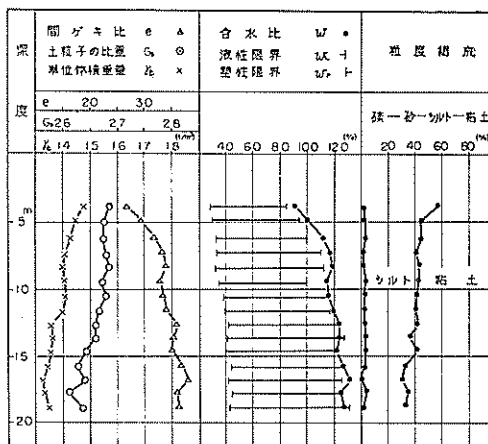


図-3 土質試験結果図



沖積粘土のボーリングおよびサンプリングに関する研究 (第4報)

土質についても既応資料からかなり広範囲に亘って均一であることが確認されている。しかし、この種の実験においては土質の均一性が最も大切な条件となるので、今回も単位体積重量 ( $\gamma_t$ ) と含水比 ( $w$ ) を測定し既応の

値と比較した。

その結果を図-4に示す。図のようにほとんど差異はなく、同一地盤とみなしても差支えない。

3.2 調査項目について

調査内容については、1.「まえがき」でも述べたが、表-1に一覧表として示し、そのボーリング孔の配置については図-5に示す。

3.3 調査結果の良否を判定する試験方法について

サンプリングの良否を判定する方法としては種々あるが現場で手軽に試験できないために運搬したり、また試験操作を経るためにその過程での乱れが入り込み、サンプリング方法の相違によるサンプリング過程での乱れを正しく把握できないことも考えられる。

サンプリングの良否すなわち乱れの影響は終局的に強度の減少という形で現われてくるので、一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) とそれに対応するヒズミ ( $\epsilon$ ) から乱れの度合を判定するのも一つの方法と思われ、今回も従来と同様、一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) とそれに対応するヒズミ ( $\epsilon$ ) および弾性係数 ( $E_{50}$ ) を求め、それぞれのケースについて比較検討した。

また、今回は新しい試みとしてサンプリングした土の過剰間ゲキ水圧をはかることで乱れの度合を調べる方法も実施した。すなわち、土被りを受けていた飽和粘性土をサンプリングによって取り出すと試料に負の残留間ゲキ水圧を生じるが、乱れの度合いが大きくなるに従って負の残留間ゲキ水圧が減じ、0に近づくことが知られて

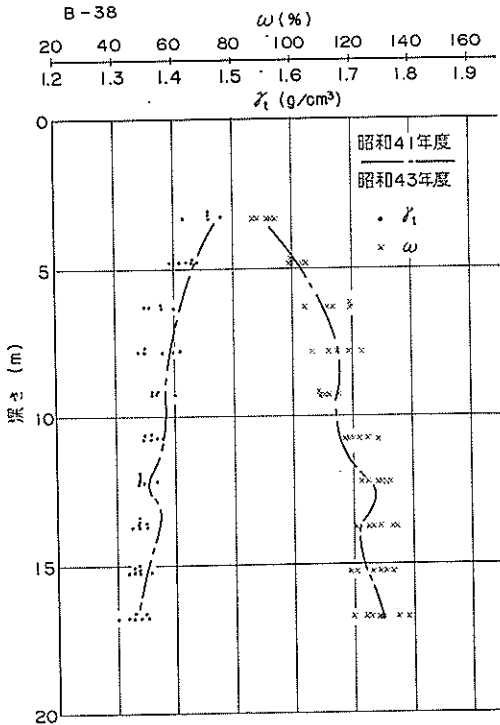


図-4 実験場の土質の均等性

表-1 調査項目一覧表

ボーリング No.	最終深さ (m)	サンプリングチューブの諸元 (mm)				目的	ボーリング方法	サンプリング方法	供試体寸法 (mm)
		肉厚 (t)	内径 ( $\phi$ )	長さ (l)	材質				
B-34	16.8	1.3	75	1000	ステンレススチール	標準的サンプリング (押込み速さの比較)	ドリルパイプ式	非回転引抜	$\phi$ 35 180
B-35	16.8	1.3	75	1000	"	追切りと引抜きの比較	"	追切り	$\phi$ 35 180
B-36	16.7	1.3	75	1000	"	押込み方法の比較 (断続押込み)	"	非回転引抜	$\phi$ 35 180
B-37	16.8	1.3	75	1000	"	供試体寸法の長径比 1:1 の実用性検討	"	"	$\phi$ 75 180
B-38	16.8	1.3	75	1000	"	押込み速さの比較 (低速押込み)	"	"	$\phi$ 35 180
B-39	16.8	1.3	75	1000	"	押込み速さの比較 (高速押込み)	"	"	$\phi$ 35 180
B-40	17.2	ベーンセン断試験				作孔方法の比較 (サンプリング孔による)	"	非回転引抜 (保存試料)	—
B-41	16.5	"				作孔方法の比較 (ボーリング孔による)	"	—	—
F-1	20.0	フォイルサンプリング				フォイルサンプリングとシンウォールサンプリングとの比較	—	フォイルサンプリング	$\phi$ 35 180 $\phi$ 66 180



沖積粘土のボーリングおよびサンプリングに関する研究 (第4報)

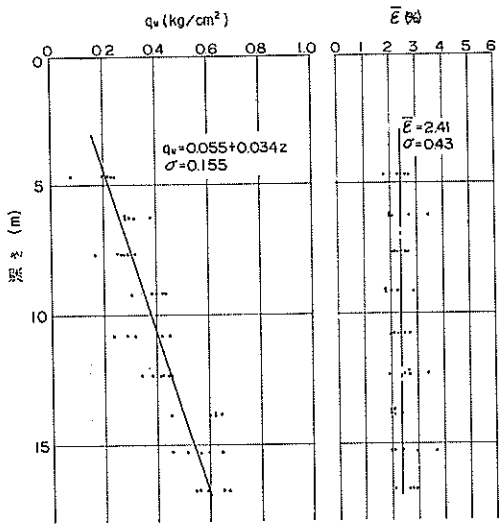


図-6 一軸圧縮試験結果図  
(B-34, 中速押込)

