

# 論文 格子鋼板筋を配置したMGC床版の耐荷力および耐疲労性の検証

新田 裕之\*1・水口 和彦\*2・阿部 忠\*3・塩田 啓介\*4

**要旨:** 本研究は、鉄筋に替わる格子鋼板筋 (MG) を配置したコンクリート床版 (MGC) の耐荷力および耐疲労性を評価したものである。実験では、MGC 床版の耐荷力性能に関しては走行荷重実験を行い、耐疲労性の評価においては輪荷重走行疲労実験を実施した。その結果、MGC 床版と同等な寸法および材料特性値を有する RC 床版の最大耐荷力と同等な結果を得た。また、耐疲労性においても等価走行回数より、RC 床版とほぼ同等の結果が得られた。さらに、格子鋼板筋は工場で作製されることから組立ての時間が大幅に短縮され、施工の合理化・省力化が図られる材料であることから、道路橋床版の鉄筋に替わる材料として有用であると判断できる。

**キーワード:** RC 床版, MGC 床版, 格子鋼板筋, 最大耐荷力, 耐疲労性

## 1. はじめに

近年、建設現場における建設技能労働者の不足が深刻な問題となっている。とくに、コンクリート構造物の建設では、鉄筋の加工・組立を行う鉄筋工事に関わる技能労働者が不足している。また、コンクリート構造物の施工においては合理化・省力化が図られている。しかし、鉄筋の加工・組立工事は人力に頼らざるを得ないのが現状であり、合理化・省力化を図るためにはプレキャスト化が望まれている<sup>1)</sup>。このような背景の中で、鉄筋組立のプレキャスト化の1例として、編鋼板や鋼板をレーザーで格子状に切断し、主筋および配力筋が一面形成となる格子鋼板筋が開発<sup>2)</sup>された。この格子鋼板筋は、コンクリート床版やはり材、ボックスカルバートなどの新設構造や補強筋としての適用を目的としたものである。格子鋼板筋は、工場で作製されることから切断加工後はエポキシ塗料や亜鉛メッキの塗装が可能であり、塩害対策にも有効な材料である。また、部材寸法に併せて折り曲げ加工も可能であり、施工現場においては組立のみの工法である。よって、格子鋼板筋はプレキャスト化が図れる材料であり施工における省人化、工期の大幅短縮が図られるなど施工の合理化・省力化、さらには労働力の不足を補う材料となる。既往の研究<sup>3)</sup>では、エポキシ系塗装を施した格子鋼板筋を用いて耐荷力性能および耐疲労性について押抜きせん断耐荷力および S-N 曲線式との整合性を検証し、RC 床版と近似することを報告した。

そこで本研究では、防錆材に亜鉛メッキ塗装を施した格子鋼板筋を配置した床版 (以下、MGC 床版とする) の耐荷力性能および耐疲労性の評価を行った。耐荷力性能については走行荷重実験、耐疲労性の評価については輪荷重走行疲労実験を実施した<sup>4,5)</sup>。供試体はモデル化

した RC 床版と同様の条件で作製した MGC 床版の 2 タイプを作製し、RC 床版の耐荷力および耐疲労性を基準に MGC 床版の性能を評価した。

## 2. 使用材料および供試体概要

### 2.1 供試体概要

本研究に用いる供試体は、基準となる RC 床版供試体 RC-R, RC-F と同一条件で作製した 2 タイプの MGC 床版供試体 MGC-A, MGC-B を用いた。なお、供試体 RC-R および供試体 MGC-A は既往の研究結果である<sup>3)</sup>。また、RC 床版供試体 RC-R, RC-F は同条件であるが、MGC 床版供試体の MGC-A と MGC-B は、圧縮筋の配置方法、防錆方法および試験体の製作日が異なるものである。

### 2.2 使用材料

#### (1) RC床版およびMGC床版

RC 床版供試体のコンクリートには、普通ポルドランドセメントと 5mm 以下の砕砂および 5mm ~ 20mm の砕石を使用した。コンクリートの設計基準強度は 2012 年改訂の道路橋示方書・同解説<sup>6)</sup> (以下、道示とする) の規定に基づいて 24N/mm<sup>2</sup> 以上となるよう配合した。鉄筋には、SD295A, D10 を用いた。

