

Ⅲ-A181 透水試験と圧密試験より得られた透水係数の比較

広島大学大学院 学生会員 梅原 健
 広島大学工学部 正会員 森脇 武夫
 広島大学工学部 学生会員 堀内 京子
 広島工業大学 正会員 吉國 洋

1.はじめに：圧密試験より透水係数を求める場合、弾性圧密理論を介して間接的に求めているので、圧密試験より求めた透水係数が真の透水係数を表しているとは限らない。Yoshikuni ら¹⁾は定ひずみ速度圧密試験（CRS 試験）が“圧縮試験を兼ねた透水試験”であると考えて、特定の圧密理論を介さずに透水係数を求める方法（以下、提案法）を提案した。そこで本研究では、短時間でできるフローポンプを用いた透水試験から求めた透水係数と CRS 試験から提案法により求めた透水係数、および標準圧密試験（STD 試験）から求めた透水係数を比較検討する。

表1 試料の物理特性

2.実験方法：試料は、広島市五日市沖で採取した広島粘土と舞鶴市舞鶴湾沖で採取した舞鶴粘土である。粒度調整の後、スラリー状にし両面排水条件の下、49kPa で一次元圧密した再圧密粘土を使用した。試料の物理特性を表1に示す。

	W _L (%)	W _P (%)	I _p	G _s
広島粘土	80.50	35.50	45.00	2.640
舞鶴粘土	83.32	31.53	51.79	2.736

図1にフローポンプを用いた透水試験装置の概要を示す。密閉型圧密試験容器を標準圧密試験装置にセットし間隙比を変化させるために荷重増加率 1.0 の段階荷重で 24 時間荷重した。その後、一定荷重の下でフローポンプにより供試体底部から水を流入させ、流速 v が 0.0001cm/min 及び 0.0002cm/min となるような流量を与えた。流入面での発生間隙水圧が落ち着いたときを定常状態とし、そのときの間隙水圧増分 Δu を用いて式①より透水係数を求める。なお、流速 0.0001cm/min の透水係数を k_{PER1} 、流速 0.0002cm/min の透水係数を k_{PER2} で表す。

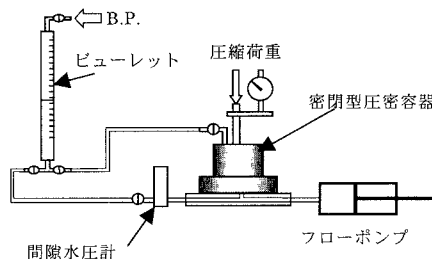


図1 透水試験全体図

$$k_{PER} = \frac{v \cdot H}{\Delta u / \gamma_w} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \text{①} \quad k_{CRS} = \frac{\dot{\epsilon} \cdot H_0 \cdot H \cdot \gamma_w}{2u_b} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad \text{②}$$

式①において、 v ；フローポンプによって押し出す流量、 H ；透水試験時の供試体高さである。CRS 試験は地盤工学会基準（JIS T 412-1993）に準じて行い、試験装置は基準の条件を満たす密閉型圧密試験容器を使用した。ひずみ速度は、表1の I_p より与えられる値 0.01%/min で行い、バックプレッシャーは 196kPa を負荷した。比較試験として、ひずみ速度 0.05 と 0.005%/min についても行った。CRS 試験において求める透水係数は、地盤工学会基準に示される Wissa の方法と Yoshikuni ら¹⁾による提案法で求めた。提案法における透水係数 k_{CRS} は式②で算出する。式②において、 $\dot{\epsilon}$ ；ひずみ速度、 H_0 ；初期供試体高さ、 H ；任意時刻 t における供試体高さ、 u_b ；任意時刻 t における非排水面で発生する間隙水圧である。これは、任意時刻における透水係数をその時の間隙水圧と供試体高さおよびひずみ速度から直接計算しているのが特徴である。圧密試験の比較として、標準圧密試験（JIS A 1217）を行った。STD 試験の透水係数は弾性圧密理論により求める k_{STD} と k_{STD} に一次圧密比を乗じた k'_{STD} である。

3.結果及び考察：CRS 試験より得られた $e \sim \log \sigma'$ 関係におけるひずみ速度の影響について述べる。図は省略するが、両方の粘土とも今回のひずみ速度の範囲ではひずみ速度が大きくなると $e \sim \log \sigma'$ 曲線は右にシフト

キーワード：透水試験，圧密試験，透水係数，CRS 試験，粘土

連絡先：東広島市鏡山 1-4-1， TEL and FAX (0824)24-7785

する傾向は認められたが、その影響は無視できる程度であった。また、STD 試験の結果とよく一致していた。CRS 試験より得られた $e \sim \log k$ 関係におけるひずみ速度の影響及び整理法の違いについては文献 2 で報告している。図は省略するが、ひずみ速度が小さくなるほど $e \sim \log k$ 関係にばらつきが見られた。また、整理法による違いでは、従来の学会基準の方がばらつきが顕著であり、任意時刻における値を直接計算式に代入している提案法の方が CRS 試験における透水係数の算定法として適していると判断できた。よって本報告における CRS 試験の透水係数の値は、標準的なひずみ速度 $0.01\%/min$ のものに対して提案法によって求めた値を使用する。

