

鮎の瀬大橋振動実験

九州産業大学 学生員○山田顕彦 九州産業大学 正 員 水田洋司
住友建設(株) 正 員 瓜生正樹 九州産業大学 正 員 吉村健

1. はじめに

鮎の瀬大橋は柔な斜張橋と剛なY型橋脚を持つラーメン橋から構成され、柔と剛の複合という特異な構造形式が採用されている。また、斜張橋部は左右非対称なスパン割を持ち、左岸側側径間の支点付近にカウンターウェイトを備えた構造形式で、高い橋脚と塔を有している。このため、構造形式は著しく非対称となり、地震と風に対し、動的挙動は従来の斜張橋やラーメン橋などの単一形式の橋梁とは異なる複雑な挙動を呈することが予想される。このように形式が複合した構造物であるため、振動特性や動的挙動の把握と耐震の検討で設定された固有振動数や減衰定数などの妥当性を検証する目的で実橋振動実験を実施した。

2. 鮎の瀬大橋の概要

本橋は熊本県上益城郡矢部町の緑川を横断する箇所に架設されている。幅400m、深さ140mのV字渓谷を一跨ぎする斜張橋とラーメン橋で構成される3径間のプレストレストコンクリート橋である。渓谷両側の急崖面中腹に、左岸側は斜張橋の塔の下部構造が、右岸側はラーメン橋のY型橋脚の下部構造が設けられている。

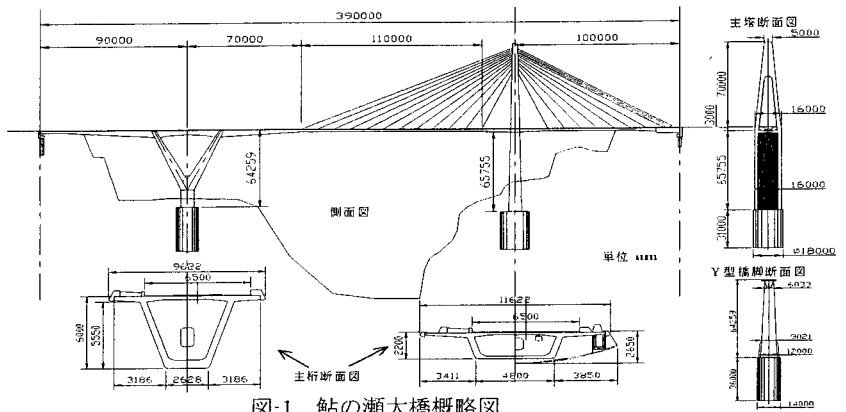


図-1 鮎の瀬大橋概略図

表-1 鮎の瀬大橋諸元

所在地	熊本県上益城郡矢部町大字管
橋 種	プレストレストコンクリート道路橋
橋 格	1等橋 (TL-20)
道路規模	3種4級
橋 長	390.0m
支 間	(右岸)89.25m+200.00m+99.25m(左岸)
有効幅員	8.00m (車道6.50m, 歩道1.50m)
主 塔	70.00m (橋面から塔頂まで)
構造形式	Y型ラーメン橋を有する2径間連続斜張橋
主桁形式	1室PC箱桁
斜材形式	ファン形2面吊り

3. 振動実験

路面舗装や歩道、高欄等の橋面工を工事する前の系について、常時微動の計測と起振機実験を実施した。現象のピックアップにはサーボ型加速度計を用い、図-2 の測定点①～⑭の位置に据え付け、起振機は土木研究所所有の2不平衡重錘並列配置同期反転方式 117.6 kN 起振機 (EX-7500BL 型：伊藤精機(株))を用いた。この起振機実験では鉛直振動、面外水平振動、橋軸振動及びびねり振動の固有振動数、固有モード、減衰定数を求めた。

3. 1 常時微動 鉛直方向、面外水平方向、橋軸方向の常時微動をそれぞれ10分間計測した。振動次数は各測点の

パワースペクトル(分解能 25.0Hz)と位相スペクトルから固有モードを同定し、起振機実験結果と比較して決定した。

3. 2 起振機実験 起振機を所定方向に定着して、鉛直振動、面外水平振動、橋軸振動の加振を行い、その計測を行った。この定着状態で重錘の位相を変えることにより、橋軸方向に加振することができる。面外水平振動は橋軸方

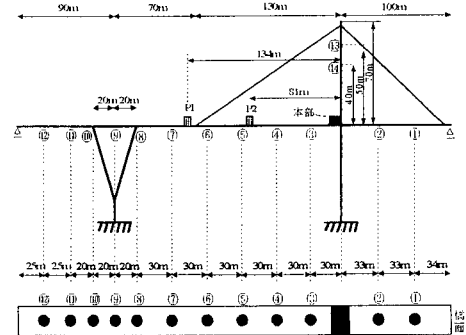
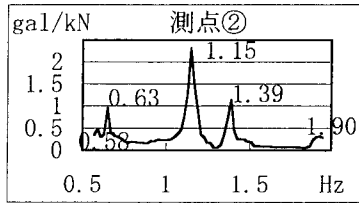
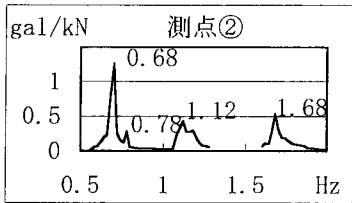