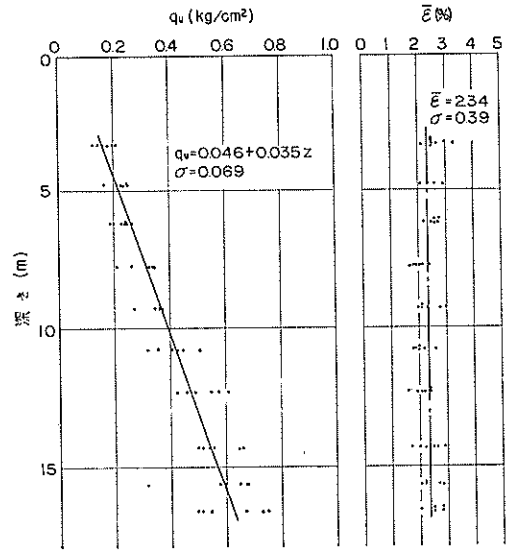


図-8 一軸圧縮試験結果図  
(B-36, 断続押込)

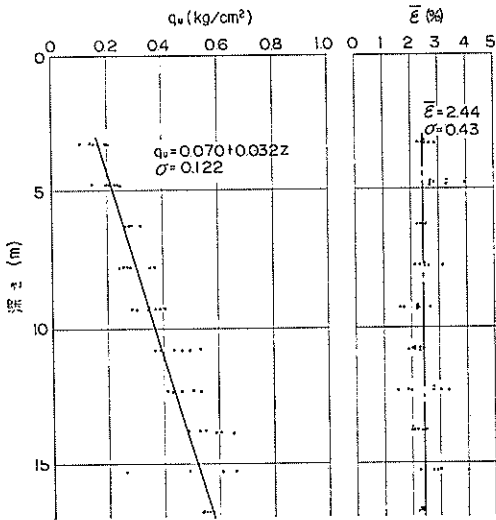


図-7 一軸圧縮試験結果図  
(B-35, 追切り)

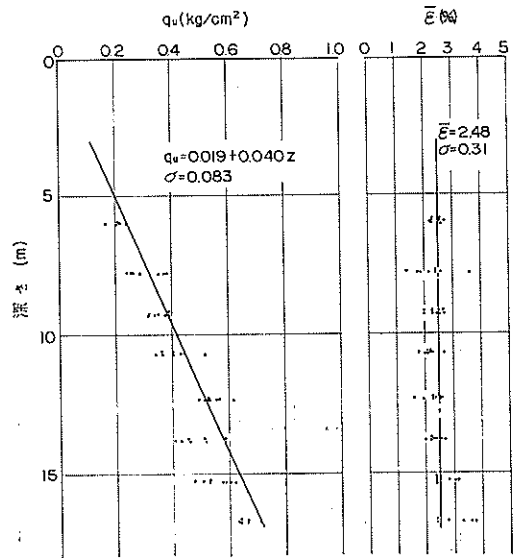


図-9 一軸圧縮試験結果図  
(B-37, 供試体形状)

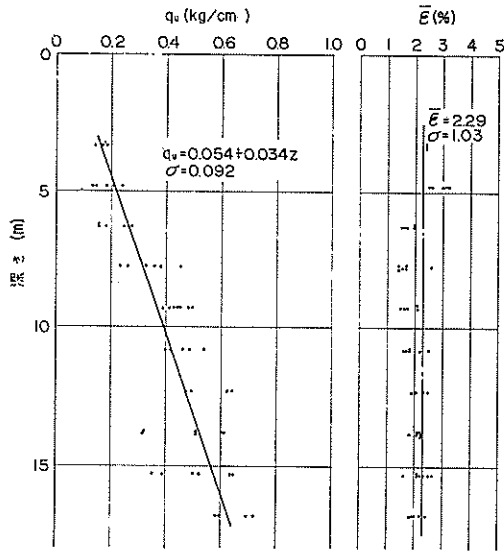


図-10 一軸圧縮試験結果図  
(B-38, 低速押込)

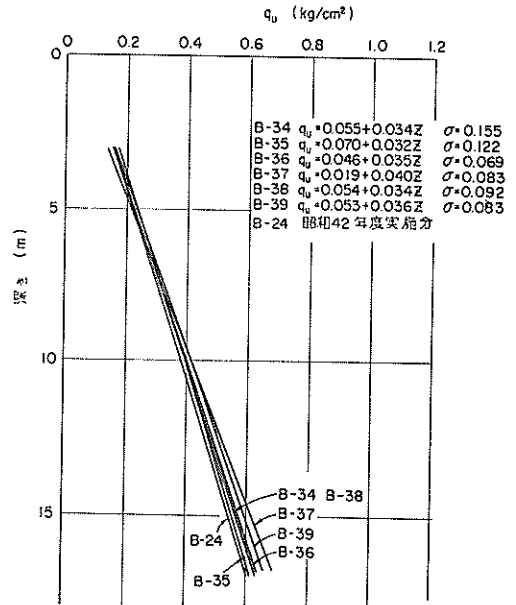


図-12 最小自乗法による  $q_u$  と深さの関係

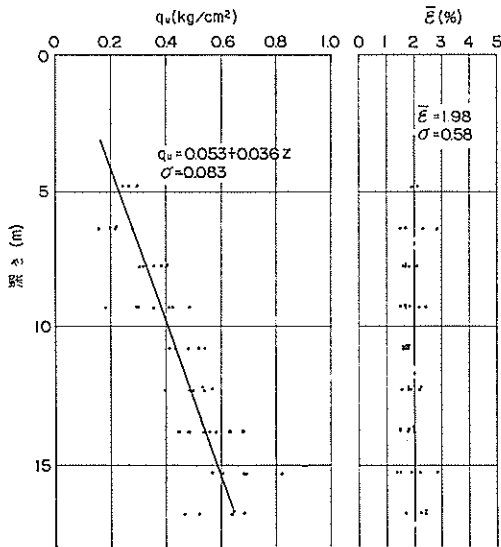


図-11 一軸圧縮試験結果図  
(B-39, 高速押込)

