

まさ土の比抵抗特性に関する考察

岡山大学環境理工学部 正会員 竹下祐二
岡山大学大学院 学生員○澤谷貴志
(株)タイコンサント 正会員 井上 誠
岡山大学環境理工学部 正会員 河野伊一郎

1. はじめに

従来より地下水探査法として用いられてきた電気探査法は比抵抗インバージョンによるトモグラフィー手法により、地下水挙動のモニタリング手法の一つとして近年注目を集めている。電気探査法では地盤の状態を比抵抗値によって評価するために、定量的な評価手法として用いる場合には、比抵抗値と調査対象とされる地盤物性定数の相関データの蓄積と関数式の確立が極めて重要である。そこで、本研究では不飽和浸透におけるマサ土の比抵抗特性に関する基礎的な資料を得ることを目的として室内不飽和浸透試験を行い、比抵抗値と体積含水率の関係についての計測を行った。その際、まさ土の粒度特性に着目し、粒度分布が比抵抗値と体積含水率の関係式に及ぼす影響について考察した。

ここで、比抵抗値の算定には、柱状導体の比抵抗値の算定式である次式を用いた。

$$\rho = \frac{A}{L} \frac{V}{I}$$

ここで、A：供試体断面積、L：電極間の長さ
V：電位差、I：電流量

2. 比抵抗特性の室内測定方法

比抵抗測定装置として、図-1に示すような装置を作成した。円筒モールドの内径は109mmであり、供試体高さは40mmとする。底板には直径120mm、厚さ4mmのセラミックディスクを接着する。電極は、供試体と同径の円形銅フィルター（74μm）を用い、供試体上面と底面に設置した。このとき供試体上面のフィルターにはビー玉を乗せ、接地抵抗の影響を軽減した。

試料は図-2、表-1に示すように細粒分を多く含むもの、粗粒分を多く含むもの、等粒のもの、粒度分布の良いもの、の4種類のマサ土試料を用いた。それらの試料を所定の間隙比となるように締め固め、完全脱気後、1.0kgf/cm2の背圧を加えて供試体下部より定水位にて排水させ、試料の比抵抗値と排水流量の非定常変化を24時間計測した。

表-1 測定結果一覧

	θ_s	透水係数(cm/s)	均等係数	土質	a	b
Sample1	0.375	1.26E-04	2.03	極微粒砂	0.695	8.954
Sample2	0.325	4.15E-02	3.51	粗粒砂	0.345	4.351
Sample3	0.375	7.79E-02	1.29	中粒砂	0.608	5.762
Sample4	0.325	2.43E-04	7.18	中粒砂	0.701	10.585

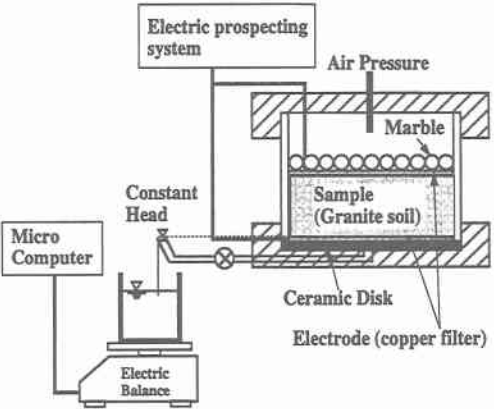


図-1 試験装置図

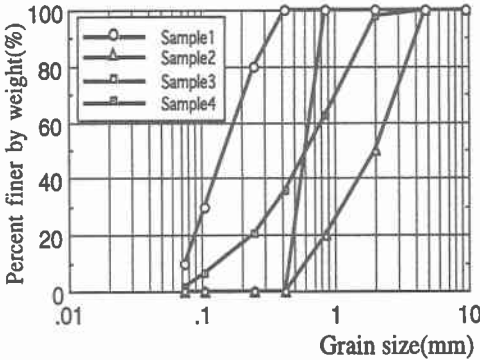


図-2 試料の粒度分布

3. 計測結果および考察

本実験で得られた比抵抗比と体積含水率の関係を図-3～6に示す。電極として用いた銅フィルターは、1測定ごとに取り替えたということもあり、実験の再現性はほぼ得られているといえる。

