

起工測量の実施

起工測量：標定点の設置

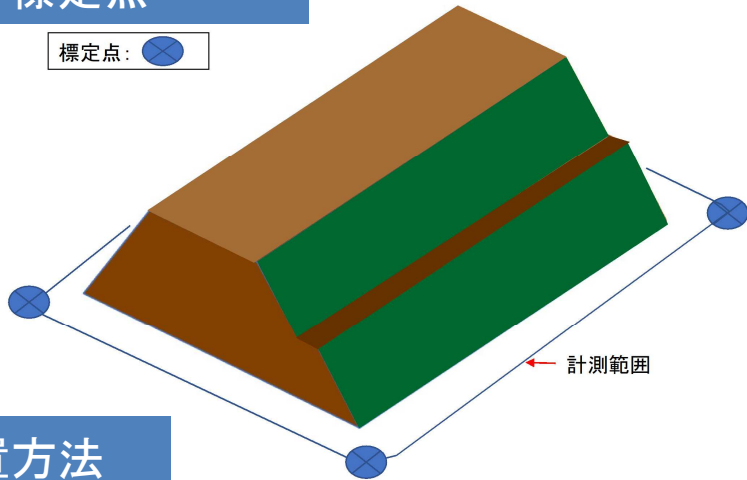
- TLSによる計測結果を3次元座標へ変換するための標定点を設置する。
※後方交会法による機械設置機能を有するTLSの場合は、標定点は不要。
- TLSによる計測結果を3次元座標へ変換、または複数回の計測結果を標定点を用いて合成する場合は標定点を設置する。

設置基準

	要領の記載内容
標定点	計測対象箇所の最外周部に4点以上

標定点

標定点： 



設置方法

	要領の記載内容
測定方法 (右表のいずれかを選択)	4級基準点および3級水準点と同等以上
	TLSによる計測 ・3級TS: TSから基準点及び標定点までの距離が100m以下 ・2級TS: TSから基準点及び標定点までの距離が150m以下
	GNSSによる計測 ・精度確認試験を実施(平面±20mm以内、標高±30mm以内)

使用する標定点



ここに注意

- ✓ 標定点はTLSを用いた出来形管理要領に従い、計測範囲の周囲に4か所以上設置する。
- ✓ 標定点の測定方法は、左記のいずれかであること。
- ✓ 使用する標定点は任意のものを利用できる。

