

国内最大級の支間長を有する鋼ポータルラーメン橋の振動試験

西日本高速道路(株)
片山ストラテック(株)

正会員 ○前原 直樹 岩元 和彦
正会員 片山 和也 山野 修

1. はじめに

構造物の維持管理において、振動特性より保有性能の劣化・損傷を定量的に評価する手法が注目されている。構造物自体の固有振動数や振動モード形状を既存のデータや標準値、又は固有値解析結果と相対比較することにより、異常を検知する手法である。近年、初期建設費および維持管理費の縮減を目的とした合理化構造として、鋼桁と橋台を一体化した鋼ポータルラーメン橋の建設事例が増加しているが、鋼ポータルラーメン橋の振動特性に着目した実橋試験および解析的検討事例¹⁾は少ない。そこで、**写真-1**および**図-1**に示す東九州自動車道成恒橋を対象として、鋼ポータルラーメン橋の振動特性の把握ならびに今後の計画的な予防保全を行う上で有益となる固有振動数や振動モード形状の取得を目的とした振動試験を実施した。



写真-1 成恒橋全景

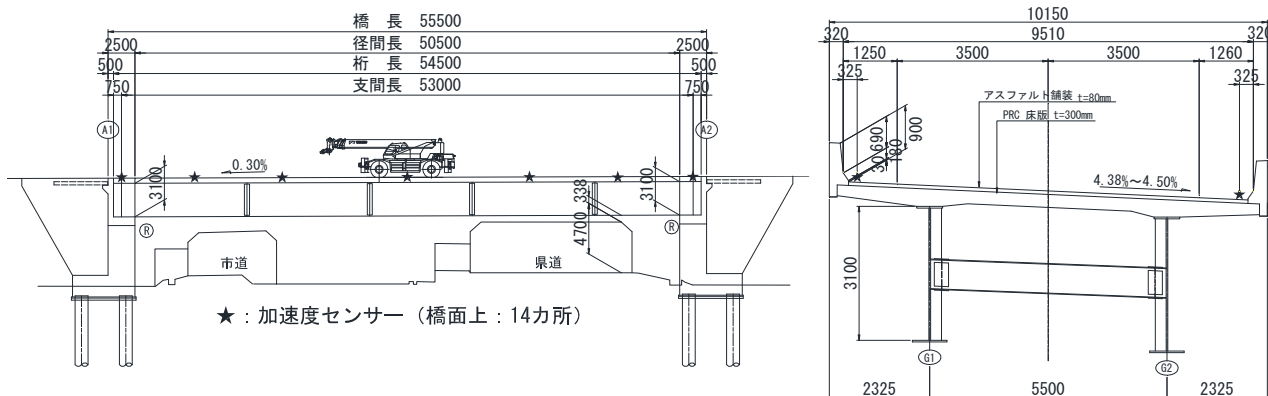


図-1 成恒橋 構造概要

2. 試験方法

振動試験は 50 t ラフタークレーン（重量約 400kN）を試験車として、まず、外乱の少ない状態での常時微動計測を行い、その後、幅員中央および片側走行車線上での車両の後輪を段差落下させた強制振動、実際に車両を走行させた場合の交通振動を計測した。計測に用いる加速度センサーは、**図-1**に示すように支点部、L/8 点、L/4 点、L/2 点、3L/4 点、7L/8 点の床版上に配置した。

3. 試験結果

(1) 振動試験および固有値解析結果

振動試験と FEM モデルによる固有値解析の振動数を表-1、1 次振動モード形状を**図-2**に示す。に示す。各振動試験における振動モードとして、4.2Hz でねじれ振動 1 次モード、4.4Hz で鉛直たわみ 1 次モードが確認された。一方、固有値解析においては、4.0Hz でねじれ振動 1 次モード、3.8Hz で鉛直たわみ 1 次モードが確認された。計測値と固有値解析値の比較した場合、ねじれにおいては 6%の差異で

表-1 振動数一覧

	ねじれ	鉛直たわみ	振動数比
常時微動	4.2	4.4	0.96
段差落下	4.2	4.4	0.96
交通振動	4.2	4.4	0.96
固有値解析	4.0	3.8	1.04
計測値/解析値	1.06	1.15	0.92

キーワード：鋼ポータルラーメン橋、振動特性、固有振動数、振動モード、構造減衰

連絡先：〒810-0001 福岡市中央区天神 1-4-2 エルガーラ 9F TEL：092-717-1761, FAX：092-717-1776

あるのに対し、鉛直たわみでは15%の乖離が見られる。固有値解析では地盤バネ定数を考慮したが、計測によって得られたものより低くなっており、発現する振動モードも逆転している。

