

ソーラーパネルを用いた間欠通電方式による電気防食の検討

ショーボンド建設 正会員 ○三村 典正, 太田 翔, 黒川 公人
京都大学 正会員 河野 広隆

1. はじめに

コンクリート構造物の電気防食では、鉄筋の腐食状況や環境状況に応じて防食電流の調整が可能な外部電源方式が主流であるが、商用電源の確保や誘導電対策等の維持管理が必要である。そこで、維持管理の向上を目的に、防食電流の供給を日中だけ通電可能なソーラーパネルのみでも防食効果が得られると考え、室内実験を実施した。そして、ソーラーパネルと電流調整装置で構成した間欠通電方式でも、常時通電方式同等の防食性能が発揮できることを確認した¹⁾。さらに、現場でも同等の防食性能を発揮できるかを確認するため、2014年3月塩害環境下の実橋にて試験施工を実施した。本検討では、施工後の追跡調査結果を示す。

2. 試験施工の概要

試験施工した橋梁は、三重県の海岸線から200mの塩害環境下に架設された竣工後40年を経過したPCT桁橋である。施工箇所は全5桁のうち海側から1桁目であり、施工面積は約22.9m²である。陽極材にはシート陽極を用い、各シート間には40mmの隙間を設けた。ソーラーパネルを用いた間欠通電方式による電気防食では、維持管理の向上を目的に蓄電池等の充電設備は使用せず、発電した電力をそのまま防食電流として通電するため、発電できない夜間は不通電状態になる。ただし、ソーラーパネルの発電した電力を防食回路へ直接通電すると過防食となるため、ソーラーパネルとシート陽極との間に電流調整装置を用いた。防食電流量は、室内実験で防食効果を確実に発揮できた分極量150mV¹⁾を満足するように設定した。電流調整装置は、悪天候時でも防食電流が供給できるように5V程度で稼働するように設計した。ソーラーパネルには最大出力48Wの単結晶シリコンセルを用い、その設置箇所は発電に有利な直射日光下ではなく、隣接する木陰とした。

3. 施工後の調査結果

通電量や鉄筋電位等は、データロガーを用い10分毎に計測した。通電量は当初33mAとしたが、気温が上昇した2014年7月調査時に50mAへ変更した。設定電流量を通電できた日数は雨天や季節で変動したが全暴露期間を通じ、1日あたり2時間以上では全日数、4時間以上では全日数の99.3%、8時間以上では91.2%通電できており、平均すると1日あたり10.1時間通電できていた。防食効果は①常時計測、②埋込型照合電極および外付型照合電極を用いた復極試験、③分極試験より算出した腐食電流量の3手法により評価した。

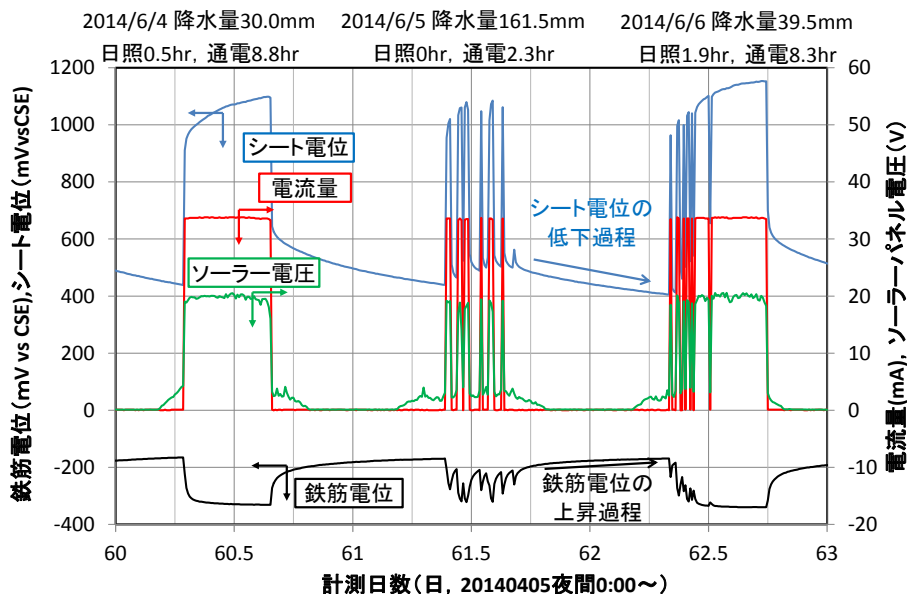


図-1 雨天時の常時計測結果

3.1 常時計測結果

鉄筋電位は常時 ON 電位状態で計測しており、日中はコンクリートの抵抗等を含んだ値であるが、夜間はキーワード ソーラーパネル, 間欠通電, 電気防食, シート陽極, 電流調整装置

連絡先 〒305-0003 茨城県つくば市桜 1-17 ショーボンド建設 補修工学研究所 TEL 029-857-8101

通電状態となり、鉄筋電位の復極と分極の状態を確認できる。雨天が3日間続き、通電時間の最低を記録した2014年6月5日を含む6月4日～6月6日の通電特性等を図-1に示す。6月5日は降水量161.5mm、日照時間0時間であったが、通電時間2.3時間を確保していた。

