

# 論文 プレキャスト取替RC床版橋の輪荷重走行疲労実験による耐疲労性の評価

重松 伸也\*1・阿部 忠\*2・木村 延久\*3・鈴木 健\*4

**要旨：**本研究は、小支間で幅員方向に並列するプレキャスト取替 RC 床版橋の輪荷重走行疲労実験を実施し、耐疲労性の検証を行った。その結果、間詰部を設けない供試体 A の等価走行回数に対して間詰部を輪荷重直下および輪荷重端部に設けた供試体 B, C はそれぞれ 40 %, 18 % 低下するものの、いずれも 100 年に以上の耐久性が得られた。耐久性の低下の要因である供試体 B, C の間詰部界面の開閉幅は、曲げの影響を受ける供試体 B は最大 0.51mm, せん断の影響を受ける供試体 C は 0.25mm であった。開閉幅が耐疲労性に及ぼす結果となったが、耐久性が十分確保されていることから実用的であると考えられる。  
**キーワード：**取替 RC 床版橋, 輪荷重走行疲労実験, 耐疲労性, 開閉幅

## 1. はじめに

近年、道路橋 RC 床版の劣化や補強済みの床版も再劣化により、取替工事が余儀なくされている。現在、開発されている取替床版の多くは、鋼主げた上の橋軸方向に順次設置する工法が多い。一方、既往のプレキャスト RC 床版橋は支間 2m ～ 6m 程度であり、橋台上を支間とし、幅員方向は並列させるのみであり、接合部が一体化されていない。よって、橋台間を支間とし、幅員方向に並列した後、一体化した床版橋が必要となる。本提案するプレキャスト取替 RC 床版橋は、輸送が可能な幅 2.3m 以下とし、プレキャスト床版の接合部に突起付き鉄筋を用いた継手構造を有し、幅員方向に設置した後、間詰部にコンクリートを打ち込みして一体化する構造である。

そこで本研究は突起付き鉄筋の引抜き試験を行い、継手部の構造特性を検証した。次に上部工本体である幅員方向に並列するプレキャスト取替 RC 床版橋の輪荷重走行疲労実験を実施し耐疲労性の検証を行った。まず、供試体には橋軸方向を支間とする間詰継手部を設けない RC 床版橋と幅員方向の中央および輪荷重端部直下に間詰継手部を設けた取替 RC 床版橋を用いて、間詰継手部の輪荷重走行による間詰部の開閉幅について検証した。

## 2. 既設プレキャスト床版橋の損傷状況

既設プレキャスト床版橋の損傷事例を写真-1に示す。写真-1(1)は橋長 3.0m, 幅員 6.5m の床版橋であり、橋面中央の支間方向の目地部にひび割れが発生し、幅員方向には橋台端部上やプレキャスト版目地部に漏水も見られる。次に写真-1(2)は橋長 4.3m, 幅員 6.6m であり、上面は支間方向のプレキャスト版の目地部全面にひび割



1) 上面  
2) 下面  
(1) 既設プレキャスト床版橋



1) 上面  
2) 下面  
(2) 既設プレキャスト床版橋

写真-1 プレキャスト床版橋の損傷事例

れが発生している。とくに、橋台内側から 1.0m 区間には幅員方向にひび割れが発生し、ほぼせん断領域において発生している。下面も目地部全面に漏水が見られる。

以上より、幅員方向に並列するプレキャスト取替床版橋においては、継手構造を設けて一体化する必要があると考えた。

## 3. 円形突起を用いた継手構造および引抜き試験

### 3.1 円形突起を用いた継手構造

本提案するプレキャスト取替 RC 床版橋は、地方自治体が管理する支間 2.0m ～ 6.0m の道路橋を対象とし、橋台

\*1 日本大学 生産工学研究科土木工学専攻博士後期課程 (正会員)

\*2 日本大学 名誉教授 博士 (工) (正会員)

