

移動荷重下の模擬劣化 RC 床版の変形挙動に関する画像解析

Image analysis of the deformation behaviors of artificially damaged RC slab under moving wheel load

北海道大学工学部

北海道大学工学院

北海道大学大学院工学研究院

(国研) 土木研究所寒地土木研究所

(国研) 土木研究所寒地土木研究所

○学生員 永井 崇雅 (Takamasa Nagai)

学生員 松江 晃太 (Kota Matsue)

正 員 松本 高志 (Takashi Matsumoto)

正 員 角間 恒 (Ko Kakuma)

正 員 西 弘明 (Hiroaki Nishi)

1. まえがき

道路橋 RC 床版の耐久性に関しては、これまで疲労破壊に対する耐久性が研究されてきており、輪荷重走行試験機による疲労損傷の進展と最終的な抜け落ちの再現と疲労寿命の評価がなされてきた。近年、疲労に加えて塩害や凍害によると考えられる損傷も生じた複合劣化床版の事例が見られるようになってきている。こうした床版においては、コンクリートに水平ひび割れが発生して上面が砂利化を起こす形態をとることが観察されてきている。

複合劣化を起こした床版の寿命評価をするにあたっては、損傷破壊現象の理解と再現が必要である。本研究では、人工的に水平ひび割れを導入した床版に対して輪荷重走行試験機により疲労載荷を行い、載荷前に導入した水平ひび割れと輪荷重走行により形成される周辺のひび割れとにより影響を受ける床版の構造挙動を把握することを目的としている¹⁾。その手法として既往の研究でも有効性が示されている画像解析を用いることで、面的な変位場を計測し、模擬劣化床版の変形挙動の特徴を把握しようとするものである。

2. RC 床版の移動輪荷重載荷実験

2.1 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（長さ1500mm、幅600mm、厚さ180mm）であり、軸方向鉄筋はD19（SD345）である。供試体には模擬劣化を導入しており、上側鉄筋位置での膨張剤の散布（0.6kg/m²）によって鉄筋腐食による局所的な水平ひび割れの発生を模擬した。

2.2 載荷方法

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模擬劣化状態が同じ供試体二体を設置して同時に載荷を行った。輪荷重の載荷には鉄輪を使用し、供試体上面に載荷ブロックを敷き並べた上に連続走行させた。載荷ブロックの寸法は走行直角方向 500mm×走行方向幅 200mm、輪荷重の走行範囲は供試体境界を中心とする2mである。また所定回数の100kNの輪荷重走行を行ったのち図-2に示す位置(LP1、LP2、LP3)に輪荷重を移動して、100kNの静的載荷を行なった。LP3は供試体支点間中心の載荷ブロック位置であり、LP2とLP1は右方に隣接する載荷ブロック位置である。LP1からLP3の順に載荷していくことで移動荷重下床版の変形挙動を計測した。

3. 画像解析手法

3.1 画像撮影

画像撮影にはNikonのデジタルカメラD3100を使用した。画素数は4608×3072ピクセル（約1400万画素）である。撮影は、①所定回数までの輪荷重走行、②静的載荷前後の撮影、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。

3.2 画像関連

撮影した画像は二値化画像に変換している。二値化画像において、25ピクセル間隔で格子状に計測点を設定した。計測点はそれぞれ梁軸方向に166点、梁高さ方向に35点の合計5810点とした。

4. 画像解析結果

供試体には輪荷重走行45000回後に砂利化が認められ、深さが約4cmに達したため輪荷重走行を終了した。ここでは輪荷重走行9000回終了後に行った静的載荷時の画像解析について述べる。図-3にLP1からLP3に載荷を行った際のx方向（梁軸方向）およびy方向（梁高さ方向）の変位分布を示す。

4.1 LP1 載荷

x方向変位は、載荷点側で少し異なるものの、水平ひび割れの上側と下側で等高線は連続しており、少し伸縮を伴った剛体変位であった。y方向変位はひび割れ上側では載荷位置近傍で大きくなるたわみの変位分布が見ら