夜間、防食電流が停止しても鉄筋電位はすぐには自然電位に戻らず徐々に上昇し、翌朝、自然電位に戻る前に、防食電流が流れ始めて防食方向へ分極した。陽極材のシートの電位も、防食電流の通電で上昇し、防食電流の停止で低下するが、この電位も徐々に低下し、低下過程の途中で通電開始とともに上昇した。これは、図-1の最低の通電時間を記録した6月5日も同様である。鉄筋電位が自然電位へ上昇する過程では、鉄筋電位は自然電位よりも卑の状態であるため、このような通電時間の短い雨天時でも防食状態にあることを確認した。

3.2 復極試験結果

復極試験は施工箇所端部に設置した埋設型照合電極および各シート間の隙間で外付型照合電極を用いて計測した。埋設型照合電極による復極試験の結果を表-1に示す。夏季に実施した2014年7月の調査では復極量150mV以上を満足しなかったが、通電調整後は満足した。また、オン電位は徐々に低下し、18hr復極後のオフ電位も徐々に貴に推移しており、電気防食により鋼材周囲の状態が改善状態に推移していると考えられる。外付型照合電極による復極試験結果の代表例として山側桁下部の結果を図-2に示す。7月までの調査では各シート間(No.2～10)でも復極量150mV以上を満足できない箇所が数箇所存在したが、10月以降の調査ではいずれも復極量150mV以上を満足した。また、施工箇所の端部(No.1およびNo.11)では2015年1月の調査でも復極量150mVを満足できていない箇所が存在する。しかし、2014年10月の調査で100mV近く復極し、その後も増加傾向を示しており、防食状態に推移している。

3.3 分極試験による腐食電流量算出結果

18hr復極後のオフ電位を自然電位とし、その自然電位からの分極試験を実施した。そして、分極量-70～-200mVの範囲で算出したターフェル直線と自然電位との交点から鉄筋の腐食電流量を求めた。試験結果を図-3に示す。2014年5月および7月の腐食電流量は通電前の4月より若干大きな値であったが、2014年10月および2015年1月の値は通電前の4月より小さな値となった。なお、腐食電流量の算出に使用した18hr復極後のオフ電位は完全に復極している状態ではなく復極途中の値であり、安全側の値を用いている。すなわち、本来の自然電位は図-3の黄矢印に示したように少し貴な値であるため、交点の腐食電流量は、より左側の少し小さい値となる。以上より、鉄筋の状態は防食前より防食状態に推移していると考えられる。

4. まとめ

調査結果から、ソーラーパネルのみの間欠通電でも、雨天時を含め防食効果を発揮できていると考えられる。

参考文献

- 1) 三村典正ほか：品質改善と通電管理の向上を目的とした貼付け型シート陽極による電気防食工法の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.36，No.1，pp.1192-1197，2014

表-1 埋設型照合電極による復極試験結果

項目	単位	計測年月				
		2014/4	2014/5	2014/7	2014/10	2015/1
気温	°C	15	21	30	20	10
通電量	mA	33	33	33	50	50
通電前の自然電位	mV vs CSE	-189.9	-	-	-	-
オン電位	mV vs CSE	-	-358.3	-288.7	-346.2	-402.6
インストオフ電位	mV vs CSE	-	-352.1	-284.7	-338.2	-389.0
18hr復極後オフ電位	mV vs CSE	-	-187.8	-150.1	-161.2	-174.6
復極量	mV	-	164.3	134.6	177.0	214.4

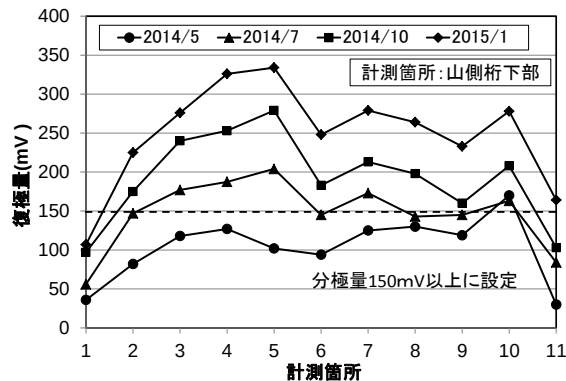


図-2 外付型照合電極による復極試験結果

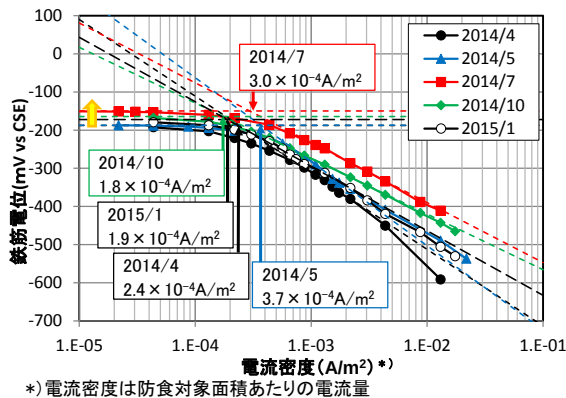


図-3 分極試験による腐食電流量算出結果