

# 論文 2タイプの鋼板格子筋を用いたRC床版の下面増厚補強法における補強効果および耐疲労性の評価

水口 和彦\*1・阿部 忠\*2・塩田 啓介\*3・今野 雄介\*3

**要旨:** 本研究は、RC床版の下面増厚補強に用いる引張補強材として縞鋼板にレーザでスリット加工して展張した展張格子鋼板筋およびレーザ切断加工した格子鋼板筋を用いた下面増厚補強における補強効果および耐疲労性を評価した。その結果、無補強 RC床版の等価走行回数と比較すると、補強範囲に引張剛性 58.86kN のワイヤーメッシュを配置した供試体は 6.0 倍、引張剛性 50.4kN の展張格子鋼板筋および引張剛性 54.0kN の格子鋼板筋を用いた供試体は、それぞれ 5.4 倍、6.6 倍の補強効果が得られた。よって、本提案の 2タイプの鋼板格子筋は下面増厚補強法に用いる引張材として有効的な材料である。

**キーワード:** RC床版, 展張格子鋼板筋, 格子鋼板筋, 下面増厚補強, 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 RC床版では、大型車両の交通量の増大に伴う疲労損傷や塩害や凍害による損傷が多く報告されている。また、かぶり不足や鉄筋の露出、かぶりコンクリートのはく離、遊離石灰の発生など下面損傷の事例も多い。これら床版に対する補強法として、疲労により 2 方向ひび割れの発生が著しい床版においては、ひび割れを抑制し、耐疲労性の向上を図る目的で炭素繊維シート (CFS) 接着補強<sup>1)</sup>や鋼繊維補強コンクリート (SFRC) を用いた上面増厚補強が実施されている<sup>1)</sup>。また、下面損傷が著しい床版の補強法には、鋼板接着補強や超速効セメントモルタルを吹付け工法による下面増厚補強が実施されている。ここで、下面増厚補強に用いられる補強材には、鋼板や鉄筋に変わる材料として繊維強化プラスチック (FRP) 材などが開発されている<sup>2)</sup>。また、近年では施工の合理化・省力化が図れる引張補強材として鋼板を用いてレーザでスリットを挿入し、両端からジャッキで展張して格子状に面加工する展張格子鋼板筋と鋼板にレーザで格子状に切断加工する格子鋼板筋が開発された<sup>3)</sup>。鋼板、鉄筋、CFS、FRP等を補強材とした RC床版の補強法については多くの研究成果が報告され、すでに実橋床版やコンクリート部材の補強材として採用されている。一方、新たに開発された 2タイプの鋼板格子筋については、RCはり部材に対しこれらの鋼板格子筋を配置してセメントモルタル吹付けした増厚補強による補強効果、施工性についての実験検証が行われ、補強材としての実用性が評価されている<sup>3)・4)</sup>。しかしながら、大型車両の過酷な荷重条件に強いられる RC床版の引張補強材としての実用性についての検証は行われていないのが現状である。

そこで本研究では、RC床版の下面損傷の補強法である下面増厚補強における 2タイプの鋼板格子筋を配置した場合の補強効果および耐疲労性を評価する。実験供試体には、無補強の RC床版供試体、鉄筋と同等のワイヤーメッシュを用いた供試体、2タイプの鋼板格子筋を配置した供試体を用いて輪荷重走行疲労実験を行い、補強効果および耐疲労性を検証し、RC床版の下面増厚補強材としての実用性を評価する。

## 2. RC床版下面の損傷事例および補強対策の概要

### 2.1 RC床版の下面損傷の事例

道路橋 RC床版の損傷は、疲労による 2 方向ひび割れ損傷に塩害・凍害などによる劣化が複合した損傷、さらに施工不良による鉄筋の露出、貫通ひび割れによる漏水・遊離石灰の沈着、鉄筋の発錆によるはく落などが挙げられる<sup>1)</sup>。ここで、RC床版の下面損傷の一例を写真-1に示す。写真-1(1)に示す床版は、海岸線から数キロの位置に建設された床版である。床版はかぶり不足により、鉄筋が露出し、飛来塩分により鉄筋に発錆が見られる。この床版の劣化過程は加速期(後期)に相当する損傷である<sup>1)</sup>。次に、写真-1(2)は積雪寒冷地域の床版であり、疲労によるひび割れと融雪剤散布による塩害により鉄筋が発錆し、一部のかぶりコンクリートがはく離している。さらに、漏水により遊離石灰の発生が見られるなど、加速期(後期)に相当する床版である。写真-1(3)は海上に建設されている栈橋の損傷状況である。栈橋であることから海水による塩害に鉄筋の発錆によってかぶりコンクリートがはく落している。また、鉄筋の断面欠損が見られる。劣化過程は劣化期に相当する損傷である。

