

# ICT活用工事(土工)(島根県版)の手引き

本資料は、空中写真測量(無人航空機)(以降「従来型UAV」という)、地上型レーザースキャナー(以降「TLS」という)、TS(プリズム方式)、TS(ノンプリズム方式)、RTK-GNSS、無人航空機搭載型レーザースキャナー(以降「UAVレーザー」という)、地上移動体搭載型レーザースキャナー(以降「地上移動体搭載型LS」という)を用いた各種要領のうち、実施または確認すべき事項を整理したものです。ご不明な点は、各出来形管理要領および各出来形管理の監督・検査要領を参照願います。

※RTK-GNSS及びTSを用いた出来形管理技術は、TLSや従来型UAV、UAVレーザーで、欠測があった場合の捕捉やそれに準じる小規模土工の測量を想定したものの。

## <手引き>

- |   |   |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ICT活用工事(土工)(島根県版)の流れ P2</li> <li>2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達 P7             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達 P8</li> </ol> </li> <li>3. ICT活用工事(土工)(島根県版)の手続き P13</li> <li>4. 施工計画書(起工測量編)の作成 P21             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 従来型UAVIによる起工測量の場合 P22</li> <li>2. TLSIによる起工測量の場合 P24</li> <li>3. TS(プリズム方式)による起工測量の場合 P25</li> <li>4. TS(ノンプリズム方式)による起工測量の場合 P26</li> <li>5. RTK-GNSSによる起工測量の場合 P27</li> <li>6. UAVレーザーによる起工測量の場合 P28</li> </ol> </li> <li>5. 工事基準点の設置 P30             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 従来型UAVIによる起工測量及び出来形管理を行う場合 P31</li> <li>2. TLSIによる起工測量及び出来形管理を行う場合 P32</li> <li>3. UAVレーザーによる起工測量及び出来形管理を行う場合 P33</li> <li>4. GNSSローバーによる標定点等の設置を行う場合 P34</li> </ol> </li> <li>6. 測量成果簿の作成 P35             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 起工測量 P36</li> <li>2. 従来型UAVIによる起工測量の場合 P37</li> <li>3. TLSIによる起工測量の場合 P41</li> <li>4. TS(ノンプリズム方式)による起工測量の場合 P44</li> <li>5. UAVレーザーによる起工測量の場合 P46</li> <li>6. 起工測量の成果品の作成 P50</li> <li>7. 精度確認試験の実施・結果の提出(従来型UAVIによる出来形管理を行う場合) P51</li> </ol> </li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>7. 3次元設計データの作成時の実務内容 P52             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3次元設計データの作成 P53</li> <li>2. 3次元設計データの照査 P60</li> </ol> </li> <li>8. 設計図書の照査 P64</li> <li>9. 施工計画書(工事編)の作成 P66</li> <li>10. 施工段階 P68             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 岩線計測・計測データの作成 P69</li> <li>2. 土(岩)の分類の境界 変化位置確認 P70</li> <li>3. 土(岩)の分類の境界変化時のフロー P71</li> <li>4. 岩線計測データの取得方法 P74</li> <li>5. 部分払い用出来高計測 P77</li> </ol> </li> <li>11. 出来形管理 P78             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 従来型UAVIによる出来形管理を行う場合の写真管理 P81</li> <li>2. TLS,TS,RTK-GNSS,UAVレーザーによる出来形写真管理 P82</li> <li>3. 出来形管理帳票の作成 P83</li> <li>4. 出来形数量の算出 P85</li> <li>5. 数量算出(起工測量、岩線計測) P86</li> </ol> </li> <li>12. 電子成果品等の作成 P87             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 電子成果品の作成 P88</li> <li>2. アンケート調査票 P89</li> </ol> </li> <li>13. 検査 P90             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 書面検査 P91</li> <li>2. 実地検査 P94</li> <li>3. 工事成績評定 P98</li> </ol> </li> </ol> |
|---|---|

## <参考資料>

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>● 【参考】期待される機能と導入効果 P101</li> <li>● 【参考】用語解説 P102</li> <li>● 【参考】UAVやLSの計測精度等の一覧 P106</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 【参考】UAVの計測性能 P107</li> <li>● 【参考】TSとGNSSローバーの比較 P108</li> <li>● 【参考】GNSSローバーを利用する際の留意事項 P109</li> </ul> |
|--|--|

## ICT活用工事(土工)(島根県版)の対象工事

受注者

発注者

発注段階

1. 発注段階(「概要編」参照)

- ・設計図書等の準備
- ・積算

機器・ソフトウェア等の準備段階

2. 機器・ソフトウェア等の選定

- ・機器、ソフトウェアの選定、調達

※施工計画書に使用機器、ソフトウェアについて記述すること

ICT活用工事に係る手続き段階

3. ICT活用工事(土工)(島根県版)の手続き

- ・ICT施工を希望する旨の提案・協議  
(ICT活用計画書の提出)

- 監督事項**
- ・ICT施工希望の受理・指示

- ・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

- 発注者事項**
- ・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

- ・設計図書等の貸与

- ・設計図書の3次元化の指示の了解

- 監督事項**
- ・設計図書の3次元化の指示

## ICT活用工事(土工)(島根県版)の対象工事

受注者	発注者
-----	-----

ICT活用工事に係る  
手続き段階

・具体の工事内容及び対象範囲の協議

**監督事項**  
・具体の工事内容及び対象範囲の受理・確認

・アンケート調査の指示の了解

**監督事項**  
・アンケート調査の指示

起工測量段階

### 5. 工事基準点の設置

・基準点等の指示の了解

**監督事項**  
・基準点等の指示

### 4. 施工計画書(起工測量)

(TLS,TS(ノンプリズム方式),RTK-GNSSによる起工測量の場合)

・精度確認試験結果報告書の作成

**監督事項**  
・精度確認試験結果報告書の受理・確認

・施工計画書(起工測量編)の作成

**監督事項**  
・施工計画書(起工測量編)の受理・確認

### 5. 工事基準点の設置

・工事基準点の設置

(GNSSローバーを使用する場合)

・GNSSローバー精度確認試験結果報告書作成

**監督事項**  
・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の受理・確認

## ICT活用工事(土工)(島根県版)の対象工事

受注者

発注者

起工測量段階

### 6. 測量成果簿の作成

- ・起工測量
- ・測量成果簿の作成
- ・起工測量の成果品の作成

#### 監督事項

- ・測量成果簿の受理・確認
- ・起工測量の成果品の受理・確認

(従来型UAV出来形管理の場合)

- ・カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書の作成

#### 監督事項

- ・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

### 7. 3次元設計データの作成

- ・3次元設計データの作成
- ・3次元設計データの照査
- ・3次元設計データの作成の成果品作成

#### 監督事項

- ・3次元設計データの作成の成果品の受理・確認

### 8. 設計図書の照査

- ・設計図書の照査

#### 監督事項

- ・受注者による設計図書の照査状況の受理・確認

### 9. 施工計画書(工事編)

- ・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

#### 監督事項

- ・施工計画書(工事編)の受理・確認

施工計画・準備段階

## ICT活用工事(土工)(島根県版)の対象工事

受注者

発注者

施工段階

### 10. 施工段階

河川土工・海岸土工・砂防土工・道路土工

- ・岩線計測
- ・部分払い用出来高計測

- 監督事項
- ・確認立会

出来形管理段階

### 11. 出来形管理

- ・出来形計測
- ・出来形管理写真の撮影
- ・出来形管理帳票の作成

- 監督事項
- ・出来形管理帳票の受理・確認

- ・数量計算の方法の協議
- ・3次元設計データ+設計数量の協議

- 監督事項
- ・数量計算の方法の受理・確認
  - ・3次元設計データ+設計数量の受理・確認

変更段階

### 変更契約処理【発注担当者】

- ・設計図書等の変更
- ・変更数量算出
- ・変更積算
- ・変更契約

## ICT活用工事(土工)(島根県版)の対象工事

受注者

発注者

完成段階

### 12. 電子納品等作成

・電子成果品の作成

監督事項

・電子成果品の受理・確認

・アンケート調査票の作成

監督事項

・アンケート調査票の受理・確認

検査段階

### 13. 検査

・書面検査  
・実地検査

検査事項

・書面検査・実地検査

監督・検査事項

・工事成績評定

注)

従来型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)

TLS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)

UAVレーザー出来形管理: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要領(土工編)

地上移動体レーザー出来形管理:地上移動体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)

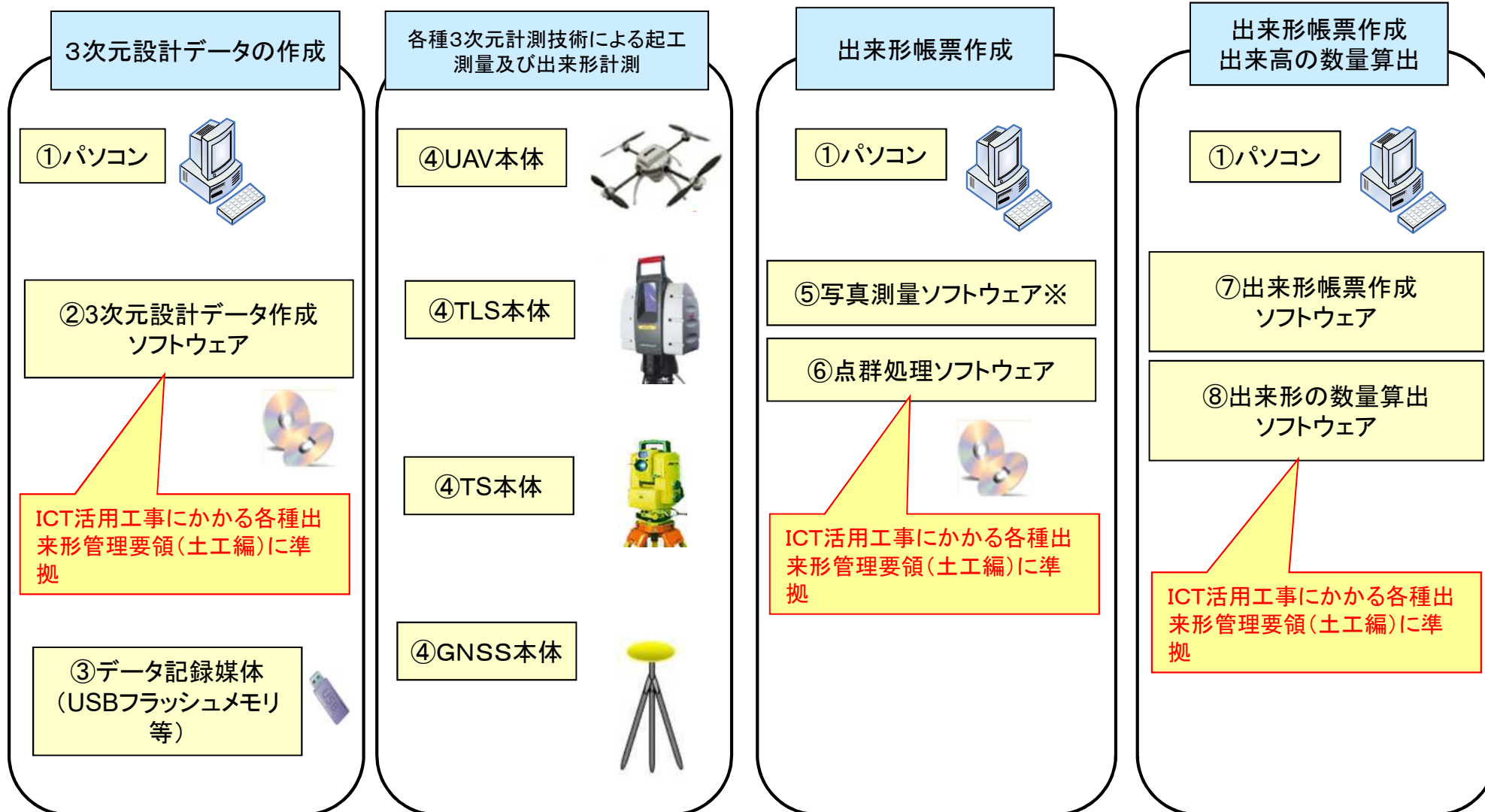
▶ 機器・ソフトウェア等の選定の実施内容と解説事項

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>	<p>・必要な機器構成、仕様の確認</p>	
<div style="text-align: center;">↓</div> <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>	<p>・必要な機能の取捨選択</p>	

- ▶ 各種3次元計測技術を用いた出来形管理に必要な機器・ソフトウェアは、「UAV」・「TLS」・「TS」・「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。（※は従来型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、操作性や機能の事前確認が必要です。



## 機器構成、仕様確認時の留意点

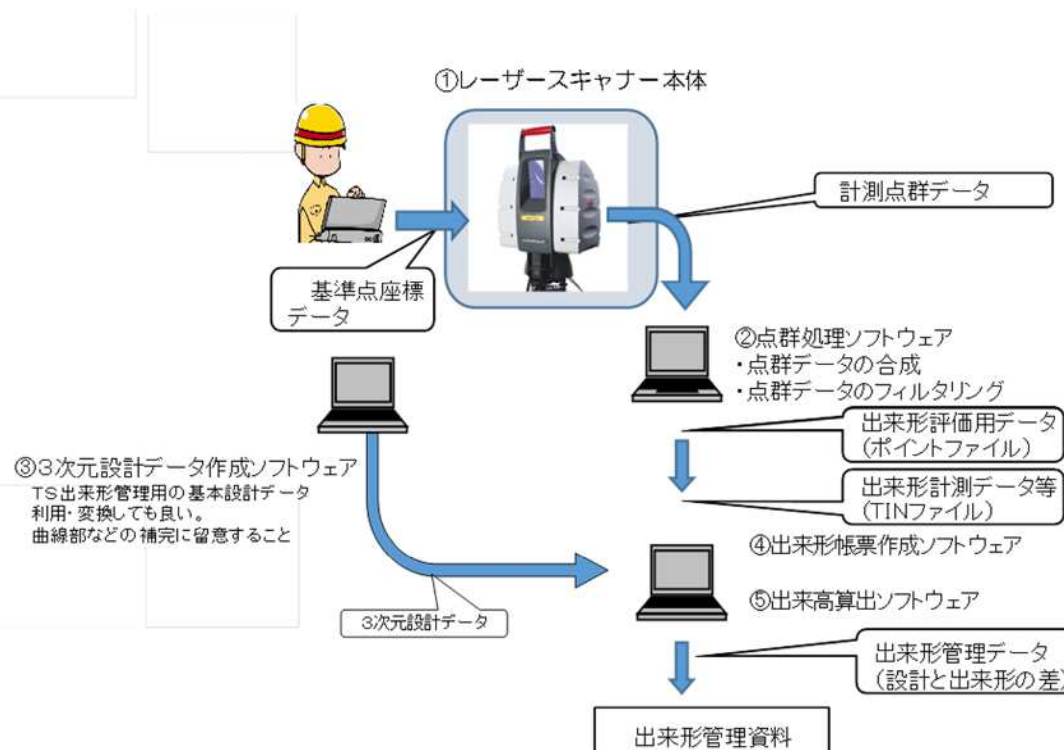
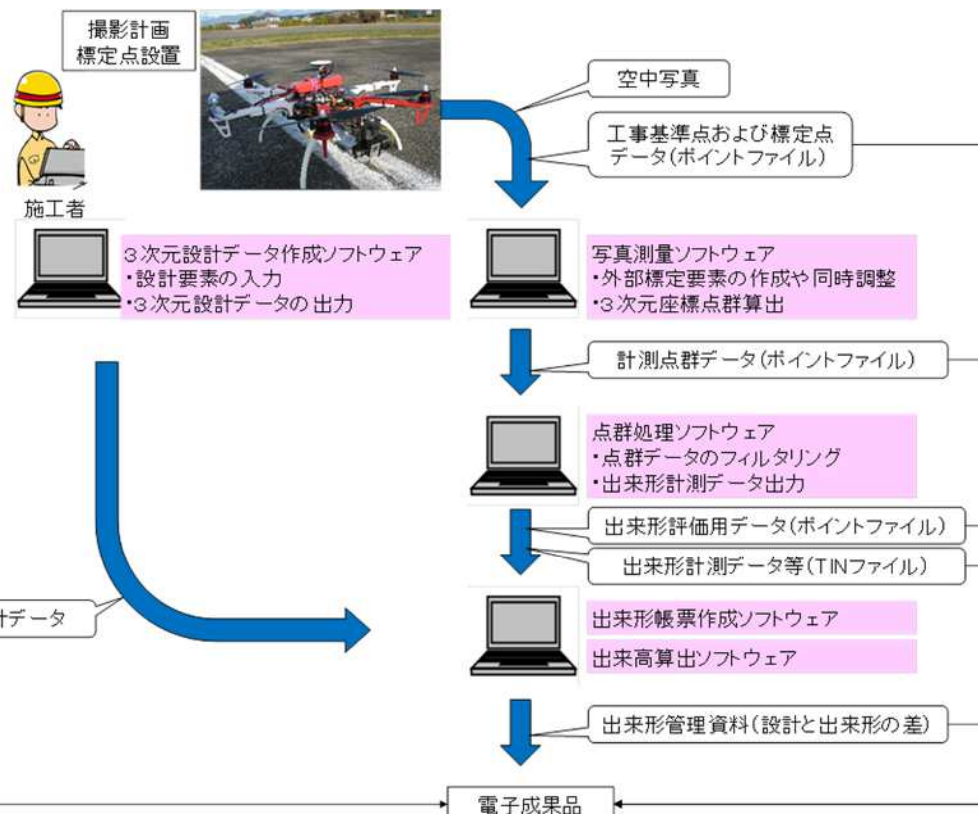


(※は従来型UAV出来形管理の場合のみ必要)

## 起工測量並びに出来形管理のデータの流れ

### 従来型UAVを用いた出来形管理

### TLSを用いた出来形管理



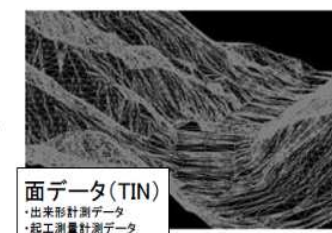
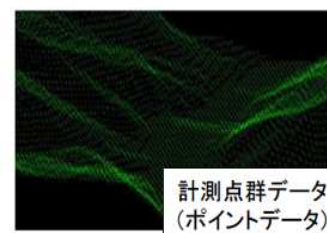
### ワンポイント

#### 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

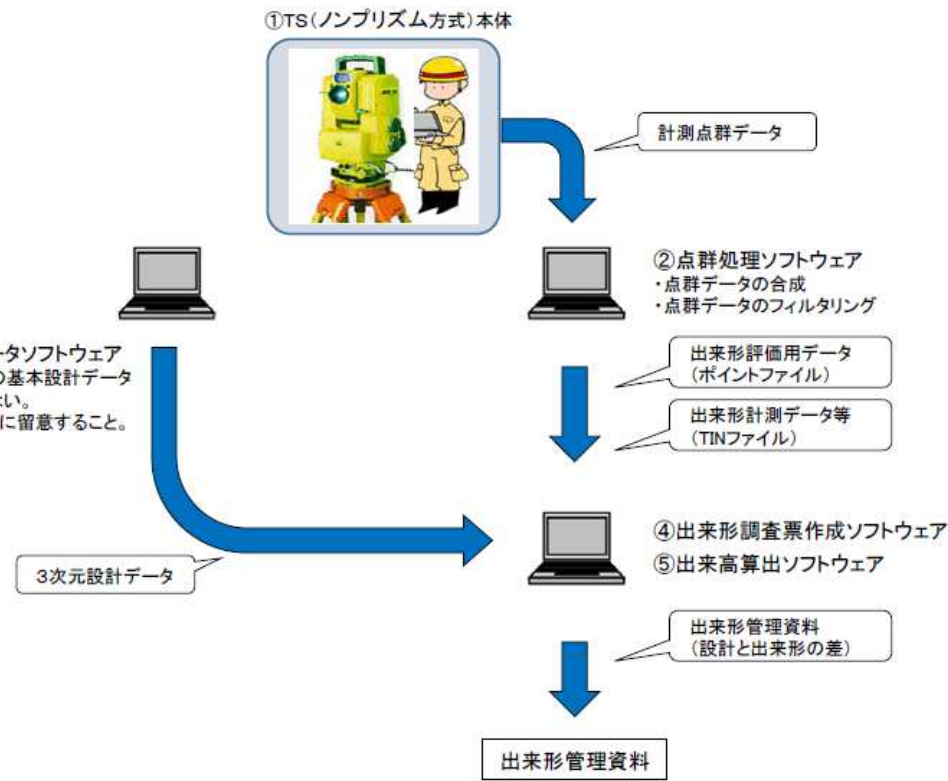
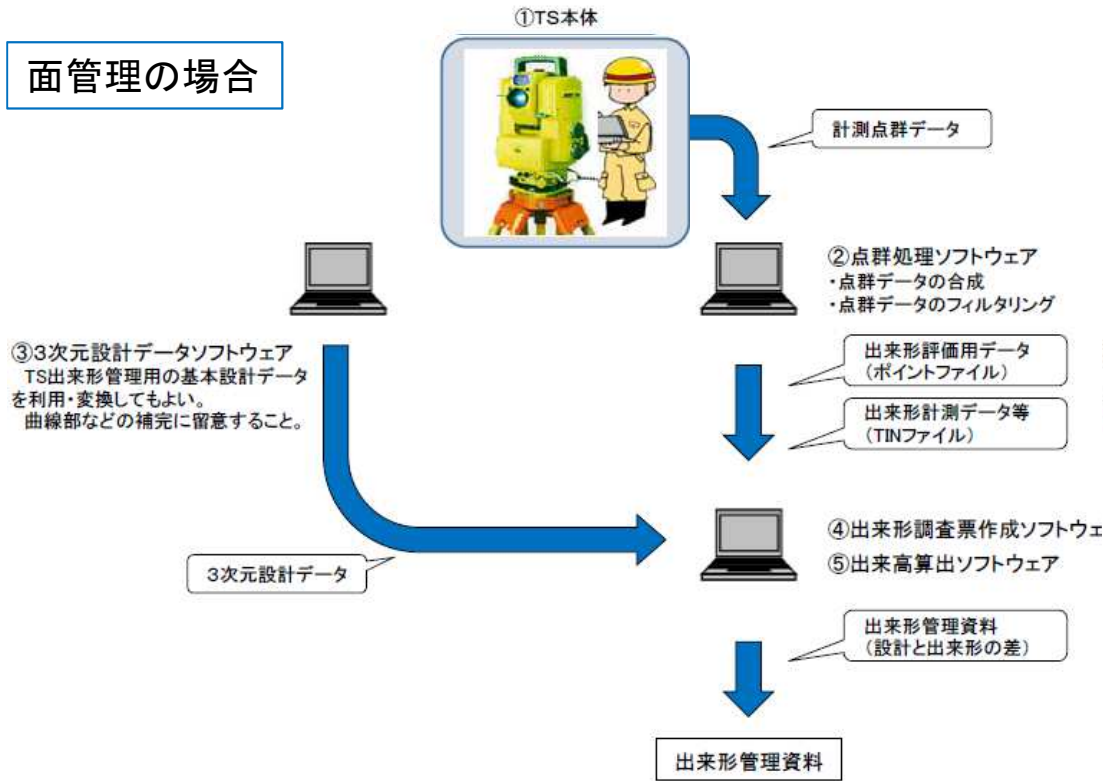
点を直線で繋いで三角形を構築（不等辺三角網）して、面の集合体で地形や設計の表面形状をモデル化したもの



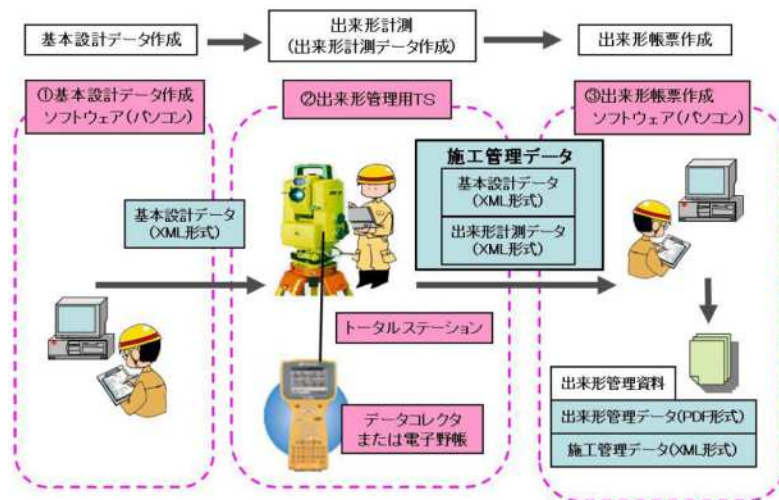
## TSを用いた出来形管理

## TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理

### 面管理の場合

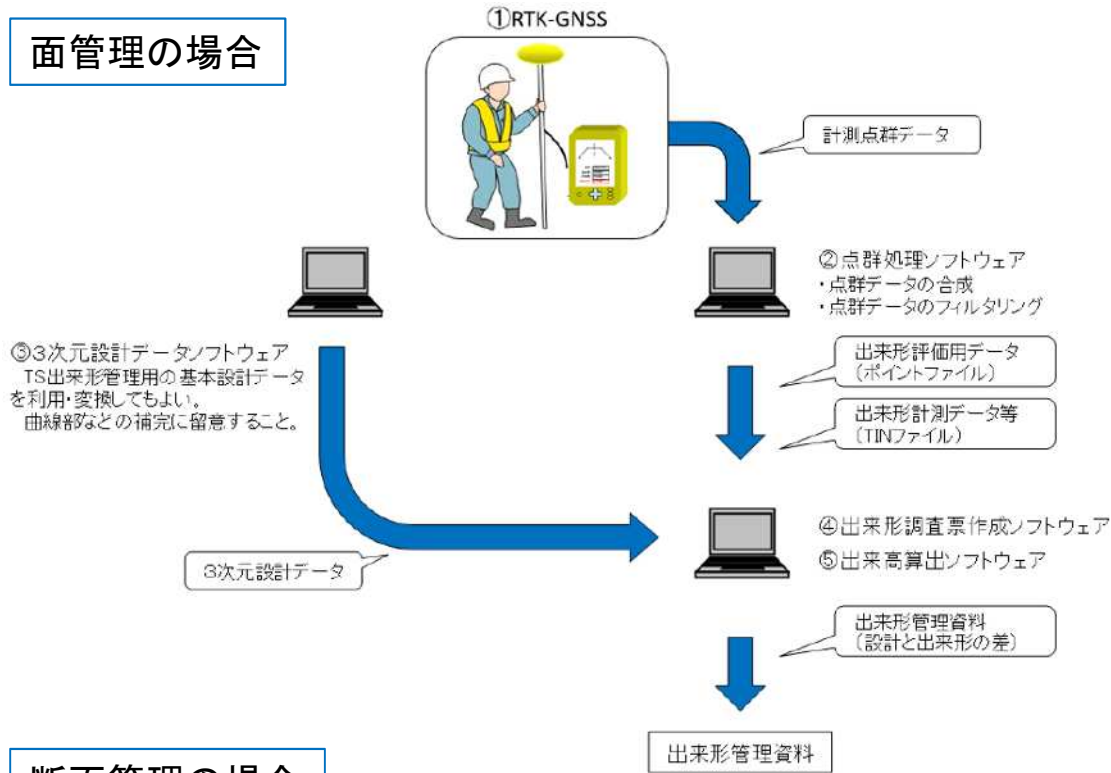


### 断面管理の場合

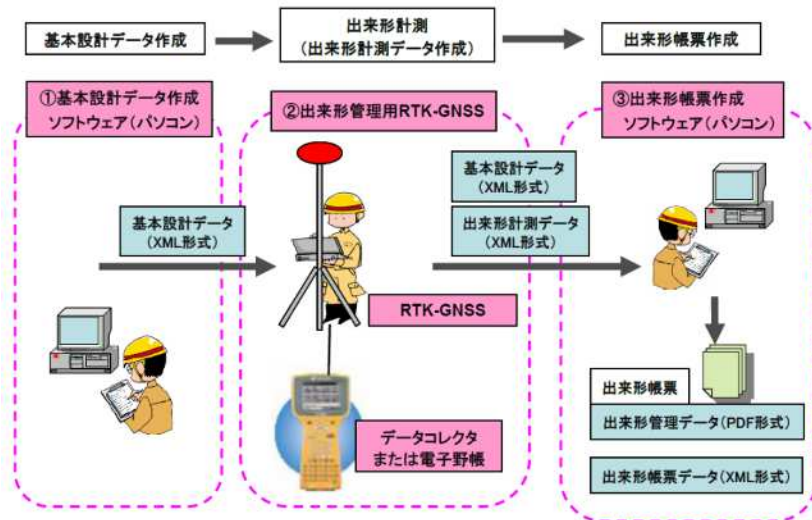


## RTK-GNSSを用いた出来形管理

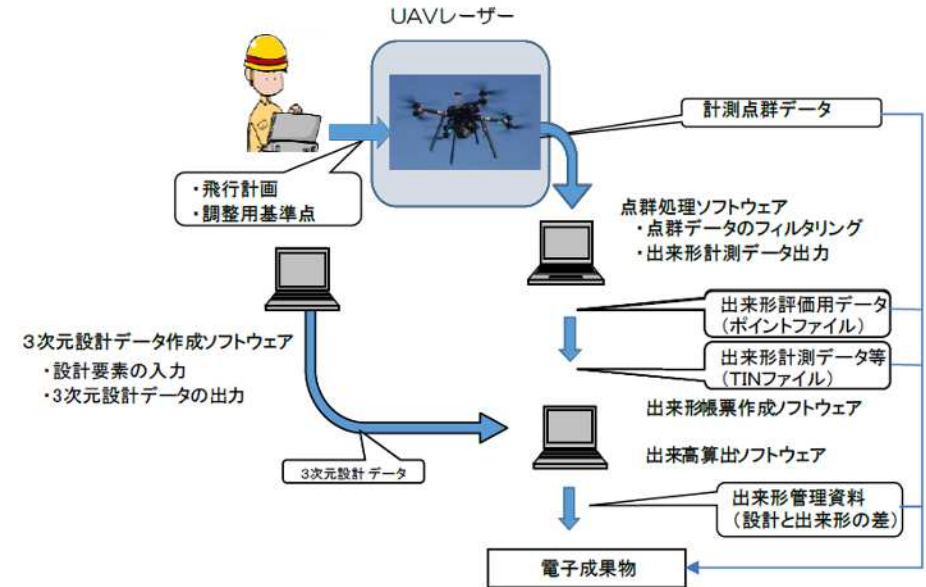
### 面管理の場合



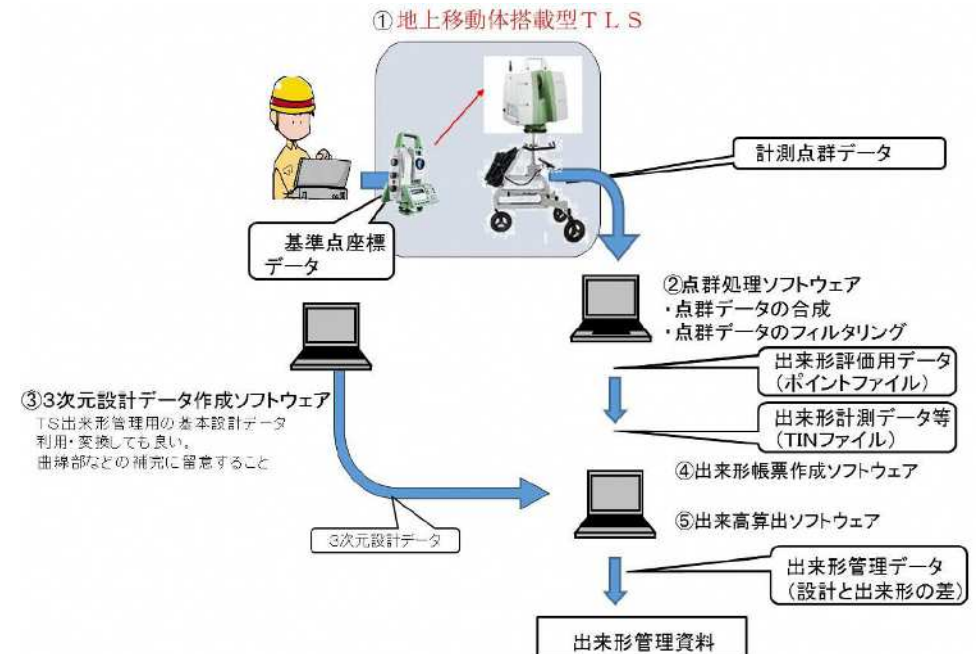
### 断面管理の場合



## 無人航空機搭載型LSを用いた出来形管理



## 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理



# 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](http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/ict_dokou/document.html)

