

鋼・コンクリートポータルラーメン橋（大黒橋）の動的計測

片山ストラテック株式会社 正会員 ○吉川 彰彦
大阪市立大学大学院 正会員 山口 隆司

片山ストラテック株式会社 正会員 大久保 宣人
大阪市立大学大学院 学生員 川元 悠平

1. はじめに 鋼・コンクリートポータルラーメン橋（以下、ポータルラーメン橋）は、支承や伸縮装置が不要な構造であり、初期コストの縮減および維持管理の省力化できる橋梁形式として、建設数が増加している。一方、実橋計測実績¹⁾は少なく、ポータルラーメン橋の振動特性が明らかにされていない。

本研究では、ポータルラーメン橋の振動特性の把握ならびに供用前の初期値データの収集を目的として、平成24年1月に実橋計測を実施した。対象橋梁は大阪市に架かる大黒橋であり、橋梁概要と構造一般図をそれぞれ表-1 および図-1 に示す。

2. 試験概要 動的計測として、下記の3項目の試験を実施し、各試験毎に加速度および変位を計測した。

- ① 常時微動測定試験（加速度）
- ② 砂袋落下衝撃試験（加速度）
- ③ 車両走行試験（加速度・動的応答変位）

加速度計の配置および変位計測点を図-2 に示す。

常時微動は、橋面上無載荷状態において1分間の微振動計測を行い、応答加速度を収集した。砂袋落下衝撃試験は、40kgfの砂袋を約1mの高さから橋面上に落下させ、強制的に衝撃を与えて、応答加速度を計測した。車両走行試験は、約26.5tfの試験車両（25tラフタークレーン）を1台用い、前進15km/hと後進5km/hの2パターンで車道上を走行させ、応答加速度および応答変位を計測した。変位計測には、橋梁下の河川条件により直接主桁直下で計測することが困難であったため、対岸よりレーザー変位計測機を用いて、車両走行時の変位計測を実施した。実橋振動試験およびレーザー計測の状況を写真-1 に示す。



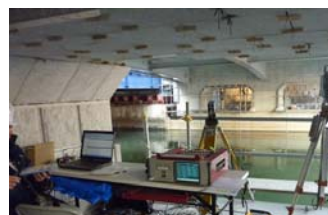
a) 砂袋落下衝撃試験



b) 車両走行試験



c) ターゲット照射状況



d) レーザー計測機

写真-1 実橋振動試験の状況

表-1 橋梁概要

橋種	歩車道橋
橋梁形式	鋼ポータルラーメン合成鉄桁
支間長	16.000m
有効幅員	4.000m(車道)+7.000m(歩道)
設計活荷重	A活荷重+群集荷重
縦断勾配	5.0%(山勾配)
横断勾配	1.5%(山勾配)
舗装	アスファルト舗装
床版	合成床版
使用部材	鋼板：SM570, SM490Y, SM400, SS400 コンクリート 床版：30N/mm ² 橋台：24N/mm ²

