

論文 高さの異なる誘導板付き伸縮装置を設置したRC床版の輪荷重走行疲労実験による耐疲労性の評価

佐々木 茂隆^{*1}, 阿部 忠^{*2}, 金子 昌明^{*3}, 木村 延久^{*4}

要旨：本研究は、誘導板を設けた伸縮装置の耐疲労性の評価に関する実験研究である。その結果、高さ 70mm の従来型の荷重集中型伸縮装置を設置した RC 床版の等価走行回数に対して荷重分布型伸縮装置を設置した RC 床版の等価走行回数は 7.05 倍となった。また、高さ 90mm の荷重分布型伸縮装置は 14.30 倍、高さ 70mm の荷重分布型伸縮装置を設置した RC 床版の 2.03 倍となった。この要因として、荷重分布型伸縮装置は下面に幅 210mm、長さ 1,600mm、厚さ 9mm の縞鋼板を設けたことにより、輪荷重が広範囲に分布され、たわみ・ひずみ増加が抑制された結果によるものである。

キーワード：RC 床版、荷重分布型伸縮装置、耐疲労性、破壊モード

1. はじめに

近年、道路橋の伸縮装置が老朽化により取替工事が行われている。その多くの原因は大型車両の荷重変動に伴う衝撃による破損であると考えられる。関口ら¹⁾は東京都が管理する道路橋伸縮装置の補修サイクルの実績結果を報告している。これによると、都内では 3～15 年と比較的短く、平均で 10 年程度と報告されている。その原因の 1 つに伸縮装置を大型車両が通過する際に発生する荷重変動に伴う衝撃などがある。例えば、土木研究所²⁾による調査報告では、総重量 21ton (205kN) の大型車両が段差量 20mm を通過する際に発生する荷重変動は最大 10.5ton であり、軸重量の 2.77 倍の荷重が作用している。また、伸縮装置に作用する衝撃係数においても 0.4 以上が作用する結果も報告されている²⁾。これらの荷重変動および荷重変動に伴う衝撃力によるものと考えられる。これらの課題を解決するために、従来の伸縮装置の下面に荷重分布鋼板を設けた荷重分布型伸縮装置が開発された³⁾。荷重分布型伸縮装置について筆者ら³⁾は、RC はりに上に設置して定点疲労実験を行い、耐疲労性の評価に関する実験研究を行っている。これによると、従来型の伸縮装置を模擬した伸縮装置を設置した RC はりに対して荷重分布型伸縮装置を設置した RC はり、および接着剤を塗布して設置した RC はりの繰り返し回数は大幅に向上し、耐疲労性が評価できる伸縮装置である結果が報告されている。しかし、実橋においては橋台や RC 床版上に設置され、輪荷重が走行し、これを再現した輪荷重走行疲労実験は行われていないのが現状である。

そこで本研究では、積雪地域の除雪車走行に対応する傾斜が設けられた誘導板⁴⁾を備え、誘導板の下面に荷重

分布鋼板を設けた荷重分布型伸縮装置³⁾を用いて輪荷重走行疲労試験を実施し、耐疲労性を検証し、実用性を評価する。実験においては従来型の誘導板付き伸縮装置を設置した RC 床版、同一寸法の誘導板付き荷重分布型伸縮装置（高さ 70mm）および 20mm 高くした誘導板付き荷重分布型伸縮装置（高さ 90mm）を設置した RC 床版を用いた。また、構造特性としてたわみ、ひずみ、破壊状況から実用性を評価した。

2. 使用材料および伸縮装置の寸法

2.1 供試体材料

(1) RC床版の使用材料

伸縮装置を設置する RC 床版のコンクリートには、普通セメントと 5mm 以下の砕砂および 5mm～20mm の砕石を使用した。コンクリートの設計基準強度は、道路橋示方書・同解説（以下、道示とする）⁵⁾に規定する 24N/mm² を目標とした。ここで、配合条件を表-1、材料特性値を表-2 に示す。材齢 28 日でのコンクリートの圧縮強度は 31.2N/mm² である。次に、供試体の鉄筋には SD345、D13 を用い、降伏強度は 380N/mm² である。

