

UAV 写真測量及びマルチビームを用いた深淺測量の事例

與儀 喜章、當山 忍、洲鎌 実吉、友利 大郎三

株式会社 沖縄建設技研（〒901-2102 沖縄県浦添市字前田 1124 番地）

キーワード： UAV 写真測量、三次元点群データ、マルチビーム

1. はじめに

無人航空機(UAV)を用いた公共測量は、平成28年度から導入されている。国土院は平成28年3月に「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」を制定し、平成29年3月に本マニュアルを改正している。それに伴い UAV 写真測量の業務も年々増え続けている状況である。

ここでは、無人航空機を用いた UAV 写真測量業務の三次元 CAD データ作成までの流れ及びマルチビームを用いた深淺測量の事例について報告する。

2. UAV 写真測量について

UAV 写真測量業務は、土質・地質 CIM モデルに必要となる三次元点群データ及びサーフェスデータを作成することであった。作業の流れを図-1に示す。

UAV 写真測量を実施して撮影結果を基に、三次元点群データ及びサーフェスデータを作成した。

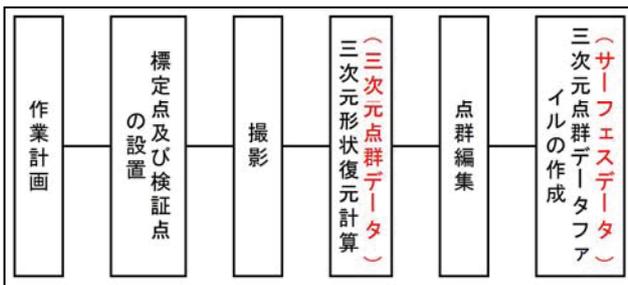


図-1 作業フロー

2.1 作業計画

測量範囲、飛行高度70m、飛行ルートまた、写真撮影の重複率は、図-2に示すように、隣接空中写真重複率を90%、隣接コース重複率60%として飛行計画図を作成した(図-3参照)。

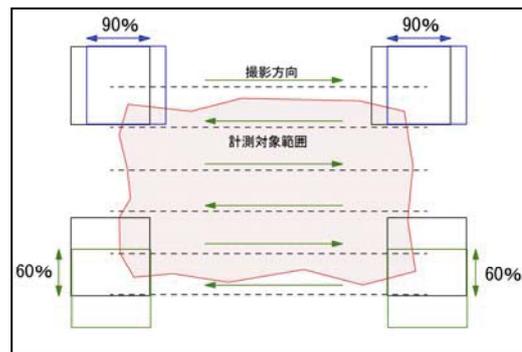


図-2 重複率図

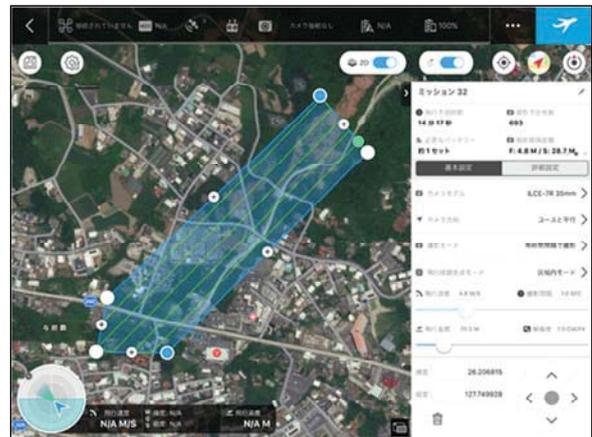


図-3 飛行計画図

2.2 標定点及び検証点の配置計画

標定点及び検証点の設置とは、三次元形状復元計算に必要な水平位置及び標高の基準となる点(標定点)及び三次

元点群の検証を行う点（検証点）を設置する作業のことである。

標定点及び検証点の設置については、以下の配置条件を示す（図-4 参照）。

- ①外側標定点
 - ・計測対象範囲を囲むように配置
 - ・外側標定点の間隔距離は 100m 以内
- ②内側標定点
 - ・内側標定点は最低 1 点とする。
 - ・外側標定点との距離は 200m 以内
- ③検証点
 - ・標定点の総数の半数以上配置
 - ・計測対象範囲内に均等に配置

