

ICT活用工事（舗装工）の手引き

地上移動体搭載型レーザースキャナ（MLS） を用いた出来形管理編 【受注者向け】

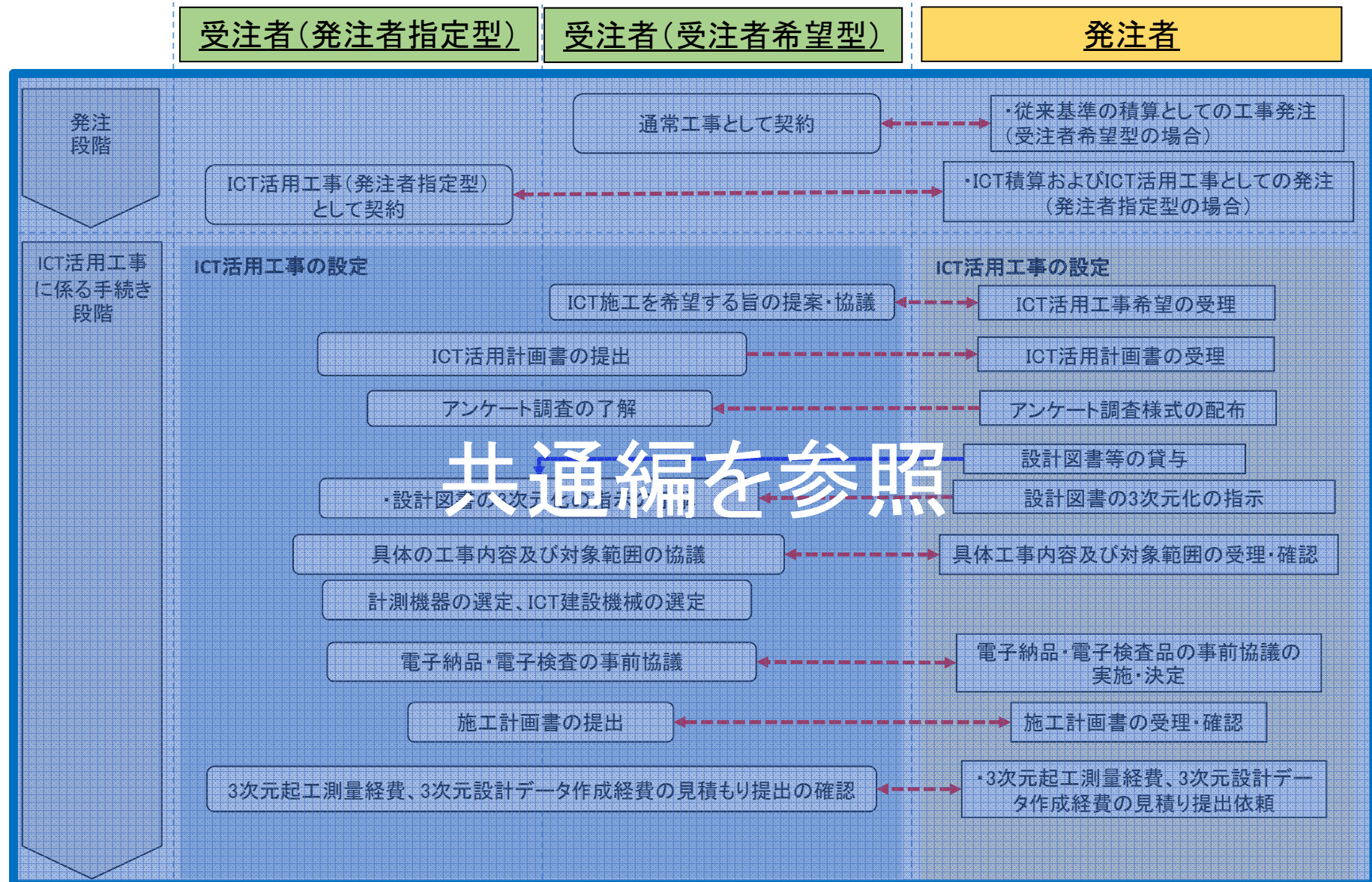
平成31年 3月

秋田県 建設部 技術管理課

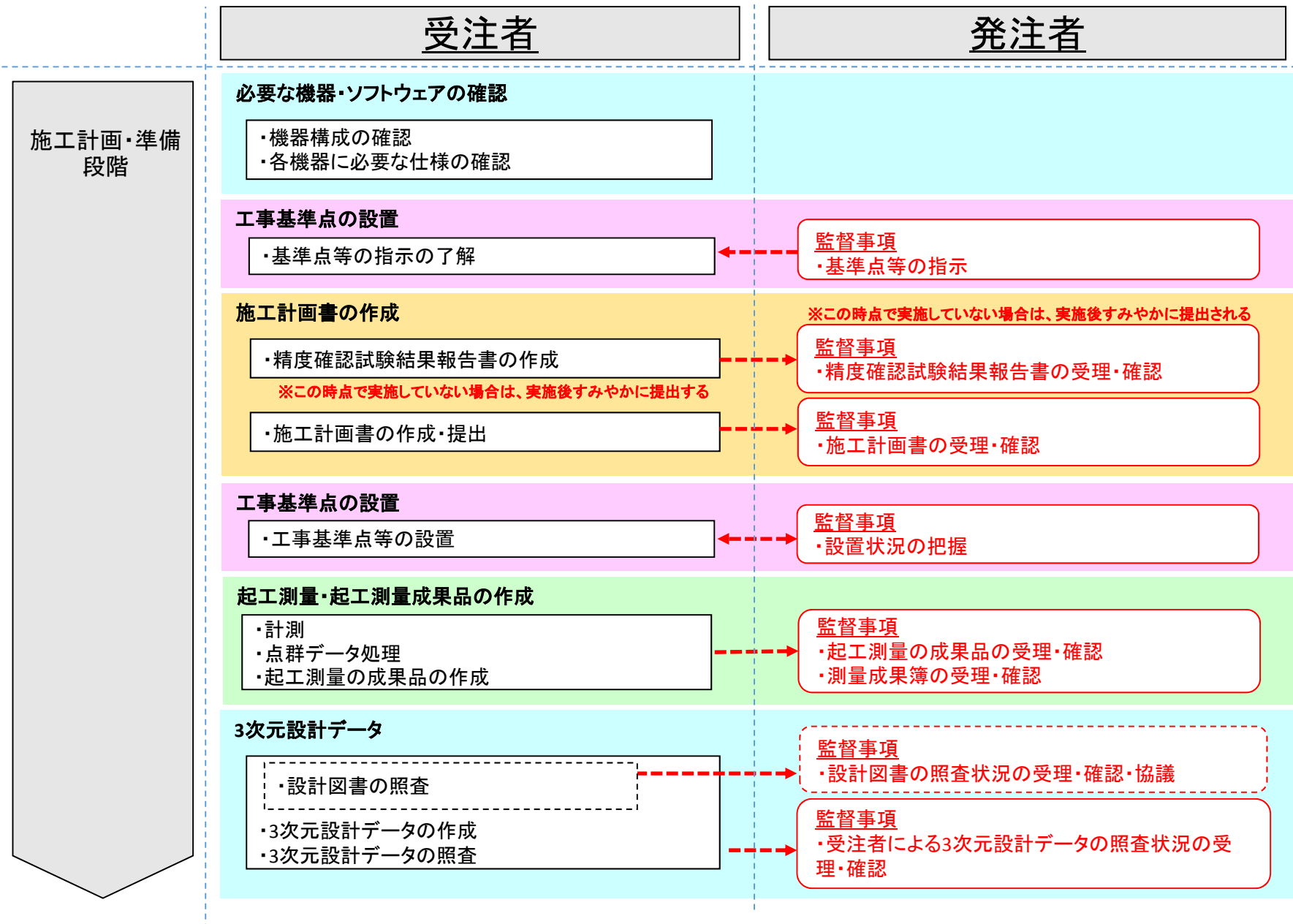
目次

ICT活用工事(舗装工)の流れ(1/3)～(3/3)	p.2
本手引きの適用範囲(1/2)～(2/2)	p.5
1. 必要な機器・ソフトウェアの確認	p.6
1-1. 機器構成	p.7
1-2. 機器・ソフトウェアの仕様確認	p.8
1-2-1. 地上移動体搭載型LS本体	p.9
1-2-2. 点群処理ソフトウェア	p.12
1-2-3. 3次元設計データ作成ソフトウェア	p.16
1-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア	p.17
1-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア	p.19
2. 施工計画書の作成・提出	p.20
3. 工事基準点の設置	p.24
4. 起工測量	p.25
4-2. 計測計画の立案	p.26
4-3. 検証面・検証点の設置	p.27
4-4. 地上移動体搭載型LS計測の実施	p.29
4-5. 計測点群データの処理	p.30
4-6. 精度確認試験結果報告書の作成・提出	p.31
5. 3次元設計データ	p.32
5-1. 3次元設計データの作成	p.33
5-2. 3次元設計データの照査	p.40
6. 数量算出	p.43
7. 施工段階	p.44
8. 出来形管理	p.45
8-1. 出来形計測	p.46
8-1-1. 出来形計測箇所	p.48
8-2. 出来形管理写真の撮影	p.49
8-3. 出来形管理資料の作成	p.50
9. 電子成果品	p.52
9-1. 電子成果品の作成	p.53
10. 検査	p.55
10-1. 実地検査	p.56
受注者の実施・確認事項のまとめ(1/3)～(3/3)	p.57

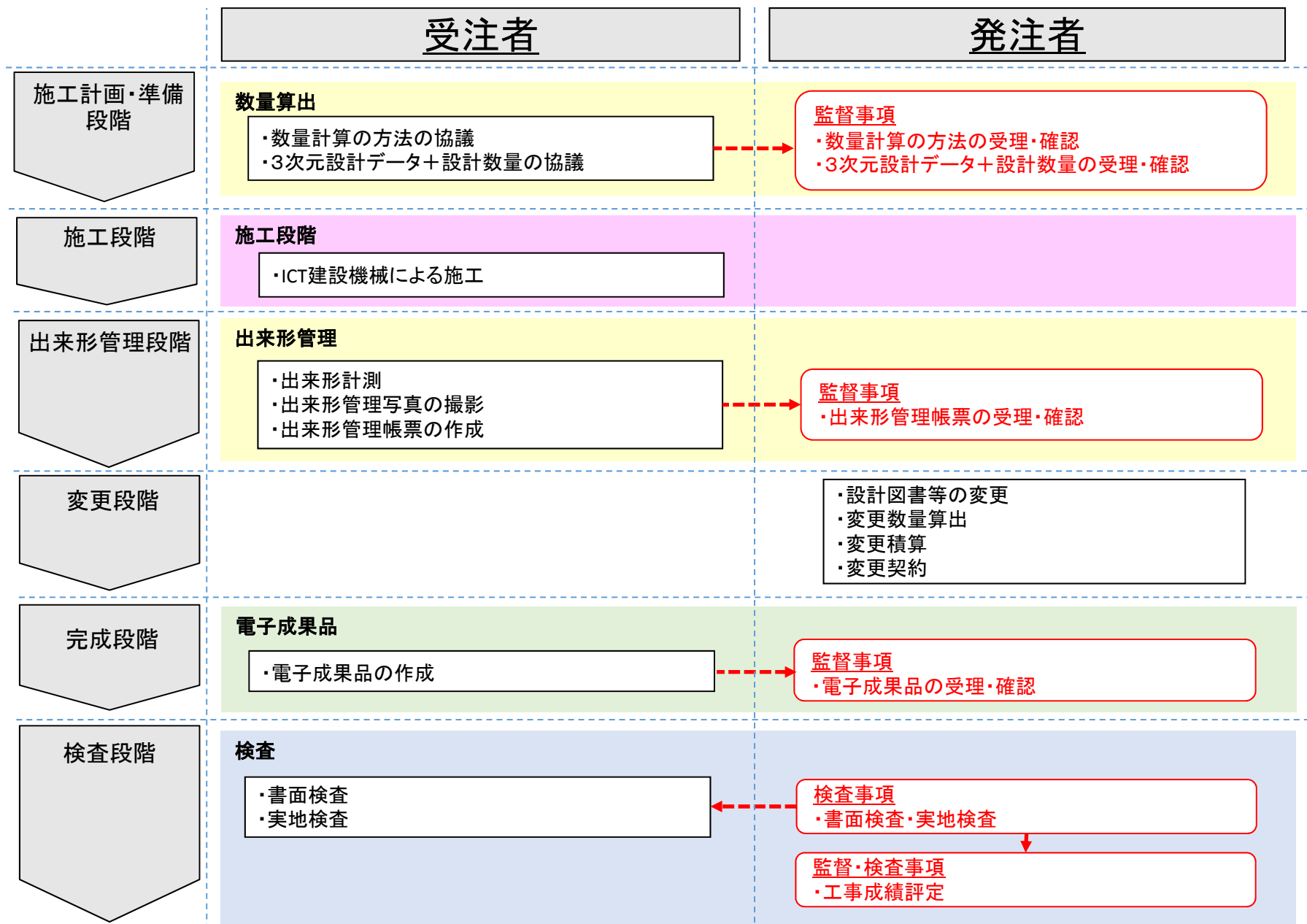
ICT活用工事(舗装工)の流れ(1/3)



ICT活用工事（舗装工）の流れ（2/3）



ICT活用工事（舗装工）の流れ（3/3）



本手引きの適用範囲(1/2)

