

III-87 粘土の圧縮性とセン断抵抗角の要因について

神戸大学大学院 学生員 ○矢後良一
 応用地質調査事務所 正員 荒瀬義則
 神戸大学工学部 正員 輕部大蔵

1. まえがき

粘土の応力・ヒズミ式の誘導過程において、膨潤指数 C_s と圧縮指数 C_c の比 (C_s/C_c) が重要な役割をはたすことはよく知られているが、実際問題として C_s は膨潤曲線が直線部分を持ちにくいこともあって決定しにくい。そこで (C_s/C_c) 比を他のもっと安定した土質定数から推定する方法を見つけ出そうとするのが、この研究の目的である。すでに明らかにしたように (文献1, 2), (C_s/C_c) 比はセン断抵抗係数 $M = 6 \sin \phi' / (3 - \sin \phi')$ とかなり強い相関を示す。理論的には、両者の間につぎの関係式が成立する。

$$(C_s/C_c) = \frac{1 - M/2}{1 + M/2} + D \quad \text{----- (1)}$$

ここに D は土の構造の影響をあらわす値である。この報告では、既存資料を解析して D の実験式を求め、さらに実験式の適用性を試料土の状態を人為的に変化させる実験により検討している。

2. 実験

試料：気乾状態の信楽陶土に蒸留水を加えスラリー状にして、 0.75 kg/cm^2 の圧力で圧密し、ブロックサンプルを得た。これを試料 A と呼ぶ。つぎに蒸留水 100g 当り食塩 30g を添加して A と同様の圧密を行って試料 A' を得た。また、大阪南港から採取された乱さない粘土を試料 B と呼び、これを含水比をかえないうで繰り返ししたものを試料 B' と呼ぶ。これら 4 つの試料の物理的性質は表-1 まとめられている。

力学試験：三軸試験機を用いて、等方圧密試験と正規圧密状態における CU 試験および CD 試験を行った。供試体の寸法は直径 35mm、高さ 80mm である。図-1 は圧密試験で得られた $e - \log p$ 関係を示している。

つぎに、CU 試験はバックプレッシャー 1 kg/cm^2 、側圧一定、圧縮速さ $0.01\%/\text{min}$ のヒズミ制御法で行った。CD 試験は平均主応力を一定とし一段階 3 時間の段階載荷による応力制御法で行った。

試験結果：表-2 に結果をまとめて示したが、 C_s は応力 0.5 kg/cm^2 ($OCR = 10$) における値である。

3. D の要因

図-2 は既存資料および上述の実験から得られた (C_s/C_c) 比と M の関係を示している。ただし、既存資料の M はほとんどが CU 試験から得られているので、今回の実験値も CU 試験結果を採用することとした。また、 C_s は $OCR = 10$ までの最大値を採用している。各プロットと曲線の横距が式 (1) の D となる。D の要因を探すために、まず資料の w_L と C_c の関係を図-3 のようにプロットした。このとき、プロットの形を D の大きさによって変えて

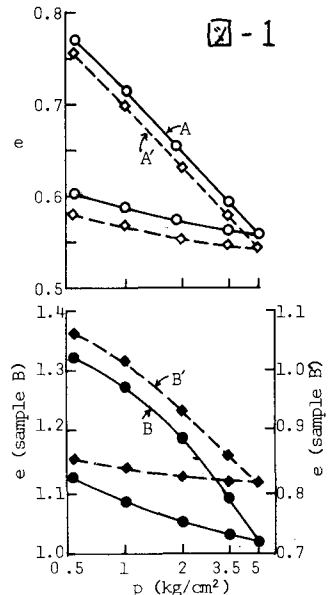
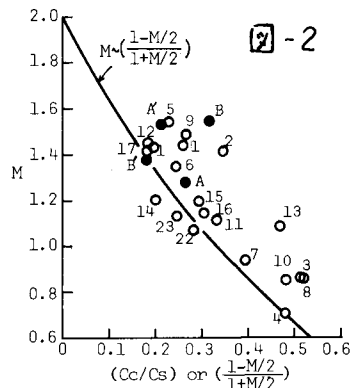


表-1

	A	A'	B, B'
G_s	2.56	2.56	2.73
w_L	46.22	54.58	94.52
w_p	24.05	22.33	30.30

表-2

	A	A'	B	B'
C_c	0.227	0.226	0.464	0.297
C_s	0.060	0.047	0.153	0.053
M CU	1.27	1.53	1.54	1.37
CD	1.08	1.42	1.28	1.29



みると、Dが図中の破線付近で大きく、線から離れるにいたって小さくなることわかる。この傾向を式示すために、図-4のキースケッチのように、点($C_c=0$, $W_L=18\%$)と各プロットを結ぶ直線の勾配を α とし、 α とDの関係を求めると全体として中央が高い分布を示すものの、激しい凹凸があることがわかる。これとは別に、資料の C_c とMの関係を求めると、図-5のようになるが、各資料の $(C_c+M/2)$ が大きいものは、図-4において凸となることがわかった。そこでDの実験式と一応、つぎのようにおくことにする:

$$D = f(\alpha) + 0.16(C_c + M/2) \quad \text{---- (2)}$$

ただし、 $f(\alpha)$ は α の連続関数である。

上式において、Dは既知であるから $f(\alpha)$ を逆算することができる。図-6は、このようにして求めた $f(\alpha)$ である。 $f(\alpha)$ を誤差曲線形式であらわすと

$$f(\alpha) = 0.18 \exp\left[-\left\{\frac{(\alpha - \alpha_0)}{10^3}\right\}^2\right] - 0.17 \quad \text{---- (3)}$$

