

セメント系硬化体の電気抵抗に及ぼす諸要因に関する基礎的検討

長崎大学 学生会員 宮本 尚卓
長崎大学大学院 正会員 佐々木謙二
長崎大学大学院 正会員 原田 哲夫

1. はじめに

コンクリートの電気抵抗は、コンクリート内部の鉄筋の腐食速度に大きな影響を与えることや、空隙構造を間接的に評価可能な指標であるため物質移動特性の推定に活用することなどを目的として、これまでの多くの研究がなされてきた¹⁾。既往の研究²⁾より、相対含水率や塩分量など、コンクリートの電気抵抗に及ぼす様々な要因は明らかになりつつあるが、使用材料、配合、材齢、測定条件などが電気抵抗に及ぼす影響は十分に明らかになっていない。

そこで本研究では、ペーストおよびモルタルを対象として、電気抵抗に及ぼす結合材種類、水結合材比、材齢、電極間隔の影響について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

表-1 に試験体概要を示す。本研究では、ペースト、モルタルを対象として検討を行った。実験に用いたセメントは、普通ポルトランドセメント[N]であり、混和材として高炉スラグ微粉末 4000[BFS]、フライアッシュ[FA]を用いた。混和材置換率は、BFS は 30%, 50%, 70%とし、FA は 15%, 30%とした。水結合材比は、20%, 30%, 50%, 70%とした。モルタルにおける細骨材容積率は 50%とした。

2.2 電気抵抗測定試験

電気抵抗測定試験の概要を写真-1 に示す。試験体寸法は 300×300×100mm であり、電気抵抗測定用の電極としてステンレス板を 1, 2, 3, 4, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 20cm 間隔となるように設置した。試験体打設から材齢 1 日までは湿空養生とし、材齢 1 日で脱型後は湿布養生とした。養生温度は、20℃とした。電気抵抗の測定は、材齢 1, 3, 7, 14, 28 日において LCR メータにより行った。電気抵抗の測定は、電圧 1V, 周波数 100Hz の交流電流を印加して行った。

3. 実験結果および考察

図-1 にペーストの電気抵抗の経時変化を示す。同一配合において電気抵抗の経時変化について見てみると、いずれの配合、電極間距離においても材齢の経過とともに電気抵抗が大きくなっていることが分かる。これは、材齢の経過により結合材の反応が進行し、空隙率の減少、空隙構造の複雑化によって電流の移動媒体であるイオンの移動が抑制されたためと考えられる。普通ポルトランドセメントのみの場合には、材齢 7 日から 14 日にかけての電気抵抗の増加はあまり大きくないが、高炉スラグ微粉末を用いた場合には電気抵抗の増加が顕著であることが分かる。また、電極間距離に着目して結果を考察すると、水結合材比が大きく、養生期間が短い試験体においては、電気抵抗に及ぼす電極間距離の影響は明確ではないが、水結合材比の小さい試験

表-1 試験体概要

記号	硬化体種類	混和材種類	置換率 (%)	水結合材比 (%)
pN30	ペースト	—	0	30
pN50				50
pN70				70
pNB5030		BFS	30	50
pNB3050			50	30
pNB5050				50
pNB7050				70
pNB5070			70	50
pNF5015		FA	15	50
pNF3030			30	30
pNF5030				50
pNF7030				70
mN30	モルタル	—	0	30
mN50				50
mNB3050		BFS	50	30
mNB5050				50
mNF3030		FA	30	30
mNF5030				50



写真-1 電気抵抗測定試験概要

体では材齢初期から、水結合材比の大きな試験体では材齢の進行とともに電気抵抗に及ぼす電極間距離の影響が明確に確認され、電極間距離が大きい場合ほど電気抵抗が大きくなった。普通ポルトランドセメントを用い、水結合材比を 30, 50, 70%とした試験体の測定結果である(a), (b), (c)を比較すると、同一材齢においては、水結合材比が小さいほど電気抵抗は大きくなった。これも材齢の経過と同じメカニズムで、水結合材比が小さいほど空隙率が減少し、電流の移動媒体であるイオンの移動が抑制されたためと考えられる。

