

各種の圧密履歴をうけた飽和粘土のせん断挙動

徳山工業高等専門学校 正員 藤原 東雄
同 上 正員 〇上 俊二

1. はじめに

自然堆積地盤は応力解放により過圧密状態に至る以外に、例えば、続成作用（エイジング効果を含む）や膠結作用のように地質学的レベルでの長時間効果により粘性土が過圧密土に類似した挙動を示すことがある。また、地震時のように比較的短期間に急速荷重の連続的負荷あるいは圧密途中、何らかの理由で排水が阻止されたために発生する間隙水圧により有効応力低下をきたすためみかけ上過圧密状態を誘起されることがある。著者らは、上述した種々の要因で過圧密状態に至った飽和粘土のせん断強度を正規圧密土のせん断強度から推定する試みを行っている。その妥当性を確かめるため、圧密履歴を各種に変化させた非排水三軸圧縮試験を行ったのでその結果を報告する。

2. 実験概要

試料は、福岡県前田港に分布する沖積粘土を使用した。物理的性質は（比重 $G_s=2.67$ ，液性限界 $WL=90\%$ ，塑性指数 $Ip=60$ ，圧縮指数 $C_c=0.705$ ，膨潤指数 $C_s=0.095$ ，二次圧密係数 $C_\alpha=0.021$ ）である。実験方法は、試料を液性限界以上の含水比でよく練り返し、60kpaの等方圧で1ヶ月間予圧密を行い、高さ $H=8.5\text{cm}$ ，直径 $D=3.5\text{cm}$ の供試体を作製した。三軸室に供試体をセットした後、表-1に示すように所定の拘束圧で等方圧密を行ない、所定の過圧密比の拘束圧に除荷した後、非排水せん断試験を行うもの（シリーズI）と所定の拘束圧で等方圧密を行い所定の圧密時間になると排水を阻止し、非排水せん断試験を行うもの（シリーズII）の二種類の実験を行った。せん断速度は $0.08\%/min$ とし、バック・プレッシャーは圧密段階より100kpa負荷した。

表-1. 実験条件

(Series I)			
圧密圧力 σ_c (kpa)	過圧密比 n	圧密時間 t_c	除荷時間 t_s
100 200 300 400 500 600	1~12	3days	1day

(Series II)	
圧密圧力 σ_c (kpa)	圧密時間 t_c
100 200 300 400	15min 30min 60min 1day 30days

3. 実験結果と考察

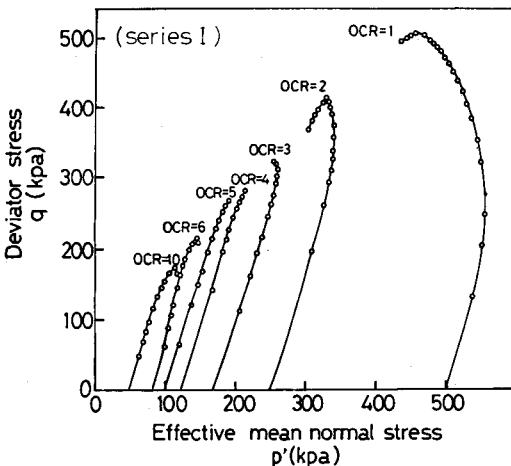


図-1(a) 有効応力経路 (シリーズI)

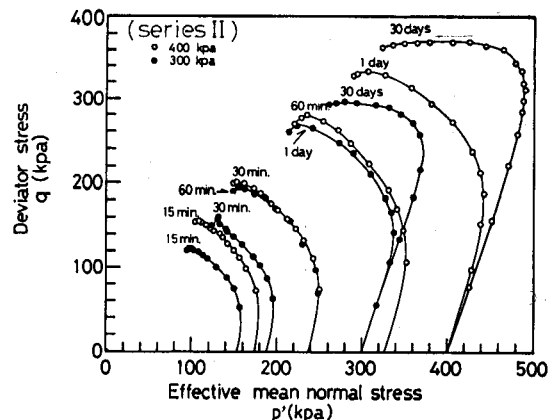


図-1(b) 有効応力経路

図-1(a,b)に有効応力径路を示す。シリーズIでは、過圧密比が高くなるに伴いせん断強度が低下し、過圧密土特有の径路を描くことがわかる。シリーズIIでは、圧密時間が短い程せん断強度が低下する。また30daysの径路では時間効果の影響を受け、せん断初期においては間隙水圧の発生量が少なく他の径路とは形状を異にしている。

図-2に主応力比最大時の $(\sigma_1' + \sigma_3')/2 \sim (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ の関係を示した。有効応力で整理すると、圧密履歴の影響によらず破壊時の応力状態はほぼ一本の破壊線上に集り、この粘土では強度定数 $c' = 3 \text{ kPa}$, $\phi' = 27^\circ$ を得た。

