

6 測量成果簿の作成

▶ 測量成果簿時の作成の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
起工測量 測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成	・現況地盤の確認現況地盤の確認 (各種3次元計測技術による起工測量) ・施工量の算出 ・3次元起工測量の成果品の作成	・測量成果簿の受理・確認 工事基準点の精度管理状況の確認 工事基準点の配置状況の確認 ・起工測量の成果品の受理・確認
(従来型UAVによる起工測量の場合) カメラキャリブレーション及び 精度確認試験結果報告書の 作成	・カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書の作成	・カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書の受理・確認

- ▶ 受注者から工事基準点の測量、設置に係わる資料(測量成果と配置状況)を提出します。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 受注者から3次元起工測量の成果品を提出します。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 従来型UAVによる出来形管理の場合には、受注者がカメラキャリブレーション(事前使用デジタルカメラをいて、撮影画像の歪み量、レンズ中心位置等のパラメータを把握する作業)及び精度確認試験結果報告書を作成し、提出します。監督職員はその内容を確認します。

ワンポイント

・カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書の作成は、従来型UAVで計測した都度に作成し、提出されます。

6 測量成果簿の作成

6-1. 起工測量

面的な地形測量時の留意点

- ▶ 着工前の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形測量が可能な従来型UAVやLS等の3次元計測技術を用いて実施されます。
- ▶ 測定精度は、10cm以内(TS(ノンプリズム方式)は± 20mm以内、RTK-GNSSは±30mm以内、UAVレーダーは±40mm以内)
- ▶ 計測密度はいずれの3次元計測技術とも0.25㎡(0.5m×0.5mメッシュ)あたり1点以上とします。

ワンポイント

・設計照査のために、伐採後に地形測量を実施します。

面的な地形測量の計測データ作成時の留意点

- ▶ 自動でTINを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、TINの結合方法を手動での変更が可能です。
- ▶ 管理断面間隔より狭い範囲において、点群座標が存在しない場合は、TINで補完することができます。

ワンポイント

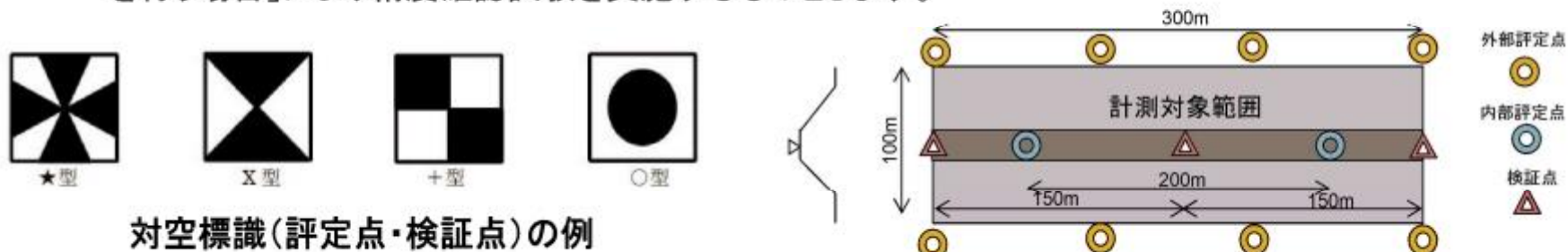
・UAVやLS等の3次元計測技術で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される起工測量計測データが作成されます。

6 測量成果簿の作成

6-2. 従来型UAVによる起工測量の場合

評定点及び検証点の設置・計測の留意点

- ▶ 計測精度を確保するための標定点の設置の条件は、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」(国土地理院)(以下UAVマニュアルとする)における要求精度を参考とし、以下を標準とします。
 - ▶ 標定点は、計測対象範囲を包括するように外部標定点として撮影区域外縁に100m以内の間隔となるように設置するとともに、内部標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置します。
 - ▶ 検証点については、UAVマニュアルにおける検証点として天端上に200m以内の間隔となるように設置します。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましく、計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置します。精度確認用の検証点は、標定点として利用できません。
- ▶ 出来形計測での標定点及び検証点の計測については、4級基準点及び3級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとります
- ▶ 出来形計測以外(起工測量、岩線計測、部分払出来高)については、上記計測方法によらなくてもよいものとし、各計測精度以内であればよいものとします。なお、GNSSローバーの利用も可能ですが、GNSSローバーの計測精度が測量全体の精度に影響するため「5-4. GNSSローバーによる標定点等の設置を行う場合」により精度確認試験を実施するものとします。



