

北海道大学 工学部 正会員 小田 美明
 北海道大学 工学部 正会員 三田地 利之

1. はじめに

時間履歴を受けた正規圧密粘土と応力履歴を受けた過圧密粘土の非排水せん断挙動について、実験結果から検討した結果、等方圧密条件における両者の大きな違いは、応力-ひずみ関係から得られる変形係数であり、強度定数については、明瞭な差はみられないことが分かっている¹⁾。本報告は、 K_0 圧密条件で、同様な実験を行ったものである。

2. 試料および実験

実験に用いた試料は、繰り返した自然粘土である。その物理的性質は、 $LL=81\%$ 、 $PI=40$ 、 $G_s=2.70$ である。

実験の種類及び条件を表-1に示す。 K_0 圧密は、通常の三軸試験装置を用い、コンピュータによる自動制御により行った²⁾。長期圧密による見かけの過圧密比(後述 (1),(2)式)に対応させるため K_0 膨張時の過圧密比を1.0~1.3の範囲で行った。非排水せん断は、ひずみ速度一定(0.01%/min)で行った。

圧密促進のため供試体周面に巻かれるろ紙のせん断特性に及ぼす影響を少なくするため、圧縮試験においては幅1cmの短冊状のろ紙を4本(供試体の周面積の約25%)用いた。また、伸張試験においては、供試体高さを圧縮試験の1/2(60mm)とし、供試体周面のろ紙は用いていない。

3. 実験結果

図-1 (a)-(c)は、非排水強度 $c_u (= |q_{max}|/2)$ のほぼ等しい長期圧密粘土と過圧密粘土の有効応力経路、軸差応力-ひずみ関係および発生間隙水圧-ひずみ関係である。長期圧密粘土と過圧密粘土の非排水せん断挙動はかなり類似している。すなわち、時間効果を受けない正規圧密粘土と比較して有効応力経路は外側に膨らみ、強度は大きくなる。圧縮試験において、軸差応力最大時以降では、長期圧密粘土の方が軸差応力の減少が大きい。また、 K_0 値は、過圧密の場合は、過去の研究と同様大きくなるが、長期圧密においては、ほとんど変化が無い。さらに、間隙水圧の発生量は圧縮試験においては、両履歴の影響を受けないが、伸張試験においては、長期圧密を受けた場合小さくなる。

二次圧密による間隙比の変化のみを考えた場合、長期圧密粘土の見かけの過圧密比として次式³⁾⁴⁾が提案されている。

$$OCR = (t/t_c)^R \dots (1) \quad R = C_\alpha / (C_c - C_s) \dots (2)$$

別に行った実験から、 $C_\alpha = 0.012$ 、 $C_c = 0.391$ 、 $C_s = 0.048$ を得た。

表-1 実験の種類及び条件

長期 K_0 圧密 非排水試験	CKoUC(圧縮) CKoUE(伸張)	○ △	$t/t_c = 1, 3, 6, 10, 40$ $t/t_c = 1, 3, 10, 30$
K_0 圧密 K_0 膨張 非排水試験	CKoRKoUC(圧縮) CKoRKoUE(伸張)	● ▲	$OCR = 1.05, 1.1, 1.15,$ $1.2, 1.3$

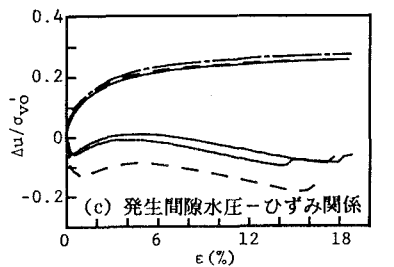
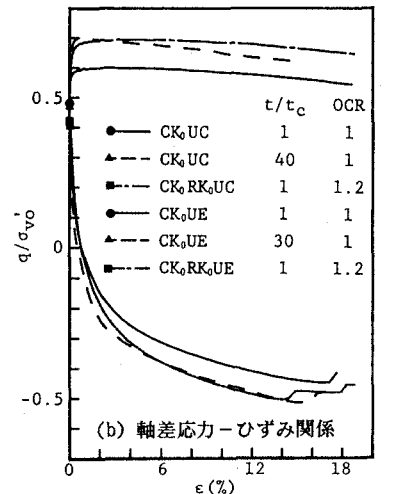
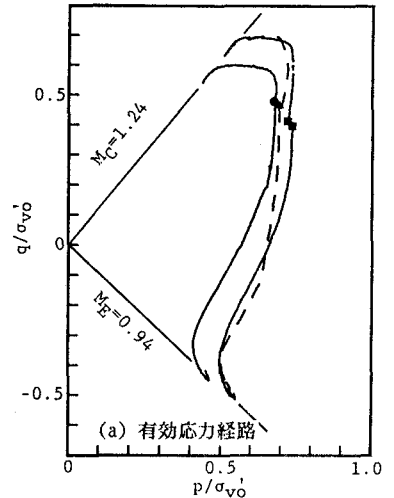


