

は約2.5種になるから、チューブの全長は約3.5種~4.5種となる。しかし多少余裕をみて5~6種のもが適当と考えられる。次にチューブが片寄ることのないようにLを均等にするように外部から容易に確認できるように透明のチューブを用いることが必要である。

従って砂の表面に配線する場合の脚線の結線部の絶縁保護にはこのチューブが有効であるが、30%以上の水分を含む場所や土中に埋める場合にはチューブの上から絶縁テープを巻くことが必要である。

砂の性状についての考察 (その一)

土建課 技官 森 宣 制
技官 前 郁 夫

1. 序 言

土に関する工学上の諸問題の究明は土が複雑な性質を持っていることから、他の部門に較べておこなわれている。したがって建設工事現場では土に関する問題を扱う場合科学性の低い経験とか勘に頼っている部分が相当あるので発生する災害の原因のうち土に関するものが非常に多い。

最近、土質工学に関して多くの関係機関で理論的、実験的研究が盛んになってきた。当土木建築課においても建設現場に発生する災害防止という点から土質工学の諸問題の解決に取り組むことになった。その第一段階として水平振動機を利用しての砂の締め固め問題、静的貫入試験による締固り状態の判定、貫入抵抗値と間隙比の関係等予備的且つ基本的な実験を行った。これらの結果を基にして更に軽軌条路盤の問題、土砂の切り取りの安全勾配の決定等の問題解決のために実験研究を進めていく計画である。

2. 水平振動機及び砂の振動性状

a. 水平振動機及び振動検出装置

本機は偏心カムを応用して水平方向のみの振動を発生させる装置で、動力伝達部、振動発生部（偏心カム）及び振動台の三つの部分より成っている。動力としては三相誘動電動機10馬力を使用し、変速はギヤの組合せにより行う。振動発生部は偏心カムが二つの遊子によって抱かれ、カムの回転により生ずる上下方向の変位は二つの遊子の上下に滑動することによって打ち消され、水平方向のみの変位が取出されて伝達される仕組みとなっている。この振動発生部に振動台が連結され、振動台には車がついていてレールの上を水平一方向のみの往復運動をするわけである。

振動数はギヤの組合せによって1, 1.4, 2, 2.8, 4, 10, 14, 20, 28, 40 c.p.s の10種類に変えることが出来、振巾は偏心カムの偏心量を変えることにより、0~20mm（片振巾）の範囲を1.5mmのピッチで変化させることが出来る。振動台の戴荷能力は1.5トンである。

上記の振動数及び振巾の適当な組合せにより最大2000 gal (cm/sec²) の加速度が出来ることになっている。写真-1がこの水平振動機の全容を示す。

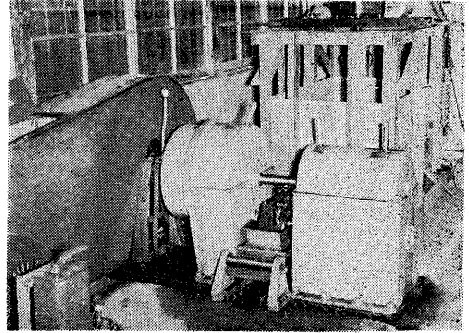


写真 -1

振動検出装置は振動台の後部に取り付けられており、振動台の変位を電流の変化に換え、これを増巾機を通して電磁オシログラフに記録するわけである。写真-2はこれにより得られた振動の記録であり、ほぼ厳密な正弦曲線が描かれている。なお振巾は偏心カムに刻まれたピッチの数で判るのであるが、機械の精度上の問題もあ

