

# 格子鋼板筋を用いた床版部材の押抜きせん断耐荷力および耐疲労性評価

日本大学大学院 学生会員 ○新田 裕之      日本大学 フェロー会員 阿部 忠      正会員 水口 和彦  
 JFE シビル(株) 正会員 塩田 啓介

## 1. はじめに

本研究は、鉄筋に替わる新材料として開発された格子鋼板筋を床版部材に適用した場合の耐荷力性能および耐疲労性の評価を行うことで、実橋床版への適用性について検証した。実験では、従来の鉄筋を配置したRC床版および格子鋼板筋を配置したコンクリート床版（以下、MG床版とする）を製作し、走行荷重実験より耐荷力性能を評価するとともに輪荷重走行疲労実験から耐疲労性を検証する。また、RC床版の理論押抜きせん断耐荷力およびS-N曲線式との整合性についての検討も行った。

## 2. 使用材料および供試体概要

(1) RC床版およびMG床版の使用材料      RC床版およびMG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。RC床版の鉄筋には、SD295A、D10を用いた。MG床版には材質SS400、厚さ9.0mmの縞鋼板を用いた。ここで、材料特性値を表-1に示す。

(2) 供試体概要      RC床版供試体の寸法は、道示<sup>1)</sup>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-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を配置した。有効高は軸直角方向は25mm、軸方向は35mmである。

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> )	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	35	384	526	200
MG床版		337	442	200

走行荷重実験および輪荷重走行疲労実験における供試体名称はそれぞれRC-R、RC-Fとする。

次に、MG床版供試体の寸法は、全長、支間、厚さはRC床版と同様とした。格子鋼板筋の形状および格子間寸法は、RC床版と同様に引張側の軸直角方向および軸方向の格子間寸法は100mm×100mmとし、軸直角方向および軸方向の有効高は105mmとした。また、圧縮側には引張鋼材量の1/2を配置し、有効高は25mmとした。断面寸法は、厚さ9.0mm、幅7.0mm、断面積は63mm<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、MG床版供試体の寸法および形状を図-2、格子鋼板筋の形状寸法を図-3に示す。走行荷重実験および輪荷重走行疲労実験における供試体名称は、それぞれMG-R、MG-Fとする。

## 3. 実験方法および等価走行回数

(1) 走行荷重実験      走行荷重実験は、RC床版およびMG床版の軸方向中央を起点に橋軸方向前後に450mm（走行範囲900mm）を走行させ、1往復ごとに荷重を増加する段階荷重載荷とする。荷重は1走行ごとに10kNずつ増加させ、供試体が破壊に至るまで荷重の増加と走行を繰り返す。

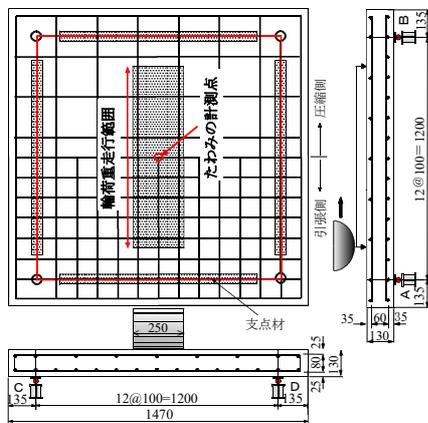


図-1 RC床版供試体

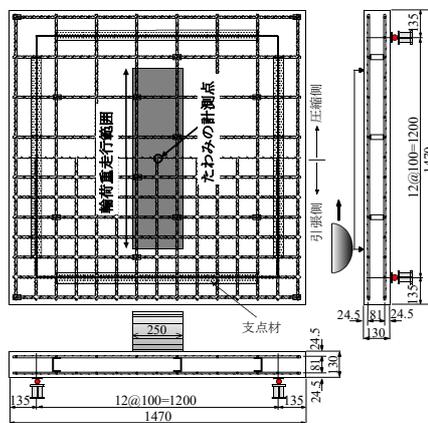


図-2 MG床版供試体

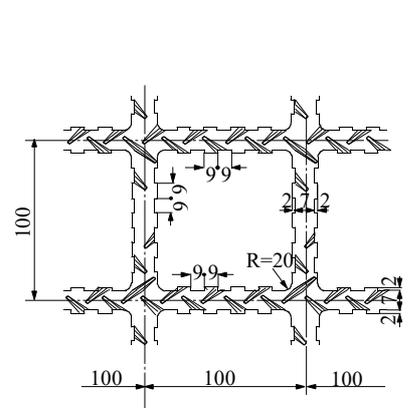


図-3 格子鋼板筋の形状寸法

キーワード：RC床版，格子鋼板筋，等価走行回数，最大耐荷力，S-N曲線

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2459

表-2 走行荷重実験による最大耐荷力

供試体	最大耐荷力 (P <sub>sx</sub> ) (kN)	最大耐荷力の平均 (kN)	耐荷力比 (MG/RC)
RC-R-1	172.5	172.0	—
RC-R-2	171.5		
MG-R-1	165.0	167.5	0.97
MG-R-2	170.0		

