

が、この尺度の基礎となる砂の最大および最小密度の試験法の標準化については、少なくともわが国ではあまり関心をもたれていなかった。23 と 24 の論文ではこの点に注目して、まず前者では、試験法が確立していなければ相対密度の値はきわめて大きな変動を受けるものであることを理論的に示し、また後者では、特に問題のある最小密度の測定法について実験的な検討と提案を行なっている。今後は米国などですでに標準化されている試験法の問題点なども明らかにした上、1日も早い国際的な試験法の確立への努力が望まれよう。

つぎに粘性土の密度ないしはその力学的性質に関しては、28 と 86 の2論文が、非自由水が自由水に変化するという含有水分の機能の推移を考慮しながら論じている。とくに前者では、締固めに伴って土粒子の破砕が起こる場合に、従来は知られていなかったこね返しと強さとの複雑な関係が現われることを明らかにしているが、これは締固め問題がさらにめんどうなものであることを訴えたものとして興味深い。

土の組成・構造といった基本的な問題について、従来とは異なった新しい手法で研究を進めた論文としては、25、26 および 27 をあげることができよう。25 は直接セン断時の砂試料内部のローカルな動きを明らかにするのに、新しい写真測量技術を用いてとり組んでいるが、現在では砂質土のセン断破壊のメカニズムをある一面から説明しているものであるとしても、今後はより一般的な土質力学的関係の解明へと研究の進展を望みたい。

26 の論文は、前回の研究発表会に引き続いて、細粒土の分類特性として“比表面”の導入を試みているが、この量の実測によってとくに土と水との複雑な関係が問題とな

る各種の工学的性質を、ある程度定量的に予測できる可能性を示しているのは興味深い。

走査型電子顕微鏡を用いて行なった 27 の論文は、発表者などの研究室でここ 2、3 年と取り組んできた新し手法による土の微視的な構造観察と、その結果による土の工学的性質の解釈という一連の研究成果の一つであるが、単一な粘土鉱物だけでなく、複雑な構造をもつ自然の粘性土を、直接的かつ立体的に観察できるようになったことは、今後のより広い研究発展の可能性を示したものとして高く評価される。

砂質土の透水性にとって、含有細粒分の量および質が大きな影響をもつことは定性的に広く知られたことであるが、29 の論文では特殊な砂質土として現場での取扱いに問題の多い東京多摩地区の稲城砂について、この関係を定量的に論じている。一見、砂でありながら、水を含むと泥ねい(滓)化しやすい土の存在に警告を発している点でも注目されよう。

地盤土の透水問題について、解析的な取扱い方を比較検討したのが 135 と 136 の論文である。前者では有限要素法の導入によって、砂のボイリング現象を直接的かつ局部的に解析し、従来の臨界動水コウ配の概念によるばく然とした計算結果とは著しく異なった結果が得られたとしているが、より具体的な比較実証成果の発表が期待される。また後者では、従来仮設物としてあまり入念な考慮が払われなかった場合の浸透流の実態について、各種の解析計算とモデル実験の結果を比較したところ、信頼性のある解析方法として電気アナログ法とリラクゼーション法がすぐれていることを明らかにしたもので、現場的な提案として有用だといえる。

現 地 調 査 (発表論文 No. 4~13)

川崎地質(株) 山 田 剛 二

[今までの研究動向]

土質現地調査はきわめて古い歴史を有し、土質工学の発達の母体をなすものである。土質調査は一般に工事の設計、施工に必要な土の性質を主として原位置で知るために行なうことである。土質調査に用いられている方法は標準貫入試験を主とする各種動的貫入試験、静的コーンペネトrometer、サンプリング、載荷試験、地下水調査など直接設計施工に結びついたものや、各種の物理探査、ボーリング孔を利用した検層法などさまざまなものがあり、主として補助手段として実用に供せられている。最近の研究では静的コーンペネトrometerの軟弱地盤調査の適用に関する実験的研究、大型貫入試験の実用化、ゆるい飽和砂のサンプリング、横方向K値の測定とその適用性などがある。ま

