

未圧密粘土の三軸圧縮試験

信州大学 学○広田 祐司 信州大学 正 梅崎 健夫
信州大学 正 川上 浩 信州大学 学 小野 正史

1. まえがき 圧密過程の粘土の強度特性を明らかにするために、供試体の間隙水圧を制御する装置を考案した。本装置は、供試体周面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度および間隙比と有効応力の関係について検討した。

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面の間隙水圧は直ちに背圧と等しい値となり、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する。そのためには供試体周面に間隙水圧 (Δu) を生じさせる必要があり、簡便な方法として供試体周面からの排水経路中に供試体と同程度の透水係数 (k) を持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。

3. セラミックチップの選定 本研究では挿入する物質としてセラミックを採用した。P.C.Dで用いるセラミックチップを3種類準備し、次の2つの項目について検討した。

- ①粘土供試体と同程度の透水係数であること
- ②A.E.V (Air Entry Value) 値ができるだけ小さいこと

表-1に透水試験とA.E.V試験の結果を示す。透水係数は同程度であったがA.E.V値が最も小さいセラミックAを使用することに決定した。なお、三軸試験装置に接続して測定した透水係数は $k=0.81 \times 10^{-7}$ cm/sである。

4. 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0.5 kgf/cm²で予圧密した試料を直径5cm、高さ10cmにト

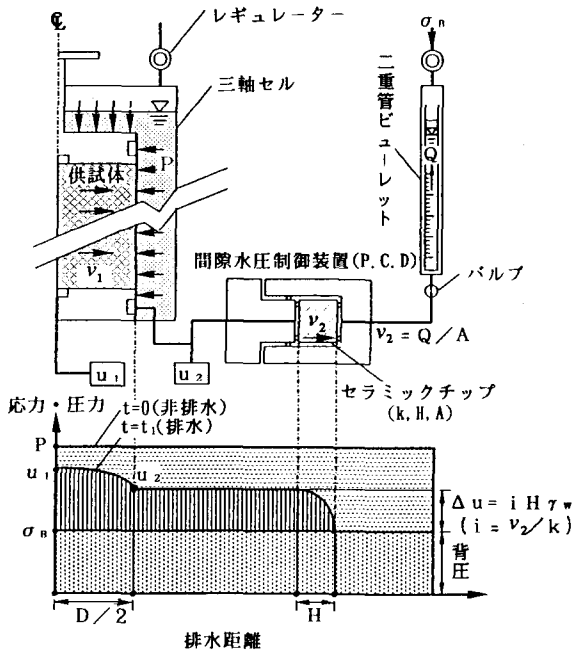


図-1 間隙水圧制御装置 (P.C.D) の原理
(Pore water Pressure Control Device)

表-1 セラミックチップの選定

	A	B	C
厚さ H cm	0.47	0.42	0.57
直径 D cm	2.31	2.26	2.30
断面積 A cm ²	4.19	4.01	4.30
透水係数 k 10 ⁻⁷ cm/s	0.81	—	—
	20.8*	10.2*	14.5*
A.E.V kgf/cm ²	0.80	2.68	3.90

*測定時の装置の経路が異なる。

リミングしたものである。二重負圧法により脱気した後、背圧2.0 kgf/cm²、有効圧密応力1.6 kgf/cm²で周面排水の圧密試験を実施し、間隙水圧を供試体底面中心 (u_1) と周面 (u_2) で測定した。なお、厚さ0.3 mmのメンブレンを用い、表面にシリコングリースを塗布した。

5. 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は標準試験と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したものである。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が均一に生じているものと思われる。ただし、間隙水圧の消散に長期間を有し10日間を経過した時点よりメンブレンの透水が認められたので試験を中止した。

(2) 圧密度および $e - \log P'$ 関係

P.C.Dを用いた試験において供試体の間隙水圧を $\Delta u = (2u_1 + u_2)/3$ として評価し、有効応力およびひずみに関する圧密度を次のように算定した。

$$U_p = (1 - \Delta u / \Delta P) \times 100 \quad (\%)$$

$$U_\varepsilon = (\varepsilon_{vt} / \varepsilon_{vf}) \times 100 \quad (\%)$$

ここで、 ΔP は圧密応力、 ε_{vt} は任意の圧密時間における体積ひずみ、 ε_{vf} は3t時間における体積ひずみである。

図-3は圧密度の経時変化を示したものである。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言われてきたが²⁾、本試験では U_p の進行の方が速く圧密度50%を越えると両者はほぼ一致している。

図-4は圧密過程における $e - \log P'$ の関係を示したものである。 $e - \log P'$ 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³⁾で示されるように上方に逸脱した経路を辿る。

6. まとめ 考案した間隙水圧制御装置(P.C.D)は、圧密試験および一次圧密過程にある未圧密粘土の三軸試験に対して有効であることが認められた。本装置は簡単なものであり、標準試験と同じ手順で試験を実施できる。今後は未圧密粘土の強度定数や非排水強度について検討を進めていく。

参考文献 1)梅崎ら：第28回土質工学会研究発表会，pp.685-688. 2)土質工学ハンドブック，p.164,1982.

3)Imai et al.:Proc. 12th I.C.S.M.F.E.,Vol.1, pp.57-60,1989.

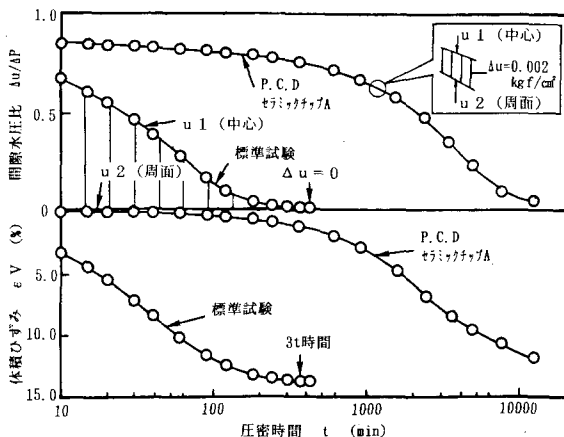


図-2 間隙水圧比・体積ひずみ-時間曲線

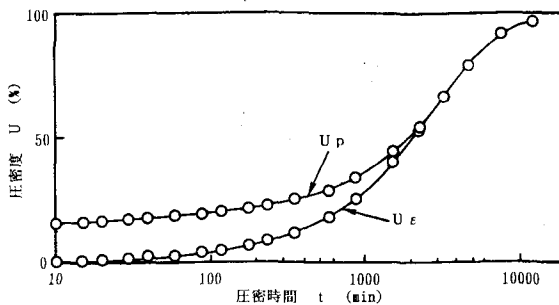


図-3 圧密度-時間曲線

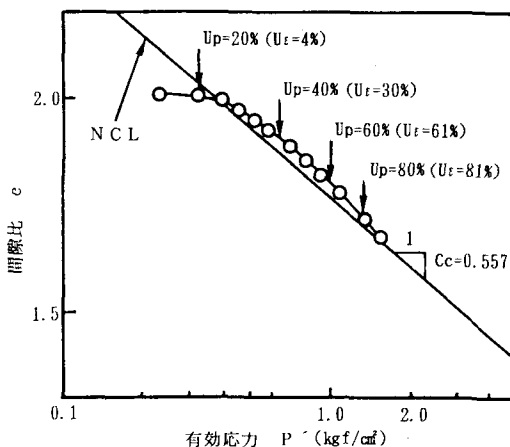


図-4 $e - \log P'$ 曲線