

橋梁の振動解析に用いる外力の設定

オリエンタルコンサルタンツ 正会員 ○久木留 貴裕 正会員 大竹 省吾 正会員 ホン ジハン
 東京都立大学 正会員 中村 一史
 高速道路総合技術研究所 正会員 岩吹 啓史

1. はじめに

高架道路の鋼鈑桁橋より発生する低周波音は、建具のがたつきなどによる“物的苦情”と、室内での不快感などの“心身に係る苦情”の原因になる。前者を引き起こす周波数には、3.15～5Hz 帯と 10～20Hz 帯の 2 つがあり¹⁾、それぞれ橋梁の鉛直 1 次モードおよび鉛直 2 次モードの振動に起因する。解析による低周波音苦情の予測のためには、①発生源となる外力、②橋梁振動、③対策効果、④橋梁振動に伴う低周波音の予測が必要となる。既設橋梁に対しては、①と④の実態の計測が可能のため、②と③の精度の確認が出来れば推定が可能となる。著者らは、これらの確認を進めてきたところである^{2) 3)}。本報告では①について、一般車走行時の振動加速度の床版の記録と試験車走行時の車両および床版の振動加速度の記録を用いて一般車の外力を逆算し、これを包括した車両外力を作成する方法を提案する。さらに、同手法により推定した結果を、筆者らが提案した疑似応答解析³⁾により橋梁の解析モデルに入力し橋梁振動を算定した結果も報告する。

2. 一般車の外力算定方法

図-1 に一般車の外力算定方法の概念を示す。上段に示すように、車両（ばね下後輪）と床版の振動加速度が計測されている試験車の振動加速度を基に「伝達関数」を作成し、下段に示すように、この伝達関数と一般車の床版における振動加速度より、一般車の車両（ばね下後輪）の振動加速度を作成した。ここで、「伝達関数」とは、試験車走行時の「床版中央」と「ばね下後輪」のフーリエスペクトル比を 1/3 オクターブバンドごとに平均したものとした。

