

碓氷第三橋梁の振動性状に関する研究 (その2 振動モード)

前橋工科大学 学生会員 ○杉山 友美
前橋工科大学 学生会員 猪狩 千香子
前橋工科大学 正会員 関 崇夫

1. はじめに

本編その2では、その1で示した常時微動測定結果から、碓氷第三橋梁の振動モードについて報告する。

2. 振動モード

時刻同期をした各測点の常時微動測定結果から、明瞭な卓越が確認できた振動数領域のみをフィルタにより抜き出し、重ね書きすることから振動モードを作成した。図1～図4に各々の固有振動数における橋軸直交方向、橋軸方向の加速度の時刻歴波形と振動モードを示す。各図共通で左側に各測点での5秒間の加速度の重ね書きをした時刻歴波形を、右側に振動のモードを示す。橋軸直交方向について、固有振動数2.69Hzでは時刻歴波形から各測点が同一方向に振動するモード形状を示す。これは、測点1(第1橋台)と測点5(第2橋台)を固定支点とした場合の1次の振動モードに相当する。固有振動数3.37Hzでは、測定2、測点3と測点4、測点5の位相が180度ずれた振動モードを示す。これは、測点1(第1橋台)を固定支点、測点5(第2橋台)を自由端とした場合の2次の振動モードに類似している。固有振動数4.39Hzでは、測点1、測点3、測点5の振幅が小さく、測点2、測点4の位相が180度ずれた逆対称の振動モードを示す。また橋軸方向は、固有振動数3.81Hzではすべての測点が同一方向に振動するモードを示す。

3. 固有振動解析

橋梁の振動特性を把握するために固有振動解析を行った。図5に解析モデルを示す。アーチ部と橋脚を梁要素でモデル化し、各部材¹⁾に剛性と質量を与えた。また、アーチ部³⁾と橋脚部のレンガ積み部材の弾性係数をそれぞれ $E=1520\text{N/mm}^2$ 、 $E=4000\text{N/mm}^2$ 、単位体積重量を 19kN/m^3 、ポアソン比は0.17と仮定した。解析方向は橋軸直交方向で、Y方向に自由度を与えた。キーワード：近代土木遺産、レンガアーチ橋、常時微動測定、固有振動数、振動モード

境界条件は常時微動測定結果から、第1橋台と3本の橋脚の支持部を固定支点、第2橋台を固定支点と自由端とした2種類のモデルに対して固有振動解析を実施した。その結果を表1に常時微動測定結果と比較して示す。今後は、今回の解析で考慮していない第2橋台と第3橋脚の一部を覆う地盤の影響、レンガ積み部材の弾性係数の評価や橋梁のモデル化について検討を行う予定である。

4. まとめ

本研究では、歴史的レンガ造建築物の碓氷第三橋梁の振動性状を明らかにするため、橋梁上と周辺地盤上で常時微動測定を行った。その結果をもとに橋軸直交方向、橋軸方向の固有振動数や振動モードなどの振動性状について検討を行い、次のような結果を得た。

- ① 常時微動測定結果より、軽井沢方の第2橋台の基礎が岩盤上に支持されていないため、横川方の第1橋台より揺れやすいことが明らかになった。
- ② 橋梁の固有振動数は、橋軸直交方向で2.69Hz、3.37Hz、4.39Hz、橋軸方向は3.81Hzで、明瞭なピークがあることを確認した。
- ③ 各固有振動数における振動モードについて、橋軸直交方向の固有振動数2.69Hz、4.39Hzにおける振動モード形は、2つ橋台を固定支点した場合の1次、2次の振動モード、3.37Hzは測点1(第1橋台)を固定支点、測点5(第2橋台)を自由端とした場合の2次の振動モードに近い分布形を示す。

謝辞

常時微動測定を実施するにあたりご配慮いただきました、安中市役所耕地建設課の皆様に感謝致します。

参考文献

- 1) 小西純一、田島二郎：碓氷峠旧線跡に残る鉄道構造物の技術的特徴と意義、土木史研究、第14号、

連絡先：群馬県前橋市上佐鳥町4-640、TEL/FAX 027-265-7311

pp.45-60, 1994 年 4 月

2) 田島二郎, 小西純一, 小野田滋, 金谷宏二: 碓氷峠旧鉄道構造物の現況について, 土木史研究, 第 16 号, pp.293-302, 1995 年 6 月

3) 松田芳範, 岩田道敏, 八巻一幸, 山内敏幸: 既設

レンガ部材の力学的性状について, コンクリート工学年次論文報告集, pp.541-546, Vol.19, No.1,1997

4) 三浦康代, 内田武夫, 脇坂高光: 碓氷峠めがね橋における劣化調査・補修方法, 土木学会第 56 回年次学術講演会, pp.248-249, 平成 13 年 10 月

