

無線 LAN を用いた計測システムによる橋梁施工管理業務の改善

長崎大学大学院 学生会員○要谷 貴則 長崎大学工学部 フェロー 岡林 隆敏
オリエンタル建設(株) 正会員 吉村 徹 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,自動計測,自動データ転送,遠隔モニタリング¹⁾に着眼し,自動計測システムを組み込んだ遠隔モニタリングシステムを開発し,システムの実用性を確認するため,実現場の施工管理に導入した遠隔計測を行う.

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 エクストラードード橋の施工管理に適用した事例を示す.エク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,張り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きいため,安全性の確認のため,その経時挙動を把握する必要がある.本研究では,施工段階ごとに変化する主桁の応力,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

開発した遠隔モニタリングシステムはサーバー・クライアント型の構成になっている.構築した計測システム(サーバー)を図-1 に構成機器を表-1 に示す.サーバーは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のデータの送信を行う.クライアントは,サーバーからのデータを受信し,各計測データの表示とデータの保存を行う.サーバーはクライアントへ自動的にデータを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.

4. 現場計測システムの構築

1) 計測対象橋梁

対象橋梁は,鹿児島県に建設中の橋長 273m の 3 径間連続 PC エクストラードード橋である.図-2 に一般図を示す.また,

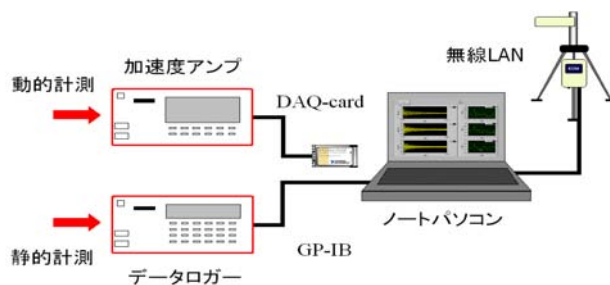


図-1 計測システムの概要

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

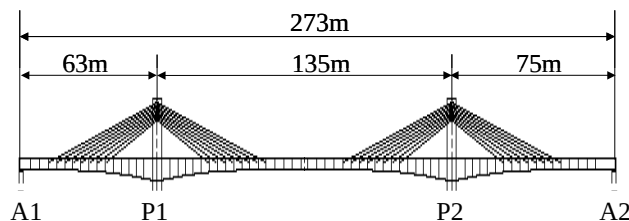


図-2 対象橋梁一般図

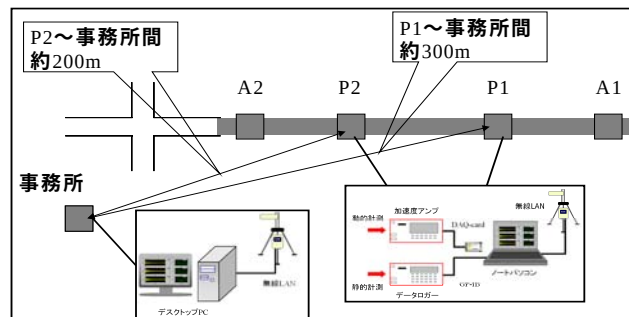


図-3 現場内ネットワークの構成

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
応力	埋め込み型応力計	8
斜材張力	加速度計	4
温度	熱電対	13

対象橋梁および周辺の平面図を図-3 に示す. 設置するシステムの位置は図-3 に示す通り, サーバーを 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.

2) 現場内ネットワークシステムについて

本橋で構築した遠隔モニタリングシステムは, 橋脚上に計測室を設け, 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. P1と現場事務所とは約300m離れているが, 指向性アンテナを使用することにより通信を可能とした.

5. 適用事例

主桁や斜材について温度および張力の経時変化量を的確に把握するため, 表-2 のような項目の計測を行う. 計測したデータはコンピュータに取り込んで解析することで施工段階ごとの管理に反映させる. 計測箇所を図-4 に示す. 計測内容は, 内側のケーブルの加速度を4ch, ダミー斜材と主桁の温度を13ch (外気温を含む), 主桁と主塔の応力を8ch, 合計で25chを計測する. 計測システム, 無線LANの設置状況を図-5 に示す. 計測室内にはデータロガーと加速度アンプを設置し, ノートPCでは自動計測用のプログラムを起動している. 図-6 に各計測画面を示す. ケーブルの振動計測の画面上では, 本研究室で開発した振動特性推定法²⁾に基づき得られたケーブルの振動数をケーブル張力に変換し, 施工管理に応用している. 応力計測と温度計測の画面上では, 各計測点の計測データをデジタル表示し, 下のグラフでは計測データの時間変化を過去1週間分確認することができる.

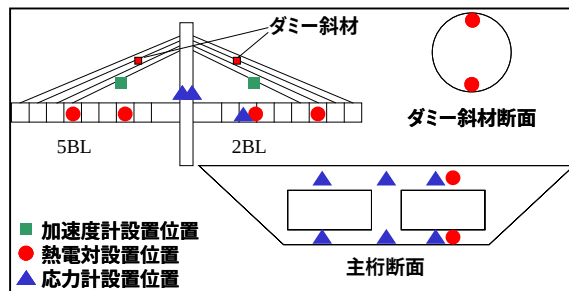


図-4 センサー設置箇所

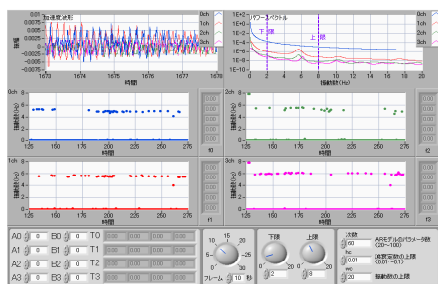


a) 計測システムの設置状況

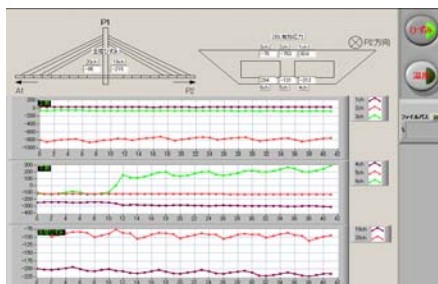


b) 無線LAN設置状況

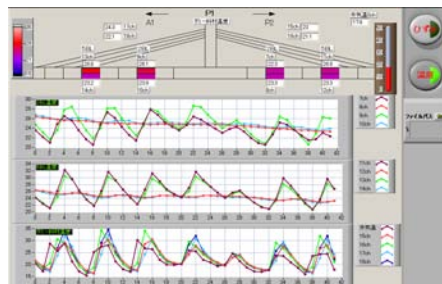
図-5 機器の設置状況



a) ケーブルの振動計測



b) ひずみ計測



c) 温度計測

図-6 計測画面

5. まとめ

本研究では, ①計測とデータ転送の自動化に着目し, GPIB と A/D 変換カードを使用した自動計測プログラムを開発した. ②本プログラムを組み込んだ遠隔モニタリングシステムを開発し, システムを施工中の実現場に適用した計測を行った. ③斜材の加速度, 主塔と主桁の応力, ダミー斜材と主桁の温度を現場事務所に設置したクライアントからモニタリングを行い, その結果, 恒常的に橋梁の経時変化を効率よく捉え, 各施工段階に計測状況を反映することができた. 以上のことから, 本システムの有効性を検証した.

【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)