

武庫川出路橋（連続箱桁曲線ループ橋）の振動実験と解析

金沢大学大学院

学生員 深田 幸史

金沢大学工学部

正会員 梶川 康男

阪神高速道路公団

正会員 川上 順子

(株)フジェンエンジニアリング 正会員 西星 匡博

1. はじめに

武庫川出路橋（写真-1）は、阪神高速3号神戸線（以後、本線とする）の兵庫県西宮市内に新しく設けられた橋長約325mの出路用高架橋である。本橋は、本線から出た車両がその下を通る国道43号線（以後、43号線とする）に合流するまでに十分な減速距離を得るため、連続箱桁曲線ループ橋として架設された。ところが、この出路の近傍に一般家屋があるため出路を通過する車両の振動が家屋に達することが予想された。そこで、①振動発生源と伝播経路の究明、②ループ橋全体の振動性状の把握、を目的として振動実験を行った。本報告は、その実験と解析について述べるものである。

2. 実験内容

①振動発生源と伝播経路の究明：振動発生源を究明するために以下のような2つの伝播経路を仮定した。

- 1) 本線の振動が出路本体を伝播して出路直下近傍の地盤を振動させる経路
- 2) 43号線の振動が地盤を伝播して出路により増幅され出路直下近傍の地盤を振動させる経路

②ループ橋全体の振動性状の把握：振動の発生、伝播状況の究明に加え、振動実態の資料として出路の振動性状を把握する。上記の目的をすべて考慮することにより、図-1のように振動加速度計を配置し、出路または本線の試験車及び一般車走行試験を行った。

3. 実験結果

試験車の本線走行（図-2）、43号線走行（図-3）の各加速度波形より対象家屋2Fでの振動は、X-Y水平面内の振動成分が大きく、43号線（上記伝播経路仮定2）よりも本線（上記伝播経路仮定1）の方が影響度が大きいことがわかる。また、試験車の本線走行時と出路走行時の各加速度波形を比較すると本線走行時の方が対象家屋2Fに与える影響が大きいことから、本線走行時の加速度波形より対象家屋2Fでの卓越振動数を調べ、その振動成分が本線及び出路のどの測点で発生または増幅しているのか、周波数分析を行うことにより、振動発生源を究明した。図-4に対象家屋2Fにおける3方向の体感補正後の加速度スペクトルを示す。これより、体感上影響度の大きい本線及び出路の振動成分は、2.84(Hz)、3.16(Hz)、5.0(Hz)、5.50(Hz)であることがわかる。5.0(Hz)、5.50(Hz)は、ほとんどの測点で観測されていない振動成分であることから家屋固有の振動数であり、出路や43号線で発生した5.0(Hz)～5.50(Hz)付近の振動成分に共振して増幅したものと思われる。2.84(Hz)は、出路本体では見られなくP0点だけでとらえられていることから、P0橋脚自身の固有振動数か本線上下線の桁の固有振動数と考えられる。

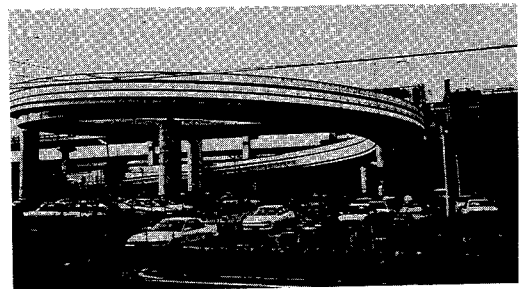


写真-1 武庫川出路橋の全体

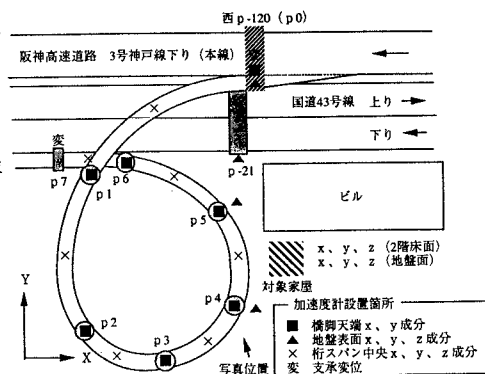
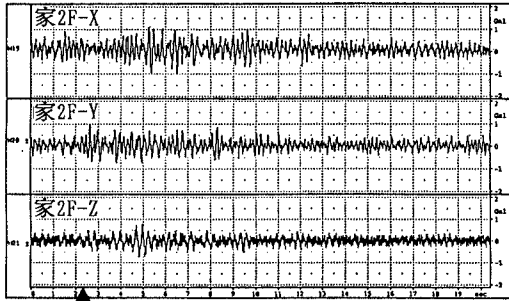
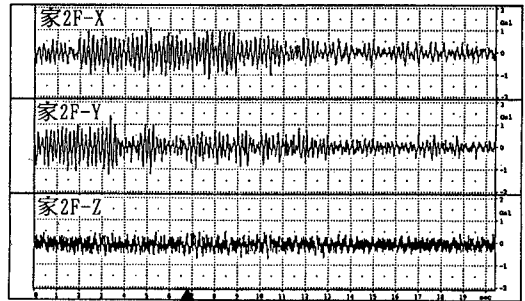


