

6 測量成果簿の作成

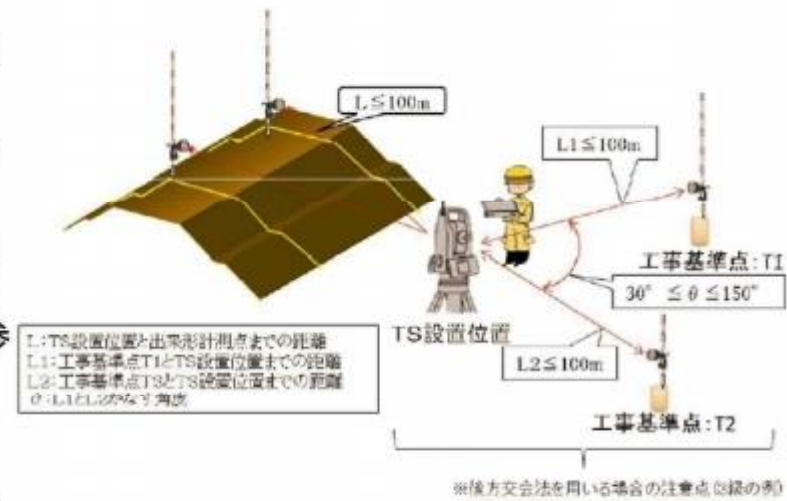
6-4. TS(ノンプリズム)による起工測量の場合

TS(ノンプリズム)配置の留意点

- TS(ノンプリズム方式)と被計測対象の位置関係は、**被計測対象となる範囲の全てが精度確認試験で確認した最大距離以内となる範囲を設定します。**
- 1回の計測で精度確認試験以上となる範囲がある場合は、設置箇所を複数回に分けて実施します。

TS(ノンプリズム方式)の設置・計測時の留意点

- TS(ノンプリズム方式)が水平で計測点を効率的に取得できる位置に設置すること。
- TS(ノンプリズム方式)と被計測対象物ができるだけ正対したうえで工事基準点上に設置すること。
- 工事基準点上の設置によりがたい場合は、後方交会法による任意の未知点への設置を認めています。詳細は「TSを用いた出来形管理要領(土工編)」の「出来形管理用TSによる出来形計測」の記載を参照すること。
- 計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
- 工事基準点は、3次元設計データに登録されている点を用いること。
- 器械高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので、注意すること。
- **TS(ノンプリズム方式)と工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。**



3級TS : $L \leq 100\text{m}$, $L1 \leq 100\text{m}$, $L2 \leq 100\text{m}$, $30^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$

2級TS : $L \leq 150\text{m}$, $L1 \leq 150\text{m}$, $L2 \leq 150\text{m}$, $30^\circ \leq \theta \leq 150^\circ$

後方交会法による位置決めの留意点イメージ

ワンポイント

- ・計測対象範囲に対して正対してうえで工事基準点上で計測できる位置を選定します。
- ・計測範囲に対して、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

6-4. TS(ノンプリズム)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

- TS(ノンプリズム方式)と計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、出来形評価用データが、点密度で1m 間隔以内(1 点/m² 以上)で概ね等間隔で得られるよう計測します。

②測定時の留意点

- 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
 - 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

