

付：鋭敏比と液性指数の名称を変えること

大阪市立大学工学部 正員 三笠正人

1. まえがき

粘性土の土質（一次性質）を見るのに用いられるカサグラントの塑性図と同じような意味で、その状態を端的に表現するために“液性指数-鋭敏比図”を状態図として用いることを筆者は先に提案したが、ここではその説明を多少補足した上でこの図上で状態を分類する一案を示し、さらに液性指数、鋭敏比の名称をそれぞれ相対含水比、構造度と変えることを提案したい。

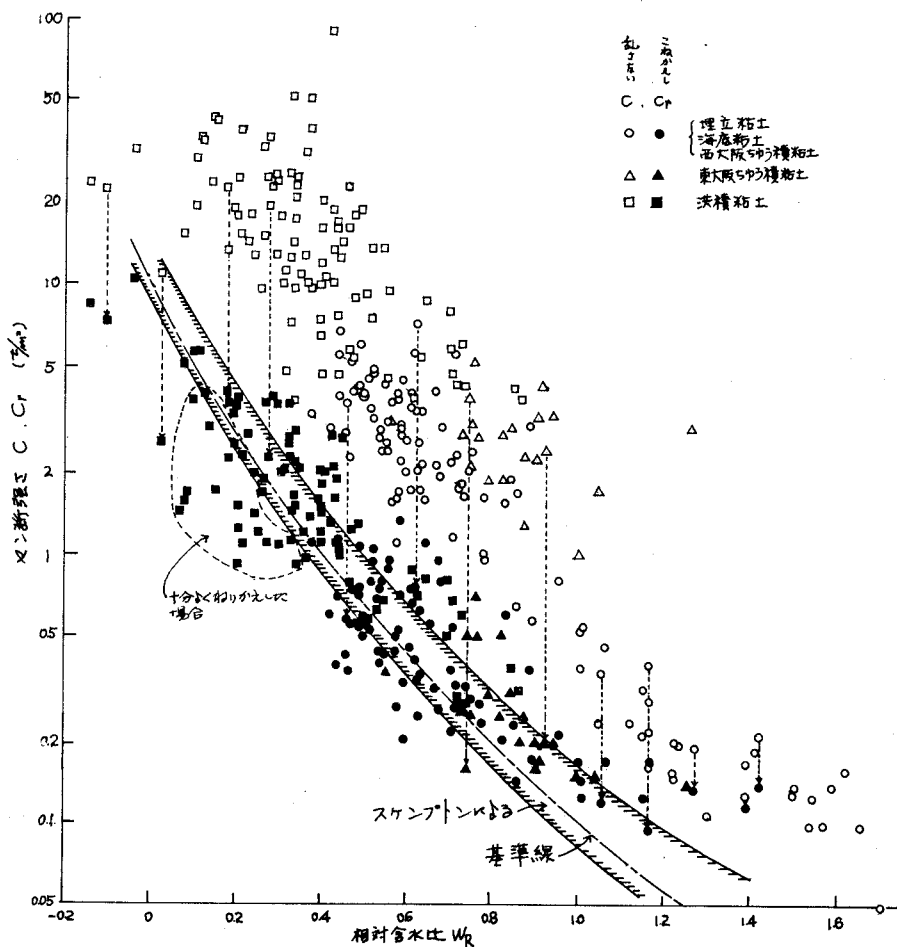


図-1 大阪粘土の相対含水比とセメント断強さの関係

2. 相対含水比（いわゆる液性指数）とこねかえし強さの關係

前報文で飽和粘土に関して

土の力学的性質 = F (相対含水比, 骨組構造) (1)

