

III-424 不攪乱不飽和土の浸透特性の求め方

岡山大学工学部 正会員 西垣 誠
岡山大学大学院 学生員 ○森田 修
同和工営（株） 浅野 茂生
ソイルアンドロックエンジニアリング（株）
延山 政之

1. はじめに

不飽和領域を考慮した浸透解析がきわめて一般的になっているが、その解析に必要な不飽和領域の浸透特性の求める方法に関しては、まだ確固たる方法の確立がなされていない。室内での攪乱試料に関しての不飽和透水試験法に関しては、ガンマ線や、中性子水分計を用いた試験法が提案されており、我国の2、3の土についての試験報告がなされている。^{1), 2), 3)} しかし、現場より不攪乱状態で採取された試料に対しての不飽和透水係数を求めた例はきわめて少なく、青山らの研究があるのみである。³⁾

不攪乱試料を用いて不飽和浸透特性を求める際に最も問題となることは、非破壊状態で試料内部の変化を計測した際の計測値と内部の状態との関連をみつけることである。すなわち、具体的には、中性子水分計等を用いた際のカウンtr比と体積含水率の関係である校正曲線をどのように求めるかが大きな問題となる。本研究では、不攪乱土の校正曲線の求め方を明確にし、実際に現場よりトリプルチューブによって不攪乱状態で採集したシラス試料に対して、不飽和浸透特性を測定した結果を報告する。

2. 不攪乱土の校正曲線の求め方

土の体積含水率の測定方法には、直接的な方法として採土乾燥法がある。一方、非破壊で求める方法として、誘電式土壌水分計測法や電気抵抗法が用いられている。飽和から乾燥までの広い範囲を計測する方法として、ガンマ線や中性子を用いる方法があり、ここでは、著者らが開発した中性子水分計を室内透水試験に用いる方法を適用した。²⁾ 中性子線源には、 $30\mu\text{Ci}$ の ^{252}Cf を用いた。原理的には、中性子によると、吸着水や結晶水まで測定してしまうが、中性子による測定は土中の水分量だけに係し、土の密度にはそれほど影響されないと考える。

図-1に測定装置図を示し、図-2にシラス、マサ土、標準砂の3種類の試料に対して、体積含水率を一定にして、湿潤密度を変化させたことによる中性子カウンtr比($R=N/N_0$)の変化を示す。この図より、体積含水率が一定であれば、密度が変化しても中性子カウンtr比が変化しないことがわかる。

この結果より、不攪乱の供試体の試験方法は、以下の手順によって計測できる。

(1)トリプルチューブ内の供試体の上下にキャップを付け、一方を排水、他方を空気浸入とする。(2)供試体を飽和用容器にいれ、1週間脱気して、供試体を完全に飽和する。(3)供試体の側面に穴を開け、透過空気圧が $2.0\text{kg}/\text{cm}^2$ のセラミックをつけた間隙水圧計を供試体内に設置する。(4)飽和供試体の各計測点での中性子水分計のカウンtr比を測定する。(5)排水実験を開始して、供試体の各点での中性子水分計のカウンtr比の変化を計測する。(6)同時に、負の圧力水頭の変化を計測する。(7)排水がほぼ停止するまで実験を継続する。(8)実験終了後、対象としている区間を供試体からダブルチューブ容器ごと切り出し、長さ 10cm

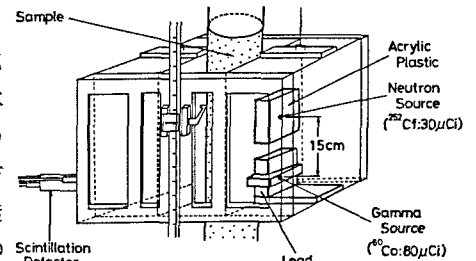


図-1 測定装置図

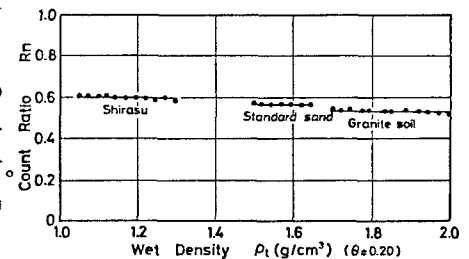


図-2 湿潤密度と体積含水率の関係

の供試体とする。供試体の下端に図-3のようにセラミックディスクを密着させ、キャップを付けて、供試体を再び脱気法により飽和にする。(9)変水位透水試験により、供試体の飽和透水係数を求める。(10)供試体の上部より一定空気圧を加え、供試体の含水率が一定になるまで加圧法により排水をする。(11)含水率の変化が一定になった後、中性子を透過させカウント比を測定する。(12)供試体の重量を測定する。(13)加圧を大きくして再び排水させ、次の体積含水率にする。中性子を透過させカウント比を測定し重量を測定する。(14)最後に乾燥炉によって供試体を完全乾燥させた後、供試体重量を計り中性子を透過させカウン比を測定する。

