

一般報告・総括

徳丸・杉山)

93 地下レーダー探査実験(仮谷・西林・上野)

94 土質地盤調査でのポアホールレーダーの適用(利岡・齋藤)

95 ランドサットTMデータによる広域地盤の透水性の評価(磯野・古屋・岸田)

96 衛星リモートセンシングによる林野火災跡地の回復過程調査(藤田・後藤・鎌田)

97 斜面崩壊予知におけるAEセンサー設置方法について(城・秩父・中村・後藤)

98 自動監視システムによる地表面移動の測定(今村・鈴木・長沢・山口・今西)

99 透過型RI計器によるシンウォールチューブ内の不攪乱土密度測定(吉村・西田・井上・大竹)

100 現況道路の路床のCBR特性(小山田・石井・小野・小野田)

本セッションは物理探査を中心に10編から構成されており、100のCBRを除いて、用いた探査・計測手法を基に、大分類すると、電磁波、音波の2グループに分けられる。

まず、電磁波グループを波長の短い順に整理すると、 γ 線領域の密度測定99、可視光線～赤外線領域でランドサットを用いた95、96、そして光波測距儀の98、高周波領域のレーダー93、94となる。次に、音波グループでは起震源に圧電バイモルフ法を用いた91、92、AEの減衰特性97がある。

99は密度分布が地盤本来の土構造によるものか、採取による乱れによるものか判定が難しいが、新しい品質検査法として期待される手法である。

95は測定可能域の定義、水位変動の実測データとの対応など曖昧な部分が多く、より詳細な比較検討が望まれる。測定値と現地との対応性について討論がなされた。

96は林野火災の被害度を数量化するユニークな研究であり、森林伐採の影響など適用範囲は広い。95の研究と同様にバックデータが不足している。

98は地表面の変形量を光波測量で求める新しい計測法としての試みである。ターゲットの高さと回転、気象条件の影響などを解決していけば将来性が高いと考えられる。

93は地下レーダー反射波と埋設物の形状、材質、大きさの影響を検討した研究である。過度の期待に対し、能力を明確にした地道な研究と言える。

94はトモグラフィー技術の現状を理解する上で有意義な研究であるが、より詳細な地盤情報との比較、不飽和地盤での使用の如何など検討が望まれる。

91、92は圧電バイモルフ法の性能と海底地盤への適用結果について報告したものである。起震源として完成度が高い手法といえる。91のS、P波関係で、岩級によって傾向が現れているのではないかと、水を含んだ多孔質弾性体の挙動には間隙率の影響が大きい等の指摘があった。

97はAEの土砂内の減衰性が著しいため、ウェーブガイドで補足する手法を検討している。AEの守備範囲の拡大のために興味ある研究といえる。

上記の分類外の研究100は従来の研究との比較、統計手法の再検討など整理法に課題を残している。

以上、10編の報告は先端技術を駆使した将来性のある研究内容であるが、いずれも調査地盤や実験土層に問題があり、今後の課題としたい。

分類, 物理化学的性質

総括

埼玉大学 風間秀彦

分類, 物理化学的性質とはどのような内容をいい、どこまでの範囲を指すのだろうか? まず、これについて述べる。

分類は、土の性質によってあらかじめ定められた工学的分類体系に従って土を判別分類することおよびこれに関連する内容を指し、その内容は比較的明確である。

物理化学的性質は、1969年最上編「土質力学」の第1章「土の物理化学的性質」を山内教授が我が国で初めて総括的にまとめて以来、土質工学では極めて広範囲の性質を扱うことが定着してきたようである。その後、各分野の研究者や技術者がそれぞれの立場でこれに関係する各種の現象なども含めており、その対象と扱いは様々である。一方、「土質工学用語辞典」には物理化学的性質という用語はないが、物理的性質の説明に「土の種々の性質を便宜的に物

理的性質、化学的性質、および力学的性質の三つに分けたときの一つで、……」とあり、補足説明から推測すると物理化学的性質は前二者を指し、物理試験と化学試験などで得られる諸性質とそれに関連する内容のように読み取れる。したがって、前述の範囲に比べて狭義の内容になっている。ところで、国外では物理的性質とは化学的性質に対する用語として、物理的性質と力学的性質を合わせたものを指すことが多いので注意が必要である。例えば、ASTM D 3584-83のキーワードではそのように明示されている。このように物理化学的性質の範疇は、研究者、技術者あるいは分野、国などによって相違がある。筆者は明解な見解を示し得ないので、ここでは取りあえず国内のすう勢に従うことにする。

