

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

日本大学 学生会員 ○井上 拓馬 日本大学 学生会員 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

我が国の道路橋は、1960 年代の高度経済成長期に建設されたものが多く、橋長 15m 以上を対象とすると現在までに約 15 万橋存在しており、その多くが供用年数 30 年以上経過している。近年は、補修・補強や架替えが必要な損傷のある RC 床版が顕在化している。しかしながら、RC 床版が終局状態に至る過程については、未だ十分に解明されていない。そこで本研究では、輪荷重走行試験に基づいて RC 床版における疲労損傷機構の解明を目的とし、鉛直方向に埋込み型ひずみ計を面的に設置しひずみ分布を測定するとともに、共振周波数比による疲労損傷状態も合わせて評価することで、疲労破壊までの損傷過程を検討した。

2. 実験概要

本研究では、乾燥状態で行った床版供試体(以下、気中床版)、および上面湛水状態で行った床版供試体(以下、水張り床版)の 2 条件で試験を実施した。表-1 に、使用したコンクリートの配合を示す。表より、水セメント比を 64.3%としたレディーミクストコンクリートを用いた。図-1 に、供試体形状を示す。供試体の寸法は、長さ 3000mm、幅 2000mm、床版厚 160mm である。水張り床版の場合は、図中の 2250mm×1400mm の範囲(青枠)に土手を作製し、湛水させた状態で試験を実施した。供試体コンクリート中には、鉛直方向にひずみゲージを設置しており、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。このゲージによって疲労損傷による鉛直方向のコンクリートひずみの変化を測定した。輪荷重走行試験は、基本荷重を 98kN とし、規定の回数ごとに載荷荷重 29.4kN 増加させる段階荷重方式により実施した。計測項目は、規定走行回数終了時点の活荷重たわみとひび割れ観察、および共振周波数測定である。共振周波数は強制振動試験¹⁾によって測定した。

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。なお、疲労限界は、活荷重たわみが急増する状態と定義した。図より、各床版の疲労限界時の走行回数は、気中床版が 2 億 8000 万回、水張り床版が 860 万回であった。ここで水張り床版は、疲労限界直前において下面の漏水を確認している。この図における活荷重たわみの増加傾向は、両者ともに当研究室の健全な床版の疲労損傷過程と同様である。図-3 に、共振周波数比¹⁾と等価繰返し走行回数の関係を示す。図より、走行範囲内では、走行回数の増加と共に気中床版と水張り床版の共振周波数比が低下した。これに対し、走行範囲外は、両者とも疲労限界までほとんど低下しなかった。これ

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

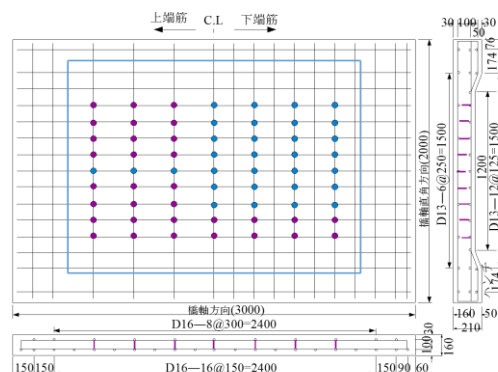
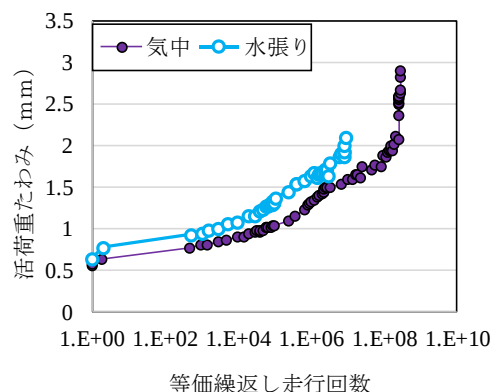


