

# 不飽和浸透特性の原位置評価と室内実験との比較

岐阜大学 学生会員

中村 明教

古川 正崇

佐藤 健

正会員

## 研究目的

地下水面より上部の不飽和領域では、地盤の不飽和状態によってその透水性が異なり土が水を吸引しようとする力（サクション）も異なってくる。不飽和領域においては浸透特性に多くのパラメータが関与しているため、飽和状態の透水係数に比べて推定は困難である。本研究では、不攪乱採取したまき土試料を用い室内不飽和透水試験を行い、原位置に設置したテンシオメータと TDR<sup>1)</sup> の計測値に基づき鉛直一次元透水場を仮定した計算により不飽和透水係数を推定した結果と比較する。また、水分保持特性曲線を用いた不飽和透水係数の推定によく用いられる Brooks & Corey<sup>2)</sup> と van Genuchten<sup>3)</sup> 法を適用して、室内透水計数値と比較する。このような比較を通して、原位置透水試験の問題点や関数近似による透水係数推定の問題を整理する。

## 室内実験の方法

### 水分保持特性

- ① 水浸試料をデシケータに入れ、真空ポンプによる脱気後、主排水過程の実験実施 (Fig.2 の■)。
- ② 炉乾燥試料による主浸透過程の実験実施 (Fig.2 の◆)。

### 透水係数

加圧型不飽和透水試験装置による排水過程 (Fig.3 の■)、浸透過程 (Fig.3 の◆) の定常試験実施。

## 原位置試験の方法

Fig.1 のように設置した Tensiometer と TDR から得られたデータを使って、Instantaneous profile method<sup>4)</sup> の原理を応用して透水係数を推定 (Fig.3 の□◇)。

水分特性曲線の関数近似による透水係数の推定。

van Genuchten による関数近似 (Fig.2 参照)。

$$Se = \{1 + |\alpha \phi|^n\}^{-m} \quad (\alpha > 0)$$

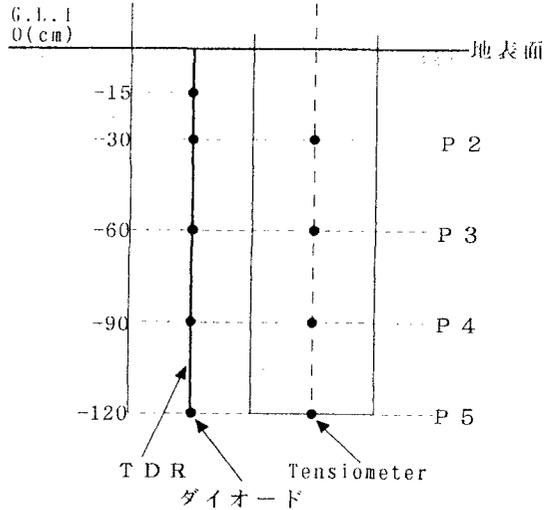


Fig.1 原位置計測の位置

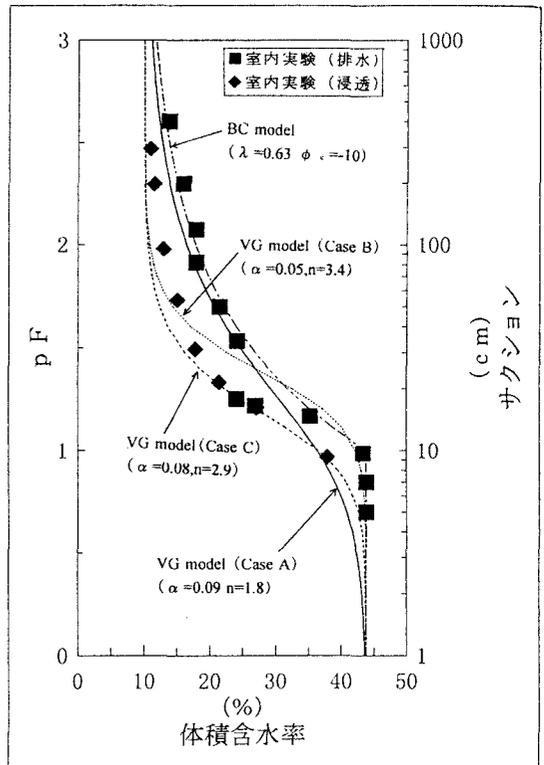


Fig.2 水分保持特性曲線

$$m = 1 - \frac{1}{n} \quad (0 < m < 1, n > 1)$$

$$k(\theta) = k_s \cdot S_e^{1/2} \{1 - (1 - S_e^{1/n})^n\}^2$$

Brooks & Corey による関数近似 (Fig.2 参照).

