

UFC 床版における補修材料の有効性に関する検討

一般財団法人阪神高速先進技術研究所
阪神高速道路株式会社
鹿島建設株式会社

正会員 ○齋藤 佑太, 正会員 宇野津 哲哉
正会員 松井 章能, 正会員 小坂 崇
正会員 一宮 利通, 正会員 渡邊 有寿

1. はじめに

阪神高速道路では、溶接部での疲労き裂が顕在化している鋼床版の代替および、ひび割れ等の損傷が生じているRC既設床版の取替え工事への適用を目的に、超高強度繊維補強コンクリート（Ultra high strength Fiber reinforced Concrete, 略称UFC）を用いた道路橋床版（以下、UFC床版という）を開発し、本線上および入路の3箇所を実構造物の施工が完了している(写真-1)。

UFC床版は、活荷重作用の使用状況ではひび割れの発生を許容しない設計であり、設計上想定しない外力等によりひび割れ等の損傷が発生した場合には損傷状況に応じた補修等が必要となるが、UFCの補修・補強方法については確立されていないのが現状である。

本検討では、ひび割れが発生したUFC床版に対し、ひび割れからの塩化物イオンの浸透抑制を目的としたひび割れ注入工法、性能照査により床版の取替えが必要となった場合の暫定措置を目的とした炭素繊維シート補強工法の有効性について、試験により確認した。

2. 試験概要

試験に用いる UFC 供試体は、「サクセム」の技術評価報告書¹⁾を参考に、所定のコンシステンシーおよび強度が得られる配合で製作した(表-1)。製作した UFC のフレッシュ性状および圧縮強度を表-2 に示す。UFC 供試体は、100×100×400mm の曲げ試験用鋼製型枠に片流しにより打ち込み、20℃の環境に 20 時間静置後に脱型し、85℃で 24 時間の蒸気養生を行った。

供試体のひび割れは、3 等分点載荷による曲げ試験(JSCE-G-552)(写真-2)により、除荷後の残留ひび割れが0.3mm および 0.5mm 程度となるように導入した²⁾。

(1) ひび割れ注入工法の有効性確認試験

ひび割れ注入工法を実施した際の注入材の浸透状況、補修後の曲げ強度および曲げ剛性への影響について、曲げ強度試験(3等分点載荷)により確認した。

ひび割れ注入材料は、1 種適合注入材料の中から温度変化やたわみ等に追従可能なエポキシ系樹脂注入材料を選定し、自動式低圧注入工法(写真-3)によりひび割れ注入を実施した。



写真-1 信濃橋入路(ワッフル型UFC床版)

表-1 UFCの配合

W/B (%)	空気量 (%)	単位量 (kg/m ³)					鋼繊維 (kg) 1.75vol%
		水	結合材	細骨材	高性能減水剤	消泡剤	
15	2	195	1287	905	25.7	6.4	137.4

表-2 UFCのフレッシュ性状および圧縮強度

練上り温度	モルタルフロー	空気量	圧縮強度 (蒸気養生後)
23.8℃	285×285mm	3.5%	191N/mm ²



写真-2 3等分点載荷によるひび割れ導入状況



写真-3 自動式低圧注入工法による注入状況

キーワード：UFC 床版，超高強度繊維補強コンクリート，補修・補強
連絡先：〒541-0054 大阪市中央区南本町4丁目5番7号東亜ビル内 TEL 06-6244-6028

(2) 炭素繊維シート補強工法の有効性確認試験

ひび割れが発生した UFC 床版に対し、下面を炭素繊維シートで補強した際の UFC との一体性や、耐荷力、曲げ剛性への影響について、建研式引張接着試験器による付着強度試験(写真-4)および曲げ強度試験により確認した。付着強度試験は、施工性確認のため下地処理およびプライマー塗布の有無を変更した3ケースで実施した。炭素繊維シートは、高弾性炭素繊維シート(1 方向(供試体長手方向)、目付量 450g/m²)を選定した。

