

低弾性PCM材を用いて2種類の接着剤を塗布したRC床版の部分補修における耐疲労性の評価

日本大学大学院 正会員 伊藤清志, 日本大学 正会員(フェロー) 阿部忠
鹿島道路(株) 谷口綾, 住友大阪セメント(株) 小堀規行

1. はじめに

道路橋 RC 床版の上面補修材には、超速硬セメントを用いた補修材が用いられている。しかし、この補修材を用いた補修法は早期に割れやはく離が生じていることから、割れを抑制するためにセメント系材料にビニロン繊維を配合した、低弾性のポリマーセメントモルタル材料を提案し、さら補修法においてははく離を抑制するために2種類の接着剤を塗布した補修法を提案した¹⁾。そこで本研究では、更なる耐疲労性の向上を目的として 5mm ~ 9mm の小径骨材(ビリ材)を配合したコンクリート材を用い、2種類の接着剤を塗布した薄層補修法における耐疲労性を評価し、本提案する材料および補修法の実用性を評価する。

2. 補修材の配合条件および接着剤の性能

(1) 補修材の要求性能および配合条件 本提案する補修材の要求性能は、36 時間施工をに想定することから材齢 24 時間で圧縮強度 24N/mm^2 以上を確保できる条件とする。また、割れの抑制を図るために、早強セメントを用いた専用のプレミックス材に繊維長 12mm の高強度ビニロン繊維を配合したモルタル(HFC-M)とする。一方、耐久性の向上を図るためにモルタル材に 5mm ~ 9mm のビリ材を配合したコンクリート(HFC-C)を提案する。ここで、配合条件を表-1に示す。

(2) 補修材の特性値 補修材 HFC-M, HFC-C の性能を表-2示す。両材料ともに可使時間が 120 分以上と長いことから、施工性に優れた材料であると判断できる。また、材齢 24 時間の圧縮強度はそれぞれ 27.4N/mm^2 , 27.5N/mm^2 であり、要求性能を満足している。また、材齢 28 日における静弾性係数は 26.0kN/mm^2 , 27.6kN/mm^2 であり、RC 床版と同程度の低弾性である。

(3) 2種類の接着剤の性能 RC 床版の上面補修法は、損傷部をブレーカ等で衝撃を与えながら削り作業を行うのが一般的であり、その衝撃により新たな微細なクラックやひび割れが発生している。そこで、浸透性接着剤を塗布することで、これらの微細なクラックやひび割れが発生している付着界面を補修する。次に、RC 床版の上面補修において補修材が早期にはく離を生じていることから、RC 床版と補修材の付着力を高めるためにエポキシ樹脂接着剤(以下、付着用接着剤とする)を用いる。この付着用接着剤の付着強度は 3.7N/mm^2 である。

3. 使用材料・供試体寸法および補修法

キーワード: RC 床版, 低弾性ポリマーセメントモルタル, 接着剤, ビリ材, 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 047-474-2459

表-1 特殊セメントの配合条件

項目	単体量(kg/m^3)			水結合比 (%)	
	プレミックス粉体結合剤	その他	繊維		
HFC-M	750	1125	Premix	300	40
HFC-C	558	1759	Premix	223	40

表-2 凝結時間および圧縮強度・静弾性係数

試験項目		HFC-M	HFC-C
凝結時間	始発	138min	156min
	終結	168min	173min
圧縮強度	1日	27.4N/mm^2	27.5N/mm^2
	7日	48.4N/mm^2	51.3N/mm^2
	28日	59.9N/mm^2	56.7N/mm^2
静弾性係数	28日	26.0kN/mm^2	27.6kN/mm^2

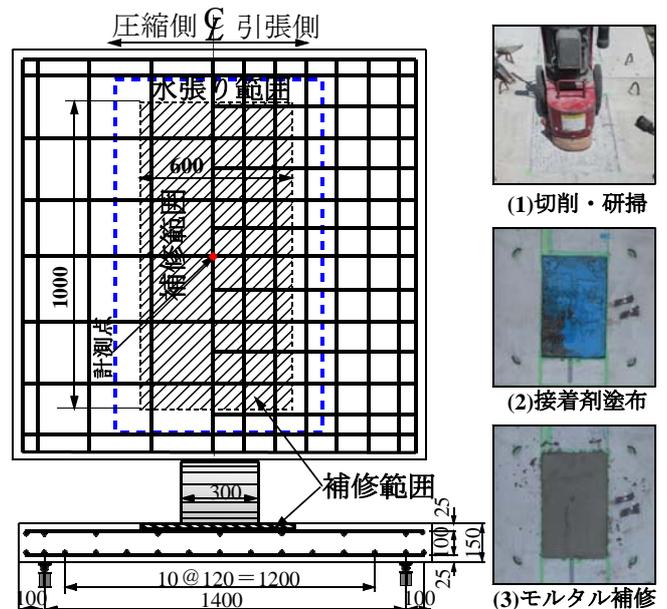
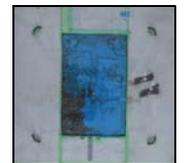


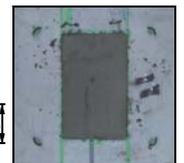
図-1 供試体寸法



(1) 切削・研掃



(2) 接着剤塗布



(3) モルタル補修

図-2 補修法

(1) RC 床版・補修床版の使用材料 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 の砕石を使用した。また、鉄筋は SD295A の D13 を用いた。コンクリートの圧縮強度は 35N/mm^2 である。