\*3 (株) 小野工業所

\*4 (株) 小野工業所 技術部

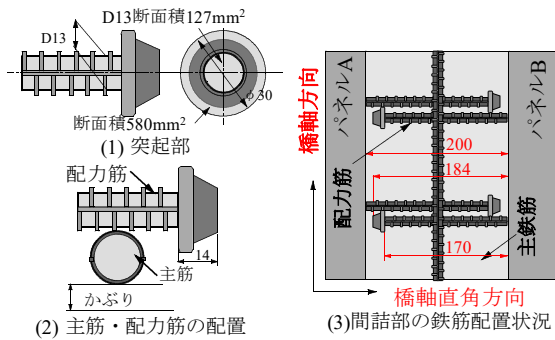


図-1 円形突起および配置状況

間を支間とし、プレキャスト RC 床版を幅員（橋軸直角）方向に並列し、間詰部にコンクリートを打ち込んで一体化した床版橋である。従来のプレキャスト取替 RC 床版<sup>1)</sup>は、鋼上げた上の橋軸方向に並列し間詰部にコンクリートを打ち込み一体化するものである。

よって、橋軸方向が主筋で、間詰部のある幅員方向は配力筋となる。本供試体の間詰部の継手構造は図-1(1)に示すように D13 の鉄筋を用い、φ 30mm の円形、側面を台形とした突起形状であり、支圧面積は 580mm<sup>2</sup> となる。

次に、配置状況とかぶりの関係は図-1(2)に示すように、橋軸方向の主筋の内側に円形突起付きの配力筋を配置することから道路橋示方書・同解説<sup>2)</sup>（以下、道示とする）に規定されるかぶり<sup>3)</sup>が十分満足できる配置となる。間詰部の配置形状は図-1(3)に示すように、間詰部間を 200mm、鉄筋継手長を 170mm、鉄筋全長 184mm とした。最後に間詰部にコンクリートを打ち込み一体化するものである。

### 3.2 円形突起鉄筋の引抜き試験<sup>3)</sup>

#### (1) 引抜き試験概要

本実験に用いる間詰部の継手部に設ける円形突起鉄筋とコンクリートの付着性能を検証するために引抜き試験を実施し、荷重と変位の関係を検証した。

#### (2) 引抜き試験用供試体

引抜き試験用供試体は、図-1(3)に示す、プレキャスト RC 床版間の間詰部の継手構造を考慮した。コンクリートの要求性能は材齢 28 日で 48.3N/mm<sup>2</sup> を発現するコンクリートとする。ここで、本実験に用いたコンクリートの配合条件を表-1に示す。

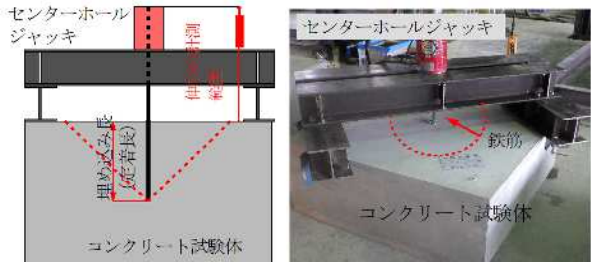
一般的に間詰部コンクリートは、現場での施工時間を 8 時間以内として、要求性能は材齢 3 時間で道示<sup>2)</sup>に規定するコンクリートの設計基準強度 24N/mm<sup>2</sup> 以上、材齢 14 日で 40N/mm<sup>2</sup> 以上確保できる配合である。そこで、引抜き試験に用いるコンクリートの強度は材齢 14 日で 40N/mm<sup>2</sup> を目標とした。本供試体のセメントには普通ポルトランドセメントに最大粗骨材寸法 20mm の碎石、最大細骨材

表-1 引抜き試験用コンクリートの配合条件

スランブ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				減水剤	AE剤
			セメント	水	細骨材	粗骨材 15mm 20mm		
12	35.0	43.2	443	155	732	484 484	3.1	3.99

表-2 引抜き試験用鉄筋の種類および材料特性値

供試体	コンクリート 圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	鉄筋(SD345 D13)				
		突起状況	公称断面 (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 (N/mm <sup>2</sup> )
D13-330	48.3	突起なし	126.7	366	539	200
D13-200		円形突起				
D13-150		円形突起				



(1) 供試体

(2) 実験状況

図-2 引抜き試験の概要

寸法 5mm の砕砂を用い、材齢 14 日で 40N/mm<sup>2</sup> 以上を目標とした配合条件を表-1に示す。次に、引抜き試験に用いる鉄筋および円形突起鉄筋には SD345 D13 を用いた。ここで、鉄筋の種類、材料特性値を表-2に示す。

