

簡易な不飽和浸透特性の計測法を用いた多種の土中水分計の較正方法の提案

前田道路株式会社 ○本間 雄介

東洋大学 学生員 上田 典孝・正会員 石田 哲朗

1. はじめに

不飽和土中の浸透問題は、局地的な豪雨などの雨水による土構造物破壊の予知や対策だけでなく、農学分野との関連からも不飽和地盤内での水分挙動を正確に把握することが必要とされている。不飽和地盤内での浸透流解析は van Genuchten モデルなどの関数モデルを用いて、専門的な解析ソフトにより容易に行うことが可能となってきたが、安定した解析手法として確立されたとは言い難い。当研究室では、蒸発・浸潤現象を利用した土中の不飽和浸透特性を計測する試験方法について検討している¹⁾。これは降雨状態を擬似的に室内で再現した供試体への給水と、浸潤した試料を乾燥させる排水過程の間でテンシオメータと ADR の値から圧力水頭と体積含水率を得るもので、同時に質量変化も計測して体積含水率の値を把握できる装置である。ここで問題点として挙げられるのが、物理的な質量変化から求めた体積含水率と誘電率を用いて電氣的に求めた ADR の体積含水率の間に、差異が生じてしまう点である。本報では、前述した提案する試験方法の計測結果を元に、ADR の較正曲線を作成し、これまでに報告されている較正方法の事例に比べ、より簡易な較正方法を提案する。

2. 提案中の不飽和浸透特性の計測方法

試験装置は、降雨状態を擬似的に室内で再現した供試体への給水と、浸潤した試料をビームライトによって乾燥させる排水過程の間で、テンシオメータと ADR の値から圧力水頭と体積含水率を得るものである。また、同時に質量変化も計測して体積含水率の値を供試体(容積は約 16,128 cm³)全体としても把握できる簡単な装置である。その概略図を図-1 に示す。試験方法は計測に用いる試料を所定の密度(ここでは、珪砂;1.67 t/m³, 関東ローム; 1.05 t/m³, 緑化基盤材; 0.75 t/m³)で容器に詰め、図-1 中に示すような各機器を設置する。給水過程では装置の上方に設置した給水容器から水滴を垂らし、実際の降雨(雨量強度; 41 mm, 激しい雨)

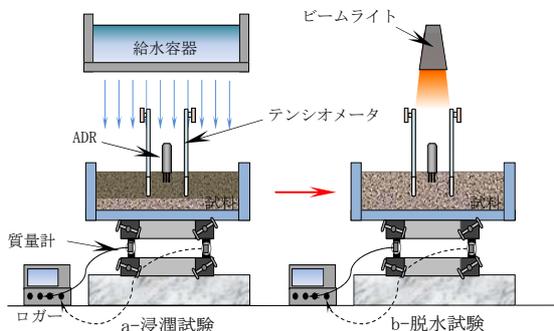


図-1 質量計による水分特性試験の概略図

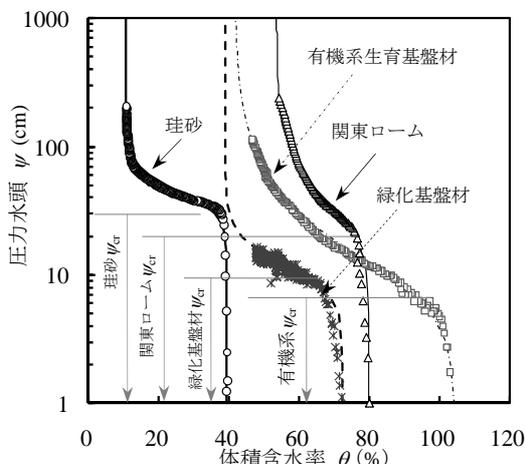


図-2 各試料の水分特性曲線(排水過程)

を再現し浸潤(給水)を行う。排水過程ではビームライトを照射して試料内の水分を蒸発させる。

本報では、珪砂、関東ローム、緑化基盤材と有機系生育基盤材の四種類の試料を使用し、各試料の水分特性曲線を作成した。緑化基盤材は複数の廃棄物を混合した植生工ののり面被覆材である。また、有機系生育基盤材は緑化基盤材の比較対象として計測に使用した。これら二つの植生基盤材の水分特性はその研究を進める上で把握しておきたい。図-2 に示したように、質量変化から算出した水分特性曲線全体は試料ごとの体積含水率や曲線形状も異なり、これまでに認識されている一般的な水分特性を再現できたと考えている。

3. 提案する土中水分計(ADR)の較正方法

提案する計測方法では、ADR-Type1, ADR-Type2, ADR-Type Long, ADR-Type Short の計4種類の土中水分計を用いて体積含水率を計測している。本報では、特に ADR-Type2 に着目し、提案する較正方法を紹介する

キーワード 不飽和土 水分特性 ADR 較正 一次元線形式 多項式近似

連絡先 〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学大学院工学研究科 環境・デザイン専攻 TEL/Fax:049-239-1409

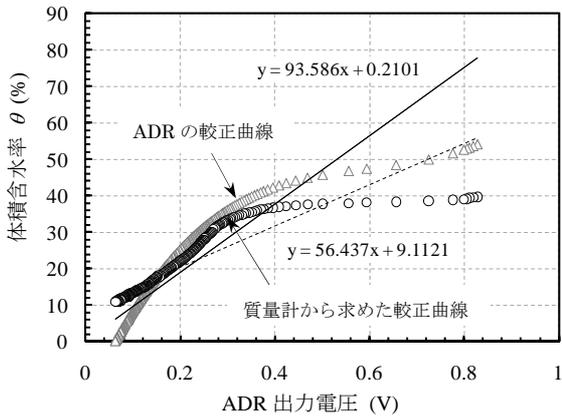


図-3 質量変化と ADR の出力値から求めた較正曲線 (較正前)

