

劣化床板における部分打替と上面増厚補強を併用した補修工法の耐疲労性評価

鹿島道路(株) 正会員 ○伊藤清志 日本大学 正会員 阿部 忠
 鹿島道路(株) 正会員 一瀬八洋 正会員 山下雄史
 (株)ケミカル工事 正会員 菅野幹男

1. はじめに

近年、道路橋の設計供用期間は建設後 100 年に設定するのが一般的である¹⁾。そのためには適切な維持修繕計画の実施が重要となる。橋梁点検結果より一部の RC 床版では、輪荷重走行により発生した 2 方向のひび割れに浸入した雨水の影響により急激に床版機能が低下し、部分的な陥没が生じていると考えられる。このような部分的な陥没や損傷には床板打替補強が行われている。そこで本研究では、劣化した RC 床版下面に連続繊維シートで補強した後、更に輪荷重走行疲労実験を実施して補強効果を評価すると共に、押し抜きせん断破壊となった RC 床版の損傷部位をウォータージェット (WJ) により用いて切削・研掃し、既存鉄筋を利用した打替補修と上面増厚補強の併用について、輪荷重走行疲労実験による耐疲労性を評価した。

2. 使用材料

(1) 既存 RC 床版：既存 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。また、鉄筋は SD295A, D10 を使用した。コンクリートの圧縮強度は 35N/mm^2 である。

(2) 連続繊維シート (CFS)：疲労損傷を与えた RC 床版の一次補強法として CFS 下面補強を行った。CFS は、目付量 200g/m^2 、設計厚 0.111mm の炭素繊維シートを専用のプライマー及び接着剤を用い、橋軸方向および橋軸直角方向に各 1 層施工した。使用した CFS の材料特性は引張強度が $4,420\text{N/mm}^2$ 、弾性係数は 235kN/mm^2 である。

(3) 打替コンクリート：陥没箇所の打替コンクリートには超速硬セメントと最大寸法 15mm の粗骨材を用いた。また、打ち替え後の上面増厚には鋼繊維補強コンクリート (SFRC) を用いた。打替コンクリートおよび SFRC の設計基準強度は、材齢 3 時間で 24N/mm^2 とした。SFRC の配合条件は、超速硬セメントと最大寸法 15mm の粗骨材および長さ 30mm の鋼繊維を混入量 100kg/m^3 (1.27vol.%) とした。また、新旧のコンクリートの付着界面には付着性を高めるために打継用エポキシ樹脂接着剤を用いた。接着剤の材料特性値は圧縮強さ 50N/mm^2 以上、曲げ強さ 35N/mm^2 以上、付着強さ 1.6N/mm^2 以上である。

3. 供試体寸法

本供試体の寸法は平成 14 年改訂の道示²⁾に準拠し、その 1/2 モデルとした。供試体の全長は 1500mm、支間 1200mm、床版厚 130mm、鉄筋は複鉄筋配置とし、引張側の軸直角方向および軸方向に D10 を 100mm 間隔で配置した。その有効高さは、それぞれ 125mm, 112mm とした。また、圧縮側には引張鉄筋量の 1/2 を配置した。

4. 供試体の制作方法

本実験に用いる RC 床版を図-1 に示す。RC 床版には荷重 60kN で 4 万回走行させ、2 方向のひび割れを発生させた (図-2(1))。次に一次補強として RC 床版下面に CFS 接着補強を行い、破壊に至るまでの輪荷重走行疲労実験を行った。破壊時の CFS はダウエル効果の影響を受ける範囲で床版コンクリートと共に押し抜きせん断破壊となった (図-2(2))。更に二次補強として、この RC 床版供試体の底面の CFS を撤去し、押し抜きせん断破壊により損傷したコンクリートを WJ により切削・研掃をおこなった (図-2(3))。WJ による切削作業からコンクリート打設までの作業を図-3 に示す。WJ は水量 16l/min 、水圧 200MPa で脆弱部のコンクリートを撤去 (図-3①)、底面に型枠を設置し、切削箇所の内側側面に接着剤を塗布した (図-3②)。次に、超速硬セメントコンクリートを打込み (図-3③)、表面仕上げ (図-3④) を行い、翌日まで養生させてから上面増厚補強を行った。

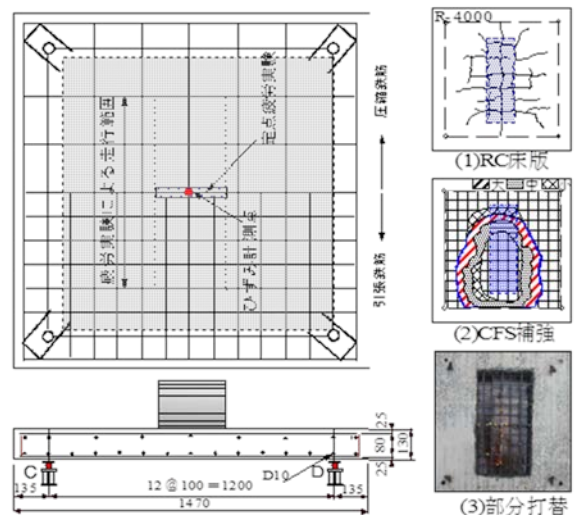


図-1 供試体寸法

図-2 部分打替

キーワード RC 床板, SFRC, 接着剤, 部分打替, 上面増厚補強, 走行疲労実験

連絡先 〒112-8566 東京都文京区後楽 1 丁目 7 番 27 号 鹿島道路(株)生産技術本部技術部 TEL03-5802-8014

上面増厚補強は、打替箇所を含めた床版上面をすべて研掃し(図-4①)、フレッシュコンクリート打継専用の接着剤を塗布してから(図-4②) SFRCを増厚し(図-4③)、表面仕上げを行った。(図-4④)。