図-1 測点配置



試験車 P 0（本線）通過

図-2 本線走行時の加速度波形



試験車 P 2 1（国道43号線）通過

図-3 国道43号線走行時の加速度波形

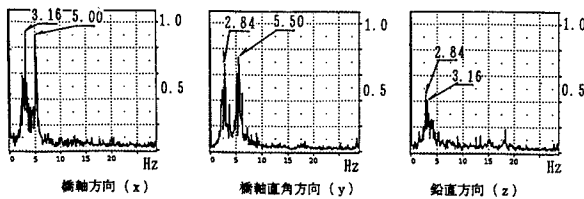


図-4 体感補正後の加速度スペクトル

次に3.16(Hz)は、出路上部工の振動モード（6次）であり、これが出路の固有振動モードの内、最も対象家屋に与える影響が大きい。図-5に示す実測値3.16(Hz)（6次）のモード図より、この振動成分は対象家屋近くの桁や橋脚のX-Y水平面でP1側とP4側のモードが同位相となっており周辺地盤への水平方向の加振力に大きく寄与しているものと思われる。

4. 固有値解析

実験により得られた振動挙動を確認するため、また動的応答解析を行う時のために現橋をよく表した解析モデルを作成するため、サブスペース法により固有値解析を行った。モデル化に際しては、出路の箱桁（上部工）およびフーチングを含む橋脚（下部工）の各部材を梁要素で現し立体骨組構造にモデル化した。支承条件としては、出路と本線とのジョイント部（P0）は、桁の軸線と全体X、Y座標とにずれがあるためにバネ支持とした。また、橋台側（P表-1 実測値と解析値の比較

7）は橋軸方向を可動とし、橋軸方向の鉛直面内と水平面内の回転を自由とした。拘束条件としては、橋脚下端はバネ支持とした。また、桁と橋脚天端とは、橋脚部の部材上端の曲げを非拘束とした。実測値と解析値の比較を表-1に示す。

また、図-6に対象家屋に伝播して

いるとされる上記の6次モード（図-5）に対応した解析による6次モードを示す。以上より、実橋により近いモデル化ができたといえる。今後はこのモデルを使って車両走行時の動的応答解析を検討していきたい。

参考文献

- 1) 橋梁振動研究会：橋梁振動の計測と解析、技報堂出版、1993年10月
- 2) 小西一郎・小松定夫：薄肉曲線桁橋の基礎理論、土木学会論文集、第87号、PP.35～46、1962年11月

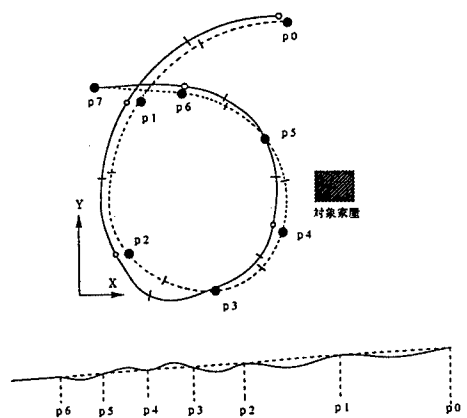


図-5 実測値6次モード(3.16Hz)

	実測値	解析値
1次	1.28	1.285
2次	1.97	1.849
3次	2.44	2.465
4次	2.56	2.618
5次	2.94	3.087
6次	3.16	3.138
7次	3.84	3.657
8次	3.94	3.994

単位：(Hz)

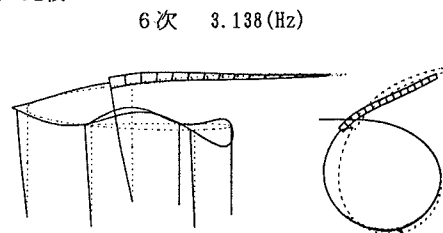


図-6 解析値6次モード