

波形鋼板ウェブPCエクストラード橋(近江大鳥橋)の振動実験について

西日本高速道路(株)
(株)ピーエス三菱
三菱重工橋梁エンジニアリング(株) 正会員 ○野田 弘康

芦塚 憲一郎、高橋 章
橋野 哲郎

1. はじめに

近江大鳥橋(図1)は、第二名神大津JCT～信楽ICの中間付近に位置する波形鋼板ウェブPCエクストラード橋である。本橋は、上下線が独立した並列橋で、長支間化を図るために軽量化された構造であることから、互いの空力干渉による振動が風洞実験¹⁾により予測された。このため、実橋での振動特性【①固有振動数、②振動モード、③構造減衰】を確認し、動的耐風安定性を検証するための実橋振動実験が計画・実施された。

実橋振動実験は、下り線に対して『起振機による鉛直加振』、上り線に対して『重ダンプトラックによる踏台落下加振』を実施したが、本稿では、前者について報告する。

2. 振動実験の概要

計測項目は、常時微動、加振機による正弦波応答(共振)及び自由減衰とし、実橋の①固有振動数、②振動モード、③構造減衰(対数減衰率)を確認した。また、起振力や、温度による振動特性への影響を確認するため、振幅依存性、温度依存性についても検討を加えた。なお、温度依存性については、本実験時の外気温度(−2℃～+13℃)条件下での差異は認められなかった。大型起振機(三菱重工製：最大加振力120kN)は、BP4-BP3径間の中央部に2台直列に設置し、同期運転により加振を行った。

3. 実験結果

本実験で計測対象としている鉛直卓越振動モードは、全体2次、4次、5次モードであり、各振動モードに対する固有振動数および構造減衰の実測結果を表1に総括する。また、全体2次モードにおける『桁の応答振幅と固有振動数、構造減衰との相関』を図2、図3に示す。桁の応答振幅(起振力の大小)に応じて値が変化する振幅依存性が認められ、これらの傾向は4次、5次モードについても同様であった。

表1 固有振動数および構造減衰(対数減衰率)

項 目		全体2次モード	全体4次モード	全体5次モード
固有振動数	解析値	0.776 Hz	1.032 Hz	1.141 Hz
	常時微動	0.902 Hz	1.143 Hz	計測されず
	桁振幅：小	0.875 Hz	1.122 Hz	1.260 Hz
	※起振力：小	(6gal)	(23gal)	(11gal)
	桁振幅：大	0.844 Hz	1.104 Hz	1.206 Hz
	※起振力：大	(20gal)	(60gal)	(74gal)
減衰	桁振幅：小	0.077	0.064	0.032
	桁振幅：大	0.141	0.093	0.117