次に、MGC 床版のコンクリートは、RC 床版と同様の配合条件とした。なお、MGC 床版には材質 SS400 で

表-1 RC床版およびMGC床版の材料特性値

供試体	コンクリート 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋および格子鋼板筋		
		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> )
RC床版 (RC-R)	32.0	370	511	200
RC床版 (RC-F)	33.2	384	526	200
MG床版(MGC-A)	33.2	337	442	200
MG床版(MGC-B)	34.5	337	442	200

\*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 生産工学部土木工学科准教授 博士(工) (正会員)

\*3 日本大学 生産工学部土木工学科教授 博士(工) (正会員)

\*4 JFE シビル(株) 社会基盤事業部

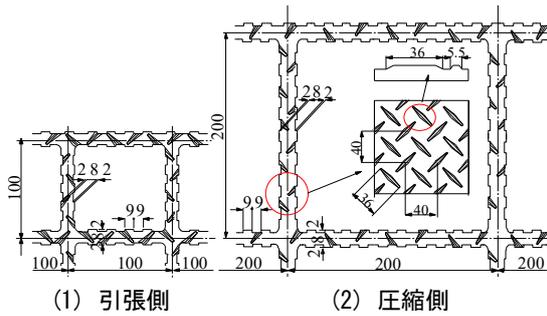


図-1 格子鋼板筋の格子間寸法

表-2 格子鋼板筋および鉄筋の付着強度<sup>7)</sup>

鋼材	鋼種	付着面の状態	表面積 (mm <sup>2</sup> )	変位0.04mm時の平均荷重 (kN)	付着強度 (mm <sup>2</sup> )
格子鋼板筋	一般鋼板 (9×15mm)	塗装無し	3600	11.47	3.19
		亜鉛メッキ	3600	11.60	3.11
	縞鋼板 (9×15mm)	塗装無し	3600	16.30	4.53
		エポキシ樹脂塗装	3600	9.53	2.65
異形鉄筋	異形鉄筋 SD295A D13	—	3600	8.97	2.99

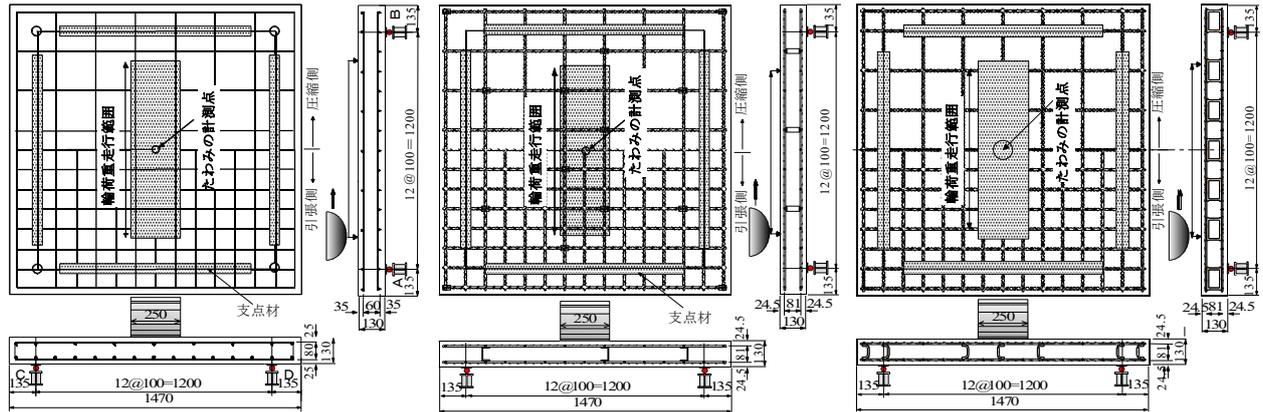


図-2 供試体寸法および鉄筋配置

製作した格子鋼板筋を配置した。ここで、RC 床版および MGC 床版供試体に用いたコンクリートおよび鉄筋・格子鋼板筋の材料特性値を表-1に示す。なお、MGC 床版コンクリートの圧縮強度は製作時に製作したテストピース 3 体と試験供試体からφ 60mm×120mm のコア採取した試験体との平均値である。

