延長床版の振動低減効果に関する数値解析

独立行政法人土木研究所　正員　○大石　哲也
独立行政法人土木研究所　正員　新井　恵一
独立行政法人土木研究所　正員　村越　潤

1. はじめに

延長床版とは、床版を橋台上に延長した構造形式で、これまでに交通振動軽減及び桁端の耐久性向上の観点から新設・既設橋梁において採用されている。しかし、その設計に関しては、延長床版長が橋梁ごとで4m～10mと異なることや、延長床版部と土工部の滑りをステンレス版や簡易なシートにより確保しており、地震時における影響等について別途検討する必要性がある。そこで筆者らは、既存工法を参考にして、新たに延長床版部と土工部の滑りをゴム板の変形により確保する構造形式を提案している[1)]。

本文では、この延長床版工法の試験施工を予定している実橋を対象として、振動解析モデル及び延長床版による振動低減効果の解析結果について述べる。まず、実橋における試験車両走行時の振動計測結果を基に、橋梁－車両モデルを作成するとともに、土木研究所所有の交通振動シミュレーションプログラム[2)3)]を用いて解析モデルの妥当性の検証を行った。次に、このモデルを基に延長床版の解析モデルを作成し、延長床版による振動軽減効果の評価を行った。

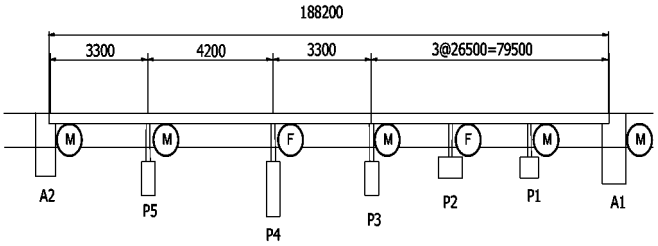
2. 解析モデル

(1) 橋梁モデル

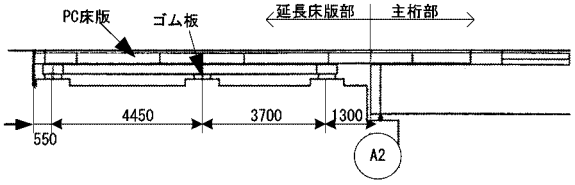
対象橋梁は、図–1に示すように３径間連続非合成鈑桁２連（A1～P3,P3～A2）橋であり、試験施工箇所はA2部である。試験時において、車両の走行によりA1～P3側で発生する振動がP3～A2側へ及ぼす影響が小さかったことから、P3～A2側についてのみ２次元骨組みでモデル化（合成桁と仮定）した。施工予定の延長床版の構造を図–2に示す。現橋モデル(*Model*-1)、延長床版モデル(*Model*-2)を図–3に示す。また、実測値と(*Model*-1, 2)の各モードでの固有振動数を表–1に示す。

(2) 車両モデル

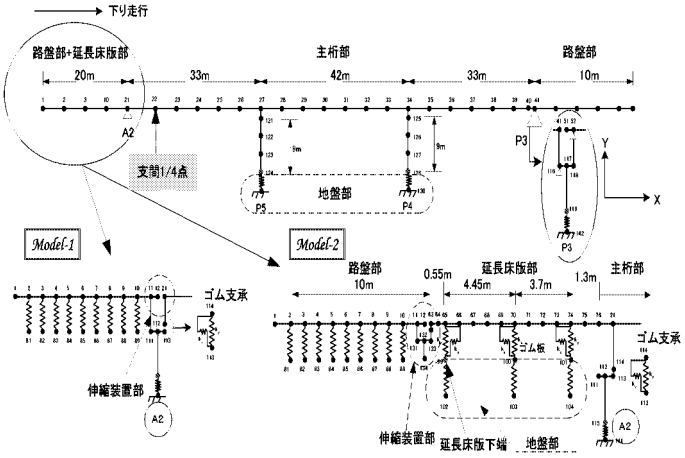
実験に用いた車両は、総重量25ton（後軸重9.4ton）の後２軸リーフサスペンション車である。車両の固有振動数は、実測波形から後軸バネ上が3.1 Hz、バネ下で12.1 Hzと推定した。これを基に、3軸5自由度系（後軸タンデム）の車両モデルを作成した。