注)表中()内値は、主桁の鉛直方向最大応答振幅(片振幅)を示す。

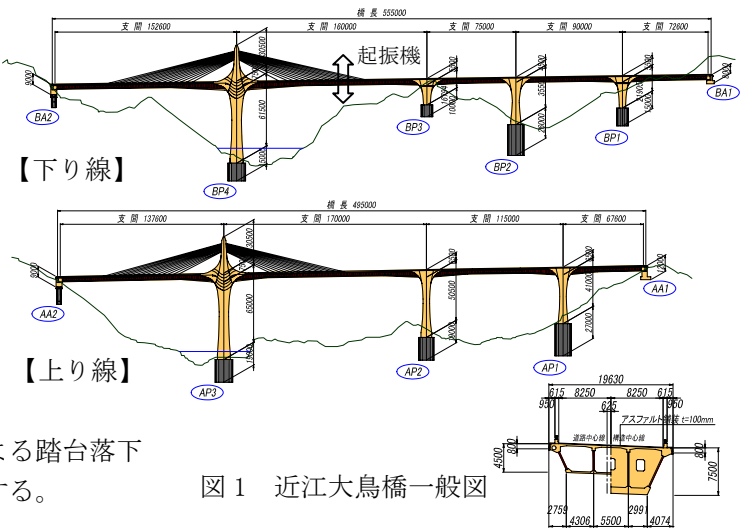


図1 近江大鳥橋一般図



写真1 起振機設置状況

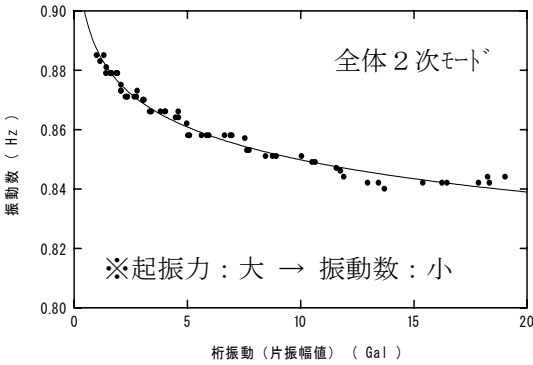


図2 固有振動数の振幅依存性

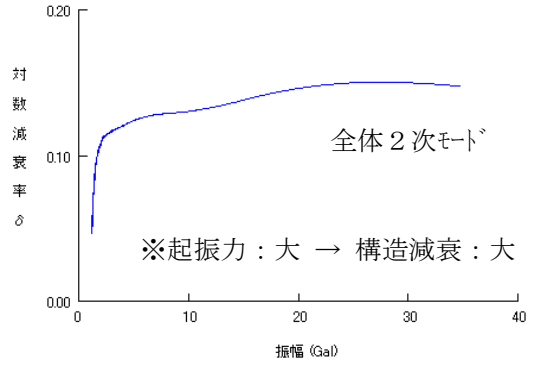


図3 構造減衰の振幅依存性

キーワード 近江大鳥橋, 第二名神, 波形鋼板ウェブ, エクストラード橋, 振動実験, 振幅依存性
連絡先 〒108-8215 東京都港区港南 2-16-5 橋梁技術部技術グループ TEL 03-6716-5091

4. 振幅依存性と振動モード

全体2次モードにおける『起振力と桁端(BA2, BA1)ゴム支承の橋軸変位モード値との関係』を図4に示す。起振力に応じて振動モードが変化していることがうかがえ、このことは全体4次、5次モードについても同様である。

この要因として、ゴム支承の水平せん断剛性(初期剛性の影響)に着目した。ゴム支承の橋軸方向水平バネ定数を『設計値×1倍～×4倍』まで変化させた場合の解析値と実験値との比較結果を図5に示す。縦軸は、桁・主塔・橋脚に設置したセンサー位置(計測点)での『モード値の差(実験値－解析値)の2乗和平方根』をとったものであり、ゼロ値に近づくほど差異が少ないことを示す。

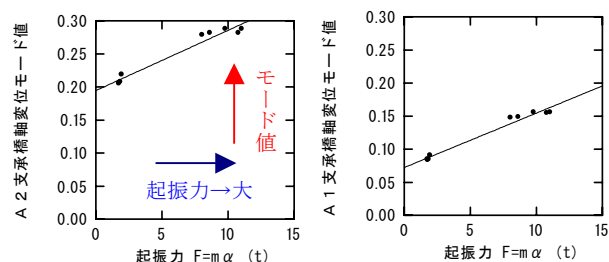


図4 起振力と振動モード(全体2次モード)

