

# III-174 人工的にセメンテーション効果を与えた 粘性土の非排水強度と過圧密比の推定

京都大学工学部 正員 嘉門雅史、運輸省 正員 ○長尾 毅

## 1. はじめに

海底地盤の中には海水と粘土粒子間の反応によって粒子間の付着力が発達するセメンテーション効果の影響を受けたものが存在し、その結果過圧密粘性土と類似の特性を示すことが知られている。本研究は二次圧密の効果を切り離した形でセメンテーション効果を受けた粘土地盤の状態を室内的に再現することにより、その粘土地盤の非排水強度と過圧密比の推定を試みたものである。

## 2. 試料作製および実験結果<sup>1)</sup>

本研究においては人工的に土にセメンテーション効果を与えるため、以下のような試料を作製した。(a)ケイ酸ナトリウム添加試料(Na-CLAY)：重量%で10%のケイ酸ナトリウム溶液に希硫酸を加え、pHを9に調整したものを土全重量の5%添加する。(b)ポルトランドセメント添加試料(Ca-CLAY)：土実質重量の1%にあたるポルトランドセメントを水セメント比(W/C)=1のスラリー状にして粘土に加える。(c)無処理土(No-CLAY)：セメンテーション効果を与えないもの。以上3種類の試料を初期含水比が80%程度に調整し、0.4kgf/cm<sup>2</sup>の先行圧密荷重で圧密して試料とし、圧密試験と等方圧密非排水せん断試験を行った。

その結果、圧密試験から圧密降伏応力 $p_c$ は、No-CLAYで先行圧密荷重に等しい0.4kgf/cm<sup>2</sup>、Na-CLAYやCa-CLAYでは0.6kgf/cm<sup>2</sup>と、増大させることがわかった。また非排水強度 $c_u$ は、セメンテーション構造が破壊した後の正規圧密領域においてはほぼ同じ非排水強度増加率が得られ、低圧力下では図1に示すようにセメンテーション効果による強度の増大がみられることがわかった。

## 3. 非排水強度の推定

O.C.young clayの非排水強度を、正規圧密状態の非排水強度と過圧密比を用いて推定するものとして次式が示されている。

$$(c_u/\sigma'_{v0})_{OC} / (c_u/\sigma'_{v0})_{NC} = OCR$$

ここに、 $\Lambda_e$ は過圧密領域での非排水強度と過圧密比の関係を両対数紙上に描くことにより、その傾きとして決定される。いま、この方法をセメンテーション効果を受けることにより過圧密状態となった地盤に適用できるかどうかを検討する。図2に非排水強度と過圧密比の関係を示した。過圧密比は圧密試験の結果得られた圧密降伏応力を用いて $OCR = p_c/\sigma'_{v0}$ によって計算した。図から両者の間に直線関係が認められ、この方法を用いることの妥当性が示された。しかしながら、この方法で非排水強度の実験値と計算値の比較を行うと両者はよい一致を示さない。非排水強度が図1からわかるように圧密試験の結果得られた圧密降伏応力の値をこえても0.8kgf/cm<sup>2</sup>程度までは正規圧密時よりも大きな強度を示すためである。そこで図から圧密降伏応力をいま $p_c = 0.77\text{kgf/cm}^2$ とみなして $\Lambda_e$ を算出し、上式を用いて計算を行うと計算値と実測値は図3に示すようによい一致を示す。なお、図中には比較のため $p_c = 0.6\text{kgf/cm}^2$ として計算した場合の関係を点線で描いてある。また、 $\Lambda_e$ を決定する他の方法が三田地ら<sup>2)</sup>やMayne<sup>3)</sup>によって提案されており、それらの方法で $\Lambda_e$ を求めると表1のようになる。セメンテーション効果によって生じた過圧密土への適応性はそれほど高くないようである。

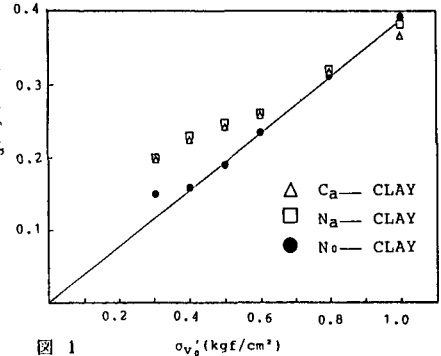


図 1

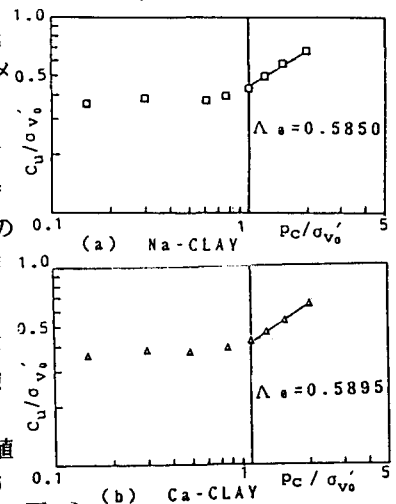


図 2

#### 4. 過圧密比の推定

表 1

|                                                                                                              | Na-CLAY            | Ca-CLAY            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|
| 実験値                                                                                                          | 0.5850             | 0.5895             |
| $\cdot \ln \left\{ \left( \frac{C_u}{\sigma_{v0}'} \right)_{OC} \left( \frac{2}{H} \right) \right\} / \ln 2$ | 0.5563             | 0.7396             |
| $\cdot \ln \left\{ \left( \frac{C_u}{\sigma_{v0}'} \right)_{NC} \left( \frac{2}{H} \right) \right\}$         | 0.3856             | 0.5127             |
| $1 - C_s / C_c$                                                                                              | 0.8108 ~<br>0.8440 | 0.8717 ~<br>0.8930 |
| $0.805(1 - C_s / C_c) + 0.0305$                                                                              | 0.6832 ~<br>0.7099 | 0.7325 ~<br>0.7494 |

