

リアルタイム斜面監視システム構築のための斜面崩壊検知センサー開発

中央開発株式会社 瀬古一郎、○王 林

東京大学工学部 内村太郎・東畑郁生

(独) 土木研究所 田村圭司・内田太郎・伊藤洋輔

1 はじめに

日本では、豪雨・地震による土砂災害は頻発しているため、これまで土石流・土砂崩れ・斜面崩壊の変動監視システムは多く開発されているが、利用されている斜面変位や土壌水分などの観測データを転送するシステムは高価で複雑であり、現地計測の専門家などが設置し運用しなければ使え難い。さらに、その多く微細な変動を精度良く測定するための機器であるため、メンテナンスを要する場合が殆どであり、多くの斜面崩壊の恐れのある箇所に設置するには適さないものであった。筆者らの研究グループは、崩壊発生に関する情報を、時間遅れなく検知・収集するために、簡易崩壊検知センサー・斜面変動のリアルタイムモニタリングシステムを開発し、より実用的な斜面監視システムに発展することを目指して図1参照のどおり神戸市六甲の斜面で実験実証を行っている^{1),2)}。

2 開発した崩壊検知センサーの概要

開発した崩壊検知センサーは、今までの研究成果^{1),2)}により計測項目を土壌水分・斜面傾斜に絞り込み、ワイヤレス化をするとともに、電源も単3アルカリ電池4本で一年間以上駆動を実現した。土壌水分の測定には、誘電率の変化によるECH2O土壌水分計を採用した。傾斜の測定には、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) 技術を用いた傾斜センサーを用いた^{1),2)}。仕様上では2方向の傾斜を精度0.003度の分解能で測定できる。センサーユニットは、定期的に計測し、データを429MHzの特定小電力無線(通信可能距離が最大600m)で中継リレーポイントに送信する。距離が長い場合には、中継機器を増やすことにより目的地まで距離を伸ばす。サーバーは、インターネットのどこからでもWEBページとしてデータを見られるようにするとともに、斜面崩壊の前兆となる異常なデータを検知すると、サイト付近の住民や自治体などに警報を送信する¹⁾。

3 性能・耐久性確認の現場試験

(1) 試験方法

開発した崩壊検知センサーは、斜面崩壊現場で各々の異なった気候・厳しい現場条件で性能確認を行わなければならない。計測データを評価するため、同一計測地点では、従来方式の傾斜計(1軸)・伸縮計・雨量計・温度計・風向風速計などを設置した。およそ7ヶ月の観測結果に基づいて、観測地点Bの結果を重点において紹介する。

(2) 7か月間のセンサー性能確認の実験結果：

図2(a)(b)は、観測地点Bで設置した従来型(1軸、地中30cmに埋め込む)傾斜計における観測結果と新開発した崩壊検知センサーに組込んだMEMS(2軸)傾斜計観測結果の経時図を示す。図2(c)に示すように気温が30度を超える

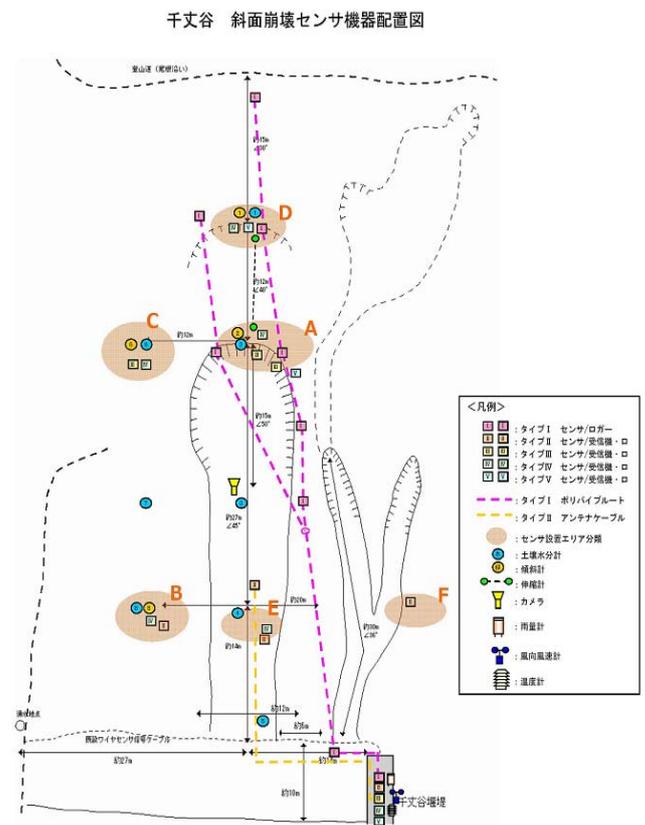


図1 神戸市六甲現場におけるセンサー性能確認の機器配置図

変動幅はあるものの、Y軸が±1.0度のスケールでみた傾斜値では、7ヶ月の監視を経ても大きな変化はほとんど見られなく、センサーを設置した斜面は安定しているとわかった。新開発した崩壊検知センサーに組込んだMEMS(2軸)傾斜計観測結果図2(b)では、2008年6月上旬のメンテナンスによる傾斜角度の変化は見られたものの、従来型の傾斜計結果と比べるとデータのバラツキはやや大きい。これは、設置時にセンサーを固定する杭の足元が緩んでいるため、MEMS傾斜計は、図2(d)に示すように風力などの外部力による動きを感知したこと、MEMS傾斜計が温度の変化による影響を受けることが原因と思われる。斜面の傾斜値・伸縮値以外に、土壌水分量も重要な判断指標の一つであるため、センサーにECH20土壌水分計を組込んだ。雨は降ると土壌水分は上昇しリアルタイムに雨量指数と土壌水分の関係をもとめることができ、斜面崩壊の重要な判断パラメータになると考えられる。

