

警報と観測のためのスペクトラム拡散・長距離通信技術の野外実験

(株)数理設計研究所 ○玉置晴朗, 矢澤正人
 防災科学技術研究所 酒井直樹, 植竹政樹, 福園輝旗
 気象研究所 高橋 宙, 群馬大学大学院 松本健作

1. はじめに

防災と環境観測は公的団体が実施するものと期待されていた。しかし、民有地を含むすべての溪流や斜面を公共団体が監視するわけにもいかず住民にも自助努力が要請される時代になってきた。そこでセンサに通信機能を組み込んだ安価な警報機が求められている。ここに紹介するのは、センサと微弱無線によって住居から500m 範囲で利用することを想定した無線型警報機の実験レポートである。

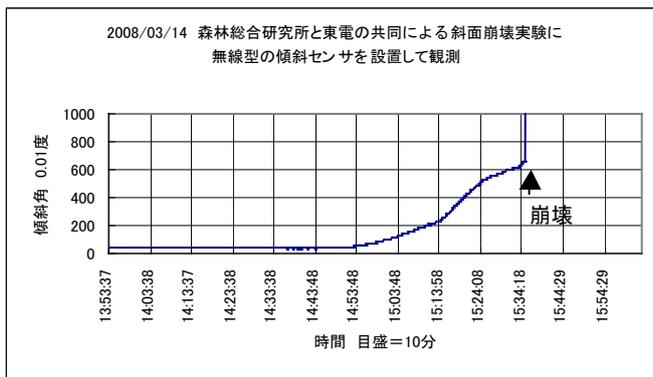
2. 傾斜センサ+微弱無線機

試験機は MEMS 加速度センサ(分解能 0.01 度)に 150MHz で 50nW の出力を持つ微弱電波無線機を直径 30mm 長さ 500mm のパイプに収めた完全防水型であり、観測値を 10 秒毎に送信して 10~50m ほど脇にある受信機でモニタした。

斜面への設置は再現性があることを確認するために同じような条件(おおむね斜面全長の下端から 20-30%) にしてある。

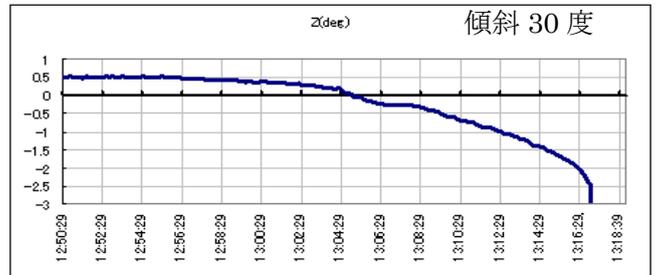
2.1 無線傾斜計の実験(実験斜面)

① 2008/3/14、森林総研と東電の共同実験



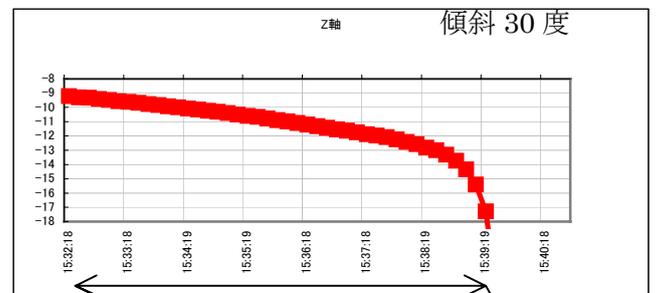
時間当たりの角度変化が急な段階をすぎて落ちてしまい、表層全体がゆっくりと流れる崩壊であった。崩壊直前には傾斜6度になった。

