

# 論文 2タイプの接着剤を塗布したRC床版の上面補修法の耐疲労性の評価 および施工技術

伊藤清志<sup>\*1</sup>・阿部 忠<sup>\*2</sup>

**要旨**：本研究は、ひび割れ損傷を与えてからブレーカーで上面を削った供試体を用いて、提案する2種類の接着材を塗布後に専用補修材を打ち込む工法の耐疲労性を評価した。実験では水張り状態で輪荷重走行疲労実験をおこない、たわみが床版支間Lの1/400に達した時点で再補修とする補修サイクルを2回実施した。この結果、2種類の接着材を塗布してから専用補修材を打ち込む工法は、補修界面のはく離や補修面のひび割れも見られず、耐疲労性が向上した。また、2回までの補修サイクルが可能となるが、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、補修材、浸透生接着剤、エポキシ接着剤、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<sup>1)</sup>。とくに、橋梁部材の中で最も損傷の著しい部材はRC床版である<sup>2)</sup>。例えば、積雪寒冷地域では融雪剤や凍結防止剤の散布による塩害による鉄筋の腐食と凍害による上面コンクリートの劣化により、早いもので30年ほどで撤去された事例もある。積雪寒冷地域のRC床版の上面損傷はアスファルト舗装が舗設されていることから、舗装の打ち換え時や舗装にポットホールが発生するなど舗装に異常が見られた段階で発見される場合が多い。この時点で、かぶりコンクリート全面が土砂化し、スケーリングしている<sup>3)</sup>。RC床版の部分的な上面損傷に対する補修法は、土砂化した脆弱層をブレーカー等で撤去し、その上に補修材として超速硬無収縮モルタルや超速硬コンクリートなどが用いられている。しかし、このような補修材料、補修方法は床版上面損傷に対する補修材として開発されたものではないことから、輪荷重の走行により補修コンクリートに早期の割れやひび割れが発生し、また、補修界面ではく離が生じ、再補修した事例も多い。さらに、コンクリートの削り作業で使用するブレーカーにより、新たなひび割れの発生も懸念されている。よって、RC床版の上面損傷に適した補修材および耐久性が確保ができる補修技術の開発が急務となっている。

そこで本研究は、輪荷重の影響による割れが生じにくい部分補修に適したセメント系補修材と、ブレーカーの使用により発生する微細なクラックや輪荷重走行による貫通ひび割れ等に浸透する接着剤および輪荷重の走行による補修界面のはく離抑制を目的とした2種類のエポキシ樹脂系接着剤を用いたRC床版上面補修法における耐疲

労性を評価した。また、本提案する2タイプの接着剤および補修材を用いた補修技術の実施工における適用について検証し、上面補修技術の一助とするものである。

## 2. 道路橋RC床版の上面損傷に対する補修法

RC床版の上面損傷に対する補修事例を写真-1に示す。RC床版の上面損傷における部分補修法は、舗装にポットホールやひび割れの発生が見られた場合、アスファルト舗装を撤去し、土砂化している部分(写真-1(1))のコンクリートをブレーカーにより削り(写真-1(2)、(3))、脆弱な箇所を除去した後、超速硬無収縮モルタルや超速硬コンクリートなどのセメント系材料で部分補修を行い(写真-1(4))、養生後に防水工(写真-1(5))と舗装工が行われる。

次に、補修後の再劣化の事例を写真-2に示す。RC床版の部分補修法は薄層補修となることから、既設床版と補修材との弾性係数の差等から輪荷重の影響により早期の割れが生じる(写真-2(1))。また、既設RC床版と補修層との界面にはく離やひび割れなどが発生し(写真-2(2))、早期に再補修が行われた事例も多い。

よって、RC床版の上面損傷においては割れにくい補修材と、ブレーカーの使用により新たに発生する微細なひび割れや輪荷重の影響による上面損傷に対して補修面を強固にする補修技術の開発が急務となっている。

