

Ⅲ-A287

FDRを用いた不飽和透水試験方法の検討

東洋大学大学院 学生員 富貴 恵
 東洋大学大学院 学生員 谷中 仁志
 東洋大学工学部 正会員 石田 哲朗

1 まえがき

室内における不飽和透水試験方法としては、これまでに定常法の短土柱法であるRichards式試験や非定常法の瞬時水分計測法試験等の方法を用いて計測を行ってきた。このうち、定常法に比べると比較的短時間で計測を終了できる非定常法では、水分量を計測するための探査プローブを用いずに他の試験結果と相関させて水分量を求めていたためか、定常法の実測値や計算結果と比較した場合に、特に砂質土で大きな差異が見られる傾向にあった。そこで、本報では瞬時水分計測法の水分量を計測する手段としてFDR (Frequency-Domain Reflectometry)¹⁾を用いた試験方法を行い、他の室内試験結果および提案されている経験式から得られた計算結果について比較を行い、水分量の計測手法としてのFDRの有効性について検討する。

2 試験装置の概要

水分量の探査プローブとして用いたFDRの概要を図1に示す。FDRは、ADR (Amplitude Domain Reflectometry) とも呼ばれ、土壌中の電磁波の伝搬特性から土中の水分量を計測する装置であり、アナログ出力のため連続計測が可能で、モニタリングに適している利点を有している。試験装置²⁾は図2に示すように直径15cm、高さ8cmのカラムを5段積み上げて、その高さ方向におよそ8cm間隔で合計4カ所ずつテンシオメータとFDRを挿入し、時間の経過による圧力水頭と体積含水率の変化について計測を行った。この試験装置は、自動圧力調節器を用いて試料底部から吸引し、強制的に排水させる方法であり、飽和確認後の排水開始から計測終了までの時間は砂質土では1～2時間、粘性土で2～3日程度である。本報で扱う試料の物理試験結果および試験時の状態を表1に示す。標準砂と珪砂は殆ど乾燥状態にある。DLクレイとシルトはそれぞれ含水比を15.0%、24.0%に調整したものを、また関東ロームと黒土はそれぞれ自然含水比の状態のものをを用いた。このうち、関東ロームおよび黒土の強熱減量後の値はそれぞれ $L_r=20.4\%$ 、 32.2% であった。

3 FDRの検定

FDRを用いる場合には土壌水分量を比誘電率として求めるために、予め試料に対する検定を行い水分量を求める必要がある。任意の含水比に調整した試料を所定の密度状態に締固め、そのときのFDRが示す値を読み取る。このような作業を含水比を変えて、1つの土質材料当たり7～10回ずつ行い、図3に示すような検定結果を得た。

表1 用いた試料の状態

試料名	土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	乾燥密度 ρ_d (g/cm ³)	自然含水比 w_n (%)
標準砂	2.63	1.50	0.3
珪砂	2.63	1.54	0.1
DLクレイ	2.41	1.50	0.0
シルト	2.63	1.10	33.2
関東ローム	2.65	0.61	95.0
黒土	2.28	0.65	85.0

値と含水比がほぼ比

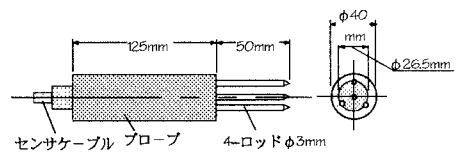


図1 FDR (Frequency-Domain Reflectometry)

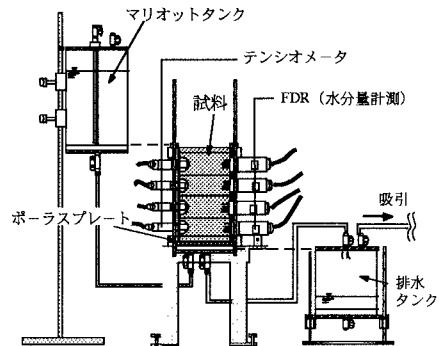


図2 瞬時水分計測法試験装置

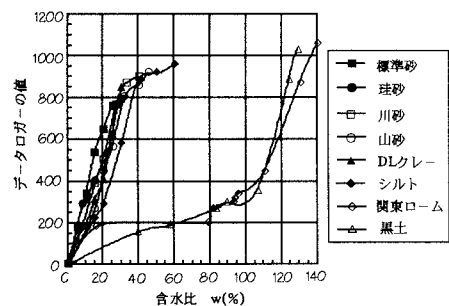


図3 FDRの検定結果

Key Words : FDR、不飽和透水試験、不飽和透水係数、体積含水率

〒350-8585 埼玉県川越市鯨井2100 東洋大学工学部環境建設学科 Telephone / Telefax : 0492-39-1409

例関係にある。一方、関東ロームや黒土では、含水比100%付近を境に、計測値の増加傾向が異なっている。このように土質材料の種類、特に有機質なのか無機質なのかで得られる値に大きな違いが見られる。また、試料の密度状態によっても変化が顕著であり、FDRを用いる場合には精度良い検定を行うことが前提であると考えられる。

