鉄道橋に適用した塩分吸着剤を用いた断面修復工法の追跡調査

東日本旅客鉄道（株）新潟土木技術センター　正会員　○堀澤　誠
東日本旅客鉄道（株）新潟土木技術センター　正会員　阿部　雄太
東日本旅客鉄道（株）新潟土木技術センター　渡邉　慶
東日本旅客鉄道（株）　構造技術センター　正会員　廣田　元嗣

１．はじめに

塩害の抑制を目的とした高性能な補修材料の開発や研究が行われ，当社でもRC鉄道橋において，塩化物イオン吸着剤を用いた断面修復工法（以下，塩害抑制工法）による補修を適用してきた。本報告では，1998年に塩害抑制工法を施工して20年経過した構造物について，追跡調査を実施し現時点での塩害抑制工法の評価について述べる。

２．調査対象橋梁の概要

対象構造物は**図-1，2**に示す通り，日本海沿岸に位置する鉄道橋で，構造形式はRC単純T桁橋（支間長15.88m）である。取得年度は，1969年3月で50年経過している橋梁である。

補修履歴については，記録が残っている範囲で1987年（経年18年）にポリマーセメントモルタルによる断面修復工と表面被覆工を実施しているが，詳細は不明である。その後，1998年（経年29年）に塩害抑制工法を実施し，現在に至っている。今回，社内の定期検査にて主桁側面のひび割れおよび錆汁のような汚れを確認したことから，補修後20年経過することも鑑み，内部鉄筋の腐食状況の確認を目的としたはつり調査を実施した。

図－1　対象構造物（平面図）

図－2　対象構造物（全景）

３．塩害抑制工法の概要

塩害抑制工法は，塩分吸着剤を配合した防錆ペーストと断面修復材となる遮塩モルタルを組み合せた断面修復工法である。塩化物イオン吸着剤は層状構造のカルシウム・アルミニウム複合水酸化物であり，吸着剤に塩化物イオン（Cl^-）が接すると，亜硝酸イオン（No_2^-）を放出し，塩化物イオンを吸着・固定化する。放出された亜硝酸イオンは，鋼材の不動態皮膜を再生し鉄筋腐食を抑制することができる。

今回調査した桁は1998年の補修工事にて，ひび割れや浮きが顕著であった主桁下フランジの全長を補修しており，はつり範囲は最外縁の主鉄筋まで，スターラップは鉄筋裏側まで全てはつり出した。サンドブラストにより，鉄筋の除錆を行い，塩化物イオン吸着剤を配合した防錆ペーストを塗布し，断面修復材をコテで施工後，湿式吹付で行い，最後に表面保護工を施工した。

図－3　主桁の状況

４．調査結果

(1) 外観調査およびはつり調査結果

遠望目視で左桁（海側）に表面被覆工のひび割れを確認したため，高所作業車を用いて近接目視および打音調査を実施した。調査箇所は，ひび割れ幅が最も大きいと想定された支間中央付近とした(**図-2**)。コンクリート表面には，橋軸方向のひび割れが生じており，部分的に錆汁のような汚れも確認された（**図-3**)。そのため，ひび割れ原因特定を目的としたはつり調査を実施する

キーワード　塩害，補修，塩化物イオン吸着剤，断面修復，腐食
連絡先 〒950-0086　新潟県新潟市中央区花園1－1－4　電話：025-248-5262

© Japan Society of Civil Engineers

ため，表面被覆工を除去し，ひび割れ幅の測定を実施した。ひび割れは，最外縁の主鉄筋付近と主桁面取り部分に生じており，最大で 2mm 程度であった（**図-4**）。

かぶりコンクリートをはつり，内部鉄筋の状況を示す（**図-5**）。鉄筋の一部に軽微な腐食が確認できるが，断面欠損や腐食膨張等は生じておらず，鉄筋は健全であった。ひび割れは，断面修復材の範囲で生じており（**図-6**），鉄筋の状況も考慮すると塩害による再劣化ではないと判断できる。

