

炭素粉末を添加したモルタルの電磁波遮蔽性に関する実験的検討

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

1. はじめに

コンクリートやモルタルに電磁波遮蔽性を付与できれば、携帯電話の鳴らないような空間や、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となる。筆者ら¹⁾は、これまでに炭素粉末の添加が電磁波遮蔽性に与える影響を明らかにするために反射法を用いて実験的に検討してきた。その結果、モルタルの炭素粉末添加率を大きくするにつれて反射が強くなることが明らかとなった。本研究では、透過法による実験を行うとともに材料の電磁気学的特性を評価することを目的に複素比誘電率の推定を試みた。さらに、複素比誘電率を用いて計算される反射率を反射法の測定結果¹⁾と比較して妥当性の検証を行った。

2. 実験方法

表-1 に使用材料の物理的性質を示す。モルタルの配合は水セメント比(以下、W/C) 50%, 60%, 70%, 炭素粉末添加率(以下、CP)をモルタルの体積比で 0~20%に変化させた。また含水状態が電磁波遮蔽性に与える影響を検討するために、湿潤、気乾、絶乾状態の含水状態で実験を行った。供試体には 300×300×10mm のものを使用した。図-1 に透過法のイメージ図を示す。

表-1 使用材料の物理的性質

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: 3380cm ² /g
細骨材	湖底砂(琵琶湖産) 表乾密度: 2.62g/cm ³ , 比表面積: 2.60g/cm ³ F.M.: 2.43, 吸水率: 0.67%
炭素粉末	0.3mm以下に粉砕したもの 密度: 2.12g/cm ³ , 比表面積: 1314cm ² /g
混和剤	消泡剤(ポリアルキレングリコール誘導体)

3. 結果および考察

(1) 透過法

図-2 に CP ごとの周波数と透過率との関係を示す。ここで透過率とは、送信波の電力 E_t と受信波の電力 E_r の比を dB で表示したものである。図より、透過率は CP の増加に伴い、小さくなる傾向にあることが分かる。この傾向は含水状態や W/C の違いに関わらず同様であった。

図-3 に W/C ごとの周波数と透過率との関係を示す。図より、W/C が透過率や周波数特性に及ぼす影響は小さい。この傾向は含水状態や CP の違いに関わらず同様であった。

図-4 に湿潤および絶乾状態における周波数と透過率との関係を示す。図より、いずれの CP においても、絶乾状態に比べて湿潤状態の透過率は小さくなった。これは、モルタル内部の空隙が水分で満たされたことが透過率に影響したと考えられる。また、CP が増加するにつれその差は大きくなった。このような傾向は、他の W/C においても同様であった。以上の結果より、モルタルに炭素粉末に加えることで電磁波遮蔽性能を向上させることが可能であると考えられる。ただし、一般的に電磁波遮蔽材として望まれる透過率は平均的な性能として-30~-60dB 程度を要求²⁾されるため、今後、電磁波遮蔽材料として利用するには、もう一段の工夫が必要である。

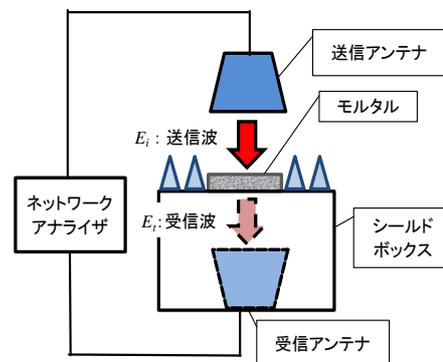


図-1 透過法のイメージ図

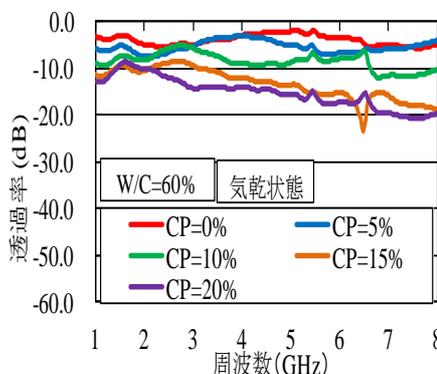


図-2 周波数と透過率との関係

キーワード 炭素粉末, 電磁波遮蔽, 複素比誘電率

連絡先 〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 撰南大学大学院工学研究科社会開発工学専攻 TEL072-839-9123

