

～ ICT活用工事の手引き(舗装工編)～ (計測技術事例集)

本資料は下記要領のうち、施工会社の実施事項を整理したものです。

ご不明な点は、管理要領を参考願います。

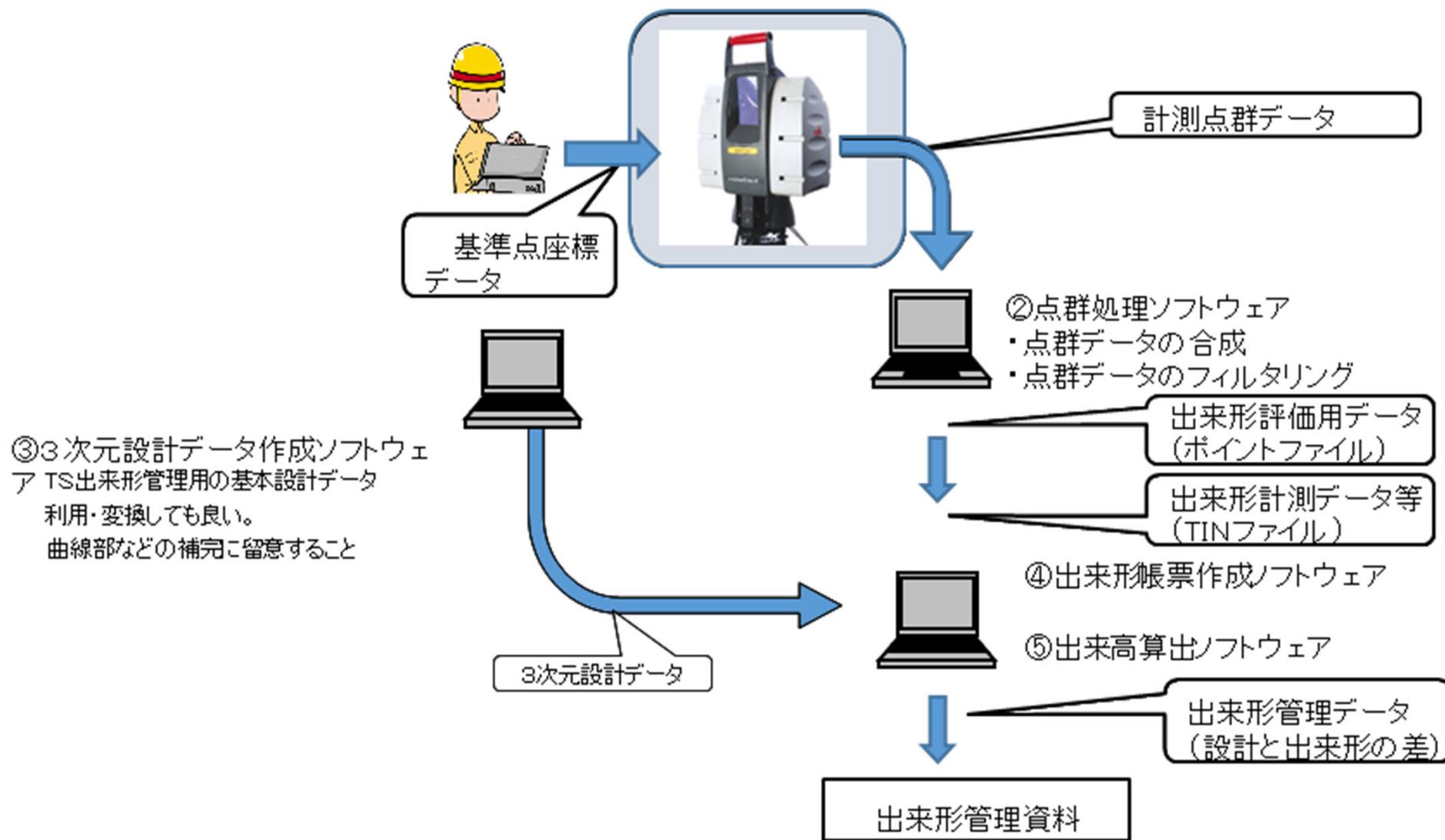
- ①3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(第3編 舗装工編)
- ②地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)
- ③TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)
- ④TS(ノンプリ)を用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)
- ⑤地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)
- ⑥地上レーザースキャナーを用いた公共測量マニュアル(案)－国土地理院

1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達（データ作成の流れ）	P 1-1
1. 地上型レーザースキャナー	P 1-2
2. 地上移動体搭載型レーザースキャナー	P 1-3
3. TS（ノンプリ）	P 1-4
4. TS等光波方式	P 1-5
2. 施工計画書の作成	P 2-1
1. 地上型レーザースキャナー	P 2-2
2. 地上移動体搭載型レーザースキャナー	P 2-3
3. TS(ノンプリ)	P 2-4
4. TS等光波方式	P 2-5
3. 3次元起工測量	P 3-1
1. 地上型レーザースキャナー	P 3-2
2. 地上移動体搭載型レーザースキャナー、TS(ノンプリ)	P 3-5
4. 精度確認試験の実施・結果の提出の実務内容	P 4-1
1. 地上型レーザースキャナー	P 4-2
2. 地上移動体搭載型レーザースキャナー	P 4-4
3. TS(ノンプリ)	P 4-5
4. TS等光波方式	P 4-6
5. 出来形計測	P 5-1
1. 地上型レーザースキャナー	P 5-2
2. 地上移動体搭載型レーザースキャナー	P 5-4
3. TS(ノンプリ)	P 5-5

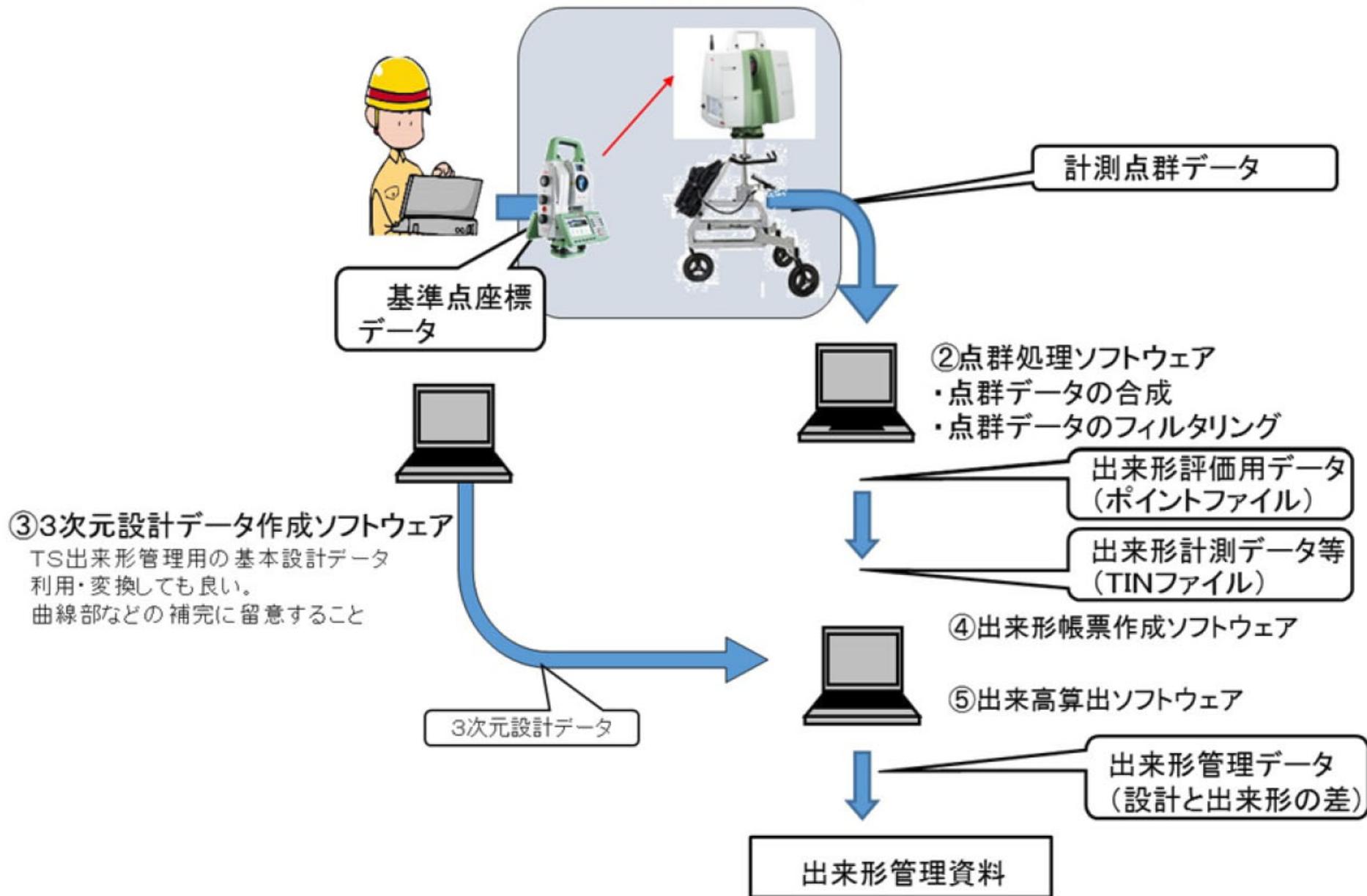
1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達 (データ作成の流れ)

