

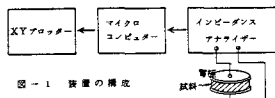
土の電気的性質について

日本大学工学部 正員 〇藤 田 龍 之・古河幸雄

渡辺直隆・穴戸敏雄

1. 序言 土の物理的性質や力学的特性を調べるためには直接実験によって求めるのが最も正確に得られるが、最近、現場などで間接的な迅速法としてRIによる測定で含水比や密度、飽和土などが得られるようになってきた。RI以外の間接測定法には、まだ研究は進んでいないが電気量（抵抗R、比誘電率 ϵ 、誘電損 $\tan\delta$ ）の測定^{(1),(2)}から物理的、力学的性質も調べられるのではないかと考えられる。

そこで、基礎的段階として締固めた土を対象に電気量を測定し、それらが土の性質（含水比、飽和度、間隙比、密度）とどのような関係を示すのか検討した。



2. 測定装置および測定方法

測定装置の構成は図-1に示す。測定における試料に印加した交流電は1Vで、そのときの周波数は10Hzから10倍ずつ増加させて10MHzまでとし、試料は円形平行な電極で挟み静電容量C、抵抗Rを測定し、次式より誘電損 $\tan\delta$ 誘電率 ϵ を算出した。

$$\epsilon_s = \frac{C}{\epsilon_0 A} = \frac{C}{C_0} \quad , \quad \tan\delta = \frac{1}{\omega C R}$$

C_0 ：電極間が空気または真空の時の容量[F]、 ϵ_0 ：真空中の誘電率（ 8.854×10^{-12} [F/m]）、H：電極間隔（試料の厚さ）[m]、A：電極の断面積[m²]、 $\omega = 2\pi f$ 、f：印加した交流の周波数[Hz]

3. 試料および実験方法 実験に用いた試料は木節粘土で、Gs=2.677、LL=78.3、Pl=38.9、粘土分78%、シルト分22%である。実験試料は硬質塩化ビニール製のモールド（ $\phi = 5$ cm、H=0.7cm）にきつく詰めるが、これを数層に分けて詰めると層変り部分で不均一になる影響が考えられるため、モールド全体が単一層になるように詰めた。

4. 実験結果および考察 図-2(1),(2),(3)は周波数に対する抵抗、比誘電率、誘電損の関係である。

(1)の抵抗は同一周波数でも含水比が大きくなるに連れて小さく、いずれの含水比も10Hz～1KHz、1M～10MHzにその低下が激しい。また、1K～1MHzでは他の周波数帯に比べて変化は小さく、その割合は含水比が大きくなるにつれて著しい。これは水分が抵抗値に影響を与えているためである。(2)の誘電損では、10KHz前後でピークを持つ凸型曲線を示し、含水比が14～31%まではほぼ同じ値を示すが、40%ではこれより飛び抜けて大きい値を示している。(3)の比誘電率は10KHzまで両対数紙上で直線的な減少傾向の関係を示すが、これより大きい周波数帯では緩やかな減少傾向である。

抵抗、比誘電率、誘電損と、含水比、飽和度、間隙比、乾燥密度の関係を図-3、4、5、6に示す。この時の周波数は10KHzである。これは、抵抗が緩やかな変化状態の範囲にあることや、比誘電率がこの周波数付近でピークを示し、誘電損は変曲点になっていることなどを考慮した。

図-3の含水比と各電気

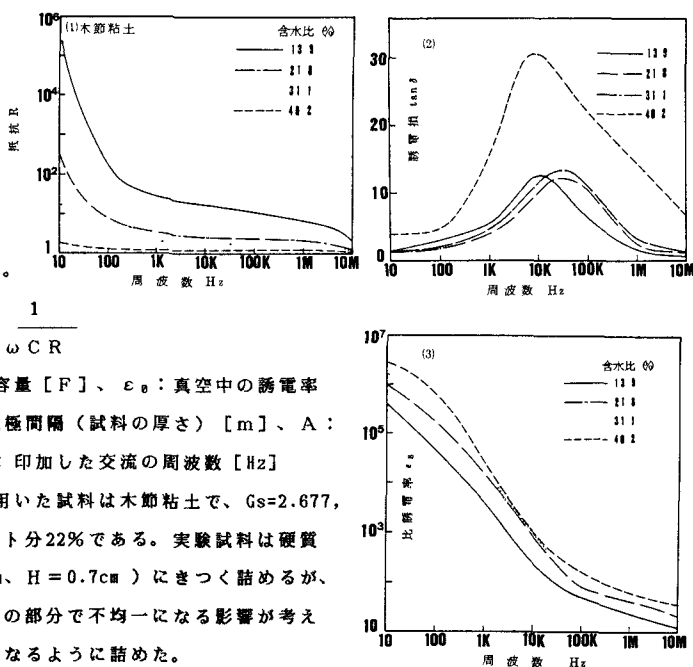


図-2 木節粘土の周波数特性

量の関係では、抵抗 R では値に多少バラつきがあるが減少傾向を示し、比誘電率は含水比が20%までは増加傾向を示す。20%を越えると含水比の増加が電気量の変化に大きく影響するが、それを越えると一定になってくると考えられる。誘電損は、凹型曲線を示し含水比が20%付近でピークを示す。図-4の飽和度との関係では、それぞれ含水比の場合と同じ様な性質を示している。図-5、6の間隙比と乾燥密度との関係は、含水比や飽和度の場合で示すような関数関係的な傾向は示さず、バラバラな関係になっている。

