

# 講座・土木 と JIS

# 3

## 土質試験法 箭内寛治\*

### 1. まえがき

わが国の土質試験法は、戦後、日本土質基礎工学会委員  
会が、アメリカ合衆国のもたらした土に対する技術的な  
取扱法にその範をとり、つくり上げたものである。その  
意味で、土質試験法の流れを追うには、合衆国の材料試  
験基準 (ASTM) を主として、それに各国の同様規格を  
従としながら、ながめてゆくのがよいと思う。合衆国  
では 1935 年に、道路材料としての土の試験を標準化する  
委員会が初めて設けられ、約 10 年の検討ののち現在の  
“物理的性質の試験”のかなりの部分と“安定処理土の  
試験”の幾つかが規格化された。したがって、これらの  
規格は、その後何回か改訂が加えられてはいるものの、  
基準化後、約 30~40 年経過した今日では、比較的急速  
な発展をとげつつある土質工学の進歩に比べると、やや  
古めかしく、抜本的な改正が望まれる面も少なくない。  
とはいえ、試験法の規格を新しく決めることはタイミン  
グの面でかなり微妙な問題がある。すなわち、基準化す  
れば測定値の比較・評価が容易になり、それをもとにし  
た新しい研究の進展を期待できるものの、試験法そのも  
の進歩は、そこで足ぶみをする懸念がある。また、規  
格の改訂という点からすると、いままでの試験法で積み  
重ねられた膨大な資料が、今後利用できなくなるような  
改訂は好ましくない。従来データと改訂後のデータが  
連続するような改訂こそ望ましく、それには技術的に、  
かなりのくふうが必要とされる。

土の性質をみきわめるためには非常に多種の試験法が  
開発されており、また同種の目的のためにも、多くの試  
験法が考案されている。しかし、ここでは土が他の土木  
材料と異なっている。いわば土の特徴を考えるとという観  
点にたった土質試験の成立ちを考察してみる。たとえば、

① 土は粒径の異なった粒子を骨格として構成されて  
おり、他の材料のように連続的な物質ではない。また、

部分的に砂と粘土の混合割合が違う、水分のあり方も一  
様でない、不均一な材料である。場合によっては、層化  
の可能性もある非等方性の材料である。

② 土は自然状態でそのまま利用する場合と、掘削  
し、運搬し、締め固めて利用するなど人工的な操作を加  
えて利用する場合との 2 つの使い方があつた。

③ 土は雨が降ると含水量が変って軟化したり、時間  
の経過とともに風化が進行するなど、気象条件その他に  
よつて設計荷重のほかに多くの不規則な外的な荷重を受  
ける可能性がある。

④ 土は選択の自由度が少ない。悪い地盤・土質だと  
いうことがわかつていても、ルートがそこをとおつてい  
れば、何とか使いこなして、そこに建設しなければなら  
ない。

したがつて試験法も、これらの条件を考慮してつくら  
れている。すなわち

⑤ 土では粒度分析や、含水量試験が基本的な試験を  
構成している。また、含水量試験の試料の重量、強度試  
験の供試体の寸法など、粒度の大小によつて試験法の規  
格が変るものが多い。

⑥ CBR 試験、強度試験など土の力学的性質を知る  
場合は、自然状態の試料について試験する規格と、一定  
の方法で供試体を人工的につくつて試験する規格との二  
通りに分れている。また、透水試験も、原位置で実施す  
る試験や乱さない試料で試験する場合と、ある標準方法  
でセットして試験する場合があつた。

⑦ ある地盤の強度も固定したものとはみなさず、当  
面するケースをもつともよく再現するように、間げき水  
圧や圧密度をコントロールして試験する。CBR 試験で  
は最適含水量比で成形した供試体を水浸し、降雨時の最  
悪状態を再現して強度試験をするなど、その一例である。

⑧ 悪い土や、地盤を改良して使うために、締め固め  
試験方法、安定処理土の試験方法などが規定されている。

なお、土質試験法もまた他の材料と同じく、幾つ、か  
の学問分野 (地質学、土木工学、建築学、農業工学、そ  
の他) にまたがつて制定されているが、本講座では土木  
工学の分野に重点をおいて述べることにする。