#### (3) 引抜き試験用の埋め込み長

継手長の算定は道示<sup>2)</sup>に基づいて式(1)より算定した。なお、間詰部に用いるコンクリートを想定して、圧縮強度を 40N/mm<sup>2</sup> とした。

$$L_a = (\sigma_{sa}/4\tau_{0a}) \times \phi \quad (1)$$

ここに、 $L_a$ ：付着応力度より算出する重ね継手長 (mm)、 $\sigma_{sa}$ ：鉄筋の引張応力度、 $\tau_{0a}$ ：コンクリートの付着応力度、 $\phi$ ：鉄筋径

フック付き鉄筋の継手長  $L_l$  は道示<sup>2)</sup> より式(2)として与えられている。

$$L_l = L_a \times 2/3 \quad (2)$$

異形鉄筋 SD345 D13 の継手長を式(1)より算出し、これを考慮して埋め込み長を 330mm とした。円形突起付き鉄筋は式(2)より算出し、これを考慮して埋め込み長を 200mm とし、表-2に示す。供試体名称をそれぞれ D13-330、D13-200 とした。また、円形突起付き鉄筋の継手長の 75%、150mm の場合についても引抜き試験を行うこととした。この供試体名称を D13-150 とした。

#### (4) 試験体および実験方法

引抜き試験の概略を図-2に示す。試験体は基本的な正方形とし鉄筋を図-2(1)に示す鉄筋を配置する。母材コンクリートは引抜き試験で 45 度の円錐形に破壊することを想定して、母材コンクリートの寸法を決めた。

試験方法は、図-2(2)に示すように埋め込んだ先端

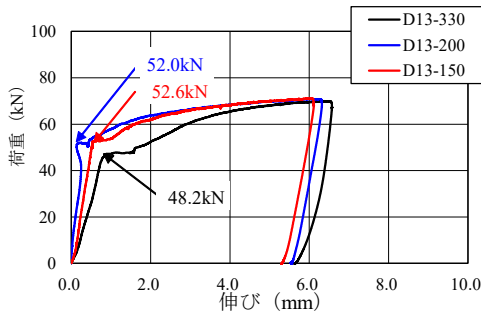


図-3 荷重と伸びの関係

部から 45 度の円錐形範囲を避けて、引抜きジャッキ支持治具を設置し、引抜きはセンターホールジャッキ 200kN を用いた。引抜き試験の範囲は、センターホールジャッキストロークの条件から 15mm~110mm の範囲とし、最大荷重の上限を設定せず、ストローク限界まで引抜き試験を実施した。伸びは、センターホールジャッキチャック頭部からコンクリート供試体埋め込み部までとした。実験においては鉄筋が破断する直前まで荷重を載荷し、破断する前に試験を終了した。

### 3.3 引抜き試験の結果および考察

引抜き試験による荷重と伸びの関係を図-3に示す。鉄筋 SD345 D13 を 330mm 埋め込みした供試体 D13-330 の弾性限度の最大荷重は 48.2kN、伸びは 0.88mm であった。また、D13 に円形突起を設け、200mm 埋め込みした供試体 D13-200 の最大荷重は 52.0kN、伸びは 0.20mm であった。なお、図-3に示すように荷重 50kN 付近でひずみの減少が見られるが、これは供試体内部にひび割れが発生したことによるものと考えられる。次に、供試体 D13-150 は最大荷重 52.6kN、伸びは 0.59mm であった。最大荷重を D13-200 と D13-150 を比較すると最大荷重はほぼ同等であるが伸びは D13-150 の供試体が D13-200 の 2.95 倍であった。破壊はコンクリートコーン破壊に伴う円形のひび割れ損傷が発生しているものの鉄筋の破断は見られなかった。

以上より、本供試体の継手長は、鉄筋と円形突起設置を比較して D13-150 の供試体にて引張強度が得られたので、図-1に示す通り 170mm とした。

## 4. プレキャストRC床版供試体の使用材料・寸法

### 4.1 使用材料

取替 RC 床版供試体の RC 床版部のコンクリート材料には、普通ポルトランドセメントに最大粗骨材寸法 20mm の砕石、最大細骨材寸法 5mm の砕砂を使用し、配合条件を表-3に示す。取替 RC 床版の要求性能は、コンクリートの圧縮強度を 40N/mm<sup>2</sup> を目標とした。主鉄筋には SD 345, D16 を用いた。ここで、材齢 28 日のコンクリート圧縮強度および鉄筋の材料特性値を表-4に示す。