## 3. 補修材および接着剤に求められる性能

### 3.1 補修材の配合条件

#### (1) 超速硬無収縮モルタルの配合

RC床版の上面補修における8時間施工に用いる補修材には、一般的に超速硬セメントを配合した超速硬無収

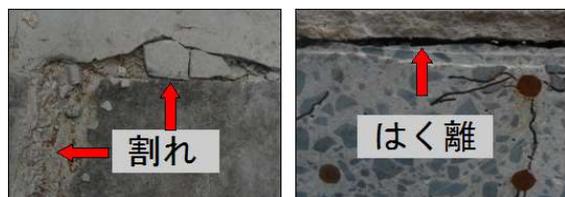
\*1 日本大学大学院生産工学研究科博士後期課程 (学生会員)

\*2 日本大学教授 生産工学部 博(工) (正会員)



(1) 土砂化 (2) ブレーカによる削り (3) 土砂化の除去 (4) 補修 (5) 橋面防水

写真-1 床版上面の補修法の一例



(1) 割れ (2) はく離

写真-2 RC床版の薄層補修後の再劣化

縮モルタルが使用されている<sup>4)</sup>。補修材は専用のプレミックス材となり、その配合条件を表-1に示す。この補修材をU-M-36とする。

#### (2) 超速硬繊維補強セメントモルタルの配合

上面補修専用材には有機繊維の中でも高靱性が期待できる高強度ビニロン繊維（繊維長 12mm）をプレミックス配合し、材料特性としては弾性係数が既設 RC 床版と同等としたセメント系材料とする。この名称を「超速硬繊維補強セメントモルタル（以下、U-FM とする）」とする。なお、薄層施工に用いる事を前提とした配合設計および試験練りを踏まえて水結合比 45 % を提案する。

### 3.2 補修材の材料特性

#### (1) 補修材U-M-36

従来から使用されている補修材 U-M-36 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/mm<sup>2</sup> である。静弾性係数は、材齢 28 日で 43.7N/mm<sup>2</sup> である。

#### (2) 補修材U-FM-45

高速道路等の 8 時間施工に用いる補修材 U-FM-45 の性能は、凝結終結時間が 45 分であり、可使時間 30 分であることから補修材 U-M-36 に比して施工性が良い。材齢 3 時間の圧縮強度は 24.5N/mm<sup>2</sup> であり、道示に規定する圧縮強度 24N/mm<sup>2</sup> を満足している。また、材齢 28 日における静弾性係数は 23.8N/mm<sup>2</sup> であり、薄層補修における割れが抑制できる材料であると判断できる。

### 3.3 浸透性接着剤および打継ぎ用接着剤

RC 床版の上面補修ではブレーカ等による削り後の補修界面を強固にするために浸透性接着剤を塗布する。また、輪荷重の走行により早期にはく離が生じている事例を踏まえ、上面補修においても補修材と RC 床版コンク

表-1 補修材U-M-36, U-FM-45の配合

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

表-2 補修材の特性値

試験項目	U-M-36	U-FM-45
凝結時間	始発	17min.
	終結	25min.
圧縮強度	2時間	25.1N/mm <sup>2</sup>
	3時間	45.2N/mm <sup>2</sup>
	4時間	52.3N/mm <sup>2</sup>
	28日	62.3N/mm <sup>2</sup>
静弾性係数	28日	43.7kN/mm <sup>2</sup>
		23.8kN/mm <sup>2</sup>

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 <sup>2</sup>	JIS K 7181
圧縮弾性係数	3172N/mm <sup>2</sup>	JIS K 7181
曲げ強さ	92.8N/mm <sup>2</sup>	JIS K 7171
引張せん断強さ	58.2N/mm <sup>2</sup>	JIS K 6850

#### (2) エポキシ系接着剤

項目	性状と物性	備考
外観	主剤	白色ペースト状 異物混入無し
	硬化剤	青色液状 異物混入無し
混合比(主剤:硬化剤)	5:1	重量比
硬化物比重圧縮強さ	1.42±0.20	JIS K 7112
圧縮強さ	102.88N/mm <sup>2</sup> 以上	JIS K 7181
圧縮弾性係数	3,976N/mm <sup>2</sup> 以上	JIS K 7181
曲げ強さ	41.6N/mm <sup>2</sup> 以上	JIS K 7171
引張せん断強さ	14.9N/mm <sup>2</sup> 以上	JIS K 6850
コンクリート付着強さ	3.7N/mm <sup>2</sup> 以上 または母材破壊	JIS K 6909

