

論文

接着剤塗布型下面増厚補強したRC床版の補強効果
および耐疲労性の評価

及川裕介*, 阿部忠**, 小森篤也***

* 日本大学大学院, 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), 日本大学教授, 生産工学土木工学科 (〒 275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1)

*** 新日鉄住金マテリアルズ(株) (〒 103-0024 東京都中央区日本橋小舟町 3-8)

道路橋 RC 床版の下面増厚補強では, 引張補強材に鉄筋や CFRP 格子筋が用いられている. しかし, ポリマーセメントモルタル吹付けによる下面増厚補強法において, 増厚界面での離れが懸念される. そこで本研究では, 既設 RC 床版と増厚部の付着性を高めるために増厚界面に接着剤を塗布し, 引張補強材にワイヤーメッシュおよび CFRP 格子筋を配置して下面増厚補強した供試体を用いて, その補強効果および耐疲労性を評価した. その結果, RC 床版供試体の等価走行回数に比してワイヤーメッシュ, CFRP 格子筋を配置した接着剤塗布型下面増厚供試体は, 終局時まで一体性が確保され, それぞれ 16.4 倍, 19.2 倍の補強効果が得られた.

キーワード: RC床版, CFRP格子筋, 下面増厚補強, 接着剤

1. はじめに

高度経済成長期に建設された道路橋 RC 床版は, 劣化が急速に進み, その補強対策や維持管理の構築が重要な課題となっている. とくに, 道路橋部材のなかで最も損傷が著しいのは RC 床版である. 現在供用されている道路橋の設計基準は, 数回の改訂が行われ現在に至っている. たとえば, 建設後 50 年を経過する橋梁は昭和 39 年改訂の基準で設計され, 平成 6 年改訂の道路橋示方書・同解説¹⁾ (以下, 道示とする) の基準に対して, 活荷重が 80kN から 100kN へと改定されている. また, 橋の等級も 1, 2 等橋から B, A 活荷重へと改定された. とくに, RC 床版においては床版厚が支間 L に対応する厚さや, 大型車両の計画交通量を考慮した割増係数が適用されている. したがって, 建設後 50 年を経過する RC 床版が B 活荷重に対応するためには, 耐荷力性能の向上を図るための補強対策が必要となる²⁾. RC 床版の耐荷力性能の向上を図る補強対策としては, 既設 RC 床版上面に鋼繊維補強コンクリートを増厚する補強 (以下, SFRC 上面増厚補強とする)³⁾や鋼板接着補強, ポリマーセメントモルタル (以下, PCM とする) 吹付けによる下面増厚補強などが実橋床版で施工されている. RC 床版の SFRC 上面増厚補強では, 耐疲労性の向上を図るために, 増厚界面に接着剤を塗布した補強法が提案され, 耐疲労性が評価されている. また, 張出部を有する床版上面, すなわち正負の交番応力の発生する領域においても接

着剤を塗布した補修・補強法においても耐疲労性が評価され, 接着剤の効果が得られている. 一方, 上面増厚補強および下面増厚補強においては増厚層内に引張補強材として鉄筋が使用されている. しかし, 鉄筋を配置した場合は交差部が鉄筋径の 2 倍となるため, 増厚層が厚くなり, 死荷重の増大が懸念されている. 近年では, 鉄筋に変わる材料として, 炭素繊維で一体形成された格子筋 (以下, CFRP 格子筋とする) が使用され, 上面増厚補強や下面増厚補強の引張材として使用されている.

そこで本研究は, 下面増厚補強法に着目し, 引張補強材には鉄筋と同等な材料特性を有するワイヤーメッシュと CFRP 格子筋を用い, それぞれの引張補強材を配置し, 接着剤を塗布した下面増厚補強法における補強効果および耐疲労性を評価し, 道路橋 RC 床版の下面増厚補強対策の一助とするものである.