1-1. データ作成の流れ (地上型レーザースキャナー)

TLSを用いた出来形管理

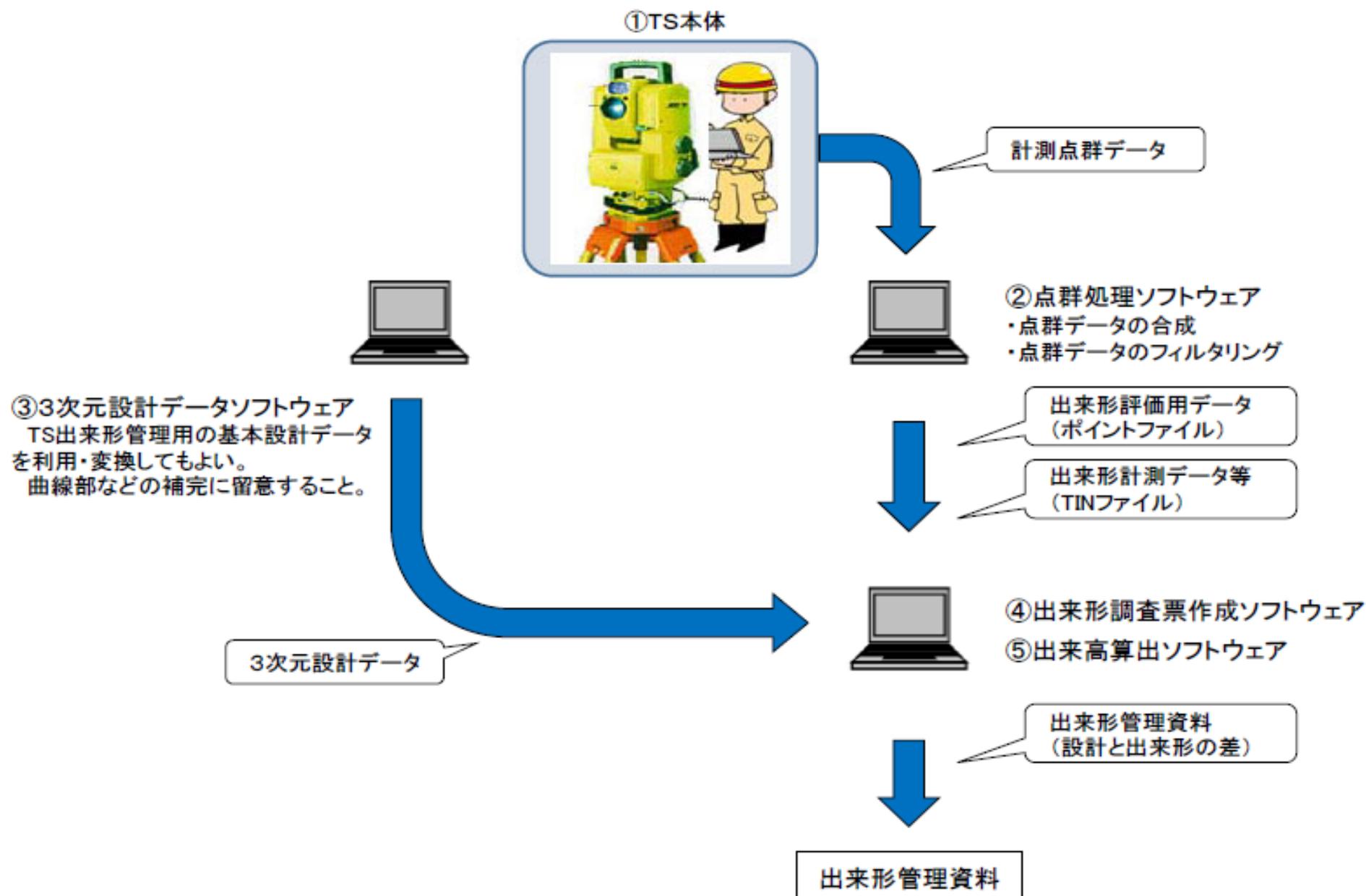


地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理



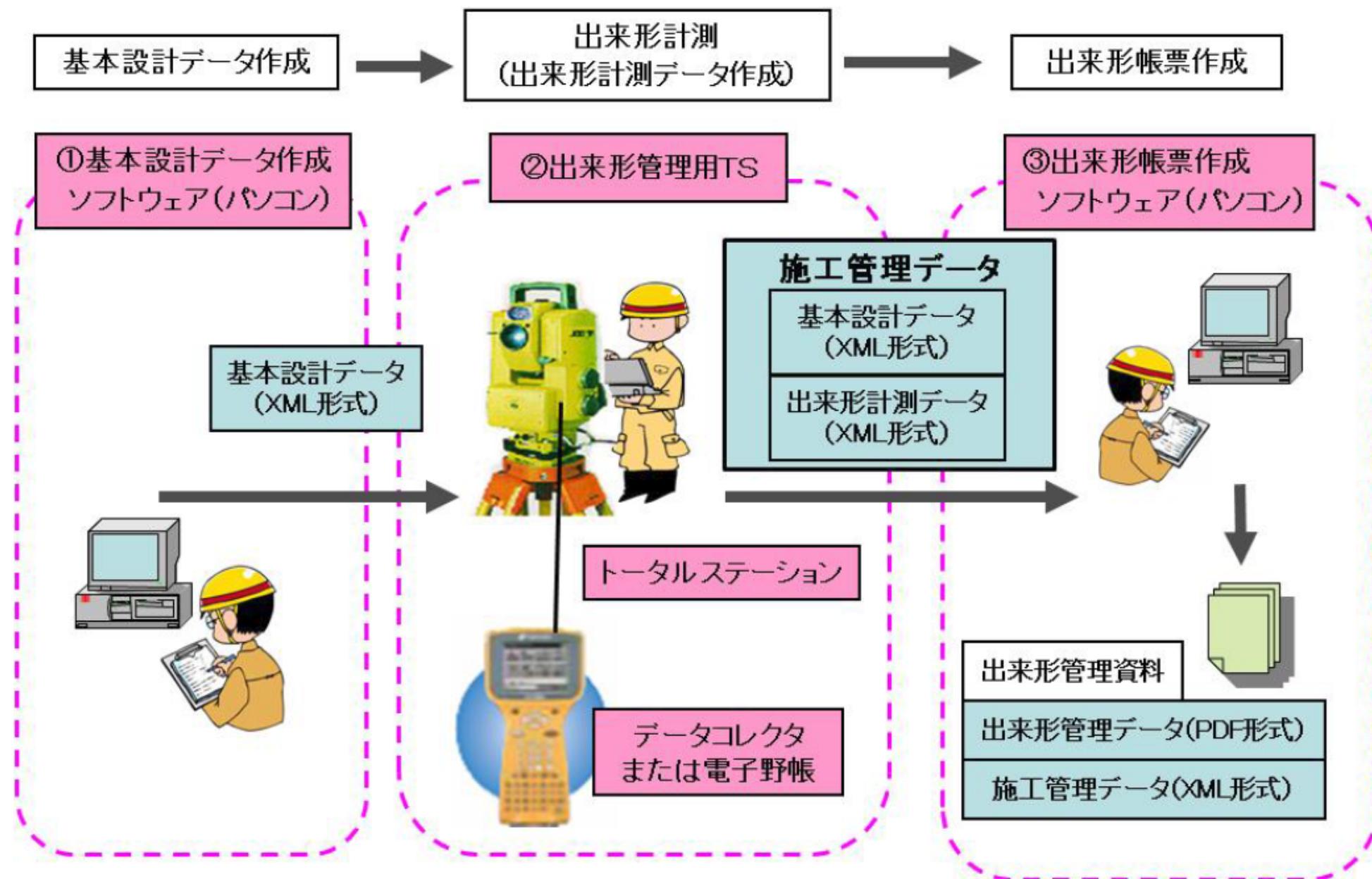
1-3. データ作成の流れ (TS (ノンプリ))