### 2. 土質試験法の規格

土質試験法の規格は、最近、世界各国で着々とその整  
備が進められつつあり、われわれが手近かに利用できる  
だけでも、アメリカ合衆国、イギリス、西ドイツ、オ  
ーストラリア、インド、スイスなど数箇国をあげることが  
できる<sup>a)</sup>。しかし、そのうちで比較的体系が整っている

a) これらは、いずれも土質工学会の図書室に収納されている。

\* 正会員 工博 山梨大学教授 工学部土木工学科

表-1 土質用語・記号および土質試験法の規格一覧表 (1973 年 8 月)

規 格 内 容			規 格 番 号					
			日 本		アメリ カ 合 衆 国	イギリス		西ドイツ
			J I S	土 質 学 土 工 学 会	A S T M	B S	D I N	
用語記号	基本的な用語について簡単な定義を示し、必要な用語にはディメンションおよび表記記号も併記してある	土質力学に関する用語記号			D653-67	※第1部第1節	4015-71	
土質調査・試料採取	土や岩の試料の採取、とくに地盤中にあるままの乱さない試料の採取法について規定する。ロードにつけた抵抗体を地盤中に挿入して貫入・回転・引抜きなどの抵抗から土層の性状を調査する	土と岩の調査および試料採取 オーガーボーリングによる土質調査と試料採取 土の標準貫入試験 固定ピストン式シンウォールサンプラーによる乱さない試料採取法 原位調査用ダイヤモンドコアボーリング オランダ式二重管コーン貫入試験 スウェーデン式サウンディング試験	A1219-61	72T 68T 64T	D420-69 D1452-65 D1586-67 D1587-67 D2113-70	※第5部T18	{ 4021-71 4022-69 4023-55	
物理的性質の試験	土粒子の大きさ、混合割合、および水を含んだときの土のやわらかさから、砂質土か粘性土かの分類を行い、材料としての土の良否および安定性などを推定する	土質分類法ならびに分類結果表示法 土の判別(観察簡易法) 土の粒度および物理試験のための試料調製 土の粒度および物理試験のため湿潤試料調製 土粒子の比重試験 土の含水量試験 土の粒度試験 土の標準網フルイ 74 $\mu$ 通過重量試験 土および細粒材の砂当量値 土の液性限界試験 土の塑性限界試験 土の塑性指数 土の遠心含水当量試験 土の収縮定数試験 土の $pF$ 水分関係 (0.1~1 気圧間の $pF$ )	A1201-70 A1202-70 A1203-70 A1204-70 A1205-70 A1206-70 A1207-70 A1209-70	73 71	D2487-69 D2488-69 D 421-58 D2217-66 D 854-58 D2216-71 D 422-63 D1140-54 D2419-69 D 423-66 D 424-59 D 425-69 D 427-61 D2325-68	※第1部第4節 ※第2部 T6(A, B) ※第2部 T1(A, B, C) ※第2部 T7(A, B, C, D) ※第2部 T2(A, B) ※第2部 T3 ※第2部 T4 ※第2部 T5	{ 18196-70 18124-70E 18121-69 18123-71 18122-69	
化学的性質の試験	土粒子の鉱物組成、間けき水、その他の構成物質の化学的成分を知り、地盤の吸水性や安定性を判定する。また他の薬剤との反応性から地盤改良、土質安定処理の効果、および地中構造物の腐食性を推定する	土の pH 試験 土の強蒸減量試験 土の有機物含有量試験 土の水溶性成分試験のための試料液調製 土の水溶性成分含量試験 土の塩化物含有量試験 土の硫酸塩含有量試験 土の腐植含有量試験 土中の粘土鉱物判定のための試料調整法		68 68 68 68 68 68 72C 72		※第3部 T10(A, B) ※第3部 T8 ※第3部 T9(A, B)		
締固め試験	最大乾燥密度および最適含水比を求めて踏盤および盛土の施工方法・施工管理に有用な資料を入手する。また室内試験の供試体の単位体積重量測定方法も規定してある	突固めによる土の締固め試験 振動ハンマー法による含有量-密度関係 実験室における機械的な土の締固め装置の検定 非粘性土の相対密度 CBR 試験 締固め土の抵抗 $R$ 値と膨張圧力 細粒土の含有量-貫入抵抗の関係 土および骨材混じり土のアイソトープ法による原位含水率(浅い場合) 現場における土の単位体積重量試験(砂置換法) 現場における土の単位体積重量試験(ラバーバルーン法)	A1210-70 A1211-70 A1214-71		{ D 698-70 D1557-70 D2168-66 D2049-69 D1883-67 D2844-69 D1558-71 D3017-72 D1556-64 D2167-66	{ ※第4部 T11 ※第4部 T12 ※第4部 T13 ※第5部 T15 ※第4部 T14(A, B, C)		

