

唐津高架における表面含浸工法の劣化抑制効果について

九州旅客鉄道株式会社 正会員 ○庄村 和剛
九州旅客鉄道株式会社 久島 大弥

1. はじめに

JR九州の筑肥線・唐津線に位置する唐津高架橋では、高架橋修繕の一般的な工法である断面修復工や表面被覆工に代わる、より経済的・効率的な工法として、平成19年度より表面含浸工の施工を導入している。しかし、実際の環境下での効果の持続性については十分に明らかになっておらず、既設部材への効果が不明確である。そのため修繕効果を把握する上で継続的な効果の検証を実施することが必要である。

そこで本稿では、唐津高架における表面含浸工の施工効果を検証した結果を報告する。

2. 唐津高架橋建設の背景と変状原因

唐津高架橋は、昭和40年～60年頃の高度経済成長期に建設された構造物に該当する。大量施行・急速施工の時代背景から、洗浄不十分な海砂の使用やコンクリートポンプ打設時の大量の加水等により、コンクリートの品質が充分ではないため、鉄筋腐食が促進され高架橋からの剥落事象が発生している。平成18年度に実施した調査では、塩化物イオン濃度は柱、梁、スラブのほぼ全ての箇所での腐食開始の限界とされる 1.2 kg/m^3 以上の数値が確認されている。中性化残りについても、スラブを除き平均値で何れも25mm（塩化物イオン濃度が 0.6 kg/m^3 以上、 1.2 kg/m^3 未満の場合において腐食開始の限界とされる中性化深さ）を下回っている状態であった。このように、唐津高架橋は非常に高い腐食環境に置かれていることから、剥離・ヒビワレ・鉄筋露出・浮き等が多数発生しており、特にかぶり不足となっている張出部に多くの変状がみられる。

3. 表面含浸工法の施工効果確認

唐津高架では、表面含浸工の施工に先立ち虹ノ松原高架橋（筑肥線：虹ノ松原～東唐津間）の柱部において事前に試験施工を実施し、以後不定期ではあるが効果の確認を実施してきた。使用している材料はシラン系の含浸材であり、 1m^2 あたり600ml塗布している。ここでは、その測定結果を元に、表面含浸工の効果について検証する。

3-1. 中性化深さの確認

中性化の確認は試験施工時（平成18年度）、平成26年度、令和元年で実施している。結果を表-1に示す。中性化の確認は、表面含浸工箇所においてコアを採取して実施した。含浸材施工箇所においても、中性化は経年とともに進行していることがわかる。また、測定を行った柱のかぶりは平均22.5mmであり、現在の中性化残りは約5mm程度であると考えられる。

3-2. 塩化物イオン濃度の確認

塩化物イオン濃度の確認は試験施工時（平成18年度）と、平成26年度に測定を行った。柱のかぶりは平均22.5mmであり、表-2はかぶり深さ平均値付近の塩化物イオン濃度をまとめたものである。導入時と比較すると、平成26年度では塩化物イオン濃度が高くなっており、中性化により、より内部に塩化物イオンが移動し、濃縮していると考えられる。

3-3. 腐食速度の確認・効果の検証

鉄筋腐食状況については、鉄筋腐食診断器を用いて行った。鉄筋腐食診断器は、鉄筋の腐食速度から劣化予測判定を行うものであり、コンクリート構造物中の鉄筋に微弱な電流を流したときに生じる電位変化量などの測定から分極抵抗を求め、それにより鉄筋の腐食速度を評価しようとするものである。測定については、柱の北面（線路平行方向）で実施した。（写真-1参照）図-1は、腐食速度の測定結果である。塗布前と比べると、表面含浸工の塗布により吸水防止層や不働態被膜に代わる保護層を形成したことによって腐食速度が低下しており、塗布後すぐに表面含浸工の効果を発揮できていることがわかる。また、塗布より12年後の現在でも数値が大きく変動しておら

表-1 中性化深さ測定結果

調査日時	中性化深さ (mm)	
	H18.9	平均
最大・最小		10~15
H26.9	平均	16.2
	最大・最小	12.0, 8.5
R1.6	平均	17.9
	最大・最小	19.2, 13.9

