

高速道路ランプにおける RC 中空床版への電気防食工の適用

阪神高速道路(株) 建設事業本部建設技術課 正会員 宮田 亮
 (株)大林組 正会員 大供 和男
 (株)大林組 正会員 ○小山 宏人

1. まえがき

高速道路ランプの既設 RC 中空床版(幅約 8m, 延長約 45m 間)は, 調査により塩害が進行していると判断されたため, 塩害対策として電気防食工法を床版下面に実施した. 効果的な電気防食工を施すために実施した対策とその結果について報告する.

表-1 事前調査結果

検査項目	結果
目視点検	ひびわれ, 剥離, 欠落, 浮き, 豆板, 鉄筋露出, 鋼製スぺーサ露出
中性化深さ	中性化深さ: 約10mm~20mm 一部で主鉄筋位置まで中性化が認められた
圧縮強度	設計基準強度 24N/mm^2 より大きい $32.0\sim 43.4\text{N/mm}^2$
塩化物イオン濃度	表層部, 内部ともに塩化物イオン濃度が高い $1.34\sim 3.74\text{kg/m}^3$

2. 電気防食工における技術的課題

2.1 事前調査結果と工法採用の経緯

当該橋梁は供用後 40 年が経過しており, 床版下面には多数のクラックや損傷, 鉄筋を組み立てるための鋼製スぺーサの露出が見られた. 現況調査は, 目視点検, 中性化試験, 圧縮強度試験, 塩化物イオン濃度試験を行っている. その結果を表-1 に表す. 塩化物イオン濃度結果から, 当時はコンクリート中の塩化物総量規定がないために除塩の不十分な海砂が使用された可能性が高いと推定され, コンクリートの剥離や鉄筋腐食状況から, 塩害が進行していると判断された. 現時点での劣化過程は加速期に位置付けられた. 既設構造物を最大限活用するという観点から, 撤去・新設をするのではなく, これら塩害に対する補修として電気防食工法を実施した. なお, 床版下面補強(炭素繊維シート)と併用することから, 線状陽極方式を採用した.

2.2 電気防食工の概要

電気防食工は, 直流電流をコンクリート側から鉄筋に流すことにより, 鉄筋の電位を制御し, 鉄筋腐食反応を抑制する工法である. 線状陽極方式のリボンメッシュ方式は, 貴金属酸化物をコーティングしたリボン状のチタン製線状陽極を, 溝切りしたコンクリートの中に設置し, 直流電源装置を使用してチタン製帯状陽極から鉄筋に対して防食電流を供給する方法である.

2.3 技術的課題

事前調査結果より, 効果的な電気防食工を施すためには, 調査・設計, 施工に関して以下の課題があった.

- (1) 設計図書類からは正確な鉄筋位置, かぶりが明らかでないことから, 効果的な陽極材の設置位置, 間隔, 深さなどの設置方法が決定できない. また, 当初設計では, かぶりの大きさに拘らず, 陽極材設置用溝を一定(幅: 8mm, 深さ: 20mm)とし, 陽極材(幅: 13mm, 厚さ: 0.6mm)はすべて鉛直方向に設置することになっており, かぶりが小さい位置では, 溝切り時の鉄筋損傷や陽極材が鉄筋と接触しショートする危険性がある.
- (2) 床版下面に多数のクラック及び断面欠損があり, 適切なコンクリートの補修を事前に行う必要がある. また, 床版下面に多数露出している鋼製スぺーサ(長さ 300mm, 深さ 30mm程度)を残しておくと, 電気回路の短絡(ショート)の危険性と防食効率の低下を招くため, 鋼製スぺーサは全て除去する必要がある.
- (3) 陽極材設置用溝の充填材として通常のもルタルを用いると, 供用後, 時間経過とともに充填材の剥離が生じ易い.

