

最近の地盤調査・試験法と設計・施工への適用に関するシンポジウム 開催報告

1. 委員会の概要

『地盤調査・試験法の小型・高精度化に関する研究委員会（正垣孝晴 委員長；防衛大学校）』は平成 14 年 4 月に地盤工学会に設置され、4 年間の活動を続けてきた。活動の概要は、土と基礎の 8 月号¹⁾に掲載されているので、そちらを参照されたい。

本委員会は、活動範囲がこの分野の地盤工学の総てを対象とすること。加えて、37 名の参加委員の所属や業務形態も多様であることから、総ての委員の業務や研究内容の紹介を行い、過去約 20 年間の国内外の文献調査を踏まえて、4 つの研究テーマを据え、各委員の担当を決定し、活動を行ってきた。後述の 3. 委員会報告(WG1～WG4 の「」の部分)がこれに該当する。

これらの活動の柱として、また、委員会活動を広く会員に報告する責務から、本研究委員会のホームページ²⁾を立ち上げた。そして、固有技術やノウハウの共有化と一般会員との情報交換の窓口として積極的に活用した。この HP は、今後も引き続き管理・運営される。これら WG 活動や一斉調査、一斉試験、アンケート、全国大会での DS 等、様々な活動を取りまとめ、報告する機会として、シンポジウムを開催することにした。

シンポジウムの発表論文集は、総ページ数 232 頁、サクシオン測定を伴う一軸圧縮試験マニュアル、および CD-ROM を収録した。CD-ROM には、シンポジウム論文原稿、マニュアル、報告書、文献リスト、および主要文献の概要が収められている。文献リストはエクセル形式にしてあるので、研究や業務に利用しやすい。

2. シンポジウムの開催

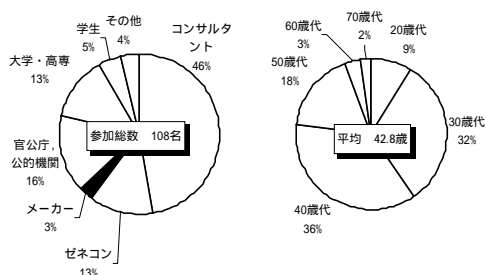


図 - 1 シンポジウム参加者の所属と年齢構成比

平成 18 年 6 月 2 日(金) 地盤工学会大会議室において、表記のシンポジウムが開催された。プログラムは、各 WG ごとに委員会報告がなされ、その後一般論文発表が

20 編について行われ、3 セッションに分かれて実施された。参加者は 108 名の盛況であり、当日は臨時的の椅子をシンポジウム開催中にセットするなど、地盤工学会本部の方々には迅速なご対応をいただいた。また、参加者の構成は、図 - 1 に示すように幅広い分野と若い年齢層を中心にお集まりいただき、本シンポジウムに対する関心の高さを示している。地盤調査・試験を直接担当するコンサルタントの参加者が半数以下であることも興味深い。そして、基準作成に関わる国の研究機関、電力会社、高速道路会社、鉄道総合研究所の若手技術者も積極的にご参加、ご発言いただき、新しい技術に対する強いニーズを感じる事が出来た。

3. 委員会報告

1) 堆積環境調査に関する委員会報告（木村隆行；(株)エイトコンサルタント、北田奈緒子；(財)地域 地盤 環境 研究所）

「堆積環境調査における地層評価」について報告した。従来、調査手法は工学的視点からのアプローチが主体であったが、堆積環境面からのアプローチを加えることで、より適正な地層評価が行われることが報告された。北田委員からは、微化石総合分析や珪藻分析が堆積環境評価に有効であり、その事例として茨城粘土の例が示された。木村委員からは数値評価のできる CNS 分析手法を茨城粘土に適用した事例が報告された。

2) WG1 報告（村田芳信；応用地質(株)）

「原位置試験・現場計測における小型・高精度化技術」について報告した。文献調査の概要、動的貫入試験ならびに計測ボーリング、電気式コーン貫入試験、一斉調査結果の概要等について報告した。特に一斉調査については、表面波探査、小型微動アレイ調査、原位置ベーンせん断試験、二重管式標準貫入試験、小型動的貫入試験、電気式コーン貫入試験、孔内水平載荷試験など、多くの調査・試験が詳細になされたことと、比較検討や解釈について示された。