土質工学における分類、物理化学的性質の役割あるいは位置づけは、それ自体が独立に存在し得るのではなく、設計、施工に何らかの形で寄与すべき性格のものである。つまり、物理化学的性質は土の工学的性質を決定する重要な

要因であるからこそ、土の力学的な性質の解明やその挙動などの解釈に役立つわけである。

このセッションは、ここのところ毎年10数編の発表があり、今回も17編が発表された。その発表内容はここ数年に比べて顕著に変わった傾向はなく、極めて広範で多岐にわたっている。そこで、便宜上つぎの3つに分けて述べることにする。

1) 土の分類

分類に関する発表は1編のみで、いささか寂しい気もする。土の分類は大きく素材として扱う土と地盤として扱う土に分けられる。日本統一土質分類法は前者の色彩が強く、分類名によってある程度地盤としての性質を推定することは可能であるが、地盤の工学的性質を考える場合、原位置にある状態を考慮した工学的な地盤判別分類が必要である。そのためには、108のような研究が数多く望まれる。また、日本統一土質分類法は施行されてから10数年経過し、ある程度定着しつつあるが、多くの問題点が指摘されているので抜本的に見直す研究委員会が近く発足予定と聞いている。

2) 物理化学的作用と現象

この分野は101～107、116の8編が該当すると思われ、発表の主な内容は風化、粒度、粒形、鉱物・化学組成、水分移動などである。研究手法は物理化学特有の化学的・ミクロ的なものとマクロな現象のものに分けられるが、対象土は予想外に粗粒土の研究が多かった。

風化花崗岩の風化度や粒子破碎に関しては既に多くの研究報告があり、風化程度の評価には化学組成と土質工学的な指数の両面から各種の提案がなされてきた。斜面崩壊などを対象に広域的な風化度にはリモートセンシングの手法が有効であろう。また、まさ土の粒子破碎と粒度式の適用や破碎機構も重要な課題であり、風化度と同様にこれらのインデックスを力学定数に関係づけることが肝要である。今後、これらの研究の発展を期待したい。

液状化した砂の粒度、粒形、コンシステンシー、微細構造などの素因を明らかにすることは予知・対策の上で必要である。しかし、細粒分が少なく、塑性指数が6程度以下のような砂質土のLL, PL, 粘土分の測定にはかなりの技術と熟練を要すると思われ、その信頼性に関してはさらに検討の余地があろう。含有鉱物が工学的性質に及ぼす影響、自然電位による土中水の移動および火山灰の透水性などの研究も興味深く感じ、それぞれの発展を期待したい。

3) 試験方法

この分野には109～115、117の8編が発表された。粒度試験の沈降分析の分散剤や分散方法、液性限界測定器のゴムの硬さなどおよび収縮定数試験の試料や初期含水比が試験結果に大きく影響すると報告された。従来からこれらの要素が試験結果に影響すると指摘されていたが、無視し得ない大きさであることを具体的に示されるといささかショックであったのは筆者一人ではあるまい。基礎的な試験方

法であり、規格・基準に制定されているにもかかわらず、十分に検討尽くされていない問題点が残されていることを痛感させられた次第である。また、試験結果の整理や設計定数を考える際に、土の潜在的な不均質性やサンプリング、試験操作、個人差などが試験結果に与える影響、各種の誤差の処理方法とその判断も重要な課題である。既に十分に確立されていたと思われるような試験方法にもこのような問題点があり、試験の基本的事項や結果の物理的意味、および今回は発表されていない塩分の問題などの基礎的な内容について、学会として組織的に再検討する必要があるように思われる。