本手引きは、3次元設計データを活用した地上移動体搭載型LSを用いた舗装工における出来形管理に適用する。

【適用工種】

本手引きにおける適用工種を土木工事施工管理基準における分類で示すと、下表のとおりである。

※路盤工を含む

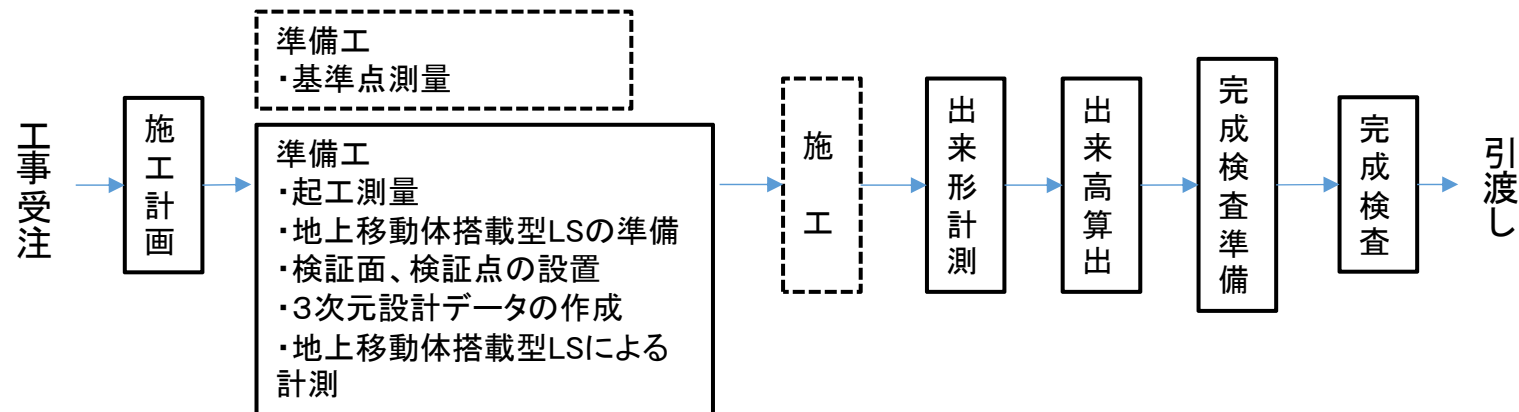
編	章節		条	出来形測定項目	備考
第3編 土木工事 共通編	第2章 一般施工	第6節 一般舗装工	7条(アスファルト舗装工)※1 8条(半たわみ性舗装工)※1 9条(排水性舗装工)※1 10条(透水性舗装工)※1 11条(ゲースアスファルト舗装工) 12条(コンクリート舗装工)※1	厚さあるいは標高較差	幅、厚さは、厚さあるいは 標高交差の統合※2
第6編 河川編	第1章 築堤・護岸	第11節 附帯道路工	5条(アスファルト舗装工)※1 6条(コンクリート舗装工)※1	厚さあるいは標高較差	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2
	第4章 水門	第18節	5条(アスファルト舗装工)※1 6条(半たわみ性舗装工)※1 7条(排水性舗装工)※1 8条(透水性舗装工)※1 9条(ゲースアスファルト舗装工) 10条(コンクリート舗装工)※1	厚さあるいは標高較差	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2
第7編 河川海岸	第1章 堤防・護岸	第14節 付帯道路工	5条(アスファルト舗装工)※1 6条(コンクリート舗装工)※1	厚さあるいは標高較差	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2
第8編 砂防編	第1章 砂防堰堤	第12節 付帯道路工	5条(アスファルト舗装工)※1 6条(コンクリート舗装工)※1	厚さあるいは標高較差	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2
第10編 道路編	第2章 舗装	第4節 舗装工	5条(アスファルト舗装工)※1 6条(半たわみ性舗装工)※1 7条(排水性舗装工)※1 8条(透水性舗装工)※1 9条(ゲースアスファルト舗装工) 10条(コンクリート舗装工)※1	厚さあるいは標高較差	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2

本手引きの適用範囲(2/2)

本手引きは、3次元設計データを活用した地上移動体搭載型LSを用いた舗装工における出来形管理に適用する。

【対象となる作業範囲】

本手引きで示す作業の範囲は、下図の実線部分(施工計画、準備工の一部、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査)である。しかし、地上移動体搭載型LSを用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効であり、下図の破線部分(工事測量・丁張り設置、施工)においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は情報化施工の目的に合致するものであり、本手引きは地上移動体搭載型LSを日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。



1. 必要な機器・ソフトウェアの確認

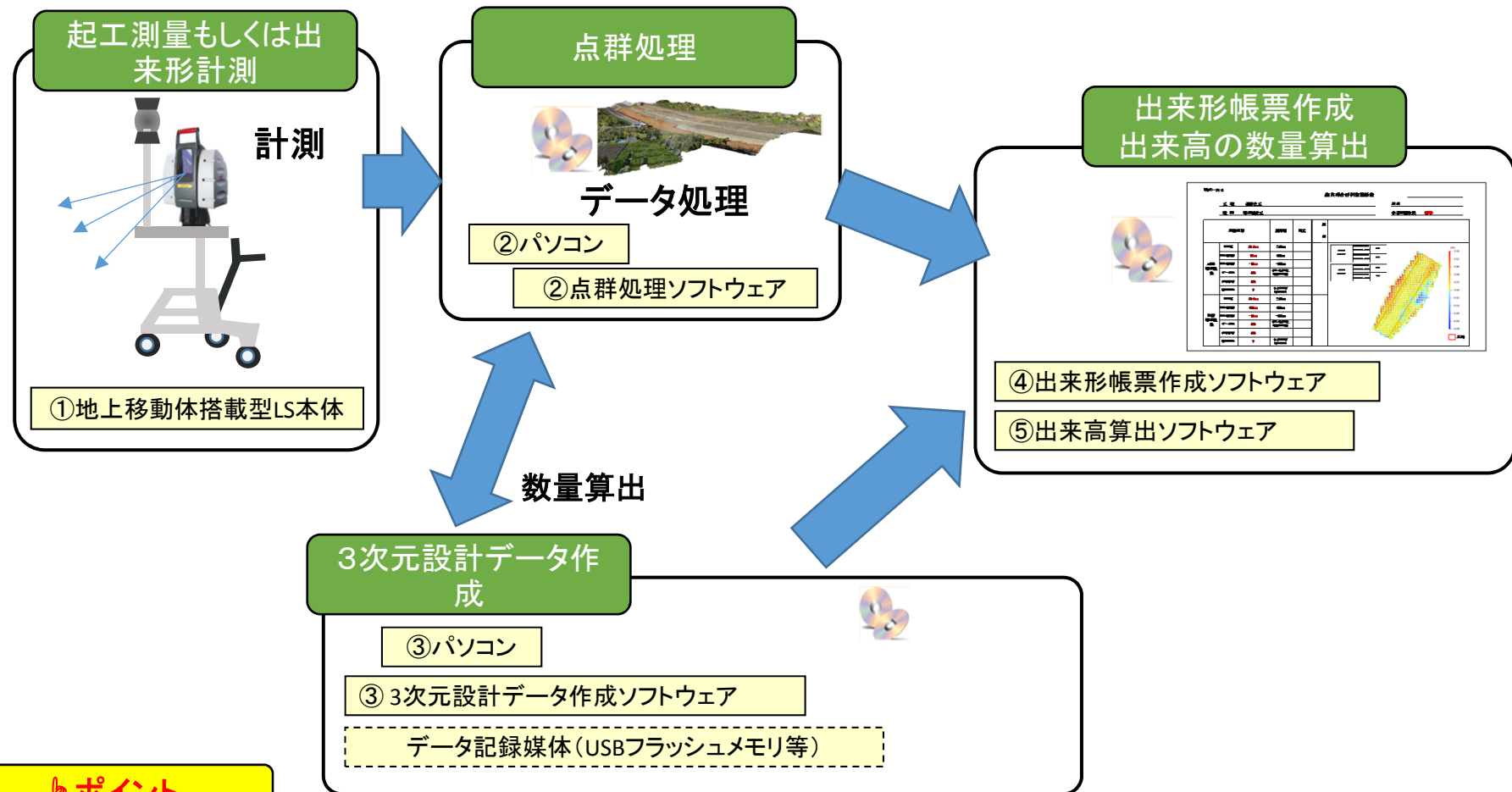
- ▶ 地上移動体搭載型LSによる計測・管理に必要な機器・ソフトウェアの確認における実施内容と解説

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
機器構成の確認	・以下の機器が必要となることを確認する。 ①地上移動体搭載型LS本体 ②点群処理ソフトウェア ③3次元設計データ作成ソフトウェア ④出来形帳票作成ソフトウェア ⑤出来高(数量)算出ソフトウェア	
機器・ソフトウェアの仕様確認	・上記の機器・ソフトウェアに必要な仕様を確認し、選定・調達を行う。 →詳細は以降のページを参照する	・機器本体の要求精度や精度管理の把握 ・各ソフトウェアの必要性能把握

- ▶ 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。
- ▶ 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。
- ▶ 各メーカーによって機器・ソフトウェアの操作性・機能・コストが異なることから、事前に各メーカーのカタログ、HPなどから情報収集し、またはデモ等のサービスを利用し、操作性や機能を事前確認が必要。

1-1. 機器構成

- 地上移動体搭載型LSによる出来形管理の標準的な構成



ポイント

- 地上移動体搭載型LSは、現場の面的な出来形座標を取得する装置で、LS本体から計測対象までの相対的な位置とLS本体の位置及び姿勢を組み合わせることで観測した結果を3次元座標値のデータとして変換する技術である。
- ソフトウェアを動作するパソコンは、性能によってはデータ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、**ソフトウェアの推奨動作環境(CPU、GPU、メモリなど)に留意する。**

1-2. 機器・ソフトウェアの仕様確認

- ▶ 使用する機器・ソフトウェアには各々必要とされる使用があるため、それを満たしているかを確認する。
- ▶ 3次元計測や3次元設計データの作成を外注する際にも、必要な仕様をみたしているものかどうか確認すること。

次ページ以降の解説の流れ

1-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

・・・要求精度、メーカー推奨の定期点検記録等



1-2-2. 点群処理ソフトウェア

・・・不要点削除、密度変更等



1-2-3. 3次元設計データ作成ソフトウェア

・・・要素読込(入力)機能、設計面データの作成機能等



1-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア

・・・出来形の良否の評価結果、設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能



1-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア

・・・平均断面法、点高法等

1-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

- ▶ 地上移動体搭載型LS本体を利用して計測する場合、**次ページの表に示す測定精度と同等以上の性能**を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。
- ▶ 舗装の場合、鉛直方向と平面方向の精度確認が必要である。
- ▶ 地上移動体搭載型LSを用いた計測においては、LS本体と本体の位置や姿勢を確保する部分などを含めた**システム全体での精度確認試験が必要**である。
- ▶ 要求精度を満たしているか確認するためには、「**精度確認試験**」を実施し、「**精度確認試験結果報告書**」を提出する。
- ▶ 精度確認試験の方法については、「**4.起工測量**」を参照する
- ▶ 適正な精度管理については、**メーカー推奨の定期点検記録等**を提出する。あるいは、**計測実施時の6ヵ月以内に実施した精度確認試験結果報告書**に示す精度確認結果を添付にかえることができる。

👉 ポイント

👉 ポイント

【精度確認試験結果報告書について】

- ▶ 当該現場以外で、計測実施日の6ヵ月以内に実施した確認結果を提出してもよい。
- ▶ 計測を実施する日の6ヵ月以内の確認結果が必要となるため、それを過ぎて計測を行う場合は、再度確認試験が必要となるため注意が必要。
- ▶ 精度確認試験は、現場計測と同時に行うことも可能だが、利用前に行うことが望ましい。

1-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

ポイント

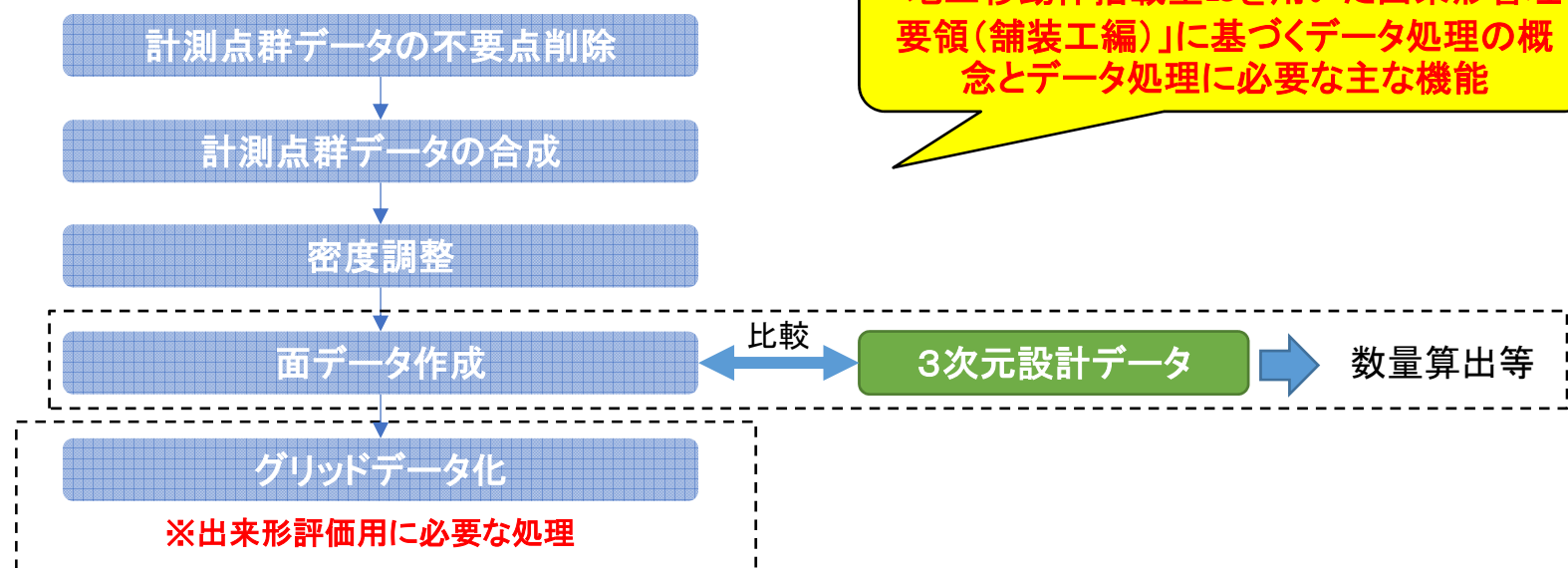
【地上移動体搭載型LS本体に要求される計測性能】

		アスファルト舗装		コンクリート舗装	
測定精度	鉛直方向の測定精度	計測項目	要求精度	計測項目	要求精度
		路床表面	±20mm以内	路床表面	±20mm以内
		下層路盤表面	±10mm以内	下層路盤表面	±10mm以内
		上層路盤表面		粒度調整路盤表面	
				セメント(石灰・瀝青)安定処理表面	
		基層・中間層表面	±4mm以内	アスファルト中間層表面	±4mm以内
		表層表面		コンクリート舗装版表面	
	平面方向の測定精度	路床・下層路盤・ 下層路盤表面	20mm以内	路床・下層路盤・粒度調整路盤・セメント(石灰・瀝青)安定処理表面	20mm以内
		基層・中間層・表層表面	10mm以内	アスファルト中間層・コンクリート舗装版表面	10mm以内
色データ	色データの取得が可能なことが望ましい(点群処理時に目視による選別を利用)				

1-2-2. 点群処理ソフトウェア

- ▶ 点群処理ソフトウェアは、計測点群データから樹木や草木、仮設構造物などの出来形とは関係ない不要点を除外する機能や、3次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを入力する機能を有していなければならない。

【一般的な点群処理の流れ】



「地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理要領(舗装工編)」に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能

※次ページ以降に各々の解説を記載

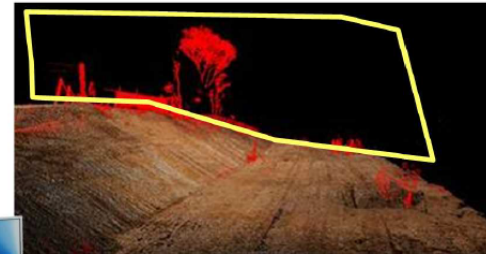
ポイント

- ▶ 点群処理は、数量算出や出来形評価に最低限必要なデータのみとするため、必要となる作業である。
- ▶ 使用する点群処理ソフトウェアについては**施工計画書に記載する**とともに、その機能・性能を確認できる**カタログ等を施工計画書へ添付**する必要がある。