(2) RC 床版・補修床版供試体寸法

供試体の寸法は、全長は 1,600mm, 支間 1,400mm, 床版厚 150mm の等方性版である。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。その有効高さは、それぞれ 125mm, 115mm

とし、圧縮側には引張鉄筋量の1/2を配置した。この供試体名称をRC床版とする。次に、幅600mm、長さ1,000mmの補修範囲をモルタル材で補修した供試体をRC.HFC-M、コンクリート材で補修した供試体をRC.HFC-Cとする。

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は、荷重100kNで走行を開始し、2万回走行ごとに荷重を増加する段階荷重載荷とする。各実験において走行1, 10, 100, 1,000, 5,000回および5,000回以降は5,000回走行ごとにたわみを計測する。なお、本実験は水張りで行った。

(2) 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 N_{eq} を式(3)より算出した。

$$N_{eq} = \sum_{i=1}^n (P_i/P)^m \times n_i \quad (3)$$

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) ²⁾

5. 実験結果および考察

(1) 等価走行回数 RC床版上面を乾燥状態で輪荷重走行疲労実験を行った供試体RC-1の等価走行回数は 12.336×10^6 回である。RC床版供試体RC.HFC-Mの補修1回目の等価走行回数は 2.846×10^6 回、補修2回目は 2.368×10^6 回であり、合計等価走行回数は 11.438×10^6 回である。次に、供試体RC.HFC-Cの補修1回目の等価走行回数は 3.404×10^6 回、補修2回目は 3.255×10^6 回となり、ビリ材を配合することで、供試体RC.HFC-Mに比して補修1回目は1.2倍、補修2回目が1.37倍であり、合計等価走行回数は 12.833×10^6 回である。そして、乾燥状態で実験を行った供試体RCの1.04%である。

(2) たわみと等価走行回数の関係 RC床版供試体RC-1のたわみと等価走行回数の関係は図-2により、たわみの初期値は0.9mmである。たわみが3.6mm付近までは線形的に増加している。その後の荷重増加においてはたわみがやや大きくなり、破壊時のたわみは8.8mmである。次に、供試体RC.HFC-Mのたわみが3.5mmに達した時点の等価走行回数は 6.233×10^6 であり、荷重除荷時の残留たわみは1.21mmである。これを初期値として補修後のたわみと等価走行回数の関係は荷重の増加と走行を繰り返すことで支間Lの1/400に達する付近まで線形的に増加している。この時点の累積たわみは3.91mmである。荷重除荷時のたわみは2.1mmである。これを初期値として2次補修した供試体もたわみが支

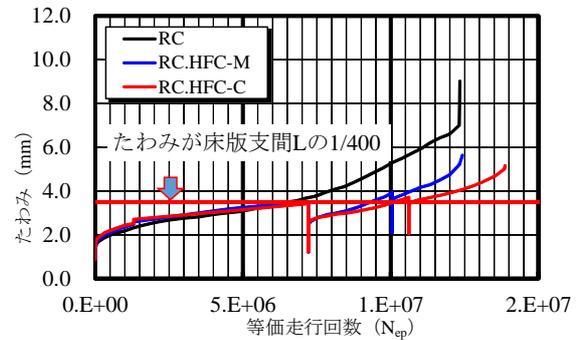


図-2 たわみと等価走行回数の関係

間Lの1/400付近までは線形的に増加している。この時点の累積たわみは5.6mmである。この時点で補修における耐荷力疲労性の評価を修了した。次に、補修材HFC-Cで補修した供試体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 6.233×10^6 であり、荷重除荷時の残留たわみは1.26mmである。これを初期値として補修後のたわみと等価走行回数の関係は荷重の増加と走行を繰り返すことで支間Lの1/400に達する付近まで線形的に増加している。この時点の累積たわみは3.63mmである。また、荷重除荷時のたわみは3.12mmである。これを初期値として2次補修した供試体もたわみが支間Lの1/400付近までは線形的に増加している。この時点の累積たわみは5.0mmとなり、この時点で補修における耐荷力疲労性の評価を修了した。

6. まとめ

(1) 本提案するセメント系モルタルおよび余剰材として取り扱われている5mm～9mmのビリ材を混入したコンクリート補修材(HFC-M, HFC-C)は、材齢36時間(1.5日)で道示に規定されているコンクリートの設計基準縮強 $24.0N/mm^2$ を満足することから、1.5日での補修工が可能となる。

(2) RC床版の上面損傷に、2タイプの補修材および2種類の接着剤を塗布した結果、補修界面に2種類の接着剤を塗布してビリ材を配合したHFC-Cで補修した床版RC.HFC-Cの等価走行回数は、モルタル補修材HFC-Mの等価走行回数に比して1.28倍となった。よって、耐疲労性の評価においては骨材寸法が5mm～9mm程度の小粒なビリ材を混入することで耐疲労性が向上する結果が得られた。

参考文献:

- 1) 阿部忠, 伊藤清志, 大野晃, 山下雄史: RC床版の上面損傷に用いる補修材の提案および補修サイクルにおける耐疲労性の評価, 構造工学論文集 Vol. 60A, pp.1122-1133, 2014
- 2) 松井繁之: 道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版, 2007