図-1 長期圧密粘土と過圧密粘土の非排水せん断挙動

以下、長期圧密粘土と過圧密粘土の比較にあたっては、長期圧密粘土の過圧密比は(1),(2)式によって算出した。

軸差応力-ひずみ関係から求めた変形係数 E_{50} を圧密圧力 σ_{v0}' で正規化したものと過圧密比との関係を図-2に示す。長期圧密粘土の変形係数は、圧縮試験においては、過圧密粘土と比べ増加率が大きい。また、伸張試験においては、長期圧密時はやや増加するが、わずかに過圧密されたものについては減少傾向を示している。

非排水強度と過圧密比との関係を図-3に示す。圧縮、伸張両応力状態において圧密時間あるいは過圧密比の増加にともない、非排水強度は増加し、その増加割合は履歴の相違によらずほぼ一定である。また、有効主応力比 σ_1'/σ_3' の最大値から求めた有効応力によるせん断抵抗角は、図-1(a)からも分かるように履歴の相違による影響はみられず、圧縮では $31 \pm 0.5^\circ$ 伸張では $33.5 \pm 1.5^\circ$ となった。

軸差応力の絶対値最大時の軸ひずみおよび間隙水圧係数と過圧密比との関係を図-4,5にそれぞれ示す。ここで、間隙水圧係数には、一般的表示による $a_f^{(5)}$ を用いた。軸ひずみは圧縮応力下においては、長期圧密では減少傾向となり、過圧密ではほぼ一定値となる。間隙水圧係数については圧縮条件下では、両履歴を受けた粘土とも急激に減少し、その減少率は長期圧密の方が大きい。伸張応力条件下においては両履歴ともほぼ一定値と見なすことができる。

4. おわりに

長期圧密粘土地盤において、圧密試験により得られる圧密降伏応力が、有効土被り圧より大きくなるのが知られている。このような特性を持つ長期圧密粘土と応力の除荷による過圧密粘土の非排水せん断特性について、一連の三軸試験結果から比較検討を試みた。実験結果から、過圧密比および非排水強度が同じ場合においても、受けた履歴、すなわち時間あるいは応力の相違により、変形係数、軸差応力最大時の軸ひずみおよび間隙水圧係数については、差がみられることが分かった。また、両履歴による相違はせん断時の応力条件により異なることも分かった。

本報告における過圧密粘土の過圧密比は長期圧密粘土の見かけの過圧密比に対応させるため、1.3以下としている。その結果、過去に報告⁶⁾されている過圧密粘土の研究と一部異なった実験結果が得られた。すなわち、この過圧密比の範囲では、圧縮条件下では変形係数が増加し、軸差応力最大時の軸ひずみはほぼ一定値を取ることである。しかし、過圧密粘土についての過去の研究の多くは、この程度の過圧密比について行われてはいない。したがって、このようなわずかに過圧密された粘土の挙動を大きな過圧密比をもつ粘土と同様に扱うべきではないと考えられる。

参考文献 1) 小田高明・三田地利之:土木学会第45回学術講演会講演概要集,1990 2) 小田高明・三田地利之:三軸試験に関するシンポジウム発表論文集,1991 3) Murakami, Y.: S & F, Vol. 19, No. 4, 1979
4) Mesri, G & Chou, Y. K.: Proc. 7th ARCSMFE, Vol. 1, 1979 5) Skempton, A. W.: Geotechnique, Vol. 10, No. 4 1960 6) 中瀬明男他: 港湾技術研究所報告, 第8巻, 第4号, 1969

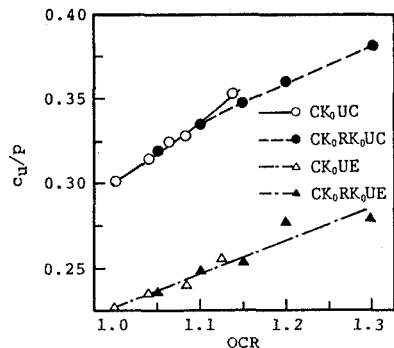


図-3 非排水強度と過圧密比との関係

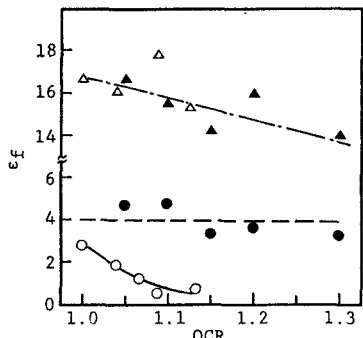


図-4 軸差応力最大時の軸ひずみと過圧密比との関係

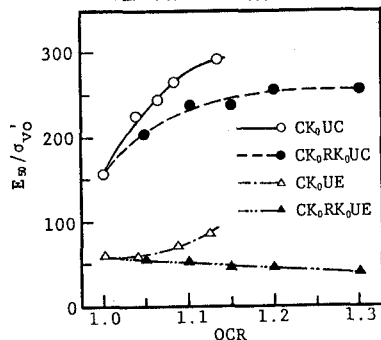


図-2 変形係数と過圧密比との関係

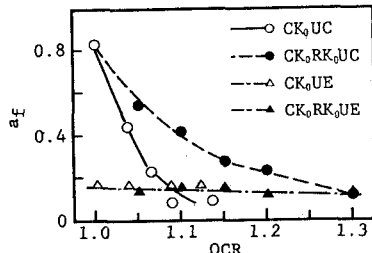


図-5 軸差応力最大時の間隙水圧係数と過圧密比との関係