

同橋長異種構造における交通振動による低周波音解析比較

京都大学大学院 学生員 ○幸寺 駿 協和設計(株) 正会員 坪本 正彦
神戸大学大学院 フェロー 川谷 充郎 京都大学大学院 正会員 金 哲佑

1. 研究背景 近年, 車両の大型化や交通量の増加による騒音問題が社会問題化している. その問題の1つとして低周波音問題が挙げられる. 低周波音は聞こえる音圧レベルに個人差があり, 騒音として認知しにくいものの, 実際に苦情が挙げられている. こうした状況において設計時に低周波音問題を含む環境評価が求められる場合がある. 本研究では, 第1支間中央部で市道と交差するため桁高制限を受ける橋梁の低周波音の評価を試みる. 検討対象橋梁として, 8主桁連続鉄桁橋(通称パネルブリッジ)とPC中空床版橋に着目し, 交通振動による低周波音解析を行う. なお低周波音評価は官民境界である第3径間の支間中央付近とする. また各スパンの振動が官民境界での低周波音に及ぼす影響について検討するため各スパンの各々の振動による低周波音評価を行う.

2. 橋梁モデル 対象橋梁は橋長 79.5m, 幅員 8.37m, 3径間連続橋である. その側面図を Fig.1 に示す. また PC 中空床版橋とパネルブリッジの断面図を Fig.2 に示す.

3. 固有値解析結果 固有値解析結果を Table 1 に示す. 1次曲げモードの値に違いが出ているが, PC 中空床版橋の重量がパネルブリッジに比べて約 1.5 倍近くあること, さらに曲げ剛性が約 0.5 倍であるためである. PC 中空床版橋において 5 次に出る 1 次ねじれモードの固有振動数が曲げ 1 次モードに比べて約 3.5 倍あるのに対し, パネルブリッジではおよそ 1.1 倍で 2 次に確認できる. これは PC 中空床版橋のねじれ剛性がパネルブリッジに比べて大きいためである.

4. 交通振動解析結果 設計速度は 60km/h であるが, 第3径間先に信号があり実際の速度は遅くなると考えられるため 45km/h を考慮する. 走行車両を Fig.4 に示す. 車両は 1 台走行を考慮する.

第 2, 3 径間中央部の加速度応答と FFT 結果を Fig.5 に示す. 加速度応答結果については, RMS 値, 最大値共にパネルブリッジの方が大きい値を示している. そして FFT 結果については, 卓越振動数が PC 中空床版橋の場合 2Hz と 3Hz 付近のみられ 1 次曲げモードの影響, さ

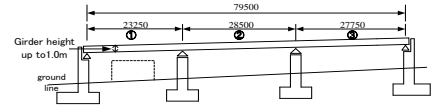
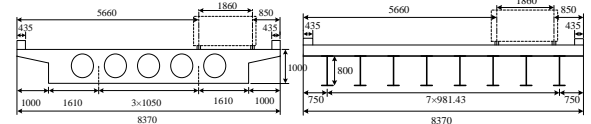


Fig.1 Elevation view

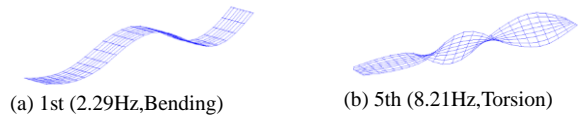


(1) PC hollow slab bridge (2) Panel bridge

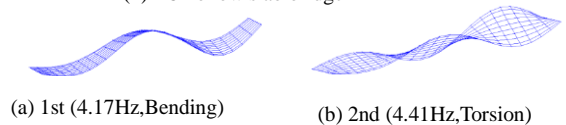
Fig.2 Cross sectional view

Table 1 Eigen frequencies

Table with 3 columns: Mode, PC hollow slab bridge, and panel bridge. It lists eigen frequencies for modes 1st through 17th, such as 2.29Hz (Bending) for the 1st mode of the PC bridge and 4.17Hz (Bending) for the 1st mode of the panel bridge.



