

～ ICT活用工事の手引き(舗装工編)～

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)
- ②出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)
- ③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. 概要	
1-1.適用の範囲	P 1-1
1-2.適用する3次元計測技術	P 1-3
1-3.ICT活用工事の発注から工事完成までの流れ	P 1-4
1-4.ICT活用工事の流れ	P 1-5
2. 施工計画書の作成	
2-1.施工計画書の記載事項	P 2-1
2-2.使用機器・ソフトウェアの補足	P 2-2
2-3.施工計画書作成の留意点(地上型レーザースキャナーの例)	P 2-3
3. 3次元起工測量	
3-1. 3次元起工測量の留意事項(面管理)	P 3-1
3-2.測定精度の精度確認試験(地上型レーザースキャナーの例)	P 3-2
3-3.3次元起工測量計測データの作成の留意事項(面管理)	P 3-3
3-4.3次元起工測量の留意事項(断面管理)	P 3-4
3-5.3次元起工測量の留意事項(地上型レーザースキャナーの例)	P 3-6
4. 3次元設計データの作成	
4-1. 3次元設計データ作成ソフトウェア(面管理)	P 4-1
4-2. 3次元設計データ作成の流れ(面管理)	P 4-2
4-3. 3次元設計データ作成の留意事項(面管理)	P 4-3
4-4.3次元設計データの確認(面管理)	P 4-7
4-5.3次元設計データの確認イメージ(面管理)	P 4-8
4-6.3次元設計データチェックシートの留意点(面管理)	P 4-9
5. 3次元出来形管理等による施工管理	
5-1.出来形帳票作成ソフトウェア(面管理)	P 5-1
5-2.出来形計測(面管理)	P 5-2
5-3.出来形計測の留意事項(地上型レーザースキャナーの例)	P 5-3
5-4.出来形計測箇所(面管理)	P 5-6
5-5.出来形計測箇所の補足(面管理)	P 5-7
5-6.出来形計測箇所の留意事項(地上型レーザースキャナーの例)	P 5-8
5-7.出来形管理図表の作成の流れ(面管理)	P 5-9
5-8.出来形管理帳票の作成時の留意点(面管理)	P 5-10
5-9.デジタル技術を活用した立会確認(面管理/断面管理)	P 5-11
5-10.出来形管理基準及び規格値(面管理)	P 5-12
5-11.規格値(面管理)	P 5-14
5-12.数量算出	P 5-15
5-13.出来形管理写真基準(面管理)	P 5-16
6. 3次元データの納品・検査	
6-1.電子成果品の作成規定(面管理)	P 6-1
6-2.電子成果品の作成・提出時の留意点(面管理)	P 6-2
6-3.検査	P 6-3
6-4.書面検査	P 6-4
6-5.実地検査	P 6-7
6-6.工事成績評定	P 6-10

※3次元計測技術について

本資料では事例として「地上型レーザースキャナー」を掲載している。

その他の計測技術については「[ICT活用工事の手引き\(舗装工編・計測技術事例集\)](#)」を参照されたい。

1-1. 適用の範囲

- ▶ ICT舗装工(面管理)の適用工種を現行の「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」における分類で示すと、次の通りである。また、測定項目は次の通りである。

編	章	節	条 工種	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 基準高※3	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2
第6編 河川編	第1章 築堤・護岸	第11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 基準高※3	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2
	第2章 一般施工 第1章 築堤・護岸 第4章 水門	第18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 基準高※3	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2
第7編 河川海岸編	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 基準高※3	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4節 舗装工 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 基準高※3	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合越え ※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 基準高※3	幅、厚さは、厚さあるいは 標高較差に統合※2

※1 路盤工を含む。

※2 3次元計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して幅及び平坦性を管理することもできる。

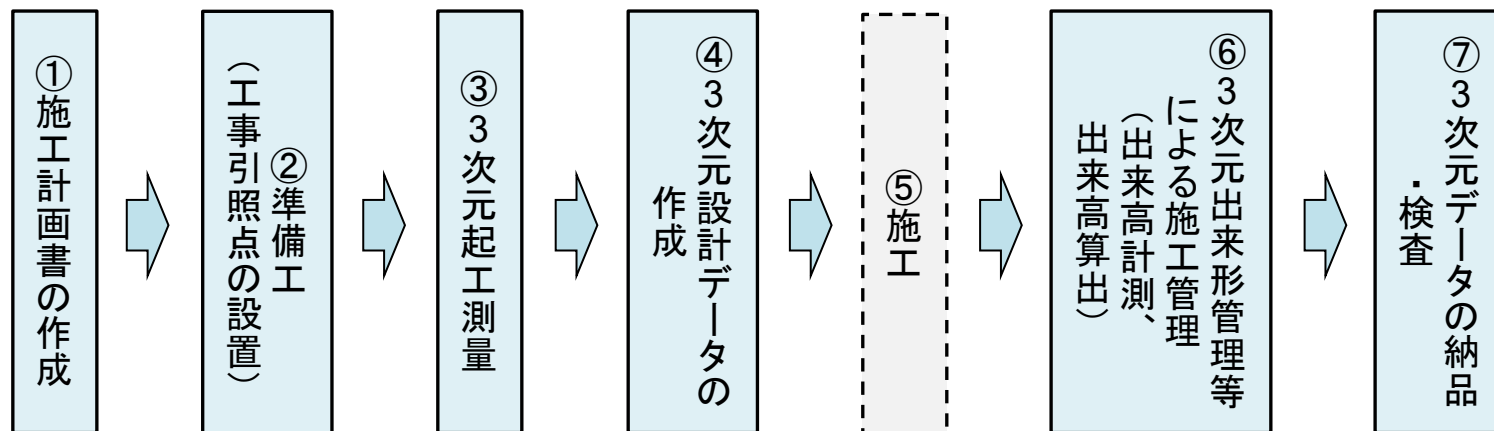
※3 出来形管理対象が下層路盤の場合で下層路盤を厚さで管理する場合は、下層路盤の基準高も管理する。

※断面管理の場合

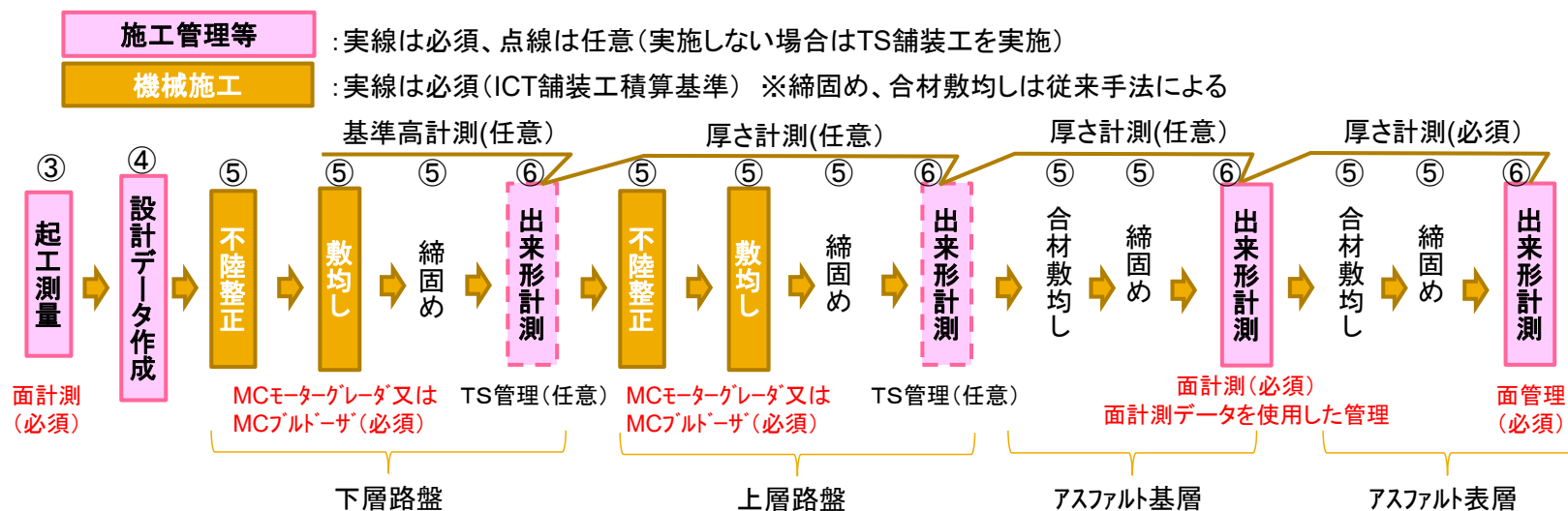
「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(以下、「管理要領(案)」とする)」の「第3編 舗装工編 第2章 適用範囲 第2節 適用の範囲(断面管理の場合)」を参照されたい。

1-1. 適用の範囲

▶ 本手引きで示す作業の範囲は、以下の実線部分である。



▶ 「③3次元起工測量」～「⑥3次元出来形管理等による施工管理」にかかる適用の詳細は以下の通りである。



※「面計測」及び「面管理」とは、「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領」に基づく計測及び管理 又は、同基準に準拠した「トータルステーション(ノンプリズム方式)」による計測及び管理
 ※「TS管理」とは、「トータルステーションを用いた出来形管理要領」に基づく管理

1-2. 適用する3次元計測技術

▶ ICT舗装工に適用する3次元計測技術は次の通りである。

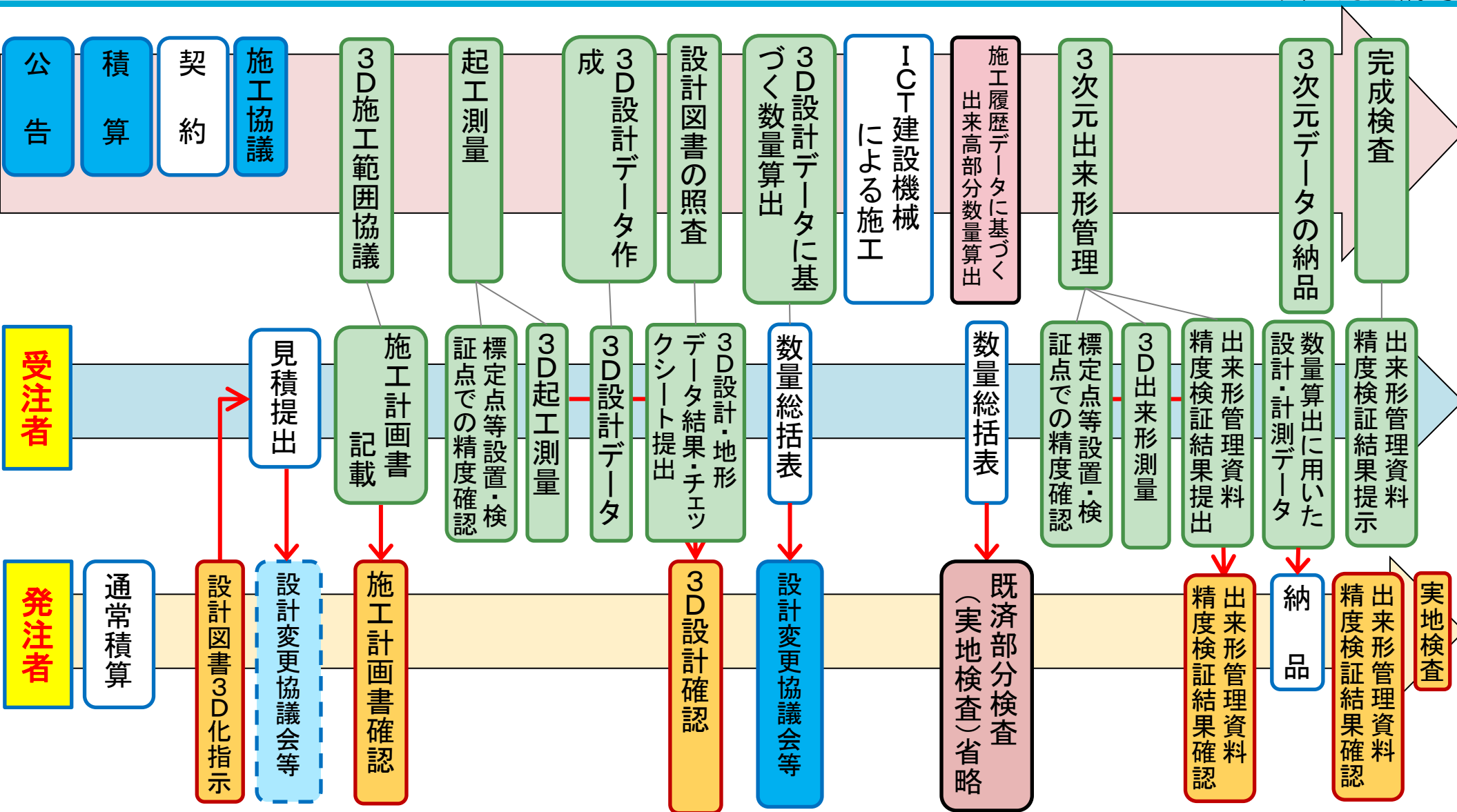
技術名	対象作業	適用		管理		管理要領 ※1	備考
		新設	修繕	面 管理	断面 管理		
地上型レーザースキャナーを用いた起工 測量／出来形管理技術(舗装工事編)	測量 出来形計測 出来形管理	○	△	○	—	①、②、⑥	
TS 等光波方式を用いた起工測量／出来 形管理技術(舗装工事編)	測量 出来形計測 出来形管理	○	△	△ ※2	○	①、③	
TS(ノンプリズム方式)を用いた起工測量 ／出来形管理技術(舗装工事編)	測量 出来形計測 出来形管理	○	△	○	—	①、④	
地上移動体搭載型レーザースキャナーを 用いた起工測量／出来形管理技術(舗装 工事編)	測量 出来形計測 出来形管理	○	△	○	—	①、⑤	

※1 管理要領

記載の番号は、表紙に記載の管理要領の番号と連動のため、表紙を参照されたい。

※2 TS等光波方式の面管理適用について

他の多点計測技術による計測では一部の範囲で必要な点群密度が確保できなくなった場合の補完計測として使用することができる。



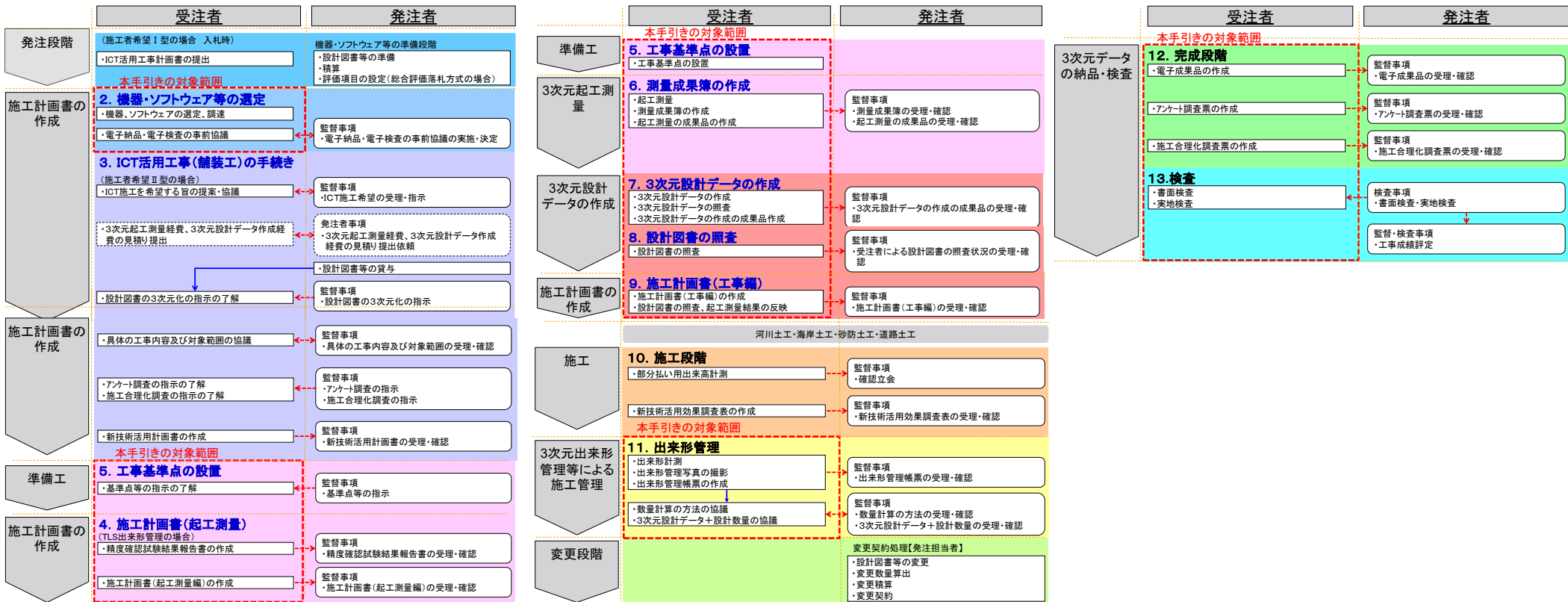
【凡例】

出来形管理要領に記載

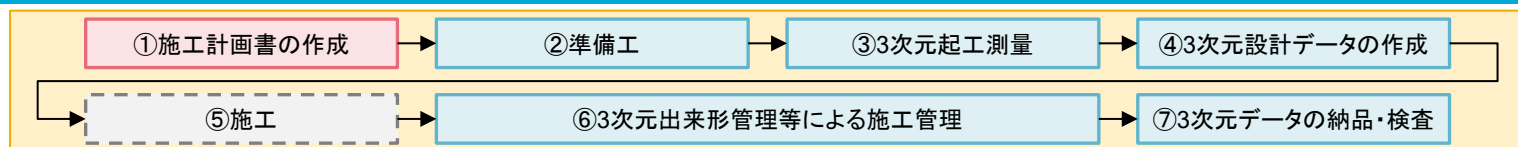
監督検査要領に記載

施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)
部分払における出来高取扱方法(案) に記載

1-4. ICT活用工事の流れ



2-1. 施工計画書の記載事項



参照先		詳細フロー
要領本編	2-1～2-2	精度確認試験結果報告書の作成
技術概要集	-	施工計画書(起工測量編)の作成

▶ 受注者は、**施工計画書及び添付資料に次の事項を記載**しなければならない。

① 適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。適用工種は「1-1 適用の範囲」を参照されたい。

② 適用区域

「管理要領(案)」による、**3次元計測を行う範囲を明記**する。

また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、管理要領(案)による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」による**出来形管理範囲を塗り分ける**。

③ 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

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。

また、3次元計測技術を用いた出来形管理を行う範囲については、管理要領(案)に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

