

# 講座

## 土質試験法解説

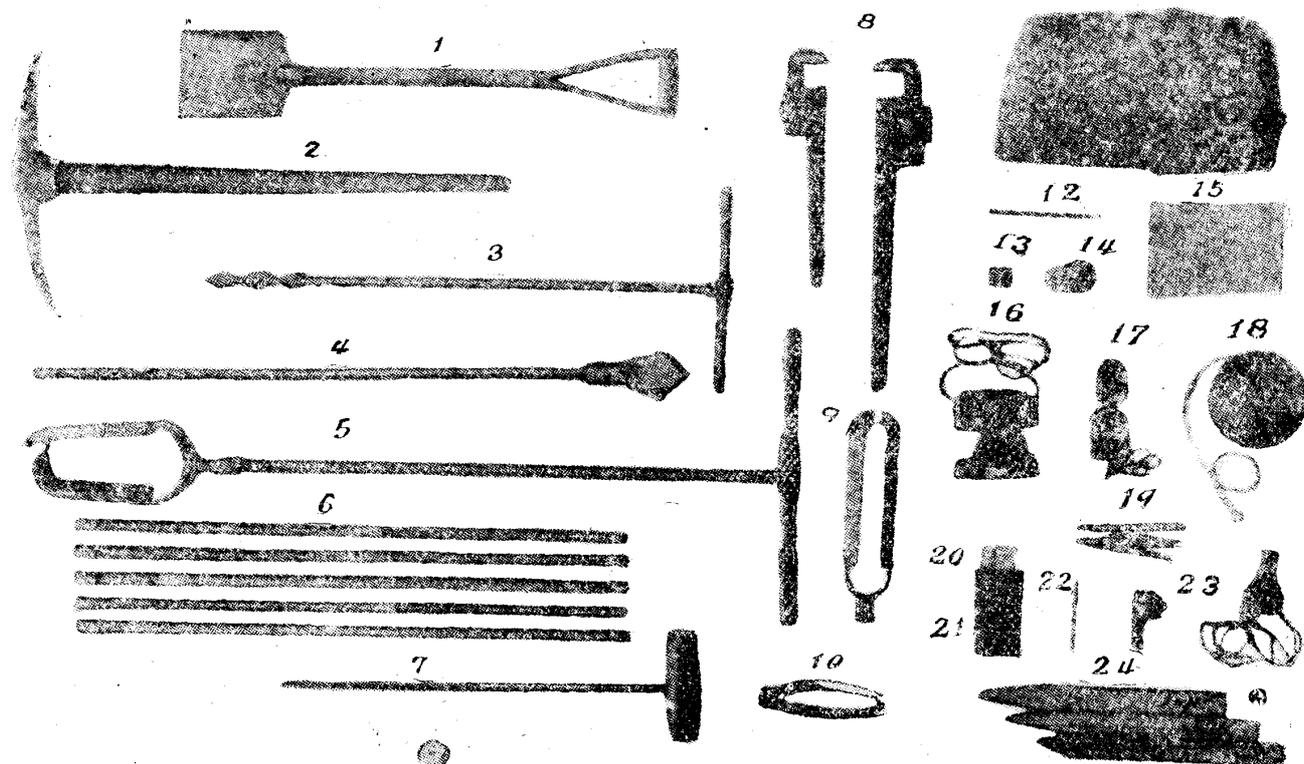
### 道路の土質調査ならびに試料採取方法 JISA 1212(1953)

#### 1. 適用範囲

この規格は道路の位置選定・設計・補修の技術的予備

調査に関するもので、つぎの諸事項に対して十分な資料を提供するため、道路地質を調査して、試料を採取し、

11



- ①シヨベル ②ツルハシ ③ポストオーガ ④チゼル
- ⑤ソイルオーガ ⑥継足棒 ⑦ハンマー ⑧パイブレン
- ⑨粘土用採土器 ⑩カニ ⑪試料袋 ⑫筆 ⑬麻糸
- ⑭墨汁 ⑮方眼紙 ⑯写真機 ⑰露出計 ⑱スチール・
- テープ ⑲折尺 ⑳荷札 ㉑野帳 ㉒鉛筆 ㉓ハンドレ
- ベル ㉔測量クイ ㉕レベル ㉖スタッフ ㉗貫入試験機

