

無線センサネットワークを用いた橋梁モニタリングに関する基礎研究

名古屋工業大学 正 会 員 ○岩本政巳
名古屋工業大学大学院 学生会員 花井大希

1. はじめに

橋梁の維持管理等のため行われる橋梁モニタリングにおいて、各種センサとデータ集積装置はケーブルにより結ばれているのが通例である。しかし、多数のセンサを用いた計測や現場の状況によっては、配線作業が非常に煩雑となる、ケーブル敷設の制約から計測位置が限定されるなどの困難に直面することも珍しくない。

一方、RFID (Radio Frequency IDentification) 技術の進展により、IC タグによる無線通信を用いた各種システムが実用化されつつある。IC タグには、「Suica (スイカ)」などの非接触 IC カードや物流管理システムに用いられるパッシブタグのほか、電源を内蔵し自ら電波を発して通信を行うタイプのアクティブタグがある。このアクティブタグを利用すれば、配線作業のいらない無線センサネットワークが構築できる。

無線通信を用いた橋梁モニタリングについては、PHS 回線を用いて計測現場と研究拠点を結んだ遠隔モニタリング¹⁾などの研究例はあるが、計測現場内での無線センサネットワーク構築については、文献²⁾などで一部研究は行われているものの、その手法が確立されているとは言い難い状況にある。そこで本研究では、無線センサネットワークを用いた橋梁モニタリングについて基礎的な検討を行った。

2. 無線センサネットワーク

本研究では、図1に示すクロスボー社製無線センサネットワーク MOTE³⁾を使用した。MOTE の中核をなすのは MICAz と呼ばれる小型無線端末である。その主な仕様を表1に示す。個々の MICAz をノードとし、これにセンサ基板やデータ集積用 PC とのインターフェース基板を接続してセンサネットワークを構成する。MOTE はノード同士が自立的にネットワークを形成するアドホック通信機能とデータを自動中継するマルチホップ通信機能を有するため、センサノードを通信可能な範囲に適当に配置するだけで無線センサネットワークが構築できる。ただし、通信の最小インターバルが1秒程度と比較的大きいため、振動計測など高周波数サンプリングの計測には向いていない。



図1 無線センサネットワーク装置

3. 名古屋工業大学 24 号館での計測

本研究の目的は無線センサネットワークの橋梁モニタリングへの適用性を検討することであるが、ここではまず基礎研究として、図2に示す名古屋工業大学 24 号館 2 階廊下部での計測を行った。この建物の両翼の幅は約 81m、奥行きは約 45m である。

本計測では、MICAz (MPR2400J) 8 台を使用した。そのうちの 4 台には温度センサ、光センサ、マイクロホンなどを搭載したセンサ基板 (MTS310CA) を接続し、センサノード (図2中の測点①～④) とした。また、1 台は USB インターフェース基板 (MIB520) を介して

表1 無線センサ MOTE (MPR2400J) 仕様

項目	仕様
無線型式	2.4GHz, IEEE 802.15.4
形状 (除突起)	62 × 35 × 27mm
電源	DC3V (単 3 電池 2 個)
電流	スリープ 20～40μA データ送信時 30～50mA 受信時 15～40mA
通信距離	50m 程度
駆動時間 (理論値)	半年～1 年以上 (高容量型, 省電力モード)

計測用 PC に接続する基地局ノードとした。残り 3 台はそのまま無線センサ間の中継用ノード (図 2 中の⑤～⑦) として使用した。PC でのデータ収録には、同社が提供する計測ソフトウェア MoteView 1.4C を用いた。計測は 10 秒間隔で約 1 日間行った。データ量としては 10 分間隔での約 2 ヶ月間の計測に相当する。

4. 計測結果

平成 18 年 12 月 14 日から 15 日にかけて行った計測により得られた、気温計測値を図 3 に示す。午後 6 時頃から午前 3 時頃にかけて、測点③の気温が 24℃程度と高温になっている。これは、学生に開放されているコミュニティスペース (図 2 中の CS) のエアコンが作動していたためと考えられる。

MOTE ではセンサ出力と併せて、ネットワークの状態や電源のモニタリングが行える。本計測での主なネットワーク接続状況を図 4 に示す。図中のパターン 1 が最も頻度が高く、人通りが多かったと思われる時間帯ではパターン 2 や 3 も見受けられた。図を見る限り中継ノード⑤、⑥は不要とも考えられるが、ネットワークの冗長性を高める意味では有用と思われる。