ここでは、青山ら¹⁾が指摘しているように比抵抗比と体積含水率の関係が水分特性曲線の形状に類似していると考え、van Genuchtenが提案した水分特性曲線²⁾の関数モデルを変形した次式(1)を提案式として用いて計測データの評価を試みた。また、従来から提案されている Archie 式(2)についても比較検討を行った。

$$\theta = (\theta_s - \theta_r) \left\{ 1 + a \left| \frac{\rho_{\text{unsat}}}{\rho_{\text{sat}}} \right|^b \right\}^{1/b-1} + \theta_r \quad (1)$$

$$\frac{\rho_{\text{unsat}}}{\rho_{\text{sat}}} = \left(\frac{\theta}{n} \right)^{-m} \quad (2)$$

ここに、 θ : 体積含水率、 n : 間隙率、 θ_s : 飽和体積含水率

θ_r : 最小含水量、 a, b, m : 実験定数

ρ_{sat} 、 ρ_{unsat} : それぞれ飽和、不飽和状態での比抵抗値

その結果、粒度の違いにより測定値の分布は異なった傾向を示すが、最小2乗法によって定められた提案式(1)はいずれの試料においても良く適合していることがわかる。Archie 式(2)の方は、粒度分布が均一に近い sample3 においては良く適合する。また、細粒分の多い Sample1 においても比較的適合しているといえるが、粗粒分の多い Sample2,4 においては適合していない。よって、Sample1,2,4 においては Archie 式が1本に定まらないので測定値の大半が収まるような2本の式を載せ、その適用範囲を検討した。

以上を検討した結果、マサ土については提案式の適用が可能であると考えられるが、Archie 式の適用については検討の余地があるといえる。また、粒度変化が比抵抗比に大きな影響を与えていることがわかった。

今後も、様々な土質・粒度における比抵抗値と地盤物理定数との相関関係データの蓄積を行い、それらの関数式の確立について検討して行く予定である。

<参考文献>

- 1) 西田・青山 (1993) : 不飽和土の電気比抵抗特性と不飽和浸透計測への電気探査法の適用、土木学会論文集、No.475/III-24, pp.1-9.
- 2) van Genuchten, M.th. (1980) : A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, Soil Sci. Am. J., Vol.44, No.5, pp.892-898.

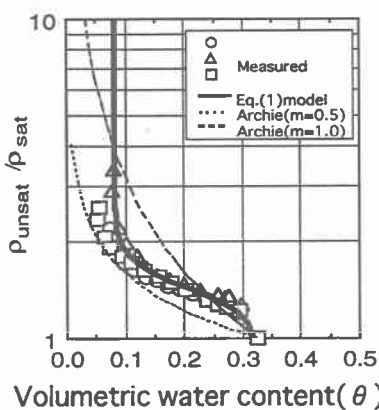


図-6 比抵抗値と体積含水率の関係 (Sample4)

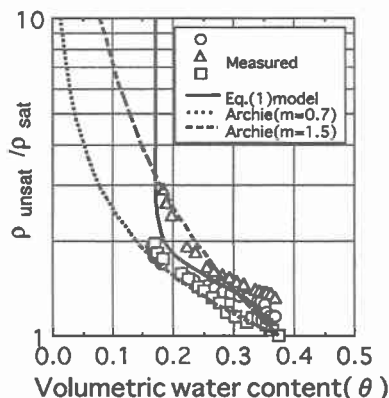


図-3 比抵抗値と体積含水率の関係 (Sample 1)

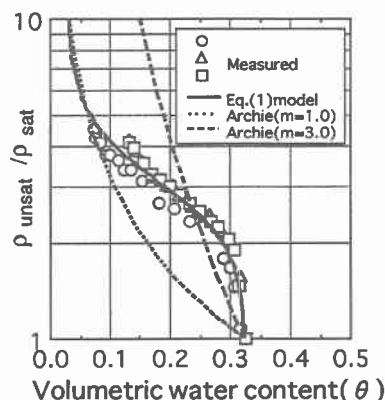


図-4 比抵抗値と体積含水率の関係 (Sample 2)

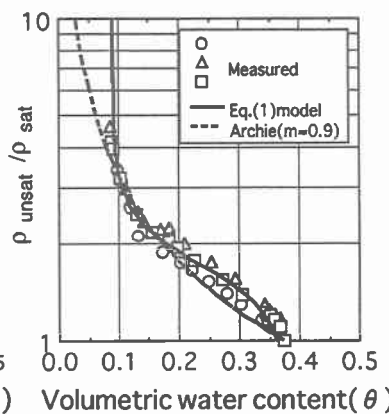


図-5 比抵抗値と体積含水率の関係 (Sample 3)