

現道においてUFC床版を初めて活用した 橋梁補修について

芝野 康平¹

¹近畿地方整備局 琵琶湖河川事務所 管理課 (〒520-2279 滋賀県大津市黒津4丁目5番1号)

姫路河川国道事務所では「新技術導入促進計画」の内「繊維補強コンクリート床版技術」の導入促進に取り組んでいる。その一環として2024年度に超高強度繊維補強コンクリート床版（以下、UFC床版という）を近畿地方整備局管内の現道で初めて活用し、橋梁補修を行った。本研究では施工するにあたり生じた課題やそれらの解決策を共有することで、今後の新技術導入をより促進させる一助とするものである。

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート、UFC床版、橋梁補修

1. はじめに

姫路河川国道事務所では、「新技術導入促進計画」において「繊維補強コンクリート床版技術」がテーマとして採択されてから、導入に向けて積極的に取り組んできた。過年度より橋梁補修に際してUFC床版を用いることが検討されて、2024年（令和6年）10月に現場着工し、翌年3月にすべての工事が終了した。直轄国道（現道）においてUFC床版を用いた橋梁補修は近畿地方整備局初の事例であり、本工事を通じて多くの知見を得ることが出来た。本研究でUFC床版を用いた際の効果について広く周知するとともに工事の際に生じた課題と解決策を共有し、今後のUFC床版を用いた工事をする際の一助となることを願っている。

2. 工事概要・現場条件について

工事概要は以下の通りである。補修対象橋梁の諸元を表-1に示す。

工 事 名：国道29号新中島橋補修工事

工 事 場 所：兵庫県宍粟市波賀町小野地先（図-1、図-2）

橋 梁 名：新中島橋

受 注 者：鹿島建設株式会社

工 期：2024年2月28日～2025年3月31日

表-1 橋梁諸元

橋長（支間長）	15.400m (14.800m)
幅員（有効幅員）	8.700m (7.500m)
平面線形（斜角）	$R = \infty (\theta = 64^\circ)$
横断勾配	2.00% $\searrow$ $\swarrow$ 2.00%
構造形式	鋼4主合成鈹桁橋
竣工	1962年

設計活荷重	TL-20/B活荷重
交通量	4,898台/日うち大型車586台/日 (R3交通センサス)



図-1 位置図



図-2 詳細図

(1) 2車線道路での施工

新中島橋は片側一車線の橋梁で資材を運搬する大型車が多く通行する。新中島橋の橋梁部で通行止めを行うと運輸や地域住民の交通に大きな支障が出るため、通行止め期間を最小限として、残る殆どの工程を片側交互通行規制で施工する必要があった。

(2) 寒冷地域での施工

国道29号は兵庫県姫路市と鳥取県鳥取市を結ぶ南北方向に伸びる一般国道であり、宍粟市波賀町の北部20kmは積雪寒冷特別地域に指定されている。工事場所の小野地区は上記地域に含まれてはいないが、冬期には少なからず降雪・積雪の影響を受ける。また本工事は河川上の工事であり非出水期間での施工となり、冬期での施工が避けられなかったため、降雪・積雪による影響考慮とその対策は必然であった。

(3) 迂回路の設定

また図-2のように新中島橋の起点側（姫路側）に県道546号線が国道29号と交差し、そこから市道小野線を通るルートを、当初通行止め時の迂回路として活用が検討されていた。しかし、道が狭く交通安全上の問題や、走行する一般車による騒音問題もあるため迂回路としての利用は困難であった。

上記を考慮し本工事での迂回路は図-3のように設定した。しかし設定した迂回路は高低差が約470mある山道であり、幅員も狭くかつ積雪が多いルートであった。通行止め期間中は維持業者が除雪・パトロールを行い、一般車が安全に通行できるよう努める段取りをしていたが冬期の山道を通行することを不安視する近隣住民からの問い合わせも少なくなかった。それゆえ通行止めの期間を短縮するための工夫はやはり必要であった。