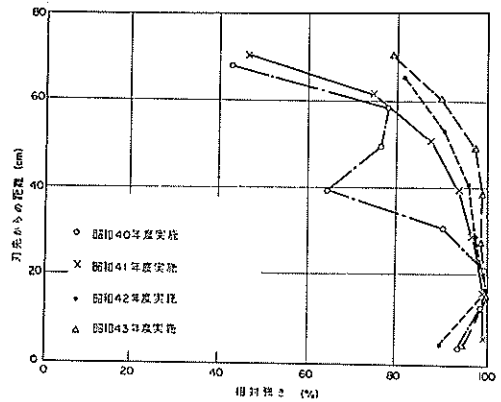


図-13 サンプルングチューブ内の強さ分布

沖積粘土のボーリングおよびサンプリングに関する研究 (第1報)

上して 100% に近づき、ばらつきが減少してきている。

これは調査に直接携わった者の技術の向上にもよろうが年々改良してきた使用機器の性能に大きな原因があるように思われる。

以下、各比較において  $q_u$  の平均直線のみを示し、これらについて検討する。

4.2 サンプリング方法の相違が土の強さに及ぼす影響について

(1) フォイルサンプリングにおいて土の強さの測定を目的として考えた場合の実用性について

フォイルサンプリングはシンウォールサンプリングにくらべて利用度が低く、とくに海上においてはその利用が少ない。この理由として、

- 1) 装置が大型で足場ヤグラ上への搬入、組立が困難なこと。
- 2) 陸上にくらべて押込反力がとりにくいこと。
- 3) 水深部分だけ余分のガイドパイプが必要になること。
- 4) 陸上部での作業よりさらに熟達した技術が必要になることなどによるものと思われる。

シンウォール方式では一般に 1.5 m に 1 本 (採取長 80 cm) の割合でサンプリングされることが多く、最も密なサンプリングでも 1.0 m に 1 本 (採取長 80 cm) の割合で行なわれている。

このような場合、採取されない 70 cm または 20 cm の間に偶然サンドシームを挟んでいれば見逃されてしまう恐れが多分にある。しかし、この薄層が排水層として重要な意味をもつことも多いので連続サンプリングによって確認できれば設計上きわめて有利になることもある。また、すべり面の調査などにおいても連続サンプリングは破壊機構の解析を容易にすることが考えられる。

これらから、フォイルサンプリングのように切れ目のない連続した試料を採取することが必要になるが、この方法をサンドシームなど成層状態をつかむだけに利用することは装置が大がかりな上に熟達した技術を必要とするのできわめて不経済である。

したがって、採取試料の乱れの度合がシンウォールサンプリングと同一程度 (土の強さが同じ) であれば成層状態の完全把握とともに土の強さ ( $q_u$  値) も求められるので、これに優るものはない。

そこで今回はこのフォイルサンプリングと一般的なシンウォールサンプリングと比較して強度の信頼度について確かめた。この土の強さの測定においては、フォイルサンプリングにより採取した試料のすべてを連続的に標

準方法によって一軸圧縮試験することは大変な手間を要するので、標準方法すなわち成形供試体による試験は 50 cm おきとし、残りはフォイルから取り出した形状のまま (非成形法) 高さを 8 cm として連続的に試験を行なった。

前者の結果を図-14 に示し、後者の結果を図-15 に示す。また、シンウォール方式とフォイル方式を比較したものを図-16 に示す。

図-14 および 図-15 でわかるように  $q_u$  値がおおよそ一定した間隔ごとに減少する傾向を示している。この減少している深さが、おおよそガイドパイプの接続のために休止した位置のように思われる。パイプの接続のさいにはピストンとフォイルの引張りをゆるめぬよう注意しながら操作をするが完全固定とはいえず、この影響と押込継目による影響あるいは、引揚げ時のパイプの切り離し作業における継目付近の乱れなど種々の原因が重なり合って強度を減少させているものと考えられる。

一方、図-16 のようにシンウォール方式によって採取した  $q_u$  値の平均直線とフォイル方式によるそれとをく

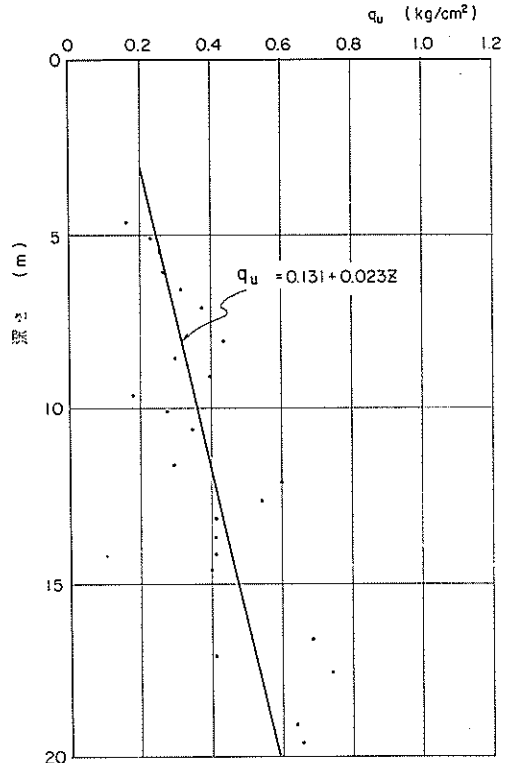


図-14 フォイルサンプリングによる  $q_u$  の深さ分布 (成形)