3) WG2 報告（中野義仁；(株)興和）

「試料採取方法（サンプラー）の小型・高精度化とその適用性」について報告した。文献調査の概要、一斉サンプリング調査について報告があった。特に、一斉サンプリング調査については、各種サンプラーの概要、試料採取の品質に及ぼすサンプリング方法の影響など、多くのサンプリングとその品質評価について、比較検討や解釈が示された。

4) WG3 報告（大島昭彦；大阪市立大学、藤原照幸；(財)

地域 地盤 環境 研究所)

「室内試験における小型・高精度化技術」について報告した。文献調査の概要、一軸圧縮一斉試験、アンケート、圧密一斉試験について報告がなされた。特に、一軸圧縮試験と圧密試験の供試体サイズの小型化については、一斉試験や過去の結果に対して詳細な比較検討が行われた。圧密供試体サイズでは、直径3cm×高さ1cmを採用する場合は片面排水条件にするか、両面排水条件であれば直径3cm×高さ2cmにすることが望ましいとの解釈が示された。

4) WG4 報告(近藤悦吉;関西電力(株),高橋章;東京電力(株))

「調査・試験結果の解釈と利用法」について報告した。省力化・低コスト化を踏まえた調査・設計の考え方について、従来型調査法と新しい小型・高精度調査法との比較、盛土構造物に対するケーススタディが示された。成果数を同等にした場合、**新しい技術の方が、従来型技術に比べ CO₂ の排出量が 35%削減される**という試算が示され、今後の地盤工学への試金石となるだろう。また、統計学による設計品質効果について、同様に従来法と新しい方法の採用による検討結果が示された。性能規定化を踏まえ、経済学分野で導入されている消費者危険率や生産者危険率の概念を導入し、今後の調査・設計への可能性について言及され、大変興味深いものとなった。

また、これらの委員会成果を集約した土と基礎特集号(8月号)³⁾を組んでいるので、参照されたい。

4. 一般論文発表

磯野陽子((株)エイトコンサルタント)は、色彩色差計で測定した色彩値が、堆積環境や土質正常と相関があることを報告した。色彩値について土質毎に区分した場合の展開と、色彩を支配する要因について議論があった。色彩への影響は含有鉱物や、粒子の大きさ、貝殻片など多くの要因があり、今後の研究展開が期待された。北田奈緒子は、MSCL 画像によりボーリングコアの詳細な変化を色彩で把握できることを報告した。その色彩測定の方法について議論があった。色彩値の L 値は含水量で変化するが、飽和させると戻ることなどが報告された。伊藤浩子((財)地域 地盤 環境 研究所)は、大阪湾粘土の Ma12 と Ma13 の粒度を表面積に換算しなおすことで、液性限界などと良い相関があることを報告した。大阪では東京などで使用されている有楽町層など固有名詞を使用しなかった理由なども議論された。堆積場が異なることと粘土表面積で整理する手法の今後の展開が期待された。北田奈緒子は、帯磁率で地層判定を行った事例を報告した。帯磁率が下部ほど微増する現象があり、圧密で密度が増加していることと一致するのではないかという議論があった。今後、地層判定ばかりではなく、圧密度の判定にも応用できる可能性があることも考えられた。

