第三京浜道路

北川地区基礎地盤改良調査報告書

昭和40年3月

建設省土木研究所

第3京浜道路北川地区試験盛土
報　告　書

まえがき

日本道路公団第3京浜道路北川地区（図－1－(a)）は、深さ7.00Mにわたり有機質土を含む腐食土の層があり、この部分に高さ1.4Mのローム層による盛土を行うように計画され、基礎軟弱層の処理工法及び盛土の施工に伴う軟弱層の圧密沈下の特性を解明する目的で、軟弱層について、土木研究所において盛土完了に至るまで4回にわたって、サンプリングを行い土質試験を行った。本報告書は、その土質試験結果をとりまとめ、軟弱地盤の対策工法とその効果、軟弱層の圧密沈下の特性について若干の考察を試みたものである。

—目　次—

1. まえがき …… 1

2. 土質試験 …… 2

3. 土質試験結果 …… 5

4. 安定計算 …… 11

5. 沈下量 …… 18

6. コンポーザーパイルと原地盤の荷重分担 …… 23

7. 結語 …… 23

1. まえがき

北川地区（横浜市港北区新吉田町）の盛土基礎は層厚 7m程度の軟弱層であるが、まだ分解の進んでいない せん い質を多量に含んだ高含水比の有機質土で、高さ約 15 mの盛土を比較的短期間（土量 70,000 m^3を約2カ月程度）に施工するには、適当な地盤改良を行なう必要があった。

改良工法としてはサンドコンパクションパイル工法が採用されたが、設計および盛土の安定計算に用いる数値を知り、かつ改良効果を確認するためにコンパクションパイル施工前、および盛土工事中、盛土竣工後に軟弱層のサンプリングを行なって土の性質を調査し、必要があればその結果によって工事の施工管理を行なうこととした。サンプラーはフオイルサンプラーである。

サンプリング位置は図－1－(b)に示すとうりであるがサンプリングの時期は次のようであった。

サンプル記号	サンプリング時期	工事の状況
A_1, A_2	39年 5月27日～28日	コンポーザーパイル施工前
B_1, B_2, B_3	7月28日～30日	コンポーザーパイル施工直後
C_1, C_2, C_3	9月25日～29日	盛土高 4～8m
D_1, D_2, D_3	1月25日～30日	盛土竣工後

盛土下の試料のサンプリングは、盛土およびサンドマットの部分をボーリングしてケーシングを入れ、フオイルサンプラーのヘッドを挿入した。原地盤上の盛土およびサンドマットの厚さは次のとうりである。

サンプル記号	盛土とサンドマットの厚さ	サンプル記号	盛土とサンドマットの厚さ
C_1	8.00 m	D_1	13.50 m
C_2	7.80 m	D_2	13.95 m
C_3	4.10 m	D_3	1.93 m

第3回及び第4回サンプリング時の盛土の状況を図-2-(a), (b)に示し、各回のサンプリングによる柱状図及び土質試験の試料をとった位置を図-3-(a)(b)(c)(d)に示す。

これらより明らかなように、この地区の基礎地盤はまだ分解されていない植物せんいを多量に含み、特に2～4Mの深さのところに多く又、この部分の含水比が高い。深さ7.00M以下には、固結した灰褐色の粘土層があって、フォイルサンプラーによる試料採取が困難であった。

軟弱層として考えられるのは、深さ7Mの層であるが、各回サンプルによる柱状図でわかるように、サンプリング位置によって土質の状態はことなり、2～4Mの深さの部分が含水比が高く、せんい質が多く含まれ、せん断強さが小さい層と認められるが、他の部分でもせんい質は含まれていて基礎地盤の性質は一様でない。

2. 土質試験

i) 比重試験

間げき比の計算に必要なためJIS A 1202に従って、せんいを含んだ土の平均的な比重を、代表的な試料について測定した。

ii) コンシステンシー指数

試料にはせんいが分解されないまま多量に残っているのでコンシ

ステンシー指数を求めることはほとんど不可能であったが、比較的せんいの少ない部分について液性限界および塑性限界を求めた。したがってこの数値は実用的な意味はほとんどない。

iii) 一軸圧縮試験

この土質調査のうちでせん断強さを把握することが最も重要なことであり、そのためには三軸圧縮試験が最も望ましいが、土質が深さ方向に極端に変化するので、数個の条件の等しい供試体を必要とする三軸試験を十分な精度で行なうことはかなり困難であった。一軸圧縮試験は比較的簡単に結果が求められ、深さ方向のせん断強さの状態がわかるので、これを多く実施した。

供試体はフオイルサンプラーから抜き出したままの試料を成形せずにそのまま用いた。従って直径6.5cm、長さ15cm、体積497.5 cm^3 である。試験はひずみ制御方式でひずみ速度約1%/min、である。

iv) 三軸圧縮試験

供試体寸法は直径5.0cm、高さ12.5cmで次のタイプの試験を行った。

I：乱さない試料の非圧密非排水せん断

II：試料中央に直径1.5cmの砂柱を作ったものについての非圧密非排水せん断。砂柱の作りかたは、まず供試体側方を拘束しておいて、直径1.0cm程度の棒をさし込んで穴をあけ、これを徐々に広げて、直径1.5cmの棒を入れて穴の形をととのえた後、この中に砂を数回にわけて投入し、直径1cmの棒で突き固める。

Ⅲ：乱さない試料についての圧密非排水せん断で供試体周囲からの排水を許さない試験

Ⅳ：中央にサンドパイルを持った試料についての圧密非排水せん断．供試体周囲にはろ紙を巻いていないので圧密時の排水はサンドパイルに向かって起こる．

Ⅴ：乱さない試料についての圧密非排水せん断．供試体周囲には切り込みを入れたろ紙を巻いて排水を助けた．

三軸圧密で圧密係数を計算するのには次のようにする．

まずⅣの場合，すなわち直径Dの供試体中に直径dのサンドドレインがあって供試体周面が不透水面で，流れがサンドドレインに向って起こる圧密のときには時間係数T_hは．

$$T_h = \frac{1}{8} F\left(\frac{d}{D}\right) \ln \frac{1}{1-U} \qquad 1)$$

である，ただし

U ＝ 供試体の平均圧密度

$$F\left(\frac{d}{D}\right) = \frac{1}{1-\left(\frac{d}{D}\right)} \ln\left(\frac{D}{d}\right) - \frac{3}{4} + \frac{1}{4}\left(\frac{d}{D}\right)^2 \qquad 2)$$

いま$\frac{d}{D} = \frac{15}{50}$であるから$F\left(\frac{d}{D}\right) = 0.60$で，圧密度50％と90％に対して

U ＝ 50％に対して　　$T_{h50} = 0.0144$　　3)

U ＝ 90％に対して　　$T_{h90} = 0.173$　　4)

となる．そこで供試体から排出される水の量を観測し，時間の対数に対してプロットした圧密曲線を作成し，通常の圧密試験の整理の方法どうりに50％圧密に要する時間t_{50}（min）を求めて

$$C_v = \frac{T_{h50} D^2}{60\, t_{50}} = \frac{0.0144 D^2}{60\, t_{50}} \qquad 5)$$

で圧密係数 C_v ($cm^2/sec.$) を計算する。

Ⅲの場合には供試体下端から間げき水の流出が起こるので、供試体の高さをHとすれば、

$$C_v = \frac{0.197H^2}{60\,t_{50}} \qquad 6)$$

で C_v が求められる。ただし、このタイプの試験では供試体周面の小さい凹凸とゴムスリーブの間のすきまを通って水の流れが生ずるため水平方向にもかなり圧密が起こるので、圧密現象は三次元的になって 6) 式で計算した C_v は必らずしも妥当な値とはならなかった。

Ⅴの試験では、排水は供試体下端と周面より起こり C_v は

$$C_v = \frac{0.053D^2}{60\,t_{50}} \qquad 7)$$

で求められる。

V) 圧密試験

JIS A 1217 に従って行なった。24時間の載荷では最終沈下に到達しない場合がほとんどであって、特別なものについては4日間ぐらい観測を継続したが、大部分のものは24時間ごとに荷重を加えている。

3. 土質試験結果

i) 比重試験

土粒子の比重試験は各サンプルの三軸圧縮試験圧密試験を実施した個所及びその近くの同質の土を選んで使用した。試験には100ccのピクノメーターを用い試料をピクノメータに入れ10時間以上炉

乾燥した後、蒸留水を入れウオーターバスの中で8時間煮沸した。結果は表－1に示す通りである。これより腐食土の比重は大体2.1～2.3である。

ii）粒度試験

第1回サンプルAで8ケ、第4回サンプルDで11ケ実施した。せんい状の植物質を含むため、74μ以上のフルイ分け試験が困難なものがあり、結局サンプルAで6ケサンプルDで9ケが最終的に値が得られた。結果は図－4－(a),(b),(c)に示す通りである。

iii）コンシステンシー試験

前節に述べたように、腐食土及び砂分の少い所より試料をとり、2，3試験を行ってみたが、良い結果が得られなかった。

第1回サンプルの結果を示すと表－2の通りである。

iv）一軸圧縮試験

供試体はフオイルサンプラーから抜出したままの試料を用いた。直径6.5cmのコアーを長さ20cmに切断し供試体として15cmを使用し残りを含水比試験にあてた。試験機はひずみ制御方式なのでひずみ速度約1%/minで実施した。

各回の試験で、第1回サンプルAでは、試験中の排水が多く、破壊の際亀裂の判明が困難であったり極端に横方向にずれたりするのが多かったが、第4回サンプルDでは前記のような現象はなく、破壊が早く亀裂方向はほとんど縦で、大体直線的であった。

又供試体の切断作業の際も前者は容易であったが、後者は粘着性が高く切断用具に附着し、容易でなかった。

結果は表－3－(a),(b),(c),(d),(e)　図－5－(a),(b)に示す通りである。

コンポーザーの施工、盛土工事の実施に平行して行った各サンプ

ルの試験結果を比較してみると次の通りである。

a) 自然含水比

盛土中央部では盛土の施工に伴い含水比の低下がみられ、特に有機質土の多い高含水比の深さ2～4Mの部分はコンポーザー施工前のサンプルAでは270～600%、施工後のサンプルBで110～450%、盛土施工中のサンプルCでは80～400%、盛土施工後のサンプルDでは110～300%となっている。

b) 単位体積重量

湿潤密度及び乾燥密度の各回サンプリング時の値の変化は、図-5-(b)に示す通りである。盛土中央部では深さ1～5Mの部分で増加していることが認められる。

深さ(M)		湿潤密度(kg/cm^3)	乾燥密度(kg/cm^3)
0～2		1.1～1.4	0.3～0.7
2～4	第1回	1.0～1.2	0.2～0.4
	第2回	1.0～1.5	0.2～0.7
	第3回	1.0～1.5	0.2～0.8
	第4回	1.2～2.0	0.3～0.7
4～7	第1回	1.2～1.5	0.5～0.7
	第2回		
	第3回	1.2～1.7	0.5～0.8
	第4回	1.4～1.6	0.5～0.8

c) 一軸圧縮強さ

各回サンプルの一軸圧縮強さは、図-5-(a)に示す通りで、盛土中央部法尻部共盛土の施工に伴い強度の増加がみられる。

すなわち、盛土中央部ではコンポーザー施工前 $q_u = 0.1 \sim 0.3$ kg/cm^3 であったものが、盛土施工後のサンプルDでは $q_u = 0.4 \sim 1.0$ kg/cm^3 に増加しており、法尻部でも同様にサンプルAでは $0.2 \sim 0.4$ kg/cm^3 であったものが、サンプルDでは $q_u = 0.3 \sim 0.7$ kg/cm^3 になっていてコンポーザー工法及び盛土による基礎地盤の圧密が行われ、強度増加があったことが認められる。

V) 圧密試験

圧密試験はフオイルサンプラーのコアーチューブ一本につき1ヶの割合で試験を行った。供試体はコアーを10cmに切断して直径6cm高さ2cmに加工し、残りは比重及び含水比試験にあてた。

圧密リングは固定リングを使用し、圧密荷重は 0.05 kg/cm^2, 0.1 kg/cm^2, 0.2 kg/cm^2, 0.4 kg/cm^2, 0.8 kg/cm^2, 1.6 kg/cm^2, 3.2 kg/cm^2 の7段階で、夫々24時間圧密を行った。圧密荷重 0.05 kg/cm^2 では圧密されないサンプルが多く、これは試験機の加圧板と水浸着とに摩擦が生じた事、供試体内に木の根、礫等が含まれ、これが載荷荷重に耐えたものと思われる。又圧密荷重 1.6 kg/cm^2 3.2 kg/cm^2 では24時間で最終沈下に達せず2次圧密が起り、4日間程度継続して観測したものもあった。除荷は 1.6 kg/cm^2, 0.8 kg/cm^2 0.8 kg/cm^2 の順序で行い、24時間程度で終えた。

変形量の整理は $\log t$ 法 $\sqrt{t}$ 法の2種のうち比較的変形量-時間曲線のよく得られたサンプルA・Bでは $\log t$ 法でサンプルC・Dでは $\sqrt{t}$ 法を用いた。

圧密試験の結果は図-6-(a)に $e - \log P$ 曲線を示し、表-5-(a), (b), (c), (d) に各回試験結果をとりまとめた。

圧密試験により得られた圧密先行荷重 P_0 及び初期間隙比 e_0 の各サンプルにおいて深さ方向に示したのが図-7-(a), (b), (c), (d), (e)

図-8-(a).(b).(c).(d).(e) である。

図-9，図-10は各圧密試験により得られた m_v, C_v と圧密荷重の関係を示したものである。

第1回サンプリング（図-6-(a)）の結果をみると、二次圧密が顕着であって、時間沈下曲線をみても小さい荷重（0.2 kg/cm² 以下）では圧密特有のS字カーブがあらわれず、さらに大きい荷重に対しても24時間載荷後にはまだ沈下曲線はかなりの傾度をもっていて一週間ぐらい経過しても沈下は継続している。

第2回サンプリング（図-6-(b)）は、コンポーザー施工直後に実施したものであるが、圧密試験の結果では先行圧密荷重が増加している他は圧密特性に目立った変化は認められない。圧密沈下時間曲線によるといわゆる通常の圧密曲線を示すものはなく、比較的荷重の小さい時（0.4 kg/cm² 以下）には、沈下の状況は時間の対数に対してほぼ直線状で荷重がいくらか大きくなると（0.8 kg/cm² 以上）圧密曲線として普通にいわれる曲線に近くなるが、二次圧密の量が大きく4日間ぐらい経過しても沈下曲線のコウ配は小さくならない。

$e - \log P$ 曲線をみるといわゆるせんいの多い 2M～4M の部分の沈下量が大きいことはわかるが、圧密試験の24時間の試験結果をもとにしたもので、クリープ現象の顕著なことからみて、最終的な沈下量を推定すること、得られた圧密係数を用いて圧密時間を計算することはあまり精度の高い結果を得ることにはならないであろうと思われる。

vi) 三軸圧縮試験

供試体はコアーを 15 cm に切断し、直径 5 cm 高 12.5 cm に成型し試験を行うが、液圧 σ_3 を 0.5 kg/cm², 1.0 kg/cm², 1.5 kg/cm²

2.0 kg/cm² の4種に変えセン断試験を実施するため、供試体は1ヶの予備と共に5ヶとなりコアーは 75 cm を必要とする。又、施工段階における土質の変化を比較する目的から同じ位置での供試体が得られるようにつとめたが、75 cm にわたって均一な試料を得ることが困難で、各回サンプルで供試体を取った位置は少しづつことなっている。供試体の成型にあたって試料内に木の根、礫（直径2 cm 程度）が混っていて、成型の際これらが露出し、成型は困難をきわめた。

試験方法は前述の通り5種に分けて実施したが、第1回サンプルのタイプⅡ，Ⅲの砂柱作成は相当量の水を排水し、又側方を拘束して行ったが、供試体直径5 cm に対し、直径4.5 cm の砂柱を作るため肉厚が薄く、突固めの際ヒビ割れを生じさせぬようにつとめた。

圧密時間はサンプルA～Cで 100 時間程度、サンプルDは70時間程度を要した。

せん断試験は速度を 2%/min. で行ったが、供試体が途中で屈曲するものもあった。

三軸圧縮試験の結果は表－6－(a)，(b)，(c)，(d)，(f)　表－7－(a)(b) 及び図－11－(a)(b)(c)(d)(e)(f)(g) に示す通りである。

この結果を見てもわかる通り連続したサンプルを用いて一連の試験を行うためには 1M 近い長さ全体にわたり性質が均一であることを期待するのは困難で、堆積の状況やせん い質を初めとする各種の混入物がことなるので、モールの円の破壊包絡線がきれいに引けず φ，C の値を正しく求めることは困難であった。

深さによって せん断強さが非常に変動の大きいことは一軸圧縮強さの深さ方向の分布をみても理解できる。

三軸圧密試験で供試体一端よりの排水量（容積変化）を測定して

時間の対数に対してプロットしたものは圧密曲線に特有な形を示すがかなりの時間（4日ぐらい）経過してもなお容積変化がみられる。この時の圧密－時間曲線から50％圧密に要する時間 t_{50} (min) を求め

$$C_v = \frac{0.053R^2}{60t_{50}} \quad (cm^2/sec)$$

により、C_v を計算した。（Rは供試体半径2.5 cm）

4. 安定計算

i) 安定計算の考えかた

サンドコンパクションパイル工法では、サンドパイルの圧密により原地盤のせん断強さが増大するだけでなく、締固められたサンドパイルに応力が集中してそれだけ原地盤にかかる荷重を軽減するとともに、砂のせん断抵抗も十分期待できるものとしている。従って安定計算において改良地盤のせん断力は、砂柱と原地盤の複合地盤を想定して次のように考える。

$$\tau_f = \frac{A_s}{A}\{u_z\sigma_s + (\sigma_s - 1)z\}\tan\phi\cos^2\theta + \frac{A_c}{A}(C + u_z \cdot u \cdot \sigma_c \tan\phi_c)$$

ここで

τ：改良地盤の予想すべり面の単位面積あたりのせん断抵抗

A_s：コンパクションパイルの断面積 $= 0.4\ m^2$

A：コンパクションパイル1本を含む複合地盤の基本単位の面積

A_c：複合地盤基本単位内の軟弱土部分の面積

σ_s：コンパクションパイル上部にかかる応力（GL上で考えたもの）

σ_c：軟弱土部分上部にかかる応力（GL上で考えたもの）

μ_z：Osterbergによる地中応力分布の計算に用いる係数

γ_s：コンパクションパイルの砂の単位体積重量

Z：GLよりすべり面の考えている点までの深さ

θ：すべり面と水平面のなす角

ϕ：コンパクションパイルの砂のマサツ角

C：軟弱地盤の粘着力

u：圧密度

ϕ_c：軟弱地盤のせん断抵抗角（圧密非排水試験）

従って、すべり面の複合地盤内の円弧の長さをl、円弧すべり面の半径（抵抗モーメントのアームの長さ）をRとすると、複合地盤の抵抗モーメントは

$$M = \tau l R$$

であらわされる。盛土の部分、軟弱地盤非改良部の粘着力をC_1予想すべり面の長さをl_1とすれば、この部分の抵抗モーメントは

$$M = C_1 l_1 R$$

である。

すなわち全抵抗モーメントは、盛土部（おさえ盛土とサンドマットを含む）と非改良軟弱地盤部の粘着力のみによるせん断抵抗と、複合地盤について考えたせん断抵抗によるモーメントの和として次のように考えられる。

$$M_R = \sum \tau l R + \sum C_1 l_1 R$$

計算には各部分をいくつかの小片にわけてそれぞれの小片について

の抵抗モーメントを計算しその総和をとる。

一方すべりを起こす滑動モーメントは、各部を小片に分割してその重量をW，小片の重心からすべりの中心を通る垂線までの距離（モーメントのアームの長さ）をRとすると，

$$M_D = \Sigma WR$$

となる。

従ってすべりに対する安全率 F_S は，

$$F_S = \frac{M_R}{M_D}$$

で計算される。

ii）計算における仮定

盛土の標準断面は図－12に示すとおりとレコンパクションパイルのピッチは2.0mのところと1.5mのところがある。

ピッチ2.0mのところでは $A = 4.0m^2$，$A_S = 0.4m^2$，$A_C = 3.6m^2$

ピッチ1.5mのところでは $A = 2.25m^2$，$A_S = 0.4m^2$，$A_C = 1.85m^2$

		盛土	軟弱層	サンドパイル
単位体積重量（t/m^3）		1.4		1.8
せん断抵抗角（°）		0	17.5	30
粘着力（t/m^2）	0～2m	1.5	0.7	0
	2～13m	3.0		
	13～15m	0		

（おさえ盛土では 0～1m では C＝0，1m以上では C＝1.5 t/m^2）

サンドパイルと軟弱地盤の荷重分担率 $n = \sigma_S/\sigma_C$ は $n=5$ とする。

軟弱層のC，φは圧密非排水試験の結果を用い，圧密度 $U = 90\%$

（圧密係数 $C_v = 1.3 \times 10^{-3}\ cm^2/sec$ とすれば約6カ月の時間がかかる）のときのせん断抵抗を計算に用いている。

C，φについては最初の仮定としては $C = 0.7\ t/m^2$，$\phi_c = 19.5°$（$\tan\phi = 0.35$）としていたが、その後の三軸圧縮試験の結果から $C = 0.7\ t/m^2$ $\phi_c = 17.5°$（$\tan\phi = 0.30$）をとることとした。（第1回目のサンプリングで得られた試料についてのタイプⅢの試験結果による）

iii）計算のすすめかた

おさえ盛土1.0mのときに種々のすべり面を仮定して安定計算を行なった結果 図－12 盛土標準断面に書いたすべり面が最も小さい安全率（1.09）となった。このすべり面について、おさえ盛土の高さを変えて安全率 $F = 1.1$ を得られるおさえ盛土高を求めた。

安定計算は盛土の延長方向と直角な方向にすべりが生ずると考えているが、この現場では軟弱層の谷と道路盛土が傾斜して（それぞれの中心線のなす角は約60°）交叉しているので、実際のすべりは道路中心に対して60°の方向に起こる可能性が大きい。この斜方向のすべりに対しては、図－12 の盛土標準断面を、30°傾斜した面に投影した投影面について同様な安定計算を行なった。

三軸試験で、供試体中央にサンドパイルを有する試料について圧密非排水試験を行なっているが（シリーズⅣ）、これはコンポーザーパイルを施工した複合地盤のせん断抵抗を既述のような軟弱層とサンドパイルにわけて考えることなく、改良地盤の平均的なせん断抵抗を想定してその仮想のC、φを求め、計算を簡略化しようとはかったものである。

iv) 計算の結果

図－12 盛土標準断面にみられるすべり面について、軟弱層の強度定数を $C = 0.7\ t/m^2$, $\phi = 17.5°$ ($\tan\phi = 0.30$) としたときのおさえ盛土高と安全率は次のとうりである.

