

自然堆積粘土地盤の水平方向透水係数の測定法に関する研究

呉工業高等専門学校 正会員 森脇 武夫
呉工業高等専門学校 学生員 ○丸亀 伸

1. 目的

自然堆積粘土は粒子形状と堆積状態より、鉛直方向に対して水平方向透水係数が大きくなる傾向がある。しかし、現在の段階载荷圧密試験や定ひずみ速度载荷圧密試験は、鉛直方向透水係数を計測する試験であり、粘土の水平方向透水係数を計測する試験は基準化されたものが無い。

そこで、これまでに三次元圧密試験機を用いた定ひずみ速度载荷圧密試験によって水平方向透水係数を計測する方法を開発しているが¹⁾、圧密試験によって算出される透水係数は荷重によって間隙水を絞り出し、間隙比が減少し続ける状態での透水係数であり、遮水地盤のように間隙比が変化しない状態での透水係数と一致するかという疑問があった。

本研究では、間隙比が一定の条件で透水係数を求めることができるフローポンプを用いた透水試験を実施し、定ひずみ速度载荷圧密試験から求められる透水係数と比較した。

2. 実験方法

フローポンプを用いた水平方向透水試験は、三次元圧密試験機とフローポンプおよびその制御装置を用いて行う。フローポンプ、三次元圧密試験機、間隙水圧測定装置等の試験装置の接続関係を図1に示す。図中の黒点がバルブの位置を示しており、各バルブを操作することによって、フローポンプへの給水、フローポンプからの送水、フローポンプの圧力測定を行うことができる。三次元圧密試験機において、中空円柱供試体の全ての境界面の変位を拘束した状態で上下端面を非排水状態とし、フローポンプから送水される一定の流量を外周面から内周面へ流れ、外周面と内周面の間隙水圧を測定する。供試体の各面の排水条件、変位条件、及び供試体寸法と流水の概略図を図2に示す。

载荷装置によって供試体を一定の圧密圧力で圧密した

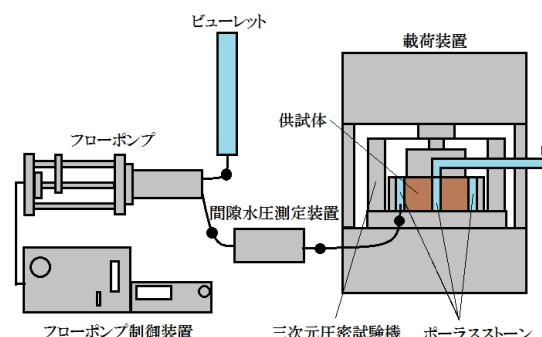


図1 各装置の接続関係

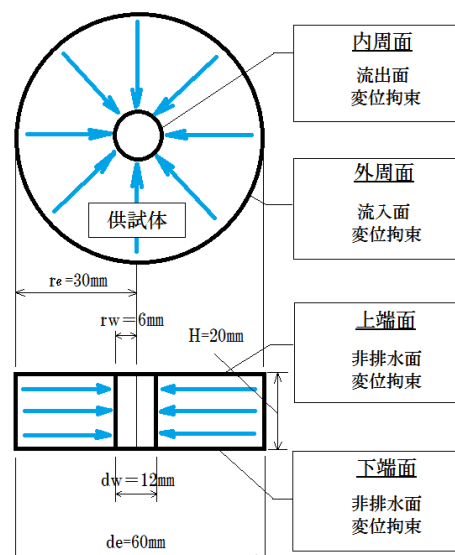


図2 供試体の形状と境界条件

のち、フローポンプから一定流量で送水を行うことによって、間隙比が一定条件での水平方向透水係数を算出することができる。

フローポンプの流量は、定ひずみ速度载荷圧密試験でひずみ速度0.02%/minで圧縮されるときに生じる流速と同じになるように設定し、実験を行う。水平方向透水係数 k_r は、ダルシーの法則と連続の条件式より、実験で得られた外周面・内周面の間隙水圧を用いて、以下の(1)式で算出することができる。

キーワード 水平方向透水係数, フローポンプ透水試験, 定ひずみ速度载荷圧密試験, 自然堆積粘土

連絡先 〒737-0004 広島県呉市阿賀南2丁目2番11号 呉工業高等専門学校 TEL0823-73-8478

$$k_r = \frac{\rho_w g \ln n}{2\pi H} \frac{Q}{u_e - u_w} \dots (1)$$

ここに、 H は供試体高さ(m)、 n は中空円柱供試体の内外径比 ($n=r_o/r_w$)、 Q はフローポンプからの流量 (m^3/s)、 u_e は供試体外周面の間隙水圧(kN/m^2)、 u_w は供試体内周面の間隙水圧(kN/m^2)である。

