

## 平板型 UFC 道路橋床版の設計手法に関する検討

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 藤代 勝  
 阪神高速道路(株) 正会員 佐藤 彰紀

### 1. はじめに

阪神高速道路では、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、大規模な修繕や更新を計画している。床版についても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を計画している。著者らは、超高強度繊維補強コンクリート（以下 UFC という）を用いた床版を新設採用に開発しており、さらに既設橋の床版への適用を検討している。

### 2. UFC 床版の開発経緯

UFC は圧縮強度が  $150\text{N/mm}^2$ 、ひび割れ発生強度が  $4.0\text{N/mm}^2$  以上の高強度な鋼繊維補強セメント質複合材である。当初、著者らは、新設橋を対象とした鋼床版と同等に軽量かつ耐久性の高いワッフル型 UFC 床版を開発した<sup>1)</sup>。

既設橋の RC 床版更新への適用にあたっては、取替え施工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と考え、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。求める軽量さとコストのバランスを考慮し、図-1 に示す平板型 UFC 床版を開発した<sup>2)</sup>。この検討では、ランプ橋を対象とし、平板型 UFC 床版で構造が成立することを FEA によって確認した。

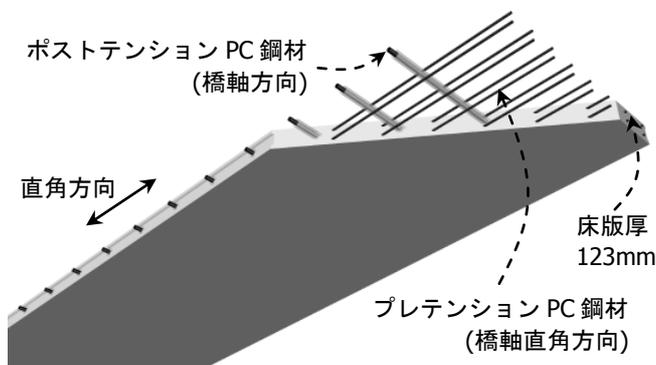


図-1 平板型 UFC 床版

### 3. 設計手法に関する検討

#### (1) 検討の目的

UFC 床版は、その材料特性を活かして道路橋示方書に示される PC 床版等の最小全厚よりも薄い床版（ワッフル型：スラブ厚  $40\text{mm}$  + リブ高  $83\text{mm}$ 、平板型：床版厚  $123\text{mm}$ ）としている。そのため、過年度の検討では FEA を用いた試設計を実施した。しかし、実構造物へ適用するための設計を毎回 FEA によって実施することは、実務上煩雑といえる。ワッフル型 UFC 床版の場合は形状が複雑であるため FEA による応力分布等を把握する必要があるが、平板型 UFC 床版の場合は、PC 床版や RC 床版と同様の平板構造であるため、道路橋示方書に示される床版の設計曲げモーメント式を適用できると考え検討を実施した。

#### (2) 設計手法による発生応力度の比較

対象橋梁は、文献 2) において FEA を実施した鋼単純合成桁（3 主桁桁、桁長  $37\text{m}$ 、幅員  $5.75\text{m}$ 、床版支間長  $1.925\text{m}$ ）である。主桁断面を図-2 に示す。

FEA はソリッド要素を用いた鋼桁を含む 3 次元の解析モデルによって解析し応力度を算出した。活荷重は、T 荷重として  $154\text{kN}$ （衝撃係数  $0.4$ 、安全係数  $1.1$ ）を載荷した。

道路橋示方書による設計における床版の設計曲げモーメントは、プレストレストコンクリート床版の「T 荷重（衝撃を含む）による床版の単位幅（ $1\text{m}$ ）あたりの設計曲げモーメント」（以下、道示式）を用いた。プレストレス力による発生応力度は、断面定数と荷重から算出される断面力によって算出した。

FEA と道示式による応力度の比較を表-1 に示す。橋軸方向の応力度は同等であるが、橋軸直角方向の死荷重および活荷重による発生応力度は、道示式の方が FEA よりも大きくなる傾向であった。

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

表-1 FEA と道示式による発生応力度の比較 (－：圧縮, ＋：引張) 制限値 (圧縮 108N/mm<sup>2</sup>, 引張 8.0N/mm<sup>2</sup>)

