

模擬劣化 RC 梁の移動輪荷重下変形挙動の画像解析 Image analysis on the deformation behaviors of RC beams with simulated deteriorations under a moving wheel load

永井 崇雅 (北海道大・工) 松本 高志 (北海道大・工)
角間 恒 (北海道開発局) 西 弘明 (寒地土木研究所)
Takamasa NAGAI, Hokkaido University
Takashi MATSUMOTO, Hokkaido University
Ko KAKUMA, Hokkaido Regional Development Bureau
Hiroaki NISHI, Civil Engineering Research Institute for Cold Region
FAX: 011-706-6172, E-mail: nagai-t@eis.hokudai.ac.jp

Using an image analysis method, the deformation behaviors of RC beams with artificial damage were investigated under a moving wheel load condition. The two beams were loaded simultaneously with a moving wheel under dry and wet surface condition, respectively. This study focused on the maximum principal strain and maximum shear strain of the beam with wet surface condition. Analytical results clearly showed that the deformation behaviors in the upper part of the specimen were affected by wheel load positions.

1. はじめに

近年では疲労に加えて、塩害や凍害による複合劣化床版の事例が見られるようになってきている。既往の研究¹⁾では複合劣化のプロセスとして、はじめに床版内部において層状ひび割れが発生し、次に輪荷重によって層状ひび割れの進行や床版上面で砂利化が発生すると考えられており、床版上面における排水機能の低下がこの複合劣化の進行速度に影響を及ぼすということが明らかにされている。

本研究では、人工的に損傷を導入した湿潤表面と乾燥表面それぞれの RC 梁に輪荷重走行による疲労荷重を行うことで凍害発生後の床版に発生する複合劣化状態を模擬し、複合劣化が発生している RC 梁の劣化損傷の進行について、移動輪荷重の影響を画像解析²⁾から面的に把握することを目的とした。

2. 供試体

移動輪荷重載荷実験に用いた供試体は、図1に示す長方形断面の RC 梁であり、供試体上半分(図中青枠内)に酸化カルシウムを主成分とする膨張剤を練りこむことで層状ひび割れを発生させた。供試体の軸方向鉄筋は下側に6本上側に2本であり、膨張剤の練りこみによって発生するひび割れを水平方向に誘導するため上側軸方向鉄筋の下側には軸直角方向に鉄筋を150mm間隔で配置した。また床版の滞水の影響を考慮するために、表面乾燥条件(左側, D)に加えて、表面湿潤条件(右側, W)を用意した。

3. 荷重方法

クランク式の輪荷重走行試験機を使用し、図2に示すように輪荷重の走行方向に供試体二体を設置して同時に荷重

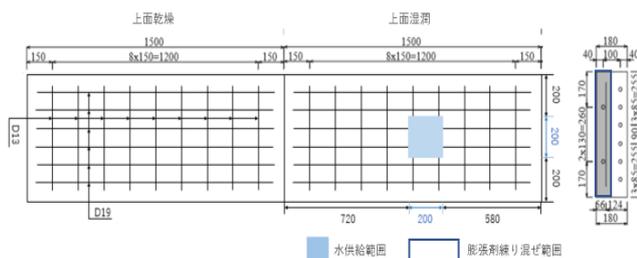


図1 供試体概要

を行った。輪荷重は、供試体上面に載荷ブロックを敷き並べた上を連続往復走行させた。また所定回数の輪荷重走行を行ったのちに、図2に示す位置(LP1, LP2)に100kNの静的荷重を行なった。図中の青枠内が画像解析の範囲である。LP2は供試体支間中心の載荷ブロック位置であり、LP1からLP2の順に荷重していく際の移動輪荷重下床版の変形挙動について画像解析を行った。

4. 画像解析

撮影画像の画素数は4608×3072ピクセル(約1400万画素)である。撮影は、①所定回数(0回, 48,000回, 60,000回, 100,000回)までの輪荷重走行、②静的荷重を実施して荷重前後に供試体撮影、の繰り返しにより行った。なお、供試体の撮影表面にはラメスプレーによるランダムパターンを付与している。

