

水分分布近似法を用いた不飽和透水試験におけるフィルターの影響

中部大学工学部 正会員 杉井 俊夫
 中部大学工学部 正会員 山田 公夫
 岐阜大学大学院 学生会員○佐宗 隆幸

1.はじめに

著者らはこれまでに不飽和透水試験として、**図-1**に示す水分分布近似法の提案を行ってきた¹⁾。水分分布近似法とは、供試体内の鉛直方向の水分分布を線形近似することにより、従来の瞬時水分計測法に比べ、小型かつ低コストなどに加え、簡便に計測が可能な方法である。本報告では、試験に使用するフィルターによって、得られる透水係数への影響について考察を行ったので、ここに報告する。

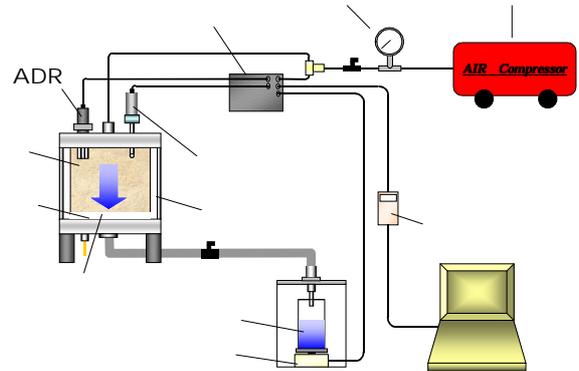


図-1 水分分布近似法試験装置概要図

2.フィルターによる透水係数の違い

図-2 は、水分分布近似法による砂質土（豊浦標準砂）の不飽和透水試験から得られた結果を示したものである。使用したフィルターにはガラスフィルター、ワイヤーメッシュの2種類を用いている（表-1）。また、一斉試験の結果との比較から信頼性の高い本研究室で行った瞬時水分計測法の結果²⁾をも示す。ガラスフィルターを使用した場合は、瞬時水分計測法とほぼ一致しているが、ワイヤーメッシュを使用した場合は、低飽和領域を除いて異なる透水係数が得られている。これはフィルターの透水性に起因するものであると考えられ、ワイヤーメッシュのような透水性の低いフィルターの場合、供試体飽和時では、フィルターによって排水が抑制されるため、水分分布の線形近似が合いにくく、透水性がフィルターの透水係数によって限定されていると考えられる。そこで本研究では、各フィルターにおける透水係数の測定限界を求め、水分分布近似法におけるフィルターの影響について考察した。

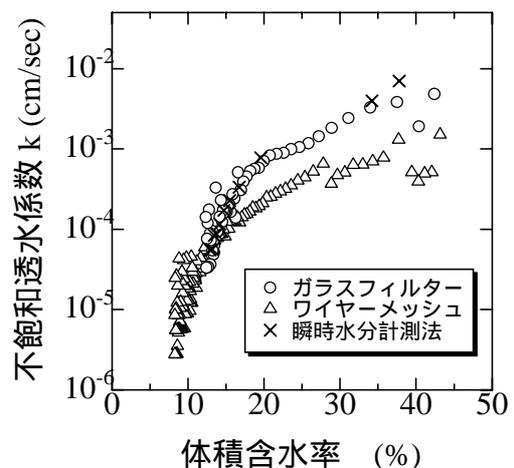


図-2 フィルターにおける不飽和透水係数

表-1 各フィルターの特性

	開孔径(μm)	厚さ(cm)	透水係数(cm/s)	AEV(cm)
ワイヤーメッシュ	20~30	0.005	4.25×10^{-6}	37.3
ガラスフィルター	30~40	0.472	3.67×10^{-4}	91.5

2.フィルターにおける透水係数の測定限界

提案する水分分布近似法では、供試体、フィルター下端の水頭差を制御するため、供試体とフィルターの上下端の水頭差は**図-3**に示すように異なる。非定常法であるため、供試体内の動水勾配は位置によって変化するが、本試験法では試料の長さなどから一様とみなしている。任意の時間における供試体の透水係数を k_s とし、測定できる限界の透水係数を $k_{s \max}$ とする。フィルターの透水係数を k_f とすると、本試験法では水

分分布は線形近似とされるが、フィルターの透水性が低いと供試体下端に水分が溜まり、水分分布を線形近似することで誤差を生じる。そのため、線形近似できる条件を調べた。式(1)のような関係が成り立つとき、供試体下部に水は溜まらず水分分布を近似することができる。

$$A k_{s \max} i_s = A k_f i_f \quad (1)$$

それぞれの動水勾配は式(2)、(3)となり、

$$i_f = \frac{h_f}{d} \quad (2) \quad i_{s \max} = \frac{h_{s \max}}{L} \quad (3)$$

