

輪荷重走行試験による平板型 UFC 床版の接合部における負曲げの影響の検討

鹿島建設(株) 正会員 ○藤代 勝 一宮利通

阪神高速道路(株) 正会員 小坂 崇

1. はじめに

筆者らは、超高強度繊維補強コンクリート (UFC) を用いた軽量かつ耐久性の高い平板型 UFC 床版を開発している¹⁾。同床版については、橋軸方向接合部を有する試験体を用いて 100kN から 400kN まで階段状に荷重を増加させながら繰返し載荷する輪荷重走行試験を実施し、100 年相当以上の耐疲労性を有することを確認している²⁾。

一方、補修された鉄筋コンクリート床版では、打継目から橋軸方向に離れた位置に輪荷重が作用した場合、打継目に負曲げが生じて床版上面にひび割れが生じ、水が浸入することによって耐疲労性が低下することが明らかにされている³⁾。そこで、平板型 UFC 床版の輪荷重走行試験中に接合部から離れた位置に輪荷重を載荷した際の計測データから、接合部に負曲げが作用した場合の性能を評価することとした。

2. 輪荷重走行試験の概要

試験体の概要を図-1 に、床版同士の接合部の概要を図-2 に示す。平板型 UFC 床版の厚さは、支間長 3m の連続版として設計し、130mm とした。試験体は、床版支間中央の曲げモーメントが支間 3m の連続版と同等になる支間 2.5m で単純支持した。橋軸方向接合部は、床版同士の最小遊間を 20mm とし、無収縮モルタルを充填し、橋軸方向にポストテンション方式でプレストレスを導入して一体化する PC 構造とした。試験開始時における UFC の圧縮強度と引張強度はそれぞれ 192N/mm² および 12.6N/mm²、無収縮モルタルの圧縮強度は 84N/mm² であった。

載荷ステップを図-3 に示す。荷重を 100kN から 400kN まで階段状に増加させながら、各ステップで 4 万回ずつ輪荷重による繰返し載荷を行った。また、各ステップの最初および試験終了時に、静的載荷を行った。静的載荷は、接合部から橋軸方向に 1.2m 離れた位置 (図-1 中①) と、接合部の直上 (図-1 中②) を載荷点とし、その違いが接合部の挙動に及ぼす影響を検証した。なお、100kN から 160kN の段階で実施した繰返し載荷および静的載荷は、床版上に水を張った状態で実施した。

床版下面に接合部を跨ぐようにパイ型変位計を、床版上面

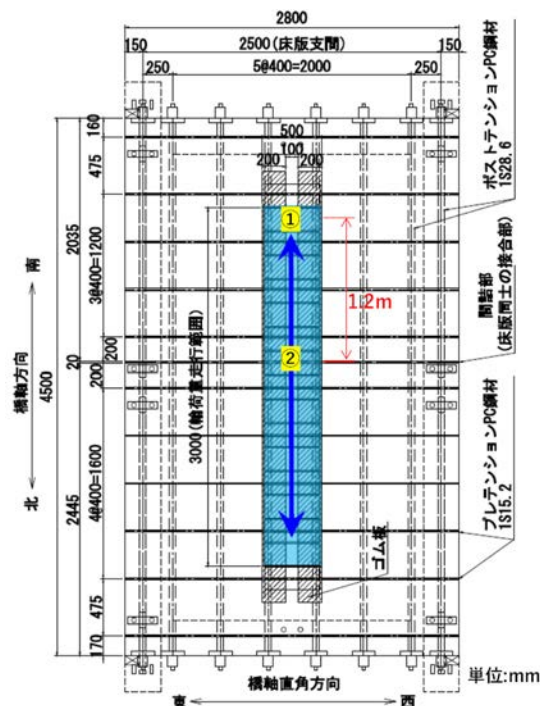


図-1 試験体の概要

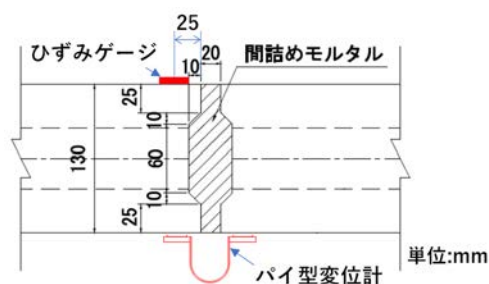


図-2 接合部の概要

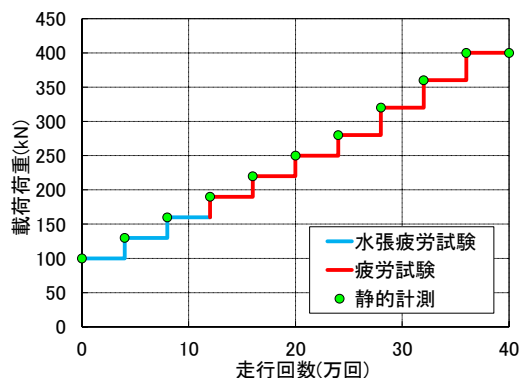


図-3 載荷ステップ

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, UFC 床版, 接合部, 輪荷重走行試験, 負曲げ

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL 03-5544-1111

の接合部端部から 25mm の位置にひずみゲージを設置し、静的載荷時における接合部の挙動を計測した（図－2）。

3. 試験結果

床版および接合部は、荷重 400kN の載荷終了時まで破壊には至らなかった。床版の損傷としては、曲げによって床版下面のひび割れおよび接合部の目開きが生じた。ひび割れ観察は輪荷重走行中（載荷中）に目視で行ったが、荷重 250kN まではひび割れは観察されず、荷重を 280kN とした 24 万回以降に観察された。床版の上面にはひび割れは観察されなかった²⁾。

