

P24 周回衛星を用いた警戒避難システムの考え方について

独立行政法人土木研究所 渡 正昭
桜井 亘
石田哲也

○山本東明(現 日本無線株式会社)

1. はじめに

土砂災害監視システムにおける雨量計等のセンサ情報の伝送には、テレメータ無線回線やNTT専用回線が多く用いられている。しかし、設置期間やコスト等の面から近年、携帯電話や小電力無線など様々な通信手法を検討・利用する事例が見られるようになった。これらの通信手法は、利便性に優れ価格も安い反面、電波の届く範囲が限られている面もあり、センサの設置が望まれる山間部での利用にある程度の制限があると考えられる。

一方、衛星通信は、1995年1月17日の阪神・淡路大震災時の運用報告等により、災害に強い通信インフラとして再認識され整備されつつある。衛星通信は、地上の中継設備等を必要としないため、山間部の通信環境の整備に対し設置期間やコスト等の面でも有効であると考えられる。そこで今回は周回衛星による衛星通信に着目し、その適用性を調査したので、ここに報告する。

2. 周回衛星に着目した理由

衛星通信システムは、静止衛星通信システムと周回衛星通信システムの2種類がある。現在の主流は、画像伝送が可能な高速回線、同時に大量の情報を取扱うことのできる大容量回線を有している静止衛星通信システムである。しかし、衛星通信を利用して山間部のセンサ情報を伝送する通信環境を整備する場合、以下の点で周回衛星通信システムが静止衛星通信システムに比べて優れていると考えられる。

- (1) 静止衛星(高度;約36000km)に比べて周回衛星(高度;約800km)の飛行高度は低いので通信端末の送信出力が低く、また、消費電力も小さい。
- (2) 通信端末が小型で軽い。
- (3) 静止衛星に比べて周回衛星の電波は低周波数帯(VHF;150MHz帯もしくはUHF;400MHz帯)なので、降雨による通信障害の影響が小さい。
- (4) 無線免許不要・無線従事者不要である。
- (5) 棒状のアンテナを上方向に立てるだけなので、アンテナの設置が容易である。

今回は、周回衛星通信システムの中から、現在最も多い通信衛星数で運用されているオープンコムシステムを利用し、通信試験を行った。

3. 試験内容

3.1 データ収集時間

センサ情報を収集するのに要する時間(以下、「データ収集時間」という)がどの位になるかは、土砂災害監視システムを考える上で重要と思われる。オープンコムシステムは、データ伝送に電子メールを使用している(図-1)。このシステムの特徴を踏まえ、データ収集時間を以下の方法で測定した。

- (1) オープンコム端末側は正10分もしくは正20分ごとに、パソコン宛の電子メールを作成し送信する。電子メールには作成日時を書き込む。
- (2) パソコン側は受信した電子メールの作成日時と受信日時を確認する。

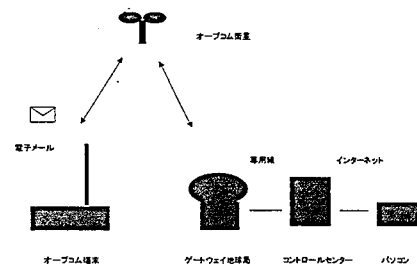


図-1 オープンコムシステムのシステム構成図

(3) 電子メールの作成日時と受信日時の差を計算し、この差をデータ収集時間とする。

3.2 地形・樹林の影響

データ収集時間は、測定場所の地形・樹林の影響を受けると考えられる（例えば、山の稜線が送信場所と通信衛星を結ぶ線より高いと電波が遮断され通信できない、樹林により電波が弱くなったり不安定になるため通信がしにくくなるなど）。今回は地形障害、樹林障害を次の通りとした。地形障害は、4方位（N, E, S, W）ごとに4段階（0；仰角15度以下、1；仰角15～30度、2；仰角30～45度、3；仰角45度以上）の分類とした。樹林障害は、地形障害を除いた上空について、空の見通しの割合ごとに4段階（0；100%、1；70%程度、2；30%程度、3；10%以下）の分類とした。