(2) 伸縮装置に用いた鋼材

従来型の伸縮装置および荷重分布型伸縮装置の主部材である縦鋼板には厚さ 12mm の溶接構造用圧延鋼材 SM400、誘導板には厚さ 9mm の一般構造用圧延鋼板 SS400 を用いた。また、荷重分布鋼板には超速硬コンクリートとの付着力を高めるために厚さ 9mm の縞鋼板（SS400 相当）を用いた。なお、本荷重分布鋼板には曲げ引張力が作用した場合に超速硬コンクリートとの付着を考慮して縞面を下面側に

^{*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(工学) (正会員)

^{*3} 山王株式会社 技術部

^{*4} 株式会社小野工業所

表-1 RC床版コンクリートの配合条件

スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位重量 (kg/m ³)				減水剤 (C×%)
			水	セメント	細骨材	粗骨材	
8.0±2.5	43.8	48.3	183	418	813	1288	3.13

表-2 材料特性値

コンクリート 圧縮強度 (N/mm ²)	鉄筋 (SD345)			
	使用 鉄筋	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
31.2	D13	380	586	200

表-3 伸縮装置に用いた材料特性値

材料		板厚および鉄筋径	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)
鋼製パラペット	鋼板SM400	12mm	299	430	200
誘導板	鋼板SS400	9mm	332	467	
荷重分布鋼板	鋼板SS400	9mm	299	430	
鉄筋	SD345	D13	383	552	

表-4 超速硬コンクリートの配合条件

練り上げ量 (25l)		圧縮強度		
セメント 骨材	粗骨材	水・減水剤 遅延剤	材齢 3時間	材齢 24時間
30kg	25kg	4.0kg	25.4N/mm ²	51.9N/mm ²

表-5 接着剤の性能

項目	浸透性接着剤	付着用接着剤
外観	主剤	無色液状
	硬化剤	無色液状
混合比	10 : 3	5 : 1
硬化物比重	1.2	1.4
圧縮強度	108.0N/mm ²	114.0N/mm ²
圧縮弾性係数	2.904N/mm ²	3.612N/mm ²
曲げ強さ	96.0N/mm ²	50.0N/mm ²
引張せん断強さ	14.0N/mm ²	14.9N/mm ²
コンクリート 付着強さ	2.6N/mm ² 以上	3.7N/mm ² 以上

した。従来型の伸縮装置の鉄筋にはSD345, D13を用いた。ここで、伸縮装置に用いる鋼板および鉄筋の材料試験結果を表-3に示す。

(3) 伸縮装置の設置に用いたコンクリート

伸縮装置の設置は、一般的に供用中の橋梁を交通規制し急速施工下で行われるため、材齢3時間で道示⁵⁾に規定するコンクリートの設計基準強度24N/mm²以上を確保できる超速硬コンクリートが用いられる。よって、セメントには超速硬セメントを用い、最大寸法15mmの骨材が配合された本装置専用のプレミックス材を用いた。ここで、超速硬コンクリートの配合条件を表-4に示す。実験時の3時間後の圧縮強度は25.4N/mm²である。

(4) 浸透性接着剤および付着用接着剤

伸縮装置の取替工事においては、旧伸縮装置をブレーカによる研り作業を行うことから衝撃によりRC床版コンク

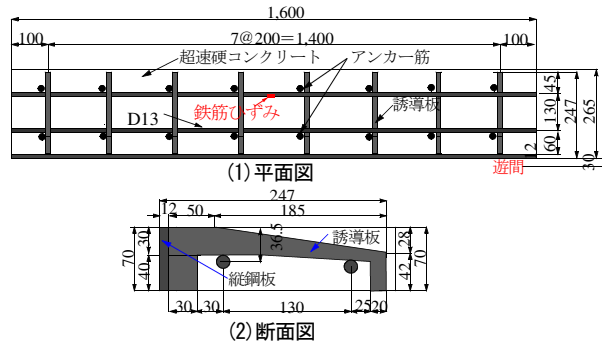


図-1 従来型の伸縮装置の寸法 (単位: mm)

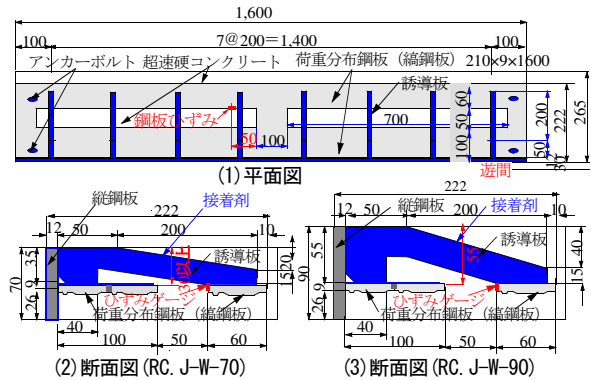


図-2 荷重分布型伸縮装置の寸法 (単位: mm)