ワンポイント

- ・標定点および検証点は基準点、あるいは工事基準点からTSを用いて計測を行います。
- ・標定点および検証点は従来型UAVによる出来形計測中に動かないように固定します。

6 測量成果簿の作成

6-2. 従来型UAVによる起工測量の場合

SfM(Structure from Motion)の利用の留意点

- ▶ SfM(Structure from Motion)の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法を併用する場合は、標定点の設置は不要とすることができます。その場合、「カメラ位置計測を併用する従来型UAVの事前精度確認試験実施手順書(案)」により機器の検証を行うものとします。

- 実施時期

- ▶ 利用前6ヶ月以内に実施する。

- 実施方法

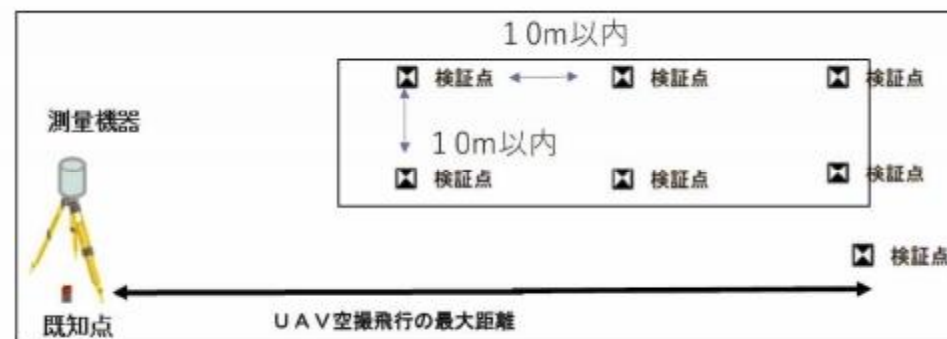
- ▶ 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。

- 検証点の設置

- ▶ 精度管理用の検証点を、位置計測が可能な範囲について、10m 間隔に配置する。

- 評価基準

- ▶ カメラ位置計測を併用する従来型UAVによる計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。



—検証点の設置イメージ—

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±5cm 以下	設置された検証点すべてで実施

6 測量成果簿の作成

6-2. 従来型UAVによる起工測量の場合

空中写真測量の実施時の留意点

①撮影飛行

従来型UAVによる計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できません。このため、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行います。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけます。

- 強風や突風の恐れのある気象条件
- 写真が鮮明に撮れないなど暗い場合
- 日差しが強く影部が鮮明に撮れない場合
- 草や木などで地面が覆われている場合 → 植生が繁茂して空中写真に地面が写らないような場所では、取得する標高データが不足します。

②自動航行を行わない場合の留意点

自動航行を行わない場合の計測精度を確保するための所定の条件は以下を標準とします。

- 同一コースは、直線かつ等高線の撮影となるように飛行します。
- 撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低1モデル(2枚の空中写真の組み合わせ)以上形成できるように飛行します。

ワンポイント

・空中写真測量の実施にあたっては、航空法に基づく「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた飛行マニュアルを作成し、マニュアルに沿って安全に留意して行います。

6 測量成果簿の作成

6-2. 従来型UAVによる起工測量の場合

計測点群データの作成時の留意点

①撮影飛写真測量ソフトウェアに関する留意事項

- カメラキャリブレーションの結果は、計測精度に影響を与えるため、留意します。
- UAVの飛行ログデータを使用したデータ処理が行える場合は、利用することもできます。

②点群処理ソフトウェアに関する留意事項

- 処理する3次元座標は、出来形管理結果に影響するため、不要点除去時には留意します。

ワンポイント

・UAVにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェアに読み込み、地形や地物の座標値を算出し、算出した地形の3次元座標の点群から不要点等を除去し、3次元の計測点群データを作成します。

精度確認時の留意点

精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェアでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施します。