土層図を作製する場合に適用する。

- (1) 路線の選定
- (2) 盛土・路盤および摩耗層に適する材料の採取位置の選定
- (3) 道路横断面の設計
- (4) 側コウ、暗キヨ、排水コウの設計および位置選定
- (5) 路床処理の要否および工法
- (6) 路面の設計および施工方法

なお、飛行機の滑走路・誘導路に対しても同様に適用

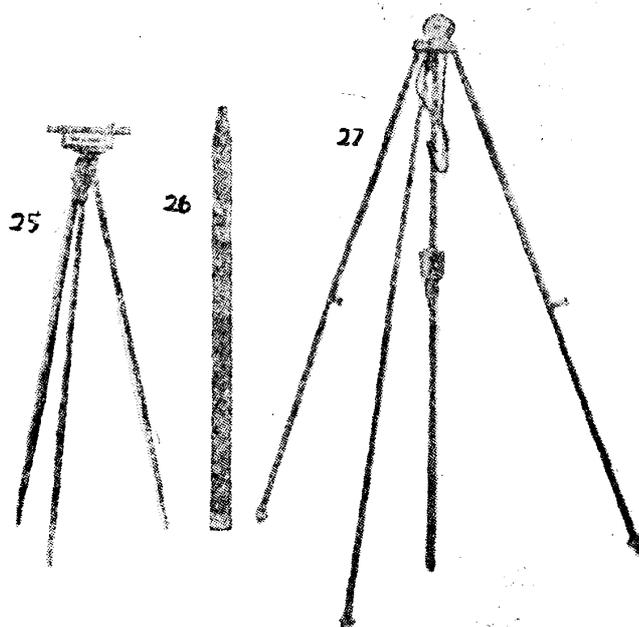


図-1

される。

## 2. 器具および材料 (図-1 参照)

調査用器具は地層の特質と調査目的により異なるが、一般にはつぎのとおりである。なお、調査中に特別な状況に出合えば他の器具を使用する。

2.1 ソイルオーガ 1本, 長さ約 1m 直径 4cm。

継足棒 10本, 長さ約1m カップリング付。

2.2 ポストオーガ 長さ約 1m 直径 10cm 1本。

長さ約 1m 直径 15cm 1本。

ソイルオーガの継足棒の使用できる様に作つてあるもの。

2.3 チゼル 1個 オーガの継足棒の先端に取付け孔底の小石を突きゆるめるためのもの。

カニ 1個 オーガの継足棒の先端に取付けチゼルでゆるめた石をつかみだすためのもの。

2.4 粘土用採土器 1個 オーガの継足棒の先端に取付け、粘土の試料が採取できるようにしたもの。

2.5 パイプレンチ 2個

2.6 ツルハシ 1個

2.7 ショベル 1個

2.8 試料袋 若干

荷札 若干

2.9 麻糸 若干

2.10 レベル 1個

スタフ 1個

2.11 ハンドレベル 1個

2.12 スチールテープ 30m 1個

折尺 1個

2.13 方眼紙 1m目 巾50cmのもの 1巻

2.14 野帳

鉛筆

2.15 測量杭 若干

2.16 オノ 1個

ハンマー 重サ 5kg 1個

2.17 写真機 1台

フィルム 若干

2.18 標識用クレヨンまたは墨汁と筆

2.19 貫入試験機

## 3. 一般的調査法

### 3.1 調査項目

(1) 調査地点附近の土・地下水の状態に関する既往の資料を調べること(5.1参照)。

(2) オーガボーリングおよびその他の方法(1)による調査地点の探査をすること。

主要な土層(層位)、基岩までの深さ・地下水面を示

す、土層図の調製をすること。

註(1) 転石そのためのめたオーガボーリングができないところでは試掘孔、ボーリング、物理地下探査を用いることもある。

(3) 土と現地材料の代表的なものを実験室用試料として採取すること。

(4) 盛土・切取り面、橋梁基礎の設計上必要に応じ自然土の試料を採取すること。

### 3.2 現場調査方法

現場調査を行うには一般にソイルオーガを使用する。オーガボーリングについては、土性型を決定しうる程度の間隔で、しかも少くとも種類の違つた土に達する深さまで行う。掘サク部・切取り部等を調べることができれば最も好都合である。

(3.3 (1) (2)(3), 4.1~4.2, 5.2~5.3 参照)