2. RC床版下面補強法における現状と対策

2.1 従来型下面増厚補強法における現状

RC 床版の 2 方向のひび割れに対する補強法には炭素繊維連続シート (CFS) やアラミド繊維シート (AFS) 材を用いた下面接着補強法や鋼板接着補強法が^{3),4)}採用されている. また, 鉄筋の露出や漏水, さらにコンクリートのはく離など, 劣化過程が加速期 (後期) に相当する床版の補強法には, PCM 吹付けによる下面増厚補強法が施工されている. そこで本研究では下面

表-1 RC床版コンクリートの示法配合

スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				
				C	W	S	G	Ad
8.0±2.5	2.0±1.0	39	40	403	158	726	1094	4.0

表-2 コンクリートおよび鉄筋の材料特性値

供試体	コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	鉄筋(SD295A)			
		使用 鉄筋	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	D10	368	516	200

増厚補強に着目し、引張補強材に CFRP 格子筋を配置するとともに増厚界面に接着剤を塗布した補強法における補強効果および耐疲労性を検証する。

2.2 増厚界面における接着剤の適用の検討

従来、施工されてきた下面増厚補強法は、RC 床版下面の脆弱したコンクリート部を除去した後、プレウエッティング工またはコンクリート下地用プライマー（以下、プライマーという）を塗布し、PCM 吹付けを行っている。この場合、下面増厚補強法に用いられる PCM の付着強度は 1.7N/mm² を満足するものと規定されている⁵⁾。しかし、RC 床版コンクリートと下面増厚補強材である PCM は、圧縮強度の差により、増厚界面で曲げ引張りを受けることから、増厚界面での横ずれによるはく離破壊が懸念される。これらを防止する対策として、曲げ引張領域に接着材を塗布することで破壊荷重付近まで一体性が確保され耐荷力性能、耐疲労性の向上が図られている。SFRC 上面増厚補強および負の曲げ領域、すなわち曲げ引張領域の上面補修においても接着剤を塗布した補修・補強法においても評価されている。そこで本研究においても曲げ引張領域に接着剤を塗布した下面増厚補強を施すものとする。

3. 使用材料および供試体寸法

3.1 供試体概要

本実験に用いる供試体は、2002 年の道示の規定に基づいて設計し、供試体寸法を 1/2 モデルとした。供試体は基準となる RC 床版供試体、下面増厚補強供試体においてはワイヤーメッシュ、CFRP 格子筋を、それぞれ引張補強材として用いて増厚界面に接着剤を併用した供試体を製作した。

3.2 RC床版

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 以下の砕砂および 5mm ~ 20mm の砕石を使用し、設計基準強度は道示に規定に基づいて 24N/mm² 以上となる配合条件とした。鉄筋には SD295A, D10 を用いた。ここで、RC 床版の示法配合を表-1、コンクリートおよび鉄筋の材料特性値を表

表-3 補強材の剛性比較

補強材の種類	引張弾性率 (kN/mm ²)	断面積 (mm ²)	本数/m	引張剛性 (kN・m)
ワイヤーメッシュ	200	8.04	20	32.15
CFRP格子筋	103.7	17.5	20	36.30

表-4 PCM

項目	単位量 (kg/m ³)		水結合比 (%)
	プレミックス粉体	水	
PCM	1860	595	32

- 2 に示す。

3.3 下面増厚補強床版

下面増厚補強に用いる引張補強材にはワイヤーメッシュおよび CFRP 格子筋を用いた。補強法は増厚界面には接着剤を塗布した後、引張補強材を配置し、吹付けによる下面増厚補強を施した供試体をそれぞれ製作した。下面増厚補強用 RC 床版供試体の使用材料および特性値は、以下のとおりである。

(1) 下面増厚補強用RC床版供試体

下面増厚補強用 RC 床版供試体のコンクリートおよび鉄筋は、基準となる RC 床版供試体と同様である。

(2) ワイヤーメッシュおよびCFRP格子筋

本実験供試体に用いるワイヤーメッシュは φ3.2mm 網目寸法 50mm×50mm を用いる。ワイヤーメッシュの引張強度は縦は 653N/mm²、横が 630N/mm² である。CFRP 格子筋は、ワイヤーメッシュと同等な格子間寸法を考慮することから網目寸法を 50mm×50mm、厚さ 4.2mm の CFRP 格子筋を用いる。CFRP 格子筋の引張強さは 1,902N/mm²、引張弾性率 103.7kN/mm² である。ここで、ワイヤーメッシュと CFRP 格子筋の剛性比較を表-3 に示す。