起工測量：標定点の設置計画

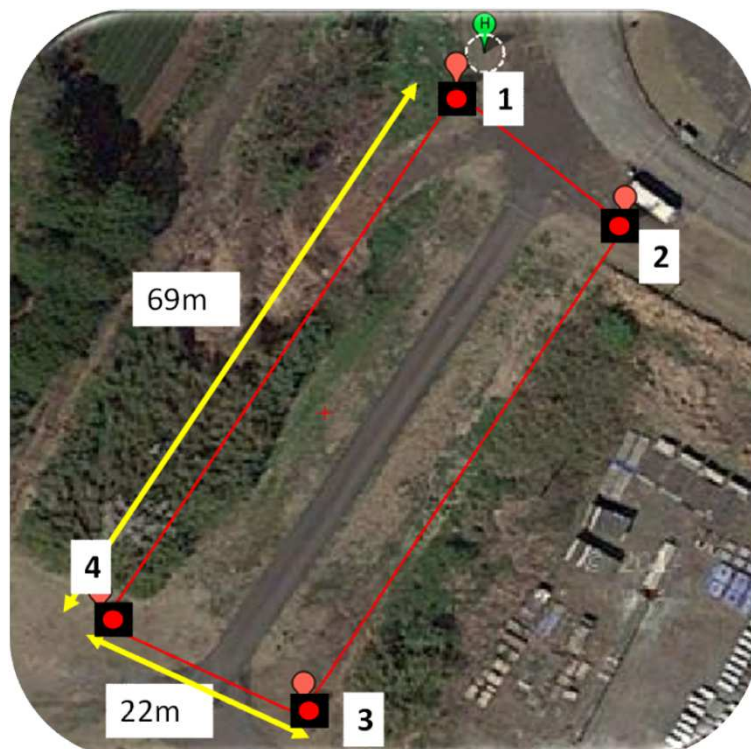
- 施工計画に基づいて詳細な配置案を各計測前に提出する。

施工計画書記載例

本施工計画に基づいて以下の段階で標定点の設置計画を提出する

- ・起工測量
- ・岩線計測
- ・部分払出来高計測
- ・出来形計測

計測前に提出する詳細設置計画記載例

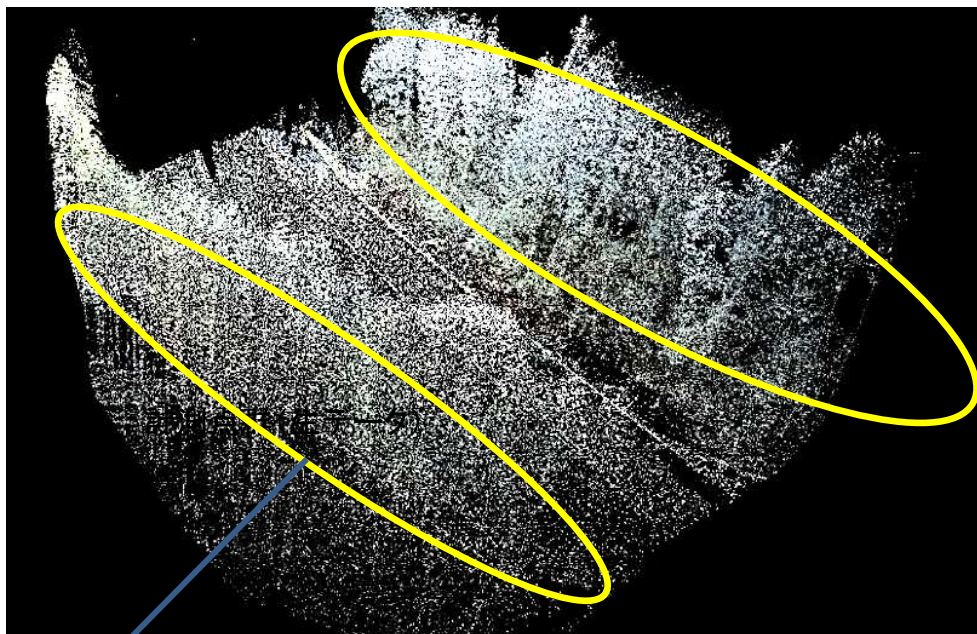


- ・標定点：4点
計測対象箇所 の最外周部に4点

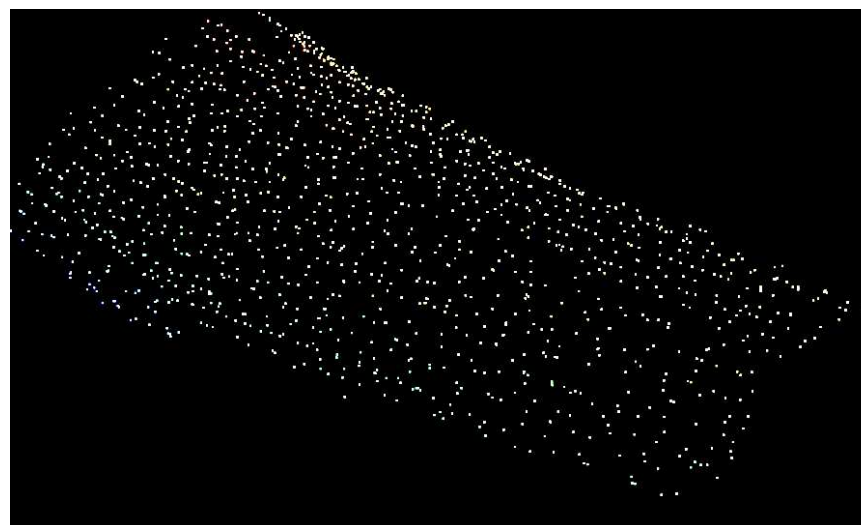


- TLS計測では、管理対象物以外の点群データも計測するため、不要な点を除去する。

不要点除去



出来形に関係ない樹木や資材などのデータを削除する。点群処理ソフトウェア上で削除する。



不要点を除去した点群

ここに注意

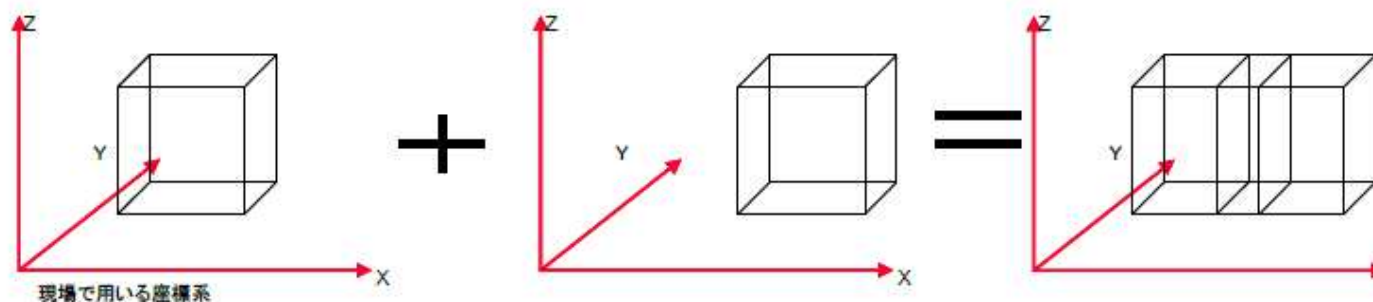
- ✓ 除去方法はソフトウェアに組み込まれている機能や、手動での範囲選択等がある。
- ✓ 除去段階において、出来高・出来形管理に影響する点を故意に排除したり作成してはいけない。
- ✓ 出来高・出来形評価に求められている計測密度以下にならないように注意する。

