

炭素粉末と発泡ビーズを添加したモルタルの電磁波遮蔽性の評価に関する研究

村本建設(株) 正会員 ○檜田 篤志
 村本建設(株) 正会員 高井 伸一郎
 摂南大学 正会員 熊野 知司

1. まえがき

コンクリートは、圧縮強度・耐久性・耐火性に優れた材料である。そのため、コンクリートに関する技術開発は今まで高い強度の発現や耐久性の向上を中心に行われてきた。一方で近年ニーズが多様化し、コンクリートにさまざまな付加価値が要求されるようになってきた。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、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。これまでの検討で、炭素粉末を添加したモルタルは、電磁波の反射が大きくなることが明らかになった¹⁾。本研究では、電磁波の吸収に着目し、炭素粉末に発泡ビーズを組み合わせたモルタル供試体を作成し、自由空間法である透過法および反射法を用いて実験的に検討するとともに、複素比誘電率の推定を試みた。

2. 実験概要

表-1に使用材料の一覧を示す。モルタルの配合は水セメント比(以下、W/C) 60%とし、炭素粉末(以下、CP)をモルタルの体積比で0~10%、発泡ビーズ(以下、EB)をモルタルの体積比で0~20%に変化させた。含水状態は湿潤、気乾、絶乾状態とし、供試体には300×300×10mmの平板を使用し、電磁波遮へい性の評価を行った。図-1に透過法、図-2に反射法の概念図を示す。

3. 結果および考察

(1) 透過法

図-3にCP添加率ごとの周波数と透過率との関係、図-4にEB添加率ごとの周波数と透過率との関係を示す。これら図において、透過率が小さいほど、すなわち、プロット点が下に行くほど電磁波遮蔽性が高いことを示し、透過率が0になると完全に透過していることを示している。

図-3より、CP添加率が増加すると透過率が減少した。この傾向はいずれのEB添加率、含水状態においても、同様であった。一方、図-4より、EBを添加することによる明確な差はみられなかった。以上の結果より、EBの添加が電磁波遮蔽性に与える影響はほとんどないといえる。

(2) 複素比誘電率の推定

図-5に透過法の概念図を示す。本研究では、透過率(T_s)の測定結果より、式(1)、(2)を用いてニュートン法で複素比誘電率の推定を試みた²⁾。

表-1 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/cm ³ , 比表面積: 3340cm ² /g
細骨材	揖斐川産川砂, 表乾密度: 2.65g/cm ³ 絶乾密度: 2.62g/cm ³ , 粗粒率: 2.59 吸水率: 1.17%, 微粒分量: 3.32%
CP	密度: 2.13g/cm ³ , 比表面積: 1308cm ² /g 格子定数: 0.3440~0.3442nm 結晶子サイズ: 5nm
EB	密度: 0.02g/cm ³ , 発泡倍率: 50倍

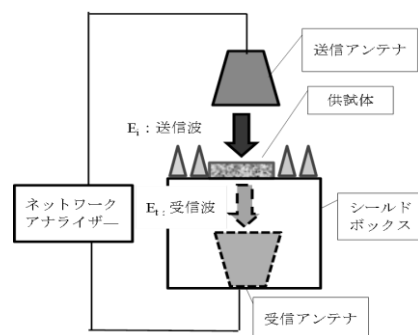


図-1 透過法の概念

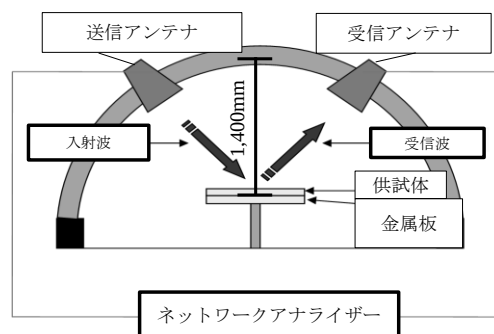


図-2 反射法の概念図

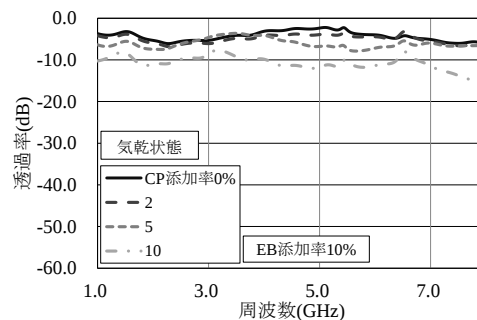


図-3 周波数と透過率との関係

キーワード 電磁波, 炭素粉末, 発泡ビーズ, モルタル, 複素比誘電率

連絡先 〒543-0002 大阪府大阪市天王寺区上汐四丁目 5-26 村本建設(株) TEL 06-6772-8107

$$T_s = 20 \log_{10} |\dot{S}_{21}| \quad (1)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{\text{Im}(\dot{S}_{21})}{\text{Re}(\dot{S}_{21})} \times \frac{180}{\pi} \quad (2)$$

