

UHPFRC を用いた床版上面補修による鉄筋腐食に関する基礎研究

J-ティフコム施工協会 正会員 三田村 浩 植田 健介
 (一社) 日本建設機械施工協会施工技術総合研究所 正会員 渡邊 晋也 内田 美生
 北海道大学 正会員 松本 高志

1. はじめに

近年、橋梁のコンクリート床版では鉄筋の腐食による損傷が生じ、補修等の対策がなされている。特に凍結防止剤などを散布する地域の橋梁では損傷が多く確認されている。これらの損傷に対する補修には劣化部を除去し、補修材を用いて上面補修を行うことが一般的である。しかし、補修時に塩化物イオンを完全に除去できず残存し再劣化することも考えられる。そこで本稿では、床版の断面補修材として UHPFRC 用いた場合の鉄筋腐食に与える影響について報告するものである。

2. 試験の概要

鉄筋の腐食程度を確認するため、補修材料はポリマーセメントモルタル（以下、PCM）と UHPFRC の 2 種類で実施した。なお、UHPFRC は実橋における施工実績のある超緻密高強度繊維補強コンクリート¹⁾（J-ティフコム）を使用した。試験体は既設側コンクリート版に塩化物イオン量として 5.0 kg/m³ を添加したコンクリートを用い、打継界面の洗い出しを行ったのち上面に各々の補修材により 35mm の厚さで補修を行っている。試験体には、3 箇所 SD10 の鉄筋を断面修復内部（かぶり 15mm）と断面修復界面（かぶり 30mm）および既設側コンクリート内部（かぶり 50mm）に配置している。試験体の寸法は縦 400mm×横 200mm×深さ 150mm として、断面修復を施した面以外の 5 面はエポキシ樹脂塗装を行って遮塩処理を行っている。試験体概要を図-1 に示す。腐食促進は乾湿繰返しにより行い、湿潤状態は 5%NaCl 水溶液に浸漬させ、腐食促進中は 40±10℃を保持した。既往の研究²⁾ を参考にして、浸漬時間 24 時間、乾燥時間 60 時間を 1 サイクルとして計 170 サイクル（595 日間）を実施した。測定は、腐食促進サイクル 170 サイクル終了時点における鉄筋の腐食状況および各種断面修復材の物性を試験体から φ50mm のコア試験体を採取して計測を実施した。

3. 試験結果

外観調査より、PCM のかぶり 15 mm において、乾湿繰返し 98 サイクルで腐食ひび割れが発生し、114 サイクルで図-2 に示す錆汁が確認された。UHPFRC には、ひび割れ等は確認できなかったが、図-3 に示すように表層の鋼繊維が腐食していた。外観調査と同じタイミングで実施した自然電位測定結果を図-4 に示す。断面修復内にあるかぶり 15mm の鉄筋において PCM では卑となり ATSM C 876 の腐食判定で 90%以上の確率で腐食ありとなったのに対し、UHPFRC では卑とならず 170 サイクル時点においても 90%以上の確率で腐食なしの結果となった。

表-1 断面修復に用いた標準配合

1) PCM					
PCM	単位量 (kg/m ³)				
	プレミックス材料	水			
	1750	245			
2) UHPFRC					
UHPFRC	混和液粉体比 (%)	単位量 (kg/m ³)			
		プレミックス材料	専用混和液	鋼製メゾ繊維	鋼製マイクロ繊維
	17	1800	300	196	196

