

UFC 道路橋床版の接合構造に関する実験的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○樽谷早智子 阪神高速道路(株) 正会員 金治英貞

鹿島建設(株) 正会員 一宮 利通 阪神高速道路(株) 正会員 小坂 崇

鹿島建設(株) 正会員 齋藤 公生

1. はじめに

既設道路橋の RC 床版の劣化が顕在化してきており、今後大規模修繕で床版の取替えが行われることが想定される。そこで、筆者らは RC 床版の取替えに適した超高強度繊維補強コンクリート（以下、UFC）を用いたプレキャスト道路橋床版（以下、UFC 床版）を開発している¹⁾。床版の取替え工事には PC 床版が用いられることが多いが、UFC 床版を用いることで自重が PC 床版の半分となり、架設の合理化や工期短縮を図ることができる。本床版構造は床版同士の接合構造が鋼横リブに支持されないため、接合部に輪荷重走行によりせん断力が正負交番して作用する。そこで、接合部を模擬した実大部分模型試験体を用いて、静的載荷試験によるせん断伝達耐力の確認および正負交番繰返し載荷による疲労試験を実施した。

2. 試験体

UFC 床版の構造概念を図-1 に示す。プレキャスト UFC 床版は平板構造とし、既往の研究および PC 鋼材配置から高さ 123mm、長さ 5750mm、幅 1540 mm とした¹⁾。本床版構造は、UFC 床版を鋼桁上に架設した後、床版間を間詰し、橋軸方向にポストテンション方式でプレストレスを与え、最後に床版と鋼桁間を間詰し、合成する構造である。

試験体は、実際の UFC 床版間の接合部を想定し、高さ 123mm、床版間隔 20mm の間詰部をもつ形状とした。橋軸直角方向に相当する試験体幅は 100 mm とした。静的載荷試験、疲労試験に各々用いた試験体形状を図-2 に示す。本試験ではせん断キーは設けず、間詰材には無収縮モルタルを使用した。なお UFC と無収縮モルタルの接触面は目荒しをしていない。表-1 に使用した UFC 材料の配合、表-2 に使用材料の強度試験結果を示す。

3. 実験概要

接合部には、軸力、せん断力および曲げが生じる。軸力は、試験体外側の図心位置に設けた PC 鋼棒に緊張力を作用させて再現した。曲げは、偏心位置に PC 鋼棒を設けて緊張力を作用させて再現した。

実適用を想定した実橋の設計輪荷重 154kN 作用時の FEM 解析結果をもとに、せん断力が最も大きくなる要素の最大せん断応力度から設計せん断力を算出した。また同要素に発生する軸方向応力から軸力と、曲げ作用時の軸力偏心量を算出した。算定結果を表-3 に示す。

載荷は 1 面せん断試験とし、静的載荷と正負交番繰返し載荷を行った。静的載荷試験は、軸力とせん断力を再現する試験体

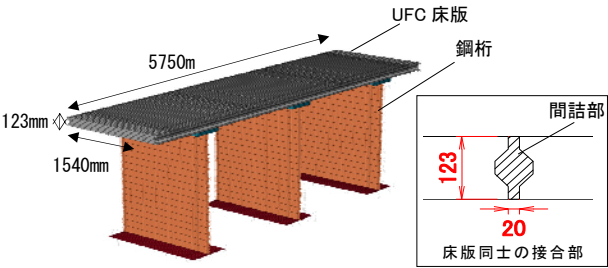


図-1 プレキャスト UFC 床版形状

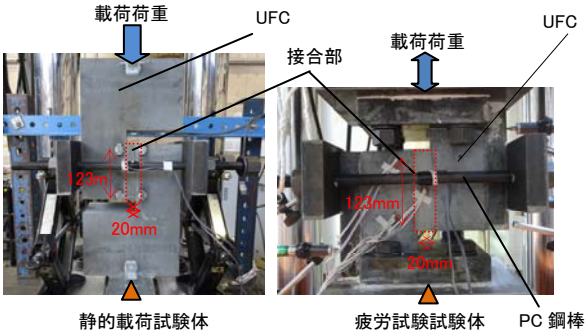


図-2 試験体形状

表-1 UFC 材料の配合

空気量(%)	単位量 (kg/m ³)				
	水	プレミックス結合材	骨材	混和剤	鋼繊維
4.1	206.1	1287	905	43.8	137.4

* 水の単位水量は混和剤の水分を含む。

表-2 使用材料の強度試験結果

UFC	圧縮強度	N/mm ²	205.0
	ヤング係数	kN/mm ²	46.3
	引張強度	N/mm ²	13.6
無収縮モルタル	圧縮強度	N/mm ²	58.5
	ヤング係数	kN/mm ²	22.4
	引張強度	N/mm ²	4.7

表-3 試験体に作用させる断面力

設計せん断力	kN	11.2
軸力	kN	110
曲げ作用時の軸力偏心量	mm	18.0

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート、道路橋床版、接合部、1 面せん断試験、正負交番繰返し載荷
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 土木構造グループ TEL 042-489-6729