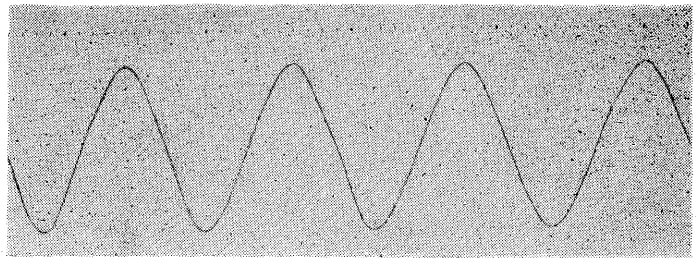


写真 -2

り、精密な値を知るために、 $1/100$ mm 目盛のダイヤルゲージを使用して、その値を求めることにしている。

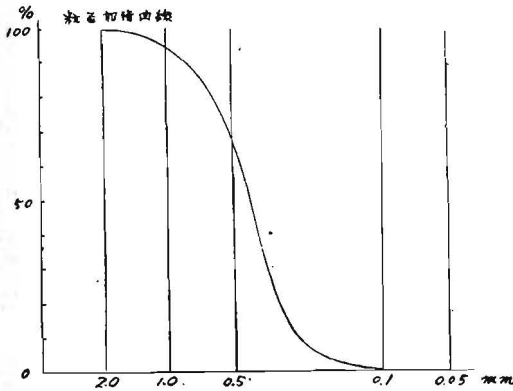
b. 砂の振動性状

土特に砂質地盤は一般に振動を与えることにより締っていくことが知られている。

前述の振動台に、山形鋼でフレームを組みそれに板張りをした、 $75 \times 125 \times 100$ cmの大きさの砂槽を取り付け、水平振動を与えることにより砂槽内の砂を締め固めるようになっている。与える振動条件（振動数、振巾、加振時間）が同一であれば常に一定の締め固め固り状態が得られることになれば、砂槽内で行はれる各種の模型実験に好都合である。

先に筆者等が行った杭の水平耐荷力に関する実験の報告の中でも述べてあるが、模型実験を行う場合に試料が常に一定な締め固め状態にあるということは実験が行い易いばかりでなく、実験により得られたデータの信頼性が著しく増すことになる。

今回使用した実験試料は江戸川砂気乾状態のもので粒度分布は第1図の通りで、砂粒子の比重は2.7であった。



第 1 図

今度の実験では運転調整上の都合から現在まで20c.p.s以上の振動は与えていない。即ち1~4c.p.sのいわゆる低サイクル及び10, 14c.p.sの振動に限定されていて、その最大加速度 $A = 4\pi^2 an^2$ （ a : 振巾, cm, n : 振動周期 c.p.s）も1500 gal程度までであるが、振動の効果の現われるのは200 gal以上のときである。即ち4c.p.sでは、振巾は3mm以上に相当する。しかも振動数による影響が大きいようで、同じ加速度であっても、振動数が多いほうが効果が大きいことがわかった。振動を与えるると砂槽内の砂は流動性を得、流体に似た状態を呈し数秒以内に沈下する。振動を停止させた瞬間流動性を消失するとともに締るという状況が観察される。この振動機を動かす以前に更に小規模の砂槽で振動の効果を

予備的に実験したことがあるが、このときには共振現象が16c.p.s附近で現れたが、今回の実験範囲ではこの現象はみられていない。

振動を与えた結果得られる砂の種々の締め固めを判定する方法としては結局密度の変化を測定する以外にない。密度の測定方法は、振動を与える前に一定容積の容器を砂槽内の一定深さに埋めておき、加振後これを静かに取出し、この中の砂の重量を計量し、既知の土粒子比重の値から計算で求めた。その結果間隙比を e とし、 $e = \frac{V_v}{V_s}$ で表わした。ここに V_s は土粒子の体積、 V_v は土粒子間の空隙の体積である。この値が小さいほどよく締まっているということを示すわけである。この値は砂の粒度の配合、含水比などにも影響をうけて、ある限られた範囲の e 値を持つ、今回の場合0.95~0.5位となることが推定された。

この方法は非常に手数を要し、且つ深さの方向に連続した値を測定することが困難であるので、後に述べる貫入試験というものにより、この間隙比を推定出来るかどうか確かめる実験を行った。

振動効果については与えられた振動条件と間隙比の関係の一例は次に示す様なものである。結果としては同一振動条件の下では大体同じ締め固り状態が得られることを確認出来る。また砂槽内が一様な状態で締るものかどうか調べたところ、表面近くの方が下部に較べて締め固めが良いことがわかった。

振動条件 (周期, 振巾)	間隙比
振動を与えない自然のゆるい状態	0.96
2% 14mm	0.85
4% 9mm	0.77
〃 14mm	0.74
10% 1.4mm	0.73
〃 2.9mm	0.70
14% 1.4mm	0.66

間隙比は表面近くの部分での測定値

次の値は、振動数10c.p.s、振巾1.4mmのときのものである。

表面よりの深さ	間隙比
0cm	0.70
8	0.73
16	0.745
24	0.765

3. 貫入試験

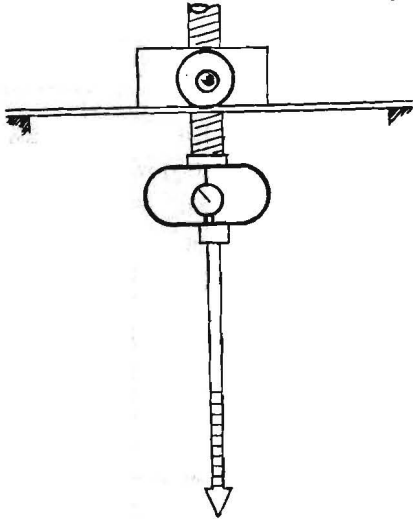
前にも述べたが締め固り状態の判定に貫入試験を採用した。この貫入試験なるものは原位置試験に多く用いられるもので、静的に貫入を行うものと、動的に行うものとして打ち込み式のもの二種類あり、いずれも地盤の

