

九州大学 学生員 ○上山秀英
九州大学 正 員 鳥野 清
九州大学 正 員 小坪清真

1. まえがき

我が国においては最近、橋梁等のスパンの長大化、およびその走行自動車の高速度に伴い、発生する人間の可聴域以下の低周波空気振動がかなり離れた民家にも2次騒音が発生し、社会的な問題となりつつある。しかし、この現象については最近まであまり取り上げられた例がなくその発生機構にはなお不明な部分が多い。本研究は橋梁から発生する低周波空気振動の発生機構を模型橋梁を用いた振動実験により考察し、その防止対策に役立てようとするものである。

2. 実験装置および実験方法

実験模型は図-1のように橋長2.0m×幅員0.2m×版厚0.01mのアクリル樹脂平板を用い、両端にベアリングを設けてヒンジ支承とした。また橋長の中点および $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{3}{4}$ 点にそれぞれひずみゲージ式加速度計(容量2g)を接着し、加振時の加速度を測定できるようにした。

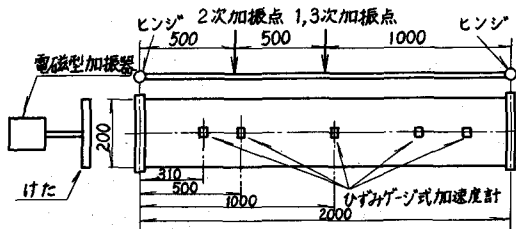


図-1

なお加振方法は電磁型加振器を用い、これと橋体とを長さ30cm、直径3cmのベークライト棒で連結した。なお加振器は約2Hz～50Hzの任意の周波数と、加振力が可変である。マイクはリオン低周波用マイクロホン(周波数特性1/100Hz平坦)3台を用い3ヶ所の測点で同時測定した。

(1). 音圧の加速度特性について

まずマイクを桁表面より一定の距離におき加振周波数を一定に保ち、加振加速度を変化させ、各音圧レベルと加速度を同時に記録した。(記録にはデータレコーダーを用いた。)

(2). 音圧の周波数特性について

次に同じくマイクを一定距離におき加速度を一定に保ち、加振周波数を順次変化させ、各周波数における音圧レベルとその周波数を同時記録した。

(3). 音圧の平面分布について

一定加速度、一定周波数においてマイクロホンを橋軸直角方向に3台平行して設置し、橋面よりの距離 l をいろいろ変えて各 l における各測点の音圧レベルを記録した。この測定を1次(6.9Hz)、2次(11.1Hz)、3次(20.7Hz)の各共振周波数について行なった。その際、橋体各部の加速度を同時記録し、振動のモードを求めた。

(4). 音圧の鉛直分布について

一定加速度、一定周波数においてマイクを桁中心に向け、鉛直面内で角度を変え、それぞれの角度について桁中心からマイクまでの距離を変化させて音圧レベルを記録した。なお(3)と同じくこの測定を1次、2次、3次の各共振点ごとに行なった。

3. 実験結果と考察

まず実験(1)について記録の加速度の対数をと、たものと音圧レベルとの関係をグラフに示すと図-2のようにほぼ直線関係となった。これは橋体の振動加速度と音圧とが比例することを示している。この測定は加振周波数が4.0Hz、5.9Hz、6.9Hz、

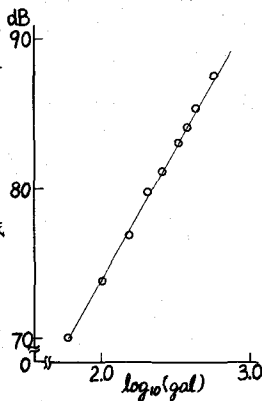


図-2 音圧の加速度特性

10.4 Hz, 14.1 Hz, 16.1 Hz, 18.1 Hz, 20.0 Hzのときについて行な。たが、いずれも同様な傾向を示した。この関係を実験(2)に用いて加振加速度を10 gal-定とした場合の周波数と音圧との関係をグラフにしたものが図-3であるが、各周波数に対して音圧レベルはほぼ一定となった。すなわち同一測点での音圧は周波数に関係なく、振動加速度に比例するといえる。

