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1)

(独)土木研究所	正会員	〇宇井 崇	梁取直樹	村越 潤
横河ブリッジ	正会員	石井博典	西野崇史	春日井俊博
NIPPO コーポレーション	正会員	石垣 勉		

1. はじめに 鋼床版のデッキプレートと U リブとの溶接部の疲労損傷に対する補強策あるいは予防策として、既設 のアスファルト舗装に代えて鋼繊維補強コンクリート(SFRC)舗装を敷設して鋼床版デッキプレートの板曲げ剛性を 高め、溶接部近傍の局所変形を抑える工法が提案され、その効果が確認されている 1)。実橋への適用事例も報告されて いるが、ひび割れ発生後の舗装の耐久性や応力軽減効果については必ずしも十分検討されているわけではない。ひび割 れ発生の要因については幾つか考えられるが、一つには縦桁上の負曲げによる縦方向ひび割れが挙げられる。本研究で はこのひび割れを対象として、SFRC 舗装のひび割れ挙動と、SFRC 内部に補強材を配置した場合のひび割れ抑制ある いは分散効果について、静的載荷試験により基礎的な検討を実施した。なお、本研究は(独)土木研究所の「鋼床版の 疲労耐久性向上技術に関する共同研究(その2,3))の一環として実施した。

2. SFRC 舗装小型試験体および試験方法

試験体の寸法・形状を決定するに先だって、一般的な諸 元を有する鋼床版箱桁橋モデルを用いた FEM 解析を実施 し、主桁直上の SFRC に生じる引張ひずみ等を確認した。 紙面の都合で、モデルの詳細については割愛するが、2 箱 桁、縦リブ2支間(支間2500mm)分をSFRC舗装、鋼部 材ともにソリッド要素でモデル化している。SFRC のヤン グ係数は 30,000N/mm²、ポアソン比は 0.167 とした。載荷 位置を橋軸直角方向および橋軸方向に移動させて解析を行 った中で、主桁直上の SFRC 表面に生じる橋軸直角方向ひ ずみが最大となる載荷位置の解析結果を図-1に示す。タ ンデム荷重(2軸8輪、軸重200kN×2軸、これをT荷重 と定義する)の左右の輪が主桁を跨ぐ状態で載荷された場 合、主桁直上の SFRC 表面には 192 µ の引張ひずみが発生 することがわかった。また、主桁直上の SFRC に貫通ひび 割れが生じたと想定し、ひび割れ面を2重節点でモデル化 して解析すると、SFRC 表面でのひび割れ幅は 0.1mm とな った。

小型試験体の寸法形状は図-2に示す通りとした。舗装 厚は、既存のアスファルト舗装をすべて SFRC で置き換え ることを想定して 75mm とした。この試験体のモデルに 36.3kNを載荷したときに中央支点部の上・下面に生じるひ ずみは、図-1に示した鋼床版箱桁橋の主桁直上の上・下 面に生じるひずみにほぼ一致する。

を使用した SFRC と鋼板とをエポキシ接着剤で接着して製 作した。また、無補強の試験体、SFRC 内部にメッシュ筋

(異形鉄筋 D6, 1 本あたり断面積 31.67mm², 100mm 格 子)を配置した試験体、CFRP グリッド(1本あたり断面 積 39.2mm², 100mm 格子) を配置した試験体、それぞれ 3体ずつ試験を実施した。

図-2に示したように、試験体の片側上面と中央下面と を支持して片持ちの状態で試験体を設置し、もう一方の上 面に載荷した。 πゲージにより SFRC のひび割れを計測す



鋼床版箱桁橋モデルの FEM 解析結果



連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL 029-879-6793 FAX 029-879-6739 キーワード:鋼床版,疲労,SFRC舗装,ひび割れ,負曲げ,強度試験

るとともに、SFRC および鋼材各部のひずみを計測した。

3. 試験結果 SFRC 上面のひび割れ発生荷重とひび割れ発生ひ ずみを表-1に示す。ここで、ひび割れ発生荷重は SFRC 上面の $\pi f - ジ 変 d m = 0$ なった直前の荷重とし、その時の SFRC 上面 2 箇所のひずみの平均値をひび割れ発生ひずみとした。 ひび割れ荷重は、試験体によりややばらつきがあるが、おおよそ 50kN 程度であり、補強材の有無・種類によらずほぼ同程度である。 また、ひび割れひずみも、試験体によるばらつきは大きいが、い ずれの補強方法でも 200~300 μ 程度でひび割れているものが多 い。また、文献 2) においても、ひび割れひずみは材齢 7 日で 260 ~280 μ の範囲であると報告されている。輪荷重として 1.5T 荷重

(軸重 300kN) 程度 3を想定すると、主桁直上の SFRC には 300 μ 近いひずみが生じることになり、輪荷重による負曲げの影響の みでひび割れが発生する可能性が大きい。

荷重-ひび割れ幅の関係を図-3に示す。それぞれの補強方法 について2体目の結果をプロットしている。ひび割れ発生前はい ずれもほぼ同様の線形挙動を示しており、ひび割れ荷重も同程度 である。また、いずれの試験体でもひび割れの発生と同時にひび 割れ幅は0.2mm 程度まで急激に増加している。前述の荷重から想 定される活荷重時のひび割れ幅(0.15mm 程度)の範囲において、 補強材の有無・種類による挙動に違いはみられない。

SFRC 側面のひずみから中立軸を計算し、その推移をグラフ化 すると図-4の通りである。図-3と同じく、それぞれ 2 体目の 結果を示している。FEM 解析での±40mm 位置のひずみから求め たひび割れ前(鋼板+SFRC)の中立軸位置と鋼板の中立軸位置を 参考に点線で示した。補強材の有無・種類によらず、ひび割れの 発生により中立軸位置は SFRC 内から鋼板内に移動している。

また、SFRC 上面がひび割れた直後の高さ方向のひび割れ幅の 分布状況を図-5に示す。πゲージ変位とひずみから算出した値 を併せてプロットしている。実測された補強材の位置を点線で示 してあるが、それより下の部分でひび割れが特に抑制されている 状況ではなく、補強の有無による明確な差異も認められない。し たがって、補強材によってひび割れ幅が顕著に抑制されていると は言い難い。なお、この段階では、目視でみる限りでは表面のひ び割れは分散しておらず、試験体の中央付近に一本のひび割れが みられるのみであり、補強材による違いは見られていない。

表-1 ひび割れ発生荷重とひび割れ発生ひずみ

(ネ	試験体 (補強方法)		ひび割れ発生 荷重(kN)	ひび割れ 発生ひずみ (µ)	
		1	49.3	309	
無補強	2	50.3	177		
	3	47.0	439		
メッシュ 筋	1	51.7	213		
	2	47.0	210		
	3	51.3	445		
CFRP グリッド	1	56.1	432		
	2	51.7	230		
	3	51.8	208		



図-3 荷重-ひび割れ幅関係



図-5 SFRC 高さ方向のひび割れ幅分布

4. あとがき ひび割れた SFRC 舗装内部や接着剤層への水の浸入状況や耐久性への影響を確認するために負曲げ疲労試験を併せて実施した⁴。さらに、ひび割れ後の疲労耐久性を確認するために輪荷重走行試験を実施する予定である。



