

無線 IC タグを利用した水戸市千歳橋での橋梁振動測定方法の検討

茨城大学 学生会員 ○齋藤 修

茨城大学 正会員 安原 一哉

茨城大学 正会員 桑原 祐史

株式会社ユードム 非会員 中嶋 紀夫

1. はじめに

構造物の健全度を把握する方法の一つとして、構造物の振動を計測して分析する方法がある。一般的な計測機器は、センサ・アンプ・レコーダなどの容量も大きく外部の電源が必要なシステムが主流であり、構造物の中で、特に橋梁でのデータ測定では測定環境の面での制約も多く不便な点が多くさらに高価である。

しかし近年、センサ自体の高性能化・小型化や省電力化、低価格化は著しく進み RFID(Radio Frequency Identification:無線 IC タグ)との組み合わせで電池駆動で長寿命な測定期間を実現できるようになり、低価格でありながら大規模なセンシングネットワークが実現できる。今回、実証実験を兼ねて茨城県水戸市に架かる千歳橋で橋梁の環境情報、特に振動解析を目的とした低価格なセンシングネットワークシステムを構築し振動情報を取得することができた。本システムの構築上の問題点やこれからの可能性・有効性と応用の可能性について検討した。

今回選択した加速度センサ付高機能タグ(以下加速度センサタグ)を図1に示す。

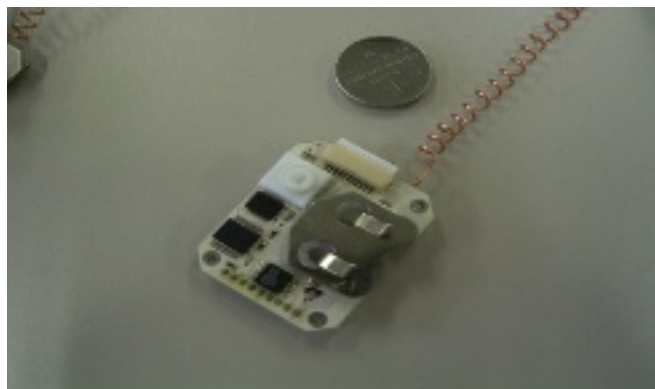


図1 加速度センサタグ

2. 加速度センサタグ

本研究では橋梁の震度に着目してその解析を目的と

することから加速度センサで振動を捉え、微弱無線(300MHz)帯域を利用した無線ネットワークでセンシングネットワークを実現する加速度センサタグを利用した。加速度センサタグのベースとなる RFID 部分は様々な通信インターフェイスを吸収できる入出力機能を持ち、プログラミングが可能で加速度センサ以外の各種センサを取り付け可能な I/O(Input/Output)を持つ。そしてセンサからの測定データを格納できる大容量のメモリを搭載している。また多数の加速度センサタグを利用することから価格、消費電力、大きさの検討も満足するものである。加速度センサ部は三軸の加速度センサをカスタムで取り付けたものであり MEMS(Micro Electro Mechanical System:マイクロ・エレクトロメカニカル・システム)製造技術を利用し高性能・低消費電力、低価格化を実現したものである。今回の加速度センサタグは独立行政法人産業技術総合研究所とワイマチック株式会社が共同研究開発した S-NODE と呼ばれる汎用性の高いものである。表1が三軸加速度センサの仕様である。

表1 三軸加速度センサの基本仕様

測定範囲	±2.0G or ±6.0G
測定分解能	12bit 100msecサンプリング
非直線誤差	X,Y軸 ±2% Z軸 ±3%
内蔵CPU	ROM 48kbyte, RAM 4kbyte 外部1MBメモリ
消費電力	稼働時 0.7mA以下 待機時 3mA以下
大きさ	36(W)X30(D)X3.2(H)mm

3. 橋梁の振動データ収集方法

本研究は経済産業省の「平成 18 年度地域中小企業支援型研究開発事業」の「ネットワークノードを用いた応用実用化研究」の共同研究の成果の一環として位置づけられ、産学官連携の共同研究開発事業である。

本研究では茨城県ならびに茨城県内市町村の協力を

キーワード ユビキタス, 振動解析, RFID, 橋梁, センシングネットワーク

連絡先〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部 0294-38-5166 E-mail: 06nd303a@hcs.ibaraki.ac.jp

得て、県内の橋梁を選択して今回、水戸市国道 118 号線に架かる築橋 30 年を超える千歳橋に加速度センサタグを取り付け、測定を実施した。



図2 千歳橋

図3が橋梁に取り付けた加速度センサタグと電池を内蔵したボックスである。橋梁に取り付けた加速度センサタグは常時振動を観測し、計測要求を PC から受けると 10 秒間振動データをサンプリングし固有振動数を算出しその結果を PC に送信する。



図3 橋梁に取り付けた加速度センサタグ
常時稼働を考慮して、今回の実証実験ではあえて円筒型 6000mA/H の大型のリチウム電池を利用して 5 年以上の稼働寿命を確保するためケースも大型になっている。データの送受信は 300MHz 帯域微弱無線を利用して微弱無線の通信範囲である 10 数 m の無線通信範囲内に加速度センサタグとセンサタグ用アクセスポイントをノート PC と接続して配置することにより行う。無線を利用することにより PC を車載して移動しながら多数の加速度センサタグからのデータ受信も可能であり、効率的な処理が可能である。

今回加速度センサタグは橋梁中央の橋脚直上部分に設置し 5 回の計測を実施した。表 2 が今回の測定値である。サンプリング周波数が 40Hz と低いために大型車が通過した時の固有振動で大きな値が出てしまった。また、計測時の感度が低かったために、スペクトル図が表示できなかった。この二点は今後、改善を施し計測精度を向上させていく。

表2 固有振動測定値

No	固有振動数:Hz	サンプリング周波数:Hz
1	2.721	40
2	2.722	
3	4.632	
4	4.636	
5	2.724	

5.まとめ

本研究は、橋梁等の振動データを効率よく収集して解析し、その結果として構造物の状況を把握して安全性を検証する一つの指標をつくることであり橋梁点検等の効率の向上の可能性を探るものである。今後、千歳橋で振動の多点計測を実施するとともに、茨城県下の橋梁に加速度センサタグを取り付け測定データを積み上げて行く。

謝辞

本研究では産業総合研究所知能システム研究所空間機能研究グループグループ長の大場光太郎氏、ワイマチック株式会社の山田 茂さまに多大なご指導とご協力をいただきました。また、茨城県土木部、茨城県道路公社、水戸土木事務所の関係各位にも多大なご協力をいただきました。ここに謹んで感謝申し上げます。

<参考文献>

- 1) 嶋田善多・矢吹信喜・坂田智己・(2004)土木設備の維持管理体制における巡視点検と IC タグの活用、「土木学論文集」No.777/VI-65, pp.161-173.
- 2) 齋藤 修・桑原祐史(2005) センシングネットワークの建築物応用「平成 17 年中小企業のための技術シーズ研究委託事業総合報告」.
- 3) (財)日本建設情報総合センター(2004) IC タグの建設分野での活用に関する研究会 16 年度報告書(概要版)公表。(オンライン), 入手先 <http://www.jacic.or.jp/topics/2005072601/ic_tagkenkyu8.html>
- 4) 齋藤 修・安原 一哉(2006) 地理情報システム学会 第 15 回研究発表大会 社会基盤施設の振動解析のためのセンシングネットワークの適用の可能性, Vol15, No.15, P.213-216.
- 5) 島田 静雄・橋本 保則・山下 裕康(2007)隅田川橋梁群の簡易振動計測レポート, 23P.