規 格 内 容 <sup>1)</sup>		規 格 番 号					
		日 本		アメリ 合 国	イギリス	西ドイツ	
		J I S	土 質 <sup>2)</sup> 工 学 会	A S T M	B S	D I N	
		現場における土の単位体積重量試験 (円筒打込み法) 水没法による単位体積重量試験 水置換法による単位体積重量試験 水銀置換法による単位体積重量試験 土および骨材混じり土のアイソト ープ法による原位置密度 (浅い場合)			D2937-71   D2922-71	※第4部T14(D) ※第4部T14(E) ※第4部T14(F)	18125-72
力学的性質の試験	粘着力および内部摩擦角などの力学特性、圧密沈下などの変形特性、および透水係数、その他を求める規格を定め、基礎・斜面・擁壁などの設計および地盤の漏水・排水などの推定に役立つ資料を与える。また試験に用いる力計の構造・精度の基準も規格化してある	土の一軸圧縮試験 土の圧密試験 土の透水試験 土の三軸圧縮試験 粘性土の現場ペーンセン断試験 力計の基準	A1216-58 A1217-60 A1218-61	69C 69C    69C	D2166-66 D2435-70 D2434-68 D2850-70 D2573-72	※第5部T19 ※第5部T16  ※第5部T20 ※第5部T17	
載荷試験	地盤の原位置で載荷板を用いて荷重を加え、その荷重・地盤・変位との関係から地盤の強さを知る。また、鉛直に設置された単杭に段階荷重を加えて、荷重-変位量-時間の関係を求め、杭の支持力を判定する	道路の平板載荷試験 空港および道路舗装設計用の土およびタワミ舗装の線返し静荷重平板載荷試験 広がり基礎土の静荷重に対する地盤支持力 クイの鉛直載荷試験	A1215-71		D1196-64  D1195-64  D1194-57 D1143-69		
特殊土の試験	ビートや黒泥などの有機質土・シラス・その他の特殊土と、普通の土との異同に関する試験をうるための規格を定め、それによって特殊土の工学的処理に対する方針を与える。また、それらの試料の調整方法について規定してある	ビート、モス、腐植およびその他関連物質の分類 ビート材料のサンプリング ビート材料の全窒素分 ビート材料の水分、灰分および有機分 ビート材料の砂分 ビート材料の pH ビート材料の粒径範囲 ビート材料の体積 水で飽和したビート材料の容積重、含水量および通気容量 有機質土の含水量、比重、収縮定数、粒度などの試験 シラスの粒度および物理試験のための試料調製 シラス粒子の比重試験 シラスの粒度試験			D2607-69 D2944-71 D2973-71 D2974-71 D2975-71 D2976-71 D2977-71 D2978-71 D2980-71		
安定処理土の試験	安定処理した土の物理的・化学的・力学的特性をうるための規格を定め、それらの施工法・施工管理にあたって必要な資料を与える	土の区分 試験土の調製 含水量試験 含水量-密度関係 原位置密度試験 一軸圧縮試験 (円柱形供試体を用いる場合) 一軸圧縮試験 (曲げ試験供試体破片を用いる場合) 水浸試験 湿潤乾燥試験 凍結融解試験 円柱貫入比試験 厩青安定材含有量試験 石灰含有量試験 セメント含有量試験 混合直後のセメント含有量試験 土-厩青混合材の試験 3点荷重単純バリ法によるソイルセメントの曲げ強さ試験 粒度調整した道路用混合材中に混在している塩化物の試験		t2.  t3. t4., 5.  t4., 6., 7., 8.	D1632-63 (SC) <sup>3)</sup>  D 558-57 (SC)  D1633-63 (SC) D1634-63 (SC)  D 559-57 (SC) D 560-57 (SC)  D806-71 (SC) D2901-70 (SC) D 915-61 (SB) <sup>4)</sup> D1635-63 (SC) D1411-69	△第1部第3節 △第1部第4節 △第2部T1 (A, B, C), T2 △第3部 T3, T4, T5 △第4部T6, T7, T8, T9(A, B) △第5部 T10, T11  △第5部T12  △第5部T13 △第6部T16 △第6部T15 第6部 T14(A, B, C)	