1-2-2. 点群処理ソフトウェア

計測点群データの不要点削除

- ▶ 地上移動体搭載型LS計測では、管理対象物以外の点群データも取得されるため、出来形管理に不要な点を除去する。

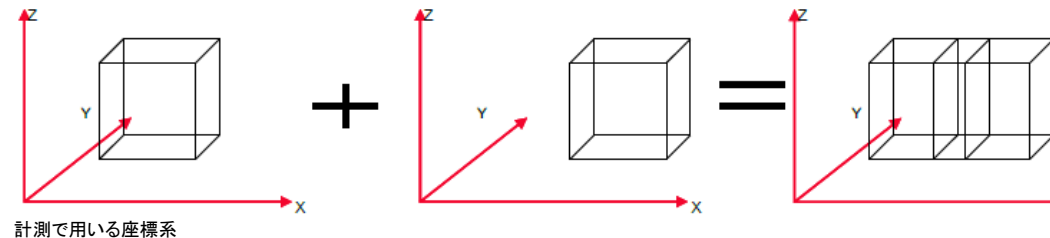


計測対象範囲外を画面上で選択して削除

計測点群データの合成

- ▶ 地上移動体搭載型LSによる計測では、現場での計測結果が複数ある場合にひとつの計測点群データとして取りまとめる。

各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成する。



ポイント

- ▶ 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。
- ▶ 不要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。
- ▶ 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。

1-2-2. 点群処理ソフトウェア

密度調整

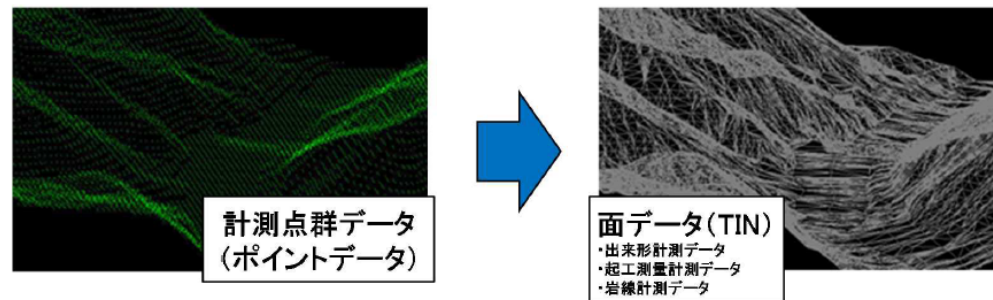
- すべての計測点群データを利用してもよいが、全てのデータを用いることでコンピュータの処理を著しく低下させてしまう場合は、類似の座標データから代表点を抽出して点群密度を各段階に必要な密度まで減らす。

データ種類	計測最大距離	計測時の密度設定(メッシュの大きさ)
起工測量計測データ 出来高計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/0.25m ² (0.5m x 0.5m)
出来形計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/0.01m ² (0.1m x 0.1m)

※出来形評価用データは1点以上/1m²(1m x 1m)

面データ作成

- 計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にTIN(不等三角網)を配置し、地形の面データを作成する。



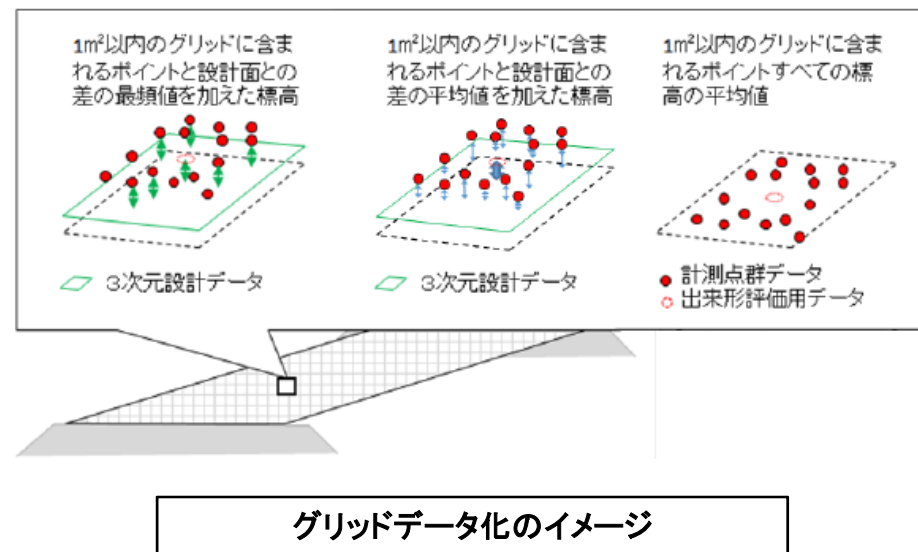
ポイント

- 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。
- i-Constructionに対応しているソフトウェアであれば、設定したい密度を選択すると、それに応じた密度まで処理を行うことができる機能を有しているものが多い。
- 密度の変更方法は、用途によって様々な手法が開発されているが、座標値を変更するような処理をとってはならない。
- 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。

1-2-2. 点群処理ソフトウェア

グリッドデータ化(出来形評価用データ)

- ▶ 出来形評価用データとしては、計測対象面について 1m^2 ($1\text{m} \times 1\text{m}$ の平面正方形) 以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点(x,y)を設置する。
- ▶ 評価点の標高値は、評価点を中心とする 1m^2 以内の実計測点と設計面との差の最頻値または差の平均値を設計値に加算した値を用いる。あるいは、評価点を中心とする 1m^2 以内の実計測点の平均値を用いることもできる。



ポイント

- ▶ 評価点の標高値は 1m^2 以内の実計測点の平均値あるいは設計面との最頻値を用いるため、設計面から最も近い差の値など、意図的に抽出した標高値を用いてはならない。

1-2-3. 3次元設計データ作成ソフトウェア

- ▶ 3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。

1) 3次元設計データ等の要素読込(入力)機能

座標系の選択、平面線形、縦断線形、横断形状、現況地形データの読込み(入力)機能。

2) 3次元設計データ等の確認機能

上記1)で読み込んだ(入力した)中心線形データ(平面線形データ、縦断線形データ)、横断形状データと出力する3次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や3次元表示が確認できる機能。

3) 設計面データの作成機能

上記1)で読み込んだ(入力した)3次元設計データの幾何要素から設計の面データを作成する機能。

4) 3次元設計データの作成機能

上記3)で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、3次元設計データを作成する機能。

5) 座標系の変換機能

3次元設計データを、上記1)で選択した座標系に変換する機能。

6) 3次元設計データの出力機能

上記4)～5)で作成・変換した3次元設計データをLandXML形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

ポイント

- ▶ 使用する3次元設計データ作成ソフトウェアを**施工計画書に記載する**とともに、その機能・性能を確認できる**カタログ等を施工計画書へ添付する**。

1-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア

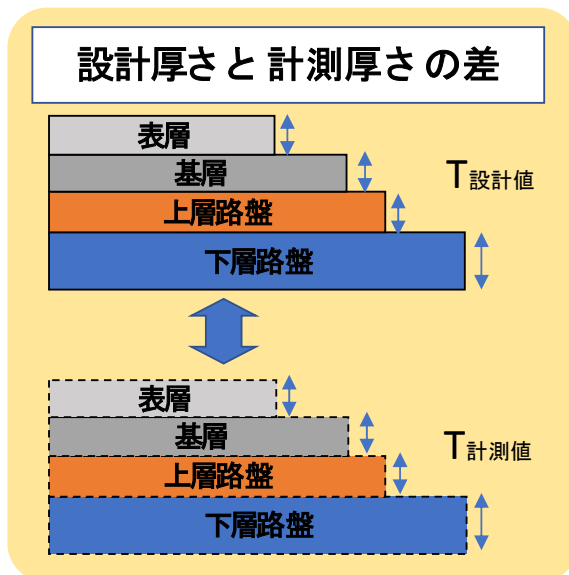
- 取得した出来形評価用データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果(標高較差の平均値等)と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。

1) 出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力

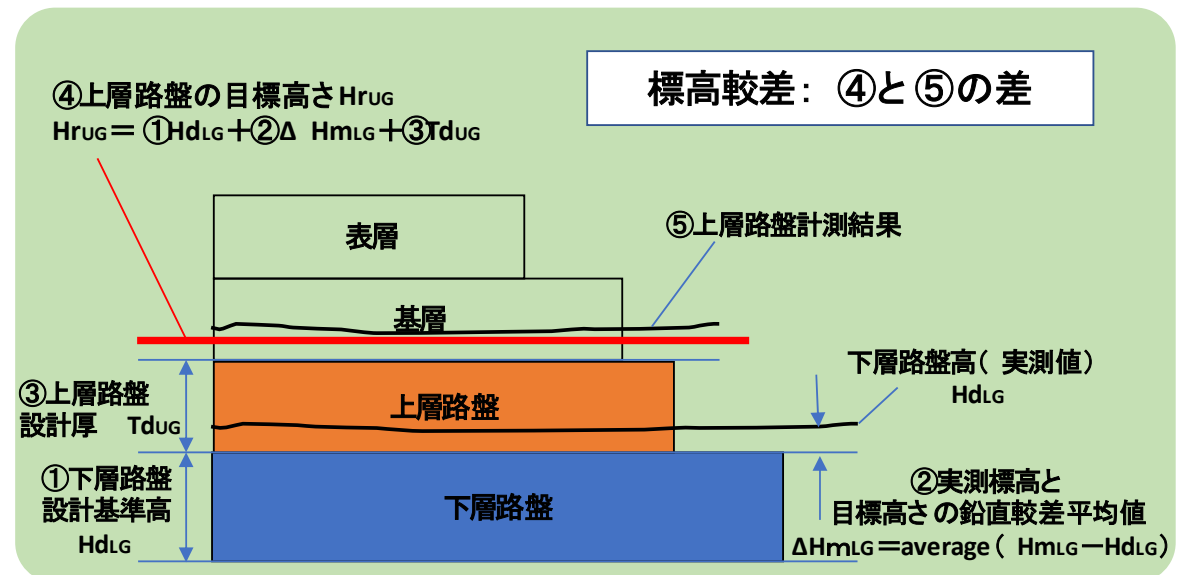
以下に示すような機能が必要

- ① 3次元設計データから管理を行うべき各層の範囲を抽出する。
- ② 各層毎に厚さあるいは標高較差(下図参照)を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。標高較差は、平面座標が同じ位置の目標高さの差分として算出する。
- ③ 出来形管理図表の様式を満足する項目を表形式で印刷、または3次元モデルの属性情報として表示する。
- ④ 平坦性は従来通りとする。

【 厚さ 】



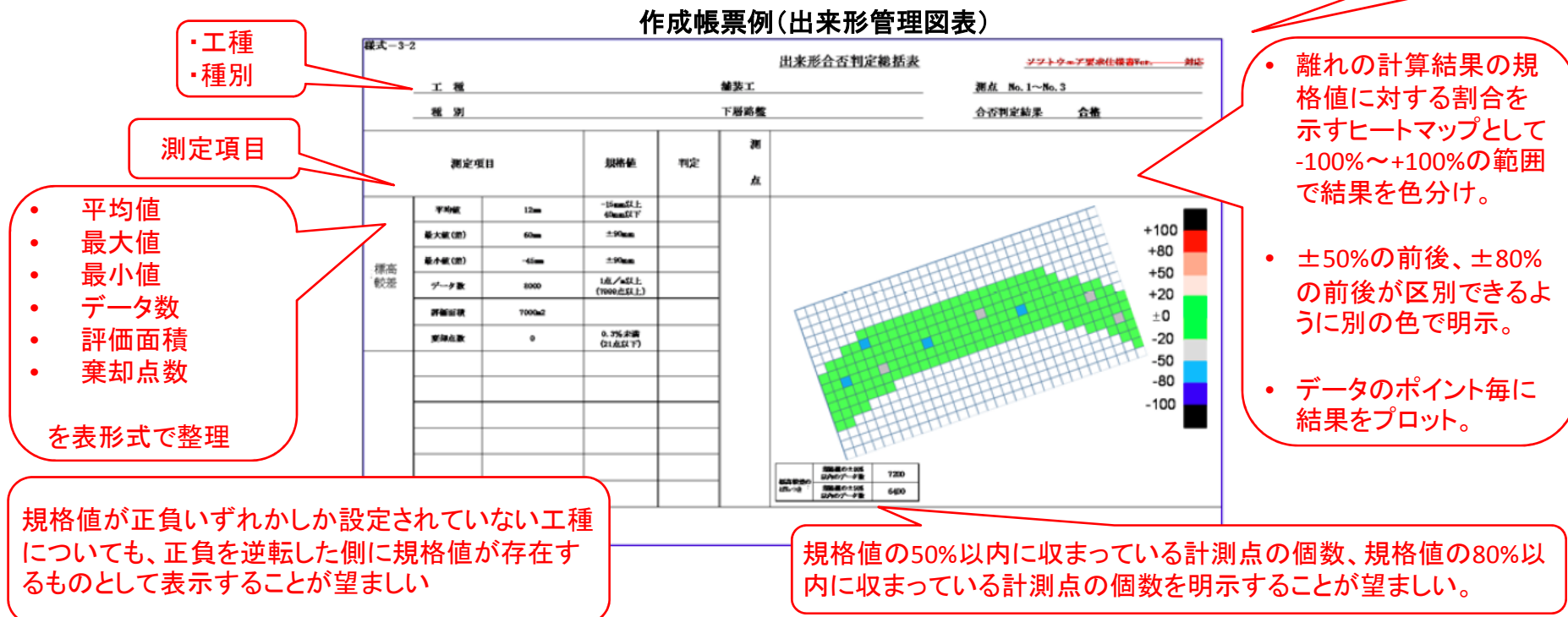
【 標高較差 】



1-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア

2) 出来形分布図(出来形管理図表)

- 分布図が具備すべき情報としては、記載内容の通りとする



ポイント

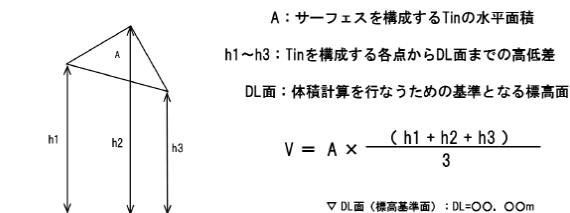
- ICT舗装工では、厚さあるいは標高較差による出来形の良否判定をおこなう。
- 出来形分布図は各層毎に作成する。
- 対象現場の延長が数kmある等、出来形の分布が分かりづらくなる場合、分布図を分割し拡大して表示すること。
- 受注者は、使用する出来形帳票作成ソフトウェアを**施工計画書に記載**するとともに、その機能・性能を確認できる**カタログ等を施工計画書へ添付**する。

1-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア

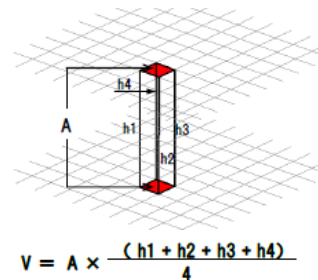
数量算出

- ▶ 出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが地上移動体搭載型LS等で計測されており、契約条件として認められている場合は、地上移動体搭載型LSによる出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。
- ▶ 密度処理を行った点群から面を作成し、3次元設計データ(TINデータ)との差から数量算出を行う。
- ▶ 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る。
- ▶ 数量算出方法については監督職員と協議を行う。
 - ▶ 平均断面法
 - ▶ 点高法
 - ▶ TIN分割法を用いた求積
 - ▶ プリズモイダル法

