

UFC 道路橋床版の既設橋への適用に関する解析的検討

阪神高速道路(株) 正会員○小坂 崇 鹿島建設(株) 正会員 一宮 利通
 阪神高速道路(株) 正会員 金治 英貞 鹿島建設(株) 正会員 齋藤 公生

1. はじめに

阪神高速道路では、総延長 249km のうち供用後の経過年数が 40 年以上の構造物が 33%を占め、10 年後には 51%となる。一方、平均利用交通量は約 72 万台/日であり、大型車の交通量は大阪府内の一般道の約 6 倍となっている。このような老朽化や重交通に起因し構造物に損傷が顕在化しており、大規模更新もしくは大規模修繕が計画されている。更新計画として旧基準で設計された鉄筋コンクリート床版（以下 RC 床版という）を耐久性の高い床版に取替えることが計画されており、この床版に、超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC という）¹⁾を用いた床版の適用に関する解析的検討をおこなった。

2. UFC 床版の既設橋への適用

(1) 過年度に開発した UFC 床版

UFC は圧縮強度の特性値が 150N/mm^2 以上、ひび割れ発生強度の特性値が 4.0N/mm^2 以上、引張強度の特性値が 5.0N/mm^2 以上の繊維補強したセメント質複合材である。著者らは、過年度に新設合成桁を対象に UFC を用いた道路橋床版（以下 UFC 床版という）を開発した²⁾。過年度に開発した UFC 床版は、図-1 に示すようにリブを有する構造である。

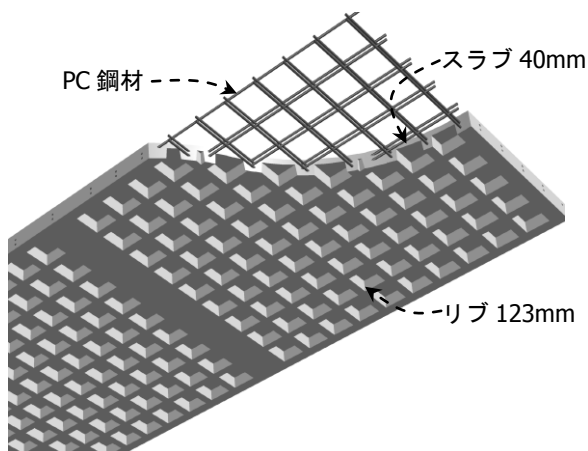


図-1 過年度に開発した UFC 床版

床版の構造諸元を FEA によって決定し、輪荷重走行試験によって、活荷重の繰返しによる疲労を含む耐久性が高いことを確認した。UFC 床版はスラブ厚さが 40mm、リブを含む厚さが 123mm であり、質量が鋼床版と同等の軽量かつ耐久性の高い床版である。UFC 床版はプレキャスト床版として製作し、熱養生（蒸気養生）することによって、床版製作後における収縮やクリープの影響が低減され、組織の緻密化によって耐久性が向上する。引張鋼材としては PC 鋼材を使用し、UFC の高い圧縮強度を生かして、大きなプレストレスを導入することができ、特殊部以外には鉄筋を配置しない構造としている。

(2) 既設橋の床版取替えへの適用

既設橋における RC 床版の取替え施工時は、対象構造物上の道路が車線規制や通行止めとなるだけでなく、対象橋の路下に位置する一般道についても、重機等の設置に必要な施工ヤードを確保するために交通規制を伴う場合が多い。よって、床版取替え時の交通規制等による社会的影響を低減することが技術的課題である。この技術的課題の解決のために、取替える床版に軽量の UFC 床版を用いて、施工時間の短縮や施工ヤードの縮小を目指した。

3. 構造諸元に関する解析的検討

(1) 既設橋へ適用する UFC 床版

UFC 床版の既設橋の床版取替えへの適用にあたっては、従来のプレキャスト PC 床版との競合に対して、製作コストを抑制するために、質量の軽減とのバランスを考慮した上でリブの無い平板構造を採用した。この床版に対して、FEA を用いた設計で構造諸元を決定すると同時に、床版同士の接合部について実験的検討によって構造性能を確認した。

キーワード 高性能コンクリート，超高強度繊維補強コンクリート，UFC，道路橋床版，既設橋，更新
 連絡先 〒550-0011 大阪市中央区久太郎 4-1-3 阪神高速道路(株)技術部 技術開発課 tel:06-4963-5602

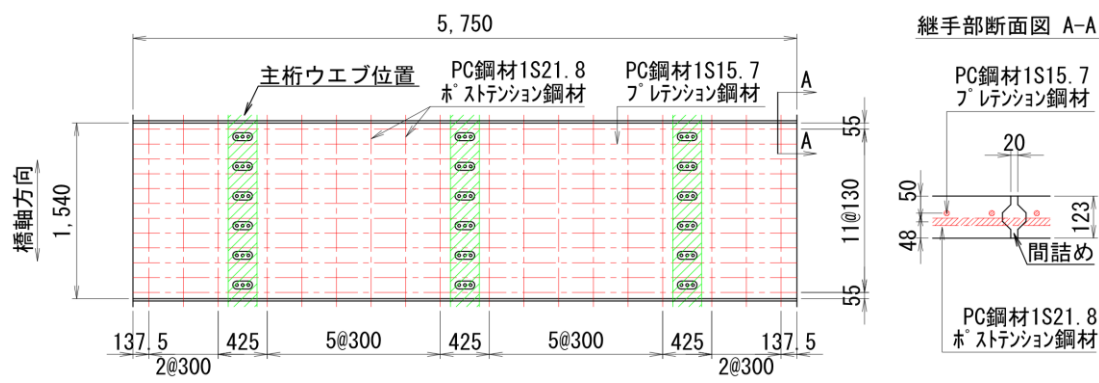


図-2 既設橋に適用する UFC 床版の構造図 (単位: mm)