解析手順としては撮影した画像を二値化したのち25ピクセル間隔で格子状に観測点を設置し、画像相関法を用いて各観測点の変位を計測した。そのうち4点の変位を用いてひずみを算出した。

5. 画像解析結果：最大主ひずみ

供試体Wの60,000回走行後、100,000回走行後の最大主ひずみ分布を図3に示す。なお100,000回走行後の画像解析では右側で汚れによって解析が一部欠損となった。ここでは図3においてLP1荷重時とLP2荷重時を比較する。

まず、図中①の範囲ではひずみの強さに顕著な変化は見られなかった。この範囲においては左側支点付近での斜め方向のひずみと下端中央部における鉛直方向のひずみが荷重の移動に関わらず現れていることから、荷重位置に関わ

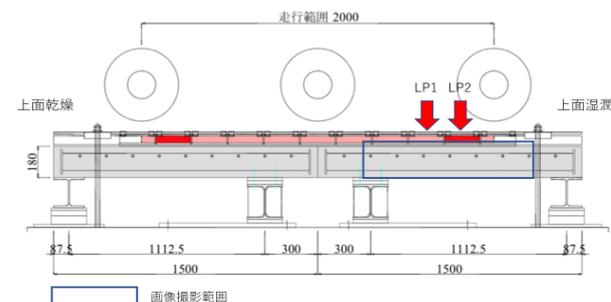


図2 輪荷重走行試験

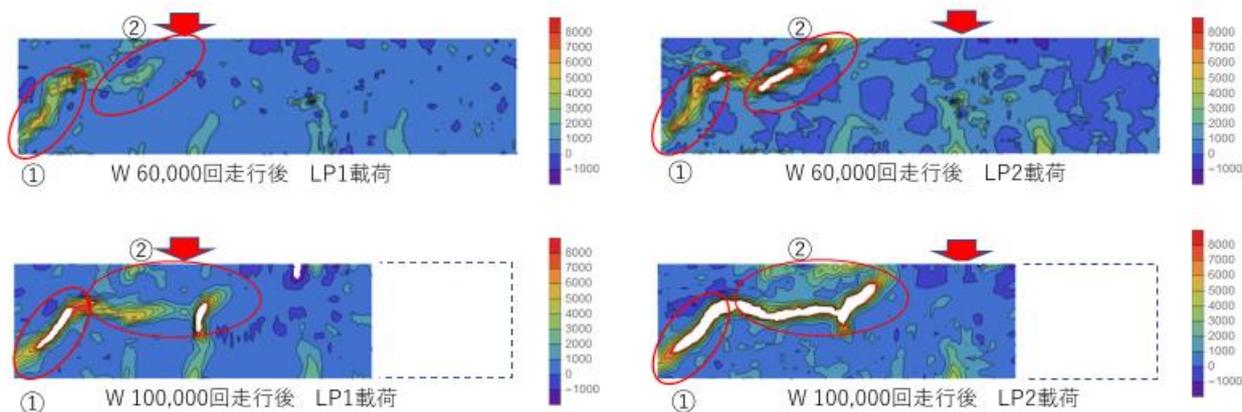


図 3 表面湿潤条件供試体 最大主ひずみ

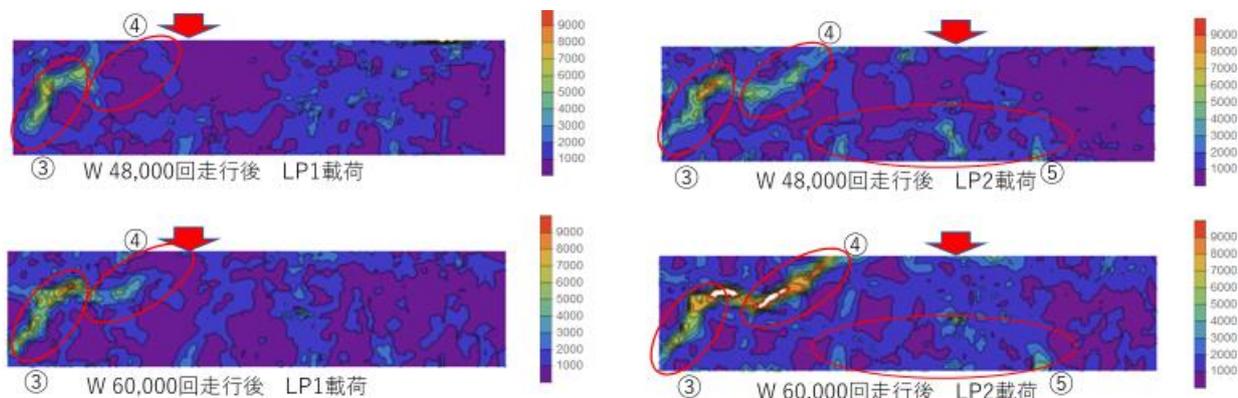


図 4 表面湿潤条件供試体 最大せん断ひずみ

らずひび割れが開いていることがわかる。

次に図中②の範囲では、先に述べた①のひずみ分布から供試体中央に向かって水平にひずみが分布しており、荷重が支間中央に移動することでひずみが大きくなっている。加えて LP2 荷重時には LP1 荷重時に確認されていない斜めのひずみ分布が先端に現れている。以上より、②の範囲では荷重移動が水平方向ひび割れと供試体上端への斜めひび割れの開きに影響を及ぼしていることが確認できる。

①と②の範囲の移動荷重によるひずみ強さの変化は 60,000 回走行後と 100,000 回走行後も同様の傾向であるが、100,000 回走行後の図においては水平ひび割れ範囲の伸長と、開閉する上端への斜めひび割れの切り替わりが見られた。

6. 画像解析結果：最大せん断ひずみ

供試体 W の 60,000 回走行後、100,000 回走行後の最大せん断ひずみ分布を図 4 に示す。いずれの場合も LP1 荷重時には③の範囲で斜めにひずみが分布しており、LP2 に荷重位置が移動することによって④の範囲でひずみ分布が斜め方向に伸長した。