規格	内容 <sup>①</sup>	規格番号				
		日本		アメリカ合衆国	イギリス	西ドイツ
		JIS	土質 <sup>②</sup> 工学会	ASTM	BS	DIN
	粉砕度試験 ソイルセメントペーストの pH 試験				△第7部T17 △第7部T18	
その他	フルイの呼び方、その他フルイ目の開きなどを規定している 標準フルイ	Z8801-65		E11-61	410-62	4187-62 4188-62

注：① 同種の規格が2か所以上で定められている場合は、それぞれの正確な規格名をあげて示すわずらわしさをさげ、いずれか一つ（原則として安定処理土の試験では BS、その他の試験では JIS、土質工学会、または ASTM）で代表させている。  
② 年号だけのものは学会基準、Tは学会規準案、Cは委員会案  
③ (SC)：土-セメント混合材の場合

④ (SB)：土-歴青混合材の場合  
⑤ ※：BS1377-67 土木用土質試験法  
⑥ △：BS1924-67 安定処理土の試験法  
⑦ †：注 土質工学会-64T 締固めて作る安定処理土の締固めおよび一軸圧縮試験方法

のは、合衆国、日本、イギリスの試験法であり、西ドイツの規格がこれに次ぐ。オーストラリア、インドの規格は、イギリスの規格にその範をとっているから、ここでは代表的なものとしてアメリカ合衆国 (ASTM)、イギリス (BS) および西ドイツ (DIN) などの規格を取り上げて、日本のものと対比し検討してみよう。

表一1 は三木教授がまとめられた“土質用語・記号および土質試験法の規格一覧表”を一部補足・訂正し、引用させていただいたものである。ASTM の土質関係の試験法は、ここにあげられたものを数えると 60 有余の規格が定められており、非常によく整備されている。化学的性質の試験が欠けているが、これは応用面の安定処理土の試験で、かなり補いをつけていることが想像される。ASTM に次いで日本 (JIS ならびに土質工学会基準) および BS の規格が約 40 余の規格を揃えており、わが国の土質試験法は、いまや世界的レベルにあるといつてよい。わが国の試験法の規格は、表一1 からもうかがえるように、主として基本的な試験に重点が置かれているのが特色である。衆知のごとく、わが国の土の性質は、合衆国やヨーロッパ大陸の土とその様相を異にしているから、今後は応用的な安定処理土の試験その他の整備が急がれるところである。

