

小型 GNSS ロガーを用いた高精度測位手法に関する一検討

岐阜工業高等専門学校 学生会員 ○ 堀 綾那
岐阜工業高等専門学校 正 会 員 菊 雅美

1. 研究の背景と目的

近年, UAV (Unmanned Aerial Vehicle, 無人航空機) を用いた新しい測量技術が実務に適用されつつある. UAV 測量では, 構築する 3D モデルに座標を与えるために対空標識を設置し, その中心を GCP (Ground Control Point, 地上基準点) として基準点測量を行う. 基準点測量の 1 つである GNSS 測量は, トータルステーションによる計測に比べて短時間・低労働で座標を得られる. ただし, 対空標識の設置・計測・回収と 3 段階の作業が必要であることや, GNSS 測量機器一式が高価であることから, さらなる作業の効率化と費用の削減を図れる余地があると考えられる. 坂本¹⁾は, 対空標識の座標を安価な GNSS 受信機によって高精度に測位するため, 最適なアンテナ機材・基準局・観測時間について検討している. また, より精度のよい結果を得るためには, グランドプレーンを併用することが推奨されているが²⁾, 最適な条件は明確になっていない.

そこで, 本検討では, 比較的安価な GNSS モジュールを用いた対空標識の作成を目的とし, その前段階として, 最適なグランドプレーンの条件について検討を行う.

2. グランドプレーンの検討

(1) 観測および解析条件

本検討では, 坂本²⁾を参考に, GNSS モジュール NEO-M8P とアンテナ, シングルボードコンピュータ Raspberry Pi, モバイルバッテリーにより構成される GNSS ロガーを作製した.

2019 年 11 月 5 日に, 岐阜高専 2 号館屋上にて, GNSS ロガーによる観測を行った. 本検討では, アンテナのグランドプレーンとして直径の異なる 2 つのステンレス製の器を使用した. 表-1 に示すように, グランドプレーンの大きさとアンテナの貼付位置の違いに着目し, 計 4 ケースにて検討した. 写真-1(a)および(b)に, アンテナをグランドプレーン

の内側と外側に貼付した例をそれぞれ示す. また, GNSS ロガーによる観測状況の例を写真-2 に示す.

観測後は RTKLIB を用いて後処理を行った. 後処理に必要な電子基準局のデータには本巢を使用した. なお, スタティック測量では 1 時間以上の計測が必要とされているため, 本検討では観測開始から 60 分間のログデータを解析対象とした.

(2) 観測結果の比較

水平方向の観測結果を示した図-1 より, 各観測間の座標値は 2 cm 以内に収まっていることがわかる. また, 標高の観測結果を示した図-2 より, 各観測間の標高値は 4 cm 以内に収まっている. 長屋・菊³⁾は, GNSS 測量器機を用いた際の解析の許容精度として水平方向 2 cm, 鉛直方向 4 cm を採用している. したがって, 本検討によって得られた観測値間の差異は, 誤差の許容範囲であると判断できる.

各ケースにおいて, Fix 解の数と最初に Fix 解を得るまでに要した時間を表-2 に示す. 同表より, Case 1-1 とその他の Case を比較すると, グランドプレーンを使用した場合に短時間で多くの Fix 解を取得できていることから, グランドプレーンを使用する必要性が明らかとなった. また, グランドプレーンの大きさの違いについて, Case 1-2 と Case 1-3 を比較すると, Case 1-3 がより多くの Fix 解を取得しており, Fix 解になるまでの時間も短いことがわかった. また, アンテナの貼付位置の違いについて