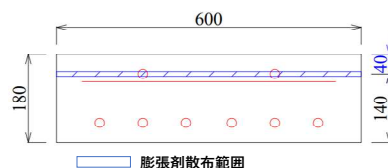


図-1 供試体断面（単位：mm）

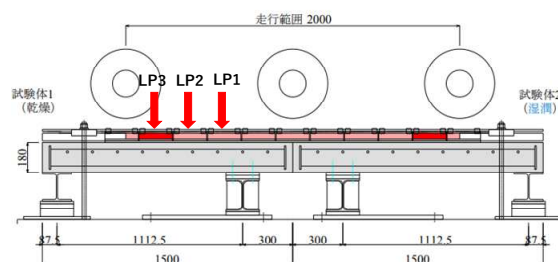


図-2 移動輪荷重載荷の概要（単位：mm）

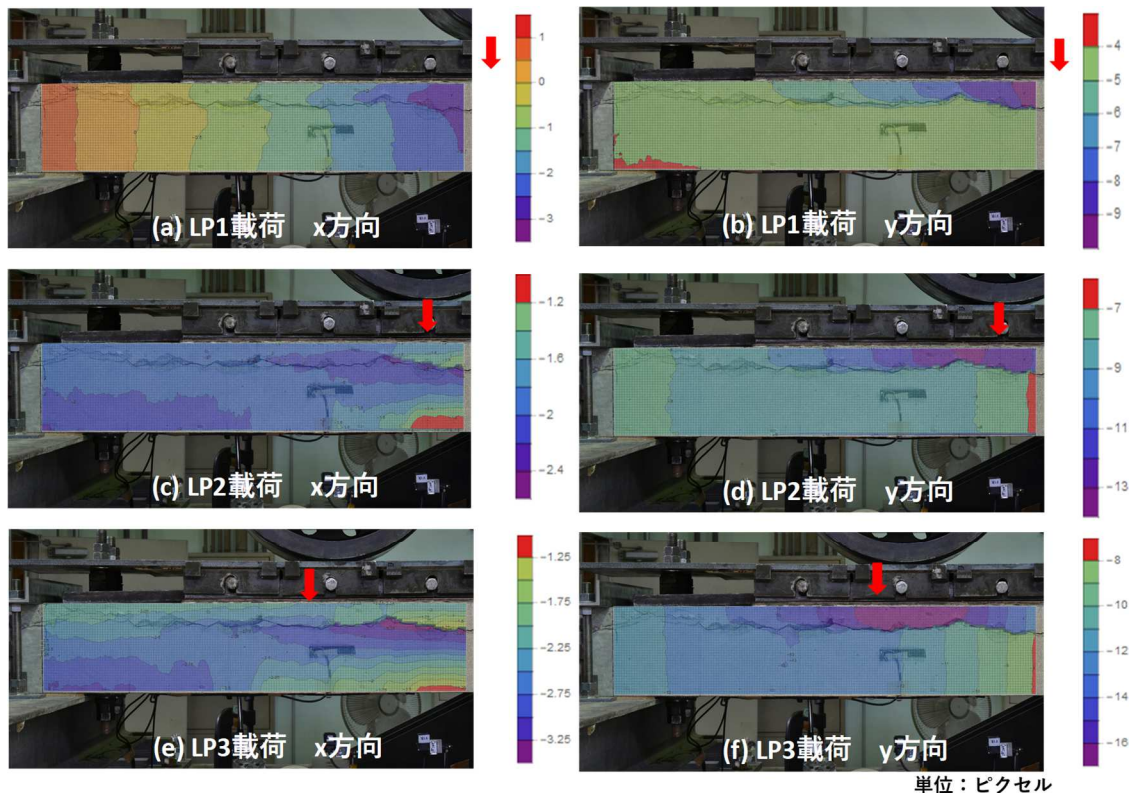


図-3 9000回走行後静的載荷時の変位分布 (x: 水平、y: 鉛直)

れたが、下側では見られずほぼ一様であった。載荷位置が支点近傍であり、載荷により上側がたわんで水平ひび割れが閉まったものの、支間中心部への影響は小さく下側には影響がなかったと推測される。

4.2 LP2 載荷

x 方向変位では水平方向の等高線が確認でき、供試体上面から水平ひび割れ直上まで段階的に変位が小さくなっている。また、水平ひび割れ直下では上面での変位より大きな変位が見られ、下面に向けて同様の分布で段階的に変位が小さくなっている。以上から重ね梁のような挙動が確認される。y 方向変位は梁軸方向に対して垂直の等高線が確認でき、水平ひび割れ上側では載荷位置を中心として大きなたわみ変位分布となっているが、下側では支間中央にたわみ変位分布の中心がある。

4.3 LP3 載荷

x 方向変位、y 方向変位ともに LP2 と同様の分布傾向がみられた。水平ひび割れ上側と下側で変位分布は不連続となっており、それぞれが曲げ変形の変位分布を示した。LP2 載荷と比較すると LP3 載荷は先述の特徴がより顕著に表れており、重ね梁のような挙動が確認された。

4.4 移動輪荷重下での挙動

x 方向変位は、LP1 載荷では剛体変位と考えられる変位が見られた。LP2 から LP3 への輪荷重の移動にともない、水平ひび割れ上側と下側において曲げ変形の変位分布とみられる分布が確認でき、輪荷重の移動に伴い範囲が広がる様子が見られた。

y 方向変位では、水平ひび割れ上側では載荷位置直下で最大変位が確認でき、同位置の下側に比べ大きな変位を示している。また、この分布傾向は LP1 から LP3 で同

様であり、載荷位置の移動に伴い最大変位位置も移動しており、たわみと共に水平ひび割れが閉じている様子が見られる。

5. まとめ

本研究では膨張剤の散布によって水平ひび割れを導入した RC 床版の輪荷重走行実験を行い、移動荷重下での変形挙動の検討を画像解析により行った。

水平ひび割れを導入した床版の移動荷重載荷時の変形挙動について以下の点が確認された。第一に、載荷位置が支間中央に移動するにつれて、水平ひび割れ上側と下側に曲げ変形の変位分布の広がりが見られ、重ね梁の曲げ変形領域が広がったと見られた。第二に、水平ひび割れ上側にて載荷位置直下を中心とした鉛直方向たわみ分布が見られたこと。この分布は輪荷重の移動に伴い中心が動いた。一方、水平ひび割れ下側では鉛直方向たわみ分布の中心が異なり、支間中央にあった。

今回の報告は、撮影した画像の一部の解析に留まるため、今後輪荷重走行載荷の各段階の詳細な解析を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 角間恒、渡邊晋也、西弘明、松本高志：内部劣化を有する RC 部材の曲げ耐力性能について、第 73 号土木学会北海道支部論文報告集、A-35、2017。
- 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。