

継手部構造を有する鋼板格子筋を用いたRC床版のSFRC上面増厚補強法の耐疲労性および付着力の検証

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, 有園和樹

1. はじめに

鋼板にレーザ加工を施して一面加工とした鋼板格子筋が開発され、これを用いた RC 床版の増厚補強における耐疲労性および補強効果が評価された¹⁾。しかし、実橋梁においては継手構造が必要となり、継手部構造を設けた場合の構造上の弱点が懸念される。そこで本研究では、RC 床版の SFRC 上面増厚補強に用いる鋼板格子筋を用いて増厚層内に継手を設け、上面増厚補強した RC 床版供試体を用いて輪荷重走行実験を実施し、耐疲労性を検証した。また、実験終了後に建研式引張試験を実施し、補強界面の引張付着強度を検証することで本補強法の有用性について検証する。

2. 供試体材料および寸法

(1) 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 5mm の細骨材、最大寸法 20mm の粗骨材を用いる。鉄筋は SD295A, D10 を用いる。実験時のコンクリートの圧縮強度は 35.0N/mm^2 となった。圧縮強度 35.0N/mm^2 の供試体名称を RC35 とする。

(2) 上面増厚補強材 SFRC 材の配合は、超速硬セメントに最大寸法 15mm の碎石、長さ 30mm, ϕ 0.6mm の両端フック型鋼繊維を、添加量 1.27Vol.% で配合する。材齢 3 時間の圧縮強度は 26.9N/mm^2 である。実験開始時の圧縮強度は 52.0N/mm^2 である。

(3) 高耐久型エポキシ系接着剤 既設 RC 床版と SFRC 材との付着性を高めるために高耐久型エポキシ系接着剤を用いる。引張試験による付着強度は 3.7N/mm^2 以上を有し、母材コンクリートで破壊する結果を得ている。

(4) 鋼板格子筋 一般鋼板を用いた鋼板格子筋（格子鋼板筋, 展張格子筋）の材料特性値は、降伏強度は 294N/mm^2 , 引張強度は 468N/mm^2 である。また、鋼板格子筋には付着性を高めるために 4mm の突起を 9mm 間隔で 2 箇所設けた。引張試験による付着強度は 2.65N/mm^2 である。ここで、鋼板格子筋の形状および寸法を図-1に示す。

(5) 供試体寸法 RC 床版供試体の寸法は、1994 年改定の設計基準²⁾の規定に基づき設計し、1/2 モデルとする。よって、全長 1,470mm, 支間長 1,200mm, 床版厚 130mm の

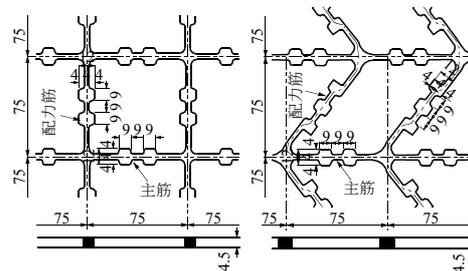


図-1 格子鋼板筋・展張格子筋の形状および寸法

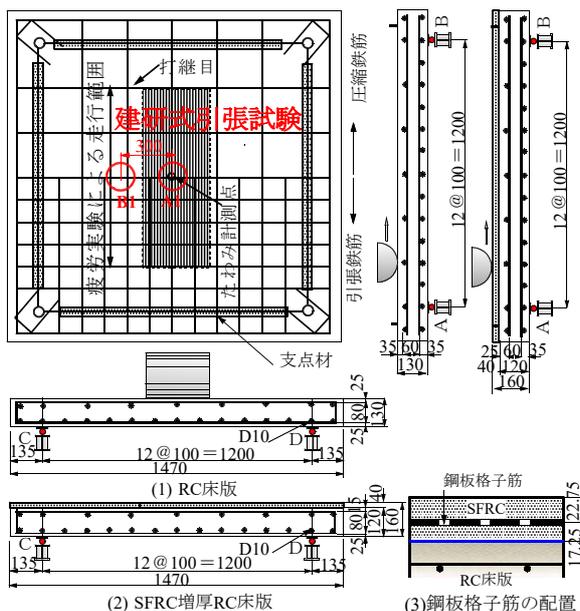


図-2 供試体寸法および鉄筋配値

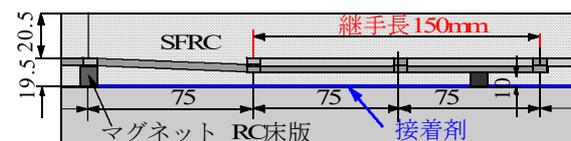


図-3 増厚層内の補強筋継手構造

方形版とし、鉄筋配値寸法も併せて図-2に示す。SFRC 上面増厚補強寸法は RC 床版上面を 10mm 切削し、その上に SFRC 材を 40mm 増厚する。鋼板格子筋の配置を図-2(3)、継手部の配置状況を図-3に示す。

3. 輪荷重走行疲労時実験および等価走行回数

輪荷重走行疲労実験は床版の支間中央から $\pm 450\text{mm}$ の範囲を荷重 80kN で 20,000 回走行させ、20,000 回ごとに荷重を 20kN ずつ増加させる檀家荷重載荷とし、破壊に至るまで繰り返し走行させる。本実験における耐疲労性は等価走行回数を式(1)より算出して評価する。

キーワード：RC 床版, 鋼板格子筋, SFRC 上面増厚補強, 継手部, 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 047-474-2468

