

I-298

阪神高速大阪港線の振動特性実験

大阪市立大学 正員 中井 博
 阪神高速道路公団 正員 吉川 実
 三菱重工業(株) ○正員 佐々木伸幸
 同 上 正員 原 忠彦
 同 上 正員 加地 健一

1. まえがき

今年（1989年）3月に供用が開始された阪神高速道路大阪港線の高架橋を対象に、実橋の振動特性実験を行った。実験の主目的は、供用後の長期的な維持・管理資料として基本振動数の初期値を実測把握しておくことであったが、今回実験では、さらに代表橋梁について以下のような検討を行った。

- 1) 3種類の試験法（正弦波加振、衝撃加振、常時微動）を併用し、各試験法の実用性を比較検討する。
- 2) 高架橋のビームとしての基本振動性状のみでなく、高次モードの版としての振動性状まで検出する。
- 3) 加振の方向は、上下方向に加えて水平方向（橋軸直角方向）についても行う。

計測の対象は供用開始直前的大阪港線上り線の約2.9 km 区間の16橋の高架橋であり、表1に概要を示す。代表橋として3種の試験法を併用し、比較検討を行ったNo.1橋の概要と加振点、計測点を図1に示す。

2. 実験方法

(1) 正弦波加振

使用起振機は実橋加振用に特製した大型加振機で、主要諸元を表2に示す。実験は1～20Hzの範囲で加振周波数をスweepし共振曲線を描き、これから固有振動数およびモードを求めた。また、共振状態で起振機を急停止し、自由減衰波形を得、対数減衰率を求めた。加振点は上下方向には2箇所（図1参照）、水平方向には1箇所とした。計測は、図1に示す20点に加速度計（歪ゲージタイプ）を配置し、高次モードまで識別できるようにした。

(2) 衝撃加振

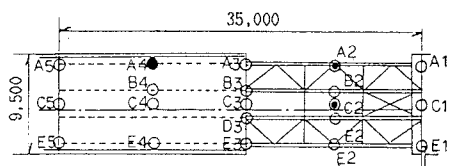
表2に示す2台の衝撃加振機により、高架橋の上下方向、水平方向にロードセルを介して衝撃力を作用させた。加振点は、上下方向3箇所（図1参照）および水平方向1箇所である。各加振点で同一条件で10回加振を繰り返したデータを加算平均化し、雑音の除去を行った後、F・F・T演算を行い、入出力の伝達関数を求め、モーダルフィッティング手法を用いて固有振動数、モードおよび対数減衰率の同定を行った。

(3) 常時微動計測

サーボ型加速度計により常時微動を計測し、F・F・T演算により、基本振動数を求めた。

表1. 対象橋梁

橋梁 No.	桁 型 式	全長 (m)	平均スパン (m)
1	単純合成I桁	35.0	35.0
2	単純鋼床版箱桁	83.0	83.0
3	3径間連続非合成箱桁	157.5	52.5
4	3径間 "	157.0	52.3
5	5径間 "	283.6	56.7
6	3径間 "	145.4	48.5
7	5径間 "	277.5	55.5
8	3径間 "	132.9	44.3
9	3径間 "	130.2	43.4
10	3径間 "	294.5	98.2
11	3径間 "	157.6	52.5
12	4径間 "	202.0	50.5
13	4径間 "	207.0	51.8
14	6径間 "	334.8	55.8
15	3径間 "	134.5	44.8
16	4径間 "	177.7	44.4



○ 計測点
 ● 起振機加振点
 ● 衝撃加振機加振点

図1 No.1橋（単純合成I桁）

表2 使用加振装置

加振法	主 な 仕 様
正弦波 起振機	型式 電気・油圧サーボ式
	加振方向 鉛直又は水平
	ウェイト 2ton・f
	ストローク 20cm
衝撃加振機 (鉛直用)	周波数 0～50Hz
	総重量 250kg
	最大高さ 1.2m
	衝撃力 0～30ton・f
衝撃加振機 (水平用)	総重量 100kg
	最大高さ 1.0m
	衝撃力 0～5ton・f

