

高架道路の構造物音の調査およびその予測に関する検討

阪神高速道路公団 会員 西林素彦, 中村一平, 有馬伸広

1. まえがき

高架構造物自体の振動が音に変換され放射される高架構造物音は、実測事例が少なく、また構造物の高次の振動が関連するので、発生メカニズムが解明されているとは言えない¹⁾。最新の道路騒音予測モデル(ASJ Model 1998)では、大型車走行時の高架構造物の平均パワーレベルを有する仮想の点音源を考えることにより、高架構造物音の影響が盛り込まれているが、構造形式や走行速度別の違いは考慮されていない²⁾。

高架構造が大半を占める阪神高速道路において、予測手法の精度向上を目的として、様々な橋種の高架構造物音の実態調査を裏面吸音板設置工事に併せて実施した。そして、その結果を基に、高架構造物音の音響パワーレベルの設定式を提案した。

2. 調査内容

対象橋梁：桁及び床版構造の種類の違いに着目し、表-1に示す5橋梁を選定した。

表-1. 調査箇所の概要

路線	桁構造	床版構造	桁数	桁高さ	桁幅	支間長	交通量 ²⁾	大型車 ²⁾	速度 ³⁾
神戸線	鋼箱桁(9径間連続)	鋼床版	2	1.48m	2.00m	35.0m	99,900	25,500	71
神戸線	鋼I桁(4径間連続)	RC床版	6	2.00m	----	36.0m	99,900	25,500	71
神戸線	鋼箱桁(3径間連続)	軽コン非 ¹⁾	2	3.95m	2.80m	90.0m	65,300	15,800	79
神戸線	鋼I桁(3径間連続)	鋼床版	6	2.30m	----	40.0m	71,700	19,400	68
松原線	PCボスティング型桁(単径間)	RC床版	10	1.6m	----	25.0m	79,800	14,700	88

注：1)軽コン非：軽量コンクリート非合成床版， 2)交通量・大型車：台/日， 3)速度：日平均走行速度(km/h)

騒音レベル測定：高架構造物近傍の等価騒音レベル(L_{Aeq})の実測とその交通量や走行速度への依存性を把握することを目的とした。断面方向(追越車線下, 走行車線下)と橋軸方向(支間中央, 1/4径間部)の組み合わせで4点の測点を配置し、マイクを主桁, 横桁, 床版から1m以上離して設置した。毎正時からの10分間測定を24回実施し、平面道路からの影響を除去した上で L_{Aeq} を求めた。

構造物放射音測定：高架構造物音の発生音響パワーレベルを把握するために、音響インテンシティを図-1に示す面で測定した。スキミングして測定した1/3オクターブバンド毎の音響インテンシティレベルにA特性補正を行い、単位面積当たりの放射パワーを求めた。

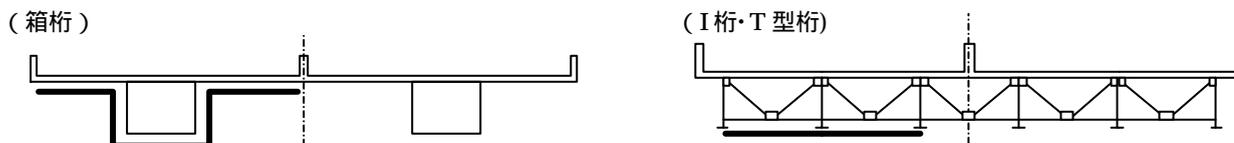


図-1. 音響インテンシティの測定範囲(太線部分)

3. 騒音レベルと交通量・走行速度との相関

測定した L_{Aeq} と交通量及び平均走行速度との関係式を式(1)のように仮定した。ここで c を一定値とし、係数 a, b を0.01単位で変化させた場合の推定値と測定値との差を求め、24データの差の自乗和が最小になるときの係数 a, b を求めた(表-2)。なお、推定値と測定値の対応は相関係数で0.7~0.75であった。

$$L_{Aeq} = 10 \cdot \log_{10}(Q_1 + a \cdot Q_2) + b \cdot \log_{10} V + c \quad (1)$$

ここで、 Q_1, Q_2 ：1車線当たりの小型車および大型車台数(台/時/車線)， V ：平均走行速度(km/h)(範

囲：55～70km/h), a, b : 回帰係数 (橋梁別)

表 - 2 L_{Aeq} と交通量・速度との分析結果

係数	高 架 構 造					平均値
	RC 床版 鋼 I 桁	鋼床版 鋼 I 桁	軽工非 鋼箱桁	鋼床版 鋼箱桁	RC 床版 コンクリート桁	
a	8.92	8.61	11.19	7.34	12.14	9.64
b	10.91	25.85	17.48	23.10	18.33	19.13