(2) 格子鋼板筋の寸法および付着強度

格子鋼板筋には、材質 SS400、厚さ 9.0mm の縞鋼板を用いた。ここで、格子鋼板筋の材料特性を表-1、形状寸法および縞鋼板の縞形状の詳細を図-1に示す。また、格子鋼板筋を使用する場合には、縞鋼板の突起（長さ 36mm、間隔 40mm）および格子鋼板筋の加工において 2mm の突起を 9mm ごとに設け、異形鉄筋と同等の付着性能を有するようにした。なお、付着強度については格子鋼板筋を用いた引抜試験を行い、その結果を表-2として報告している<sup>7)</sup>。一般鋼板に亜鉛メッキを塗装した格子鋼板筋の付着強度の平均は 3.11N/mm<sup>2</sup>、縞鋼板にエポキシ樹脂を塗装した付着強度の平均は 2.65N/mm<sup>2</sup>、異形鉄筋 (SD295A, D13) の付着強度の平均は 2.99N/mm<sup>2</sup> である。よって、本供試体に用いた格子鋼板筋はともに異形鉄筋と同等の付着強度を有する結果が得られている。

2.3 供試体概要

(1) RC床版供試体

本実験に用いた供試体の寸法は、道示の規定に基づい

て設計し、その 1/2 モデルとした。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。

供試体寸法は、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、主鉄筋に D10 を 100mm 間隔で配置し、主筋の有効高を 105mm、配力筋の有効高を 95mm とした。また、圧縮側には引張鉄筋量の 1/2 を配置し、有効高は軸直角方向は 25mm、軸方向は 35mm である。

(2) MGC床版供試体

MGC 床版供試体の寸法は、全長、支間、厚さは RC 床版と同様である。格子鋼板筋の形状および格子間寸法は図-2(2)、(3)に示すように、RC 床版と同様に引張側の主筋および配力筋の格子間寸法は 100mm×100mm とし、有効高は 105.5mm とした(図-1(1))。また、圧縮側には引張鋼材量の 1/2、すなわち格子間寸法は 200mm×200mm とした(図-1(2))。断面寸法は、厚さ 9.0mm、幅 8.0mm、断面積は 72mm<sup>2</sup> とし、付着力を高めるために 9mm 間隔ごとに 2mm の突起を設ける構造とした。ここで、A タイプの供試体(図-2(2))は、圧縮側の格子鋼板筋の配置を軸直角方向の床版中央を挟んで 200mm 間隔で配置 (A<sub>s</sub>=28.8mm<sup>2</sup>) し、防錆材にエポキシ樹脂を塗布した。また、B タイプの供試体(図-2(3))は床版中央から 200mm 間隔で配置 (A<sub>s</sub>=36mm<sup>2</sup>) し、防錆材には亜鉛メッキを塗布した。

### 3. 走行荷重実験に関する結果および考察

#### 3.1 走行荷重が及ぼす最大耐荷力に関する概要<sup>4)</sup>

RC 床版に走行荷重が作用した場合の最大耐荷力、すなわち押抜きせん断耐荷力に関する実験方法として、阿部らは、輪荷重を1走行ごとに増加し、1走行維持した最大荷重を最大耐荷力とし、この最大荷重を押抜きせん断耐荷力として耐荷力評価式を提案している。そこで本MGC 床版の最大耐荷力の評価においても同様の実験を行い評価することとした。

#### 3.2 走行荷重実験

走行荷重実験における走行範囲を図-2に示す。走行荷重実験は床版供試体上面を橋軸方向に1走行させる実験である。本実験における走行範囲は、床版中央から軸方向に450mm、すなわち1走行900mm走行させる実験である。荷重は、1走行ごとに10kNずつ増加させる段階荷重載荷とした。なお、たわみの増加が大きくなった後は5.0kNずつ増加した。最大耐荷力は本実験方法における1走行を維持した最大荷重とする。また、走行荷重実験におけるたわみの計測は床版中央、ひずみの計測は床版中央に配置した主鉄筋および格子鋼板筋とする。

#### 3.3 走行荷重実験における最大耐荷力

走行荷重実験より得られた各供試体の最大耐荷力の結果を表-4に示す。

##### (1) RC床版供試体

RC 床版供試体の走行荷重実験における最大耐荷力  $P_{max,RC}$  は、供試体 RC-R1 が 172.5kN、RC-R2 が 171.5kN となり、最大耐荷力の平均は 172.0kN である。この RC 床版の最大耐荷力  $P_{max,RC}$  を基準に、MGC 床版の最大耐荷力  $P_{max,MGC}$  を評価する。