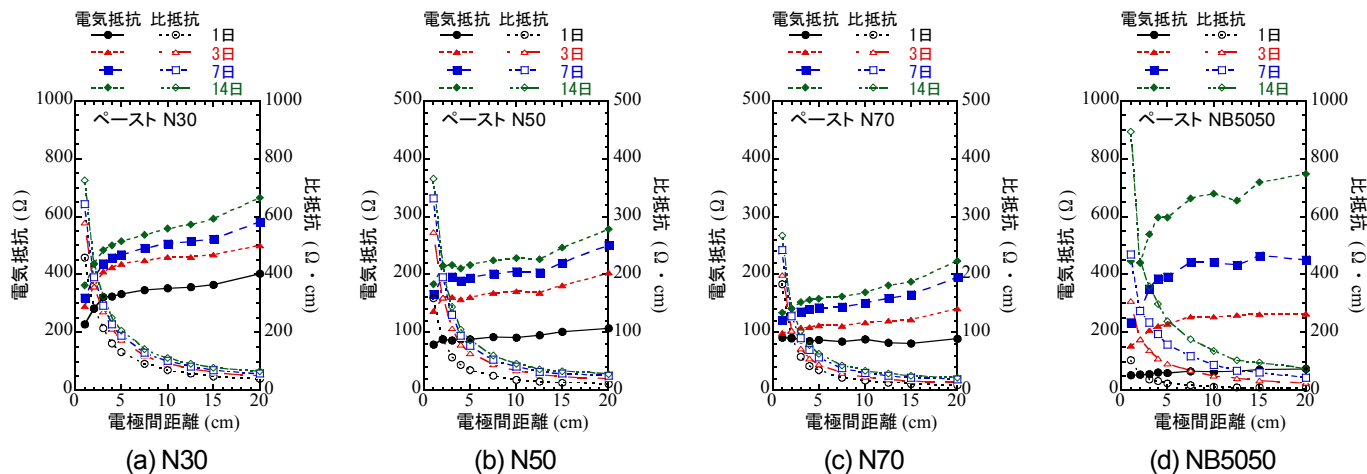


図-1 ペーストの電気抵抗の経時変化

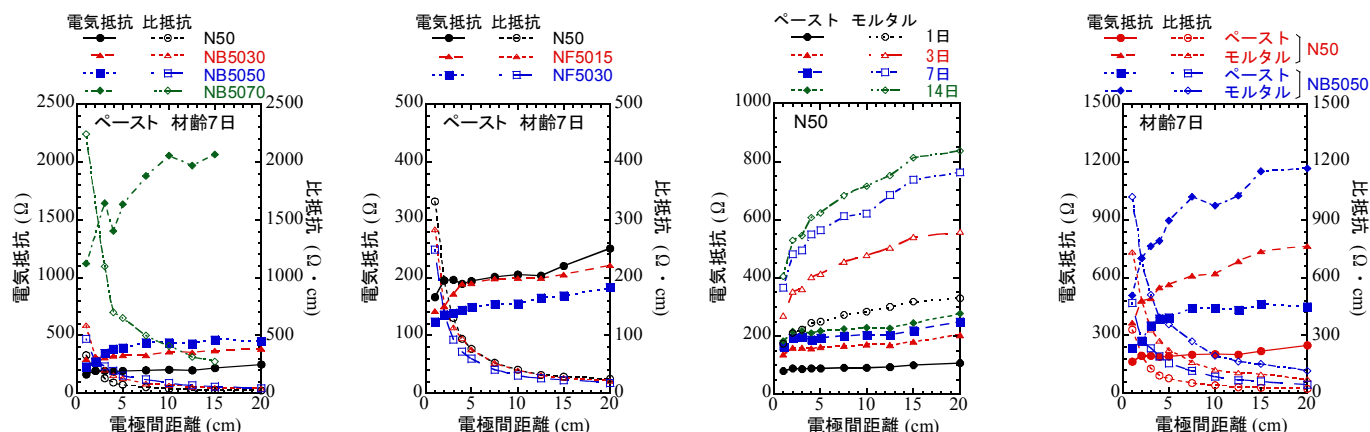


図-2 電気抵抗に及ぼす高炉スラグ微粉末の影響

図-3 電気抵抗に及ぼすフライアッシュの影響

図-4 モルタルの電気抵抗の経時変化

図-5 モルタルの電気抵抗に及ぼす混和材の影響

図-2 にペーストの電気抵抗に及ぼす高炉スラグ微粉末混合の影響を示す。図に示した材齢 7 日の結果においては、高炉スラグ微粉末の置換率が高い試験体ほど電気抵抗が大きい結果となった。特に、高炉スラグ微粉末を 70% 混合した場合には、電気抵抗が著しく大きくなった。これは、高炉スラグ微粉末を混合したことにより組織が緻密になり、イオンの移動が抑制されたためと考えられる。

図-3 にペーストの電気抵抗に及ぼすフライアッシュ混合の影響を示す。図に示した材齢 7 日の結果においては、フライアッシュの置換率が高い試験体ほど電気抵抗が小さい結果となった。この結果は高炉スラグ微粉末を用いた場合の結果と逆の傾向を示しているが、ポゾラン反応の効果が表れてくる長期の材齢においては、高炉スラグ微粉末と同様の傾向を示すものと推察される。

図-4 に N50 モルタルの電気抵抗の経時変化を示す。モルタルの場合においても、ペーストと同様に材齢の経過とともに電気抵抗が大きくなっていることが分かる。電極間距離の影響をペーストとモルタルで比較すると、モルタルの場合の方が電極間距離の影響が顕著であり、比較的大きな電極間距離の領域においても電極間距離の増加による明確な電気抵抗の増加が確認される。

図-5 にモルタルの電気抵抗に及ぼす高炉スラグ微粉末

混合の影響を示す。モルタルの場合においても、高炉スラグ微粉末の混合により普通ポルトランドセメントのみの場合に比べて材齢 7 日における電気抵抗が大きいことが分かる。また高炉スラグ微粉末の混合によりペーストと同様に電気抵抗が大きくなっていることも分かる。

4. まとめ

本研究により、ペーストおよびモルタルの電気抵抗に及ぼす結合材種類、水結合材比、材齢、電極間隔の影響について明らかにした。長期材齢での測定、メカニズムとの関連付けなど、今後とも詳細な検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 皆川浩, 久田真, 榎原綾野, 齋藤佑貴, 市川聖芳, 井上浩男: コンクリートの電気抵抗率と塩化物イオンの見掛けの拡散係数との関係に関する基礎的研究, 土木学会論文誌 E, Vol.66, No.1, pp.119-131, 2010.
- 2) 親本俊憲, 横関康祐, 平石剛紀, 宮里心一: モルタルの電気抵抗特性に関する電気化学的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.27, No.1, pp.907-912, 2005.