(3) ポリマーセメントモルタル

本実験における下面増厚補強法に用いる PCM の要求性能は付着強度 1.7N/mm² 以上、圧縮強度が 27N/mm² 以上が要求されている⁶⁾。そこで、本供試体の下面増厚補強材には、吹付け施工が可能な繊維混合プレミックス型ポリマーセメントモルタルを用いる。この材料は、流動性にも優れた材料であり、吹付けにおいて格子筋の隙間などへの充填性も良い。材齢 4 日、7 日、14 日の圧縮強度は 32.7N/mm²、36.4N/mm²、42.2N/mm² である。なお、実験前における圧縮強度は 44.3N/mm² であった。ここで PCM の配合を表-4 に示す。

(4) 増厚界面に用いるエポキシ接着剤

RC 床版上面増厚補強における増厚界面のはく離を改善するために、RC 床版コンクリートと増厚コンクリートとの接着性能を高めるため、エポキシ樹脂接着剤（以下、接着剤とする）を塗布した補修・補強法が提案されている。さらに、その耐疲労性が評価され、実施工もされている⁷⁾。そこで、下面増厚補強法においても、RC 床版と増厚コンクリートとの接着性能を

表-5 エポキシ樹脂系接着剤の実験値

試験項目	実験値	試験方法
硬化物比重	1.4	JIS K 7112
TI値(主剤)	5.4	JIS K 6833 2rpm/20rpm
可使時間	13 分/23℃	温度上昇法(250g)
圧縮強さ	81 N/mm ²	JIS K 7208
圧縮弾性係数	2,900 N/mm ²	JIS K 7208
曲げ強さ	57 N/mm ²	JIS K 7203
引張せん断強さ	14 N/mm ²	JIS K 6850
付着強さ	2.3 N/mm ²	JIS K 6909

高めるため、同様に接着剤を用いた。本実験に用いた接着剤の実験時における付着強度は2.3N/mm²である。ここでエポキシ樹脂接着剤の実験値を表-5に示す。

RC床版に輪荷重が作用した場合、床版支間内には曲げ引張力を受ける。この場合、増厚コンクリートの圧縮強度44.3N/mm²、さらに増厚界面に引張材を配置することから、増厚界面で横ずれ、すなわち一面せん断力を受けてはく離に至る。そこで筆者ら6)が開発したモードII型の一面せん断試験を行い、増厚界面のせん断強度を評価した。

その結果、圧縮強度によりせん断破壊強度が異なるため、エポキシ樹脂接着剤を塗布した場合は破壊面が圧縮強度の低い既設RCコンクリート側で破壊となり、せん断強度は6.8N/mm²であった。また、圧縮強度の高いPCM側で破壊した場合は8.9N/mm²であった。なお、プライマーを塗布した場合は4.0N/mm²となった。

3.4 供試体寸法および鉄筋の配置

(1) RC床版供試体

無補強RC床版供試体の寸法は、全長1,470mm、支間1,200mm、床版厚130mmとした。鉄筋は複鉄筋配置とし、引張主鉄筋にD10を100mm間隔で配置し、有効高を105mmとした。また、圧縮側には引張鉄筋量の1/2を配置した。ここで、供試体名称はRC-1とし、寸法および鉄筋配置を図-1に示す。

(2) 下面増厚補強床版供試体

無補強RC床版供試体の底面を1,100×1,100×15mmの範囲を箱抜きし、ワイヤーメッシュおよびCFRP格子筋を配置し、吹付けによりPCMを25mmの施工する。したがって、床版全厚140mmとする。ここで、接着剤塗布型下面増厚補強法における引張補強材配置および概略寸法を図-2に示す。

4. 補強方法

4.1 下面増厚補強床版の概要

下面増厚補強法は、かぶり不足の床版や床版コンクリートのはく落などの下面損傷を想定し、15mm切削し、PCMで厚さ25mm増厚する。よって、試験体の底面かぶり内に、幅1,100×1,100mm、厚さ15mmの合

