

I - 40

合成桁橋の車両走行による振動特性

日本大学大学院 学生員 ○近藤 正伸 箱崎 雄治 太田 敬済
 岩手大学工学部 正 員 岩崎 正二 出戸 秀明
 日本大学工学部 正 員 五郎丸 英博

1. はじめに

橋梁の振動特性を把握する手法の一つとして、加振力と振動応答によるモーダル解析がある。このモーダル解析は、橋梁のように大規模な構造物を容易に加振することや加振力をコントロールし測定することが出来ないため簡便性に欠ける面がある。そこで、加振力を必要としない振動応答のみによるモーダル解析の手法がある。この手法は、測定時に交通を規制する必要がなく、加振装置も不要なのでテスト時間が短縮でき、測定された応答が構造物の実際の稼働状態における振動特性を表現しているという利点がある。そこで、本研究は合成桁橋において、実稼働状態における振動特性を把握するために実稼働モーダル解析を行った。また、FEM によるモーダル解析も行い、測定結果と比較検討した。

2. 橋梁概要および実験概要

対象橋梁は、支間長 32.4m、幅員 5.0m、床版厚 190mm、桁高 1.7m の両支点にゴム支承を有する単純合成鋼鈑桁橋である。実験は図-1 に示すように、3 軸加速度計 6 個を床版部に設置し行う。1 個を参照点とするため固定し、他の 5 個を 4 回移動して測定する。サンプリング周波数は 100Hz までで、0.7Hz のハイパスフィルターをかけた。実稼働モーダル解析において信頼できる解析をするために必要

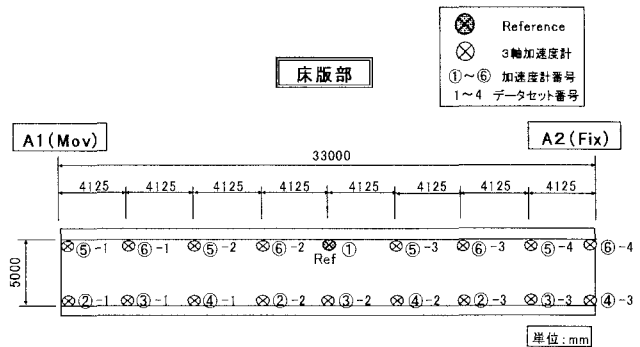


図-1 加速度計配置図

な時間データは最低でも対象とする最低周波数の周期の 100 倍以上の時間データが必要である。理想的には 300~500 倍必要である。そこで本橋では、最低周波数を 0.7Hz とし、その周期の 500 倍のデータを収集した。そこで、データセット 1 つの収集時間は約 714s≒12 分で合計収集時間は 48 分である。各データセット 12 分間普通乗用車 1 台(1.8t)と RV 車 1 台(1.6t)をランダム走行させた。

3. FEM 解析概要

FEM によるモーダル解析では、3 ケースの解析を行った。各ケースとも床版をソリッド要素、桁をシェル要素で 3 次元モデル化した。解析 I では、ゴム支承をソリッドでモデル化し、解析 II はゴム支承をバネ要素でモデル化した。解析 III は拘束条件を Mov-Fix にして行った。

表-1 固有振動数一覧

モード形状	Frequency [Hz]						
	実測	解析 I		解析 II		解析 III	
		ゴム-ソリッド	解析 I / 実測	ゴム-バネ	解析 II / 実測	Mov-Fix	解析 III / 実測
曲げ1次	3.9	3.4	0.87	3.5	0.90	3.5	0.90
ねじり1次	5.7	5.7	1.00	5.5	0.96	6.3	1.11
曲げ2次	12.6	12.4	0.98	12.1	0.96	11.8	0.94
ねじり2次	13.8	13.8	1.00	12.8	0.93	13.5	0.98
ねじり3次	23.4	22.7	0.97	22.1	0.94	24.1	1.03
曲げ3次	24.2	24.0	0.99	23.6	0.98	25.4	1.05

