

RC 床版の疲労特性に対する鉄筋の付着特性の影響

室蘭工業大学大学院
寒地土木研究所

正会員
〇赤代 恵司
正会員
三田村 浩

北武コンサルタント(株)
室蘭工業大学大学院
大阪工業大学

正会員
渡辺 忠朋
フェロー
岸 徳光
フェロー
松井 繁之

1. はじめに

道路橋の RC 床版は、車両の繰り返し走行によって劣化が進むと、押抜きせん断破壊に至る。このような現象に対して種々の検討¹⁾が行われているが、その多くは異形鉄筋を用いた RC 床版を対象としている。一方、実橋梁において、疲労による損傷を受けている RC 床版には、丸鋼鉄筋を用いたものも多くあるのが実態である。本研究では、丸鋼鉄筋を用いた RC 床版において、鉄筋の付着特性が RC 床版の疲労特性に及ぼす影響について実験的に検討した。

2. 供試体および実験方法

本研究では、表－1 に示す諸元の実験供試体 2 体について、輪荷重走行試験を実施した。図－1 に示す配筋に対して、丸鋼鉄筋を用いた供試体（以下、丸鋼鉄筋供試体）と、異形鉄筋を用いた供試体（以下、異形鉄筋供試体）を 1 体ずつ製作した。なお、コンクリートの圧縮強度は、丸鋼鉄筋供試体が 43.2 N/mm²、異形鉄筋供試体が 37.2 N/mm²であり、鉄筋は、丸鋼鉄筋供試体に SR235 を、異形鉄筋供試体に SD345 を用いた。

実験には、クランク式の輪荷重走行試験機を用いた。供試体の支持条件は、支持桁上に丸鋼を介して 2 辺単純支持し、橋軸方向の端部を横梁により 2 辺弾性支持とした。輪荷重の走行範囲は、図－1 中に示す範囲とした。この範囲に、幅 500mm の載荷板を設け、橋軸方向に 2000mm の範囲で鉄輪を往復させることにより輪荷重を走行載荷した。

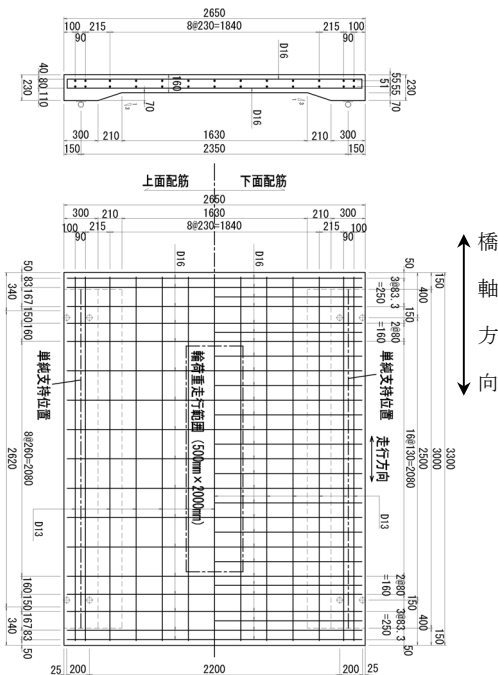
輪荷重は、120 kN-10 万回、130 kN-10 万回、150 kN-10 万回、170 kN-10 万回、200 kN-10 万回、230 kN-10 万回、260 kN-10 万回の階段状の漸増載荷プログラムとし、床版が破壊するまで輪荷重を走行載荷した。なお、実験時には、適時輪荷重走行を停止し、床版中央位置で輪荷重を静的に載荷して、床版下面の鉛直変位の測定と、ひび割れ状況を確認した。

キーワード RC 床版, 異形鉄筋, 丸鋼鉄筋, 輪荷重走行試験, 疲労耐久性

連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 室蘭工業大学大学院 TEL 0143-46-5226

表－1 供試体諸元

供試体名称	床版形状	床版厚	配筋	
丸鋼鉄筋 供試体	橋軸直角方向 2650× 橋軸方向 3300mm	160mm	橋軸直角 方向	上面 φ16 ctc 260mm
				下面 φ16 ctc 130mm
橋軸方向			上下面 φ13 ctc 230mm	
			異形鉄筋 供試体	橋軸直角 方向
下面 D16 ctc 130mm				
			橋軸方向	上下面 D13 ctc 230mm



図－1 供試体配筋図

3. 実験結果と考察

図－2 に、実験終了後における丸鋼鉄筋供試体と異形鉄筋供試体下面のひび割れ状況を示す。変位が急激に増加したときの走行回数は、丸鋼鉄筋供試体は 200 kN 載荷時の 1 万 8,100 回、異形鉄筋供試体は、200 kN 載荷時の 5 万回時であり、その破壊状況は、いずれの供試体も、ハッチで示した部分が下方に落ち込み、床版コンクリートが押し抜かれる状態であった。

両供試体の押抜きせん断破壊領域は、図中に赤線で示した範囲であり、両供試体の破壊領域を比較すると、橋軸直角方向の幅は概ね同様であったが、橋軸方向は、

丸鋼鉄筋供試体が異形鉄筋供試体に比べて小さくなっており、その幅は約 65%であった。

図中に青線で示した橋軸方向に 1.8 m、橋軸直角方向に 1.5m の範囲内で観察されたひび割れを対象に、ひび割れ密度を算出した。図-3 に、供試体中央位置の鉛直変位（以下、変位）とひび割れ密度の関係を示した。ひび割れ密度の算出時点は、各載荷荷重段階の 10 万回走行時、および実験終了時（載荷荷重 200 kN）である。