図–1 対象橋梁（側面図）



図–2 延長床版構造案（側面図）



図–3 解析モデル(*Model*-1, 2)

(3) シミュレーション走行

Model-1, 2ともにA2側（車両進入側）の伸縮装置部手前に、試験と同様に舗装と伸縮装置部の境目に段差が出来た場合を想定し、高さ10 mm×幅450 mmの段差を設け、車両に衝撃的な振動を与え高周波成分を励起させた。路面凹凸は現地計測していないが、舗装打ち換え後間もないことから、ISOで区分化されたクラスAで示される極めて良好な状態と仮定した。走行速度は40 km/hとした。

Key Words: 延長床版，交通振動，解析
〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6　独立行政法人土木研究所構造物研究グループ橋梁構造チーム

表–1　実測値と *Model* -1, 2 での固有振動数の比較

モード（次数）	固有振動数 (Hz)		
	実測値	*Model* -1	*Model* -2
1	2.44	2.43	2.46
2	3.61	3.76	3.84
3	4.86	4.89	4.91
4	9.05	9.06	9.07
5	12.79	12.46	12.51

3.　実測値と解析値（*Model* -1）の比較

図–4 に、主桁側径間 A2～P5 の支間 1/4 点と車両バネ上・バネ下の動的応答を示す。支間 1/4 点と後軸バネ下加速度については、解析値は実測値と概ね傾向が一致している。また、周波数分析結果から、実測値では、主桁 1/4 点において、主桁の 2 次モードである 3.6 Hz と 12 Hz 付近の卓越、解析値では 2.3 Hz ～4 Hz 程度と 12 Hz 付近の卓越が認められた。後軸バネ上加速度に関しては、加速度の最大値に関して実測値と解析値に若干のずれが見られるが、周波数分析では両者ともに 3.1 Hz 程度であった。以上より *Model* -1 は、多少の改善の余地はあるものの、概ね実測値をシミュレートできていると判断した。