表-3 コンクリートの配合条件

供試体	スランブ (cm)	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				混和剤 (kg/m <sup>3</sup> )
				セメント	水	細骨材	粗骨材	
RC床版	21±2.5	38.0	46.8	461	175	790	932	4.61
間詰部	21±2.5	35.0	45.0	500	175	767	923	5.25

表-4 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 (SD345)				
		鉄筋の種類	鉄筋径 (mm)	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	56.4	主鉄筋	D16	383	531	200
		配力筋	D13	365	510	200
間詰部	55.8	主鉄筋	D16	383	531	200
		突起鉄筋	D13	389	576	200

間詰部のコンクリートには、実橋では超速硬コンクリートが用いられるが、本供試体は超速硬コンクリートの圧縮強度と同等の要求性能とし、コンクリートの圧縮強度を 40N/mm<sup>2</sup> を目標とする配合条件とした。よって、普通ポルトランドセメントに最大粗骨材寸法 20mm の砕石、最大細骨材寸法 5mm の砕砂を使用し、配合条件を表-3に併記する。また、主鉄筋は RC 床版部と同間隔となるよう D16 を 1 本配置した。次に、配力筋は図-1に示す間詰部が 200mm であり、円形突起鉄筋を継手長 170mm、全長 180mm で配置した。20mm の差は、間詰部コンクリートに用いた最大粗骨材寸法 20mm のあきを考慮した。ここで、材齢 28 日の間詰部のコンクリート圧縮強度および鉄筋の材料特性値を表-4に併記する。表-4より、RC 床版部の材齢 28 日のコンクリートの圧縮強度は 56.4N/mm<sup>2</sup> と要求性能である 40N/mm<sup>2</sup> 以上は確保されている。次に、間詰部のコンクリートの発現強度は、材齢 3 時間で 34.9 N/mm<sup>2</sup>、材齢 14 日は 48.3N/mm<sup>2</sup>、材齢 28 日で 55.8N/mm<sup>2</sup> あった。

### 4.2 供試体寸法および鉄筋配置

支間 2.0m の RC 床版橋の床版厚を B 活荷重で設計した場合の厚さは最小厚は 250mm である<sup>2)</sup>。そこで、本論文では厚さを 180mm、すなわち RC 床版橋の 72 % である。よって、28 % 縮小モデルとなる。本提案する取替 RC 床版供試体は、打ち継ぎ目を設けない RC 床版 (供試体 A)、輪荷重直下に間詰部 (供試体 B) および輪荷重端部に間詰部 (供試体 C) を設けた供試体の 3 タイプとした。それぞれの寸法を図-4に示す。

#### (1) 供試体A

供試体 A の寸法は図-4(1)に示すように、支間 2000mm、全長 2200mm、幅 1600mm、床版厚 180mm とした。引張側主鉄筋には D16 を 125mm 間隔で配置した。圧縮側は 1/2 の鉄筋量とした。次に、配力筋は引張側、圧縮側ともに D13 を 125mm 間隔とした。