起工測量：点群処理②

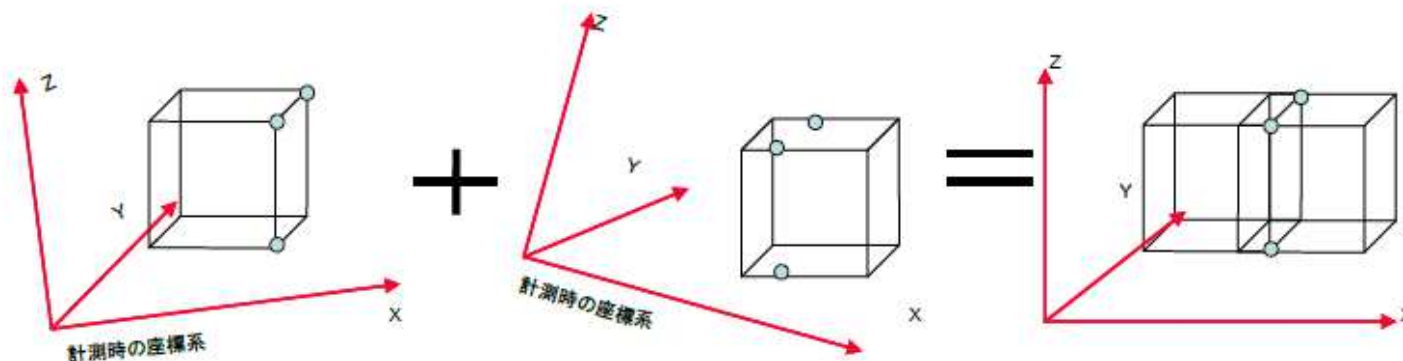
- TLSによる計測では、現場での計測結果が複数ある場合に一つの計測点群データとして取りまとめる。まとめ方は主に2つの方法がある。

計測点群データの合成

- ① 各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果を一つの点群に合成



- ② 複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換



ここに注意

- ✓ 複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行う場合、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要
- ✓ データの合成に必要な標定点がスキャン内で3箇所以上で明確に認識できる。

起工測量：点群処理③

- 全ての点群データを利用してもよいが、全てのデータを利用することでコンピュータの処理を著しく低下させてしまう場合は、類似の座標データから代表点を抽出して点群密度を各段階に必要な密度まで減らす。

密度調整

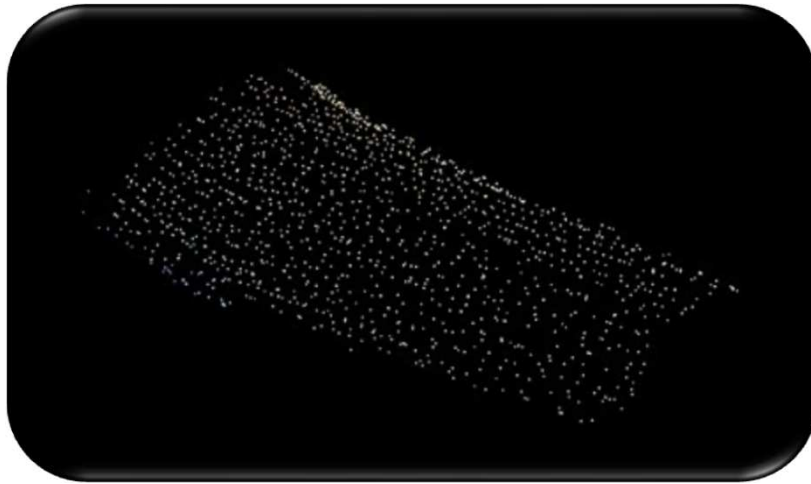
計測種類	レーザースキャナー		JSIMA115 に基づく 座標測定精 度	計測時の密度設定 (メッシュの大きさ)
	要求精度	計測最大 距離		
出来形計測	5cm以内 ※精度確認試験の要求精度は±2cm以内	精度確認試験の測定距離以内	14mm以内	1点以上/0.01m ² (10cm x 10cm) ※出来形評価用データは 1点以上/1m ² (1m x 1m)
起工測量	10cm以内		7cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)
岩線計測	10cm以内		7cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)
部分払出来高	20cm以内		14cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)

