

4 施工計画書(起工測量編)の作成

▶ 施工計画書(起工測量編)時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
(TLS,TS(ノンプリズム方式), UAVレーザーによる起工測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成	・精度確認試験結果報告書の作成	・精度確認試験結果報告書の確認・受理
施工計画書(起工測量編)の作成	・施工計画書(起工測量編)の作成	・施工計画書(起工測量編)の確認・受理

- ▶ 起工測量にTLSやTS(ノンプリズム方式)、UAVレーザーを使う場合、受注者は精度確認試験結果報告書を提出します。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 起工測量に従来型UAVを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAV及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、撮影計画(空中写真の撮影コース及び重複度等)が記載された施工計画書を受注者は提出します。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 起工測量にTLSやTS(ノンプリズム方式)、UAVレーザーを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(LSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載された施工計画書を受注者は提出します。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 起工測量にUAVレーザーを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAVレーザー本体の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、飛行計画(飛行経路、飛行高度、レーン間の計測範囲重複度等)が記載された施工計画書を受注者は提出します。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 施工計画書には、使用するシステムの機能および精度が要領に準拠していることを確認できる資料(メーカーカタログ等)を添付します。

4 施工計画書(起工測量編)の作成

4-1. 従来型UAVによる起工測量の場合

従来型UAVを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAV及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、撮影計画(空中写真の撮影コース及び重複度等)を記載されます。

機器構成、仕様確認時の留意点

▶ 機器構成

■ UAV

- ✓ 「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」許可要件に準じた飛行マニュアルが施工計画書の添付資料として提出されます。
- ✓ UAVの保守点検記録が添付されます。

■ デジタルカメラ

- ✓ 計測性能及び計測精度が下記と同等以上で、適切な点検管理が行われていることを示す書類が添付されます。

・計測性能:表-1を参照
・測定精度:表-1を参照...精度確認試験を行う
・撮影方法:インターバル撮影または遠隔でシャッター操作が出来る

チェックポイント

■ ソフトウェア

- ✓ 出来形管理要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書が、施工計画書に添付されます。

添付する書類

UAV	飛行マニュアル 保守点検記録(製造元の点検(1回/年以上))
デジタルカメラ	メーカー推奨の定期点検
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

カタログ(例)

デジタルカメラのカタログ

一般仕様	
型式	フラッシュ内蔵レンズ交換式デジタルカメラ
使用レンズ	○○レンズ
撮像部	
撮像素子	CMOSセンサー
カメラ有効画素数	約2430万画素
総画素数	約2470万画素
静止画記録	
画像ファイル形式	JPEG、RAW
記録画素数	6000 x 4000(2400万画素)
画質モード	RAW、JPEGファイン、JPEGスタンダード

チェックポイント

ソフトウェアのカタログ



表-1

計測内容	計測性能 (地上画素寸法)	測定精度
起工測量時	2cm/画素以内	±100mm以内
岩線計測時	2cm/画素以内	±100mm以内
部分払い用出来高計測時	3cm/画素以内	±200mm以内
出来形計測時	1cm/画素以内	±50mm以内

4 施工計画書(起工測量編)の作成

4-1. 従来型UAVによる起工測量の場合

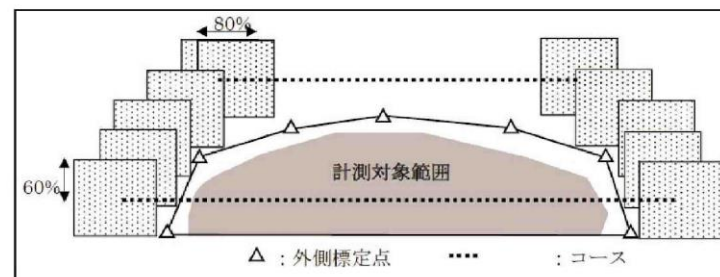
撮影計画の留意点

- ▶ 空中写真測量の撮影コース及び重複度等の記載の有無を**確認**します。
- ▶ 起工測量に利用する従来型UAVについては、以下の項目に留意し、撮影計画を作成し、施工計画書に添付されているか**確認**します。