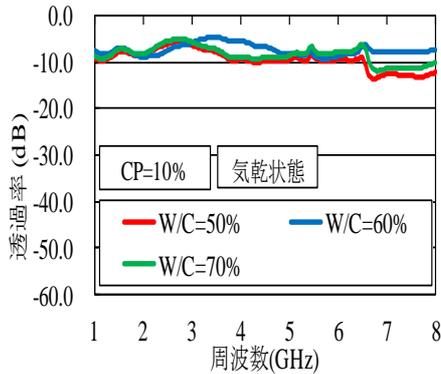


図-3 周波数と透過率との関係

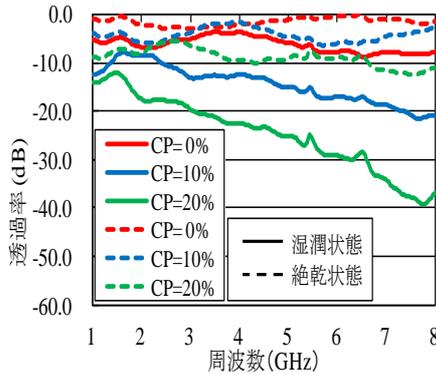


図-4 周波数と透過率との関係

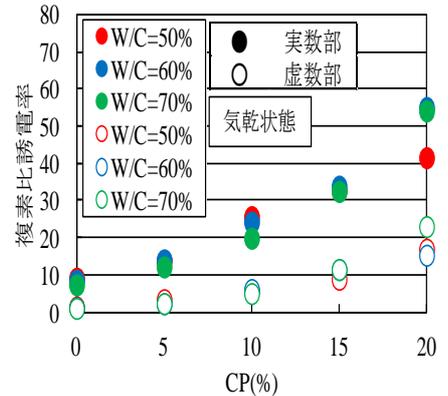


図-5 CPと複素比誘電率との関係

(2) 複素比誘電率の推定

本研究では、透過率の測定値から材料の電気的特性を示す複素比誘電率の推定を試みた³⁾。なお、複素比誘電率は周波数1~3GHzにおける各配合の平均値とした。図-5にW/CごとのCPと複素比誘電率の実数部と虚数部との関係を示す。図より、CPの増加に伴い実数部および虚数部は増加していることが分かる。また、どのCPにおいてもW/Cの違いにおける差異は見られなかった。この傾向はいずれの含水状態でも同様であった。

図-6に含水状態ごとのCPと複素比誘電率の実数部および虚数部との関係を示す。図より、絶乾~湿潤状態と変化するにつれ、実数部、虚数部ともに増加していることが分かる。この傾向は、いずれのW/Cにおいても同様の傾向であった。含水状態によって複素比誘電率が変化するのは、水の比誘電率が80とモルタルや空気に比べて大きいことが影響していると考えられる。以上の結果より、炭素粉末を用いてモルタルの複素比誘電率をコントロール出来る可能性がある。

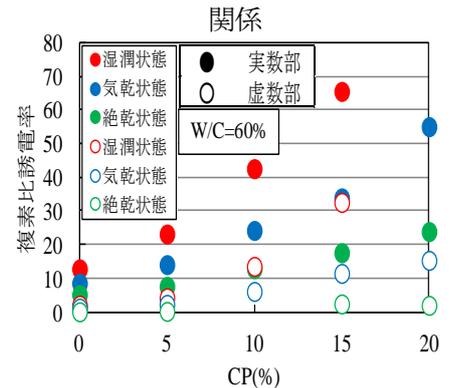


図-6 CPと複素比誘電率との関係

(3) 反射法を用いた複素比誘電率の妥当性の評価

複素比誘電率を得ることができれば反射率を算定³⁾できる。そこで、複素比誘電率を用いた反射率の計算値と実験で得られた反射率を比較することにより、推定した複素比誘電率の妥当性を検証した。図-7に反射率の実測値と計算値の比較結果を示す。図より、CP=5%に関しては、極大値や波形は概ね一致しており、推定した複素比誘電率が概ね妥当であると判断することができる。しかし、CP=20%に関しては、実測値と計算値に差が生じた。

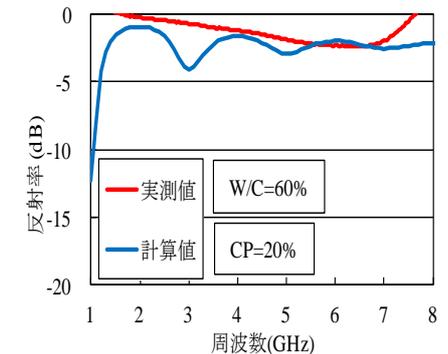
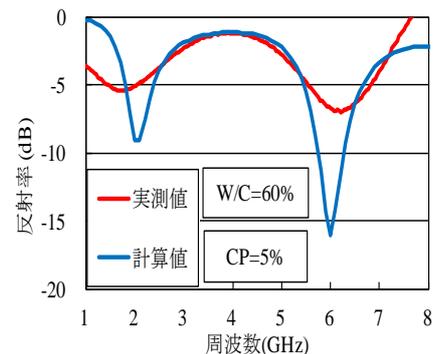


図-7 周波数と反射率との関係

4. 結論

- (1) 透過法の結果、炭素粉末を添加したモルタルの透過率は含水状態とCPが支配的な影響要因であった。
- (2) 推定した複素比誘電率は、CPが大きくなると実数部、虚数部ともに大きくなった
- (3) 反射法を用いて複素比誘電率の妥当性を検証した結果、推定した複素比誘電率は概ね妥当であると考えた。

<参考文献>

- 1) 藤原正佑他：, 土木学会全国大会第68回年次学術講演会, 炭素粉末を添加したモルタルの電磁波遮蔽に関する一検討, pp521-522, 2013
- 2) 清水康敬, 杉浦行, 石野健：最新 電磁波の吸収と遮蔽, 日経技術図書株式会社, pp209, 1999
- 3) 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