また用いた試料は、試料 1、試料 2 とともに木江港の不攪乱ボーリング試料で、試料 1 が GL9-9.8m、試料 2 が GL12-12.8m の試料である。

3. 結果

図 3、図 4 は、各試料における間隙比と透水係数の関係を、定ひずみ速度載荷圧密試験、フローポンプ透水試験の両試験の結果を同じグラフ上に表し、比較したものである。

図 3 は、試料 1 の間隙比と透水係数のグラフである。定ひずみ速度載荷圧密試験では連続的なデータが得られるため曲線で表されるが、フローポンプ透水試験では、100、200、400、800、1600kPa の各圧密段階で得られた値であるため、点として表される。

定ひずみ速度載荷圧密試験とフローポンプ透水試験の各グラフを比較すると、終始近似していることが分かる。また、圧密が進行するに従って、グラフの近似が高くなる傾向が見られた。

図 4 は、試料 2 の間隙比と透水係数のグラフである。

試料 1 のフローポンプ試験での各値は比較的直線的であったのに対し、試料 2 では曲線的なデータが得られた。これは、圧密圧力の小さな段階では浅い地盤の粘土である試料 1 が正規圧密領域であったのに対し、深い地盤の粘土である試料 2 は過圧密領域だったためと考える。試料 1 と同様に、試料 2 も終始グラフは近似しており、圧密が進行するに従って近似が高くなる傾向が見られた。

4. 結論

本研究では、三次元圧密試験機を用いた定ひずみ速度載荷圧密試験で求められる透水係数の妥当性を検証するために、定ひずみ速度載荷圧密試験及びフローポンプ透水試験を行い、それぞれの試験から求められる透水係数を比較した。

その結果、間隙比-透水係数関係をグラフ化したところ、試料 1、試料 2 とともに 2 つの試験で得られる結果

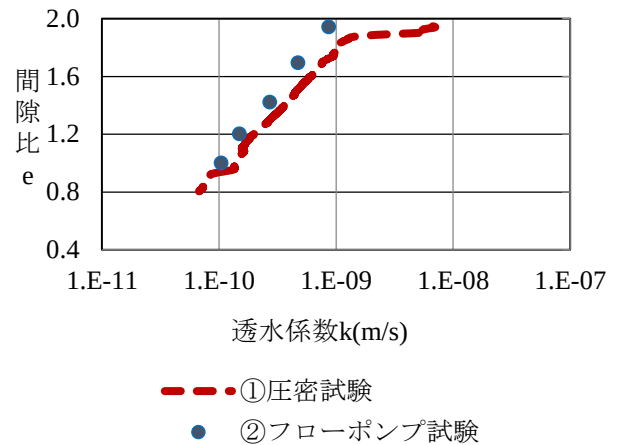


図 3 間隙比-透水係数関係図(試料 1)

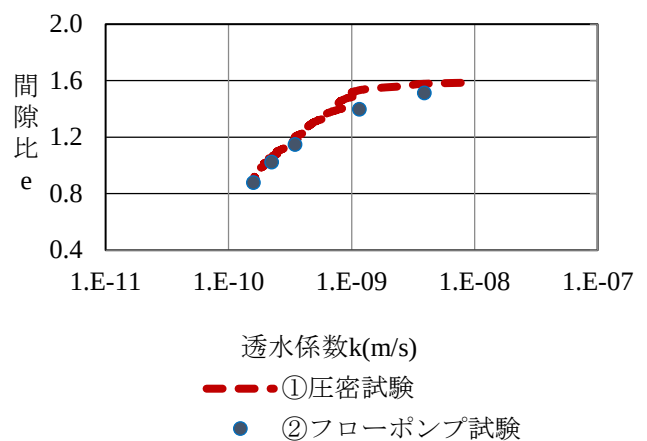


図 4 間隙比-透水関係図(試料 2)

が一致することが確認できた。

今回の実験は、2 種類の試料のみでの実施であることから、次年度以降追加の実験が必要ではあるが、三次元圧密試験機を用いた定ひずみ速度載荷圧密試験で求められる透水係数の妥当性を確認することができたと考える。

今後の研究では、別の試料にて鉛直方向圧縮・水平排水試験及びフローポンプを用いた水平方向透水試験を実施し、三次元圧密試験機を用いた定ひずみ速度載荷圧密試験で算出される透水係数の妥当性をさらに検証する。

参考文献

1) 森脇武夫, 佐藤友彦, 古屋智郷: 自然堆積地盤の水平方向透水係数の評価法, 第 57 回地盤工学シンポジウム, pp167-174, 2012.