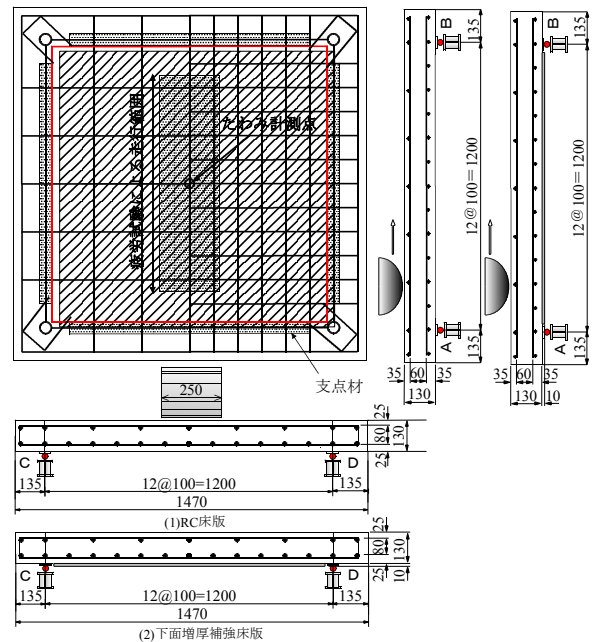


図-1 供試体寸法および鉄筋配置 (mm)

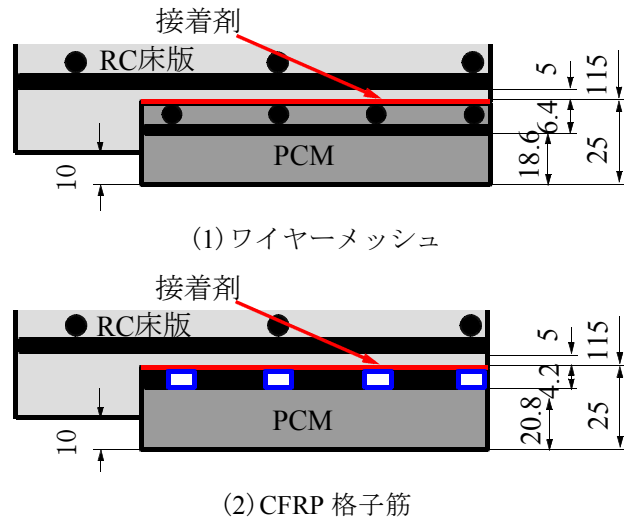


図-2 接着剤塗布型下面増厚補強概略寸法

板を設置し、箱抜きして、補強用RC床版を製作した。

4.2 下面増厚補強法の施工手順

CFRP格子筋を用いた下面増厚補強法は「CFRPグリッド増厚・巻立て工法によるコンクリート構造物の補修・補強設計・施工マニュアル(案)」(以下、施工マニュアル(案)とする)⁶⁾に準拠して製作する。ここで、接着剤塗布型下面増厚補強にワイヤーメッシュおよびCFRP格子筋を増厚下面に直接配置した供試体の名称をそれぞれRC-W.A、RC-C.Aとする。

5. 実験方法および等価走行回数

5.1 実験方法と荷重条件

輪荷重走行疲労実験は、20,000回ごとに荷重を増加

表－6 無補強 RC 床版および接着剤塗布型下面増厚補強における等価走行回数

供試体	荷重			等価走行回数合計	走行回数比
	80 kN	100 kN	120 kN		
RC-1	実験走行回数	20,000	10,010	0	7,347,504
	等価走行回数	772,240	6,575,264	0	
RC-C1	実験走行回数	20,000	20,000	4,100	27,996,469
	等価走行回数	772,240	13,137,391	14,086,838	
RC-C.A	実験走行回数	20,000	20,000	19,000	141,107,332
	等価走行回数	772,240	13,137,391	127,197,701	

