

フレッシュコンクリートにおける電気抵抗値の挙動に与える要因の分析

芝浦工業大学 学生会員 ○太田 真帆
芝浦工業大学 正会員 伊代田 岳史

1. 背景・目的

社会基盤構造物は工期内に経済的に施工を行い、かつ品質確保を図ることが必要である。そのため、コンクリートの硬化過程や硬化後の品質を適切に判定することは重要である。既往の研究よりフレッシュコンクリートに電気伝導率計を用いることで凝結の進行度を確認できることが報告されている。また、硬化後のコンクリートにおいては四電極法で得られる電気抵抗値は、圧縮強度や中性化速度に相関があることが報告されている。そこで電気伝導率の逆数である電気抵抗値でも、フレッシュコンクリートの計測が可能ならば連続的にコンクリートの硬化段階の計測ができ、品質評価も可能になるのではないかと考えた。

そこで本研究はフレッシュコンクリートに四電極法を用いて W/C を変化させたコンクリートの電気抵抗値を打設直後から凝結終了まで測定し、同時に電気伝導率の測定を行った。得られる結果よりフレッシュコンクリートの電気抵抗値の挙動に与える要因の分析をすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 供試体諸元

コンクリートの計画配合を表1に示す。セメントは普通ポルトランドセメント（N）を使用した。W/C30%では材料分離を防止するために、混和剤として、高性能 AE 減水剤を使用した。図1に四電極法の概要図を示す。供試体の作製は 60×60×300mm の角柱型枠に電極を設置して、コンクリートを打設した。電極にはアルミニウムを使用し、表層から 30mm、電極間隔 40mm、通電長さ 2mm とした。

2.2 四電極法による電気抵抗値の測定

電気抵抗値の測定は直流電流の四電極法により打設直後から凝結終了まで行った。直流電流による帯電を防ぐためにパルス波を利用し、印加電圧を 1V と 10V とした。

2.3 電気伝導率の測定

コンクリートを練り混ぜた直後に、型枠 (Φ10×20cm) に打設した供試体に電気伝導率計の電極を深さ 3cm の位置まで差し込み、電気伝導率を 5 分間隔で測定した。電気伝導率は温度の影響を受けるため、同時に温度も計測し補正式(1)を用いて温度補正を行った。

$$K_{25} = \frac{Kt}{\{1 + 0.02 \times (t - 25)\}} \quad (mS/cm) \quad (1)$$

K₂₅:25℃の電気伝導率 K_t:t℃の電気伝導率 t:液温(℃)

表1 コンクリートの計画配合

セメント 種類	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/cm ³)			
			W	C	S	G
N	30	48	168	560	755	859
	50			336	843	959
	65			258	873	994

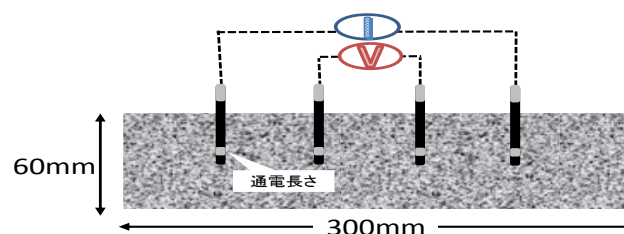


図1 四電極概要

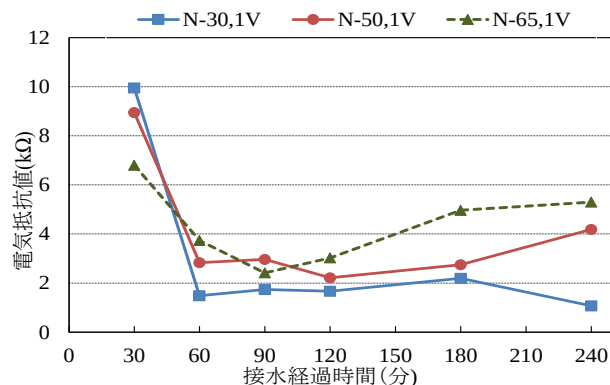


図2 W/Cの異なるフレッシュコンクリートの電気抵抗値(1V)

キーワード 四電極法, 電気抵抗値, 電気伝導率, カルシウムイオン

連絡先 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 芝浦工業大学 TEL. 03-5859-8356 E-mail : ah11012@shibaura-it.ac.jp

3. 実験結果・考察

3.1 電気抵抗値の水セメント比による影響

W/C=30,50,65%と異なる電圧1Vによる電気抵抗値の測定結果を図2に示す。電気抵抗値はW/Cの変化によらず、接水から100分前後までは減少しその後は増加していった。