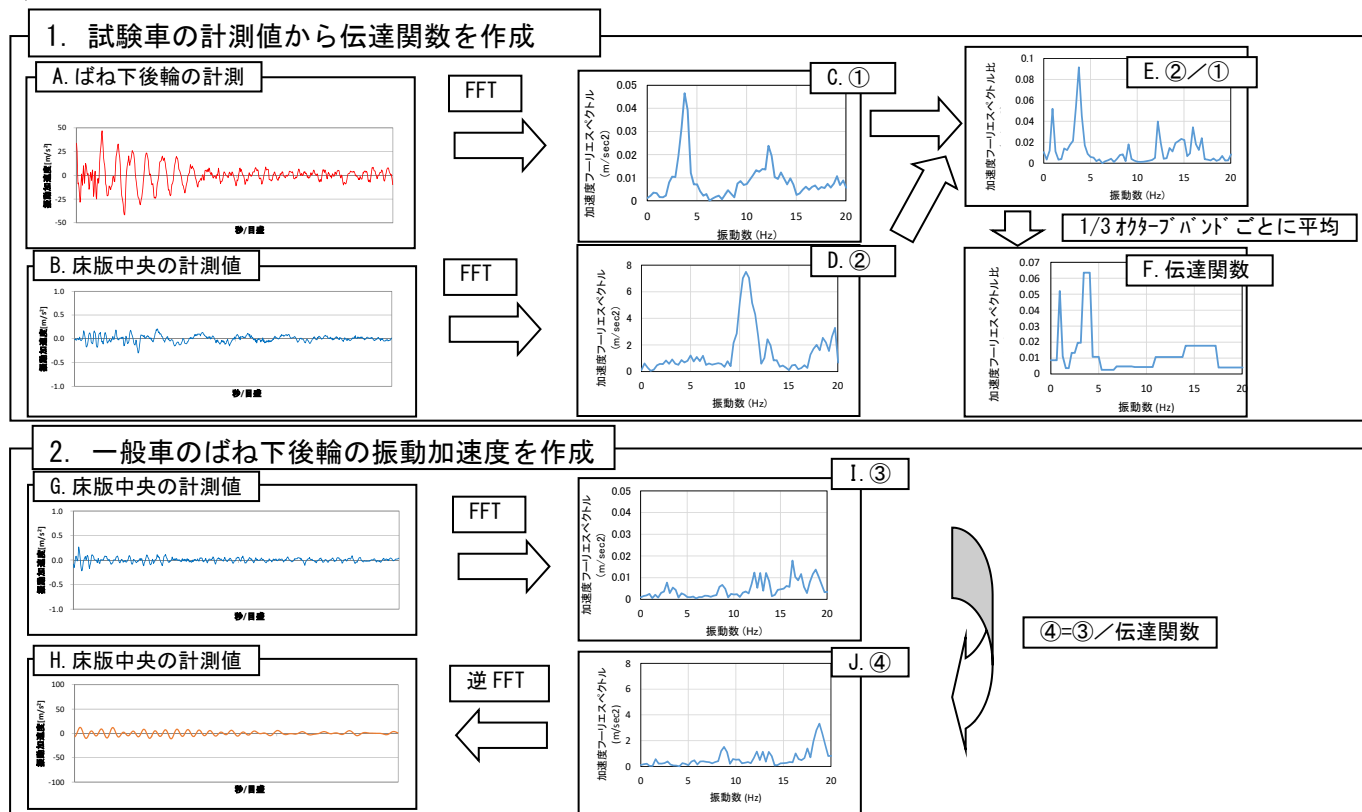


図-1 一般車の外力算定方法の概念

キーワード 低周波音, 振動計測, 振動予測, FEM 解析, 橋梁

連絡先 〒151-0071 東京都渋谷区本町 3-12-1 住友不動産西新宿ビル 6 号館 オリエンタルコンサルタンツ TEL.03-6311-7860

3. 外力の算定結果

外力の算定は、一般車走行時の計測結果の中から、試験車と同一の走行車線を単独で走行している時の計測結果を5波形(ID23・ID31・ID36・ID51・ID52)抽出して個別に行った。5波形の伝達関数にはばらつきがあることから、これに加えて5波形を包括する伝達関数に対する波形も作成した。図-2に一般車両の外力の算定結果(5波形包括)を示す。なお、同図のA~Hの記号は、図-1の記号と対応するものである。

4. 外力の妥当性確認

作成した外力を図-3の橋梁解析モデルに入力し橋梁振動を算定した結果を図-4に示す。着目した20Hz以下の周波数帯について概ね加速度振幅が近似できた。ただし、ID36, 52および最大包絡線においては、1次モードのピーク周辺の周波数特性の近似に限定された(図-5)。これは、今回の解析に用いた外力が後輪のみに着目した解析であったため、車両の違いによる軸重のバランスや前後輪の間隔等が影響したのではないかと考えられるが、いずれも1次モードについては近似できているため、作成した外力の妥当性については概ね確認できた。

5. まとめ

試験車と橋梁の振動加速度の計測値より、橋梁の伝達関数を作成し、一般車走行時の橋梁の振動加速度をこれで割り戻すことで、一般車の振動加速度を推定する方法を提案した。

- 1) 同手法を用いて一般車の振動加速度を推定し、これを橋梁の解析モデルに入力し橋梁振動を算定したところ、橋梁振動の近似が行えた。
- 2) 複数の一般車両走行時の橋梁の振動加速度を用いて上記を行い、これらを含めた振動特性を有する波形を作成した。応答特性は、各波形の応答を概ね包括している(図-5)。
- 3) 以上の手順により作成した波形は、複数の一般車両の実振動特性を包括した波形であることから、これを橋梁の振動解析に用いる標準波形として提案した。

参考文献：1)大竹省吾，中村一史，長船寿一，岩吹啓史，鳥部智之，平栗昌明：鋼桁橋の橋梁振動に伴う低周波音の発生部位とその要因に関する研究，土木学会論文集A1（構造・地震工学），Vol.74，No.2，pp.186-201，2018.5/2）大竹省吾，中村一史，長船寿一，岩吹啓史，鳥部智之，平栗昌明：鋼桁橋の鉛直2次モードの振動に着目した低周波振動対策に関する研究，構造工学論文集，Vol.64A，pp.293-306，2018.3/3）大竹省吾，中村一史，長船寿一，岩吹啓史，鳥部智之，平栗昌明：道路橋の交通振動の疑似応答解析を用いた応答加速度の推定方法に関する研究，土木学会論文集A2（応用力学），Vol.72，No.2，pp.707-718，2017.1

