

Ⅲ-A397

比抵抗による含水比の測定について

東海大学大学院 学 矢内 正洋

東海大学大学院 学 井出 智彦

東海大学 海洋学部 正 福江 正治

興亜開発(株) 正 田屋 直美

1. はじめに 海底表層の土質特性は深さ方向に急激に変わることがわかっている。その代表例は含水比の深さ分布である。したがって、そのような特性を調べる場合、極めて薄層の試料について調べる必要がある。今後は海底環境問題や深海土質の把握など、海底土のサンプリングも多く行われることが考えられ、迅速な測定が可能な方法を検討する必要がある。

そこで、本研究では、含水比測定に関して次の2点を満足する方法の開発を目指す。

- ① 薄層について測定可能 ② 迅速な測定が可能

本研究では、海底土の柱状試料の含水比の深さ分布を測定する方法として、土の比抵抗に着目した。

これまでの研究では、土の比抵抗はその間隙率、間隙水の比抵抗、飽和度などに関係することがわかっている。しかし、海底土はほとんど飽和しているとみなされ、また少なくとも表層堆積物の間隙水は海水である。この場合、比抵抗は主として間隙率の関数となることが予想され、そのほかの要素の影響は小さいと思われる。したがって、土粒子密度が推定できる場合、間隙率の深さ分布から含水比の深さ分布が得られる可能性がある。そこで、本研究では、薄層について測定可能な電極を用いて、海水で練った種々の土の含水比と比抵抗の関係を調べてみた。なお、この方法で迅速な測定は達せられる。

2. 実験方法および試料特性 実験装置は図-1に示すように、ステンレス針を4本取り付け付けた簡単なものである。この4本の電極を柱状試料の所定の深さ部分に突き刺し、外側の2つの電極に交流 0.1mA、1000Hz の電流を流す。そのとき、内側の2つの電極間の電位差を測定する。この測定された電位差から、オームの法則に従った次式を用いて土の比抵抗を算出できる。

$$\rho = K \frac{V}{I} \quad (1)$$

$$\text{また、} K = 2\pi \left(\frac{1}{r_{11}} - \frac{1}{r_{12}} - \frac{1}{r_{21}} + \frac{1}{r_{22}} \right)^{-1} \quad (2)$$

ここに、 ρ は比抵抗 ($\Omega \cdot \text{m}$)、 V は電位差 (mV)、 I は電流 (mA)、 K は電極係数で r_{11} 、 r_{12} 、 r_{21} 、 r_{22} は図-1に示すそれぞれの電極間隔 (m) である。なお、本研究では、各電極間隔を 0.03 m とした。

本研究では、市販されている硅砂 (7号)、木節粘土、ベントナイト粘土および山砂から細・粗骨材を採取した残土 (細粒分) を土試料として用いた。これらの物理特性を表-1に示す。これらの土試料に海水を加えて含水比を調整し、上述の方法によってそれぞれの比抵抗を求めた。なお、海水は、静岡県清水市の三保海

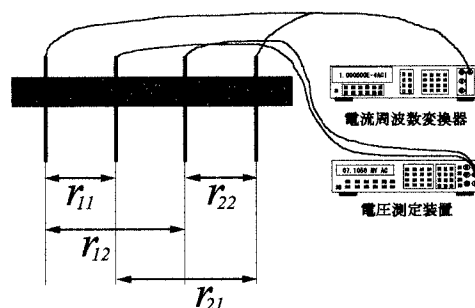


図-1 比抵抗測定装置

キーワード：含水比，拡散二重層，比抵抗

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

岸で採取した。その塩分濃度は、塩分計測定した結果 25.0‰であった。この値は通常値よりやや低い、降雨の影響と思われる。

表－1 土試料の物理特性

	珪砂 (7号)	木節粘土	ベントナイト粘土	残土
土粒子密度 (g/cm ³)	2.65	2.71	2.75	2.77
液性限界 (%)	—	43.8	389.0	50.9
塑性限界 (%)	—	16.9	38.0	21.1
塑性指数	—	26.9	351.0	29.8

