

保水性を向上させた炭素繊維モルタルの電気的特性

香川高等専門学校専攻科 学生会員 ○福上 大貴
 香川高等専門学校 正会員 水越 睦視
 香川高等専門学校 非会員 太良尾 浩生

1. はじめに

近年、住宅の接地極として鉄筋コンクリート基礎を利用することや、避雷針の地下部分を導電性の高いモルタルで被覆して雷害を防ぐことを目的として、セメント系材料の電気的特性に関する検討がなされている。既に、炭素繊維を混入させたモルタルの電気抵抗について検討したが、モルタルの含水率が電気抵抗に及ぼす影響が大きいことがわかった。そこで、本研究では、軽量細骨材、吸水性ポリマーに着目し、モルタルの保水性の向上を図り、電気抵抗を小さくすることを目的に実験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

本研究で使用した材料を表-1に、モルタルの示方配合を表-2に示す。本研究では、普通細骨材と吸水率の大きい軽量細骨材の2種類を使用した。また、吸水性ポリマーをセメントの質量に対して外割で1.0%使用し、炭素繊維混入率(以下、V_f)を体積比で0~5.0%の範囲で変化させた。なお、軽量細骨材は24時間以上吸水させたものを表乾状態として用い、吸水性ポリマーを使用する場合は、表-1に示した吸水能を考慮した水量補正を単位水量とは別に行った。したがって、モルタル中に含まれる水量は、吸水性ポリマーの使用により増加している。また、目標空気量は3.0%として、全配合に一定量の消泡剤を用いた。

2.2 実験方法

モルタルの練混ぜには二軸強制練りミキサーを使用し、セメント、細骨材を投入し、30秒の空練り後、水と混和剤を投入し、90秒間の本練りを行った。本練り後、炭素繊維、吸水性ポリマーを投入し、60秒間の練混ぜを行った後、軸に付着した炭素繊維、吸水性ポリマーを掻き落とし、60秒間の練混ぜを行った後に排出した。

使用する供試体は、φ100×200mmの円柱供試体と

し、各配合につき3本ずつ作製し、型枠に打ち込んで24時間後に脱型した。その後、水温20℃の恒温槽で7日間水中養生した後に気中養生を行った。

インピーダンスを測定する際は、導電性グリースを塗布したφ100mmの鋼製円盤を供試体の両端面に付着させ、これを電流・電位差の共通電極として、LCRメーターに接続した。そして、LCRメーターにより、周波数を0.1Hzから5MHzまで変化させた場合のインピーダンスを測定した。なお、印加電圧は5.0V、測定期間は10週間とした。図-1に測定回路を示す。

また、供試体の含水率は、(1)式より算出した。

$$W' = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100 (\%) \quad (1)$$

ここに、W':含水率(%), W:インピーダンス測定時の質量(g), W₀:完全乾燥後の質量(g)とする。なお、W₀はインピーダンスの測定終了後、供試体を割裂し、110℃の乾燥炉で質量が一定となるまで乾燥させた時の値である。

表-1 使用材料

材料	物性等
セメント (C)	普通ポルトランドセメント 密度 3.15g/cm ³ , 比表面積 3,340cm ² /g
普通細骨材 (NS)	砕砂 表乾密度 2.60g/cm ³ , 吸水率 1.74%
軽量細骨材 (LS)	表乾密度 1.94g/cm ³ , 吸水率 14.9%
炭素繊維 (CF)	PAN系炭素繊維, 密度 1.7g/cm ³ 平均繊維長 60μm, アスペクト比 8.6
吸水性ポリマー (P)	ポリアルキレンオキサイド系吸水性樹脂 吸水能 29g/g, 中位粒子径 126μm
混和剤	AE減水剤
	消泡剤

表-2 示方配合

配合名	V _f (%)	単位量 (kg/m ³)						C× (%)*		空気量の実測値 (%)
		W	C	NS	LS	P	CF	AE減水剤	消泡剤	
LS	0	315	630	0	883	0	0	0	5T	1.8
NS+P	0	315	630	1183	0	6.3	0	0	5T	0.8
NS+CF5.0	5.0	315	630	1053	0	0	85	1.0	5T	10.0
LS+P	0	315	630	0	883	6.3	0	0	5T	1.1
LS+P+CF0.5	0.5	315	630	0	873	6.3	9	0	5T	1.6
LS+P+CF1.5	1.5	315	630	0	854	6.3	26	0	5T	2.4
LS+P+CF3.0	3.0	315	630	0	825	6.3	51	0	5T	3.6
LS+P+CF5.0	5.0	315	630	0	786	6.3	85	0	5T	5.8

注) *: 1T=C×0.003(%)

キーワード 炭素繊維, 交流電流, インピーダンス, 周波数, 含水率

連絡先 〒761-8058 香川県高松市勅使町355 香川高等専門学校 建設環境工学科 TEL 087-869-3931

3. 実験結果および考察

3.1 力学的特性

図-2 に、材齢 28 日における圧縮強度試験結果を示す。図より、吸水性ポリマーを混入したモルタルは圧縮強度が著しく低下していることがわかる。これは、吸水性ポリマーの吸水能を考慮した水量補正を行ったことにより、実際の水セメント比が大きくなったことが原因であると考えられる。また、 V_f と圧縮強度の間に相関は認められなかった。