させる荷重載荷により床版が破壊するまで行った。補強効果および耐疲労性の評価は、供試体の設計荷重である基準荷重と実験走行回数の関係から等価走行回数を算出して評価する。たわみ計測は、輪荷重走行 1, 10, 100, 1,000, 5,000 回、以後 5,000 回走行ごと計測する。また、すべての床版供試体の初期走行荷重は、80kN とし、20,000 回走行ごとに荷重を 20kN 増加する。RC 床版供試体、RC-1 における破壊時の等価走行回数を基準に、下面増厚補強床版供試体の補強効果および耐疲労性を評価する。

5.2 等価走行回数

輪荷重走行疲労実験では、20,000 回走行ごとに荷重を増加させるため、基準荷重と載荷荷重および実験走行回数の関係から等価走行回数 N_{eq} を算出して補強効果および耐疲労性を評価する。輪荷重走行疲労実験による等価走行回数 N_{eq} は、マイナー則に従うと仮定すると、式(1)で与えられ、適用する S-N 曲線の傾きの逆数 m には、松井らが提案する RC 床版の S-N 曲線の傾きの逆数 12.7 を適用する⁸⁾。

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

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. 結果および考察

6.1 等価走行回数

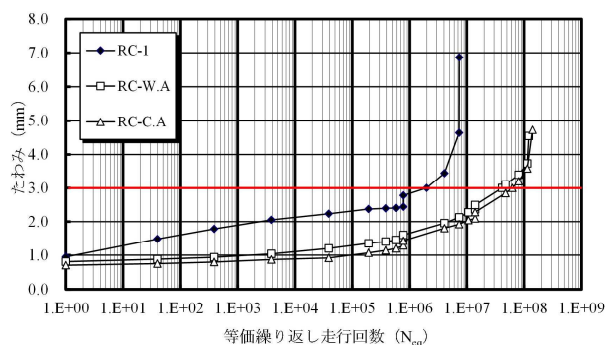
本実験における RC 床版供試体および下面増厚補強床版供試体の等価走行回数 N_{eq} を表－6 に示す。

(1) RC床版

無補強 RC 床版供試体 RC-1 の等価走行回数は 7.34×10^6 回である。この RC 床版供試体の等価走行回数 N_{eq} を基準に下面増厚補強床版の補強効果および耐疲労性を評価する。

(2) 接着剤塗布型下面増厚補強床版

増厚界面に接着剤を塗布し、ワイヤーメッシュを配置した供試体 RC-W.A の等価走行回数は 120.37×10^6 回



図－3 たわみと等価走行回数の関係

であり、無補強 RC 床版の 16.4 倍の等価走行回数を得られた。増厚界面に接着剤を塗布し、CFRP 格子筋を配置した供試体 RC-C.A の等価走行回数は 141.10×10^6 回であり、RC 床版供試体の 19.2 倍である。

以上より、増厚界面に接着材を塗布した後、ワイヤーメッシュおよび CFRP 格子筋を配置し、吹付けにより PCM を打ち継ぐことで、既設 RC 床版コンクリートと一体性が確保され耐疲労性が大幅に向上する結果となった。

6.2 たわみと等価走行回数の関係

本実験における等価走行回数とたわみの関係を図－3 に示す。

(1) RC床版

無補強 RC 床版供試体のたわみは、図－3 に示すように RC-1 の荷重 80kN 載荷時の初期たわみは 0.95mm である。たわみが 3mm、すなわち床版支間 L の $1/400$ を超えた付近からたわみの増加が大きくなり、その後の走行により破壊に至っている。阿部らの既往の研究においてもたわみが床版支間 L の $1/400$ (活荷重たわみの場合は $1/800$ としている) に達した付近で補強対策をする必要があると提案されている⁹⁾。そこで、本実験では RC 床版のたわみが 3mm となる等価走行回数を、前後のたわみと等価走行回数の関係から補間法により算出し、この時点の等価走行回数を比較して補強効果を評価する。よって、無補強 RC 床版供試体 RC-1 のたわみが 3mm に達した時点の等価走行回数は 1.98×10^6 回である。破壊時の等価走行回数は 7.34×10^6 回で、たわみは 6.86mm である。破壊状況は押抜きせん断破壊である。