3. 結果と考察 図-2に含水比と比抵抗の関係（両対数）を示す。試料土の特性によって得られた含水比の幅は大きく異なる。たとえば、ベントナイトの含水比は最大 400%を越えるが、珪砂の場合は約 30%以下である。木節粘土と残土のデータの多くはその間にプロットされる。この図から、いずれの場合も含水比が低いほど比抵抗の値が大きい傾向にあることがわかる。

図-2の関係は飽和度の違いの影響を含んでいる。すなわち、飽和度が低い場合には、同じ含水比の飽和土より大きな比抵抗を示す。したがって、図-2の関係にみられるばらつきは、主として飽和度の違いによる影響と思われる。特に図中に引いた飽和土曲線と珪砂の結果が大きく離れているのは、含水比が低い場合に飽和度が低く、その分比抵抗が大きいためである。したがって、海底土を対象とする場合、飽和度の影響は無視できるとと思われる。

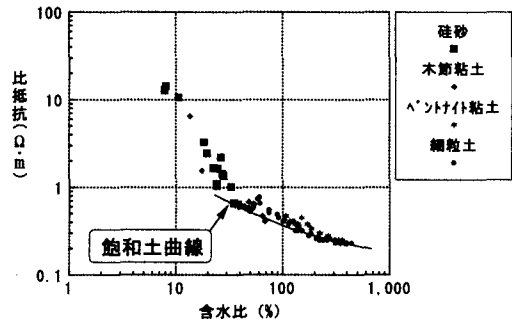
上述の考えは陸上土に対しては使用できないことに注意が必要である。その例を、図-3に示す。図-3は蒸留水を用いた場合¹⁾²⁾の結果であるが、海水を用いた場合に比べて、その比抵抗の値が大きく、含水比が高くなると飽和土の比抵抗の値が大きくなるのがわかる。これは蒸留水が電気を通しにくいために起こる現象である。

蒸留水を用いた場合、土に流される電気は、土粒子表面の拡散二重層の部分を選択的に通ると考えられ²⁾、蒸留水である自由水の断面積が大きくなるほど比抵抗が大きくなってしまふ。海水では間隙水全体を電気が通るから、比抵抗は間隙断面積（間隙率）の関数となる。したがって、冒頭に述べたように、海底土の場合には、比抵抗から含水比が得られると思われる。

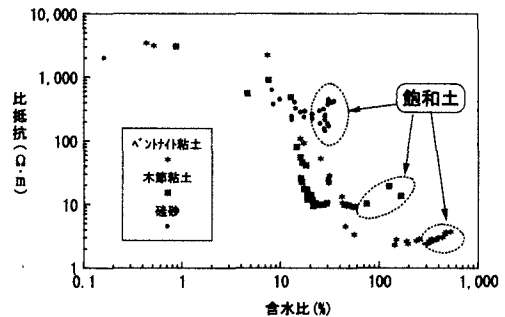
4. 結論 本研究では、ステンレス針を電極とした簡単な比抵抗測定装置を開発し、それによって海底土の含水比を測定することができかどうか実験的に検討した。その結果、海水を間隙水とする土において、土の種類に関係なく含水比と比抵抗にはよい関係がみられ、比抵抗の測定によって含水比が得られることがわかった。とくに、飽和海底土については、十分な精度で含水比が得られると思われる。今後、実際に海底土を採取して開発した装置で調べてみる。

<参考文献>1) 福江ほか (1998)：電導コーンの開発とその応用，土木学会論文集，Ⅲ-43，No. 596，283-293。

2) 湊ほか (1999)：粘土の土粒子-水分子構造と比抵抗，第34回地盤工学研究発表会（発表予定）。



図－2 含水比と比抵抗の関係（海水：塩分濃度2.5%）



図－3 含水比と比抵抗の関係（蒸留水）