

報告

UFC 床版の薄層補修に関する実験的検討

渡邊有寿\*, 一宮利通\*\*, 田口翔大\*\*\*, 横田慎也\*\*\*\*, 小坂 崇\*\*\*\*\*, 松井章能\*\*\*\*\*

- \*博(工), 鹿島建設(株), 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1)
- \*\*修(工), 鹿島建設(株), 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1)
- \*\*\* 鹿島道路(株), 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1)
- \*\*\*\*博(工), 鹿島道路(株), 技術研究所 (〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1)
- \*\*\*\*\*博(工), 阪神高速道路(株), 技術部 (〒530-0005 大阪市北区中之島 3-2-4)
- \*\*\*\*\*修(工), 神戸市, 都市局都市計画課 (〒651-0083 神戸市中央区浜辺通 2-1-30)

軽量かつ耐久性の高い超高強度繊維補強コンクリート製の道路橋床版 (UFC 床版) が開発され, 都市高速に適用されている。UFC 床版はメンテナンス頻度の大幅削減が期待できる一方で, UFC 床版上の舗装打替え時には UFC の表面が舗装と併せて切削されてしまうと床版表面に鋼繊維が露出し, 防水材の一体性に影響を及ぼすことが懸念される。本報告では, UFC 床版の薄層補修に適した材料について, 表面処理方法と併せて検討した内容について報告する。

キーワード: 超高強度繊維補強コンクリート, UFC 床版, 維持管理, 薄層補修

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート (UFC) を用いた薄くて軽量かつ耐久性の高い道路橋床版 (以下, UFC 床版) が開発され<sup>1)</sup>, 都市高速への実適用が進んでいる<sup>2)</sup>。また, UFC 床版と舗装材料との付着特性も通常のコンクリート床版同様に適用できることが確認されている<sup>3)</sup>。

UFC 床版はメンテナンス頻度などの大幅削減が期待できる一方で, 舗装については維持管理として定期的な打替え工事が必要である。舗装を切削する際, 床版コンクリートごと削られないよう施工することを基本としているが, 施工誤差などにより表面が削られてしまうことが知られている<sup>4)</sup>。UFC は圧縮強度や引張強度が高く,

鋼繊維で補強されているため, 通常のコンクリートよりも削られにくいと考えられる。しかしながら, 削られた場合には鋼繊維が表面に露出することが想定され, 次工程の防水工に影響を及ぼすことが懸念される。

本報告では, 舗装の切削が UFC 床版の表面に与える影響の把握と, その表面処理方法および薄層補修に適した材料について検討した内容について報告する。

2. UFC 床版の切削実験

2.1 実験概要

切削実験の概要を図-1 に示す。厚さ 150mm の UFC 床版を 6 枚, 厚さ 220mm のコンクリート製 PC 床版 (比

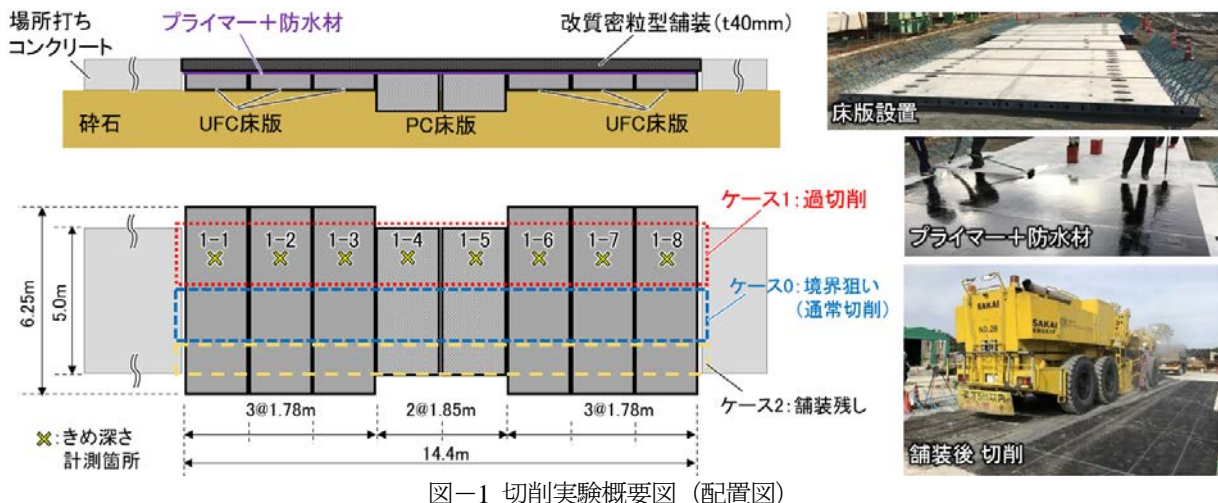


図-1 切削実験概要図 (配置図)



