

丸鋼を用いた RC 床版の疲労耐久性（その 2．丸鋼鉄筋床版の疲労寿命評価）

寒地土木研究所 正会員 〇西 弘明
室蘭工業大学大学院 正会員 赤代 恵司

寒地土木研究所 正会員 三田村 浩
室蘭工業大学大学院 フェロー 岸 徳光

1. はじめに

近年、RC 床版の疲労による損傷が顕在化しており、RC 床版の疲労耐久性の評価に基づく適切な補修・補強対策の実施が求められている。そのため、既設 RC 床版の残存寿命評価手法や延命技術に関する検討が進められてきているが¹⁾、これらの多くは異形鉄筋が配置された RC 床版を対象に行われたものである。昭和 40 年代中頃までは、丸鋼鉄筋を使用した RC 床版が建設されていたことから、その疲労特性を明らかにすることは重要な課題の一つである。

そこで本稿では、「その 1. 輪荷重走行試験による疲労耐久性の検討」に示した丸鋼鉄筋床版の輪荷重走行試験結果に基づき、丸鋼を用いた RC 床版の疲労寿命評価式を試算し、異形鉄筋の場合との比較を行った。

2. 既往の異形鉄筋床版を対象とした疲労寿命評価式

既往の研究により、異形鉄筋を用いた RC 床版の輪荷重走行試験の結果に基づいた、疲労寿命評価式 (1) が提案されている²⁾。

$$\log\left(\frac{P}{P_{sx}}\right) = -0.07835 \cdot \log N + \log 1.52 \tag{1}$$

ここに、 P : 輪荷重 (kN)
 P_{sx} : 梁状化した RC 床版の押抜きせん断耐力 (kN)
 N : 繰返し回数 (回)

$$P_{sx} = 2 \cdot \tau_{smax} \times X_m \times B + 2 \cdot \sigma_{tmax} \times c_m \times B \tag{2}$$

ここに、 τ_{smax} : コンクリートの最大せん断応力度
 $\tau_{smax} = 0.656 \times f'_{ck}{}^{0.606}$ (N/mm²)
 X_m : 引張側コンクリートを無視した場合の圧縮側上縁から中立軸までの距離 (mm)
 σ_{tmax} : コンクリートの最大引張応力度
 $\sigma_{tmax} = 0.269 \times f'_{ck}{}^{2/3}$ (N/mm²)
 c_m : 主鉄筋のかぶり厚さ (mm)

表－1 供試体一覧

	供試体名称	鉄筋の種類	輪荷重載荷方法
1	RB-CON110	丸鋼	輪荷重 110 kN 一定載荷
2	RB-CON150		輪荷重 150 kN 一定載荷
3	RB-CON190		輪荷重 190 kN 一定載荷
4	DB-CON150	異形鉄筋	輪荷重 150 kN 一定載荷

表－2 供試体諸元

供試体	配筋		床版形状	床版厚
RB-CON110 RB-CON150 RB-CON190	橋軸直角方向	上面 $\phi 16$ ctc 260mm 下面 $\phi 16$ ctc 130mm	橋軸直角方向 2650 mm	一般部 160 mm
DB-CON150	橋軸方向	上下面 $\phi 13$ ctc 230mm	×	ハンチ部 230mm
	橋軸直角方向	上面 $\phi 16$ ctc 260mm 下面 $\phi 16$ ctc 130mm	橋軸方向 3300 mm	
	橋軸方向	上下面 $\phi 13$ ctc 230mm		

B : 梁状化したときの梁幅 (mm)

$$B = b + 2 \cdot d_d$$

b : 載荷板の配力筋方向の辺長

d_d : 引張配力筋の有効高さ

3. 丸鋼鉄筋床版に対する疲労寿命評価式の検討方法

本稿では、式 (1) を基本として、式中の係数を本研究で実施した丸鋼鉄筋を用いた床版の一定荷重による輪荷重走行試験の結果に基づき見直す方法により、丸鋼鉄筋床版を対象とした疲労寿命評価式の試算を行うこととした。

ここで、式 (1) 中の梁状化した RC 床版の押抜きせん断耐力 P_{sx} は、式 (2) を準用し算定するものとした。ただし、式 (2) は、異形鉄筋を用いた床版の実験結果に基づき構築されたものであるため、丸鋼鉄筋床版への適用性について検証する必要があるものと考えられるが、これについては今後の検討課題とした。

4. 丸鋼鉄筋床版に対する疲労寿命評価

本研究で行った一定荷重による輪荷重走行試験は、表－1に示す4体の供試体を対象に実施したものであり、このうち3体が丸鋼鉄筋を用いた床版、残りの1体が

キーワード RC 床版, 疲労耐久性, 丸鋼, 輪荷重走行試験, 疲労寿命

連絡先 〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34 (独)土木研究所 寒地土木研究所 TEL011-841-1698