- ① 所定のラップ率、地上解像度が確保できる飛行経路及び飛行高度の算出結果を記載する。なお、所定のラップ率については、進行方向のラップ率**90%以上**であることを示す飛行計画、または、飛行後に進行方向ラップ率**80%以上**を確認するための確認方法、**いずれかを記載**すること。
- ② 算出に使用するソフトウェアの名称を記載する。
- ③ 標定点の外観及び設置位置、標定点位置の測定方法を示した設置計画を記載する。
- ④ 同一コースは、直線かつ等高度の撮影となるような計画を記載する。
- ⑤ 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)以上設定した計画を記載する。
- ⑥ 対地高度は、50m程度を標準とし、地上画素寸法(出来形計測時**1cm/画素以内**、起工測量、岩線計測、部分払い出来高計測時**2cm/画素以内**)を確保出来ることを、使用するカメラの素子寸法及び画面距離から求めるものとし、撮影高度は、対地高度に撮影区域内の撮影基準面高を加えたものとした計画を記載する。

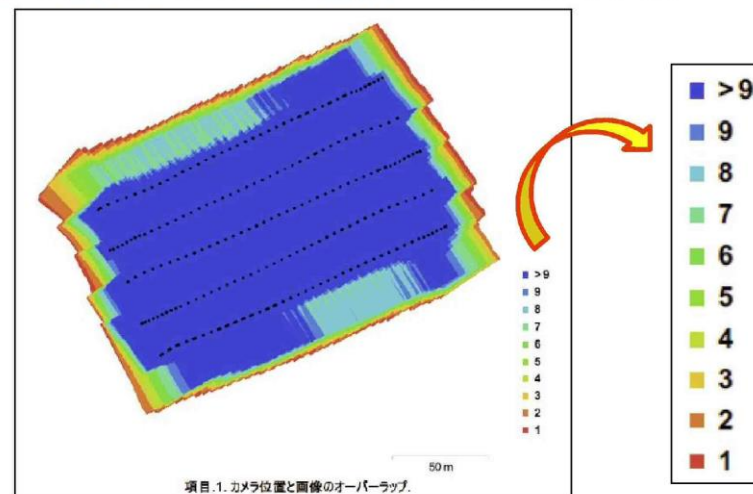
空中写真の重複度

- 空中写真の重複度は、同一コース内の隣接空中写真間で実際のラップ率を確認しない場合は**90%以上**、確認する場合は**80%以上**とし、隣接コースの空中写真間で**60%以上**と規定されています。



撮影する写真のイメージ(撮影後に実際の写真重複度を確認できる場合)

- **実際のラップ率値**とは、撮影された写真から求められたラップ率のことで、確認方法は、例えば**ソフトウェアのレポートとして、計測対象範囲のモデル化に利用されている写真のラップ率や、ラップした枚数で確認できる(下図の確認例)**こと等が考えられる。



写真のオーバーラップの確認例

4 施工計画書(起工測量編)の作成

4-2. TLSによる起工測量の場合

TLSを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(TLSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載されます。また、精度確認試験を実施して結果報告書が作成されます。監督職員は精度確認試験を計測前6ヶ月以内に実施していることを確認します。

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

■ TLS本体

- ✓ 計測精度が下記と同等以上で、適正な精度管理が行われていることを示す書類が添付されます。

- ・測定精度: 計測範囲内で±20 mm以内
(起工測量及び岩線確認に利用する場合は
±100mm以内)
- ・色データ: 色データの取得が可能なこと
(点群処理時に目視による選別するために利用する)

チェックポイント

■ ソフトウェア

- ✓ 本出来形管理要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書が、施工計画書に添付されます。

添付する書類

TLS計測精度	利用前6ヶ月以内に現場で精度確認を実施し、結果報告書を作成し添付
TLS精度管理	メーカー推奨の定期点検を実施
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

精度確認試験結果報告書(例)

取得したデータの信頼度を担保します

精度確認の対象機器 メーカー : 株式会社ABC 測定装置名称 : LS420 測定装置の製造番号 : K00001	写真	①テープによる基準点の確認  計測方法 : ☒ テープによる所定距離測定 ☐ TSによる所定距離測定 ☐ TSによる所定傾斜測定 計測結果 : 17.070m														
検証機器(標定点を計測する測定機器) ①テープ : JIS1種1巻(ガラス繊維製巻尺) ☒ ②製 商品名 : ○○ ☐ TS : 3巻TS以上 ☐ S製 ○○ (2巻)	写真	②LSによる確認  3DLSによる既知点の点間距離(L') <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>点間距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1 点</td> <td>449.94.709</td> <td>-11937.621</td> <td>17.970</td> <td rowspan="2">17.071m</td> </tr> <tr> <td>2 点</td> <td>449.96.775</td> <td>-11940.385</td> <td>17.502</td> </tr> </tbody> </table>		X	Y	Z	点間距離	1 点	449.94.709	-11937.621	17.970	17.071m	2 点	449.96.775	-11940.385	17.502
	X	Y	Z	点間距離												
1 点	449.94.709	-11937.621	17.970	17.071m												
2 点	449.96.775	-11940.385	17.502													
測定記録 測定期日 : 平成21年2月18日 測定条件 : 天候 晴れ 気温 : 8℃ 測定場所 : (株) レーザ測量 社内 資材ヤードにて	写真	③差の確認(測定精度) 3Dレーザー抽出間距離(L') - テープ実測距離(L) 17.071m - 17.070m = 0.001m (1mm) ; 合格(基準値20mm以内)														
精度確認方法 ☒ 既知点の座標間距離																

