

LPWA を用いた斜面の変位計測と降雨影響評価

愛媛大学 学生会員 ○奥田真優 正会員 安原英明
学生会員 Achmad Hafidz 正会員 木下尚樹

1. 研究背景

日本は台風、集中豪雨、地震、融雪などの自然災害と急峻な斜面、急勾配な河川により多くの土砂災害が発生している。令和2年度の土砂災害発生件数は1319件を記録しており、主な原因として7月豪雨が挙げられる¹⁾。地球温暖化による気候変動の観点から、今後も土砂災害による被害増加が懸念される。このことから、土砂災害による被害を防ぐために抑止工や抑制工が各地に施されているが、ハード面(構造物の防災機能)のみでは限界がある。そこで、ソフト面の1つとして、傾斜地等の危険度を精度よく評価できる斜面変状モニタリングシステムの確立が必要である。近年、斜面変状モニタリングを効率的に行うために、広域・遠距離通信可能かつ低消費電力で長時間稼働を実現させるLPWA(Low Power Wide Area)無線通信技術が注目されている。そこで、本研究では、LPWAを用いた斜面変状モニタリングを行い、伸縮計の変動と降雨量の関係性を評価した。

2. 研究概要

2.1 LPWA とは

LPWAとは伝送速度は低速なもの、広域・遠距離通信かつ低消費電力・低コストを特徴とする無線通信技術の総称である。現在、LPWAには複数の規格が存在しており、既存の携帯キャリア会社のLTE基地局を利用するセルラー系規格と、無線局免許を必要としない非セルラー系規格がある²⁾。

2.2 実験概要

本研究で用いたモニタリングシステムの概要図を図1に示す。はじめに、観測場所に伸縮計へ接続しているセンサ(図2)を設置し、得たデータを変換機により送信可能データへ変換する。次に、LoRaWANを用いた送信機によりゲートウェイへ送信される。そして、ゲートウェイがサーバーにアップロードすることで、インターネット環境下ならどこでも専用サイトから斜面変状をリアルタイムで確認することが可能である。

本研究では、実験検証箇所として、徳島県三好市西祖谷山村に位置する有瀬地区地すべり地の対面斜面2箇所を選定し、斜面変状と降雨量との関係性を評価した。伸縮計(SLG-100:株式会社オサシ・テクノス製)は測定範囲:0~1000mm、分解能:0.1mm、使用温度範囲:-20~+55℃、を使用した。

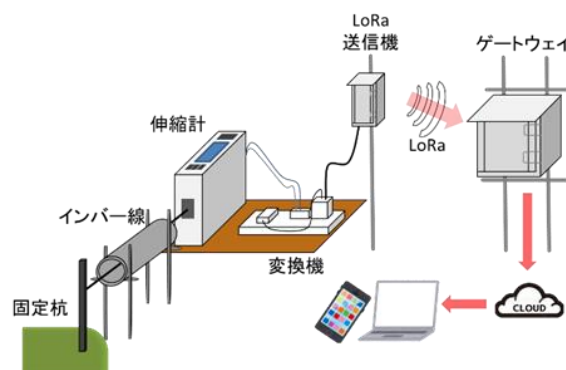


図1 モニタリングシステム概要図



図2 有瀬地区へ設置したセンサ

3. モニタリング結果及び考察

有瀬地区で観測したデータについて分析を行う。観測開始は地点 A が 2020 年 7 月 2 日、地点 B が 2020 年 6 月 11 日であり、現在もモニタリングを行っている(図 3)。2 地点で観測された伸縮データと有瀬地区周辺の 5 地点(京上, 黒滝山, 西峰, 一字, 谷道)の降雨量平均値を図 4, 図 5 に示す^{3),4)}。図 4, 図 5 から降雨時に伸縮量が大きく増加していることが確認できる。地点 A において, 2020 年 7 月 2 日~2020 年 8 月 2 日までに合計 25.1 mm の変動を観測した。すなわち, 日変位量は約 0.81 mm である。これは, 地表面伸縮計観測結果による地すべり判定基準⁵⁾において, 変動種別は B, 変動判定は準確定であり, 緩慢に運動中, 粘土質・崩積土すべりが起きているとされる。また地点 B において, 2020 年 7 月 4 日~2020 年 8 月 4 日までに合計 132.2 mm の変動を観測した。すなわち, 日変位量は約 4.26 mm である。これは前述の地すべり判定基準において, 変動種別は A, 変動判定は確定であり, 活発に運動中, 表層・深層すべりが起きているとされる。