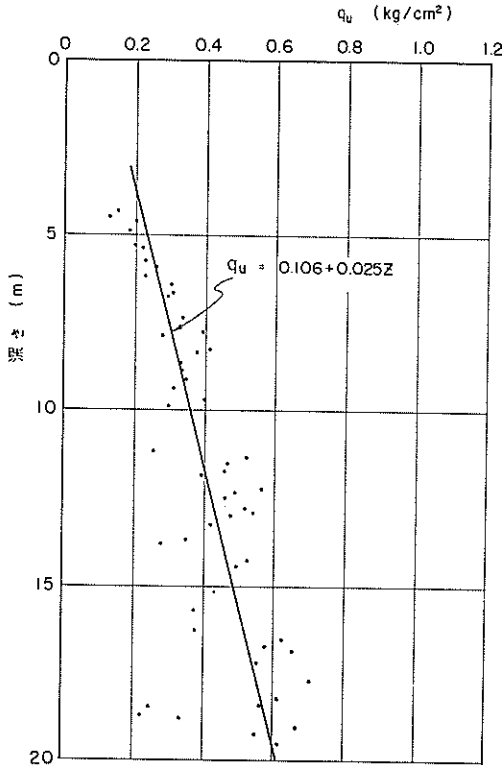


図-15 フォイルサンプリングによる  $q_u$  の深さ分布 (非成形)

らべると、今回の結果ではフォイルの方が 10~20% 強度が減少している。

これは上述した種々の原因のほか、試験のさいの試料の引出しによって生ずる引張りや曲げなどによる影響も含まれてくるものと思われる。

したがって、フォイルサンプリングはかなり高度な技術と配慮によっても土の強度を設計値として用いる場合十分なる検討が必要である。

(2) 追切り工法の効果について

サンプリングにおける試料引揚時の処置としては次の3つの方法が考えられる。

(i) 回転引抜き

土との縁切りのための回転を行なってから引抜く。

(ii) 非回転引抜き

土との縁切りのための回転を行なわないで引抜く。

(iii) 追切り

サンプリングチューブ周囲の土をウォッシング

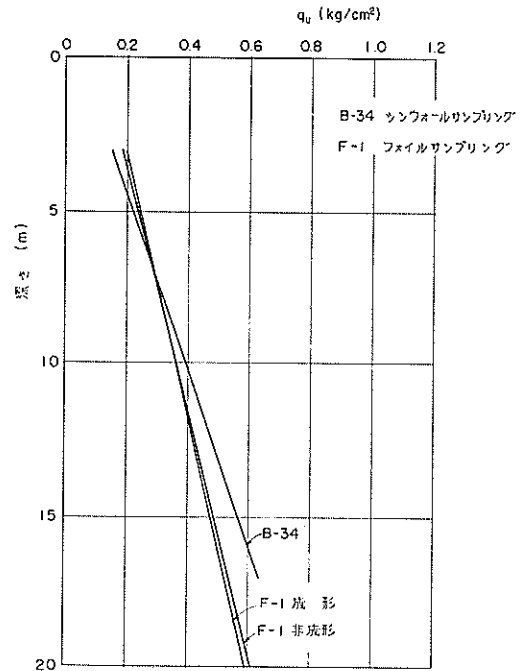


図-16 最小自乗法による  $q_u$  と深さの関係 (シンウォールサンプリングとフォイルサンプリングの比較)

によって洗滌してから引揚げる。

この中で (i) と (ii) は一般的に行なわれている方法で (iii) についてはとくに運輸省の港湾関係とその関連機関に用いられている。しかし、この追切り工法も用具の不備あるいは未熟な技術のために逆効果を招くことが多い。

そこで、筆者らも以前よりその効果について検討を進めているが、今回も再検討の意味で一般的工法（ボーリングはドリルパイプ方式による）と比較検討した。

図-17 は工法別のサンプリングチューブ内の土の相対強度分布を示し、図-18 は工法別に  $q_u$  値の深さ分布を最小自乗法によって整理した直線を示す。

図-17 によれば、チューブの刃先部 10 cm に追切りの効果が現われているが、上部では両者に差異はみられない。また、図-18 でもわかるように  $q_u$  値の深さ分布の全体的傾向として追切りの方がむしろ小さい値になっている。

この理由として考えられることは、追切りのさいドリルパイプが心円な回転をしないため（心円の回転は不可能）そのほとんどが強い力でチューブを押しつけながら洗滌していることである。これはチューブの周面につい

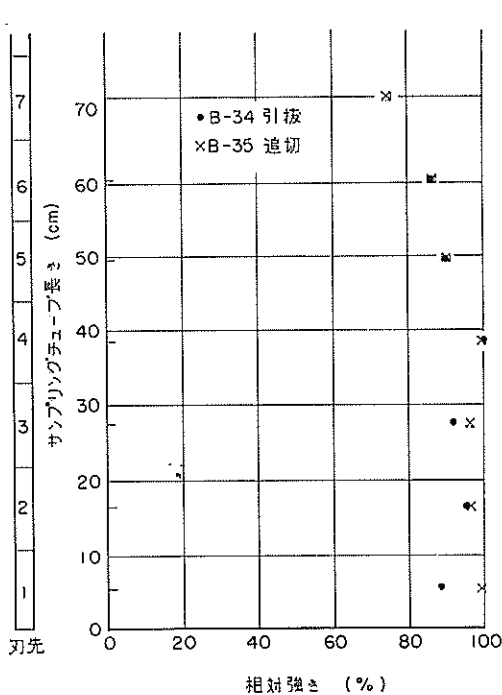


図-17 サンプリングチューブ内の強さ分布 (引抜きと追切りの比較)

た傷あとから推定できる。この影響は当実験場の土質がきわめてヒズミの小さい土であることなどからその影響が顕著に現われているものと考えられる。したがって、今回はその点を考慮して剛度の高いステンレススチール製の肉厚 1.3 mm のチューブを使用した。が、まだ多少の変形はまぬがれないようである。

