

UFC プレキャスト PC 床版の技術的検討

大成建設(株) 正会員 ○趙 唯堅 正会員 大島邦裕
(財) 土木研究センター 正会員 安波博道

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート(以下 UFC)は、その強度特性や耐久性が極めて優れていることから、橋梁分野での適用実績は確実に増えている。しかし、道路橋床版へ適用するには疲労耐久性の検証が必要である。一方、UFC 床版を使用する第一のメリットは橋梁上部工の軽量化であり、床版厚さの低減にはリブ付き方式が有効と考えられる。

本研究では、UFC を使用した PC 床版の輪荷重走行疲労試験を実施するとともに、異方性のあるリブ付き床版の設計手法について検討した。

2. 輪荷重走行試験の概要

輪荷重走行試験は、国土交通省で提案されている試験方法(階段載荷、図-2 参照)¹⁾に従い、(独)土木研究所の輪荷重走行試験機を使用して、実物大の UFC 床版に対して実施した。

床版構造は、プレキャスト PC 床版を主桁上に並べ、これに橋軸方向プレストレスを導入して一体化したものを想定した。実験上の床版支間(単純支持)は 2.5m、橋軸方向の中央に幅 30mm の場所打ち目地を設けた。床版支間方向にはプレテンション方式、橋軸方向にはポストテンション(アンボンド)方式によりプレストレスを導入した。

実験ケースは、平版(CASE1、版厚 120 mm)と 1 方向リブ付き版(CASE2、図-1 参照)の 2 ケースとした。道示橋示方書²⁾および超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)³⁾に準拠し、床版支間方向はひび割れ発生限界、橋軸方向は引張応力度発生限界として設計した。補強鋼材は PC 鋼材のみとし、平版では 1S19.3mm@180mm、リブ付き版では 1S19.3mm@200mm を縦横配置した。

UFC 材料は太平洋セメント(株)製のダクトル FM を使用した。各試験体の材料特性試験結果を表-1 に示す。

3. 輪荷重走行試験の結果および考察

平版(CASE1)とリブ付き床版(CASE2)は、ともに階段載荷所定の上限荷重と繰返し回数(392kN, 52 万回)を完走し、破壊していない。しかも、疲労による損傷は非常に軽微な段階に留まっている。具体的には、両試験体ともに設計荷重(98kN)作用時では床版本体にひび割れの発生は確認されなかった。また、走行試験完了までは、ひび割れ面の顕著な磨り減り現象は認められず、貫通ひび割れも発生しなかった(床版上面にはひび割れが確認されていない)。さらに、試験後、目地部をばらして観察したところ、表面の磨り減りは無いに等しく、コッター形状をしている目地部は健全な状態であった。

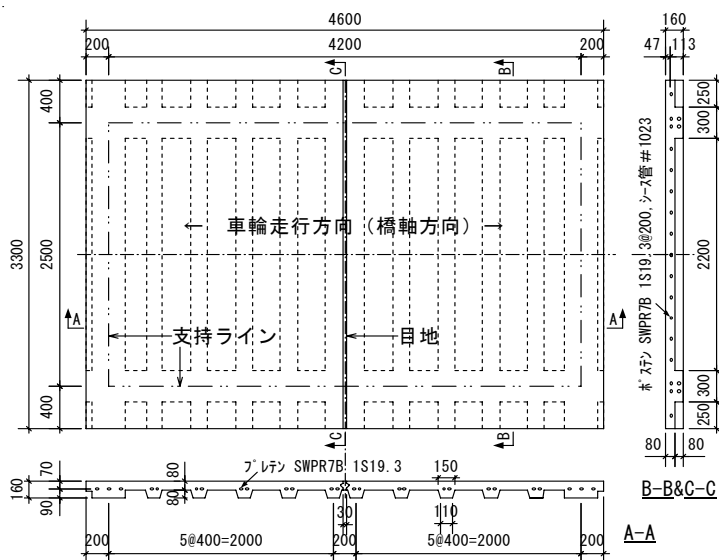


図-1 試験体形状寸法 (CASE2: リブ付き床版)

表-1 材料試験結果 (単位: N/mm²)

項目	CASE1 (試験体1)		CASE2 (試験体2)	
	本体	目地*	本体	目地*
圧縮強度	195	131	183	155
弾性係数	53.7	—	53.0	—
ひび割れ発生強度	9.3	6.8	11.2	8.2
曲げ強度	36.3	—	39.1	—

*本体と同じ材料を使用しているが標準熱養生を施さず自然養生
走行試験開始時の目地材齢はCASE1では2週間、CASE2では2ヵ月

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、疲労耐久性、輪荷重走行試験、設計手法
連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設(株) 技術センター TEL045-814-7219

図-2 に荷重－たわみ－走行回数の関係を示す．同図には，階段載荷のルール，および疲労性能の相対比較基準とされている RC8 の試験結果¹⁾ を併せて示している．

RC8 (RC 床版，厚さ 250mm) は 255kN, 28 万回あたりでたわみが急増して，疲労破壊に至っている．同じ荷重レベル (255kN, 28 万回) までは，UFC を使用した PC 床版は厚さが 1/2 以下にも関わらず，載荷時の最大たわみも除荷後の残留変位も破壊前の RC8 床版を下回っている．また，その後完走するまでたわみは安定的な推移を示している．