た地盤の動的性質をは握するためのP波、S波の測定法がある。今回の発表では調査、測定法に関するものが5編、測定装置に関するもの2編、調査結果の解析に関するものが3編であってその内容を簡単に紹介する。

[現 況]

4 (C-2) ボーリング孔内におけるSH波の発生 I —理論的考察— (音田・小牧・市川)

5 (C-2) 同上 II —SH波発生に関する基礎的実験— (雨森・市川・高坂・小牧・毎熊・音田) 在来のS波の測定は、振動源が地表面上にあって振動エネルギーに限度があるので深い所の情報が得られなかった。

講演要旨・一般報告

これを補う手段としてボーリング孔内に振動源と観測点が存在する装置を考案した。まず、円筒座標による弾性波動方程式についてその解を求め、振動源として10個の型について発生される波動、節面数、振動源を表示し、理論ならびに設計上の問題からI型(水平方向の単力源)およびV型(鉛直面内の水平単双力源)が現実的であるとの結論を導いている。これらの発生源をうる装置を試作した。この装置は鋼製パイプの一部に縦にスリットがあり、その内部に一对の放電電極を有し、ボーリング孔内で放電すると衝撃波がスリットを通して一定方向に孔壁に作用する。この装置は孔内の任意の深さで放電可能なので、地中配置の場合の単源力すなわちSH波発生装置として利用できる。電極ポイントは水中放電の際に電氣的にも機械的にも十分耐えられるものであってコンデンサー容量 20~40 μ , 電圧 5~8 kV の条件で基礎実験が行なわれた。

電極の深さを 1 m とし地表上の半径 2 m の円周上 3 成分換振器が 90 度の間隔で配置された。実験の結果スリットの効果により水平単力源による SH 波が得られた。またスリット部分を除いて鋼製パイプをクッション材で被覆してノイズを取除くことができた。SH 波の速度を板たた(叩)き法を併用して求めた結果二つの振動源より発生した S 波の速度は互いに等しいことが判明した。

6 (C-3) 標準貫入試験に関する基礎的研究(I)(竹中・西垣) 数多く行なわれる標準貫入試験の N 値が土の諸性質、地盤の許容支持力などに使われているが、その機構を再検討することが必要である。 N 値の本質を究明するために第1段階として貫入試験時の重錐落下のエネルギー消費の仕方を明らかにした。ロッド頭部と先端に作用する応力の測定を行ないその結果を整理すると次のようなことが判明した。ロッド頭部に作用する力の大きさは衝撃波として計算すると 8.2 ton となり実測値は 4~6 ton であったこと、 N 値 30 以下のところから先端力積のバラツキが多くなることは N 値 20~30 以上とそれ以下ではロッドの貫入機構が異なっていること、 N 値 30 以上の締まった砂レキ中のロッドの貫入は衝撃波力によるものであることなどである。

7 (C-3) は(把)音式地盤探査装置(Phs)の性能試験(室町・三沢) 前回で発表した装置に改良を加えその性能試験を行なった。機構の概要は先端コーン付ロッド、中継ロッド、コネクターヘッドよりなる貫入体部を定速度で圧入し、貫入時に先端コーンが土を破壊しながら進む時に発生する摩擦音と先端コーンの貫入抵抗値をコーンに内蔵された超小型マイクロフォンと第一ロッドに封入された圧力検出器で受信し増幅器を介して貫入抵抗、音圧、パルスを連続記録するものである。改良点はゼロ(零)点漂動の解消、S/N の改良、音圧回路の変更などである。性能試験は人工地盤を作り、実験土そう(槽)の土質データーを伏せたまま Phs 測定を実施し、測定値だけから土質の種別を判

定させ基準のものと照合する方法を採用した。その結果から性能を考察すると粘性土と砂および砂レキの存在は適確に判別できたが、砂層から粘性土に移る線は砂層の影響が粘性土層におよび誤判を生じた。

