

塩害により劣化した橋梁桁端部の補修後の追跡調査結果について

飛島建設 正会員 ○川端 康夫
 飛島建設 正会員 填島 修
 電気化学工業 正会員 松久保 博敬
 中日本高速道路 小林 大助

1. はじめに

近年、凍結防止剤を含む路面排水が伸縮継目等より浸入し、コンクリート橋の桁端部にひび割れやかぶりコンクリートのはく離などの変状を発生させる事例が報告されている。これらの変状は、凍結防止剤に含まれる塩分が主原因となるもので、耐久性の観点からも適切な補修が必要である。一方、この対策工法として断面修復工法による補修が行われるケースも多いが、同工法の適用に際しては補修部と未補修部との境界でマクロセル腐食と考えられる再劣化の発生が近年の研究¹⁾で指摘されており、実構造物を用いた検証が必要であった。

本論文では、北陸自動車道の敦賀地区において発生した橋梁端部の塩害劣化に対して、ポリマーセメントモルタル(以下、PCM)と無機系特殊モルタルの2種類の断面修復材料を用いた補修工法を適用し、4年間の追跡調査をもとに、マクロセル腐食による再劣化の発生の有無、性能の差を検証した。

2. 工事概要及び調査内容

表-1 調査内容

調査対象の橋梁は、橋長42.7mの3径間連続中空スラブ橋で、橋台側の床版端部に塩害を主原因とする鉄筋の腐食による浮き・はく離が認められた。そこで、床版端部から2mを補修範囲として、さらに補修範囲を床版横断方向に2分割し、前記の2種類の断面修復材料を湿式吹付け工法により施工した。施工箇所は、直射日光は当たらないが、周辺に障害物もなく、比較的風通しのよい場所である。断面修復材料は、一般的に使用されているSBR系のPCMと、無機系結合材を主成分としたモルタルに硬化促進剤を添加し使用する無機系特殊モルタルである。また、断面修復の施工に先立って、かぶりコンクリートや錆をウォータージェットにて除去し、鉄筋に亜硝酸リチウムを含有する防錆材を塗付している。なお、再劣化状況を評価するために表-1に示す調査を実施した。

調査項目	調査方法
表面の目視観察	ひび割れ、漏水、錆汁などの目視観察
鉄筋の電位調査	照合電極を埋設した箇所についての鉄筋電位測定及びの照合電極を含む2m×2m範囲の自然電位分布の調査
腐食電流調査 ²⁾	補修部、非補修部に埋設した分割鉄筋(プローブ)による経時的なマクロセル電流の計測
鉄筋の腐食状況調査	ハツリ(約20cm×20cm)による腐食状況の目視確認
塩化物量調査	φ50mmのコア採取(ハツリ箇所兼用)による既存コンクリート部および断面修復部の塩化物イオン量の調査 ※全塩化物イオン量の電位差滴定法による測定及び境界面の塩化物イオン分布のEPMA(電子線マイクロアナライザ)による分析

3. 調査結果

主な項目についての調査結果を、写真-1、図-1～図-4に示す。施工後、4年経過した後の目視観察では、PCMの施工範囲全般で0.05～0.1mm程度の微細なひびわれが確認された。無機系特殊モルタルでは、目視で確認できるひび割れはないが、支承周辺で遊離石灰の湧出跡が認められた。図-1、2は、PCMと無機系特殊モルタルにおける補修部、非補修部の4年経過時の自然電位分布を示したものであるが、いずれも-200mV



写真-1 補修箇所の全景(4年経過後)

キーワード 塩害 断面修復 マクロセル腐食 再劣化

連絡先 〒102-8332 東京都千代田区三番町2番地 飛島建設株式会社 TEL03-5214-7087

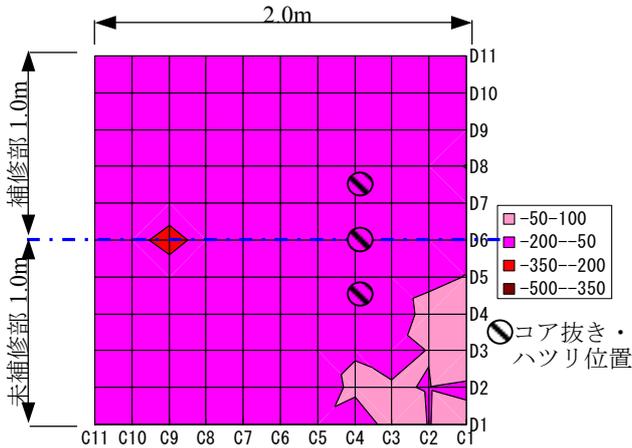


図-1 PCM自然電位分布 (4年経過後)