支持力の判定などに利用されている。

今回の実験に使用した貫入試験機は静的貫入試験に属するものであって特別にメーカーに作らせたものである。

a. 貫入試験機 (コーンペネトロメーター)

径1 cmのロッドの先端に先端角度60°最大断面積1平方インチの円錐形のコーンを取付け、そのロッドをウォームギヤにより手働または動力駆動により砂中に押し込む方式で、その抵抗荷重はロッドの上部に取り付けたプルービングリングによって読み、貫入の深さはロッドに刻まれた1 cm 毎の目盛で読むわけである。フレームは振動砂槽のアンクルに固



第 2 図

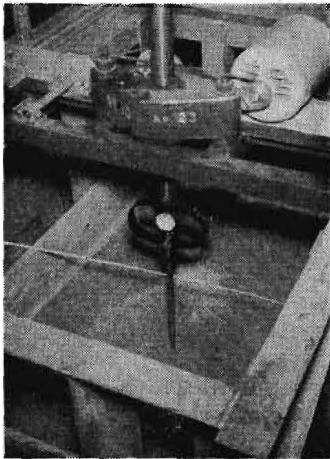
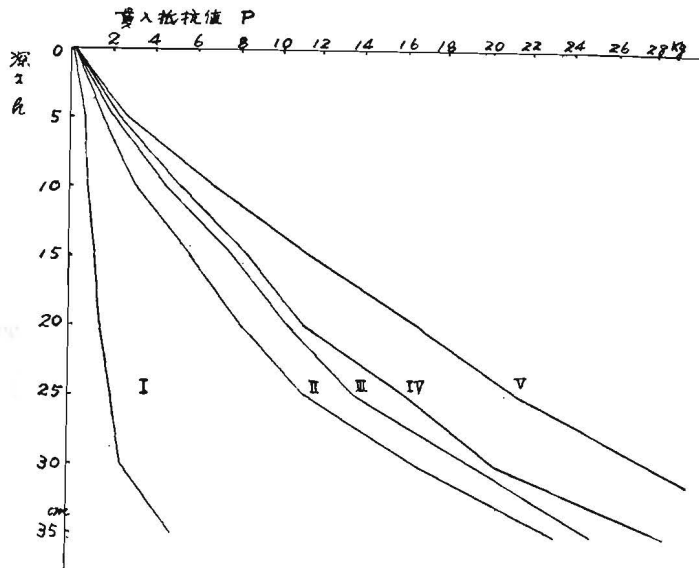


写真 3



第 3 図

定されるようになっている。ロッド部分及び貫入試験機の全容は第2図、写真3にそれぞれ示す。

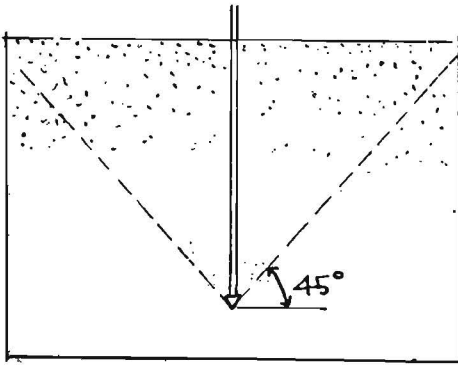
b. 貫入試験

貫入試験は次のように行った。即ち毎秒約1 cm の速さでコーンを砂中に貫入し、その深さが0, 5, 10, 15, 20のときのそれぞれの貫入抵抗値をプルービングリングで測定した。

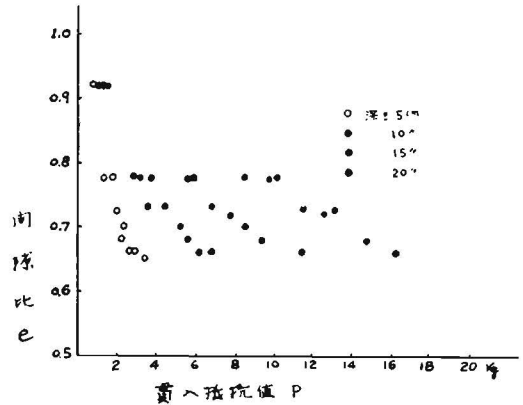
そうしてこの試験は振動条件の種々な場合についてそれぞれ数回行ったが、その結果同一の振動条件であるときは測定される貫入抵抗値は多少の"ばらつき"はあったが、大体において同一の値を示した。このことから振動条件が同一であれば、締まり程度も大体同一になることが推定され、また貫入試験は砂の締まり状態を判定する上に役立つことを証明している。次の図は2, 3の試験結果を示す。

