

土壌水分計の較正方法の検証

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を求める手法は、これまでは加圧法、遠心法、吸引法などの測定方法と、マルチステップ法、蒸発法などの逆解析法に二分されている。最近では計測機器の発達によって、瞬時水分計測法など直接時間の変化に伴う土中水分を測ることができるようになったので、それに類する測定方法も考案されてきた。

本研究では、不飽和土の水分特性曲線を安価な土壌水分計(Delta-T社のML2xの3分の1程度の価格)でも計測できるように較正方法の検証を行った。

計測には、大掛かりな機器類を用いずに計測をするため、容易に入手できる素材を使用し、含水比や体積含水率は装置下部の質量計で、圧力水頭はテンシオメータを用いて水分特性曲線を得るための計測装置である(図1参照)¹⁾。

2. 計測方法¹⁾

図1に示したのが、本研究で作成した測定装置である。構造としては非常にシンプルなもので、試料を締め付けた容器の上からノズルガンの霧状で降雨状態を再現する装置を作成した。試料を所定の密度に締め付け、測定機器を設置後、降雨を開始させる。湿潤過程では、試料が飽和状態になるまでに必要な時間だけ給水する。排水過程ではビームライトを照射し、試料が乾燥状態になるまで放置する。

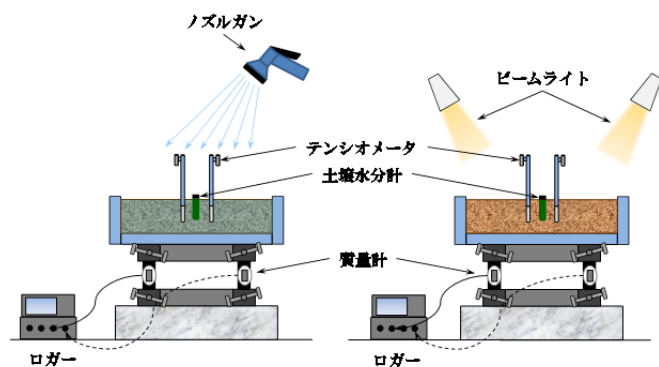


図1 提案している試験方法概略図

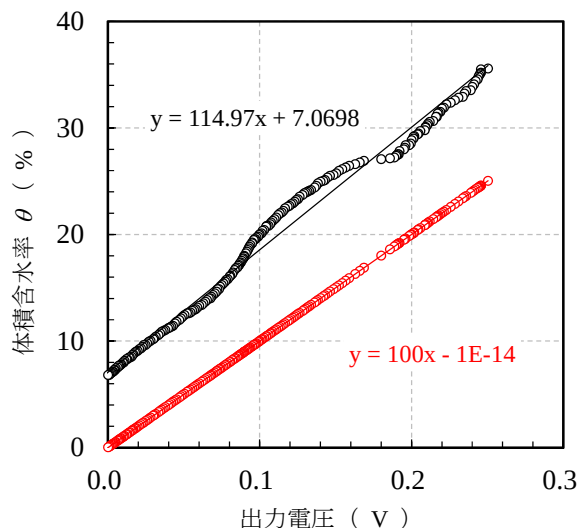


図2 較正準備

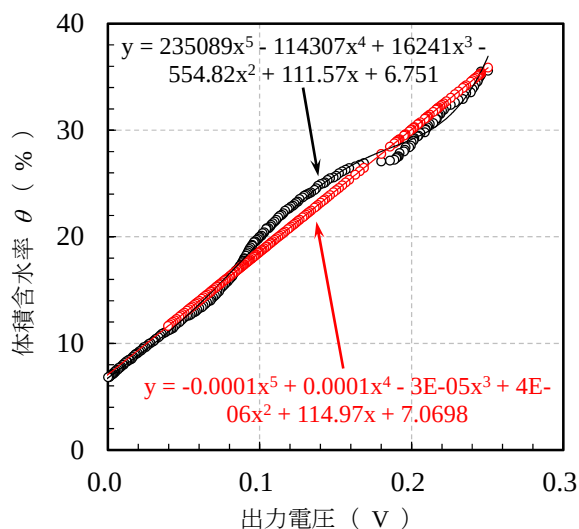


図3 多項式近似により五次方程式が得られる

3. 較正方法

この較正作業の最も重要な点は、較正曲線の近似式や多項式を利用して作成するのではなく、線形を利用して較正を行うことである。線形を用いることにより、一次関数の係数と切片だけを設定する作業のみになるので、単純で簡易な作業で較正曲線を作成することができる。