おさえ盛土の高さ (m)	直角方向のすべりに対する安全率	斜方向のすべりに対する安全率
1.0	1.09	1.125
2.0	1.19	1.24
2.1	—	1.25
2.5	1.25	—
3.0	1.31	1.37
3.1	—	1.40
3.6	1.40	—
4.0	1.48	—

第2回サンプリング時の三軸試験結果のうちで、サンプル B_2 の $\phi = 11.7°$ ($\tan\phi = 0.210$), $C = 0.5\ t/m^2$ を用いて計算すると

おさえ盛土の高さ (m)	直角方向のすべりに対する安全率	斜方向のすべりに対する安全率
1.0	0.99	1.026
2.0	1.075	1.125
3.0	1.195	1.25

コンポーザーの打設された地盤の性質を均一なものと考え、第1回サンプリング時の三軸試験シリーズⅣの結果を用い、改良された地盤全体が $\phi = 22.7°$ ($\tan\phi = 0.418$), $C = 0.3\ t/m^2$ の強度定数を有するとして安定計算を行なうと、直角方向のすべりに対して

次のような安全率となった。

おさえ盛土の高さ (m)	1.0	2.0	3.0
直角方向のすべりに対する安全率	0.98	1.06	1.18

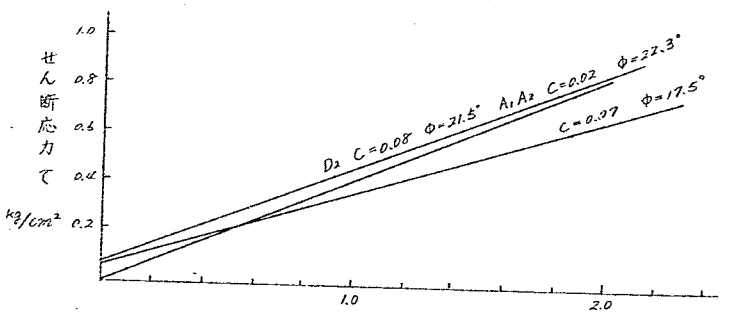
V) 安定計算についての考察

a) 軟弱層の強度定数について

三軸圧縮試験で求めた ϕ, C の値の信頼性については土の性質が一様と考えられないなどの理由により、確実な結論をくだせない。

安定計算に用いられた粘着力 $C = 0.7\ t/m^2$, せん断抵抗角 $\phi = 17.5°$ $\tan\phi = 0.30$ で行っているが、これは第1回三軸圧縮試験の結果に一軸圧縮試験の結果等を考慮して定めたものである。

各回サンプルの圧密非排水試験による三軸試験により得られた有効応力による ϕ, C と当初の $C = 0.7$ $\tan\phi = 0.30$ によって、$\bar{\sigma}$ の関係を図示すると下のようになる。



これから、盛土終了後の安定計算に対して圧密度90%と仮定して $\tan\phi=0.30$ $C=0.7$ を用いることは大体妥当だといえる。ただ盛土施工の各段階において、その安定を問題とする場合、第1回サンプルの三軸試験結果である $\phi=22.3°$ $C=0.02\ kg/cm^2$ を用いて行うことが必要だと思われる。

b) コンポーザーパイルと、軟弱層の荷重分担について

安定計算については、パイルと軟弱層の荷重分担比を1:1としているが、土圧計の測定結果、沈下量の測定結果、圧密試験結果より分担比についての検討からみて、安定計算についても、分担比を変えて行ってみる必要がある。

C) コンポーザーパイルの状態について

コンポーザーパイルについては、コンポーザー実施直後のスエーデン式サウンディングによる $\phi=28°$ と調査され仮定した $\phi=30°$ に達していないが、サウンディング結果からの換算に問題のあること、実際には拘束の大きな状態にあると考えられ、一応正しいものと認められる。

d) サンドパイルを作った三軸圧縮試験の利用

第1回サンプルでサンドパイルを供試体に作成した三軸試験によるφ、Cとして有効応力で整理して $\phi=27.40$ $C=0\ kg/cm^2$ である。この結果によりコンポーザーパイルを施工した複合地盤の強度特性を明確に解明できないが、サンドパイルにより せん断抵抗角が増加することがわかる。

e) 安定計算の補足

図-12 の断面について、2, 3の安定計算を行ってみた。圧密度 90%、押え盛土高さはいずれも 1.0 M

$\phi = 22.3°$　$C = 0.2\ kg/cm^2$　（第1回サンプル）

分担比　$\sigma_s/\sigma_c = 5$　$F_s = 1.02$

〃　$\sigma_s/\sigma_c = 2$　$F_s = 1.04$

$\phi = 21.5°$　$C = 0.8\ kg/cm^2$　（第4回サンプル）

分担比　$\sigma_s/\sigma_c = 5$　$F_s = 1.19$

$\sigma_s/\sigma_c = 2$　$F_s = 1.20$

複合地盤の ϕ, C を　$\phi = 27.4°$　$C = 0\ kg/cm^2$

$F_s = 1.02$

となり　$\phi = 17.5°$　$C = 0.7\ kg/cm^2$ で計算したものと大略同様の結果である.

5. 沈下量

サンドコンポーザーによる改良地盤について沈下計算を行った.

この際サンドパイルによる砂圧入により、原地盤に圧入砂量だけの間隙比の減少があるとして沈下計算を行った.

圧密係数　$C_v = 1.3 \times 10^{-3}\ kg/cm^2$

パイル直径　70 cm

$e - \log P$ 曲線は第1回サンプルの圧密試験結果で A_{1-1}, A_{1-2}, A_{1-3} を用いる.

i) コンポーザーパイルによる間隙比の減少

V_0；原地盤の体積/M　$V_0 = A$　A：原地盤断面積（パイル1本当）

V_1；改良後地盤の体積/M　$V_1 = A - a$　a：パイル断面積

e_0；原地盤の初期間隙比

e_0'；砂圧入直後の　〃

$$V_0 = V_s(1+e_0) \qquad \frac{V_1}{V_0} = \frac{1+e_0'}{1+e_0} = 1 - \frac{a}{A}$$
$$V_1 = V_s(1+e_0')$$

$$\therefore\ e_0' = e_0 - \frac{a}{A}(1+e_0)$$

ii) 最終上載荷重

舗　装	0.10 × 2.3	= 0.23
路　盤	0.40 × 2.0	= 0.80
路　床	1.00 × 1.8	= 1.80
ロ　ー　ム	10.90 × 1.4	= 15.26
ローム(水中)	2.00 × 0.4	= 0.80
砂	1.00 × 0.8	= 0.80
計	19.69 t/M^2	≒ 1.97 kg/cm^2

iii) 各層既存荷重

層	層厚 d	単位体積重量 γ_t	$(\gamma_t - 1)d$	P_0 kg/cm^2
A	2.50	1.34	0.85	0.043
B	1.00	1.05	0.05	0.088
C	3.50	1.26	0.91	0.135

iv) 最終沈下量

荷重分担比　$\delta_s/\delta_c = 5$　（分担率 0.715）

層	荷重	分担荷重 P	C_c	P_0	e_0	e_0'	$\frac{e_0'-e}{1+e_0'}$	d_M	S_{CM}
A	2.012	1.44	3.4	0.043	6.3	5.6	0.33	2.50	83
B	2.057	1.47	4.3	0.088	7.3	6.5	0.29	1.00	29
C	2.104	1.50	2.2	0.135	3.7	3.2	0.24	3.50	87
								計	195 cm

荷重分担比 $\sigma_0/\sigma_c = 2$ （分担率 0.909）

層	荷重	分担荷重P	e	P_0	e_0	e_0'	$\frac{e_0'-e}{1+e_0}$	d_M	S_{cm}
A	2.012	1.82	3.2	0.043	6.3	5.6	0.36	2.50	90
B	2.057	1.87	4.0	0.088	7.3	6.5	0.33	1.00	33
C	2.104	1.91	2.1	0.125	3.7	3.2	0.26	3.50	91
								計	214cm

V) 沈下時間

圧密係数 $C_v = 1.3\times10^{-3}$ cm²/sec $= 1.12\times10^{-2}$

パイルピッチ 2.0M （中央部）

$d_i = 70$ cm $d_e = 1.128\,d = 226$ cm $\lambda = 3.22$

$$T_h = \frac{C_v \cdot t}{d_e^2} = 0.00219\ t$$

瞬間載荷の場合の時間、沈下量の計算を行い、盛土工程に合わせて補正した曲線と実測沈下量を書いたものが、図－14 である。

vi) 盛土施工時の沈下量

盛土施工中に行った沈下計及び間隙水圧計の測定結果から沈下量について検討してみた。分担比はいずれも2とする。

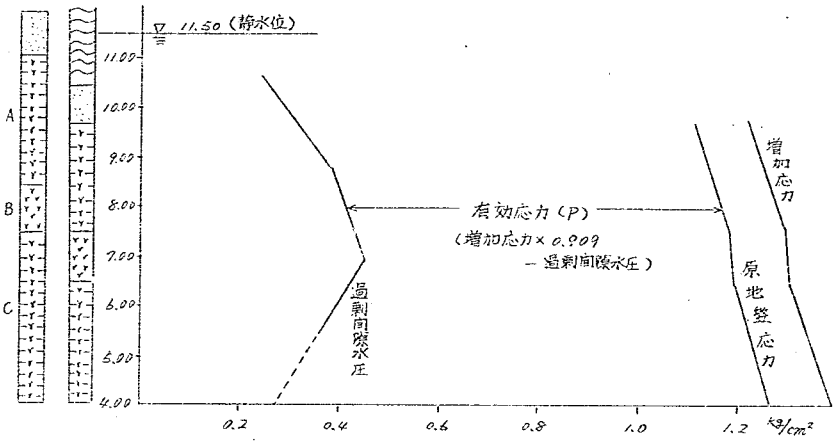
a) 10月26日

上載荷重

ローム	7.90 × 1.4 =	11.06	t/M²
ローム(水中)	0.80 × 0.4 =	0.32	〃
砂 （〃）	1.00 × 0.8 =	0.80	〃
	計	12.18	t/M² = 12.2 kg/cm²

沈下量の計算

層名	有効応力 P	ℓ	P_0	e_0	e_0'	$\frac{e_0'-e_0}{1+e_0'}$	d_M	S
A	0.75	4.2	0.043	6.3	5.6	0.21	2.5	0.53
B	0.74	5.2	0.088	7.3	6.5	0.17	1.0	0.17
C	0.87	2.6	0.135	3.7	3.2	0.14	3.5	0.50
							計	1.20 M
							実測値	1.34 M



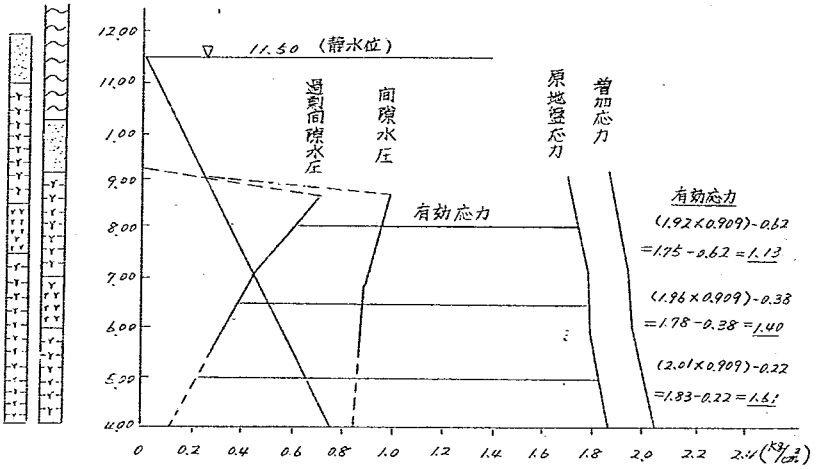
6) 1月19日

上載荷重

ローム	11.50 × 1.50	= 17.25
ローム(水中)	1.35 × 0.50	= 0.68
砂 (〃)	1.00 × 0.80	= 0.80
計	18.73 t/M^2	≒ 1.87 kg/cm^2

沈下量の計算

層名	有効応力P	e	P_o	e_o	e_o'	$\frac{e_o'-e}{1+e_o'}$	d	S
A	1.13	3.7	0.043	6.3	5.6	0.288	2.5	0.72
B	1.40	4.3	0.088	7.3	6.5	0.293	1.0	0.29
C	1.61	2.2	0.135	3.7	3.2	0.238	3.5	0.80
							計	1.81 M
							実測値	1.85 M



vii) 要　約

以上の検討結果から、コンポーザーパイルを施工した本地区の沈下量の計算では原地盤に対しコンポーザーパイル施工によって初期間隙比の減少を4：4パイルと、原地盤の荷重の分担比を約2と考えた沈下計算が、実測値とよく適合する、すなわち、最終沈下量2.14Mで非改良時の沈下量2.79Mに対して約77%の沈下量となる。

6. コンポーザーパイルと原地盤の荷重分担

i) 土圧計測定結果について

土圧計の測定結果は図-15に示す通りで1月19日現在の盛土増加荷重は盛土中央部で、1.85 kg/cm² となり、盛土ローム を γ_t = 1.5 t/m³ として盛土高より計算した増加荷重1.87 kg/cm² と大体一致する。したがってこの土圧計測定の結果から、コンポーザーパイルと原地盤の荷重分担比は約2となる。

ii) 圧密試験結果の先行荷重について

図-7-(a)は、第1回から第4回サンプリングまで、各回サンプルのうち、盛土中央部サンプルの圧密試験結果から、圧密先行荷重を深さ方向にプロットし、原地盤有効土カブリ圧と盛土後最大主応力（分担比 $\sigma_a/\sigma_c = 2$）の線と比較したもので、少数の土質試験結果ではあるが、第4回サンプルの先行荷重は、盛土後最大主応力の約80%で、沈下解析からの圧密度85%と大体一致する。

7. 結 語

サンドコンポーザーパイルを打設した軟弱地盤の盛土について

軟弱地盤の盛土による土性の変化、コンポーザーパイルの荷重の分担、コンポーザーパイルを打設した軟弱地盤の圧密沈下等について測定結果、土質試験結果にもとずいて検討を加えてみた。

本地区の軟弱地盤は深さ7.00Mを改良厚としたがそのなかで地盤がきわめて不均一で、限られた土質試験の結果及び実測結果で十分に解明できないが、簡単に次のようなことが結論される。

コンポーザーパイル盛土施工により圧密された軟弱地盤は当初計画された圧密による強度増加と大体一致した強度増加を示している。

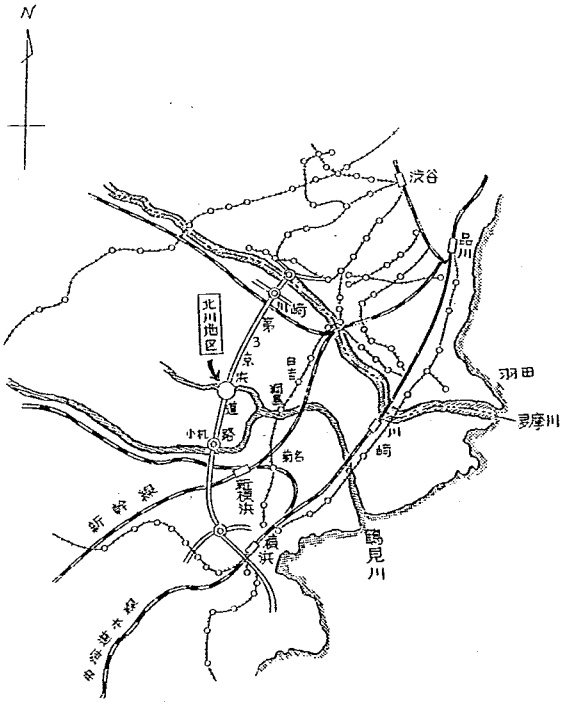
すなわち、盛土施工後の安定計算には圧密非排水三軸試験結果、その他の土質試験結果からφ－Cを定めて、安定計算を行って良い。

コンポーザーパイルによる荷重の支持の機構について、理論的に解明できないが、この試験盛土では、土圧計の測定値を沈下の計算、圧密試験の結果等と検討して、原地盤とパイルの荷重分担比は大体2程度である。

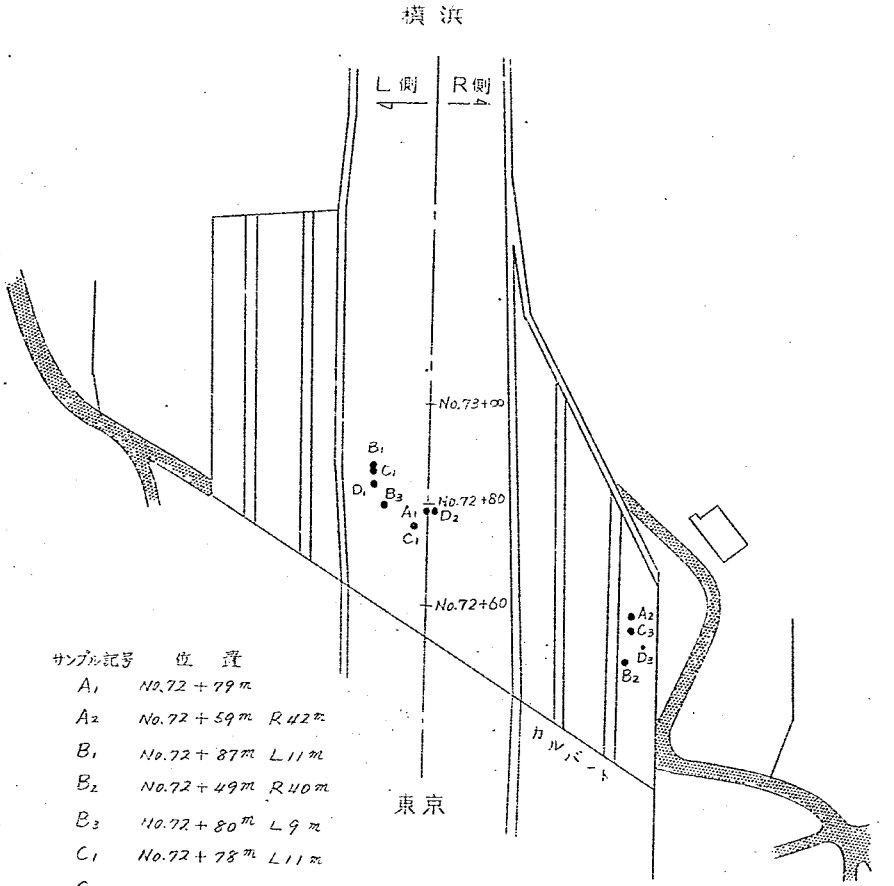
改良地盤の沈下については、コンポーザーパイル打設によって、地盤の初期間隙比が減少すること、コンポーザーパイルによって荷重を分担することの2点を考慮して沈下計算を行なったが、時間沈下量の実測結果とよく合っている。

さいごにこの報告書は、コンポーザーパイルによる地盤改良について、盛土に伴って、4回にわたって行なったホイルサンプリングによる試料の土質試験及び現場測定結果から、若干の考察を加えたものであるが、さらにこれらの実測・試験のデータを利用して、理論的な解明を行いたい。

