

鋼 2 径間連続 I 桁橋を対象とした樹脂注入補修前後における橋梁床版の振動モード形状調査

日本電気(株) 正会員 ○木下 翔平
 日本電気(株) 正会員 葛西 茂
 東日本高速道路(株) 東北支社 技術部 正会員 成岡 尚哉
 東日本高速道路(株) 東北支社 建設事業部 正会員 氏原 安美
 ネクスコエンジニアリング東北(株) 加藤 諒

1. はじめに

著者らは橋梁構造の性能評価について、振動モードの発現に着目した手法を検討している。これまでに鋼製梁門型橋脚の鋼 2 径間連続 I 桁橋の床版について、樹脂注入補修により振動モードの発現が変化することを確認している。今回コンクリート製橋脚を有する鋼 2 径間連続 I 桁橋の床版を対象に、樹脂注入補修前後における橋梁床版の振動モード形状を調査した。その結果、樹脂注入した補修後において、補修前に観測されなかった 3 次モードが発現しており既往の研究例と同傾向であった。詳細を以下に報告する。

2. 床版健全度と振動モード形状の変化

図 1 に床版の健全度と振動モード特性に関する仮説の概念図を示す。著者らは健全度が低下すると、つまり劣化が進行すると、振動モードは異形状へ変化または消滅すると考えている。その際構造情報を反映しやすい高次モードほど局所的な損傷に対して敏感であるため、変化が生じやすいと考える。

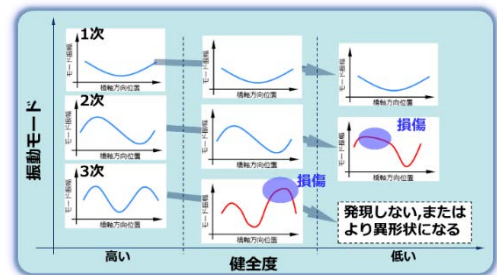


図 1 床版健全度と振動モード特性の概念図

3. 対象橋梁

図 2 に対象橋梁の外観および床版の表面写真を示す。また図 3 に橋梁一般図を、表 1 に橋梁諸元をそれぞれ示す。



図 2 対象橋梁

橋梁形式は鋼 2 径間連続 I 桁橋である。P1 橋脚はコンクリート製である。床版の表面にはクラックなどの損傷が散見されており、点検結果では健全度Ⅲと評価されている。同橋梁はクラック補修や床版と舗装間の接着を目的に、2022 年 8 月樹脂注入による補修を実施している。

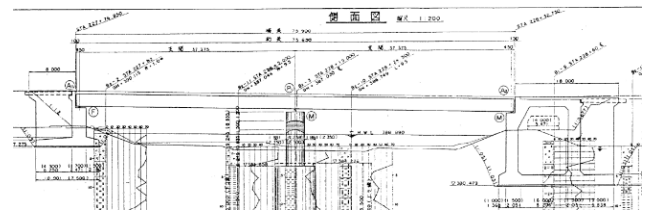


図 3 橋梁一般図

4. 振動計測法

4.1 計測システム

図 4 に計測システムの概要を示す。多点同時計測が可能な計測システムを用いて、床版の振動を計測した。計測システムは、床版鉛直方向の加速度を計測するための加速度センサ、データロガー、制御用 PC で構成させた。

4.2 センサ設置位置

図 5 に加速度センサ設置位置を示す。センサは走行車線部分の床版底面に対して、橋軸方向に 1 列で各径間に等間隔で 7 か所、2 径間で計 14 か所に設置した。

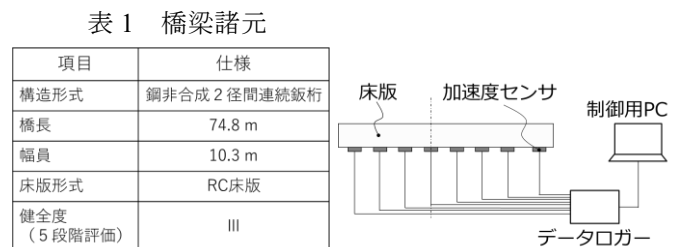


図 4 計測システム

キーワード 鋼 2 径間連続 I 桁橋, 樹脂注入補修, 補修前後, 床版, 振動モード

連絡先 〒211-8666 神奈川県川崎市中原区下沼部 1753 日本電気株式会社 第二都市インフラソリューション事業部 TEL 044-455-8587

4.3 計測諸元

表2に計測諸元を示す。ダイナミックレンジは $\pm 2.5 \text{ m/s}^2$ 、周波数帯域は0Hzから150Hz、サンプリング周波数は600Hz、解析対象区間長は2秒、周波数分解能は0.3Hzである。夜間に自動計測した。加速度データに対して、車軸通過に伴う先鋭波形をカウントし、3軸以上の車両が通過した後の減衰自由振動を1イベントとし解析した。

