

阿波しらさぎ大橋の起振機を用いた桁振動実験

横河ブリッジホールディングス 正会員 ○結城 洋一 正会員 石井 博典
徳島県 正会員 久保 義人 本州四国連絡高速道路 正会員 河藤 千尋

1. はじめに

阿波しらさぎ大橋のケーブルリグレット部は、写真-1に示す橋長 575m, 中央径間 260m の4径間連続の鋼橋である。図-1に示すように構造断面は鋼4主 I 桁であり、車道部にサンドイッチ型合成床版、歩道部に鋼床版が採用されている。本橋の耐風安定性は、風洞実験により検討された数種類の耐風対策により確保されている。ただし、本橋梁形式は他に類を見ない新しい橋梁形式であるため、実橋において風洞実験で仮定した対数減衰率 $0.02^{1)}$ が確保されていること、想定した振動数、振動モードを確認することは重要である。そこで、本橋の耐風設計で設定された条件を確認する目的から起振機を用いた振動実験が実施された。本論ではこの実験内容の概要について報告する。



写真-1 阿波しらさぎ大橋
(ケーブルリグレット部)

2. 実験概要

(1) 実験方法

本実験では低い周波数域における加振に有利とされる写真-2に示す重錘移動式²⁾の大型起振機を1台使用した。橋体の振動計測にはサーボ型加速度計を用い、図-2に示すように桁(鉛直方向10カ所、橋軸直角方向1カ所)および主塔(橋軸方向4カ所)に設置し、サンプリング周波数 100Hz で計測を行った。なお、振動実験時の風速測定のため、歩道張出し部の橋面から約 3.5m の位置に超音波風向風速計を設置した。振動実験は、常時微動計測により対象振動モードの振動数を推定後、定常加振実験(ステップ加振)により振動モードと振動数を特定し、自由振動実験により対数減衰率の算出を行った。定常加振実験時の加振ステップは共振点付近で 0.001Hz 、その他は $0.002\sim 0.003\text{Hz}$ で実施した。自由振動実験では、共振振動数で定常状態になるまで十分に加振後、起振機を急停止させ自由振動波形を計測した。対数減衰率は計測した自由振動波形の1波ごとのピーク値を、縦軸を振幅とした片対数グラフ上にプロットし、最小二乗法による近似曲線を描いて求めた。なお、本実験は竣工前に実施しており舗装、地覆、高欄等は未施工であった。

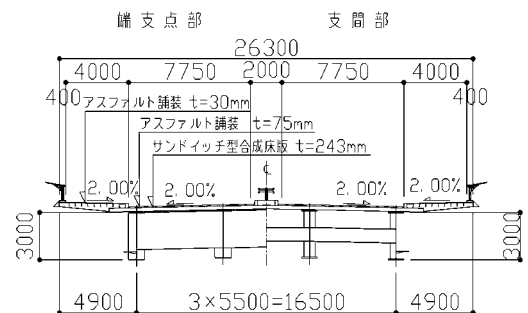


図-1 一般部桁断面

(2) 対象振動モード

本実験で対象とした振動モードは鉛直たわみ1次モードおよびねじれ1次モードである。事前に実施した固有値解析結果より、両モードともに中央径間部中央が大きく振動する振動モードであることを確認している。



写真-2 大型起振機

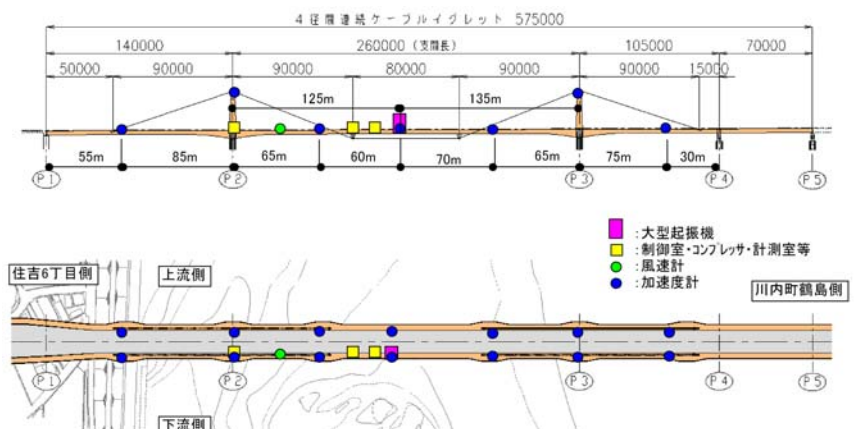


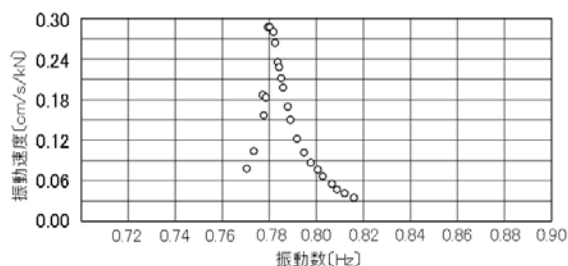
図-2 計測位置図

キーワード 阿波しらさぎ大橋, ケーブルリグレット構造, 振動実験, 起振機, 対数減衰率

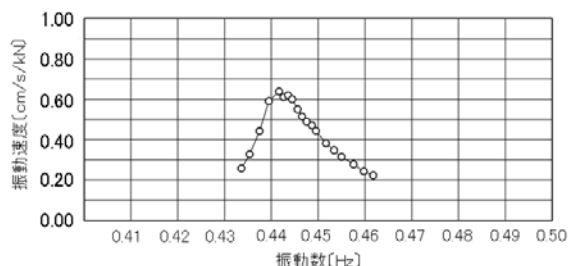
連絡先 〒273-0026 千葉県船橋市山野町 47-1 (株)横河ブリッジホールディングス TEL047-413-7700