カタログ(例)

ソフトウェアのカタログ

レーザーキャナーを用いた出来形管理ソフトウェア

LS MASTER



LSを用いた出来形管理要領(土工型)に対応しています。

4 施工計画書(起工測量編)の作成

4-3. TS(プリズム方式)による起工測量の場合

TS(プリズム方式)を使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(TSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載されます。

機器構成、仕様確認時の留意点

▶ 機器構成

■ TS本体

- ✓ 国土地理院認定3級以上の機種を利用する場合は計測精度確認は省略できます。
- ✓ 計測性能および精度管理の根拠となる書類が添付されます。

チェックポイント

- ・計測性能:カタログ等で国土地理院の認定機種であることが明記されている資料
- ・精度管理:校正証明書あるいは検査成績書により、適正な精度管理(有効期限内)であることが明記されている資料

■ ソフトウェア

- ✓ 3次元データ計測技術に関する取扱いに対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付されます。

添付する書類

TS計測精度	国土地理院の認定機種であることが明記されている資料
TS精度管理	校正証明書あるいは検査成績書を実施して添付
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

カタログ(例)



4 施工計画書(起工測量編)の作成

4-4. TS(ノンプリズム方式)による起工測量の場合

TS(ノンプリズム方式)を使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(TSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載されます。

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

■ TS本体

- ✓ 計測性能及び精度管理が下記と同等以上で、適切な点検管理が行われていることを示す書類が添付されます。

チェックポイント

- ・計測性能:計測範囲内で平面精度 $\pm 20\text{mm}$ 、鉛直精度 $\pm 20\text{mm}$ 以内
- ・精度管理:校正証明書あるいは検査成績書により、適正な精度管理(有効期限内)であることが明記されている資料

■ ソフトウェア

- ✓ 3次元データ計測技術に関する取扱いに対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付されます。

添付する書類

TS計測精度	利用前6ヶ月以内に現場で精度確認を実施し、結果報告書を作成し添付
TS精度管理	校正証明書あるいは検査成績書を実施して添付
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

精度確認試験結果報告書(例)

(様式-4) 精度確認試験結果報告書

調査年度:平成25年10月
試験の目的:試験機あるいは検査成績書(計測精度、精度管理、精度管理)

計測精度の計測結果	平面精度
メーカー:株式会社A 測定範囲:平面精度 $\pm 20\text{mm}$ 測定範囲:鉛直精度 $\pm 20\text{mm}$	
測定結果	平面精度
測定範囲:平面精度 $\pm 20\text{mm}$ 測定範囲:鉛直精度 $\pm 20\text{mm}$	
測定結果	鉛直精度
測定範囲:平面精度 $\pm 20\text{mm}$ 測定範囲:鉛直精度 $\pm 20\text{mm}$	

精度確認試験結果報告書(例)

精度確認試験結果報告書(例)

精度確認試験結果報告書(例)

精度確認試験結果報告書(例)

③ 精度確認(測定精度)

TS(ノンプリズム方式)による計測結果(X,Y,Z)

真値の計測結果(X,Y,Z)

既知点の座標値	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	0.009	0.010	0.011
2点目	0.015	0.014	0.013

X成分(最大) $\Rightarrow 0.015\text{m}$ (1.5cm) 以内; 合格(基準値 $\pm 2\text{cm}$ 以内)

Y成分(最大) $\Rightarrow 0.014\text{m}$ (1.4cm) 以内; 合格(基準値 $\pm 2\text{cm}$ 以内)

Z成分(最大) $\Rightarrow 0.013\text{m}$ (1.3cm) 以内; 合格(基準値 $\pm 2\text{cm}$ 以内)

カタログ(例)



4 施工計画書(起工測量編)の作成

4-5. RTK-GNSSによる起工測量の場合

RTK-GNSSを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(RTK-GNSSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載されます。

機器構成、仕様確認時の留意点

▶ 機器構成

■ RTK-GNSS本体

- ✓ 国土地理院の定める1級(2周波)と同等以上の性能を有する機器を利用します。
- ✓ 計測性能及び精度管理が下記と同等以上で、適切な点検管理が行われていることを示す書類が添付されます。

