

太陽光発電を用いた橋梁モニタリング装置の稼働実験

東京都市大学 正会員 白旗弘実
東京都市大学 非会員 上田奈那子

1. はじめに

橋梁の破壊は地震あるいは腐食や疲労などの劣化によって起こるといわれている。社会資本の劣化の問題が指摘されているが、構造物のモニタリングに関する研究が行われている¹⁾。

特に常時モニタリングにおいては、電源確保や配線の問題、得られたデータの保存や解析でシステムが複雑になり、高価になる。圧電素子などを利用した自己給電型のモニタリング装置の開発が行われてきている²⁾。著者らは数分に1回の割合で計測を行い、橋梁が崩壊・落下したかを検知する安価で、太陽電池により自己給電できるシステムを作製し、基本的な動作確認を行った³⁾。

外部から給電することなく、太陽電池のみで、どれだけ稼働が実際に可能であるか測定したので、その結果を報告する。

2. システム概要

作製したシステムを図-1に示す³⁾。システムは4つの部分から構成される。センサ、データ収集、電源、データ通信部である。センサは超音波センサを2つ並べたもので、一方が送信、もう一方が受信を担当する。波動伝播時間から反射物までの距離を測定するものである。図-2に示すように、橋台などからの反射を想定して、距離を測ることにより、落橋したかどうかを検知するものであり、距離がある値を超えるとデータ通信を行うものである。

測距に際しては、電池の消耗を考慮し、4分間に1回の測定とし、測定していないときは、マイコンをスリープモードとするようにプログラムを作成した。

太陽電池は3Wであり、起電力は5Vである。太陽電池で得られた電力は充電回路を介して、リチウム・ポリマー電池に充電される。充電電池の起電力は3.7Vであるので、5Vに昇圧する素子をそなえている。データ収集部はArduino互換の基板で動作電圧は5Vである。

3. 実験概略

実験は、図-3に示すように、充電回路に接続されている太陽電池の電圧(出力)、充電電池の電圧および基板入

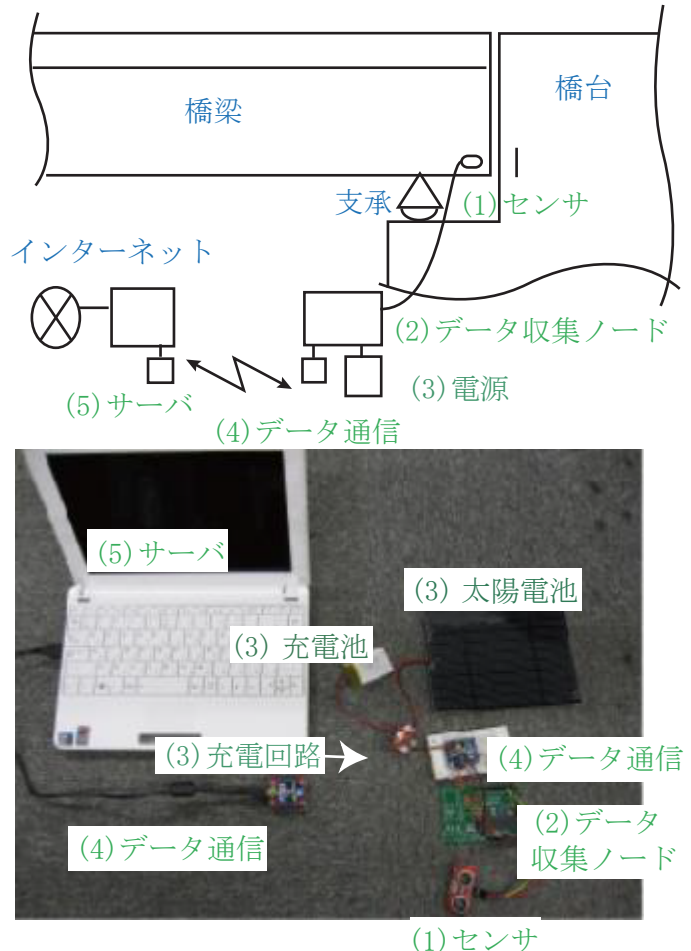


図-1 試作モニタリング装置

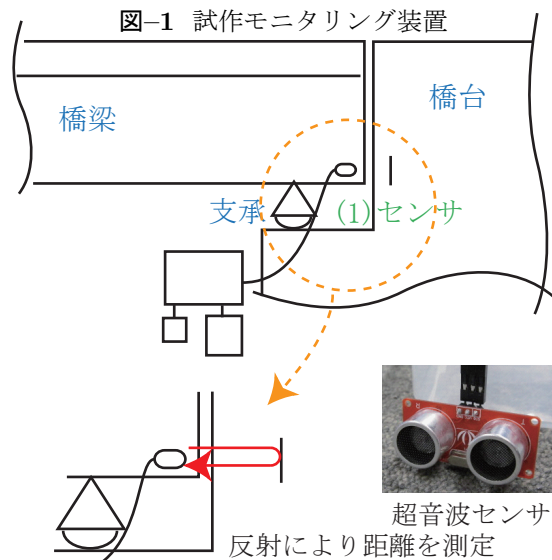


図-2 落橋検知モニタリングシステム

力部の電圧をテストにより測定した。測定期間は2012年の8月から12月である。できるだけ3時間おき、1日に8回測定できるように心がけた。場所は一般的な住宅の1階の南向きの屋根の上に設置した。太陽電池