リートに新たなひび割れの発生が懸念される。

そこで、ひび割れ補修として、低粘度エポキシ系接着剤(以下、浸透性接着剤とする)を用いた。浸透性接着剤はブレーカでの研り作業で発生するひび割れ幅0.05mm以上の微細なひび割れ補修に用いる材料であり、研り面に塗布し、毛細管現象によりひび割れに浸透させ、コンクリート表面を強固にするものである⁶⁾。また、打ち継ぎ用の超速硬コンクリートと鋼板との付着力を高めるために高耐久型エポキシ系接着剤(以下、付着用接着剤とする)を用いた。なお、付着用接着剤と鋼板およびコンクリートとの付着強度については、既の実証済みである⁷⁾。ここで、浸透性接着剤および付着用接着剤の特性値を表-5に示す。

2.2 伸縮装置供試体の寸法

本実験に用いた伸縮装置は従来型の誘導板付き伸縮装置を模擬した装置、および本論文で提案する誘導板付き荷重分布型伸縮装置を用いた。従来型の伸縮装置の断面寸法を図-1および荷重分布型伸縮装置の寸法を図-2に示す。

(1) 従来型の伸縮装置 (高さ70mm)

従来型の伸縮装置の誘導板の配置および設置寸法は図-1に示すように200mm間隔で配置する。誘導板の上面からかぶり30mmの位置にD13の鉄筋(表-3)を伸縮装置の軸方向に2本配置する。断面形状の寸法は図-1(2)に示すように、厚さ12mmの縦鋼板側面に厚さ9mmの誘導板をずみ肉溶接接合する。本実験では図-3に示すように、伸縮

装置の設置においては長さ 1,600mm とし、中央を輪荷重が走行した場合についての耐疲労性を検証する。この供試体を RC-J-P-70 とする。

(2) 荷重分布型伸縮装置 (高さ70mm・90mm)

高さ 70mm の荷重分布型伸縮装置の誘導板の配置および設置寸法は図-2(1)に示すように、従来型の伸縮装置と同様に 200mm 間隔で配置する。断面形状の寸法は図-2(2)に示すように、厚さ 12mm の縦鋼板側面に厚さ 9mm の誘導板を接合する。誘導板の下面の荷重分布鋼板には厚さ 9mm の縞鋼板を用い、曲げ引張によるはく離を抑制するために縞面を下面側とし、コンクリートとの付着力を高める。

荷重分布鋼板には図-2(1)に示すように、幅 50mm×長さ 700mm を切り抜き、ここから超速硬コンクリートを充填する。荷重分布鋼板のひずみの計測は、厚さ 9mm の 1/2 の位置の側面に貼り付けした。この供試体を RC-J-W-70 とする。

次に、高さ 90mm の荷重分布型伸縮装置の誘導板の配置および設置寸法は高さ 70mm と同様である (図-2(1))。断面寸法は図-2(3)に示すように高さ 90mm である。この供試体を RC-J-W-90 とする。

2.3 伸縮装置を設置するRC床版供試体の寸法

(1) RC床版供試体寸法

道示に規定する輪荷重幅は 500mm である。しかし、本実験装置の輪荷重幅は 300mm、すなわち 3/5 モデルである。よって伸縮装置を設置する RC 床版供試体寸法を 3/5 モデルとした。ここで、高さ 70mm の伸縮装置を設置する供試体寸法および伸縮装置設置位置を図-3に示す。供試体の支間は 1,400mm、全幅 1,600mm とし、軸方向長さは 1,205mm、遊間部 30mm とし、伸縮装置設置後の全長は 2,440mm である。高さ 90mm の伸縮装置を設置する供試体寸法も RC 床版部は同様の寸法である。RC 床版の鉄筋には D13 を用いた。引張主鉄筋の間隔は 125mm 間隔、圧縮側は 250mm 間隔とした。図-3に示す赤破線は伸縮装置の設置位置である。

