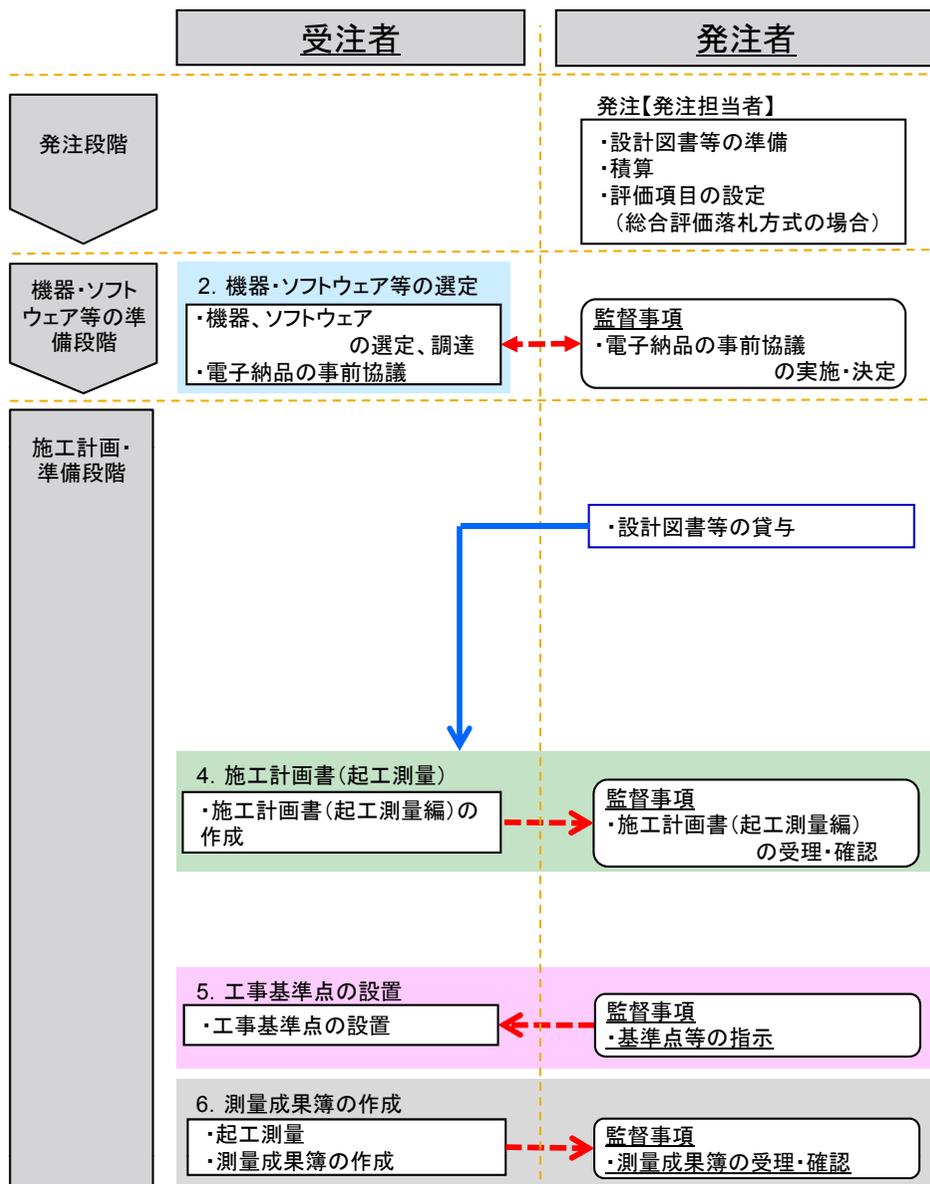


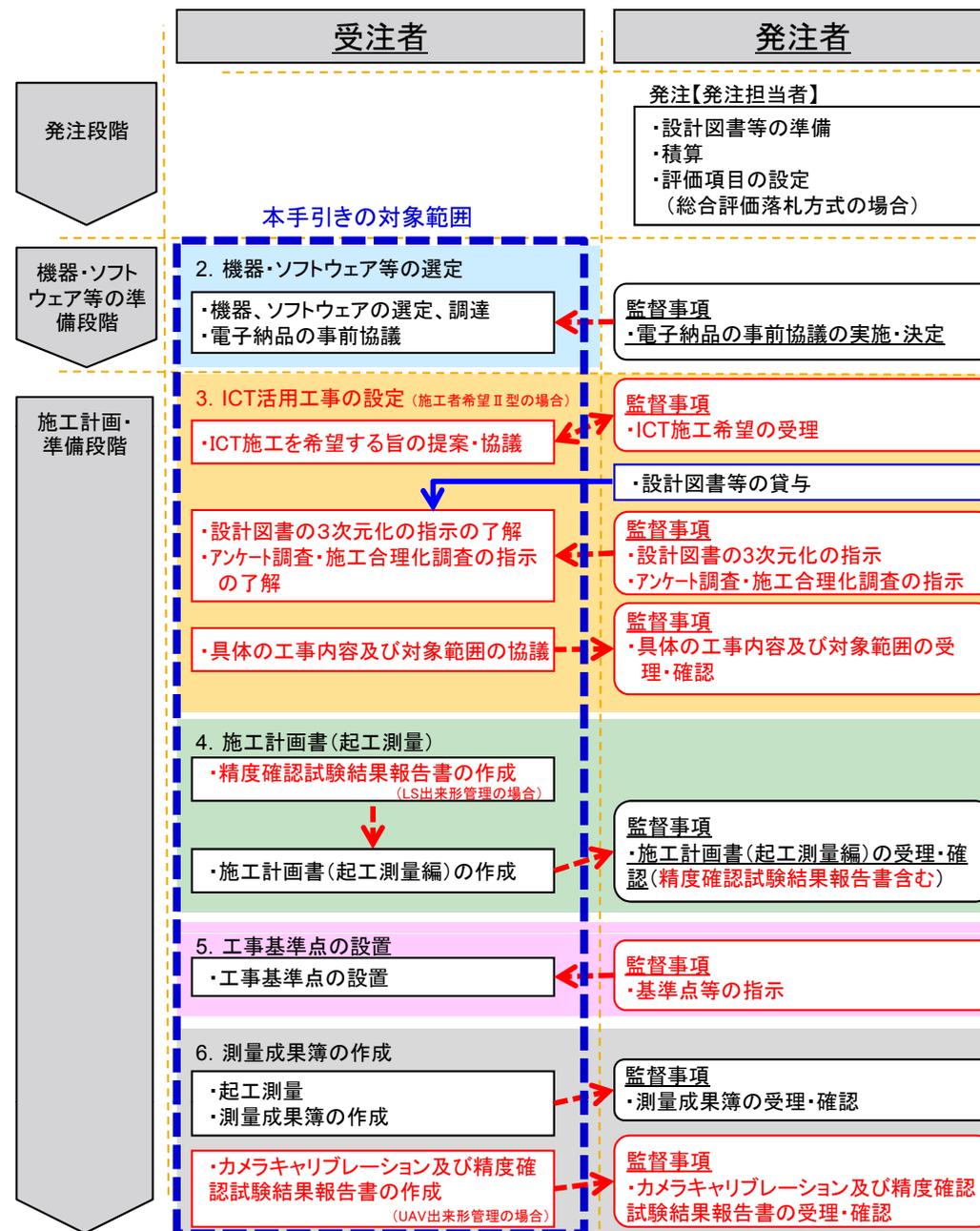
ICT活用工事の流れ

情報化施工の対象工事(従来)

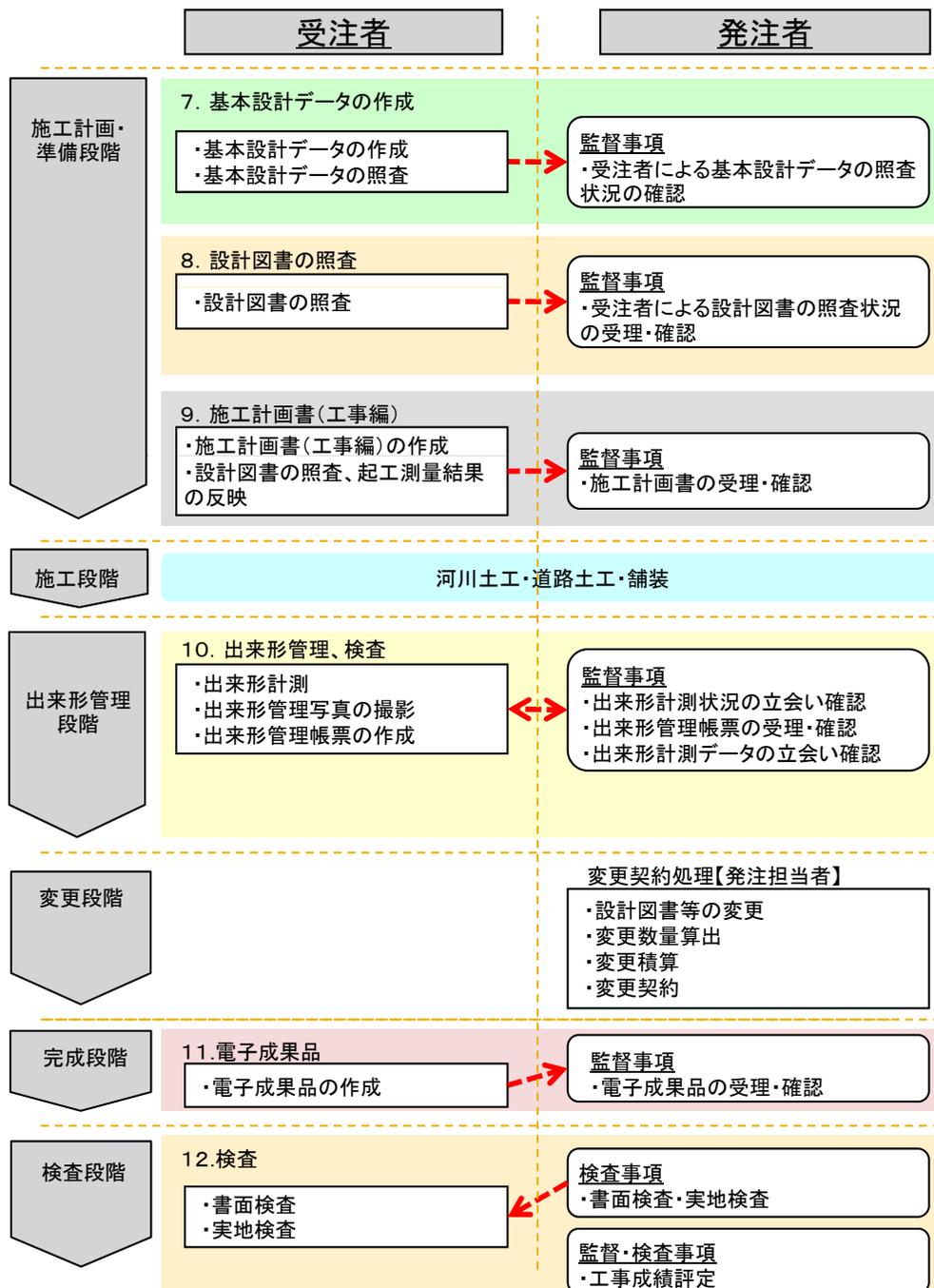


注)
 UAV出来形管理: 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)
 LS出来形管理: レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)

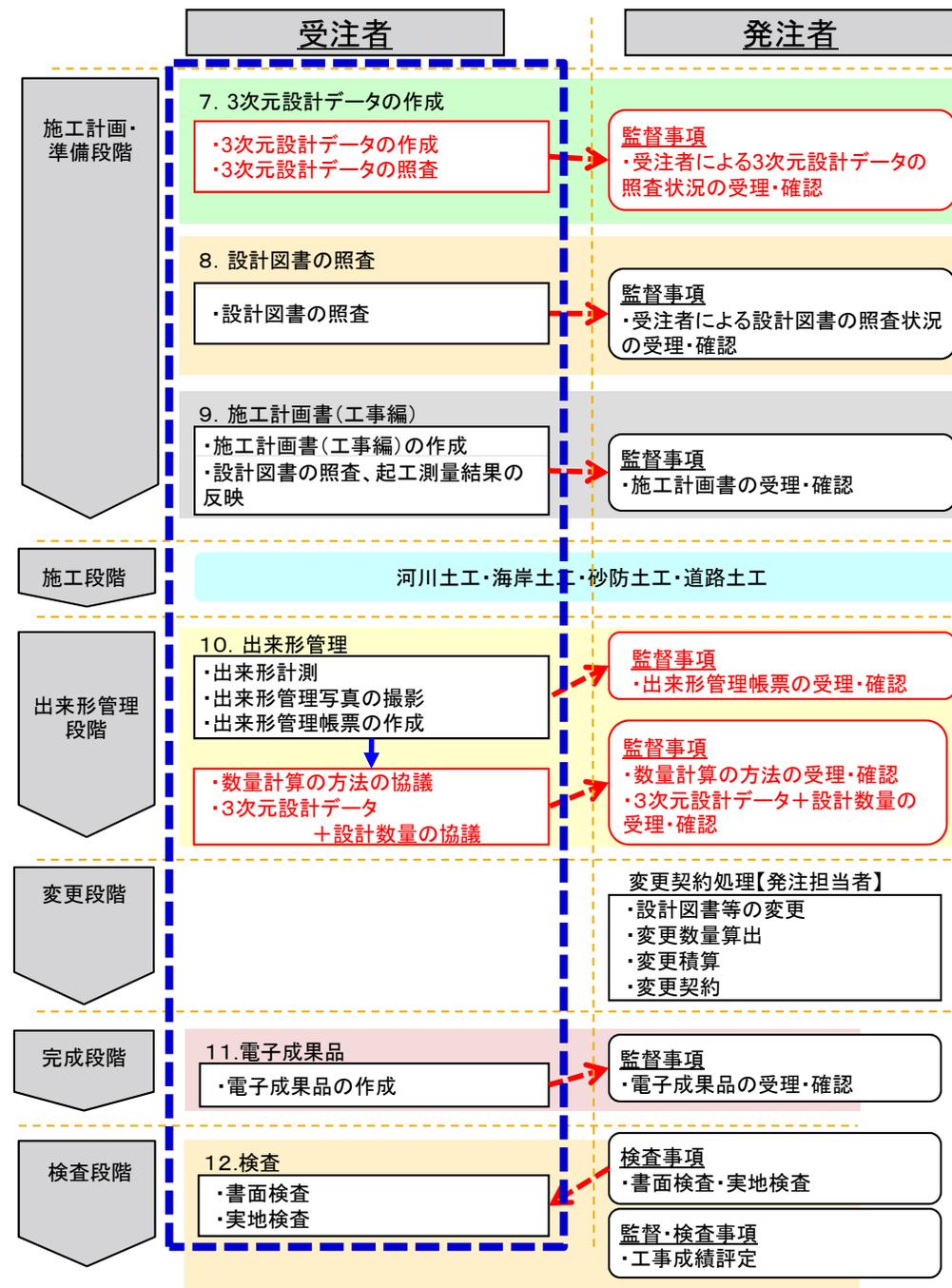
ICT活用工事の対象工事(今回)



情報化施工の対象工事(従来)



ICT活用工事の対象工事(今回)

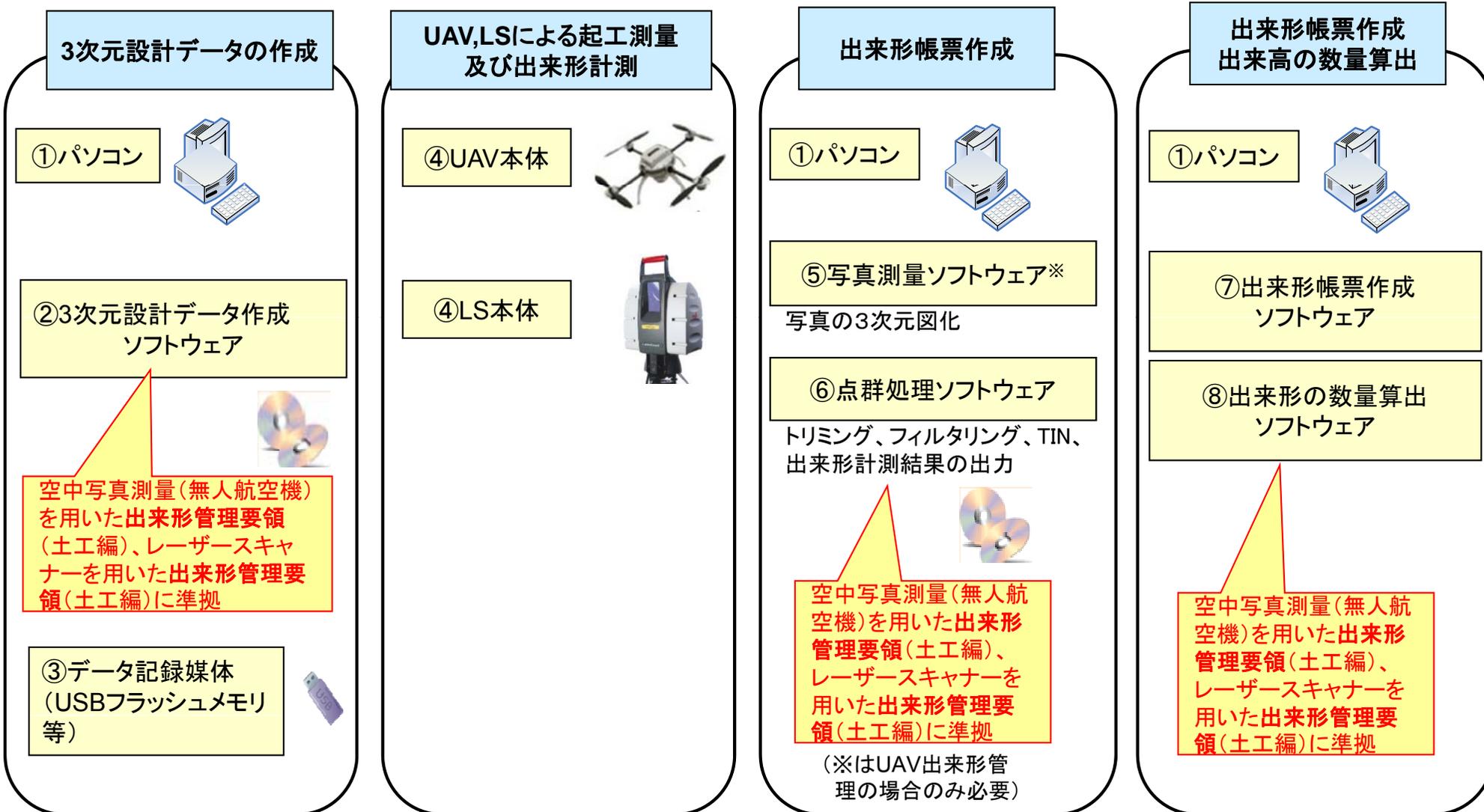


機器・ソフトウェア等の選定の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機器構成、仕様の確認</div>	・必要な機器構成、仕様の確認	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機器・ソフトウェアの選定・調達</div>	・必要な機能の取捨選択	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">電子納品の事前協議</div>	・電子納品の事前協議の作成	電子納品の事前協議の実施・決定

- ▶ UAVやLSを用いた出来形管理に必要な機器・ソフトウェアは、「UAV」・「LS」・「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を確保します。
- ▶ 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します。
- ▶ 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に確認します。
- ▶ 電子納品及び電子検査を円滑に行うため、**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。

機器構成、仕様確認時の留意点



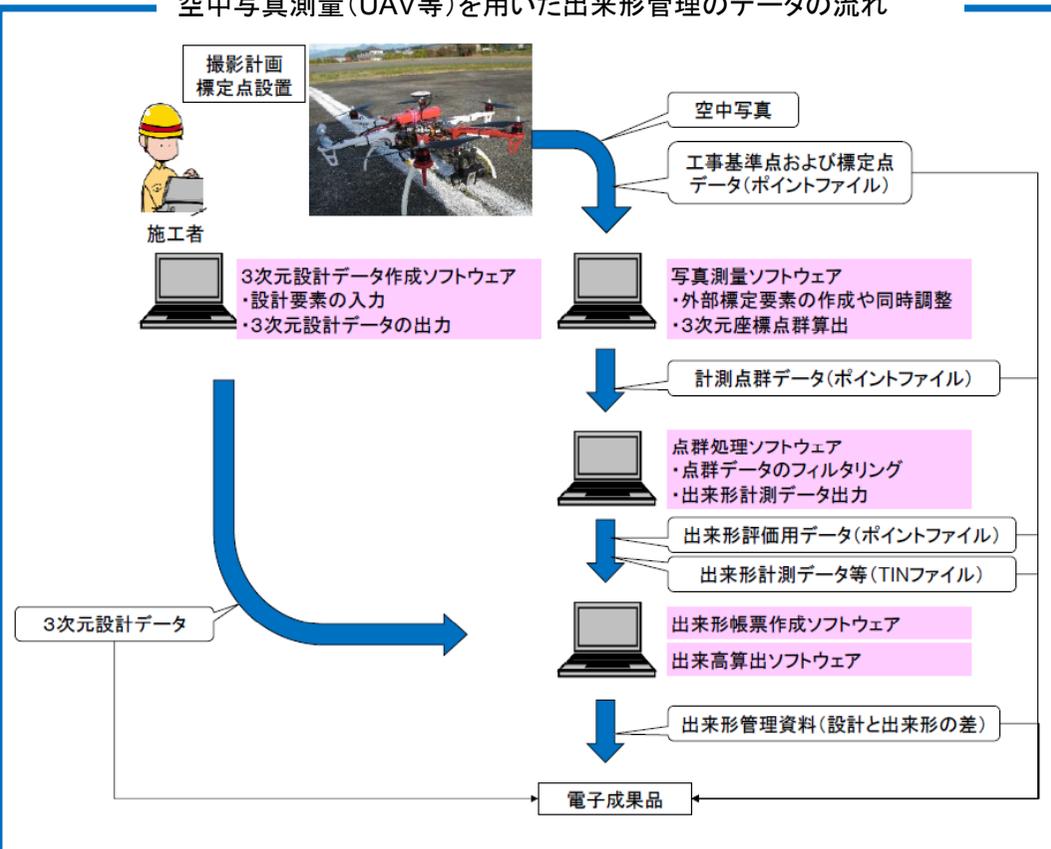
UAVの公共測量マニュアルでは
 ⑤三次元形状復元
 ⑥数値編集、三次元点群データファイルの作成

