

ウルトラナローバンドを利用した砂防観測情報収集システムの構築

大規模土砂災害対策研究機構（国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター） 桜井亘^{*1}、酒井良^{*2}、○奥山悠木
大規模土砂災害対策研究機構（和歌山大学宇宙教育研究所） 秋山演亮、山口耕司
株式会社エイト日本技術開発 海原荘一、藤原康正

^{*1} 現 国土技術政策総合研究所 ^{*2} 現 国土交通省関東地方整備局
商用電源が必要となることなど現状では課題が多い。

1. はじめに

砂防の現場において住民および工事作業者の安全性を確保するためには、現地観測データに基づく監視警戒体制の構築が重要であるが、砂防の現場は山間奥地に位置することが多く、観測機器の設置や通信環境の構築に相当の労力とコストを要することが少なくない。

一方、通信技術の分野においては近年、低軌道衛星を用いた簡易的な通信技術についての技術開発が進められており、この技術を砂防の現場に応用することにより、山間奥地においても比較的簡易かつ安価に通信体制を確立できることが期待される。

国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センターおよび和歌山大学宇宙教育研究所では、低軌道衛星を活用した山間地における観測・通信技術に関する実証試験を平成 26 年度より共同で実施しており、これまでに現地における観測・通信システム試験環境の構築を行い、データ通信技術に関する検証を行ったのでその概要を報告する。

2. 現地観測・通信における現状の課題

携帯電話の電波が届かないような山間奥地の現場において観測データを事務所まで伝送するため、有線回線による通信が行われることがあるが、通信ケーブルの敷設は人力作業となることが多く、多大な労力と危険を伴う（写真-1 左）。また、敷設後においても落石・流水・倒木・動物等により通信ケーブルが破断する事例も発生している（写真-1 右）。



写真-1 (左) 通信ケーブル敷設状況 (右) 通信ケーブル破断状況 (栗平地区)

このような有線回線の課題に対応するため、静止衛星を利用した衛星携帯電話による通信が代替として利用されているが、機器の価格が 120 万円程度、通信費が約 2～3 万円／月と高額なことや、消費電力が大きく

また、観測機器と外部通信機器の距離が離れているなど有線での接続が困難な場合、観測機器から通信機器まで無線でデータを伝送する必要があるが、中継機を含めた通信経路が 1 経路に限られており、経路上の 1 つの機器が故障すると通信不能となるため、冗長性の面でも課題がある。

2. 観測情報収集システムの構築に向けた実証試験

2.1 手法の概要

図-1 に本研究で構築を目指す、低軌道衛星通信による、監視・観測体制を示す。

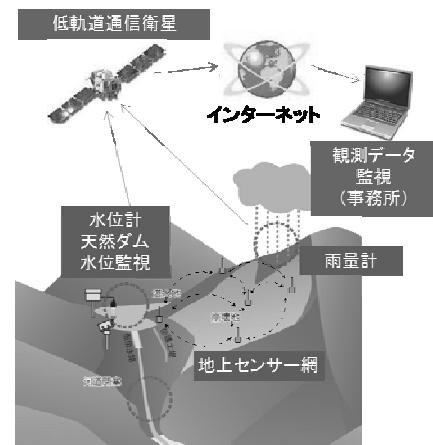


図-1 低軌道衛星通信による監視・観測体制のイメージ

災害現場に設置された雨量計や水位計、伸縮計等で計測されたデータは、各センサーに取り付けられた地上機器間通信機によりデータを転送する。通信には 920MHz 帯の電波を利用し、まずは地上のセンサー間での冗長的な通信網の構築を目指した。各機器は通信可能な位置にある他機器とそれぞれデータ通信を行うことが出来るため（アドホック通信）、通信は複数経路で保証される。このため、万が一の機器破損でも通信の安定性が確保できると期待される。

地上機器の一部に、低軌道衛星との通信機を接続する。低軌道衛星の周回高度は 600km～800km 程度と非常に低いため、周回高度 36,000km の静止衛星を使った従来の手法に比べ、はるかに小さい電波強度・狭帯域（ウルトラナローバンド）での通信が可能のため、省電力化およびアンテナの小型化が実現でき、表-1 に示すように、コスト面でも大幅な削減が期待できる。

