

# SFRC 上面増厚補強を施した道路橋 RC 床版の耐疲労性に関する研究

日本大学大学院 学生会員 ○根本 大 日本大学 正会員 阿部 忠 日本大学 正会員 木田 哲量  
日本大学 P.D. 正会員 高野 真希子 鹿島道路(株) 正会員 児玉 孝喜

## 1. はじめに

高度経済成長期に建設された橋梁の多くは、建設後約 50 年が経過し、老朽化が進んでいる。特に RC 床版の劣化・損傷が著しく、その補修・補強方法に、鋼繊維補強コンクリート(以下、SFRC)を用いた上面増厚工法が採用されることがある<sup>1)</sup>。SFRC 上面増厚工法は、工期の短縮、耐荷力および耐久性に優れているが、既設 RC 床版と増厚コンクリートとの界面が早期にはく離するなどの問題が生じている。そこで本研究は、通常の RC 床版供試体と RC 床版上面に直接 SFRC を増厚した供試体および SFRC 増厚面の界面に接着剤を塗布して増厚した供試体を用いて走行疲労実験を行い、耐疲労性を評価した。

## 2. 使用材料・供試体寸法および補強方法

(1) 使用材料 RC 床版供試体のコンクリートには、普通ポルトランドセメントと最大寸法 20mm の粗骨材を使用した。その圧縮強度は 35N/mm<sup>2</sup> である。また、鉄筋は SD295A, D10 を使用した。その降伏強度、引張強度、ヤング係数はそれぞれ 370N/mm<sup>2</sup>, 511N/mm<sup>2</sup>, 200kN/mm<sup>2</sup> である。増厚部の SFRC には超速硬セメントと最大寸法 15mm の粗骨材を使用し、鋼繊維は長さ 30mm を混入量 100kg/m<sup>3</sup> で配合した。増厚 3 時間後の SFRC 圧縮強度は 29.4N/mm<sup>2</sup>, 7 日後の圧縮強度は 51.6N/mm<sup>2</sup> である。また、接着剤には高耐久性エポキシ系接着剤を用いた。

(2) 供試体寸法および鉄筋配置 供試体寸法および鉄筋の配置を図-1 に示す。供試体の寸法は、全長 1470mm, 支間 1200mm, 厚さ 130mm である。鉄筋の配置は複鉄筋配置とし、引張側の軸直角方向および軸方向ともに 100mm 間隔で配置し、有効高さをそれぞれ 105mm, 95mm とする。また、圧縮側の鉄筋量は引張鉄筋量の 1/2 を配置した。

(3) 上面増厚供試体施工法 SFRC 上面増厚 RC 床版供試体は、RC 床版部と増厚部界面の合成を高めて耐疲労性の向上を図るために、界面および打継目に接着剤を塗布した。また、比較対象するために、界面に接着剤を塗布しない供試体も作製した。SFRC 上面増厚 RC 床版供試体の施工手順を図-2 に示す。まず、RC 床版上面を切削機を用いて切削し、ジェットブラストにより研磨する。その後、接着剤を用いる供試体は接

着剤を 1mm 厚で塗布した後、SFRC を 40mm 打設し、表面仕上げする。床版厚は 160mm を目標とする。ここで、通常 RC 床版を RC-1, 2, SFRC を直接全面に増厚した供試体を SFRC-1, 接着剤を塗布して SFRC を全面に増厚した供試体を SFRC-S1 と称する。

## 3. 実験方法および等価走行回数

(1) 輪荷重による走行疲労実験 走行疲労実験は、供試体中央から±450mm の範囲で輪荷重を走行させる実験である。走行速度は、距離 900mm を 6.5sec で走行する 0.14m/s とする。荷重は 100kN までは 2 万回走行ごとに 20kN, それ以降は 10kN ずつ増加する段階状荷重とした。

(2) 等価走行回数 本実験における輪荷重走行疲労実験は荷重を段階状荷重としたことから、等価走行回数を算出して耐疲労性を評価する。等価走行回数はマイナー則に従うと仮定し、式(1)として与えられる。なお、基準荷重は、RC 床版供試体が実橋床版の 1/2 モデルとしたことから設計荷重は 50 kN

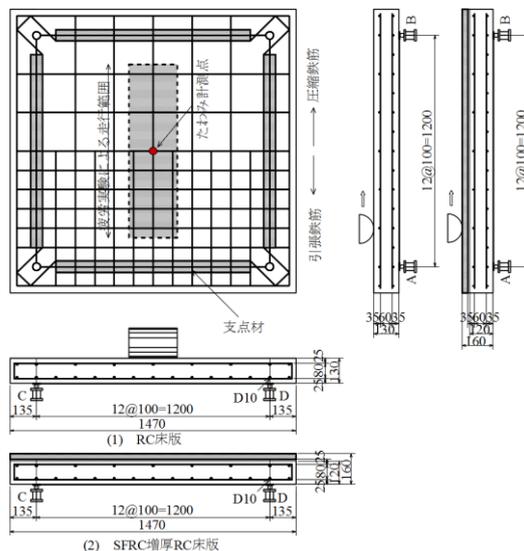


図-1 RC 床版・SFRC 上面増厚 RC 床版供試体寸法および鉄筋配置

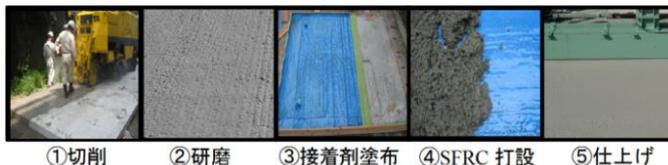


図-2 SFRC 上面増厚補強 RC 床版の施工手順

キーワード 上面増厚, 鋼繊維補強コンクリート, 接着剤, 走行疲労実験

表-1 等価走行回数

供試体	等価走行回数	平均等価走行回数	走行回数比	
			SFRC-S/RC	SFRC-S/SFRC
RC-1	6,963,265	7,155,596	—	—
RC-2	7,347,928			
SFRC-1	73,976,114	73,976,114	10.3	—
SFRC-S1	261,284,849	261,284,849	36.5	3.5