② 2008/7/18 防災科学技術研究所との共同

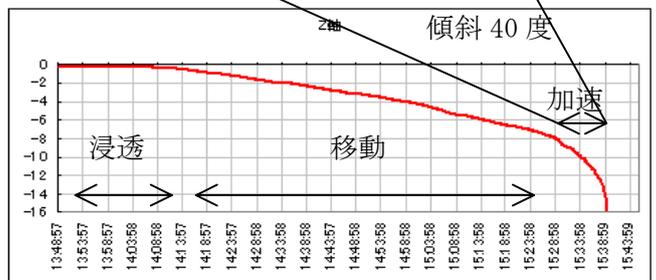


崩壊 27 分前からの記録、傾斜 2 度から急加速。

③ 2008/8/7 防災科学技術研究所との共同



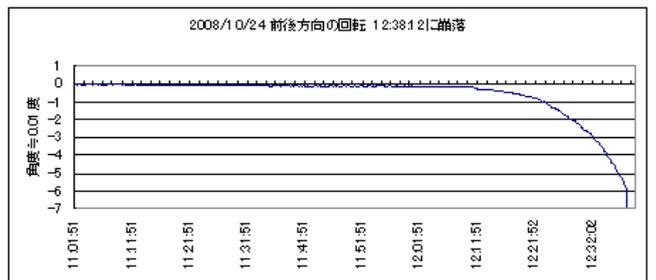
崩壊 7 分前からの記録。



降雨開始からの記録

3つの状態があり降雨浸透→直線変化→急変化。伸縮計と似ている。

④ 2008/10/24 防災科学技術研究所と高知大学



降雨開始からの記録。

2.2 観測の評価

実験①は崩壊よりも表層流れに近かった(設置のZ軸が逆になっている。実験②③④は同じ傾向であった、②傾斜30度と③傾斜40度はピラミッド型コンクリート斜面、④は滑り台形式の斜面である。この3回の実験による傾斜計の変化は降雨初期、流動期、加速期の3つの状態遷移が見られた。

従来から知られている伸縮計観測による、速度の逆数が発散する時期を崩壊予測時期とする手法と同じ傾向を持つので同じ計算法が使えるだろう。

2.3 設置法と装置の評価



無線傾斜計は崩壊斜面の下にいる救護者を保護するため、臨時に設置する警報機を初期の目的としていたので、30cmぐらいの深さに埋設する。危険な斜面では露出している岩や樹木に固定して退避するような設置法を想定している。

伸縮計は2地点間の距離を観測するが、傾斜計では地点毎の設置であり、動物や樹木による障害も起きにくい。伸縮計ワイヤの保護の必要が無く無線伝送で設置上の困難が無くなる。

傾斜センサはMEMS型であるが0.01度の分解能を実現した。季節変動30°C、日変動10°Cとして全体の温度変動が40°Cとすると長期変動0.28度、日変動は0.07度なので短期警報には十分な温度安定度を持っている。

無線部は無免許で利用できる微弱電波にて、平地で500mの到達距離を実現した。見通しの良い斜面では2kmの距離をカバーする。崩壊実験では土砂や水中に埋もれてしまうが、土中に埋もれても50mぐらいの範囲では伝送していた。

送信アンテナは保護パイプの上部にあり、埋設時には上部30%ぐらいを地表上に出して運用する。アンテナが周囲環境にクリチカルでは困

るので周囲に影響を受けにくく、そこそこの効率(10%)を持つアンテナを開発した。したがって埋設が困難ならば杭などに固定しても安定動作する。微弱電波による通信はもともと10億分の5W出力なのでアンテナ効率の低さは、送信出力を増加しても電池への負担は少ない。

3. 長距離の通信実験

2008/12/25 気象研究所が榛名山の榛名富士に観測施設を持っている。ここから出力0.3mWで20km離れた前橋までの伝送実験を試みた。無線局の免許を必要とするのでアマチュア無線局(JP1COK)として運用した。約8時間の通信実験において99%以上の伝送に成功し、山岳地で電池のみの運用による環境観測と通信が実現できるようになった。

4. 今後の展開

崩壊斜面では安定な有線通信路を確保することが難しい。これからは本物の斜面で実験を試みて実用性を確かめたい。なお、これら実験用の評価キットの提供をする。

5. 謝辞

斜面崩壊実験

2008/3 森林総合研究所と東京電力の共同

2008/7, 8 防災科学技術研究所と数理設計

2008/10 防災科学技術研究所と高知大学

2009/3 気象研究所

上記実験に参加や共同させていただき有用な情報が得られました。関係者の方に感謝します。

2009/3/26 群馬大学大学院工学研究科社会環境デザイン工学専攻の小葉竹教授がお亡くなりになりました。親身に指導していただいていた。電子技術を防災へと志す私たちもその心をつぎたいと思います。

6. 参考文献

・数理設計研究所 スペクトラム拡散通信の解説
<http://www.madlabo.com/mad/product/ss/>

日本特許「スペクトラム拡散方式の通信装置、及び、その高速同期確立法」

・観測情報の公開

<http://www.madlabo.com/mad/research/>