(a) 内側 (b) 外側
写真-1 アンテナの貼付位置

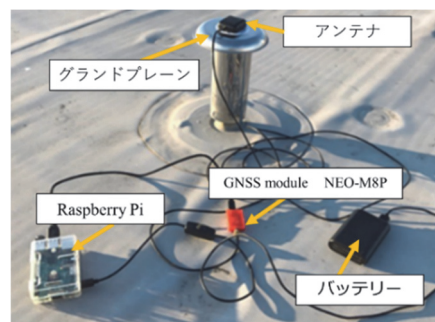


写真-2 GNSS ロガーの設置条件

表-1 観測条件

Case	グランドプレーンの大きさ	アンテナの貼付位置
1-1	なし	—
1-2	小	内側
1-3	大	内側
1-4	小	外側

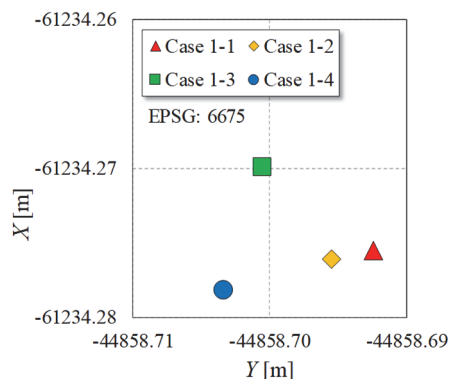


図-1 水平方向の観測結果

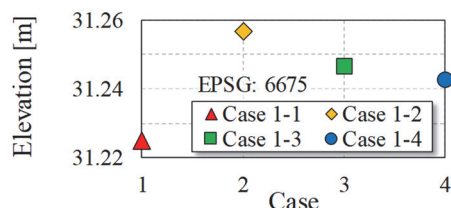


図-2 鉛直方向の観測結果

表-2 Fix 解の観測結果

Case	Fix 解の数	Fix 解を得るまでの時間[s]
1-1	974	1299
1-2	2817	200
1-3	3022	21
1-4	3544	10

て、Case 1-2 と Case 1-4 を比較すると、Case 1-4 がより多くの Fix 解を取得しており、Fix 解になるまでの時間も短いことがわかった。このことから、より多くの Fix 解を得るためには、グランドプレーンとして Case 1-3 の大きさのものを使用し、アンテナの貼付位置は器の外側にすることが効果的であるとわかった。

3. GNSS ロガーの精度検証

2019 年 12 月 13 日と 16 日に、表-3 に示す計 4 ケースにおいて、国土地理院の定める四等三角点 ($X = -61559.475$ m, $Y = -45376.342$ m, $Z = 20.01$ m) にて、GNSS ロガーの精度検証を行った。

四等三角点の座標値と水平方向の観測結果の座標値との差異を示した図-3 より、Case 2-2 を除いて、2 cm 以内に収まっていることがわかる。しかし、四等三角点の座標値と鉛直方向の観測結果の座標値との差異を示した図-4 より、標高に関しては、すべてのケースにおいて 4 cm 以内に収まっていない。前述の許容精度を鑑みると、水平方向は許容範囲内であるものの、鉛直方向は許容範囲外である。

そこで、本検討では、鉛直方向の観測結果について、Case 2-3 の解析時間を 1 時間から 2 時間半に変更した場合と、すべての Case において後処理に用

表-3 観測条件

Case	グランドプレーンの大きさ	アンテナの貼付位置
2-1	小	内側
2-2	大	内側
2-3	小	外側
2-4	大	外側

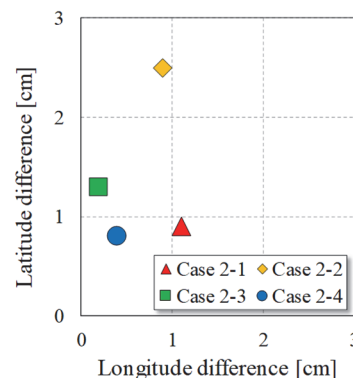


図-3 既知点における緯度と経度の差異

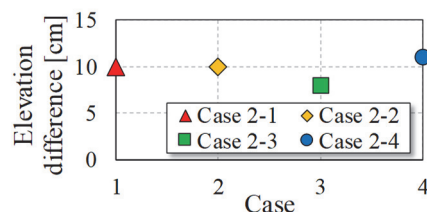


図-4 既知点における標高の差異

いる電子基準点を、岐阜 A・垂井・揖斐川にそれぞれ変更した場合について検討した。その結果、紙面の都合上掲載しないが、解析時間を長くした場合の標高値の差異は、図-4 に示す Case 2-3 の結果より 1 cm 小さくなったものの、4 cm 以内には収まらなかった。また、電子基準点を変更した場合も、すべての Case において 4 cm 以内には収まらなかった。

4. 結論

本検討によって、使用した GNSS ロガーにおける水平方向の観測の有用性が確認できた。しかし、鉛直方向の観測は、電子基準点と観測時間を変更した場合でも、本検討において想定した解析精度を満たさなかった。よって、今後は、GNSS ロガーのアンテナについて検討を行う。

謝辞: 本研究の一部は、越山科学技術振興財団研究助成金の助成を受けたことをここに付記し、感謝の意を表する。

参考文献: 1) 坂本利弘, 岩崎亘典, 石塚直樹, デイビット・S・スプレング: 小型 GNSS 受信機を用いた高精度測位マニュアル, 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構, p 84, 2019. 2) 岡本 修: 実習・RTK 測位の使い方, エレクトロニクス・ 세미나・テキスト, p 116, 2019. 3) 長屋佑美・菊 雅美: UAV-SfM/MVS 測量における構造物の再現性向上のための最適条件の検討, 土木学会論文集 F3(土木情報学), 2020 (印刷中)。