

UAV を用いた 920MHz 帯無線機の通信測位実証実験 その(1)

－ 衛星測位に用いる無線機の性能評価 －

茨城工業高等専門学校 堀和広 正会員 ○岡本修, 中電技術コンサルタント(株) 正会員 荒木義則
株式会社テスコム 佐藤隆秀 永井一郎, (有) テクノフラッシュ 車田茂美
ルーチェサーチ(株) 渡辺豊, PHM フェロー会員 高田知典

1. はじめに

近年, 豪雨や地震等の自然災害により多くの斜面崩壊が発生している. 平成 25 年の土砂災害の発生件数は 941 件にも及び¹⁾, 土砂災害に伴う斜面崩壊の発生は突発的で, その予測技術は十分とは言えない. 現在, 斜面崩壊の監視の多くは目視であるが, 人間が立ち入るには危険な箇所も存在するため, 全域を見て回することは非常に困難である. そのため, 予測システム²⁾の開発や運用も進められているが, 監視機器を事前に危険箇所に設置する必要があるため, 人が危険箇所に赴くことは避けられない. この問題を解決するため, 人が危険箇所へ入ることなく斜面崩壊の予測が可能となるシステムの開発に取り組んでいる. 開発中のシステムは, センサ端末を斜面崩壊の恐れがある危険箇所に設置し, その位置変動を 24 時間監視する. 監視機器となるセンサ端末は UAV(Unmanned Aerial Vehicle)を用いて危険箇所に投下することで設置でき, 人が危険箇所に入らずに済む. センサ端末によって得られる情報は, 通信距離や障害物の影響により直接麓の基地局まで送信することは不可能である. そのため, UAV に搭載した無線機により通信でセンサ端末データを回収し, 回収されたデータを基地局へ転送する. UAV の測位には衛星測位を利用するが, その方式として RTK(Real Time Kinematic)測位を用いる. RTK 測位は, 測位精度が数 cm 程度の測位方式で, 搬送波が受信できる 2 台の受信機(基準局と移動局)が必要となる. UAV の測位計算には, 既知点に設置した基準局受信機で観測した基準局データと UAV に搭載した移動局受信機の観測データが必要となるため, UAV の測位計算にも無線機が必要となる. UAV に搭載する無線機は, センサ端末データの送受信に加え, RTK 測位の通信の 2 つの役割を持つ. このようなことから無線機の性能は, 本システムの性能を左右する重要な要

素となる. そこで RTK 測位に用いる無線機が UAV の飛行中でも正常に機能するのか, 特にモータ等のノイズにより, 無線機の機能に障害が発生しないのかを確認する評価試験を行った. 本報告では, 移動速度による影響, 通信可能距離の 2 点について評価した結果を述べる.

2. 無線機, 衛星測位受信機, UAV の概要

実験は周囲にほぼ障害物が存在しない茨城工業高等専門学校校庭にて行った. 基準局側のアンテナ, 受信機, 無線機を地上に設置し, 移動局側の衛星測位アンテナ, 衛星測位受信機, 無線機を UAV に搭載する. 実験に使用する無線機は, 現在開発中の周波数 920MHz 帯を利用する TFX925A(テスコム社製, 送信電力 20mW 以下の単向通信)である. 衛星測位受信機には 1 周波 GPS/GLONASS 受信機である OEMSTAR(NovAtel 社製)を使用する. 無線機, 衛星測位受信機を搭載する UAV には, 橋梁点検等で実績のある 6 枚プロペラタイプの SPIDER(ルーチェサーチ社製)を使用した. 図-1 に使用する無線機, 図-2 に各機器の搭載の様子を示す. また図-3 に実験に使用した UAV, 図-4 に UAV の飛行の様子を示す.

3. 移動速度による影響試験

UAV を適当な高度まで上昇させ, 水平 XY 方向, 垂直 Z 方向にそれぞれ 1m/s, 3m/s, 5m/s の速度で飛行する. モータ等のノイズの影響を飛行速度毎に確認する試験を行った. 衛星測位の測位計算には測位計算プログラムパッケージ RTKLIB³⁾を使用する. UAV に搭載した移動局側の観測データが, 無線機を介して基準局側に接続した PC に正しく送られてくることで通信の可否を判定した. 比較対象として, 周波数 2.4GHz の Parani-SD1000(Bluetooth class 1, Sena Technologies 社製)の無線機も同時に試験した. 水平 XY 方向の試験結果を表-1, 垂直 Z 方向の試験結果を表-2 に示す. 表中の丸印はデータが問題なく