リートとの付着力を高め、耐疲労性の向上を図る打継ぎ界面に高耐久型エポキシ樹脂系接着剤（以下、打継ぎ用接着剤とする）を用いる。ここで、浸透性接着剤および打継ぎ用接着剤の材料特性値を表-3(1), (2)に示す。

### 4. 供試体材料および寸法

#### 4.1 RC床版の使用材料および供試体寸法

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。また、鉄筋には SD295A D13 を使用した。

コンクリートの圧縮強度は  $35\text{N/mm}^2$ ，鉄筋の降伏強度は  $377\text{N/mm}^2$ ，引張強度は  $511\text{N/mm}^2$  である。

## 4.2 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。RC 床版供試体の寸法は全長  $1,600\text{mm}$ ，支間  $1,400\text{mm}$ ，床版厚  $150\text{mm}$ ，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  $120\text{mm}$  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。供試体寸法および鉄筋配置を図-1に示す。

### (2) 補修床版供試体

補修材は表-1に示す超速硬セメントモルタルである補修材 U-M-36 と本提案工法のビニロン繊維を配合した補修材 U-FM-45 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。なお，補修範囲は軸直角方向  $500\text{mm}$ ，軸方向  $1200\text{mm}$ ，深さは 3/5 モデルより  $18\text{mm}$  とする。補修範囲を図-1に示す。

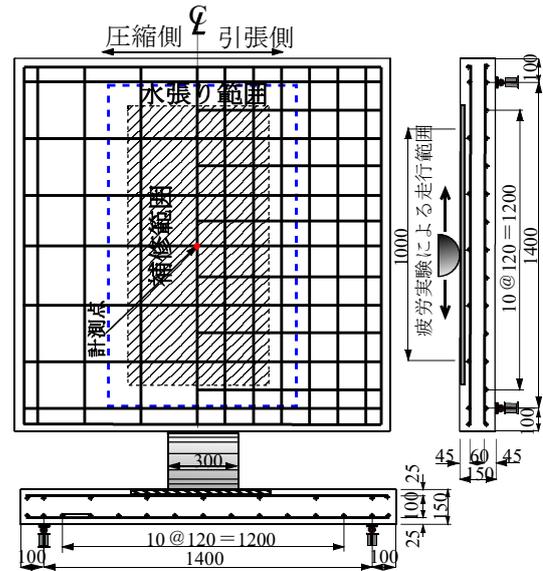


図-1 供試体寸法および鉄筋配置

## 5. 輪荷重走行疲労実験方法・補修サイクルおよび等価走行回数

### 5.1 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  $300\text{mm}$  の輪荷重を軸方向に  $1,000\text{mm}$  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  $100\text{kN}$  から走行を開始し，2 万回走行ごとに荷重を  $20\text{kN}$  ずつ増加す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 回走行ごとにたわみを計測する。また，付着界面および補修材の耐久性における水の影響を考慮して，輪荷重走行範囲を水張り状態となるように枠を設けた。水張りの範囲を図-1に併記した。なお，水の浸入によるはく離を確認する  $\phi 9\text{mm}$  で付着界面までの削孔を数カ所設けた。

### 5.2 補修方法および補修時期

#### (1) 補修方法

補修法は補修範囲をブレーカで削り，補修面を研掃してから補修材を打込む。従来工法となる補修材 U-M-36 は補修面に直接打込み，表面仕上げを行う。一方，補修材 U-FM-45 を用いる補修工では，研掃後に浸透性接着剤を塗布してから打継ぎ用接着剤を重ねて塗布し，直ちに補修材 U-FM-45 を打込み，表面仕上げを行う。なお，いずれの打込みにおいても補修面は乾燥状態とする。