ここに注意

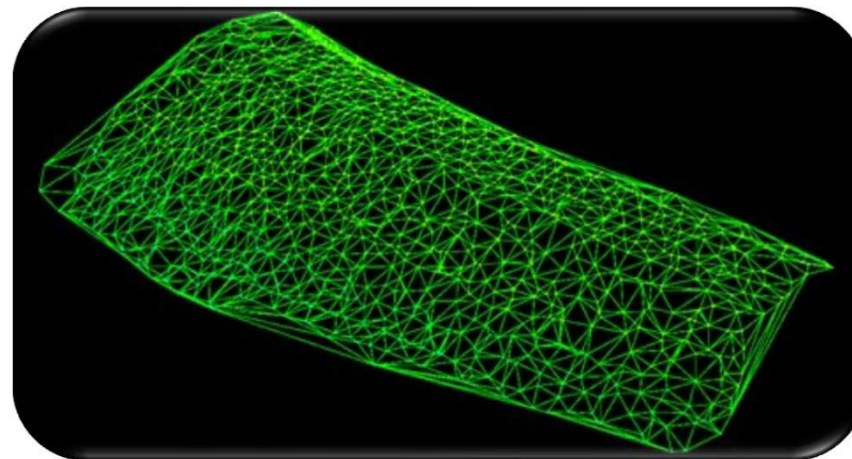
- ✓ 計測点群から必要な点を抽出することはできるが、平均処理等により点を生成してはいけない。（起工測量、岩線計測、部分払出来高のTIN作成時）
- ✓ 密度調整後の点群が出来高・出来形評価の基準となる。出来高においては密度調整後の点群を面データ化したものが数量算出時の納品データになる。

- 点群から自動でTINを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更してもよい。

面データの作成



不要点を除去した点群



点群を元に作成された面データ(TIN)

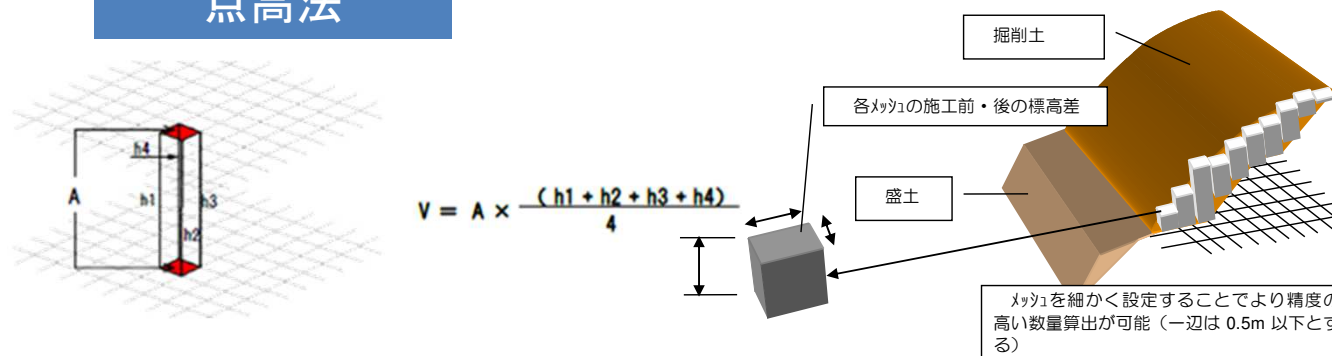
ここに注意

- ✓ 自動でTINを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更可能。
- ✓ 管理断面間隔より狭い範囲においては、点群座標が存在しない場合は、TINで補間してもよい。

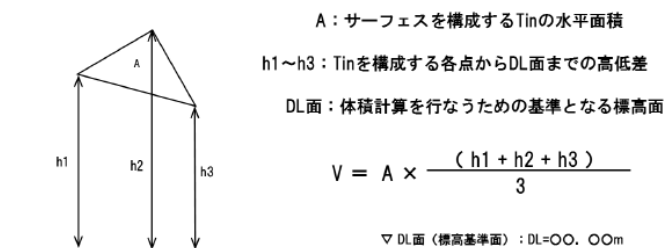
起工測量：点群処理⑤

- 密度処理を行った点群から面(TIN)を作成し、3次元設計データ(TIN)との差から数量算出を行う。
- 数量算出方法
 - ・ 平均断面法
 - ・ 点高法
 - ・ TIN分割等を用いた求積
 - ・ プリズモイダル法