位　置　図

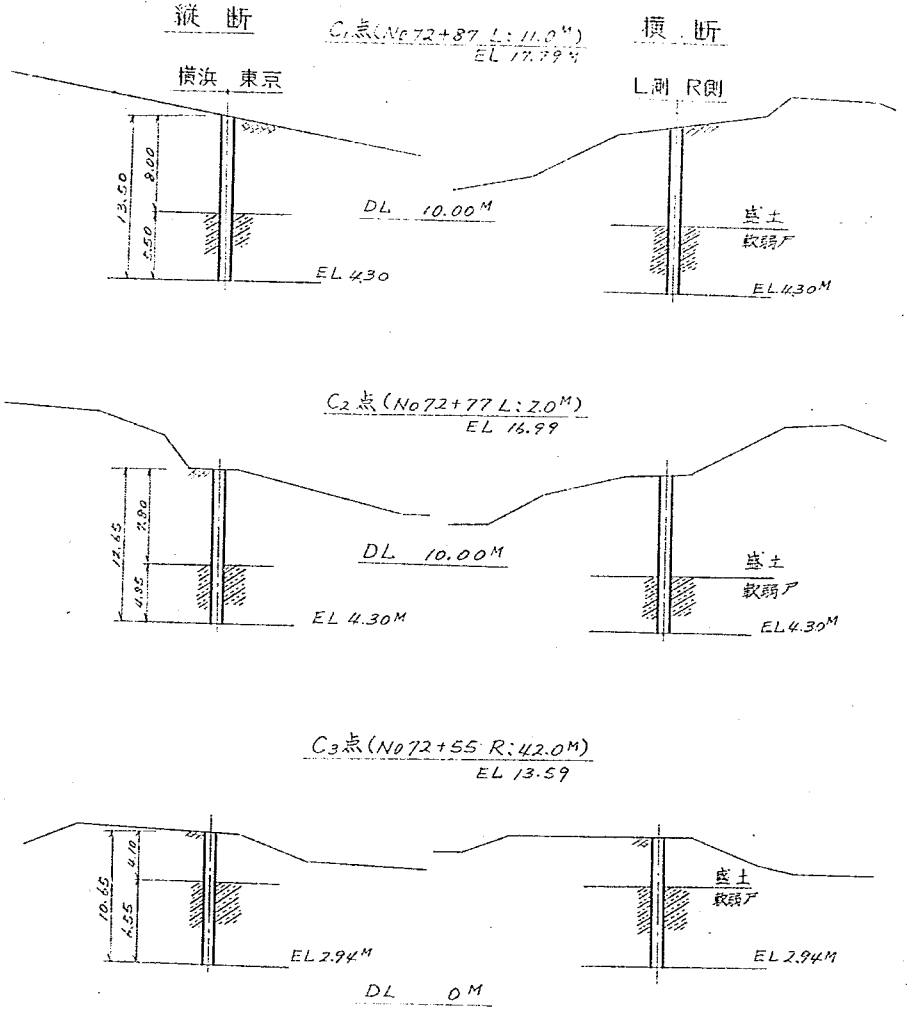


図－1－A



サンプル記号	位置
A_1	No.72+79m
A_2	No.72+59m R42m
B_1	No.72+87m L11m
B_2	No.72+49m R40m
B_3	No.72+80m L9m
C_1	No.72+78m L11m
C_2	No.72+77m L2m
C_3	No.72+55m R42m
D_1	No.72+85m L11m
D_2	No.72+78m R1m
D_3	No.72+52.5m R44m

図－1－(6) サンプリング位置図

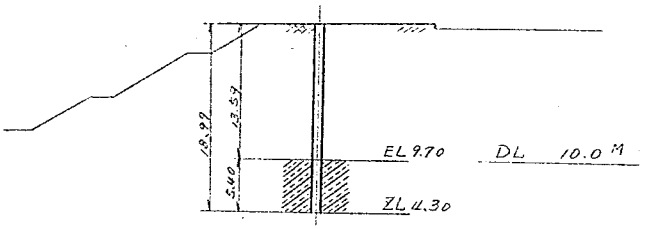


サンプリング時の盛土の状況(9月下旬)

図 -2 - (a)

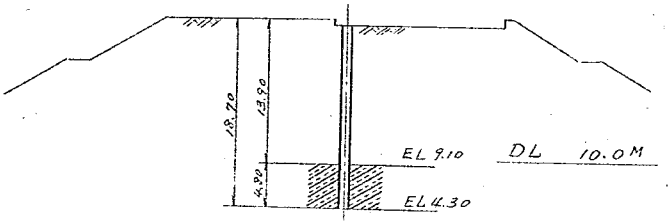
D1点 (No 72 +85M L 11M)

EL 23.29



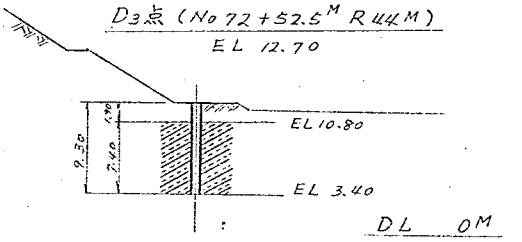
D2点 (No 72 +78M R 1m)

EL 23.00



D3点 (No 72 +52.5M R 44M)

EL 12.70

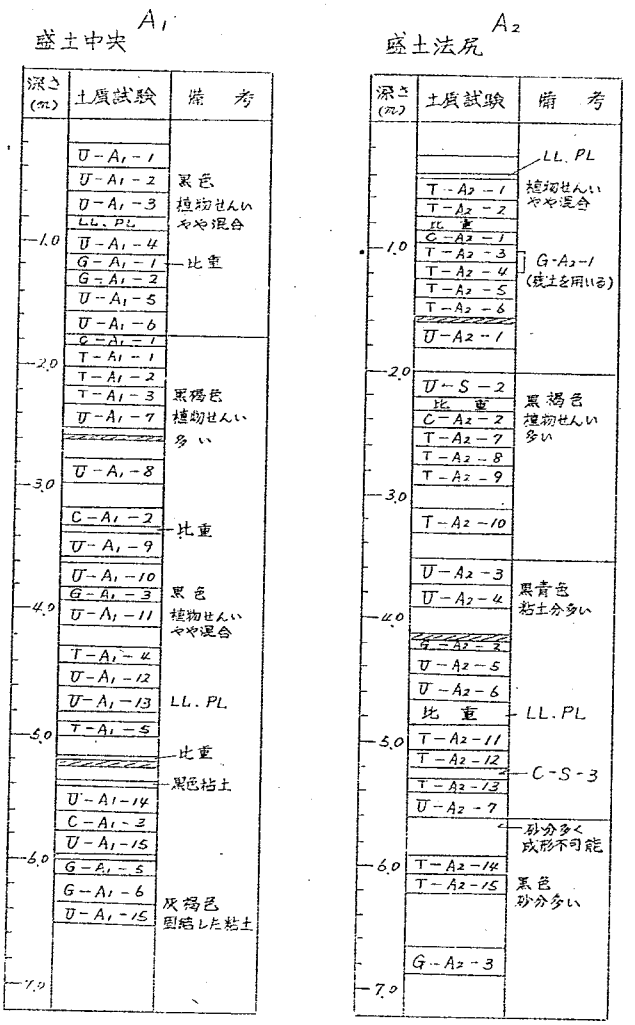


サンプリング時の盛土の状況(40年1月下旬)

図－2－(6)

第 1 回

土質試験の試料をとった位置



U－：一軸圧縮試験　　T－：三軸試験

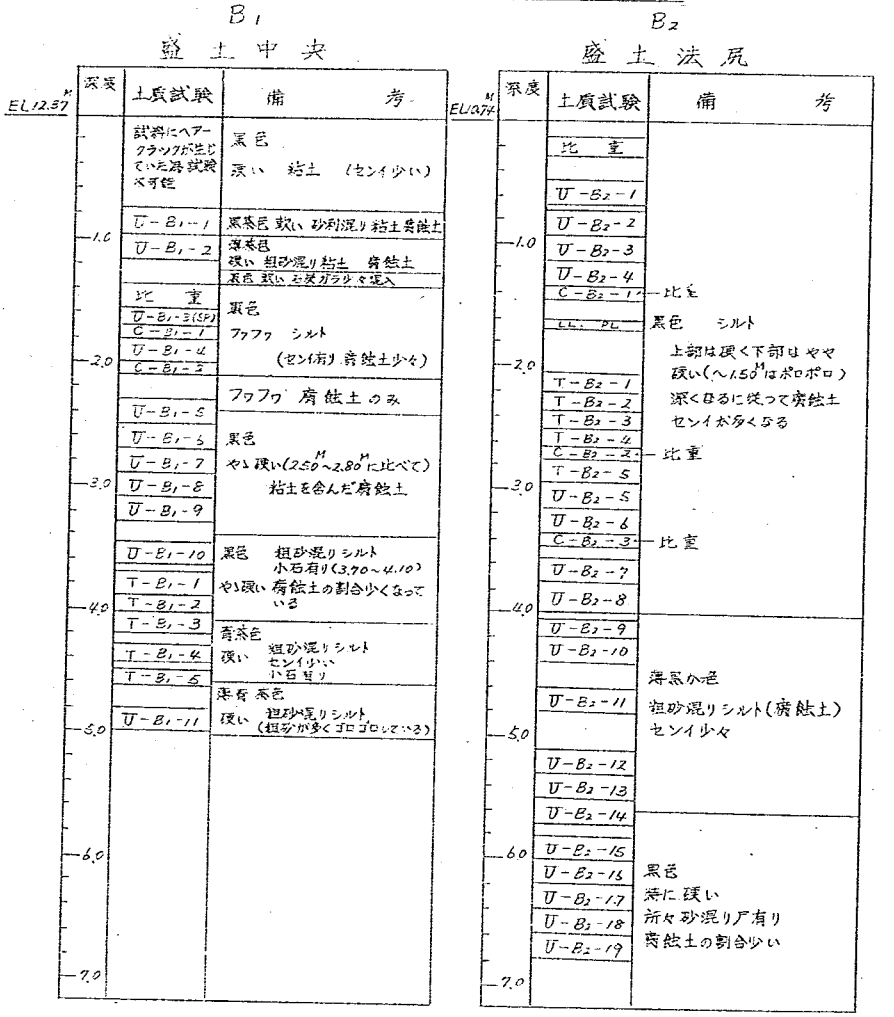
C－：圧密試験　　G－：粒度試験

2番目の文字 S, C は試料採取個所を示す（S：盛土中央，C：盛土のり尻）

図－3－(a)

第 2 回

柱状図及土質試験の位置



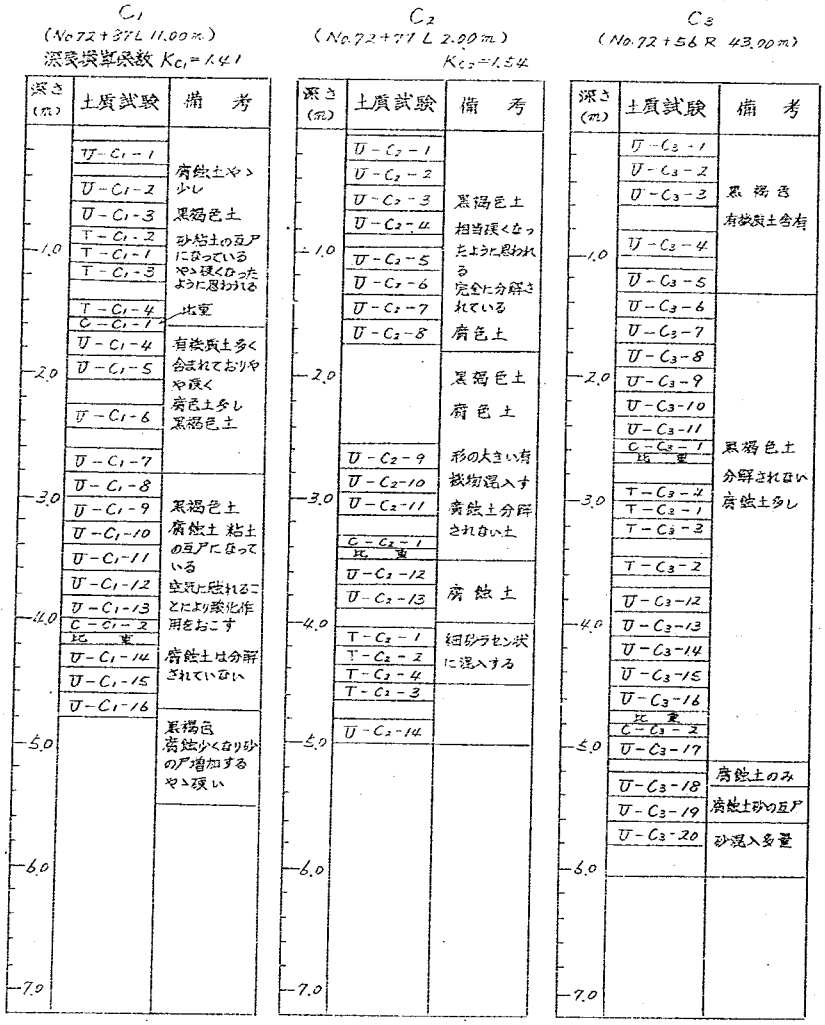
U：一軸圧縮試験　　T：三軸試験
C：圧密試験

図－3－(6)

第 3 回

土質試験の試料をとった位置

盛土中心　　盛土法尻



U－：一軸圧縮試験　　T－：三軸試験

C－：圧密試験　　注：修正深度 h'=Kh　h は深度

図-3 柱状図

図－3－(C)

第 4 回

土質試験の試料をとった位置

盛土中心

D_1

(No 72 + 85m L 11.00m)

深度換算係数 $K_{D_1} = 1.47$

深さ (m)	土質試験	備考
	G－D_1－1	腐蝕土 灰色
	V－D_1－1	
	V－D_1－2	砂混り
	C－D_1－1	灰色、粘土混
1.0		
	V－D_1－3	
	V－D_1－4	
	G－D_1－2	腐蝕土 混入
2.0	T－D_1－4	
	T－D_1－3	腐蝕土
	T－D_1－1	
	G－D_1－3	黒褐色土
	T－D_1－2	粘土
3.0	V－D_1－5	埋木
	V－D_1－6	腐蝕土黒色
	V－D_1－7	
	V－D_1－8	
	V－D_1－9	黒色
4.0	V－D_1－10	砂少なし
	C－D_1－2	
	G－D_1－4	
5.0		
6.0		
7.0		

D_2

(No 72 + 78 m L 1.00 m)

$K_{D_2} = 1.69$

深さ (m)	土質試験	備考
	V－D_2－1	
	C－D_2－1	
	G－D_2－1	
	V－D_2－2	
1.0	V－D_2－3	
		コンポザ砂混入す
	V－D_2－4	砂少なし
	T－D_2－1	
	T－D_2－3	
	T－D_2－2	黒色
2.0	T－D_2－5	腐蝕土
	T－D_2－4	
	C－D_2－2	
	V－D_2－5	
	G－D_2－2	砂混り
	T－D_2－6	黒褐色粘土混
3.0	V－D_2－7	黒褐色
	V－D_2－8	腐蝕土
	V－D_2－9	密
	V－D_2－10	有機質砂分
	V－D_2－11	少なし
4.0	G－D_2－3	
5.0		
6.0		
7.0		

盛土法尻

D_3

(No 72 + 52.5 m R 44.0 m)

深さ (m)	土質試験	備考
	G D_3 1	黒褐色 腐蝕土
1.0	V－D_3－1	
	V－D_3－2	
	C－D_3－1	
	V－D_3－3	黒色
	V－D_3－4	腐蝕土
2.0	V－D_3－5	
	V－D_3－6	
	V－D_3－7	
	V－D_3－8	
	C－D_3－2	
3.0		埋木混入 褐色土
	T－D_3－1	
	T－D_3－2	褐色
	T－D_3－4	腐蝕土
4.0	T－D_3－5	
	T－D_3－3	砂混り
		黒褐色土
	V－D_3－9	砂混り
	V－D_3－10	(粘土との互層 になっている)
	V－D_3－11	
5.0	V－D_3－12	砂分やゝ少く 硬い
	V－D_3－13	粘土質に含む
	V－D_3－14	粘土 有機質土 互層
	V－D_3－15	黒褐色土含む
6.0	V－D_3－16	有機質少なく
	V－D_3－17	砂まばら
	V－D_3－18	粘土多量
	C－D_3－3	硬い
	G－D_3－2	
7.0	V－D_3－19	

V－：一軸圧縮試験　　T－：三軸試験

C－：圧密試験　　G－：粒度試験

柱状図

注：修正深度 $h' = Kh$　h は深度

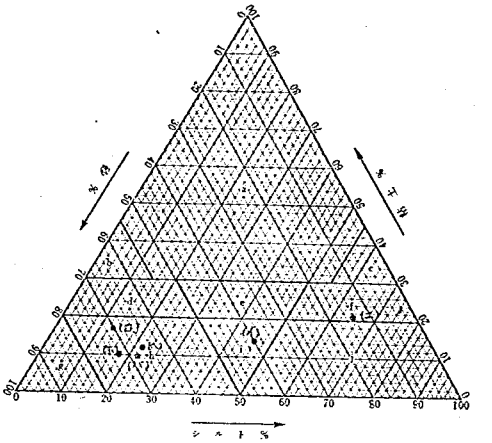
図－3－(d)

図 4 (a) 土 の 粒 度 試 験 結 果

調査名，目的　北川地区基礎地盤（第1回サンプリング）

粒度による土の分類

a　粘土
b　砂質粘土
c　シルト質粘土
d　砂質粘土ローム
e　粘土質ローム
f　シルト質粘土ローム
g　砂
h　砂質ローム
i　ローム
j　シルト質ローム



試料番号	礫分 %	砂分 %	シルト分 %	粘土分 %	最大径 mm	60%径 mm	10%径 mm	均等係数	10番フルイ通過率	40番フルイ通過率	200番フルイ通過率	三角座表上の記号	分類
A1－2	—	40	46	14	2	0.046	0.0017	27	100	94.10	75.04	イ	ローム
A1－3	—	70	13	17	2	0.25			100	72.43	36.41	ロ	砂質ローム
A1－5	—	68	22	10	2	0.17	0.005	34	100	83.44	26.74	ハ	〃
A2－1	—	15	65	20	2	0.038	0.0012	32	100	95.87	69.98	ニ	シルト質粘土ローム
A2－2	—	72	18	10	2	0.16	0.005	32	100	94.54	36.18	ホ	砂質ローム
A2－3	—	65	23	12	2	0.135	0.0016	84	100	94.54	36.18	ヘ	〃

粒径加積曲線

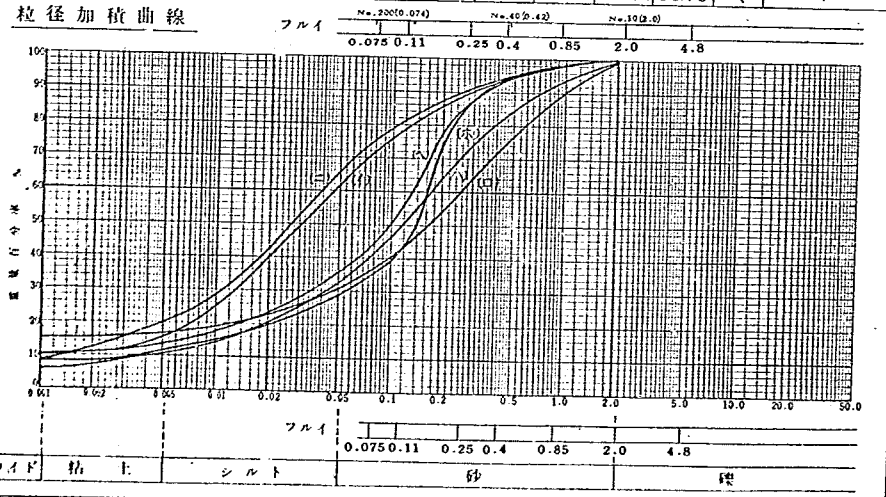
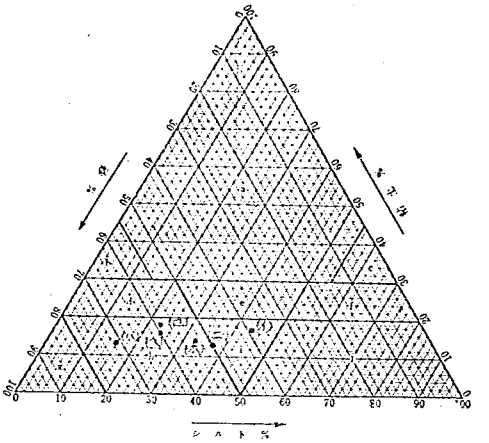


図 4 (b) 土 の 粒 度 試 験 結 果

調査名，目的 北川地区基礎地盤（第4回サンプリング）

粒度による土の分類

a 粘土
b 砂質粘土
c シルト質粘土
d 砂質粘土ローム
e 粘土質ローム
f シルト質粘土ローム
g 砂
h 砂質ローム
i ローム
j シルト質ローム



試料番号	礫分 %	砂分 %	シルト分 %	粘土分 %	最大径 mm	60%径 mm	10%径 mm	均等係数	10番フルイ通過率	40番フルイ通過率	200番フルイ通過率	三角座標上の記号	分類
D1－1	—	39	44	17	2.0	0.047	0.0021	22	100	95.73	73.15	イ	ローム
D1－2	—	59	23	18	2.0	0.19			100	73.77	44.89	ロ	砂質ローム
D1－3	—	72	15	13	2.0	0.17	0.0034	50	100	94.26	34.78	ハ	〃
D1－4	—	50	37	13	2.0	0.057	0.0033	17	100	94.20	77.97	ニ	ローム
D2－1	—	54	32	14	2.0	0.14	0.0028	50	100	86.37	43.42	ホ	砂質ローム
D2－2	—	60	24	16	2.0	0.12			100	91.43	54.10	ヘ	〃

