

塩害劣化した鉄筋コンクリート供試体における電気防食効果の検討

西日本旅客鉄道 正会員 ○吉田 隆浩  
 ナカボーテック 正会員 大谷 俊介 小林 浩之  
 京都大学大学院 正会員 高谷 哲  
 京都大学大学院 フェロー 宮川 豊章

1 はじめに

本研究では、流電陽極方式で用いられる犠牲陽極材を断面修復部と塩化物が混入したコンクリート部の境界部に設置し、コンクリート中の鉄筋に与える防食効果を評価した。

2 供試体の概要

供試体の概略図を図-1に示す。供試体は、100×100×800mmの角柱供試体で、部分断面修復を模擬した供試体である。供試体内部の鉄筋は分割鉄筋とし、隣接する分割鉄筋間は鉄筋に取り付けたリード線を介して電氣的に接続されている。ここでは、概略図左から分割鉄筋に番号を(1)~(5)まで付している。断面修復材には、ポリマーセメントモルタル(以下、PCM: VeoVA系, P/C6.0%)を使用した。コンクリートは、水セメント比を70%とし、コンクリート中の塩化物イオン量が15kg/m<sup>3</sup>(NaCl換算で24.7kg/m<sup>3</sup>)となるように塩化ナトリウム(NaCl)を添加した。供試体は、まず、図-1に示す100×100×600mmの寸法でコンクリートを打設し、材齢28日まで湿潤養生後、促進中性化槽にてかぶりの中性化深さが10mmとなるまで静置した。その後、促進中性化槽から供試体を取り出し、100×100×200mmの寸法でPCMを打設した。PCM打設後2週間気中養生し、犠牲陽極材を断面修復部とコンクリート部の境界部に設置した。測定期間は、陽極材設置後約1年間とした。試験中は、温度20℃の恒温室内に静置した。

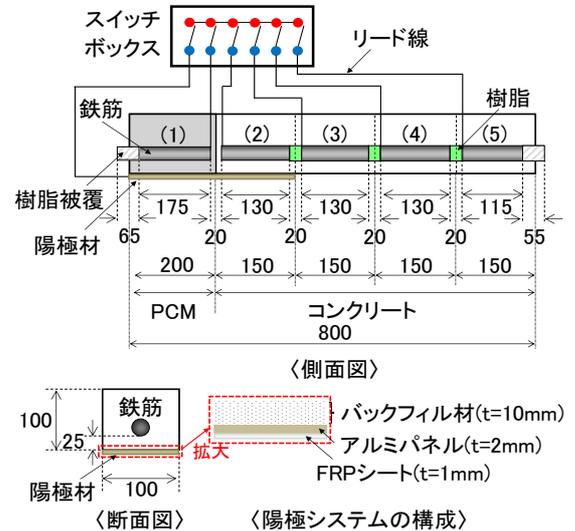


図-1 供試体概略図(単位: mm)

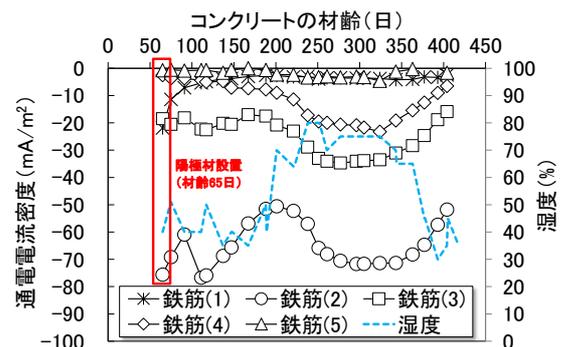


図-2 通電電流密度の経時変化

3 実験結果および考察

3.1 通電電流密度

各分割鉄筋における通電電流密度について、防食開始後の経時変化を図-2に示す。ここで、図中の正の値はアノード電流密度、負の値はカソード電流密度を表している。また、図には、恒温室内の湿度の変化を併せて示している。図より、分割鉄筋(1)を除き、陽極材から離れるにしたがって通電電流密度は低下しているが、湿度の変化にかかわらず、いずれの分割鉄筋にもカソード電流が流入していた。材齢200~350日で分割鉄筋(2)、(3)および(4)の通電電流密度が増加しているのは恒温室内の湿度が上昇したことによる影響と考えられる。

