

展張格子鋼板筋を配置した SFRC 上面増厚補強 RC 床版の耐疲労性の評価

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
JFE シビル(株) 正会員 吉岡泰邦, 塩田啓介

1. はじめに

積雪寒冷地域の RC 床版は、融雪剤の散布による塩害と冬期間の凍害が複合され、床版上面コンクリートが土砂化するとともに鉄筋が腐食し、断面欠損が生じ、耐荷力性能および耐疲労性が低下している。この補強法として従来は床版上面に鉄筋を 2 方向に配置して、超速硬セメントに鋼繊維を配合した SFRC で増厚補強されている。この場合、鉄筋を 2 方向に配置することから増厚寸法は 100mm¹⁾とされ、死荷重の増大が懸念される。一方、鉄筋にかわる補強材として一面加工された展張格子鋼板筋が開発され、補強材として採用されている²⁾。そこで本研究は、鉄筋に替わる一面加工した展張格子鋼板筋を配置した SFRC 上面増厚補強法における耐疲労性を評価し、積雪寒冷地域の土砂化した RC 床版の補強法の一助とする。

2. 使用材料

(1)RC床版供試体 RC 床版供試体および上面増厚補強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 5mm 以下の砕砂および 5mm から 20mm の砕石を使用する。鉄筋には SD295A, D10 を使用し、鉄筋の降伏強度 370N/mm², 引張強度 511N/mm², ヤング係数 200kN/mm² である。

(2)SFRC SFRC のセメントには超速硬セメントを使用し、最大寸法 15mm の粗骨材と φ 0.62mm, 長さ 30mm の鋼繊維を混入率 1.27Vol.% で配合する。ここで、SFRC の示方配合を表-1に示す。

(3)ワイヤーメッシュ ワイヤーメッシュにはφ 5mm, 格子間隔 75×75mm を用いる。ここで、ワイヤーメッシュの材料特性値を表-2に示す。

(4)展張格子鋼板筋 展張格子鋼板筋には厚さ 4.5mm の材質 SS400 の縞鋼板を用いる。展張格子鋼板筋は縞鋼板にレーザでスリットを挿入し、ジャッキで展張する。ここで、展張格子筋の製作を図-1に示す。本供試体には格子間隔が 75×75mm, 展張角度が 60 度の展張格子鋼板筋を用いる。また、展張格子鋼板筋の材料特性値を表-2に併記する。

3. 供試体寸法および補強法

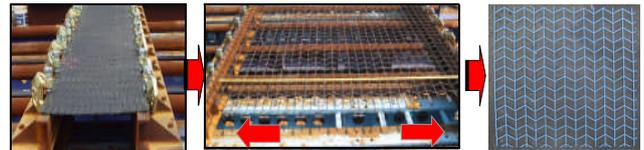
(1)RC床版供試体 供試体寸法は 2002 年改訂の道路橋示方書・同解説³⁾の規定に準拠し、1/2 モデルとする。よって、供試体の寸法は、全長 1,470mm, 支間 1,200mm, 床版厚 130mm とする。鉄筋は複鉄筋配置とし主鉄筋に D10 を 100mm 間隔で配置する。また、圧縮側には引張鉄筋量の 1/2 を配置する。ここで、供試体寸法を図-2(1)に示し、RC 床版供試体の名称を RC-1 とする。

表-1 SFRCの示方配合

スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
			C	W	S	G	SF
8.0±2.5	39	40	403	158	726	1094	4.0

表-2 各補強筋の材料特性値

補強材	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	断面積 (mm ²)	本数/m	引張剛性 (kN・m)
ワイヤーメッシュ	—	592	200	19.63	13.3	52.22
展張鋼板筋	338	451		18.00	12.3	44.28



