

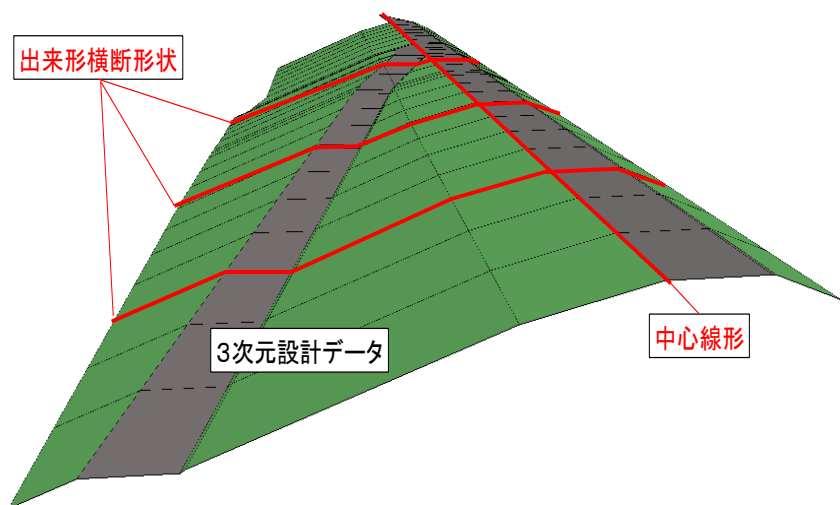
～ ICT活用工事の手引き(土工編)～

本資料は下記要領のうち、施工会社の実施事項を整理したものです。
ご不明な点は、管理要領を参考願います。

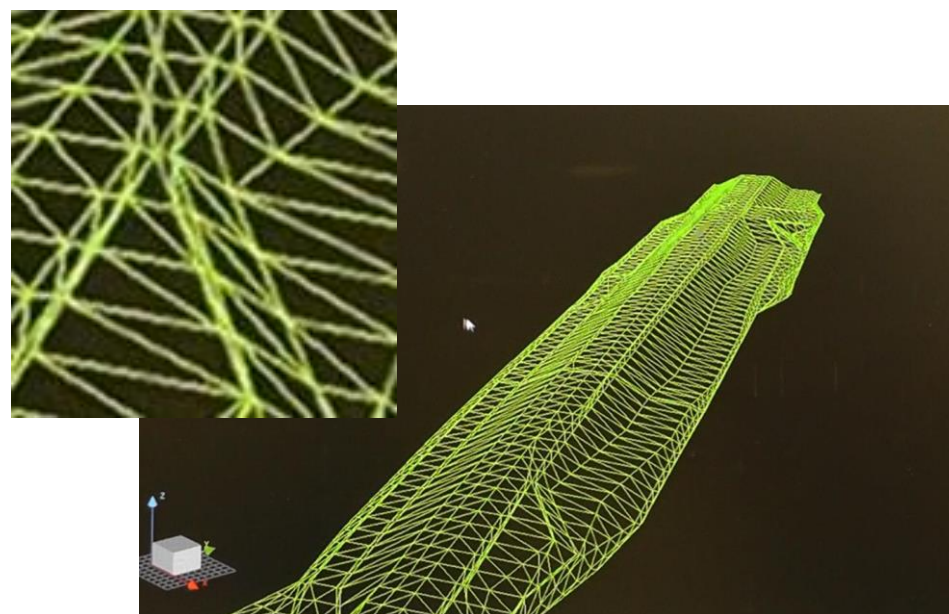
- ⑩ 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ⑪ 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ⑬ TSを用いた出来形管理要領(土工編)
- ⑮ TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ⑯ RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ⑰ 無人航空機搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ⑱ TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領
- ㉒ 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- ㉓ 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- ㉕ TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)
- ㉗ TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)の策定について
- ㉘ RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)の策定について
- ㉙ 無人航空機搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)

● 3Dデータの種類	P 3	7. 3次元設計データの作成	P 7-1
● UAVとは	P 5	1. 3次元設計データの作成	P 7-2
● 地上型レーザースキャナーとは	P 6	2. 3次元設計データの照査	P 7-10
● 無人航空機搭載型レーザースキャナーとは	P 7	8. 設計図書の照査	P 8-1
● TSとは	P 8	9. 施工計画書(工事編)の作成	P 9-1
● TS(ノンプリズム)とは	P 9	10. 施工段階	P 10-1
● RTK-GNSSとは	P 10	11. 出来形管理	P 11-1
1. 概要		1. UAVの場合の写真管理	P 11-9
1. 本要領の位置づけ	P 1-1	2. TLS,UAVレーザー,TS,RTK-GNSS の場合の写真管理	P 11-10
2. 出来形管理要領の目的と範囲	P 1-2	3. 出来形管理帳票の作成	P 11-11
3. 監督・検査要領の目的と範囲	P 1-3	4. 出来形数量の算出	P 11-13
4. 発注から工事完成までの流れ	P 1-4	5. 数量算出(起工測量、岩線計測)	P 11-16
5. ICT活用工事の流れ	P 1-5	12. 電子成果品等の作成	P 12-1
2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達	P 2-1	1. UAVによる出来形管理を行う場合	P 12-2
1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達	P 2-2	2. 施工合理化調査表	P 12-3
2. 電子納品・電子検査の事前協議	P 2-8	13. 検査	P 13-1
3. ICT活用工事の設定	P 3-1	1. 書面検査	P 13-2
4. 施工計画書(起工測量編)の作成	P 4-1	2. 実地検査	P 13-5
1. UAVによる起工測量の場合	P 4-6	3. 工事成績評定	P 13-10
2. TLSによる起工測量の場合	P 4-8	14. 岩線計測・計測データの作成	P 14-1
3. UAVレーザーによる起工測量の場合	P 4-9	15. 部分払い用出来高計測	P 15-1
4. TSによる起工測量の場合	P 4-11	● 土量計算について(部分払い数量)	参考-1
5. RTK-GNSSによる起工測量の場合	P 4-13	● 国土地理院HP(UAV)	参考-2
5. 工事基準点の設置	P 5-1	● 航空局HP(UAV)	参考-3
1. UAVによる出来形管理を行う場合	P 5-2	● UAVの計測性能	参考-4
2. TLSによる出来形管理を行う場合	P 5-3	● 地形モデルの計測手法の守備範囲と特徴	参考-5
3. UAVレーザーによる出来形管理を行う場合	P 5-4		
4. GNSSローバーによる出来形管理を行う場合	P 5-5		
6. 測量成果簿の作成	P 6-1		
1. 起工測量	P 6-2		
2. UAVによる起工測量の場合	P 6-3		
3. TLSによる起工測量の場合	P 6-6		
4. TS(ノンプリズム)による起工測量の場合	P 6-9		
5. UAVレーザーによる起工測量の場合	P 6-11		
6. 起工測量の成果品の作成	P 6-15		
7. 精度確認試験の実施・結果の提出 (UAVによる出来形管理を行う場合)	P 6-16		

- 3次元設計データの構成要素
→ 平面線形、縦断線形・横断面形状を構成要素とし、面的な補完計算を行ったもの。
- TINデータ
→ TIN(不等三角網)とは、triangulated irregular networkの略。地形や出来形形状などの表面形状を、3次元表示する、最も一般的なデジタルデータ構造。



3次元設計データ

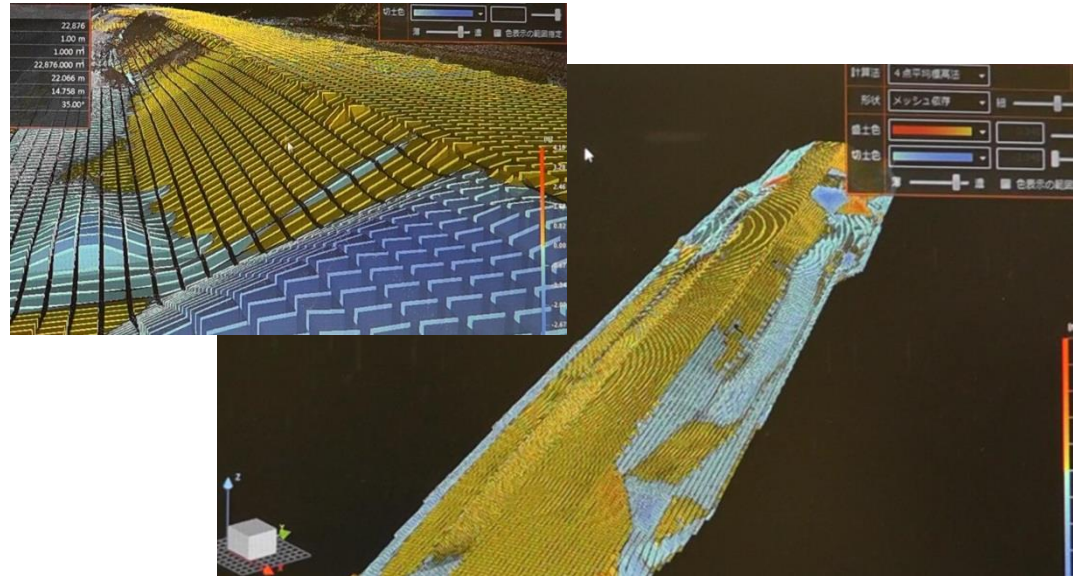


TINデータ

- 計測点群データ
 - 3次元物体を、点の集合体で表したもの。
(拡大すると、デジタルカメラの画像のように「点」になる)
 - 計測で得られた、3次元座標値で地形や地物を示す点群データ。
データ処理(不要な点の削除・点密度調整など)前のデータ。
CSVやLandXMLなどで出力される。
- 出来形管理図(ヒートマップ)
 - 3次元設計データと出来形計測データを用いて、各ポイントの標高
較差(垂直離れ)を表した分布図。

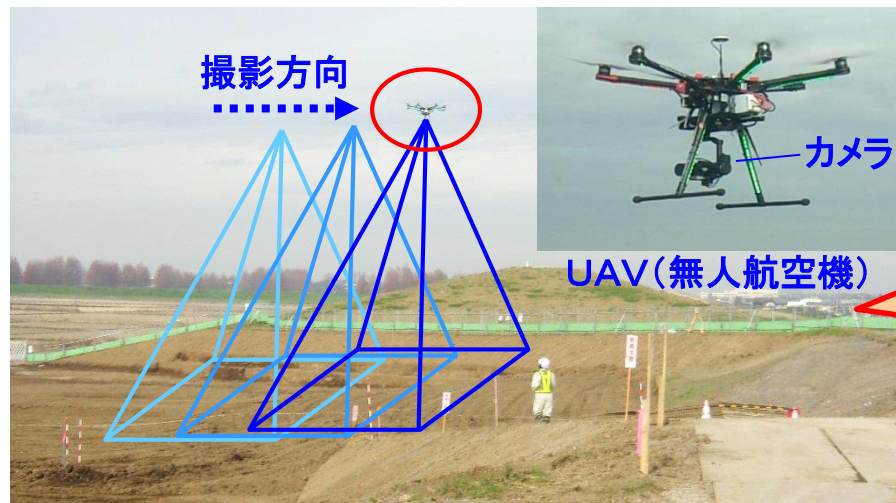


計測点群データ



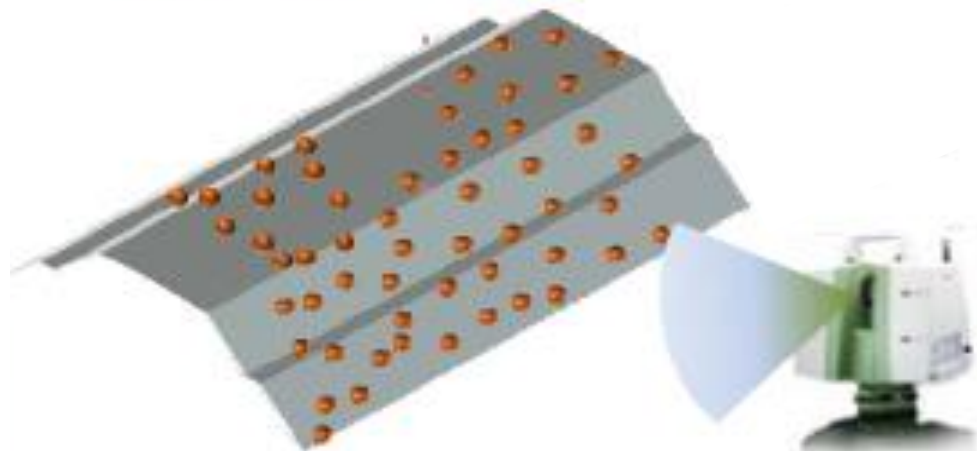
出来形管理図

- 英語: Unmanned Aerial Vehicle / Drone
- 日本語: 無人航空機 / ドローン
 - 本要領では、『UAV』と記載する
 - 自律制御や遠隔操作により飛行することができる。デジタルカメラを搭載することで、空中写真測量に必要な写真の撮影ができる。
- 空中写真測量
 - 航空機などを用いて上空から撮影された連続する空中写真を用いて、対象範囲のステレオモデルの作成や地上の測地座標への変換等を行い、地形や地物の3次元の座標値を取得すること。



- 高密度・広範囲に、短時間で撮影することが可能。
点群データ化の処理には、データ処理時間が必要

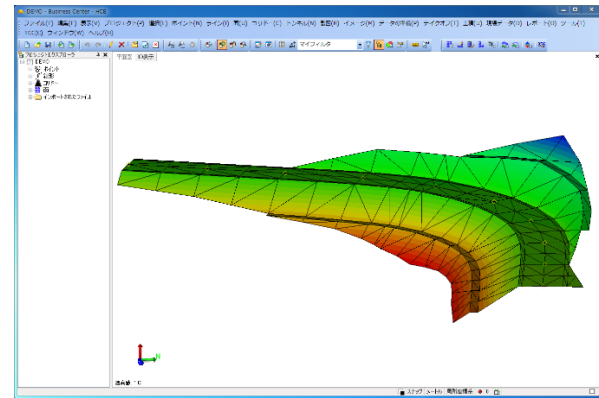
- 英語: Terrestrial Laser Range Scanner / 3D scanner
- 日本語: レーザースカナー / 測域センサ
 ➡ 本要領では、『**TLS**』と記載する
- 計測対象に触れることなく地形や構造物の三次元データを取得可能なノンプリズムの計測機器。
 (デジタルカメラの各画素に対して、XYZ座標が得られる)
- トータルステーション(TS)と同様に、光波測距儀と測角器械を用いて、距離と角度を計測する。
- TSとの最大の違いは、計測周期であり、1秒間に数千～数十万点の情報を取得することが可能。計測距離は100m～1000m以上まで多様。



● 面的な点群データを、高密度・広範囲に、短時間で取得する。

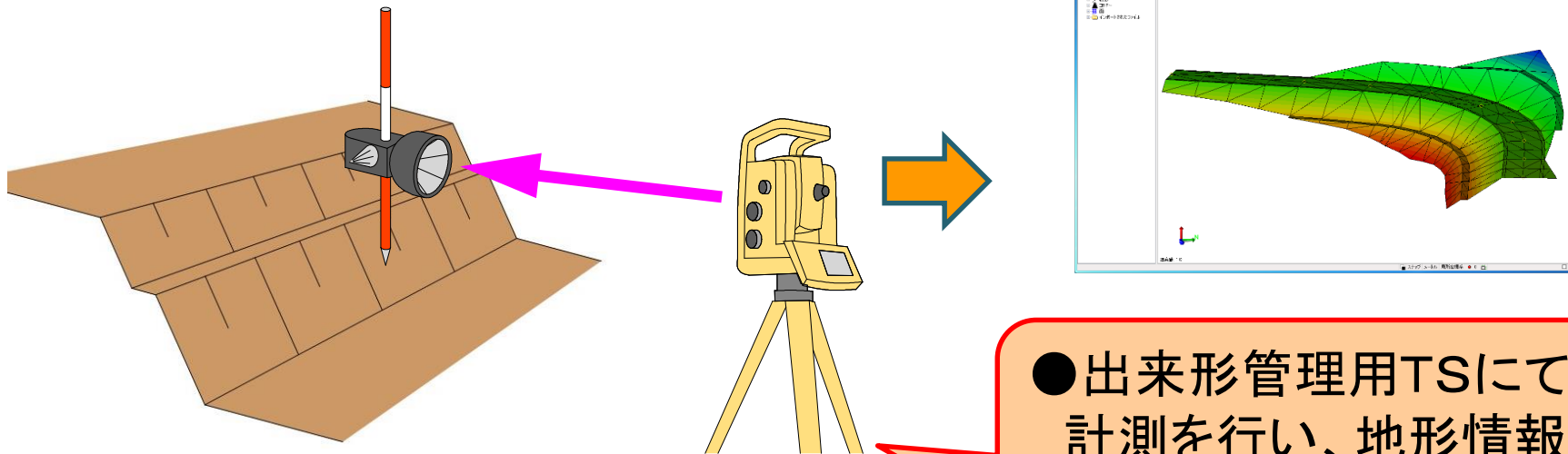
レーザースカナー

- 英語: UAV Laser Range Scanner
- 日本語: UAVレーザースキャナー → 本要領では、『UAVレーザ』と記載する。
- UAVに搭載したレーザースキャナーで空中から計測を行い、地形情報の三次元座標データを取得する
- 広範囲を短時間で計測が可能
- データを複合する“調整用基準点”の設置が必要
- 飛行禁止エリアでは利用できない
- 気象、日影、地形、現場の状況などの条件に左右される場合がある。



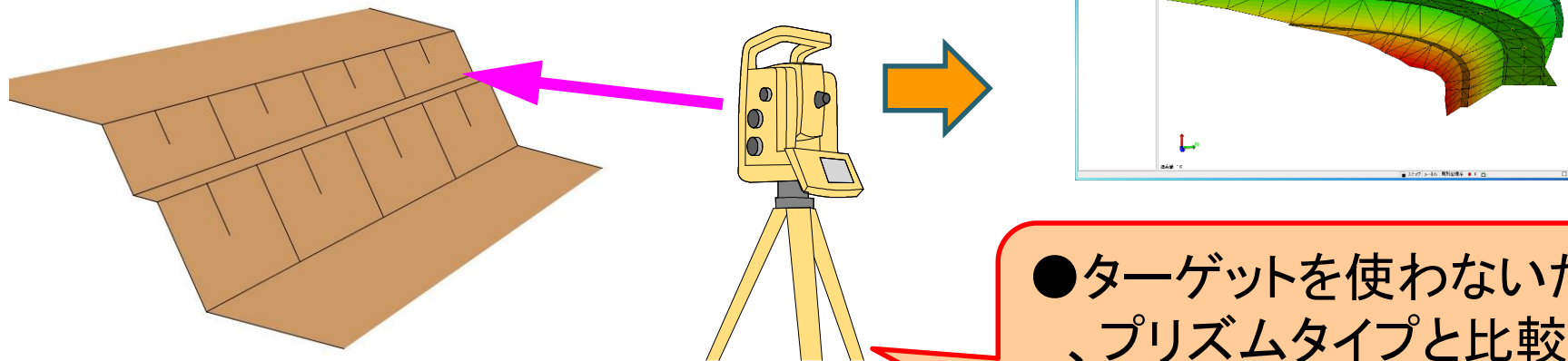
● UAVレーザースキャナーにて計測を行い、地形情報の三次元座標データを取得する

- 英語: Total Station
- 日本語: トータルステーション
➡ 本要領では、『TS』と記載する
- 距離を測る光波測距儀と、角度を測るセオドライトとを組み合わせたもの。従来は別々に測量されていた距離と角度を同時に観測が可能。
- 小規模な範囲や点群の補完用に向いている。
- 人力測量なので広範囲には不向きである。
- 気象条件に左右される場合がある。



● 出来形管理用TSにて計測を行い、地形情報の三次元座標データを取得

- 英語: Total Station (Non Prism)
- 日本語: トータルステーション(ノンプリズム)
 ➡ 本要領では、『TS(ノンプリズム)』と記載する
- トータルステーションを用いた計測手法のうち、ターゲットとなるプリズムを利用せず被計測対象からの反射波を利用して測距する方法。
- 小規模な範囲や点群の補完用に向いている。
- 人力測量なので広範囲には不向きである。
- 気象条件に左右される場合がある。



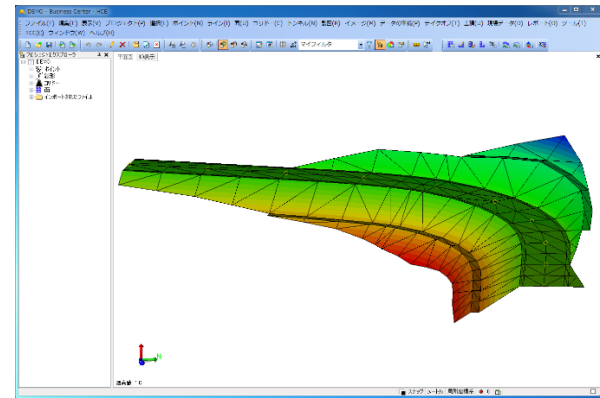
●ターゲットを使わないため、プリズムタイプと比較して、短時間計測が可能

- 英語: Real Time Kinematic - Global Navigation Satellite System
- 日本語: リアルタイムキネマティック

グローバルナビゲーションサテライトシステム

➡ 本要領では、『**RKT-GNSS**』と記載する

- 測りたい移動局(観測点)の他に位置のわかっている基準局を必要とする測位方式で、位置情報をリアルタイムに算定し移動局の測位を行う。
- 小規模な範囲や点群の補完用に向いている。
- 人力測量なので広範囲には不向きである。
- 気象条件に左右される場合がある。



●RTK-GNSSローバーにて計測を行い、地形情報の三次元座標データを取得する

書類の確認項目は？

検査項目・頻度は？

立ち会い方法は？

使用者

監督・検査職員



基準類

- ・空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- ・地上型LSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- ・TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)
- ・TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- ・RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
- ・無人航空機搭載型LSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)

UAV・TLS等の

出来形管理とは？

管理項目・基準は？

提出書類は？

受注者
(施工会社)



- ・空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ・地上型LSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ・TSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ・TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ・RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ・無人航空機搭載型LSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)

目的

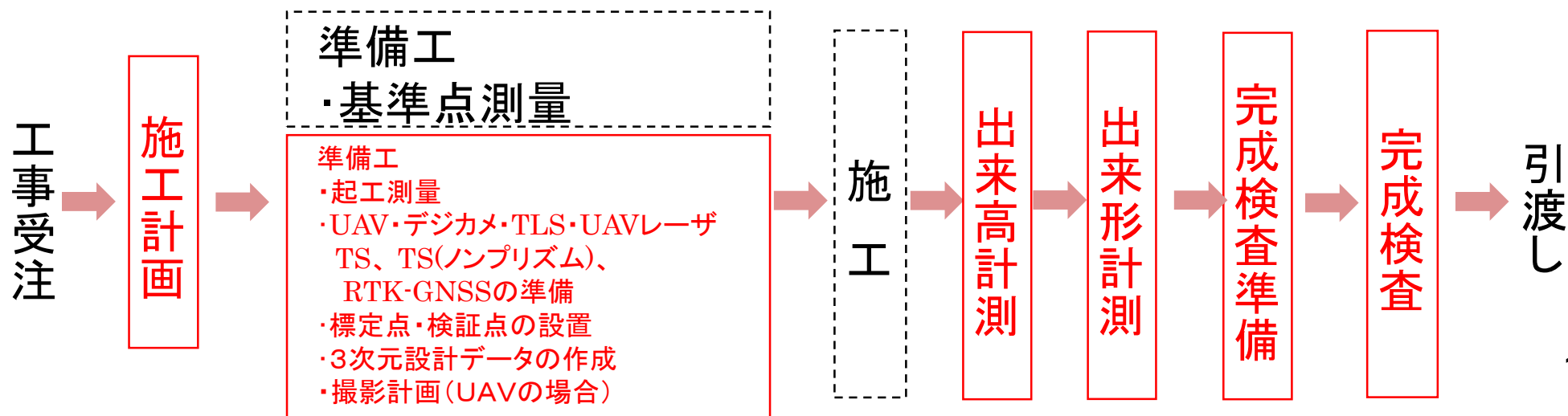
UAV・TLS・UAVレーザー・TS・TS(ノンプリズム)・RTK-GNSSによる出来形計測および出来形管理を、効率的かつ正確に**実施するための方法**を明確化すること

- ① UAV・LSを用いた出来形計測の基本的な取扱い方法や計測方法
- ② 取得データの処理方法
- ③ 各工種における出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値

主な記述内容

- ① 施工計画書への記載内容
UAV : 撮影機材(UAV及びデジタルカメラ)、ソフトウェア、撮影計画
TLS、UAVレーザー、TS、TS(ノンプリズム)、RTK-GNSS
: 計測機材、ソフトウェア
- ② 3次元設計データの作成・確認方法
- ③ UAVによる工事測量、出来形計測方法
TLS、UAVレーザ、TS、TS(ノンプリズム)
RTK-GNSSによる工事測量、出来形計測方法
- ④ 出来形管理基準および規格値
- ⑤ 品質管理及び出来形管理写真基準
- ⑥ 電子成果品の納品方法

本要領の適用の範囲



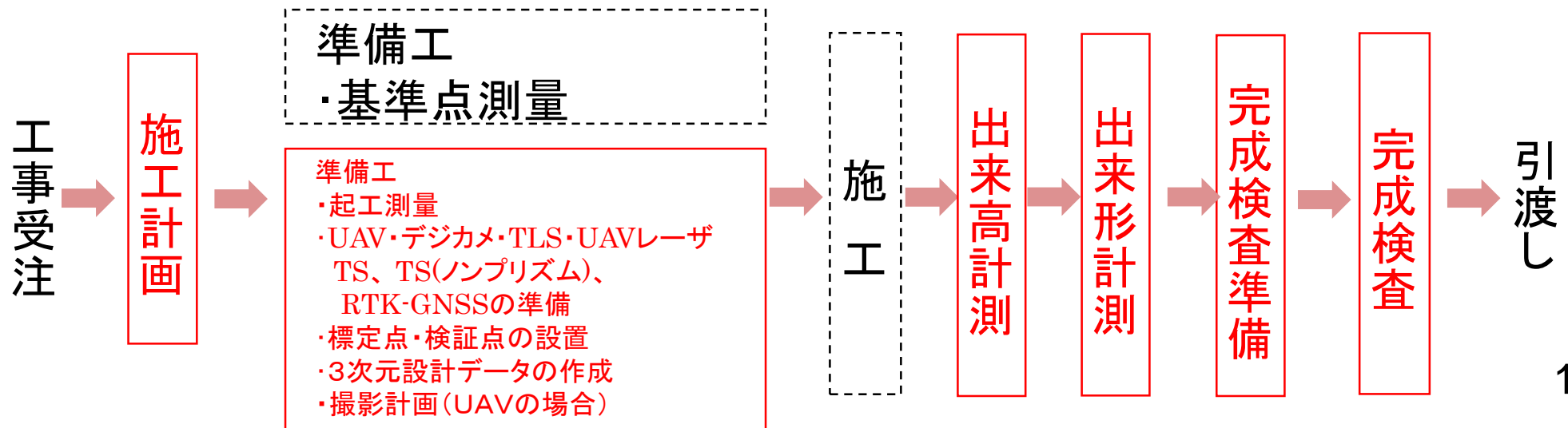
目的

- ・UAV・TLS・UAVレーザー・TS・TS(ノンプリズム)・RTK-GNSSを用いた出来形管理に係わる監督・検査業務の必要事項を定め、適切に実施すること。
- ・受注者に対しても、施工管理の各段階で、より作業の確実性や自動化・省力化が図られるように、具体的な実施方法等を示す。

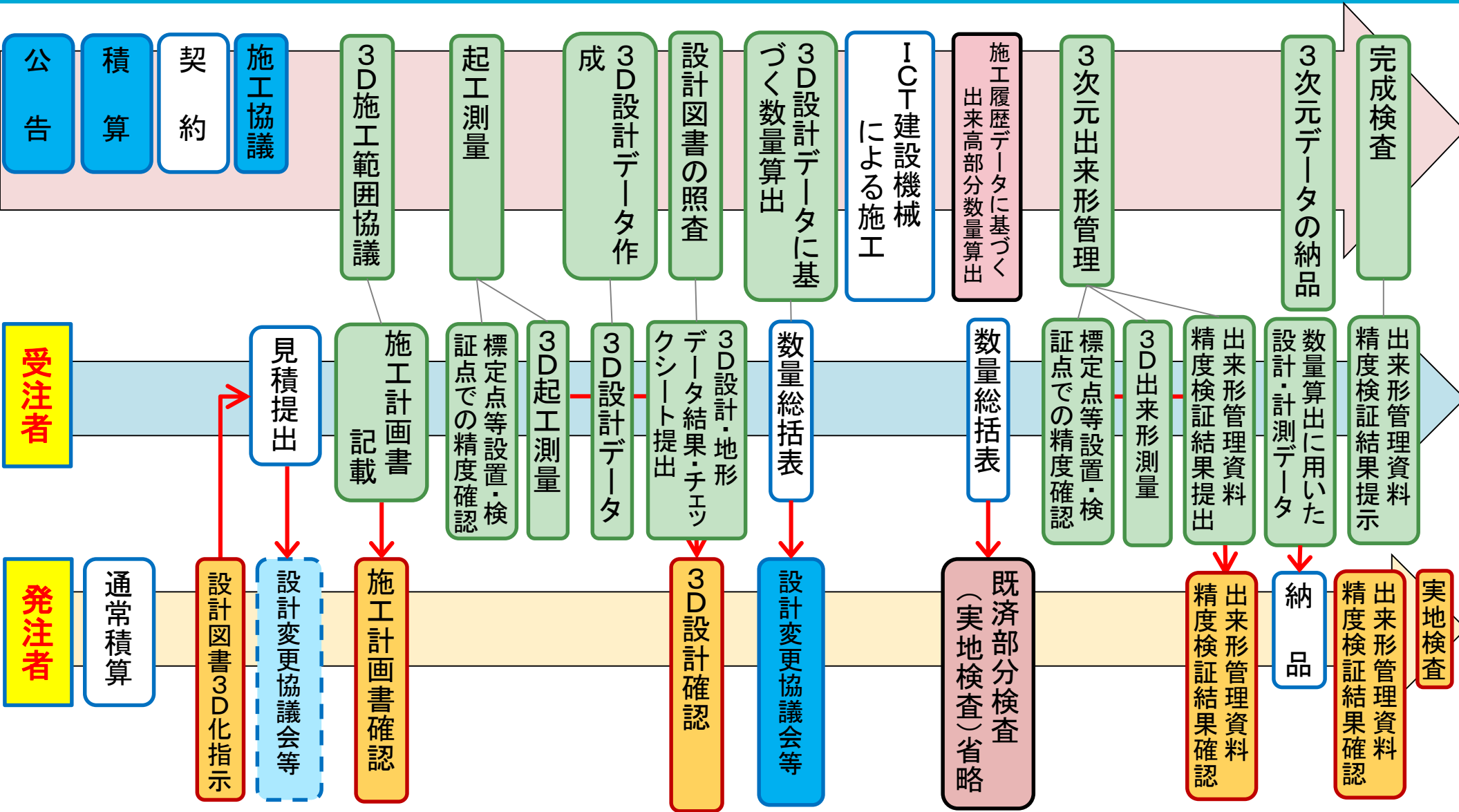
主な記述内容

- ①監督職員、検査職員の実施項目
 - ・施工計画書の記載事項確認
 - ・3次元設計データチェックシートの確認
 - ・UAV : 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確認 など
 - ・TLS、UAVレーザー、TS、TS(ノンプリズム)、RTK-GNSS:
精度確認試験結果報告書の把握 など
- ②出来形管理基準および規格値
- ③品質管理及び出来形管理写真基準

本要領の適用の範囲



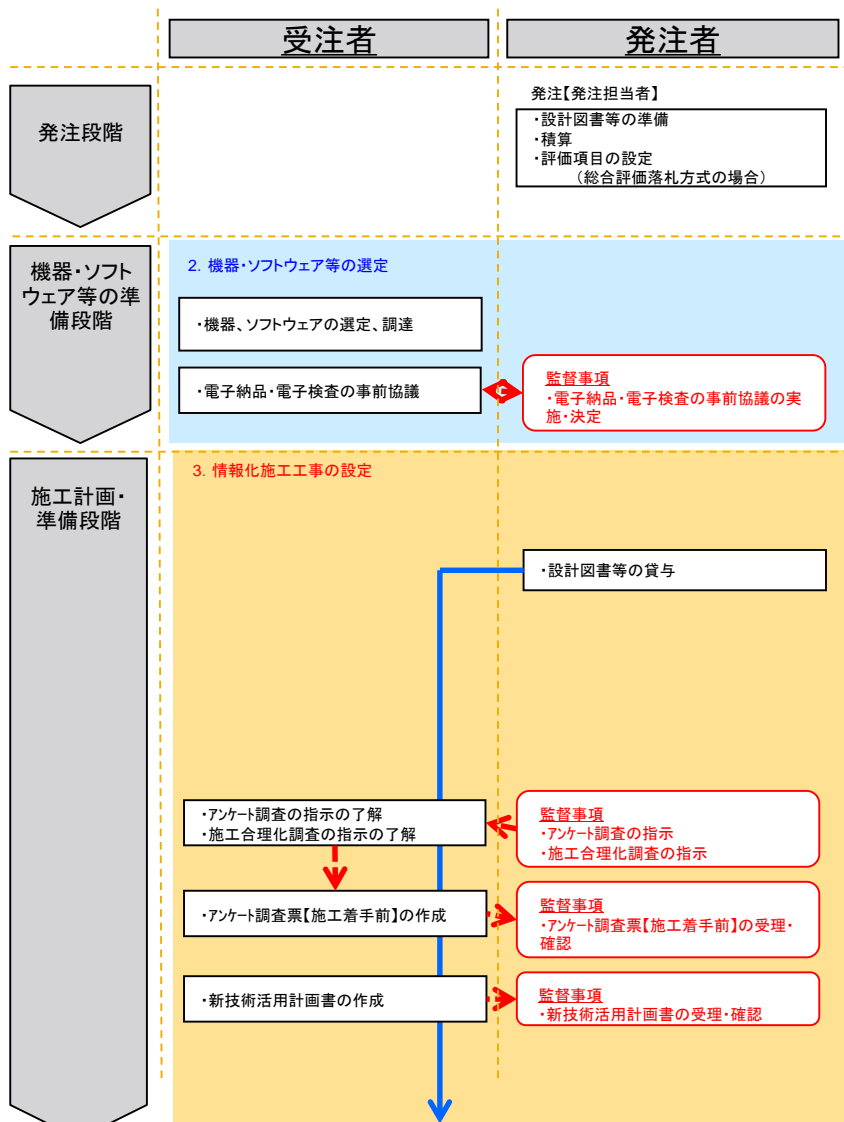
1-4 ICT活用工事の発注から工事完成までの流れ



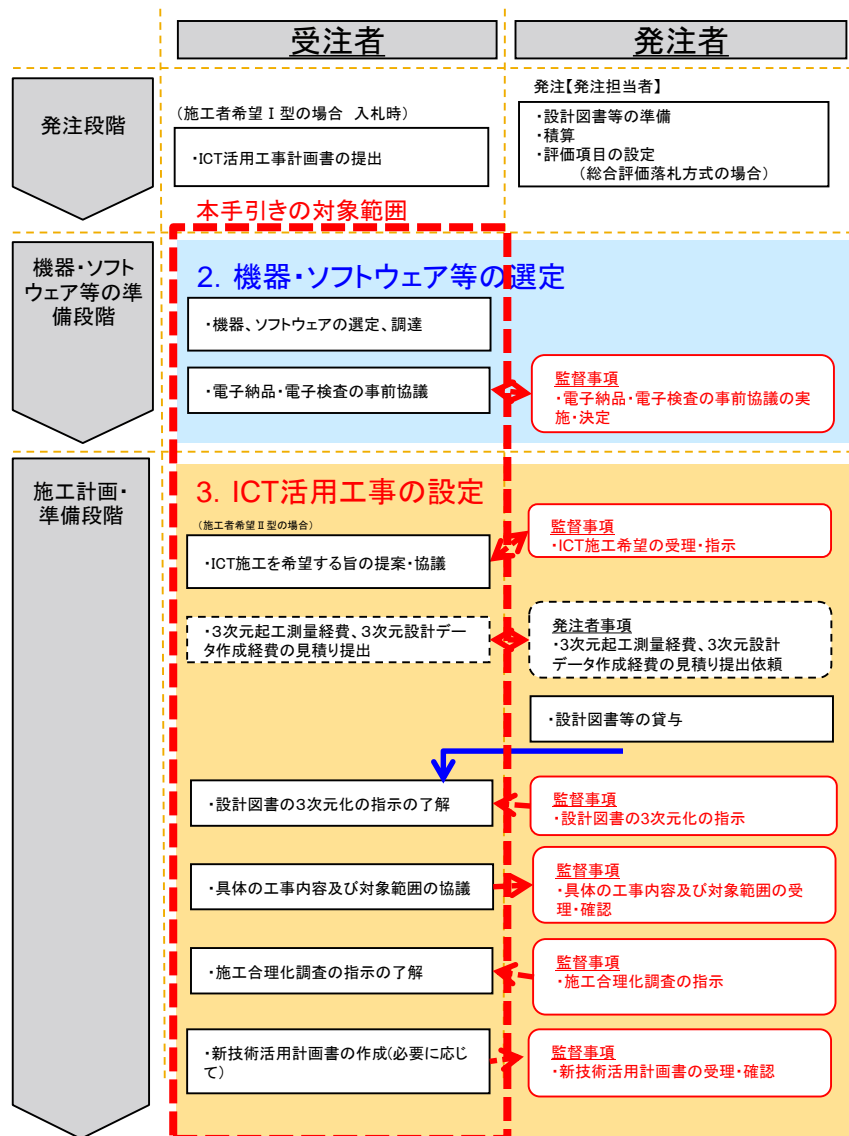
【凡例】

- 10~17 出来形管理要領に記載
- 7 施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)
- 22~30 監督検査要領に記載
- 21 部分払における出来高取扱方法(案) に記載

情報化施工の対象工事(従来)



ICT活用工事の対象工事(今回)



注)