(1) PC hollow slab bridge



(2) Panel bridge

Fig.3 Eigen modes

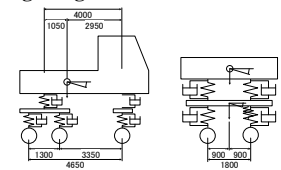
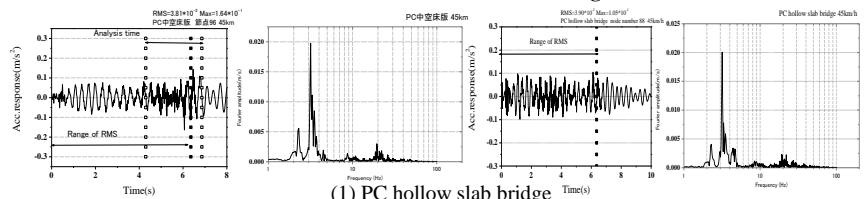
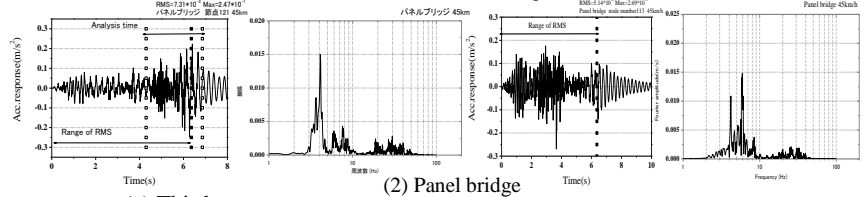


Fig.4 Vehicle model



(1) PC hollow slab bridge



(a) Third span center

(b) Second span center

Fig.5 Accelerations and FFT

キーワード 低周波音, 橋梁交通振動
連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻

Phone 078-803-6278

に車両のばね上振動数前輪 1.9Hz,後輪 2Hz であることからその影響を確認することができる。またパネルブリッジの場合第2径間では、4Hzと6Hz付近そして第3径間では4Hzで卓越がみられ両者ともに1次曲げモードの影響が確認できる。加えて第3径間では、3,4次モードの影響もみられる。

5. 低周波音解析結果

受音点は官民境界を想定し、第3径間中央部の地面から鉛直方向に1.2m、橋軸から直角方向に20m離れた点に設定している。得られた低周波音解析結果をFig.6に示す。10Hz以下の低周波領域においてPC中空床版橋の音圧レベルが大きく、逆に15Hz以上の周波数領域においては両者の音圧レベルがほぼ近い値を示している。そこで橋梁からの放射に何らかの違いがあると考え、Fig.7に卓越している3.15Hz,20Hzにおける第3径間中央部幅員断面のコンター図を示す。第3径間放射の場合、3.15HzにおいてPC中空床版橋では橋梁周辺と受音点で差がわずかであるのに対し、パネルブリッジでは大きく差があり放射状態の違いがあることがわかる。逆に20Hzにおいてはどちらの橋梁においても音圧レベルの差が橋桁周辺と受音点であまりみられず放射状態がほとんど等しいことがわかる。第2径間放射の場合、第3径間放射に比べ官民境界まで遠い分音圧レベルが低い。

6. 結論と考察

交通振動解析結果と低周波音解析結果の相関関係については、周波数帯によって異なる結果となった。原因としては前述の放射状態の違いが考えられる。また放射地点を変えることにより、コンター図において放射状態をより多面的に表現できた。音圧レベルに関しては、放射点と受音点で距離が遠い第2径間のほうが第3径間に比べて小さくなった。

7. 今後の方針

今後はすべてのスパンを合わせ低周波音解析を行うことで総合的な騒音評価を行って行きたい。

【参考文献】1) Kawatani, M., Kim, C.W., Nishitani, K. and Kawada, N.: Low frequency sound due to vibrations of a bridge under normal traffic, Proc. of the 8th Int. Conf. on Structural Dynamics, EURODYDYN 2011, pp.754-761, 2011.

