

論文

2種類の接着剤を用いたRC床版の上面補修法における耐疲労性の評価

伊藤清志*, 阿部忠**

*日本大学 生産工学研究科土木工学専攻(〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1)

**博(工), 日本大学 生産工学部土木工学科(〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1)

本研究は、疲労実験によるひび割れ損傷を与えた後、床版上面をブレーカーによる削りを行い、直接セメント系モルタルで部分補修した供試体および2種類の接着剤を塗布した後、セメント系モルタルで補修した供試体を用いて輪荷重走行疲労実験を行い、耐疲労性を評価した。実験はたわみが床版支間Lの1/400に達した時点で再補修し、水張り状態とした。その結果、2種類の接着剤を用いた上面補修法は、界面のはく離やひび割れが見られなく、従来のセメント系モルタルで直接打ち込む補修法に比して、耐疲労性が向上する結果となった。また、補修サイクルにおいては2サイクルまでの補修が可能となるが、再々損傷においては耐荷力性能を向上するための補強対策を講じることを提案する。

キーワード: RC床版, 浸透性接着剤, エポキシ系接着剤, 上面補修, 耐疲労性

1. はじめに

近年、高度経済成長期に建設された道路橋は建設後50年を超え、老朽化した橋梁の維持管理が重要な課題となっている。とくに、橋梁部材の中でRC床版の損傷が著しい。積雪寒冷地域では首都圏のような交通量の増大による疲労損傷と異なり、疲労と凍害、或いは融雪剤の散布による塩害と凍害が複合によるものである。その損傷状況は、床版上面に融解水が滞水し、輪荷重走行によるかぶりコンクリートのスケーリングや砂利化などの上面損傷である¹⁾。

RC床版の部分的な上面補修法においては、損傷箇所の脆弱したコンクリート部分をブレーカー等を用いて衝撃による削り作業が実施され、新たなひび割れの発生が懸念されている。また、従来の超速硬セメントを用いた上面補修においては、早期に割れやはく離が発生する事例もある。そこで筆者らは、ブレーカー使用によるひび割れに対しては補修面から接着剤を浸透させ、コンクリート表面を強固にする接着剤(以下、浸透性接着剤とする)を用いて微細なひび割れに対する補修技術を提案した²⁾。一方、RC床版の上面損傷に使用する補修材には、超速硬性セメントモルタル(以下、U-CM)などが用いられているが、これらの材料は床版上面損傷に対する補修材として開発された材料ではないことから薄層補修においては早期に割れやひび割れ、補修界面のはく離などの再損傷が生じている。そこで、割れに対する材料として、コンクリートの弾性係数をRC床版と弾性係数と同等になるような補修用もセメントモルタルを提案した³⁾。さらに、輪荷重走行による界面のはく離に対してはエポキシ系の

接着剤を塗布した上面増厚補強および補修法を提案し、補強効果および耐疲労性の評価を行い、実橋の床版補修、補強法として使用されている⁴⁾。しかし、上面補修法においてブレーカ使用による削り作業による微細なひび割れや輪荷重の疲労による貫通ひび割れに対する浸透性接着剤の浸透効果についての検証は行われていない。

そこで本研究では、RC床版の上面損傷に用いる専用のセメント系補修材の開発および既設RC床版コンクリートと補修材との一体化を図るために補修界面に2種類の接着剤を塗布した補修法を提案し、これらの材料および補修法における耐疲労性を評価する。また、上面損傷の再劣化に対する3回の補修サイクルにおけるRC床版の耐疲労性を評価および浸透性接着剤の浸透状況を検証し、RC床版の上面補修法の一助としたい。

2. 補修材および接着剤に求められる要求性能

2.1 補修材の要求性能および補修材の配合

(1) 超速硬モルタルの配合

従来のRC床版の上面補修における8時間施工に用いる補修材として、補修材U-CMが使用されている。補修材U-CMは、専用のプレミックス材であり、従来の床版の補修材として使用されている。ここで、補修材U-CMの配合を表-1に示す。

(2) 超速硬繊維補強セメントモルタル

超速硬繊維補強セメントモルタルは、従来の補修材U-CMを用いて薄層補修した場合には、早期にひび割れや割れが発生することから、割れやひび割れの抑制を図るために、専用プレミックス材に繊維長12mmの