TS(ノンプリズム)を用いた出来形管理



1-4. データ作成の流れ (TS等光波方式)

TSを用いた出来形管理



2. 施工計画書の作成

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

出来形管理用TLS本体

- ▶ 計測精度が下記と同等以上で、適正な精度管理が行われていることを示す書類を添付します。

測定精度: 計測範囲内で鉛直方向、平面方向(測定工種毎)利用前12ヶ月以内に精度確認試験を実施する。
色データ: 色データの取得が可能なが望ましい(点群処理時に目視による選別利用)

ソフトウェア

- ▶ 施工計画書に使用するソフトウェア(ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン)を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

添付する書類

TLS計測精度	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

- ▶ TLS測定精度を確認する試験方法として、平面の測定精度については、JSIMA115に基づく試験成績表が使用可能である。

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

精度確認試験結果報告書

計測実施日: 令和〇〇年〇〇月〇〇日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株) レーザー測量
精度 太郎 印

(1) 試験概要

精度確認の対象機器
メーカー: 株式会社ABC社
測定装置名称: TLS S 420
測定装置の製造番号: R00891

検査機器(標定点を計測する測定機器)
①鉛直方向の測定精度の精度確認

②平面方向の測定精度の精度確認

測定記録
測定期日: 令和〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件: 天候 晴れ
気温 8℃
測定場所: (株) レーザー測量 社内 資材ヤードにて

精度確認方法
①鉛直方向の測定精度の精度確認・検査面の中心高さ
②平面方向の測定精度の精度確認・既知点の座標間距離

(2) 精度確認試験結果(鉛直方向)

①レベルによる検査面の確認

計測方法: 検査面の中心 or 検査面
計測結果: 8.090m

②TLSによる確認

計測結果: 8.081m

③差の確認(鉛直方向の測定精度)
対象工種: 表層
計測距離: 30m

	TLSの計測結果	検査面の
計測距離 30mの	8.081m	8.080m
測定精度		

(3) 精度確認試験結果(平面方向)

①テープによる検査面の確認

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

②TLSによる確認

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

TLSによる既知点の点間距離(L')				
	x	y	z	点間距離
1点目	44044.700	-11987.621	17.870	17.071m
2点目	44060.775	-11993.355	17.502	

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

地上移動体搭載型LS本体

- 計測精度が下記と同等以上で、適正な精度管理が行われていることを示す書類を添付します。

測定精度: 計測範囲内で鉛直方向、平面方向(測定工種毎)
利用前12ヶ月以内に精度確認試験を実施する。
色データ: 色データの取得が可能なが望ましい
(点群処理時に目視による選別を利用)

ソフトウェア

- 施工計画書に使用するソフトウェア(ソフトウェアメーカー、ソフトウェア名、バージョン)を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

添付する書類

MLS計測精度	精度確認を実施し、結果報告書を作成し添付
MLS精度管理	メーカー推奨の定期点検を実施

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

①主要機器の構成
システムを構成する主要機器と計測の仕組み(フロー図)を掲載する。

②主要機器の精度
②-1: 地上移動体本体

搭載するLS本体	計測性能
名称: 2Dレーザースキャナー 機種: SS20 型番: 234091	計測可能距離 ○○m 精度 ± ○○mm

自己位置の計測装置①

名称: 3軸IMU 機種: ABC3 型番: 201154	計測性能
	水平精度: 秒 分可能 鉛直精度: 秒 分可能

③地上移動体搭載型LSによる計測結果

検査面の結果	検査点の結果

④差の確認

検査面の結果		移動体搭載型LSの結果	判定基準	合否
レベル計測結果 H1=25.090	レベル計測結果 H3=25.084	n=100	n=100以上	合格
レベル計測結果 H2=25.085	レベル計測結果 H4=25.092	平均=2.4mm	要求精度 4mm以下	合格
		最大: 3mm 最小: -2mm σ: 2.43		

④差の確認 (続)

検査点の結果		判定基準	合否
検査点の真値	(100.000, 100.000)	距離差10mm以下	合格
地上移動体搭載型LSの結果	(100.002, 100.008) R ² =2+8 ² R=8.25		

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

■ TS (ノンプリズム方式) 本体

- ✓ 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。

利用前**12ヶ月以内**に精度確認試験を実施する。

■ ソフトウェア

- ✓ 施工計画書に使用するソフトウェア (ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン) を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

添付する書類

TSN計測精度	精度確認を実施し、結果報告書を作成し添付
TSN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



<平面方向の精度確認方法>

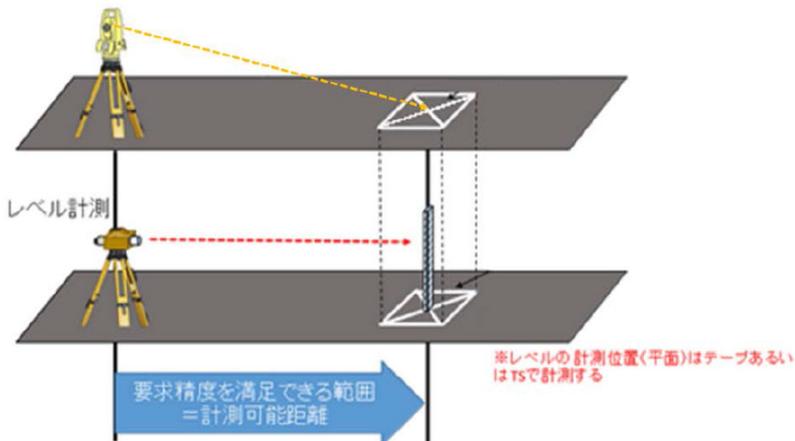
TS (ノンプリズム方式) の精度管理

鉛直方向の測定精度

● アスファルト舗装	
路床表面	測定範囲内で±20mm 以内
下層路盤表面	測定範囲内で±10mm 以内
上層路盤表面	測定範囲内で±10mm 以内
基層・中間層表面	測定範囲内で±4mm 以内
表層表面	測定範囲内で±4mm 以内
● コンクリート舗装	
路床表面	測定範囲内で±20mm 以内
下層路盤表面	測定範囲内で±10mm 以内
粒度調整路盤表面	測定範囲内で±10mm 以内
セメント(石灰・瀝青)安定処理表面	測定範囲内で±10mm 以内
アスファルト中間層表面	測定範囲内で±4mm 以内
コンクリート舗装版表面	測定範囲内で±4mm 以内

平面方向の測定精度

● アスファルト舗装	
路床表面	測定範囲内で±20mm 以内
下層路盤表面	測定範囲内で±20mm 以内
上層路盤表面	測定範囲内で±20mm 以内
基層・中間層表面	測定範囲内で±10mm 以内
表層表面	測定範囲内で±10mm 以内
● コンクリート舗装	
路床表面	測定範囲内で±20mm 以内
下層路盤表面	測定範囲内で±20mm 以内
粒度調整路盤表面	測定範囲内で±20mm 以内
セメント(石灰・瀝青)安定処理表面	測定範囲内で±20mm 以内
アスファルト中間層表面	測定範囲内で±10mm 以内
コンクリート舗装版表面	測定範囲内で±10mm 以内



