

V-215

炭素繊維補強超硬セメントモルタルの導電性

小野田ケミコ(株) 正会員 岡田 光芳
 同上 正会員 遠藤 光弘
 同上 正会員 大塚 慎一

1. はじめに

炭素繊維はセメント複合材料の補強材として有望視され、既に橋梁、カーテンウォール外装材、補強材などに適用されている。その実用化のほとんどは、炭素繊維の高強度、高弾性に着目したものである。

最近、短繊維の炭素繊維を用いた補強セメントにおいては、強度特性以外に導電性、発熱性、電磁遮蔽性などの機能特性に注目した研究も報告され始めた¹⁾。今後、炭素繊維補強セメントは土木分野において、電気防食、融雪道路、接地抵抗低減などへの利用が期待されている。

本研究では、超硬セメントとピッチ系炭素繊維を組み合わせた炭素繊維補強超硬セメントモルタル（CFRJM）の導電性について下記の項目について検討している。

(1)抵抗測定時の電極間距離の影響

(2)砂-セメント比と繊維長さの影響

(3)繊維混入率の影響

表-1 使用材料

名称	諸物性
超硬セメント	比重=3.03
細骨材	けい砂, 比重=2.60, FM=1.67
混和剤	高性能減水剤, 収縮低減剤
ピッチ系炭素繊維	比重=1.65, 直径=18.0μm, 長さ=3, 6, 18mm 引張強度=60kgf/md, 弾性係数=3.1×10 ⁵ kgf/md 体積固有抵抗率=1.5×10 ⁻² Ω・cm
表面処理剤	水溶性高分子, シリカフューム

2. 実験の概要

2.1. 使用材料 実験に使用したセメント, 細骨材, 混和材料および炭素繊維を表-1に示す。

2.2. 炭素繊維の表面処理方法; 水溶性高分子およびシリカフュームを含む表面処理して、炭素繊維を小塊状にした。

2.3. モルタルの配合, 練り混ぜ モルタルの基本配合

は、水結合材比を55%、セメント：砂を重量比で1：1, 1：2, 1：3、高性能減水剤添加率 2.0%、収縮低減剤添加率 1.5%とした。モルタルの練り混ぜにはホバートミキサを用い、セメント, 細骨材, 混和剤小塊状炭素繊維を1分間空練りした後、水を投入し、低速で1分間、高速で2分間練り混ぜた。

2.4. 電気抵抗の測定 練り混ぜ後、4×4×16cmの型枠に打込み、20℃, 80% R. H. の条件下で24時間養生し脱型した。その後、供試体を4, 8, 12cmの長さに切り出し、真空乾燥機中で24時間乾燥した。乾燥後、切断

表-2 CFRJMの体積固有抵抗率および曲げ強度

セメント：砂 (重量比)	炭素繊維 混入率 (Vol%)	炭素繊維 長さ (mm)	体積固有 抵抗率 (Ω・cm)	曲げ強度 (kgf/cm ²)
1 : 1	0	—	1.62×10 ⁷	66.7
	2	3	7.91×10 ³	94.8
	2	6	2.49×10 ²	101.8
	2	18	1.74×10 ²	113.5
1 : 2	0	—	2.45×10 ⁷	58.5
	2	3	1.68×10 ⁵	92.4
	2	6	1.27×10 ⁴	93.6
	2	18	1.70×10 ⁴	97.5
1 : 3	0	—	2.65×10 ⁷	43.7
	2	3	2.53×10 ⁵	91.3
	2	6	1.37×10 ⁵	93.2
	2	18	3.47×10 ⁵	85.4

した両面に導電性塗料（導電性；5×10⁻⁴Ω・cm）を均一に塗布し、抵抗値測定電極を形成した。抵抗計（測定範囲 0.000Ω~200.00MΩ）を用いて、20℃, 60% R. H. の条件下でそれらの供試体について抵抗値を測定し、体積固有抵抗率〔(測定値×電極面積) / 電極間距離] を算出した。

2.5. 曲げ試験 練り混ぜ後、4×4×16cmの型枠に打込み、20℃, 80% R H. の条件下で24時間養生し脱型した。クロスヘッドスピード 0.5mm / 分の変位速度でスパン 100mmの中央集中載荷で曲げ試験を行った。

3. 実験結果と考察

3.1. 抵抗値測定時の電極間距離の影響 電極間距離を 40, 80, 120mmに変化させたCFRJM（J C : S = 1 : 2, Vf=2vol%）の体積固有抵抗率を図-1に示す。大岸、小野らの研究では、セメント硬化体の電気抵

