

塩分吸着剤添加防錆材を用いる塩害対策の実構造物への適用事例

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 佐々木 孝彦

東日本旅客鉄道(株) 正会員 松田 芳範

(財)鉄道総合技術研究所 工藤 輝大

1. 目的

Cl^- を化学的に固定し同時に NO_2^- を放出する塩分吸着剤を添加したペーストとモルタルを用いる塩害対策の効果と耐久性を検証するため、暴露9年経過した試験補修箇所の鉄筋腐食状況を調査した。

2. 試験補修した構造物の概要

試験補修箇所は、地表面から高さ500mm程度までの範囲に黒く濡れ色に変色している箇所や横筋のかぶりの浮きが認められる高架橋柱の下部である。変状箇所とその上部の腐食状況を含水率、中性化深さ、 Cl^- イオン濃度、気温を考慮して補正した自然電位と目視により調べた結果、地表面から300mmまでの縦筋と横筋のほとんどは鉄筋腐食度Ⅳ以上で浮き錆があり、リムの一部が欠損していた。また、地表面から300～500mmでは鉄筋腐食度Ⅲ、高さ500mmより上部は鉄筋腐食度Ⅰ（腐食なし）であった。変状箇所から2箇所（150mm（コアA）、350mm（コアB））、健全と考えられる上部から1箇所（920mm（コアC））からコアを採取し、中性化深さと深さ方向の Cl^- イオン分布を調べた。中性化深さは20～30mm、横筋のかぶりは最も小さいところで15mm、縦筋は35mm程度であり、横筋は既に中性化域、縦筋の中性化残りは5mmであった。セメント硬化体中の Cl^- 量（図1）は、コアCでは全体的に少なく、深さ方向にも変化がない。コアA、Bでは表層部が多く、深さ方向に少なくなっている。とくに、コアAの表層では3%を越えていて、発錆限界塩化物イオン量以上と見積もられる。

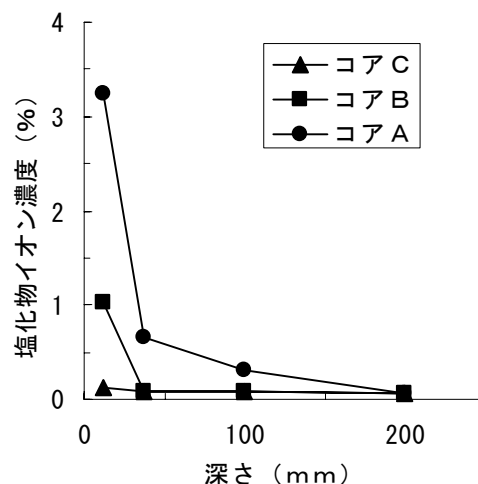


図1 塩化物イオン濃度分布

3. 補修の概要¹⁾

変状箇所を含む地表面から750mmまでの箇所のかぶりを縦筋の全周が露出するまではつり落とし、その後ワイヤーブラシを用いて浮き錆を除去した。次に、鉄筋表面に刷毛を用いてペースト型塩分吸着剤添加補修材を1mm程度塗布し、さらにモルタル型をその周囲に20mm程度施工した。最終的には市販ポリマーセメントモルタルで断面修復した。

4. 追跡調査

かぶりを縦筋の全部が露出するまではつり落としたので、発生限界以上の塩化物イオン量の領域はほぼ除去されたと考えてよいから、補修後の劣化は、防錆材施工部分では①施工後に生じたひび割れをパスとする劣化因子の浸入による腐食、②中性化による不動態の消失、③海水成分を含む地下水の浸入による不動態の破壊、また補修部の周囲ではマクロセル、による腐食が考えられる。

施工後8箇月の調査で既に現在と同様の箇所に同じ幅のひび割れが認められ以降進展は認められないものの、はつり時の切込み面によれば深さはおよそ30mmである。しかし、かぶりの増厚にも起因してひび割れは断面修復材のなかにあり、鉄筋とは10mm程度距離がある。試験補修した箇所で、補修後3, 8, 18, 40, 108箇月における補正自然電位を調べ、補修効果について検討した。補修後8箇月においては、いずれの施工箇所も -250mV 以上の値となり、以降108箇月経過時点まで、自然電位分布に変化は認められず、防錆能の低下は