<鉛直方向の精度確認方法>

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。
- ✓ ただし表層と基層の管理は対象外とする
- ✓ 国土地理院認定1級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合、表層と基層の管理も対象
- ✓ 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:

- ・表層と基層の標高較差管理をしない場合: 国土地理院3級以上の認定品であることを示すメーカーカタログあるいは機器仕様書。※2
- ・表層と基層の標高較差管理をする場合: 国土地理院1級以上の認定品であることを示すメーカーカタログあるいは機器仕様書。

■ 精度管理:

検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書

■ ソフトウェア

- ✓ 施工計画書に使用するソフトウェア (ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン) を記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

添付する書類

TS計測精度	利用までに精度確認を実施し、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

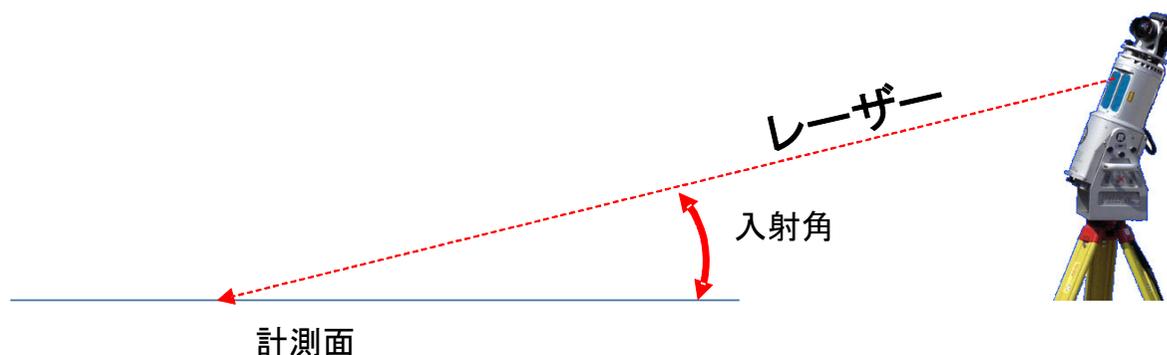
TS等(光波方式)

出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれない場合	<p>国土地理院認定3級以上</p> <p>国土地理院認定3級TSの要求性能 公称測定精度: $\pm(5\text{mm} + 5\text{ppm} \times D)$ ※ 最小目盛値: 20"以下 ※ D値は計測距離(m)、ppmは 10^{-6}</p>
出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれる場合	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表層と基層の管理を出来形管理用TSで行わない場合、国土地理院認定3級以上のTSで、かつ下記の性能を有するTSを使用する。 → 最小目盛値: 5"以上 ・ 表層と基層の管理まで出来形管理用TSで行う場合、国土地理院認定1級のTSで、かつ下記の機能を有するTSを使用する。 → 高度角自動補正装置

3. 3次元起工測量

LS設置時の留意点

- 出来形計測点を効率的に取得できる位置にTLSを設置します。
- 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確認された場合(必ずしも精度が低下するわけではない)。

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

ワンポイント

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

標定点を使用する場合の留意点

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

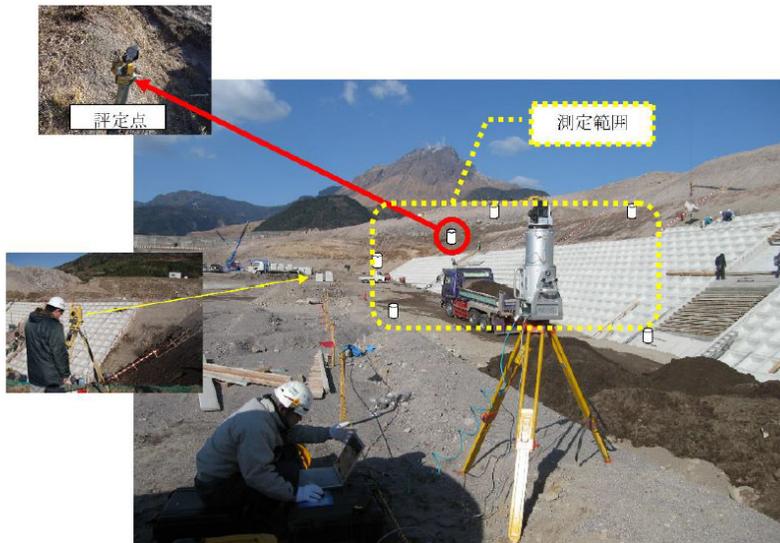
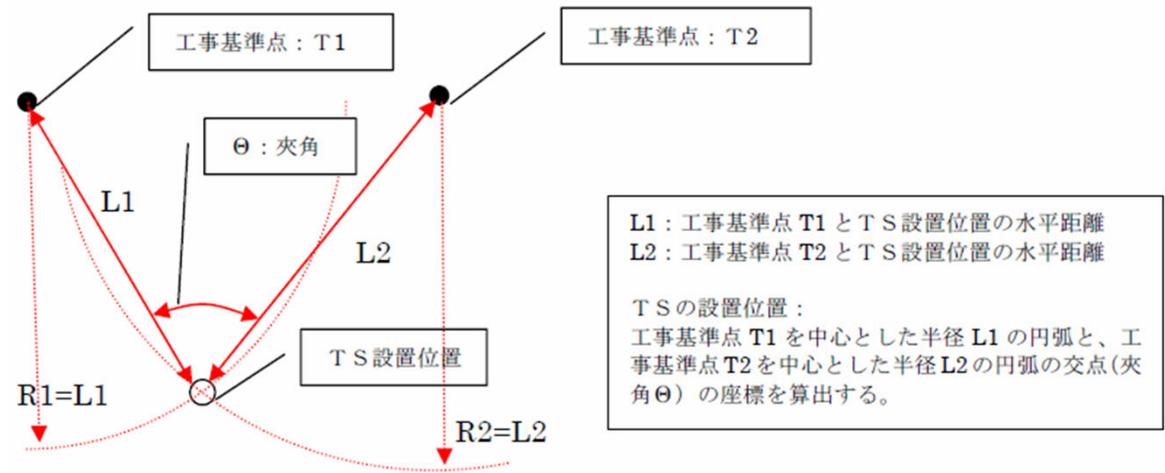


図 1-16 点の配置 (例)



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、標定点を設置する。標定点は工事基準点からTSを用いて計測を行います。

計測時の留意点

①計測密度設定の留意点

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

②測定時の留意点

- 可能な限り出来形の地形面が露出している状況で計測します。
- **以下の条件では適正な計測が行えないので、十分に注意します。**

- 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象
- 計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
- 強風などで土埃などが大量に舞っている場合

- TLS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮します。

ワンポイント

・出来形計測にあたっては、計測対象範囲内で0.01m²(0.1m×0.1mのメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行います。

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計測が可能なTL(ノンプリズム方式)、地上移動体搭載型LS(MLS)を用いて実施。

面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、当該工事の設計形状を示す3次元設計データについて、受注者と監督職員とが協議を行い、設計図書として位置付ける