(2) 接着剤塗布型下面増厚補強床版

接着剤を塗布し、ワイヤーメッシュを配置した供試体 RC-W.A は、荷重 80kN 時の初期たわみは 0.8mm であり、その後の走行で徐々にたわみが増加している。たわみが 3mm に達した時点の等価走行回数は 41.40×10^6 回であり、RC 床版供試体の 21.0 倍である。その後、荷重を 120kN に増加し、走行した後、たわみが急激に増加し、破壊時の等価走行回数は 120.37×10^6

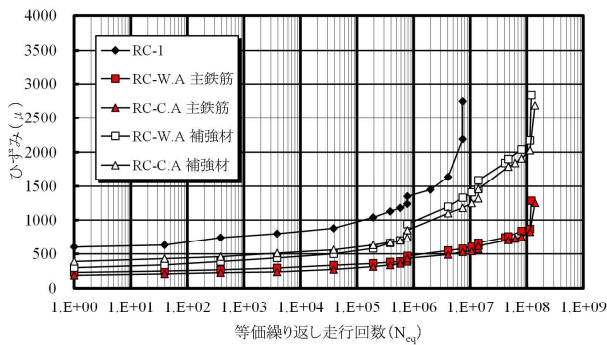


図-4 ひずみと等価走行回数の関係

回で、最大たわみは 4.55mm である。破壊状況は、押抜きせん断破壊と同時に一部がはく離した。次に、接着剤を塗布した後、CFRP 格子筋を増厚界面に配置した供試体 RC-C.A のたわみと等価走行回数の関係は、荷重 80kN 時の初期たわみは 0.7mm である。たわみが 3mm に達した時点の等価走行回数は 62.30×10^6 回であり、RC 床版供試体の 31.5 倍である。その後、荷重を 120kN に増加し、走行した後、たわみが急激に増加した。破壊時の等価走行回数は 140.33×10^6 回で、最大たわみは 4.7mm である。破壊状況は、押抜きせん断破壊と同時に下面増厚部がはく離した。

6.3 ひずみと等価走行回数の関係

主鉄筋ひずみと等価走行回数の関係を図-4 に示す。主鉄筋の降伏ひずみは表-2 に示す材料特性値より $1,840 \times 10^6$ である。

(1) 無補強RC床版

無補強 RC 床版供試体 RC-1 のひずみと等価走行回数の関係は、阿部らが提案する RC 床版のたわみが床版支間 L の 1/400 に達した付近を補強時期としている。よって、RC-1 のたわみが 3mm に達した時点のひずみは $1,450 \times 10^6$ である。破壊時のひずみは $2,750 \times 10^6$ であることから、破壊時には主鉄筋が降伏している。

(2) 接着剤塗布型下面増厚補強床版

接着剤を塗布し、ワイヤーメッシュを配置した供試体 RC-W.A のひずみと等価走行回数の関係はたわみが床版支間 L の 1/400 に達した時点の主鉄筋ひずみは 823×10^6 であるのに対して、補強材ひずみは $1,876 \times 10^6$ であった。破壊時のひずみは主鉄筋ひずみが $1,287 \times 10^6$ であり、補強材ひずみは $2,840 \times 10^6$ と主鉄筋は降伏していない。

次に、接着剤を塗布し、CFRP 格子筋を配置した供試体 RC-C.A のひずみと等価走行回数の関係はたわみが床版支間 L の 1/400 に達した時点の主鉄筋ひずみは 724×10^6 であり、補強材ひずみは $1,845 \times 10^6$ であった。破壊時の主鉄筋ひずみは $1,253 \times 10^6$ 、補強材ひずみは $2,690 \times 10^6$ であり、RC-W.A と同様に主鉄筋は降伏していない。

