

日本大学工学部 正員 五郎丸 英博
 石川島播磨重工業(株) 白石 捷夫
 石川島播磨重工業(株) 正員 原 公

1. はじめに

道路橋における低周波音の問題は、数多くの研究報告によりその実態が次第に明らかとなってきた。したがって、今後は、低周波音の予測ならびに対策を主とした研究が必要と思われる。本報告では、鋼トラス橋(橋長218.3 m; 59.1 m + 98.5 m + 59.1 m)、合成桁橋(支間22.5 m)、床版橋(支間12.5 m)について、橋梁振動と低周波音の測定を行い、橋梁振動と低周波音域での音響放射の関係について考察し、放射される低周波音のオーバーオール音圧レベルと周波数特性を予測したものである。

2. 測定の概要

橋梁振動の測定は、加速度型の振動ピックアップを車道端に設置して行い、低周波音の測定は、振動測定箇所(の床版直下1 mの点(I1))に1~1000 Hzの範囲において平坦な特性をもつ低周波音レベル計で行った。また、低周波音の橋軸直角方向の距離減衰を把握するため、地上1.2 mの高さで、床版端(I2)、床版端より水平に5 m(I3)、10 m(I4)、20 m(I5)、40 m(I6)の点に低周波音マイクロホン(セラミック)を設置し、低周波音レベル計で音圧レベルを測定した。測定箇所は、鋼トラス橋が伸縮継手部と中央径間の点、合成桁橋と床版橋は支間中央の点である。測定は日中の一般通行車面が橋梁上を走行しているときで、ほぼ無風状態のときに行い、測定時間は30分間とした。

3. 低周波音の予測

振動板から放射される音響出力は、振動部分の面積及びその面外速度の2乗に関係し、(1)式のように表わすことができる¹⁾。

$$W = \rho c S V^2 \quad \text{--- (1)}$$

ただし、 W は放射音響出力(W)、 S は振動板の面積(m^2)、 V は板の振動速度の実効値(m/s)、 ρc は空気固有音響インピーダンス($N \cdot s/m^2$)、 ρ は音響放射係数である。(1)式を対数表示して整理すると、板の曲げ振動によって放射されるパワーレベルの式が得られる。いま、橋梁床版から放射される音響出力が有効面積 S_0 を通して伝達していくと考えると²⁾、音の強さのレベルは(2)式となる。

$$IL = PWL - 10 \log_{10} S_0 \quad \text{--- (2)}$$

ここで、(1)式より得られたパワーレベルの式を(2)式に代入することにより最終的に(3)式が得られる。

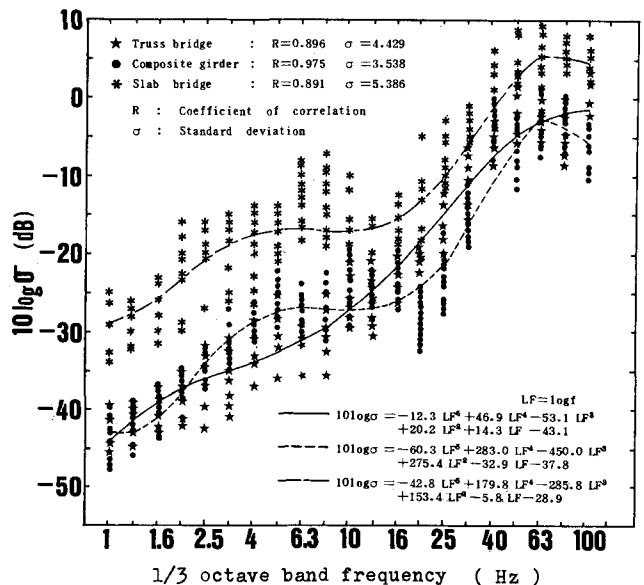


Fig. 1 Relation between radiation efficiency and frequency.

$$IL = 10 \log_{10} \Gamma + VL + 10 \log_{10} \left(\frac{S}{S_0} \right) \quad \text{--- (3)}$$