図中I, II, III, IV, Vの曲線は間隙比がそれぞれ0.92, 0.77, 0.73, 0.70, 0.66のときのものである。

この図にも示されている如く、貫入抵抗値は深さとともに増加していく、そうして締まり程度の良いものほど大きな値を示し、その深さに対する増加の割合も締め固り程度が大きければ大きいほど大となっている(勾配が大き)また自由表面であるから表面近くは若干のばらつきは止むを得ないと考えられる。そうして30cmの深さを過ぎると抵抗の値が急に増加するのは恐らくコーンの貫入によって砂槽内の砂の影響される範囲はコーン先端としての方向であろうと思はれ、そのために30 cm 附近で砂槽の壁の影響をうけるようになるためであろうと思はれる。



第 4 図



第 5 図

4. 貫入抵抗と間隙比の関係

第3図をみればわかるように貫入抵抗値は深さとともに増加しているが、前項の振動性状について述べたところの砂槽内の砂が振動をうけて締る場合に、その締り工程は表面から下にいくに従って、若干低下していることから、もし貫入抵抗が間隙比のみに支配されて定まるものであれば、測定される抵抗値は深さとともに減少しなければならないわけである。しかし実際には貫入抵抗は深さを増すに従って大きな値を示すということは貫入抵抗は単純に間隙比のみでなく、間隙比以外の諸要素、例えばロッドの周辺摩擦抵抗、砂の剪断抵抗等の影響をうけこれらが複雑に総合された結果が表されているものと解される。

しかしここでは一応これらの複雑な要素には着目せずとに角第1図で表されている如く、一定の貫入条件では間隙比の小さい締った砂では間隙比の大きい緩い砂よりも大きな貫入抵抗をもつという事実に着目して、問題を実験室の砂槽内の砂のみに限定し、その間隙比と貫入抵抗値との間の関係を数式化し、今後の実験の際に貫入抵抗値を有力な手段として活用出来るようにしたわけである。

今、貫入深さ、10、15、20cmにおける貫入抵抗値とそのとき実際に測定したそれぞれの間隙比の値の関係を図に表すと次の第5図のようになる。この結果を基にして次の実験式を得た。

$$P = a h (e_0 - e)$$

ここにPは貫入抵抗値kg、aは実験定数で2.46kg/cm、hは貫入深さcm、 e_0 砂槽内の砂を一番ゆるい状態にしたときの間隙比で、ここでは0.95にとった、e砂の間隙比

この式からある締り状態にある砂の任意深さの貫入抵抗値を測定することによって、その間隙比を推定することが出来ることになる。なお上式の適用範囲は実験室の砂槽のみであるが、 a 、 e_0 の値を変えることによって、他の場合にも拡張出来るのではないかと思はれる。

5. 結 び

以上簡単に現在までに行ってきた実験の結果について述べて来たが、水平振動機による砂槽内の砂の締固めの効果については、概略の見当を立て得ることが出来、またその判定方法として貫入試験を用いることも不当でないことが証明された。

しかし現在のところ振動を受けた砂が、どのような機構で締って行くか振動条件と締固りの関係はどの様になっているかについて充分解明出来るまでに至っていない。また貫入抵抗に影響する種々の要素の究明も今後行ななければならない重要なもの一つである。これらは実際の現場測定をも含めた十分な実験データの集積によって成し遂げられるものと思っている。

折損した鑄鉄製T字管に対する応力試験

技官 安藤、石橋、佐藤

1. ま え が き

某硫酸製造工場において、発煙硫酸の循環系統中の鑄

鉄製T字管が折損したために、噴流した硫酸の飛沫をあげて、作業中であった2名の若き工員が犠牲となる事故が起った。本文はこの折損したT字管に対する応力試験

Expeirmental study on properties of sand

1 st report

by Gisei Mori & Ikuo Mae

In order to study of sand in the bin, some experiments were performed by the penetrometer and the vibrator which generates a horizontal vibration.

This experiment is the first step study on soil mechanics, and the final purpose is to solve the problem about trolley road-bed compaction, and slope failure of cuts and embankments.

As the results, effect of horizontal vibratory condition to compaction of sand in the bin was recognized.

The degree of compaction was dispcriminated by penetration resistance, and the following experimental formula of the relation of penetration resistance to void ratio of sand in the bin was obtained.

$$P=ah (e_0-e)$$

where

P =Penetration resistance

a =Experimental constant

h =Depth of Penetration

e_0 =Void ratio of the sand in the loosest possible state

e =Void ratio of the sand

Stress test of broken cast iron T pipe.

By T. Ando, K. Ishibashi and T. Sato.

Two workers died, when they changed a pipe of the apparatus in a certain sulfuric acid plant, owing to brake adjacent cast iron T pipe and they were spurted and by fuming sulfuric acid.

In this case, we measured stress of this T pipe wnder various, loads presumed external stress which T pipe were broken and pointed out counter measures from the standpoint of safty about these repaising works.