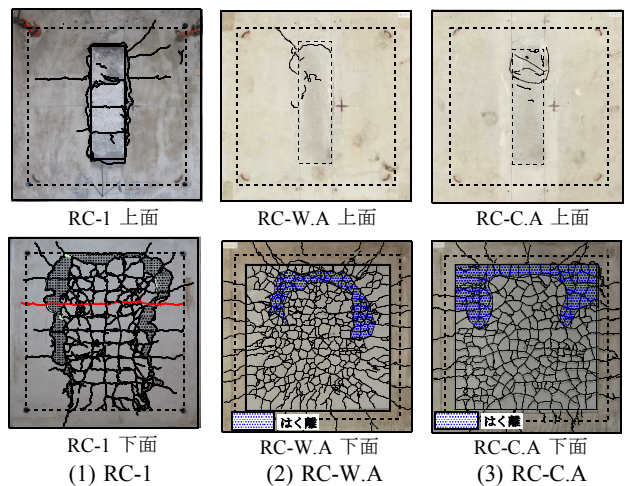


図-5 破壊状況

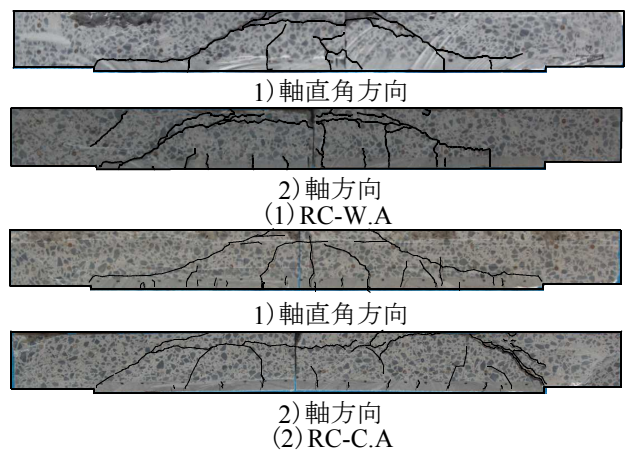


図-6 切断面の破壊状況

以上より、ワイヤーメッシュおよび CFRP 格子筋を配置した補強 RC 床版の主鉄筋は、無補強 RC 床版の主鉄筋ひずみに比して大幅に低減している。また、引張補強材であるワイヤーメッシュおよび CFRP 格子筋のひずみも鉄筋の降伏ひずみを超えている。これは、接着剤を塗布することで増厚層が一体化され、それぞれの引張補強材が耐荷力を分担している結果である。

6.4 破壊状況

本実験における破壊時の上面・下面の損傷状況を図-5 に示す。

(1) RC床版

無補強 RC 床版の破壊時の損傷状況は図-5 (1) に示すように、床版上面には軸直角方向にひび割れが発生している。床版下面には 2 方向ひび割れが発生し、押抜きせん断破壊に伴うはく離が見られる。

(2) 接着剤塗布型下面増厚補強床版

接着剤を塗布し、ワイヤーメッシュを配置した供試体 RC-W.A の破壊時の損傷状況は図-5 (2) に示すように、上面は輪荷重走行位置にひび割れがわずかに

見られる。下面の損傷状況は、増厚界面の接着剤の塗布により、はく離が抑制されひび割れもワイヤーメッシュの網目付近に格子状に発生している。接着剤の効果によりはく離の進展も抑制されている。破壊時は押抜きせん断破壊と同時に一部にはく離が見られる。

次に、接着剤を塗布し、CFRP 格子筋を配置した供試体 RC-C.A の破壊時の損傷状況は図-5 (3) に示すように、接着剤を塗布し、ワイヤーメッシュを配置した供試体 RC-W.A と同様に CFRP 格子筋の格子間隔にひび割れが発生している。接着剤の効果により、増厚界面が終局時まで一体性が確保され、押抜き破壊と同時に、破壊位置から 45 度の底面に床版鉄筋のダウエル効果の影響によりはく離が見られる。

以上より、増厚界面に接着剤を塗布することで既設 RC 床版と増厚部の一体性が確保され、ワイヤーメッシュおよび CFRP 格子筋供試体ともに、ひび割れは分散し、格子間隔で発生している。

