

摂南大学大学院 学生員 ○平井 義明
 村本建設(株) 正会員 高井 伸一郎
 奈良県産業振興総合センター 林 達郎
 摂南大学 正会員 熊野 知司

1. はじめに

筆者らは電磁波吸収性のあるセメント系材料の開発に関する検討を行っている¹⁾。これまでの検討では電磁波吸収性を評価する上で重要な材料定数である複素比誘電率は、自由空間における透過法の測定結果からニュートン法による近似計算²⁾を用いて推定してきた。しかし、この方法で複素比誘電率を推定した場合、周波数が高い領域で解が収束しないケースがみられ、精度に課題が残った。一方、同軸導波管における任意終端モデル³⁾を自由空間に拡張した反射法を用いれば近似計算を用いずに、直接的に複素比誘電率を求めることが可能で、広帯域における複素比誘電率の推定が可能と考えられる。そこで本研究では、透過法と反射法により各々に得られる複素比誘電率から反射率(電磁波吸収性)を理論的に逆計算し、実測値との比較を行うことで精度の検討を行った。

2. 実験概要

表-1にモルタルの使用材料の一覧を示す。セメントには普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材には野洲川産川砂を使用した。モルタルの配合は水セメント比 W/C を 60%、砂セメント比 S/C を 2.56 とし、炭素粉末(以下、CP)をモルタルの体積比で 0, 2, 5, 10%に変化させた。複素比誘電率は、透過法と反射法によってそれぞれ求めた。図-1、図-2に各方法の概念図を示す。

反射法による複素比誘電率推定の際には反射波の電界最大点に供試体が配置できるように供試体と金属板の間にスペーサーを挿入し、反射率の実測の際のみスペーサーを取り外した。供試体は 300×300×10mm の平板としたが、反射法による複素比誘電率の推定の際には測定ダイナミックレンジ向上のため 0.6 mm ふるいを通過した細骨材を使用した 300×300×2mm の薄型供試体を使用した。

表-1 モルタルの使用材

材料	種類・主成分
セメント	普通ポルトランドセメント 密度: 3.15g/cm ³ , 比表面積: 3340cm ² /g
細骨材	野洲川産. 表乾密度: 2.61g/cm ³ 絶乾密度: 2.59g/cm ³ 吸水率: 0.67
CP	密度: 2.13g/cm ³ , 比表面積: 1308cm ² 格子定数: 0.3440~0.3442nm 結晶子サイズ: 5nm

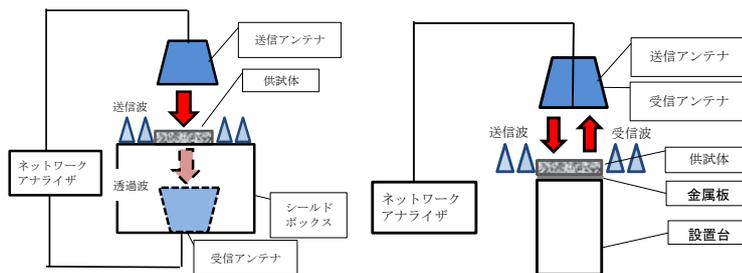


図-1 透過法の概念図

図-2 反射法の概念図

3. 実験結果および考察

図-3に透過法、図-4に反射法から推定した周波数と複素比誘電率の関係を示す。図-3より、透過法では CP 添加率が 0, 2%と小さいと実数部、虚数部とも解が推定できたが、5, 10%になると、周波数が 2GHz までの範囲でも解が推定できなかった。一方、図-4に示すように反射法では、周波数が大きくなっても複素比誘電率の実数部と虚数部を推定することができた。

図-5に CP 添加率と複素比誘電率との関係を示す。なお反射法の複素比誘電率の各平均値は、1~3GHz の範囲で算定した。一方、透過法での平均値は、解が得られた範囲内とした。

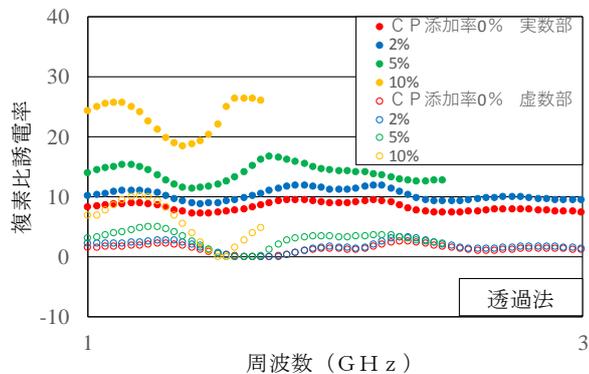


図-3 周波数と複素比誘電率の関係

図より、反射法から推定した複素比誘電率の実数部、虚数部は透過法に比べて小さくなる結果となった。さらに反射法では実数部が若干大きくなる傾向がみられたが、虚数部では0付近と変化がみられなかった。

