

北見工業大学 正員 〇三上 修一
同 同 大島 俊之
北大工学部 同 能町 純雄

1. まえがき

高架橋梁上を高速で重量車両が通過する際に、床版の振動にともない橋梁表面から低周波空気振動が発生し、橋梁周辺にいくつかの環境問題を引き起こしている。

この問題に対して著者らは、昭和54年に単純合成げた橋を用いて、実橋走行試験を行ない、これまでにスベクトル解析、自己相関関数による波形解析を行ない報告してきた^{1),2),3)}。それによると、床版の加速度と、床版直下の音圧の卓越振動数が対応している。支承部の音圧には支間中央の波形が計測されている。床版の加速度のパワースペクトルピーク値は路面状態に影響される。床版の加速度のパワーレベルは支間中央で最大となる。発振音圧レベルは、平坦路面と段差路面とで10dB程度の差があることがわかった。これらの考察は、床版加速度と音圧を、スペクトル解析等の手法によって、間接的に比較されたものであった。本論文では、加速度と音圧の相互相関関数を求め、特に段差走行の場合について検討を進めようとするものである。また音圧レベルの予測のために評価関数についても報告する。

2. 実験概要

橋の諸元は、支間24.1m、床版厚21cm、主桁間隔3m、図-1に示すような単純合成げた橋で、床版下面に加速度計(A)、床版直下に低周波マイクロフォン(M)を、走行自動車に車軸と荷台にそれぞれ3ヶ所ずつ加速度計を設置して行なった。

実験項目は表-1に示すとおりで、合計32回の実験を行なった。表中の記号で「S」(smooth)は平坦路面、「R」(rough)は4.6×24.5cm断面のチェッカープレートで橋長を4等分するように3ヶ所に設置した段差路面を表す。2番目の「20」と「10」は自動車重量(t)、3番目の「A」、「B」は走行車線のCase AとCase B、4番目の数字は支承位置の通過時間から推定した平均時速(km/h)5番目の「X」、「Y」は走行方向(図-1に矢印で表示)をそれぞれ意味する。

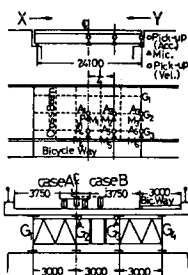


図-1 計器配置

表-1 実験項目

20 t	CODE	10 t	CODE
(1)	S-20-A-41.7-X	(11)	S-10-A-41.9-X
(2)	S-20-A-40.0-Y	(12)	S-10-A-41.1-Y
(3)	S-20-A-49.9-X	(13)	S-10-A-62.0-X
(4)	S-20-A-54.3-Y	(14)	S-10-A-55.3-Y
(5)	S-20-B-37.6-X	(15)	S-10-B-43.4-X
(6)	S-20-B-37.7-Y	(16)	S-10-B-40.2-Y
(7)	S-20-B-45.7-X	(17)	S-10-B-54.9-X
(8)	S-20-B-52.6-Y	(18)	S-10-B-63.8-Y
(9)	R-20-A-38.9-X	(19)	R-10-A-38.6-X
(10)	R-20-A-39.4-Y	(20)	R-10-A-35.4-Y
(11)	R-20-A-49.9-X	(21)	R-10-A-52.9-X
(12)	R-20-A-53.9-Y	(22)	R-10-A-57.5-Y
(13)	R-20-B-34.3-X	(23)	R-10-B-39.6-X
(14)	R-20-B-36.2-Y	(24)	R-10-B-37.5-Y
(15)	R-20-B-48.2-X	(25)	R-10-B-58.6-X
(16)	R-20-B-53.9-X	(26)	R-10-B-55.3-Y

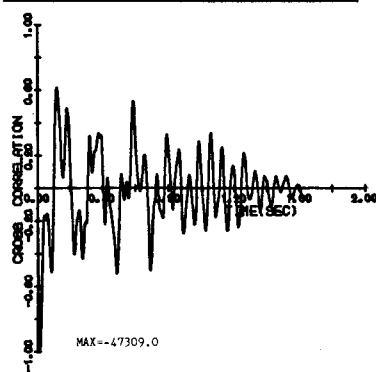


図-2 相互相関関数 (M₁-A₁)

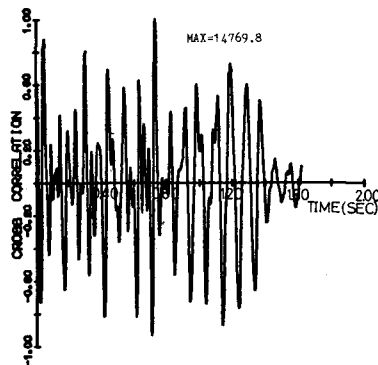


図-3 相互相関関数 (M₃-A₃)

