

2-26

地中無線通信システムを活用した 斜面崩壊検知センサの開発と現場への適用

Development of slope failure detection sensor that uses underground wireless Communication Technology and application to site

樋口佳意, 永江 祐 (坂田電機株式会社)

田村圭司, 内田太郎, 伊藤洋輔, 秋山浩一 (独立行政法人土木研究所)

Kei HIGUCHI, Tasuku NAGAE (Sakatadenki Co.,ltd.)

Keiji TAMURA, Taro UCHIDA, Yosuke ITO, Koichi AKIYAMA (Public Works Research Institute)

キーワード：斜面崩壊, 豪雨, 計測, 地中無線通信システム

Keywords: Slope failure, Heavy rain, Measurement, Underground Wireless Communication Technology

1. はじめに

集中豪雨や地震などともなう土石流、地すべり、がけ崩れなどの土砂災害は、過去10年(平成11~20年)の年平均で約1,000件以上発生している¹⁾にもかかわらず、災害発生前に避難勧告等が発令された事例は非常に少ない。その理由のひとつに、土砂災害は突然発生し、災害発生直前まで切迫性を感じにくいということがある。²⁾

しかし、近隣地域で土砂災害が発生し始めているといった危険情報を早く入手できれば、行政も住民も自らの危険として認識し、避難行動につながりやすくなると考えられる。³⁾

そこで、筆者らは斜面の崩壊を転倒により検知し、その信号を無線で発信する斜面崩壊検知センサを開発し、実現場においてその性能を検証した。

2. 斜面崩壊検知センサ

2.1 斜面崩壊検知センサの概要

開発した斜面崩壊検知センサの仕様、外観図を表-1、図-1に示す。

本センサは、斜面崩壊が発生すると移動土砂とともに傾き、鉛直から約45度傾斜すると、自身のID番号と斜面崩壊の発生を無線で発信する。このため、受信器で受信されたセンサのデータから斜面崩壊の発生時刻と位置の特定が可能となる。

このセンサを用いたシステム構成図を図-2に示す。受信制御装置内のパソコンを携帯電話網に接続すれば、遠隔の監視局や周辺住民に通報することも可能である。

また、斜面崩壊が発生していない場合でも、センサがID番号と斜面崩壊の有無を1週間に1回送信するため、センサならびに受信制御装置の自己診断が可能である。

2.2 無線通信方式

斜面の変位計測として伸縮計を用いることが多いが、自動監視システムとして使用する場合には有線式となる。このため、誘導雷や断線が原因の欠測や故障が、しばしば発生している。

このようなことから、本センサは斜面崩壊発生の信号を無線で発信するものとした。無線にすることにより、斜面にケーブルを敷設する必要がな

表-1 崩壊検知センサの仕様

崩壊検知センサ	
検出方式	内蔵転倒スイッチ
動作検出角度	約45度
通信方式	地中無線通信(低周波磁界)方式 8.5kHz
通信距離	土中最大30m(周辺環境により異なる)
測定頻度	転倒検出時 1週間に1回
データ送信頻度	転倒検出時 検出直後の割り当て時刻 1週間に1回
電源	リチウム電池
容器耐水圧	0.5MPa
使用温度範囲	0 ~ +40
外形寸法	114 x H205mm
受信アンテナ	
通信方式	地中無線通信(低周波磁界)方式
容器耐水圧	3MPa
使用温度範囲	-10 ~ +40
受信装置	
データ収録回数	500,000回(センサ1ch時)
監視可能センサ	60台
通信方式	地中無線通信(低周波磁界)方式
外部インターフェース	LAN RS-232C準拠 RS-485準拠
電源	商用電源 AC100V ± 10%
使用温度範囲	-10 ~ +40
使用湿度範囲	20 ~ 80%
外形寸法	300W x 240H x 105D



