

展張格子筋を用いたRC床版のSFRC上面増厚補強法における耐疲労性の評価

日本大学大学院 学生会員 ○中島博敬 日本大学 フェロー会員 阿部忠
JFE シビル(株) 正会員 塩田啓介 正会員 吉岡泰邦

1. はじめに

道路橋 RC 床版は車両の繰り返し走行に加えて、積雪寒冷地域では融雪剤の散布による塩害と凍害による床版上面コンクリートの土砂化や鉄筋の腐食によって断面欠損が生じている¹⁾。また、設計基準の改定に伴う鉄筋量不足により耐荷力・耐疲労性が低下している。これらの損傷に対する補強策として増厚層内に補強筋を配置した増厚補強法^{2),3)}が適用されている。

そこで本研究は、SFRC 上面増厚補強法として展張格子筋を全面に配置し補強した RC 床版および床版中央で軸直角方向に継手部を設け補強した RC 床版を用いて輪荷重走行疲労実験を行い、耐疲労性を評価する。

2. 使用材料および供試体寸法

(1) 使用材料 RC 床版供試体のコンクリートには、普通セメントと最大寸法 5mm の砕砂および最大寸法 20mm の砕石を使用した。また、鉄筋は SD295A, D10 を使用した。RC 床版供試体は 2 回に分けて製作したことから、実験時におけるコンクリートの圧縮強度は 35.0N/mm^2 , 38.2N/mm^2 となった。

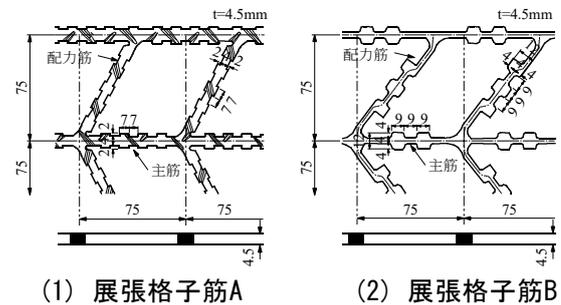
次に、上面増厚補強材には超速硬セメントに鋼繊維を配合した SFRC を用いた。要求性能は 3 時間でコンクリートの圧縮強度を 24N/mm^2 以上となる配合条件とした。その配合条件は、超速硬セメントと最大寸法 15mm の粗骨材、 $\phi 0.6\text{mm}$ 、長さ 30mm の両端フック型の鋼繊維を混入量 1.27vol.% (100kg/m^3) で配合した。SFRC の圧縮強度は養生 3 時間で 26.9N/mm^2 であり、実験時の圧縮強度は 52N/mm^2 である。

(2) 展張格子筋 展張格子筋には SS400 相当の厚さ 4.5mm の縞鋼板または一般鋼板を用い、格子間寸法を $75 \times 75\text{mm}$ 、幅 4.0mm となるようにレーザでスリットを挿入し、展張する。断面積は 18mm^2 である。ここで、本供試体に用いる展張格子筋の寸法を図-1に示す。展張格子筋 A は図-1(1)に示すように 2mm の突起を 7mm ごとに設けた突起形状である。展張格子筋 B は図-1(2)に示すように付着性を確保するために突起を 4.0mm で 2カ所の形状を設けた。展張格子筋 A の降伏強度は 327N/mm^2 、引張強度は 430N/mm^2 である。また、展張格子筋 B の降伏強度は 287N/mm^2 、引張強度は 454N/mm^2 である。

(3) 付着用接着剤 切削・研掃後、付着性を高めるために高耐久型エポキシ樹脂系接着剤（以下、付着用接着剤とする）を用いる。付着用接着剤の付着強度は 3.7N/mm^2 である。

