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

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．まえがき

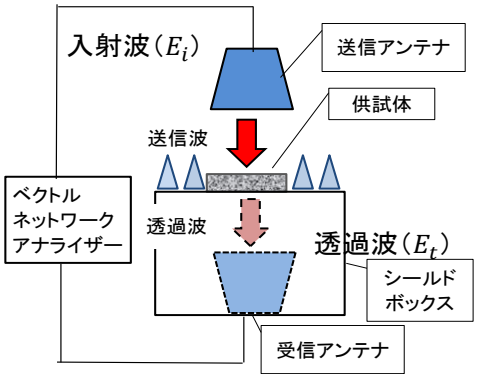
コンクリートやモルタルに電磁波吸収性を付与できれば，コンクリート構造物のみで電磁波を制御することが可能になる．本研究では，導電性を持つ炭素粉末と複素比誘電率の調整が期待できるポリプロピレンの組み合わせに着目し，これらを添加したモルタルの供試体に対して自由空間法である透過法および反射法を用いて電磁波吸収性を評価するとともに，複素比誘電率の推定を試みた．

２．実験概要

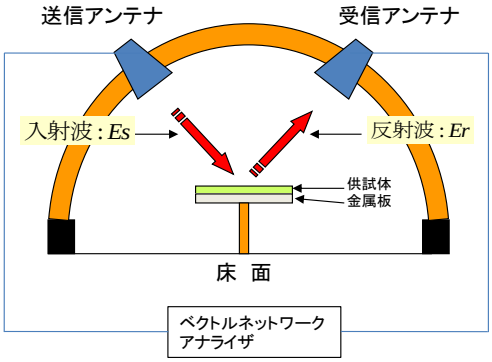
表－1 にモルタルの使用材料の一覧を示す．セメントには普通ポルトランドセメントを使用し，細骨材には湖底砂を使用した．モルタルの配合は水セメント比 W/C＝60%，砂セメント比 S/C＝2.54 を基準とし，炭素粉末（以下，CP）をモルタルの体積比で 0～10%，ポリプロピレン（以下，PP）をモルタルの体積比で 0～20%に変化させた．供試体は，300×300×10mm の平板を使用し，含水状態は湿潤・気乾状態で試験を行った ．**図－1** に透過法，**図－2** に反射法の概念図を示す．いずれもまず供試体がないときの透過率や反射率を測定し，次に供試体を設置したときの測定値との差を求めてこれを供試体の透過率，反射率とした．

表－1　モルタルの使用材料

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/cm³, 比表面積:3340cm²/g
細骨材	湖底砂, 表乾密度:2.62g/cm³ 絶乾密度:2.60g/cm³, 粗粒率:2.43 吸水率:0.67, 微粒分量:1.2%
CP	密度:2.13g/cm³, 比表面積:1308cm 格子定数:0.3440～0.3442nm 結晶子サイズ:5nm
PP	密度:0.9g/cm³　平均粒径3.56mm



図－1　透過法の概念図



図－2　反射法の概念

３．実験結果および考察

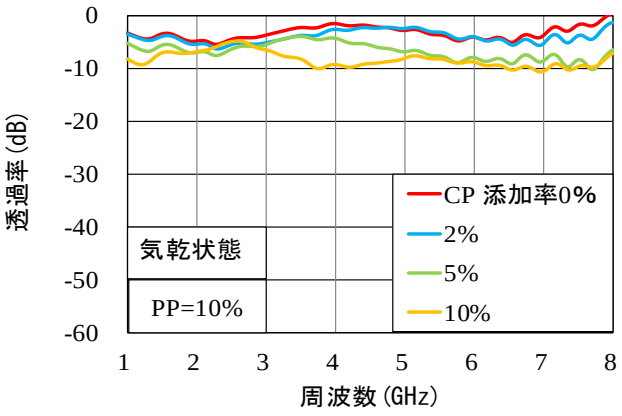
（1）透過法

図－3 および**図－4** 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遮へい性が大きくなることを示す．**図－3** より，CP 添加率が増加すると透過率が減少する傾向を示した．この傾向はいずれの PP 添加率，含水状態においても，同様であった．一方，**図－4** より，PP の添加量による透過率の明確な差はみられなかった．したがって， PP の添加は透過率に影響しないと考えられる．

