

一般報告

7は降雨災害, 8, 9は地震災害の報告である。この三つに共通して, 地質あるいは地盤に関する記載が極めて少ないかまったくないことである。もう少し地盤条件をはっきりおさえておかないと, 地盤工学的に何を主張したいのかよくわからなくなる。8において, 地震対策を十分行えば, 地震災害は防げるという熱海桃山小学校の例は極めて重要である。

10の地形を通してみた地盤分類の論文は, おそらく日本でも最も遅れている分野であり, かつ最も重要で将来性のあるテーマのように筆者には思われる。地形は地質(地盤)が表現された一形式であり, どのような過程を通して現在の形に至ったかを定量的に表現する努力を今後とも続けてもらいたいものである。日本のように特殊な地質活動帯で多雨帯にあたる場所では, 地形表現は, 外国より困難であろうが, Earth Surface Processes and Landforms (John Wiley & Sons) という雑誌に意欲的な論文が載っており, 参考になるであろう。

討 論

1では予測とともに環境の制御が大切であるという指摘に答えて, 今後日本の地盤条件を考慮に入れた環境地盤工学の体系化を考えていきたいという発表者の補足がなされた。

2ではコンピューター利用による大量の土質条件の処理を通して, 例えばサンドシームを人工的に連絡するなどして圧密促進に役立てるようなことまでやっていきたいという環境制御の夢が述べられた。

3では縄紋海進の海岸線の標高に関する質問があった。その現在標高は3 m程度, そこで $N \geq 30$ になる標高は ± 0 mであることが述べられた。 $N=30$ という数値を採用した明確な理由はないとのことであった。

4ではふつうの標準貫入試験機の直径35 mmに対して,

50 mmと約1.5倍に大型化しただけで, 得られる地盤情報の量はそれ以上になることが述べられた。更に大阪層群の丘陵端にあるせん断帯はそれより古い基盤から連なる断層であること, 丘陵の崖にそう古い崩積土は, 崖の急斜面に沿うクリープ生成物の可能性があることが討論された。

5では岩盤中で褐色系統の色のところは一般に透水性がよいという発表に対し, 4の大阪層群では褐色がかったところの透水性が悪いという結果が出ており, 矛盾するのはとの指摘があった。岩盤が浅い場合に褐色は水が通過した跡を示すものであるとのことであった。透水性とその他の岩盤状況の対応を今後とも深めていきたいという方向が発表者から補足された。

6の多変量解析手法は, 発表例のような比較的単純な場合には使わなくても解けることがあるが, 地下水性状のはっきりしない場合には極めて有効な手段であることが発表者から強調された。

7, 8の発表者からは, 論文中に地質や地盤の記載はないが, 現地では十分調査を行っているとの発言があった。発表者によると, 災害の多くは起こるべくして起こっており, 人間の力で災害の発生を防ぐべきであるとの指摘がなされた。

9では外国での災害のことであり, 地質はよく分からないが, 硬質地盤であろうとのことであった。また, 地震時の破壊性状について補足があった。破壊付近の弾性体のP波速度6.1 km/s, S波速度3.5 km/s, ライズタイム5 s, 破壊伝ば速度2.5 km/sである。

10では今後の見通しとして, 更に細かい地質構造を考慮に入れた地形地盤分類を進めていきたいという希望が発表者から述べられた。

参 考 文 献

- 1) Peck, R.B.: Vignettes of four presidents, 1936~1969, Proc. IX ICSMFE, Vol. 3, pp. 285~290, 1977.

