

振動可視化分析を用いた実橋梁床版のモード形状推定

日本電気(株)	正会員	木下 翔平
日本電気(株)	正会員	葛西 茂
日本電気(株)		清川 裕
東日本高速道路(株)	正会員	藤野 和雄
東日本高速道路(株)	正会員	本間 淳史
モニタリングシステム技術研究組合	正会員	寺田 晃

1. はじめに

RC 床版の損傷評価指標として、振動モードが着目されている。筆者らは、室内モデル実験を通じて、各振動モードの姿態すなわちモード形状が、損傷評価指標として有効であることを報告した¹⁾。そこで、本報では、振動可視化分析を用いて実橋梁の床版のモード形状が推定可能か否かを検証した。

2. 実験橋梁

実験橋梁は、東北自動車道の大森川橋である。同橋の概要を表1に示す。構造形式は鋼合成単純鈹桁橋であり、橋長は36.3m、床版形式はRC床版である。

3. 計測条件と解析方法

3.1. 計測条件

振動計測は、多点同時計測が可能な有線型解析システムで実施した。有線型解析システムの概要を図1に示す。解析システムは、振動センサ、FFTアナライザ、制御用PCで構成した。道路上の車両走行状態を目視し、大型車1台が走行車線を通過した際の、床版鉛直方向の振動応答を計測した。振動応答を詳細に分析するために、センサ配置を橋軸方向と橋軸直角方向の2通りとしてそれぞれ計測した。図2-(1)と図2-(2)に、各方向の計測におけるセンサ配置を示す。橋軸方向の計測点は9点、橋軸直角方向の計測点は11点とした。

3.2. 解析方法

まず、振動応答から減衰自由振動区間を抽出した。減衰自由振動に着目した理由は、その振動応答が橋梁の構造特性に起因する伝達関数と略一致するためである。そして、減衰自由振動区間を周波数変換し、卓越周波数の振動姿態を各センサの応答から可視化した。これにより、観測した卓越周波数が、外乱であるか、または橋梁振動モードに起因するか、振動モードに起因する場合どのようなモードなのかを視覚的に判断できる。

4. 結果

4.1. 周波数スペクトル

図3-(1)と図3-(2)に、各方向の計測における代表的な周波数スペクトルを示す。図3-(1)から、橋軸方向で、(a)4.4Hz、(b)11Hz、キーワード 振動可視化分析、実橋梁床版、モード形状

表1 大森川橋の概要

項目	仕様
供用開始時期	1975年
構造形式	鋼合成単純鈹桁橋
橋長	36.3 m
幅員	10.75 m
床版形式	RC床版

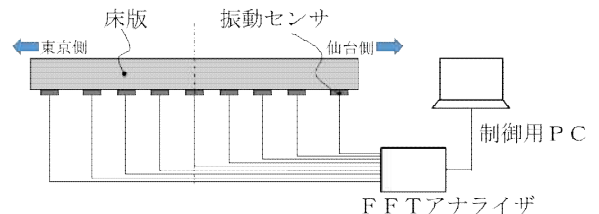


図1 有線型解析システムの概要

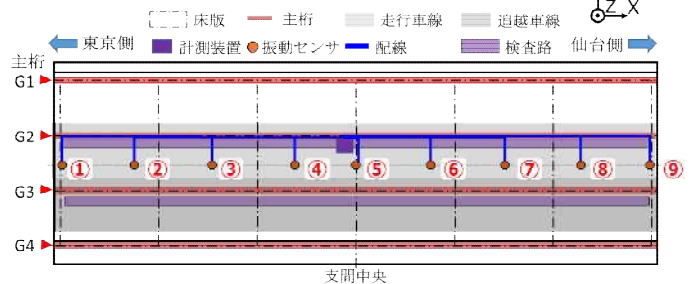


図2-(1) 橋軸方向のセンサ配置



図2-(2) 橋軸直角方向のセンサ配置

(c)16Hz, (d)19Hz, (e)24Hz, (f)93Hz に卓越を観測した。また、図 3-(2)から、橋軸直角方向で、(a)4.4Hz, (b)11Hz, (d)19Hz, (e)24Hz, (f)93Hz に卓越を観測した。

