

UFC パネル上面接着補強した RC 床版の耐疲労性に関する実験

日本大学大学院 学生会員 ○岡崎清也 日本大学 正会員 阿部 忠
 日本大学 正会員 木田哲量 太平セメント(株) 正会員 田中敏嗣

1. はじめに

近年、道路橋 RC 床版は大型車両の繰り返し走行による疲労劣化をしている。これらの床版に対する補強対策として鋼繊維補強コンクリート(SFRC)上面増厚補強や炭素繊維シート(CFS)下面接着補強が施されてきた。

一方、コンクリート系材料には高強度を有する超高強度繊維補強コンクリート(UFC)が開発されている¹⁾。UFC は、セメント系材料に金属繊維を混入したものであり、圧縮強度が 200N/mm^2 を有し、通常の高強度コンクリートよりも凍害に高強度を発揮する構造材料である。そこで本研究では、RC 床版の上面劣化や床版厚不足に対する補修・補強法である UFC パネルを上面に接着する補強法(以下、UFC パネル上面接着補強法)の耐疲労性の評価を行い、RC 床版の上面劣化および耐荷力性能の向上の一助とする。

2. 使用材料

(1)RC床版 RC 床版および補強対象となる 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 であり、鉄筋の降伏強度は 368N/mm^2 である。

(2)UFC/パネル UFC パネルの使用材料は、水、ポリカルボン酸系の高性能減水剤、プレミックス材料(密度 2.85g/cm^3)および鋼繊維(密度 7.85g/cm^3)とした。鋼繊維は、直径 0.2mm, 長さ 15mm を体積比で 2.0% 使用した。プレミックス材料は、セメント、シリカフューム、珪石粉末などが最密充填されるように配合されており、骨材は粗骨材を用いず最大粒径 2mm の珪砂が混合されている。UFC の圧縮強度は 219.4N/mm^2 , 曲げ強度は 35N/mm^2 である。

UFC パネルの付着面には凹凸を一様に設けた構造(Pタイプ)とする。UFC パネルの寸法は厚さ 20mm とし、全寸法を $1,470\text{mm} \times 1,470\text{mm}$ とする。なお、打継目を設ける供試体は、輪荷重走行位置から 30mm の位置とする。ここで、UFC パネル上面接着補強の概略を図-1 に示す。

3. 供試体寸法および鉄筋の配置

RC 床版供試体の寸法および鉄筋配置を図-2(1),(2)に示す。RC 床版は、複鉄筋配置として浮き上がり防止を設けない単純 4 辺支持とする。供試体は、道路橋示方書・同解説(以下、道示)²⁾に準拠して 1/2 モデルとした。供試体の寸法は、床版全長は $1,470\text{mm}$, 支間長 $1,200\text{mm}$ 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に D10 をともに 100mm 間隔で配

置し、有効高さをそれぞれ 105mm , 95mm とする。また、圧縮側には引張鉄筋量の 1/2 を配置した。UFC パネル上面接着補強は図-1 に示すように RC 床版供試体の上面を 10mm 切削し、その上に UFC パネルを設置し、床版の全厚は 160mm とした。

4. UFC上面接着補強供試体の施工方法

UFC 上面補強 RC 床版供試体の製作では、まず、RC 床版供試体の上面を切削機で 10mm 切削する。切削面は付着性を高めるために、ショットブラスト研掃機を用いて投射密度 150kg/m^2 で表面を仕上げた。次に、高さ調整(アンカーボルトによる打ち込み)を行い、同時に、UFC パネルに接着剤を塗布する。その後直ちに、高さ調整のアンカーボルトに UFC パネルを固定する。また、UFC パネルと RC 床版を一体化するために無収縮モルタルを充填した。なお、供試体は実施工を考慮して UFC パネルを全面に張り付けた供試体(U,RC-1)と打継目を設けた供試体(U,RC-2)の 2 体を製作した。

供試体の養生は、現場封かん養生とした。なお、充

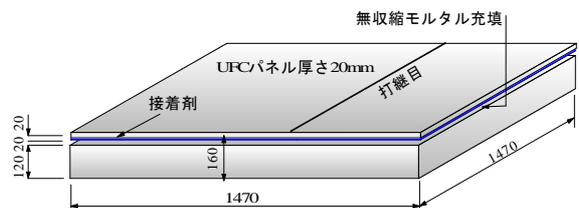


図-1 UFC パネル上面増厚補強の概略

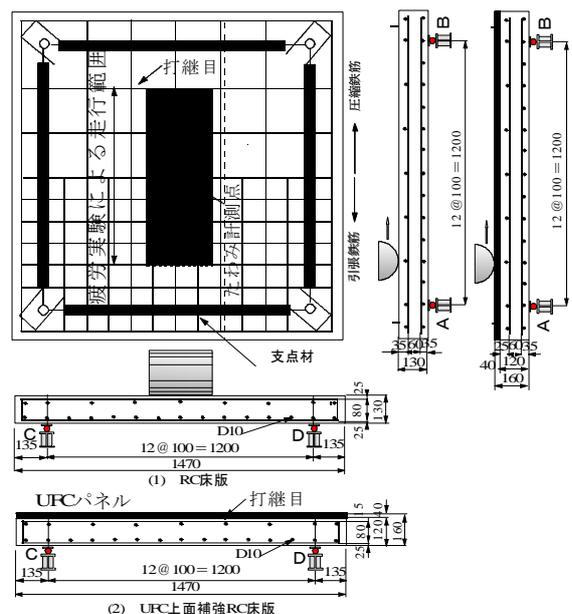


図-2 供試体寸法

キーワード 超高強度繊維補強コンクリート, 上面増厚補強, 走行疲労実験
 連絡先 〒275-8575 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