6.5 切断面の破壊状況

本実験における破壊時の切断面の破壊状況を図-6 に示す。

接着剤を塗布し、ワイヤーメッシュを配置した供試体 RC-W.A の軸直角方向の破壊時の損傷状況は図-6 (1), 1) に示すように、輪荷重走行位置から押抜きせん断破壊に伴う斜めひび割れが発生し、増厚界面に沿って既設 RC 床版コンクリート側ではく離している。しかし、接着剤の効果により、増厚界面ではく離は見られない。また、軸方向においても図-6 (1), 2) に示すように、斜めひび割れが発生しているが、増厚界面ではく離は見られない。破壊は一面せん断強度の低い、既設 RC 床版のコンクリート側で破壊している。

次に、接着剤を塗布し、CFRP 格子筋を配置した供試体 RC-C.A の軸直角方向の破壊時の損傷状況は図-6 (2), 1) に示すように、輪荷重の折り返し付近で破壊となっていることから、押抜きせん断破壊に伴う、斜めひび割れおよび、はく離も見られない。次に、軸方向においても図-6 (2), 2) に示すように、下縁から発生したひび割れが進展するものの、増厚界面ではく離は見られない。したがって、接着剤を塗布することで増厚界面での一面せん断抵抗が向上し、一面せん断強度の低い既設 RC 床版コンクリート側で破壊したものと考えられる。

8. まとめ

(1)ワイヤーメッシュ、CFRP 格子筋を配置した接着剤塗布型下面増厚補強法は、無補強 RC 床版の等価走行回数に比して、それぞれ 16.4 倍、19.2 倍の補強効果が得られた。よって、増厚界面に接着剤を塗布することで耐疲労性は大幅に向上する結果となった。

(2)たわみと等価走行回数の関係から無補強未損傷 RC 床版に比して接着剤塗布型下面増厚補強床版はたわみの増加が大幅に抑制されている。また全供試体においてたわみが 3mm を越えた付近から急激にたわみが増加し、破壊している。

(3)ひずみと等価走行回数の関係において、補強 RC 床版の主鉄筋ひずみは無補強 RC 床版の主鉄筋ひずみに比して大幅に低減している。またワイヤーメッシュ、CFRP 格子筋のひずみは鉄筋の降伏ひずみを超えている。よって接着剤を塗布することで増厚層が一体化され、それぞれの引張補強材が耐荷力を分担する結果となった。

(4)破壊状況は、無補強 RC 床版は床版鉄筋のダウエル効果が及ぼす範囲ではく離が見られ、押し抜きせん断破壊となっている。これに対して、接着剤を塗布した下面増厚補強法は終局時まで一体性が確保され、押し抜きせん断破壊に伴うはく離は一部にとどまっている。さらに床版下面のひび割れは、分散効果により格子間に発生している。

(5)切断面の破壊状況は軸直角方向、軸方向ともに接着剤の効果により、増厚界面ではく離は見られない。また、一面せん断強度の低い既設 RC 床版コンクリート側ではく離となり、界面ではく離は発生しないことから、増厚界面に接着剤を塗布する工法は有効である。

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) 国土交通省：橋梁定期点検要領(案)(2014)
- 3) 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.
- 4) 土木学会：道路橋床版の維持管理マニュアル, 2012.6
- 5) 吹付け協会：ポリマーセメントモルタル吹付け工法によるコンクリート構造物の補修補強 設計・施工マニュアル(案), 2011.7.
- 6) 阿部忠, 木田哲量, 徐銘謙, 澤野利章：道路橋 RC 床版の押し抜きせん断耐荷力評価式に関する研究, 構造工学論文集, Vol.53A, pp.199-207, 2007.
- 7) FRP グリッド研究会：CFRP グリッド増厚・巻立て工法によるコンクリート構造物の補修・補強設計・施工マニュアル(案), 2001.4.
- 8) 阿部忠, 木田哲量, 高野真希子, 小森篤也, 児玉孝喜：輪荷重走行疲労実験における RC 床版上面増厚補強法の耐疲労性の評価法, 構造工学論文集, Vol. 56A, pp. 1270-1281, 2010.3.
- 9) 松井繁之：道路橋床版設計・施工と維持管理, 森北出版, 2007.10.