図-1 崩壊検知センサ外観図

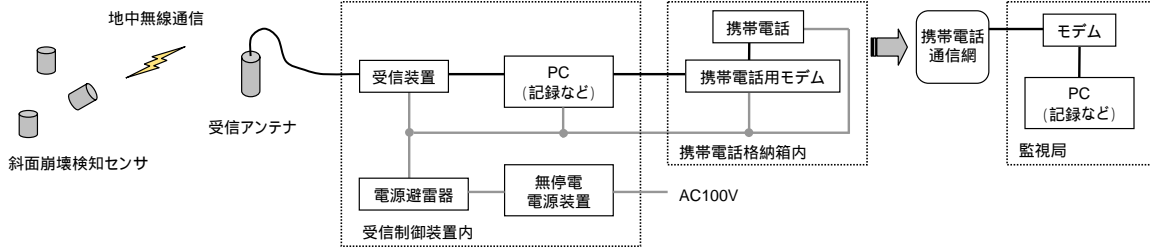


図-2 システム構成図

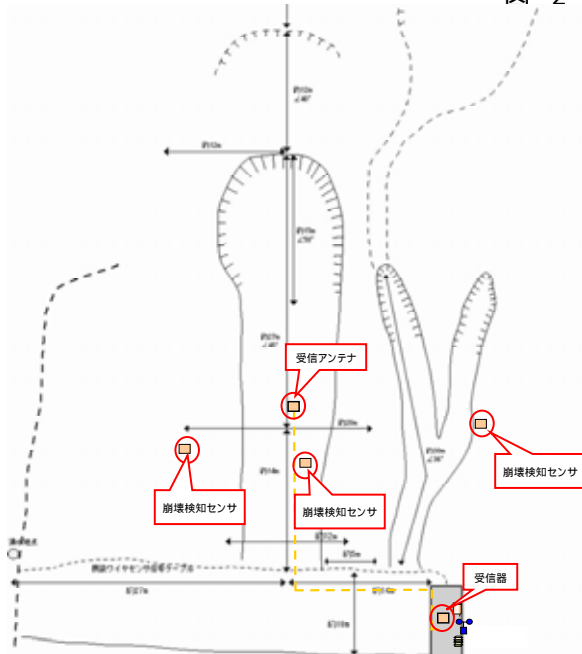


図-3 計器配置図

くなり、設置作業が速やかに行えるほか、誘導雷や断線による誤検知を低減することができる。しかしながら、一般の無線通信は、降雪、豪雨および植生による電波障害の影響が大きく、斜面崩壊時に無線通信が行えなくなる可能性が考えられた。そこで、本センサの無線通信には地中無線通信システム⁴⁾を採用した。

地中無線通信システムは、土中、水中、空気中いずれの媒体中においても通信が可能である。そのため、降雪、豪雨および植生の影響を受けずに斜面崩壊の発生を知ることができる。

3. 現場検証試験

実現場において斜面崩壊検知センサの性能を検証するため、平成20年4月から試験を開始した。計器配置図を図-3に示す。

3.1 斜面崩壊検知センサの設置

センサは、表層崩壊を検知することを想定し、斜面表層に深さ30cm程度の穴を掘って埋設した。

センサの配置は、受信アンテナから半径20m以内の位置とした。これは、当該地域における地中無線通信に使用している信号の周波数(8.5kHz)

付近のノイズが大きく、それ以上の通信距離の確保が難しかったためである。

3.2 検証試験結果

センサを設置してから1年が経過したが、この期間中に斜面崩壊は発生しなかった。このような状況ではあるが、設置から6ヶ月後および12ヶ月後にセンサの転倒試験を行い、センサ機能が正常であることを確認した。また、週1回の通信状況から、通信機能も正常であることを確認した。さらに、設置から1年後に計測したセンサの電池残量に著しい低下は見られなかった。以上のように、センサの信頼性、耐久性に問題がなく、長期計測についても問題がないことが確認できた。

4. まとめ

地中無線通信システムを活用した斜面崩壊検知センサを開発し、その性能を検証するため現場検証試験を実施した。

試験開始から現在までに斜面崩壊は発生しなかったが、センサからの信号受信状況などから、センサの性能に問題はなく、信頼性、耐久性においても問題がないことが確認できた。

今後も引き続き現場検証試験を行い、長期にわたるセンサの信頼性、耐久性などについて確認していく予定である。

参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通白書2009(平成20年度年次報告), ぎょうせい, pp.156~157, 2009.
- 2) 土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報検討会：土砂災害警戒避難に関わる前兆現象情報の活用のあり方について, 国土交通省河川局砂防部砂防計画課, pp.1, 2006.
- 3) 柳町年輝・内田太郎・田村圭司・秋山健一郎・金子綾一・藤田哲・王林・下村幸男：土砂災害の警戒避難支援のための斜面崩壊検知センサの開発, 砂防学会研究発表会概要集, pp.236~237, 2008.
- 4) 樋口佳意・向後雄二・高橋章：ワイヤレス間隙水圧計の開発と現場への適用事例、地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム, pp.61-64, 2004.