

I - 8

道路橋の振動に伴う放射音の推定

日本大学工学部 正員 五郎丸 英博

1. はじめに 重車両の走行によって橋梁が振動し、この振動に伴って伸縮継手部から放射されるジョイント音と支間中央部から放射されるスパン音について、放射音の周波数応答関数による推定計算と振動入力間の相関を考慮したコヒーレンス関数による推定計算を行い、実測結果と比較検討した。道路橋の低周波音の発生に関与している振動源は、主に車両が進入、退出する伸縮継手部と支間中央部であり、これらの振動がそれぞれ密接に関連している。本研究では複数個の入力源を有している系を仮定し、多入力系に対する単一出力系の推定計算を行った。

2. 実橋の測定と推定方法 測定橋梁は、支間37.3m、幅員8.0m、3本主桁を有する単純活荷重合成桁が6連で構成された道路橋であり、橋台から1径間目を測定対象とした。橋梁振動と低周波音の測定点は、車両が進入する車線側で、橋台側の伸縮継手部、支間中央部、車両が橋梁を退出する橋脚側伸縮継手部の3箇所である。橋梁の振動の測定は圧電型の加速度計を床版裏面に取り付けて行い、低周波音の測定は、加速度計の取り付け点から鉛直に30cm離れた空間点に低周波音用マイクロホンを設置して行った。測定項目は大型車両が走行した時の橋梁振動と低周波音である。

推定計算は多入力-1出力線形系と考え、放射音の周波数応答関数による計算は式(1)によって行い、コヒーレンス関数を利用した計算は式(2)によって行った。

$$Y = \sum_{i=1}^q H_i X_i \quad \text{----- (1)}$$

$$Y = \sum_{i=1}^q L_{i,j} X_{i-(i-1),j} + N \quad \text{----- (2)}$$

ここに、Y、 X_i 、 $X_{i-(i-1),j}$ 、Nは時間関数 $y(t)$ 、 $x_i(t)$ 、 $x_{i-(i-1),j}(t)$ 、 $n(t)$ のFourier変換であり、Yは放射音の推定値、 H_i は放射音の周波数応答関数、 X_i は入力加速度、 $L_{i,j}$ は入力間の相関を考慮したときの周波数応答関数、 $X_{i-(i-1),j}$ は任意のiに関して $x_i(t)$ から $x_{i-1}(t)$ までの影響を $x_i(t)$ から除去した入力加速度である。Nは入力 X_i および $X_{i-(i-1),j}$ と関連しない系のノイズ成分である。

放射音の周波数応答関数は、大型車両が橋梁に進入し退出した時の伸縮継手部(進入側と退出側)と支間中央部の振動加速度を入力とし、その時のジョイント音とスパン音をそれぞれ出力として76台分の車両について定振幅平均処理を行ってFFT分析器により算出した。

周波数応答関数による推定計算は4ケースが考えられ、1入力-1出力系とした推定法Ⅰ、2入力-1出力系とした推定法ⅡとⅡ¹、3入力-1出力系とした推定法Ⅲである。コヒーレンス関数を利用した推定計算は、先ず入出力間のコヒーレンス関数から関連度の高い順に入力間の順位を決定し、次に入力間のコヒーレンス関数から入力間の関連度を検討し、推定計算に用いる入力決定する。本報告では比較の為、すべての入力(3入力)を考慮した3入力-1出力系の推定法Ⅳと関連度の低かった退出側の振動加速度を考慮しない2入力-1出力系での推定法Ⅴの計算を実施し、比較検討した。

3. 推定結果と考察 Fig.1には大型車両が橋梁上を走行したときのジョイント音の推定結果の1例を示す。ここで、推定法Ⅱは進入側の伸縮継手部の振動と支間中央部の振動を入力とし、推定法Ⅱ¹は進入側と退出側の伸縮継手部の振動を入力としている。推定結果はいずれの方法も実測値の全体的な傾向をとらえており、推定法Ⅲが最も大きく算出され、以下推定法Ⅱ、Ⅱ¹、Ⅳ、Ⅴ、Ⅰの順になっている。入力間の相関を考慮した推定法Ⅴは時間波形、スペクトルとも最も実測値に近似しており、コヒーレンス関数を利用した推定計算の有用性が認められる。

Fig.2には入出力間と入力間のコヒーレンス関数を示す。この関数はBendatによると、0.5以上の値のとき入出力間と入力間に相関が存在していると仮定している¹⁾。入出力間においては、 X_1 と Y_1 、 X_2 と