#### (2) 供試体B

供試体 B の寸法は図-4(2)に示すように、外形寸法は供試体 A と同様である。供試体は幅員方向中央に幅

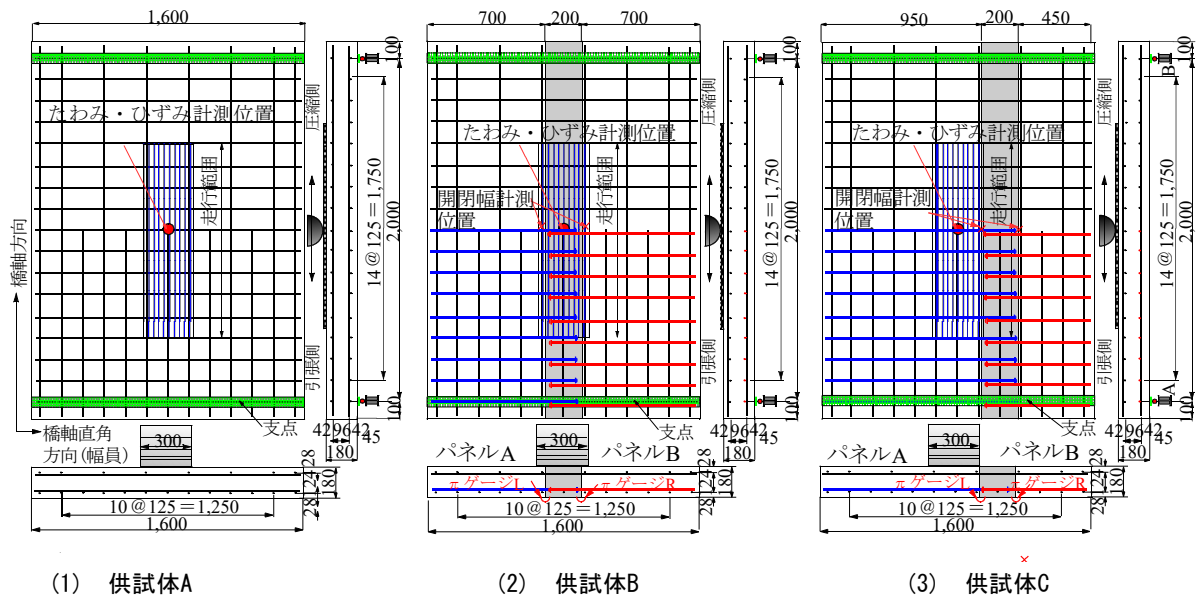


図-4 供試体寸法および鉄筋配置

200mmの間詰部を設けた。RC床版部左側のパネルAの寸法は支間2000mm幅700mmとし、主鉄筋は供試体Aと同様にD16mmを125mm間隔で配置し、圧縮側は1/2の鉄筋量とした。配力筋は、引張側には図-1に示すD13の円形突起を125mm間隔で配置した。右側のパネルBも同様の鉄筋配置とした。左右のパネルの側面には3mmの凹凸を設けた。間詰部の幅は200mmとし、突起付き鉄筋の継手全長は184mmとした。

### (3) 供試体C

供試体Cの寸法は図-4(3)に示すように、外形寸法は供試体Aおよび同様である。供試体Cは輪荷重の右端部直下に幅200mmの間詰部を設け、間詰部端部上を輪荷重が走行することによる接合面のはく離による開閉幅の検証を行った。よって、RC床版部左側のパネルA寸法は支間2000mm幅950mmとし、主鉄筋は供試体Aと同様にD16mmを125mm間隔で配置し、圧縮側は1/2の鉄筋量とした。配力筋は、供試体Bと同様に引張側には円形突起を設けたD13を125mm間隔で配置した。右側のパネルBの寸法は幅450mmとし、鉄筋配置間隔は供試体A、Bと同様とした。左右のパネルの側面には3mmの凹凸を設けた。間詰部の幅は200mmとし、突起付き鉄筋の継手全長は184mmとした。

以上より、供試体は3タイプとし、供試体Aの等価走行回数を基準に間詰部を設けた供試体BおよびCの耐疲労性を評価する。また、供試体B、Cについては、間詰部左右の接合面の開閉幅について考察する。

## 5. プレキャストRC床版の実験方法および等価走行回数

### 5.1 実験概要

供試体の耐疲労性評価においては、写真-2に示す輪荷



写真-2 輪荷重走行疲労試験の状況

重走行疲労試験機を用いた。実験は図-4に示す供試体の幅員方向の中央を橋軸方向に1,200mm走行させる疲労試験を実施した。支持条件は、2辺単純支持とした。

### 5.2 輪荷重走行疲労実験方法

輪荷重走行疲労試験は、供試体中央に幅300mmの輪荷重を橋軸方向に1,200mmの範囲を繰返させた。また、輪荷重走行疲労試験における初期荷重は100kNで20,000回走行し、20,000回ごとに荷重を20kN増加し、160kN以降は170kNで、破壊するまで走行させた。各実験において輪荷重走行1, 10, 100, 1,000, 5,000回および5,000回以降は5,000回走行ごとにたわみを計測した。