#### (2) 補修床版供試体の補修サイクル

本実験における補修サイクルを図-2に示す。阿部ら<sup>6), 7)</sup>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リングが見られた時点，或いは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，等価走行回数の累積から実用性を評価する。

### 5.3 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  $72\text{kN}$  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<sup>8)</sup>。

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

ここで， $P_i$ ：載荷荷重 (kN)， $P$ ：基準荷重 (=  $72\text{kN}$ )， $n_i$ ：実験走行回数 (回)， $m$ ：S-N 曲線の傾きの逆数

## 6. 実験結果および考察

### 6.1 等価走行回数

#### (1) 補修材 U-M-36 を用いた床版 (RC-U-36)

本供試体の等価走行回数および補強等価走行回数を表-4に示した。

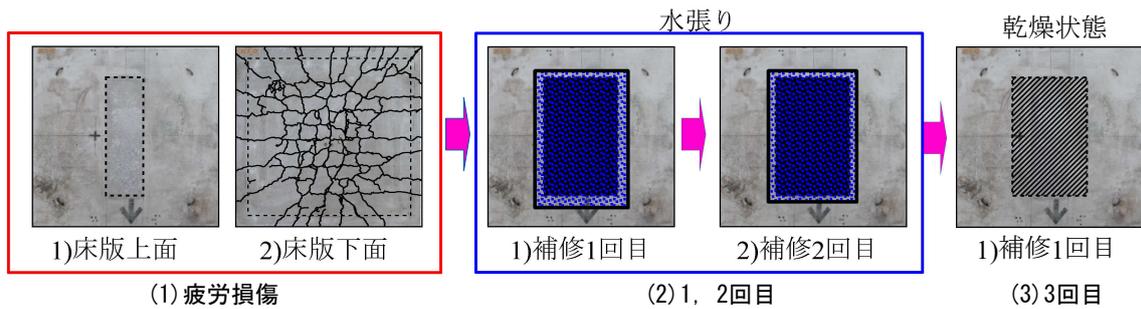


図-2 補修のサイクル

表-4 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.U-36	7,865,598	1,685,974	—	1,621,127	—	10,493,077	—	21,665,776	—
RC.UF-45	7,865,598	3,685,775	2.19	3,250,670	2.01	42,350,384	4.04	57,152,427	2.64

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  $7.865 \times 10^6$  回である。ここで、補修材 U-M-36 を用いた従来型の補修で 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  $1.685 \times 10^6$  回である。同様に 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  $1.621 \times 10^6$  回である。ここで水の影響を確認するために 3 サイクル目の補修後の輪荷重走行実験は乾燥状態で実施し、等価走行回数は  $10.493 \times 10^6$  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で 1 次補修後の等価走行回数の 6.22 倍となり、耐疲労性が大幅に向上する結果となり、輪荷重走行疲労実験における水の影響が確認された。破壊時までの累計等価走行回数は  $21.665 \times 10^6$  回であり、RC 床版の 1.57 倍の補修効果が得られた。

#### (2) 補修材 U-FM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  $7.865 \times 10^6$  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。RC-UF-45 の 1 サイクル目の等価走行回数は  $3.685 \times 10^6$  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 2.19 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  $3.250 \times 10^6$  回であり、供試体 RC.U36 の 2.01 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  $42.35 \times 10^6$  回である。乾燥状態での実験は湿潤状態で 1 補修後の等価走行回数の 11.49 倍の等価走行回数である。破壊時までの等価走行回数の累計は  $57.152 \times 10^6$  回となり、供試体 RC-U-36 に比して 2.64 倍の補強効果が得られた。

### 6.2 たわみと等価走行回数の関係

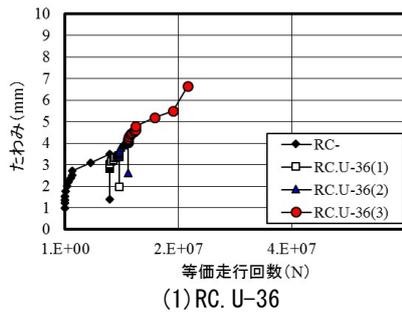
#### (1) 補修材 U-M材を用いた床版 (RC-U-36)