### i-Construction型出来形管理対応のソフトウェア【UAV】

この表は、UAV対応ソフトの掲載例を示しています。

	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		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		掲載年月
	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)	-	-	2016.7
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)	2016.7
	-	-	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)	2016.7
トプコン	MAGNET Collage Image Master UAS	○	MAGNET Collage Image Master UAS	○	3D Office	○	-	-	-	-	2018.4 更新
TIアサヒ	-	-	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	2016.7
ニコ・トリンプル	UASMaster	○	RealWorks	○	Business Center HCE	○	Business Center HCE	○ (H28.9)	Business Center HCE	○ (H28.9)	2016.7
福井コンピュータ	-	-	TREND-POINT	○	EX-TREND武蔵 建設CAD	○	TREND-POINT	○	TREND-POINT	○	2016.7
ライカジオシステム	IMAGINE UAV Workflow	○	IMAGINE UAV Workflow	○	-	-	-	-	-	-	2016.7
Autodesk	ReCap 360 Pro (Photo to 3D)	○	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)	2016.9
アイ・エス・ビー	-	-	LandForms	○	LandForms	○	LandForms	○	LandForms	○ (H28.9)	2016.9
テラドローン	Terra Mapper	○	Terra Mapper	○	-	-	-	-	-	-	2018.6 更新

#### 写真測量ソフトウェア (参考)

メーカー名	ソフト名
Acute3D	Smart3DCapture
Pix4D	Pix4D Mapper
Agisoft	PhotoScan

- 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(土工)(島根県版)の手続き

## ▶ ICT活用工事(土工)(島根県版)の手続きに係る実務内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
(施工者希望型の場合) 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
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
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 <small>起工測量(従来型UAV、TLS、その他) 3次元設計データ(3次元設計データがない場合)</small>
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

- ▶ 受注者は、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、協議をします。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 契約した設計図書が3次元化していない場合は、契約後に監督職員より3次元の設計図書を作成するよう指示をします
- ▶ 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提出を依頼し、受注者は見積り書を作成し、提出します。発注者はその内容を確認します。
- ▶ 受注者は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。監督職員はその内容を確認します。

### 3. ICT活用工事(土工)(島根県版)の手続き

- ▶ ICT活用工事(土工)(島根県版)の手続きに係る実務内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
アンケート調査の指示の了解	・アンケート調査の指示の了解	・アンケート調査の指示

- ▶ 監督職員は、ICT活用技術についてのアンケート調査の指示を行います。

# 3. ICT活用工事(土工)(島根県)の手続き

## ICT施工を希望する旨の協議

- 受注者がICT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提案・協議をします。
- 協議には、ICT活用計画書が添付されているので発注者・受注者間で記載内容などについて合意し結論を得ます。

工事打合簿			
発議者名	<受注者担当者>	発議年月日	平成 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"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> その他 ( )		
工事名	受注者		
(内容)			
ICT活用計画書について			
別紙「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します。			
添付図 業、その他添付図書			
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"/> 通知・ <input checked="" type="checkbox"/> 受理します。 <input type="checkbox"/> 確認した。 <input type="checkbox"/> その他 ( ) ICT活用計画書については受理する。 別紙見積もり条件書に基づき、3次元起工測量費及び3次元設計データ作成費に係る見積書を提出すること。		
受理者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾・ <input type="checkbox"/> 協議・ <input type="checkbox"/> 提出・ <input type="checkbox"/> 報告します。 <input type="checkbox"/> その他 ( )		
条件			
<small>※1 段階確認の場合は、(種別・細別・確認項目・確認日)等を内容欄等に記載する。            ※2 材料確認の場合は、(材料名・品質規格・単位・数量)等を内容欄等に記載する。</small>			
	総括監督員	主任監督員	現場技術員
			現場代理人 主任(監理)技術者

別紙(R2版)。

ICT活用計画書(土工)

(工事名: )

会社名: )

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、ICT施工技術を活用する場合は、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
<input type="checkbox"/> ①3次元起工測量			1 空中写真測量(無人航空機)を用いた起工測量。 2 地上型レーザースキャナーを用いた起工測量。 3 トータルステーション等光波方式を用いた起工測量。 4 トータルステーション(ノプリズム方式)を用いた起工測量。 5 RTK-GNSSを用いた起工測量。 6 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。 7 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量。 8 その他の3次元計測技術を用いた起工測量。
<input type="checkbox"/> ②3次元設計データ作成			※3次元出来形管理や位置出し、丁張り設置等に用いる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。
<input type="checkbox"/> ③ICT建設機械による施工	<input type="checkbox"/> 掘削工 <input type="checkbox"/> 盛土工 <input type="checkbox"/> 路体 <input type="checkbox"/> 盛土工 <input type="checkbox"/> 路床 <input type="checkbox"/> 盛土工 <input type="checkbox"/> 法面整形工		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。
<input type="checkbox"/> ④3次元出来形管理等の施工管理	<input type="checkbox"/> 出来形 <input type="checkbox"/> 品質		1 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理。 2 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理。 3 トータルステーション等光波方式を用いた出来形管理。 4 トータルステーション(ノプリズム方式)を用いた出来形管理。 5 RTK-GNSSを用いた出来形管理。 6 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。 7 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理。 8 施工履歴データを用いた出来形管理(河床掘削)。 9 その他の3次元計測技術を用いた出来形管理。 10 TS-GNSSによる舗固め回数管理技術(土工)。
<input type="checkbox"/> ⑤3次元データの納品			

注1)ICT活用工事(土工)(島根県版)の詳細については、特記仕様書によるものとする。

注2)基本的には①～⑤の全ての段階においてICT施工技術を活用するものとするが、施工者希望型では、ICT施工技術の一部活用も可とする。「ICT施工技術の一部活用」とは、②④⑤のいずれかを必須とする。

注3)平面図、代表断面図、縦断面図等に対象範囲概略を図示し、添付すること。



## 3次元起工測量経費等の見積り提出依頼

- 受注者は、発注者からの依頼に基づき、3次元起工測量の経費や3次元設計データの作成経費の見積り書を作成し提出します。発注者はその内容を確認します。

記載例

＜見積条件書＞

別紙

1 見積条件

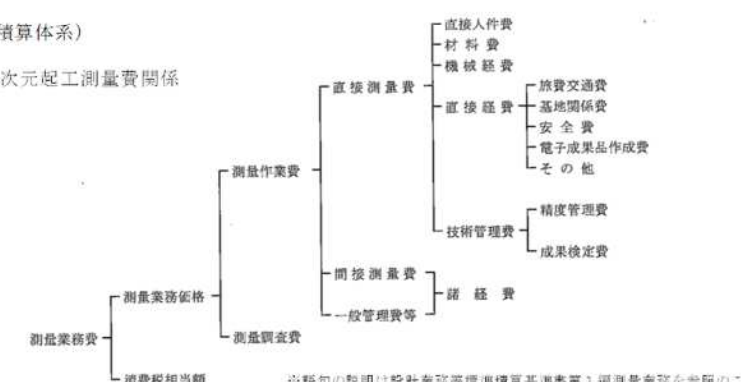
(1) 工事名 (一) ○○線○○工事  
 (2) 工事場所 島根県○○市○○地内  
 (3) 施工予定期間 平成○○年○○月～平成○○年○○月  
 (4) 見積有効期限 平成○○年○○月○○日限り  
 (5) 見積工種 3次元起工測量費、3次元設計データ作成費  
 (6) 見積対象範囲 別紙「ICT活用計画書」添付図のとおり  
 (7) その他見積に必要となるもの  
 【その他見積に必要となるものがある場合は明記する。】

2 提出内容

(1) 見積書 見積書には、業務価格及びその内訳を記載の上、提出してください。  
 なお、「3 参考（積算体系）」を参考にしてください。  
 宛名は「島根県○○県土整備事務所長」としてください。  
 (2) 提出先 島根県○○県土整備事業所  
 【担当】土木工務第○課 ○○係 ○○  
 (3) 提出期限 平成○○年○○月○○日  
 (4) その他 見積書の作成費用は、貴社でご負担ください。

3 参考（積算体系）

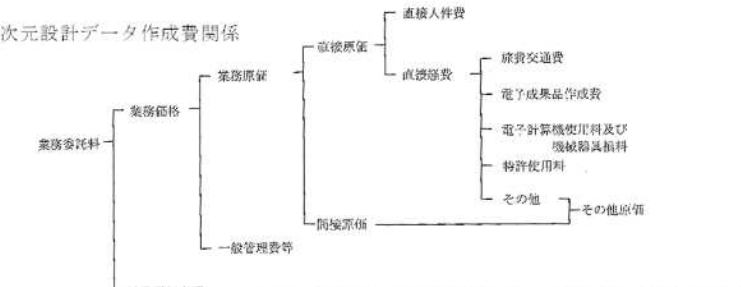
(1) 3次元起工測量費関係



測量業務費

- 消費税相当額
- 測量業務価格
  - 測量調査費
    - 測量作業費
      - 直接測量費
        - 直接人件費
        - 材料費
        - 機械経費
        - 直接経費
          - 旅費交通費
          - 基地関係費
          - 安全費
          - 電子成果品作成費
          - その他
        - 技術管理費
          - 精度管理費
          - 成果検定費
      - 間接測量費
        - 諸経費
        - 一般管理費等

(2) 3次元設計データ作成費関係



業務委託料

- 消費税相当額
- 業務価格
  - 業務原価
    - 直接原価
      - 直接人件費
      - 直接経費
        - 旅費交通費
        - 電子成果品作成費
        - 電子計算機使用料及び機械器具材料
        - 特許使用料
        - その他
      - その他原価
    - 間接原価
  - 一般管理費等

※各句の説明は設計業務等標準積算基準書第1編測量業務を参照のこと

※各句の説明は設計業務等標準積算基準書第3編土木設計業務を参照のこと

※様式はライブラリに掲載している

# 3. ICT活用工事(土工)(島根県版)の手続き

## 設計図書の3次元化の指示

- ICT活用工事(土工)(島根県版)は、当面の間は、測量・設計を通じて3次元のデータが整備されていないことから、当初設計は従来通り2次元図面で契約します。
- 監督職員は、工事契約後に3次元起工測量及び図面の3次元化を指示します。但し発注者指定型は、3次元設計データを発注者から提供します。
- 受注者は、図面及び監督職員から貸与する平面線形、縦断線形、横断形状資料と各種3次元計測技術による3次元起工測量などによって得られた3次元地形データを使って、3次元設計データの作成します。
- 受注者は指示に先立ち、3次元起工測量及び3次元設計データ作成に係る経費の見積もりを監督職員に提示するものとします。
- 起工測量はICT活用施工範囲を縦断方向20m、横断方向5m程度に広げた範囲を基本とするが、現地の状況により適宜対応するものとする。(官民境界内とする等)

※様式はライブラリに掲載している

工事打合簿							
発議者名	<発注者担当者>		発議年月日	平成	年 月 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"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> その他 ( )						
工事名			受注者				
(内容)							
設計図書の3次元化について							
3次元起工測量の実施を指示する。 3次元起工測量の範囲は以下の通りとする。 ・縦断方向は、工事区間の起点より-20mから工事区間の終点より+20mまでの範囲とする。 ・横断方向は、官民境界より民地側に+5mまでの範囲とする。 ・橋梁設置区間については、官民境界点上で計画路面高さに3mを加えた位置から、下方向かつ民地方向に+30度以下に下ろした範囲までとする。  設計図書のうち、平面線形、縦断線形、横断形状等と3次元起工測量を行って取得した3次元地形データを使った土工の3次元設計データの作成を指示する。  本指示内容は変更契約と対象とする。 なお、〇〇千円を見込んでいます。  アンケート調査を実施する場合は、これに協力すること。							
添付図 葉、その他添付図書							
処 理 ・ 回 答 条 件	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"/> 通知・ <input type="checkbox"/> 受理します。 <input type="checkbox"/> 確認した。 <input type="checkbox"/> その他 ( )					
	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"/> 報告します。 <input type="checkbox"/> その他 ( )					
	回答	平成 年 月 日					
※1 段階確認の場合は、(種別・細別・確認項目・確認日)等を内容欄等に記載する。 ※2 材料確認の場合は、(材料名・品質規格・単位・数量)等を内容欄等に記載する。							
		総括監督員	主任監督員	監督員	現場技術員	現場代理人	主任(監理)技術者

# 3. ICT活用工事(土工)(島根県版)の手続き

## 具体の工事内容及び対象範囲の協議

- 受注者は、ICT活用施工の**具体の工事内容と対象範囲を協議**します。**監督職員はその内容を確認**します。
- 具体の工事内容には、建設生産プロセスの作業内容ごとに採用する技術の種類、技術名、使用する技術の概要を記載します。
- 対象範囲は、採用した技術を適用する範囲(活用予定期間、活用予定区間・区域)を記載します。

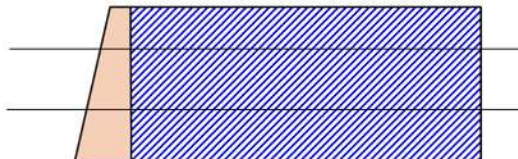
添付書類のイメージ

**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

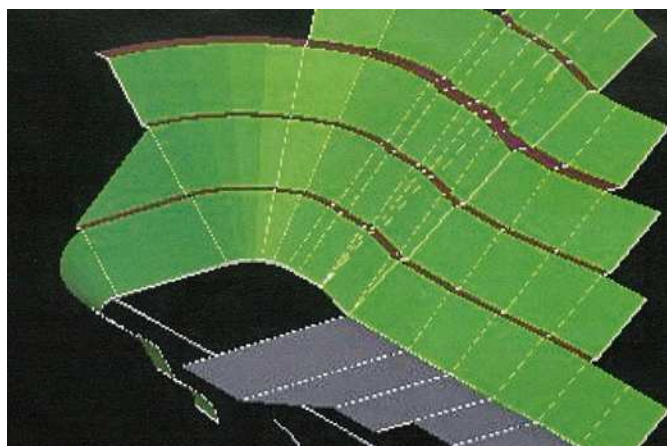
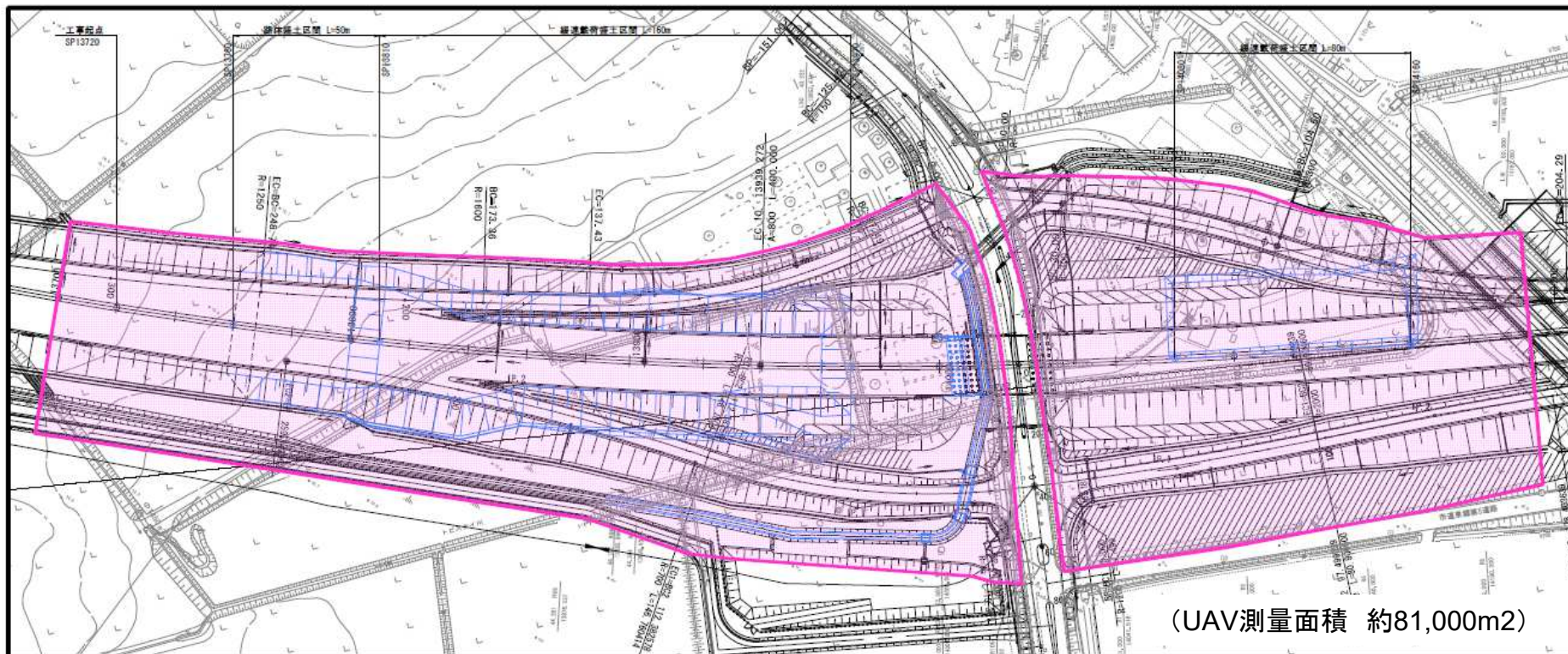
平面図を色分けしたもの

※様式はライブラリに掲載している

工 事 打 合 簿							
発 議 者 氏 名	<受注者担当者>	発議年月日	平成	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"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> その他 ( )						
工 事 名		受 注 者					
(内 容)							
I C T活用施工の工事内容及び施工範囲等について							
添付資料のとおり、I C Tを活用した土工の施工に関する具体の工事内容と対象範囲を協議							
します。							
添付図 葉、その他添付図書							
処 理 ・ 回 答 条 件	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"/> 通知・ <input type="checkbox"/> 受理します。 <input type="checkbox"/> 確認した。 <input type="checkbox"/> その他 ( )					
	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"/> 報告します。 <input type="checkbox"/> その他 ( )					
	回 答 条 件						
<small>※1 段階確認の場合は、(種別・細別・確認項目・確認日)等を内容欄等に記載する。            ※2 材料確認の場合は、(材料名・品質規格・単位・数量)等を内容欄等に記載する。</small>							
		総 括 監 督 員	主 任 監 督 員	監 督 員	現 場 技 術 員	現 場 代 理 人	主 任 (監 理) 技 術 者

## ■ ICT活用施工範囲図により対象範囲を宣言

(施工範囲全体を対象とする必要は無い。)



撮影範囲

(撮影範囲は、土工の実施工範囲だけでなく、前後区間や周囲の用地境界等、やや広めの計画としている。)

(※)従前の施工で、法長管理をしていなかったような箇所(法面の巻き込み等)は、管理断面を境にそもそも面管理の対象から外すことが考えられる。  
(この場合従前管理もしない)

# 3. ICT活用工事(土工)(島根県版)の手続き

## アンケート調査票の作成

▶ 監督職員は、ICT活用技術についてのアンケート調査の実施について指示します。

### アンケート調査票のイメージ

ICT活用工事の活用効果等に関する調査記入様式	
<b>(1) 基本情報</b>	
工事名	〇〇工事
発注者名	〇〇地盤〇〇河川国道事務所
施工場所	〇〇県〇〇市
工期	H〇〇年〇〇月〇〇日 ~ H〇〇年〇〇
発注形態	<input checked="" type="radio"/> 発注者指定型 <input type="radio"/> 施工者希望I型 <input type="radio"/> 施工者希望II型
工事概要	
主たる工程	掘削 盛土 $V=〇〇m^3 \cdot H=〇m$ $V=〇〇m^3 \cdot H=〇m$
工事延長	〇〇m 〇〇(株)
施工者情報	御社名 担当者氏名 電話番号 所在地 ご回答いただいた方のご芳名 当該工事での貴方の立場 (例):現場代理人
<b>(2) ICT土工工事の適用範囲</b>	
ICT土工工事の適用範囲	(例)No.〇〇~No.〇〇
延長	〇〇m
ICT土工の概要	掘削 $V=〇〇m^3 \cdot H=〇m$ 、盛土 $V=〇〇m^3 \cdot H=〇m$ 、3次元計測面積 $A=〇m^2$ ICT土工の対象区間の横断面数を記入。20m毎と変化点の横断面。
管理測点数	
理由を記載して下さい	<input type="checkbox"/> 出来形検査を段階的に行うことから、一度に計測できる面積が小さいため。 ※一度の作業面積がどのくらい以上でなければならぬと考えるかその他欄に具体的に記載願います。 <input type="checkbox"/> ICT建機が効力を発揮する作業(法面整形、切土整形等)が連続的に発生する期間が少なく、ICTの調整コストに見合った時間短縮効果が得られないため。 ※どのような作業が連続的などのくらの期間発生することが必要かその他欄に具体的に記載願います。 <input type="checkbox"/> 3次元設計の修正が発生する可能性があるため、施工範囲から除外した。 <input type="checkbox"/> 施工エリア内に構造物があり、ICT建機での施工や、3次元計測が困難になることから施工範囲から除外した。 <input type="checkbox"/> 施工機が狭く、ICT建機が入らない場所があったため、施工範囲から除外した。 その他(詳細にご記入下さい) 例)出来形管理の検査は施工プロセス検査として断面毎に行うことから、1度の計測が $〇m^3$ とTSの方が効率的であったため。 例)隣接工区の施工後高さに応じて擦り付けるため。 例)横脚・支柱・基礎コンなどの構造物があるため。
工事範囲に対して部分的な活用に留まった場合はその理由	写真添付欄 【イメージ写真・途中追記】 切土前面に構造物があり、出来形管理ができなため、ICT土工の対象から除外した 
理由がわかる状況写真を添付してください(複数枚可)	

工事打合簿			
発議者名	<発注者担当者>	発議年月日	平成 年 月 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"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> その他 ( )		
工事名		受注者	
(内容)			
ICT活用工事の活用効果等に関する調査の実施について			
施工完了後に、別添「ICT活用工事の活用効果等に関する調査」を記載し、提出すること。			
添付図 葉、その他添付図書			
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"/> 通知・ <input type="checkbox"/> 受理します。 <input type="checkbox"/> 確認した。 <input type="checkbox"/> その他( )	平成 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"/> 報告します。 <input type="checkbox"/> その他( )	平成 年 月 日	
回答条件			
※1 段階確認の場合は、(種別・細別・確認項目・確認日)等を内容欄等に記載する。 ※2 材料確認の場合は、(材料名・品質規格・単位・数量)等を内容欄等に記載する。			
	総括監督員	主任監督員	現場技術員
	現場代理人	主任(監理)技術者	

※様式はライブラリに掲載している

# 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

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

# 4-1. 従来型UAVによる起工測量の場合

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

## 機器構成、仕様確認時の留意点

### 機器構成

#### ■ UAV

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

#### ■ デジタルカメラ

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

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

チェックポイント

#### ■ ソフトウェア

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

## 添付する書類

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

## カタログ(例)

デジタルカメラのカタログ

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

## チェックポイント

ソフトウェアのカタログ



表-1

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

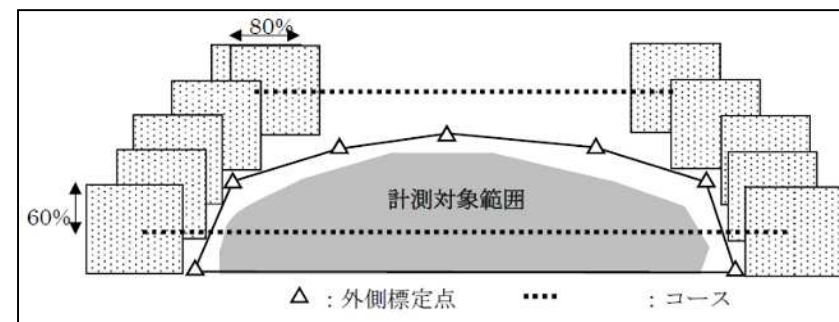
## 撮影計画の留意点

- ▶ 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、必要な精度を確保できる地上画素寸法(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**)を確保出来るよう、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する。撮影高度は、対地高度に撮影区域内の撮影基準面高を加えたものとした計画を記載する。

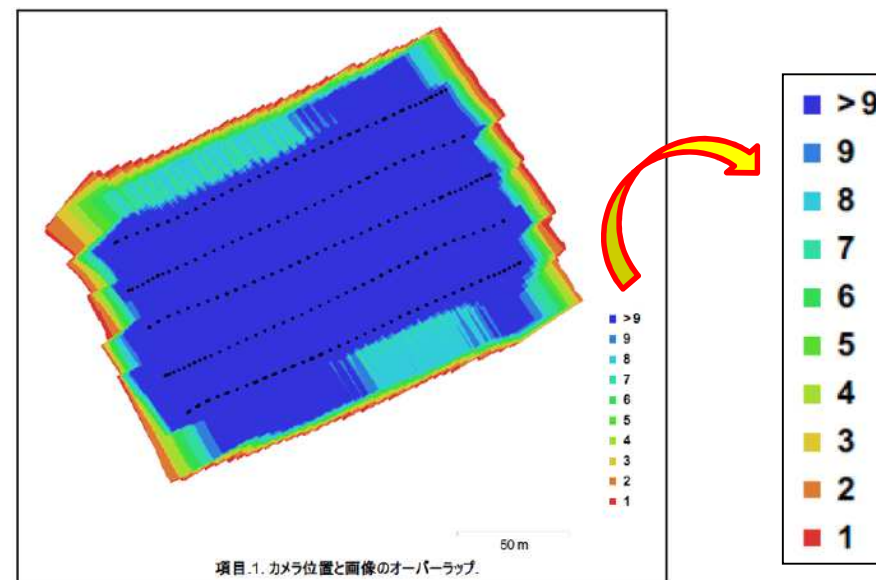
## 空中写真の重複度

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



撮影する写真のイメージ(撮影後に実際の写真重複度を確認できる場合)

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



写真のオーバーラップの確認例



# 4-2. TLSによる起工測量の場合

TLSを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(TLSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載されます。また、精度確認試験を実施して結果報告書が作成されます。監督職員は精度確認試験を計測前12ヶ月以内に実施していることを確認します。

## 機器構成、仕様確認時の留意点

### 機器構成

#### TLS本体

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

チェックポイント

- ・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が、施工計画書に添付されます。

## 添付する書類

TLS計測精度	利用前12ヶ月以内に現場で精度確認を実施し、結果報告書を作成し添付
TLS精度管理	メーカー推奨の定期点検を実施
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

## 精度確認試験結果報告書(例)

取得したデータの信頼度を担保します

精度確認の対象機器 メーカー: 西ABC社 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 
検証機器(標定点を計測する測定機器) <input checked="" type="checkbox"/> テープ: JIS 1種1級(ガラス繊維製巻尺) <input type="checkbox"/> TS: 3級TS以上 <input type="checkbox"/> SS製: OO(2級)	写真 	計測方法: <input checked="" type="checkbox"/> 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 
測定記録 測定期日: 平成21年2月18日 測定条件: 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所: (株) レーザ測量 社内 資材ヤードにて	写真 	③差の確認(測定精度) 3Dレーザー抽出間距離(L') - テープ実測距離(L) 17.071m - 17.070m = 0.001m (1mm) ; 合格(基準値20mm以内)

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。

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

## 機器構成、仕様確認時の留意点

### ▶ 機器構成

#### ■ TS本体

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

チェックポイント

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

#### ■ ソフトウェア

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

## 添付する書類

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

## カタログ(例)



# 4-4. TS(ノンプリズム方式)による起工測量の場合

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

## 機器構成、仕様確認時の留意点

### 機器構成

#### TS本体

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

チェックポイント

- ・計測性能: 計測範囲内で平面精度±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12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)