キーワード 改築工事, ジャンクション化, RC 中空床版橋, 塩害対策, 電気防食工法

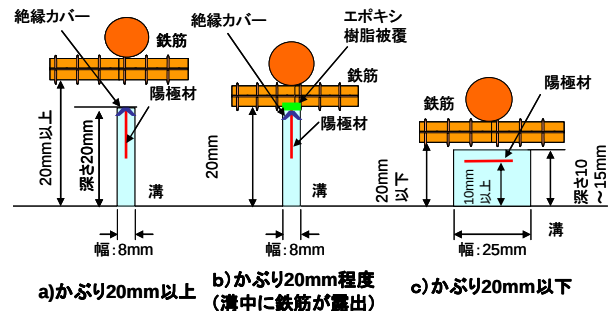
連絡先 〒653-0836 神戸市長田区神楽町 1 丁目 2-3 宇野ビル 4F (株)大林組 阪神高速湊川工事事務所 TEL (078) 646-7348

3. 技術的解決策とその結果

技術的課題に対しての解決策とその結果を以下に記す。

3.1 非破壊検査による鉄筋位置、かぶりの正確な把握及びかぶりの大きさに対応した陽極材の設置

鉄筋と陽極材の短絡（ショート）防止と効率的な電気防食の詳細設計を行うことを目的として、電磁波レーダを用いた非破壊検査により、陽極材設置箇所における鉄筋位置とかぶりを確認した。非破壊試験によって把握した正確なデータに基づき、陽極材の設置方法（位置、間隔、設置方向、鉄筋の樹脂被覆の有無）を決定した。線状陽極方式の電気防食工法における陽極材設置方法は、図－1に示すように、鉄筋のかぶりの大きさに応じて、陽極材の設置方法（陽極材設置用溝の形状、鉄筋の絶縁方法）を場合分けした。



図－1 陽極材設置方法

- a) かぶり 20mm以上：陽極材を鉛直方向に設置（溝幅：8mm，深さ：20mm）
- b) かぶり 20mm程度（溝中で鉄筋が露出した場合）：陽極材を鉛直方向に設置（溝幅：8mm，深さ：20mm），ただし鉄筋表面をエポキシ樹脂で被膜し絶縁
- c) かぶり 20mm未満：陽極材を水平方向に設置（溝幅：25mm，深さ：10～15mm）

防食効果については、完成時および確認測定時においても防食基準値を十分満足しており、良好な防食状態が確認できている。

3.2 断面補修工とウォータージェットによる鋼製スペーサの除去

電気防食工に先立ち、コンクリート補修工を行った。劣化部を除去し、エポキシ樹脂によるひび割れ注入を全域にわたり行った後、断面欠損の規模により断面修復工（左官工法、型枠充填工法）を実施し、床版を補修した後、電気防食工を行った。

小型ウォータージェット工法により、鋼製スペーサ周辺部のみのコンクリートを除去し、合計約 300 箇所の鋼製スペーサを取り除いた。鋼製スペーサ周辺のコンクリートを傷つけることなく、鋼製スペーサを除去し、効率的な防食機能を保持させ、鋼製スペーサ除去作業時の騒音についてもウォータージェットの小型化により大幅に低減できた。写真－1に鋼製スペーサ撤去状況を示す。



写真－1 鋼製スペーサ撤去状況

3.3 陽極材設置用溝の充填材の選定

陽極材設置用溝の充填材として、電気抵抗が $100 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}$ 以下であるポリマーセメントモルタルを使用し、効率的な防食性能を確保できることを確認した。また、充填材の付着強度が 1.5 N/mm^2 以上、硬化収縮率が 0.05% 以下であることから、既設コンクリートとの付着性が確保され、補修後の充填材の剥落を防止でき、再劣化を防止できるものと考えられる。

4. まとめ

これから急速に維持管理の時代に入っていくという社会状況から、今後も既設構造物の長寿命化措置として今回のような電気防食工法の採用は多くなると思われる。引き続き、現場、技術部門、専門業者それぞれが現場条件にあった工夫を凝らし、効率的な防食効果が得られるようにすべきと考えている。

参考文献

- 1) 井上文宏，土井暁，浜田耕史；リニューアル工事における小型ウォータージェットシステムの開発 その1 システム構成とノズル移動ロボット，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.115-116，2010