3. 実験結果および考察

正弦波共振曲線の代表例を図2に、また、衝撃加振の周波数応答曲線の代表例を図3にそれぞれ示す。これら曲線のピーク位置における振幅比と位相関係から求めたモード形状の概形を表3に示す。低次モードは桁としての曲げおよび振りモードであるが、高次モードは版としての複雑なモードが現われている。さらに、自由減衰波形は図4に示すように高次振動まで良好な波形であり、対数減衰率の振幅依存特性まで求められた。各種試験法の結果を表3にまとめた。正弦波加振と衝撃加振は固有振動数はほぼ一致しているが、対数減衰率は前者がやや高めの傾向にあり、これは両者の振幅の差異によるものと考えられる。また、常時微動は基本振動数について妥当な結果を示している。その他、水平加振のデータは省略するが、低次振動（5 Hz以下）は橋脚の変形が主体で高架橋は剛体変形的なモードであった。

なお、図5は、今回計測した全橋の基本振動数とスパン（平均スパン）の関係をプロットしたものである。図中の回帰式は先に実施した阪神高速湾岸線の実測データの回帰式を参考に記入しているが、ほぼ合致している。¹⁾

4. まとめ

異なった振動試験法による結果の照合を通じて、今回の実験により高次振動までの振動特性が比較的精度良く把握できたと考えられる。これらデータを、供用後の橋梁の維持・管理資料として役立てていきたい。

- 1) 中井博，吉川紀，加賀山泰一，矢幡武人：都市高速道路橋における鋼桁橋の振動特性の経年変化からみた剛度評価に関する研究，構造工学論文集，Vol. 34A，1988年3月

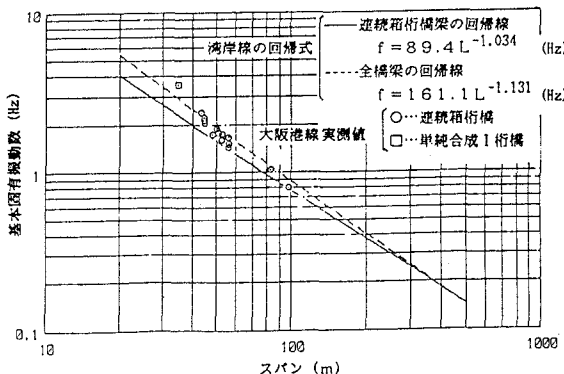


図5 スパンと固有振動数の関係

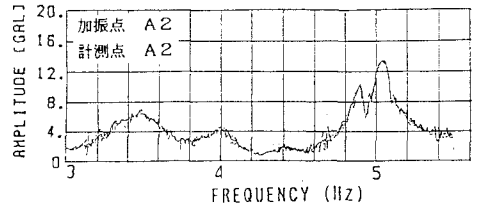


図2 正弦波共振曲線例

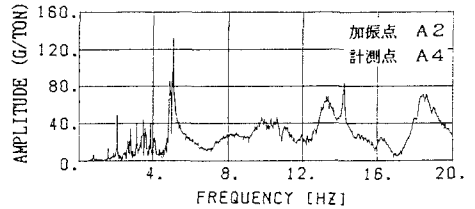


図3 衝撃加振周波数応答曲線例

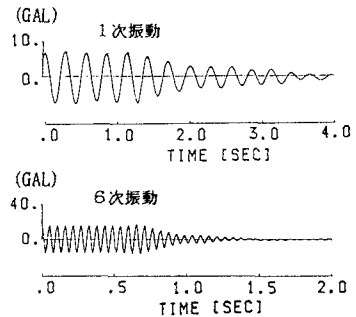


図4 自由減衰波形例

表3 各種試験法による結果の比較

モード 次数	概形	固有振動数 f (Hz)			対数減衰率 δ	
		正弦波 加振	衝撃 加振	常時 微動	正弦波 加振	衝撃 加振
1		3.53	3.62	3.52	0.17 ~0.23	0.09
2		5.05	5.02	—	0.12	0.11
3		11.3	11.2	—	—	0.08
4		13.5	13.3	—	0.15	0.18
5		15.8	16.0	—	0.13 ~0.15	0.10
6		18.3	18.3	—	0.19 ~0.23	0.07

* 正弦波加振のδは振幅依存性が見られ振幅の減少につれてδが小さくなっている。