

九州大学 工学部 正会員 鳥野 清
九州大学 工学部 正会員 園田敏矢
九州大学 工学部 ○学生員 上山孝英

1. まえがき

低周波空気振動に起因する家屋や直接的な人体への被害が最近注目を浴び始めた。特にわが国ではここ数年、橋梁等のスパンの長大化、走行車両の高速化に伴って、橋体より発生する低周波空気振動が社会的問題となりつつある。本研究は橋梁より発生する低周波空気振動の発生機構をまず模型実験により考察し、さらに実際の高速道路橋について各種の測定を行い、模型実験結果との比較から合理的な防止対策に役立てようとするものである。

2. 模型実験

実験模型の形状、寸法は図-1に示す。材質はアクリル樹脂である。これを電磁型加振器で加振し、低周波用マイクrohホンで音圧レベルを測定した。測定項目と結果は次のとおりである。

(1)音圧の加速度特性について 加振周波数を一定に保ち、加振力を変化させた。その結果音圧レベルと加速度レベルとの関係は 45° の傾きを持つ直線となり、音圧が橋体の振動加速度に比例することがわかった。

(2)音圧の周波数特性について 加振加速度を一定に保ち、加振周波数を変化させた。この時、加振周波数の変化に対して音圧レベルは図-2のようにほぼ一定であった。

(3)音圧の橋軸方向分布について 加振力、加振周波数を一定とし、橋軸に沿った音圧レベルの分布を測定した。結果は図-3のようであり、音圧分布は橋体の加速度モードに相似した形となった。

(4)音圧の橋軸直角方向分布について 加振力、加振周波数を一定とし、橋軸と直交する面内で幅員中央点を中心として、橋面法線と測点となす角 θ を変化させ、音圧レベルの分布を求めると図-4のようになった。

以上の実験結果より橋梁近傍の任意の点における音圧レベルが次の式で表わされた。但し、点音源の場合には倍距離-6 dBとなるので、 $L \geq (\frac{1}{2}l)10^{0.63/35}$ では右辺第2項を対数目盛上で直線とする。

$$SPL = SPL_0 - 15.8\sqrt{S} (\log_{10} 20L)^{2.5} + 20 \log_{10} \cos \theta \quad (1)$$

