

延長床版設置前後における橋梁の走行車両による動的応答特性

(独) 土木研究所 正会員 麓 興一郎

(社) 日本橋梁建設協会 正会員 畑中章秀 正会員 小林義和

1. 目的

橋梁で発生する構造音は、車両が伸縮継手部を通過する際の衝撃に起因して生じる橋桁やその部材の振動により発生する音である。この構造音を低減させる一方策として、著者らは延長床版の適用を検討してきた¹⁾。本論文では、実橋において試験施工された延長床版の効果を把握するため、走行試験および動的応答解析を行い、延長床版設置前後の動的応答特性の比較を行った。以下、その概要について述べる。

2. 走行試験および動的応答解析の概要

対象橋梁は3径間連続鈑桁橋（橋長 108m）である。なお、橋梁の概要および一般図は文献1)に記載しているため、本論文では割愛する。図1に解析に用いた骨組みモデルを示す。長さ 10m の延長床版が A2 橋台位置に設置されている。延長床版長は車速とバネ下振動の減衰率の関係および橋台裏込め土付近の障害物の回避等を考慮して決定した²⁾。なお、紙面の都合上、割愛しているが、路盤部および延長床版部分は弾性支承としてモデル化している。

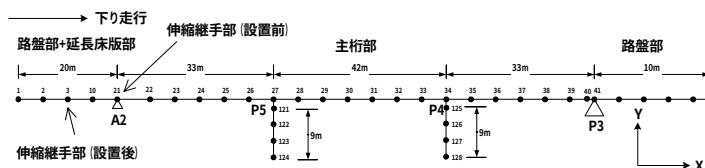


図1 解析の用いた骨組みモデル（延長床版設置後）

表1 走行車両の振動特性

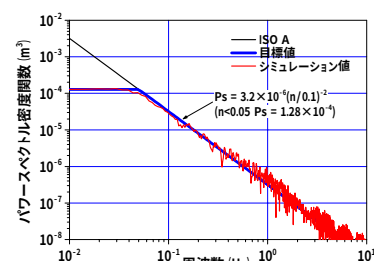
		延長床版施工前		延長床版施工後	
		バネ上	バネ下	バネ上	バネ下
固有振動数 (Hz)	計測値	3.1	12.0	3.3	11.9
	解析値	3.2	12.1	同左	
対数減衰率	計測値	—	0.34	0.27	0.36
	解析値	—	0.42	—	同左

(1) 走行試験の概要 走行試験は 25t(245kN)トラック（前輪 1 軸・後輪 2 軸）を用いて実施した。延長床版設置前後で異なる車種を用いているが、バネ上・バネ下の振動特性は設置前後で概ね一致している（表1）。現地計測では、車両・橋梁本体および延長床版の加速度に加えて、地盤への振動伝達を把握するために、A2 橋台、P4 および P5 橋脚の加速度も計測している。このうち本論文では A2 と P5 区間の L/2 点の橋梁本体の鉛直加速度に着目して、動的応答解析との比較を行った。

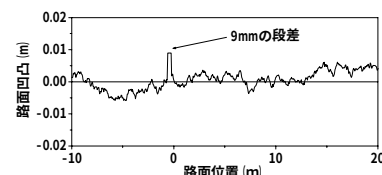
(2) 動的応答解析の概要 動的応答解析として、試験車両を模擬した 3 軸 5 自由度の車両モデルを用いて、直接積分法によるシミュレーション解析を行った。表1に示すように、車両モデルの固有振動数・構造減衰ともに実車両と概ね対応している。路面凹凸は、図2に示すように ISO クラス A 路面のパワースペクトル密度関数に適合する不規則波形を用いた。ただし、伸縮継手部の段差を模擬するために、9mm の段差を設けている。

3. 解析結果および考察

(1) 固有振動特性の比較 橋梁構造を合成桁と考え、計算に用いる剛性を算定した。固有振動数の解析値と計測値を表2に示す。解析値と計測値は-5～-9%の誤差で一致しており、解析モデルとして妥当と考える。また、延長床版の設置前後を比較すると固有振動数に顕著な差は認められなかった。



(a)路面凹凸パワースペクトル密度関数



(b)路面凹凸波形

図2 解析に使用した路面凹凸

キーワード：延長床版、橋梁交通振動、騒音、走行試験、車両と橋梁の連成振動解析、シミュレーション解析

連絡先：〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL(029)879-6793, FAX(029)879-6739