以上のように、RC床版下面の損傷は鉄筋の発錆によ

\*1 日本大学 生産工学部土木工学科助教 博士(工) (正会員)

\*2 日本大学 生産工学部土木工学科教授 博士(工) (正会員)

\*3 JFE シビル(株) 技術部



(1)かぶり不足



(2)塩害によるはく離

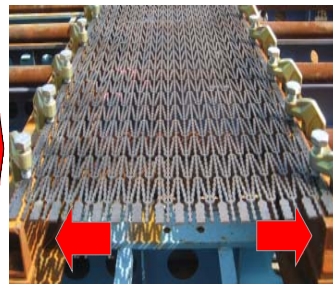


(3)かぶりコンクリートの剥落

写真-1 RC床版および栈橋下面の損傷状況



(1)スリット形状



(2)展張



(3)展張終了

写真-2 展張格子鋼板筋の製作方法

る断面欠損やかぶりコンクリートのはく落が生じており、これらの損傷に対するRC床版の補強には、鉄筋或いは鉄筋に変わる引張補強材を配置して、セメントモルタル吹付けを行う増厚補強法を施す必要がある。

## 2.2 RC床版の下面補強

RC床版の下面補強を行うにあたっては、その劣化状態に応じた対策が必要であり、劣化過程が進展期から加速期(前期)で、ひび割れの進展を抑制する場合、床版下面全面にCFS接着補強する補強法や近年では施行の合理化を図るために炭素繊維ストランドシート(CFSS)格子接着補強も提案されており、実橋における施工実績も多い。一方、かぶり不足や床版厚の不足、さらにはかぶりコンクリートのはく離など、劣化過程が加速期(後期)に相当する床版の場合、脆弱した床版かぶりコンクリートを除去した後、鉄筋を配置し、吹付け工法による下面増厚補強法が実施されている。下面増厚補強法には、一般的に鉄筋やワイヤーメッシュが配置されるが、重量が大きいため施工に難を要する。また、鉄筋を用いた場合、軸方向、軸直角方向に格子状に対置することから増厚層が厚くなること懸念されている。これらの重量軽減、施工の合理化を改善することを目的として2タイプの鋼板格子筋が開発された。

## 3. 鋼板格子筋の概略および製作方法

### 3.1 鋼板格子筋の製作方法

#### (1) 展張格子鋼板筋

展張格子鋼板筋の製作方法を写真-2に示す。縞鋼

板および鋼板の軸方向にレーザでスリットを挿入し、写真-2(1)に示すように加工台に設置する。加工台に設置した後は専用のジャッキで写真-2(2)に示すように全幅均等に軸直角方向に展張する。展張格子鋼板筋は写真-2(3)に示すように、格子間が軸方向および軸直角方向が設計に基づいた寸法となるまで展張する。なお、格子間、断面積は設計書に基づいて自由に設定することが可能である。また、現状における展張格子鋼板筋の最大寸法はスリット挿入時の幅の約4倍の寸法までが可能である。次に、面加工された展張格子鋼板筋を床版の補強材として用いる場合は、補強面積に合わせて鋼板を選択する。展張加工された展張格子鋼板筋は加工場において錆の発生を防止するためにエポキシ樹脂塗装を行う。

以上のように、展張格子鋼板筋は補強材の寸法に合わせて工場内、あるいは現場付近のヤードでの加工が可能である。また、折り曲げ加工においても実構造の寸法に合わせて加工できることから施工精度にも優れた材料といえる。