係数 a は 7.3～12.1 の範囲であり橋種による違いは小さい。平均的には、 L_{Aeq} に対しては大型車 1 台が小型車の約 10 台に相当すると考えられる。また、係数 b は橋種によって倍以上の差があり、コンクリート系の床版に比べて鋼床版に速度依存性が高い傾向にある。

4. 音響パワーレベルの設定式の検討

単位面積当たりの高架構造物音の音響パワーレベルに対しても、式 (1) に示した L_{Aeq} と交通量や速度との関係が成り立つと仮定し、係数は構造別の平均値を用いて、以下のパワーレベル設定式を考えた。

$$L_{WA,Str,m^2} = 10 \cdot \log_{10}(Q_1 + 10 \cdot Q_2) + 20 \cdot \log_{10} V + c \quad (2)$$

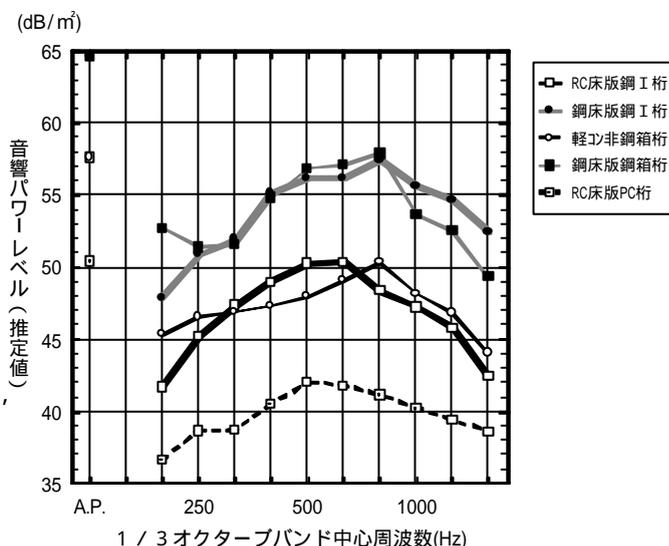
ここで、 L_{WA,Str,m^2} : 単位面積当たりの高架構造物音の音響パワーレベル(dB/m²)、 c : 定数 (橋梁別)

L_{WA,Str,m^2} に測定した平均音響インテンシティレベルを、 Q_1 、 Q_2 、 V に音響インテンシティレベル測定時の交通量と速度を代入し、定数 c を求めた(表 - 3)。これによると係数 c は床版と桁の種別で決まっており、鋼床版鋼桁に比べコンクリート床版鋼桁では音響パワーレベルが 7 dB 小さく、PC 桁では 14dB も小さくなる。また、阪神高速でよく見られる交通条件下での高架構造物音の音響パワーレベルを式 (2) および表 - 3 から算出し、そのスペクトルを図 - 2 に示す。高架構造物音の周波数特性は概ね 500～800Hz に卓越した成分を有しており、相対的な周波数特性は橋種に依存していないことがわかった。

表 - 3 パワーレベル設置式中の係数 c

道 路 構 造		式 (2) の係数 c	
床 版	桁	算出値	設定値
鋼 床 版	鋼箱桁	-9.7	-8
	鋼 I 桁	-7.1	
コンクリート床版	鋼 I 桁	-15.5	-15
	鋼箱桁	-15.0	
	PC 桁	-22.2	-22

図 - 2 同一交通条件下の単位面積当たり音響パワーレベル推定値の比較 (交通量：1,000 台/時/車線、大型車混入率：30%，速度：70km/h)



5. まとめ

測定結果から、主に面積の大きい鋼材 (鋼床版、鋼主桁) から放射される高架構造物音のレベルが大きくなることがわかった。これを基に、大型車、小型車別交通量及び走行速度を説明変数とした高架構造物音のパワーレベル設定式を提案した。その中で、高架構造物のパワーを一律ではなく、鋼床版の場合に大きく、PC 桁の場合に小さくなるようにした。これらの検討結果を基に、高架構造物が存在する都市部における騒音予測の精度向上に努めていきたい。

参考文献

- 1) 北村泰寿, 藤原申次, "鋼桁に発生する高次振動の境界要素法解析," 土木学会第 50 回年次学術講演会論文集, (1995.9).
- 2) 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会, "道路交通騒音の予測モデル" ASJ Model 1998" - 日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会報告 -, "日本音響学会誌 55(4), pp.281-324(1999) .