(2) コンクリート舗装

伸縮装置を設置する RC 床版部は幅 250mm、高さ 50mm に、伸縮装置の高さ 70mm および高さ 90mm の伸縮装置を設置することから、それぞれ 20mm、40mm の段差が生じる。実橋の場合は、アスファルト舗装が舗設されるが、本実験においてこれを再現して輪荷重走行疲労実験を実施した場合、アスファルト舗装した軸方向 955mm の支間内は剛性が低いことから RC 床版中央で押抜きせん断破壊する可能性がある。そこで本実験では、伸縮装置を設置した張出部付近の構造特性を検証するために、曲げ剛性を高め伸縮装置設置付近で破壊が生じるように、厚さ 20mm、40mm を超速硬コンクリートで舗装を行い、押抜きせん断破壊を

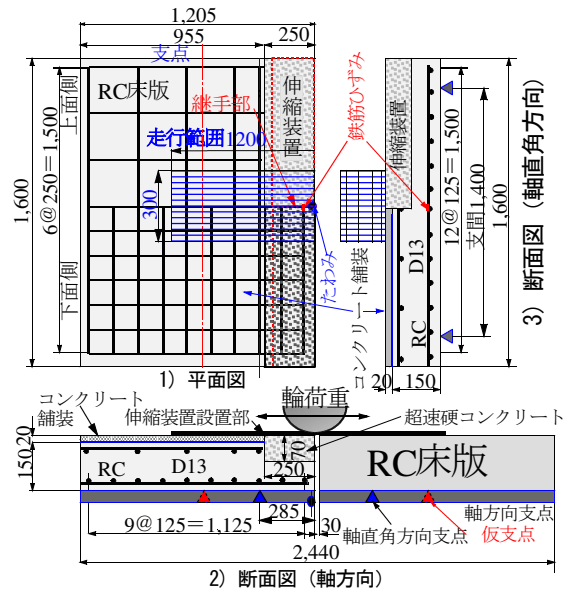


図-3 RC床版供試体寸法 (単位: mm)

防止する。また、輪荷重の走行により RC 床版とコンクリート舗装との界面は、はく離し易いことから表-5に示す付着用接着剤を塗布して一体化する。次に、輪荷重走行疲労実験における供試体と支点位置は実橋の端横桁および対傾構上に RC 床版を設置した状態を考慮した。支点位置は RC 床版を支持する橋軸方向支点、実橋における床桁上の支点、すなわち橋軸直角方向支点、さらに輪荷重走行による押抜きせん断破壊を防止するために仮支点を設置した。

3. 輪荷重走行疲労実験

3.1 実験方法

本実験は伸縮継手上を輪荷重が一定な荷重で連続走行する輪荷重走行疲労実験を行った。ここで、輪荷重走行疲労実験状況を写真-1に示す。

そこで、輪荷重走行疲労実験における初期荷重 P_i を道示に規定する活荷重相当の荷重 100kN とし、30,000 回走行ごとに荷重を 10kN 増加する。

本実験では、図-3に示す左側に伸縮装置を設置した RC 床版を台車に設置し、遊間部を 30mm 空け、右側には同一高さを有する RC 床版を設置した。輪荷重走行疲労実験は、伸縮装置を設置した RC 床版端部、床版支間中央のたわみが 4.0mm (床版支間 $L = 1,400\text{mm}$ の $1/350$: 加速期後程度程度の損傷) に達した時点で実験を終了する。

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、ひずみを計測する。

3.2 等価走行回数

本実験では、段階荷重載荷による輪荷重走行疲労実験を行ったことから耐疲労性の評価は等価走行回数を式(1)より

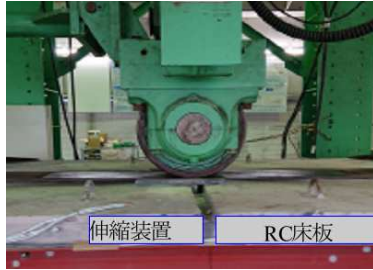


写真-1 輪荷重走行疲労実験状況

表-6 等価走行回数

供試体名称	走行回数	荷重					等価走行回数 合計 (回)	等価走行 回数比
		100kN	110kN	120kN	130kN	140kN		
RC.J-P-70	実験走行回数	30,000	14,523				44,523	—
	等価走行回数	703,915	1,143,252				1,847,167	
RC.J-W-70	実験走行回数	30,000	30,000	30,000	4,300		94,300	7.05
	等価走行回数	703,915	2,361,603	7,130,527	2,824,539		13,020,584	
RC.J-W-90	実験走行回数	20,000		20,000	20,000	5,100	65,100	14.30
	等価走行回数	469,277		4,753,685	12,612,552	8,586,077	26,421,591	

