

Ⅲ-A198

定動水勾配圧密試験で得られた圧密降伏挙動

横浜国立大学大学院
横浜国立大学工学部学生会員
正会員田中 洋輔
今井 五郎

1. はじめに

筆者らは、過圧密領域における圧密特性の研究を行うために、圧密試験の実験手法に関する研究を行ってきた。¹⁾²⁾また、今井らは一次元圧密の構成方程式は、粘土固有に定まることを示している。³⁾そこで、本研究では、間隙水圧増減手法を応用した定動水勾配圧密試験を行った。⁴⁾そして、間隙比変化速度 $\dot{e}$ の変化に着目して、圧密降伏前後の挙動に関して詳細に調べた。

2. 実験装置および実験方法

試料として横浜南本牧沖で採取した粘性土(YNU 3粘土)を使用した(密度 2.68(g/cm³), LL=121%, PL=54%)。実験装置として供試体底面の間隙水圧が測定可能である密閉型圧密容器をセル内に納めたものを使用した(図1参照)。そして、供試体の排水面側の間隙水圧を制御し、排水面と非排水面の水圧差を一定に保つことにより、定動水勾配圧密試験を実施した。⁴⁾なお、実験中の供試体上下の水圧差 Δu を9.8kPaあるいは39.2kPaとした。

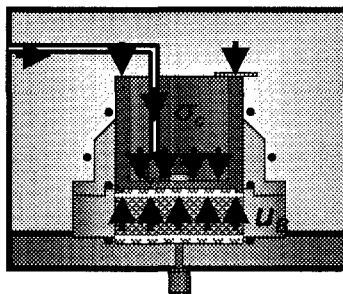


図1 圧密容器の概略図

3. Γ^* について

ここで、 $\log(1+e) - \log \sigma'$ 曲線上における間隙比変化速度 $\dot{e}$ 一定線の傾きを C_c^* として、(1)式により Γ^* を算出した。

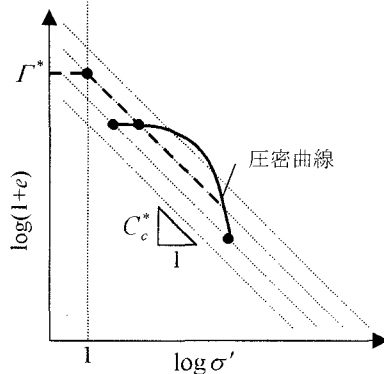
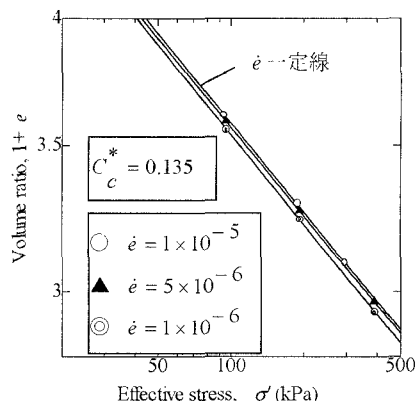
$$\Gamma^* = \log(1+e) + C_c^* \log \sigma' \quad \cdots (1)$$

$$C_c^* = \frac{\log(1+e/1+e_0)}{\log(\sigma'/\sigma'_0)}$$

Γ^* とは、圧密中の状態点 $(1+e, \sigma')$ に対し、 C_c^* に平行に延長した線と $\log \sigma' = 1$ 上の交点における $\log(1+e)$ の値である。また、 C_c^* は実験結果をもとに算出した。ある大きさの $\dot{e}$ に対応する状態点を抜き出し、それぞれの $\dot{e}$ に対して最小二乗法による近似を行い C_c^* を算出した。また、抜き出した $\dot{e}$ は圧密降伏後の状態点のみを対象とした。

図3は、代表的な実験データとして、実験⑩のデータより算出した C_c^* である。図3より、 $\dot{e}$ の値が大きいほど $\dot{e}$ 一定線が外にシフトしていることがわかる。また、各 $\dot{e}$ 一定線の傾きは、ほぼ平行であり、 $C_c^* = 0.135$ となった。

今回の発表では、定動水勾配圧密試験における圧密降伏前後の $\Gamma^* - \log \dot{e}$ の変化を調べた。

図2 Γ^* の定義図3 実験結果より求めた C_c^* (実験⑩の実験データ)

定動水勾配圧密試験、圧密降伏、間隙比変化速度

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-15 横浜国立大学、Tel 045-339-4030、Fax 045-331-1707

4. 実験結果および考察

今回は、幾つかの実験の中から代表して、実験⑪の荷重過程における実験結果を示す。図4は実験⑪の有効応力履歴を示す。予圧密荷重49kPaの供試体に対し、予め24.5kPaまで段階荷重した後に定動水勾配圧密試験に移る。最初に98kPaまで(A→B)、次に196kPaまで(B→C)荷重を行った。そして、98kPaまで除荷した後、再び392kPaまで再荷重を行った。なお、荷重過程のA→B、D→E間の Δu は9.8kPa、B→C、C→D間の Δu は39.2kPaとした。

