

輪走行作用を受ける RC 床版の 疲労損傷過程に関する実験的検討

日本大学 学生会員 ○大川 健太郎 (株)IHI インフラ建設 島野 孝則
日本大学 正会員 子田 康弘 日本大学 フェロー会員 岩城 一郎

1. はじめに

道路橋鉄筋コンクリート RC 床版(以下 RC 床版)は、車両の大型化や交通量の増大によって、疲労損傷の進行が加速している。加えて、積雪寒冷地域における凍結防止剤の大量散布による材料劣化も顕在化している。しかし、RC 床版内部に発生する水平ひび割れや砂利化現象といった疲労損傷過程は、未だ十分に解明されてはいない。そこで本研究は、昨年度からの継続研究¹⁾として、床版内部に鉛直方向ひずみゲージを面的配置した RC 床版供試体の輪荷重走行試験を実施することで、鉛直方向ひずみの変化から疲労によるひび割れの発生と進展過程を把握し、RC 床版の内部ひび割れ発生機構を検討した。

2. 実験概要

本実験の供試体は、乾燥状態で行った床版(以下、気中床版)、および上面湛水状態で行った床版(以下、水張り床版)の2条件である。

表-1 に使用したコンクリートの配合を示す。表より、水セメント比(W/C)は、64.3%とした。図-1 に、RC 床版供試体の形状を示す。図より、寸法は、長さ 3000mm、幅 2000mm、床版厚 160mm である。輪荷重走行試験は、基本荷重を 98kN とし、規定回数毎に 29.4kN ずつ荷重を増加させる段階荷重方式を採用した。計測項目は、98kN 載荷時の活荷重たわみ、総たわみ、ひび割れ観察、共振周波数測定、および鉛直ひずみ計測である。鉛直ひずみは、図-1 に示すように、気中床版は 63 箇所(青丸と赤丸)、水張り床版は 31 箇所(青丸)とした。

3. 実験結果及び考察

図-2に、活荷重たわみと等価繰返し走行回数の関係を示す。図より、気中床版は走行回数2億8100万回、水張り床版は走行回数860万回というように明らかに水張り床版の疲労限界に至る走行回数が少なくなった。これは水張り床版では、水の侵入による見かけのコンクリート強度の低下に起因し、気中床版よりもひび割れが発生しやすい状態であり、加えて上縁側のコンクリートの疲労破壊が促進されたためと考えられる。なお、実験終了後の観察より、砂利化も確認された。図-3に総たわみと等価繰返し走行回数の関係を示す。総たわみは走行開始からの最大たわみの変化を表したものである。図中には、活荷重たわみ(図-2)も比較として示した。図より、活荷重たわみは、最大たわみと残留たわみの差分であり、

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スラン プ (cm)	W/C (%)	Air (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
					W	C	S	G	混和剤
20	12	64.3	4.5	46.6	178	277	839	1005	2.27

