

電気防食工法によるPC-T桁の補修補強 - 男鹿大橋 -

東北支店 PC事業部 山信田正美
 東北支店 PC事業部 遠藤 靖

1. はじめに

男鹿大橋は、秋田市と男鹿市を結ぶ国道101号線の八郎潟河口から日本海にそそぐ船越水道に架かる橋梁である。昭和47年に架設され現在に至るまで32年が経過しており、平成6年には、両側径間のPC桁について主桁表面を保護塗装する補修を行っている。本工事は道路の4車線化に伴い調査を行ったところ、塩害によると思われる既設橋梁の損傷が進行していること、道路橋示方書の改訂(平成8年12月)で活荷重が増大したことにより、橋梁全体にわたり補修・補強工事を行ったものである。ここでは、男鹿大橋の側径間部分(PCポストテンション方式3径間単純T桁橋)の補修補強工事(外ケーブル補強を併用した電気防食工事)について述べる。

2. 工事概要

- 工事名:平成14年度国道道路改築工事(男鹿大橋)
- 施主:秋田県
- 工期:平成15年3月31日~平成16年1月30日
- 形式:PCポストテンション方式単純T桁(側径間),
PC床版+鋼床版鋼3径間連続箱桁(中央径間)
- 橋長:410m
- 桁長:3@34.7+200.9+3@34.7m
- 支間割:3@34.0+60.0+80.0+60.0+3@34.0m
- 幅員:8.750m
- 活荷重:B活荷重
- 工事内容:電気防食工事・外ケーブル補強工事・落橋防止工事

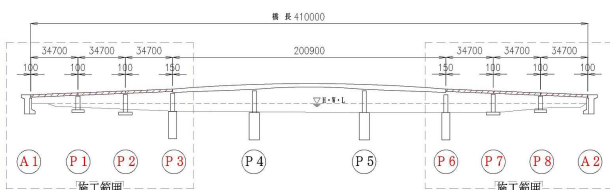


図-1 一般図



写真-1 施工前

3. 電気防食工法の概要

コンクリート中に塩分が浸透し、鋼材表面に到達すると不動態被膜という保護膜が破壊される。この部分では、鋼材がコンクリート中の水や空気と反応して腐食(さび)が始まり、イオンとしてコンクリート中に溶け出す。その後、不動態被膜が破壊された部分と健全な部分とで腐食電池が形成され、電流の流れにより腐食が進行する。この電流を腐食電流といい、この腐食電流を消滅させる防食電流を流すことが電気防食工法である。

電気防食に必要な電流は、電流密度で、 $1 \sim 30 \text{mA/m}^2$ の範囲である。また、電気防食工法はコンクリート構造物の供用期間中に電流を流し続ける工法である。

(1) 電気防食設計条件

- 電気防食方式 : チタングリッド方式
- 防食適用範囲 : 上部工主桁の下フランジ部
- 防食基準 : 電位変化量で、100mV シフト
- 防食電流密度 : $1 \sim 30 \text{mA/m}^2$
- 防食回路の面積 : $135 \text{m}^2/\text{回路}$ (全 161.5m^2)
- 照合電極の設置 : 1回路当たり3ヶ所
- 電源方式 : 外部電源方式(直流)
- 防食電流制御方式: 定電流制御方式

(2) 電気防食の設計

防食基準を満足するようなチタングリッド陽極の配置や電気防食回路の設計を行う。

防食範囲は図-2に示すようにPC鋼材の集中する下フランジ部とし、陽極の配置は下フランジ部鉄筋の必要電流量を計算し、基準値を満足するように、またこれまでの施工実績から、ハンチ部、側面部、底面部に合計6列の陽極を配置した。

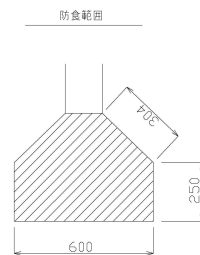


図-2 防食範囲

防食回路は全部で12回路とし、各桁の防食状況を確認するため1回路当たり3ヶ所の照合電極を配置した。

4. 工事数量

主要材料数量を表-1に示す。

表-1 主要材料数量

項目	細別	単位	数量	備考
外ケーブル	F100T	本	60	
落橋防止	コンクリート製	基	4	
電気防食範囲	主桁下フランジ	m ²	1615	
陽極延長	チタングリッド陽極	m	5628	
照合電極	鉛照合電極	個	36	
計測端子		個	36	
排流端子		個	120	

5. 電気防食工事の施工

(1) 施工前処理

コンクリート内部に埋め込まれている配置鉄筋以外のセパレーターや金属片などの金属類は、単独で存在すると電食が起こるため、防食範囲すべてにおいて金属片探査を行い撤去した。また、劣化状況も防食範囲全般で調査した。