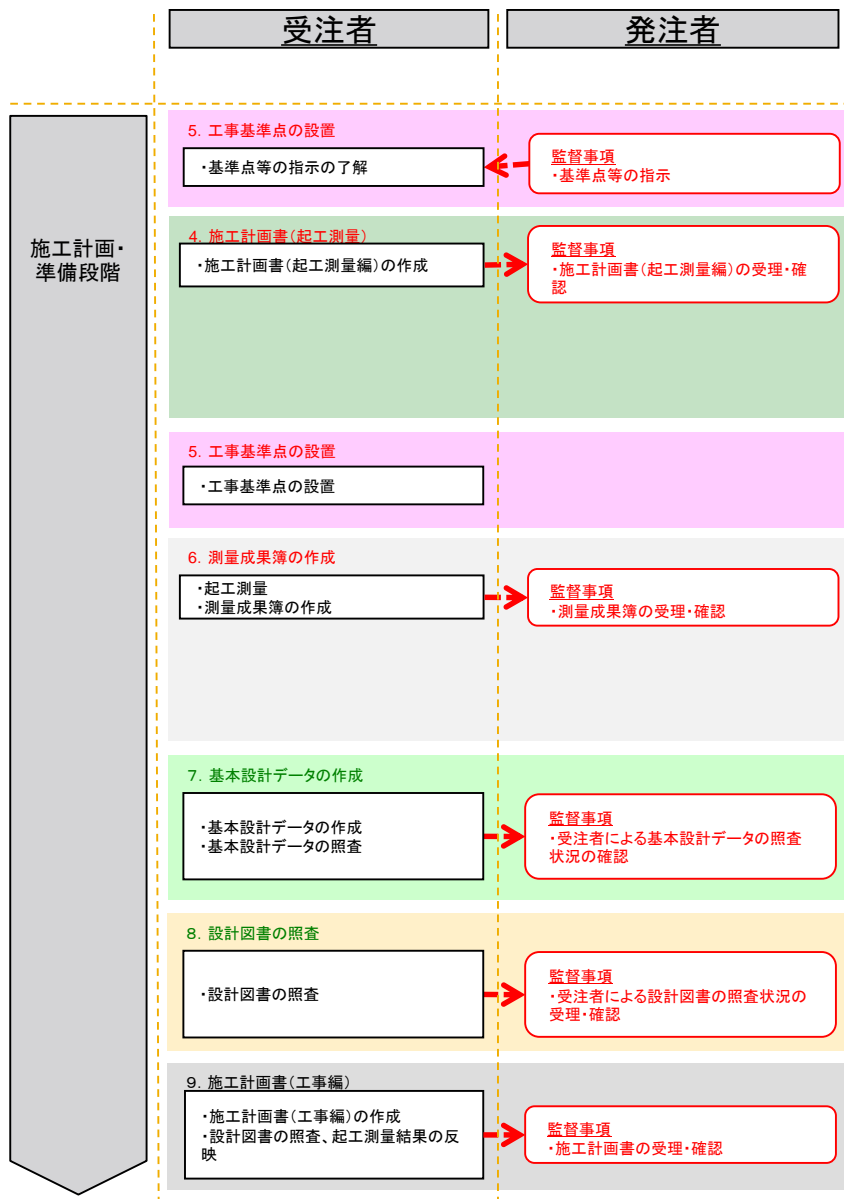
UAV出来形管理:空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)

LS出来形管理:地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)、無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)

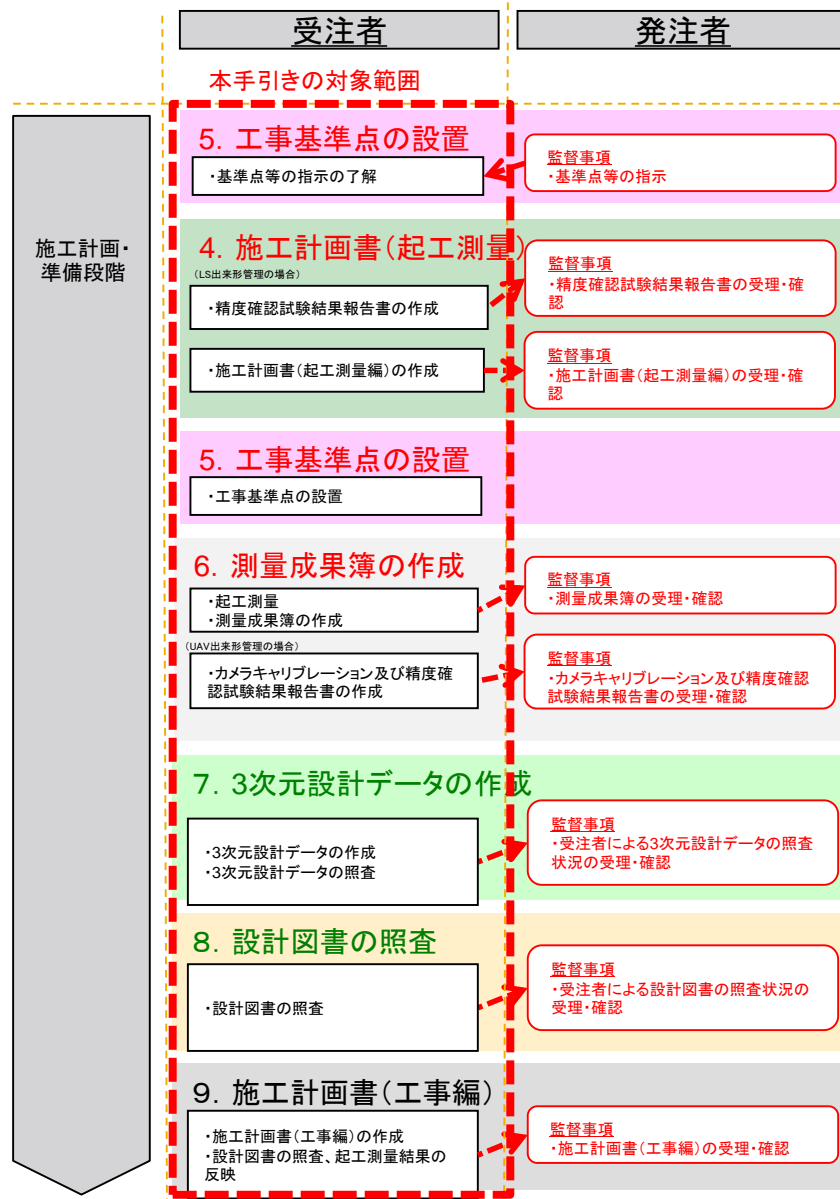
TS出来形管理:TSを用いた出来形管理要領(土工編)、TS(ノンプリ)を用いた出来形管理要領(土工編)

RTK-GNSS出来形管理:RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)

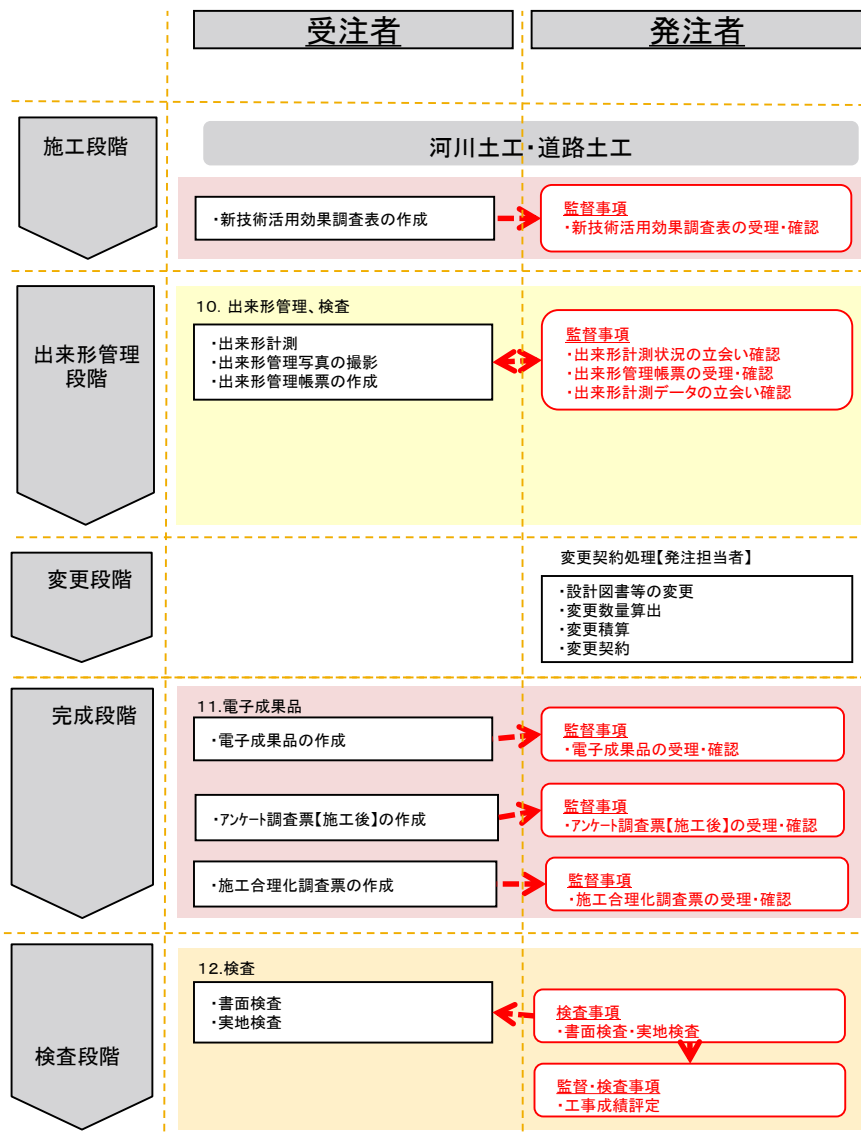
情報化施工の対象工事(従来)



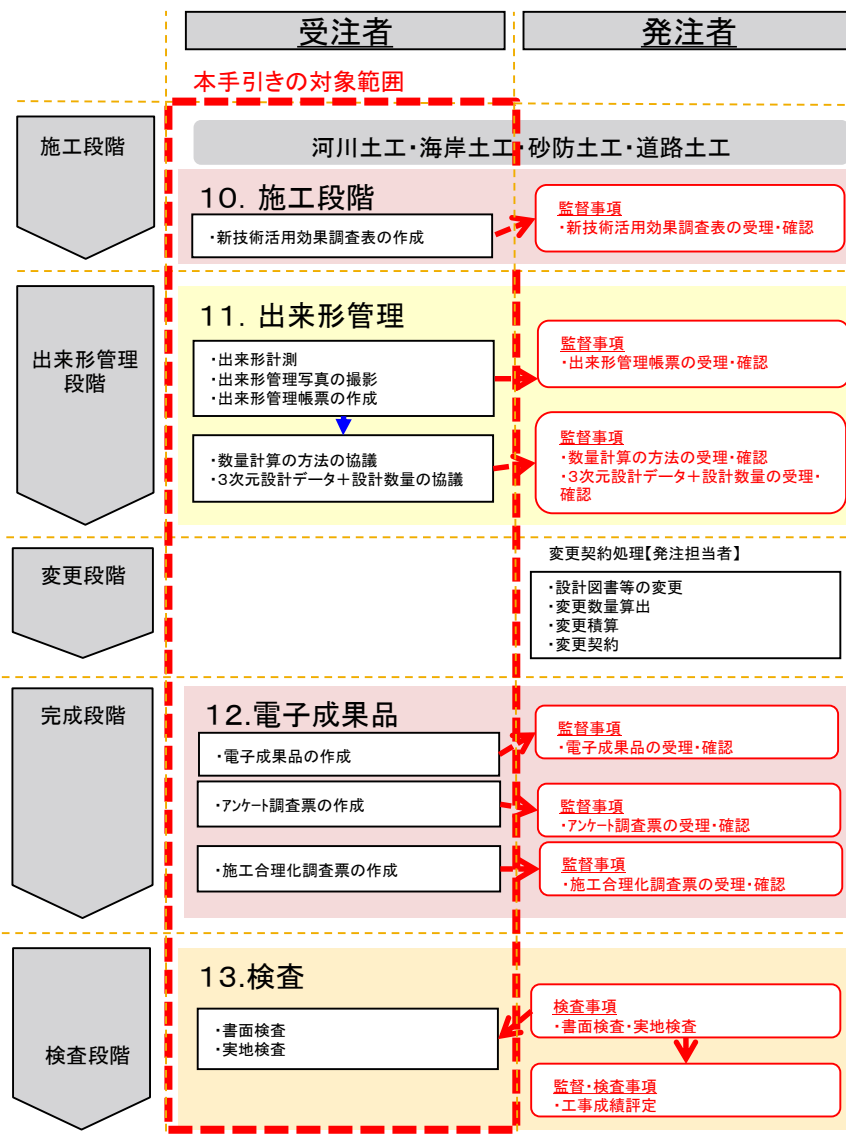
ICT活用工事の対象工事(今回)



情報化施工の対象工事(従来)



ICT活用工事の対象工事(今回)



2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

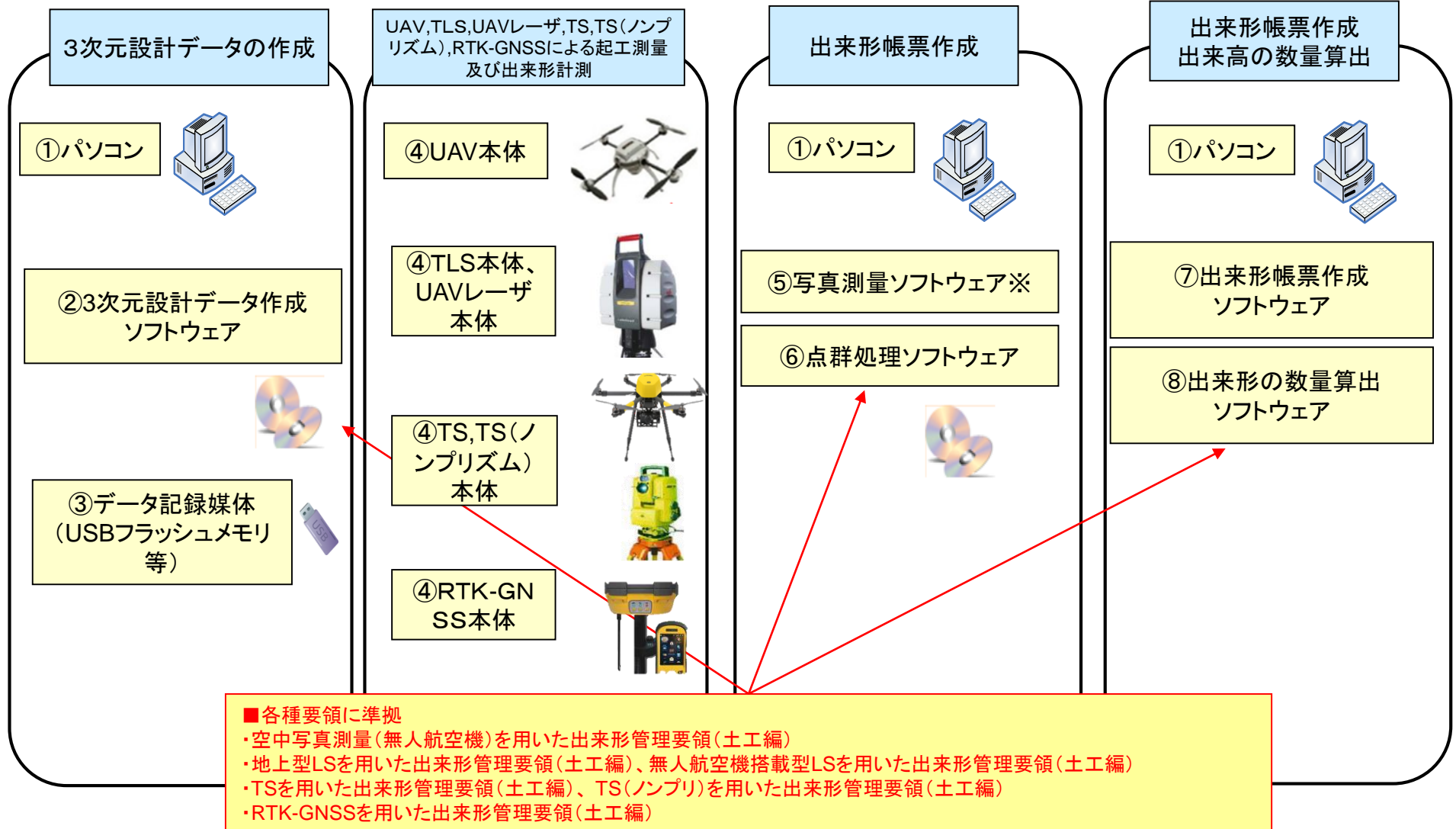
機器・ソフトウェア等の選定の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
機器構成、仕様の確認	・必要な機器構成、仕様の確認	
機器・ソフトウェアの選定・調達	・必要な機能の取捨選択	
電子納品・電子検査の事前協議	・電子納品・電子検査の事前協議	・電子納品・電子検査の事前協議の実施・決定

- UAV、TLS、UAVレーザー、TS、TS(ノンプリズム)、RTK-GNSSを用いた**出来形管理に必要な機器・ソフトウェア**は、「UAV」・「TLS」・「UAVレーザー」・「TS」・「TS(ノンプリズム)」・「RTK-GNSS」・「写真測量ソフトウェア」※・「点群処理ソフトウェア」・「3次元設計データ作成ソフトウェア」・「3次元出来形帳票作成ソフトウェア」・「出来高の数量算出ソフトウェア」です。(※はUAV出来形管理の場合のみ必要)
- 要領・基準等に準拠**した適切な機器・ソフトウェアを選定し、出来形計測精度及び機器やソフトウェア間の互換性の確保が必要です。
- 機器・ソフトウェアは測量機器販売店やリース・レンタル店、施工関連のソフトウェアメーカー等より、購入またはリース・レンタルにより調達が可能です。
- 各メーカーによって機器・ソフトウェアの操作性・機能・コストが異なることから、事前に各メーカーのカタログ、HPなどから情報収集し、または**デモ等のサービス**を利用し、**操作性や機能を事前確認が必要**です。
- 電子納品及び電子検査を円滑に行うために、工事着手時に監督職員と受注者で事前協議し決定します。 2-1

機器構成、仕様確認時の留意点



(※はUAV出来形管理の場合のみ必要)

起工測量並びに出来形管理のデータの流れの留意点

UAVを用いた出来形管理

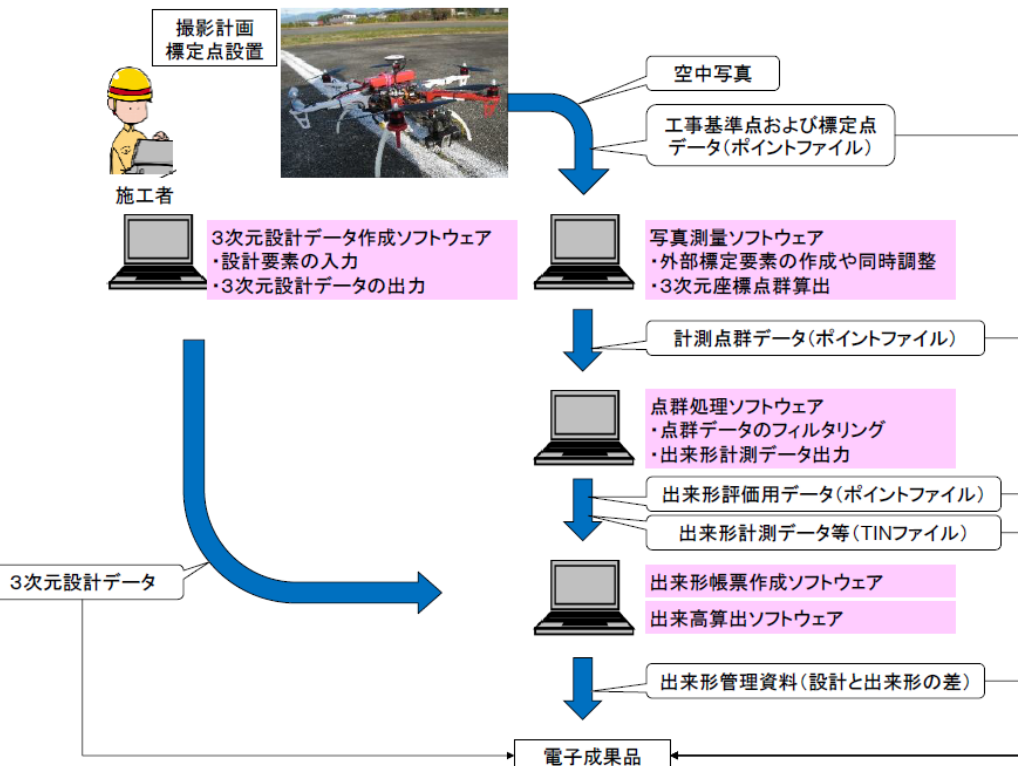


図 1-3 空中写真測量 (UAV) を用いた出来形管理のデータの流れ

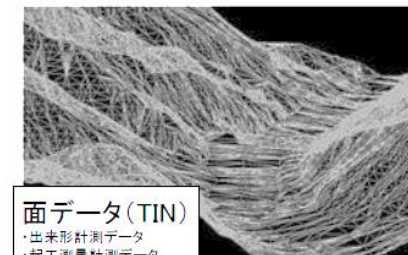
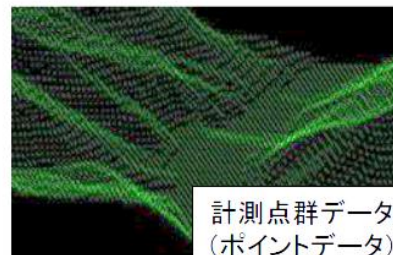
ワンポイント

点群データ

レーザ計測機器やステレオ写真画像より生成した計測点データ

TIN

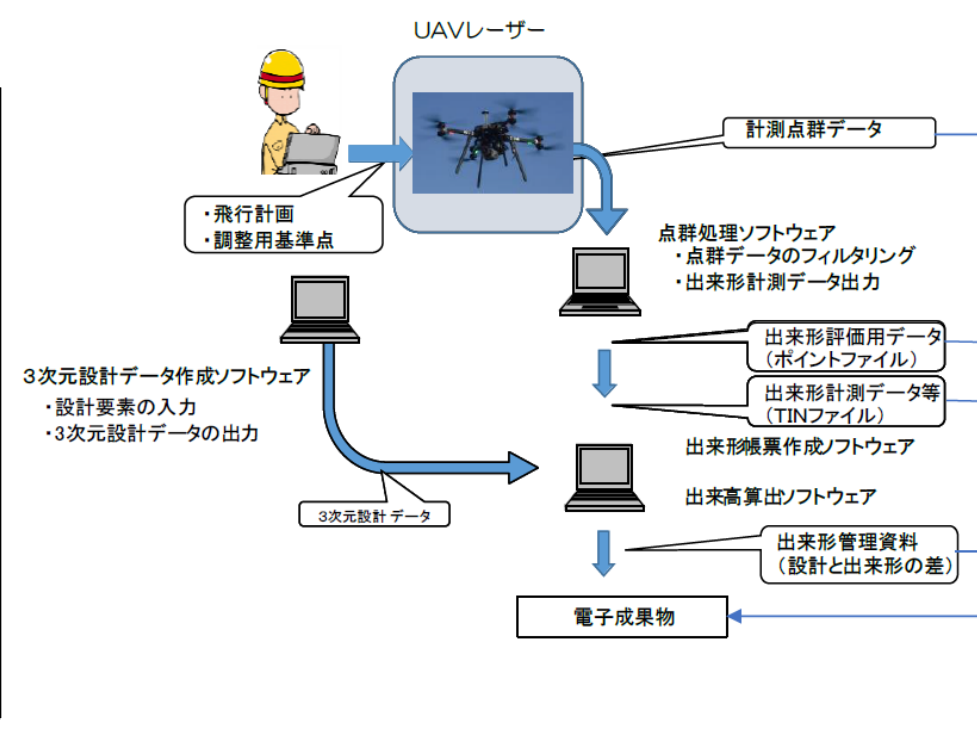
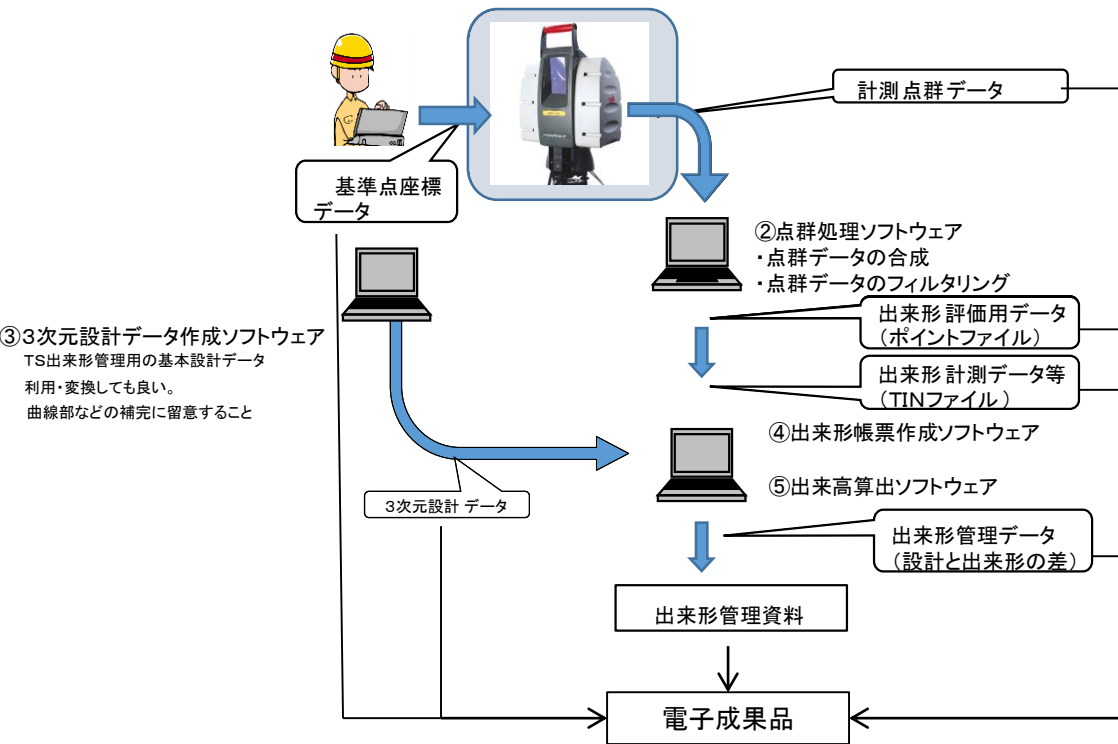
点を直線で繋いで三角形を構築(不等辺三角網)して、面の集合体で地形や設計の表面形状をモデル化したもの



起工測量並びに出来形管理のデータの流れの留意点

TLSを用いた出来形管理

無人航空機搭載型LS (UAVレーザー)を用いた出来形管理



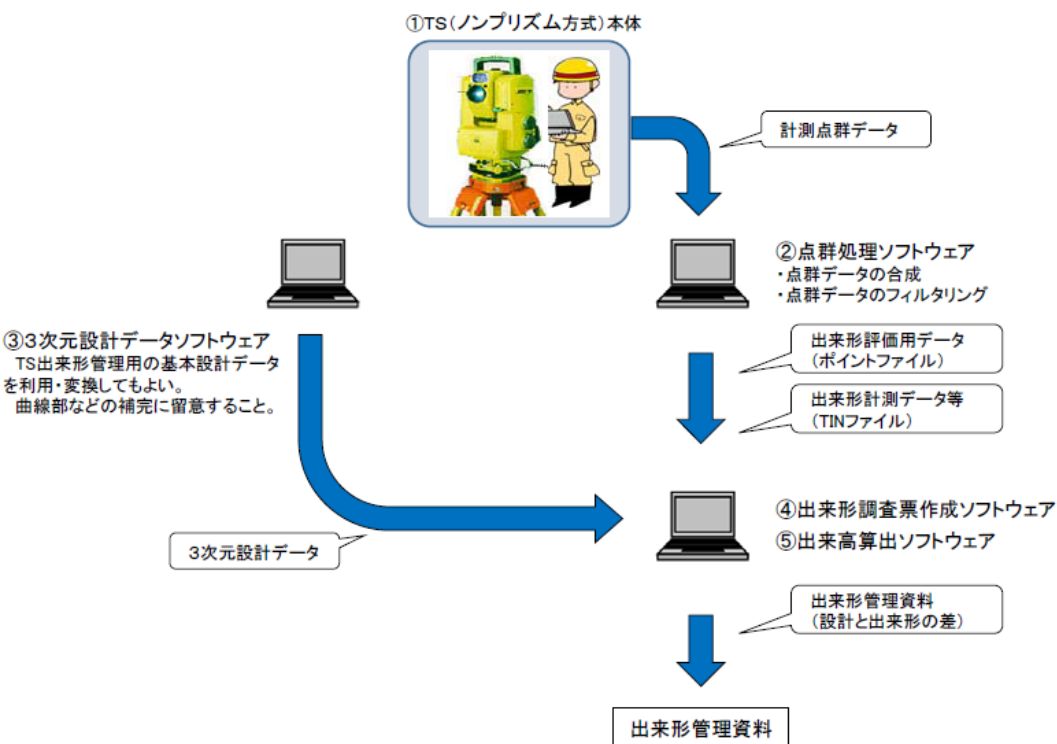
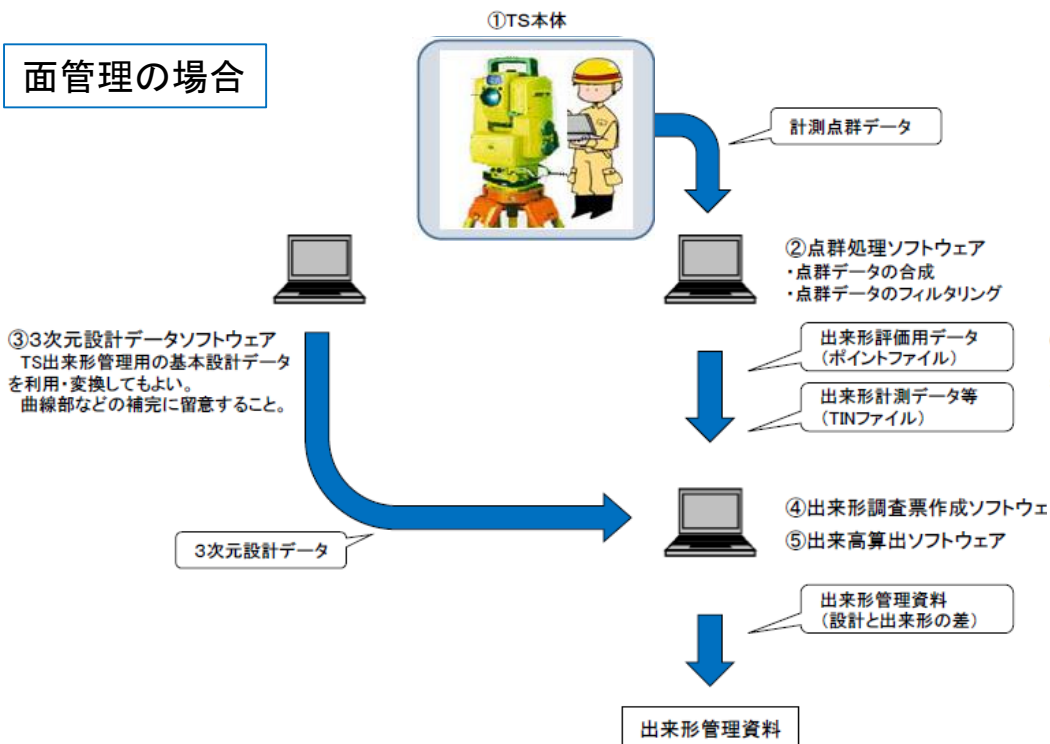
レーザーキャナーを用いた出来形管理のデータの流れ

2-1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

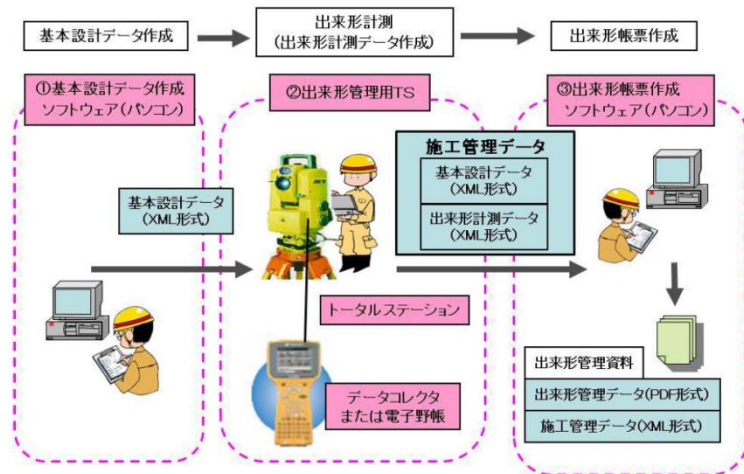
TSを用いた出来形管理

TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理

面管理の場合

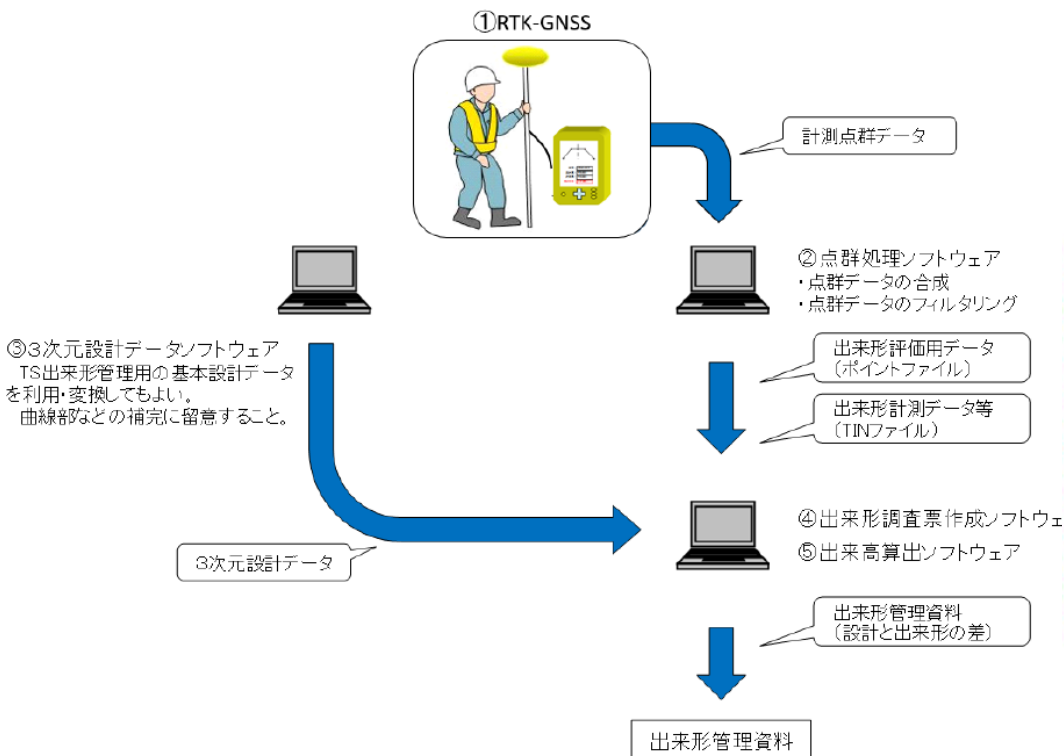


断面管理の場合

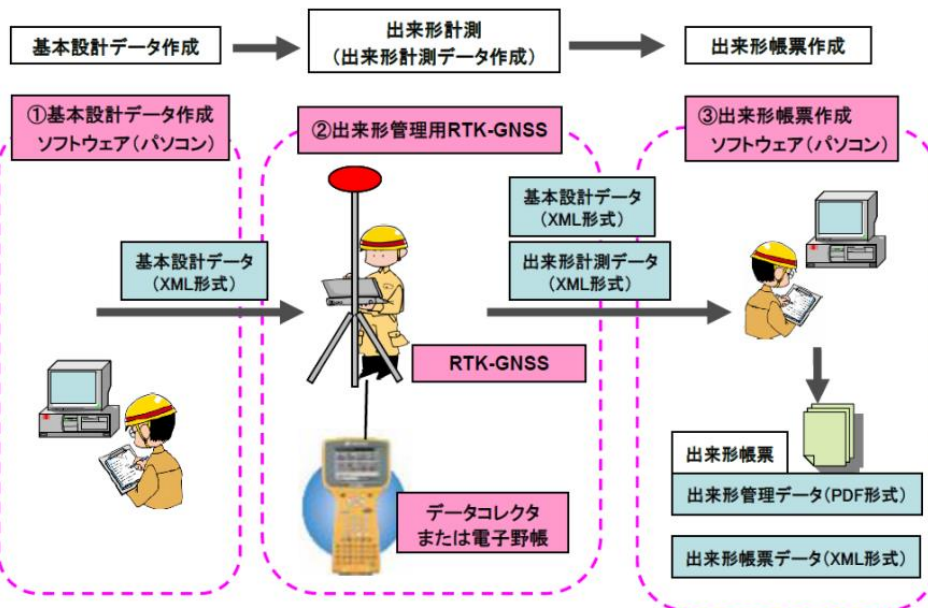


起工測量並びに出来形管理のデータの流れの留意点

RTK-GNSSを用いた出来形管理



断面管理の場合



2-1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

機器・ソフトウェアのタイプごとの機能(例)

下記アドレスに従来型UAV及びTLSの対応のソフトウェアが掲載されています。
http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/ict_dokou/document.html
 (国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センターHPより)

i-Construction型出来形管理対応のソフトウェア【TLS】

	LS本体ソフトウェア		点群処理ソフトウェア		3次元設計データ作成ソフトウェア		出来高数量算出ソフトウェア		出来形帳票作成ソフトウェア	
	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無
アイサンテクノロジー	-	-	3DWING	◎	WingneoINFINITY	△ (tsf-xml入出力未対応)	3DWING	○ (H29.1頃)	-	-
建設システム	-	-	SITE-Scope	◎	SITECH	◎	SITE-Scope	◎	SITE-Scope + 出来形管理システム	○ (H28.秋頃)
	-	-	SITE-Scope	◎	現場大将 + 情報化施工 (TS出来形) サポートツール	◎	SITE-Scope	◎	SITE-Scope + 出来形管理システム	○ (H28.秋頃)
トプコン TIAサビ	ScanMaster 本体ファームウェア	◎	ScanMaster Laser Control LandForms	◎	3D Office LandForms等 (取扱商品)	◎	- LandForms等 (取扱商品)	-	- LandForms等 (取扱商品)	-
ニコン・トリプル	TX8, TX5 (TLS 機種)	◎	RealWorks	◎	Business Center HCE	◎	Business Center HCE	○ (H28.9)	Business Center HCE	○ (H28.9)
福井コンピュータ	-	-	TREND-POINT	◎	EX-TREND武蔵 建設CAD	◎	TREND-POINT	◎	TREND-POINT	◎
ライカ ジオシステム	本体ファームウェア	◎	Leica Cyclone	◎	-	-	-	-	-	-
リーグルジャパン	RiSCAN PRO	◎	RiSCAN PRO	△	-	-	-	-	-	-
Autodesk	-	-	ReCap 360 Pro	◎	AutoCAD Civil 3D	◎	AutoCAD Civil 3D	△ (EXCELによる作業有)	AutoCAD Civil 3D	△ (EXCELによる作業有)
アイ・エス・ピー	-	-	LandForms	◎	LandForms	◎	LandForms	◎	LandForms	○ (H28.9)

この表は、TLS対応ソフトの掲載例を示しています。

- 凡例
- ◎ : リリース済み
 - : リリース予定 (時期)
 - △ : 一部対応可能 (対応に関する条件)
 - : 予定無し・他社製品を使用

※機器・ソフトウェアの機能は各メーカーにより様々なため、受注者はデモ等を利用し、詳細を確認する。

3. ICT活用工事の設定

▶ ICT活用工事の設定に係る実務内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容 <small>本手引き書の対象範囲</small>	監督職員の実務内容
ICT施工を希望する旨の提案・協議	・ICT施工を希望する旨の協議の作成	・ICT施工希望の受理・指示
↓		
設計図書の3次元化の指示		・設計図書の3次元化の指示 起工測量(UAV、TLS、UAVレーザー、TS、TS(ノンプリズム)、RTK-GNSS) 3次元設計データ(3次元設計データがない場合)
具体の工事内容及び対象範囲の協議	・具体の工事内容及び対象範囲の協議の作成	・具体の工事内容及び対象範囲の受理・確認
3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出	・見積り書の作成	・3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出依頼

- ▶ **施工者希望Ⅱ型**のICT活用工事では、契約後、施工計画書の提出までに、ICT施工を希望する場合には「ICT活用施工の概要」「ICT活用施工範囲図」を作成し、打合せ簿で協議します。
- ▶ 監督職員から、**ICT活用施工の実施を指示、3次元の設計図書を作成を指示**されます。(当面、ICT活用工事では、契約した設計図書が3次元化されていません)
- ▶ 公告時に「ICT活用工事」設定されていない工事(既契約工事)について、**受注者が「ICT活用工事」を行いたい**場合にはその旨の**協議**します。
- ▶ 発注者から**3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費**の見積り依頼を受けたら、**見積り書を作成し、提出**します

▶ ICT活用工事の設定に係る実務内容と解説事項

本手引き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
施工合理化調査の指示の了解		・施工合理化調査の指示
↓		
新技術活用計画書の作成	・新技術活用計画書の作成	・新技術活用計画書の受理・確認・追記

- ▶ ICT活用技術についての施工合理化調査の指示を受けた場合には、施工合理化調査を行います。
- ▶ 使用するICT活用技術が新技術（NETISに登録された技術）で有る場合は、その技術を活用する前までに新技術活用計画書を作成し、提出します。（イントラのi-Constructionの項目にICTに関する新技術一覧を掲載しています）

3. ICT活用工事の設定（施工者希望II型の場合）

ICT活用工事を希望する旨の協議（受注者）

- 施工者希望II型の工事契約した場合で、受注者がICT活用施工の意志が有る場合、契約後、**施工計画書の提出までにICT施工を希望する旨の協議**をします。
- 「ICT活用施工の概要」「ICT活用施工範囲図」を添付します。

様式-9													
工事打合せ簿													
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年○月○日										
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()												
	工事名 <input type="checkbox"/> 改良工事												
(内容)													
ICT活用施工の希望について													
特記仕様書「第○条 ICT活用工事について」によりICT活用施工を希望しますので、添付のICT活用施工の概要、ICT活用施工範囲図のとおり協議します。													
添付図 ー 葉、その他添付図書													
処理	発注者	上記について <input type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input checked="" type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [協議事項については追って指示します。] 年月日:											
	受注者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [] 年月日:											
<table border="1"> <tr> <td>総括監督員</td> <td>主任監督員</td> <td>監督員</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		総括監督員	主任監督員	監督員				<table border="1"> <tr> <td>現場代理人</td> <td>主任(監理)技術者</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		現場代理人	主任(監理)技術者		
総括監督員	主任監督員	監督員											
現場代理人	主任(監理)技術者												



ICT活用施工の概要

- 3次元測量方法
.....
- ICT建機による施工内容
盛土
法面
- ICT活用工事範囲の考え方
.....