5. 結果

5.1 加速度の時刻歴波形および周波数スペクトル

代表例としてセンサ位置 CH14 の加速度時刻歴波形を図6に示す。車両走行に伴う加速度の変化が生じており正しく計測できている。また、図6の減衰自由振動区間に対する加速度周波数スペクトルを図7に示す。3Hz、5Hz、11Hz、16Hzなどにピークが観測された。

5.2 振動モード抽出結果

表3に補修前後の振動モード形状例を示す。図中丸点は各センサ位置における振幅を示す。3Hzの形状は、A1-P1径間およびP1-A2径間ともにたわみ1次形状でかつ各径間の振幅は逆相となる形状であった。5Hzの形状は、A1-P1径間およびP1-A2径間ともにたわみ1次形状で各径間の振幅は同相となる形状であった。16Hzの形状はA1-P1径間およびP1-A2径間がたわみ2次形状であるが径間の振幅が異なった。また、11Hzでは一方の径間がたわみ1次の形状であった。図8に、補修前に観測されず補修後の21Hzに観測された振動モードの形状を示す。本形状はA1-P1径間およびP1-A2径間ともにたわみ3次の形状であった。

6. 考察

補修前に観測されなかった3次モードが、補修後に発現した。樹脂注入による補修工法は構造体の境界条件に影響しないことを加味すると、3次モードの発現は床版の粘性特性が低下し構造的な一体性が高まったことに起因すると推定する。

7. まとめ

鋼製梁門型橋脚の鋼2径間連続I桁橋の床版に加えて、コンクリート橋脚の鋼2径間連続I桁橋の床版においても、補修後に新たなモードが発現した。同現象に着眼すれば、非破壊で補修効果を確認できる可能性があるため、今後も継続調査する。

参考文献

- 1)木下翔平,他3名: 補修前後の鋼2径間連続I桁橋におけるRC床版の振動モード特性差異, 第75回土木学会年次学術講演会講演概要集,2020.

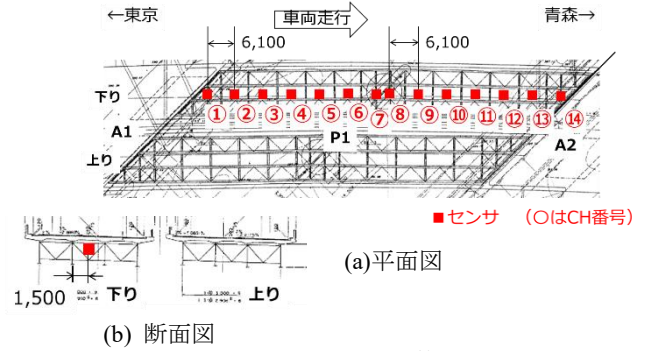


図5 センサ設置位置

表2 計測諸元

項目	仕様
ダイナミックレンジ	$\pm 2.5 \text{ m/s}^2$
計測周波数帯域	0 ~ 150 Hz
サンプリング周波数	600 Hz
解析対象区間長さ	2 s
周波数分解能	0.3 Hz

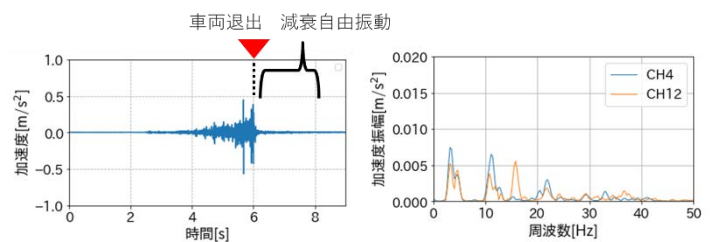


図6 加速度時刻歴波形例 (CH14)

図7 加速度周波数スペクトル例

表3 補修前後における振動モード形状例

周波数	補修前	補修後
3 Hz		
5 Hz		
16 Hz		

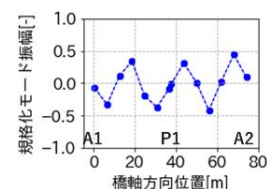


図8 補修後に発現した振動モード形状