### 3.3 土層の現場的特性の表わし方

土の現場的特性は以下にのべる諸性質により表わされる。

(1) 粒度組成 粒度組成は土粒子の細粗混合程度による土の分類であり、分類名称および現場的識別方法は表-1に示す。

(2) 色 色により成層状態を調査する

(3) も密度 貫入棒に対する抵抗の度合をいい表わす言葉である。ゆるい、しまつている、やゝしまつている著しくしまつている等と言ひ表わす(5.3 参照)

### 3.4 試料の採取方法

くずれた土を取除いた切取り面、もしくはオーガボーリングの結果から決められた場所で、各土層より 5kg ずつ試料を採取する。各試料は試料袋に入れ、しつかりとくくり、荷札をつけて試験所へ運ぶ。試験の結果から層の境界がわかる程度の個数の試料を採取する。(4.2~4.3, 5.5~5.6参照)

### 3.5 調査結果のまとめ方

調査結果をとりまとめて、土層図を作る。土層図の描き方はつぎの方法による。

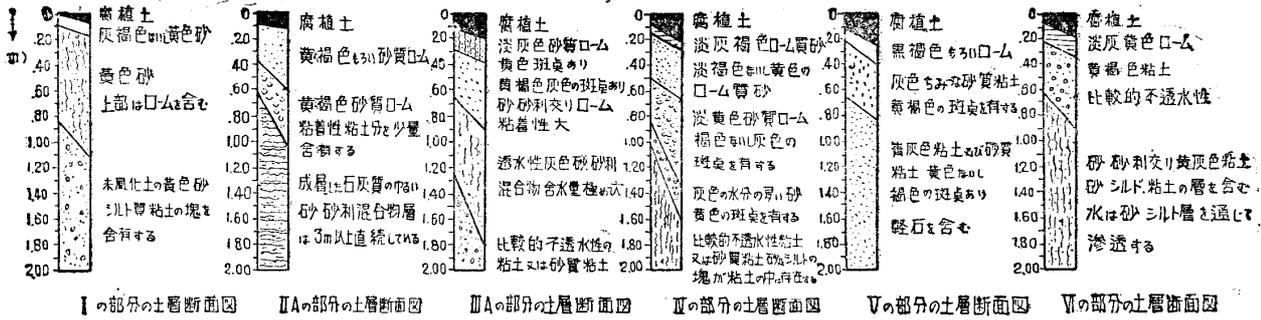
(1) 第1の方法 現場調査の結果から得られた土質の柱状図を描き(図2(a)参照)。各柱状図により表わされる土層断面を有する範囲を帯状の平面図上に描く(図2(b)参照)。平面図にはオーガボーリングの位置、試料採取位置、排水に関する事項、地形、土性形を記入する。また、通例縦断面図(図2(c)参照)には地下水面、路盤面が影響を受けると思われるような路床の資料を記載する。

(2) 第2の方法 オーガボーリングの結果得られた土層境界線を連ねて、詳細な土層断面図を造るもので、低湿塊、地形が複雑で、大きな切取盛土で行う必要のある

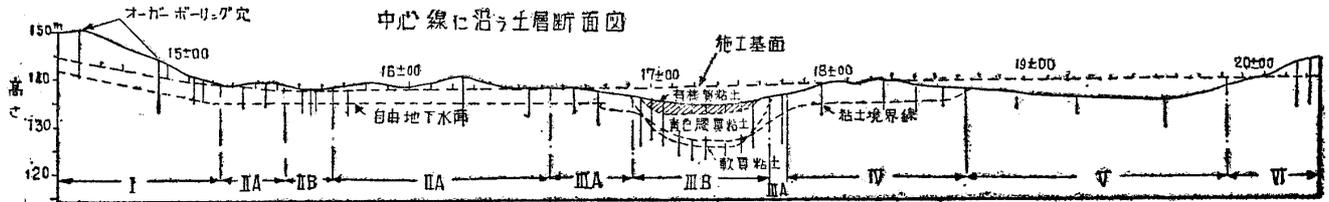
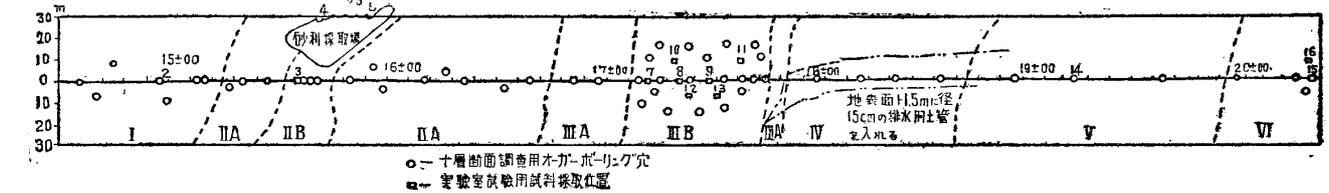
表 1