(3) 外部要因がセンサー性能に及ぼす影響：

図3(a)(b)は、2008年5月1日から一週間における気温と従来型1軸傾斜計で観測した結果の経時図を示す。従来型傾斜計は一週間の間におよそ0.06度の変動が生じた。傾斜計値の変化は、気温変化曲線と一致しており、気温変化による影響だと考えられる。図3(c)(d)は、新開発した崩壊検知センサーに組込んだMEMS傾斜計のX軸とY軸の観測結果の経時図を示す。X軸とY軸値は一週間の間におよそ0.25度の変動幅があった。これは図2(a)(e)に示すように気温・風速の変化などの外部力による影響だと思われる。

4 まとめ：

開発した崩壊検知センサーは、設置が容易で、今までおよそ7ヶ月の現場観測の中で安定したデータを転送することができた。気温変化が従来型傾斜計と新開発した傾斜計の計測値に及ぼす影響は微小であった。7ヶ月間の観測結果によりMEMS傾斜計のデータと従来型の傾斜計の結果を比べると結果はほぼ一致しており、これからは斜面崩壊監視計測に十分に活用できると思われる。

5 参考文献：

- 1) 瀬古一郎、王林、福田穰、CARLOS JOSE、内村太郎、内田太郎、伊藤洋輔：斜面変動のリアルタイムモニタリングシステムの開発と実証、第44回地盤工学研究発表会(2009年、横浜)、投稿中
- 2) 瀬古一郎、王林、内村太郎、東畑郁生、福田穰(2007)：斜面崩壊を対象とした監視ネットワークの構築とその危険予測について、降雨時の斜面モニタリング技術とリアルタイム崩壊予測に関するシンポジウム、pp.251-256.

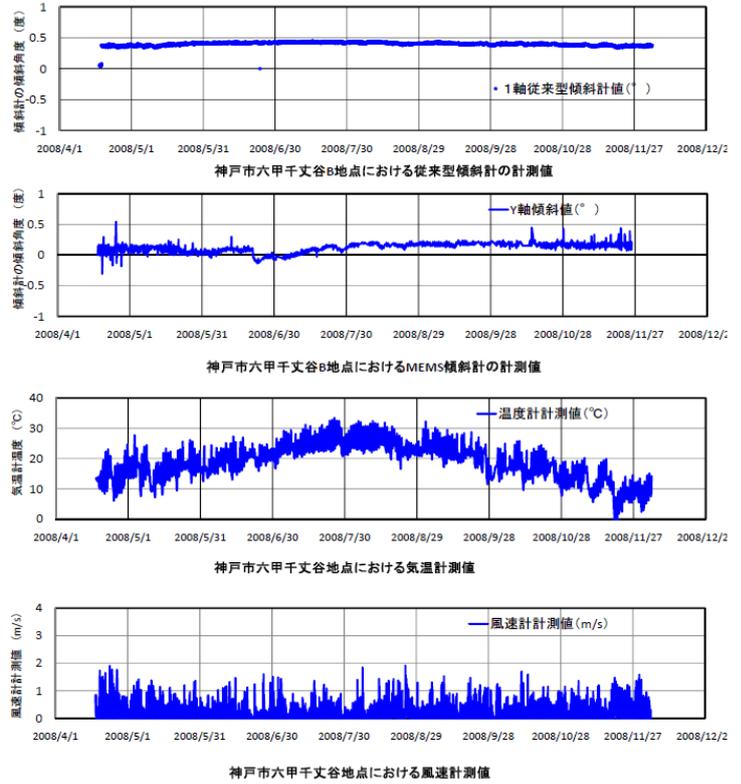


図2 各気象状況における観測結果の確認

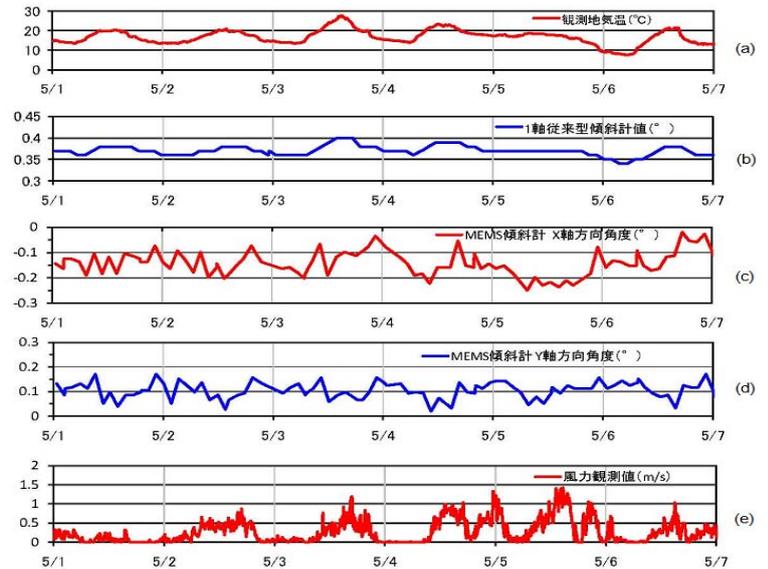


図3 各気象状況における観測結果の詳細確認