

暴露条件によるコンクリート比抵抗の深さ方向の変化の違い

日鉄住金テクノロジー(株) 正会員 ○金田 尚志
 日鉄住金テクノロジー(株) 正会員 松岡 和巳
 木更津工業高等専門学校 正会員 嶋野 慶次
 八戸工業高等専門学校 正会員 青木 優介

1. はじめに

コンクリート構造物中の鋼材の腐食速度はコンクリート比抵抗に依存し、一般にコンクリート比抵抗が低いほど腐食しやすく、高いほど腐食しにくい環境となるため、コンクリート比抵抗は腐食抵抗性を判断する1つの指標として用いられている。著者らは分極抵抗測定時におけるコンクリート表面に設置されたプローブ(対極)からコンクリート内部の鉄筋への測定電流の拡散状況を境界要素法(BEM)でシミュレーションしている¹⁾²⁾。コンクリート比抵抗が低いと測定電流はコンクリート中を拡散して流れ、高いと拡散せずプローブ直下の鉄筋に集中して流れるため、コンクリート比抵抗を把握しておく必要がある。実構造物の調査では、コンクリート比抵抗は、分極抵抗測定時の高周波数測定値(R_p' (Ω))からBEMシミュレーションを併用して算出するが³⁾、このとき、コンクリート比抵抗は全体で均一と仮定してシミュレーションを行っている。しかし、実構造物では、コンクリート比抵抗は均一ではなく、コンクリート表面が水に接している場合は表面側の比抵抗が低く、空気に接している場合は、表面側の比抵抗が高いと考えられる。コンクリート比抵抗が表面から内部に向かってどのように変化するかを把握するため、コンクリート表面が空気に接している環境を想定してモルタルとコンクリート供試体を製作し、深さ方向の比抵抗の変化を測定してきた。既報⁴⁾では、材齢6週までの結果を報告したが、その後の継続測定結果(58週まで)を報告する。

2. 供試体概要

供試体寸法は図-1に示すように幅100mm、高さ120mm、長さ460mmのモルタルとコンクリート供試体で芯かぶりが10, 20, 30, 40, 50, 80, 100mmとなるように直径5mmのステンレス棒(SUS304)を40mmの間隔で配置し、同一かぶり厚のステンレス棒間(40mm間隔)の比抵抗を測定する。W/Cが30%, 40%, 50%のモルタルとコンクリートの供試体を1配合につき2体、合計12体製作した。材齢7日の測定まで打設面は濡れウエスで湿潤状態を保ち、材齢7日の測定後に脱型し、側面と底面をエポキシ樹脂でコーティングして、打設面からのみ水分が逸散するようにした。エポキシ樹脂コーティング終了後、1つの供試体は室温20°Cの恒温養生室(湿度約25%~35%)での養生(写真-1上)、もう1つの供試体は屋外曝露(千葉県木更津市:写真-1下)とした。供試体の配合、比抵抗の測定方法等の詳細については、既報⁴⁾を参照されたい。

