

太陽電池を用いた外部電源方式による電気防食

住友大阪セメント(株) 正会員 ○真鋤 年次 正会員 山本 誠 正会員 川俣 孝治
西日本旅客鉄道(株) 正会員 西井 学 安倍 敦徳

1. はじめに

電気防食は、構造物表面に設置した陽極からコンクリート中の防食対象鋼材に防食電流を供給することにより腐食反応を抑制する方法である。電気防食に必要な電流は、これまでの施工事例から、電流密度で陽極単位面積当り 0.01A/m² 程度と極めて微弱である。この防食電流の供給方法としては、直流電源装置により供給する外部電源方式が一般的であり、電力会社の 100V や 200V の商用電源を交流から直流に整流して用いている。一方、太陽電池は地球環境保護の観点から積極的に導入されている発電方式であり、クリーンなエネルギーである太陽エネルギーを有効利用するものとして注目されている。

そこで、本研究では、太陽電池を電気防食用電源とした電気防食システムを開発し、塩害を受けたコンクリート構造物に適用することにより、電気防食の通電性状と防食効果の確認を行った結果を報告する。併せて、陽極設置方法として、断面修復部に埋設する方法についても報告する。

2. 太陽電池による電気防食システムの概要

太陽電池は、太陽光を利用した発電装置である。したがって、その発電量は、大気の厚さ（通過空気量）、太陽光の強さ（日射量）と日射時間により異なる。また、温度は、太陽光から得られたエネルギーを充電する蓄電池の性能に影響を及ぼす。

図 - 1 に、電気防食用太陽電池の設計手順を示す。まず、防食電流として必要な電流量と負荷電圧を決定する。電流量を決定する際、安全係数として 1.5 を用いた。次に天候不良により発電が全く不可能な状態を想定し、この場合の蓄電池による連続無日照補償日数を決定する。この連続無日照補償日数と夜間の防食電流を考慮した蓄電池とそれに必要な太陽電池を選定する。次に、この太陽電池による発電量を設置する位置での日射量から求め、その発電量が不足する場合、太陽電池の種類を変更する。発電量が十分な場合、この蓄電池容量が連続無日照を補償できるか否かを検討する。

この手順により、太陽電池を利用した電気防食システムを製作した。図 - 2 にその構成図を示す。また、写真 - 1 にその外観を

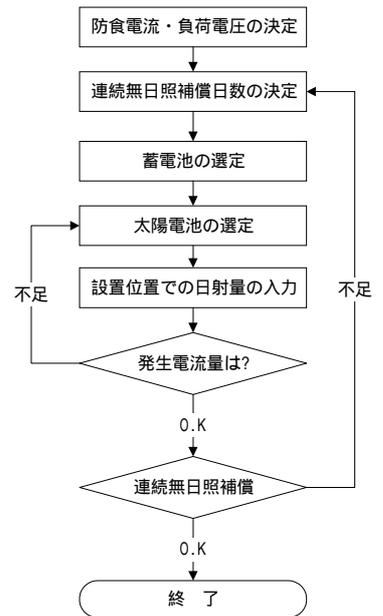


図 - 1 電気防食用太陽電池の設計手順

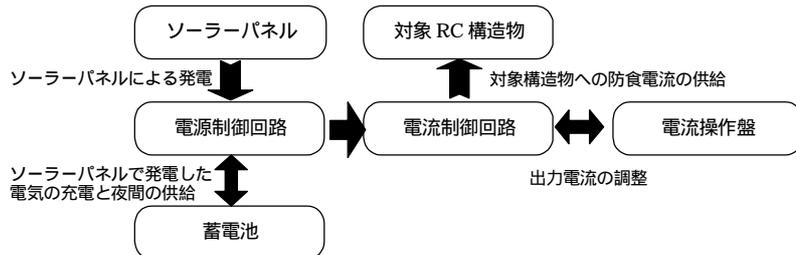


図 - 2 電気防食用太陽電池の構成

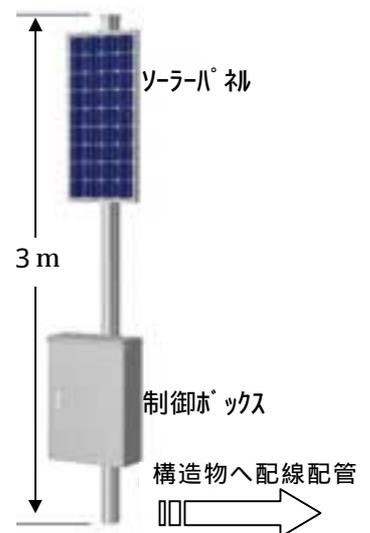


写真 - 1 電気防食用太陽電池の外観

キーワード：電気防食、塩害、外部電源方式、太陽電池、チタンメッシュ陽極、定電圧

連絡先：〒101-8677 東京都千代田区神田美土代町 1 番地 TEL 03-3296-9555 FAX 03-3296-9560

示す。このシステムは、連続無日照補償日数を10日間とし、出力範囲 1.25 ~ 4.00V の定電圧制御¹⁾で最大電流 1.0A まで出力可能とした。なお、本システムは山陰地方の積雪地の鉄道橋に設置するため、太陽電池を垂直に設置し、太陽電池への冬季間の積雪と列車運転手への太陽光の反射を防止する設計とした。

