

補足資料 UAVレーザ機材の試験と評価方法の例

この補足資料は、「UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」（以下「マニュアル案」）の第28条に規定されている「UAVレーザ機材のボアサイトキャリブレーション」の実施方法の一例を示すものである。

ここで示す一例は一般的な手法を示しているが、この手法を順守しなければならないものではない。UAVレーザ機材のメーカー等が推奨する手法や、作業者の経験的な判断による手法等、ボアサイトキャリブレーションの目的が達成できれば他の手法を採用してもよい。

1. 作業手順

UAVレーザ機材のボアサイトキャリブレーションは、次の作業と順序を標準として実施する。

- 1) ボアサイトキャリブレーション実施計画
- 2) 試験用基準点の設置
- 3) ボアサイトキャリブレーション計測の実施
- 4) ミスアライメント値の計算
- 5) 計測点データの均一度確認
- 6) キャリブレーション記録簿の作成

2. ボアサイトキャリブレーション実施計画

ボアサイトキャリブレーションの飛行計画の条件例を以下に示す。具体的な飛行計画を図1に示す。

- ボアサイトキャリブレーションを行うための場所の確保（50m 四方以上で平坦な範囲）。
- UAVレーザ機材の性能に応じて高度を設定し、走査角は90度（±45度）を標準とする。
- 飛行コースの計画は、コース長が50m、コース間重複度を60%とした2コースを直交させ、最低4コース以上を標準とする。
- 試験用基準点はコース間に配置し、5点以上設置することを標準とする。

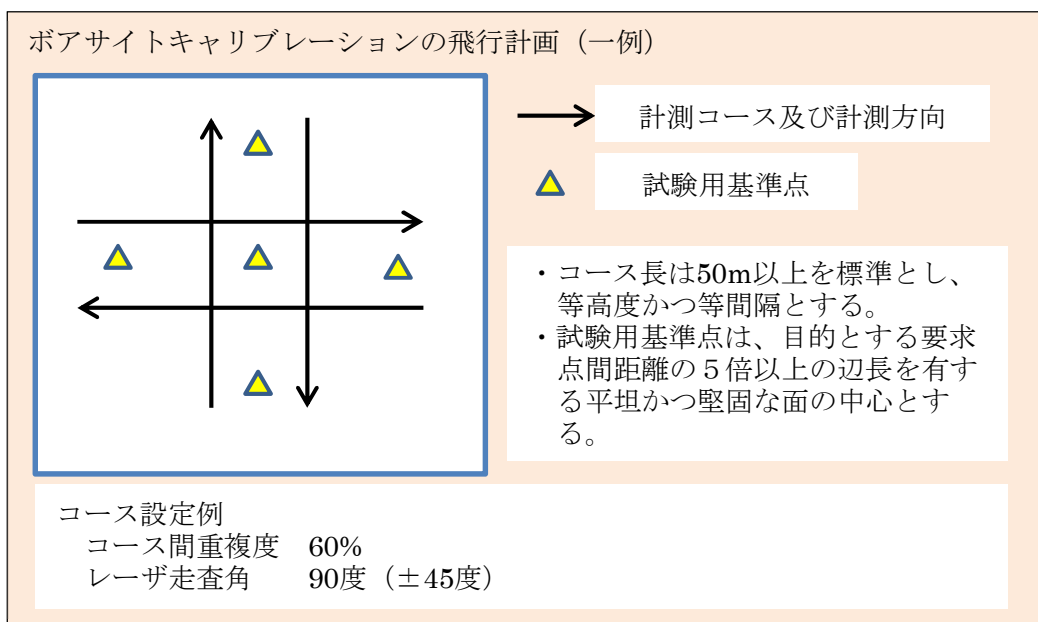


図1 ボアサイトキャリブレーションの飛行計画例

3. 試験用基準点の設置

試験用基準点は、マニュアル案第37条に準じて観測を行うものとする。

ミスアライメント値の算出のためには、位置及び形状が把握できる地物が必要であるため、マニュアル案第37条の運用基準第3項に基づいた、地表から突出した対空標識の試験用基準点を設置することを標準とする。また、試験用基準点は、反射強度が判別できる模様を利用してよい。ただし、均一度確認の際、計測点データの標高値にばらつきが生じないように、上面の反射率などに配慮する。

4. ボアサイトキャリブレーション計測の実施

ボアサイトキャリブレーションの計測飛行は、下記に留意して実施する。

- 隣接するコースは、進行方向を相対させて計測飛行する(同じ方向で計測飛行しない)。余力があれば、各コースを往復計測することが望ましい。
- 等高度かつ等速飛行を行う。
- ボアサイトキャリブレーションの計測飛行は、1フライトで実施する。

5. ミスアライメント値の計算

ミスアライメント値は、メーカーから提供されるソフトウェアや、点群処理ソフトウェア等を使用して計算を行う。

ミスアライメント値は、下記の項目に対して求める。

- ・ローリング値 (ロール補正)
- ・ピッチング値 (ピッチ補正)
- ・ヘディング値 (ヘディング補正)
- ・横縮尺値 (スケール補正)
- ・標高値 (測距補正)

6. 計測点データの均一度確認(機材精度確認試験)

均一度確認のための計測点データは、ボアサイトキャリブレーションによって調整されたミスアライメント値を反映した統合計算処理で作成する。つまり、ボアサイトキャリブレーションにより、調整が行われた最適な状態の計測点データで行うことが前提である。

均一度の確認は、マニュアルの第28条の運用基準に記載されている。より具体的には、マニュアル第46条(調整点を用いた検証)の運用基準1項(1)に記載されている手法と同一である。「試験用基準点を中心に要求点間距離の5倍の直径の円又は5倍の辺長の正方形を設定し、当該範囲内に存在する各点の標高値について試験用基準点の標高値との較差を求め、較差の絶対値の最大値、較差の平均値、RMS誤差を求める。」ことになる。

ただし、機材精度確認試験による均一度確認では、試験用基準点との較差の状況を統計的な数値で表現するだけでなく、較差傾向の正規分布の状況、標準偏差の状況、各試験用基準点の傾向等を把握するため、試験用基準点との較差量に応じた分布をグラフ化することとしている。これによって、UAVレーザ機材が要求精度に適合した精度を有するか視覚的に判断することができる。

<注意事項>

較差量の傾向が正規分布せず、ばらつきが大きい場合、ミスアライメント値の計算過程及び統合解析処理時の設定値などの再確認を行う。確認の結果、ミスアライメント値に問題が無ければ、レーザ測距装置の固有の傾向或いは単体の傾向である可能性がある。このような場合は、機器のメーカーへ状況の報告及び確認を行い、機器の調整を要請することが推奨される。

メーカーの対応が困難で、ばらつきの解消ができない場合は、UAVレーザ機材が固有の誤差（ばらつき）があるものとして作業者は業務に利用しなければならない（そのため、キャリブレーション記録簿では、レーザ測距装置の機器番号の記入を設定している）。その場合は、要求仕様に定められる精度を満たすことが可能か、十分検討した上で利用することとする。

7. キャリブレーション記録簿の作成

① ミスアライメント値の検証の結果

マニュアルの巻末資料2の様式1-1「キャリブレーション記録簿（UAVレーザ機材点検記録）」に記載することとする。

② 計測点データの均一度確認の結果

マニュアルの巻末資料2の様式1-2「UAVレーザ機材精度試験記録」に記載することとする。較差分布の図は、較差量（横軸）を適宜調整して記入するものとする。

上記の様式には記載例の資料があるため、そちらも参考にしていきたい。

以上