

温度および支承条件による鋼ランガートラス桁橋の振動数変化に関する解析的検討

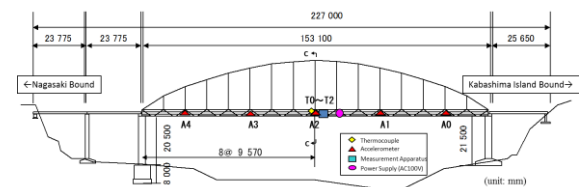
長崎大学大学院 学生会員 ○ 小島孝仁 長崎大学大学院 正会員 奥松俊博
 長崎大学大学院 正会員 中村聖三 長崎大学大学院 正会員 西川貴文
 長崎大学大学院 学生会員 毛利淳樹

1. はじめに

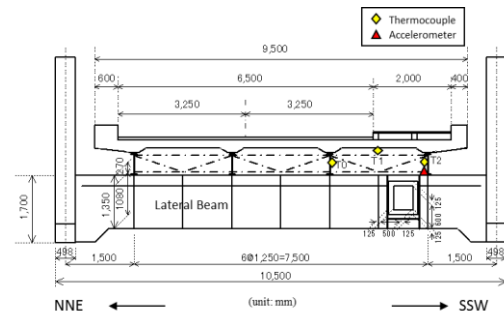
橋梁の健全度診断を目的とした振動モニタリングを行うためには、環境変動による影響を取り除く必要がある。過去の研究において橋梁の固有振動数は微細ではあるが温度変化に伴い周期的に変化すること、またその現象は高次において顕著であることが確認されている¹⁾。ただし、数値解析による定性的・定量的評価がなされていないことから、本研究では支承の拘束条件を考慮した対象橋梁の3D-FE解析を実施した。解析結果と計測結果の比較を行い、温度変化に伴う振動数の変動について評価を行う。

2. 樺島大橋の長期振動モニタリングの概要

対象橋梁は長崎半島先端部に位置する樺島と脇岬をつなぐ樺島大橋であり、橋長227m(最大支間152m)、幅員7.5mの下路式鋼ランガートラス桁橋である。その一般図および断面図、また計測機器の設置状況を図-1(a), (b)に示す。2007年5月から1年間の計測結果に基づいて得られた固有振動数の推移を1Hz付近と8Hz付近について示したものを図-2(a), (b)に示す。青点が各日の振動数平均値であり、赤線はその移動平均である。低次(1Hz付近)の振動数では、温度変化に対する変動はみられないが、高次(8Hz付近)では、周期的な温度変化に対して負の相関を有することがわかる。表-1は、1, 2, 4, 8, 10Hz付近の固有振動数について3か月ごとの振動数(平均値)を表したものである。年間の振動数変動量(最大値-最小値)は、1Hz付近では変化がみられなかったのに対し、高次の8Hz付近では0.13Hz(1.6%)の変動がみられた。このように実測においては、年間の温度変化に伴う振動数の変化は、高次で顕著となる結果が得られている。

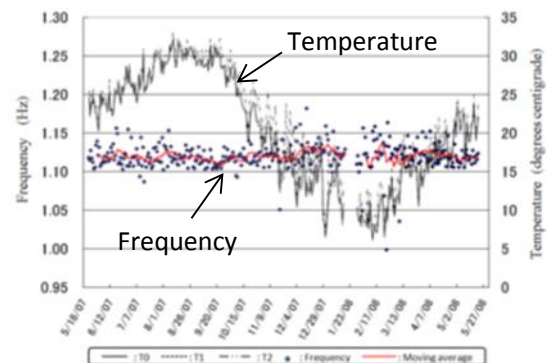


(a) 一般図

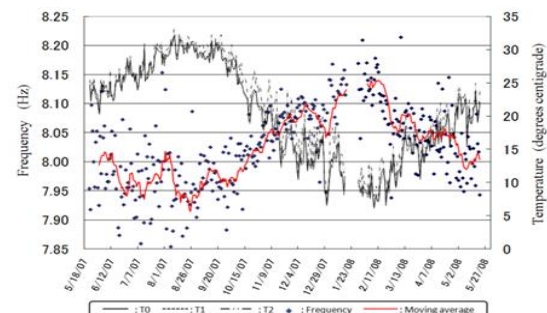


(b) 断面図(c-c断面)

図-1 対象橋梁および計測機器設置状況



(a) 1Hz 付近



(b) 8Hz 付近

図-2 固有振動数の長期変動

キーワード 固有振動数, 温度変化, 支承拘束条件, ランガートラス橋, 健全度評価

連絡先: 〒852-8521 長崎県長崎市文教町 1-14 長崎大学大学院工学研究科 Tel:095-819-2613

3. 3D-FE モデルによる固有振動解析

3.1 年間の温度差を考慮した固有振動解析

MIDAS を用いて作成した樺島大橋の 3D-FE モデルを図-3 に示す. 入力温度は, 2013 年 8 月 9 日から 2013 年 12 月 7 日にかけて実施した計測結果に基づき設定した. 図-4 は, 対象橋梁トラス桁上弦材の上部に設置したサーミスタで得た各日の最高温度(青)と最低温度(赤)をプロットしたものである. この結果から対象期間(盛夏～初冬)の橋体温度差が 43.2℃ (最高温度(51.5℃)と最低温度(8.3℃))であったことから, 解析では, 最高温度を 50℃, 最低温度を 5℃に設定し温度荷重を与えた. 温度荷重によって生じる軸力を初期断面力として要素に与えたうえで, 固有振動解析を行い, 年間の固有振動数の変動量を求める. ここで支承(可動側)の拘束条件を考慮するために, a) ローラ, b) ピン, c) 固定, d) ローラ (回転拘束), e) 両端固定の 5 通りで解析を行った.

