

振動測定による既存橋梁の補修工事の効果

愛媛大学大学院 学生会員 ○松村 裕樹
愛媛大学大学院 フェロー 森 伸一郎
株式会社一宮工務店 非会員 吉田 享一

1. はじめに

日本における既存橋梁の効果的な維持管理のためには、その現有性能を評価する必要がある。そのためには損傷状況を把握することを目的とした外観調査以外に別途適切な調査を行い、定量的な評価を行う必要がある¹⁾があまり行われていない。本論文では、補修が行われる橋梁に対し、補修前後の固有振動数・変位振幅の変化を比較するため実験車両を用いた振動測定を行うことで補修効果の定量的な評価を検討した。

2. 測定対象と実験・解析方法

測定対象は愛媛県四国中央市にある川之江橋(国道11号線)で1954年に架設された。この橋は1スパン14.56m、全長73.10mの5径間単純RC造T型桁橋で45度の斜橋である。橋梁補修工事は、主桁に対して厚さ4.5mmの鋼板接着と断面補修が行われた。図-1に平面・側面・断面図とセンサー配置を示す。写真-1に川之江橋山側G5における測定状況を示す。測定には、24チャンネルまで測定できる測定器GEODAS-12-USB-24chと、周波数が0.5~20Hzで平坦な利得特性を有し、3成分の感振器が内蔵された速度計CR4.5-2S(以下、センサーとする)を使用した。5径間の桁の支間中央と橋台から支間長の1/2だけ離れた地盤の6点に等間隔にセンサーを配置して、直線状アレー観測を行った。サンプリング周波数200Hzで約60秒間のデータを取得した。測定中は、走行車両の通過時間、速度、センサーからの距離等の通過状況の記録をビデオ撮影とメモによって行った。

次に、解析方法を示す。本論文では山側の測定で、山側車線を通じた実験車両の鉛直方向の速度時刻歴を解析する。取得した60秒間のデータにおいて無車両状態の5秒間の平均値をドリフト補正量として補正した。補正した速度を線形加速度法によって時間積分することで変位を得る。中央たわみの時刻歴を得るためにバンド幅2.5秒のHanningウィンドウで振動成分を除去した。また、ドリフト補正後の時刻歴から実験車両が通過した10.24秒を1セグメントとして抽出し、速度フーリエスペクトルを得た。

3. 測定結果

桁に鋼板接着が施されることによって、結果として剛性が向

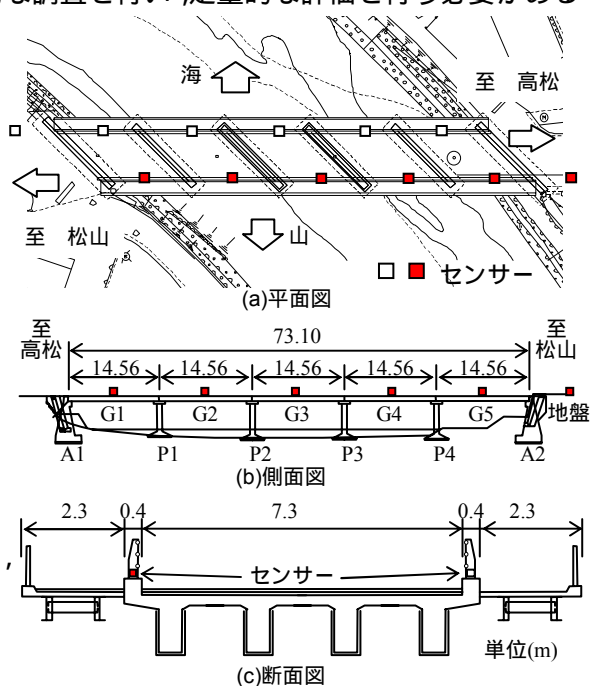


図-1 川之江橋の平面図・側面図・断面図



写真-1 G5山側の測定状況

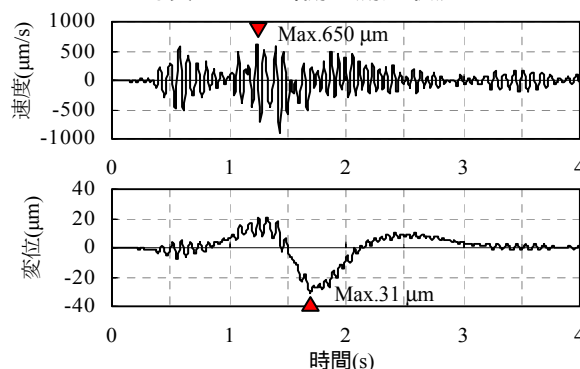


図-2 G2山側の支間中央における補修前の速度・変位時刻歴

キーワード 既存橋梁, 補修, 振動測定

連絡先 〒790-8577 愛媛県松山市文京町3 愛媛大学大学院理工学研究科 mori@ehime-u.ac.jp

上すると考えられる．剛性が向上すれば，橋梁上部工の補修後の変化として，固有振動数は高振動数へ推移し，最大中央たわみは低減されると推察される．図-2 に G2 山側の支間中央における補修前の速度・変位時刻歴を示す．図-3 に G2 山側の支間中央における補修前後の中央たわみの時刻歴を示す．既往の研究²⁾から最大中央たわみがセンサー特性による走行車両の速度依存を受けるため，車両走行速度がほぼ等しい測定回を選んで比較した．また，センサーから軸直角方向の車両走行位置はほぼ等しい．ここで，最大中央たわみは補修前で $24.9\ \mu\text{m}$ ，補修後で $20.3\ \mu\text{m}$ であり，振幅が低減している．図-4 に G2 山側の支間中央の補修前後の速度フーリエスペクトルを示す．補修前後共に見られる $0.7\ \text{Hz}$ のピークは吉田・森³⁾によれば，走行によるたわみの振動数であり，理論的には支間通過時間の 2 倍がたわみの周期として検出されるので， 1.9 秒がたわみ周期であり，たわみ振動数は $0.5\ \text{Hz}$ となる．したがって，スペクトルのピーク振動数 $0.7\ \text{Hz}$ はたわみ振動数として検出されたものと推察される．川之江橋 G2 山側の固有振動数の変化として，補修前に $12.1\ \text{Hz}$ であったのが補修後は $14.2\ \text{Hz}$ と変化している．