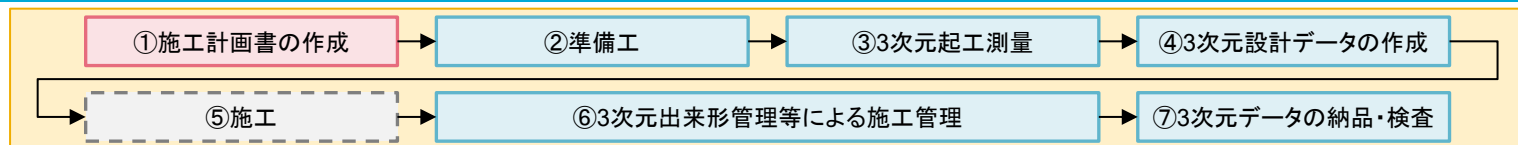
④ 使用機器・ソフトウェア

使用する機器構成(計測機器名称、計測機器メーカー、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。

⑤ 使用する3次元計測技術による計測に関わる事項

受注者は、上記①～④の記載事項のほか、3次元計測技術により施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。

2-2. 使用機器・ソフトウェアの補足



	参照先	詳細フロー
要領本編	2-1～2-2	機器構成、仕様の確認
技術概要集TLS	6	機器・ソフトウェアの選定・調達 電子納品・電子検査の事前協議

▶ 使用機器・ソフトウェアの記載に当たっては、以下の点に留意する。

① 使用機器

出来形管理で利用する機器について、施工計画書に記載する。

② 3次元計測技術本体

出来形管理に利用する3次元計測技術本体が、**必要な計測性能を有し、適正な精度管理が行われていること**を確認できる書類等を添付資料として提出する。なお、施工計画書提出時に添付できない場合もあるため、その場合、添付資料の提出は後日でよい。

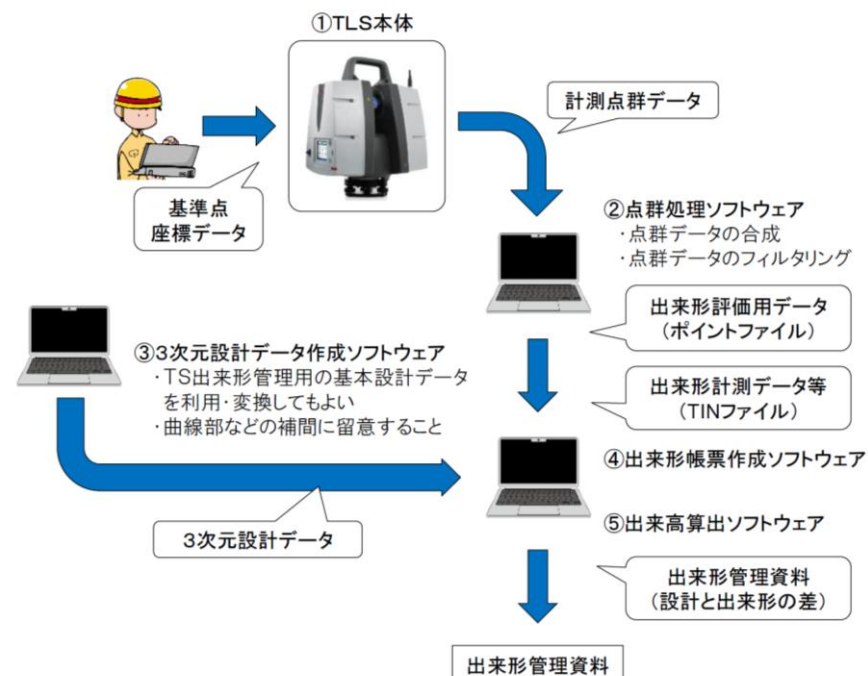
3次元計測技術の計測性能と精度管理方法については、管理要領(案)の「別紙2 計測性能及び精度管理」を参照のこと。

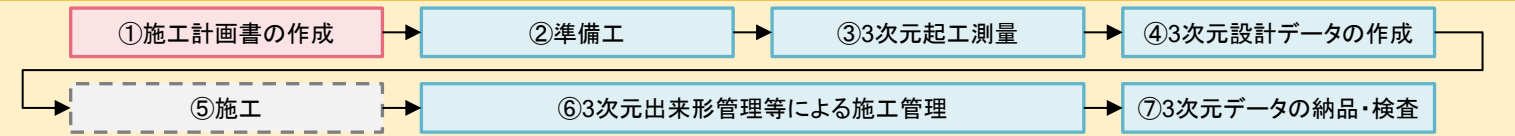
③ ソフトウェア

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。

地上型レーザースキャナー(TLS)を用いた出来形管理の機器構成例

- ① TLS本体
- ② ソフトウェア
 - ・3次元設計データ作成ソフトウェア
 - ・点群処理ソフトウェア
 - ・出来形帳票作成ソフトウェア
 - ・出来高算出ソフトウェア





	参照先	詳細フロー
要領本編	2-1～2-2	精度確認試験結果報告書の作成
技術概要集TLS	6～7,9,21～25	施工計画書(起工測量編)の作成

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ヶ月以内に事前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

事前精度確認試験が必要

事前精度確認試験結果報告書(例)

(様式)

事前精度確認試験結果報告書

取得したデータの信頼度を担保します

〇〇年〇〇月〇〇日

工事名: _____
受注者名: _____
作成者: _____ 印

(1) 試験概要

測定日	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)〇〇〇 社内ヤードにて
精度確認の対象機器	メーカー: 〇〇ABC社 測定装置名称: TLS420 測定装置の製造番号: R00891
検証機器(真値を計測する測定機器)	TLS 機種名: 〇〇〇 (級別: 〇級)
精度確認方法	・ TLSとTLSとの平面座標の較差 ・ レベルとTLSとの標高較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

対象工種: 表層 計測距離: 30m

■鉛直方向

	計測方法※	高さ計測結果
①レベルによる検査面の確認	検査面の中心 or 検査面の四隅	8.080m
②TLSによる確認	—	8.081m
差(②-①)		1mm
基準値	±4mm以内	
合否	合格	

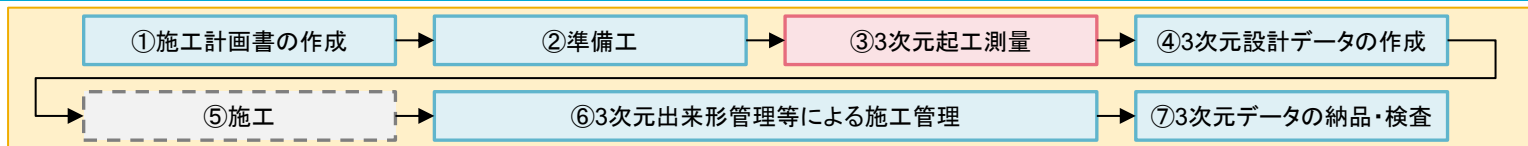
■平面方向

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	

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の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。

3-1. 3次元起工測量の留意事項(面管理)

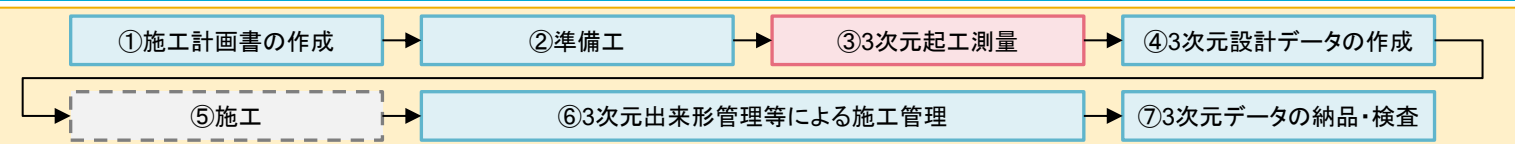


参照先		詳細フロー
要領本編 別紙1	3-1 1-1	起工測量、測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成
技術概要 集	-	(事前測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成

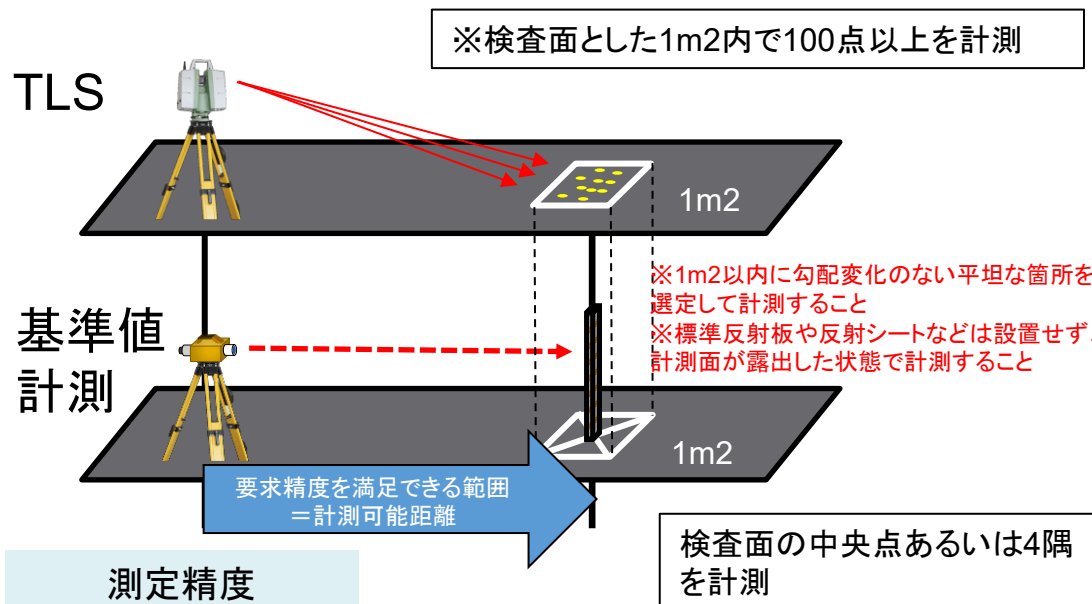
- ▶ 受注者は、現場形状を把握するため3次元計測技術(多点計測技術)を用いて起工測量を実施することができる。なお、実施する場合は、起工測量時の測定精度を満たす3次元計測技術を使用すること。
- ▶ 3次元起工測量(面管理)の実施に当たり、以下の点に留意すること。

① 起工測量時の測定精度及び計測密度

管理要領(案)の「別紙2 計測性能及び精度管理」に定める[各技術における「測定精度及び計測密度」を満たす](#)こと。



	参照先	詳細フロー
要領別紙 2	2-1~2-7	起工測量、測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成
技術概要 集TLS	7,10~11,21~25	(事前測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成



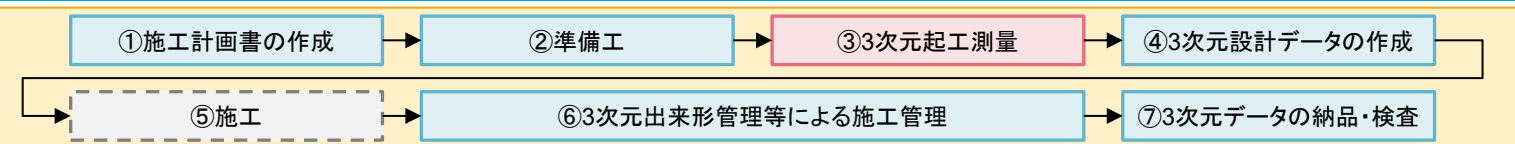
TLSの事前精度確認試験実施手順書(案)【抜粋】

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カ所以上の既知点から座標計測精度を確認

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
【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

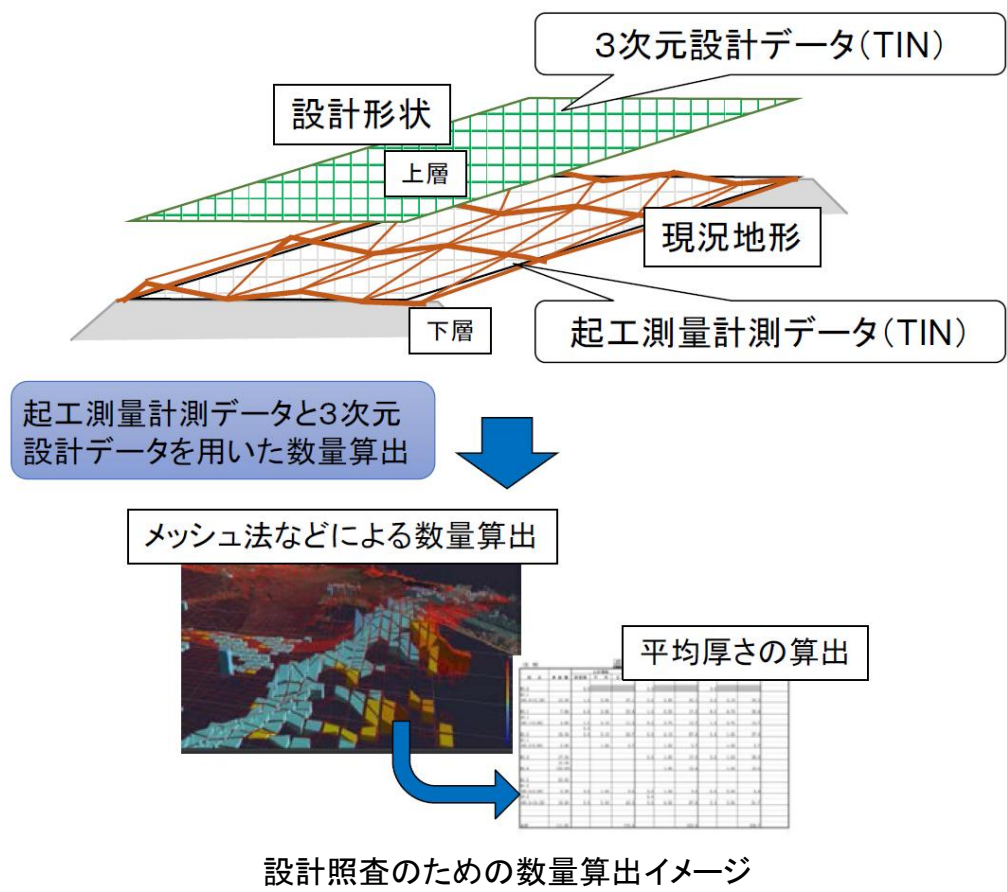
比較方法	TLS精度確認基準		備考	地上移動体搭載型LS	
●鉛直方向 「TLS計測結果 ーレベル計測結 果」の平均値又 は最頻値高さ	●アスファルト舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±10mm以内 上層路盤表面 ±10mm以内 基層・中間層表面 ±4mm以内 表層表面 ±4mm以内	●コンクリート舗装 路床表面 ±20mm以内 下層路盤表面 ±10mm以内 粒度調整路盤表面 ±10mm以内 セメント(石灰・瀝青)安定処理表面 ±10mm以内 アスファルト中間層表面 ±4mm以内 コンクリート舗装版表面 ±4mm以内	検査面は出来形計測 で利用する最大計測 距離以上の位置に配 置する。	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	
●平面方向 「TLS計測結果 ー従来手法によ る計測結果」	●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	検査点は出来形計測 で利用する最大計測 距離以上の位置に配 置する。 検査点間は10m以上 の離隔を確保する。	±10mm以内(L= $\sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$)	



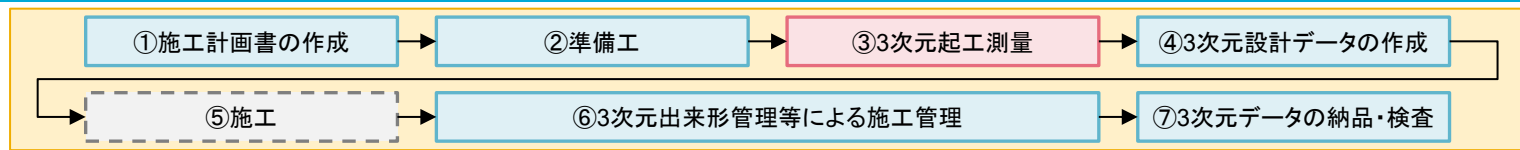
参照先		詳細フロー
要領本編別紙1	3-1 1-1~1-2	起工測量、測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成
技術概要集	-	(事前測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成

- ▶ 受注者は、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を作成する。
- ▶ 3次元起工測量計測データの作成に当たり、以下の点に留意すること。

- ① **作成方法**
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。
- ② **点群座標が取得できなかった場合**
平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所などにおける点群座標や単点計測等の結果を用いて、TINで補間してもよいものとする。
このとき、TINの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の3次元座標値を使用することとする。



3-4. 3次元起工測量の留意事項(断面管理)



参照先		詳細フロー
要領本編別紙1	3-8 2-1	起工測量、測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成
技術概要集	-	(事前測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成

- ▶ 受注者は、施工前の地盤の地形測量において3次元計測技術(単点計測技術)を使用することができる。
- ▶ また、工事測量時に実施する下記の作業にも、TS等光波方式を使用することができる。

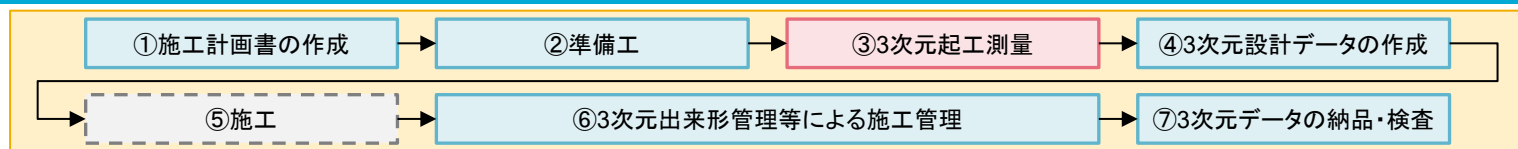
① 新設舗装工事における出来形計測の場合

- ・工事に使用する補助基準点の設置
- ・工事に使用するベンチマークの設置
- ・道路中心杭、幅杭の設置・再現及び引照点の設置

② 道路付属物(縁石・排水構造物)における出来形計測の場合

- ・工事に使用する補助基準点の設置工事に使用する補助基準点の設置
- ・工事に使用するベンチマークの設置
- ・道路中心杭、幅杭の設置・再現及び引照点の設置

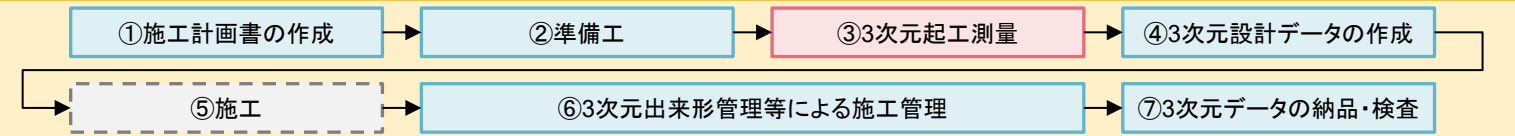
3-4. 3次元起工測量の留意事項(断面管理)