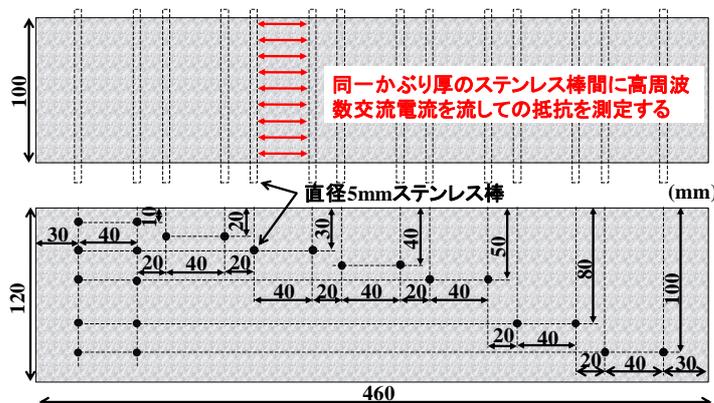


図-1 供試体寸法

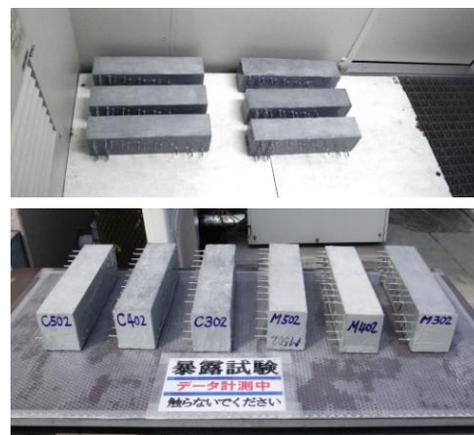


写真-1 恒温養生・屋外曝露状況(12体)

3. 比抵抗の測定結果

比抵抗の測定は、恒温養生室内(20°C)で行い、屋外曝露の供試体は測定の前に恒温養生室内に移動しておき、供試体温度が一定の条件で測定した。測定間隔は、材齢3日、7日の後、34週まで毎週測定したが、

キーワード コンクリート比抵抗, 分極抵抗測定器, 恒温養生室, 屋外曝露

連絡先 〒299-1141 千葉県君津市君津1番地 新日鉄住金(株) 君津製鐵所内 日鉄住金テクノロジー(株)TEL 0439-50-2888 (内 3721)

屋外暴露供試体の比抵抗の増加が小さくなったため、その後は隔週で測定した。図-2 に例として W/C40% のモルタル供試体の比抵抗の深さ方向の変化を示す。材齢 1 週までは、養生条件が同じため、恒温養生と屋外暴露の供試体の比抵抗はほぼ同じ値を示している。打設面は濡れウエスで湿潤状態が保たれており、またブリージング等の影響により、表面側の比抵抗が低くなっている。材齢 1 週の測定後に脱型して濡れウエスを撤去した後、打設面が乾燥状態になったため、それ以降は表面側の比抵抗が高い傾向となる。屋外暴露の供試体は、表面から内部に向かっての比抵抗の変化が小さいのに対し、恒温養生の供試体は、表面側の比抵抗が内部と比較して非常に高くなっている。図-3 に例として W/C40% のコンクリート供試体の比抵抗の時系列変化を示す。恒温養生の供試体は、比抵抗が漸増的に増加している。材齢 36 週以降に勾配が変化しているように見えるが、これは測定間隔が毎週から隔週になり、横軸が圧縮されたためである。屋外暴露の供試体は、降雨や湿度変化の影響を受けるため、比抵抗が増減しながら徐々に増加していき、材齢 30 週以降は増加の割合が小さくなっている。表面近傍のみが降雨や湿度変化の影響を受けるのではなく、かぶり 80mm や 100mm のような内部の比抵抗も、表面側の増減に反応して変化しているのが確認できる。

4. まとめ

モルタルとコンクリート供試体を作製して恒温養生室内と屋外の 2 つの条件で暴露を行い、深さ方向の比抵抗の変化を測定したところ以下の知見が得られた。恒温養生の供試体の比抵抗は漸増的に増加していき、表面側の比抵抗が内部と比較して格段に高くなる(かぶり 100mm の比抵抗値に対するかぶり 10mm の比抵抗値が 5~18 倍)。屋外暴露の供試体の比抵抗は降雨や湿度変化の影響を受け、増減しながら徐々に増加していき、材齢 30 週を過ぎると増加の割合が小さくなる。表面側の比抵抗が内部と比較してやや高い傾向を示すものの変化は小さい(かぶり 100mm の比抵抗値に対するかぶり 10mm の比抵抗値が 1.4~1.7 倍)。今回の実験で得られた値を参考にし、表面側と内部で比抵抗を変化させたモデルを構築し、FEM を用いて分極抵抗測定時の電流拡散シミュレーションを行う予定である。