G2 桁の最大中央たわみは 25 % 低減し，固有振動数は 15 % 増加し，曲げ剛性が向上したと考えることができる．そこで，各桁について山側での測定 3 回分から得た固有振動数，最大中央たわみを平均して補修前後を比較した．図-5 に各桁支間中央の固有振動数の変化を，図-6 に川之江橋各桁の最大中央たわみの変化を示す．補修前後で 2 ~ 18 % 増加，最大中央たわみは 1 ~ 25 % 低減している．このことから全ての桁で曲げ剛性が向上したと推定できる．

4. 結論

川之江橋の補強前後の比較をすることで，以下の事実が判明した．

- (1) 支間中央における固有振動数が 2 ~ 18 % 増加し高振動数側へ推移している．
 - (2) 支間中央での最大中央たわみが 1 ~ 25 % 低減している．
- 以上のことから結論として，補修による曲げ剛性の向上が認められ，補修による橋梁の性能向上が確認された．

謝辞：四国地方整備局松山河川国道事務所および西条建設株式会社には，調査研究の実施でのご協力と成果の公表のご快諾について謝意を表します．

参考文献：(1)国土交通省国土技術政策総合研究所：道路の健全度に関する基礎的調査に関する研究，pp.1，2007.4，(2)松村，森：橋梁の振動測定によるたわみの車両走行速度依存性，土木学会第 65 回年次学術講演会講演概要集，CD-ROM,2010.9，(3)吉田，森：車両走行の振動測定による既存橋梁基礎の変位特性の推定，(社)地盤工学会四国支部平成 21 年度技術研究発表会 講演概要集，pp.67-68，2009.11

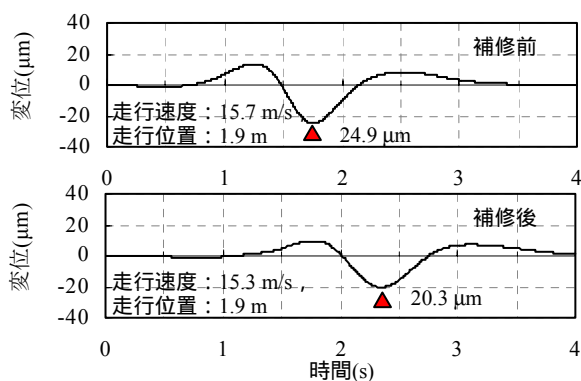


図-3 G2山側の支間中央における中央たわみの時刻歴

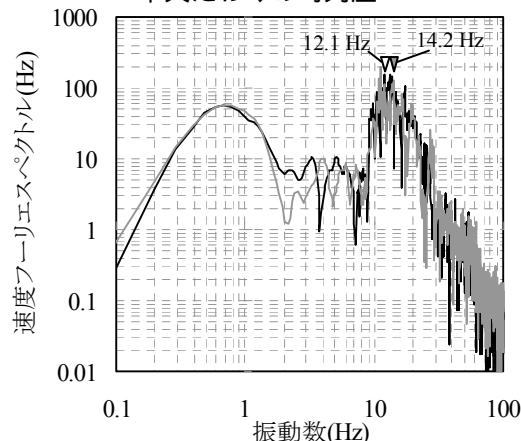


図-4 G2山側の支間中央における補修前後の速度フーリエスペクトル

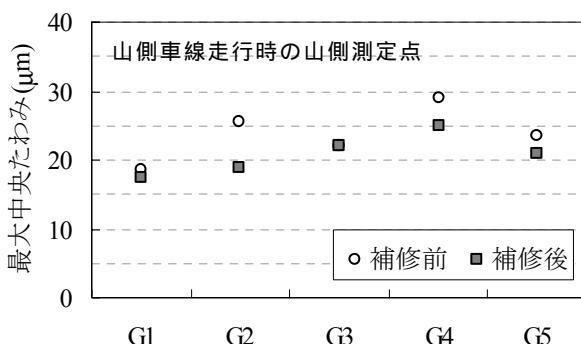


図-5 各桁支間中央の最大中央たわみの変化

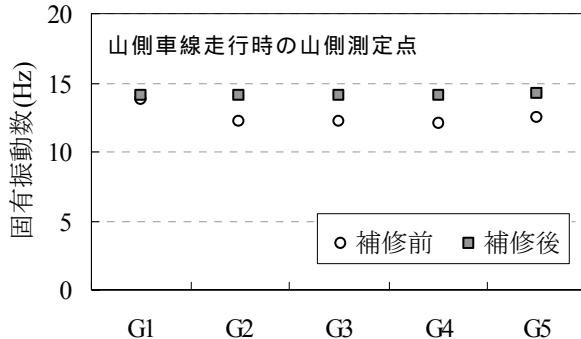


図-6 各桁支間中央の最大中央たわみの変化