

千葉工業大学 正会員 小宮一仁 清水英治 渡邊 勉
 建設省建築研究所 正会員 田村昌仁
 千葉工業大学 学生会員 ○佐藤秀樹

1. まえがき

近年地中レーダー等の開発⁽¹⁾が進み、土の誘電率を正確に評価する必要が生じている。しかしながら、例えば理科年表⁽²⁾によると、乾燥状態の土および砂の比誘電率 ϵ がそれぞれ $\epsilon = 3$, $\epsilon = 2.5$ 、自然状態の粘土と砂の比誘電率がそれぞれ $\epsilon = 30$, $\epsilon = 15$ と記述されているように、土の誘電率に関しては曖昧な数値が示されているに過ぎない。物質の誘電率は水の存在によって大きく変化するので、土の誘電率を正確に評価するためには、土に含まれる水の量と誘電率との関係を明らかにする必要がある。著者らは既に、比誘電率 $\epsilon = 15$ 程度以下の比較的低い誘電率に関して、土の含水量と比誘電率の関係を明らかにした⁽³⁾。

本研究は、土の誘電率の基礎データの蓄積を目的として、土の誘電率と含水量の関係について高い比誘電率の範囲まで実験的に調査し、基礎的な考察を行ったものである。

2. 土の誘電率の測定方法

土の誘電率の測定には、図1に示すモールド型誘電率測定装置を用いた。比誘電率は、一端を短絡した円筒形の同軸伝送路（以下同軸円筒）に非短絡側の信号源からステップ信号を発信し、信号の反射に要する時間を測定することによって求めた。信号の反射時間はオシロスコープを用いて測定し、測定したデータをパーソナルコンピュータで処理して比誘電率を解析した。実験では、市販の豊浦砂、千葉県成田で採取した山砂（以下成田山砂）、東京都豊洲で採取した沖積粘土（以下豊洲粘土）、千葉工業大学津田沼校地内で採取した関東ローム、市販の木節粘土および市販のカオリン粘土の6種類の試料を用いた。一定質量の気乾状態の試料に蒸留水を加え混合した後、ほぼ一定の体積になるように同軸円筒内に試料を挿入して供試体を作成した。実験では加える水の質量を変えて比誘電率を測定し、各試料に含まれる水の量と比誘電率との関係を調査した。なお、実験装置の精度を確認するために、精度のよい比誘電率の値が知られている空気（ $\epsilon = 1.00$ ）、シリ

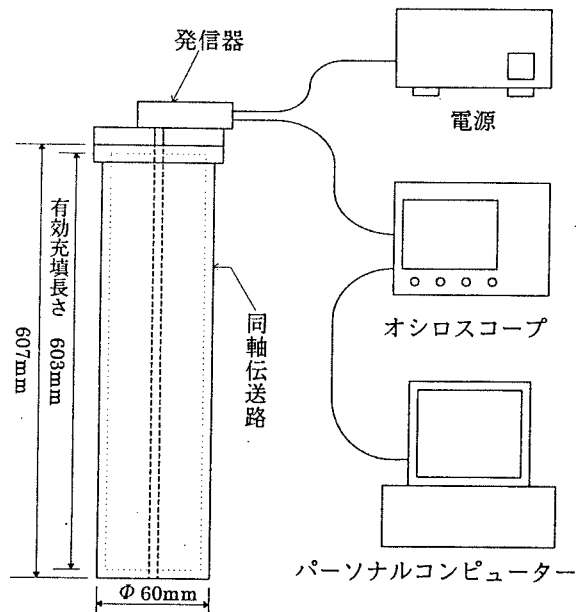


図1 モールド型誘電率測定装置

キーワード：誘電率、含水比、砂質土、粘性土

連絡先：習志野市津田沼2-17-1

Tel.:0474-78-0449、Fax.:0474-78-0474

コングリス ($\epsilon = 2.65$) および水 ($\epsilon = 80$) の比誘電率を同装置を用いて測定した結果、それぞれの比誘電率は、空気が $\epsilon = 1.06$ 、シリコングリスが $\epsilon = 2.61$ 、水が $\epsilon = 76$ となった。