(施工計画書レベルではない)

ICT活用施工範囲図



 ICT活用施工範囲 (3D施工管理)
 従来施工管理範囲

平面図を色分けしたもの

3. ICT活用工事の設定（既契約工事への適用）

ICT活用工事の設定を希望する旨の協議（受注者）

「ICT活用工事計画書」を添付して「ICT活用工事の設定を希望する協議をする。

様式-9													
工事打合せ簿													
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年○月○日										
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()												
工事名	○○改良工事												
(内容)													
ICT活用工事の適用について													
<p>本工事の施工においてICT活用した工事の施工を行いたく、添付のICT活用工事計画書のとおり、「ICT活用工事」の適用について協議します。</p>													
添付図 ー 業、その他添付図書													
処理	発注者	上記について <input type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input checked="" type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [協議事項については追って指示します。] 年月日:											
	受注者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [] 年月日:											
<table border="1"> <tr> <td>総括監督員</td> <td>主任監督員</td> <td>監督員</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		総括監督員	主任監督員	監督員				<table border="1"> <tr> <td>現場代理人</td> <td>主任(監理)技術者</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		現場代理人	主任(監理)技術者		
総括監督員	主任監督員	監督員											
現場代理人	主任(監理)技術者												

ICT活用工事計画書【土工】														
(工事名:○○○○工事)		会社名:○○○○												
<p>当該工事の土工において、ICT施工技術を全ての施工プロセスの段階で活用する場合、「□全て活用する」のチェック欄に「■」と記入する。</p>														
チェック欄	施工プロセスの段階	適用技術・機種												
□全て活用する	①3次元起工測量	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真測量(無人航空機)を用いた起工測量 ・レーザースキャナーを用いた起工測量 ・トータルステーションを用いた起工測量 ・トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた起工測量 ・RTK-GNSSを用いた起工測量 ・無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量 ・その他の3次元計測技術による起工測量 <p>※採用する具体的技術は受注後の協議により決定する。 ※複数以上の技術を組み合わせて採用しても良い。</p>												
	②3次元設計データ作成	<p>※3次元出来形管理に用いる3次元設計データの作成を実施しなければならない。</p>												
	③ICT建設機械による施工	<table border="1"> <tr> <td>【作業工程】</td> <td> <ul style="list-style-type: none"> ・3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 ・3次元マシンコントロール(バックホウ)技術 ・3次元マシンガイダンス(ブルドーザ)技術 ・3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術 </td> </tr> <tr> <td>・掘削工</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・盛土工</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・路体盛土工</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・路庄盛土工</td> <td></td> </tr> <tr> <td>・法面整形工</td> <td></td> </tr> </table> <p>※採用する機種及び活用作業工程・施工範囲については、受注後の協議により決定する。 ※当該工事に含まれる左記作業のいずれかでICT建設機械を活用すればよい</p>	【作業工程】	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 ・3次元マシンコントロール(バックホウ)技術 ・3次元マシンガイダンス(ブルドーザ)技術 ・3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術 	・掘削工		・盛土工		・路体盛土工		・路庄盛土工		・法面整形工	
	【作業工程】	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 ・3次元マシンコントロール(バックホウ)技術 ・3次元マシンガイダンス(ブルドーザ)技術 ・3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術 												
	・掘削工													
・盛土工														
・路体盛土工														
・路庄盛土工														
・法面整形工														
④3次元出来形管理等の施工管理	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理 ・レーザースキャナーを用いた出来形管理 ・トータルステーションを用いた出来形管理 ・トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理 ・RTK-GNSSを用いた出来形管理 ・無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理 ・その他の3次元計測技術による出来形管理 <p>※採用する具体的技術は受注後の協議により決定する。 ※複数以上の技術を組み合わせて採用しても良い。 ※「①3次元起工測量」で採用した技術と相違しても良い。</p>													
⑤3次元データの納品														
<p>注1) ICT活用工事及びICT活用施工の詳細については、特記仕様書によるものとする。</p>														

3. ICT活用工事の設定（既契約工事への適用）

設計図書の3次元化の指示（監督員）

- 「ICT活用工事とした旨」の指示を受けます。
- 3次元起工測量、3次元設計データ作成について見積り依頼を受けます。

様式-9

工事打合せ簿												
発議者	<input checked="" type="checkbox"/> 発注者 <input type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年〇月〇日									
発議事項	<input checked="" type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()											
工事名	〇〇改良工事											
(内容)												
ICT活用工事の実施について												
平成28年〇月〇日付協議「ICT活用工事の適用について」、本工事を別紙のとおりICT活用工事としたので、実施範囲(3次元出来形管理の範囲、ICT建設機械の使用場所)を整理して協議のこと。												
本工事では、3次元起工測量、3次元設計データ作成が必要となるので実施されたい。												
添付図 一 葉、その他添付図書												
処理	発注者	上記について <input type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 ()										
	受注者	上記について <input checked="" type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 ()										
		年月日:										
		年月日:										
<table border="1"> <tr> <td>総括監督員</td> <td>主任監督員</td> <td>監督員</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		総括監督員	主任監督員	監督員				<table border="1"> <tr> <td>現場代理人</td> <td>主任(監理)技術者</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> </tr> </table>	現場代理人	主任(監理)技術者		
総括監督員	主任監督員	監督員										
現場代理人	主任(監理)技術者											

施工者希望Ⅱ型の特記仕様書記載例を添付

ICT活用工事について

- ICT活用工事
本工事は、国土交通省が提唱するi-Constructionに基づき、ICTの全面的活用を図るため、受注者の提案・協議により、起工測量、設計図書の照査、施工、出来形管理、検査及び工事完成図や施工管理の記録及び関係書類について3次元データを活用するICT活用工事の対象工事である。
- 定義
(1)i-Constructionとは、ICTの全面的な活用、規格の標準化、施工時期の平準化等の施策を建設現場に導入することによって、建設現場のプロセス全体の最適化を図る取り組みである。本工事では、施工者の希望により、その実現に向けてICTを活用した工事(iCT活用工事)を実施するものとする。
(2)ICT活用工事とは、建設生産プロセスの下記段階において、ICTを全面的に活用する工事である。また、この一連の施工をICT活用施工という。
対象は、土工を含む一般土木工事とする。
① 3次元起工測量
② 3次元設計データ作成
③ ICT建設機械による施工
④ 3次元出来形管理等の施工管理
⑤ 3次元データの納品
- 受注者は、ICT活用施工を行う希望がある場合、契約後、施工計画書の提出までに発注者へ提案・協議を行い、協議が整った場合に下記4～9によりICT活用施工を行うことができる。
(以下、ICT活用施工を行う場合)
- 原則、本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督職員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

(以下、省略：特記仕様書記載例より、引用してください)

〇〇株式会社 様	平成〇〇年〇月〇日	〇〇事務所長 様
見 積 り 依 頼 書		
標記について、下記条件により見積りを依頼します。 なお、提出時の宛名は〇〇事務所長として下さい。		
記		
提出期限	平成〇〇年〇月〇日	
見 積 内 容	品 名	
形状	寸 法	
品 質	規 格	
使 用 数	量	
納 入 時 期		
納 入 場 所		
そ の 他		

〇〇工 (〇〇工法)	〇〇m ² あたり単価表			
施工箇所: 〇〇県〇〇市				
施工内容: 別添仕様書及び図面のとおり (全体施工量: 〇〇m ² ×〇断面)				
工期: 別添仕様書のとおり				
単価適用年月: 平成〇〇年〇月				
名称	規格	単位	数量	備考
土木一般世帯役		人		
普通作業員		人		
〇〇運転		日		
種雑費		式		

② 施工単価の徴収の例

施工箇所: 〇〇県〇〇市
 施工内容: 別添仕様書及び図面のとおり
 工期: 別添仕様書のとおり
 単価適用年月: 平成〇〇年〇月

品目	形状・寸法 (品質・規格)	単位	備考	施工単価
		m ²	施工規模〇m ² 相度	

発注課からの見積り依頼書

3. ICT活用工事の設定（既契約工事への適用）

ICT活用範囲の提出（受注者）

受注者から「ICT活用工事」の**実施範囲の協議**をします。

工事打合せ簿													
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年〇月〇日										
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()												
工事名	〇〇改良工事												
(内容)	ICT活用工事の実施について 平成28年〇月〇日の指示「ICT活用工事の実施について」を受け、3次元出来形管理の範囲、ICT建設機械の使用場所として別紙のとおり施工したく協議します。												
— 葉、その他添付図書													
処理	発注者	上記について <input checked="" type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [協議のとおり施工されたい。本協議は、契約変更の対象とします。] 年月日:											
	受注者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [] 年月日:											
<table border="1"> <tr> <td>総括監督員</td> <td>主任監督員</td> <td>監督員</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		総括監督員	主任監督員	監督員				<table border="1"> <tr> <td>現場代理人</td> <td>主任(監理)技術者</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		現場代理人	主任(監理)技術者		
総括監督員	主任監督員	監督員											
現場代理人	主任(監理)技術者												

ICT活用施工の概要

- ・ 3次元測量方法
.....
- ・ ICT建機による施工内容
盛土
法面
- ・ ICT活用工事範囲の考え方
.....

(施工計画書レベルではない)

ICT活用施工範囲図



- ICT活用施工範囲（3D施工管理）
- 従来施工管理範囲

平面図を色分けしたもの

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

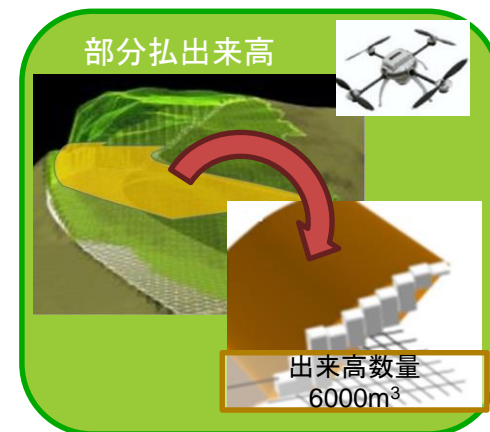
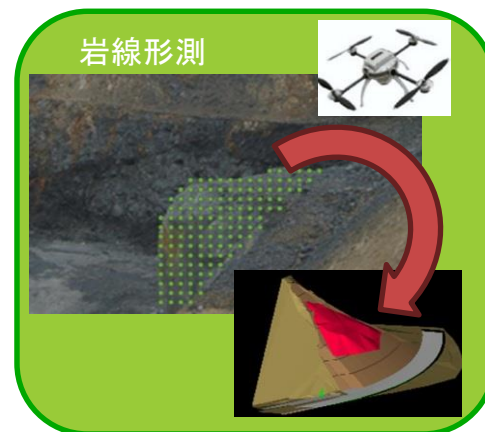
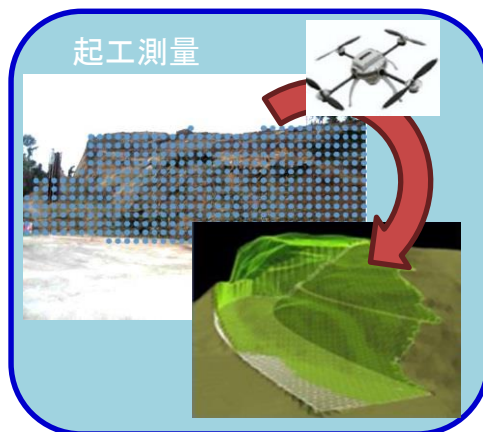
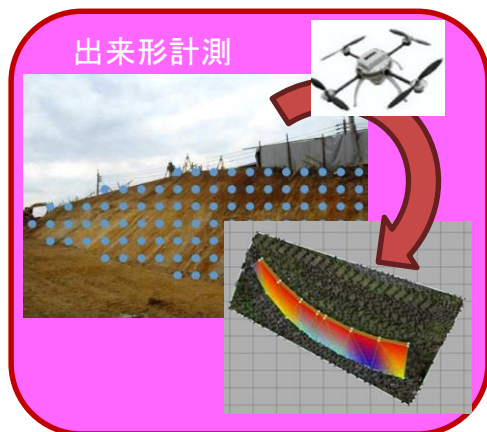
本手引き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
(TLS, UAVレーザー, TS, TS(ノンプリズム), RTK-GNSSによる起工測量の場合) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">精度確認試験結果報告書の作成</div>	・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
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">施工計画書(起工測量編)の作成</div>	・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、TS、TS(ノンプリズム)、UAVレーザー、RTK-GNSS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、TS(ノンプリズム方式)、UAVレーザー、RTK-GNSS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。

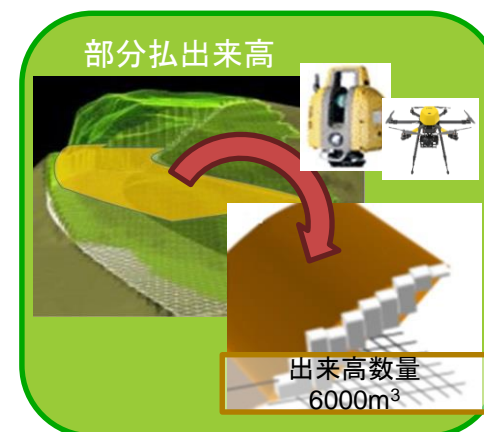
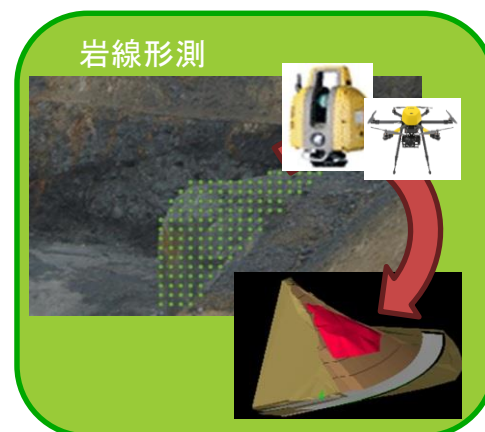
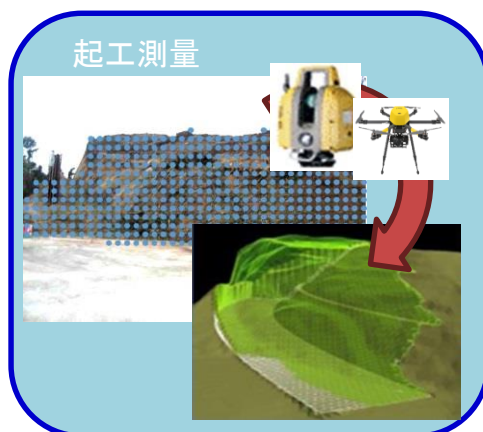
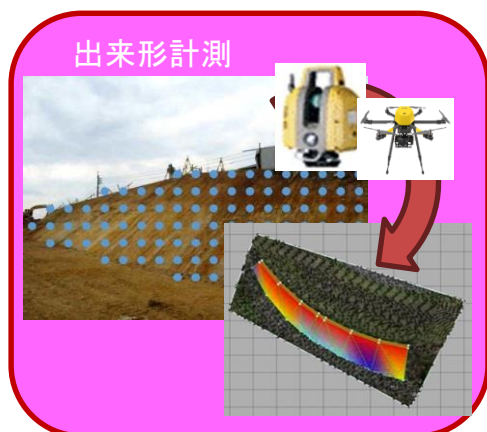
利用場面ごとに要求される計測精度が異なる。

工種別	UAV		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ) ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	
出来形計測	±5cm以内	1cm/画素以内	1点以上/1m ² (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01m ² (10cm×10cm)にて実施
起工測量	10cm以内	2cm/画素以内	1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	10cm以内	2cm/画素以内	1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	20cm以内	3cm/画素以内	1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定



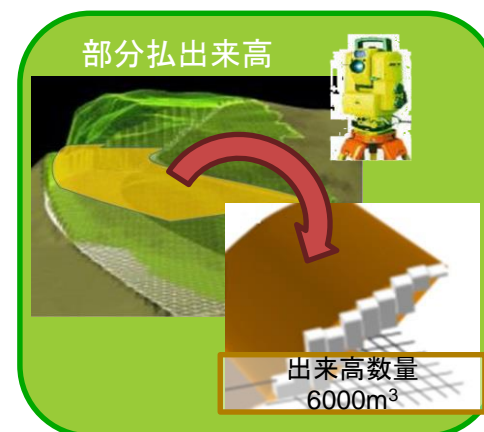
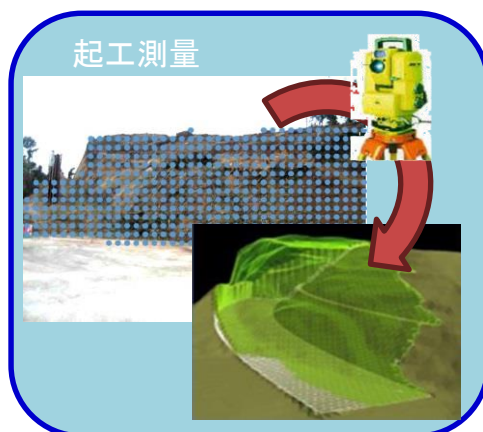
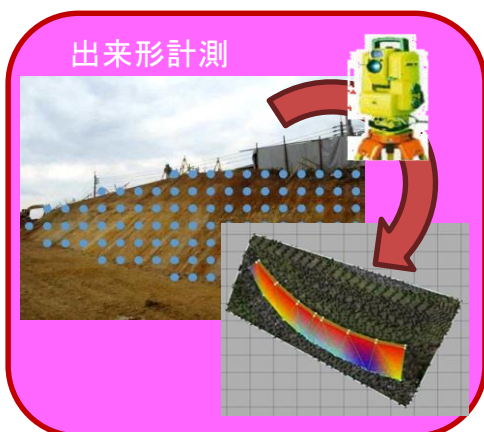
利用場面ごとに要求される計測精度が異なる。

工種別	TLS		UAVレーザー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ) ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	計測最大距離	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	±20mm以内	精度確認試験 の 測定距離以内	— (IMU、LSの性能による)	100m以内 (3級 TSの場合)	1点以上/1㎡ (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01㎡ (10cm×10cm)にて実施
起工測量	10cm以内		10cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	10cm以内		— (対象外)		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	20cm以内		20cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定



利用場面ごとに要求される計測精度が異なる。

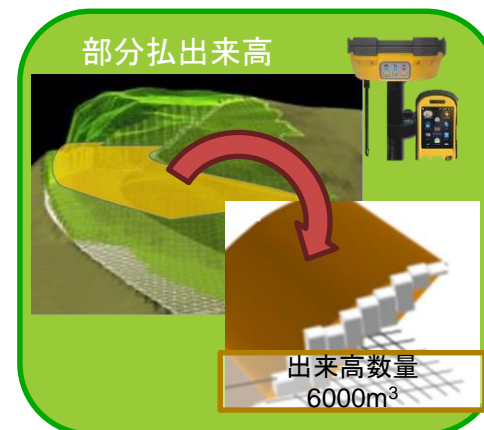
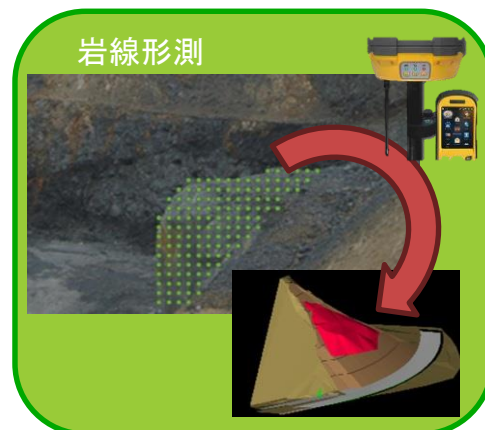
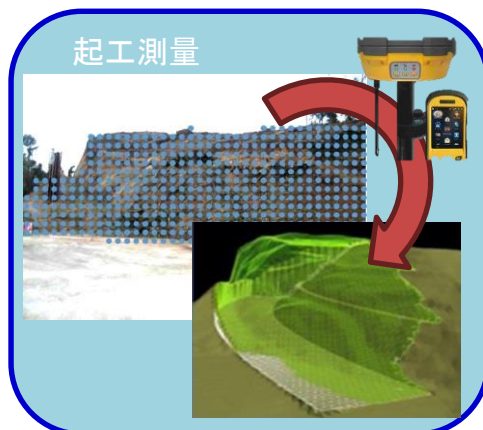
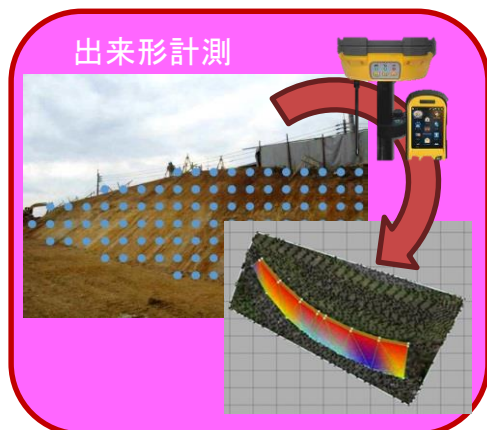
工種別	TS		TS(ノンプリズム)		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ) ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	計測最大距離	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	5mm+5ppm×D D:計測距離 ppm:10 ⁻⁶	100m以内(3級 TSの場合)	±20mm以内 (平面制度、鉛直制度 ともに)	100m以内(3級 TSの場合)	1点以上/1m ² (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01m ² (10cm×10cm) にて実施
起工測量	±5mm以内		平面座標:±20mm以内 標高差:±30mm以内		1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	±5mm以内		平面座標:±20mm以内 標高差:±30mm以内		1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	±5mm以内		平面座標:±20mm以内 標高差:±30mm以内		1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定



利用場面ごとに要求される計測精度が異なる。

工種別	RTK-GNSS		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ) ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認※	計測最大距離	
出来形計測	平面:20mm以内 鉛直:10mm以内	100m以内 (3級 TSの場合)	1点以上/1㎡ (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01㎡ (10cm×10cm) にて実施
起工測量	平面:20mm以内 鉛直:10mm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	平面:20mm以内 鉛直:10mm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	平面:20mm以内 鉛直:10mm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定

※4級基準点と同様以上の基準点の較差



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」(航空局HP)の許可要件に準じた**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: 地上画素寸法が**1cm/画素以内**
- 測定精度: **±5cm以内** ... 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できる

この性能のカメラがあれば、各段階で利用可能。
起工測量では、2cm/画素以内でよいため飛行高度をあげたり、記録画素数を下げることが可能。

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	〇〇レンズ
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



計測性能

計測性能は、UAVを用いた公共測量マニュアルを踏まえ、以下の様になる。
 起工測量時 : 2cm/画素以内 精度±100mm以内
 岩線計測時 : 2cm/画素以内 精度±100mm以内
 部分払い用出来形計測時 : 3cm/画素以内 精度±100mm以内
 出来形計測時 : 1cm/画素以内 精度±50mm以内

※地上画素寸法の確認方法、各段階における計測精度は、本資料の参考(最終ページ)をご確認下さい。

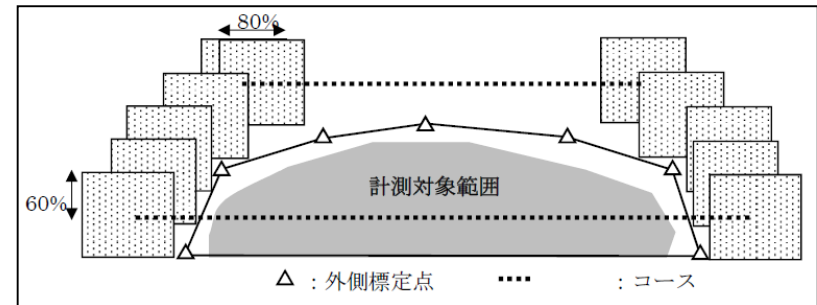
撮影計画の留意点

- ▶ 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した計画を記載する。
- 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。

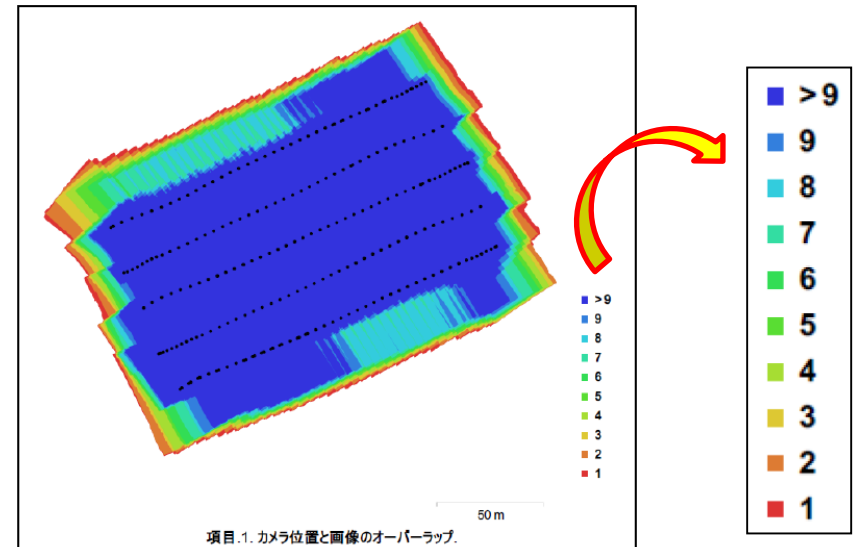
空中写真の重複度

- 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

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

出来形管理用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を添付します。

測定精度: 計測範囲内で**±20mm以内**
 (起工測量では、±100 mm以内)
 当該現場での計測最大距離において、**10m以上**離れた
 2つの評価点の点間距離の測定精度
 利用前**6ヶ月以内に実施**する。
 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に利用)

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を、施工計画書に添付します。

添付する書類

TLS計測精度	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社 測定装置名称: LS420 測定装置の製造番号: R00891	写真
検証機器 (標定点を計測する測定機器) テープ: JIS1種1級(ガラス繊維製巻尺) <input checked="" type="checkbox"/> 〇〇製 商品名: 〇〇 <input type="checkbox"/> T S : 3級T S以上 <input type="checkbox"/> S S製 〇〇(2級)	写真
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
精度確認方法 <input checked="" type="checkbox"/> 既知点の座標間距離	

①テープによる検査点の確認

計測方法: テープ or TSによる座標間距離 or TSによる座標値計測
 計測結果: 17.070m

②LSによる確認

	X	Y	Z	点間距離
1点目	44044.700	-11987.621	17.870	17.071m
2点目	44060.775	-11993.355	17.502	

③差の確認(測定精度)
 レーザスキャナーの計測結果による点間距離(L') - テープによる実測距離(L)
 17.071m - 17.070m = 0.001m (1mm) ; 合格(基準値20mm以内)

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)

カタログ(例)

ソフトウェアのカタログ

レーザース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(土工編)に対応しています。

4-3. 施工計画書 -UAVレーザーによる起工測量の場合-

UAVレーザーを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア使用機器・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

UAVレーザー本体

- GNSS測量機が2周波GNSSであり、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。

チェックポイント

- ・2周波GNSS であること
- ・測定精度:計測範囲内で±20 mm以内
(起工測量に利用する場合は ±40mm以内)
(出来高計測に利用する場合は ±60mm以内)

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添付されます。
- UAVの保守点検記録が添付されます。

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添付されます。

精度確認試験結果報告書(例)

参考資料-3 精度確認試験結果報告書 (様式-2)

精度確認試験結果報告書

計測実施日:平成21年2月18日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者:(株) UAVレーザー測量 精度 太郎 印

No	標値計測			標高調整用基準点						
	点群距離	計測角	距離	点名	X座標	Y座標	標高	点間距離	計測角	較差
18	81.5	64.0	0.031	V01	48439.168	-39212.883	18.423	64.2	64.2	-0.012
19	91.8	59.8	0.014	V02	48439.470	-39222.120	18.424	52.8	60.5	0.012
20	43.0	55.1	0.005	V03	48439.760	-39231.017	18.433	44.0	55.7	0.008
21	32.0	47.8	0.005	V04	48440.101	-39241.477	18.438	33.6	48.2	-0.003
22	22.4	38.8	0.010	V05	48440.461	-39252.489	18.454	22.5	38.9	0.019
23	11.2	29.8	0.010	V06	48440.827	-39263.710	18.469	11.8	29.7	0.010
24	0.0	20.8	0.017	V07	48441.198	-39275.016	18.444	0.0	20.0	0.004
25	-11.3	-29.7	0.010	V08	48441.572	-39288.973	18.431	-11.8	-31.4	0.001
26	-22.4	-37.6	0.010	V09	48441.945	-39297.961	18.427	-23.0	-37.4	0.000
27	-34.5	-49.0	0.019	V10	48442.326	-39309.638	18.378	-34.6	-49.1	-0.003
28	-45.8	-58.8	0.013	V11	48442.698	-39321.039	18.358	-46.0	-58.9	-0.004
29	-57.5	-62.9	0.009	V12	48443.077	-39332.642	18.581	-57.7	-62.5	-0.002
30	-69.1	-68.4	0.009	V13	48443.458	-39344.284	19.121	-69.3	-68.8	-0.048

事前確認結果
飛行対地高度30m

精度確認方法

- 水平調整用基準点との座標較差
標識:三角コーン
- 標高調整用基準点との標高較差
標識:水平ターゲット板

△による計測点座標 - 調整用基準点座標: 計測角
▽:合格(基準値20mm以内)

カタログ(例)

レーザースカナーを用いた出来形管理ソフトウェア

UAV Laser MASTER

UAVレーザーを用いた出来形管理要領(土工編)に対応しています。

添付する書類

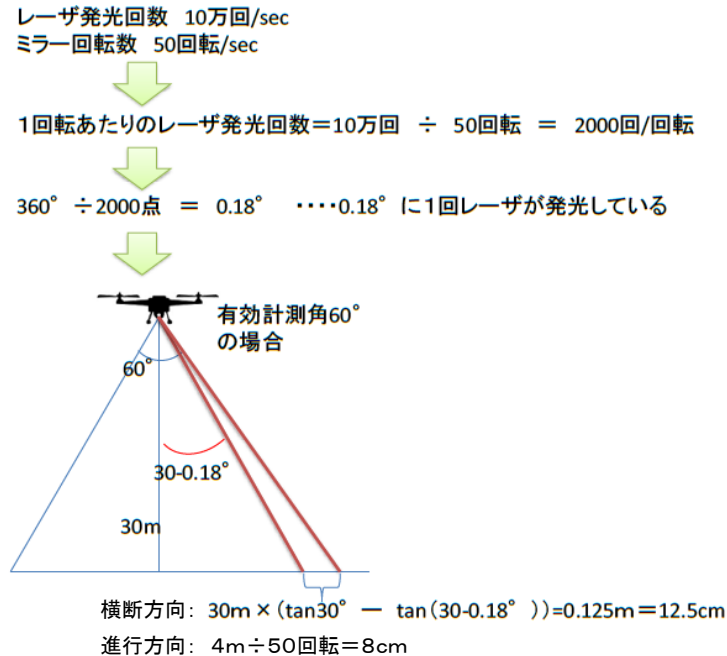
UAVレーザー	利用前6ヶ月以内に現場で精度確認を実施、結果報告書を作成し添付(メンテナンス等でIMUとLSを分離した場合は組立後にも実施) 精度管理として、メーカー推奨の定期点検を実施
UAV	飛行マニュアル 保守点検記録(製造元の点検(1回/年以上))
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

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)	(c m)

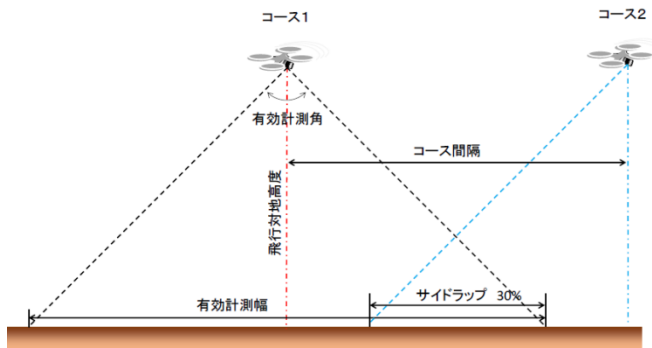
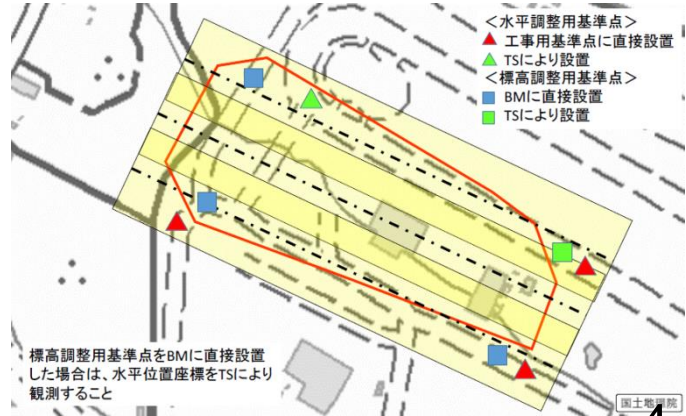


図 1-18 計測諸元

調整用基準点設置計画の例



TS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)



TS(ノンプリズム)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±20mm、鉛直精度±20mm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

計測機器の所有者・管理者または精度管理担当者 (印) TS計測機器の所有者・管理者あるいは精度管理担当者 (印) TS計測機器 機種 本部 班

精度確認の対象機器 メーカー 株式会社 測定装置名称: T19900 測定装置の製造番号: T9123	写真
検出機器 (真値を計測する測定機器) 計測方式: 3線方式以上 計測機能: (複数可) 〇	写真
測定日時: 平成28年12月18日 測定条件: 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所: (特) 〇〇〇〇 現場にて 検出機器と既知点の距離: m	写真
精度確認方法 ■ TS (ノンプリズム方式) と TS (ノンプリズム方式) の全測定の範囲	

