

I - 7

トラス橋の振動に伴う低周波空気振動の推定

日大工 正員 ○五郎丸英博

日大工 正員 浪 越 勇

1. はじめに 本研究は三径間連続トラス橋において、車両の走行に伴う振動によって放射される低周波空気振動の推定を多次元スペクトル解析を利用して行ったものである。推定計算は車両が伸縮継手を通過する際発生するジョイント音と支間中央部を走行中に発生するスパン音について行った。解析はトラス橋全体を囲む橋梁空間を一つの振動－音響系と仮定し、車両走行による橋梁床版の振動応答を音響系への入力源とし、放射される低周波空気振動を出力と考えて行った。

2. 測定と推定方法 測定橋梁と測定点は図－1 に示す通りである。床版の振動加速度の測定点は x_1 から x_8 までの 8 箇所であり、低周波空気振動はジョイント音 y_1 とスパン音 y_2 の 2 箇所である。測定は大型車両走行時に着目して行った。

推定計算は入力間の振動加速度に相関がない場合は式（1）で行い、入力間の振動加速度に相関が存在する場合は式（2）により行った。

$$Y = \sum_{i=1}^q H_{iy} X_i \quad (1), \quad Y = \sum_{i=1}^q L_{iy} X_{i(i-1)!} + N \quad (2)$$

ここに、 $Y, X_i, X_{i(i-1)!}, N$ は $y, x_i, x_{i(i-1)!}, n$ の時間軸データをフーリエ変換した関数である。 Y はジョイント音またはスパン音の推定値、 H_{iy} は入力間の相関を考慮しない時の放射音の周波数応答関数、 L_{iy} は入力間の相関を考慮した放射音の最適周波数応答関数、 X_i は振動測定点 i の振動加速度の時間軸データをフーリエ変換した関数、 $X_{i(i-1)!}$ は測点 i において、 x_1 から x_{i-1} までの影響を取り除いた関数。 N は振動－音響系の固有のノイズ成分である。

放射音の周波数応答関数 H_{iy} は、大型車両走行時の各測点の床版の振動加速度を入力として放射音を出力として、ジョイント音とスパン音について式（3）から算出した。これらの関数は 100 台分のデータについて、定振幅平均処理を行って FFT 分析器により求めた。放射音の最適周波数応答関数 L_{iy} は、式（4）より求めた。

$$H_{iy} = G_{iy}/G_{ii} \quad i = 1, 2, \dots, q \quad (3), \quad L_{iy} = G_{iy(i-1)!}/G_{ii(i-1)!} \quad i = 1, 2, \dots, q \quad (4)$$

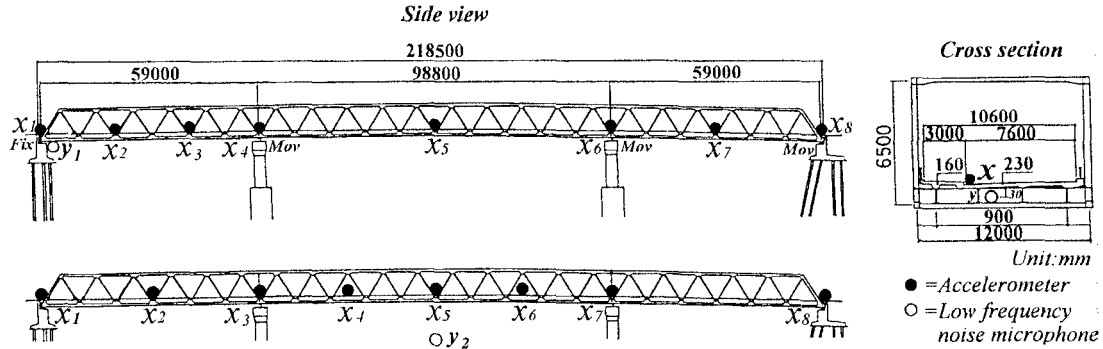
ここに、 G_{iy} は x_i と y のクロススペクトル密度関数であり、 G_{ii} は x_i のパワースペクトル密度関数である。 $G_{iy(i-1)!}$ は入力 x_i から他の入力 $x_1, \dots, x_{i-1}$ の相関成分を除去した時の y との残差クロススペクトル密度関数であり、 $G_{ii(i-1)!}$ は x_i から $x_1, \dots, x_{i-1}$ の相関成分を除去した残差パワースペクトル密度関数である。