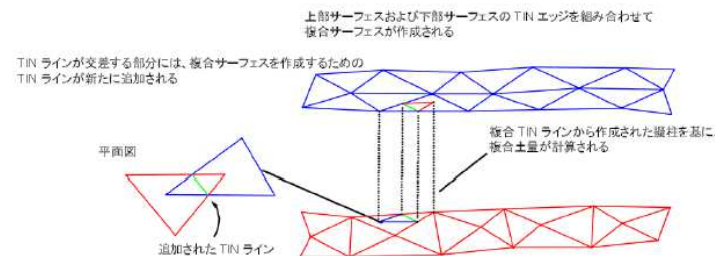
点高法



TIN分割等を用いた求積



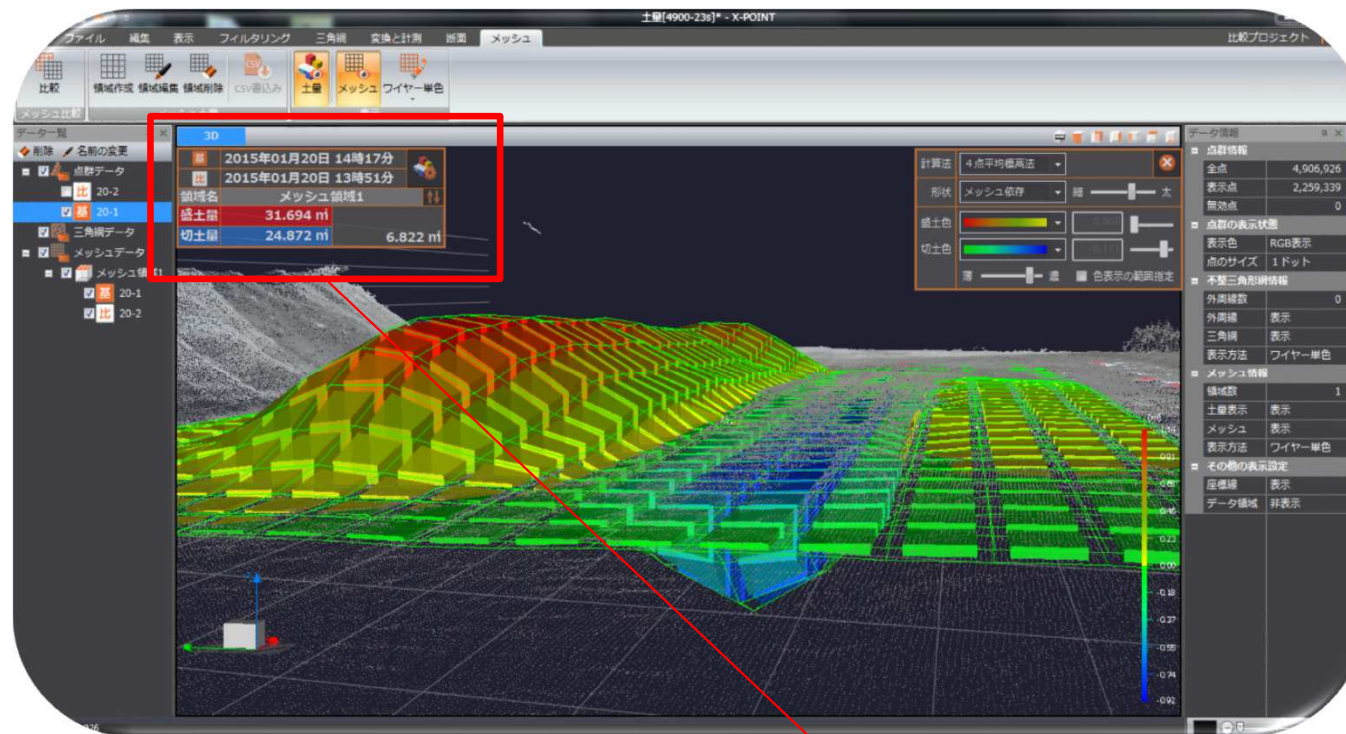
プリズモイダル法



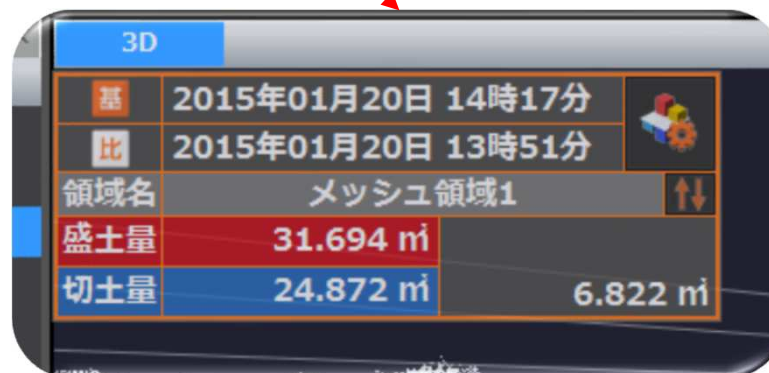
ここに注意

- ✓ 点高法を用いる場合はメッシュ間隔は50cm以内とし、4点平均法、1点法により求める。

数量算出作成(例)