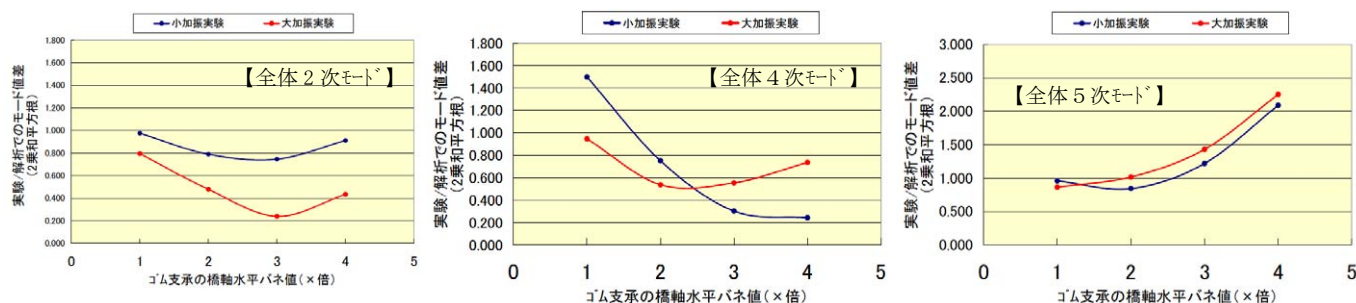


図5 各振動モードに対するゴム支承バネ条件の検討

総括を表2に示すが、各振動モードに対して支承条件を適切に評価すること、特に、応答振幅が比較的小さな振動状態では、ゴム支承の水平バネ定数を大きく評価することが重要といえる。

ここに、バネ定数の基準値(設計値×1倍)とは、耐震解析に採用した値を示す。

5. まとめ

図6に、各振動モードにおける固有振動解析結果と実験値との比較を示す。全ての振動モードに対してよく一致していることがわかる。

これらの結果を踏まえ、本実験を総括する。

- ①固有振動数、構造減衰ともに、振幅依存性が確認され、応答振幅の増大に伴い『固有振動数は小さく、構造減衰は大きくなる傾向』である。
- ②加振実験程度の応答振幅が比較的小さな振動状態では、ゴム支承の水平せん断剛性(初期剛性)の影響を適切に評価する必要がある。
- ③実測された固有振動数、構造減衰は、当初想定した値よりも大きな結果であり、本橋の動的耐風安定性は、風洞実験時の予測結果に比べて良くなる傾向にある。

6. おわりに

波形鋼板ウェブPCエクストラード橋への起振機による加振実験は、本報告が国内初となる。

本振動実験では、応答振幅が比較的小さな振動状態に対して新たな知見を得ることができた。本結果が、今後の橋梁技術発展の一助となれば幸いである。

なお、本報告に示した検討は、『第二名神高速道路栗東橋に関する技術検討委員会』のご指導を得て行っている。ここに心より謝意を表します。

参考文献

- 1) 井出ほか：並列したPCエクストラード橋(栗東橋)の動的耐風性について，第61回土木学会年次学術講演会，2006.9

表2 実験値に合う支承の橋軸方向水平バネ条件

振動モード	桁振幅：小	桁振幅：大
全体2次	×3倍	×3倍
全体4次	×4倍	×2～×3倍
全体5次	×2倍	×1倍(設計値)

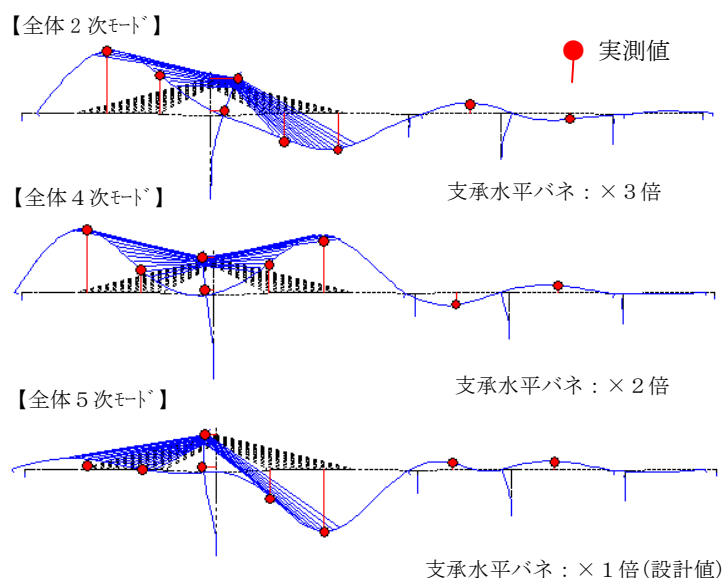


図6 各振動モードの解析値と実験値との比較