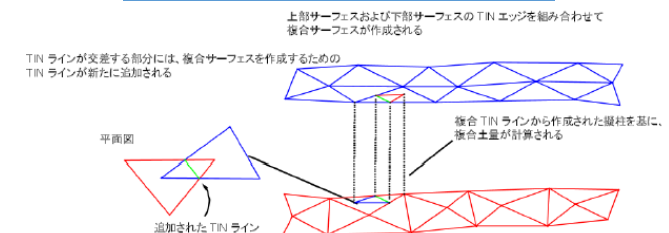
TIN分割法を用いた求積



点高法



プリズモイダル法



ポイント

- ▶ 不陸整正に用いる補修材の平均厚さ及び路盤工の平均厚さを3次元設計データまたは3次元計測データにより算出する場合は、「平均厚さ=体積/面積」を標準とする。
- ▶ 施工範囲と数量が確認できる画面を出力する。
- ▶ 平均断面法で算出する場合、国土地理院の「三次元点群データを使用した断面図作成マニュアル(案)」の適用を推奨する

2. 施工計画書の作成・提出

- ▶ 地上移動体搭載型LSによる計測・管理に必要な機器・ソフトウェアの確認における実施内容と解説

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
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作成 ※事前に提出できる場合	・精度確認試験結果報告書の確認・受理
施工計画書の作成・提出	・使用するICT建機の仕様を記載 ・適用工種、適用区域の記載 ・出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載 ・使用機器・ソフトウェアの機器構成、名称を記載 ・地上移動体搭載型LS本体の計測精度が確認できる資料の添付(精度確認試験結果報告書等) ・地上移動体搭載型LS本体が適正な精度管理が行われている資料の添付(メーカー推奨の定期点検記録、あるいは計測実施時の6ヵ月以内に実施した精度確認試験結果報告書に示す精度確認結果) ・ソフトウェアの仕様が分かるカタログ等を添付する	・施工計画書の確認・受理

- ▶ 基本的には従来通りの施工計画書の形式に、ICT機械や機器の使用に伴う手順や確認書類の追加が必要となるイメージで、分けて考える必要はない。
- ▶ 計測機器本体の「精度確認試験結果報告書」、「メーカー推奨の定期点検記録」あるいは、「計測実施時の6ヵ月以内に実施した精度確認試験結果報告書に示す精度確認結果」の添付、及び、使用するソフトウェアの仕様を確認できるカタログの添付が必要である。
- ▶ 適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等は、ICT用(面管理)と従来用で分かるように記載し、その箇所や値が間違っていないか確認する。
- ▶ 施工計画書の提出段階において、必要な書類が揃わない場合もあるため、受注者はその旨を施工計画書に記載するか、もしくは監督職員と協議し、必要書類が揃った段階ですみやかに提出を行う。

3. 工事基準点の設置

▶ 工事基準点の設置における実施内容と解説

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
工事基準点の設置	・既設基準点の検測 ・工事基準点の設置 ・測量成果、設置状況と配置箇所を提出	・基準点等の指示、設置状況の把握

- ▶ 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理では、工事基準点の3次元座標値から幅、長さ等を算出するため、出来形計測の精度を確保のためには工事基準点の精度確保が重要となる。
- ▶ 地上移動体搭載型LSの検査面・検証点を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設置しておくことが有効。
- ▶ 検査面高さは工事基準点からのレベルにて計測を行う。
- ▶ 平面位置については工事基準点から検証点までの計測距離(斜距離)についての制限を、3級TSを利用する場合は、100m以内(2級TSは150m)とする。

👉 ポイント

- ▶ 実施内容は、従来と同じ。
- ▶ ICT施工となることで、起工測量から出来形管理まで基準点を必要とする頻度が増えたりすることから、精度や設置箇所に注意する必要がある。

4. 起工測量

▶ 起工測量における実施内容と解説

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
起工測量	・計測計画の立案 ・検査面・検証点の設置・計測 ・地上移動体搭載型LSIによる計測 ・点群データ処理(起工測量計測データの作成)	
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作成・提出 ※現場で精度確認試験を行った場合	・精度確認試験結果報告書の受理・確認
起工測量の成果品の作成	・起工測量の成果品の作成・提出	・起工測量の成果品の受理・確認

起工測量の実施にあたって

- ▶ 起工測量時の測定精度は高さ方向±20mm、平面精度10mm以内とし、計測密度は0.25m²(0.5m×0.5mメッシュ)あたり1点以上とする。

起工測量計測データの作成

- ▶ 受注者は、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は、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で補間してもよいものとする。

4-2. 計測計画の立案

- ▶ 所定の計測密度、測定精度が確保できる計測距離、範囲、検証点の配置を立案する。

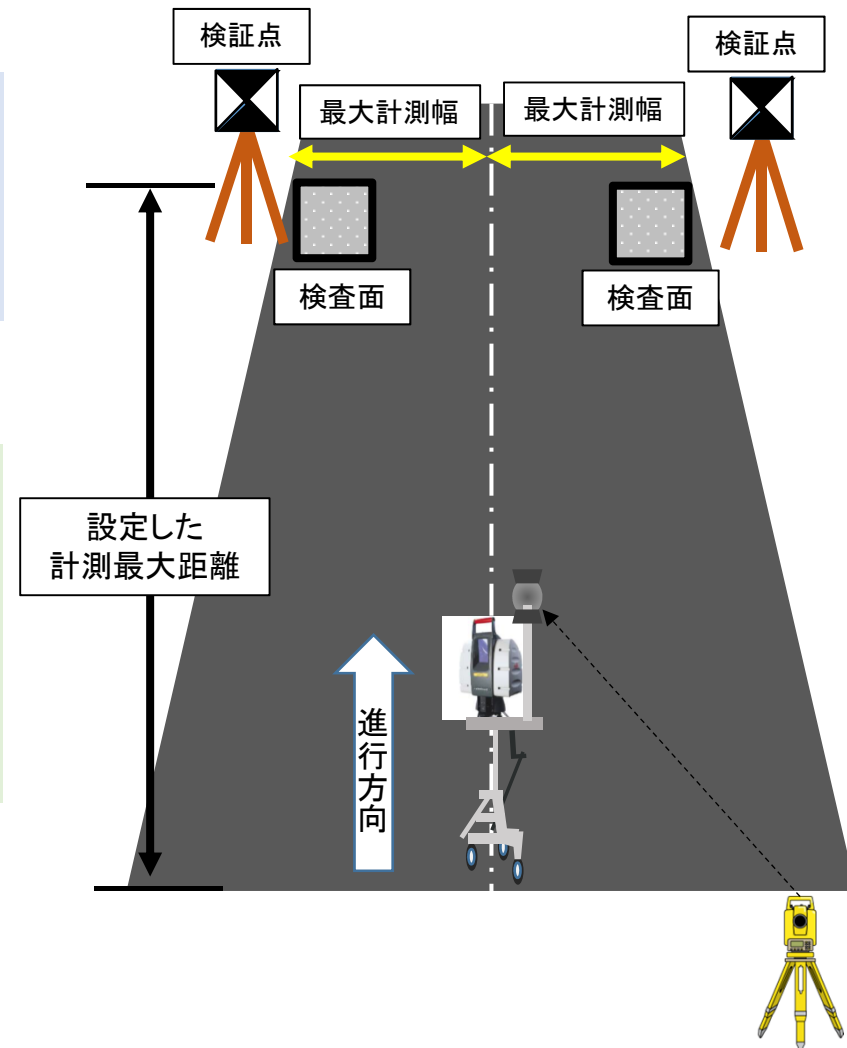
【計測範囲の設定】

レーザースキャナーの搭載高さから想定される路面上に対して、**所定の密度(100点以上/1m²)および測定精度を確保できる距離を設定する。**

【最大計測距離の設定】 (測定精度が最も不利な条件の設定)

地上移動体搭載型レーザースキャナーシステムが適正に稼働している状態で、**地上移動体の自己位置および姿勢の測定精度が最も不利となる条件を設定する。**

※「地上移動体搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理要領(舗装工編)(案)」の参考資料-4、地上移動体搭載型レーザースキャナの精度確認試験手順書(案)に従うものとする



4-3. 検証面・検証点の設置

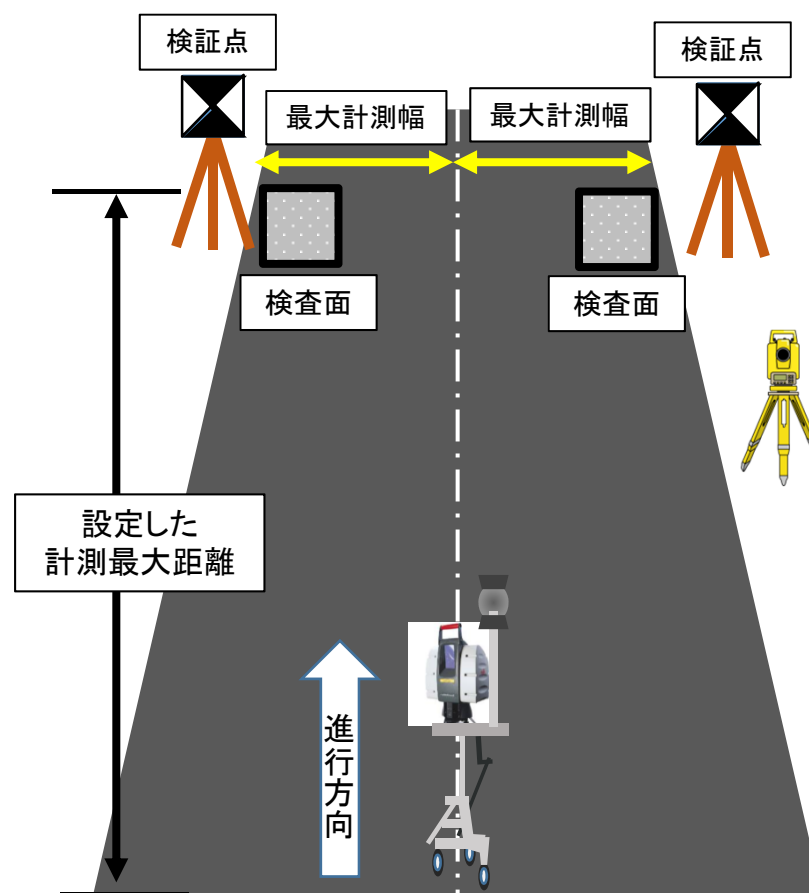
【①鉛直精度】

- 設定した計測範囲と最大計測距離から、地上移動体搭載型LSシステムが適正に稼働している状態で得られる3次元点群の精度が最も不利となる位置付近に**1m²以下の検査面**を設置する。
- 基準となる検査面の高さで地上移動体搭載LSを用いて計測した結果から得られる高さを比較して測定精度以内であることを確認する。※検測については次ページに記載

【②平面精度】

- 鉛直精度の確認箇所付近に**平面位置が特定できる**ターゲット**(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とする)を配置
- 地上移動体搭載型LSを用いて計測した結果から得られる**平面位置との較差**を確認する。※検測については次ページに記載

※「地上移動体搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理要領(舗装工編)(案)」の参考資料-4、地上移動体搭載型レーザースキャナの精度確認試験手順書(案)に従うものとする



ポイント

- 鉛直方向の計測性能確認においては、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。
- 検査面・検証点の配置は、精度が最も低下する条件に最も近い現場条件となる位置に2箇所以上配置する。

4-3. 検証面・検証点の設置

検査面および平面検証点の検測

※「地上移動体搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理要領(舗装工編)(案)」の参考資料-4、地上移動体搭載型レーザースキャナの精度確認試験手順書(案)に従うものとする

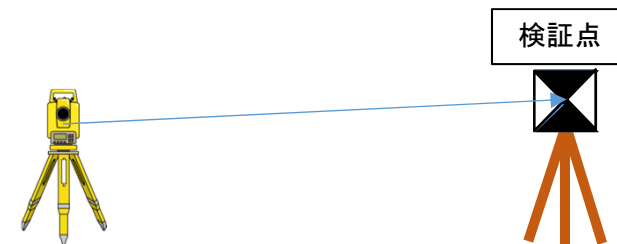
【①鉛直方向の検測】

- 検査面の高さは、検査面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間等により高さを求める方法(高さはレベルで計測)で実施する。



【②平面検証点の検測】

- 平面方向の測定精度を検証のために設置した検査点(基準点)について、TS(2級TS以上)を用いて計測する。



ポイント

- 鉛直方向の計測性能確認においては、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。
- 検査面・検証点の配置は、精度が最も低下する条件に最も近い現場条件となる位置に2箇所以上配置する。

4-4. 地上移動体搭載型LS計測の実施

- ▶ 起工測量時は、計測密度 0.25m^2 ($0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ メッシュ)あたり1点以上、となるように計測を実施する。
- ▶ また、下記の留意点を考慮し、計測を実施すること。

データ種類	計測最大距離	計測時の密度設定(メッシュの大きさ)
起工測量計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/ 0.25m^2 ($0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$)
出来高計測データ		
出来形計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/ 0.01m^2 ($0.1\text{m} \times 0.1\text{m}$)

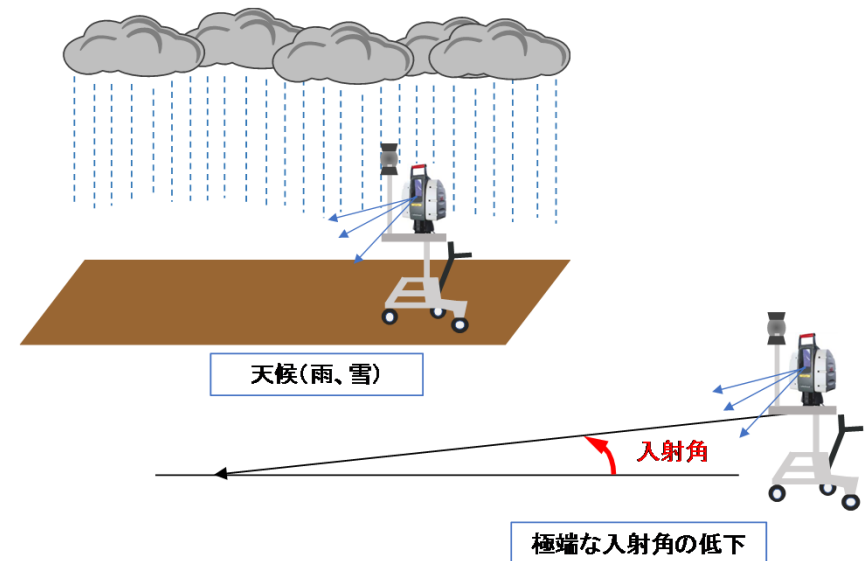
※出来形評価用データは1点以上/ 1m^2 ($1\text{m} \times 1\text{m}$)

設置時、計測時の留意点

- ▶ 計測対象物を正確に計測するために、障害物の除去、計測のタイミングに注意が必要。
- ▶ 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。
- ▶ 地上移動体搭載型LS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全に十分考慮する。