精度確認試験結果報告書 (詳細)

① 真値の計測結果 (TS (ノンプリズム方式))

	X	Y	Z
1点目	4044.720	11987.035	17.800
2点目	4090.797	11935.004	17.530

② TS (ノンプリズム方式) による計測結果

	X	Y	Z
1点目	4044.720	11987.035	17.800
2点目	4090.812	11935.004	17.530

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)

	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		



# 4-6. 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12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。

・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)

チェックポイント

#### 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)

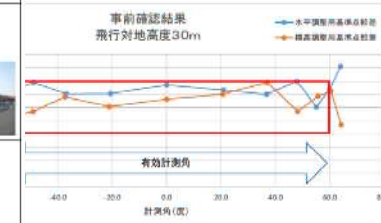
参考資料-3 精度確認試験結果報告書 (様式-2)

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 田

点	点標	経緯	標高	精度	点標	経緯	標高	精度		
10	81.2	44.0	0.025	S01	49431181	12122022	19.421	0.22	54.2	0.013
20	81.8	43.8	0.014	S02	48810781	-12222122	19.524	0.28	60.8	0.018
30	83.0	43.1	0.026	S03	48810781	-12222122	19.621	0.40	50.7	0.018
40	83.0	43.9	0.026	S04	48441011	-12241477	19.428	0.38	40.5	-0.001
50	82.4	43.8	0.014	S05	48441011	-12241477	19.454	0.22	30.8	0.018
60	11.0	30.8	0.014	S06	48441011	-12241477	19.454	1.12	20.7	-0.016
70	0.0	0.0	0.017	S07	48441181	-12270181	19.664	0.0	0.0	0.018
80	11.0	-0.0	0.014	S08	48441011	-12241477	19.428	0.40	10.1	0.001
90	22.0	-0.0	0.014	S09	48441041	-12270181	19.427	-0.10	-10.4	0.003
100	-14.0	-4.0	0.014	S10	48441041	-12270181	19.427	-0.40	-40.1	-0.003
110	-4.0	-4.0	0.014	S11	48441041	-12270181	19.427	-0.40	-40.1	-0.003
120	87.0	42.0	0.020	S12	48441011	-12241477	19.428	0.17	02.0	-0.002
130	89.1	43.1	0.020	S13	48441041	-12241477	19.427	0.02	00.0	-0.004

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



計測による計測点座標 - 調整用基準点座標: 計測角

注:合格(基準値20mm以内)

## カタログ(例)



## 添付する書類

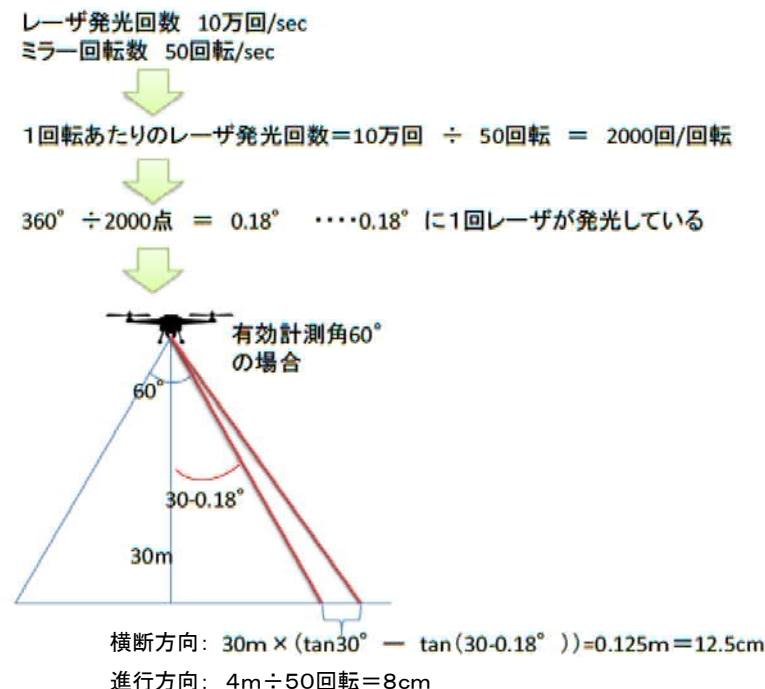
UAVレーザー	利用前12ヶ月以内に現場で精度確認を実施、結果報告書を作成し添付(メンテナンス等でIMUとLSを分離した場合は組立後にも実施) 精度管理として、メーカー推奨の定期点検を実施
UAV	飛行マニュアル 保守点検記録(製造元の点検(1回/年以上))
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

## 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
・レーザー発光回数	(回数)
・有効計測角	(度)
・有効計測幅	(m)
・コース間隔	(m)
・計測点密度(進行方向、横断方向)	(c m)

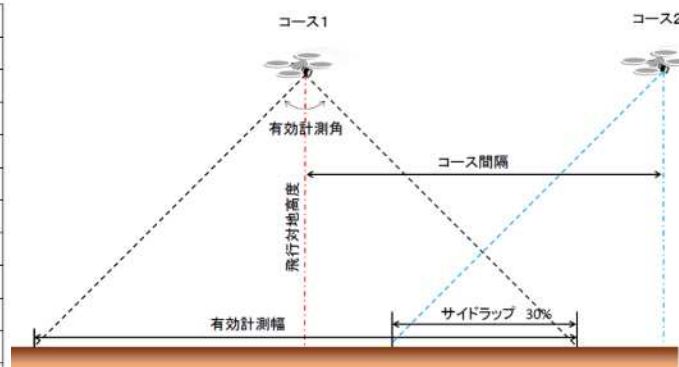
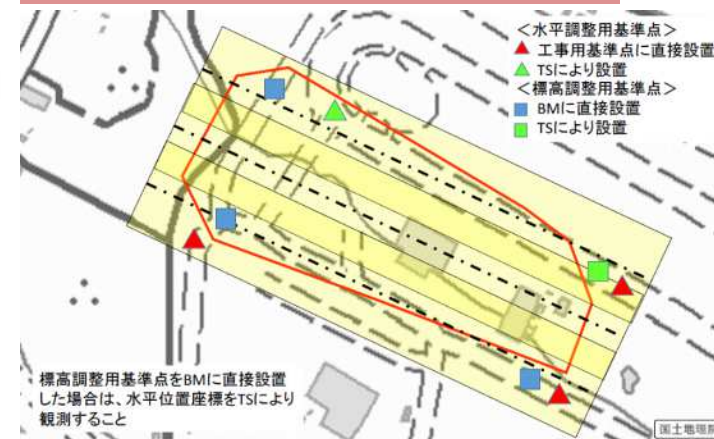


図 1-18 計測諸元

## 調整用基準点設置計画の例

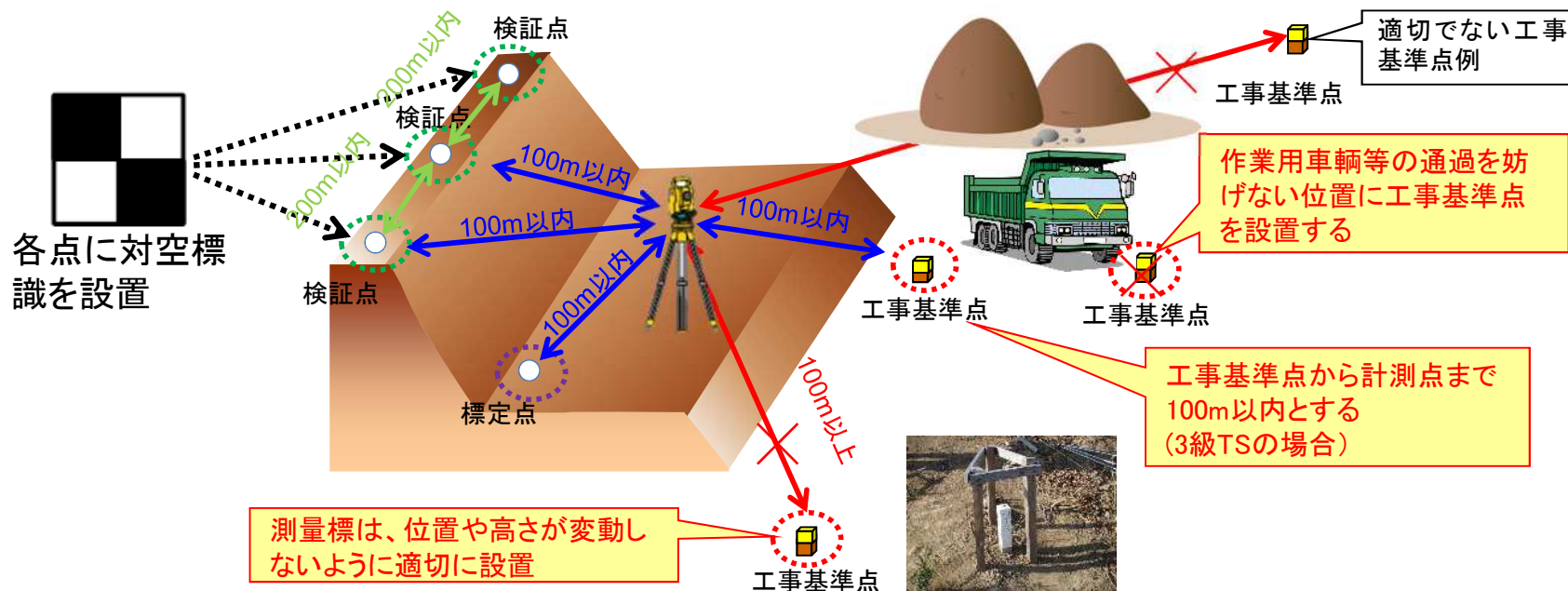


▶ 工事基準点設置時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
		・基準点等の指示
工事基準点の設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・既設の基準点の検測</li> <li>・工事基準点の設置</li> <li>・標定点・検証点または調整用基準点の設置</li> </ul>	
(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	<ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の受理・確認</li> </ul>

- ▶ 従来型UAVやLS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。

## 工事基準点等の設置時の留意点



・従来型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

従来型UAV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。

### ワンポイント

- ・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、標定点と兼ねることはできません。

出来形計測以外(起工、岩線、部分払)はGNSSローバーで標定点、検証点の設置が可能。

- ・GNSSローバーの精度確認試験が必要。

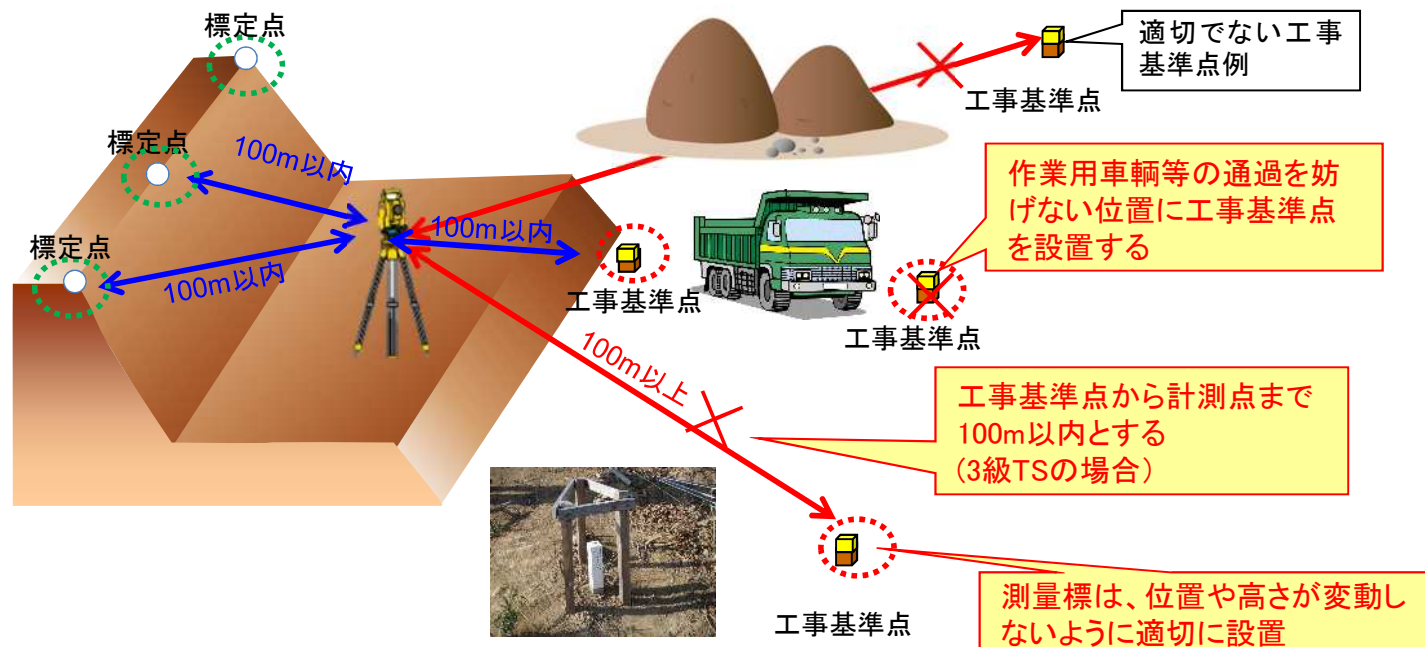


## 工事基準点等の設置時の留意点

※ 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、工事基準点に設置します。



・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の設置位置から標定点までの距離

### TLS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。

・LS本体にTSと同様にターゲット計測による後方交会法(P42参照)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。

### 出来形計測以外(起工、岩線、部分払)はGNSSローバーで標定点の設置が可能。

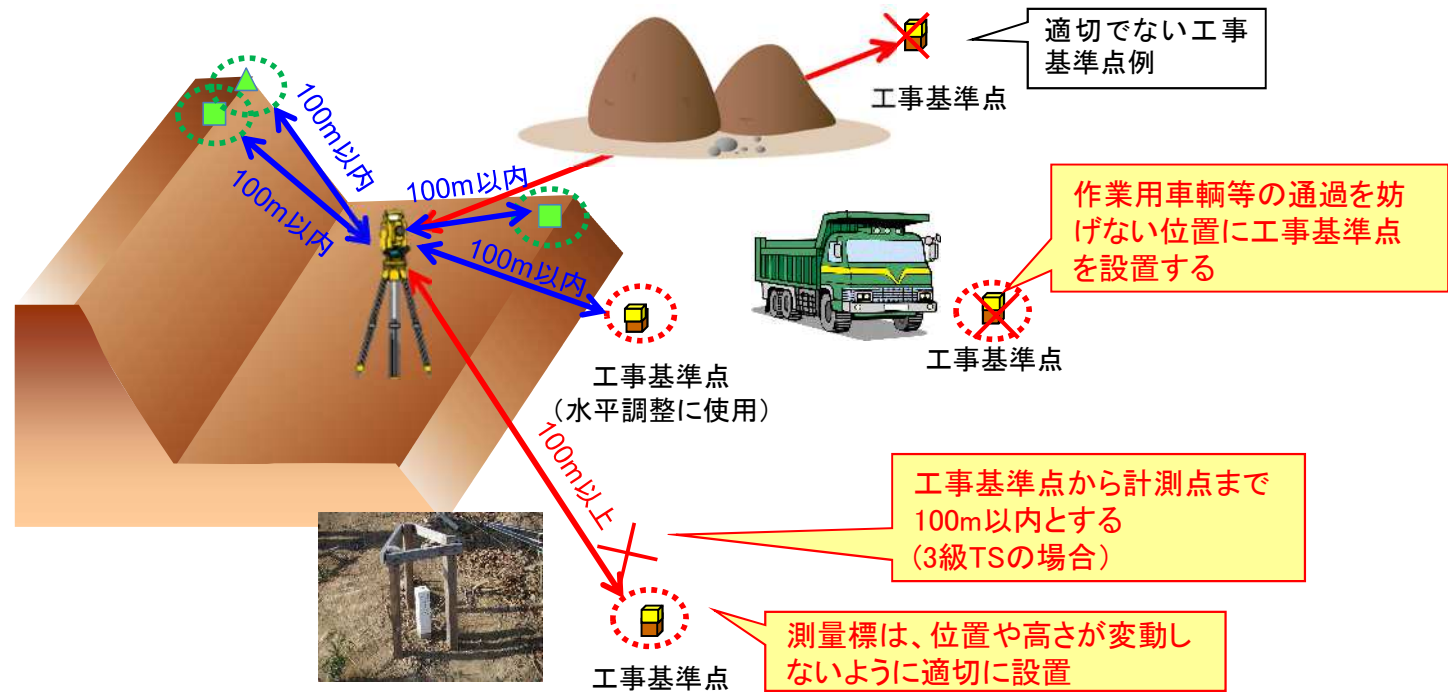
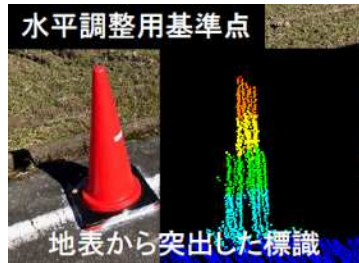
・GNSSローバーの精度確認試験が必要。

ワンポイント

## 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。

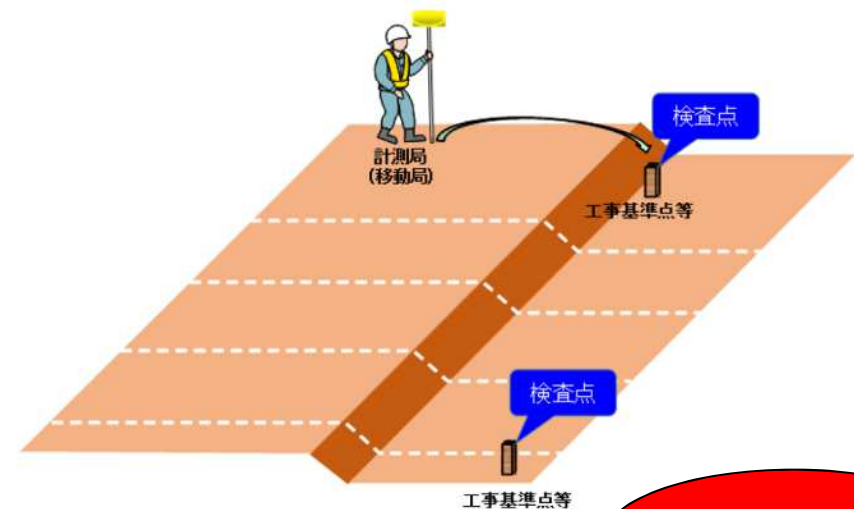
・調整用基準点は、既設の基準点や工事基準点を用いることができます。

## 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



標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新TS以上 機種名 (識別○続)	写真
測定記録 測定日: 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 現場にて	写真
精度確認方法 ■既知点の各座標の較正	

・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 (RTS) による座標値計測

	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	17.920
2点目	44060.778	-11993.388	17.621

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)

	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)

▶ 測量成果簿時の作成の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     起工測量 測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成                 </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現況地盤の確認現況地盤の確認 (各種3次元計測技術による起工測量)</li> <li>・施工量の算出</li> <li>・3次元起工測量の成果品の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> <li>・起工測量の成果品の受理・確認</li> </ul>
(従来型UAVによる起工測量の場合) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                     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                 </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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</li> </ul>

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

**ワンポイント**

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

## 面的な地形測量時の留意点

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

### ワンポイント

・設計照査のために、伐採後に地形測量を実施します。

## 面的な地形測量の計測データ作成時の留意点

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

### ワンポイント

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

## 標定点及び検証点の設置・計測の留意点

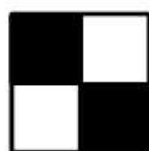
- ▶ 計測精度を確保するための標定点の設置の条件は、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」(国土地理院)(以下UAVマニュアルとする)における要求精度を参考とし、以下を標準とします。
  - ▶ **標定点は、計測対象範囲を包括するように外部標定点として撮影区域外縁に100m以内の間隔となるように設置するとともに、内部標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置**します。
  - ▶ **検証点については、UAVマニュアルにおける検証点として天端上に200m以内の間隔となるように設置**します。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましく、計測範囲が狭い場合について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



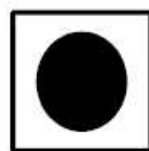
★型



X型

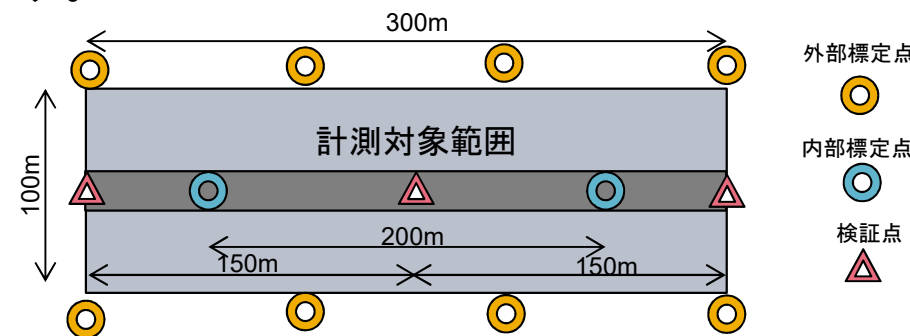


+型



○型

対空標識(標定点・検証点)の例



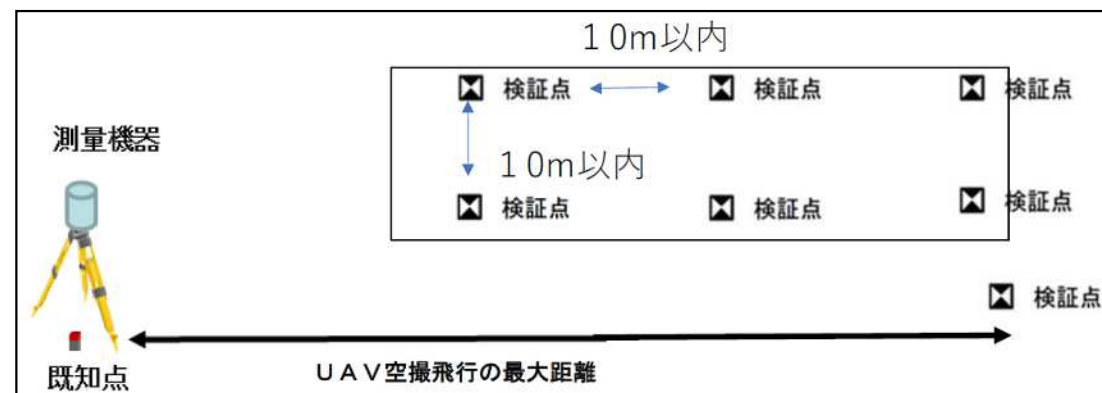
### ワンポイント

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

## SfM(Structure from Motion)の利用の留意点

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

- 実施時期
  - ▶ 利用前12ヶ月以内に実施する。
- 実施方法
  - ▶ 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。
- 検証点の設置
  - ▶ 精度管理用の検証点を、位置計測が可能な範囲について、10m 間隔に配置する。
- 評価基準
  - ▶ カメラ位置計測を併用する従来型UAVによる計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認する。



— 検証点の設置イメージ —

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

(様式-4)

平成 年 月 日

工事名: \_\_\_\_\_  
 受注先: \_\_\_\_\_  
 所在地: \_\_\_\_\_

カメラ位置計測を併用する空中写真測量 (UAV) のカメラキャリブレーション及び  
 精度確認試験実施報告書

・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	平成 年 月 日
実施年月	
作業機名	
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) 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
作業機名	
実施担当者	
測定条件	天候: 晴 ☐ 曇 ☐ 雨 ☐ 気温: _____ 湿度: _____
測定場所	☐ ( ) UAV空撮測量 ☐ ( ) 地上測量
検証機器 (検証点を計測する測定機器)	T S : 3軸 S U L E ☐ (機種名) (識別番号)
精度確認方法	既知点の各座標の較差

・カメラの位置計測に用いた機器

メーカー	(製造メーカー)
名称	(製品名、機種名)
製造番号	(製造番号)
写真	(写真)

取得したデータの信頼度を担保します

## 空中写真測量の実施時の留意点

### ①撮影飛行

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

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

### ②自動航行を行わない場合の留意点

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

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

#### ワンポイント

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



## 計測点群データの作成時の留意点

### ①撮影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

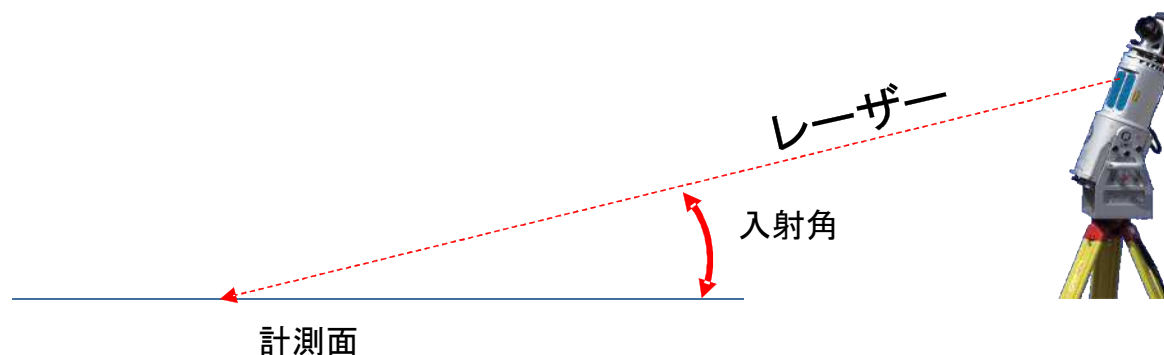
精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェアでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施します。

#### 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。

## TLS設置時の留意点

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



実証実験結果では・・・

200mで入射角が10度の場合、水平精度±20mm、高さでは±50mm程度の精度の低下が見られる。  
⇒入射角が小さくなる場合は、TLSの設置位置を高くする、TLSの位置を変更するなどの配慮が必要です。

### ワンポイント

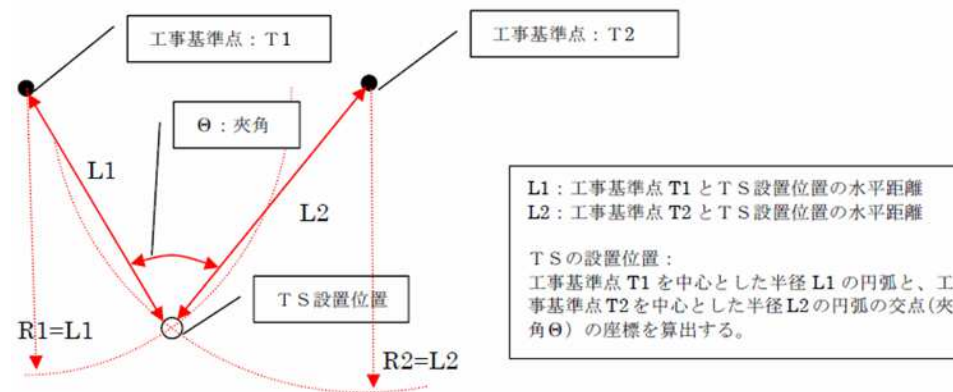
- ・計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定します。
- ・計測範囲に対してレーザーの入射角が著しく低下する場合や、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定します。

## 標定点の設置・計測時の留意点

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



LSと標定点の配置 (例)



TSを使った後方交会法による位置決め例

### ワンポイント

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

## 計測時の留意点

### ①計測密度設定の留意点

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

### ②測定時の留意点

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

### ワンポイント

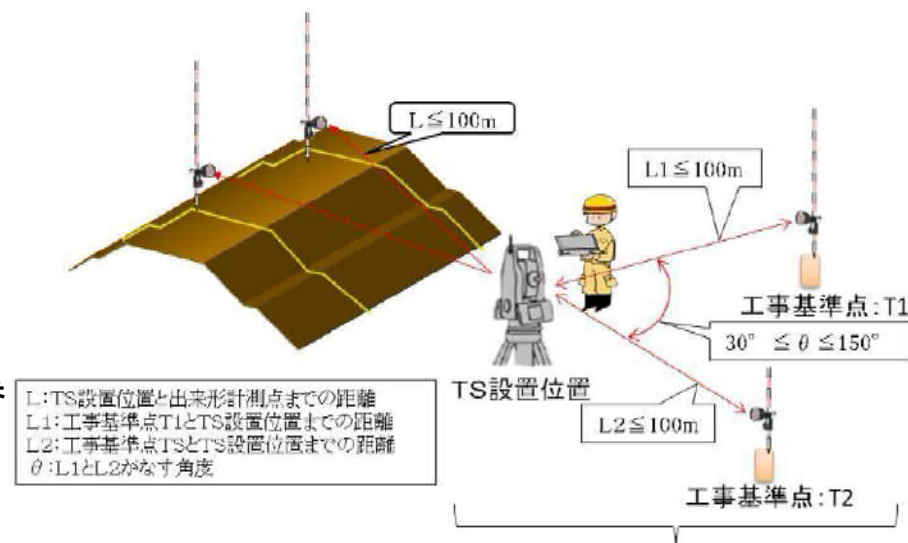
・起工測量にあたっては、計測対象範囲内で0.25㎡(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行います。

## TS(ノンプリズム)配置の留意点

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

## TS(ノンプリズム方式)の設置・計測時の留意点

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



※後方交会法を用いる場合の注意点(3級の例)

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

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

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た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(ノンプリズム方式)と計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、出来形評価用データが、**点密度で1m 間隔以内(1 点/m<sup>2</sup> 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