図-3には、シリーズIより求めた非排水せん断強度比 C_u/p へ過圧密比 n の関係を両対数軸上にプロットしたものである。両者には直線関係があり、過圧密土と正規圧密土の強度比は、

$$\frac{(C_u/p)_{oc}}{(C_u/p)_{nc}} = n^{\Lambda_0} \quad \text{---(1)} \quad (\Lambda_0: \text{実験定数})$$

で表わされる。

式(1)の関係より、長時間圧密を受け見かけ上過圧密状態にある土の強度変化は、

$$\frac{C_{uo}}{C_{un}} = \beta^{\Lambda_0} \left(\frac{t_f}{t_0} \right)^{R \frac{\Lambda_0}{1-\lambda}} \quad \text{---(2)}$$

で表わす。ここで、 β : エージング効果を示す指数、 t_0, t_f : 一次圧密終了及び圧密終了時間、 $R = C_{\alpha}/C_c$, $\lambda = C_{\beta}/C_c$ である。また、急速荷重あるいは圧密阻止により間隙水圧 Δu が発生したとすると強度変化は、

$$\frac{C_{uo}}{C_{un}} = \left(\frac{1}{1 - \frac{\Delta u}{p_c}} \right)^{\frac{\Lambda_0}{1-\lambda} - 1} \quad \text{---(3)}$$

で表わす。ここで、 p_c : 圧密圧力である。シリーズIIの1dayの強度を C_{un} として、計算値と実験値の比較を図-4に示した。両者は対応する傾向が見られるが完全に一致しておらず、パラメータの取り扱い方に安定性が欠けること、供試体内の有効応力分布の不均一性などが考えられるが、今のところうまく説明できない。現在、90daysの実験を実施中である。

4. あとがき

各種の圧密履歴をうけ過圧密状態に至った粘性土のせん断強度を正規圧密土の強度より推定する試みを行っているが、次のことが明らかになった。1) 強度定数 c' , ϕ' は圧密履歴の相違によらず、ほぼ一定である。2) 種々の要因で過圧密状態に至った粘性土のせん断強度は、正規圧密土のせん断強度より推定できそうであるが、パラメータの決定にはまだ問題が多く、多くの実験が必要である。

5. 参考文献 1) 安原・平尾・藤原・土; 擬似過圧密土のせん断強度について, 第37回土壌学会学術講演会概要集 (1982)

2) Murakami, Y; Excess pore-water pressure and preconsolidation - , S&F, vol. 19, No. 4 (1979)

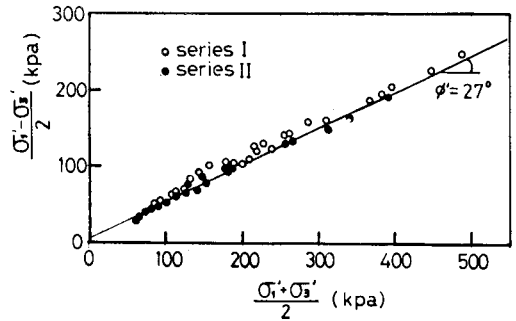


図-2 $(\sigma_1' + \sigma_3')/2 \sim (\sigma_1 - \sigma_3)/2$ の関係

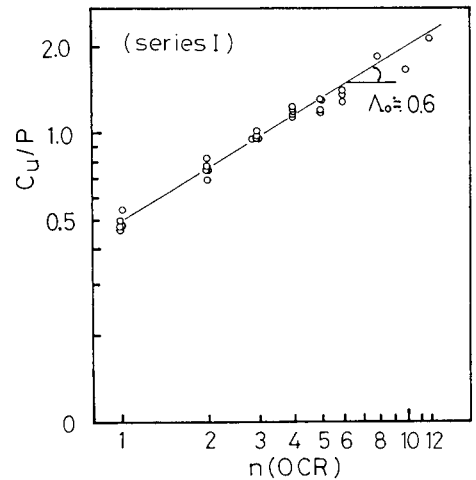


図-3 $C_u/p \sim n$ の関係

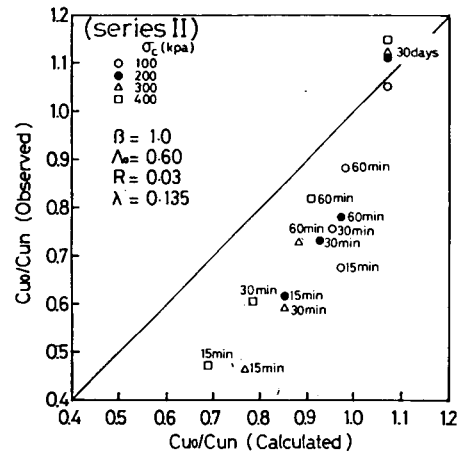


図-4 計算値と理論値の関係