3.2 復極量

各分割鉄筋の復極量の経時変化を図-3に示す。図-2と同様、恒温室内の湿度の変化を併せて示している。図より、陽極材に近接した分割鉄筋ほど復極量は大きく、陽極材から離れた分割鉄筋ほど復極量は小さな値を示したが、分割鉄筋(1)を除き、経時的に増加傾向を示した。

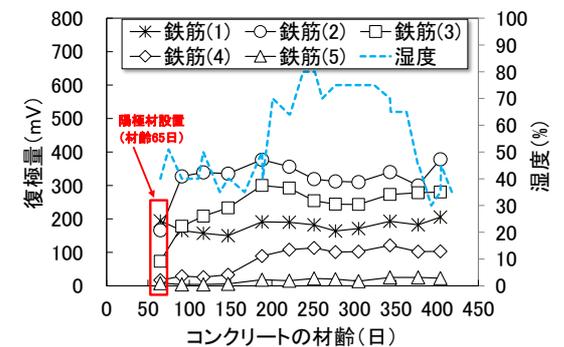


図-3 復極量の経時変化

キーワード 電気防食, 犠牲陽極材, 塩害, 中性化, 復極量, 分極曲線

連絡先 〒530-8341 大阪市北区芝田2-4-24 鉄道本部 施設部 土木技術課 TEL06-6375-2192

### 3.3 分極曲線

分割鉄筋(2)～(5)におけるアノード分極曲線を図-4に示す。図には、通電開始前(材齢57日, 湿度約40%), 通電して約6ヵ月後(材齢252日, 湿度約80%), 通電して約1年後(材齢418日, 湿度約30%)の分極曲線の経時変化を示している。図より、分割鉄筋(2)および(3)では、湿度の変化にかかわらず、経時的に分極曲線の勾配が大きくなっていることから、電気防食によって鉄筋のアノード分極抵抗が増大したものと考えられる。一方、分割鉄筋(4)および(5)については、湿度が上昇すると自然電位は卑化し、分極曲線の勾配が小さくなる傾向が認められたが、通電して約1年後には、自然電位は貴化し、分極曲線の勾配が大きくなる傾向が認められた。

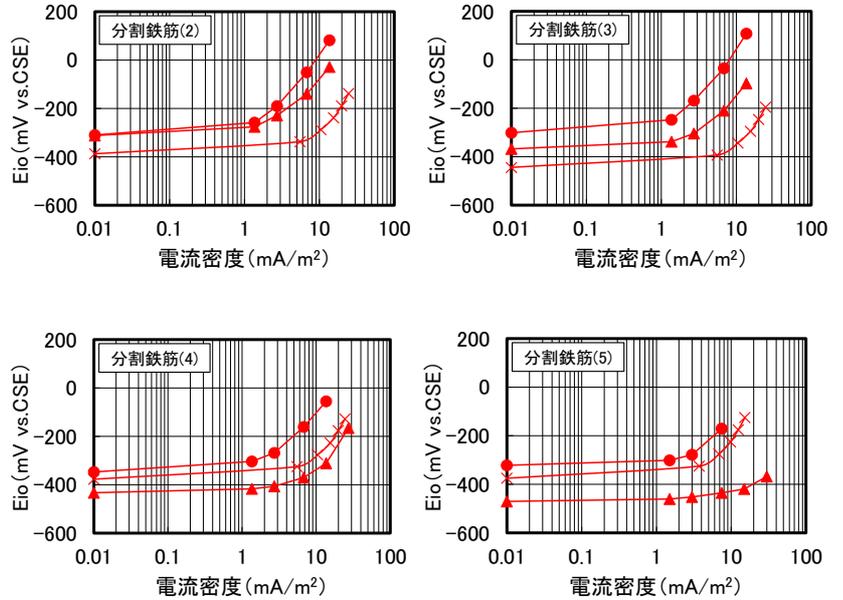


図-4 アノード分極曲線の経時変化 ( ×:57日 ▲:252日 ●:418日 )