図-3 通行止めの際の迂回路

3. 超高強度繊維補強コンクリート

超高強度繊維補強コンクリート（UFC）は特殊な鋼繊維（図-4）で補強したセメント系複合材料であり、圧縮強度は一般的なコンクリートの4～5倍、引張強度は3～4倍に達する。橋軸方向と橋軸直角方向の2方向にプレストレスを与えるプレキャストPC床版とすることで、耐疲労性が向上すると同時に薄肉化・軽量化が可能となる²⁾。また通常のコンクリートよりも非常に緻密な硬化体となるため、凍結防止剤による塩害等の環境作用に対する耐久性も向上する。（図-5）



図-4 鋼繊維

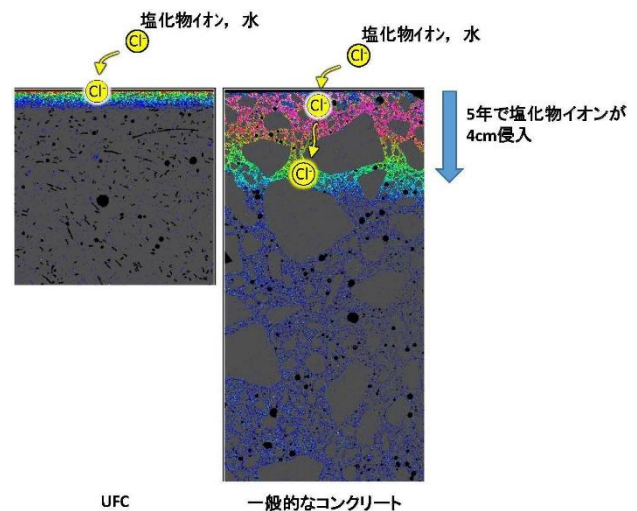


図-5 塩化物浸透試験

4. UFC床版を用いた施工とその効果

(1) 幅員方向分割取替えによる通行規制の軽減

通行止め期間を短縮するため、UFC床版を幅員方向に上り線・下り線の2分割、道路進行方向には7分割した。（図-6）また橋軸直角方向接合部（縦目地）の目地幅を200mmとすることで3.25mの車線幅を確保し、常時1車線道路規制での大型車の通行を可能とした³⁾。この結果、運輸阻害による社会的損失を大幅に軽減した。

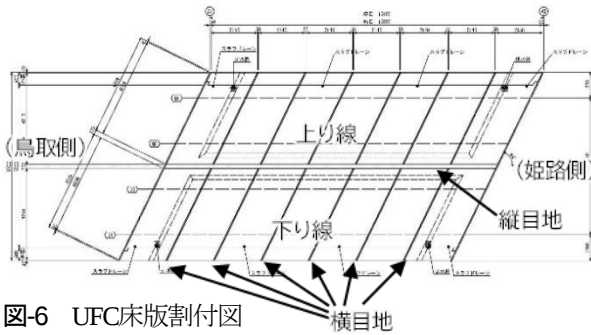


図-6 UFC床版割付図

1) 床版架設の工夫

床版厚を140mmとし、プレキャストパネル重量を約30kN/枚に抑えた結果、15トントラック1台にプレキャストパネル4枚の積載が可能となり、搬入車両を当初8台を4台に抑えた。さらに、70トンラフタークレーンのアウトリガーを1車線幅内で中間張り出しするかたちで、片側交互通行を維持した状態での床版架設が可能となった。

ずれ止めに最大径の頭付スタッド(φ25)を採用し、ジベル孔1箇所当り3本の頭付スタッドを配置することで、プレキャストパネル1枚当りジベル孔を最少12箇所、最多でも16箇所に抑えた結果、プレキャストパネルの設置位置の調整が容易となり、円滑な床版架設が可能となった。

2) 斜角に対する工夫

UFC床版の橋軸方向接合部(横目地)における縦締めPC鋼材用シースの接続方法をリングスポンジから中子シースに変更した。この結果、斜角64度を有する横目地での確実なシース接続が可能となり、接続部からシース内への横目地間詰め材浸入リスクを大幅に低減した。