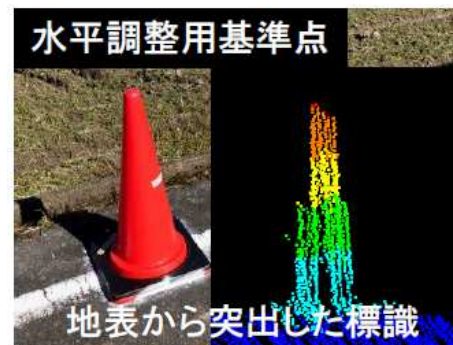
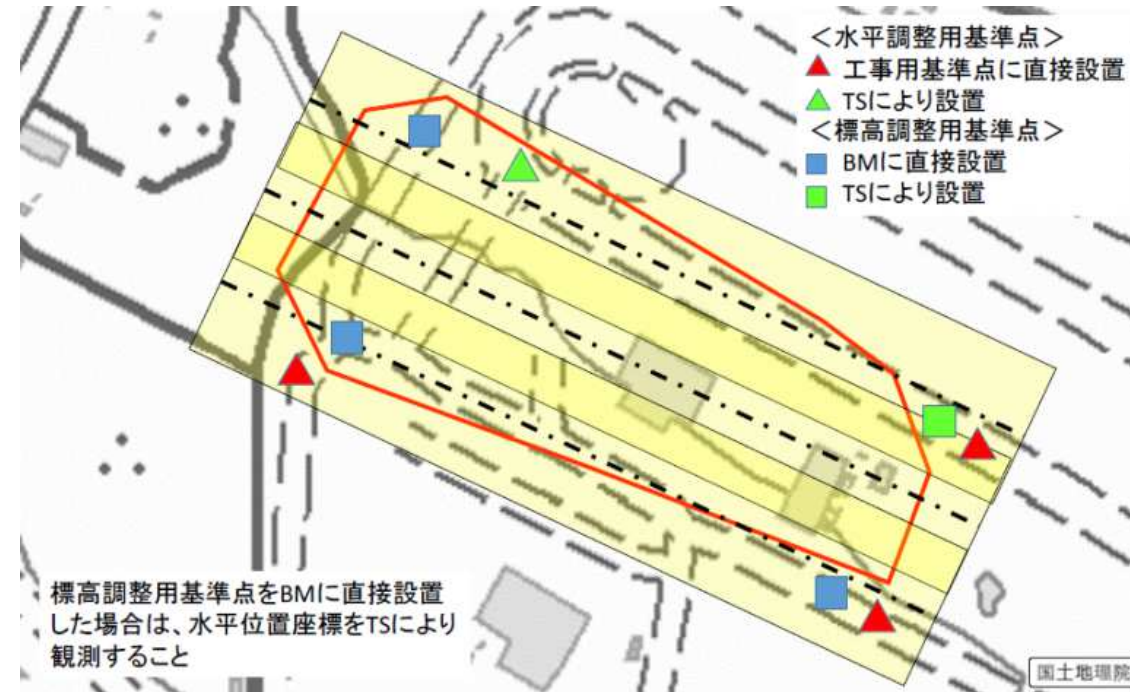
- 可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測します。
- 以下の条件では適正な計測が行えないので、十分に注意します。
  - 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象
  - 強風などで土埃などが大量に舞っている場合
  - 草や木などで地面が覆われている場所

### ワンポイント

・起工測量は、計測対象範囲内で0.25m<sup>2</sup>(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行います。

## 調整用基準点の設置・計測の留意点

- ▶ 調整用基準点は、面積(km<sup>2</sup>)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。

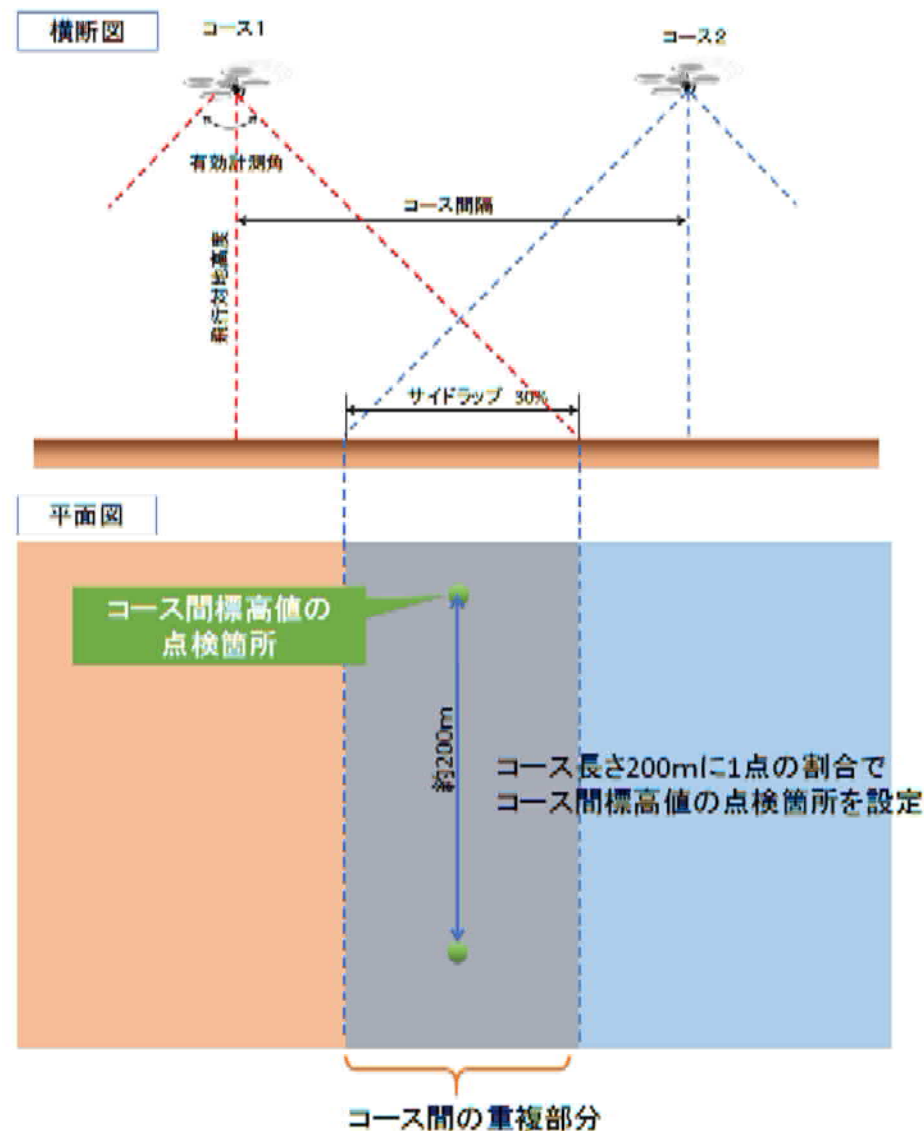


図 1-23 コース間標高値の点検

## ワンポイント

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



## 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	
						点検者		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

### ワンポイント

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

## 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0.25m<sup>2</sup>(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

## 従来型UAVによる出来形管理を行う場合

### カメラキャリブレーションおよび精度確認試験の留意点

現場における従来型UAVの測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所の既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験が行われます。

#### 【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

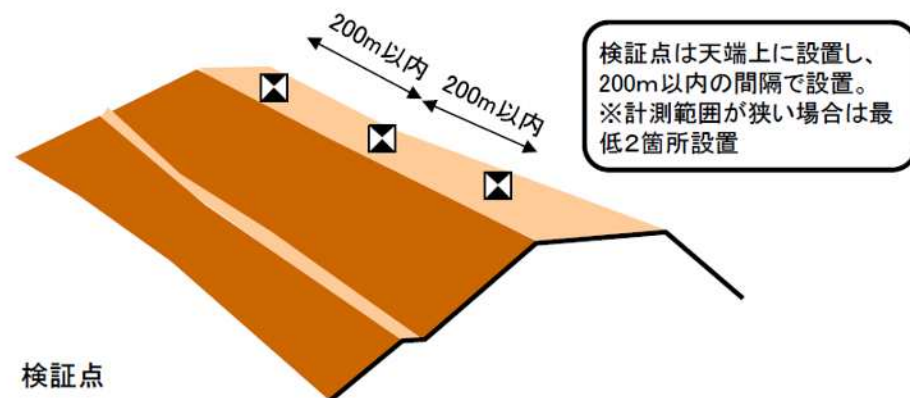
カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書

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
施工年月	
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orTS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20mm以内)			
Y成分 (最大) = -0.011m (-11mm) 以内; 合格 (基準値20mm以内)			
Z成分 (最大) = -0.020m (-20mm) 以内; 合格 (基準値20mm以内)			

- 実施時期
  - 写真測量ソフトウェアから計測点データを算出する際に実施します。
  - 本精度確認は空中真測量 (UAV) により計測ごとに行います。**
- 実施方法
  - 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標を計測します。
- 検証点の設置
  - 真値となる座標は、基準点 あるいは、工事基準上などの 既知点の座標値や、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を利用します。
- 評価基準
  - 空中写真による計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認します。



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

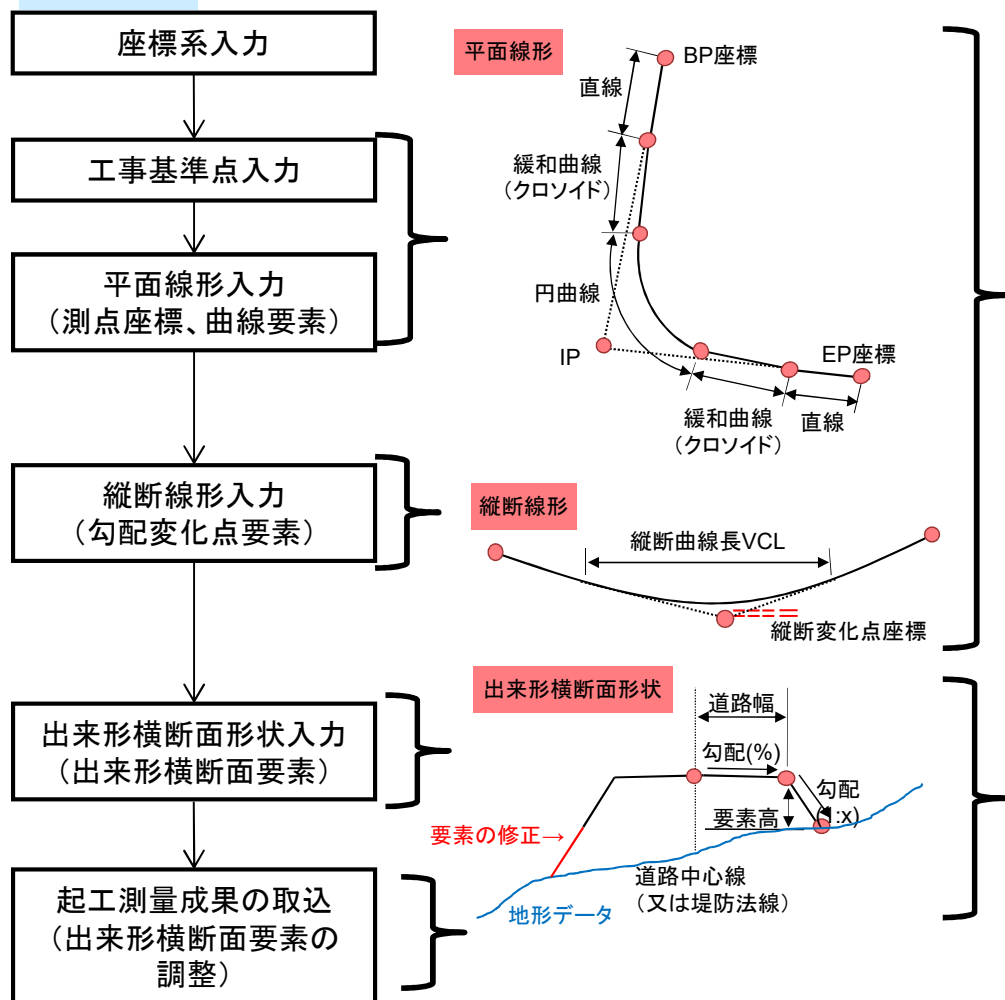
## ▶ 3次元設計データの作成時の実施内容と解説事項

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次元設計データの作成の成果品作成	・3次元設計データの作成の成果品作成	・3次元設計データの作成の成果品の状況の受理・確認
↓		
3次元設計データによる指示		・3次元設計データによる指示

- ▶ 受注者は、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。監督職員は受注者が照査を実施していることを確認します。
- ▶ 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。
- ▶ 監督職員は、3次元設計データを契約図書に位置付けるため、受注者より提出されたデータにより施工するよう指示する。

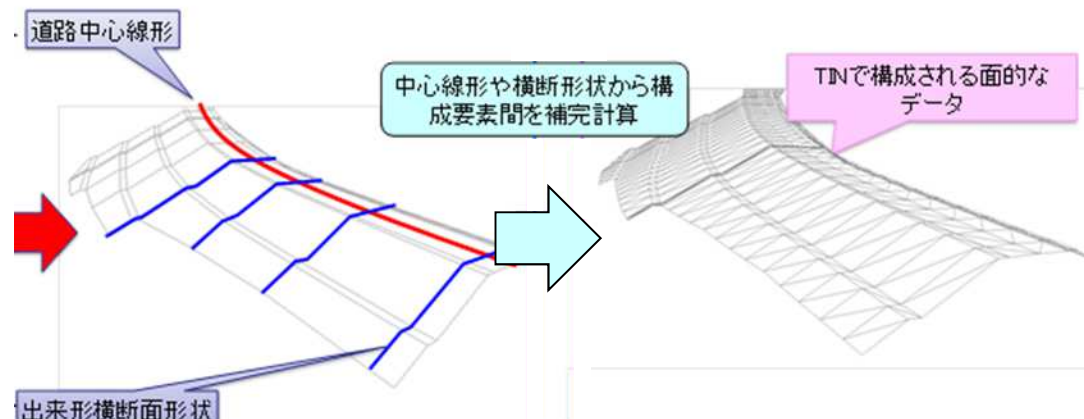
## 3次元設計データの作成手順とイメージ

### 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  積円体高

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

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: 183.91 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				

T-1 T-2 T-3	水準点の種類:	標高: 84.91 Z座標
注記:		
追加 削除		
名称変更		

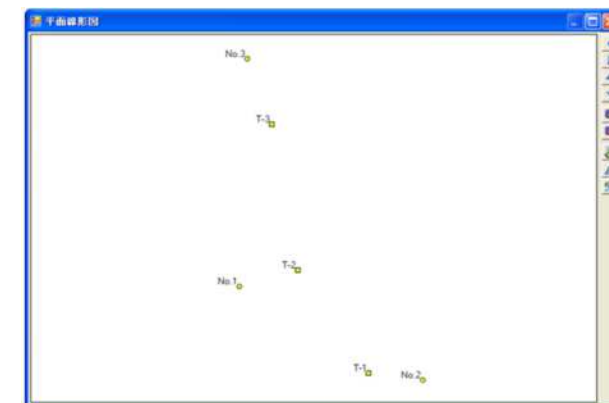
水準点の位置

X座標	Y座標
-83.917	28537.243

X座標 Y座標

入力

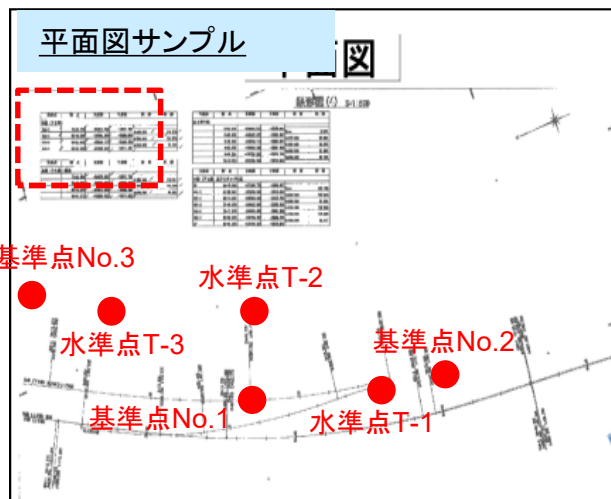
表示



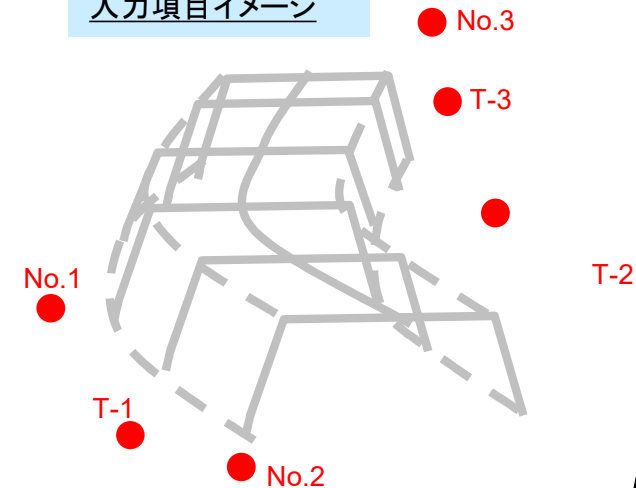
工事基準点入力後画面(サンプル)

平面図サンプル

入力



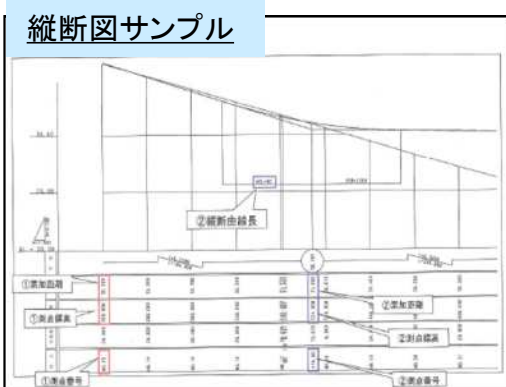
入力項目イメージ





## 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

お配属化点・縦断曲線長の設定

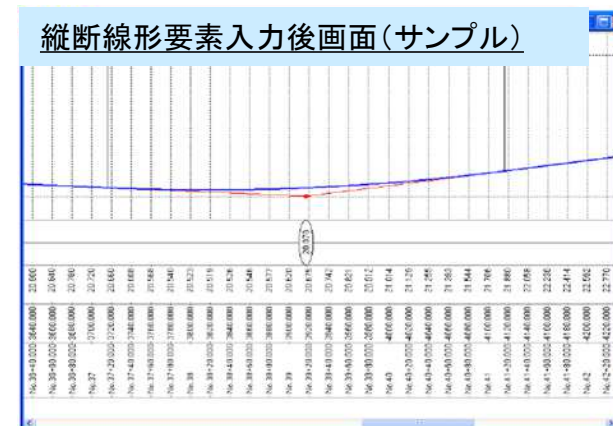
起点	変異	距離	標高	VCL
No.19+40.000	1940	28	0	0
No.39+16.667	3916.667	20.07	400	0
No.49+20.000	4920	29	0	0

縦断線形図の確認

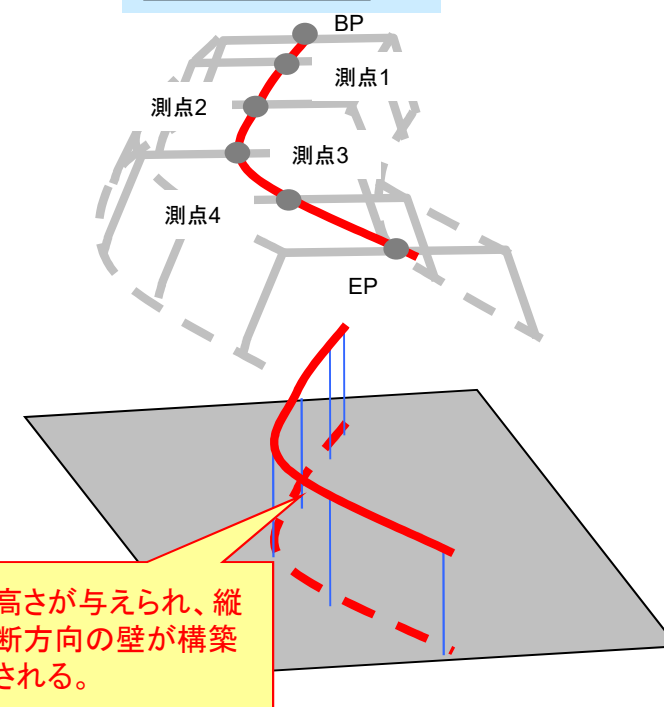
計画高の確認

測点	累加距離	計画高
No.38	3800	20.629
No.39+20.000	3920	20.519
No.39+40.000	3940	20.526
No.39+60.000	3960	20.546
No.39+80.000	3980	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	21.393
No.40+80.000	4080	21.544
No.41	4100	21.706

表示

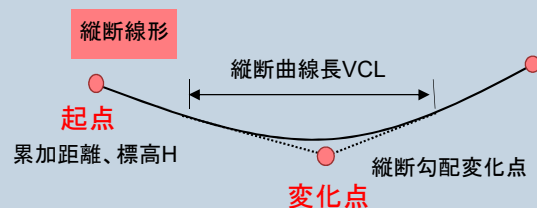


## 入力項目イメージ



### 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

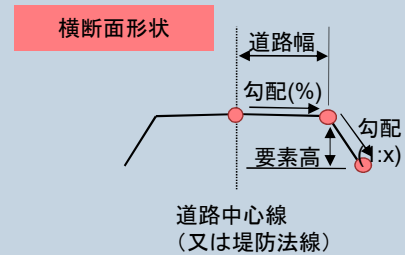


## 横断線形入力イメージ

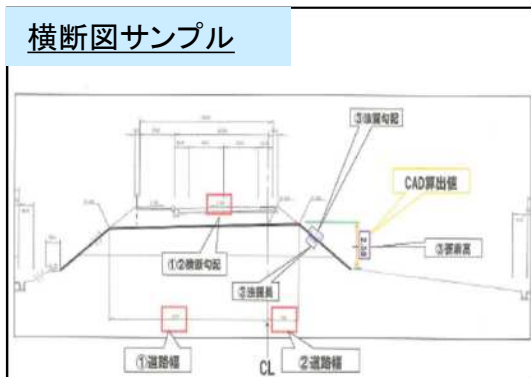
- ▶ 管理断面を設定します。
- ▶ 横断図を参照し、中心線からの横断距離、高低差を取得します。
- ▶ 横断面形状(幅、基準高、法長)を設定します。

### 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

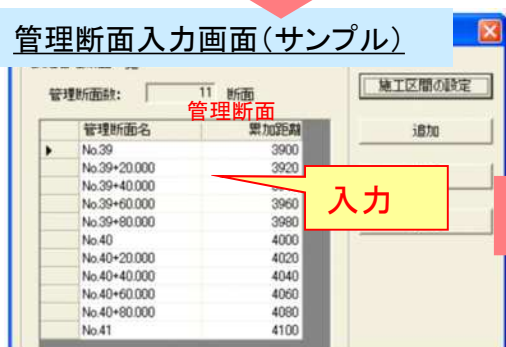


### 横断図サンプル

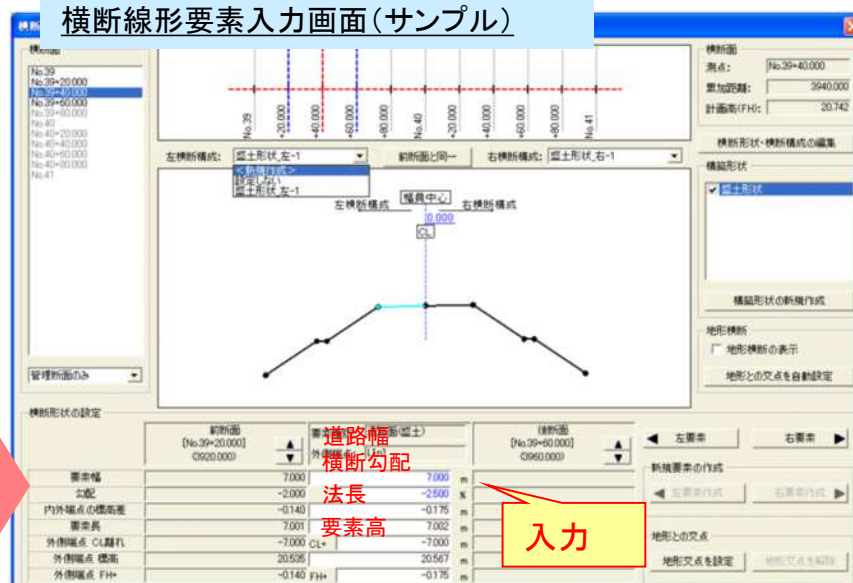


入力

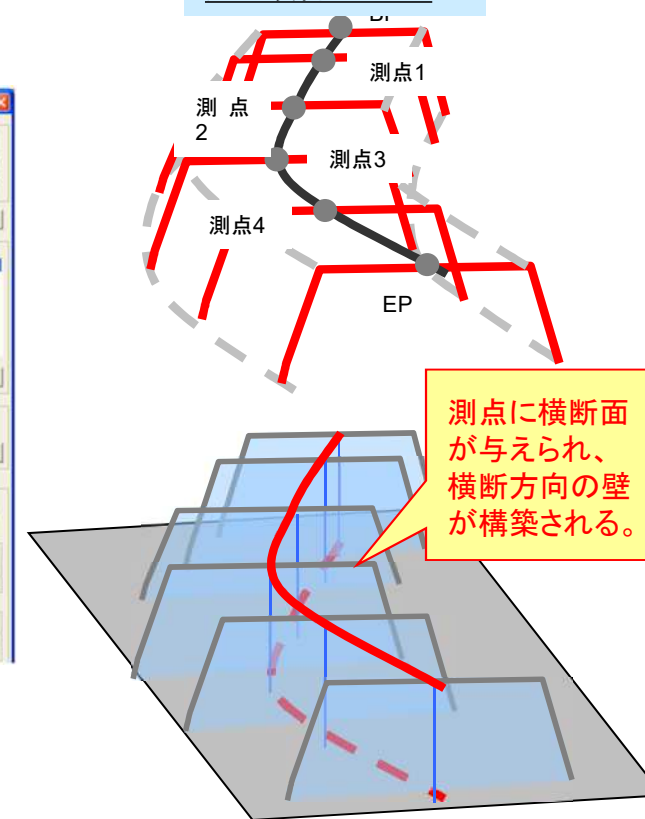
### 管理断面入力画面(サンプル)



### 横断線形要素入力画面(サンプル)

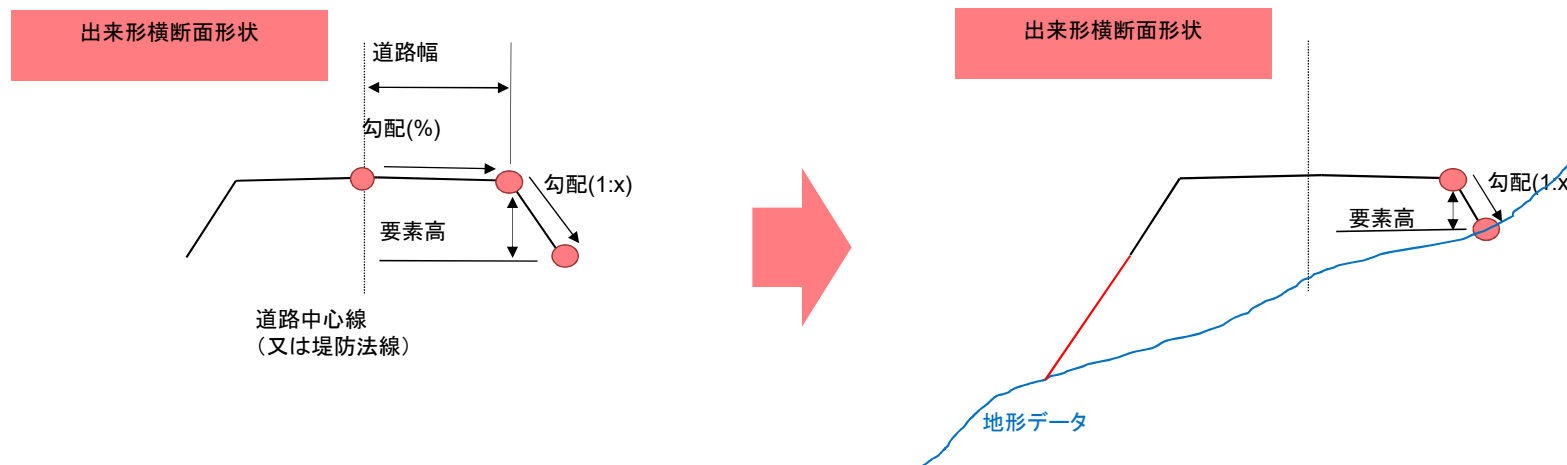


### 入力項目イメージ



## 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みます。
- ▶ 横断図を参照し、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。



# 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3次元設計データの作成

・CAD図面の取込機能を有する3次元設計データ作成ソフトウェアを用いる場合、設計データの作成作業が省力化されます。

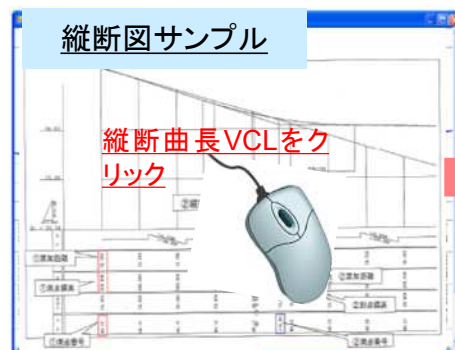
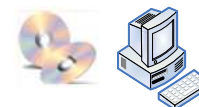
### 設計図面(平面図・縦断図・横断図)の取り込みイメージ

#### 2次元CAD図面

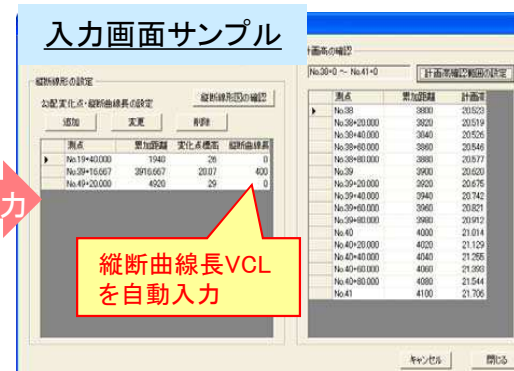


読込

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

- ▶ 受注者は、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。監督職員は受注者がチェックしていることを確認します。
- ▶ 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、3次元設計データチェックシートによります。

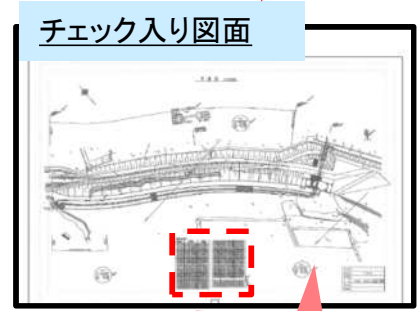
紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認



