

戦-6 1 既設 RC 床版の更新技術に関する研究

研究予算：運営交付金（道路整備勘定）
 研究期間：平 22～平 24
 担当チーム：橋梁構造研究グループ
 研究担当者：村越 潤、田中 良樹、
 吉田 英二

【要旨】

古い年代の道路橋の鉄筋コンクリート（RC）床版は、輪荷重の走行繰返しによって、疲労損傷が生じ、抜け落ちに至る場合がある。RC 床版の抜け落ちが生じた場合、部分打換え工法が行われる事例が多く見られる。その際、RC 床版に設けられる打継目周辺では、厳しい輪荷重走行下において、十分な疲労耐久性が得られないことも考えられる。本研究では、従来から用いられている部分打換え工法の効果的な適用方法を検討する。平成 22 年度は、新旧コンクリートの打継目を想定し、走行直角方向の打継目を設けた RC 床版を製作し、輪荷重走行試験を実施した。その結果、打継目のひび割れは早期に発生したが、RC 床版の抜け落ちは、打継目のない箇所でも発生し、RC 床版の疲労耐久性には影響しなかった。

キーワード：更新、床版、打継目、疲労、輪荷重走行試験

1. はじめに

繰返し載荷を受ける RC 床版の疲労損傷に対して、初期の段階では、鋼板接着、CFRP シート接着などの補強工法があるが、RC 床版の損傷が著しい場合は、部分的または全面的に RC 床版を更新する必要がある。最近の RC 床版の損傷事例においても、抜け落ちに至る事例が依然として報告されている。

RC 床版の抜け落ちが生じた場合、暫定的に部分打ち換えを行うことになるが、その他の部位の対策は予算・交通規制の制約からすぐには対応できない場合も多く、再度別の部位の抜け落ちに至る事例も見られる。一方では、床版の劣化損傷の形態として、必ずしも橋全体に同時に同程度に進行していくわけではないことから、早期に床版を更新する方法として、打ち換え済み部分を活かして連続的な部分打ち換えを行うことにより、予算や交通事情に応じて徐々に更新していくことも現実的な対応策と考えられる。

この場合に、コンクリートの打ち換えによる寿命改善効果を把握しておく必要がある。部分的に打ち換えていく際のコンクリートの打継目周辺では、早期に貫通ひび割れが生じることが懸念され、路面からの水の影響によって、十分な疲労耐久性が得られないことも考えられる。

平成 22 年度は、新旧コンクリートの打継目を想定し、走行直角方向の打継目を設けた RC 床版を製作し、水の影響がない状態で、輪荷重走行試験を実施した。

2. 試験方法

2. 1 床版供試体

図-1 及び表-1 に、床版の形状寸法と主な諸元を示す。供試体は、昭和 39 年の道路橋示方書を適用した床版に概ね相当する形状寸法とした。供試体の打継目は、打継目の有無による挙動の違いを比較するため、床版中央から走行方向に 600mm 離れた位置に設けた。

供試体の打設は、打継目を設けるため、2 回に分けて行った。打継面に凹凸を設けるため、1 回目の打設

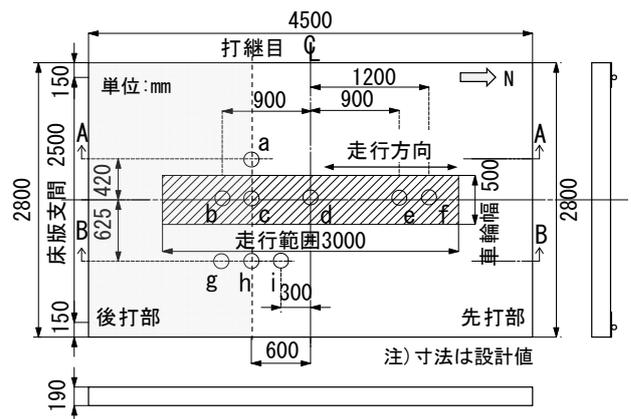


図-1 床版供試体の形状寸法

表-1 床版供試体の諸元

	主鉄筋			配力鉄筋		
	呼び径 (mm)	間隔 (mm)	上縁からの距離* (mm)	呼び径 (mm)	間隔 (mm)	上縁からの距離* (mm)
上段	D16	300	30	D10	300	43
下段	D16	150	160	D13	300	146

