

Ⅲ－A2

比抵抗による不飽和粘性土の間隙水分布特性

東海大学大学院 学 湊 太郎

東海大学海洋学部 正 福江 正治

興亜開発 田屋 直美

興亜開発 堀部 浩

1. はじめに 粘土の力学挙動や透水性などは、主としてその構造によって決定される。したがって、粘土の力学挙動や透水性をより深く理解するには、その構造特性をどのように表すかが重要となる。すなわち、その構造特性を定量的に評価する方法が必要である。これまで、電子顕微鏡やX線回析などを用いて、土の微視的構造が観察されてきた。しかしながら、その構造特性を定量的に評価する方法には多くの場合困難を伴う。そこで、本研究では土の電気的特性によって構造特性をどこまで表すことが可能か調べてみた。

2. 研究目的 粘土粒子が水溶液に接すると、土粒子・水系は電気的中性を保とうとする。その結果、粒子表面に拡散二重層が形成される。このような二重層は、粘土粒子鉱物や空気比べて非常に高い電導性を持つことから、電気的性質が拡散二重層に強く影響されと考えられる。これは、電気が二重層を選択的に通って流れるということの意味し、土粒子鉱物や空気は絶縁体として考えることができる¹⁾。そこで、本研究では不飽和粘土の比抵抗を測定し、それにより粘土の水吸着特性および構造特性を明らかにするための方法を検討する。

3. 実験方法および試料特性 実験装置は、アクリル製の標準圧密試験器を用いた。そして、供試体の上下にステンレス製の円形メッシュを電極として圧着できるようにした²⁾。これにより、供試体に交流 0.1 mA、1000 Hz の電流を流し、試料上下間の電位差を測定した。この電位差から、オームの法則に従った次式を用いて試料の（見かけの）比抵抗を算出した。

$$\sigma = \frac{S \Delta V}{I L} \quad (1)$$

ここに、 σ は比抵抗、 S は電流の流れる断面積、 I は電流、 $\Delta V/L$ は電位勾配である。なお、電極と試料を圧着させるために供試体に 693 N/m² の载荷を行った。

試料として粉末状の木節粘土を用い、蒸留水を加えて含水比を調整した。その物理特性を表－1 に示す。

表－1 木節粘土の物理特性

土粒子密度 (g/cm ³)	液性限界 (%)	塑性限界 (%)	粘土分 (%)	シルト分 (%)	砂分 (%)
2.71	43.8	16.9	27	51	22

4. 結果と考察 図－1 に含水比と比抵抗の関係を示す。図から明らかなように、含水比が低いと比抵抗の値が大きく、含水比の増加に伴って次第に比抵抗の値が減少していることが分かる。特に、含水比約 13% を境にして、比抵抗の値が著しく減少している。また、含水比が 20% を越えると比抵抗は一定値 10 Ω・m に近づいている。

粒子間に空気などの絶縁体が存在するとその間は電気が通らない。しかし、電導性の高い間隙水などが粒子表面を覆い、そのような粒子構造が連結されれば、そこに電流の経路が形成され土全体の比抵抗の値は小さくなる。さらに、粒子の周囲が電解質を含む間隙水に覆われると電気の流れる断面積が大きくなり、比抵抗

キーワード：比抵抗、不飽和粘性土、間隙水、拡散二重層

連絡先：〒424-8610 清水市戸戸 3-20-1、東海大学海洋学部、Tel:0543-34-0411,Fax:0543-34-9768

抗の値はさらに小さくなる。図-1 は、含水比が約 13%を越えるとこのような構造が急増したことを示しているものと思われる。

図-1 に示される比抵抗の値の変化は、間隙水が連続しているか否か、また間隙水(吸着水)の連続経路の多い/少ないを示していると考えられる。言い換えれば、土粒子・水系の構造の違いが比抵抗の値の変化として現れている。このような飽和粘土と不飽和粘土の構造の違いを 次のように構造係数 F を用いて表すことができる¹⁾。

$$\frac{1-F_{sat}}{1-F} = \frac{\sigma}{\sigma_{sat}} \frac{(w/100)Gs(1-n/100)}{n/100} \quad (2)$$