粒度組成	土粒子の見た感じと、土の一般的な外見	手で締め圧力を除いたとき		湿つているとき、のひらと指の間で、ひも状に延したとき
		空気が乾燥したとき	湿つているとき	
砂	各粒子が肉眼で一つ一つ見える乾燥状態ではさらさらしている	固められないで、圧力を除いたとき、バラバラになる	軽く触るとくずれようなかたまりになる	ひも状にできない
砂質土	粒子が大体わかるような土でいくらか粘り気のある程度にシルト分と粘土分を含んでいるもの。砂としての性質の方が優性である	かたまりにできるが触れると容易にバラバラになってしまう	注意して取扱えば、こわれないようなかたまりになる	ひも状にできない
ローム	砂分・シルト分・粘土分の均等に混合したものの、砂分の粒度は粗粒なものから細粒なものまで均等に含まれているもの、幾分ざらざらした感じがするが、かなり滑かで少しプラスチックである。	注意して取扱えば、こわれない程度のかたまりにできる。	こわさないで自由に取扱い、得ようなかたまりになる	ひも状にできない
シルト質ローム	細砂分を適量、粘土分は極く少量含む粒子の半分以上はシルトである。乾燥すれば容易にこわれて粉状になりそうなかたまりに見える	自由に取扱える程度のかたまりを造りうる。これを粉にすればやわらかい小麦粉のような感じがする	自由に取扱い、得ようなかたまりになる。水分を多量に含めば土は流れ合つてどろどろになる	ひも状にならないで、こわれるように見え、やわらかな感じですがプラスチックである
シルト	80%以上のシルト粒子中に極めて少量の砂分と粘土分を含み、乾燥すれば塊状になり容易にやわらかい小麦粉のような感じのする粉になる	こわさないで取扱い、得ようなかたまりを造りうる	自由に取扱い、得ようなかたまりになる水分を多量に含めばどろどろになる	ひも状になり、しかも、こわれたように見える。滑らかな感じがする
粘土質土	きめの細かい土で乾くとかたいこわれにくい土塊になる。シルト質ロームより多くの粘土分を含む乾燥すれば粘土と類似しているが、分を含むの物理的地性で識別区分する	こわさないで自由に取扱いうるようなかたまりを造りうる	こわさないで自由に取扱い、得ようなかたまりになる。ち密なかたまりを作ることができる	容易に薄いひも状になるがこれはようやく自重をささえる程度でこわれやすい
粘土	きめの細かい土で乾くと極めてかたくてこわれにくい塊になる。乾いたときにはやわらかい小麦状の粉に粉砕するのがむずかしい。湿つた土のねばねばした土質により識別区分する	こわさないで自由に取扱いうるようなかたまりを造りうる	こわさないで自由に取扱い、得ようなかたまりになる	長く薄いタワミややすいひもになる。ち密なかたまりになし得る極めてプラスチックである
有機質土	有機物が多量に含まれているので識別できる、黒粘土 (muck) は完全に分解した有機質の材料で多量に細かい、鉱物性の土と少量の繊維を含む。繊維が多量に含まれていれば泥炭土 (Peat) と名づけられる。草があり時には木も容易に認められることがある。土の色は褐色から黒色まで種々ある。低湿地に存在する。乾燥時に著しく収縮する。			

(a) 十層柱状断面図



(b) 平面図



図一 土層断面図の例 土層断面形より境界線を決定する方法を示す

とこに用いる (図3参照) (4.1~4.2, 5.4参照)。

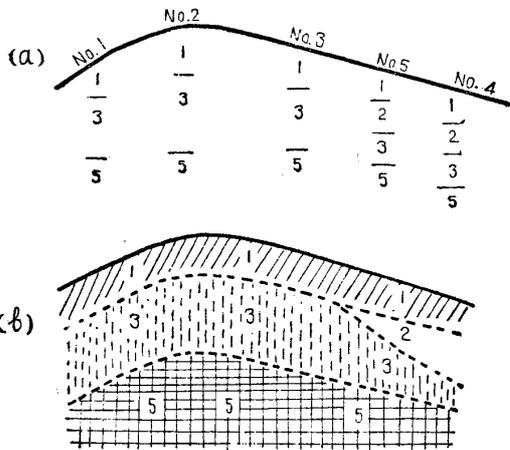
各々 50m まで採る。中心線および築堤線高低測量にはレベル、横断にはハンドルレベルを用いる。

