

斜面観測のための低コストな機器構成による計測・データ収集システムの試行

東京工科大学 正会員 ○天野 直紀
株式会社 南伸 正会員 久米 仁司

1. はじめに

斜面における地すべりの発生を予測・観測することの重要性に対し、近年、急速に実用性を高めつつある、いわゆる IoT 関連の技術の適用が考えられている ([1], [3])。本研究では、主に道路に隣接するような斜面を広域にわたって自動的に監視するために適した、頑健で低コストの計測・データ収集システムの設計について試みた結果を報告するものである。

2. 計測装置（子機）

斜面に対する従来の多くの比較的高価な計測装置に対し、幾つかの先行研究において MEMS による加速度センサーを用いた試みが既にいくつもある ([1], [2])。本研究でも安価な MEMS による 3 軸加速度センサーを地中に埋め込んで用いることとする。その指針として 0.1[deg] の変化を検出できればよいものとした。

計測装置は安価かつ低い保守コストであることが必須である。このため、太陽電池による電源供給と無線通信によって実現することとした。低価格なセンサーでは分解能やノイズ耐性などの面から、必要と考えられている角度変位の計測精度が得られない。図. 1 は利用した加速度センサーを用いた角度の計測例（数値は角度相当のデジタル値）である。このように計測値にはばらつきがあり、このままでは斜面監視には利用できない（予兆でなく、地すべりの発生そのものを検出することには利用可能である）。このため、このばらつきの特性を評価した。簡易に微小角度変位を発生させる装置を作成し、比較的高精度な角度計測装置を基準とし、0.1[deg] の変化を発生させた。ここで用いた 3 軸加速度センサーの計測精度は約 4[mg] であり、このことから角度変化の計測精度を単純に求めると 0.3[deg] 程度となる。これに対し、おおよそ 100 回程度の計測値の平均値を求めれば、0.1[deg] の変化を検出しうることを確認した（角度計測ではなく角度変化の検出としての実現）。このことから、1 計測あたり 10Hz・10 回の加速度値の計測を行い、その平均値を送信する。また、このような計測を 1 分ごとに行うこととした。これより 10 分間分の計測値を用いれば、0.1[deg] の精度で変化を検出可能となる。

前述のような装置の実現のため、本研究ではマイコンとして TWE-LITE-2525A を用いた ([3])。ここで選定した小型の太陽電池と電気二重層キャパシターを用いて、予備実験では日照条件のよくない場所でも常時通信可能な機器構成とした (図. 2)。なお、単一乾電池 2 個での動作検証も行い、約 2 ヶ月間の運用実績から簡

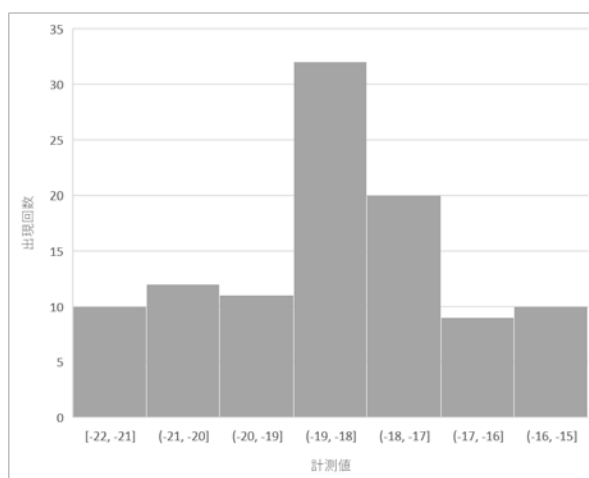


図. 1 加速度センサーから得られる値のばらつき例

キーワード 斜面観測, 計測, データ収集, 低コスト, IoT

連絡先 〒192-0982 東京都八王子市片倉町 1404-1 東京工科大学 TEL 042-637-2111

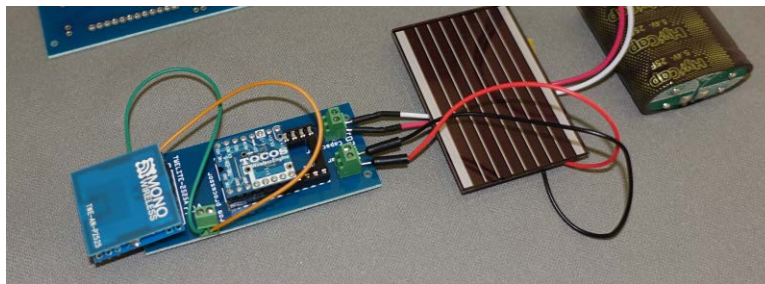


図. 2 通信装置の実装

易的に推定した動作可能期間は約 2.8 年間となっている。動作検証も行い、約 2 ヶ月間の運用実績から簡易的に推定した動作可能期間は約 2.8 年間となっている。

3. 計測装置（子機）・通信装置（親機）間の通信

選定したマイコンには IEEE802.15.4 による通信機能が組み込まれている。これは低消費電力で比較的長距離の通信が可能である。想定する斜面には背の高い雑草（2～3m 程度）が生い茂り、この雑草の影響を考慮した通信システムが必要である。予備実験では 3m ぐらいの高所に長距離通信用の指向性アンテナを設置したとき、雑草が 40m 程度あると通信が断絶した。このことから、両端のアンテナの設置方法を、アンテナ両端の高さからアンテナ間にある雑草の厚みを 40m 未満となるように設計した。

4. 通信装置（親機）の太陽電池による駆動

最後に得られたデータを活用するため、計測装置からのデータを受信した通信装置は更にインターネット回線を通じてサーバーへ計測データを送出する。ここでの試みは斜面の観測性能を最大とするため（実用時であれば間欠通信とすることも考えられる）、常時接続を実現することを目標とした。

表. 1に示すような機器構成としたとき、実験室で行った予備実験では 2 日以上直射日光による充電が途絶えなければ、電源を供給し続ける、すなわち常時接続が可能であると見込まれる。

表. 1 通信装置の機器構成

機能	種別	製品名・仕様等
計算等処理	マイコン	Raspberry Pi 2 Model B
インターネット通信	USB Modem	AK-020 + SIM
機器間通信用受信装置	マイコン	TWELITE-DIP(UFL) + アンテナ
電源保持	バッテリー	12V 38Ah バッテリー
電源供給	太陽電池	50W

5. 実験計画

上記のような設計の機器構成について、実際に沖縄県内の道路に接した斜面への設置、観測を 4～6 月から開始する。この実験では検証のため、乾電池によって動作する計測装置も並行して投入する。

参考文献

- [1] 宇都他：IT 地盤傾斜計測システムを用いた初生地すべりの変動計測事例の紹介，地すべり研究，Vol. 55，pp. 118-127，2011
- [2] 石澤他：傾斜計を用いた斜面崩壊時の地中内部変位計測による崩壊予測の有効性，日本地すべり学会誌，Vol. 50，No. 6，pp. 256-267，2013
- [3] 細山他：電子メール等を利用した緊急通報システムの開発，土木学会第 71 回年次学術講演会，pp. 681-682，2016