

輪荷重走行試験による鋼床版上 SFRC 舗装の疲労耐久性に関する検討

(独) 土木研究所 正会員 宇井 崇 正会員 村越 潤 正会員 梁取直樹  
 鹿島道路 (株) 正会員 児玉孝喜 大成ロテック (株) 正会員 辻井 豪  
 (株) NIPPO コポレーション 正会員 石垣 勉 (株) 横河ブリッジ 正会員 井口 進

1. はじめに 鋼床版の疲労損傷対策として、鋼繊維補強コンクリート (SFRC) 舗装によりデッキプレートとの面外剛性を高めて溶接部近傍の局部応力を軽減させる検討を行っている。これまでに、SFRC 舗装を舗装した実大鋼床版試験体により、SFRC に正曲げが作用する状態での静的載荷試験および輪荷重走行試験を実施し、鋼床版応力の軽減が見られること、輪荷重載荷の繰り返しに対しても軽減効果が持続することを確認した<sup>1)2)</sup>。また、既に実橋に適用された事例もあり、初期段階の応力軽減効果は確認されている<sup>3)</sup>。一方、負曲げを生じる主桁ウェブ直上の SFRC 舗装や接着材の耐久性については十分に検討されていないことから、小型試験体を用いた検討を実施するとともに<sup>4)</sup>、舗装パラメータを変化させた実大鋼床版試験体 2 体を用いて輪荷重走行試験による一連の検討を行っており、その結果の一部は既に報告<sup>5)</sup>している。引き続き、負曲げを生じる主桁ウェブ直上の SFRC 舗装のひび割れ挙動や耐久性に着目した負曲げでの試験を実施するとともに、SFRC 舗装にひび割れを生じた後の応力軽減効果に着目した正曲げでの試験を実施したので、その結果を報告する。

2. 試験体および試験ケース 図-1 に示すように、片側にブラケットを張り出した実大鋼床版の上に SFRC 舗装を舗装した試験体を用いた。No.1 試験体と No.2 試験体の 2 体を製作しており、図-1 には No.2 試験体の着目主桁付近を抜粋して示している。2 体の鋼床版の寸法諸元は同じである。Uリブは 2 支間であり、一方の支間長が 1/2 になっている。長径間側に A と C、短径間側に E の 3 つの着目断面を設け、表-1 に示すように各断面の舗装構造を試験パラメータとした。デッキプレートと SFRC 舗装との接合はエポキシ系接着材によっており、No.1 試験体では鋼床版上の SFRC 舗装のために開発された接着材 A を、No.2 試験体ではコンクリートの打継ぎ・かさ上げに使用されている接着材 B を使用した。いずれも鋼床版上の SFRC 舗装への使用実績がある。長径間側の A 断面および C 断面では、これに加えて SFRC の端部に 320mm 間隔でスタッド (φ9.5×40) を配置した。また、A 断面には SFRC 舗装内部に 100mm 格子の補強材を配置した。使用した補強材は、No.1 試験体では炭素繊維強化プラスチック (CFRP) グリッド (断面積 39.2mm<sup>2</sup>)、No.2 試験体ではメッシュ筋 (φ6) である。短径間側の E 断面に関しては、No.1 試験体ではスタッドも補強材も設置していないが、No.2 試験体では補強材は設置していないも

表-1 試験ケースおよび舗装構造のパラメータ

試験体	試験ケース	曲げの正負	着目断面	接着材	スタッド	補強材	載荷方法
No.1	CASE1	負	A	接着材A (エポキシ系)	端部スタッド 320mm間隔	CFRP グリッド	輪荷重 150kN 水なし 100万回 ↓ 水張り 100万回
			C		なし	なし	
			E		なし	なし	
	CASE2	正	A	接着材A (エポキシ系)	端部スタッド 320mm間隔	CFRP グリッド	輪荷重 150kN 水張り 200万回
			C		なし	なし	
			E		なし	なし	
No.2	CASE3	負	A	接着材B (エポキシ系)	端部スタッド 320mm間隔	鉄筋 (メッシュ筋)	輪荷重 150kN 水なし 100万回 ↓ 水張り 100万回
			C		なし	なし	
			E		端部スタッド 640mm間隔	なし	