粒径加積曲線

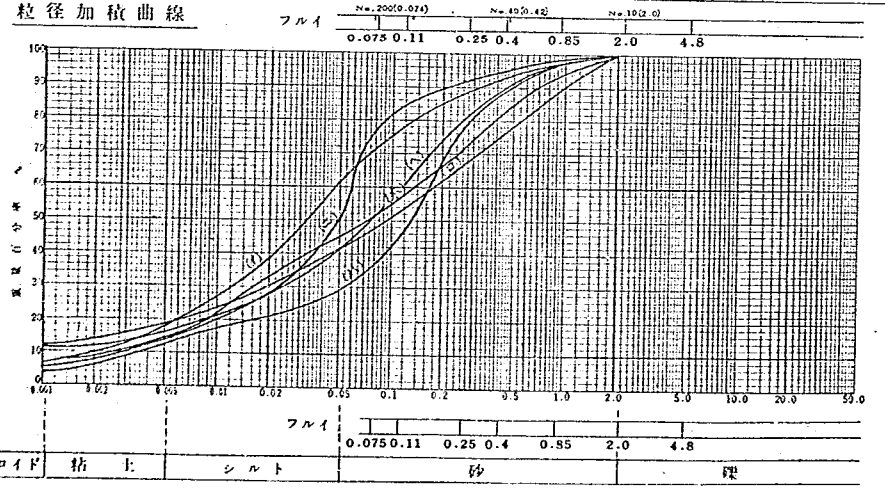
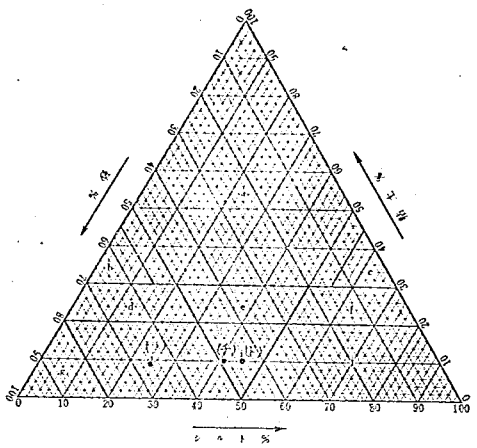


図 4 (c) 土の粒度試験結果

調査名，目的 北用地区基礎地盤（第4回サンプリング）

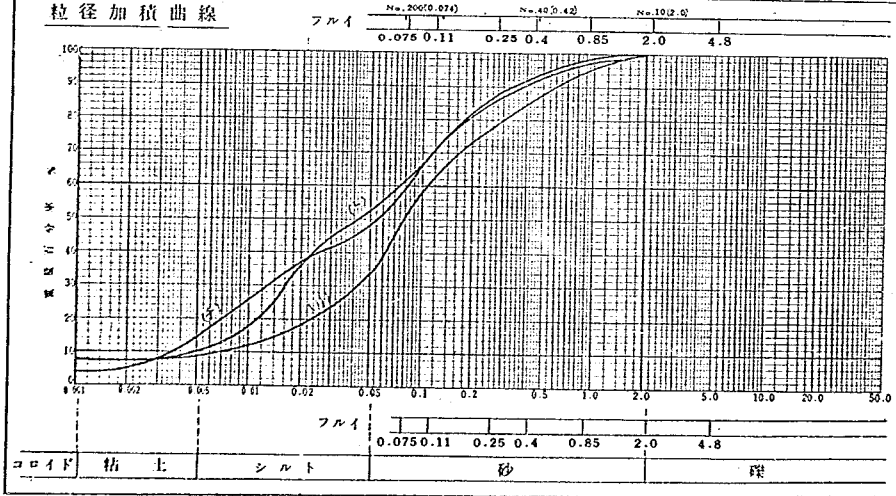
粒度による土の分類

a 粘土
b 砂質粘土
c シルト質粘土
d 砂質粘土ローム
e 粘土質ローム
f シルト質粘土ローム
g 砂
h 砂質ローム
i ローム
j シルト質ローム



試料番号	礫分 %	砂分 %	シルト分 %	粘土分 %	最大径 mm	60%径 mm	10%径 mm	均等係数	19番フルイ通過率	40番フルイ通過率	200番フルイ通過率	三角座表上の記号	分類
D2－3		47	43	10	2.0	0.007	0.0044	1.59	100	93.91	57.88	ト	ローム
D3－1		51	39	10	2.0	0.083	0.0036	23.05	100	95.77	57.41	チ	砂質ローム
D3－2		66	25	9	2.0	0.11	0.007	15.71	100	87.61	54.42	リ	〃

粒径加積曲線



表－1　　土粒子比重

サンプル A_1

サンプリング深さ(m)	1.20-1.35	3.30-3.35	2.15-2.20
土粒子比重 Gs	2.184	1.735	2.253

サンプル A_2

0.75-0.85	2.20-2.30	4.65-4.85
2.294	2.295	2.525

サンプル B_1

サンプリング深さ(m)	1.35-1.55	3.70-3.85	4.65-4.85
土粒子比重 Gs	2.255	2.297	2.691

サンプル B_2

0.15-0.25	1.49-1.54	2.65-2.75	3.35-3.45
2.454	2.042	1.924	1.546

サンプル C_1

サンプリング深さ(m)	2.15-2.15	2.65-2.75
土粒子比重 Gs	2.265	2.315

サンプル C_2

1.60-1.70	5.30-5.40
2.263	2.429

サンプル C_3

3.10-3.20
1.996

サンプル D_1

サンプリング深さ(m)	1.60-1.80	4.20-4.40
土粒子比重 Gs	2.127	2.476

サンプル D_2

0.50-0.70	2.10-2.15
2.156	2.129

サンプル D_3

0.30-0.50	1.74-1.90	2.70-2.80	6.70-6.80
2.477	2.042	1.932	2.647

注：サンプルC及びサンプルDの深度は換算前のもの

表－2　コンシステンシー指数

	サンプル A_1		サンプル A_2	
サンプリング深さ(m)	0.80-0.90	4.65-4.85	0.39-0.45	4.85-5.05
液性限界 LL	123.1	59.8	142.9	89.8
塑性指数 PI	46.4	24.9	58.0	37.7
自然含水比（%）		140		165

	サンプル B_1		サンプル B_2	
サンプリング深さ(m)	3.70-3.85	4.65-4.75	0.15-0.25	1.67-1.75
液性限界 LL	102.0	66.3	108.1	299.7
塑性指数 PI	44.8		24.5	159.4
自然含水比（%）	121.5	75	135	180

表－3－(a)　一軸圧縮試験結果

サンプル　A_1

深さ (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	一軸圧縮強さ (kg/cm²)	破壊ひずみ (%)
0.20 ~ 0.40	126.5	0.633	0.501	8.1
0.40 ~ 0.60	125.8	0.620	0.381	9.8
0.60 ~ 0.80	147.2	0.565	0.412	10.2
0.90 ~ 1.10	166.0	0.507	0.225	5.5
1.35 ~ 1.55	249.9	0.355	0.208	5.9
1.55 ~ 1.75	187.4	0.325	0.145	6.8
2.30 ~ 2.50	602.8	0.152	0.195	14.8
2.75 ~ 2.95	502.3	0.191	0.253	18.5
3.35 ~ 3.55	476.6	0.185	0.201	5.9
3.60 ~ 3.80	244.2	0.345	0.225	8.1
3.90 ~ 4.10	283.2	0.319	0.094	4.1
4.40 ~ 4.60	99.7	0.615	0.255	4.5
4.60 ~ 4.80	139.4	0.571	0.209	4.1
5.40 ~ 5.60	167.5	0.546	0.124	5.9
5.75 ~ 5.95	157.9	0.545	0.138	4.9
6.35 ~ 6.50	86.6	0.843	0.302	3.5

サンプル　A_2

深さ (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	一軸圧縮強さ (kg/cm²)	破壊ひずみ (%)
1.60 ~ 1.80	328.4	0.289	0.245	5.2
2.00 ~ 2.20	180.0	0.465	0.215	6.2
3.50 ~ 3.70	436.4	0.250	0.218	7.2
3.70 ~ 3.90	318.5	0.284	0.215	6.1
4.25 ~ 4.45	42.4	1.159	0.284	3.5
4.45 ~ 4.65			0.458	4.8
5.40 ~ 5.60	115.7	0.682	0.416	3.3

表－3－(b)　一軸圧縮試験果

サンプル　B_1

深さ (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	一軸圧縮強さ (kg/cm²)	破壊ひずみ (%)
0.75 ~ 0.95	168.4	0.437	0.085	14.3
0.95 ~ 1.15	153.6	0.539	0.261	5.0
1.55 ~ 1.70	228.0	0.362	0.132	16.9
1.80 ~ 2.00	176.5	0.430	0.100	12.6
2.30 ~ 2.50	474.5	0.200	0.111	9.5
2.50 ~ 2.70	309.5	0.172	0.205	15.4
2.70 ~ 2.90	299.5	0.295	0.143	13.9
2.90 ~ 3.10	233.0	0.362	0.152	12.5
3.10 ~ 3.30	142.5	0.192	0.152	12.1
3.45 ~ 3.65	122.5	0.177	0.204	12.9
4.80 ~ 5.00	79.5	0.890	0.500	5.3

サンプル　B_2

深さ (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	一軸圧縮強さ (kg/cm²)	破壊ひずみ (%)
0.50 ~ 0.70	98.3	0.702	0.503	7.4
0.75 ~ 0.95	135.8	0.580	0.589	10.1
0.95 ~ 1.15	127.4	0.625	0.426	6.9
1.15 ~ 1.35	144.1	0.558	0.494	9.2
2.95 ~ 3.15	479.0	0.192	0.193	7.4
3.15 ~ 3.35	523.4	0.179	0.214	7.4
3.55 ~ 3.75	376.9	0.241	0.305	10.2
3.75 ~ 3.95	175.1	0.442	0.274	9.5
4.03 ~ 4.20	181.6	0.456	0.326	8.9
4.20 ~ 4.40	207.0		0.226	6.2
4.60 ~ 4.80	178.0		0.305	7.5
5.10 ~ 5.30	136.6	0.604	0.326	7.2
5.30 ~ 5.50	120.5	0.641	0.276	4.6
5.50 ~ 5.70	176.8	0.487	0.405	7.9
5.80 ~ 6.00	191.9	0.434	0.354	6.9
6.00 ~ 6.20	165.3	0.521	0.434	6.6
6.20 ~ 6.40	82.0	0.928	0.570	6.5
6.40 ~ 6.60	67.8	1.021	0.531	4.8
6.60 ~ 6.80	77.8	0.954	0.536	4.7

表－3－(c)　一軸圧縮試験結果

サンプル　C_1

深さ (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	一軸圧縮強さ (kg/cm²)	破壊ひずみ (%)
0.14 ~0.28	137.5	0.562	0.215	13.3
0.55 ~0.83	128.0	0.719	0.196	3.1
0.83 ~1.10	169.0	0.479	0.316	7.8
2.27 ~2.55	420 0	0.212	0.345	6.6
2.55 ~2.82	386.2	0.222	0.189	5.5
3.10 ~3.38	315.8	0.279	0.286	6.4
3.58 ~3.86	192.3	0.439	0.495	7.5
3.86 ~4.13	194.4	0.369	0.426	7.8
4.13 ~4.41	82.9	0.783	0.508	10.0
4.41 ~4.69	110.5	0.685	0.503	7.4
4.69 ~4.96	142.6	0.600	0.302	2.7
4.96 ~5.34	215.9	0.391	0.378	5.2
5.34 ~5.51	210.9	0.331	0.446	6.6
5.79 ~6.06	203.5	0.435	0.625	6.0
6.06 ~6.34	150.0	0.581	0.706	9.5
6.34 ~6.61	82.6	0.790	0.588	7.5

サンプル　C_2

深さ (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	一軸圧縮強さ (kg/cm²)	破壊ひずみ (%)
0.08 ~0.39	145.2	0.562	0.659	7.6
0.39 ~0.69	203.8	0.423	0.577	8.1
0.69 ~1.00	198.8	0.435	0.520	6.1
1.00 ~1.31	219.7	0.405	0.508	7.1
1.47 ~1.77	203.3	0.409	0.459	5.9
1.77 ~2.08	458.5	0 206	0.305	4.4
2.08 ~2.39	226.8	0.337	※0.644 0.705	15.0 18.3
2.39 ~2.70	385.0	0.236	0.514	14.2
3.93 ~4.24	354.8	0.250	0.463	6.3
4.24 ~4.55	344.5	0.256	0.474	6.6
4.55 ~4.86	226.0	0.390	0.530	5.4
5.40 ~5.71	92.0	0.139	0.423	4.0
5.71 ~6.02	124.5	0.650	0.473	6.3
7.40 ~7.71	111.9	0.645	0.629	4.9

※ 試験中破壊なし

表－3－(d)　一軸圧縮試験結

サンプル　C_3

深度 (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm^3)	一軸圧縮強度 (kg/cm^2)	破壊ひずみ (%)
0.0 ~0.23	137.4	0.590	0.546	8.1
0.23 ~0.46	148.5	0.550	0.593	8.8
0.46 ~0.69	185.7	0.436	0.435	9.2
0.91 ~1.14	74.5	0.831	0.432	10.9
1.26 ~1.48	194.3	0.431	0.307	9.2
1.48 ~1.71	327.7	0.279	0.268	6.7
1.71 ~1.94	358.5	0.247	0.235	11.1
1.94 ~2.17	287.6	0.295	0.218	7.5
2.17 ~2.40	497.7	0.168	0.228	13.5
2.40 ~2.62	505.0	0.179	0.285	12.0
2.62 2.86	557.1	0.171	0.279	6.5
4.23 ~4.45	57.5	1.043	0.415	5.7
4.45 ~4.68	71.7	0.955	0.517	5.5
4.68 ~4.91	70.4	0.982	0.505	5.4
491 ~5.14	59.6	1.101	0.425	5.9
5.14 ~5.37	94.7	0.767	0.490	7.8
5.60 ~5.82	307.1	0.311	0.391	6.5
5.94 ~6.17	135.8	0.682	0.511	5.2
617 ~6.40	93.0	0.815	0.482	5.9
6.40 ~6.62	100.3	0.737	0.336	5.4

表－3－(e)　一軸圧縮試験結果

サンプル　D_1

深さ (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	一軸圧縮強さ (kg/cm²)	破壊ひずみ (%)
2.06 ~2.25	172.1	0.471	0.883	4.14
2.25 ~2.65	167.0	0.451	0.986	5.25
3.24 ~3.53	297.2	0.293	1.022	5.94
3.53 ~3.82	299.3	0.290		
5.72 ~6.02	139.3	0.536	0.950	5.38
6.02 ~6.32	145.2	0.516	0.688	3.65
6.32 ~6.61	118.1	0.600	0.726	4.82
6.61 ~6.90	113.1	0.704	0.435	2.73
6.90 ~7.20	72.4	0.814	0.424	3.23
7.20 ~7.50	111.7	0.717	0.270	2.72

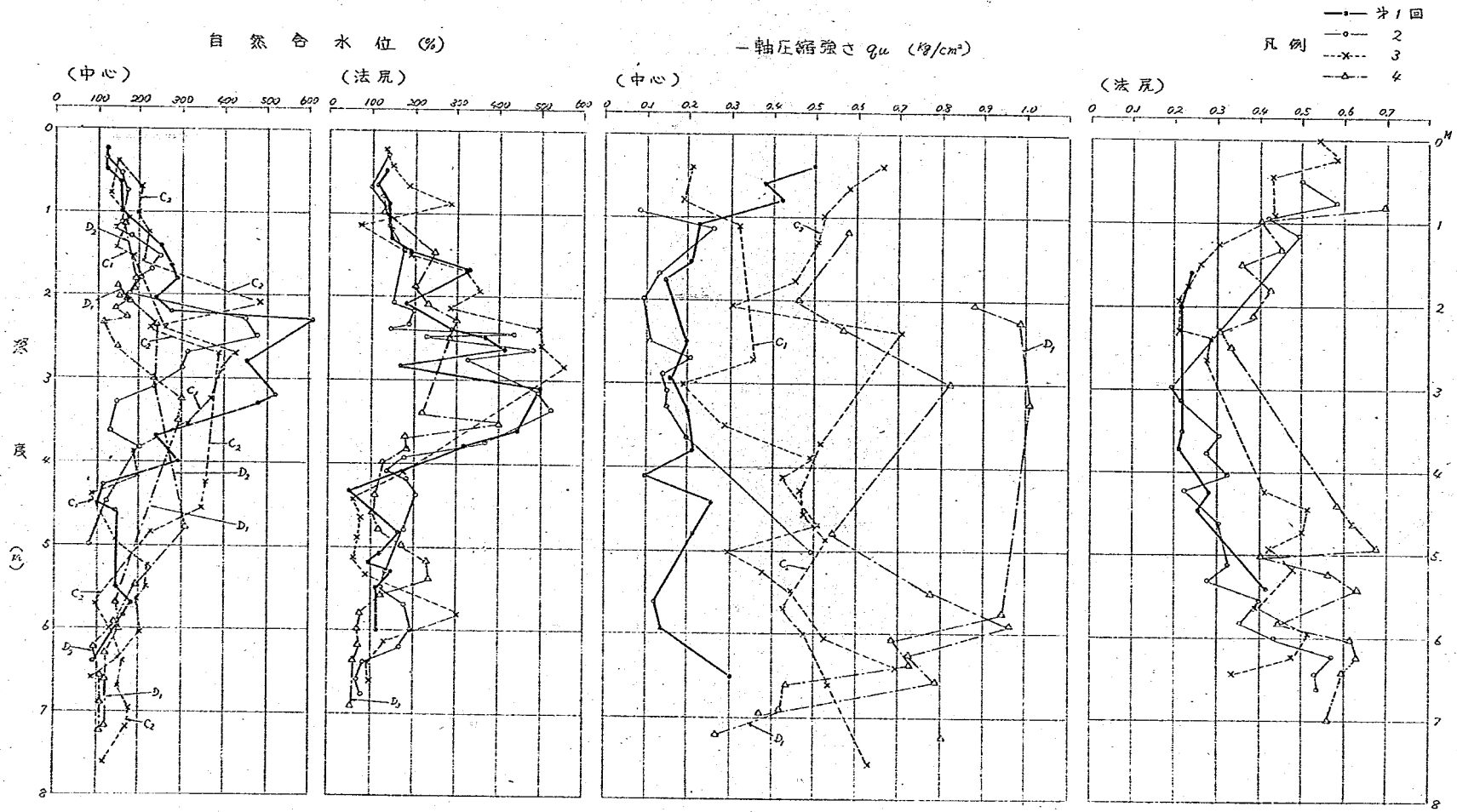
サンプル　D_2

1.18 ~1.57	168.1	0.698	0.570	5.37
2.03 ~2.36	154.3	0.501	0.457	3.46
2.36 ~2.70	237.6	0.332	0.571	4.52
3.02 ~3.37	234.0	0.698	0.821	6.48
4.81 ~5.15	305.3	0.367	0.546	4.86
5.48 ~5.82	196.5	0.503	0.777	5.80
5.90 ~6.25	138.4	0.609	0.964	4.72
6.25 ~6.58	96.5	0.763	0.724	4.77
6.58 ~6.91	107.7	0.707	0.796	4.47
6.91 ~7.25	102.2	0.748	0.374	2.73
7.25 ~7.62	102.7	0.739	0.802	4.47

サンプル　D_3

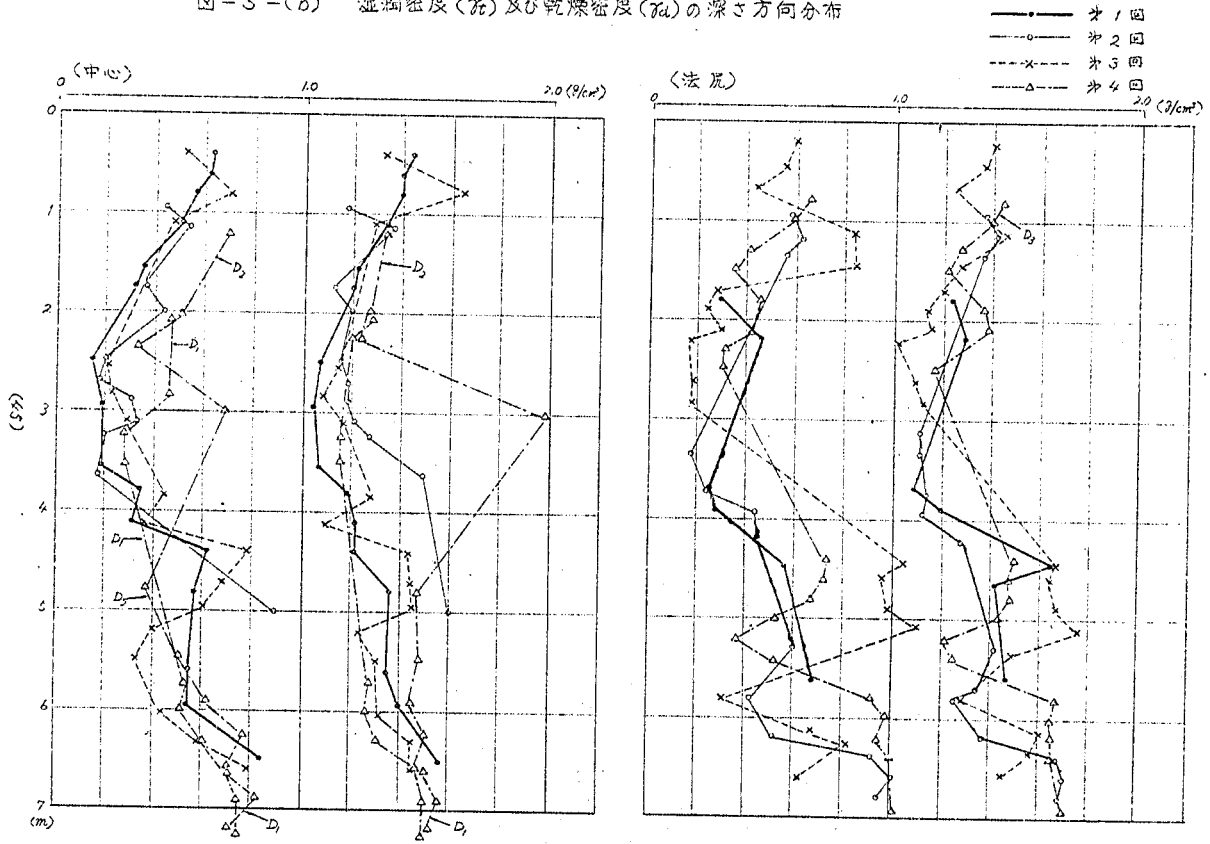
深さ (m)	含水比 (%)	乾燥密度 (g/cm³)	一軸圧縮強さ (kg/cm²)	破壊ひずみ (%)
0.80 ~1.00	122.5	0.649	0.700	13.48
1.00 ~1.20	135.3	0.591	0.402	7.05
1.30 ~1.50	206.9	0.415	0.456	10.71
1.50 ~1.70	249.7	0.349	0.361	7.34
1.90 ~2.10	201.1	0.457	0.428	10.42
2.10 ~2.30	236.5	0.413	0.386	9.59
2.30 ~2.50	305.3	0.314	0.306	6.00
2.50 ~2.70	288.5	0.302	0.334	7.83
4.40 ~4.60	108.2	0.730	0.586	7.26
4.60 ~4.80	105.9	0.717	0.617	3.60
4.80 ~5.00	118.8	0.676	0.674	3.73
5.00 ~5.20	169.3	0.533	0.403	4.17
5.20 ~5.40	232.9	0.365	0.563	5.63
5.40 ~5.60	136.8	0.525	0.623	6.20
5.80 ~6.00	78.1	0.942	0.447	3.68
6.00 ~6.20	69.0	0.979	0.616	5.00
6.20 ~6.40	74.4	0.946	0.625	5.63
6.40 ~6.60	66.0	1.004	0.592	4.67
6.95 ~7.15	54.5	1.109	0.561	4.66