次に, モニタリング結果から確認できるシステムの問題について述べる。図 4, 図 5 において, データの受信不可能, 及び伸縮量が 0 mm となる不具合が生じた。これらはバッテリー残量の減少, または伸縮計と通信モジュールの内部的な通信エラーが要因であると考えられる。

4. おわりに

LPWA を用いた斜面変状モニタリングシステムにより, 有瀬地区の 2 地点 A, B における伸縮データと降水データの関連性を評価することが出来た。今後の展望として, データの受信が出来ない現象や, 伸縮量が 0 mm となるエラーの原因追及と対策の考案, 実施が必要である。また, 地点 A, B 以外の観測場所のモニタリング結果及び更なるデータ蓄積から, 降雨により伸縮計が受ける影響を定量的に評価する必要がある。地点 A については Sigfox を用いた OKIPPA_EXT(西松建設株式会社製)によるモニタリングも行っているため, そのデータとの比較も行い, LPWA を用いた斜面変状モニタリングシステムの性能を評価する。

5. 参考文献

- 1) 国土交通省: 令和 2 年度の土砂災害, <https://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/r2dosha/r2doshasaigai.pdf>
- 2) NTT PC Communications: LPWA (LPWAN) とは? IoT 時代の通信技術を紹介
- 3) 気象庁: 過去の気象データ・ダウンロード(京上), <https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>
- 4) 国土交通省: 水文水質データベース(黒滝山, 西峰, 一字, 谷道), <http://www1.river.go.jp>
- 5) 新潟県: 砂防・地すべり(計画と設計)地すべり編, <https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/attachment/305514.pdf>

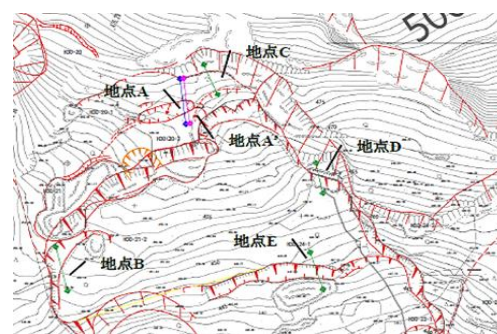


図 3 有瀬地区における伸縮計設置箇所

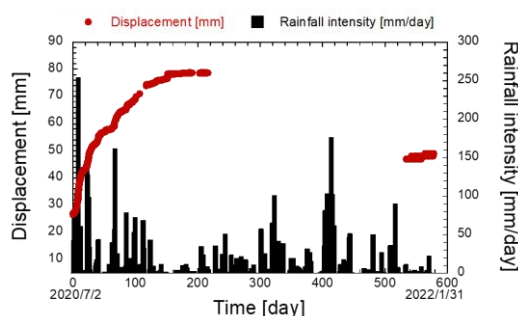


図 4 モニタリング結果(地点 A)

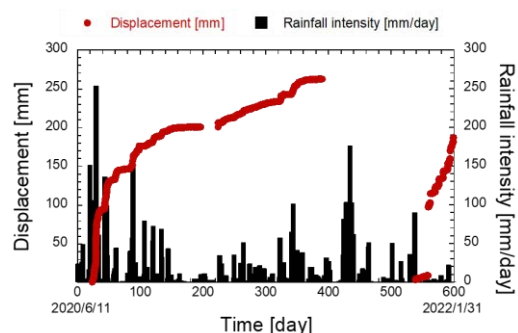


図 5 モニタリング結果(地点 B)