$$\text{ここは 相対含水比 } w_R = (w - w_p) / (w_L - w_p)$$

という關係を導いたが、これにはこねかえした粘土のコンシステンシー（堅さ）が近似的に w_R の関数と見なせるという前提があった。その資料として図-1を挙げる。これは大阪付近の粘土の丸さない（○等）、こねかえし（●等）両状態におけるせん断強さ C , C_v を w_R に対してプロットしたものである。こねかえした粘土の強さはかなり大にばらついているが、これは LL や PL を測った試料と一軸試験の試料とが必ずしも同一でなかったり、こねかえしの度合に差があったりすることの影響が大きいようである。（たとえば洪積粘土で特に念入りなこねかえしたものは○内に入り、 C_v はかなり低くなっている）これらの諸条件を明確に規定して実験すれば C_v は近似的に w_R の関数と見なしてよいと思われる。スケンプトンの示した4種の粘土（ $LL=30\sim99$ ）の w_R-C_v 関係はハッチング中に入り、大阪粘土の平均的な傾向をよく似ている。ここでは一応 $w_R=1.0, 0.4, 0$ でそれぞれ $C_v=0.1, 1.0, 10.0 \text{ t/cm}^2$ となる 鎖線のようなカーブを基準線として選ぶことにする。

3. 状態図と状態の分類

相対含水比 w_R を横軸に、構造度（いわゆる鋭敏比） S_e の対数を縦軸にとって図-1のデータをプロットすると図-2を得る。（前回報表のものよりも40度ばかり増やした）軟弱な埋立粘土、海底粘土は右下に、沖積粘土は真中へんに、洪積粘土は左上にある。また塩分の溶脱を受けた東大阪

の鋭敏粘土は右上にある。

3) 右よりの2本のカーブはスケンプトン、

4) ベーラムがヨーロッパの粘土について示した

w_R-S_e の関係である。

これは教科書にも引用され、あなかも一般的

な関係であるかのような印象を与えているが、

前報告で述べたように

式(1)の右辺カッコの中

の2因子は互いに独立

な状態因子であるから

その間に一定の関数関

係があるものときめて

かかるのは当然である。

現に大阪の埋立粘土

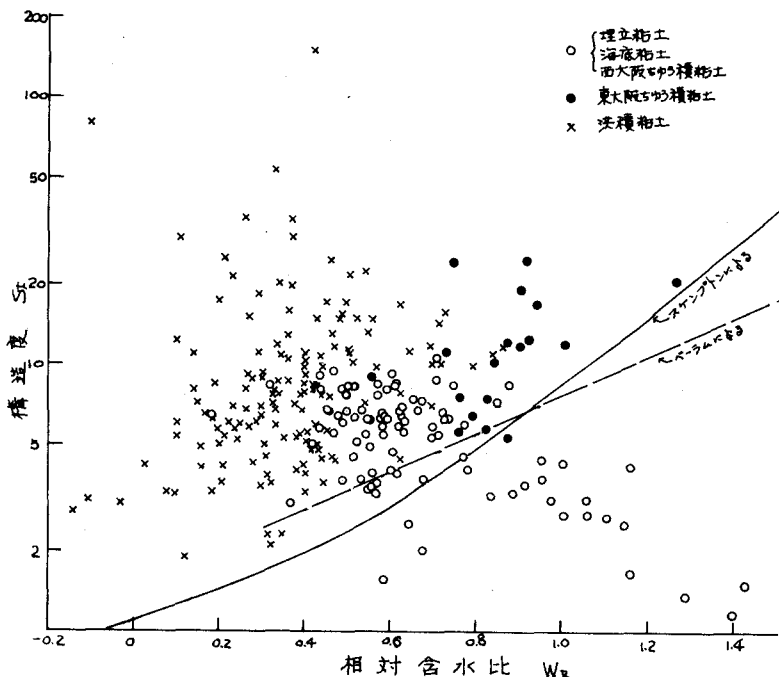


図-2 大阪粘土の状態図

や洪積粘土はヨーロッパ粘土と全然違った状態にあることをこの図は明らかに示している。

この平面上の位置やないどのような状態の粘土かがわかるが、実用上の便宜を考慮してこの平面を図-3のように区分する。すなわちまずせん断強度 $C = 0.1, 1, 10, 100 \text{ t/m}^2$ の4本のコンターを

