

講座



土質力学 II

土質試料の採取とその分類試験 (1)

正員 福岡 正巳*

土質力学が誕生して以来既に相当の年月が経つた訳であるが、我が國に於ては未だ全面的実用の域に達したとは云い難い。その原因の最も重要なものは何と云つても机上研究にのみ終始し、直接現場の要求をとり上げて正直に土と取り組むという点に於て欠けていたということではなからうか。研究者と設計施工技術者との間にある土の壁が取り壊されなければ土質力学という立派な宝物も今後更に長期に亘つて光を放ち得ないだらう。土質調査程容易且つ簡単に出来るものはないのであるが、施工設計技術者はとかく億劫がられ専ら専門家の手に委ねている状態にある。筆者等の如き非常に現場と結びつき易い立場にある者に調査方法を普及すべき責があることは明瞭で、今の様な機会に平易な説明をして行くことにしたい。読者諸氏も余り敬遠されず一つでも実施して見て戴き度い。限られた紙面故御不明の点は何時でも御説明します。

土質試料採取

(1) 土質調査に當つては先づ目的をしつかりつかむことが重要である。道路新設の場合を例にとればそれは路線の選定、適当な盛土材料の選択、道路断面の設計、排水設備の設計、路盤工の要不要並にその工法、路面の型式の選定と設計に関する資料を得ることである。かくして如何なる種類の試料をどれ程の分量をどの部分から採取すればよいかがわかる。

(2) 試料の種類は2つに大別することが出来る。即ち乱されない (undisturbed) 土と、乱された (disturbed) 土である。乱されない土とは現場にあるそのままの土であるが、切取の土層断面を見ると乱されない土の状態がよくわかる。土層断面にあらわれた自然状態の土の特長を表す述語としては、組織 (Texture) 色 (color) 構造 (structure) 緊硬度 (consistency) 緊密度 (compactness) 凝結度 (cementation) 化学的組成 (chemical composition) に関するものが有る。組織とは個々の土粒子の大きさ並に配合状態を表す述語で、土粒子の粒徑による名称としては、粗砂 (2~0.25mm)、細砂 (0.25~0.05mm)、沈泥 (0.05~0.005mm) 粘土 (0.005mm以下)、コロイド (0.001μ以下)、配合状態をあらはす名称 (土性名性) としては砂、砂質ローム、ローム、沈泥質ローム、粘土質ローム、粘土が含まれる。このような言葉は知つて居

建設省土木研究所技官

ても實際現場で一目見て之は何かということがわかるようになるのは一寸難しいので、同じものでもいろんな名前がつけられ又之を読む人も又適当に判断するようなことになると、切角書きとどめても何もならないことになつてしまう。それで最初の中は代表的な土性の標本を造つて之を比較されることがよいかと思われる。色は土の生成当時の排水状態及び化学成分を示すので重要である。構造は土塊を構成する個々の土粒子の集合体の配列を表すことばである。粒状、塊状、柔軟、構造等緊硬度は土の粘着の程度、及び集合体を変化又は破壊せんとする力に対する抵抗を表す。(もろい、柔軟、プラスチック等) 緊密度は先の尖つた器具の貫入に対する抵抗の程度である。(不透性、緩い等)。凝結度は土の粒子若くは集合体が緊密に附着し、接合 (膠着剤) として作用する或種の物質 (膠質粘土、水酸化鉄、水酸化アルミニウム、炭酸石灰等) に依り結合されたとき生ずる状態である。(堅く凝結した、弱く凝結した等)。化学的組成 (酸性土壌、アルカリ性土壌等)。

さて乱された土をとる場合でも上記のような土の特長に依つて土層を区分図示する必要がある。

(3) 試料の分量は所用の土量に若干の余裕を見込まなければならない。物理試験約 2kg、しめ固め試験約 5kg、膨脹並に支持力比試験約 30kg の量が入用である。他の力学試験を行う場合には試験片の大きさを考慮に入れる必要がある。

(4) 試料採取位置

試料採取位置選定の技術程難しいものはない。均一な部分が相当大きな層又は塊をなしているところではその中で1ヶ所代表的試料をとればよいが、大小様々な塊の混合物になつていときには出来るだけ要領よく調査目的を考えて採取しないと非常に沢山の試料をとることになり時間と労力の莫大な損失をまねく結果になる。

(5) 採取機

浅尺用採取機としてはつるはし、スコップ等の他ソイルオーガが簡便である。ローム層のような砂利のないところで約 10m 迄の深さなら数時間で掘れる。小砂利や砂には特殊な考案のビットを用いる。粘土層では乱されない試料も採取可能である。