填モルタルの圧縮強度は材齢 7 日で、全面張りした供試体では 52.0N/mm²、55.2N/mm²である。

5. 実験方法

(1) 輪荷重による走行疲労実験 走行疲労実験は、RC 床版および UFC パネル上面接着補強 RC 床版ともに床版中央から ±450mm の範囲に輪荷重を繰返し走行させる実験である。初期荷重は 80kN とし、2 万回走行ごとに荷重を 20kN ずつ増加させる。荷重 120kN 以降は 2 万回走行ごとに荷重 10kN ずつ増加し、供試体が破壊するまで荷重増加と走行を繰り返す。たわみの計測は 1, 10, 100, 1,000, 5,000 回および 5,000 回以降は 5,000 回走行ごととする。

(2) 走行疲労実験における等価走行回数 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。なお、式(1)における基準荷重 P は設計活荷重の 1/2 に安全率 1.2 を考慮した 60kN の一定荷重載荷として等価走行回数を算出する。本研究は RC 床版の疲労寿命と実用性を検証することから、RC 床版の S-N 曲線を基準とする。したがって、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 を適用する³⁾。

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

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(= 12.7)

6. 実験結果および考察

(1) 等価走行回数 本実験で算出した等価走行回数を表-1 に示す。等価走行回数は、RC 床版供試体の平均等価走行回数を基準に耐疲労性を評価する。打継目を設けた UFC パネル上面補強 RC 床版供試体 U.RC-1 の等価走行回数は RC 床版に比して 41.7 倍の補強効果が得られた。また、全面張りとした UFC パネル上面接着補強 RC 床版供試体 U.RC-2 は 53.3 倍の補強効果が得られた。また、UFC パネルに打継目を設けた場合と、全面張りとした場合の等価走行回数を比較すると全面貼りした供試体が 1.28 倍となった。これは、輪荷重が UFC パネル全面に分散され、RC 床版部に均等に荷重が分散されたことによるものである。

(2) たわみと等価走行回数 等価走行回数とたわみの関係を図-3 に示す。RC 床版のたわみは 3.0mm を超えた付近の走行から増加が著しくなっている。次に、打継目を設けた UFC パネル上面接着補強 RC 床版供試体および UFC パネルを全面貼り付け補強した供試体においても、たわみが 3.2mm を超えた付近の走行から増え始めている。RC 床版が 3mm を超えた時点の走行回数と UFC パネル上面補強 RC 床版の等価走行回数を比較すると、それぞれ 35.0、49.0 倍の等価走行回数となっている。

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 (回)	走行回数比
RC-1	7,347,504	7,938,687	—
RC-2	8,529,870		
U.RC-1	330,879,735	330,879,735	41.7
U.RC-2	422,825,070	422,825,070	53.3

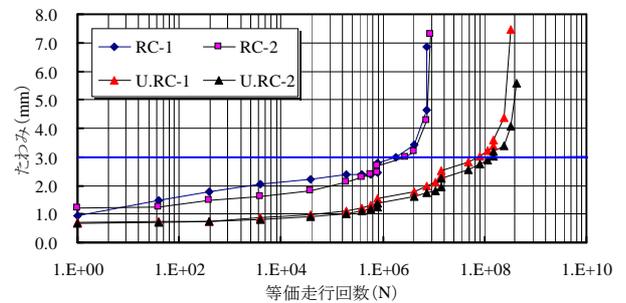


図-3 たわみと等価走行回数の関係

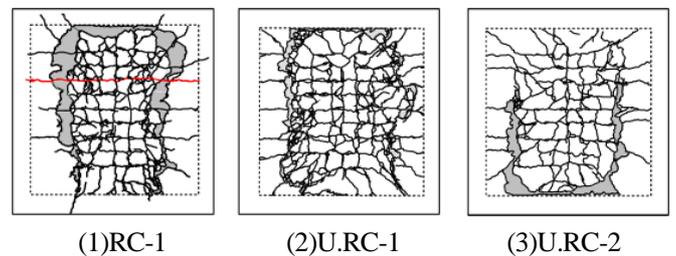


図-4 破壊状況

(3) 破壊状況 RC 床版および UFC パネル上面接着補強における底面の破壊状況を図-4 に示す。RC 床版 UFC パネル上面接着補強床版ともに、鉄筋配置位置に 2 方向のひび割れが発生し、輪荷重載荷位置から 45 度底面にはダウエル効果によるはく離が見られる。なお、最終的な破壊モードは、全ての供試体で輪荷重が走行中に押抜きせん断破壊となった。

7. まとめ

- ① RC 床版の上面補強法である UFC パネル接着補強して疲労実験を行った結果、RC 床版の等価走行回数に比して打継目を設けた供試体および全面接着した供試体は、それぞれ 41.7 倍、53.3 倍の等価走行回数となり、耐疲労性の補強効果が評価できる。
- ② UFC パネル上面補強 RC 床版はいずれも 3.2mm 付近まではたわみ急激な増加が見られない。したがって、支間 L の 1/400 付近で修繕計画を行う必要がある。
- ③ 打継目を設けた供試体は UFC パネルと RC 床版との界面で一部にはく離が見られるものの、全面接着した供試体は破壊時までにはく離は見られない。なお、打継目のはく離については今後の課題である。

参考文献

- 1) 土木学会,コンクリートライブラリー 113「超高強度繊維補強コンクリートの設計・施工指針(案)」,2004.
- 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：道路橋床版,森北出版,2007.