図－5－(a)　　自然含水比及び一軸圧縮強さの深さ方向分布



注：第3回及び第4回は載荷々重のため試料が圧密されたので、この試料の上端を第2回の試料上端へ投影した。

図－5－(b)　湿潤密度(γ_t)及び乾燥密度(γ_d)の深さ方向分布



表－5－(a)　圧密試験結果

記号		A_1-1	A_1-2	A_1-3	A_2-1	A_2-2	A_2-3	
サンプリング深さ (m)		1.75－1.85	3.15－3.30	5.60－5.75	0.85－0.95	2.30－2.45	5.20－5.25	
含水比 w (%)		288.6	522.7	185.7	133.2	288.8	99.5	
初期間げき比 e_0		6.670	8.586	4.122	2.964	7.001	2.562	
先行圧密荷重 P_0 (kg/cm^2)		0.23	0.25	0.16	0.39	0.40	0.46	
圧縮指数 C_c		2.043	4.152	1.782	0.997	1.886	0.880	
圧密係数 C_v (cm^2/sec)	荷重 0.05	—	—	—	—	—	—	
	0.1	—	—	—	—	—	—	
	0.2	—	—	8.27×10^{-3}	—	—	—	
	0.4	8.5×10^{-4}	5.2×10^{-3}	8.46×10^{-4}	1.56×10^{-2}	—	6.40×10^{-4}	
	0.8	1.3×10^{-3}	1.0×10^{-3}	7.90×10^{-5}	5.68×10^{-3}	1.22×10^{-3}	9.58×10^{-4}	
	1.6	6.5×10^{-4}	8.1×10^{-4}	3.44×10^{-4}	2.68×10^{-3}	6.56×10^{-4}	3.52×10^{-3}	
	3.2	2.5×10^{-4}	2.4×10^{-4}	2.60×10^{-4}	1.26×10^{-3}	4.21×10^{-4}	2.08×10^{-3}	
体積圧縮係数 m_v (cm^2/g)	荷重 0.05	1.11×10^{-3}	2.65×10^{-3}	—	—	4.42×10^{-4}	2.12×10^{-3}	
	0.1	3.89×10^{-4}	5.05×10^{-5}	1.16×10^{-3}	1.92×10^{-4}	3.68×10^{-4}	9.20×10^{-4}	
	0.2	4.22×10^{-3}	5.58×10^{-4}	3.25×10^{-4}	2.31×10^{-5}	1.39×10^{-4}	5.50×10^{-4}	
	0.4	5.50×10^{-4}	5.48×10^{-4}	5.31×10^{-4}	1.01×10^{-4}	2.54×10^{-4}	6.00×10^{-4}	
	0.8	3.84×10^{-4}	4.28×10^{-4}	3.19×10^{-4}	1.83×10^{-4}	3.17×10^{-4}	4.43×10^{-4}	
	1.6	1.82×10^{-3}	1.13×10^{-4}	1.49×10^{-4}	1.01×10^{-4}	1.00×10^{-4}	3.85×10^{-4}	
	3.2	9.51×10^{-3}	3.12×10^{-4}	6.72×10^{-4}	5.71×10^{-5}	6.93×10^{-5}	1.55×10^{-4}	
備考								

表－5－(b)　圧密試験結果

記号		B_1-1	B_1-2	B_2-1	B_2-2	B_2-3	B_3-1	B_3-2
サンプリング深さ (m)		1.70－1.80	2.00－2.10	1.35－1.45	2.65－2.75	3.35－3.45	2.10－2.20	2.30－2.40
含水比 w (%)		201.0	250.1	180.4	422.2	396.0	152.6	161.9
初期間げき比 e_0		5.077	5.434	3.543	8.395	7.050	3.636	3.896
先行圧密荷重 P_0 (kg/cm^2)		0.33	0.34	0.52	0.44	0.29	0.41	0.95
圧縮指数 C_c		2.348	2.060	1.342	1.993	3.721	1.375	1.078
圧密係数 C_v (cm^2/sec)	荷重 0.05	1.27×10^{-2}	6.34×10^{-3}	6.30×10^{-3}	1.14×10^{-2}	7.72×10^{-3}	9.40×10^{-4}	2.04×10^{-3}
	0.1	1.26×10^{-2}	—	5.61×10^{-3}	8.26×10^{-3}	1.67×10^{-2}	2.34×10^{-3}	1.08×10^{-3}
	0.2	1.17×10^{-2}	3.65×10^{-3}	6.05×10^{-3}	2.02×10^{-3}	2.97×10^{-3}	1.56×10^{-3}	7.90×10^{-4}
	0.4	1.78×10^{-3}	2.37×10^{-3}	2.61×10^{-3}	7.71×10^{-3}	2.37×10^{-3}	9.65×10^{-4}	5.05×10^{-4}
	0.8	2.37×10^{-3}	8.44×10^{-4}	2.38×10^{-3}	3.45×10^{-3}	1.89×10^{-5}	1.84×10^{-3}	2.88×10^{-4}
	1.6	8.51×10^{-4}	1.20×10^{-3}	9.35×10^{-4}	3.97×10^{-3}	2.99×10^{-4}	1.19×10^{-3}	3.26×10^{-4}
	3.2	3.44×10^{-4}	1.04×10^{-3}	1.13×10^{-3}	2.28×10^{-4}	—	2.51×10^{-4}	2.01×10^{-4}
体積圧縮係数 m_v (cm^2/g)	荷重 0.05	1.77×10^{-3}	1.64×10^{-3}	4.93×10^{-4}	4.90×10^{-3}	1.41×10^{-3}	2.03×10^{-4}	4.17×10^{-4}
	0.1	3.86×10^{-4}	1.68×10^{-3}	2.21×10^{-4}	4.43×10^{-3}	4.28×10^{-4}	5.10×10^{-4}	2.25×10^{-4}
	0.2	4.02×10^{-4}	6.13×10^{-4}	1.83×10^{-4}	4.37×10^{-4}	4.08×10^{-4}	3.49×10^{-4}	1.67×10^{-4}
	0.4	3.83×10^{-4}	5.20×10^{-4}	1.60×10^{-4}	8.87×10^{-5}	3.94×10^{-4}	2.24×10^{-4}	1.08×10^{-4}
	0.8	2.56×10^{-4}	2.58×10^{-4}	1.46×10^{-4}	4.57×10^{-4}	4.36×10^{-4}	4.46×10^{-4}	6.31×10^{-5}
	1.6	1.95×10^{-4}	1.53×10^{-4}	1.15×10^{-4}	2.85×10^{-4}	2.46×10^{-4}	3.52×10^{-4}	7.34×10^{-5}
	3.2	1.26×10^{-4}	4.84×10^{-5}	8.15×10^{-4}	1.64×10^{-4}	7.93×10^{-5}	7.30×10^{-5}	4.79×10^{-5}
備考								

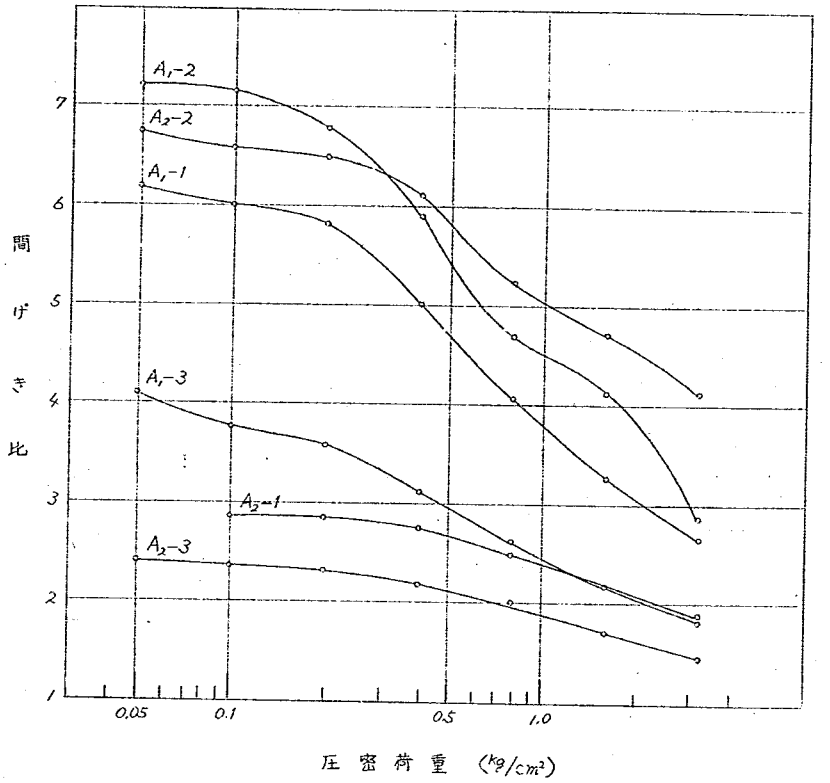
表－5－(c)　圧密試験結果

記号		C_1-1	C_1-2	C_2-1	C_2-2	C_3-1		
サンプリング深さ (m)		1.00－1.10	3.80－3.90	6.20－6.30	2.40－2.50	2.80－2.90		
含水比 w (%)		223.8	124.8	194.2	262.0	346.9		
初期間げき比 e_0		5.281	3.220	4.298	5.923	7.715		
先行圧密荷重 P_0 (kg/cm²)		0.49	1.13	0.64	0.46	0.55		
圧縮指数 C_c		2.407	0.900	1.162	2.145	4.420		
圧密係数 C_v (cm²/day)	荷重 0.05	—	—	—	—	—		
	0.1	2.75×10^{-1}	2.24×10^{-3}	9.62×10^{-3}	1.06×10^{-2}	9.82×10^{-3}		
	0.2	2.26×10^{-1}	7.23×10^{-4}	1.04×10^{-2}	6.13×10^{-3}	2.62×10^{-1}		
	0.4	2.05×10^{-1}	1.28×10^{-3}	1.00×10^{-2}	1.19×10^{-2}	2.44×10^{-1}		
	0.8	8.26×10^{-2}	3.80×10^{-3}	8.72×10^{-3}	5.10×10^{-3}	7.21×10^{-3}		
	1.6	2.34×10^{-2}	3.22×10^{-3}	4.35×10^{-3}	1.51×10^{-3}	1.19×10^{-3}		
	3.2	1.84×10^{-2}	1.52×10^{-3}	1.51×10^{-3}	5.71×10^{-4}	9.18×10^{-4}		
体積圧縮係数 m_v (cm²/g)	荷重 0.05	—	—	—	—	—		
	0.1	1.39×10^{-3}	1.60×10^{-3}	3.13×10^{-2}	1.91×10^{-3}	2.52×10^{-4}		
	0.2	1.86×10^{-4}	3.47×10^{-4}	1.94×10^{-4}	1.90×10^{-5}	2.39×10^{-4}		
	0.4	1.35×10^{-4}	1.18×10^{-4}	8.6×10^{-5}	1.28×10^{-4}	1.60×10^{-4}		
	0.8	1.21×10^{-4}	5.33×10^{-5}	6.30×10^{-5}	1.78×10^{-4}	2.27×10^{-4}		
	1.6	1.18×10^{-4}	2.65×10^{-5}	7.50×10^{-5}	1.23×10^{-4}	1.99×10^{-4}		
	3.2	7.49×10^{-4}	4.08×10^{-5}	5.9×10^{-5}	8.43×10^{-5}	1.14×10^{-4}		
備考								

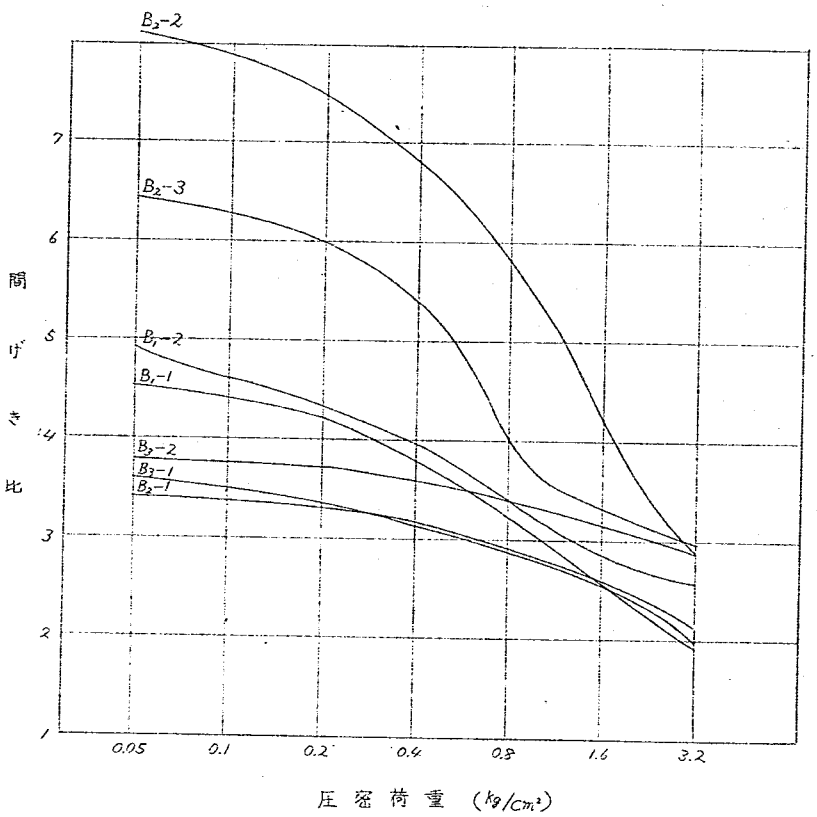
表－5－(d)　圧密試験結果

記号		D_1-1	D_1-2	D_2-1	D_2-2	D_3-1	D_3-2	D_3-3
サンプリング深さ (m)		2.65～2.79	6.03～6.17	0.68～0.85	3.63～3.80	1.20～1.30	2.80～2.90	5.60～6.70
含水比 w (%)		148.5	118.2	159.7	88.0	161.4	179.0	65.3
初期間げき比 e_0		3.415	3.031	3.378	1.757	3.220	3.473	1.818
先行圧密荷重 P_0 (kg/cm²)		1.52	1.56	1.14	1.40	1.52	0.89	1.45
圧縮指数 C_c		0.18	0.14	0.20	0.31	0.26	0.30	0.13
圧密係数 C_v (cm²/sec)	荷重 0.05	1.42×10^{-5}	—	—	—	—	—	—
	0.1	2.66×10^{-5}	2.76×10^{-2}	8.46×10^{-3}	6.95×10^{-3}	2.38×10^{-2}	8.62×10^{-3}	2.12×10^{-2}
	0.2	3.78×10^{-5}	2.70×10^{-2}	1.02×10^{-2}	3.68×10^{-3}	8.94×10^{-2}	1.29×10^{-2}	1.37×10^{-2}
	0.4	4.76×10^{-4}	1.75×10^{-2}	6.05×10^{-3}	5.63×10^{-3}	1.28×10^{-2}	1.33×10^{-2}	2.27×10^{-2}
	0.8	2.13×10^{-3}	1.08×10^{-2}	5.00×10^{-3}	4.20×10^{-3}	7.17×10^{-3}	8.36×10^{-3}	1.52×10^{-2}
	1.6	9.54×10^{-3}	1.18×10^{-2}	2.00×10^{-3}	1.02×10^{-3}	3.98×10^{-3}	4.08×10^{-3}	1.77×10^{-2}
	3.2	8.77×10^{-3}	5.13×10	1.03×10^{-3}	1.31×10^{-3}	2.22×10^{-3}	2.86×10^{-3}	1.07×10^{-2}
体積圧縮係数 m_v (cm²/g)	荷重 0.05	1.32×10^{-3}	—	—	—	—	—	—
	0.1	2.84×10^{-4}	2.13×10^{-4}	1.25×10^{-4}	3.65×10^{-4}	1.17×10^{-4}	3.61×10^{-4}	6.79×10^{-5}
	0.2	1.09×10^{-4}	1.05×10^{-4}	1.31×10^{-4}	1.18×10^{-4}	1.73×10^{-4}	2.01×10^{-4}	1.34×10^{-4}
	0.4	7.41×10^{-5}	8.06×10^{-4}	9.06×10^{-5}	8.71×10^{-5}	1.08×10^{-4}	1.96×10^{-4}	8.66×10^{-5}
	0.8	5.40×10^{-5}	5.80×10^{-5}	7.49×10^{-5}	5.86×10^{-5}	9.04×10^{-5}	1.34×10^{-4}	6.11×10^{-5}
	1.6	4.30×10^{-5}	6.14×10^{-5}	7.17×10^{-5}	4.56×10^{-5}	7.79×10^{-5}	1.38×10^{-4}	5.84×10^{-5}
	3.2	5.13×10^{-5}	6.06×10^{-5}	5.91×10^{-5}	3.87×10^{-5}	5.88×10^{-5}	7.86×10^{-5}	4.04×10^{-5}
備考								