現地調査 第2日 午前部 第2会場

基礎地盤コンサルタンツ(株) 西垣 好彦

- 11 情報の品質からみた土質調査(中堀・山本)
- 12 地域による関東ロームの物理および力学特性(森・谷口・西村)
- 13 地面蒸発散量の測定結果(福岡・今村・和田・小林・吉川)
- 14 MSS データーによる切土斜面の調査(松尾・島)
- 16 ロータリー式サウンディングを用いた土質調査(小松田・平田・岡部)
- 17 局部周面摩擦値と間隙水圧も測定するコーン貫入試験機の試作(室町・酒井・山口)
- 18 室内実験による静的・動的貫入試験に関する一考察

(八木・榎・矢田部・藤田)

- 19 標準貫入試験の拡大利用に関する基礎実験(石井・小野・小池(直)・小池(敏)・佐藤)
- 20 ロッド径の違いによる N 値の比較(是枝・吉橋・室町)
- 21 先端駆動型モーターによる異層地盤境界の土質判定法について(宮島・佐々木・長谷川・長尾)

最近の動向

従来, 現地調査法は10年1日の如しと言われ, 旧態依然たるものであったが, 今回の発表には新しい調査法に関するものがかなり多く, 次のセッションを含めて11編となっている。そのためか, 当セッションへの参加者は例年にな

く多数で、非常に好ましい傾向である。今回発表された新しい調査法のうちの調査法が今後発展するかは、有効な定数が求められるか、実施にあたっての問題が少ないか、あるいは調査費用等によって決まってくると思われるので、今回の内容のみでその良し悪しは述べられないので、今後に期待したいと思う。

新しい調査法の開発と同時に従来法の見直し検討も非常に重要なことであり、より有効な調査法にするための問題解決に努めねばならない。これに関しては、今回標準貫入試験に関するものが3編みられる。これはストックホルムで開かれる第10回国際土質工学会において、標準貫入試験が国際標準化される動きがあり、日本がそれにどう対処すべきかということで、昨年サウンディングシンポジウムが開かれ、多くの問題が議論されたが、今回はその続きのデータが発表されている。

これらと同様に他の調査法に関しても、ばらつきや乱れの問題があるが、前者については「土質工学における確率・統計の応用に関する研究委員会」でも検討されている。後者については室内試験で乱れの問題を取り上げて検討された発表もみられるので参考にされたい。

問題点および将来の展望

11では土質調査結果の品質からみて詳しさ・確かさなどにかなり差のあることを述べている。標準貫入試験は試料を観察できることが大きな利点でありながら、 N 値のみが重要視され、観察がおろそかにされていることは過去にも多くの人が指摘しており、それが放置されている現状は戒めるべきことで、この初期の誤りが最後まで見すごされることの多いことに注意すべきである。試料観察により多くの問題が解決されることから、その目的を主とした調査法として、4の大型貫入試験やフォイルサンプラー、トリプルサンプラー等も開発されているので、現場条件にあわせてこれらを利用し、確かさを高める必要も一手法である。このセッションでは含まれていないが、力学試験結果の確かさも非常に重要であり、このとき試料の乱れということについて十分考慮しなければならないことを付け加えておく。

13は蒸発散量の測定例を述べたものである。水収支計算を行うとき、蒸発散量は非常に重要なパラメーターであるが、それに関するデータの少ないことが大きな問題であった。本報告は1年間にわたって蒸発散量を測定した貴重な例であり、今後多くの測定例の蓄積と試験法の簡便化についても検討していただきたい。

14はリモートセンシングを土質調査に応用したもので、傾斜地や斜面の安定性を評価しようとする研究である。現時点では基礎的データを取るため、リモートセンシング手法と従来の手法の対比を実施しなければならないため、非常に多くの手間をかけねばならないが、今後の研究が大いに期待される。

16はコアチューブにコーンを内蔵し、掘削とサウンディングを交互に繰り返すことにより、従来のようにロッドの上下げをなくし、サウンディングを短時間に実施しようとする試みである。この手法はワイヤーライン方式で他の多くの調査にも応用でき、現場作業の短縮に大いに役立つといえる。

