

電磁波吸収性を目的としたモルタルの設計手法に関する検討

撰南大学大学院
村本建設（株）
奈良県産業振興総合センター
撰南大学

学生員
正会員
林 達郎
正会員

○平井 義明
高井 伸一郎
熊野 知司

1. はじめに

Wi-Fi やスマートフォンの普及、各種センサーを備えた機器の進歩に伴って電磁環境が複雑化している。コンクリートやモルタルに電磁波吸収性を付与できれば、コンクリート構造物のみで電磁波をコントロールすることが可能になる。本研究では、導電性を持つ炭素粉末と複素比誘電率の調整が期待できるポリプロピレンの組み合わせに着目し、これらを添加したモルタル供試体に対して透過法により、複素比誘電率を求めるとともに任意の周波数の電磁波を吸収するための設計手法の検討を行った。

2. 実験概要

表－1 にモルタルの使用材料の一覧を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は仁淀川産を使用した。モルタルの配合は水セメント比 $W/C=60\%$ 、砂セメント比 $S/C=2.56$ とし、炭素粉末（以下、CP）を 2, 3, 4, 5%, ポリプロピレン（以下、PP）を 5, 6, 7, 8, 9, 10%に変化させた。供試体は、 $300\times300\times10\text{mm}$ の平板を使用した。図－1 に透過法、図－2 に反射法の概念図を示す。いずれもまず供試体を設置しない場合の透過率と反射率を測定し、次に供試体を設置したときの測定値との差を求めてこれを供試体の透過率、反射率とした。

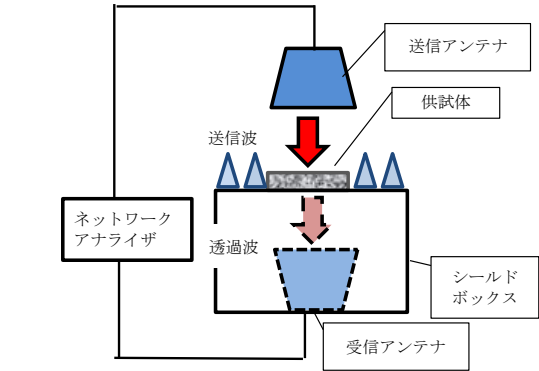
3. 実験結果および考察

図－3 に周波数と透過率との関係の一例を示す。図では、透過率が 0 に近づくほど電磁波が透過することを示し、透過率が小さくなるほど電磁波が透過しにくくなることを示す。図－3 より、CP 添加率が増加すると周波数が高い領域では透過率が減少し、この傾向はいずれの PP 添加率においても、同様であった。

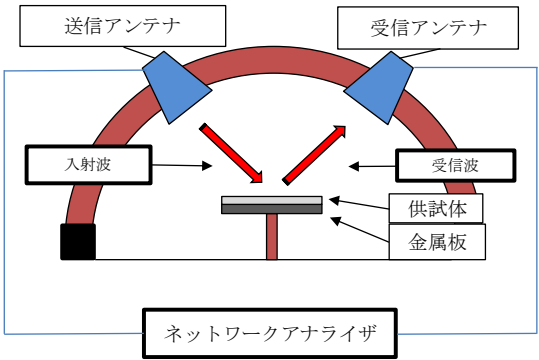
本研究では透過率の測定の際に同時に得られる供試体設置前後の位相差の値を利用し、伝送線理論に基づく逆問題として近似計算による複素比誘電率の推定¹⁾を試みた。計算が収束し推定できた周波数範囲は 1～3GHz である。本研究では簡単のためその周波数範囲内の平均値を各供試体の複素比誘電率の実数部、虚数部の値として取り扱った。図－4 に CP 添加率と複素比誘電率との関係を示す。図より、CP 添加率を増加させると複素比誘電率の実数部、虚数部ともに大きくなる傾向がみられた。また、PP の添加による複素比誘電率への影響はみられなかった。

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	仁淀川産．表乾密度：2.61g/cm ³ 絶乾密度：2.59g/cm ³ ，粗粒率：2.22 吸水率：0.71，微粒分量：5.0%
CP	密度：2.13g/cm ³ ，比表面積：1308cm ² /g 格子定数：0.1421，0.3442nm 結晶子サイズ：5nm
PP	密度：0.9g/cm ³ 平均粒径3.56mm



図－1 透過法の概念図



図－2 反射法の概念図

キーワード 電磁波，炭素粉末，ポリプロピレン，モルタル，複素比誘電率

連絡先 〒615-8107 京都府京都市西京区川島北裏町 69-15 撰南大学大学院理工学研究科社会開発工学専攻 TEL 075-204-7611

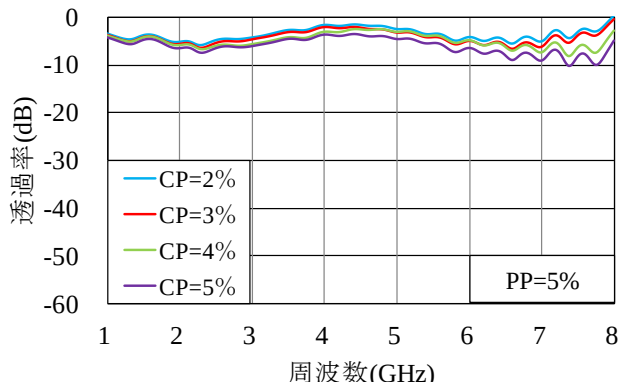


図-3 周波数と透過率の関係

図-5 に周波数と反射率の一例を示す。計算値は推定した複素比誘電率を用いた。図より、実測値と計算値の周波数が概ね一致しており、推定した複素比誘電率は概ね妥当であることがわかる。