① 真値の計測結果 (TS (ノンプリズム方式))

真値の計測結果 (TS (ノンプリズム方式))			
	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.655	17.860
2点目	44060.797	-11993.350	17.630

② TS (ノンプリズム方式) による計測結果

計測状況写真

TS (ノンプリズム方式) による計測結果			
	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.655	17.905
2点目	44060.812	-11993.404	17.510

③ 差の確認 (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)

既知点の座標間較差			
	Δ X	Δ Y	Δ Z
1点目	0.009	0.010	0.011
2点目	0.015	0.014	0.013

X成分 (最大) = 0.015m (1.5cm) 以内; 合格 (基準値±2cm以内)
Y成分 (最大) = 0.014m (1.4cm) 以内; 合格 (基準値±2cm以内)
Z成分 (最大) = 0.013m (1.3cm) 以内; 合格 (基準値±2cm以内)

カタログ(例)

TS(ノンプリズム方式)を用いた
出来形管理ソフトウェア

Master TS II

3次元計測技術に関する取扱いのTS
(ノンプリズム方式)に対応しています

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 ±(3mm+0.5ppm×D) m.s.e. 垂直 ±(5mm+0.5ppm×D) m.s.e.
	リアルタイムキネマティック (Real Time Kinematic/RTK)	水平 ±(10mm+1.0ppm×D) m.s.e. 垂直 ±(15mm+1.0ppm×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		

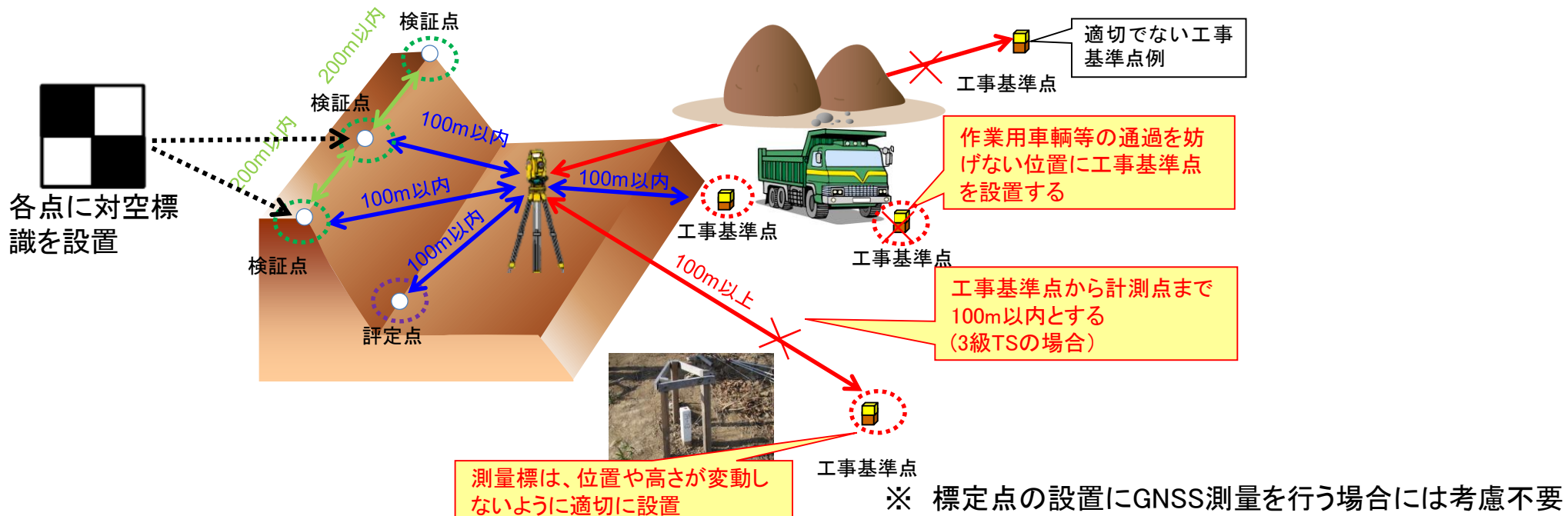


▶ 工事基準点設置時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
		<p>・基準点等の指示</p>
<p>工事基準点の設置</p>	<p>・既設の基準点の検測 ・工事基準点の設置 ・標定点・検証点または調整用基準点の設置</p>	
<p>(GNSSローバーを使用する場合) GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の作成</p>	<p>・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の作成</p>	<p>・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の受理・確認</p>

- ▶ 従来型UAVやTLS等の3次元計測技術を用いた出来形管理では、工事基準点の3次元座標値から幅、長さ等を算出するため、出来形計測の精度を確保のため工事基準点の精度確保が重要です。
- ▶ 出来形計測が効率的に計測できる位置にTSが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効です。
- ▶ 標定点等を計測する場合は、基準点からTSまでの距離と、標定点等からTSまでの計測距離(斜距離)についての制限は、3級TSを利用する場合は100m以内(2級TSは150m)です。
- ▶ GNSSローバーの精度確認試験は、出来形計測以外(起工測量、岩線計測、部分払出来高)でGNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置する場合に必要です。

工事基準点の設置時の留意点



・UAVによる出来形管理では、出来形精度を確保するため、次の斜距離が3級TSを用いる場合で100m以内、2級TSを用いる場合で150m以内でなければならない。

- (1) TSの設置位置から工事基準点までの距離(TS設置時)
- (2) TSの設置位置から評定点までの距離
- (3) TSの設置位置から検証点までの距離

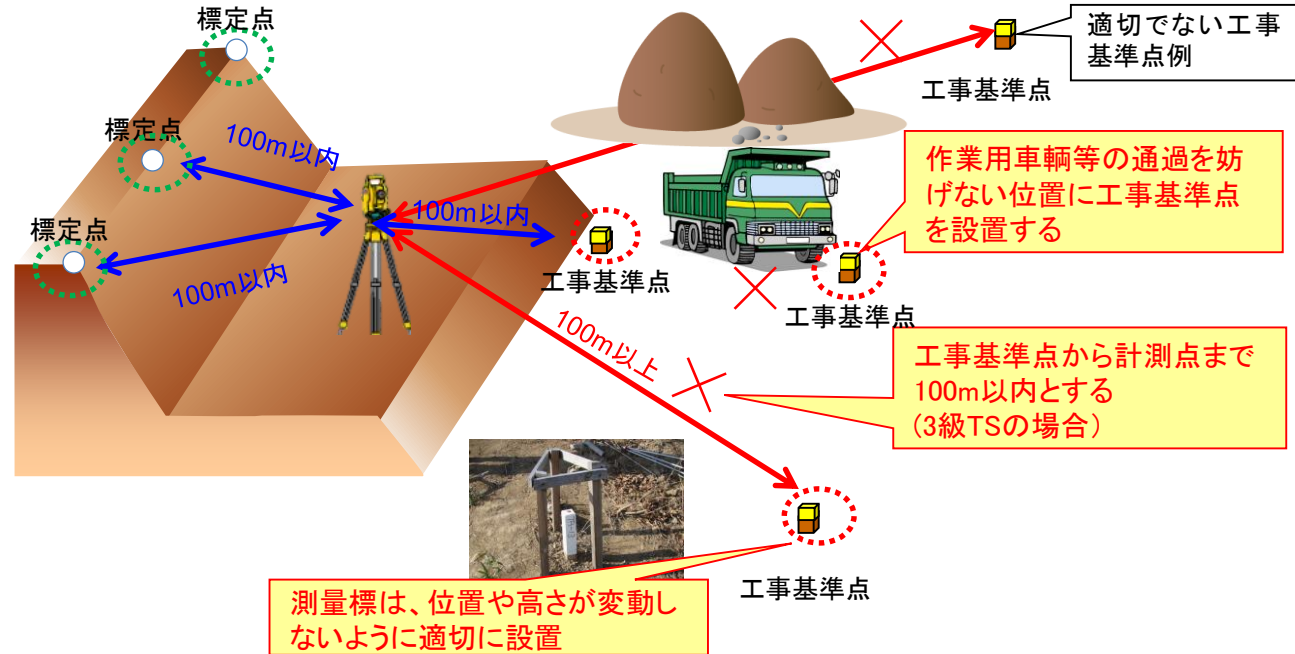
留意点

UAVによる出来形管理で利用するTS(2級TSか3級TS)を確認して、工事基準点を配置する。

- ・検証点は、既設の基準点や工事基準点を用いることができます。
- ・検証点は、評定点と兼ねることはできません。

工事基準点の設置時の留意点

- ※ TLSは機種により、計測可能距離が、100m～1000mまで差があります。
- ※ 標定点は、複数回の計測結果を合成する際に標定点が必要な場合に用います。
- ※ 後方交会法による位置決め機能を有する場合には、標定点は不要です。ターゲットは、工事基準点に設置する。
- ※ **使用予定のTLSを考慮して、工事基準点を設置**すること



・TLSによる出来形管理では、出来形精度を確保するため、次の斜距離が3級TSを用いる場合で100m以内、2級TSを用いる場合で150m以内でなければならない。

- (1) TSの設置位置から工事基準点までの距離(TS設置時)
- (2) TSの設置位置から評定点までの距離

TLSによる出来形管理で利用するTS(2級TSか3級TS)を確認して、工事基準点を配置する。

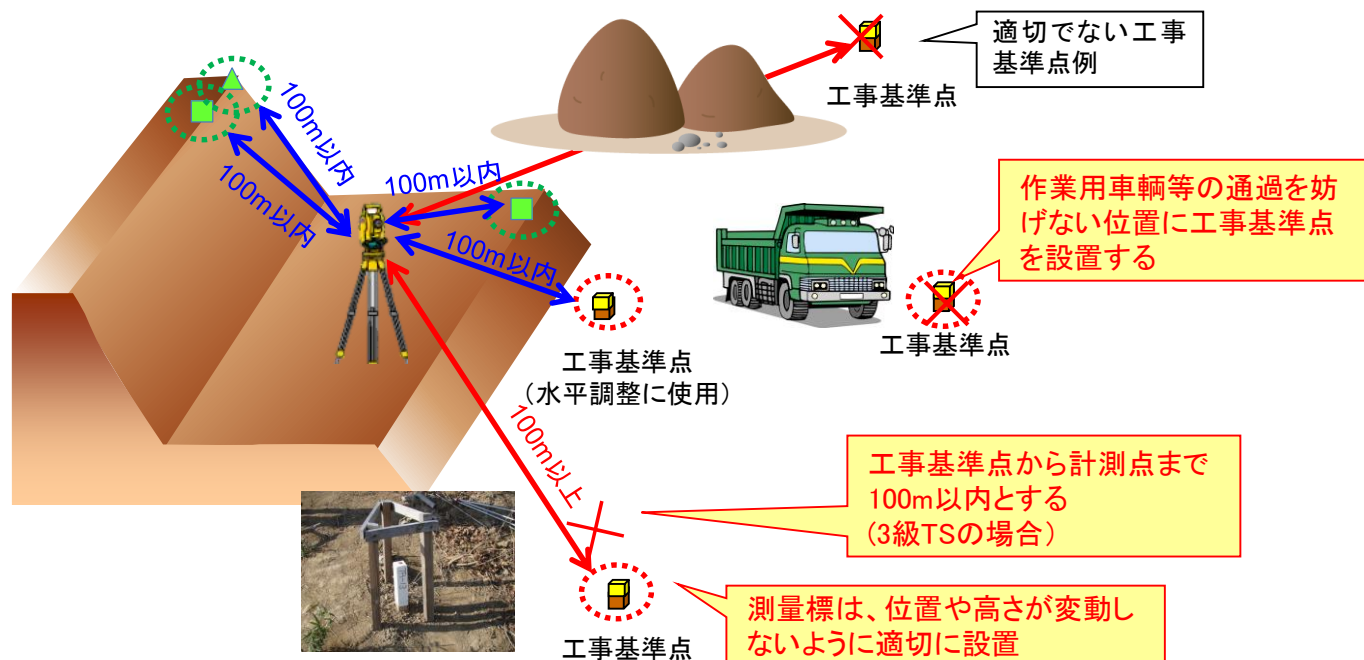
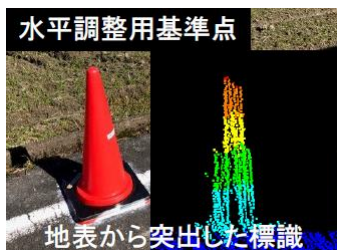
留意点

・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できます。この場合、ターゲットは基準点あるいは工事基準点上に設置します。

工事基準点等の設置時の留意点

▲ 水平調整用基準点

■ 標高調整用基準点



・UAVレーザーによる出来形管理では、出来形精度を確保するため、次の斜距離が3級TSを用いる場合で100m以内、2級TSを用いる場合で150m以内でなければならない。

(1) TSの設置位置から工事基準点までの距離(TS設置時)

(2) TSの設置位置から調整用基準点までの距離

ワンポイント

UAVレーザーによる出来形管理で利用するTSを確認して、工事基準点等を配置する。

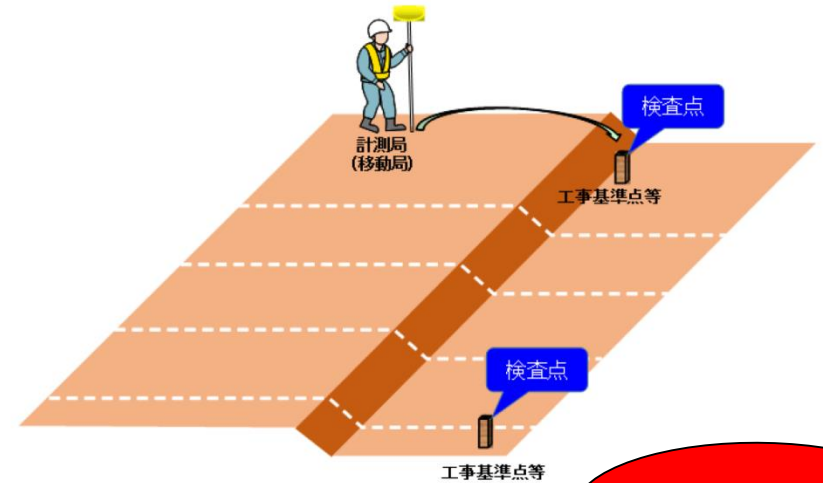
・調整用基準点は、既設の基準点や工事基準点を用いることができます。

GNSS精度確認試験の留意点

GNSSの計測精度が測量全体の精度に影響するため、現場に設置した2箇所の既知点を使用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点の座標と既知点座標を比較し精度点検を行う。

【測定精度】

- 平面座標 ±20mm以内
- 標高差 ±30mm以内



評定点等の信頼度を担保します

- 実施時期
 - 利用までに精度確認試験を行い、実施結果を提出します。
- 実施方法
 - 現場内の2箇所以上の既知点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点の座標を計測します。
- 検査点の設置
 - 真値となる座標値は、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
 - GNSS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。

(様式-3) 精度確認試験結果報告書

計測実施日: 平成21年
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者(株) 精度

精度確認の対象機器 メーカー: 株式会社 測定装置名称: GNSS2000 測定装置の製造番号: R00891	写真
検証機器 (真値を計測する測定機器) RTS: 3級RTS以上 □機種名 (級別○級)	写真
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) ○測量 現場内にて	写真
精度確認方法 ■既知点の各座標の較差	

・精度確認試験結果 (詳細)

① 真値の計測結果

計測方法: 既知点による座標値計測

真値とする検証点の位置座標			
	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.655	17.890
2点目	44060.797	-11993.390	17.530

② GNSSによる計測結果

RTK法またはネットワークRTK法で測定した位置座標			
	X'	Y'	Z'
1点目	44044.700	-11987.644	17.870
2点目	44060.778	-11993.385	17.521

③ 差の確認 (測定精度)

GNSSによる計測結果 (X', Y', Z') - 真値とする検証点の座標値 (X, Y, Z)

既知点の座標間較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	-0.020	-0.011	-0.020
2点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分 (最大) = -0.020m (-2cm); 合格 (基準値±2cm以内)
Y成分 (最大) = -0.011m (-1.1cm); 合格 (基準値±2cm以内)
Z成分 (最大) = -0.020m (-2cm); 合格 (基準値±3cm以内)

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

本手引き書の対象範囲

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	・現況地盤の確認 ・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
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

- ▶ 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。
- ▶ 3次元起工測量の成果品を提出します。
- ▶ UAVによる出来形管理の場合には、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。

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、UAV空中写真測量で計測した都度に作成し、その都度提出します。

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)は± 20mm以内、RTK-GNSSは±30mm以内、UAVレーザーは±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TLS等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。

評定点及び検証点の設置・計測の留意点

評定点 : 計測結果を現場座標系に変換するために使用
検証点 : 計測精度の確認のために使用

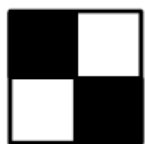
- ▶ 計測精度を確保するための標定点の設置の条件は、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」(国土地理院)(以下UAVマニュアルとする)における要求精度 $\pm 50\text{mm}$ の規定を参考とし、以下を標準とします。
 - ▶ **標定点は**、計測対象範囲を包括するように、UAVマニュアルにおける外部標定点として撮影区域外縁に100m以内の間隔となるように設置するとともに、UAVマニュアルにおける内部標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置します。
 - ▶ 標定点及び検証点の計測については、4級基準点及び3級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとります。
 - ▶ **検証点は**、UAVマニュアルにおける外部標定点及び内部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。



★型



X型

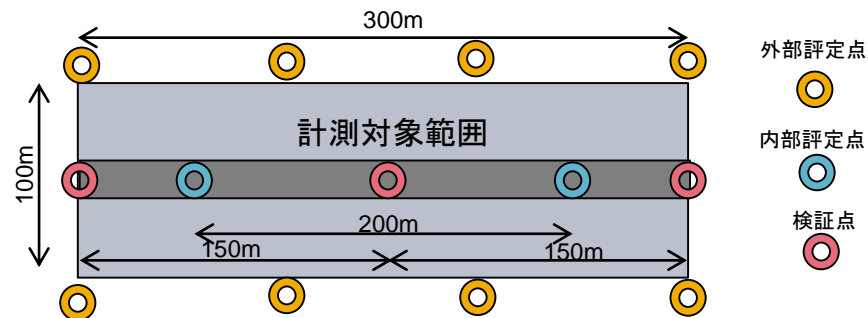


+型



○型

対空標識(評定点・検証点)の例



ワンポイント

- ・標定点および検証点は工事基準点、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空中写真測量(UAV)による出来形計測中に動かないように固定します。

空中写真測量の実施時の留意点

①撮影飛行

空中写真測量(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、可能な限り地形面が露出している状況での計測を行います。また、**以下の条件では適正な計測が行えない**ので十分気をつけて下さい。

- 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。

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

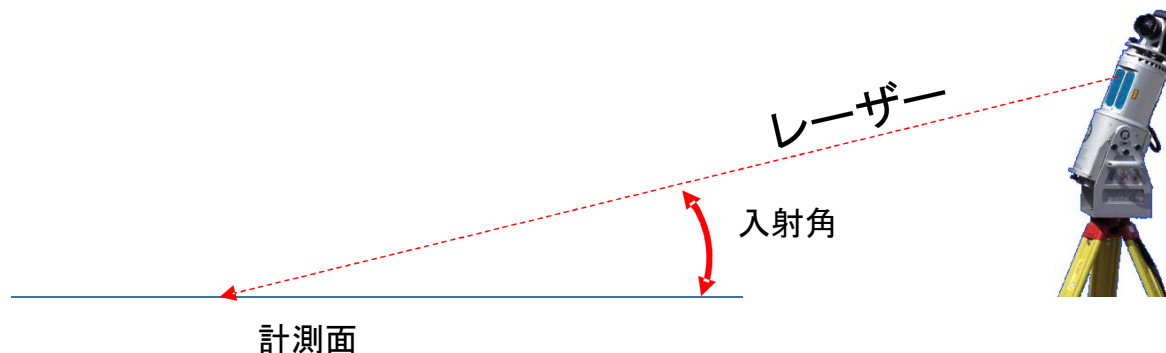
精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェアでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施します。

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。

LS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LS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。

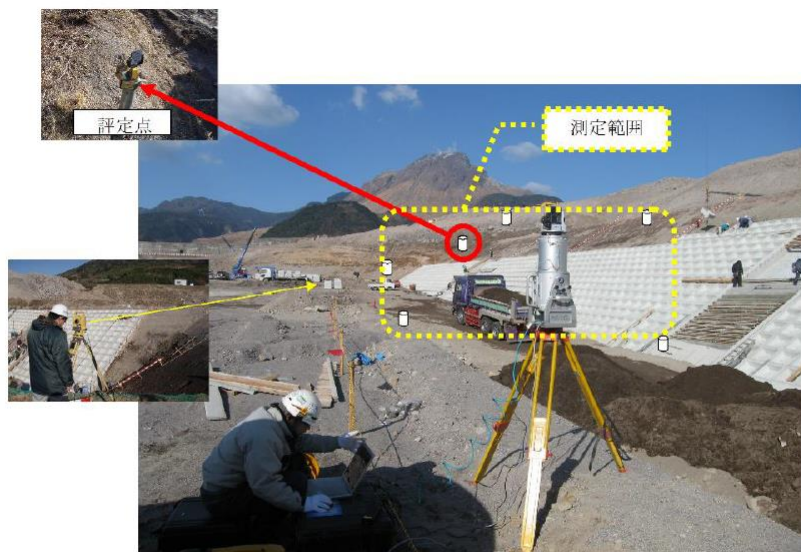
⇒入射角が小さくなる場合は、TLSの設置位置を高くする、LSの位置を変更するなどの配慮が必要です。

ワンポイント

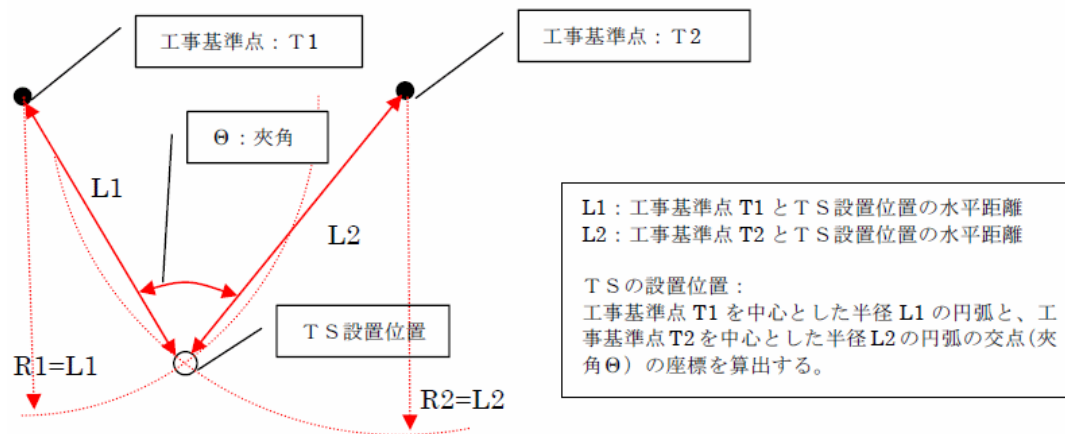
- ・計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定します。
- ・計測範囲に対してTLSの入射角が著しく低下する場合や、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定します。

標定点を使用する場合の留意点

- 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、標定点を設置する。標定点は工事基準点からTSを用いて計測を行います。

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TLS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

- 可能な限り出来形の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

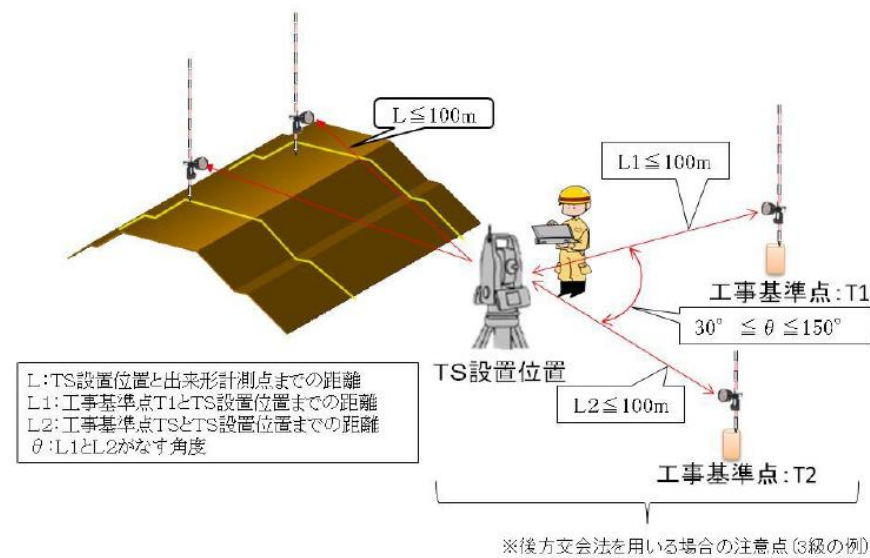
・出来形計測にあたっては、計測対象範囲内で100cm²(10cmメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行います。

TS(ノンプリズム)配置の留意点

- TS(ノンプリズム)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)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)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(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)」の「出来形管理用TS(ノンプリズム方式)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)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。

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)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

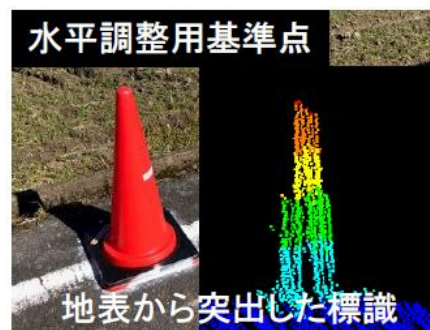
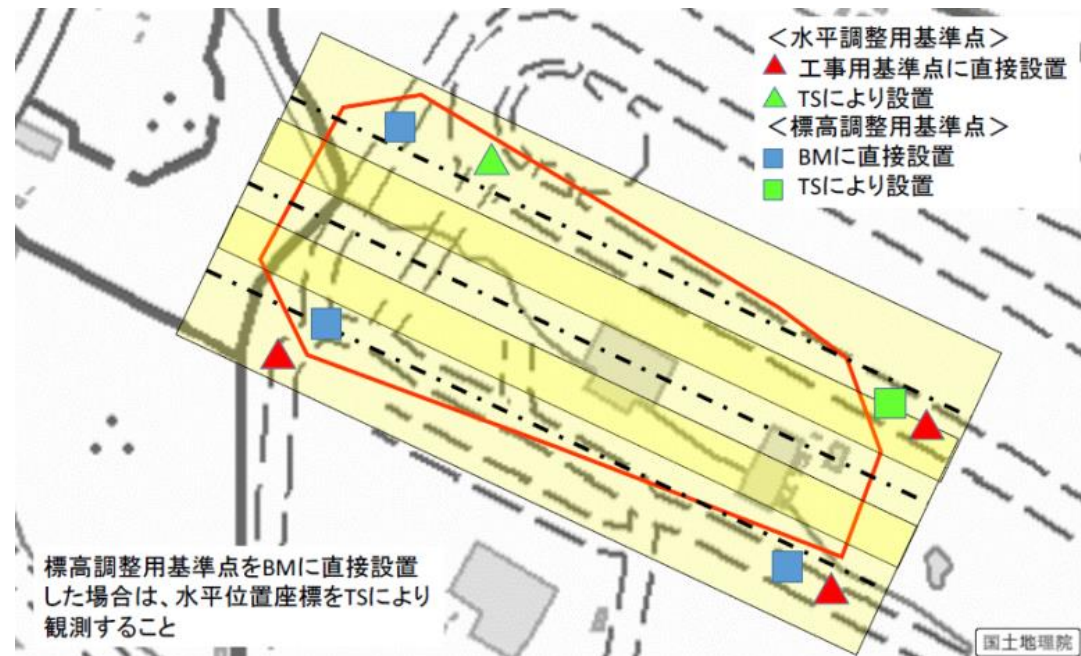
- 可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測します。
- 以下の条件では適正な計測が行えないので、十分に注意します。
 - 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象
 - 強風などで土埃などが大量に舞っている場合
 - 草や木などで地面が覆われている場所

ワンポイント

・起工測量は、計測対象範囲内で0.25㎡(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。

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。

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、(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。

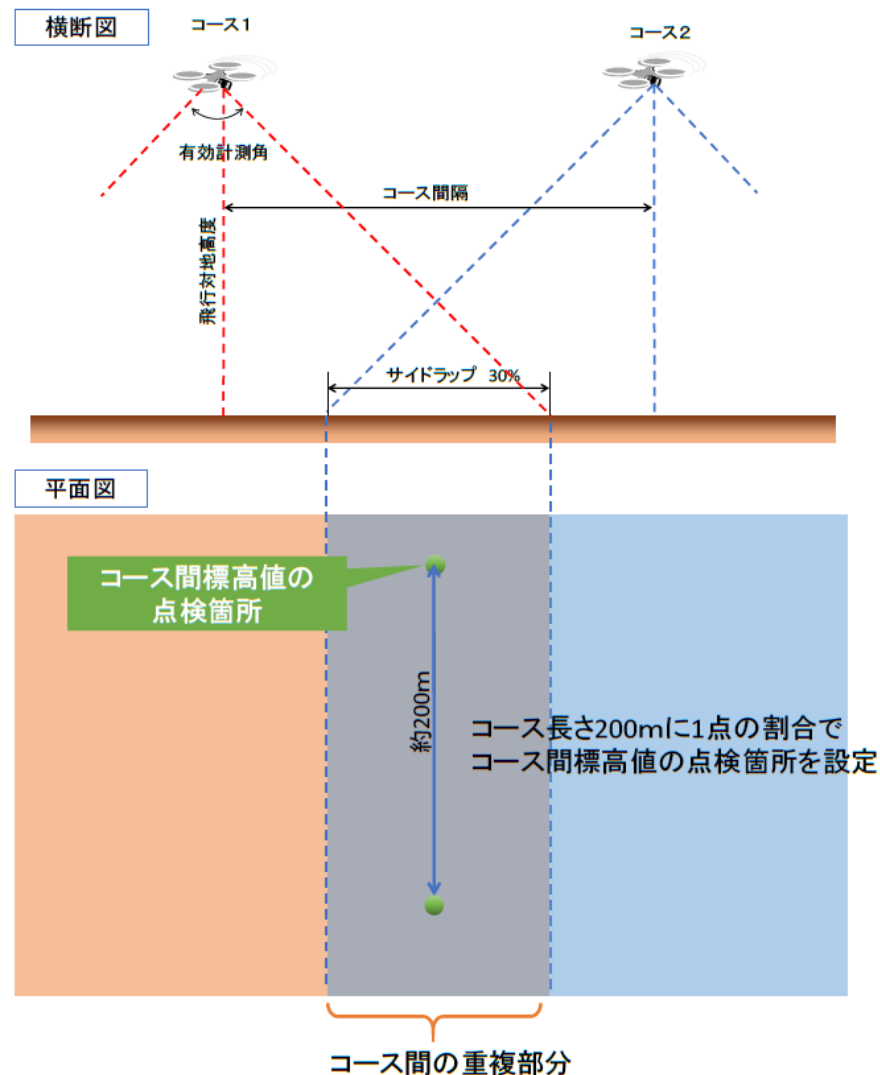


図 1-23 コース間標高値の点検

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				作業者	〇〇〇〇		
番号	点名	水準結果	三次元計測データの平均	水準との差 ΔH	番号	点名	水準結果	三次元計測データの平均	水準との差 ΔH
1	G1	28.48	58.48	0.00	11				
2	G2	28.43	28.43	0.00	12				
3	G3	20.3	20.30	0.00	13				
4	G4	20.41	20.42	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: $\sqrt{\frac{\sum(\Delta H)^2}{n-1}}$
計測範囲全域の水準との差	4	0	0.01	0	0.01	0.01

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。

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

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

現場における空中写真測量(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が行われます。

【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

平成 年 月 日	
工事名:	
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	平成 年 月 日
作業機関名	
実施担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー: (製造メーカー名) 測定装置名称: (製品名、機種名) 測定装置の製造番号: (製造番号)

精度確認試験結果 (概要)	
精度確認試験実施年月	平成 年 月 日
作業機関名	
実施担当者	
測定条件	天候 晴れ 気温 8℃
測定場所	(株) UAV測量 ○○工事現場
検証機器 (検証点を計測する測定機器)	TS : 3級TS以上 □機種名 (級別○級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差

精度確認試験結果 (詳細)			
①真値とする検証点の確認			
計測方法: 既知点 or TSによる座標値計測			
真値とする検証点の位置座標			
	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.655	17.890
2点目	44060.797	-11993.390	17.530

②空中写真測量 (UAV) による計測結果			
空中写真測量 (UAV) で測定した検証点の位置座標			
	X'	Y'	Z'
1点目	44044.700	-11987.644	17.870
2点目	44060.778	-11993.385	17.521

③差の確認 (測定精度)			
空中写真測量による計測結果 (X', Y', Z') - 真値とする検証点の座標値 (X, Y, Z)			
検証点の座標間較差			
	Δ X	Δ Y	Δ Z
1点目	-0.020	-0.011	-0.020
2点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分 (最大) = -0.020m (-20mm) 以内; 合格 (基準値 50mm 以内)
Y成分 (最大) = -0.011m (-11mm) 以内; 合格 (基準値 50mm 以内)
Z成分 (最大) = -0.020m (-20mm) 以内; 合格 (基準値 50mm 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する。
- ▶ **本精度確認は空中写真測量 (UAV) により計測ごと行う。**

実施方法

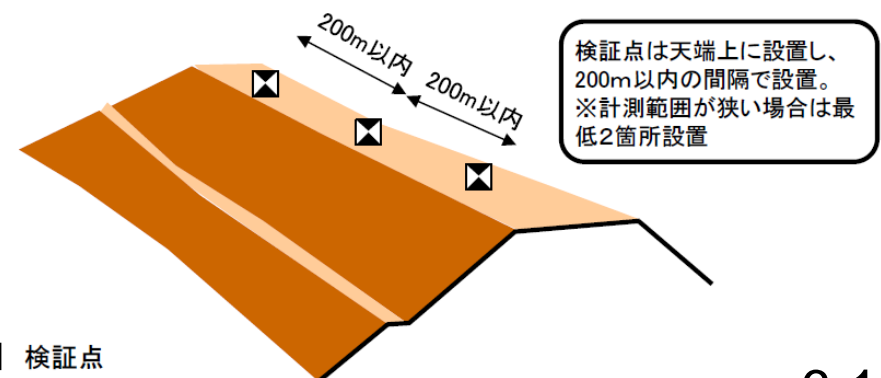
- ▶ 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標を計測する。

検証点の設置

- ▶ 真値となる座標は、基準点 あるいは、工事基準点などの 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する。

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**する。



精度確認試験の配置イメージ図

7. 3次元設計データの作成時の実務内容

▶ 3次元設計データの作成時の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲

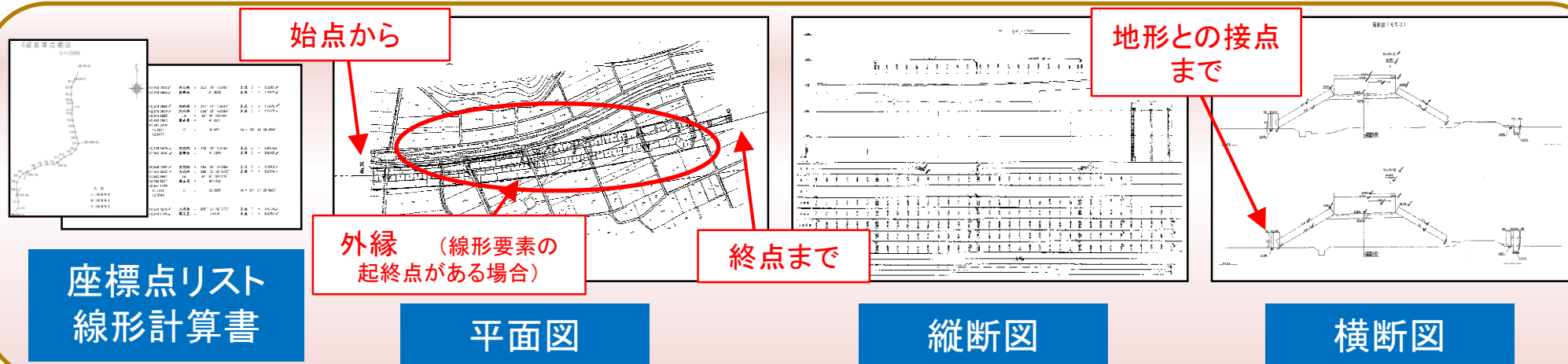
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
3次元設計データの作成 または修正	・3次元設計データの作成	
↓		
3次元設計データの照査	・3次元設計データの照査	
↓		
3次元設計データの成果品作成	・3次元設計データの成果品作成	・3次元設計データの成果品の状況の受理・確認

- ▶ 3次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、設計図書・基準点設置結果及び3次元起工測量に基づき3次元設計データを作成し、照査します。
- ▶ 3次元設計データ作成の作業量は、現場条件(施工延長、変化点等)により異なります。

7-1. 3次元設計データの作成

設計図書(平面図、縦断図、横断図等)や線形計算書等を基に、3次元設計データを作成する。

準備する資料



3次元設計データの要素データ作成

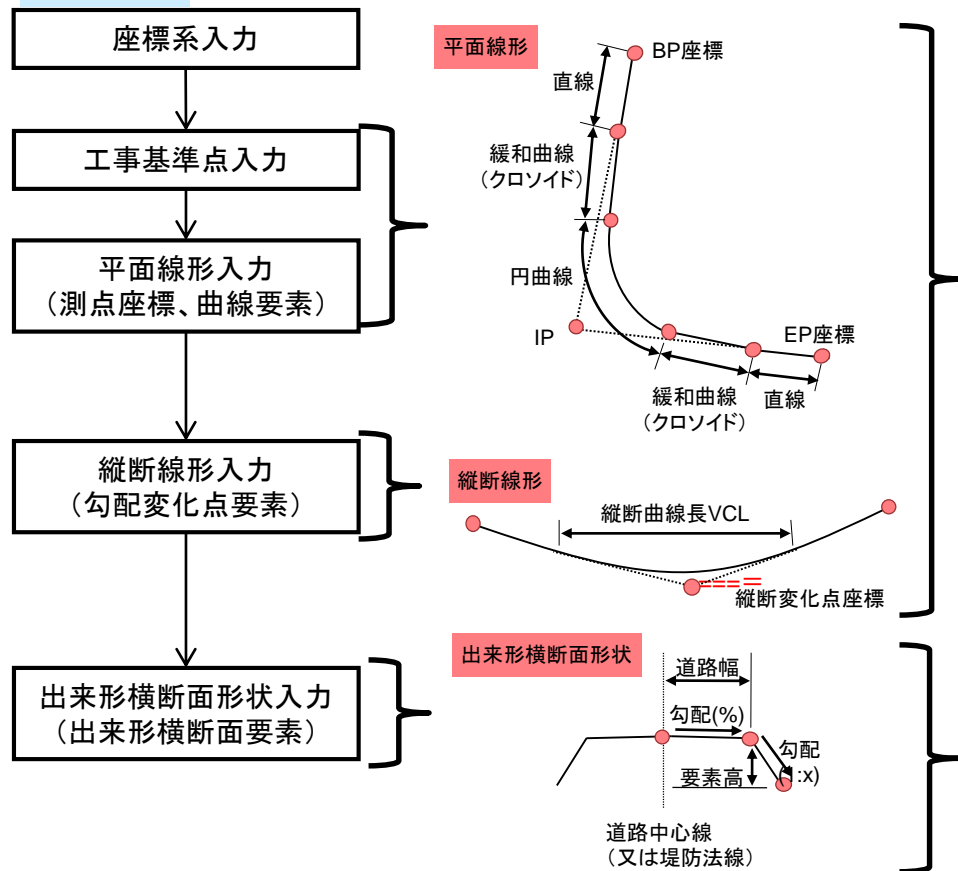
・設計図書と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素を読み取って、作成する。

3次元設計データ(TIN)の作成

- ・入力した要素データを基に面的な3次元設計データ(TIN)を作成する。
- ・線形の曲線区間においては、必要に応じて横断形状を作成した後にTINを設定する。(例えば、間隔5m毎の横断形状を作成した後にTINを設定する)。

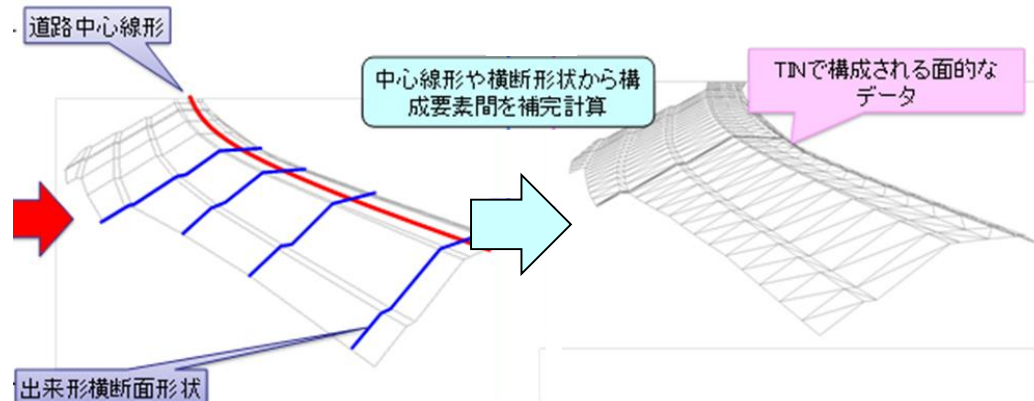
3次元設計データの作成手順とイメージ

作成手順



※作成方法の詳細は、次ページ以降を参照のこと。
また、本作成手順はICT設計データ変換ソフト
((社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所より無償で入手) を用いた場合の例です。

3次元設計データイメージ



参考

道路中心線形データが詳細設計等で納品されている場合について

- ・3次元設計データ作成ソフトウェアは道路中心線形データの読み込みが可能です。
- ・道路中心線形データを読み込む場合、平面線形入力作業および縦断線形入力作業の簡略化が可能です。

座標系入力イメージ

- ▶ 工事で基準とする座標系を入力します。

座標系の設定

基準とする座標系: CRS1 名称変更

測地系
 日本測地系 2000 (新測地系) 日本測地系 (旧測地系) 測地系選択

水平座標系
 平面直角座標系 9: 第IX系 水平座標系選択

標高基準面
基準面名: TP 例) TP, YP, AP
東京湾平均海面(T.P.)との高低差: 0 m 例) -0.8402 (Y.P.: 利根川)
-1.1344 (A.P.: 荒川・中川・利根川)

鉛直座標系
 標高(標高基準面からの高さ) 入力 楕円体高

キャンセル 閉じる

※以降、サンプル画面は、ICT設計データ変換ソフト
((社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所より
無償で入手)の画面を貼付

工事基準点入力イメージ

- TS設置時に利用する工事基準点座標を測量結果や平面図等から入力します。

測量結果、平面図からの入力項目

①基準点,水準点の設定

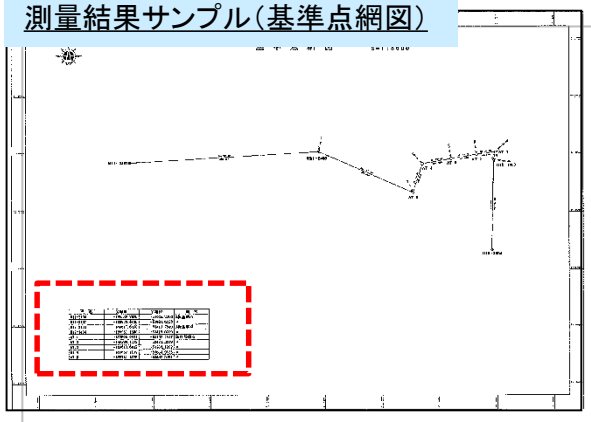
No.1:基準点 (X,Y,Z)

. . .