表-1 等価走行回数

供試体	実験走行回数	等価走行回数	走行回数比
RC35	25,000	8,523,300	
RC35-SG.A	74,800	844,525,484	99.1
RC35-EG.A	71,500	688,993,714	80.8

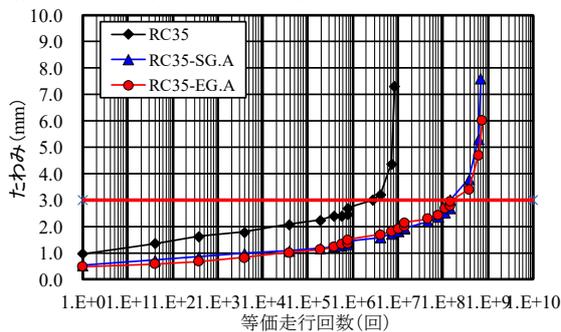


図-4 たわみと等価走行回数の関係

$$N_{eq} = \sum_{i=1}^n (P_i/P_0)^{m \times n_i} \quad (1)$$

ここで、 N_{eq} ：等価走行回数、 P_i ：載荷荷重 (kN)、 P_0 ：基準荷重 (=60kN)、 n_i ：実験走行回数、 m ：S-N 曲線の傾きの逆数の絶対値 (=12.7)³⁾

4. 結果および考察

(1) 等価走行回数 本実験における実験結果を表-1に示す。供試体 RC35 の等価走行回数は 8.52×10^6 回である。一方、供試体 RC35-SG.A および RC35-EG.A の等価走行回数はそれぞれ 844.52×10^6 回、 688.99×10^6 回となり、供試体 RC35 との回数比は 99.1 倍、80.8 倍である。よって、耐疲労性が大幅に向上する結果となった。

(2) たわみと等価走行回数の関係 供試体 RC35 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 2.77×10^6 回である。破壊時のたわみは 7.31mm である。一方、供試体 RC35-SG.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 172.10×10^6 回であり、供試体 RC35 と比較して 62.1 倍の等価走行回数を得られた。また、供試体 RC35-EG.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 倍の等価走行回数を得られた。

(3) 建研式引張試験による界面の付着性能⁴⁾ 建研式引張試験の概略を図-5(1)に示し、試験位置は図-2に併記した。試験方法は、直径 100mm で既設 RC 床版の位置まで切り込みを入れ、油圧式接着力試験機(図-5(2))を用いて載荷速度 $1.0\text{N/cm}^2/\text{sec}$ で試験を実施する。ここで、建研式引張試験により得られた界面の付着強度を表-2に示す。供試体 RC35-SG.A の A-1 はコア削孔中に界面ではなく離れたことから、付着強度は 0.0N/mm^2 である。一方、B-1 は

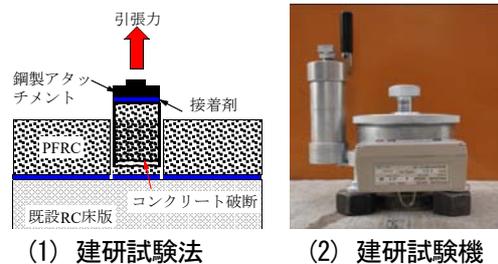


図-5 建研式引張試験方法

表-2 建研式引張試験方法による付着強度

供試体	直径 (mm)	断面積 (mm ²)	接着荷重 (kN)	付着強度 (N/mm ²)	破断位置
格子筋	A-1	99.00	0.0	0.00	SFRC層
	B-1	99.00	7.698	20.4	母材
展張筋	A-1	99.00	0.0	0.00	SFRC層
	B-1	99.00	7.698	17.2	母材

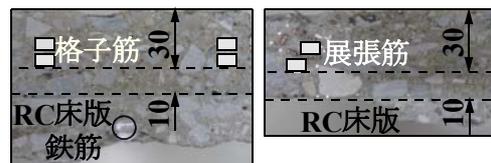


図-6 建研式引張試験による切断面

2.65N/mm^2 である。また、供試体 RC35-EG.A における A-1 も 0.0N/mm^2 であるが、B-1 では 2.23N/mm^2 であり、上面増厚補強法における付着強度 1.0N/mm^2 を上回っている。なお、破壊位置は A-1 は SFRC 上面増厚層、B-1 は図-6に示すように母材コンクリートで破壊している。

6. まとめ

(1) 供試体 RC35 の等価走行回数に対して、格子筋および展張筋に継手部を設けた供試体の回数比はそれぞれ 99.1 倍、80.8 倍となり継手部は弱点とならず耐疲労性が向上した。この要因は、展張筋や格子筋を配置し、接着剤塗布型 SFRC 上面増厚補強することで、曲げ剛性が向上し、たわみの増加が抑制された結果である。

(2) 建研式引張試験において、輪荷重走行面では SFRC 層で破壊し、300mm 離れた位置はいずれも 1.0N/mm^2 以上の引張付着強度が得られた。また、300mm 離れた位置のコア側面は鋼板格子筋との隙間 10mm に骨材や鋼繊維が十分に配置されている。

参考文献

- 野口博之ほか：鋼板格子筋を配置した SFRC 上面増厚補強法による RC 床版の耐疲労性の評価，構造工学論文集，Vol.63A，pp.1273-1281，2017。
- 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I，II，2002
- 松井繁之：道路橋床版設計・施工と維持管理，森北出版，2007.10
- 日本建築学会：建築工事標準仕様書・同解説 JASS19，2012。