3) 横目地の充填

UFC床版の橋軸方向にプレストレスを与える縦締めPC鋼材を26本×SWPR19L 21.8mmから18本×SWPR19L 28.6mmに変更した。この結果、緊張回数ならびにPCグラウト条数が減少し作業時間の短縮が可能となった。また、端部版における定着部切欠きと伸縮装置取付用アンカーの干渉回避が可能となった。

横目地には超高強度繊維補強セメント系複合材(UHPFRC)を充填した。同材料は粘性が高く、狭い目地への充填には時間が掛かるため、上縁での横目地幅を50mmとして充填時間の短縮に努めた。一方、下縁での横目地幅を30mmとして、底型枠組立て・解体の簡素化に努めた⁴⁾。



図-7 φ25頭付きスタッド

(2) 縦目地の充填による通行止めの短縮

縦目地には、横目地と同じく現場練りしたUHPFRCを充填した。前述した通り、日平均気温が5℃を下回る寒冷地での充填となるため、以下の対策を講じた。

a) UHPFRC温度の管理

現場練りを行う際に温水を使用し、練り上がり温度が5～20℃を維持するように管理した。

b) 給熱養生

ジェットヒーターを床版上・吊り足場上に合計8台設置し、シート・テントで封鎖された空間に熱風を送り養生温度を高めた。

これらの対策を行ったことで、当初計画時には3日必要とされていた通行止め期間は1.5日に短縮し、最小限とすることが出来た。

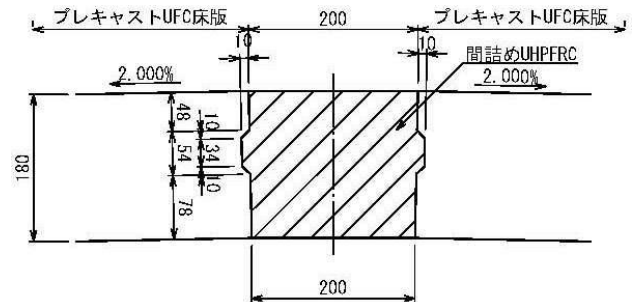


図-8 縦目地の断面



図-9 テントとジェットヒーター

粉体量が多く一般に練り混ぜ時間が長くなるUHPFRCの製造に、高性能特殊ミキサ（ジクロス）を使用して練り混ぜ時間を短縮した。

プレストレスが導入される他の部位に比べて、雨水等の浸入リスクが高い縦目地には、シート防水（ $t=1.5\text{mm}$ ）を施した。

5. おわりに

本工事で直轄国道において初めてUFC床版を用いた橋梁補修を行うことが出来た。

本文では通行止め期間の短縮や寒冷地域での施工といった課題に対する解決策を記述しており、結果として生産性をこう錠させることに成功した。近年インフラの

老朽化が問題視されている中、仮橋が架けられない等現場条件のために補修が進まない地域も少なくない。そういった現場への一つのアプローチ方法としてはもちろん、新技術活用へ興味を持ち、それらを用いるきっかけとなれば幸いである。

本論文は著者の前任地である近畿地方整備局姫路河川国道事務所における工事内容を題材としている。

謝辞：本工事及び本論文を執筆するにあたりご協力いただいた皆様に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 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），2004年9月
- 2) 小坂崇，金治英貞，一宮利通，藤代勝：床版取替えに対応したUFC床版の疲労耐久性に関する検討，プレストレストコンクリート第26回シンポジウム論文集，pp. 569～574，2017年10月
- 3) 齋藤公生，藤代勝，一宮利通，山名宗之，鈴木英之，越野まやか：UHPFRCを間詰としたUFC床版の接合構造に関する検討，土木学会全国大会第76回年次学術講演会，2021年9月
- 4) 一宮利通，永井勇輔，笹脇壮太，森岡寛太，長谷川智昭：施工性に配慮したUFC床版の橋軸方向接合部の構造に関する検討，土木学会全国大会第79回年次学術講演会，2024年9月