

地上型レーザスキャナーを用いた地形測量への適応に関する研究

松村 隆一・大泉 純也・清水 真人(国際航業株式会社)

1. はじめに

近年、地形や地物の形状取得に地上型レーザスキャナー(以下:地上型レーザ)による計測が利用されている。地上型レーザ計測は、トータルステーション測量(以下:TS測量)に比べ短時間に大量の3次元情報が取得できる為、TS測量および空中写真測量に替わり数値地形図作成の補備測量などへの応用が期待される。しかし、広範囲な地形や地物を計測するには、複数の箇所に地上型レーザを設置する必要がある、それぞれの3次元座標値の合成にはターゲットの設置など計測コストがかかる。そこで、本研究では、広範囲な数値地形図作成の適応に向けて、地上型レーザによる効率的かつ高い位置正確度の3次元座標値の計測手法について検討を行った。

2. 地上型レーザによる3次元測量

2.1 地上型レーザの諸元およびテストサイト

本研究において、使用した地上型レーザの諸元を表1に示す。FARO社のFocus3Dは、距離精度が $\pm 2\text{mm}$ で3次元座標値およびレーザからの反射強度を取得することが可能である。テストサイトは、起伏の少ない河川敷のゴルフ場700m $\times$ 300mとした。

表1

モデル	Focus3D X330
測定原理	位相差方式
測定距離	0.6m~約330m
測点点数	最大976,000点/秒
距離精度	$\pm 2\text{mm}$
計測鉛直範囲	300°
計測水平範囲	360°



図1

2.2 基準球による合成手法

地上型レーザを複数回計測した際の合成処理は、標定時に使用するターゲット(白と黒からなる反射強度からのターゲット板や球形の特殊な基準球)を1計測当たり3箇所以上用いる外部標定法があり、複数のターゲット作成および計測時の配点、設置時間に時間がかかっていた。

図1にゴルフ場内でターゲットに基準球の設置を想定した場合の配点図を示す。図より設置箇所が多く計測に時間がかかることが分かる。また、大規模な3次元座標値の合成処理などを高速で処理するには、高性能なハードウェアが必要となる。

2.3 1点1方位指定による合成法

本研究では、1点1方位指定による合成法を考案した。地上型レーザは、航空レーザ測量と異なり計測機器を水平に設置している。その為、X軸およびY軸の方位(向き)と器械点の絶対位置を特定することができれば、位置座標を決定できる。

本研究の1点1方位指定による合成法では、地上型レーザを設置した箇所から明瞭な地物を

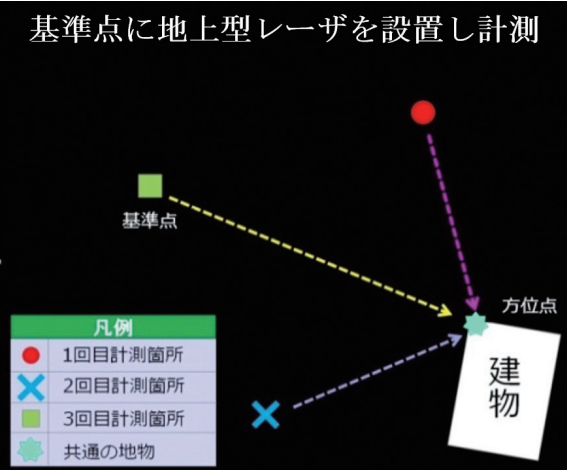


図2



図3

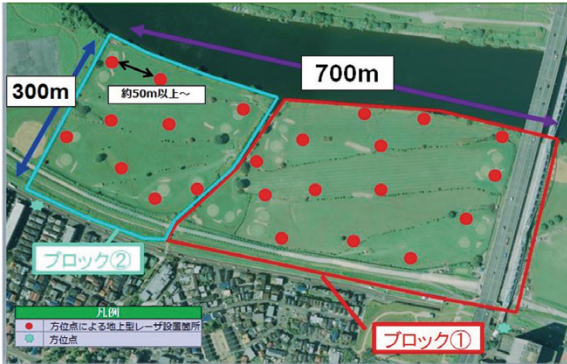


図4

方位点に設定し、位置座標を計測することで方位を取得する(図2)。さらに、地上型レーザ設置箇所の位置座標を計測する手法である。

本研究では、テストサイトが広範囲だった為、方位点を2つのブロックからそれぞれ1点建物の角に設定した(図3)。図4に示すように方位点お

よび地上型レーザを設置し、50m～70mの間隔で計測を行った。方位点および地上型レーザ設置箇所の位置座標は、GNSS測量およびTS測量により取得した。最後に、取得した3次元座標値から1点1方位指定による合成法に必要な地上型レーザの位置座標および方位点の座標値を指定することで、座標変換を行った。

