

構造物の異常を検知する太陽電池を用いた省電力橋梁モニタリング装置の作製

東京都市大学大学院	学生会員	慶田喜純
東京都市大学	正会員	白旗弘実
東京都市大学	非会員	岸田敦朗
東京都市大学	非会員	木村大紀

1. はじめに

日本において高度成長期に建設された公共施設の老朽化が問題になることが指摘されている.一斉に施設が老朽化する時期を迎えて維持更新費がかさむことになり、国や地方自治体にとって大きな負担となるのは避けられない¹⁾.現在構造物の健全性を把握するために目視検査を中心とした検査を実施しているが、経験豊富な検査員の確保が難しい事、診断・評価の複雑性、調査や人件費が多くかかる事等、問題が深刻化している.近年では先進的なセンシング技術や解析評価及び情報通信技術の発達により、構造物を常に計測し、損傷や異常の発生を検知し、発生直後に知らせる事が出来るモニタリングシステムの研究開発がなされており、メンテナンスの効率化が期待されている²⁾.

2.モニタリングシステムの概要図

構造物の点検の効率化についてはヘルスモニタリングという技術が研究されている³⁾.この技術は構造物にひずみゲージ・光ファイバー・加速度計などのセンサーを設置し、構造物の変位や振動を計測し、構造物の健全度を評価することを目的としている.本研究で作成したモニタリングシステムの概要は、電源部で発電した電力でセンサ部、データ入力部、通信部を稼働させ、センサ部で得たデータをデータ入力部で処理し、通信部で PC にデータを送信する.

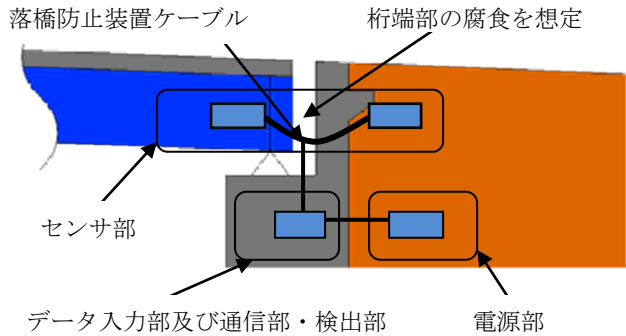


図2：モニタリングシステムの概要図⁵⁾

また、図2に示すように検出部から送られてきたデータをモニタリングするために BeagleBoard とよばれる小型のコンピュータ上にサーバーを構築することを目指している.またネットワークを介してデータの送受信を行えるようにすることができようなサーバシステムを構築することを目的とする.

また、この BeagleBoard-xM を採用した理由として電源部分に関してであるが5V、そして8Wの省電力で起動することが可能であるという点に関しても着目した点である.

3.BeagleBoard-xMの外観とスペック

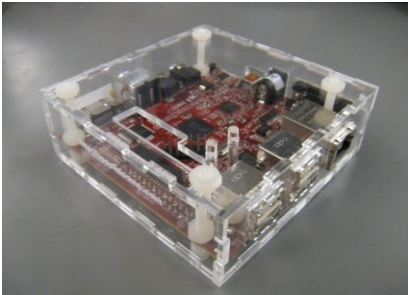


図3：BeagleBoard xMの外観と主要スペック

名称	内容
搭載チップ	OMA P3530/500MHz
オンボードDRAM	256M バイト(DDR-SDRAM)
オンボードFlash	256M バイト
SDカードスロット	1 基
USB OTG ポート	1 基(mini-AB コネクタメス)
USB2.0 ポート	1 基
14 ピンポート	1 基
拡張ピンヘッダ	12C,12S,SPI,GPIO
ディスプレイ	DVI 端子 (HDMI 端子を使用)
電源	5V AC アダプタ端子×1 基

KeyWords:モニタリングシステム、太陽電池、圧電素子、 Arduino 、 BeagleBoard

BeagleBoard へのシステム構築は以下に示すような手順で行った。

BeagleBoard へ Linux (Ubuntu11.04) をインストールし、BeagleBoard へ Arduino ドライバをインストールしデータを取得するためのソフトウェアの作成をする。