深尺用採取機には所謂 Boring machine が使はれる。ボーリング機械としては最大 100m 迄掘れる浅

尺用で十分である。我が國に於てはボーリングに依る土質試料採取法が非常に遅れて居り、大型の乱されぬ試料の採取は極めて困難である。

土質試料採取用機械器具

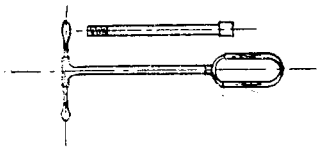
土質試料採取には矢張り機械器具が必要であるが、案外無関心な人が多いからやゝ詳しく述べてみよう。

A 浅所に於ける試料採取

a. 粘着性土壌試料採取法

(1) ソイルオーガー 之は最も簡単な手掘ボーリング器械であるが、関東ローム地帯等では、約10mの深さまでなら数時間で樂々と掘れる。値段も極めて安

圖一 ソイルオーガー



價で何処へでも簡単に運搬出来るから便利の上もない。殊に路床土の調査等にはなくてはならない代物である。大きな石にぶつゝかると困るが小砂利程度なら一寸した考案で取り除ける。採取試料は乱れたものであるが円筒を押し込むようにすれば、乱されぬ土も取れないこともない。(圖一)

(2) 鉄製円筒又は箱 浅いところなら鉄製円筒又は箱を打ち込み、採取した試料はパラフィンで覆い容器につめて封印する。

b. 砂の試料採取法

円筒又は箱を使った場合は之を押込んだ後上面を均らし、板で蓋をしてからスコップで掘り起す。オーガーでは特殊砂用ビットを用いる。地下水面上の掘さくは比較的容易であるが、地下水面以下は砂が崩壊して仲間うまく行かない。このような場合にはケーシングパイプを挿入する必要があり、深くなるような場合にはボーリング機械を使った方が却つて経済的なことになる。

B 深處に於ける試料採取法

a. 手掘

手掘孔を掘れば直接成層状態が見られ、大型の乱されぬ試料が自由に採取出来るから、これ程確実な方法はない訳である。米國の様に各種調査用具が発達した國でも、重要な場所はどしどし手掘をやるとのことである。我が國ではボーリング機械や物探し器械がなければ、地質調査が出来ないように考えている人が有るが実に馬鹿げた話である。

b. 上総掘

古來行われている方法で各地に専門の職人が居る。

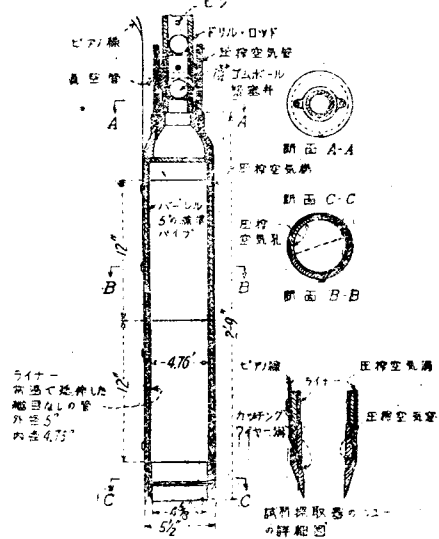
c. ボーリング

ボーリング機械としてはロータリー式、パーカッション式、兩者兼備のユニバーサル式がある。土質試料採取用としてはロータリー式はユニバーサル式が適當で掘さく深度最大100mもあれば十分である。大型の機械を使えば掘さく作業は無理がきくから樂であるが、その代り運搬並に設備費が多くかかる。

ボーリングの方法には2種の方法がある。即ちウォッシュボーリング (Wash boring) とドライサンプリング (Dry sampling) である。ウォッシュボーリングというのは單に岩盤迄の深さを知るとか乱されぬ試料採取に先立つ予備的調査として迅速安價に行うボー

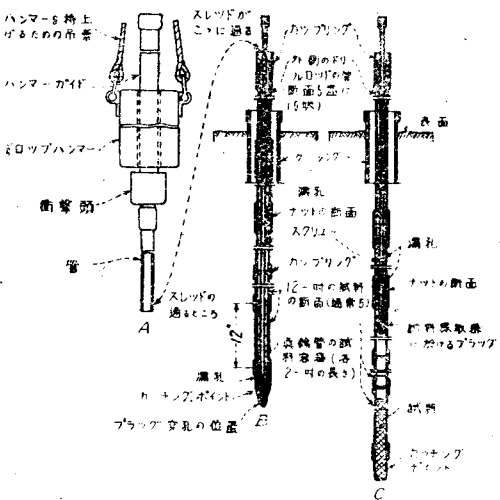
リングの方法であつて、その要領は直径約 2 1/2 1M のケーシングパイプ中に直径約 1in. のウォッシュパイプを入れ、その尖端から噴出する水的作用により侵蝕された土を懸濁液としてケーシングパイプとウォッシュパイプの間を通して逆流させ、排出された泥水により土質を判定するものである。ドライサンプリングと云うのは土の乱されぬ試料即ちコアを採取するために用いるボーリングで、約1.50m~1.80m迄の長さのコアチューブを用い、この中に試料が填まる度毎にロッドを引揚げるために相当時間と労力を要し、従つて高價である。國産のコアチューブとしては大和ボーリング並に利根ボーリング会社のダブルコアチューブがあり、兩者共2重になつたコアチューブの間をボ