##### (2) MGC床版供試体

A タイプの供試体 MGC-A-R1, R2 床版の走行荷重実験における最大耐荷力  $P_{max,MGC}$  は、それぞれ 165.0kN、170.0kN となり、平均値は 167.5kN である。RC 床版の最大耐荷力と比較すると 97%程度となっており、若干下回っているが、材料特性値の差を考慮するとほぼ同等であると思われる。

次に、B タイプの供試体 MGC-B-R1, R2 の走行荷重実験における最大耐荷力  $P_{max,MGC}$  はそれぞれ 165.5kN、175.7kN となり、最大耐荷力の平均は 170.6kN で、RC 床版供試体の最大耐荷力と同等の結果となった。

以上より、エポキシ系塗装および亜鉛メッキ塗装した格子鋼板筋を配置した MGC 床版は、同一寸法および鉄筋量を配置した RC 床版の最大耐荷力と同等の耐荷力を有することが明らかとなった。

#### 3.4 鉄筋および格子鋼筋の荷重とひずみの関係

RC 床版および MGC 床版供試体の支間中央の主鉄筋および格子鋼板筋の各走行荷重ごとの荷重とひずみの関

表-3 走行荷重実験による最大耐荷力

供試体	コンクリートの圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	最大耐荷力 (P <sub>max</sub> ) (kN)	最大耐荷力の平均 (kN)	耐荷力比 (P <sub>max,RC</sub> /P <sub>max,MGC</sub> )
RC-R1	32.0	172.5	172.0	—
RC-R2		171.5		
MGC-A-R1	33.2	165.0	167.5	0.97
MGC-A-R2		170.0		
MGC-B-R1	34.5	165.5	170.6	0.99
MGC-B-R2		175.7		

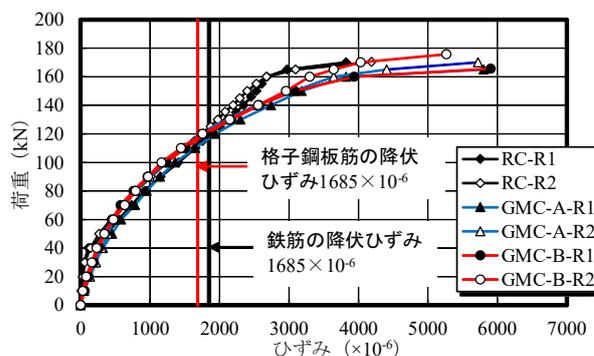


図-3 鉄筋および格子鋼板筋の荷重とひずみの関係

係を図-3に示す。

鉄筋の降伏ひずみは表-1に示す材料特性値より算出すると、RC-R 供試体は  $1,850 \times 10^{-6}$  ( $=370\text{N/mm}^2/200\text{kN/mm}^2$ ) である。また、格子鋼板筋の降伏ひずみは  $1,685 \times 10^{-6}$  ( $=337\text{N/mm}^2/200\text{kN/mm}^2$ ) である。

##### (1) RC床版供試体

供試体 RC-R1 の荷重とひずみの関係は図-3に示すように、荷重 155kN 付近までは荷重の増加に対したたわみの増加傾向は、比較的線形的な挙動を示している。主鉄筋の降伏ひずみ  $1,850 \times 10^{-6}$  に達した荷重は 120kN 付近である。最大耐荷力 170kN 作用時のひずみは  $3,810 \times 10^{-6}$  である。また、供試体 RC-R2 も同様な増加傾向を示している。鉄筋の降伏ひずみに達した荷重は 125kN 付近である。最大耐荷力 170.4kN 時のひずみは  $4,020 \times 10^{-6}$  である。

##### (2) MGC床版供試体

A タイプの供試体 MGC-A-R1 の荷重とひずみの関係は図-3より、荷重 150kN 付近までは、たわみは比較的線形的な挙動を示している。主筋が降伏ひずみ  $1,920 \times 10^{-6}$  に達した荷重は 110kN 付近である。最大耐荷力 165kN 作用時のひずみは  $5,800 \times 10^{-6}$  である。また、供試体 MGC-A-R2 の荷重とひずみ関係も供試体 MGC-A-R1 と同様な増加傾向を示している。

