

阪神高速道路公団	正	南	莊	淳
京 都 大 学	正	山	田	善 一
京 都 大 学	正	家	村	浩 和
京都大学大学院	学	上	野	敏 明

1. まえがき

阪神高速道路大阪池田線（延伸部）に建設される猪名川第2橋梁は、我が国ではまだ数少ないコンクリート斜張橋で計画されている。

この橋梁はPC桁を採用しているためその重量が鋼桁の3～4倍になるのみならず、高速道路が河川に対して 24° という斜角で横断しているため、小判形橋脚弱軸方向と橋軸方向とが直交せず、その振動性状も立体的かつ複雑になると予想される。

本研究の目的は、この橋梁の動特性を模型実験により明らかにするとともに、解析結果との比較を行うことにより、耐震安全性を総合的に検討するための資料を提供しようとするものである。

2. 模型振動実験

2-1 実験方法

模型はアクリル製で、付加重量には鉛を、ケーブルにはつり糸を用い、中間橋脚は剛結し端橋脚は橋軸方向にのみ可動な支承により結合されている。

模型の縮尺は1/130で、断面はプロトタイプとモデルの運動方程式が相似となるように決定した。ただし質量の大きいコンクリート橋梁であるため、振動数比を変化させない制約下で質量と剛性の低減を計っている。

張力調整は各ケーブルについて計算で1次振動数を求め、その振動数で振動台を振動させてケーブルを共振させる方法を新しく採用した。

実験ケースを表-1に、計測箇所を図-1に示す。塔部についてはX、Y、桁部についてはX、Y、Z方向の計測（合計23チャンネル）を行っている。実験は同表に示した以外にも比較検討のため、直橋モデル及び桁と橋脚をFreeにしたケースについても実施している。

2-2 実験結果

本実験によれば橋脚の弱軸方向に入力した場合に、主塔部が最も大きい応答を示した。図-2、図-3は実験ケース031における共振曲線の一例であるが、タワーについては面外方向で $F=6.42\text{Hz}$ において共振しており、 $F=16.35\text{Hz}$ において面内方向のみの共振が起こっている。また桁部については、 $F=6.42\text{Hz}$ でタワーの共振による連成があり、 $F=10.83\text{Hz}$ において桁面外の共振が見られる。上下方向は $F=3.75\text{Hz}$ のときに共振が見られ、 $F=6.42\text{Hz}$ のときタワーによる連成が、 $F=10.83\text{Hz}$ のとき桁面外振動による連成が見られる。

表-1 実験ケース

入力方向	面外	面内	強軸	弱軸
case No.	001	011	021	031

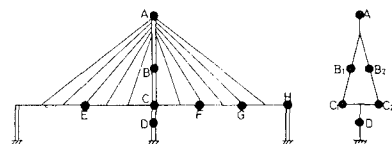


図-1 計測箇所

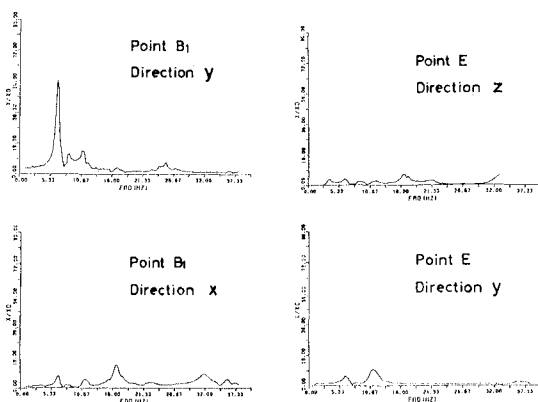


図-2 塔中央部での共振曲線

図-3 桁中央部での共振曲線

3. 考察

3-1 入力方向による比較

入力方向が面外方向のとき (case 001) と面内方向のとき (case 011) を比較すると、どちらも各モードの出現する振動数はほとんど変わらなかったが、応答倍率は面外方向入力の方が大きくなっている。これは斜角の影響と考えられる。また、面内加振でも面外振動が起こることが注目される。次に入力方向が橋脚強軸方向と弱軸方向とを比較すると、 $F=16.35\text{Hz}$ のモード以外は入力方向が弱軸方向のときの方が応答倍率が大きくなっている。

3-2 ベクトル合成による振動予測

入力ベクトルを異なる2方向のベクトルに分解し、それぞれの入力ベクトルによる振動を合成することによって他方向からの入力に対する振動を予測することができるかどうかを考えてみる。表-2は実際に橋脚弱軸方向に入力した時の応答倍率と、面内方向に入力した時の弱軸方向成分と面外方向に入力した時の弱軸方向成分を合成した応答倍率を比較したものである。いずれのケースにおいてもベクトル合成により求めた値は実測値とかなりよく合うことがわかった。

表-2 ベクトル合成値との比較

		ベクトル合成			実測値
		面内	面外	計算値	弱軸
Point A	X	0.72	3.32	2.73	0.82
	Y	3.67	73.63	68.76	77.25
Point B-1	X	1.03	7.54	6.47	6.74
	Y	3.28	47.98	45.17	49.53
Point E	X	0.26	1.37	1.35	1.20
	Y	0.42	7.72	7.22	5.72
	Z	0.37	4.09	3.89	3.87

3-3 解析値との比較

本実験に先立ち、実橋の3次元振動解析及び模型の3次元振動解析を行った。実験結果との比較を表-3に示す。なお模型についてはタイムスケール11.4 ($\sqrt{130}$) を用いて実橋に換算した値を示す。

1次及び2次モードについては実験と解析はよく一致している。高次のモードについても、実験で問題となりそうなモードは解析でも評価されていることがわかる。

また特に主塔の1次面外振動である2次モードは応答倍率も大きく、設計上も十分検討する必要があると考えられる。

表-3 模型と実橋の固有振動数の比較 (Hz)

ケース	模型		実橋	備考
	実験	解析	解析	
1	0.329	0.291	0.313	桁1次面内
2	0.563	0.457	0.642	主塔1次面外
3	0.950 ↓	0.732	0.668	桁-主塔系面内
4		0.871	0.690	桁のみ面内
5		0.914	0.890	桁面外主塔ねじり
6		1.162	1.159	桁-主塔系面内
7	1.440 ↓	1.344	1.233	桁-主塔系面内外
8		1.455	1.264	桁面内

(実験はcase 031の値を示す。)

4. あとがき

本橋梁の耐震設計については現在各種の検討を進めているところであるが、この実験により実橋の3次元振動解析の妥当性を検証することができた。しかし本実験では地盤の影響を考慮しておらず、今後地盤をモデル化した実験を実施する予定である。

(参考文献)

- 1) 「猪名川第2橋梁の耐震性に関する研究業務報告書」京都大学防災研究協会、昭和59年 3月
- 2) 「大阪池田線(延伸部)猪名川第2橋梁構造検討業務報告書」阪神高速道路公団、昭和58年 3月