

III-512

高透水性物質の不飽和浸透特性の測定法

岡 山 大 学 正 会 員 西 垣 誠
 日本国土開発㈱ 正 会 員 梅 田 美 彦
 同 上 正 会 員 〇 長 澤 啓 介

1. はじめに

成層した自然地盤や排水層を設置した盛土構造物等の土中水の流れを理解するためには、飽和あるいは不飽和の浸透特性を把握することが必要である。しかし、現在のところ排水材料のような高透水性物質の不飽和浸透特性を決定する手法は確立されておらず、浸透流解析を実施する場合にもデータがなく、解析ができないような状況にある。本文では、今まで測定できなかった礫やジオテキスタイルの不飽和浸透特性を測定する手法を提案し、各種の材料について測定した結果を報告する。

2. 試験手法の提案

今回提案する試験手法は図-1に示すように一次元カラムの上部から定常流量を与え、排水量の経時変化を測定するものである。試料容器に各種の試料をつめ、上部から定常流量を与え続けると図-2に示すように排水量が定常となり、供給水量と排水量が等しくなる。排水強度が定常になるまでの排水強度曲線と定常時の排水強度でできる面積（図-2の斜線部）は試料内部に貯留された水量で、これより試料の含水率を次式で求めることができる。

$$\theta = \frac{Q_i - Q_o}{V} \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 Q_i ：定常になった時点までの浸入流量

Q_o ：定常になった時点での排水流量

V ：供試体の体積

また不飽和透水係数は次のように求めることができる。
 このような鉛直一次元の浸透は次のような基礎式で表される。

$$q = k(\theta) \cdot A \left(\frac{\partial \phi}{\partial z} + 1 \right) \dots\dots\dots (2)$$

ここに q ：土中水の重量 k ：不飽和透水係数

θ ：体積含水率 A ：供試体の断面積

ϕ ：負の圧力水頭 z ：深さ

ここで、負の圧力水頭 ϕ は土中の体積含水率の関数であるが、定常状態では体積含水率がほぼ一定、 $\partial \phi / \partial z = 0$ となるので不飽和透水係数は次式となる。

$$k(\theta) = \frac{q}{A} \dots\dots\dots (3)$$

試験手法の確認のために各種の材料を用いて試験を行なった。礫材として50%粒径が11mm, 2.2mm, 1.3mmの珪質の玉石と4.3mmの角閃石を用いた。また、ジオテキスタイルはポリエステル製の剛毛糸を円筒に編んだ暗渠排水用のドレーン材とポリエステル繊維製で厚さ8mmの不織布でできたフィルター材を用いた。これらの試料ごとに0.03~0.15ℓ/minの範囲で供給水量を変化させ、数通りの定常流量で試験を行なった。

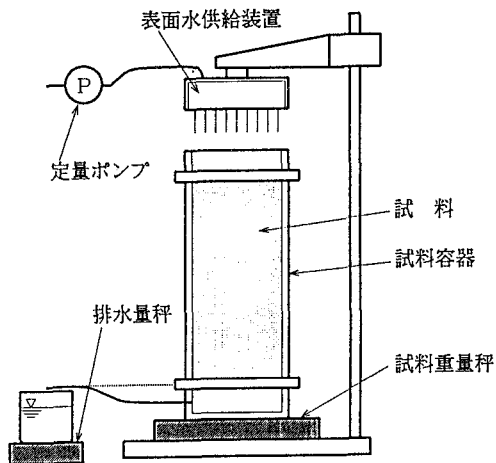


図-1 不飽和透水係数測定試験

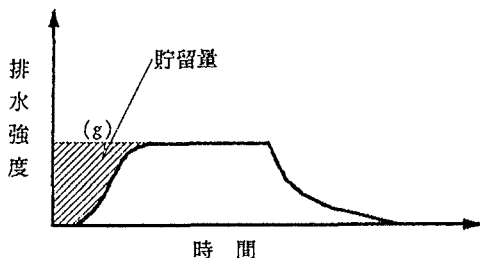


図-2 計測結果の整理

3. 試験結果および考察

供給水量 0.4 Q/min のケースにおける排水量の経時変化を各試料ごとに図-3に表した。図より細粒土になるほど排水開始時間および定常状態になるまでの時間が長く、貯留水量が多くなり体積含水率が大きくなることがわかる。貯留水量は試料全体の重量変化からも求めることができ、測定の結果、両方法で求めた貯留水量はほぼ一致した。以上の試験によって得られた体積含水率と透水係数の関係を図-4に示す。図より体積含水率が大きくなるほど透水係数が大きくなり、粗粒土ほど透水係数が小さくなる。また、低体積含水率領域では、体積含水率の変化に対して透水係数の変化が大きく、グラフの傾きが急であることがわかる。