表一1 は、普通の工事における計画・設計・施工の流れに従って、土質調査、試料採取から始まり、土の基本試験に進む土質試験の順序をふんで表示してある。これには、各試験の分類、その試験の目的、名称、および規格番号 (JIS、土質工学会基準、同学会基準案、同学会委員会案) を一括して示してある。JIS は土質工学会のような関係の民間団体が原案を提出し、これを通商産業省・工業技術院標準部から、同省内に設置される日本工業標準調査会に審議を委嘱する。同調査会の答申を適当と認めるとき、通産大臣は、その JIS の名称および番号を官報に告示して、初めて JIS となる。土質工学会基準および同基準案は JIS 化する前の段階のもので、前者は公聴会などのしかるべき手順をふんで多くの意見を取り入れ、同学会のしかるべき機関の承認を得たもの、

後者はその手順をまだ終えてないものである。土質工学会委員会案は、委員会の審議をへて制定したが、まだ、技術的な進歩が急速で流動的な面があり、基準化はしばらく待とうというものである。

なお、これらの土質試験の方法は、主として室内試験の分をまとめて“土質試験法” (1969年)、原位置試験および調査の分を“土質調査法” (1972年) に解説を付して土質工学会から発行されているので、参考にされた。

この一覧表によって、日本の土質試験法の規格の長所・短所について、さらにくわしく考察すると次のようである。

① 用語・記号については日本では規格としては決められていない。しかし、土質工学会で頻繁に使用される用語は、土木学会監修の土木用語辞典の一部として、その解説とともに掲載されている。また、土質工学会の土質工学会用語・記号制定委員会および用語解説集委員会で編集した土質工学会用語解説集にも、標準用語と記号が、その解説とともに示されている。それらは諸外国の規格として制定された用語・記号に比べると、その数も豊富であり、対訳外国語 (英・独・仏) および説明の複雑な場合は図解も用いているから、実用上はほとんど不便を感じない。

② 化学的性質の試験が土質工学会基準として、よく整備されている。同種の試験は、外国では BS に決められているのみであるが BS のものは試験項目も少なく、各試験の内容も土質工学会基準の詳細さには及ばない。土の化学的性質は、細粒土の強さ、水に対する安定性など土と水の電気化学的作用に大きな影響を与えるのみならず、データの集積によって、今後、未知の分野への応用も期待されるので、その重要性は増大するものと予想される。

③ 単位体積重量試験 (表一1 では締固め試験の中に含まれている) の規格化が遅れている。現在、わが国の規格で決められている単位体積重量試験法 (JIS A 1214-71) は現場測定の場合についてのみであるから、供試

体が小さく、高い精度が要求される室内の測定については、別途の基準化が望まれる。現在は、圧密試験法や一軸圧縮試験法など、各試験項目ごとに簡単に規定した方法や、物理的性質の試験法内で解説された方法を援用して行っているのが、不統一かつ不正確となるのはやむをえない。

④ 安定処理土の試験は、諸外国の規格に比較してはなはだ手薄である。気象的ならびに成因的な日本の土の特殊性を考えると、諸外国の試験法を、そのまま適用することはむずかしく、基準化が待たれるところである。

### 3. 土質試験法の問題点

世界各国の土質試験の規格を比較しながら、わが国の土質試験法の現状を概観してきたが、材料としての土および地盤の特徴を勘案して、土質試験のあり方についてさらに問題点を掘り下げてみよう。

(1) 前述したように、土は離散的な粒子から構成され、しかも粒子には大小があるから、粒径が適当な大きさの範囲に収まる場合は現在の試験法でさしつかえないが、粒径が大きくなると、大粒子の挙動が試料の特性を支配するようになる。したがって、その場合は、必然的に試料の大きさを増さざるをえない。つまり、最大粒径による試料の総量を、合理的に規定する必要が生じてくる<sup>2),3)</sup>。

現在のわが国の規格は、粒度試験および含水量試験の一部がこれを考慮して作成されているのみで、土質試験全般に対する不均一性に対する配慮が不足している。すなわち、粒度試験では表-2のように、各国ばらばらではあるが、最大粒径が大きくなると必要最小重量は多量に用意しなければならないというように統一的に規定されている (JIS A 1204-70)。しかし、含水量試験の場合は、ASTM や BS などでは、表-3 のように統一的な規格を持っているが、わが国では“締固め試験方法 (JIS A 1210-70)”と“CBR 試験方法 (JIS A 1211-

