

超早強 SFRC 上面補強法における鋼床版のたわみ低減効果に関する研究

日本大学大学院 学生会員 ○野口博之 日本大学 正会員 阿部 忠 正会員 川井 豊
鹿島道路株式会社 正会員 一瀬八洋 正会員 山下雄史

1. はじめに

道路橋鋼床版は、大型車両や過積載車などの走行により、デッキプレートに局部変形が生じ、デッキプレートや U リブ溶接部に貫通型き裂や溶接ビード貫通き裂¹⁾が生じることが報告されている。この補強対策として鋼板あて板や溶接補強が施されているが、近年では鋼繊維補強コンクリート (SFRC) 上面補強法が提案され、耐疲労性が評価され、高速道路橋では実施工されている。そこで本研究では、鋼床版上面に、1.5 日で道路橋示方書・同解説²⁾に示すコンクリートの設計基準強度 24N/mm^2 以上を確保するために超早強セメントを用いた SFRC を 40mm 増厚補強し、輪荷重走行実験を行なった。本実験では、U リブ支間中央部のデッキプレートおよび U リブのたわみを動的に計測し、本補強法におけるたわみの低減効果について検証した。

2. 供試体概要

2.1 使用材料および材料特性値

- (1) 鋼材 鋼床版を構成する鋼材は材料入手の関係から SS400 材を用いる。鋼材の材料特性値は、降伏強度が 341N/mm^2 、引張強度が 462N/mm^2 である。
- (2) 超早強 SFRC 粗骨材の最大寸法 15mm、長さ 30mm の鋼繊維を混入量 1.27Vol.% で配合し、材齢 1.5 日の配合強度は設計基準強度 24N/mm^2 以上を目標とした。SFRC の圧縮強度は材齢 1.5 日で 33.2N/mm^2 、材齢 7 日で 56.6N/mm^2 であり、配合は表-1 に示す通りである。

2.2 供試体寸法 鋼床版を構成するデッキプレートは 12mm 厚とし、幅 1765mm、全長 2500mm とする。U リブは 8mm 厚とし、幅 310mm、高さ 250mm、全長 2500mm とする。供試体寸法を図-1 に示す。

2.3 SFRC 上面補強 SFRC 上面補強手順を図-2 に示す。鋼床版の接着剤塗布型 SFRC 上面補強の施工手順は、デッキプレート上面に防錆プライマー、SFRC との接着性を高める目的でショットブラストによる研掃を行なう (図-2(1))。次に、鋼床版デッキプレート上面に防錆プライマーを塗布し (図-2(2)) し、養生した後、高耐久型エポキシ系接着剤を平均厚 1.0mm で塗布する (図-2(3))。その後、SFRC を厚さ 40mm 打設し (図-2(4))、養生を行なう。

3. 実験方法

輪荷重走行実験は、図-1 に示すように U リブのウェブ上を挟んだデッキプレート上面を鋼床版中央から軸方

表-1 超早強 SFRC の示方配合

W/C (%)	S/a (%)	単位重量(kg/m³)						S.P (%)
		W	C	S	G	SF	AD	
38	58	174	358	936	686	100	100	1.4

