

自然浸透型接着剤とエポキシ樹脂系接着剤を併用したRC床版上面補修法における補修効果の検証

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 児玉孝喜 山下雄史

1. はじめに

道路橋RC床版は輪荷重走行により、RC床版上面コンクリートの砂利化などの損傷が発生しており、この劣化部分の除去には主にブレーカ等の機材が使用されている。このブレーカ作業では、コンクリート表面でのマイクロクラック等の発生によって新たな脆弱部を残置することとなり、十分な補修効果が得られないという課題がある。そこで本研究は、エポキシ樹脂系接着剤を用いたRC床版の上面補修において、マイクロクラックへの浸透と増厚界面での塗布を併用し、既設床版と補修コンクリートとの一体化を図る補修法の耐疲労性を評価し、RC床版の予防保全型維持管理計画における補修対策の一助としたい。

2. 供試体材料および補修法

(1) RC床版供試体 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5mm以下の砕砂、5mm～20mmの砕石を使用し、鉄筋にはSD295A D13を使用した。コンクリートの圧縮強度は35N/mm²である。

(2) 補修材の材料 RC床版供試体の上面補修に用いるセメントモルタルの配合は、専用プレミックス粉体(結合材618kg/m³)にビニロン繊維(5.0kg/m³)を添加し、水結合比を45%とする。補修材の凝結開始時間が35分、凝結終結時間が45分であり、実用的な材料と判断できる。材齢2時間の圧縮強度19.1N/mm²、材齢3時間の圧縮強度は24.5N/mm²である。よって、材齢3時間後には道示¹⁾に規定する圧縮強度24N/mm²を満足している。次に、静弾性係数は材齢28日において23.8N/mm²である。この補修材をUFRCMとする。

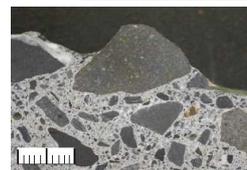
(3) ひび割れ補修用接着剤 RC床版の損傷箇所はブレーカ等により脆弱部を除去する。一方で、このブレーカを使用した場合は、衝撃によるマイクロクラックが発生するなど新たな損傷原因となる。そこで、マイクロクラック(0.05mm以上)に充填し、切削面の付着界面の強化を図ることを目的として自然浸透型エポキシ樹脂系接着剤(以下、浸透型接着剤とする)が開発された。ここで、浸透型接着剤の物性値を表-1に示す。また、ブレーカなどにより発生するマイクロクラックに浸透型接着剤を充填した場合の浸透状況を図-1に示す。0.05mm程度のマイクロクラックに(図-1(1))浸透型接着剤が浸透されていることが確認できる(図-2(2))。

(4) 既設RC床版と補修部の界面に用いる接着剤

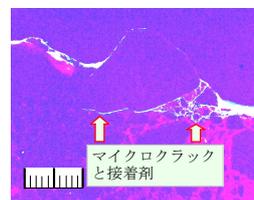
道路橋RC床版の上面劣化に対する補強法にはSFRC上

表-1 自然浸透型接着剤

項目	測定値	備考
圧縮強さ	104.4N/mm ²	JIS K 7181
圧縮弾性係数	3172N/mm ²	JIS K 7181
曲げ強さ	92.8N/mm ²	JIS K 7171
引張せん断強さ	58.2N/mm ²	JIS K 6850



(1) 切削面



(2) 浸透状況

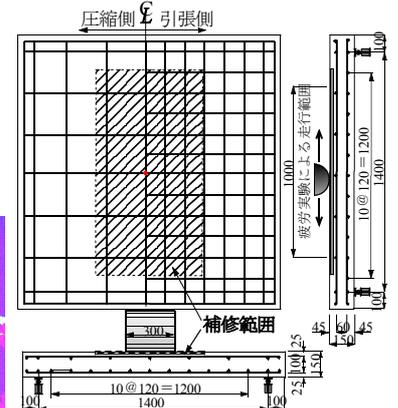


図-2 供試体寸法

図-1 ひび割れ補修

面増厚補強が施されているが、十数年の供用ではく離が見られた事例もある。これらのことから、増厚界面との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、接着剤とする)を用いる。なお、接着剤の付着強度は3.7N/mm²である。

(5) 補修方法 供試体の補修法は、脆弱部をブレーカで除去し、付着性を高めるために補修面をショットブラストで研掃(投射密度150kg/m²)後、マイクロクラックの補修用としての浸透型接着剤を塗布(0.5kg/m²以上)してから増厚界面に接着剤を重ねて塗布(0.9kg/m²)し、直ちに補修材UFRCMを打ち込み、表面仕上げをする。

3. 供試体寸法

本検討では、RC床版供試体(標準)と、補修床版供試体を各々一俵ずつ輪荷重走行疲労試験を行う。

(1) RC床版供試体 本供試体および補修床版供試体の寸法は道示に準拠して設計し、本実験装置の輪荷重幅(300mm)を考慮して、その3/5モデルとする。ここで、RC床版供試体の寸法を図-2に示す。RC床版供試体の寸法は全長1600mm、支間1400mm、床版厚150mm、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D13を120mm間隔で配置した。