算出して評価する。本実験の等価走行回数の算定における基準荷重は道示に規定する活荷重 100kN にモデル化した 3/5 を考慮した 60kN の荷重変動に安全率を考慮して 1.3 倍の 78kN を基準荷重とし、式(1)に適用して等価走行回数を評価する。なお、式(1)における S-N 曲線の傾きの絶対値 m には松井らが提案する RC 床版の S-N 曲線の傾きの逆数の絶対値 $m = 12.7$ を適用する⁸⁾。

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

ここに、 N_{eq} : 等価走行回数 (回)、 P_i : 載荷荷重 (kN)、 P : 基準荷重 (kN)、 n_i : 実験走行回数 (回)、 m : S-N 曲線の傾きの逆数 (=12.7)⁷⁾

4. 結果および考察

4.1 等価走行回数

輪荷重走行疲労実験による式(1)より評価した等価走行回数を表-6に示す。なお、本実験では RC 床版の張出部端部の床版支間中央のたわみが 4.0mm まで輪荷重を走行させ、等価走行回数を得たものである。

従来型の伸縮装置 (高さ 70mm) を設置し、伸縮装置の中央を輪荷重が走行 (図-3) した場合にたわみが 4.0mm に達した供試体 RC.J-P-70 の等価走行回数は 1.847×10^6 回である。

次に、従来型の伸縮装置の高さと同様の荷重分布型伸縮装置を設置した供試体 RC.J-W-70 の等価走行回数は 13.02×10^6 回であり、供試体 RC.J-P-70 の等価走行回数の 7.05 倍である。次に、伸縮装置の高さ 90mm の荷重分布型伸縮装置を設置した供試体 RC.J-W-90 の等価走行回数は 26.421×10^6 回である。供試体 RC.J-P-70 の等価走行回数の 14.3 倍である。また、荷重分布型伸縮装置を設置した供試体 RC.J-W-70 の 2.03 倍となった。よって、同一寸法の伸縮装置では荷重分布鋼板を設けることで等価走行回数が向上する結果となった。また、伸縮装置を 20mm 高くすることで曲げ剛性が向上し、さらに等価走行回数が大幅に向上する結果となった。

4.2 たわみと等価走行回数

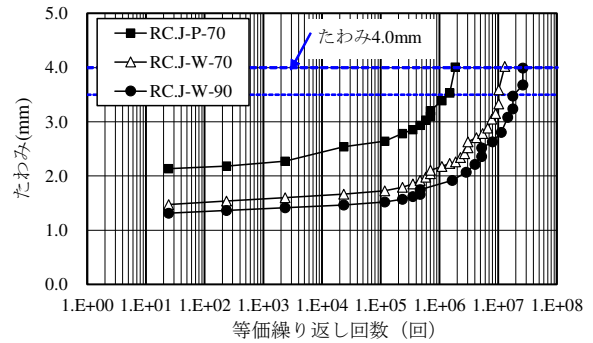


図-4 たわみと等価走行回数の関係

伸縮装置を設置した RC 床版の軸直角方向中央のたわみと等価走行回数の関係を図-4に示す。変位計は張出部端部の床版支間の中央である。また、RC 床版たわみが 4.0mm、すなわち床版支間 L の 1/350 および著者ら⁸⁾が提案する RC 床版の維持管理の目安であるたわみが床版間 L の 1/400、すなわち 3.5mm についても図-4に併記した。

従来型の伸縮装置を設置した供試体 RC.J-P-70 の等価走行回数 24 回での初期たわみは 2.134mm である。等価走行回数 23,465 回からたわみが増加し、たわみが 3.5mm に達した等価走行回数は 1.410×10^6 回であり、たわみが 4.0mm に達した時点の等価走行回数は 1.847×10^6 回である。