チェックポイント

- ・計測性能:カタログ等で国土地理院の認定機種であることが明記されている資料
- ・精度管理:校正証明書あるいは検査成績書により、適正な精度管理(有効期限内)であることが明記されている資料

■ ソフトウェア

- ✓ 3次元データ計測技術に関する取扱いに対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付されます。

添付する書類

RTK-GNSS計測精度	・国土地理院の認定機種であることが明記されている資料
RTK-GNSS精度管理	校正証明書あるいは検査成績書を実施して添付もしくは現場で精度確認を実施し、結果報告書を添付
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

カタログ(例)

GNSSの型式		A機種
精度	スタティック(短縮スタティック含む)	水平 $\pm(3\text{mm}+0.5\text{ppm} \times D)$ m.s.e. 垂直 $\pm(5\text{mm}+0.5\text{ppm} \times D)$ m.s.e.
	リアルタイムキネマティック (Real Time Kinematic/RTK)	水平 $\pm(10\text{mm}+1.0\text{ppm} \times D)$ m.s.e. 垂直 $\pm(15\text{mm}+1.0\text{ppm} \times D)$ m.s.e.
最小解析値		0.5mm
防塵仕様		...
...		...
国土地理院登録		1級GPS受信機
備考		



4 施工計画書(起工測量編)の作成

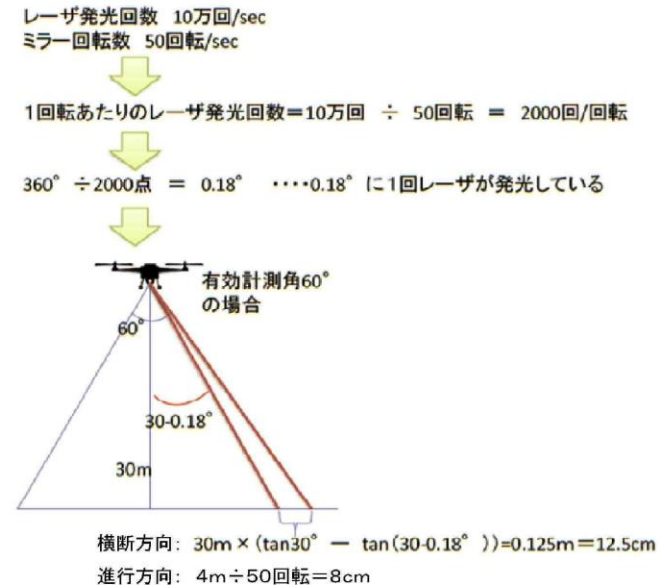
4-6. UAVレーザーによる起工測量の場合

飛行計画の留意点

- ▶ UAVレーザーの計画諸元(飛行高度、有効計測幅、コース間隔)、各飛行レーンの計測点範囲の重複度等の記載の有無を**確認**します。
- ▶ UAVレーザーについては、以下の項目に留意し、飛行計画を作成し、施工計画書に添付されているか**確認**します。

- ①所定の予測精度が確保できる**飛行経路及び飛行高度等の算出結果**
- ②**調整用基準点**の概観及び設置位置、調整用基準点位置の測定方法を示した設置計画
- ③計測区域を完全にカバーする飛行コースの設定

計測点密度の計算方法の例



計画諸元

計測諸元	
・飛行対地高度	(m)
・飛行速度	(m/秒)
・L S拡散角	(mrad)
・IMUの精度(ロール角)	(度)
・IMUの精度(ピッチ角)	(度)
・IMUの精度(ヘディング角)	(度)
・スキャン回転数	(回転/秒) ポリゴンミラーの回転数
・レーザー発光回数	(回数)
・有効計測角	(度)
・有効計測幅	(m)
・コース間隔	(m)
・計測点密度(進行方向、横断方向)	(cm)

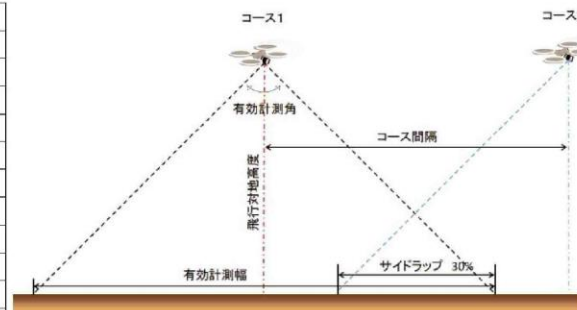


図 1-1 R 計画諸元

調整用基準点設置計画の例