キーワード：RC 床版、展張格子筋、SFRC 上面増厚補強、耐疲労性

連絡先：〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459



(1) 展張格子筋A (2) 展張格子筋B

図-1 展張格子筋の寸法および形状

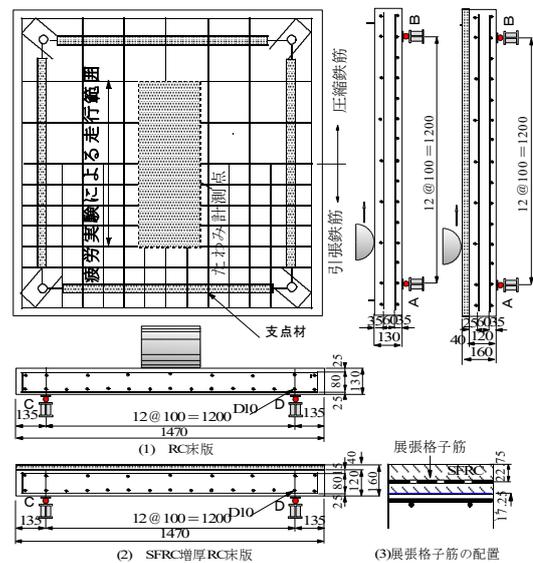


図-2 供試体寸法および鉄筋配置

(4) 供試体寸法および鉄筋の配置 RC 床版供試体の床版厚は、道路橋示方書・同解説⁴⁾（以下、道示とする）の規定に準拠し、1/2 モデルとした。また、RC 床版供試体は、輪荷重走行による変形量を拘束することが無い 4 辺単純支持とし、正方形版とした。供試体寸法を図-2に示す。また、展張筋を配置した増厚寸法を図-2(2), (3)に示す。なお、基準となる RC 床版供試体を RC-35、展張格子筋を配置し上面増厚した供試体を RC38-T.A、継手部を設けた供試体を RC35-Tw.A とする。

(5) 上面増厚補強の施工手順 SFRC 上面増厚補強の施工手順は上面増厚設計施工マニュアル⁵⁾に準拠して作成する。既設床版上面を切削およびショットブラストによる研掃を施す。次に、展張格子筋を配置および接着剤を塗布して SFRC を打込み、養生する。

3. 輪荷重走行疲労実験方法および等価走行回数

(1) 輪荷重走行疲労実験方法 輪荷重走行疲労実験は、床版中央から両支点方向に 450mm（走行範囲

: 900mm) の範囲に輪荷重 (幅 250mm) を繰り返し走行させる実験である。

(2) 等価走行回数 等価走行回数は、マイナー則に従うと仮定すると式(1)で与えられる。式(1)における S-N 曲線の傾きの逆数 m は、松井ら⁶⁾の提案による S-N 曲線の傾きの逆数は $m = 12.7$ を適用する。

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

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

4. 結果および考察

(1) 等価走行回数 RC 床版供試体 RC35 の等価走行回数は 8.52×10^6 回である。この等価走行回数を基準に耐疲労性を評価する。

展張筋を配置し、展張格子筋を配置した供試体 RC38-T.A の等価走行回数は 1023.622×10^6 回であり、RC-35 の供試体と比して 120.1 倍の等価走行回数を得られた。次に、継手部を設けた供試体 RC35-Tw.A の等価走行回数は 688.99×10^6 回であり、供試体 RC35 の等価走行回数と比して 80.8 倍の等価走行回数を得られた。また、供試体 RC38-T.A と比較すると走行回数比が低いこれはコンクリートの圧縮強度差によるものと考えられる。

(2) たわみと等価走行回数の関係 たわみと等価走行回数の関係を図-3に示す。たわみが床版支間 L の $1/400$ に達した等価走行回数を基準に考察する。RC 床版供試体 RC-35 の荷重 80kN 載荷し、たわみが床版支間 L の $1/400$ に達した時点の等価走行回数は 2.77×10^6 回である。その後、走行によりたわみが急激に増加している。破壊時のたわみは 7.31mm である。

