

橋梁遠隔モニタリングシステムによる鋼ランガー桁橋の振動数観測

長崎大学工学部 正会員 ○奥松 俊博
長崎県土木部 正会員 中 忠資

長崎大学工学部 フェロー 岡林 隆敏
長崎大学工学部 学生会員 田代 大樹

1. はじめに

構造物維持管理のため、これまで構造同定および IT 技術を融合した振動特性モニタリング手法およびシステムを開発してきた^{1,2)}。最近では、よりユーザインターフェース機能が強化された PDA やスマートフォンなどの出現により、クライアント重視型のモニタリング環境の整備が実現可能となっている。一方で、振動数変化から橋梁健全度診断を行うためには、損傷による変動と、気象環境による変動を見極めておく必要がある。本研究では、ハンドヘルド型 PC をクライアントとする機動性を有したモニタリングシステムを開発し、さらに鋼ランガー橋の振動数モニタリングに適用することで季節的な変化を検出することを目的とした。その結果について示す。

2. 遠隔モニタリングシステム

振動計で検知した計測現場の常時微動データの一部を、一定時間ごとに遠隔地の管理事務所（モニタリングルーム）に転送することにより、管理事務所における固有振動数の常時モニタリングを実現する。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の機能を有するものである。両 PC 間のデータ通信は PHS による PIAFS 接続を利用した。遠隔モニタリングシステムの概要を図-1 に、橋梁振動遠隔モニタリングシステムの構成機器を表-1 に示す。なお振動特性推定には AR モデル¹⁾を用いた。本システムにより、計測の完全自動化、計測機器の遠隔制御、固有振動数推定を同時に実現している。図-2、図-3 は振動特性変化のモニタリング画面およびハンドヘルド型 PC を用いたモニタリング状況である。

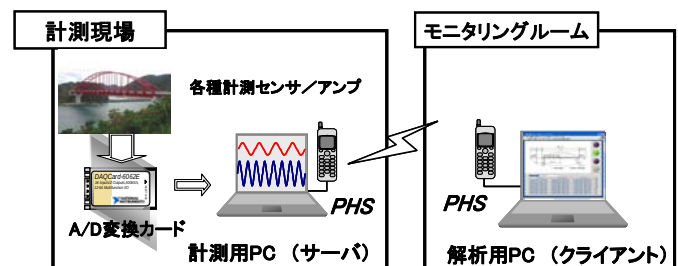


図-1 遠隔モニタリングシステム

表-1 システム構成機器

機器	型式	備考
加速度センサ	707LF (TEAC)	低周波型電圧出力タイプ
圧電型加速度計用アンプ	SA-611 (TEAC)	感度: 10(mv/m/s ²) 周波数応答: 0.2~8kHz
BNC端子台	BNC-2110 (NI)	アナログ入力ch数: 8
A/D変換器	DAQ Card-6062E (NI)	アナログ入力ch数: 16, 分解能: 12bit
サーバPC	Tornado8000 (AKIA)	OS: MS Windows 2000 Professional SP4 CPU: Pentium4, RAM: 256MB
クライアントPC① (ノート型)	VGN-A61B (SONY)	OS: MS Windows XP Home Edition SP2 CPU: Pentium M (1.6GHz), RAM: 1GB
クライアントPC② (ハンドヘルド型)	VGN-UX50 (SONY)	OS: MS Windows XP Home Edition SP2 CPU: U1300 (800MHz), RAM: 512MB
データ通信機器 (PHS)	CH-S203C/TD (SII)	64kbps通信 (PIAFS), CFカードタイプ (Willcom: TwoLink Data使用)

3. 実橋梁の長期観測

1) 対象橋梁

対象橋梁は樺島大橋（長崎市野母崎町）である。樺島大橋は橋長 227m（主径間 152m）、鋼重 677t、4 主桁の下路式ランガー桁橋（RC 床版）である。完工年は 1985 年で架設後 20 年を迎える渡海橋であり、常時潮風の影響を受ける環境下にあるため、維持管理の必要性が高い橋梁として位置づけられる。遠隔モニタリングを行う管理事務所は、樺島大橋から約 25km 離れた長崎大学工学部とした。樺島大橋の一般図を図-4 に示す。

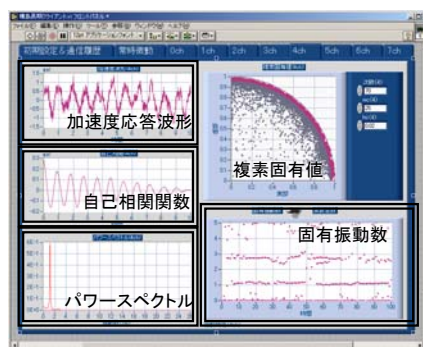


図-2 モニタリング画面



図-3 計測結果モニタリング状況

2) 計測方法

図-4 中に△印で示した位置に、計 4ch 分の加速度センサを設置し(橋長 1/2 地点より Ch-0～Ch-4 と設定)、常時微動(鉛直方向)の加速度を計測した。設置位置は外側主桁下フランジが横構の上フランジと連結する箇所であり、図-5a)に示すように固定設置した。サーバ PC および加速度センサ用アンプは図-5b)のようにプラスチック製の容器に収納し検査路脇(橋長 1/2 地点)に固定設置した。