(2) 補修床版供試体 補修床版供試体の寸法は、RC床版供試体と同様であり、軸直角方向600mm、軸方向

キーワード: RC床版, ひび割れ補修, 自然浸透型接着剤, 高耐久型エポキシ樹脂系接着剤, 上面補修

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

1200mm, 深さ 18mm の範囲を補修する。

4. 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における初期荷重は, RC 床版供試体および補修床版供試体ともに 100kN から走行を開始し, 2 万回走行毎に荷重を 20kN 増加させる段階荷重載荷とする. 各実験において輪荷重走行 1, 10, 100, 1,000, 5,000 回および 5,000 回以降は 5,000 回走行毎に, 床版中央における全体たわみを計測する.

道路橋 RC 床版の予防保全型維持管理計画における補修・補強は, 判定区分 II, III, すなわち劣化過程が進展期で補修を繰返し, 大規模修繕を行う場合に比してコストの縮減や長寿命化を図るものである. 一方, 阿部ら²⁾は床版たわみが床版支間 L の 1/400 に達した時点で補修・補強時期として提案している. そこで, 本実験においても RC 床版たわみが床版支間 L の 1/400 に達した時点で補修を施すものとし, たわみが 3.0mm に達するまで輪荷重走行疲労実験を実施する.

(2) 輪荷重走行疲労実験における等価走行回数

本実験における輪荷重走行疲労実験は, 2 万回ごとに荷重を増加する段階荷重載荷と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, S-N 曲線の傾きの逆数 m の絶対値には, 松井らが提案する 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, 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)

5. 実験結果および考察

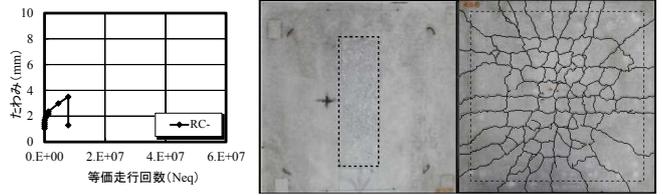
(1) 補修床版のたわみと損傷状況・破壊状況の関係

等価走行回数 7.865×10^6 回の時点のたわみと等価走行回数の関係は図-3(1)に示すように 3.5mm, 残留たわみは 1.29mm である. 損傷状況は, 図-3(2)に示すように, 上面にはほとんど損傷が見られない. また, 下面は 2 方向のひび割れが発生している. 劣化過程は進展期に相当する. 補修後の疲労実験における破壊時のたわみと等価走行回数の関係は図-3(2)に示すように等価走行回数の累積が 55.215×10^6 回, たわみが 8.39mm である. 破壊時の損傷状況は図-3(2)に示すように, 補修面の走行位置にコンクリート粉体が堆積し, スケーリングが見られるがはく離は見られない. また, たわみも抑制され, 耐疲労性が向上する結果となった. 床版下面には輪荷重位置から 45 度の底面にはく離が見られる. 破壊は押抜きせん断破壊である.

(2) 等価走行回数 RC 床版および補修 RC 床版の等価

表-2 実験等価走行回数

供試体	RC床版	補修後の等価走行回数	等価走行回数の合計	補修効果
RC	14,391,598	—	14,391,598	
RC.UF	7,865,598	47,349,889	55,215,487	3.84



(1) 等価走行回数 7.865×10^6 回のたわみ損傷状況



(2) 破壊時のたわみ・ひび割れ状況

図-3 たわみとひび割れ状況

等価走行回数は 14.391×10^6 回である. この等価走行回数を基準に破壊時における補修効果を評価する.

(3) 浸透型接着剤と接着剤を併用塗布した補修の効果

浸透性接着剤と接着剤を併用塗布してセメントモルタルで上面補修した供試体は, 等価走行回数 7.865×10^6 回まで疲労試験を行い, 疲労損傷を与え後(加速期(前期)相当)に補修を施した. 輪荷重走行疲労実験における補修後の等価走行回数は 47.349×10^6 回, 破壊時の累積等価走行回数は 55.215×10^6 回であり, RC 床版供試体の 3.84 倍の補強効果が得られた.

6. まとめ

RC 床版の上面損傷に対する補修法において, 本提案する自然浸透型接着剤を塗布し, さらに増厚界面に高耐久型エポキシ樹脂系接着剤の塗布を併用することにより, RC 床版の破壊に至る等価走行回数に比して 3.84 倍となり, 補修界面においてもはく離が見られず, 一体化が図られていた. また, マイクロクラックに対する有効性が確認されたことから, 老朽化した床版を対象とした SFRC 上面増厚補強においても効果が期待できる接着剤と言える.

参考文献

- 1) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I, II, III, 2002.
- 2) 阿部 忠, 木田哲量, 水口和彦, 児玉孝喜: SFRC 上面増厚補強 RC 床版の輪荷重走行疲労実験による S-N 曲線式の提案, 構造工学論文集, Vol. 58A, pp. 1156-1165, 2012.
- 3) 松井繁之: 道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版, 2007.