

空力励起振動するトラス橋梁部材の遠隔計測システムの構築と運用

長崎大学 正会員   ○西川 貴文   長崎大学 正会員   奥松 俊博  
長崎大学 正会員   中村 聖三   長崎大学 フェロー   岡林 隆敏

1. はじめに

橋梁の計測は主に、新設あるいは補修等の施工管理および既設橋梁の維持管理を目的として実施される。振動問題を例とすると、原因となる地震動や交通荷重、風などの周辺環境が変動するため、維持管理を目的とした計測は比較的長期にわたり実施する必要がある。長期モニタリングにおいては、データの管理、特に集録から取得までのプロセスを効率的に行うことが重要である。特に、計測対象の橋梁が遠隔地にある場合は、データ管理は最も重要な課題であり、加えて計測状況の把握とデータの監視をリアルタイムで実現することが必要である。一方で、社会環境の急速な高度情報化に伴い、通信速度の高速化、通信の頑健性の向上と通信の低価格化が進んでいる。

本研究では、ネットワーク技術を活用し、実際の橋梁維持管理業務における計測を、遠隔モニタリングによって実現するシステムを構築する。

2. 遠隔計測対象の橋梁とデータ

長崎県平戸市の平戸島と生月島の間に架橋される生月大橋は、平成3年7月に開通した橋長960mの3径間連続曲弦下路鋼トラス橋である。図1に対象橋梁を示し、その所在地とモニタリング・ベースを設置した長崎大学の位置を図2に示す。モニタリング・ベースから橋梁までは移動距離にして100km以上隔たっており、計測には遠隔モニタリング技術が必須である。対象橋梁において計測・遠隔モニタリングを実施する第一の目的は、風によって励起される部材振動と部材周辺の風況の現象把握にある。まず、中間橋脚上の鉛直材に隣接する斜材、計8部材のトラス主構面の面内・外振動を計測する。併せて、中間橋脚のそれぞれの天端に風向風速計を設置し、対象部材周辺の風向および風速を観測する。さらに、斜材基部格点付近の突き合わせ溶接部にひずみゲージを貼付し、部材振動時のひずみを測定する。計測対象を表1にまと



図1 遠隔計測対象橋梁（生月大橋，長崎県平戸市）

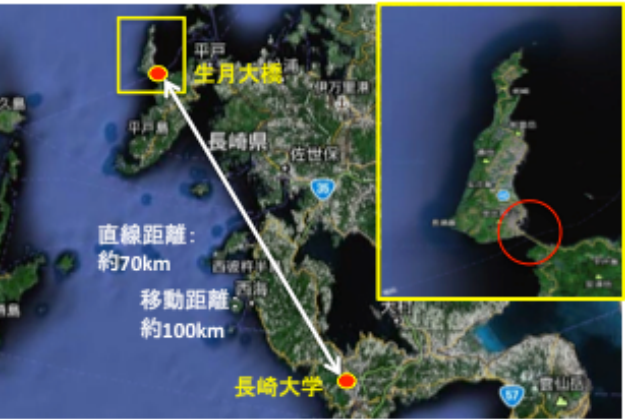


図2 計測地点とモニタリング・ベースの位置

表1 計測対象

| 対象     | 位置   | 数量           |
|--------|------|--------------|
| 主構面内振動 | 斜材   | 8（各中間橋脚上4部材） |
| 主構面外振動 | 斜材   | 2（各中間橋脚上1部材） |
| 部材ひずみ  | 斜材   | 5（1部材）       |
| 水平風速   | 斜材周辺 | 6（各中間橋脚上3）   |
| 鉛直風速   | 斜材周辺 | 2（各中間橋脚上1）   |
| 風向     | 斜材周辺 | 6（各中間橋脚上3）   |
| 映像     | 斜材   | 1（中間橋脚上）     |

表2 計測対象

| データ種別    | 集録速度<br>[time/s] | 成分数<br>[ch] | 出力頻度<br>[min.] |
|----------|------------------|-------------|----------------|
| 加速度      | 100              | 5           | 10             |
| 風速（風車型）  | 10               | 2           |                |
| 風向（風車型）  | 10               | 2           |                |
| 風速（超音波型） | 10               | 1           |                |
| 風向（超音波型） | 10               | 1           |                |
| ひずみ      | 10               | 3           |                |

キーワード 橋梁，計測，モニタリング，遠隔通信，リアルタイム

連絡先 〒852-8521 長崎市文教町1-14 工学研究科社会環境デザイン工学 TEL:095-819-2625

め、データ集録の仕様を表2に示す。また、計測部の構成を図3に示す。

3. システムの要求性能と構成

モニタリング・ベースにおいて、対象橋梁の部材振動および周辺風況の把握と、集録データの取得および分析・処理を実現するため、システムは以下の要件を満たすよう設計し構築した。