荷重	算出 方法	橋軸方向 発生応力度 (N/mm <sup>2</sup> )		直角方向 発生応力度 (N/mm <sup>2</sup> )			
		上面	下面	片持版 (張出部)		連続版 (一般部)	
				上面	下面	上面	下面
プレストレス力 (プレテンション)	FEA	0.0	0.0	-15.1	-5.8	-15.1	-5.8
	—	0.0	0.0	-15.9	-4.5	-15.9	-4.5
プレストレス力 (ポストテンション)	FEA	-8.6	-8.2	0.4	-1.9	0.4	-1.9
	—	-8.5	-8.5	0.0	0.0	0.0	0.0
死荷重 (自重+橋面工荷重)	FEA	-0.8	-0.6	1.6	-1.9	0.3	0.3
	道示式	0.0	0.0	3.0	-3.0	-0.7	0.7
活荷重	FEA	-7.6	7.4	4.0	-3.9	-8.2	6.9
	道示式	-7.4	7.4	18.6	-18.6	-9.6	9.6
死荷重+活荷重 +プレストレス力	FEA	-16.7	-1.3	-13.0	-16.3	-23.2	0.2
	道示式	-15.9	-1.1	5.7	-26.1	-26.2	5.8

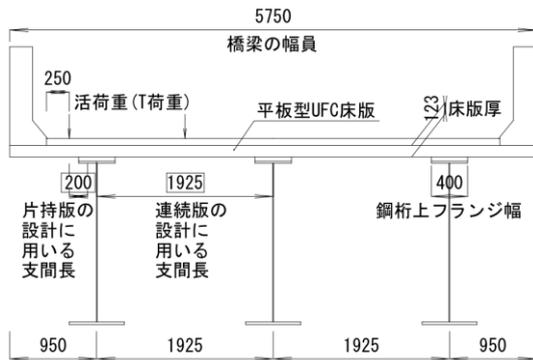


図-2 対象橋梁の主桁断面図 (単位: mm)

(3) FEA と道示式の差に関する考察

道示式における片持版の支間長は、図-2 に示すように鋼フランジ突出幅の 1/2 内側位置から設定するが、FEA の場合は鋼桁も解析モデルとして考慮しているため、鋼フランジの剛性によって床版支間長が見かけ上小さく評価される。図-3 に FEA による変位図を示す。この図からも床版の変形に鋼フランジの剛性が寄与していることがわかる。対象橋梁は、図-2 に示すように道示式の片持版支間長が 200mm しかないため、鋼フランジの影響が大きく、発生応力度の差が大きくなっているものと考えられる。

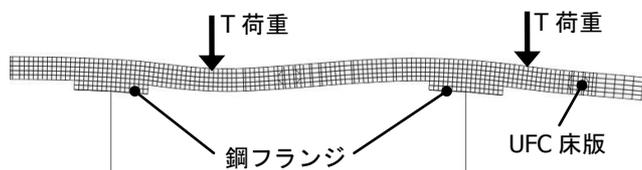


図-3 橋軸直角方向の変位図 (FEA)

また、FEA では図-4 に示すような T 荷重による応力度が分布しており、活荷重に対する床版の抵抗幅についても道示式と差が生じていると考えられる。

連続版についても片持版と同様に鋼フランジの剛性と床版の抵抗幅の影響によって FEA の発生応力度が小さくなっていると考えられる。

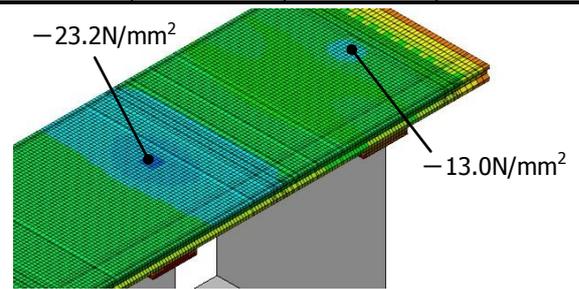


図-4 橋軸直角方向の応力分布 (FEA)

(4) 平板型 UFC 床版の設計手法

今回の試設計では道示式の応力度が FEA よりも若干大きくなったが制限値内であり、床版厚や PC 鋼材量は同様の結果を得た。よって、発生応力度は大きくなるが、道示式の方が安全側の評価といえ、FEA と同様の設計結果が得られたことから、平板型 UFC 床版は道示式によって設計可能であると判断する。

4. おわりに

平板型 UFC 床版に関して、FEA と道示式を比較し、設計手法について検討した。道示式の方が安全側の評価となり、FEA と同様の設計結果が得られたことから実務上は道示式で設計が可能と判断した。

本研究をおこなうにあたり、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) 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.
- 2) 小坂ら: UFC 道路橋床版の既設橋への適用に関する解析的検討, 土木学会第 69 回年次学術講演会, 2014/9.