

蒸発浸潤現象を利用した不飽和土の水分特性の簡易計測方法の検証

東洋大学 学生会員 ○鈴木 裕之
東洋大学 正会員 石田 哲朗

1. はじめに

不飽和土の水分特性曲線を求める方法は、吸引法、加圧法、マルチステップ法および瞬時水分計測法など幾つもの方法がある。しかし、これらの実験では専用の装置が必要であり、計測の長期化、個人・団体による平衡状態のばらつきなど、一般に普及するための課題が多く残る。

当研究室では蒸発・浸潤現象を利用した不飽和土の水分特性の簡易計測方法の検討している¹⁾。

これまで、自然状況下における計測の比較や蒸発法に ADR を挿入した試験で提案する試験方法の評価を行ってきた^{1),2)}。

本報では、数種の保水性試験から、加圧板法と砂柱法を行い、提案する試験方法との比較を行った。

また、自然状態を再現するため、屋外での計測を行っているため合わせて報告する。

2. 提案する試験方法の概要

試験方法は、蒸発・浸潤現象を利用した方法であり、体積含水率を質量計で、圧力水頭をテンシオメータで計測するため、様子を見るだけの簡単な試験方法である（図 1 参照）。

容器（ $V = 16,128 \text{ cm}^3$ ）に試料を所定の密度で詰め、質量計に載せる。各種計測機器を設置し、水道に直結させた噴霧器を使用し、降雨状態を再現。試料への給水を行う（吸水過程）。給水終了後、データ収集を行い直ちにビームライトを照射させ、試料

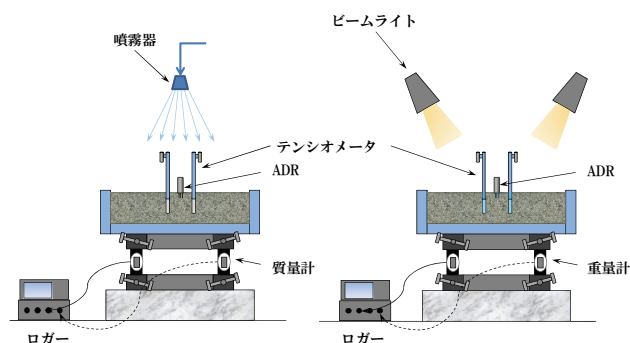


図 1 提案する試験方法の概略図

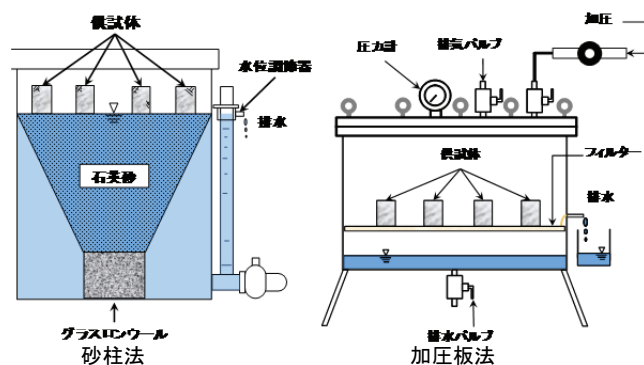


図 2 砂柱法・加圧板法概略図

を乾燥させていく（排水過程）。

以上の方法で得られた結果から van Genuchten (VG) モデルを用いて、水分特性曲線を作成する。

3. 砂柱法の計測方法

砂柱法は、飽和した石英砂の水位低下による吸引圧を利用した計測方法である。

砂柱法キット内の飽和した石英砂の上面に、飽和した試料を置き、水位調節器で任意の圧力水頭になるよう水位を調整する。水分平衡状態に達した際、試料の含水量を計測する（図 2 参照）。測定範囲は圧力水頭 3.2 ~ 31.6 cm である。

4. 加圧板法の計測方法

加圧板法は、飽和した試料に圧力を加え、試料内の水分を排出させる測定方法である。

圧力チャンバー内の飽和したセラミックフィルターに飽和した試料を載せ、任意の圧力を加え、水分平衡状態に達した際に水分量を測定する（図 2 参照）。

測定範囲は圧力水頭 10 ~ 15,800 cm 程度である。今回の実験では提案する試験方法の計測限界である 1000 cm までの測定を行った。今回の実験で使用した試料は、珪砂（乾燥密度 $\rho_d = 1.60 \text{ t/m}^3$ 、間隙率 $n = 39.62$ ）と関東ローム（ $\rho_d = 0.66 \text{ t/m}^3$, $n = 75.28$ ）である。

キーワード 不飽和土 水分特性曲線 加圧板法 砂柱法

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市大字鯨井 2100 東洋大学大学院 工学研究科 環境デザイン専攻 TEL : 049-239-1409