*）床版上面から鉄筋中心までの距離

注）設計値



写真-1 輪荷重走行試験

表-2 コンクリートの配合

	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					SL (cm)
				W	C	S	G	AE	
先打部	57	3.9	45.9	170	299	824	1000	2.99	14.5
後打部	37	4.7	42.5	165	446	716	1000	4.46	13.5

セメント：普通ポルトランドセメント

最大骨材寸法 $G_{max}=20mm$

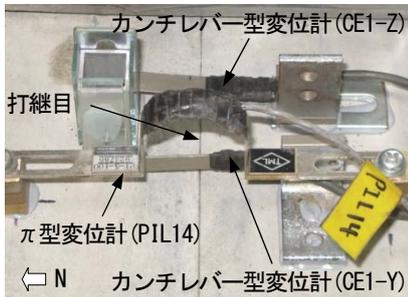
注) 空気量，スランプは実測値を示す。

表-3 コンクリートの圧縮強度試験結果

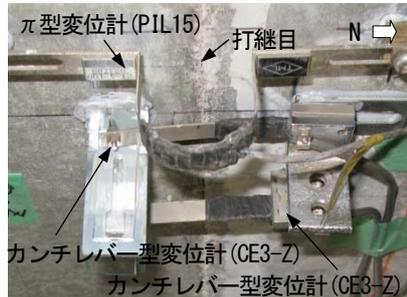
	圧縮強度 (MPa)	割裂引張強度 (MPa)	弾性係数*) (GPa)	ポアソン比	材齢 (日)
先打部	26.9	2.8	23.0	0.161	39
後打部	36.7	3.0	25.6	0.185	32

*) 割線弾性係数 (JIS A 1149)

3本の平均値



(a) 床版上面



(b) 床版下面

写真-2 打継目における計測状況 (図-1 a 点)

表-4 鉄筋の引張試験結果

鉄筋	降伏点 (MPa)	引張強さ (MPa)	弾性係数 (GPa)
D10	338	484	190
D13	349	499	193
D16	341	507	190

いずれもSD295A

3本の平均値

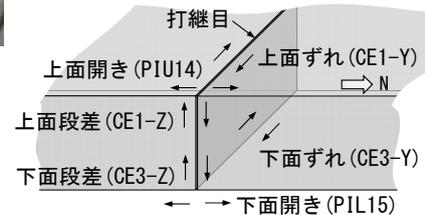


図-2 打継目における計測状況イメージ図 (図-1 A-A 断面)

時に、約 5mm メッシュの金網 (直径 1mm) を打継目の型枠に固定した。先打部のコンクリートを打設して、7 日間湿潤養生を行った後、打継目の型枠と金網を取り外して、2 回目の打設を行った。

表-2 に、コンクリートの配合を示す。表-3 に、コンクリートの圧縮強度試験結果を示す。表-4 に、鉄筋の引張試験結果を示す。

2. 2 载荷試験と計測項目

床版供試体の支持は、2 辺 (長辺) 単純支持、他の 2 辺を弾性支持とした。初期の载荷方法 (1 ループ目) は、走行速度 5rpm/min で、荷重 78.5kN から 157kN まで载荷回数 100 回毎に荷重を 9.8kN ずつ増加させ、ひび割れの観察を行った。次に、走行速度を 15rpm/min とし、1 ループ目と同様な载荷を行い、荷重が 157kN に達した時点で一定荷重走行载荷に移行した (写真-1)。

計測項目は、変位、床版内部の鉄筋及びコンクリートのひずみ、ひび割れ幅とした。打継目の挙動の計測は、 π 型変位計 (開きの計測) 及びカンチレバー型変位計 (ずれ及び段差の計測) をそれぞれ用いた (写真-2)。本文では、打継目の挙動を便宜的に、図-2 に

示すとおり、開き、ずれ、段差と定義する。

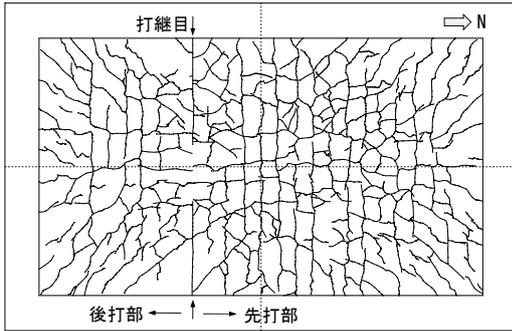
ひずみと変位の全点を対象として、所定の回数ごとに、床版中央での静的载荷を行った際の静的計測 (SS データ) と、その直前 1 分間の動的計測 (DT データ) を行った。