次に、高さ 70mm の荷重分布型伸縮装置を設置した供試体 RC.J-W-70 の等価走行回数 24 回の初期たわみは 1.62mm である。阿部ら⁹⁾が提案する補修・補強時期の推定であるたわみが床版支間 L の 1/400、すなわち 3.5mm に達した等価走行回数は 10.195×10^6 回であり、たわみが 4.0mm に達した時点の等価走行回数は 13.020×10^6 回である。よって、従来型の伸縮装置を設置した RC 床版と比較して荷重分布型伸縮装置を設置した RC 床版のたわみの増加が抑制された。また、高さ 90mm の伸縮装置を設置した供試体 RC.J-W-90 の等価走行回数 24 回の初期たわみは 1.31mm であり、供試体 RC.J-W-70 の 81%、すなわち 19% 下回っている。

たわみが 3.5mm に達した等価走行回数は 19.100×10^6 回であり、供試体 RC.J-W-70 の 1.87 倍である。たわみが 4.0mm に達した時点の等価走行回数は 26.421×10^6 回である。

以上より、たわみと等価走行回数の関係においては、

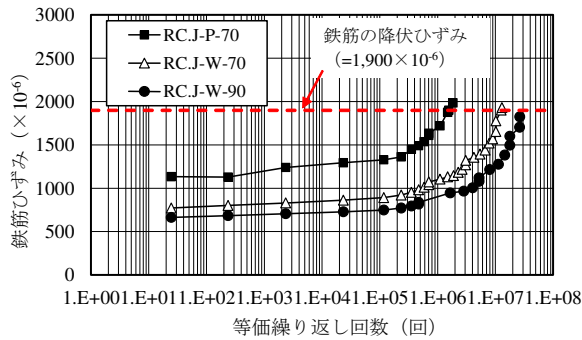


図-5 ひずみと等価走行回数との関係

従来型の伸縮装置を設置した RC 床版および荷重分布型伸縮装置を設置したたわみについて、荷重分布型伸縮装置の荷重分布鋼板の影響により、初期たわみが 24 % 低下している。一方、高さ 90mm の伸縮装置を設置した RC 床版は剛性が高いことから、高さ 70mm の供試体に対して 19 % 低下している。維持管理の目安であるたわみが支間 L の 1/400 のたわみにおいても高さ 20mm 高くすることで 2.03 倍の等価走行回数が向上した。

4.3 RC床版主鉄筋のひずみと等価走行回数

伸縮装置を設置した RC 床版張出部の主筋 (図-3) の中央のひずみと等価走行回数の関係を図-5に示す。主鉄筋の降伏ひずみは表-2に示す鉄筋の降伏強度より、 $1,900 \times 10^6$ であり、図-5に併記した。

供試体 RC.J-P-70 の荷重 100kN、等価走行回数 24 回での主鉄筋の初期ひずみは $1,134 \times 10^6$ である。主鉄筋が降伏した等価走行回数は 1.560×10^6 回である。等価走行回数 1.847×10^6 回のひずみは $1,985 \times 10^6$ である。よって、たわみが 4.0mm、すなわち床版支間 L の 1/350 に達した時点では主鉄筋が降伏しない結果になった。

次に、供試体 RC.J-W-70 の荷重 100kN、等価走行回数 24 回での主鉄筋ひずみは 771×10^6 である。この時点で供試体 RC.J-P-70 の初期ひずみの 68 % であり、32 % 低下している。鉄筋が降伏した等価走行回数は 12.600×10^6 回であり、供試体 RC.J-P-70 の等価走行回数の 8.08 倍である。

次に、伸縮装置高さが 90mm の供試体 RC.J-W-90 の等価走行回数 24 回での主鉄筋ひずみは 662×10^6 であり、高さ 70mm の供試体 RC.J-W-70 の 86 % であり 24 % 低下している。なお、たわみ 4.0mm に達した等価走行回数 264.421×10^6 回でのひずみは $1,823 \times 10^6$ となり、降伏ひずみに達しない結果となった。

以上より、従来型の伸縮装置を設置した RC 床版に対して荷重分布型伸縮装置は荷重分布鋼板を設けることで、RC 床版の主鉄筋のひずみ増加が抑制された。また、伸縮装置を 20mm 高くすることで剛性が向上し、初期ひずみから 4.0mm に達するまで鉄筋は降伏に至らない結果となった。