$$S_e = \left( \frac{\phi_{cr}}{\phi} \right)^{2.2}$$

$$k_r = (S_e)^{3/2}$$

**考察**

① 原位置と室内試験の比較

Fig.3 から分かるように、室内試験による値は原位置試験による値よりも 10 分の 1 から 100 分の 1 程度小さくなるのが分かった。原位置試験は鉛直一次元の流れを仮定して解析されたが、実際の流れは水平方向にもわずかに生じ、その影響によって透水係数が原位置試験では大きくなったものと考えている。

② 関数近似による方法

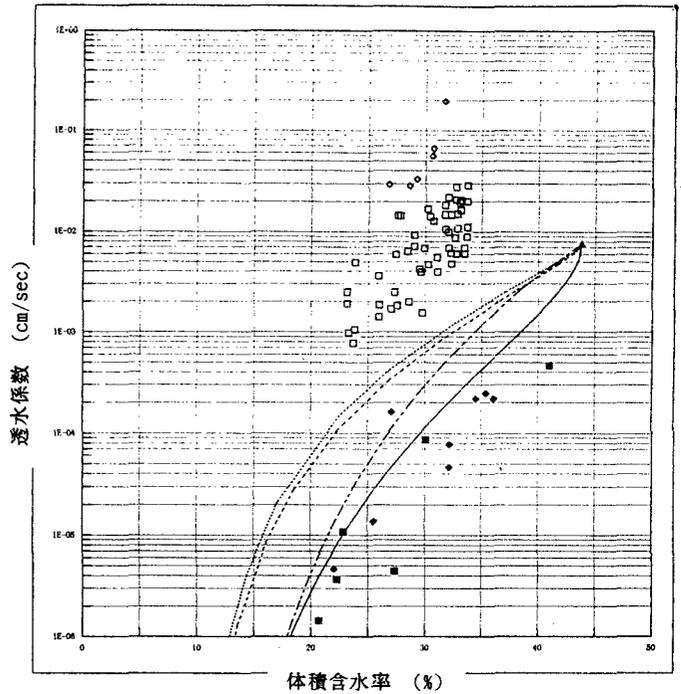
VG モデルの適用は、排水過程のデータを使って、 $(\theta - \theta_r)/(\theta_s - \theta_r)$  で表される相対飽和度 50%の位置を中心にフィッティングさせた場合 (Case A)、高飽和度に注目してフィッティングさせた場合 (Case B)、給水過程を使った場合 (Case C) に対してそれぞれ透水係数を推定した。Fig.3 から分かるように、Case A が最もよく室内試験の結果を表現しており、VG モデルの使用に際しては、排水過程の試験結果を用いて、部分的なフィッティングを行うよりも相対飽和度 50%をにらんで、水分特性曲線全体に対してフィッティングを行うべきであることが判明した。

BC モデルは、Fig.2 の水分保持特性曲線は全体にわたってよく表現することができるが、Fig.3 から分かるように VG モデルほど室内実験結果を表現できないことが分かった。なお、BC モデルのパラメータは、Brooks & Corey の方法を用いて推定した。

また、BC モデルでは給水過程を使うと、飽和状態からの毛管上昇高さが給水過程の実験では不足するため、この方法も排水過程の結果を使うことが望ましい。

**参考文献**

- 1) Hook W.R,et al,(1992):Remote Diode Shorting Improves Measurement of Soil Water by Time Domain Reflectometry,Soil Sci.Soc.Am.J.,56,1384-1391.
- 2) Brooks,R.H and Corey,A.T.(1966):Properties of Porous Media Affecting Fluid Flow,ASCE,IR(92) 61-88.
- 3) van Genuchten,M.Th.(1980):A Closed-form Equation for Predicting The Hydraulic Conductivity of Unsaturated Soils,soil sci.Am.J.,44,892-898.
- 4) Richards,L.A.et al,( 1956) :Physical Processes Determining Water Loss from Soil,Soil Sci,soc.Amer.Proc.,20,310-314.



■室内実験・(排水)    ◆室内実験 (浸透)  
 ▲飽和時    □水面下降時    ◇水面上昇時  
 — VG model (Case A)  
 ..... VG model (Case B)  
 - - - - VG model (Case C)  
 - · - · - BC model

Fig.3 体積含水率と透水係数の関係