

有機系短繊維の混入率の違いがフレッシュ状態の繊維補強モルタルの電気抵抗に与える影響

大阪大学大学院 学生会員 ○加藤 大基 正会員 鎌田 敏郎

佐賀大学大学院 正会員 内田 慎哉 ジェイアール東海コンサルタンツ（株） 正会員 稲熊 唯史

1. はじめに

本研究では、フレッシュ状態の有機系短繊維補強モルタル内における繊維混入状況を非破壊で評価するための基礎研究として、繊維の混入率にバリエーションを設けた複数の供試体を対象に、LCR メータによる電気抵抗の計測をそれぞれ行い、繊維混入率の違いが電気抵抗に与える影響について把握することを目的とした。

2. 使用材料および配合

有機系短繊維の混入率の違いが電気抵抗に与える影響を把握するため、表-1 に示すモルタルに外割で短繊維を 1% および 2%混入させた供試体をそれぞれ作製した。比較のため、繊維を混入していない供試体も別途作製した。使用した短繊維はビニロン繊維で、繊維直径 0.66mm、繊維長 30mm、密度 1.3g/cm³である。

表-1 モルタルの配合

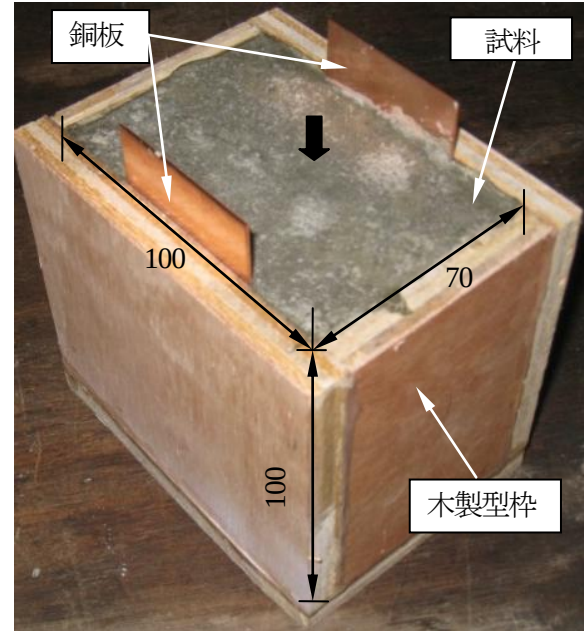
W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
	水 W	セメント C	細骨材 S	混和剤 A
55	214	389	1555	0.972

3. 電気抵抗の計測概要

写真-1 に型枠および試料の概要を示す。木製型枠の寸法は、幅 100mm、高さ 100mm、長さ 70mm である。木製型枠の相対する内側側面部分に、幅 50mm、高さ 120mm、厚さ 1mm の銅板をそれぞれ設置した。モルタルは、練り混ぜた直後に型枠内に投入し、計測は温度 20℃ の室内で行った。LCR メータによる計測状況を写真-2 に示す。2 枚の銅板を電極（電極間距離は約 70mm）として、試料の電気抵抗の計測を行った。この計測は、型枠に試料が投入された直後から 3 時間が経過するまでの間、30 分間隔で実施した。測定周波数は 10Hz である。

4. 計測結果および考察

LCR メータにより計測した電気抵抗のばらつきを把握するため、繊維を混入していない供試体を 3 体製作し、3. に示す計測条件での計測を、各供試体に対してそれぞれ行った。計測結果を表-2 に示す。表には、各供試体で計測した電気抵抗の値から算出した平均値も併せて示している。いずれの供試体においても、時間の経過に伴って電気抵抗は



↓：打設方向 [単位:mm]

写真-1 型枠および試料の概要



写真-2 計測概要

概ね増加する傾向を示した。このような傾向は、既往の研究¹⁾でも確認されている。また、各供試体での同時刻における電気抵抗は、3 体の同時刻の平均値に対して概ね±3% の範囲内にあることもわかる。したがって、本研究の範囲内では、電気抵抗のばらつきは小さく、再現性は極めて高いことが明らかとなった。

図-1 に、有機系短繊維混入率ごとの電気抵抗と経過時間との関係を示す。電気抵抗は、繊維混入率の違いに関わらず、時間の経過に伴って増加している。しかも、繊維の混入率が大きいと、電気抵抗も大きくなっている。

これは、有機系短繊維（ビニロン繊維）の電気抵抗

表-2 有機系短繊維を混入していないモルタルにおける電気抵抗の計測結果

	経過時間 (hour)						
	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3
1 体目	54.71	58.14	58.51	57.58	58.59	58.02	59.61
2 体目	57.07	60.58	60.62	60.78	61.10	61.65	60.45
3 体目	55.08	55.85	56.87	57.48	57.52	57.50	57.56
平均	55.62	58.19	58.67	58.61	59.07	59.06	59.21