※点群処理から数量算出までを実施できるソフトウェアの例

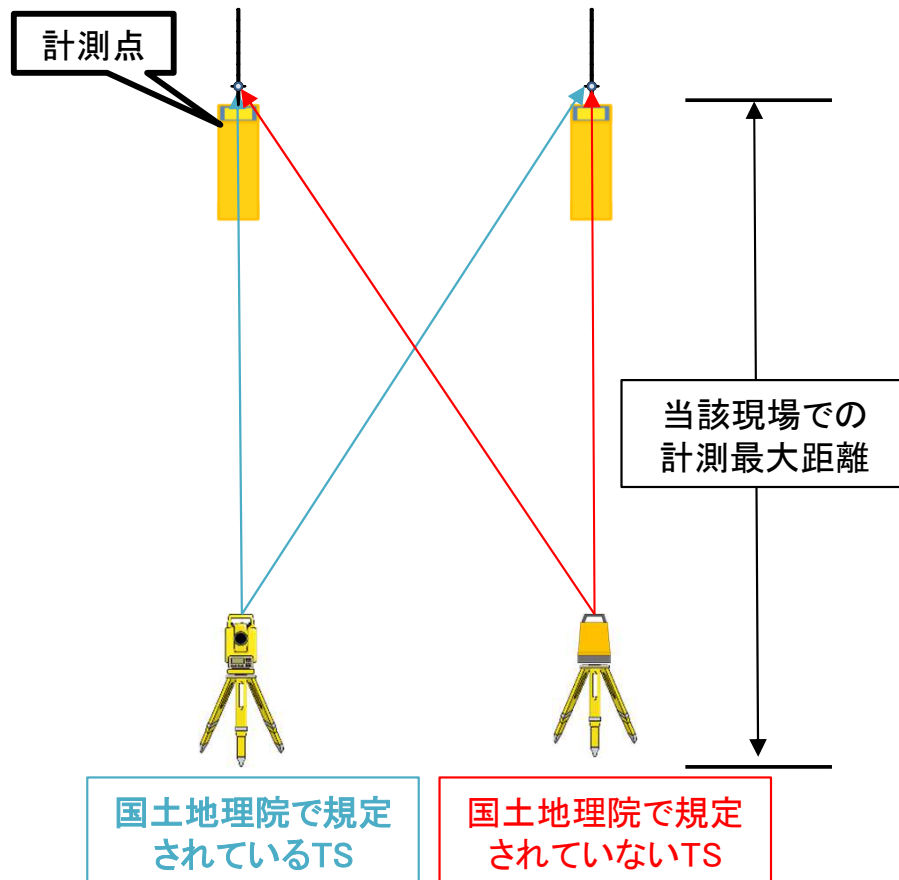


ここに注意

- ✓ 施工範囲と数量が確認できる画面を出力する。
- ✓ 出来形管理要領案では複数の計算処理が認められています。定められた算出方式を選定しているか確認します。
- ✓ 数量算出に用いる点群の密度が適正()か

精度確認:TS等光波方式

- ▶ 現場に設置した計測点の、**国土地理院で規定されているTS**と**国土地理院で規定されていないTS**による計測結果を比較し、基準値以内であることを確認する。
- ▶ 計測点は**2点以上設置**する。
- ▶ 計測機器本体から被計測対象の**最大計測距離以上**となる位置に計測点を設置する。

