橋梁床版上面に敷設するUHPFRCの施工目地およびひび割れに用いるプライマーの遮塩性

鹿島建設(株)　正会員　○渡邊有寿　向　俊成
中日本高速道路(株)　正会員　牧田　通　加藤健太

1．はじめに

高速道路のリニューアルプロジェクトでは，凍結防止剤の散布による塩害や疲労によって劣化したRC床版の取替え・打替えや，過去の設計基準にて建設され耐力を満足しない床版（RCまたは鋼）の上面増厚等が計画されている．これに対し筆者らは，超高性能繊維補強セメント系複合材料（以下，UHPFRC）による新たな補修・補強工法を開発している[1)]．本工法では，水分や塩分から床版内部の鋼材を保護するために物質浸透抵抗性の高いUHPFRCを床版上面に敷設し，床版防水工など複数の対策を併用するマルチレイヤープロテクションを提案している．

床版上面に現場打ちするUHPFRCには，施工目地を設けることになるが，目地の目開きに加え，応力や拘束度が大きい局所的な箇所には微細ひび割れが発生することも想定される．そのため，床版防水を施す前に目地やひび割れの上面からプライマーを塗布することが長期的な耐久性確保の観点で必要であると考え，既存の床版防水工用のプライマーの浸透性能および閉塞性能を評価するための基礎的検討を行ってきた[2)]．本報では，プライマーの遮塩性を評価・確認した結果について報告する．

2．試験概要

(1) プライマーおよび供試体

評価の対象とした5種のプライマーを**表－1**に示す．P1はシート系防水用（アルカリ系），P2は塗膜系防水用（エポキシ系），P3，P4およびP5は複合防水用（順にアクリル，エポキシおよびビニルエステル系）のプライマーである．なお，P2については既往の検討[2)]で浸透面（接合面）の付着性が低かったことから遮塩性評価の対象外とした．

本検討では，施工実験[3)]にて既設床版に敷設されたUHPFRCにおいて，0.2mm以上の目開きが見られた施工目地や，0.1～0.15mmのひび割れが発生した部位を選定して4種のプライマーを塗布した．その後φ100mmのコア試料を目地やひび割れを跨ぐ部位から採取した（**写真－1**）．目地は凹凸状シートを用いて付着を確保しているが，接合面に接着剤は塗布していない．

ここで，プライマーの塗布やコア採取は，UHPFRCの打込みから約7か月後に実施したが，実施工では速やかに床版防水工や舗装工が行われるため，このように長期間乾燥に曝される状況にはならない．

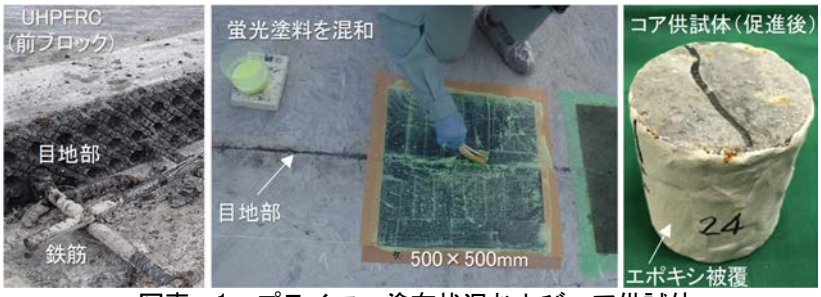
表－1　プライマーの評価ケース一覧

No.	用途	主成分	浸透性[2)]	遮塩性
P1	NEXCO GII 規格適合シート系防水層用	アクリル系	○	○
P2	NEXCO GII 規格適合塗膜系防水層用	エポキシ系	○	－
P3	首都高速規格適合複合防水工法用	アクリル系	○	○
P4	阪神高速規格適合複合防水工法用	エポキシ系	○	○
P5	床版防水性能を有する橋面舗装を用いた複合防水工法用	ﾋﾞﾆﾙｴｽﾃﾙ系	○	○

P2は浸透性試験にてUHPFRCとの付着性が低かったため本検討では対象外
塗布量はそれぞれの施工要領に準じたものとする
促進条件：(60℃海水3.5日＋送風乾燥3.5日）／サイクル　×15サイクル

(2) 促進試験および分析

採取したコアは，プライマー塗布面以外をエポキシ被覆したのち温海水乾湿繰返しによる促進試験に供した．促進後は，塩化物イオンの浸透状況をEPMA分析により確認した．なお，プライマーには蛍光塗料を混和しており，分析に先立って切断面に紫外線を照射し，ひび割れ先端位置すなわちプライマーの浸透深さを確認した．