(1)スリット挿入 (2)展張 (3)防錆剤塗布

図-1 展張格子鋼板筋

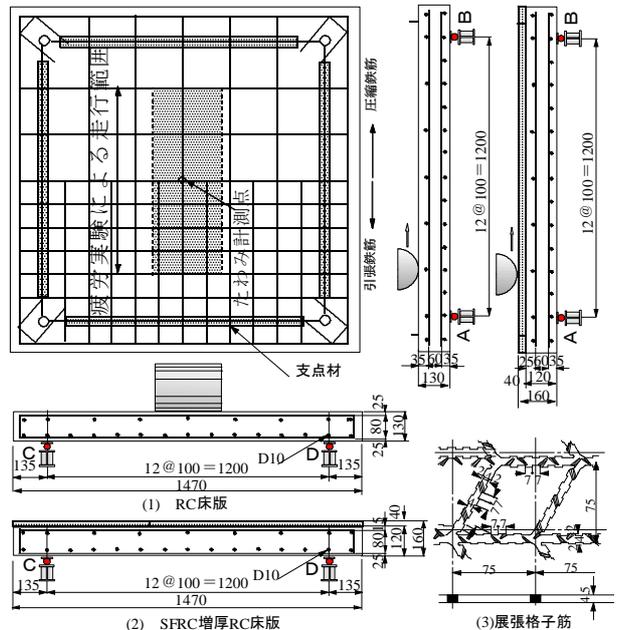


図-2 供試体寸法および鉄筋配置

(2)上面増厚補強床版供試体 補強床版供試体の寸法は RC 床版供試体の寸法と同様とする。上面増厚部の寸法は RC 床版を 10mm 切削し、SFRC を 40mm 増厚した床版全厚 160mm とする。また、耐荷力の向上として SFRC 増厚層にワイヤーメッシュおよび展張格子鋼板筋を全面に配置する。ここで、補強筋の配置位置および寸法を図-2(2)に示し、ワイヤーメッシュおよび展張格子鋼板筋を配置した供試体名称をそれぞれ RC-W, RC-EG とする。

(3)SFRC上面補強法 RC 床版に補強筋を用いた SFRC 上面補強法は、「上面増厚工法設計施工マニュアル」³⁾に準拠して製作する。

キーワード：RC 床版, SFRC 上面増厚補強, 展張格子鋼板筋, 輪荷重走行疲労実験

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

4. 実験方法および等価走行回数

(1) 輪荷重走行疲労実験 SFRC 上面増厚補強法の耐疲労性を評価は、2 万回走行ごとに荷重を増加させる段階荷重載荷とする。初期荷重を 80kN から 140kN までは 2 万回ごとに荷重を 20kN 増加し、荷重 140kN 以降は 10kN 増加する。

(2) 等価走行回数 本実験は 2 万回ごとに荷重を増加させたことから、マイナー則に従うと仮定すると式(1)で与えられる。式(1)に適用する S-N 曲線の傾き逆数の絶対値 m には、松井ら⁴⁾が提案する S-N 曲線の傾き逆数の絶対値 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 曲線の傾き逆数の絶対値 (= 12.7)

5. 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表-3に示す。供試体 RC-1 の等価走行回数は 11.15×10^6 回であり、この等価走行回数を基準に耐疲労性を評価する。また、ワイヤーメッシュを配置した供試体 RC-W、等価走行回数は 568.81×10^6 回であり、無補強 RC 床版の 51.0 倍である。次に、展張格子鋼板筋を配置した供試体 RC-EG の等価走行回数は 561.74×10^6 回であり、RC 床版供試体の 50.4 倍となった。よって、展張格子鋼板筋を配置した供試体はワイヤーメッシュを配置した供試体とほぼ同等の等価走行回数が見られていることから、展張格子鋼板筋は上面増厚補強の補強筋として実用性があると考えられる。

(2) たわみと等価走行回数の関係 本実験におけるたわみと等価走行回数の関係を図-3に示す。

RC 床版供試体 RC-1 は、輪荷重の走行を繰り返すことによりたわみが増加し、たわみが 3mm (床版支間 L の 1/400) を超えた付近 (等価走行回数 0.77×10^6 回) から急激に増加し、破壊に至っている。