たわみと等価走行回数の関係を図-3、輪荷重走行広実験後の上面損傷状況を図-4に示す。

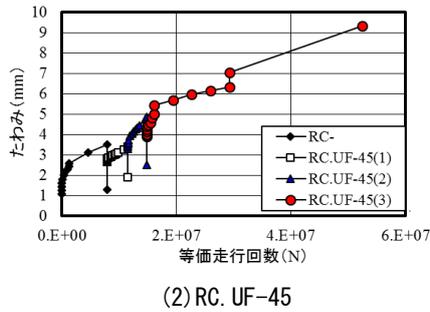
RC 床版のたわみが床版支間 L の 1/400 に達した時点で実験を中断し、その時点の残留たわみは 1.42mm である。ここで、補修材 U-M-36 を用いた 1 サイクル目の補修後のたわみは等価走行回数の累積は  $9.551 \times 10^6$  回、たわみの累積が 3.44mm、残留たわみは 1.96mm である。この時点の上面損傷は軸直角方向にひび割れが発生し、損傷が著しい。次に 2 サイクル補修後の等価走行回数の累積は  $11.172 \times 10^6$  回、たわみの累積が 4.10mm、残留たわみが 2.74mm である。上面には割れに起因するひび割れと路面の摩耗による損傷が見られる。3 サイクル補修は乾燥状態で輪荷重走行疲労実験を実施したことから、補修面の損傷の進展が抑制され、累積等価走行回数は  $21.655 \times 10^6$  回で、累積たわみは 6.65mm である。上面には微細なひび割れとひび割れに起因する割れが発生している。3 サイクル目のたわみは既に RC 床版のたわみを上回っている。

#### (2) 補修材 U-FM材を用いた床版 (RC-UF-45)

本提案する補修材 U-FM-45 を用いた供試体 RC-UF-45 のたわみが床版支間 L の 1/400 に達した時点の残留たわみは 1.31mm である。1 サイクル目の補修を施し、再損傷が生じた時点の等価走行回数の累積は  $11.551 \times 10^6$  回であり、たわみの累積が 3.39mm、残留たわみは 1.90mm である。この時点の上面の損傷状況は図-4(2)に示すように走行面の摩耗による凹凸が見られるものの軸直角方向のひび割れの発生は見られない。2 サイクル目の補修を施し、再々損傷を発生した時点までの等価走行回数の累積は  $14.802 \times 10^6$  回、累積たわみは 4.85mm、残留たわみが 2.53mm である。上面の損傷状況は 1 回目の補強後の損傷状況と同様に路面の凹凸のみである。次に、3 サイクル目の補修後の破壊時までの累積等価走行回数は  $57.152 \times 10^6$  回、累積たわみは 9.33mm である。供試体