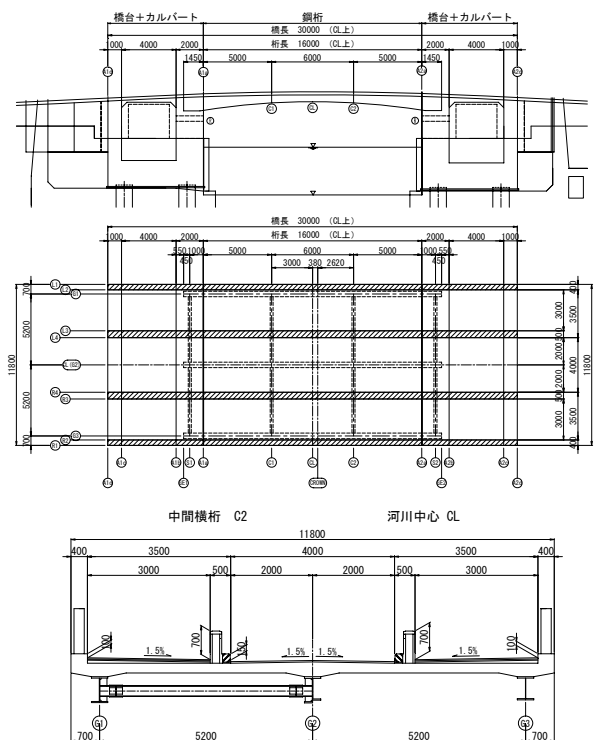


図-1 構造一般図（単位：mm）

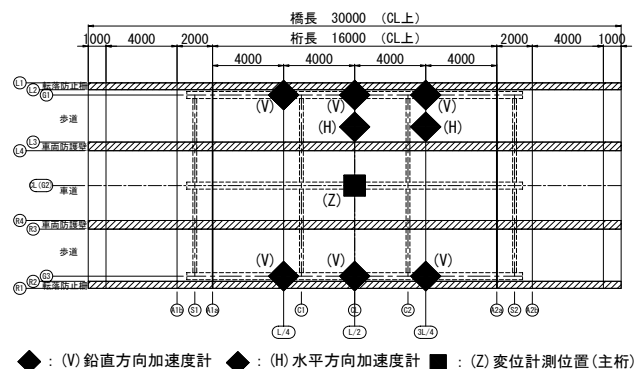


図-2 加速度および変位の計測位置

キーワード：鋼ポータルラーメン橋、実橋計測、固有振動数、対数減衰率、振動特性

〒551-0021 大阪府大阪市南恩加島 6-2-21 Tel.06-6552-1235 Fax.06-6551-5648

3. 試験結果

(1) **固有振動特性** 動的計測より得られた応答波形より固有振動数を算出した。結果として、13Hz 付近、19Hz 付近で鉛直曲げ振動モードが卓越しており、16Hz 付近でねじれ振動モードが卓越していた。動的計測における振動モードごとの固有振動数を表-3 に示す。一例として、常時微動測定時の応答波形およびパワースペクトルを図-3 に示す。

(2) **減衰特性** 砂袋落下衝撃試験より、砂袋落下直後に生じる自由振動波形から対数減衰率を算出した結果、鉛直曲げ振動時の対数減衰率は $\delta \approx 0.13$ 、ねじれ振動時の対数減衰率は $\delta \approx 0.10$ であった。道路橋耐風設計便覧²⁾に記載された目安値は、支間長 $L=16.0\text{m}$ の桁橋で $\delta=0.18$ (鋼製支承の場合) であり、支点条件に相違はあるが、計測値の対数減衰率の方が小さい値であった。自由減衰波形の一例として、砂袋落下衝撃試験の自由減衰波形とパワースペクトルを図-4 に示す。

(3) **車両走行時の応答変位量** 試験車両 1 台を橋面上で前進 15km/h 走行時と後進 5km/h 走行時の支間中央部における応答変位と応答波形およびパワースペクトルの一例をそれぞれ図-5 および図-6 に示す。車両走行時の応答変位として、車両前進 15km/h 走行時の最大たわみ量は 0.9mm であり、車両後進 5km/h 走行時の最大たわみ量は 0.8mm であった。

表-3 各試験による固有振動数

試験項目	振動モード	固有振動数(Hz)
常時微動測定試験	鉛直曲げ1次	13.4
	ねじれ1次	16.1
	鉛直曲げ2次	19.2
砂袋落下衝撃試験	ねじれ1次	16.2
	鉛直曲げ2次	19.0
車両走行試験	鉛直曲げ1次	13.6
	ねじれ1次	16.2

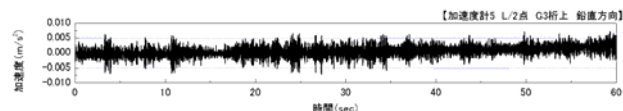
4. **まとめ** 実橋振動試験の結果より、ポータルラーメン橋の固有振動数および対数減衰率を把握することができた。今後は、固有値解析を行い、計測値および振動モード形状の検証を行う予定である。

