

モルタルおよび電解液を用いた導電率による凝結評価に関する一考察

飛島建設 技術研究所 正会員 ○川里麻莉子
飛島建設 技術研究所 正会員 槇島 修

1. はじめに

コンクリートの凝結を導電率によって評価する方法が検討されており、阿保らが凝結特性との関連を報告している¹⁾。また、セメントの水和反応による発熱速度とカルシウムイオン(Ca²⁺)濃度の関係は、接水後、発熱速度が小さい時期(いわゆる誘導期)にCa²⁺濃度は上昇し、ピーク後、Ca²⁺濃度の低下が始まる時期(いわゆる加速期)に、発熱速度が急激に上昇することが確認されている²⁾。これに対し、太田らは、Ca²⁺濃度のピークと導電率のピークが一致することを報告している³⁾。これらの既往の知見から、コンクリートの導電率に影響を及ぼす主な要因について、導電率の上昇過程は、水和によるセメントからイオンの溶出によるもの、低下過程は、凝結・硬化による水分の消費によるものと考えられる。

導電率のピークまでの時期は、施工段階においてコンクリートの品質を左右する打重ねや仕上げの実施目安の時期(プロクター貫入抵抗値0.1N/m²到達時期やブリーディング終了時期など)と重なる。導電率は任意の箇所で測定が可能かつ継続的にデータを取得できることから、導電率のピークまでの挙動を把握することで、コンクリートの水和や凝結の程度を捉えることができる可能性がある。

本研究では、導電率によって、接水後の極初期材齢におけるコンクリートの凝結の速度を評価できるか検討するために、導電率のピークまでの挙動に着目し、モルタルおよびセメントを電解質とした溶液(以下、電解液とする)を用いて、導電率に及ぼす温度の影響を実験的に確認した。

2. 実験概要

2-1 モルタルによる導電率計測

モルタルを対象とした試験では、凝結の速度を変化させるために、練上り温度および環境温度を10℃、20℃、30℃の3水準として、導電率を計測した。モ

ルタルの配合を表-1に示す。水セメント比を57.9%とし、セメントに普通ポルトランドセメント、混和剤にAE減水剤を使用した。導電率および温度の計測は、市販の交流2電極法の導電率計を用い、円柱供試体(φ100×200mm)にモルタルを詰め、センサーを中心に挿し込んだ状態で計測を行った。

2-2 電解液による導電率計測

電解液を対象とした試験では、電解液の濃度を10wt%とし、電解質として普通ポルトランドセメント、溶媒に精製水を使用した。また、溶液温度および環境温度は10℃、20℃、30℃の3水準とした。試験実施状況を写真-1に示す。試験は恒温庫内で行い、精製水が入ったビーカー(200ml)にセメントを投入し、マグネチックスターラーを用いて、常時攪拌を行いながら、ビーカーにセンサーを挿し込んだ状態で計測を行った。

表-1 モルタルの配合

W/C (%)	S/C	単位量 (kg/m ³)			
		W	C	S	Ad
57.9	2.9	275	475	1377	C×0.75%



写真-1 電解液による導電率の計測状況

3. 試験結果・考察

3-1 モルタルによる導電率計測結果

モルタルの導電率および温度計測結果を図-1に示す。導電率は、ピークまで直線的に増加し、温度が高いほど、導電率のピーク値は小さく、ピークに達する時間が短かった。

キーワード 導電率, 電気伝導率, 凝結, 電解液

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬5472 飛島建設(株)技術研究所 第三研究室 TEL04-7198-7577

