

アルミニウム系流電陽極方式電気防食の試験的適用に関する一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○堀澤 誠
東日本旅客鉄道(株) 正会員 廣田 元嗣

1. はじめに

塩害を受けたコンクリート構造物のメンテナンスにおいて、電気防食は有効な工法の一つである。しかし特に小規模な橋りょうでは、電気防食は初期コストが高いことなどの理由で採用されるケースが少ないのが現状である。今回、供用後 25 年経過した橋りょうに、アルミパネルを用いた流電陽極方式の電気防食工法による試験施工を行ったので、調査結果について報告する。

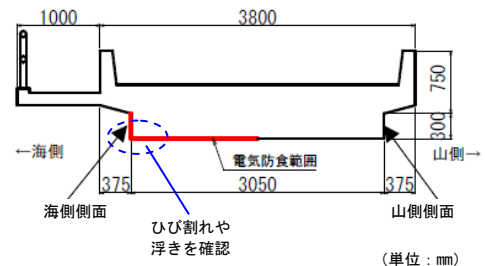


図-1 主桁断面図および電気防食範囲

2. 橋りょうおよび電気防食システムの概要

電気防食を適用した橋りょうは 1985 年建設の鉄道橋で、構造形式は RC 単純床板橋（桁長 6.59m）×2 連である。海岸線（日本海）より 20m 程度の距離に位置しており、海からの飛来塩分が供給される環境にある。2008 年の時点で海側の主桁隅部に橋軸方向のひび割れ、コンクリートの浮き等が確認され補修が必要と判断した。2009 年の自然電位法によるコンクリート内部鉄筋の腐食調査結果では、主桁海側に鉄筋腐食が生じていると診断された箇所が広範囲で確認され、実際のコンクリートにもひび割れや浮きが生じていたことから、主桁海側半面を電気防食適用範囲としアルミパネルを設置した（図-1 参照）。パネル取付方法は施工性、システムの簡便性を考慮し、パネル間の導通材を兼ねた固定レールにパネルをはめ込み、面接触で固定する方法を採用した。



図-2 パネル固定方法

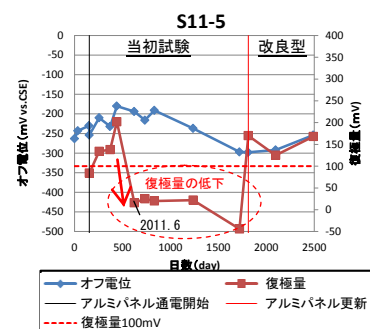


図-3 復極量とオフ電位の経年変化

3. 調査結果・経過報告

3.1 当初試験期間（2010 年 3 月～2014 年 6 月）

2010 年 3 月の試験施工後、定期点検で電位等を測定してきた。復極量とオフ電位 (E_{io}) の経年変化を図-3 に示す。オフ電位の値は、二酸化マンガン照合電極と飽和塩化銀照合電極で測定した値を飽和硫酸銅 (CSE) 基準に換算した。パネル設置直後、復極量が十分に得られない箇所もあったが、概ね半年程度で安定した。しかし、その後 1 年 3 か月経過した 2011 年 6 月の点検では急激に復極量が低下した箇所が散見され、その後の追跡調査でアルミパネルへの導通不良が確認された。

3.2 改良型試験期間（2014 年 6 月～）

定期点検での測定データや外観検査結果よりパネルと導通材（固定レール）の接触不良が生じやすく、防食電流が停止することが大きな課題であると考え、2014 年 6 月（防食後経過 4 年 3 か月）に当初のアルミパネルを撤去し、改良型アルミパネルに取り替えた。

改良型パネルの防食システムは、課題であった通電不良を解決するため、パネルと導通材の固定をレールにはめ込む方法（面接触）から耐候性のあるチタンビスで導通材とパネルを直接機械的に固定する方法に変更した。

改良型パネルへの更新の際、導通不良期間に劣化したと考えられるひび割れを確認していたが、電気防食を継続することから、現状非劣化になると考え無補修のまま経過観察した。パネルを更新してから復極量やパネルの導通が安定した傾向を示しており、数値的には良好に推移していたが、2016 年の通常検査でひび割れの進行が疑われたため、ひび割れの詳細調査を実施することにした。