8 (C-5) 特許サンプラー(地下の実態精査装置)について(福地) 乱さない土の採取には通常ピストン固定式シンウォールサンプラーが用いられるが、これには種々の欠点があるので、その欠点を除却して新しいサンプリング装置を考案した。

在来のサンプラーと異なる点はピストンロッドにベアリングケースを介して捻子棒を取付け、これが回転する時はボールベアリングによりピストンやピストンロッドは回転しない装置になっている。さや(鞘)管によってピストンロッド、スピンドル部はOリングによって泥水の浸入を防ぎ、その内部は潤滑油で充満している。圧入の方法はボーリングロッドをチャックにて締めつけ、その位置で回転駆動させる。捻子棒のネジ山が定まっているので圧入の長さは回転数によって機械的に察知することができ、停滞なく所要貫入が可能である。

9 (C-7) ボーリング孔 K 値の各種測定器による比較試験結果について(矢作・西原) 現在ボーリング孔を利用する孔内水平載荷試験には土研式、LLT 法、プレシオメーター法、KKT 法などがある。今までの測定では測定値のバラツキが大きかったので、今回は測定結果の妥当性と、測定結果と土質定数との対応について述べたものである。測定値の比較検討は今井法によった。粘着力 c と LLT 法、プレシオメーターによる降伏圧 (P_y)、破壊圧 (P_t) との関係は $c=0.521 P_r \pm 0.315$ および $c=0.256 \pm 0.027 P_t$ の関係が得られた。測定別の K 値の関係は次式のとおりである。 $K_0(\text{LLT})=0.678+0.883 K_0$ (プレシオ), $K_0(\text{LLT})=1.686+1.219 K_0$ (土研式), $K_0(\text{LLT})=1.385+0.766(\text{KKT})$, また土質定数と K 値との関係については $c=0.112+0.125 K_0$, $P_y=0.153+0.290 K_0$ などであった。今後ボーリング孔 K 値と設計 K 値との関係はクイ載荷試験によって検討する必要がある。

10 (C-7) ほう素—中性子水分計を利用した単一井による地下水の流速・流向測定方法(有泉・山本・土弘) 地下水調査に各種トレーサーが用いられるが、いずれもそれに必要な本数が必要であり、またトレーサー自身の問題点がある。ほう素をトレーサーとして中性子水分計をほう素濃度計として作動させる方法は観測孔一孔のみで地下水の流速、流向および水みちの位置を測定できることを実験レベルで成功した。中性子水分計用測定パイプを内管に、ストレーナー加工したパイプを外管とした測定パイプの内外管にほう素水溶液を投入、均一になるようにカクハンした後中性子水分計で地下水流動に伴うほう素の希釈状態を測定する。すなわち円周方向のカウント数を求めることにより下流側の希釈度コウ配が小さく、上流側のコウ配が大き

くなることより流向を求めることができる。実験段階ではあるが一応実用化の目安を得た。

11 (C-8) 載荷試験用自動制御観測装置 (宮島・山田・井口・本田) 従来人力で行なっていた載荷試験を省力化するため荷重制御, 変位計測などを含めた自動制御観測装置を試作した。装置の概要は 500 t 複動油圧ジャッキ 3 台, 自動油圧制御装置一式, 自動記録装置一式, 変位センサー一式, 10 kVA 発電機一台, 移動式観測設備一式よりなる。500 t 複動油圧ジャッキはそのピストンロッドにハードクロームメッキ処理が施され, その精度は非直線性およびヒステリシスとも 0.5% 以内におさまリ, 3 台のジャッキの相互の圧力偏差は $\pm 0.25\%$ 以内である。自動油圧制御はヒズミゲージ式圧力変換器による検出圧力信号を自動平衡指示させると同時に任意に設定した定荷重保持装置により定荷重保持を自動的に行なう機構となっている。自動記録装置および変位センサーの性能はヒズミ計式変位計を使用して自動的に同等の精度で集中計測ができる。将来人力測定にかかわって大いに利用されるであろう。