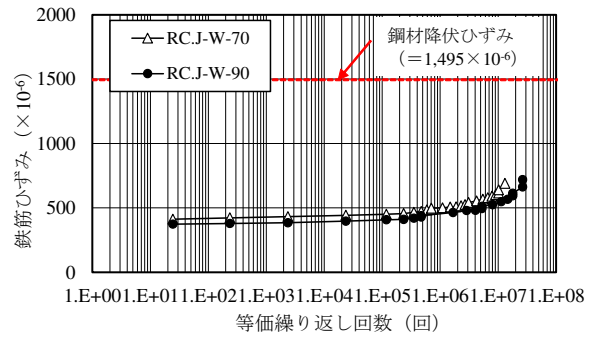


図-6 荷重分布鋼板のひずみと等価走行回数との関係

4.4 荷重分布鋼板ひずみと等価走行回数との関係

荷重分布型伸縮装置における荷重分布鋼板のひずみと等価走行回数との関係を図-6に示す。荷重分布鋼板の降伏ひずみは表-3に示す縞鋼板の降伏強度より算出すると $1,495 \times 10^6$ である。

次に、供試体 RC.J-W-70 の荷重 100kN、等価走行回数 24 回での主鉄筋ひずみの初期ひずみは 419×10^6 である。等価走行回数 13.020×10^6 回の縞鋼板ひずみは 690×10^6 である。

また、供試体 RC.J-W-90 の荷重 100kN、等価走行回数 24 回での主鉄筋ひずみの初期ひずみは 373×10^6 であり、供試体 RC.J-W-70 の 89 % である。等価走行回数 13.020×10^6 回の縞鋼板ひずみは 718×10^6 である。両供試体ともに降伏に至っていない。

4.5 伸縮装置のたわみ4.0mmの時点のひび割れ状況

輪荷重走行疲労実験におけるたわみが 4.0mm に達した時点の RC 床版のひび割れ状況を図-7に示す。

(1) 従来型伸縮装置 (RC.J-P)

供試体供試体 RC.J-P-70 の等価走行回数 1.847×10^6 回のひび割れ状況は図-7(1)に示すように、ひび割れ幅 0.2mm 以上のひび割れが発生している。また、RC 床版の前面のひび割れ状況は、RC 床版底面から伸縮装置の縦鋼板まで発生している。側面には伸縮装置を設置した端部 250mm 位置にひび割れが発生し、はり状化している。

(2) 荷重分布型伸縮装置 (RC.J-W)

供試体 RC.J-W-70 の等価走行回数 13.020×10^6 回の下面のひび割れ状況は図-7(2)に示すように、ひび割れ幅 0.2mm 以上のひび割れが軸直角方向に支点方向および支点の隅、降伏線方向に伸展している。断面のひび割れ状況は輪荷重走行範囲から橋軸直角方向支点 45 度分布範囲に集中し、降伏線方向に発生している。最終的には伸縮装置設置面が負曲げによって発生したひび割れが下縁まで達し、はり状化している。

供試体 RC.J-W-90 の等価走行回数 26.241×10^6 回の下面ひび割れ状況は図-7(3)に示すように、ひび割れ幅 0.2mm 以上のひび割れが輪荷重走行範囲から 45 度分布範囲に発

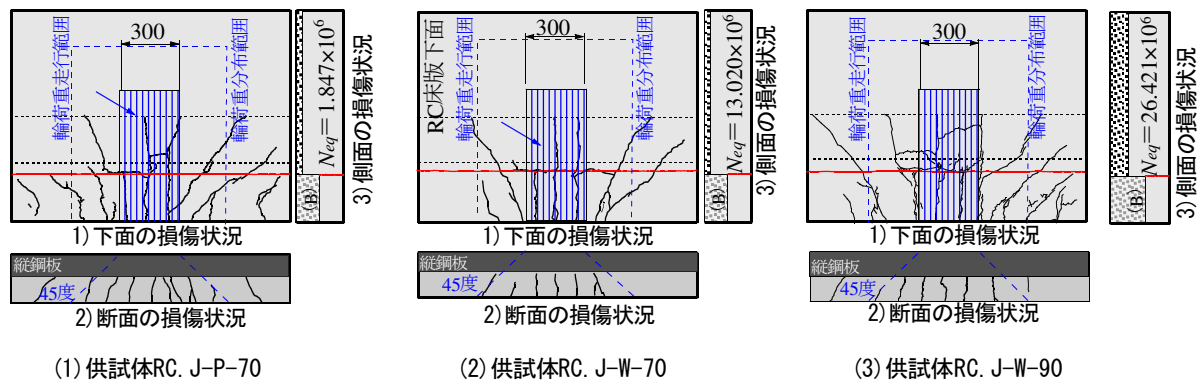


図-7 伸縮装置のたわみ4.0mmに達した時点のひび割れ状況

生している。供試体 RC.J-W-90 は厚さが 20mm 高いことから 45 度分布範囲が広くなり、その範囲にひび割れが集中して発生し、輪荷重端部から 45 度方向、すなわち降伏線方向にひび割れが発生している。両供試体ともに伸縮装置を設置した端部 250mm 位置は、発生した負曲げによるひび割れが下縁まで伸展し、はり状化している。