OCF (Open CIM Forum)においてLandXML対応ソフトウェアの情報を掲載しておりますので参考にして下さい。

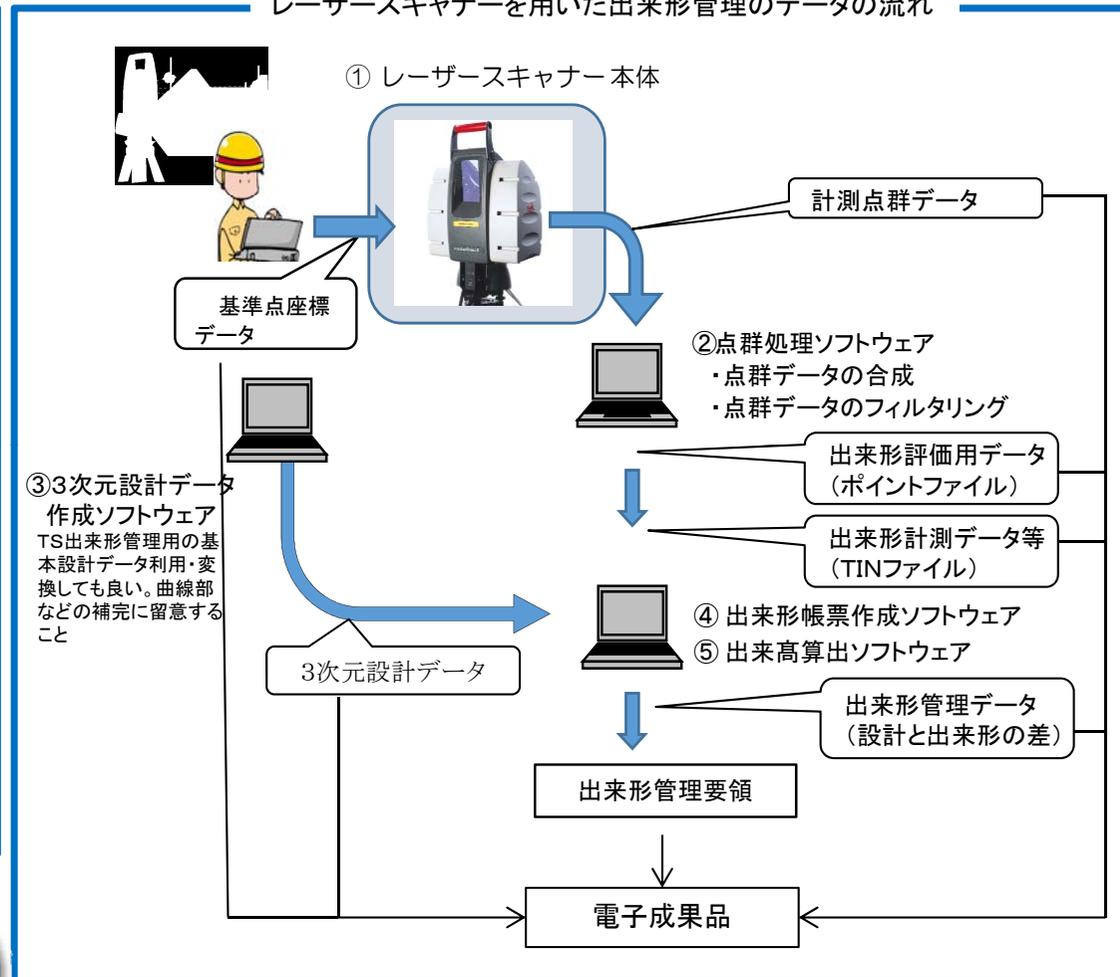
<http://www.ocf.or.jp/cim/LandList.shtml>

起工測量並びに出来形管理のデータの流れの留意点

空中写真測量(UAV等)を用いた出来形管理のデータの流れ



レーザースキャナーを用いた出来形管理のデータの流れ



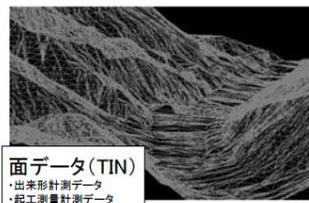
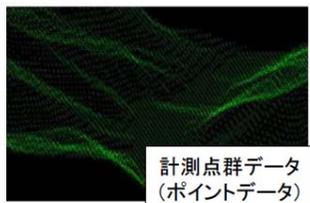
ワンポイント

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



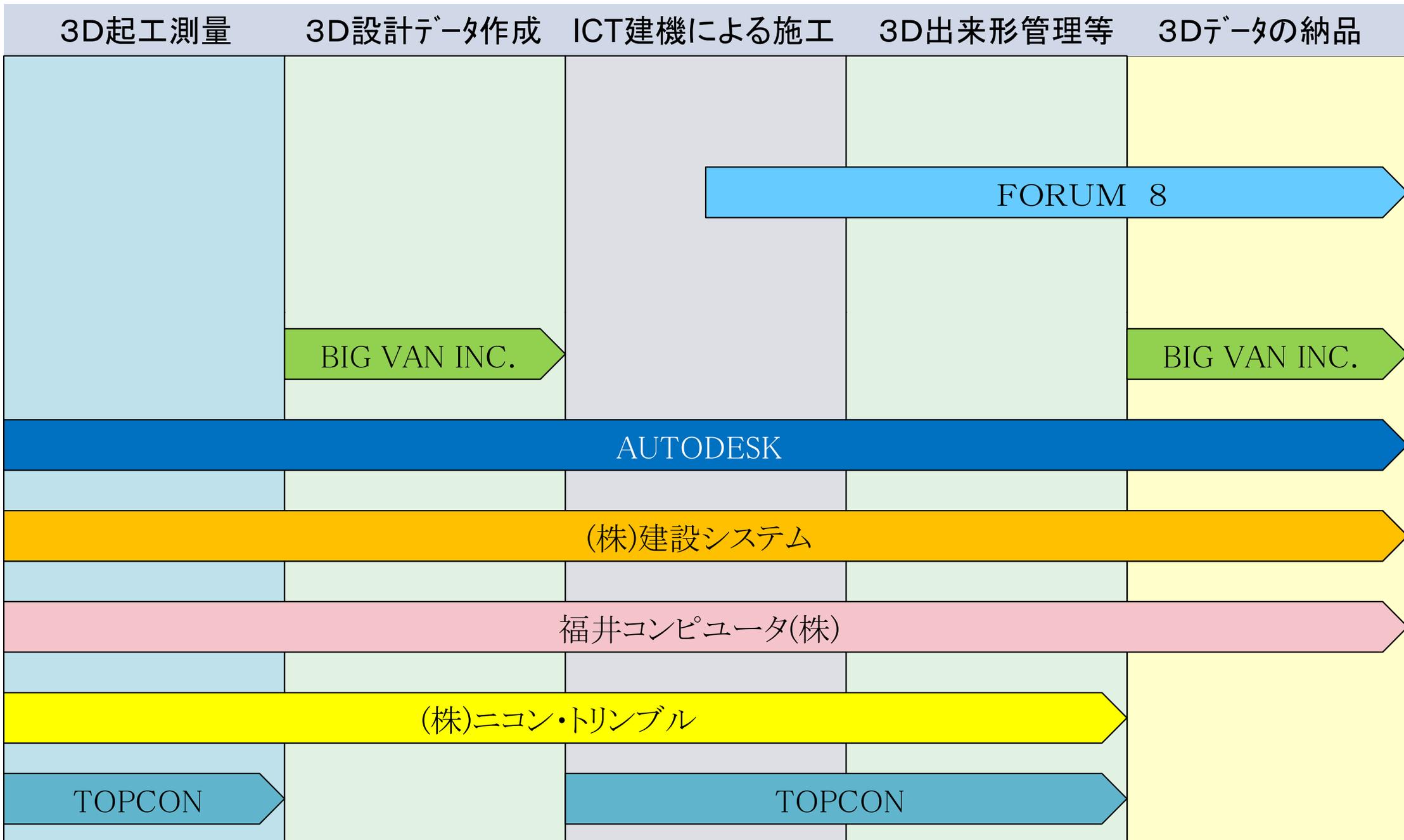
■ 測量・設計段階に対応したソフトウェア

測量	概略設計	予備設計	詳細設計
	 (株)エムティシー		
	 FORUM 8		
	 川田テクノシステム		
	 BIG VAN INC.	 BIG VAN INC.	 BIG VAN INC.
	 AUTODESK		
	 福井コンピュータ(株)		
 (株)ニコン・トリンプル			
 TOPCON			

※H28.11.2 OCF CIMセミナー2016より

2-1②.機器・ソフトウェア等の選定・調達

■ 施工段階に対応したソフトウェア



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
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次元化の指示の了解		・設計図書の3次元化の指示 起工測量(UAV、LS、その他) 3次元設計データ(3次元設計データがない場合)
アンケート調査・施工合理化調査の指示の了解		・アンケート調査・施工合理化調査の指示
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

- ▶ 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希望する旨の書類を作成し、協議します。**発注者はその内容を確認**します。
- ▶ ICT活用工事では、契約した設計図書が3次元化していない場合は、契約後に**発注者より3次元の設計図書を作成する指示**があります。
- ▶ ICT活用工事では、ICT活用工事の活用効果等に関するアンケート調査や施工合理化調査の実施を指示される場合があります。
- ▶ 発注者指定型、施工者希望Ⅰ型及び、ICT施工を実施することとなった施工者希望Ⅱ型のICT活用工事では、ICT活用の具体の工事内容と対象範囲を記載した書類を作成し、協議します。

【施工協議】

- 施工者希望Ⅱ型の工事で契約した場合、受注者はICT施工の意志が有る場合に、契約後から施工計画書の提出までの間にICT施工を希望する旨の協議をします。
- 協議する場合はICT活用計画書を添付します。

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4月1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) 添付のICT活用計画書のとおりICTを活用して土工の施工を実施したいので協議願います。													
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 [] 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活用計画書(例)

別紙-1 ICT活用計画書			
(工事名:〇〇〇〇工事)			
会社名:〇〇〇〇建設(株)			
当該工事において活用する技術について、「採用技術番号」欄に該当建設生産プロセスの作業内容ごとに採用する技術番号を記載する。また、建設生産プロセスの各段階において、現場条件によりICTによる施工が適当でない箇所を除く土工施工範囲の全てで活用する場合は、左端のチェック欄に「■」と記入する。			
建設生産プロセスの段階	作業内容	採用する技術番号	技術番号・技術名
■ ①3次元起工測量	/	1	1 空中写真測量(無人航空機)による起工測量 2 レーザースキャナーによる起工測量 3 その他の3次元計測技術による起工測量
■ ②3次元設計データ作成	/	/	※3次元出来形管理に用いる3次元設計データの作成であり、ICT建設機械にのみ用いる3次元設計データは含まない。
■ ③ICT建設機械による施工 ※当該工事に含まれる右記作業の全てで活用する場合に「■」と記入	■ 掘削工	1	1 3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 2 3次元マシンコントロール(バックホウ)技術 3 3次元マシンガイダンス(ブルドーザ)技術 4 3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術
	□ 盛土工		
	■ 路体盛土工	1	
	■ 路床盛土工	1	
	■ 法面整形工	4	
■ ④3次元出来形管理等の施工管理 ※同上	■ 出来形	2	1 空中写真測量(無人航空機)による出来形管理技術(土工) 2 レーザースキャナーによる出来形管理技術(土工) 3 その他の3次元計測技術による出来形管理技術(土工)
	■ 品質	4	4 TS・GNSSによる締固め回数管理技術(土工)
■ ⑤3次元データの納品	/	/	
注1) ICT活用工事の詳細については、特記仕様書によるものとする。			

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

本手続き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データの作成準備 必要な設計図書の手入 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計図面(線形計算書・平面図・縦断面図・横断面図)の貸与 ・3次元設計データの貸与 ※3次元設計データを発注者から提供する場合のみ
(LS起工測量の場合) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">精度確認試験結果報告書の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・精度確認試験結果報告書の作成 (LS起工測量の場合) 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">施工計画書(起工測量編)の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工計画書(起工測量編)の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工計画書(起工測量編)の確認・受理(精度確認試験結果報告書含む)

- ▶ 受注者は3次元設計データの作成に必要な設計図書(2次元設計の電子データ)を入手します。
- ▶ レーザースキャナ(LS)を使って起工測量を行う場合は、精度確認試験を実施して結果報告書を作成します。
- ▶ UAVを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAV及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、撮影計画(空中写真の撮影コース及び重複度等)を記載します。
- ▶ LSを使って起工測量を行う場合は、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)を記載します。
- ▶ 施工計画書には、使用するシステムの機能および精度が要領に準拠していることを確認できる資料(メーカーカタログ等)を添付します。

4-1.UAVによる起工測量の場合

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

◆ UAV

- ▶ 「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」許可要件に準じた飛行マニュアルを施工計画書の添付資料として提出します。
- ▶ UAVの保守点検記録を添付します。

◆ 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を添付します。

- ・計測性能：地上画素寸法が2cm／画素以内※
- ・測定精度：±10cm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出来る

※起工測量の計測性能です

◆ 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を、施工計画書に添付します。

添付する書類

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

カタログ(例)

デジタルカメラのカタログ

一般仕様	
型式	フラッシュ内蔵レンズ交換式デジタルカメラ
仕様レンズ	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2,430万画素
総画素数	約2,470万画素
静止画記録	
画像ファイル形式	JPEG、RAW
記録画素数	6,000×4,000(2,400万画素)
画質モード	RAW、JPEGファイン、JPEGスタンダード

ソフトウェアのカタログ

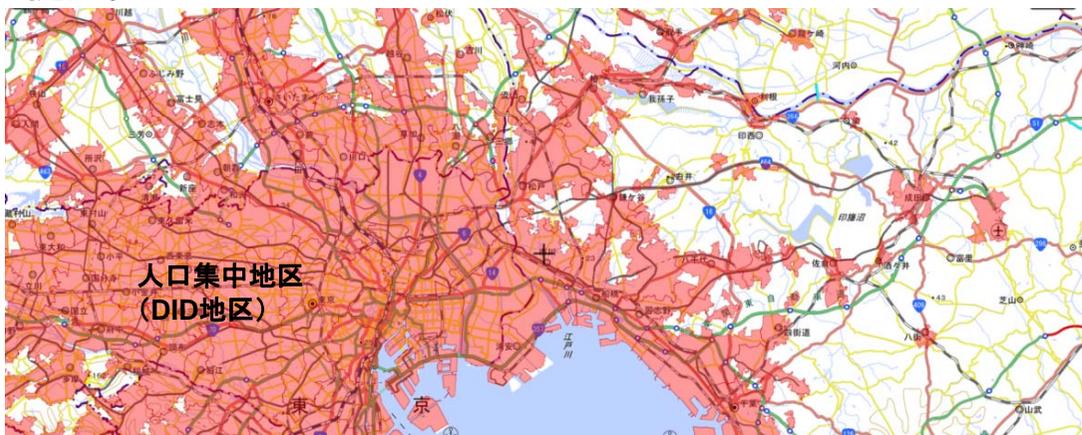


チェックポイント

飛行／撮影計画(申請)

飛行許可が必要となる空域か

必要となる場合は、許可申請書を作成し、国土交通省航空局に提出。

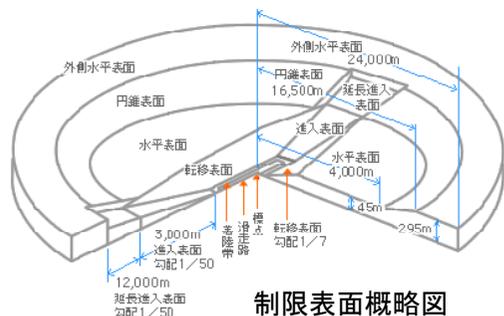


平成22年の国勢調査結果による人口集中地区の上空(出展:地理院地図)

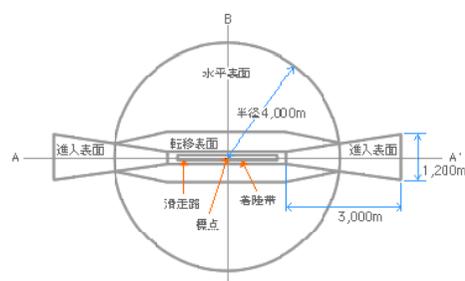
撮影区域が人口密集区域で無い場合でも周囲が人口集中地区の場合、UAVが風に流されたり不慮の事故が起きた場合を考慮すること。

制限空域か

空港周辺では航空機が安全に離着陸を行うために設定された空域を制限空域といい、UAVもこの空域より高い飛行は禁止。



制限表面概略図



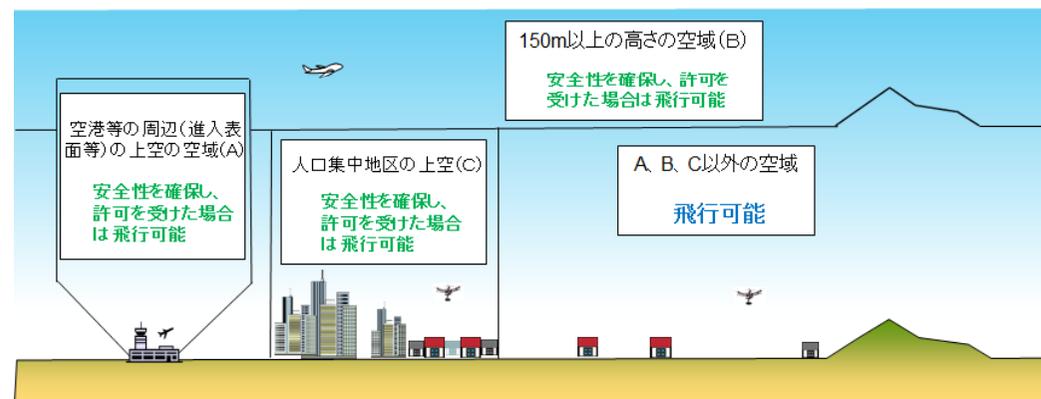
制限表面の平面概略図

出展 国土交通省東京航空局WEBサイト
<http://www.cab.mlit.go.jp/tcab/info/02.html>

飛行許可が必要となる空域とは

- (A) 150m以上の高さの空域
- (B) 空港等の周辺(進入表面等)の上空の空域
- (C) 人口集中地区の上空

→上記に該当する項目がある場合は**飛行許可が必要**。
 →上記のいずれにも該当しない場合は**飛行可能**。



出展: 国土交通省航空局WEBサイト

(空域の形状はイメージ)

(様式1)

平成 年 月 日

無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書

殿

氏名
 及び住所
 (連絡先)

印

航空法(昭和27年法律第231号)第132条ただし書の規定による許可及び同法第132条の2ただし書の規定による承認を受けたいので、下記のとおり申請します。

飛行の目的	<input type="checkbox"/> 空撮	<input type="checkbox"/> 報道取材	<input type="checkbox"/> 警備	<input type="checkbox"/> 農林水産業	<input type="checkbox"/> 測量
	<input type="checkbox"/> 環境調査	<input type="checkbox"/> 設備メンテナンス	<input type="checkbox"/> インフラ点検・保守		
	<input type="checkbox"/> 資材管理	<input type="checkbox"/> 輸送・宅配	<input type="checkbox"/> 自然観測	<input type="checkbox"/> 事故・災害対応等	
	<input type="checkbox"/> 趣味 <input type="checkbox"/> その他()				

許可承認手続(国土交通省航空局)

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000042.html

4-1.UAVによる起工測量の場合

飛行計画の留意点

- ▶ 空中写真測量の撮影コース及び重複度を記載します。
- ▶ 起工測量に利用する空中写真測量(UAV)については、以下の項目に留意し、撮影計画を作成し、施工計画書に添付します。

施工計画書に必要な項目

- 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。
- 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考慮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(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。

対地高度50m程度というのは目安であり、重要なのは地上画素寸法が確保出来る高度であること

撮影計画の例

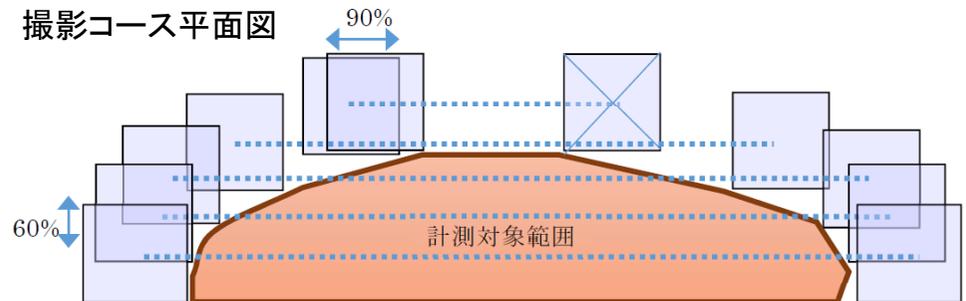
- 撮影計画
- 1) 撮影方法
 - 2) 計測性能
 - 3) 安全管理

地上画素数	2cm/1画素(カメラ画素数(2400万画素)で飛行高度50mの場合)
-------	-------------------------------------

出来形計測の場合は1cm/画素以内(出来形管理要領)



空中写真の重複度



空中写真の重複度は、三次元点群データの要求精度にかかわらず同一コース内の隣接空中写真間で90%以上、隣接コースの空中写真間で60%以上と規定されています。

【標定点・検証点の配置】

標定点を施工範囲を参考に撮影範囲を取り囲むように配置し、GNSS測量機器等を用いて標定点上に標定点や検証点を設置する。

【飛行計画作成】

標定点等の配置計画を基にUAVの飛行経路を計画する。飛行前に現地踏査を行い経路付近の建造物等を再確認し、必要に応じて計画修正する。

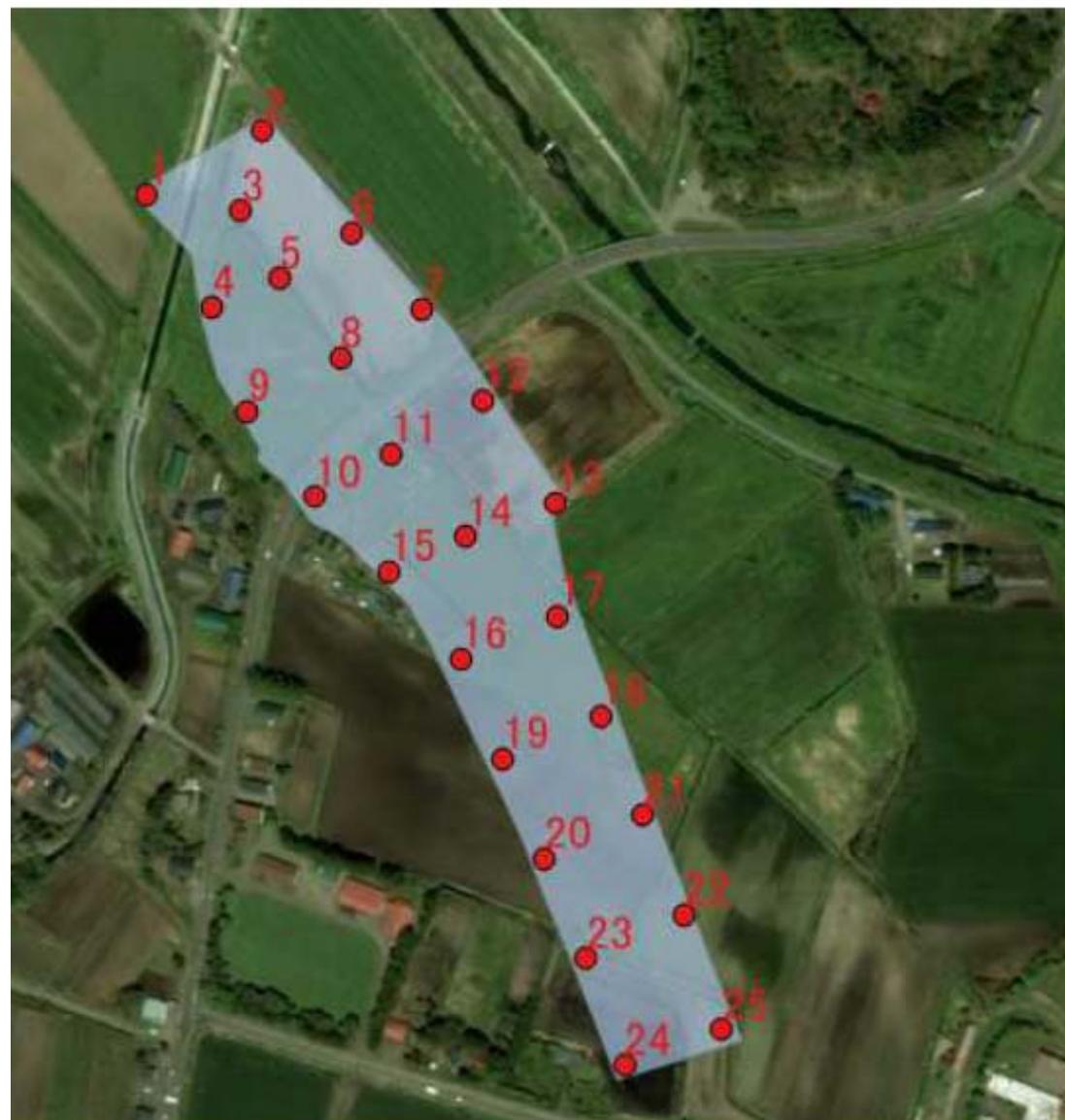


図1 標定点配置計画(例)

