

鋼橋から発生する低周波騒音の原因特定とその防止対策に関して

○中央大学 学生員 長津真司 中央大学 正会員 佐藤尚次
中央大学 正会員 平野廣和

1. はじめに

1995年1月の阪神淡路大震災を契機に橋梁等の構造物の耐震性が見直され、落橋防止措置の大型化、特に支承においては鋼製からゴムに取り替えられるといった免震化が計られてきた。しかし、これらの設計手法の変更に より補強前には気にならなかった騒音、振動等を代表とする道路周辺環境に対する諸問題が発生してきた。一方、最近の高架橋騒音の実例として、ジョイント部において自動車通過時に生じる衝撃力が桁に伝播し、主桁のウェブ面や端横桁を振動させることにより低周波の騒音を発生することが報告されている。一般国道においても橋梁形式の変わるジョイント部において、「ドン、ドドン」という低周波騒音が発生している。

本報では、国道の橋梁形式変化箇所において低周波騒音の発生原因と推測される2径間連続板桁橋ウェブ面における構造解析を行うと共に実地における騒音計測を行った。振動モード解析の結果と計測結果の関連性を報告する。

2. 振動モード解析

解析モデルは、主桁構造図を基に表-1に示す解析諸元において2径間連続板桁橋中主桁ウェブ面のモデリングを行った。本来ならば桁全体を解析して固有値を求めるべきであるが、その場合、高次までの計算が必要となる。従来の研究では、1~6パネル程度解析して、その間に同じオーダーの固有値が存在すれば、それを低周波の固有値とすることができるのでその方法を採用する。解析モデルを図-2.1に示す。図-2.1はウェブ面の上下端がI型の上下フランジと結合され、左右端に補剛材を付加した構造モデルである。(以下パネルモデルとする)本研究では解析結果を比較するために、以下に示す3ケースの解析を行った。

Case1:図-2.1に示す断面のみでの振動モード解析

Case2:上記Case1を3枚連結し、その連結部に鉛直補剛材を付加した断面での振動モード解析

Case3:上記Case1を6枚連結し、その連結部に鉛直補剛材を付加した断面での振動モード解析

3. 解析結果

解析は汎用構造解析ソフト COSMOS を用いて行った。Case1に関しては10次まで計算し、Case2及びCase3に関しては20次まで計算した。表-2に解析Case毎の固有振動数(Hz)の一覧を示す。各解析Caseにおいて40~50Hzの固有振動数が存在することがわかる。この時のモード形状図を図-3.1に示す。どの解析Caseにおいても、補剛材で囲まれた範囲が太鼓の腹のように振動していることがわかる。これが桁から低周波振動を放射する要因の一つと考えられている。以上のことから、対象モデルにおいては低周波音の発生が予想される。

4. 騒音計測結果

騒音計測は対象モデルのジョイント部付近に計測点を6箇所設置して行った。位置関係を表-3に示す。計測にはリオン社製の低周波音レベル計(NA-18)を用い、計測点1箇所あたり5分間の計測を行い、A特性における1/3オクターブバンドで評価を行った。計測点においては、連続データの採取を行い、ジョイント部を大型車が通過する瞬間の騒音を把握するための計測を行った。図-4.1に各計測点における騒音特性、図-4.2にジョイント部大型車通過時のジョイント直下における騒音特性、図-4.3にジョイント直下における40Hz帯レベルの時系列を示す。

表.1 解析諸元

steel 材料特性	質量密度	$8.02 \times 10^{-10} \text{kgf/mm}^3$
	弾性率	$2.1 \times 10^4 \text{kgf/mm}^2$
	ポアソン比	0.3

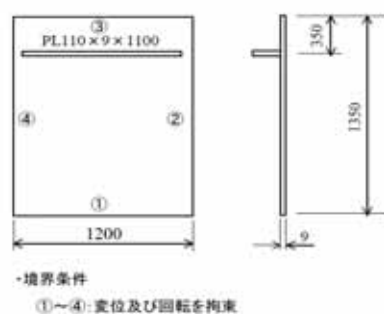


図-2.1 パネルモデル

表-2 解析 Case 毎の固有振動数

モード次数	固有振動数(Hz)		
	Case1	Case2	Case3
1	47.6706	37.3318	35.5449
2	86.0946	43.0234	37.2083
3	107.3730	45.9455	39.6756
4	144.4460	78.6189	42.4783
5	145.0150	82.2792	44.9757
6	-	83.4473	45.5936