上述のように追切り工法は確かに試料下端部(刃先部)の負圧の悪影響を除いた効果は現われているが、それは下端部 10 cm への影響のみであり、上部には影響を与えないことがわかったので、熟達した技術と時間を要する追切りは引抜きが困難なほどかたい土質など特殊な場合を除いて使用せず、もっぱら引抜き工法で採取し、刃先部 10~15 cm は分類特性を求める試験など乱した試料として供するようにすれば解決できる。

なお、引抜き工法には回転と非回転方式があるが、この点については第3報 (港研報告第7巻2号)<sup>6)</sup> に報告したように非回転方式が適している。

#### 4.3 押込方法および押込速さが土の強さに及ぼす影響について

##### (1) 押込方法 (連続と断続の比較)

押込方法としては次のような方法がある。

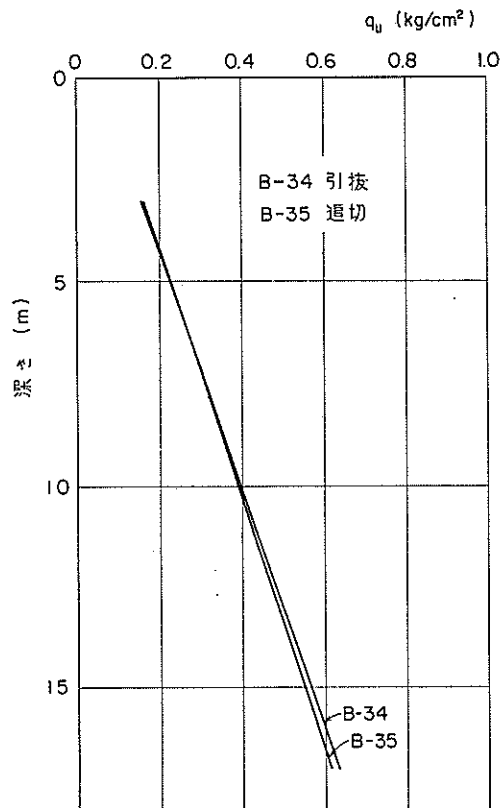


図-18 工法別による  $q_u$  と深さの関係 (引抜きと追切りの比較)

- (i) パイプレンチおよびテコによって人力で押込む。
- (ii) ウィンチまたはチェーンブロックなどで押込む。
- (iii) ボーリングマシンのスピンドルを利用して押込む。
- (iv) 長いストロークを有した油圧装置によって押込む。

この中で (iii) のスピンドルのようにどうしても断続的にしか押込めないものと、操作方法によっては連続的に行なえるものがある。

この押込方法は連続的に一樣な速度で行なうことが望ましいことは周知のことであるが、本当の意味での連続押込みは長ストロークのオイルフィードを有したマシンによることになるが、この種の装置を所有しているところは筆者らのところ以外にはないと思われるので、一般的には断続的に行なわれていることも多いと考えられる。したがって、この両者について比較し土の強さにど

のような影響を与えているか調べた。

今回実施した断続押込みというのは押込長さ 80 cm に対し 10 cm ごとの 8 ステップに区切って押込んだものである。

一方連続押込みは油圧装置によって 80 cm を一様な速さで押込んだものである。

この結果については図-19 に  $q_u$  値の深さ分布を示し、図-20 にチューブ内の土の相対強さ分布を示す。

図-19 のようにチューブ内の試料すべてを平均した値からは連続、断続による差異は認められないが、図-20 に示すようにチューブ内の土の相対強さ分布は明らかに断続による影響が現われている。すなわち、連続方法では  $q_u$  の最大値がチューブ刃先から 2 個目(刃先から 20 cm)の位置に出ているが、断続ではそれが 5 個目(刃先から 50 cm)に現われており、全般的傾向として刃先部に近いほど相対強さが低下している。一般の土質調査ではチューブの下端から 3~4 個(刃先から 30~40 cm)について一軸圧縮試験が行なわれることが多いのでこの

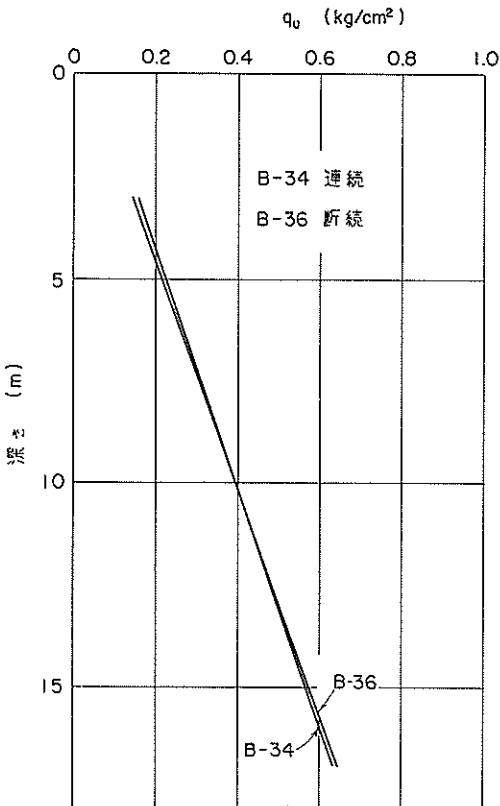


図-19 最小自乗法による  $q_u$  と深さの関係 (連続と断続の比較)