17は従来のコーン貫入試験が先端抵抗と周面摩擦の測定であったのに対し、更に間隙水圧測定も同時に実施しようとする試みで、一度により多くの情報を得ることにより、地盤を精確に判断していこうとするものである。ヨーロッパにおいてもコーン貫入時の間隙水圧の発生が問題視されており、現地調査においても室内試験と同様に有効応力解析が重要視されてきた傾向がみられる。18では室内実験ではあるが標準貫入試験時の間隙水圧測定が試みられている。今後更にこの傾向が増え、現地調査での地盤挙動が検討されるものと思う。

18, 19, 20は標準貫入試験の問題点を検討されたものである。18は前述のように間隙水圧の測定により貫入抵抗の解釈に結びつけようとする試みで、実際地盤においては排水条件か非排水条件かは地盤の loose, dense にも関連しており、今後更に検討する必要がある。例えば 19 ではサンプラーの排水孔の数を変えると、測定 N 値は図-6, 7に示されているようにかなりの差がみられることは、打撃時の間隙水圧の発生による差によって解される。このような現象を解明して行くための基礎的研究は皆無と思われるので、今後の研究成果が待たれる。

20はロッド径の差による N 値の差を実測した結果、有意な差が見られなかったという結論であるが、著者も述べておられるように、近接位置での測定であっても完全に同一地盤ということはいえない。したがって、この問題については、更に理論的な検討を加えればはっきりとすると思われる。

21は弧状錐進工法による推進工法施工時の先端駆動モーターの推力値から土質判定を実施された結果の報告で、土質判定にかなり有効で、新しい土質調査法の可能性があることが述べられている。推進工法にとって推進方向の事前調査は重要であり、従来、水平方向の調査法がないだけに、この方法が現地調査法として確立されることが望まれる。

討 論

11に関しては、我々はどういうことに注意して行くべきかの問題に対し、土質調査結果のチェックが現状では数量のみがチェックされることが多いが、発注者側に質を評価するという姿勢を期待したいとの発言があった。また掘削時の水位変動に関して討論があった。

13では水温の影響が入ると思うがどのように補正されているかとの問に対し、現在は補正をしていないが、今後検討してみたいと述べられた。

一般報告

17では間隙水圧の測定時間についての質問に対し、砂質地盤では1 m ロッドのつぎたし時間（4～5分）で定常状態となるが、粘性土については20分ほど待たねば一定値とならない。また、土質判別について今後の見通し等について討論された。

18ではコーンを打撃したときの間隙水圧の測定結果であるが、レイモンドサンプラーのように中空のものでも同様な間隙水圧が発生すると考えてもよいかとの問に対し、現在測定していないので不明であると述べられた。

(財)電力中央研究所 江刺 靖行

24 砂礫サンプラーと礫の粒度特性（小松田・大久保・西・横市）

22 機械的・人為的要因による土質調査結果のばらつきについて（松本・堀江・石井）

25 試料運搬方法が砂の動的特性に与える影響（安田・竹氏・佐藤）

28 セルフボーリングプレシオメーターによる沖積粘性土の性質の原位置測定（森・室伏）

29 土のAE特性の原位置水平応力測定への応用（谷本・中村・不動・松岡）

30 ボーリング孔を利用したクリープ試験について（中川・秋山・田中）

15 動的載荷試験に伴うP・S波の測定（山県・井上・石川・羽竜・加藤）

26 造成地における地盤変動測定報告（その2）（田中・野田・岩崎）

27 単孔法による地下水の流向・流速測定器の開発（渋谷・日野・平山）

23 空気掘削式試錐とその実施例について（西山・仲柴）

最近の動向

現地調査に関する研究は調査法・装置の開発・改良による調査精度の向上を目指すものと、既存の調査法を駆使して地盤の種類と目的に応じていかに合理的にかつ適切に地盤を評価するかを目指すものとに分類できる。