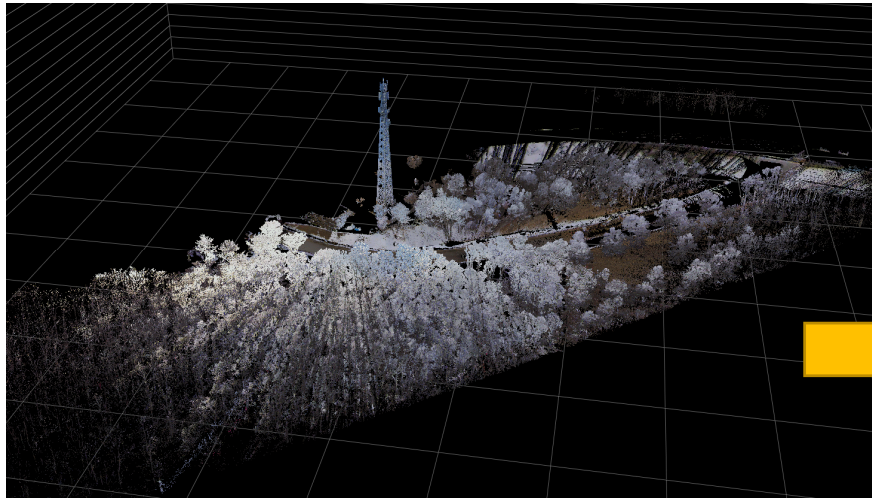
ポイント

- ▶ 計測範囲内に第三者が立ち入らないように留意する。
- ▶ 計測結果に影響をもたらす可能性がある障害物(資材、車両等)は事前に撤去しておくことが望ましい。

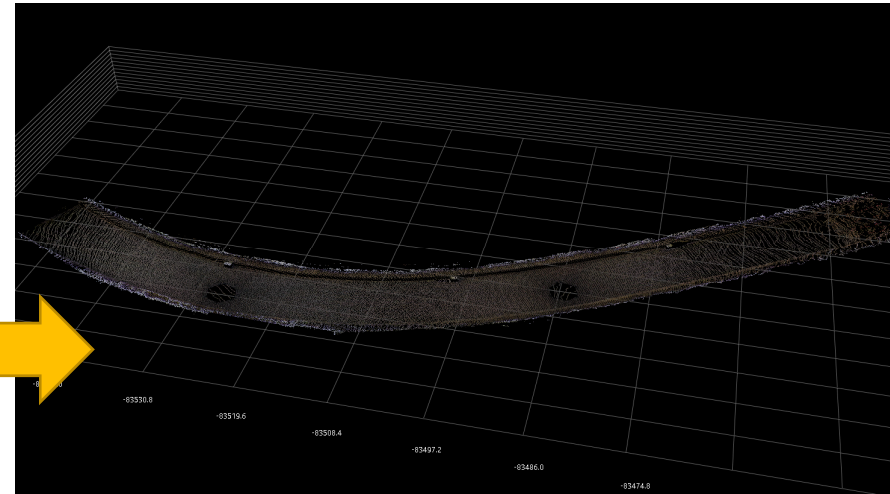


4-5. 計測点群データの処理

- ▶ 計測で得られた点群データについては、点群処理ソフトウェアを用いて、「1-2-2. 点群処理ソフトウェア」へ記載した留意点を考慮し、不要点削除や密度変更等を実施する。



計測点群(生データ)



不要点を除去した点群

データ種類	計測最大距離	計測時の密度設定(メッシュの大きさ)
起工測量計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/0.25m ² (0.5m x 0.5m)
岩線計測データ		
出来高計測データ		
出来形計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/0.01m ² (0.1m x 0.1m)

計測密度以下にならないように処理を行う

4-6. 精度確認試験結果報告書の作成・提出

精度確認試験報告書様式

- ▶ 精度確認の実施結果を整理し、「精度確認試験結果報告書」を作成・提出する

※「地上移動体搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理要領(舗装工編)(案)」の様式-3、精度確認試験結果報告書に従うものとする

(添付様式-3)

精度確認試験結果報告書

計測実施日: 平成30年3月2日
機器の所有・試験者あるいは精度管理担当者: (株)〇〇測量
精度 次郎 印

(1) 試験概要

精度確認の対象機器
メーカー: (株)ABC
装置名称:
主要構成機器:
(□ 添付様式-1に記載のとおり)

検証機器(真値を計測する測定機器)
①検証面の高さ
レベル:
(□ 検定済み)
②検証面および検証点の平面座標
TS(2級以上):
(□ 検定済み)

測定記録
測定期日: 平成30年2月16日
測定条件: 天候 晴れ
気温 12℃
測定場所: (一社) 〇〇
構内試験ヤードにて
検証機器と既知点の距離: 約〇〇m

精度確認方法
地上移動体搭載型LSと真値座標の較差

(2) 試験条件

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

①計測幅および計測範囲の条件

※地上移動体搭載型LSを用いた計測において、要求精度に対して最も不利となる条件を設定すること。
本システムは、地上移動体に搭載したLSにて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。
また、自己位置と方位は自動追尾TSとIMUの組合せにより求める。
このことから、本システムでは進行方向に向かって横断方向の最大有効幅(条件1)、自動追尾TSから最大距離(条件2)において最も測定精度が不利となる。
現場計測においても、本条件の範囲内で計測を行う。

<条件1>

- 本システムは舗装面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。
- このため本体から、真横方向で所定の測定精度が得られる計測時の最大幅の位置に検査面を設置する。

要求精度(鉛直精度)の±4mmに対しては移動体の進行方向に対して〇〇m以内とする。

<条件2>

- 本システムは、自動追尾式TSによる自己位置とIMUによる方位推定から対象面の座標値を求める仕組みである。本体の位置と姿勢が最も低下する条件は、自動追尾式TSから最も距離が遠くなる位置である。

要求精度(鉛直精度)の±4mmに対しては最大〇〇m以内とする。

検査面 検証点

最大計測幅 〇〇m

最大計測可能距離 〇〇m

精度確認試験における確認の範囲

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること。

(3) 精度確認結果

①検査面の計測結果

レベル計測結果	点	平面位置(TS計測結果)
H1=25.090	H1	(100.000,100.000)
H2=25.084	H2	(100.000,101.000)
H3=25.085	H3	(101.000,101.000)
H4=25.092	H4	(101.000,100.000)

②検証点の計測結果

検証点の真値	平面位置 (TS計測結果)
	(100.000,100.000)

③地上移動体搭載型LSによる計測結果

検査面の結果

検証点の結果

平面位置 (100.002,100.008)

④差の確認

検査面の結果

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

検証点の結果

検証点の真値	平面位置	判定基準	合否
(100.000,100.000)	(100.002,100.008)	距離差10mm以下	合格
地上移動体搭載型LSの結果	$R^2=2^2+8^2$ $R=8.25$		

5. 3次元設計データ

▶ 3次元設計データにおける実施内容と解説

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
設計図書3次元化	・設計図書3次元化の了解	・設計図書3次元化の指示
↓		
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次元設計データの照査 ・3次元設計データチェックシートの提出	・3次元設計データチェックシートの確認

- ▶ 3次元設計データを作成するにあたって、必要な座標情報や、修正が必要となる箇所等がある場合は、設計図書を照査し、監督職員と協議を行う。
- ▶ 3次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、設計図書・基準点設置結果に基づき3次元設計データを作成する。
- ▶ 3次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点及びその外縁に線形要素の起終点がある場合はその範囲までとし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。
- ▶ 受注者は、3次元設計データの作成後に、3次元設計データの以下の1)～5)の情報について、設計図書(平面図、縦断図、横断図等)や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に**3次元設計データチェックシートを提出する**。また、設計図書を基に作成した3次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員と協議を行い、作成した3次元設計データを設計図書として位置付ける。
 - 1) 工事基準点
 - 2) 平面線形
 - 3) 縦断線形
 - 4) 出来形横断面形状
 - 5) 3次元設計データ

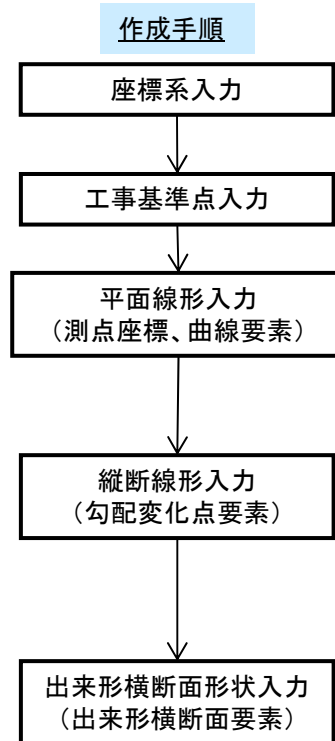
5-1. 3次元設計データの作成

3次元設計データの作成時の留意点

- ▶ 3次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。
- ▶ 設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、及び余盛り等を実施する場合については、監督職員との協議を行い、その結果を3次元設計データの作成に反映させる。
- ▶ 計測データと設計データを重畳し比較した上で、発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員との協議を行い、その結果を3次元設計データの作成に反映させる。
- ▶ 出来形横断面形状の作成は、地上移動体搭載型LSIによる計測を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面）について作成する。
- ▶ 3次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。
- ▶ 曲線部でのTIN作成では、管理断面の間を細かい断面に分割して3次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては必要に応じて横断形状を作成した後にTINを設定する。（例えば、間隔5m毎の横断形状を作成した後にTINを設定する）
- ▶ 標高較差で出来形管理を行う場合、オフセット高さについては、監督職員と協議を行い設定する（工事打合せ簿）。
- ▶ 設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、3次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の3次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の3次元設計データファイル名は確実に管理しておくこと。
- ▶ 作成した3次元設計データは、設計図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。3次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「6. 数量算出」を参照のこと。

5-1. 3次元設計データの作成

3次元設計データの作成手順とイメージ



※作成方法の詳細は、次ページ以降を参照してください。
また、本作成手順はICT設計データ変換ソフト((一社)日本建設機械施工協会 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。

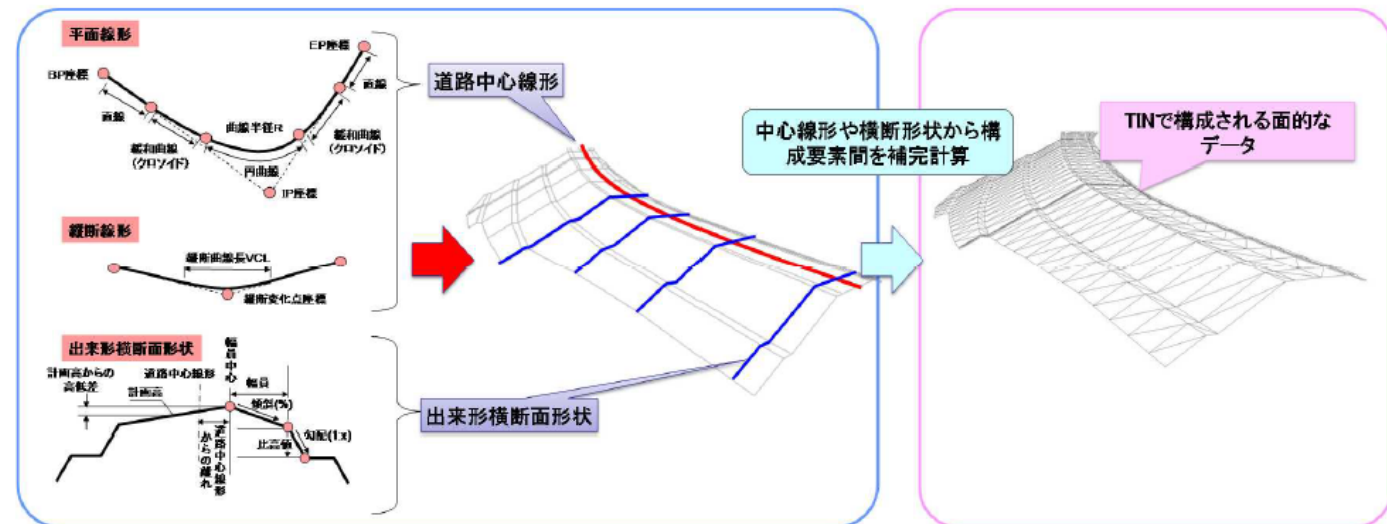


図 1-4 3次元設計データのイメージ（道路土工の場合）

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。

5-1. 3次元設計データの作成

座標系入力イメージ

- ▶ 工事で基準とする座標系を入力する。

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 ☐ 橋門体高

キャンセル 閉じる

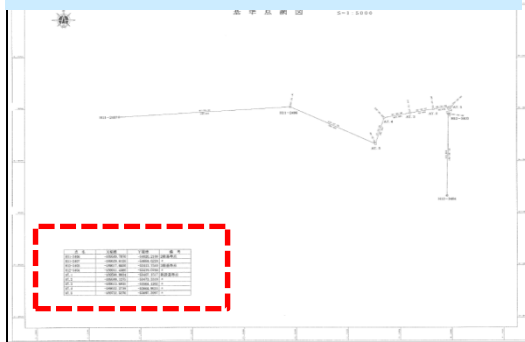
※以降、サンプル画面は、ICT設計データ変換ソフト((一社)日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所より無償で入手)の画面を貼付

5-1. 3次元設計データの作成

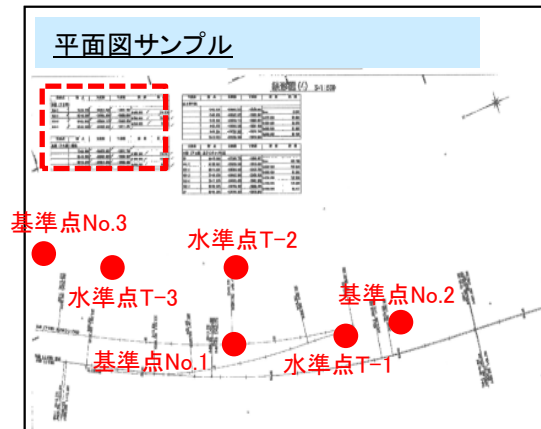
工事基準点入力イメージ

- TS設置時に利用する工事基準点座標を測量結果や平面図等から入力する。

測量結果サンプル(基準点網図)



平面図サンプル



測量結果、平面図からの入力項目

①基準点、水準点の設定

No.1:基準点(X,Y,Z)

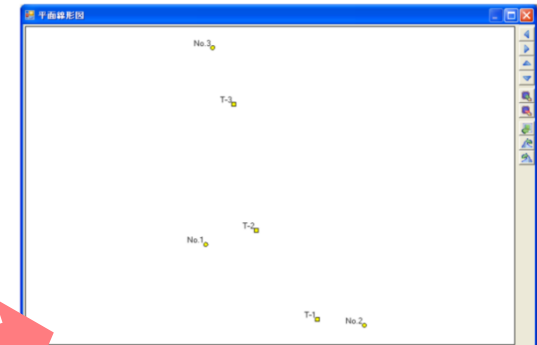
...

T-1 :水準点(X,Y,Z)

...