さらに、地上センサー網および低軌道衛星により集められたデータを、インターネット上に設けられたクラウドサーバに集約し、手元のアンドロイド端末等で閲覧できるようなシステムを構築する。

表-1 低軌道衛星通信と衛星携帯電話通信の比較

	衛星携帯電話通信	低軌道衛星通信
電源	・消費電力大; 商用電源、発動発電機 ・電源喪失による 観測不能の危険大	・消費電力小; ソーラーパネル +蓄電池 ・電源喪失による 欠測リスク小
コスト	通信機 機器高価; 120万円	機器安価; 10万円 (オープンコム使用)
	通信費 2~3万円/月	6千円/月 (オープンコム使用)
設置の容易性	機器構成が複雑、 設置大変	小型・機器構成単純で 設置容易
データ転送頻度	10分間隔	40分間隔
課題	・コスト、電源確保、 維持管理	・データ転送頻度

2.2 実証試験の内容

地上センサー網の通信および太陽電池パネルと二次電池のみによる各地上機器の連続運用を実証するために、まずは和歌山大学構内にて長期の野外実証実験を実施した。実験の様子を図-2 に示す。

地上センサー位置関係



図-2 和歌山大学構内における実証実験の様子

次に実際の災害現場において、地上センサー網を設置し、低軌道衛星を利用した通信実験を実施した。将来的には通信方法等にも工夫を行う予定であるが、今回は既に商業用として使われている衛星通信サービスであるオープンコムを利用した。

2.3 試験結果

大学構内での3ヶ月間の実証実験により、地上センサー網によるデータ転送、サーバへのデータ集積、アンドロイド端末での情報提供が可能であることを実証し、電力収支も成立することを確認した。また図-3のように、クラウドサーバに集約されたデータをアンドロイド端末で表示可能なことも確認することができた。



図-3 アンドロイド端末での表示例

次に災害現場における実証実験により、図-4 に示すように、衛星との通信装置が従来装置に比べ、格段にコンパクト化できることを確認した。また従来装置は稼働に外部の発電機からの給電が必要であるが、本手法の装置では太陽電池パネルと二次電池により、電力収支が成り立つことを確認することができた。

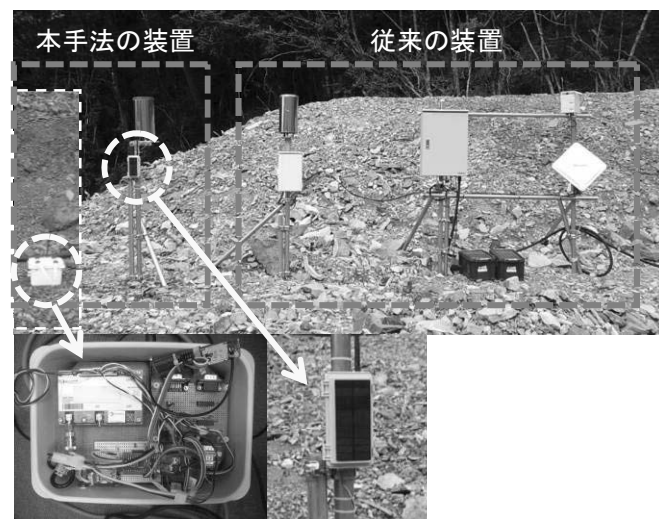


図-4 従来および本手法における通信装置の比較

一方、オープンコムサービスではデータはメールにて配信されるため、大学構内での実験に使ったクラウドサーバにデータを集約するにはシステムの変更が必要となる関係から、現地からのデータ集約に関する実験については今後実施する予定である。

3. まとめと今後の課題

本研究により、ウルトラナローバンドを利用した砂防観測情報収集システムの構築が可能であることが実証された。また現在は地上センサー網の通信、および低軌道衛星との通信にはそれぞれ別の周波数を利用しているが、静止軌道衛星に比べて3,600倍も利得がある低軌道衛星では、1W程度の低出力でも、地上センサー間の通信電波を受信できる可能性がある。すでに打ち上げられている「ほどよし3・4号」衛星を利用し、今後、この点に関しても検証を実施する予定である。