T-1 :水準点 (X,Y,Z)

. . .

測量結果サンプル(基準点網図)



入力画面サンプル

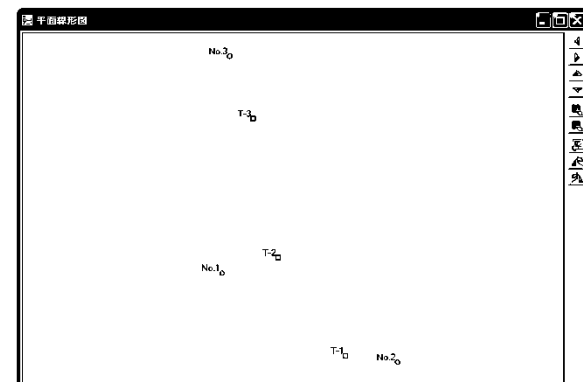
NO1	基準点の種類:	2級基準点
NO2	X座標:	183.91 X座標
NO3	Y座標:	28137.243 Y座標
	標高:	127 Z座標
	注記:	

追加 削除 名称変更

T-1	水準点の種類:	
T-2	標高:	84.91 Z座標
T-3	水準点の位置	<input checked="" type="checkbox"/>
	X座標	-83.917
	Y座標	28537.243
	注記:	X座標 Y座標

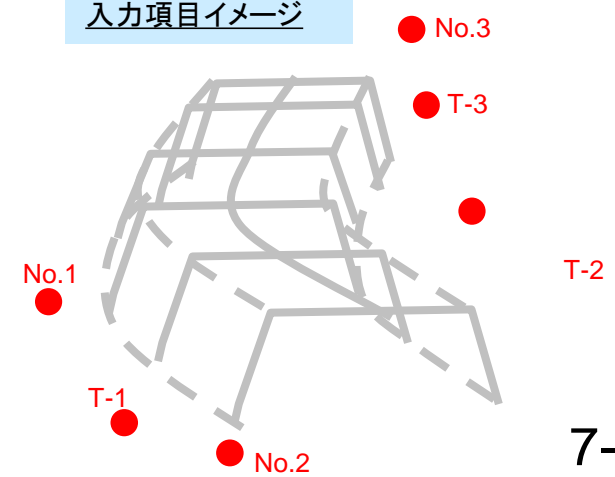
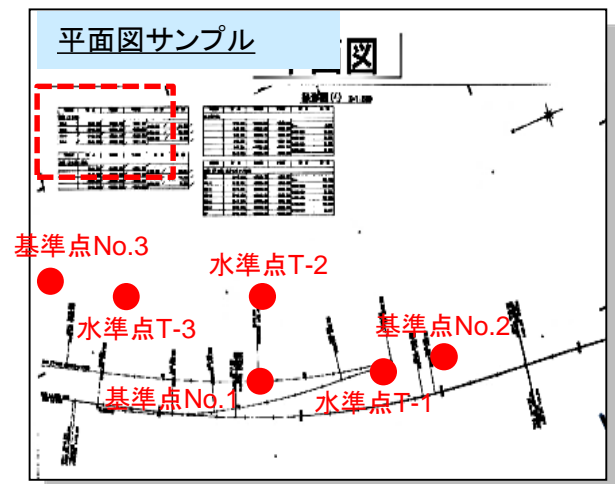
追加 削除 名称変更

入力



工事基準点入力後画面(サンプル)

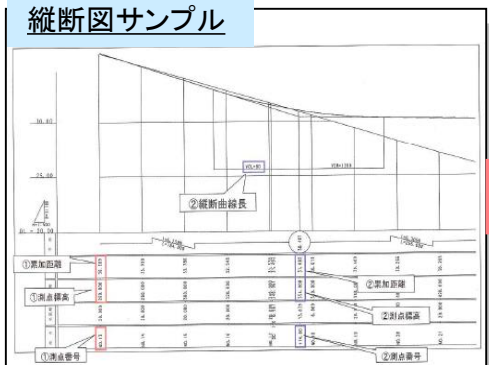
入力項目イメージ



平面線形入力イメージ

- ▶ 線形計算書や平面図を参照し、平面線形要素を入力します。

縦断図サンプル



入力画面サンプル

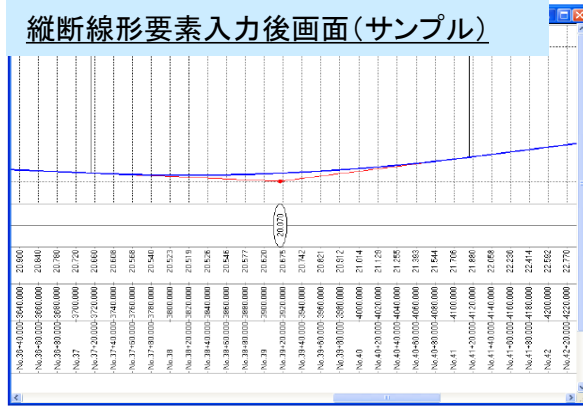
縦断線形名の設定

公配変化点・縦断曲線長の設定

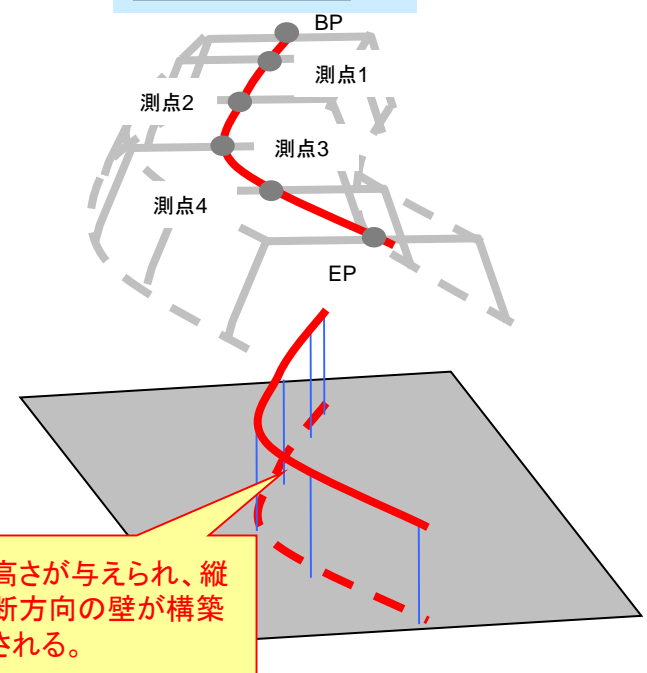
起点	変更	終点	標高	VCL
No.19+40.000	1940	26	0	
No.39+16.667	3916.667	20.07	400	
No.49+20.000	4920	29	0	

計画書の確認

測点	累加距離	計画標高
No.38	3800	20.523
No.39+20.000	3820	20.519
No.39+40.000	3840	20.526
No.39+60.000	3860	20.546
No.39+80.000	3880	20.577
No.39	3900	20.620
No.39+20.000	3920	20.676
No.39+40.000	3940	20.742
No.39+60.000	3960	20.821
No.39+80.000	3980	20.912
No.40	4000	21.014
No.40+20.000	4020	21.129
No.40+40.000	4040	21.258
No.40+60.000	4060	21.393
No.40+80.000	4080	21.544
No.41	4100	21.706

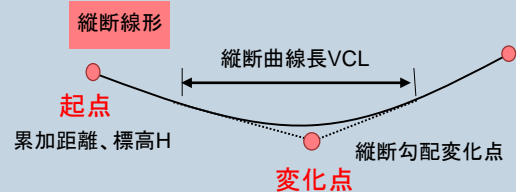


入力項目イメージ



縦断図からの入力項目

- ①起点の設定
起点: 累加距離、標高
- ②変化点の設定
変化点: 累加距離、標高H、縦断曲線長VCL

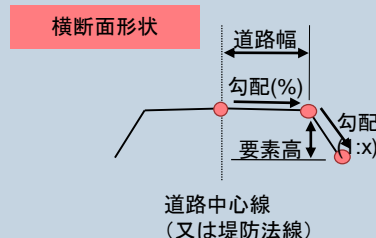


横断線形入力イメージ

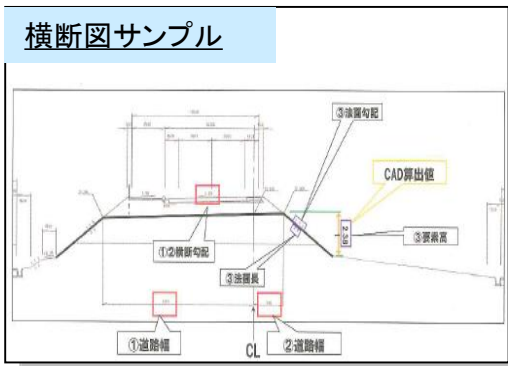
- ▶ 管理断面を設定します。
- ▶ 横断図を参照し、中心線からの横断距離、高低差を取得します。
- ▶ 横断面形状(幅、基準高、法長)を設定します。

横断図からの入力項目

- ①道路面の設定
道路幅、横断勾配
- ②法面の設定
法長、法面勾配、要素高

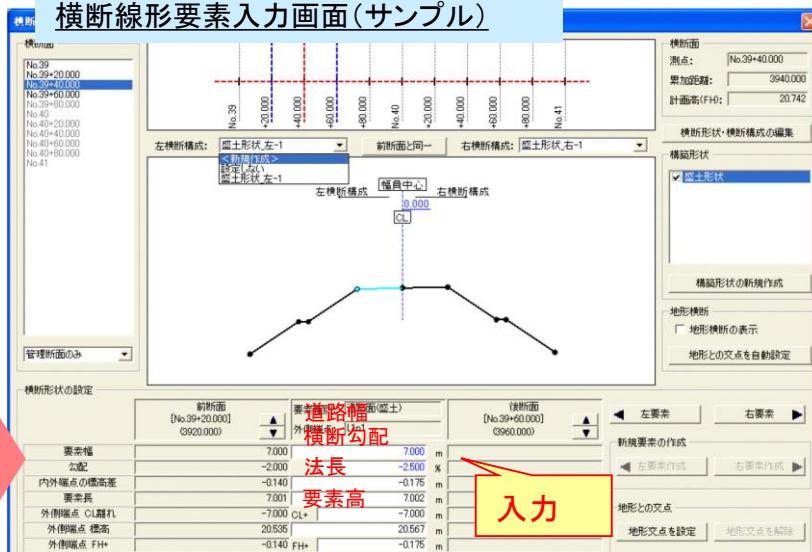


横断図サンプル

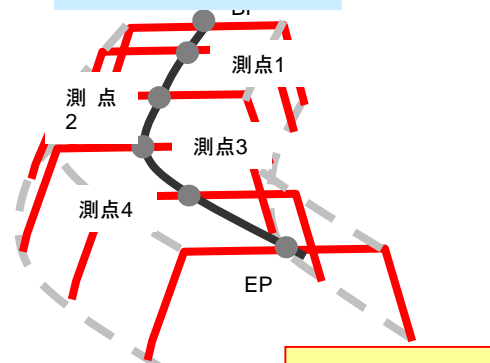


入力

横断線形要素入力画面(サンプル)

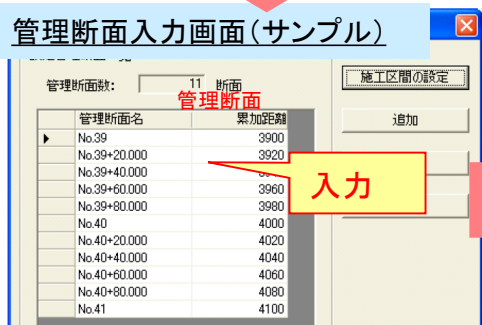


入力項目イメージ



測点に横断面が与えられ、横断方向の壁が構築される。

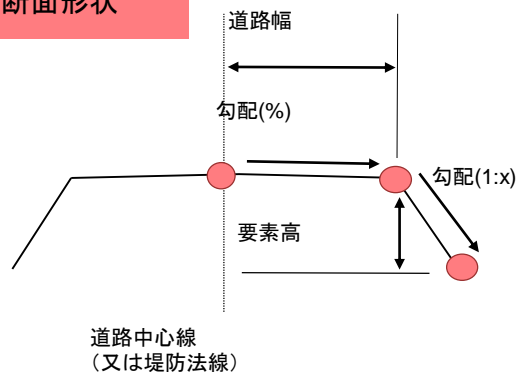
管理断面入力画面(サンプル)



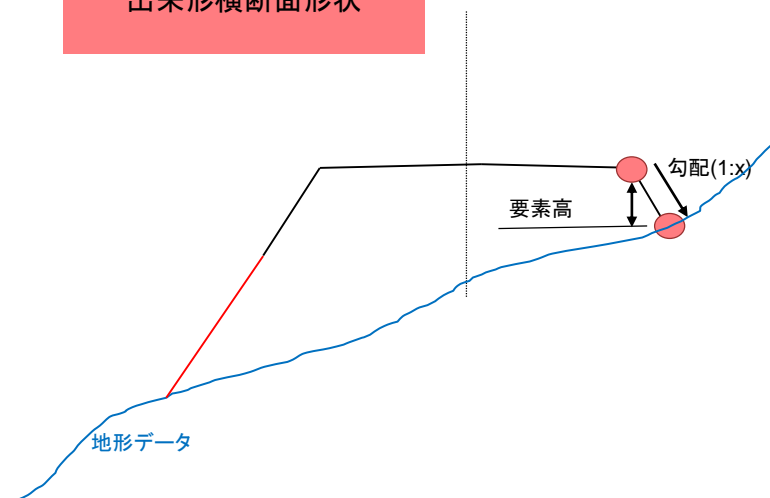
起工測量成果の取込イメージ

- ▶ 3次元起工測量で取得した地形データを取込
ます。
- ▶ 横断面図を参照し、地表面の位置似合わせて横
断面形状(幅、基準高、法長)を調整します。
- ▶ 必要に応じて、小段の延伸や縮小、すりつけな
どを調整します。

出来形横断面形状



出来形横断面形状



参考 CAD図面取込機能を利用した施工管理用3次元データの作成

・CAD図面の取込機能を有する基本設計データ作成ソフトウェアを用いる場合、基本設計データの作成作業が省力化されます。

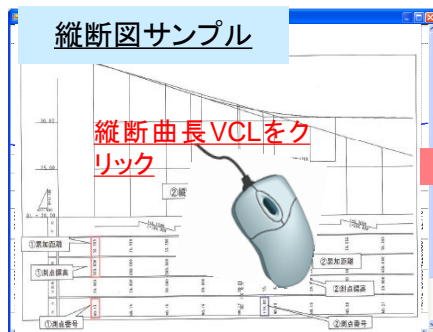
設計図面(平面図・縦断図・横断図)の取り込みイメージ

2次元CAD図面

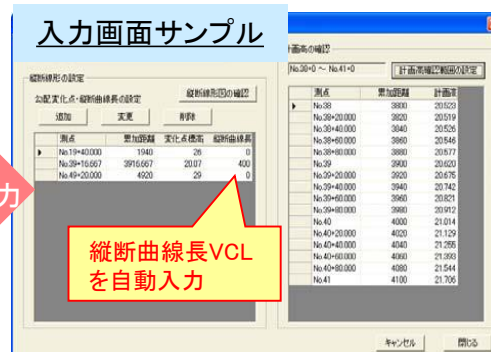


読込

3次元設計データ作成ソフトウェア
(CAD図面の取込み機能有り)



入力



縦断曲線長VCL
を自動入力

3次元設計データの照査イメージ

- ▶ 設計図書と3次元設計データとを照合し、設計図書の不備および入力ミス等がないかを確認します。
- ▶ UAVやLSによる出来形管理では、3次元設計データに不備があると、出来形計測値の精度管理ができなくなります。
- ▶ 確認項目は、「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(案)(土工編)[H28.3](国土交通省)」、「地上型レーザースキャナを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)」「TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)」「RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)の策定について」「無人航空機搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)」
- ▶ 受注者は、3次元設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から3次元設計データのチェックシートを確認するための資料請求があった場合は、提示する。

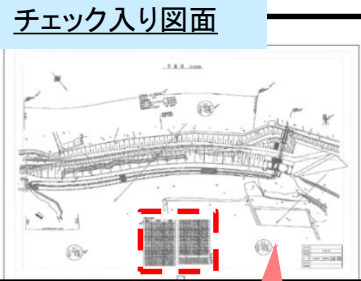
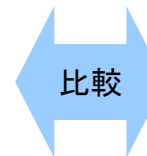
※ 発注2次元図面を元に、自動的にチェックするソフトウェアが製品化されています。

紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認

基本設計データ作成ソフトウェア上で入力データを目視確認



データの整合性を確認



拡大表示

項目名	大層番号	小層番号	No.14	1-140000-0100	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.11	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.12	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.13	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.14	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.15	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.16	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.18	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.19	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.20	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.21	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
No.22	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値
SP17	1-140703	1774	計測値	1-140000-0170	計測値

チェック部分

チェックシート

参考資料2-1 3次元設計データチェックシート及び照査結果資料(河川土工編)(様式-1)

平成 年 月 日

工事名: _____

受注者名: _____

作成者: _____ 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか? ・工事基準点の座標は正しいか? ・座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・起終点の座標は正しいか? ・変換点(線形主要点)の座標は正しいか? ・曲線要素の種類・数値は正しいか? ・各要素の座標は正しいか?	
3) 縦断線形	全延長	・線形起終点の標高、距離は正しいか? ・縦断要素の種類・数値は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形断面形状	全延長	・作成した出来形断面形状の断面、並び順は正しいか? ・基準高、幅、法長は正しいか?	
5) 3次元設計データ	3次元	・入力した2)~4)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
 ※2 受注者が監督職員に様式-1を提出した後、監督職員から様式-1を提出された資料の
 請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提示する。
 ・工事基準点リスト(チェック入り)

3次元設計データと2次元CADデータとの各データに相違がないことを確認したチェックシートが監督職員へ提出されるので○の記載があることを確認する。

3次元設計データチェックシートの提出の留意点

受注者が実施します

工事基準点は、事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認します。

平面図及び線形計算書と対比し、確認します。

縦断図と対比し、確認します。

・ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入します。
・3次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認します。

・3次元設計データの入力要素と3次元設計データ(TIN)を重畳し、同一性が確認可能な3次元表示した図を提出します。

3次元設計データと設計図書の照合に用いた資料は整備・保管し、監督職員から資料請求があった場合には、速やかに提示します。

(様式-1)

平成 年 月 日
工 事 名: ○○工事
受注会社名: (株)○○組
作 成 者: ○○ ○○ 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか?	○
		・工事基準点の名称は正しいか?	○
		・座標は正しいか?	○
2) 平面線形	全延長	・起終点の座標は正しいか?	○
		・変化点(線形主要点)の座標は正しいか?	○
		・曲線要素の種別・数値は正しいか?	○
		・各測点の座標は正しいか?	○
3) 縦断線形	全延長	・線形起終点の測点、標高は正しいか?	○
		・縦断変化点の測点、標高は正しいか?	○
		・曲線要素は正しいか?	○
4) 出来形横断面形状	全延長	・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か?	○
		・基準高、幅、法長は正しいか?	○
5) 3次元設計データ	全延長	・入力した2)~4)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	○

※1 各チェック項目について、**チェック結果欄に「○」と記すこと。**
 ※2 受注者が監督職員に様式-1を提出した後、監督職員から様式-1を確認するための資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに**提示**するものとする。
 ・工事基準点リスト(チェック入り)
 ・線形計算書(チェック入り)
 ・平面図(チェック入り)
 ・縦断図(チェック入り)
 ・横断図(チェック入り)
 ・3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

発注者は「○」が付記されていること確認します

※ 添付資料については、上記以外にわかりやすいものがある場合は、これに替えることができる。

3次元ビューでの確認例

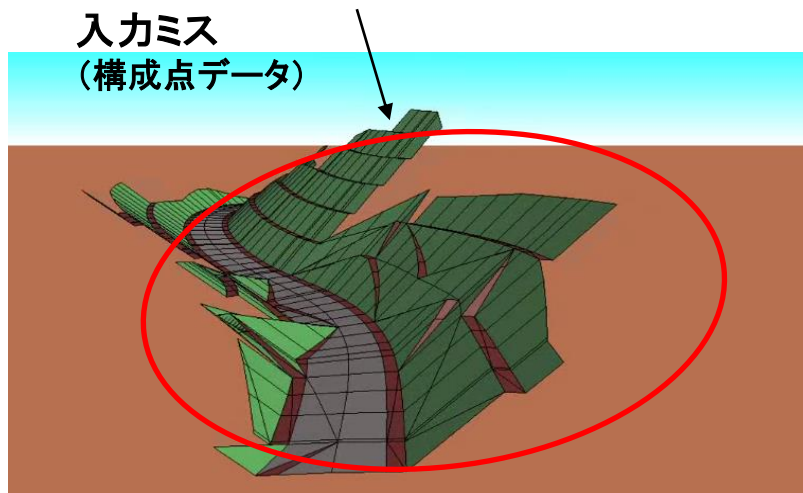
- ▶ 3次元設計データ作成ソフトには、入力結果を立体視することが可能(ビューワ機能)となっています。
- ▶ このため、本機能を活用することにより3次元設計データが正しく入力されているか確認が可能です。
- ▶ なお、3次元設計データ作成ソフトメーカーからは、無償ビューワー付ファイルを作成するソフトが販売されています。



入力ミス
(横断データ)



入力ミス
(構成点データ)



入力ミス
(縦断データ)



▶ 設計図書の照査時の実施内容と解説事項

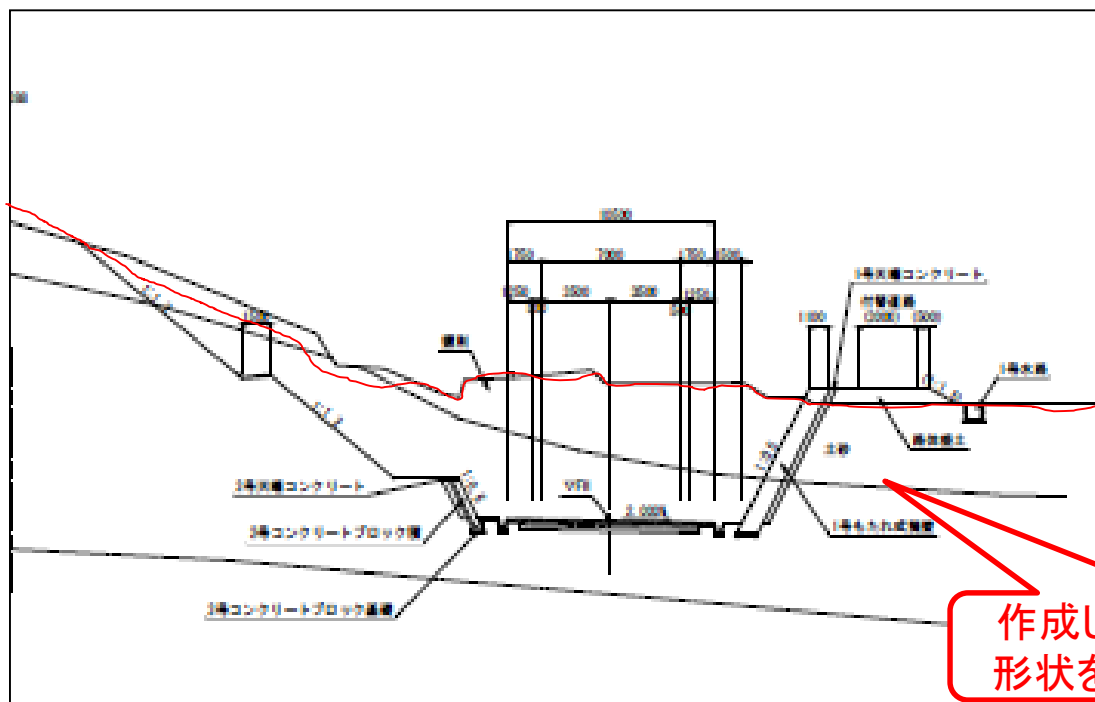


- ▶ 照査に必要な設計図書を手に入れ、設計図書に不備や不整合が無いことを照査します。
- ▶ また、作成した3次元設計データから横断面図を作成し、設計図書と重ね合わせて、工事現場の形状が一致していることを照査します。

3次元設計データから横断図を作成し照査するイメージ

- ▶ 3次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて照査します。
 - ▶ 現地盤線の横断形状が一致しているか？
 - ▶ 工事で構築する横断形状が一致しているか？

データ重ね合わせによる横断図の確認イメージ(例)



9. 施工計画書(工事編)の作成

- ▶ 施工計画書(工事編)の作成の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
施工計画書(工事編)の作成	<ul style="list-style-type: none">・施工計画書(工事編)の作成・設計図書の照査、起工測量結果の反映	<ul style="list-style-type: none">・施工計画書(工事編)の受理・確認

- ▶ UAVやTLS等による出来形管理では、施工計画書に**適用工種**、**出来形計測箇所**、出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準が**記載**されています。
- ▶ 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が確認できる資料(メーカーパンフレット等)が添付されます。

▶ 施工段階の実施内容と解説事項

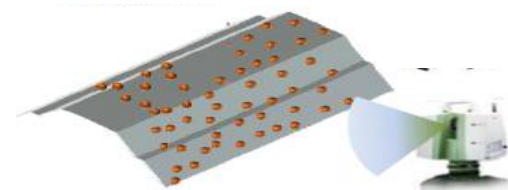
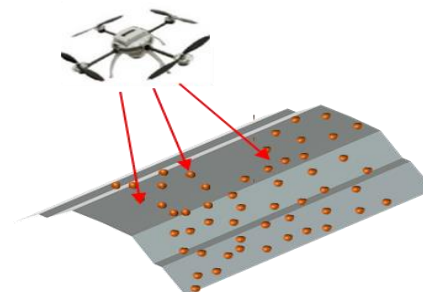
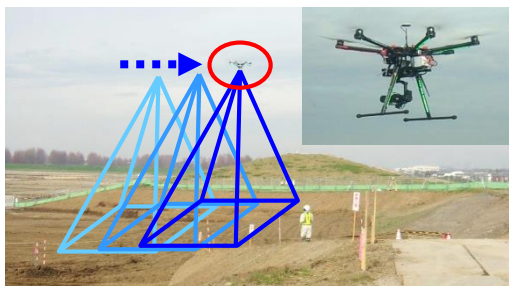
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
新技術活用効果調査表の作成	・新技術活用効果調査表の作成	・新技術活用効果調査表の受理・確認

- ▶ 使用したICT活用技術が新技術（NETISに登録された技術）で有る場合は、ICT活用技術の活用が終わり次第、新技術効果調査表を作成し提出します。

▶ 出来形管理時の実施内容と解説事項

フロー	本手引き書の対象範囲 受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">出来形計測</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工管理3次元データのICT建機への搭載 ・従来型UAV、TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーザーによる出来形計測 ・データ処理 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">出来形管理写真の撮影</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理写真の撮影 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">出来形管理帳票の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理帳票の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理帳票の受理・確認
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">数量計算の方法の協議</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・数量計算の方法の協議 	<ul style="list-style-type: none"> ・数量計算の方法の受理・確認
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">3次元設計データ及び設計数量の協議</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データ及び設計数量の協議 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データ及び設計数量の受理・確認

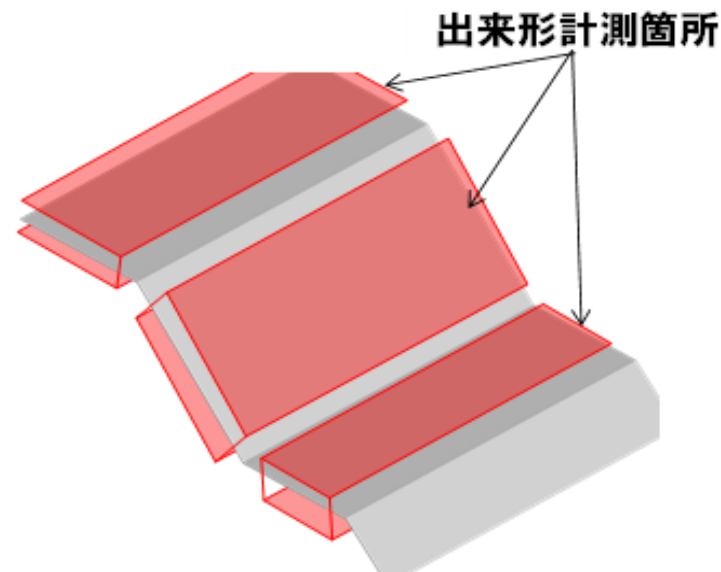
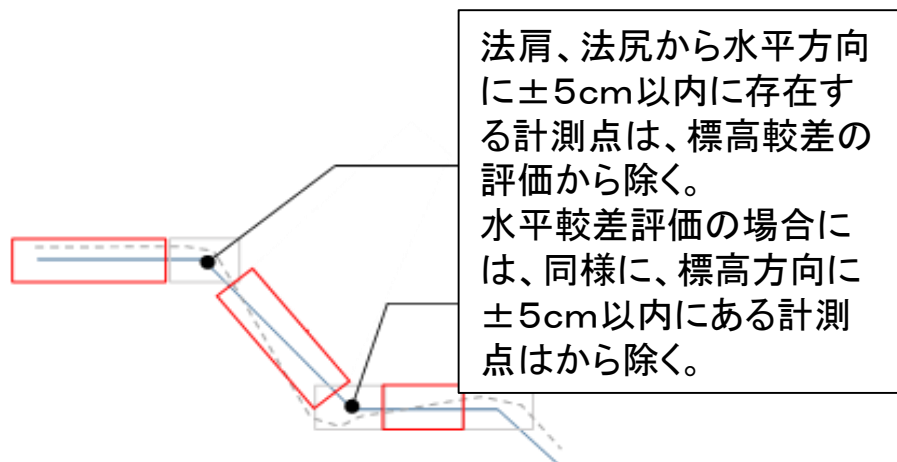
▶ 出来形計測箇所をUAVやTLS等によって出来形管理を行い、**出来形管理帳票**を作成し、提出します。



出来形計測箇所の留意点

- 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は評価から除外します。（詳細は次ページ）
- 法面の小段部に、側溝工などの構造物が設置されるなど土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置する工種の出来形管理基準及び規格値によることができます。
- ブロック・張芝等(土工を除く工種)は、従来通りの出来形管理基準及び規格値で管理します。

