

撰南大学大学院 学生員 ○陰山 恵子
 撰南大学 正会員 熊野 知司
 村本建設(株) 正会員 高井 伸一郎
 鳥取大学大学院 正会員 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、従来からの要求性能だけではなく、これまでにない新しい機能が求められている。コンクリートに電磁波遮蔽や吸収などといった新しい機能を付与できればコンクリート構造物にさらなる付加価値を与えることができる。そこで、本研究ではコンクリートに電磁波吸収性を与える可能性がある材料として炭素粒子に着目し、研究の第一段階としてモルタル供試体を用いて実験的な検討を行った。

2. 実験方法

表-1に使用材料の特性を示す。セメントは普通ポルトランドセメントを、細骨材には琵琶湖産の湖底砂を使用した。炭素粒子は0.3mm以下に粉碎したものを用了。モルタルの配合は水セメント比(以下、W/C)を50%、60%、70%とし、炭素粒子添加率はモルタルの体積比で0~20%まで変化させた。

電磁波吸収試験は家庭用電子レンジ(700W, 2.45GHz)を用いて、供試体に電磁波を60秒間照射した後、放射温度計で供試体の表面温度を測定した。また、電磁波照射後の供試体を赤外線サーモグラフィで撮影し、表面温度分布を測定した。

図-1に実験のフローを示す。供試体中の水分が試験結果に影響を及ぼすことが予想されたため、28日間乾燥炉で乾燥させ、ほぼ絶乾状態となった供試体を用いて1回目の測定を行い、その後、温度20±2℃、湿度60±10%の恒温恒湿室にて保存し、含水率と表面温度を測定した。

3. 結果および考察

写真-1にW/C=60%、炭素粒子添加率0%および20%での赤外線サーモグラフィの写真を示す。炭素粒子を添加することで表面温度が高くなるのが分かる。温度分布を詳細に見ると、炭素粒子添加率0%では比較的均質な温度分布であるが、20%では両端の温度が高くなっていることがわかる。これは、電子レンジの電磁波の照射特性によるものと思われる。そこで、本研究では電磁波の吸収による温度上昇を評価する測定点を供試体の両端から20mmとし、2点の平均値を測定値とした。

図-2に炭素粒子添加率と温度上昇量との関係を示す。ここに、温度上昇量とは電磁波照射前後の表面温度の差である。図より、W/C=50%、炭素粒子添加率10%を除くと炭素粒子

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: 3.16g/cm ³ , 比表面積: 3380cm ² /g
細骨材	湖底砂 表乾密度: 2.62 g/cm ³ , 粗粒率: 2.43, 吸水率: 0.67%
炭素粒子	密度: 2.12g/cm ³ , 比表面積: 1314cm ² /g

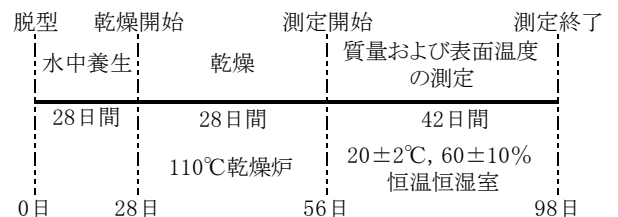


図-1 実験のフロー

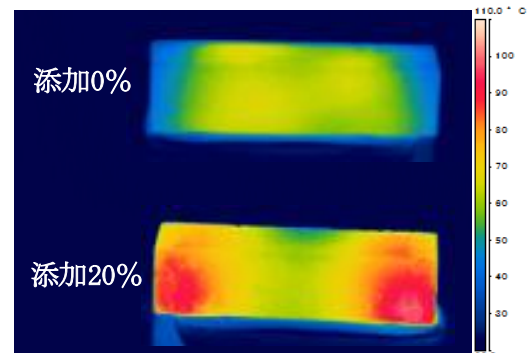


写真-1 電磁波放射直後の温度分布

添加率が増加するに伴って温度上昇量が増加する傾向となった。なお、炭素粒子添加率 15%では 0%と比べて 30~40°C温度上昇量が増加した。

図-3 に水セメント比ごとの温度上昇量を示す。図より、炭素粒子添加率 10%を除くと、W/C が大きくなっても添加率ごとの温度上昇量には大差がないといえる。すなわち、温度上昇量に影響を与えるのは W/C ではなく、むしろ炭素粒子の添加率であると考えられる。供試体の表面温度の上昇が電磁波を熱エネルギーに変換された結果であると考えると、温度上昇量が大きい方が電磁波によるエネルギーがより多く熱に変換される、すなわち、電磁波が吸収されたことになるといえる。図-2 および図-3 の結果から考えると、本実験においては炭素粒子添加率を 10~15%とすることで電磁波を吸収するモルタルの設計を行えるといえる。