ただし、VLは振動速度レベルである。(3)式で得られた音の強さのレベルは、測定から得られた床版直下1mの点の音圧レベルと等しいと考え、放射係数レベル($10 \log_{10} \Gamma$)と $10 \log_{10} (S/S_0)$ が分かれば、振動加速度レベルの測定により音圧レベルが予測できることになる。 $10 \log_{10} (S/S_0)$ の計算は、板のコインシデンス限界周波数を考慮することにより求めることができるので、それぞれの橋梁についてその値を決定し、振動加速度レベルと床版直下の音圧レベルの測定結果から、放射係数レベルの周波数特性を示したのがFig. 1である。Fig. 1におけるそれぞれの線は、放射係数レベルの5次式による回帰曲線である。周波数によって音に変換される効率が変化しており、低い周波数においては、その効率が低いと言えよう。しかし、それぞれの限界周波数と考えられる付近から、放射係数レベルは、ほぼ一定に近づく傾向がある。

Fig. 2は、Fig. 1の放射係数レベルの5次式による回帰曲線と振動加速度レベルの測定値を用いて、鋼トラス橋の中央径間の1/2点と合成桁橋の支間中央で床版直下1mの点の低周波音の周波数特性を予測したものである。両橋梁とも、全体的に予測値はかなりの精度で各周波数バンドの値が測定値と対応しており、卓越する周波数バンドでの対応もすぐれている。これらの傾向は床版橋においても同様であった。Fig. 3は、橋軸直角方向に測定した低周波音の距離減衰の測定結果から、水平方向の距離減衰の実験式を求め、(3)式と放射係数の回帰曲線を用いて、橋梁の振動加速度レベルの測定結果から、各測定点の低周波音のオーバーオール音圧レベルを予測したものである。三橋梁とも予測値は測定値とよく一致しており、(3)式による計算は、比較的精度よく予測値を算出できるものと思われる。また、各測定点での低周波音の周波数特性についても各周波数バンド毎の距離減衰の特性を把握すれば、その予測ができる。

4. むすび 橋梁の床版の周波数に対する放射係数と低周波音の距離減衰の特性が分かれば、道路橋における低周波音は、橋梁の振動加速度レベルを測定するだけで比較的簡単にその音圧レベルと周波数特性を予測することが可能であることが認められた。

<参考文献> 1) L.Cremen et al: Structu

re-Bone Sound, 1973. 2) 山口・石井: 高架道路下の騒音性状, 日本音響学会講演論文集, PP.173~174, 昭和54年

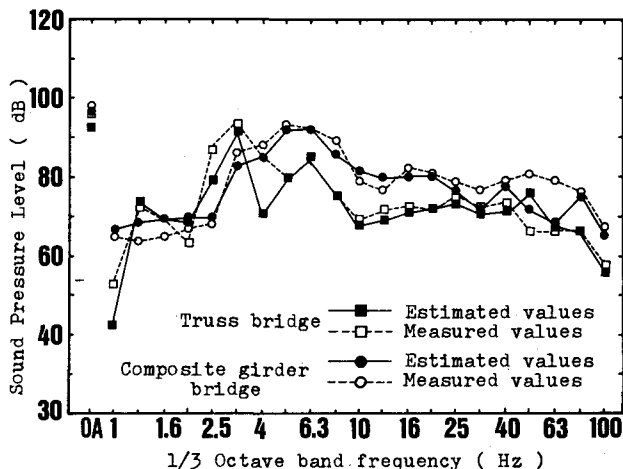


Fig. 2 Comparisons between estimated and measured values with frequency characteristics.

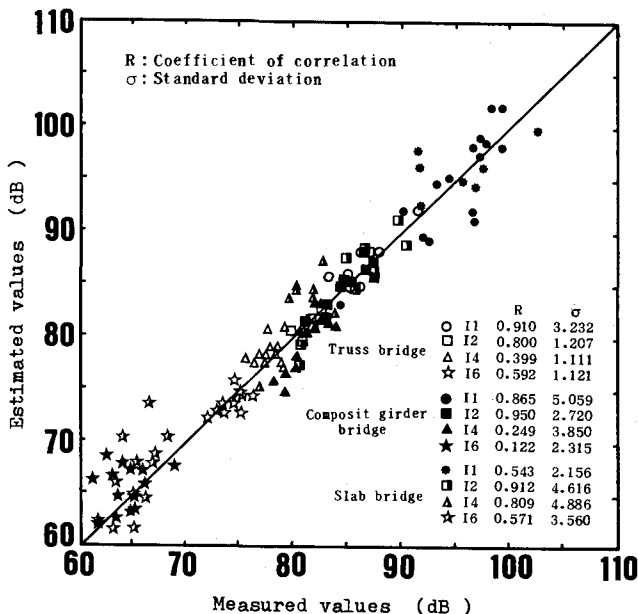


Fig. 3 Comparisons between estimated and measured O.A. values.