面的な地形測量時の留意点

設計照査のために施工前の地盤の地形測量を実施する。

起工測量時の測定精度は、20mm以内とし、計測密度は0.25m²(50cm×50cmメッシュ)あたり1点以上。

ワンポイント

- ・標定点を設置する場合は、4級基準点及び3級水準点(山間部では4級水準点相当)と同等の測量方法により計測する。

面的な地形測量の計測データ作成時の留意点

現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される起工測量計測データを作成する。

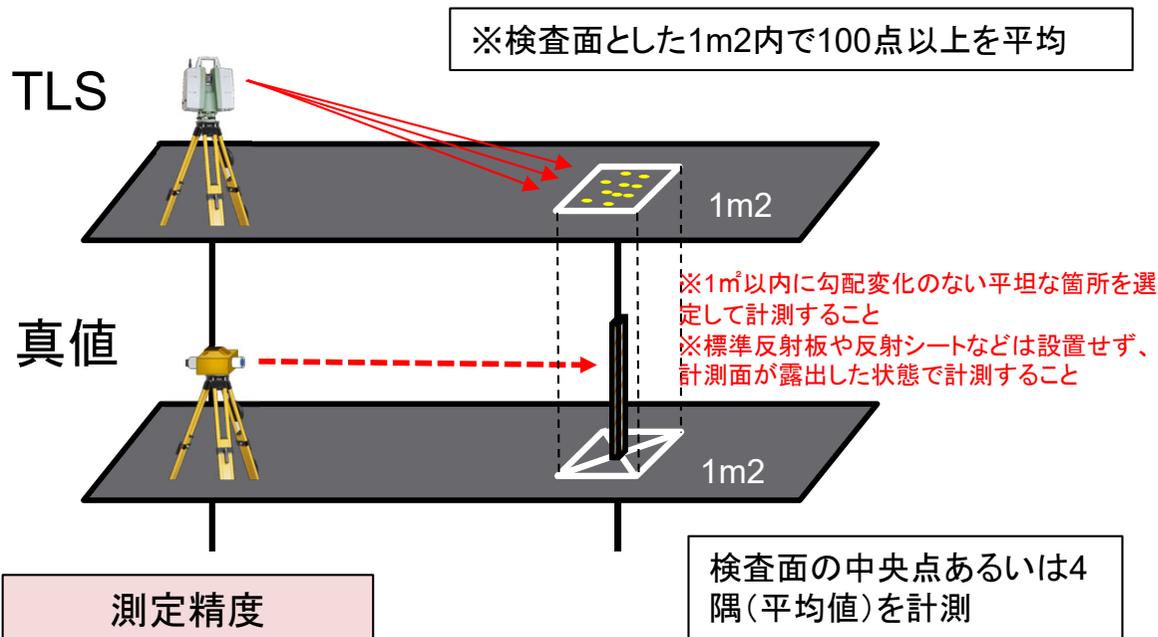
ワンポイント

- ・計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にTINを配置し、起工測量計測データを作成する。
- ・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してもよい。
- ・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、数量算出において平均断面法と同等の計算結果が得られるようにTINで補間してもよい。

4. 精度確認試験の実施・結果の 提出の実務内容

4-1. 精度確認試験 (地上型レーザー scanner)

事前の精度確認ルールを規定



TLSの精度確認試験実施手順書 (案)【抜粋】

1. 実施時期
暫定案として利用前12ヶ月以内に精度確認試験を実施

2. 実施方法
【鉛直方向】
1m2以下の検査面に点群密度100点以上の平均と真値との比較
【平面方向】
最大計測距離以上の2カ所以上の既知点を計測

3. 試験計測点の検出
【鉛直方向】
試験計測点の高さは、レベルで計測し高さを求める方法で実施する。
【平面方向】
試験計測点の平面位置は、TSで計測し平面位置を求める方法で実施する。

比較方法	TLS精度確認基準		備考	地上移動体搭載型LS
高さ	<ul style="list-style-type: none"> ●アスファルト舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±10mm以内 上層路盤表面 ±10mm以内 基層・中間層表面 ±4mm以内 表層表面 ±4mm以内 	<ul style="list-style-type: none"> ●コンクリート舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±10mm以内 粒度調整路盤表面 ±10mm以内 セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±10mm以内 アスファルト中間層表面 ±4mm以内 コンクリート舗装版表面 ±4mm以内 	試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。	起工測量 ±20mm 以内 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±10mm 以内 上層路盤表面 ±10mm以内 基層表面 ±4mm以内 表層表面 ±4mm以内
平面較差	検証点較差 $L(L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2})$ アスファルト舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±20mm以内 上層路盤表面 ±20mm以内 基層・中間層表面 ±10mm以内 表層表面 ±10mm以内		コンクリート舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±20mm以内 粒度調整路盤表面 ±20mm以内 セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±20mm以内 アスファルト中間層表面 ±10mm以内 コンクリート舗装版表面 ±10mm以内	試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 $\pm 10\text{mm}$ 以内 ($L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$) ^(1/2)

精度確認試験の留意点

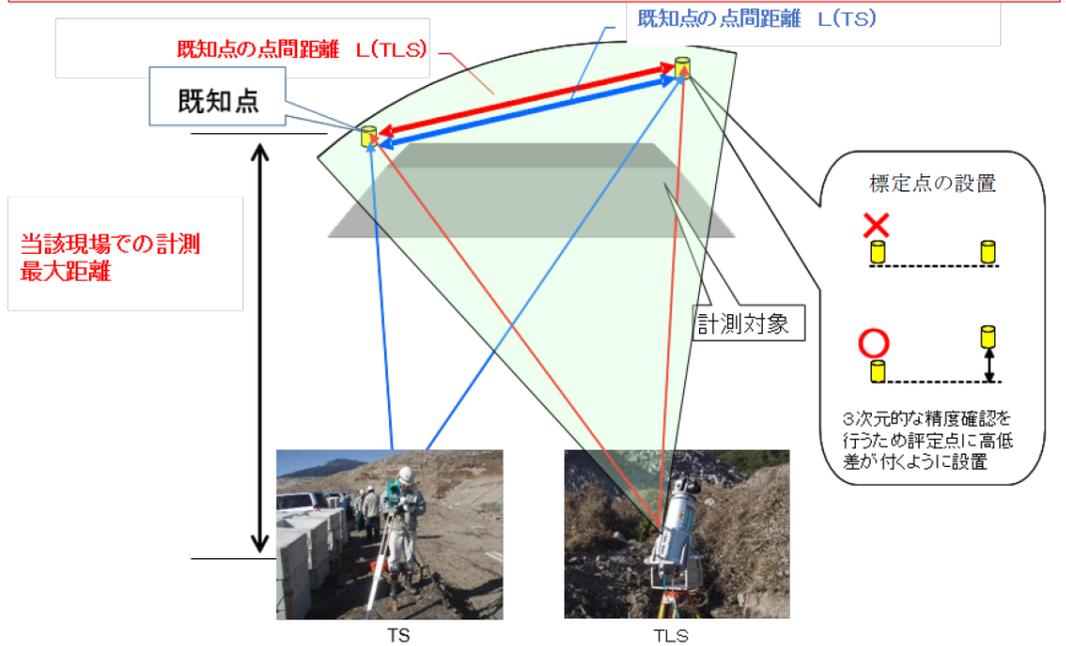
TLSによる出来形管理を行う場合

◆鉛直方向については、点群密度が100点以上得られ、かつ最大距離付近1箇所に1m²以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。測定精度の確認は、基準値となる検査面の高さとしてTLSを用いて計測した結果から得られる高さを比較し、測定精度以内であることを確認する。

◆平面方向については、計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上の範囲に既知点を2箇所(10m以上離れた箇所)以上に配置し、既知点の距離とTLSによる計測結果から求められる点間距離を比較する。

精度確認試験の配置イメージ図

既知点の点間距離の較差 既知点の点間距離 $L(TS) - \text{既知点の点間距離 } L(TLS) = \pm 20\text{mm}$ 以内



ワンポイント

- ◆高さ方向の計測性能は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、点群密度が100点以上得られ、かつTLSで計測を行う。最大距離付近1箇所に1m²以下の検査面を設置する。
 - ・計測用の標準反射板などは設置せず、検査面が露出した状態で計測する。
 - ・測定精度の確認は、検査面の高さとしてTLSを用いて計測した結果から得られる高さを比較し精度以内であることを確認する。
 - ・検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法や、検査面の4隅をTSまたはレベルで計測し、4隅の高さの平均値や内挿補完等により高さを求める方法(高さはレベルにて計測)で実施する。
 - ・検査面は、勾配変化の少ない平坦な箇所を選定し設置すること。