なお、振動モード形状については、延長床版を配置した A2 部で若干の差があるものの概ね一致した形状を示していた。

(2) 現地計測値と解析値の比較 延長床版設置前後の走行試験結果と動的応答解析結果（車速 60km/h）との比較を行った。図 3 に

L/2 点の加速度波形とその振動レベル (dB) を示す。いずれも伸縮継手部から L/4 点 (A2-P5 間の中央) 付近までのデータを示している。延長床版設置前をみると、橋梁への進入地点で大きな衝撃応答が発生している。この傾向は解析値と計測値で一致している。振動レベルで比較した場合、A2 支点通過後の波形は非常によく一致している。一方、延長床版設置後は上述の衝撃応答が大幅に低減していることが分かる。延長床版設置前後で走行車両の後輪により励起される振動レベル (計測値) を比較すると、設置前の約 80dB に対し、設置後は約 70dB と約 10dB 程度低下している。この改善傾向は、解析値でも認められ、応答波形・振動レベルともに計測値とよく対応している。なお、設置後の計測は、設置前の計測から 1.5 年経過した時点で実施しており、路面状態が悪化していた可能性もあるため、参考までに、ISO クラス B の路面凹凸を用いて計算したところ (図 3 に併記)、計測値と解析値の対応関係はさらに改善される傾向が認められた。

4. まとめ

本論文では、実橋に適用された延長床版の効果を把握するため、走行試験および動的応答解析を行い、延長床版設置前後の動的応答特性の比較を行った。その結果、走行試験および動的応答解析ともに、延長床版を設置することにより、橋梁への進入地点での衝撃応答の大幅な低減を確認することができた。また、計測値と解析値との対応も良好であり、延長床版の振動低減効果はシミュレーション解析によりほぼ予測可能であることが分かった。さらに、現在、3 次元車両モデルに対応した解析ソフトを整備中であり、解析精度向上のための検討を行う所存である。最後に本研究に当たり、ご協力頂きました国土交通省新潟国道工事事務所の各位、ならびに土木研究所の各位に感謝致します。

参考文献

- 1) 麓, 小澤, 蔣: 延長床版構造の固有振動数と静的載荷試験, H18 年土木年講 (掲載予定), 2) 建設機械, 2006.5 (掲載予定)

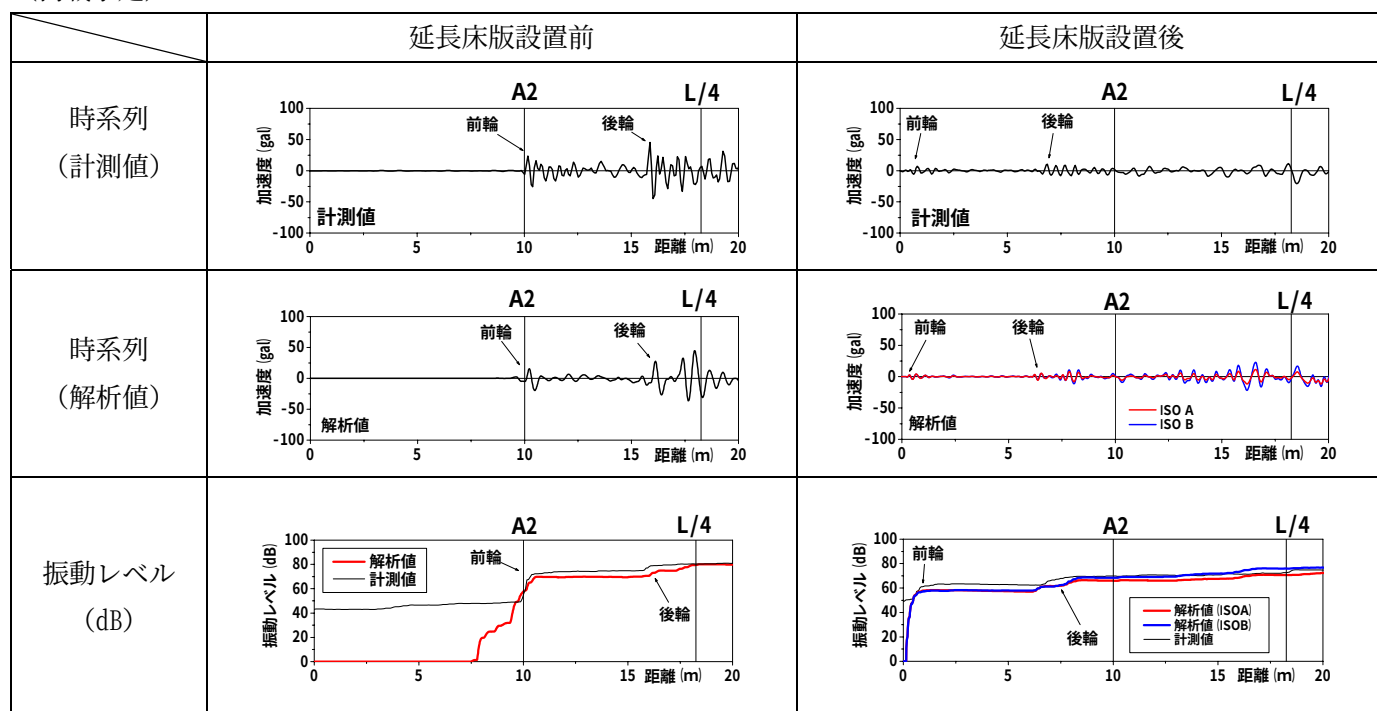


図 3 延長床版設置前後の L/2 点加速度の比較 (計測値 & 解析値)