表-2 粒度試験に必要な空気乾燥試料重量 (g)

最大粒径 (mm)	JIS	ASTM	BS	DIN
76.2		5 000		
64.0			50 000	18 000
50.8	4 000	4 000	35 000	12 000
38.1	3 000	3 000	15 000*	7 000*
25.4	2 000	2 000	5 000	4 000*
19.1	1 000	1 000	2 000*	2 000
12.7			1 000	
9.52	500	500	500	700*
4.76	250		200	300*
2.00			100	150

注：\* 印の粒径は左端欄の最大粒径と少し異なっている。

表-3 含水量試験に必要な試料重量 (g)

最大粒径 (mm)	JIS	ASTM	BS	IS
50.8		1 000		
38.1	500*		3 000**	3 000
25.4		500		
19.1	250*		300**	2 000
12.7		300		
10.1				1 000
4.76	100*	100		200
2.41			30**	
2.00				50
0.42		10		25

注① \* 印、正確には、土粒子の最大粒径約 5, 20, 40 mm となっている。

② \*\* 印、最大粒径を規定するのではなく、このフルイを 80% 以上通過する試料の場合この量をとる。

70) ”などに部分的に決められているだけで、もっとも必要性の高い物理的性質の試験で、まったく規格が設けられていない。さらに、土粒子の比重試験においても、現在の試験方法 (JIS A 1202-70) では、どれくらいの大さの土粒子に対して適用すべきか明確な規定がない。ピクノメーターの大きさから考え、また、従来の慣行も考え合せて、4.76 mm 以下の土粒子について本試験法で比重を求め、それより大きいものについては“粗骨材の比重および吸水量試験方法 (JIS A 1110)”を利用しているのが実情である。土の試験には、粒度試験や CBR 試験など 4.76 mm より粗い土粒子もごく普通に現われるから、粒子の大きさによる比重の求め方も含めて、異なった試験法で求められた代表比重の決定法も明確に規定する必要があろう。

さらに、一軸圧縮試験や、一面せん断試験のような、強度試験の供試体の大きさもまた、それに含まれる土粒子の大きさによって強度のばらつきが一定になるよう合理的に決められなければならない。最近、試験機の大型化が進められているが<sup>4),5)</sup>、これも、現寸試料を用いた試験結果の散らばりを、ある限度以下におさえようとする一つの試みであるし、供試体の大きさと最大粒径の関係を明確に規定されるのも近い将来ではないであろう。さらにまた、地盤が不均一であれば、まったく任意にサンプリングした結果から、その地盤の平均特性を得るには、供試体の本数あるいは試験の回数に、必要な最低制限があるのではなからうか。2本の供試体の試験結果を平均した情報だけで、ある土の強度を推定してよいであろうか。表-4,5 は、それぞれ強度試験における供試体

表-4 強度試験に必要な供試体の本数と寸法<sup>2)</sup>

試験の種類	一試験に要する供試体の数	供試体の大きさ (φ cm × h cm)
一軸圧縮	2	(3.5~7) × (7.5~10)
三軸圧縮	4~6	(3.5~7) × (7.5~10)
一面せん断	4~6	2.5 × 7.5
圧密	1	(6~11) × 2.5

表-5 ボーリングの間隔<sup>7)</sup> (m)

工 種	一樣な成層土	普通の土層	不規則な土層
道 路	300	150~300	30
アースダム	60	30	8~15
土 取 場	150	60	15~30
高層建築物	30	15	8
一階の建物	60	30	8~15

の必要本数<sup>9)</sup>、および構造物別によって分けた土質調査のボーリング間隔<sup>7)</sup>の一例である。また、これは規格ではないが、日本道路協会の“路盤材料の修正 CBR 試験方法<sup>7)</sup>”では、各層 92, 42 および 17 回の突固めによる供試体を 3 個ずつ合計 9 個作成して、その連続的な関係から修正 CBR を決定している。