ここに、 $\dot{S}_{21}$ ：モルタルの透過係数

θ ：位相差

図-6 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。ただし、EB の添加による複素比誘電率の変化があまり見られなかったことから、EB が複素比誘電率に及ぼす影響はほとんどないと推測できる。

(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式 (3) を用いて反射率 (R_s) を算定できる。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。

$$\dot{R}_s = 20 \log_{10} |\dot{R}_t| = 20 \log_{10} \left| \frac{\dot{r}_{12} + \dot{R}_{23}}{1 + \dot{r}_{12} \times \dot{R}_{23}} \right| \quad (3)$$

ここに、 $\dot{R}_t$ ：反射係数

$\dot{r}_{12}$ ：空気とモルタルが半無限体媒質の場合の反射係数

$\dot{R}_{23}$ ：モルタルと鉄板の境界の反射係数

図-7 に周波数と反射率との関係を示す。図より電磁波吸収を表す反射率の極小値は異なるものの、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概ね一致しており、推定した複素比誘電率が妥当であると判断できる。

4. 結論

- (1) EB 添加率を増加させても透過率に差が見られず EB が電磁波遮蔽性に与える影響はみられなかった。
- (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) 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った。

5. 今後の課題

様々な周波数帯での電磁波吸収部材の開発を目標として、EB に代わる新たな材料の検討を行っていく予定である。

<参考文献>

- 1) 高井伸一郎：炭素粉末を添加したモルタルの電磁波遮へい性に関する研究，材料，Vol.64，No.12，PP. 1034-1040，日本材料学会，2015。
- 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。

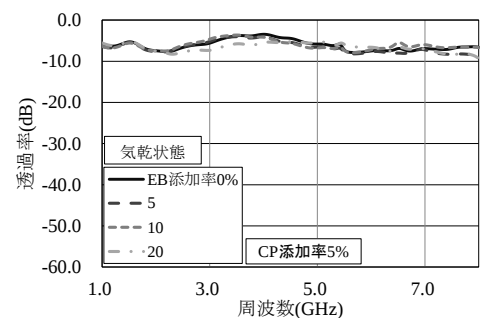


図-4 周波数と透過率との関係

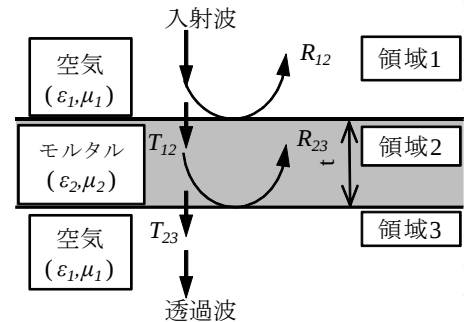


図-5 透過法の概念図

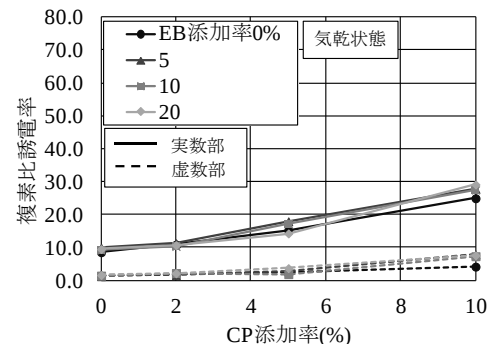


図-6 CP 添加率と複素比誘電率との関係

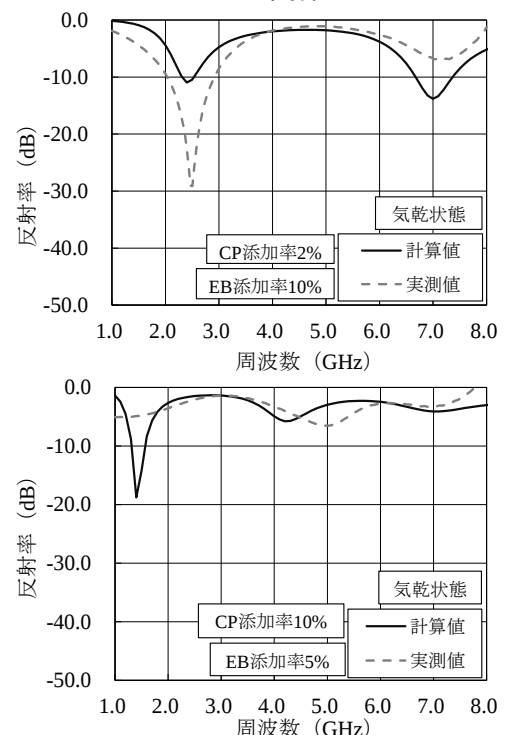


図-7 周波数と反射率の関係