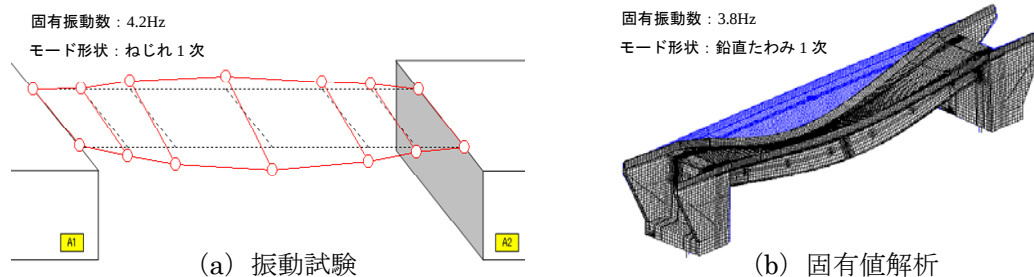


図-2 1次振動モード

(2) 鉛直たわみ固有振動数と最大支間長の関係

図-3に鉛直たわみと支間長の関係を示す。鋼道路橋耐風設計便覧²⁾を参考に、成恒橋を支承構造の鋼少数I桁橋と仮定した場合、各計測結果および固有値解析によって得られた鉛直たわみ振動数と比較して約2倍となった。これは、橋台高さが低いラーメン構造であることにより、鉛直たわみ振動数が上昇したことによる。

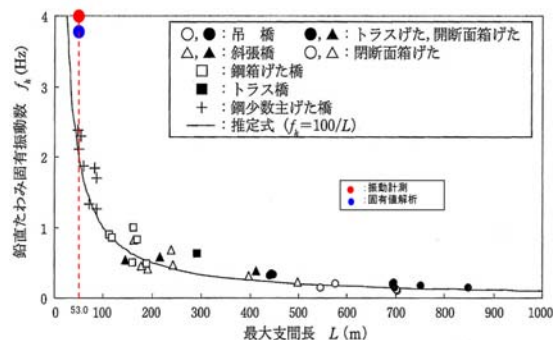


図-3 鉛直たわみと支間長の関係

(3) 振動数比と最大支間長の関係

鋼道路橋耐風設計便覧²⁾におけるねじれ振動数とたわみ振動数の比は1.1倍である。各振動計測結果と固有値解析によって得られた振動数比は1.1以下であり、振動数比が低下している。これは、鋼少数I桁橋の横桁間隔は6m程度であるのに対し、成恒橋は8m程度であるため、ねじれ剛性が低下したことが要因と考えられる。

(4) 対数減衰率

成恒橋および同形式である阪和自動車道下谷池橋¹⁾の対数減衰率を表-2に示す。同様の構造形式である両橋梁を比較した場合、ねじれ1次振動は近似した対数減衰率が得られたが、鉛直たわみ1次振動モードでは大きな差が見られた。この要因としては、鉛直たわみでは橋台の変形が大きくなること、成恒橋においては振動試験時にA1橋台側の背面盛土が未施工であったことが影響していると考えられる。成恒橋における対数減衰率と支間長の関係を図-5に示す。ねじれに対する対数減衰率は0.035であり、ゴム支承を用いた橋よりも低い値であった。鉛直たわみに対する対数減衰率は0.103であり、鋼製支承を用いた橋よりも若干低い値であった。

表-2 対数減衰率

	振動数比	たわみ1次	ねじれ1次
下谷池橋	0.97	0.027~0.031	0.030~0.033
成恒橋	0.96	0.103	0.035

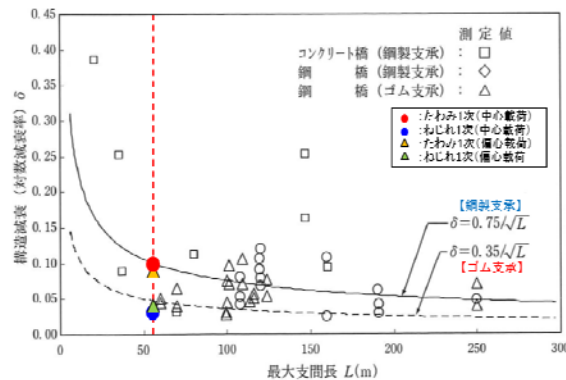


図-5 対数減衰率と支間長の関係

4. まとめ

振動試験により鋼ポータルラーメン橋の振動特性および振動モードを確認した。さらに、供用直前(A1橋台完成後)および供用後のデータ取得により、経年劣化や損傷から来る剛性の低下に伴う振動特性の変化を相対比較でき、劣化や損傷箇所を早期発見できれば、今後の維持管理計画にも役立てることができると考えている。

参考文献

- 1) 芦塚, 江頭, 宮田, 栗田: 鋼ポータルラーメン橋の実橋載荷試験, 土木学会第62回年次学術講演会講演概要集, CS2-028, pp. 77-78, 2007. 9.
- 2) (社) 日本道路協会: 鋼道路橋耐風設計便覧(平成19年改訂版), 平成19年12月.