### 5.3 走行疲労実験における等価走行回数

本実験における輪荷重走行疲労試験は、等価走行回数 $N_{eq}$ を算出して耐疲労性を評価する。等価走行回数の算定式は式(1)として与えられる。なお、式(3)における基準荷重 $P$ は道示<sup>2)</sup>に規定するT荷重100kNの72%、すなわち72kNに安全率を考慮した85kNとして等価走行回数を算出した。S-N曲線の傾きの逆数 $m$ の絶対値には松井らが提案するRC床版のS-N曲線式の12.7を適用した<sup>4)</sup>。

$$N_{eq} = \sum_{i=1}^n (P_i/P)^m \times n_i \quad (3)$$

ただし、 $P_i$  : 載荷荷重 (kN),  $P$  : 基準荷重 (= 85kN),  $n_i$  : 実験走行回数 (回),  $m$  : S-N 曲線の傾きの逆数 (= 12.7)

## 6. プレキャストRC床版の結果および考察

### 6.1 等価走行回数および等価走行回数比

輪荷重走行疲労試験の等価走行回数を表-5に示す。

間詰部を設けない供試体 A の等価走行回数は式(3)より算出すると  $167.832 \times 10^6$  回であった。破壊は支点 A から 30cm 付近でせん断破壊となった。

次に、間詰部を幅員方向中央に設けた供試体 B は、曲げ作用により間詰部接合面のはく離に伴う開閉幅が大きく、これに伴って中央のたわみが大きくなり支点 A から 50cm 付近で曲げ破壊となった。等価走行回数は  $101.301 \times 10^6$  であり、供試体 A の等価走行回数との比は 0.60 である。しかし、破壊年数は道示<sup>2)</sup>が規定する大型車両の 1 日 1 方向の計画交通量を 2000 台とすると路面が乾燥状態の場合の破壊年数は 139 年となり、寿命年数は 100 年<sup>2)</sup>を超えている。

一方、輪荷重を、間詰部左端部直上を走行させた供試体 C は、間詰部側面にせん断作用が及ぼした場合を想定した載荷状態である。破壊は支点 A から 50m 付近で曲げ破壊となった。等価走行回数は  $137.891 \times 10^6$  であり、供試体 A の等価走行回数との比は 0.80, 供試体 B との比は 1.25 である。また、破壊年数は 188 年である。

以上より、間詰部を設けない供試体 A に対して、間詰部を輪荷重直下および間詰部端部直上に輪荷重が走行した供試体 B, C の等価走行回数はそれぞれ 40%, 18% 低下するものの、破壊年数においても 100 年以上の寿命が得られた。

### 6.2 ひずみと等価走行回数の関係

輪荷重走行疲労実験におけるひずみと等価走行回数の関係を図-5に示す。鉄筋ひずみは図-4に示す橋軸方向支間の中央である。また、鉄筋の降伏ひずみは材料特性値より  $1,915 \times 10^{-6}$  であり、図-5に併記する。

図-5より、供試体 A の等価走行回数 9 回での主鉄筋ひずみは  $436 \times 10^{-6}$  であった。その後、等価走行回数の増加によりひずみも増加した。主鉄筋が降伏ひずみに  $1,915 \times 10^{-6}$  に達した等価走行回数は  $132.000 \times 10^6$  回であった。最大等価走行回数  $167.832 \times 10^6$  回のひずみは  $2,125 \times 10^{-6}$  であった。

次に供試体 B は、幅員方向中央の曲げを受ける位置に間詰部を設けた供試体である。よって、床版に配置された鉄筋端部が円形突起で継手部中央のひずみである。等価走行回数 9 回での主鉄筋ひずみは  $446 \times 10^{-6}$  であり

表-5 等価走行回数および等価走行回数比

供試体名称	実験および等価走行回数(回)	等価走行回数比	破壊モード
供試体A	$n$	94,000	—
	$N_{eq}$	167,832,311	
供試体B	$n$	84,001	0.60
	$N_{eq}$	101,301,764	
供試体C	$n$	89,500	0.82
	$N_{eq}$	137,891,954	

