

塩害による再劣化を生じた RC 橋脚の補修効果の一考察

東日本旅客鉄道(株) 正会員 ○堀澤 誠

1. はじめに

塩害を受けた RC 構造物は、断面修復工により補修することが一般的であるが、厳しい塩害環境下では再劣化すること多い。今回、塩分吸着剤を用いた断面修復工と表面被覆工を施工した補修後 13 年経過した RC 橋脚について調査を行い、厳しい塩害環境における実構造物において補修効果について考察する。

2. 構造物および変状概要

当該の RC 橋脚は、海岸線に位置する駅の乗換跨線橋で 1969 年に建設（経年 47 年）され、下部工は鉄筋コンクリート造の門型ラーメン橋脚（海側，山側）と T 型橋脚（海側，山側）から構成されている。今回調査を行ったコンクリート橋脚は、過去に塩害による変状が生じており、補修を繰り返している。2003 年に 2 基のラーメン橋脚と海側の T 型橋脚 1 基において、塩分吸着剤配合の断面修復工および表面被覆工（アラミド繊維シート他）の補修工事を実施していた。塩分吸着剤は塩化物イオン(Cl⁻)を取り込み、その代わりに防錆効果のある亜硝酸イオン(NO₂⁻)を放出し、コンクリート内部鉄筋の腐食抑制に寄与する。この補修においてラーメン橋脚では、柱および横梁下面の主鉄筋のかぶりコンクリートに浮きなどの脆弱範囲が大きかったことから、主鉄筋のかぶりコンクリートの脆弱部をはつた後、塩分吸着剤配合のペーストを用いて内部鉄筋を防錆処理した後、断面修復を実施していた(図-1,2)。これまでの定期点検で橋脚桁座および柱側面の一部にひび割れなどの再劣化が確認され、補修から 13 年経過した 2016 年にはつり調査と塩分量測定を中心とする詳細調査を実施した。

3. 調査内容、結果

3.1 はつり調査（内部鉄筋の確認）

コンクリート内部の鉄筋の腐食状況を確認するため、はつり調査を実施した。調査箇所は、ひび割れが顕著で表面被覆工を施された柱①（海側と起点側）と同規模の柱⑥（海側）の 2 橋脚とした。コンクリート内部の鉄筋の状態は、図-3~4 に示す。柱①では実際に主鉄筋が配筋されていた 100mm 程度までは、非常に厳しい腐食環境にあり、一部、帯鉄筋が腐食して消失していた。主鉄筋は表面に腐食はあるものの、大きな断面欠損はなかった(図-3)。また、海側のはつり調査箇所では、通常のコンクリートとポリマーモルタルによる断面修復箇所を確認でき、この柱は脆弱な部分のみ局部的に断面修復を行っていることが確認できた(図-4)。

また柱①の表面被覆工と橋脚天端の鋼製支承との境界部の処理が十分でなく、水分が被覆内部に供給される状況にあったことが考えられる(図-5)。

3.2 コンクリート中の塩化物イオン量の測定

コンクリート内部の塩化物イオン量の深さ方向での分布を把握するため、深さ 200mm までドリルを用いて試料採取し、蛍光 X 線分析装置を使用して塩化物イオン量の測定を行った。なお、ラーメン橋脚の横梁部に



図-1 ラーメン橋脚-柱はつり状況（2003年）



図-2 ラーメン橋脚-横梁はつり状況（2003年）



図-3 柱①はつり調査結果



図-4 柱①はつり調査結果



図-5 柱①被覆工の端部

ついても柱部同様に側面から水平方向に削孔し、試料採取を行っている。測定結果を図-6~9に示す。塩分量は、全体として高い値を示しており、コンクリート表面を被覆していない柱⑥で最大 35kg/m³であった。

4. 橋脚の補修効果の評価

山側ラーメン橋脚の柱⑤は、かぶりコンクリート部分で塩化物イオン量が 1kg/m³未満となっており(図-7)、13年経過した時点でも、断面修復箇所に塩分の供給がほとんどなかった。試料を採取した箇所について目視で被覆工を観察した限り、大きな割れなどはなかった。被覆工により外部からの塩化物イオンと水分の侵入を抑制できた可能性が高く、残存塩分が多いコンクリート母材からの塩分の浸透も抑制できた可能性が示唆された。一方で被覆工を実施しているが、柱①は幅の大きいひび割れが生じ、再劣化しているといえる。要因として、1)被覆工の端部処理が十分でなく、桁座の鋼製支承との境界部より水が供給される状況にあったこと(図-5)、2)はつり調査結果より、この柱は部分的な断面修復を行っていることから(図-4)、全体としては内部の塩分量が高い状態のままであった可能性があることが考えられる。この塩分量が高いコンクリートに水が供給されたことにより、鋼材が腐食し再劣化が進行したと考えられる。