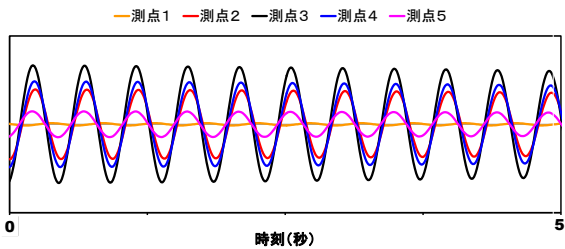


図 1 測点の時刻歴波形と振動モード (橋軸直交方向: **2.69Hz**)

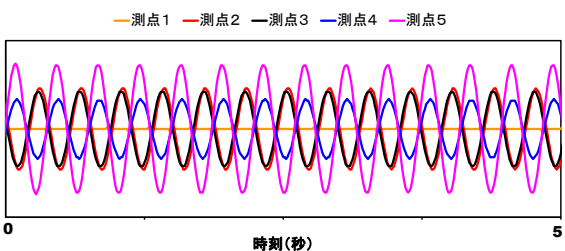


図 2 測点の時刻歴波形と振動モード (橋軸直交方向: **3.37Hz**)

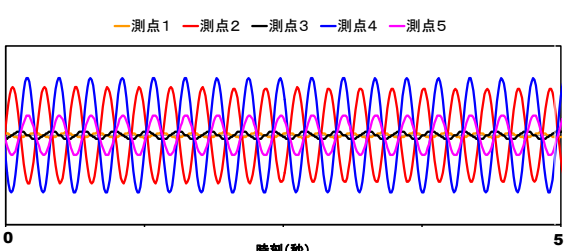


図 3 測点の時刻歴波形と振動モード (橋軸直交方向: **4.39Hz**)

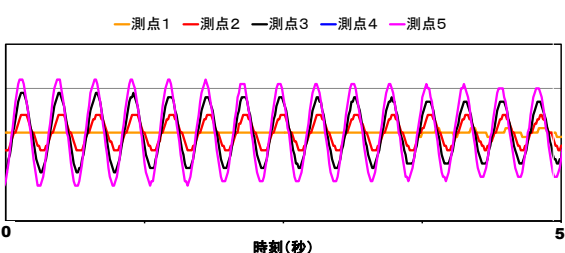


図 4 測点の時刻歴波形と振動モード (橋軸方向: **3.81Hz**)

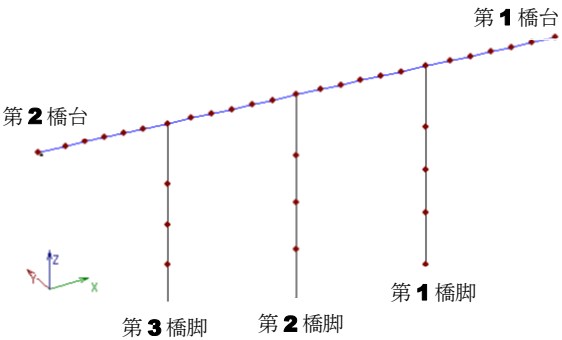
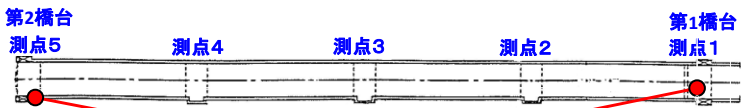


図 5 解析モデル

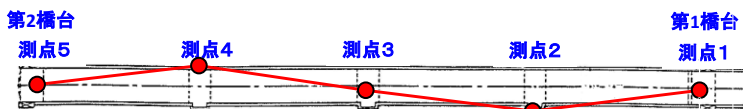
振動モード(2.69 Hz)



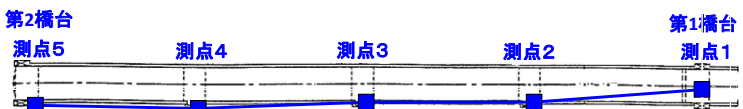
振動モード(3.37 Hz)



振動モード(4.39 Hz)



振動モード(3.81 Hz)



橋軸方向の振幅を橋軸直交方向の振幅として表示している

表 1 固有振動数の比較

振動数 (Hz)		振動モード
常時微動測定結果	解析結果	
2.69	2.69	橋直1次 (第2橋台: 固定)
3.37	3.69	橋直2次 (第2橋台: 自由)
4.39	4.38	橋直3次 (第2橋台: 固定)