電子レンジを用いた含水比の測定、リモートセンシングによる風化度の判定は新しい手法として今後の発展が期待される。近年、分析機器や測定技術は著しく進歩した割には物理化学的性質の測定手法は旧態依然のものが多い。少しでも「泥臭さ」から脱皮するためにも、従来の結果との整合性を取りながらスマートな新しい手法が開発されることを強く希望する。幸いにも学会には「土の物理的性質に関する新しい試験方法研究委員会」(巻内勝彦委員長)が昭和63年度から発足し、電子レンジによる含水比の測定などの新しい方法について検討を行っている。そして、これらに関するシンポジウムが来年度末に開催される予定である。また、スラグの安定化の時間効果や建設残土処理などの判定に必要な実務的な迅速・簡便な試験方法の開発も今後の課題として重要であろう。

土質工学の多様化に伴い、将来はいろいろなニーズに応じて新たな分類、物理化学的性質のテーマが生まれる可能性があり、また新しい分析手法や計測技術が導入されることが予想される。しかしながら、分類、物理化学的性質の研究は設計・施工に直接関連した研究や力学的性質などの研究に比べて地味であり、しかも綿密かつ地道な研究の積み重ねが要求される。今後多くの方々によって研究が着実に推進され、有用な成果が得られることを期待するとともに魅力ある手法や内容へ発展することを念願する。

一般報告

大成建設(株) 末岡 徹

- 101 ランドサット画像による風化残積土の区分(島)
- 102 花崗岩質風化残積土のせん断強度と化学的風化度の関係(末岡)
- 103 粒子破碎機構に関する一考察(福本)
- 104 火山灰粘性土のアロフェン含有量が工学的性質に及ぼす影響(藤巻・宋)
- 105 桜島火山灰の透水特性(岡林・平田・前野)
- 106 1987年千葉県東方沖地震で生じた噴砂の粒子形状の観察(滝本・森・長谷川・上野)
- 107 1987年千葉県東方沖地震で生じた噴砂のコンシステンシー特性(森・池田・滝本・長谷川)

一般報告

108 砂礫地盤の判別と分類に関するひとつの試み(斎藤・齋藤・小堀)

101 はランドサット画像の TM データにより、まさ土地盤の風化度合によって地盤を分類しようとする試みであり、最終的に風化度合は、強熱減量によって判定しようとしている。102 は、世界各地に分布している花崗岩質風化残積土の化学的風化程度を著者の提案式で判定し、風化残積土の定義に役立てようとする研究であるが、Reiche の WPI の定義、 TiO_2 成分を定義中に加える意味、化学的風化と物理的風化の関係、日本のまさ土地盤における強熱減量値の内容等についての質問が出され、著者から特に A 層に含まれる有機成分が強熱減量値に含まれる点についてのコメントがなされた。103 は、種々の風化度を持つまさ土の締固めに対し、粒子破碎による粒度分布を数学的に表現しようとする精力的な研究である。104 は、長年にわたる火山灰粘性土中のアロフェン粘土の役割についての研究であるが、シルト質非晶質物質がアロフェン含有量に含まれてしまう危険性、また両者の構成割合について質問が出された。この点に関して、試験の都合上、両者を区別することが不可能なこと、また、アロフェンの役割については、外国文献に著者らの結果と逆の場合もあり、さらなる研究が必要との回答がなされた。105 は、桜島火山灰土の飽和・不飽和透水特性についての研究であるが、この種の土は、マクロポア、ミクロポアの問題が重要と考えられ、粒度分布や透水係数測定時間について質問が集中した。106 は、千葉県東方沖地震による噴砂の粒子形状についての研究であるが、粒子自身が単一粒子なのかどうか、付着微粒子がペッドを構成しているのではないかと質問が出された。107 は、106 と同じ噴砂試料について、液状化判定のための細粒分含有率の中味、すなわち粘土分含有率についての精力的な研究であり、今後の研究方向について討議がなされた。108 に関しては、コブル、ポルダールを玉石、転石と定義する分類法についての質問があった。

防衛大学校 山口晴幸

109 土質試験データの整理法における一つの提案(鈴木・久保田)

110 ポアソン分布に基づくまさ土の粒度分布表現(田口・板橋・立石)

111 土の粒度分析における分散剤の効果について(小笠原・松井)

112 粒度試験に関する一考察(山本・諏訪・大西・北村)

113 液性限界測定器が試験結果に及ぼす影響(下辺・風間)