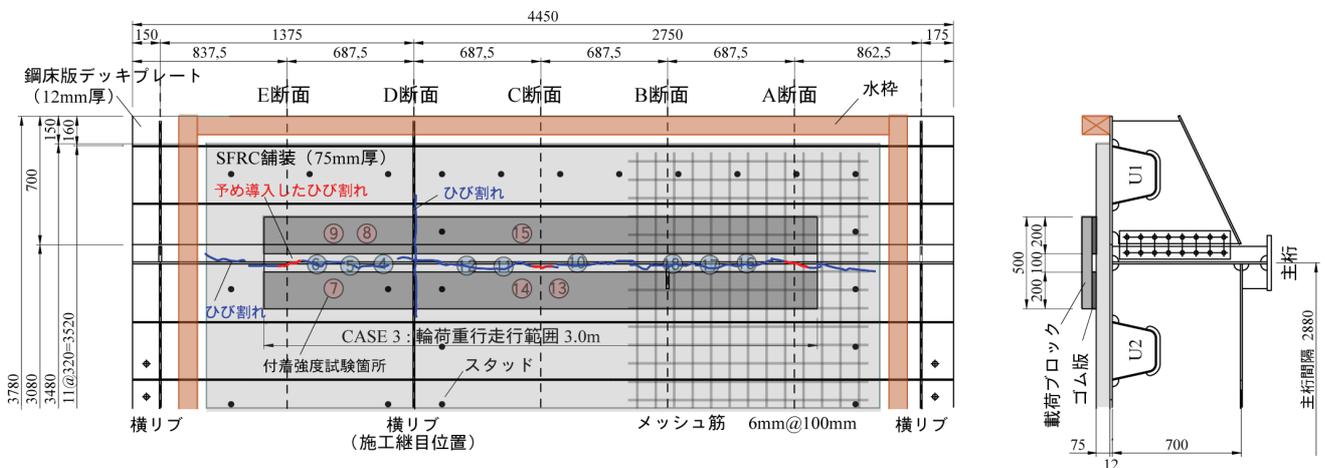


図-1 試験体および輪荷重走行後のひび割れ状況 (No.2 試験体の着目主桁部分を抜粋)

キーワード 鋼床版, SFRC 舗装, ひび割れ, 耐久性, 輪荷重走行試験  
 連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 (独) 土木研究所 TEL 029-879-6773 FAX 029-879-6739

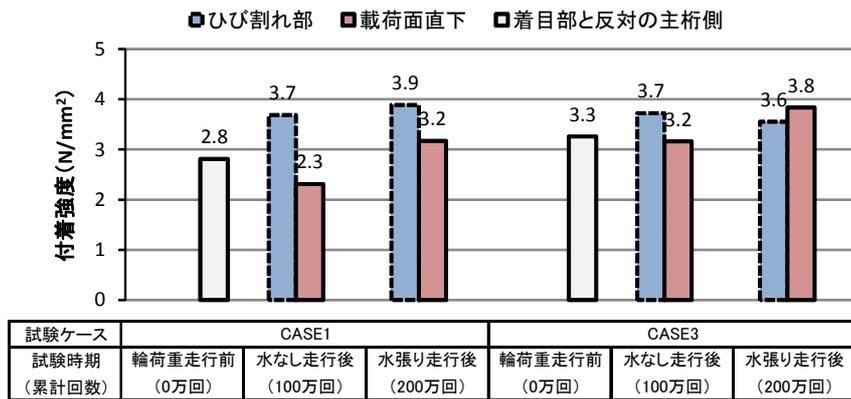


図-2 付着強度試験結果 (CASE1、CASE3)

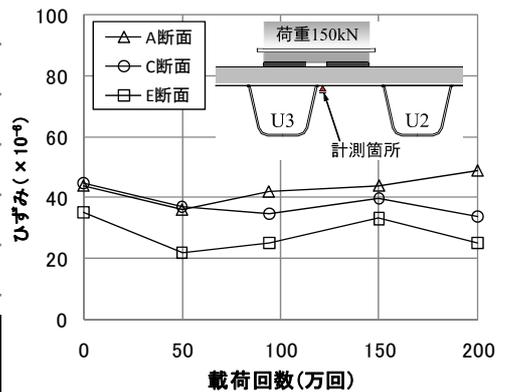


図-3 デッキプレート側の溶接止端から5mm離れた位置のひずみ (CASE2)

この端部にスタッドを640mm間隔で設置している。試験ケースは表-1に示したとおりであり、図-1に示したようにダブルタイヤが主桁ウェブを跨ぐ状態を模擬した負曲げ載荷試験を各試験体で実施するとともに (CASE1、CASE3)、主桁間のUリブウェブをダブルタイヤが跨ぐ状態を模した正曲げ載荷試験を No.1 試験体において CASE1 終了後に実施した (CASE2)。

