

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

摂南大学大学院
 摂南大学
 村本建設(株)
 鳥取大学大学院

学生員
 正会員
 正会員
 フェロー

○藤原 正佑
 熊野 知司
 高井 伸一郎
 井上 正一

1. はじめに

コンクリートに関する技術開発は、これまで高い強度や耐久性の向上を中心に行われてきた。しかし、近年では、コンクリートに対するニーズも多様化し、新しい機能が求められている。例えば、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をつくりだすことができる。陰山ら¹⁾は炭素粉末添加率が10%~20%と多くなると、温度上昇量が大きくなり電磁波が吸収されていると考えられることを報告している。しかし電子レンジは狭い周波数帯でしかも、大きな電力で分子構造に強制的な振動を与えるものである。本研究では、携帯電話等の一般的な電波を想定した広範囲の周波数帯、小さい電力レベルで電磁波遮蔽性を定量的に評価するために、自由空間法²⁾による測定を試みた。

2. 実験方法

表-1 に使用材料の特性を示す。セメントには普通ポルトランドセメントを、細骨材には湖底砂を使用した。炭素粉末は0.3mm 以下に粉砕したものをを用いた。モルタルの配合は単位水量 $W=316\text{kg/m}^3$ とし、水セメント比を $W/C=50\%$, 60% , 70% と変化させた。炭素粉末はモルタルの体積比で 0~20% まで 5%毎に変化させた。供試体は $300\times300\times50\text{mm}$ とした。図-1 に実験のフローを示す。図-2 に自由空間法のイメージ図を示す。本検討では入射角 $\theta=0^\circ$ で検討を行った。

3. 結果および考察

図-3 にモルタルの含水状態の変化における、周波数と反射率 R_s との関係の一例を示す。ここで、反射率 R_s とは入射波の電力 E_i に対する反射波の電力 E_r の比を dB で表示したものである。図より、気乾、絶乾に比べて、湿潤状態における反射率は、特に極大値は、0dB に近づくことが分かる。このような傾向はどの炭素粉末添加率、 W/C においても同様に見られた。このことから、反射率はモルタル中の含水状態に影響を受けることが分かる。

図-4 に W/C をパラメータにとった場合の周波数と反射率との関係の一例を示す。図より、反射率はどの W/C においても明確な差が見られなかった。このような傾向は炭素粉末添加率や、含水状態に関わらず同様に見られた。すなわち W/C がモルタルの反射率に与える影響は小さいこといえる。

図-5 に炭素粉末添加率をパラメータにとった場合の、周波数と反射率との関係の一例を示す。図より、炭素粉末添加率

表-1 使用材料の特性

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: $3380\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材	湖底砂 (S1) 表乾密度: 2.62g/cm^3 , 絶乾密度: 2.60g/cm^3 粗粒率: 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: $1314\text{cm}^2/\text{g}$
消泡剤	マイクロエア404

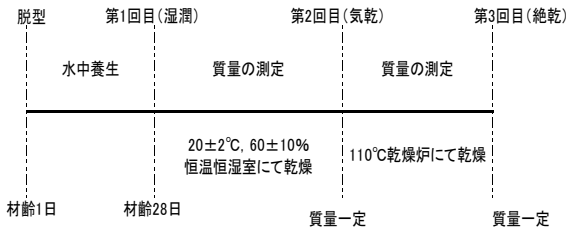


図-1 実験のフロー

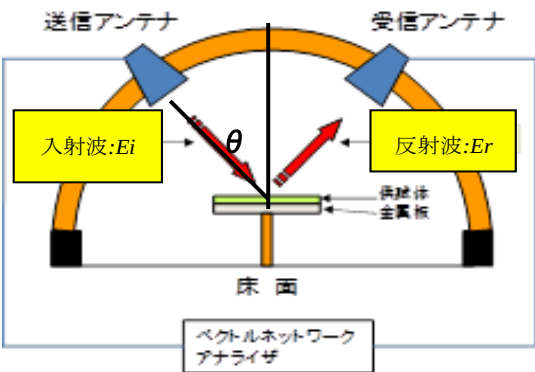


図-2 自由空間法のイメージ図

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 摂南大学大学院工学研究科社会開発工学専攻 TEL 072-839-9123

が増加すると、反射率は大きくなることが分かる。このような傾向は含水状態、W/Cに関わらず同様に見られた。一般的に電磁波吸収材料としていえる反射率は $-15 \sim -20$ dB程度といわれている。炭素粉末添加率が大きくなると反射率の dB 表示は大きくなっていることから、炭素粉末の添加により電磁波の反射性が大きくなっているといえる。