3. 土の含水量と誘電率の関係

図2は、供試体体積 1000.0cm^3 あたりの含水量 $W(\text{g})$ と比誘電率 ϵ の関係を示したものである。土の比誘電率は土の含水量の増加に伴い大きくなり、単位体積あたりの含水量が同じ土の比誘電率の値の比較では、粘性土に比べて砂質土の方が比誘電率が大きな値となった。

図3は、土の飽和度 $S_r(\%)$ と比誘電率 ϵ の関係を示したものである。同じ含水量の土であっても、間隙比の小さい砂質土の飽和度は粘性土に比べて大きくなる。したがって、同じ飽和度の比較では砂質土に比べ粘性土の方が比誘電率が大きくなる傾向があった。

図4は、実験を行った試料を砂質土と粘性土に分類し、それぞれの供試体体積 1000.0cm^3 あたりの含水量 $W(\text{g})$ と比誘電率 ϵ の関係を示したものである。砂質土には豊浦砂、成田山砂のデータを、また粘性土にはカオリン粘土、関東ローム、木節粘土および豊洲粘土のデータを用いた。このデータをもとに、土の体積 1000.0cm^3 あたりに含まれる水の質量 $W(\text{g})$ と比誘電率 ϵ の関係を簡単な2次式で近似すると次式のようになる。

砂質土：

$$\epsilon = 0.000146 W^2 + 2.5 \quad \text{①}$$

粘性土：

$$\epsilon = 0.000091 W^2 + 3.0 \quad \text{②}$$

上式による近似曲線を図4に示した。

参考文献

- (1) 酒井他：第31回地盤工学研究発表会、p.463-464
1996
- (2) 理科年表：東京天文台編、丸善
- (3) 佐久間・小宮他：第32回地盤工学研究発表会、
p.329-330、1997

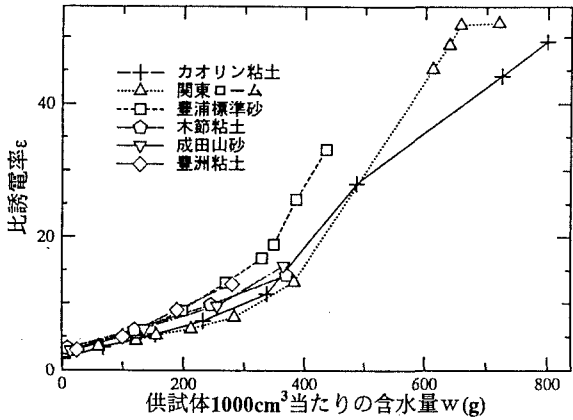


図2 土の含水量と比誘電率の関係

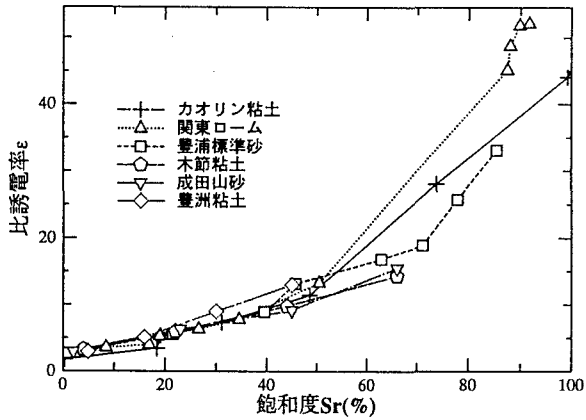


図3 土の飽和度と比誘電率の関係

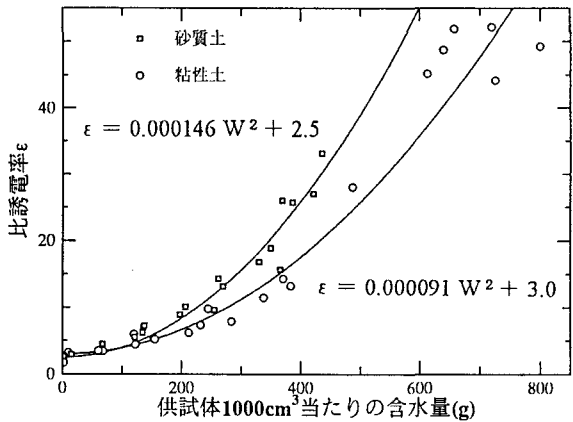


図4 土の含水量と比誘電率の関係