- 1) 橋梁側のデータ集録システムを搭載したコンピュータを遠隔操作・管理する
- 2) 集録データをベース側のサーバにリアルタイムに伝送する。その際、集録部においてデータの一次処理を行い、主要なデータを抽出し伝送する
- 3) ベース側もしくはその他の外部ネットワークからのリクエストに対して、オンデマンドなファイル転送機能を有する
- 4) 任意の外部ネットワークからWEBブラウザを利用して遠隔監視可能とする

4. 遠隔計測ネットワーク

(1) フィールド側

計測対象橋梁には位置的な事情から通信線が敷設されておらず、現地において利用可能なネットワーク・インフラは、新たに設ける有線専用線と既存の携帯電話・データ通信網のいずれかである。本研究では、計測データの通信に関する要件と将来的なネットワーク・インフラ整備の可能性、敷設・運用コストを考慮して、無線通信インフラを利用した。2012年3月現在、現地におけるデータ通信性能は表3に示すとおりである。

(2) モニタリング（ベース）側

対象橋梁における計測状況と集録データを遠隔監視し、さらに並行してデータの取得・処理を行うモニタリング・ベースとして、大学内に独立した光通信回線を有する監視室を設置した。2012年3月現在のベース側のデータ通信性能を表3に併せて示す。また、フィールド・ベース間の通信部の構成を図4に示す。

5. データ集録・処理・表示システム

集録されたデータは、フィールド側の集録システムのコントロールPCにローカルに保管され、並行して即時的にインターネットを介してモニタリング・ベースに伝送される。ベース側のサーバやワークステーションは、受信したデータに対して所定の処理を自動で実行し、その結果を表示する。さらに、それ

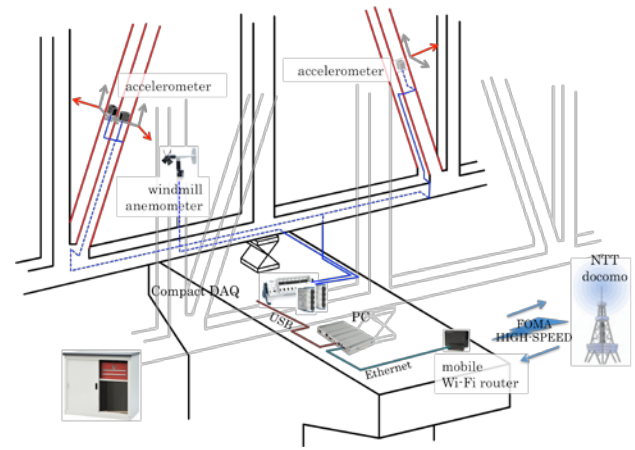


図3 遠隔計測システムの集録部の構成

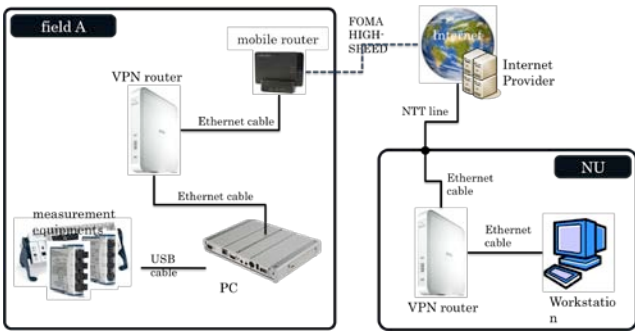


図4 遠隔計測システムの通信部の構成

表3 通信両端のデータ通信性能

|        | 回線                 | 接続<br>頻度 | 通信速度（理論値）         |
|--------|--------------------|----------|-------------------|
| フィールド側 | FOMA HIGH<br>SPEED | 常時       | 5.7Mbps[upload]   |
|        |                    |          | 7.2Mbps[download] |
| ベース側   | 光通信                | 常時       | 200Mbps[upload]   |
|        |                    |          | 200Mbps[download] |

らのプロセスと並行してデータ保管用にフィールド側から伝送されたデータ・ファイルをデータサーバに保管する機能を設けた。

6. まとめ

本研究で構築した計測・通信システムによって、遠隔地の対象橋梁の対象部材の空力励起振動の現象把握を高度に、かつ効率的で簡便に実現することが可能となった。

参考文献

1) 岡林隆敏, 吉村徹, 河村進一, 細川雅史: 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, pp. 285-292, 2001.