

Ⅲ-A257

FDR法による岩盤の不飽和浸透特性の計測法に関する研究

岡山大学環境理工学部 正会員 西垣 誠
岡山大学大学院 学生会員 〇小松 満
大成建設（株） 正会員 熊本 創

1. はじめに

現在、岩盤中の水分量を非破壊で測定する方法としては、RI法、比抵抗法等が用いられている。しかし、これらの方法は測定装置が大がかりで校正が必要である等、いくつかの問題点を有している。そこで最近、より簡便な測定法の開発が求められてきており、様々な研究が行われている。本研究では誘電率計測法の一つであるFDR法を用いて岩盤中の含水量を求めるための適用性の検討を行った。

FDR法¹⁾は、被測定物の誘電率を周波数スペクトルの解析によって求め、誘電率が主として水分量に依存していることを利用して体積含水率に変換する方法であるが、装置が小さく、1本のプローブで精度良く測定が可能であるという利点を持っている。なお、測定には、岩石試料として凝灰岩（大谷石：乾燥密度 $\rho_d = 2.33\text{g/cm}^3$ ）を用いた。

2. 岩盤の誘電率の測定

(1) 加圧板pF試験

岩石供試体の測定にあたり、水分量が均一な状態を作成するのは困難であるため、加圧板pF試験を応用して、空気圧の調整により目的の水分量に調整することにした。そこで、まず岩石供試体の水分特性曲線を求めた。なお、加圧値はセラミックディスクのエアーエントリバリュウの $U_a = 220\text{kPa}$ までである。

(2) 岩石試料の成形及び計測センサの設置

岩盤供試体の形状は、プローブの測定影響範囲などを考慮して、長さ13cm、幅6cm、奥行き6cmの角柱型に成形した。計測センサは、図-1のように長さ10cm、 $\phi 5\text{mm}$ のプローブ挿入タイプと、同軸ケーブルの線心部分とアース部分を銅板に直接ハンダ付けし、それを試料の側面に張り付けるタイプを用いた。

プローブ挿入タイプでは、プローブの電極と同じ径、同じ長さの孔をあらかじめドリルで開け、そこにプローブを直接挿入した。また、接地部分にも深さ1cm、径3mm程度の孔をあらかじめ開けておき、そこに溶かしたハンダを流し込んで密着させた。また、銅板張り付けタイプでは、試料の側面に銅板を粘着テープで張り付け、それを覆うようにエポキシ系接着剤でコーティングした。

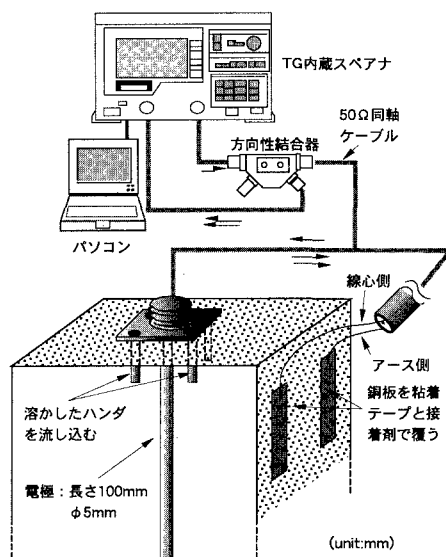


図-1 計測センサーの設置

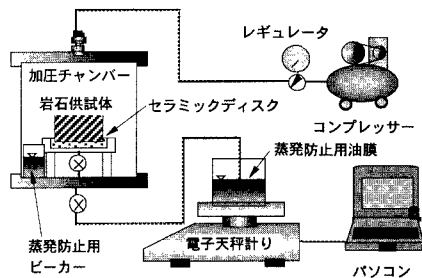


図-2 水分量調節装置の概要

Keyword：FDR法、岩盤、体積含水率、誘電率、不飽和浸透

連絡先：〒700-8530 岡山市津島中2-1-1 TEL 086-251-8164 FAX 086-251-8257

(3) キャリブレーション方法

成形しプローブを設置した供試体を1週間水中脱気し、加圧板pF試験で得られた水分特性曲線をもとに、図-2に示すような加圧チャンバーによる水分量調節装置を用いて、設定体積含水率になるように空気圧を調節する。そして、排水量が定常状態になった時点で、モールドを解体し、FDR法により測定データを収集する。測定が終了すると再びモールドを組み、次の設定体積含水率での空気圧に調節する。これを繰り返し、合計5点程度の誘電率-体積含水率関係をデータを収集した。