3. 計測手法の比較

3.1 外部標定法と1点1方位指定による合成法との検討

表2は、河川敷のゴルフ場で計測ごとに基準球を設置した外部標定法と1点1方位指定による合成法による地上型レーザの設置箇所数および基準球、方位点を比較したものである。表より、外部標定法と比較し、地上型レーザおよび基準球などの設置を大幅に減らすことで計測コストを軽減することが可能となった。

表2

計測手法	地上型レーザ設置数	基準球/方位点
外部標定法(想定)	96箇所	236点以上
1点1方位指定法	23箇所	2点

3.2 空中写真測量との位置正確度の確認

次に、1点1方位指定による合成法による3次元座標値の位置正確度を確認する為、空中

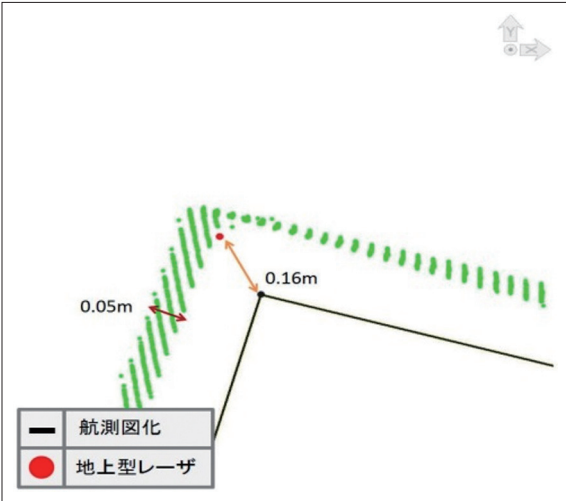


図5

写真測量による航測図化で取得した地物の角と合成した地上型レーザの座標値と比較した。

結果、図5のように1点1方位指定による合成法の3次元座標値との差異が0.16mであることが分かった。また、3次元座標値の地物形状のばらつきが0.05mであった。

4. 考察

本研究では、基準球を必要とする外部標定法と比較して、地上型レーザの計測間隔を50m～70mで取得できる。

また、方位点の設置箇所は、本研究で使した地上型レーザで取得可能な400m×400mの範囲に1点としたが、テストサイトの状況および計測機器によっては方位点数の検討が必要である。

位置正確度は、3.2で述べたとおり、表3に示すような数値情報レベル500の水平位置の標準偏差を満たすことを確認した。地上型レーザは、TS測量に替わる手法として、地形測量への適応に期待できる。さらに地上型レーザの利点として、図6のような航空写真から分からない箇所にある机、ベンチ、仮設トイレや道路な

どの地形や地物を、色つきの3次元座標を画面上で自由に確認できる。これにより、図7に示すような数値地形図作成の補備測量に地上型レーザを活用できると考えられる。

5. まとめ

本研究では、TS測量に替わる手法として地上型レーザからの1点1方位指定による合成法について検討を行った。これにより、外部標定法と比較して計測コストの軽減および公共座標への変換処理などの簡易化が得られた。今後、数値情報レベル500の位置正確度に地上型レーザの3次元座標値が適用できるなど、応用が考えられる。

■執筆者

松村 隆一（まつむら りゅういち）

国際航業株式会社

（共著者）

大泉 純也（おおいずみ じゅんや）

国際航業株式会社

清水 真人（しみず まさと）

国際航業株式会社



表3

地図情報レベル	水平位置の標準偏差	標高点の標準偏差	等高線の標準偏差
250	0.12m	0.25m	0.5m以内
500	0.25m	0.25m	0.5m以内
1000	0.70m	0.33m	0.5m以内



図6