4. リブ付き床版の設計手法の検討

床版は T 荷重のような集中荷重に対して 2 方向に断面力が発生する．道示橋示方書²⁾ では等方性と仮定した RC 平版に対して T 荷重曲げモーメントの算定方法を定めている．一方，1 方向リブ付き床版はその断面形状に起因して T 荷重曲げモーメントの分布が平版とは異なり，道示橋示方書の算定式はそのまま適用することはできない．

そこで，橋軸直角方向を床版支間方向とし，その方向にリブが付く場合について，平版に対する 1 方向リブ付き版の曲げモーメント分布を弾性 FEM 解析により検討した．解析では，支間 2.5m で相対する 2 辺で単純支持の無限長 (実際 10m) 床版を対象に，スラブ厚とリブ幅を一定とし，リブ高さおよびリブ間隔を変化させて，支間中央に T 荷重を作用させた．

図-3 に各解析ケースの床版断面の構成単位を示し，図-4 に解析結果を示す．リブ剛性が大きくなるにつれ，リブ方向の断面力が増え，リブ直角方向の断面力が減る．設計では，各方向の上包絡線を取ればよい．以上の検討結果をもとに，1 方向リブ付き床版の設計手法を以下のように提案する．すなわち，T 荷重 (衝撃を含む) による設計曲げモーメントは次式により算出するものとする．

$$M = kM_0$$

ここに， M は 1 方向リブ付き床版の単位幅 (1m) あたりの設計曲げモーメント， M_0 は平版の設計曲げモーメント²⁾， k はリブ付き床版補正係数，次式による．

$$\text{床版支間方向 (リブ方向)} : k_x = (I_x/I_y)^{0.185}$$

$$\text{支間直角方向 (リブ直角方向)} : k_y = (I_x/I_y)^{-0.225}$$

ここに， I_x および I_y : 床版支間方向 (リブ方向) および支間直角方向単位幅あたりの断面 2 次モーメント

5. まとめ

- 1) 実物大試験体の輪荷重走行試験により，UFC プレキャスト PC 床版の優れた疲労耐久性を検証した．
- 2) 道路橋示方書の床版曲げモーメントの算定式を異方性のあるリブ付き床版に拡張する方法を提案した．

参考文献

- 1) 中谷ほか：道路橋床版の疲労耐久性に関する試験，国交省国土技術政策総合研究所資料第 28 号，2002. 3
- 2) 道路橋示方書・同解説 (Ⅲコンクリート橋編)，日本道路協会，平成 14 年 3 月
- 3) 超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針 (案)，土木学会，平成 16 年 8 月

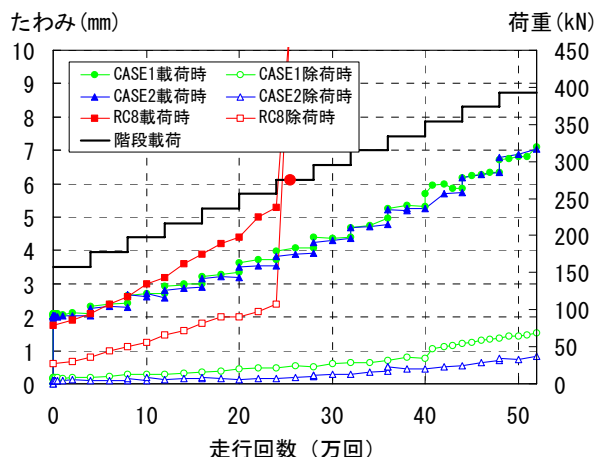


図-2 階段載荷および走行試験結果

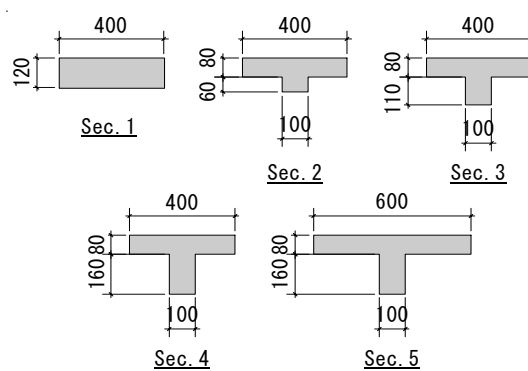


図-3 解析断面の構成単位

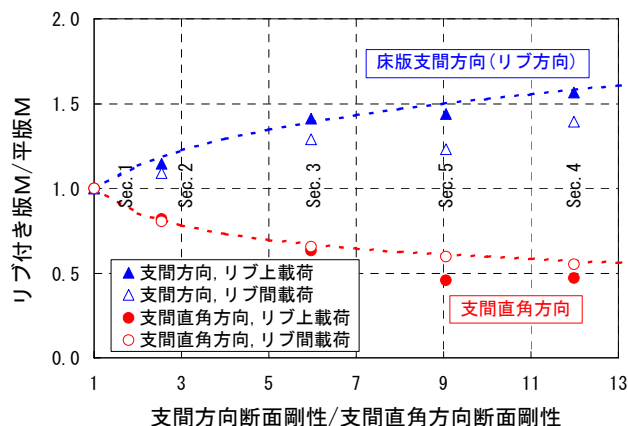


図-4 解析結果