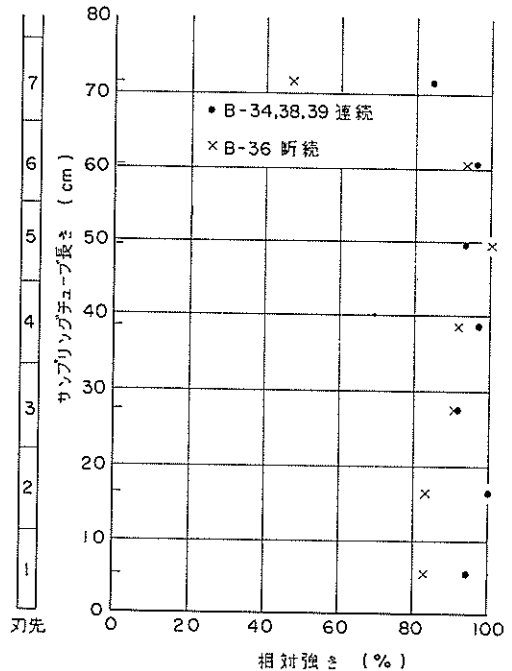


図-20 サンプリングチューブ内の強さ分布 (押込方法の比較)

事実とはくに問題が大きい。

したがって、この点を調べるためチューブ刃先から 3 個目までの  $q_u$  値を最小自乗法によって整理し比較したものを図-21 に示す。

この図によると相対強さ分布(図-20)が示すとおり、断続的押込みの  $q_u$  の深さ分布は低い値を示している。

なお、スピンドルを利用した押込みでは断続のさいにわずかながらもロッドが引き上げられ、試料に引張り力の加わる危険性も考えられるのでこの傾向は一層大きくなるものと思われる。

これら上述の結果から断続的な押込みは好ましくないといえる。

(2) 押込速さ(高速、中速、低速の比較)

押込方法については前述したように油圧装置によって連続的かつ等速度に行なうことが望ましいことは明確であるが、この等速度の度合いについては明確な基準があるわけではなく一般に高速(たとえば 20 cm/sec)の方がよいことが知られており、筆者らもそれと同意見である。

しかし、確たるものではないので今回は低速、中速、高速の 3 段階について比較した。

低速は 1 cm/sec、中速は 5 cm/sec、高速は 20 cm/sec



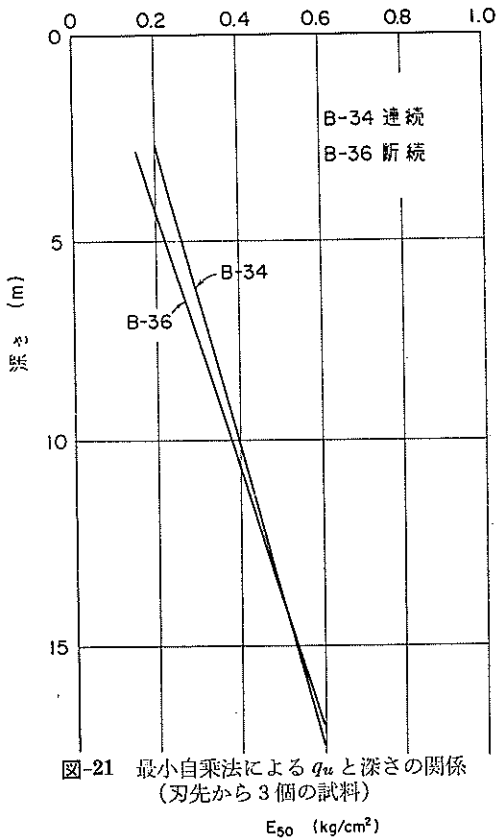


図-21 最小自乗法による  $q_u$  と深さの関係 (刃先から3個の試料)

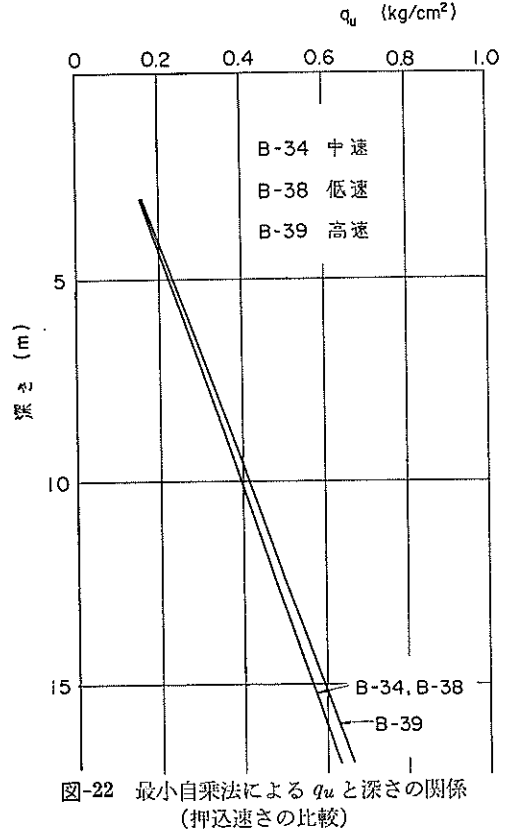


図-22 最小自乗法による  $q_u$  と深さの関係 (押込速さの比較)

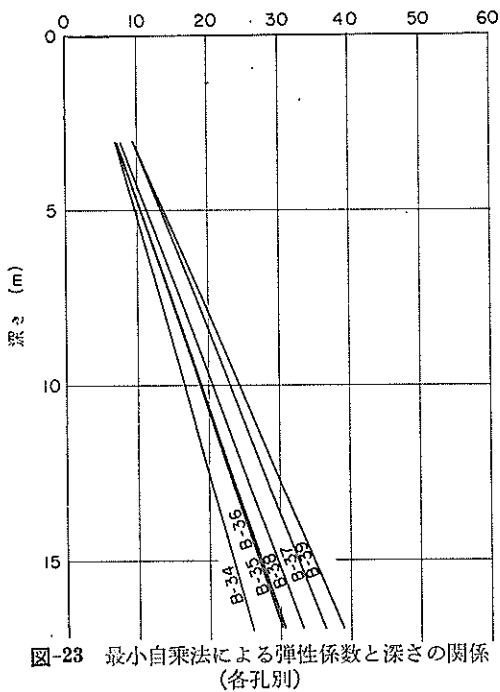


図-23 最小自乗法による弾性係数と深さの関係 (各孔別)