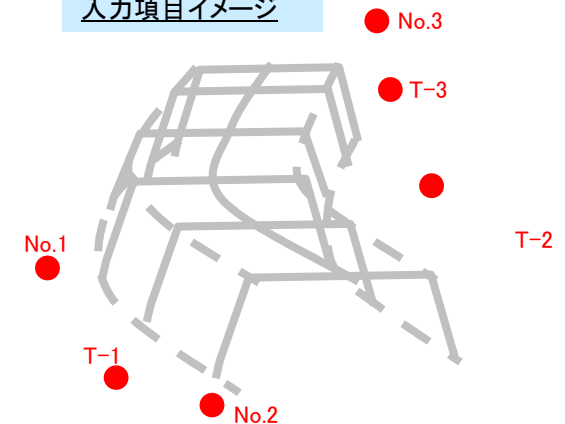
入力画面サンプル

A sample input screen showing fields for point type, coordinates, and elevation. The screen is divided into two sections: '基準点' (Benchmark) and '水準点' (Leveling point). The '基準点' section has fields for '基準点の種類' (Benchmark type), 'X座標' (X coordinate), 'Y座標' (Y coordinate), '標高' (Elevation), and '注記' (Remarks). The '水準点' section has fields for '水準点の種類' (Leveling point type), '標高' (Elevation), and '水準点の位置' (Leveling point position). A red arrow points from the '標高' field in the '基準点' section to the '水準点' section.



工事基準点入力後画面(サンプル)

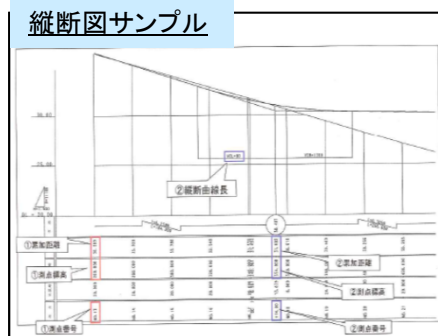
入力項目イメージ



5-1. 3次元設計データの作成

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する。



入力画面サンプル

縦断線形の設定

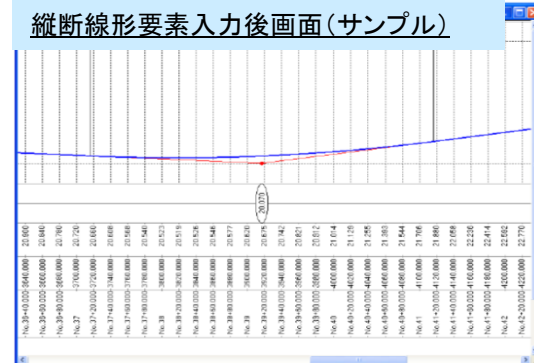
公配・変換点・縦断曲線長の設定

起点 変換点	実距離	標高	VCL
No.19+40.000	1940	26	0
No.39+16.667	3916.667	20.07	400
No.40+20.000	4920	29	0

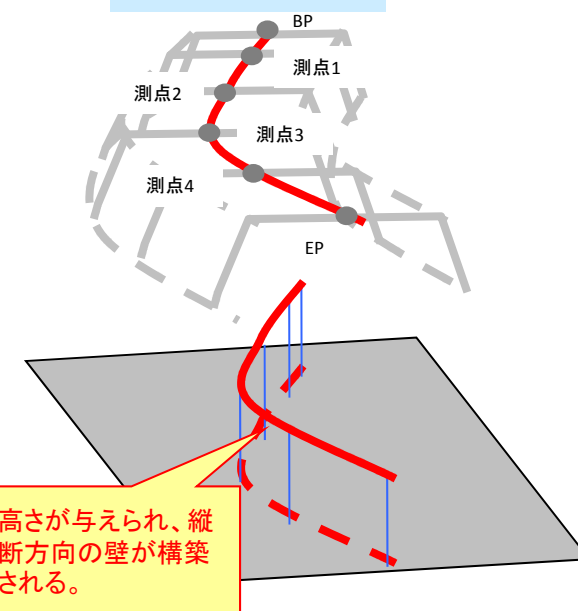
入力

計画書の確認

測点	累加距離	計画高
No.38	3800	20.529
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	21.255
No.40+60.000	4060	21.393
No.40+80.000	4080	21.544
No.41	4100	21.706

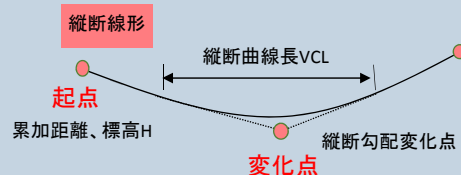


入力項目イメージ



縦断図からの入力項目

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

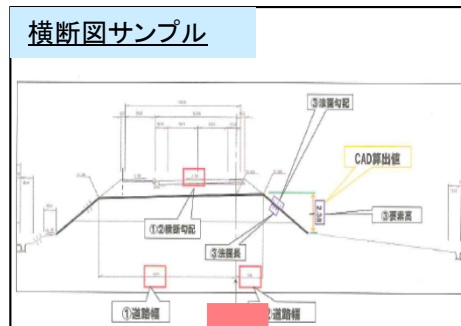


5-1. 3次元設計データの作成

横断線形入力イメージ

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

横断面図サンプル



管理断面入力画面(サンプル)

管理断面表

管理断面名	断面	施工区間の設定
No.39	3900	追加
No.39+20.000	3920	
No.39+40.000		
No.39+60.000	3960	
No.39+80.000	3980	
No.40	4000	
No.40+20.000	4020	
No.40+40.000	4040	
No.40+60.000	4060	
No.40+80.000	4080	
No.41	4100	

入力

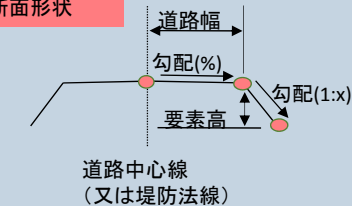
横断線形要素入力画面(サンプル)

A screenshot of a software interface for inputting cross-section elements. It features a central graph area with a cross-section profile. Below the graph, there are input fields for '道路幅' (Road width), '法長' (Slope length), '横断勾配' (Cross-slope), and '要素高' (Element height). A red arrow labeled '入力' (Input) points to the '要素高' field.

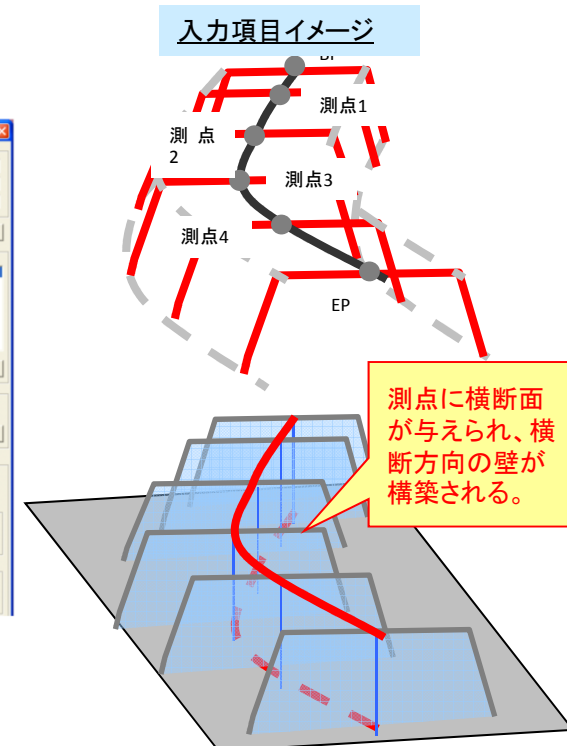
横断面図からの入力項目

- 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

横断面形状



入力項目イメージ



5-1. 3次元設計データの作成

参考

CAD図面取込機能を利用した施工管理用3次元データの作成

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

設計図面(平面図・縦断図・横断図)の取り込みイメージ

2次元CAD図面



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)



縦断図サンプル

縦断曲長VCLをクリック

入力

入力画面サンプル

縦断曲線長VCLを自動入力

5-2. 3次元設計データの照査

3次元設計データの照査イメージ

- 設計図書と3次元設計データとを照合し、設計図書の不備および入力ミス等がないかを確認する。
- 地上移動体搭載型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る。
- 確認項目は、「地上移動体搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理の監督・検査要領(案)(舗装工編)(国土交通省)」に掲載されているチェックシートに従うこととする。

紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認



チェック入り図面

基本設計データ作成ソフトウェア上で入力データを目視確認



データの整合性を確認

比較

チェックシート

(様式-1)

平成 年 月 日

工事名: _____

受注者名: _____

作成者: _____ 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか? ・工事基準点の名称は正しいか? ・座標は正しいか? ・起終点の座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・変換点(線形主要点)の座標は正しいか? ・曲線要素の種類・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	・縦断起終点の測点・標高は正しいか? ・縦断変換点の測点・標高は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形横断面形状	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次元設計データの幾何形状とを比較する	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記す。
 ※2 受注者が監督職員に様式-1を提出した後、監督職員が監理職員の資料として提出する。

3次元設計データと2次元CADデータとの各データに相違がないことを確認し、チェックシートを監督職員へ提出

ができる。

5-2. 3次元設計データの照査

3次元設計データチェックシートの提出の留意点

○受注者の確認事項

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、確認する。

平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

縦断面図と対比し、確認する。

・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する。
・3次元設計データから横断面図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する。

・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する。

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、速やかに提示する。

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(舗装工編)(案)より

(様式-1)

平成 年 月 日

工事名： _____
受注者名： _____
作成者： _____ 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ ・工事基準点の名称は正しいか？ ・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？ ・変換点(線形主要点)の座標は正しいか？ ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ ・各測点の座標は正しいか？	
3) 縦断線形	全延長	・線形起終点の測点、標高は正しいか？ ・縦断変換点の測点、標高は正しいか？ ・曲線要素は正しいか？	
4) 出来形横断面形状	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？	

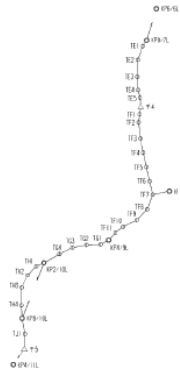
※ 1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
※ 2 受注者が監督職員に様式-1を提出した後、監督職員から様式-1を確認するための資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提示するものとする。

- ・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)
- ・縦断面図(チェック入り)
- ・横断面図(チェック入り)
- ・3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

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

5-2. 3次元設計データの照査

4級基準点網図
S=1:2500



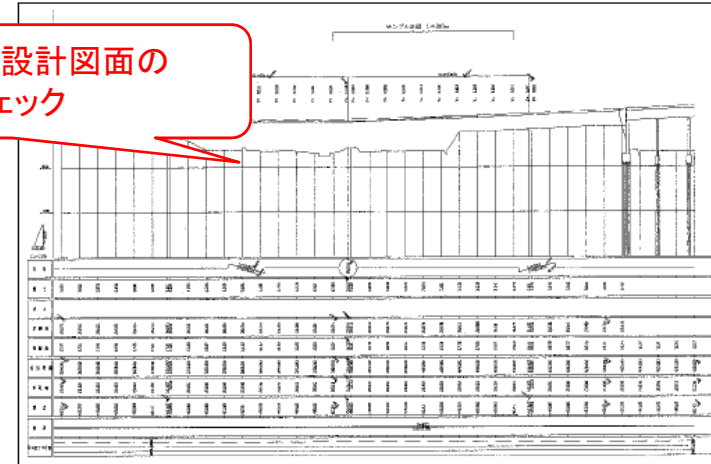
基準点の確認(例)

基準点成果表

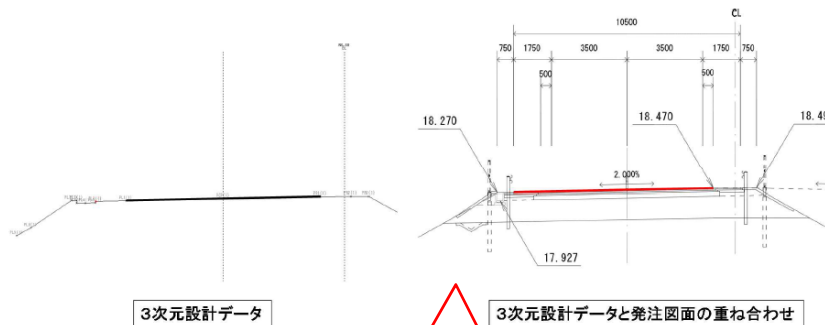
測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標
千4	-103592.645	-53971.965	2級基準点	TF4	-104073.411	-53943.0
千5	-106133.790	-55192.361	0	TF5	-104222.811	-5391.0
KP6/6L	-102566.552	-53805.858	3級基準点	TF6	-104371.743	-538.0
KP0/7L	-102897.874	-53908.500	0	TF7	-104511.791	-53.0
KP6/8R	-104477.348	-53669.206	0	TF8	-104665.056	-5.0
KP4/9L	-104993.146	-54307.238	0	TF9	-104780.424	-15.042
KP2/10L	-105230.181	-54987.389	0	TF10	-104853.023	-30154.538
KP8/10L	-105811.653	-55214.489	0	TF11	-104914.141	-54238.118
KP4/11L	-106294.412	-55308.723	0	TF1	-105038.052	-54392.649
TE1	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TF2	-105043.204	-54539.888
TE2	-103102.553	-54001.759	0	TF3	-105069.858	-54688.396
TE3	-103279.147	-54006.884	0	TF4	-105138.964	-54823.046
TE4	-103416.596	-53999.420	0	TH1	-105267.033	-55067.216
TE5	-103497.830	-53978.296	0	TH2	-105361.017	-55160.314
TF1	-103671.867	-53983.149	0	TH3	-105486.259	-55218.934
TF2	-103757.779	-53993.677	0	TH4	-105675.217	-55221.966
TF3	-103925.787	-53973.651	0	TJ1	-105975.513	-55186.171

作成したデータと設計図面の
数値をチェック

縦断図の確認(例)

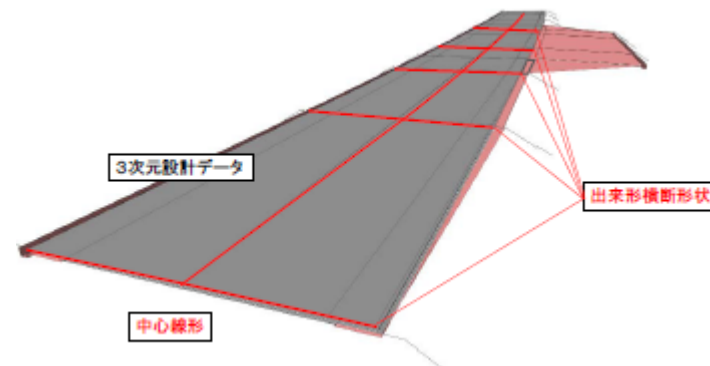


データ重ね合わせによる横断図の確認(例)



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)



6. 数量算出

▶ 数量算出における実施内容と解説

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
・数量計算方法の協議 ・3次元設計データ+設計数量の協議	・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	・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

- ▶ 出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが地上移動体搭載型LS等で計測されており、契約条件として認められている場合は、地上移動体搭載型LSによる3次元出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。
- ▶ 計算方法は監督職員と協議を行い決定する。
- ▶ 受注者は、地上移動体搭載型LSによる計測点群データを基に平均断面法または、3次元CADソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。
- ▶ 不陸整正に用いる補修材の平均厚さ及び路盤工の平均厚さを3次元設計データまたは3次元計測データにより算出する場合は、以下を標準とする。