5. 実験方法および等価走行回数

(1) 実験方法：本実験はRC床版供試体を用いて、輪荷重走行による疲労実験を行う。荷重は100kN、120kNで2万回走行し、その後は2万回走行ごとに10kN増加させ、破壊するまで、荷重増加と走行を行う。

(2) 等価走行回数：本実験における走行疲労実験は、2万回ごとに荷重を増加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すると式(1)で与えられる。

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

ここで、 Nep ：等価走行回数(回)
 P_i ：載荷荷重(kN)
 P ：基準荷重(=72kN)
 n_i ：実験走行回数(回)
 m ：S-N曲線の傾きの逆数(=12.7)³⁾

6. 実験結果および考察

(1) 等価走行回数：RC床版およびRC床版打替補強における等価走行回数を表-1に示す。同一寸法を有するRC床版の等価走行回数の平均は 7.93×10^6 回である。またRC床版のたわみが支間Lの1/400に達した時の平均等価走行回数は 2.29×10^6 回であり、これにSFRC上面増厚補強したRC

床版の等価走行回数の平均は 285.567×10^6 回で、合計すると 286.857×10^6 回となる。また、RC床版に40000回走行した後にCFS下面接着補強して破壊させた場合の等価走行回数は 47.720×10^6 回である。この陥没部分をWJで除去し、超速硬セメントコンクリートを打設し、SFRCを上面増厚した供試体は 571.166×10^6 回であり、合計等価走行回数は 618.92×10^6 回となり、大幅に耐疲労性が向上する結果が得られた。合計した等価走行回数はRC床版供試体の78倍、RC床版が支間Lの1/400の等価走行回数とSFRC上面増厚補強したRC床版の合計等価走行回数の2.2倍となった。

(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-5に示す。RC床版供試体はたわみが3.0mmを超えた付近から増加が著しくなり、破壊に至っている。またSFRC上面増厚補強した床版供試体は、補強後のたわみが支間Lの1/350に達した付近からたわみの増加が大きくなっている。次に応力履歴を与えたRC床版は、4万回走行時のたわみは2.4mmで、荷重除荷時の残留たわみは0.8mmである。その後CFS補強した場合のたわみは残留たわみを初期値とした。CFS補強時のたわみにおいても支間Lの1/400を超えた時点から増加が著しくなり、破壊時のたわみの最大値は5.5mmである。更にこの供試体を用いて、押抜きせん断破壊した脆弱コンクリートをWJで撤去し、超速硬セメントコンクリートで打替後にSFRCで増厚すると、たわみは支間Lの1/400付近から増加が著しくなっている。

7. まとめ

陥没したRC床版の補強において、WJで損傷部を切削してから内側側面に打継専用の接着剤を塗布して超速硬セメントコンクリートによる打替と、更に打継専用の接着剤の全面塗布によるSFRC上面増厚補強することで、押抜きせん断耐荷力が向上し、耐疲労性も大幅に向上することが確認できた。この要因として打替部のコンクリートおよびSFRCの圧縮強度が50N/mm²以上であることや、接着接合による一体化が寄与していると考えられる。

参考文献

- 1)土木学会：綱・合成構造標準示方書，総則編・構造計画編・設計編，2007.
- 2)日本道路橋会：道路橋示方書・同解説Ⅰ，Ⅱ，Ⅲ，2004.
- 3)松井繁之：道路橋床板設計・施工と維持管理，森北出版，2007.



図-3 WJおよびコンクリート打設

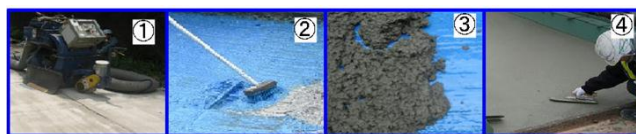


図-4 SFRC上面増厚補強

表-1 等価走行回数

供試体	等価走行回数	SFRC・CFS補強	床版打替補強	等価走行回数平均および合計
RC-1	7,347,504			7,938,687
RC-2	8,529,870			
RC-S-1	2,290,000	263,548,726		265,838,726
RC-S-2	2,290,000	305,586,133		307,876,133
RC-N.S	40,000	47,720,032	571,166,617	618,926,649

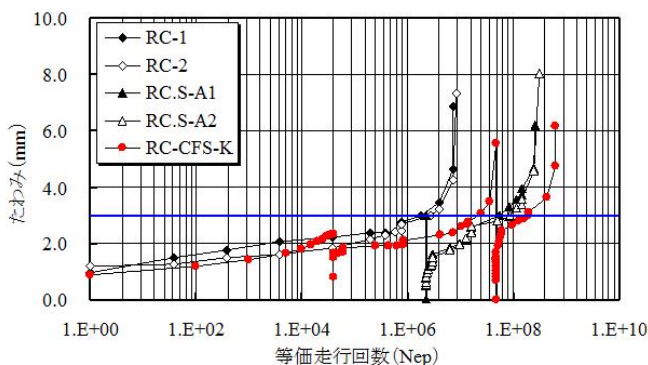


図-5 たわみと等価走行回数の関係