ワンポイント

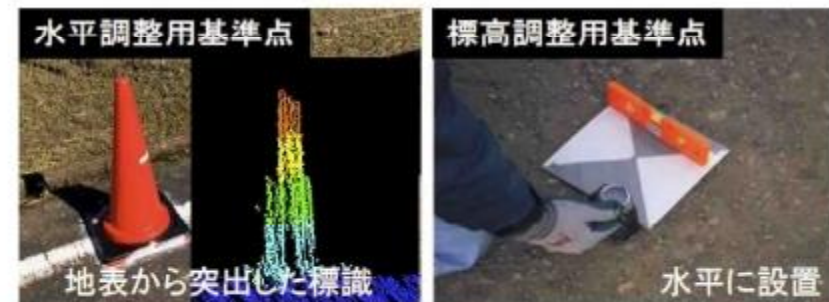
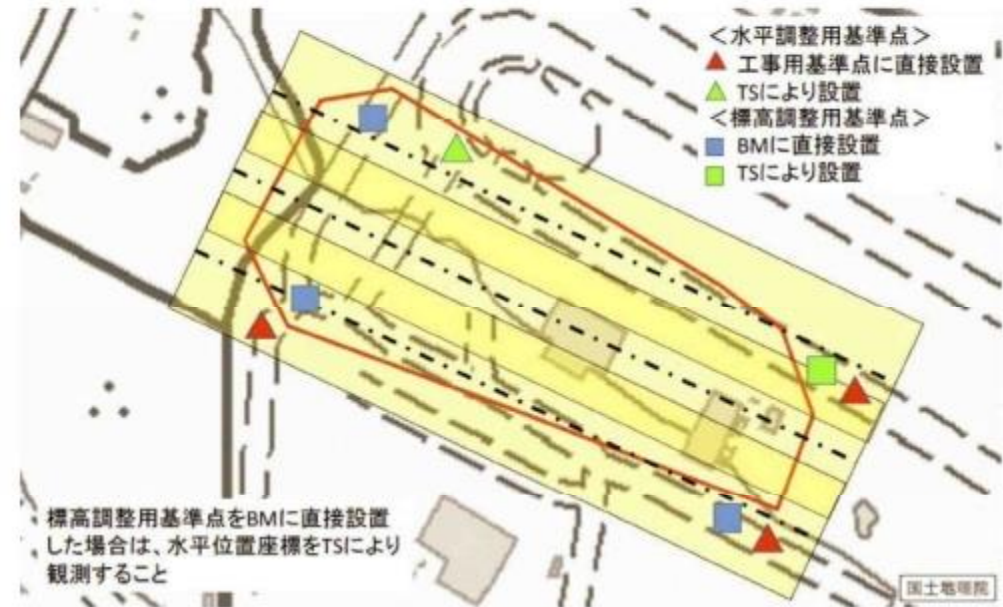
・起工測量は、計測対象範囲内で0.25m²(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上の計測点を得られる設定で計測を行います。

6 測量成果簿の作成

6-5. UAVレーザーによる起工測量の場合

調整用基準点の設置・計測の留意点

- 調整用基準点は、面積(km²)を0.25で割った値に1を足した値とし、最低4点、計測対象箇所の四隅に配置することを標準とします。
- 調整用基準点の計測はTSを用いて実施し、TSから基準点および調整用基準点までの距離が100m以下(3級TSの場合)あるいは150m以下(2級TSの場合)とします。
- 工事基準点、BM、KBMへ直接設置できる場合は、設置してよい。
- 標高調整用基準点は、平坦で明瞭な地点を選定し計測点密度と同一半径の円又はおおむね2倍の辺長の正方形で作成した標識を水平に設置します。
- 水平調整用基準点は、水平位置が特定できる、地上から突出した円筒物、三角コーン、垂直十字板、球体などを設置します。
- 標識の大きさはLSの性能に留意して決定すること。



ワンポイント

- 調整用基準点は、平坦で明瞭な地点を選定し工事基準点からTSを用いて計測します。
- 調整用基準点はUAVレーザーによる出来形計測中は動かないように固定します。

6 測量成果簿の作成

6-5. UAVレーザーによる起工測量の場合

精度確認時の留意点1

a. コース間標高値の点検

三次元計測データの点検は、調整用基準点との比較により行うものとする。

- ① 点検箇所数は、 $(\text{コース長メートル}/200 + 1)$ の小数点以下切り上げとする。
- ② 点検箇所の配置は、重複部分のコースの端点に取り、重複部分の上下に均等に配置する。
- ③ 植生のある場所、線状地域等の地形条件で平坦な場所が無い場合は配置及び点数を変更することができる。
- ④ 点検箇所の標高値は、平坦で明瞭な地点を選定し、計測点密度と同一半径の円又はおおむね2倍辺長の正方形内の計測データを平均したものとする。
- ⑤ 重複コースごとの各コースの点検箇所の標高値の較差を求め、較差の平均値等を求めるものとする。
- ⑥ 重複コースごとの標高値の較差の平均値の絶対値が3センチメートル以上の場合、点検箇所の再選定又は点検結果からキャリブレーション値の再計測と計測データの再補正を行うものとする。