参照先		詳細フロー
要領本編別紙1	3-8 2-1	起工測量、測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成
技術概要集	-	(事前測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成

▶ 3次元起工測量(断面管理)の実施に当たり、以下の点に留意すること。

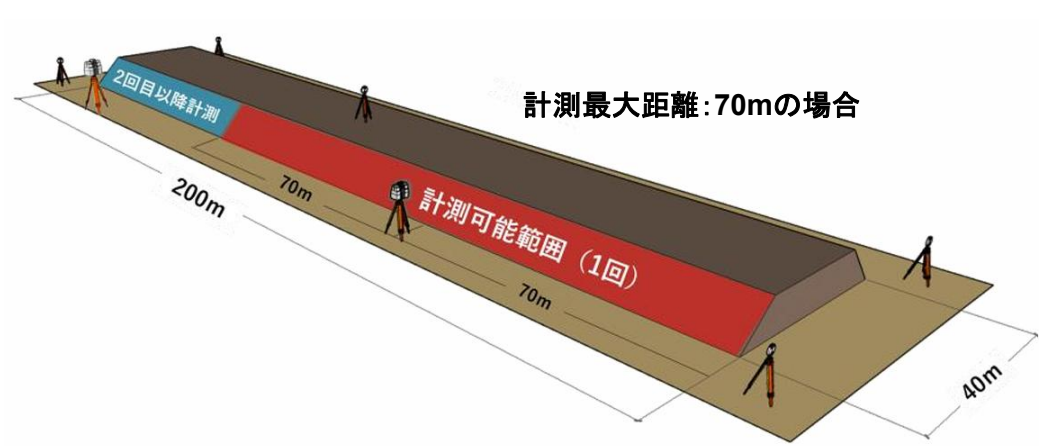
- ① **測定精度**
起工測量時の測定精度を満たす機器を使用すること。
- ② **器械設置**
TS等光波方式、TS(ノンプリズム方式)の器械設置時には、プリズムを用いて計測する。
なお、作業性を考慮して、工事引照点上及び後方交会法にてTS等光波方式の器械設置を行うことができる。
- ③ **器械と工事引照点の距離**
測定精度確保の観点から100m以内(1級2級TSを使用する場合は150m以内)とし、後方交会法においては、2点の工事引照点の挟角は30° ~150° 以内とする。



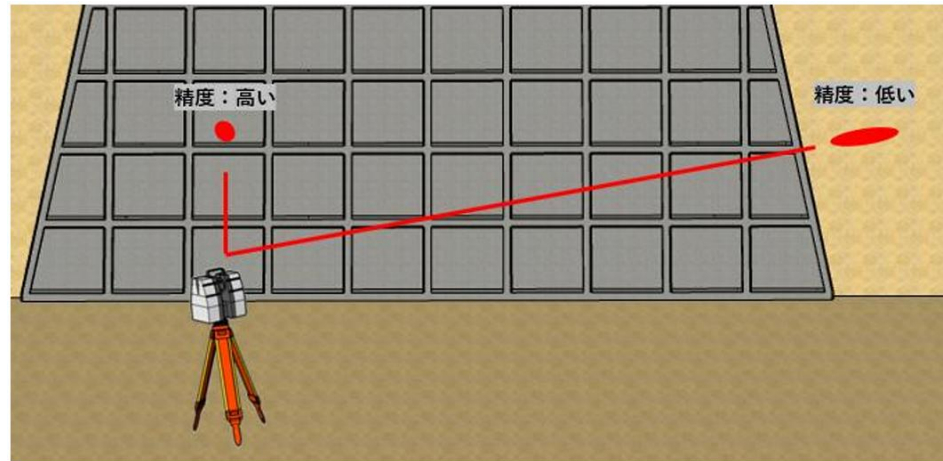
	参照先	詳細フロー
要領本編	-	起工測量、測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成
技術概要集TLS	14～15, 17	(事前測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成

TLS設置時の留意点

- TLS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する。
- 1回の計測で精度確認試験で確認した最大距離以上となる範囲がある場合や、多方向・多方面からの計測が必要となる場合は、設置箇所を複数回に分ける。
- 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であること。



設置箇所を複数回に分けて計測

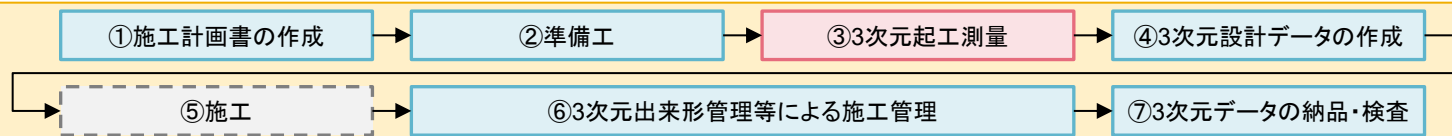


対称面へのレーザーの入射角が浅い(鋭角)と精度低下を起こしやすい

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する。
- ・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する。

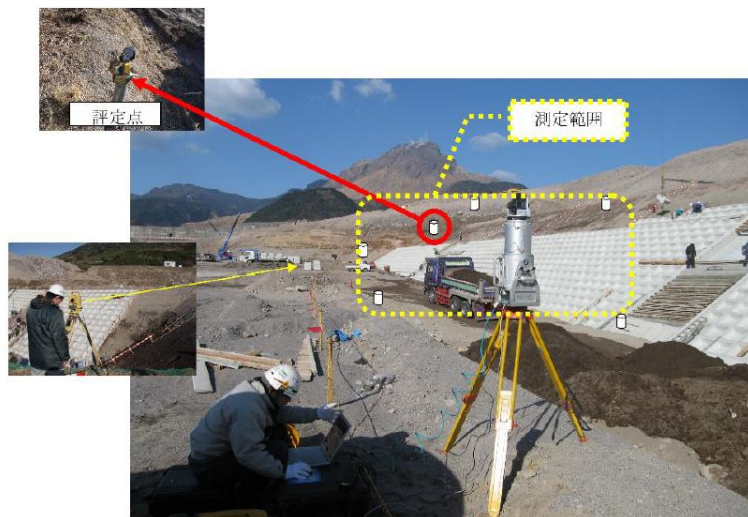
3-5. 3次元起工測量の留意事項(地上型レーザースキャナーの例)



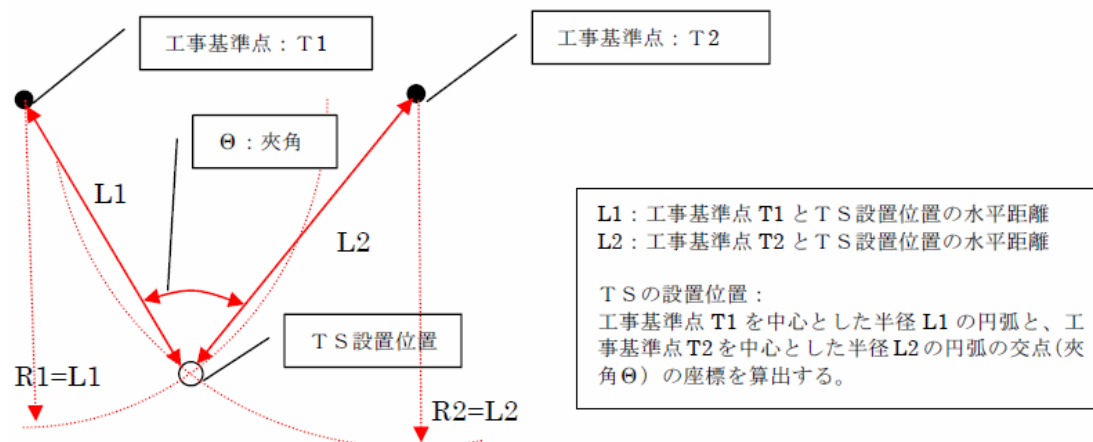
	参照先	詳細フロー
要領本編	-	起工測量、測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成
技術概要集TLS	16~17	(事前測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成

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箇所以上配置する。
- 標定点の計測はTSを用いて実施し、TSから基準点及び評定点までの距離が100m以下(3級TSの場合)あるいは150m以下(2級TSの場合)とする。
- 現場計測において検証点が必要な工種は、検証点の配置箇所・個数などを計画する。
- 以下の場合は標定点を設置せず計測ができる。
 - 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(ターゲットは工事引照点あるいは基準点上に設置すること)
 - GNSS-TLSを用いる場合



LSと標定点の配置(例)

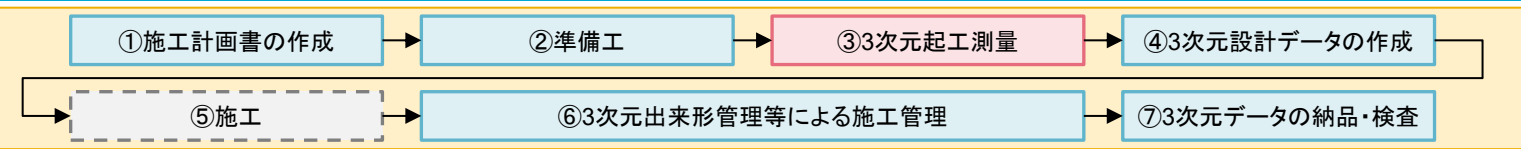


TSを使った後方交会法による位置決めの例

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。標定点は工事引照点からTSを用いて計測を行う。

3-5. 3次元起工測量の留意事項(地上型レーザースキャナーの例)



	参照先	詳細フロー
要領本編	-	起工測量、測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成
技術概要集TLS	18	(事前測量の場合) 精度確認試験結果報告書の作成

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する。
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する。

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する。
以下の条件では適正な計測が行えないので、十分に注意する。

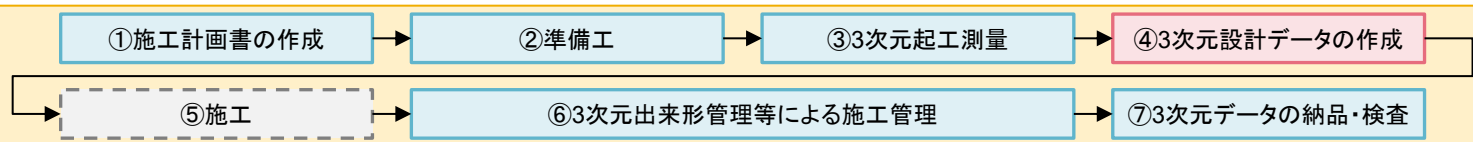
- 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象
- 計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
- 強風などで土埃などが大量に舞っている場合
- 草や木などで地面が覆われている場所

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、安全性に十分考慮する。

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う。

4-1. 3次元設計データ作成ソフトウェア(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領本編別紙1	3-3 1-3~1-4	3次元設計データの作成または修正 ↓ 3次元設計データの照査 ↓ 3次元設計データの作成の成果品作成
技術概要集	-	

- ▶ **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**。
- ▶ ここでいう**3次元設計データ**は、中心線形データ、横断形状データ、及び構造物を形成する表面形状の3次元座標の変化点で構成される「**TINデータ**」で表現される。

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」「平面線形の読込(入力)」「縦断線形の読込(入力)」「横断形状の読込(入力)」「現況地形データの読込(入力)」「TINの変化点の読込(入力)」を実施する機能。

② 3次元設計データ等の確認機能

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

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(TIN(不等三角網)データ)を作成する機能。

④ 3次元設計データの作成機能

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。

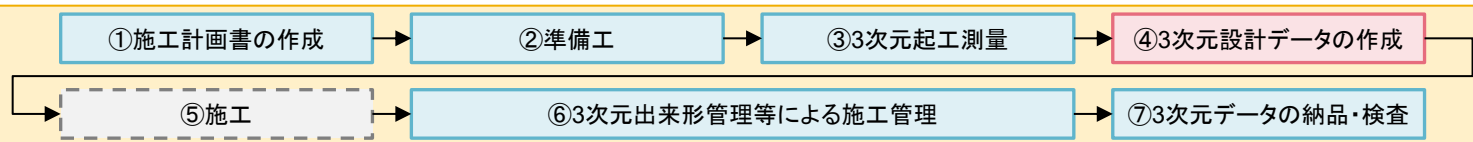
⑤ 座標系の変換機能

3次元設計データを、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

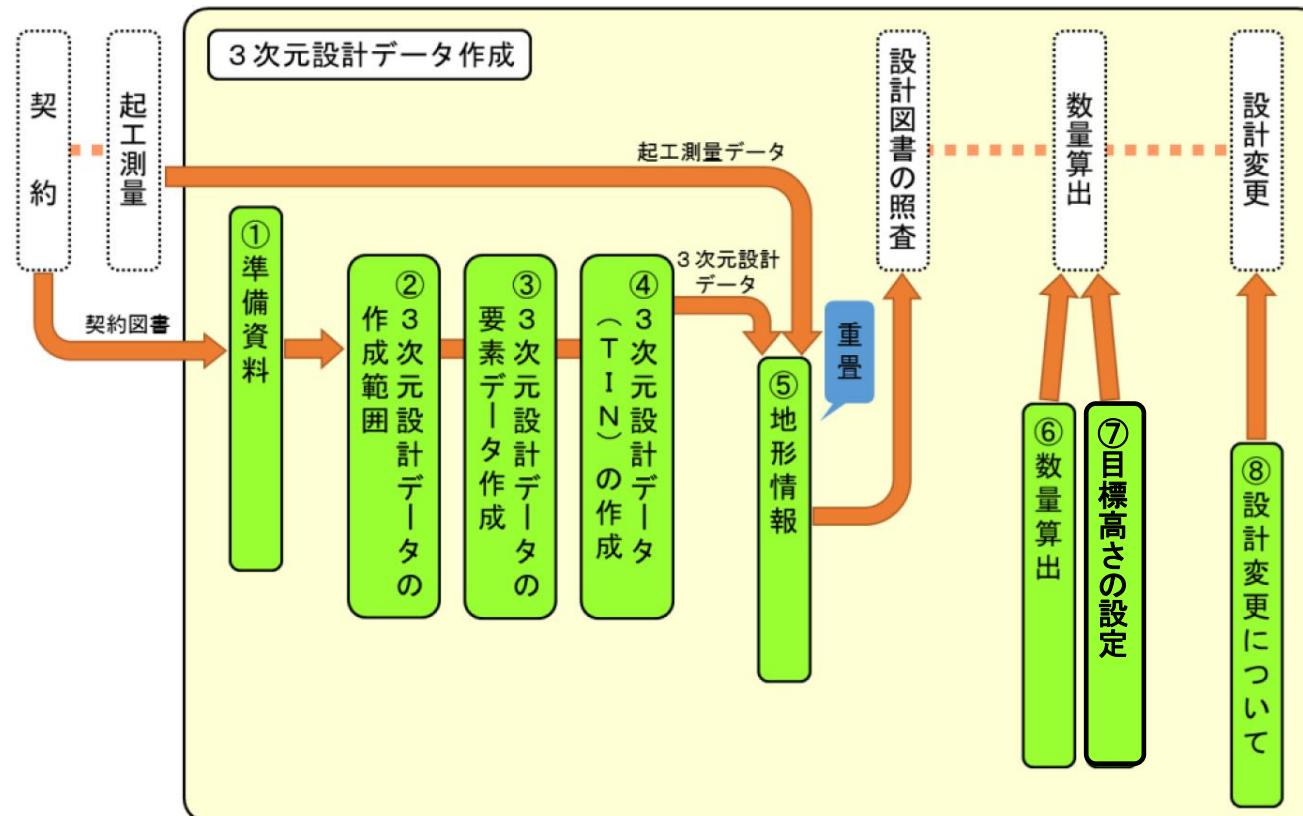
③～⑤で作成・変換した3次元設計データをLandXML形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

4-2. 3次元設計データ作成の流れ(面管理)



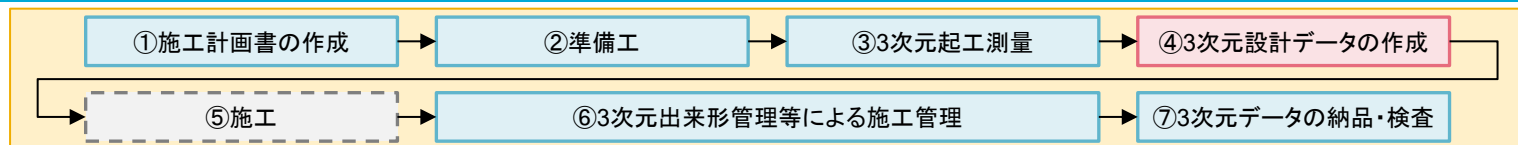
	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-5~1-7	3次元設計データの作成または修正
技術概要 集	-	3次元設計データの照査
		3次元設計データの作成の成果品作成

- ▶ 受注者は、監督職員から貸与された設計図書(平面図、縦断図、横断図等)や線形計算書等を基に、出来形管理で利用する工事引照点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形評価用データとの比較が可能な3次元設計データの作成を行う。
- ▶ 3次元設計データ作成の流れは以下の通り。



※設計データの違い
面管理: 3次元設計データ
断面管理: 基本設計データ

4-3. 3次元設計データ作成の留意事項(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-5～1-7	3次元設計データの作成または修正
技術概要 集	-	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次元設計データ作成時の留意事項**は以下の通り。

① 準備資料

設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。

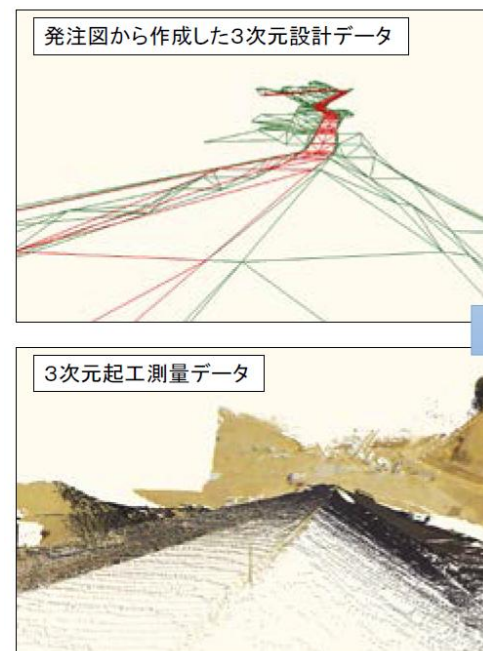
準備資料の記載内容に3次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。

