

橋梁振動の遠隔無人化計測

長崎大学大学院 学生員○宮崎 慎也 長崎大学工学部 フェロー 岡林 隆敏
長崎大学工学部 学生員 田野岡直人 長崎大学工学部 正会員 河村 進一

1. はじめに

我が国において、道路橋の多くは長年供用されており耐用年数を迎えた施設が数多く存在する。そこで構造物の振動計測は、既存構造物の健全度評価など様々な目的のために行われ、より高精度な振動計測が必要とされる。しかし、構造物の恒常的な計測が困難なこと、また、専門技術者の不足、モニタリングを必要とする施設が非常に多く、しかもそれらが遠隔地に点在しているという問題がある。そのため構造物の維持管理や既存施設の運用状態を遠隔で監視する計測技術の開発が重要な課題となっている。

そこで本研究は、構造物の振動を計測する可搬型計測システムと、デジタル通信技術を駆使して構造物の計測データを伝送し、遠隔でリアルタイムにモニタリングする技術を確認することを目的とし、構造物の恒常的な計測を実現した。また、実橋の振動実験により、本システムの有効性を検証した。

2. 実時間遠隔モニタリングシステム

(1) 実時間遠隔モニタリングシステムの概要

実時間遠隔モニタリングの概要を図-1 に、実際のシステムを写真-1 に示す。本システムは可搬型計測システムに PHS とデータ通信用 PC カードを装着したものをサーバとする。サーバの IP アドレスは長崎大学総合情報処理センターから PPP により自動的に割り当てられるので、取得した IP アドレスはメーカーが携帯電話を使用してクライアントに通知する。これで外部から長崎大学総合情報処理センターのネットワークに接続し、サーバで計測したデータをクライアントの PC へ伝送するものである。

(2) データ通信プログラム

可搬型計測システムに使用した仮想計測器ソフトウェア LabVIEW(National Instruments 社製)には TCP/IP 関連の機能を持った VI (Virtual Instruments) がある。この VI を用いてクライアント/サーバ間のネットワークによるデータ通信が可能となる。図-2 にサーバ側とクライアント側のデータ処理の流れを示す。クライアント側でサーバの IP を指定して IP 接続を行い、ネットワークにつながった所で計測を実行する。サーバでは計測データのサイズと、多次元データを 1 次元に変換したデータをネットワークに書き込む。クライアントは受信したデータのサイズより計測データを多次元データへの復元を行い、画面に表示する。表示したデータのいずれかを抽出して振動波形の自己相関関数をフィルタ処理し、曲線適合することにより振動計測した構造物の振動特性推定をする。データ通信におけるクライアント側の LabVIEW のパネル画面を図-3 に示す。

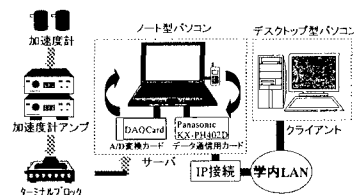
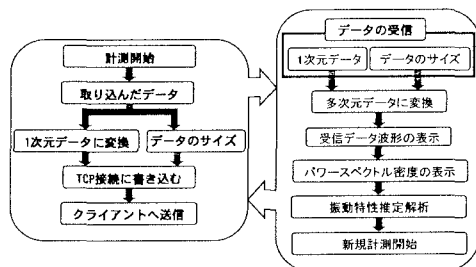


図-1 実時間遠隔モニタリングシステムの概要



写真-1 実時間遠隔モニタリングシステム



a) サーバ側 b) クライアント側

図-2 データ処理の流れ

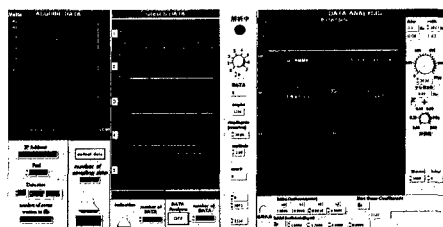


図-3 パネル画面(クライアント側)

3. PHS を用いた実時間遠隔モニタリングシステムによる実橋実験

長崎県内の歩道橋を対象に実時間遠隔モニタリングシステムを用いて橋梁の振動を計測した。3 橋の写真と振動計測器設置位置を表-1 に示す。また、計測結果より 3 橋の振動特性を推定した結果を表-2 に示す。

表-1 各実橋の諸元

		(1)長崎大学裏歩道橋	(2)長崎駅前歩道橋	(3)佐世保市内歩道橋
				
橋長(m)		17.90	30.00	36.80
設置位置	L/2	8.95	15.00	18.40
	L/4	4.48	7.50	9.20

表-2 実橋実験からの振動特性の推定結果

振動次数	(1)長崎大学裏歩道橋		(2)長崎駅前歩道橋		(3)佐世保市内歩道橋	
	固有振動数(Hz)	減衰定数	固有振動数(Hz)	減衰定数	固有振動数(Hz)	減衰定数
1次	5.34	0.011	2.65	0.007	2.99	0.022
2次	8.81	0.006	5.03	0.002	4.26	0.014
3次	16.68	0.001	11.70	0.002	6.05	0.002

実験方法としては常時微動・人力歩行加振・人力走行加振振動計測を行い構造物の振動波形を計測した。受信した計測データにはデータの欠落は無く、データの精度は信頼できるものであり、振動特性推定を行うのに問題はない。計測データは振動波形の自己相関関数をバンドパスフィルタによる処理を行い、非線形最小二乗法を用いて曲線適合し、構造物の振動特性推定をする。解析事例を図-4 に示す。①の画面は最新の計測波形、②は過去の計測波形の一覧、③は解析する波形、④は曲線適合波形である。本システムにより振動の計測・伝送・解析の作業が一連化され非常に効率よく振動特性推定を行う事ができる。

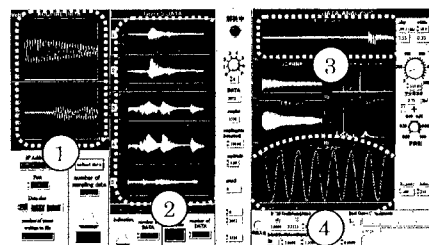


図-4 解析事例

4. 本システムの有効性

このシステムはアタッシュケース一つで計測現場に赴くことができ、しかも計測開始までの設置時間が非常に短い。また、計測技術としては一般の計測機器と変わらない精度を持っているが、今までの計測システムより非常に安価なものである。恒常的な計測となると長時間にわたって PHS からネットワークに接続しなければならないため通信費を浪費することになる。そこで ISDN 回線に接続しているリモートアクセスサービスの機能を持ったサーバを設置すれば、計測現場の PC がネットワークに接続する際、コールバック機能を用いることにより課金はサーバ側にまとめ、割引などを使った支払いが可能になる。また、接続先が確定するのでセキュリティが高まることなどから、通信費の低コスト化を計ることができる。今後の課題として恒常的な計測を行うために振動計測の無人化を実現するためには、現在のシステムの電源は機器本体のバッテリーから供給しているため太陽電池を利用した電源供給対策が必要である。また、計測側サーバの任意電源投入、IP アドレスの自動通知化を行う必要がある。

5. まとめ

本研究では構造物の恒常的な計測を行うためにデジタル通信技術を用いて構造物の計測データを伝送し、遠隔でリアルタイムにモニタリングする技術を実現した。このシステムは計測を必要とする構造物がデータ通信機器のエリア内にあれば恒常的な計測を行う事が可能である。

[参考文献] 岡林隆敏：道路橋振動の遠隔モニタリング，土木学会 Intelligent Bridge / Structure and Smart Monitoring に関する公開講演会，pp.23-32 (1999.11)