

III-200

三軸試験による未圧密粘土の非排水強度特性

信州大学 正〇梅崎健夫 学 広田祐司

正 川上 浩

1. まえがき 圧密過程における粘土の強度増加特性を明らかにするために、新たに考案した装置を用いて供試体の間隙水圧を制御した三軸圧縮試験を実施した。考案した装置は、供試体周囲からの排水経路中にセラミックチップを挿入したものであり、圧密過程の供試体を近似的な要素として評価し一次圧密過程にある未圧密粘土の三軸圧縮試験を実施できるものである。

本文は、標準試験との比較により本装置の有用性を示すとともに圧密過程の間隙比と有効応力の関係、圧密度および非排水強度特性について検討した。

2. 試験装置の原理

考案した間隙水圧制御装置(Pore water pressure Control Device, 以下P.C.Dと略す)の原理を図-1に示す。CU試験のような標準試験においては、圧密過程において周面排水とした際に供試体周囲の間隙水圧は直ちに背圧と等しい値になり、過剰間隙水圧が完全に消散するまでの過程においては供試体の応力と変形が均一ではない。既往の研究¹⁾においては、圧密打ち切り後に間隙水圧の均一化の過程を設けて未圧密粘土の三軸圧縮試験を実施していた。

圧密過程における供試体の中心(非排水面)と周面の間隙水圧の差をできるだけ小さくすることができれば供試体の応力と変形が均一となり、圧密過程の供試体を近似的な要素として評価することができるものと考ええる。そのためには供試体周囲に間隙水圧(Δu)を生じさせる必要があり、簡便な方法として供試体周囲からの排水経路中に供試体と同程度の透水係数(k)をもつ物質を挿入することが考えられる。間隙水圧(Δu)の値は、動水勾配(i)と排水距離(H)により決定されるので、挿入する物質の透水係数(k)、厚さ(H)および断面積(A)の値に応じて変化する。本研究では、セラミックチップ(厚さ0.47cm、直径2.31cm、断面積4.19cm²、透水係数 8.1×10^{-8} cm/s、 $A \cdot E \cdot V = 0.8$ kgf/cm²)を採用した。

3. 試験方法 試料はカオリン($G_s=2.759$, $w_L=75.7\%$, $I_p=39.4$)である。供試体は0.5kgf/cm²で予圧密した試料を直径5cm、高さ10cmにトリミングしたものである。二重負圧法により脱気して背圧2.0kgf/cm²を負荷した後、まず有効圧密応力0.8kgf/cm²で圧密を終了させた(3t法=100%圧密)、次に圧密応力を1.6kgf/cm²に増加させて所定の圧密時間で圧密を

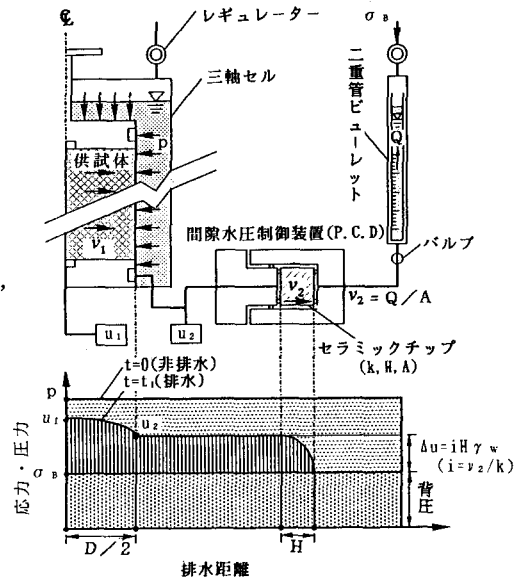


図-1 間隙水圧制御装置(P.C.D)の原理
(Pore water pressure Control Device)

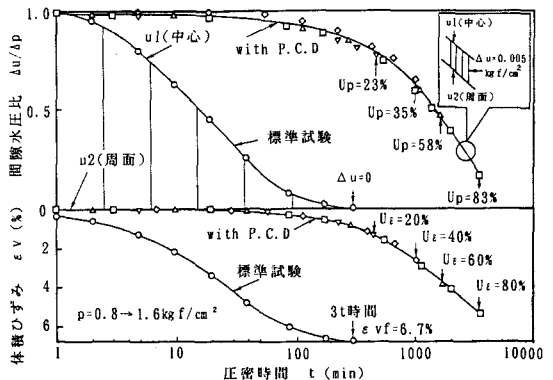


図-2 間隙水圧比・体積ひずみ-時間曲線

打ち切り、直ちに非排水せん断（ひずみ速度0.07%/min）を行った。供試体上下端面はルブリケーションを施し、間隙水圧は供試体底面中心（ u_1 ）と周面（ u_2 ）で測定した。また、厚さ0.3mmのメンブレンを用い表面にシリコングリスを塗布した。

