

摂南大学大学院 ○学生員 陰山 恵子
 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。しかしながら、コンクリートにある程度の導電性、電磁波吸収性を持つ材料に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、本研究ではこれらの性能を与える可能性がある材料として炭素粒子に着目し、炭素粒子の物理化学的特性、フレッシュモルタルの性質、硬化モルタルの力学的特性について実験的な検討を行うとともに、硬化モルタルの導電性能を評価し、電磁波吸収性能について検討を行った。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.15g/cm³ 比表面積：3380cm²/g）を使用し、炭素粒子は 0.3mm 以下に粉砕したものを使用した。また、骨材は琵琶湖産の湖底砂（表乾密度：2.62g/cm³ F.M.: 2.43）を使用した。なお、モルタルの配合は水セメント比 50% および 60%（以下 W/C=50%, W/C=60%）とし、炭素粒子の添加率はモルタルの体積比で 0~20%まで変化させた。表-1 に試験項目の一覧を示す。

3. 結果および考察

(1) 炭素粒子の物理化学的特性

元素分析の結果、99%以上が炭素で占めていることがわかった。また、炭素粒子に含まれる特定有害物質の測定値は基準値より小さい結果となり、コンクリートの混和材料として使用しても問題ない。密度は 2.12g/cm³ で、比表面積 1314cm²/g であった。

写真-1 に炭素粒子表面の SEM 画像を示す。写真より炭素粒子は積層構造になっており、多孔質であると推察される。

(2) フレッシュモルタルの性質

図-1 に炭素粒子添加率とプロクター貫入抵抗値による始発時間、終結時間との関係を示す。図より、添加率を 20%とした場合の終結時間は若干遅延する傾向となったが、その他の場合は、添加率によって始発時間および終結時間に大きな違いは見られなかった。

(3) 硬化モルタルの力学的特性

図-2 に炭素粒子添加率と圧縮強度との関係を示す。図より、添加率の増加によって圧縮強度が若干低下した。

表-1 測定項目

実験項目	測定項目
炭素粒子の物理化学的特性	元素分析 (JIS M 8819・JIS M 8812)
	特定有害物質
	XRD (JIS R 7651)
	密度試験 (JIS R 5201-1997)
	比表面積試験 (JIS R 5201-1997)
表面観察	
フレッシュモルタルの性質	モルタルフロー試験(JIS R 5201-1997)
	ブリーディング試験 (JSCE-F 542-1999)
	プロクター貫入試験(JIS A 1147)
硬化モルタルの力学的特性	圧縮強度(JICE-G 505-1999)
	静弾性係数(JICE-G 505-1999)
	曲げ強度(JIS R 5201)
	長さ変化率(JIS A 1129-3)
電気的特性	通電試験
電磁波吸収性	電磁波吸収試験

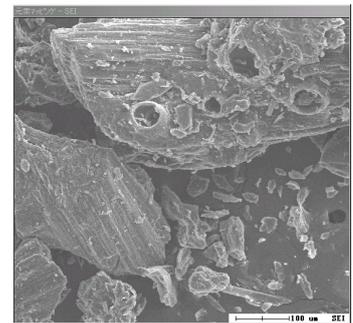


写真-1 炭素粒子表面 (×150 倍)

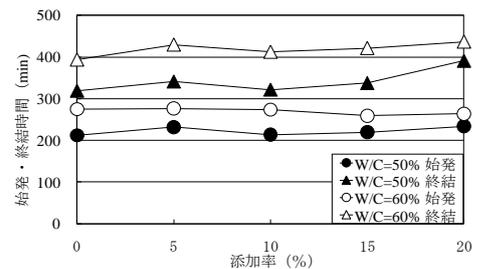


図-1 炭素粒子添加率とプロクター貫入抵抗値による始発時間・終結時間との関係

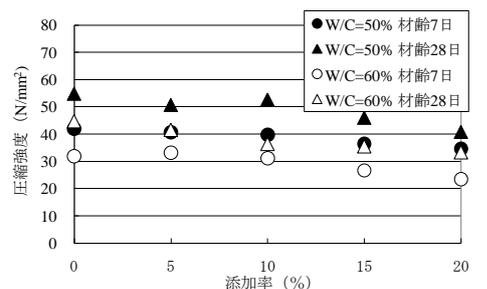


図-2 炭素添加率と圧縮強度との関係

図-3 に炭素粒子添加率と静弾性係数との関係を示す。図より静弾性係数は添加率 10%を超えると添加率の増加によって若干低下した。これには、炭素粒子が積層構造を持ち、多孔質であることが関係していると考えられる。