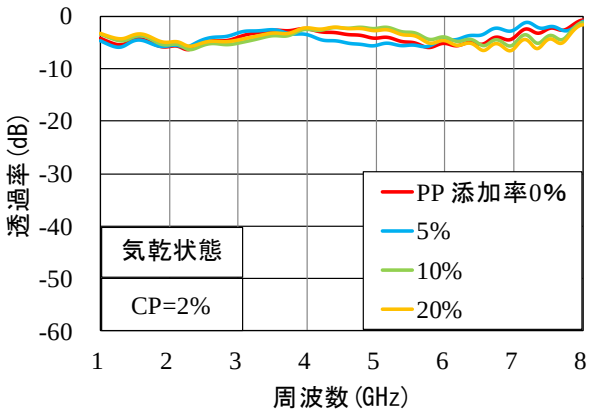
（2）複素比誘電率の推定

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．

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　摂南大学大学院理工学研究科社会開発工学専攻ＴＥＬ075-204-7611

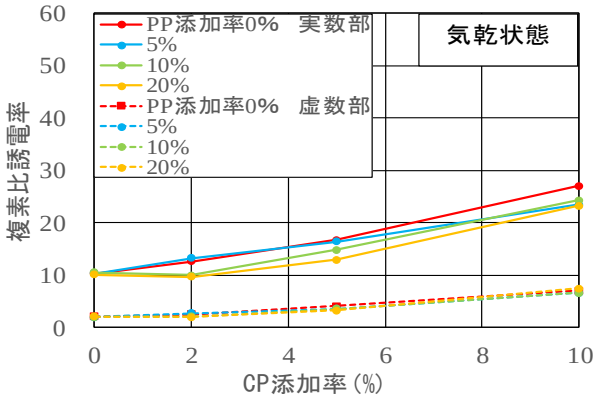


図－3　周波数と透過率の関係



図－4　周波数と透過率と関係

図－5 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実数部に現れており，PP 添加率を増加させると，複素比誘電率の実数部が小さくなる傾向を示した.

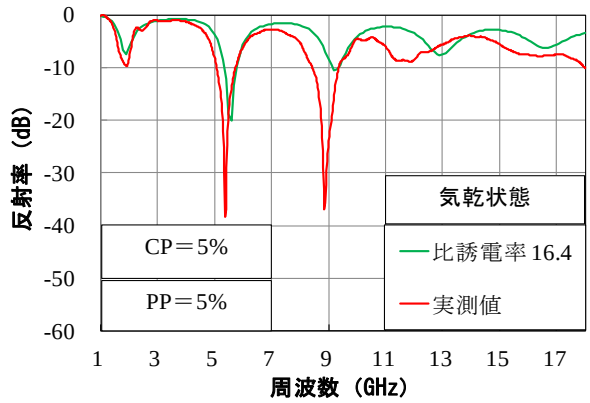


図－5　CP 添加率と複素比誘電率の関係

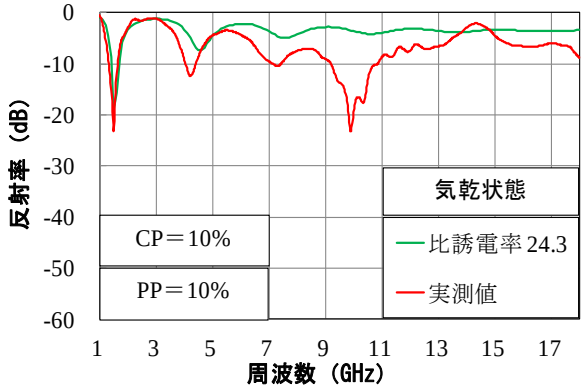
(3) 反射法

図－6，および図－7 に反射法で求めた周波数と反射率との関係の一例を示す．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．一般的に電磁波吸収材に要求される反射率は -20dB 以下である．本研究では，CP＝5%，PP＝5%および CP＝10%，PP＝10%の配合において，特定の周波数で-20dB 以下の反射率を満足した.

次に, (2) で透過率から推定した複素比誘電率の値を用いて, 金属板に裏打ちされた電磁波吸収材の反射率の理論値を求め, 実測値と比較した．その結果, 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はおおむね一致しており, 推定した複素比誘電率が妥当と判断できることが分かった. 今後の電磁波吸収材の設計に活用できるようさらに検討を進めたい.



図－6　周波数と反射率の関係



図－7　周波数と反射率の関係

4．まとめ

(1) PP 添加率が透過率に及ぼす影響は小さい.

(2) CP 添加率が大きくな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を示した.

(3) CP＝5%，PP＝5%および CP＝10%，PP＝10%の配合において電磁波の吸収を示した.

(4) 透過法の結果から推定した複素比誘電率は，おおむね妥当と判断できる.

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