

電気防食工法の維持管理手法確立に向けた橋梁の詳細調査 (その1 A橋)

(国研) 土木研究所 正会員 ○関 繭果, 宇佐美 惣
 (株) ナカボーテック 正会員 小城 守
 住友大阪セメント (株) フェロー 峰松 敏和
 日本防蝕工業 (株) 正会員 阿部 健

1. 目的

コンクリート構造物の電気防食は塩害対策工法として国内 30 万 m² を超える施工実績を有しているが, 防食効果を適切に保つためには, 管理者にとって簡便かつ効率的な維持管理手法の確立が必要となる。そこで本研究は, 電気防食工法の維持管理における課題や留意点などを抽出することを目的として, 電気防食適用中の3橋梁A~Cにおいて, 構造物や電気防食設備について詳細調査を実施したので, 一連の結果を報告する。

2. A橋の概要

A橋は東北地方の日本海側に位置する 1976 年竣工の橋梁で, 上部構造形式は 2 径間単純 PC ポストテンション方式 T 桁橋で, 6 主桁(海側 G1 桁→陸側 G6 桁)で構成されている, 桁下約 4.2m に河川が流れ, 海岸からの距離は 800 m で, 飛来塩分と凍結防止剤による塩害の恐れのある橋梁である。電気防食は竣工から 23 年経過した 1999 年に下フランジにチタンロッド方式が適用されている。防食回路は 1 径間の 2 主桁毎に 1 回路で, 全 6 回路で構成されている。

3. 調査項目

調査項目を表-1 に示す。事前の外観調査で G3 桁下面に剥落等を確認しており, この剥落部における電気防食効果を調査するため, 第 2 径間の G2~G4 桁について橋台から約4mの区間を調査範囲とした。

表-1 調査項目

調査項目	調査方法
1. 外観観察	・コンクリートの劣化箇所等を目視観察
2. 通電状況および復極量調査	・電圧・電流の計測 (表示値の確認, テスター等による直接計測) ・埋設照合電極の復極量計測
3. 表面電位分布測定	・外部照合電極を用いて表面電位を計測 自然電位(通電停止後24h経過後), 通電再開約30分後のオン電位およびインスタントオフ電位
4. 陽極位置確認	・G3, G4桁の陽極配置を目視確認
5. 電流分配測定	・ブルボックス内で各桁への電流分配を無抵抗電流計により計測
6. 通電量調整試験	・G6桁の復極量不足について, 電流量を調整し分極量を測定

4. 調査結果

(1) 外観観察

第2径間 G3 桁の下フランジ下面に, 図-1 に示す 40cm×30cm 程度のコンクリートの剥落が観察された。この箇所は平成 25 年度の定期点検で変状が記録されている。これに隣接して 10×10cm 程度の剥落が平成 19 年度の定期点検時に確認されていたが, 今回の調査までに断面補修されていた。



図-1 G3桁のコンクリート剥落

(2) 通電状況および復極量調査

表-2 通電状況および照合電極における復極量

表-2 に通電状況と照合電極における復極量試験結果を示す。電源装置における電圧・電流の表示値はテスター等で直接測定した値と概ね一致しており, 安定した通電状態であった。復極量は, G2桁とG4桁の下部およびG6桁の照合電極で 100mV 未満の低い値であったが, その他はおおむね良好な結果であった。

径間	桁	通電電圧 [V]	通電電流 [A]	電流密度 [mA/m ²]	照合電極No.	位置	On電位 [mV]	Ins.off電位 [mV]	Off電位 [mV]	復極量 [mV]
1	G1, G2	6.0	0.06	1.3	Re-1	G1-中	-536	-518	-205	313
		6.06	0.07	1.5	Re-2	G1-下	-367	-365	-244	121
	G3, G4	6.5	0.05	1.1	Re-3	G3-中	-316	-310	-215	95
		6.62	0.08	1.7	Re-4	G3-下	-282	-279	-164	115
	G5, G6	6.0	0.06	1.3	Re-5	G5-中	照合電極不良			
		6.11	0.05	1.1	Re-6	G5-下	-418	-404	-267	137
2	G1, G2	6.2	0.03	0.7	Re-7	G2-中	-341	-305	-173	132
		6.22	0.04	0.9	Re-8	G2-下	-255	-250	-163	87
	G3, G4	6.5	0.04	0.9	Re-9	G4-中	照合電極不良			
		6.65	0.06	1.3	Re-10	G4-下	-257	-254	-167	87
	G5, G6	6.8	0.02	0.4	Re-11	G6-中	-362	-359	-290	69
		7.02	0.02	0.4	Re-12	G6-下	-199	-198	-130	68

上段: 電源装置表示値

* 防食面積は 1 桁あたり 23m² として計算

照合電極: 二酸化マンガ照合電極

下段: テスター等で直接計測した値

キーワード: 電気防食, 維持管理, 防食効果

連絡先: 茨城県つくば市南原1-6 (国研) 土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL: 029-879-6773

(3) 表面電位分布測定・陽極位置

コンクリート剥落のある G3 桁について、外部照合電極(鉛照合電極)を用いて自然電位と分極量の分布を調査した。比較のため、G3 桁と同じ防食回路を構成している G4 桁についても同様の測定を行った。

