

風荷重で加振される橋梁振動の遠隔モニタリングと自動振動数推定精度について

長崎大学大学院 学生会員 ○石橋直樹 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 下妻達也 長崎県土木部 正会員 中 忠資

1. はじめに

近年、橋梁の老朽化問題より、維持管理の効率化が求められている。橋梁に損傷・劣化が発生すると、剛性の低下に伴い振動特性に変化が生じる。本研究室では維持管理の効率化のため、振動特性の変化に着目した健全度診断法を提案している。これまで橋梁振動における振動数の変化を高精度に推定するシステム¹⁾の開発を行ってきたが、風速微弱時に推定する固有振動数にばらつきが確認されている。そこで本研究では、風速の変化による橋梁の常時微動の変化を長期的に計測するための遠隔モニタリングシステムの開発を行った。

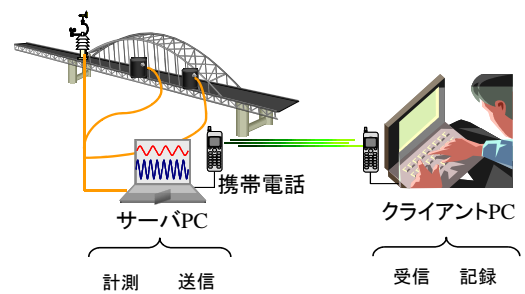


図-1 遠隔モニタリングシステム概要

2. 遠隔モニタリングシステムの概要

(1) 遠隔モニタリングシステムの概要

本研究で構築した遠隔モニタリングシステムの概要を図-1に示す。本システムは、サーバ・クライアント型の構造になっている。サーバは、橋梁に設置された風向風速計からデータを集約し、平均風速の大きい5分間の加速度を保存し、4時間に1度データ送信を行う。クライアントでは、送信されたデータの表示・保存を行い、遠隔地から計測現場の情報を確認できるようにした。サーバ・クライアント間のデータ転送には、携帯電話を用いている。システムのフローを図-2、クライアントの計測画面を図-3、構成機器を表-1に示す。

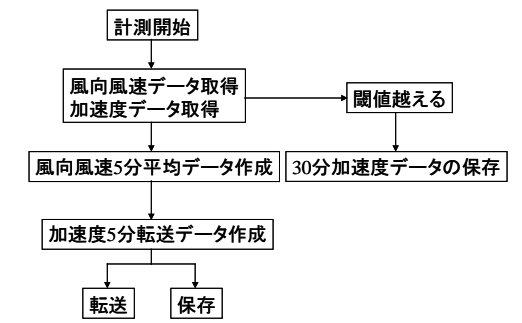


図-2 システムフロー

(2) 計測プログラムについて

本研究では仮想計測器ソフトウェア LabVIEW を用いてサーバ・クライアント型の計測プログラミングを行い、パーソナルコンピュータに様々な計測のための機能を搭載させることで自動計測、および遠隔計測を可能にした。また、開発したプログラムでは、サーバはクライアントへ自動的にデータ送信するようにプログラムしているので、計測現場の状況を現場に赴くことなく遠隔地から参照することができる。データ通信には広範囲で使用可能な携帯電話を使用した。

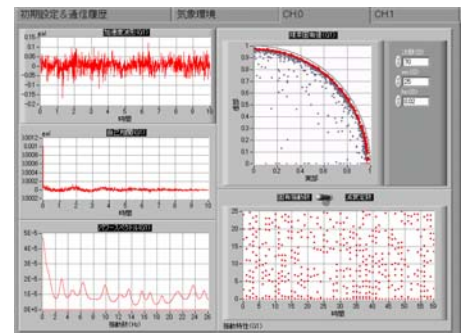


図-3 クライアント計測画面

3. 頭ヶ島大橋遠隔モニタリング

(1) 頭ヶ島大橋の概要

対象橋梁は、長崎県新上五島市に架設されている頭ヶ島大橋で、頭ヶ島大橋は橋長300m、最大支間150mの昭和55年に完成した3主桁鋼ランガー桁の道路橋である。完成から約27年が経過しており、海からの潮風などの影響で錆の進行も認められる。橋梁の揺れが大きいことから、風速25m/s以上の場合車両規制が行われている。また、図-4に頭ヶ島大橋概観を示す。

表-1 構成機器

サーバ側			
名称	型番	メーカー	個数
PC	Compaq nx6310	hp	1
気象観測システム	WM-5201	光進電気	1
BNCケーブル			5
アンプ	SA-611	TEAC	2
A/D変換カード	DAQCard-6062	National Instruments	1
携帯電話	SH903is	シャープ	1
コネクタブロック	BNC-2110	National Instruments	1
風向風速計持具			一式
加速度計	710	TEAC	2
クライアント側			
名称	型番	メーカー	個数
PC	DC5100SFF	HP	1
携帯電話	SH903i	シャープ	1