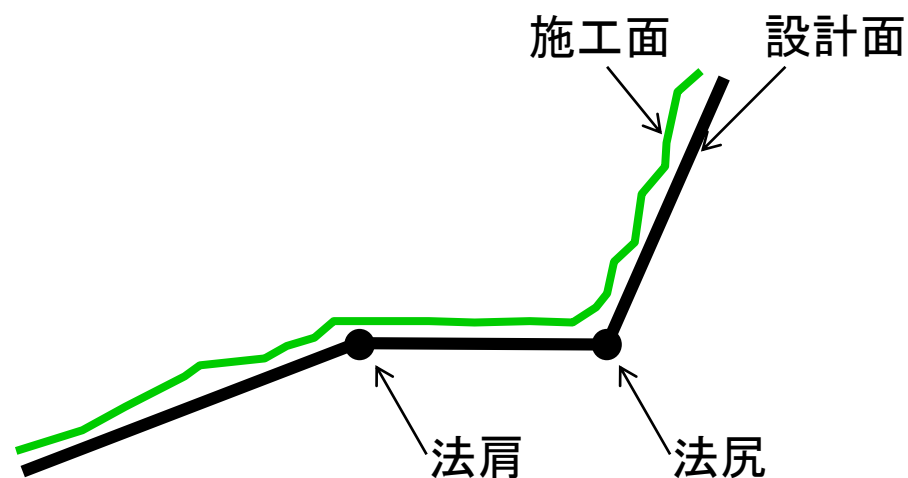
出来形計測箇所



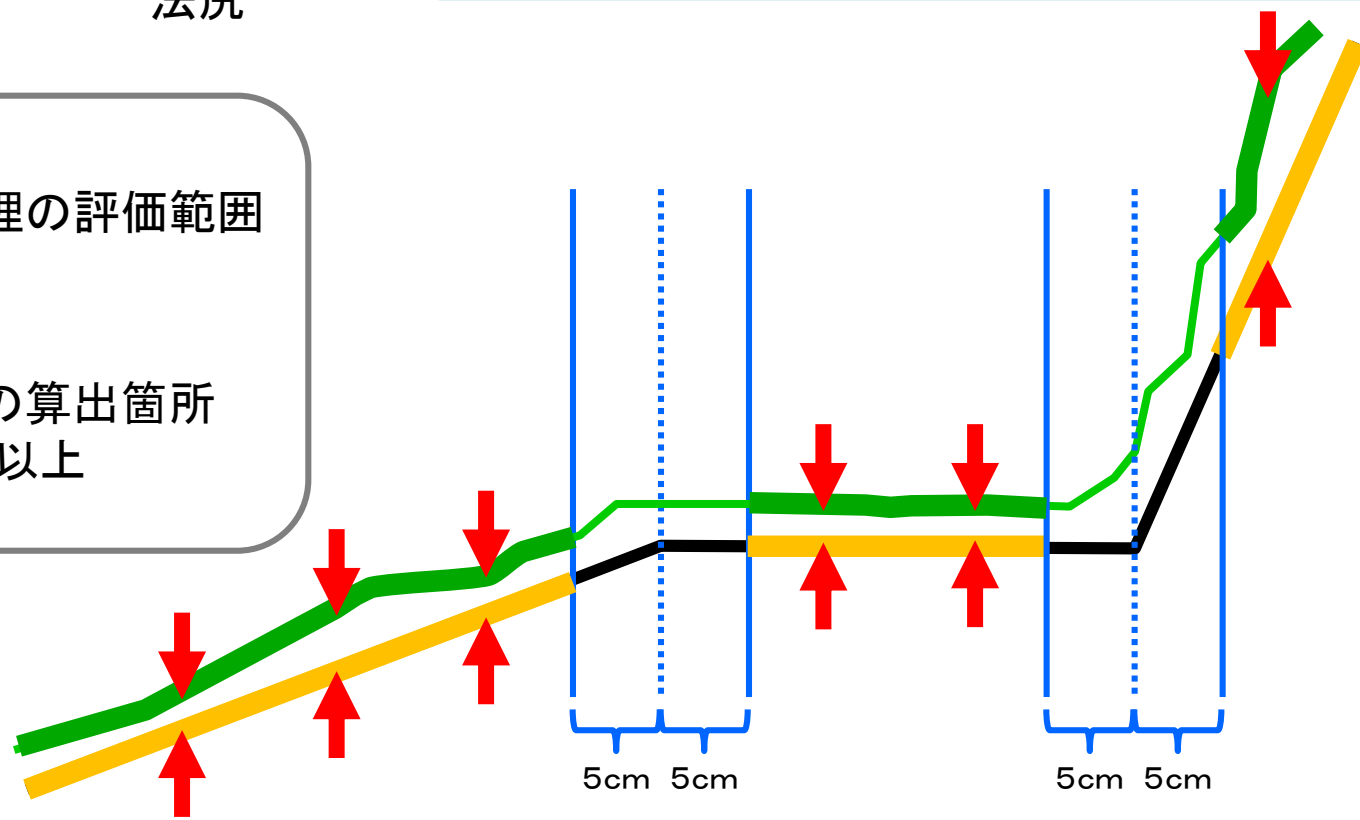
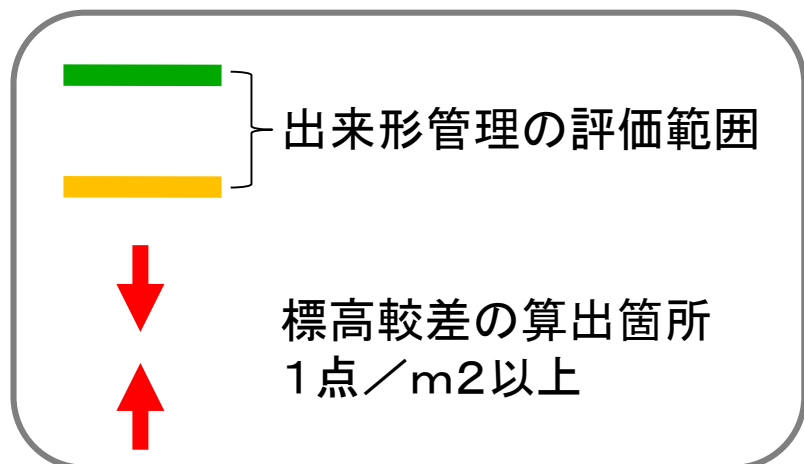
ワンポイント

・計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得します。

出来形管理の評価箇所



- ① 計測は1点以上/0.01m² (10cm×10cm)の計測密度で行う。(平面投影面積当たり)
- ② 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く
- ③ 出来形管理の評価範囲は、計測点のうち、②を除いた範囲となる。
- ④ 出来形管理の評価範囲にて、計測点と施工面の標高較差で出来形計測を行う。
- ⑤ 出来形評価は、1点以上/1m² (1m×1m)で行う。



11. 出来形管理

出来形管理基準及び規格値の留意点

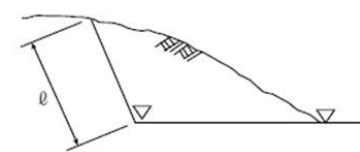
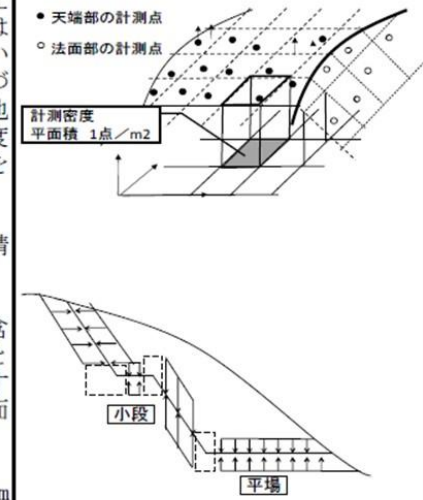
※ここでの勾配は、鉛直方向の長さ1に対する水平方向の長さXをX割と表したものです。

図		出来形管理基準及び規格値案				備考
河川盛土工		天端	標高較差	平均値	-50mm	1. 略 2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。 3. 計測は天端面と法面（小段を含む）の全面とし、全ての天で設計面との標高較差または水平較差を算出する。 出来形評価の計測密度は1点/m ² （平面投影面積当たり）以上とする。 4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。 5 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。
			個々の計測値	-150mm		
法面	標高較差	平均値	勾配 ≤ 4割: -60mm 勾配 > 4割: -50mm			
		個々の計測値	-170mm			
道路盛土工		天端	標高較差	平均値	±50mm	
			個々の計測値	±150mm		
法面	標高較差	平均値	±80mm			
		個々の計測値	±190mm			
掘削工		天端	標高較差	平均値	±50mm	
			個々の計測値	±150mm (河床掘削 ±220mm)		
		法面	水平または標高較差	平均値	±70mm	
			個々の計測値	±160mm		

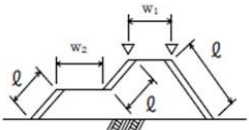
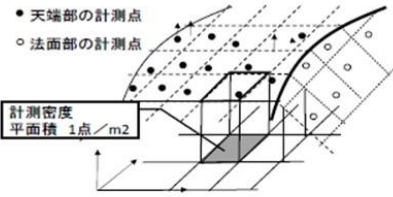
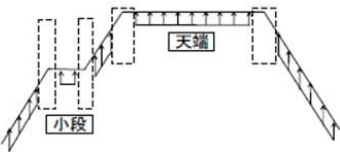
ワンポイント

- ・測定箇所は、平場面、天端面、法面の全面の標高較差または、水平較差とします。（現行の土木工事施工管理基準に定められた基準高、法長、幅とは異なる）
- ・法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は標高較差の評価から除きます。
- ・同様に鉛直方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除きます。

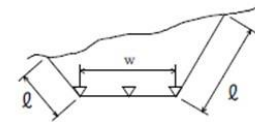
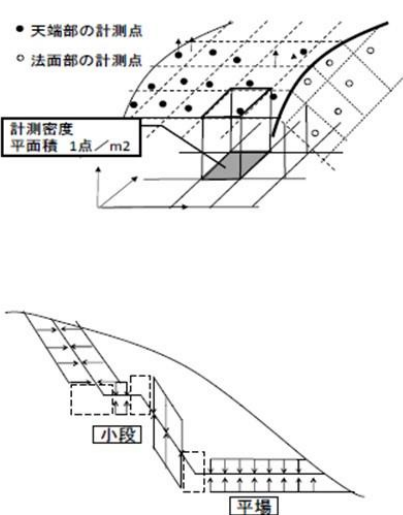
単位：mm

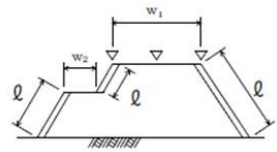
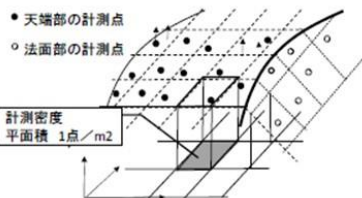
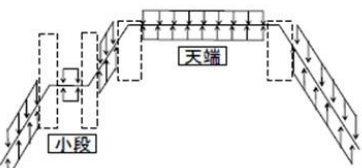
編	章	節	条	枝番	工 種	測 定 項 目	規 格 値	測 定 基 準	測 定 箇 所	摘 要	
1 共通編	2 土工	3 河川・海岸・砂防土工	2	1	掘削工	基準高▽	±50	施工延長40m（測点間隔25mの場合は50m）につき1箇所、延長40m（又は50m）以下のものは1施工箇所につき2箇所。 ただし、「TSを用いた出来形管理要領（土工編）」（平成24年3月29日付け国官技第347号、国総公第85号）の規定による場合は、設計図書の見取表による。基準高は掘削部の両端で測定。		1-2-3-2	
				法長ℓ		ℓ<5m	-200				
	ℓ≥5m	法長-4%									
				2	掘削工 (面管理の場合)		平場 標高較差 ±50 法面 (小段含む) 水平または標高較差 ±70	個々の計測値 ±150 ±160	1. 3次元データによる出来形管理において「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）」、または「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）」に基づき出来形管理を実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。 2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。 3. 計測は平場面と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で設計面との標高較差または水平較差を算出する。計測密度は1点/m ² （平面投影面積当たり）以上とする。 4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。 5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。		11-5

単位：mm

編	章	節	条	枝番	工 種	測 定 項 目	規 格 値	測 定 基 準	測 定 箇 所	摘 要
1 共通 編	2 土 工	3 河 川 ・ 海 岸 ・ 砂 防 土 工	3	1	盛土工	基準高▽	-50	施工延長40m（測点間隔25mの場合は50m）につき1箇所、延長40m（又は50m）以下のものは1施工箇所につき2箇所。 ただし、「T Sを用いた出来形管理要領（土工編）」（平成24年3月29日付け国官技第347号、国総公第85号）の規定による場合は、設計図書の測点毎。基準高は各法肩で測定。		1-2-3-3
				法長 l		$l < 5m$	-100			
	$l \geq 5m$	法長-2%								
	幅 w_1, w_2		-100							
				2	盛土工 (面管理の場合)		平均値 個々の計測値	1. 3次元データによる出来形管理において「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）」、または「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）」に基づき出来形管理を実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。 2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。 3. 計測は天端面と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で設計面との標高較差を算出する。計測密度は1点/m ² （平面投影面積当たり）以上とする。 4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。 5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。	 	
天端	標高較差	-50	-150							
法面 4割<勾配	標高較差	-50	-170							
法面 4割≥勾配 (小段含む)	標高較差	-60	-170							
※ただし、 ここでの勾配は、鉛直方向の長さ1に対する、水平方向の長さXをX割と表したものの										

単位：mm

編	章	節	条	枝番	工 種	測定項目		規格値	測定基準	測定箇所	摘要
1 共通編	2 土工	4 道路土工	2	1	掘削工	基準高▽		±50	施工延長40m（測点間隔25mの場合は50m）につき1箇所、延長40m（又は50m）以下のものは1施工箇所につき2箇所。 ただし、「TSを用いた出来形管理要領（土工編）」（平成24年3月29日付け国官技第347号、国総公第85号）の規定による場合は、設計図書の見取図の測点毎。基準高は掘削部の両端で測定。		1-2-4-2
						法長ℓ	ℓ<5m	-200			
ℓ≥5m	法長-4%										
				2	掘削工 (面管理の場合)			平均値 個々の計測値	1. 3次元データによる出来形管理において「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）」、または「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）」に基づき出来形管理を実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。 2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。 3. 計測は平場面と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で設計面との標高較差または水平較差を算出する。計測密度は1点/m ² （平面投影面積当たり）以上とする。 4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。 5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。		
平場	標高較差	±50	±150								
法面 (小段含む)	水平または標高較差	±70	±160								

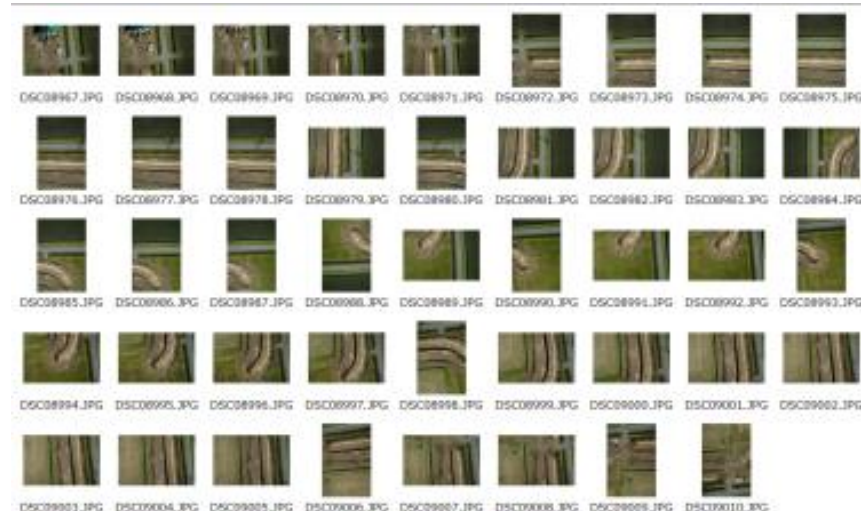
編	章	節	条	枝番	工 種	測 定 項 目	規 格 値	測 定 基 準	測 定 箇 所	摘 要
1 共通編	2 土工	4 道路土工	3 4	1	路体盛土工 路床盛土工	基準高▽	±50	施工延長40m（測点間隔25mの場合は50m）につき1箇所、延長40m（又は50m）以下のものは1施工箇所につき2箇所。 ただし、「TSを用いた出来形管理要領（土工編）」（平成24年3月29日付け国官技第347号、国総公第85号）の規定による場合は、設計図書の見取図による。基準高は掘削部の両端で測定。		1-2-4-3 1-2-4-4
						法長ℓ	ℓ<5m			
ℓ≥5m	法長-2%									
幅	w ₁ , w ₂	-100								
				2	路体盛土工 路床盛土工 (面管理の場合)		平均値 個々の計測値			
天端	標高較差	±50	±150	1. 3次元データによる出来形管理において「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）」、または「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）」に基づき出来形管理を実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。 2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。 3. 計測は天端面と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で設計面との標高較差を算出する。計測密度は1点/m ² （平面投影面積当たり）以上とする。 4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。 5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。						
法面 (小段含む)	標高較差	±80	±190							

出来形写真管理基準の留意点

区分		写真管理項目		
		撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
施工状況	図面との不一致	図面と現地との不一致の写真	撮影毎に1回 [発生時]	写真測量に使用したすべての画像

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回 [掘削中]	代表箇所 各1枚
	法長(法面)	撮影毎に1回 [掘削後]	写真測量に使用したすべての画像
[道路] 路体盛土工 路床盛土工 [河川] 盛土工	巻出し厚	200mに1回 [巻出し時]	代表箇所 各1枚
	締固め状況	転圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]	
	法長(法面)幅(天端)	撮影毎に1回 [施工後]	写真測量に使用したすべての画像

写真撮影例



ワンポイント

UAV出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点が異なります。

- ①撮影頻度の変更
- ②空中写真測量(UAV)で撮影した写真の納品をもって、写真撮影に代える

出来形写真管理基準の留意点

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度 [時期]	提出頻度
掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回[掘削中]	代表箇所 各1枚
	法長(法面)	計測毎に1回 [掘削後]	
[道路] 路体盛土工 路床盛土工 [河川] 盛土工	巻出し厚	200mに1回[巻出し時]	代表箇所 各1枚
	締固め状況	転圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]	
	法長(法面) 幅(天端)	計測毎に1回 [施工後]	

(※上表のほか、施工状況撮影も追加あり)

(従来手法での撮影頻度)
200m又は1施工箇所に1回
[掘削後]

黑板への記載項目

- ① 工事名
- ② 工種等
- ③ 出来形計測範囲
(始点側測点～終点側測点・左右の範囲)

黑板への記載項目

- ① 工事名
- ② 工種等
- ③ 出来形計測範囲(始点側測点～終点側測点・左右の範囲) ←追加
- ④ 出来形計測点(測点・箇所) ←軽減
- ⑤ 設計寸法 ←軽減
- ⑥ 実測寸法 ←軽減
- ⑦ 略図 ←軽減



出来形管理写真(例)

ワンポイント

TLS出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点が異なります。

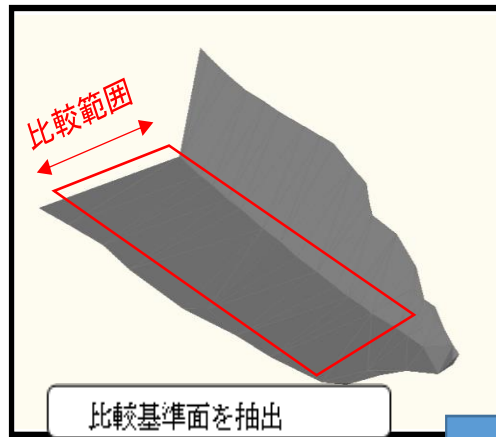
- ① 撮影頻度の変更
- ② 黑板への記載項目の軽減

出来形管理図表 作成の流れ

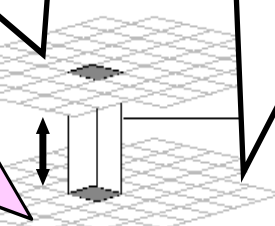
空中写真測量(UAV)による
出来形計測データ



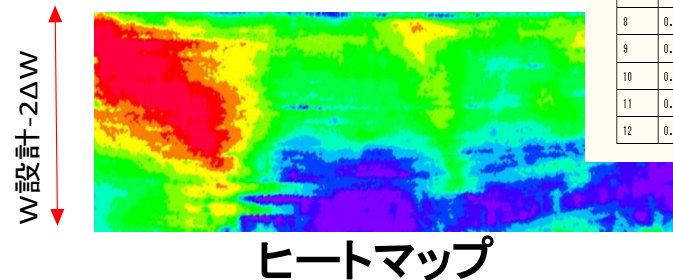
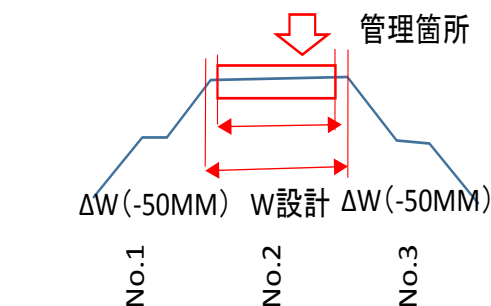
3次元設計データ



3次元設計データと出来形評価
用データの各ポイントとの離れ
量の算出および色分け表示



天端部出来形分布図



標高テーブル

番号	最小標高	最大標高	色
1	-0.422	-0.100	■
2	-0.100	-0.080	■
3	-0.080	-0.060	■
4	-0.060	-0.040	■
5	-0.040	-0.020	■
6	-0.020	0.000	■
7	0.000	0.020	■
8	0.020	0.040	■
9	0.040	0.060	■
10	0.060	0.080	■
11	0.080	0.100	■
12	0.100	0.281	■

出来形計測結果の面的なばらつきによる評価

ワンポイント

- ・出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成することで、帳票を作成、保存、印刷ができます。
- ・出来形管理図表は、出来形確認箇所(平場・天端、法面)ごとに作成します。

評価方法については、13.検査で説明します。

出来形管理帳票の作成時の留意点

- 3次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ(標高較差あるいは水平較差)により出来形の良否判定を行います。
- 出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図にて明示します。

作成帳票例(出来形管理図表)

測定項目		規格値	判定	測点
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm	
	最大値(差)	42mm	±100mm	
	最小値(差)	-62mm	±100mm	
	データ数	1000	1点/m2以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000m2		
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	
法面 標高較差	平均値	7mm	±80mm	
	最大値(差)	92mm	±140mm	
	最小値(差)	-60mm	±140mm	
	データ数	1700	1点/m3以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700m2		
	棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)	

天端のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	1000
	規格値の±50%以内のデータ数	997
法面のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	1700
	規格値の±50%以内のデータ数	1360

・平均値
・最大値
・最小値
・データ数
・評価面積
・棄却点数

を表形式で整理

規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数を明示することが望ましい。

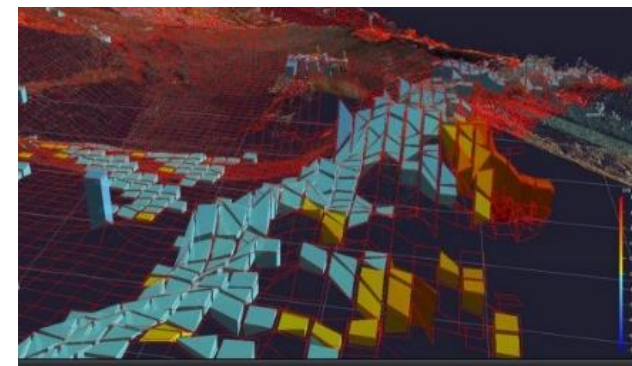
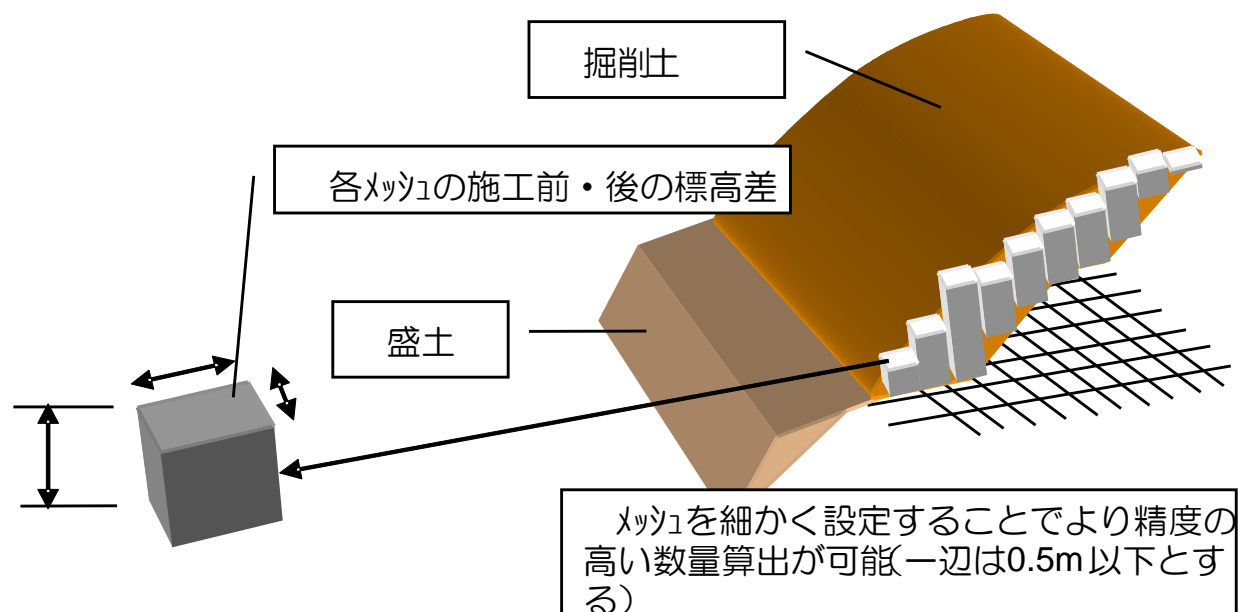
・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%~+100%の範囲で結果を色分け。

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。

・データのポイント毎に結果をプロット。

- 出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データがUAVやTLS等で計測されている場合、UAVやTLS等による出来形計測結果を用いて、出来形数量の算出を行うことができます。

点高法による数量算出の条件と適用イメージ



UAVやTLSによる計測点群データを基に平均断面法または、3次元CADソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができます。

・数量計算方法については、監督職員と協議を行います。

※標準とする体積算出方法は

- ① 点高法、② TIN分割等を用いた求積、③ プリズモイダル法

ワンポイント

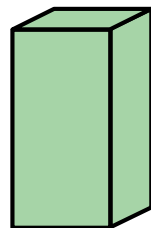
11-4.出来形数量の算出（点高法のイメージ）

設計数量の算出

- ① 起工測量は、0.25m² (50cm × 50cm メッシュ) あたり1点以上の計測密度で計測します。
- ② 設計数量は、設計面の標高値と、起工面の標高値の差を積分して土量計算を行います。

※ 法肩（法尻）の5cmを控除する出来形管理とは関連していません。

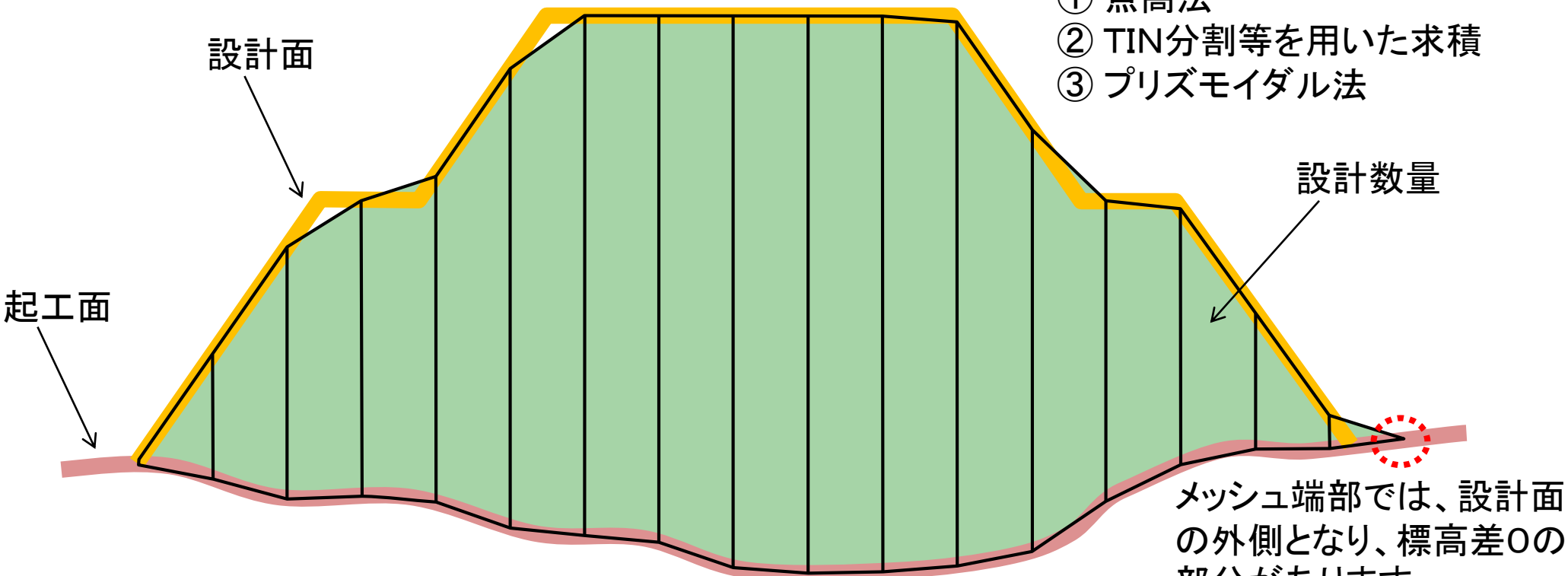
点高法（四点平均法）



土量 = メッシュ面積 × 標高差
・ 1辺50cm以下
・ 四隅の標高差を平均する

※体積算出方法は3種類から選択

- ① 点高法
- ② TIN分割等を用いた求積
- ③ プリズモイダル法

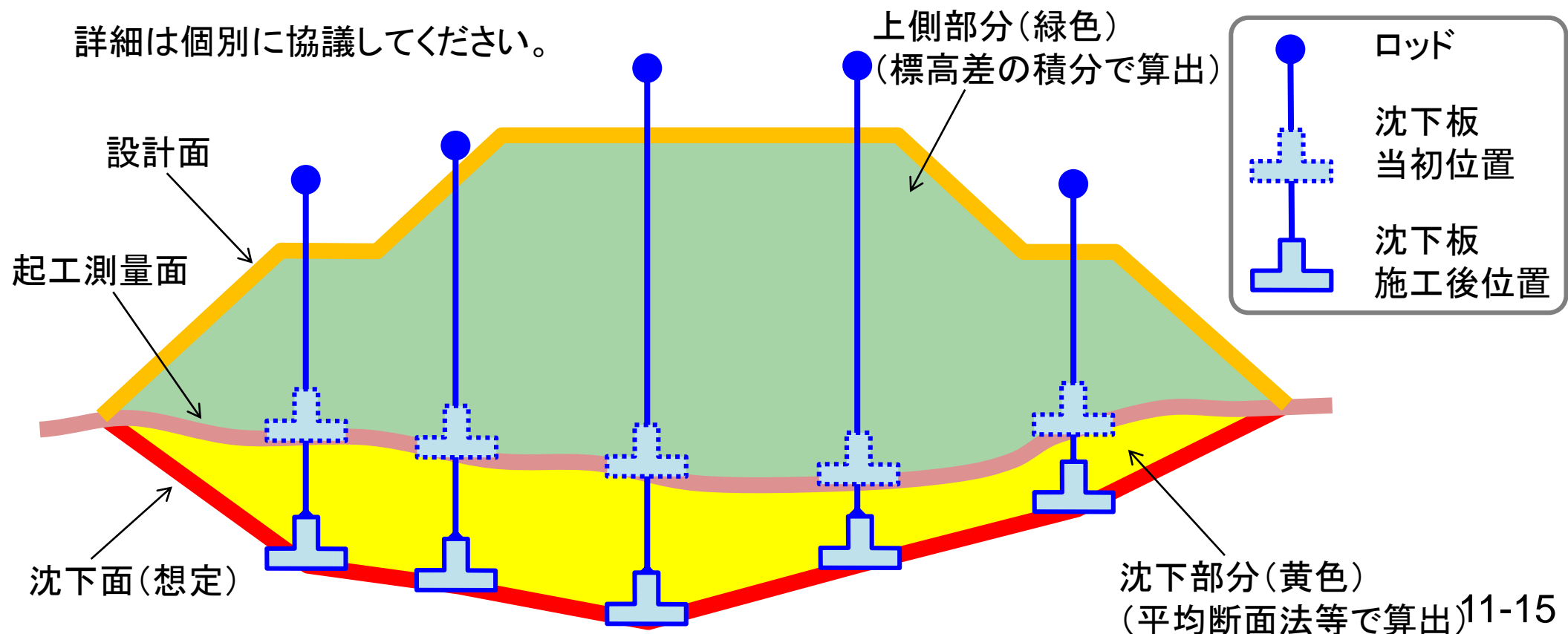


※ 本図は、点高法で記しています。

沈下板設置時の土量計算

- ① ICT活用工事のために、従来よりも手間が増えないことを、基本的な考え方とします。
- ② 起工測量面より**上側**の土量計算は、**標高値の差で3次元方式**で行う。
- ③ 起工測量面より**下側**(沈下部分(黄色))の土量計算は、従来どおりの**平均断面法**で行う。
- ④ ②③に代わり、起工測量面と沈下板結果元にして、沈下後起工測量面を3次元的に設定し、設計面との標高値の差で土量計算を行っても良い。
- ⑤ その他、適切と思われる算出方法があれば、その方法で行っても良い。

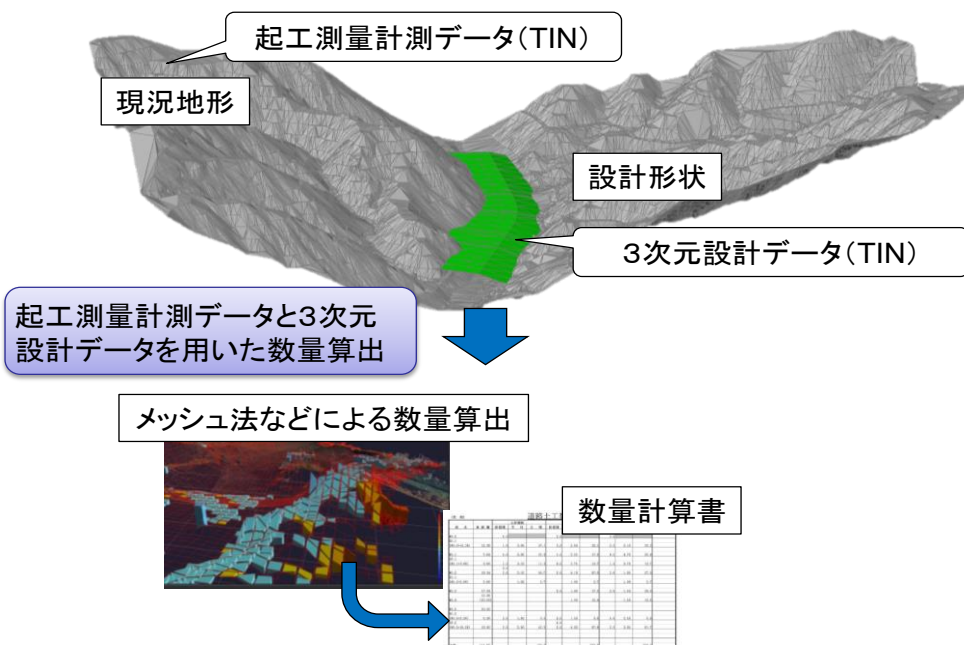
詳細は個別に協議してください。



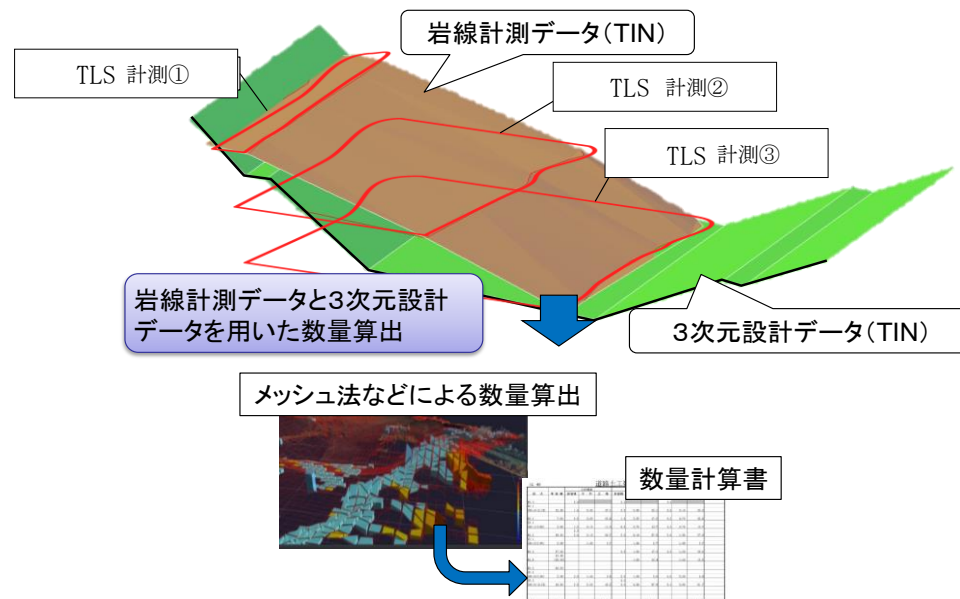
11-5.数量算出(起工測量, 岩線計測)

- 取得した起工測量計測データ, 岩線計測データ(どちらもTINデータ)と、3次元設計データ(TINデータ)から数量算出を行います。
- 数量の算出方法は、平均断面法または、3次元CADソフトウェア等を用いた方法があります。

設計照査のための数量算出イメージ



設計変更(岩区分)のための数量算出イメージ



12. 電子成果品等の作成

▶ 電子成果品の作成の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
電子成果品の作成	・電子成果品の作成	・電子成果品の受理・確認
アンケート調査票の作成	・アンケート調査票の作成	・アンケート調査票の受理・確認
施工合理化調査表の作成	・施工合理化調査表の作成	・施工合理化調査表の受理・確認

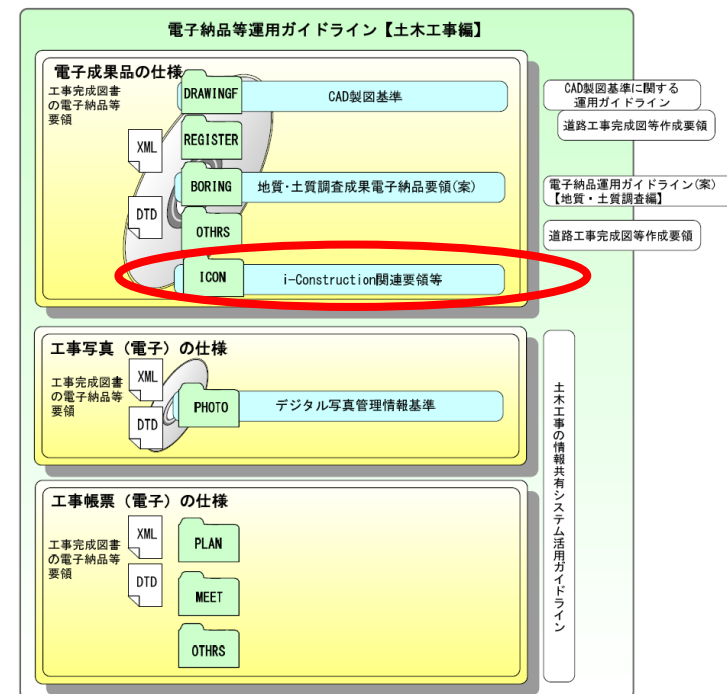
- ▶ UAVやTLSなどによる出来形管理では、出来形管理や数量算出の結果等の工事書類(電子成果品)が、「工事完成図書」の電子納品等要領で定める「ICON」フォルダに格納して提出します。
- ▶ アンケート調査票や施工合理化調査表を作成し、提出します。
- ▶ 電子納品要領の改訂で、協議により、BD-Rの使用が可能となっています。

電子成果品の作成・提出時の留意点

電子成果品として、以下のデータを「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納・提出します。

ファイル命名規則

3次元計測技術名	略称(●●●)
空中写真測量(無人航空機)	UAV
地上型レーザースキャナー	TLS
TS	TS
TS(ノンプリズム方式)	TSN
RTK-GNSS	GNSS
無人航空機搭載型レーザースキャナー	ULS