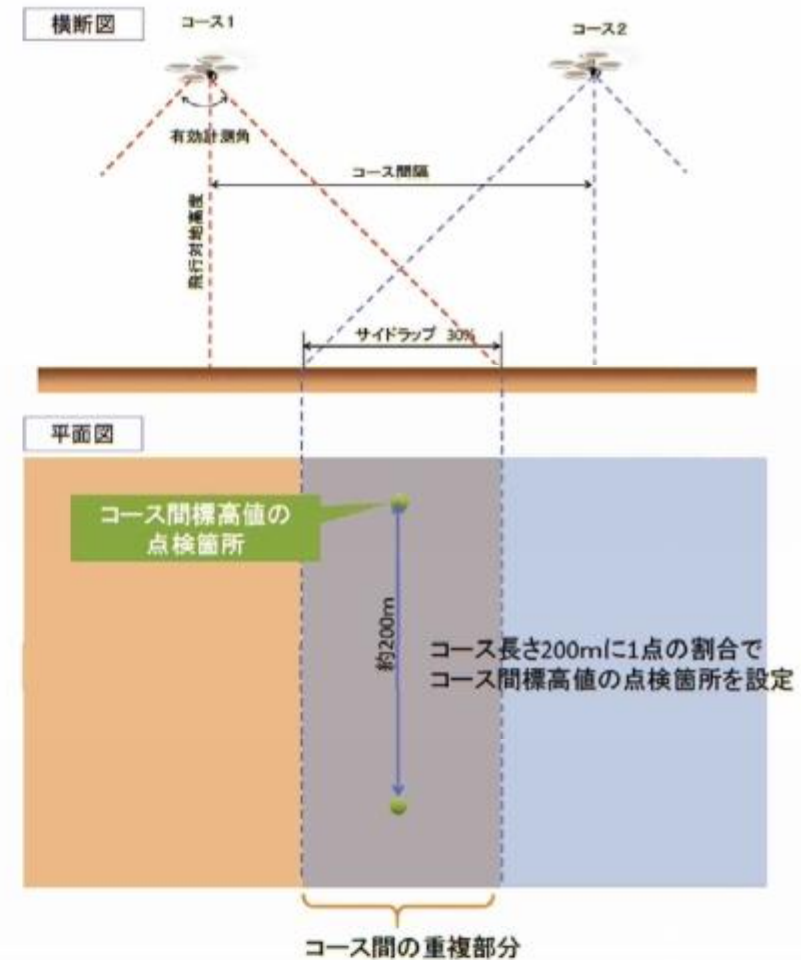


図 1-23 コース間標高値の点検

ワンポイント

・UAVレーザーで計測した点群データについて、コース間較差や調整用基準点における較差等を確認します。

6 測量成果簿の作成

6-5. UAVレーザーによる起工測量の場合

精度確認時の留意点2

b. 三次元計測データの点検

コース間の重複部分に点検箇所を選定し、コースごとの標高値の比較点検を行います。

- ① 調整用基準点と比較する三次元計測データは、所定の格子間隔と同一半径の円又は2倍辺長の正方形内の計測データを平均したものとする。
- ② 各調整用基準点において調整用基準点と三次元計測データとの較差を求め、その平均値とRMS誤差等を求めるものとする。
- ③ すべての調整用基準点において三次元計測データの平均値との較差を、水平位置、標高について求め、その平均値との標準偏差等を求めるものとする。
- ④ 各調整用基準点における点検の結果、水平位置、標高の較差の平均値の絶対値が5センチメートル以上又はRMS誤差が5センチメートル以上の場合、原因を調査の上、再計算処理又は再測等の是正処置を講じる。
- ⑤ すべての調整用基準点での点検の結果、水平位置、標高の較差の平均値の絶対値が5センチメートル以上の場合で、標高調整用基準点の較差の傾向が作業地域全体で同じ場合は、地域全体の三次元データの標高値を上下の一律シフトの平行移動により補正を行う。また、水平調整用基準点の較差の傾向が、作業地域全体で同じ水平方向にシフトしている場合は、水平方向に一律シフトの平行移動および回転により補正を行う。
- ⑥ 上記⑤の補正を行った後、再び上記③の点検を実施し、結果を次に示す調整用基準点調査票にとりまとめる。監督職員から提出の請求があった場合は速やかに提出するものとする。