キーワード：塩害、鉄筋腐食、補修、防錆材、塩分吸着剤

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所事業推進室 TEL 042-573-7293

見られない。補修材の中性化深さは 2～3mm であり，地中からの塩化物イオンの継続的な浸透が想定される状況下であるが，これによる防錆能の低下も認められない。補修箇所の上部の健全部の補正自然電位は，施工後 3 箇月で -250mV 以下となるが，その後再び -250mV 以上の電位へ復帰している。この補正自然電位の一時的な卑側への変化は放出された NO_2 イオンの未補修部への拡散に起因して生ずる不動態化によるものと推測される。さらに，補修部と未補修部の境界付近では，補正自然電位の大きなとびが見られ，マクロセルが生じていることが見て取れる。補修時に撮影した地表面から 500mm 以上 750mm までの健全であった部分の鉄筋の状況を図 3 にしめす。マクロセルによる腐食の影響の検証を目的として補修範囲のさらに上部の地表面から 750mm 以上 1000mm までの範囲の鉄筋の状況を観察した結果，極一部に赤色様の錆が確認されるが全体として両者に大きな違いは認められない。このことから，本試験においては，マクロセルによる影響は小さいものと推察される。これは，電位のとびはあるもののいずれも不動態皮膜は安定に存在しており，このために腐食電流は制限されているものと推察される。

5. まとめ

塩分吸着剤添加防錆材を用いて補修した高架橋柱の下部について補修後 9 年目に鉄筋腐食状況を調査した結果，本試験のように端部の接着が良好であれば，自然電位は貴な状態にあり防錆能は低下していないこと，境界部分では充分な防錆能を有する不動態が形成されていることによりマクロセル腐食は顕著には生じていないことが確認された。

参考文献

- 1) 高田・佐々木・飯島・立松・松田：塩化物イオン吸着剤を活用した塩害対策工法とその効果，コンクリート構造物のリハビリテーションに関するシンポジウム論文集，pp. 87-92，1998

謝辞

数回の追跡調査および補修には，(株)ジェイアール総研エンジニアリングと(株)オバナヤ・セメンテックスに種々ご協力いただいた。記して謝意を表する次第である。

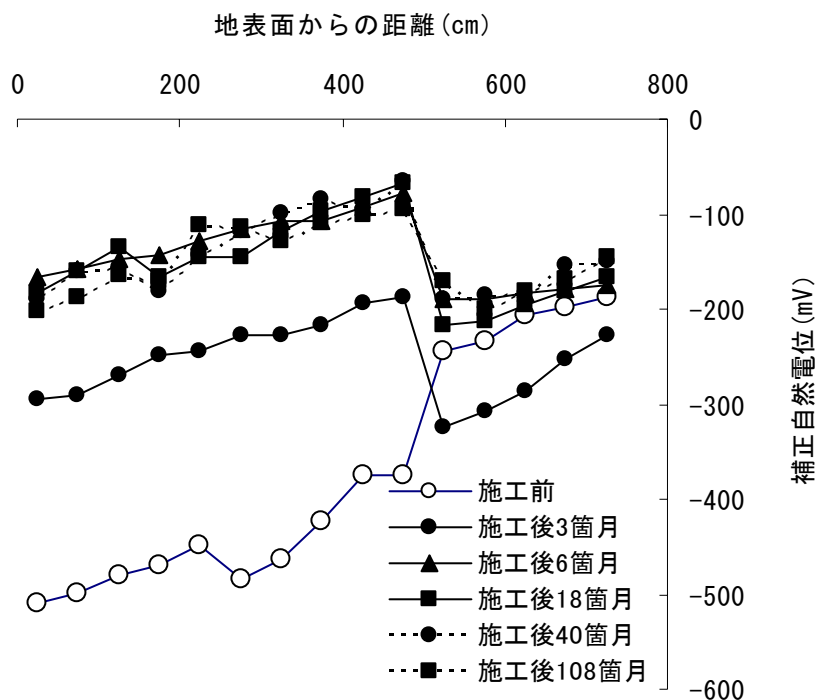


図 2 補正自然電位の経時変化



(a)変状箇所の上部の健全部の鉄筋の状態（補修時撮影）



(b)補修箇所の上部の未補修箇所の鉄筋腐食状況（暴露 9 年後の調査時撮影）

図 3 鉄筋の状態