表－1 補修材 U-CM, U-FCM の配合

項目	単位量(kg/m ³)				水結合比 (%)
	プレミックス粉体		繊維	水	
	結合剤	その他			
U-CM	938	912	—	338	36
U-FCM	618	1232	5	278	45

表－2 補修材の特性値

試験項目		U-CM	U-FCM
凝結時間	始発	17min	35min
	終結	25min	45min
圧縮強度	2時間	25.1N/mm ²	19.1N/mm ²
	3時間	45.2N/mm ²	24.5N/mm ²
	4時間	52.3N/mm ²	27.0N/mm ²
	28日	62.3N/mm ²	49.9N/mm ²
静弾性係数	28日	43.7kN/mm ²	23.8kN/mm ²

高強度ビニロン繊維を配合したセメント系材料を提案し、その名称を「超速硬繊維補強セメントモルタル (以下、U-FCM とする)」とする。ここで、補修材 U-FCM の配合を表－1 に併記する。

2.2 硬化時間および圧縮強度

補修材 U-CM, 補修材 U-FCM の硬化時間, 材齢ごとの圧縮強度および材齢 28 日における静弾性係数について表－2 に示す。

(1) 補修材U-CM

補修材 U-CM の凝結開始時間が 17 分で凝結の終結時間は 25 分となり、可使時間が 30 分以下であることから施工においては、やや熟練の技術が必要となる。また、初期強度発現性は、材齢 3 時間後の圧縮強度が 45.2N/mm² であり、2002 年改訂の道路橋示方書・同解説⁹⁾ (以下、道示とする) に規定するコンクリートの設計基準強度 24N/mm² を満足している。次に、静弾性係数は、材齢 28 日で 43.7N/mm² であることから、既設 RC 床版コンクリートの弾性係数に比して倍以上となり、硬い材料であることから薄層補修に用いた場合に割れなどが発生しやすい材料である。

(2) 補修材U-FCM

高速道路等では 8 時間施工に用いる補修材 U-FCM の性能は、凝結開始時間が 35 分であり、凝結終結時間が 45 分であり、可使時間 30 分を超えており、補修材 U-CM に比して施工性が良いものと判断できる。材齢 3 時間の圧縮強度は 24.5N/mm² である。よって、材齢 3 時間後には道示に規定する圧縮強度 24N/mm² を満足している。材齢 28 日における静弾性係数は 49.9N/mm² であり、従来の補修材 U-CM の 54 % である。薄層補修では交通荷重による挙動に既設床版と補修材が同じように追従することで補修材のひび割れが抑制されると考えられ、強度発現の大きな従来の補修材 U-CM に比して補修材 U-FCM は強度特性を大きく

表－3 接着剤の材料試験結果

(1) 浸透性接着剤

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

(2) エポキシ系接着剤

項目		測定値	備考
外観	主剤	白色ペースト状	異物混入なし
	硬化剤	青色液状	異物混入なし
混合比(主剤：硬化剤)		5:1	重量比
硬化物比重		1.42N/mm ²	JIS K 7112
圧縮強さ		102.88N/mm ²	JIS K 7181
圧縮弾性係数		3,976.0N/mm ²	JIS K 7181
曲げ強さ		4.16N/mm ²	JIS K 7171
引張せん断強さ		14.86N/mm ²	JIS K 6850
コンクリート付着強さ		3.7N/mm ² 以上 または母材破壊	JIS K 6909

抑えていることからひび割れを抑制できる材料であると判断できる。

2.3 上面補修法に用いる接着剤

RC 床版の上面補修法では脆弱コンクリートの削り作業においてブレードが使用され、この打撃により健全なコンクリートにも新たな微細なクラック(マイクロクラック)が発生し、新たな損傷が懸念されている。これらのことから微細なひび割れに浸透性接着剤を塗布し、脆弱コンクリート表面を強固にする。ここで、浸透性接着剤の特性値を表－3 (1) に示す。次に、補修界面には既設 RC 床版コンクリートと補修モルタルとの付着力を高める目的で増厚界面にエポキシ系の接着剤を塗布して一体性を確保するものとする。ここで、エポキシ系接着剤の特性値を表－3 (2) に示す。

