

「地域を支える調査・設計業」検討会議 議題

令和3年8月4日

(一社)長野県測量設計業協会

～今後のBIM/CIM i-Construction の方向性について～

【要望事項】発注案件の事前提供について

発注箇所が全県に及び多数となる委託業務については、事前に情報提供をお願いしたい。

現在、県内で多くの3D計測器による地形測量業務が発注や予定されているが、空中写真測量(UAVレーザー測量)の入札案件には、「写真測量資格」の要件が付されている。しかし、県内業者で写真測量の1,2級を有する社は少なく、また、UAVレーザー測量機器を持つ者も少なく、受注機会の公平性の観点で疑念を抱かざるを得ない。

また、発注機関ごとに入札要件も違い、さらには前年度予算の業務もあり、履行期間から不落となる結果も懸念される。

今回の業務とは関連はないが、今後UAVレーザー測量が主流となってくることは目に見えており、BIM/CIMへの対応も見えない中、入口である3D測量だけが先行する状況に対して、この課題への対応(BIM/CIM推進協議会)の加速が必要と考える。

■長野県内業者の3Dインフラ機器保有状況(3D計測器、3Dcadの普及状況)

測量設計業協会会員数 71社

3D計測機器保有状況調査サンプル数 57社、()内は総数

1. 地上型レーザースキャナー 36社(55台)
2. 無人飛行機(UAV) 46社(114機)
3. 無人飛行機用レーザースキャナー 16社(19台)
4. 無人飛行機用グリーンレーザースキャナー 3社(3台)
5. MMS^{※1} 1機(1機)(Mobile Mapping System:移動計測車両による測量システム)
6. SFM編集ソフト^{※2} 35社
7. 点群編集ソフト 45社
8. 3Dモデリングソフト 2社

※1 Mobile Mapping System:移動計測車両による測量システム(3次元レーザ計測機とデジタルカメラによって、道路および周辺の3次元座標データと連続映像を取得する車両搭載型計測装置)

※2 Structure From Motion:多視点画像からの3D形状復元ソフト(異なる位置で撮影された複数枚の写真から、3次元データを生成する写真解析ソフトウェア)

■3D測量、設計の実務での現状(それぞれの分野での3D化の進捗状況)**●測量部門の現状**

- ・通常のレーザースキャナーによる観測は、水中が観測できないので河床を捕捉で観測している。グリーンレーザーも水中を通るが濁水や急流の場合は誤差が出る。

- ・上空からのUAVレーザー測量で観測しきれなかった箇所については、地上型レーザーで補測して点群データを作成している。
- ・夏や秋の樹木の葉が茂った状態であるとレーザーが地上まで到達する頻度が低くなる。山林であれば等高線を描くことには問題はないが森林内部の地物を描画するためには補測が必要となる。
- ・水路等のデータ取得の場合、水路縁がはっきり表現でくる場合はよいが草が覆っている場合が多く、水路底のデータは削除させてもらうケースが多い。
- ・観測終了後、現場での写真や記憶をたどりながら点群のオリジナルデータを点検する。違和感のある箇所は再度現地に赴き、場合によっては補測する。

●設計部門の現状

- ・現場から得られた地形データや地質データを用いて設計を行う。その際、現況の3Dデータを基本的にはすべて信用して設計にあたる。
- ・中心線は点群データ上で決定して路線を組み、縦断図・横断図を作成して設計を入れる。通常、現場に中心線は設置しない。
- ・基準点、仮BMは現地に設置しているので工事施工段階では点群データと現地の3D座標は合致している。土工のtinデータは同一座標系であるのでそのままマシンガイダンスデータとして利用できる。
- ・現在の施工ではあえて中心線や方向杭を現地に設置しなくても施工はできる。土工数量は起工測量により横断測量を実施することによって確認できる。また、構造物の変化点や中心線はデータコレクターで呼び出した3D座標点をリモートキャッチャーで現地に逆打ちすれば再現できる。最終的にはレーザーキャナーによる出来形測量を行って出来形を計測し、そのデータを維持管理用にストックすることが望ましいのではないか。

■課題と今後の展望（それぞれの部門での3Dに係る問題提起）

調査測量→設計→施工→維持管理

●測量部門での課題

- ・事務所ごとに異なる発注形態
 - 飯田建設事務所 UAVレーザー 業登録 測量士3名 独自歩掛（UAV写真より安）
 - 諏訪建設事務所 UAV写真測量 写真測量1,2級技術者 UAV写真+空中写真歩掛
 - 松本建設事務所 UAVレーザー 業務実績 測量士3名 独自歩掛（UAV写真より高）
- ・UAVレーザーを所有しない業者が落札し、特定の者に下請け依頼が殺到していると聞いている。
- ・UAV測量の実務経験がない者が受注し、精度管理が担保できるか疑問。
- ・マニュアルはあるが、測量作業規定に掲載がないために作業方法が者によって異なる。
- ・飯田建設事務所が先行しているが、他の建設事務所が発注する場合は入札要件や歩掛の整合性はどうか。（が変わるのか）
- ・UAVレーザー測量の実績を要件としている事務所があるが、実績を有する社は少なく、特定の社への偏る状況になると思われる。（受注段階で他業務の実績契約書をエビデンスとしているようであるが）