であり、安全率1.2を考慮して60kNとした。また、S-N曲線の傾きの逆数mには、松井らが提案するS-N曲線の傾きの逆数12.7<sup>2)</sup>を適用する。

$$N_{ep} = \sum_{i=1}^n (P_i/P)^m \times n_i \quad (1)$$

ここで、 $N_{ep}$ ：等価走行回数(回)、 $P_i$ ：载荷荷重(kN)、 $P$ ：基準荷重(=60kN)、 $n_i$ ：実験走行回数(回)、 $m$ ：S-N曲線の傾きの逆数(=12.7)

4. 実験結果および考察

(1) 等価走行回数 本実験における等価走行回数を式(1)により算出し、表-1に示す。表-1より、供試体RC-1、2の平均等価走行回数は7,155,596回、RC床版に直接上面増厚した供試体SFRC-1の等価走行回数は73,976,114回であり、RC床版の10.3倍の等価走行回数となった。また、接着剤を塗布して上面増厚した供試体SFRC-S1の等価走行回数は261,284,849回であり、RC床版と比較すると、SFRC-S1は36.5倍となった。さらに、接着剤を塗布して上面増厚した供試体は直接増厚した供試体の3.5倍となり、RC床版と増厚の界面に接着剤を塗布することにより等価走行回数が増加し、耐疲労性の向上が図られた。

(2) 破壊状況 RC床版およびSFRC上面増厚RC床版の下面の破壊状況を図-3に示す。図-3より、供試体RC、供試体SFRCおよび供試体SFRC-Sはともに、軸直角方向および軸方向に配置した鉄筋間隔とほぼ同寸法で100~130mm間隔にひび割れが発生し、格子状を形成している。また、供試体SFRC-Sは供試体SFRCの3.5倍の等価走行回数にもかかわらず、供試体SFRCとほぼ同様の破壊形状を示していることから、接着剤の塗布による増厚界面の付着が高まり、はく離が抑制されている。

(3) たわみと等価走行回数 RC床版供試体はともに等価走行回数の増加に伴ってたわみもわずかに上昇し、3mm(≒L/400, L：床版支間)を超えた付近からたわみが急激に増加した。供試体SFRC-1は、RC床版同様に3mmを超えた付近からたわみの増加が著しくなり、等価走行回数47.100×10<sup>7</sup>回を超えた後、急激にたわみが増加した。SFRC-S1は、等価走行回数が4.710×10<sup>6</sup>回を超えてもたわみの増加は微小であり、等価走行回数23.710×10<sup>7</sup>回後であるたわみが3.5mm

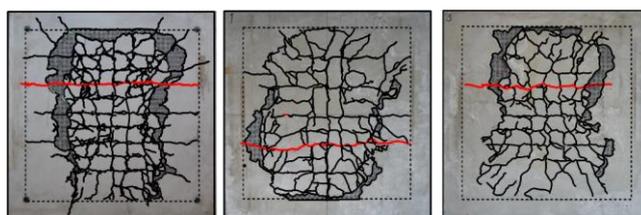


図-3 RC床版およびSFRC上面増厚RC床版

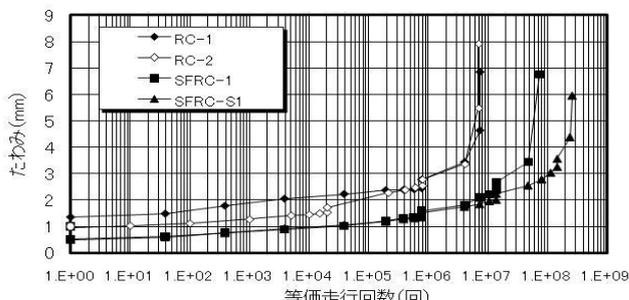


図-4 たわみと等価走行回数

(≒L/350)を超えた付近から急激にたわみが増加した。したがって、たわみの増加傾向から判断すると、RC床版および増厚RC床版両方を許容した、たわみが床版支間Lの1/400(3mm)を超えた付近でRC床版は補修・補強を施す必要があると考える。

5. まとめ

- ①上面増厚RC床版の等価走行回数はRC床版の10.3倍となり、上面増厚を施すことにより疲労耐久性が向上した。また、接着剤を用いた上面増厚RC床版は、直接上面増厚した供試体の3.5倍の等価走行回数となり、接着剤を塗布することで増厚界面の付着が高まり、耐疲労性が向上する結果となった。
- ②RC床版および上面増厚RC床版、接着剤を用いた上面増厚RC床版の破壊状況は、等価走行回数異なるもののほぼ同程度となり、最終的には押抜きせん断破壊となった。したがって、RC床版と増厚界面に接着剤を塗布することにより、耐疲労性が向上した。
- ③たわみと等価走行回数の関係では、RC床版および上面増厚RC床版の場合、床版支間Lの1/400(3mm)を超えた付近、接着剤を塗布した上面増厚RC床版の場合、床版支間Lの1/350(3.5mm)を超えた付近からたわみが急激に増加する。したがって、たわみの増加傾向から判断すると、RC床版および増厚RC床版両方を許容した、たわみが床版支間Lの1/400(3mm)を超えた付近でRC床版は補修・補強を施す必要があると考えられる。

参考文献

1) (社)高速道路調査会, 上面増厚工法設計施工マニュアル(1995). 2)松井繁之, 道路橋床版設計・施工と維持管理, 森北出版(2007).