

I - 9

走行車両による橋梁振動と放射音の計算

○ 日本大学大学院 学生員 佐藤 幸治
日本大学工学部 正 員 五郎丸 英博

1. はじめに

車両走行に伴う橋梁振動と放射音（低周波空気振動）について、FEMによる動的応答計算を実施し、実測結果と比較して的確に放射音を計算できる車両モデルの検討を行った。検討した車両モデルは2自由度系、4自由度系、6自由度系の3つのケースである。測定は、支間37.3m、幅員8.0mの3本主桁を有する合成桁橋で行った。試験車は湿った土砂を満載したダンプトラック（日野自動車、K-FS600AD）で総重量は28.2tである。

2. 測定概要

測定は、橋梁の振動加速度と放射音、試験車の振動加速度、路面の凹凸値、試験車の動特性、周波数応答関数について行った。

橋梁の振動加速度と放射音は、試験車が進入する橋台側の伸縮継手部、支間中央部、試験車が離脱する側の伸縮継手部について行い、各測点に加速度計とその床版裏面より0.1mの位置に低周波音用マイクを設置して測定した。

試験車の振動加速度は、前輪の車体フレームと車軸、後輪2軸の中間点の車体フレーム及び後輪2軸に各々加速度ピックアップを取り付け、上下方向の振動加速度を測定した。この時の車両の走行速度及び測定点の通過状況は、両支点に設置した7インチ内臓形光電スイッチのパルス記録から求めた。

路面の凹凸値は、測量用レベルを用いて行い、橋梁部の橋台から2径間分と試験車のアブローチング部として橋梁部手前40mを比較的頻度の高いラインを選んで10cm間隔に測定した。なおこの場合、橋梁の縦断勾配も同時に測定されるので、仮定した放物線と測定値の差の二乗和が最小になるように縦断放物線を求め、凹凸値からこの縦断勾配を差し引いた値を路面の凹凸値とした。

試験車両の動特性は、試験車の振動加速度の測定と同様に加速度ピックアップを取り付け、前輪と後輪2軸の各々を高さ約20cmの踏台より落下させた時の減衰自由振動波形記録より、試験車の固有振動数と減衰定数を求めた。

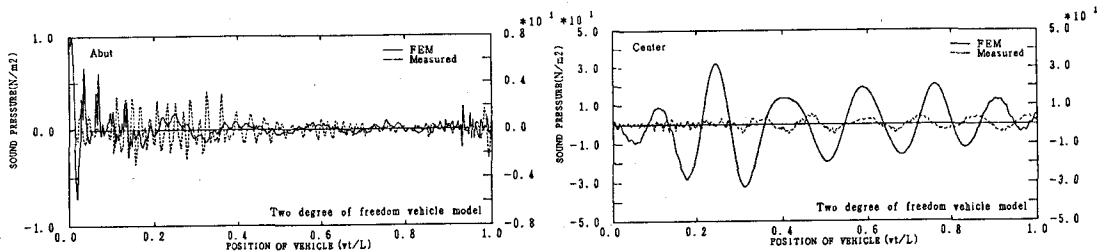
実橋の放射音の周波数応答関数は、試験車両走行時における床版の振動加速度を入力とし、放射音を出力と考えて、伸縮継手部と支間中央部における値をFFT分析器より算出した。

3. 結果と考察

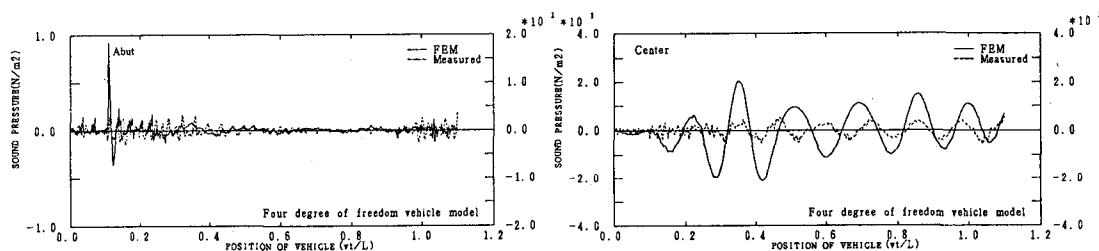
FEMによる動的応答計算は、車両の動的試験から得たデータを基に車両を2自由度系、4自由度系、6自由度系のSprung-Mass系にモデル化し、橋梁を多質点系にモデル化して行った。放射音は、橋体表面の振動速度が空気粒子の振動速度に等しいとして算出した。Fig.1に実測結果と計算結果を示す。FEMによる放射音の計算結果は実測値と比較して、伸縮継手部においては各車両とも大幅に異なっているのがわかる。支間中央部においては、2自由度系と4自由度系車両については実測値と比較して大きな値が算出されており、6自由度系車両については実測値と全般的に類似した傾向が得られている。Fig.2には放射音の周波数応答関数を用いた6自由度系車両の場合の結果を示す。放射音の周波数応答関数を利用した計算は、FEMによって求めた橋梁の振動加速度応答値をFourier変換し、放射音の周波数応答関数を乗することによって、放射音を算出した。この方法による計算結果は伸縮継手部において大幅に改善され、より実測値に近い結果が得られるのがわかる。支間中央部の放射音についても、FEMのみによる結果と比較して実測値に類似している。

4. むすび

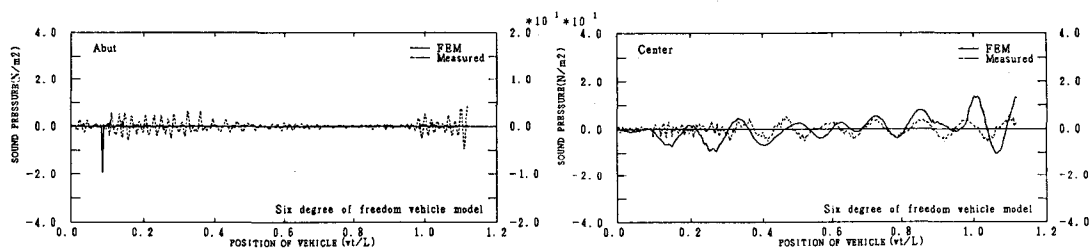
放射音の実測値に最も近く計算されたモデルは、6自由度系車両モデルであることが判明した。また、周波数応答関数を利用することによって、より正確な放射音の計算が可能となり、放射音の数値シミュレーションに有用であることが確認できた。



(a) 2自由度系車両モデル



(b) 4自由度系車両モデル



(c) 6自由度系車両モデル

Fig.1 FEMによる放射音の計算結果

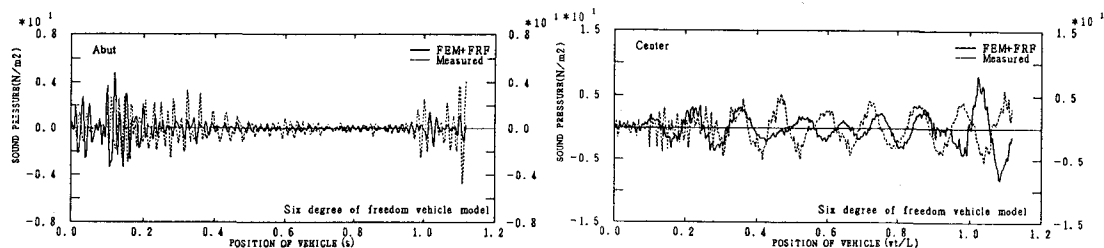


Fig.2 放射音の周波数応答関数を利用した放射音の計算結果