

非定常法と定常法から求めた浸透特性の比較

九州大学大学院 学生会員 ○石川裕司
九州大学大学院 正会員 安福規之

九州大学大学院 学生会員 河野皓治
九州大学大学院 正会員 大嶺 聖

1. はじめに

不飽和状態における土の保水性や透水性を表すパラメータにはサクシヨン—体積含水率(θ)の関係(水分特性曲線)、不飽和透水係数—体積含水率などがある¹⁾。これらのパラメータは降雨時における雨水の浸透などの不飽和状態における有限要素法を用いた数値解析に入力パラメータとして用いられる。しかし、土の水分特性曲線や不飽和透水係数の測定には非常に時間がかかる上に両者を同時に求めることができないなどの問題がありあまり行われていないのが現状である²⁾。そこで、本研究ではこれらを同時にかつ簡便に求める要素試験として非定常不飽和透水試験に着目しその適用性の検討を行ってきた³⁾。本文では非定常不飽和透水試験から得られた豊浦砂の水分特性曲線・不飽和透水係数を従来の保水性試験・不飽和透水試験の測定結果と比較し非定常不飽和透水試験装置の精度の検証を行った。

2. 実験装置と試験方法

2.1 非定常法による不飽和透水試験

本研究で作成した非定常不飽和透水試験装置を図-1、概略図を図-2に示す。本試験装置は非定常法のマルチステップ流出法をもとに作成したものである。装置は図-2に示すようにD45mm×H50mmの円形の試料ケースが並列に3連式となっており各供試体には間隙水圧測定用にテンシオメータが差し込まれている。実験方法は供試体を毛管飽和させた状態を初期状態とし、供試体に加圧装置を用いて空気圧を $p=1.0\sim 50(\text{kPa})$ まで段階的に上げて供試体から排水を行った。このときの供試体からの排水量と間隙水圧、空気圧を測定することで水分特性曲線・不飽和透水係数を求めることができる仕組みとなっている。詳しい装置の概要・試験方法については参考文献を参照されたい³⁾。

2.2 遠心法

非定常不飽和透水試験で測定した水分特性曲線の果の比較対象として遠心法を用いて保水性試験を行った。遠心法の試験方法は『土の保水性試験方法(JGS 0151-2000)』に準じて行い⁴⁾、試験装置には高速冷却遠心機(KUBOTA株)を用いた。

2.3 定常法による加圧型不飽和透水試験

不飽和透水係数の比較対象には宇野らの定常法による加圧型不飽和透水試験²⁾を用いた。用いた加圧型不飽和透水試験装置を図-3に示す。本試験装置は図-3に示すように毛管飽和した供試体を加圧室に設置し、任意のサクシヨンを負荷した状態で変水位透水試験を行う仕組みとなっている。詳しい装置の概要・試験方法については参考文献を参照されたい²⁾。

非定常不飽和透水試験、遠心法、加圧型不飽和透水試験ともに試料に豊浦砂を用いて排水過程における水分特性曲線・不飽和透水係数の測定を行った。以下結果について報告を行う。



図-1 非定常不飽和透水試験装置

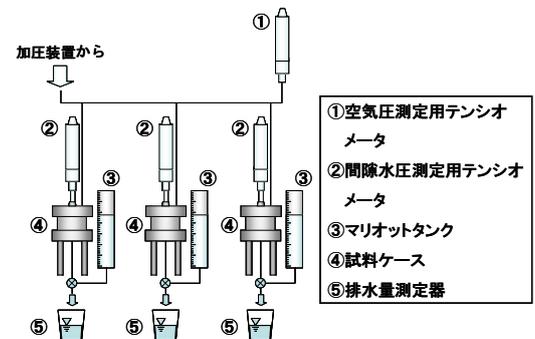


図-2 非定常不飽和透水試験装置の概略図

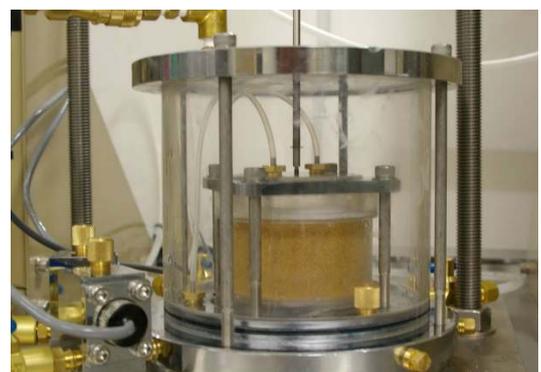


図-3 加圧型不飽和透水試験装置

3. 実験結果と考察

3.1 水分特性曲線の結果比較

保水性試験の結果の比較を図-4に示す。図-4から全体として非定常法と遠心法の結果が一致しており、空気侵入値も近い値を示していると考えられる。またサクシオンと飽和度の関係を図-5に示す。図-5においてもサクシオンの低い領域では水分特性曲線の結果はよく一致しているが、サクシオンが空気侵入値より大きくなると結果にずれが見られた。以上より不飽和領域で多少のずれがあるものの非定常不飽和透水試験により水分特性曲線全体の傾向を表現することが可能であると考えられる。

