

無線 LAN を用いた橋梁施工管理のための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
オリエンタル建設(株) 正会員 吉村 徹

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 増田 大樹

1. はじめに

近年、建設コストの削減等の理由により新しい構造形式の橋梁が設計・建設されている。これらの橋梁は、建設中または、供用後に実橋の応力変化や振動等の測定、解析、評価を行う必要がある。従来の計測では、その都度現場へ赴き計測を行うことでデータを取得する必要があった。そこで本研究では橋梁施工管理業務の改善を目的として、施工時のひずみや温度の自動計測と遠隔モニタリングを実現する遠隔モニタリングシステムを開発した。本システムの実用性を確認するため、実橋梁の施工管理に導入し、その有効性について検証した。

2. 橋梁施工モニタリングの目的

本研究では、これまでに開発してきた遠隔モニタリングシステムを用いて、PC エキストラードード橋の施工管理に適用した。対象橋梁は鹿児島県に建設中の野井倉大橋である。外観を図-1 に一般図を図-2 に示す。野井倉大橋は橋長 273m の 3 径間連続 PC エキストラードード橋である。エキストラードード橋では、主要な施工管理項目として、主桁の上げ越し管理と斜材の緊張管理が挙げられる。上げ越し管理は PC 桁橋と同様に最終的な主桁の出来高誤差が所定の許容値以内になるように、橋体温度や斜材温度の経時挙動を考慮して、張出し施工中の型枠セット高を補正する。斜材の緊張管理は PC 桁橋の PC 鋼材の張力管理と同様な方法で行うが、張力の経時変化量が大いことから、安全性の確認のため、その挙動を随時把握する必要がある。本研究では、施工段階毎に変化する主桁のひずみ、温度、または斜材の張力のモニタリングを自動化し、効率的な施工管理システムを構築する。

3. 橋梁施工管理のための遠隔計測システムの構成

対象橋梁の平面図を図-3 に示す。遠隔モニタリングシステムはサーバ・クライアント型の構成とした。設置するシステムは、図-3 に示すようにサーバを P1・P2 に、クライアントを現場から数百m離れた事務所に設置する。サーバは図-4 のように、サーバ用 PC、データロガー、加速度アンプ



図-1 野井倉大橋外観

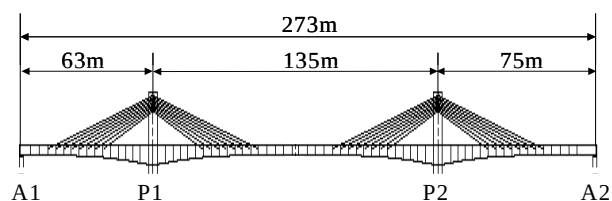


図-2 対象橋梁一般図

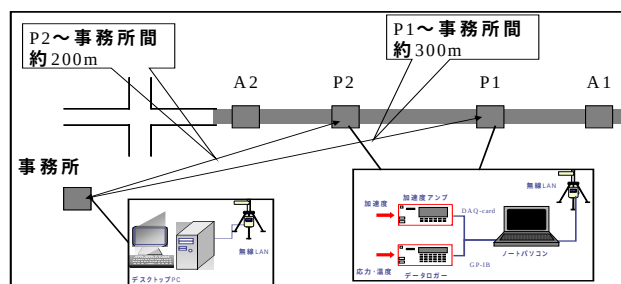


図-3 対象橋梁平面図



図-4 サーバの設置状況



図-5 無線 LAN 設置状況

キーワード：橋梁施工管理、自動計測、遠隔モニタリング、無線 LAN

連絡先：〒852-8521 長崎市文教町 1-14 長崎大学工学部社会開発工学科 TEL095-819-2626

から構成し、橋梁床版上に設けた計測室内に設置した。また、サーバからの計測データ通信用に設置した無線 LAN を図-5 に示した。現場内のイントラネットを構築するために各橋脚と現場事務所の 3 箇所に無線 LAN を設置した。

表-1 は遠隔モニタリングシステムの構成機器を示したものである。本施工現場における無線通信距離は最大約 300m であったが、欠損なくデータ通信を行うことができた。サーバ PC では自動計測用のプログラムを起動した状態にし、橋梁の各点に分散しているセンサーから自動的にデータを集約しクライアントへデータ送信を行う。クライアントは、サーバからのデータを受信し、各計測データの表示と保存を行う。本システムにより、管理者は現場に赴くことなく計測現場の状況を遠隔地から確認することができる。