事前の精度確認ルールを規定



※標準反射板や反射シートなどは設置せず、計測面が露出した状態で計測すること

地上移動搭載型LSの精度確認試験実施手順書 (案)【抜粋】

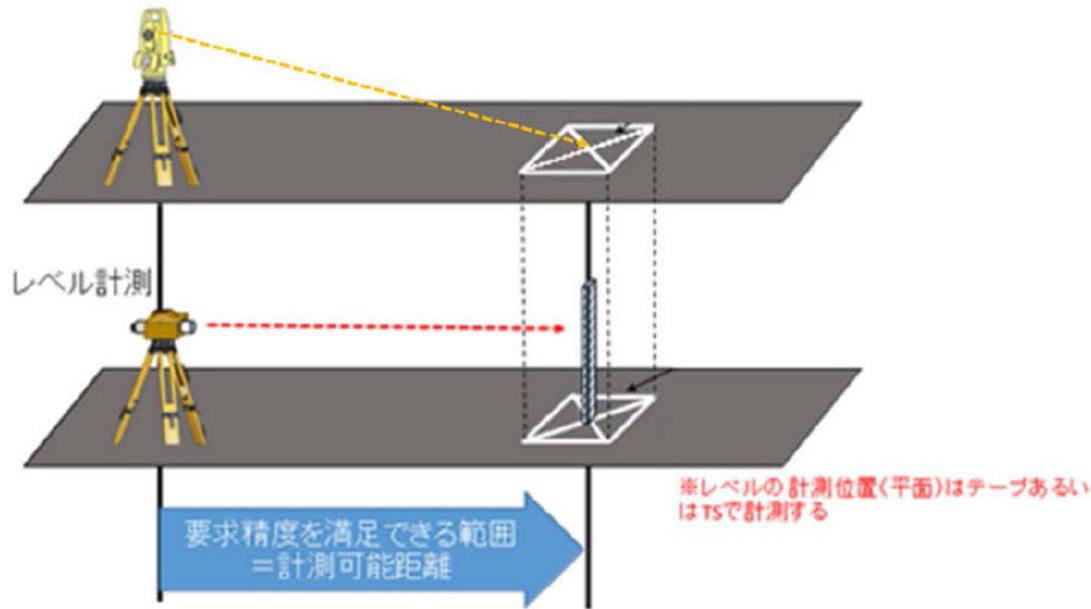
- 実施時期**
 暫定案として利用前12ヶ月以内に精度確認試験を実施
- 実施方法**
【鉛直方向】
 3次元点群の精度が最も不利となる位置付近に1㎡以下の検査面を設置し、地上移動搭載型LSの計測値との比較
【平面方向】
 中心位置を特定できるターゲットあるいは特定の平面位置の推定が可能な立体物を配置し、地上移動搭載型LSの計測値との比較
- 試験計測点の検測**
【鉛直方向】
 試験計測点の高さは、レベルで計測し高さを求める方法で実施する。
【平面方向】
 試験計測点の平面位置は、設置した検査点をTSで計測し平面位置を求める方法で実施する。

測定精度

比較方法	TLS精度確認基準		備考	地上移動体搭載型LS
高さ	●アスファルト舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±10mm以内 上層路盤表面 ±10mm以内 基層・中間層表面 ±4mm以内 表層表面 ±4mm以内	●コンクリート舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±10mm以内 粒度調整路盤表面 ±10mm以内 セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±10mm以内 アスファルト中間層表面 ±4mm以内 コンクリート舗装版表面 ±4mm以内	試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。	起工測量 ±20mm 以内 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±10mm 以内 上層路盤表面 ±10mm以内 基層表面 ±4mm以内 表層表面 ±4mm以内
平面較差	検証点較差 $L(L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2})$ アスファルト舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±20mm以内 上層路盤表面 ±20mm以内 基層・中間層表面 ±10mm以内 表層表面 ±10mm以内		コンクリート舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±20mm以内 粒度調整路盤表面 ±20mm以内 セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±20mm以内 アスファルト中間層表面 ±10mm以内 コンクリート舗装版表面 ±10mm以内	試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 $\pm 10\text{mm}$ 以内 ($L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$)

4-3. 精度確認試験 (TS (ノンプリ))

事前の精度確認ルールを規定



測定精度

TS(ノンプリ)の精度確認試験実施手順書(案)【抜粋】

1. 実施時期
暫定案として利用前12ヶ月以内に精度確認試験を実施

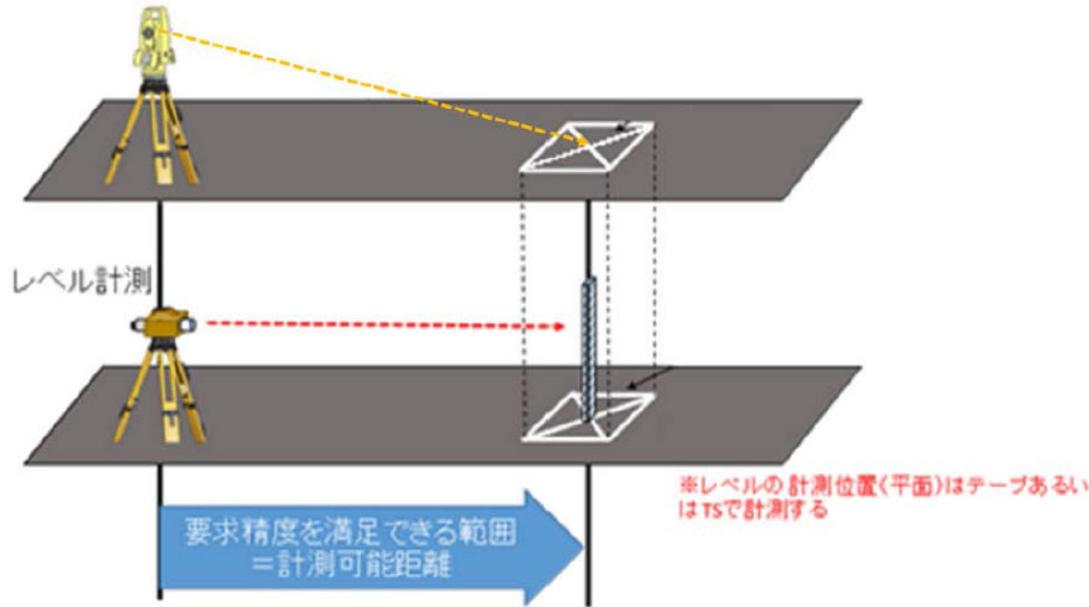
2. 実施方法
【鉛直方向】
最大距離以上となる位置に試験計測点を2点設置する
【平面方向】
最大距離以上となる位置に試験計測点を2点設置する

3. 検査面の検測
【鉛直方向】
検査面中心をレベル計測し4隅の高さの平均値により高さを求める方法で実施。
【平面方向】
検査点(基準点)をTSあるいはテープで計測

比較方法	精度確認基準		備考														
高さ	<p>●アスファルト舗装</p> <p>路床表面 ±20mm以内</p> <p>下層路盤表面 ±10mm以内</p> <p>上層路盤表面 ±10mm以内</p> <p>基層・中間層表面 ±4mm以内</p> <p>表層表面 ±4mm以内</p>	<p>●コンクリート舗装</p> <p>路床表面 ±20mm以内</p> <p>下層路盤表面 ±10mm以内</p> <p>粒度調整路盤表面 ±10mm以内</p> <p>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±10mm以内</p> <p>アスファルト中間層表面 ±4mm以内</p> <p>コンクリート舗装版表面 ±4mm以内</p>	試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。														
平面較差	<p>検証点較差 $L(L = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2})$</p> <table border="1"> <tr> <td>アスファルト舗装</td> <td>コンクリート舗装</td> </tr> <tr> <td>路床表面 ±20mm以内</td> <td>路床表面 ±20mm以内</td> </tr> <tr> <td>下層路盤表面 ±20mm以内</td> <td>下層路盤表面 ±20mm以内</td> </tr> <tr> <td>上層路盤表面 ±20mm以内</td> <td>粒度調整路盤表面 ±20mm以内</td> </tr> <tr> <td>基層・中間層表面 ±10mm以内</td> <td>セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±20mm以内</td> </tr> <tr> <td>表層表面 ±10mm以内</td> <td>アスファルト中間層表面 ±10mm以内</td> </tr> <tr> <td></td> <td>コンクリート舗装版表面 ±10mm以内</td> </tr> </table>		アスファルト舗装	コンクリート舗装	路床表面 ±20mm以内	路床表面 ±20mm以内	下層路盤表面 ±20mm以内	下層路盤表面 ±20mm以内	上層路盤表面 ±20mm以内	粒度調整路盤表面 ±20mm以内	基層・中間層表面 ±10mm以内	セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±20mm以内	表層表面 ±10mm以内	アスファルト中間層表面 ±10mm以内		コンクリート舗装版表面 ±10mm以内	試験計測点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。
アスファルト舗装	コンクリート舗装																
路床表面 ±20mm以内	路床表面 ±20mm以内																
下層路盤表面 ±20mm以内	下層路盤表面 ±20mm以内																
上層路盤表面 ±20mm以内	粒度調整路盤表面 ±20mm以内																
基層・中間層表面 ±10mm以内	セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±20mm以内																
表層表面 ±10mm以内	アスファルト中間層表面 ±10mm以内																
	コンクリート舗装版表面 ±10mm以内																