4. 試験結果および考察

（1）圧密過程における間隙水圧と体積ひずみ

図-2に標準試験とP.C.Dを用いた試験における間隙水圧および体積ひずみの経時変化を示す。圧密過程において標準試験では供試体の中心と周面の間隙水圧に大きな差が生じているのに対して、P.C.Dを用いた試験では、その差はほんの僅かであり、供試体の応力と変形は均一に生じているものと思われる。すなわち、実地盤の圧密における地盤内の分割要素の圧密過程を再現するためにP.C.Dを用いた試験は有効である。

（2）圧密過程における $e - \log p'$ 関係および圧密度

図-3に圧密過程における間隙比と有効応力の関係を示す。 $e - p'$ 関係は正規圧密線（N.C.L）上を辿るのではなく、アイソタッチの圧密理論や分割型圧密試験の結果²⁾で示されるように、上方に逸脱した経路を辿る。

図-4に応力およびひずみに関する圧密度の経時変化を示す。従来、圧密過程における $e - \log p'$ の直線関係を前提にして U_p は U_ε より遅れ、その遅れは荷重増加率に依存すると理解されていたが³⁾、 U_p は必ずしも U_ε より遅れて進行するものではないことが示された。

（3）非排水強度と圧密度および間隙比の関係

図-5に圧密度と非排水強度の関係を示す。非排水強度は圧密度に比例して増加するのではなく、強度増加は圧密度の増加より遅れて生じる。

図-6に間隙比と対数表示した非排水強度の関係を示す。従来から $e - \log cu$ の直線関係が成り立つことが報告されていたが、P.C.Dを用いた要素試験によりこの関係を新たに検証することができた。この関係は圧密過程の強度増加を評価するうえで圧密度に代わる重要な特性である。

5. まとめ 主な結果をまとめると次のようである。①考案した間隙水圧制御装置（P.C.D）は圧密過程を要素試験として再現するために有効である。②圧密過程の $e - \log p'$ 関係はN.C.Lの上方に逸脱した経路を辿る。③ U_p は必ずしも U_ε より遅れて進行しない。④強度増加は圧密度より遅れて生じる。⑤間隙比と非排水強度の間に $e - \log cu$ の直線関係が成り立つ。⑥内部摩擦角 ϕ' と破壊線は圧密時間に依らず一定である（本文では割愛）。

【参考文献】

- 1) 梅崎ら：第28回土質工学研究発表会，pp.685-688，1993。
- 2) Imai et al.：12th I.C.S.M.F.E.，Vol.1，pp.57-60，1989。
- 3) 土質工学ハンドブック，p.164，1982。

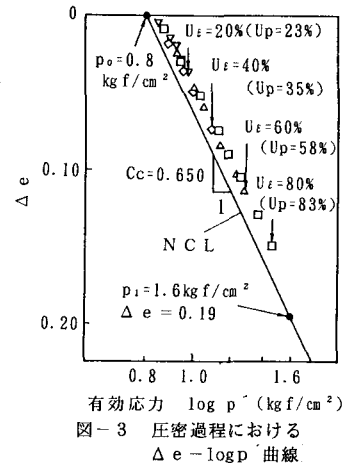


図-3 圧密過程における $\Delta e - \log p'$ 曲線

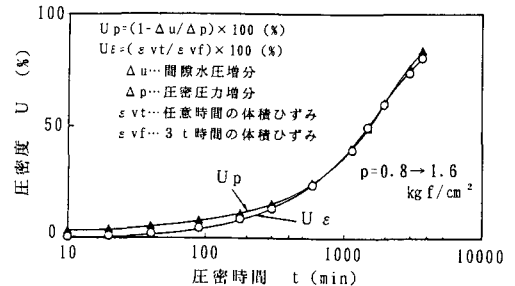


図-4 圧密度-時間曲線

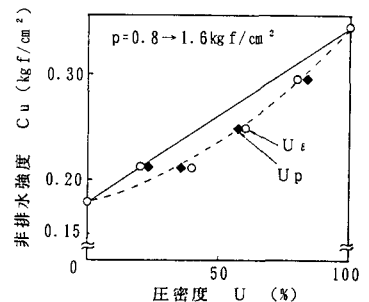


図-5 非排水強度と圧密度の関係

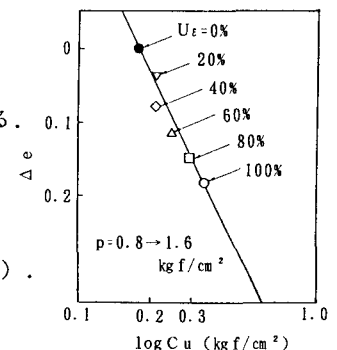


図-6 未圧密粘土の $\Delta e - \log Cu$ 関係