4. 遠隔モニタリング結果

本システムを用いて、野井倉大橋の施工時遠隔モニタリングを行った結果について示す。主桁および斜材に設置したセンサー設置位置を図-6 に示す。計測項目はケーブルの加速度(4ch)、ダミー斜材と主桁の温度(外気温を含む)(13ch)、主桁と主塔のひずみ(8ch)の合計 25ch である。表-2 に 1 橋脚当りの計測項目、使用センサーまた計測点数を示す。図-7、図-8、図-9 に遠隔モニタリングの結果クライアント PC に表示された各計測画面を示す。ここでケーブルの振動計測を行う際、本研究室で開発した振動特性推定法²⁾に基づき得られた振動数を施工管理に応用している。ひずみと温度計測結果の画面では、各計測点の計測データをデジタル表示するとともに、過去 1 週間分の計測データをグラフ表示している。

5. まとめ

本研究では、計測とデータ転送の自動化に着目し、橋梁施工管理のための実橋梁の施工時モニタリングに適用した遠隔モニタリングシステムを開発し、斜材の加速度、主塔と主桁のひずみ、ダミー斜材と主桁の温度計測を現場事務所に設置したクライアント PC でモニタリングすることにより、施工段階毎に効率的な遠隔計測を実現することができた。

【参考文献】1)岡林,吉村,河村,細川: 無線 LAN およびインターネット技術を活用した橋梁施工管理のための遠隔計測システム,構造工学論文集 Vol.47A,pp285-292,2001.3

2)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)

表-1 システムの構成機器一覧

使用機器	製造メーカー	型式
加速度計	東京測器	AR-2F
応力計	東京測器	KM-101A
熱電対	東京測器	T型(ビニル被覆)
加速度アンプ	東京測器	SDA-810C
データロガー	東京測器	TDS-302,TDS-303
無線 LAN	ICOM	BR-200
A/D 変換カード	National Instruments	DAQ Card-6062E
GPB カード	National Instruments	PCMCIA-GPIB
プログラム開発ソフトウェア	National Instruments	LabVIEW 7 Express

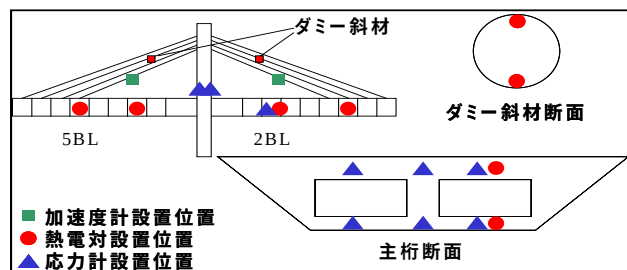


図-6 計測箇所

表-2 計測項目(1 橋脚当り)

計測項目	使用センサー	計測点数
ひずみ	埋め込み型応力計	8
斜材張力	加速度計	4
温度	熱電対	13

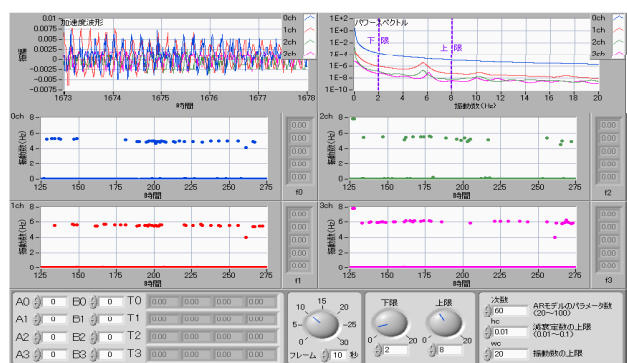


図-7 ケーブルの振動計測

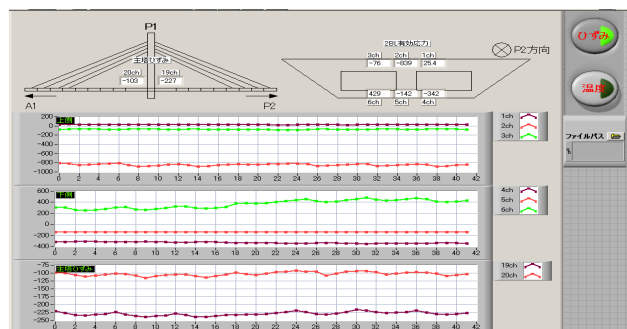


図-8 ひずみ計測

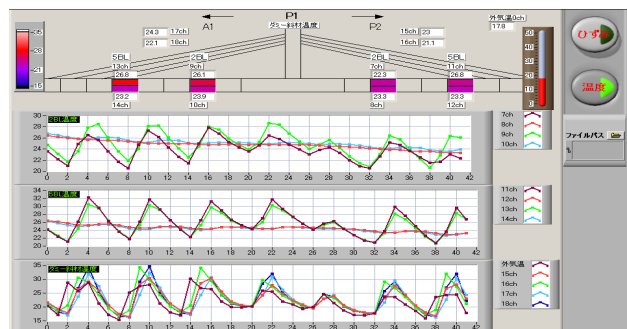


図-9 温度計測