(2) 道路の平面図は、縮尺 1:500 で描き、舗装の形式、破壊の状態、古い道路の上に造られているところがあれば、その部分、ならびに特殊構造物を記入する。

(3) 横断面は 1:50 の縮尺をもつて描き平面図には等高線を入れる。

(4) 縦断面図は水平縮尺 1:500 鉛直縮尺 1:50 として描く。別の既設道路が存在するときは中心線と横断面とを書き加える。

4.2 3.2の方法で調査し 3.5の要領で土層図を描くには、つぎの様式によるのが便利である。



図一 土層断面を示す図

No. 1.2.3.4. は等間隔に配置され No. 5 は層 2 の境界線をはつきりさせるため補足的に行つた、ボーリングである。

縮尺 鉛直 1:50 水平 1:500

4. 既設道路の路床調査の要領

4.1 調査すべき場所を決定し以下の要領により調査を行ふ。

(1) 断面は中心線に沿い、20m ごとに、あるいは、地形上必要あればさらに細かく採る。また中心線の両側に

(1) 土は縦断面の均一性に応じ、もしくはそれ以下の間隔ごとに調査する (3.5参照)。

(2) 自然のままの乱されない土が露出するようにショベルで切り取り面を削り落とし、各層の限界の高さは中心線の高さを基準にしてハンドルレベルにより求める。施工基面下の土層断面図を定めるには 1~2m 深さまでオーガボーリングをする。ただしボーリングの深度は土質の均一性に応じ適宜決定する。

(3) 野帳には 3.3 に列挙した現場的特性と、視察によつて求めた含水状態、透水性とを併記する (5.3参照)。



(4) 平面図には土層(路面の場合には路床土)の平面的な変化状況をその境界線を以つて示す。

路面が盛土材料で構築されているとか、または、不均一な土質の所を切取つているようなときには、境界線は路肩をソイルオーガで試スイして決定する。

4.3 試料は 3.4 により採取する。

4.4 舗装路肩切取り斜面、側コウ、土層の外観の写真を撮る。

4.5 上記の方法で集めた資料を実験室試験の結果と共に以下の諸問題に関して整理する。

- (1) 舗装の状態
- (2) 破損の原因
- (3) 調査した道路の補修方法
- (4) 将来における破損の防止策

4.6 既設道路の土質調査例を図4に示す。

5. 道路を新設する場合の路床調査の要領

5.1 路床調査に着手する前に、その附近の土に関する従来の報告を全部調査する必要がある。地形図、航空写真、地質図、土性図が利用できれば便利である。これらを使用する場合には各々の特長をよく研究してかかる必要がある。

土性図および説明書を参照し、土性形に着目して現地調査を行えば工学的な土層断面の特質をつかむことができる。

土性図その他が利用できないところは新設道路附近の既設道路の土質を調査する。

(備考) 土性図により土性区の境界およびその特質を調べる。

土性図は路床調査に直接役立つ程、精密でないかも知れないが、大体どんなところであるかと云うこと概念を得るのに好都合である。

各々の土性形はそれぞれ特有の土層断面を有し、母岩、起伏植生に関しても特長を有する。またこれらの特長は各々の土性形を識別区分するために用いられ、ひいては工学的に見て同様な取扱いをしなければならぬような土を一括して図上に表わすときにも役立つ。

5.2 上述の予備調査を終了した後以下の方法で調査を進める。ボーリングの要領は 3.2 に述べたが詳細はつぎに示す。

5.2.1 ボーリングの間隔 ボーリングの間隔は土層断面の均一性および地形により変化する。すなわ土層の連続性と数による。予備的資料がないところでは適宜の間隔をもつて行う。またこの間隔は以下の条件に応じて伸縮する。