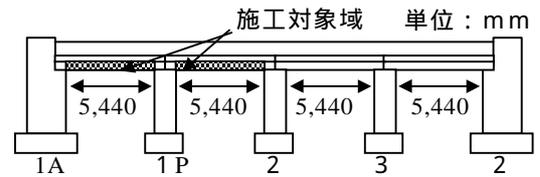


図 - 3 適用した構造物の概要

3 . 塩害を受けたコンクリート構造物への適用

今回適用した構造物は、山陰地方の海岸線に位置する RC 造の鉄道橋である。この構造物の概要と電気防食の適用範囲を図 - 3 に示す。この構造物は、冬季間日本海から強風が吹付ける厳しい塩害環境にあり、付着した飛来塩化物はコンクリート中の主筋位置まで拡散し（塩化物含有量は 10kg/m³程度）、激しい腐食を引き起こしていた（写真 - 2）。この腐食防食対策として、チタンメッシュを陽極とする太陽電池を電源とした電気防食を適用した。



写真 - 2 鉄筋の腐食状況

なお、たたき点検および浮き部のはつりの結果、防食対象である主桁のほぼ全域において鉄筋位置まで浮き部が生じていたため、陽極を断面修復部に埋設する方法を選択した。この方法は、図 4 に示すように、断面欠損部をコンクリート表面から 15mm の位置まで修復した後に、チタンメッシュ陽極を設置し、残りの部分を修復する方法であり、オーバーレイが不要であるとともに、構造物と陽極材の一体性に優れた方法である。

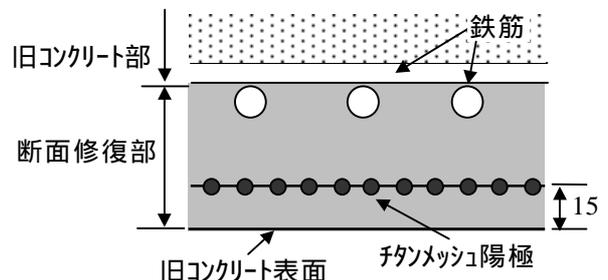


図 - 4 断面修復一体型の陽極設置方法

表 - 1 通電 4 ヶ月後の検査結果

電圧 / 電流密度	3.0V / 11.8mA/m ²			
Instant off 電位	- 387	- 431	- 624	- 633
復極量	+143	+116	+138	+237

(電位：mV vs.CSE)

4 . 電気防食の通電性状と防食効果

E-logI 試験により、防食電流密度を求め、定電圧制御により、太陽電池を用いて通電を開始した。写真 - 2 に鉄筋の腐食状況を示す。適用した構造物の鉄筋腐食の程度は自然電位が-296 ~ -445mV (vs CSE) であり、100mV の分極量が必要な防食電流密度は 20mA/m²程度と通常より大きな値を示した。

表 - 1 に通電 4 ヶ月後の定期検査結果を示す。この時期は、積雪も多く、年間を通して日照時間の少ない期間である。この結果より、防食電流密度は気温低下による腐食反応の低下により減少しているにも関わらず、Depolarization 試験による復極量はいづれの測定箇所でも 100mV 以上得られており、十分な防食状態を保持していることがわかる。また、蓄電池の電圧測定結果から、蓄電池容量の 90%以上が充電されており、夜間および無日照期間での防食電流の補償も十分であることが確認された。

5 . まとめ

太陽電池を電源とした電気防食法を塩害を受けたコンクリート構造物に適用した結果、1) 太陽電池を電気防食の電源として利用することは十分可能である、2) 日射条件を考慮した設計手順により日照条件の悪い期間でも防食電流が十分確保できる、3) 断面修復一体型の陽極設置方法は経済性と構造物の一体性からみて合理的手法である、などのことが確認された

[参考文献]

1)石川光男、堺孝司、大越威、峰松敏和：コンクリート中鉄筋の電気防食における通電システムに関する研究、コンクリート工学年次論文集 Vol.15.No1、1993、PP771 ~ PP775