3.2 不飽和透水係数の結果比較

図-6に定常法と非定常法で測定したサクシオンと不飽和透水係数の関係の比較を示す。図-6より非定常法では不飽和透水係数がサクシオンの低い領域において結果にばらつきが見られた。また定常法で測定した結果と比較してみても連続性があり適切に表現できているものと考えられる。次に図-7に定常法と非定常法による飽和度と不飽和透水係数の関係の比較を示す。図-7より飽和度が低い領域では非定常法と定常法で不飽和透水係数は比較的近い値を示したが飽和度の大きい領域では約1オーダー程度大きな値を示した。これは定常法でフィルター材として用いたセラミックディスクの影響が出たものと考えられる。今後測定数を増やし検討を行う必要がある。

4. まとめと今後の展開

本研究では非定常不飽和透水試験による水分特性曲線・不飽和透水係数の同時計測を行いその精度を従来の保水性試験・不飽和透水試験を用いて検証を行った。本研究で行った非定常不飽和透水試験の特長を以下にまとめる。

- ・ 水分特性曲線に関しては全体として遠心法の測定結果とよい一致が見られた。
- ・ 不飽和透水係数に関しては定常法との結果との連続性も見られ適切に表現できているものと考えられる。
- ・ 試験時間は従来の加圧型不飽和透水試験では約60時間程度であったのに対し本試験方法では約20時間と短縮された。

本研究は科学研究費(萌芽研究:19656119)の支援を得て行われたものである。

【参考文献】1) 地盤工学会：不飽和土の挙動と評価，pp.11~84，2004 2) 宇野尚雄・佐藤健・杉井俊夫・拓殖浩史：土木学会論文集 第418号/III-13，pp.115-124，1990 3) 石川裕司・安福規之・大嶺聖・小林泰三：非定常不飽和透水試験による水分特性曲線の測定，不飽和土研究会，2008 4) 地盤工学会：土質試験の方法と解説，pp.118-132，2000

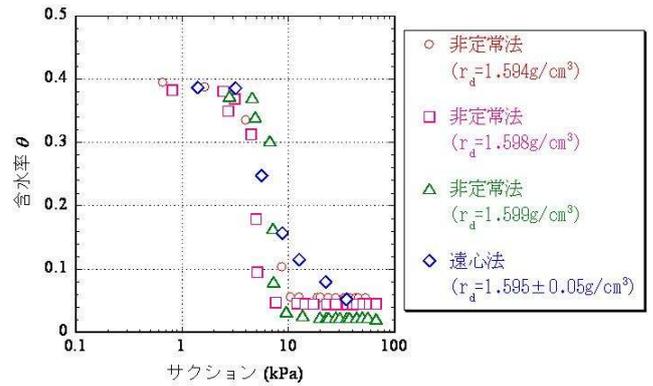


図-4 非定常法と遠心法の水分特性曲線の結果比較

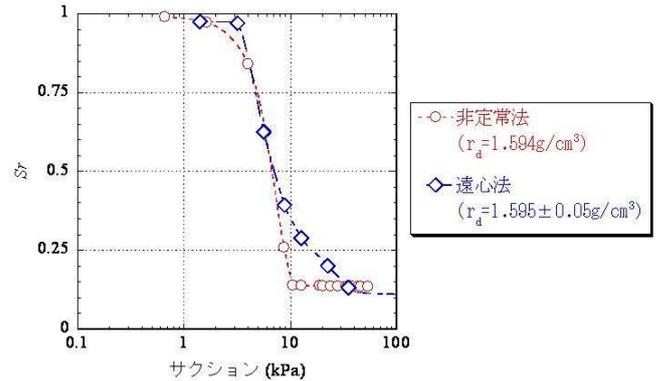


図-5 サクシオンと飽和度の関係の比較

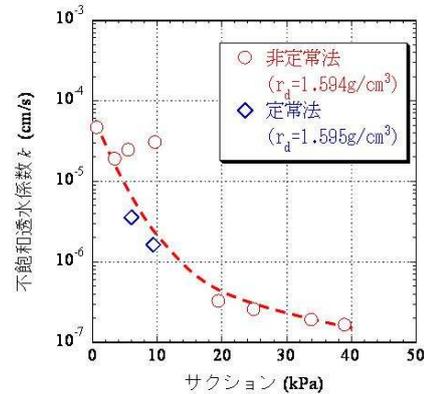


図-6 非定常法と定常法によるサクシオンと不飽和透水係数の関係の比較

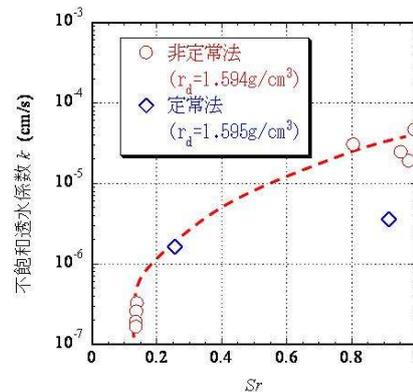


図-7 定常法と非定常法によるサクシオンと飽和度の関係の比較