

第3紀神戸層群に含まれるベントナイト性土はモンモリロナイト含有量が非常に多いにもかかわらずコンシステンシー、膨潤性などからみて土工上障害になるほどの土でなかったが、pH、全炭素量、交換性陽イオンの種類、活性鉄などの化学試験の結果、第一の原因は交換性陽イオンの70～90%がカルシウムであること、次に活性鉄が0.3～1.6%あって粒子の結合物質として役割をし、水に対する安定性を高めるためである。以上のような調査結果は、液性限界、塑性限界には土質の良否が直接反映されるのに対し、単なる粘土鉱物からの判定にはむずかしさのあることを示している。

22 (D-2) 間ゲキ水の塩分濃度が粘土の性質に及ぼす影響について (福江・大草・中村) 種々の濃度塩分水を含むセリサイト粘土を大型の圧密容器で 0.4 kg/cm^2 で45日間圧密したものについて、塩分濃度とセン断強さ c_u 、圧縮指数 C_c 、一次圧密比、透水係数、液性限界などとの関

連性を調べた。セリサイト粘土では塩分濃度による影響は少ないといえる。また低塩分濃度るとき quick な性質がでてこないという記述は Roseqvist のリーチング試験の場合と本実験が根本的に異なることからみて当然であろう。

81 (D-8) 凍結—融解を受けた土の力学的性質 (小川・青山) 水分の供給をさえぎった Closed System のもとで土が凍結融解を受けたときの土の力学的性質の変化について調査したもので、つぎのような結果を得ている。凍結融解のサイクル数が増すにつれて強度低下が大となるが、この傾向は含水量の高いものほど大きい。この原因としては密度低下、微小クラックの発生、土—水系として性状の変化などをあげている。凍結—融解の影響の原因は非常に多岐にわたるので、細目について調査することはたいへんなことになる。物理的な変化が原因の主体をなすには違いないと思うが、それには土の physico-chemical な性質が影響のあることも確かであろう。

土の組成・構造・密度および透水性 (発表論文 No. 23～29, 86, 135～136)

東京大学 三木五三郎

[まえがき]

ここにあげられた諸テーマは、土質力学の教科書では第1章とか第2章で述べられるもっとも基本的なものであるが、それに関連する今回の諸研究10編を概観すると、従来巨視的に、あるいは概念的に説明されてきた内容に飽きたらず、各種の新しい研究手法を駆使しながら、特殊な土や特殊な状態での土を含めて、より微視的に、定量的に、あるいは実証明にその本質を究明することが試みられ、ひいてはそこで得られた分類特性的データから、土の工学的性質をより正確に予測する可能性を追求することまでが行なわれているのが特徴だといえよう。

そこでまず初めに発表論文の要旨を掲げるが、その執筆は内容の正確を期するために、すべて発表者に依頼したものであることを記して、そのご協力に謝意を表したい。

[発表要旨]

23 (D-3) 砂の相対密度の信頼性 (吉見・陶野) 相対密度の測定について標準試験法の確立していない現状では、方法の差による相対密度の系統誤差は、中密の砂の場合、数十パーセントに達しうる。また同一方法を用いる場合でも、密度測定のランダム誤差のために、相対密度の変動係数は数パーセント～数十パーセントに達する。したがって、粗粒土の相対密度の信頼度を改善するためには、最大および最小密度の測定法として、細部にわたって厳格に標準化された試験法を確立しなければならない。さらに、低い相対密度に対しては、実験計画法に基づいて十分多く

の測定を行なうことが必要である。

24 (D-3) 砂の最小密度 (陶野・吉見) 最小密度の誤差が相対密度にいちじるしい影響を及ぼす。それゆえ、絶対値が低く、バラツキが少なく、しかも粒径が分離しない方法を見つけ、試験法を決定する必要がある。これらの条件を満たすような容器の型、試験者による差の少ない詰め方、測定方法などを検討した。重量一定法は試験結果がよくなく測定精度も悪かった。体積一定法は平らにつめるとあまりゆるくならず、山盛にしてすばやくカットするのがよかった。今回行なった方法の中で、密度の平均値・変動係数とも最も低い結果が得られたのは、容積 20 cc の口のついた半円球型の蒸発ザラを用いて、試料の落下高さを0に近づけるようにして、ていねいにゆっくりと詰めていく方法である。

25 (D-3) 直接セン断時における砂の動き (第3報) (赤木・白鳥) 直接セン断時における砂試料内部のローカルな動きを調べる一連の実験を行ってきた。今回はマーカーの数値化方法などを改良したが、ここでは比較的密な試料とゆるい試料におけるダイレイタンス現象を間ゲキ比の変化量として表わし、その結果について報告している。そのおもな結果は、1) 比較的密な試料においては、大きな変化量の領域はセン断面付近に帯状に現われる。2) ゆるい試料においては、はっきりした領域は示さない。3) 試料内部に発生する体積変化の分布はきわめて複雑である。

26 (D-3) 細粒土の性状と高圧下の挙動について

講演要旨・一般報告

(葛上・中谷) 細粒土の工学的研究の一指標として比表面を取上げ、実験的にその有用性を実証しつつある。今回は一定の間ゲキ比になるように高圧下 (締固め最高圧 500 kg/cm²) で静的に締固めた試料を用いて三軸試験を行なった。その結果、水分量が増すと c, ϕ とともに急減する傾向が認められた。また、細粒土を比表面を用いて分類すると、粒度分析によるよりも、他の工学的性質とよく適合した。さらに土と水の関係を研究するには比表面が有用であることがわかった。今回はさらに土と水の複雑な関係の究明に熱測定を導入して実験した。その結果、土の初期含水比と γ_{dmax} など、土の工学的の特異性解明に、有効な手段に熱測定がなりうるということが認められた。