(2) 地盤は各地層ごとの確率的ともいえる散らばりと、規則的ではあるが、調査したあとでなければ判明しない不均一性(層化による土質の変化および方向性)とが混在しているから、3.(1)に示したような誤差論的な処理だけでは、これらのすべてが合理的に解決できるとは限らない。また、土の特性そのものが、現行の土質試験で十分把握されているともいえないので、このような場合は、それほど精度が高くなくてもよいから、できるだけ多くの情報を集めて、それらを総合的に判断し、適切な処理をすることもまた一つの解決法であろう。このような観点から、土質試験の簡易化(迅速化)および自動化という要望もある。土のコンシステンシー(JIS A 1205-70, JIS A 1206-70)を求めるのに、現行規格のキャサグランド法の代りに、ヨーロッパで広く用いられている円錐貫入法(フォールコーン法)を用いるのは、この簡易迅速化の一例である<sup>9)</sup>。静的な測定法であり、個人誤差も入りやすく、また、精度もすぐれているなど多くの長所をもっている。試験の自動化は付随的に省力化ならびに個人誤差の除去もできるので、単純な同じ操作の繰り返しがある試験には非常に有利であり、これらに関しては多くの研究が進められている<sup>10), 11), 12)</sup>。

これら試験の自動化に対する方針(各試験の規格化および、それから得られる成果の取扱い)も考慮されねばならない。

(3) 土はよく知られているように、土粒子と水と空気(ガス)の3相で構成されている。そして、そのことが他の材料と違って土を単純に扱えない理由の一つとなっている。すなわち、砂質土ではトラス構造物のように土粒子の接触点の数、つまり土の締まり具合(相対密度)が土の工学的性質を左右するおもな因子となっており一方、粘性土では土の軟らかさ、含水量の程度がその支配的な要素となっている。粘性土の含水量をチェックする

試験の規格は数多くあるにもかかわらず、砂質土の相対密度を適確に測定する試験法は ASTM に規定されているのみで、わが国では決められていない。原位置の調査では、標準貫入試験(JIS A 1219-61)のような、比較的精度のあらい方法で見当をつけているが、砂質土の室内試験に際しては、常に弱点となって残るおそれがあるので、標準化にあたって多くの問題点<sup>13)</sup>はあると思うが、早急に解決を迫られる試験法の一つである。

また、粘性土における水の動き(間げき水圧)は、その土の強さに重要な影響を及ぼすが、間げき水圧の測定法についても標準化されているとはいいがたい。不飽和土や、飽和土でも動的荷重が加わった状態では、間げき水圧は相当時間を経過しないと正しい値を示さず、とくに破壊を生ずる面での間げき水圧の動きを正しくとらえるのはむずかしい。現在、土質工学会で三軸圧縮試験法基準化委員会および圧密試験法基準化委員会が、これに関連する規格化の作業に取り組んでいるが、その成果が待たれるところである。

透水試験に目を転じて、やはり同じような問題点が残されている。試料が不飽和な場合の透水係数の値のちらばりはかなり大きい。気泡の除去、あるいは気泡を定着化する各種の方法が考慮されてはいるものの<sup>14)</sup>、浸透水中に溶けている空気が遊離して作用する場合など、測定値は時間の経過とともに変化し、信頼できる透水係数を決めるのは、相当困難である。

(4) 土とくに粘性土は、吸着水を含んで物理化学的な構造をつくっているから、自然の含水状態と水を分離した乾燥状態とでは、一般にその特性が変化することが知られている<sup>15), 16), 17)</sup>。わが国は諸外国に比し高温多湿であるため、自然状態の土の含水比は高く、関東ロームなど高含水比粘性土を頂点とする、これら含水比の変化に伴う試験法の配慮が欠けている。

