

マクロセル腐食対策工法の種類が UHPFRC と既設コンクリートの付着特性に与える影響

鹿島建設(株) 正会員 渡邊有寿 高木智子 荒川 遙 香島和輝 ○柳井修司

1. はじめに

高速道路橋の大規模更新・修繕事業では、凍結防止剤の散布により塩害劣化した RC 床版の取替え・打替えや、過去の設計基準にて建設された床版（RC または鋼）の上面増厚等が計画されている。筆者らは、高い物質浸透抵抗性と優れた強度特性を有する超高性能繊維補強セメント系複合材料（以下、UHPFRC）を使用することで、床版の耐久性および耐荷性能を向上すべく検討を行っている¹⁾。

劣化した RC 床版の断面修復では、鋼材位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度以下となるように、対策を講じる必要がある。しかし、構造設計上、はつり深さが制限され、床版に塩化物イオンが残存することも想定され、この場合、鉄筋のマクロセル腐食が懸念される。本稿では、鉄筋のマクロセル腐食を防止するための各種工法における UHPC と既設コンクリートの付着特性を確認した。

2. 試験概要

(1) マクロセル腐食対策工法

本検討では、3つのマクロセル腐食対策工法による試験を行った。検討したマクロセル腐食対策工法を表-1に示す。1つ目は、既設コンクリートに「亜硝酸リチウム溶液」を塗布する工法であり²⁾、浸透した亜硝酸イオンが鉄筋に不動態皮膜を生成させるものである。2つ目は、既設コンクリートにシラン・シロキサン系の表面含浸材を塗布することにより緻密な疎水層を形成して電気抵抗を大きくし、腐食電流を抑制する、いわゆる「遮蔽型マクロセル腐食対策」(以下、遮蔽型)という工法²⁾である(図-1)。この工法は、含浸材と専用プライマーがセットになっている。3つ目は、既設コンクリートへの塗布により表面が緻密化し、外部からの水や炭酸ガスの侵入を抑制することで鉄筋腐食を抑制する「ケイ酸リチウム・シラン複合型吸水防止材」(以下、ケイ酸塩複合系)の塗布である。

マクロセル腐食対策工法の種類	塗布材料
①亜硝酸リチウム溶液	亜硝酸リチウム、40%水溶液
②シラン・シロキサン系表面含浸材 (遮蔽型マクロセル腐食対策)	シラン・シロキサン系表面含浸材 専用プライマー：シリコン系塗料材
③ケイ酸塩複合系吸水防止材	ケイ酸リチウム・シラン複合型 表面含浸吸水防止材 市販プライマー：1液湿気硬化型 硬質エポキシ樹脂系

既設部
(Cl⁻多)



補修部

(2) 付着強度試験

本試験では、これら 3 つの対策工法を既設コンクリートに塗布した場合の UHPFRC との付着特性を建研式付着強度試験にて確認した。試験体は、図-2 に示すように、幅 300mm×奥行 300mm×厚さ 50mm でコンクリート (27 15 20H) を打ち込み、翌日ハイウォッシャーにてコンクリート表面のセメントペーストを約 5mm 削り取り、粗骨材を露出させて打継面を処理した。コンクリートが十分に硬化した後、UHPFRC を厚さ 50mm で打ち込む前にマクロセル腐食対策材料を塗布した。UHPFRC の養生は、ポリエチレンシートによる封緘養生 (20℃) を 28 日間とした。

(3) マクロセル腐食対策工法の塗布方法

マクロセル腐食対策工法の手順を表-2に示す。コンクリ

表-1 マクロセル腐食対策工法の種類

マクロセル腐食 対策工法の種類	塗布材料
①亜硝酸リチウム溶液	亜硝酸リチウム，40%水溶液
②シリル・シロキサン系表面含浸材 (遮蔽型マクロセル腐食対策)	シリル・シロキサン系表面含浸材 専用プライマー：シリコン系塗料材
③ケイ酸塩複合系吸水防止材	ケイ酸リチウム・シリル複合型 表面含浸吸水防止材 市販プライマー：1液湿気硬化型 硬質エポキシ樹脂系

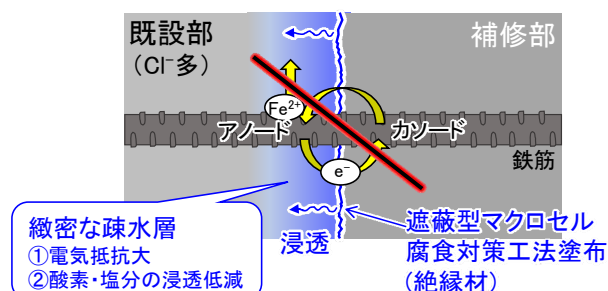


図-1 遮蔽型マクロセル腐食対策工法のメカニズム

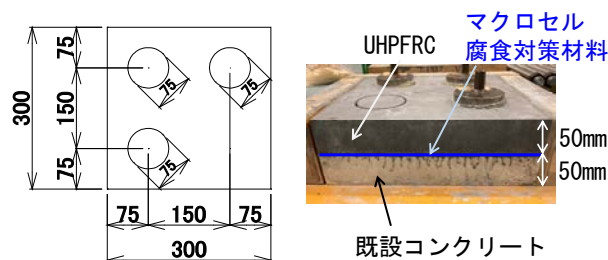


図-2 建研式付着強度試験体

キーワード 大規模更新・修繕, UHPFRC, マクロセル腐食対策工法, 付着性

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

表-2 マクロセル腐食対策工法の塗布手順

	既設コンクリート 表面水分率 (%)	塗布手順			
		主材 塗布量 (kg/m ²)	主材塗布後の 養生時間 (時間)	プライマー 塗布量 (kg/m ²)	プライマー塗布後の 養生時間 (時間)
①亜硝酸リチウム	3.4	0.3	18	—	—
②遮蔽型	1.0	0.2	22	0.1	17
③-1ケイ酸塩複合系	0.2	0.1	17	—	—
③-2ケイ酸塩複合系 +市販プライマー	2.3	0.1	17	0.4	なし