UAVによる三次元測量について

(一社)長野県測量設計業協会

地形を計測するUAV測量には、種々の手法があるため、現地状況や求めるデータに適した測量手法の選択が重要である。

1 UAV写真測量 (UAV+デジタルカメラ)

UAV(ドローン)に搭載したカメラで垂直写真を撮影し、撮影した写真から地形情報を復元することで3次元データを取得できます。ICT活用工事でUAV測量を行う場合のほとんどが、この垂直写真によるUAV写真測量。

【特徴】

- ① ICT活用工事で数多く実施されている技術
- ② UAV測量の中では導入コストが低い(小型UAVでも実施できる)
- ③ 垂直写真を撮影するため、写真に写らない垂直面はデータ化できない

2 PPK-UAV写真測量 (UAV+GNSSユニット+デジタルカメラ)

UAV写真測量と同じく鉛直写真を撮影する測量方法ですが、GNSS測量(PPK方式)を組み合わせることで、現場での作業時間を大幅に短縮することができる。

補正により精度確保のため地上に設置する標定点が少なく済むため、標定点設置に時間のかかる広い現場や、人が立ち入れない災害地などの測量に適している。

【特徴】

- ① 標定点の設置が不要
※i-Constructionの場合は検証点の設置のみ
- ② 標定点設置が不要な分、現場作業時間が短い
- ③ 人が立ち入れない災害地などでは、標定点設置が不要になったことで安全性が向上

3 オブリークカメラによる写真測量 (UAV+オブリークカメラ)

前後左右・垂直の5方向の写真を同時に撮影できるオブリークカメラにより、垂直写真+前後左右の斜め方向写真から3次元データを取得する技術。

真上から撮影する垂直写真では取得できない垂直面を3次元データ化できるため、ビルなどの建物や急傾斜地の測量に適している。

【特徴】

- ① 垂直面の3次元データ化が可能
- ② 5方向(前後・左右・垂直)を同時撮影するオブリークカメラで、効率的に計測できる
- ③ 建物(街並み)や急傾斜など、垂直面や傾斜の強い地形に最適
- ④ NETIS登録技術:KT-200129-A

4 UAVレーザー測量 (UAV+3次元レーザースキャナ)

UAVにカメラではなく3次元レーザースキャナ(遠赤外線レーザー)を搭載し、上空から3次元レーザー測量を行う方法。

撮影した写真を使用するその他の手法との最大の違いは、写真測量では計測できない伐採前の地形を計測できること。一部のレーザー光が草木の隙間を通り抜けその下の地面にあたることで、伐採前でも地形を測量することが可能。

※草木の茂り具合によって、計測できる点の密度は異なる。

【特徴】

- ① 3次元レーザースキャナによる測量技術
- ② 伐採前でも草木の下の地形を計測できる
- ③ グリーンレーザーでは、水中の測深データが取得可能(水の透視度により測深が変化)

5 その他 地上型3次元レーザースキャナー

地上に設置したレーザースキャナーにより、目的物を計測し3次元データを得る。

森林や屋内など障害物が多く設置型では対応できない場所などで、人が背負うタイプの移動式ウェアラブルレーザースキャナーや、自動車の上に設置するタイプのレーザースキャナーで MMS(モバイルマッピングシステム)にも利用され、車載のため自動車で移動しながら広範囲の測量を行うことができ、また、路面の状態をチェックするなど交通量が多く調査しにくいところや広い地域を測量したいときなどにも利用する車載型レーザースキャナーもある。

【特徴】

- ① 広範囲を短時間で測量できるため、従来の測量方法に比べ大幅な時間短縮が実現
- ② 色の取得も可能な為、写真のように視覚的にわかりやすいデータを取得でき、VR 技術との連携により疑似的な内部調査や状況把握に活用可能
- ③ 明かりの灯せない洞窟や建物、触れてはいけない文化財など従来の方法では難しかった対象の測量が可能

UAV レーザー計測の現状と課題

レーザー測量では、GNSS でアンテナを使って位置を捉え、IMU (慣性計測装置) でレーザーを発射した方向を計算して 3 次元点群データを作成している。レーザー本体や IMU がコンパクトになったことで、ドローンへと簡単に搭載できるようになった。

UAV レーザー測量では、1 フライトで計測できる範囲は搭載するバッテリーにより制限を受け、大型の UAV ほど、搭載できる重量が大きくなるため、測量範囲も広がる。しかし、山や谷など起伏の激しい場所は、計測範囲は狭まってしまう。

また、搭載する IMU (大型ほど高精度) によってデータ精度も違ってくる。

【課題】

- ① GNSS や写真測量に関する正しい知識が必要
- ② 要求精度・品質にあった機器の選定が必要
- ③ 機器の性能・計測方法・運用のしやすさを組み合わせ、運用方法のバランスが重要
- ④ 精度の要となる IMU のスペックが重要
- ⑤ 高い精度を持つ機器は、コストも上昇
- ⑥ ハードウェア、ソフトウェアの導入費用が高額となり、それに見合う収入の確保が最大の課題
- ⑦ 目的地の地形状況に応じた計測機器の選定が重要(他の計測機器との組み合わせも必要)であり、UAV レーザーと言っても万能ではない