

動的水分プロファイルを用いた不飽和透水係数の推定

中部大学工学部 正会員○杉井俊夫

日本土建(株)

森 祐一

オーパス(株)

宇野満希子

1. はじめに

これまでに本研究室では乾燥試料に対する鉛直一次元浸潤時の水分量分布変化(動的水分プロファイル)を表現する水分プロファイルモデルを提案、室内での不飽和透水係数を推定する方法の開発を行ってきた。しかし、本法を原位置試験に適用を行う場合、一般に現場は湿潤状態であること、浸潤前の水分量は深さによって異なることなど、室内試験条件と大きく異なる点がある。そこで初期水分が深さによって異なる場合にでも本試験法が適用できるか、室内試験において検証を行った。

2. 水分プロファイルモデルと不飽和透水係数

乾燥試料に水を浸潤させることで計測される動的水分プロファイルは式(1)に示すシグモイド関数である水分プロファイルモデル表現できる(図1)。

(1)

ここに、 θ : 体積含水率, θ_{in} : 湿潤初期の体積含水率, θ_f : 最終到達時の体積含水率, t : 経過時間, z : 深さ(距離), a_0, a_1 : 深さ(距離)に関するフィッティングパラメータ, b_1 : 時間に関するフィッティングパラメータ、浸潤有効水分(Wetting Effective moisture : WEM)である。浸潤有効水分とは散水によって初期の水分から最終までの水分を相対的に表した量である。式(1)をKlute式(2)に代入することで水分拡散係数を式(3)のように表すことができる。

(2)

ここに、 D : 水分拡散係数 ($=k_{wu}/C$) である。

(3)

van Genuchten & Mualemモデルで表される水分拡散係数式(4)と式(3)を等価として式(4)のパラメータ (θ_r, α, n) を非線形回帰によって求める。非

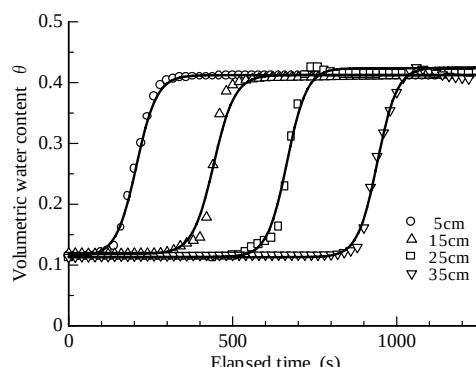


図1 動的水分分布とシグモイド関数

MS-Excel 2000 のソルバーを使用することができる。

(4)

ここで、式(1)の水分プロファイルモデルは、乾燥した試料に水を浸潤させ、飽和状態になるまでの水分分布の経時変化を計測してモデル化を行っている。しかし、原位置では初期水分量は乾燥している場合は稀であり、深さによって水分量は様々である。そこで、次の室内試験により調べることにした。

3. 室内鉛直一次元浸潤試験

図2に示すアクリル製の円筒の中に試料をセットし、その表面に侵食および圧力の急変を防ぐためにフィルター材(粗い砂)を入れ、上部より散水して鉛直一次元の流れを作り、浸透する水分量をセンサーで測定する。センサーには4ヶ所測点(今回は試料サイズの影響で3点)があるが、試料の長さの関係から今回3点(深さ5.4、15.4、25.4cm)での計測を行った。散水後の水分量データはデータロガーに蓄積されるようになっている。(図2) 浸潤前の供試体水分量の影響が推定結果に影響するか調べるために、2種類砂2ケースの実験を行った。乾燥試料をセットし給水浸潤させる「Case-A」の実験終了の後、

キーワード : 不飽和透水試験/水分拡散係数/水分分布/浸潤過程

連絡先 : 〒487-8501 愛知県春日井市松本町 1200 中部大学工学部都市建設工学科 TEL0568-51-9562

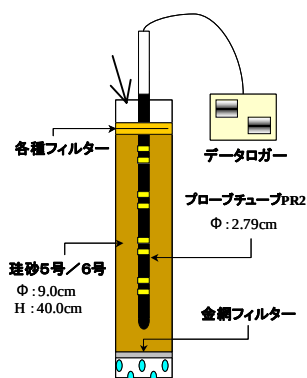


図2 室内試験概略図

表1 試験ケース

浸潤前水分分布	桂砂5号	桂砂6号
乾燥状態(一様)	Case-A5	Case-A6
湿潤状態(変化)	Case-B5	Case-B6

時間において湿潤状態から浸潤させる「Case-B」を行い、一回の試料セットで連続してCase-A,B実験を行った。式(3)と式(4)を等価としてパラメータを推定する際に、浸潤初期の体積含水率 (θ_{in})、最終到達時の体積含水率 (θ_p) は水の移動がないため、式(3)から除いて推定した。