2) Tsubomoto, M., Kawatani, M., Takami, Y. and Kawada, N.: Field measurement of low frequency sound radiated from highway viaducts with several kinds of expansion joints, Proc. of the 9th German-Japanese Bridge Symposium, 2012.

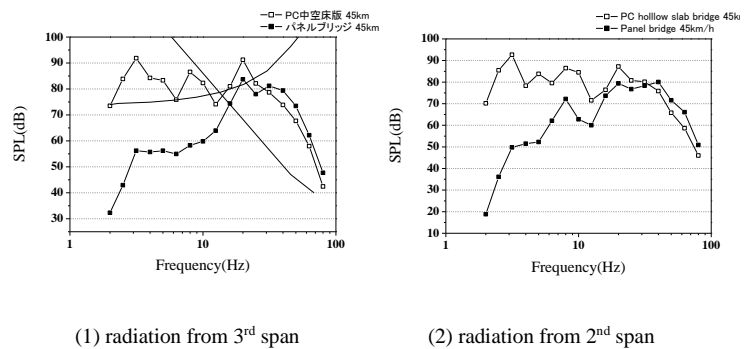


Fig.6 Sound pressure level

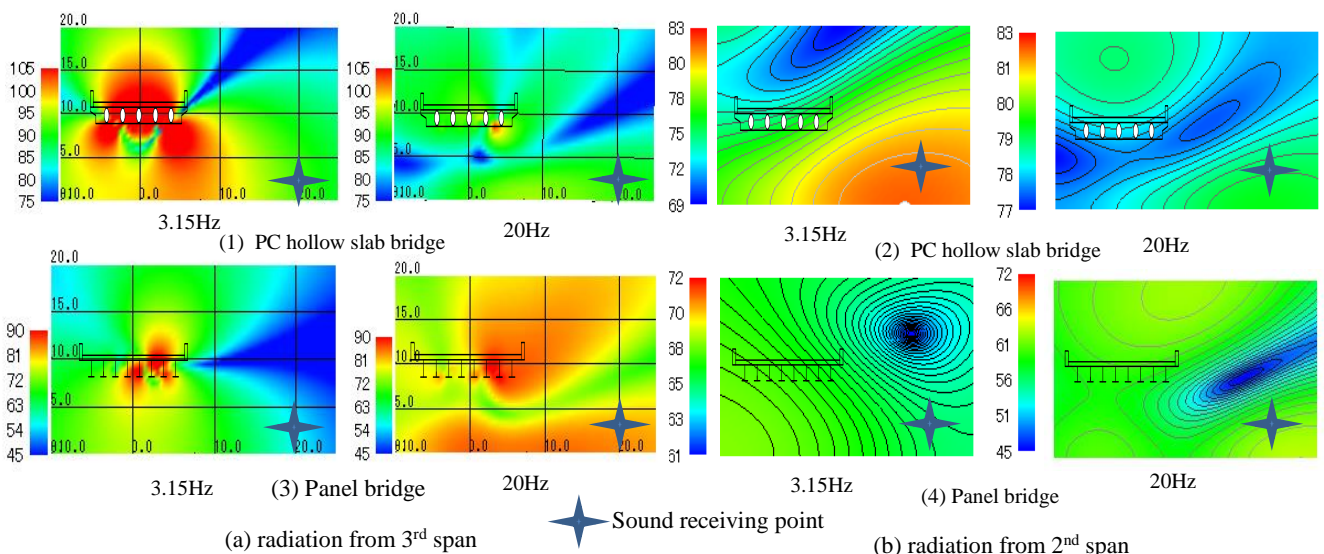


Fig.7 Contour of sound pressure levels