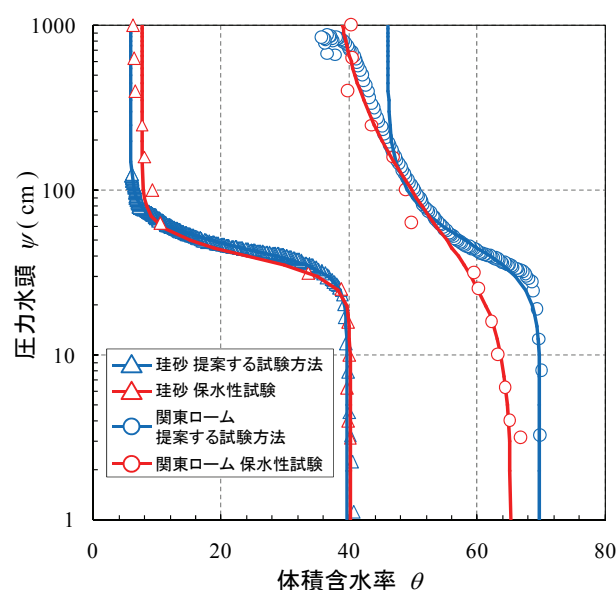


図 3 提案する試験方法と保水性試験の結果

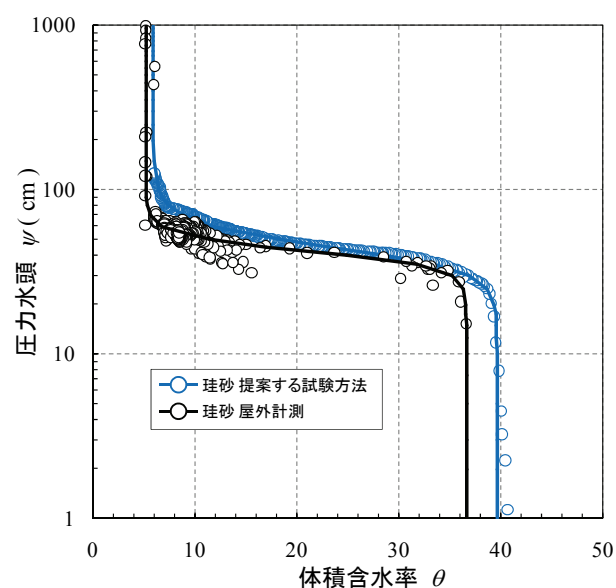


図 4 屋外計測との比較（珪砂）

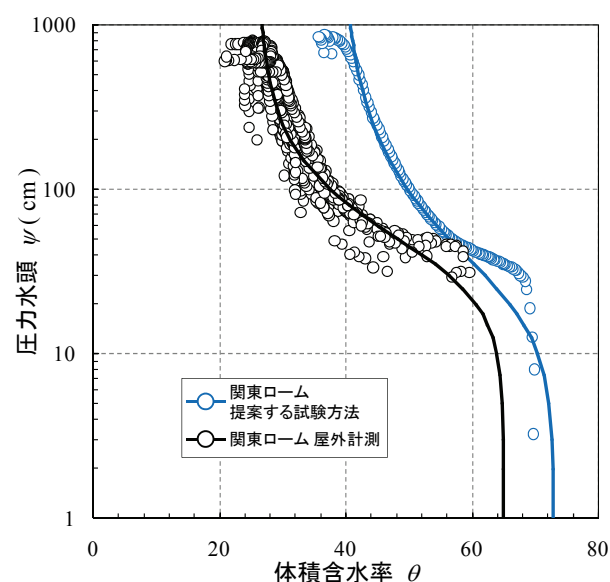


図 5 屋外計測との比較（関東ローム）

5. 結果と考察

図 3 は、提案する試験方法と砂柱法・加圧板法の結果を示した。

珪砂では、提案する試験方法の曲線が保水性試験の曲線に概ね一致している。

関東ロームでは、圧力水頭 100 cm 以上の場合、提案する試験方法と保水性試験の実測点は近似する軌跡をたどっている。しかし、圧力水頭 50 cm 以下では、提案する試験方法で多水分側に偏る結果となった。砂柱法は、吸引圧による排水であり提案する試験方法は、蒸発による排水のため排水方法により差異が生じたと推察する。

図 4、図 5 は、屋外で計測を行った珪砂と関東ロ

ームの結果で、図中の青のプロット・実線は、同様条件の提案する試験方法の結果である。

珪砂では、提案する試験方法の実測点と VG モデルは近似する曲線となった。しかし、関東ロームは総じて多水分側に偏る。

実測点の軌跡で見ると、圧力水頭 100 cm 以上の場合、軌跡の勾配は類似し、典型的な粘性土の曲線である。100 cm 以下では、屋外計測が大きく多水分側に寄る。

また、関東ロームの水分特性曲線の限界毛管水頭 ψ_{cr} 周辺に注目すると砂質土のような曲線形状になる。

6. おわりに

提案する試験方法での珪砂の計測は、実用性があり、他の保水性試験より簡易に連続したデータを得ることが出来る試験方法である。一方、関東ロームは、排水方法により ψ_{cr} 周辺に誤差が生じることがわかった。今後は、他の粘性土も同様の結果になるのか検証を行うとともに、データの蓄積を図りたい。

7. 参考文献

- 1) 本間雄介, 上田典孝, 石田哲朗: 蒸発・浸潤現象を利用した不飽和土の水分特性の簡易計測方法の検討, 土木学会第 65 回年次学術講演会, III-174, 平成 22 年 9 月。
- 2) 上田典孝, 本間雄介, 石田哲朗: 蒸発法による ADR の校正と水分特性の計測, 第 37 回土木学会関東支部技術研究発表会, III-39, 平成 22 年 3 月。