

■受領No.1339

LPWA 無線ネットワークによる斜面災害監視システムの開発

代表研究者

安原 英明

愛媛大学大学院理工学研究科 教授



1. 研究目的

超スマート社会（Society5.0）実現のため、ICT技術を活用した防災システムの開発が急務である。近年、地球温暖化により台風が大型化していると言われている。その結果、台風等に起因する集中豪雨によって斜面が不安定化し崩壊に至る事例が後を絶たない。斜面災害から人的・物的資産を守るためには、より広範囲で、低コストの斜面災害監視システムの開発が求められている。既存の斜面災害監視システムは、崩壊の危険性のある斜面に観測機器を設置し、変状を管理するものが一般的である。ところが、従来の観測システムは設置・運用コストが高いため全国50万か所以上と言われる土砂災害危険箇所に対してごく一部しか導入されていないのが現状であり、本研究で対象とする四国地域についても同様である。

そこで研究では、従来技術と同程度の精度で、従来技術よりも低コスト化できる斜面災害システムの開発を研究目的とする。具体的には、IoT向け無線通信ネットワーク技術（Low Power Wide Area：LPWA）を用いて、四国全域に無線通信ネットワークを構築し、域内の管理斜面の変状をリアルタイムで検知するシステムの開発を最終目標と設定した。WiFiやZigBee等の無線技術を用いたデータ取得・管理システムについてはこれまでいくつかが開発されているが、それらは通信距離が短い、消費電力が大きいため頻りに電池交換する、あるいはAC電源を別途用意する必要がある、とい

った欠点を有する。一方、IoT向け無線技術として最近大きな注目を集めているのがLPWAであり、データ送受信速度を低く抑える代わりに、1デバイス当たり「単3乾電池2本で10年以上」という高い省エネ性能、10kmを超える長距離伝送能力を有する。本研究でもLPWA方式の1つであるLoRa規格を用いて無線ネットワーク構築を目指した。本報告では、モニタリング現場で実施した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. 研究内容

新規モニタリング現場の選定を目的として電波伝搬実験を実施し、LPWAの通信性能評価を行った。LPWAは、免許不要のサブギガ帯域である920MHzを用い、伝搬距離が長く最大10km程度の長距離通信が可能で、低電力消費という特徴を有する。電波伝搬実験では、送信機を用いて実験検証箇所から基地局に向けて電波送信し、基地局での受信感度を測定した。実験検証箇所を図1に示す。今回検証したのは地点1～5であり、この5箇所を網羅するように電波伝搬実験を実施した。実験結果を図2に示す。電波の受信感度を表す指標としてRSSI（Received Signal Strength Indicator）値を使用した。RSSIは値が大きくなるほど受信感度が良いことを表す。図2に示す通り、受信可能箇所は地点5以外の地点1～4であった。受信可能な地点1～4でのRSSI値は-122～-94dBm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

-120dBmであるため、この値は通信するには十分な値であることが判明した。

次に、現在開発中の斜面変状モニタリングシステムを用いて計測した結果について述べる。現在開発中のシステムは、傾斜センサ、地下水位センサ、温度センサをそれぞれ通信部基盤に接続したセンサーボックスを斜面に杭固定し、斜面の傾斜角度、地下水位、気温を連続的に計測するものである。また、通信部基盤から設定された頻度でデータを基地局に送信する。なお、データ計測および基地局へのデータ送信は、センサーボックス内に設置した乾電池の電力のみで行い、AC電源などの外部電力は使用していない。基地局でのデータ受信後は、サーバー上にデータを収集し、インターネット上で計測結果を確認することができるシステムである。その結果、リアルタイムの斜面変状モニタリングが可能となる。

本システムを試験導入した斜面は、標高100～150m付近で、傾斜約40°の急傾斜となっている。斜面の模式図とセンサーボックス設置状況について図3に示す。傾斜センサを含むセンサーボックスは、計測斜面の10か所（A～J地点）に設置しており、そのうち1か所については地下水位を計測する水位センサも併せて接続している。計測斜面からデータ受信基地局までは直線距離で約8.5km離れており、データ送信は10分間に1回の頻度である。データ受信基地局設置に当たり、十分な精度で計測地データを受信できることを事前確認している。インターネット専用サイトでは、Slope A～Jまでの傾斜角度・気温・地下水位データをリアルタイムに確認することができ、また、地図上の各センサ位置をクリックすることで、計測の時系列データを確認できる仕組みとなっている。今回、試験導入した本システムにより斜面変状を検知する仕組みができたが、今後実証実験を繰り返すことでシステムを高度化し多くの斜面に実装する必要がある。



図1 電波伝搬試験検証箇所



図2 電波伝搬試験結果

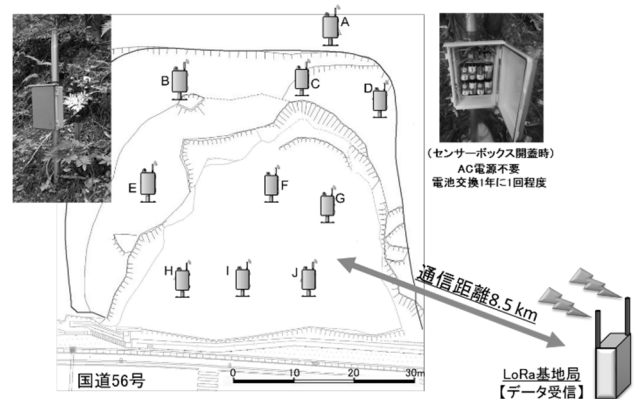


図3 計測斜面の模式図とセンサーボックス

3. 発表（研究成果の発表）

(1) 氏名：A. Putra., H. Yasuhara., N. Kinoshita., H. Toda., K. Matsuba

題目：Investigation of Slope Failure Using Inclinometers Based on LPWA due to Heavy Rain in July 2018

学会名：平成30年度地盤工学会四国支部技術研究発表会（徳島県鳴門市うずしお会館、

2018年11月9日 (金) -10日 (土))

(2) 氏名 : 戸田光、安原英明、木下尚樹

題目 : 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

学会名 : 2019年度土木学会四国支部技術研究発表会 (高知工科大学、2019年6月1日 (土))