写真-1 通常切削  
(ケース0)

写真-2 過切削 (ケース1)  
+研磨 (ケース1')

写真-3 舗装残し (ケース2)  
+スクレーパ (ケース2')

写真-4 研磨機および  
スクレーパ

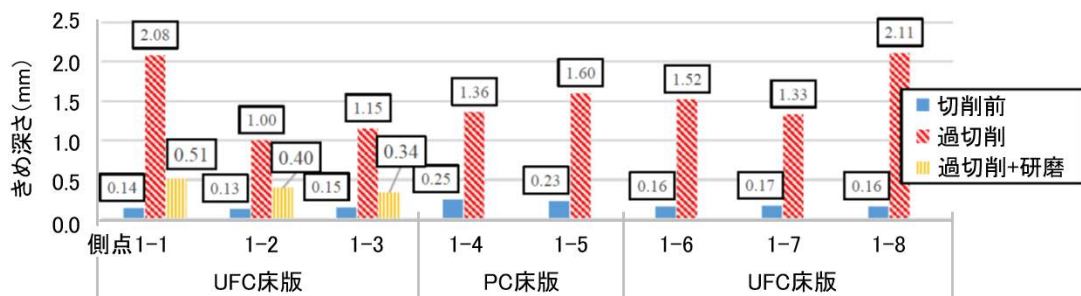


図-2 きめ深さ計測結果 (ケース1: 過切削)

較用) 2枚を敷き並べた。床版の天端高さを砕石敷きにて調整・揃えとともに、切削機の走行時に床版がずれないように、床版の両側にコンクリートを打ち込んで固定した。その後、UFC床版との一体性が良好であることが確認されたプライマーおよび防水材(後述)<sup>3)</sup>を施工し、ポリマー改質アスファルトII型を用いた密粒度アスファルト舗装を40mm舗装した。その後、重切削機(ロードカッタ)にて舗装を切削した。

## 2.2 実験水準

実験は、ケース0:床版と舗装の境界を狙って切削した場合(以下、通常切削)、ケース1:あえて5~10mm程度過切削した場合、ケース2:舗装を10mm程度残して切削した場合の3水準とした。凹凸が最も大きいと想定したケース1のみ、切削前後に図-1(×印)に示す計測箇所においてCTメータによるきめ深さ<sup>5)</sup>(床版表面の荒れた状態を表す指標)を計測した。

## 2.3 切削実験結果

切削後のUFC床版の表面状態を写真-1~3に示す。床版と舗装の境界を狙って切削したケース0では、写真-1に示すように防水材が若干残っている箇所はあったが、全体にUFC床版の表面が切削され、鋼繊維が露出していた。過切削したケース1では、写真-2(上)に示すようにUFC床版の表面が切削され、鋼繊維が毛羽立ってい

た。舗装10mm程度残しのケース2では、写真-3(上)に示すようにUFC床版の表面は露出しないものの、防水材まで達する部分もあった。

ケース1(過切削)の切削前後で、床版のきめ深さを計測した結果を図-2に示す。1-4と1-5がPC床版で、それ以外はUFC床版の計測結果である。UFC床版およびPC床版ともきめ深さは、切削前で約0.2mm、切削後で1~2mm程度であり、床版による大きな違いは見られなかった。過切削された面に対し、写真-4(上)に示す研磨機を用いて磨いたところ、きめ深さは0.7mm程度以下に改善したが、鋼繊維は完全に除去できなかった。なお、ケース0(通常切削)もきめ深さは同様の結果であった。

ケース2(舗装残し)については、切削後に写真-4(下)に示すスクレーパを用いたところ、鋼繊維を露出させることなく舗装は除去できた。しかし、写真-3(下)に示すように除去しきれなかった防水材が部分的に確認された。

## 3. 薄層補修時の一体性評価

### 3.1 使用材料

ここでは、舗装の打替えにてUFC床版が切削されてしまった場合を想定し、表面処理や補修した場合に防水工との一体性に与える影響を把握した。

補修するにあたっては、10mm未満の薄層での断面補修であること、都市内高速道路における限られた時間で

表-1 試験水準（薄層補修）

表面処理 ケース	舗装および防水材の 除去方法	付着試験 No.	1層目 プライマーまたは一次防水材	2層目 二次防水材
0	通常切削（境界狙い）	①	複合防水用浸透性プライマー	アスファルト系 塗膜防水材 (塗布量 1.2kg/m <sup>2</sup> )
		②	浸透型床版防水材（不陸修正なし）	
		③	浸透型床版防水材（不陸修正あり）	
1'	過切削+研磨	④	複合防水用浸透性プライマー	
		⑤	浸透型床版防水材（不陸修正なし）	
		⑥	浸透型床版防水材（不陸修正あり）	
2'	舗装残し+スクレーパ	⑦	複合防水用浸透性プライマー	
		⑧	浸透型床版防水材（不陸修正なし）	