謝辞: 本実験を行うにあたり、日鉄住金テクノロジーの小倉清明氏、ならびに永沼直樹氏に協力いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 金田尚志, 松岡和巳: BEM による電流分布シミュレーションと鉄筋の分極抵抗値の推定, コンクリート工学年次論文集, Vol.33, No.1, pp.1715-1720, 2011.7
- 2) 金田尚志, 松岡和巳: 格子鉄筋の分極抵抗測定時の電流分布シミュレーション, 土木学会第 66 回年次学術講演会概要集, V-055, pp.109-110, 2011.9
- 3) 金田尚志, 松岡和巳: セル定数を用いたコンクリート比抵抗と等価被測定面積を用いたコンクリート中の鉄筋の分極抵抗の推定, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.1834-1839, 2012.7
- 4) 金田尚志, 松岡和巳, 嶋野慶次, 青木優介: コンクリート表面から深さ方向のコンクリート比抵抗の変化, 土木学会第 67 回年次学術講演会概要集, V-018, pp.35-36, 2012.9

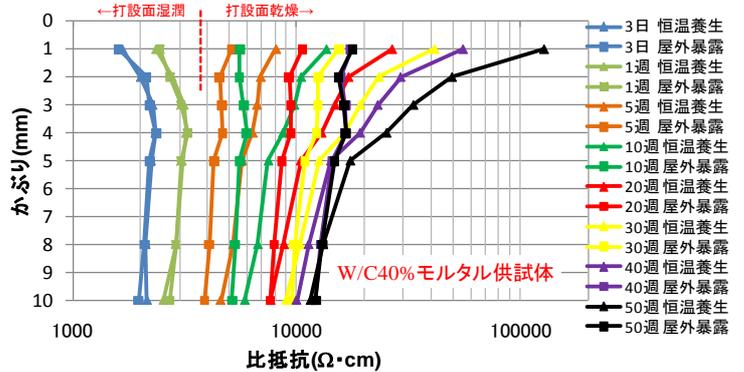


図-2 モルタル供試体(W/C40%)の比抵抗の深さ方向の変化

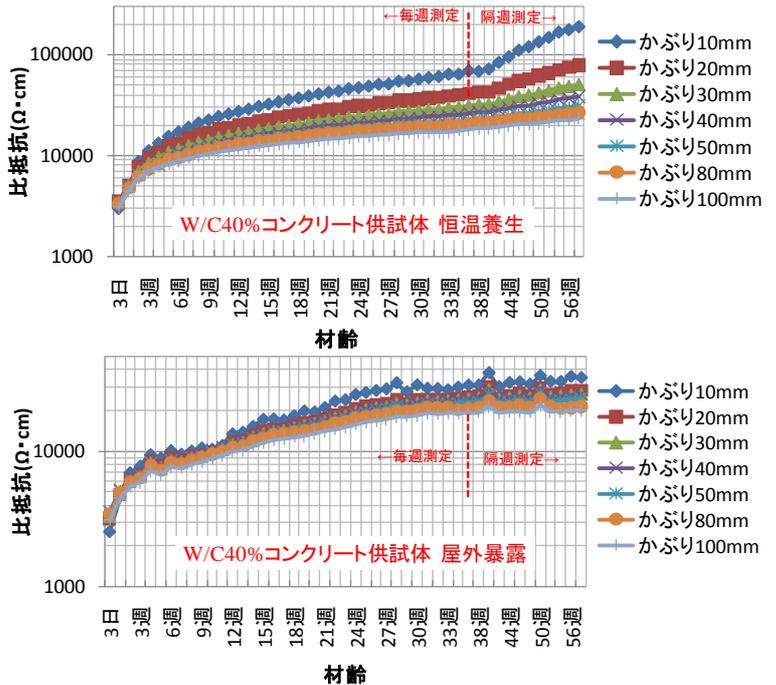


図-3 コンクリート供試体(W/C40%)の比抵抗の時系列変化