

## 土質試料の電磁気特性測定

## Measurement of electromagnetic property of soils

# 鈴木 敬一 [1]; 小松 幹雄 [1]

# Keiichi Suzuki[1]; Mikio Komatsu[1]

[1] 川崎地質 (株)

[1] KGE

<http://www.kge.co.jp/>

地中レーダ探査において電磁気特性の値を知ることは重要である。電磁気特性とは、誘電率、導電率、透磁率のことである。特に誘電率は、地中レーダ探査の周波数帯域においては、電磁波伝搬速度のパラメータとして最も重要である。地中レーダ探査のデータ処理（例えば静補正やマイグレーション）において電磁波速度、すなわち誘電率の値が不可欠である。

近年、電磁波速度あるいは比誘電率の値から、土質区分や含水状況を推定する試みが行われている。しかし、定性的あるいは相対的な解釈に留まっているのが現状である。一方、土質試料の地中レーダの広い周波数帯域に及ぶ電磁気特性に関しては、これまであまり議論されてこなかった。本研究では未固結の土質試料についての電磁気特性の測定方法及びその結果を示す。

地中を構成する物質のうち、比誘電率（真空の誘電率に対する比）が最も小さい値を示すのが空気であり、最も大きい値を示すのは水の80である。鉱物粒子はその中間的な値を示す。結晶構造による異方性のある雲母など除く、多くの鉱物は4~5程度を示す。地中を構成する土質はこれらの混合体と考えられるため、体積含水比が大きくなると比誘電率も大きくなることが予測される。

電磁気特性は、ネットワークアナライザ、同軸線及び導波管を用いて試料表面の反射係数からインピーダンスを求めることにより得られる。インピーダンスから、比誘電率・導電率・透磁率を計算することができる。測定周波数帯域は50MHz~3GHzである。この周波数帯域は一般的に使用される地中レーダ探査の周波数帯域をほとんど網羅する。

測定に使用した土質試料はローム、黒ぼく、スコリア、泥炭である。試料は乱さないように採取することが必要である。しかし、乱さないで導波管に採取試料を挿入するのは、その大きさから考えて難しい。そのため、試料採取時に「砂置換法による土の密度試験方法 (JIS-A-1214-2001)」により、かさ密度を測定し、導波管内でその密度になるように締め固めて採取時の状態を再現した。他の土質試験として「土粒子の密度試験 (JIS-A-1202-1999/JGS-T111-2000)」及び「含水比試験 (JIS-A-1203-1999/JGS-T121-2000)」を行った。土質試験によって得られたそれぞれの値から体積含水比を計算した。

比誘電率の測定から、1) 比誘電率の値は周波数依存性を示す、2) 周波数が高くなるにつれ比誘電率の値が小さくなる、3) 体積含水比が大きいほど誘電分散が顕著になる、などの結果が得られた。

比誘電率と導電率は概ね比例関係にあり、周波数により比例定数の値がほとんど変わらない。このことは誘電損失が、周波数によらず一定であることを示唆する。比透磁率（真空の透磁率に対する比）は一般的に言われているとおり約1であったが、酸化鉄を含むと推定される泥炭では1より大きな値を示す。比誘電率は土質に依存せず、体積含水比に対する指数関数であらわされる。