#### (2) 格子鋼板筋

格子鋼板筋は、縞鋼板にレーザ光線で直接格子状に切断加工して製作する。よって、縞鋼板および鋼板の軸直角方向および軸方向に設計書に基づいて、それぞれ必要断面積に併せて切断加工することが可能である。その後、既設コンクリート構造物に設置できるように折り曲げ加工し、防錆材を塗布する。

### 3.2 鋼板格子筋を用いた増厚補強法の特長

鋼板格子筋の特長は、鉄筋を配置してセメントモル

タル吹き付けによる増厚補強法と比較すると縞鋼板および鋼板を用いて格子状に面加工することから、通常の鉄筋を格子状に組み立てる工程が省略できるため施工の省力化が図れる。また、鉄筋を配置した場合に比して、格子断面が鉄筋の1/2の厚さとなることから、かぶりコンクリートの軽減や増厚層内への配置が可能である。

#### 4. 使用材料および供試体概要

##### 4.1 供試体材料

###### (1) RC床版のコンクリートおよび鉄筋

RC床版のコンクリートには、普通ポルトランドセメントを用いた。また、骨材は5mm～20mmの砕石および5mm以下の砕砂を用いた。鉄筋にはSD295A、D10を用いた。ここで、コンクリートおよび鉄筋の材料特性値を表-1に示す。

###### (2) ポリマーセメントモルタル

コンクリート橋やRC床版の増厚補強に用いるポリマーセメントモルタル(以下、PCMとする)は、一般的に吹付け工法に用いられているビニロン繊維を配合した市販のセメント材料を用いた。ここで、本実験供試体に用いるPCMの配合を表-2に示す。なお、PCMにはビニロン繊維が配合されているが、詳細は公表されていない。実験時におけるPCMの圧縮強度は、51.9N/mm<sup>2</sup>である。

###### (3) ワイヤメッシュ

PCM下面増厚補強法の引張補強材には鉄筋やワイヤメッシュが用いられている。本実験ではφ5mm、格子間75mmのワイヤメッシュを用いる。ここで、ワイヤメッシュの材料特性値を表-3に示す。

###### (4) 鋼板格子筋

鋼板格子筋には材質SS400の縞鋼板を用いた。ここで、2タイプの鋼板格子筋の材料特性値を表-3に示す。

次に、本供試体に用いる鋼板格子筋の寸法および形状を図-1に示す。

展張格子鋼板筋には、厚さ4.5mmの縞鋼板を用いて、図-1(1)に示すよう格子間寸法が75mm×75mmとなるようにレーザによりスリットを挿入し、展張を行う。軸直角方向、軸方向すなわち、主筋、配力筋に相当する寸法は4.5×7.0mm(断面積18mm<sup>2</sup>)とした。また、7mm間隔ごとに2mm突起を設けることで、付着力を高める構造とした。

次に、格子鋼板筋の寸法は、基本的な寸法は展張格子鋼板筋と同様である。よって、図-1(2)に示すように軸直角方向筋および軸方向筋軸方向ともに4.5×7mmの縞鋼板にレーザで格子間が75×75mmとなるように切断する。

表-1 コンクリートおよび鉄筋の材料特性値

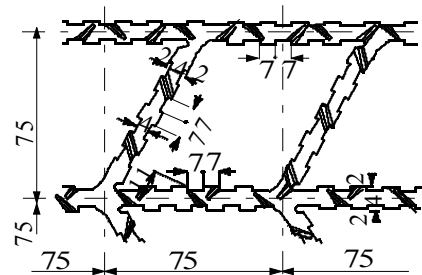
供試体	コンクリート 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋D10 (SD295A)		
		降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (N/mm <sup>2</sup> )
RC床版	35	368	516	200

表-2 ポリマーセメントモルタルの配合

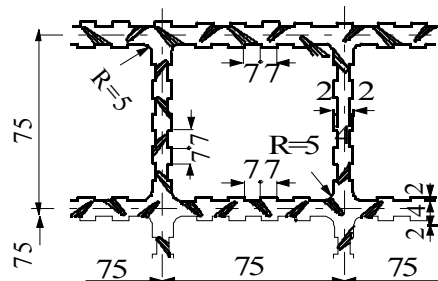
項目	単位量(kg/m <sup>3</sup> )		水結合比 (%)
	プレミックス粉体	水	
PCM	1860	595	32