実橋載荷試験の結果は、ポータルラーメン橋の設計解析モデル化手法の妥当性検証、合理的な設計法の確立および経年性能変化の判断情報として特有の設計手法に活用する。

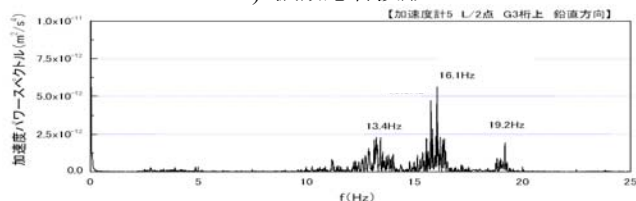
謝辞 本研究を行うにあたり、実橋計測の機会、試験の計画および実施に多大なるご協力をして頂いた大阪市建設局の関係者各位に対し、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 芦塚, 和田, 宮田, 栗田: 鋼ポータルラーメン橋の実橋載荷試験, 第 62 回土木学会年次学術講演概要集, CS2-028, pp77-78, 2007.9
- 2) 日本道路協会: 道路橋耐風設計便覧, 2007.12.

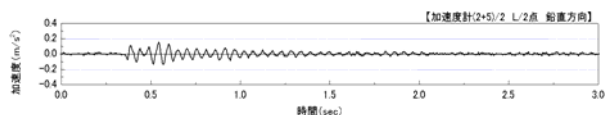


a) 振動応答波形

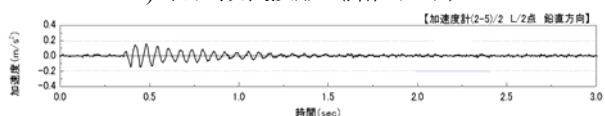


b) パワースペクトル

図-3 常時微動測定試験



a) 自由減衰波形 (鉛直曲げ)

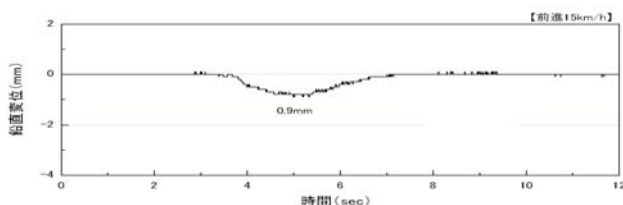


b) 自由減衰波形 (ねじれ)

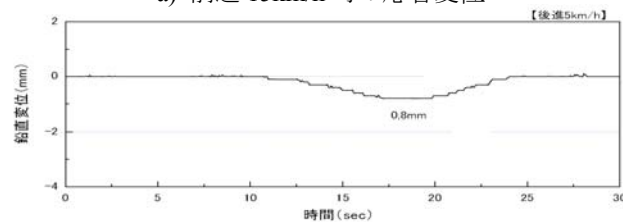


c) パワースペクトル (鉛直曲げ)

図-4 砂袋落下衝撃試験

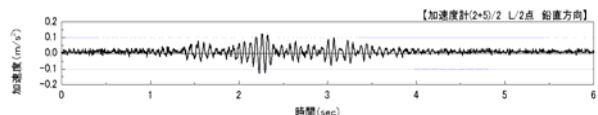


a) 前進 15km/h 時の応答変位

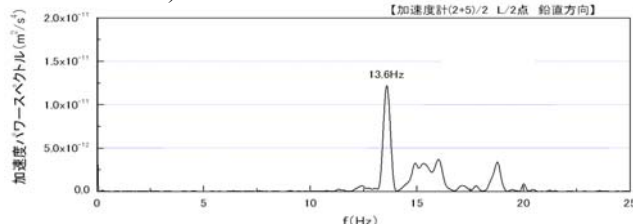


b) 後進 5km/h 時の応答変位

図-5 車両走行試験の応答変位



a) 振動応答波形 (鉛直曲げ)



b) パワースペクトル (鉛直曲げ)

図-6 車両走行試験 (前進 15km/h 時)