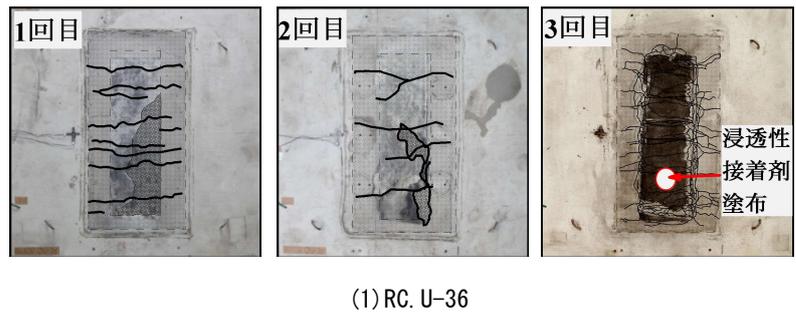


(1) RC. U-36

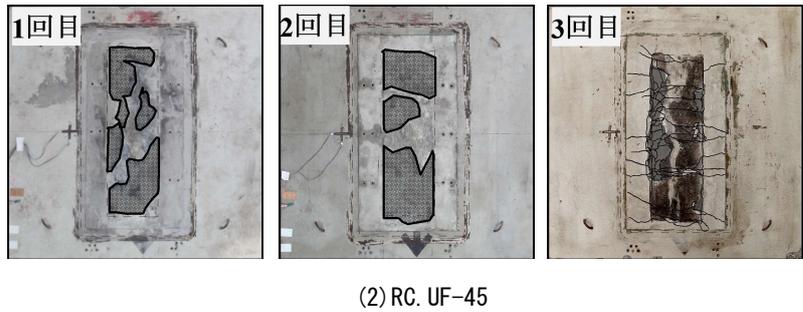


(2) RC. UF-45

図-3 たわみと等価走行回数との関係



(1) RC. U-36



(2) RC. UF-45

図-4 補修後の損傷状況

RC.U-36 に比較してたわみの増加が抑制されている。3回目の補強後の上面の損傷状況は破壊時まで輪荷重を走行したことから軸直角方向に割れに伸展するひび割れの発生が見られる。しかし、従来の補強材 U-M-36 の4倍の等価走行回数である。

以上より、従来の補強材を用いた補修法に対して本提案する水結合比 45 % の耐疲労性が評価され、実用的である材料と言える。

### 6.3 浸透性接着剤の浸透状況

損傷の著しい供試体 RC-U-36 の供試体を用いて浸透性接着剤の浸透性能を確認した。図-4(1)に示す3回目の輪荷重走行疲労実験後の損傷した補修面に浸透性接着剤を塗布し、硬化後に採取したコアの断面を写真-3に示す。上面より 18mm 前後までは補修材 U-M-36 で補修され、輪荷重走行疲労実験による累積等価走行回数は  $21.665 \times 10^6$  回である。φ 60mm で採取したコアは上面 50mm までは微細なひび割れや水平ひび割れにも浸透している。また、φ 100mm で採取したコアは補修界面に水平ひび割れが発生し、微細なひび割れまで浸透しているのが確認できる。また、鉄筋位置の付着切れや微細な水平ひび割れに接着剤が浸透している。よって、浸透性接着剤は輪荷重走行疲労実験により生じた微細なひび割れに自然浸透しており、浸透している範囲は接着の効果によりコンクリートが強固に補修されると考えられる。

### 7. 実橋上面補修の施工法の確立

本実験に用いた浸透性接着剤、打継ぎ用接着剤を塗布し、ビニロン繊維を配合した補修材 U-FM-45 を用いた実施工を行った。施工手順を写真-4に示す。

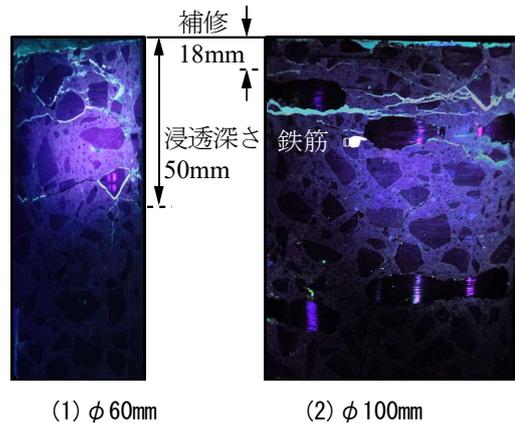


写真-3 供試体RC-U36破壊後の浸透検証結果

この RC 床版は既に張出部も含めた上面補修が施された数年後に再劣化が生じ、本提案する浸透性接着剤および打継ぎ用接着剤を塗布し、補修材 U-FM-45 を用いた上面補修について施工事例である。この RC 床版の損傷状況は、橋梁点検における「舗装の異常」においてアスファルト舗装の状態は写真-4(1)に示すように 5mm 程度のひび割れが舗装に生じていることから、前回の補修箇所の再劣化が予想される。そこで、再劣化が生じた補修材と床版の劣化部の撤去が必要となることから切削と脆弱部の削りおよび研掃後に、軸方向 2.0m ブロックごとに本提案する上面補修工を実施した。施工手順は、脆弱コンクリートを撤去後にショットブラストによる研掃(投射密度  $150\text{kg/m}^2$ )を行う(写真-4(2))。次に、浸透性接着剤を補修面に塗布する(写真-5(3))。浸透性接着剤は床版上面に発生しているひび割れから浸透すると同時に内部に発生している水平ひび割れや鉄筋の付着切れ箇所にも浸透が期待できる。可使時間が 30 分程度