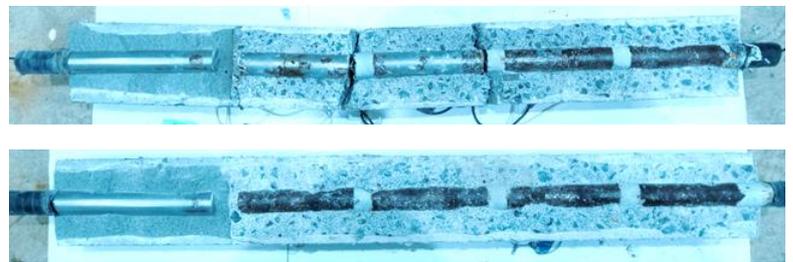


写真-1 鉄筋の外観状況 (上側:防食, 下側:無防食)

### 3.4 鉄筋の腐食状況

通電して約1年後に供試体を割裂し、鉄筋の腐食状況を評価した。ここで、防食効果を評価するため、陽極材を設置していない供試体も併せて割裂した。鉄筋の外観状況を写真-1に示す。写真は、図-1の下側(かぶり側)から撮影したもので、左側から順に分割鉄筋(1)から分割鉄筋(5)を示している。

いずれの供試体についても、PCM中の分割鉄筋(1)では、ほぼ鉄筋の腐食は認められなかったため、分割鉄筋(2)～(5)について比較評価した。無防食供試体では、ほぼ全面に一樣な腐食が認められたが、防食供試体では、分割鉄筋(2)と(3)の腐食状況は軽微であった。分割鉄筋(4)および(5)の除錆後の鉄筋表面の状態を確認すると、無防食供試体では孔食が至るところで認められたが、防食供試体では分割鉄筋(4)に孔食はほぼ認められず、分割鉄筋(5)についても比較的少ない状況であった。吉田ら<sup>1)</sup>は、電流分散範囲を考慮した分極抵抗の評価について数値解析的な検討を行い、分極抵抗が小さければ電流は分散せず、分極抵抗が大きければ広く分散する傾向を示すと報告している。防食供試体の分割鉄筋(4)と(5)では、湿度が上昇すると分極曲線の勾配が小さくなったが、継続的な通電によって約1年後にはアノード分極抵抗が増大していたことから、防食電流が広く分布し孔食に至らなかったものと考えられる。各分割鉄筋の質量減少率を図-5に示す。いずれの分割鉄筋においても防食効果が認められ、陽極材から離れるほど質量減少率の差は小さくなった。この傾向は、通電電流密度や復極量などの電気化学的測定結果とも一致する。防食供試体の分割鉄筋(5)では、測定期間中の復極量が経時的に増加したが、4～25mVであった。以上より、復極量が小さくても、継続的にカソード電流を通電することで腐食抑制を図ることができるものと考えられる。

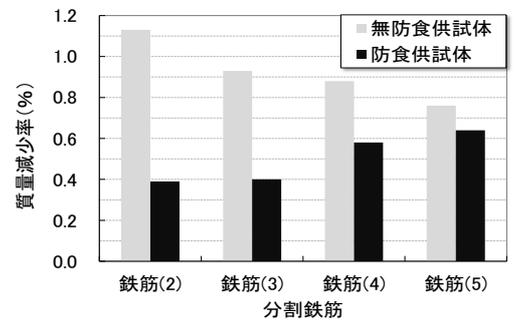


図-5 質量減少率

### 4. まとめ

塩害劣化した鉄筋コンクリート供試体に流電陽極方式電気防食を適用した結果、復極量が100mV未満であっても、継続的にカソード電流を通電することで腐食抑制効果が認められた。

【参考文献】 1) 吉田秀典, 川上純, 荒木志帆, 横田優: 電流分散範囲を考慮した分極抵抗評価に関する数値解析的研究, 土木学会論文集 A2, Vol.69, No.2, 677-687, 2013