但し、SPL……受音点での音圧レベル

SPL₀……基準となる点の音圧レベル

S……幅員と相隣る node間の距離との比

L……橋軸から受音点までの距離と橋の幅員との比

θ ……橋軸と直交する面内の橋面法線よりの偏角

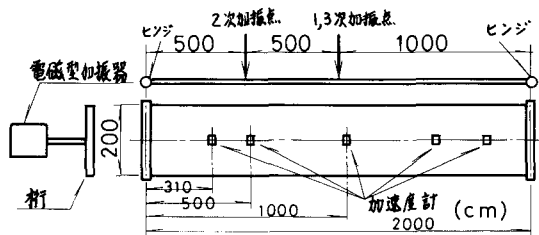


図-1 模型実験

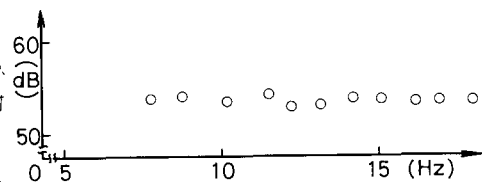


図-2 音圧の周波数特性

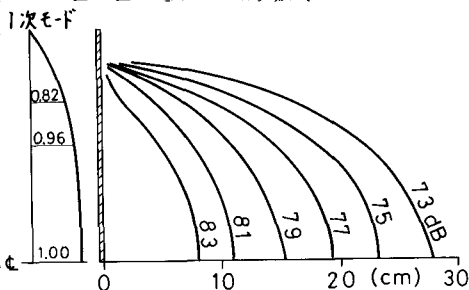


図-3 音圧の橋軸方向分布

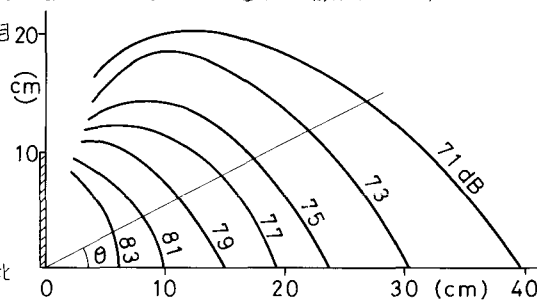


図-4 音圧の橋軸直角方向分布

3. 実橋における測定

今回実測を行な。た橋梁は九州自動車道筑後川トラス橋である。橋長は390 m、2径間および3径間連続である。測定点とその部分の橋梁の概略図を図-5に示す。

また橋の横断面は図-6のようである。測定項目と結果は次のとおりである。

(1) 音圧の橋軸方向分布について 図-5に示す幅員中央直下の測定点①～④において低周波用マイクロホン(周波数特性100 Hz以下平坦)4台を用いて音圧レベルを同時測定した。これに高さの補正を行い、図-7に表わした。アバットのジョイント近傍で音圧レベルが高い。ピアの付近で音圧レベルが高いのは、ビンジ直上を通過する車の衝撃によるものか、ピアの反射による影響か原因が明らかでない。このスパン全体の加速度分布を測定する必要があると思われる。

(2) 音圧の橋軸直角方向距離減衰について 図-5の測点②～④において橋軸と直角方向にマイクロホンを移動させながら音圧レベルを測

定し、音圧レベルの距離減衰の状態を調べた。アバット付近の測点②では比較的減衰が早かった。図-8に橋面直下よりの音圧レベル減衰量の実測値、前記の式(1)の右辺第2項による距離のみをパラメータとした減衰量、第3項も含めた幅員中央からの距離と角度をパラメータとした減衰量の計算値を示した。実測値は、角度を考慮しない距離のみに依存する計算値によく合致する。図-8はスパン中央における測定例であるが他の測点でも同様な傾向が見られた。

(3) 音圧レベルと橋体の振動加速度との関係

橋台の横桁中央部と測点①直上部の横桁において振動加速度を、その直下で音圧レベルを同時測定した。アバットのジョイント部分に車が進入した瞬間の音圧と加速度の波形を図-9に示す。ジョイント部通過時の衝撃が大きな低周波音発生の原因の一つと考えられる。

(4) 発生低周波音の周波数成分について 図-10は測点①の直下3.8 mで測定した音圧レベルの周波数分布である。ピークに対応する周波数は横桁の固有振動数にほぼ一致した。

4. あとがき

低周波空気振動についてはまだ本格的な研究が始まったばかりであり、不明な部分が多い。今回の実測も複雑な橋梁の低周波音発生メカニズムを完全に把握するには至らず、その基本的な一部分を観察したにとどまった。次回はこの実験を足がかりにさらに合理的な実験、考察を行う予定である。

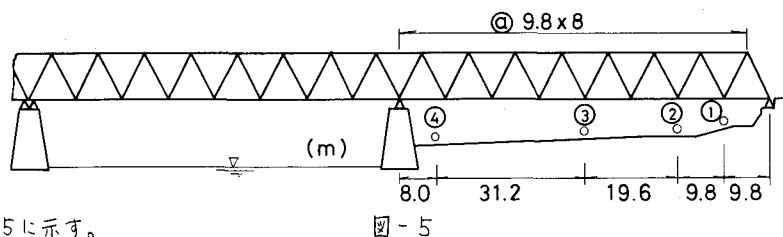


図-5

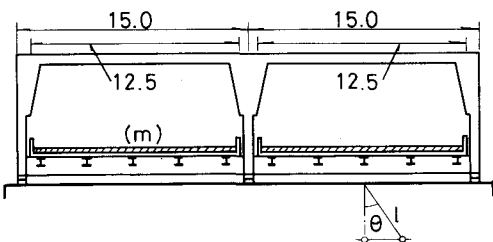


図-6

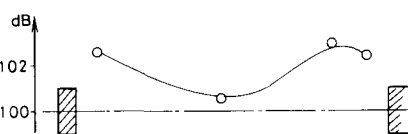


図-7 橋軸方向音圧分布

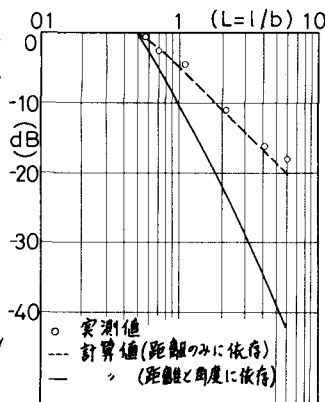


図-8

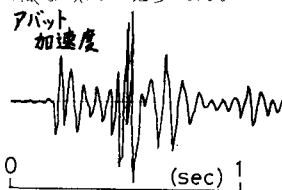


図-9

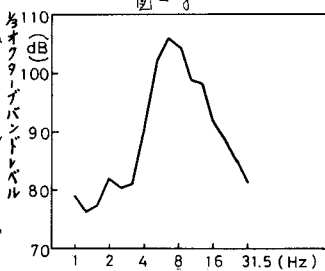


図-10