として、いずれも連続的に押込んだ。

その結果を図-22に示す。

この図によれば低速および中速はバラツキの差はあるが、 $q_u$ の平均値はほとんど一致した値を示しており、高速は僅少ではあるが  $q_u$ の平均値は大きく、またバラツキも小さい結果を得ている。しかし、この結果だけから結論づけることはできないが一応、一般周知の高速 (20 cm/sec) が妥当な速さと考えられる。

#### 4.4 弾性係数 ( $E_{50}$ ) について

弾性係数 ( $E_{50}$ ) は各方法別による乱れの影響をつかむ一つの指標になることが知られており、その点について調べてみた。

図-23は弾性係数 ( $E_{50}$ ) の深さ分布を最小自乗法によって整理し各孔を一括して示したものである。

この図によると全孔についてかなりのバラツキはあるが深さとともに増加する傾向にある。これは前出の図-6~11に示すようにヒズミ ( $\epsilon$ ) が深さに対しほぼ一定していることから必然的に  $q_u$  値の勾配に相似することがわかる。

弾性係数 ( $E_{50}$ ) から土の強さの推定あるいはサンプリ

ングによる乱れの度合いを知ることが報告されているが、今回の結果は、とくに乱れの度合いを判定する適切な資料とはならなかった。

### 5. ベーン試験

ベーン試験の精度が向上し、一軸圧縮強さ ( $q_u$ ) と同等の地盤強さが得られれば試料採取を行なうことなく原位置で直ちに土の強さが求められる利便性があるが大いに利用される場所であるが現段階ではまだ参考数値としての域を脱していない。

そこで筆者らはこの値を設計値として用いられるまでに精度を高めるとともに、技術的個人差による測定値の相違が生じないようにするため一昨年から毎年実施検討している。

一般的なベーン試験の場合、ウォッシングによる削孔の影響がかなり顕著に測定値を低下させていることが考えられるので今回はベーンを挿入するための削孔を通常のウォッシングによるボーリング孔で行なう場合と一般的なシンウォールサンプリングによってあけられた孔を利用して行なう場合と比較した。

その結果を図-24 に示す。

この図が示すようにウォッシングによる削孔とサンプリングにより静的にあけた孔とは明らかな差異が認められ、予想どおりウォッシングによる孔底付近の乱れの

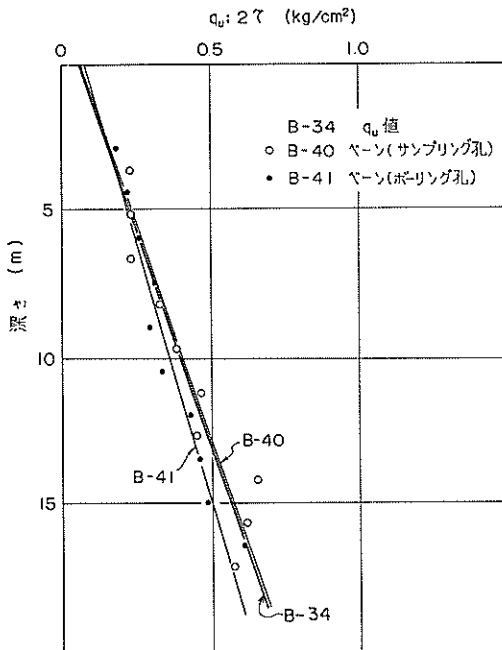


図-24 ベーン試験結果

影響がこのような差として現われたものと思われる。

後者によるベーンせん断強さは昨年と同様に標準的と思われる  $q_u$  値とほとんど一致したが、まだ一般的にいわれている  $q_u < 2 \cdot \tau$  の関係になっていない。これは第2報および第3報でも述べたように本実験場の土は破壊ヒズミがきわめて小さいため地盤にベーンを挿入するさいに乱されることが原因の一つとして考えられる。

なお今後、ベーンの挿入深さを変化した実験を行なってさらに詳しく究明する必要がある。

### 6. 供試体寸法 (径長比 1:1\*) が土の強さに及ぼす影響について

最近、供試体の径長比が 1:1 でも試験結果には影響を与えないといわれており、筆者らも昨年度 (1968, 10) の野外における研究実験の一部として取上げ実用上問題ないことを確認している。

今回は径長比 1:1 のものについてのみ実施し前回の

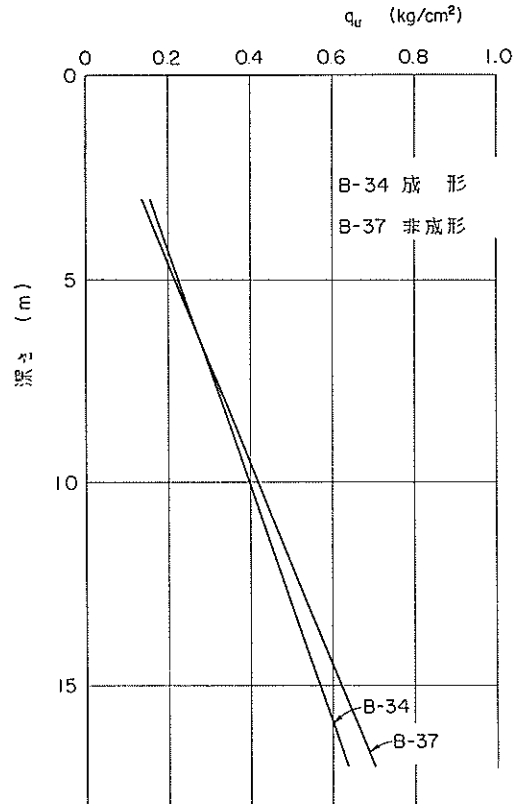


図-25 最小自乗法による  $q_u$  と深さの関係 (供試体寸法の比較)