また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

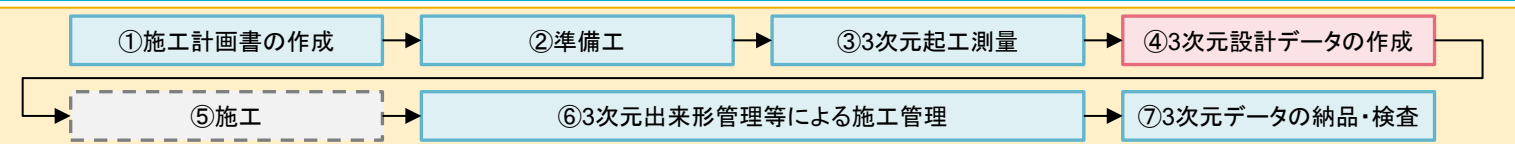
② 3次元設計データの作成範囲

ICT施工の対象範囲とする。例えば、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。

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。



起工測量結果と3次元設計データ

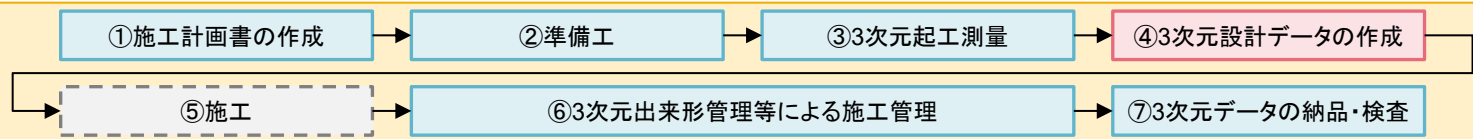


	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-5～1-7	3次元設計データの作成または修正
技術概要 集	-	3次元設計データの照査
		3次元設計データの作成の成果品作成

▶ 3次元設計データ作成時の留意事項の続き。

- ③ 3次元設計データの要素データ作成
3次元設計データの作成は、設計図書(平面図、縦断図、横断図)と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素(要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメーター・縦断曲線長、横断形状等)を読み取って、作成する。
出来形横断面形状の作成は、3次元計測技術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、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。
- ④ 3次元設計データ(TIN)の作成
入力した要素データを基に面的な3次元設計データ(TIN)を作成する。
TINは三角形の平面の集合体であるため、曲線部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。

4-3. 3次元設計データ作成の留意事項(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-5～1-7	3次元設計データの作成または修正
技術概要 集	-	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

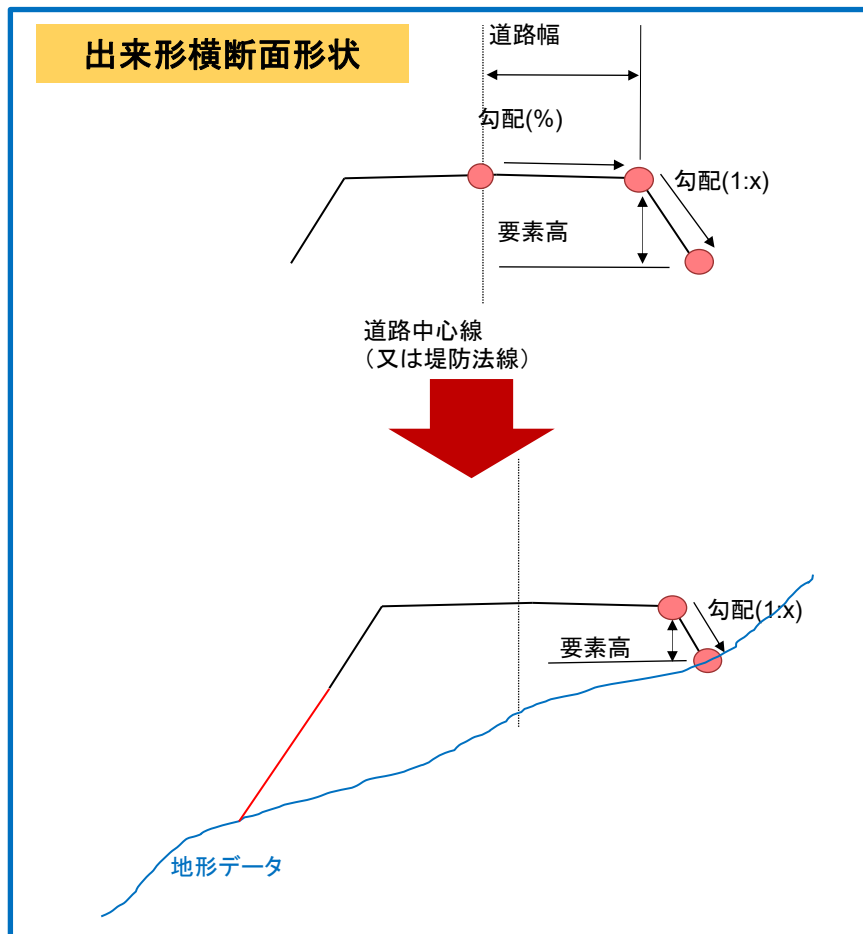
3次元設計データ作成時の留意事項の続き。

⑤ 地形情報

3次元計測技術等による起工測量結果を3次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した3次元設計データと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。

⑥ 数量算出

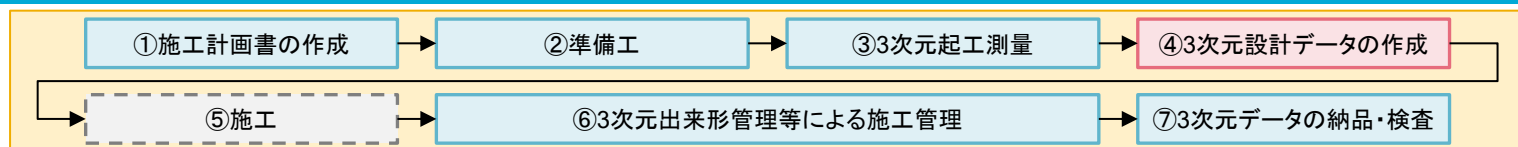
作成した3次元設計データは、契約図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。3次元CADソフトウェア等を用いた数量算出を行い、3次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。



- ▶ 3次元起工測量で取得した地形データを取込む。
- ▶ 横断面図を参照し、地表面の位置似合わせて横断面形状(幅、基準高、法長)を調整する。

地形情報の取り込みイメージ

4-3. 3次元設計データ作成の留意事項(面管理)



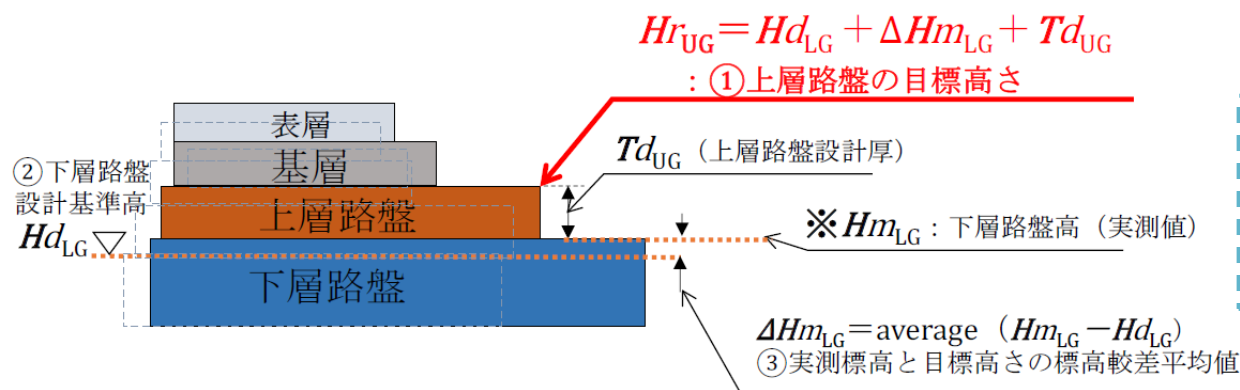
	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-5～1-7	3次元設計データの作成または修正 ↓
技術概要 集	-	3次元設計データの照査 ↓
		3次元設計データの作成の成果品作成

▶ 3次元設計データ作成時の留意事項の続き。

⑦ 目標高さの設定について

標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図を元に作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した3次元設計面に対する高さ(設計図を元に計算される高さ)からのオフセットにより目標高さを設定する。このとき、オフセット高さについては、監督職員に協議を行い設定すること。

目標高さ(下図①)は、直下層の目標高さ(下図②)に直下層の出来形を踏まえて、設計厚さ以上の高さ(下図③)を加えて定めた計測対象面の高さ。



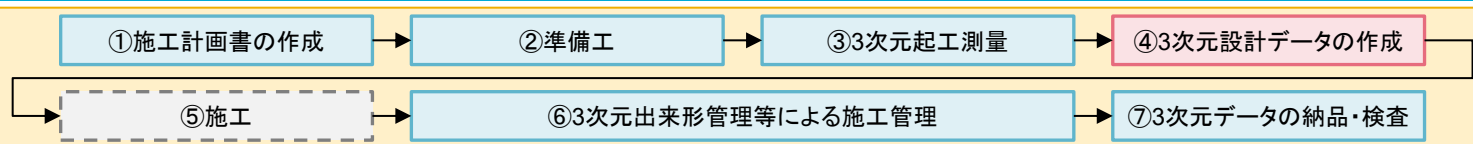
※オフセット高さとは
設計図書を元に作成した3次元形状に対して、出来形管理基準及び規格値の範囲内での施工誤差を考慮した場合の各層における施工前に作成した3次元設計面に対する高さとの差

H : 高さ
 d : 設計値
 L_G : 下層路盤
 T : 厚さ
 m : 実測値
 U_G : 上層路盤
 r : 目標高さ

⑧ 設計変更について

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。

4-4. 3次元設計データの確認(面管理)

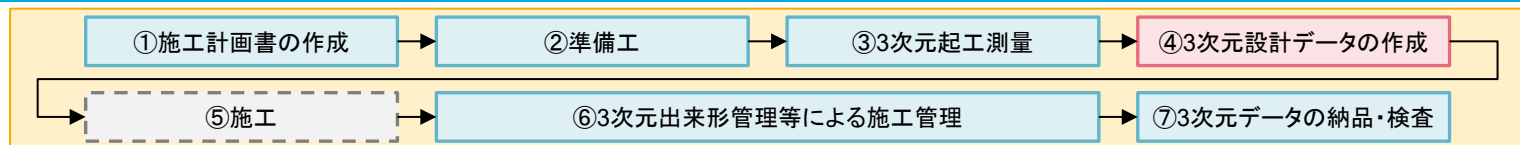


詳細フロー		
参照先	3-3 1-8	3次元設計データの作成または修正
要領本編別紙1		3次元設計データの照査
技術概要集	-	3次元設計データの作成の成果品作成

▶ 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。

- ① **工事引照点**
工事引照点は、名称、座標を事前に監督職員に提出している工事引照点の測量結果と対比し、確認する。
- ② **平面線形**
平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点(線形主要点)の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。
- ③ **縦断線形**
縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。
- ④ **出来形横断面形状**
出来形横断面形状は、出来形形状の幅(小段幅も含む)、基準高、法長を対比し、確認する。
本管理手法を用いた出来形管理の適用範囲の全ての横断図について確認すること。
- ⑤ **3次元設計データ**
3次元計測技術を用いた出来形管理の該当区間の3次元設計データの入力要素(工事引照点、中心線形データや横断形状データ)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。

4-5. 3次元設計データの確認イメージ(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領本編	-	3次元設計データの作成または修正
参考資料	データシート1	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

紙図面・2次元CADデータ上で
記載内容を目視確認

基本設計データ作成ソフト
ウェア上で入力データを
目視確認

データの整合性を確認

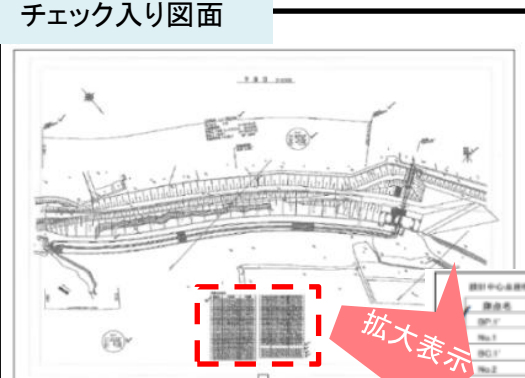
比較



チェック入り図面

拡大表示

チェック部分



測点番号	X座標	Y座標
SP-1	-104703.1776	21191.4888
No.1	-104703.1540	21178.8180
No.2	-104703.0903	21178.8881
No.3	-104703.0213	21188.2688
SP-2	-104702.7100	21144.4338
No.4	-104708.7140	21143.4878
No.5	-104717.2162	21127.1782
SP-3	-104713.0880	21114.1888
No.6	-104708.2903	21108.2988
No.7	-104699.4036	21091.2984
SP-4	-104698.0875	21083.0183
No.8	-104693.8140	21071.3088
No.9	-104691.2047	21065.7980
No.10	-104671.0202	21034.5031
SP-5	-104669.0376	21030.0187
No.11	-104669.0897	21021.8758
No.12	-104669.2280	21005.7333
SP-6	-104635.7884	21000.0884
No.13	-104628.1675	21002.3382
SP-7	-104627.4823	21014.0025
No.14	-104615.2887	21004.5884

チェックシート

参考資料-1 3次元設計データチェックシート [Type-A]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

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

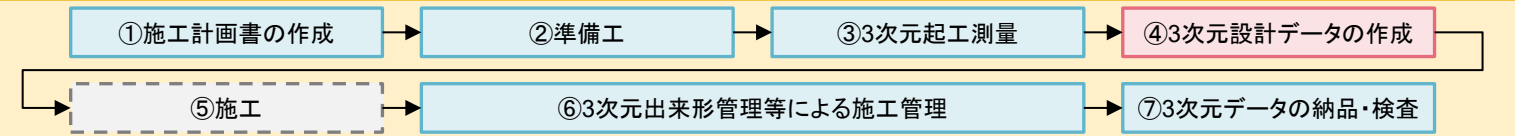
項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事引照点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ ・工事引照点の名称は正しいか？ ・座標は正しいか？	
2) 平面線形	全延長	・起終点の座標は正しいか？ ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ ・各測点の座標は正しいか？	
3) 縦断線形	全延長	・線形起終点の測点、標高は正しいか？ ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ ・曲線要素は正しいか？	
4) 出来形横断面形状	全延長	・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ ・基準高、幅、法長は正しいか？	
5) 3次元設計データ	全延長	・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 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“”と記すこと。

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する。

4-6. 3次元設計データチェックシートの留意点(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領本編	-	3次元設計データの作成または修正
参考資料	データシート1	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

受注者が各項目を確認し、
チェック結果に「○」を付します

工事引照点は、事前に監督職員に提出している工事引照点の測量結果と対比し、確認します。

平面図及び線形計算書と対比し、確認します。

縦断面図と対比し、確認します。

・ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入します。
・3次元設計データから横断面図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認します。

・3次元設計データの入力要素と3次元設計データ(TIN)を重畳し、同一性が確認可能な3次元表示した図を提出します。

参考資料-1 3次元設計データチェックシート [Type-A]

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名: _____
受 注 者 名: _____
作 成 者: _____ 印

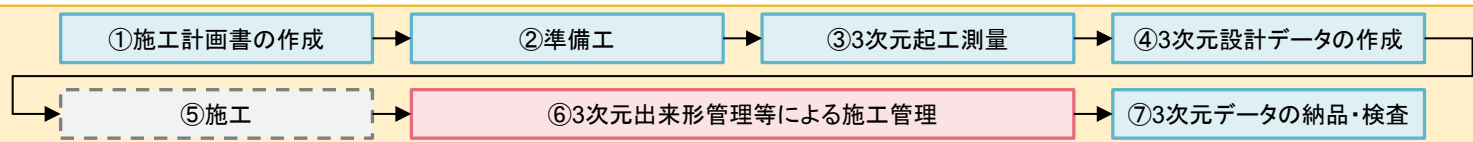
3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック 結果
1) 基準点及び 工事引照点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか?	○
		・工事引照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) 縦断面線形	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 該当項目のデータ入力がない場合は、チェック結果欄に「-」と記すこと。

発注者は「○」が付記されていることを確認します

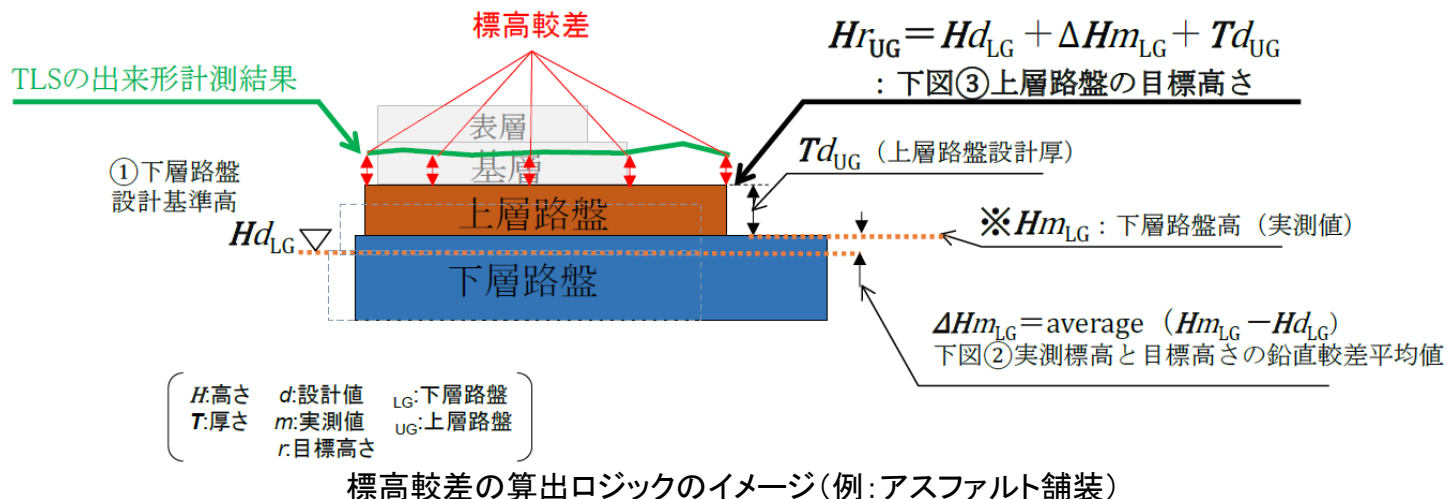
5-1. 出来形帳票作成ソフトウェア(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-22~1-23	出来形計測
技術概要 集	-	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

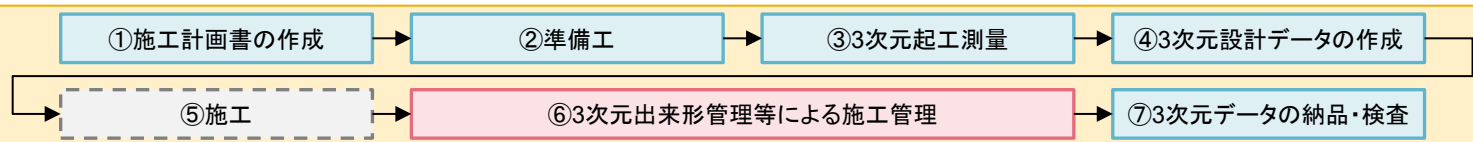
- 出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。
- 出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力手順は次の通り。

