

第 部門

鋼床版箱桁道路橋の交通振動に起因する低周波音特性

神戸大学大学院 フェロー 川谷 充郎 神戸大学大学院 正会員 金 哲佑
 神戸大学大学院 学生員 大坪 祐介 神戸大学工学部 学生員 ○西谷 貫慈

1. まえがき 近年、橋梁交通振動による環境問題の 1 つとして低周波音が注目されている。橋梁周辺住民の日常生活において車両通過に伴い橋梁から放射される低周波音による物的・心理的な影響¹⁾が報告されているが、その現象は不明確な部分が多いため、効果的な対策も見いだせていない。既往の研究では鋼桁橋を対象として車両と橋梁の連成振動解析²⁾、低周波音解析³⁾を行い橋梁交通振動による周辺環境への影響を解析的に検討している。本研究では、鋼床版箱桁道路橋を対象に橋梁加速度応答および低周波音圧レベルの計測を行い、橋梁交通振動と低周波騒音の相関関係を検討し、周辺地域への低周波音による環境影響予測を行う。

2. 対象橋梁 対象橋梁の形式は 7 径間連続鋼床版 2 箱桁ラーメン橋である。全長約 265m、幅員は約 17.25m である。橋梁一般図、加速度応答、低周波音圧レベル計測点を Fig.1 に示す。ここで、本橋梁に関しては既往の研究において、建設前の事前検討として交通振動による低周波音の解析的な検討がなされている⁴⁾

3. 現場計測概要 計測は昼、夜の時間帯に 10 分間各 3 回ずつ、合計 6 回行う。計測点は Fig.1 に示すように加速度応答 6 点、低周波音圧レベル 2 点である。低周波音圧レベル計測は昼 3 回および夜 1 回目は計測点 Span3、夜 2 回目、3 回目は計測点 Span2 で行った。

4. 計測結果 計測結果は、特に大きな音圧レベルが確認された 4Hz、5Hz、12.5Hz、25Hz の 1/3 オクターブバンド音圧レベルに着目し、それぞれの音圧レベルピーク時前後 5 秒(10 秒間)の加速度応答のフーリエスペクトルを確認することで交通振動と低周波音の相関を検討する。また橋梁の加速度応答のウェーブレット変換を行い、その結果から橋梁振動の周波数特性を確認する。夜 1 回目(加速度応答計測点 NO.2)、夜 3 回目(加速度応答計測点 NO.6)の計測結果を Fig.2、Fig.3 に示す。

ここで、本研究において低周波音として扱っている周波数は 100Hz までの音波とするため、実際には聞こえない非可聴域の低周波音も含まれている。よって、うるささだけでなく住宅の建具ががたつくなどの物理的影響のほか、いらいらするなどの心理的影響、吐き気や頭痛などの生理的影響といった個人差の大きい影響を考慮せねばならないが、いまだ環境評価基準値などは定められていない。このため、本研究においての低周波音の評価は平均的な目安として Fig.2(b)に示す評価曲線を用いて行う。

4.1 夜 1 回目(加速度応答計測点 NO.2)計測結果 計測結果を Fig.2 に示す。夜 1 回目の加速度応答はデータ欠損のため 330.6 秒間のデータとなっている。低周波音圧レベルに着目すると、着目している周波数ごとに特徴的に卓越しており、そのピーク値は評価曲線を超えている。これらの結果から、苦情の原因となりうるレベルの低周波音が発生している可能性があることが確認できる。加速度応答に着目すると、ウェーブレット変換の結果から 3~5Hz 付近が主に卓越していることが分かる。また、4Hz 音圧レベルピーク時前後の加速度応答フーリエスペクトル