(1) 土層断面が均一ならば間隔を増大する。

(2) 土層断面の性質が変化している場合には、中間のボーリングを行い、変化の状態が全部明瞭に表わされるようにする。

(3) 地形が起伏しており、従つて切取り盛土とヒン繁に変化するときはボーリングを行う必要のあるのは切取部のみである。

5.2.2 ボーリングの深さ ボーリングは施工基面線下少くとも、1m の深さまで実施する。深さはつぎの規定に基き増減する。

(1) 道路が一樣な土層中を通る場合にはボーリングは側コウより深い部分にある場所の不透水層までおろす。

(2) 盛土材料を側コウより得る場合にはボーリングは少くとも予定深さまで行う。

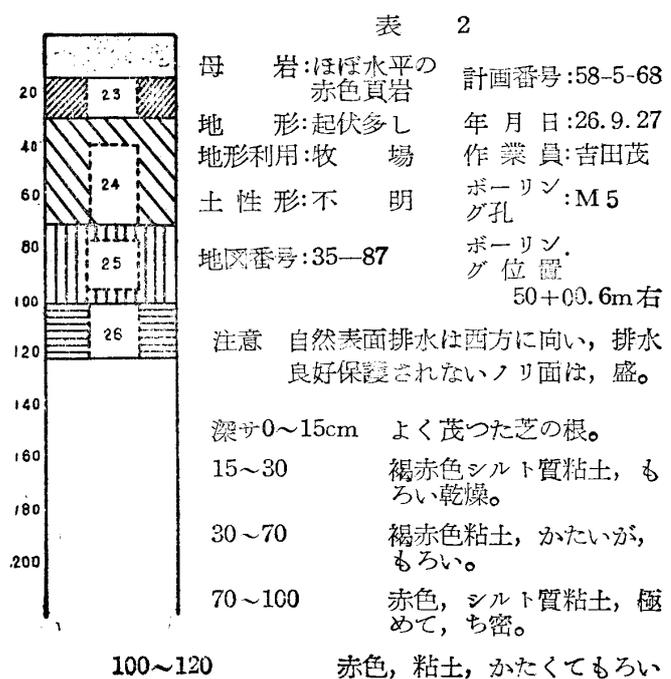
(3) 凍上の調査の場合には凍上に関係ある深さまで行う。

5.2.3 旧道に沿つた路線を選定する場合には露出した切取部を調査して土層断面を描くことができる。地盤が悪くて舗装の破壊したところでは補足的にボーリングを行う。

5.3 ボーリング試掘坑の試験記録を野帳に記録しておく。記録の内容はおおむね次のとおりである。

計画名 試掘坑またはオーガボーリングの位置、実験室用試料の採取位置およびそれらの標識、地表面の状況母岩、地形、土性形、土層断面の記録 すなわち各層の番号連続性、厚さ、土層の粒度組成、色、ち密度、含水量の多少、透水層、地下水面、基礎位置及び性質。

表 2 はボーリングの記録例である。



120 以上 かたくて風化した赤色頁岩  
 注意 100~120cmの土はヂゼルを用いて掘サクした。  
 現場における密度は 40~60cmの深サのところ  
 で測定した。

採取試料番号 No. 23 ~ 採取深サ 10~30cm  
 No. 24 // 40~70 //  
 No. 25 // 75~95 //  
 No. 26 // 100~120 //

5.4 適当な試料を 3.4 に述べたようにして採取する。

5.5 現場で採取した試料は、実験室試験に廻す。通常  
 行う試験は識別と分類のために必要なものである。すな  
 わち粒度試験液性限界、塑性限界、突き固メ試験を行う  
 場合によつては、路盤、表層の使用材料の試験を行う。