ラーメン橋脚の横梁は、梁側面の上側と下側にひび割れが生じていた。2003年の補修では梁下面の断面修復を行っており、側面は脆弱部を除き断面修復はせずに被覆工を行っていた。今回測定した塩分量は、梁側面から採取したものであり、2003年以前より蓄積された大きな値を示している(図-8)。上側にひび割れが生じているのは、被覆工の端部処理が弱点となり、塩分濃度が高い部分に水が侵入して鉄筋が腐食した可能性がある。

柱①と⑥については、コンクリート表面にひび割れが生じ、帯鉄筋に多くの断面欠損(一部消失)が確認できたが、主鉄筋については大きな断面欠損はなかった。主鉄筋位置では 5~10kg/m³程度塩分量があったが(図-6,9)、断面修復を行った際、鉄筋の防錆処理で塩分吸着剤を配合したペーストなどが有効だった可能性を示唆された。

5. まとめ

今回行った調査の結果より、次の内容が得られた。

- 1) かぶりコンクリートを全て塩分吸着剤配合の材料で断面修復を行った場合、厳しい塩害環境下において、鉄筋以深に残存塩分があっても、10年間程度以上再劣化を防止することが期待できる。
- 2) 断面修復に合わせて表面被覆工を実施することで、水や塩分の侵入を防ぎ、コンクリート内部での移動を制限することで再劣化の抑制を期待できると考えられる。ただし被覆工の端部処理を十分に行わないと、その効果は十分に得られない。

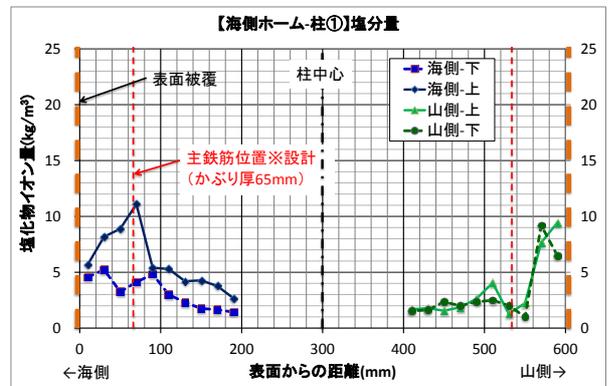


図-6 塩分量測定結果(海側橋脚柱①)

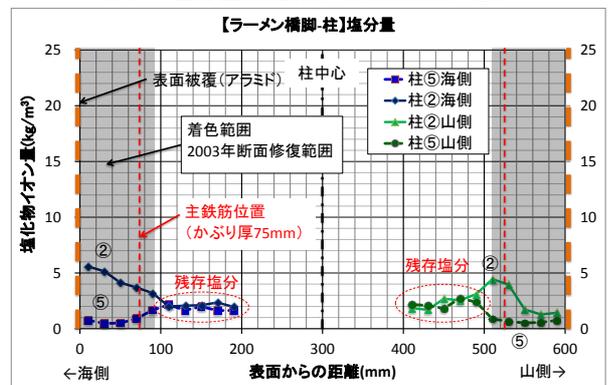


図-7 塩分量測定結果(ラーメン橋脚-柱)

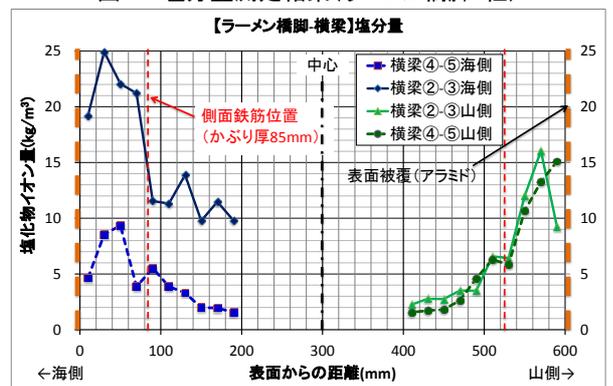


図-8 塩分量測定結果(ラーメン橋脚-横)