27 (D-3) 走査型電子顕微鏡による粘性土の構造に関する研究 (松尾・嘉門) 粘性土の圧密時およびセン断時の土構造形態を走査型電子顕微鏡を用いて直接的かつ立体的にとらえている。まず原理と機構の概略を示し、これを粘性土に用いる場合の試料調整法を説明して現在考えられる手法のうちで凍結乾燥法が試料の乱れが少なく最良のものと結論している。粘性土の構造についてはカオリン、ベントナイトなどの単一鉱物からなるものだけでなく自然粘性土についても3次元的な広がり観察を行なっている。またセン断時の構造に関しては、等体積セン断における初期間ゲキ比の差が粒子配向に与える変化について論じている。さらに自然粘性土中に存在するケイソウ土やボール状物質などの不均質体の出現形態を明らかにした。

28 (D-3) こね返しによる土の性質の変化について (久野・阿部) 土工時に施工機械のトラフィカビリティーを害している6種の土 (内4種は火山灰質粘性土) について、ランマーの突固めおよびニューダーの使用により、種々の程度にこね返し、強度 (貫入抵抗)、粒度の変化を調べるとともに含有水分の性状の推移を遠心分離機を利用して観察した。こね返しによって関東ロームなどは土粒子間に拘束されていた非自由水分が自由化するために軟弱化する傾向が顕著にみとめられるが、これら粘性土は、こね返しによって粒度的に細粒土化することが明りょうにみとめられ、ために土によってはいったん軟弱化した後、細粒化に伴う相対的な土粒子表面積の増加によって強度の増加が生ずる (自由水分が減少する) ことを確認し得た。

29 (D-4) 稲城砂の透水係数に及ぼす含有細粒分の影響 (斎藤・三木) 東京都多摩ニュータウンの建設に関して多くの土質工学的問題を提起している稲城砂の分類特性、締固め特性、透水特性などを明らかにするために、2, 3の実験を行なった。その結果、稲城砂は非塑性の砂粒土でありながら細粒分としてかなりのシキソトロピーを有する粘土を10~15% 内外含むことが多く、そのために、試料の養生期間が長ければ締固めにくなり、得られた供試体の透水係数は小さくなること、乱した状態でも透水係数が小さく水を含めば泥ねい (凜) 化しやすいこと、また、細

粒分含有率10%以下で透水係数 10^{-5} cm/sec 以下が得られ、この傾向は含まれる細粒分のコンシステンシー特性によって異なること、などがわかった。

86 (D-9) 有機質火山灰土の突固めにおける土中水の働き (鈴木) 有機質火山灰土の突固め試験を乾燥過程で行なうと、突固め曲線は、自由水 ($pF > 3.3$) の存在範囲では注水過程とはほぼ一致して最適乾燥含水比で極大乾燥密度を示すが、自由水が存在しなくなると全く異なり、乾燥とともに乾燥密度は単調増加する。そこで突固めにおいては、土中水のうち自由水のみが潤滑作用を持ち、準拘束水および拘束水は粒子固体とともに固相的に挙動するものとみなせば上の現象を合理的に説明することができる。その場合、乾燥密度の単調増加過程では、有効間ゲキ比はほぼ一定で、仮想固相内の水分の乾燥脱水容積の一部または全部が突固めによって土粒子固体で置換されると考えられる。

135 (E-7) 有限要素法によるクイックサンド現象の解析 (山上) 水理構造物周辺の地盤が浸透流によって破壊する現象の慣用的な解析法は、いわゆる臨界動水コウ配の概念を用いるものである。この方法は単に水中にある土の有効重量と、ポテンシャル分布より定まる流体圧との力の釣合いのみに注目したもので、要求される安全率も4~5と非常に大きく、その意味をあいまいなものにしている。そこで、発表者は、浸透水が土中を通過する際、土粒子構造骨格に及ぼす物体力を定量的には握し、これを土の非線形変形特性と結びつけた新しい解析過程の定式化を試み、その手段として、有限要素法を用いている。その結果、場合によっては従来の方法とは全く異なった結果が得られ、より合理的な設計基準を与えることを確認した。

136 (E-7) 二重締切り矢板壁の浸透流について (斎藤・藤原) 二重締切り矢板壁の変形・崩壊事故の原因の一つとして、浸透流によるボイリングが考えられる。しかし、これに対する検討は仮設ということもあって、あまり詳細な検討はされず、試行スケッチ法を用いて、締切り壁体をダムに見立てて、ダムの下の浸透流に類したものに置換えて、検討しているものが多い。この浸透流の問題を取上げ、特に矢板先端部分の流線網について、種々の解析法を用いて検討してみた。その結果、電気アナログ法とリラクゼーション法から求めた流線網は砂モデル実験とよく一致することをつきとめ、試行スケッチ法ではこの流線網を描くには無理であることを示した。

〔問題点と将来の展望〕

つぎにテーマ別に、発表論文の主張を中心として現在から将来にわたるいくつかの問題点について考えてみたい。

まず砂質土と粘性土の締固めないしは密度の問題が提起されている。砂質土層の支持力とか液状化の可能性といった力学的特性は、その土の原位置での締まり方に左右されるので、一般には相対密度を求めて論じるのが普通である

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す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。