

道路橋の振動に伴う音響放射について

日本大学工学部 正 〇五郎九 英博
 正 浪越 勇
 学 小森 武

1. はじめに

道路橋から放射される低周波音の問題が取り上げられてから10年程経過した。この間、数多くの研究報告がなされ、その実態が次第に明らかとなってきた。道路橋に於ける低周波音の発生は、橋梁の振動に起因していることから、橋梁の振動とこれの結果として、橋梁から放射される音の関係を知ることは、低周波音を予測する上で重要な問題の一つと思われる。本報告では、鋼トラス橋(橋長218.3m; 59.1m+78.5m+59.1m)、合成桁橋(支間24.5m)について、橋梁振動と低周波音の測定を行い、橋梁振動と低周波域での音響放射の関係について考察した。

2. 測定方法

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、振動測定箇所へ床版直下1mの点に1~1000Hzの範囲に於いて平坦な特性をもつ低周波音レベル計で行った。測定は日中の一般通行車両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。測定系列はFig. 1に示す。

3. 結果と考察

橋梁振動と放射される低周波音を比較するため、Fig. 2に鋼トラス橋の中央径間の各点と合成桁橋の支間の各点で、大型車両の測定点を通り抜けたときに測定された振動加速度波形と音圧波形を示す。両橋とも、橋梁の振動加速度波形と放射される音圧波形がよく類似しているのかわかる。Fig. 3は、加速度波形と音圧波形を1/3オクターブ周波数分析したものである。これによると、鋼トラス橋の場合、橋梁振動と低周波音が卓越する周波数は、2.5Hzであり、合成桁橋の場合は、6.3Hzである。Fig. 2, 3に示すように、橋梁振動と低周波音がよく対応しており、橋梁振動に伴い低周波音が放射されていることが認められる。

次に、橋梁の振動に伴う音の放射について検討してみる。今、振動している板から放射される音響出力は、(1)式のように表わされる。

$$W = 0.9 \rho C S V^2 \quad \text{----- (1)}$$

ただし、 W は放射音響出力(W)、 S は板の面積(m^2)

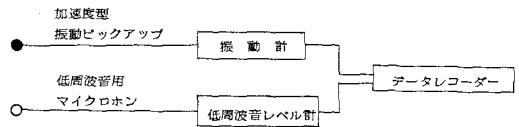


Fig. 1 Measured system.

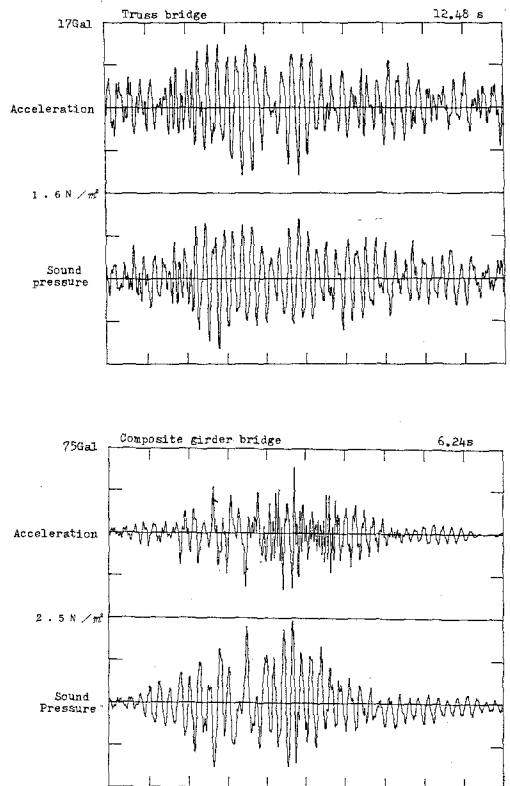


Fig. 2 Measured wave form.

