

継手によるプレキャスト PC 床版接合部の疲労耐久性の定量的評価

早稲田大学 学生会員 ○竹田 京子

早稲田大学 正会員 佐藤 靖彦

1. 目的

道路橋の床版取替工事や新規施工にあたって、近年は工期短縮や品質向上を目的としてプレキャスト PC 床版が多く採用されている。一般にプレキャスト PC 床版同士は、継手構造と間詰コンクリートを用いた RC 構造により接合する。これまで、現場施工となる間詰コンクリートの品質確保や、継手の鉄筋形状による床版厚の制限といった観点から、様々な構造の提案や評価検討が行われてきた。一方で、床版接合部が繰返し移動輪荷重を受ける場合の疲労耐久性に関する定量的評価法は確立していない。そこで本研究では、過去に開発した道路橋床版一般部の疲労耐久性評価法¹⁾に基づき、異なる継手構造を有する 6 体の床版供試体について定量的評価を試みる。

2. 検討に用いた疲労耐久性評価式

著者らは繰返し移動輪荷重を受ける道路橋床版の疲労耐久性評価法を提案している¹⁾。その式と、今回の検討で主となるパラメータを以下に示す。

・せん断耐力式

$$V_{bc} = \alpha_e \cdot \alpha_B \cdot \beta_{p1} \cdot \beta_{p2} \cdot \beta_n \cdot \beta_d \cdot f_{vmcd} \cdot b_{w,e} \cdot d \quad (1)$$

ここで、 α_e は環境条件を表す係数、 α_B は支持条件を表す係数、 β_{p1} と β_{p2} はそれぞれ主鉄筋と配力筋の影響を表す項、 β_n はプレストレスの影響を考慮する項、 $\beta_d = \sqrt[4]{1/d}$ 、 d ：主鉄筋の有効高さ、 $f_{vmcd} = 0.32\sqrt[3]{f'_{cd}}$ 、 f'_{cd} ：コンクリート圧縮強度、 $b_{w,e}$ ：腹部の幅である。特に、 α_e は乾燥条件では 1.0、湿潤条件では 0.69 である。また鉄筋比の影響を表す項は、 $\beta_{p1} = (100p_1)^{\{ \frac{1}{3} + 0.5(100p_2) \}}$ 、

$\beta_{p2} = 1 + 0.125 \frac{p_2}{p_1}$ で表され、 p_1 ：主鉄筋比、 p_2 ：配力鉄筋比である。

・S-N 曲線式

$$S = \frac{P}{2V_{bc}} = 1 - K \log N \quad (2)$$

ここで、乾燥条件の場合 $K=0.057$ 、湿潤条件の場合 $K=0.061$ 、 P ：輪荷重、 N ：繰返し回数である。

本研究では、式(1)と(2)、および参考文献 1)で提案した輪荷重走行試験における階段状漸増载荷（変動荷重）の評価法に基づいて、疲労耐久性評価を行う。

3. 検討に用いた接合部の輪荷重走行試験データ

参考文献 2)-6)で報告されている接合部を有するプレキャスト PC 床版 6 体の輪荷重走行試験結果を検討に用いた。接合部の断面図および鉄筋形状の概略を図-1 に示し、以降、それぞれ供試体 A-E と呼ぶ。

接合部ではプレキャスト部分と現場打ち部分の間に界面が存在しており、繰返し移動輪荷重によって生じる橋軸直角方向のひび割れおよび梁状化は、この面に沿って発生すると考えられる。このため、今回の疲労耐久性評価では、式(1)における腹部の幅 $b_{w,e}$ を接合部の橋軸方向の上側の幅とした。

また、配力筋比は継手の橋軸方向鉄筋から算出する。接合部では、両側のプレキャスト床版から交互に継手鉄筋が差し出されているため、一般部と比較して配力筋比は高いものと考えられる。今回の検討では、一般部から算出される配力筋比の 2 倍とした。なお、継手鉄筋の端部に付属する拡径部分の影響は考慮しない。

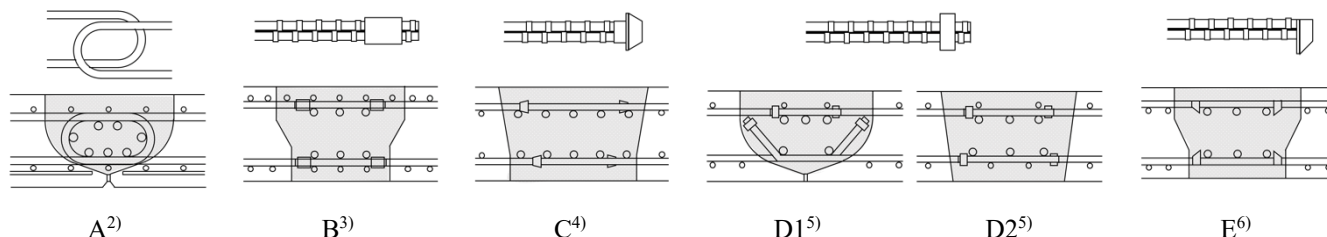


図-1 検討に用いた床版接合部の断面および継手鉄筋形状の概略

キーワード 継手、プレキャスト PC 床版、輪荷重走行試験、疲労耐久性

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学 51 号館 16 階 01 室 佐藤研究室 TEL03-5286-3852

