

輪走行作用を受ける RC 床版の 内部ひび割れ発生機構に関する検討

日本大学 学生会員 ○大川 健太郎
日本大学 正会員 子田 康弘

日本大学 学生会員 島野 孝則
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 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

本研究では、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 条件とした。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(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、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860万回で疲労限界となった。図-3 に、鉛直方向ひずみと等価繰返し走行回数の

関係を示す。図中の凡例は、鉛直ひずみゲージの設置場所記号であり、その位置は図-1 に示した。図より、床版中央の0-Dに着目すると、気中床版は走行回数100万回より増加が顕著になるのに対して、水張り床版では走行初期から500 μ 近いひずみが発生していた。他の同じ位置のひずみを比較しても水張り床版の方がひずみ増加が始まる走行回数が少ないという傾向であった。これは、水張り床版の方が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ったためと考えられる。図-4 に、走行回数の増加による98kNの静的載荷過程に

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

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

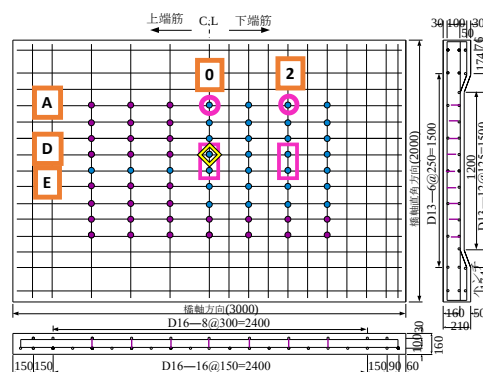


図-1 供試体形状

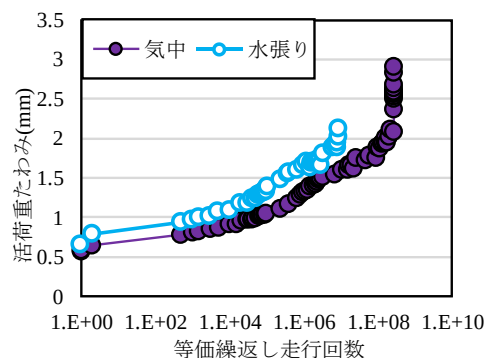


図-2 活荷重たわみと等価繰返し走行回数

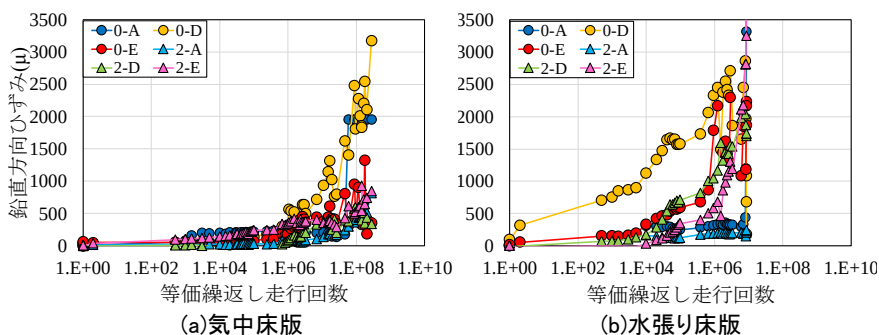


図-3 鉛直ひずみと等価繰返し走行回数の関係

における0-Dのひずみ変化を示す。図より、鉛直ひずみは、除荷後に残留ひずみが生じており、この残留ひずみの量は水張り床版の方が気中床版よりも多いことがわかる。しかし、疲労限界時に近い状態まで疲労損傷が進行すると残留ひずみも2000 μ 前後であった。これは基長60mmにおける平均ひずみであって本供試体の疲労限界におけるひび割れ幅を間接的に計測している

と推察された。また、98kN載荷・除荷過程におけるひずみの増加傾向は、気中床版の場合、この過程におけるひずみの増減はほぼ生じず、これに対して、水張り床版の場合、概ね500 μ の変化が生じている。これは、ひび割れが走行中に発生、進展する過程は両者共通ではあるが、水張り供試体に関しては、鉄筋との付着も低下し載荷によってひび割れが開口している可能性が考えられる。図-5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、まず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。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-6に、共振周波数比と鉛直ひずみの関係を示す。図より、共振周波数比が0.8以上では両者に有意な相関は見られないが、0.8を下回ると鉛直ひずみの増加と共に共振周波数比が低下する傾向である。これより、共振周波数比の低下は、内部損傷の程度を評価していると解釈された。また、気中床版は、ひずみの増加による共振周波数比の低下は、水張り床版より大きい傾向にあるが、これは気中床版の損傷範囲が水張り床版よりも大きくなり損傷を分散させたためと示唆された。

図-4 鉛直方向ひずみ推移

(a) 気中床版 (b) 水張り床版

図-4 鉛直方向ひずみ推移

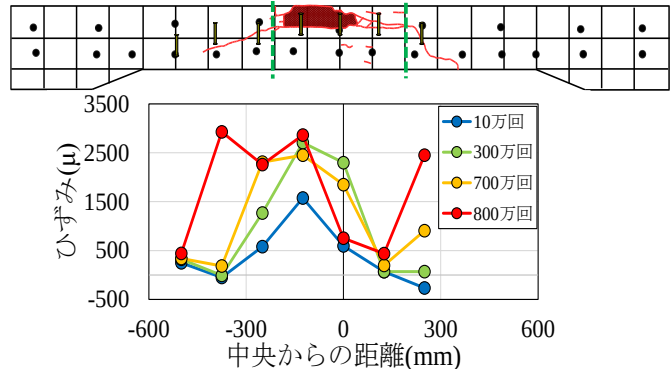


図-5 ひび割れ観察図とひずみの関係

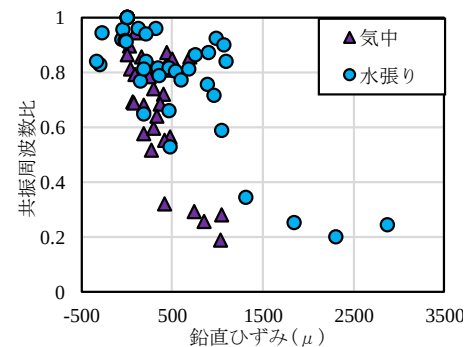


図-6 共振周波数比と鉛直ひずみ

4. まとめ

本研究より、上側鉄筋付近の鉛直ひずみの大きさに違いはあるものの、走行回数の増加により、鉛直ひずみは床版中央付近から増加した。これは、水平ひび割れの発生と進展を表しているものと考えられた。水張り床版の場合は、走行初期から水平ひび割れが発生した可能性が考えられた。また、共振周波数比の計測により、疲労による内部損傷の評価が可能であり、これの低下はひび割れの進展と関係していると考えられた。今後は、気中床版を切断とひび割れ観察を実施し、得られた知見の検証を行う予定である。

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