表-3 ワイヤメッシュ・鋼板格子筋の材料特性値

供試体	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )	弾性係数 (kN/mm <sup>2</sup> )
ワイヤメッシュ	—	592	200
展張格子鋼板筋	339	441	
格子鋼板筋	338	451	
規格値	245以上	400以上	



(1) 展張格子鋼板筋



(2) 格子鋼板筋

図-1 鋼板格子筋の寸法

##### 4.2 供試体寸法および鉄筋の配置

###### (1) RC床版供試体

RC床版供試体の寸法は、全長1470mm、支間1200mm、床版厚130mmとした。鉄筋は複鉄筋配置とし、引張側主鉄筋にはD10を100mm間隔で配置し、その有効高は105mmである。また、圧縮側には引張鉄筋量の1/2を配置した。供試体名称はRC-1とする。ここで、RC床版供試体の寸法および鉄筋配置を図-2(1)に示す。

###### (2) 下面増厚補強床版供試体

ワイヤメッシュおよび鋼板格子筋を設置した場合の断面寸法および増厚界面から10mmの有効高を設け

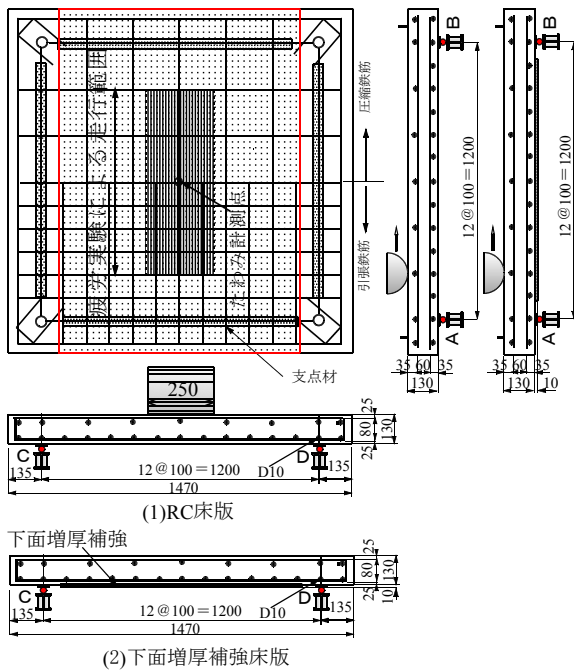


図-2 RC床版および下面増厚補強床版供試体

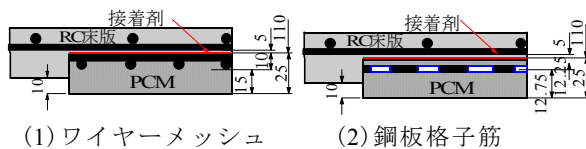


図-3 下面増厚補強床版断面寸法

た供試体の断面寸法を図-3に示す。下面補強は、無補強 RC 床版供試体の底面を 1100×1100mm の範囲で 15mm 切削(詳細は 4.3 で記述)し、ワイヤーメッシュおよび鋼板格子筋を配置後 25mm (補強厚 10mm) 厚で、セメントモルタル吹付け補強する。したがって、補強後の床版全厚は 140mm である。なお、下面増厚補強法におけるワイヤーメッシュの取付けは図-3(1)に示すように既設床版界面に取付けした。また、鋼板格子筋は、図-3(2)に示すように、曲げ抵抗を高めるために、増厚界面から 10mm の位置に鋼板格子筋を配置し、全体で 25mm 増厚した。

#### 4.3 補強方法

RC 床版に鋼板格子筋を設置し、PCM 吹付け増厚補強法は、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)(増厚補強編)に準拠して製作した<sup>5)</sup>。

本供試体に用いたワイヤーメッシュは、補強範囲の軸直角方向および軸方向にそれぞれ 15 本、展張格子鋼板筋を用いた場合は、それぞれ 14 本、格子鋼板筋を用いた場合は、それぞれ 15 本配置した。ここで、ワイヤーメッシュおよび鋼板格子筋の引張剛性を表-4に示す。