プライマーおよび一次防水材の成分（塗布量）

- ・複合防水用浸透性プライマー：アクリル系（0.5kg/m<sup>2</sup>）
- ・浸透型床版防水材（不陸修正なし）：エポキシ樹脂系（0.5kg/m<sup>2</sup>）
- ・浸透型床版防水材（不陸修正あり）：エポキシ樹脂系（0.25kg/m<sup>2</sup>）のあとにセメント系（0.8kg/m<sup>2</sup>）



写真-5 通常切削  
(ケース0-②)



写真-6 通常切削+不陸修正  
(ケース0-③)



写真-7 二次防水  
(ケース0-③)

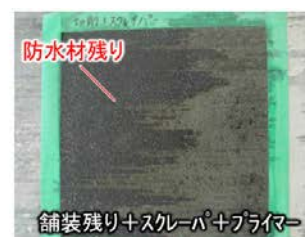


写真-8 スクレーパ  
(ケース2'-⑦)

の施工であることを鑑み、セメント系材料により不陸修正機能が可能な浸透型床版防水材<sup>6)</sup>を選定した。

プライマーおよび防水材は、前述の切削実験と同様にUFC床版との一体性を確認したものとし<sup>3)</sup>、複合防水用浸透性プライマーおよびアスファルト系塗膜防水材<sup>7)</sup>を用いた。

これらの補修材、プライマーおよび防水材は切削実験を行ったUFC床版に対して塗布した。

### 3.2 試験概要および水準

試験水準および施工方法を表-1に示す。試験対象としたUFC床版上の舗装および防水材の除去方法についても3水準とし、ケース0：通常通り床版と舗装の境界を狙って切削した場合（写真-1）、ケース1'：UFC床版まで過切削した後に毛羽立った鋼繊維を研磨した場合（写真-2(下)）、ケース2'：舗装を残して切削した後にスクレーパで除去した場合（写真-3(下)）とした。

これらUFC床版の表面に対し、1層目としてプライマーまたは一次防水材を塗布した。その後、2層目（二次防水材）としてアスファルト系塗膜防水材を塗布した。写真-5～7に示すように、不陸修正をすることにより鋼繊維の毛羽立ちは大幅に解消するものの、部分的には残る結果となった。また、スクレーパで舗装を除去したケースでは、写真-8のように残った防水材の上にそのままプライマーおよび一次防水材を重ねている。

二次防水材の施工後、φ90mmの切込みを入れ引張治

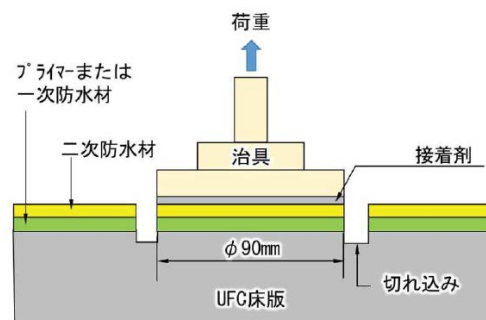


図-3 引張接着試験（層構成）

具を接着した後、引張接着試験<sup>8)</sup>を実施した（図-3）。

### 3.3 試験結果（引張接着試験）

引張接着試験の結果を図-4に示す。いずれの表面性状においても、NEXCO 構造物施工管理要領<sup>9)</sup>での基準値となる引張接着強度 0.6N/mm<sup>2</sup>を上回る結果が得られた。

ケース0（通常切削）の①～③およびケース1'（過切削+研磨）の④～⑥における主な破壊面は、写真-9のようにいずれもプライマー（一次防水材）と二次防水材の界面で確認された。

一方、ケース2'（舗装残し+スクレーパ）の⑦については写真-10のように部分的にUFC床版とプライマーの界面での破壊が、⑧については写真-11のように一次防水材での破壊が確認された。これは、スクレーパ実施

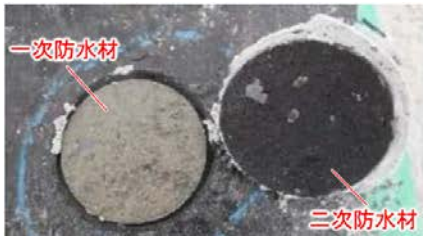


写真-9 過切削+研磨  
(ケース 1'-⑤)

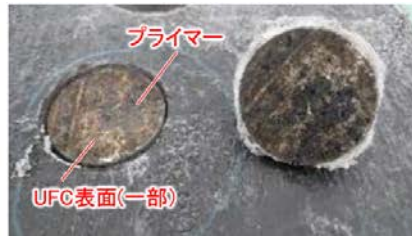


写真-10 舗装残し+スクレーパ  
(ケース 2'-⑦)

