

樺島大橋の長期遠隔モニタリングシステムの開発

長崎大学大学院 学生会員 ○要谷 貴則

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

長崎大学大学院 学生会員 田代 大樹

長崎大学工学部 正会員 奥松 俊博

1. はじめに

従来、橋梁の損傷箇所の発見は主に目視点検で行なわれてきたが、道路資産の増加に伴い、作業コストと効率性の両面から効率的な維持管理技術確立の必要がある。その手法の一つにモニタリングがある。しかし、これまで橋梁の長期モニタリングにより経時的な振動特性の変動について検証した例は少なく、これらの長期観測結果をデータベース化することで、今後の維持管理に貢献できると考える。本研究は、構造物動特性推定システム(AR モデル)¹⁾を、既設の橋梁に適用し、長期的な橋梁動態観測を実現しようとするものである。

2. モニタリングシステムの概要

橋梁の固有振動数について、長期的な動態観測から検証した例は少ない。また、橋梁の固有振動数は、老朽化による影響だけではなく、季節の変化に伴い変動すると考えられる。そのため、固有振動数の変化を長期的に観測し経時的な変動を把握する必要がある。そこで、本研究では、多点同時観測を行うことができる遠隔モニタリングシステムを開発し、実橋梁に適用した計測を行う。開発したシステムの構成図を図-1に、機器の構成表を表-1に示す。本システムは、計測を行うために計測現場に設置したサーバと、解析を行うために管理事務所に設置したクライアントから構成されている。サーバとクライアントとの間は PHS 通信によりダイヤルアップすることで、オンライン化されており、相互に通信を行うことが出来るようになっている。そのため、機器のメンテナンス時以外は現場に赴く必要が無い。効率的な動態計測を行うことができる。本システムを構築するにあたり、①常時計測の完全自動化、②計測現場における計測機器の遠隔制御、③橋梁の多点観測による固有振動数の自動推定、の3点を開発目標とした。

3. 実橋梁の長期計測

(1) 対象橋梁

開発した計測システムを長崎県に架設されている樺島大橋（橋長 227m、ランガ一部 153m）に適用し、本計測システムにより長期間の連続計測を行うことで、経時的な橋梁の固有振動数の変化を捉える。対象橋梁である樺島大橋の外観を図-2に、また、一般図と計測機器の設置位置を図-3に、対象橋梁と管理事務所である長崎大学との位置関係を図-4に示す。ノート PC および加速度計用アンプは、計測機器の放射熱による PC の熱暴走を防ぐために、樺島大橋の検査路上に収納用の

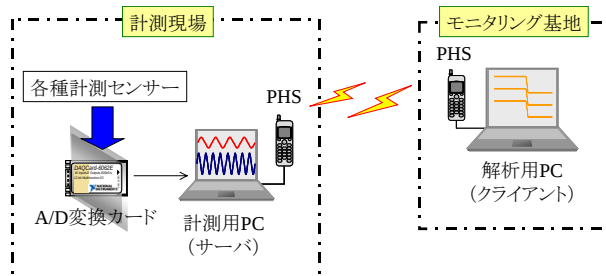


図-1 システムの構成

表-1 計測機器の構成一覧

機器名	メーカー(型番)	個数
圧電型加速度計	TEAC(707LF)	8
圧電型加速度計用アンプ	TEAC(SA-611)	8
BNC端子台	National Instruments(BNC-2110)	1
A/D変換カード	National Instruments(DAQCard-6062E)	1
ノートパソコン	akia	1
データ通信カード(PHS)	SII CardH TM 64(CH-S203C/TD)	1



図-2 樺島大橋外観

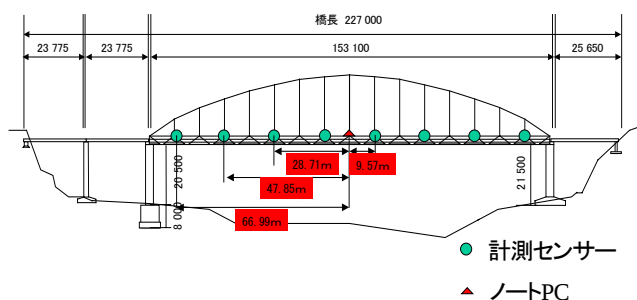


図-3 樺島大橋一般図



図-4 位置関係

箱を2つ設置し、アンプとPCを別々に収納した。また、加速度センサーは橋梁の横桁の下フランジに設置した。計測機器とセンサーの設置状況を図-5および図-6に示す。

(2) 計測方法

サーバとクライアントのシステムフローを図-7に示す。サーバは8点の多チャンネル同時計測を行う。システムは24時間稼働させ、4時間ピッチで計測データをクライアントへ自動送信する。転送する加速度応答はサンプリング周波数100Hzで計測を行い、10秒間分のデータを一回区分とし、最大振幅を含む5分間分のデータを用いる。クライアントは加速度データを受信し、保存すると同時に、本研究室で開発したARモデルに基づき、加速度応答から10秒毎に1回橋梁の固有振動数を算出し、1回の転送で30回の解析を行う。これを長期的に繰返し蓄積することで、樺島大橋の固有振動数の変化を明らかにすることができる。サーバ・クライアントともに一連の作業は完全に自動化していることから、本システムにより効率的なモニタリングを行うことができる。

