

新しい飽和透水試験器の提案

東洋大学大学院 学生員 横山博司

東洋大学工学部 正会員 石田哲朗

1. はじめに

室内透水試験は計測する土質材料の透水性を予測し、定水位試験、変水位試験を選択し、その結果によっては選択した試験器を代えて確認することもある。現在規準化されている方法に従った試験器は簡単な仕組みで計測に問題が生じることも少ないが、試験の準備に時間がかかる場合が多い。そこで本報では、より操作が簡単で一度に5つの供試体の飽和透水試験ができて、定水位・変水位試験のどちらでも透水する段階で選択できる試験器を作成してみたので、その試験器の仕組みと試験結果について報告する。

2. 試験装置の仕組みと試験方法

提案する試験器の全体を写真1に示す。図1にはその断面図と装置の説明を記載した。試験装置全体の高さは110cmで、計測時に椅子にすわったまま目盛付きの排水管を無理なく読み取れる高さとした。底部には上部のチャンバー内に入れる水量(内径28cm, 高さ16cm, 体積 $9,850\text{cm}^3$)以上の貯水タンクと水中ポンプを配置してある。チャンバー内に入れる供試体寸法は、直径5.0cm, 高さ5.1cmで体積は 100cm^3 である。このサイズのカラムは締固めモールドのようにランマーを使用して締固めを行うことはできないが、締固めたモールドから試料を抜き出して、カラム内に成形することもできるし、突き棒で密度調整した試料を作ることもできる。また、市販されているコアサンプラーの採土缶と同一の寸法であり、原地盤より深さ方向へ連続して採取した不攪乱試料をそのまま供試体に用いることも可能である。この供試体の組立は図2に示したように受器と締付け用の蓋はワッシャとOリングを挟み込んだねじ込み式で、容易に給排水経路を確保できる。フィルタは網板、ステンレス・フィルタ($1.1 \times 10^{-3}\text{cm/s}$)を用意したが普通に使用するのには網板である。試料の粒径が細かい砂質土で試験中に流失すると思われる場合はステンレス・フィルタを使用するが、この場合は鉛直方向の二層の透水量を計測したと考えると、テルツァーギの提案した次式を用いて試料の透水性を求める必要がある。 $k_v = H / (H_1/k_1 + H_2/k_2 + \dots + H_n/k_n)$

次に、図1を使って試験手順を説明する。定水位透水試験では、供試体を設置したならチャンバーの蓋を閉じ①の圧力口から真空ポンプで吸引をすると、②のチューブを通じて目盛付排水管に入っている水が試料底面から徐々に供試体内に浸透していく。供試体の上部に設置したアクリル管の上端まで水位を上昇させ、目盛付排水管のバルブを閉じ、所定の時間真空ポンプを回す。吸引が終了後、チャンバー内を大気圧に開放し、水中ポンプでチャンバー水を送る。④のオーバーフロー用の排水口の水位を保って定水



写真1 飽和透水試験器

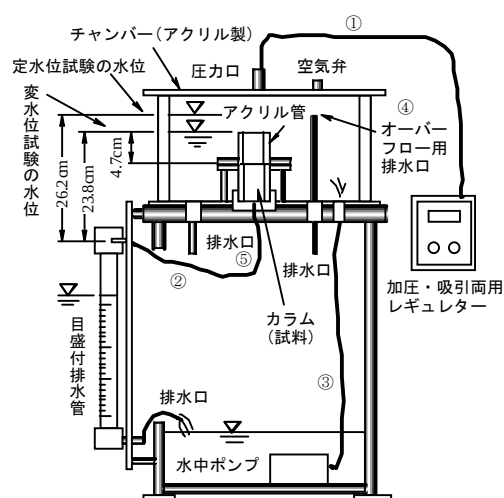


図1 試験器の断面図

Key Words: 飽和透水試験装置, 変水位・定水位試験, 室内試験

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井 2100 東洋大学工学部環境建設学科 Tel/Fax: 049-239-1409

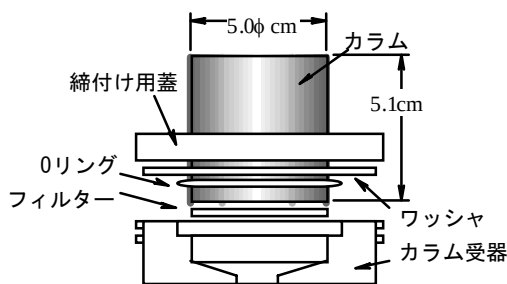


図2 供試体の組立

位透水試験が行える仕組みである。排水量は目盛付き排水管から読み取ればよい。計測時には2名は必要である。

変水位透水試験は、真空ポンプで吸引するところまでは同様であるが、チャンバー内への水の供給方法が異なる。水中ポンプで供試体上部の亚克力管の上端以上に水位を上昇させ、排水口⑤より亚克力管より下方へ水位を下げる。チャンバーを密封し、圧力口より所定の加圧を行う。チャンバー内の圧力が一定に落ち着いた後、目盛付き排水管のコックを開けて排水量を計測する。ただし、供試体上部の亚克力管内に水位があるうちに計測を終了するよう注意を要する。