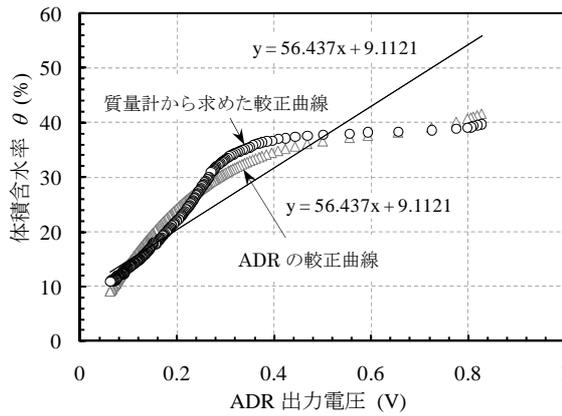


図-4 質量変化と ADR の出力値から求めた較正曲線 (較正後)

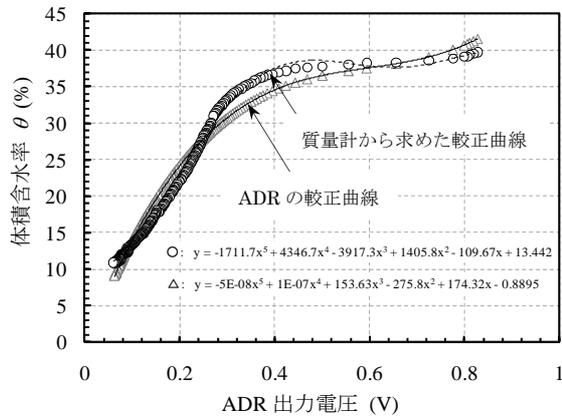


図-5 各計測器の較正曲線と多項式近似による換算式

上でも明確にその差が表れると判断し、その結果を図-3~図-7中に示した。また図-6, 7中に比較として、安定して計測できる ADR-Type1 も示した。提案する較正方法についてだが、これは、現在まで報告されている最小二乗法などを利用した方法や他の様々な方法とは異なった、一次元の線形方程式を用いたより簡易な較正方法である。図-6 に示した水分特性曲線の体積含水率に差異が生じているように、ADR の出力電圧と体積含水率の関係を表わした図-3 の較正曲線にも差異が反映されていることが分かる。通常、これらの曲線の近似式は多項式の方程式で表わすことが多いが、今回提案する方法は、最初に、基本となる曲線と較正した

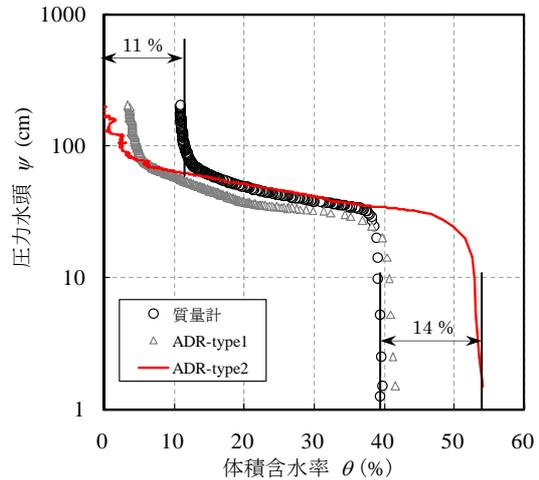


図-6 珪砂の各計測器の水分特性曲線 (較正前)

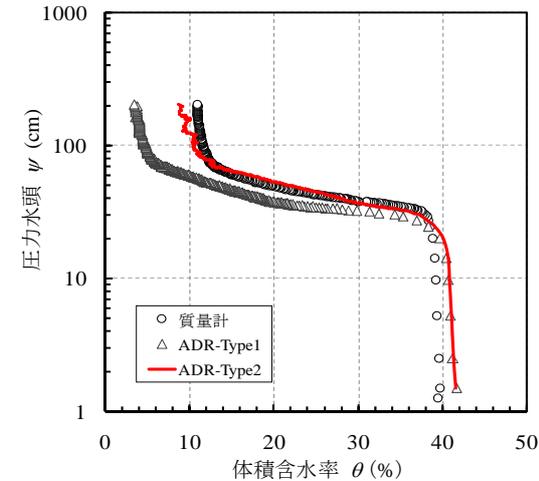


図-7 珪砂の各計測器の水分特性曲線 (較正後)

い曲線を一次元の線形式で表わし、それらの係数・切片を合わせる単純な方法である。その結果、図-4 に示したように、線形の近似曲線(直線)は重なる形となり、質量計と ADR-Type2 の較正曲線も近似していることが見て取れる。その後、新たな ADR-Type2 の換算式を求めるため、較正後のそれぞれの計測値を多項式の近似式を用いて表わす。最終的に図-5 中の△の五次元の方程式が ADR-Type2 の換算式となる。この換算式を利用して、改めて水分特性曲線で表わしたものを図-7 に示した。その結果、基本となる質量変化から求めた水分特性曲線に ADR-Type2 の水分特性曲線が沿う形となっていることが見て取れる。

本報では、ADR-Type2 に着目し、他の三種類の較正結果は示していないが、他の土中水分計も較正した結果、ほぼ近似するという結果を得た。今後の提案する質量計を用いた試験法や他の研究の土中の水分特性を把握するのに十分活用できる方法と判断している。

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, 第65回年次学術講演会, III-174, 平成22年9月。