補強法は RC 床版下面をブレーカ等ではつりや切削した後、付着性を高めるために増厚界面の下地処理は

表-4 ワイヤーメッシュ・鋼板格子筋の引張剛性

補強材の種類	引張弾性率 (kN/mm <sup>2</sup> )	断面積 (mm <sup>2</sup> )	本数	引張剛性 (kN・m)
ワイヤーメッシュ	200	19.62	15	58.86
展張格子鋼板筋	200	18	14	50.40
格子鋼板筋	200	18	15	54.00

ブラスト工法によりケレンする。その後、既設 RC 床版コンクリートへの給水を防止するためにプライマーを塗布し、表面が乾燥するまで養生する。次に、ワイヤーメッシュを取付けるためにハンマードリルでφ5mm、長さ 30mm のアンカー穴穿孔し、その後、ワイヤーメッシュをアンカーで固定する。ワイヤーメッシュを取付けた後、ポリマーセメントモルタルを引張補強材から 5mm 程度吹付けし、養生を行なう。その後、残りの厚さにポリマーセメントモルタルを吹きつけし、養生する。最後に、コテ塗り工法で表面仕上げして養生を行なう。

次に、2 タイプの鋼板格子筋を用いたの補強法は、はつりや切削・研掃後、有効高 10mm となるスペーサーを設置して鋼板格子筋をアンカーに取り付けする。その後は、ワイヤーメッシュを用いた補強法と同様である。ここで、供試体名称は、ワイヤーメッシュを用いた供試体を RC-W、展張格子鋼板筋を用いた供試体を RC-S1、格子鋼板筋を用いた供試体を RC-S2 とする。

## 5. 実験方法および等価走行回数

### 5.1 実験方法

輪荷重走行疲労実験による補強効果および耐疲労性の評価は、20,000 回ごとに荷重を段階的に増加させることから基準荷重に対する実験荷重と実験走行回数から等価走行回数を求得評価する。

#### (1) RC床版

RC 床版供試体の輪荷重走行疲労実験における本実験装置の車輪幅は 250mm であり、道路橋示方書・同解説(以下、道示とする)<sup>9)</sup>に規定する T 荷重幅 500mm の 1/2 モデルであることから、この点を考慮して基準荷重の設定を行う。よって、RC 床版供試体の基準荷重は、道示 I に規定する活荷重 100kN の 1/2 に安全率 1.2 を考慮して 60kN とする。また、実験時の荷重条件は 80kN から 20,000 回走行し、20,000 回走行ごとに荷重を 20kN 増加する、段階荷重載荷とする。基準荷重に対する等価走行回数を算定し、RC 床版の等価走行回数を基準に下面増厚補強床版供試体との比較検討を行い補強効果および耐疲労性を評価する。

#### (2) 下面増厚補強RC床版

RC 床版供試体と同様に初期荷重 80kN で 20,000 回走行し、20,000 回走行ごとに荷重を 20kN 増加する段階

荷重載荷とする。

## 5.2 等価走行回数

輪荷重走行疲労実験では、2万回走行ごとに荷重を増加させることから、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)で与えられる。なお、式(1)に適用する 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<sup>7)</sup>。なお、基準荷重  $P$  は 60kN とする。

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

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実験走行回数より等価走行回数  $N_{eq}$ (式(1)) を算出した結果を表-5 に示す。

#### (1) RC床版

RC 床版供試体 RC-1 の等価走行回数は  $7.78 \times 10^6$  回であり、この RC 床版供試体の等価走行回数  $N_{eq}$  を基準として、ワイヤーメッシュおよび鋼板格子筋を配置した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) ワイヤーメッシュを用いた供試体 (RC-W)

増厚界面にワイヤーメッシュを貼付けし、ポリマーセメントモルタルを吹付けし、25mm 増厚した供試体 RC-W の等価走行回数は  $46.85 \times 10^6$  回である。したがって、供試体 RC-1 に比して 6.0 倍の補強効果が得られている。

#### (3) 展張格子鋼板筋を用いた供試体 (RC-S1)

増厚界面から 10mm の位置に展張格子鋼板筋を設置し、PCM を吹付けて増厚した供試体 RC-S1 の等価走行回数は  $42.40 \times 10^6$  回であり、供試体 RC-1 に比して 5.4 倍の補強効果が得られた。また、ワイヤーメッシュを用いた供試体 RC-W との比較では、供試体 RC-W に比して 90 % 程度の走行回数となっている。これは、展張格子鋼板筋の引張剛性がワイヤーメッシュに比して 86 % 程度であることに起因したもので、引張剛性の差によるものと考えられる。