図-4 に含水率と温度上昇量との関係を示す。図より、炭素粒子添加率 0%と 5%では含水率が増加するに伴って温度が上昇する傾向を示したが、炭素粒子添加率 10%~20%においては含水率が増加するに伴って温度上昇量が減少する傾向を示した。一般に電磁レンジによる加熱の原理は物体に含まれる水分子が電磁波による影響で振動し、熱エネルギーに変換されたことによると説明されている。そのため、炭素粒子添加率 0%および 5%においては水分子が増加したことにより、温度が上昇したと考えられる。しかし、炭素粒子添加率 10%~20%においては水分子の挙動だけでなく、炭素の存在が電磁波に影響していると考えられる。物体中に炭素粒子が分散している場合、炭素粒子の抵抗と炭素粒子間の静電容量が複雑に結合した回路が形成され、高い周波数の電界が作用した場合には抵抗にも電流が流れ、抵抗体に熱が発生がする(誘電加熱)¹⁾。モルタルの炭素添加率が高くなると、温度上昇量が増加するのは、このような誘電加熱が生じることが一因になっていると考えられる。

電子レンジを用いた電磁波吸収試験は、簡易にモルタルの電磁波吸収性を評価する試験方法であることが確認できた。しかし、各周波数帯における電磁波遮蔽・吸収性を定量的に評価するためには今後、電磁気学的な試験を実施する必要があると考えられる。

4. 結論

- (1) 炭素粒子添加率が増加するに伴って温度上昇量が増加する傾向となり、炭素粒子添加率 15%では 0%と比べて 30~40°C温度上昇量が増加した。
- (2) 温度上昇量に影響を与えるのは W/C ではなく、炭素粒子添加率であると考えられた。
- (3) 炭素粒子添加率を 10~15%とすることで電磁波を吸収するモルタルの設計を行えると考えられた。
- (4) 炭素粒子を添加したモルタルの表面温度の上昇とは、電磁波による水分子の振動だけでなく、炭素の存在が電磁波に影響していると考えられた。

<参考文献>

1) 橋本 修：電波吸収体のはなし，pp.4-5，日刊工業新聞社，2001。

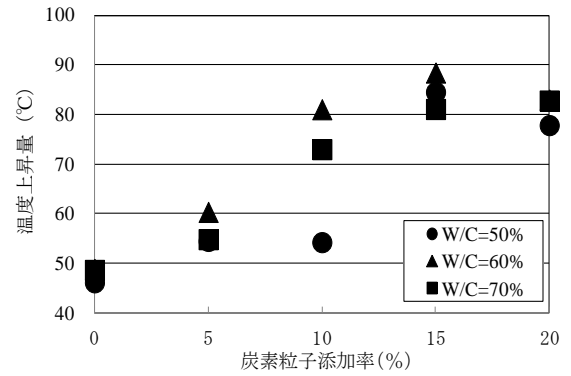


図-2 炭素粒子添加率と温度上昇量との関係

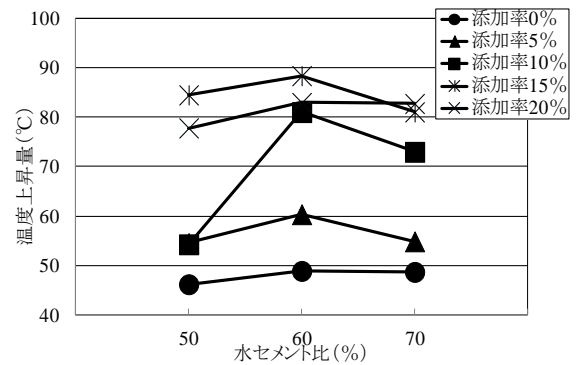


図-3 水セメント比ごとの温度上昇量

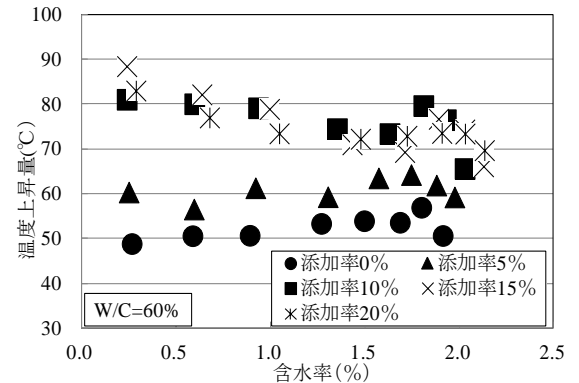


図-4 含水率と温度上昇量との関係