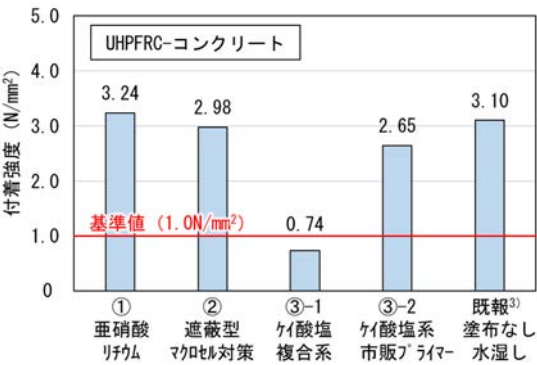
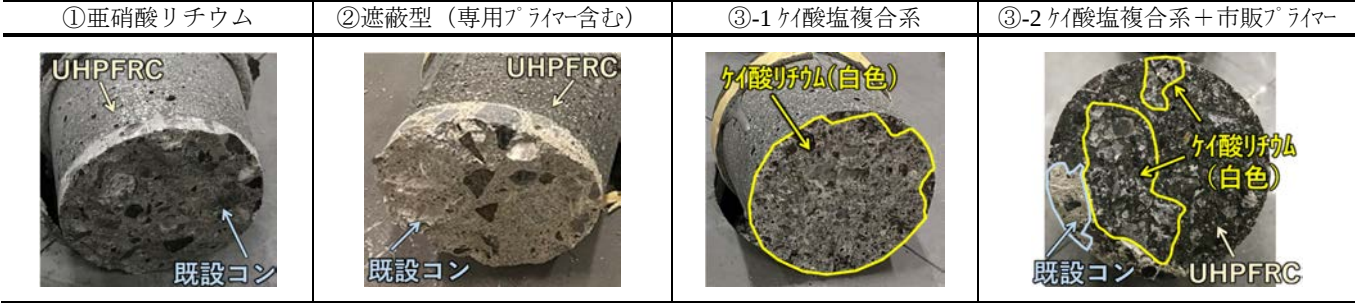


図-3 建研式付着強度試験の結果

写真-1 建研式付着試験後の界面



ートの表面水分率が各マクロセル腐食対策工法の規定値以下に乾燥していることを確認した上で、塗布を行った。

3. 試験結果

付着試験に先立ち実施した強度試験では、既設コンクリートの圧縮強度は 45.8N/mm²、割裂引張強度は 3.76N/mm²であった。UHPFRC の圧縮強度は 159.4N/mm²であった。

建研式付着試験の結果を図-3 に示す。結果には、リファレンスとして筆者らの同種検討結果（界面は水湿しのみ）³⁾ も併記する。図に示すとおり、付着強度は、①亜硝酸リチウムで 3.24N/mm²、②遮蔽型で 2.98N/mm²であり、構造物施工管理要領⁴⁾の基準値である 1.0N/mm²を満足した。③-1 ケイ酸塩複合系のみを塗布した場合は、付着強度が 0.74N/mm²と基準値を下回った。付着強度が基準値を満足しなかった理由は、材料に含まれるシランの撥水性が UHPFRC との付着を阻害したためであると考えられる。一方、市販品のプライマーを追加塗布した③-2 については付着強度が 2.65N/mm²と基準値を上回った。②の専用プライマーも同様の役割を果たしているものと思われる。

付着試験後の破壊状況を写真-1 に示す。写真に示すように、①亜硝酸リチウムおよび②遮蔽型は、既設コンクリートの母材破壊であった。一方、③-1 ケイ酸塩複合系のみは全面に白色のケイ酸リチウムが認められ、界面破壊と評価された。市販プライマーを塗布した③-2 では、白色の面積が減少していた。

4. まとめ

本検討では、鉄筋のマクロセル腐食対策として各種工法を用いた場合のコンクリートと UHPFRC の付着特性を確認する目的で、建研式付着試験を実施した。既存の対策工法である亜硝酸リチウムの塗布および遮蔽型マクロセル腐食対策工法では、良好に付着することを確認した。一方、対策材料が撥水性を有する場合は十分な付着強度が得られない可能性があるため、断面修復に用いる場合はプライマーを併用するなどして事前に付着性能を確認する必要がある。

参考文献

1) 渡邊有寿, 柳井修司, 牧田通, 北川寛和: UHPFRC による道路床版打替え・補強工法に向けた実大施工実験, プレストレストコンクリート工学会第 28 回シンポジウム論文集, pp.619-622, 2019

2) 梨本竜太郎, 濱博和, 神野真一郎, 宮里心一, 樺山好幸, 古川晶大: 施工後 9 年目を迎える遮蔽型マクロセル腐食対策の効果検証, 土木学会第 70 回年次学術講演会, pp.169-170, 2015

3) 渡邊有寿, 高木智子, 柳井修司, 一宮利通, 牧田通, 北川寛和, 鎌田修, 横田慎也, 佐藤文洋: 道路橋床版の打替え・補強工法における UFC 界面の付着特性に関する検討, 土木学会第 73 回年次学術講演会, pp.277-278, 2018

4) 東日本高速道路株式会社・中日本高速道路株式会社・西日本高速道路株式会社: 構造物施工管理要領, 2020.7