3.2 電気的特性

(1) 周波数特性

図-3 に、材齢 28 日における、各配合の周波数とインピーダンスの関係を示す。図より、高周波数領域において、LS, NS+P, LS+P のインピーダンスは同程度となっているため、軽量細骨材および吸水性ポリマーを用いたことによるモルタルの導電性の向上効果を確認することができない。また、炭素繊維を混入させた配合は、高周波数領域において、他の配合よりもインピーダンスが低くなっている。

(2) 含水率による影響

1MHzにおける含水率とインピーダンスの関係を図-4 に示す。LS+P は、吸水性ポリマーの吸水能を考慮した水量補正を行ったため、初期材齢では、LS よりも高い含水率を有しているが、LS と同様に、含水率の低下に伴ってインピーダンスは増加した。また、NS+P と LS+P を比較すると、軽量細骨材を用いたことにより、初期材齢では、LS+P の方が高い含水率を有しているが、両配合とも含水率の低下に伴ってインピーダンスは増加した。したがって、本研究の結果からは、軽量細骨材、吸水性ポリマーが導電性の向上に寄与する効果を確認できない。また、LS+P+CF0.5~5.0 を比較すると、 V_f が高い配合の方が、含水率の低下に伴うインピーダンスの変化量が小さくなっている。このことを考慮すると、軽量細骨材、吸水性ポリマーよりも炭素繊維の方が、モルタルの導電性に与える影響は大きいものと考えられることができる。

4. まとめ

軽量細骨材、吸水性ポリマーの使用はモルタルの導電性の向上にほとんど寄与せず、炭素繊維の混入が有効であると考えられる。今後、本研究で使用した炭素繊維に加え、炭素を多く含んだ新たな導電性材料の混入を検討する予定である。

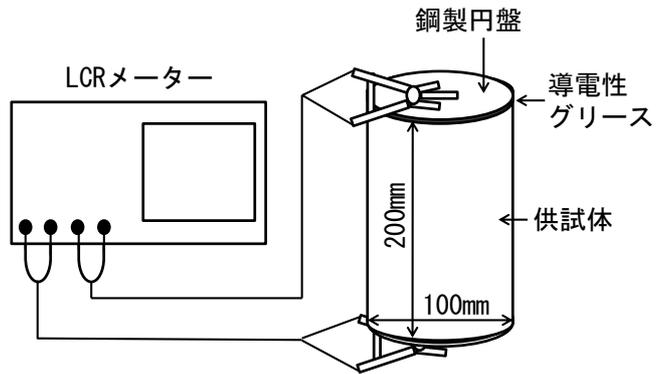


図-1 測定回路

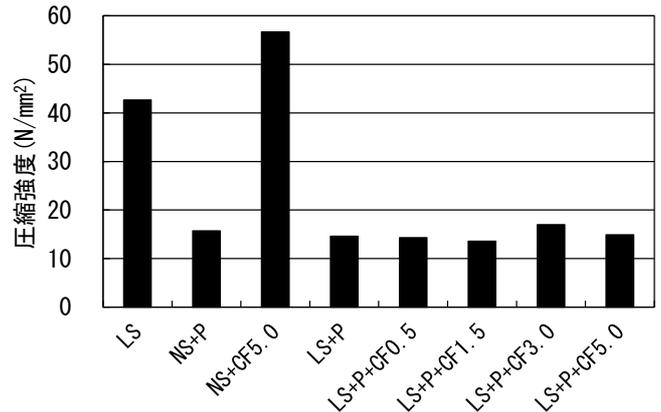


図-2 圧縮強度試験結果(材齢 28 日)

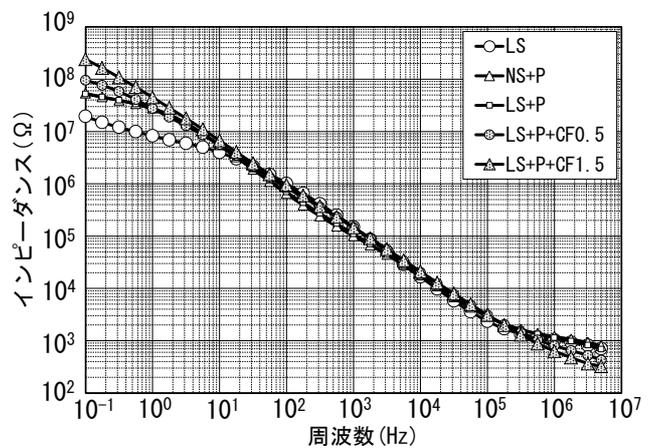


図-3 周波数とインピーダンスの関係(材齢 28 日)

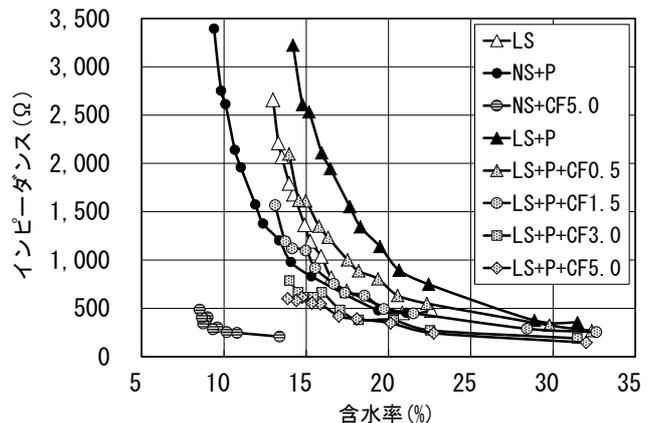


図-4 含水率とインピーダンスの関係(周波数: 1MHz)