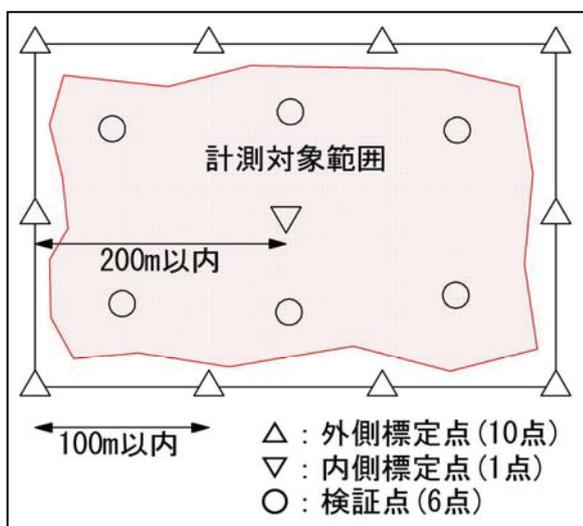


図-4 標定点及び検証点の配置条件

配置条件を基に標定点 23 点及び検証点 12 点の配置計画を行った（図-5 参照）。

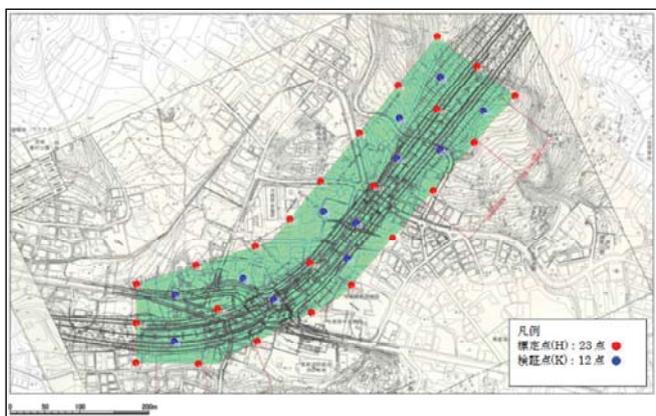


図-5 標定点及び検証点の配置計画図

2.3 標定点及び検証点の設置

当初の配置計画では、標定点 23 点及び検証点 12 点設置する計画であったが、現地にて位置を確認した結果、障害物（建物、電線、樹木）がある箇所については再度、配置を見直して最終的には、図-6 に示すように標定点 25 点及び検証点 13 点を設置した。

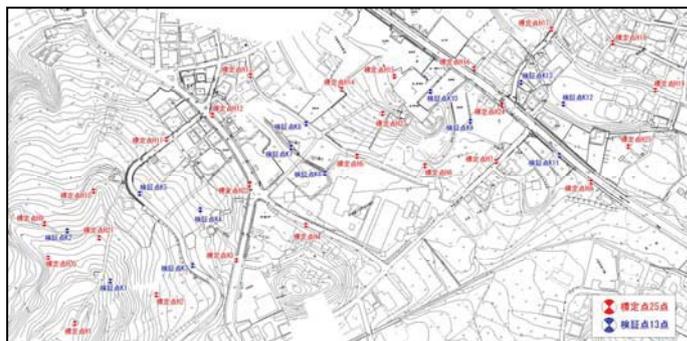


図-6 標定点及び検証点の設置図

2.4 標定点及び検証点の観測

GNSS 測量機（TrimbleR4-Model12）を使用してネットワーク型 RTK 法 VRS 方式により標定点及び検証点の座標と標高を観測した。



写真-1 標定点及び検証点の観測状況

2.5 撮影

無人航空機は写真-2の DJI 社製マトリス 600 を使用して、現況地形の高低差及び既設鉄塔の高さを考慮し、撮影区間を 4 区間に分けて撮影高度 70m で撮影した。



写真-2 DJI 社製マトリス 600

2.6 三次元形状復元計算

撮影した写真(478 枚)を画像処理ソフト(Pix4D)で標定点を基準にして三次元点群データを作成した(図-7 参照)。そのデータを基に検証点の座標及び標高が表-1に示すように制限値0.05m内であることを確認した。



図-7 三次元点群データ

検証点 点名	検証誤差		
	X	Y	Z
K1	-0.032	0.033	-0.006
K2	0.005	-0.020	0.009
K3	0.008	0.008	-0.021
K4	0.004	0.017	-0.027
K5	-0.003	-0.029	0.017
K6	0.014	0.013	0.018
K7	0.024	0.005	-0.028
K8	0.015	-0.009	-0.027
K9	0.002	-0.013	0.020
K10	-0.003	0.006	0.006
K11	0.001	-0.001	0.044
K12	-0.032	0.020	0.046
K13	0.004	0.003	0.003
結果	-0.032	0.033	0.046
制限値	0.050	0.050	0.050