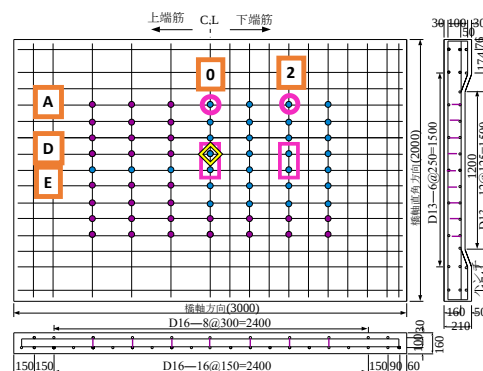


図-1 供試体形状

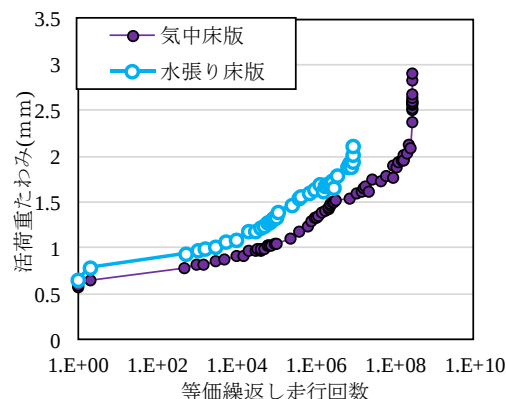


図-2 活荷重たわみと等価繰返し走行回数

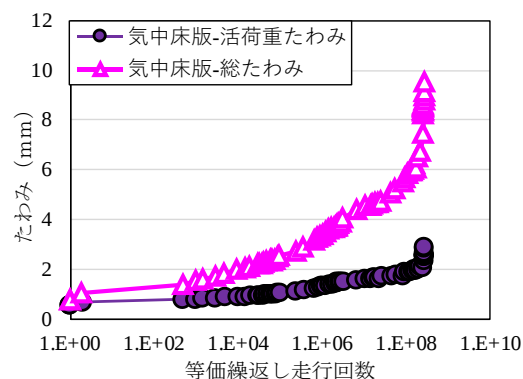


図-3 総たわみと等価繰返し走行回数

キーワード: RC床版、疲労損傷、内部ひび割れ、輪走行試験

連絡先 : 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 TEL 024-956-8721

走行初期から疲労限界直前までの変化はさほど大きくはない。これに対して総たわみは、走行初期から増加し続けており、疲労限界時には約10mmに達した。このように、輪走行の繰り返しが総たわみを増加させることがわかった。図-4に、水張り床版中央の切断面におけるひび割れ観察結果と同一面における鉛直ひずみ分布を(図-1:0ライン)示す。図中の緑点線の内側が走行範囲であり、赤色網掛け部は砂利化を表している。図より、ひび割れ発生状況とひずみ分布は概ね対応していると判断された。そして、走行回数800万回は、疲労限界時であり内部損傷も激しくひずみゲージのエラーもあり、整合がとれない部分もある。しかし、ひずみ分布は、走行回数の増加によって床版中央部から増加し、これが次第に橋軸直角方向に進展する状況であり、ひずみ増加位置とひび割れ発生位置とは整合していると見て取れる。すなわち、走行範囲直下で発生したひび割れが橋軸直角方向に向かうに連れて斜めひび割れへと進展すると推察された。図-5と図-6のそれぞれは、気中床版と水張り床版における鉛直ひずみのコンター図を示している。図より、気中床版は、走行回数300万回において中央部で500 μ 程度のひずみが発生しており、走行回数2億8000万回では輪走行範囲内に進展し、輪走行範囲外にもひずみが広がる結果となった。これに対して、水張り床版は、走行回数300万回において床版中央から輪走行範囲内を中心に2000 μ 以上のひずみが発生しており、走行回数860万回では2000 μ 以上のひずみの範囲が橋軸方向に進展し、さらに橋軸直角方向に広がっていく傾向を示した。鉛直ひずみ分布は、気中床版に比べて増加範囲が走行範囲に限定的される傾向であった。このように、発生したひずみの大きさに違いはあるものの、これら傾向より、床版内部の損傷は、気中床版においては、走行範囲から損傷がはじまり橋軸方向、次に橋軸直角方向へ損傷範囲が進展したと考えられる。これに対して、水張り床版の損傷は、走行範囲から橋軸直角方向への範囲の進展は小さく、疲労破壊が走行範囲に限定化する可能性が示唆された。

4. まとめ

本研究より、まず、総たわみと活荷重たわみの変化の比較を行い、輪走行の繰り返しがひび割れの発生と進展に加え総たわみを増加させることを実験的に明らかにした。次に、床版内部の鉛直方向ひずみ分布を詳細に計測した結果、内部に発生するひび割れの発生形態と鉛直方向ひずみ分布は概ね整合した。これより、輪走行による疲労損傷は、気中床版の場合、床版中央で発生した損傷が輪走行範囲内に進展し、次に、輪走行範囲外に拡大することで疲労限界に至る可能性が示された。一方で、上面湛水状態は、疲労損傷が輪荷重直下の走行範囲に限定的となる可能性が示唆された。今後は、本実験結果と床版の疲労解析結果を比較し疲労破壊に至る機構を解明する予定である。

謝辞: 本研究の一部は、総合科学技術・イノベーション会議の SIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」(研究代表者:前川宏一)によって実施されました。ここに謝意を表します。

【参考文献】1)島野孝則ら(2017):輪走行作用下における RC 床版の疲労損傷過程に関する検討、土木学会第 72 回年次学術講演会概要集、V205

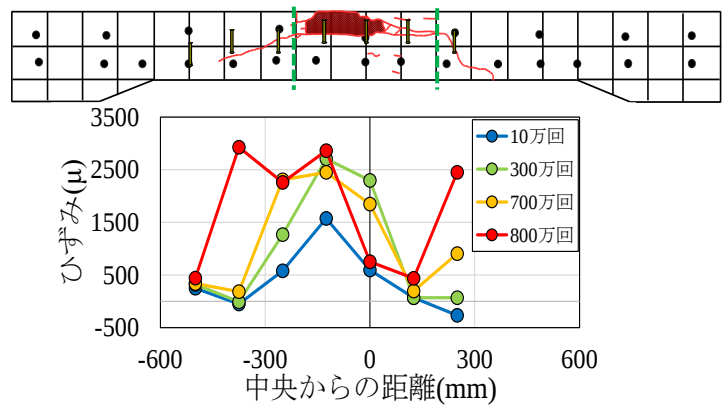


図-4 ひび割れ観察図とひずみの関係

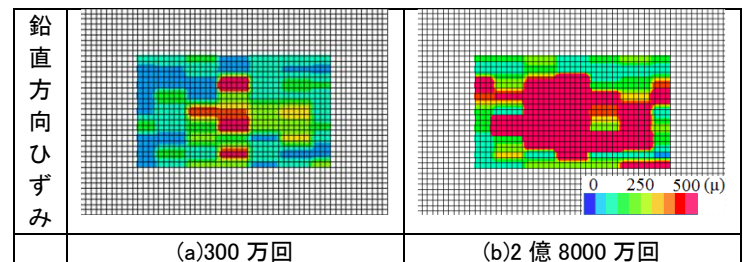


図-5 気中床版のコンター図

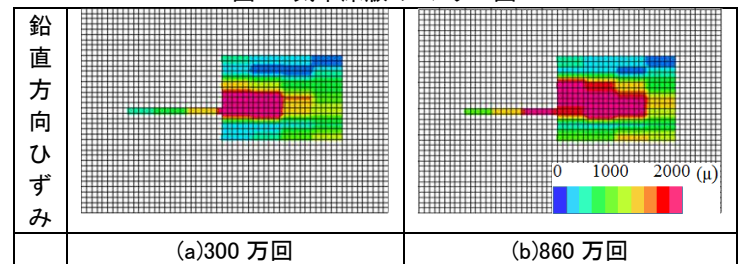


図-6 水張り床版のコンター図