計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
●●●	0	DR	001~	0~Z	・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0DR001Z.拡張子
●●●	0	CH	001~	-	・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビュー付き3次元データ)	●●●0CH001.拡張子
●●●	0	IN	001~	-	・3次元計測技術による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	●●●0IN001.拡張子
●●●	0	EG	001~	-	・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))	●●●0EG001.拡張子
●●●	0	SO	001~	-	・3次元計測技術による岩線計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0SO001.拡張子
●●●	0	AS	001~	-	・3次元計測技術による出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0AS001.拡張子
●●●	0	GR	001~	-	・3次元計測技術による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	●●●0GR001.拡張子
●●●	0	PO	001~	-	・工事基準点および調整用基準点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	●●●0PO001.拡張子

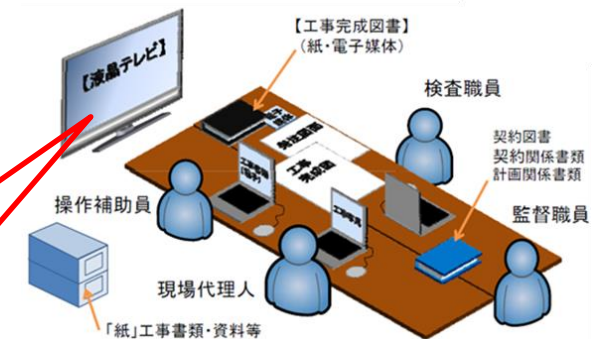
ワンポイント

- ・格納するファイル名は、いずれの3次元計測技術による出来形管理資料が特定できるように記入します。
- ・トレーサビリティ確保のため、3次元出来形管理の全データを提出するものとします。

▶ 検査時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	検査職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">書面検査</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・ICT活用工事に係わる書面検査 ・出来形計測に係わる書面検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ICT活用工事に係わる書面検査 ・出来形計測に係わる書面検査
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">実地検査</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・出来形計測に係わる実地検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・出来形計測に係わる実地検査
フロー	受注者の実務内容	監督職員・検査職員の実務内容
		<ul style="list-style-type: none"> ・工事成績評定

- ▶ 検査職員は、書面検査時には、パソコンを使って、納品された電子成果品を確認します。
- ▶ 検査職員は、実地検査時には、現地に出向き設計値と実測値を計測して確認します。
- ▶ 検査終了後、監督職員及び検査職員により工事成績評定におけるICT活用について評価を行います。



☆ポイント
電子で検査します。

書面検査時の検査職員の確認内容の概要

- UAVやTLS等を用いた出来形管理に係わる**施工計画書**の記載内容
施工計画書に記載された出来形管理方法について、監督職員が実施した「施工計画書の受理・記載事項の確認結果」を工事打合せ簿で確認します。
- 設計図書の3次元化に係わる確認
設計図書の**3次元化の実施**について、工事打合せ簿で確認します。
- UAVやTLS等を用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等
出来形管理に利用する工事基準点や**標定点**について、受注者から**測量結果**が提出されていることを、工事打合せ簿で確認します。
- **3次元設計データチェックシート**の確認
3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認します。
- UAVやTLS等を用いた出来形管理に係わる精度確認試験結果報告書の確認
UAVやTLSを用いた出来形計測が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者が確認した「精度確認試験結果報告書」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認します。

書面検査時の検査職員の出来形管理の確認内容の概要

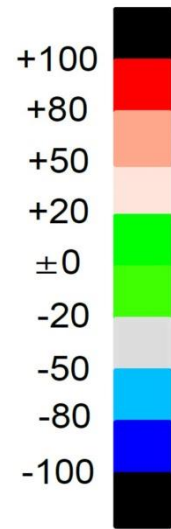
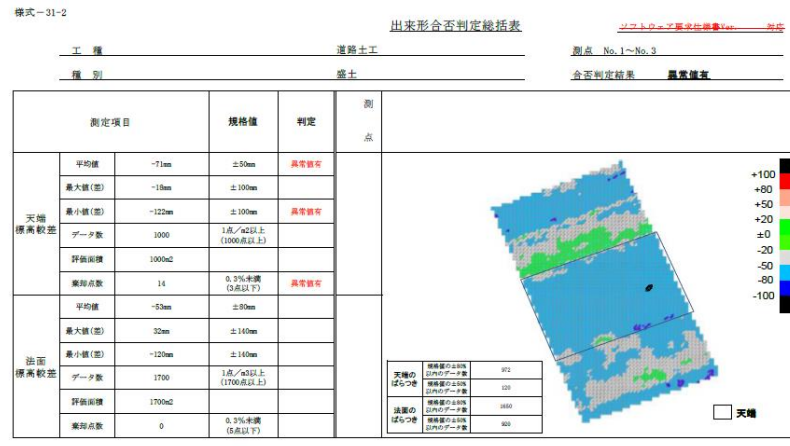
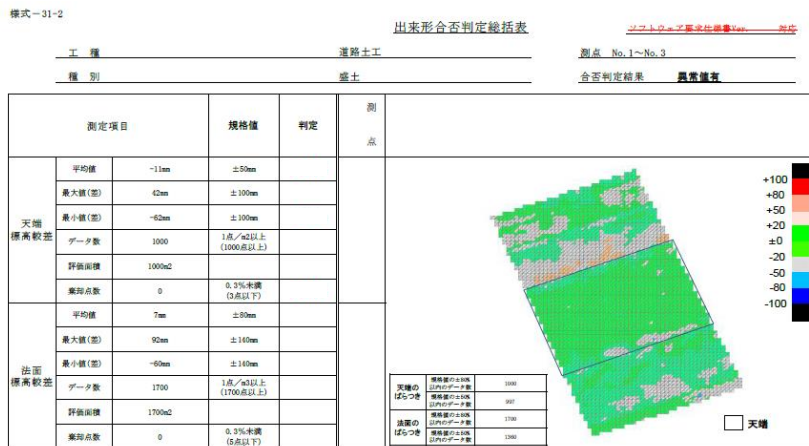
- UAVまたはTLS等の3次元計測技術を用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

出来形管理図表について、出来形管理基準に定められた測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを**確認**します。

バラツキについては、各測定値の設計との離れの規格値に対する割合をプロットした**分布図の凡例に従い判定**します。

具体には**分布図及び計測点の個数から判断**してください。

また、**80%または50%以内のデータ数が、8割以上か否かで判定**してください。



(※) 出来形管理要領によれば、分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

- 離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%~+100%の範囲で出来形評価用データのポイント毎に結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示
- ±50%の前後、±80%の前後が区別出来るように別の色で明示
- 規格値の範囲外については、-100%~+100%の範囲とは別の色で明示
- 発注者の求めに応じて規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。とされている。

書面検査時の検査職員の確認内容の概要

- 品質管理及び出来形管理写真の確認

「品質管理及び出来形管理**写真基準**」に基づいて**撮影**されていることを確認します。

- 電子成果品の確認

出来形管理や数量算出の結果等の工事書類(電子成果品)が、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める**「ICON」フォルダに格納**されていることを確認します。

UAVによる出来形管理 の場合

電子成果品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元設計データ (LandXML等のオリジナルデータ (T I N)) ・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (P D F) または、ビューワー付き 3次元データ) ・ 空中写真測量 (U A V) による出来形評価用データ (CSV、LandXML等のポイントファイル) ・ 空中写真測量 (U A V) による出来形計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (T I N) ・ 空中写真測量 (U A V) による計測点群データ (CSV、LandXML等のポイントファイル) ・ 工事基準点および標定点データ (CSV、LandXML等のポイントファイル) ・ 空中写真測量 (U A V) で撮影したデジタル写真 (jpg ファイル)
-------	---

TLSによる出来形管理 の場合

電子成果品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元設計データ (LandXML等のオリジナルデータ (T I N)) ・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (P D F) または、ビューワー付き 3次元データ) ・ L S による出来形評価用データ (CSV、LandXML等のポイントファイル) ・ L S による出来形計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (T I N)) ・ L S による計測点群データ (CSV、LandXML等のポイントファイル) ・ 工事基準点および標定点データ (CSV、LandXML等のポイントファイル)
-------	---

- アンケート調査票、施工合理化調査表、新技術活用計画書等の確認

アンケート調査票、施工合理化調査表、新技術活用計画書等が、提出されていることを工事打合せ簿で確認します。

実地検査時の検査職員の出来形管理の確認内容の概要

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で指定した箇所(1工事につき1断面)の出来形計測を行い、3次元設データの設計面と実測値との標高差が規格値内であることを検査します。

検査の頻度は以下のとおりです。

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
河川土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1工事につき1断面

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
道路土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1工事につき1断面

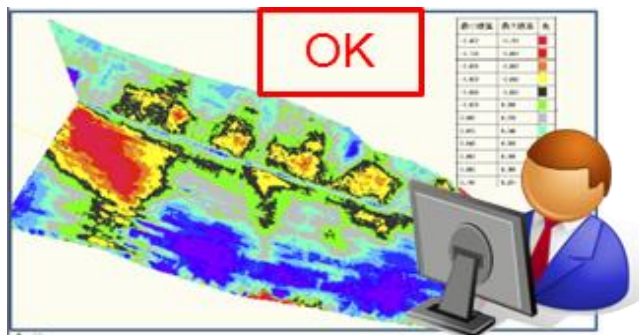
ここでいう断面とは厳格に管理断面を示すものでなく、概ね同一断面上の数カ所の標高を計測することを想定しています。

なお、新基準を適用できない場合は、従来の代表断面における幅、法長、基準高などの設計値と実測値の比較による検査を行ってもよいこととなっています。ただし、検査頻度は、代表断面1断面です。

実地検査時の検査職員の出来形管理の確認手順の例

書面検査時

検査職員は、電子納品物から出来形管理データを表示させて、自らが指定した箇所の3次元設計データの設計面の位置並びに標高、受注者が計測した出来形管理値の計測結果をメモします。



(場合によっては確認手順が逆とする場合もあります)

実地検査時

検査職員は、現地では出来形管理用TSやGNSSローバーの誘導機能を使用して、自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの設計面と実測値との標高差が規格値内であることを検査します。

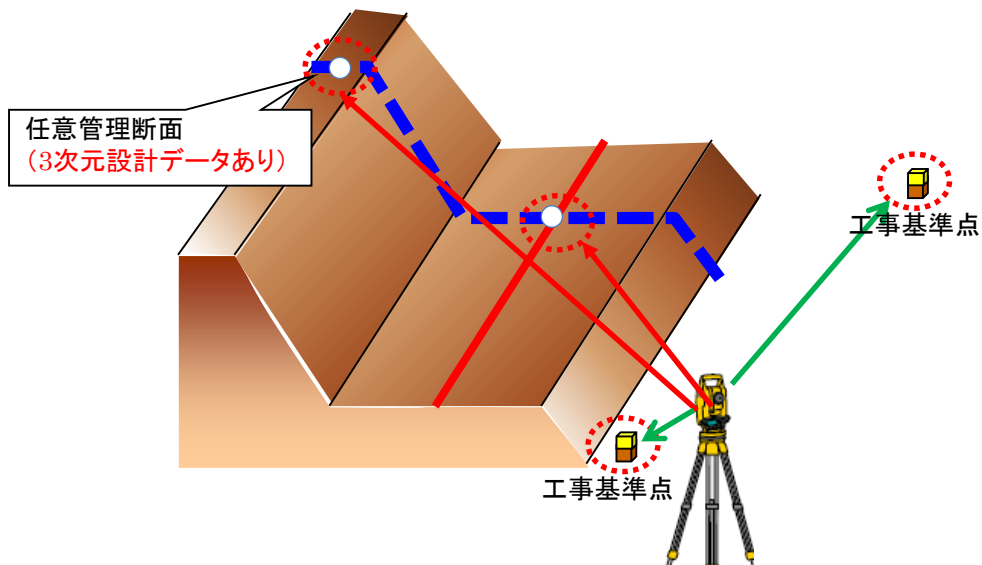
TS出来形用の基本設計データの作成は必要ありません。

計測したXY座標を元に、PC上で3D設計値のZ(設計値)を算出して、Z(計測値)と比較を行うことで十分とする。



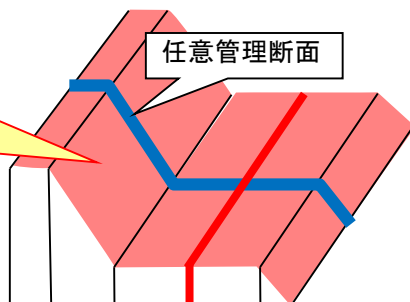
出来形管理用TSを用いた実地検査の内容の概要

TSによる出来形計測の任意断面イメージ

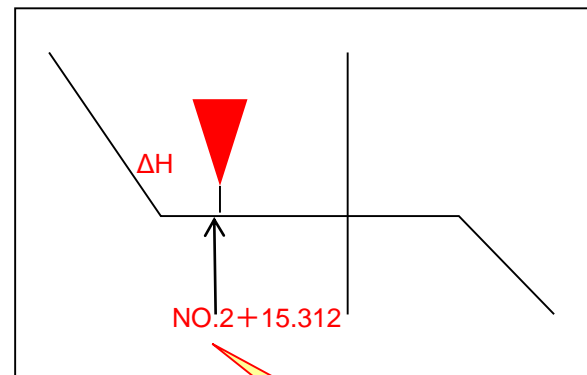


3次元設計データイメージ

任意計測断面の
設計値を自動算出



任意点の出来形管理

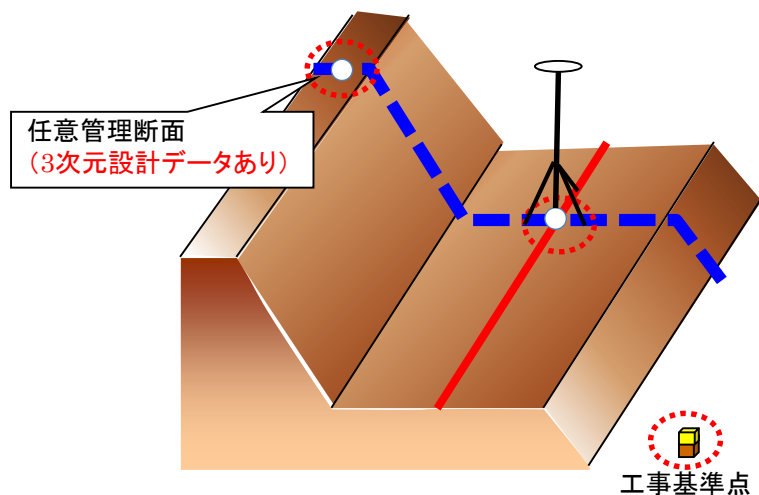


任意点での高さの差が確認できる機能

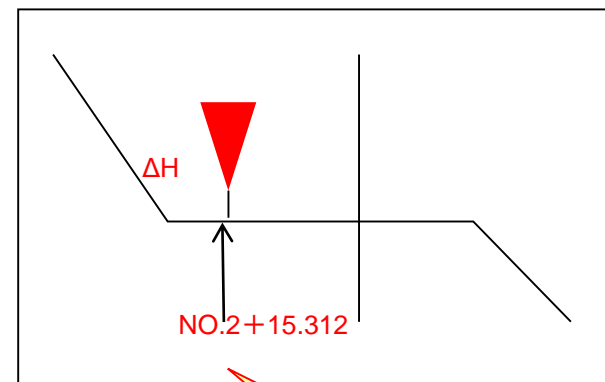
- ①計測箇所断面位置
- ②計測箇所における設計高さとの差

GNSSローバーを用いた実地検査の内容の概要

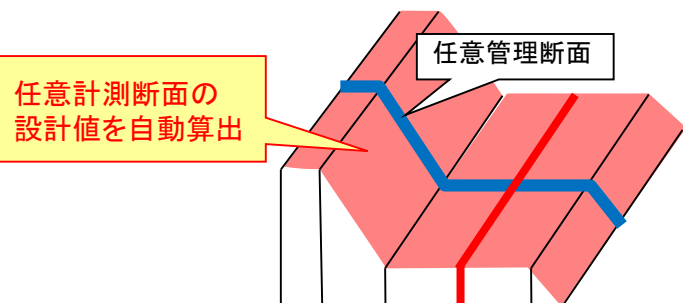
GNSSローバーによる出来形計測の任意断面メージ



任意点の出来形管理



3次元設計データイメージ



任意点での高さの差が確認できる機能

- ①計測箇所断面位置
- ②計測箇所における設計高さとの差

GNSSローバーを工事検査で利用する際の留意事項

RTK法又はネットワーク型RTK法を使用する場合には、公共測量の「作業規程の準則」第4編第2章の路線測量（線形決定又は横断測量）に定める方法を準用し、**FIX解※が安定して得られることを確認**します。

また、次のような場合には、**できる限り使用を避けてください**。

- 森林の中の道路、ダム擁壁の近傍、谷底など、十分な上空視界が確保できない場合
- FIX解が安定して得られない場合

さらに、次のような環境では、**使用しないでください**。

- FIX解が得られない場合

なお、使用衛星については、GPSに加えてGLONASS、準天頂衛星も使用することが望ましいとされています。

※「FIX解」とは、位置が一定の信頼度で求まっている解のこと。

これが安定的に得られている場合、求められた位置がより確からしいものであると考えてよいとなっています。

なお、このほかにFLOAT解がありますが、これは暫定的な解でFIX解と比べて信頼度が劣るため、ここでは用いていません。

FIX解が得られているかどうかは、**受信機に明示**されます。



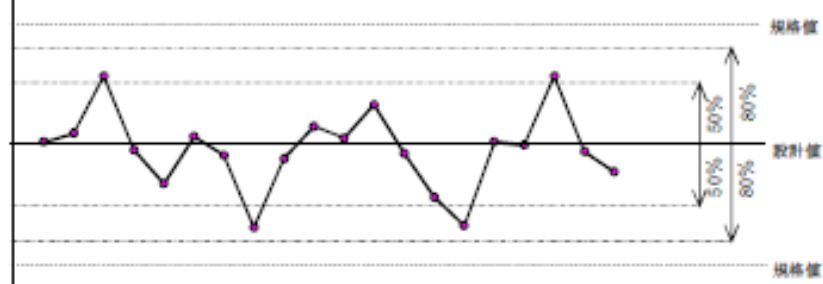
工事成績評定要領の運用についての改定箇所

出来形及び品質のばらつきの考え方

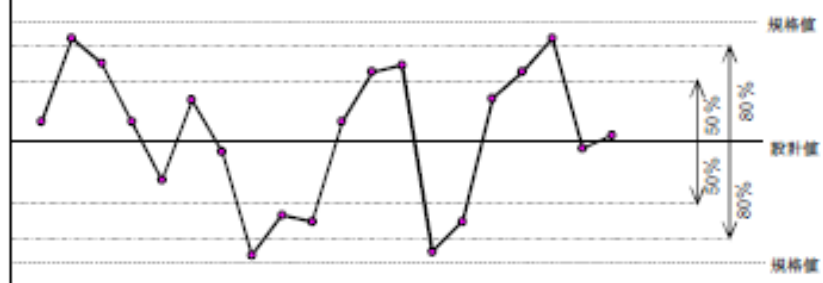
[管理図の場合]

(上・下限値がある場合)

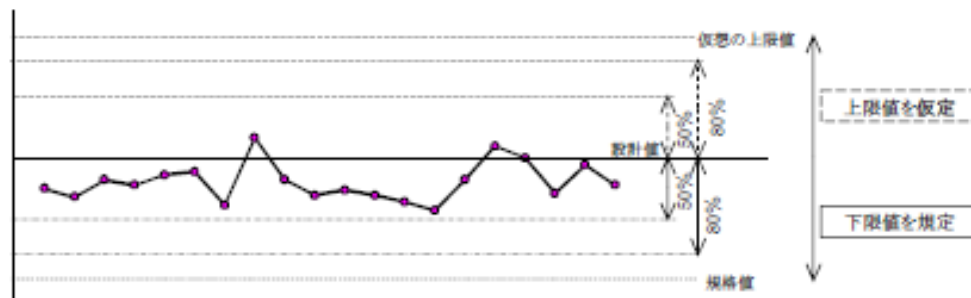
①ばらつきが50%以下と判断できる例



②ばらつきが80%以下と判断できる例

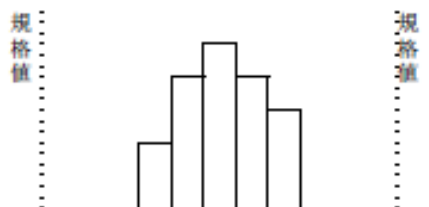


(下限値のみの場合)

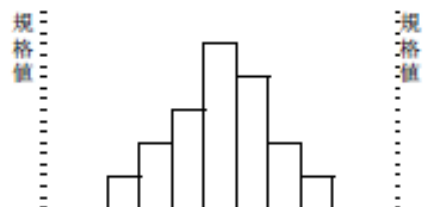


[度数表またはヒストグラムの場合]

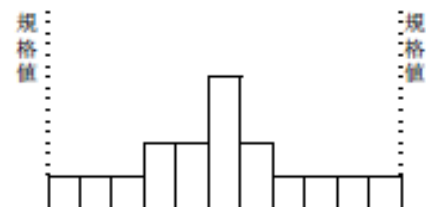
ばらつきが小さい



ばらついている

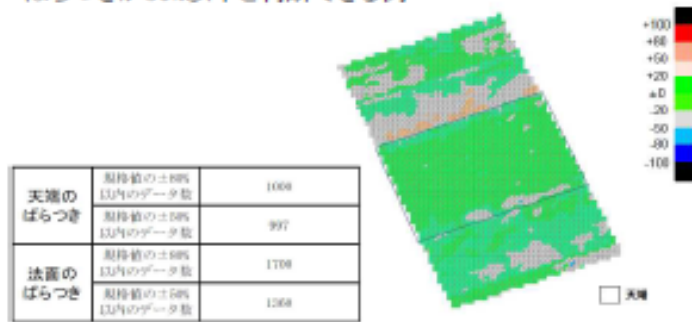


ばらつきが大きい



③ICT活用工事の例

出来形合否判定総括表の分布図や計測点の個数によりばらつきを判断
ばらつきが50%以下と判断できる例



改定箇所

設計変更のために必要な場合は、岩区分の境界を把握するための岩線計測を、面的な地形計測が可能なUAVやTLS等を用いて実施します。

岩線計測の留意点

- 測定精度は、10cm以内とし、計測密度は0.25m²(50cm×50cmメッシュ)あたり1点以上とします。



UAVやTLSで計測した岩線の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される岩線計測データを作成します。

岩線計測データ作成の留意点

- 自動でTINを配置した場合に、現場の出来形計測と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更可能です。
- 管理断面間隔より狭い範囲においては、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。
- 別の計測日の計測点群データをそれぞれ重畳して1つの岩線計測データを作成することもできます。

土(岩)質、変化位置確認

土(岩)質の確認と、変化位置の確認箇所のマーキング方法は従来と変わり有りません。



土(岩)判定

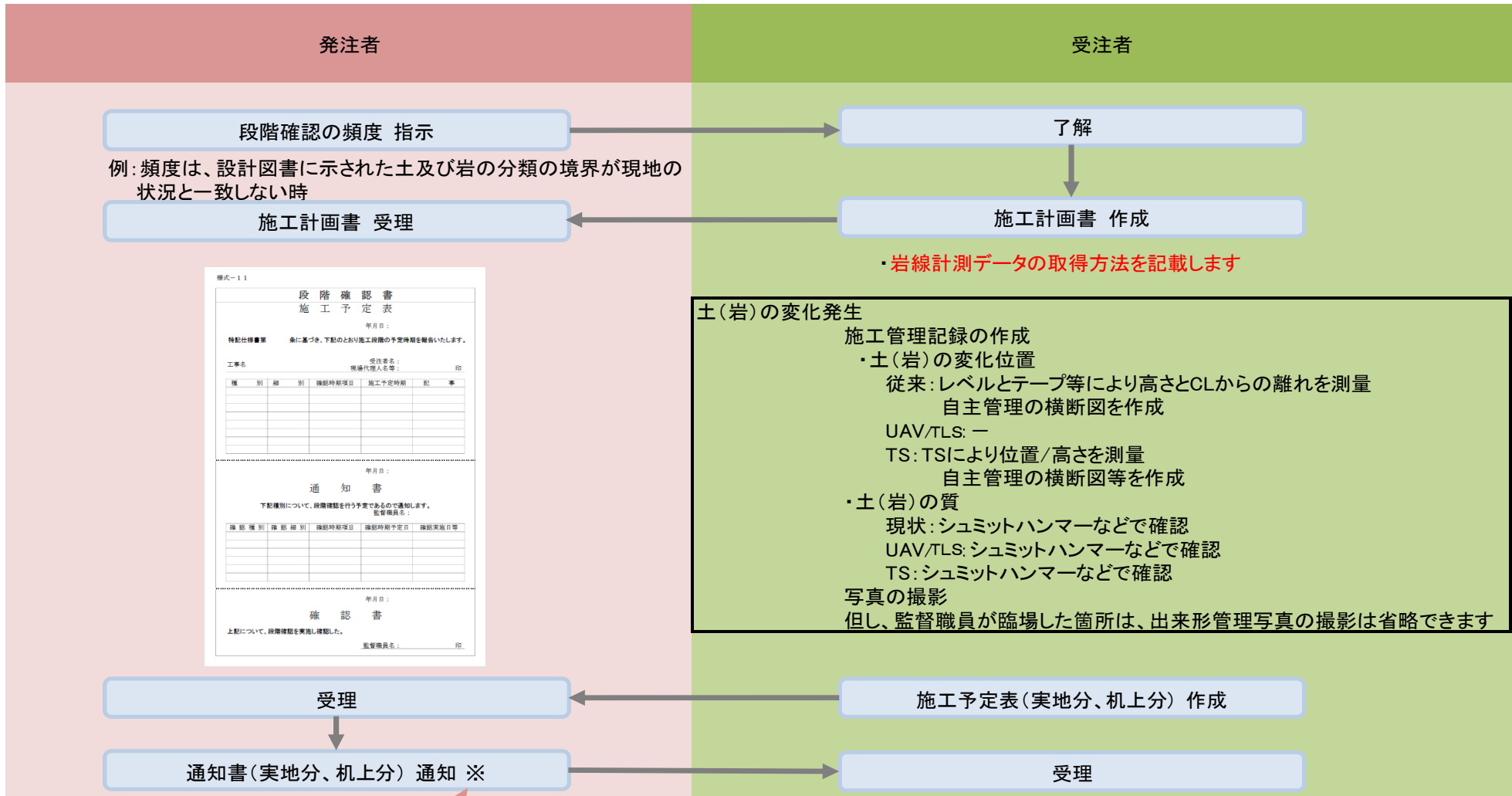


変化位置確認(測量)



掘削(切土)施工中

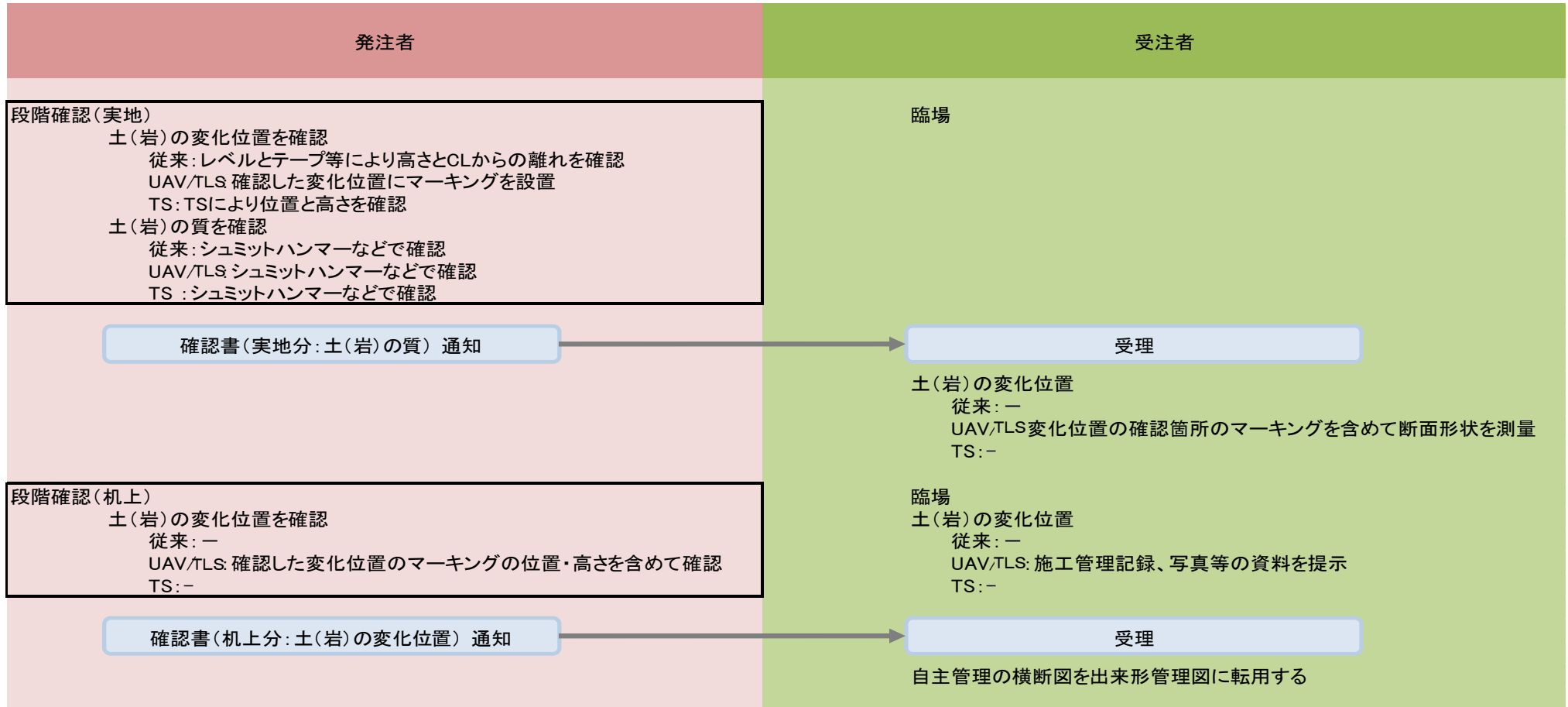
14-2. 土(岩)の分類の境界が変化したときの処理フロー



ポイント
実地と机上の2回に分けて確認

※従来並びにTS測量による場合は実地分のみの通知します。

14-2. 土(岩)の分類の境界が変化したときの処理フロー

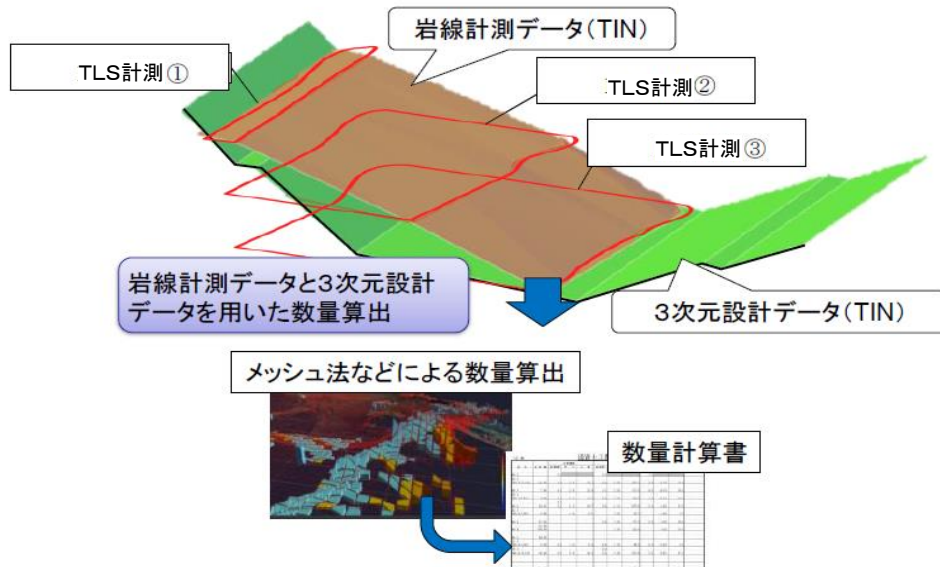
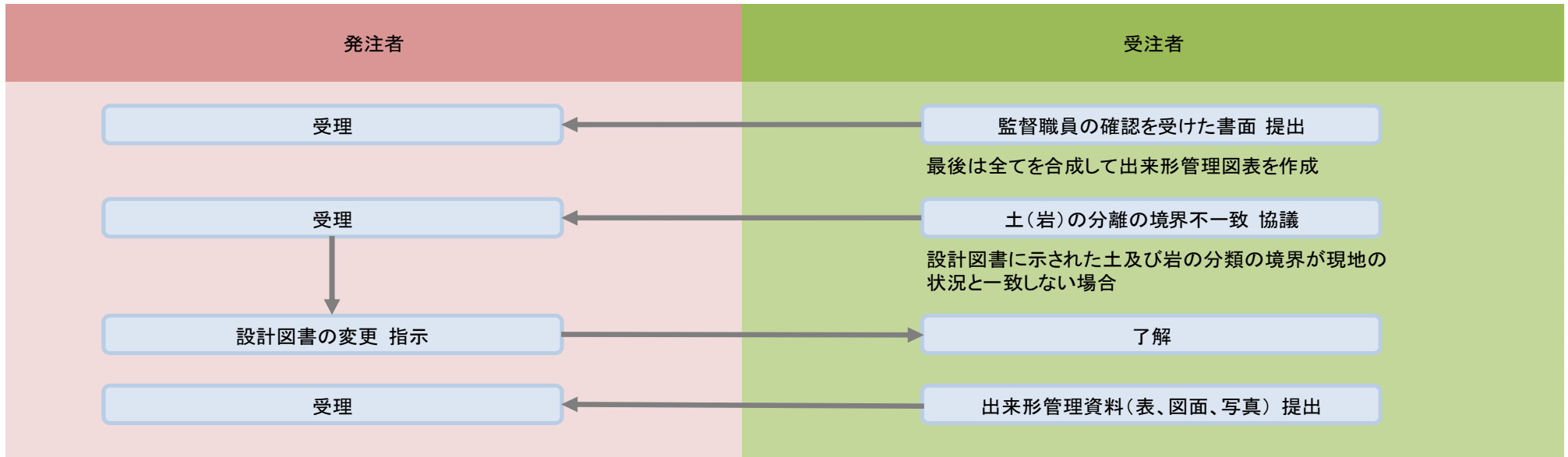


ポイント

実地確認後にUAVや
TLS測量を実施

※従来並びにTS測量による場合は、段階確認(机上)を実施しません。

14-2. 土(岩)の分類の境界が変化したときの処理フロー

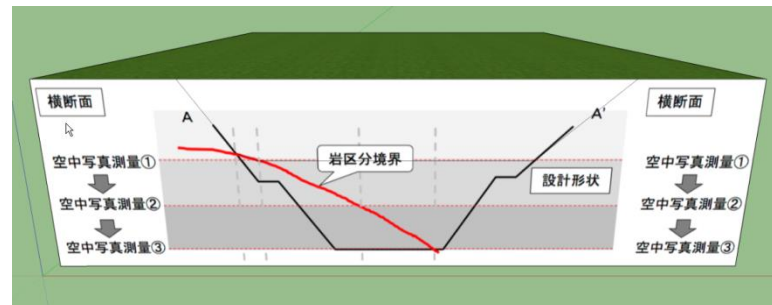


ポイント
確認結果を基に
変更設計図書化

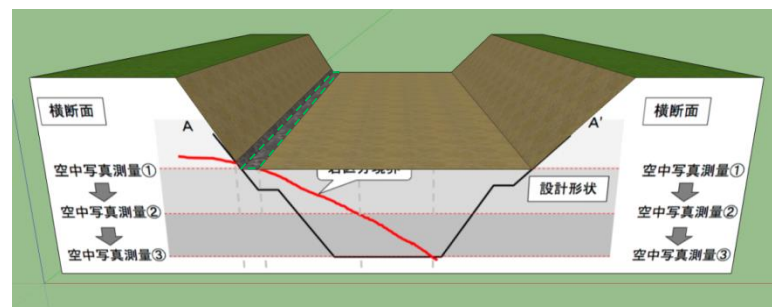
14-3. 岩線計測データの取得方法

取得方法の例1：
水平に盤下げし、その都度UAVまたはTLS等による測量にて土(岩)の分類の境界線を取得します。スライス状に得られた境界線データを角(エッジ面)にしてつなぎ合わせて土(岩)の分類の境界面データを得ます。

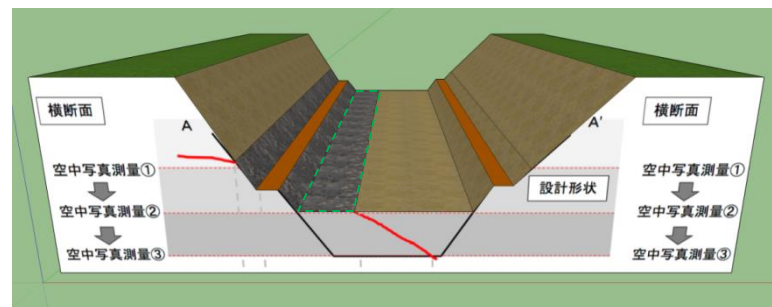
空中写真測量
起工測量



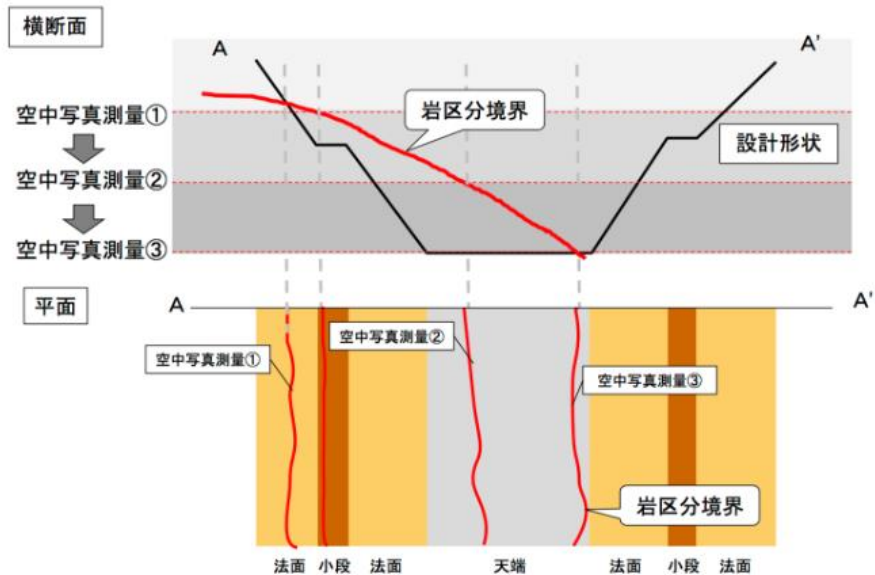
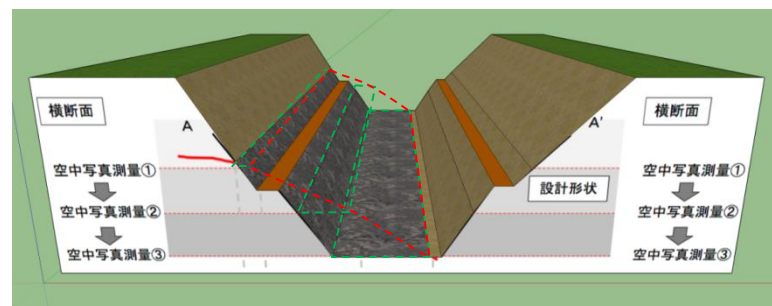
空中写真測量①