図-2 に G3・G4 桁の自然電位分布および分極量分布を陽極位置と併せて示す。自然電位は、G3・G4 桁ともに海側ハンチから下面にかけて -200mV (vs.CSE)より卑な値が確認され、ASTM の腐食判定基準で「不確定」判定となった。これは海側で塩化物イオンや水分の供給が多く、陸側に比べて腐食しやすい環境であることが原因と推察される。G3 桁の分極量分布はおおむね防食基準¹⁾を満たす 100mV 以上を示しているが、劣化部付近では 50mV 未満となっている。また下面部においても分極量 100mV 未満の範囲が分布していた。G4 桁では、下面を中心に分極量 100mV 未満の範囲が広く存在し、一部 50mV 未満の箇所もあった。G3 桁に比べて G4 桁の方が分極量が小さい要因の一つとして、後述の電流分配測定で G4 桁に流れる電流が G3 桁に比べて低くなっていたことが考えられる。現在 G4 桁ではコンクリートの劣化は見られないが、今後環境条件によっては変状が生じる可能性があると考えられる。

陽極配置は、設計上の陽極間隔が $380\sim 420\text{mm}$ であるのに対し、G3 桁で $170\sim 510\text{mm}$ 、G4 桁で $240\sim 490\text{mm}$ となっていた。これは構造物の鉄筋位置にあわせて陽極配置を調整した結果と考えられる。しかし、電位分布では陽極間隔の大小による影響は見られず、全般的に陽極からの距離が遠い下面部で分極量が小さい結果となった。

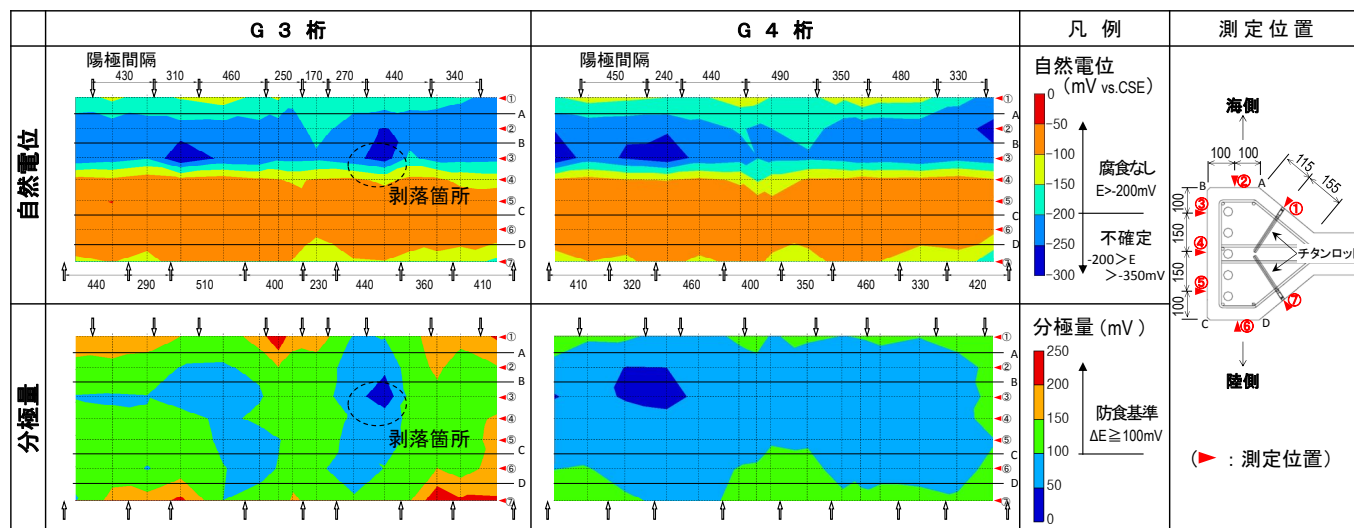


図-2 G3・G4桁の表面電位分布および陽極位置

(4) 電流分配測定

G3・G4 桁への電流分配をプルボックス位置で測定した結果、G3桁に 35.4mA (55.7%)、G4桁に 28.1mA (44.3%)と、G3 桁の方に若干多く電流が分配されていた。別の回路(G5・G6 桁)でも同様に測定したところ、G5 桁に 16.4mA (58.8%)、G6 桁に 11.5mA (41.2%)で概ね 6:4 程度の分配となっていた。

(5) 通電量調整試験

G6 桁の埋設照合電極の復極量は、管理者による以前の調査でも 100mV 未満となっていた。そこで、仮設電源装置を用いて G6 桁の電流量を増加させて分極量の測定を行った(表-3)。調整前の電圧 6.81V 、電流 12.5mA に対して、電圧 13.5V 、電流 25.0mA まで増加させると分極量 100mV 以上が得られた。ただし、A 橋の電源装置は 7V の電圧制限があるため、防食効果を上げるための対策としては、防食回路の追加などを検討する必要がある。

表-3 通電量調整試験(G6 桁)

	電圧 V	電流 mA	分極量 mV	
			Re-11	Re-12
調整前	6.81	12.50	71	45
測定-1	10.23	18.75	100	78
測定-2	13.50	25.00	117	102

5. まとめ

復極量測定に加え、電位分布や電流分配などの測定を行うことにより、防食効果の状況を詳細に把握することができた。今後、維持管理の標準化に向けて、防食効果の判断に必要な調査や点検方法について検討を進めたい。

参考文献 1) 土木学会, 電気化学的防食工法 設計施工指針(案) コンクリートライブラリー107 平成 13 年

謝辞 一連の調査は、東北大学、日本エルガード協会、CP 工法研究会、土木研究所による共同研究の一環で行われたもので、調査にご協力いただいた関係各位に謝意を表する。