- 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。
- 各層ごとに厚さあるいは標高較差(標高較差は、直下層の目標高さ(下図①)+直下層の標高較差平均値(下図②)+設計厚さから求まる高さ(下図③)との差)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(規格値を外れたデータ個数)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。



- 平坦性は、従来の3mプロフィルメーター等から計測する手法のほか、計測点群データより算出することが出来る。

5-2. 出来形計測(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-9	出来形計測 ↓
技術概要 集	-	出来形管理写真の撮影 ↓
		出来形管理帳票の作成 ↓
		数量計算の方法の協議

- ▶ 施工後の出来形形状を把握するために面的な出来形計測が可能な3次元計測技術を用いて実施する。

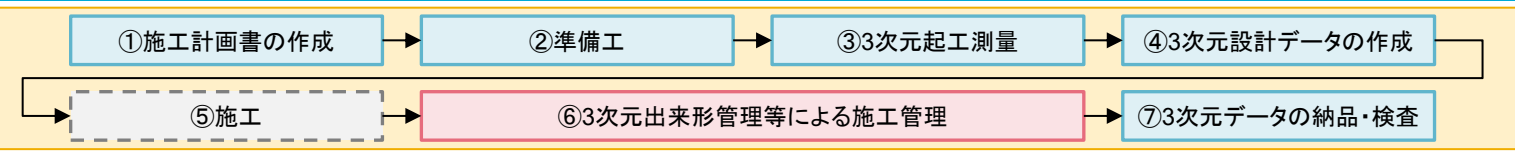
① 出来形計測の実施

出来形計測時の測定精度及び計測密度については、管理要領(案)の「別紙2 計測性能及び精度管理」に定める各技術における「測定精度及び計測密度」を参照されたい。
ただし、JSIMA115に基づく試験成績表により使用範囲における座標測定精度が±14mm以内であることを確認できる場合はこのかぎりでない。

② 出来形評価用データ等の作成

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、さらに、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データ作成する。
また、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にTINを配置し、出来形計測データを作成する。

5-3. 出来形計測の留意事項(地上型レーザースキャナーの例)

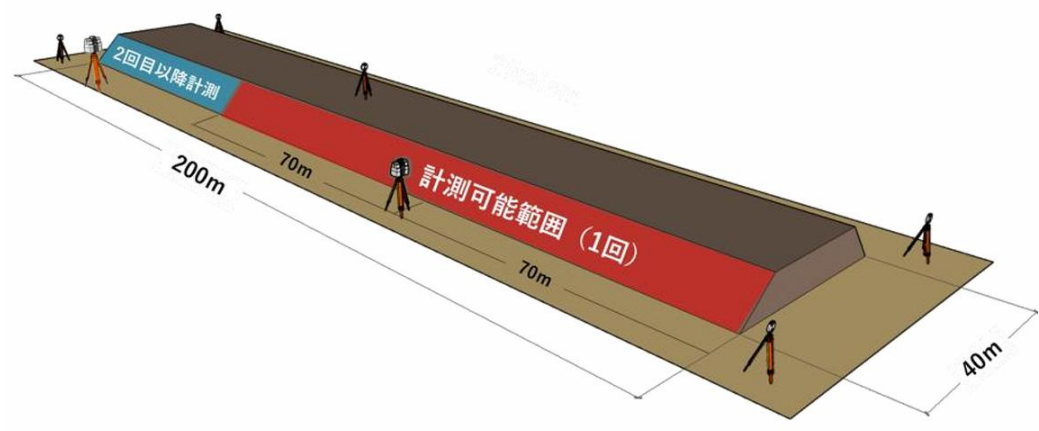


	参照先	詳細フロー
要領本編	-	出来形計測
技術概要集TLS	14~15, 17	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

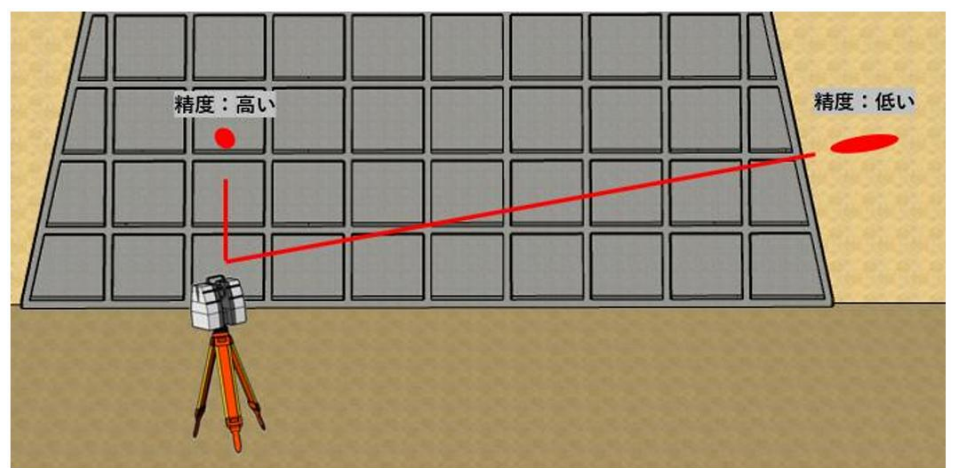
TLS設置時の留意点

※「4-5. 3次元起工測量の留意事項」と内容と同じ

- TLS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する。
- 1回の計測で精度確認試験で確認した最大距離以上となる範囲がある場合や、多方向・多方面からの計測が必要となる場合は、設置箇所を複数回に分ける。
- 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であること。



設置箇所を複数回に分けて計測

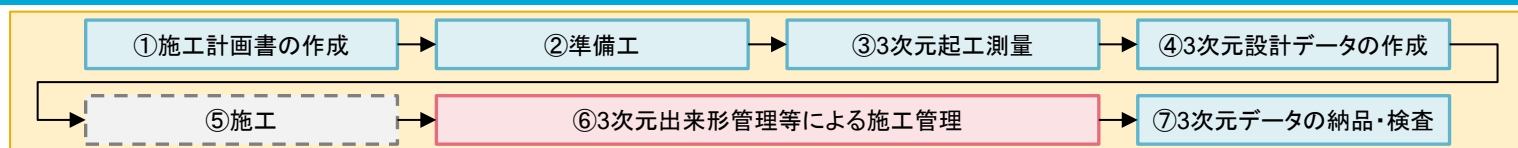


対称面へのレーザーの入射角が浅い(鋭角)と精度低下を起こしやすい

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する。
- ・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する。

5-3. 出来形計測の留意事項(地上型レーザースキャナーの例)



	参照先	詳細フロー
要領本編	-	出来形計測
技術概要集TLS	16~17	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

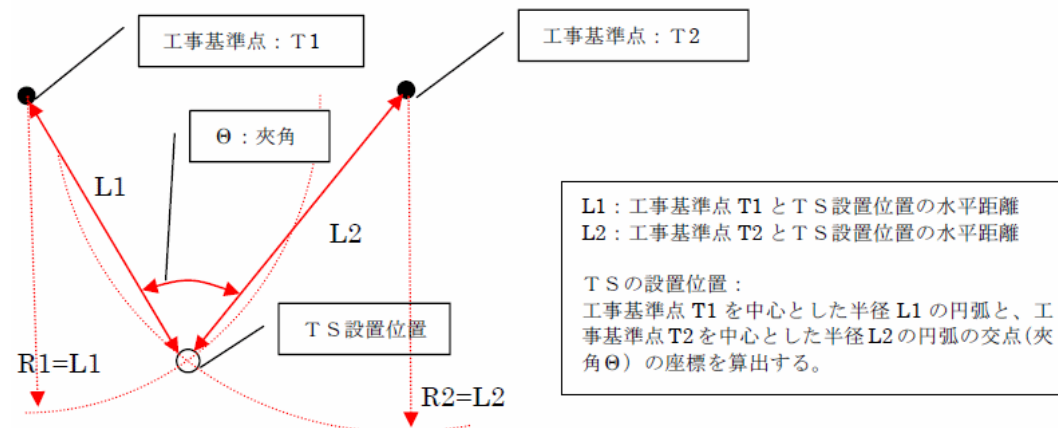
標定点を使用する場合の留意点

※「4-5. 3次元起工測量の留意事項」と内容と同じ

- 標定点は、計測対象箇所之最外周部に4箇所以上配置する。
- 標定点の計測はTSを用いて実施し、TSから基準点及び評定点までの距離が100m以下(3級TSの場合)あるいは150m以下(2級TSの場合)とする。
- 現場計測において検証点が必要な工種は、検証点の配置箇所・個数などを計画する。
- 以下の場合は標定点を設置せず計測ができる。
 - 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(ターゲットは工事引照点あるいは基準点上に設置すること)
 - GNSS-TLSを用いる場合



TLSと標定点の配置例

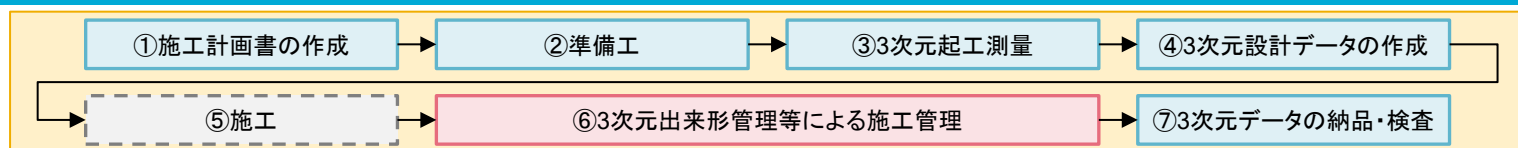


TSを使った後方交会法による位置決めの例

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。標定点は工事引照点からTSを用いて計測を行う。

5-3. 出来形計測の留意事項(地上型レーザースキャナーの例)



	参照先	詳細フロー
要領本編	-	出来形計測
技術概要集TLS	18	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

※「4-5. 3次元起工測量の留意事項」と内容と同じ

計測時の留意点

①計測密度設定の留意点

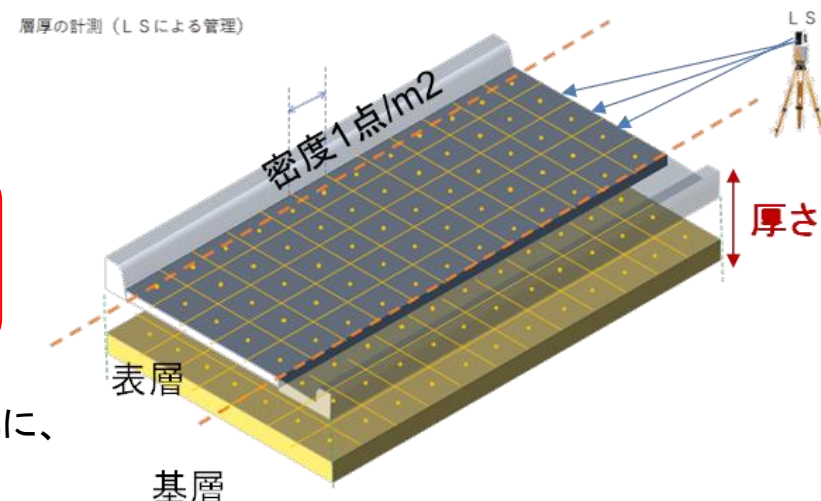
TLSと計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、最も入射角が低下する箇所で設定する。
必要に応じてTLSの位置を変えるなど、データ処理を含めた作業全体の効率化に留意する。

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態で計測する。
以下の条件では適正な計測が行えないので、十分に注意する。

- 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

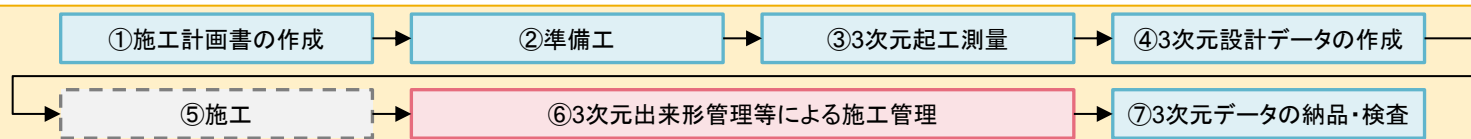
TLS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮する。



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う。

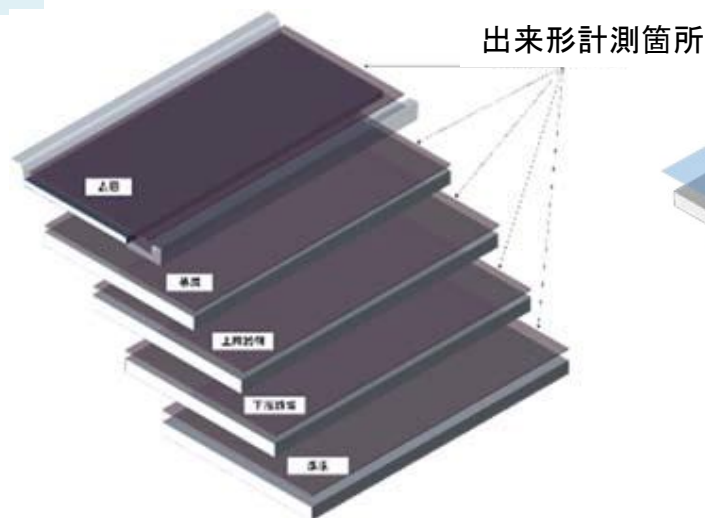
5-4. 出来形計測箇所(面管理)



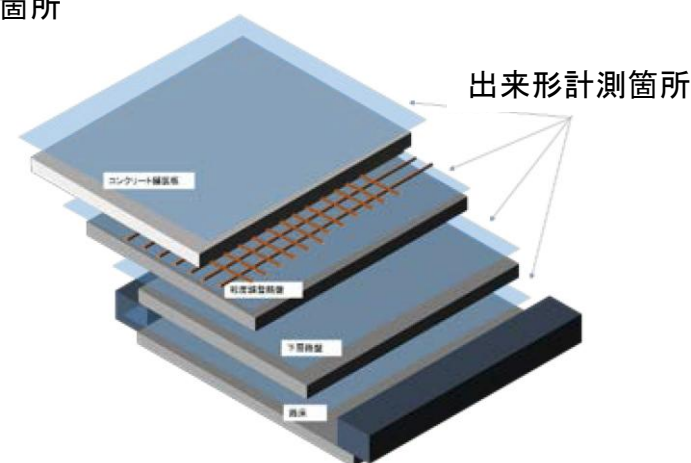
	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-12	出来形計測
技術概要 集	-	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

- ▶ 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。
- ▶ 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。
- ▶ TSノンプリズム方式を用いる場合は、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、起工測量と表層面又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。

出来形計測箇所

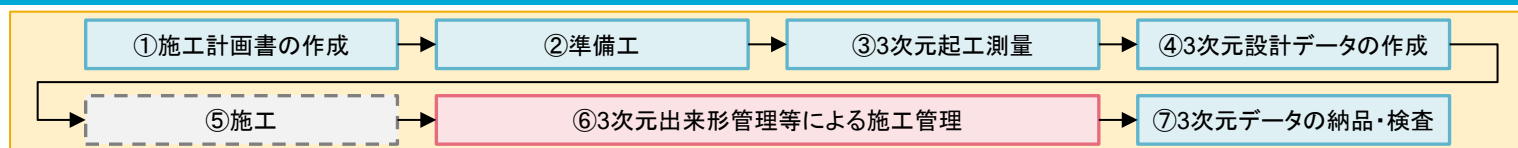


アスファルト舗装



コンクリート舗装

5-5. 出来形計測箇所の補足(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-12~1-13	出来形計測
技術概要 集	-	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

- ▶ 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・MLS等	表層:標高較差 ※起工測量
TS等光波方式	基層:幅、標高較差 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。

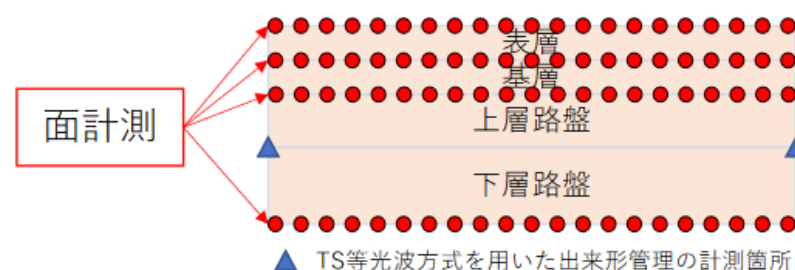
- ▶ 厚さの管理を行う場合
・厚さの管理を行う場合は、直下層の計測高さ和管理対象面の高さの較差による厚さで管理を行う。
この場合、各層の出来形評価点の平面位置は揃えること。

表層を厚さ管理、基層を標高較差管理する場合の例



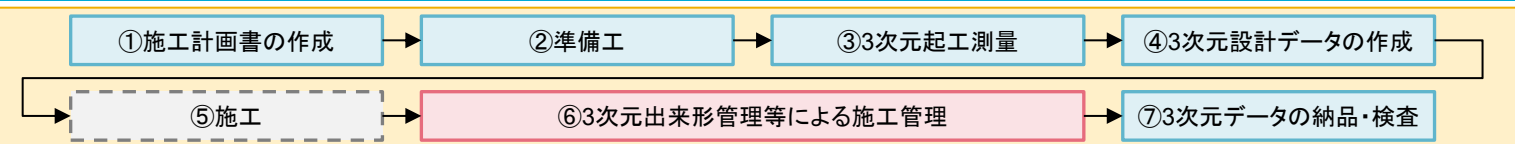
計測機器	出来形管理の測定項目
TLS・MLS等	表層:厚さ 基層:標高較差 ※起工測量
TS等光波方式	上層路盤:幅、標高較差 下層路盤:幅、標高較差 ※道路付属物が出来形管理対象層の両端部に設置されており、幅員が拘束されている場合は、幅員は省略できる。

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・MLS等	表層:厚さ 基層:厚さ 上層路盤:標高較差 ※起工測量
TS等光波方式	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。