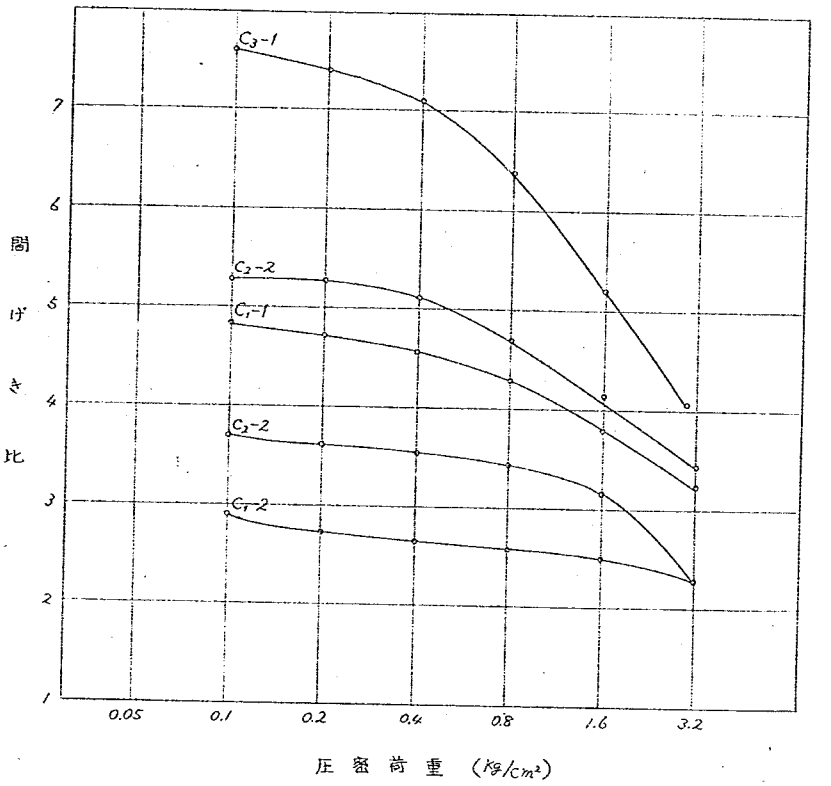
図－6－(a)　　e～log P曲線（オ1回）



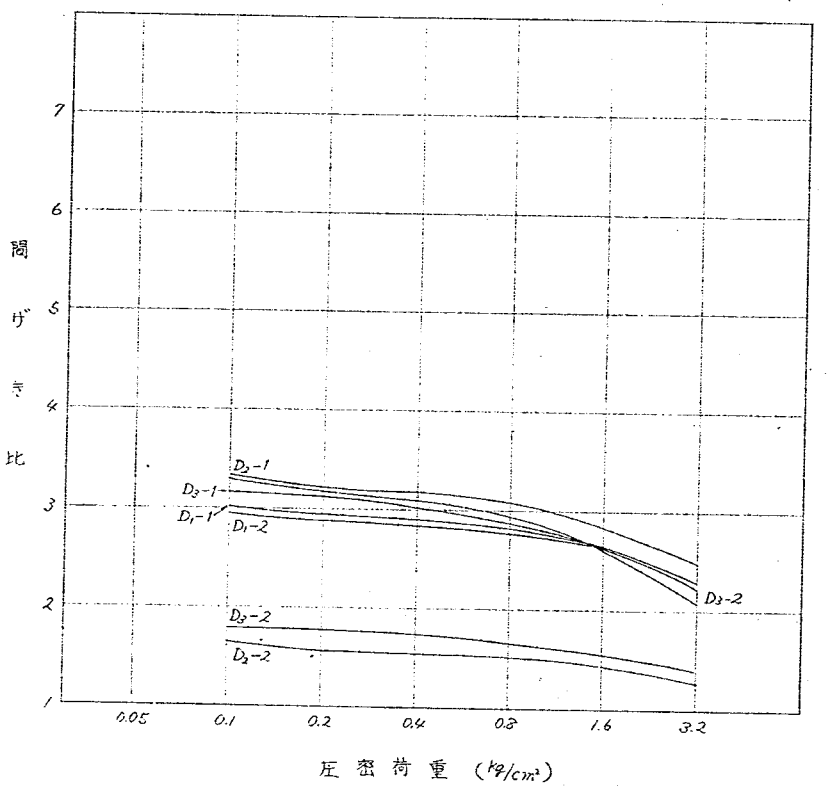
図－6－(b)　e～log P曲線（沖2回）



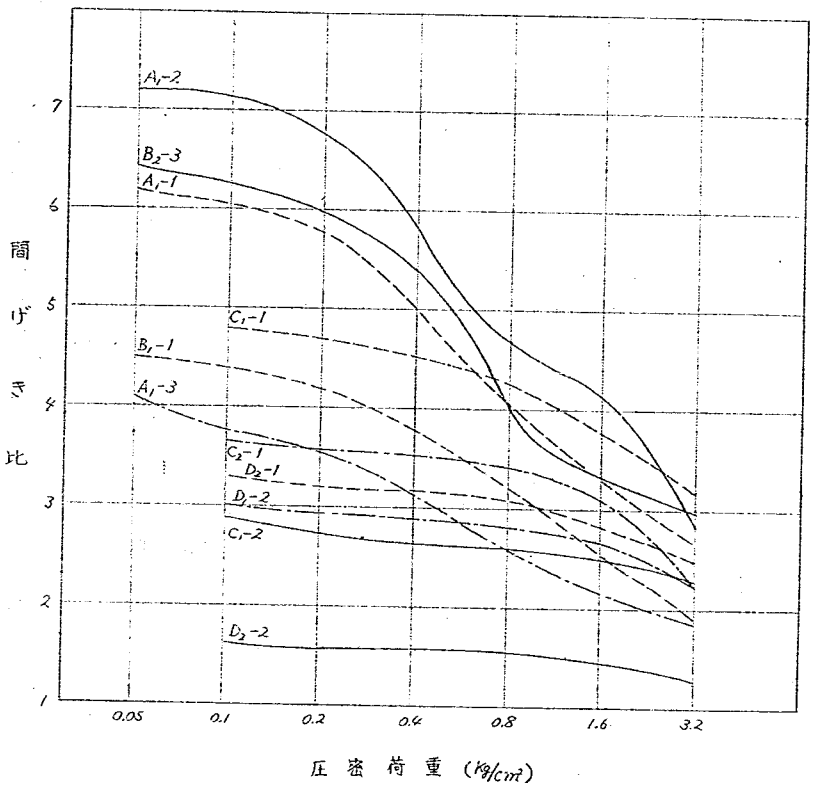
図－6－(c)　e～log P 曲線（第3回）



図－6－(d)　e～log P曲線（沖久田）



図－6－(e)　e～log P曲線（第1回～第4回）



図－7－(a)　圧密先行荷重（盛土中央部）

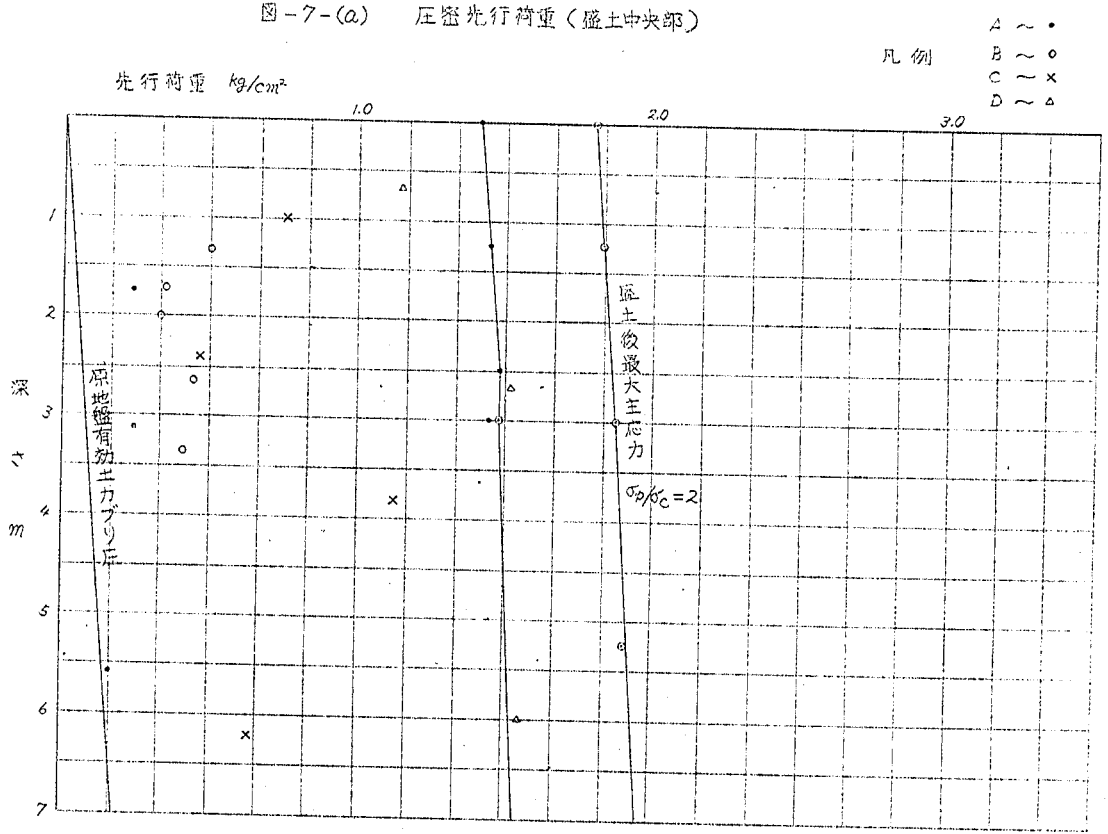
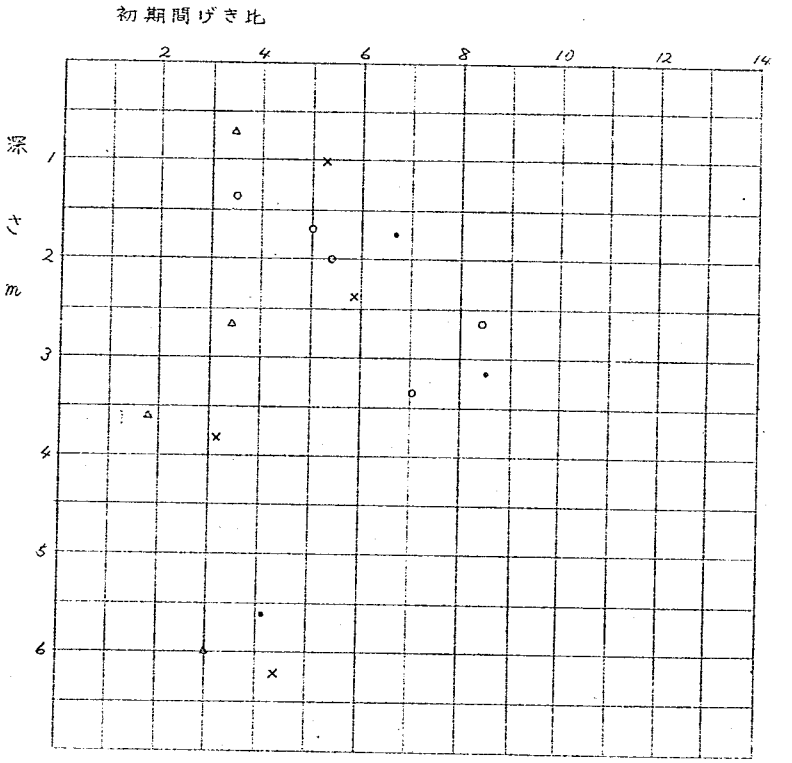
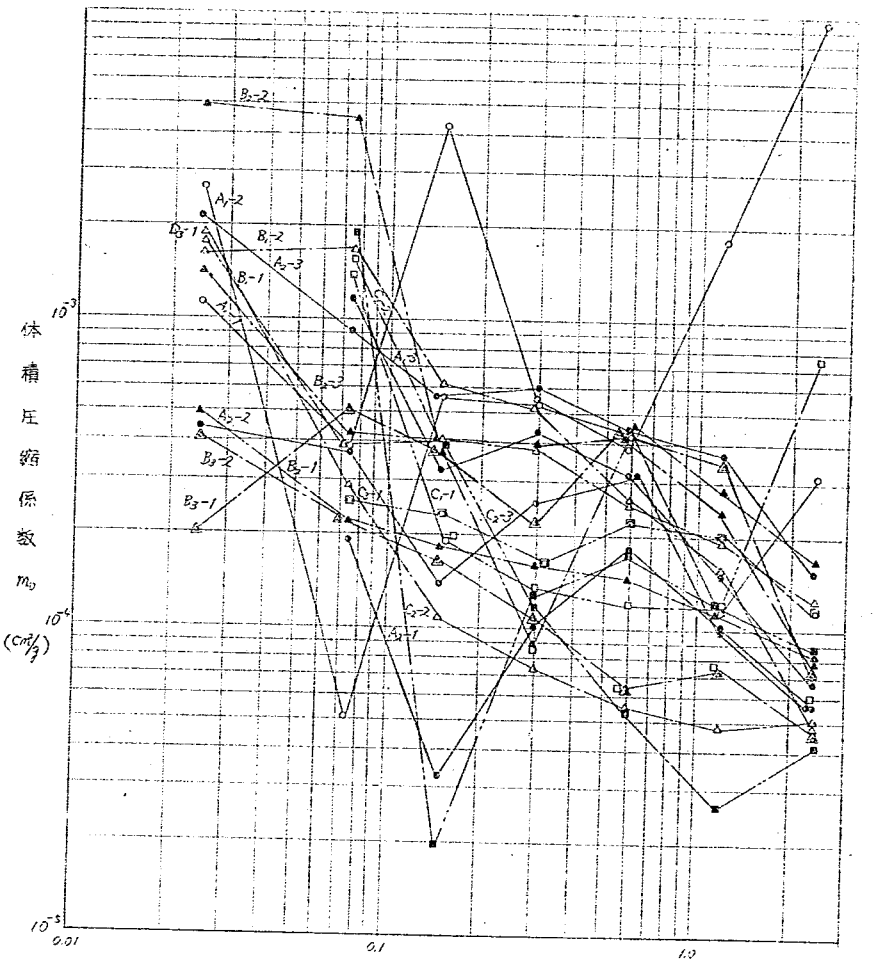


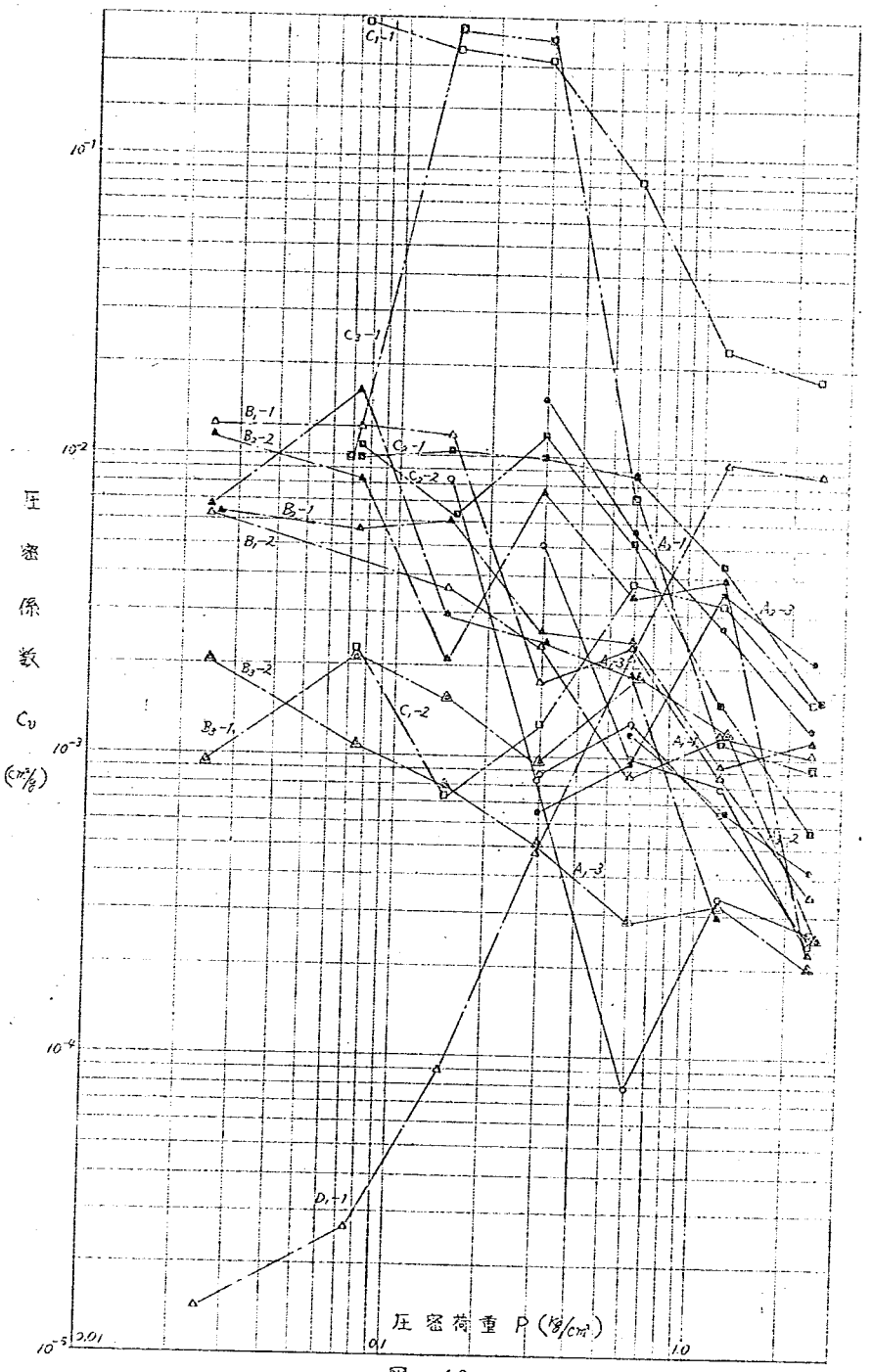
図-8-(a)　初期間げき比（盛土中央部）

凡例　A —— •
　　B —— ○
　　C —— ×
　　D —— △




体積圧縮係数 m_v (cm^2/kg)
10^{-3}
10^{-4}
10^{-5}
0.01
0.1
1.0
B_2-2
A_1-2
B_3-1
B_1-2
A_2-3
B_1-1
A_1-1
A_3-3
B_2-3
A_2-2
B_3-2
B_2-1
B_3-1
C_1-1
C_2-3
C_2-2
A_3-1
圧密荷重 P_o (kg/cm^2)

図－9


圧密係数 C_v (cm^2/g)
10^{-1}
10^{-2}
10^{-3}
10^{-4}
10^{-5}
0.01
0.1
1.0
圧密荷重 P (kg/cm^2)
C_1-1
C_3-1
B_1-1
B_2-2
C_2-1
C_2-2
B_3-1
B_1-2
A_1-1
A_2-2
A_1-3
B_3-2
C_1-2
B_3-1
A_1-2
A_2-3
D_1-1

図－10
(32)

表-6-(a)　三軸圧縮試験結果

記号		A_1-1	A_1-2	A_1-3	A_1-4	A_1-5	A_2-1	A_2-2	A_2-3	A_2-4	A_2-5
サンプリング深さ (m)		1.85~2.00	2.00~2.15	2.15~2.30	4.26~4.40	4.86~5.00	0.45~0.60	0.60~0.75	0.95~1.10	1.10~1.25	1.25~1.40
試験の種類		圧密非排水 III	圧密非排水 IV	非圧密非排水 I	圧密非排水 IV	圧密非排水 III	非圧密非排水 II	非圧密非排水 II	非圧密非排水 I	圧密非排水 IV	非圧密非排水 I
試験前	含水比 w_1 (%)	248	241	273	111	164	127	112	129	138	146
	重量 W_1 (g)	292	291	283	326	309	325	334	324	315	331
	乾燥密度 γ_{d_1} (g/cm³)	0.342	0.349	0.310	0.676	0.478	0.584	0.646	0.595	0.543	0.551
側圧 σ_3 (kg/cm²)		0.6	0.6	0.6	1.0	1.0	0.6	1.5	1.0	1.5	1.5
圧密	排水量 (cm³)	(67.2)	38.6		20.0	37.9				31.9	
	t_{50} (min)		7.2		4.0	(29)				17	
	C_v (cm²/sec)		8.35×10^{-4}		1.53×10^{-3}					3.54×10^{-4}	
せん断	初期間げき水圧 u_0 (kg/cm²)	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.47	1.14	1.0	0.0	1.56
	破壊時軸差応力 $(\sigma_1-\sigma_3)$ (kg/cm²)	0.546	0.743	0.22	1.36	0.704	0.43	0.76	0.33	2.03	0.51
	破壊時間げき水圧 $(u-u_0)$ (kg/cm²)	0.18	0.17	0.10	0.14	0.48	0.04	0.15	0.06	0.36	0.10
試験後	含水比 w_2 (%)	120	178	252	94		129	105	129	102	150
	重量 W_2 (g)	212	274	280							
	乾燥密度 γ_{d_2} (g/cm³)										
備考											

表-6-(b)　三軸圧縮試験結果

記号		A_2-6	A_2-7	A_2-8	A_2-9	A_2-10	A_2-11	A_2-12	A_2-13	A_2-14	A_2-15
サンプリング深さ (m)		1.40~1.55	2.45~2.60	2.60~2.75	2.75~2.90	3.10~3.30	4.85~5.05	5.05~5.20	5.25~5.40	5.90~6.05	6.05~6.20
試験の種類		圧密非排水 III	非圧密非排水 I	非圧密非排水 II	圧密非排水 III	非圧密非排水 II	圧密非排水 III	非圧密非排水 I	圧密非排水 IV	非圧密非排水 I	非圧密非排水 II
試験前	含水比 w_1 (%)	183	370	421	327	501	103	120	143	112	113
	重量 W_1 (g)	338	259	256	276	259	334	315	305	366	362
	乾燥密度 γ_{d_1} (g/cm³)	0.488	0.226	0.201	0.264	0.176	0.672	0.587	0.513	0.709	0.694
側圧 σ_3 (kg/cm²)		1.5	1.0	1.0	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
圧密	排水量 (cm³)	48.1			(75.5)		52.5		76.8		
	t_{50} (min)	(66)					(66)		36		
	C_v (cm²/sec)								1.67×10^{-4}		
せん断	初期間げき水圧 u_0 (kg/cm²)	0.0	0.88	0.52	0.0	0.68	0.0	0.98	0.0	1.25	0.58
	破壊時軸差応力 $(\sigma_1-\sigma_3)$ (kg/cm²)	1.50	0.21	0.29	0.790	0.21	1.03	0.33	1.43	0.07	0.44
	破壊時間げき水圧 $(u-u_0)$ (kg/cm²)	0.36	0.12	0.01	0.08	0.05		0.09	0.17		0.11
試験後	含水比 w_2 (%)	109	378		178	519	89		107	108	
	重量 W_2 (g)									358	369
	乾燥密度 γ_{d_2} (g/cm³)										
備考											

表-6-(c)　三軸圧縮試験結果

記号		B_1-1	B_1-2	B_1-3	B_1-4	B_1-5	B_2-1	B_2-2	B_2-3	B_2-4	B_2-5	B_3-1	B_3-2
サンプリング深さ (m)		3.75~3.90	3.90~4.05	4.05~4.20	4.20~4.35	4.30~4.60	2.05~2.20	2.20~2.35	2.35~2.50	2.50~2.65	2.75~2.95	1.65~1.80	1.80~1.95
試験の種類		圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽	圧密非排水 ▽
試験前	含水比 w_1 (%)	122	135	128	123	102	197	196	226	488	490	143	171
	重量 W_1 (g)	353	336	349	369	379	299	292	290	257	285	326	332
	乾燥密度 γ_{d_1} (g/cm³)	0.648	0.584	0.625	0.675	0.768	0.410	0.402	0.320	0.178	0.273	0.546	0.500
側圧 σ_3 (kg/cm²)		2.0	2.0	1.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.5	0.5	2.0	1.0	1.5
圧密	排水量 (cm³)	57.4	53.2	39.5	16.8	11.9	66.8		87.7	62.9	97.7	37.2	61.1
	t_{50} (min)	135	29	42	6	4	70		53	60	56	17	19
	C_v (cm²/sec)	4.08×10^{-5}	1.90×10^{-4}	1.31×10^{-4}	9.20×10^{-4}	1.38×10^{-3}	7.88×10^{-5}		1.04×10^{-4}	9.18×10^{-5}	9.85×10^{-5}		
せん断	初期間げき水圧 u_0 (kg/cm²)	0	0	0	0	0	0		0				
	破壊時軸差応力 $(\sigma_1-\sigma_3)$ (kg/cm²)	1.59	2.23	1.66	1.40	1.11	0.72	0.37	2.33	0.40	1.95	1.38	1.47
	破壊時間げき水圧 $(u-u_0)$ (kg/cm²)	0.48			0.88		0.34		0.61				
試験後	含水比 w_2 (%)	97	92	108	108	95	143		133	321		110	103
	重量 W_2 (g)	301	277	313	352	368	236		206	203		288	277
	乾燥密度 γ_{d_2} (g/cm³)	0.813	0.750	0.723	0.740	0.810	0.544		0.561	0.265		0.658	0.514
備考													