5.6 土の状態 気候および地形が同様な舗装の状況に  
 基いて路面の設計に関する注意事項を決定する。

5.7 土工作業を終了したのち、路盤面および切り取  
 リ面にあらわれた土に関して最後の照査を行う。

5.8 道路を新設する場合の土質調査例を図 5 に示す。

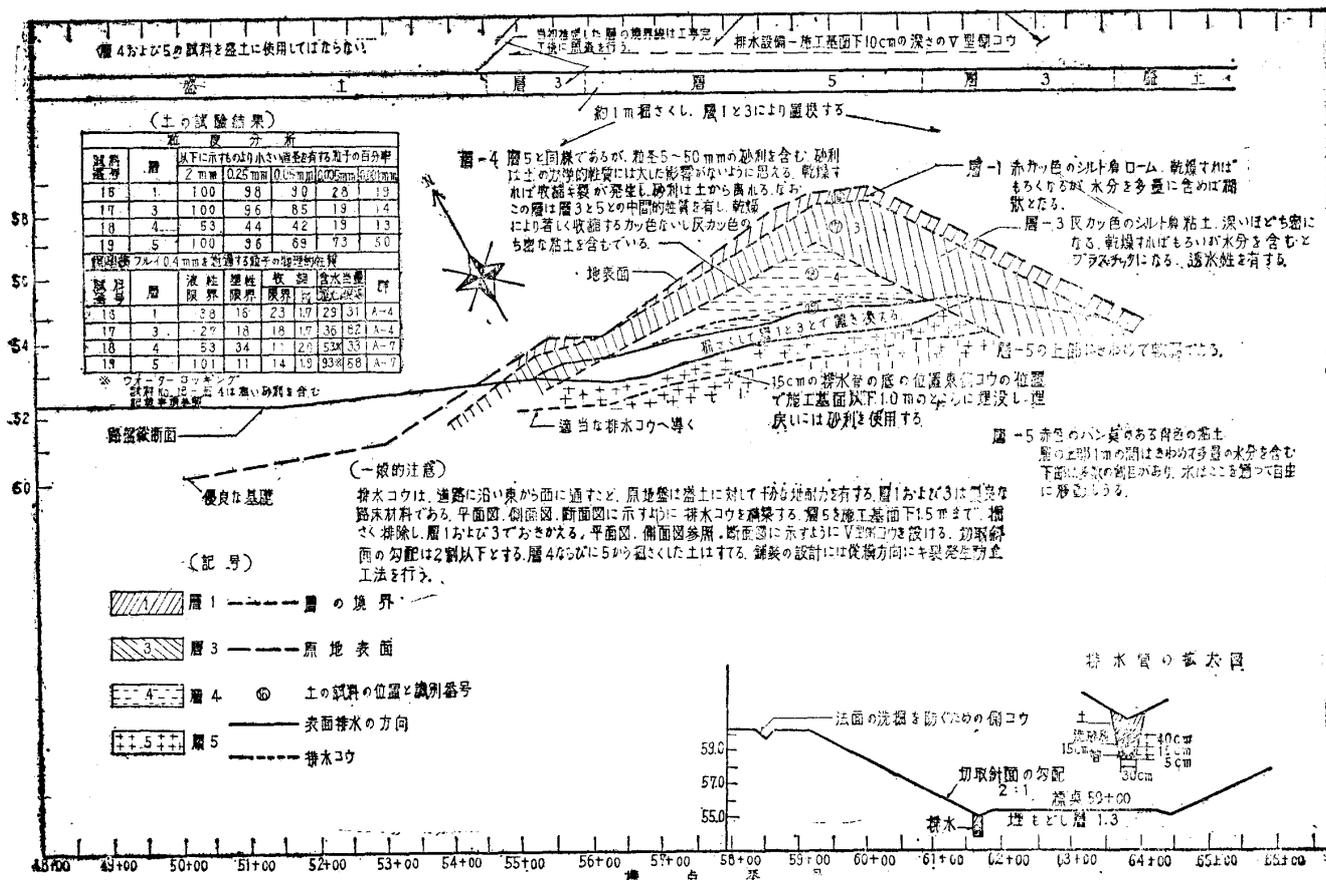


図 5 道路を新設する場合の土質調査例

## 解 説

福岡正己\*

道路土質調査並に試料採取方法についての示方書は、  
 1936年頃の A・S・T・M (米国材料試験協会) に Tentative method となつている。其の後若干の改正が加えられ、1940年頃には正式に Standard method として採用された。1950年頃に A・A・S・H・O (米国道路技術者協会) の標準示方書の中には A・S・T・M の標準示方書を更にわかりやすく、且つ詳しく説明したものが掲

載されている。日本の標準規格を造るに当つて参考としたのは以上二つの標準示方書である。

この示方書の特長は従来の物理試験の示方書のように単に材料試験の実施方法を規定するというのではなく、道路という全く違つた対象をとらえて設計や維持管理を目的に調査しようする場合の標準方法を規定しようというわけである。規格というものはそれを守るためにつく

\* 土木研究所

るものであることは勿論であるが、しからばこのような方法で調査を進めて間違いなからうかという直ちにイエスとは答え難い。何故ならば土や材料など道路は簡単ではなく、調査に要する費用、労力、期間等からみてけた違いに大きな開きがあるからである。この規格の適用範囲は「道路の位置選定、設計、補修の技術的予備調査に関するもので、つぎの諸事項に対して十分な資料を提供するため道路土質を調査して、試料を採取し、土性図を作製する場合に適用する」のである。予備調査のためにはこのような大げさなことをやらなくてもよからう。考える人は要点をよくつかんで適宜簡易化してもらつて結構である又この調査方法が便利に使えるというなら道路以外のものの調査にどしどし適用されて結構である。