#### (4) 格子鋼板筋を用いた供試体 (RC-S2)

格子鋼板筋の配置位置は展張格子鋼板筋と同様に増

表-5 実験走行回数および等価走行回数

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	20,000	7,781,038	—
	等価走行回数	772,239	7,008,798		
RC-W	実験走行回数	20,000	20,000	46,853,444	6.0
	等価走行回数	772,239	13,137,391		
RC-S1	実験走行回数	20,000	20,000	42,395,284	5.4
	等価走行回数	772,239	13,137,391		
RC-S2	実験走行回数	20,000	20,000	51,065,409	6.6
	等価走行回数	772,239	13,137,391		

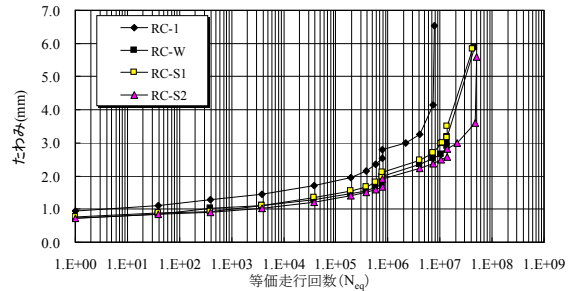


図-4 たわみと等価走行回数の関係

厚界面から 10mm の位置に設置した。供試体 RC-S2 の等価走行回数は  $51.07 \times 10^6$  回であり、供試体 RC-1 に比して 6.6 倍の補強効果が得られた。また、ワイヤーメッシュを用いた供試体 RC-W と比較すると、1.1 倍の補強効果が得られている。さらに、供試体 RC-S1 との比較では、1.2 倍の補強効果となっている。これは、格子鋼板筋の形状によるものと考えられるが、この点に関しては今後さらなる検証を行う予定である。

以上の結果より、本提案する 2 タイプの鋼板格子筋を配置した下面増厚補強法は、従来のワイヤーメッシュを用いた補強法と同等以上の補強効果が得られていることから、実用性のある材料と判断できる。

### 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-4 に示す。

#### (1) RC床版

RC 床版供試体 RC-1 のたわみは図-4 に示すように、荷重 80kN 載荷時の初期たわみは、0.94mm であり、2万回走行後の等価走行回数  $0.77 \times 10^6$  回でのたわみは 2.75mm である。荷重 100kN 載荷で走行中たわみが 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。ここで、阿部ら<sup>2)</sup>は、RC 床版の補強時期の目安として、たわみが床版支間  $L$  の  $1/400$  に達した付近で補強対策を講じる必要があると提案している。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、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  $2.22 \times 10^6$  回である。なお、破壊時のたわみは等価走行回数  $7.78 \times 10^6$  回で、たわみが 6.5mm である。また、破壊状況は押抜きせん断破壊である。

#### (2) ワイヤメッシュを用いた供試体 (RC-W)

ワイヤメッシュを配置した供試体 RC-W は、荷重 80kN 時の初期たわみは 0.73mm であり、その後の走行で徐々にたわみが増加している。荷重 80kN で 2 万回走行後の等価走行回数  $0.77 \times 10^6$  回で、たわみは 1.74mm である。その後、荷重増加と走行を繰り返すことによりたわみが緩やかに増加している。たわみが 3mm に達した時点の等価走行回数は  $13.91 \times 10^6$  回であり、RC 床版供試体 RC-1 の 6.3 倍である。さらに、荷重を 120kN に増加して走行中、たわみが急激に増加し破壊に至った。破壊時のたわみは等価走行回数  $46.85 \times 10^6$  回で、最大たわみ 5.9mm である。破壊状況は、下面増厚部がはく離すると同時に押抜きせん断破壊となった。

