

亜鉛・アルミ擬合金溶射による流電陽極方式の防食効果向上に関する検討

Study of Improving Corrosion Resistance Effect by Using the Galvanic Anode Method and Spraying of Zinc-Aluminum Pseudo Alloy

金子泰明^{※1} 平間昭信^{※2} 伊藤寿浩^{※3}
Yasuaki Kaneko Akinobu Hirama Toshihiro Ito
辻子雅則^{※3} 橋本永手^{※4} 加藤佳孝^{※4}
Masanori Tsujiko Nagate Hashimoto Yoshitaka Kato

【キーワード】 電気防食工法 流電陽極方式 ハイブリッド方式 電流密度

1. はじめに

コンクリート構造物中の腐食した鉄筋に対する補修工法として電気防食工法がある。電気防食工法には、外部電源方式と流電陽極方式があり、本研究は流電陽極方式を対象としている。流電陽極方式は陽極と鉄筋の電位差を起電力として電流を供給する工法であり、電源装置が不要で施工が容易などの利点があるが、防食電流量の調整ができない。そして、かぶりコンクリートが乾燥している場合には、コンクリートの抵抗が大きくなることで防食電流が流れにくくなることが知られており、このような場合には十分な防食効果が得られない可能性がある。

流電陽極方式の起電力不足を解消する技術として、電気防食の回路中に乾電池を取り付けることで起電力を補助する方法（以下、ハイブリッド方式）が提案されている²⁾。本研究では、流電陽極方式を適用している高架橋に対してハイブリッド方式を適用することで、その効果を検討した。その結果、ハイブリッド方式の適用によって供給される電流量が増加したことを確認した。

2. 高架橋での流電陽極方式施工概要

流電陽極方式の施工状況およびハイブリッド方式を適用した際の状況についての概要を次に述べる。

2.1 流電陽極方式の施工概要

写真-1に亜鉛・アルミ擬合金溶射による流電陽極方式の施工状況を示す。亜鉛・アルミ擬合金溶射は、亜鉛とアルミの線材をアークにより溶解させ、表面に附着させる工法である。本工法は、①ディスクサンダーなどによりコンクリート面の下地調整、②金属溶射との附着性を向上させるための粗面形成材塗布、③亜鉛・アルミ擬合金溶射、④封孔処理剤塗布の手順で施工する。そして、塗布型の陽極システムのため、複雑な部材形状にも適用可能であり、封孔処理材の仕上げは美観に優れ、色合わせ

も可能である。擬合金溶射の寿命は10年から15年であり、再溶射によって更新が可能である。

2.2 ハイブリッド方式の適用

高架橋に対して、ハイブリッド方式を適用した。写真-2に乾電池を取り付けた分電盤の様子を示す。電気防食の回路中には、単1の乾電池を並列で3本取り付けた。ハイブリッド方式適用中の防食効果量を測定するために、データロガーによって経時的に電位を測定し、データロガーに取り付けた抵抗値で電位を除すことで電流量を算出した。



写真-1 流電陽極方式の施工状況

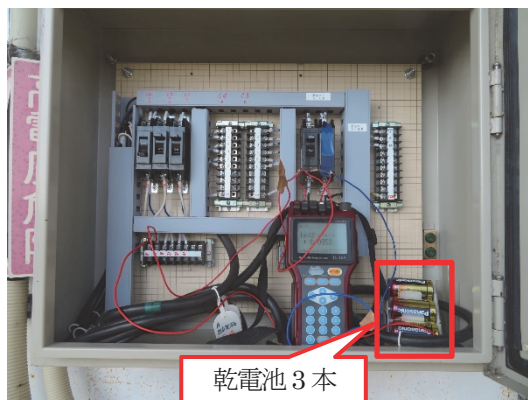


写真-2 乾電池取付状況

1. 技術研究所 研究開発 G 第三研究室 2. 技術研究所 研究開発 G
3. 新幹線高架橋作業所 4. 東京理科大学

3. 測定結果

図-1に乾電池接続後の電流密度の経時変化を示す。なお、図中にはハイブリッド方式適用前の電流密度の平均値も併せて示している。乾電池の取り付けによって、電流密度が増加することが確認された。ハイブリッド方式適用前の電流密度の平均は 0.07mA/m^2 であるのに対し、ハイブリッド方式では最大で 0.30mA/m^2 まで増加した。電流密度は、170日程度まで増加傾向を示し、以降は減少していった。適用から400日程度で適用前の電流密度と同程度となったことから、高架橋の条件で単1電池を3本並列で接続して補強した場合には、補強効果は1年程度続くものと考えられる。