表-3 等価走行回数と走行回数比

供試体	等価走行回数 (回)	走行回数比 (MG/RC)
RC-F1	6,289,944	—
MG-F1	6,355,631	1.01
MG-F2	6,158,571	0.98
MG-F3	6,684,066	1.06

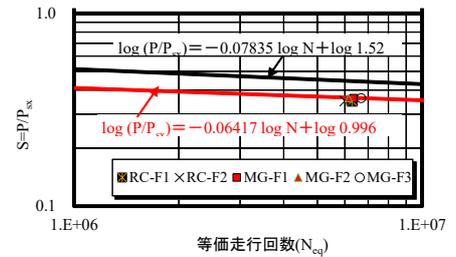


図-4 S-N曲線

(2) 輪荷重走行疲労実験 輪荷重走行疲労実験は、床版中央から ±450mm の範囲 (900mm) に輪荷重を連続走行させる実験である。荷重載荷方法は、初期走行荷重を 80kN とし、20,000 回走行毎に荷重を 20kN ずつ増加させ破壊するまで走行させる。

(3) 等価走行回数 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。また、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>2)</sup>。なお、本実験における基準荷重  $P$  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 曲線の傾きの逆数の絶対値 (=12.7)

4. 実験結果および考察

(1) 耐荷力性能 RC 床版の走行荷重実験における最大耐荷力は表-2 より、供試体 RC-R1, R2 の最大耐荷力の平均は 172.0kN である。RC 床版の平均耐荷力を基準に MG 床版の耐荷力性能を評価する。

MG 床版の供試体 MG-R1, R2 の最大耐荷力の平均は 167.5kN である。RC 床版の平均最大耐荷力と比較すると 97%となり若干下回っているが、鋼材の材料特性値の差異などを考慮すると、ほぼ同等の耐荷力性能を有するものと評価できる。

(2) 等価走行回数 RC 床版供試体 RC-F1 の等価走行回数は表-3 より、 $6.29 \times 10^6$  回である。この RC 床版供試体の等価走行回数を基準として、MG 床版の耐疲労性を評価する。

MG 床版供試体 MG-F1, F2, F3 の等価走行回数の平均は  $6.40 \times 10^6$  回である。RC 床版供試体と比較すると 1.02 倍となっており、ほぼ同等な等価走行回数を得られる結果となった。

(3) S-N曲線 阿部ら<sup>3)</sup>が提案する RC 床版の S-N 曲線式は式(2)として与えられている。基準荷重  $P$  を実験耐荷力  $P_{sx}$  で除した  $S$  値と等価走行回数  $N_{eq}$  との関係

を図-4 に示す。なお、松井ら<sup>2)</sup>が提案する S-N 曲線式も併記した。

$$\log (P/P_{sx}) = - 0.06417 \log N + \log 0.996 \quad (2)$$

ここで、 $P$ ：基準荷重 (kN)、 $P_{sx}$ ：破壊荷重付近の押抜きせん断耐荷力、 $N$ ：走行回数

RC 床版の S-N 曲線との整合性の検証は、基準荷重 60kN を実験最大耐荷力で除した  $S$  値 (=  $P/P_{sx}$ ) と本実験より得られた等価走行回数  $N_{eq}$  との関係から、RC-F1 は S-N 曲線の若干下方にプロットされている。これは、阿部らが提案する S-N 曲線式に適用した押抜きせん断耐荷力は破壊時の 95%程度であるが、本検証では最大耐荷力を用いたためである。

次に、MG 床版は基準荷重  $P$  をそれぞれ実験最大耐荷力で除した  $S$  値と等価走行回数  $N_{eq}$  との関係より、供試体 MG-F1, F2, F3 とともに S-N 曲線式上にプロットされる結果が得られた。

5. まとめ

- (1) 走行荷重実験より、MG 床版供試体の最大耐荷力は、RC 床版の最大耐荷力とほぼ同等の耐荷力を有することから、格子鋼板筋を配置した MG 床版は耐荷力性能が確保され、実用的であると言える。
- (2) 等価走行回数より、RC 床版と比較して格子鋼板筋を用いた MG 床版の等価走行回数は、ほぼ同程度の結果が得られたことから、格子鋼板筋を用いた床版構造は十分な耐疲労性を有しており、実用性が評価できる。
- (3) 阿部らが提案する RC 床版の S-N 曲線式との整合性について検証した結果、MG 床版は本実験の範囲内では S-N 曲線上にプロットされる結果が得られたことから、RC 床版の寿命予測式である S-N 曲線式の応用が可能となる。なお、今後も更なる実験を進め、整合性の検証を図る予定である。

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)松井繁之：道路橋床版設計・施工と維持管理，森北出版，2007. 3)阿部忠，木田哲量，高野真希子，川井豊：道路橋 RC 床版の押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