本研究では、反射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⁾。図-6に推定した複素比誘電率の実数部と虚数部との関係を示す。図中の無反射曲線²⁾とは、複素比誘電率をこの曲線上にプロットすることが出来た場合、その材料は電磁波吸収材料であることを示す曲線である。一方で、虚数部が0に近いほど反射性が強い材料といえる。図より、湿潤状態の場合には複素比誘電率の実部は大きくなった。しかし、含水状態に関わらず炭素粉末を添加したモルタルは虚数部が小さく、反射が大きい材料であることが分かる。ある特定の空間内への電磁波遮蔽を考えた場合、その空間を仕切る壁は、吸収体である必要は無く、反射体であっても有用であると考えられる。したがって、炭素粉末を添加したモルタルは、電磁波遮蔽材としての利用の可能性がある。一方で電磁波吸収材料を目指すのであれば、無反射曲線に近付ける工夫が必要となる。実際の吸収材料を参考にすると、空気泡の存在が重要となり、空隙の多い軽量骨材や発泡ビーズ玉の混入等を検討する方向が考えられる。

4. 結論

- (1) W/C の変化がモルタルの反射率に与える影響は小さい。
- (2) モルタルの反射率は含水状態や炭素粉末の添加率に影響を受ける。
- (3) 炭素粉末を添加したモルタルは反射が大きく、電磁波遮蔽材としての可能性が考えられる。

<参考文献>

- 1) 陰山恵子他：炭素粒子を添加したモルタルの電気的特性および電磁波吸収性に関する実験的検討，土木学会全国大会第 67 回年次学術講演会，pp.1083-1084，2012。
- 2) 橋本修：電波吸収体のはなし，日刊工業新聞社，2001。
- 3) 高井伸一郎他：導電性材料を添加したモルタルの電磁波特性に関する研究，コンクリート工学会年次論文集，2013。（投稿中）

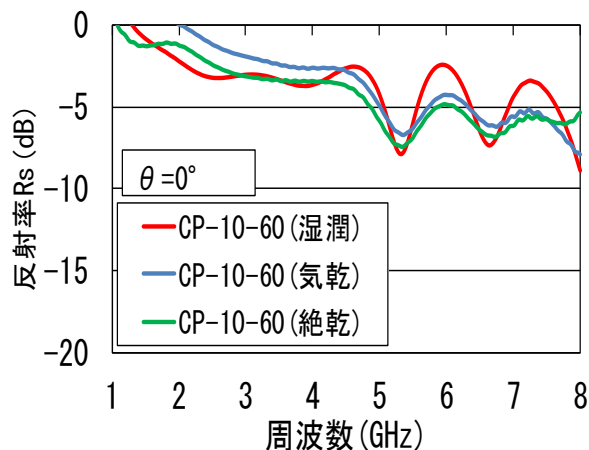


図-3 周波数と反射率との関係の一例

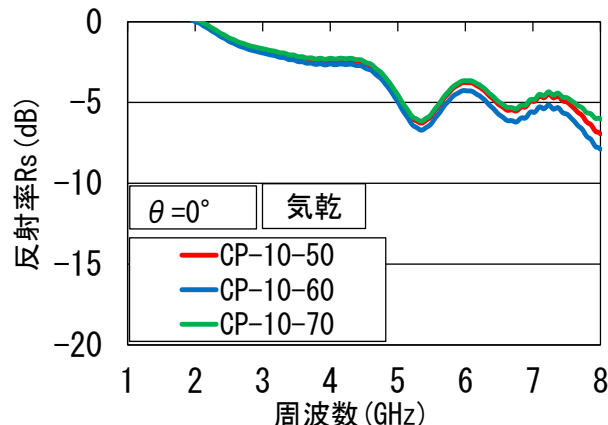


図-4 周波数と反射率との関係の一例

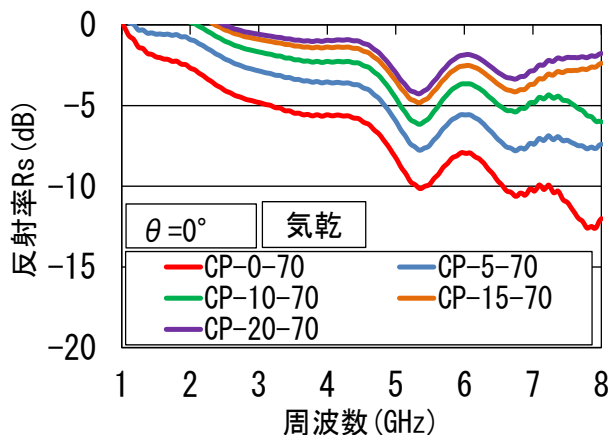


図-5 周波数と反射率との関係の一例

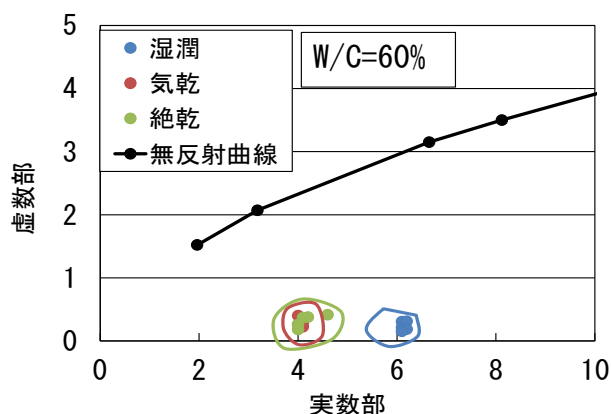


図-6 複素比誘電率の実数部と虚数部との関係