

LPWA を利用した傾斜センサによる斜面変状モニタリングシステムに関する基礎的研究

愛媛大学大学院 学生会員 ○戸田光

正会員 安原英明

正会員 木下尚樹

キーワード : LPWA, tilt sensor, monitoring

1. はじめに

日本は地震、集中豪雨、台風が発生し、それらの自然災害によって多くの土砂災害が発生している。土砂災害による被害を防ぐためには地盤変状のモニタリングシステムを確立し、観測事象の変化、問題点を早期に発見する必要がある。しかし、従来のモニタリングではセンサ自体が高価であり、電源ケーブルや通信ケーブルの敷設、付随する道路や電柱の建設が必要となり、コストの増大、モニタリング設備の設置工期が問題となる¹⁾。本研究では、それらのコスト・工期を低減可能な無線通信によるデータ収集機能とセンサ機能を持つ LPWA を利用した斜面変状モニタリングシステムの開発を目指す。本稿では、モニタリング現場への電波伝搬実験と斜面変状モニタリング結果について説明する。

2. 電波伝搬実験

新規モニタリング現場の選定として電波伝搬実験により LPWA の通信性能評価を行った。

LPWA (Low Power Wide Area) とは低消費電力・広範囲を特徴とする無線通信技術の総称であり、デバイスをネットワークにつなぐ手段として注目を集めている。LPWA は、免許不要のサブギガ帯域である 920 MHz を用い、伝搬距離が長く最大 10 km 程度の長距離通信が可能で、低電力消費という特徴を持つ²⁾。

実験方法として送信機を用い、移動中、実験検証箇所から基地局に向けて送信し、受信感度を測定した。実験検証箇所を図 1 に示す。今回検証するのは地点 1～5 であり、この 5 箇所を通るように実験を行う。

実験結果は図 2 に示す。電波の受信感度を表す指標として、RSSI (Received Signal Strength Indicator) 値を使用し、値が大きくなるほど受信感度が良いことを表す。受信可能箇所は地点 1～4 であった。受信可能な検証地点での RSSI 値は -122～-94 dBm であった。モニタリングが行われている傾斜センサの RSSI 値は約 -120 dBm であるため、この値は通信するには十分な値であると考えられる。また視認可能な箇所を地図上に表示する可視マップと比較した。可視マップは基地局からのものであり、カシミール 3D³⁾により基地局の緯度、経度、標高を用い作成した。可視マップと実験結果を重ねると電波受信範囲と可視範囲がおおよそ一致している(図 3)。このことから、電波伝搬実験を行わなくても基地局における可視マップを用いることで、対象位置の受信状況をある程度推測できることが確認できた。



図 1 実験検証箇所



図 2 実験結果

3. 斜面変状モニタリング

現在開発中のモニタリングシステムは、LPWA を用いた無線通信によるモニタリングシステムである。観測の流れとして、観測を行う現場に傾斜センサを付けた杭を打ち込み、基地局にデータを無線通信により送信する。受信したデータをサーバーにアップロードし、専用サイトで表示しているの、インターネットのある環境ならどこでも斜面の変状をモニタリングすることが可能である。現場で打設する杭には、傾斜センサ、地下水位センサ、温度センサ、通信基盤、電源（単一アルカリ乾電池 8 本）を内蔵するセンサボックスを取り付けている。

このモニタリングシステムを用いて試験的に斜面変状モニタリングを行っている（図 4）。観測現場に 10 箇所（地点 A～H）センサボックスを打ち込み、受信機のある基地局に送信してモニタリングを行っている。平成 30 年 7 月豪雨時の斜面モニタリング計測結果と気象庁が計測地区近隣にて計測した降水量データを図 5 に示す。最も降水量の多い 7 月 7 日 04 : 24 に Sensor F で斜面傾斜角度が 1.61° 増加している。また、7 月 7 日 07 : 41 に Sensor H で斜面傾斜角度が 0.37° 増加しているのがわかる。さらに、7 月 7 日 15 : 27 以降 Sensor H の計測データが途絶えており、計測システムに何らかの異常が発生したことがわかる。以上より、降水量と斜面変状の関係を確認することできた。

4. おわりに

電波伝搬実験においてモニタリング検討場所 5 地点の電波感度を測定した。また、可視マップを用いることで対象位置の受信状況がある程度推測できることが確認できた。斜面変状モニタリングでは豪雨時の斜面変状を把握し、降水量との関係を確認することができた。今後の展望としてモニタリング箇所を増やし、運用データを蓄積することで本システムの高度化を行うことが必要である。

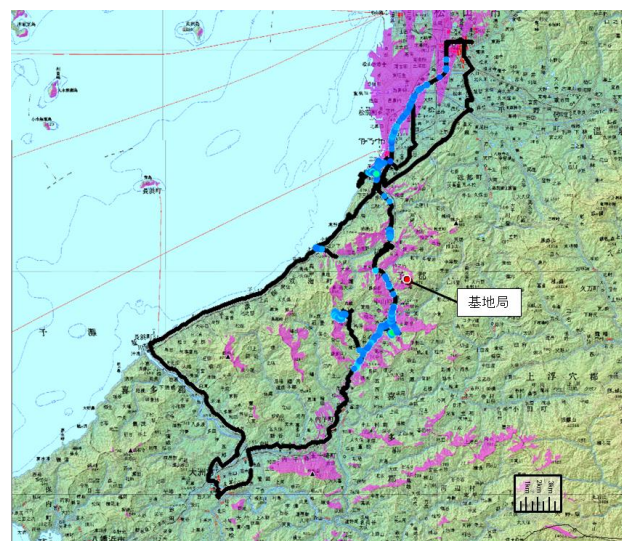


図 3 可視マップとの比較



図 4 モニタリング現場

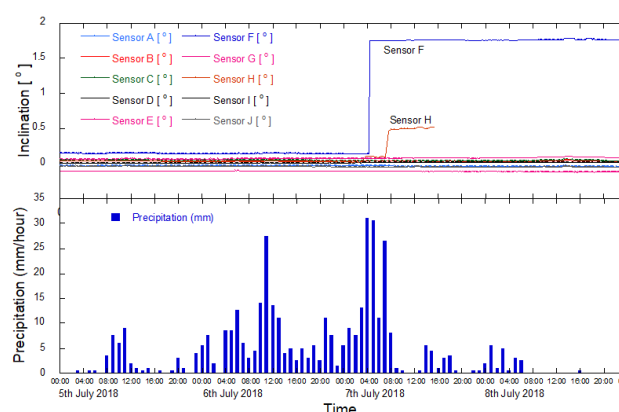


図 5 モニタリング結果

参考文献

- 1) 佐伯昌之, 澤田茉伊, 志波由紀夫, 小國健二: 準静的変位モニタリングのための GPS 無線センサネットワーク, 土学会論文集(応用力学), 67 巻 1 号 25pp, 2011.
- 2) SORACOM: SORACOM Air for LoRaWAN, <https://soracom.jp/services/air/lor/>
- 3) カシミール 3D / 風景 CG と地図と GPS のページ <http://www.kashmir3d.com/>