4. まとめ

本研究の結果、高透水性物質の不飽和浸透特性について以下のことがわかった。

- (1) 提案した測定手法は、高透水性物質の $10^{-1}\sim 10^{-3}\text{ cm/s}$ 程度の範囲で不飽和透水係数を測定することができ、その対象は粒径が $1\text{ mm}\sim 20\text{ mm}$ 程度の粗粒土およびジオテキスタイル等である。
- (2) 粗粒土の場合、粒径が大きいほど、同一不飽和透水係数に対する体積含水率は小さくなる。
- (3) 体積含水率が大きくなるにしたがって不飽和透水係数は大きくなるが、低体積含水率領域では、体積含水率の変化と比較して不飽和透水係数の変化が大きい。

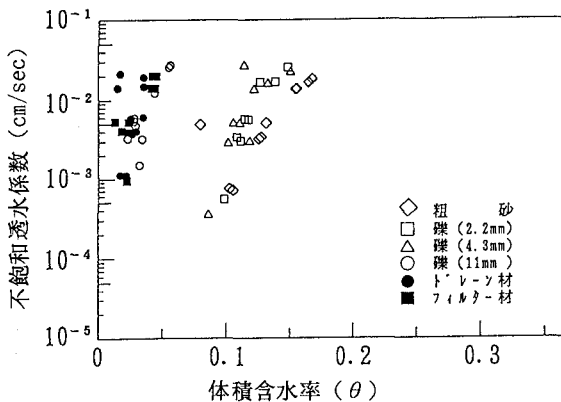


図-4 不飽和透水係数

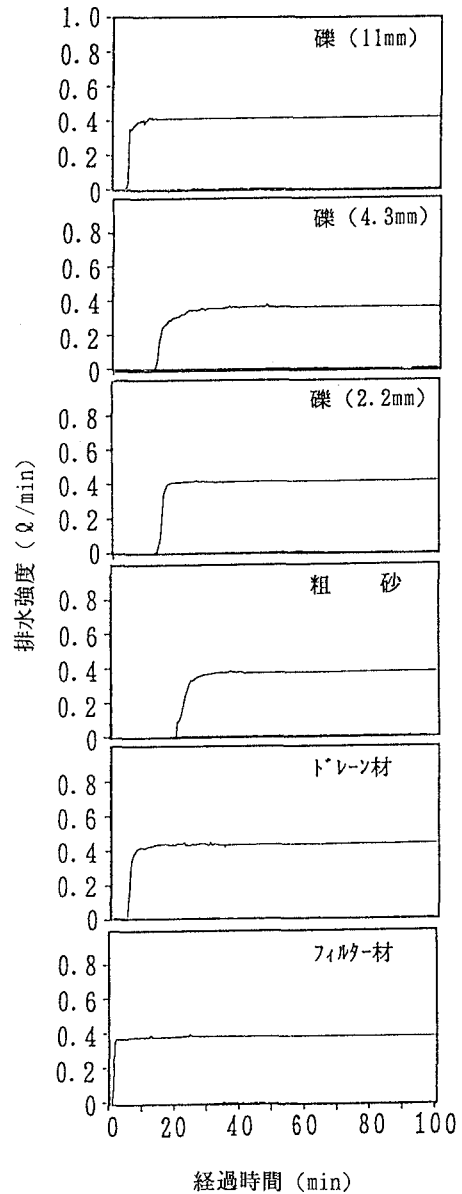


図-3 排水量の経時変化

5. おわりに

今回の試験は比較的大きな透水係数の範囲で測定を行なった。水分供給量を少なくすることでさらに小さな透水係数の範囲まで測定は可能である。また、低含水率の範囲では浸透水が部分流となっていることが懸念される。しかし、通常の解析は連続体として実施されており、このような手法が有効に活用できるものと思われる。今後は試験で得られた結果を利用し、飽和・不飽和浸透流解析の手法について検討を行い、実際問題に適用していきたい。