ワイヤーメッシュを配置した供試体 RC-EG は、たわみの増加が抑制され、3mm を超えても線形的に増加し、3.5mm (床版支間 L の 1/350) を超えた付近からたわみが急激に増加し、破壊に至っている。

次に、展張格子鋼板筋を配置した供試体 RC-EG もワイヤーメッシュを配置した供試体と同様にたわみが 3.5mm を超えた付近までは急激な増加が見られない。

(3) 破壊状況 RC 床版供試体と各補強筋を配置した供試体の破壊状況を図-4に示す。

RC 床版の供試体 RC-1 の破壊状況は、主鉄筋および配力筋の位置に 2 方向のひび割れが発生している。また、輪荷重載荷位置から 45 度下面是ダウエル効果の影響によるコンクリートのはく離が見られる。破壊は、走行中に押抜きせん断破壊となった。

次に、ワイヤーメッシュおよび展張格子鋼板筋を配

表-3 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
RC-1	35,800	11,150,779	—
RC-W	68,950	568,810,075	51.0
RC-EG	68,800	561,740,449	50.4

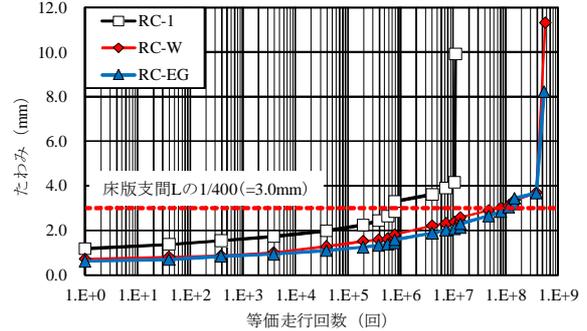


図-3 たわみと等価走行回数の関係

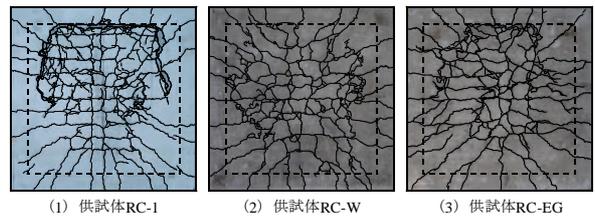


図-4 破壊状況

置した供試体 RC-W、RC-EG も同様に床版下面に 2 方向ひび割れが発生している。また、押抜きせん断破壊に伴うダウエル効果の影響によるはく離が見られる。

6. まとめ

- (1) 等価走行回数より、増厚界面に展張格子鋼板筋を配置することより大幅な耐疲労性の向上が確認された。よって、展張格子鋼板筋は上面増厚補強の補強材として有用であると言える。
- (2) たわみと等価走行回数の関係より、SFRC 上面補強を施すことによりたわみの増加が大幅に抑制された。また、RC 床版は床版支間 L の 1/400 を超えた付近、展張格子鋼板筋を配置した SFRC 上面増厚補強 RC 床版は床版支間 L の 1/350 を超えた付近からたわみが急激に増加する。したがって、たわみが床版支間 L の 1/400 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。
- (3) 破壊状況より、RC 床版および補強筋を配置した SFRC 上面増厚補強 RC 床版は押抜きせん断破壊に伴う引張鉄筋のダウエル効果の及ぼす範囲内ではく離が見られる。

参考文献

- 1)阿部忠, 師橋憲貴, 塩田啓介, 今野雄介: 補強材として新たに開発された 2 タイプの鋼板格子筋を用いた RC はりの増厚補強効果, 日本コンクリート工学年次論文集 Vol.37, No.2, pp.1387-1392, 2015.7.
- 2)日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I, II, III, 2002.
- 3)(財)高速道路調査会: 上面増厚工法設計施工マニュアル, 1995.
- 4)松井繁之: 道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版, 2007