図5は、実験⑪の $\log(1+e) - \log \sigma'$ 関係を示す。なお、実験結果の整理にあたり、供試体内の平均有効応力 σ' の値は定ひずみ速度圧密試験の結果の整理方法に準じて、 σ' の分布を放物線と仮定して算定した。また、図中の直線は $C_c^* = 0.135$ の任意の直線である。図5の圧縮曲線を見ると、 $\Delta u = 39.2\text{kPa}$ の場合(B→C)が $\Delta u = 9.8\text{kPa}$ の場合(D→E)よりも外側にスライドしている傾向も見うけられる。

図6は実験⑪の各段階(A→B、B→C、D→E)における Γ^* と $\dot{e}$ の変化を示した。なお、グラフの縦軸は $\dot{e}$ の対数(/sec)、横軸は Γ^* の算術目盛とした。各段階とも、降伏前の段階では $\dot{e}$ 一定を保ちながら Γ^* が増加していく。この時、B→C間の初期の $\dot{e}$ が他の場合よりも大きい、これは Δu の大きさの違いによるものであり、 Δu が大きいほど $\dot{e}$ が大きくなることを示している。そして、 Γ^* が最大値をとった後に減少していく。この時、初期の経路が異なるにもかかわらず、各段階とも同じ降伏曲面をたどりながら、 Γ^* 、 $\dot{e}$ が減少していることがわかる。これは、応力レベルによらず粘土固有に定まる降伏曲面が存在することを示している。また、図7は $\log \dot{e} - \log \sigma'$ 関係を示している。図6と比較してみると、動水勾配制御中は図6中の曲線の折れ曲がり部分の付近にあることがわかる。そして、定動水勾配制御終了後に図7では $\dot{e}$ が急激に減少しており、この部分が図6の降伏曲面上を移動していることを示している。

5. まとめ

定動水勾配圧密試験の実験結果から、 $\Gamma^* - \log \dot{e}$ 関係を用いることで、粘土固有に定まる降伏曲面が存在することが確認できた。

《参考文献》

- 1) 今井ら(1997)、間隙水圧増加によるオedometer除荷試験の試み、第32回地盤工学研究発表会、pp425-426
- 2) 今井ら(1997)、オedometer試験から得られた粘土の除荷・再荷重過程の応力-歪挙動、第32回地盤工学研究発表会、pp423-424
- 3) 今井ら(1987)、一次元圧密に対する状態曲面の存在について、第22回土質工学研究発表会、pp217-220
- 4) 今井ら(1998)、間隙水圧制御による定動水勾配圧密試験、第33回地盤工学研究発表会

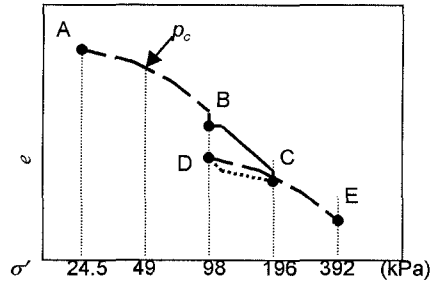


図4 実験⑪の応力履歴

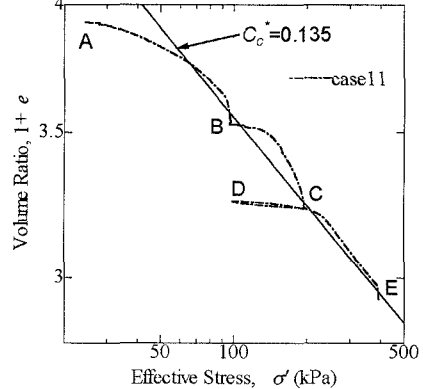


図5 $\log(1+e) - \log \sigma'$ 関係(実験⑪)

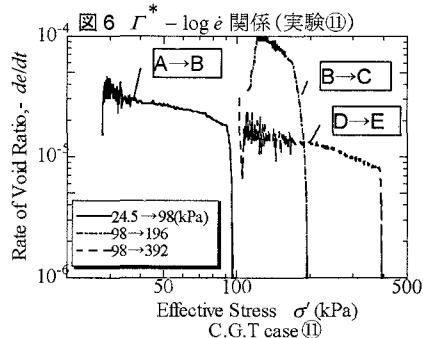
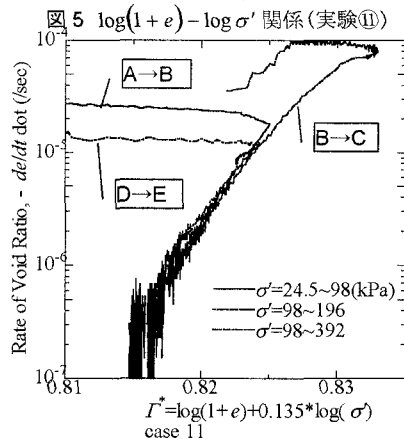


図7 $\log \dot{e} - \log \sigma'$ 関係(実験⑪)