3.2 支承条件の変化による固有振動数の変化

図-5 は温度変化を考慮していない場合の 1 次～8 次の面内固有振動数と振動モードを表したものである. 計測で得られた 1Hz および 8Hz 付近の振動数(図-2)はそれぞれ 2 次および 8 次モードに相当するものと考えられる. 1～8 次の固有振動数差をケースごとに示したものが図-6 である. ケース a), d) については, 可動側支承の拘束の影響が小さく, 温度変化による固有振動数の変化はなかった. 対して可動側支承の拘束を考慮した場合(ケース b), c), e)) における振動数差は, 微小ではあるが振動次数の増加とともに増加する傾向が見られ, その変動量は 2 次モードにおいて 0.015Hz (1.4%), 8 次モードにおいて 0.04Hz (0.5%) 程度であった. 8 次モードについて実測結果と解析結果を比較すると, 実測結果 0.13Hz (1.6%) は 3 倍程度大きい, 定性的一致は見られた.

4. まとめ

本解析により, 回転の拘束による軸力の影響はほとんどないが, 橋軸方向の自由度が拘束されることにより軸力の影響が大きくなり, その結果, 振動数は温度変化に対し負の相関をもち変化することが分かった. また高次になるにつれその影響は顕著となること, 計測および解析より明らかとなった. 特に高次モードにおいては, 支承の動きが追従しにくくなるのが原因ではないかと考えられる.

[参考文献]

小松, 奥松他: 長期モニタリングによる鋼ランガ-橋の固有振動数年間変動の評価, 第 20 回鋼構造年次論文発表会, 2012. 11

表-1 3 か月ごとの振動数平均の推移 (Hz)

Period (Sample)	May23-Aug31 (101)	Sep1-Nov30 (91)	Dec1-Feb28 (80)	Mar1-May22 (83)
around 1Hz	1.12	1.12	1.12	1.12
around 2Hz	2.24	2.23	2.29	2.25
around 4Hz	4.00	3.99	3.99	3.97
around 8Hz	7.97	8.01	8.10	8.04
around 10 Hz	9.78	9.80	9.83	9.80

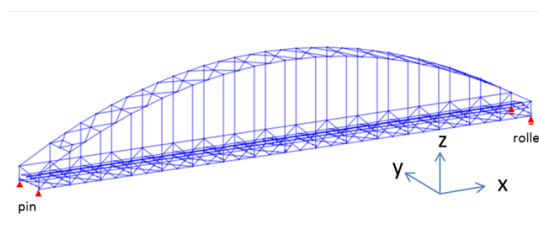


図-3 樺島大橋の 3D-FE モデル

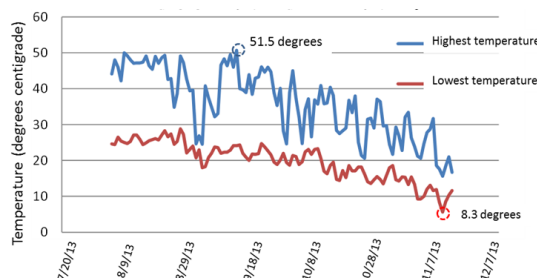


図-4 1 日の橋体の最高温度と最低温度 (℃)

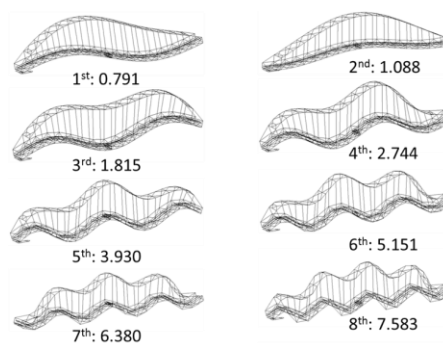


図-5 面内鉛直振動モード (Hz)

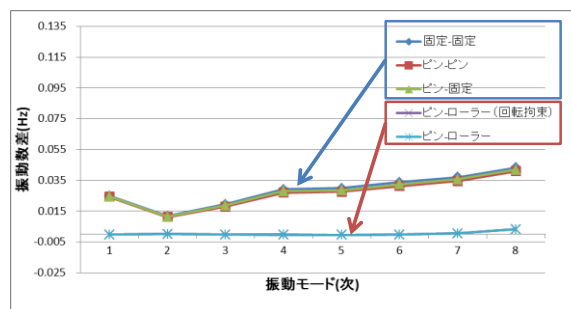


図-6 年間の温度差による固有振動数の差 (Hz)