4. 解析結果

表-1 に固有振動数を実稼動モーダル解析(実測)値と FEM 解析値を比較して示す。これは、実測で得られた振動モードを次数の低いものから並べ、その実測の振動モードに対するものを FEM 解析結果から抽出した。モード形状全てにおいて固有振動数を評価すると、最も実測値に近似しているのは解析 I のゴム-ソリッドである。しかし、曲げ 1 次モードについては解析 II と III の方が近似していることが分かる。FEM 解析 3 ケースを比較すると、曲げ 1 次モードについてはほぼ同じ値になったがその他のモードは異なる値が得られた。解析 I のゴム支承をソリッドでモデル化した場合には、ねじり 1 次モードとねじり 2 次モードが実測値と同じになった。解析 II のバネでモデル化した場合は、各ねじりモードが解析 I よりも実測に近似しなかった。これは、ゴム支承をソリッドでモデル化したことにより、ゴム支承がねじり振動に及ぼす影響をバネでモデル化するよりも忠実に表現することができたためと考えられる。解析 III の Mov-Fix(ローラー-ピン)は実際の支承条件とは異なるので最も実測値には近似しなかった。このことは、本橋の固有振動特性がゴム支承の影響を受けているためと考えられる。

図-2 に、実稼動モーダル解析と FEM モーダル解析のモード図を示す。モード図は、解析 I、II、III ともにほぼ同等の形状を示しているため、固有振動数が最も近似した解析 I を示す。曲げ 1 次、ねじり 1 次、曲げ 2 次、曲げ 3 次モードに関して実測と解析を比較して見ると、よく類似した形状であることが分かる。解析のねじり 2 次とねじり 3 次モードは、桁の振動が卓越していることによるモードであるが床版部分ではねじり振動となっていることが分かる。実測の結果は、この床版部分の振動が卓越したことによって抽出されたと考えられる。

5. まとめ

実稼動モーダル解析により本橋を車両が走行した場合の振動特性を明らかにすることができた。FEM 解析結果との比較から、実稼動モーダル解析の結果は車両走行による振動と自然の負荷による振動によって抽出されたモードであることを把握することができた。この実稼動モーダル解析で推定されたモーダルパラメータは、有限要素モデル・アップデーティングのために使用できると考えられる。また、本実験から橋梁振動のモニタリングが容易にできることを確認できた。今後は、本橋床版部と桁部の実稼動モーダル解析の比較検討を進めていきたいと考えている。

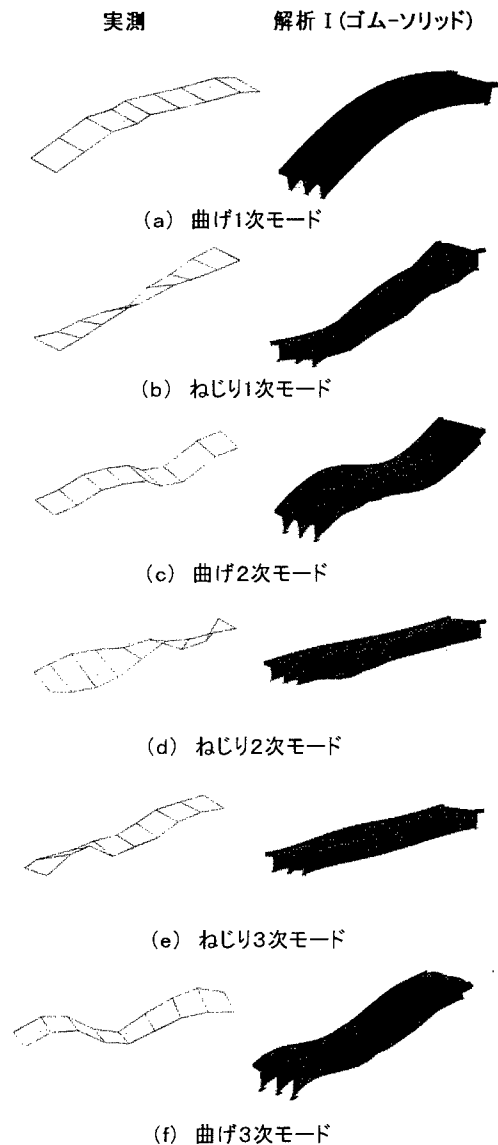


図-2 モード図