(1) 舗装の異常 (2) 切削・研掃 (3) 浸透性接着剤の塗布 (4) 接着剤の塗布  
 (5) 補修材U-FM-45混練り (6) 補修材U-FM-45打ち込み (7) ブロック毎に部分補修 (8) 表面仕上げ・養生  
 写真-4 実橋における再劣化したRC床版の上面補修事例

であるので素早く上面に塗布後、直ちに打継ぎ目用接着剤を平均 1mm 厚で塗布する(写真-6(4))。この打継ぎ目用接着剤は補修界面のはく離抑制効果を図るものである。また、可使用時間は2時間程度とされている。塗布作業に平行して本提案する補修材 U-FM-45 を表-1に示す配合で練混ぜを行い(写真-6(5))、直ちに補修箇所の接着剤塗布面に補修材 U-FM-45 を 40mm 厚で打込む(写真-6(6)、(7))。最後に表面を左官鏝やフロートを用いて仕上げ、防災シートにて封緘養生を行う(写真-6(8))。なお、補修材の練混ぜにおいて圧縮強度測定用の供試体を作成し、3 時間の養生後に圧縮強度を確認する。本橋梁の補修後の1年経過後の点検においても舗装に異常が見られず、健全性を維持している。

## 8. まとめ

(1) RC 床版の上面補修界面に2種類の接着材を塗布し、補修材 U-FM-45 で補修した RC 床版供試体は従来の補修材 U-M-36 で補修した供試体との比較で、湿潤状態で実施した1回目および2回目ではそれぞれ1回目が2.19倍、2回目は2.01倍となり、乾燥状態で実施した3回目は4.04倍、破壊時には2.64倍の補修効果が得られた。  
 (2) 本実験では、RC 床版にたわみが支間 L の 1/400 に達した後、湿潤状態で2サイクル補修、乾燥状態で1サイクルの補修を行った。輪荷重走行疲労実験後の観察では、従来の補修材 U-M-36 を用いた床版上面は軸直角方向に割れに伸展するひび割れが多数発生しているが、2種類の接着剤を界面に塗布してから補修材 U-FM-45 で補修した供試体の上面は走行面の摩耗による損傷が見られるものの、補修材 U-M-36 に比して軸直角方向のひび割れは大幅に少なく、これより耐疲労性が向上していると考えられる。

(3) 本提案する2タイプの接着剤を塗布してから補修材 U-FM-45 を用いる補修法は、実橋における施工においても、実験での検証結果と同様に浸透性接着剤を塗布することで脆弱したコンクリート表面が強固となり、また、エポキシ樹脂系接着剤を重ねて塗布することで補修材と既設床版の打継ぎ面が一体となり、一年経過後の点検においても舗装に異常が見られず、健全性を維持している。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：地方自治体の長寿命化修繕計画に関する最近の動向，国土交通省道路局国道・防災課道路保全企画室，2011.1
- 2) 千葉県県土整備部道路環境課企画調整室：千葉県橋梁長寿命化修繕計画（案），2010.
- 3) 伊藤清志，阿部忠，岩崎正二，大塚祐二：塩害・凍害の複合劣化を受けた RC 床版の上面増厚補強法による耐疲労性の評価，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.373-381，2013.11
- 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) 高野真希子，阿部忠，木田哲量，児玉孝喜，小森篤也：輪荷重走行疲労実験における RC 床版 SFRC 上面増厚補強法の耐疲労性，構造工学論文集 Vol. 56A，pp.1259-1269，2010
- 7) 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
- 8) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2007