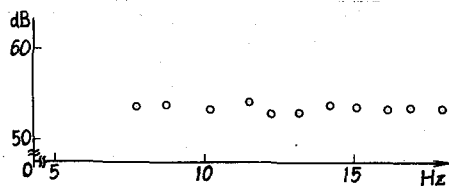


図-3 音圧の周波数特性

次に加振周波数6.9 Hzでの音圧の平面分布より、図-4に1次モードの等デシベル曲線を表わした。同測定時の桁の振動モードと比較すると、橋面の近傍では等デシベル曲線の形は振動モードに相似しており、振動の腹の部分で音圧レベルは極大となり、節の部分で極小となる。2次、3次の共振周波数においても同様な結果が得られた。

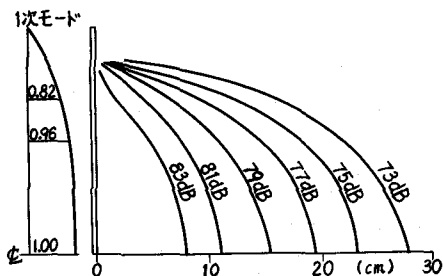


図-4 音圧の平面分布

音圧の鉛直分布について、同じく加振周波数6.9 Hz、桁中央における音圧レベルの角度による変化を等デシベル曲線で表わしたものを図-5に示す。

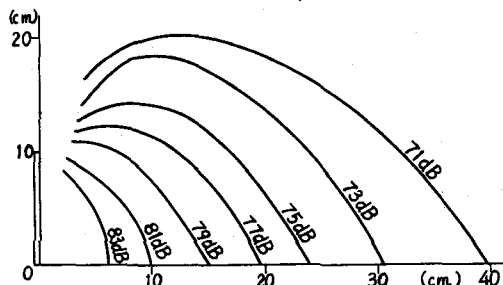


図-5 音圧の鉛直分布

1次、2次、3次の各モードの腹の部分の橋面法線上で音圧レベルの距離減衰を縦軸に、距離 l を幅員 H で除して無次元化したものを横軸対数目盛にとると、図-6、図-7、図-8のようになる。この図から距離減衰の式を推定すると次のように表わされた。

$$SPL = SPL_0 - 5\sqrt{n} (\log 20L)^{2.5}$$

$$+ 20 \log \cos \theta \quad \text{但し } L, SPL: \text{受音点での音圧レベル (dB)}$$

$$SPL_0: \text{基準となる点の音圧レベル (dB)}$$

$$n: \text{振動モードの次数}$$

$$L: \text{橋面からの距離と橋の幅員との比}$$

$$\theta: \text{橋面法線よりの鉛直面内の偏角}$$

この式を用いると図-6、図-7、図-8のように、かなりの精度で各次振動モードにおける任意の点での音圧レベルが推定できる。

今後橋軸方向への角度補正量などの問題や、桁断面の形状などの影響についても検討の必要があると思われる。

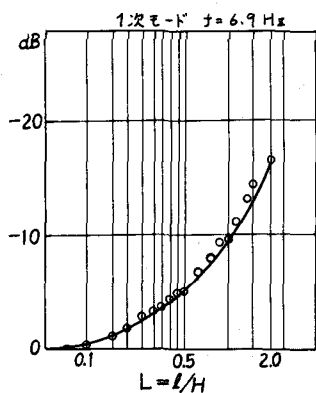


図-6

—: 理論値による距離減衰

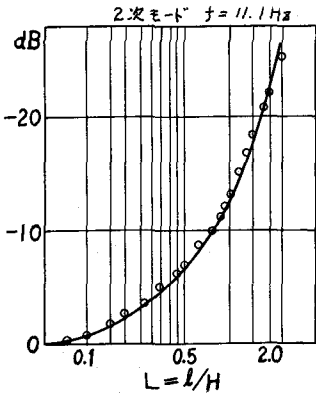


図-7

○: 実測された距離減衰

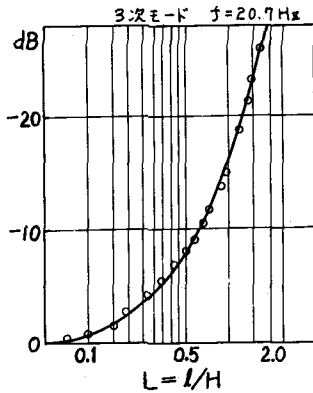


図-8