図-2 加速度計の設置位置

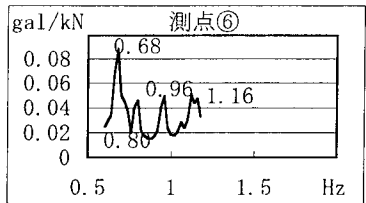
向加振の状態から 90° 起振機本体を回転させて加振した。鉛直方向、面外水平方向、橋軸方向加振の場合はサーボ型加速度計を常時微動の場合と同様に図・2 のように設置し、それぞれの加振方向に応じて加速度計の感度方向を変えた。図・2 の P₁、P₂ は起振機の定着場所を示しており、P₂ の場所で鉛直方向、面外水平方向、橋軸方向の加振を実施した。P₁ では現象再現のため、鉛直方向、面外水平方向加振のみを実施した。起振機の起振力は振動数の領域によって異なるために、同一の起振力に換算しないと応答振幅の比較ができない。本論文では起振力を 1kN に置換してその時の発生加速度を比較している。各方向の振動加振は 0.3Hz から 2.0Hz 迄、0.02Hz 間隔で連続加振し、そのときの加速度応答を記録した。任意の振動数での加振時間は 15 秒、次の振動数への移動時間を 5 秒として連続加振した。共振点付近では 0.01Hz 間隔で加振して共振振動数を探した。共振振動数近傍では、応答が定常応答になるまで同じ振動数で加振し(30 秒～50 秒)、振動振幅を計測した。得られた共振曲線を図・3～5 に図示している。横軸に起振機の加振振動数(Hz)、縦軸に 1kN 当たりの発生 gal 数を表示している。図中に記している値が振幅のピークを示す共振振動数、すなわち固有振動数である。



図・3 鉛直方向の共振曲線



図・4 面外水平方向の共振曲線



図・5 橋軸方向の共振曲線

4. 実験結果

常時微動と起振機実験で得られた固有振動数、減衰定数を表・2 にまとめている。()の値は起振機を用いて加振した後の自由振動をスペクトル解析した結果、スウィープ実験で得られた共振振動数と異なる振動数を示した値である。自由振動数の減衰定数は 20 波程度の振幅包絡曲線や振幅比から求めた。一線は対応する値が得られなかったことを示す。常時微動で得られた振動数と減衰定数は起振機加振後の自由振動から得られた値とは橋軸振動を除いてよく一致している。安全性の照査のために実施された動的応答解析で仮定された上部構造における各モードの減衰定数は 3%～5%となっているが、本実験では各モードで 1.3%以下の小さな値が得られた。図・6、7 に自由振動から得られた鉛直、面外水平の固有モードの 1 例を図示している。

5. 結論

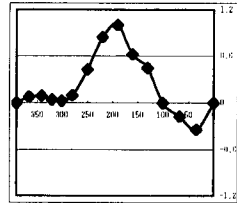
- ①計測値と解析値の固有振動数は概ね、近似しており、耐震設計で用いられた水平震度は妥当な値であろう。
- ②動的解析で使用されている上部構造の各モードの減衰定数は 3%～5%である。完成系(舗装なし)の起振機加振から得られた減衰定数は 0.5%～1.3%と小さな値であった。実験で得られた減衰定数は 100gal 以下の加速度で得られた値である。タイプ I、II の地震でどの程度の減衰が得られるかは推測の域を出ないが、減衰の大きさが応答に及ぼす影響については、今後検討する必要がある。

参考文献

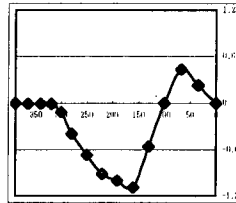
- 1) エムアンドエムデザイン事務所,中央技術コンサルタンツ九州支店：鮎の瀬大橋詳細設計成果品―動的解析一,平成 3 年 2 月。

表・2 振動数(Hz)と減衰定数の比較

振動の種類	常時微動		起振機試験	
	振動数	減衰定数	振動数	減衰定数
鉛直	1 次	0.60	0.012	0.58
	2 次	0.65	—	0.63
	3 次	1.17	0.005	1.15
	4 次	1.39	—	1.39
	5 次	1.82	0.005	1.90 (1.95)
面外水平	1 次	0.67	0.013	0.68 (0.64)
	2 次	0.77	0.011	0.78 (0.76)
	3 次	1.10	0.007	1.12
	4 次	—	—	1.68
	5 次	1.86	0.005	1.86
橋軸	1 次	4.00	—	0.68
	2 次	4.58	—	0.80
	3 次	4.67	—	0.96
	4 次	4.87	—	1.06



図・6 鉛直固有モード(0.58Hz)



図・7 面外水平モード(0.68Hz)