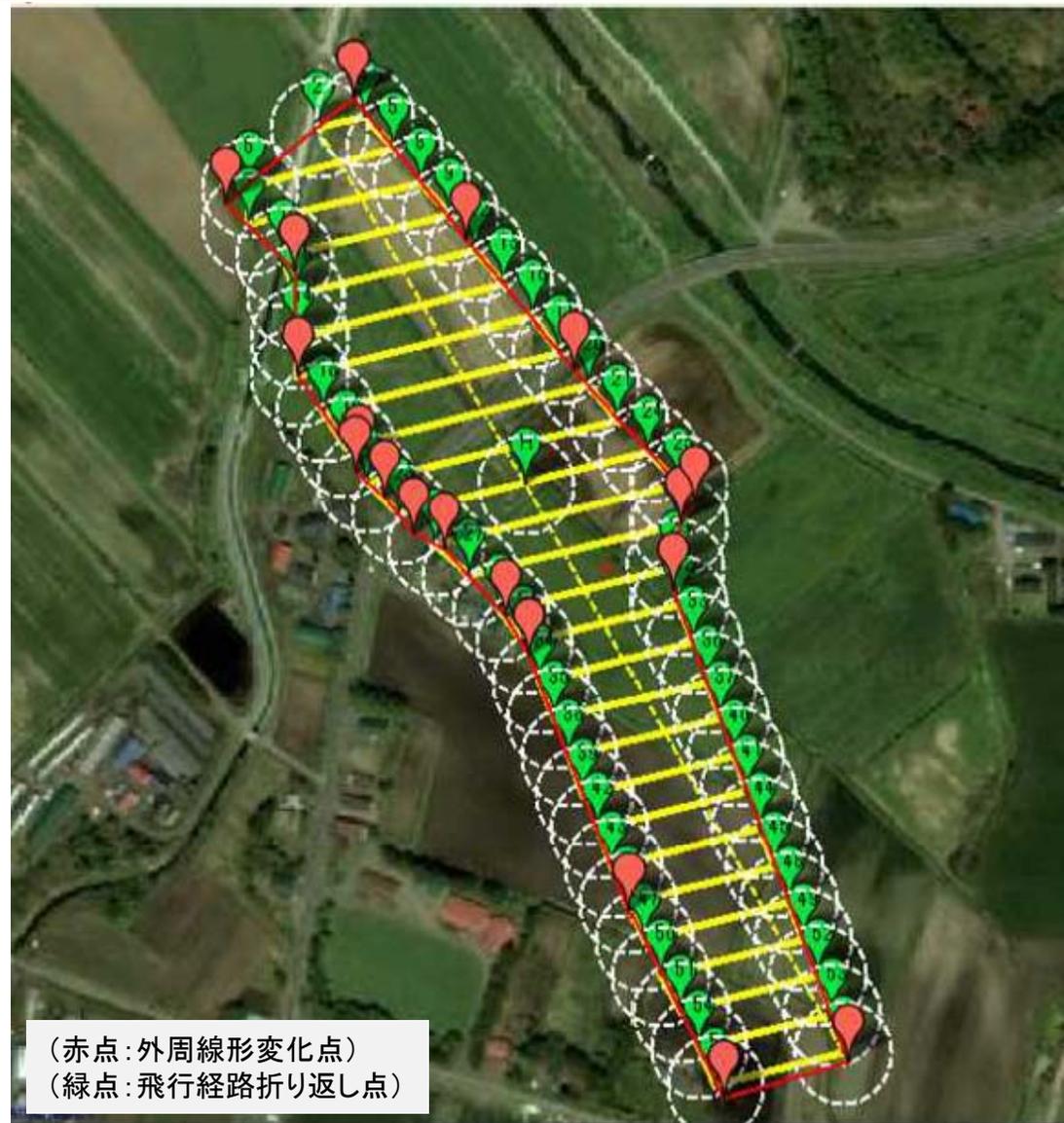


図2 飛行経路計画(例)

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

◆出来形管理用LS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±20 mm以内
(起工測量及び岩線確認に利用する場合は±100mm以内)
- ・色データ: 色データの取得が可能なこと
(点群処理時に目視による選別するために利用する)

◆ソフトウェア

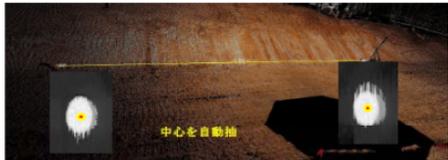
- ▶ 本出来形管理要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示す**メーカーカタログ**あるいは**ソフトウェア仕様書**を、**施工計画書**に添付します。

添付する書類

LS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
LS精度管理	メーカー推奨の定期点検 を実施
ソフトウェア	「 メーカーカタログ 」または「 ソフトウェア仕様書 」

精度確認試験結果報告書(例)

取得したデータの信頼度を担保します

精度確認の対象機器 メーカー : 株式会社 ABC 測定装置名称 : LS420 測定装置の製造番号 : R00891	写真 	①テープによる検査点の確認  計測方法 : <u>テープ</u> 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														
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) ■○○製 商品名 : ○○ □TS : 3級TS以上 □SS製 ○○(2級)	写真 	②LSによる確認  <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; font-size: small;"> <caption>3DLSによる既知点の点間距離 (L')</caption> <thead> <tr> <th></th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>点間距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1点目</td> <td>44044.700</td> <td>-11987.621</td> <td>17.870</td> <td rowspan="2">17.071m</td> </tr> <tr> <td>2点目</td> <td>44060.775</td> <td>-11993.355</td> <td>17.502</td> </tr> </tbody> </table>		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
	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													
測定記録 測定期日 : 平成21年2月18日 測定条件 : 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所 : (株) レーザ測量 社内 資材ヤードにて	写真 	③差の確認 (測定精度) 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)														

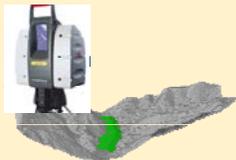
※計測前試験後6月以内

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。

5. 工事基準点の設置

工事基準点設置時の実施内容と解説事項

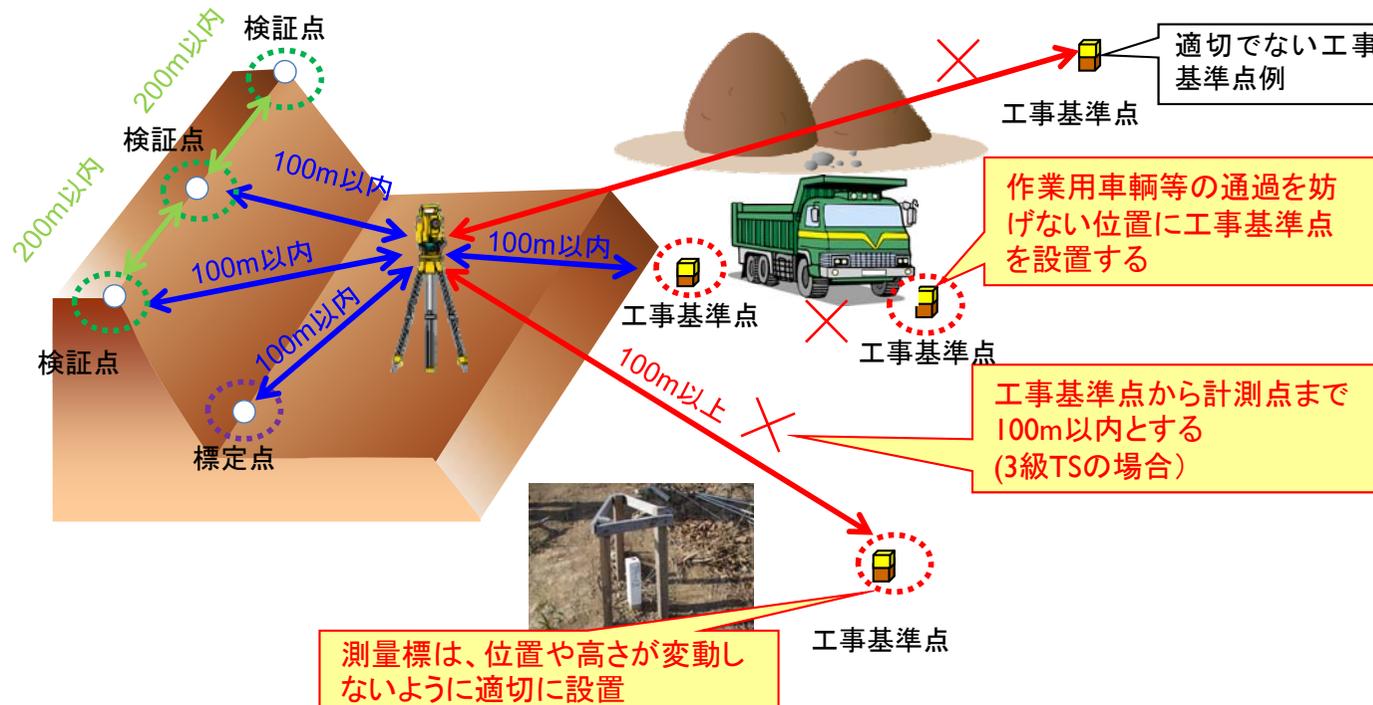
本手引き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容	
起工測量	<ul style="list-style-type: none"> ・既設の基準点の検測 ・現況地盤の確認 ・施工量の算出 ・工事基準点の設置 ・空中写真測量(UAV) ・LS測量 	<ul style="list-style-type: none"> ・基準点等の指示 	
↓			
工事基準点の設置			
↓			
面的な地形測量			

- ▶ 工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。
- ▶ UAVやLS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には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。
- ▶ 評定点を計測する場合は、基準点からTSまでの距離、評定点からTSまでの計測距離(斜距離)についての制限を、3級TSを利用する場合は100m以内(2級TSは150m)です。

5-1.UAVによる起工測量(出来形管理)を行う場合

工事基準点の設置時の留意点(UAV)



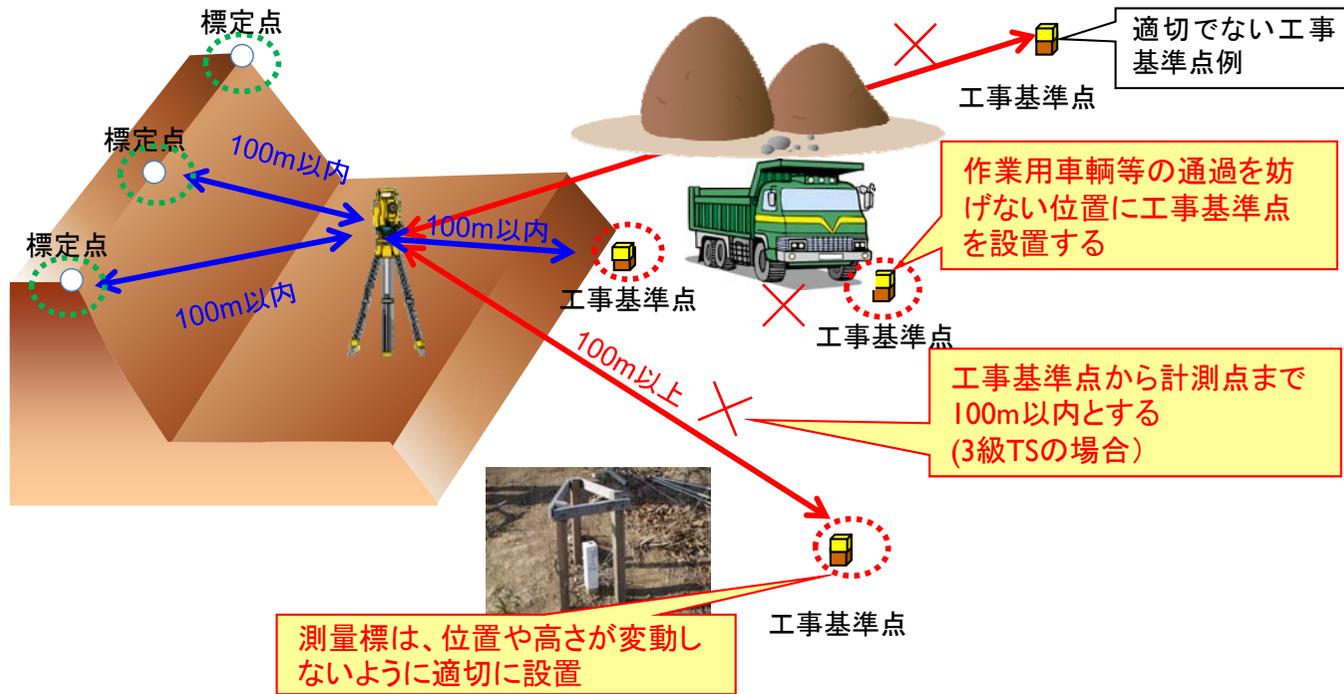
- ・UAVによる出来形管理では、出来形精度を確保するため、次の斜距離が3級TSを用いる場合で100m以内、2級TSを用いる場合で150m以内でなければならない。
 - (1)TSの設置位置から**工事基準点**までの距離(TS設置時)
 - (2)TSの設置位置から**標定点**までの距離
 - (3)TSの設置位置から**検証点**までの距離

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、工事基準点を配置します。

- ・検証点は、既設の基準点や工事基準点を用いても良い。
- ・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(LS)



・LS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**標定点**までの距離

留意点 LS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、工事基準点を配置します。

- ・LS本体にTSと同様にターゲット計測による後方交会法(P50参照)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。

測量成果簿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
起工測量 測量成果簿の作成	<ul style="list-style-type: none"> 起工測量 測量成果簿の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 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
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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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。
- ▶ UAVによる空中写真測量の場合には、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作成し提出が必要です。**

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空中写真測量(UAV)やLSを用いて実施します。
- ▶ 面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、設計形状を示す3次元設計データについて、監督職員との協議を行い、契約図書として位置付けます。
- ▶ 起工測量の測定精度は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。
(出来形計測時の測定精度はUAVは5cm以内、LSは2cm以内、計測密度は共に0.01m²(10cm×10cm)あたり1点以上)

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で補間することもできます。

ワンポイント

・UAVやLS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を作成します。

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を行う。

【測定精度】

- 起工測量 : 各座標値の較差 ±10cm以内
- 出来形計測 : 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

・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 2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	-11993.300	17.530

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	-11993.285	17.521

誤(測定精度)

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)

検証点の座標値較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	-0.020	-0.011	-0.020
2点目	-0.019	-0.005	-0.009

(最大) -0.020m (-20mm) 以内; 合格 (基準値20mm 以内)
 (最大) -0.011m (-11mm) 以内; 合格 (基準値20mm 以内)
 (最大) -0.020m (-20mm) 以内; 合格 (基準値20mm 以内)

工 事 名: _____ 平成 年 月 日

受注会社名: _____

作 成 者: _____ 印

カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書

・カメラキャリブレーションの実施記録

カメラキャリブレーション実施年月	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	(特) 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

実施時期

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

実施方法

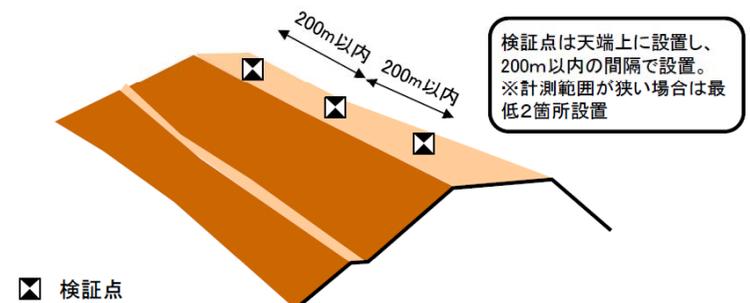
- 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標を計測します。

検証点の設置

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

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します。



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
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">3次元設計データの作成 または修正</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	・3次元設計データの作成	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">3次元設計データの照査</div>	・3次元設計データの照査	・3次元設計データの照査状況の確認

- ▶ 3次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、設計図書・基準点設置結果に基づき3次元設計データを作成します。
- ▶ 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。
- ▶ 面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、設計形状を示す3次元設計データについて、監督職員との協議を行い、契約図書として位置付けます(再掲)。

3次元設計データの作成手順とイメージ

作成手順

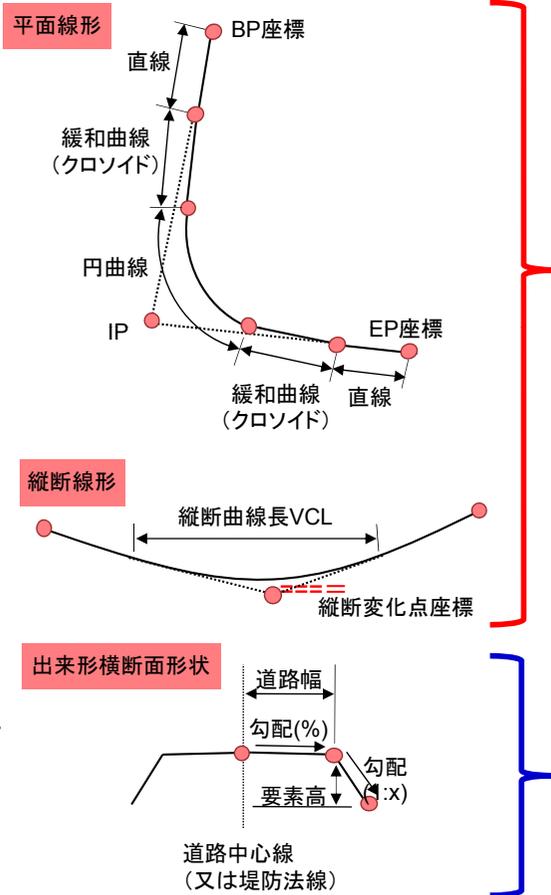
座標系入力

工事基準点入力

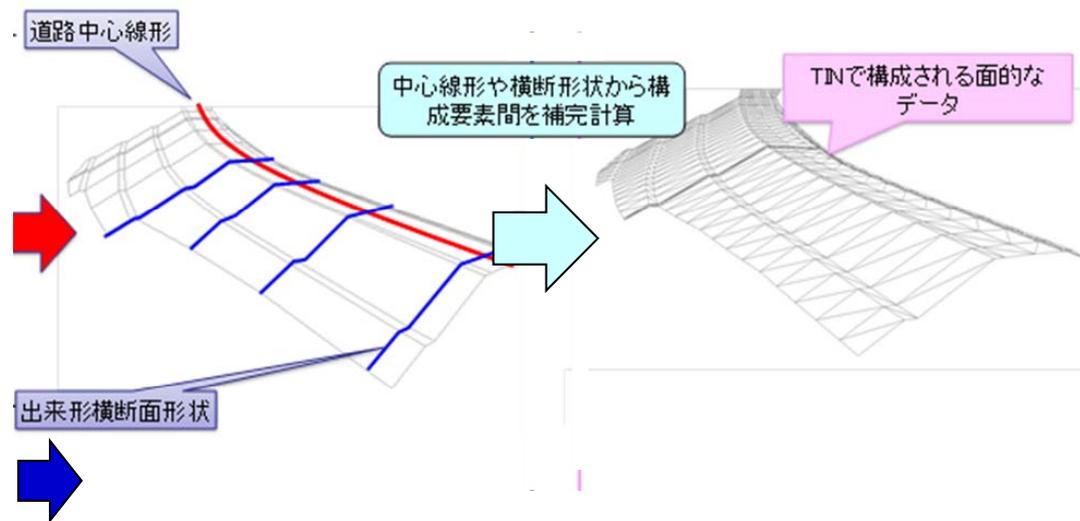
平面線形入力
(測点座標、曲線要素)

縦断線形入力
(勾配変化点要素)

出来形横断面形状入力
(出来形横断面要素)



3次元設計データイメージ



※作成方法の詳細は、次ページ以降を参照してください。
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)を用いた場合の例です。 <http://www.cmi.or.jp/johoka-inst/install.htm>

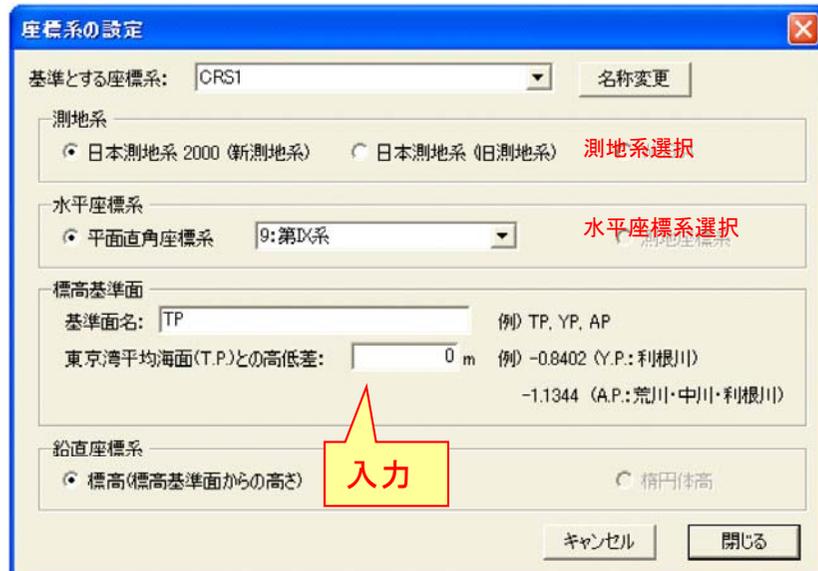
参考

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。



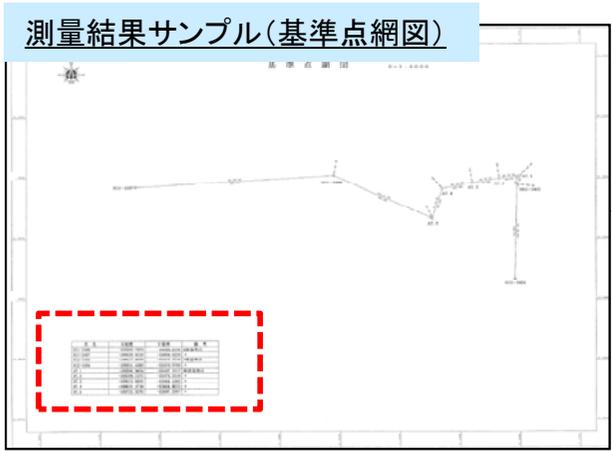
※以降、サンプル画面は、ICT設計データ変換ソフト((社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所)の画面を貼付

7-1.3次元設計データの作成

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)
 . . .