### 3. 輪荷重走行試験

**(1) 負曲げ載荷試験** 輪荷重走行試験前に A,C,E 断面において予め静的載荷を実施して、主桁ウェブ上にひび割れを導入した上で、輪荷重走行試験を実施した。200 万回の走行終了後にひび割れ状況を観察したところ、いずれのケースにおいても、主桁ウェブ上の全長と中間横リブ上にひび割れを生じていた。CASE3 の場合のひび割れ状況を図-1に示している。主桁ウェブ上における除荷時のひび割れ幅は、いずれの試験体においても最大で 0.1mm 程度であり、また断面による差もみられなかった。一方、中間横リブ上のひび割れ幅は、CASE1 では 0.05mm 程度であったのに対して、CASE3 では 0.1~0.3mm 程度であり、両者に相違がみられた。中間横リブ上には SFRC の打継目を設けており、打継ぎのコンクリート面にはデッキプレートと SFRC との接合に使用したのと同じ接着材を塗布している。いずれの試験体においてもひび割れ以外の劣化損傷はみられず、SFRC 舗装は破壊には至らなかった。

輪荷重走行の前後に、建築研究所式の付着強度試験機を用い、試験体の SFRC 舗装上に形成した φ100 のコアの付着強度を確認した。図-2に、CASE1 と CASE3 の各段階においてひび割れ部と載荷面直下で実施した試験結果の平均値を示す。ただし、輪荷重走行前については、着目部と反対の主桁側で試験を実施している。いずれのケースでも、200 万回走行後に走行前と同等以上の付着強度を有していた。また、CASE1 と CASE3 の 200 万回走行後の付着強度に有意な差はみられなかった。破壊モードは、CASE1 では全ての試験箇所において SFRC の材料破壊であった。一方、CASE3 では SFRC で材料破壊した箇所が多かったが、部分的に接着材とデッキプレートとの付着界面で破壊した箇所もあった。

**(2) 正曲げ載荷試験** CASE1 の試験を終了しひび割れを生じた状態の No.1 試験体を用いて、CASE2 の輪荷重走行試験を実施した。図-3に、輪荷重直下のUリブ溶接部のデッキプレート側溶接止端から 5mm 離れた位置のひずみを示す。約 50 万回毎に実施した静的載荷試験において各断面に 150kN を載荷したときのひずみを表している。(20~50)×10<sup>-6</sup> 程度の引張ひずみを生じており、輪走行回数の増加にともなうひずみの変化は小さかった。別の試験体を用いた試験ではあるが、舗装していない鋼床版に対して同様の載荷状態で静的載荷試験を実施したところ、Uリブウェブを支点にした局所的な負曲げにより-1200×10<sup>-6</sup> 程度の圧縮ひずみを生じていた。これと比較すると、発生しているひずみは非常に低く、SFRC 舗装にひび割れを生じた後も、Uリブ溶接部のひずみは大きく軽減されているものと考えられる。

200 万回の走行終了後にひび割れ状況を確認したところ、中間横リブ (D 断面) の輪直下にひび割れを生じていた。

**4. おわりに** 主桁ウェブ上の負曲げ部に着目した輪荷重走行試験では、輪荷重の繰り返しによって主桁ウェブ直上の SFRC が全長にわたってひび割れるとともに、横リブ上の SFRC にもひび割れを生じたが、接着材の付着強度の低下はみられなかった。また、ひび割れ以外の劣化損傷はみられず、SFRC 舗装は破壊には至らなかった。Uリブウェブの直上での輪荷重走行試験では、ひび割れを生じた後も SFRC 舗装によって鋼床版の応力が軽減された状態が持続することを確認した。なお、本検討は (独) 土木研究所と民間 4 社との「鋼床版橋梁の疲労耐久性向上技術に関する共同研究 (その 2, 3, 4)」の一環として実施したものである。

**参考文献** 1) 西野 他: SFRC 舗装による鋼床版の応力低減効果に関する実験的検討, 土木学会第 60 回年次学術講演会講演概要集, CS10-018, 2005.9. 2) 一宮 他: SFRC 舗装を敷設した鋼床版の移動輪荷重載荷試験, 土木学会第 61 回年次学術講演会講演概要集, 1-559, 2006.9. 3) 児玉 他: 大平高架橋の鋼床版における SFRC 舗装によるひずみ低減効果, 第六回道路橋床版シンポジウム論文報告集, 2008.6. 4) 石井 他: 鋼床版上 SFRC 舗装の負曲げモーメント発生部を対象とした実験 (その 2), 土木学会第 62 回年次学術講演会講演概要集, 1-024, 2007.9. 5) 宇井 他: 鋼床版上 SFRC 舗装のひび割れ挙動に着目した輪荷重走行試験, 土木学会第 63 回年次学術講演会講演概要集, 1-224, 2008.9.