3.3 電気抵抗値の電圧影響と電気伝導率の関係

異なる電圧の電気抵抗値と電気伝導率の測定結果を図3に示す。コンクリートではW/C=30,50,65%のいずれの配合においても電気抵抗値が最も減少した時間と電気伝導率がピークを迎える時間には差があった。異なる電圧でも電気抵抗値が減少する過程においては同様の挙動を示したが1Vの方が細かく減少過程を捉える事が出来た。増加する過程においては10Vの方が大きく変動していった。

3.4 考察

コンクリートでは、電圧またW/Cの違いによらず接水後は電気抵抗値の減少が確認できた。これは、セメントが水と接水してイオンが多量に溶脱され電気が通りやすくなったのではないかと考えた。また、電気抵抗値が減少するピークと電気伝導率のピーク時間がずれたことはコンクリートの内の骨材が電気抵抗値と電気伝導率の測定に影響するのではないかと考えた。そこで、イオン濃度と電気抵抗値と電気伝導率の相関を確認するためにセメントペーストを使用して以下の実験を行った。

4 セメントペーストによる電気抵抗値と Ca^{2+} 濃度の測定

4.1 実験概要

W/C=50%のセメントペーストをコンクリートと同様の角柱供試体を作成し電気抵抗値と電気伝導率の測定を行った。また遠心分離器を使用しセメントペースト内の水分を抽出し、得られた液体をろ紙(5C)を使用し、吸引ろ過を行った後に100倍希釈し、その後イオンクロマトグラフィーを用いて、 Ca^{2+} 濃度を測定した。

4.2 実験結果

セメントペーストでの電気抵抗値と電気伝導率の測定結果を図4に示す。電気抵抗値が減少する時間と電気伝導率のピーク時間が一致した。電気抵抗値と Ca^{2+} 濃度の試験結果を図5に示す。セメントペーストでは電気抵抗値が接水後最も減少する時間と

Ca^{2+} 濃度のピーク時間が一致した。また、図4より電気伝導率のピークとカルシウムイオンの濃度のピークも一致することが確認できる。

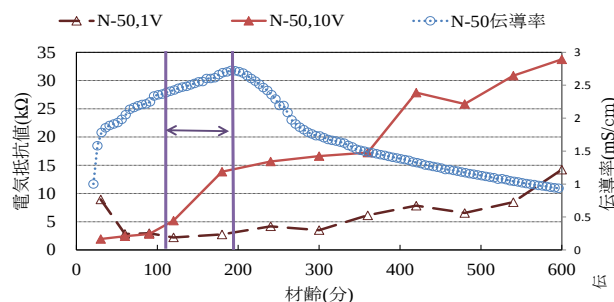


図3 コンクリートの電気抵抗値と電気伝導率

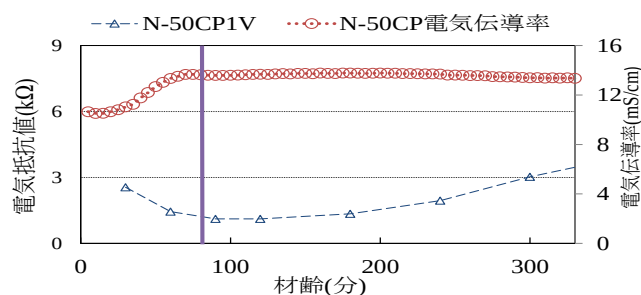


図4 セメントペーストの電気抵抗値と伝導率

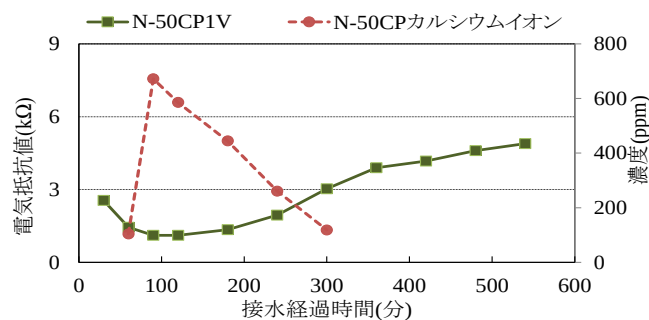


図5 電気抵抗値と Ca^{2+} 濃度の関係

5. まとめ

- 1) 電気抵抗値は、接水からW/Cによらず100分前後は減少した。また、10Vよりも1Vの方が電気抵抗値の変化を捉えやすい。
- 2) W/Cによらずコンクリートでは電気抵抗値と電気伝導率に相関はみられなかったがセメントペーストでは確認できた。
- 3) セメントペーストの電気抵抗値と電気伝導率は Ca^{2+} 濃度の変動と相関性がみられた。

参考文献

- 1) 白川順菜ほか:コンクリートの凝結に伴う電気伝導率の特性と影響因子の検討,第38回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集,V-3,2010
- 2) 原沢蓉子ほか:電気抵抗値を用いた養生期間内における強度の推定手法の一提案:土木学会第68回講演会概要集,V-336,2013.9