表 - 1 振動数と減衰率

振動モード	振動数			対数減衰率
	固有値解析	定常加振実験	自由振動実験	
鉛直たわみ1次	0.445	0.442	0.441	0.056
ねじれ1次	0.830	0.780	0.780	0.038



(1) 鉛直たわみ1次



(2) ねじれ1次

図 - 3 共振曲線

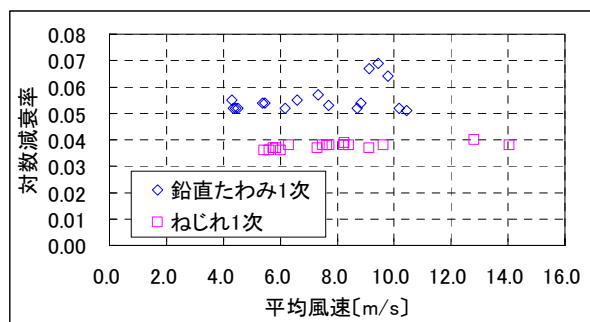


図 - 6 平均風速と対数減衰率

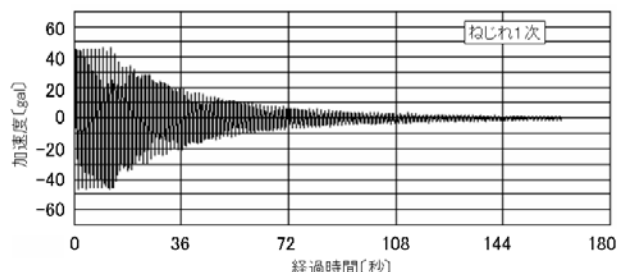
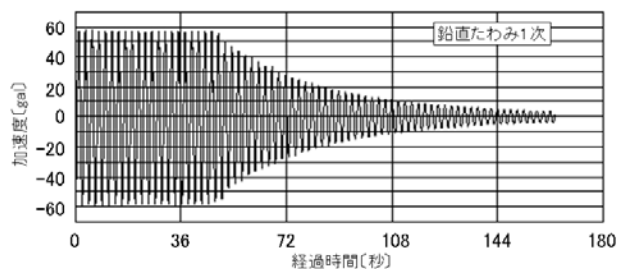
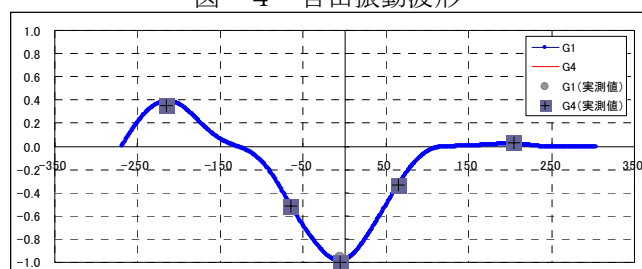
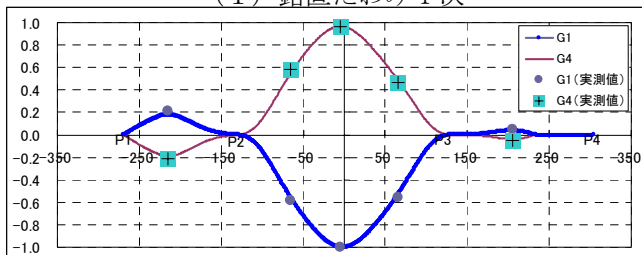


図 - 4 自由振動波形



(1) 鉛直たわみ1次



(2) ねじれ1次

図 - 5 桁の振動モード

3. 実験結果

本実験（定常加振実験，自由振動実験）および固有値解析によって得られた振動数，自由振動波形から得られた対数減衰率を表 - 1 に，鉛直たわみ 1 次，ねじれ 1 次の共振曲線を図 - 3 に示す。定常加振実験と自由振動実験で振動数はほぼ一致しており，固有値解析値と比較すると，鉛直たわみで約 1 %，ねじれ 1 次で約 6 % 実橋の方が低い振動数であった。対数減衰率は設計値 0.02 を上回る値であった。自由振動波形を図 - 4 に示す。計測データのバンドパスフィルタ処理は 0.1～10Hz であり，鉛直たわみ 1 次，ねじれ 1 次とも綺麗な自由振動波形が得られていることから，近接する他モードの混入なく橋体を加振することができたと思われる。さらに，桁の振動モードを実験値と解析値で比較した図 - 5 からは，本橋の振動モードが解析により良く捉えられていることが分かる。図 - 6 に風速と対数減衰率の関係を示す。鉛直たわみ 1 次については風速 10m/s 付近の比較的高風域でややばらつきが見られるものの，両モードとも今回実験を観測した範囲では風速による対数減衰率の依存性は確認されなかった。

4. まとめ

本橋はケーブルリグレット構造という他に類をみない形式の鋼橋であり，その振動性状を実橋で確認するため，起振機を用いた振動実験を実施した。その結果，風洞実験を行う際に想定した振動数および振動モードとほぼ同等な振動モードを実橋が有していること，また対数減衰率の設計値 0.02 を満足していることが確認された。最後に，本実験を実施するにあたり，ご指導頂いた徳島大学の長尾文明教授，元筑波大学教授の佐藤弘史様，他多数の関係者の皆さまに深く感謝致します。

参考文献

- 1) 社団法人，道路橋耐風設計便覧，2007. 12
- 2) 土木学会，構造工学シリーズ 12 橋梁の耐風設計，2003. 3