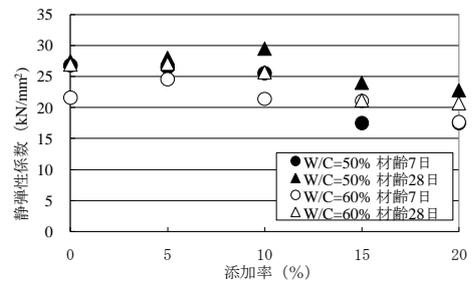


図-3 炭素添加率と静弾性係数との関係

図-4 に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する境界が存在することが分かる。この比抵抗が急激に変化する含水率を限界含水率と定義する。この限界含水率より大きい場合は、炭素粒子添加率や含水率が変化しても比抵抗はほとんど変化がなかった。

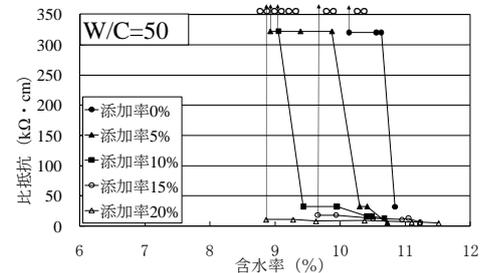


図-4 含水率と比抵抗との関係

図-5 に炭素粒子添加率と限界含水率との関係を示す。図より、W/C=50%では炭素粒子添加率が増加しても限界含水率は、ほぼ一定の値となった。一方、W/C=60%では炭素粒子添加率 5%を超えると炭素粒子添加率の増加によって限界含水率は低下する傾向にあった。このことより、通電が必要となるコンクリート構造物の環境条件に応じて単位セメント量と炭素粒子添加率を制御することで所定の限界含水率を持つコンクリートとすることが可能であると考える。

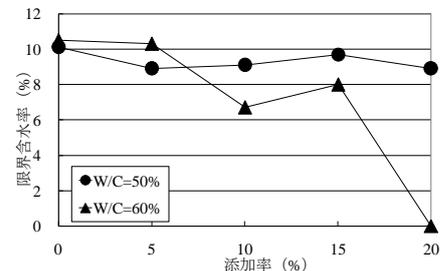


図-5 炭素粒子添加率と限界含水率との関係

(5) 電磁波吸収性

図-6 に炭素粒子添加率と照射後の表面温度との関係を示す。図より、炭素粒子を添加することにより電磁波照射後の表面温度が上昇し、20%添加した場合には 30℃近く温度が上昇していることがわかる。この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、炭素粒子を添加することにより、電磁波吸収性能を増大させることが可能と考えられる。

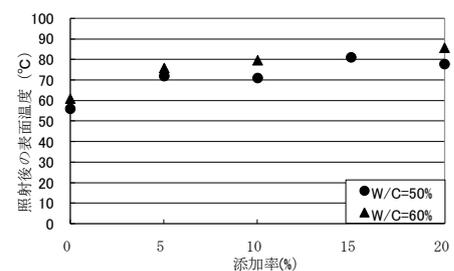


図-6 炭素粒子添加率と照射後の表面温度との関係

4. まとめ

- (1) 炭素粒子の元素分析結果は、炭素が 99%以上占めている。また、炭素粒子に含まれる特定有害物質の測定値は基準値より小さい結果となった。
- (2) 炭素粒子添加率の増加によって圧縮強度、静弾性係数、曲げ強度は若干低下し、乾燥収縮は若干増大する傾向がみられた。これには、炭素粒子が積層構造を持ち、多孔質であることが関係していると考えられた。
- (3) 導電性が急激に低くなる限界含水率は、炭素粒子添加率が高い程、水セメント比が大きい程、低くなった。
- (4) 炭素粒子を添加したモルタルに電磁波を照射すると、表面温度が高くなることから炭素粒子の添加により電磁波吸収性能を増大させることが可能であると考えられた。

<参考文献>

- 1) 日本コンクリート工学協会：新機能・高機能に挑戦するコンクリート，コンクリート工学，Vol.36，No.1