3. RC床版の使用材料および供試体寸法

3.1 供試体および実験概要

RC 床版供試体は、2002 年改訂の道示に準拠し、床版設計に基づく床版厚さ 260mm における各構成部材を 3/5 モデルとする。本実験では RC 床版供試体と同一寸法を有する補修用床版を製作する。よって、未補修 RC 床版供試体、補修材 U-CM および補修材 U-FCM を用いて 2 種類の接着剤を塗布して補修した供試体をそれぞれ製作する。

実験では、RC 床版供試体、補修した床版供試体を用いて輪荷重走行疲労実験を実施し、RC 床版の破壊時における等価走行回数および破壊するまでサイクル補修した床版供試体の等価走行回数の累計から補強効果および耐疲労性を評価する。

表-4 RC床版コンクリートの配合

スランプ (cm)	W/C (%)	s/a	単位量 (kg/m ³)				混和剤 高性能 減水剤
			セメント	水	細骨材	粗骨材	
8.0 ±2.5	53.0	45.0	302	160	803	1019	4.0

表-5 材料特性値

供試体	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	鉄筋 (SD295A, D13)		
		降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
RC床版	35	377	511	200

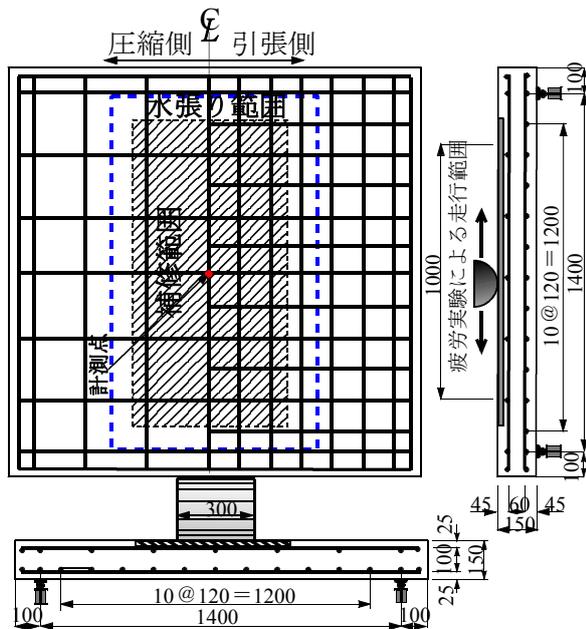


図-1 供試体寸法および鉄筋配置

3.2 供試体材料

(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の砕石を使用した。コンクリートの配合を表-4に示す。また、鉄筋にはSD295A D13を使用した。コンクリートの圧縮強度および鉄筋の材料特性値を表-5に示す。ここで、RC床版供試体の名称をRCとする。

(2) 補修材の材料

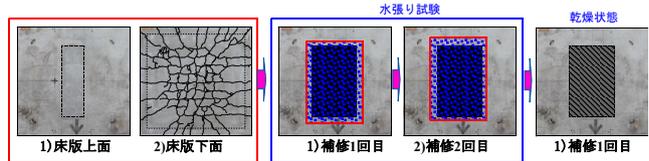
従来のRC床版の上面補修には表-1に示す超速硬セメントモルタル(補修材U-CM)が用いられている。

一方、本提案した補修材にはビニロン繊維を配合した表-1に示す補修材U-FCMを用いる。ここで、補修した床版の名称を、それぞれRC-U-36、RC-UF-45とする。

3.3 供試体寸法および鉄筋配置

(1) RC床版供試体

本供試体および補修供試体の寸法は道示に準拠し、その3/5モデルとする。ここで、RC床版供試体の寸法を図-1に示す。RC床版供試体の寸法は全長



(1) 疲労損傷 (2) 1, 2 回目 (3) 回目

図-2 補修のサイクル

1,600mm, 支間1,400mm, 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。また、圧縮側には引張鉄筋量の1/2を配置した。

(2) 補修床版供試体

補修供試体の寸法は、RC床版と同様であり、軸直角方向500mm, 軸方向1200mm, 深さ18mmの範囲を補修する。ここで、補修範囲を図-1に示す。

4. 輪荷重走行疲労実験方法および等価走行回数

4.1 輪荷重走行疲労実験方法

輪荷重走行疲労実験は、RC床版供試体および補修RC床版ともに幅300mmの輪荷重を軸方向に1,000mmの範囲を繰返し走行させる実験である。また、輪荷重走行疲労実験における初期荷重は100kNから走行を開始し、2万回走行ごとに荷重を20kNずつ増加する段階荷重増荷とする。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回走行ごとにたわみを計測する。