V は板の振動速度の実効値(m/s), ρ は空気密度(kg/m³), C は音速(m/s), σ は放射係数

(1)式で対数表示すると、板の曲げ振動による放射される音のパワーレベルが求まる。さらに、橋梁床版からの放射されたパワーが有効面積 S_0 を通して伝達していくと考えても、音の強さのレベルの式(2)が求まる。

$$I.L. = 10 \log_{10} \sigma + 10 \log_{10} \left(\frac{S}{S_0} \right) + V.L. \quad \text{----- (2)}$$

ここで、(2)式の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ることにより、放射係数と $10 \log_{10} (S/S_0)$ の値を求めることができる。

一般に、板からの音響放射は、コインシデンス限界周波数以上では、放射係数が1に近づくと言われている²⁾。いま、床版コンクリート内の縦波の伝播速度を4000m/sとすると、鋼トラス橋の床版厚は21cmであるから、限界周波数は約77Hzとなる。また、合成桁橋の場合は、床版厚が18cmであるから、その限界周波数は90Hzとなる。したがって、これらの限界周波数以上において、 $10 \log_{10} \sigma$ の値はほぼゼロとなる音圧レベルと振動加速度レベルの値から $10 \log_{10} (S/S_0)$ の値を決定すると、鋼トラス橋の場合は、24.8dBとなり、合成桁橋の場合は、17.7dBとなる。

これらの値を定数値として、(2)式に代入し、大型車両が測定点を通過したときの橋梁振動加速度レベルと、低周波音レベルの測定から、 $10 \log_{10} \sigma$ の値を求めた結果がFig. 4である。Fig. 4において、実線は、鋼トラス橋の場合の5次式による回帰曲線であり、破線は、合成桁橋の場合の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、特に低い周波数においては、その効率が悪いと言えよう。しかし、それぞれの限界周波数を考えられる周波数付近から $10 \log_{10} \sigma$ の値は、ほぼゼロに近づく傾向にあることがわかる。また、両橋とも全体的に、支間中央での音響放射特性が類似しているのが特徴としてあげられる。

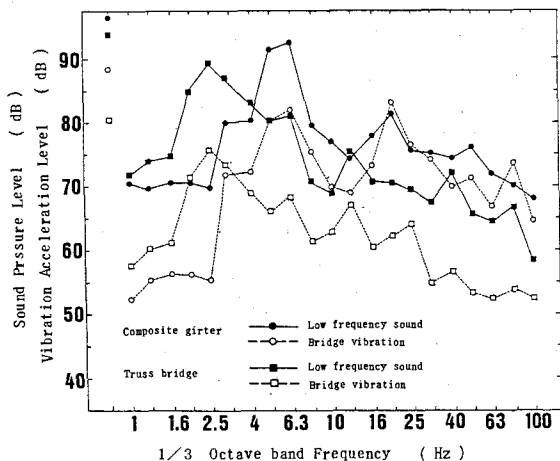


Fig.3 Frequency characteristics.

参考文献

- 1) 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，P.173~174，昭和51年10月。
- 2) 日本音響学会編：騒音・振動(上)，コロナ社，P.168，昭和53年3月。

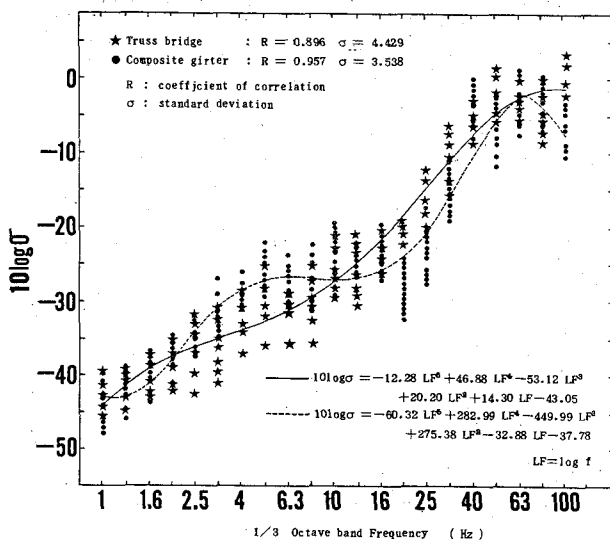


Fig.4 Relation between radiation efficiency and frequency.