

長期振動モニタリングによる鋼ランガートラス橋の固有振動数の年間変動計測

長崎大学工学部 正会員 奥松俊博
 長崎大学工学部 フェロー 岡林隆敏
 長崎大学大学院 学生会員 古賀数也
 同 Jawaid Bashir Ahmad

1. はじめに

膨大な道路構造物に対する点検・調査などの維持管理業務の効率化、定量的な構造物の健全度評価・診断などを支援するための技術が求められる。振動モニタリングはその一つとして考えることができる。本研究では、老朽化した橋梁は固有振動数が低下する傾向にあるという観点から、固有振動数の変化に着目した振動モニタリングを実施した。ここで、老朽化に伴う振動特性の変動は非常に緩やかに進展し、かつ微小であることが想定されるので、健全度評価技術として確立するためには、年間の橋梁動態観測を行う必要がある。また、橋梁の振動特性は、老朽化による影響だけではなく、気温の変化に伴う部材の伸縮等によっても変動するので、こうした影響を予め考慮しておく必要がある。本報告は、以上の観点から、実橋梁の長期モニタリングを実施し、その結果得られた知見を示したものである。

2. 遠隔モニタリングシステム

遠隔モニタリングシステムの概要を図-1に示す。対象構造物の常時微動データおよび表面温度データを一定時間ごとに遠隔地の管理事務所に転送することにより管理事務所における遠隔モニタリングを実現した。サーバPCは計測およびデータ送信用として、またクライアントPCはデータ受信および解析用として機能し、両PC間のデータ通信にはPHSを利用した。対象橋梁と管理事務所の位置関係を図-2に示す。

3. 橋梁の長期モニタリング

対象橋梁は下路式ランガートラス橋（橋長 227m（主径間 152m）、鋼重 677t、4主桁、RC床版）である。管理事務所は、約 25km 離れた長崎大学である。対象橋梁の一般図を図-3(a)に示した。計測に使用したセンサは、常時微動（鉛直方向）を検出するための加速度計と橋梁の表面温度を計測するための熱電対であり、それらの設置状況を図-3(b)に示した。なお計測装置の設置については、対象橋梁が渡海橋であるため、塩分・強風などの過酷な計測環境、また常時計測に伴う計測装置の熱問題が予め想定された。そのため、計測装置収納箱への高温対策、塩分侵入対策を施した。

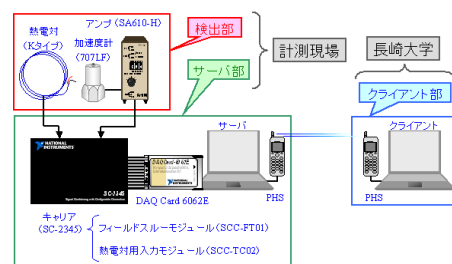
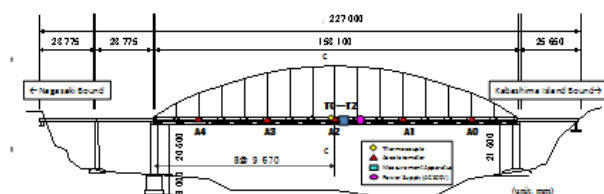


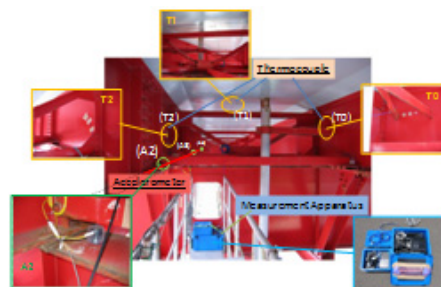
図-1 遠隔モニタリングシステム概要



図-2 対象橋梁との位置関係



(a) 一般図



(b) 計測器設置状況 (c-c 断面)

図-3 対象橋梁への機器設置状況

キーワード：橋梁振動，固有振動数，維持管理，健全度診断，温度変化

連絡先 〒852-8521 長崎市文教町 1-14 TEL:095-819-2626

2007年5月～2008年5月末の1年間の期間に実施した計測結果に基づき、温度変化と固有振動数の変化の関係を検証した。ここで、固有振動数については、橋梁支間中央に設置した加速度計(A2)で計測した常時微動(単点)データを用いて、自己回帰(AR)モデルで推定を行っている。なお計測サンプリング周波数は100Hzである。