3. 相互相関関数の考察

解析は、音圧の測定箇所による相関、音圧と床版加速度の相関について行なった。相互相関関数はデータ点数1024点について900点の時間遅れまで計算した結果を示している。

図-2、図-3は支間中央と支承部での音圧と加速度の相互相関を、図-4は音圧の支間中央と支承部の相互相関を示している。標準化するため相互相関の絶対値の最大となるもので割って示してある。相互相関関数図を相関関数の最大値の相関係数(ρ)と比較してみると、図-2が $\rho=0.344$ 、図-3が $\rho=0.215$ 、図-4が $\rho=0.295$ となり、支承部での音圧 M_3 は、支間中央での音圧 M_1 の方に強い相関があることを示している。また、*rough*の場合に*smooth*の場合より相関係数が低くなっていることが他の相関係数の比較からわかる。

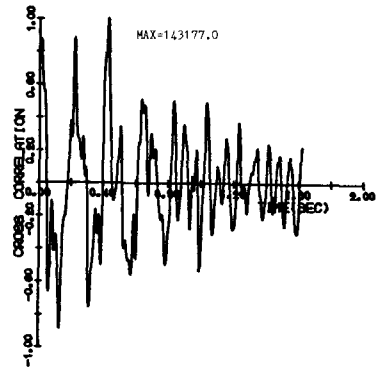


図-4 相互相関関数 (M_1-M_3)

表-2 直線式の係数

	a	b
1	4.3	89.8
2	3.6	94.6
3	4.8	98.6
4	3.8	106.0
5	5.7	88.2
6	4.9	92.7
7	4.7	98.3
8	3.7	107.7

$IL, (dB) = a \log K + b$

4. 音圧レベルの評価図

評価図は、横軸に自動車の運動エネルギーを橋の1次固有振動数($f_1=4.4$ Hz)で割った $K=\frac{1}{2}WV^2/f_1$ の対数を用い、縦軸に音圧レベルIL(dB)で表わしたものである。図-5は車両重量 $W=20t$ 、図-6は $W=10t$ の場合で、図では上下2群にプロットが分かれて、それぞれある幅の音圧分布を示しているのがわかる。下群が*smooth*、上群が*rough*で2つの群にはほぼ10dB程度の差がみられる。また全体として左肩下がり直線的相関がみとめられるので、そのばらつきを把握するために下群は M_5 と M_6 、上群は M_5 と M_1 に着目して最小二乗法を用いて傾きと切片を決めて、図中に直線と引いた。(表-2)それによると直線の傾きは3.6~5.7にあり、音圧の範囲を切片の差で表わすと*smooth*の場合4.3~4.7(dB)、*rough*の場合7.4~9.4(dB)となり、*rough*の場合にはばらつきが大きくなることがわかる。

5. あとがき

路面に段差のある場合は、床版加速度と音圧の相関関数の値は平坦路面の場合より小さくなり、車両自身の振動との連成振動の影響が大きいものと予測される。

本研究ではこのほか、床版の加速度を数値的に積分した床版振動速度と音圧との相互相関関数についても計算しているが、その結果については当日発表する。

参考文献

1) 三上, 大島, 森, 角田, 能町: 実橋走行試験による低周波空気振動発振特性の研究, 土木学会北海道支部論文報告集, 第37号, 1981. 2.

2) Nomachi, Ohshima, Kakuta, Kishi: On Intrasound Evaluation Rading From Freeway Bridge Generated By a Travelling Load, The 1980 International Conference on Noise Control Engineering, Miami, USA, Dec. 1980.

3) 大島, 三上, 能町: 実橋走行試験による低周波空気振動のスペクトル解析, 土木学会第35回年次学術講演報告集, 1980. 9.

4) 小川, 小野: 橋梁振動に伴う低周波空気振動に関する試験研究, 日本道路公団試験所報告, その1(昭和50年), その2(昭和51年)

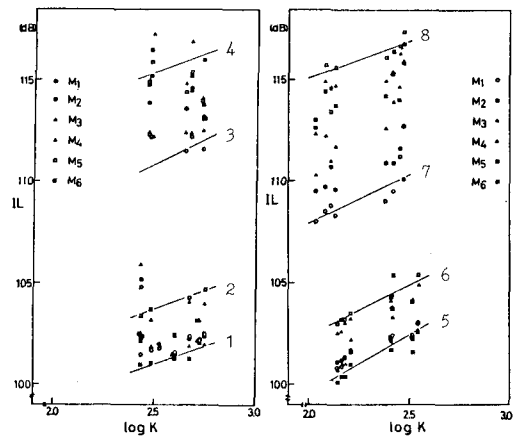


図-5 音圧レベルの評価図
(車両重量 20t)

図-6 音圧レベルの評価図
(車両重量 10t)