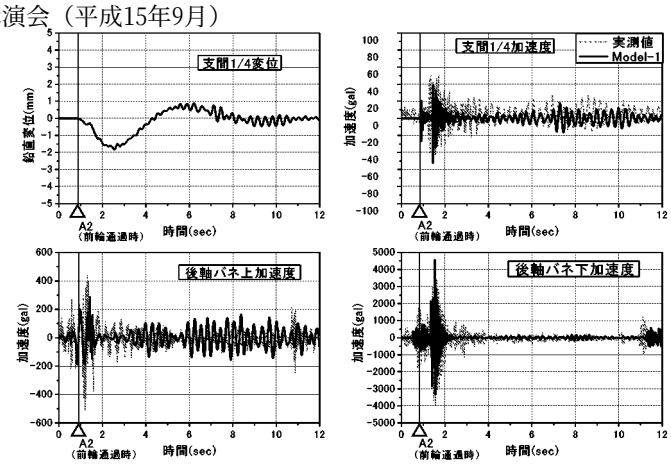
4.　延長床版による振動低減効果の解析

(1)　支間 1/4 点、車両バネ上、バネ下加速度

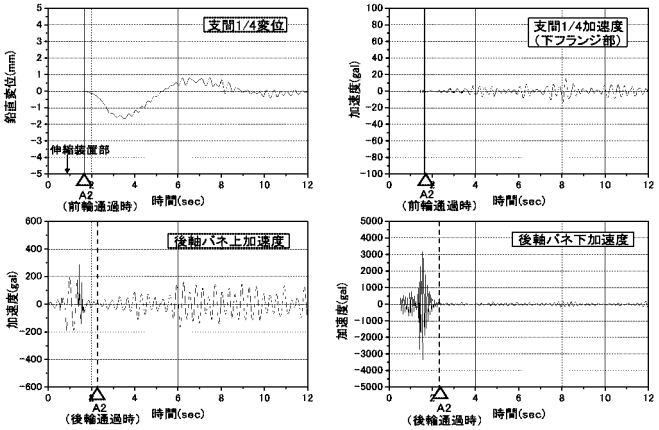
Model -1 同様に伸縮装置部前に 10 mm の段差板を設置しシミュレーション走行した場合の *Model* -2 の加速度波形を**図–5** に示す。*Model* -1, 2 ともに、車両の動的応答に変化は認められないが、**図–6** の周波数分析結果より、*Model* -2 の支間 1/4 点では 12 Hz 付近の比較的高い周波数成分が大きく低減していることが分かった。

(2)　橋台・橋脚下端の鉛直振動レベル

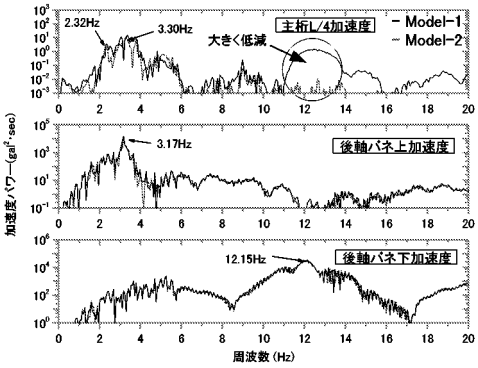
図–7 と**図–8** に伸縮装置部近傍の延長床版下端、A2 橋台、P5～P3 橋脚下端の鉛直振動レベルの解析結果を示す。伸縮装置部手前の段差による衝撃的な振動は、*Model* -1, 2 ともに段差による影響が伴い、伸縮装置部近傍での振動レベルに大きな差はみられない。しかしながら、車両が伸縮装置部付近を通過したとき *Model* -1 では、段差により発生する衝撃的な振動が各橋脚下部へ伝搬しているのに対し、*Model* -2 では、延長床版の効果により橋脚へ伝搬される振動が低減している。また、車両が A2 側から遠ざかるにつれて、延長床版下部へ伝わる振動は 0（dB）へと近づく。このことから、供用中に伸縮装置部に 10 mm 程度の段差が生じても延長床版の効果により、橋脚から発生する振動レベルの減少が期待できることが解った。



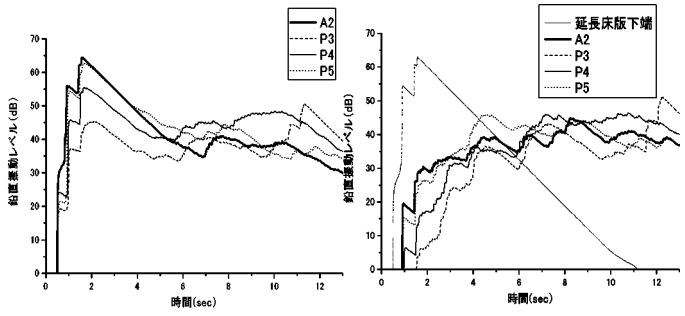
図–4　実測値と *Model* -1 の加速度波形



図–5　*Model* -2 の加速度波形



図–6　周波数分析結果 (*Model* -1, 2)



図–7　橋台・橋脚下部の振動レベル (*Model* -1)

図–8　橋台・橋脚下部の振動レベル (*Model* -2)

参考文献

1) 平成 14 年度　国土交通省土木技術研究会　自由課題，国土交通省，pp. 129–132，平成 14 年
2) 高架橋の交通振動解析に関する報告書，土木研究所資料，第 3078 号，1994.
3) 低次交通振動の評価と制振に関する試験調査報告書，土木研究所資料，第 3637 号，1999.