図-1の基準線にもとづいて描き、これによって表-1の5種に分類する。なお要すれば $C = 1 \sim 2 \text{ t/m}^2$ を普通粘土の弱、 $2 \sim 5 \text{ t/m}^2$ を同じく中、 $5 \sim 10 \text{ t/m}^2$ を同じく強というふうに細分化する。

次に図-3に示すように $S_u > 4$, $W_R > 0.4$, $C < 10 \text{ t/m}^2$ の条件を満足するものを鋭敏粘土, $S_u > 8$, $W_R > 1.0$, $C < 10 \text{ t/m}^2$ の条件を充すものを超鋭敏粘土 (quick clay) と呼ぶことにする。

4. 今までの分類との相違点

まず粘土の強さについてのテルツァギ・ペック⁶⁾の分類は図-3にも書きこんでおりなが、強さを2倍ごとに区切って very soft から extremely stiff までの6段階に分けている。しかし我が国のように埋立地の液状粘土から洪積層の非常^{（あるいはかなり）}に固い粘土まで広範囲の土を扱わねばならない国情ではこれでは不足で、表-1のような分け方が適当である。

次にいわゆる鋭敏度の分類であるが、図-3の左、右端に示したテルツァギ・ペック⁶⁾およびベラー⁵⁾の分類はいずれもいわゆる鋭敏比のみによって分類している。図-2の曲線が示される単純なヨー

表-4	
$C (\text{t/m}^2)$	名称
< 0.1	液状粘土
$0.1 \sim 1$	軟弱粘土
$1 \sim 10$	普通粘土
$10 \sim 100$	硬質粘土
> 100	固結粘土