(79)

図－6－(d)　三軸圧縮試験結果

記号		C_1-1	C_1-2	C_1-3	C_1-4	C_2-1	C_2-2	C_2-3	C_2-4	C_3-1	C_3-2	C_3-3	C_3-4
サンプリング深さ (m)		1.34～1.55	1.13～1.34	1.55～1.76	1.97～2.19	6.24～6.47	6.47～6.70	6.93～7.16	6.70～6.93	3.42～3.59	3.93～4.10	3.59～3.76	3.25～3.42
試験の種類		圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水
試験前	含水比 w_1 (%)	183.3	139.2	172.8	182.5	152.8	145.6	156.7	172.6	105.0	174.8	90.5	141.05
	重量 W_1 (g)	304	299	309	305	340	338	328	315	350	306	375	330
	乾燥密度 γ_{d_1} (g/cm³)	0.437	0.51	0.462	0.44	0.548	0.561	0.521	0.471	0.697	0.455	0.803	0.558
側圧 σ_3 (kg/cm²)		0.5	1.0	1.5	2.0	0.5	1.0	1.5	2.0	0.5	1.0	1.5	2.0
圧密	排水量 (cm³)	30.1	64.6	41.9	53.8	24.9	59.7	8.9	74.2	19.3	49.3	56	108.7
	t_{50} (min)	65			240	10		4.4	26.5	30.4	74	5.6	
	C_v (cm²/sec)	8.48×10^{-5}			2.3×10^{-5}	5.52×10^{-4}		1.25×10^{-3}	2.08×10^{-4}	1.81×10^{-4}	7.45×10^{-5}	9.85×10^{-4}	
せん断	初期間げき水圧 u_0 (kg/cm²)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	破壊時軸差応力 $(\sigma_1-\sigma_3)$ (kg/cm²)	0.749	0.881	1.392	1.567	1.114	1.325	1.796	1.710	0.747	1.132	1.486	1.861
	破壊時間げき水圧 $(u-u_0)$ (kg/cm²)			0.21		0.1	0.54	0.88	0.41	0.32	0.45	0.94	0.85
試験後	含水比 w_2 (%)	151.9	155.1	129.9	157.9	145.9	120	129.4	143.5	99.25	133.3	68.5	98.6
	重量 W_2 (g)	277	253	272	268	324	310	293	261	333	258	339.7	251
	乾燥密度 γ_{d_2} (g/cm³)	0.511	0.549	0.582	0.542	0.598	0.769	0.535	0.626	0.747	0.566	0.964	0.925
備考													

(42)

表-6-(e)　三軸圧縮試験結果

記号		D_1-1	D_1-2	D_1-3	D_1-4	D_2-1	D_2-2	D_2-3	D_2-4	D_2-5	D_3-1	D_3-2
サンプリング深さ (m)		3.45~3.68	2.79~3.01	3.90~4.12	3.23~3.45	2.53~2.79	3.04~3.30	2.79~3.04	3.55~3.79	3.30~3.55	3.40~3.55	3.55~3.70
試験の種類		圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水
試験前	含水比 w_1 (%)	110.7	150.2	140.9	138.8	320.8	195.4	324.7	187.2	133.4	219.6	409.5
	重量 W_1 (g)	334	304	330	344	273	295	267	302	305	296	299
	乾燥密度 γ_{d_1} (g/cm³)	0.626	0.496	0.518	0.587	0.264	0.412	0.337	0.429	0.533	0.378	0.239
側圧 σ_3 (kg/cm²)		0.5	1.0	1.5	2.0	0.5	1.0	1.5	1.5	2.0	0.5	1.0
圧密	排水量 (cm³)	9.2	19.9	32.9	49.6	23.3	14.3	62.5	38.4	43.0	24.0	47.0
	t_{50} (min)	6.6′	7′	20′	170′	11.5′	62′	32′	54′	64′	40′	60′
	C_v (cm²/sec)	6.22×10^{-3}	5.86×10^{-3}	2.05×10^{-3}	2.41×10^{-4}	3.57×10^{-3}	6.62×10^{-4}	1.28×10^{-3}	7.60×10^{-4}	6.41×10^{-4}	1.03×10^{-3}	6.84×10^{-4}
剪断力	初期間げき水圧 u_0 (kg/cm²)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	破壊時軸差応力 $(\sigma_1-\sigma_3)$ (kg/cm²)	1.036	0.757	2.069	2.040	0.747	1.184	1.640	1.934	2.460	0.528	0.386
	破壊時間げき水圧 $(u-u_0)$ (kg/cm²)	0.16	0.45	0.72	0.36	0.22	0.55	0.40	0.25	0.53	0.29	0.39
試験後	含水比 w_2 (%)	109.4	142.5	104.2	100.3	297.2	170.2	274.3	152.2	133.4	195.1	141.6
	重量 W_2 (g)	327	290	303	304	257	273	235	290	269	283	266
	乾燥密度 γ_{d_2} (g/cm³)	0.661	0.531	0.698	0.775	0.292	0.473	0.343	0.556	0.570	0.433	0.555
備考												

表-6-(f)　三軸圧縮試験結果

記号		D_3-3	D_3-4	D_3-5								
サンプリング深さ (m)		4.00~4.15	3.70~3.85	3.85~4.00								
試験の種類		圧密非排水	圧密非排水	圧密非排水								
試験前	含水比 w_1 (%)	128.6	180.5	185.6								
	重量 W_1 (g)	298	300	301								
	乾燥密度 γ_{d_1} (g/m³)	0.532	1.223	0.500								
側圧 σ_3 (kg/cm²)		1.0	1.5	2.0								
圧密	排水量 (cm³)	36.1	39.7									
	t_{50} (min)		13									
	C_v (cm²/sec)		3.16×10^{-3}									
剪断力	初期間げき水圧 u_0 (kg/cm²)	0	0	0								
	破壊時軸差応力 $(\sigma_1-\sigma_3)$ (kg/cm²)	1.013	1.222	2.043								
	破壊時間げき水圧 $(u-u_0)$ (kg/cm²)	0.37	0.47	0.25								
試験後	含水比 w_2 (%)	139.2	141.3	118.1								
	重量 W_2 (g)	265	258	245								
	乾燥密度 γ_{d_2} (g/cm³)	0.530	0.521	0.641								
備考												

(49)

表－7－(a)　三軸試験結果（ϕ, c）

第1回サンプリング時（サンドコンパクションパイル施工前）

サンプル記号	サンプリング深さ (m)	試験種類	せん断抵抗角 ϕ(°)	粘着力 c (kg/cm²)	備考
A_1, A_2		非圧密非排水 I	7.4	0.02	
A_2		非圧密非排水 II	8.0	0.10	サンドパイルあり
A_1, A_2		圧密非排水 III	5.1	0.05	
A_1, A_2		圧密非排水 IV	22.7	0.03	サンドパイルあり

第2回サンプリング時（サンドコンパクションパイル施工直後）

サンプル記号	サンプリング深さ (m)	試験種類	せん断抵抗角 ϕ(°)	粘着力 c (kg/cm²)	備考
B_1	3.75－4.65	圧密非排水 V	13.2	0.32	
B_2	2.05－2.95	圧密非排水 V	11.7	0.05	

第3回サンプリング時（盛土施工中）

サンプル記号	サンプリング深さ (m)	試験種類	せん断抵抗角 ϕ(°)	粘着力 c (kg/cm²)	備考
C_1	1.10－2.10	圧密非排水 V	9.1	0.40	
C_2	6.25－7.45	圧密非排水 V	10.8	0.28	
C_3	3.25－4.10	圧密非排水 V	14.0	0.16	

第4回サンプリング時（盛土完了）

サンプル記号	サンプリング深さ (m)	試験種類	せん断抵抗角 ϕ(°)	粘着力 c (kg/cm²)	備考
D_1	2.79－3.90	圧密非排水 V	19.5	0.20	
D_2	2.53－3.79	圧密非排水 V	21.0	0.06	
D_3	3.40－4.15	圧密非排水 V	15.5	0.07	

表－7－(b)　三軸試験の破壊時軸差応力

$(\sigma_1-\sigma_3)$　(kg/cm^2)

第1回サンプリング

	側圧 σ_3 (kg/cm^2)	0.6	1.0	1.2	1.5	全応力で整理した		有効応力で整理した	
						ϕ	C	ϕ	C
Ⅳ	サンドパイル 圧密	0.74	1.36	1.43	2.03	22.7	0.03	27.4	0
Ⅲ	不 撹 乱 圧密	0.55	0.70 0.79	1.03	1.50	15.1	0.05	22.3	0.02
Ⅱ	サンドパイル 非圧密	0.43	0.29	0.44	0.76	8.0	0.1	8.8	0.1
Ⅰ	不 撹 乱 非圧密	0.22	0.21 0.33	0.33	0.51	7.4	0.02	8.0	0.02

第3回サンプリング（有効応力で整理した ϕ, C）

サンプル記号	サンプリング深さ m	試験種類	せん断抵抗角 ϕ'	粘着力 C kg/cm^2
C_2	6.25－7.45	圧密非排水 V	10.0°	0.28
C_3	3.25－4.10	圧密非排水 V	15.0°	0.08

第4回サンプリング（有効応力で整理した ϕ, C）

サンプル記号	サンプリング深さ m	試験種類	せん断抵抗角 ϕ'	粘着力 C kg/cm^2
D_1	2.79－3.90	圧密非排水 V	23.0°	0.12
D_2	2.53－3.79	圧密非排水 V	21.5°	0.08
D_3	3.40－4.15	圧密非排水 V	19.0°	0.02

図-11-(a)　モールの破壊応力円（全応力で整理したもの）

サンプル A_1, A_2

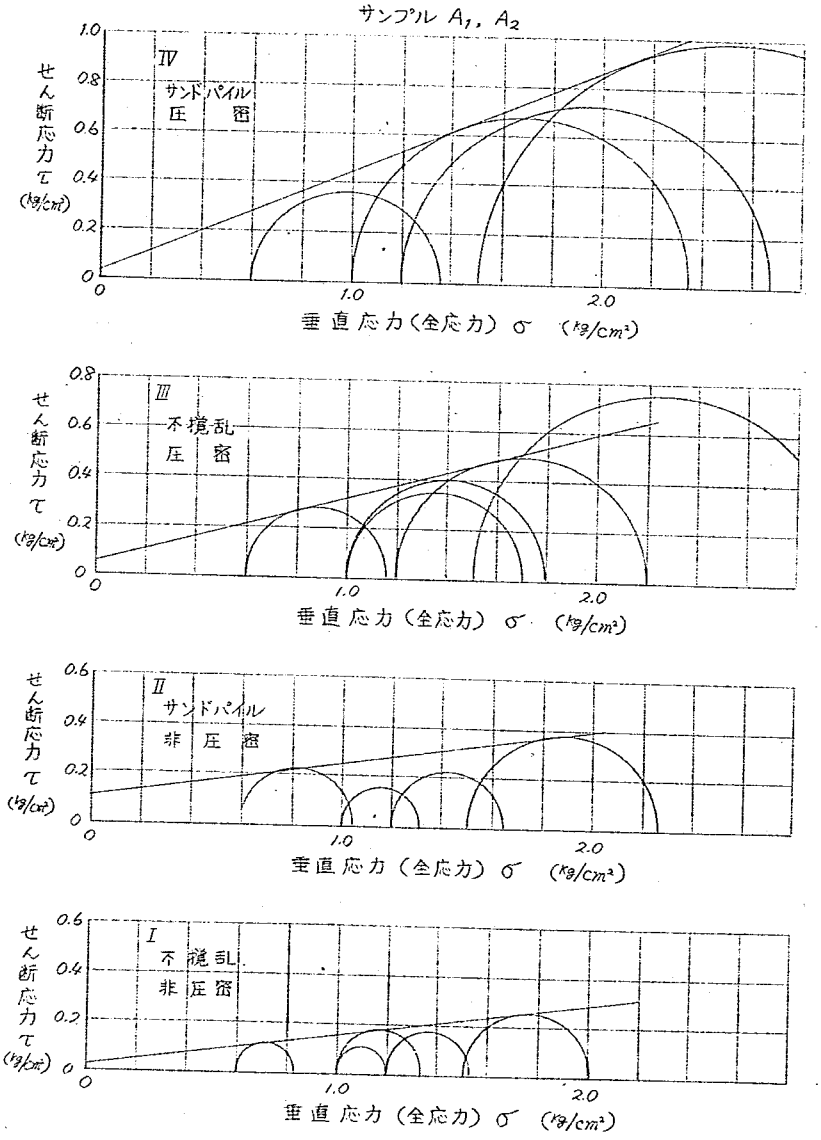
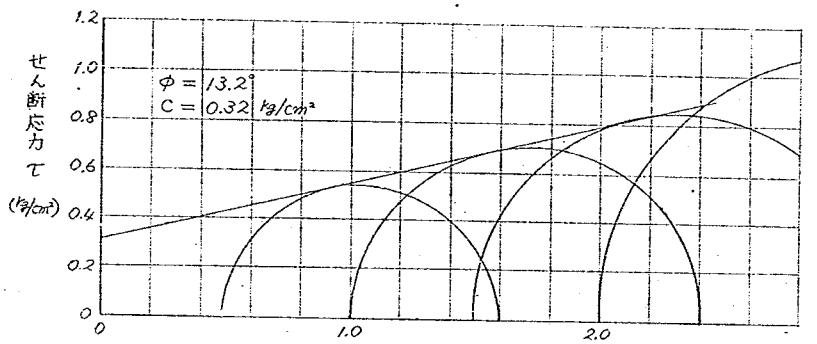


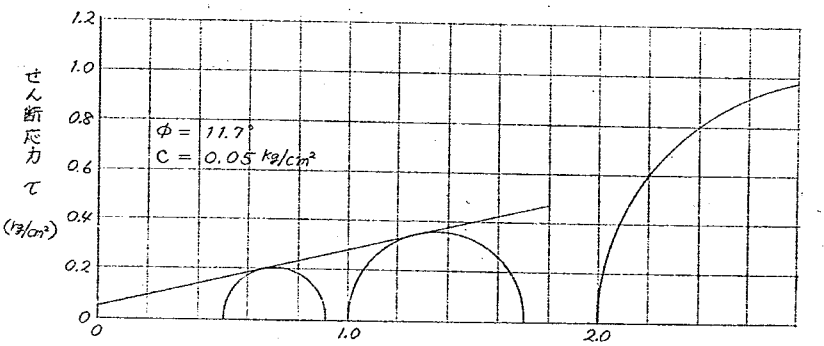
図-11-(b)　モールの破壊応力円(全応力による整理)

サンプル　B_1　(3m75－4m65)



垂直応力(全応力) σ (kg/cm²)

サンプル　B_2　(2m05－2m95)

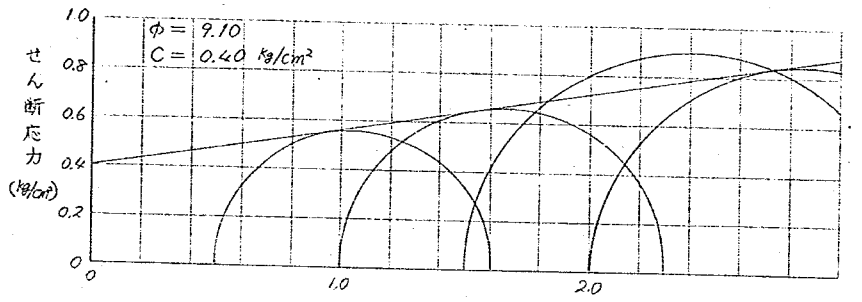


垂直応力(全応力) σ (kg/cm²)

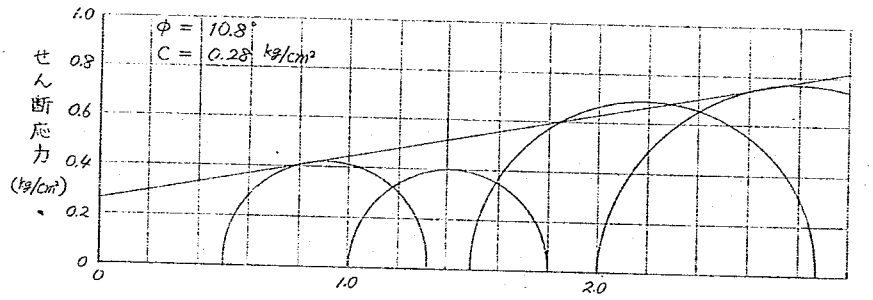
図-11-(c)　モールの破壊応力円（全応力で整理したもの）

（第３回）

サンプル　C_1



サンプル　C_2



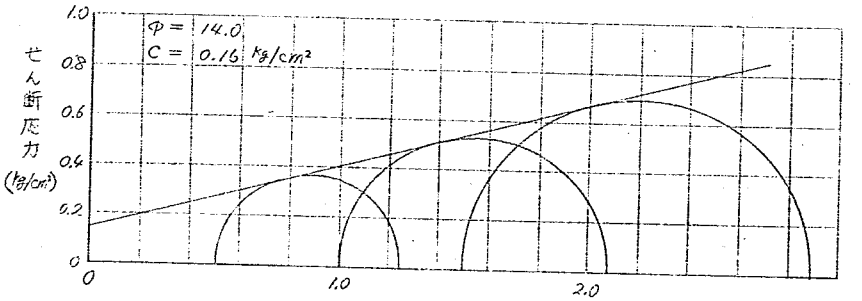
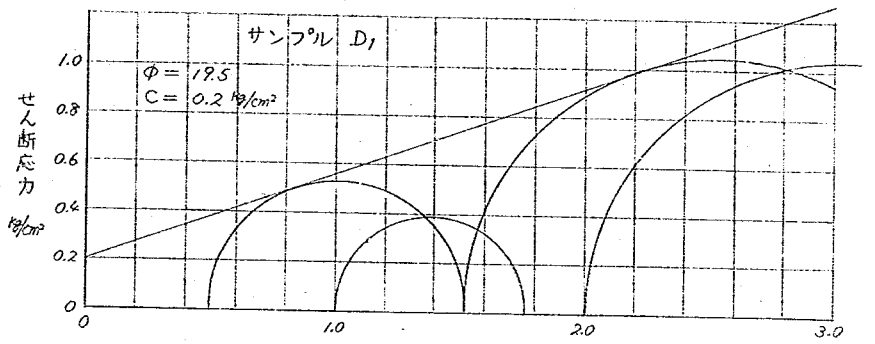
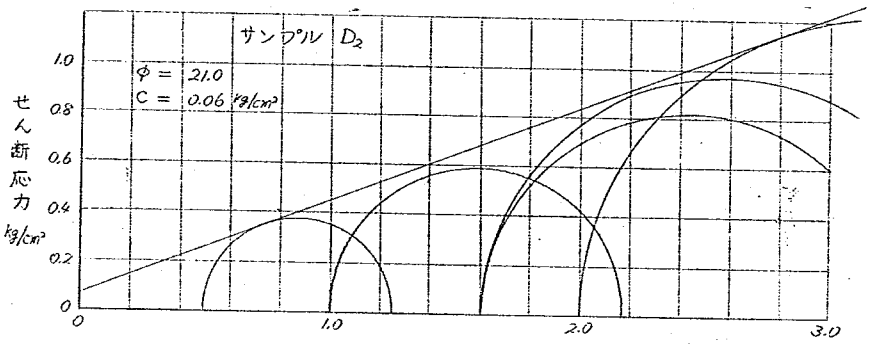