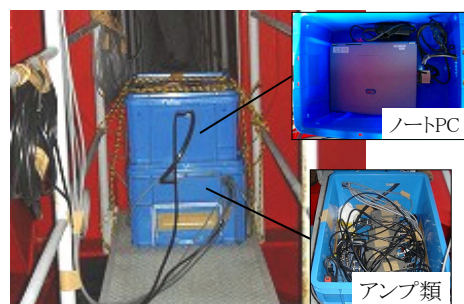


図-5 計測機器設置状況



図-6 加速度計設置状況

4. 計測結果

(1) 常時微動遠隔モニタリング

計測の結果得られたクライアントの計測画面を図-8に示す。本システムにより遠隔地からでも樺島大橋の常時微動の観測を行うことができ、効率的な常時微動計測が可能であることを確認した。

(2) 固有振動数の自動推定

2005年12月30日から2006年1月5日のシステム導入初期の間に計測した結果について示す。図-9は中心部から1/16点に設置した加速度計より得られた常時微動データを、ARモデルに基づき算出した固有振動数の軌跡を示している。縦軸は振動数、横軸は推定回数である。全推定回数について、1.1Hz付近に明確な振動数が確認できる。今後は、この計測開始初期の平均振動数を初期値とし、長期的に固有振動数をデータベース化することで、樺島大橋の固有振動数の経時的な変化を観測していく。

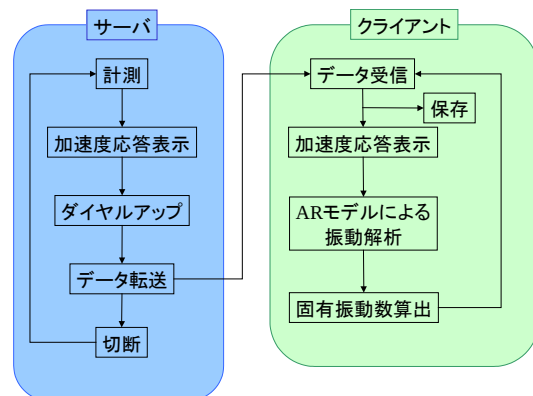


図-7 サーバ・クライアントのフロー

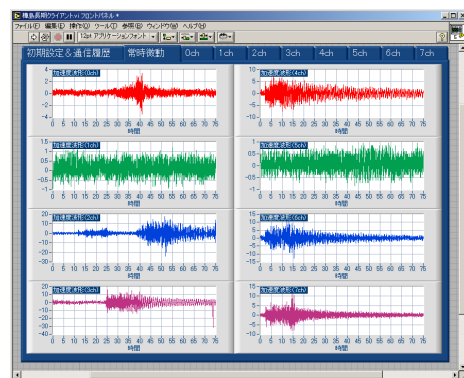


図-8 常時微動計測画面

5. まとめ

開発した遠隔モニタリングシステムを実橋梁に適用し、樺島大橋の長期計測を開始した。常時の多点計測を自動化したことにより、効率的な橋梁の常時微動観測を実現することができた。また、計測によって得られた樺島大橋の加速度応答データを、ARモデルに基づいて振動解析することにより、樺島大橋の明確な固有振動数を算出することができた。今回、得られた固有振動数を初期値として、今後、樺島大橋の長期的な橋梁動態モニタリングを行うことで、経時的な固有振動数の変化を観測していく。本システムの耐久性に関しては、対象橋梁が海渡橋であることから、サーバシステムの飛来塩分対策・防水処理を高める必要がある。

[参考文献]1) 木村、岡林、奥松、中宮：高精度振動特性推定法による道路橋損傷の検出可能性の検討、土木学会第58回年次学術講演概要 第I部門、pp.1279-1280(平成15年9月)

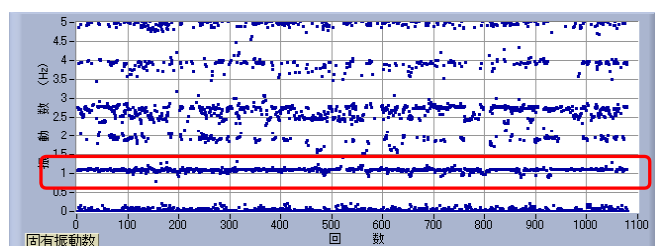


図-9 固有振動数推定の軌跡