

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

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
 阪神高速道路(株) 正会員 飛ヶ谷 明人 鹿島建設(株) 正会員 平 陽兵

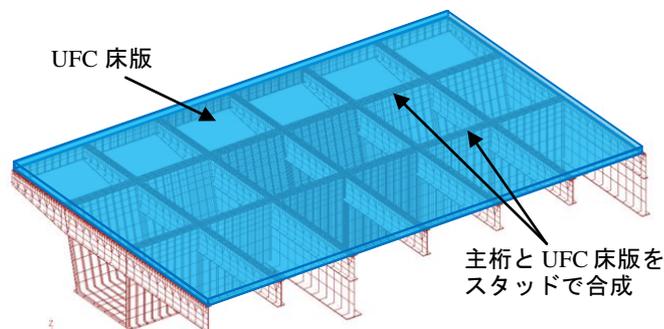
1. はじめに

筆者らは、超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC という）を用い、自重が鋼床版と同程度となる軽量かつ耐久性の高い道路橋床版を開発している。都市高速道路では軽量の鋼床版の使用頻度が高いが、既設道路橋において疲労き裂が顕在化しており、新設橋梁においては開断面リブやデッキプレートの増厚などの対応がなされている。しかし、このような対策を実施しても、リスクが低減するだけであり、舗装の損傷など付随した課題も抱えている。そこで、鋼床版を代替する軽量かつ耐久性の高いコンクリート系の道路橋床版を開発するために、床版の材料に UFC を適用した。

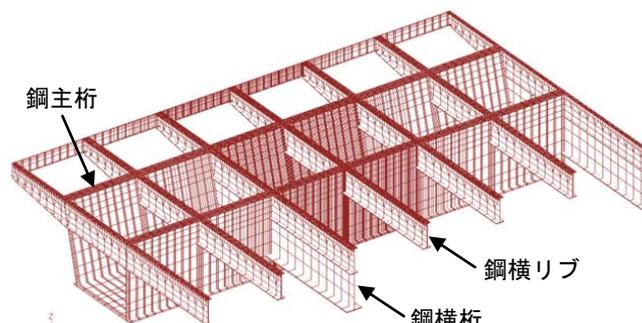
2. UFC を用いた道路橋床版の開発

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 4N/mm^2 以上、引張強度の特性値が 5N/mm^2 以上の繊維補強を行ったセメント質複合材である¹⁾。UFC 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。近年、このような UFC の特徴を生かした構造として、空港着陸帯における床版や歩道橋での施工実績がある。

UFC を用いた道路橋床版（以下 UFC 床版という）の適用イメージを図-1に示す。鋼床版箱桁のデッキプレートおよび縦リブを同等質量の UFC 床版で代替するものとした。UFC 床版は鋼主桁または鋼縦桁および鋼横桁または鋼横リブの 4 辺で支持される構造とした。また、UFC 床版と鋼桁はスタッド等で接合するものとし後死荷重や活荷重に対して合成桁として挙動するものとした。



(a) UFC 床版—鋼合成桁



(b) 鋼桁部分（UFC 床版非表示）

図-1 適用構造の概要図

この床版に対して、FEA を用いた試設計および各種基本性能（床版部材の座屈に対する安全性、床版部材と鋼桁の接合部の安全性、床版部材の疲労）の確認、製作方法に関する検討を行った。また、UFC 床版は部材厚が従来のコンクリート系床版に比べ小さいことから、懸念された疲労耐久性に関しては輪荷重走行試験を実施し耐久性を確認した²⁾。

3. UFC 床版の試設計

(1) 対象構造

実橋である鋼 5 径間連続鋼床版箱桁（平均支間長 70m）を対象モデルとして、鋼床版部分を UFC 床版に置き換えて試設計した。UFC 床版は、図-2に示すようにスラブ厚 40mm、リブ高 123mm であり 2 方向にリブを配置したワッフル状の床版である。2 方向のリブ内にはプレテンション PC 鋼材を配置しスラブ厚およびリブ高は、質量が鋼床版と同等になるようにリブ間隔は輪荷重に配慮して設定した。