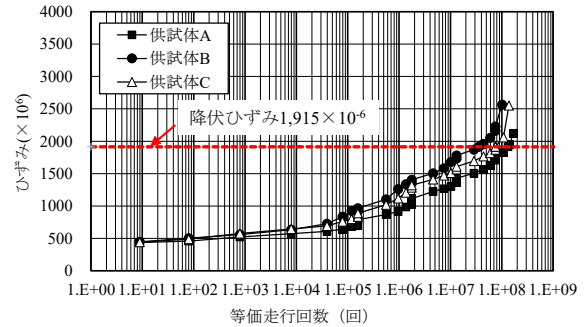


図-5 ひずみと等価走行回数の関係

供試体 A とほぼ同等である。主鉄筋の降伏ひずみに達した等価走行回数は  $35.900 \times 10^6$  回であり供試体 A の 27% の等価走行回数である。最大等価走行回数  $101.301 \times 10^6$  回のひずみは  $2,564 \times 10^{-6}$  であった。

供試体 C は、床版中央から 150mm の位置に間詰部を設けた供試体であり、間詰部端部に輪荷重が作用しせん断作用を受ける供試体である。等価走行回数 9 回での主鉄筋ひずみは  $441 \times 10^{-6}$  であり供試体 A および B とほぼ同等である。主鉄筋の降伏ひずみに達した等価走行回数は  $74.685 \times 10^6$  回であり供試体 A の 57%, 供試体 B の 2.0 倍の等価走行回数である。最大等価走行回数  $137.851 \times 10^6$  回のひずみは  $2,552 \times 10^{-6}$  であった。

以上より、主鉄筋の荷重と等価走行回数の関係において、曲げの影響およびせん断の影響を考慮した供試体 B, C は、間詰部を設けない供試体 A に対して降伏ひずみに達した等価走行回数のそれぞれ 27%, 57% であった。

### 6.3 たわみと等価走行回数の関係

たわみの計測位置は供試体 A と同様に供試体中央である。たわみと等価走行回数の関係を図-6に示す。

供試体 A の等価走行回数 9 回での床版中央のたわみは 1.2mm であった。輪荷重の走行にともないたわみも増加した。主鉄筋が降伏した時点の等価走行回数  $132.000 \times 10^6$  回のたわみは 7.25mm であった。最大等価走行回数  $167.832 \times 10^6$  回のたわみは 9.35mm であった。

次に、供試体 B の等価走行回数 9 回でのたわみは 1.30mm であった。主鉄筋が降伏ひずみに達した等価走行回数  $35.900 \times 10^6$  回のたわみは 6.67mm であり、最大等価走行回数  $101.301 \times 10^6$  回のたわみは 9.80mm であった。

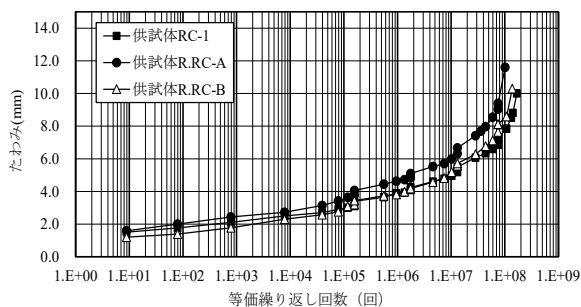


図-6 たわみと等価走行回数の関係

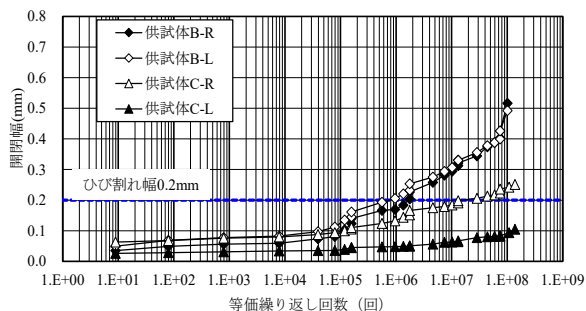


図-7 間詰部接合面の開閉幅と等価走行回数の関係

また、供試体 C の等価走行回数 9 回でのたわみは 1.30mm であった。主鉄筋の降伏ひずみに達した等価走行回数  $74.685 \times 10^6$  回のたわみは 7.44mm であり、最大等価走行回数  $137.851 \times 10^6$  回のたわみは 9.98mm であった。