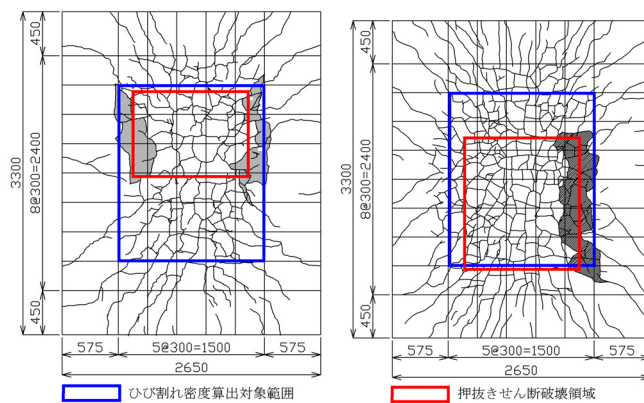
実験終了時のひび割れ密度は、丸鋼鉄筋供試体で 13.1 m/m^2 程度、異形鉄筋供試体で 17.0 m/m^2 程度であった。これより、異形鉄筋供試体に対する丸鋼鉄筋供試体のひび割れ密度は約 75%程度であることから、異形鉄筋供試体の場合には丸鋼鉄筋供試体に比べてひび割れが分散して発生したことが分かる。このように、丸鋼鉄筋供試体は、異形鉄筋供試体の場合に比べてひび割れ密度が小さい、すなわち、ひび割れ間隔が大きく、ひび割れ幅が大きいことにより異形鉄筋供試体の場合よりも早く疲労寿命が低下したものと推察される。つまり、ひび割れ間隔が大きくなることにより、ひび割れ面でのせん断力が増加し、かつひび割れ幅の増加によりせん断伝達能力が低下することによって小さい破壊領域が形成され、早くに疲労寿命が低下したものと考えられる。

2 体の供試体の疲労寿命を比較するために、マイナー則が適用できるものとして、荷重 150 kN に換算した等価繰返し回数²⁾を算出した。図-4 に、150 kN 換算時の等価繰返し回数と変位の関係を示した。丸鋼鉄筋供試体の破壊時走行回数は 1,326,811 回、異形鉄筋供試体の破壊時走行回数は 2,579,978 回であり、丸鋼鉄筋供試体の疲労寿命は、異形鉄筋供試体の約 0.51 倍であった。

4. まとめ

本研究により、明らかになった事項を以下に示す。

- (1) 丸鋼鉄筋を用いた RC 床版と異形鉄筋を用いた RC 床版の損傷状況を比較すると、丸鋼鉄筋を用いた方が、押抜きせん断による破壊領域の範囲が狭く、また、ひび割れ密度が小さい傾向が見られた。
- (2) 丸鋼鉄筋を用いる場合に、異形鉄筋を用いるのに比べて疲労寿命が低下する要因として、発生するひび割れ本数の減少に伴うひび割れ面が負担するせん断力の増加と、ひび割れ幅の増加によるせん断伝達能力の低下に伴うせん断耐力の低下が考えられる。



(a) 丸鋼鉄筋供試体

(b) 異形鉄筋供試体

図-2 供試体下面ひび割れ状況（実験終了時）

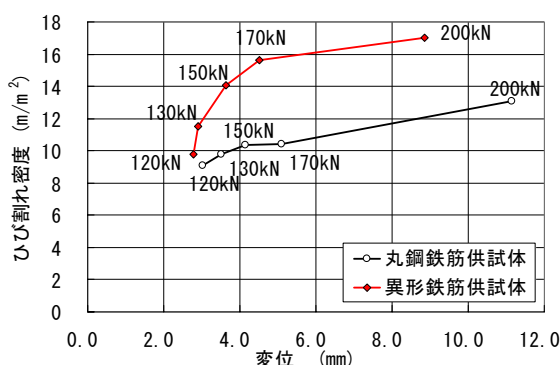


図-3 ひび割れ密度－変位関係

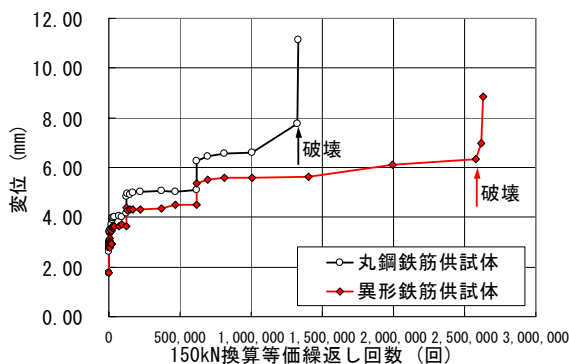


図-4 変位－150 kN 換算等価繰返し回数関係

- (3) 丸鋼を用いた RC 床版の疲労寿命は、異形鉄筋用いる場合の約 51%であった。

参考文献

- 1) 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，2007
- 2) 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。