**調査方法** はすべての調査に通用できる一般的事項を3項に、既設道路の調査方法を4項に新設道路の調査方法を5項に述べている。

**調査用具** の主体はソイル・オーガである。ソイル・オーガは一般に普及しているポスト・ホール型（シャベルを二つ合せたようなもの）だけでは一寸した石ころに当たつても掘れなくなつてしまう。又地下水位が浅くて崩れ易いところでもこまる。そのための道具を大いに考案する必要があるがとにかく用具の中に二三をつけ加えてある。

**土の現場的特性** は目で見たときの判断と貫入棒の抵

抗によつて表わす。**粒度組成**は分類法の示方書が出来るまでの過渡的なものとして表一1が掲げられている。これはA・A・S・H・Oの示方書によつた。色はよく言葉で表わされるのであるが、色盲でない人でも非常な癖があり、どんな色でも「ねずみ」という字を入れないと気がすまないといったような笑い話がある程である。渡辺助教授（東大）は天然色写真を推賞しておられるが、この他農学会の土壌色見本を利用するのも一方法かと思う。A・S・T・Mや米国土性局（Bureau of Soils）には相当詳しい規定があるようである。**ち密度**も貫入試験の標準方法がきまればそれによるべきである。土の現場の特性としてこの他に土の構造（Structure）をきめておきたいと思つて原案を提出したが、余りむずかしすぎるからといつて削除された。もし使つてみたいと思われるならA・S・T・MかA・A・S・H・Oの示方書を参照されたい。後者には写真がついているから便利である。

試料の採取方法についてはアース・ダムの示方書を参考にみていただきたい。作図の方法については示方書に詳しく述べてあるからこゝにはこれを省略する。

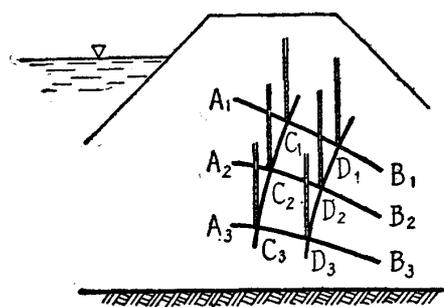
最後にこれはあくまでも標準を、むしろ理想を書いたものであるが、こんな面倒なことはできないと一言の下にはねつけないで、どうしたら最も便利で役に立つものができるかということをよく研究していただくよう示方書委員として希望してやまない。

## 平易なる土質工学Ⅱ

最上 武雄\*

1) 土の中を水が滲透すると言う現象を調べる目的は堤防、アースダム等からの漏水の量を見る事、その時の堤内の滲透線の位置と形、止水工のボーリング現象の検定等である。

さて流線網と言うものを説明しなければならない。今土の中を水が流れている場合（図一1）水は  $A_1C_1D_1B_1$ 、 $A_2C_2D_2B_2$ 、 $A_3C_3D_3B_3$  の様な



図一1

線に沿つて流れているとする。これらの線を流線と名付けよう。流線に沿つて水が流れるのは圧力の差があ

るからである。即ち  $A_1 \rightarrow C_1 \rightarrow D_1 \rightarrow B_1$  とする様に圧力は低くなつていく。この圧力の差は圧力計の中の液体の高さであらわされる。異つたいくつかの流線上で圧力の

等しい点例えば  $C_1, C_2, C_3$ ;  $D_1, D_2, D_3$  等を結んだ線を作ると此等の曲線、これを等ポテンシアル線と名付けると流線とはお互いに直交しているのである。水の流れている土の中には此様な流線と等ポテンシアル線は無数に引くことができ、それ等は互いに直交しているのである。今  $A_1B_1$  と云う流線を基準のものと考えたと  $A_2B_2$  なる流線と  $A_1B_1$  との間には無数の流線があり、当然の事だがこれらは  $A_1B_1$ 、 $A_2B_2$  の間から外に出る事はない。つまり上流で  $C_1C_2$  を横切る水は必ず下流で  $D_1D_2$  を横切る。言いかえれば  $A_1B_1$  と  $A_2B_2$  との間の流量は一定である。この流量を  $Q$  とする。  $A_1B_1$  を流量0の流線と考え  $A_2B_2$  なる流線を流線  $Q$  と考える事ができる。又

\* 東京大学教授