3. 試験結果

(1) ひび割れ注入工法の有効性確認試験結果

ひび割れ注入後の供試体を切断し、紫外線を照射しながら断面を観察したところ、ひび割れのほぼ全体に注入樹脂材料の浸透が確認できた(写真-5)。

曲げ強度試験の結果を図-2 に示す。曲げ強度の平均値は、ひび割れのない供試体が 30.9N/mm²、ひび割れ注入供試体が 30.1N/mm² と同程度であった。注入部のひび割れが荷重ピーク時には既に開いていたことから、曲げ強度が同程度となったのは、ひび割れを跨ぐ鋼繊維の架橋効果によるものと推測する。ただし、注入前にあったひび割れが別方向に進行したことや、微細なひび割れの目開きがなかったことから、選定した注入材にも一定の結合効果があったと推測される。

(2) 炭素繊維シート補強工法の有効性確認試験結果

引張接着試験の結果を表-3 に示す。すべての供試体で炭素繊維シートは UFC から剥離せず、NEXCO 構造物施工管理要領記載の付着強度 (1.5N/mm²)以上の良好な付着性能が確認できたことから、UFC 床版と炭素繊維シートの付着は、下地処理やプライマー塗布を省略した場合においても確保できるものと推測される。

曲げ強度試験の結果を図-3 に示す。炭素繊維シートの接着により、曲げ強度の増大および剛性(弾性範囲の傾き)の回復傾向が確認できた。

4. おわりに

本検討により、UFC 床版にひび割れが発生した場合の対応として、ひび割れ注入工法および炭素繊維シート補強工法の有効性を確認できた。

今後、想定を超える作用等により UFC 床版に損傷等が発生した際に、適切な点検、診断、補修・補強が実施できるよう維持管理シナリオおよび補修材料や施工方法について検討していくことが重要と考える。

参考文献

1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート「サクセム」の技術評価報告書，技術推進ライブラリー No.3，2006
2) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)，コンクリートライブラリー113，2005



写真-4 付着強度試験

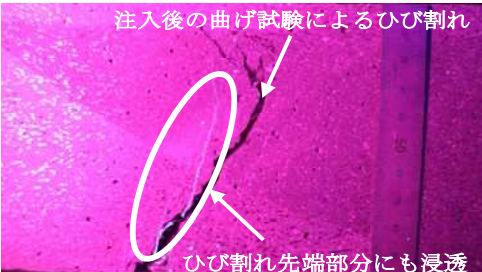


写真-5 注入材浸透状況

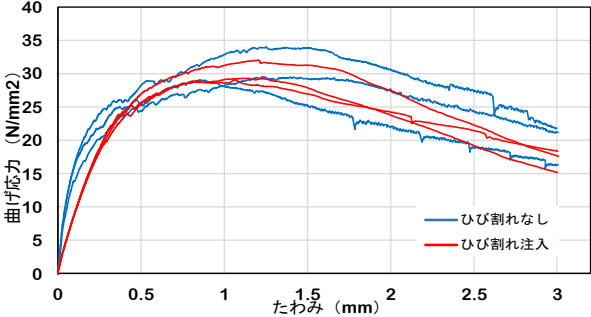


図-2 曲げ強度試験結果(ひび割れ注入)

表-3 付着強度試験結果(炭素繊維シート補強)

下地処理	プライマー塗布	付着応力(N/mm ²)	破壊部分
○	○	4.81	接着剤
○	—	5.16	接着剤(一部上塗り)
—	—	4.00	接着剤

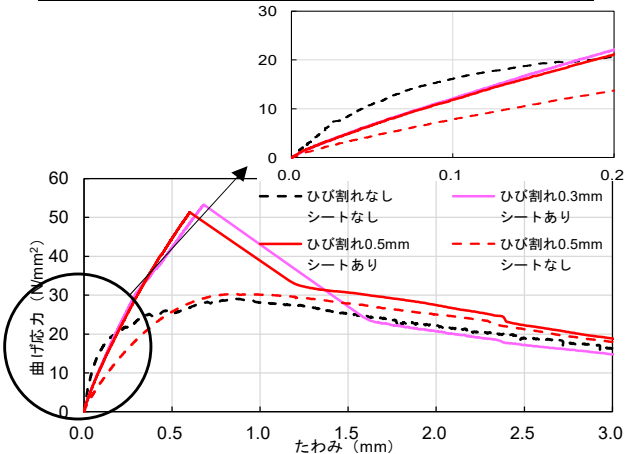


図-3 曲げ強度試験結果(炭素繊維シート補強)