4. 試験結果と考察

桂砂5号のCase-A、Bの動的水分プロファイルを示す。供試体のサイズが40cmで一度に試料をセットしたため密度が均一でなかった可能性や試験装置の円筒下端の排水口で水が溜まったことから浸潤後では深いところでの水分量が大きく一致していないことの原因と考えられる。Case-Bでは実地盤のように湿潤初期の水分量が深いほど高い状態となっている。これより不飽和透水係数を推定した桂砂5,6号の結果をそれぞれ図5,6に、比較のために他の試験法²⁾の結果と示した。いずれも良い一致が得られている。

5. おわりに

実地盤のような水分量が深さによって異なる場合においても本試験法で不飽和透水係数が推定できることが明らかとなった。

本研究は科学研究費(基盤研究(A):研究代表 鹿兒島大学 北村良介教授)の援助を受けた。ここに記して謝意を表する。

【参考文献】

- 1) 杉井俊夫: 水分プロファイルモデルを用いた原位置不飽和浸透特性の計測, 不飽和地盤研究会平成18年度研究発表会, 講演概要・発表論文集, pp.5-10, 2006.8
- 2) 杉井ら: 水分分布近似法による砂質土の不飽和透水性の評価, 土木学会論文集, No.792/III-71, pp.131-142, 2005.6

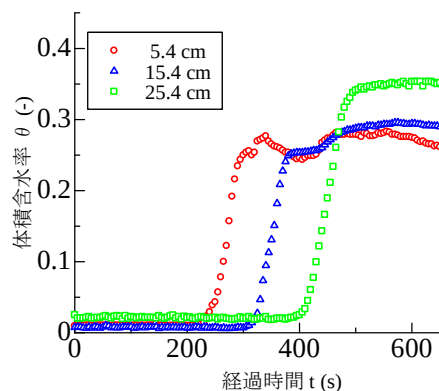


図3 水分プロファイル Case-A5

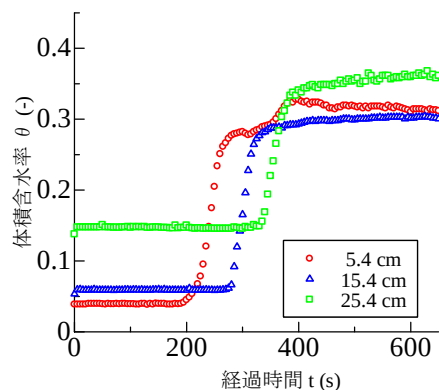


図4 水分プロファイル Case-B5

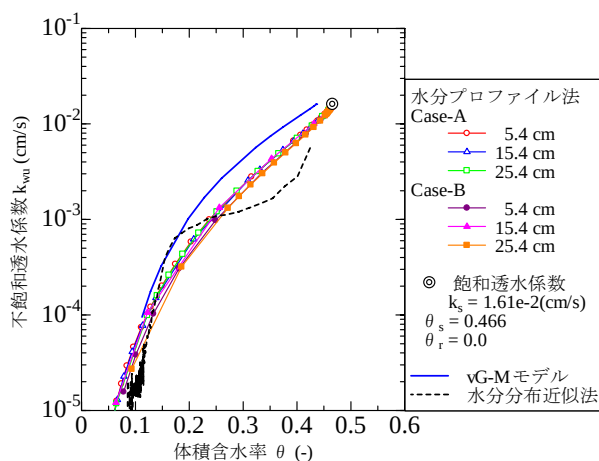


図5 不飽和透水係数 Case-A5+B5

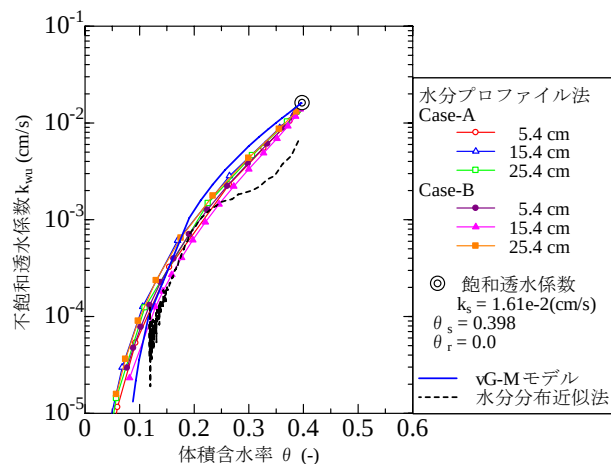


図6 不飽和透水係数 Case-A6+B6