図-4 頭ヶ島大橋概観



図-5 頭ヶ島大橋架設場所

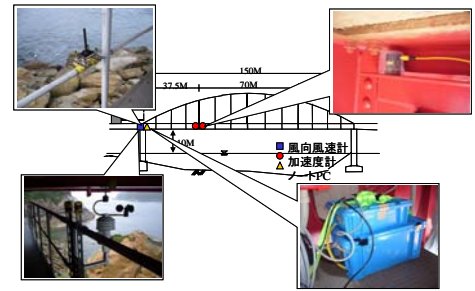


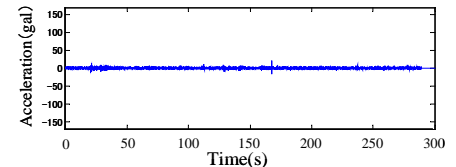
図-6 計測機器の設置状況

(2) 機器設置状況

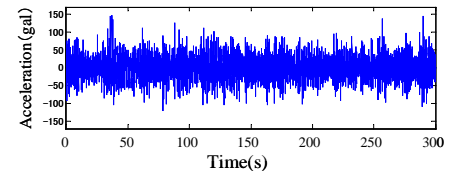
本研究では、H19年8月30日からH19年11月31日まで計測を行った。風向風速計、サーバ側ノートパソコンの設置位置した頭ヶ島大橋とクライアント側である長崎大学との位置関係を図-5に、また、計測機器の設置状況を図-6に示す。

(3) 計測結果

サーバ側から送られた加速度データ、加速度と風速における相関、風速における振動数の変化、を図-7、図-8、図-9に示す。図-7に示した加速度波形は同加速度計による5分間平均風速0.65m/sと風速5.66m/s時の加速度波形である。加速度の標準偏差は風速0.65m/s時に1.68gal、風速5.66m/s時において、24.0galと約14倍程度の加速度が発生している。図-8に平成19年9月1日から9月30日までの1ヶ月間の加速度と風速の相関を示す。風速が大きくなるにつれて発生する加速度が大きくなっていることが確認できる。図-9に風速別の固有振動数変化を示す。風速0.65m/sの場合は1次(0.5Hz)から2次(1Hz)の固有振動数は明確に確認できるが、高次の固有振動数はばらつきが確認される。風速5.66m/sの場合は1次から0.5Hz, 1Hz, 1.5Hz, 2.1Hz, 2.6Hzと1次から5次までの固有振動数が明確に確認できる。



a) 小さい風速(0.65m/s)の場合



b) 大きい風速(6.55m/s)の場合

図-7 加速度波形

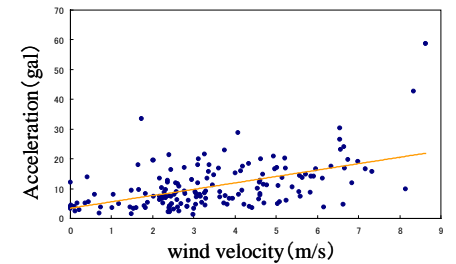


図-8 風速における加速度相関

4. まとめ

本研究をまとめると以下のようなになる。

- 1) 橋梁振動遠隔モニタリングシステムを開発し、サーバ・クライアント間を携帯電話によりネットワーク化することで、遠隔地にいながらにしてリアルタイムに風向、風速、加速度データを参照することを可能にした。
- 2) 本研究では、遠隔モニタリングシステムの実用性を確認したにとどまっているが、今後は長期間にわたって計測を行うことで、明確に固有振動数が確認できる風速値の検証を考慮しており、本研究ではその基盤となるためのシステムの有効性を検証した。

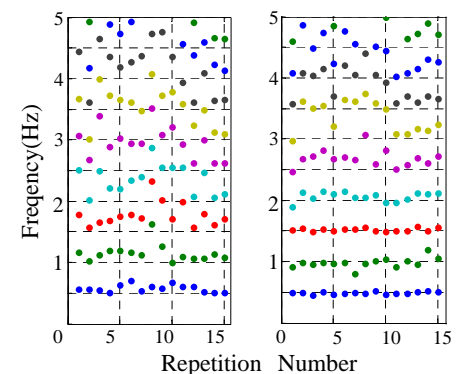


図-9 推定振動数

参考文献

- 1) Remote Monitoring of Mechanical and Environmental Situations of Highway Bridges by using Cellular Phone, OKABAYASHI, T., NAKA, T., OKUMATSU, T., and TASHIRO, D. : Proceeding of 4th International Symposium on Steel Structures, pp.231-236, 2006.