4. 計測結果

年間の振動数の変化と計測温度の変化を図-4に示した。縦軸は固有振動数(第一軸:表示範囲:0-11Hz)および温度(第二軸:表示範囲:0-35℃)、横軸は計測日(2007年5月～2008年5月末)を表す。橋体温度(床版および主桁部)は季節変動とともに5～30℃の範囲で周期的に変動している様子がわかる。なおピンクで示した温度は対象橋梁より数km西方のAMeDAS計測点(野母崎)で得られたものである。固有振動数については、1,2,4,5.5,6,8,10Hz付近にその軌跡を確認することが出来る。これらの振動数のうち、全計測期間を通じて安定して得られた振動数(1,2,4,8,10Hz付近)に着目して、その年間変動について検証する。

図-5は、計測対象期間(1年間)の固有振動数の変化の状況を、振動数ごとに抽出して表示したものである。図-5(a)は、固有振動数(各日)および、移動平均(赤色)を示したもので、振動数範囲(縦軸)はいずれも0.35Hzである。図-5(b)は、全計測期間を5/23-8/31、9/1-11/30、12/1-2/28、3/1-5/22に区分し、それぞれの期間(夏、秋、冬、春)の平均振動数(表示範囲:0.2Hz)を示したものである。表-1はその具体的数値を示したものである。振動数変化分(最大-最小値間)は、低次より0, 0.06, 0.03, 0.13, 0.05Hzであった。図-5(b)より、8,10Hz付近の振動数において温度変化と振動数変化が顕著であったことがわかる。対して1Hz付近のものは年間を通じてほぼ変動していないが、これは母数に対する変化量が小さいためと考えられる。低次振動数の年間変化の抽出については、ノイズ、現有の計測装置の性能(分解能)および構造同定推定法など、総合的な検討が必要と考えられる。2,3Hz付近の振動数については、両者の中間的傾向を示すと考えられるが、計測値に若干ばらつきが見られるため、詳細な検討は困難となった。

5. まとめ

橋梁長期モニタリングシステムを用いて、橋梁の表面温度、振動数の長期計測を実施し、温度変化に伴う振動数の変化を示した。本対象橋梁における固有振動数の変化は周期性を有し、その差は0.1Hz程度(8Hz付近において)であることを確認した。これら年間変動情報に基づく健全度評価について今後検討する予定である。本計測に際しご協力を賜りました、長崎県土木部・長崎土木事務所の関係各位に謝意を表します。

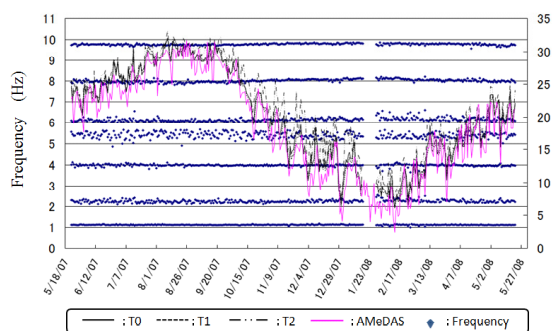
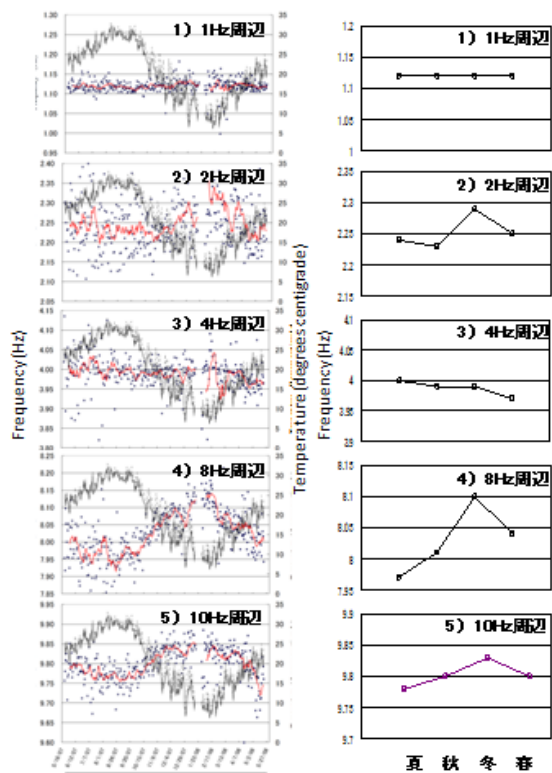


図-4 固有振動数の長期変化



(a) 長期的変動

(b) 季節変動

図-5 固有振動数の長期変動

表-1 固有振動数の季節変動(単位:Hz)

Period (Total days)	May23- Aug31 (101 days)	Sep1- Nov30 (91 days)	Dec1- Feb28 (80 days)	Mar1- May22 (83 days)
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 10Hz	9.78	9.80	9.83	9.80