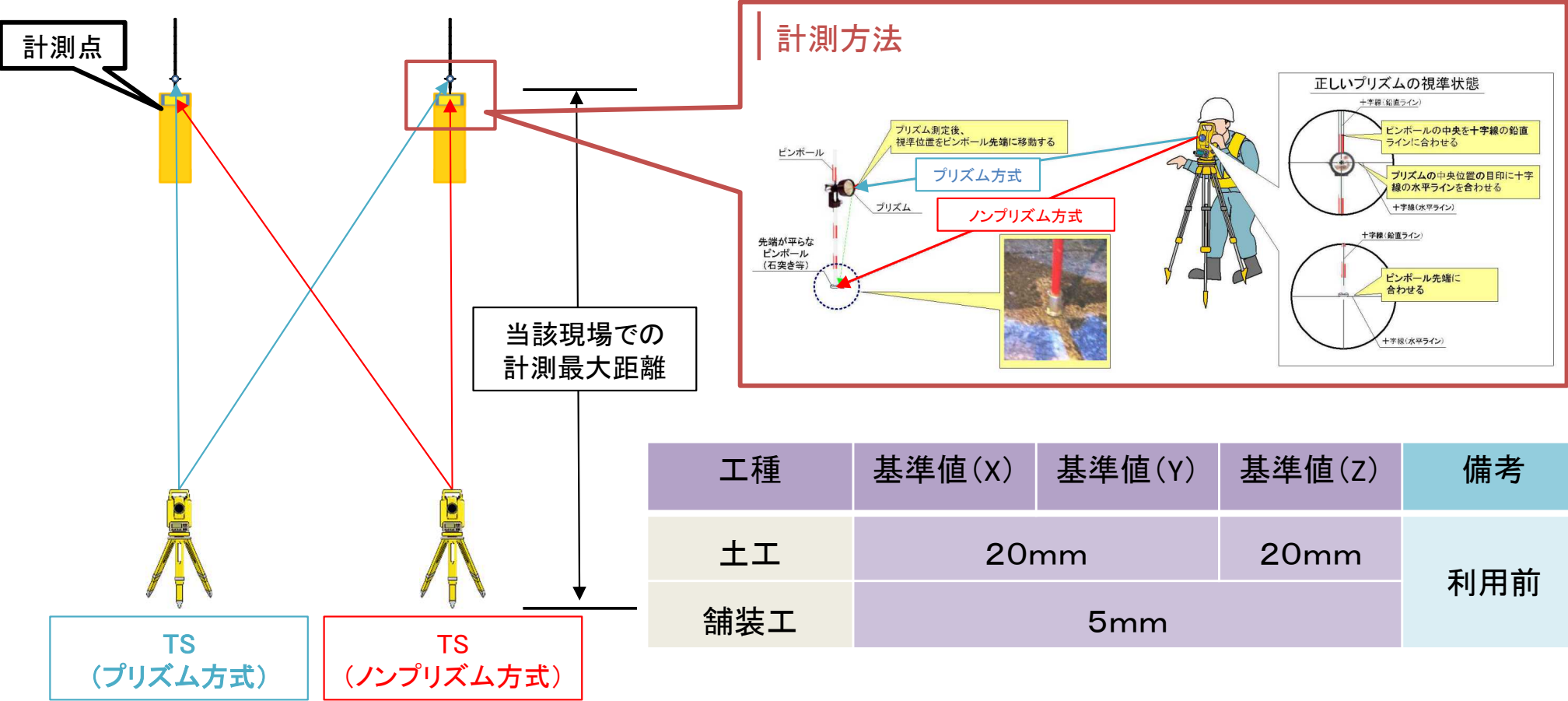


工種	基準値 (X)	基準値 (Y)	基準値 (Z)	備考
土工	20mm		10mm	利用前
護岸工				
舗装工	5mm			

- ▶ 利用前の精度確認は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。
- ▶ 土工、護岸工、舗装工の全てで同様の手法により実施する。
- ▶ 真値計測に使用するTSは国土地理院3級以上のTSを使用する。

精度確認：TS(ノンプリズム)方式

- ▶ 現場に設置した計測点の、TS(プリズム方式)とTS(ノンプリズム方式)による計測結果を比較し、基準値以内であることを確認する。
- ▶ 計測点は2点以上設置する。
- ▶ 計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に計測点を設置する。

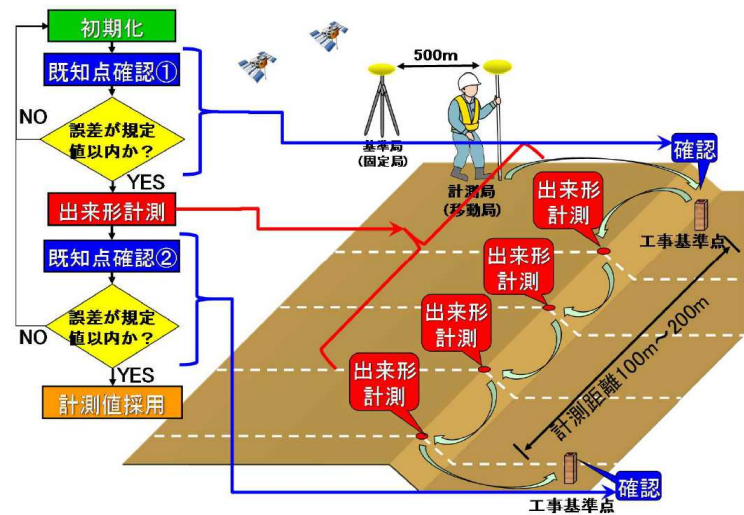


- ▶ 利用前の精度確認は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。
- ▶ 土工、舗装工の全てで同様の手法により実施する。
- ▶ 真値計測に使用するTSは国土地理院3級以上のTSを使用する。

精度確認:RTK-GNSS(ネットワーク型RTK-GNSS含む)

出来形計測時に実施

- ▶ 計測前及び計測間隔100～200m毎、または、計測時間30～1時間毎に工事基準点上で初期化を実施し、基準値以内であることを確認する。

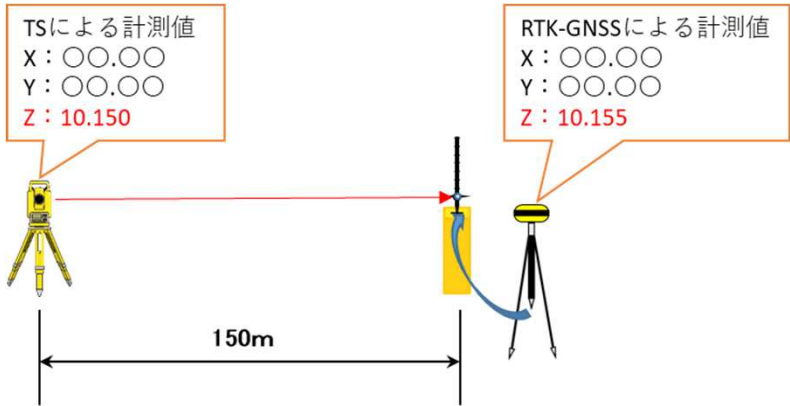


工種	基準値 (X)	基準値 (Y)	基準値 (Z)	備考
土工	20mm		(測点管理の場合) 10mm (面管理の場合) 30mm	計測毎に実施

高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認ガイドライン

- ▶ 高さ補完機能の精度管理が適正に行われていることを証明する検定制度、校正証明書、メーカーの発行する検査成績書(1年以内)に変えて、当該ガイドラインにより確認してもよい。

