

かぶりコンクリートが高比抵抗を有する場合の電気防食の復極量経時変化

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○前田勝幸

西日本旅客鉄道株式会社 尾山寿嗣

西日本旅客鉄道株式会社 正会員 荒木弘祐

1.はじめに

電気防食工法は防食電流により直接鉄筋を防護する補修方法である。このため、コンクリート中の劣化因子の除去を必要とせず、また、防食電流を制御することで容易に鉄筋の活性状態を把握することができるメリットを持っている。JR西日本では平成15年度、表-1に示す工法について試験施工を行った。この試験施工の事前調査や防食電流が鉄道信号電流に与える影響は、昨年度当講演会において報告している¹⁾。今回は本試験施工における防食電流の設定方法を説明し、これによって得られる復極量の経時変化およびその原因について報告する。

2.防食電流の設定方法

鋼材の防食に必要な防食電流は、季節変化や通電時間の経過と共に変化するので、適切な方法により調整する必要がある。今回の試験施工では既報¹⁾でもあるように、母材コンクリートの比抵抗が大きく、新設する断面修復材との抵抗値に差があると推定されること、また複合劣化が原因であるため腐食速度が外部塩害と比較して小さいことから、分極特性が防食電流印加後、早期に変化することが考えられたため、数度の設定変更の必要性があると推察された。そこで、一般的な構造物と同様に防食電流の設定を確認した。防食電流の設定は、陽極を使用して分極試験を行い、必要な分極量が得られる防食電流を分極曲線から決定する手法(図-1)を用いた。

3. 復極量に影響を与える因子の経時変化

3-1. 母材コンクリート比抵抗

電気防食施工箇所は新設してからおよそ30年経過しているため、母材コンクリートの比抵抗は季節によらず、ほぼ一定であると推測された。図-2(A)に母材の比抵抗の経時変化を示す。図-2(A)から冬場にむけて比抵抗が上昇していることが分かる。これは、主に湿度が低下することに伴い、母材コンクリートが乾燥し、比抵抗が若干上昇したことが推察される。

3-2. 新設断面修復材の比抵抗

本試験施工のように健全な母材コンクリートは存置し、欠損した箇所のみ新設で断面修復を施工する場合は、均一な電流密度とするために、母材コンクリートと同程度の比抵抗となる材料を選択する必要がある。しかしながら、断面修復材は、設置当初から水分を含んでいるため、比抵抗は乾燥や水和が進むにつれて大きくなると推測されることから、新設後は比抵抗の値が増加すると考えられた。図-2(B)に新設断面修復材の経時変化を示す。図-2(B)から比抵抗は、冬場に向け

表-1 適用した電気防食工法の概要

工 法	種 別			施工面積 (m^2)	初期電流密度 (mA/m^2)
	面 状	線 状	点 状		
チタン溶射	●			32.8	5.0
リボンモール		●		33.3	15.0
チタンロッド内部挿入			●	32.8	10.0
導電性モルタル	●			32.8	10.0
チタントレイ		●		33.3	15.0
チタングリッド		●		32.8	9.0

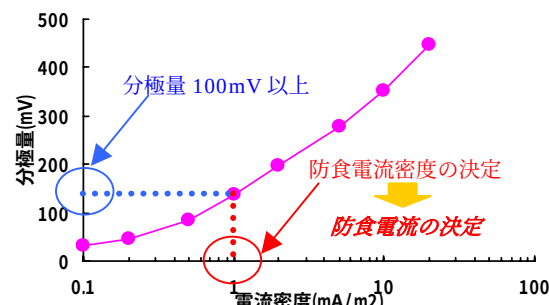


図-1 防食電流値設定フロー及び分極曲線

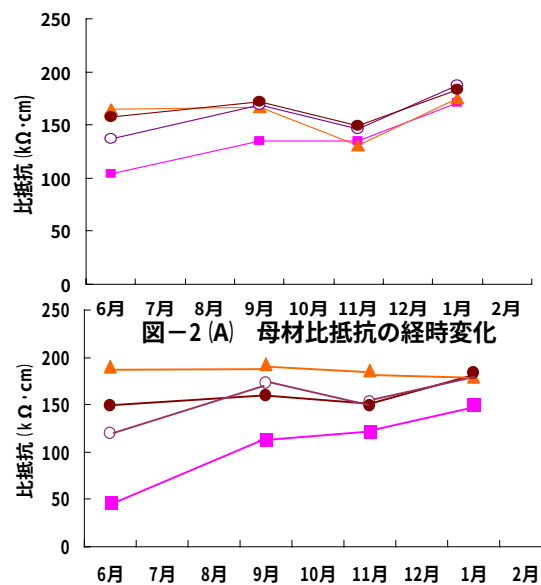


図-2(B) 新設断面修復材比抵抗の経時変化



キーワード 複合劣化, 電気防食, 分極, 復極

連絡先 〒673-0016 兵庫県明石市松の内2-3-8 JR西日本神戸土木技術センター TEL078-928-0532

て増加しており、母材コンクリートと同様な増加傾向が見られた。また、1月の測定結果が母材コンクリートとほぼ同値を示し、新設断面修復材が約1年をかけて乾燥が進んだと考えられる。

3-3. 分極曲線の経時変化

分極曲線は鉄筋の活性状態を示す分極抵抗に影響を受ける。このため、鉄筋の再不動態化が進むと分極抵抗が大きくなり、分極曲線はその傾きを大きくする。図-3 に分極曲線の一例を示す。図-3 から分極曲線は時間が経過するにつれその傾きを大きくし、同一分極量を得るための防食電流密度が小さくなることから分かる。