降伏ひずみに達した荷重は 120kN 付近であり、最大耐荷力 170.0kN 作用時のひずみは  $5,700 \times 10^{-6}$  である。

次に、B タイプの供試体 MGC-B-R1, MGC-B-R2 とともに、A タイプの供試体と同様な増加傾向を示しており、格子鋼板筋が降伏ひずみ  $1,920 \times 10^{-6}$  に達した荷重は

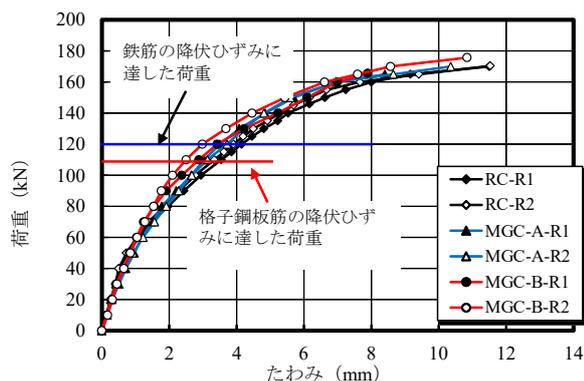


図-4 荷重とたわみの関係

115kN 付近である。供試体 MGC-B-R1 の最大耐荷力 165.5kN 作用時のひずみは  $5,920 \times 10^{-6}$  である。供試体 MGC-A-R2 の最大耐荷力 175.7kN 作用時のひずみは  $5,260 \times 10^{-6}$  である。

以上より、RC 床版に走行荷重が作用した場合の鉄筋が降伏した荷重は 120kN、125kN である。また、MGC 床版の格子鋼板筋が降伏ひずみに達した荷重は 110 ～ 120kN 付近で、ほぼ同程度の荷重で降伏に至っている。

### 3.5 荷重とたわみの関係

RC 床版および MGC 床版中央の荷重とたわみの関係を図-4に示す。

#### (1) RC床版供試体

RC 床版供試体 RC-R1、RC-R2 の荷重とたわみの関係は図-4に示すように、供試体 RC-R1 の鉄筋が降伏に至った荷重 120kN 付近までは比較的線形的な増加を示しており、荷重 120kN 時のたわみは 4.1mm である。最大耐荷力 170kN 作用時のたわみは 11.5mm である。また、供試体 RC-R2 の鉄筋が降伏した荷重 125kN 時のたわみは 3.9mm、最大耐荷力作用時 170.4kN でたわみは 11.4mm である。

#### (2) MGC床版供試体

A タイプの供試体 MGC-A-R1、MGC-A-R2 の荷重とたわみの関係は、格子鋼板筋が降伏に至った荷重 110kN 付近までは比較的線形的な増加を示しており、荷重 110kN 時のたわみは、それぞれ 3.0mm、2.9mm である。また、供試体 MGC-A-R1 の最大耐荷力 165kN 時のたわみは 8.4mm、供試体 MGC-A-R2 の最大耐荷力 170.0kN 時のたわみは 10.3mm である。

次に、B タイプの供試体 MGC-B-R1 の荷重とたわみの関係は、A タイプの供試体と同様の増加傾向を示している。格子鋼板筋が降伏に至った荷重 115kN でのたわみは 2.9mm である。最大耐荷力 170kN 作用時のたわみは 8.0mm である。また、供試体 MGC-B-R2 の荷重とたわみの関係は、格子鋼板筋が降伏した荷重 110kN 時のたわみは 2.5mm である。最大荷重 170kN 時のたわみは

10.8mm である。

以上より、両供試体ともに鉄筋および格子鋼板筋が降伏ひずみに達した以降も線形的なたわみの増加が認められた。なお、エポキシ系樹脂を塗布した A タイプの MGC 床版に対して垂鉛メッキを塗布した B タイプの MGC 床版供試体のたわみの増加は僅かではあるが下回っている。この要因としては、コンクリートの圧縮強度および付着強度の差によるものと推測される。

## 4. 輪荷重走行疲労実験に関する結果および考察

### 4.1 輪荷重走行疲労実験の実験概要

輪荷重走行疲労実験に用いる RC 床版供試体は RC-F および MGC 床版供試体は A、B タイプ (MGC-A-F、MGC-B-F) の供試体を用いる。

#### (1) 輪荷重走行疲労実験

輪荷重走行疲労実験は、走行実験同様に床版中央から  $\pm 450\text{mm}$  の範囲 (900mm) とする。荷重載荷方法は荷重 80kN で 20,000 回走行し、その後、100kN で供試体が破壊するまで走行させた。たわみの計測は 1, 10, 100, 1,000, 5,000 回および 5,000 回以降は 5,000 回走行ごとに行い、計測点は床版中央部とした。