平均厚さ＝体積／面積

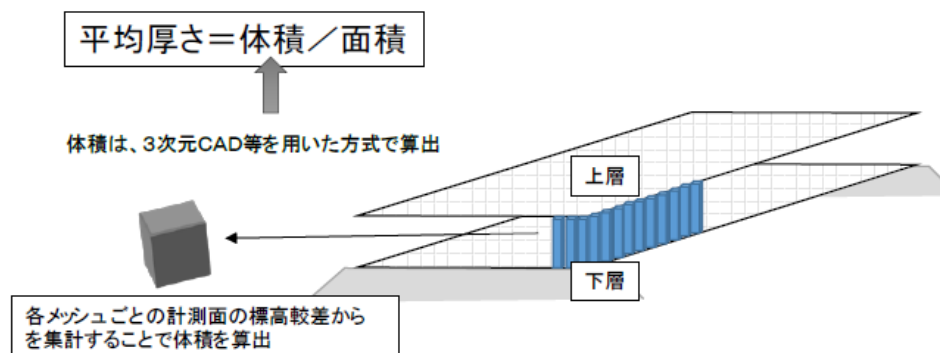


図 5-4 平均厚さの数量算出イメージ（点高法による）

👉 ポイント

- ▶ 数量計算方法については、監督職員と協議を行う。
- ▶ ※標準とする体積算出方法は ①点高法、②TIN分割等を用いた求積、③プリズモイダル法

7. 施工段階

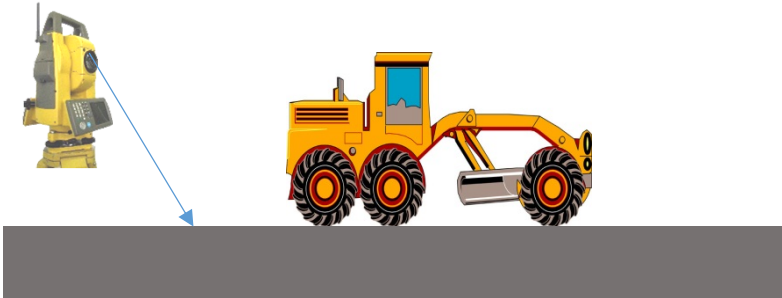
ICT建設機械の精度確認

- ICT建機の計測精度確認は、**施工前に始業前点検し**、あらかじめ設置した既知点において座標確認を行い記録する。

精度確認の一例

TS等を用いた検測

設定した通りに施工できているか

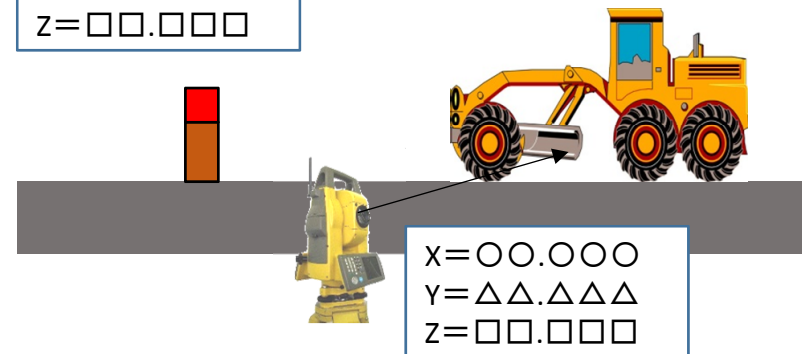


作業前の点検・確認

排土板等の位置情報の確認

X=〇〇.〇〇〇
Y=△△.△△△
Z=□□.□□□

X=〇〇.〇〇〇
Y=△△.△△△
Z=□□.□□□



8. 出来形管理

▶ 出来形管理における実施内容と解説

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	- 計測計画の立案 - 地上移動体搭載型LS計測の実施	
精度確認試験結果報告書の作成	- 検査面、検証点の設置 - 精度確認試験結果報告書の作成、提出 ※6か月以内の精度確認がなかった場合	- 精度確認試験結果報告書の受理、確認 ※6か月以内の精度確認がなかった場合
出来形管理写真の撮影	出来形管理写真の撮影	
出来形管理資料の作成	出来形帳票の作成・提出	出来形管理帳票の受理・確認

- ▶ 精度確認試験で設定されている計測可能範囲内で計測する計画を立案する。
- ▶ 計測範囲の最大距離の箇所で**0.01m²(0.1m×0.1mメッシュ)**あたりに**1点以上**の計測結果が得られる設定を行う。
- ▶ 計測の際は、「4.起工測量」に記載してある留意点を考慮して行う。
- ▶ 受注者は、出来形計測箇所を地上移動体搭載型LSを用いて出来形管理を行い、出来形管理帳票を作成し提出する。

8-1. 出来形計測

- ▶ 出来形計測時は、**計測密度0.01m²(0.1m×0.1mメッシュ)**あたり1点以上となるように計測を実施する。

データ種類	計測最大距離	計測時の密度設定(メッシュの大きさ)
起工測量計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/0.25m² (0.5m×0.5m)
出来高計測データ		
出来形計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/0.01m² (0.1m×0.1m)

※出来形評価用データは1点以上/1m²(1m×1m)

精度確認試験

- ▶ 同条件の現場で実施した6ヵ月以内の精度確認結果があれば、それを用いてもよいが、計測する層の条件や規格値が異なる場合には、再度精度確認試験の実施が必要となる。
- ▶ 試験方法については、「4. 起工測量」を参照。
- ▶ 要求精度を満たしているか確認すること(次ページの表を参照)。

ポイント

- ▶ 計測項目によって地上移動体搭載型LS本体の**要求精度**が異なるため留意すること(次ページの表を参照)。

8-1. 出来形計測

データ 種類	計測最大距離	計測時の密度設定 (メッシュの大きさ)
起工測量計測データ	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/0.25m ² (0.5m x 0.5m)
出来形計測データ		1点以上/0.01m ² (0.1m x 0.1m) ※出来形評価用データ は1点以上/1m ² (1m x 1m)

計測密度に注意

要求精度に注意

		アスファルト 舗装		コンクリート 舗装	
測定精度	鉛直方向の測定精度	計測項目	要求精度	計測項目	要求精度
		路床表面	±20mm以内	路床表面	±20mm以内
		下層路盤表面	±10mm以内	下層路盤表面	±10mm以内
		上層路盤表面		粒度調整路盤表面 セメント(石灰・瀝青)安定処理表面	
		基層・中間層表面	±4mm以内	アスファルト 中間層表面	±4mm以内
		表層表面		コンクリート 舗装版表面	
	平面方向の測定精度	路床・下層路盤・ 下層路盤表面	20mm以内	路床・下層路盤・粒度調整路 盤・セメント(石灰・瀝青)安 定処理表面	20mm以内
		基層・中間層・表層表面	10mm以内	アスファルト 中間層・コンク リート 舗装版表面	10mm以内
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)				

8-1-1. 出来形計測箇所

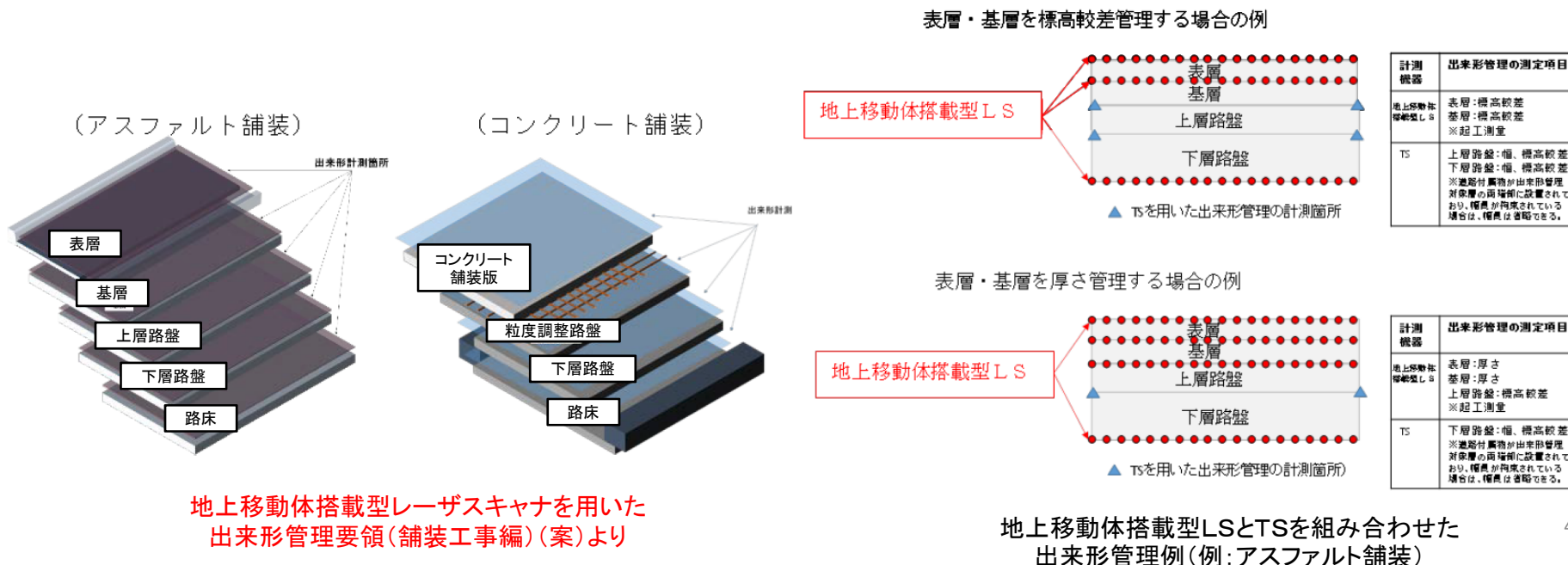
- ▶ 地上移動体搭載型LSによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとする。計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で0.1mメッシュに1点以上の出来形座標値を取得すること。
- ▶ 計測は起工測量から表層までを対象とし、起工測量と表層面またはコンクリート舗装版面は面(TS含む)による管理を必須とする。なお、基層を管理するための上層路盤面の計測手法としてTSによる出来形管理を選択することができるが、その場合はそれ以下の各層もTSによる出来形管理を選択する必要がある。

＜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を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。



8-2. 出来形管理写真の撮影

黒板への記載項目

- 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)

MLSを用いた出来形管理写真基準

工種		・ アスファルト舗装工(下層路盤工) ・ アスファルト舗装工(上層路盤工)粒度調節路盤工 ・ アスファルト舗装工(上層路盤工)セメント(石灰)安定処理工 ・ アスファルト舗装工(加熱アスファルト安定処理工) ・ アスファルト舗装工(基層工) ・ 半たわみ性舗装工(下層路盤工) ・ 半たわみ性舗装工(上層路盤工)粒度調整路盤工 ・ 半たわみ性舗装工(上層路盤工)セメント(石灰)安定処理工 ・ 半たわみ性舗装工(加熱アスファルト安定処理工) ・ 排水性舗装工(下層路盤工) ・ 排水性舗装工(上層路盤工)粒度調整路盤工 ・ 排水性舗装工(上層路盤工)セメント(石灰)安定処理工 ・ 排水性舗装工(加熱アスファルト安定処理工) ・ ゲースアスファルト舗装工(加熱アスファルト安定処理工) ・ 透水性舗装工(路盤工)
写真管理項目	撮影項目	厚さまたは標高較差
	撮影頻度 [時期]	各層毎1工事に1回 [整正後]
	提出頻度	代表箇所各1枚

※出来形管理写真の撮影は各計測段階毎に1回実施すること。

※上記の表における撮影項目以外で必要がある場合は、「写真管理基準(案)」に準拠する。



ポイント

【撮影時の留意点】

- ▶ 出来形管理状況に写真は、地上移動体搭載型LSの設置状況が分かるものとする。
- ▶ 被写体として写し込む小黒板については、工事名・工種等・出来形計測点(測点・箇所)を記述し、設計寸法・実測寸法・略図については省略してよい

8-3. 出来形管理資料の作成

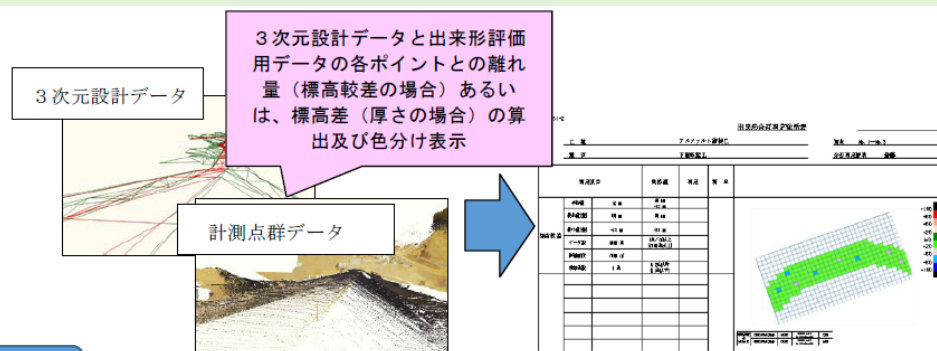
- 受注者は、**出来形管理帳票(図表)**を作成し、監督職員に提出する。

<標高較差または厚さ>

標高較差については各評価点における目標高さとして出来形評価用データの標高較差、厚さについては下の層(下層路盤の厚さを評価する場合は路床)との標高較差により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果(標高較差の平均値及び最大較差等)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を明示したものであること。

<平坦性>

平坦性は従来どおり測定し、結果を提出する。



「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本手引きの対象とする工種について、帳票を自動作成、保存、印刷ができるものとする。

異常値なし

出来形合否判定総括表				
工種	アスファルト舗装工		測点	No. 1~No. 3
種別	下層路盤工		合否判定結果	合格
測定項目	規格値	判定	測点	
平均値	12 mm	40 mm		
最大値(距)	60 mm	90 mm		
最小値(距)	-45 mm	-90 mm		
データ数	8000 点	1点/㎡以上 (7000点以上)		
評価指標	7000 ㎡			
棄却点数	0 点	0.3%以内 (21点以下)		

異常値あり

出来形合否判定総括表				
工種	アスファルト舗装工		測点	No. 1~No. 3
種別	下層路盤工		合否判定結果	異常値あり
測定項目	規格値	判定	測点	
平均値	-40 mm	40 mm		
最大値(距)	60 mm	90 mm		
最小値(距)	-90 mm	-90 mm		
データ数	8000 点	1点/㎡以上 (7000点以上)		
評価指標	7000 ㎡			
棄却点数	25 点	0.3%以内 (21点以下)		

8-3. 出来形管理資料の作成

出来形管理図表の見方

- 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。
- バラツキについては、各測定値の設計値と実測値の差をプロットした分布図の凡例に従い判定
- 具体には分布図及び計測点の個数から判断。また、規格値の $\pm 80\%$ 以内のデータ数、 $\pm 50\%$ 以内のデータ数が、総データ数の概ね8割以上か否かで判断する。

作成帳票例(出来形管理図表)