3. 結果

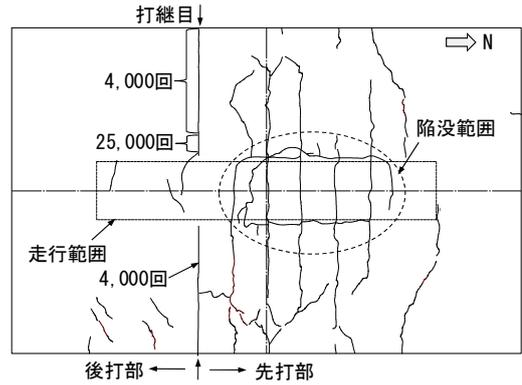
3. 1 ひび割れ状況

図-3 に、試験終了後のひび割れ状況を示す。供試体は、繰返し数 297 万回で、床版中央から走行方向約 600mm の位置 (打継目の無い側) において、抜け落ちが発生した。床版上面が陥没するとともに、陥没範囲を囲うように、床版下面にコンクリートの剥離が見られた (図-4)。

床版下面のひび割れは、繰返し数 900 回まで先打部の方が多く見られたが (面積当たりで見た場合)、繰返し数 2,000 回以降では、先打部と後打部のひび割れ状況に明確な違いは見られなかった。その後、ひび割れは、繰返し数 24 万回で停滞し、その後のひび割れの



(a) 床版下面 (床版上面からの透視図)



(b) 床版上面

図-3 試験終了後のひび割れ状況 (297 万回)

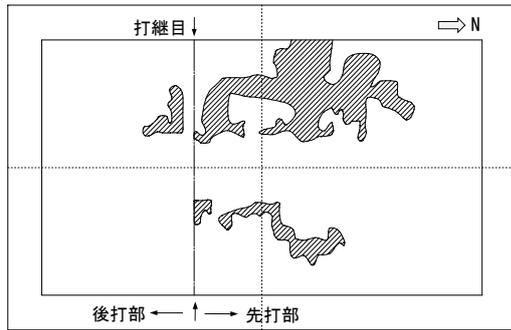


図-4 試験終了後の床版下面コンクリートの剥離状況 (床版上面からの透視図)

増加はわずかであった。一方、打継目の開きは、繰返し数 4,000 回で、床版支間にわたって全体に見られ、床版下面、床版上面においても両端部に見られた。

3. 2 床版中央変位の変化

図-5 に、床版中央での静的載荷における床版中央変位の経時変化を示す。図中、同一諸元の打継目の無い供試体 N¹⁾ の結果と併せて示す。供試体 N の載荷方法は、床版中央での静的載荷 (157kN) 後に一定荷重走行載荷(157kN)に移行しており、今回の載荷方法と異なる。繰返し数ごとの静的載荷における 157kN 載荷時の測定結果をピーク荷重値、除荷時の測定結果を残留、ピーク荷重値と残留の差を活荷重分として、それぞれ示す。なお、繰返し数は、一定荷重走行載荷に移行してからの回数で表す。

繰返し数に伴う活荷重分の変位の増加は、供試体 N と類似していた。しかし、破壊までの繰返し数は、297 万回であり供試体 N の約 10 倍であった。

3. 3 中立軸の変化と繰返し数 Ns

図-6 に、輪荷重直下の主鉄筋ひずみに基づき計算した中立軸位置 (床版上面からの距離) の変化を示す。中立軸が下降し始める時の繰返し数 Ns を矢印で示す。先打部の中立軸は、繰返し数とともにわずかに上昇し、