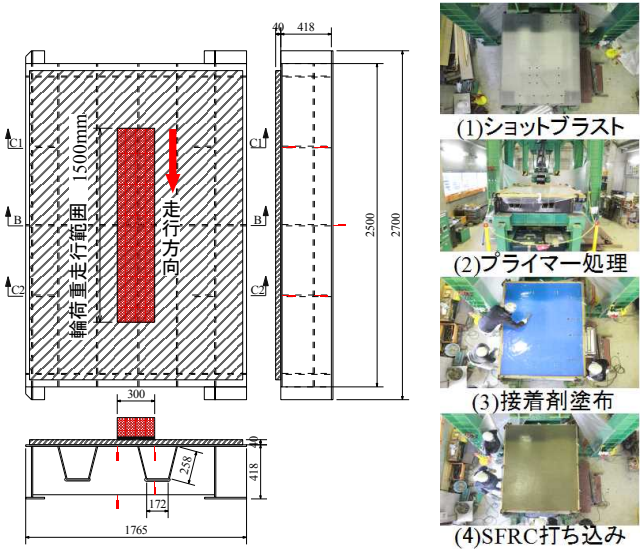


図-1 供試体寸法および測定点 図-2 補強手順

向の横リブ方向に 750mm、すなわち 1500mm を一往復ごとに荷重を増加する段階荷重载荷とする。荷重は 10kN から 100kN まで 10kN ごとに増加させる。計測は、走行開始から走行終了までの 1 往復を動的に計測する。その後、鋼床版上面に荷重 50kN 载荷し、4 万回の輪荷重走行疲労実験を行なう。補強前輪荷重走行疲労実験終了後、40mm 厚で接着剤塗布型 SFRC 上面補強を施す。補強後の輪荷重走行実験も荷重は 10kN から 100kN まで 10kN ごとに増加させる。計測は、走行開始から走行終了までの 1 往復を動的に計測し、補強前の鋼床版のたわみの変動と補強後のたわみの変動を比較し、本提案する鋼床版上面への接着剤塗布型 SFRC の補強効果を検証する。

4. 結果および考察

たわみは図-1 に示す変形が最も著しい軸方向中央の横リブと端部に配置した横リブとの中央、すなわち断面 C1 のたわみとする。たわみは U リブ支間中央のデッキプレート下面 C1-1)、U リブ内のデッキプレート下面 (C1-2)、U リブ下面 (C1-3) の位置とする。ここで、たわみと走行時刻の関係を図-3 に示す。なお、走行は横リブから 400mm の位置から 1500mm を折り返す 1 往復付近までのたわみを動的に計測し、荷重 10kN と 100kN のみを示した。

(1) C1-1 変位計 (デッキプレート)

C1-1 変位計のたわみと走行時刻の関係は図-3(1)に示すように、走行時刻 1.15sec 付近が C1-1 変位計を輪荷重が通過する付近のたわみであり、5.0sec 付近が荷重折り返し位置のたわみである。また、走行時刻 8.8sec 付近が C1-1 変位計を通過する時点のたわみである。補強前の鋼床版のたわみは輪荷重が折り返す付近の最小たわみは 0.44mm, 最大たわみは 1.38mm であり、上限と下限のたわみの差は 0.94mm である。一方、接着剤塗布型 SFRC 上面補強後のたわみは、輪荷重が折り返す付近のたわみは 0.23mm, 最大たわみは 0.72mm, 差は 0.49mm である。たわみ差を比較すると SFRC 上面補強によりたわみが 48% 低減している。

(2) C1-2 変位計 (デッキプレート)

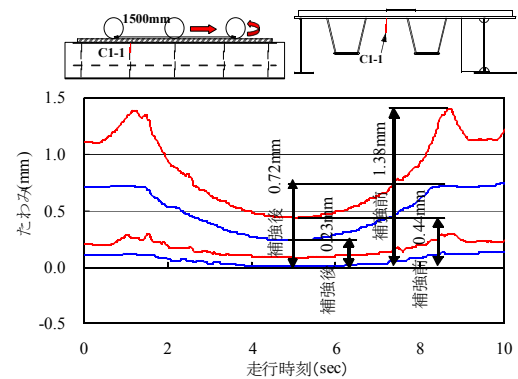
C1-2 変位計は U リブ内のデッキプレートのたわみである。U リブ内のたわみは輪荷重が C1-2 変位計付近を通過する時に最大値を示し、輪荷重が床版中央の横リブを通過する付近から負のたわみが発生している。輪荷重が折り返す付近のたわみは -0.19mm, その後、B 断面と C2 断面の中央付近を通過するとき C1-2 のたわみは -0.15mm である。床版中央の横リブを通過する付近ではたわみは 0mm 程度となり、C1-2 付近を通過する時に最大たわみは 0.82mm であり、たわみの差 (絶対値) は 1.01mm である。一方、SFRC 上面補強後のたわみの最小値は -0.14mm, 最大値は 0.08mm, 差は 0.22mm である。よって、たわみ差を比較すると SFRC 上面補強によりたわみが 78% 低減している。この位置は応力の交番が著しい位置であるが、補強することで大幅に軽減する結果が得られる。よって、U リブ内のたわみは輪荷重が走行する位置によって、正負のたわみが発生することから、U リブ取付け付近では交番応力が発生し、疲労損傷が生じ易い位置といえる。しかし、SFRC 上面補強後は、たわみの交番が発生するものの大幅な応力低減効果が得られる。