キーワード 不飽和土 土壌水分計 体積含水率の較正手法

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

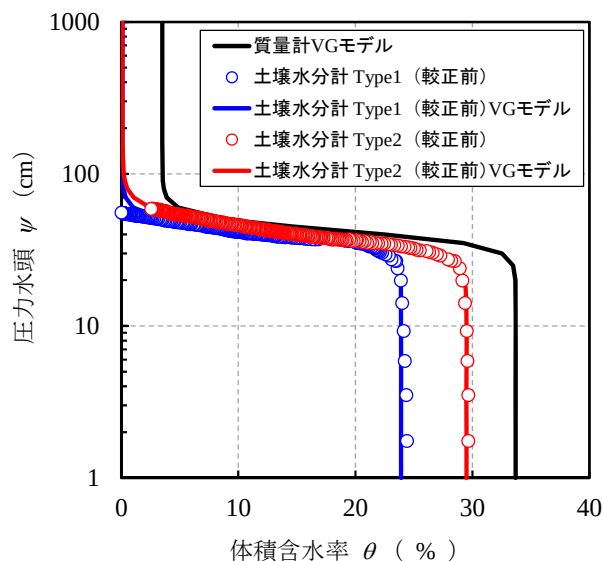


図4 較正前の水分特性曲線

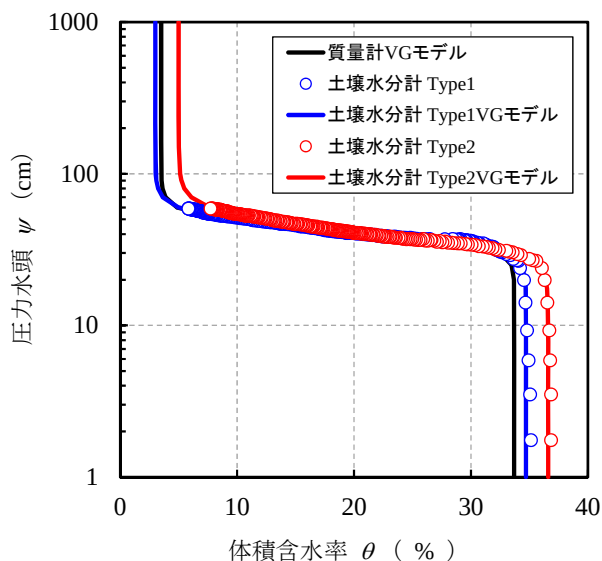


図5 較正後の水分特性曲線

表1 VGモデルパラメータによる比較

	質量計	土壌水分計 Type1		土壌水分計 Type2	
		較正前	較正後	較正前	較正後
α	0.024	0.025	0.024	0.025	0.025
n	9.4	9.0	8.5	7.1	7.0
θ_r	3.5	0.1	3.0	0.1	5.0
θ_s	33.7	23.9	34.7	29.5	36.6

まず、基本となる曲線である質量計から得た体積含水率と較正する土壌水分計の出力電圧の関係と較正する土壌水分計の出力電圧と体積含水率の関係を示し、一次関数の近似線を作成する(図2参照)。基本となる曲線と較正する曲線の一次関数の傾きと切片を完全に一致させることにより基本となる曲線に近似した曲線を作成できる。多項式近似することにより五次関数方程式が得られる(図3参照)。これが換算式であり、出力値を代入することにより較正は完了する。

4. 結果と考察

試料は、硅砂($\rho_s = 2.68 \text{ g/cm}^3$, $\rho_d = 1.57 \text{ g/cm}^3$, 間隙率 $n = 41.42 \%$)を用いて実験を行った。

図4は較正前の水分特性曲線を示した。曲線形状は類似したが、土壌水分計の体積含水率は質量計の体積含水率より乾燥側に偏った。また、残留体積含水率 θ_r と飽和体積含水率 θ_s に大きな差異が生じている。

図5には、較正を行った結果を示した。また、表1には、各VGモデルのパラメータを示した。

較正を行うことにより、基本となる質量計の水分特性曲線に近似した。また、 ρ_s と ρ_d の差異が小さくなり、基本となる質量計の水分特性曲線に近似していることがわかる。しかし、完全一致はしていないが実用性は満たしていると考察する。

5. おわりに

提案する較正方法は較正前と比較し、基本となる質量計の水分特性曲線に近似する。しかし、各測定機器で測定した水分特性曲線は総じて類似しているが、完全に一致させることは出来なかった。

しかし、線形で較正を行うことで、実用上は十分に利用可能な範囲であると考えている。したがって、低予算で広範囲な水分特性を測ることが可能である。今後は、データの蓄積を行っていき、較正精度を向上させたい。

謝辞

研究室の先輩である上田典孝氏(現、伊田テクノス株式会社)には、様々な助言を頂いた。また、実験に協力してくれた同期の若山晃貴、嘉指琢也、江森由馬君らに感謝の意を表する。

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。