3. 試験結果と考察

飽和透水試験を行うときに考慮しなければならない点は、試料は限りなく飽和状態に近いのかどうかという点がまず思いつく。三軸圧縮試験のようにB値の計測ができれば、おおよそ試料内の間隙水の動きは把握できると思われるが、このB値とて炭酸ガスの効果に期待して行っても1に近づけるには大変な時間を要すると思われる。今回の装置には、このような仕組みは含まれてないしその必要もないと考えているので、真空ポンプにより吸引して飽和度と吸引時間の関係を調べてみた。試料は関東ロームを選んだ。飽和度の確認は試料全体の質量変化と含水比から計算で求める方法の両方で確認している。計測は10時間まで行ったが1時間後も10時間後も飽和度に変化はなく98.0～99.5%の範囲であった。個々の供試体の密度調整には注意を払ったが $\gamma_d=5.56\sim 5.58\text{kN/m}^3$ の範囲であった。変水位透水試験から求めた透水係数はほぼ等しい結果を得た(平均 $k_s=1.92\times 10^{-3}\text{cm/s}$)。

次に動水勾配について考えてみる。擁壁背面土に地下水位が存在する場合の動水勾配は約0.002と言われ、実際に著者らが干潟などで計測した結果は0.005程度であった。透水係数を求める際にも実際に近い動水勾配を与えられればよいが水頭の管理が難しいときもある。図3には標準砂($\gamma_d=15.7\text{kN/m}^3$)と珪砂($\gamma_d=15.4\text{kN/m}^3$)、図4には関東ローム($\gamma_d=5.44\text{kN/m}^3$)、不攪乱粘土($\gamma_d=11.06\text{kN/m}^3$)の動水勾配と流速の関係を示した(同一試料を用いた変水位透水試験による)。実線で示した勾配はほぼダルシー法則が認められると思われる動水勾配の範囲を示している。紙面の関係で透水係数の変化を前述した飽和度と吸引時間の結果と同様に示すことはできなかったが、実線の範囲を超える動水勾配における透水係数にはばらつきが生じ、オーダーで低下することはなかったが小さめの透水性を示す傾向を得た。

4. おわりに

実際に実験を行ってみてこれまでの試験器に比べて繰り返し実験を行っても労苦が少なくかなり快適に実施できると思われた。定水位については、排水管の位置を変えて動水勾配を小さく取れるように改良するつもりである。試験装置の作成には大起理化工業(株)の関口浩昭氏の協力を得た。また、実験やデータ整理は卒論生の三浦紀明君に負う処が多い。記してお礼申し上げる。

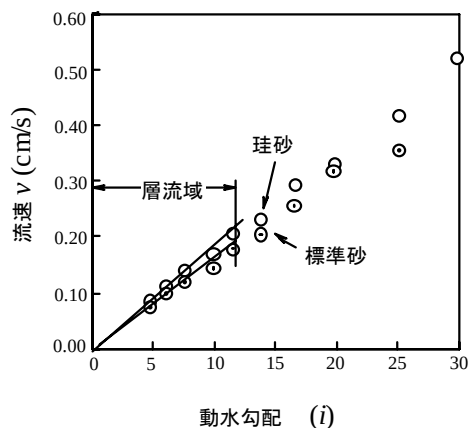


図3 砂質土の層流域の確認

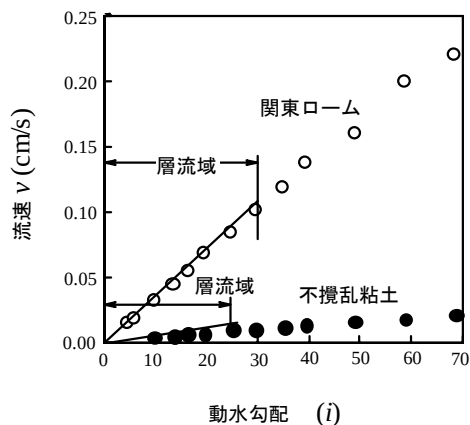


図4 粘性土の層流域の確認