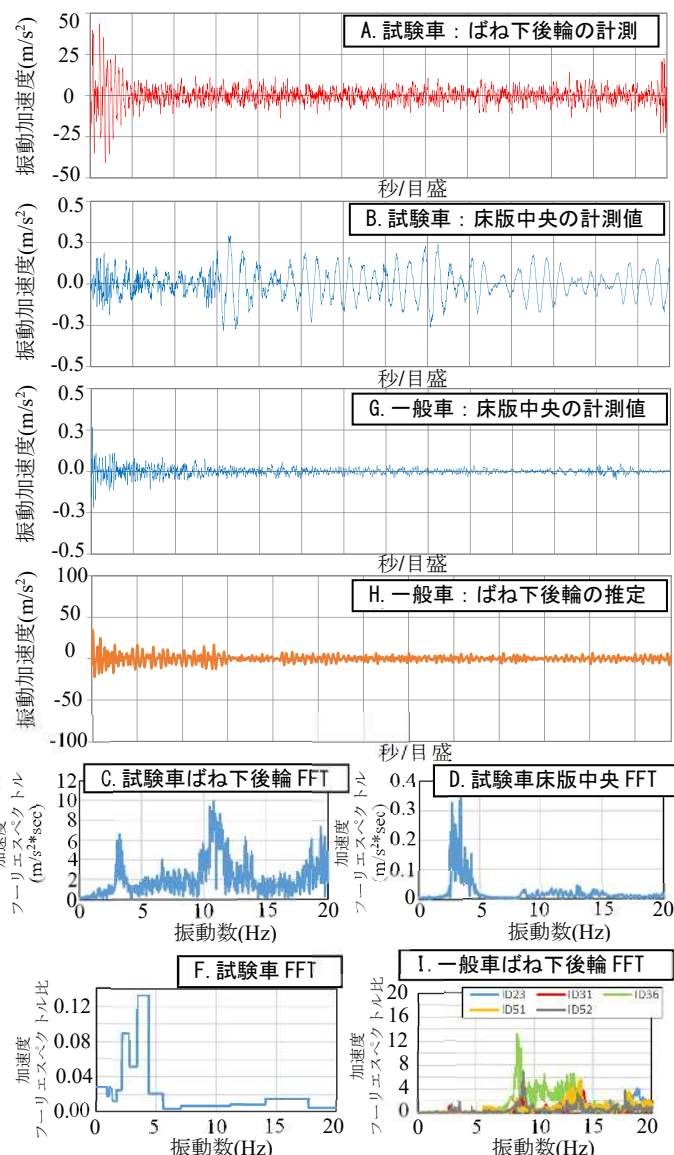


図-2 一般車の外力算定結果(5波包括)

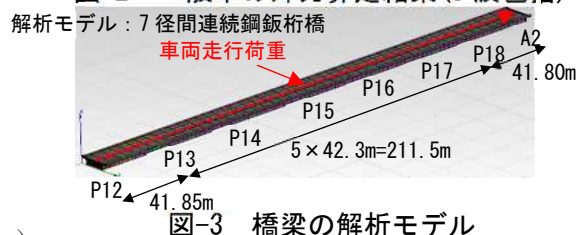


図-3 橋梁の解析モデル

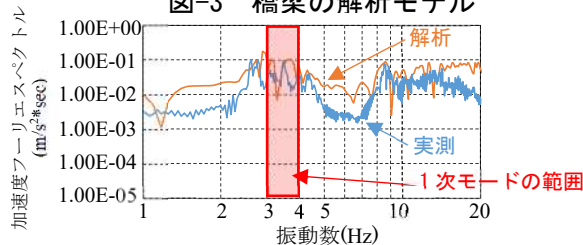


図-4 一般車の振動加速度の比較(5波包括)

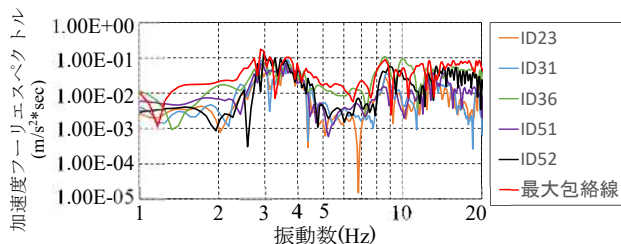


図-5 一般車の振動加速度(全波形)