114 収縮限界に影響を与える因子の検討(その1)(綿引)

115 電子レンジを利用したロームと有機質土の分類方法について(藤田・古河)

116 土中における自然電位勾配と水分移動(II)(柴田・

柳下・伊藤・南雲)

117 電気炉スラグの加圧吸水とエージングの判定(桑山・三瀬・山田・本多)

本セッションで発表された9編の研究は、試験結果の整理方法に関するもの(109, 110)と、従来の試験方法における試験時の要因(111, 112, 113, 114)と試験方法の提案(115, 117)に関するものおよび土中水の挙動(116)に関するもので、対象とした試料は、沖積粘土、洪積粘土、海成粘土、火山灰質粘性土、ローム、有機質土、まさ土、スラグ、グラスビーズ等と種々多様であり、その内容も多岐にわたっている。

109 は沖積粘土の圧密試験結果を例にとり、ばらつきのあるデータ処理における異常値の検出と代表値の設定方法について箱ひげ図法の適用を試みている。同一データから得られたあるパラメーターは異常値で、あるパラメーターは有効値と検出された場合、それらのパラメーターを与えたデータそのものが異常値と判断すべきか否かの取扱い方法について言及する必要がある。110 はまさ土の粒度曲線の数式的表示にポアソン分布式を適用しカイ2乗検定より適合度合の判定を試みている。最大粒径が1000mmと大きいほど分布式の適合度合が良好と結論している。土質分類では粒径が75mmまでを土と見なしているため、まさ土の風化度合と関連してポアソン分布式の有効性と限界性についてさらに吟味する必要がある。111 は分散剤の種類、112 は分散装置のタイプから粒度試験における分散効果について比較検討している。111 では分散剤としてマイティ150やポイズ530の高分子活性剤が有効であること、また112 では細粒分の多い土の場合には分散装置のタイプによってかなり分散効果が異なることが指摘された。分散剤や分散装置のタイプによって分散効果が異なる場合もあるならば、土の工学的分類に粒度試験の結果を利用することを考えると、74 μ m以下の細粒分の質量%だけ求め、沈降分析はやめたらどうかという意見があった。これに対して、分散剤や分散装置をうまく選択すれば細粒分の粒度状態も得られるので、適切な試験方法の確立を追求すべきであるという意見も出た。沈降分析から得られた結果の工学的利用とあいまって、この問題については基準化委員会等で再検討する必要がある。113 は低塑性から高塑性の土を用いて、液性限界(w_L)に及ぼす試験器と試験時の要因について試験法の改訂をかんがみて詳細に検討している。 w_L の値は、特に、試験器のゴムの硬さ、落下高さ、個人差によってかなり左右されることから、経年劣化を考慮してゴムの質について指針を与えている。ゴムの質が経年変化を受けるならば、ゴムに変わって鋼板を用いたらどうかという貴重な意見があった。114 は粘土の収縮限界(w_s)に及ぼす初期含水比(w_0)、供試体の形状・大きさ、脱水方法の影響について調べている。 w_s は w_0 によって大きく左右され、土の w_s はかならずしも $w_s < w_p < w_L$

の関係にあるとは限らず、土の種類や w_0 の大きさによっては、 $w_s \doteq w_p$ あるいは $w_p < w_s$ の場合もあるという興味深い指摘がなされた。これは乾燥に伴って生じるサクシジョンの効果が w_0 と関連しているためと考えられ、サクシジョンとの関連から今後の検討が期待される。115は電子レンジによる乾燥特性の相違を利用して、ローム、有機質土とそれ以外の土の区分を試みたものである。誰でも同じ結果（含水比）が得られるような電子レンジの性能および仕様等を明確にすべきであるという意見があった。これに対して、ワット数、温度、試料の状態等で得られる結果が異な

り、また使用の際には危険が伴うので実用化にはもう少し時間が必要であるというコメントがなされた。116は土中水の移動に伴う電位変化の形態から土中水の挙動について論じた基本的研究である。今後、電位変化とサクシジョンとの関係に関する定量的考察を深め、二次元、三次元問題へと拡張されることを期待する。117は締固め材料への電気炉スラグの活用法という観点から、既存の時間と労力を要する水浸膨張試験に代わって、加圧吸水試験と脱水試験がスラグのエージング効果の判定に有効であり、しかも簡便的であるとして推奨している。

