

コンクリート橋断面修復部のマクロセル腐食対策の施工試験とモニタリングについて

(株)富士技建 正会員 ○岸上 弘宣
 金沢工業大学 正会員 宮里 心一
 西日本高速道路(株) 正会員 松田 哲夫
 西日本高速道路(株) 非会員 神野 真一郎

1. はじめに

内在塩分を有する鉄筋コンクリート構造物において表面付近の劣化部コンクリートを除去し断面修復した場合、新旧コンクリート間の塩分濃度の差によりマクロセルが形成され、鉄筋の腐食が促進される。この対策として劣化コンクリート撤去後の既設コンクリート面に、シラン系またはシランシロキサン系絶縁材を塗布し、新旧コンクリート間の電気抵抗を大きくしてマクロセルの形成を抑制する新たな鉄筋腐食防止工法を開発した。本工法の妥当性については、既に室内試験および現場試験施工により鉄筋腐食の抑制効果を確認しているが¹⁾、実橋において本工法を実施した場合の新旧コンクリート接合面の接合強度、および絶縁層の浸透深さとその経時挙動を確認するため、実施工を模した試験体による施工試験を実施した。さらに、試験施工した実橋現場において、施工後1年4ヶ月を経過した時点で、腐食抑制効果の持続性を確認するモニタリングを実施した。ここでは、これらの結果について報告する。

2. 模擬試験体による現場施工試験

試験体は、図-1に示すように、平面形状 4000mm×2000mm、厚さ 100mm の母材となる下地コンクリートの上面をウォータージェットではつり取り、はつり面にシラン系ならびにシランシロキサン系絶縁材を塗布した後、その上に補強鉄筋 D32@125mm と D16@200mm を格子配置し、厚さ 180mm の新設コンクリートを打設した。この試験体より継ぎ足しコンクリート打設後1週目と4週目にコア削孔を行い、図-2に示すような供試体を作製し、接合面の付着強度および絶縁材の浸透深さの経時変化を測定した。測定項目を表-1に示す。ここで建研式付着試験の基準では試験体径はφ100mmであるが、格子鉄筋間でコア削孔が可能となるコア径φ68mmを採用した。材齢1週目および4週目において建研式付着試験を実施するとともに、1週目、4週目、および1年6ヶ月経過後において絶縁材の浸透深さを測定した。材齢1週目および4週目における建研式付着試験の結果を図-3に示す。これによれば、シラン系およびシランシロキサン系絶縁材のいずれも建研式付着試験基準値である1.0N/mm²以上の付着力を有していることが確認できる。材齢1週目および4週目、さらに1年6ヶ月経過後における絶縁材浸透深さ測定値を図-4に示す。また、計測状況の一例を写真-1に示す。

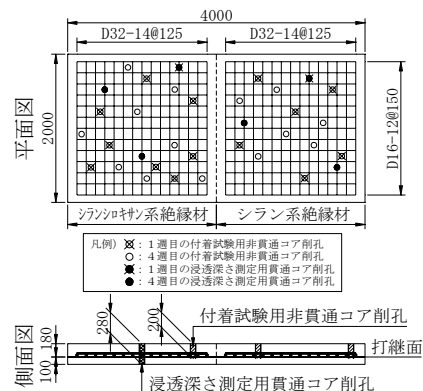


図-1 仮想床版試験体

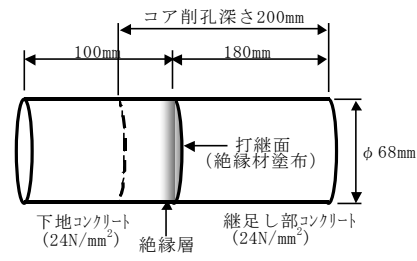


図-2 試験体概要

表-1 試験施工項目

試験施工項目
建研式付着試験 (引張試験)
絶縁材浸透深さ測定

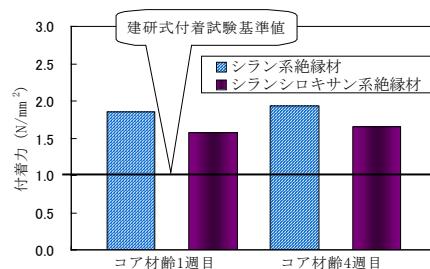


図-3 建研式付着力試験結果

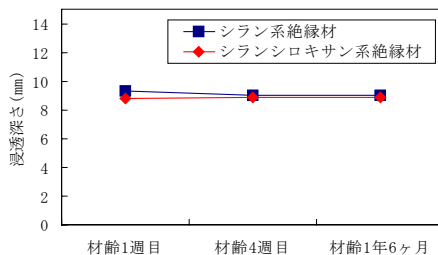


図-4 絶縁材の浸透深さ



写真-1 絶縁材浸透深さ測定状況

キーワード：塩害、内在塩分、断面修復、マクロセル腐食

連絡先：〒532-0002 大阪府大阪市淀川区東三国 4-13-3 株式会社富士技建 技術開発部 TEL 06-6350-6100

これより、絶縁材の浸透深さは1週目から1年6ヶ月経過時点まで経時変化することなく、ほぼ10mm程度の一定層を確保していることが確認できる。また、浸漬試験から、浸透層は絶縁材塗布後1年6ヶ月経過した後も十分な遮水効果を保持することが確認された。これより、シラン系またはシランシロキサン系絶縁材を新旧コンクリート間の打継面に塗布しても打継面の付着強度の低下はなく、浸透層の経時変化も微小で、その絶縁性を保持することが明らかとなった。

