

道路防災管理のためのナノセンサデバイスの開発と適用

株式会社 地層科学研究所 正会員 ○中川 光雄
株式会社 地層科学研究所 成田 穰
株式会社 地層科学研究所 正会員 里 優

1. はじめに

我が国は地盤の風化現象が進みやすい地質条件にある上に、地震の頻度も多く、また台風や集中豪雨が頻繁に発生する気象条件を抱えており、ジオハザードの中でも特に落石・岩盤崩落の発生率が高い地域である。近年の急速な都市開発を背景にして、ますますこの被害が拡大しようとしているが、これは落石・崩落に至る前兆現象をすばやく捉えて的確な対策を検討するための基礎的資料を得るための計測技術が完備されていないことに因るところが大きい。例えば、平成9年になされた土木学会の「大規模岩盤崩壊に関する技術検討委員会」の報告においても、危険な岩盤斜面の安定性を評価し災害の予知・予測を行うための計測技術の整備を進めていく必要があると指摘されている。しかし、全国で数万箇所という膨大な数の危険な岩盤斜面に対して計測網が普及しているとは言えないのが実情である。これは、地すべりの様な斜面災害とは異なり、落石・岩盤崩落は次のような特徴を有していることに起因している¹⁾。

- ・災害に至る前兆現象が捉え難いため、リアルタイムで高精度な計測が要求される。
- ・危険箇所が事前に特定できないため、計測の配置を高密度にする必要がある。
- ・計測機器の設置や維持管理が困難な斜面が多く、その結果、計測に要する費用が高額となる。

本研究は、このような背景に鑑み、この要求に応える斜面モニタリングシステムを開発し構築するものである。具体的には、危険度が高いと判断される岩塊に小型の電波発信機を設置し、その電波を遠隔から受信し、受信データから岩塊の挙動をリアルタイムで高精度に計測するものであり、上記の課題をすべて解決する斜面モニタリング網の実現と普及を目指すものである。

2. 開発したセンサと計測システムの特徴

岩盤崩落のモニタリングに適した、無線方式の傾斜角度観測システム用に開発したナノセンサデバイスとリアルタイムにデータをモニターする計測ネットワークシステムの基本仕様を図-1に示す。なお、センサの原理は、重力加速度の計測結果を計測軸の傾斜角度に対応付けて計測対象の変動を検知するものである。

2-1 開発したセンサの特徴

- ①有線部分が無いことによってセンサ設置箇所の自由な

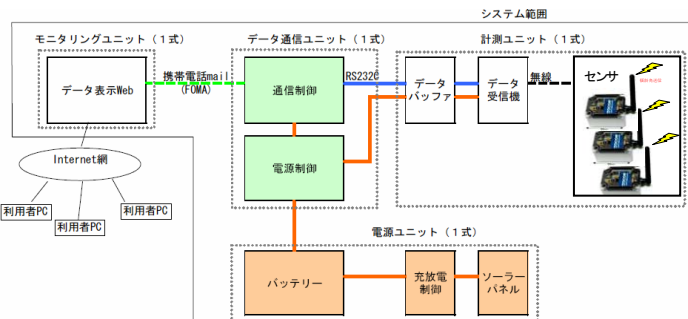


図-1 NEMS センサとシステムの全体構成

設計が可能であり、災害に強い。

- ②小型で安価なため、数多くのセンサを配置でき、綿密なモニタリングが可能になる。また、計測システム全体の低コスト化を図ることが可能となる。
- ③計測データの無線通信が植生の影響を受けない。
- ④発信機と受信機間の距離が300m以上遠隔でも通信できるため、計測システム設置の自由度が大幅に向上する。

2-2 開発した計測システムの特徴

受信機からサーバ設置拠点へのデータ転送はFOMA方式を採用している。また、計測データの表示システムは、管理者がメンテナンスを行う必要の無いインターネット網を利用していることや、低消費電力によりセンサの連続動作時間が長い²⁾ことによるメンテナンスフリー化の実現を目指すことが可能である。これにより、管理者はインターネットに接続できるブラウザ搭載端末（パソコンなど）があるところからは、いつでも計測データを閲覧することが可能になる。また、将来的には携帯電話用の画面でも閲覧できるシステムを開発する予定である。

