

塩害と ASR により劣化した栈橋上部工の電気防食による長期の補修効果

東亜建設工業 正会員 ○羽瀧 貴士 宮沢 明良
阪神国際港湾 中越 誠二 加藤 圭
東亜建設工業 石垣 信介 玉岡 眞樹

1. 目的

大阪港は関西圏の物流および経済を支える上で重要な役割を果たしている。しかし、建設後 50 年に至るバースも増えつつあり、RC 製の栈橋上部工においては塩害だけでなく ASR による劣化も顕在化してきたことから、2009 年度から電気防食による予防保全を中心とした補修対策が計画的に進められてきた¹⁾。これまで、ASR 劣化が顕在化した実構造物に対する電気防食の適用事例の報告はない。本文では、大阪港コンテナバースの栈橋上部工において実施されてきた補修工事の概要と、電気防食工法の適用 9 年後の状況について報告するものである。

2. 栈橋上部工および劣化状況の概要

大阪港の C1～C4 コンテナバースは、1960 年代後半から 70 年代にかけて旧 C1～C5 の 5 バースの編成で整備された後、1990 年代に入港船舶の大型化等に対応するための改良工事が行われ、4 バース（延長 350m/バース）に再編された。上部工は主に梁部、床版部で構成され、H. W. L. から梁と床版の下面までの高さは、それぞれ 1.05～1.35m, 1.97m である。

2003 年および 2007 年に上部工全体について詳細調査がなされ、塩害および ASR による劣化が確認された。その際の外観目視状況、塩化物イオン濃度分布、残存膨張試験（デンマーク法）の結果の一例を写真-1、図-1, 2 に示す。

3. 補修対策の概要

本栈橋上部工は塩害と ASR の両方の影響を受けて劣化していることから、目視調査結果に加えて塩化物イオン浸透予測および残存膨張量の結果をもとに塩害と ASR への対策を選定し、それらの組合せのうちでより確実に効果を発揮できる工法を選定することとした。その結果、梁については表面被覆を行っても将来の鉄筋腐食を防止できないため、部材の重要性も考慮して予防保全を前提とした電気防食工法をすべての梁に対して適用することとした。ここで、コンクリートには ASR が生じているが、残存膨張量が 0.4% 未満であったことから鉄筋腐食の防止を優先させて電気防食工法を適用することとした²⁾。一方、床版については塩化物イオン浸透予測



写真-1 ASR によるひび割れ（梁）

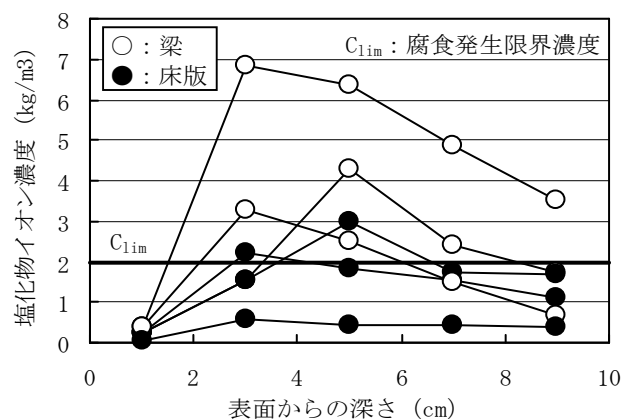


図-1 塩化物イオン濃度分布

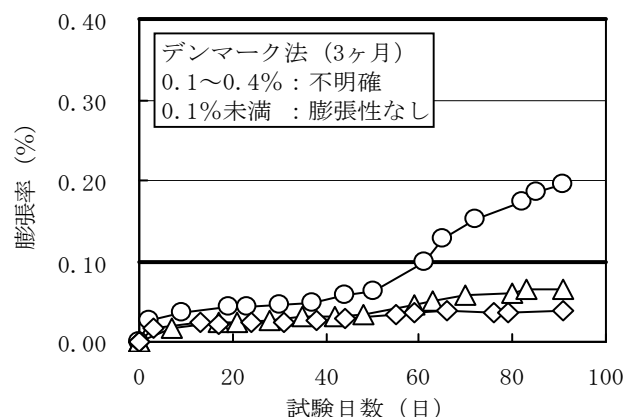


図-2 コンクリートの残存膨張試験結果

キーワード 栈橋上部工, 塩害, ASR, 複合劣化, 電気防食, 維持管理

連絡先 〒163-1031 東京都新宿区西新宿 3-7-1 東亜建設工業（株）土木事業本部 TEL 03-6757-3861

の結果から当面は補修不要と判断して経過観察とした。

梁の電気防食は、補修後の目視観察を容易にするために実績の多い線状陽極（リボンメッシュ陽極）を用いた外部電源方式を採用した。浮き等のある範囲は、鉄筋背面までとはり取り、セメントモルタルを用いて断面修復を行った。電気防食は栈橋のブロック単位で実施し、1ブロックで1回路（防食面積は310～360m²程度）とした。照合電極は1回路に2箇所設置し、通電開始時には、照合電極により100mV以上の復極量が得られていることを確認している。