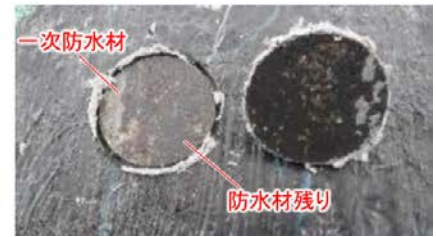


写真-11 舗装残し+スクレーパ  
(ケース 2'-⑧)

後に床版に残っていた防水材が影響を及ぼしたものと推察される。

本検討では、主に3つの破壊性状が確認できたが、いずれにおいても引張接着強度は基準値を満足した良好なものであり、また、UFC床版を著しく破壊するような結果も見られなかった。以上より、UFC床版と防水材との一体性確保の観点では、舗装打替え時においていずれの施工法を適用しても問題はないと判断できる。

#### 4. おわりに

維持管理による定期的な舗装打替えの際、舗装と一緒にUFC床版の表面が切削されてしまうようなことが生じて、研磨などの表面処理をしない場合でも今回の試験で選定したプライマーおよび防水材は十分な接着強度が得られた。

ただし、UFC床版の切削面は鋼繊維が露出している箇所も多く、鋼繊維が防水材を貫くことで水みちとなり、劣化因子の侵入経路となることが懸念されるため、過切削した際には研磨機で表面を処理するなどして露出した鋼繊維を除去することが望ましい。もちろん、舗装の打替え毎に床版そのものが削られることによる断面性能の低下等も懸念されるため、可能な限りUFC床版の手前で舗装を切削するように管理を行うことが重要である。

研磨やスクレーパといった表面処理による丁寧な施工が望ましい一方で、都市高速道路における規制時間下での施工を鑑み、施工効率および切削精度の向上については引き続き検討していく必要がある。

今後、UFC床版に対する舗装の設計、施工および維持管理に本研究の成果を反映させる予定である。

#### 謝辞

本報は、「UFC床版上の舗装の設計・施工・維持管理に関する共同研究」(阪神高速道路(株)、鹿島建設(株)、JIPテクノサイエンス(株)、鹿島道路(株))に関する成果の一部を報告するものである。研究の実施にあたっては関係諸氏より多大な協力を得た。ここに謝意を表す。

#### 参考文献

1) 土木学会：UFC道路橋床版に関する技術評価報告

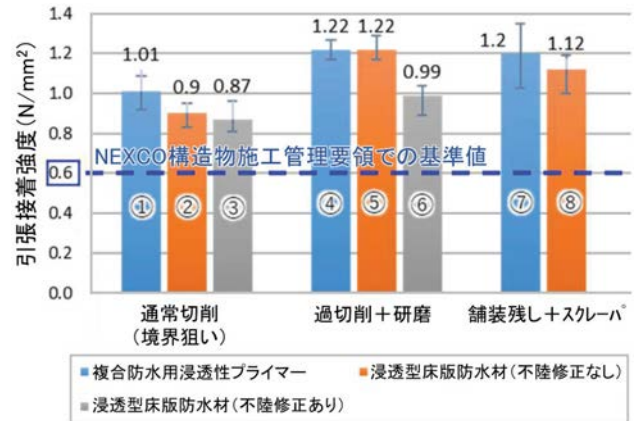


図-4 引張接着試験結果

- 書、技術推進ライブラリー、No.17、2015
- 橋爪、大西、一宮、齋藤、村岸、藤代：平板型UFC床版の設計・製作・架設、橋梁と基礎、pp.23-28、2019.7
  - 田口、鎌田、金治、小坂、一宮：UFC道路橋床版と舗装材料の付着特性に関する検討、土木学会第72回年次学術講演会講演論文集、V-035、pp.69-70、2017
  - 武田、佐藤、田村、加藤：道路橋コンクリート床版上層部の研磨・切削・はつり作業が再劣化に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.38、No.1、pp.1641-1646、2016
  - (公財)日本道路協会：舗装調査・試験法便覧(平成31年版)[第1分冊]、S022-3、pp.[1]140-146、2019
  - 不陸修正機能を有する浸透型床版防水材：<http://www.isol.co.jp/products/hi-spec-seal-ks/>、2022.7 閲覧
  - 複合防水用浸透性プライマーおよびアスファルト系塗膜防水材：[https://www.nichireki.co.jp/product/method/method\\_list\\_05/method05\\_08.html](https://www.nichireki.co.jp/product/method/method_list_05/method05_08.html)、2022.7 閲覧
  - (公財)日本道路協会：道路橋床版防水便覧、pp.128-131、2007.3
  - 東日本高速道路(株)・中日本高速道路(株)・西日本高速道路(株)：構造物施工管理要領、2020.7

(2022年7月8日受付)

(2022年9月9日受理)