表-3 計測点の位置関係

計測点	ジョイントからの距離	計測点	ジョイントからの距離
計測点	50m	計測点	25m
計測点	40m	計測点	40m
計測点	10m	計測点	45m

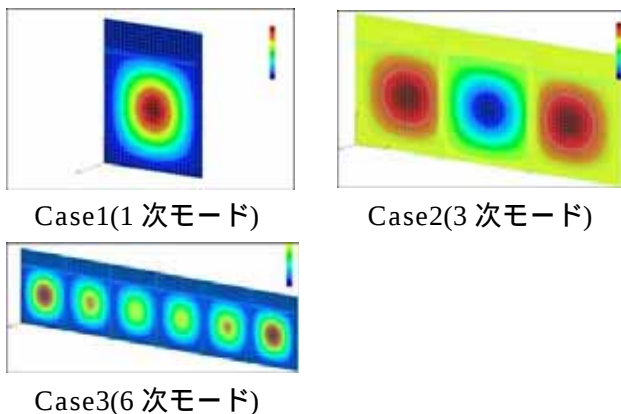


図-3.1 モード形状図

(1) 超低周波帯域(10Hz 前後)

計測点 において 8Hz,10Hz,12Hz の音圧レベルが「参照値」を上回っている。従って、8Hz,10Hz,12Hz の超低周波帯域が計測点 において騒音になり得ている。しかし、計測点 と計測点 (ジョイント直下)における騒音特性と比較すると卓越した周波数は対応していないことから、超低周波帯域が騒音の要因とは考えにくい。

(2) 低周波帯域(20～50Hz 帯)

低周波帯域である 20～50Hz 帯に関しては各計測点において「参照値」を下回っている。しかし、ジョイント直下からの距離に反比例して 40～50Hz 帯の音圧レベルが高くなっていることや、実地計測において体感的に低周波帯域の騒音を感じ取っていることから、関係がないとは断言できない。

(3) ジョイント直下における騒音特性

ジョイント直下の騒音特性について特筆すべきことは桁が有している固有振動数 40～50Hz 帯での音圧がどの大型車走行においてもおおよそ 80dB 前後となっていることである。大型車通過時に 80dB の音圧を常時発生させているということは、桁との共振により低周波を放射音として発生させていると考えられる。10 分間の時系列

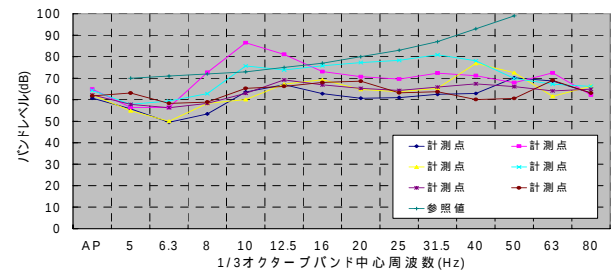


図-4.1 各計測点における騒音特性

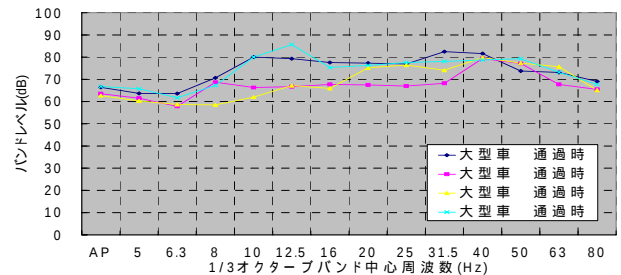


図-4.2 ジョイント部大型車通過時のジョイント直下における騒音特性

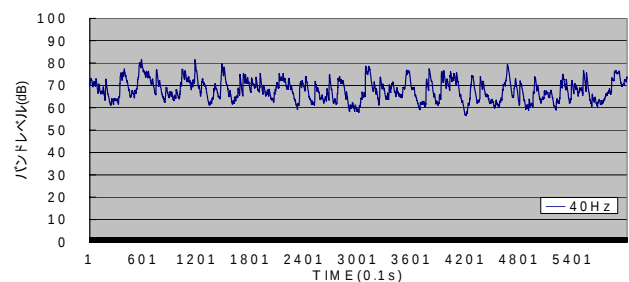


図-4.3 ジョイント直下における 40Hz 帯レベルの時系列

データを見ると、瞬間的な値であるとしても 75～80 dB を超える音圧が 10 分間のうち多数記録されていることがわかる。暗騒音レベルが下がる深夜でかつ就寝中のような場合、個人差にもよるが、不眠等の身体的な問題から生じる苦情が発生する可能性が高い。

5. おわりに

移動発生源に対して明確な基準がない現状において、本計測結果だけで今後追加対策を施す必要がないとはい切れない。特に、深夜の大型車通過時の騒音の瞬時値としてだが、75～80dB 超の音圧も見られるため、何らかの対処が必要である。また、騒音問題は個人の感覚の問題である。今回の計測においても数値上では騒音となり得ていないことが、個人の感覚により騒音となり得ることもある。人間の個人差を認めた上での対処が必要になってくる。

参考文献

- 1) 連重俊他：鋼橋低音域騒音低減工法の開発と試験施工，土木学会論文集 No.735/ -59, 2003.6