ワンポイント

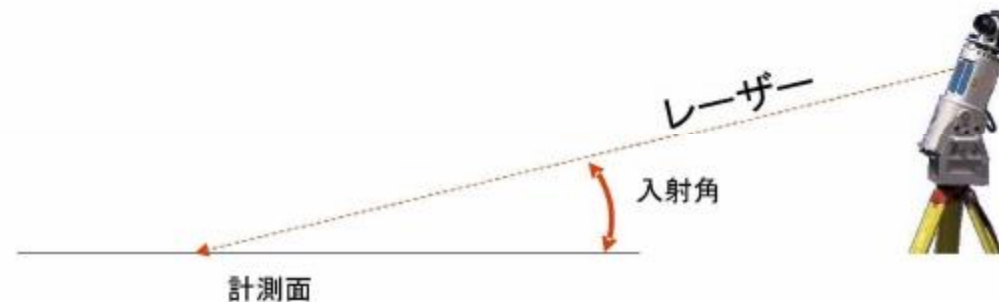
・UAVにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェアに読み込み、地形や地物の座標値を算出し、算出した地形の3次元座標の点群から不要点等を除去し、3次元の計測点群データを作成します。

6 測量成果簿の作成

6-3. TLSによる起工測量の場合

TLS設置時の留意点

- 出来形計測点を効率的に取得できる位置にTLSを設置します。
- TLSのレーザーと被計測対象物が、できるだけ正対した位置関係になるように設置します。
- TLSは、急傾斜地や軟弱地を避け、振動のない地盤上に設置します。



実証実験結果では・・・

200mで入射角が10度の場合、水平精度±20mm、高さでは±50mm程度の精度の低下が見られる。

⇒入射角が小さくなる場合は、TLSの設置位置を高くする、TLSの位置を変更するなどの配慮が必要です。

ワンポイント

- ・計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定します。
- ・計測範囲に対してレーザーの入射角が著しく低下する場合や、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定します。

6 測量成果簿の作成

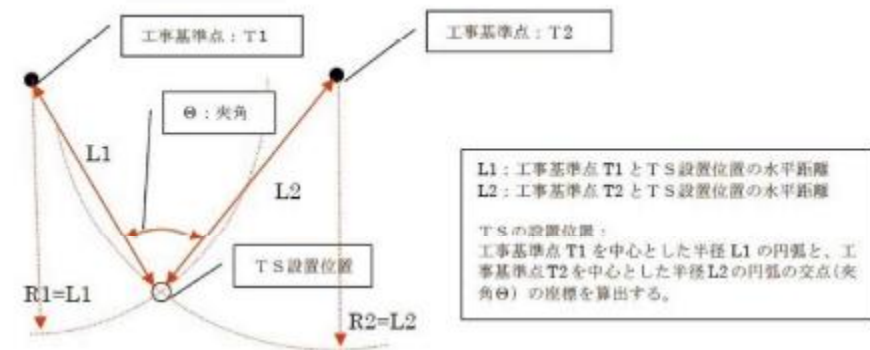
6-3. TLSによる起工測量の場合

標定点の設置・計測時の留意点

- 標定点は、計測対象箇所の最外周部に4箇所以上配置します。
- TSから基準点および標定点までの距離に応じて、以下の関係とします。
 - ⇒3級TSの場合：100m以下
 - ⇒2級TSの場合：150m以下
- TLS本体にTSと同様にターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測ができます。



LSと標定点の配置（例）



TSを使った後方交会法による位置決めの場合

ワンポイント

・TLSによる計測結果を3次元座標へ変換、あるいは複数回の計測結果を標定点を用いて合成する場合は、標定点を設置します。標定点は工事基準点からTSを用いて計測を行います。

6 測量成果簿の作成

6-3. TLSによる起工測量の場合

計測時の留意点

①計測密度設定の留意点

- TLSと計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、最も入射角が低下する箇所で設定します。
- 必要に応じてLSの位置を変えるなど、データ処理を含めた作業全体の効率化に留意します。

②測定時の留意点

- 可能な限り地形面が露出している状況で計測します。
- 以下の条件では適正な計測が行えないので、十分に注意します。
 - 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象
 - 計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
 - 強風などで土埃などが大量に舞っている場合
 - 草や木などで地面が覆われている場所
- TLS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮します。

ワンポイント

・起工測量にあたっては、計測対象範囲内で0.25㎡(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行います。