

II-31 土の工学的性質の分類表とその応用

大阪市立大学 正員 三笠正人

土質力学体系化への1つの手がかりとして、土の工学的性質を1つの観点から分類してみた結果を報告する。

I 分類の方針

- 1) まず比重やコンシステンシー限界のような与えられた土に固有な性質と含水量や強度のような外的条件によって変化する性質の2種に大別して、これらとそれぞれ仮りに α -次性質、 β -次性質と呼ぶことにし、更にそのおのおのを基本的なものか實際的なものへと3段階に分けた。今便宜上これらを $A_1, A_2, A_3; B_1, B_2, B_3$ の記号で表わす。
- 2) それぞれの“性質”に対して“定義される量”の主なものをあげ更にそれに対する試験方法をあげた。
- 3) 性質の欄は原則として、それぞれ独立な項目から成り、また A_1, B_1 の中の項目はその上を完全に記述するための必要、かつ充分な条件を与えるものとする。
- 4) A_2, A_3 は A_1 によって、また B_2, B_3 は A_1 と B_1 によって決定される。特に B_3 は B_2 から直接に決定されるものである。

II 問題点の考察

上で述べたのはあくまで分類の指針、あるいは目標であって、この表自体は極めて不完全なものでその目標からいえるかに遠い。特に3), 4)に記したことが満足されるのは、土質力学の体系が完成する日を待たねばなるまい。この表の問題点を拾うとつぎのようである。

- 1) この表に入っていない性質がいろいろある。熱的、電気的、化学的などの性質は一応除外し、力学的なものだけ(B_2 およびそれが導かれるものについて)で作ったものであるが、力学的なものの中でもレオロジー的なもの、振動に関するものなどが落ちてゐる。これは、“時間”の要素をどういう形でこの表にとり入れるべきかについて考えが決まらなかつたためである。
- 2) また基本的なものとして応力、ひずみ、温度などが入っていない。これらも時間と同じようにこの表にどのように入れるかが難しい。弾性ひずみを B_1 、応力を B_2 とすると前者は密度と独立でなくなり、後者は強度等とバラレルに入るべきものでないと考えられる(4)参照)。
- 3) この表は各性質の間の関係については何らの知識を与えるものではない。従って土によっては、 B_2, B_3 の値を定めるのに A_1, B_1 等の中に実際には考慮する必要のないものもある。
- 4) 性質という言葉を厳義に解釈すると、各性質の間の関係もまた性質となり得る。応力とひずみとを性質とみれば、変形性や、圧縮性がこれにあたる。圧力と強度の関係は

土の主な工学的性質および試験法の一覧表

性質の区分		性質の種類	定義される量	試験方法
第一次性質 (その上に固有な性質)	その一 (基本要素) A_1	土粒子の枚数 土粒子の粒度組成 土粒子の形 吸着イオンの量と量	- 鉱物組成 - 有機物含有量 - 比重 G_s - 最大粒径 D_{max} - 有効径 D_{10} - 均等係数 $U = D_{60}/D_{10}$ - 粘土分含有量 $P H$ 値 - 各種イオン含有量	- 肉眼, ルーペ, 顕微鏡 - 電子顕微鏡による観察 (色, 形, 組織) - X線分析 - 示差熱分析 - 赤外線分析 - 臭, 色, 形 - 過酸化水素, 重クロム酸カリ処理による測定 - 燃焼物の元素分析 - ピクノメーター法 (JIS) - フルイ分け (JIS) - 比重計法 (JIS) - 沈降分析 (ピペット法) $P H$ 試験紙または標準液による比色形測定 $P H-X-S$ - 浸出液の分析 - 電気伝導度測定
	その二 (基本特性) A_2	コンシステンシー特性 (粘性土) 密度特性 (砂質土) 塑性特性	- アッターヘルフ限界 - 液性限界 $L.L$ - 塑性限界 $P.L$ - 収縮限界 $S.L$ - 最大間隙比 e_{max} - 最小間隙比 e_{min} - 塑性指数 $P.I$ - 活性度 A	J. I. S " " - できるだけゆるくつめる - 実固め試験による (JIS) $- L.L - P.L$ $= \frac{P.I}{\text{粘土含有量}}$
A	その三 (力学的・工学的特性) A_3	締固め特性 一定の条件における強度 大体の傾向としての 透水性, 排水性 圧縮性, 膨張性 塑性, 靱性 乾燥強度	- 最適含水比 w_{opt} - 最大乾燥密度 $\gamma_d \text{ max } g/cm^3$ - 路床土支持力比 (一定の条件における) - 形容詞で表す - 良い, 悪い - 大きい, 小さい - 粘りの多い, 少ない ……の程度	- 実固め試験 (JIS) C. B. R 試験 (室内変状土) (JIS) - 各種試験法 - 視察 - 現場経験

