

ドローンによる配管の写真測量の実際

1. はじめに

お客様より構内の既設配管図を作成する業務を請けたことから、構内全域にわたる配管の位置を測定するツールとして、RTK測位¹⁾および測量用ドローンを活用した。

本紹介では、ドローンによる配管の写真測量についてレポートする。

2. 使用機材

始めに、使用した機材を紹介する。ドローンは、DJI[®]のPhantom 4 RTK (図1)を用いた。RTK測位によりJGD 2011²⁾の座標を得ることができる測量用機器である。飛行時にRTK基地局のデータが必要となるが、これにはジェノバ社のGNSS³⁾配信サービスを利用した。SfM⁴⁾ソフトは、Pix4D[®] mapperを使用した。画像解析によって、特徴点の少ない配管は苦手な対象物である。当社の工場で配管の製作品を対象に、精緻な点群が作成できることを他のソフトと比較検証し採用した。



図1 DJI[®]Phantom 4 RTK

3. 写真測量の実際

構内の配管の測量は、基本的に、RTK測位とレーザー距離計やレーザースキャナーを組合わせた地上からの測定とした。しかし、一部のエリアにおいて、配管の下側に広い放水路があり、地上からの測量が困難であったことから、ドローンによる写真測量をお客様に申し入れて実施した。

3.1 飛行許可申請

構内は飛行禁止空域に該当するため、国土交通省から飛行許可・承認を得た。

次に、構内ルールに基づいて、飛行範囲の24hrの電波環境を測定し、この結果から構内無線設備とドローンとの電波の相互干渉がない飛行計画を作成した。こ

れと第三者や通行車両に対する安全対策を併せて、お客様の関係工場および電波管理者へ説明を行い、ご確認をいただいた。

周辺の工事予定がない土曜日の昼14時頃に写真測量を実施した。

3.2 飛行計画

飛行経路は、カメラの向きを俯角60°で縦横格子状に飛行するものとした。これは測量対象物よりも広い範囲の飛行が必要となるが、高さ方向の座標が正確に得られることを当社の工場で確認した方法である。

飛行高度は、撮影対象物の画素の間隔が4mm程度となり、かつ周囲の障害物より高くなる28mとした。

送信機の画面に表示される写真地図上で対象物を囲み、飛行高度や写真のオーバーラップ率などを入力すると、飛行経路が自動で作成される。

操縦も離陸から撮影、着陸まで自動である。但し、緊急時に安全に着陸させる必要があるので、操縦士は常に機体が見える位置を確保した。

3.3 写真測量

今回の飛行場所は、鉄構造物に囲まれているため、地上からのRTK測位でも特にFIX⁵⁾が難しい場所である。これが一番の心配事であった。発着点はRTK測位機器では容易にFIXする場所を計画したが、アンテナが小さいドローンでは全くFIXせず、機体を抱えて歩き回ることになった。FIXする場所を見つけるとすぐに離陸させた。一旦、上空にあがるとRTKは全く問題なくFIXを保持した。写真測量としては、薄曇りで弱風と天候状況がよく、比較的明瞭な写真(図2)が撮影できた。撮影枚数は324枚、飛行時間は14分であった。



図2 撮影した写真

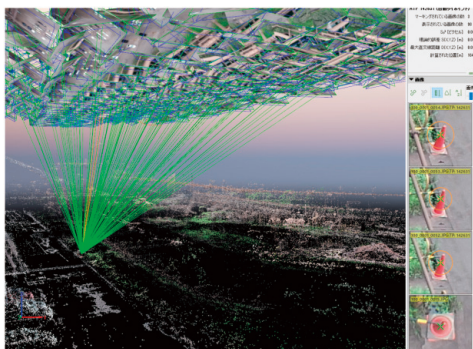


図3 SfM解析 カメラの配置や特徴点の表示画面

3.4 SfM処理

SfM解析で複数の写真の特徴点を抽出し点群を生成するが、写真を取り込むと始めに粗い点群が生成されカメラの配置や写真の向きが表示される。この点群の一つを選択すると元の写真とその画素を確認することができる。(図3)

3.5 成果物

SfMソフトでオルソモザイク(図4)を作成した。これから配管の位置の座標を読み取り、配管図(図5)を作成した。

また3D点群(図6)を作成し、配管図のCADデータをNavisWorks®上で重ね合わせて、ずれがないことを確認した。



図4 SfMによるオルソモザイク

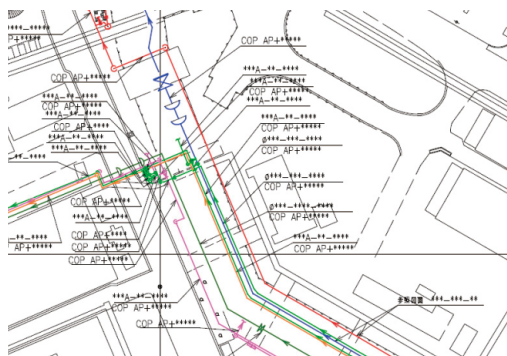


図5 作成した配管図



図6 SfMによる3D点群

3.6 座標精度の検証

並行して座標値の精度の検証を行った。地表に置いたゴム板のターゲット(図7)を直接RTK測位した値とオルソモザイクから読み取った値を比較し、1~2cmの精度であることを確認した。



図7 地表のターゲット

4. 写真測量のまとめ

写真測量について今回得られた成果を以下に整理した。

- (1) 地上ではRTK測位が厳しい環境であっても、上空では問題がなく正確な3D座標を取得できる。
- (2) 配管の位置の読取りは問題なくできる。写真の画素の間隔上、小口径の配管のサイズの読取りは難しい。
- (3) 広い範囲を短時間で測量できる。
- (4) 特徴点が少なく連続的な面の配管は点群が欠け易く、きれいな円筒形の3D点群の作成は期待できない。
- (5) お客様の設備の写真を撮影するため、データーの漏洩に細心の注意や対策が必須である。

5. おわりに

お客様より広範囲にわたる配管図作成の依頼をいただいたことから、配管の測定にRTK測位やドローンを活用する発想に至った。成果への確認に乏しく不安を抱えての導入であったが、活用するにつれ有効性を確認でき、挑戦して良かったと思う。機会を与えて下さったお客様および社内外の皆様に深く感謝いたします。

い、ドローンは高所を広範囲にわたり短時間で正確に測量できるメリットは大きい。今後の技術革新で撮影データの漏洩防止機能や飛行時の安全性の向上により、既設配管の測定にドローンの活用が広がることは、間違いないと思う。

林 茂樹（技術本部 エンジニアリング部）

用語の説明

- 1) RTK測位：リアルタイムキネマテック方式による位置の測量。
- 2) JGD2011：国土交通省の定める2011年の日本測地系。
- 3) GNSS：GPSを代表とする全球測位衛星システム
- 4) SfM：Structure from Motion 複数の画像から3次元形状を復元する手法。
- 5) FIX：RTK測位において解析が収束し座標が定まる状態をFIXと云う。

本文に掲載の商標

DJI：エスズイー ディージェイアイ テクノロジー カンパニー リミテッドの登録商標

Pix4D：Pix4D SAの登録商標

NavisWorks：オートデスク、インコーポレイテッドの登録商標