入力

入力画面サンプル

NO1 NO2 NO3 基準点の種類: 2級基準点
 X座標: 183.917 X座標
 Y座標: 28137.243 Y座標
 標高: 127. Z座標
 注記:

追加 削除
 名称変更

水準点
 T-1 T-2 T-3 水準点の種類:
 標高: 84.917 Z座標
 水準点の位置

X座標	Y座標
-83.917	28537.243

 注記: X座標 Y座標

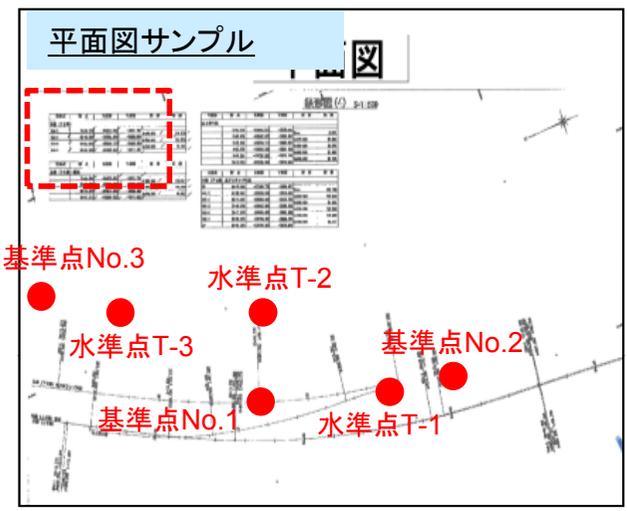
追加 削除
 名称変更

入力



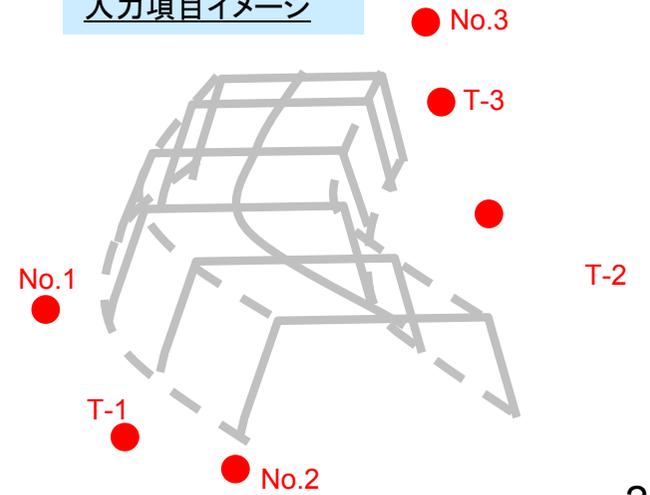
表示

工事基準点入力後画面(サンプル)



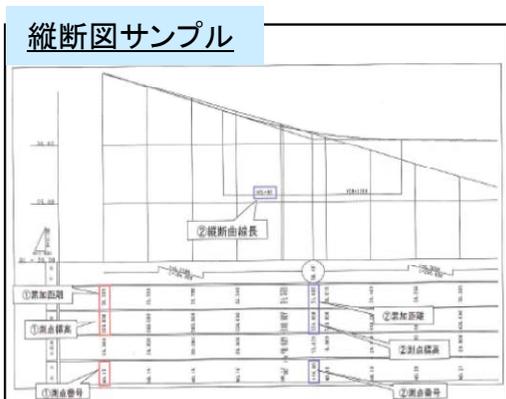
入力

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。



入力画面サンプル

縦断線形名: 縦断線形1

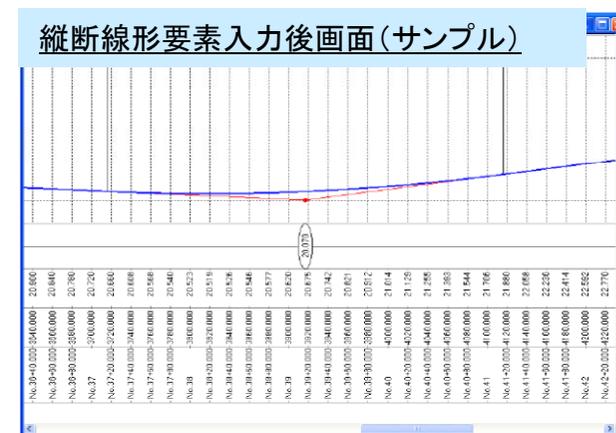
縦断線形の設定

起点、変化点	実長	割合	縦断線形名
累加距離	変化点標高	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

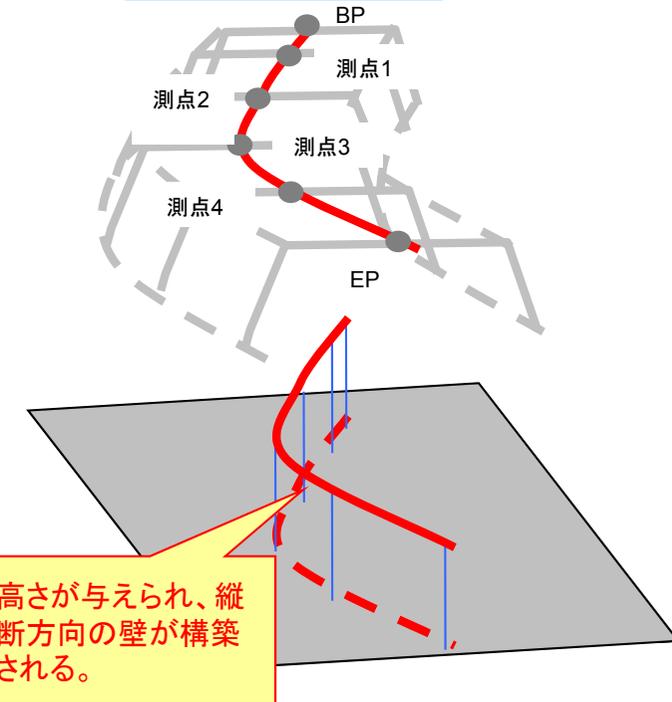
計高等の確認

測点	累加距離	計高
No.38	3800	20.629
No.38+20.000	3820	20.519
No.38+40.000	3840	20.526
No.38+60.000	3860	20.546
No.38+80.000	3880	20.577
No.39	3900	20.620
No.39+20.000	3920	20.675
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	21.265
No.40+60.000	4060	21.390
No.40+80.000	4080	21.544
No.41	4100	21.706

キャンセル 閉じる



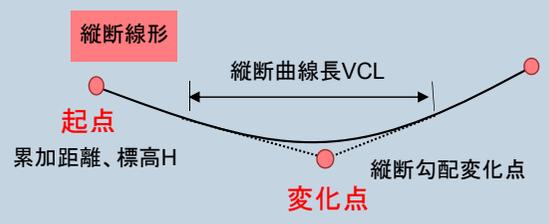
入力項目イメージ



高さが与えられ、縦断方向の壁が構築される。

縦断面図からの入力項目

- 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



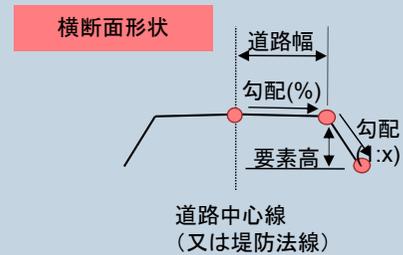
7-1.3次元設計データの作成

横断線形入力イメージ

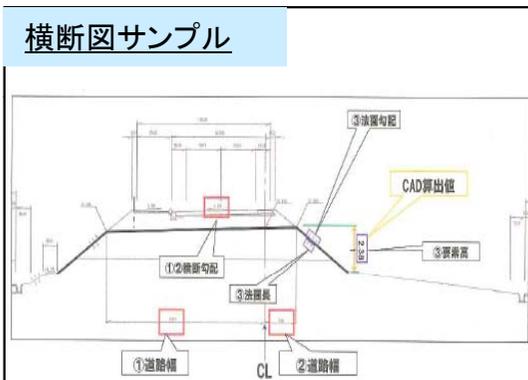
- ▶ 管理断面を設定します。
- ▶ 横断図を参照し、中心線からの横断距離、高低差を取得します。
- ▶ 横断面形状(幅、基準高、法長)を設定します。

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

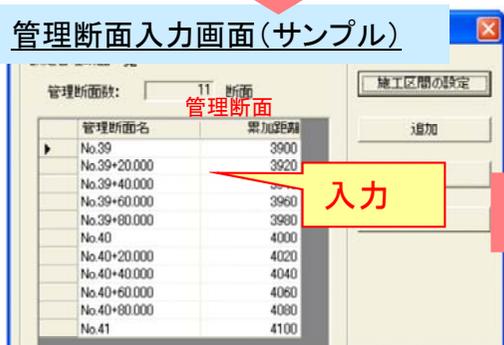


横断図サンプル

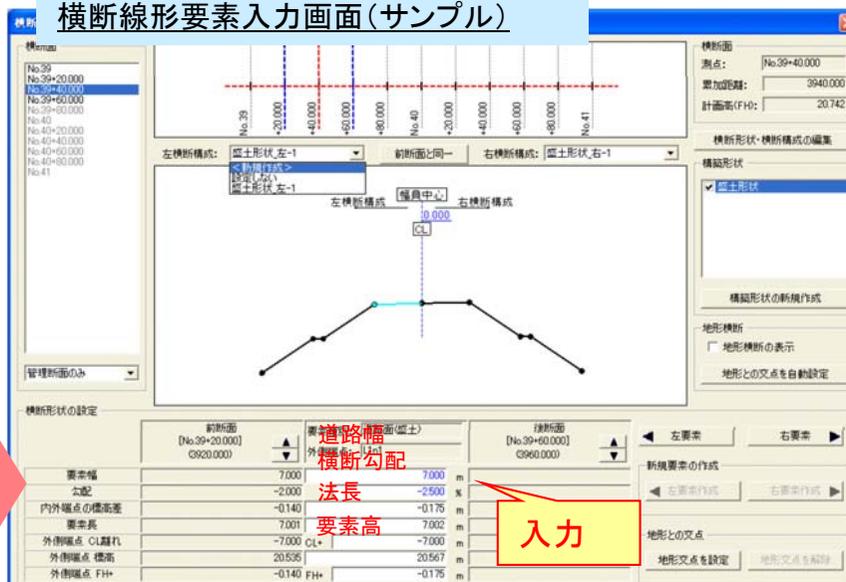


入力

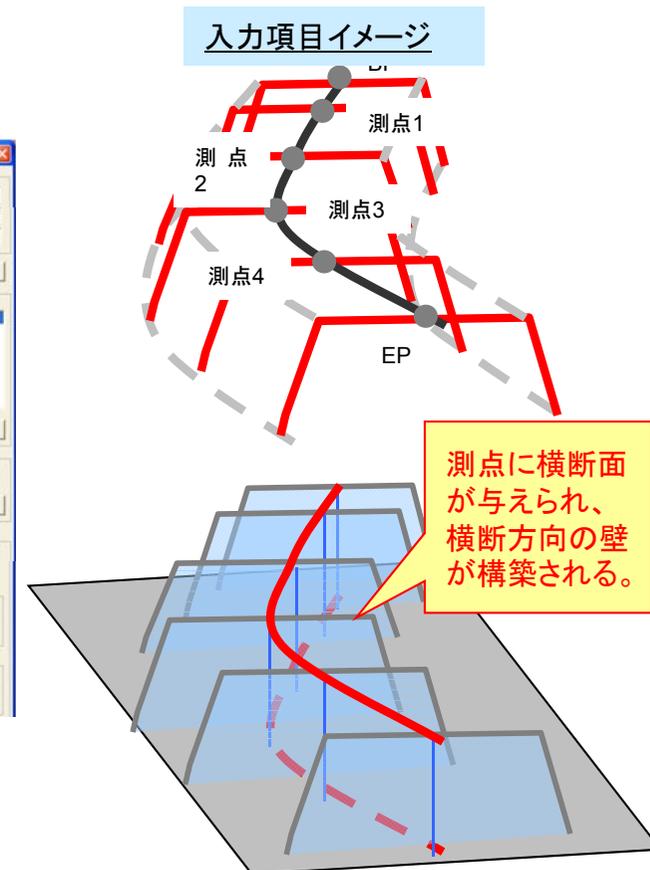
管理断面入力画面(サンプル)



横断線形要素入力画面(サンプル)



入力項目イメージ



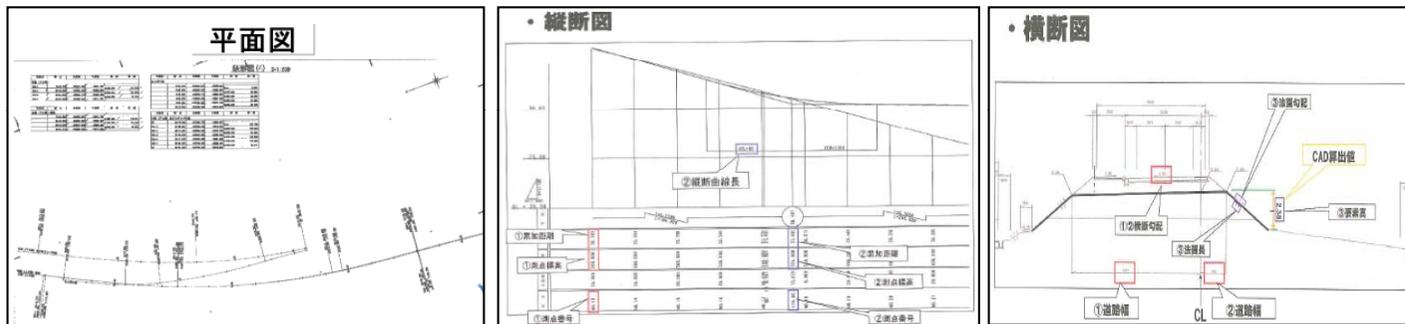
7-1.3次元設計データの作成

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

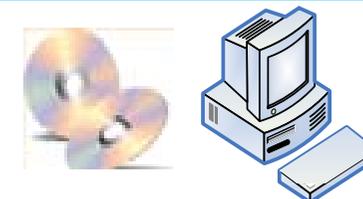
・CAD図面の取込機能を有する基本設計データ作成ソフトウェアを用いる場合、基本設計データの作成作業が省力化されます。

設計図面(平面図・縦断図・横断図)の取り込みイメージ

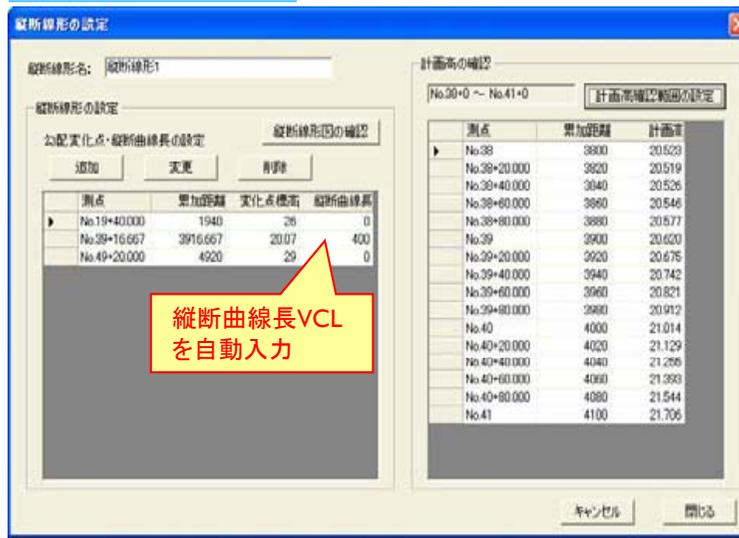
2次元CAD図面



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)

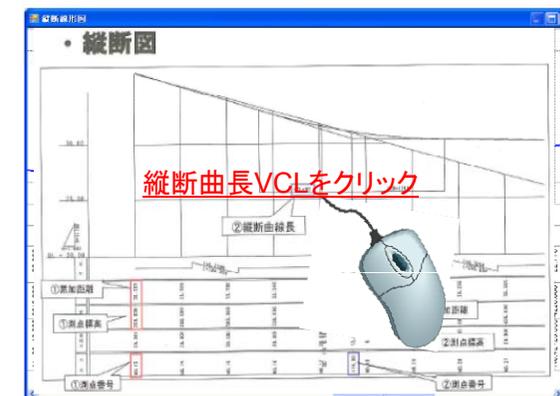


入力画面サンプル



縦断曲線長VCLを自動入力

縦断図サンプル



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)」、「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(案)(土工編)[H28.3](国土交通省)」に掲載されている**チェックシート**に従うこととします。

参考URL:

<http://www.mlit.go.jp/common/001124403.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/common/001124405.pdf>

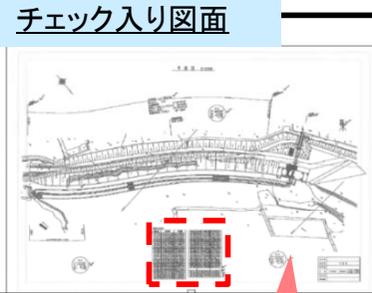
紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認



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

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) 基準点及び上り島等点	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? ・起終点の座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・変換点(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? ・縦断変換点の測点、標高は正しいか? ・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測点、巻は適切か? ・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、監督職員から資料の

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、チェックシートを監督職員へ提出します

3次元設計データチェックシートの提出の留意点

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。

縦断面図と対比し、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面図を作成し、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:
 受注会社名:
 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?	
		・出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか?	
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)
- ・縦断面図(チェック入り)
- ・横断面図(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)

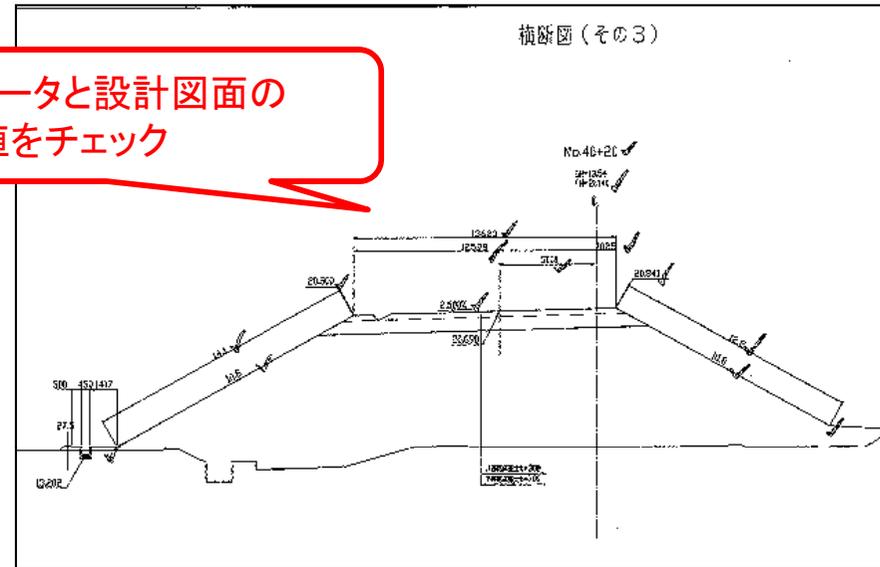
※ 添付資料については、上記以外にわかりやすいものがある場合は、これに替えることができる。

基準点の確認(例)

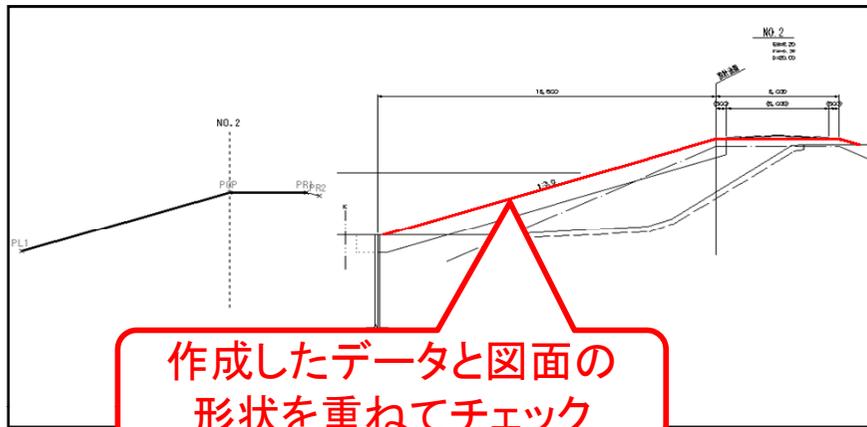
測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標
千4 ✓	-103592.645	-53971.965	2級基準点	TF4 ✓	-104073.411	
千5 ✓	-106133.790	-55192.361	〃	TF5 ✓	-104222.811	
KP6/6L ✓	-102566.552	-53805.858	3級基準点	TF6 ✓	-104371.743	
KP0/7L ✓	-102897.874	-53908.500	〃	TF7 ✓	-104511.791	-53845.280
KP6/8R ✓	-104477.348	-53669.206	〃	TF8 ✓	-104665.056	-53902.109
KP4/9L ✓	-104993.148	-54307.238	〃	TF9 ✓	-104780.424	-54013.0
KP2/10L ✓	-105230.181	-54987.389	〃	TF10 ✓	-104853.023	-54154
KP8/10L ✓	-105811.653	-55214.489	〃	TF11 ✓	-104914.141	-5423
KP4/11L ✓	-106294.412	-55308.723	〃	TG1 ✓	-105038.052	-547849
TE1 ✓	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TG2 ✓	-105043.204	-54339.888
TE2 ✓	-103102.553	-54001.759	〃	TG3 ✓	-105069.858	-54688.396
TE3 ✓	-103279.147	-54006.884	〃	TG4 ✓	-105138.964	-54823.046
TE4 ✓	-103416.596	-53999.420	〃	TH1 ✓	-105267.033	-55067.216
TE5 ✓	-103497.830	-53978.296	〃	TH2 ✓	-105361.017	-55160.314
TF1 ✓	-103671.867	-53983.149	〃	TH3 ✓	-105486.259	-55218.934
TF2 ✓	-103757.779	-53993.677	〃	TH4 ✓	-105675.217	-55221.966
TF3 ✓	-103925.787	-53973.651	〃	TJ1 ✓	-105975.513	-55186.171

作成したデータと設計図面の
数値をチェック

横断面の確認(例)

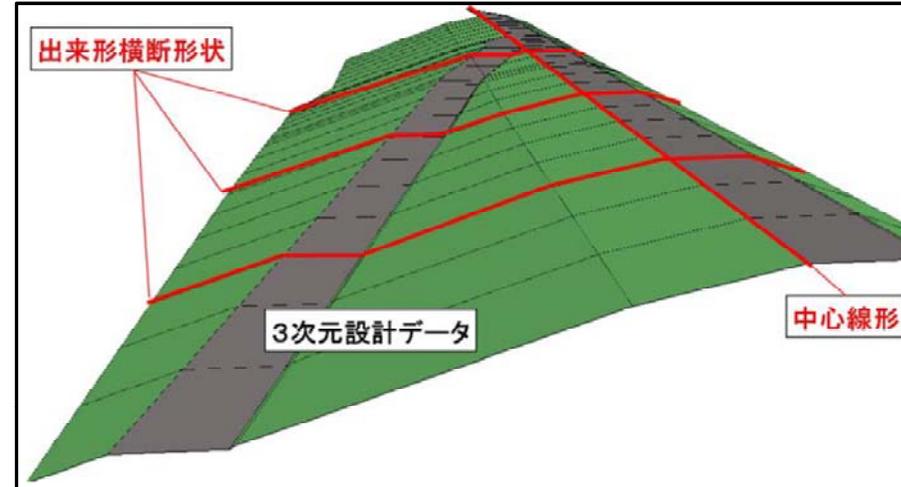


データ重ね合わせによる横断面の確認(例)