3次元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



チェック入り図面

拡大表示

項目	内容	確認
1) 基準点及び工事基準点	・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	・起終点の座標は正しいか? ・変位量(線形曲率)の座標は正しいか? ・曲線半径の座標は正しいか? ・曲線終点の座標は正しいか?	○
3) 縦断線形	・起終点の座標は正しいか? ・変位量(縦断曲率)の座標は正しいか? ・曲線半径の座標は正しいか?	○
4) 出来形断面形状	・作成した出来形断面形状の測定、数値は正しいか? ・基準値、幅、延長は正しいか?	○
5) 3次元設計データ	・入力した2次元の断面形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	○

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(河川土工部)  
(様式-1)

平成 年 月 日

工事名: \_\_\_\_\_

受注者名: \_\_\_\_\_

作成者: \_\_\_\_\_ 印

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? ・変位量(線形曲率)の座標は正しいか? ・曲線半径の座標は正しいか? ・曲線終点の座標は正しいか?	○
3) 縦断線形	全延長	・起終点の座標は正しいか? ・変位量(縦断曲率)の座標は正しいか? ・曲線半径の座標は正しいか?	○
4) 出来形断面形状	全延長	・作成した出来形断面形状の測定、数値は正しいか? ・基準値、幅、延長は正しいか?	○
5) 3次元設計データ	3次元	・入力した2次元の断面形状と出力する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を提出し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こと。  
 ・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

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次元設計データのチェックシート

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)  
 なお、河川土工の場合「線形計算書」とは「法線の中心点座標リスト」等を指す。  
 ※ 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。

**監督職員は「○」が付記されていること確認します**

基準点の確認(例)

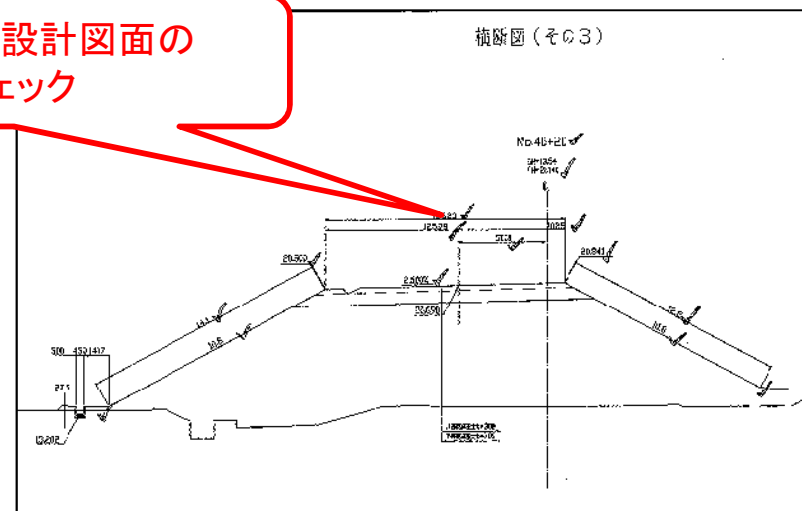
基準点成果表

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 ✓	-104222.811	-53911.981
千5 ✓	-106133.790	-55192.361	〃	TF5 ✓	-104371.743	-53878.598
KP6/6L ✓	-102566.552	-53805.858	3級基準点	TF6 ✓	-104511.791	-53845.280
KP0/7L ✓	-102897.874	-53908.500	〃	TF7 ✓	-104665.056	-53902.104
KP6/8R ✓	-104477.348	-53669.206	〃	TF8 ✓	-104780.424	-54013.042
KP4/9L ✓	-104993.148	-54307.238	〃	TF9 ✓	-104853.023	-54154.538
KP2/10L ✓	-105230.181	-54987.389	〃	TF10 ✓	-104914.141	-54238.118
KP8/10L ✓	-105811.653	-55214.489	〃	TF11 ✓	-105038.052	-54392.649
KP4/11L ✓	-106294.412	-55308.723	〃	TG1 ✓	-105043.204	-54539.888
TE1 ✓	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TG2 ✓	-105069.858	-54688.396
TE2 ✓	-103102.553	-54001.759	〃	TG3 ✓	-105138.964	-54823.046
TE3 ✓	-103279.147	-54006.884	〃	TG4 ✓	-105267.033	-54957.216
TE4 ✓	-103416.596	-53999.420	〃	TH1 ✓	-105361.000	-55081.314
TE5 ✓	-103497.830	-53978.296	〃	TH2 ✓	-105361.000	-55081.314
TF1 ✓	-103671.867	-53983.149	〃	TH3 ✓	-105361.000	-55081.314
TF2 ✓						
TF3 ✓						

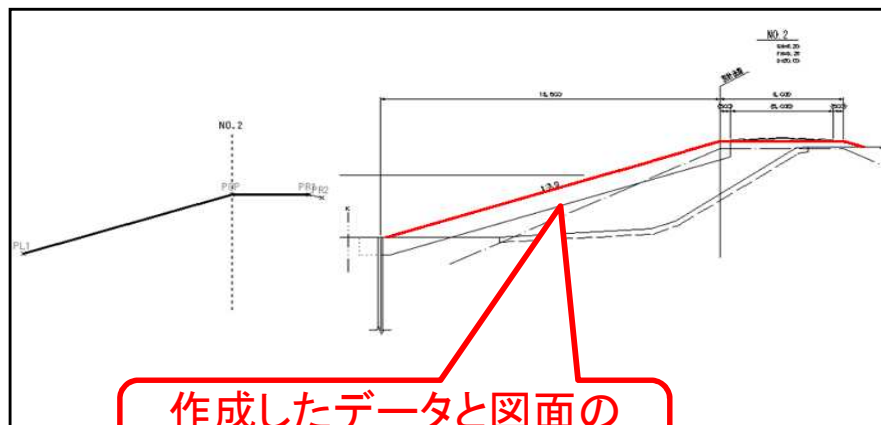
作成したデータと設計図面の  
数値をチェック

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)

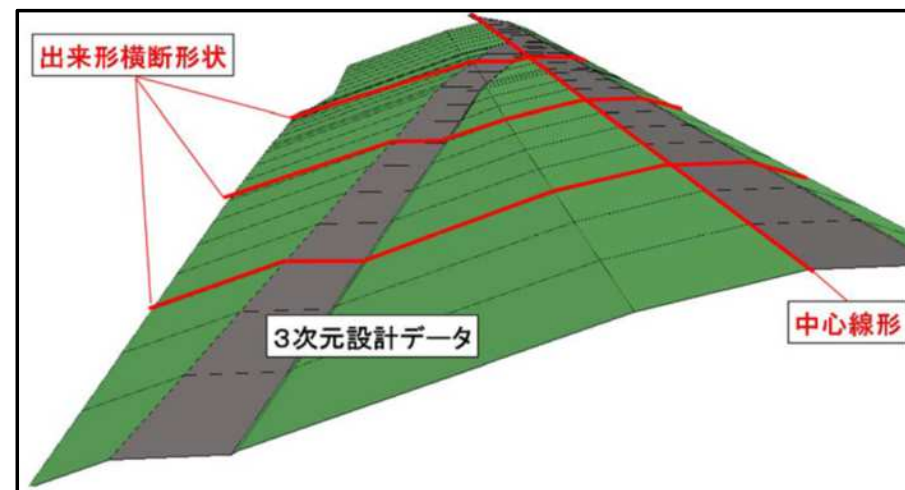


データ重ね合わせによる横断面の確認(例)



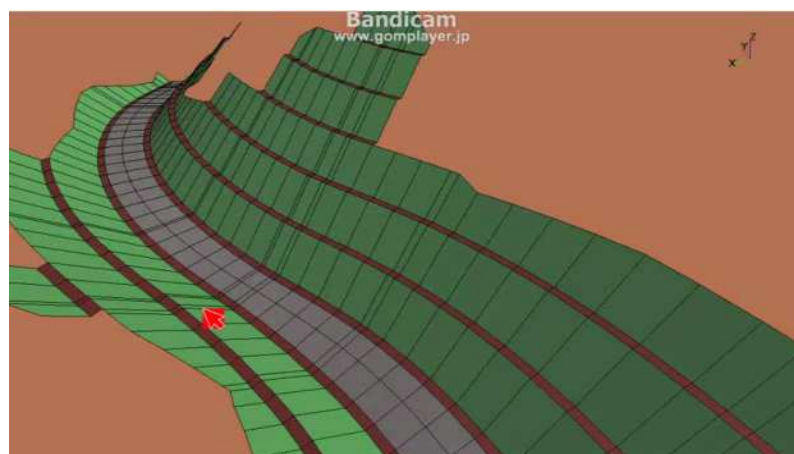
作成したデータと図面の  
形状を重ねてチェック

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)

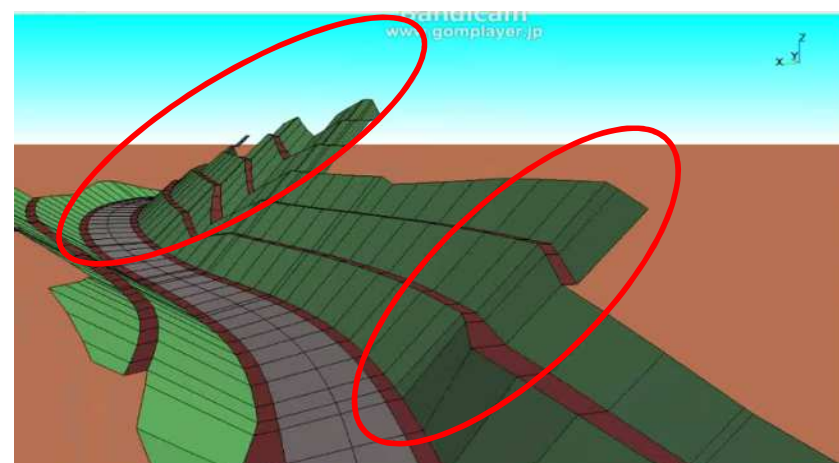


## 3次元ビューでの確認例

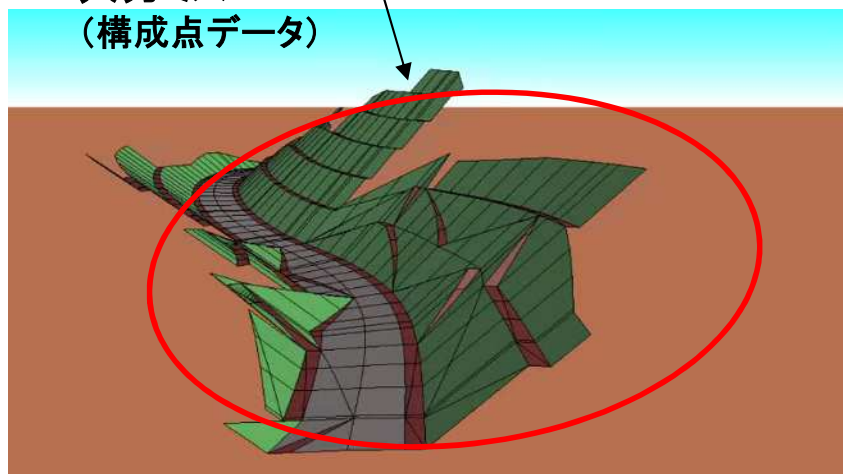
- ▶ 3次元設計データ作成ソフトには、入力結果を立体視することが可能(ビューワ機能)となっています。
- ▶ このため、本機能を活用することにより3次元設計データが正しく入力されているか確認が可能です。
- ▶ なお、3次元設計データ作成ソフトメーカーからは、無償ビューワー付ファイルを作成するソフトが販売されています。



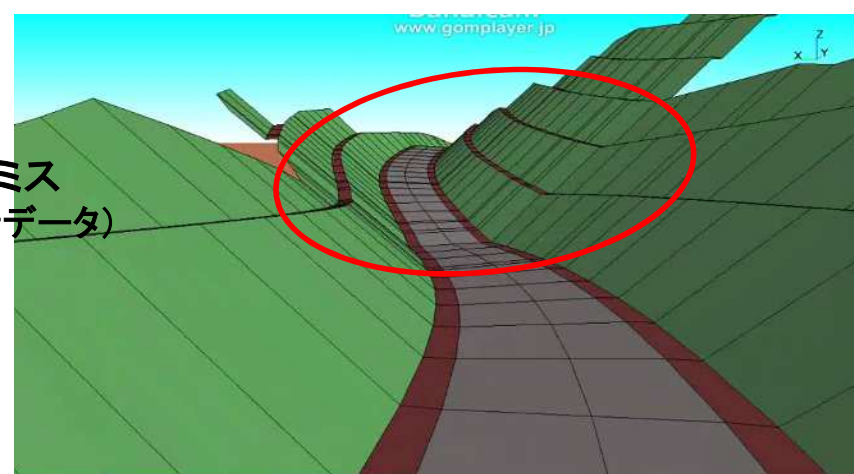
入力ミス  
(横断データ)



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

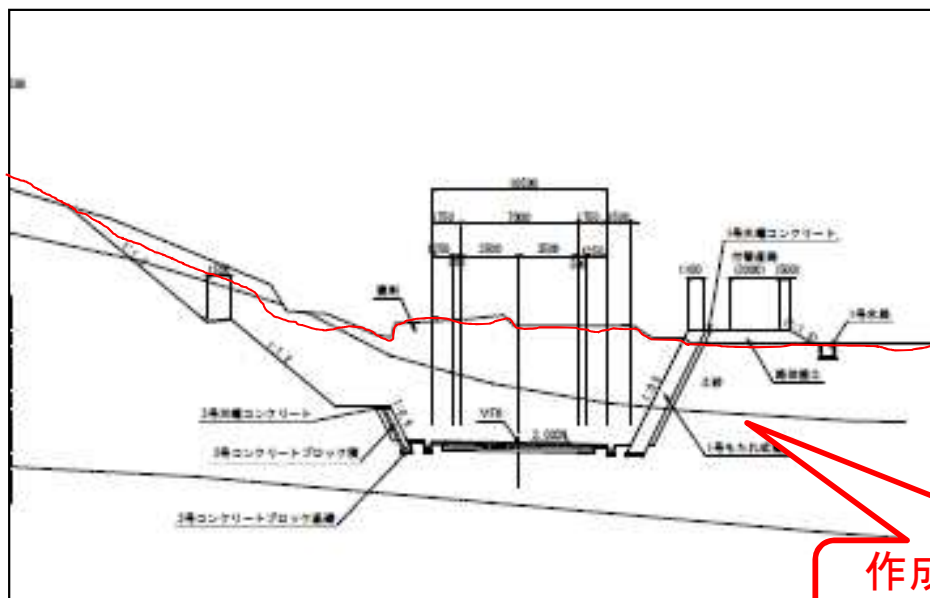
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計図面(線形計算書・平面図・縦断図・横断図)の貸与</li> <li>・3次元設計データの貸与 ※3次元設計データを発注者から提供する場合のみ</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;">設計図書等の照査</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来の設計図書の照査</li> <li>・当該工事現場の仕上がり計上の確定</li> <li>・当該工事現場の出来形管理箇所 の確定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受注者による設計図書の照査状況の受理・確認</li> </ul>

- ▶ 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。
- ▶ また、受注者は作成した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、工事現場の形状が一致していることを照査します。
- ▶ 監督職員は、その照査結果によって内容を確認します。

## 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)



作成したデータと図面の  
形状を重ねて照査します

### ワンポイント

・詳細な3次元データ(現況地形)を反映することで、設計照査の精度向上や不具合や手戻り防止につながります。

# 9. 施工計画書(工事編)の作成

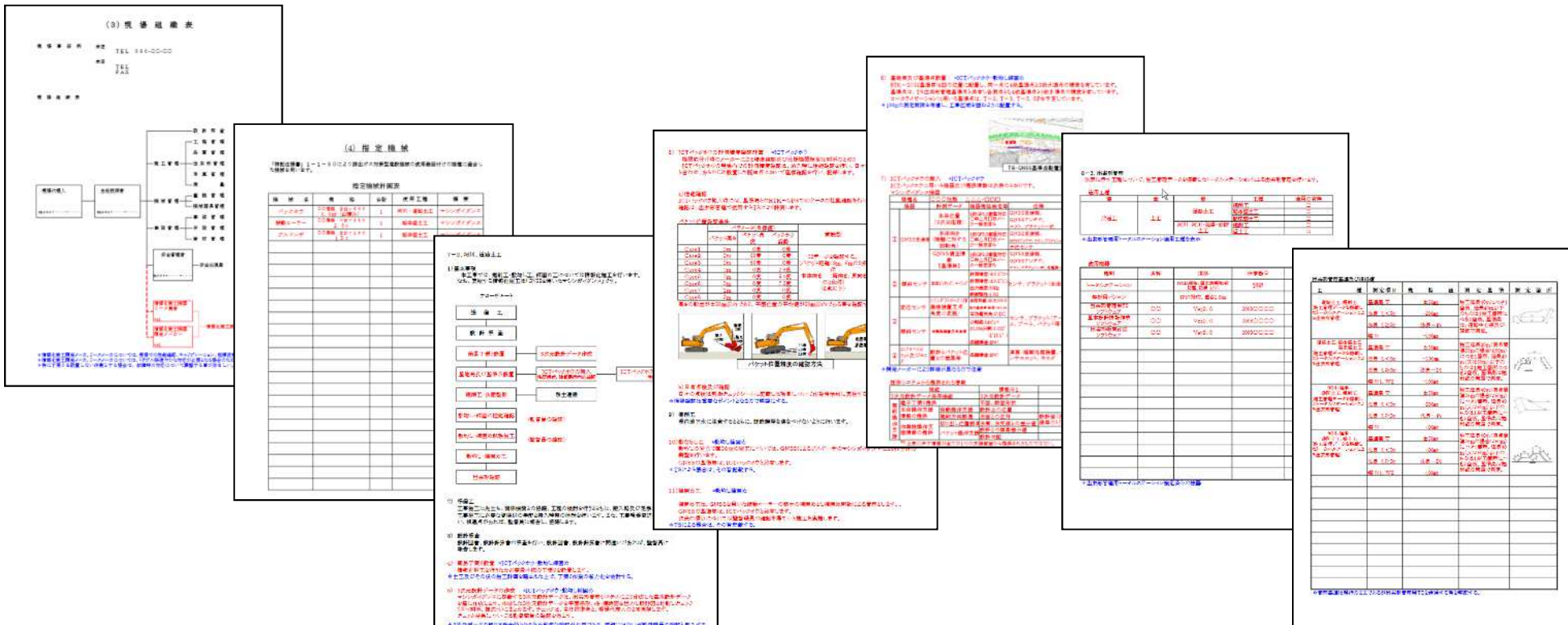
## ▶ 施工計画書(工事編)の作成の実施内容と解説事項

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	・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	・施工計画書(工事編)の受理・確認

- ▶ UAVやLS等の3次元計測技術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。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・TS・RTK-GNSS・ソフトウェア等を記載します。
- UAVまたはLS等の3次元計測技術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ーパンフレット等
  - ・UAVやLS等の3次元計測技術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



The collage displays various components of a construction plan document:

- (3) 関係組織表 (Relationship Organization Chart):** A hierarchical chart showing the roles and relationships of various departments and personnel involved in the project.
- (4) 指定機械 (Specified Machinery):** A table listing the types, quantities, and specifications of machinery to be used on the site.
- 仕様書 (Specifications):** Detailed technical specifications for materials and workmanship, including references to standards and quality control measures.
- UAV計測機の検定方法 (UAV Measurement Machine Calibration Method):** A section explaining the calibration and accuracy management of UAV-based measurement equipment.
- 仕様書 (Specifications):** Detailed technical specifications for materials and workmanship, including references to standards and quality control measures.
- 仕様書 (Specifications):** Detailed technical specifications for materials and workmanship, including references to standards and quality control measures.
- 仕様書 (Specifications):** Detailed technical specifications for materials and workmanship, including references to standards and quality control measures.
- 仕様書 (Specifications):** Detailed technical specifications for materials and workmanship, including references to standards and quality control measures.
- 仕様書 (Specifications):** Detailed technical specifications for materials and workmanship, including references to standards and quality control measures.

※施工計画書の記載例を県HPに掲載

▶ 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
ICT建設機械により施工	・岩線計測 ・部分払い用出来高計測	・確認立会

- ▶ ICT建設機械により施工し、必要に応じて、岩線計測や部分払い用出来高計測を行います。

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等の3次元計測技術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(TSやRTK-GNSSの場合は±50mm以内)とします。
- 計測密度は、0.25m<sup>2</sup>(0.5m×0.5mメッシュ)あたり1点以上とします。



UAVやLS等の3次元計測技術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。



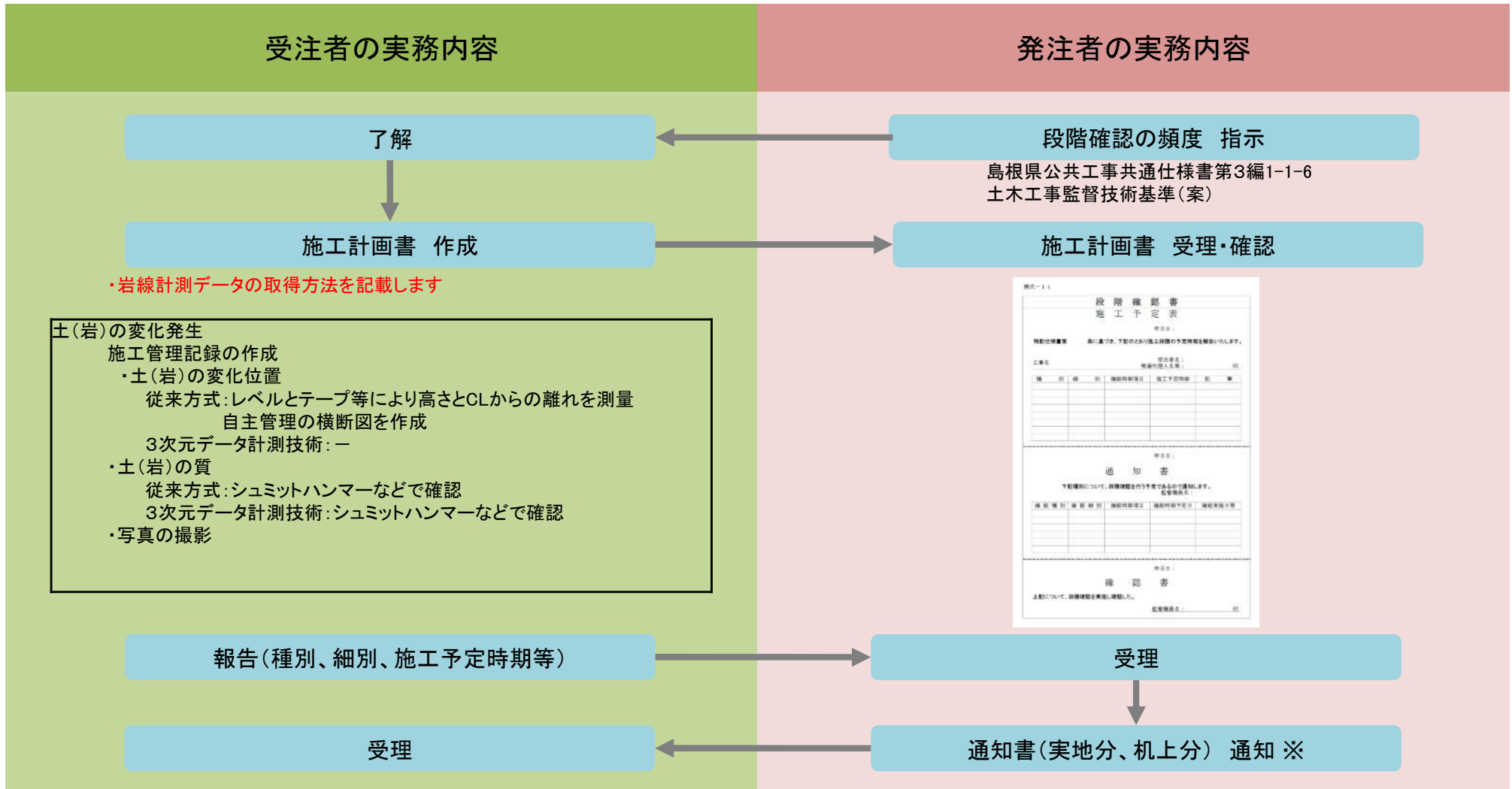
土(岩)判定



変化位置確認(測量)



掘削(切土)施工中



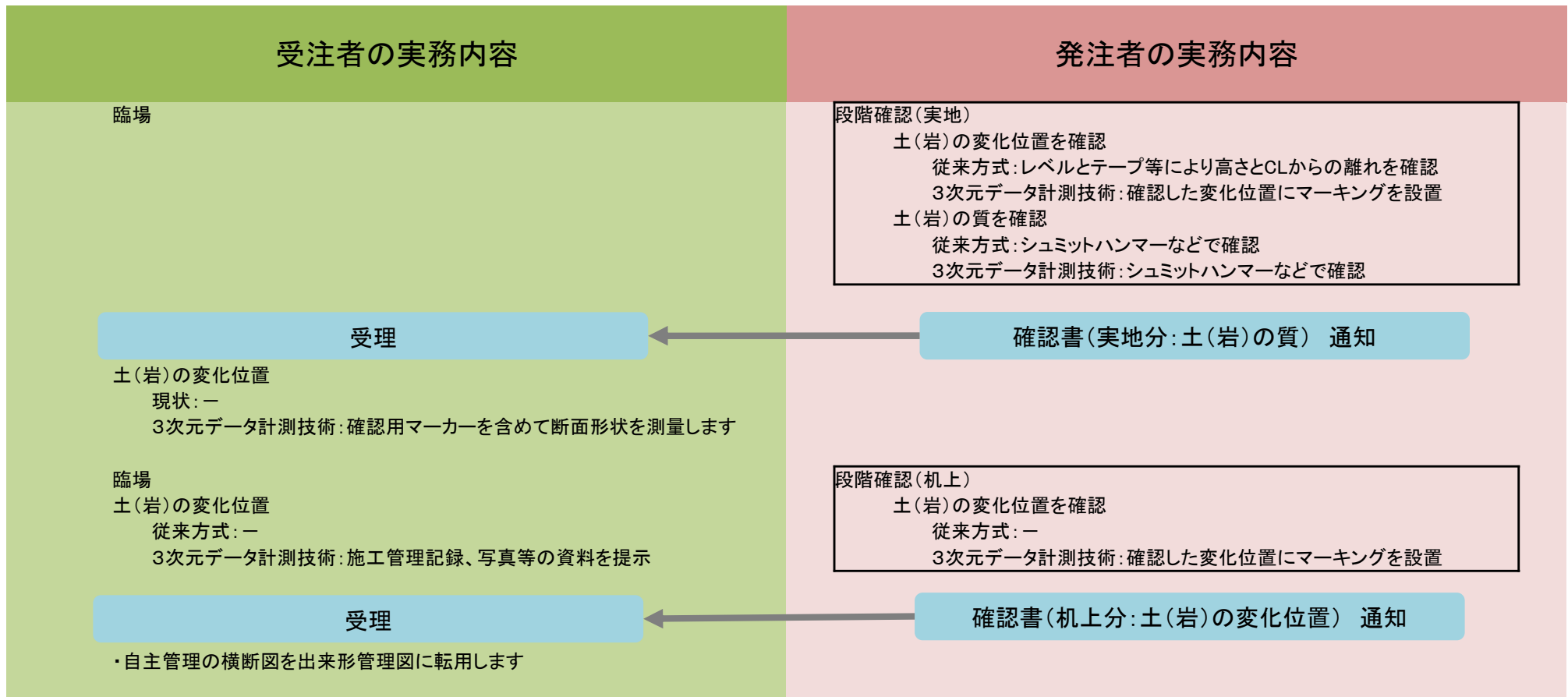
ポイント

実地と机上の2回に分けて確認

注: 3次元計測技術とは、従来型UAV、TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーダーのいずれか

