

## 高透水性地盤用の透水試験装置開発に向けての室内基礎実験

香川高等専門学校専攻科 正 向谷 光彦, ○小笠原 勇一, 正 久保 慶徳  
(株)四電技術コンサルタント 正 能野 一美, (株)ダイソク 濱 賢治

### 1. はじめに

河川堤防のドレーン層の敷設や液状化対策工の設計, 根切り山留め工の排水量の算定などにおいては, 透水係数  $k=10^{-3}\sim 10^{-4}$  m/s という高透水性の正確な値が必要となる. しかし, 現在, 開発されている原位置透水試験装置では透水係数  $10^{-5}$  m/s オーダー程度までしか測定することが出来ない. そこで著者らは, 適用範囲を拡大するために高透水性用の透水試験装置を改良した. 本論文では, この装置を使用して定水位を保持するための注水量の追従性の検証実験を行うと共に, 今まであまり取り扱ってこられなかった高透水性材料に対する透水試験を実施したので, これらを取りまとめ報告する.

### 2. 透水試験装置の改良の着目点

数年前に開発された原位置透水試験装置<sup>1)</sup>が現場で有効利用されている過程で, さらにより透水性の高い地盤にも適用できないかという要望が多く出てきた. その要望に応えるため, 試験孔からの浸透流量の増大を考慮して, 注水口の孔数(面積)を増設した試験装置を製作した. また, 気密水槽内への空気流入速度を速めるため, 従来式の空気流入管兼注水口の役割を分担する方法として空気流入管を気密水槽の外側に設置した. ただ, これらの改良だけでは試験孔から地盤への浸透量が大量になった場合では, 定水位を一定に保つことは不可能であった. したがって, さらに思考錯誤を繰り返し, 注水口からの注水量(注水速度; $v$ )の増大に着目し, トリチェリーの定理 $[v=\sqrt{(2gh)}]$ を応用して, 空気流入口と注水口とに高低差; $h$ を付けることにした. 図-1に改良型透水試験装置概要図と写真-1に改良型透水試験装置を示す. これにより注水速度が大幅に増大し, 今まで精度良く測定できなかった高透水性材の透水係数が測定可能となった. ここでは, 空気流入口と注水口との高低差; $h$ を0 cm, 5 cm及び10 cmの3段階にした時の注水速度の検証と,  $h=10$  cmの高低差を付けた装置を用いて高透水性材の試験を行い, クレーガーによる20%粒径にもとづく透水係数近似値との比較を行ったのでそれらの結果を述べる.

### 3. 注水量の追従性の検証

ここでは, 空気流入口と注水口に高低差; $h=0$  cm, 5 cm及び10 cmの3段階とした時の注水量(注水速度)の確認試験の結果を表-1に示す. 目盛水位面が20 cm低下するのに要する時間は, 高低差; $h$ が高くなるほど短くなり, 既存の試験装置と比べると改良装置の方が約2~5倍早くなっている(表-1). 追従性が向上している. 改良透水試験装置で空気流入口と注水孔の高低差; $h$ を同レベルから5 cm, 10 cmと高くすることで流速が2~2.5倍増加する. 既存の装置と比べると, 改良装置の方が流速は2~5倍速くなっている.

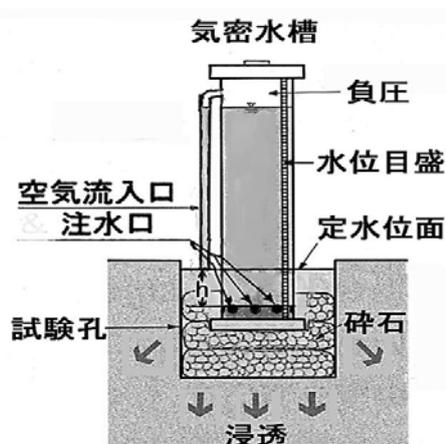


図-1 改良型透水試験装置



写真-1 改良型透水試験装置

表-1 追従性の検証実験結果

No.	試験装置名	疑似地盤排水ホース仕様		測定値		計算値	流速比較	
		直径φ [cm]	断面積 A[cm <sup>2</sup> ]	流出量 Qh[cm <sup>3</sup> ]	測定時間 t[s]	流速[cm/s] vh=Q/(A・t)	改良型/既存	改良χ/改良0
①	既存装置	2.0	3.14	1,142	30	12	1.0	
②	改良型 0			2,175		23	1.9	1.0
③	改良型 5			4,181		44	3.7	1.9
④	改良型 10			5,475		58	4.8	2.5