Y₁の間で相関が認められ、X₃とY₁の相関は低いのがわかる。入力間ではX₁とX₂、X₂とX₃の間で相関が認められ、X₁とX₃の間では相関が低い結果となっている。したがって、入力間に相関が認められるのでコヒーレンス関数の解析が必要であることがわかり、入出力間のコヒーレンス関数から入力順位としてX₁、X₂の順となる。X₃は入出力間のコヒーレンス関数が低いので入力の対象から除外できるのがわかる。

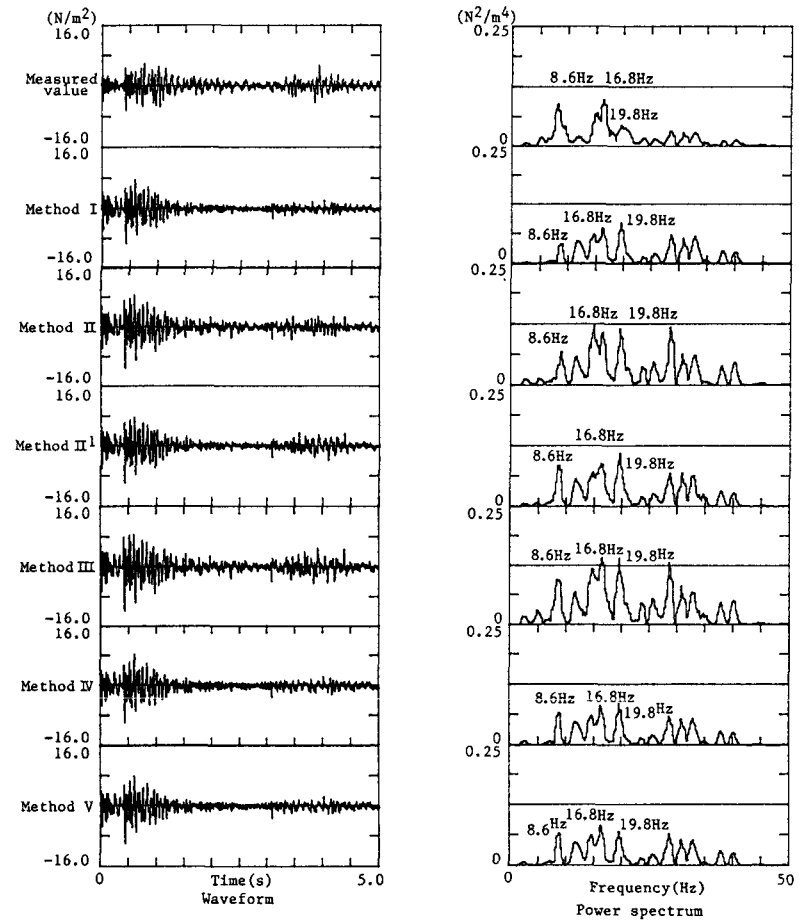


Fig.1 伸縮継手部の推定結果

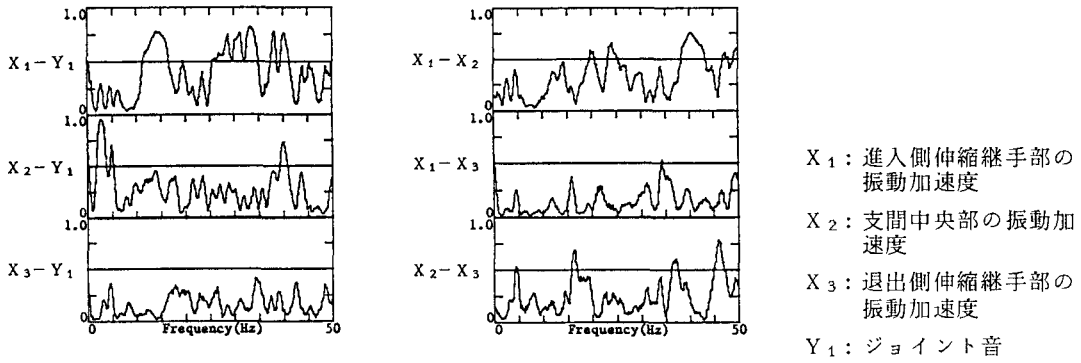


Fig.2 入出力間と入力間のコヒーレンス関数

参考文献
 1) Bendat, J.S. and Piersol, A.G., Rndam Data Analysis and Measurment Procedures, 1971, Wiley.