表-3 実験供試体の P_{sx} の計算値

供試体		RB- CON110	RB- CON150	RB- CON190	DB- CON150
f'_{ck}	N/mm ²	43.0	41.7	36.6	38.6
τ_{smax}	N/mm ²	6.409	6.291	5.813	6.003
X_m	mm	42.9	43.4	45.6	44.7
σ_{tmax}	N/mm ²	3.302	3.235	2.965	3.072
c_m	mm	40.0	40.0	40.0	40.0
B	mm	331.0	331.0	331.0	331.0
b	mm	120.0	120.0	120.0	120.0
d_d	mm	105.5	105.5	105.5	105.5
P_{sx}	kN	269.5	266.4	254.0	259.0
P	kN	110	150	190	150
P/P_{sx}	-	0.408	0.563	0.748	0.579
n_f	回	2160000	29350	3400	48150

異形鉄筋を用いた床版である。これら4体の供試体は、表-2に示すように床版の形状と配筋については同一の諸元とし、鉄筋種別のみを変えて製作した。供試体の形状及び配筋等の詳細は、「その1. 輪荷重走行試験による疲労耐久性の検討」³⁾に詳述する。各供試体の材料試験結果に基づく、 P_{sx} の計算結果を表-3に示す。

次に、表中に示した梁状化した押抜きせん断耐力 P_{sx} の計算値に対する輪荷重走行試験における各供試体の輪荷重の大きさ P の比 $S = P/P_{sx}$ を求める。

これと破壊時の走行回数 n_f の関係をもとに、図-1に示すように丸鋼鉄筋を用いた供試体の実験結果に対する $\log(P/P_{sx})$ と $\log N$ の関係が得られる。図中に示した3点に対して回帰直線を求めることで、次の関係が得られる。

$$\log(P/P_{sx}) = -0.09121 \cdot \log N + 0.1808 \quad (3)$$

上式に基づき、式(1)中の係数を書き換えることで、丸鋼鉄筋を用いたRC床版の疲労寿命算定式は、次式で表される。

$$\log\left(\frac{P}{P_{sx}}\right) = -0.09121 \cdot \log N + \log 1.52 \quad (4)$$

図-2に、既往の研究で示されている異形鉄筋を用いた場合のRC床版の疲労寿命評価式と、本研究で試算した丸鋼鉄筋を用いた場合の疲労寿命評価式により描かれるS-N曲線を示した。図より、同じ諸元の床版を仮定すると、異形鉄筋を用いた場合に比較して、丸鋼鉄筋を用いた場合のRC床版は、疲労寿命が大きく低下することがわかる。

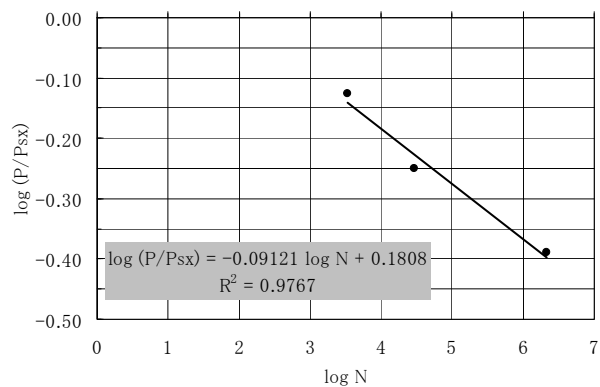
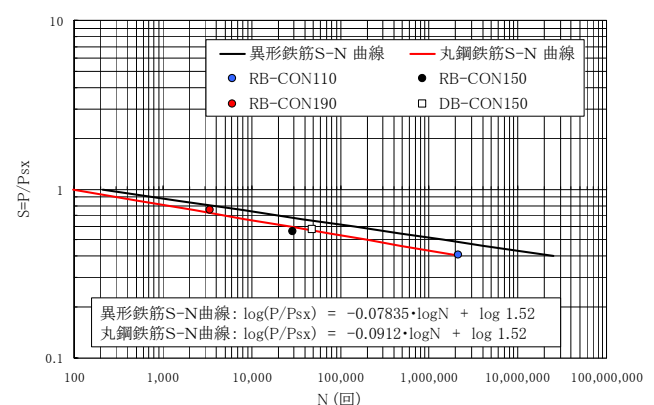
図-1 丸鋼鉄筋を用いた供試体の $\log(P/P_{sx})$ - $\log N$ 関係とその回帰直線

図-2 S-N関係の実験結果とS-N曲線

5. まとめ

丸鋼鉄筋を用いたRC床版の一定荷重による輪荷重走行試験結果に基づき、既往の異形鉄筋床版を対象とした疲労寿命評価式の係数を修正することで、丸鋼鉄筋を用いた場合のRC床版を対象とした疲労寿命評価式を試算し、疲労寿命が大きく低下する傾向にあることを確認した。

参考文献

- 1) 三田村浩, 石川博之, 赤代恵司, 松井繁之: 積雪寒冷地におけるRC床版の下面FRPシート補強に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.2, pp.1483-1488, 2009.
- 2) 松井繁之: 道路橋床版 設計・施工と維持管理, 森北出版株式会社, pp.47-61, 2007.
- 3) 赤代恵司, 三田村浩, 渡辺忠朋, 岸 徳光: 丸鋼を用いたRC床版の疲労耐久性 (その1. 輪荷重走行試験による疲労耐久性の検討), 第66回年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM), 2011.