3 体 (No.1～No.3), 軸力, せん断力および曲げを再現する試験体 3 体 (No.4～No.6) の計 6 体とした。疲労試験は, 軸力, せん断力および曲げを再現する試験体 1 体 (No.7) とした。試験体の諸元について表-4 に示す。

土木学会コンクリート標準示方書に準じて, 部材係数 1.0 として, 無収縮モルタルの圧縮強度を用いて算定したせん断伝達耐力は 89.5kN であった。

計測は, UFC 間の相対変位の測定 (図-3) と, PC 鋼棒中央部のひずみの測定とした。

4. 実験結果

載荷試験の結果を表-4, 破壊状況の写真を図-3 に示す。静的載荷時の PC 鋼棒のひずみの増加率は 1.2% であり, 変動は小さかった。

4. 1 静的載荷試験

載荷荷重と接合部のずれ変位の関係を図-4 に示す。ずれ変位は上下部で測定した変位の平均値とした。No.1～No.4 試験体は, 最大荷重に到達後, 無収縮モルタルに斜めひび割れが生じ, 急激に荷重が低下した。その後荷重を保持したままずれ変位が増加した。No.5, No.6 試験体は無収縮モルタルと UFC の界面がずれて破壊に至った。No.4～No.6 試験体の最大耐力は No.1～No.3 試験体に比べて約 28% 低下したが, 設計せん断力に対しては 9 倍程度であり, 十分な耐力を有していたと考えられる。

4. 2 疲労試験

設計せん断力の約 1.5 倍のせん断力 (16kN) を 20 万回, 約 3 倍のせん断力 (32kN) を 10 万回正負交番繰返し載荷を行った。載荷開始時からのずれ変位の増分を図-5 に示す。約 2 万回載荷時からずれが徐々に大きくなったが 0.01mm 未満のずれであり, 載荷終了後に試験体を確認したところ接合部にひび割れやずれは発生していなかった。その後, 静的載荷試験を行い残存耐力を確認した。最終的に No.4, 5 試験体と同様に間詰部と UFC の界面がずれて破壊に至り, 残存耐力は疲労試験を行っていない試験体と比べて 6.5% 耐力が低下した。しかし設計せん断力に対しては 8.8 倍の耐力であり, 耐力の低下が与える影響は小さいと考えられる。

5. おわりに

実物大部分模型試験体を用いて 1 面せん断試験を実施し, 床版間の接合部の耐力を確認した結果, 設計せん断力に対し, 9 倍程度の耐力を有していた。さらに設計せん断力の倍のせん断力を正負交番繰返し載荷したが, 試験体は健全であり, 残存耐力も静的載荷を行った試験体と 6.5% の差であった。無収縮モルタルを間詰材として用い, せん断キーを設けない構造でも輪荷重の作用に対して安全性を確保できることがわかった。

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) 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, 2013/9

表-4 試験体諸元および試験結果

載荷	試験体No.	軸力導入位置	軸力(kN)	最大耐力(kN)		最大荷重/ 設計せん断力 (11.2kN)
				-	平均	
静的載荷試験	1	図心	110	131.6	134.4	12.0
	2			136.1		
	3			135.5		
	4	106.4		105.1	9.4	
	5	104.7				
	6	104.1				
疲労試験	7	偏心		98.7	8.8	



試験体 No. 1～No. 4

試験体 No. 5～No. 7

図-3 破壊状況および変位計測位置

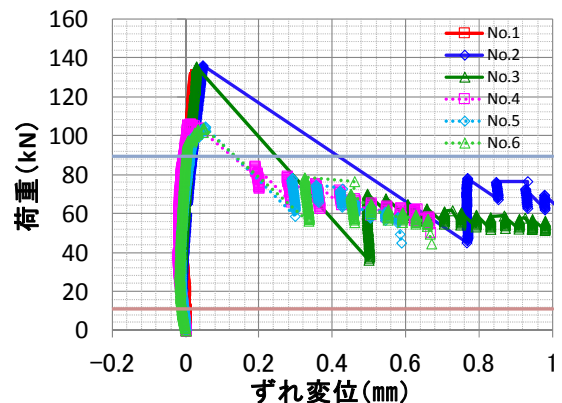


図-4 荷重とずれ変位の関係

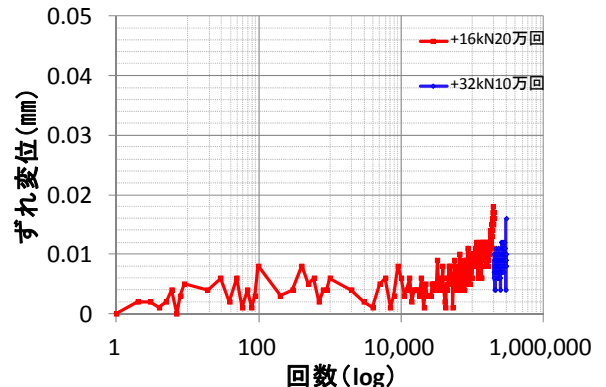


図-5 ずれ変位の増分の変化