

航空レーザー測量装置装備のデジタルカメラ画像による位置計測精度の検証

アジア航測株式会社 正会員 藤井 紀綱

アジア航測株式会社 吉富 真幸

1. はじめに

昨今、航空機レーザー測量は、河川海岸管理、火山防災、斜面防災、道路・ダム等の設計、管理における地形データ作成に利用されることが一般的となった。一方、航空機に搭載された高解像度デジタルカメラとIMUにより地上に基準点を必要としないデジタル航空写真測量法が実用化され始めている。今回、航空レーザー測量装置に搭載された4k×4k画素のカラーデジタルカメラ画像による位置計測精度の検証を行ったので報告する。また、航空レーザー測量データとの複合によるメリットについて記す。

2. 航空レーザー測量

航空レーザー測量とは、航空機にレーザー計測装置を搭載し、空中から地表へレーザー光を照射して地表面の3次元座標を計測する手法である。航空機の位置を連続キネマティック-GPS観測法により取得し、航空機の姿勢をIMU(Inertial Measurement Unit)によりHeading(κ)、Pitch(ϕ)、Roll(ω)の3軸の傾きを計測する。さらに航空機から地物までの距離をレーザー測距装置により算出し、これらの情報からレーザー計測点1点ごとの地理座標を求めることができる。尚、高解像度デジタルカメラで航空レーザー計測と同時にカラー画像を取得することが可能となっている。

表1 計測機器の仕様

項目	ALTM2033EDC
運用高度	175m～3,000m
観測幅	0.68×対地高度
パルス周波数	25,000Hz/33,000Hz
走査角	0～±20度
パルスモード	ファースト/ラストパルス同時取得
レーザー反射強度	取得可
ビームの拡がり	0.2 mrad/0.8mrad
計測精度(高さ)	±15cm
カラーデジタルカメラ画素数	4k×4k
Pixel Size	0.009mm
FOV	37°×37°

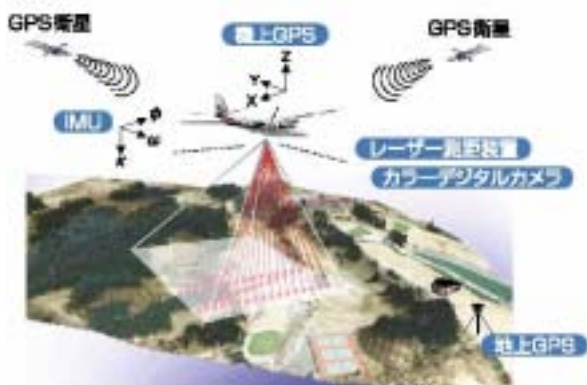


図1 計測原理

3. 検証用基準点の設置

デジタルカメラ画像を用いたステレオ計測の精度検証を実施するため、テストフィールドとして、地上に検証点を設置した。対象地域は、奈良地区(市街地)と神奈川県松田地区(山地)を選定した。奈良地区の検証点は、デジタルカメラ画像上で明瞭に判読可能な道路の隅きりや白線の端部を選点し、GPSによるスタティック方式により座標を算出した。また、山地である松田町については(社)日本写真測量学会より提供されている対空標識点の成果を検証点として使用した(図2)。

4. 位置計測精度の検証

LB 装備の高解像度デジタルカメラ画像とGPS/IMUの出力パラメータをPC図化機(図化名人)に入力し、検証点を計測した。飛行高度別の計測結果から、平地、山地ともに国土交通省公共測量作業規程内、対地標定運用基準(縮尺1/2,500)における、水平0.7m、標高0.5m(標準偏差)の許容値は、対地高度950m以下でクリアできることを確認した。



図2 基準点写真(上:上空、下:現地)

キーワード 航空レーザー測量、デジタルカメラ、GPS/IMU、3次元計測

連絡先 215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺1-2-2 アジア航測株式会社コアテクノロジー事業部 TEL 044-967-6160

また、GPS/I MUにより算出されたパラメータ (X_0 、 Y_0 、 Z_0 、 ω 、 ϕ 、 κ) のみで計測した結果とさらに地上基準点で空中三角測量法のブロック調整を行った計測結果を表 2 に示す。

表 2 計測精度検証結果

地区名	GPS/I MUのパラメータ使用		GPS/I MU + 基準点による調整	
	水平 RMSE(m)	標高 RMSE(m)	水平 RMSE(m)	標高 RMSE(m)
奈良	0.72	0.44	0.53	0.42
松田	0.19	0.44	0.28	0.37

(奈良検証点数：40 点、松田検証点数：36 点 撮影飛行高度 950m)

GPS/I MUのパラメータだけでモデルを作成した場合は、モデルによっては縦視差が発生していた。そこで、パスポイント、タイポイントを測定し検証点数点を基準点とし、GPS/I MUの外部標定要素を固定してバンドル調整を行い、検証点を計測したところ、GPS/I MUのみ使用した場合に比べ縦視差は解消されてRMSEが若干改善された。奈良地区のRMSEが松田地区と比較して多少大きいのは、GPS電波の受信状況等が考えられる。以上から、本装置により縮尺 1/2,500 の図化が可能なことを確認した。

5 . 高解像度デジタルカメラ画像による図化

高解像度デジタルカメラ画像とGPS/I MUパラメータによる図化手法で作成した地図データを図 3 に示す。本手法のメリットは、「現地作業が大幅に減ること」、「写真現像処理、従来の空三処理が不要となること」、「レーザー成果の品質向上」である。今後、地図作成の場面では、高解像度デジタルカメラ画像を使用することによる効率化が期待できる。斜面の法尻や堤防等の河川構造物の形状は、レーザー計測点データだけではエッジ部がなまってしまうが、図 5 に示すとおりデジタルカメラ画像から道路縁や法肩、法尻のエッジ部をブレイクラインとして取得し、レーザー計測データへ補完することで形状を正しく表現することができる。



図 3 地図データ



図 4 ブレイクライン及び断面図位置

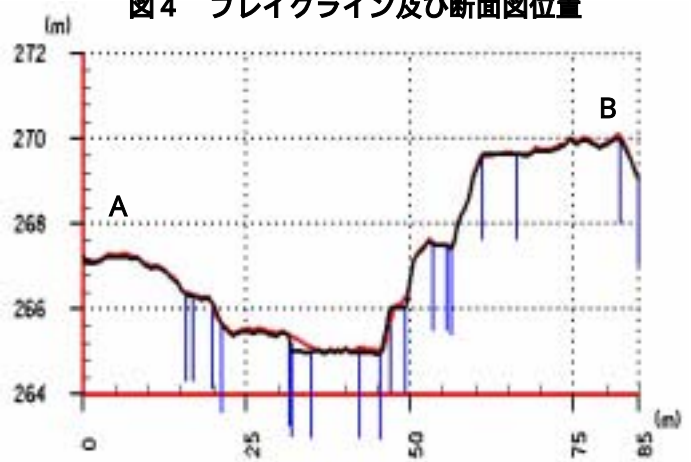


図 5 断面図 (赤：レーザー、黒：レーザー + ブレイクライン)

6 . おわりに

航空機搭載高解像度デジタルカメラ画像による位置計測精度は、縮尺 1/2,500 の許容精度を満たしていることを確認した。これまで航空レーザー計測データだけでは表現しきれなかった人工構造物の形状計測が可能となり、対空標識を必要としない効率的な地図作成が可能となった。また、デジタルカメラ画像より取得するブレイクラインで、より高精度な 3 次元データが作成できる。今後はさらなる高精度化に向けて検討する。