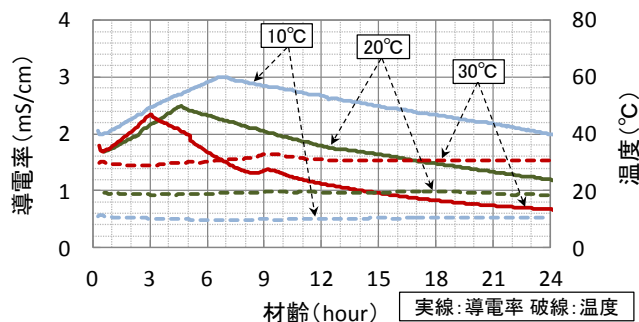


図-1 モルタルの導電率および温度計測結果

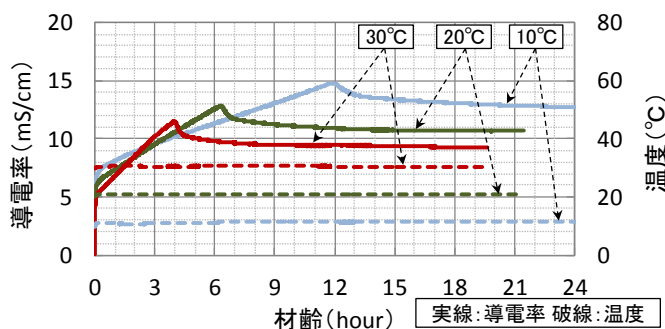


図-2 電解液の導電率および温度計測結果

3-2 電解液による導電率計測結果

電解液の導電率および温度の計測結果を図-2に示す。導電率は、モルタルの場合と同様に、いずれの温度もピークまで直線的に増加し、温度が高いほど、導電率のピーク値は低く、ピークに達する時間も短かった。

3-3 ピークまでの導電率の回帰式の算出

導電率の初期値からピーク値までの実測値の回帰式を図-3に示す。回帰式の傾きは、時間あたりの導電率の増分 (mS/cm/h) を表している。算出結果より、モルタルの傾きは、高温であるほど、傾きが大きい。電解液についても同様の傾向が見られたが、その傾向(傾き)はモルタルよりも明確であり、温度による影響が大きいことがわかった。導電率がピークに達するまで Ca^{2+} の溶出が継続していると仮定すれば、高温であるほど溶出速度が速く、溶出完了時間が短くなったものと考えられる。

次に、モルタルと電解液における導電率の温度による傾きが異なることについて考察する。図-4に示すように、導電率がピークに達するまでの範囲では、モルタルの導電率には、イオンの溶出による影響以外に水和生成物による凝結の影響が含まれているものと推察される。電解液の導電率がイオンの溶出のみを捉えていると仮定すれば、モルタルの導電率の履歴から、イオンの溶出による影響による導電

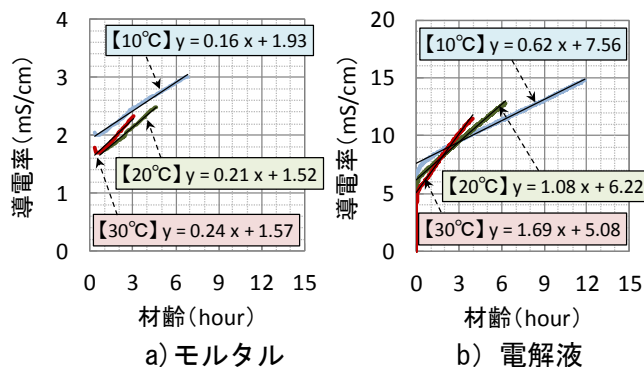


図-3 ピークまでの導電率の回帰式

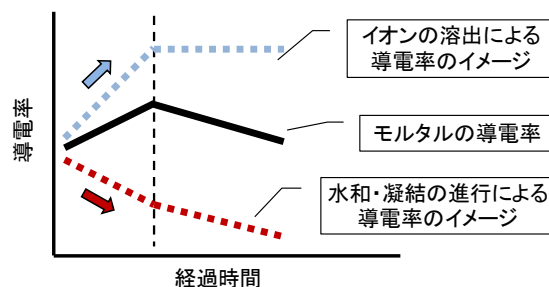


図-4 導電率に与える影響のイメージ

率の上昇分を差し引くことで、初期の凝結評価ができる可能性があると考えられる。

4. まとめ

導電率のピークまでの挙動に着目して検討を行った結果、以下の知見が得られた。

- 1) 導電率のピークまでの傾きは、温度が高いほど大きくなり、モルタルと電解液ではその影響度合いが異なる。
- 2) ピークに達するまでの導電率は、イオンの溶出以外の凝結の進行を捉えていることが予想され、イオンの溶出による影響を差し引きできれば、初期の凝結評価につながる可能性がある。

謝辞

本研究にあたり、ご指導をいただきました芝浦工業大学土木工学科の伊代田岳史教授をはじめ、マテリアルデザイン研究室の皆様には謝意を表します。

参考文献

- 1) 阿保寿郎・松田浩朗・松元和伸・平間昭信・寺澤正人：電気的な特性値を用いたコンクリートの凝結の進行の把握に関する基礎実験，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，VI-508，pp.1015-1016，2010.9
- 2) 佐治泰次・松藤泰典：初期材令におけるコンクリートの諸性状，コンクリート工学，Vol.19，No.5，1981.5
- 3) 太田真帆・伊代田岳史：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，第 42 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，V-19，2015.3