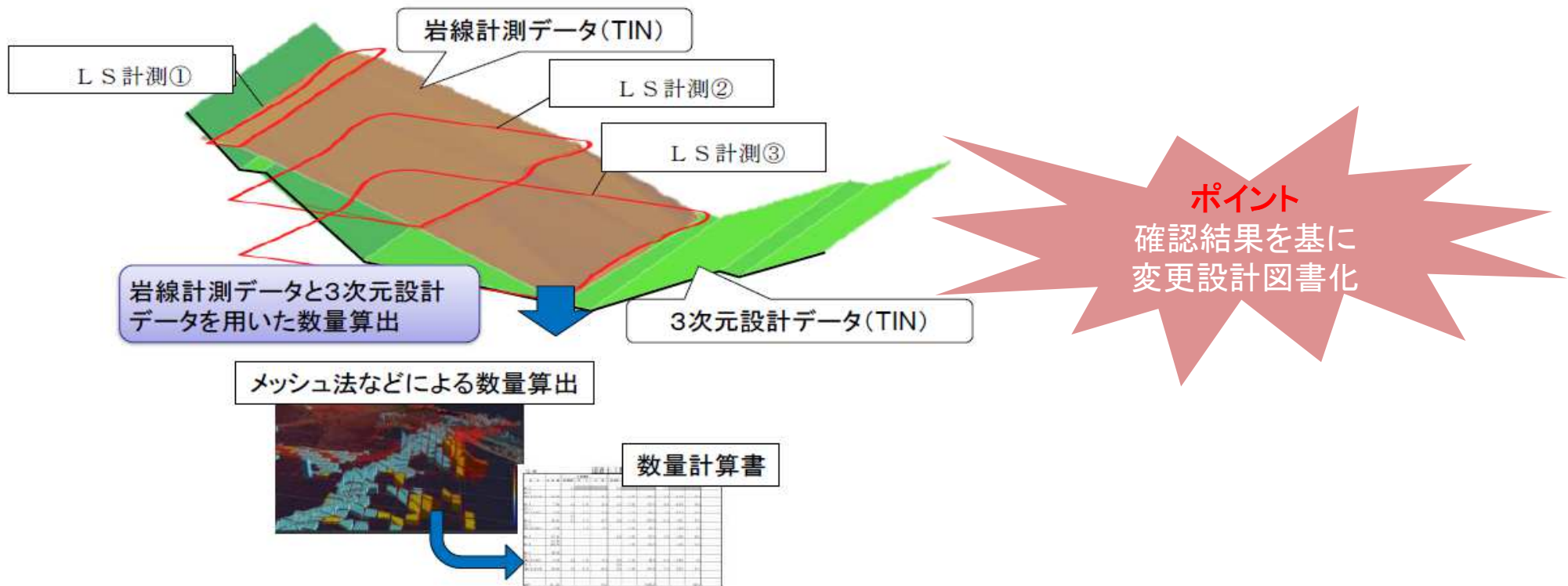
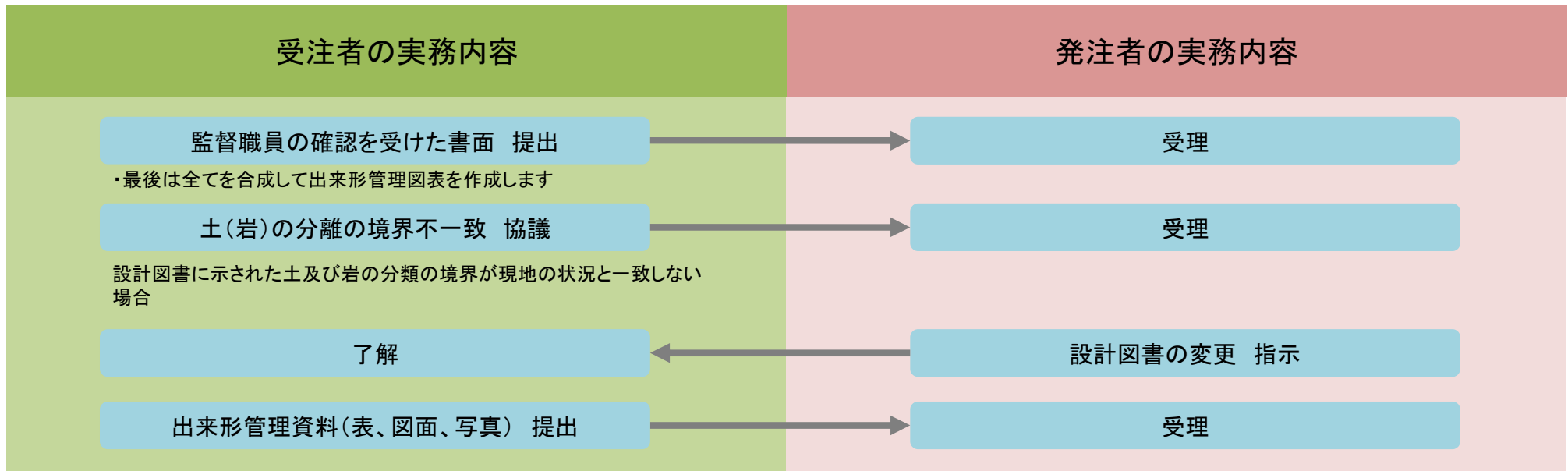
※従来方式による場合は実地分のみの通知します。





※従来方式による場合は、段階確認(机上)を実施しません。

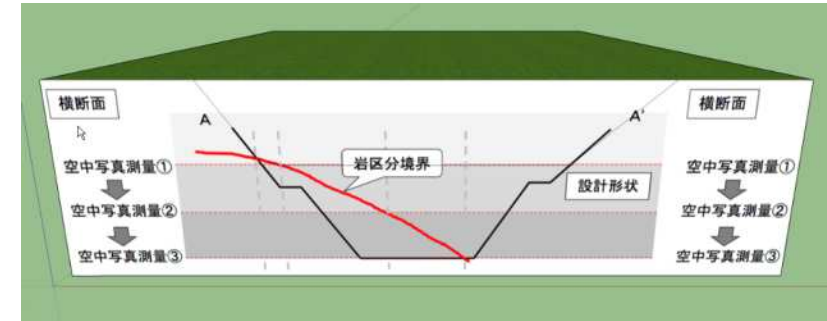




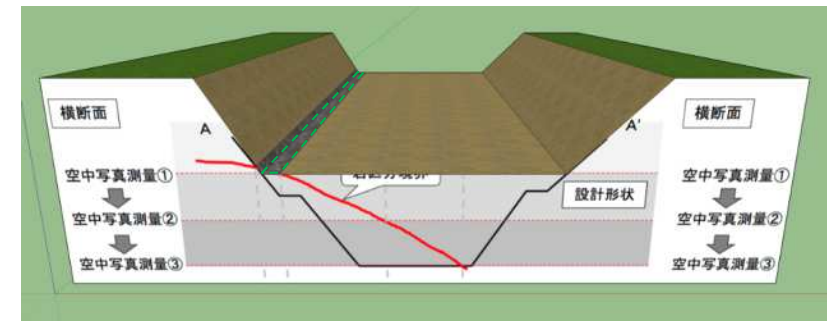
# 10-4. 岩線計測データの取得方法

**取得方法の例1:**  
 水平に盤下げし、その都度UAVまたはLS等の3次元計測技術による測量にて土(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

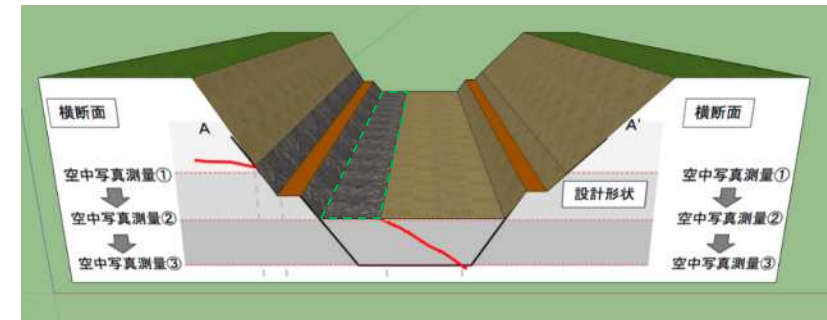
空中写真測量  
起工測量



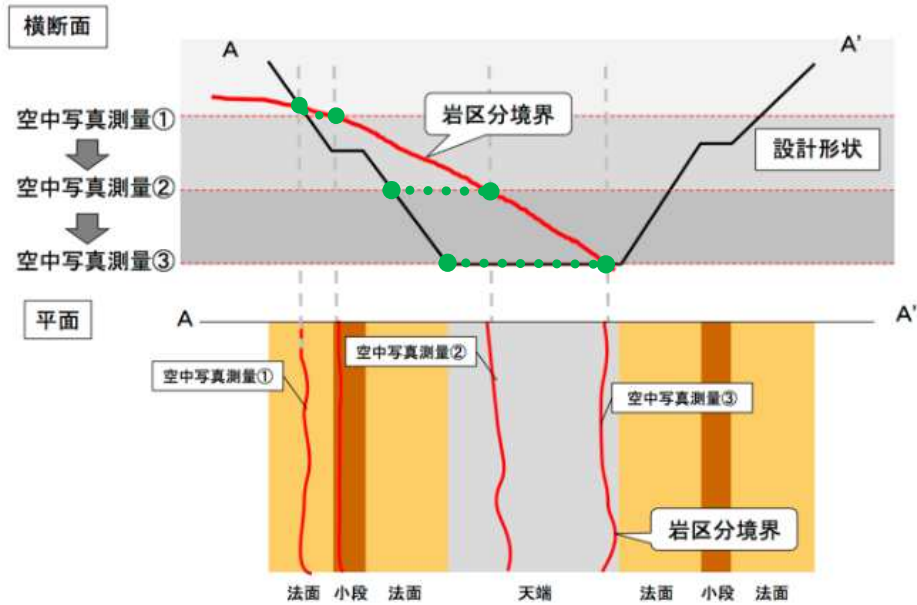
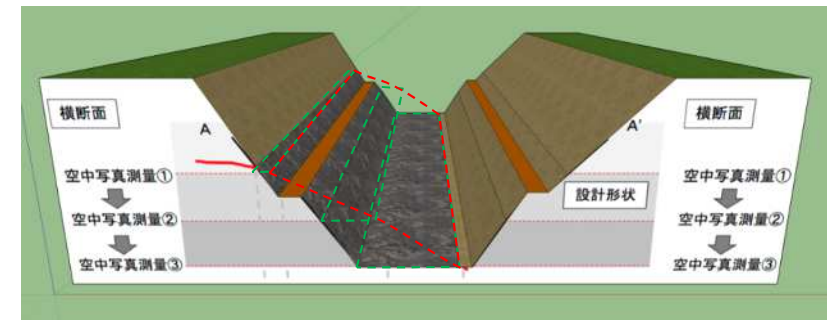
空中写真測量①



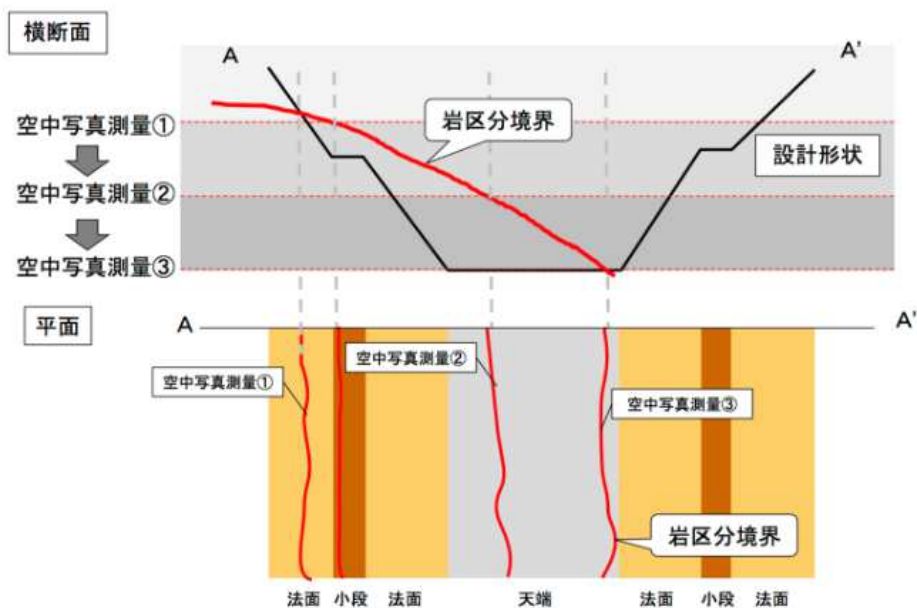
空中写真測量②



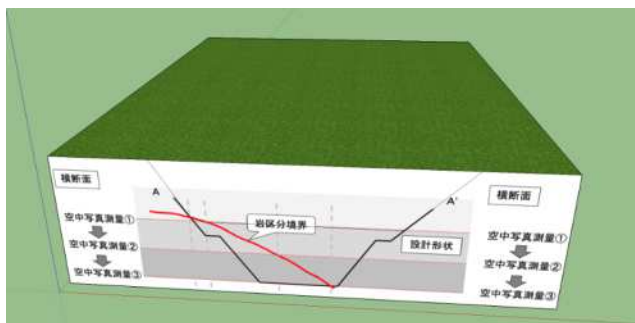
空中写真測量③



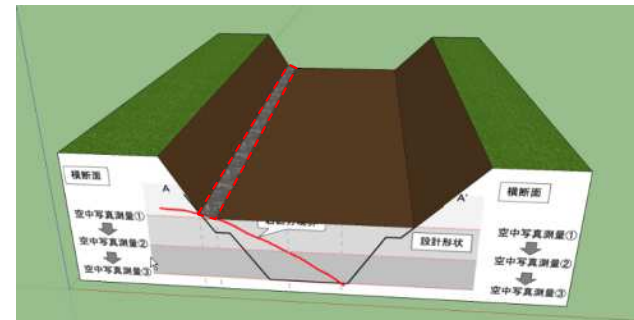
**取得方法の例2:**  
 盤下げして岩面を表出し、その都度UAVまたはLS等の3次元計測技術による測量にて土(岩)の分類の境界面データを取得します  
 岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます



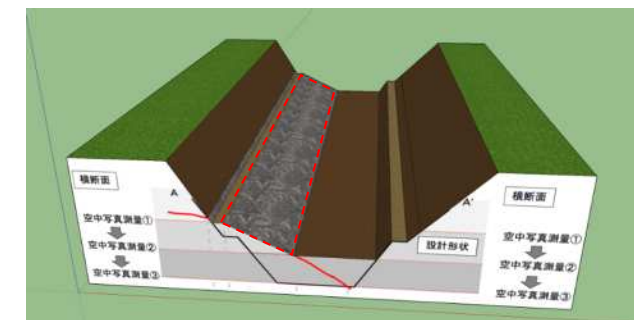
空中写真測量  
起工測量



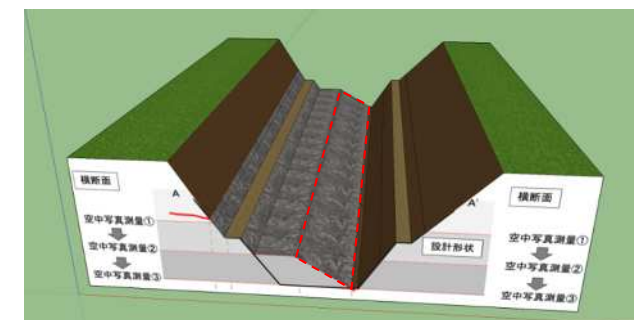
空中写真測量①



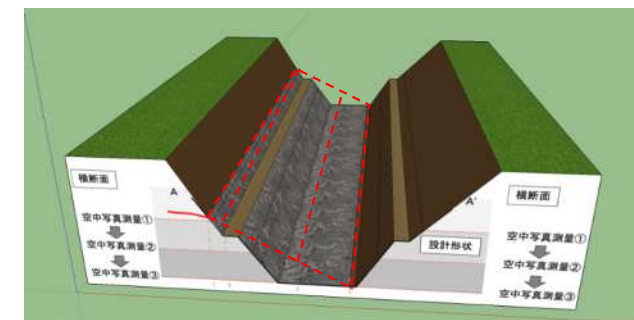
空中写真測量②



空中写真測量③



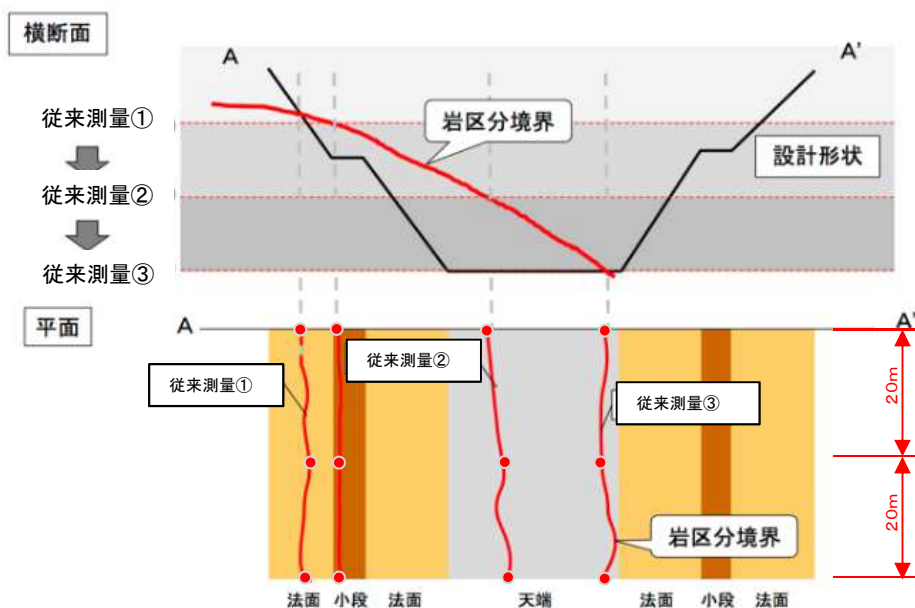
空中写真測量④



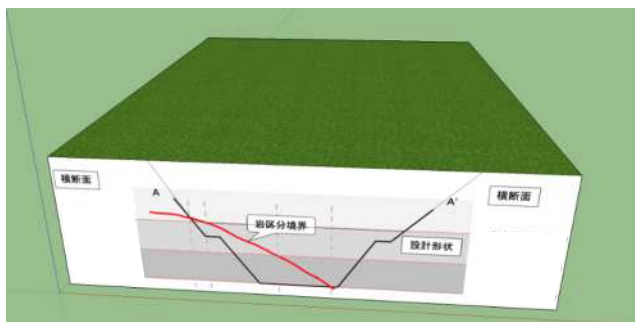
## 取得方法の例3:

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

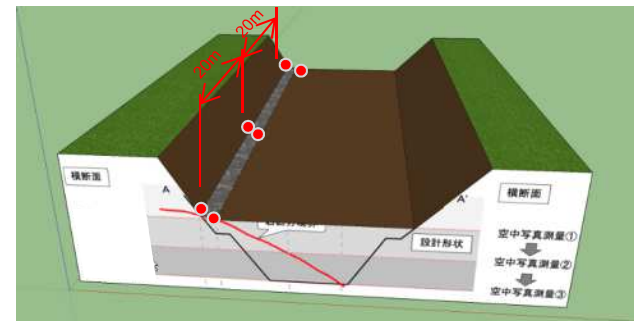


従来測量  
起工測量

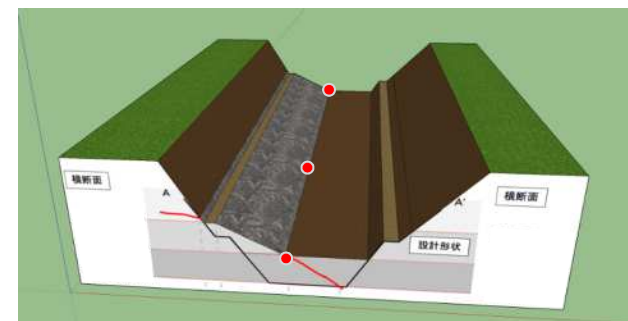


従来測量①

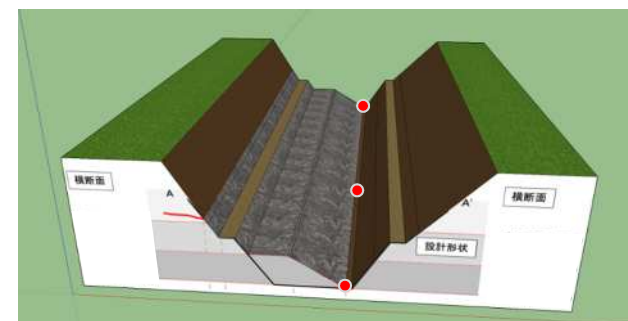
● 変化確認位置



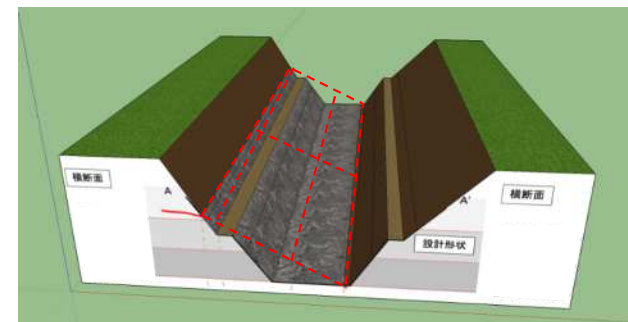
従来測量②



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等の3次元計測技術による地形測量やICT建設機械の施工履歴データ、ステレオ写真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。

例：各種3次元計測技術又はICT建設機械の施工履歴で、10,000m<sup>3</sup>の出来高を確認

$$\begin{aligned} &\rightarrow 10,000\text{m}^3 \quad \times \quad \mathbf{9割} \quad = \quad 9,000\text{m}^3 \text{の出来高を計上} \\ &\rightarrow 9,000\text{m}^3 \quad \times \quad \text{単価} \quad = \quad \text{設計額} \\ &\rightarrow \text{設計額} \quad \times \quad \text{落札率} \quad = \quad \text{請負代金相当額} \\ &\rightarrow \text{請負代金相当額} \times \quad \mathbf{9/10} \quad = \quad \text{部分支払い額} \quad (\mathbf{8,000\text{m}^3 \text{相当}}) \end{aligned}$$

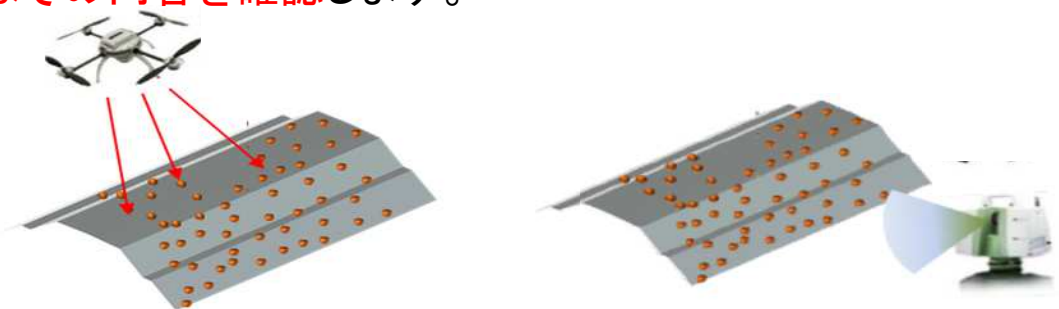
## 留意点

- 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0.25m<sup>2</sup>(0.5m×0.5m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3cm/画素以内とします。
- 施工履歴データを用いる場合は、『**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。
- ステレオ写真測量を用いる場合は『**ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来高算出要領(案)**』により算出します。

▶ 出来形管理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
出来形計測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工管理3次元データのICT建機への搭載</li> <li>・従来型UAV、TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーダーによる出来形計測</li> <li>・データ処理</li> </ul>	
出来形管理写真の撮影	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出来形管理写真の撮影</li> </ul>	
出来形管理帳票の作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出来形管理帳票の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出来形管理帳票の受理・確認</li> </ul>
数量計算の方法の協議	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数量計算の方法の協議</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・数量計算の方法の受理・確認</li> </ul>
3次元設計データ及び設計数量の協議	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元設計データ及び設計数量の協議</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元設計データ及び設計数量の受理・確認</li> </ul>

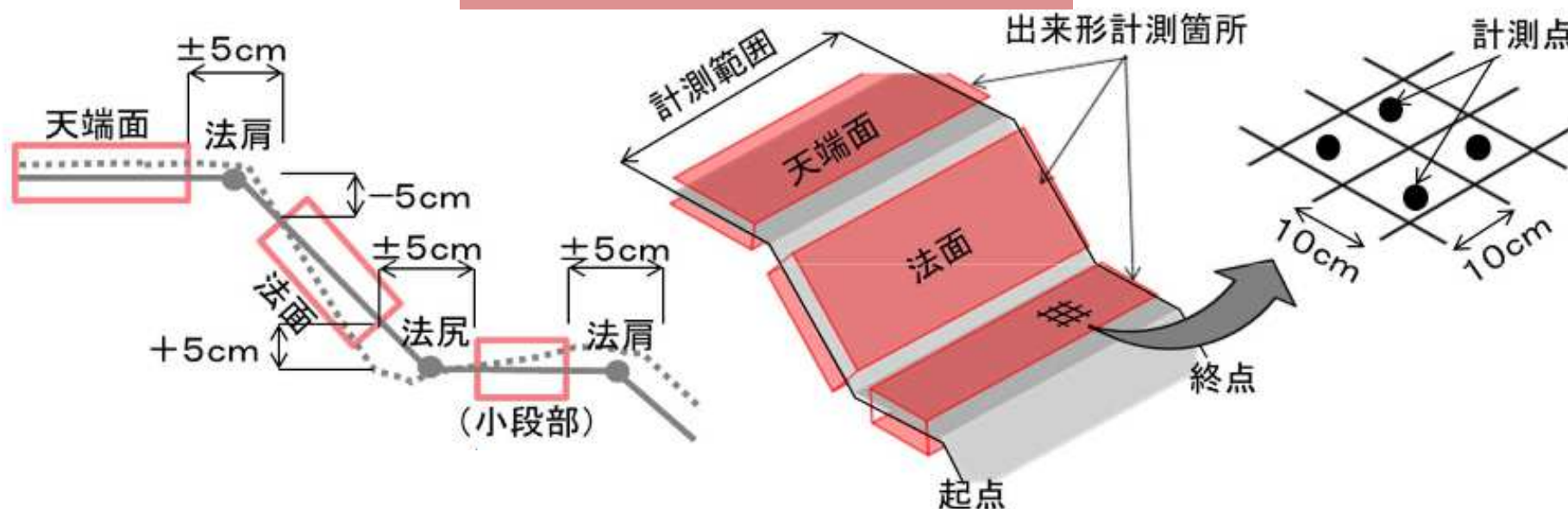
- ▶ 受注者は、出来形計測箇所をUAVやLS等の3次元計測技術によって出来形管理を行い、出来形管理帳票を作成し、提出します。監督職員はその内容を確認します。



## 出来形計測箇所の留意点

- UAVやLS等の3次元計測技術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。
- 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。
- 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



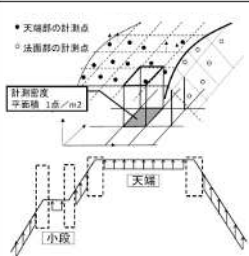
### ワンポイント

・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0.01㎡ (0.1m×0.1mメッシュ)に1点以上の出来形座標値を取得します。

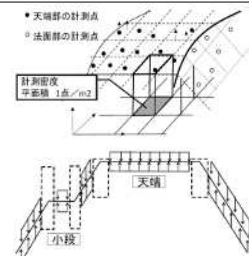


## 出来形管理基準及び規格値の留意点

### 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が含まれている。

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/m<sup>2</sup>(平面投影面積当たり)以上とする。

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く。

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する。

※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。

### ワンポイント

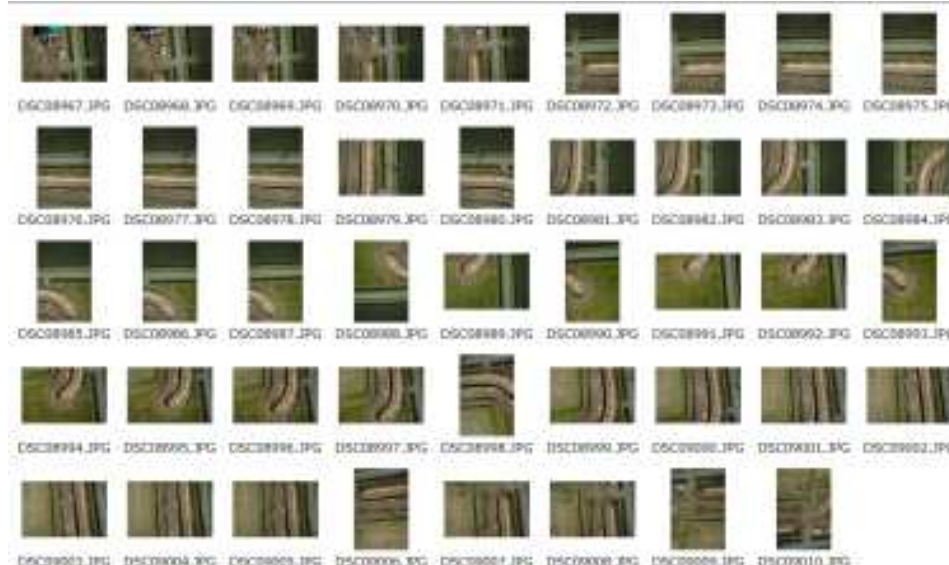
- ・測定箇所は、平場面、天端面、法面の全面の標高較差または、水平較差とします。(現行の土木工事施工管理基準に定められた基準高、法長、幅とは異なる)
- ・法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は標高較差の評価から除きます。
- ・同様に鉛直方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除きます。

## 従来型UAV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	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	<b>撮影毎に1回[発生時]※</b>	写真測量に使用したすべての画像 ※ICONフォルダに格納

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
	<b>法長(法面)</b>	<b>撮影毎に1回[掘削後]※</b>	写真測量に使用したすべての画像 ※ICONフォルダに格納
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	転圧機械または地質が変わる毎に1回[締固め時]	
路体盛土工 路床盛土工	<b>法長(法面) 幅(天端)</b>	<b>計測毎に1回[施工後]</b>	写真測量に使用したすべての画像 ※ICONフォルダに格納

## 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従来型UAVで撮影した写真の納品をもって、写真撮影に代える

## TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーザーによる出来形写真管理基準の留意点

区分	写真管理項目	写真管理項目		
		撮影項目	撮影頻度	
施工状況	図面との不一致	図面と現地との不一致の写真	<b>撮影毎に1回 [発生時]※</b>	提出頻度 代表箇所各1枚

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
	<b>法長(法面)</b>	<b>計測毎に1回[掘削後]※</b>	
盛土工 路体盛土工 路床盛土工	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]	
	<b>法長(法面) 幅(天端)</b>	<b>計測毎に1回[施工後]※</b>	

### 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)



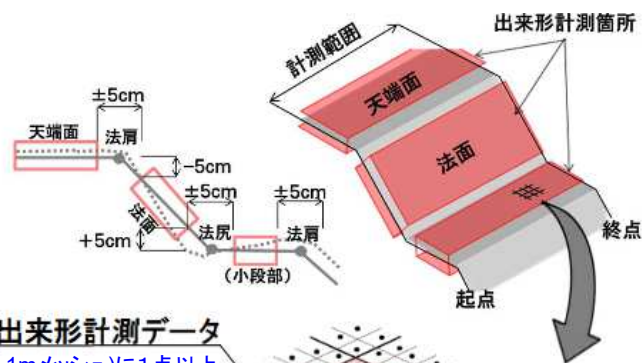
出来形管理写真(例)

### ワンポイント

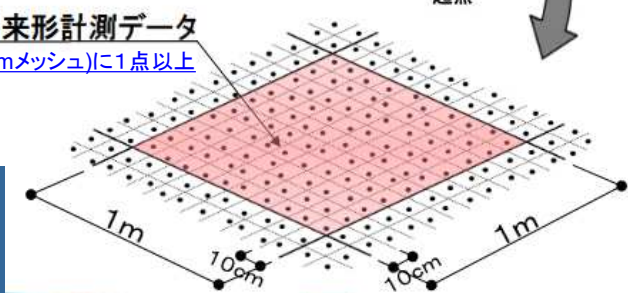
TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーザーによる出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点が異なります。