\* 注：径長比とは供試体の直径と高さの比をいう。

結果を再確認することを目的とした。

この試験に用いた供試体は昨年と同様、サンプリングチューブから押し出したままの状態（非成形）すなわち直径 7.5 cm、高さ 8.0 cm として両端面を平らに仕上げたもので試験にさいしては両端面に油を塗り側方への広がりやさまたげないようにした。

その試験結果を図-25 に示す。

図のように標準寸法（ $\phi$  3.5 cm / 8.0 cm）による  $q_u$  値とは昨年度の結果にくらべると開きはあがるが大差なく、ヒズミ（ $\epsilon$ ）はほぼ一致した値を示しており、ヒズミの標準偏差（ $\sigma$ ）は小さい結果を得ている。

また、4-2(1) で述べたフォイルサンプリングにおける成形（ $\phi$  3.5 cm, 8.0 cm）と非成形（ $\phi$  6.6 cm, 8.0 cm）をくらべてみても  $q_u$  値、およびその標準偏差（ $\sigma$ ）共ほぼ一致した値を示しており、フォイルの乱れによる強度の減少度合を両者共よく現わしている。

これらの結果から、この種の土質については非成形による径長比 1 : 1 の供試体（ $\phi$  7.5 cm, 8.0 cm）でも十分実用に供し得る。ただし異なった土質における実用性については今後の研究を待たねばならない。

## 7. ま と め

今回の結果から終局的結論は得られないが一応項目別にまとめてみるとつぎのようになる。

### (1) フォイルサンプラーの実用性の検討

フォイルサンプリングは連続した試料採取が可能であるから地層を切れ目なく確認できる利点があるが反面、

- (i) 刃先の断面積比がシンウォールサンプラーにくらべてかなり大きいこと
- (ii) フォイルテープの張力を常に一定に保つことが困難なこと
- (iii) 押し込み継目の影響
- (iv) 試料の引出しのさい生ずる曲げおよび引張りによる影響
- (v) 操作技術の熟達度による影響

などにより乱れの原因につながる要素を多く包含しているので今回の結果もシンウォールサンプリングにくらべて 10~20% 低い値となっている。したがって、土の強さを求めることを目的とした調査ではかなり慎重な配慮と熟達した技術が必要である。

### (2) 追切りの効果

追切りの効果はチューブの刃先部 10 cm によく現われているが、それより上部は引抜き工法にくらべてやや強さが低下している傾向にある。この理由として追切り適

程でのチューブ変形が考えられる。

したがって、この種の土質においてはチューブ刃先部 10 cm の試料の取扱いを考慮すれば必ずしも追切りを行なう必要もないと考えられる。ただし、この工法に使用するドリルパイプによる削孔は利点も多いので今後共活用すべきであろう。

### (3) 押込方法

断続的に押込んだ場合、チューブ内の相対強さ分布をみるとチューブ下端ほど低い値を示している。一般には刃先部の 3~4 ケについて試験することが多いので  $q_u$  値を過小評価する結果になり好ましくない。

したがって、押し込みは連続的に行なうのがよい。

### (4) 押込速度

今回の結果からは顕著な差はみられなかったが、高速が中速、低速にくらべてやや  $q_u$  値が大きくバラツキも小さい結果となっており予想どおり高速（20 cm/sec）が妥当と考えられる。

### (5) 弾性係数（ $E_{50}$ ）

今回の結果では弾性係数（ $E_{50}$ ）から乱れの影響をつかむ適切な資料は得られなかった。しかし、圧縮強さの推定や乱れの度合を知る一つの目安となる値であるから今後さらに究明する予定である。

### (6) ベーン試験

ベーン試験においてベーンの地盤への挿入長さが 35 cm 程度では削孔による孔底の乱れがかなり影響していることがわかった。したがって挿入長さ 35 cm 程度では孔底の乱れの少ない削孔方法すなわち、シンウォールサンプリングなどのように静的にあげた孔を利用して行なうなど削孔方法の選択に注意する必要がある。

### (7) 供試体寸法（径長比 1 : 1）について、

前回の第 3 報と同じように供試体の直径と高さの比が 1 : 1 でも標準寸法（径長比 1 : 2）との差異はほとんどなく、この種の土質については実用可能である。

## 8. あとがき

過去 4 年間同一土質による野外実験を実施し、その結果試験項目によっては終局的結論を得るまでには至らなかったものの、今回で一応の方向づけができた。

今後は土質を変えた野外実験または、室内実験に重点を置いてさらに深く究明すべく努力している。

終りに本調査にあたって実験場を提供され御協力をいただいた錦海塩業株式会社の各位に深甚なる謝意を表す次第である。

参 考 文 献

- 1) 藤下利男, 松本一明, 堀江宏保「冲積粘土のボーリングおよびサンプリングに関する研究」港湾技術研究所報告 5 卷 4 号 (1966)
- 2) 奥村樹郎, 松本一明, 堀江宏保「冲積粘土のボーリングおよびサンプリングに関する研究(第 2 報)~特にサンプリングチューブの肉厚について」港湾技術研究所報告 6 卷 8 号 (1967)
- 3) 松本一明, 堀江宏保「ボーリングおよびサンプリングに関する研究経過と今後の研究課題について」第 5 回港湾技術研究所研究発表会講演概要 (1966) pp. 61~66
- 4) 松本一明, 堀江宏保, 山村貞佐明「冲積粘土のボーリングおよびサンプリングに関する研究 (第 3 報)」港湾技術研究所報告 7 卷 2 号 (1968) pp. 95~113
- 5) 奥村樹郎「粘土試料の攪乱に関する研究」港湾技術研究所報告 8 卷 1 号 (1969) pp. 59~84
- 6) 文献 4)
- 7) 竹中準之介「一軸圧縮試験」土質基礎工学ライブラリー 4. (1968) pp. 155~190  
(1969. 4. 7 受付)