前者に関する研究の中には近年、広域の地表調査に関するリモートセンシング技術の応用研究、またAEのカイザー効果を土質地盤へ利用する研究などのように在来の土質の分野以外の知見を利用して調査の効果を上げようとするものがある。他方、より直接的な方法に関しては1970年代以来ヨーロッパを中心に、孔内載荷による地盤の強度・ひずみ特性調査法の理論や従来の方法よりかく乱の少ないセルフボーリング式孔内載荷法の装置の開発、また種々の地中応力測定法の開発などが進められ、これらに関しては、我が国でも取り上げられるに至った。その他、標準貫入試験法など貫入試験の理論と技術改良に関する研究、緩い砂のサンプリング法や軟弱粘性土のかく乱供試体のかく乱

などサンプリング技術に関する研究が進められ、また構造物の大型化に伴い従来は十分な支持耐力があるとされていた砂礫やき裂性洪積粘性土地盤の強度変形特性の調査法に関する研究などでも我が国はもとより世界各国で進められてつつある。

後者に関するものは、一般的な手法として個々の研究者が取りまとめることは非常に困難であり、一調査例として報告される場合が多い。その中でも都市土木や地盤環境問題または大型開発プロジェクト等に活用されると思われる地盤調査試験結果の情報管理とその利用に関する研究などについて近年研究報告されているが、今後次第に普及するものと思われる。

現地調査の開発研究は対象が複雑な自然地盤であるため急速飛躍的な進歩が少ない。一つの開発研究の完成までには地味な努力と総合的な技術力や持続的な研究費や時間等を要する。また、調査計画立案や設計の立場の人から現地調査へ掛けられる期待は大きく、それらの人々から指摘される調査技術の問題点の中には簡単なようではなかなか解決されないものや改良されれば設計に大きく影響すると思われる問題などがある。また既往の方法があまり普及していて、かえって改善し難い問題点、既に解決済であるのに一般に周知されない問題点などがある。

今年の発表論文には、調査法の問題点を追究したものが多く、いずれ研究成果が取りまとめられ一般的な現地調査として普及することが期待されるものが多い。すなわち22, 23, 24, 25はボーリングやサンプリングの調査法に係るものであり、15, 27, 28, 29, 30はボーリング孔内で行う各種の調査法に係る研究である。

問題点および将来の展望

22, 25は調査試験結果に人為的誤差が表れる実例を示している。22では水圧式固定ピストンサンプリング法によるサンプルの q_u のばらつき、測定容量の異なるベーン試験、ダッチコーン試験の結果およびロープ法とトンビ法による N 値の比較など一般に普及している土質調査法にも相当のばらつきがあることを実測結果で示し注意を喚起している。25は砂のサンプル輸送中の応力解放による乱れの影響を動的等価弾性定数の低下例によって示している。応力解放による粘性土の乱れについては従来から論じられているが、砂のサンプルについて普通行われている凍結法やパラフィンによる端面処理法では乱れが生じることを示し、対策として端面に拘束圧を加える装置を示している。今後比較実験に当たっての物理定数の吟味を含め、提案した方法の有効性を示すデーターの蓄積が必要である。24は砂礫のサンプラーの開発と砂礫の粒度特性を推定する方法を示している。礫層は構造物の支持層としての支持力や沈下の予測、また掘削工事での水処理などで問題になるがこれまで適切な調査方法は少ない。耐力の予測法としての深層載荷でも