(2) 対象橋梁と UFC 床版の構造

検討対象を鋼単純合成桁 (3 主鋼桁, 桁長 37m, 幅員 5.75m) のランプ橋とし, 既設橋の RC 床版を UFC 床版へ取替えることを想定した検討をおこなった. 検討によって算定した UFC 床版の構造を図-2 に示す. 床版厚は既往の研究成果および PC 鋼材の配置を踏まえ 123mm とした. 橋軸方向は製作性を考慮して 1,540mm とした. 床版内に橋軸直角方向にプレテンション PC 鋼材を配置した. 工場において床版を製作し, 現場において鋼桁上に架設した後, 床版間を間詰めし, 橋軸方向にポストテンション PC 鋼材を緊張してプレストレスを与え, 最後にスタッド用孔を間詰めすることで床版と鋼桁を合成する構造とした.

(3) FEA による床版の設計

設計に用いた UFC の材料特性を表-1 に示す. 応力度の制限値については, 圧縮側を $0.6 f'_{ck} = -108\text{N/mm}^2$, 引張側をひび割れ発生強度 8.0N/mm^2 とし, 間詰め部の橋軸方向については引張を許容しないフルプレストレスとした. 床版の設計は3次元FEAによって, 活荷重 (T 荷重 154kN, 衝撃係数 0.4, 安全係数 0.1) による応力度に対して構造成立性を確認した. T 荷重は, 曲げもしくはせん断が厳しくなると想定される箇所に載荷するものとして 4 ケース解析した. 活荷重作用時の解析結果を図-3 に示す. 床版上面で -23.4N/mm^2 の圧縮応力度, 床版下面側で 0.4N/mm^2 の引張応力度が生じている. 解析の結果, 図-2 に示す PC 鋼材量及び部材厚で設計を成立させることができ, 質量については, 従来の RC 床版の 45%, PC 床版の 50%となった.

表-1 検討に用いた UFC の材料特性 (N/mm²)

弾性係数	ひび割れ発生強度 f_{cr}	引張強度 f_t	圧縮強度 f'_{ck}
4.6×10^4	8.0	8.8	180.0

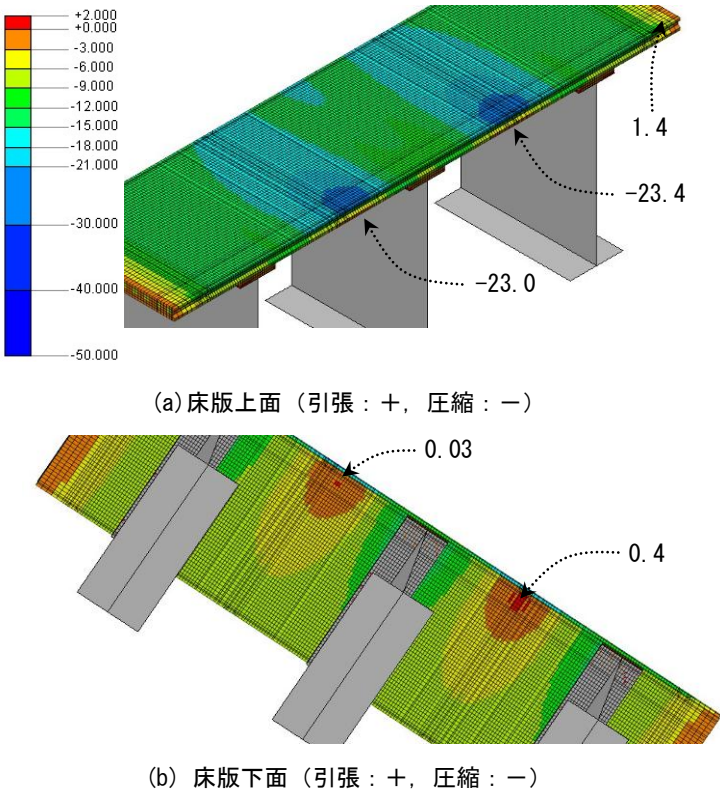


図-3 解析結果 (活荷重作用時・橋軸直角方向)

4. おわりに

本検討によって, 既設橋の RC 床版等の取替えに適用できる軽量な UFC 床版について, FEA を用いた解析的検討によって床版形状等の構造諸元を算定することができた.

本研究をおこなうにあたり, 大阪大学松井名誉教授, 長岡技術科学大学長井名誉教授, 東京工業大学二羽教授および神戸大学三木准教授にご指導をいただきました. ここに深く感謝の意を表します.

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), 2004/9.
- 2) 小坂ら: 超高強度繊維補強コンクリートを用いた軽量かつ耐久性の高い道路橋床版の開発, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013/9.