

異なるセンサーによる損傷のないPC 単純桁橋の測定

愛媛大学 学生会員 ○松村 裕樹

愛媛大学 フェロー 森 伸一郎

愛媛大学 学生会員 ラトナ プラサド トヤナ

1. はじめに

日本における既存橋梁の効率的な維持管理のためには、外観調査以外に別途適切な調査が行われる必要がある¹⁾。しかし、既存橋梁の点検においては外観調査が主流で、定量的な調査はあまり行われておらず、現状では橋梁の性能評価に直結する指標がない。本研究では、微小振幅の振動に対して精度の良い異なる振動計を用いて実験を行い、橋桁の動的たわみ、卓越振動数を評価する技術を検討する。

2. 測定・解析方法

測定対象は愛媛県内の橋梁で県の点検調書から損傷のないPC 単純床版橋を測定した。図-1 に豊岡大橋も式平面図を示す。豊岡大橋は、桁長 19.7 m、幅員 9.98 m で 60° の斜橋である。図-2 に熱田橋の側面図を示す。熱田橋は桁長 15.0 m、幅員 15.0 m で 7° の斜橋である。測定に用いた機器は、3 成分の感振器が内蔵された速度計 CR4.5-2S (物探サービス社製) と 1 成分で水平・上下切替が可能な小型サーボ型速度計 VSE-15D-6 (東京測振社製)、24 チャンネルまで測定できる収録装置 GEODAS-12-USB-24ch (物探サービス社製) である。また、熱田橋は CR4.5-2S とレーザー振動計 AT500-05 (GRAPHTEC 社製) と収録装置 GL900 (GRAPHTEC 社製) を用いた。ハイエース (運転手を含む車両重量 1.94 t) を実験車両として用い、速度を一定に保ち走行させた。また、通過車両検知のためにレーザーセンサー LV-H67 を 2 台導入して現地測定で使用した。1 通過走行につきサンプリング周波数 500 Hz で 30 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。本研究では、異なるセンサーを設置した車線を通じた測定回を対象とする。比較を行うため、豊岡大橋では隣接して設置した CR4.5-2S と VSE-15-D-6、熱田橋では路面上に設置した CR4.5-2S と橋下のコンクリートの堤防上に設置した AT500-05 の鉛直方向の速度時刻歴を解析する。測定したデータをドリフト量補正し、線形加速度法によって時間積分することで変位時刻歴を得る。中央たわみの時刻歴を得るためにバンド幅 4.0 秒の Hanning ウィンドウで振動成分を除去した。また、変位時刻歴から中央たわみの時刻歴を差し引くことで振動成分の時刻歴を得た。LV-H67 から得られたデータから車

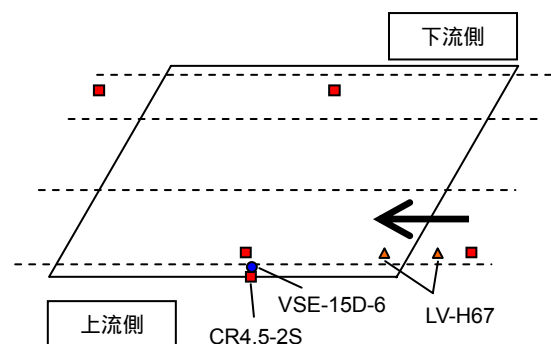


図-1 豊岡大橋の模式平面図

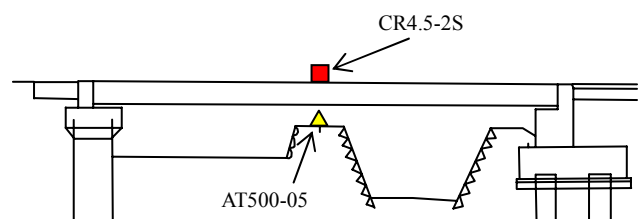
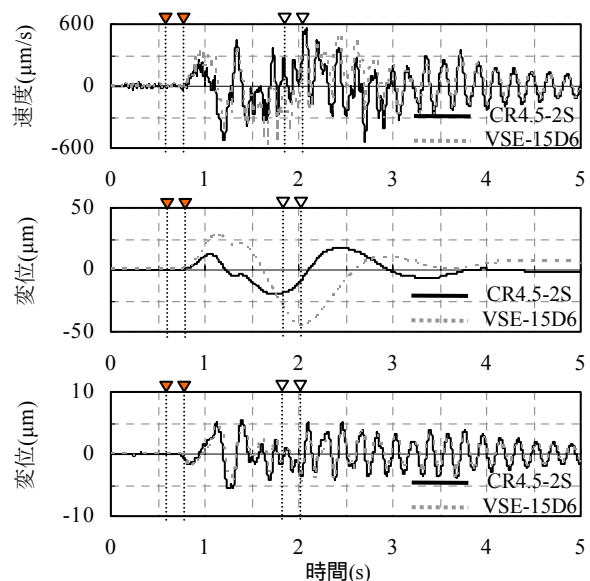


図-2 熱田橋の側面図

図-3 豊岡大橋の桁中央における各種時刻歴
(上から速度, 中央たわみ, 振動成分)

両の前後の車輪の通過時刻を把握し、軸矩を用いて車両走行速度を求めた。また、補正した速度時刻歴から 8.192 秒を 1 セグメントとして実験車両が通過した時間帯を 1 セグメント抽出し、フーリエ変換する。