力学的性質の試験および特殊土の試験などでは、この自然含水比で試験を実施することにも、かなりの考慮が払われているが、基本的な試験である物理的性質の試験ならびに試料の調整についての規格はなく、もっぱら応用的配慮として試験者にゆだねられているのが実情である。“まえがき”のところでも簡単にふれたように、掘削し盛土するといった土の構造を、ある程度乱し、吸着水を離した状態の特性を考える限りでは、現行の試験法でさしつかえないが、地盤あるいは自然に近い状態の地山として利用するときの土の働きは、含水比状態はできるだけ変えないことが必要であり、その標準化した試験法が決められないと、誤ったデータを与えることになり危険である。

参考文献

- 1) 三木五三郎：最近の土質試験法，土と基礎，No. 182，pp. 7~11，1973年4月。
- 2) 箭内寛治：含水比測定に必要な最小重量の大きさについて，第4回土質工学研究発表会，1969年6月。
- 3) 箭内寛治：粒度試験に必要な空気乾燥試料の重量について，第25回土学会年次学術講演会，1970年11月。
- 4) 吉越 洋：粒状体の内部摩擦角に影響する諸因子について，東京大学工学部論文集録，第9巻，1972。
- 5) 岩片 透：粗粒材料のセン断試験の問題点とその結果の適用性，土と基礎，No. 182，pp. 41~47，1973年4月。
- 6) Sowers, G.B. and Sowers, G.F.: Introductory Soil Mechanics and Foundations, Macmillan Co., pp. 294, 1970.
- 7) 最上武雄・福田秀夫：現場技術者のための土質工学，鹿島研究所出版会，p. 115，1967年。
- 8) 日本道路協会：アスファルト舗装要綱，pp. 138~139，1971。
- 9) 箭内寛治・五味貞夫：円錐貫入法で液性限界を求めうるか，土と基礎，No. 92，pp. 17~21，1965年10月。
- 10) 箭内寛治：土の液性限界測定装置の自動化，第10回土質工学会シンポジウム，1965年11月。
- 11) 最上武雄・川崎浩司：土の含水比測定装置の自動化，第10回土質工学会シンポジウム，1965年11月。
- 12) 佐々木康：土の粒度分布の迅速測定について，第22回土学会年次学術講演会講演集，1967年5月。
- 13) Tavenas, E. and La Rochelle, P.: Accuracy of Relative Density Measurements, Géotechnique, Vol. 22, No. 4, pp. 549~562, 1972.
- 14) Chu, T.Y., Davidson, D.T. and Wickstrom, A.E.: Permeability Test for Sands, ASTM Special Technical Publication, No. 163, pp. 43~55, June, 1954.
- 15) 久野悟郎・西堀高弘：関東ロームの含有水分に関する研究，第21回土学会年次学術講演会講演集1966年5月。
- 16) 箭内寛治・風間秀彦：土の締固めにおける水分の働きについて，土と基礎，No. 147，1970年5月，pp. 21~28。
- 17) 神山光男：試料の乾燥状態が土の稠度に及ぼす影響，土と基礎，No. 31，pp. 44~47，1959年2月。

土木学会誌編集委員会編

# 土木技術者のための法律講座 ●増補改訂版・発売中●

B 5・126 ページ 8ポ二段組並製 1100円 会員特価 1000円 (〒100円)

●総論●財政・会計制度●建設業法●標準契約約款●公害対策基本法●騒音規制法●水質汚濁防止法●大気汚染防止法●労働基準法および関係法令●市街地土木工事公衆災害防止対策要項および火災類取締法●道路交通関係法令●河川・砂防・海岸・公有水面行政法規●港湾関係法令●都市計画法●水道法●下水道法●建築基準法●宅地造成等規制法●土地収用法●

●本四連絡橋については残部の状況について，土木学会 (03-351-4132) へ電話でお問合せ下さい●

## 本四連絡橋鋼上部構造に関する調査研究報告書 ●47年度

A4判・320ページ  
折込付図つき  
4500円  
(〒500)

- 別冊 2 吊橋主塔設計要領(案)
- 別冊 4 鋼上部構造用鋼板の所要性能
- 別冊 5 塗装分科会中間報告書
- 別冊 6 吊橋のねじり解析

4分冊を1セット  
(分売はしません)

<限定出版> 予定数に達し次第締切ります

