

特殊加速度センサを用いた RC 床版のたわみ計測の適用性に関する検討

施工技術総合研究所 正会員 ○菊地 新平, 勝呂 翔平, 渡邊 晋也
株式会社 TTES 正会員 菅沼 久忠, 梅川 雄太郎

1. 背景と目的

床版は橋梁において、輪荷重を直接支持する構造体であり、鋼橋において疲労損傷を受けやすい部材の一つである。特に鉄筋コンクリート（以下、RC と呼ぶ）床版は、交通荷重によるひび割れ等に伴い、耐荷性能が徐々に低下して、最終的には押抜きせん断破壊に至る。RC 床版の維持管理として、床版のたわみを用いた劣化度評価が考えられている。

実橋の床版における一般的なたわみ計測は、計測のために不動梁のような治具架台に接触型変位計を設置して行われる。このため、たわみ計測には変位計の設置作業に多くの時間を要している。また、床版のたわみ量は最大 1 mm 程度の微小なものであり¹⁾、治具架台の支持条件によって、誤差が大きい計測となってしまう場合がある。よって、床版のたわみ計測には簡便に設置でき、計測誤差が生じにくい技術が望まれている。

本研究では、実橋より撤去された RC 床版に対して、輪荷重走行試験を実施し、不動梁を用いた接触型変位計による床版たわみの計測手法（以下、変位計手法と呼ぶ）と、簡便に設置できる加速度センサによる床版たわみ計測手法による値を比較し、加速度センサを用いた床版たわみ計測手法の適用性を評価した。なお、本研究では、加速度センサによるたわみ計測手法について、不動梁が不要で、特殊な加速度センサを用いる、床版のたわみ形状を把握する手法²⁾（以下、たわみ角手法）を適用した。

2. 試験概要

本研究では、撤去された RC 床版試験体（床版支間 2,500 mm×橋軸方向 2,000 mm×床版厚さ 220 mm）に対して、輪荷重走行試験を実施した。図 1 に屋外輪荷重試験機を示す。使用した輪荷重

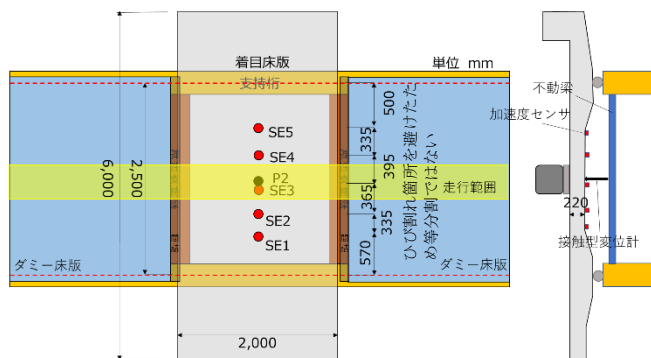


図2 計測位置(透視図)

試験機は、2軸2輪の鉄輪を有し、最大台車重量は32 tfである。また、5,000回/日程度の走行速度であり、走行範囲が6 mと広い。着目床版の前後にダミー床版を設置した。

変位計手法では、床版の支持桁に不動梁を固定して、接触型変位計（分解能：1/200 mm）を床版試験体下面の中央に設置した。たわみ角手法については、特殊な加速度センサを接触型変位計と同一断面に設置した。また、たわみ算出には、複数のセンサ値が必要なため、本検討では橋軸直角方向に5台設置した。図2に計測位置、図3に各センサの設置状況を示す。輪荷重走行試験は車輪が通過する回数で75,000回まで実施し、適宜、両手法での計測を行った。

3. 結果

輪荷重走行試験 1,000 回時に床版上を輪が移動した際の床版たわみを計測した。たわみの計測結果を図4に示す。

たわみ角手法によるたわみの計測値は、輪が計



図1 輪荷重載荷試験機



図3 センサ設置状況

キーワード 床版, 床版変形, 維持管理, モニタリング

連絡先 〒417-0801 静岡県富士市大淵 3154 TEL 0545-35-0212

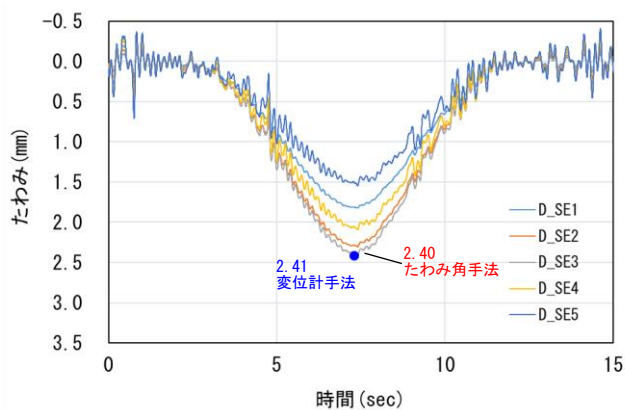


図4 輪通過時のたわみ計測結果(1,000回時)