#### 4. 高透水性材の透水試験

試料は、コンクリート用細骨材 0～5 mm と粗骨材 5～13 mm の 2 種類の試料の割合を変化させて実験を行った。その割合は細骨材と粗骨材を 100%：0%，20：80，40：60，60：40，80：20，0：100 の 6 通りである（割合は質量比）。計算による 6 種類の粒度曲線と D20% 粒径値を図-2 に示す。透水試験はこれらの試料を「良く締めた場合」と「緩詰め(ルーズ)の場合」の 2 通りで実施した。試料の D20% 粒径と透水係数 $k$ の

関係をとりとめて図-3 に示す。締め固めた試料の透水係数とルーズな試料の透水係数 $k$ を比較すると締め固めた場合が全体に小さく、特に細粒分 60%：粗粒分 40% の割合の時に締め固め効果が最も大きくなり、透水係数は 35% 低下している。締め固めた試料のみでは細骨材 100% の時より細骨材：粗骨材の割合が 80%：20% の時に一番小さな透水係数を示すことが判った。これは、混合により粒度分布が良くなり締め固めにより間隙が減少し大きな密度が得られたためと考えられる。また、一般的に良く使用されているクレーガーらによる D20% 粒径からの推定透水係数と比較した。クレーガーらによる推定値は 1～2 オーダー大きくなる値が見られ、この推定法による値が概略値として扱われる所以であることが判

った。

#### 5. まとめ

注水量の追従性検証については、空気流入口と注水孔の高低差 $h$ を 10 cm にすることで注水速度が既存のものより約 5 倍も速くなり、測定範囲の拡大に繋がった。そして、この改良装置を用いて細粒材、粗粒材及びこれらの混合材の透水試験を行った結果、 $10^{-3}$  m/s のオーダーの透水係数値を高精度に求めることが出来た。さらに、クレーガーらによる表からの推定値による透水係数は過大に評価される場合が多いと言われているが、今回の試験 (D20%=0.5～2.0 mm) でも、締め固めた場合には実測値より 2 オーダー大きくなることが判った。

#### 6. あとがき

現在、地下水位解析に入力する透水係数の決定方法として、精度の悪い D20% 粒径等から推定する方法が多用されている。これは、高透水性材の透水係数を精度良く計る試験装置や方法が開発されていなかったためと考えられる。今回、信頼性の高い透水試験装置が開発されたことから、更なる数値解析の精度アップが期待される。【参考文献】1) 久保慶徳・露口耕治・能野一美・向谷光彦：利便性に優れた原位置透水試験装置の開発，全地連「技術フォーラム 2011」京都 講演集(CD-ROM)，論文 No. 19，2011。

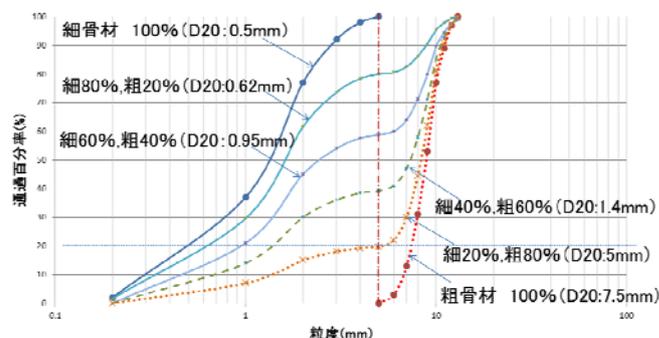


図-2 粒度曲線と D20% 粒径

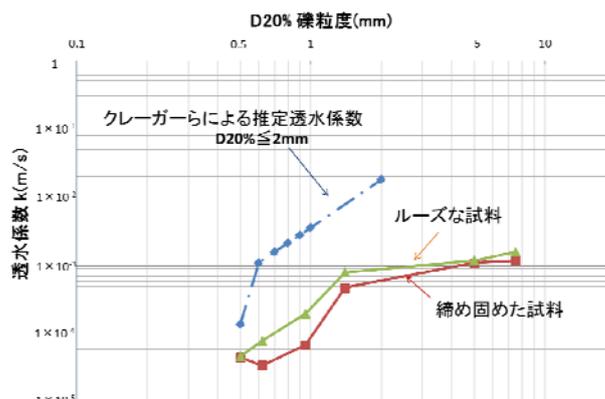


図-3 D20% 粒径の透水係数