- ① 撮影頻度の変更
- ② 黑板への記載項目の軽減

## 出来形管理帳票 作成の流れ



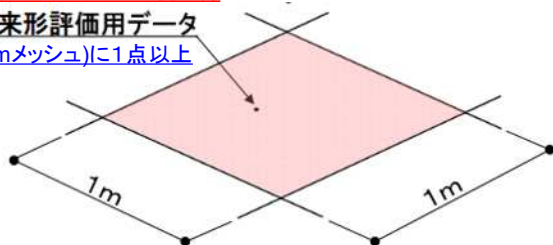
出来形計測データ  
0.01㎡(0.1m×0.1mメッシュ)に1点以上



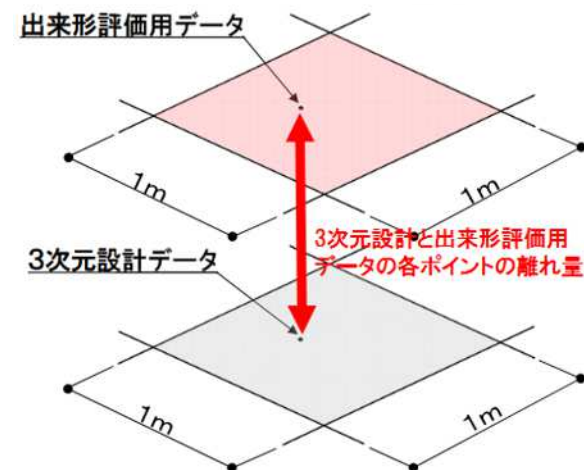
- 点群密度の変更による方法
- ・鉛直方向の最下点
  - ・中央値の抽出 など
- グリッドデータ化による方法
- ・再近隣法
  - ・平均法
  - ・TIN法
  - ・距離加重法

### Step1: 出来形評価用データを作成

出来形評価用データ  
1㎡(1m×1mメッシュ)に1点以上

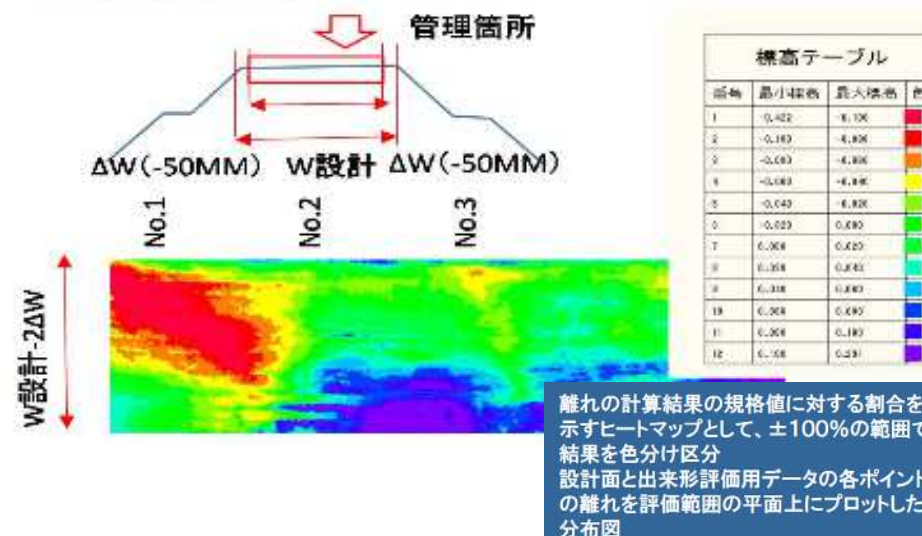


### Step2: 3次元設計データと出来形評価用データの各ポイントの離れ量を算出



### Step3: 出来形計測結果の面的なばらつきの評価

天端部出来形分布図



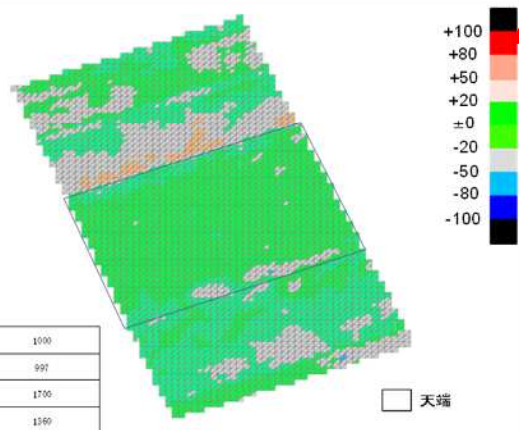
ワンポイント

- ・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。
- ・出来形管理帳票は、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/m <sup>2</sup> 以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000m <sup>2</sup>		
	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/m <sup>2</sup> 以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700m <sup>2</sup>		
	棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)	

天端のばらつき	規格値の±50%以内のデータ数	1000
	規格値の±80%以内のデータ数	997
法面のばらつき	規格値の±50%以内のデータ数	1700
	規格値の±80%以内のデータ数	1569

・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。

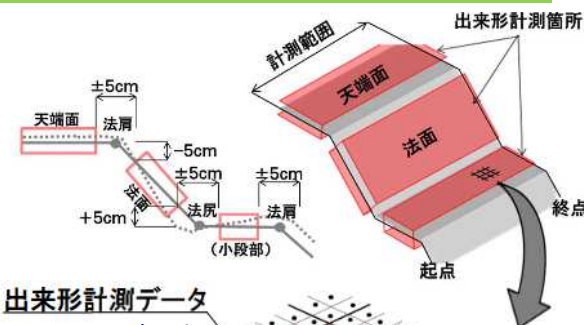
・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。

・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。

受注者は、契約条件として認められている場合は、UAVやLS等の3次元計測技術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。

## 出来形数量 算出の流れ



出来形計測データ

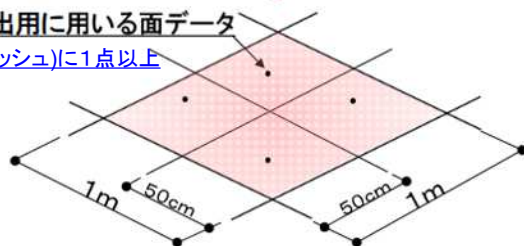
0.01㎡(0.1m×0.1mメッシュ)に1点以上

- 点群密度の変更による方法
- 鉛直方向の最下点
  - 中央値の抽出 など
- グリッドデータ化による方法
- 再近隣法
  - 平均法
  - TIN法
  - 距離加重法

### Step1: 数量算出用に用いる面データを作成

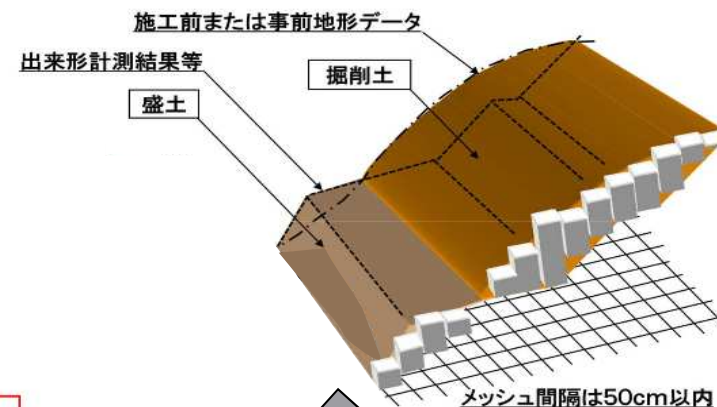
数量算出用に用いる面データ

0.25㎡(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上



### Step2: 施工前または事前地形データと数量算出に用いる面データの各ポイントの離れ量から体積を算出

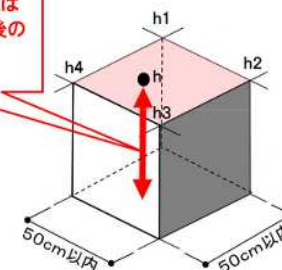
<点高法(四点平均法)による出来形数量算出の条件と適用イメージ>



各ポイントの施工前または事前地形データと施工後の標高差 A

$$(h1+h2+h3+h4)/4 = h$$

$$V = 0.5m \times 0.5m \times A$$



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。

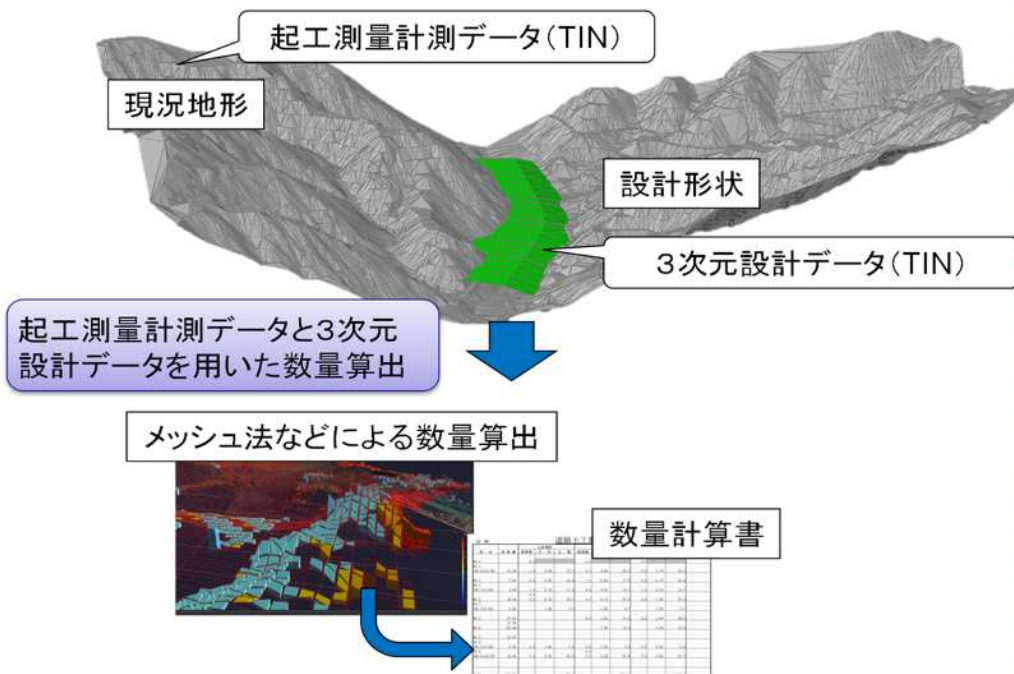
※標準とする体積算出方法は

- ① 点高法、② TIN分割等を用いた求積、③ プリズモイダル法

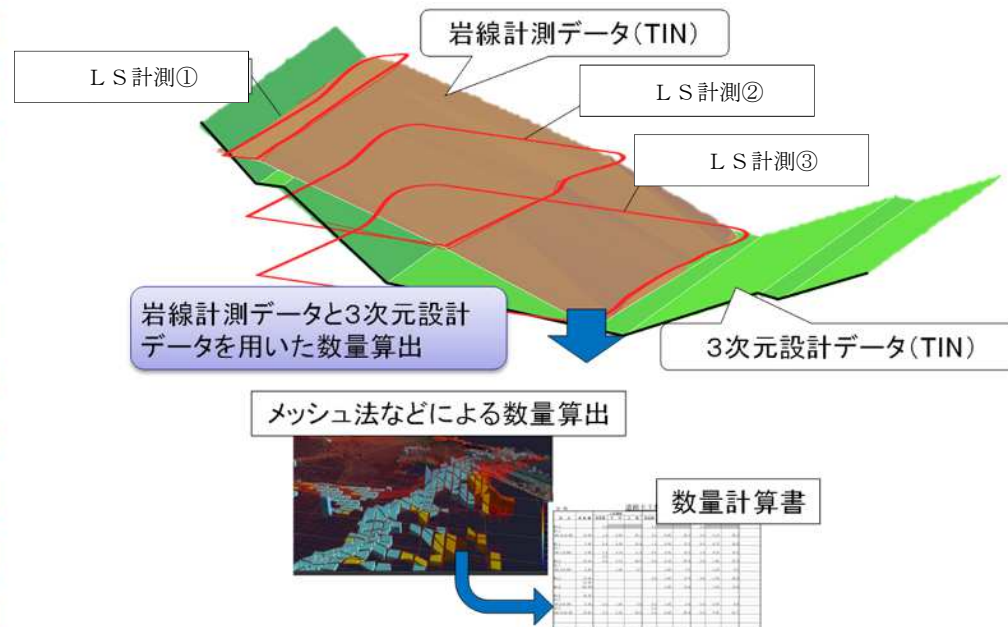
# 11-5.数量算出(起工測量, 岩線計測)

- 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

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

- ▶ 受注者は、UAVやLS等の3次元計測技術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)を、「工事完成図書の電子納品等要領」を参考として「ICON」フォルダに格納して提出します。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 受注者は、アンケート調査票を作成し、提出します。監督職員はその内容を確認し、取りまとめ担当に提出します。



# 12-1. 電子成果品の作成

## 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「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。

## アンケート調査票の提出

- ▶ 受注者は、利用したICT活用技術により施工した結果のアンケート調査票を提出します。(調査票によっては、工事完成後の提出になることもあります。)
- ▶ **監督職員はその内容を確認し、調査票を土木部技術管理課へ提出(Excel版)します。**

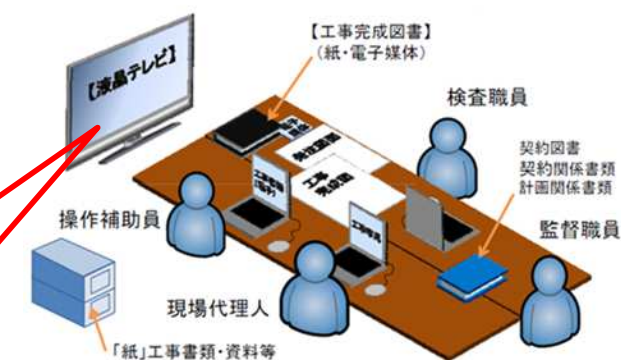
## アンケート調査のイメージ

ICT活用工事の活用効果等に関する調査記入様式		
(1)基本情報		
工事名	〇〇工事	
発注者名	〇〇地整〇〇河川国道事務所	
施工場所	〇〇県〇〇市	
工期	H〇〇年〇〇月〇〇日 ~ H〇〇年〇〇月	
発注形態	<input checked="" type="radio"/> 発注者指定型 <input type="radio"/> 施工者希望Ⅰ型 <input type="radio"/> 施工者希望Ⅱ型	
工事概要		
主たる工程	掘削	$V=〇〇m^3 \cdot H=〇m$
	盛土	$V=〇〇m^3 \cdot H=〇m$
工事延長	〇〇m	
施工者情報	御社名	〇〇(株)
	担当者氏名	
	電話番号	
	所在地	
	ご回答いただいた方のご芳名 当該工事での貴方の立場	(例):現場代理人
(2)ICT土工工事の適用範囲		
ICT土工工事の適用範囲	(例)No.〇〇~No.〇〇	
延長	〇〇m	
ICT土工の概要	掘削 $V=〇〇m^3 \cdot H=〇m$ 、盛土 $V=〇〇m^3 \cdot H=〇m$ 、3次元計測面積 $A=〇m^2$	
管理測点数	ICT土工の対象区間の横断面数を記入。20m毎と変化点の横断面。	
	理由を記載して下さい	<input type="checkbox"/> 出来形検査を段階的に行うことから、一度に計測できる面積が小さいため。 ※一度の作業面積がどのくらい以上でなければならぬと考えるかその他欄に具体的に記載願います。 <input type="checkbox"/> ICT建機が効力を発揮する作業(法面整形、切土整形等)が連続的に発生する期間が少なく、ICTの調達コストに合わせた時間短縮効果が得られないため。 ※どのような作業が連続的にどのくらいの期間発生することが必要かその他欄に具体的に記載願います。 <input type="checkbox"/> 3次元設計の修正が発生する可能性があるため、施工範囲から除外した。 <input type="checkbox"/> 施工エリア内に構造物があり、ICT建機での施工や、3次元計測が困難になることから施工範囲から除外した。 <input type="checkbox"/> 施工幅が狭く、ICT建機が入らない場所があったため、施工範囲から除外した。  その他(詳細にご記入下さい) 例)出来形管理の検査は施工プロセス検査として断面毎に行うことから、1度の計測が $〇m^3$ とTSの方が効率的であったため。 例)隣接工区の施工後高さに応じて擦り付けるため。 例)橋脚・支柱・基礎コンなどの構造物があるため。
工事範囲に対して部分的な活用に留まった場合はその理由	写真添付欄	写真添付欄  【イメージ写真・途中追記】 切土前面に構造物があり、出来形管理ができないため、ICT土工の対象から除外した
	理由がわかる状況写真を添付してください(複数枚可)	

## ▶ 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"> <li>・ICT活用工事に係わる書面検査</li> <li>・出来形計測に係わる書面検査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ICT活用工事に係わる書面検査</li> <li>・出来形計測に係わる書面検査</li> </ul>
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">実地検査</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出来形計測に係わる実地検査</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・出来形計測に係わる実地検査</li> </ul>
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"> <li>・工事成績評定</li> </ul>

- ▶ 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LS等の3次元計測技術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等の3次元計測技術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等の3次元計測技術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等の3次元計測技術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

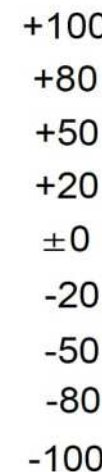
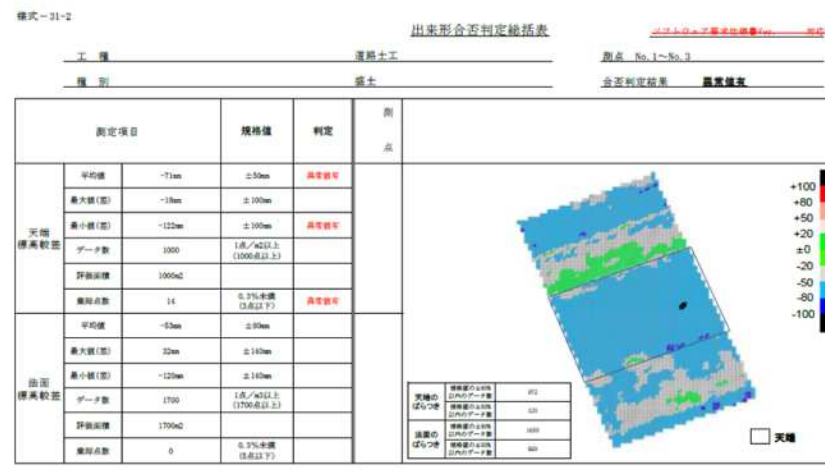
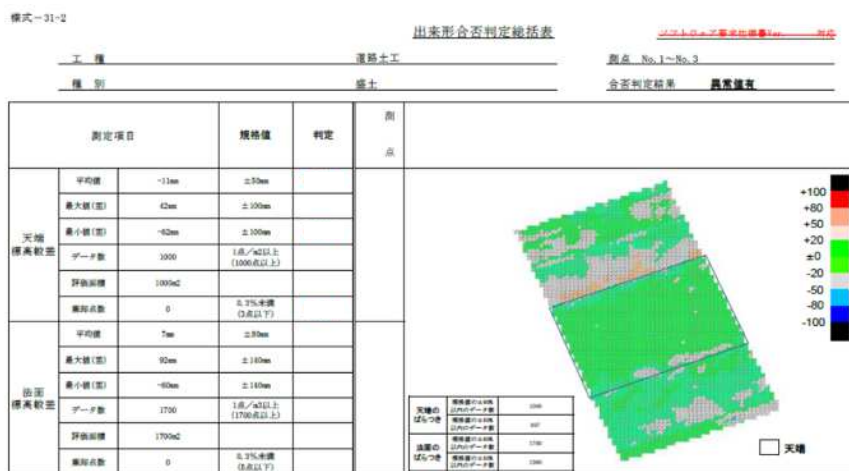
- UAVまたはLS等の3次元計測技術を用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

**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「ICON」フォルダに格納されていることを確認します。

#### 空中写真測量(UAV)による出来形管理の場合

- ・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・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)
- ・従来型UAV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)
- ・従来型UAVによる出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・従来型UAVによる計測点群データ(CSV、LandXML、LAS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、SIMA等のポイントファイル)
- ・従来型UAV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

- ・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・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)
- ・TLS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)
- ・TLSによる出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・TLSによる計測点群データ(CSV、LandXML、LAS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、SIMA等のポイントファイル)

#### UAVレーザーによる出来形管理の場合

- ・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・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)
- ・UAVレーザー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)
- ・UAVレーザーによる出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・UAVレーザーによる計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・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)

#### TSやRTK-GNSSによる出来形管理の場合

- ・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・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)
- ・TSやRTK-GNSS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)
- ・TSやRTK-GNSSによる出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・TSやRTK-GNSSによる計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・工事基準点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)

### ● アンケート調査票の確認

アンケート調査票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、受注者が準備する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。

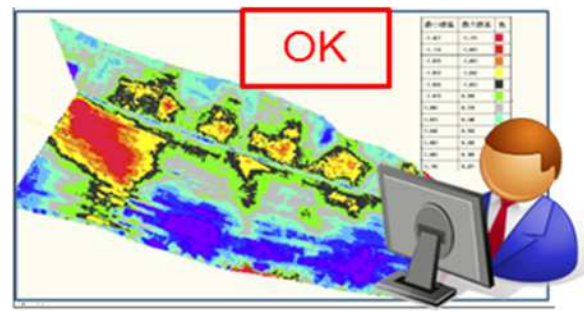
## 実地検査時の検査職員の出来形管理の確認手順の例

### 書面検査時

検査職員は、受注者に電子納品物から出来形管理データを表示してもらい、自らが指定した任意箇所の3次元設計データの設計面の位置(x, y)並びに標高(z)、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。



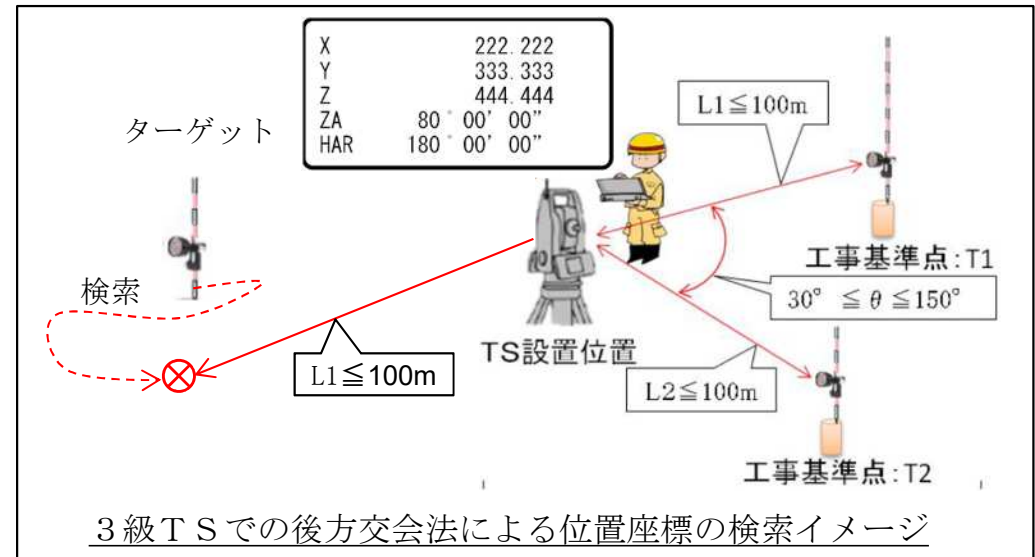
(場合によっては確認手順が逆とする場合があります)



### 実地検査時

検査職員は、現地では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かを検査します。(誘導機能が無いTSの場合は、書面検査時に先行して受注者に任意箇所探索を依頼し、現地で検査)

TS出来形管理用の基本設計データの作成は必要ありません。

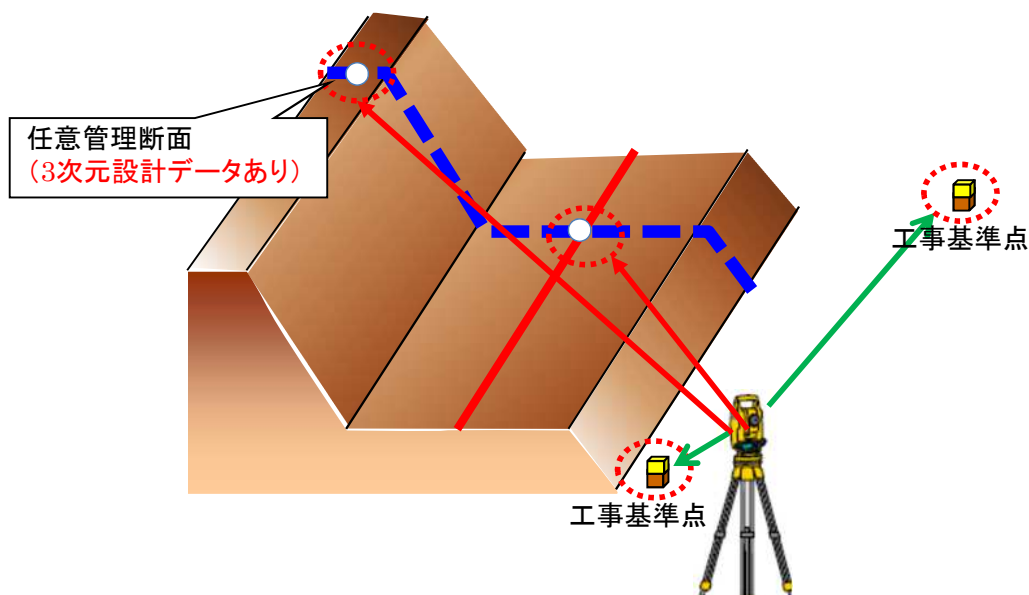


【参考】LandXML形式の3次元設計データを読み込むことが可能な機種もあります。受注者の準備する検査機器が対応している場合は、現場端末で設計との標高較差を確認することが容易に出来ます。



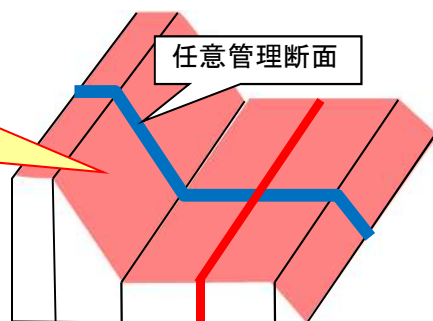
## 出来形管理用TSを用いた実地検査の内容の概要

### TSによる出来形計測の任意断面イメージ

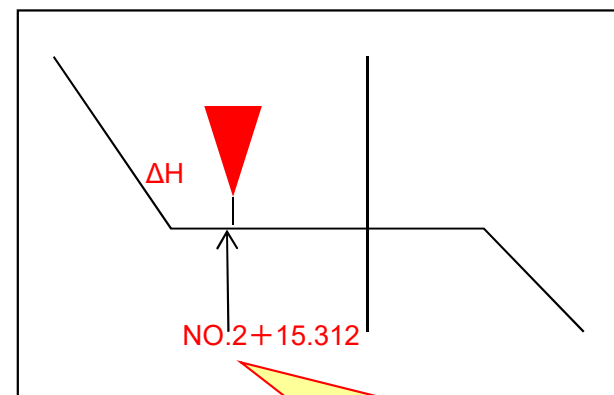


### 3次元設計データイメージ

任意計測断面の  
設計値を自動算出



### 任意点の出来形管理



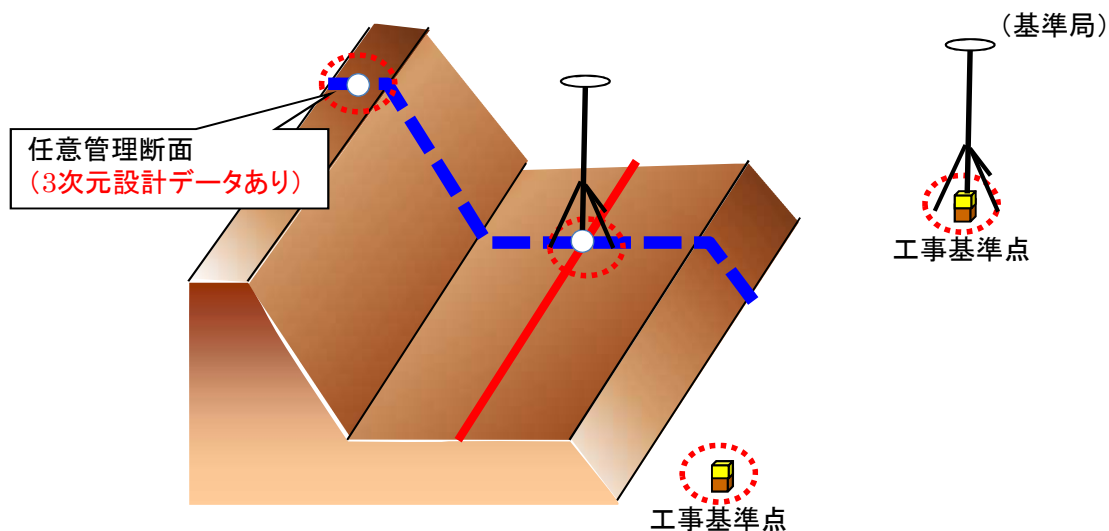
任意点での高さの差が確認できる機能

- ① 計測箇所での断面位置
- ② 計測箇所における設計高さとの差

- ①. 書面検査時に、任意の断面から平場或いは天端の数点の「位置座標(X、Y)」と3次元設計データの設計面及び出来形管理の「標高(Z)」を確認。  
なお、TSの場合は、器械位置算出のため、近接する工事基準点が必要であるため、監督職員は工事基準点を検査終了時まで使用できる状態にしておくよう、受注者と調整。
- ②. 実地検査で、①で確認した位置座標を・TSのターゲット動かすことで探索。
- ③. ①で確認した位置座標付近で標高を確認。(管理は1mメッシュに1点)
- ④. 確認した設計面の標高と比較して、標高差が規格値内か確認。
- ⑤. 数点②から繰り返し確認。