メゾ繊維: φ0.1~0.3mm, 長さ10~25mm
 マイクロ繊維: φ0.03~0.5mm, 長さ0.5~15mm

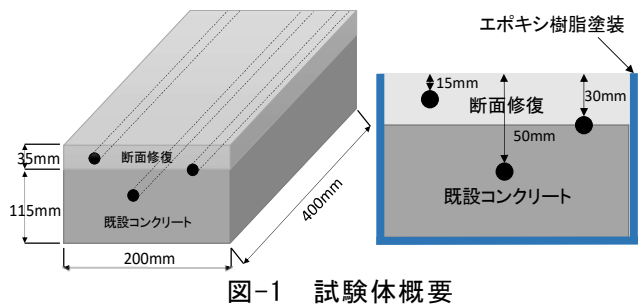


図-1 試験体概要



図-2 PCM の錆汁状況



図-3 UHPFRC の腐食状況

キーワード RC 床版補修, 超緻密高強度繊維補強コンクリート, 鉄筋腐食, EPMA

連絡先 〒001-0025 札幌市北区北 25 条西 4 丁目 1-26-201 株式会社サンプリッジ TEL011-768-7359

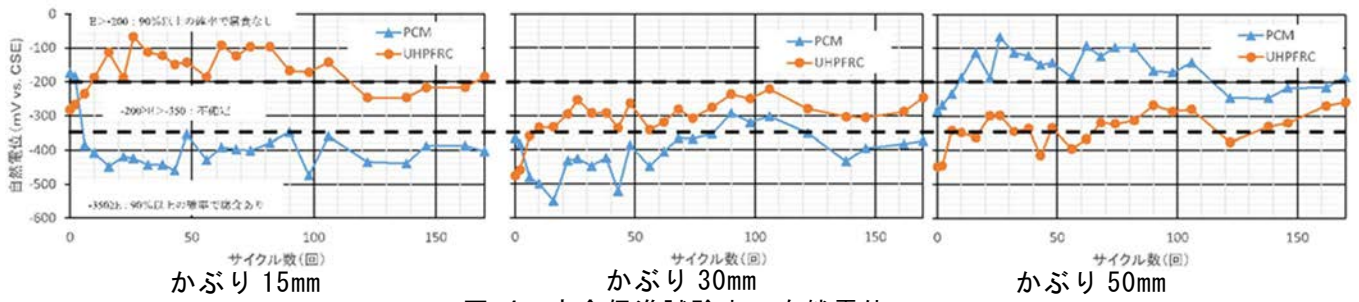


図-4 腐食促進試験中の自然電位

断面修復材への塩化物イオン浸透について EPMA を用いて測定した結果を図-5 に示す。試料は、試験体中央付近の任意の箇所からφ50 mm のコア試験体を採取した。PCM は、表面からの塩化物イオン浸透が確認され、内部まで塩化物イオンが高くなっている。一方 UHPFRC では、ごく表層(約3mm)までは塩化物イオンの拡散が確認されたが、内部までは塩化物イオンが浸透していなかった。EPMA より塩化物イオン濃度を算出した結果を図-6 に示す。図には普通コンクリート(同一負荷条件)の塩化物イオン測定結果も参考として付記している。図より、UHPFRC はほとんど塩化物イオンが浸透していないことが分かる。一方 PCM は、浸透はあるものの、普通コンクリートと比較して、内部への拡散は小さいといえる。

鉄筋の腐食面積を図-7 に示す。かぶり 15mm の PCM では外部からの塩化物イオン浸透の影響と考えられる暴露側が大きく、逆にかぶり 30mm および 50mm については、裏面側が大きくなる結果となった。これは、既設側にある残存塩化物イオンの影響と考えられる。一方、UHPFRC の場合、かぶり 15mm では、腐食面積は 1%以下となり、ほとんど腐食していない結果となった。かぶり 30mm, 50mm では裏面の腐食進行が大きい。また、かぶり 50mm の暴露面側では PCM より腐食が大きく進行していた。これは UHPFRC の超緻密な構造により既設側の塩化物イオンの移動が補修界面で抑止され集積されたためと類推される。

4. 考察

以上より、UHPFRC による断面修復の場合、UHPFRC 内の鉄筋の腐食が抑制されることでひび割れの発生が抑えられ、腐食の進行も抑止できる可能性がある。また、既設コンクリートに塩化物イオン等の腐食因子を残置することは、避けるべきであるが、この場合でも、UHPFRC を用いることで、外部からの腐食因子を抑制することが可能となる。

参考文献

- 1) 植田健介, 三田村浩, 真鍋英規, 馬場弘毅: 松島橋床版補修工事における超緻密高強度繊維補強コンクリートの適用事例報告, 土木学会第 10 回道路橋床版シンポジウム論文報告集, pp.243-248, 2010
- 2) 中川祐之, 田中大博, 横田優, 松島学: 塩水を用いた乾湿繰返し促進腐食実験によるひび割れモードとひび割れ発生時の腐食量, 土木学会論文集 E, Vol.64, No.1, pp.110-121, 2008.2

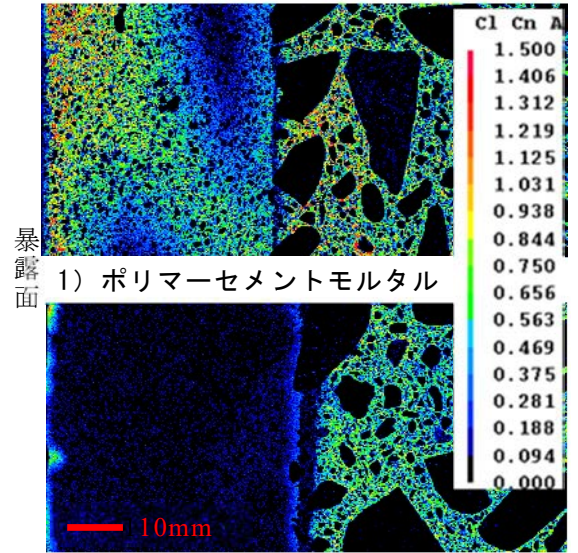


図-5 面分析結果 (EPMA)

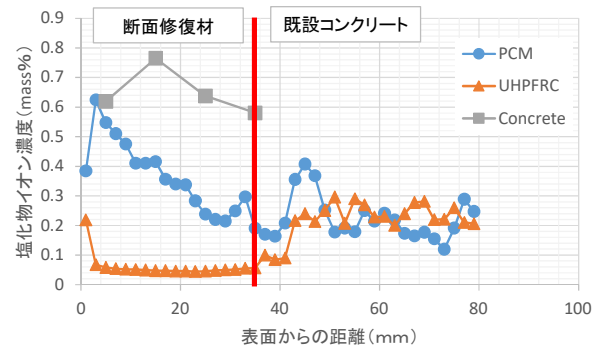


図-6 塩化物イオン濃度

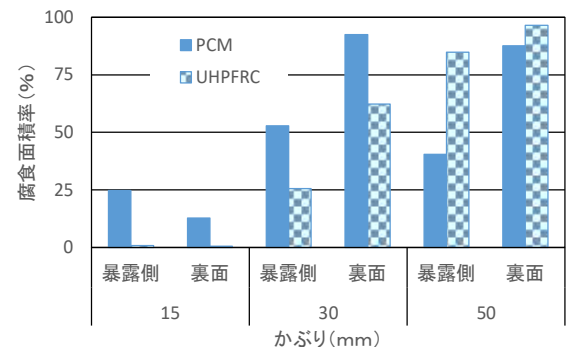


図-7 腐食面積率の試験結果