式(2)、(3)を式(1)に代入し、式(4)を得る。

$$k_{s \max} k_f \frac{h_f}{d} = \frac{L}{h_{s \max}} \quad (4)$$

このとき、フィルターの水頭差 h_f は最大排水量 q_{\max} を用いて表わされる。

$$h_f = \frac{q_{\max} d}{A k_f} \quad (5)$$

また、供試体にかかる水頭差 $h_{s \max}$ は H とフィルターに働く水頭差 h_f を用いて、式(6)で表わされ、

$$h_{s \max} = H - h_f = H - \frac{q_{\max} d}{A k_f} \quad (6)$$

式(5)、(6)を式(4)に代入し、本試験で測定できる限界の透水係数 $k_{s \max}$ は式(7)で表わすことができる。

$$k_{s \max} k_f \frac{q_{\max} L}{A k_f (H - \frac{q_{\max} d}{A k_f})} = \frac{L}{h_{s \max}} \quad (7)$$

$k_{s \max}$: 透水係数の測定限界 k_f : フィルターの透水係数
 A : 断面積 H : 全水頭差 q_{\max} : 流量変化の最大値
 L : 試料の長さ d : フィルターの厚さ

試験時の単位時間当りの最大排水量 q_{\max} (実験値) を用いて、ガラスフィルター、ワイヤーメッシュについて $k_{s \max}$ を求めた結果を図-4に示す。ガラスフィルターでは高飽和域までも測定可能であるが、ワイヤーメッシュは $8.38 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 以上の透水係数は、供試体下端に水が溜まり、正しく測定できていないことが推察される。次に、今回の結果から、フィルターの選択法について検討してみた。フィルターの d と k_s/k_f の関係を図-5に示す。2点の結果のみであるが、ハッチで示した部分が測定可能な範囲を示す。フィルターの透水係数が低い場合には、厚さを薄く、透水性が高いもの場合には厚くても測定できることがわかる。

3.まとめ

水分分布近似法による砂質土の不飽和透水試験において、各フィルターの測定限界が明らかになった。今後、さらなるデータの採取と空気侵入値(AEV)の点も含めて様々なフィルターについて評価する予定である。

【参考文献】

- 1) Sugii, T., Yamada, K. & Uemura, M.: Measuring hydraulic properties for Unsaturated Soils, Asia Conf. on Unsaturated Soils, 2000 (be in the press).
- 2) 杉井俊夫・山田公夫・植村真美: 室内試験における不飽和浸透特性の評価, 第11回地盤工学シンポジウム論文集, pp.21~26, 1999.

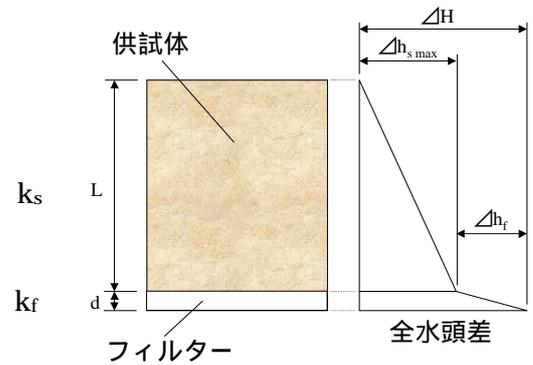


図-3 不飽和透水係数の測定限界の求め方

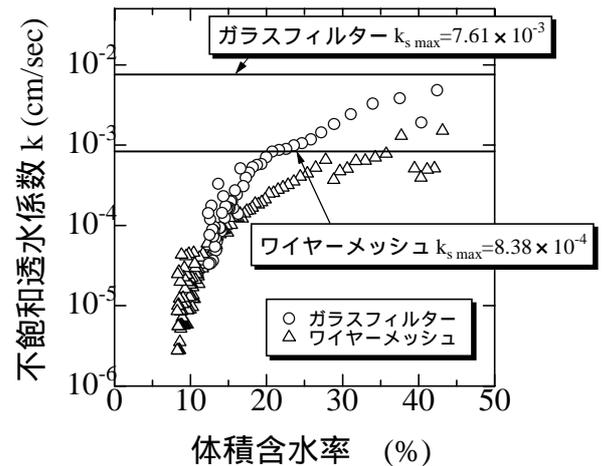


図-4 不飽和透水係数の測定限界

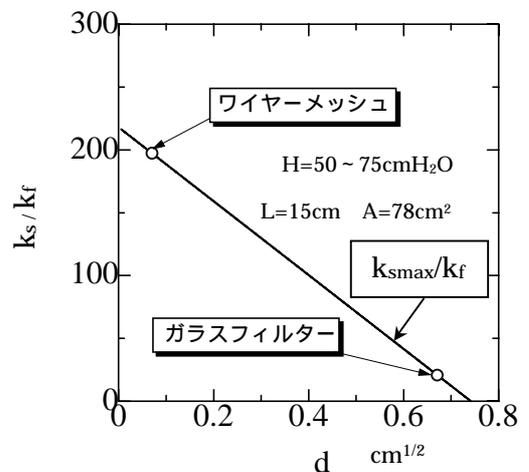


図-5 d と $i_{s \max} / i_f$ の関係