透水試験における間隙水圧の上昇過程を図 2 に示す。なお、この図では発生間隙水圧を与えた流速で除して示してある。この図より、間隙比が小さくなるほど同一流速における発生間隙水圧が大きくなっていることがわかる。また、間隙比がほぼ等しい場合を比較すると、 $\Delta u/v$ の値はそれぞれの間隙比に応じてほぼ等しくなっていることがわかる。流速による違いは、間隙比が小さくなるほどに $\Delta u/v$ の差が大きくなっている。これらは、舞鶴粘土においても同じ傾向を示した。また、舞鶴粘土における発生間隙水圧挙動は、流速が 0.0001cm/min の時に広島粘土と同じピークを持つ傾向を示し、流速が 0.0002cm/min においては徐々に定常値に近づいている。これは、間隙水の流入経路中に存在する気泡の影響によるものではないかと思われる。

図 3 に CRS 試験, STD 試験, および透水試験より求められた $e \sim \log k$ 関係を示す。透水係数は、全体的に両試料とも試験法による極端な違いは見られなかった。厳密に見ると、広島粘土においては、 k_{PER1} と k_{PER2} と k'_{STD} はほぼ一致し、 k_{CRS} は k_{PER1} と k_{PER2} , k'_{STD} より大きく、 k_{STD} より小さな値となった。舞鶴粘土においては、 k_{PER1} , k_{PER2} , k_{CRS} , および k'_{STD} の三者がほぼ一致し、 k_{STD} は若干大きな値を示した。今回の実験において、透水試験によって得られた透水係数 k_{PER1} と k_{PER2} は STD 試験で得られた k'_{STD} とほぼ一致し、CRS 試験から得られた透水係数 k_{CRS} は k_{PER1} と k_{PER2} , k'_{STD} と一致する場合と一致しない場合があった。

4. まとめ: ①フローポンプを用いた透水試験から求めた透水係

数に及ぼす流速の違いによる影響は、ほとんど見られなかった。②試験方法の違う k_{PER} と k'_{STD} は一致した。 k_{CRS} は k_{PER} , k'_{STD} と一致する場合と若干大きくなる場合があった。

参考文献 1) H.Yoshikuni, T.Moriwaki, S.Ikegami, T.Xo(1995): Direct determination of permeability of clay from constant rate of strain consolidation tests, Proc. International Symposium on Compression and Cosolidation "IS-Hiroshima'95", Vol.1, pp.609-614.

2) 森島ら (1999) : 粘土の定ひずみ速度圧密試験における透水係数の決定法とその適用性, 第 34 回地盤工学研究発表会.

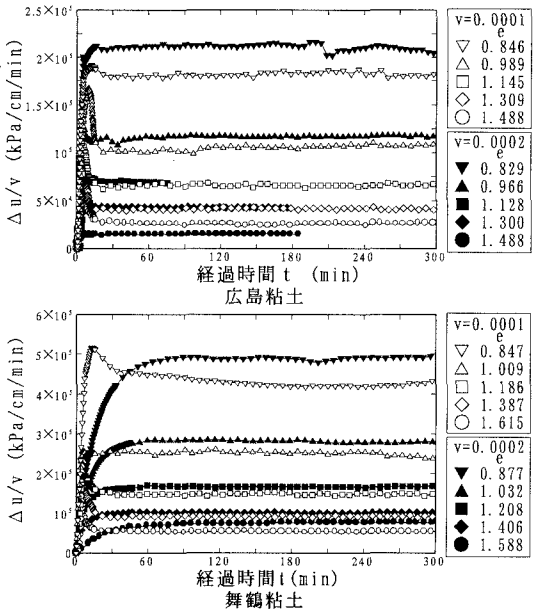


図 2 間隙水圧上昇過程

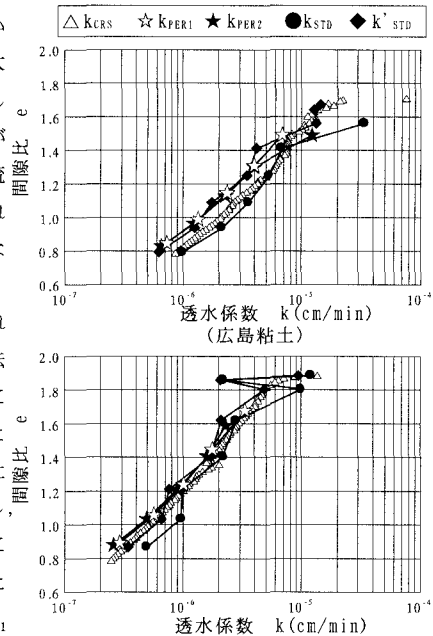


図 3 全試験比較 $e \sim \log k$ 関係