以上より、たわみと等価走行回数の関係においては、せん断の影響を考慮して荷重した供試体 C に対して、曲げの影響を考慮した供試体 B のたわみの増加が大きくなる結果が得られた。

#### 6.4 間詰部接合面の開閉幅と等価走行回数の関係

橋軸方向支間中央の左右間詰部接合面の開閉幅と等価走行回数の関係を図-7に示す。開閉幅は間詰部接合面に  $\pi$  ゲージを用いて計測し、左側間詰部の L、右側を R として図-7に示す。また、橋梁定期点検要領に示す最小認識ひび割れ幅 0.2mm も図-7に併記した<sup>5)</sup>。

供試体 B-L の等価走行回数 9 回での開閉幅は 0.04mm、供試体 B-R は 0.05mm であり、等価走行回数  $0.157 \times 10^6$  回付近から開閉幅が大きくなった。橋梁定期点検要領に示すひび割れ幅は 0.2mm に達した等価走行回数は供試体 B-L が  $1.753 \times 10^6$  回、供試体 B-R は  $0.955 \times 10^6$  回であり、やや右側の開閉幅は小さいが、最大等価走行回数  $101.301 \times 10^6$  回の開閉幅はそれぞれ 0.51mm、0.49mm と同等であった。

次に、供試体 C-L の等価走行回数 9 回での開閉幅は 0.06mm、供試体 C-R は 0.03mm であり、荷重直下の L のひびわれ幅は右側 R より大きい。ひび割れ幅 0.2mm に達した等価走行回数は C-L が  $28.462 \times 10^6$  回、供試体 C-R は 0.2mm に達していない。等価走行回数  $137.851 \times 10^6$  回の開閉幅はそれぞれ 0.25mm、0.10mm で

あった。

以上より、曲げの影響を考慮した供試体 B の間詰部の開閉幅はほぼ左右対称に増加し、せん断の影響を考慮した供試体 C は輪荷重端部直下の開閉幅が大きくなるものの供試体 B のほぼ 1/2 であった。

#### 7. まとめ

(1) 引抜き試験の結果において、鉄筋 SD345、D13 の継手長 330mm と円形突起を設けた継手長 150mm の最大荷重を比較すると、円形突起を設けた継手構造が 1.1 倍向上し伸びは 33% 下回った。よって本供試体の継手長 170mm とした。これは道示<sup>2)</sup>による式(2)の 85% の継手長である。

(2) 等価走行回数において、間詰部を設けない供試体に対して、幅員方向中央に間詰部を設け継手部直上に輪荷重を荷重した供試体は、等価走行回数が 40% 低下した。また、輪荷重直下端部に間詰部を設けた供試体はせん断力を受け等価走行回数が 18% 低下した。ただし、等価走行回数より得られた耐久年数はそれぞれ 139 年、188 年となり、実橋においては十分耐久性が確保されている結果が得られた。

(3) ひずみ・たわみの関係では、間詰部を設けない供試体に対して、間詰部が曲げを受ける場合のたわみおよび床版中央主鉄筋のひずみの増加は大きくなる。また、せん断の影響を考慮した供試体は曲げを受けた場合と比較してたわみ、ひずみの増加が抑制されている。

(4) 開閉幅については、曲げの影響を考量した場合は、左右の開閉幅が、橋梁定期点検要領に示すひび割れ幅 0.2mm に達した等価走行回数は  $0.955 \times 10^6$  回であり、かなり早い段階でひび割れ幅 0.2mm に達している。一方、せん断の影響を受けた場合の開閉幅は曲げを受けた供試体 B の 1/2 程度の開閉幅である。よって、幅員方向にプレキャスト床版を並列する場合は、輪荷重の走行位置にの検討が必要となる。

#### 参考文献

- 1) 阿部忠、小野晃良、木内彬喬、高橋明彦、大西弘志、久田真：取替 RC 床版の押抜きせん断耐力および疲労寿命推定法に関する実験研究、構造工学論文集、2020 年 66A、pp741-751、2020.3
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I、II、III、2017
- 3) 土木学会：鉄筋定着・継手指針、2007
- 4) 松井繁之：道路橋床版設計・施工と維持管理、森北出版、2007
- 5) 国土交通省：橋梁定期点検要領、2014、2019