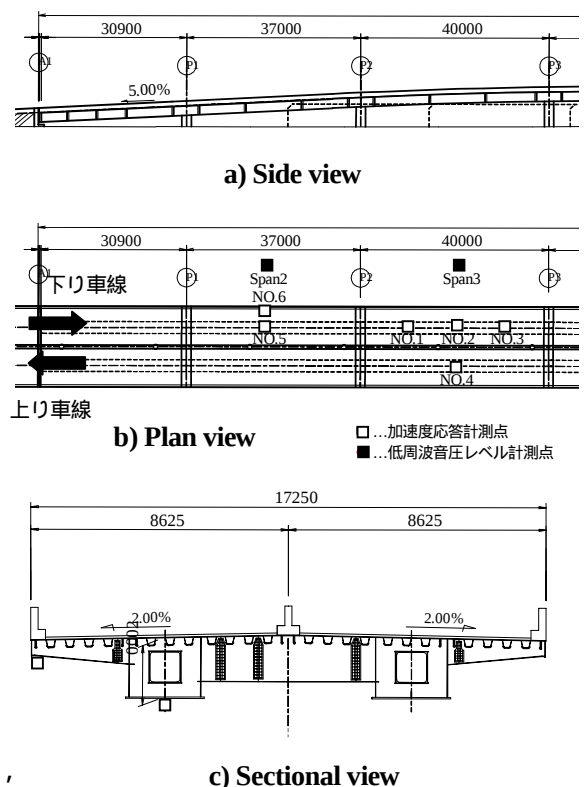


Fig.1 General view of the bridge

に着目すると、4Hz 付近の卓越周波数がみられ音圧レベルとの相関がみられる。5Hz 音圧レベルピーク時刻では4Hz の音圧レベルも卓越しており、加速度応答フーリエスペクトルも4Hz 付近で卓越周波数がみられる。

4.2 夜3回目(加速度応答計測点 NO.6)計測結果 計測結果を Fig.3 に示す。夜1回目の結果と同様に着目している各周波数で特徴的な音圧レベルの卓越がみられる。特に25Hz 音圧レベルは領域

にまで達しており低周波音の発生が確認できる。加速度応答に着目すると、ウェーブレット変換の結果から3~5Hz 付近に加え、10Hz 以上でも卓越していることが確認できる。夜1回目の結果と比較すると5Hz 音圧レベルのピークが大きく、加速度応答の卓越する周波数も夜1回目にみられなかった5Hz 付近の周波数が卓越している。これは第3径間と第2径間には振動特性の差があり、それが低周波音圧レベルにも影響を与えていると考えられる。このことから低周波音と橋梁振動の相関が確認できる。また、計測点 NO.6 は主桁部よりも振動しやすい張出部の応答であるため、夜1回目の計測ではみられなかった12.5Hz、25Hz でも低周波音圧レベルと加速度応答の相関が確認できる。

5. まとめ 本研究では鋼床版箱桁道路橋を対象に橋梁加速度応答および低周波音圧レベルの計測を行い、橋梁交通振動と低周波音の相関関係を検討し、周辺地域への低周波音による環境影響予測を行った。結果より、低周波音圧レベルは本対象橋梁の周辺では苦情の原因となりうるレベルの低周波音が発生している可能性があることが分かる。また、橋梁加速度応答の振動特性と低周波音圧レベルの周波数特性には相関があることを確認できた。

謝辞 現場計測の際に協力して頂いた三菱重工鉄構エンジニアリング株式会社の方々に深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 環境庁大気保全局：低周波音の測定方法に関するマニュアル, 2000。
- 2) Chul-Woo Kim, Mitsuo Kawatani, Won-Sup Hwang : Reduction of traffic-induced vibration of two-girder steel bridge seated on elastomeric bearings, Engineering Structures, Vol.26, pp.2185-2195, 2004
- 3) 河田直樹, 川谷充郎：境界要素法による道路橋交通振動に起因する低周波音の理論解析, 土木学会論文集 A(J-STAGE), Vol.62, No.3, pp.702-712, 2006.9.
- 4) Mitsuo Kawatani, Chul W. Kim, Naoki Kawada and Shohei Koga : Assessment of traffic induced low frequency noise radiated from steel girder bridge, Steel Structures, Vol.8, pp.305-314, 2008.