図-1 供試体形状



等価繰返し走行回数

図-2 活荷重たわみ-等価繰返し走行回数

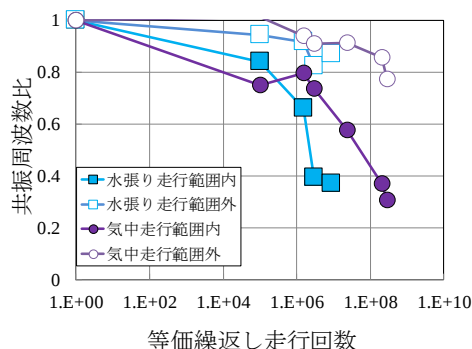


図-3 共振周波数-等価繰返し走行回数

キーワード RC 床版、疲労損傷過程、輪走行試験

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定中河原 1 番地 TEL024-956-8721

より、輪走行下における疲労の損傷は、輪走行範囲内から始まり、その損傷の進展も走行範囲内が顕著であり、疲労限界直前に輪走行範囲外へ損傷が拡張するような傾向と考えられた。図-4 に、下面のひび割れ観察結果を示す。図より、走行回数程度では水張り床版の方がひび割れが多く発生しているのが分かるが、疲労限界近くになると気中床版の方がひび割れが分散する傾向である。これより、水張り床版の場合は、ひび割れの分散性も低下している可能性が考えられる。図-5 と図-6 のそれぞれは、気中床版と水張り床版の共振周波数比と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 500μ 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 2000μ 以上のひずみが発生しており、走行回数 860 万回では 2000μ 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、共振周波数比の低下範囲、および鉛直ひずみの発生とその増加範囲は概ね整合する傾向であった。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する。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

鉛直方向ひずみ分布と共振周波数比分布より評価した疲労損傷の傾向から、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、水の進入により気中床版よりも見かけのコンクリート強度の低下に起因して、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。

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) 杉山涼亮ら(2015): ランダム加振による RC 床版の非破壊試験法、コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告書、vol.15、pp.471-476

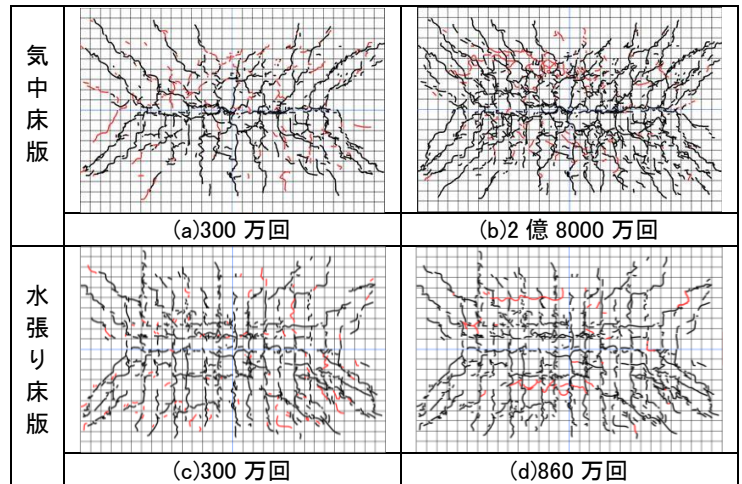


図-4 ひび割れ図

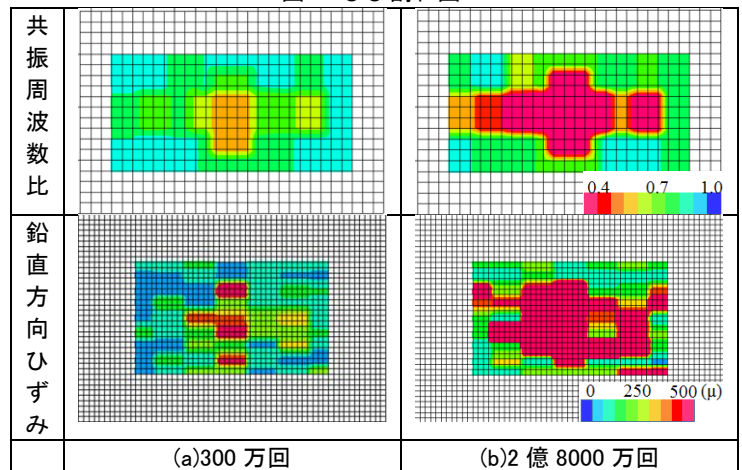


図-5 気中床版のコンター図

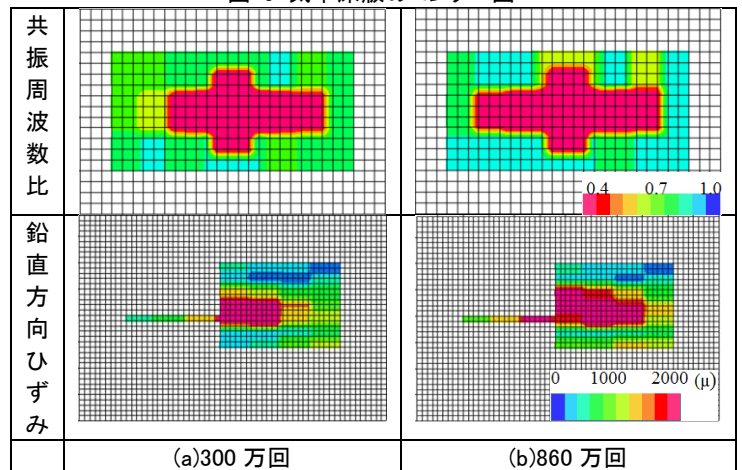


図-6 水張り床版のコンター図