4-4. 精度確認試験 (TS等光波方式)

事前の精度確認ルールを規定



TS(光波方式)の精度確認試験実施手順書(案)【抜粋】

1. 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

2. 実施方法

① 計測点の設定

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2点以上の計測点を設定する。

② TSによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

③ 国土地理院で規定が無いTS等光波方式による計測プリズム方式による計測完了後、望遠鏡の無いタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

測定精度

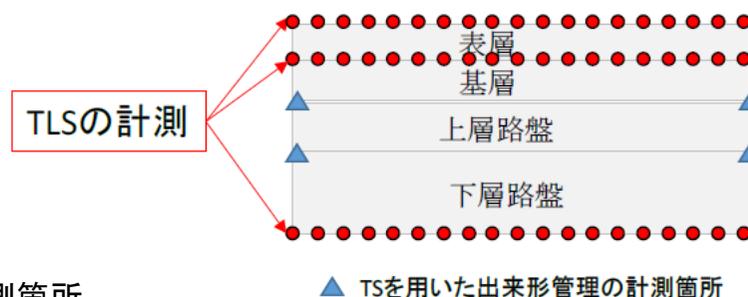
比較方法	精度確認基準	備考
TSと国土地理院で規定が無いTS等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±5mm以内 標高差 ±5mm以内	現場内2箇所以上

5. 出来形計測

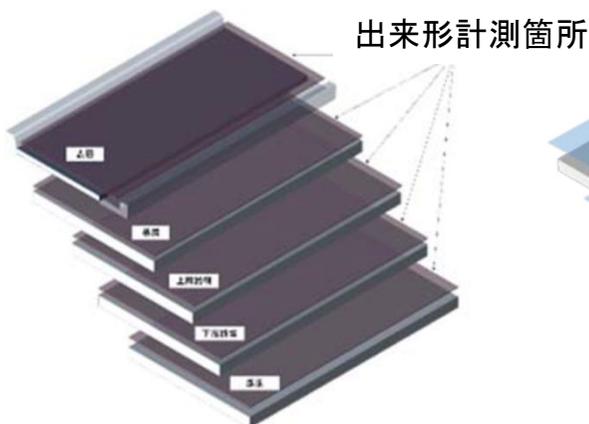
出来形計測箇所

- ・ TLSによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおり。
- ・ 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0.1cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得する。**(ただしTLS直下の欠測は許容する。)**
- ・ 計測は、起工測量から表層までを対象とし、起工測量と表層面またはコンクリート舗装版面は面(TS含む)による管理を必須とする。
- ・ なお、基層を管理するための上層路盤面の計測手法としてTSによる出来形管理を選択することができるが、その場合はそれ以下の各層もTSによる出来形管理を選択する必要がある。

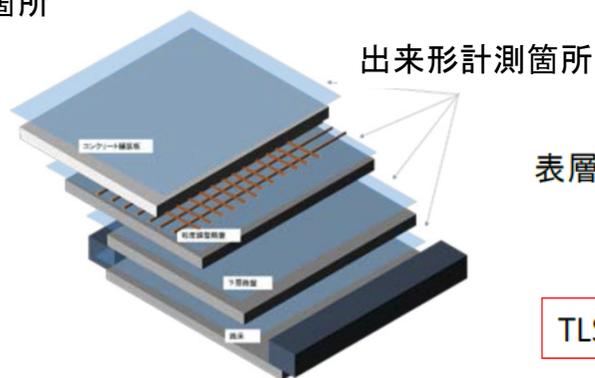
表層・基層を標高較差管理する場合の例



計測機器	出来形管理の測定項目
TLS	表層: 標高較差 基層: 標高較差 ※起工測量
TS	上層路盤: 幅、標高較差 下層路盤: 幅、標高較差 ※道路付属物が出来形管理対象層の両端部に設置されており、幅員が拘束されている場合は、幅員は省略できる。

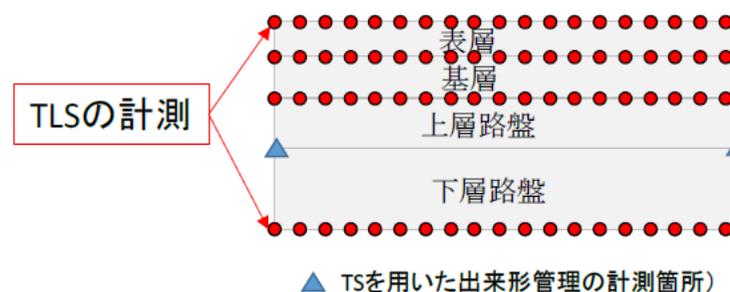


アスファルト舗装



コンクリート舗装

表層・基層を厚さ管理する場合の例

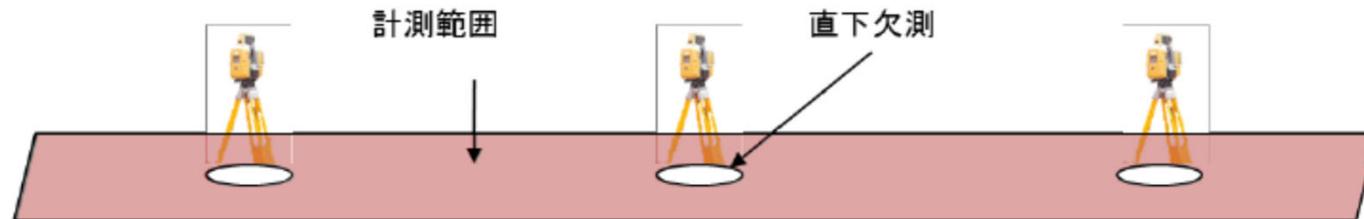


計測機器	出来形管理の測定項目
TLS	表層: 厚さ 基層: 厚さ 上層路盤: 標高較差 ※起工測量
TS	下層路盤: 幅、標高較差 ※道路付属物が出来形管理対象層の両端部に設置されており、幅員が拘束されている場合は、幅員は省略できる。

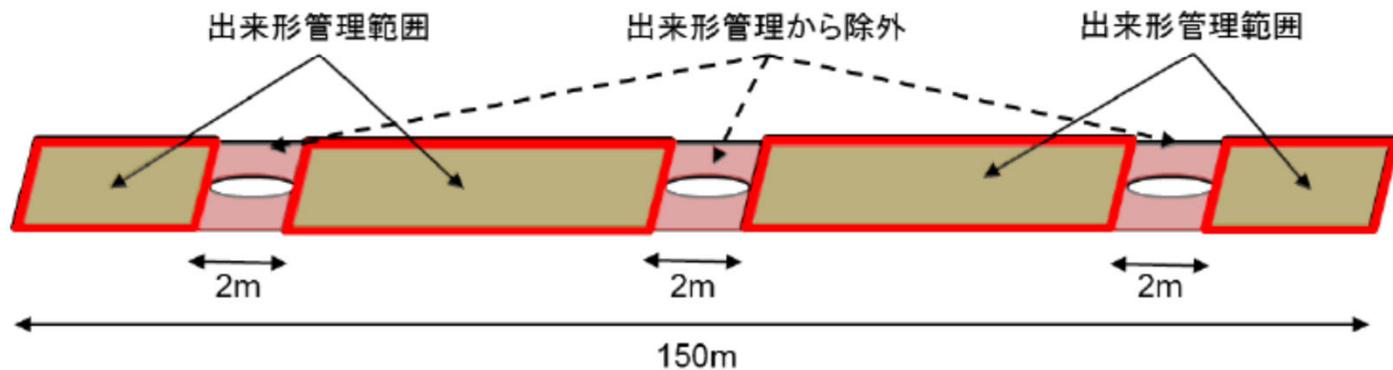
出来形計測箇所

- ・ 厚さあるいは標高較差管理におけるTLS直下の欠測の取り扱いは以下の通り。
- ・ TLS直下は計測機器の特性により直下の一定範囲の点群が取得できない。
- ・ よって厚さあるいは標高較差管理においては欠測部を含む一定範囲を除外してもよい。
- ・ なお、設計面に対する除外範囲の割合が10%を超えないものとする。