電池接続後からの電流密度は一定ではなく、時期によって差があることが分かる。図-2に5月～10月までの電流密度と、気温の相関を示す。気温は現地での実測ではなく、高架橋がある市内のデータを気象庁のホームページから参照した。電流密度と気温との間に高い相関が確認され、気温が高いほど電流密度が大きくなる結果となった。これは、コンクリートの電気抵抗は高温なほど低くなることが一因であると考えられる。コンクリート中での電荷移動の主な担い手であるイオンの移動度は、温度の上昇により大きくなる。その他にも、気温が高いと

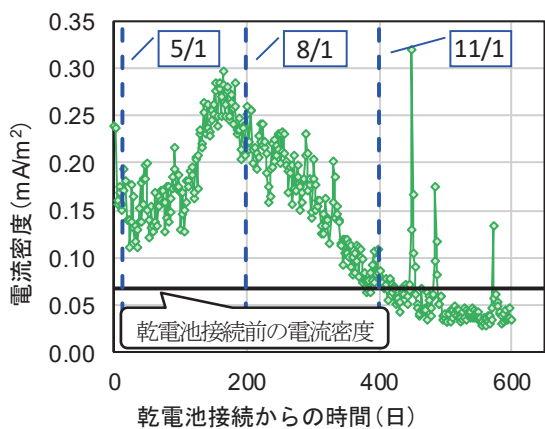


図-1 乾電池接続からの電流密度

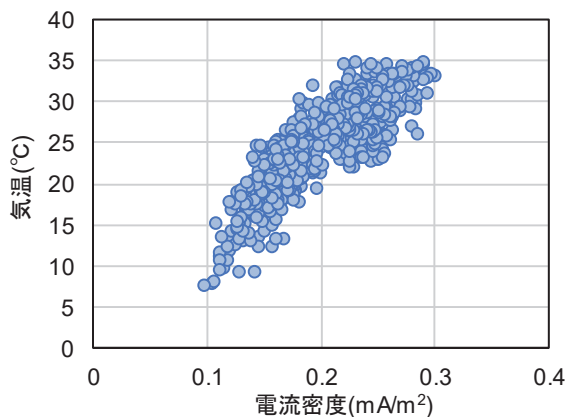


図-2 5月～10月までの電流密度と気温の相関

大気中の水蒸気量が増加することなどにより、気温と電流密度の相関が高くなったと考えられる。高架橋では、流電陽極方式のみでの復極量は 1mV であり、要求される防食効果がえられていなかったが、ハイブリッド方式の適用によって 45mV となった²⁾。コンクリート構造物に対する電気防食工法では、 100mV の復極量が基準とされている³⁾ため、ハイブリッド方式適用後も復極量の基準には届いていない。しかし、 100mV の復極量が得られないような小さな電流密度を流した場合にも、鋼材の復極量と分極抵抗が増加する報告もされている⁴⁾。これは、電気防食によって鋼材表面の水酸化物イオン濃度が上昇することによる環境改善効果であると考えられている。ハイブリッド方式によって起電力を強化することで鋼材周りの環境が改善されれば、少ない起電力でも防食効果を得ることができ、最終的には、乾電池の補助なしで期待される防食効果を得ることができると考えられる。

3. まとめ

本稿では、流電陽極方式の起電力を補強するハイブリッド方式を、流電陽極方式を適用している高架橋に適用し、その効果量に関する検討結果を報告した。電流密度が最大で約4.5倍増加し、単1電池を3本並列で接続した場合の補強効果は1年程度であることを確認した。また、時期によって電流密度が変化する理由として、環境温度が一因である可能性を示した。流電陽極方式の起電力を補強できることが確認された。

謝辞：本技術の開発に際し、ご協力いただいた西日本旅客鉄道株式会社、デンカ株式会社、大日本塗料株式会社、および全ての関係者各位に感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 橋本永手, 染谷望, 加藤佳孝: 各種要因が流電陽極式電気防食工法の防食効果に与える影響の把握, コンクリート工学年次論文集, Vol.38, No.1, pp.1191-1196, 2016.
- 2) 平間昭信, 橋本永手, 加藤佳孝, 渡辺佳彦: 乾電池の取り付けによる流電陽極方式電気防食工法の防食効果向上の検討, 土木学会第73回年次学術講演会, VI-343, pp.685-686, 2018.
- 3) 土木学会: コンクリートライブラリー107 電気防食工法 設計指針(案), 2001.11
- 4) 大谷俊介, 小林浩之, 若林徹, 望月紀保: 鋼材表面の環境改善を考慮した電気防食試験, コンクリート工学年次論文集, Vol.34, No.1, pp.1030-1035, 2012.