図-6 に周波数と反射率との関係の一例を示す。この図は、供試体の厚さをパラメータに取って示したものである。図では、反射率が0に近づくほど反射が強くなることを示し、反射率が小さくなるほど電磁波が吸収されていることを示す。図より、反射率の極小を示す周波数が供試体の厚さによって変化することがわかる。

本研究では、電磁波を吸収する条件として-10dB以下の極小値に着目した。図-7 に供試体の厚さと-10dB以下の極小値を示す周波数の関係の一例を示す。図より、-10dB以下の極小を示す周波数との関係は複数の曲線で示されるといえる。例えば、60-4-6の配合で5GHzの電磁波を吸収したいときには、厚みを12.5mmまたは20mmにすることで要求が満たされる。

4. おわりに

- (1) CP 添加率が増加すると周波数が高い領域では透過率が減少し、この傾向はいずれの PP 添加率においても、同様であった。
- (2) CP 添加率を増加させると複素比誘電率の実数部、虚数部ともに大きくなる傾向がみられた。
- (3) 推定した複素比誘電率を用いた計算値と測定結果から得られた実測値の波形は概ね一致した。
- (4) 電磁波を吸収したい周波数から供試体の厚さを決定する手法を示した。

参考文献

- 1) 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

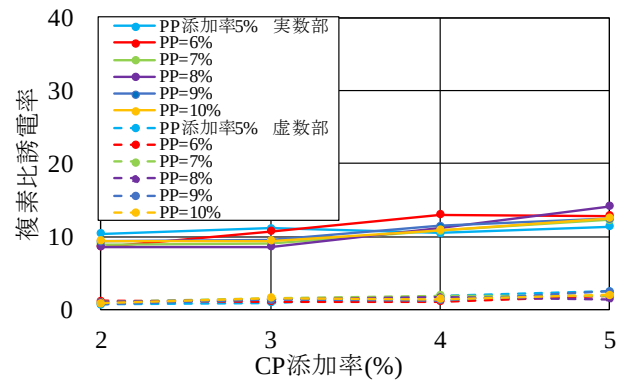


図-4 CP 添加率と複素比誘電率の関係

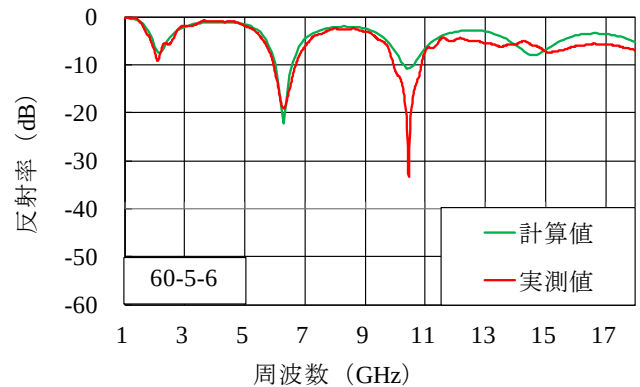


図-5 周波数と反射率の関係

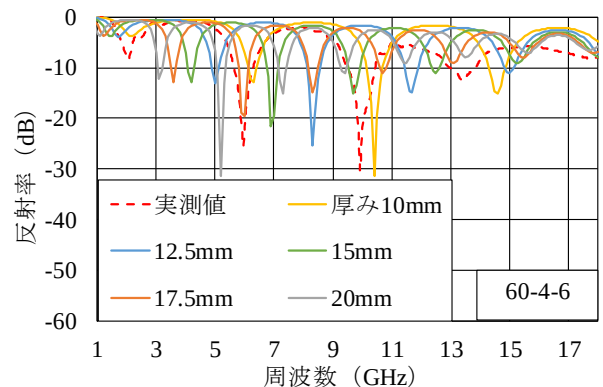


図-6 周波数と反射率の関係

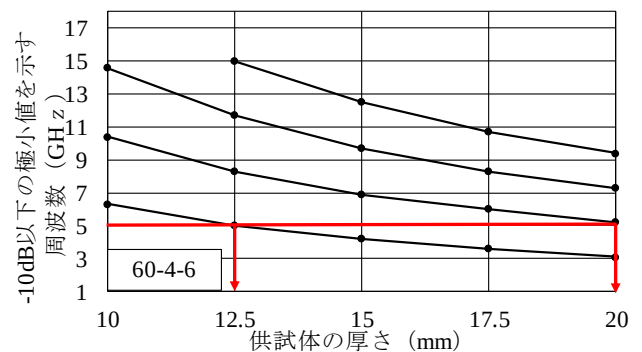


図-7 供試体の厚さと-10dB 以下の極小値を示す周波数の関係