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, UFC, 道路橋床版, 合成桁, 鋼床版

連絡先 〒550-0011 大阪市西区阿波座 1-13-15 阪神高速道路(株)建設事業本部 建設技術課 tel:06-6535-9438

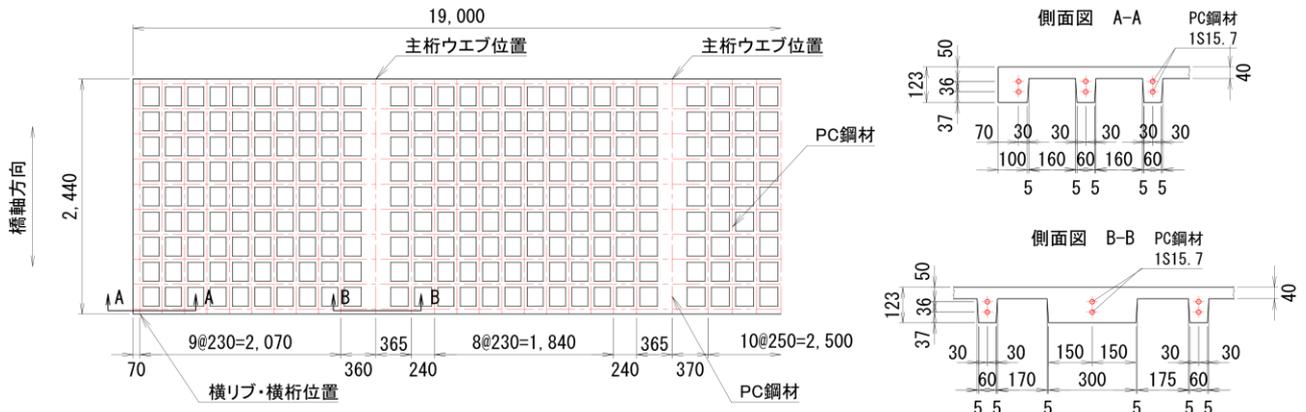


図-2 試設計によって算定した UFC 床版 (単位 : mm)

本検討に用いた UFC の材料特性を表-1に示す。UFC 床版に生じる応力度は指針¹⁾に準拠し、引張はひび割れ発生強度 f_{cr} 、圧縮は $0.6f'_{ck} = -108\text{N/mm}^2$ を制限値とした。PC 鋼材は、高強度な 1S15.7 (SWPR7HT) を床版 1 枚あたり橋軸方向に 152 本 (2 本/リブ)、橋軸直角方向に 18 本配置した。

表-1 検討に用いた UFC の材料特性

弾性係数 N/mm ²	ひび割れ発生強度 f_{cr} N/mm ²	引張強度 f_t N/mm ²	圧縮強度 f'_{ck} N/mm ²
4.6×10^4	8.0	8.8	-180.0

(2) 床版の設計

床版の設計については、活荷重による発生応力度に対して構造の成立性を確認することを目的に 3次元 FEA によって行った。活荷重については、T 荷重を床版に対して、曲げもしくはせん断が厳しくなると想定される箇所に载荷するものとした。

活荷重作用時 (死荷重+プレストレス+活荷重) の解析結果を図-3に示す。床版上面で 6.6N/mm^2 の引張応力度、床版下面側で -80.2N/mm^2 の圧縮応力度が生じている。上縁と下縁の応力度の差は大きいものの制限値内であり、図-2に示す薄肉部材による軽量の UFC 床版の設計を成立させることができた。

(3) 質量比較

試設計の結果算定された図-2に示す UFC 床版と、鋼床版および PC 床版における $19\text{m} \times 2.5\text{m}$ の床版の質量比較を表-2に示す。算定した UFC 床版はデッキプレートの板厚が 16mm の鋼床版と同等となった。

表-2 UFC 床版と他床版の質量比較

UFC 床版	鋼床版 (t=12mm)	鋼床版 (t=16mm)	PC 床版
8.472 t (1.00)	6.734 t (0.79)	8.272 t (0.98)	34.963 t (4.13)

※ 鋼床版については縦リブに U リブを有するものとし、括弧内の板厚はデッキプレートの板厚を示す。

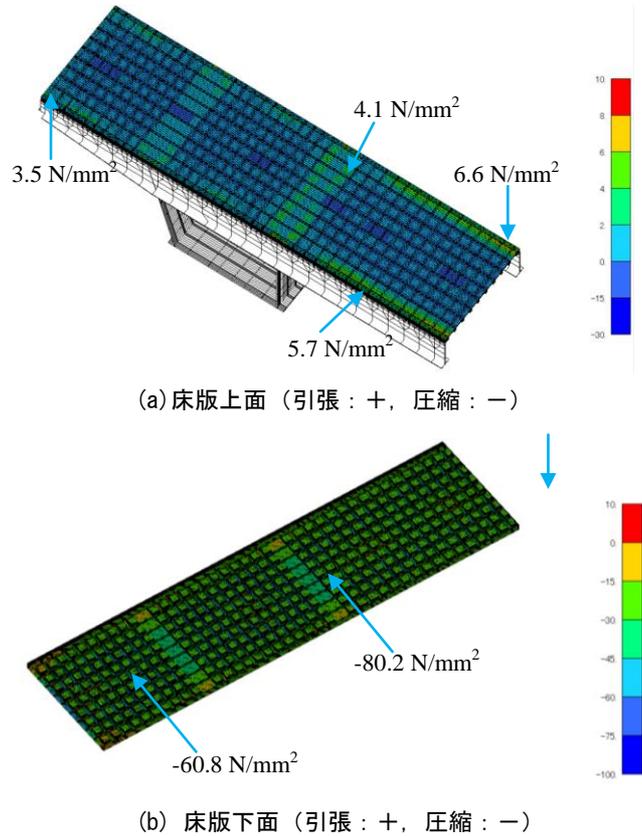


図-3 解析結果 (活荷重作用時)

4. おわりに

本検討の結果、デッキプレートの板厚が 16mm の鋼床版と同等の軽量の構造で UFC 床版を構成することができた。本研究を行うにあたり、大阪工業大学松井教授、長岡技術科学大学長井教授、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) 齋藤ら：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輪荷重走行試験，土木学会第 68 回年次学術講演会，2013/9.