荷重を図－1 の①へ静的に載荷した際の接合部の曲率を表－1 に示す。なお、曲率は、床版下面の目開き量をパイ型変位計の標点間距離（50mm）で除した平均ひずみと、床版上面のひずみの差を、床版厚さ（130mm）で除すことで算出したものである。算出された曲率は、全ステップで負の値となっており、負曲げによって接合部に上へ凸となる変形が生じていることがわかる。荷重の増加に伴って曲率の絶対値も大きくなる傾向にあり、荷重 400kN 載荷時で曲率は $-1.37\times10^{-6}/\text{mm}$ となった。

荷重を図－1 の②へ静的載荷した際の曲率を表－2 に示す。接合部の直上へ載荷した本ケースでは、表－1 よりも大きな曲率となっている。特に、100kN の荷重載荷時で、表－1 における絶対値が最大値であった $-1.37\times10^{-6}/\text{mm}$ を超える $2.1\times10^{-6}/\text{mm}$ の曲率となった。図－4 に、各載荷ケースの荷重と目開きの関係を示す。同図における 100kN 載荷時の結果は、橋軸方向に導入したプレストレスの効果によって、すべての載荷ステップにおいて線形的な挙動を示していることがわかる。図－4 は、接合部に正曲げが作用するケースの結果であるが、床版および接合部は上下対象であるため、負曲げに対しても同様な挙動となる。このことから、表－1 に示された範囲では、床版上面に生じる負曲げによって、耐疲労性に影響を及ぼす水が浸入するような目開きや、ひび割れが生じる可能性は低いことが示唆される。

4. おわりに

平板型 UFC 床版の接合部から橋軸方向に離れた位置に荷重が作用した場合、接合部に負曲げが生じることを確認した。ただし、本接合構造においては、負曲げによる影響は接合部にひび割れや目開きが生じる大きさではないことから、床版上面から水が浸入して耐疲労性が低下することはないものと考えられる。

参考文献

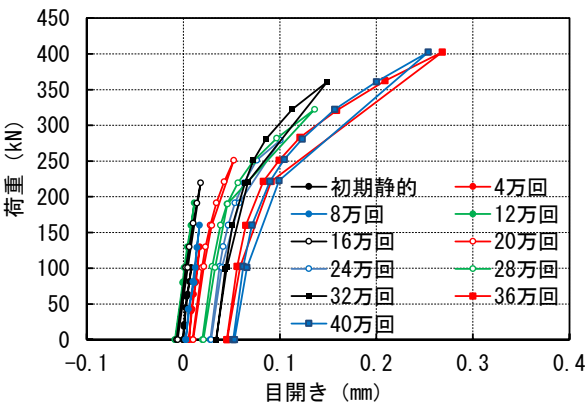
1) 土木学会：超高強度繊維補強コンクリート（UFC）道路橋床版に関する技術評価報告書，技術推進ライブラリー No.17，2015.7。
2) 小坂ほか：床版取替えに対応した UFC 床版の疲労耐久性に関する検討，土木学会第 72 回年次学術講演会，I -155，2017.9。
3) 村越ほか：既設 RC 床版の更新技術に関する研究，平成 24 年度プロジェクト研究・重点研究報告書，国立研究開発法人土木研究所，2012。

表－1 接合部における曲率（①載荷時）

走行回数 (万回)	荷重 (kN)	下面平均 ひずみ(μ)	上面ひずみ (μ)	曲率 ($\times 10^{-6}/\text{mm}$)
0	100kN	-22	9	-0.24
4	130kN	-46	12	-0.45
8	160kN	-30	16	-0.35
12	190kN	-30	20	-0.38
16	220kN	-28	22	-0.38
20	250kN	-36	27	-0.48
24	280kN	-68	30	-0.75
28	320kN	-64	38	-0.78
32	360kN	-58	47	-0.81
36	400kN	-156	48	-1.57
40	400kN	-132	46	-1.37

表－2 接合部における曲率（②載荷時）

走行回数 (万回)	荷重 (kN)	下面平均 ひずみ(μ)	上面ひずみ (μ)	曲率 ($\times 10^{-6}/\text{mm}$)
0	100kN	170	-102	2.1
4	130kN	342	-136	3.7
8	160kN	336	-168	3.9
12	190kN	226	-210	3.4
16	220kN	358	-247	4.7
20	250kN	1048	-297	10.3
24	280kN	2010	-345	18.1
28	320kN	2722	-442	24.3
32	360kN	2986	-517	26.9
36	400kN	5364	-626	46.1
40	400kN	5076	-665	44.2



図－4 接合部直上載荷時の荷重－目開き関係