分極抵抗が増大していることから、鉄筋が不活性化していると推測される。ただし、冬場に向けて温度が低下しているため、気温低下による不活性化であるのか、不動態化による不活性化であるのか現段階では判断できない。今後、夏場に向けての動向が注目される。

4. 復極量の経時変化

電気防食が適切に機能しているかどうか判断する方法として、復極量 100mV 以上、防食電流密度が $1\sim30\text{mA}/\text{m}^2$ 程度であることが示されている²⁾。図-4 (A) に復極量の経時変化、図-4 (B) に防食電流密度の経時変化を示す。図-4 (A) から復極量は 100mV 以上確保できていることが分かる。また図-4 (B) からは、防食電流密度 $1\sim30\text{mA}/\text{m}^2$ の範囲にあることがわかる。このことから本試験施工は現段階では正常に機能していることが分かる。ただし、復極量 100mV に必要な防食電流密度は、時間が経過するにつれて小さくなる傾向を示した。ここで、図-4 (C) に防食電流印加中の陽極と鉄筋の電位差（以下、電位差）の経時変化を示す。図-4 (C) から経過するにつれて、電位差が上昇していることが分かる。防食電流密度と電位差の経時変化の両者からは、経過するにつれ、少ない防食電流密度でも大きな電位差が生じるといえ、陽極と鉄筋間の抵抗値が大きくなっていることを意味している。上記で説明した母材コンクリートと新設断面修復材の比抵抗が上昇することと、また分極曲線の傾きが大きくなっており、分極抵抗が上昇していることは、陽極と鉄筋間の電気抵抗が大きくなっていることを示している。このことから、本試験施工における防食電流密度と電位差の相関性の原因は、母材コンクリートと新断面修復材の比抵抗の上昇と分極抵抗の上昇が原因であると判断される。また、防食電流を初期値の設定のままとした場合は、抵抗値の上昇で鉄筋の分極量が大きくなり、過分な分極量となる可能性があるため、現段階では、施工後1年は防食電流の設定は細やかな設定変更を行う必要があると考えられる。

5. まとめ

試験施工の追跡調査の結果から、電気防食は適切に機能していると考えられる。しかし、母材コンクリートと断面修復材の比抵抗と分極抵抗の上昇から、同一の復極量を得るための防食電流は設定変更が必要であることが明らかになった。今後、夏場に向けて温湿度が上昇することから、分極抵抗と比抵抗の低下が予想される。ここから、電位差が小さくなることが考えられるため、今後も追跡調査を行っていく予定である。

【参考文献】

- 1) 長谷川他：複合劣化した鉄道高架橋への電気防食工法の適用性 土木学会第59回年次学術講演会 V-2622003.9
- 2) 土木学会：コンクリートライブラリー107 電気化学的防食工法 設計施工指針（案）

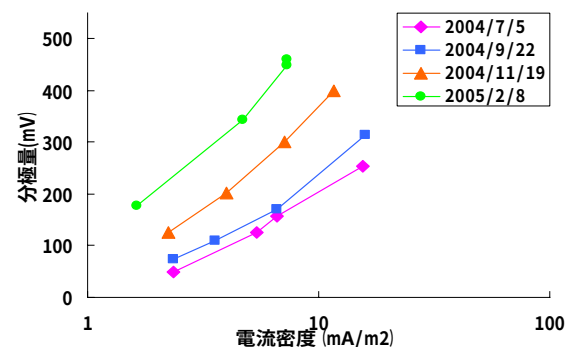


図-3 分極曲線経時変化 [チタントレイ方式]

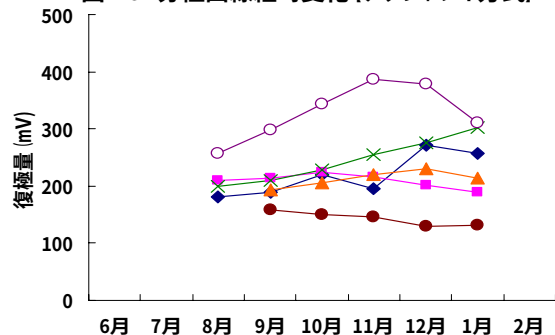


図-4 (A) 復極量の経時変化

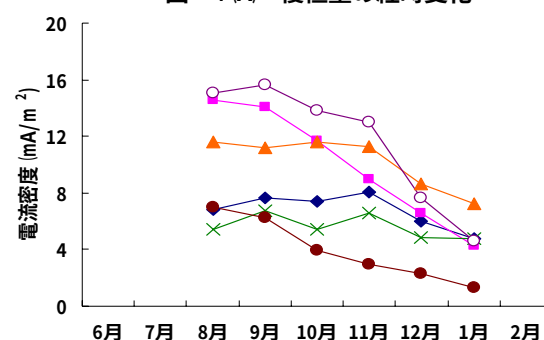


図-4 (B) 防食電流密度の経時変化

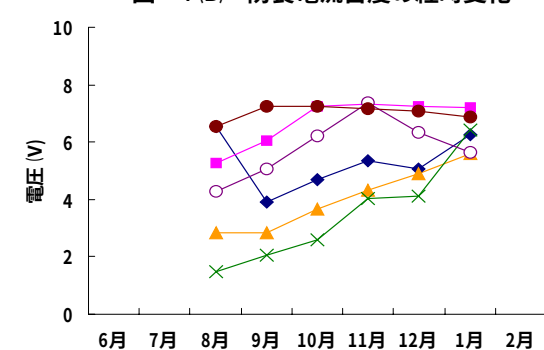


図-4 (C) 陽極と鉄筋の電位差の経時変化