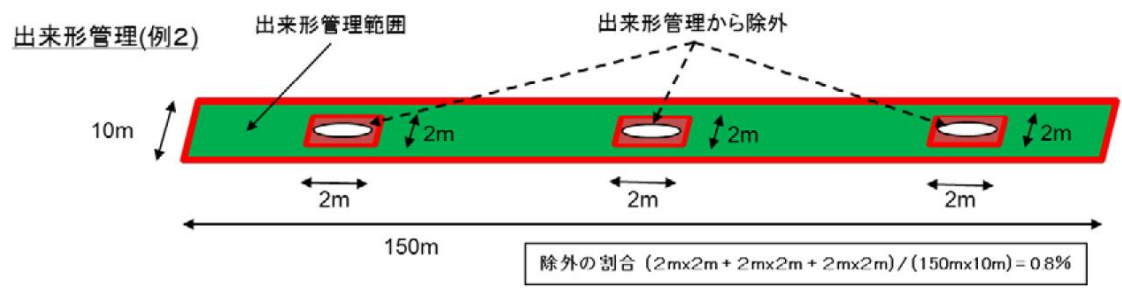
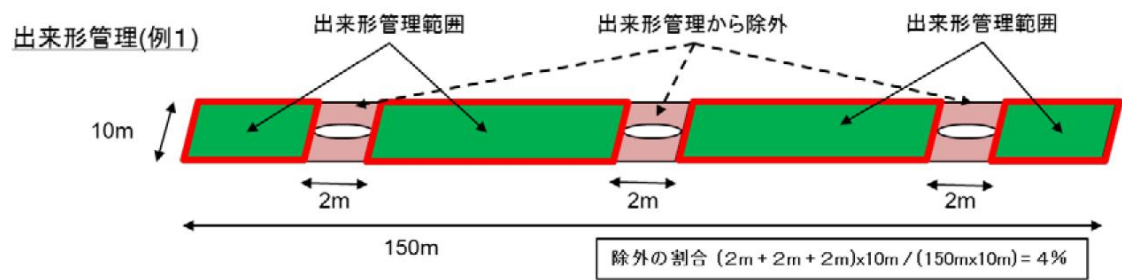
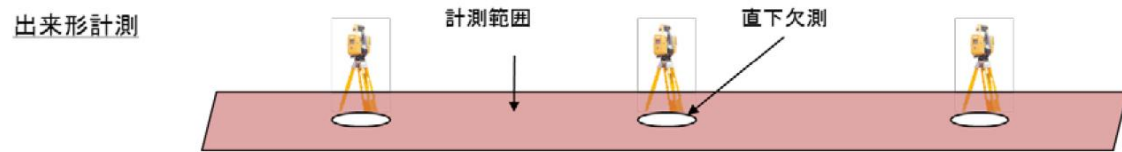
3次元計測技術とTSを組み合わせた出来形管理例(例:アスファルト舗装)



	参照先	詳細フロー
要領本編	-	出来形計測
技術概要集TLS	19	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

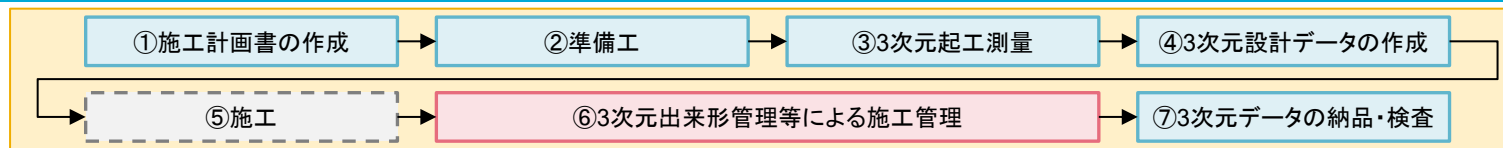
厚さあるいは標高較差管理におけるTLS直下の欠測の取り扱い

- ▶ 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。
- ▶ 厚さ管理を行う場合は、下層での欠測部も除外範囲の割合に含まれることを考慮すること。

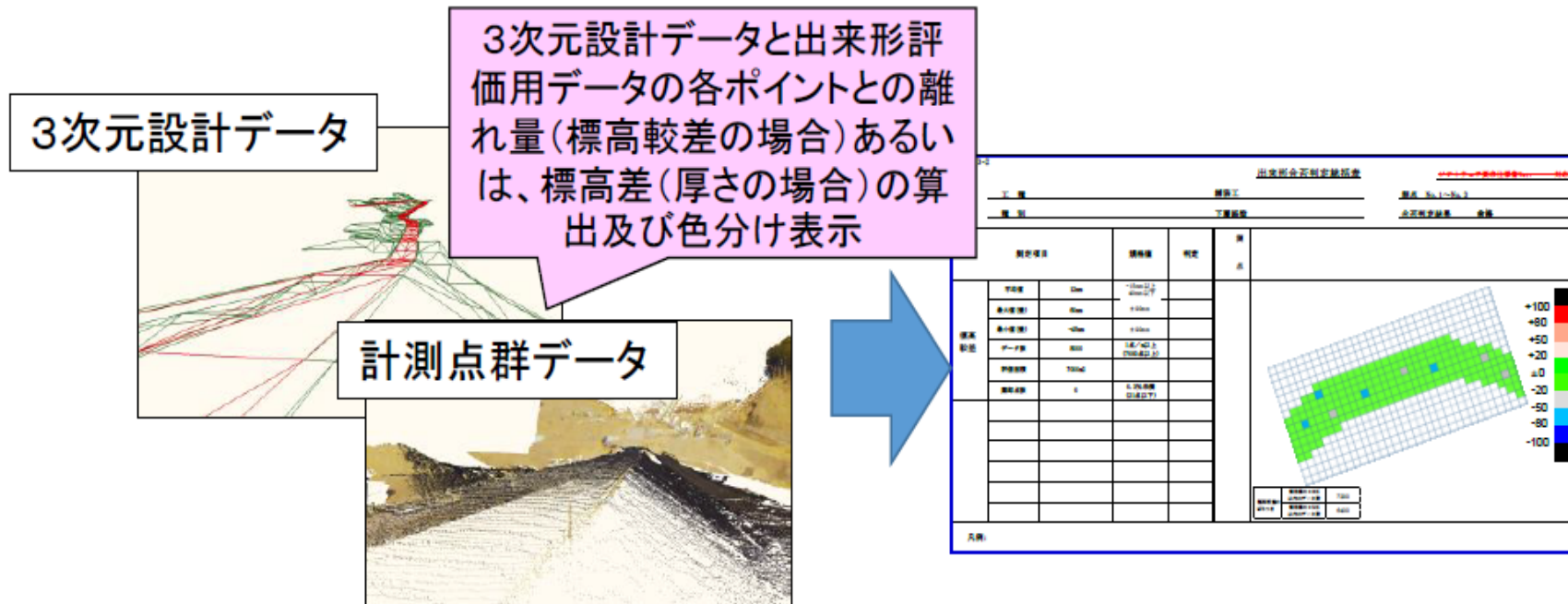


TLS直下の欠測の除外例

5-7. 出来形管理図表の作成の流れ(面管理)



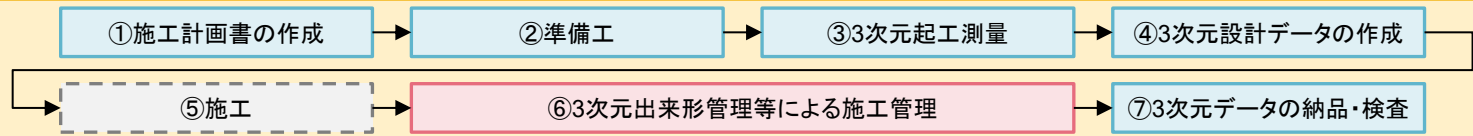
	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-26~1-30	出来形計測 ↓
技術概要 集	-	出来形管理写真の撮影 ↓
		出来形管理帳票の作成 ↓
		数量計算の方法の協議



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、印刷ができる。
- ・デジタル技術(拡張現実(AR)等)を活用した立会確認を、従来の紙面の出来形管理資料を用いた立会確認に代えることができる。 ※6-8で詳述

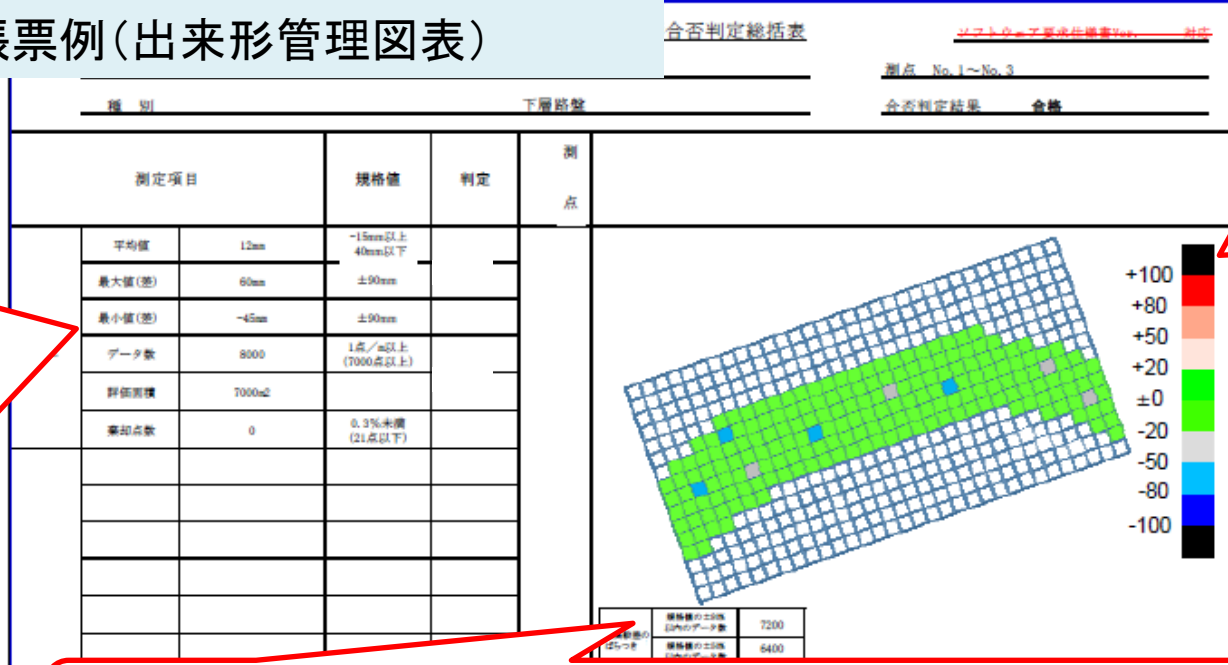
5-8. 出来形管理帳票の作成時の留意点(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-26~1-30	出来形計測
技術概要 集	-	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

- ▶ 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う。
- ▶ 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する。
- ▶ 平坦性については、従来の様式を使用する。点群から算出する場合、平坦性は従来の3mプロフィールメーターによる手法に相当するデータを計測点群から抽出し、整理する。
- ▶ 属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できるビューアー付き3次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。

作成帳票例(出来形管理図表)



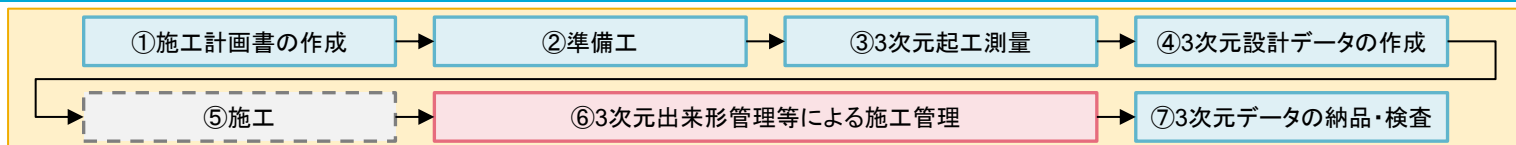
- ・平均値
- ・最大値
- ・最小値
- ・データ数
- ・評価面積
- ・棄却点数

を表形式
で整理

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。

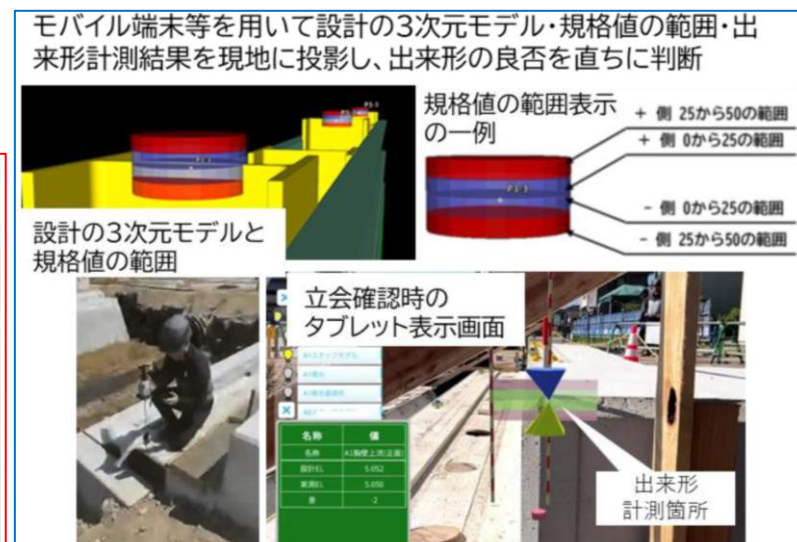
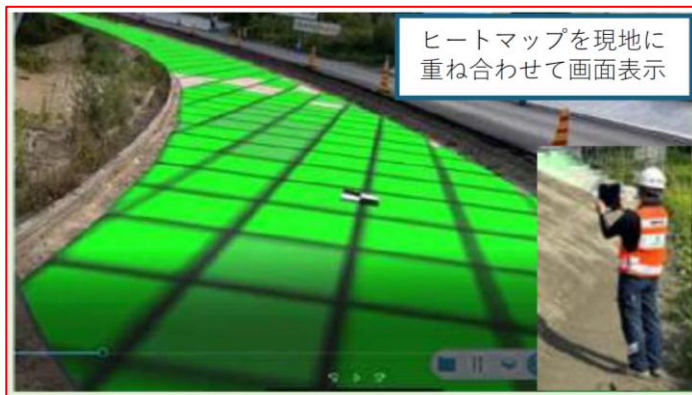
- ・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして
-100%~+100%の範囲で結果を色分け。
- ・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。
- ・データのポイント毎に結果をプロット。

5-9. デジタル技術を活用した立会確認(面管理/断面管理)

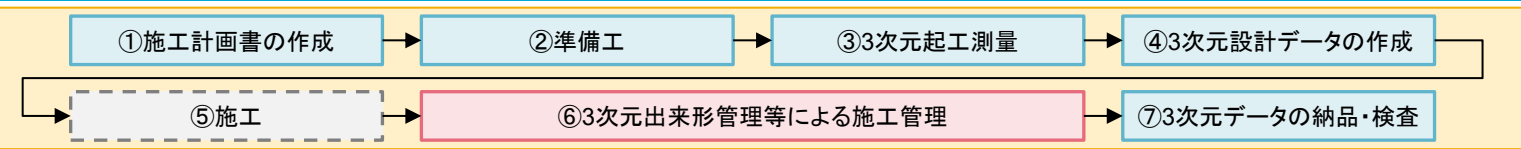


	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-31~1-32, 2-56	出来形計測 ↓ 出来形管理写真の撮影 ↓ 出来形管理帳票の作成 ↓ 数量計算の方法の協議
技術概要 集	-	

- このデジタル技術を活用した立会確認を、従来の紙面の出来形管理資料を用いた立会確認に代えることができる。
- デジタル技術(拡張現実(AR)等)を活用することで、現地の映像上に
【面管理】ヒートマップを重ね合わせてタブレット等に画面表示することができ、**ヒートマップと現地との整合性**
【断面管理】設計形状の3次元モデルや各管理断面の出来形計測結果およびその規格値の範囲を重ね合わせてタブレット等に画面表示することができ、**出来形と現地との整合性**を迅速に確認することができる。
- デジタル技術を活用した立会確認を実施した場合は、出来形管理資料の電子納品成果物に代えて、
【面管理】ヒートマップ(出来形)をデジタル技術(AR等)を用いて工事完成箇所へ投影するために必要なデータセットおよびそのビューアーファイル
【断面管理】出来形計測結果をデジタル技術(AR等)を用いて工事完成箇所へ投影するために必要なデータセットおよびそのビューアーファイルを電子納品することができる。



5-10. 出来形管理基準及び規格値(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-33	出来形計測 ↓
技術概要 集	-	出来形管理写真の撮影 ↓
		出来形管理帳票の作成 ↓
		数量計算の方法の協議

- ▶ 出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」のうち面管理の場合に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。
- ▶ ただし、幅を従来の管理によることも出来る。

① 測定箇所

測定箇所は、現行の「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」に定められたものとする。
ただし、設計幅員から外側の計測点及びTLS直下の欠測は除く。

② 測定値算出

・標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、設計面あるいは目標高さとして出来形評価用データの各ポイントとの標高較差の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、全面で規格値との比較・判定を行う。

・厚さの測定値を算出する方法

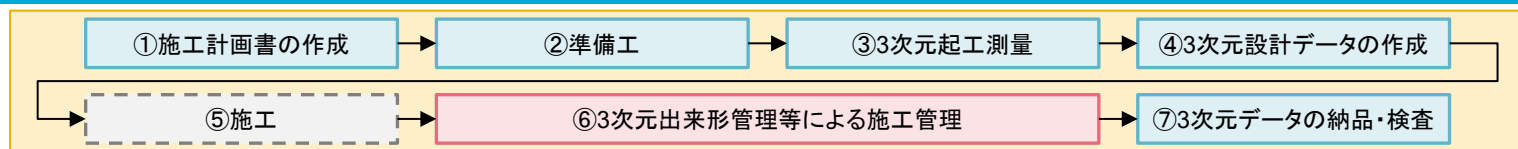
厚さは、計測対象面と下層の出来形評価用データの同一座標上に存在する各ポイントの標高差を用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、全面で規格値との比較・判定を行う。

・計測点群を利用して幅を管理する方法

3次元計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して幅の管理をする場合は、計測する断面の舗装左右端点について、各々道路延長方向に±100mm以内の範囲内の計測点を抽出し、その2点間の水平距離を幅とする。

なお、TSノンプリズム方式を用いる場合は、適用対象外とする

5-10. 出来形管理基準及び規格値(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領別紙 1	1-34	出来形計測 ↓
技術概要 集	-	出来形管理写真の撮影 ↓
		出来形管理帳票の作成 ↓
		数量計算の方法の協議

▶ 前項の続き。

③ 測定基準

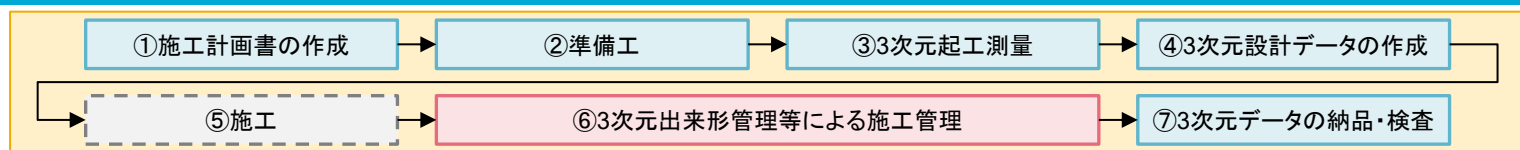
全面(1m²(1m×1mメッシュ)(平面投影面積)あたり1点以上)