3. 測定結果および考察

岩石供試体の水分特性曲線を図-3に示す。また、キャリブレーション結果を図-4、5に示す。なお、図-5は、炉乾燥後の誘電率値を含めて、Topp²⁾の校正曲線式と比較したものである。これより、プローブ挿入タイプでは高含水比領域ではほぼ妥当な結果が得られているが、銅板貼り付けタイプでは水分量の増加による誘電率値の変化が現れていない。この原因としては、銅板と試料表面との接地の不完全性によるものと考えられる。また、今回のような加圧板法による水分量調節では、岩石試料のサクシオンが高いため、水分量の調節範囲が狭すぎて、乾燥側のデータが不足してしまう。したがって、体積含水率と誘電率値の関係の全体的な把握は困難であった。

4. おわりに

本報では、FDR法を用いて、岩石試料の不飽和領域での水分量測定の可能性を探るために、岩石試料のキャリブレーションを行った。しかし、今回の実験では、試料として比較的多孔質な凝灰岩を用いており、その他の試料については未だ実施していない。したがって、今後はさらに多様な岩石試料に対して今回のようなキャリブレーションを行い、比較検討を行う必要がある。また、その際に問題となる、様々な試料に対する計測センサーのより確実な設置法の開発も検討する必要がある。また、キャリブレーションを行う際には、より均一かつ水分量の変動範囲を広くできるような、例えば遠心法を応用するといったような水分量の調節法を開発する必要もある。

【参考文献】

- 1) 冀北平・三野徹・赤江剛夫：FDR計測法による土壌誘電率測定と特定深さの土壌水分測定，農業土木学会論文集，No.182，pp.25-30，1996.
- 2) G.C.Topp, J.L.Davis, A.P.Annan：Electromagnetic Determination of Soil Water Content: Measurements in Coaxial Transmission Lines, Water Reso. Res., Vol.16, No.3, pp.574-582, 1980.

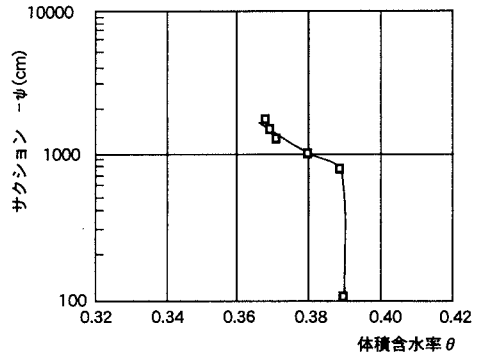


図-3 岩石供試体の水分特性曲線
(加圧板pF試験結果)

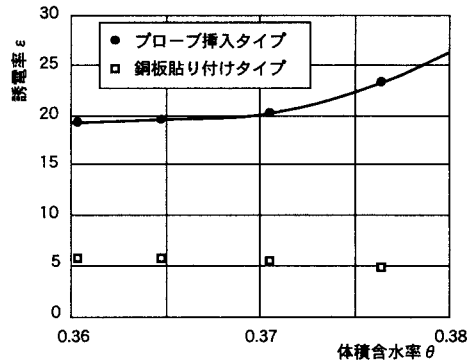


図-4 誘電率測定結果

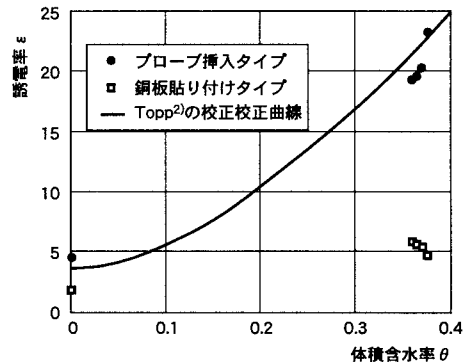


図-5 キャリブレーション結果