地区名		〇〇地区				作業員		〇〇 〇〇	
点検者		〇〇 〇〇				点検者		〇〇 〇〇	
番号	点名	水準結果	三次元計測データ9の平均	水準との差ΔH	番号	点名	水準結果	三次元計測データ9の平均	水準との差ΔH
1	G1	28.45	28.45	0.00	11				
2	G2	28.43	28.43	0.00	12				
3	G3	28.3	28.30	0.00	13				
4	G4	28.41	28.42	0.01	14				
5					15				
6					16				
7					17				
8					18				
9					19				
10					20				
		データ数	平均値(m)	最大値(m)	最小値(m)	最大値-最小値	標準偏差: $\sqrt{\frac{\sum(\Delta H)^2}{n-1}}$		
計測範囲全体の水準との差		4	0	0.01	0	0.01	0.01		

6 測量成果簿の作成

6-5. UAVレーザーによる起工測量の場合

計測時の留意点

① UAVレーザー計測の実施の留意点

- 出来形計測のための飛行は飛行計画に基づき実施すること。
- IMUの精度が低下しないよう一定方向、等速度で飛行し、旋回は十分な半径で飛行すること。

② 測定時の留意点

- 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
 - UAVレーザー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、飛行等を含む安全性に十分考慮すること。

ワンポイント

- ・飛行マニュアルに沿って安全に留意して行うこと。
- ・起工測量は、計測対象範囲内で0.25m²(50cm×50cm メッシュ)あたり1点以上の計測点が得られる設定で計測します。

6 測量成果簿の作成

6-6. 起工測量の成果品の作成

各3次元計測技術による起工測量の成果品

○成果品は、以下の構成で作成されて提出されます。

- 各3次元計測技術による起工測量計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- 各3次元計測技術による計測点群データ(CSV, LandXML等のポイントファイル)
- 工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
(標定点データは、航空写真測量(UAV)またはTLSの場合)
- 各3次元計測技術による起工測量の状況写真
(従来型UAVは撮影した写真)
- 工事基準点及び標定点、検証点を表した網図
(標定点は航空写真測量(UAV)またはTLSの場合、検証点は航空写真測量(UAV)の場合)
- その他資料(例:使用機器の利用状況写真、飛行計画に沿って撮影したことの証明資料)等

6 測量成果簿の作成

6-7. 精度確認試験の実施・結果の提出の実務内容

従来型UAVによる出来形管理を行う場合

カメラキャリブレーションおよび精度確認試験の留意点

現場における従来型UAVの測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所の既知点を使用し、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と既知点座標を比較し精度確認試験を行われます。

【測定精度】

各座標値の較差±5cm以内

取得したデータの信頼度を担保します

工 事 名		年 月 日	
受注会社名			
作 成 者		印	
カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書			
・カメラキャリブレーションの実施記録			
カメラキャリブレーション実施年月日	年 月 日		
実施場所			
実施担当者			
使用するデジタルカメラ	メーカー	（製品メーカー名）	
	製品名	（製品名、機種名）	
	製造元	（製造元）	
・精度確認試験結果（概要）			
精度確認試験実施年月日	年 月 日		
実施場所			
実施条件	天候	晴	
	気温	℃	
測定機材	（機材）	UAV測量	
	（機材）	地上測量	
既知点数（既知点を計測する測定機材）	T/S	（T/S）以上	
	（機材名）	（機材名）	
精度確認方法	既知点の座標値との較差		
計測方法：既知点（T/S）による地上測量			
既知点とする既知点の位置座標			
	X	Y	Z
1点目	44044.790	31867.656	17.889
2点目	44040.790	31863.396	17.890
②空中写真測量（UAV）による計測結果			
空中写真測量（UAV）で測定した既知点の位置座標			
	X	Y	Z
1点目	44044.790	31867.644	17.890
2点目	44040.790	31863.388	17.891
③点の較差（測定精度）			
空中写真測量による計測結果（X,Y,Z） — 既知点とする既知点の座標値（X,Y,Z）			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	-0.002	-0.012	0.000
2点目	-0.002	-0.005	-0.001
X成分（最大） — 0.002m（±0.002m）以内；合格（基準値30mm以内）			
Y成分（最大） — 0.012m（±0.012m）以内；合格（基準値30mm以内）			
Z成分（最大） — 0.001m（±0.001m）以内；合格（基準値30mm以内）			

実施時期

- 写真測量ソフトウェアから計測点データを算出する際に実施します。
- 本精度確認は空中真測量（UAV）により計測ごとに行います。**

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を計測します。

検証点の設置

- 真値となる座標は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を利用します。

評価基準

- 空中写真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します。