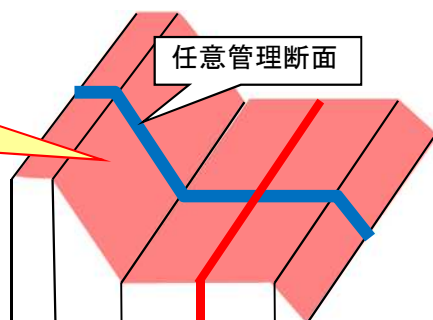
## GNSSローバーを用いた実地検査の内容の概要

### GNSSローバーによる出来形計測の任意断面イメージ

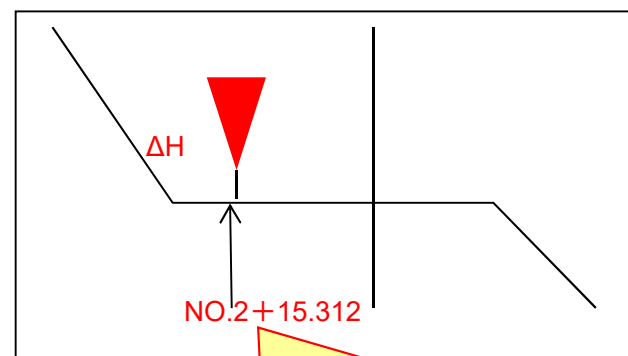


### 3次元設計データイメージ

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

- ①. 書面検査時に、任意の断面から平場或いは天端の数点の「位置座標(X、Y)」と3次元設計データの設計面及び出来形管理の「標高(Z)」を確認。  
 なお、GNSS(固定局方式)の場合は、器械位置算出のため、近接する工事基準点が必要であるため、監督職員は工事基準点を検査終了時まで使用できる状態にしておくよう、受注者と調整(VRS方式の場合は不要。)
- ②. 実地検査で、①で確認した位置座標をGNSSを動かすことで探索。
- ③. ①で確認した位置座標で標高を確認。(管理は1mメッシュに1点)
- ④. 確認した設計面の標高と比較して、標高差が規格値内か確認。
- ⑤. 数点②から繰り返し確認。

※「VRS方式」とは、VRSデータセンターとデータ通信することで、移動局単体で観測できるGNSSローバーのことで、「ネットワーク型」ともいう。

## 工事成績評定要領の運用についての改定箇所

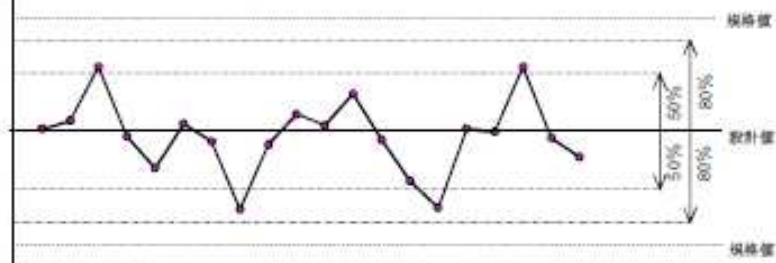
別紙-4

出来形及び品質のばらつきの考え方

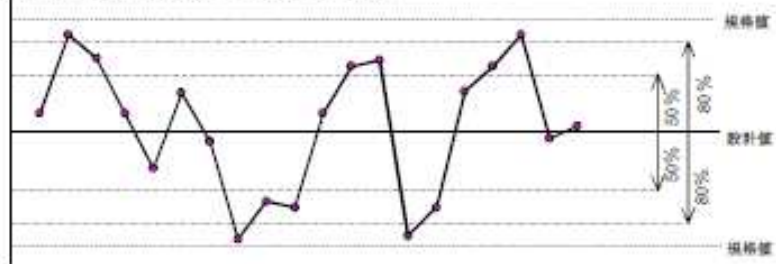
[管理図の場合]

(上・下限値がある場合)

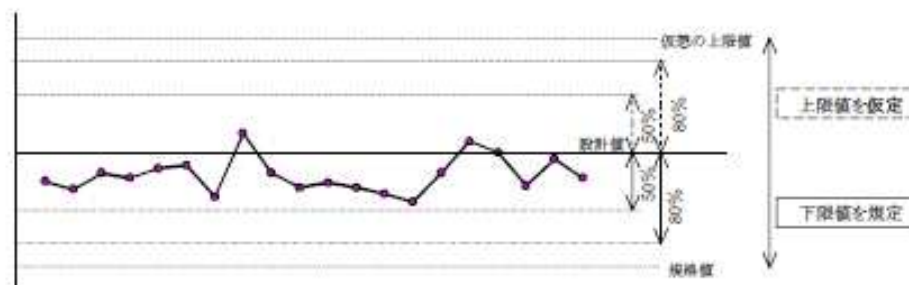
①ばらつきが50%以下と判断できる例



②ばらつきが80%以下と判断できる例



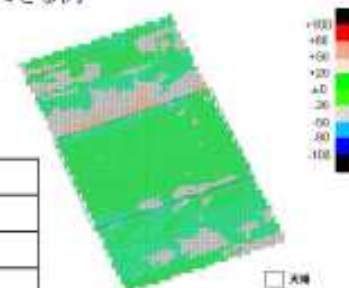
(下限値のみの場合)



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

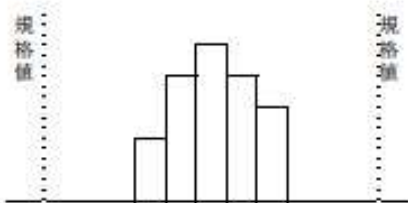
天端のばらつき	取付前の上95% 計測点の個数	1000
	取付後の上95% 計測点の個数	997
法面のばらつき	取付前の上95% 計測点の個数	1100
	取付後の上95% 計測点の個数	1000



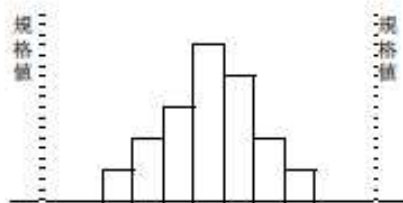
改定箇所

[度数表またはヒストグラムの場合]

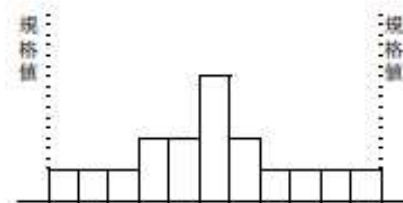
ばらつきが小さい



ばらついている



ばらつきが大きい



# 13-3. 工事成績評定

## 工事成績評定要領の運用における出来形のばらつきについての判定方法

出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

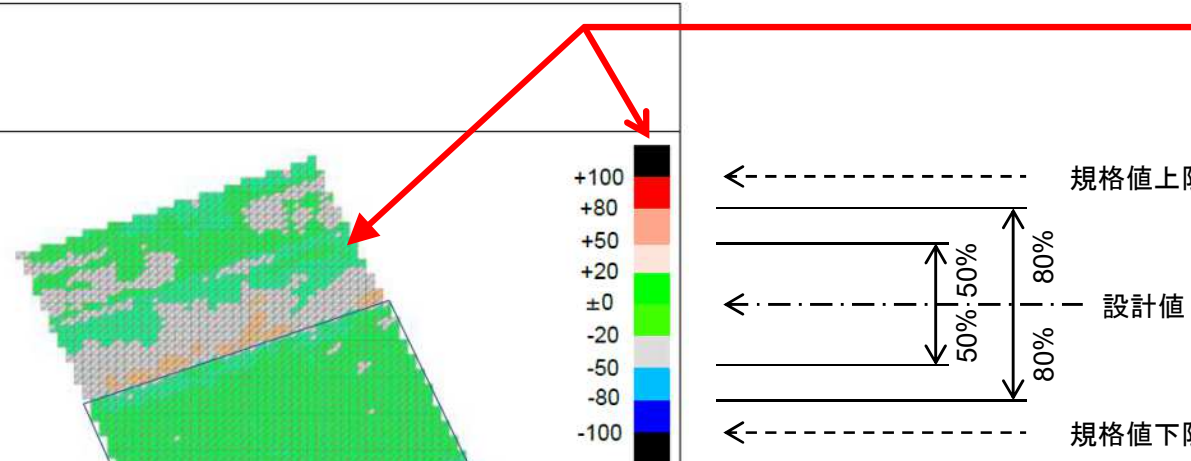
工種 道路土工  
種別 盛土  
測点 No. 1~No. 3  
合否判定結果

### 割合示すヒートマップと凡例

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/m <sup>2</sup> 以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000m <sup>2</sup>		
	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/m <sup>2</sup> 以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700m <sup>2</sup>		
	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



ばらつきが50%以内に収まる点数の割合  
 $\Rightarrow \frac{1360}{1700} = 8割$

・ヒートマップにおいて、±50%以内、±80%以内の色区別により判定も可能であるが、原則、規格値の50%以内の計測点数、規格値の80%以内の計測点数とデータ数による割合で判定するものとする。

天端のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	1000	10割
	規格値の±50%以内のデータ数	997	10割
法面のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	1700	10割
	規格値の±50%以内のデータ数	1360	8割

## ICT活用工事(土工)(島根県版)を実施した場合の評定内容の概要

- ICT活用施工を実施した場合、創意工夫における【施工関係】「16.ICT(情報通信技術)を活用した情報化施工を取り入れた工事」において評価するものとする(2点加点)。
- ICT活用施工を取り止めた工事については、加点対象としない。
- 発注者指定型において、受注者の責めに帰すべき事由により、ICT施工技術を全面的に活用しない場合、措置の内容に応じて減点する。

※ICT活用工事(土工)(島根県版)を実施しない場合であっても、情報化施工技術の活用については従来より加点対象としているところであり、今後も活用を促進する。

別紙2

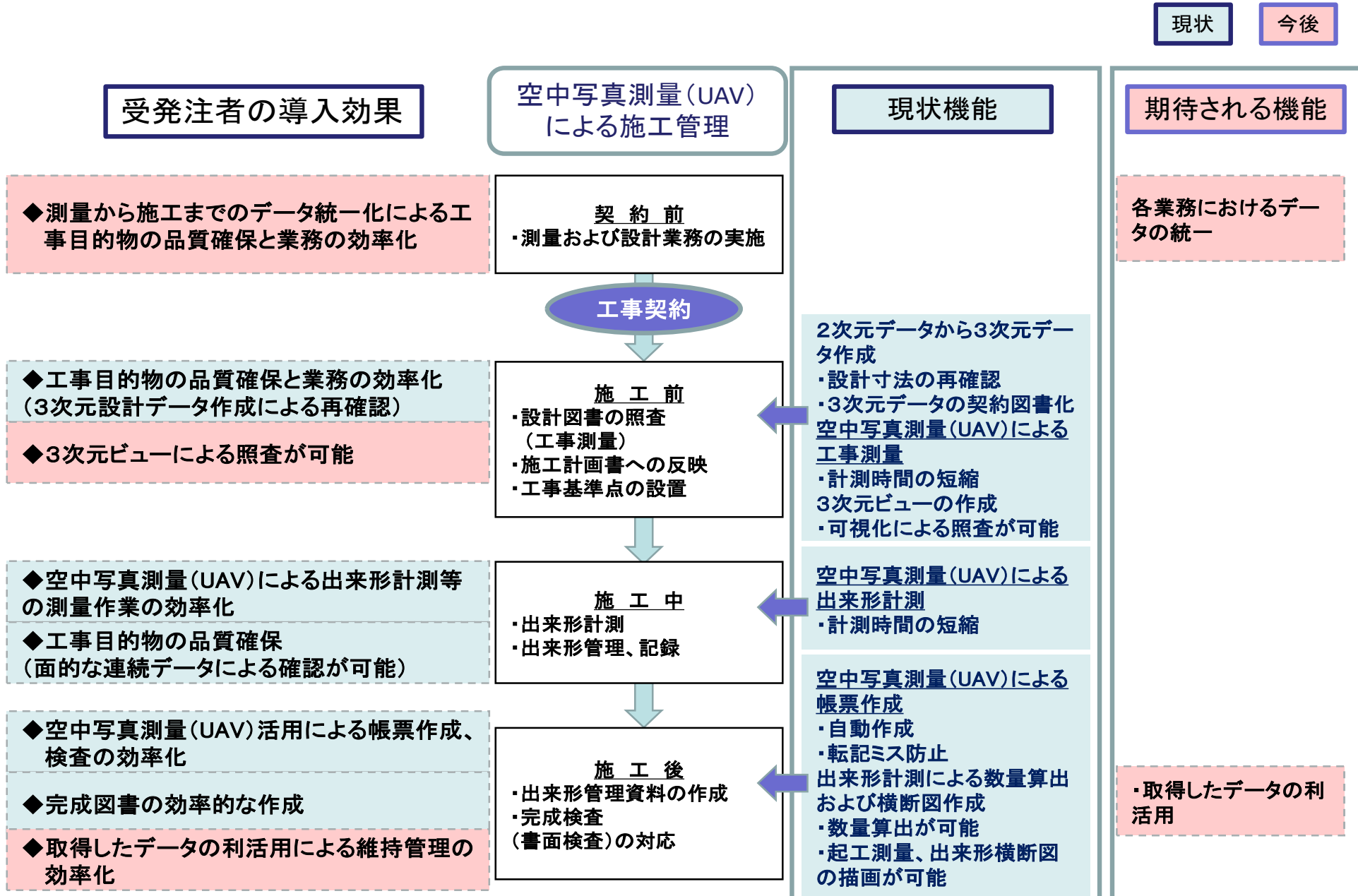
### 考査項目別運用表

■：キーワード、□：項目

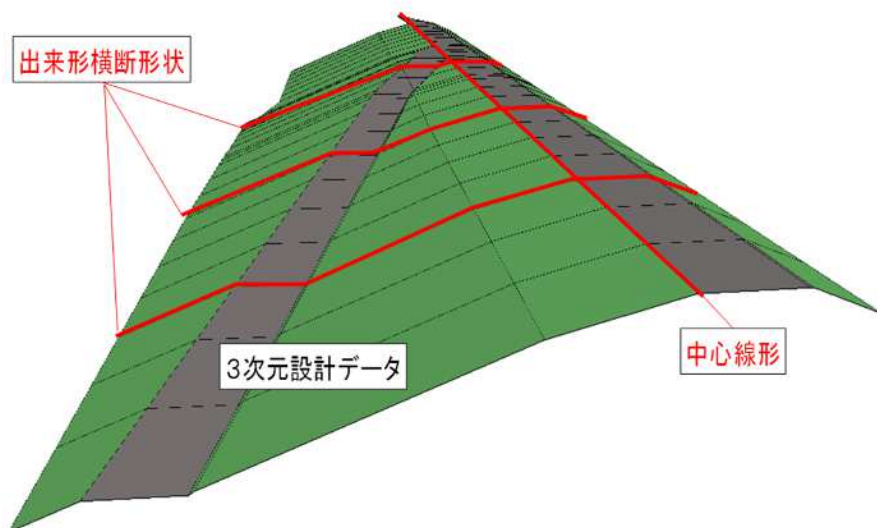
考査項目	細 別	創意工夫キーワード一覧表(創意工夫が多く見られるリスト)
5. 創意工夫【軽微なもの】	I. 創意工夫 キーワード評価	<p>■準備・後片づけ関係</p> <p>□ 1. 測量・位置出しにおける工夫</p> <p>□ 2. その他 (理由: )</p> <hr/> <p>■施工関係</p> <p>□ 3. 施工に伴う器具・工具・装置類の工夫又は、設備据付後の試運転調整に関する工夫</p> <p>□ 4. コンクリート二次製品の利用等の代替材の利用に関する工夫</p> <p>□ 5. 土工、地盤改良、橋梁架設、舗装、コンクリート打設等の施工に関する工夫</p> <p>□ 6. 部材・機材等の運搬・吊り方式等を含む施工方法に関する工夫</p> <p>□ 7. 設備工事における、加工や組立等又は、電気工事における配線や配管等に関する工夫</p> <p>□ 8. 給排水工事や衛生設備工事等における配管又はポンプ類の凍結防止、配管のつなぎに関する工夫</p> <p>□ 9. 照明などの視界の確保に関する工夫</p> <p>□ 10. 仮排水、仮道路、迂回路等の計画的な施工に関する工夫</p> <p>□ 11. 運搬車両・施工機械等に関する工夫</p> <p>□ 12. 支保工、型枠工、足場工、仮橋、覆工版、山留め等の仮設工に関する工夫</p> <p>□ 13. 盛土の締固度、杭の施工高さ等の管理に関する工夫</p> <p>□ 14. 施工計画書の作成、写真の管理等に関する工夫</p> <p>□ 15. 出来形又は品質の計測、集計、管理等に関する工夫</p> <p>■ 16. ICT(情報通信技術)を活用した情報化施工を取り入れた工事(本項目は2点加点とする)</p> <p>□ 17. 特殊な工法や材料を用いた工事</p> <p>□ 18. 優れた技術力又は能力として評価する技術を用いた工事</p> <hr/> <p>■品質関係</p>

# 【参考】期待される機能と導入効果

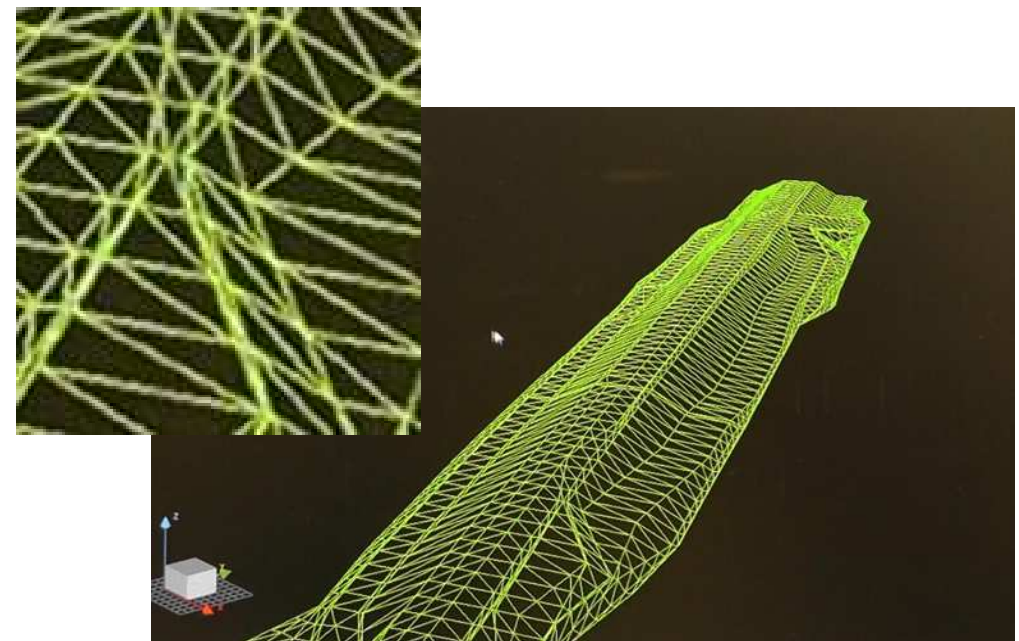
従来型UAVを用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果は、下図のとおり。  
LSについても同様。



- 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

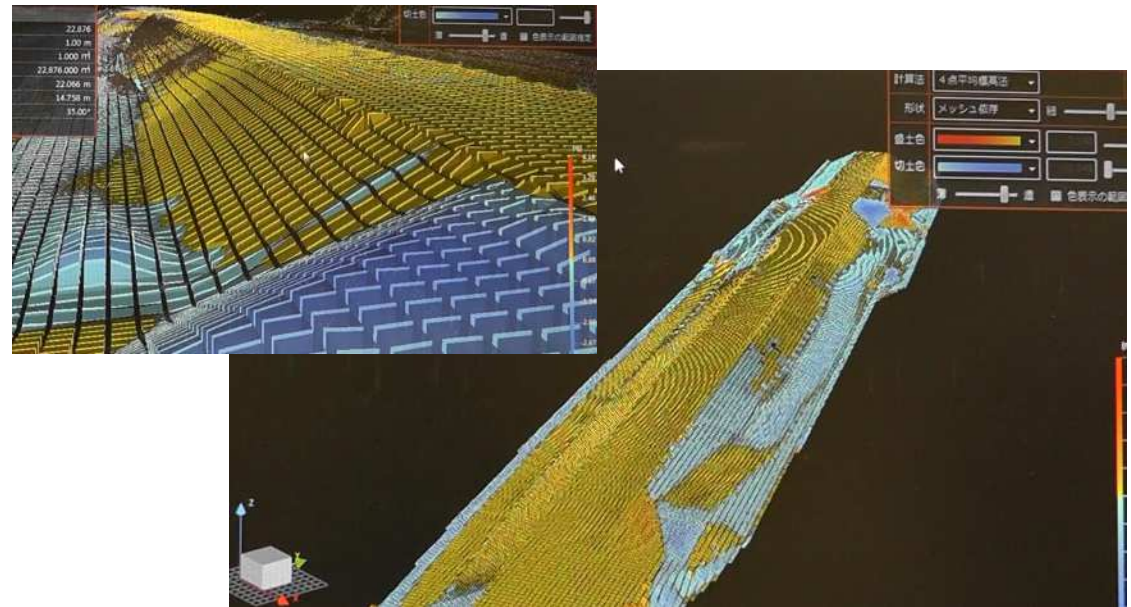


TINデータ

- 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

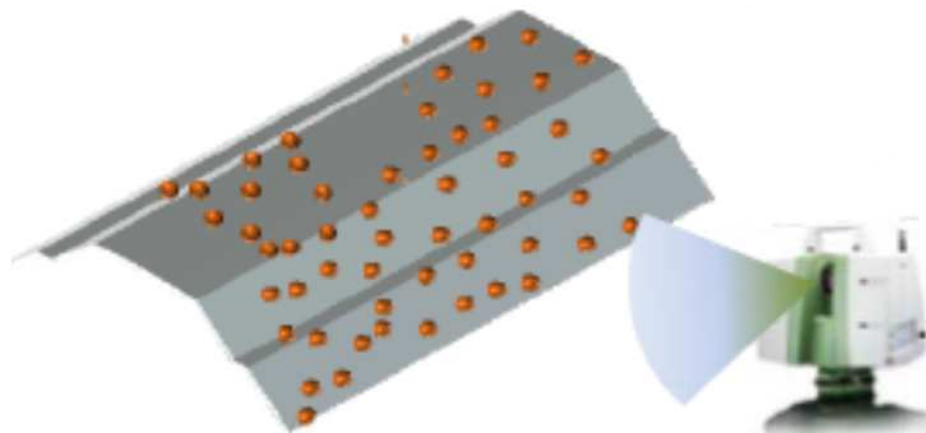




- レーザースキャナー / 測域センサ (日本語)  
Laser Range Scanner / 3D scanner (英語)

➡ 本手引きでは、『LS』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。

レーザースキャナー

計測種別によって要求される計測精度が異なる。

## UAVによる場合

計測種別 (データ種別)	標定点	精度確認		地上画素寸法	計測密度	点群密度の変更 (データの間引き)	
		検証点	測定精度				
出来形	計測	外部標定点： 撮影区域外縁に100m 以内の間隔で設置 内部標定点： 天端上に200m間隔程 度の目安で設置	天端上200m以内の間隔で設置 (計測範囲が狭い場合は最低2 箇所設置)	±5cm以内	1cm/画素以内	10cmメッシュに1点以上 (0.01m <sup>2</sup> あたり1点以上)	0.01m <sup>2</sup> あたり1点以上
	数量算出	—	—	—	—	—	50cmメッシュに 1点以上
	評価用データ	—	—	—	—	—	—
起工測量	出来形計測を準用する	出来形計測を準用する	出来形計測を準用する	±100mm以内	適宜設定 (2cm/画素以内)	0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) あたり1点以上	0.25m <sup>2</sup> あたり1点以上
岩線計測	出来形計測を準用する	出来形計測を準用する	出来形計測を準用する	±100mm以内	適宜設定 (2cm/画素以内)	0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) あたり1点以上	0.25m <sup>2</sup> あたり1点以上
部分払い用出来高計測	出来形計測を準用する	出来形計測を準用する	天端上400m以内の間隔で設置 その他は出来形計測を準用する	±200mm以内	適宜設定 (3cm/画素以内)	0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) あたり1点以上	—

## LSによる場合

計測種別 (データ種別)	精度確認	計測密度	点群密度の変更 (データの間引き)
出来形	計測	±20mm以内	100cm <sup>2</sup> (10cm×10cm) あたり1点以上
	数量算出	—	—
	評価用データ	—	—
起工測量	10cm以内	0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) あたり1点以上	0.25m <sup>2</sup> あたり1点以上
岩線計測	10cm以内	0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) あたり1点以上	0.25m <sup>2</sup> あたり1点以上
部分払い用出来高計測	20cm以内	0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) あたり1点以上	—

## ● 地上画素寸法の確認方法の例

- 使用するカメラ Sony α6000 レンズ SEL16F28

飛行高度 H=50mの場合

$$L = 50\text{m}/16\text{mm} \times (2430/2470 \times 23.5\text{mm}) = 72.248\text{m}$$

$$W = 50\text{m}/16\text{mm} \times (2430/2470 \times 15.6\text{mm}) = 47.960\text{m}$$

レンズカタログ

焦点距離(mm)

16

$$72.248\text{m} / 6030\text{画素} = 12.0\text{mm} > 1\text{cm/画素以内} \quad \text{OUT}$$

$$47.960\text{m} / 4030\text{画素} = 11.9\text{mm} > 1\text{cm/画素以内} \quad \text{OUT}$$

- 使用するカメラ Sony α6000 レンズ SEL24F18Z

飛行高度 H=50mの場合

$$L = 50\text{m}/24\text{mm} \times (2430/2470 \times 23.5\text{mm}) = 48.165\text{m}$$

$$W = 50\text{m}/24\text{mm} \times (2430/2470 \times 15.6\text{mm}) = 31.973\text{m}$$

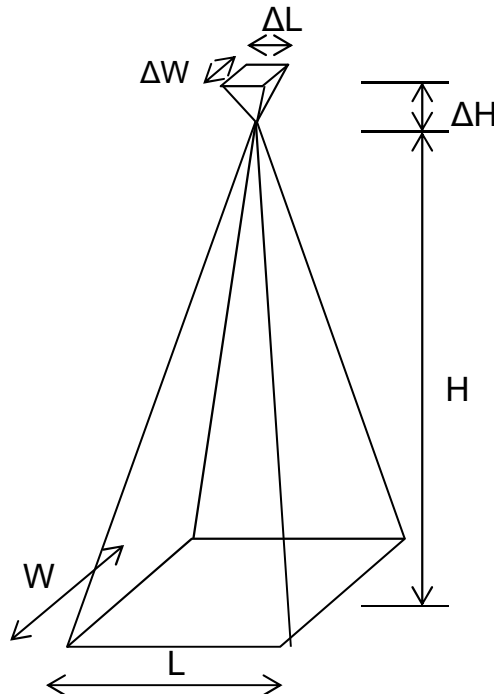
レンズカタログ

焦点距離(mm)

24

$$48.165\text{m} / 6030\text{画素} = 8.0\text{mm} < 1\text{cm/画素以内} \quad \text{OK}$$

$$31.973\text{m} / 4030\text{画素} = 7.9\text{mm} < 1\text{cm/画素以内} \quad \text{OK}$$



カメラカタログ 6030 × 4030 = 2430万画素

撮影素子	APS-Cサイズ(23.5x15.6mm), "Exmor"APS HD CMOSセンサ-
カメラ有効画素数	約2430画素
総画素数	約2470画素

撮影素子の種類	撮影素子のサイズ	事例
フルサイズカメラ(35mm)	36mm × 24mm	
コンパクトカメラ(1/2.3型)	6.2mm × 4.7mm	
マイクロフォーサーズ	17.3mm × 13mm	
APS-C	24mm × 16mm	キャノン 28.9 × 19 ニコン 23.6 × 15.7 ソニー 23.6 × 15.7

UAVで多く用いられているデジカメの例

キャノン	Mシリーズ
ソニー	NEXシリーズ
ニコン	1シリーズ
パナソニック	Lumix etc

	TS	GNSSローバー	
		固定局方式	VRS方式
メーカー	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ライカ</li> <li>・トプコン</li> <li>・ソキア</li> <li>・ニコントリンブル</li> <li>・ペンタックス</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ライカ</li> <li>・トプコン</li> <li>・ソキア</li> <li>・ニコントリンブル</li> <li>・ペンタックス</li> </ul>	
市場への普及度	どの測量業者、建設業者でも保有している	地場の測量業者は持っている 土木用は普及過程	
点ベース設計データの取り込み	取り込める 面データは取り込めない(一部可能)	取り込める 面データは取り込めない(一部可能)	
誰でも使える	測量機械の利用経験が必要	誰でも使える	
検査時の利用方法	ターゲットを検査ポイントへ誘導後、計測	GNSSローバー本体を検査ポイントへ誘導後、計測	
基準点の利用の有無	基準点への視準が必要	基準点に固定局の設置が必要	不要(但し、補正データの配信契約が必要)
地形的条件	基準点が視準できる所	衛星:最低5個 谷部が難しい	左記に加えて携帯電話が利用可能な所
充電	要 4~5時間(メーカーによる)	要 4~5時間(メーカーによる)	
雨天時の利用	ダメ 防水性が弱い→修理代高額	雨雪 OK	
人員	自動追尾 1人	マニュアル機 2人	1名
大きさ・重さ	1台	2台セット	1台
	本台		
	どれもライトバンに積み込み可能な大きさ重さ		
精度	XY :5m/m Z :5m/m	XY :1~2cm Z :2~3cm	XY :1~2cm Z :2~3cm
購入費用			
コスト(レンタル)／日単位	2~3万円／日 8~10万円／月		4万円／日 30万円／月
一点の測定時間	5分×3回 (基準点2カ所、検査ポイント1カ所)	10分	5分
検定	要検定 測量検定:1年1回 10万円/回	要検定 測量検定:1年に1回 10万円/回	
壊れやすさ	点検調整 1回/年 4万円/回	壊れにくい	

## GNSSローバーを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。