礫層の最大粒径が分かれば載荷板の径を決めるのにまた装置の適用の可否を判断するのに役立つと考えられる。また、粒度分布が分かれば実測が困難な自然地盤の透水係数を推定できるので大変重要な研究である。今後はサンプリングによる粒度と開削時の採取試料の粒度との照合データを集めるとともに、論文中で引用されている k と D_{20} の実験式の適用性の確認などを行い、提案されている方法の利用が普及されることを期待する。23は循環流体に空気と添加剤を使用した新しいボーリング・サンプリング装置の開発研究である。掘削土が泡の表面に付着して排出される点、濁水を利用せず透明なケーシングを通して外側からサンプルの状態が観察できる点が優れていると思われる。今後はボーリング孔壁の載荷試験への利用面を考え、孔壁の安定や乱れの状態について調べれば、利用度は更に高まるものと思われる。28, 29, 30はそれぞれ従来の孔内載荷試験の問題を追究した有意義な研究である。28はヨーロッパで開発されたセルフボーリング式プレッショメーターのシェーの形状を改良し、従来型の $N < 10$ の地盤に加え $N \approx 50$ 程度の地盤にも適用できるものを開発した点、また従来の装置では変形性が $1/3$ 程度に低く求まることを示している点が注目される。29は孔内載荷への AE 法の利用という点で興味ある研究である。孔内載荷の荷重変位曲線で P_0 , P_y を求めることが困難な場合でも AE 法では明確に P_0 , P_y が求め得るか今後実測データによって示す必要がある。30では長期間水平力を受ける構造物では長時間載荷による k_h 値を用いるべきであることを実測値によって示している数年来の研究である。多数の現地調査では、あまり長い長期載荷を実施することは種々困難な問題があるので、これまでの研究から比較的短い載荷時間から長期の k_h 値を予測する方法、また長期荷重の加わっている構造物に波浪、地震、風などの短期荷重が重なって加わる場合の k_h 値の考え方などについてこれまでの研究成果を取りまとめられ

ることが期待される。15に関して、横坑内での各種の現場岩盤試験は実施数量に限られるが設計値を決める決定的な方法として用いられる場合が多い。したがって試験実施地点が周囲の代表地盤であることを確認する必要があるが、これを確認することは困難である。特に横坑掘削に発破を用いた場合、緩みの影響が載荷箇所が生じていないかなどこれまで調査上重要な問題点であった。15では弾性波速度試験によって載荷箇所の局所の V_s , V_p を調べる方法を提案している。今後の発展が大いに期待される研究であるが、局所的な試験では発・受信の間隔が $10 \sim 30$ cm 程度であるので、計測精度を上げるためにはここで用いられている板たたき法よりもっと波長の短い数 kHz の波を用い、かつ孔間距離を正確に測定することが肝要である。27はボーリング孔を用いた新しい流向流速の調査法について述べたものである。この方面の調査技術の現状は一般に余り知られていないが、掘削工事、薬液注入などの地盤改良工事、ダムの漏水予測、原子力発電における核種の地中拡散などの問題解決のために今後の実用化が期待される。26は地盤調査による大規模盛土地盤の安定性の評価を課題として、降雨と地下水位変動の関係を調べているが防災面からはより直接的な降雨量と地盤変位の関係などについても調べる必要があるであろう。

討 論

上述の今後の課題を中心にした総括者の指摘に対する発表者の答弁に終始し、会場での討論は特になかった。

その他

この部門の総括に関連して、第10回国際土質工学研究発表会で森博氏が行う「地盤調査とサンプリング」に関する総括報告の原稿を御好意により事前に見せていただき「最近の動向」を書くに当たり大変参考にさせていただいた。

分類、物理化学的性質 第3日 午後の部 第2会場

(株)建設企画コンサルタント 斉藤 孝夫

31 土のせん断試験の自動化についての研究(龍岡・佐藤・山田・大河内)

32 加圧板法による塑性限界と液性限界の推定法について(加納)

33 土の細粒分沈降分析における分散剤および pH 効果について(佐治・済木・高橋・橋本)

34 粗粒を含む土の液性限界決定法(箭内・佐藤)

35 泥炭の土性と有機物含有量との相関性について(大平・木暮・山口・石下)

最近の動向

分類と物理化学的性質の項目のうち、ここでの発表論文は、31から35までの5題である。

分類と物理化学的性質に関係する研究範囲は、土粒子の基本的な物理化学的問題から地盤全体までと多岐にわたる。問題のとらえ方によって研究報告の形態が変わるのが、この分野の特徴であろう。

土質試験が日常の技術業務で数多く実施されるためには、試験手法が簡易で・精度がよく・データの再現性に富み・試験装置が廉価であるなどの条件を満たすことが必要である。31, 32は、試験法に関する報告である。

31は、三軸セル装置を用いた土の静的動的せん断試験の