3. 適用斜面とシステム設置の概要

3-1 適用斜面の概要

本研究の対象とした斜面は、近畿地方の幹線道路沿いにある。現場の平面的な概略を図-2に示す。また、図-3に示す代表的な断面より、流れ盤となる急崖斜面における高角度割れ目による岩塊の剥離崩落が考えられる。岩塊の足元は海食によると思われるかなり窪んだ状態となっており、岩塊の自重が経年的に下部の岩盤に作用して崩落が発生するメカニズムが想定される。従って、高角度割れ目による板状の岩塊が斜面下方へ倒れ込むような挙動を意識してセンサを設置することが望まれる。

キーワード ナノセンサデバイス、リアルタイムモニタリング、メンテナンスフリー、岩盤崩落、道路防災管理
連絡先 〒532-0011 大阪市淀川区西中島5丁目7-19 (株)地層科学研究所 大阪事務所 nakagawa@geolab.jp

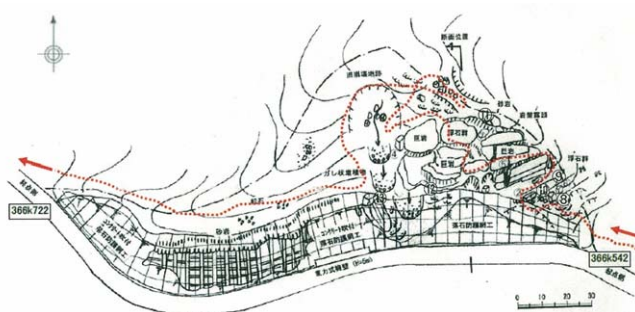


図-2 研究対象斜面の概略平面図



図-3 研究対象斜面の代表的な断面



図-4 センサの設置状況の一例



図-5 基地局の設置状況の一例

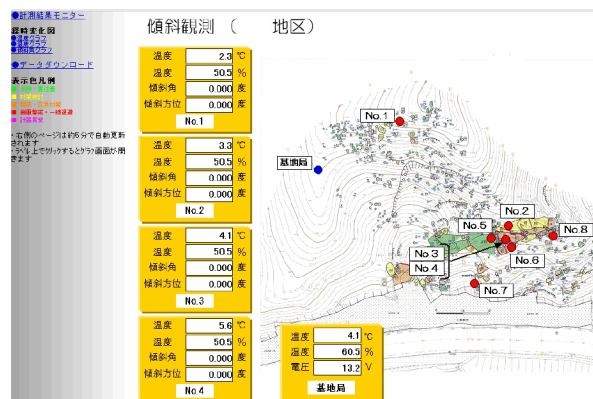


図-6 計測結果表示画面の例

3-2 センサと基地局の設置状況

岩塊に設置したセンサの1つを図-4に、基地局の1つを図-5に示す。センサにて計測されたデータ（傾斜角，温度，湿度）は，一定時間間隔（本研究では10分）で無線通信により基地局へ送信され，蓄積される。次にこれをFOMA 網を利用してサーバ設置拠点（（株）地層科学研究所）より一定時間間隔（本研究では60分）で回収し，Webデータの更新を行う。サーバでは，フィルタリング処理によるノイズ除去や時系列解析処理による主要な変化の抽出処理を行うことが可能である。

4. 計測システムの運用

本計測システムは、インターネット経由で図-6に示す画面でデータ閲覧を行うことができる。また計測データのcsvファイルをダウンロードすることも可能である。計測は、本報原稿提時点で開始されたため、本報には実際の計測結果を添付していない。

5. おわりに

本研究は、国土交通省近畿地方整備局が主催する新都市社会技術融合創造研究会における「ナノセンサデバイスを活用した道路管理手法の研究」産官学プロジェクトの成果を活用したものであり、本プロジェクトのリーダーである京都大学大学院都市社会工学専攻西山哲准教授および参加メンバーの近畿地方整備局紀南河川国道事務所、サンコーコンサルタント、明治コンサルタント、熊谷組、ワイマチック、日本綜合建設、可視化ビジョンを代表して地層科学研究所が研究成果をとりまとめたものである。ここに関係の皆様へ感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 西山 哲 他: リアルタイム岩盤斜面モニタリングネットワークシステムの研究, 第 37 回岩盤力学に関するシンポジウム講演集, pp.439-442, 2008.
- 2) 木村直樹: 道路防災モニタリングネットワークシステムの構築に関する研究, 平成 21 年度近畿地方整備局研究発表会, 防災・保全部門 No.7, 2009.