出来形計測



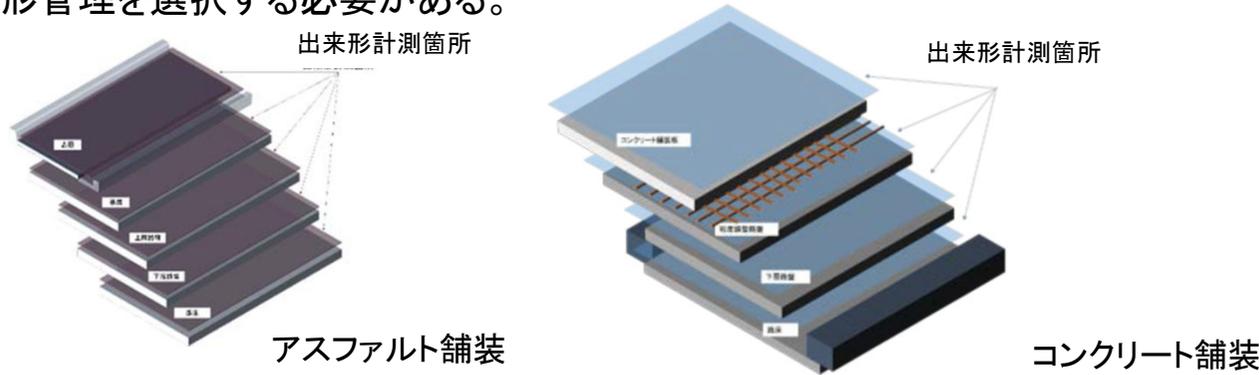
出来形管理



$$\text{除外の割合} = (2\text{m} + 2\text{m} + 2\text{m}) / 150\text{m} = 4\%$$

出来形計測箇所

- 出来形計測箇所は、下図に示すとおり。
- 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0.01m²(0.1m×0.1m)メッシュに1点以上の出来形座標値を取得する。
- 計測は、起工測量から表層までを対象とし、起工測量と表層面またはコンクリート舗装版面は地上移動搭載型LSによる管理を必須とする。
- なお、基層を管理するための上層路盤面の計測手法としてTSによる出来形管理を選択することができるが、その場合はそれ以下の各層もTSによる出来形管理を選択する必要がある。

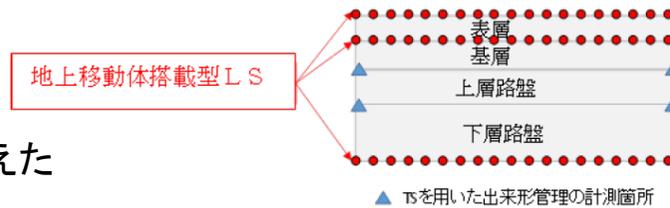


◆右図のとおり、TLSによる出来形管理を行う場合は、管理対象面の全ての範囲で3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

表層・基層を標高較差管理する場合の例

厚さに代えて標高較差で管理する場合

標高較差で管理を行う場合は、直下層の目標高さに直下層の標高較差の平均値、設計厚さを加えた管理対象面の目標高さを設定し、この高さで計測高さの標高較差で管理を行う。

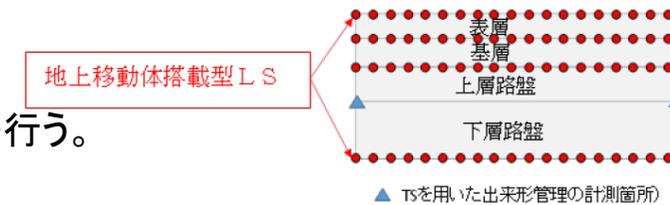


表層・基層を厚さ管理する場合の例

計測機器	出来形管理の測定項目
地上移動体搭載型LS	表層:標高較差 基層:標高較差 ※起工測量
TS	上層路盤:幅、標高較差 下層路盤:幅、標高較差 ※道路付属物が出来形管理対象層の両層側に設置されており、傾角が検出されている場合は、傾角は省略できる。

厚さの管理を行う場合

厚さの管理を行う場合は、直下層の計測高さで管理対象面の高さの較差による厚さで管理を行う。この場合、各層の出来形評価点の平面位置は揃えること。

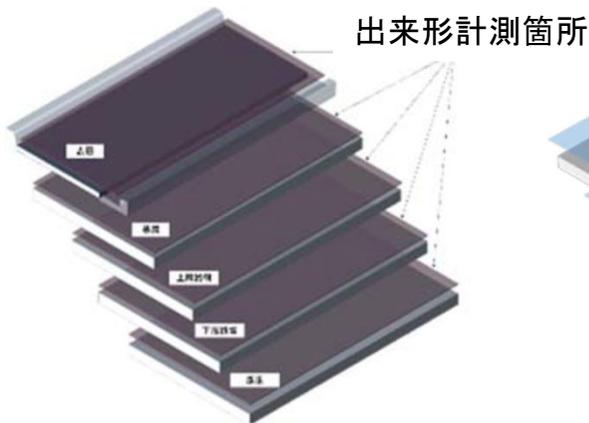


計測機器	出来形管理の測定項目
地上移動体搭載型LS	表層:厚さ 基層:厚さ 上層路盤:標高較差 ※起工測量
TS	下層路盤:幅、標高較差 ※道路付属物が出来形管理対象層の両層側に設置されており、傾角が検出されている場合は、傾角は省略できる。

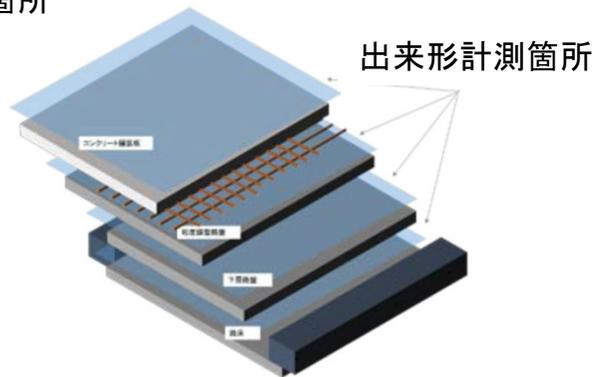
5-3. 出来形計測 (TS (ノンプリ))

出来形計測箇所

- ・ノンプリズムによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおり。
- ・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1.0mメッシュに1点以上の出来形座標値を取得する。
- ・計測は、起工測量から表層までを対象とし、起工測量と表層面またはコンクリート舗装版面は面 (TS含む) による管理を必須とする。
- ・なお、基層を管理するための上層路盤面の計測手法としてTSによる出来形管理を選択することができるが、その場合はそれ以下の各層もTSによる出来形管理を選択する必要がある。



アスファルト舗装



コンクリート舗装

- ・厚さに代えて標高較差で管理する場合
標高較差で管理を行う場合は、直下層の目標高さに直下層の標高較差の平均値、設計厚さを加えた管理対象面の目標高さを設定し、この高さで計測高さの標高較差で管理を行う。
- ・厚さの管理を行う場合
厚さの管理を行う場合は、直下層の計測高さと管理対象面の高さの較差による厚さで管理を行う。この場合、各層の出来形評価点の平面位置は揃えること。