齋藤章彦((株)四国総合研究所)は、人工震源を用いた表面波探査法のため池堤体および河川堤防への適用例について報告した。香川県の地域性で、多くのため池を

抱えながら、現況を調査し、耐震性や漏水への適切な処置を行うための調査法として、有用であるとの見解が示された。伊藤義行(応用地質(株))は、新しい簡易動的貫入試験装置の適用事例について報告した。フランス発祥の技術で、既に 2,000 台が使用販売されている。静的コーン貫入試験やラムサウンディング試験との比較検討を行い、今後、比較的浅い構造物設置や現況調査に有用であることが示された。池尻建((株)セントラル技研)は、土構造物の施工管理における落球探査の適用について報告した。道路の試験盛土への適用事例から、その有効性を示唆した。今後、理論的な検討や他の地盤条件への適用を行っていくことが課題とされた。末政直晃(武蔵工業大学)は、スウェーデン式貫入試験の貫入機構に関する一考察について報告した。品確法の制定により宅地地盤の調査に、本試験法が多く用いられている。これを、室内小型実験と塑性論アナロジーモデルによって検証し、いくつかの地盤材料に対する判別法を提案している。村川史朗(日建設計シビル(株))は、低応力下の粘土地盤の N_{kt} と物理・力学特性の関係について報告した。新北九州空港の浚渫土砂の埋立管理において、コーン貫入試験を積極的に導入したものであり、強度、物性値との関連、データの精査について検討が加えられた。百瀬忍(基礎地盤コンサルタント(株))は、 N ベーンの適用性に関する一考察について報告した。標準貫入試験機を改良した N ベーンは、原位置強度が測定できることと試料採取により室内試験への展開が出来るので、性能設計への体系作りが必要との示唆がなされた。

中野義仁は、小径倍圧サンプラーのチューブ径が試料採取と試料の品質に及ぼす影響について報告した。国内外のサンプリングより、小径倍圧サンプラーの良好な品質確保の状況が示された。多くの室内試験結果や作業効率を総合して、小径倍圧サンプラーの省力化、低コスト化に対する有用性が示された。真島淑夫((株)興和)は、ロータリーパーカッションドリルを用いた地盤調査における N 値と土試料の品質について報告した。地質調査業界のボーリングフォアマンの人材不足とも関連して、新たな機器の導入を図りたいというのが狙いである。今後、より多くの適用事例を重ね、積極的に用いることができるように進めることが示された。近藤悦吉は、吸引ボーリングによる砂質土の不攪乱試料採取法の適用性について報告した。ほとんどの部品が市販のものを使用し、かつ高品質なサンプリングが行えるという画期的な手法である。サンプリングの力学的背景、大型屋外実験土層を用いた品質の検討結果が示された。木村隆行は、一軸圧縮強度に及ぼす供試体寸法の影響について報告した。トコロテン方式の押し出しによる大量試料の作成、直方体と円柱供試体形状の影響、より小さな供試体作成について検討がなされた。供試体形状には影響がないこと、小さな供試体作成は直径 15mm 程度が限界値であろうという見解が示された。正垣孝晴は、小型供試体を用いた自然堆積土の強度特性の評価について報告した。国内外から多くの不攪乱試料を採取するとともに、それぞれ小型

供試体で、一軸、三軸、一面せん断、圧密試験まで、幅広く実施、検討した結果を提示した。その結果、小型供試体は従来の供試体サイズと同等の結果が得られること、サクシオンを測定する一軸圧縮試験を行えば、安価で三軸圧縮試験に準じる非排水強度が得られることを示した。小田和広（大阪大学）は、粘性土の段階載荷圧密試験結果に及ぼす供試体排水距離および荷重増分比の影響について報告した。泉州沖洪積粘土の長期圧密データと今回の数値計算結果との比較検討を行っている。その結果、今回の数値計算手法は、不攪乱試料の長期圧密挙動を適切にシミュレートしていることなどが述べられた。大島昭彦は、粘土のサンプリング試料の押し出し時における湿潤密度測定の見直しについて報告した。大阪地区で採取したサンプリング試料の押し出し時に湿潤密度を測定し、含水比を推定することで、室内試験用の試料採取に役立てようとするものである。従来、コア抜き出しの観察記録が積算項目に入っていたが最近廃止になり、今後その影響が様々なところに出てくるのが懸念されるとした。大野司郎（近畿大学）は、小型遠心載荷による粘土の力学パラメータの簡易評価手法の提案について報告した。小型遠心装置を用いて圧密試験、透水試験、一面せん断試験を行い、短時間にある精度の力学パラメータを得る手法として有用であることを示唆した。高橋章は、性能規定化を踏まえた調査位置・数量及び調査の段階性に関する一考察について報告した。母集団が既知と未知の場合に対してケーススタディを示し、破壊確率、および総費用と標本数の関係について示し、信頼性設計との関連など、今後展開への見通しが示された。