また、面的に評価することを前提として、設計面あるいは目標高さからの標高較差に統合する。

但し、3次元計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して幅の管理をする場合には、計測する断面は延長方向に80m 以下の任意の間隔とすることができる。

平坦性については、従来どおり測定を行う。なお、計測点群データを用いて平坦性算出を行ってもよい。

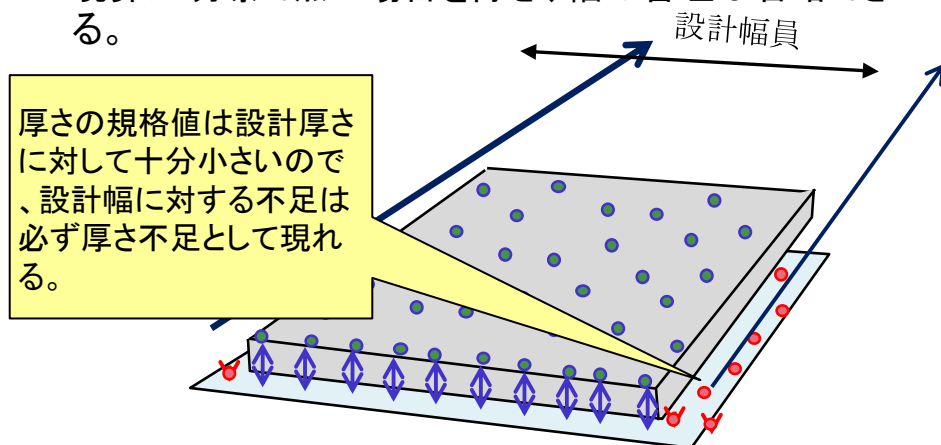
5-11. 規格値(面管理)



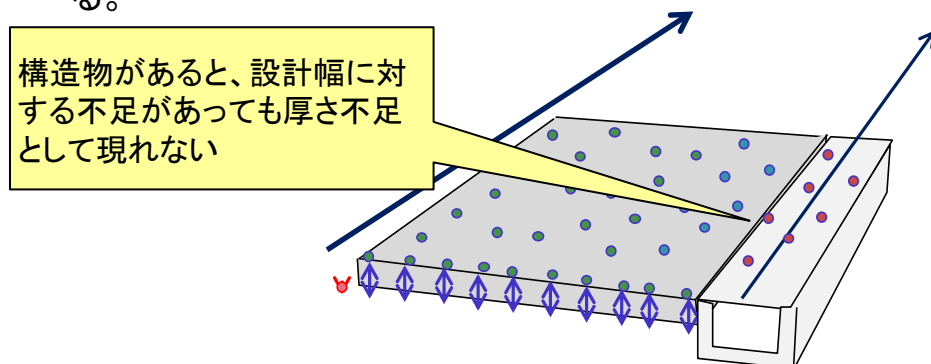
	参照先	詳細フロー
要領本編	-	出来形計測
技術概要集	-	出来形管理写真の撮影
		出来形管理帳票の作成
		数量計算の方法の協議

▶ 全数管理を前提とした個々の測定値の規格値を設定。幅員の管理を省略。

- 面管理を実施する場合、隣接構造物と高さが連続し、境界が明瞭で無い場合を除き、幅の管理は省略できる。



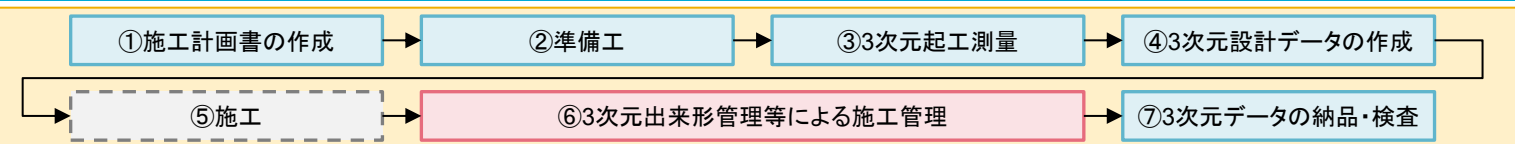
- 隣接構造物が高さが連続している場合は、TSを用いた出来形管理要領(舗装工事編)に基づき幅員を計測する。



工種	計測箇所 単位 [mm]	個々の測定値		全点平均		計測密度および測定間隔	計測手法	備考
		中規模	小規模	中規模	小規模以下			
表層	厚さあるいは標高較差	-17	-20	-2	-3	1点/m ² 以上	LS	・標高較差は、直下層の目標高さ+直下層の標高較差平均値+設計厚さから求める高さとの差。 ・個々の計測値の規格値には計測精度として±4mmが含まれている
	平坦性			2.4以下		1.5m毎	3mプロフィールメーター等	
基層	厚さあるいは標高較差	-20	-25	-3	-4	1点/m ² 以上	LS	・標高較差は、直下層の目標高さ+直下層の標高較差平均値+設計厚さから求める高さとの差。 ・個々の計測値の規格値には計測精度として±4mmが含まれている
上層路盤	厚さあるいは標高較差	-54	-63	-8	-10	1点/m ² 以上	LS	・標高較差は、直下層の目標高さ+直下層の標高較差平均値+設計厚さから求める高さとの差。 ・個々の計測値の規格値には計測精度として±10mmが含まれている
下層路盤	厚さあるいは標高較差	±90		-15以上 40以下	-15以上 50以下	1点/m ² 以上	LS	・標高較差は、直下層の目標高さ+直下層の標高較差平均値+設計厚さから求める高さとの差。この場合、基準高の評価は省略する。 ・個々の計測値の規格値には計測精度として±10mmが含まれている

・個々の測定値に対する規格値は、99.7%が規格値に入ればよいものとする。

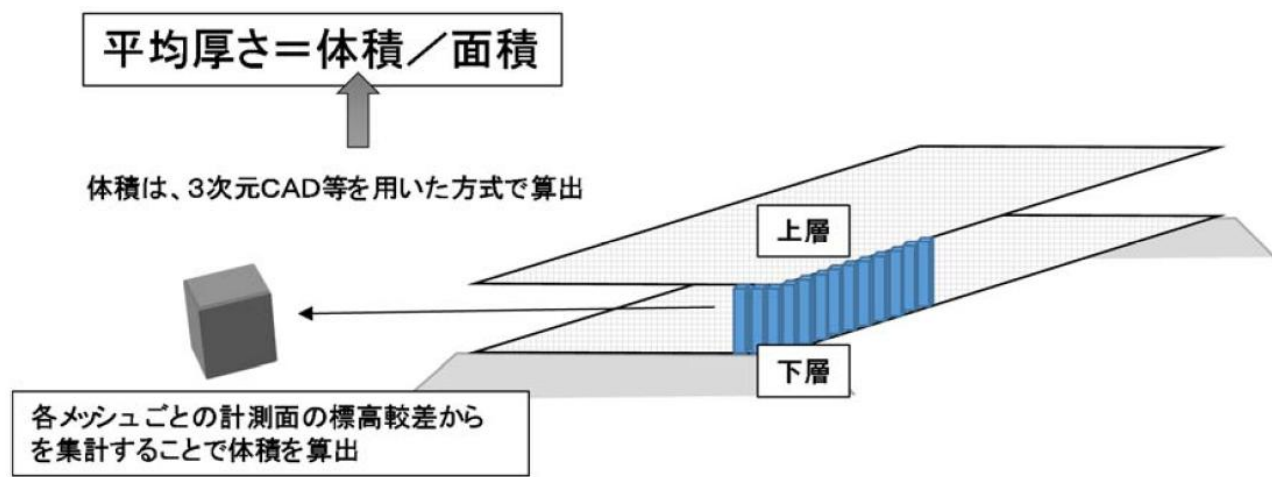
5-12. 数量算出



	参照先	詳細フロー
要領本編別紙1	4-3 4-9	出来形計測 ↓
技術概要集	-	出来形管理写真の撮影 ↓
		出来形管理帳票の作成 ↓
		数量計算の方法の協議

- ▶ 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3次元計測技術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、3次元計測技術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。
- ▶ 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又は、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次元設計データ又は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。

平均厚さの数量算出イメージ(点高法による)



ワンポイント

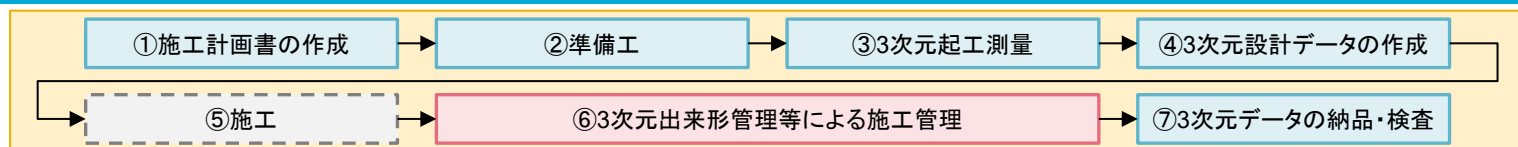
・数量計算方法については、監督職員と協議を行う。

※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

5-15

5-13. 出来形管理写真基準(面管理)



	参照先	詳細フロー
要領本編別紙1	3-7 1-36	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 ↓ 数量計算の方法の協議
技術概要集	-	

▶ 工事写真の撮影は以下の要領で行う。

- ① **写真管理項目(撮影項目、撮影頻度[時期])**
出来形管理の写真管理項目は、「写真管理基準(案)」による。
- ② **撮影方法**
撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。
 - 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)

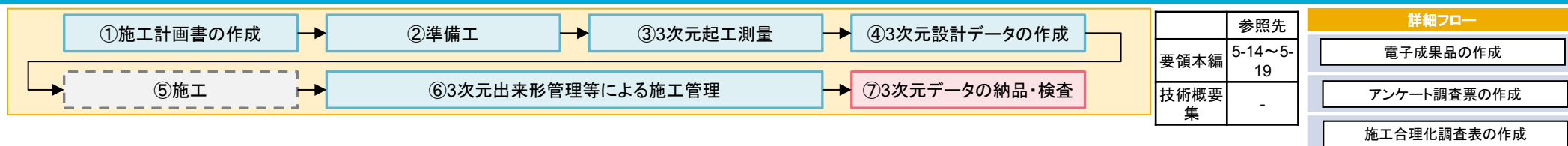


TLS

黒板(記載イメージ)

写真撮影例

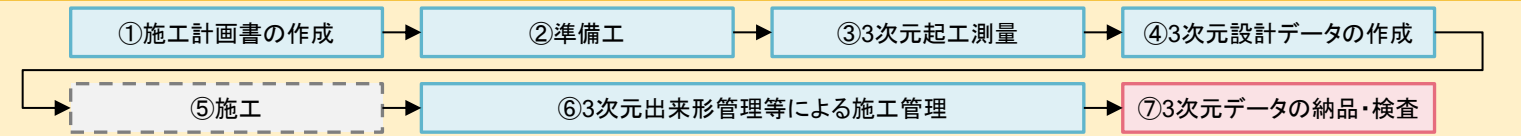
6-1. 電子成果品の作成規定(面管理)



▶ 電子成果品は、原則として以下のとおりとするが、各計測技術毎に定められた電子成果品とすること。

- ✓ 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)」、「ビューアー付き3次元データ」、「ヒートマップ(出来形)をデジタル技術(AR等)を用いて工事完成箇所へ投影するために必要なデータセットおよびそのビューアーファイル」のいずれか)
- ✓ 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)
- ✓ 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))
- ✓ 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)
- ✓ 工事引照点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)

6-2. 電子成果品の作成・提出時の留意点(面管理)

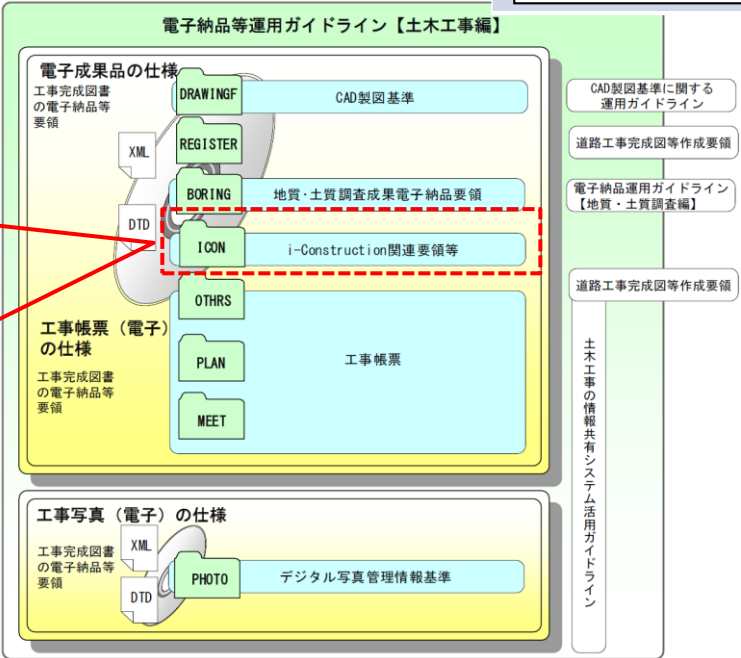


	参照先
要領本編	5-14～5-19
技術概要集	-

詳細フロー
電子成果品の作成
アンケート調査票の作成
施工合理化調査表の作成

電子成果品として、以下のデータを「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「**ICON**」フォルダに格納・提出する。

ファイル命名規則	
3次元計測技術名	計測機器 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
地上移動体搭載型レーザースキャナー	MLS
音響測深機器	ES



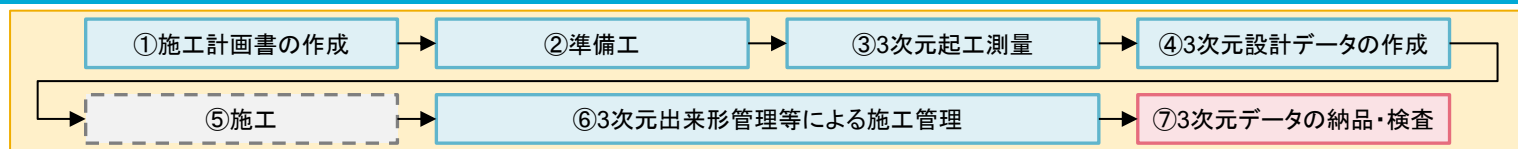
計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内 容	記入例
●●●	0	DR	001～	0～Z	・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0DR001Z.拡張子
●●●	0	CH	001～	—	・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビューー付き3次元データ)	●●●0CH001.拡張子
●●●	0	IN	001～	—	・3次元計測技術による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	●●●0IN001.拡張子
●●●	0	EG	001～	—	・3次元計測技術による起工測量計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0EG001.拡張子
●●●	0	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～	—	・工事引照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する。
- ・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する。

6-2

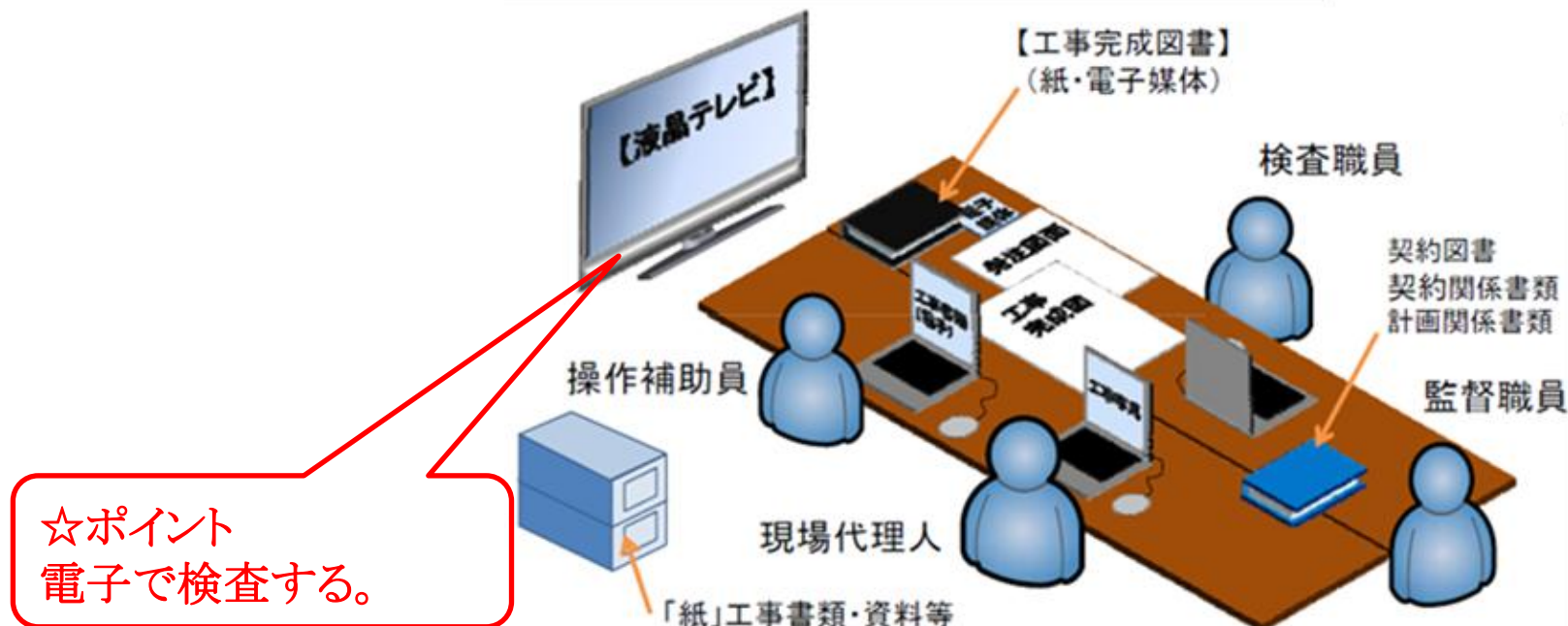
6-3. 検査



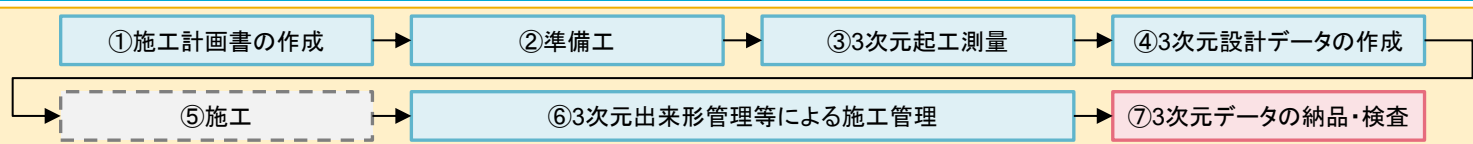
	参照先
要領本編	-
監督・検査	-



- ▶ 検査には書面検査と実地検査がある。
- ▶ 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する。
- ▶ 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する。
- ▶ 検査終了後、監督職員及び検査職員により工事成績評価についてのICT活用について評価を行う。
※ICT施工が必須の場合は工事成績評価における評価は実施しない。