5. まとめ

木節粘土を対象に電気量を測定し、周波数や土質諸数との関係で次のことが分かった。

(1)、抵抗は1K~1MHzで片対数紙上で直線的減少傾向を示し、誘電損は10KHz付近でピークとなるような

曲線を示す。比誘電率は両対数紙上で直線的減少傾向を示すが、10KHz付近で変局点がある。

(2)、土質諸数と電気量との関係では、含水比や飽和度との関係で示すと相関的傾向を示すが、間隙比や乾燥密度ではバラバラでこの傾向を示さないが、これについては更に測定を行い確認して行かなければならないと考えられる。

以上、基礎的段階として木節粘土の電気量測定したが、今後いろいろな土についても測定し、土質の諸数との関係から電気量と土の物理・力学的性質の関連性について調べたいと考えている。

最後に、本研究は日本大学より学術研究助成金（共同研究）の援助を受けた。

【参考文献】

- (1) 園田・土谷：土の電気特性の簡易な測定法，第20回土質工学研究発表会，pp153-154，1985
- (2) 園田・土谷：土の電気特性と物理特性の関係，第40回土木学会発表会，pp.765-766，1985

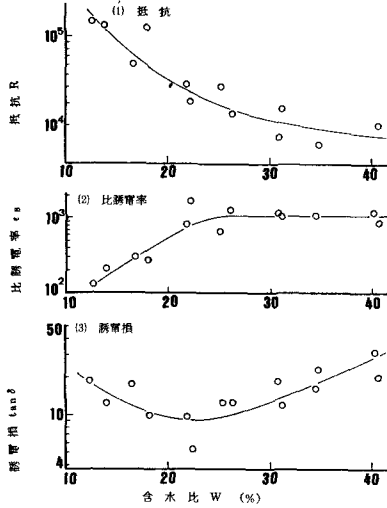


図-3 含水比と電気量の関係

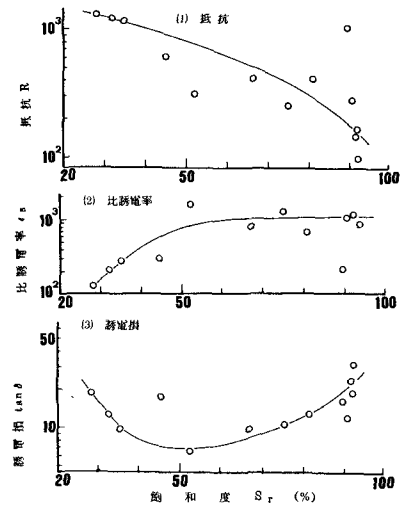


図-4 飽和度と電気量の関係

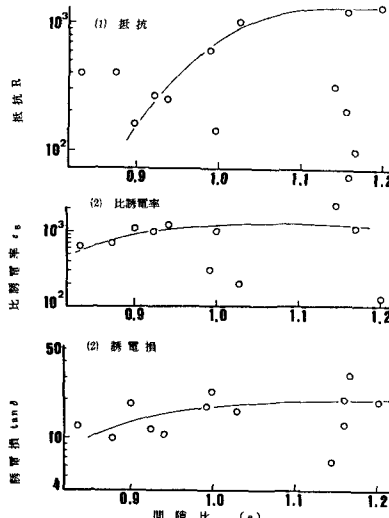


図-5 間隙比と電気量の関係

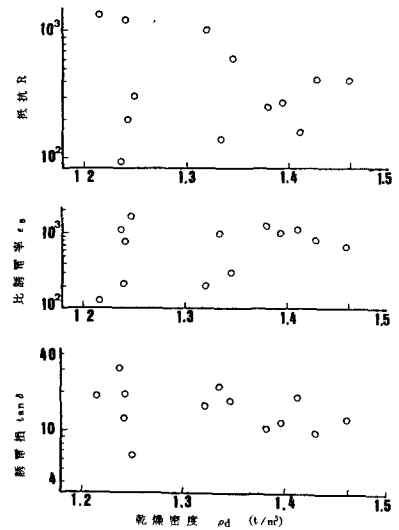


図-6 乾燥密度と電気量の関係