表-1 検証点の比較結果

2.7 点群編集

点群編集ソフト(TREND-POINT)でノイズフィルタリング(異常点の削除)や均等間引の点群編集を行った。

点と点を線で結んで面表示をした図-8のサーフェスデータを作成した。また、現地を把握するうえで図-9のオルソ画像を併合したデータも作成した。

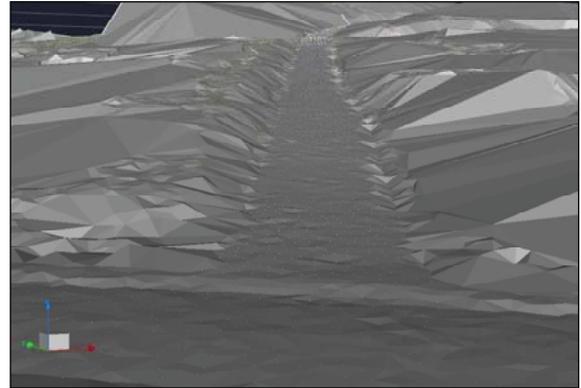


図-8 サーフェスデータ



図-9 オルソ画像の併合したデータ

共有して確認できる TREND-POINT ビューアー(3D 画像)を使用して、成果検査時に発注者へ現地状況を説明した。

最終的には、サーフェスデータと土質・地質 CIM モデルを結合した。

3. マルチビームを用いた深淺測量

港湾災害業務では、UAV 写真測量及びマルチビーム機器を用いた深淺測量の実施により取得した点群データを基に平面図及び縦横断図を作成した。

現場は、台風の影響で防波堤の消波ブロックが崩壊しており、法尻付近に散乱している。消波ブロックの規格が大きいのでダイバーにて破損等を目視確認が難しいことや水深が深いため、現地測量で

は消波ブロックの崩壊範囲を観測することが困難であった（写真-3 参照）。



写真-3 被災状況

作業方法について、防波堤の上部を現地測量で観測する。消波ブロックの崩壊範囲においては、安全面や作業の時間短縮を考慮して海上部を UAV 写真測量、海中部はマルチビーム機器を用いた深淺測量で観測することとし、作業を実施した。

点群編集ソフトの TREND-POINT で UAV 写真測量の成果とマルチビームの成果を併合して図-10 に示す点群データを作成した。

平面図の修正及び縦横断図の作成は、TREND-POINT から TREND-ONE へ連動することができるため、現地測量の成果と点群データを併合して平面図を編集した。

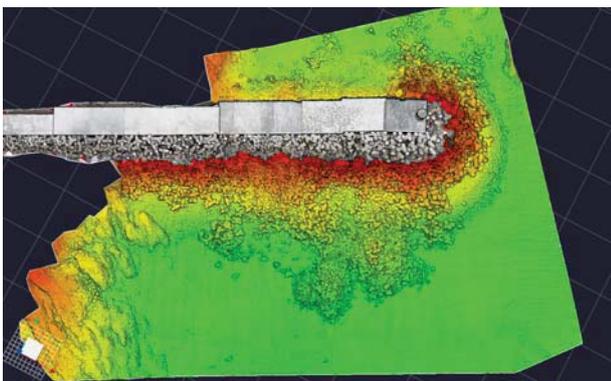


図-10 点群データ

縦横断図は、路線データを読み込むと縦横断測量成果が自動的に算出されるため、その成果を基に縦横断図を作成した（図-11 参照）。

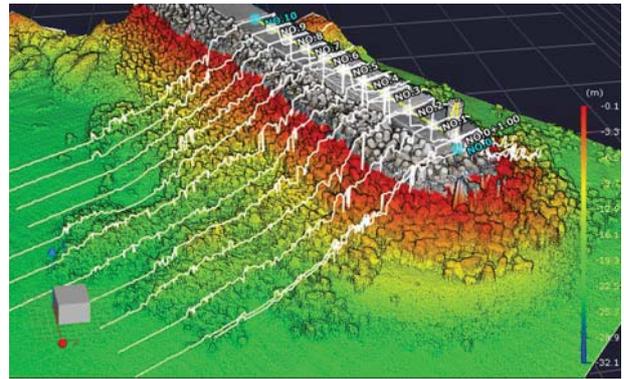


図-11 自動断面算出

各担当者が共有して平面及び断面を確認できるように TREND-POINT ビューアーも作成した。

4. 無人航空機の利活用

当社では測量以外でも設計計画に必要なフェリーと高速船の航路や入出港状況及び波動状況の動画撮影や各現場の空中写真を撮影している。また、災害業務では被災状況と災害査定で使用する横断写真を撮影した。今後は、海上ボーリング調査の位置出しに活用することを検討している。

5. おわりに

現在、無人航空機を活用した UAV 写真測量や TLS 測量(地上レーザー測量)及びマルチビーム機器を用いた深淺測量の業務等が増えると思われる。災害業務では、安全面や作業の時間短縮を考慮して無人航空機とマルチビームの最新機器を併用した測量を行った。今後も現場作業の安全性や生産性の向上につなげる上で、測量作業の内容を考慮して最新機器の活用を検討していく必要がある。

参考文献

UAV を用いた公共測量マニュアル(案)
国土交通省国土地理院