図-1 無線モデムの外観



図-2 無線機の搭載状況

キーワード 無線通信, 衛星測位, UAV, RTK, 斜面崩壊監視

連絡先 〒312-8508 茨城県ひたちなか市中根 866 TEL029-271-2939

通信できたことを示す。斜線は実験の不具合によりデータが取得できなかったことを示す。開発中の無線機 TFX925A の通信は、移動速度によって通信が途切れることはなかった。また、比較対象である Parani-SD1000 も問題なく通信が可能であるため、今回試験した無線機では UAV の移動速度によるノイズ影響を受けないことが確認できた。

4. 通信可能距離の試験

UAV を Z 方向となる高度 100m まで上昇させ、基準局の無線機から遠ざかるよう水平 XY 方向に直線飛行する。その際に無線機の通信電波が弱まり、正しくデータが送受信できる限界の距離を検証する。前節と同様に測位計算には RTKLIB を使用した。実験は茨城県ひたちなか市阿字ヶ浦海岸にて行った。図-5 に試験時に飛行した UAV の移動軌跡を示す。スタート地点から UAV が離れていき、1km 付近では無線の通信が途切れ、測位計算結果となるプロットの数が増加している。また、通信が途切れた後に再びスタート地点に近づくと通信は回復した。これらのことから周囲に障害物のない高度 100m 程度の環境において、TFX925A の通信距離は最大 1km 程度であることを確認した。

5. まとめ

飛行中の UAV との無線通信において、UAV のモータ等のノイズの影響が無線に及ぼす影響を試験した。開発中の 920MHz 帯の無線機を UAV に搭載して飛行通信試験をした結果、移動速度の違いによるノイズの影響がないことを確認した。また、高度 100m において通信可能距離は最大 1km 程度であることを確認した。実用される現場によって必要な通

信距離は変わってくるものの、必要に応じて中継器を追加することで対応することも可能である。また、衛星測位の受信に与える影響を心配したが、アンテナの搭載位置をプロペラの影響を受けない場所にするなどで測位結果に影響を与えないことも確認できた。RTK 測位では搬送波を利用することからサイクルスリップ等の影響を危惧したが問題なく高精度測位ができた。今後は、衛星測位のデータ通信とセンサ端末のデータ通信を 1 台の無線機において、時分割で切り替えながら共用する機能の実装を目指す。

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部：平成 25 年全国の土砂災害発生状況、<http://www.mlit.go.jp/river/sabo/jirei/h25dosha/H25dosyasaigai_12.31.pdf> (2014.4.3 現在)
- 2) 岩崎智治、清水則一：GPS を利用した斜面監視サービス(shamen-net)の開発と成果、日本地すべり学会関西支部シンポジウム講演集、2009。
- 3) 高須知二、久保信明、安田明生：RTK-GPS 用プログラムライブラリ RTK-LIB の開発・評価および応用、GPS/GNSS Symposium 2007 text, pp.213-218, 2007。

表-1 移動速度による影響（水平 XY 方向）

Model number	TFX925A	Parani SD1000
1m/s	○	○
3m/s	○	○
5m/s	○	○

表-2 移動速度による影響（垂直 Z 方向）

Model number	TFX925A	Parani SD1000
1m/s	○	○
3m/s	○	○
5m/s	○	○



図-3 実験に使用した UAV の外観



図-4 UAV の飛行の様子

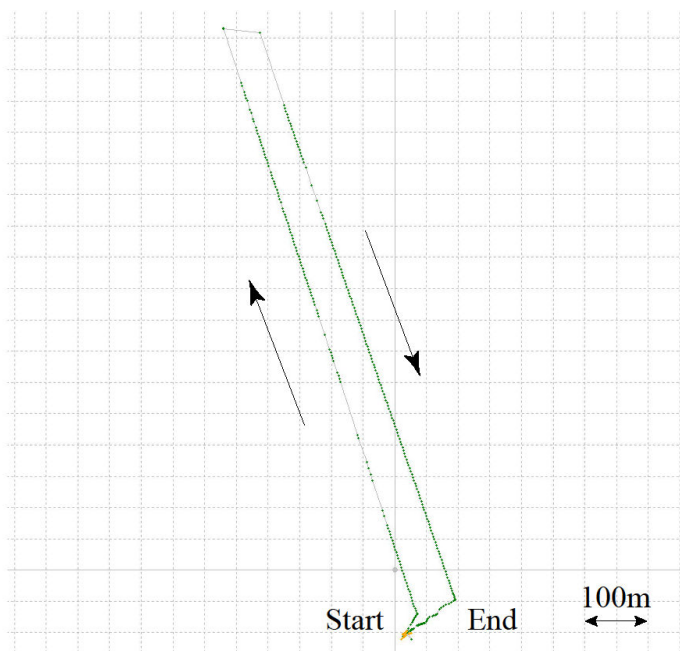


図-5 UAV の飛行軌跡