4. 疲労寿命の算出結果と実験結果との比較

表-1 に実験における疲労寿命と算出した疲労寿命およびせん断耐力を示す。供試体 B および C では接合部界面からの漏水を確認する目的で、一部水張り状態での繰返し载荷を行なっているため、水張り载荷の間は環境条件を表す係数 α_e を考慮して疲労寿命を算出した。供試体 D1, D2 および E では、载荷停止中に漏水確認のための水張りを行なっているが、これは考慮しないものとした。図-2 に疲労寿命の実験値と算出値の比較を示す。実験疲労寿命は算出疲労寿命の 1.2 倍～5 倍程度となり、全ての供試体で実験疲労寿命のほうが長かった。一般に接合部の配筋比は一般部よりも高いことに加えて、ループや端部ヘッドの効果により継手鉄筋が接合部コンクリート内部に圧縮力を付与しているとも考えられることから、プレキャスト PC 床版の接合部では一般部よりも耐力および疲労耐久性が高い可能性がある。

供試体 B および C の一部水張り载荷による湿潤状態を考慮しない場合の算出結果を青色のプロットで図-2 に合わせて示す。算出疲労寿命は供試体 B が約 53 万回、供試体 C が約 540 万回となり、湿潤状態を考慮した場合と比較して、供試体 C は実験値と計算値が大きく乖離した。実験において供試体 C は水張り载荷の回数が計 30.6 万回と長期間である。このことから、水中における疲労耐久性低下を意図していない、漏水確認を目的とした水張りであっても、長期間に及ぶ場合は、疲労耐久性低下の影響を無視できないと考えられる。

5. まとめ

- 繰返し移動輪荷重を受ける RC および PC 床版の疲労耐久性評価式に基づき、異なる継手鉄筋形状を有する計 6 体の床版供試体のプレキャスト PC 床版接合部の疲労耐久性の定量的評価法を提示した。
- 継手鉄筋を配筋、接合部の橋軸方向の幅を梁状化の幅と考えることで、床版供試体接合部の疲労寿命を算出し、実験疲労寿命と比較した結果、全ての供試体で実験疲労寿命よりも疲労寿命は低く算出され、その値は 1.2 倍～5 倍であった。

参考文献

- 1) 竹田京子, 佐藤靖彦: 輪荷重走行試験における PC 床版の疲労寿命予測に関する検討, 第 27 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.173-176

表-1 疲労寿命と算出せん断耐力

	疲労寿命の実験値(回)	疲労寿命の計算値(回)	$V_{bc}(kN)$
A	約 467800	329534	222
B	約 870000(*)	484870	245
C	577000	480619	397
D1	552565	100009	215
D2	423500	101964	248
E	328000	100842	213

(*)87 万回载荷後未破壊の供試体。

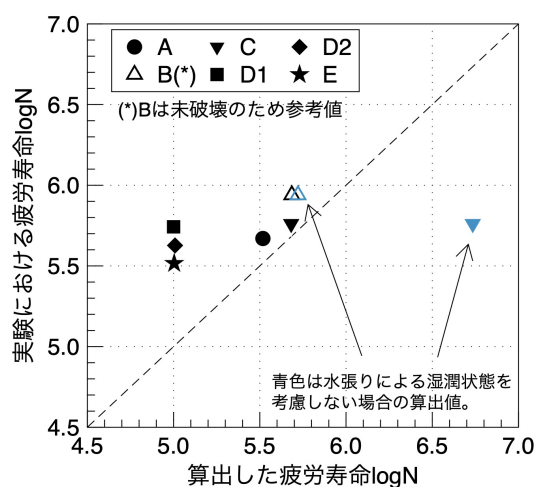


図-2 疲労寿命の実験値と算出値の比較

- 2) 佐々木保隆 他: RC ループ継手を有するプレキャスト PC 床版の輪荷重载荷試験, 第 1 回鋼橋床版シンポジウム講演論文集, pp.155-160
- 3) 福永靖雄 他: 機械式定着を併用した重ね継手を有するプレキャスト PC 床版の輪荷重走行疲労試験, 土木構造・材料論文集第 28 号, pp.39-46
- 4) 三加崇 他: 端部拡張鉄筋を用いたプレキャスト PC 床版継手の開発, 第 26 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.199-204
- 5) 久徳貢大 他: 新しい継手構造を適用したプレキャスト PC 床版の疲労耐久性確認試験, 第 27 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.375-378
- 6) 高木祐介 他: 半楕円形状に拡張加工した鉄筋を用いたプレキャスト PC 床版継手の開発, 第 27 回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集, pp.371-374