4. 電気防食の適用状況

電気防食工事は2009年度から開始されたが、2018年末時点で全56ブロックのうち、42ブロックの施工が完了している。2009年度と2010年度に施工され、すでに8～9年が経過しているブロックについて、外観目視の状況、これまでの復極量の測定結果および通電電流密度を写真-2, 3および図-3, 4に示す。

電気防食を適用している梁には特段の変状は見られず、また補修していない床版にも変状はなかった。写真-3は梁のASRひび割れに対して、電気防食実施時にひび割れ注入により補修された箇所の9年後の状況の一例であるが、とくにひび割れが開くようなこともなく、電気防食の通電がASRを促進していることはないと判断できた。

また、復極量はすべて防食基準である100mV以上の値（102～266mV）を示しており、通電電流密度は2.3～5.2mA/m²の値（2年目以降）で回路毎に安定した状態で防食が継続されているものと考えられる。

これらのことから、電気防食による鉄筋の防食効果は確保されるとともに、ASR膨張に及ぼす悪影響（電気防食による膨張促進）も認められないことが確認された。

5. まとめ

塩害とASRにより劣化したRC栈橋上部工に電気防食を適用した結果、9年後まで十分に補修効果を維持しており、本事例においてはASR膨張を促進することもなかった。今後も電気防食を継続しながら、定期的な外観目視と通電管理により、本栈橋を適切に維持管理していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 羽瀧貴士ほか：塩害とASRにより劣化した鉄筋コンクリート製栈橋上部工の調査と補修対策，日本材料学会，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文報告集，Vol. 11，pp. 451-456，2011. 10
- 2) 日本材料学会ほか：ASRに配慮した電気化学的防食工法の適用に関するガイドライン（案），ASRに配慮した電気化学的防食工法の適用に関する講習会テキスト，pp. 12-13，2007. 11



写真-2 電気防食の適用状況（9年後）

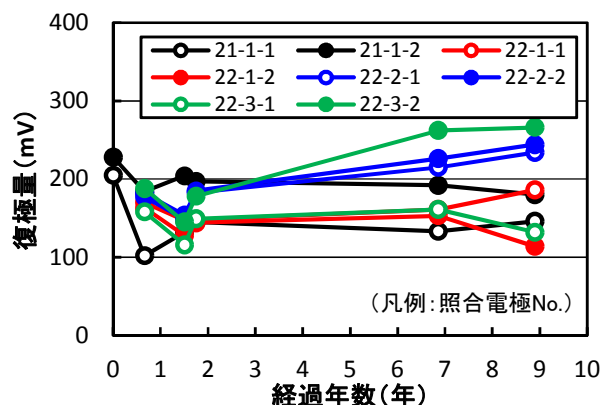


図-3 復極量の経年変化

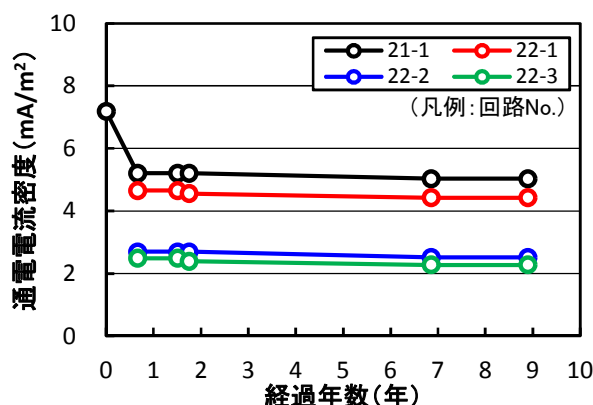


図-4 通電電流密度の制御状況

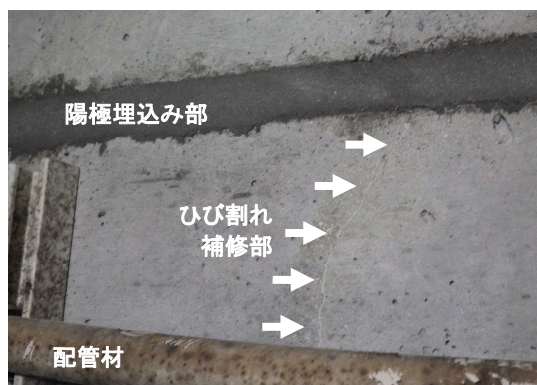


写真-3 ひび割れ補修部の一例（9年後）