

常盤橋における振動特性とたわみ特性の評価

愛媛大学 学生会員 鵜久森 潤 愛媛大学 フェロー 森 伸一郎
 愛媛大学 学生会員 松村 裕樹

1. はじめに

既存橋梁の健全度評価に資することを目的に、振動測定によるたわみ剛性の評価法を研究している。本研究では、建設後の経年の少ない劣化の進行が少ないと思われる橋梁を対象に橋梁の振動特性とたわみ特性を検討した。特に、単純桁橋では、理論上は、あるいは、構造設計の仮定では、支点間の桁に荷重が載荷されるまではたわみが生じないはずであるが、多くの単純桁で、載荷前後に負のたわみが観察される現象が観察されたが、これが経年が大きい橋の特徴か、現実の単純桁の特性なのか解決されていなかった。本測定ではこの点に着目するものである。

2. 測定対象及び測定方法

測定対象は愛媛県西予市三瓶町にある常盤橋(県道378号線)である。桁長は16.6m、幅員12.35mのPC桁橋で2008年に架設された。図1に常盤橋の平面図とセンサー、レーザー測定器および赤白テープの設置位置を示す。橋台上、桁視点、支間長の1/2(中央)、1/4の点、橋台より支間長の1/4離れた地盤の計5点のセンサーを配置した。また地覆端部に車両通過時刻を計測するためのレーザー測定器と走行位置を測定するための赤白テープを設置した。測定に用いた機器は、24チャンネルの測定器GEODAS-12-USB-24chと3成分の速度計CR4.5-2S(以下センサーとする)を5台用い、また、レーザー測定器LV-H67(以下レーザー測定器とする)を1台用いた。レーザー光線はON/OFFを記録することで車両が走行すると前輪と後輪に相当する矩形パルスが記録され、車両の軸距を通過時間で除せば車両走行速度が算出できる。

実験車両としてトヨタ製ハイエース(特定運転手を含む車両重量1.94t、軸距2.57m)を走行させた。測定事象として、走行車両による振動と無車両時の微動を対象とする。測定では、1走行に対してサンプリング周波数1000Hzで20秒間データを取得した。測定中は、車両の通過時刻、通過時の走行速度及び走行位置等をそれぞれ測定、記録するとともに測定中の実験車両の通過状況をビデオ撮影した。

3. 解析方法

図2に車両通行時のセンサー3における速度時刻歴、変位時刻歴およびレーザー測定器の速度時刻歴を示す。図中の縦線はレーザー測定器の速度時刻歴により読みとった車両の前輪、後輪の通過時刻を示す。図中の逆三角形は時刻順に前輪載荷時、後輪載荷時、前輪載荷終了時、後輪載荷終了時を示す。ここで、前輪部は2.18秒、後輪部は2.38秒であり、軸距は2.57mであるのでこのときの橋梁進入速度は12.85m/sと算出できる。速度は橋梁通過後まで一定と仮定して、橋長16.6mを通過するのに1.29秒かかるため、前輪載荷終了時は3.47秒、後輪載荷終了時は3.67秒である。

時刻歴で重要なことは、たわみが支間にさしかかる前と支間を通過した後に負のたわみが生じることが明瞭に確認されたことである。経年による特性変化ではなく、実橋梁の特性であることが確認された。

たわみは、車両速度と走行位置に影響されるので、これらの関係を検討する。20秒間の速度時刻歴の平均値をドリフト量として補正し、補正した速度時刻歴から実験車両が

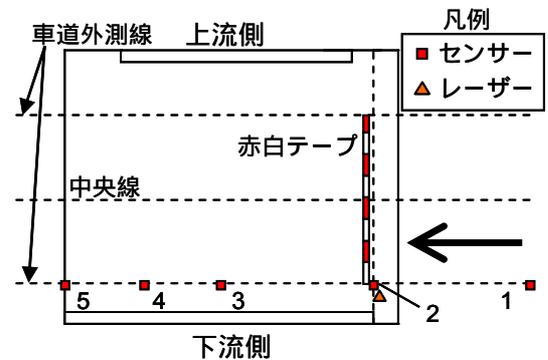


図1 常盤橋の模式平面図

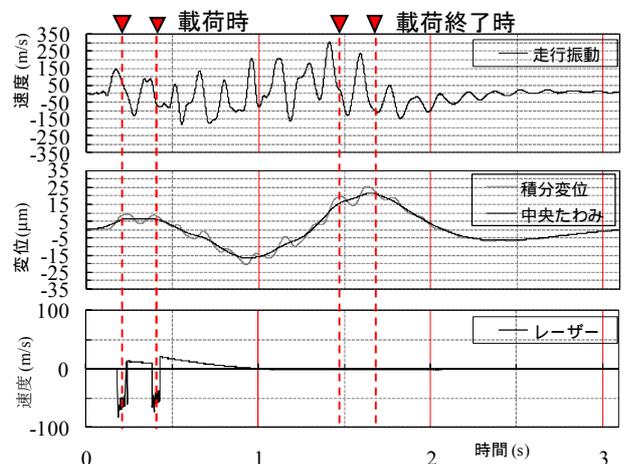


図2 車両通行による速度時刻歴・変位時刻歴・レーザー時刻歴

通過した時間帯を含む 4.096 秒間を 1 セグメントとして、抽出したセグメントにフーリエ変換をすることで卓越振動数を読み取る。図 2 の上部の図がドリフト補正後の速度時刻歴である。たわみの解析は、最大中央たわみ、車両走行位置、車両走行速度に対して解析を行う。最大中央たわみはドリフト補正した速度時刻歴を線形加速度法によって時間積分し、変位時刻歴を得る。その動的成分を取り除くためにバンド幅 14.0 秒の Hanning ウィンドウで平滑化した。