上記計測に用いたセンサ基板 (MTS310CA) の後リリリースされたモデル (CB シリーズ) では新たに、省電力モードに対応した。そこで、省電力対応の MTS300CB と非対応の MTS300CA による比較実験を行った。それぞれ 2 ノードで計測を行ったときの電源電圧変化を図 5 に示す。この図より、省電力モードを使用することで電圧低下が大幅に抑えられることが分かる。

5. まとめ

無線センサを使用することで、有線の場合に比べ簡便な計測が行えることが確認できたが、急激な照度変化により温度計測値が変動するといった MOTE 特有の不具合も見受けられた。今後、実橋での計測など、さらに橋梁モニタリングへの適用性を検討する予定である。

参考文献

- 1) 奥松ほか：橋梁維持管理を目的とした PC 橋梁の振動特性長期遠隔モニタリング，土木学会第 61 回年次講演会，I-611，2006。
- 2) 宮下ほか：二台の無線 LAN 加速度計による橋梁の振動モード形同定，土木学会第 61 回年次講演会，I-496，2006。
- 3) クロスボー株式会社：無線センサーネットワーク MOTE，<http://www.xbow.jp/motemica.html>。

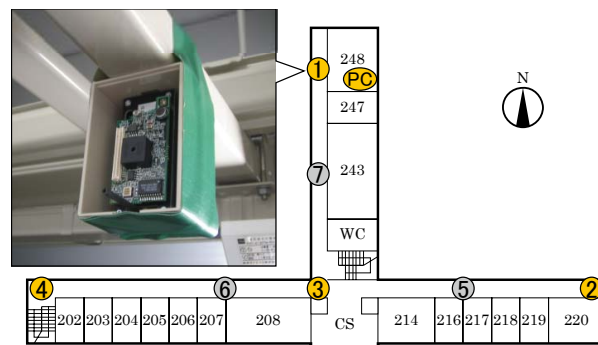


図2 無線センサの配置

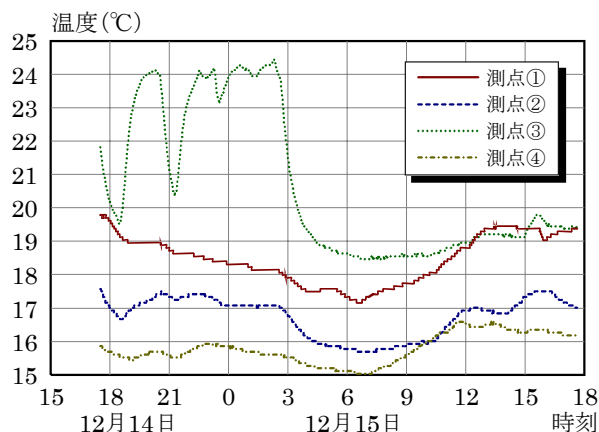


図3 気温計測結果

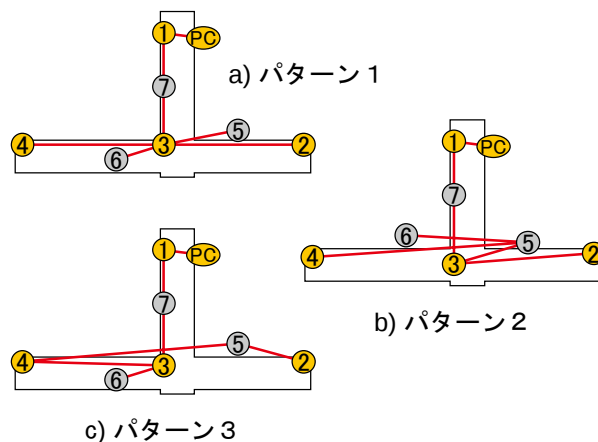


図4 ネットワークの接続状況

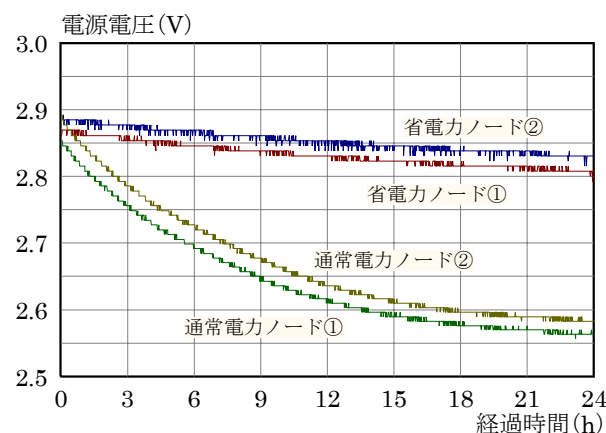


図5 各ノードの電源電圧の変化