抗測定時の電極間距離については、40mm以上を推奨している²⁾。プレーンモルタルにおいては、電極間距離の増加に伴って、体積固有抵抗率は若干低下する。一方、炭素繊維を混入した場合にはそれらの変化はほとんど認められず、各繊維長さにおいてほぼ一定値を有している。

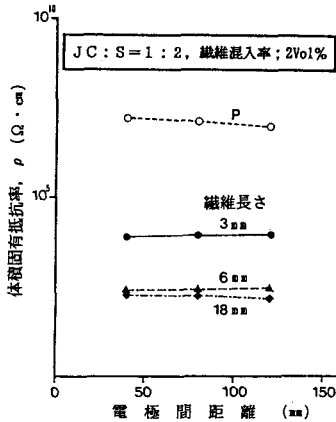


図-1 電極間距離と体積固有抵抗率

3.2. 砂-セメント比と繊維

長さの影響；繊維長さ、砂-セメント比を変化させたCFRJM (Vf=2vol%)の体積固有抵抗率を図-2に示す。

表-2にはCFRJMの体積固有抵抗率および曲げ強度を示す。また、図-3には、曲げ試験時におけるCFRJM (JC:S=1:1, Vf=2vol%)の荷重-たわみ曲線の一例を示す。CFRJMの体積固有抵抗率は、砂-セメント比、繊維長さ

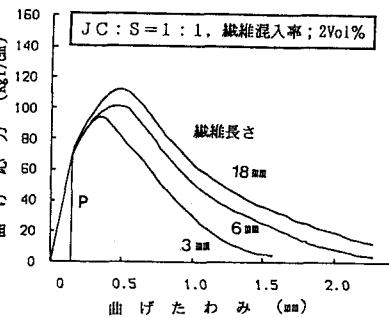


図-3 荷重-たわみ曲線

によって左右される。砂-セメント比 1.0のCFRJMにおいては、繊維長さの増加に伴って体積固有抵抗率は著しく低下する。一方、その低下傾向は、砂-セメント比が 3.0のモルタルにおいてはほとんど認められなくなる。

3.3. 繊維混入率の影響；繊維混入率を変化させたCFRJM (JC:S=1:1)の体積固有抵抗率を図-4に示す。

CFRJMの体積固有抵抗率は繊維混入率の増加に伴って著しく低下する。また、それらの低下傾向は繊維長さの違いによって、それぞれ固有の傾向を示している。長さ18mmの炭素繊維を用いたCFRJMの体積固有抵抗率は、繊維混入率3vol%において $1.14 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ まで低下する。

4. まとめ

- (1)炭素繊維を混入したモルタルの体積固有抵抗率は、その測定時の電極間距離にはほとんど影響を受けない。
- (2)CFRJMの体積固有抵抗率は、砂-セメント比、繊維長さ、繊維混入率によって左右される。それらの要因をコントロールすることによって、CFRJMの導電性を自由に設計することが可能になると考える。
- (3)長さ18mmの炭素繊維を3vol%混入したCFRJMの体積固有抵抗率は $1.14 \times 10^2 \Omega \cdot \text{cm}$ である。

謝辞 御指導いただいた福山大学 岡田清教授に感謝の意を表します。

《参考文献》

- 1) 遠藤, 他 電気論文誌A, 108巻7号, pp.301-308.
- 2) 大岸, 他 コンクリート工学年次論文報告集, 12-1, pp.389-394

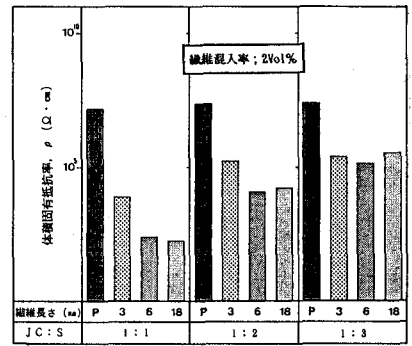


図-2 繊維長さ, 砂セメント比と体積固有抵抗率

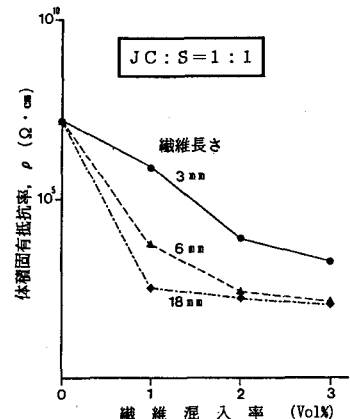


図-4 繊維混入率と体積固有抵抗率