#### (2) 等価走行回数

輪荷重走行疲労実験における耐疲労性は、等価走行回数  $N_{eq}$  を算出して評価する。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)として与えられる。なお、式(1)に適用する S-N 曲線の傾きの逆数  $m$  は、松井らが提案する S-N 曲線式の傾きの逆数の絶対値  $m=12.7$  を適用する<sup>8)</sup>。また、本供試体の基準荷重  $P$  は、道示に規定する床版の 1/2 モデルであることから活荷重 100kN の 1/2 に安全率 1.2 を考慮して 60kN として式(1)に適用する。

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

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)

### 4.2 等価走行回数による耐疲労性の検証

本実験における RC 床版および MGC 床版供試体の等価走行回数および走行回数比を表-4に示す。

#### (1) RC床版

RC 床版供試体 RC-F1 の等価走行回数は  $6.29 \times 10^6$  回である。この RC 床版供試体の等価走行回数を基準に、MGC 床版の耐疲労性を評価する。

#### (2) MGC床版

A タイプのエポキシ樹脂で塗装した供試体 MGC-A-F1、F2 の等価走行回数は、それぞれ  $6.03 \times 10^6$  回、 $6.68 \times 10^6$

表-4 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		
RC-F1	実験走行回数	20,000	8,400	—
	等価走行回数	772,240	5,517,704	
MGC-A-F1	実験走行回数	20,000	8,000	0.96
	等価走行回数	772,240	5,254,956	
MGC-A-F2	実験走行回数	20,000	9,000	1.06
	等価走行回数	772,240	5,911,826	
MGC-B-F1	実験走行回数	20,000	8,430	1.00
	等価走行回数	772,896	5,537,410	
MGC-B-F2	実験走行回数	20,000	8,900	1.05
	等価走行回数	772,239	5,846,139	

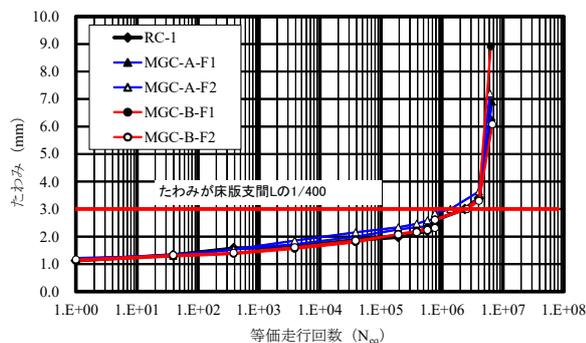


図-5 たわみと等価走行回数の関係

回である。RC 床版供試体 RC-F1 の等価走行回数と比較すると MGC-A-F1, F2 でそれぞれ 0.96, 1.06 となり、ほぼ同等の等価走行回数となっている。したがって、格子鋼板筋を配置した MGC 床版は、RC 床版と同等の耐疲労性を有する結果となった。

次に、B タイプの防錆材に亜鉛メッキを使用し、圧縮側の格子鋼板筋を床版中央から配置した供試体 MGC-B-F1, F2 の等価走行回数は、それぞれ  $6.31 \times 10^6$  回、 $6.62 \times 10^6$  回である。RC 床版供試体 RC-F1 の等価走行回数と比較すると MGC-B-F1, F2 でそれぞれ 1.00, 1.05 となり、若干上回ってはいるがほぼ同等の等価走行回数を得られている。A タイプの供試体との比較においても、B タイプの方が若干上回っているが、これは防錆材の違いによる付着強度の差異、格子鋼板筋の配置法の違いによる 1m 当たりの鋼材量の違いおよびコンクリートの圧縮強度の違いなどの影響が考えられるが、いずれにしても防錆材および格子鋼板筋の配置の違いが耐疲労性の及ぼす影響は認められず同等の耐疲労性を有している。

以上の結果から、RC 床版に鉄筋に替わる格子鋼板筋を配置した供試体は、鉄筋を配置した供試体とほぼ同等な等価走行回数を得られたことから、格子鋼板筋は RC 床版の鉄筋に替わる引張材として十分に実用性があるものと判断できる。