キーワード 電気防食, 塩害, 鉄筋腐食, 流電陽極, 維持管理

連絡先 〒151-8512 東京都渋谷区代々木 2-2-6 J R 新宿ビル 4F 東日本旅客鉄道(株) 構造技術センター TEL 03-6276-1251

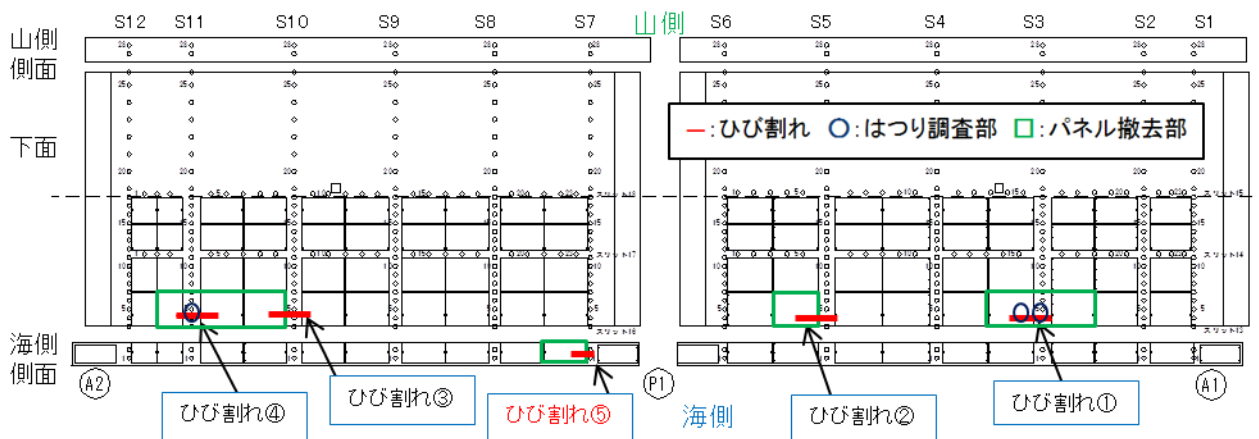


図-4 アルミパネル配置図およびひび割れ箇所

3.3 ひび割れ調査 (2017 年 5 月)

2017 年 5 月にひび割れ周囲のパネルを一部取り外し、ひび割れ①～⑤について調査した(図-4 参照)。ひび割れ①の状況を図-5 に示す。ひび割れ①の幅は 2016 年に 0.40mm であったが、0.85mm に拡大し変状が進行した。はつり調査より鉄筋が腐食しており、ひび割れも鉄筋位置から生じており鉄筋腐食によるひび割れであるといえる。ひび割れ①に近い測定箇所 S3-5 の測定データを図-6 に示す。パネル設置直後から 1 年半くらいの期間は、復極量が 100mV 未満の時期が多く、防食効果が不十分であった可能性がある。また、当初パネルの撤去前の導通状況を確認すると、絶縁となっているものが多かったことから、当初試験期間には十分な防食効果が得られなかった可能性が高い。理由としては、図-7 に示すようにパネルと固定レールの接触面にレール材の白色腐食生成物が付着・堆積することで、パネルと導通材が接触不良を起し絶縁状態になったためだと考えられる。



図-5 ひび割れ①の状況

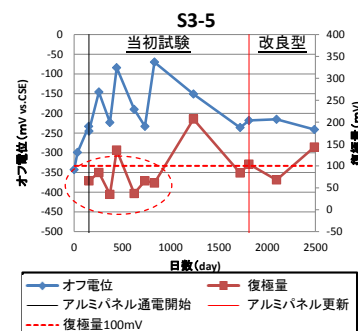


図-6 復極量とオフ電位の経年変化(ひび割れ①)

4. まとめ

これまでの現地試験施工で得られた知見より、今後の流電陽極方式の電気防食の改善点と今後の課題は次の通りである。

- 1) 当初試験期間の防食効果が得られなかった時期に鉄筋腐食が進行し、桁のひび割れが生じたと考える。復極量が不十分な期間が続く場合は、早めに陽極材と導通材の接触を確認し防食効果を回復することが必要である。
- 2) パネルの固定方法を変更した後、復極量等の値は全体的に安定傾向を示している。流電陽極材は、経過とともに腐食生成物が生じることから、導通材と直接固定する方法にすることで防食効果を継続できる可能性が高い。
- 3) 復極量の分布に局部的にばらつきが生じたが、流電陽極方式では防食効果をうまく制御できないことが課題である。事前の補修方法や範囲、最適な陽極材の配置を今後も検討する必要がある。
- 4) 今回適用したパネル工法は、主桁断面に合わせて割付をすることから、パネルの標準化が難しくコストダウンに課題がある。さらに改良型に変更したようにパネルを直接チタンビスで固定する方法では導通材を簡易なレールにするメリットがなく、コストダウンには別の固定方法や通電材を検討する必要がある。
- 5) 陽極材を標準化し量産・ユニット化することで、コストダウンを図れる可能性がある。施工性が良く割付が容易な寸法・形状の陽極材、通電材の開発が望まれる。今後も信頼性の高い流電陽極方式の電気防食について研鑽していく。



図-7 腐食生成物