5. 全体討議・総括

諏訪靖二（諏訪技術士事務所）から、全体を通しての問題点、委員会設置の経緯、委員会活動との関連、討議のポイントが示された。引き続き、フリーディスカッション形式で質疑応答やコメントがあった。主な質疑応答をQ&A形式やコメント（ここではCと表示）で示す。

Q：コストの問題と高精度化の問題は整合する話なのか、教えて欲しい。

A：サンプラーや供試体のサイズを小型化することで、数多く試験を実施することが出来、説明責任が果たせるのではないかと。いい試験法、調査法が存在しても、なかなか発注者に使ってもらえないもどかしさがある。

C：例えば、安価なソフトよりも高価なソフトの方が良いモノである、といった先入観がある。設計者は、詳細なデータを欲しがっているのだから、深度方向に連続して数多くの一軸試験データが有れば助かる。ところが、このところ発注者も調査、設計、施工、管理をすべて外注し、現場のことを理解できない設計者がいる。

C：サウンディング試験は、インデックス試験として見ていくぐらいの割り切りは必要ではないか。

C：韓国では、コアの採取率が低い。N値だけで軟弱地盤を設計・施工してしまうような間違った考え方を含めてトータルコストまで考えなければいけない。

C：Nベーンは、15年前に土と基礎に掲載された技術である。やはり、基準化されていないとなかなか使ってもらえず、かつ2007年問題でその技術を開発した技術者が第一線を退き、技術の維持継承に苦慮している。性能設計は追い風と受けとめ、その他ご発表の新しい技術も含めて広く使ってもらえる方策がより重要であろう。

Q：N値との対比を考える習慣はいかかなものか。

A：N値との比較は、実際やりたくないのだが、現在の設計思想の基本になっているのでやむを得ない。地盤評価技術としてトータルで説明する必要性は、今後とも増えてくるだろう。

C：建築分野で戸建て住宅の基礎の設計に N_{sw} でやるように基準化されているが、ヤジリの先端の摩耗の問題など、クリアされていないこともある。今後、これに関連した紛争問題がたくさん出てくるのではないかと。

C：港湾の基準も今後は性能設計にシフトしていくだろう。徐々にではあるが、強度のみならず、変形問題で変形係数や沈下のことも考慮しておく必要がある。ただ、国策で技術系公務員も減らされており、すべて外注しているから、個別の技術や得られたデータを評価できる公務員がいなくなっているというのが現実ではないか。

C：コンサルタント各社は地盤情報データベースを保持している。当初は、そういう技術に乗り遅れると受注できないという疑念があった。技術の発展と地域工は混同されないようにしなければならない。

C：目の前のコストばかりにとらわれず、技術の普及という次の大切な目的に移行し、シンポジウムでご発表の技術や委員会活動で共有された情報ネットワークを、継続してどれだけ広げられるか、今後が大切である。

C：設計者、発注者のための地盤調査や室内試験に特化した教科書的な出版物が見あたらない。赤本、青本は、初心者には難解。例えば、建築分野では民間発注が主だから、新しい技術導入・普及の突破口になるだろう。

6. おわりに

休憩時間、昼休み、閉会後も、熱心に議論を交わす参加者の熱意は凄まじいものがあった。出版されたシンポジウム発表論文集140部は一週間で完売しており、この分野への関心の高さを示している。特に一般発表では多くのご発表が満載で、プログラムの進行上、十分な質疑応答時間が当てられなかったことをお詫びしたい。加えて、このようなシンポジウムの成果が、実際の調査、設計、施工において積極的に取り入れられることを望む。

参考文献

- 1) 正垣孝晴：地盤調査・試験法の小型・高精度化技術の役割と展望、土と基礎、Vol.54, No.8, pp.1-2, 2006.
- 2) 委員会HP：<http://www.takamatsu-nct.ac.jp/~CE/soil/>
- 3) 例えば、近藤悦吉、向谷光彦、梅崎健夫、中野義仁：最近の地盤調査・試験法の適用性 - 軟弱地盤上の盛土築造を例示して - ,土と基礎, Vol.54, No.8, pp.26-28, 2006. (文責：向谷光彦 高松工業高等専門学校)