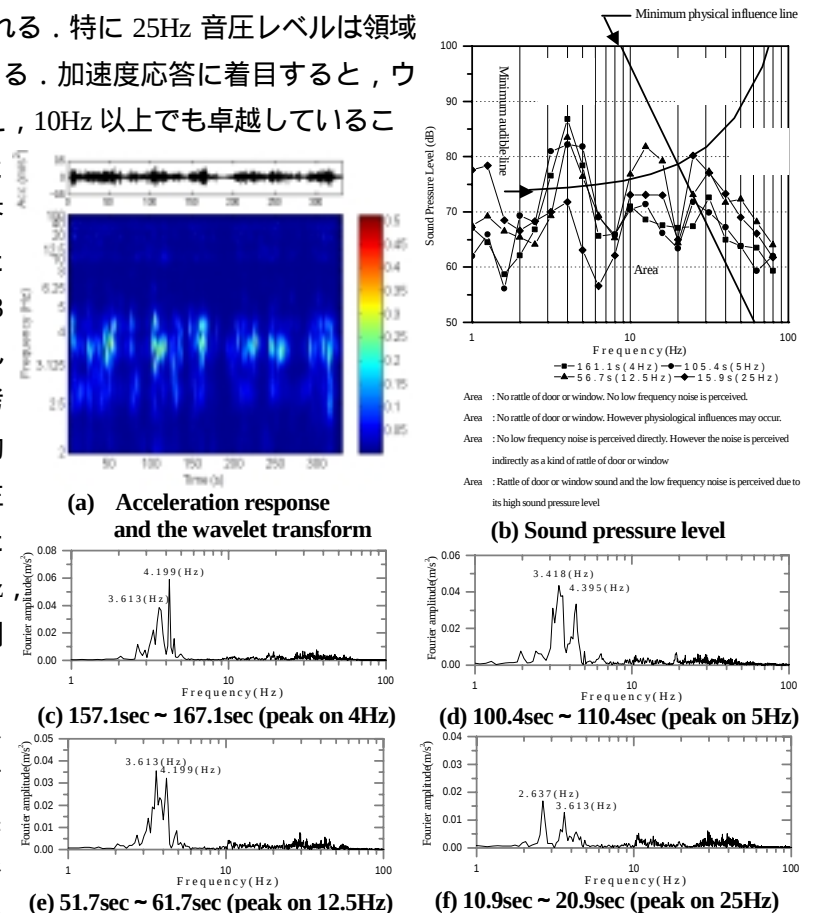


Fig.2 Acceleration responses and Fourier amplitudes of NO.2 and sound pressure level

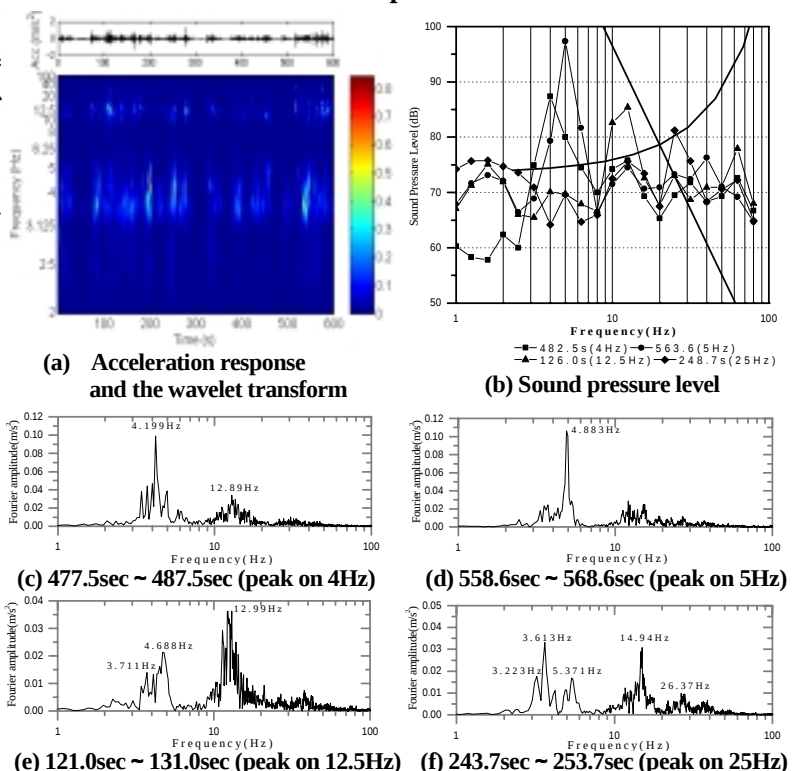


Fig.3 Acceleration responses and Fourier amplitudes of NO.6 and sound pressure level