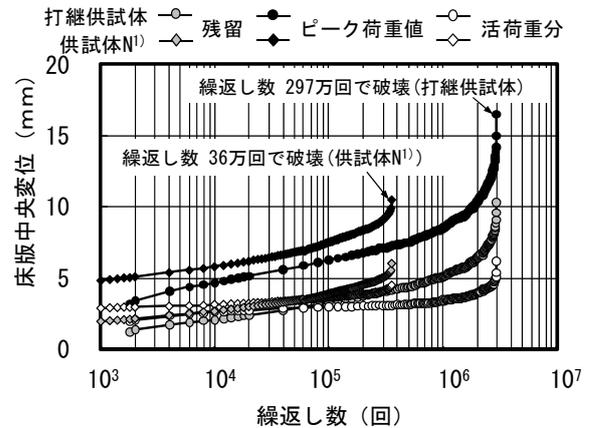


図-5 床版中央変位の変化 (SS データ)

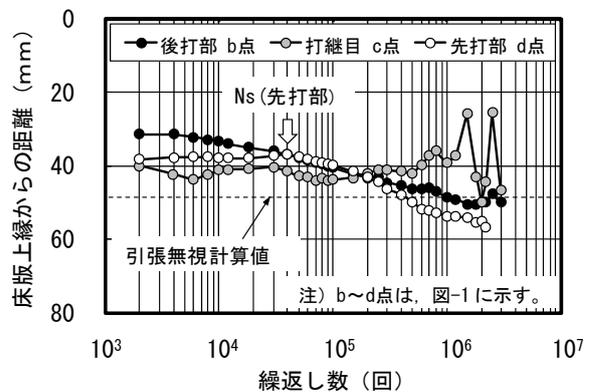


図-6 輪荷重直下における中立軸の変化 (DT データ)

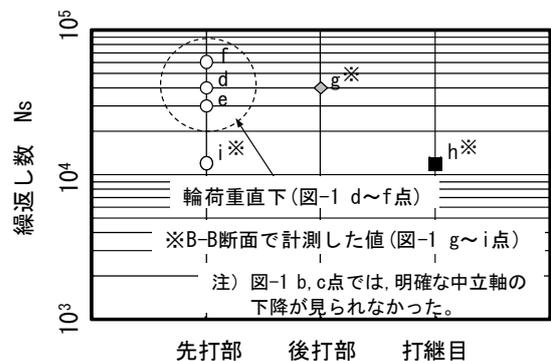
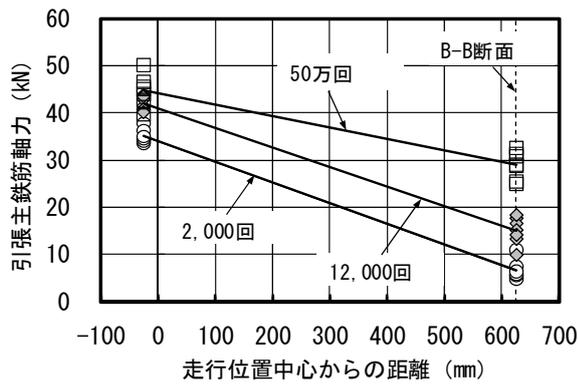
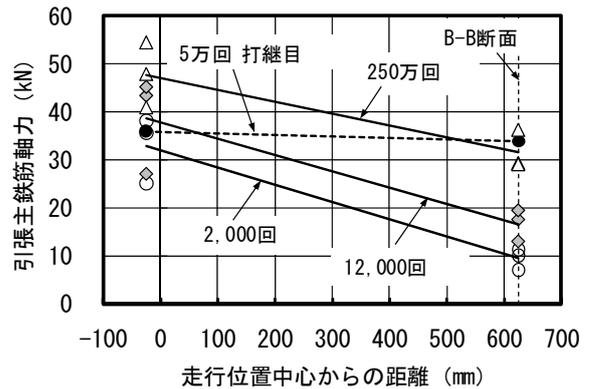


図-7 中立軸下降時の繰返し数 Ns (DT データ)



(a) 先打部



(b) 後打部

図-8 引張主鉄筋軸力分布の変化(DT データ)

繰返し数4万回以降に下降し始めた。打継目と後打部は、明確なピーク値が現れなかった。

図-7に、輪荷重直下及びB-B断面(図-1)の主鉄筋ひずみから求めた中立軸の下降時における繰返し数 N_s を示す。床版内部にせん断ひび割れが発生する時期は、中立軸が下降する時の繰返し数 N_s に概ね一致する^りとすれば、本試験では、概ね、繰返し数1万回~6万回で、床版内部にせん断ひび割れが発生したと推察される。