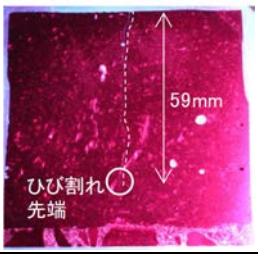
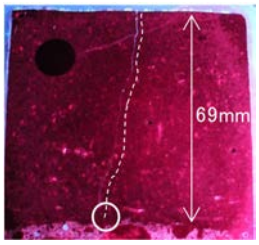
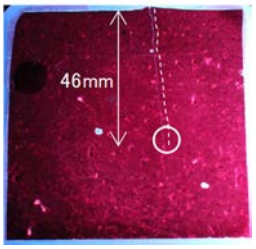
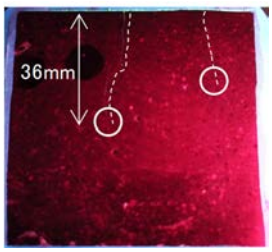
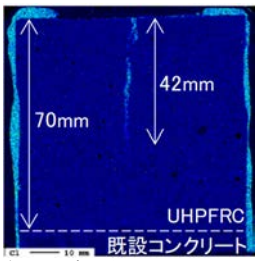
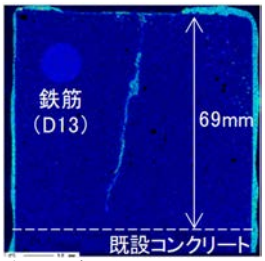
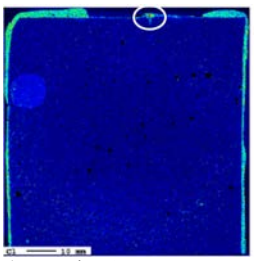
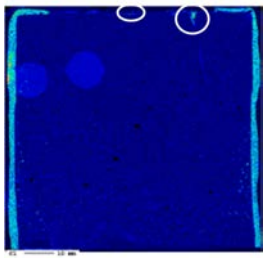
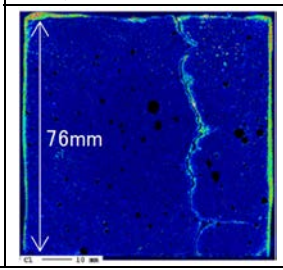
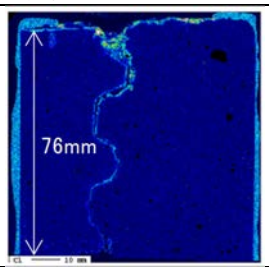
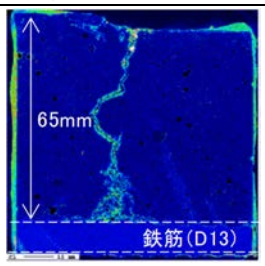
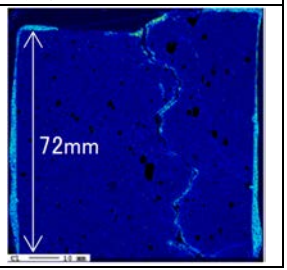


写真－1　プライマー塗布状況およびコア供試体

キーワード：UHPFRC，道路橋床版，打替え・補強，床版防水プライマー，施工目地，ひび割れ，遮塩性
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　042-489-6745

© Japan Society of Civil Engineers

表－2　促進試験後の塩分浸透状況（紫外線照射および EPMA 分析）

		P1	P3	P4	P5
ひび割れ部	紫外線照射				
	EPMA 分析 (Cl^-)	 塩分浸透深さ：42mm	 塩分浸透深さ：67mm	 塩分浸透深さ：3mm	 塩分浸透深さ：5mm
目地部					

目地部はいずれも貫通 ／ プライマーへの塩素の使用・混入はない（供試体を被覆したエポキシ樹脂からは，製造時に混入した塩素が検出されている）

３．試験結果

促進試験後のプライマー浸透深さおよび EMPA 分析結果を**表－2** に示す．紫外線照射による確認では，いずれのプライマーもひび割れ先端まで浸透していることが確認された．EPMA 分析では，ひび割れ部分にプライマー P1 および P3 を塗布した場合，塩化物イオンはひび割れの先端まで到達する結果であった．一方，P4 および P5 を塗布した場合，塩化物イオンは表面から 5mm 以下の範囲にとどまり，塩化物イオンの浸透が抑えられた．

施工目地に対しては，いずれのプライマーも塩化物イオンの浸透を抑制できず，鉄筋に達するものもあった．本検討では既に目開きが生じた部位を選定したが，コア採取時の外力もしくは促進試験による温度変化の繰返しによってさらに開いた可能性もある．実施工では本検討のように UHPFRC が長期間乾燥に曝される状況は考えにくいが，既往の検討[4]のように劣化因子の浸透経路が長い形状とする，打継ぎ時にエポキシ接着剤を塗布するなどの工夫を施し，その上で床版防水を施すことがリスク回避として重要であることが改めて明らかとなった．

４．おわりに

橋梁の床版上面に敷設された UHPFRC の施工目地や微細ひび割れに対して，既存の床版防水工用プライマーの遮塩性を評価した．0.15mm 未満のひび割れに対しては塩化物イオンの浸透抑制に効果的なプライマーがあるものの，目開きが生じやすい施工目地を確実に閉塞・防水させるには，プライマーの浸透のみでは不十分な可能性がある．そのため，形状の工夫や打継ぎ部への接着剤塗布などによる目開き防止策に加えて適切な床版防水システムとの併用が長期的な耐久性確保の観点で望ましい．

参考文献

1) 柳井ら：超高強度繊維補強コンクリートの道路床版打替え工法への適用に関する研究，第 26 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp. 469-474，2017.10
2) 牧田ら：UHPFRC が敷設された橋梁床版の施工目地の閉塞に適したプライマーの検討，令和 2 年度土木学会全国大会大 75 回年次学術講演会，V-123，2020
3) 渡邊ら：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，第 28 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp. 619-622，2019.11
4) 渡邊ら：UHPFRC による橋梁床版の補修・補強工法における目地構造に関する検討，令和 2 年度土木学会全国大会大 75 回年次学術講演会，V-122，2020

© Japan Society of Civil Engineers