3.3 試験結果

土砂災害監視システムでは、10分間隔のデータ収集が標準となりつつある。ある正10分における観測データを考えたとき、データが検知される都度送信されるようなデータ収集時間がほぼ存在しない方式（イベント方式）であれば時差なくデータが処理されるが、収集装置からデータを呼び出すようなデータ収集時間が数分程度存在する方式（ポーリング方式）であればデータ収集時間後や次の正10分にデータが処理される。このような状況では、データ収集時間10分以内が土砂災害監視システムへの適用性の目安になると考えられる。そこで今回は、測定場所ごとのデータ収集時間について、全データ数に占める5分以内、10分以内、20分以内のデータ数の割合（以下、「データ測得率」という）を計算し、表-1にまとめた。あわせて、測定場所の地形障害、樹林障害の状況も表-1にまとめた。

樹林障害が2以下かつ地形障害が2方位以上で1程度である場所（丹沢1）であれば、10分以内の測得率が約90%以上という結果が

表-1 各測定場所のデータ測得率・地形障害・樹林障害

測定場所	全データ数	データ測得率 (5分以内)	データ測得率 (10分以内)	データ測得率 (20分以内)	地形障害N	地形障害E	地形障害S	地形障害W	樹林障害
所内1	1348	87.1%	97.3%	99.6%	0	0	0	0	0
所内2	717	79.2%	95.4%	99.7%	0	0	0	0	1
所内3	710	71.7%	93.9%	98.7%	0	0	0	0	2
所内4	298	79.5%	95.3%	99.3%	0	0	1	0	1
所内5	247	82.6%	93.1%	98.8%	0	0	2	0	1
所内6	487	75.2%	92.8%	99.4%	0	0	3	0	1
所内7	445	70.6%	89.0%	99.1%	0	0	0	0	2
筑波山1	219	57.5%	79.0%	94.1%	2	2	1	0	0
筑波山2	216	44.4%	78.2%	93.1%	0	0	2	1	3
伊豆1	89	24.7%	53.9%	74.2%	1	1	1	2	3
伊豆2	82	61.0%	81.7%	98.8%	2	1	2	2	0
丹沢1	134	73.1%	94.0%	99.3%	0	0	1	2	1
丹沢2	71	29.6%	50.7%	73.2%	3	2	1	3	1

※ 所内は土木研究所内をさす

得られた。これは土砂災害監視システムへの実用にも耐え

うる内容と思われる。樹林障害が2以下かつ地形障害が2方位以上で2程度である場所（筑波山1、伊豆2）であれば、10分以内の測得率は約80%以上、20分以内の測得率は約90%以上という結果が得られた。これは実用には多少注意が必要と思われるが、センサ情報の空白域において補完的に運用したり、事業計画のためのデータ収集には十分使用可能な内容と思われる。樹林障害が3である場所（筑波山2、伊豆1）や地形障害が2方位以上で3程度である場所（丹沢2）では、センサ情報をそのままの位置から伝送する場合、時間をかければデータ送信は可能であるが、実用的ではない。アンテナの位置を見晴らしのよい場所や木の上に移すなど工夫をする必要があると思われる。

4. まとめ

周回衛星通信システムは、山間部で使用する場合地形や樹林の条件に応じて使い分ける必要はあるが、土砂災害監視システムで使用するための適用性は十分にあると思われる。今後、通信衛星数の増加やデータ優先度に応じた配信等が行われればデータ収集時間が短縮され、より有効性が高まるものと期待される。

参考文献

- 1) 小川 滋、広瀬茂樹、北岡直樹：土砂災害警戒避難システムのソフト化について、平成13年度砂防学会研究発表会概要集、pp180-181、2001
- 2) 飯田尚志 編著：ウェブサミット講座 衛星通信、オーム社、1997
- 3) 伊藤泰彦 監修：低軌道衛星通信システム、社団法人 電子情報通信学会、1999