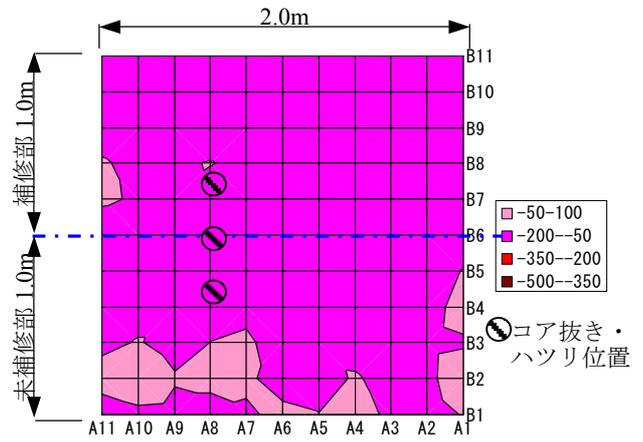


図-2 無機系特殊モルタル自然電位分布 (4年経過後)

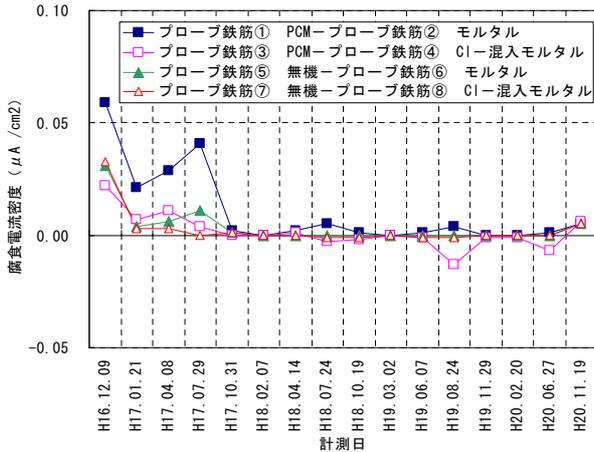


図-3 腐食電流の経年変化

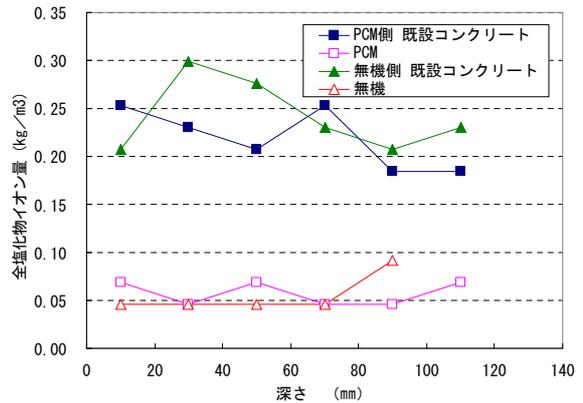


図-4 塩化物イオン量の深さ方向分布図 (4年経過後)

(CSE 換算) 以上の値で, ASTM C-876 に準ずれば, 90%以上の確率で鉄筋腐食の発生はないと判断できる. 但し, 打継ぎ部分に沿った自然電位の測定では, PCMの施工範囲で相対的に卑になっている箇所が確認されている. この他, 図-3 に示す腐食電流量の調査結果では, CEB-FIP による腐食速度の判定基準 $0.2 \mu A/cm^2$ 以下の不働状態と評価され, また境界部のハツリによる目視観察からも明確な腐食の進行は認められなかった. 一方, 図-4 に示す塩化物イオン量の測定結果では, 非補修部で $0.2 \sim 0.3 kg/m^3$, 補修部で $0.05 \sim 0.1 kg/m^3$ の塩化物イオン量が測定されている. 補修材に当初から含まれる塩化物イオン量 ($0.06 kg/m^3$) と変わらないことから, その後の塩化物イオンの供給や遷移はほとんどないものと判断できる.

4. まとめ

追跡調査結果をまとめると, 以下のとおりである.

- ①補修部および非補修部の境界位置での塩化物イオン量は, 4年経過後においても大きな変化はなく, 鉄筋の腐食に影響を与える値には至っていない. また, マクロセル腐食は, 腐食電流の追跡調査, 自然電位の計測結果, ハツリによる目視観察からも, ほとんど発生していないものと判断できる.
- ②今回の結果では, PCMと無機系特殊モルタルにおけるマクセル腐食に関する抵抗性の差を明確にすることはできないが, 表面のひび割れの発生状況や, 境界部分で自然電位が相対的に卑になっているところもあり, 今後の状況変化も予測される. また, 現段階において, ポリマーが添加されない無機系特殊モルタルでもPCMと同等以上の性能を有していることが確認できた.

参考文献

1) 槇島修, 平間昭信, 渡部正, 松林祐二, 魚本健人: 各種断面修復工法の暴露試験による再劣化評価, とびしま技報 No57(2008), pp43-pp47
 2) 高久英彰, 加藤陽一, 槇島修: 補修後の実構造物における電気化学測定による調査について, 土木学会第60回年次学術講演会講演概要集第5部門, pp367-pp368