実橋RC床版は雨水の浸透により損傷が著しくなることから本実験においても補修範囲に水張りをして実験を行うものとする。よって、水張り範囲は幅600mm, 長さ1200mmの範囲に枠を設け、常時水張り試験を行う。さらに、補修界面までφ9mmの孔を数カ所設け、水の浸入によるはく離を確認する。ここで、水張りの範囲を図-1に併記した。

4.2 補修方法および補修時期

(1) 補修方法

補修材U-CMを用いる供試体の補修法は、補修範囲をブレードで切削し、付着性を高めるために補修面を研掃した後、補修材U-CMを打ち込み、表面仕上げする。次に、補修材U-FCMを用いて補修する供試体も同様に補修範囲をブレードで切削し、研掃する。その後、微細なひび割れ補修を浸透性接着剤を塗布する。次に、セメント系モルタルとの付着性を高めるために接着剤を平均1.0mmに厚で塗布し、直ちに補修材U-FCMを打ち込み、表面仕上げする。

(2) 補修床版供試体の補修時期

本実験における補修サイクルを図-2に示す。阿部らは、床版たわみが床版支間Lの1/400に達した時点

表－6 等価走行回数および補強等価走行回数

供試体	RC床版	1次補修（湿潤状態）		2次補修（湿潤状態）		3次補修（乾燥状態）		3次補修までの合計	
		等価走行回数	補修効果	等価走行回数	補修効果	等価走行回数	補修効果	等価走行回数	補修効果
RC	14,391,598	—	—	—	—	—	—	14,391,598	—
RC-U-36	7,865,598	1,685,974	—	1,621,127	—	10,493,077	—	21,665,776	1.5
RC-UF-45	7,865,598	3,685,775	2.2	3,250,670	2.0	42,350,384	4.0	57,152,427	4.0

で補修・補強時期として提案されている。そこで、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する。なお、初期損傷は、補修床版は全て同じ走行回数とする。

次に、補修後の再劣化に対する補修時期については、輪荷重走行疲労試験において輪荷重の走行による路面の凹凸やスケーリングが見られた時点、および床版たわみが床版支間 L の 1/400 に達した時点で再補修するものとする。よって、補修床版においては再損傷および再々損傷に対する補修を行い、破壊するまで補修を施し、等価走行回数の累形から本提案する補修材および補修法に対する実用性を評価する。

4.3 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、式(1)における基準荷重 P は設計活荷重の 3/5 に安全率 1.2 を考慮した 72kN として等価走行回数を算出する。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⁶⁾。

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

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

5.1 等価走行回数

(1) RC床版供試体 (RC)

床版供試体 RC の破壊時の等価走行回数は 14.391×10^6 回である。この等価走行回数を基準に補修床版の劣化過程、補修効果および耐疲労性を評価する。

未損傷の RC 床版を用いて輪荷重走行疲労実験を行い、たわみが床版支間 L の 1/400 に達した時点、すなわちたわみが 3.5mm に達した時点で実験を中断した。この時点の等価走行回数は 7.865×10^6 回である。ここで、補修材 U-CM を用いて、従来型の補修で 1 サイクル目の補修を行い、水張りによる輪荷重走行疲労実験を実施した。再損傷した時点の等価走行回数は

1.685×10^6 回である。ここで、2 サイクル目の補修を施し、再度疲労試験を行い、再々損傷した時点の等価走行回数は 1.621×10^6 回である。この時点でひび割れの進展やたわみが床版支間 L の 1/400 を越えることから、補強を施す必要がある。そこで、3 サイクル目の補修の実験は補修面を乾燥状態で輪荷重走行実験を実施した。乾燥状態における等価走行回数は 10.493×10^6 回で押抜きせん断破壊となった。乾燥状態での実験は湿潤状態の 6.47 倍の等価走行回数であり、防水工を施すことで耐疲労性が大幅に向上する結果となった。破壊時までの累計等価走行回数は 21.665×10^6 回であり、RC 床版の 1.5 倍の補修効果が得られた。

(2) 補修材U-FCM材を用いた床版 (RC-UF-45)