3.4 引張主鉄筋軸力分布の変化

図-8に、引張主鉄筋軸力分布の変化を示す。先打部は、繰返し数50万回を過ぎて、傾きが変化した。後打部は、繰返し数250万回を過ぎて、傾きがわずかに変化した。なお、ちょうど打継目に位置する鉄筋の軸力は、繰返し数5万回で既に、傾きに変化がなく、走行位置に関係なく同程度の軸力が作用していた。

3.5 輪荷重移動時における打継目の挙動

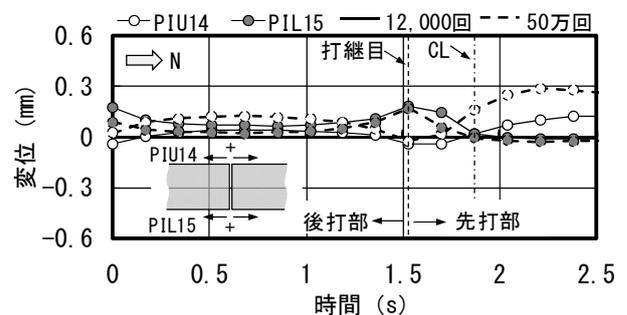
図-9に、輪荷重移動時における打継目の上下で計測した開き、ずれ及び段差を示す。繰返し数の増加とともに、開き、ずれ、段差とともに、変位の変動幅が大きくなる傾向が見られた。

4. まとめ

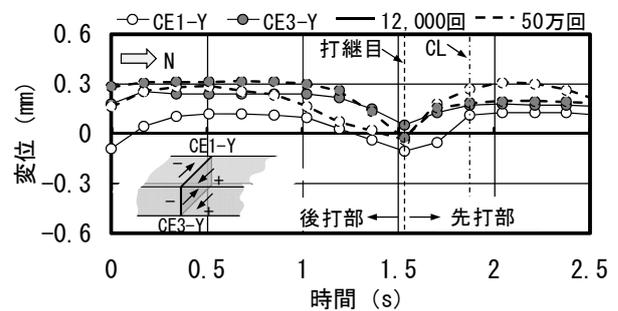
走行直角方向の打継目を設けたRC床版の輪荷重走行試験を行った結果、打継目のひび割れは早期に発生したが、床版の抜け落ちは、打継目の無い側(先打部)で発生し、床版の疲労耐久性には影響しなかった。

参考文献

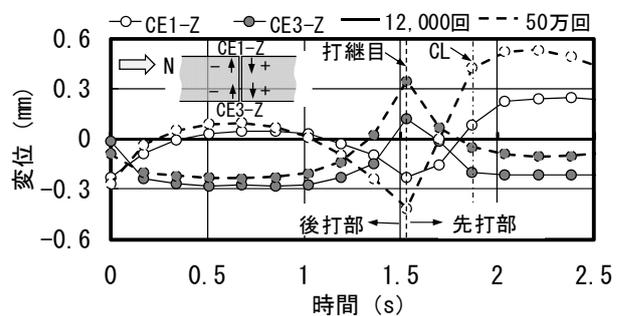
- 1) 長屋優子, 村越潤, 田中良樹: 繰返し移動荷重を受ける鉄筋コンクリート床版のひび割れ挙動に関する研究: コンクリート工学年次論文集, 30-3, pp.907-912, 2008.



(a) 開き



(b) ずれ



(c) 段差

注) 図中の打継目, CL (床版中央), 後打部, 先打部は、輪荷重の位置 (推定) を示す。

図-9 輪荷重移動時における打継目の開き, ずれ及び段差(繰返し数12,000回及び50万回)(DT データ)

RESEARCH ON RENEWAL METHOD OF CONCRETE BRIDGE DECKS

Severe deterioration due to fatigue is often observed in most concrete decks of old highway bridges subject to heavy traffic loading. This research addresses the efficient renewal methods of concrete decks using a conventional partial replacing technique. To that end the fatigue durability at construction joints in concrete decks under the severe condition should be revealed. In FY2010, a wheel traveling tests using a real size deck specimen with the joint was conducted. From the result, the transverse joint opened at early cycles, not affecting the fatigue durability of the deck.

Key words: renewal, bridge deck, joint, fatigue, wheel traveling test.