4 結果および考察

本報で示した試験結果および既報⁹⁾で示した室内での不飽和透水試験やpF試験から得られた不飽和浸透特性の計測結果についてまとめたものを図4～図9に示す。結果から、図4、図5の砂質土では探査プローブが無い場合の結果と大きく異なる傾向を示すが、定常法での値やvan Genuchtenの不飽和浸透特性モデル(以下、VGモデルと記す)の同定結果とは大略一致している。一方、図6～図9の粘性土では定常法の値とは幾分差異が見られるものの、探査プローブが無い場合の結果や、やはりVGモデルの同定結果と近似する傾向が見られる。特に、図6のDLクレーでVGモデルの同定結果に良く一致している。この

ように、砂質土では探査プローブが無い場合の結果と大きく異なる値を示しているのに、粘性土では比較的近似する傾向を見せたことから、探査プローブを用いない場合の水分量を砂質土では大きめに見積もっていたことがわかる。これは、砂質土の場合に排水開始直後の急激なサクションの低下が見られるが、水分量の変化以外に土中水の移動による圧力伝播の影響を大きく受けたためだとも考えられる。

5 あとがき

本報では、FDRが水分量の計測手段として大変有効であることを確認した。探査プローブを用いない結果との比較から、特に砂質土を対象とした場合に有用性が高いものと考えられる。また、安価であることや計測時間が短縮できる点など利点が多く、今後とも利用頻度が高まることが推察される。最後に、本報のデータは卒業研究として実験を担当してくれた古地絹枝君の協力を得ている。記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 不飽和地盤の透水性評価に関する研究委員会:「同委員会成果報告書」、地盤工学会、pp.77-78、1997
- 2) 富貴恵ほか:室内での不飽和透水試験に関する検討、第26回関東支部技術研究発表会講演概要集、Ⅲ-7、pp.472-473、1999
- 3) 谷中仁志ほか:室内試験による不飽和浸透特性の検討、土木学会第53回年次学術講演概要集、Ⅲ-A327、pp.650-651、1998

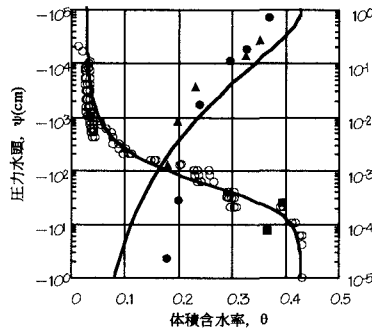


図4 標準砂

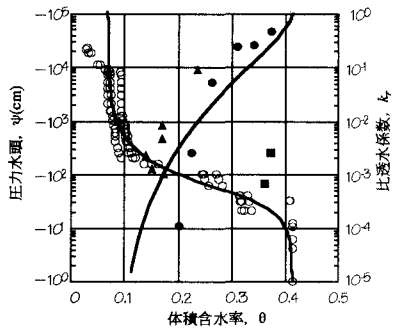


図5 珪砂

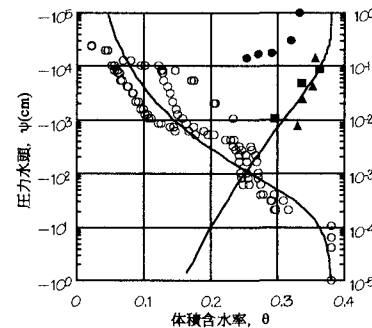


図6 DLクレー

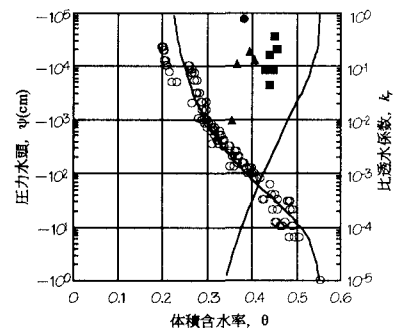


図7 シルト

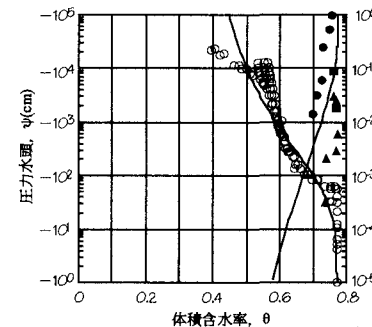


図8 関東ローム

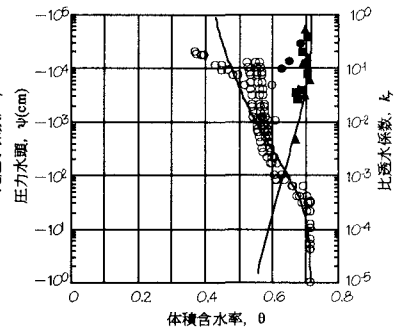


図9 黒土

凡例