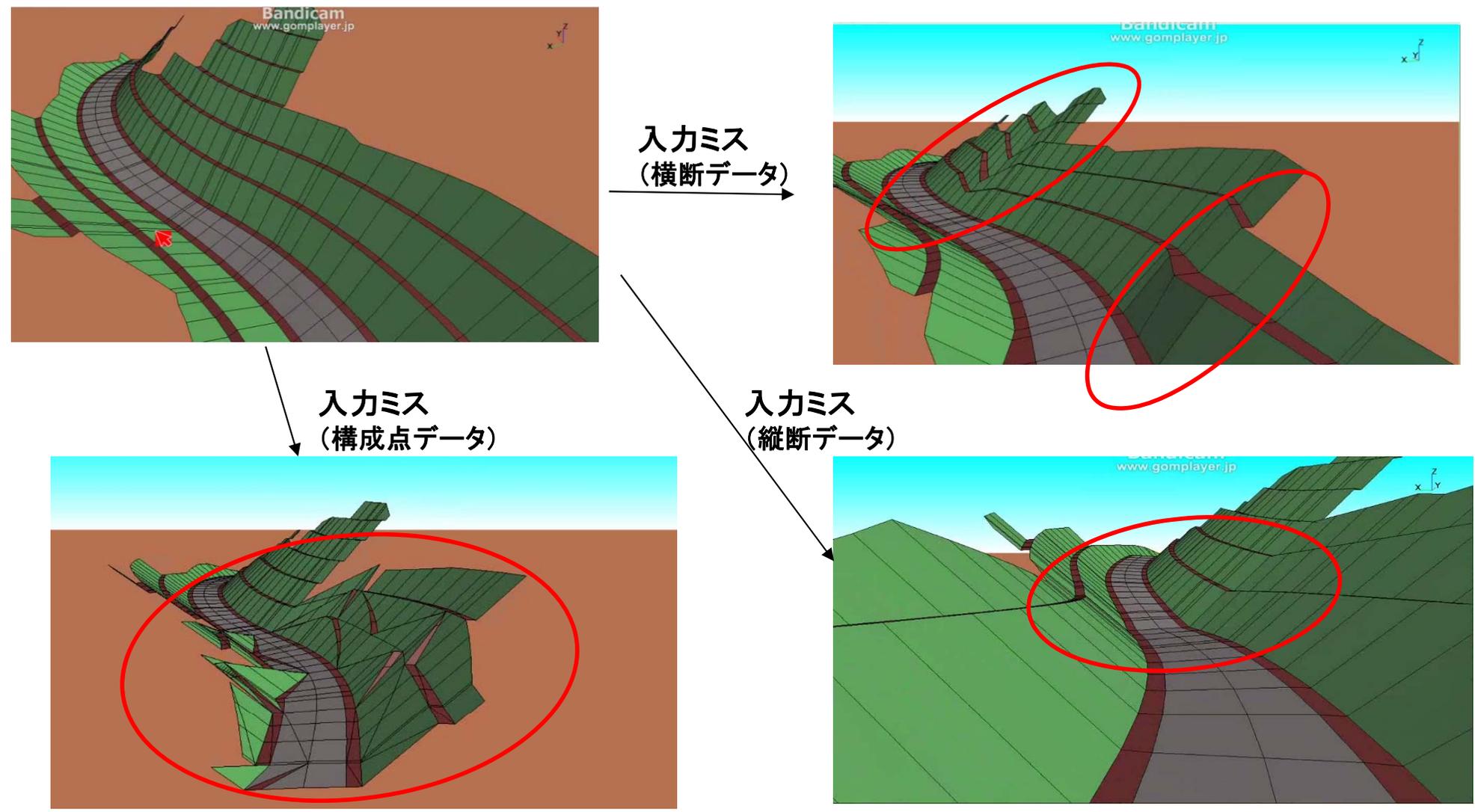
作成したデータと図面の
形状を重ねてチェック

ソフトウェアによる表示あるいは印刷物の 3次元ビューの確認(例)



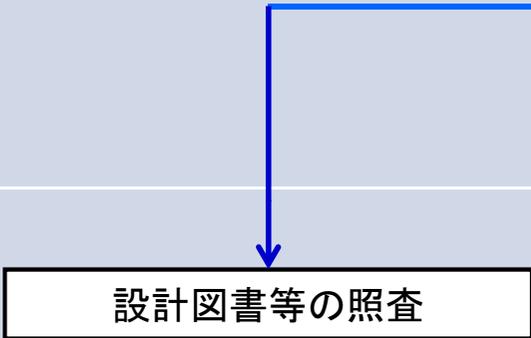
3次元ビューでの確認例

- ▶ 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。



設計図書の照査時の実施内容と解説事項

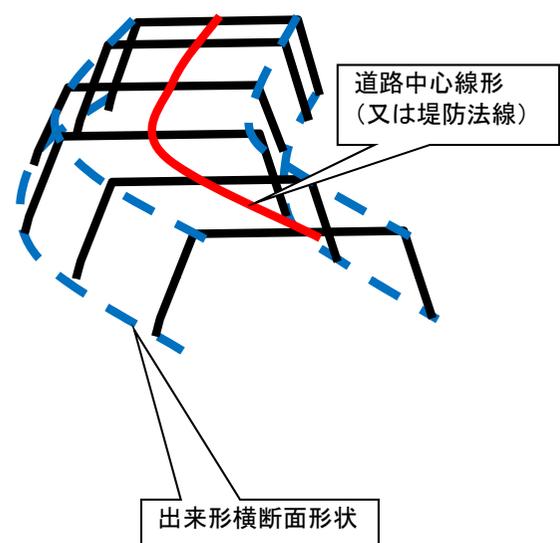
本手引き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
 <p>設計図書等の照査</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・従来の設計図書の照査 ・当該工事現場の仕上がり形状の確定 ・当該工事現場の出来形管理箇所の確定 	<ul style="list-style-type: none"> ・設計図面(線形計算書・平面図・縦断面図・横断面図)の貸与 ・3次元設計データの貸与 ※3次元設計データを発注者から提供する場合のみ <p>設計図書の照査状況の受理・確認</p>

- ▶ 受注者は照査に必要な設計図書を手入れし、設計図書に不備や不整合が無いことを照査します。

3次元設計データの作成に必要なデータ

3次元設計データイメージ

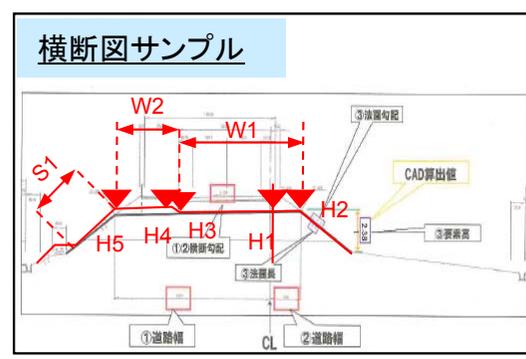
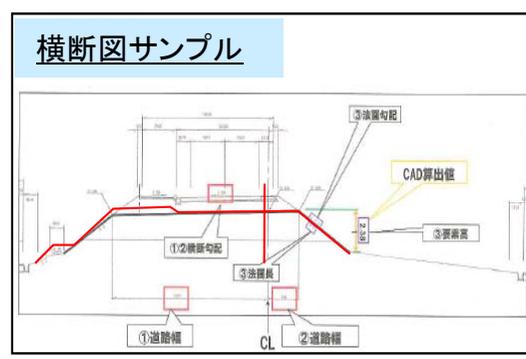


横断面図と直交する中心線のデータを確定

線形計算書サンプル

① 道路名	② 社内の変換
③ 主要点名	④ 主要点名
⑤ 主要点名	⑥ 主要点名
⑦ 主要点名	⑧ 主要点名

縦断面図サンプル



ワンポイント ICT建機に入れる施工データなどの情報(従来の丁張り設置に必要な情報)を照査。

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
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 施工計画書(工事編)の作成 </div>	・施工計画書(工事編)の作成	・施工計画書(工事編)の受理・確認

- ▶ UAVやLS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を記載します。
- ▶ 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(メーカパンフレット等)を添付します。

施工計画書(工事編)への記載事項

- ▶ 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を記載します。
- ▶ 利用するUAV・LS・ソフトウェア等を記載します。
- ▶ UAVまたはLSによる出来形管理の選定の際に確認した以下の資料等を添付します。
 - ・ソフトウェアの有する機能が記載されたメーカパンフレット等
 - ・UAVやLSの精度を適正に管理していることを証明する検定書あるいは校正証明書

(3) 現場組織表

(4) 指定機械

7-2. 現行、運搬土工

6) 高精度の出来形検定書

7) ICTソフトウェアの導入

8) 高精度の出来形検定書

9) 高精度の出来形検定書

10) 高精度の出来形検定書

11) 高精度の出来形検定書

12) 高精度の出来形検定書

13) 高精度の出来形検定書

14) 高精度の出来形検定書

15) 高精度の出来形検定書

16) 高精度の出来形検定書

17) 高精度の出来形検定書

18) 高精度の出来形検定書

19) 高精度の出来形検定書

20) 高精度の出来形検定書

21) 高精度の出来形検定書

22) 高精度の出来形検定書

23) 高精度の出来形検定書

24) 高精度の出来形検定書

25) 高精度の出来形検定書

26) 高精度の出来形検定書

27) 高精度の出来形検定書

28) 高精度の出来形検定書

29) 高精度の出来形検定書

30) 高精度の出来形検定書

31) 高精度の出来形検定書

32) 高精度の出来形検定書

33) 高精度の出来形検定書

34) 高精度の出来形検定書

35) 高精度の出来形検定書

36) 高精度の出来形検定書

37) 高精度の出来形検定書

38) 高精度の出来形検定書

39) 高精度の出来形検定書

40) 高精度の出来形検定書

41) 高精度の出来形検定書

42) 高精度の出来形検定書

43) 高精度の出来形検定書

44) 高精度の出来形検定書

45) 高精度の出来形検定書

46) 高精度の出来形検定書

47) 高精度の出来形検定書

48) 高精度の出来形検定書

49) 高精度の出来形検定書

50) 高精度の出来形検定書

51) 高精度の出来形検定書

52) 高精度の出来形検定書

53) 高精度の出来形検定書

54) 高精度の出来形検定書

55) 高精度の出来形検定書

56) 高精度の出来形検定書

57) 高精度の出来形検定書

58) 高精度の出来形検定書

59) 高精度の出来形検定書

60) 高精度の出来形検定書

61) 高精度の出来形検定書

62) 高精度の出来形検定書

63) 高精度の出来形検定書

64) 高精度の出来形検定書

65) 高精度の出来形検定書

66) 高精度の出来形検定書

67) 高精度の出来形検定書

68) 高精度の出来形検定書

69) 高精度の出来形検定書

70) 高精度の出来形検定書

71) 高精度の出来形検定書

72) 高精度の出来形検定書

73) 高精度の出来形検定書

74) 高精度の出来形検定書

75) 高精度の出来形検定書

76) 高精度の出来形検定書

77) 高精度の出来形検定書

78) 高精度の出来形検定書

79) 高精度の出来形検定書

80) 高精度の出来形検定書

81) 高精度の出来形検定書

82) 高精度の出来形検定書

83) 高精度の出来形検定書

84) 高精度の出来形検定書

85) 高精度の出来形検定書

86) 高精度の出来形検定書

87) 高精度の出来形検定書

88) 高精度の出来形検定書

89) 高精度の出来形検定書

90) 高精度の出来形検定書

91) 高精度の出来形検定書

92) 高精度の出来形検定書

93) 高精度の出来形検定書

94) 高精度の出来形検定書

95) 高精度の出来形検定書

96) 高精度の出来形検定書

97) 高精度の出来形検定書

98) 高精度の出来形検定書

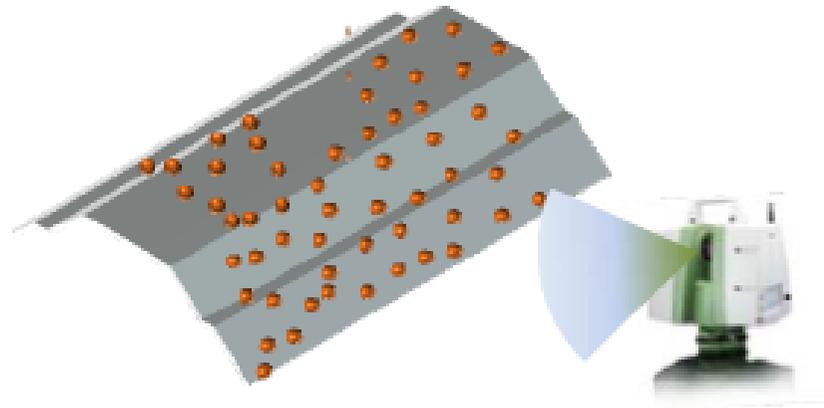
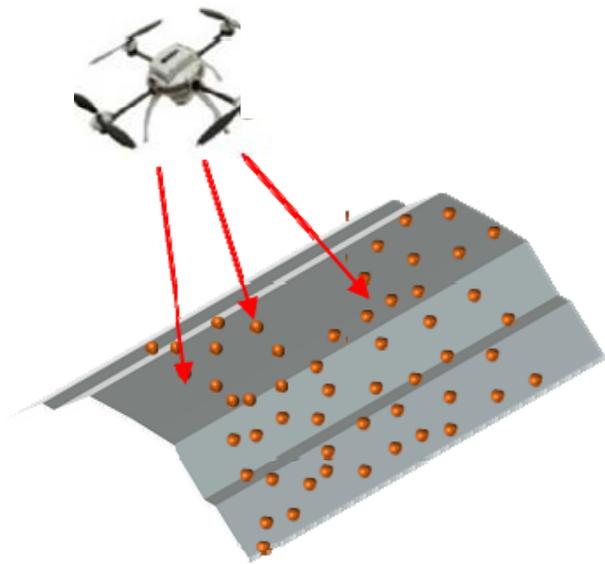
99) 高精度の出来形検定書

100) 高精度の出来形検定書

出来形管理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
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">出来形計測</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・UAVによる出来形計測 ・LSI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

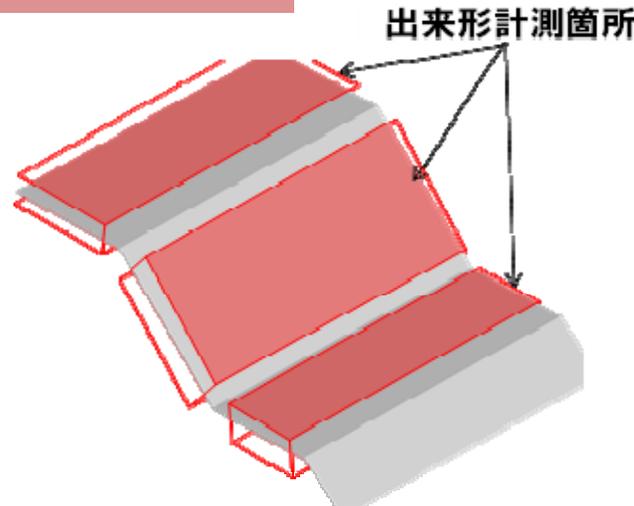
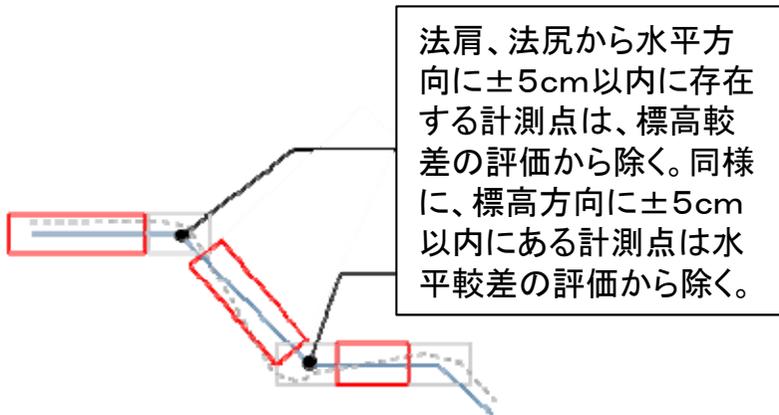


計測精度が±5cmであるため、評価から除外することができるが、精度が向上すると変更する場合がある。

出来形計測箇所の留意点

- 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評価から外すことができます。
- LSによる出来形管理で計測する3次元座標は、天端面、法面の全ての範囲で3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成します。
- また、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。

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。

出来形管理基準及び規格値の留意点

河川土工

工種	測定箇所	測定項目	規格値(mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	水平または標高較差	±70	±160		
盛土工	天端	標高較差	-50	-150	注1、注2、注3、 注4	
	法面	4割<勾配※	-50	-170		
	法面(小段含む)	4割≥勾配※	-60	-170		

道路土工

工種	測定箇所	測定項目	規格値(mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	水平または標高較差	±70	±160		
路体盛土工 路床盛土工	天端	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	標高較差	±80	±190		

注1: 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれています。

注2: 計測は天端面(掘削の場合は平場面)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/m²(平面投影面積当たり)以上とします。

注3: 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きます。

注4: 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します。

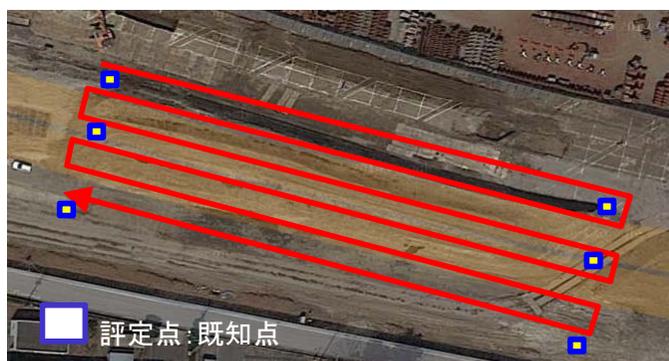
※ここでの勾配は、鉛直方向の長さ1に対する水平方向の長さXをX割と表したものです。

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。

撮影計画立案時の留意点

- ▶ 進行方向のラップ率は90%以上にします。
- ▶ 隣接コースとのラップ率は60%以上にします。
- ▶ 対地高度は、50m程度とし、地上画素寸法は1cm/画素以内にします。
- ▶ 高低差があり、等高度での一度の撮影ではモデル全体の地上画素寸法が確保できない場合は、飛行を数回に分けることを検討します。
- ▶ 山間の場合、GNSS電波の補足ができないこともあるため、自動航行ができなくなることから、手動航行の準備をしておきます。



撮影計画の例

撮影計画

1) 撮影方法

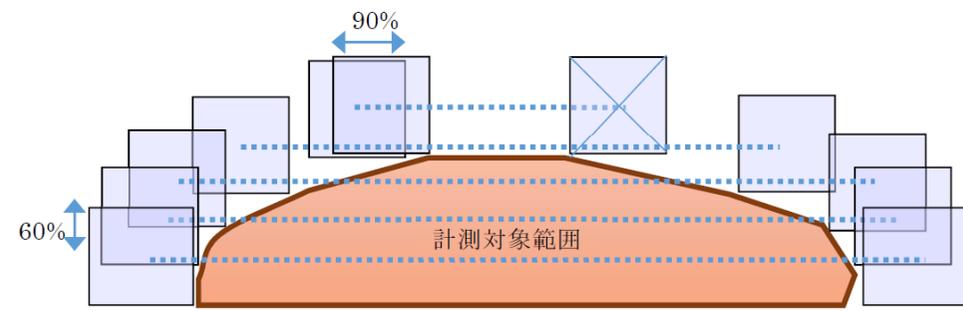
2) 計測性能

3) 安全管理

地上画素数	1cm/画素 (カメラ画素数(2400万画素)で飛行高度50mの場合)
-------	-------------------------------------

起工測量の時は
2cm/画素以内

空中写真の重複度



空中写真の重複度は、三次元点群データの要求精度にかかわらず同一コース内の隣接空中写真間で90%以上、隣接コースの空中写真間で60%以上と規定されています。

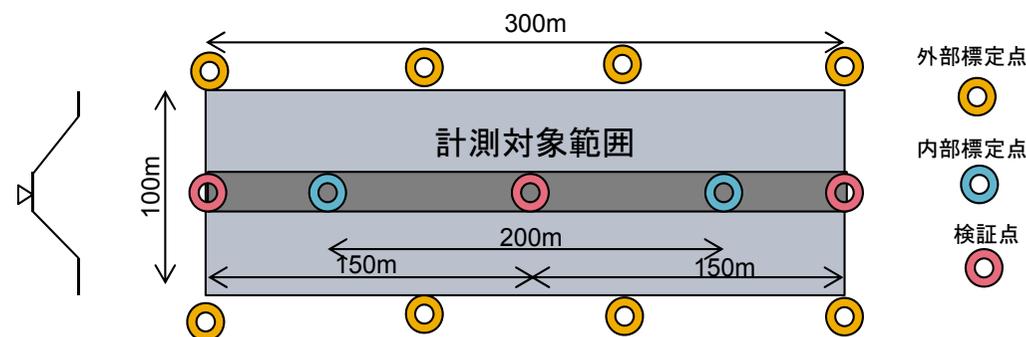
ワンポイント

・所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路および飛行高度を算出するソフトウェアを用いて揚重能力とバッテリー容量に留意の上、飛行計画を立案します。

標定点及び検証点の設置・計測の留意点

計測精度を確保するための標定点の設置の条件は、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」(国土地理院)(以下UAVマニュアルとする)における要求精度 $\pm 50\text{mm}$ 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。



ワンポイント

- ・標定点および検証点は工事基準点、あるいは水準点から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、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行います。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけます。

- 強風や突風の恐れのある気象条件
- 写真が鮮明に撮れないなど暗い場合
- 日差しが強く影部が鮮明に撮れない場合
- 草や木、水たまりや雪などで地面が覆われている場合

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

自動で95%程度行い、残り5%は手動で行うということも可能。

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

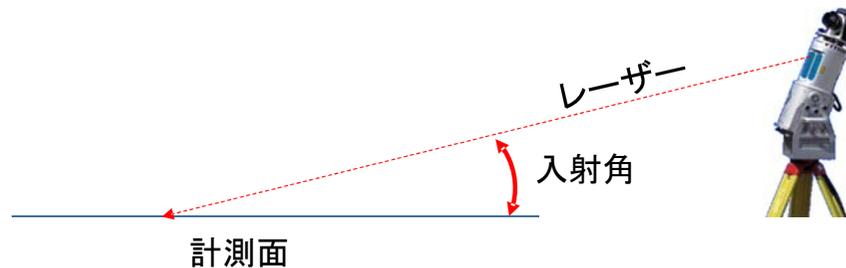
精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェアでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施します。

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。
- LS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。
- LS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。