圖二



Casagrande-Mohr-Rutledge 試料採取器

圖三



California の試料採取器 A 100mm ハンマー 起立筒 B 穿孔の位置にあるプラグ C プラグを引込めたる際の管中の試料

ンブ水が通るため円筒に入ったコアを損傷しないようになっている。欧米、殊に米國で、は採取器(Sampler)が極めて発達しているようでその種類も多い。Samplerは複合式試料採取器(composite samplers)とピストン式採取器(piston-type samplers)とに大別しうる。圖-2は前者、圖-3は後者の例である。此の様な採取器をロッドの先端に取り付けて土中に圧入又は打込むのである。取り上げた試料は水分の逃げないようにパラフィンで覆い、振動させないようにし

て試験室に送る。

d. 粘着性のない土の試料採取法

日本では専らサンドビットと称するチューブを使用しているが、之は円筒の底に砂が入るように扉を取り付けたものである。これでは乱された試料しか採取出来ない。幾分か自然状態に近い採取法としては、瀝青乳剤、珪酸ソーダ、塩化カルシウム等を注入し或は凍結せしめて砂を固めて取り上げる方法もあるが我が國では之等の実施例を聞いていない。

ニュース

海外ニュース

○ASCEの大会にトルーマン大統領出席

ASCEの昨年度の大会が去る11月ワシントンに於て10部会に分れて盛大に開催されたが、その会にトルーマン大統領も出席し約1000名の出席者に対し、現在では予想出来ない事情にも十分考慮を拂つて大きな計画を立てねばならぬが、具体的にはここ一世紀以内に合衆國の人口が3億となるものと想定して計画を立てる様にと強調した。ASCEの会合に大統領が臨席したのはフーバー大統領以来21年ぶりの事である由。

尙各部会で発表され多くの注目をあびた問題を挙げると次の様である。

水理——「ダム建設に依つて生ずる河川の沈澱堆積の変化の洪水及び河川構造に及ぼす影響」

水力——「多目的ダムの経済的な水力利用」及び「ダム設計に於ける揚水圧」特に後者については22年間にわたるコンクリートダムの実測結果に基づき、Kenneth B. Keenerに依り次の提案がなされた。
 $\text{滑動係数} = \text{水平力} / (\text{重量} - \text{揚水圧})$ を1より小にし、
 $\text{剪断摩擦係数} = \{ (\text{重量} - \text{揚水圧}) \times \text{内部摩擦係数} - (\text{全底面積} \times \text{単位断面剪断強度}) / \text{水平力} \}$ を5以上にとる事。尙従來の梯形分布揚水圧より實際の値は小であるが、上流側近くにより高い圧力が予想される。これに対し A. V. Karpov, Gerard H. Matthes は揚水圧を設計に考慮するを要しないと述べ、会終つてこれに関する委員会が設けられた。

構造——White house が危険状態にあり、再建を要する事が述べられた。

都市計画——ワシントン市の中心区を移動する事に依り、合理的に交通問題を解決し得るとする大胆な計画が発表された。

道路——「州間道路網」「ワシントン市の交通情勢」

衛生——「衛生工学の研究の生産分野」「家庭衛生」

「原子力エネルギー生産に於ける衛生工学」

航空——「ワシントン市の航空利用度は1955年には1948年の約4.5倍に達するものと考えられるため、それに対する対策を立てる必要のある事が論じられた。

○世界最大の上水設備

シカゴ市の北中部に7300万ドルの工費(見積りに依る)をかけて、ミシガン湖を利用する上水設備の建設が認可された。これは同じシカゴ市の南部にあるものの3倍の規模を持つたもので既に80万ドルの資金が地質調査及び締切につかわれた。上水処理は急速攪拌、凝集沈澱、濾過より成り、その設計の基礎は次の通りである。

	最大24時間の水量を 基とした滞留時間 (分)	容量 (mg) (ミリオンガロン)
急速攪拌	2	1.3
凝集	30	19.7
沈澱	180	128.7
濾過……	2ガロン/分/平方呎の速度	

○棒鋼及び型鋼の1トン当りの単價2ドル乃至3ドル上昇

1949年12月15日現在に於て米國の鋼材は一勢に値上りを見た。即ち1トン当り3ドルの値上りを見たのは標準型鋼、棒材又は小型鋼、鉄筋、鋼矢板、鋼柱、標準軌條で夫々80ドル、69ドル、83ドル、84