ここに、 F と F_{sat} はそれぞれ不飽和状態と飽和状態における、土中を電気が流れる場合の構造特性を表し（図-2 参照）、構造係数と定義されている。また、 σ と σ_{sat} はそれぞれ不飽和状態と飽和状態の比抵抗値、 w は含水比、 Gs は土粒子の比重、 n は間隙率である。なお、木節粘土の飽和状態について次の関係が得られている¹⁾。

$$\sigma_{sat} = (100/n)R \times 79 \quad (3)$$

ここに、 r は供試体の半径であり、 $R = \sqrt{\pi}r$ と仮定する。

(2)式と(3)式から得られた結果を図-3 に示す。この図を見ると、含水比が 18%以下である場合、飽和粘土と不飽和粘土の構造係数の比が広く分散するようになる。これは、同じ含水比であっても、間隙水の分布状態が異なるということを示している。また、含水比が 18%を越えると F は F_{sat} に等しくなる。すなわち、この含水比を越えると構造係数に対する含水比の影響がなくなる。このことは、含水比 18%で、すべての土粒子の拡散二重層が発達したことを示すものと思われる。なお、木節粘土の塑性限界は 16.9%であり、その値が $F = F_{sat}$ になる含水比とはほぼ一致することは極めて興味深い。

5. 結 論 異なる飽和度の供試体を作成し、比抵抗値を測定した結果、次のことがわかった。
①土粒子・水系の構造の違いを比抵抗値の変化として得ることができる。

②比抵抗を用いて定義される構造係数 F と F_{sat} を用いることによって、その土の微視的な構造特性を定量的に評価することが可能と思われる。

6. おわりに 本研究は文部省科研費補助金（代表 東京大学 東畑邦生 教授）によって行った。

<参考文献> 1) 福江ほか,(1998): 粘土の微視的構造と比抵抗の関係, 第 33 回地盤工学研究発表会（発表予定）。 2) 堀部ほか,(1997): 圧密試験型室内比抵抗測定装置の開発, 第 32 回地盤工学研究発表会, 2 冊分の 1, 231-232。

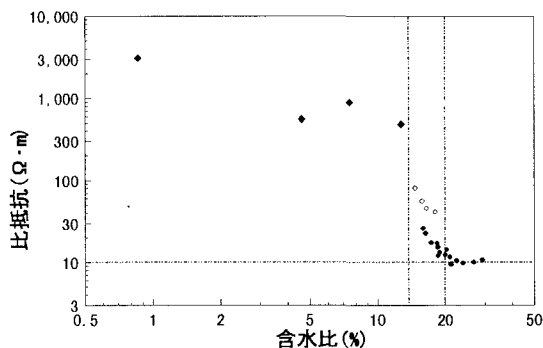


図-1 含水比と比抵抗の関係

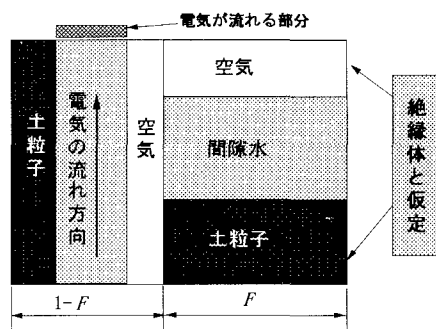


図-2 構造係数 F の説明図

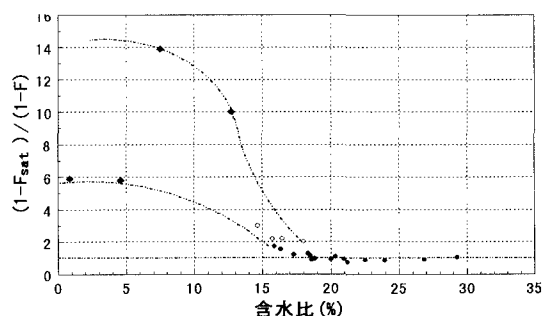


図-3 飽和粘土試料と不飽和粘土試料の構造係数の比較