性質の区分		性質の種類	定義される量	試験方法
第二 次 性 質	その一 (状態量) B_1	密度	- 単位体積重量 $\gamma \text{ g/cm}^3$ - 乾燥単位重量 $\gamma_d \text{ g/cm}^3$ - 間隙比 e - 相対密度 D_r	- 重量 } 測定 - 体積 } 測定 - 砂のおきかえによる - 現場測定 (T.I.S) $= \frac{(e_{max} - e)}{e_{max} - e_{min}}$ - 炉乾燥 (T.I.S) $= \frac{L.L - w}{PI}$
		含水量	- 含水比 w - 飽和度 $S \%$ - 相対コンシステンシー Cr	
		骨組構造	(間隙の不公平性) (粒子配列・方向性) - 鋭敏比 S_z	- 軸圧縮試験 (T.I.S) - ヘーゲンセン断試験
(与えられた状態における土の性質) B_2	その二 (力学的性質) B_2	コンシステンシー (強度・変形性・塑性・粘性) 強度 変形性 圧縮性 膨張性 ダイレイタンスー 透水性	- せん断強度 $S \text{ kg/cm}^2$ - 内部摩擦角 ϕ° - 粘着力 $c \text{ kg/cm}^2$ - 弾性係数 $E \text{ kg/cm}^2$ - 最大強度時のひずみ量 - ポアソン比 μ - 体積圧縮係数 $m_v \text{ cm}^3/\text{kg}$ - 圧縮指数 C_c - 体積膨張係数 $m_{os} \text{ cm}^3/\text{kg}$ - ダイレイタンスー指数 $(\frac{d\epsilon}{d\sigma})$ - ダイレイタンスー $-(\frac{\text{限界圧力}}{\text{現圧圧力}} - 1)$ - 透水係数 $k \text{ cm/sec}$ - 正しくは透水性 $K = \frac{\eta}{\gamma_w} k \text{ cm}^2$	- 直接せん断試験 - 軸圧縮試験 (T.I.S) - 三軸圧縮試験 - ヘーゲンセン断試験 - 純粋せん断試験 - 標準貫入試験 - 軸圧縮試験 (T.I.S) - 三軸圧縮試験 - 圧密試験 - せん断・三軸試験 - 定水位透水試験 - 変水位透水試験 - 現場透水試験 - 圧密試験
	その三 (工学的性質) B_3	主動土圧 受動土圧 地盤の支持力および沈下 路床土の強度 斜面の安定性	主動土圧係数 K_a 受動土圧係数 K_p 支持力係数 限界支持力 路床土支持力比 (与えられた条件における) 臨界面の安全率 F_s 安定係数 N_s	- 土圧計による測定 - または強度から計算 - 平板載荷試験 (T.I.S) - C.B.R 試験 (T.I.S) (室内現状土現場試験) - 強度から計算

内部摩擦角または強度増加角で表わされる。このようにして密度と圧縮性や透水性との関係なども性質と呼び得る、こういう違った *phase* の性質をどう扱うべきかが問題である。

Ⅲ 分類表の利用法

上に述べたいろいろな問題点はあるにしても筆者はこの表にある種の効用を見いだしている。すなわち、

- 1) 種々の性質や量をこの表にあてはめることにより、土質力学において、それらの占める位置をハッキリさせ、その定義を明確にすることができる。例えばコンシステンシー限界とコンシステンシーと略称してはいけないということが一目で分る。
- 2) 上の記述や分類に必要な量を選ぶにすのに便利である。Terzaghi の *Index Properties* は、 A_1 , A_2 , B_1 , B_2 が雑居していた。
- 3) ある性質が何によって決るかを考えるのに便利である。例えば粘土の強度が含水比と、有効圧力によって決ると考えた Hvorslev は骨組構造の重要性を見落して仮設を作ったのであるが、そのような誤りを犯さずに済む。
- 4) B_2 は A_1 と B_1 の関数であるから、 B_1 を与えれば、すなわち一定の条件の下では、 A_1 のみの関数となり A_2 , A_3 として土の分類に利用できる。

また逆に一定の B_2 を与えるような B_1 を以って (B_1 の他の項も一定として) A_2 , A_3 として土の分類に利用することができる。アッターベルグ限界はこの例である。

- 5) この表を完全なものに近づける努力は直ちに土質力学の体系化をはかる努力であると考えられ、この意味で土質力学の発達に寄与することができると思う。