### 4.3 たわみと等価走行回数の関係

輪荷重走行疲労試験における RC 床版および MGC 床版のたわみと等価走行回数の関係を図-5に示す。

#### (1) RC床版

RC 床版のたわみと等価走行回数の関係は図-5に示す

ように、荷重 80kN で 1 走行した後の初期たわみは 1.13mm であり、その後走行を繰り返すことでたわみは緩やかに増加している。20,000 回走行後に荷重を 100kN に増加し、1 走行した後のたわみは 2.35mm である。その後走行を繰り返すことでたわみも増加しているが、床版支間 L の 1/400 に達した付近からたわみの増加が著しい。たわみが床版支間 L の 1/400、すなわち 3.0mm に達した時点の等価走行回数は  $2.38 \times 10^6$  回である。破壊時のたわみは等価走行回数  $6.28 \times 10^6$  で、9.28mm である。

#### (2) MGC床版

A タイプの供試体 MGC-A-F1 のたわみの増加傾向は RC 床版と同様である。荷重 80kN で 1 走行後のたわみは 1.18mm である。荷重 100kN に増加し、1 走行後のたわみは 2.47mm であり、RC 床版のたわみを上回っている。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、 $2.42 \times 10^6$  回であり、RC 床版と比較すると 0.98 であり、RC 床版に比して下回る結果となった。最大たわみは等価走行回数  $6.02 \times 10^6$  回で 6.9mm である。また、供試体 MGC-A-F2 のたわみの増加傾向は供試体 MGC-A-F1 と同様である。荷重 80kN で 1 走行後のたわみは 1.21mm であり、供試体 MGC-A-F1 を若干上回っている。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、 $1.38 \times 10^6$  回であり、RC 床版に比して 0.58 となっている。最大たわみは、等価走行回数  $6.68 \times 10^6$  回で 7.21mm である。

次に、B タイプの供試体 MGC-B-F1 のたわみの増加傾向も供試体 MGC-A 床版と類似した挙動を示している。荷重 80kN で 1 走行後のたわみは 1.14mm である。荷重 100kN に増加し、1 走行後のたわみは 2.61mm である。最大たわみは、等価走行回数  $6.35 \times 10^6$  回で 8.9mm である。また、供試体 MGC-B-F2 の増加傾向は供試体 MGC-B-F1 と類似した挙動を示しており、荷重 80kN で 1 走行後のたわみは 1.18mm で、最大たわみは等価走行回数  $6.74 \times 10^6$  回で 6.08mm である。

以上より、RC 床版と同等の鋼材量を配置した MGC 床版のたわみと等価走行回数の関係は、初期値には違いが見られるものの同様の増加傾向を示している。

### 4.4 破壊状況

輪荷重走行疲労実験における RC 床版および MGC 床版の損傷状況を図-6に示す。

#### (1) RC床版

RC 床版のひび割れ状況は図-6(1)に示すように、輪荷重の走行面直下に主鉄筋方向および配力筋方向の 2 方向のひび割れが発生している。主鉄筋方向のひび割れは配置した鉄筋間隔の位置である。また、輪荷重走行位置から 45 度下面にはダウエルの影響が及ぼす範囲ではく離している。最終的には輪荷重走行中に押抜きせん断破

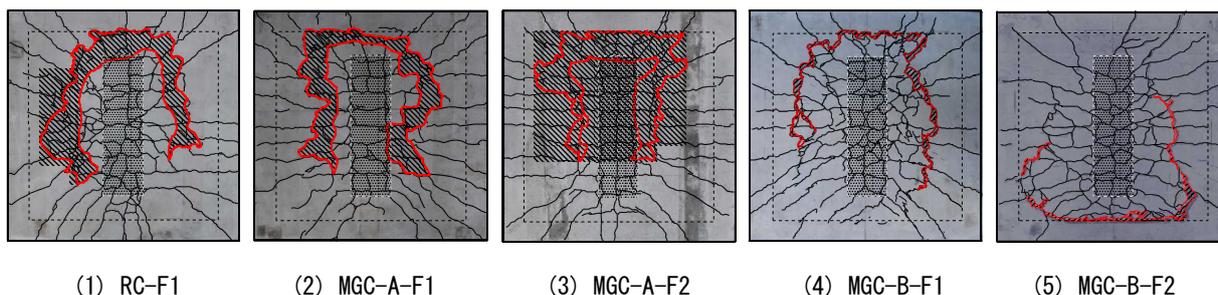


図-6 輪荷重走行疲労実験における破壊状況

壊した。

### (2) MGC床版-Aタイプ

A タイプの供試体 MGC-A-F1 のひび割れ状況は図-6 (2)に示すように、主筋方向は格子鋼板筋の配置下面に発生している。また、配力筋方向は輪荷重の走行面直下に多く発生し、主筋同様に格子鋼板筋の配置位置に発生し、格子状を形成している。また、輪荷重走行面から45度のダウエルの影響が及ぼす範囲ではく離している。