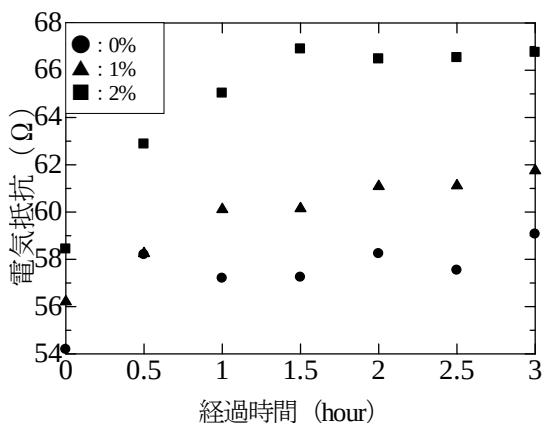


図-1 短繊維混入率ごとの電気抵抗の計測結果

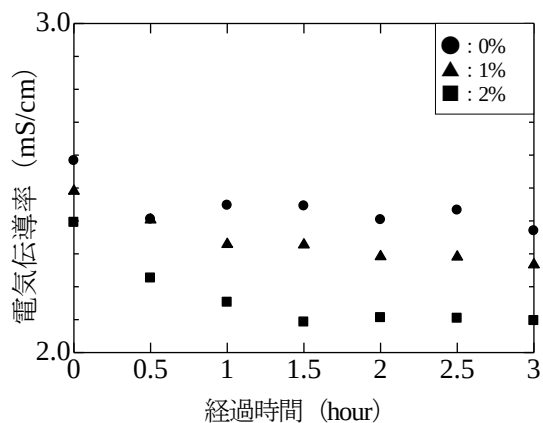


図-2 短繊維混入率ごとの電気伝導率の算出結果

$[=1.3 \times 10^{11} (\Omega/\text{cm})]^2$ がフレッシュ状態のモルタルのそれ(図-1 中の●: 0%および表-2 参照)と比べて極めて大きいことが主な原因と考えられる。ここで、これらの考察を検証するため、LCR メータで計測した電気抵抗から電気伝導率を次式³⁾により算出することとした。

$$\kappa = L/RA \quad (1)$$

ここで、 κ : 電気伝導率[mS/cm], R : 電気抵抗[Ω], L : 試料の長さ[mm], A : 試料の断面積(100mm×100mm) [mm²]である。式(1)により算出した電気伝導率と経過時間との関係を図-2 に示す。図より、電気伝導率は、打設直後の場合は若干異なるものの、概ねほぼ同じ値であることがわかる。しかも、いずれの時刻においても、繊維の混入率が大きいと、電気伝導率は小さくなっている。これより、繊維単体での電気抵抗は、フレッシュモルタルのそれよりも大きいことを再確認した。以上のことから、フレッシュ状態における有機系短繊維補強モルタルは、繊維を混入していないモルタルと比較して電気を通しにくい性質を有していると考えられる。この電氣的性質を利用すれば、繊維の有無や混入率の違いを非破壊で評価できる可能性があると推察できる。今後は、繊維混入率と電極間距離の関係も把握し、電氣的性質を利用した繊維混入率、繊維の配向および分布状況の非破壊評価手法を確立する予定である。本研究では、一定温度の条件のもとでLCR メータによる計測を行ったため、電気伝導率の温度補正は行っていない。今後の追加実験では、4 章で得られた±3%程度の電気抵抗のばらつきを低減するために外気温ならびに水和熱による電気伝導率の温度補正について検討を実施する予定である。

5. まとめ

本研究で得られた結論を以下に示す。

- 1) 有機系短繊維を混入していないフレッシュ状態のモルタル3 体を対象に、LCR メータにより電気抵抗の計測を行った結果、モルタルの硬化に伴って、電気抵抗が大きくなる傾向を示した。しかも、同時に計測した電気抵抗それぞれの値は、これらの平均値に対して概ね±3%の範囲にあった。したがって、本研究の範囲内では、計測により得られた電気抵抗のばらつきは小さく、評価指標としての再現性は高い。
- 2) 繊維の混入率が大きいが、電気抵抗が大きくなることがわかった。これは、有機系短繊維の電気伝導率がモルタルのそれと比較して小さいことが主な原因と考えられる。
- 3) 上記 1)および 2)より、LCR メータにより計測した電気抵抗、あるいは電気抵抗から算出した電気伝導率に着目することにより、有機系短繊維を混入したフレッシュモルタル内の繊維混入率の違いを非破壊で評価できる可能性がある。

参考文献

- 1) 大岸佐吉ほか：セメント硬化体の電気抵抗と電気容量に及ぼす測定条件の影響，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.12，No.1，pp.389-392，1990
- 2) 大沼亥久三ほか：繊維 [3 訂版]，東京電機大学出版局，p.16，1986
- 3) 黒沢達美：電流と電気伝導，共立出版，pp.1-8，1983