測断面に近づくにつれて大きくなり、通過とともに小さくなっている。たわみ値は支間中央の加速度センサ位置 (D_SE3) において最大となっている。たわみの最大値は2.40 mmであった。一方、ほぼ同時期に計測した変位計手法によるたわみは2.41 mmであり、変位計手法とたわみ角手法によるたわみはほぼ同値であり、加速度センサによって床版たわみが正確に計測されていると考えられる。

図5に輪荷重走行の経過に伴う床版支間中央の活荷重たわみ値の変化を示す。変位計手法とたわみ角手法ともに、右肩上がり増加傾向を示している。一般的に、走行回数に伴うRC床版のたわみ増加傾向は、载荷初期では曲げひび割れの発生によってたわみが急増し、その後、安定した漸増状態となる。さらに終局に近くなるとたわみが再度急増して、最後には押抜きせん断破壊に至る。図5に示す床版の活荷重たわみの増加過程は、曲げひび割れ発生による初期のたわみが急増する挙動と、その後の漸増期を捉えていると考えられることから、たわみ角手法を用いて算出された床版の活荷重たわみから、床版の劣化度を評価することが可能となることが示唆される。

特に漸増期前半までの、試験開始から50,000回までの間は、変位計手法とたわみ角手法のたわみはよく一致している。一方で、漸増期後半(50,000回以降)では、たわみ角手法の方が変位計手法より大きいたわみ値を示している。現状でこの原因は明らかになってはいないが、床版下面のひび割れに角欠けやノロが発生していることから、大きなひび割れの発生が影響しているものと推定される。

図6に活荷重による橋軸直角方向のたわみ形状を示す。中央にプロットした点に変位計手法による値であり、線で示したグラフがたわみ角手法から算出された床版たわみである。走行回数の増加に伴い、たわみが増加しており、剛性低下に伴っ

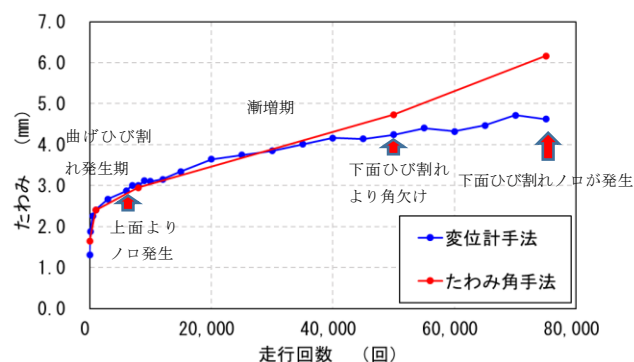


図5 载荷回数とたわみの増加傾向

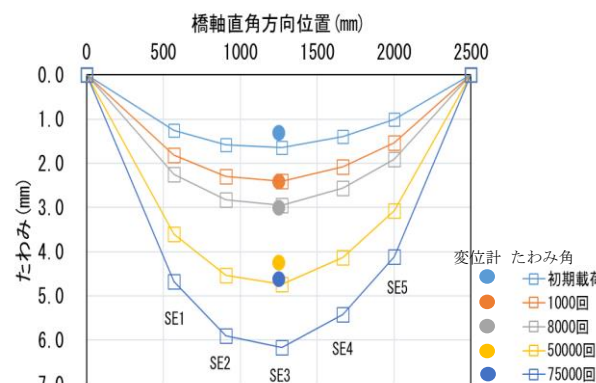


図6 橋軸直角方向たわみ形状

て活荷重によるたわみ形状の曲率が大きくなっていくことが捉えられている。

4. まとめ

本研究では、実橋から撤去したRC床版を用いた輪荷重走行試験において、接触型変位計による手法と特殊な加速度センサからたわみを算出する手法を適用し、活荷重による床版たわみの増加性状について比較した。設置が簡便な加速度センサを用いたたわみ角手法は、床版支間中央において接触型変位計で計測したたわみと同等の計測が可能であることがわかった。特にRC床版の損傷過程における曲げひび割れ発生から漸増期前半までのたわみ増加傾向が捉えられると思われる。さらに、たわみ角手法においては、橋軸直角方向の床版のたわみ形状も推定できることが確認された。これらのことから、床版の劣化度の評価³⁾にたわみ角手法が活用できる可能性が確認されたものと考えられる。

今後の課題としては、輪荷重走行試験終盤のたわみ漸増期後半において見られた、変位計手法とたわみ角手法のたわみ値の差が生じる原因の解明が挙げられる。また、実橋のように桁と床版のたわみが複合して生じる場合の適用性を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 松井繁之：道路橋床版 設計・施工と維持管理，2007
- 2) 梅川ら：複数加速度センサを用いた橋梁のたわみ算出方法の適用性および精度向上に関する検討，第74学会年次学術講演会
- 3) 山口ら：FWDを用いた既設RC床版の健全度評価手法に関する一提案，構造工学論文集 Vol. 61A, 2015. 3.