表-2 塩化物イオン濃度測定結果

調査日時	コンクリート表面からの深さ (mm)
H18.9	2.46 kg/m^3
H26.9	2.56 kg/m^3

ず、腐食速度の判定を見ると 0.2 以下の不動態状態であることから、表面含浸工の効果は十分に維持できていると考えられる。

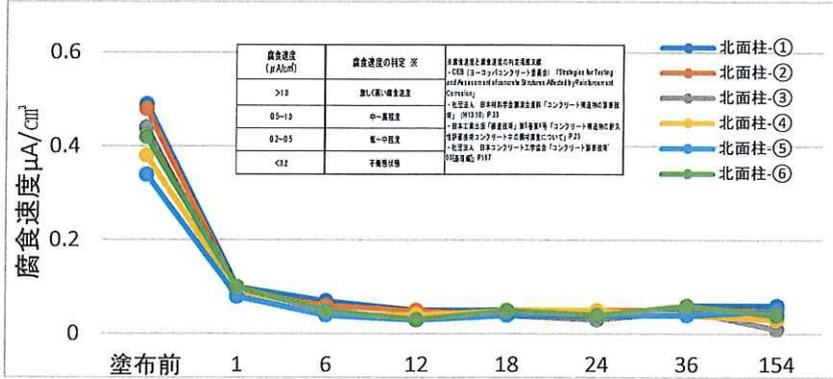
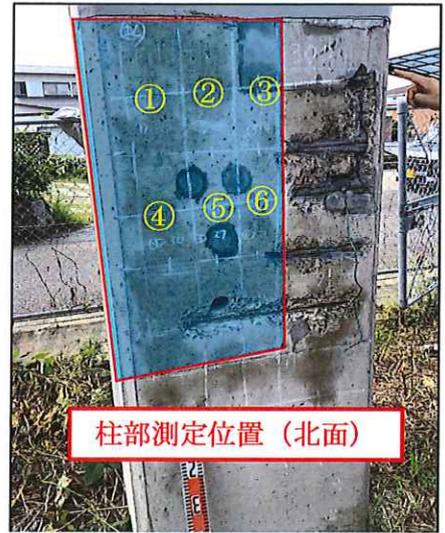


図-1 腐食速度測定結果



柱部測定位置 (北面)

写真-1 腐食速度測定位置

3-4. 吸水防止層の確認

吸水防止層の残存状況についても確認を行った。施工箇所にてコア採取を行い確認を行った。写真-2 は、採取したコアを半分に分割し、割裂面に散水した状況である。中性化深さは、平均 17.9mm であるが、吸水防止層の浸透深さは、16.2mm である。中性化は、吸水防止層より深層に進行しているが、吸水防止層が残っていることにより水分の進入を抑制している。その結果、鉄筋腐食の予防ができていると考えられる。



写真-2 吸水防止層の浸透深さ

4. まとめと考察

表面含浸工法を採用することで、竣工後約 30 年以上経過している唐津高架橋の高い腐食環境下においても、鉄筋の腐食を抑えることに一定の効果が得られることが分かった。表面含浸工の有無とコンクリート構造物の劣化または性能低下との関係は、劣化要因と劣化度、構造物の置かれる環境条件および使用条件により異なるが、定性的には図-3 のような概念図で表すことができる。一般に、表面含浸工を施さない場合には、中性化や塩化物イオンの拡散などによって、コンクリート構造物の劣化が進行するが、表面含浸工を施した場合には、その後の劣化因子の侵入が抑制され、構造物の耐久性能の低下を遅らせることが可能である。表面含浸工を予防保全的に施工することで、ライフサイクルコストが低減し、より経済的に長寿命化を図れることが期待される。

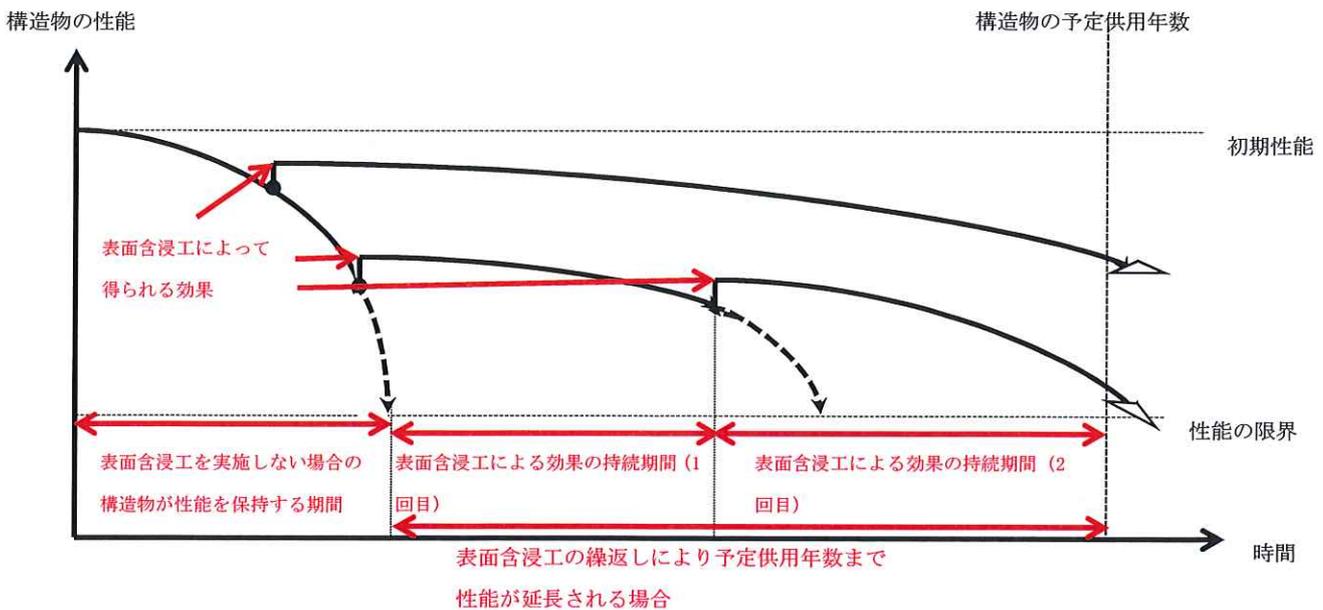


図-3 表面含浸工を適用したコンクリート構造物の性能の概念図