第V部門

炭素粉末とポリプロピレン粒子を添加したモルタルの電磁波吸収性に関する検討

摂南大学大学院	学生員	〇平井	義明
摂南大学	正会員	熊野	知司
村本建設(株)	正会員	高井	伸一郎

1. はじめに

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電磁波吸収性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フレッシュおよび硬化性状を評価するとともに自由空間法である反射法を用 いて電磁波吸収性を測定した.本報文は一連の検討結果を報告するものである.

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 を 60%,砂セメント比 S/C を 2.54 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.フレッシュ性状としては,15 打フローと空気量の試験を行った. 圧縮強度試験は Φ50×100mm の円柱供試体を使用した.養生は, 20℃標準水中養生とし,材齢28日で試験を行った.

電磁波吸収性の評価は自由空間法の一つである反射法により行った.図-1に反射法の概念図を示す.反射法は送信アンテナ,受 信アンテナ,ベクトルネットワークアナライザーで構成されている.試験装置付近には電磁波の回折による影響をなくすために電 磁波吸収材を設置した.供試体には300×300×10mmの平板を使用 し,含水状態は湿潤状態と気乾状態とした.湿潤状態は供試体を28 日間浸漬したものを用い,気乾状態は20℃湿度60%の恒温恒湿室 で質量が一定となるまで保存したものを用いた.供試体表面から 約1.4m離れた円周上の1点に設置された送信アンテナより電磁波 を照射し,受信アンテナで供試体および金属板から反射される電 磁波の強さ(電圧)を測定して反射率(反射減衰量) Rs を算出し た.式(1)に反射率 Rs の算定式を示す.

$$Rs = 20 \log_{10} \left| \frac{Er}{Es} \right| \tag{1}$$

ここに,

Es:試験体と同一形状の金属板のみを設置したときの反射波を 受信アンテナで受信した際の受信電圧(V)

 E_r : 試験体を金属板上に設置後,反射波を受信アンテナで受信 した際の受信電圧 (V)

Yoshiaki HIRAI, Tomoji KUMANO, Shinichiro TAKAI 131052hy@edu.setunann.ac.jp

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/cm ³ , 比表面積:3340cm ³ /g
細骨材	湖底砂, 表乾密度:2.62g/cm 絶乾密度:2.60g/cm, 粗粒率:2.43 吸水率:0.67, 微粒分量:1.2
CP	密度 : 2.13g/c㎡, 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/cm ³ 平均粒径3.56mm



図-2 PP 添加率と 15 打フローの関係

3. 実験結果および考察

空気量の影響を除外するため、全ての配合で数量の目標値を 0% とした.空気量はほぼ全ての水準において目標通りの 0%となった. 60-0-20 だけ 1.1%となったが、これはモルタルを練り返した際に空 気を多く巻き込んだことが原因と考えられる.

図-2に PP 添加率と 15 打フローとの関係を示す. 図より, 15 打 フローはいずれの CP 添加率においても PP 添加率が大きくなると 増加する傾向にあることがわかる. これは, PP の形状が球状である ため, ボールベアリング効果に似た機構により流動性が改善された と推測される.

図-3に PP 添加率と圧縮強度との関係を示す. 図より, PP 添加率の増加によって圧縮強度が明らかに低下する傾向がみられた. PP は球状の形をしたものであることからモルタルと PP の付着している界面が滑りやすく, 圧縮強度が低下する原因になったと考えられる.

図-4~図-6 に周波数と反射率の関係の一例を示す. これらの図 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 くなるほど電磁波が吸収されていることを示す. これらの図より、周 波数によっては反射率に極小点が現れる結果となった. 電磁波吸収 材として一般的に要求されている-20dB という値に着目すると湿潤 状態と気乾状態のいずれの場合も PP 添加率が 5%または 10%とす ることで周波数が異なるが、-20dB 以下の極小値を得ることができ るといえる. 一方、CP 添加率に着目すると湿潤状態では、CP2%の 場合に、気乾状態では、CP5%の場合に電磁波の吸収を示す極小点 が多くみられた. 今後、吸収性能をコントロールする上では CP 添 加率 2~5%、PP 添加率 5~10%近傍を詳細に検討する必要がある と考えられる.

4. おわりに

- (1) PP を添加するとモルタルのフローは増加した.
- (2) モルタルの空気量はほぼ全ての水準において目標通りの 0%となった.
- (3) PP 添加率の増加によって圧縮強度が低下する傾向にある.
- (4) 周波数によって反射率が増減し、極大点や極小点が現れる.
- (5) 湿潤状態と気乾状態のいずれの場合も PP 添加率が 5%または 10%とすることで、周波数は異なるが、-20dB 以下の極小値を得 ることができた.
- (6) CP 添加率に着目すると湿潤状態では、CP2%の場合に、気乾状 態では、CP5%の場合に電磁波の吸収を示す極小点が多くみられ 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-3 PP 添加率と圧縮強度の関



図-4 周波数と反射率の関係



図-5 周波数と反射率の関係



図-6 周波数と反射率の関係