供試体 RC38-T.A のたわみが支間 L の $1/400$ に達した時点の等価走行回数は 447.00×10^6 回であり、供試体 RC35 と比して 161.4 倍の補強効果を得られた。破壊時のたわみ 5.59mm である。次に、供試体 RC35-Tw.A のたわみが床版支間 L の $1/400$ に達した時点の等価走行回数は 147.03×10^6 回であり、供試体 RC35 と比較して 53.1 倍の補強効果を得られた。破壊時のたわみは 7.60mm である。

以上より、鉄筋不足を補うために展張格子筋を配置し、接着剤塗布型 SFRC 上面増厚補強法は、展張格子筋により曲げ剛性が向上し、たわみの増加が抑制されている。

(3) ひずみと等価走行回数の関係 ひずみと等価走行回数の関係を図-4に示す。RC 床版の主鉄筋の降伏ひずみ (1725×10^{-6}) に達した等価走行回数は 5.88×10^6 回である。次に、供試体 RC38-T.A の主鉄筋が降伏ひずみに達した時点の等価走行回数は 726.00×10^6 、供試

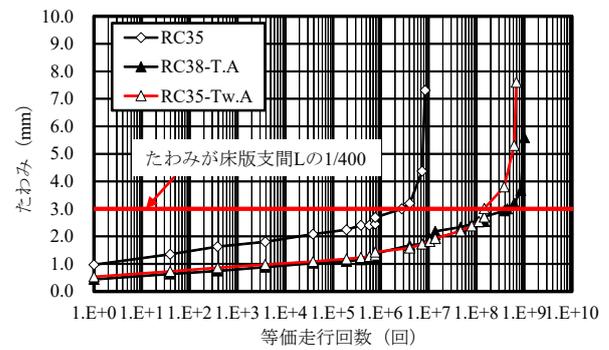


図-3 たわみと等価走行回数の関係

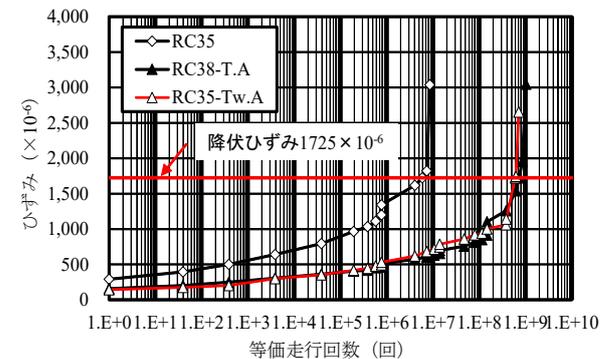


図-4 ひずみと等価走行回数の関係

体 RC35-Tw.A が 589.00×10^6 であり、それぞれ RC 床版供試体の 123.4 倍、101.7 倍である。

5. まとめ

- (1) 等価走行回数より、増厚層 40mm 内に補強筋である展張格子筋を配置し、接着剤塗布型 SFRC 上面増厚補強した RC 床版供試体は、120.1 倍、軸方向中央で展張格子筋の継手長 150mm を設けた供試体は 80.8 倍である。
- (2) たわみと等価走行回数の関係およびひずみと等価走行回数の関係より、たわみ・ひずみの増加も大幅に抑制され、耐疲労性が向上している。よって、展張筋に継手部を設けた SFRC 上面増厚補強法は継手部が弱点とならず耐疲労性が向上する結果が得られた。

参考文献

- 1) (公社)土木学会：鋼構造シリーズ 27 道路橋床版の維持管理マニュアル 2016, 2016.10
- 2) 阿部忠ほか：輪荷重走行疲労実験における RC 床版上面増厚補強法の耐疲労性の評価法，構造工学論文集，Vol.56A, pp.1270-1281, 2010.3
- 3) 水口和彦ほか：鋼板格子筋を配置した下面増厚補強 RC 床版における耐疲労性の評価，構造工学論文集，Vol.62A, 1250-1260, 2016.3
- 4) (公社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I, II, III, 2012.3
- 5) (公財)高速道路調査会：上面増厚工法設計施工マニュアル, 1995
- 6) 松井繁之：道路橋床版設計・施工と維持管理，森北出版，2007