6-4. 書面検査



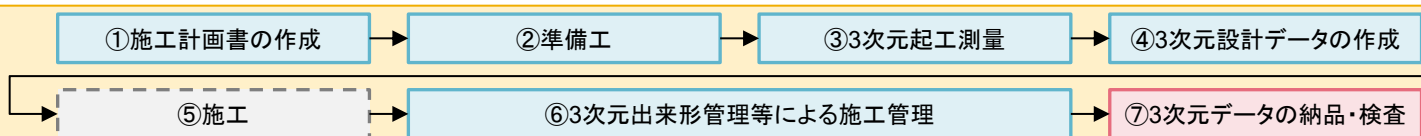
	参照先
要領本編	-
監督・検査	8

詳細フロー
書面検査
↓
実地検査

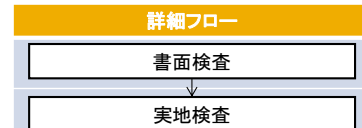
書面検査時の検査職員の確認内容の概要

- TLS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する。
- 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する。
- TLS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する。
- **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する。
- TLS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
TLS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する。

6-4. 書面検査



	参照先
要領本編	-
監督・検査	8~9



書面検査時の検査職員の出来形管理の確認内容の概要

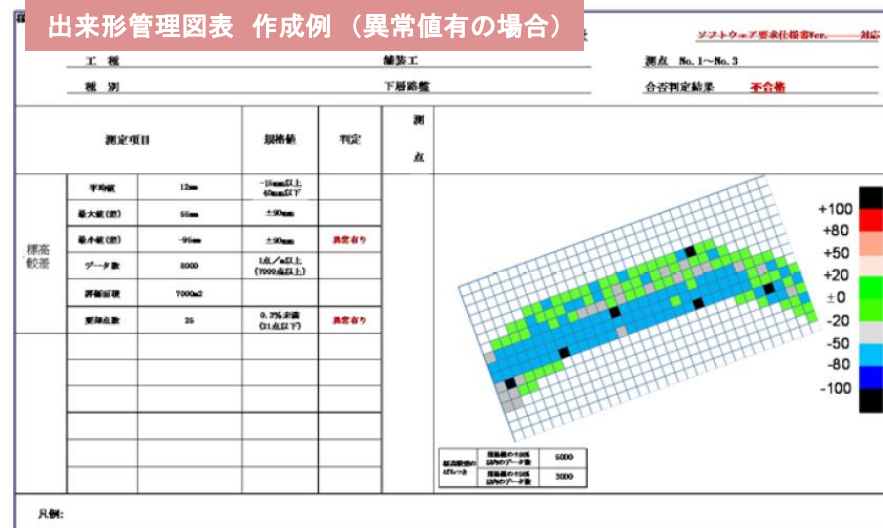
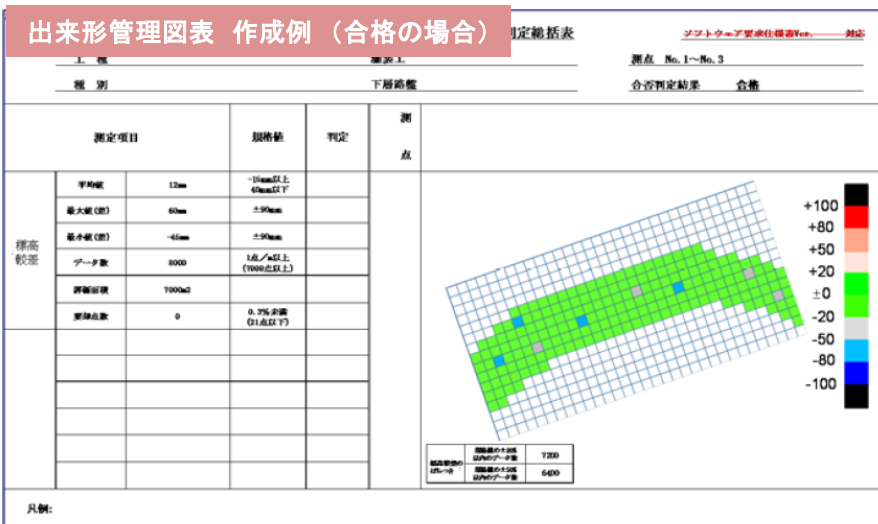
● TLSを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

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**する。

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**する。

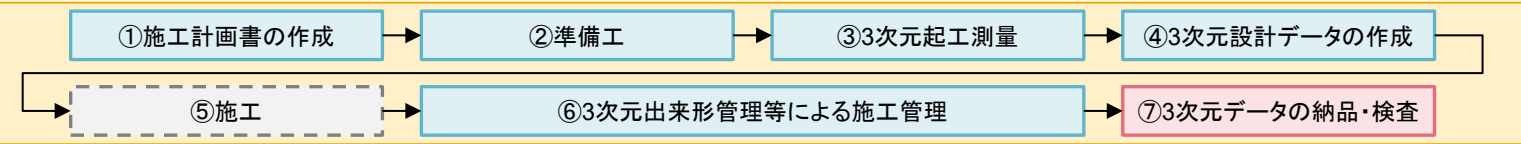
具体には**分布図及び計測点の個数**から判断する。

また、**80%または50%以内のデータ数**が、**8割以上か否か**で判定する。



(※) 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%の前後が区別でき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。
- ・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。



	参照先
要領本編	-
監督・検査	9

詳細フロー
書面検査
↓
実地検査

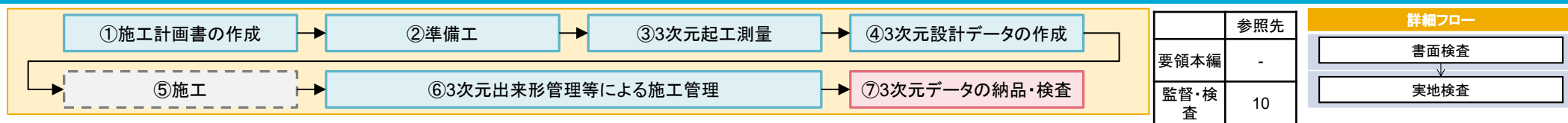
書面検査時の検査職員の確認内容の概要

- 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する。
- 電子成果品の確認
出来形管理や数量算出の結果等の工事書類(電子成果品)が、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認する。

電子成果品	・ 3次元設計データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N)) ・ 出来形管理資料 (「出来形管理図表 (PDF)」、「ビューアー付き 3次元データ」、「ヒートマップ (出来形) をデジタル技術 (AR 等) を用いて工事完成箇所へ投影するために必要なデータセットおよびそのビューアファイル」のいずれか) ・ 3次元計測技術による出来形評価用データ (CSV、LandXML、LAS のポイントファイル) ・ 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 (T I N)) ・ 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) ・ 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)
-------	---

- アンケート調査票、施工合理化調査表、新技術活用計画書等の確認
アンケート調査票、施工合理化調査表、新技術活用計画書等が、提出されていることを工事打合せ簿で確認する。

6-5. 実地検査



実地検査時の検査職員の出来形管理の確認内容の概要

- ・ **検査職員**は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で自らが**指定した箇所の出来形計測を行い**、3次元設計データの目標高さと実測値との**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)。
- ・ 検査頻度は以下のとおり。(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。
- ・ 出来形管理基準及び規格値に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準(案)」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

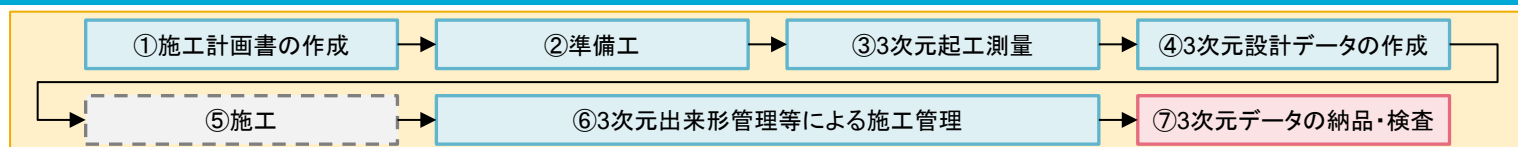
工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
舗装工	検査職員の指定する任意の箇所	基準高、厚さ、あるいは標高較差	1工事につき1断面

※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

6-5. 実地検査



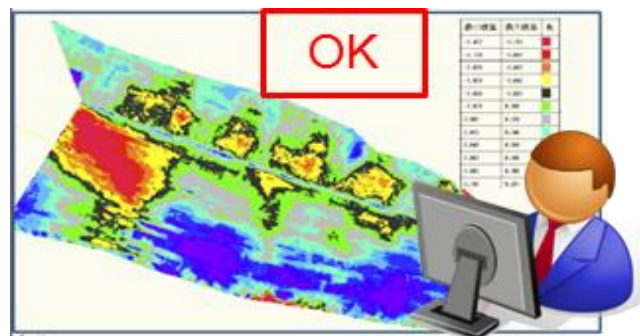
	参照先
要領本編	-
監督・検査	-



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、電子納品物から出来形管理データを表示させて、自らが指定した箇所の3次元設計データの設計面の位置並びに標高、受注者が計測した出来形管理値の計測結果をメモする。



実地検査時

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの目標高さと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ことを検査する。

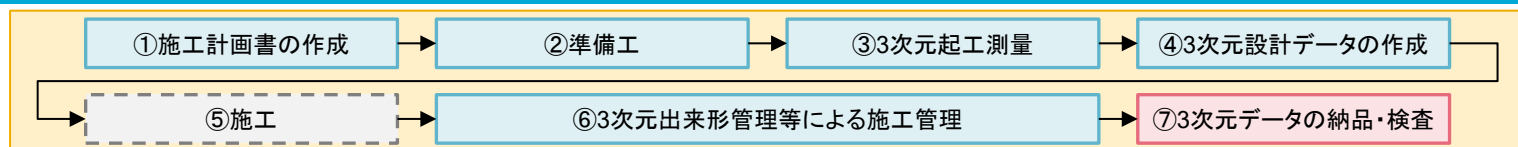
(場合によっては確認手順が逆とする場合があります)

TS出来形用の基本設計データの作成は必要ない。

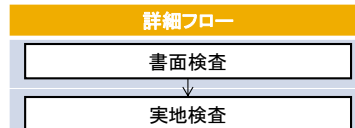
計測したXY座標を元に、PC上で3D設計値のZ(設計値)を算出して、Z(計測値)と比較を行うことで十分とする。



6-5. 実地検査

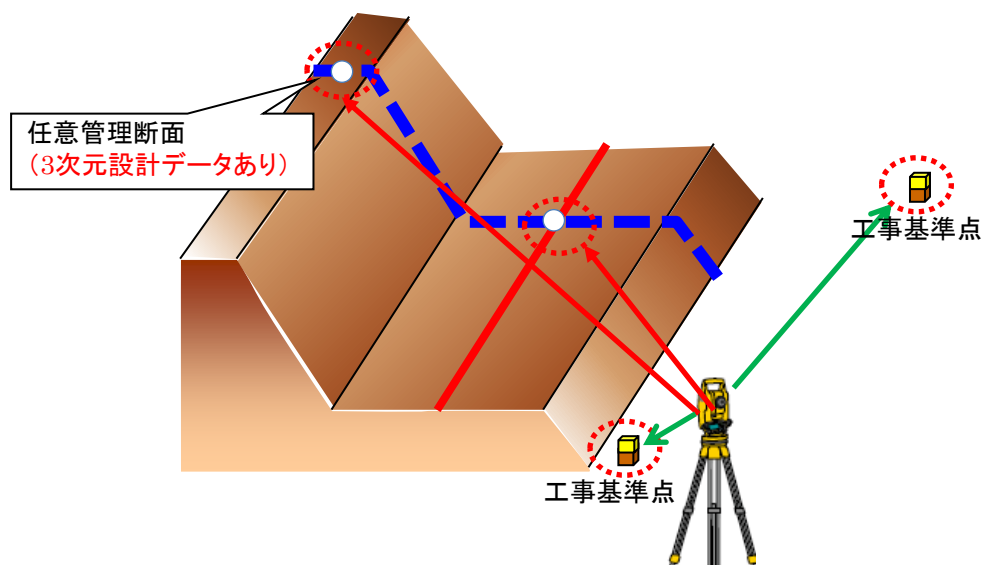


	参照先
要領本編	-
監督・検査	-

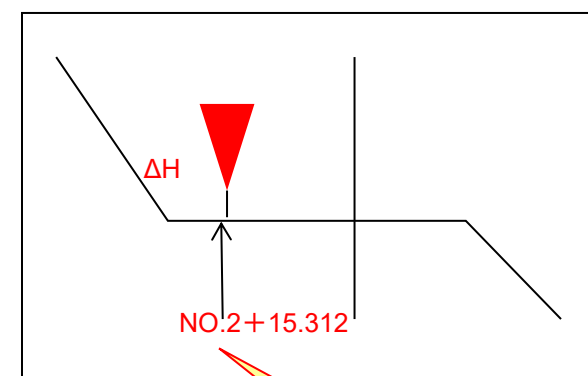


出来形管理用TSを用いた実地検査の内容の概要

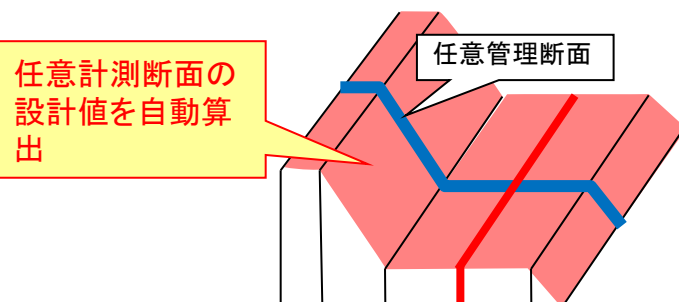
TSによる出来形計測の任意断面メージ



任意点の出来形管理



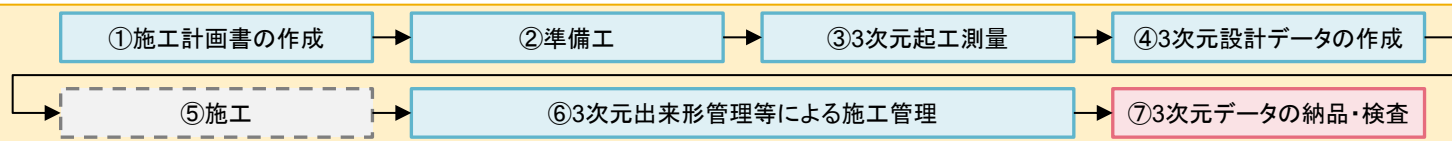
3次元設計データイメージ



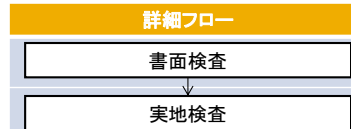
任意点での高さの差が確認できる機能

- 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

6-6. 工事成績評定



	参照先
要領本編	-
監督・検査	-



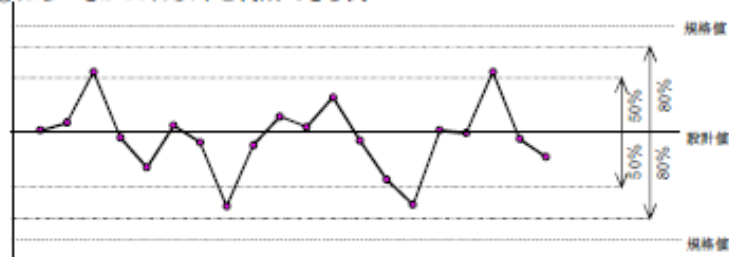
工事成績評定要領の運用について

出来形及び品質のばらつきの考え方

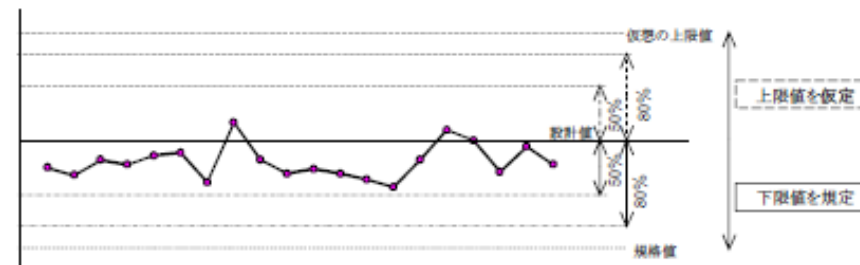
【管理図の場合】

(上・下限値がある場合)

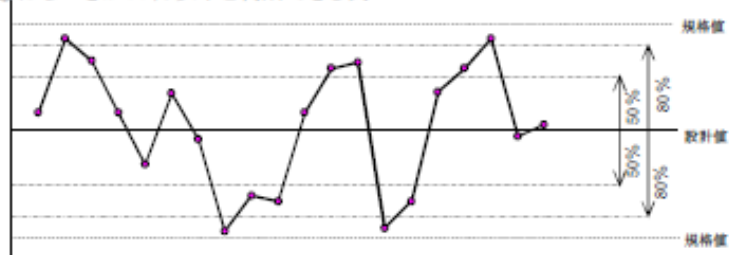
①ばらつきが50%以下と判断できる例



(下限値のみの場合)

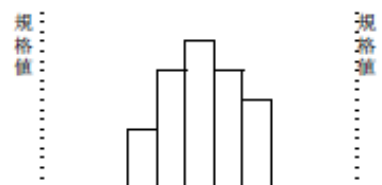


②ばらつきが80%以下と判断できる例

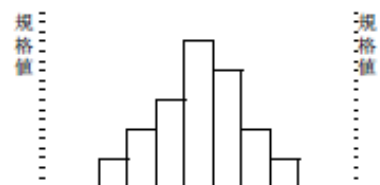


【度数表またはヒストグラムの場合】

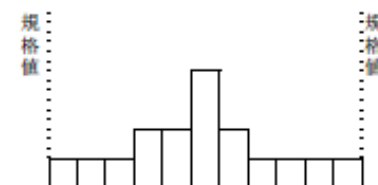
ばらつきが小さい



ばらついている



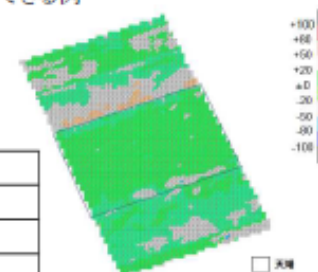
ばらつきが大きい



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

天施の 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	1708
	規格値の±50% 以内のデータ数	1368



ICT活用工事の評価例

※ICT施工が必須の場合は
工事成績評定における評価
は実施しない。