3. 測定結果

測定結果として、図-3 に豊岡大橋の桁中央における実験車両通過時の各種時刻歴を示す。桁中央の鉛直方向下向きの挙動を正としたときの時刻歴を描画した。CR4.5-2S と VSE-15D-6 で得られた速度時刻歴を重ね描きしている。この測定回の車両走行速度は、57.8 km/h (16.1 m/s) で桁を通過するのに 1.23 秒を要する。図中の 4 つの逆三角形は、車両の前後の車輪の桁入出時刻を示している。桁進入前と桁退出後の波形はほぼ一致しているが、桁進入中の波形はわずかに振幅の異なる部分が多い。中央たわみの時刻歴の波形は一致せず、振動成分の時刻歴の波形は概ね一致している。図-4 に熱田橋の桁中央における各種時刻歴を示す。速度時刻歴と振動成分の時刻歴は豊岡大橋と同様な傾向をしており、波形は概ね一致しているが、中央たわみの時刻歴は一致していない。

図-5 に豊岡大橋桁中央における速度フーリエスペクトルを示す。図から 5.4 Hz、8.5 Hz、15 Hz、19 Hz、27 Hz で明瞭な卓越が確認できる。明瞭に卓越している 5.4 Hz が豊岡大橋の卓越振動数であると考えられる。また、スペクトルは 1.1 Hz から 35 Hz まで一致している。図-6 に熱田橋の速度フーリエスペクトルを示す。図から 7.0 Hz、10 Hz、15 Hz、19 Hz、34 Hz で明瞭な卓越が確認できる。明瞭に卓越している 7.0 Hz が熱田橋の卓越振動数であると考えられる。また、スペクトルは 1.2 Hz から 12 Hz まで一致しており、12 Hz から 35 Hz までは一致はしないが卓越部は対応している。それ以外の範囲では全体的に、AT500-05 の方がスペクトルの振幅が大きく現れている。

4. 結論

異なるセンサーを用いた実験を行うことで、今回実験を行った橋梁では、速度時刻歴と振動成分の時刻歴の波形が一致し、卓越振動数も一致した。2 種類の異なるセンサーを用いた測定で車両通過時における固有振動数を測定することができる。

謝辞：本研究の一部は、愛媛県より受託した「橋梁長寿命化修繕計画の検証に関する調査研究」として行ったものである。愛媛県土木部道路都市局道路維持課には、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

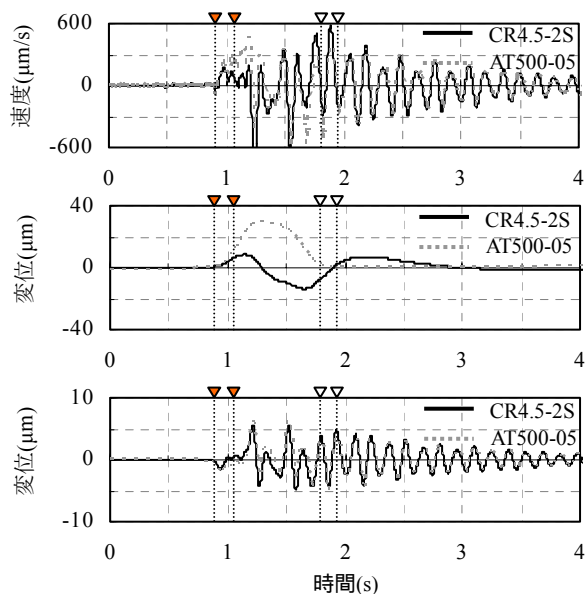


図-4 熱田橋の桁中央における各種時刻歴
(上から速度，中央たわみ，振動成分)

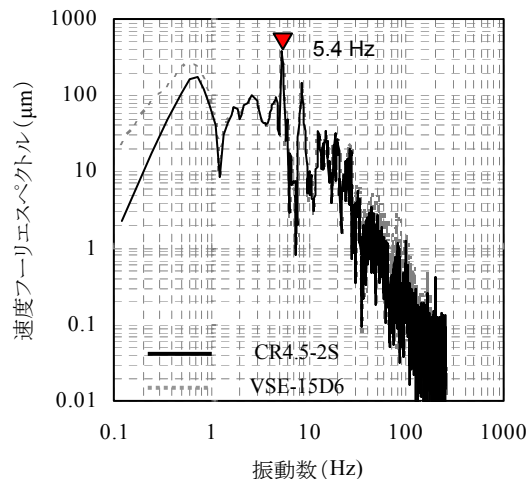


図-5 桁中央部における上下振動の
速度フーリエスペクトル (豊岡大橋)

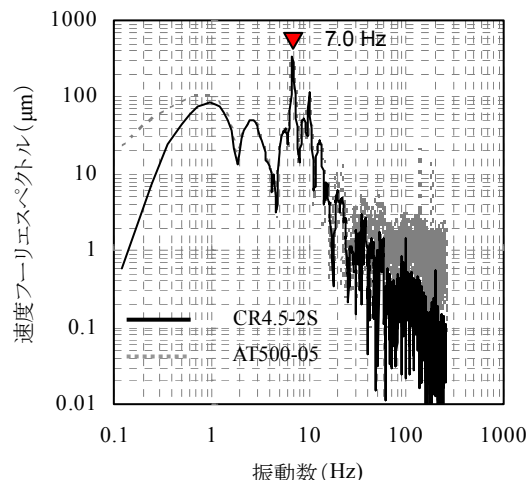


図-6 桁中央部における上下振動の
速度フーリエスペクトル (熱田橋)