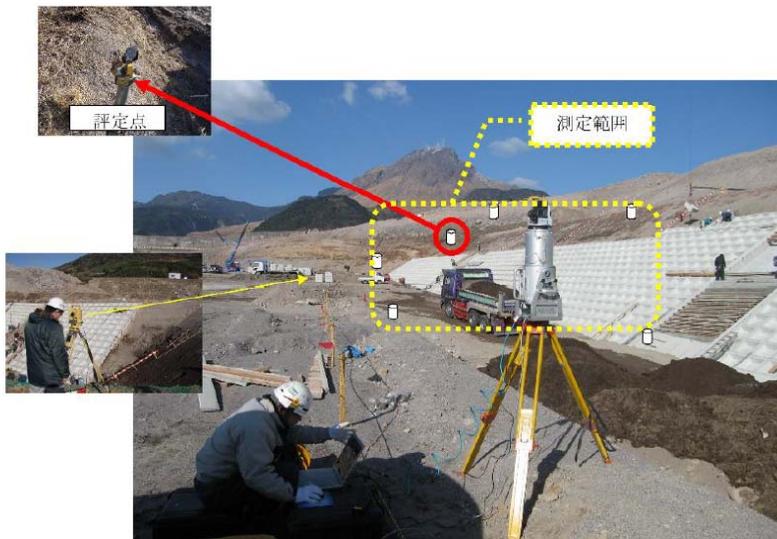
⇒入射角が小さくなる場合は、LSの設置位置を高くする、LSの位置を変更するなどの配慮が必要です。

ワンポイント

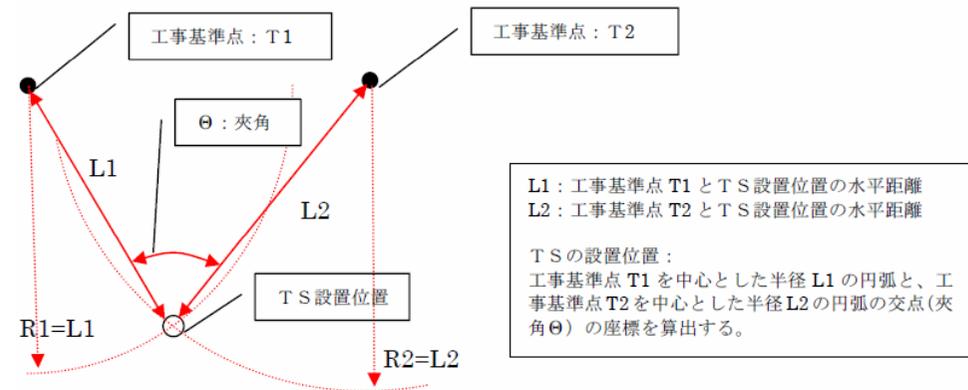
- ・計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定します。
- ・計測範囲に対してLSの入射角が著しく低下する場合や、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定します。

評定点の設置・計測時の留意点

- 標定点は、計測対象箇所之最外周部に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
- LS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例

ワンポイント

・LS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。

出来形計測時の留意点

①計測密度設定の留意点

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

②測定時の留意点

- 可能な限り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
- LS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

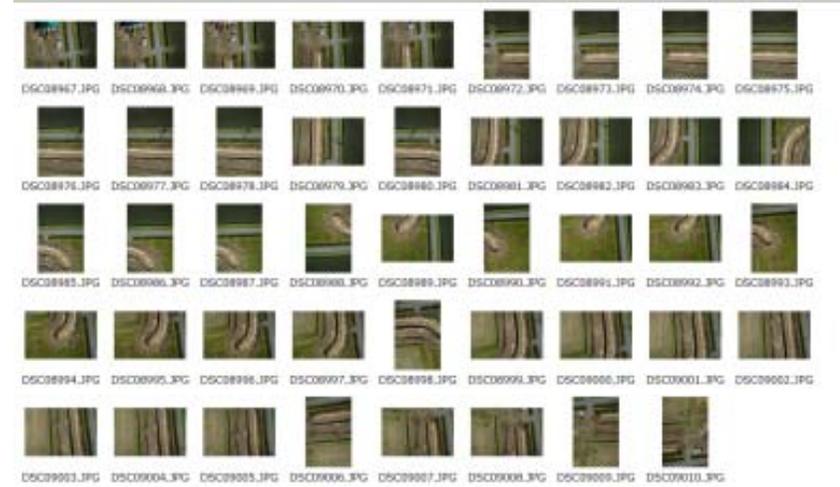
・出来形計測にあたっては、計測対象範囲内で100cm²(10cmメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行います。

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



W

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

空中写真撮影状況の写真にかえる

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)

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)



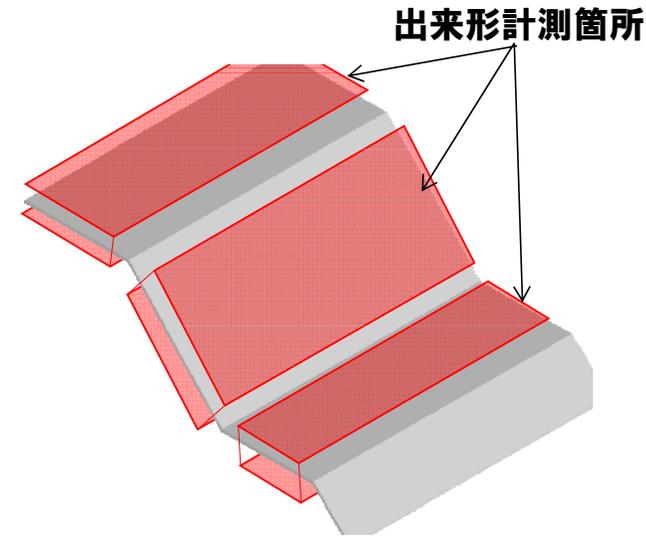
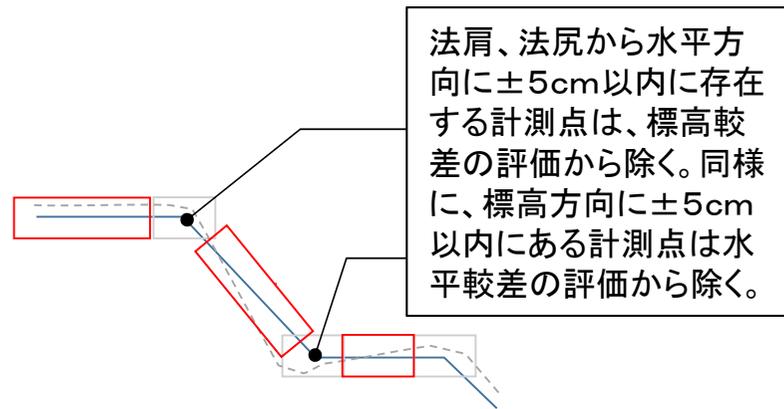
出来形管理写真(例)

ワンポイント

LS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。

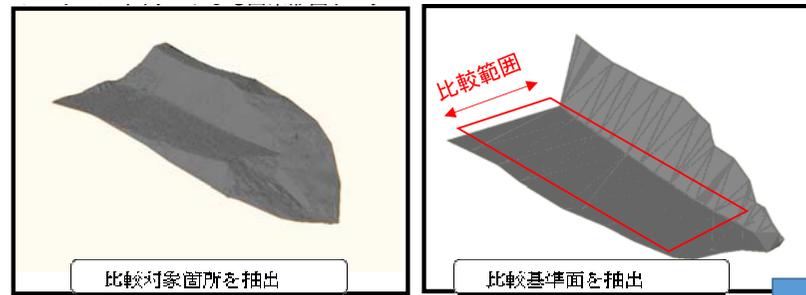
- ① 撮影頻度の変更
- ② 黑板への記載項目の軽減

出来形管理図表 作成の流れ

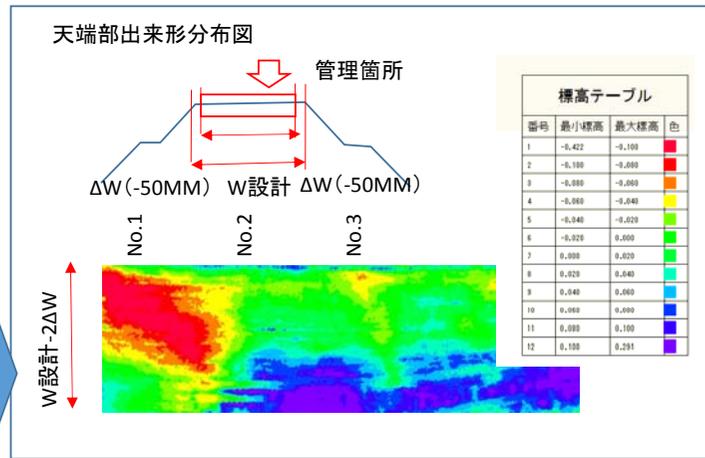


空中写真測量(UAV)による
出来形計測データ

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



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。

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(1点/m²程度)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	異常値有
	最大値(差)	42mm	±100mm	
	最小値(差)	-62mm	±100mm	異常値有
	データ数	1000	1点/m ² 以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000m ²		
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	異常値有
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/m ³ 以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700m ²		
	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
法面のばらつき	規格値の±50%以内のデータ数	997
	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

・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。

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。

電子成果品の作成の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
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

本手引き書の対象範囲

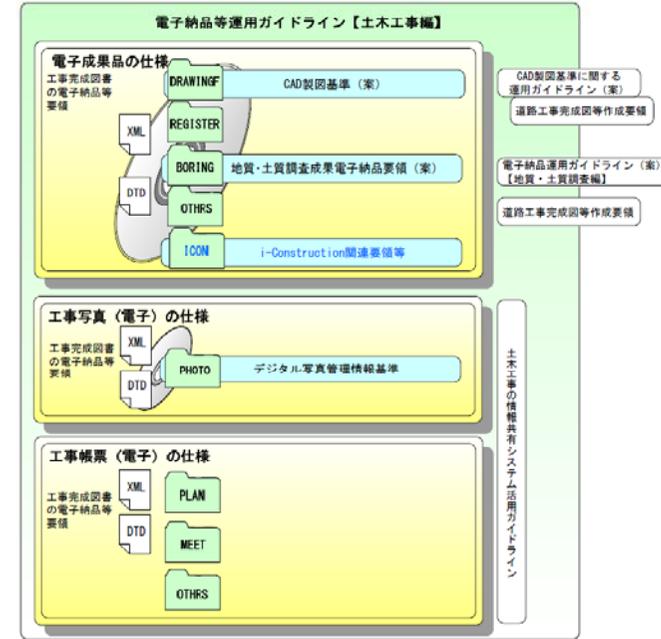
- ▶ UAVやLSによる出来形管理では、出来形管理や数量算出の結果等の工事書類(電子成果品)が、「工事完成図書」の電子納品等要領で定める「ICON」フォルダに格納して提出します。

電子成果品に作成・提出時の留意点

電子成果品として、

- ①3次元設計データ
- ②出来形管理資料
- ③空中写真測量(UAV)による出来形評価用データ
- ④空中写真測量(UAV)による出来形計測データ
- ⑤空中写真測量(UAV)による計測点群データ
- ⑥工事基準点および標定点データ
- ⑦空中写真測量(UAV)で撮影したデジタル写真

を「工事完成図書」の電子納品等要領」で定める「**ICON**」フォルダに格納する。



ファイル命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
UAV	0	DR	001~	0~Z	・3次元設計データ (LandXML等のオリジナルデータ (T I N))	UAVDR001Z. 拡張子
UAV	0	CH	001~	-	・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)	UAV0CH001. 拡張子
UAV	0	IN	001~	-	・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)	UAV0IN001. 拡張子
UAV	0	EG	001~	-	・空中写真測量 (U A V) による起工測量計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (T I N))	UAV0EG001. 拡張子
UAV	0	SO	001~	-	・空中写真測量 (U A V) による岩線計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (T I N))	UAV0SO001. 拡張子
UAV	0	AS	001~	-	・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))	UAV0AS001. 拡張子
UAV	0	GR	001~	-	・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)	UAV0GR001. 拡張子
UAV	0	PO	001~	-	・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)	UAV0PO001. 拡張子

ワンポイント

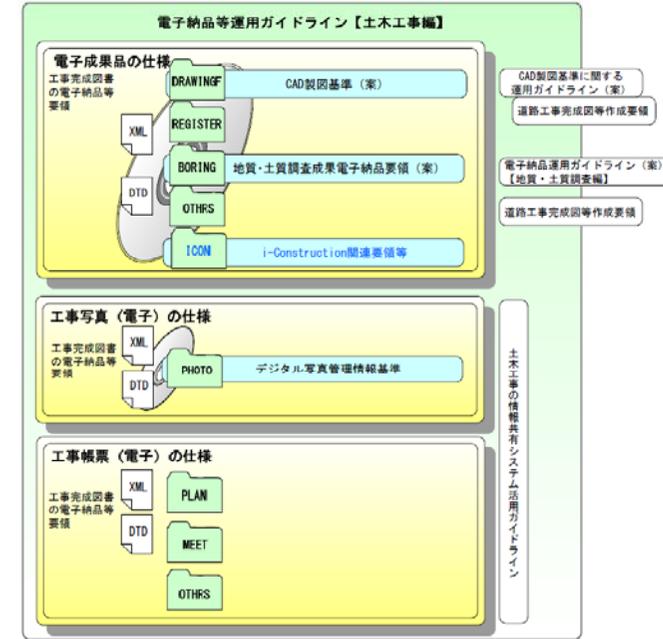
・格納するファイル名は、**空中写真測量(UAV)**を用いた出来形管理資料が特定できるように記入します。

電子成果品に作成・提出時の留意点

電子成果品として、

- ①3次元設計データ
- ②出来形管理資料
- ③LSによる出来形評価用データ
- ④LSによる出来形計測データ
- ⑤LSによる計測点群データ
- ⑥工事基準点および標定点データ

を「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。



ファイル命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
LS	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))	LSODR001Z. 拡張子
LS	0	CH	001~	-	・出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) または、ビューワー付き3次元データ)	LSOCH001. 拡張子
LS	0	IN	001~	-	・LSによる出来形評価用データ (CSV、LandXML等のポイントファイル)	LSOIN001. 拡張子
LS	0	EG	001~	-	・LSによる起工測量計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN))	LSOEG001. 拡張子
LS	0	SO	001~	-	・LSによる岩線計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN))	LSOS0001. 拡張子
LS	0	AS	001~	-	・LSによる出来形計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN))	LSOAS001. 拡張子
LS	0	GR	001~	-	・LSによる計測点群データ (CSV、LandXML等のポイントファイル)	LSOGR001. 拡張子
LS	0	PO	001~	-	・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)	LSOP0001. 拡張子

ワンポイント

・格納するファイル名は、LSを用いた出来形管理資料が特定できるように記入します。

監督職員の確認内容の概要

UAVによる出来形管理の場合

受注者の空中写真測量(UAV)による出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
	<ol style="list-style-type: none"> ① 施工計画書の受理・記載事項の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等 ・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載及び添付資料等により確認 ・撮影計画(撮影方法、計測性能、飛行の安全確保等) ② 基準点の指示 <ul style="list-style-type: none"> ・基準点の指示 ③ 設計図書の3次元化の指示 <ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示 ④ 工事基準点等の設置状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握 ・空中写真測量に必要な標定点および検証点の測量成果及び設置状況の把握 ⑤ 3次元設計データチェックシートの確認 <ul style="list-style-type: none"> ・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、3次元設計データチェックシートにより確認 <p style="text-align: center;">(通常工事の監督業務)</p> <ol style="list-style-type: none"> ⑥ 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の把握 ⑦ 出来形管理状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理図表の把握

LSによる出来形管理の場合

受注者のLSによる出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
	<ol style="list-style-type: none"> ① 施工計画書の受理・記載事項の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等 ・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載及び添付資料等により確認 ② 基準点の指示 <ul style="list-style-type: none"> ・基準点の指示 ③ 設計図書の3次元化の指示 <ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示 ④ 工事基準点等の設置状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握 ・LSを用いた出来形計測に必要な標定点の測量成果及び設置状況の把握 ⑤ 3次元設計データチェックシートの確認 <ul style="list-style-type: none"> ・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、3次元設計データチェックシートにより確認 <p style="text-align: center;">(通常工事の監督業務)</p> <ol style="list-style-type: none"> ⑥ 精度確認試験結果報告書の把握 ⑦ 出来形管理状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理図表の把握

ワンポイント ・UAVやLSによる出来形管理を実施した場合の監督方法は、従来と異なり、「空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理の監督・検査要領」や「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」に従って実施されます。

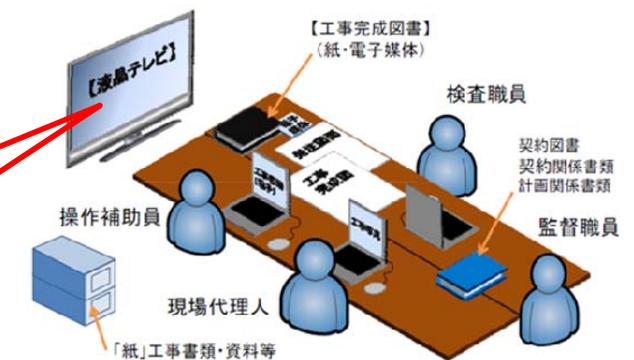
検査時の実施内容と解説事項

本手続き書の対象範囲

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> <p style="text-align: center;">↓</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">実地検査</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
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

- ▶ 書面検査は、パソコンを使って、納品された電子成果品を確認します。
- ▶ 実地検査は、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活用について評価が行われます。

☆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LS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LS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LS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LS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

- LSを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

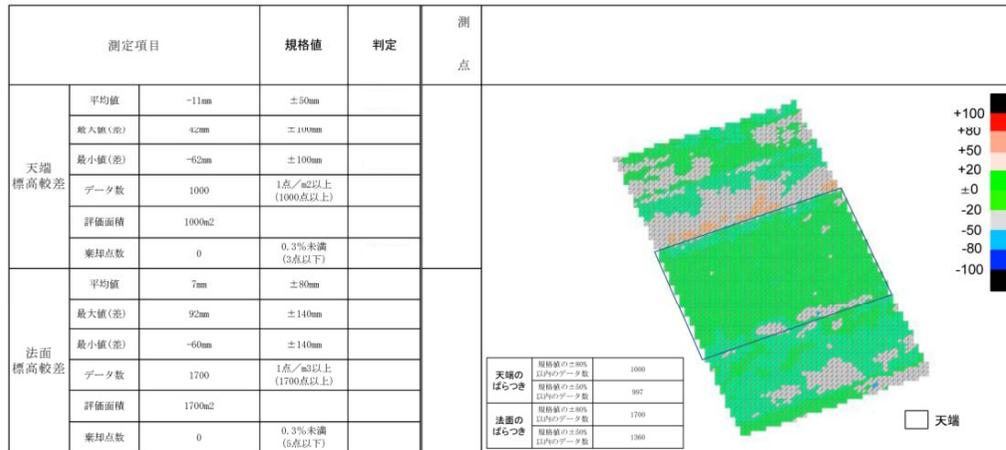
出来形管理図表について、出来形管理基準に定められた測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認します。

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。

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種 道路土工 測点 No. 1~No. 3
種別 盛土 合否判定結果 異常値有

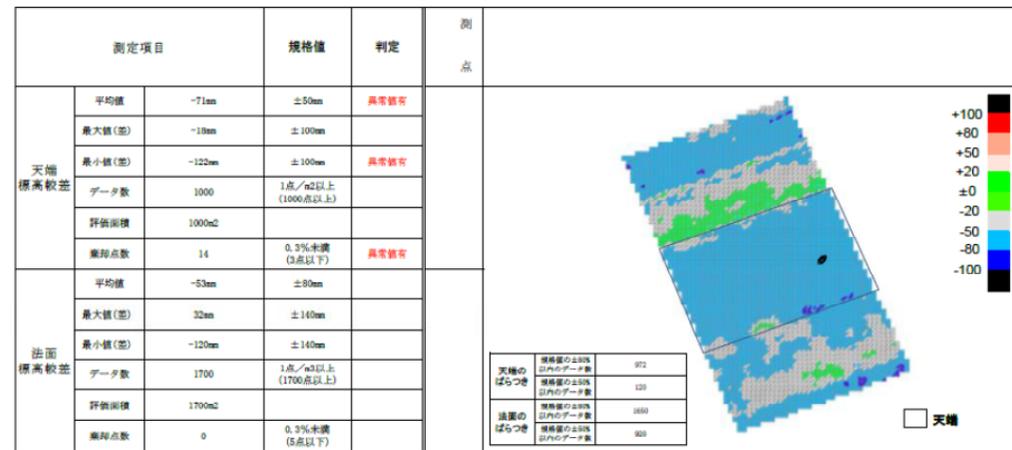


出来形管理図表 作成例 (合格の場合)

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種 道路土工 測点 No. 1~No. 3
種別 盛土 合否判定結果 異常値有



出来形管理図表 作成例 (異常値有の場合)

(※) 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。

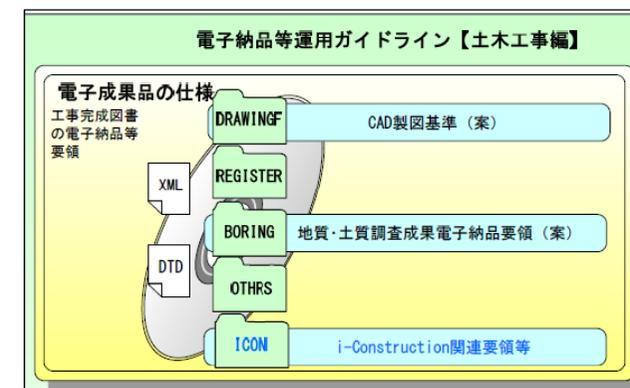
書面検査時の検査職員の確認内容の概要

● 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。



UAVI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)
-------	--

LS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)
-------	---

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。

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

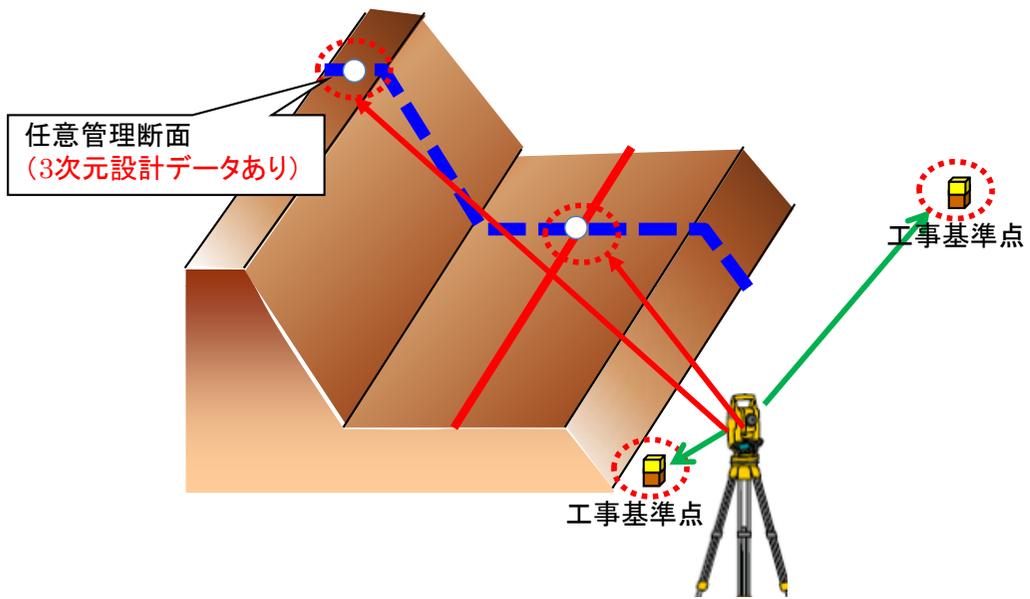
工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
道路土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1工事につき1断面