4. 解析結果

図 3 にセンサー 3 における微動および車両通行時の速度フーリエスペクトルを示す。これより、車両通行時における卓越は 6.3 Hz と読み取れ、微動における卓越は 6.1 Hz であると読み取れる。

28 回分の車両通行による振動データを解析し、最大中央たわみを走行位置および走行速度によってまとめたものを示す。図 4 に最大中央たわみと車両走行速度の関係を示し、図のように走行位置によって 2 種類に分けている。図 5 に最大中央たわみと車両走行位置の関係を示し、図のように走行速度で 2 種類に分けている。また、表 1 に卓越振動数と同様の表を示している。これより、最大中央たわみは車両走行速度に正の相関があると言え、下流側、上流側走行時のどちらに対しても高い相関がみられる。橋梁のたわみ振動の走行速度依存性を研究した松村・森¹⁾によれば、今回の測定で使用したセンサーの特性により、支間長分の走行に 1 秒以上要する場合には速度に依存するので、常盤橋では走行速度が約 120 km/h 以下ではセンサーの特性が現れることになるため、今回の最大中央たわみの速度依存はセンサーの特性が原因ではないかと考えられる。この点については今後検討する。また、車両走行位置に関しては負の相関がみられる。この原因については、今後検討する。

5. 結論

- 1) 経年の少ない橋梁においても、支間にさしかかる前と通過後に負のたわみが生じることが確認され、実際の単純桁橋梁の特性である可能性が高い。
- 2) 最大中央たわみは走行位置および上流側通行時においても依存性があることを確認した。

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を快諾して戴きました。また、測定では、地震工学研究室の学生の皆さんに協力を戴いた。記して謝意を表します。

参考文献：1)松村裕樹、森伸一郎：橋梁のたわみ振動の車両走行速度依存性、土木学会四国支部代 16 回技術研究発表会 講演概要集、2010、5、CD-ROM、

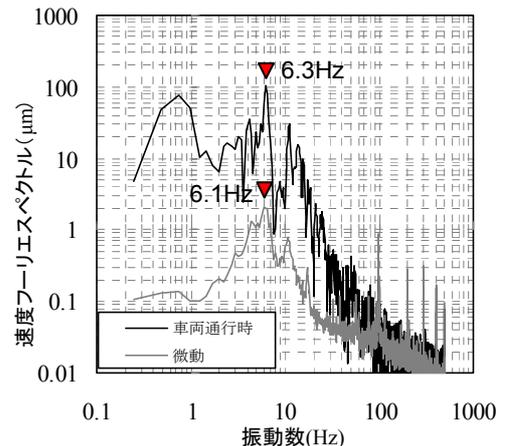


図 3 常盤橋のセンサー 3 における実験車両通行・微動の速度フーリエスペクトル

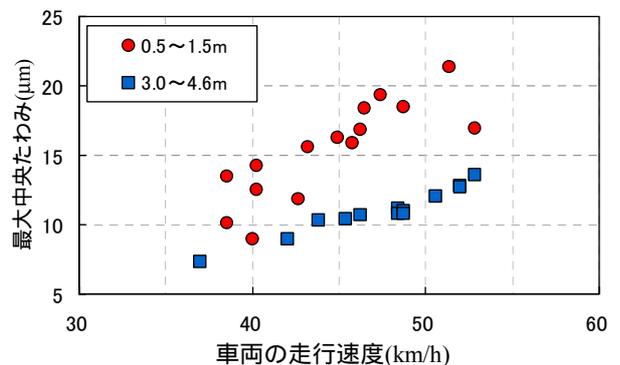


図 4 最大中央たわみと走行速度の関係

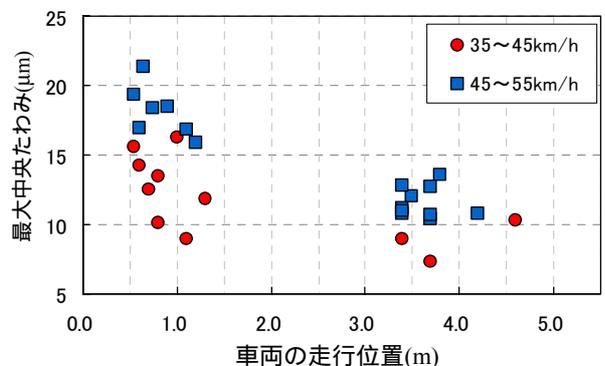


図 5 最大中央たわみと走行位置の関係

表 1 各データ間の相関係数

	相関係数			
	走行速度			走行位置
	全体	下流側通行時	上流側通行時	
卓越振動数 (Hz)	0.597	0.886	0.336	-0.139
最大中央たわみ(μm)	0.405	0.830	0.970	-0.654