図－4　ひび割れの状態

図－5　はつり箇所の状況

図－6　はつり箇所の状況

(2) 自然電位測定

自然電位の測定は，主桁下面の起点方，中央，終点方を対象とし実施した。**図-7** に過去に測定した自然電位を含めた経年変化を示すが，今回の測定値ではすべて-350mV より貴側の値（平均値）であった。全体としてはやや卑側に移行している傾向にあるがほぼ同程度であり，腐食抑制効果は保たれていると考えられる。

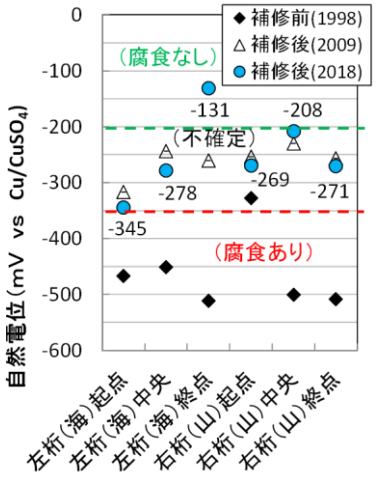
(3) 塩化物イオン量および亜硝酸イオン量の測定

ドリル法によりコンクリート粉の試料を採取し，塩化物イオン量と亜硝酸イオンを測定した。左桁（海側）の測定結果を**図-8** に示す。断面修復後に外部から塩分の浸透があり，塩化物イオンは最大で 11kg/m^3 程度と高い値を示した。亜硝酸イオンは，概ね 1kg/m^3 未満と少なかった。

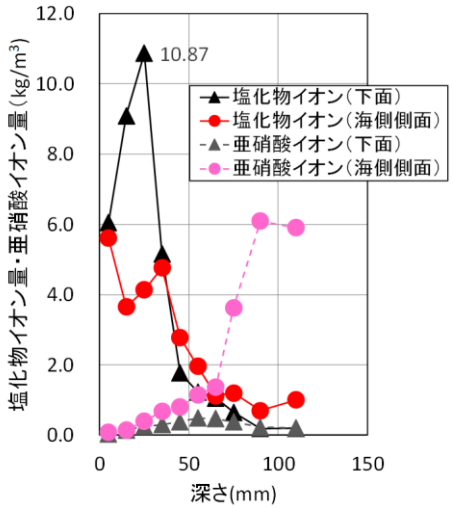
4．まとめ

今回の調査で得られた知見は次のとおりである。

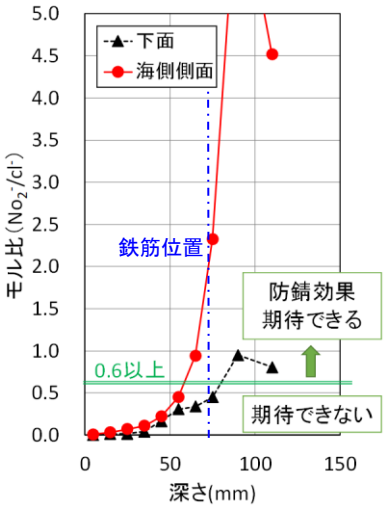
1) 塩化物イオンが 20 年で 11kg/m^3 程度浸透するような厳しい塩害環境での RC 桁において，内部鉄筋の腐食が軽微であったことから防錆効果が保たれており，塩害抑制工法の耐用年数は 20 年以上期待できる。
2) 亜硝酸イオンの防錆効果が期待できる塩化物イオンとのモル比は，0.6 より大きな値と言われている [1]。**図-8** の測定結果からモル比の関係を**図-9** に示す。測定箇所では塩分吸着剤が塩化物イオンを吸着，亜硝酸イオンを放出した後，亜硝酸イオンが 1kg/m^3 未満まで減少したと考えられ，今後この箇所での防錆効果は，あまり期待できないことが推察される。
3) 亜硝酸イオンの値が高い海側側面の位置では，鉄筋位置でモル比が 2 程度あり，防錆効果が保たれている。



図－7　自然電位の推移



図－8　cl^-,No_2^-測定結果（左桁）



図－9　モル比（No_2^- /cl^-,）

参考文献

1) 青山寛伸，平野誠志，浅江大介，鳥居和之：防錆材混入モルタルによる塩害コンクリー ト中の鉄筋の防錆効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.27，No.１，2005

© Japan Society of Civil Engineers