

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

摂南大学大学院 学生員 ○陰山 恵子
摂南大学大学 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

高強度化や高耐久化を中心に行われてきたコンクリートに関する技術開発も、近年はニーズが多様化し、これまでにない新しい機能が求められている。コンクリートに導電性、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。筆者らは既報¹⁾において、炭素粒子を添加したモルタルの力学的特性、電気的特性および電磁波吸収性に関する予備的な検討を行った。本報文では、電気的特性および電磁波吸収性に関して行った詳細な検討結果について報告する。

2. 実験概要

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、細骨材には琵琶湖産の湖底砂を使用した。炭素粒子は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。

電気的特性は定電圧装置(30V)を使用した直流回路を構成し、計測した電流値から比抵抗を算出した。

電磁波吸収性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。

3. 結果および考察

3.1 モルタルの電気的特性

図-1 に W/C=60%での含水率と比抵抗との関係を示す。図より、含水率のわずかな変化に対して急激に比抵抗が増加し、絶縁体に近くなる含水率が存在することがわかる。さらに、この境界の含水率より大きい場合は、含水率が変化しても比抵抗はほとんど変化しないといえる。

図-2 に炭素粒子添加率20%での含水率と比抵抗との関係を示す。図より、含水率が同程度の場合 W/C=70%では W/C=50%、60%と比べて比抵抗は小さい値を示し、特に含水率が0%付近の場合では W/C が大きくなるにつれて比抵抗が減少する傾向を示した。したがって、モルタルの比抵抗は炭素粒子の添加量に加えて、W/C に影響されると考えられる。

図-3 に炭素粒子添加率と限界含水率との関係を示す。ここで限界含水率とは比抵抗が急激に変化する含水率である。図より、W/C=50%では炭素粒子添加率が增加しても限界含水率は、ほぼ一定の値となった。一方で、W/C=60%、70%では炭素粒子添加率が增加すると限界含水率は低下する傾向がみられ、炭素粒子添加率20%では含水率0%

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

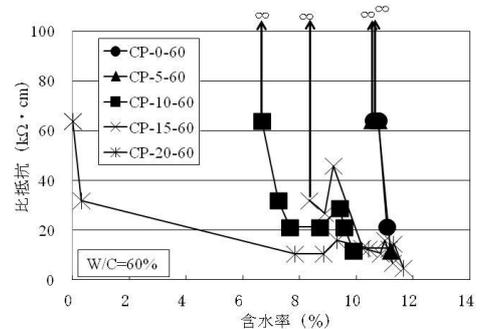


図-1 含水率と比抵抗との関係

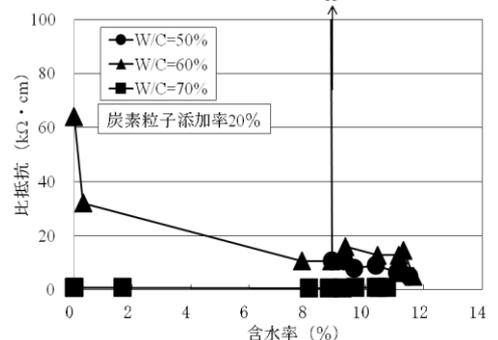


図-2 含水率と比抵抗との関係

キーワード 炭素粒子, 電気的特性, 電磁波吸収性

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

においても導電性を確保している。すなわち、W/C=50%では炭素粒子添加率を増加させても限界含水率を下げることは困難であるが、W/C=60%、70%では炭素粒子添加率によって限界含水率を低下させることが可能と考えられる。

3.2 モルタルの電磁波吸収特性

図-4 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、炭素粒子添加率10%を除くとW/Cに関係なく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った。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、温度上昇量の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。本実験においては炭素粒子添加率15%程度で電磁波吸収性能が最大となった。

図-5 に W/C=60%での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。一般に電子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は熱が発生する(誘電加熱)²⁾。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。

4. おわりに

- (1) 含水率のわずかな変化に対して急激に比抵抗が増加し、絶縁体に近くなる含水率(限界含水率)が存在する。
- (2) W/C=60%、70%では炭素粒子添加率によって限界含水率を低下させることが可能である。
- (3) モルタルの比抵抗は炭素粒子の添加量に加えて、W/Cに影響を受ける。
- (4) 炭素粒子添加率15%程度で電磁波吸収性能が最大となった。
- (5) 炭素粒子を添加したモルタルの表面温度の上昇は、電磁波による水分子の振動だけでなく、炭素粒子の存在による誘電加熱が関係していると考えられる。

参考文献

- 1) 高井伸一郎他：導電性の高井炭素粒子を添加したモルタルに関する基礎的研究，土木学会第66回年次学術講演集，V-587，pp1173-1174，2011。
- 2) 橋本 修：電波吸収体のはなし，pp.4-5，日刊工業新聞社，2001。

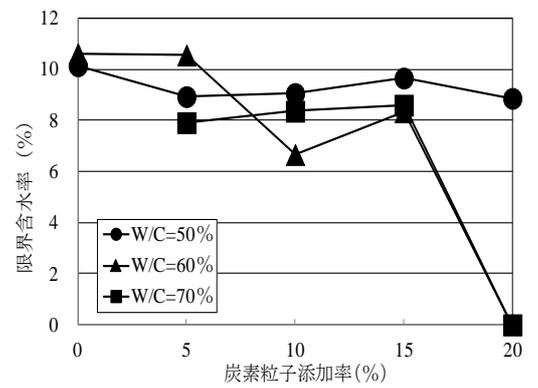


図-3 炭素粒子添加率と限界含水率との関係

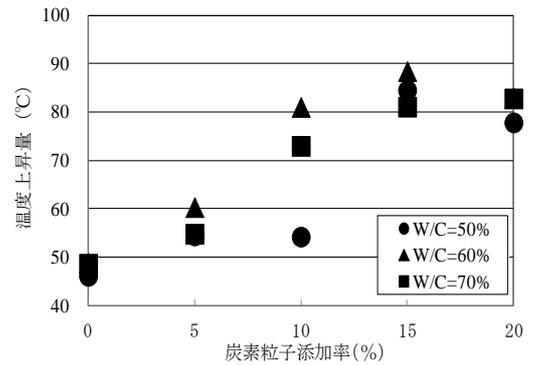


図-4 炭素粒子添加率と温度上昇量との関係

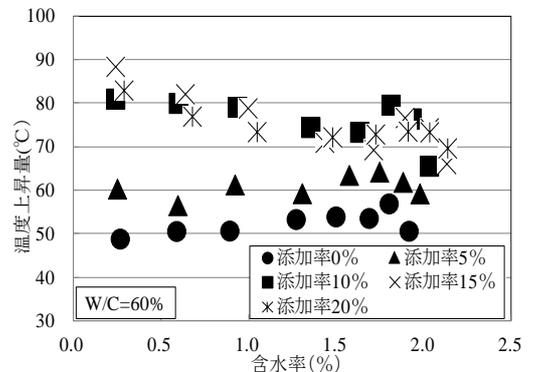


図-5 含水率と温度上昇量との関係