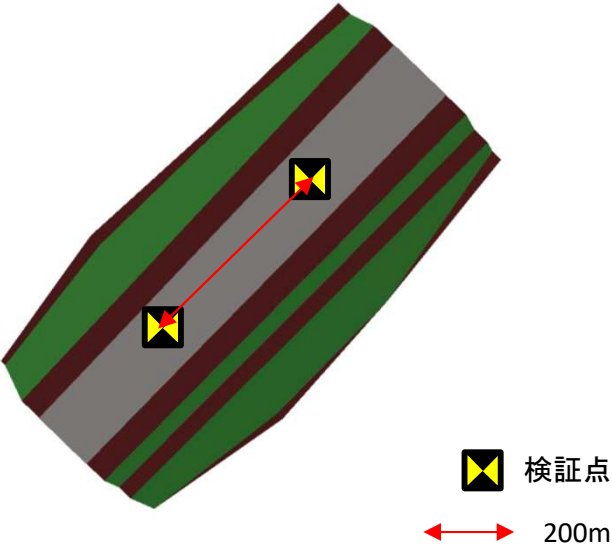
チェック 対象	視準距離 高低差 (m)	高さ計測点(m) (小数点第3位(mm単位)まで記入)		高さ計測値の 差(mm)	規定値 (判断基準)	確認 結果
		レベル (またはTS)	RTK-GNSS	③ (=②－①)		
		① Z座標	② Z座標			
＋側/－側 (上下限±5m)	水平距離 150m	レベル / T S 10.150m	10.155m	+0.005m	「高さ計測値の 差(③欄)」が、 全て±10mm以内 か？	合格
	高低差 ±1m					
本事前確認を実施した箇所 (例：設置した、または後方交会した工事基準点)				T01、T03		
高さ補完装置のキャリブレーションの有無				有		



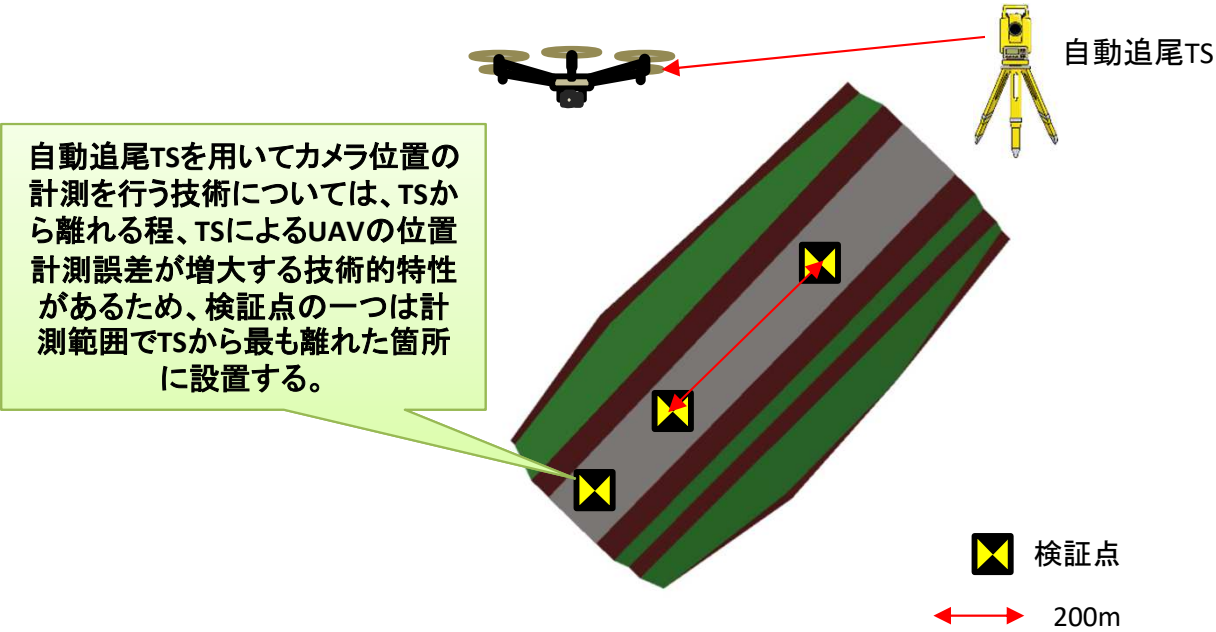
精度確認: 空中写真測量

- ▶ 現場に設置した検証点の、TSによる計測結果とUAVによる計測結果を比較する。
- ▶ 真値となる座標値は、工事基準点上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

通常の空中写真測量



自動追尾TSを用いてカメラ位置を直接計測する手法の場合



工種	基準値(X)	基準値(Y)	基準値(Z)	備考
土工	50mm			計測毎に1回

- ▶ 検証点計測に使用するTSは3級以上の機器であることを確認する。