4.2. 振動姿態

橋軸方向と橋軸直角方向の卓越周波数における振動姿態を表 2 に示す。表 2 中の番号と座標軸は、図 2 中の番号と座標軸に対応する。表 2 から、4.4Hz は、橋軸方向では鉛直たわみ 1 次モードの形状かつ橋軸直角方向では剛体モードの形状であった。11Hz は、橋軸方向と橋軸直角方向でともに鉛直たわみ 1 次モードの形状であった。16Hz は、橋軸方向では鉛直たわみ 2 次モードの形状であり、橋軸直角方向では卓越を観測できなかった。19Hz は、橋軸方向では鉛直たわみ 3 次モードの形状かつ橋軸直角方向では鉛直たわみ 2 次モードの形状であった。24Hz は、橋軸方向では鉛直たわみ 3 次モードの形状かつ橋軸直角方向では鉛直たわみ 1 次モードの形状であった。93Hz は、橋軸方向では仙台側の端から東京側付近まで振幅が観測されており、かつ各計測点の位相がばらついていた。そして橋軸直角方向では主桁 G2 と G3 および主桁 G3 と G4 を支持点とするたわみ形状であった。

5. 考察

卓越周波数における振動姿態は、一般的なモード形状と定性的に一致した。また、4.4Hz, 11Hz, 16Hz の振動姿態は、類似構造の床版に関する数値解析結果²⁾と略一致した。これから、振動可視化分析によるモード形状の推定結果は妥当であると考えられる。さらに、本手法では、上記の数値解析で示されていない鉛直たわみ 3 次モードの形状を推定できた。これより、実橋梁において高次モードを含む振動モードの形状から損傷を評価できる可能性が示された。

6. まとめ

振動可視化分析により実橋梁床版のモード形状を推定できることが示された。今後は、橋梁の経年変化に伴うモード形状の変化を分析する予定である。本研究は、モニタリングシステム技術研究組合 (RAIMS) が実施した研究であり、内閣府の「SIP インフラ維持管理・更新・マネジメント技術」の一環として国土交通省が実施する「社会インフラへのモニタリング技術の活用推進に関する技術研究開発」委託事業研究の成果である。

参考文献

- 1) 葛西, 木下, 小原, 新井: 土木学会第 71 回年次学術講演会予稿集, p.75-76, 2016
- 2) 足立, 岡村, 島田: 土木学会論文報告集, 第 330 号, 1983 年, 2 月

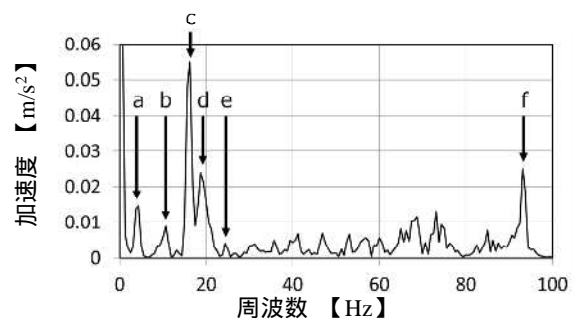


図 3-(1) 橋軸方向の周波数スペクトル (センサ)

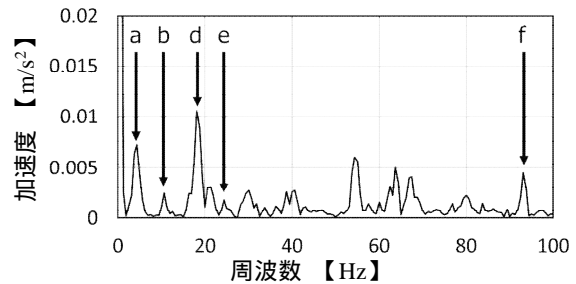


図 3-(2) 橋軸直角方向の周波数スペクトル (センサ)

表 2 卓越周波数における振動姿態

周波数	橋軸方向	橋軸直角方向
4.4 Hz	<p>鉛直たわみ 1 次</p>	<p>剛体モード</p>
11 Hz	<p>鉛直たわみ 1 次</p>	<p>鉛直たわみ 1 次</p>
16 Hz	<p>鉛直たわみ 2 次</p>	卓越していない
19 Hz	<p>鉛直たわみ 3 次</p>	<p>鉛直たわみ 2 次</p>
24 Hz	<p>鉛直たわみ 3 次</p>	<p>鉛直たわみ 1 次</p>
93 Hz	<p>(計測点の位相がばらつく)</p>	<p>主桁 G2-G3 および主桁 G3-G4 を支持点とするたわみ形状</p>