(3) C1-3 変位計 (U リブ下面)

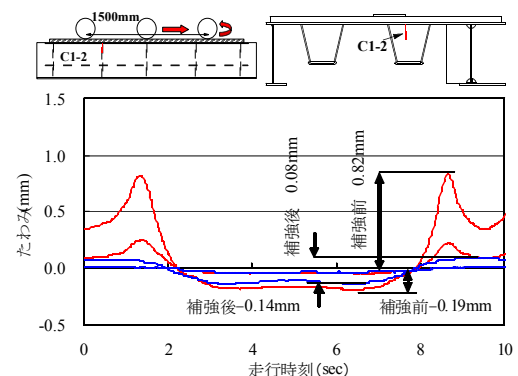
C1-3 変位計は U リブ下面のたわみである。輪荷重が折り返す付近の最小たわみは 0.41mm である。なお、U リブ内のデッキプレート下面のたわみは -0.19mm ある。輪荷重が C1-3 変位計を通過する時の最大たわみは 0.98mm であり、差は 0.57mm である。一方、補強後のたわみは、輪荷重が折り返す付近が 0.26mm, 最大たわみは 0.72mm, 差は 0.46mm である。補強前の鋼床版のたわみ差と比較すると補強後のたわみ差は 20% 低減している。同位置の U リブ内のたわみの変形が大きいにも関わらず、U リブ下面の変形は減少している。

5. まとめ

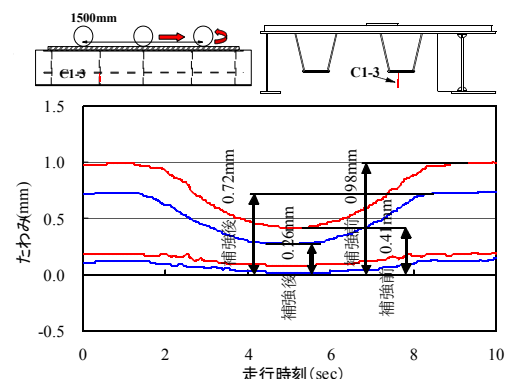
(1) 無補強鋼床版と SFRC 上面補強した供試体は、各計測点においてたわみ差がそれぞれ 48%, 78%, 20% 低減され、SFRC による応力低減効果より補強効果が評価出来る。



(1) C1-1 変位計



(2) C1-2 変位計



(3) C1-3 変位計

図-3 たわみと走行時刻の関係

(2) 輪荷重が走行する位置によって C1-2 変位計すなわち U リブ取り付け付近では、正負のたわみが発生することから交番応力が発生し疲労損傷が生じやすい位置であることが確認される。SFRC 上面増厚を施すことで剛性が向上し補強前の局所変形から SFRC による全体変形に移行したことが確認された。

「参考文献」

- 1) 土木学会：鋼構造シリーズ 19 鋼床版の疲労 2010 年改訂版, (2010)
- 2) 日本道路橋会：道路橋示方書・同解説 I, II, III (2002)