次に、供試体 MGC-A-F2 のひび割れ状況 (図-6 (3)) も同様に、格子鋼板筋配置位置でひび割れが発生し、ほぼ正方形の格子状を形成している。なお、両供試体ともに輪荷重走行中に押抜きせん断破壊した。

### (3) MGC床版-Bタイプ

B タイプの供試体 MGC-B-F1 のひび割れ状況は図-6 (4)に示すように、ひび割れ間隔は配置した格子鋼板筋の間隔と同様な位置に発生している。また、輪荷重走行面から45度下面のダウエルの影響を及ぼす範囲ではく離が認められるが、RC床版およびMGC-A床版供試体と比較するとはく離の範囲が狭い。

次に、供試体 MGC-B-F2 のひび割れ状況は、供試体 MGC-B-F1 と同様な形状を示している。圧縮側の格子筋を床版支間中央を挟んで配置した MGC-A 供試体に比べてひび割れはやや不規則に発生し、亀甲状のひび割れも認められる。また、輪荷重走行面から45度下面にダウエルの影響によるはく離が見られる。破壊は両供試体ともに押抜きせん断破壊となった。

以上より、MGC床版のひび割れ状況はRC床版のひび割れ状況と比較的類似した形状となっているが、格子鋼板筋を使用した場合、一面加工されていることから比較的規則性のあるひび割れ状況を呈している。

## 5. まとめ

(1) 走行荷重試験より、RC床版の最大耐荷力とMGC床版の最大耐荷力は、ほぼ近似した結果が得られた。よって、格子鋼板筋を使用した床版でも耐荷力性能は十分に満足されることが明らかとなった。また、たわみおよびひずみの関係からもRC床版と類似し

た増加傾向を示している。

- (2) 輪荷重走行疲労実験におけるRC床版の等価走行回数に比して2タイプのMGC床版の等価走行回数はほぼ同等の結果を得た。また、破壊は全ての供試体で押抜きせん断破壊となった。よって、MGC床版は耐疲労性が評価され鉄筋に替わる材料として実用性があるものと判断できる。
- (3) たわみと等価走行回数の関係より、RC床版・MGC床版ともにたわみが床版支間Lの1/400を超えた付近からたわみに急激な増加が見られた。よって、維持管理においてはたわみが床版支間Lの1/400に達した時点で対策を講じる必要があると推測される。

### 参考文献：

- 1) 国土交通省：i-Construction ～建設現場の生産性革命～参考資料，2016
- 2) 阿部忠，師橋憲貴，塩田啓介，今野雄介：補強材として新たに開発された2タイプの鋼板格子筋を用いたRCはりの増厚補強効果，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，No.2，pp.1387-1392，2015.7
- 3) 水口和彦，阿部忠，塩田啓介，新田裕之：格子鋼板筋を用いた床版部材の押し抜きせん断耐荷力および耐疲労性評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.39，No.2，pp.1369-1374，2017.7
- 4) 阿部忠，木田哲量，水口和彦，川井豊：走行荷重が作用する道路橋RC床版の押し抜きせん断耐力評価式，構造工学論文集，Vol.55A，pp.1468-1477，2009.3
- 5) 阿部忠，木田哲量，高野真希子，川井豊：道路橋RC床版の押し抜きせん断耐荷力および耐疲労性の評価，土木学会論文集A1，pp.39-57，2011.1
- 6) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説I，II，III，2012
- 7) 田中佐愛ほか：ひび割れ損傷を与えたRCはりに展張格子筋を配置した接着剤塗布型PCM補強法における補強効果の検証，第12回複合・合成構造の活用に関するシンポジウム，pp.(39)1-8，2017.11
- 8) 松井繁之：道路橋床版設計・施工と維持管理，森北出版，2007.10