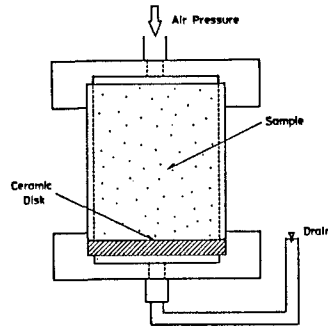


図-3 加圧板装置

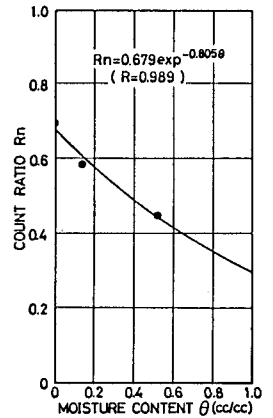


図-4 校正曲線

これらの計測の結果、不攪乱カラムのすべての領域での体積含水率が求められ、乾燥密度が最終的に計測され、途中の体積含水率とカウント比の関係が求められる。

これらの結果を整理すると図-4の校正曲線が得られる。

3. 不飽和浸透係数

体積含水率の校正曲線が図-4のように求められると、これより、各点での水分量の低下量が一例として図-5のように求められる。また、負の圧力水頭の変化は図-6のように求められ、これらから、瞬時水分計測法により、不飽和の透水係数は、図-7のように求められる。一方、水分特性曲線は図-8のように得られる。

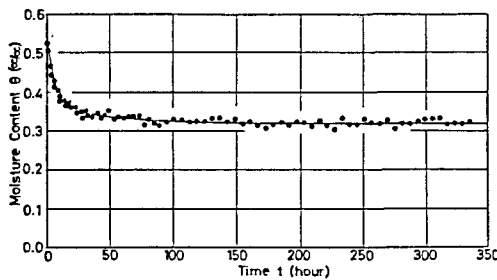


図-5 時間と体積含水率の関係

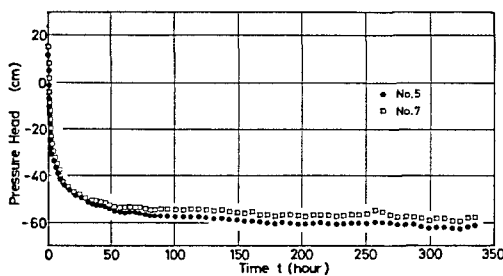


図-6 時間と圧力水頭の関係

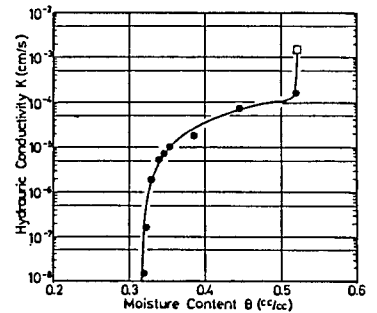


図-7 体積含水率と不飽和透水係数の関係

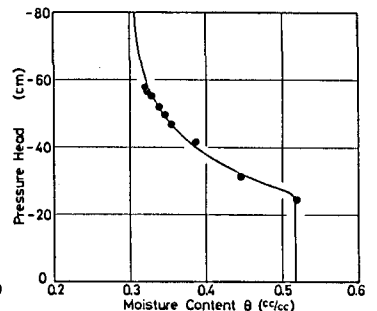


図-8 水分特性曲線

《参考文献》

- 河野伊一郎、西垣誠：不飽和砂質土の浸透特性に関する実験的研究、土木学会論文集、第307号、pp.59-69, 1981.
- 河野伊一郎、西垣誠、延山政之：中性子水分計の室内透水試験への適用に関する研究、第18回土質工学研究発表会、pp.1317-1320, 1983.
- 西田一彦、青山千彰、桑山普一、延山政之：不攪乱まさ土試料の不飽和浸透実験について、第19回土質工学研究発表会講演概要集、pp.1365-1366, 1984.