圧密、圧縮

総括

大阪市立大学 高田直俊

今回の研究発表会の圧密・圧縮部門では計47件が発表された。ここ5年間のこの部門の発表件数と発表内容の移り変わりを整理すると表-1のとおりである。発表件数は87年に一たん21編と減少しているが、88年は倍増し、今年はさらに増している。発表内容に関しては、①研究目標、②現象と土に対する働きかけ方、③特記すべき対象土、の大分類別に設けた表の項目に、筆者の主観で関連すると判断した発表論文数を示している。①に関しては、圧密現象把握のための実験的研究、計算式の提案や現象解明のための理論的研究、圧密特性などの物性を求める研究は持続的になされている。試験法に関する発表が増えているのは、圧密時間短縮可能な定ひずみ圧密試験などの漸増荷型圧密試験や荷重時間を短縮した段階荷型急速圧密試験などの実用化のための研究、二次圧密分離操作を通して間接的に求められている透水係数を、直接計測する試験が研究的に

表-1 最近5年間の発表件数と内容項目

発表件数 項目	年				
	'85	'86	'87	'88	'89
	28	24	21	43	47
現象の発現・メカニズムの解釈 理論、メカニズムの説明	10	11	8	17	19
物性	8	6	6	14	10
現場の現象、対応	10	6	6	10	15
試験法・整理法	3	3	4	6	4
	1	7	3	8	12
二次圧密・長期圧密	6	3	2	4	9
繰返し	5	3	3	3	1
多次元	3		2	3	2
パーチカルドレーン				1	1
膨張・除荷	2				1
地盤沈下			1		1
地盤改良				1	1
試料の乱れ		1	1	1	1
洪積・過圧密粘土	3	1	1	1	8
高有機質土	4	3	2	2	4
超軟弱土	4	4		2	2
廃棄物	2				
非粘性土・不飽和土	3	1		5	6

行われるようになってきたからである。②の現象面に関しては、繰返し圧密が減る一方で、二次圧密に関する研究が再び増え、また研究対象に広がりが見られる。

この部門で最近注目すべきは、分割型圧密試験機によって粘土供試体内の応力と間隙比変化の詳細が捉えられ始め、圧密挙動、特に一次圧密中の二次圧密挙動が分かってきたことである。これによって、圧密中に応力履歴が全く異なる供試体内部の変形挙動をならして求められてきた従来の圧密特性が、精度を一歩上げてエレメントに近い土要素の挙動から求められるようになった。直接測定される透水係数と合わせて、圧密定数の意味する内容の明確化が期待され、さらに標準的な圧密試験から得られる物性値の位置付けへの進展も期待できる。

次に③の対象土をみると、洪積・過圧密粘土など硬い粘土や時間効果を受けた粘土を対象とする研究が増えた。さらに砂・礫を主体とする非粘性土の圧密を実際的な立場から扱った研究発表も増え、非粘性土に対する「圧密」という言葉に違和感が少なくなってきた。洪積粘土の圧密特性の研究の活発化は、建設中の関西国際空港の沈下量算出にかかわる洪積粘土の圧縮性の評価問題と、これまでの大深度の埋立ての沈下計測結果が動機となっていると考えられる。沖積粘土の圧密沈下量と沈下過程の推定は、多くの未解明の問題を残しつつも、実用的には手の届く範囲にあるが、洪積粘土層のような硬い過圧密粘土層に対しては無力といっている状況で、在来の手法で単にデータを数多く集めるだけでは、進展はほとんど期待できない。沖積粘土に対する場合と比較すると精度をもう1桁上げる必要がある。圧密のメカニズムに関して得られつつある知見をもとにした新しい試みと、信頼性の高い現場計測データがこの問題の究明に不可欠である。一方、泥炭を主とする高有機質土やスラリー状の軟弱粘土の圧密挙動も持続的に研究されている。

ややマンネリ化していた圧密の研究が、昨年から今年に至って研究姿勢と方法を変えて新しい成果を生み出しつつ活発化してきた。来年の研究発表会が楽しみである。