(2) 溝切り・はつり

陽極設置幅 25mm×深さ 20mm にて切削した。溝切りには、乾式カッター・湿式カッターを使用した。湿式カッターは、レールの取付け・水処理が必要となり施工する箇所が制限されるため、主に、主桁下面を対象に使用した。乾式カッターは、場所の狭いところ、レールの取付けが困難なところなどに使用し、場所に応じて使い分けた。湿式カッターは準備に時間を要するが、切削スピードは速く効率的である。カッターで溝切りした後、電動ピックで溝部をはつり、その後、溝内部の露出鉄筋の有無を確認した。露出鉄筋が発見されたところは、エポキシ樹脂系材料にて絶縁処理した。

(3) 照合電極・排流端子の設置

照合電極部のはつり作業終了後、照合電極を設置した。照合電極は鉄筋と接触しないように、ケーブルタイにて固定した。照合電極の取り付け、補修材による被覆後、作動を確認した。作動の確認には高入力抵抗直流電圧計を使用した。また、排流端子、計測端子は、所定の鉄筋に溶接を行い設置し、取り付け後に鉄筋と排流端子の導通を確認した。

(4) チタングリッド陽極の設置

深さ 20mm の溝をはつり後、陽極設置場所が平滑になるように下地処理した。陽極を設置する前に溝内の金属探査を目視と計測器により再度確認した。金属が無いことがわかった時点で陽極の設置となる。陽極の固定にはプラスチック製の固定ピンを使用し、たるまないように片側から 500mm ピッチで固定した。チタングリッド陽極設置後、再度鉄筋との絶縁を確認してから、ディストリビュータを設置した。陽極と陽極、陽極とディストリビュータの接続には、スポット溶接機を使用した。

G1 桁における添架物用の吊り金具部については、電食が発生しないように、チタングリッド陽極に絶縁テープを巻いて絶縁処理した。また、外ケーブル補強用の金具については設置位置にあらかじめエポキシ樹脂を塗布し、絶縁処理を確実に施工した。



写真-2 陽極の設置

(5) 陽極の被覆

陽極の設置後、補修材により溝の被覆を行い、同時に劣化部

も補修した。ここで再度、チタングリッド陽極と鉄筋の絶縁を確認してから、回路全体が正常に作動することをチェックした。その後、回路内に電流を流し極量が基準どおり行われているかを確認した。これが仮通電試験である。ここで、正常に動かない回路があれば不適合部分を探査し、再度断面をはつり、陽極を設置し直すことが必要である。

(6) 配管・配線

仮通電試験が終了した後、配管を行った。配管の施工は、埋め込まれたチタングリッド陽極や、照合電極、端子等の配線に傷を付けないように、サドルにて配管を固定した。桁部の配管にはPF管を使用し、径間部の幹線の配管にはVE管を使用した。その後、配線を行いプルボックス部で結線を行った。結線するときは、+、-を間違えないように気をつけながら作業を行い、結線した部分は、コネクターシーリングパックを使用し確実に養生した。

(7) 直流電源装置

配管・配線終了後、屋外自立式 6 回路直流電源装置を 2 基設置した。設置する前に土台となる基礎コンクリートを打設した。直流電源装置の大きさは、H1750×B1150×W850、重量約 650kg と非常に大きなものとなった。

(8) 通電試験

直流電源装置が設置され受電が開始された後、通電試験を行った。この試験では、防食基準を満足する防食電流密度の決定と防食効果の確認を行った。同一回路内すべての分極量が 100mV 以上になる電流密度を求め、通電電流値を決定した。

決定した通電電流値で約 1 週間通電し、復極量試験を行い防食効果を確認した。表-2 より、P6～P7 径間の復極量が防食基準の 100mV を満足していることが判る。

表-2 初期通電量

径 間	回路	通電量 (A)	電流密度 (mA/m ²)	電極	復極量 (mV)
P6～P7	1	0.908	6.7	1R1	306
				1R2	218
				1R3	315
	2	0.937	6.9	2R1	319
				2R2	201
				2R3	207

6. まとめ

本工事では、外ケーブル補強と併用するために定着装置など金属製金具との絶縁を確実にした。また、外ケーブル緊張の悪影響はなく、溝切りの機械施工が可能であることなどが確認できた。しかし、チタングリッド陽極の固定方法、配管材等の耐久性が必要な材料の選定、直流電源装置の軽量化、小型化など、開発の余地は残されている。本橋梁は工事完了後、定期的に点検を行い、維持管理していく予定である。

今後、公共事業が削減され、既存の橋梁を補修・補強しながら供用していく中で、電気防食工法は増加するものと考えられる。この報告が、同様な電気防食工事に何らかの参考になれば幸いである。

Key words : 電気防食工法, チタングリッド陽極, 外ケーブル, 溝切り