

導電性の高い炭素粒子を添加したモルタルに関する基礎的研究

村本建設(株) 正会員 ○高井伸一郎
 摂南大学 正会員 熊野 知司
 摂南大学 学生会員 陰山 恵子
 鳥取大学大学院 フェロー会員 井上 正一

1. はじめに

これまでコンクリート材料に関する研究開発は主に強度や耐久性の改善を目的に行われてきたが、近年はニーズの多様化に伴い、コンクリートにも様々な機能が要求されている。そこで、導電性、電磁波吸収性に優れたコンクリートの製造が可能になれば、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。

本研究はこれらの性能を与え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、炭素粒子を混入した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、硬化モルタルの電気的特性、電磁波吸収特性について評価を行った。

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以下に粉碎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%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、細骨材と置換した。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

炭素粒子の元素分析を行った結果、炭素が99%以上を占めており、他の成分はごく微量であった。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を満足しており、コンクリート用材料として使用可能である。物理的特性は、密度2.12g/cm³、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) モルタルのフレッシュ性状

図-1に炭素粒子添加率と15打フローの関係を示す。図より、水セメント比に関わらず、炭素粒子添加率が増加するとフローが減少する傾向となった。これは多孔質な炭素粒子にモルタルの自由水が拘束されたためにフローが減少したと考えられる。

(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の関係を示す。図より、添加率10%を超えると添加率の増加によって圧縮強度は若干低下した。図-3に炭素粒子添加率と静弾性係数との関係を示す。静弾性係数も圧縮強度と同様に添加率10%を超えると若干低下した。これらの添加率増加による強度、弾性係数の低下傾向は、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推察される。

キーワード 炭素粒子 比抵抗 電磁波吸収性能

連絡先 542-8522 大阪市中央区南船場2-4-8 村本建設株式会社 TEL06-6262-8030

表-1 試験項目

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

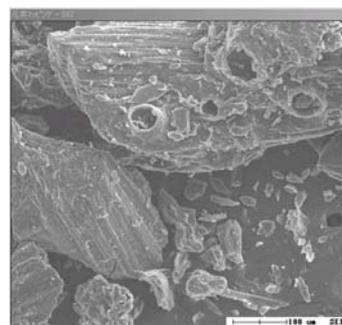


写真-1 炭素粒子表面 (×150倍)

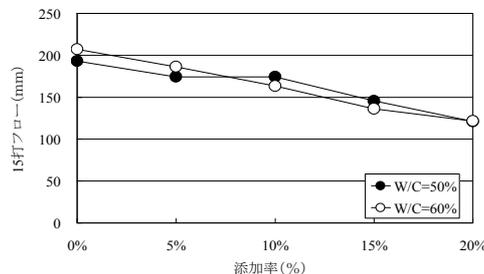


図-1 炭素粒子添加率と15打フローの関係

(4) 電気的特性

図-4 に W/C=50%のモルタルにおける含水率と比抵抗の関係を示す。図より、同程度の含水率でも炭素粉末の添加によって比抵抗が減少しており、炭素粒子の混入によってモルタルの導電性が改善された。また、各添加率において、含水率のわずかな変化に対して比抵抗が急激に増大する境界が存在した。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、含水率が変化しても比抵抗はほとんど変化していない。

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（特に含水率）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をつくることが可能であると考えられる。

(5) 電磁波吸収特性

モルタルの電磁波吸収特性を確認するために、家庭用電子レンジ(700W)を用いてマイクロ波をモルタル供試体に 60 秒間照射し、表面温度の測定を行った¹⁾。

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で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℃近く温度が上昇した。この温度上昇が電磁波を熱エネルギーに変換した結果であると考え、炭素粒子を添加することでモルタルに電磁波吸収性能を付加できる可能性がある。

4. まとめ

- (1) 炭素粒子は元素分析の結果、炭素が 99%以上を占めており、コンクリート用材料として使用しても問題ない。
- (2) 炭素粒子添加率が 10%を超えると圧縮強度、静弾性係数は若干低下する。これらの傾向は炭素粒子が積層構造で、多孔質であることが関係していると推察される。
- (3) 炭素粒子の添加によって比抵抗は減少する。また、比抵抗が急激に増大する限界含水率は、炭素粒子添加率が高い程、水セメント比が大きい程、低くなる。
- (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付加できる可能性がある。

<参考文献>

1)白川達生他：副次産物として得られる高性能ナノカーボンを用いたモルタル供試体の開発，土木学会第 65 回年次学術講演集,V-475 平成 22 年 9 月

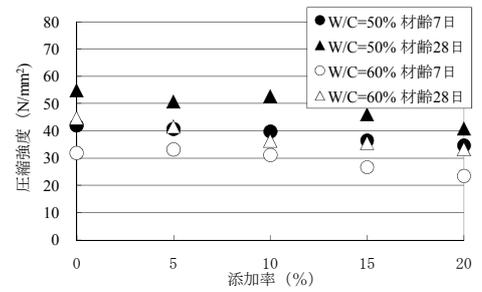


図-2 炭素粒子添加率と圧縮強度の関係

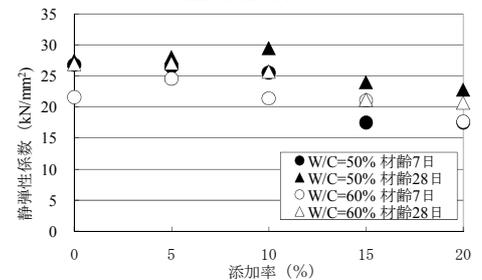


図-3 炭素粒子添加率と静弾性係数の関係

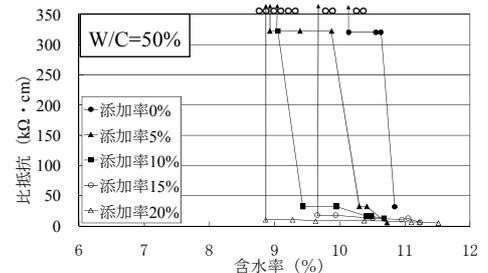


図-4 含水率と比抵抗の関係

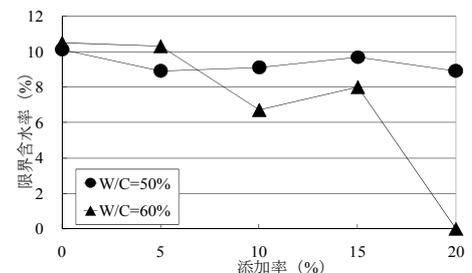


図-5 炭素粒子添加率と限界含水率の関係

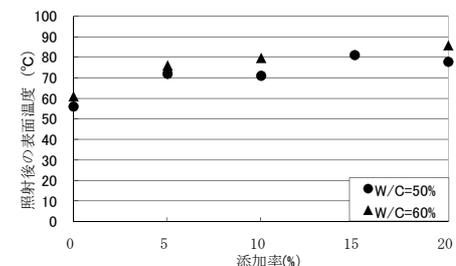


図-6 炭素粒子添加率と照射後の表面温度の関係