4. 振動数推定結果

1) 固有振動数の推定軌跡

2006 年 1 月～2006 年 9 月の期間に実施した計測結果について示す。図-6 は、Ch-0 で計測した常時微動をもとに、AR モデルで算出した固有振動数の軌跡(5 分間分)である。図より 1Hz, 3Hz, 5Hz 付近に固有振動数が存在することがわかる。

2) 固有振動数の季節変化

加速度応答 30 秒間分(100Hz サンプルング)を 1 回区分として推定した振動数を、1 日ごと平均処理したものを図-7 に示す。図-8 は 5Hz 付近について抽出したものであり、図中の×印は各日の固有振動数、○印は各期(春, 夏, 秋)における固有振動数の平均値を示す。春期から秋期にかけて約 0.1Hz の振動数低下が見られた。気温上昇等の環境変化により、鋼材の材料特性の変化、特に伸びによる影響、また支承拘束条件の微妙な変化が生じたものと推測できる。

5. まとめ

橋梁部材の劣化・損傷により生ずる振動数の変化は微小と言えるため、橋梁の健全度評価を行うためには、年間変動を予め考慮しておく必要がある。一連の結果は、1 月～9 月の冬季～夏季の計測結果であるため、引き続き計測することで、その傾向を明らかにしたいと考える。

[参考文献] 1) 岡林, 奥松, 中宮: 常時微動に基づく AR モデルによる構造物振動数の高精度自動推定, 土木学会論文集 No.759/I-67, pp.271-282, 2004,
2) 長期遠隔モニタリングシステムの開発と遠隔計測への適用, 土木学会第 60 回年次学術講演会梗概集(第 I 部門), pp.109-110, 2005

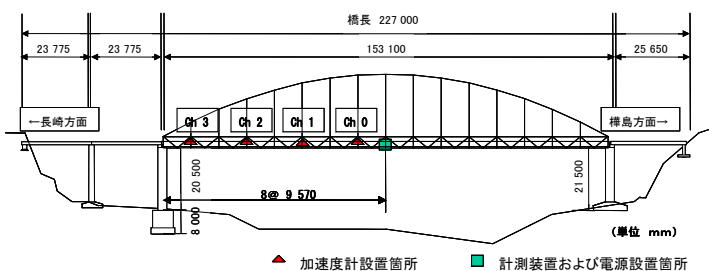
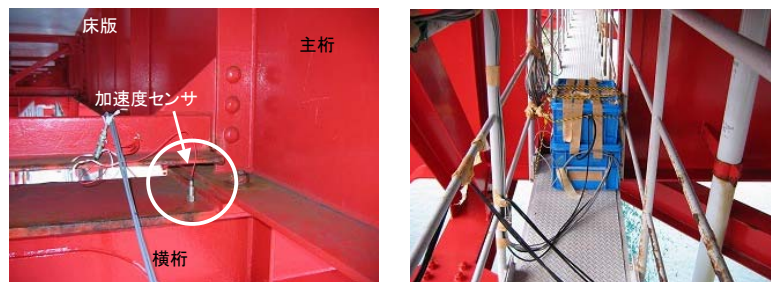


図-4 樺島大橋一般図および計測機器設置位置



a) センサ設置状況

b) クライアントシステム収納状況

図-5 計測機器設置状況

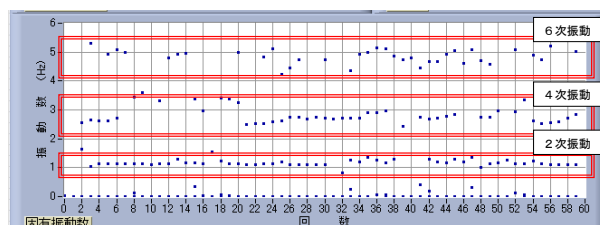


図-6 固有振動数の軌跡

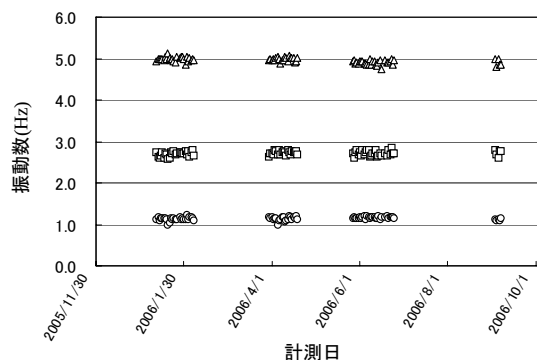


図-7 固有振動数の季節変動 (1,3,5Hz 付近)

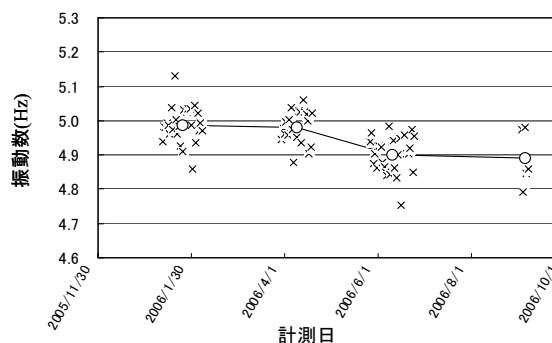


図-8 固有振動数の季節変動 (5Hz 付近)