60,000 回走行後の⑤の範囲では、図 3 で曲げひび割れによる最大主ひずみが確認されたが、図 4 のせん断ひずみは LP2 荷重時に少し認められる。ひび割れの開閉とずれが同時に起きていることが確認できる。

④の範囲で確認できるひずみ分布は荷重位置の移動で変化しているため、荷重の移動によってせん断が繰り返されていることがわかる。この供試体上側部分のひずみは図 3 の② (60,000 回走行後) で確認されたひずみ位置と一致しているため、② (60,000 回走行後) と④のひび割れは開閉

とずれを同時に生じていると考えられる。また、走行回数の増加に伴って LP2 荷重時のせん断ひずみが強くなっていることから、ずれの繰り返しによりひび割れ部が擦り磨かれてひび割れ部のひずみが大きくなったと推察される。

7. まとめ

本研究では、模擬劣化を導入した RC 梁の輪荷重下における変形挙動について画像解析を用いて面的に把握することを目的とし、画像解析結果から以下の 3 点が確認できた。

(1) 模擬劣化導入部分の最大主ひずみ図において、移動荷重によるひび割れの開閉の繰り返し挙動が見られた。また、60,000 回と 100,000 回走行の間にひずみ範囲の伸長が見られた。

(2) 模擬劣化導入部分の最大せん断ひずみ図において、移動荷重によるひび割れのずれの繰り返し挙動が見られた。48,000 回と 60,000 回走行の間でせん断ひずみが増加しており、繰り返しせん断によるすり磨きの影響であると考えられる。

(3) 模擬劣化を導入していない範囲では荷重位置によるひずみ分布の変化はわずかであり、ひび割れが一定方向に開いたままもしくはずれたままであると確認される。

参考文献

- 1) 澤松俊寿, 岡田慎哉, 山崎達哉: 一般国道 275 号志寸川橋の床版陥没について一防水層を含めた床版の劣化損傷状況の調査一, 平成 24 年度技術研究発表会, 2013.
- 2) 松江晃太, 角間恒, 松本高志: 水平模擬ひび割れを導入した RC 梁の変形挙動の画像解析, 第 73 号土木学会北海道支部論文報告集, A-33, 2017