推定手順は、最初に入出力間の相関関係を入出力間のコヒーレンス関数によって判定する。この時、この関数の値が 0.5 以上の場合は相関が有りとして入力に採用し、入力として採用する数と関連度の程度に応じて入力順位を決定する。次に入力間のコヒーレンス関数を用いて、入力間に互いに相関関係が存在するかどうかを調べ、相関が無い場合は式（1）による推定計算を行い、相関が有る時には式（2）による推定計算を行う。

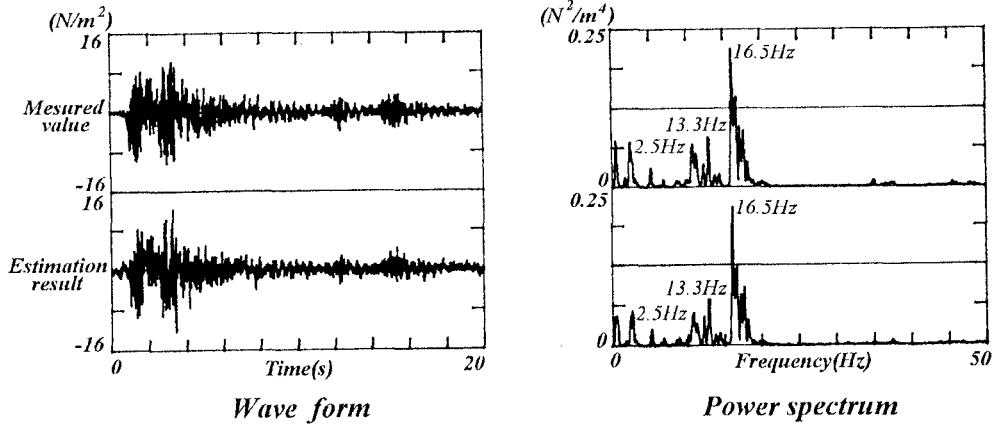
3. 結果と考察 推定結果を図－2 と図－3 に示す。ジョイント音、スパン音とも入力間に相関が存在し、式（2）による計算を実施した。ジョイント音は 6 個の相関が認められ、6 入力－1 出力系の推定計算を行った。スパン音は全入力（8 入力）とも相関が認められ、8 入力－1 出力系による演算結果である。図－2 はジョイント音の結果であり、本推定法は実測値近似した振幅特性とスペクトル特性が得られているのが分かる。図－3 はスパン音の結果であり、推定結果は振幅特性、スペクトル特性とも実測値と比較して大きく

算出されているものの全体の特徴を良く捉えられている。

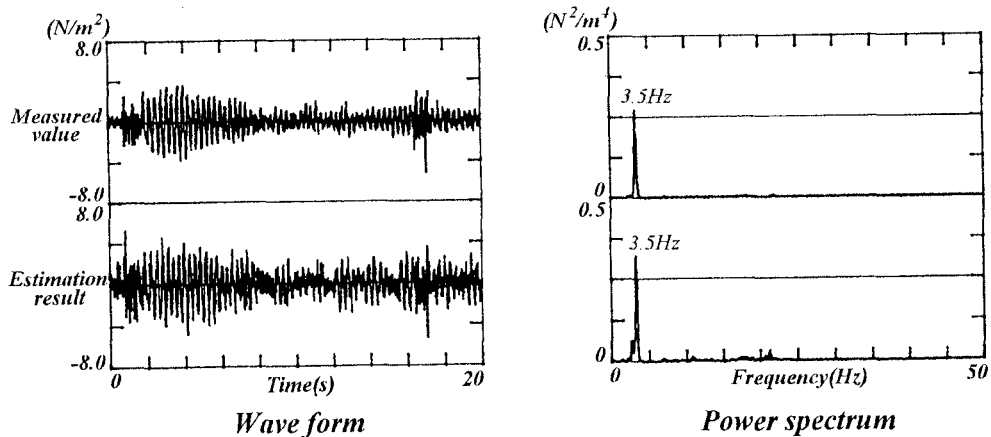
本推定計算結果、橋梁空間を一つの振動－音響系と考えた多次元スペクトル解析によって、ほぼ実測値に近似した推定計算が可能であることが認められた。



図－1 測定橋梁の形状と測定点



図－2 ジョイント音の推定結果



図－3 スパン音の推定結果