ただし、 $\alpha_0 = 8.3 \times 10^{-3}$ 。

図-6の点線は式(3)をあらわしている。結局、式(1)~(3)を一括して書くと、 (C_s/C_c) の実験式は、つぎのようになる:

$$\left(\frac{C_s}{C_c}\right) = \frac{1 - M/2}{1 + M/2} + 0.16\left(C_c + \frac{M}{2}\right) - 0.17 + 0.18 \exp\left\{-\left\{\frac{1000C_c}{W_L - 18} - 8.3\right\}^2\right\} \quad \text{---- (4)}$$

ただし、 $W_L(\%)$ は、液性限界である。

4. まとめ

(C_s/C_c) は、M, C_c , W_L に支配されるようである。これらの相互関係は現在のところ実験式(4)であらわされるが、今後の資料の蓄積によりこの式は改良されるものと期待している。今回の実験によれば、式(4)は繰返しの影響($B \rightarrow B'$)はうまくカバーしているが、イオン濃度の変化($A \rightarrow A'$)はうまく説明できないようである。 (C_s/C_c) の実測値と式(4)による推定値の関係は図-7に示す通りである。

5. 文献 1) 軽部, 第20回土質工学シンポジウム, 2) 軽部・矢後, 第11回土質工学研究発表会, 3) Karube, 9th Int. Conf. SMFE, Speciality Sess. 9,

6. 既存資料文献 (図-2~図-7) 1, 1') AKAIら, S&F, Vol. 15, No. 1. 2) ARULANANDANら, Geotech. Vol. 21, No. 4. 3) Weald Clay. 4) London Clay. 5) 三井地所, 第9回土質工学研究発表会. 6) 玉井ら, 第9回土質工学研究発表会. 7) Roscoe's Geotech. Vol. 13, No. 2. 8) Schofieldら, Critical State. 9) Shawら (1973) ASCE, Vol. SM1. 10, 11) Olson (1963) ASCE, SM1. 12) Taylor 7th I.C. SMFE, 13, 14) Yud-hirら, S&F, Vol. 14, No. 4. 15, 16, 17) 著者ら. 22, 23) 八木ら, 土木28回年講.

図-3

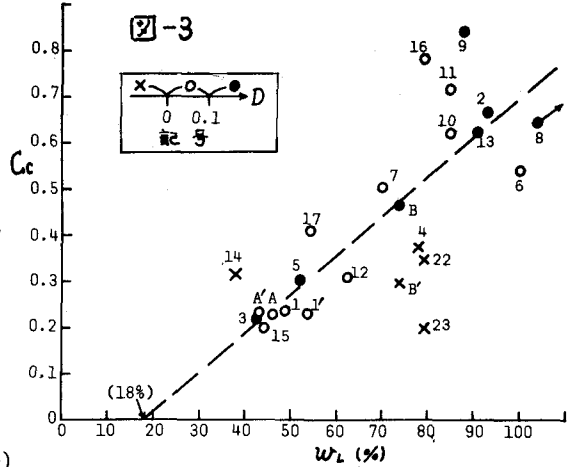


図-4

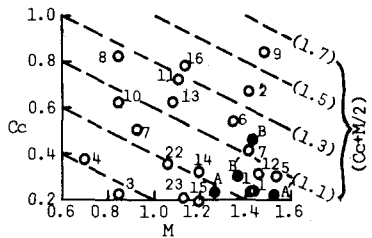
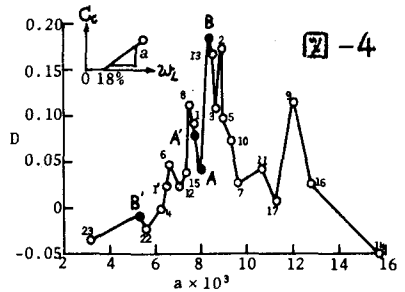


図-5

図-6

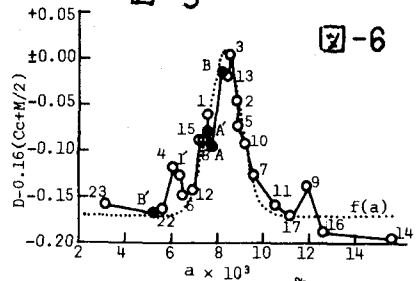


図-7