未損傷の RC 床版を用いて等価走行回数は 7.865×10^6 回まで疲労試験を行い、疲労損傷を与え、その後、1 サイクル目の補修を行い、再度輪荷重走行疲労実験を実施した。1 サイクル目の等価走行回数は 3.685×10^6 回であり、従来の補修材および補修法を行なった供試体 RC-U36 の 2.2 倍の補修効果が得られた。2 サイクル目の等価走行回数は 3.250×10^6 回であり、供試体 RC-U-36 の 2.0 倍である。3 サイクル目は乾燥状態で実験を行ない、等価走行回数は 42.35×10^6 回である。破壊時までの等価走行回数の累計は 57.152×10^6 回となり、RC 床版の 4.0 倍の補強効果が得られた。また、供試体 RC-U-36 に比して 2.6 倍の補強効果が得られた。

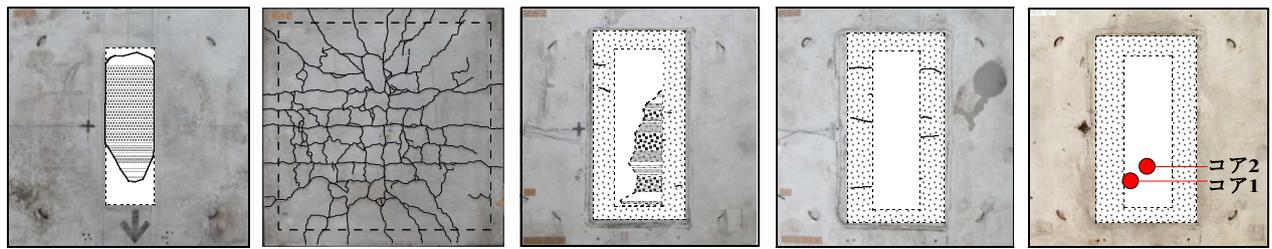
5.2 補修床版の損傷状況・破壊状況の関係

(1) 補修材U-CM-36用いた床版 (RC-U-36)

補修材 U-CM を用いて補修した供試体 RC-U-36 のたわみと等価走行回数の関係および補修床版の損傷状況を図－3 に示す。

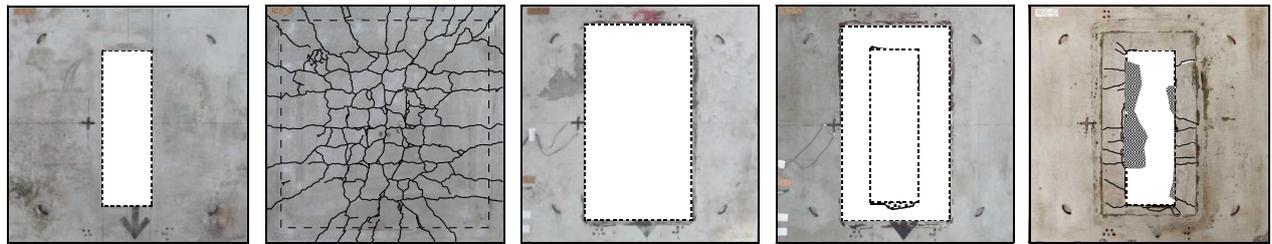
RC 床版供試体に輪荷重走行疲労実験で、たわみが 3.5mm に達した時点の等価走行回数は 7.865×10^6 回である。ここで、たわみが 3.5mm に達した時点の損傷状況は図－3(1)に示すように、上面の輪荷重走行範囲に輪荷重の走行による路面の凹凸が見られるが貫通ひび割れは見られない。下面には 0.2mm 以下のひび割れが 2 方向に発生している。ここで、床版上面を 18mm 切削・研掃し、補修材 U-CM で 1 サイクル目の上面補修し、輪荷重走行疲労実験を行った。

1 サイクル補修後の等価走行回数の累計は 9.55×10^6 回である。次に、損傷状況は図－3(2)、(1)に示すように、床版上面には、水の影響により、セメント成分が



1) 上面ひび割れ 2) 下面ひび割れ 1) 上面ひび割れ 1) 上面ひび割れ 1) 上面ひび割れ
 (1) たわみが床版支間 L の 1/400 (2) 1 サイクル (3) 2 サイクル (4) 3 サイクル (破壊時)

図-3 各サイクルごとの供試体 RC-U-36 の損傷状況



1) 上面ひび割れ 2) 下面ひび割れ 1) 上面ひび割れ 1) 上面ひび割れ 1) 上面ひび割れ
 (1) たわみが床版支間 L の 1/400 (2) 1 サイクル (3) 2 サイクル (4) 3 サイクル (破壊時)