12 (C-9) 名古屋南部地域における軟弱地盤の特性一とくに耐震性に関する特性一 (堀内・加藤) 東南海地震による被害地域について, N 値からみた地盤概況および粘性土の液性指数, 鋭敏比と砂質土層の粒径加積曲線から流動化の検討を行なった。砂層は $N < 10$ が 70%, $N < 4$ が 30% で非常にゆるい状態にある。泥層については $N < 4$ が 70%, $N 0 \sim 2$ が 40% 以上の非常にやわらかい状態を示す。

粘性土は液性指数が 1 をこえるものがあり, 液性指数と鋭敏比との関係から超鋭敏, 鋭敏粘土の範囲を図示した。砂質土については粒径加積曲線から流動しやすい範囲に入っていることを指摘した。

13 (C-9) 廃棄物埋立地盤の土質工学的考察 (植下・桑山・斎田) 最近工業の発達に伴って廃棄される物質が多くなってこれらを埋立土にすることが多くなった。廃棄物は土砂, ガレキ, 各種スラジ, 下水処理スラジ焼却灰に分けてその工学的性質を明らかにした。このうち下水処理スラジ焼却灰は粒径のそろった細砂に近いシルトもあり, 最大乾燥密度の 95% における修正 CBR 値が 55.0% を示し, 道路の路盤材料など多くの利用面がある。廃棄物埋立地盤の調査例を三つ上げその工学的性質と問題点を述べている。

〔問題点〕

原位置における調査法は本質的には現在のものと変わりが無いと思われるが, 調査法は省力化の問題と調査結果の利用について力を入れるべきである。たとえば孔内を利用して測定される K 値がクイの設計にどのように用いられるか今後の研究問題であろう。数多く用いられている標準貫入試験の N 値についてその本質を明らかにする必要がある, N 値から推定される土の力学的性質や地耐力などについてその適用性の可否を論ずべきであろう。

粘土の圧縮と圧密 (発表論文 No. 30~37, 93~96)

広島大学 網 干 寿 夫

〔現在までの研究動向, 問題点および将来の方向〕

1924 年 Terzaghi による粘土の圧密理論の発表以来, 粘土の圧縮・圧密の問題は常に土質力学研究の中心テーマをなしてきた。圧密論研究の進展の歴史については他の機会に述べた (最上編, 土質力学 1969, 技報堂, 第 4 章圧密 pp. 331~)。また 1969 年のメキシコ国際会議でもブラジルの De Mello が「粘土層上の構造物の基礎」についての State-of-the-Art Report の中で粘土の圧密に関する過去の研究を総括している (Proc. 7th ICSMFE, State-of-the-Art Volume, pp. 49~)。したがって 1960 年代終わり頃までの研究について, くわしくはこれらの文献を参照されたい。

どの分野の研究も同じことであろうが, 圧密論についても, 理論研究と, 実験室や現場での圧密・地盤沈下の測定とが, 互いに他を刺激しあいながら進歩発展してきた。とくに圧密論に関しては, 1960 年代に入ってから研究の数や密度が非常に高くなってきたように思われる。これは前に

述べたことであるが, 次の三つの理由に基づくものである。

1. 信頼度の高い現場沈下解析例が増加してきて, 従来の研究の問題点が次第に浮び上がってきたこと。他の分野とちがって, 圧密沈下に関しては, 測定そのものは比較的容易で正確であるが, ある程度まとまった結果を得るためには, 普通十数年という, 長い期間を要する場合が多い。したがって土質試験, サンプルング法などが近代化されてからも, 精度のよい測定結果が得られるまでに, かなりの時間を要した。1960 年代になって, やっとこれらの信頼度の高いデータが数多く集積されて, 従来の圧密論の問題点が明らかとなってきたのである。

2. 電子計算機が発達普及してきて, 複雑な条件の問題に対する解析が可能となったこと。それとともに, 従来よくわからないままに, 地盤の複雑性などのためとしてかたづけられたことが, 次第に明らかとされてきた。

3. 粘土鉱物や構造組織に関する知識が増してきて, 圧