次に過圧密比を既知の非排水強度から推定し得るかどうかについて考える。いま図4のB→Cのように付加的な強度を持った土が、新たな圧密荷重を受けても非排水強度を一定に保ったまま正規圧密状態に至るとすれば、過圧密比は次のように表される。

$$OCR = (C_u / \sigma_{v0}')_{OC} / (C_u / \sigma_{v0}')_{NC}$$

しかしながら、ここでの結果ではB→Dのように圧密荷重の増大につれて非排水強度もまた増大して正規圧密状態に至る。このため、上式を用いて過圧密比を算出しても、その値は本来の過圧密比の定義である圧密降伏応力から算出した過圧密比の値には必ずしも一致せず、非排水強度からは過

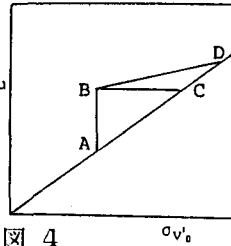
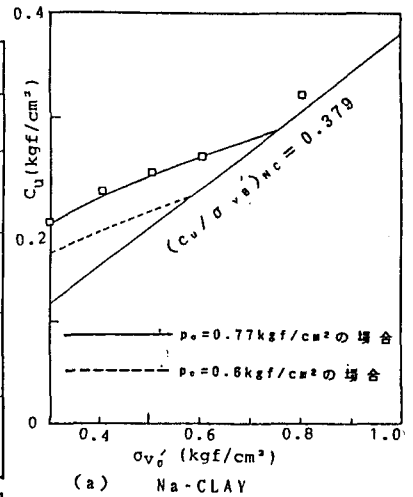


図 4

圧密比は算出されないことがわかる。図5に、圧密降伏応力から求められる $p_c$ の値を用いて計算された $p_c / \sigma_{v0}'$ の値（比較のため1以下の範囲も描いてある）と、非排水強度から求めた $(C_u / \sigma_{v0}')_{OC} / (C_u / \sigma_{v0}')_{NC}$ の値の比較を示した。これを見ると、やはり両者は必ずしも一致せず、特に $p_c / \sigma_{v0}'$ の値が2.0と大きい場合や、圧密降伏応力から判断すると正規圧密状態にあると考えられる領域において両者の差が大きく、セメンテーション効果を受けて過圧密状態になった土の過圧密比は非排水強度からは求めえないことがわかる。

#### 5. おわりに

本研究では土に人工的にセメンテーション効果を与え、過圧密状態とした土の非排水強度や過圧密比の推定を試みた。その結果、以下のことがわかった。(1)セメンテーション効果を受けて過圧密状態になった土の非排水強度は、通常の過圧密土の非排水強度の推定式を適用して推定できるが、その際の圧密降伏応力の決定には問題がある。(2)セメンテーション効果を受けた土の過圧密比を非排水強度から算出した場合の値は、圧密降伏応力から算出した値と必ずしも一致しないので、非排水強度から過圧密比を算出することはできない。最後に本研究を行うにあたり御指導頂いた京都大学工学部赤井浩一教授に深く感謝します。参考文献 1)嘉門ら：第21回土質工学研究発表会講演集、1986。2)三田地利之・小野 丘：過圧密状態の粘土の非排水強度推定法、土と基礎、Vol.33、No.3、pp.21～28、1985。3)Mayne, P.W.: Cam-Clay predictions of undrained strength, ASCE, No. GT11, 1219～1242, 1980。



(a) Na-CLAY

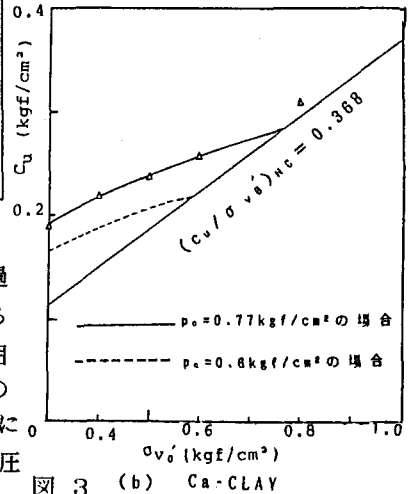


図 3 (b) Ca-CLAY

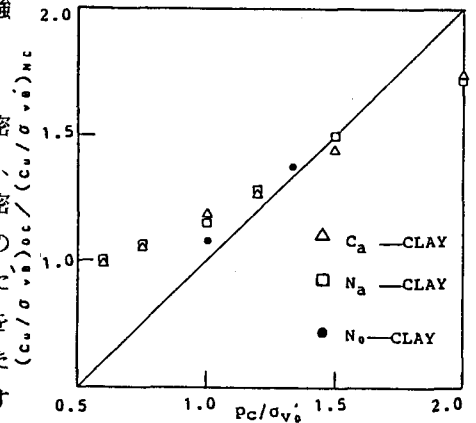


図 5