Key Words: 橋梁, 長期モニタリング, 崩壊検知, 太陽光発電, 稼働実験

〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1

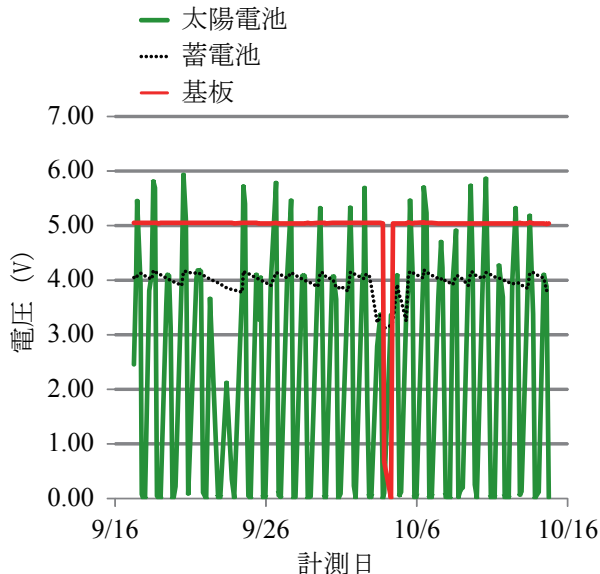
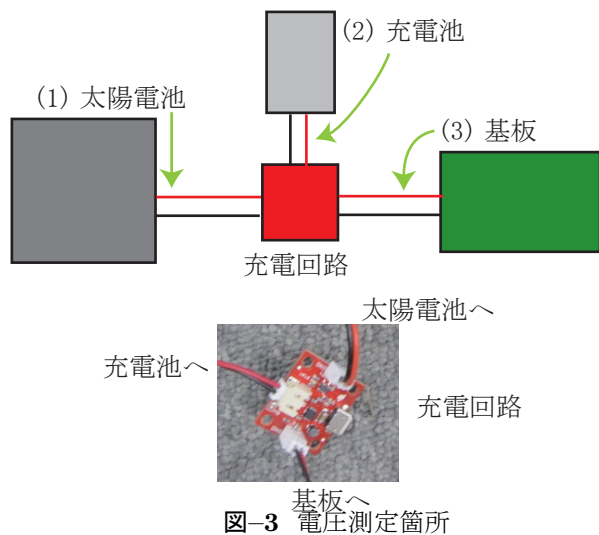


図-4 基板電源低下時前後6日間の電圧変化

はおおむね水平に設置された。測定は神奈川県川崎市で行った。

4. 実験結果

8月からの3か月間において、3回の電圧低下が見られた以外は正常に稼働していた。

電圧低下が見られた付近の経時変化を図-4に示す。図は横軸が時間で縦軸が電圧である。計測は9月16日から10月16日のものを示している。

図-4に示すように、10月3日に電圧が低下している。10月3日を中心に数日間の気象データを表-1に示す⁴⁾。気象庁のページでは、川崎市のデータがなかったので代わりに横浜市のデータを使用している。

当日は1日中雨であったこと、および日照がまったくなかったことがわかる。また電源供給は3日18時までは5Vであったが、低下したのは、20時時点での計測であった。その後は10月4日の10時の計測では5Vとなっている。およそ14時間、通電がなかったと

表-1 10月3日前後の気象データ

日付	日照 (時間)	天気昼 (6-18時)	天気夜 (18-翌6時)
9/28	0.7	曇一時雨	曇後晴
9/29	6.7	晴時々曇	曇後一時晴
9/30	6.1	曇時々雨	雨後晴、大風
10/1	11.3	快晴	晴
10/2	6.9	晴時々曇	曇時々雨
10/3	0.0	雨時々曇	雨時々曇
10/4	6.6	晴時々曇	曇一時雨
10/5	8.3	晴一時曇	曇

考えられる。

この他に起電力が低下した日は、10月3日のケースと同様、雨が降っていた日であった。ほぼ1日中雨が降る日では、起電力が低下することが考えられる。

5. おわりに

太陽電池を電源とした低消費電力のモニタリング装置の稼働実験を行った。3か月間で3回ほどの電圧低下が認められたが、1日中雨で日照時間が0時間となる日であった。しかし、おおむね長時間問題なく稼働するものと考えてよいと思われる。

起電力低下後の電圧の回復のための気象・日照条件をもう少し詳しく調べる必要がある。太陽電池は出力3W、充電電池は起電力3.7V、850mAhを使用した。これよりも高出力、高電流の電池を使用するなどして、長時間稼働を実現することは比較的容易であると考えている。

また、通信部にはZigBeeを使用しているが、通常は非常に省電力であるが、動作開始時に比較的大きな電力を一時的に必要とすることが知られている。この動作確認も行うことが重要である。

謝辞

本研究は科学研究費補助金を受けて行われました。ここに記して、謝意を表します。

参考文献

- 1) 小西真治：鉄道構造物のメンテナンス，土木学会論文集F, Vol. 64, No.4, pp.369-380, 2008.
- 2) 梅田 幹雄，坂井 康弘，中村 健太郎：圧電素子を用いた衝撃・振動による自己発電型ドアアラームシステム，電気学会論文誌. E, Vol.123, No.12, pp.534-540, 2003.
- 3) 慶田喜純，白旗弘実，岸田敦朗，木村大紀：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，第67回土木学会年次学術講演会，I-486, 2012.
- 4) 気象庁，過去の気象データ検索，<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>