図-6 および図-7 に周波数と反射率との関係の実測値一例を示す。図では、反射率が0に近づくほど反射が強いことを示し、反射率が小さいほど電磁波が吸収されていることを示す。次に透過法と反射法により各々に得られる複素比誘電率から供試体の厚み10mmのときの反射率を逆計算し、同図上で実測値と比較した。その結果、透過法で求めた計算値の方が反射率の極大値および周波数と反射率の関係を示す波形の傾向が近いことが分かった。今後の電磁波吸収材の設計に活用できるように透過法における精度向上の検討を進めたい。

4. おわりに

本研究で得られた結果を以下に列挙する。

- (1) 透過法では周波数が大きくなると複素比誘電率の解が得られない水準があるが、反射法では複素比誘電率の実数部、虚数部ともに測定することができた。
- (2) 複素比誘電率は反射法で求めたものの方が、透過法から推定したものより小さめの値となった。
- (3) 透過法で得られた値から逆計算した反射率の計算値のほうが、実測値の極大値および周波数の関係を示す波形と傾向が近い。

<参考文献>

- 1) 平井義明他：炭素粉末とポリプロピレンを添加したモルタルの電磁波吸収性，土木学会全国大会第72回年次学術講演会
- 2) 橋本修：高周波領域における材料定数測定法，森北出版株式会社，2003。
- 3) 橋本修：電波吸収体の技術と応用，シーエムシー出版，2003。

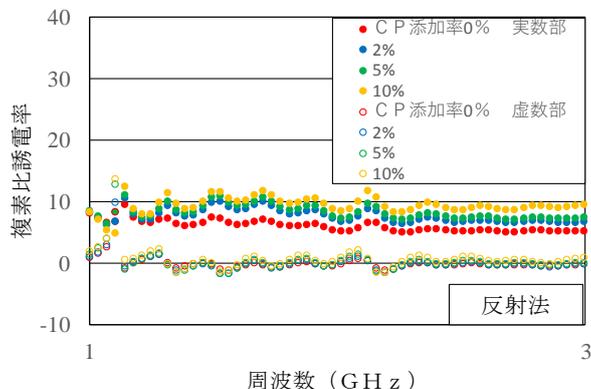


図-4 周波数と複素比誘電率の関係

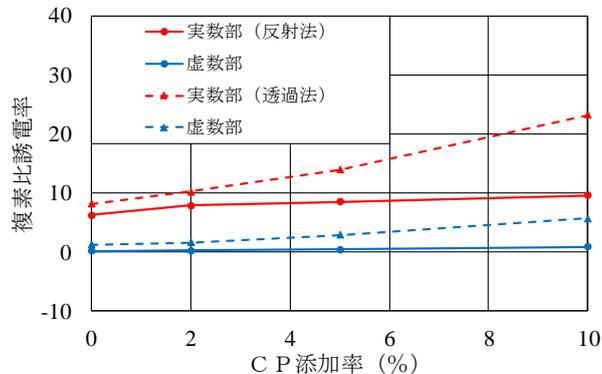


図-5 CP添加率と複素比誘電率の関係

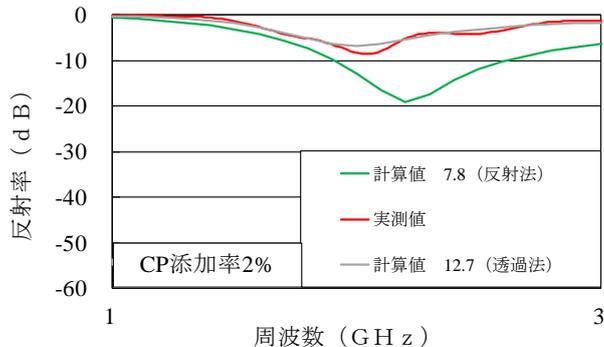


図-6 周波数と反射率の関係

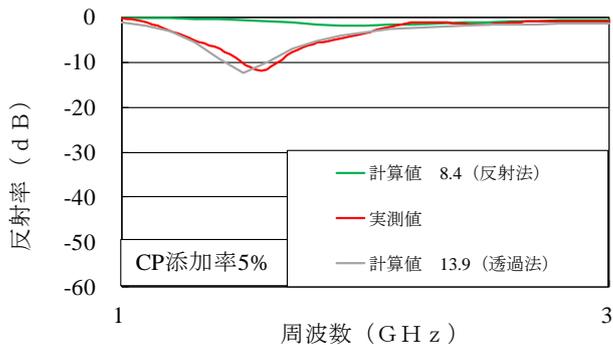


図-7 周波数と反射率の関係