図-4 各サイクルごとの供試体 RC-UF-45 の損傷状況

溶出し、部分的なスケーリングが発生した。また、軸直角方向にひび割れが発生している。補修部分の一部に補修界面までφ 9mm の孔を設け、水の浸入状況および打音法によるはく離状況を確認した結果、補修部は全面にはく離に至っている。ここで、2 サイクル目の補修を施し、輪荷重走行疲労実験を実施し、再々損傷が生じた時点で実験を中断した。

2 サイクル目の等価走行回数の累計は 11.172×10^6 回である。次に、損傷状況は図-3(3), 1)に示すように、水張りの影響により走行位置のスケーリングが著しい。また、軸直角方向にひび割れが発生している。本実験では3 サイクル目の補修を施し、橋面防水工が施されていることを想定して、乾燥状態で疲労実験を行った。

3 サイクル目の等価走行回数は 10.49×10^6 回であり、湿潤状態と比較すると約5倍である。等価走行回数の累計は 21.665×10^6 回である。次に、破壊時の損傷状況は図-4(3), 1)に示すように、上面には割れが生じると同時に軸直角方向のひび割れが多く発生している。はく離は全面に及んでいる。よって、補修材 U-CM は材料特性値に見られるように静弾性係数が高い材料であることから、割れが発生し、またはく離も早期に発生する材料および補修法であると考えられる。

(2) 補修材 U-FCM-45材を用いた床版 (RC-UF-45)

補修材 U-FCM を用いて補修する RC 床版供試体 RC-UF-45 のひび割れ状況を図-4に示す。

未損傷 RC 床版に等価走行回数 7.865×10^6 回までで疲労実験を行い、この時点での上面のひび割れ状況は一部に輪荷重の支圧によりコンクリートの粉体が発生

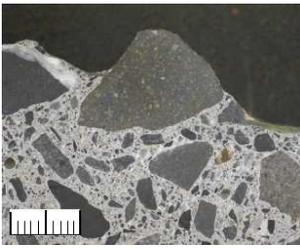
している。床版下面には 0.2mm 以下のひび割れが2方向に発生している。ここで、1 サイクル目の補修を行い、輪荷重走行疲労実験を実施した。

1 サイクル目のたわみと等価走行回数との関係は図-4(2), 1)に示すように再損傷に至った時点の等価走行回数の累計は 11.551×10^6 回である。損傷状況は図-4(2), 1)に示すように、床版上面は水張りの影響によるスケーリングしている。下面には新たなひび割れが進展している。この時点の劣化過程は進展期に相当する損傷である。ここで、2 サイクル目の補修を行い、疲労試験を実施する。

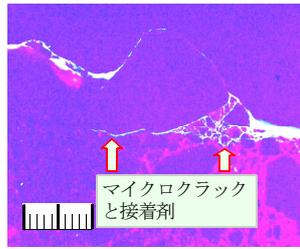
2 サイクル目の再々損傷を受けた時点の等価走行回数は 14.802×10^6 回である。2 サイクル目の補修後の損傷状況は、図-4(3), 1)に示すように床版上面は水張りの影響により走行面に骨材の露出やスケーリングが発生している。本実験では3 サイクル補修後は乾燥状態で疲労実験を実施した。

3 サイクル目の等価走行回数は 49.28×10^6 回であり、湿潤状態と比較すると約5倍となった。よって、補修後の橋面防水工は耐疲労性の向上に大きく寄与する結果となった。次に、破壊時の損傷状況は図-4(4), 1)に示すように、軸直角方向のひび割れの発生とスケーリングが見られる。よって、8 時間施工を可能とする補修材 U-FCM は、水張りの影響を受けても補修界面にはく離は見られなく、また、従来の補修材 U-CM に見られる割れも発生しないことから、輪荷重走行実験においては耐疲労性が向上する結果が得られた。