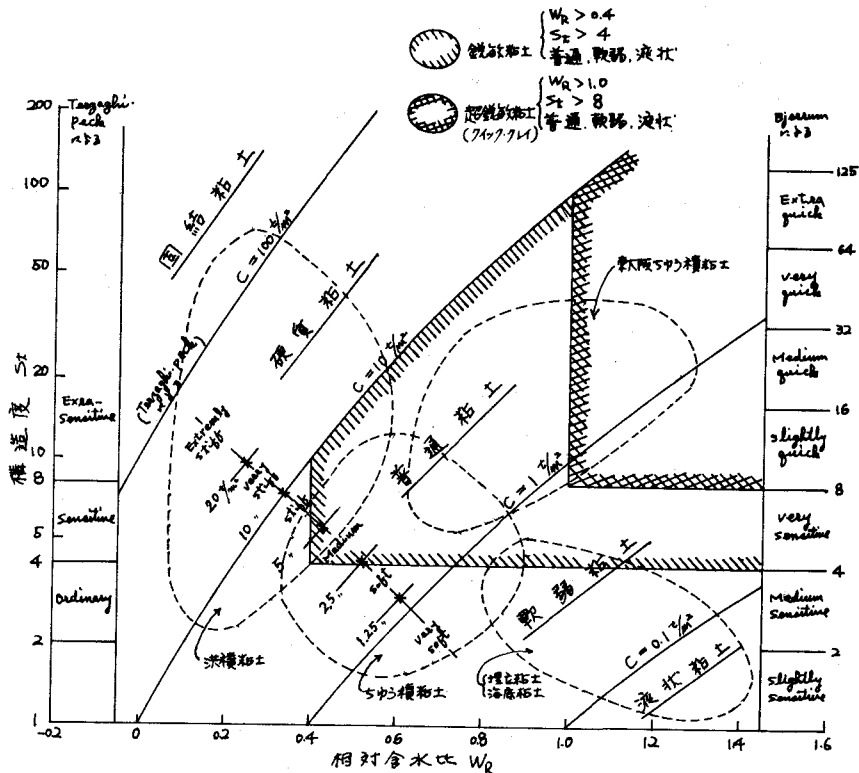


図-3 状態図による状態の分類

ロップ粘土に対する分類としてはこれでよいであろうが、たとえば大阪の洪積粘土はこの分類を適用するとはいって鋭敏粘土、あるいはクイッククレイに入ってしまう。そのため洪積粘土では安全率を増さねばならぬとか、超高層ビルの基盤層として不適当であるとかの意見がしばしば出てくることになる。しかし現実にはこの粘土は決して文字通りの意味で鋭敏ではない。一軸試験のこねかえし試験を準備するのにも相当力をいれて1時間以上こねなければならぬのである。ノルウエーあたりで、flow slide を起すようなクイッククレイとはおよそ異なる“鋭敏な”粘土である。したがって鋭敏粘土、クイッククレイ範囲を図-3のように制限するほうがその用語の内容によりふさわしいのである。

5. 用語の改称について

上述のようにいわれる鋭敏比の大きな粘土が必ずしも鋭敏粘土ではない。

もっとも鋭敏比 S_t (=乱さない強さ/こねかえした強さ) は、土の骨組構造のゆがみかその強さは多少とる度合いを示す指標で、その意味でこれを⁷⁾「構造度」と呼ぶのが適当である。筆者はかつてそのような提案をしたことがあ⁸⁾るが、今回土の状態の分類を行なうにあたって“鋭敏比”の意義に関する一般の誤解を解くためにあらためてその改称を呼びかけたい。

またこれまで液性指数 I_L と呼ばれてきたものは、図-3に見るようにそのままコンシステンシー(液状に近いかどうか)を表わすものでなく、 S_t とあわせてはじめて土のコンシステンシーが定まるものであること、 I_L 自体は単に LL , PL に相対的な含水量を表わすにすぎないことを考えて、これを相対含水量と改称することを提議したい。

液性指数 I_L 、塑性指数 PI と並べてみると、いかにも同質のものであるかのような印象を受けるが、前者は二次性質、後者は一次性質と全く果實のものであることを改称の望まれるひとつの理由である。

6. あとがき

土質工学はサイエンスであるからその用語、定義、分類等は国際的に是認されたいものであることもとより望ましい。しかしノルウエー粘土やロンドン粘土などのローカルなデータから導かれた用語や定義を、はるかに複雑多様なわが国の粘土にそのまま適用しようとしても無理である。図-2が物語るように彼らの土は1次元の、われわれの土は2次元のより一般的である。われわれこそ一般的な土質力学の体系を作るべき立場にあることを自覚して、そのために努力を揮うべきであろうと考える次第である。

なお図-3の実際の活用法に関して多くの論すべき点があるが、次の機会に譲りたい。

参考文献

- 1) 三笠・木下：土質調査結果の表示法について，第11回土質工学シンポジウム—土質試験結果の解釈と利用—土質学会，1966
- 2) Skempton, A.W. & Northey, R.D.: The Sensitivity of Clays, *Géotechnique* vol. III, 1952.
- 3) 日本建築学会近畿支部，土質工学会関西支部：大阪地盤図，コナ社，1966
- 4) Skempton, A.W.: The Colloidal "Activity" of Clays, *Proc. 3rd Int. Conf. S.M. & F.E.* vol. 1, 1953
- 5) Bjerrum, L.: Geotechnical Properties of Norwegian Marine Clays, *Géotechnique* vol. IV, 1954
- 6) Terzaghi, K. & Peck, R.B.: *Soil Mechanics in Engineering Practice*, John Wiley, 1948.
- 7) 三笠正人：土の工学的性質の分類表とその意義，土と基礎 74号，1964
- 8) 三笠，中出，久保田：粘土とコンクリートの滑り抵抗に関する実験的研究，第14回土質学会年次講演会概要，1959