以上より、ひび割れ状況と従来型の伸縮装置に対して荷重分布型伸縮装置高さ 70mm, 90mm でそれぞれ 7.05 倍, 14.30 倍の等価走行回数の比較からも、床版の損傷が軽減されている。

6. まとめ

- (1) 従来型の誘導板付き伸縮装置を模擬した RC 床版と、荷重分布型伸縮装置を設置した RC 床版の輪荷重走行疲労実験による耐疲労性の評価においては、従来型の伸縮装置に対して荷重分布型伸縮装置の等価走行回数が高さ 70mm, 90mm でそれぞれ 7.05 倍, 14.30 倍となり、荷重分布型伸縮装置を設置することで耐疲労性が向上する結果となった。また、高さ 20mm 高くすることで 2.03 倍、耐疲労性が向上した。
- (2) RC 床版のたわみ・鉄筋ひずみと等価走行回数の関係においても、従来型の伸縮装置を設置した場合と荷重分布型伸縮装置を設置した場合を比較すると、荷重分布型伸縮装置に設けた荷重分布鋼板の効果により、輪荷重を広い範囲に分布させるとともに荷重分布鋼板の剛性により、たわみ・ひずみの増加が大幅に抑制される結果となった。また、維持管理においてはたわみが床版支間 L の 1/400 付近で、修繕および取替工事の実施を提案する。
- (3) 本実験によるたわみが 4.0mm まで疲労試験を行った場合のひび割れ状況は、従来型の伸縮装置を設置した RC 床版底面のひび割れ発生が著しい。荷重分布型伸縮装置（高さ 70mm, 90mm）を設置した RC 床版は輪荷重走行位置から 45 度底面付近に発生してい

るもののひび割れ範囲は減少している。以上より、高さの異なる荷重分布型伸縮装置を設置することで、より RC 床版の損傷が軽減される。

参考文献

- 1) 関口幹夫, 大石雅登: 道路橋伸縮装置の補修に関する技術資料, 平成 24 年東京都土木研究所年報, pp.105-116, 2012.
- 2) 建設省土木研究所構造研究室: 橋の衝撃荷重に関する試験調査報告書 (II-1987), 土木研究所資料, No.2508, 1987.
- 3) 佐々木茂隆, 阿部忠, 深水弘一, 熊谷光記: 荷重分布型伸縮装置を設置した RC はりの定点疲労実験における耐疲労性の検証, コンクリート工学年次論文集, Vol.44, No.2, pp.913-918, 2022.
- 4) 北海道開発局道路設計要領: 第 3 集橋梁, 北海道開発局, 2020.
- 5) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説 I, II, 1994
- 6) Tadashi Abe, Kiyoshi Ito, Noriyuki Kozakai, and Takayoshi Kodama: Proposition of Thin-Layer Repairing Methods Using Low-Elasticity Polymer Portland Cement Materials and Glue and Study on the Fatigue Resistance of Reinforced Concrete Slab, International Journal of Polymer Science, Volume 2018, Article ID 6545097, pp.1-8, 2018.
- 7) 阿部忠, 川井豊, 山下雄史, 一瀬八洋: 普通セメントに低収縮型早強性混和材を配合した SFRC 舗装による鋼床版の応力低減効果: 土木学会論文集 E1 (舗装工学), Vol.71, No.2, pp.47-62, 2015.
- 8) 松井繁之: 道路橋床版設計・施工と維持管理, 森北出版, 2007.
- 9) 阿部忠, 木田哲量, 高野真希子, 小森篤也, 児玉孝喜: 輪荷重走行疲労実験における RC 床版上面増厚補強法の耐疲労性の評価法, 構造工学論文集, Vol. 56A, pp.1270-1281, 2010.