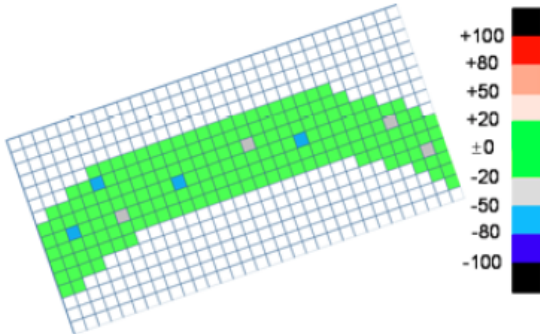
様式-3-2

出来形合否判定総括表

ソフトウェア更新仕様書Ver. 1.0 制定

工 程		舗装工		測点 No. 1~No. 3	
種 別		下層路盤		合否判定結果 合格	

測定項目			規格値	判定	測点
標高較差	平均値	12mm	-15mm以上 40mm以下		
	最大値(計)	60mm	±50mm		
	最小値(計)	-40mm	±50mm		
	データ数	8000	1点/㎡以上 (7000点以上)		
	評価面積	8000 7000㎡			
	実測点数	0	0.7%未満 (2点以下)		



平場のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	6000
	規格値の±50%以内のデータ数	3000

凡例:

<例1>

総データ数: 1000点

規格値: 100mm

①規格値の $\pm 80\%$ 以内のデータ: 988点

②規格値の $\pm 50\%$ 以内のデータ: 810点

上記の場合、

② $\pm 50\text{mm}$ 以内のデータ数が: 810点

つまり、総データ数の8割が $\pm 50\text{mm}$ 以内に収まっている(ばらつきが少ない)

⇒概ね規格値の $\pm 50\%$ 以内の結果である

<例2>

総データ数: 1000点

規格値: 100mm

①規格値の $\pm 80\%$ 以内のデータ: 950点

②規格値の $\pm 50\%$ 以内のデータ: 600点

上記の場合、

① $\pm 80\text{mm}$ 以内のデータ数が: 950点

つまり、総データ数の8割が $\pm 80\text{mm}$ 以内に収まっている($\pm 50\text{mm}$ は満たしていない)

⇒概ね規格値の $\pm 80\%$ 以内の結果である

9. 電子成果品

▶ 電子成果品における実施内容と解説

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

▶ 作成する電子成果品は、以下のとおり。

- ✓ 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、ビューワー付き3次元データ)
- ✓ 地上移動体搭載型LSによる出来形評価用データ(CSV、LandXML、LASのポイントファイル)
- ✓ 地上移動体搭載型LSによる出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ✓ 地上移動体搭載型LSによる計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ✓ 工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)

- ▶ 電子成果品は、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する
- ▶ 格納するファイル名は、地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

👉 ポイント

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

- ・起工測量時の計測点群データ(CSVファイル等のポイントファイル)
- ・起工測量計測データ(LandXMLファイル等のTINファイル)

9-1. 電子成果品の作成

- ▶ 本手引きにおける電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定められている。本手引きで規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

【ファイルの命名】

- ▶ 次の規則に従い格納すること。
 - ① ICONフォルダの中に各層名称を示したサブフォルダを作成する。

各層名称は、現況地形:ES、不陸整正:CS、下層路盤:GL、上層路盤:GU、基層:PL、中間層:PC、表層:PUで記載するものとし、複数ある場合は、下層より1,2,3(GL1,GL2)と番号を付与して記載する。
 - ② ①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。
 - ・地上移動体搭載型レーザースキャナの名称は、「MLS」とする。
 - ・標高較差で管理した場合は3次元設計データは各層の目標高さの設計データを納品すること。
 - ・厚さ管理を実施した際に用いた直下層データは、直下層のサブフォルダへ格納すること。
 - ③ サブフォルダの名称は次ページの表に示す計測機器に記載の文字列を利用すること
 - ④ 格納するファイル名は、次ページの表に示す命名規則に従うこと。
 - ⑤ 設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、3次元設計データを変更するが、当初の3次元設計データと、変更後の3次元設計データを全て納品すること。
 - ⑥ 整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は0でよい。
 - ⑦ 出来形管理資料をビューワー付き3次元データで納品する場合で、ビューワーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをZIP方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、次表の命名規則に従い納品すること。

9-1. 電子成果品の作成

<ファイルの命名規則>

電子成果品	ファイル命名規則						
	計測機器	対象層	整理番号	図面種類	番号	改定履歴	記入例
・3次元設計データ LandXML等のオリジナルデータ(TIN)	MLS	ES～PU	0	DR	001～	—	MLSGLODR001Z.拡張子
・出来形管理資料 出来形管理資料(PDF)または、 ビューワー付き3次元データ	MLS	ES～PU	0	CH	001～	—	MLSGLOCH001.拡張子
・地上移動体搭載型LSによる 出来形評価データ CSV、LandXML、LASのポイントファイル	MLS	ES～PU	0	IN	001～	—	MLSGLOIN001.拡張子
・地上移動体搭載型LSによる 起工測量計測データ LandXML等のオリジナルデータ(TIN)	MLS	ES～PU	0	EG	001～	—	MLSGLOEG001.拡張子
・地上移動体搭載型LSによる 出来形計測データ LandXML等のオリジナルデータ(TIN)	MLS	ES～PU	0	AS	001～	—	MLSGLOAS001.拡張子
・地上移動体搭載型LSによる 計測点群データ CSV、LandXML、LASのポイントファイル	MLS	ES～PU	0	GR	001～	—	MLSGLOGR001.拡張子
・工事基準点及び標定点データ CSV、LandXML、SIMAのポイントファイル	MLS	ES～PU	0	PO	001～	—	MLSGLOPO001.拡張子

▶ 検査員によって、書面検査と実施検査が実施される。

- ▶ 書面検査は、パソコンを使用して、納品された電子成果品を確認する。
- ▶ 実地検査は、現地に出向き設計値に対する実測値を確認する。

【工事完成図書】
(紙・電子媒体)

検査員

契約図書
契約関係書類
計画関係書類

監督員等

作業補助員

現場代理人等

「紙」工事書類・資料等

液晶テレビ

10-1. 実地検査

- ▶ 検査員が、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの目標高さを実測値との標高差あるいは、設計厚さと実測厚さとの差が規格値内であるかを検査する。(ただし、出来形帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書が配出され、計測データの改ざん防止や信憑性の確認可能なソフトウェアが現場導入されるまで期間とする)。
- ▶ 検査頻度は下表の検査頻度のとおりとする。(ここでいう断面とは厳格に管理断面を指すものではなく、概ね同一断面上の数か所の標高を計測することを想定している。)TS等を用いた実測値の計測は、1回の計測結果あるいは、複数回の計測結果を用いて算出してもよい。
- ▶ なお、「秋田県土木工事共通仕様書 土木工事施工管理基準」の「出来形管理基準」における“面管理の場合”を適用できない箇所(ICT活用工事における面による出来形評価から除外する部分)については、従来通りの出来形管理を行うものとする。

検査頻度

工 種	計測箇所	確認内容	検査頻度
舗装工	検査職員が指定する任意の箇所	基準高、厚さ あるいは標高較差	1 工事につき 1 断面

※基準高は、設計図書に表層の基準高が規定されている場合に実施

※厚さは、同一平面における直下層の高さとの差

※標高較差は、3次元設計データの設計面と実測値との標高差

検査員による実地検査のイメージ



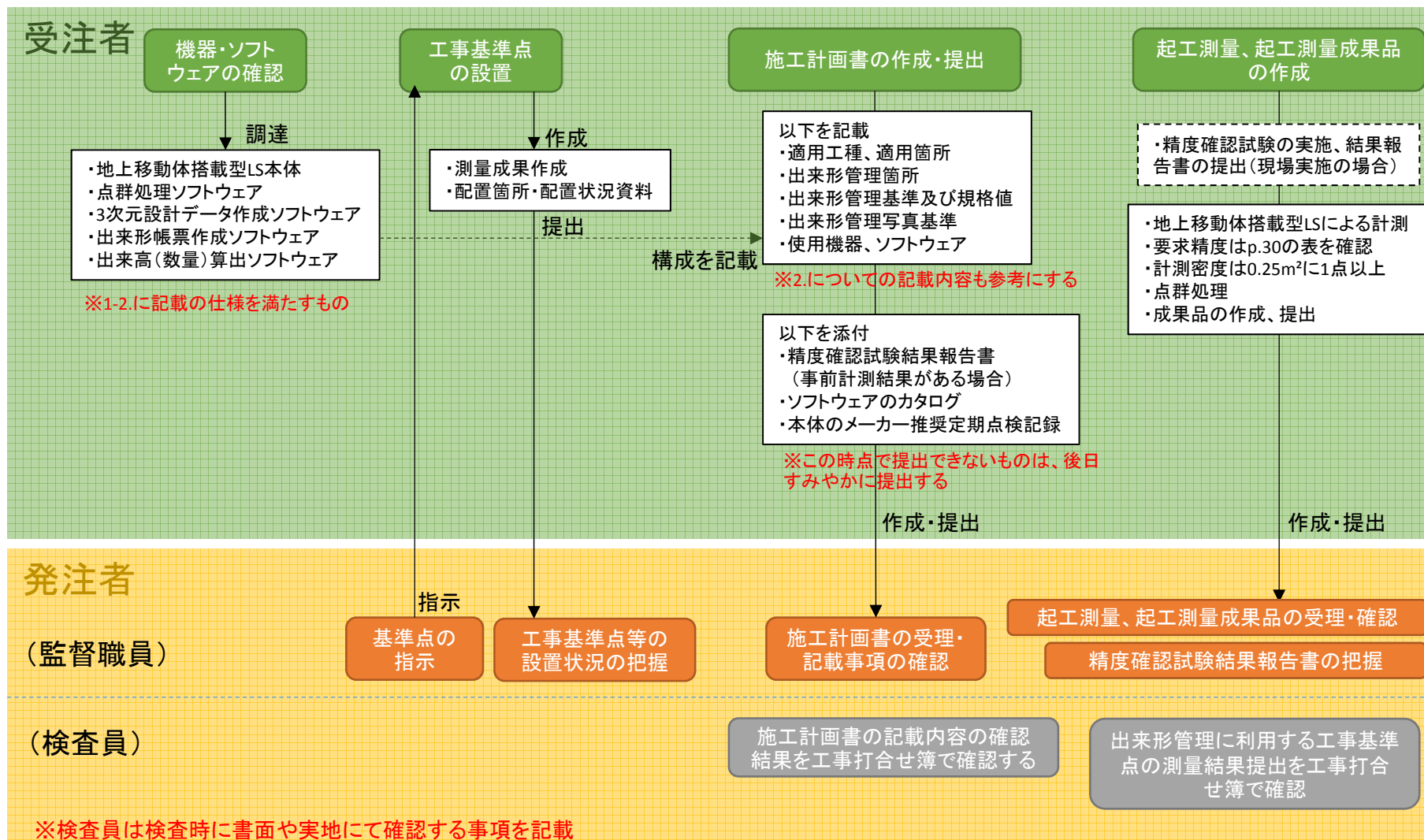
ポイント

- ▶ 計測機器(TS等)は、受注者が準備を行う。

受注者の実施・確認事項のまとめ(1/3)

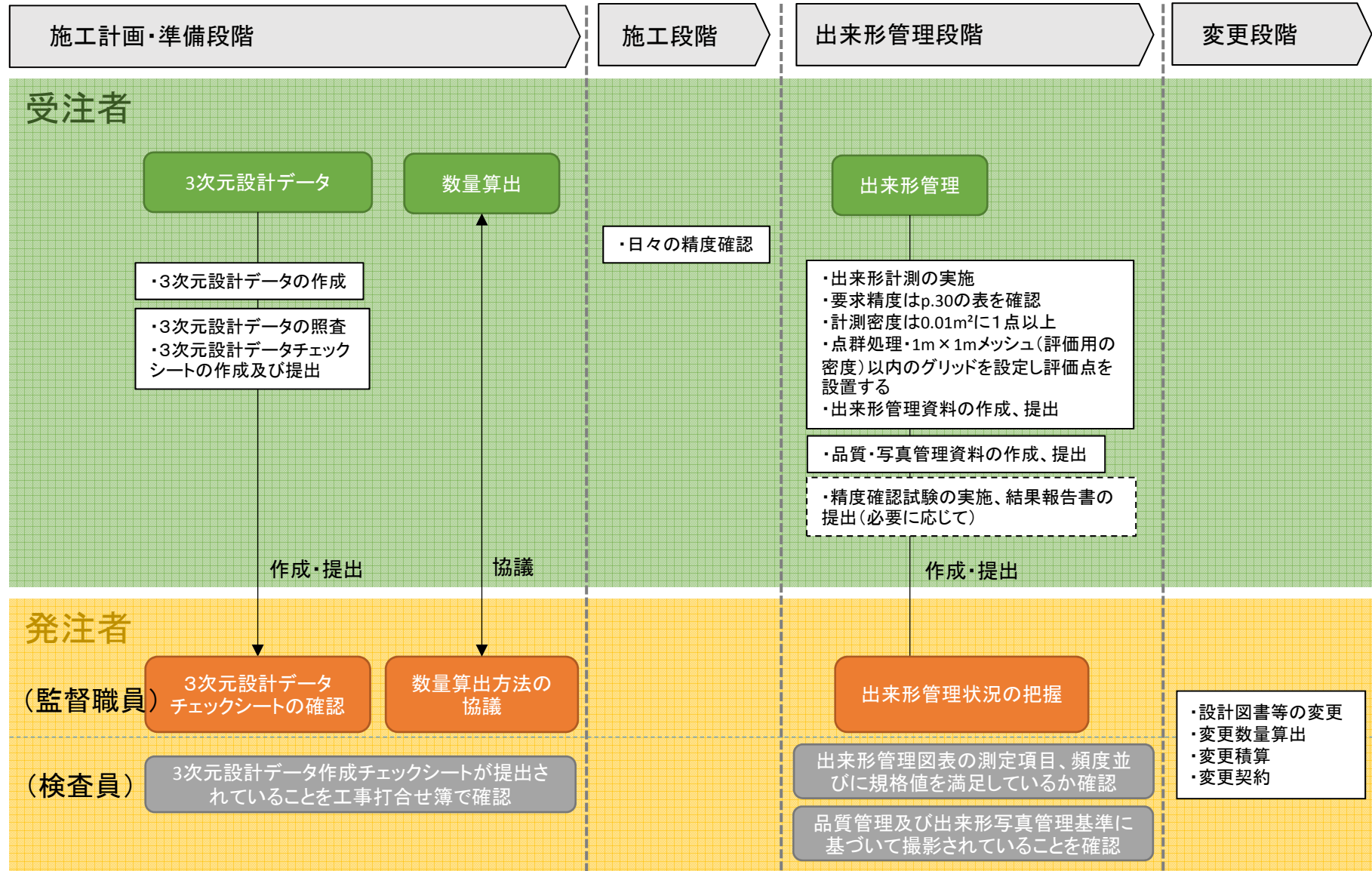
- 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理における、実施・確認事項を、流れに沿ってまとめる。

施工計画・準備段階



受注者の実施・確認事項のまとめ(2/3)

- 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理における、実施・確認事項を、流れに沿ってまとめる。



受注者の実施・確認事項のまとめ(3/3)

- 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理における、実施・確認事項を、流れに沿ってまとめる。