図-11-(d)　モールの破壊応力円（全応力で整理したもの）
（沖々回）





サンプル D3

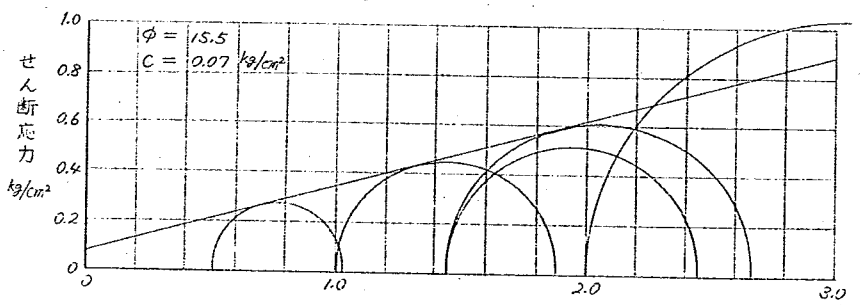
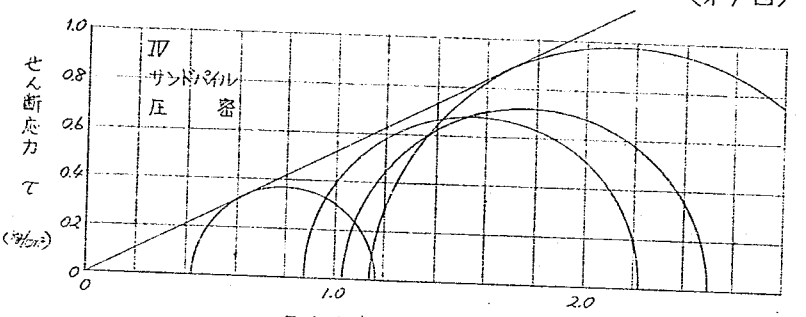
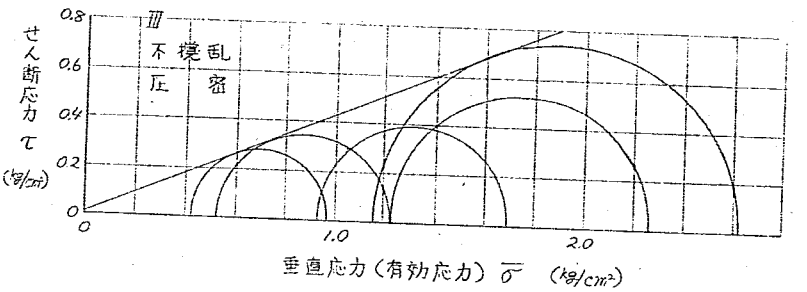
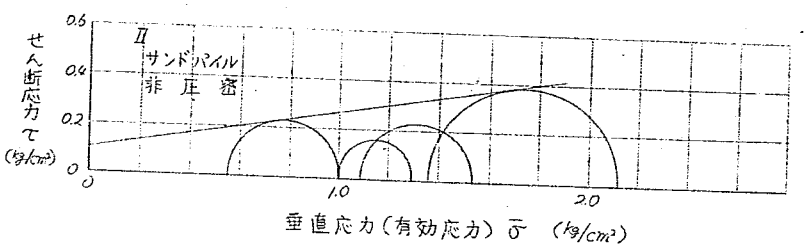


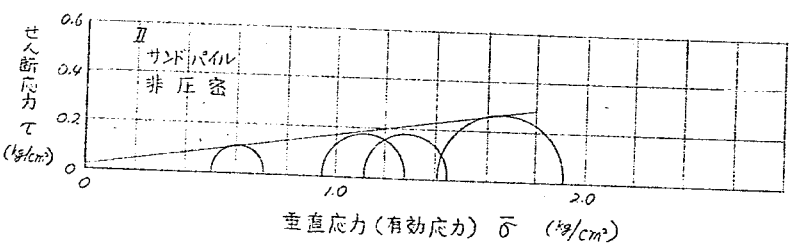
図-11-(e)　モールの破壊応力円（有効応力で整理したもの）

（その1回）







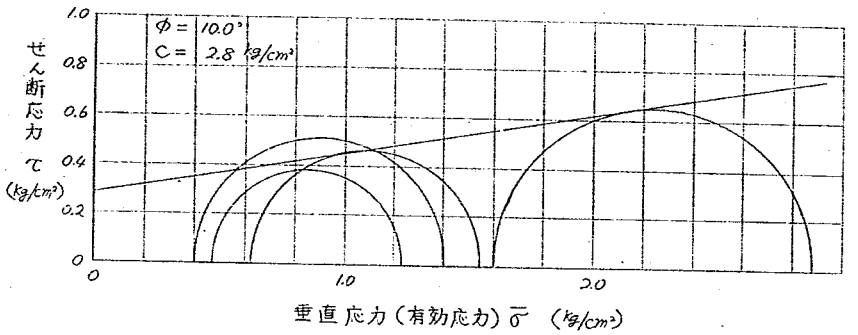


(77)

図-11-(f)　モールの破壊応力円(有効応力による整理)

第三回 サンプリング

サンプル C_2



サンプル C_3

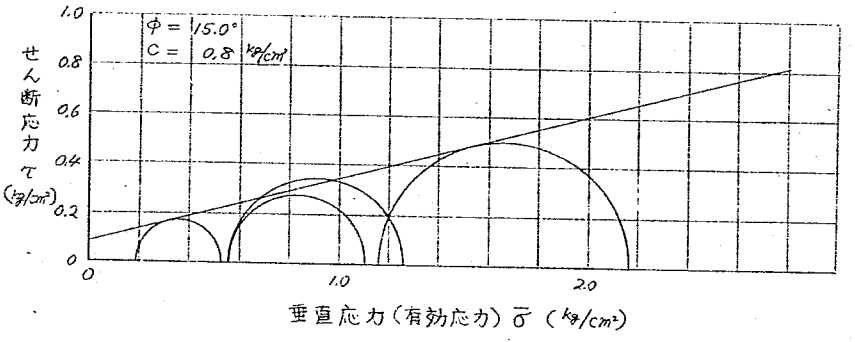
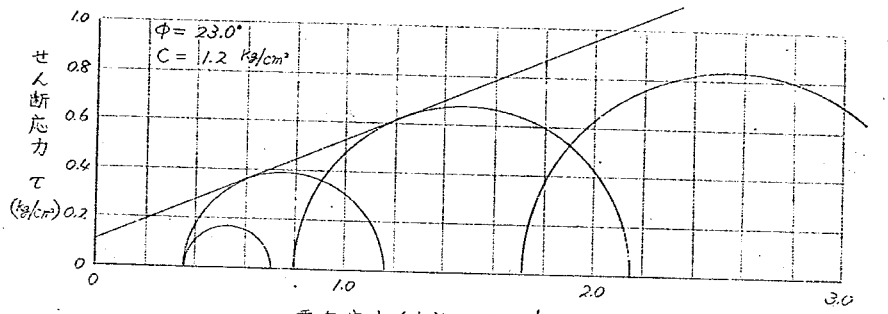


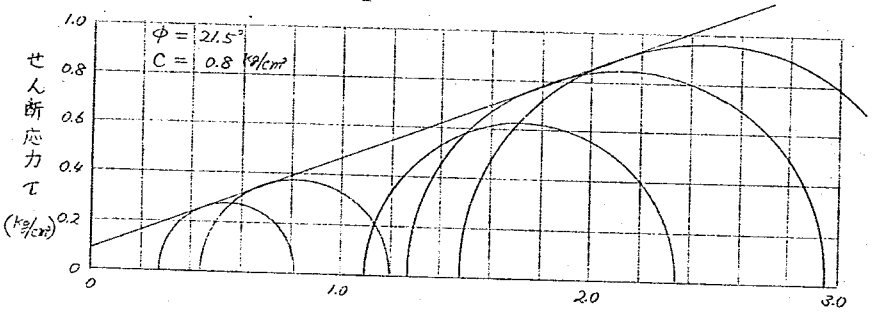
図-11-(g)　モールの破壊応力円（有効応力で整理）

（第4回）

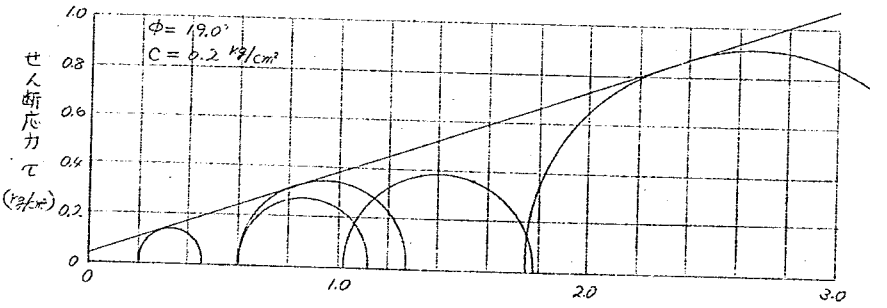
サンプル　D_1

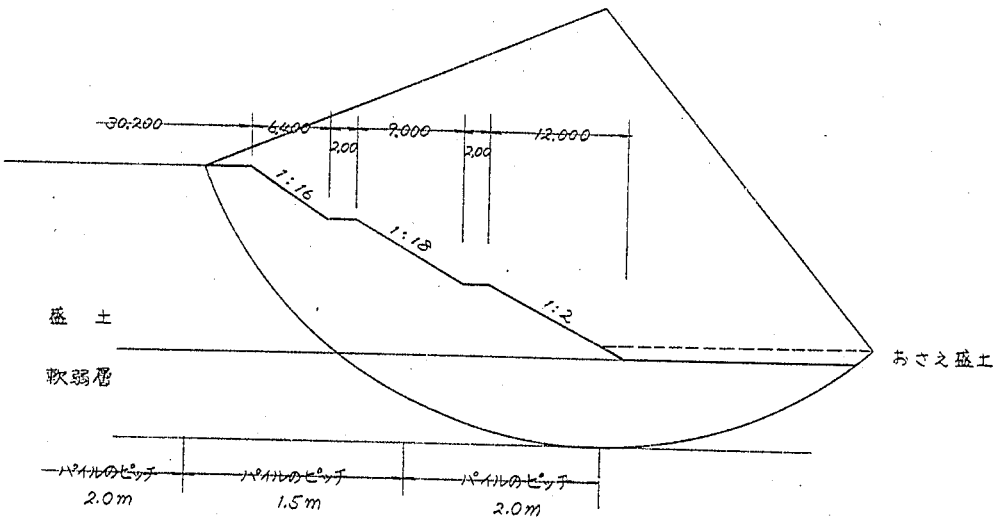


サンプル　D_2



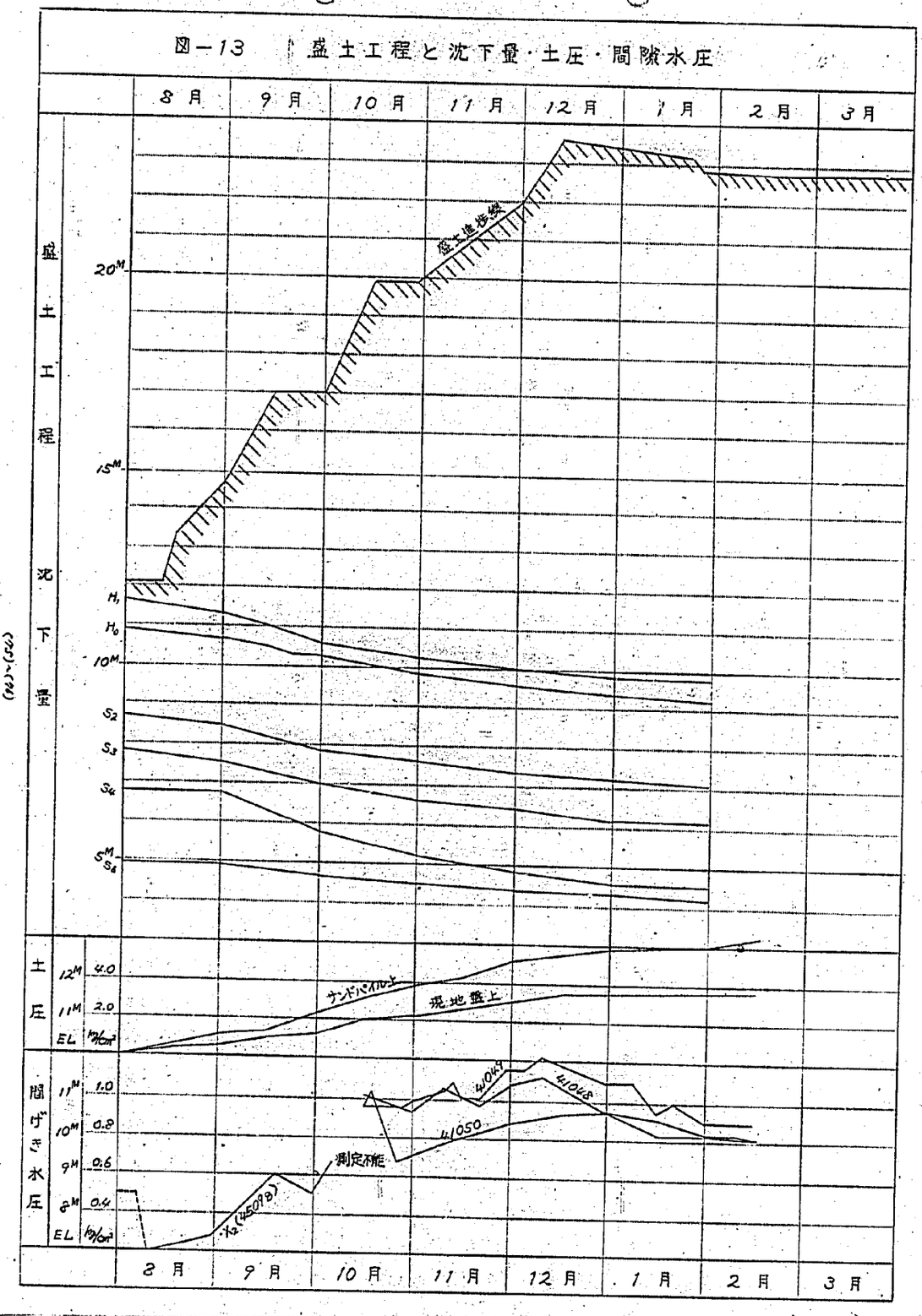
サンプル　D_3



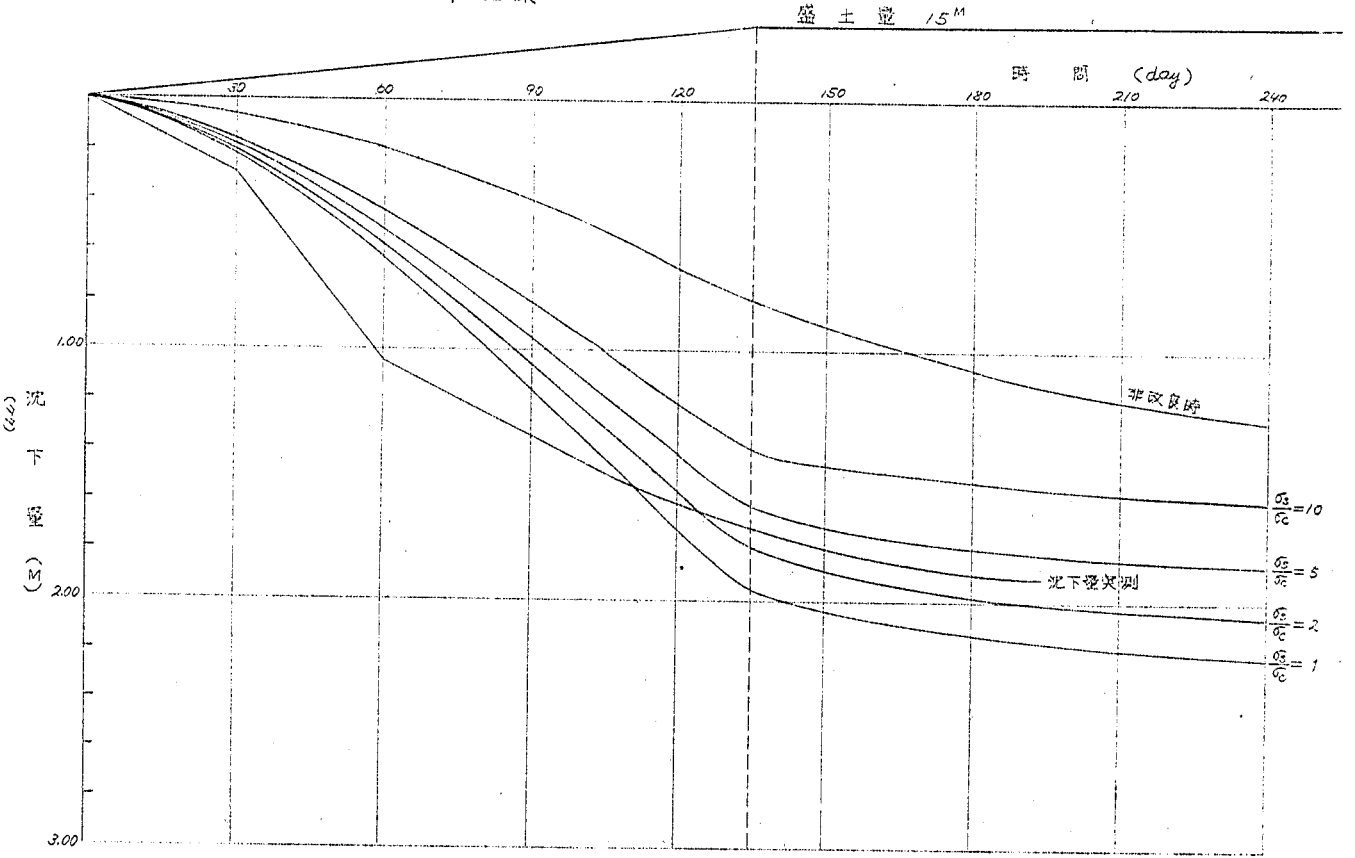


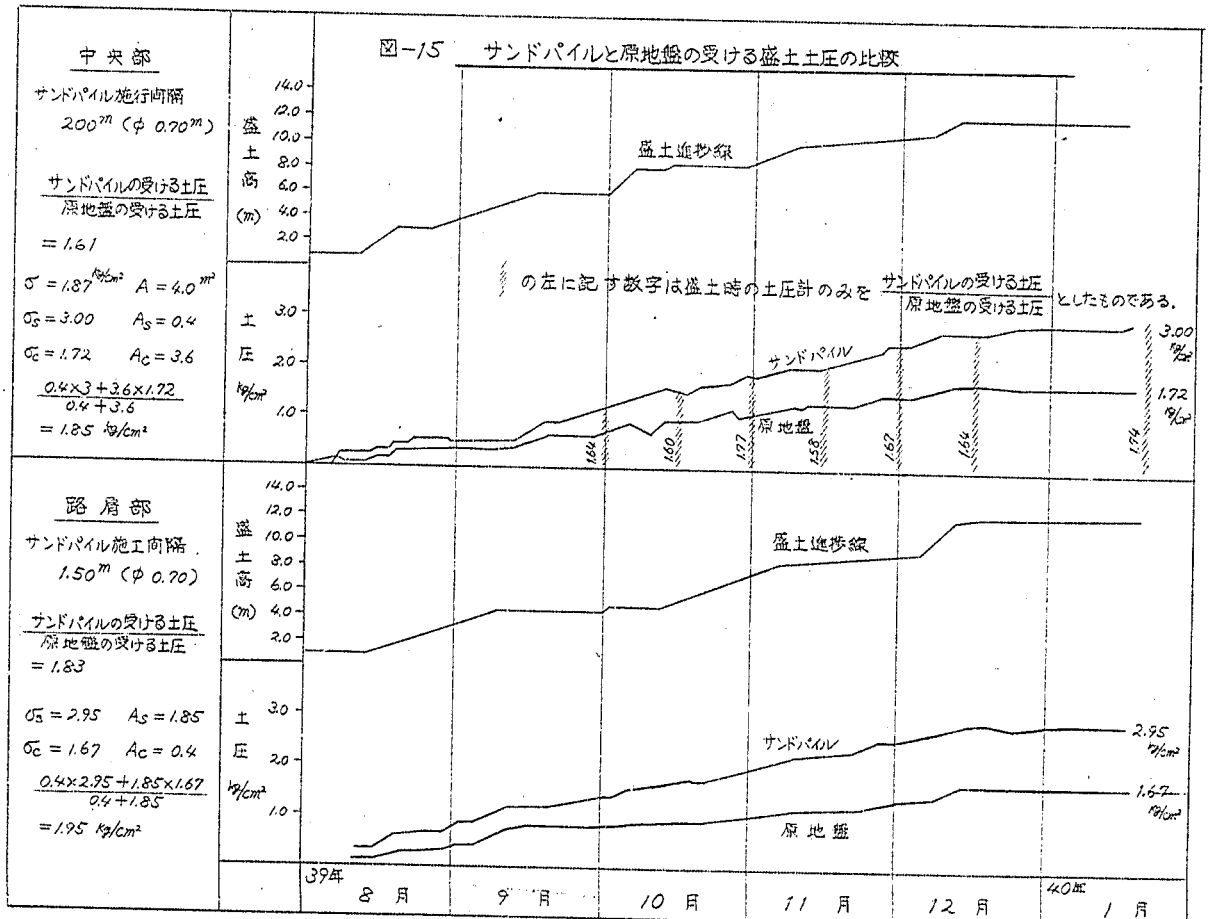
図－12　盛土標準断面とすべり面　　1/400

図－13　盛土工程と沈下量・土圧・間隙水圧



図－14　沈下量－時間曲線


盛土量 15M
時間 (day)
30
60
90
120
150
180
210
240
沈下量 (M)
1.00
2.00
3.00
非改良時
σ3/σc=10
σ3/σc=5
σ3/σc=2
σ3/σc=1
沈下量実測


中央部
サンドパイル施行間隔
200m (φ 0.70m)
サンドパイルの受ける土圧 / 原地盤の受ける土圧
= 1.61
σ = 1.87 kg/cm² A = 4.0 m²
σs = 3.00 As = 0.4
σc = 1.72 Ac = 3.6
(0.4×3 + 3.6×1.72) / (0.4 + 3.6)
= 1.85 kg/cm²
路肩部
サンドパイル施工間隔
1.50m (φ 0.70)
サンドパイルの受ける土圧 / 原地盤の受ける土圧
= 1.83
σs = 2.95 As = 1.85
σc = 1.67 Ac = 0.4
(0.4×2.95 + 1.85×1.67) / (0.4 + 1.85)
= 1.95 kg/cm²
図-15 サンドパイルと原地盤の受ける盛土土圧の比較
盛土高 (m)
土圧 kg/cm²
盛土進歩線
サンドパイル
原地盤
の左に記す数字は盛土時の土圧計のみを サンドパイルの受ける土圧 / 原地盤の受ける土圧 としたものである.
1.64
1.80
1.77
1.58
1.67
1.54
1.74
3.00 kg/cm²
1.72 kg/cm²
2.95 kg/cm²
1.67 kg/cm²
39年
8月
9月
10月
11月
12月
40年
1月

(86)