3. マクロセル腐食速度のモニタリング

前述の室内試験および模擬試験体による現場施工試験の結果を踏まえ、内在塩分を有する鉄筋コンクリート橋の上面増厚補強部に、シラン系およびシランシロキサン系絶縁材によるマクロセル腐食対策を試験的に施工し、図-5に示すようにミニセンサー²⁾を新旧コンクリート内の鉄筋近傍に埋設した。そして、施工3ヶ月後と1年4ヶ月後に、自然電位、分極抵抗およびコンクリート比抵抗を測定し、マクロセル腐食速度を算出した³⁾。施工3ヶ月後と1年4ヶ月後における新旧コンクリート間の比抵抗を図-6に示す。この図からコンクリート抵抗値が経過年数1年で大きく増加していることが確認できる。一方、新旧コンクリート間のマクロセル腐食電流密度は、図-7に示すように施工3ヶ月後において、室内実験で行った促進暴露試験4週の結果¹⁾に比べ、10分の1程度と極めて小さい電流密度となり、施工後1年4ヶ月を経過しても3ヶ月後とほぼ同じ低い値に停留し腐食の進行を抑制していることが確認できる。最後に、本橋とマクロセル腐食が進行中のコンクリート製栈橋上部工³⁾とのマクロセル腐食速度の比較を図-8に示す。この図から、シラン系絶縁材およびシランシロキサン系絶縁材を塗布した本橋のマクロセル腐食速度の推定値は、ともに他事例に比べ極めて低い値を示しており、本工法の高い防食効果が確認できる。

4. まとめ

以上の結果より、シラン系およびシランシロキサン系絶縁材を断面修復部の母材コンクリート打継面に塗布しても、母材と補修材間打継目における付着力の低下はなく、塗布後1年6ヶ月経過後も絶縁層の変状および遮水性能の低下もほとんど無いことから、打継面が強度上の弱点となることもなく、絶縁性能の十分な持続性が期待できることが分かった。また、実橋試験施工部のモニタリング結果からも、本工法によりマクロセルの形成が抑制され、鉄筋の腐食速度が十分小さい値に抑制されることが確認できた。これより、内在塩分濃度の高い母材コンクリートを有するコンクリート構造物を断面修復する場合のマクロセル腐食対策として本工法が極めて有効な工法であることが確認できたといえる。なお、今後も、本工法を試験的に採用した実橋において、腐食電流および電気抵抗を継続して測定し、本工法の効果の持続性を検証する予定である。

【参考文献】

- 1) 平石陽一, 宮里心一, 他: 内在塩分を有する鉄筋コンクリート橋のマクロセル腐食を考慮した補修, 土木学会第61回年次学術講演会 2006, 9
- 2) 下澤和幸, 田村博, 永山勝: 埋設ミニセンサーによる鉄筋腐食モニタリング, コンクリート工学年次論文報告集, Vol.18, No.1, pp.813-818, 1996
- 3) 宮里心一, 大即信明: 既存鉄筋コンクリート部材中のマクロセル腐食速度の推定, コンクリート工学論文集, Vol.12, No.2, pp.93-103, 2001

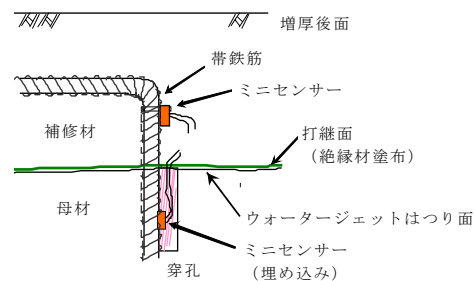


図-5 ミニセンサー埋設状況

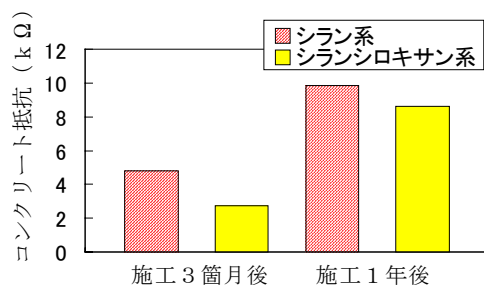


図-6 新旧コンクリート間の液抵抗

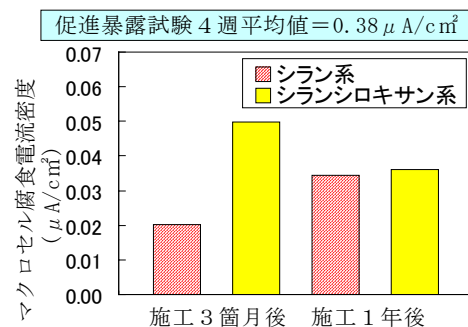


図-7 マクロセル腐食電流密度

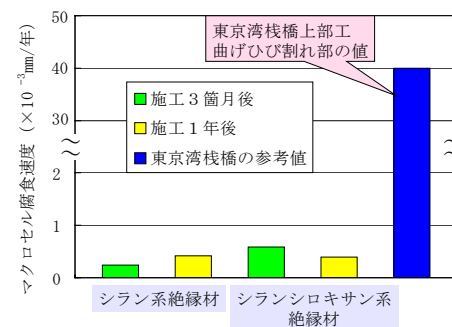


図-8 マクロセル腐食速度の比較