空中写真測量②



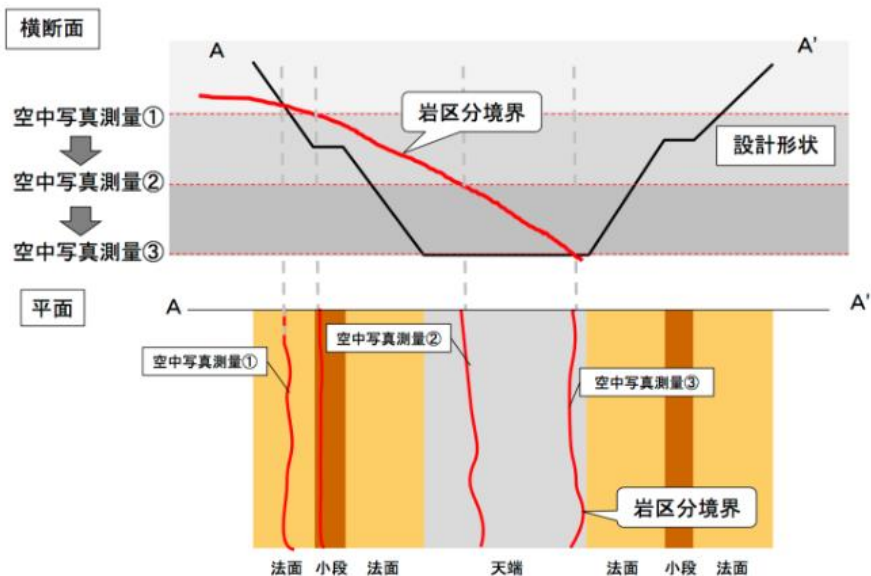
空中写真測量③



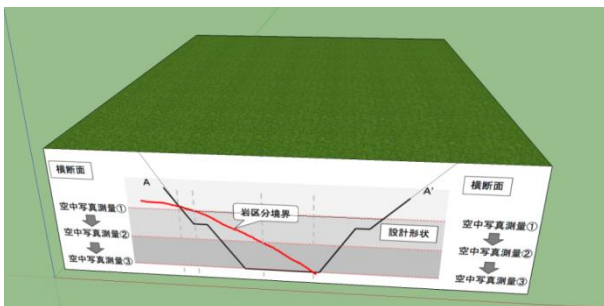
取得方法の例2:

盤下げして岩面を表出し、その都度 UAV または LS による測量にて土(岩)の分類の境界面データを取得します

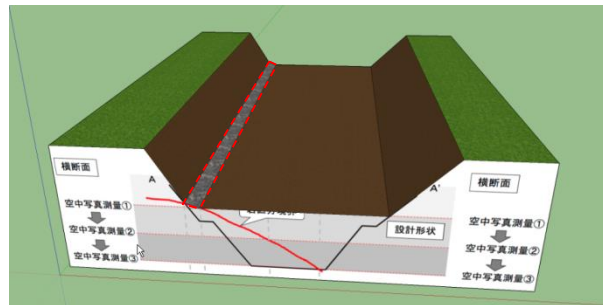
岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます



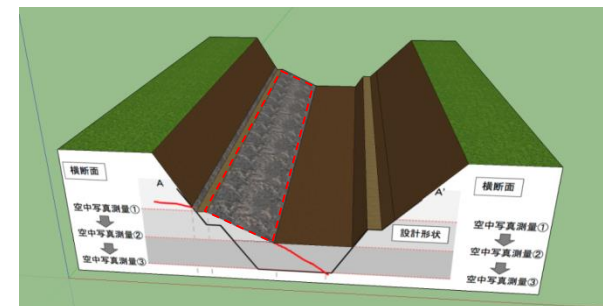
空中写真測量
起工測量



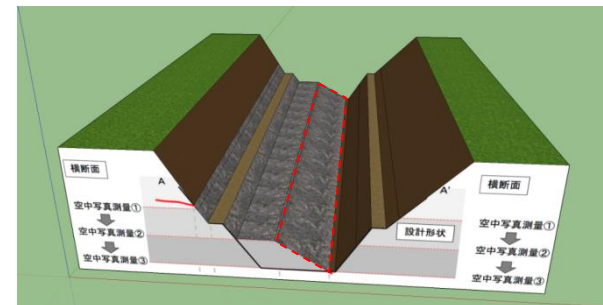
空中写真測量①



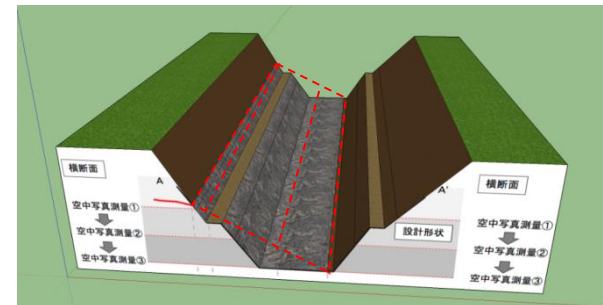
空中写真測量②



空中写真測量③

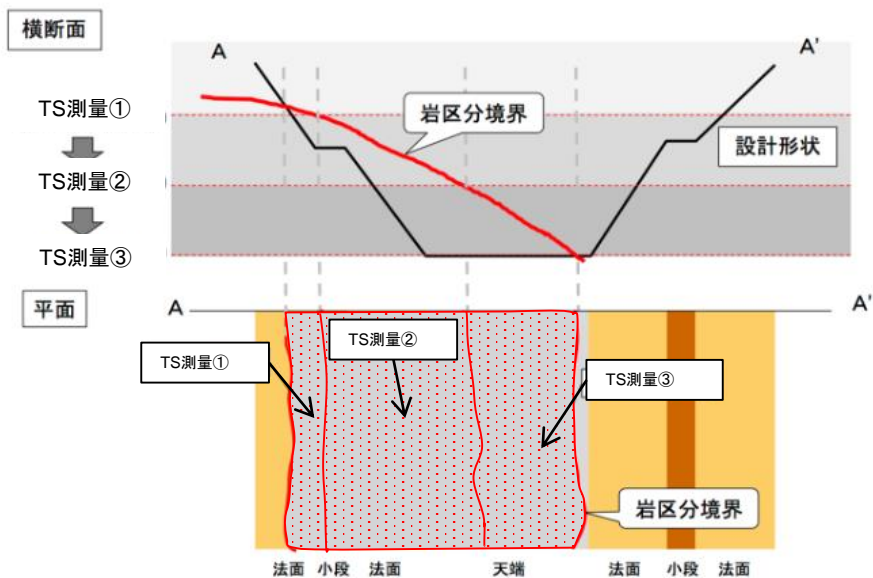


空中写真測量④

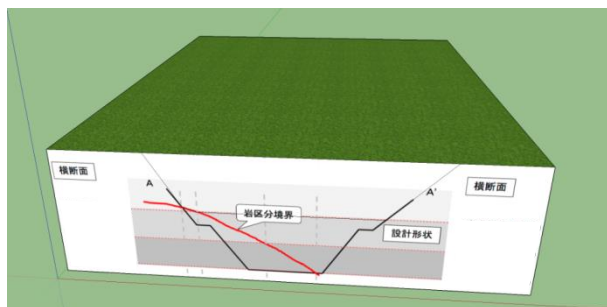


14-3. 岩線計測データの取得方法

取得方法の例3:
盤下げして岩面を表出し、その都度TS測量にて土(岩)の分類の境界面データを取得します
岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます

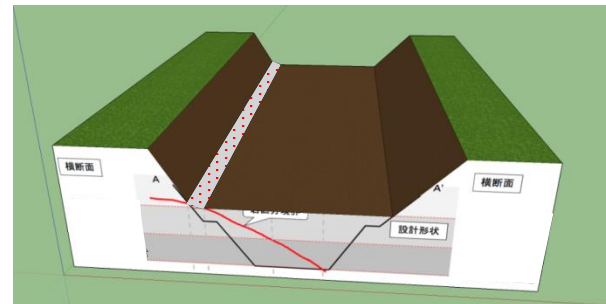


TS測量
起工測量

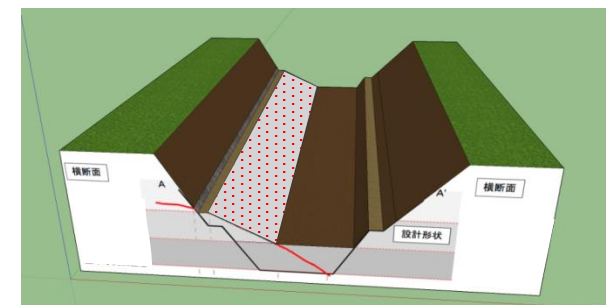


※※TS測量による場合は、測定精度±5mm以内、計測密度は0.25m²(50cm×50cm)あたり1点以上です。

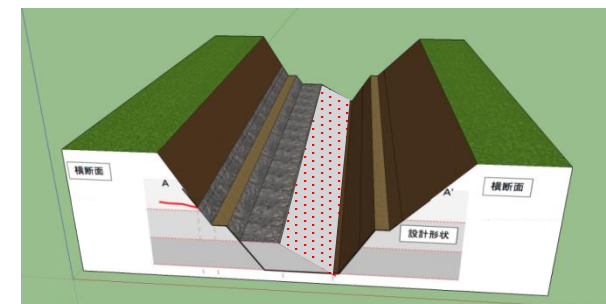
TS測量①



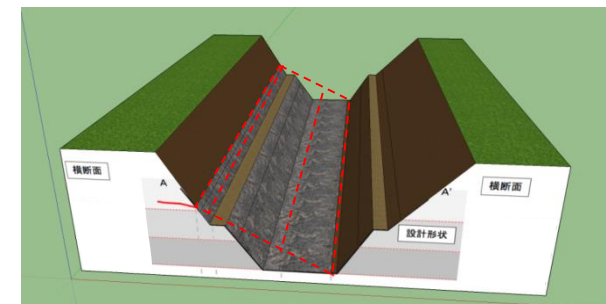
TS測量②



TS測量③



TS測量④



14-3. 岩線計測データの取得方法

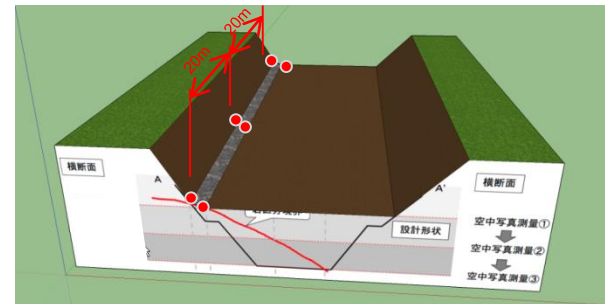
取得方法の例4:

盤下げして岩面を表出し、その都度従来の測量方法(TSまたはレベルとテープ)で横断方向の岩線データを取得します

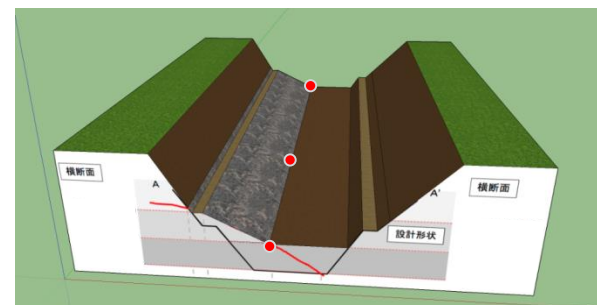
横断方向の岩線データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます

従来測量①

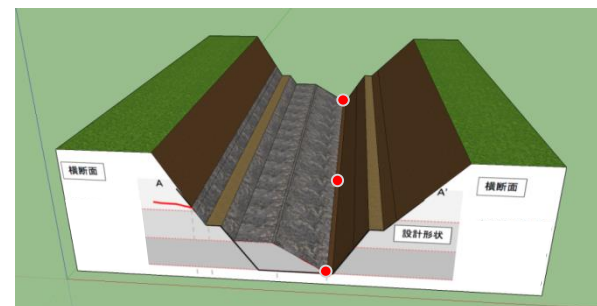
● 変化確認位置



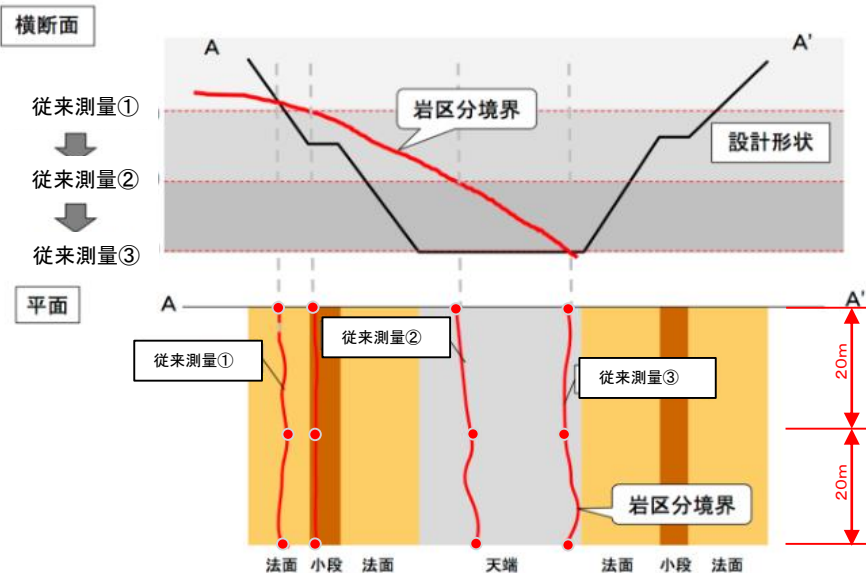
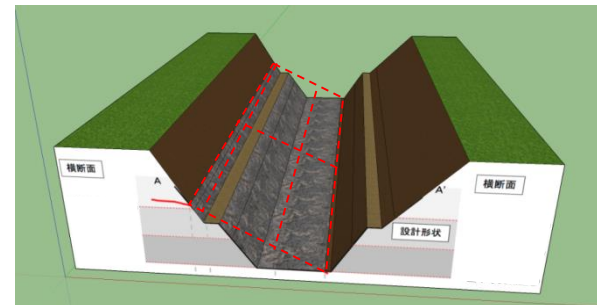
従来測量②



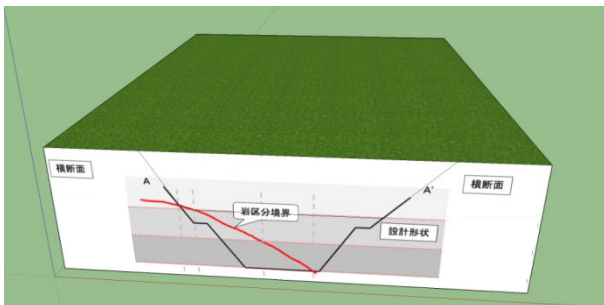
従来測量③



従来測量④



従来測量
起工測量



ICTを活用して簡易土量を把握している場合は、そのデータを活用して得られた算出数量に9割を乗じた数量を、施工履歴を用いた出来高数量とすることができる。

対象となるICT： 施工履歴データ、 UAV、 TLS等

詳細は、「⑫ 部分払における出来高取扱方法(案)」を参照願います。

例： UAV計測又はTLS計測等で、10,000m³の出来高を確認

→ 10,000m³ × 9割 = 9,000m³の出来高を計上

→ 9,000m³ × 単価 = 設計額

→ 設計額 × 落札率 = 請負代金相当額

→ 請負代金相当額 × 9/10 = 部分支払い額 (8,000m³相当)

留意点

- 出来高計測に基づく算出値を100%計上しない場合、精度を落とした簡便な算出方法を利用できます。
- 簡便な数量算出方法の精度確認については、検証点は天場400m以内の間隔とし、精度は±200mm以内であれば良い。計測密度は0.25m²(50cm×50cmメッシュ)あたり1点以上とします。
- 地上画素寸法は、要求精度が0.2mであることを踏まえて適宜設定します。(3cm/画素以内)
- 施工履歴データを用いる場合は、⑥ 施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)により算出します。

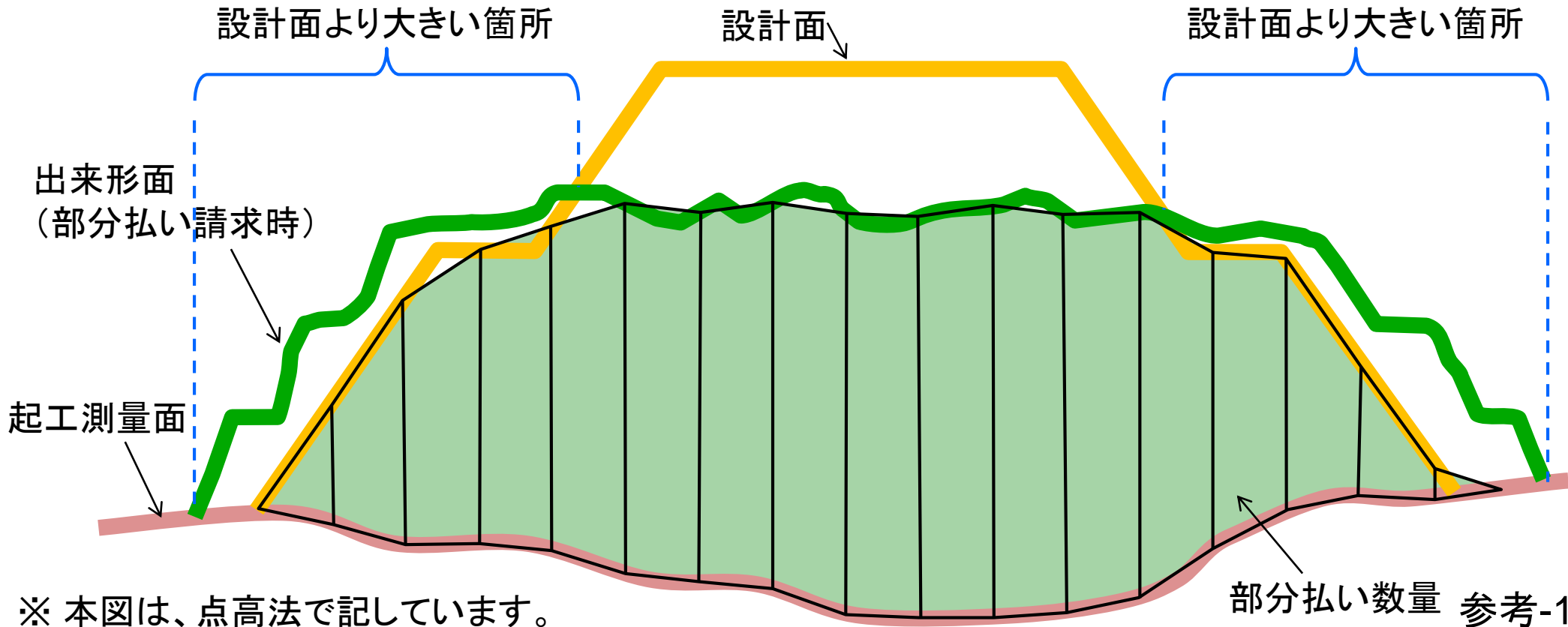
概要： ICT建設機械から取得した施工履歴データを用います。

- ・ 3DMCまたは3DMGブルドーザ
- ・ 3DMGまたは3DMCバックホウ
- ・ TS・GNSS締固め管理システムを搭載した締固め機械

【参考】土量計算について(部分払い数量)

部分払い数量の算出

- ① 計算したい時期(部分払い請求時)に0.25m²(50cm×50cm メッシュ)あたり1点以上の計測密度で計測します。
- ② 又は、「⑥施工履歴データによる土工の出来高算出要領」にもとづき、施工履歴データから、出来形部分の面データを作成します。
- ③ ①②のうち設計面より大きい箇所は、設計面の標高値とします。
- ④ 算出数量として、③の標高値と、起工面の標高値の差を積分して土量計算を行います。
- ⑤ 部分払いの出来高数量は、④の算出数量に9割を乗じた数量となります。





本文へ 文字サイズ変更 標準 拡大 English サイトマップ

地理院ホーム 国土地理院の紹介 基準点・測地観測データ 地図・空中写真 防災関連 GIS・国土の情報 申請・承認

地理院ホーム > 公共測量 > UAVによる公共測量

更新日:2016年3月31日

公共測量

【NEW!】UAVによる公共測量

国土地理院では、無人航空機(UAV:Unmanned aerial vehicle 通称ドローン)を測量で使用できるように、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」及び「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」を作成し、平成28年(2016年)3月30日に公表しました。

これらのマニュアル(案)及び安全基準(案)は、公共測量だけでなく、国土交通省が進める*i-Construction*に係る測量作業において適用することを前提にしており、測量業者が円滑かつ安全にUAVによる測量を実施できる環境を整え、また、建設現場における生産性の向上に貢献するものです。

- [UAVを用いた公共測量マニュアル\(案\)](#) **NEW!**
- [公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準\(案\)](#) **NEW!**

UAVを用いた公共測量マニュアル(案)

「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」は、UAVで撮影した空中写真を用いて測量を行う場合における、精度確保のための基準や作業手順等を定めています。作業規程の準則(平成20年 国土交通省告示 第413号)第17条第3項に規定されている、国土地理院が定める新しい測量技術による測量方法に関するマニュアルの1つです。UAVを用いた公共測量を行う際には、本マニュアル(案)に従った作業を行うことで、精度の確保を確認するための資料として使用することができます。

- [UAVを用いた公共測量マニュアル\(案\)](#) (1,207KB) 平成28年3月30日制定
 - [UAVを用いた公共測量マニュアル\(案\)の概要](#) (185KB)

本マニュアルにおいては、数値地形図データを作成するための測量手法である「UAVを用いた空中写真測量」と、三次元点群データを作成するための測量手法である「UAVを用いた空中写真による三次元点群測量」を規定しています。



UAVを用いた空中写真測量



UAVを用いた空中写真による三次元点群測量

「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」は、UAVを安全に運航して測量作業を円滑に実施するために、作業機関が遵守すべきルール等を定めています。作業機関は、この安全基準(案)に沿ってUAVを用いた測量作業を行うことで、事故等の発生にいたる事象を減らすことや、万一が事故が発生した場合に生じる損害を軽減させることが期待されます。

この安全基準(案)は、UAVを用いた測量作業における安全確保の1つの考え方を示したものであり、作業機関は必ずしも全ての内容を遵守しなければならないものではありませんが、安全に測量作業を行うため、この安全基準(案)の内容を参考に、測量計画機関と十分に協議を行い、作業を行う必要があります。

- [公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準\(案\)](#) (1,684KB) 平成28年3月30日制定
 - [公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準\(案\)の概要](#) (180KB)
 - [本安全基準\(案\)で定める作業体制](#) (149KB)



安全基準(案)の関連リンク集

- [無人航空機\(ドローン・ラジコン機等\)の飛行ルール](#)
国土交通省航空局のWebページ。無人航空機に関する説明、ルール、許可・承認の申請手続きの方法などが記述されている。
- [無人航空機\(ドローン・ラジコン機等\)の安全な飛行のためのガイドライン](#)
国土交通省航空局が示す、安全な運航のための基本的なガイドライン
- [無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領](#)
国土交通省航空局による、航空法に基づいて国土交通大臣の許可や承認を得る際の申請方法や申請書の記述内容、許可等を得る条件等を示した審査要領。
- [無人航空機\(ドローン・ラジコン機等\)の飛行に関するQ&A](#)
国土交通省航空局が示す、無人航空機の飛行に関するQ&A。用語や条件の定義や内容、遵守が必要な事項等が示されている。
- [小型無人機等飛行禁止法関係](#)
平成28年3月18日に公布され、4月7日から施行。
- [産業用無人航空機安全基準「小型固定翼機・無人地帯用【電動用】」](#)
日本産業用無人航空機協会(JUAV)が定めた安全基準。
- [測量調査に供する小型無人航空機を安全に運航するための手引き](#)
一般社団法人日本写真測量学会が取りまとめた安全運航のための手引き。
- [地理院地図\(DID地区\)](#)
国土地理院が提供する地図サービス(地理院地図)で、DIDの範囲を表示可能。
- [地理院地図\(空港等の周辺の空域\)](#)
国土地理院が提供する地図サービス(地理院地図)で、国土交通省航空局による「空港等の周辺の空域」の範囲を表示可能。
- [ドローン専用飛行支援地図サービス](#)
一般社団法人日本UAS産業振興協議会(JUIDA)が提供する、UAVの運航に関する様々な情報提供、Webサービス。

無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール

【最新情報】

(5月2日付け)

4月21日付け最新情報において記載している、熊本県阿蘇地域周辺における航空交通情報の提供は、5/1(日)をもって終了されたため、同地域を飛行させる場合における、当局への事前連絡は不要です。(航空法上の飛行ルールに抵触する場合は、別途当局への申請手続きが必要です)

○最新情報の一覧は[こちら](#)。

※許可・承認申請における注意点について

申請書は飛行開始予定日の少なくとも10日前(土日・祝日等を除く。)までに、申請内容に応じて、国土交通本省又は空港事務所にて不備等がない状態で提出して頂く必要がありますので、時間に余裕をもって申請して下さい。

急な空撮依頼への対応など、業務の都合上、飛行経路が決定してから飛行させるまでに手続きを行う期間が確保できない場合には、飛行場所の範囲や条件を記載することで飛行経路を特定せずに申請を行うことも可能です(空港等の周辺、150m以上の高さの空域、催し場所上空の飛行を除く)。申請にあたっては[こちらの](#)ページの申請書記載例を参照下さい。

1. 飛行ルールの対象となる機体

飛行ルールの対象となる機体について詳細は[こちら](#)

2. 無人航空機に係る航空法改正について

無人航空機の利用者の皆様は、以下に記載している無人航空機の飛行禁止空域や飛行の方法に関する同法のルール及び関係法令を遵守して無人航空機を飛行して下さい。また、無人航空機を飛行させる場合には、当該ルールの遵守に加えて、以下のガイドラインもご一読いただき、第三者に迷惑をかけることなく安全に飛行させることを心がけましょう。

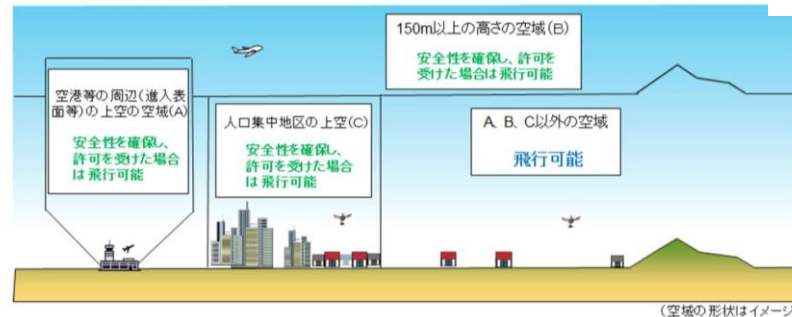
○ 無人航空機(ドローン、ラジコン機等)の安全な飛行のためのガイドライン

なお、無人航空機の飛行や改正航空法の解釈について不明な点がございましたら、「4. 改正航空法に関するよくあるご質問」の「[無人航空機に関するQ&A](#)」や「[無人航空機に係る規制の運用における解釈について](#)」もご活用下さい。

※航空法に定めるルールに違反した場合には、50万円以下の罰金が科せられますので、ご注意ください。

(1) 無人航空機の飛行の許可が必要となる空域について

以下の(A)~(C)の空域のように、航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、国土交通大臣の許可を受ける必要があります。



具体的な許可が必要となる空域など詳細については[こちら](#)

※ 各空港等の周辺に設定されている進入表面等の大まかな位置や人口集中地区の範囲を記載した地図については、地理院地図においても確認可能です。

○ 国土地理院「[地理院地図](#)」

(2) 無人航空機の飛行の方法

飛行させる場所に関わらず、無人航空機を飛行させる場合には、

- [1] 日中(日出から日没まで)に飛行させること
- [2] 目視(直接肉眼による)範囲内で無人航空機とその周囲を常時監視して飛行させること
- [3] 人(第三者)又は物件(第三者の建物、自動車など)との間に30m以上の距離を保って飛行させること
- [4] 祭礼、縁日など多数の人が集まる催しの上空で飛行させないこと
- [5] 爆発物など危険物を輸送しないこと
- [6] 無人航空機から物を投下しないこと

といったルールを守っていただく必要があります。

上記のルールによらずに無人航空機を飛行させようとする場合には、あらかじめ、国土交通大臣の承認を受ける必要があります。

<承認が必要となる飛行の方法>



※捜索又は救助のための特例について

上記の(1)及び(2)の飛行ルールについては、事故や災害時に、国や地方公共団体、また、これらの者の依頼を受けた者が捜索又は救助を行うために無人航空機を飛行させる場合については、適用されないこととなっています。

一方、本特例が適用された場合であっても、航空機の航行の安全や地上の人等の安全が損なわれないよう、必要な安全確保を自主的に行う必要があることから、当該安全確保の方法として、以下の運用ガイドラインを当局として定めていますので、特例が適用される機関や者については、本運用ガイドラインを参照しつつ、必要な安全確保を行うようして下さい。

【参考】 UAVの計測性能

- 地上画素寸法の確認方法の例

- 使用するカメラ デジタル一眼レフ / レンズ 焦点距離16mm

飛行高度 H=50mの場合

$$L = 50\text{m} / 16\text{mm} \times (2430 / 2470 \times 23.5\text{mm}) = 72.248\text{m} / 6030\text{画素} = 12.0\text{mm} > 10\text{mm} \text{ OUT}$$

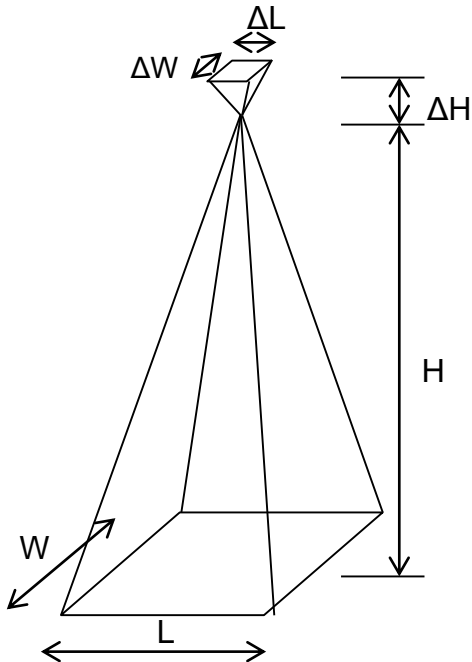
$$W = 50\text{m} / 16\text{mm} \times (2430 / 2470 \times 15.6\text{mm}) = 47.960\text{m} / 4030\text{画素} = 11.9\text{mm} > 10\text{mm} \text{ OUT}$$

- 使用するカメラ デジタル一眼レフ / レンズ 焦点距離24mm

飛行高度 H=50mの場合

$$L = 50\text{m} / 24\text{mm} \times (2430 / 2470 \times 23.5\text{mm}) = 48.165\text{m} / 6030\text{画素} = 8.0\text{mm} < 10\text{mm} \text{ OK}$$

$$W = 50\text{m} / 24\text{mm} \times (2430 / 2470 \times 15.6\text{mm}) = 31.973\text{m} / 4030\text{画素} = 7.9\text{mm} < 10\text{mm} \text{ OK}$$



カメラカタログ(例)

撮影素子寸法	23.5mm × 15.6mm
カメラ有効画素数	約2430万画素 6030 × 4030 = 2430万画素
総画素数	約2470万画素

【地形モデルの計測手法】

地形モデルの計測手法は、方式の違い、撮影高度の違い等から、1回の計測、撮影等により行われる際の計測精度、面的な密度及び計測可能範囲に違いがある。また、走行・飛行等に伴う燃料やバッテリー、経済性などの制約により、以下に示すような守備範囲と特徴を持つ。

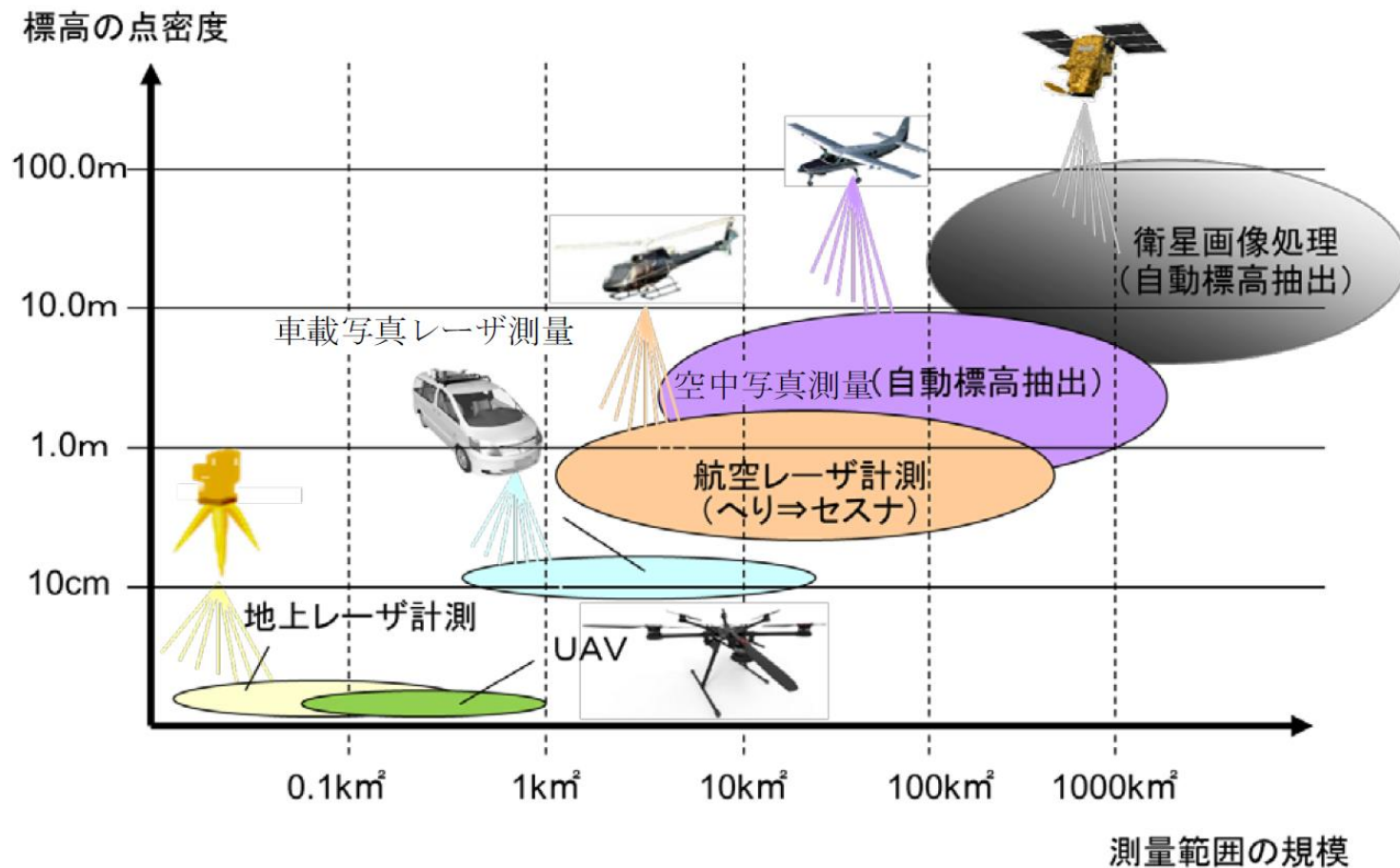


図 3次元の面的な計測手法の点密度と守備範囲

【参考】地形モデルの計測手法の守備範囲と特徴

【地形モデル計測手法の特徴】

地形モデル計測手法		適応性／点密度	計測制限など特記事項
地上レーザ計測		局地的範囲に対応 点密度2～5cm	現地に立ち入れない区域は計測できないが、急傾斜地を対象にした河川対岸部は、データ取得可能。
UAV	写真測量	局地的範囲に対応 点密度1～2cm	橋梁下部工など高架橋下も計測可能。 強風時は計測成果に影響が出る。また、太陽光の影響を受ける。 DSM*1のみでDTM*2は取得できないが、レーザによる場合には、草木がある程度ある場合でも地面の計測が可能となり、DSM*1とDTM*2の双方の標高モデルが取得可能。
	レーザ測量	局地的範囲に対応 点密度2～10cm	橋梁下部工など高架橋下も計測可能。 強風時は計測成果に影響が出る。 草木がある程度ある場合でも地面の計測が可能となり、DSM*1とDTM*2の双方の標高モデルが取得可能。
車載写真レーザ測量		路線計測範囲に対応 点密度10cm程度	車両が進入できない範囲は計測できない反面、トンネル内部の道路形状を取得できる。
航空レーザ測量		広域的範囲に対応 点密度50cm～1m	高架橋下、トンネル内は取得できない。 DSM*1とDTM*2の双方の標高モデルが取得可能。
空中写真測量 (自動標高抽出)		広域的範囲に対応 点密度50cm～1m	高架橋下、トンネル内は取得できない。 DSM*1のみでDTM*2は取得できない。
衛星画像処理		地球的範囲に対応 密度・精度は相応	高架橋下、トンネル内は取得できない。 DSM*1のみ。局所的な利用には不向き。

*1DSM(Digital Surface Model): 数値表層モデル(建物や樹木の高さを含んだ地表モデル)

*2DTM(Digital Terrain Model): 数値地形モデル(建物や樹木の高さを取り除いた地表モデル)