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。

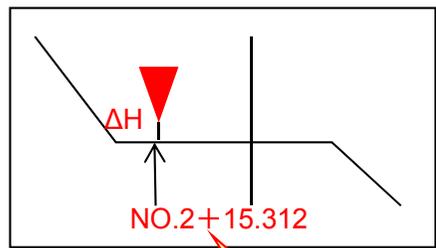
なお、新基準を適用できない場合は、従来の代表断面における幅、法長、基準高などの設計値と実測値の比較による検査を行ってもよいこととなっています。ただし、検査頻度は、代表断面1断面です。

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メージ



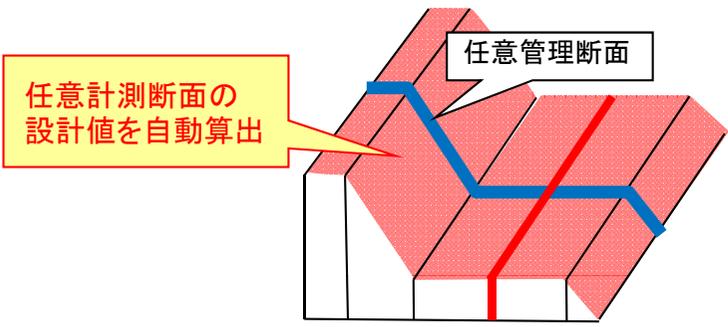
任意点の出来形管理



任意点での高さの差が確認できる機能

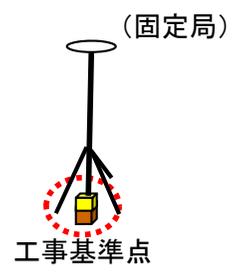
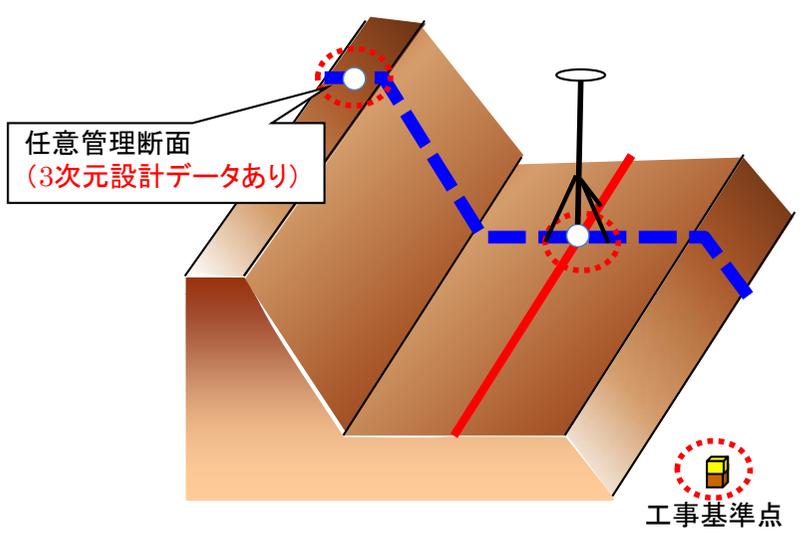
- ①計測箇所の断面位置
- ②計測箇所における設計高さとの差

3次元設計データイメージ

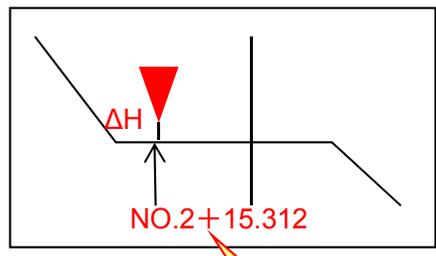


GNSSローバーを用いた実地検査の内容の概要

GNSSローバーによる出来形計測の任意断面メージ



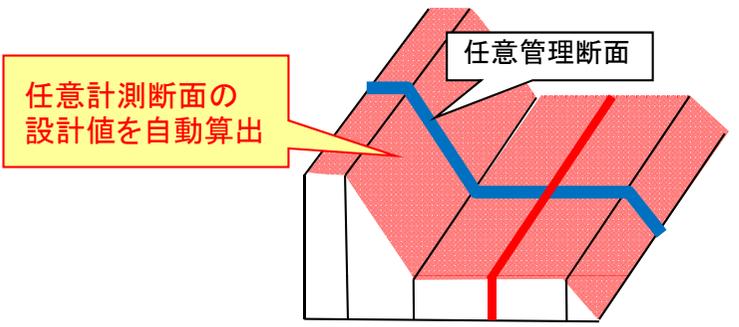
任意点の出来形管理



任意点での高さの差が確認できる機能

- ①計測箇所の断面位置
- ②計測箇所における設計高さとの差

3次元設計データイメージ



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。

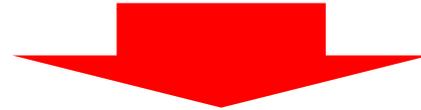
FIX解・FLOAT解については、使用する機器によって表示が異なりますので、ご注意ください。
場所や時間によってFIX解が得られない場合があります。



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LSを用いて実施します。

岩線計測の留意点

- 面的なデータを使用して設計変更の根拠資料とする際は、設計形状を示す3次元設計データについて、監督職員との協議を行い、設計図書として位置付けます。
- 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LS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。



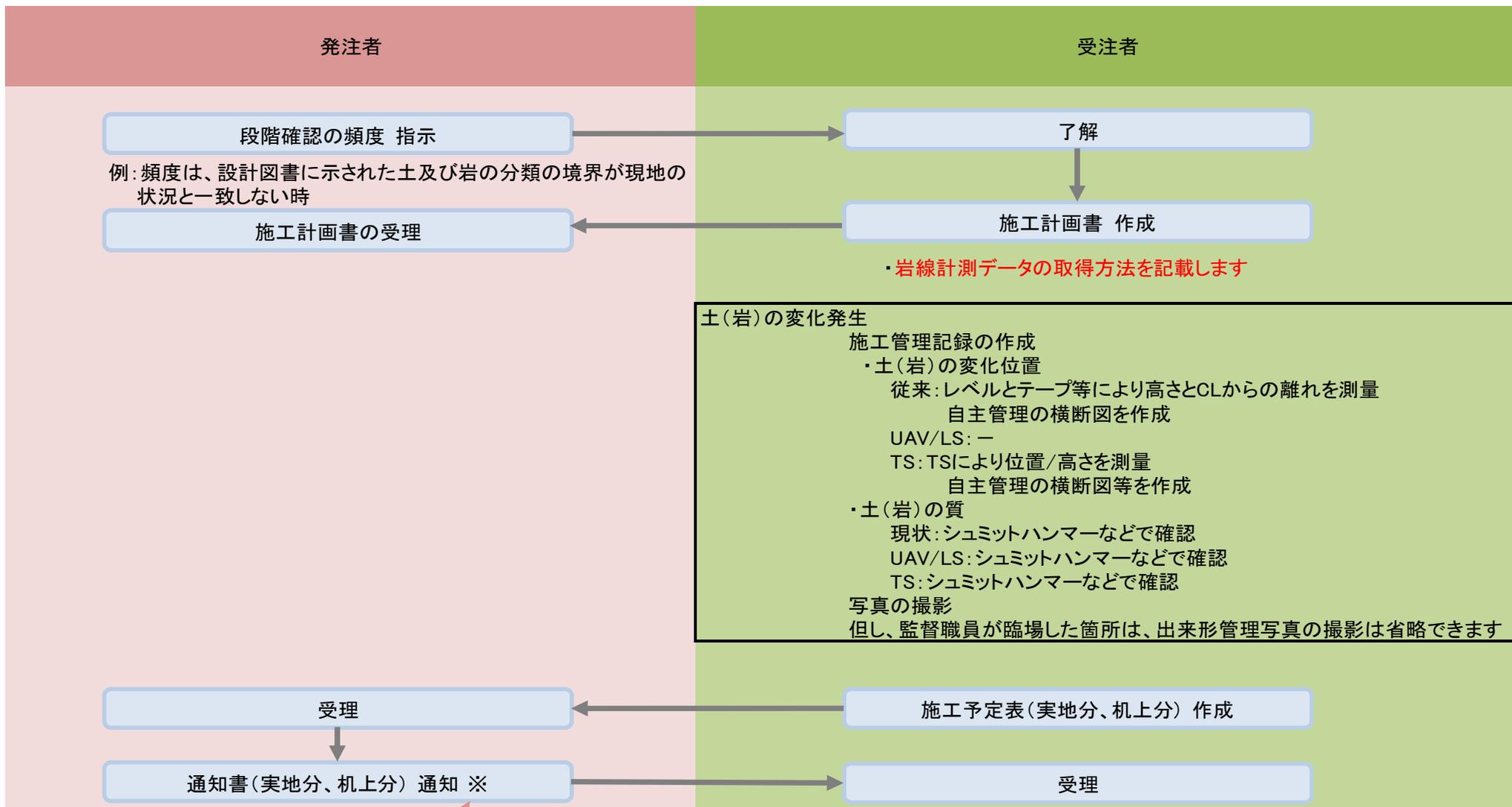
土(岩)判定



変化位置確認(測量)



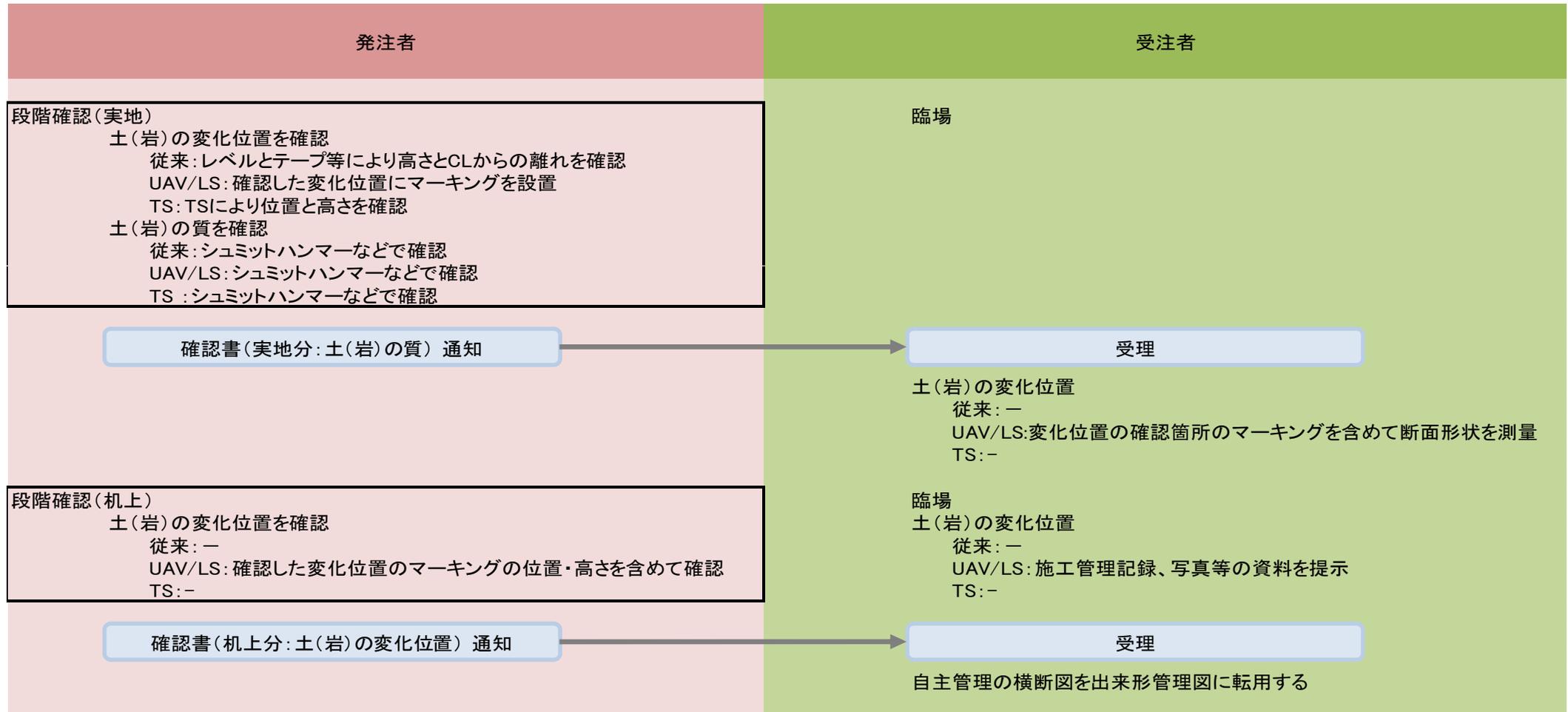
掘削(切土)施工中



ポイント

実地と机上の2回に分けて確認

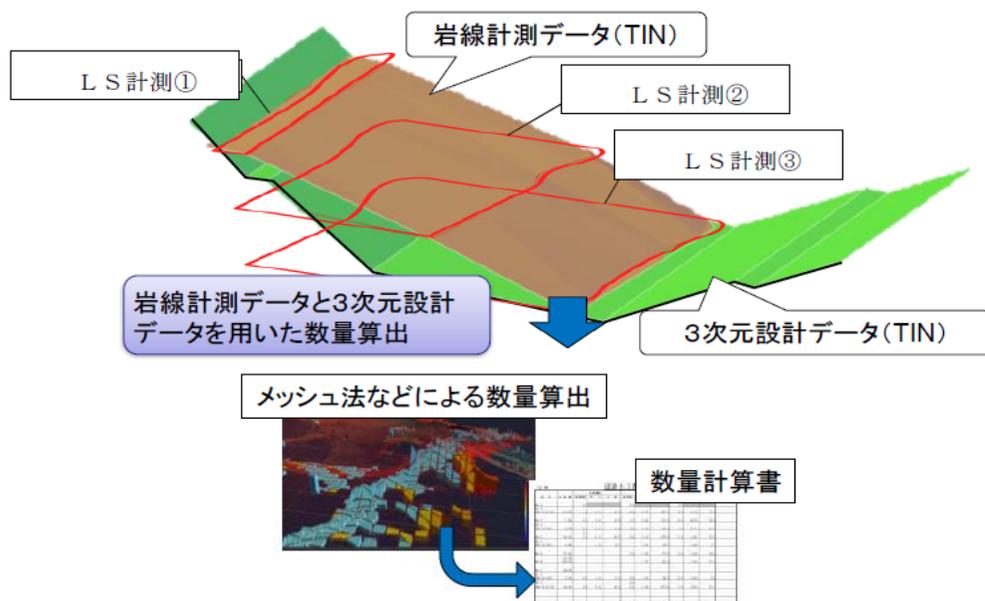
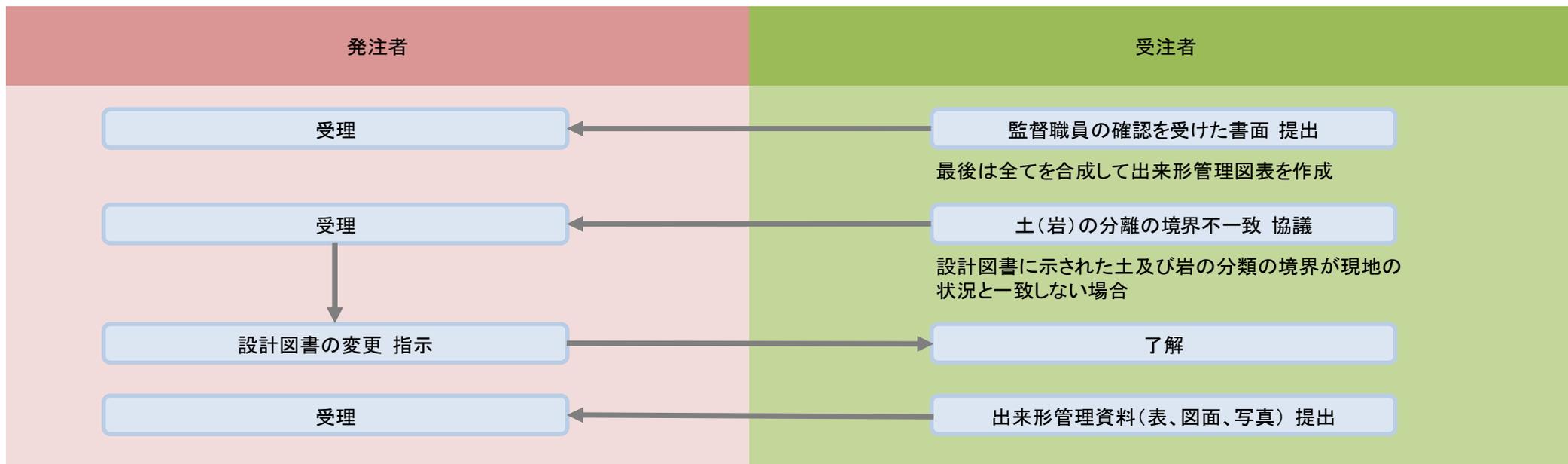
※従来並びにTS測量による場合は実地分のみの通知します。



ポイント

実地確認後にUAVやLS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。

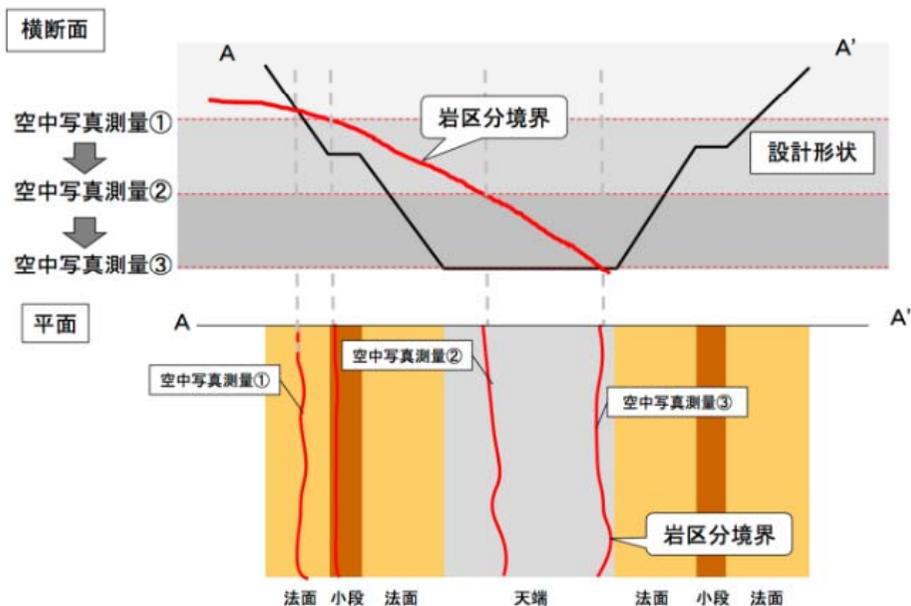


ポイント

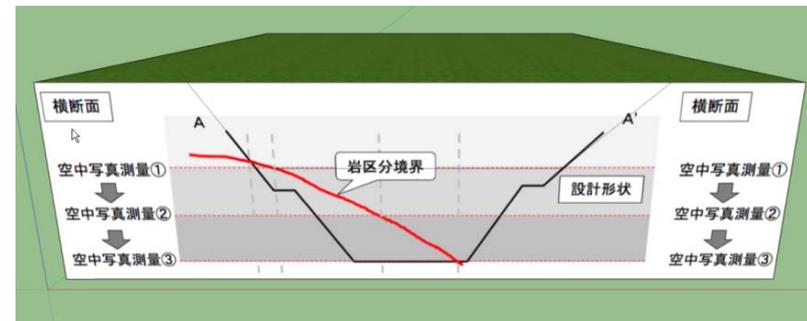
確認結果を基に
変更設計図書化

取得方法の例1:

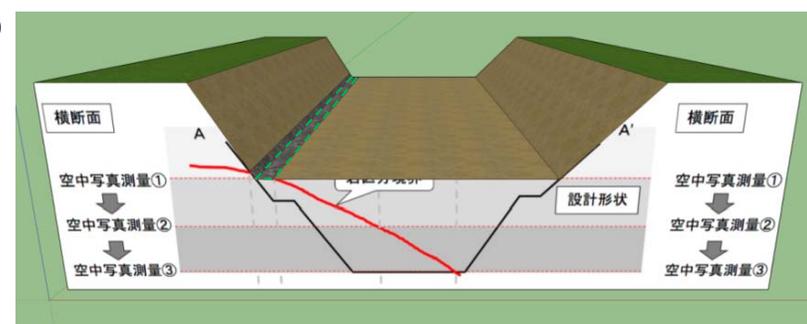
水平に盤下げし、その都度UAVまたはLSによる測量にて土(岩)の分類の境界線を取得します
 スライス状に得られた境界線データを角(エッジ面)にしてつなぎ合わせて土(岩)の分類の境界面データを得ます



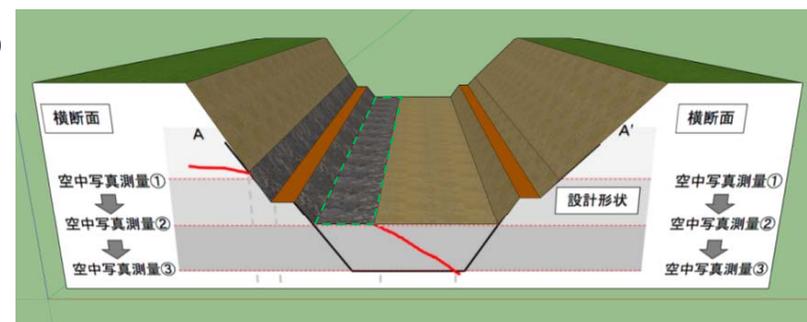
空中写真測量
起工測量



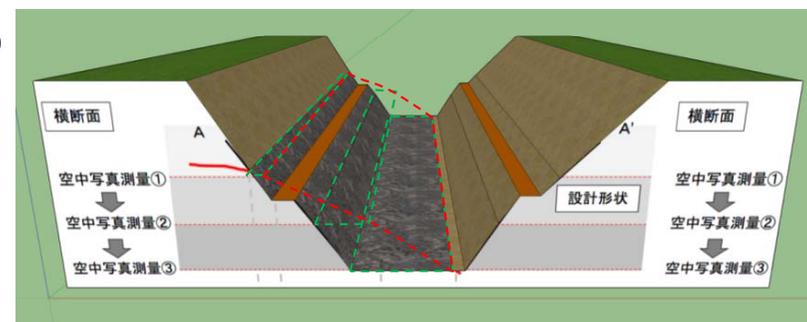
空中写真測量①



空中写真測量②



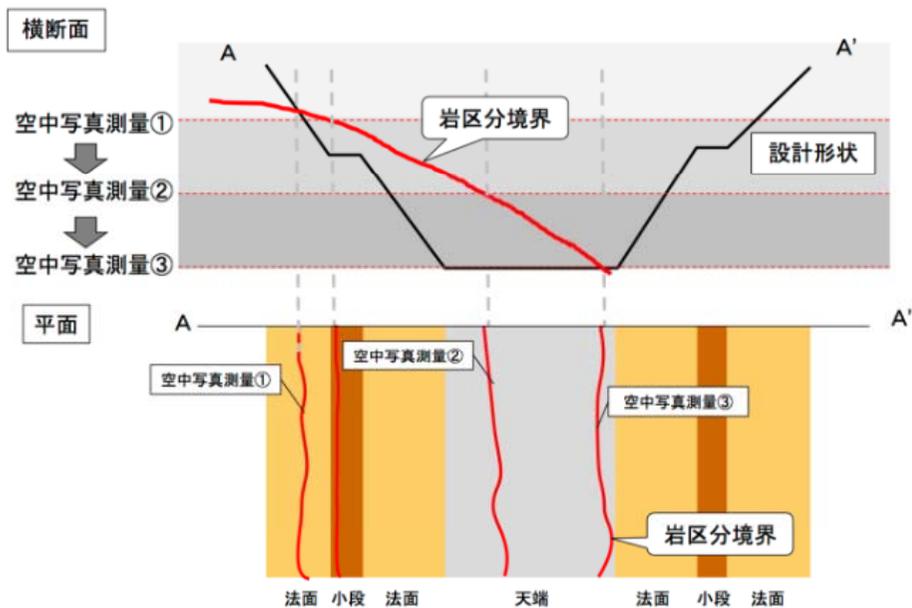
空中写真測量③



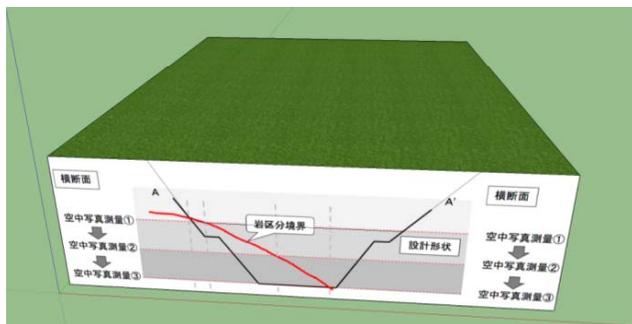
取得方法の例2:

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

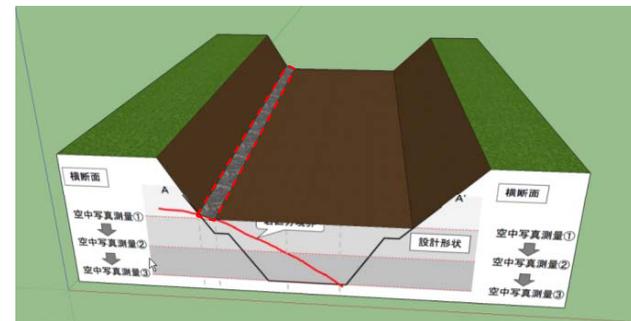
岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます



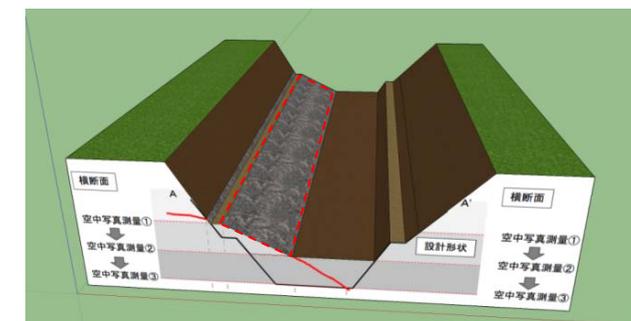
空中写真測量
起工測量



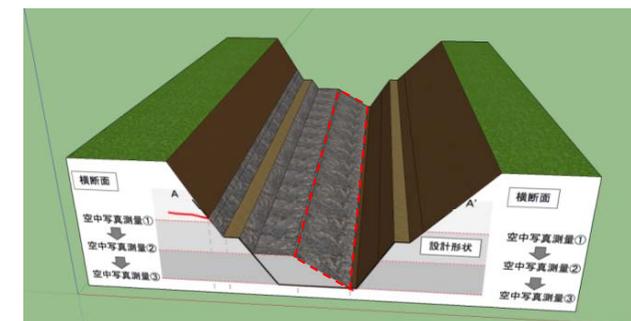
空中写真測量①



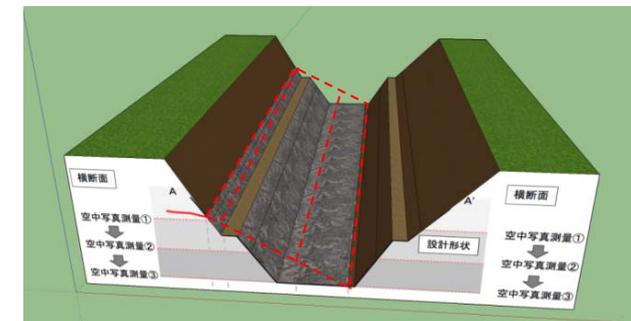
空中写真測量②



空中写真測量③

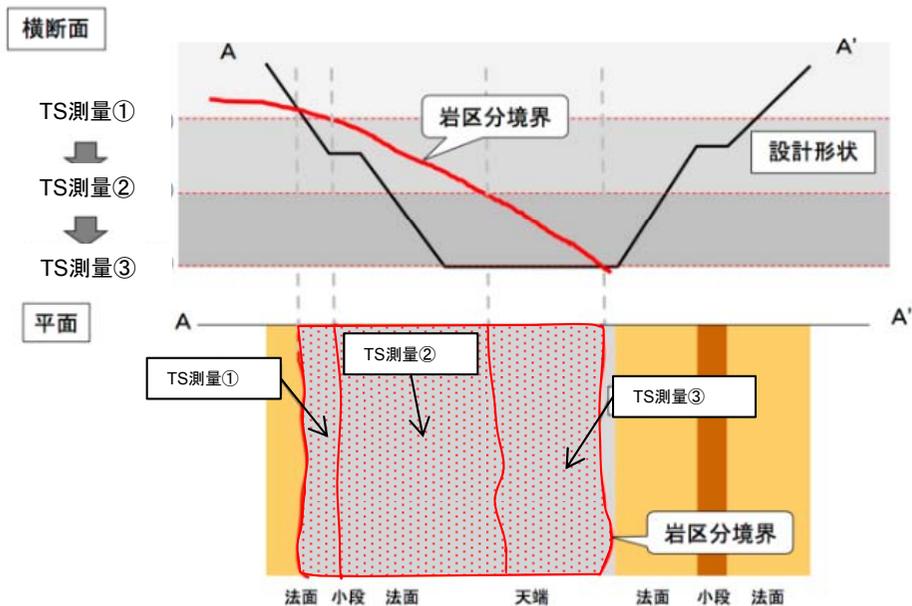


空中写真測量④

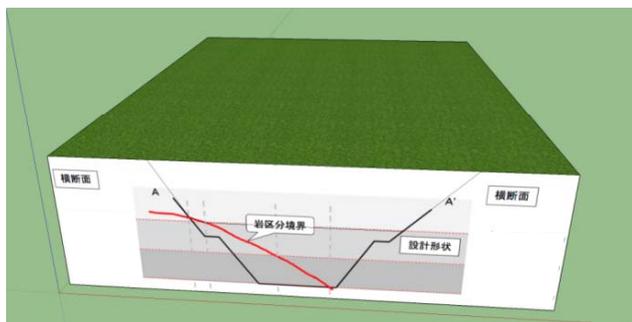


取得方法の例3:

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

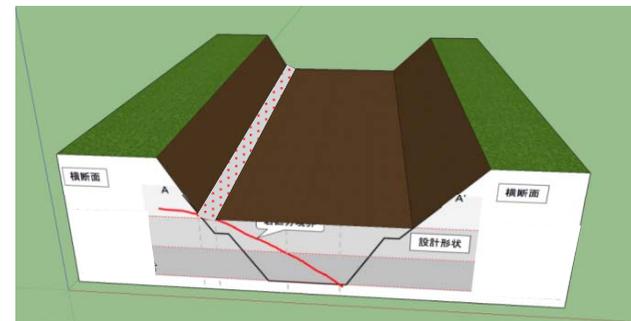


TS測量
起工測量

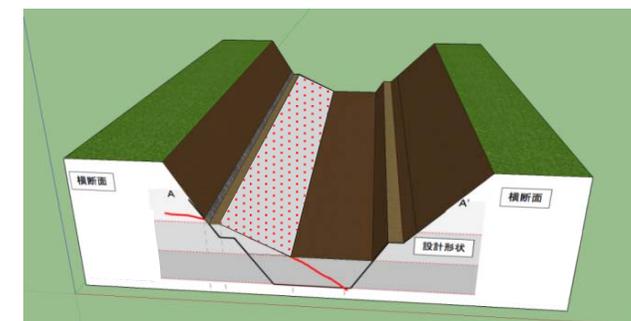


※TS測量による場合は、UAV/LS測量と同様に測定精度は10cm以内、計測密度は0.25m²(50cm×50cm)あたり1点以上です。

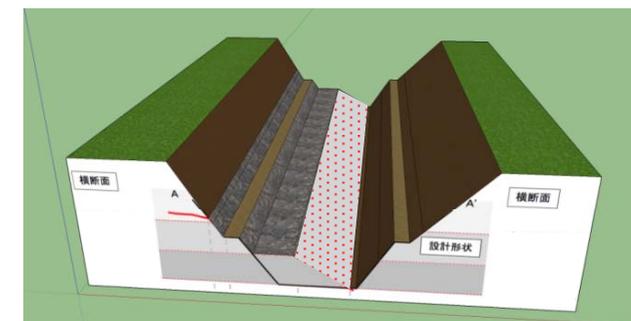
TS測量①



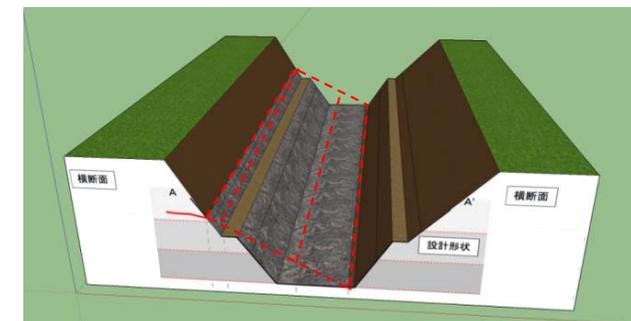
TS測量②



TS測量③



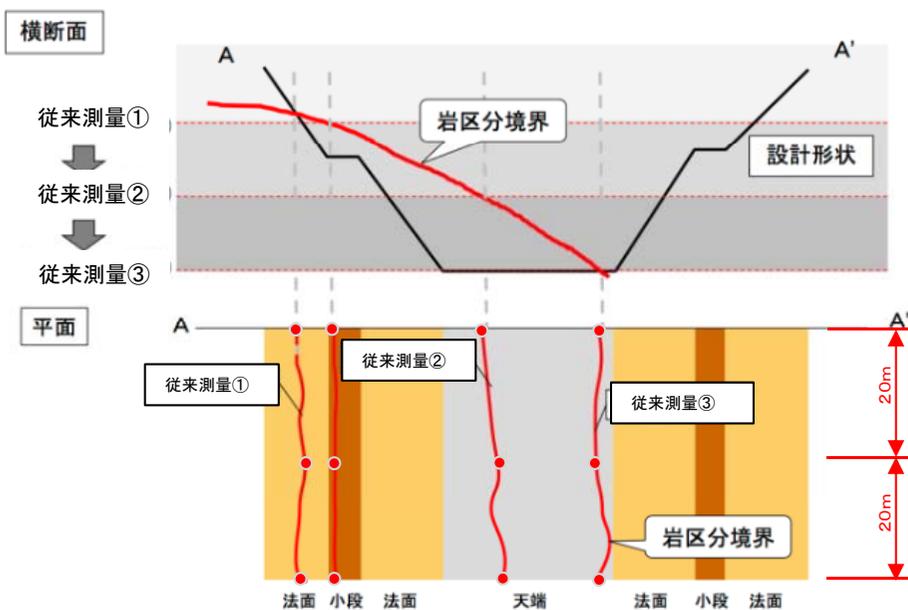
TS測量④



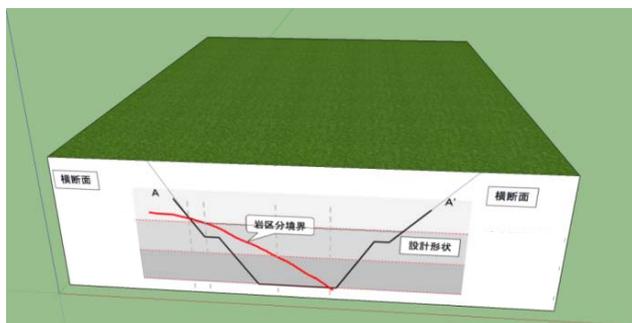
取得方法の例4:

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

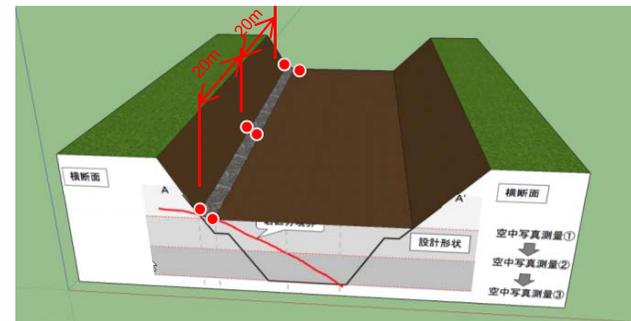


従来測量
起工測量

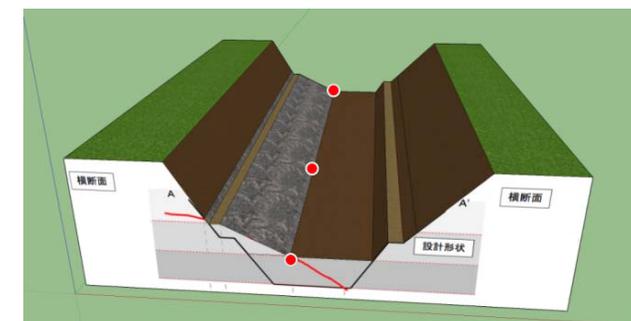


従来測量①

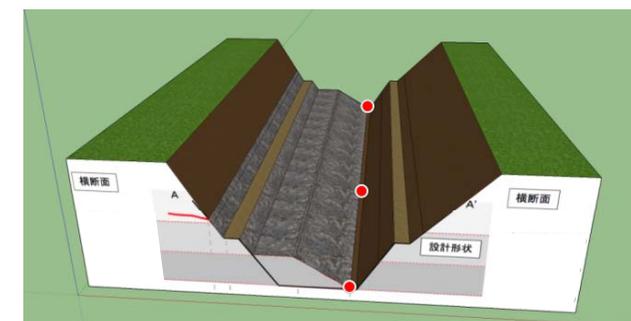
● 変化確認位置



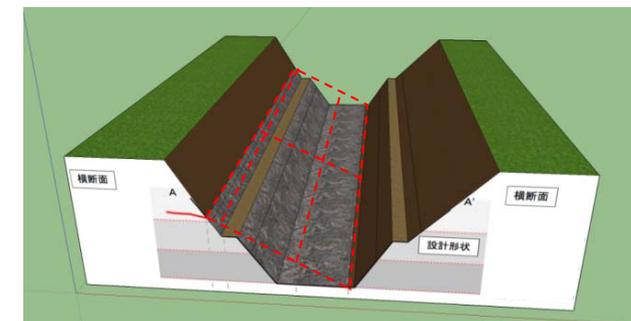
従来測量②



従来測量③



従来測量④



出来高部分払い方式を選択した場合、簡便な数量算出方法としてUAVやLSによる地形測量を利用できます。

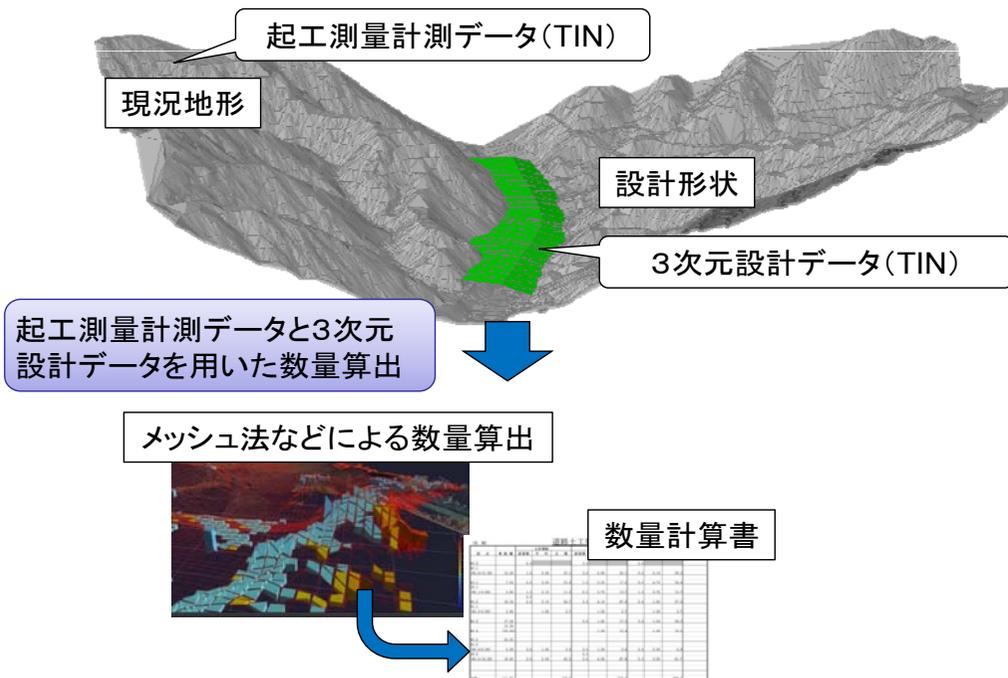
この時の部分払い出来高算出結果については、算出値の9割を上限に計上します。

留意点

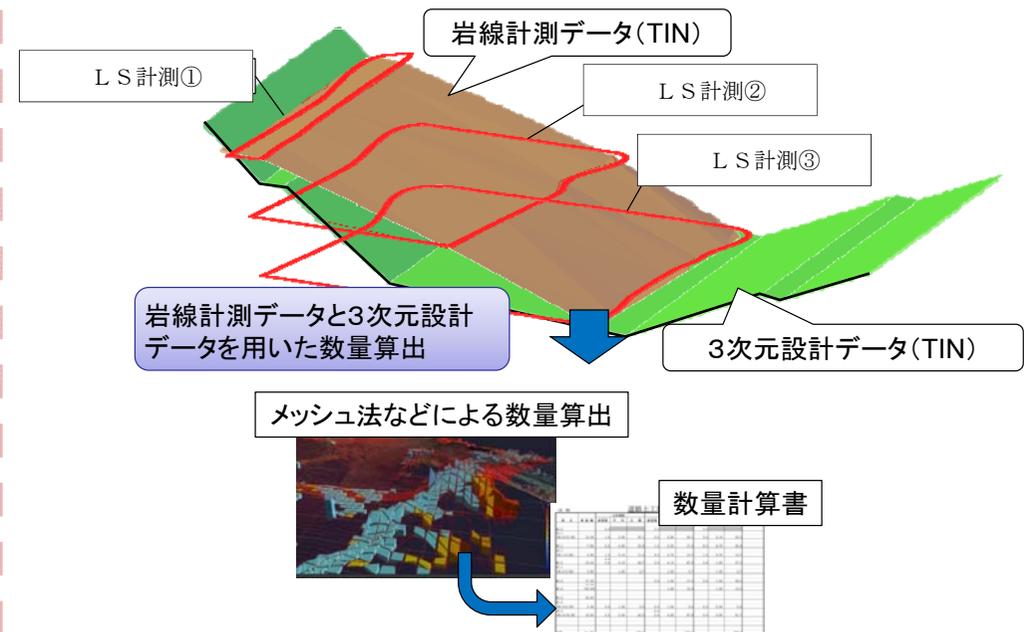
- 出来高計測に基づく算出値を100%計上しない場合、精度を落とした簡便な算出方法を利用できます。
- 簡便な数量算出方法の精度確認については、検証点は天場400m以内の間隔とし、精度は±200mm以内であれば良い。計測密度は0.25m²(50cm×50cmメッシュ)あたり1点以上とします。
- 地上画素寸法は、要求精度が0.2mであることから、3cm／画素以上とする。

- ・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

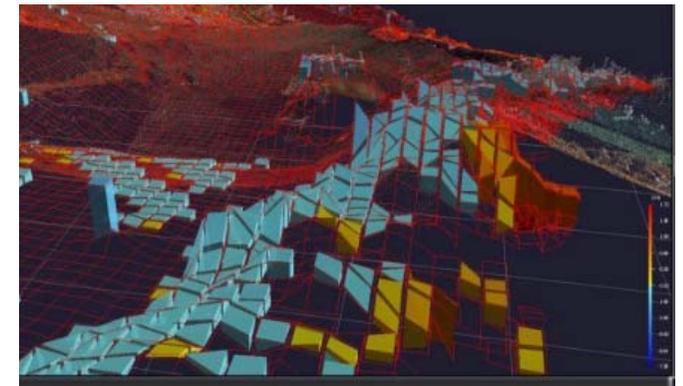
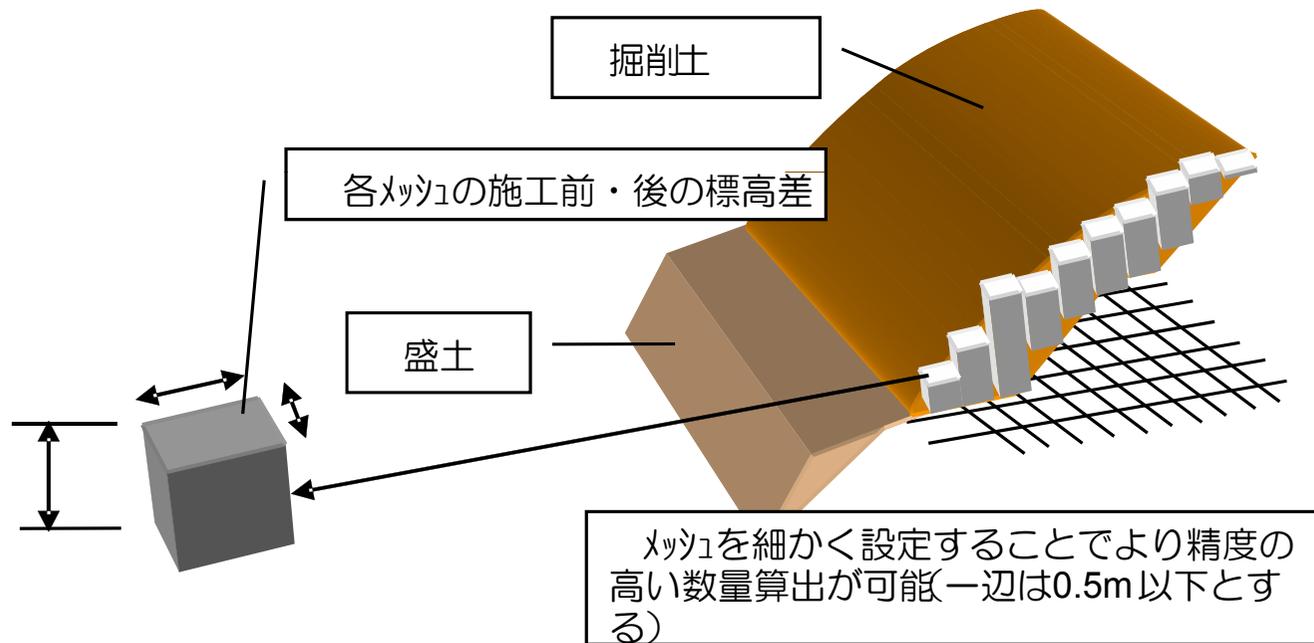


設計変更(岩区分)のための数量算出イメージ



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LS等で計測されており、契約条件として認められている場合は、UAVやLS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



受注者は、UAVやLS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。

ワンポイント

・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