そしてデータ収集部と通信するために XBee 無線モジュールを用いてセンサが測定した情報をマイコン (Arduino) 制御により遠隔送信する。

4-1. センサ部およびデータ入力部の作成⁴⁾

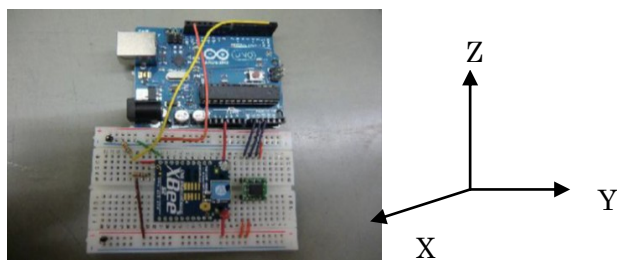


図4：データ収集部

モニタリング装置は電源を供給する電源部とセンサから収集したデータを処理、PC に送信するセンサ部およびデータ入力部に分けられる。以下にセンサ部およびデータ入力部の作成に関して述べる⁵⁾。

・センサ部およびデータ入力部の部品

Arduino、加速度センサ、XBee、ブレッドボード、抵抗 ($R1:10K\Omega$ 、 $R2:15K\Omega$)

・センサ部およびデータ入力部の動作

加速度センサから一定時間でデータ (アナログ信号) を得て、Arduino でデータを、数値化 (アナログ数値) し、XBee により PC にデータを送る。また、PC 上において Processing を用いて、グラフ表示する。

通信ができた際の波形を図5に示す。左より X 軸方向に動かした時の波形、Y 軸方向に動かした時の波形、Z 軸方向に動かした時の波形である。

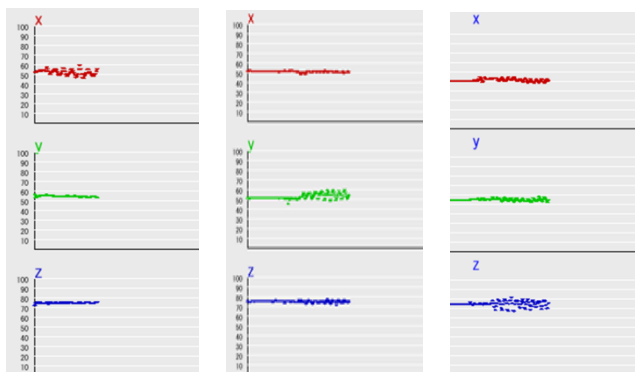


図5：Processing での加速度の波形

4-2 圧電素子 (PVDF) の導入

圧電素子により橋梁の落下を検知するセンサの適用性を考慮した。図6に示すように、圧電素子は柔軟性があり耐衝撃や屈折に強く、面で計測することにより測定範囲が広い等のメリットが挙げられる。

これらの事は様々な分野のセンサとしての用途を拡大することができる長所と考えられる⁶⁾。

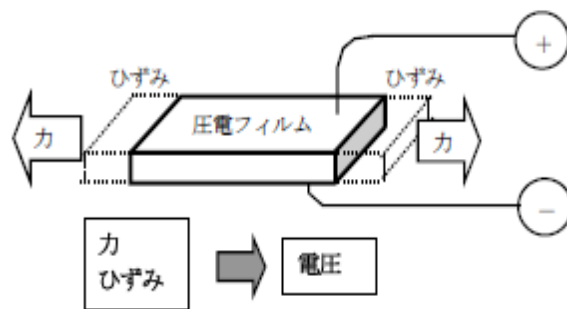


図6：PVDF と圧電効果

5. まとめと今後の展望

今回、本研究における省電力モニタリング装置の作成ということの考慮より BeagleBoard そして、Arduino を選定した。また、落橋防止装置ケーブルに張力等が作用した際にこれらを検知し HTTP (ウェブ) や SMTP (電子メール) 等の通信プロトコルによって異常時を外部にデータとして送信することや、主として応力が集中しやすい溶接リブ部分にセンサーを設置し、金属疲労や腐食を (圧電素子・歪みゲージ等で) 計測・モニタリングするシステムの構築手法等を今後の課題とし、その結果は当日報告する。

[参考文献]

- 1) 野村総合研究所編、神尾文彦・稲垣博信・北崎朋希：「社会インフラ次なる転換」、(東洋経済新報社、2011年)
- 2) 日本構造物診断技術協会編：「橋の診断と補修」、2000年
- 3) 小国健二、佐伯昌之、井上純哉他：「社会基盤センシングのための階層型センサネットワークの位置同定手法の開発」、土木学会論文集A、vol.64 NO.1、82-100,2008.1
- 4) Charles Platt：「Make Electronics」、(オーム社、2010年)
- 5) 安藤繁、田村洋介、戸辺義人、南正輝：センサネットワーク技術、東京電気大学出版局、2005年
- 6) 石丸和宏、加藤慎吾、園田恵一郎：ピエゾフィルムを用いたひずみセンサに関する一考察、土木学会第58回年次学術講演会平成15年9月 109-110