したがって、本提案する補修剤 U-FCM を用いて増厚界面にエポキシ系接着剤を塗布し、完全に橋面防水

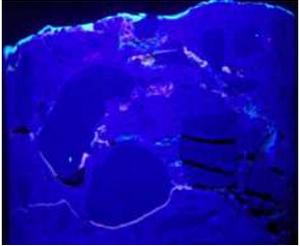


(1) はつり面

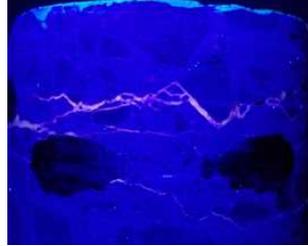


(2) 接着剤の浸透状況

写真－1 ひび割れ充填観察結果 (1mm/目盛り)



(1) 水平ひび割れ



(2) 鉄筋の付着切れ

写真－2 供試体 RC-U36 破壊後の浸透観察結果

工を施すことで、耐疲労性が大幅に向上することから補修サイクルを減少など、ライフサイクルコストの低減に大きく寄与するものと考えられる。

5.3 浸透性接着剤の浸透状況

供試体 RC-UF45 の輪荷重走行疲労実験後の 1 回目の補修において、コンクリート表面をブレーカ使用による削り、その後に浸透性接着剤を塗布した。ここで、マイクロクラックに浸透した状態を写真－1 に示す。目視では確認出来ないマイクロクラックに、浸透性接着剤の浸透が確認できる。なお、はつり面には蛍光塗料を含ませた脆弱部強化型接着剤を塗布し、接着剤硬化後にコンクリート平板を切断して、断面に紫外線ライトを照射したものである。

次に、供試体 RC-U36 の輪荷重走行疲労実験後の走行面をブレーカで切削し、浸透性接着剤を塗布した後、コア採取し、ブラックライトで浸透状況を確認した。その結果、床版上面の微細なクラックに浸透するが、輪荷重走行による水平ひび割れに、貫通ひび割れを通して浸透している。よって、コンクリート表面および貫通ひび割れをとおして水平ひび割れにも浸透しているのが確認できる。

6. まとめ

(1) 本提案する補修材 U-RCM は、材齢 3 時間で道示に規定されている圧縮強度 24.0N/mm^2 を満足することから、従来の補修材 U-CM と同様に 8 時間施工が可能となる。

(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、補修材 U-FCM で補修した RC 床版供試体 RC-U-45 の破壊時の等価走行回数と RC 床版の等価走行回数の 4.0 倍、従来の材料および補修法により補修した供試体 RC-U36 でに比して 2.65 倍となった。

(3) 本実験では、RC 床版に疲労損傷を与えた後に上面補修を行ったものである。ひび割れ状況においても劣化過程は加速期（前期）に相当する時期で補修を施し、3 サイクル補修を行った。従来の補修材を用いた損傷メカニズムは界面で早期にはく離し、水の浸入が見られた。また、補修材 U-FCM は輪荷重走行による上面損傷が見られるものの界面のはく離は見られない。補修時の損傷は全て湿潤状態によるセメント成分の溶出によるスケーリングである。また、乾燥状態で輪荷重走行疲労実験を実施した供試体は上面損傷が見られず破壊するまで走行が可能となった。

(4) 本実験では 3 サイクルで補修を行ったが、たわみと等価走行回数の関係においては、補修サイクルごとの走行による残留たわみが累計され、輪荷重走行による変形が大きくなり、補修サイクルごとに等価走行回数が減少することから、補修は 2 サイクルとし、それ以降は、たわみの増加を抑制するための下面および上面からの補強対策が必要となる。

(5) 本提案する補修材 U-FCM は、補修対象橋梁の通行止めが可能な時間から選択し、補修法は補修界面に接着剤を塗布することで耐疲労性が向上する結果が得られた。なお、寿命向上のためには橋面防水工が必要となる。

参考文献

- 1) 土木学会：道路橋床版の維持管理マニュアル，2016。
- 2) 大野晃，伊藤清志，山下雄史，阿部忠：超速硬繊維補強セメントモルタルを用いた道路橋 RC 床版の部分補修技術に関する研究，コンクリート構造物の補修・補強アップグレード論文・報告集，第 13 巻，pp.357-264，2013.11
- 3) 今野堯祥，阿部忠，伊藤清志：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，セメント・コンクリート論文集，No. 67，pp.545-552，2014.2
- 4) 山崎淳，池田甫：道路橋補修・補強事例集，「道路橋補修・補強事例集」編集委員会，pp.71-72，2013。
- 5) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I，II，III，2002。
- 6) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2007。

(2016 年 7 月 18 日受付)