#### (3) 展張格子鋼板筋を用いた供試体 (RC-S1)

展張格子鋼板筋を用いた供試体 RC-S1 のたわみと等価走行回数の関係は、ワイヤメッシュを用いた供試体 RC-W とほぼ同様の増加傾向を示している。供試体 RC-S1 における荷重 80kN 時の初期たわみは 0.76mm であり、その後の走行で緩やかにたわみが増加している。荷重 80kN で 2 万回走行後の等価走行回数  $0.77 \times 10^6$  回でのたわみは 1.98mm である。この時点では、ワイヤメッシュを配置した供試体 RC-W のたわみをわずかに上回っている。その後も荷重増加と走行を繰り返すことによりたわみが緩やかに増加している。たわみが 3mm に達した時点の等価走行回数は  $11.21 \times 10^6$  回であり、供試体 RC-1 の 5.0 倍である。その後、荷重を 120kN に増加して走行中、たわみが急激に増加し、破壊時のたわみは等価走行回数  $42.40 \times 10^6$  回で、最大たわみ 5.14mm である。破壊状況は、下面増厚部がはく離すると同時に押抜きせん断破壊となった。

#### (4) 格子鋼板筋を用いた供試体 (RC-S2)

格子鋼板筋を用いた供試体 RC-C2 のたわみと等価走行回数の関係は、ワイヤメッシュを用いた供試体 RC-W および展張格子鋼板筋を用いた供試体 RC-C1 とほぼ同様の増加傾向を示している。供試体 RC-C2 は、荷重 80kN 載荷時の初期たわみが 0.71mm であり、その後の走行で徐々にたわみが増加し、2 万回走行後の等価走行回数  $0.77 \times 10^6$  回でのたわみは 1.67mm である。この時点では供試体 RC-C1 と同様にワイヤメッシュを配置した供試体 RC-W のたわみをわずかに上回っている。その後、荷重増加と走行を繰り返すことにより、たわみには緩やかな増加がみられる。たわみが 3mm に達した時点の等価走行回数は  $21.50 \times 10^6$  回で、供試体 RC-1

の 9.7 倍である。その後、荷重を 120kN に増加して走行中にたわみが急激に増加し、破壊に至った。破壊時のたわみは等価走行回数  $51.06 \times 10^6$  回で、最大たわみ 5.6mm である。なお、破壊状況は、供試体 RC-W, RC-C1 同様に供試体下面増厚部にはく離が生じると同時に押抜きせん断破壊となった。

## 7. まとめ

本研究は、2 タイプの鋼板格子筋を用いて RC 床版の下面増厚補強における補強効果を検証したものである。その結果、以下の知見が得られた。

- (1) 展張格子鋼板筋、格子鋼板筋を用いて下面増厚補強した RC 床版は、無補強 RC 床版の等価走行回数に比して、それぞれ 5.4 倍、6.6 倍の補強効果が得られた。よって、両鋼板格子筋は、下面増厚補強法における引張材として実用性のあるものと言える。
- (2) たわみと等価走行回数の関係において、無補強 RC 床版のたわみの増加に比して、大幅にたわみが抑制されており、耐疲労性が向上する結果が得られた。また、床版支間 L の 1/400 に達する等価走行回数での比較においても、両鋼板格子筋は無補強 RC 床版に比して、それぞれ 5.0, 9.7 倍となっており、延命化が図られる結果となった。

## 参考文献

- 1) 土木学会：道路橋床版の維持管理マニュアル，2012
- 2) 小森篤也・阿部忠：増厚界面に接着剤を塗布した下面増厚補強床版の補強効果および耐疲労性の評価，構造工学論文集，Vol. 60A，pp.1005-1104，2014.3
- 3) 及川裕介，阿部忠，師橋憲貴，塩田啓介，今野雄介：展張鋼板筋と正方形鋼板筋を用いた RC はりの補強効果に関する研究，日本大学生産工学部第 47 回学術講演会講演概要，I -20，pp.69-71，2014.12
- 4) 高木智子，阿部忠，師橋憲貴，塩田啓介，今野雄介：格子鋼板筋を用いた RC はりの補強効果に関する研究，日本大学生産工学部第 47 回学術講演会講演概要，I -21，pp.71-74，2014.12
- 5) RC 構造物のポリマーセメントモルタル吹付け補修・補強工法協会：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) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I，II，1990
- 7) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理，森北出版，2007