

ICT舗装工（路盤）の手引き

I 共通編

令和4年2月

兵庫県 県土整備部
土木局 技術企画課

手引きの目的と構成について

本手引きの目的

本手引きは、兵庫県発注のICT舗装工(路盤)に取り組む際の参考として、ICT舗装工(路盤)の流れをまとめたものである。本手引きを受発注者双方で利用し、工事の円滑な進捗に寄与することを期待する。

本手引きの構成

本手引きは、ICT舗装工(路盤)の流れ(下表1. ~12.)に沿い、章立てしている。

「1. ICT舗装工(路盤)の手引き」は、『I 共通編』の手引きを利用する。

「2. 機器・ソフトウェアの準備～12. 検査」は、起工測量・出来形管理で使用する機器(Ⅱ～Ⅲ)から該当する手引きを選択して利用する。

ICT舗装工(路盤)の流れ	ICT舗装工(路盤)の手引きにおける対応編	
1. ICT舗装工(路盤)の手引き	I 共通編	
2. 機器・ソフトウェア等の準備	Ⅱ 地上型レーザースキャナ(TLS) 地上型レーザースキャナ (TLS)を用いた 出来形管理編	Ⅲ 地上移動体搭載型 レーザースキャナ(MLS) 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
3. 工事基準点の設置		
4. 施工計画書の作成		
5. 起工測量・測量成果簿の作成		
6. 3次元設計データ 設計図書の照査		
7. 数量算出		
8. 変更段階		
9. 施工段階		
10. 出来形管理		
11. 電子成果品		
12. 検査		

目次

【共通編】

ICT舗装工(路盤)とは	.....P3
ICT舗装工(路盤)の対象工事	.....P4
発注方式及び当初設計	.....P5
設計変更、工事成績	.....P6
監督・検査	.....P7
1. ICT舗装工(路盤)の手続き	.....P8
1-1. ICT施工を希望する旨の提案・協議	.....P9
1-2. 具体の工事実施手段及び対象範囲等の協議	.....P11
1-3. 3次元起工測量の経費	
3次元設計データの作成経費の見積り	.....P16
1-4. 設計図書の3次元化等の指示	.....P17
ICT舗装工(路盤)の手続きのチェック事項	.....P18

ICT舗装工(路盤)とは

ICT舗装工(路盤)とは、以下の①～⑥においてICTを活用する工事である。

①3次元起工測量

地上型レーザースキャナ(TLS)、その他の3次元計測技術により測量を行う。

②3次元設計データ作成

発注図書や①で得られたデータを用いて3次元出来形管理を行うための3次元設計データを作成する。

③ICT建設機械による施工

3次元設計データまたは施工用に作成した3次元データを用いて、3次元マシンコントロール(モーターグレーダー)、3次元マシンコントロール(ブルドーザ)により施工を実施する。

④3次元出来形管理資料等の作成

③により施工された工事完成物について、ICTを活用して施工管理を実施する。

<出来形管理>

地上型レーザースキャナ(TLS)による出来形管理、その他の3次元計測技術による出来形管理のいずれかを用いた出来形管理を行う。

なお、表層(仕上がり面)については面管理を実施するものとするが、出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合は、監督員との協議の上、従来手法での出来形管理を行ってもよい。

⑤出来形確認及び検査

トータルステーション等を用いて、現地で出来形計測を行い、3次元設計データ設計値と実測値との標高差等が規格値内であるか検査する。

⑥納品

①～⑤にかかる全てのデータを工事完成図書として納品する。

ICT舗装工(路盤)の対象工事

■ICT舗装工(路盤)の対象工事

1)発注者指定型の場合

- ・ 試行対象工事は、各発注機関が選定する。
- ・ 選定にあたっては、舗装面積(路盤工)2,000㎡以上の下表の工種を含む発注工事を対象とする。

2)受注者希望型の場合

- ・ 下表の工種を含む全ての発注工事を対象とする。

工事区分	工種	種別
・舗装工 ・水門	舗装工	・アスファルト舗装工 ・半たわみ性舗装工 ・排水性舗装工 ・透水性舗装工 ・グースアスファルト舗装工 ・コンクリート舗装工
・築堤護岸 ・堤防護岸 ・砂防護岸	付帯道路工	

発注方式及び当初設計

■発注者指定型・・・ICT活用工事を前提とした発注方式

- 発注者は、対象工事の発注に当たり、入札公告にICT舗装工（路盤）であることを明示するとともに、特記仕様書を添付し発注手続きを行う。
- 発注に当たっての積算基準は別途定める「土木工事標準積算基準書」によりICT施工にかかる経費を計上する。

■受注者希望型・・・契約後、受注者の提案・協議を経て、ICTを活用する発注方式

- 発注者は、対象工事の発注に当たり、入札公告にICT舗装工（路盤）であることを明示するとともに、特記仕様書を添付し発注手続きを行う。
- 発注に当たっての積算基準は、従来の積算基準を用いるものとする。

（受注者希望型におけるICT活用工事の実施手続き）

- 受注者がICT舗装工（路盤）を希望する場合、受注者は協議書（ICT活用工事計画書）を発注者へ提出し、発注者が協議内容に同意し施工を指示することにより、ICT舗装工（路盤）を実施することができる。
- ICT舗装工（路盤）として発注していない工事においても受注者から希望があった場合、発注者は舗装面積や工期、予算等を考慮の上、受注者希望型と同様の取り扱いとすることができる。

設計変更、工事成績

【設計変更】

■発注者指定型

- 発注者は別途定める「土木工事標準積算基準書」に基づき、**3次元起工測量・3次元設計データ作成および3次元出来形管理にかかる経費を設計変更により計上する。**

■受注者希望型

- 発注者は、ICT舗装工(路盤)の実施を指示する場合、別途定める「土木工事標準積算基準書」に基づき、**3次元起工測量・3次元設計データ作成、ICT施工および3次元出来形管理にかかる経費を設計変更により計上する。**

【工事成績】

- **ICT舗装工(路盤)を全ての施工プロセスで実施した場合は、主任監督員の工事成績の「創意工夫」項目で、5点を加点する。**
- なお、**施工プロセスを選択して実施した場合は2点を加点する。**

【アンケート】

- 受注者は、監督員が別途指示するアンケート調査に協力するものとする。

監督・検査

- ICT舗装工(路盤)を実施する場合の監督・検査は、国土交通省が定めた「ICT舗装工(路盤)に関する基準」により行うものとする。

施工	1	3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)舗装工編
検査	2	地上型レーザースキャナーを用いた監督・検査要領(舗装工事編)(案)
	3	TS等光波方式を用いた監督・検査要領(舗装工事編)
	4	TS(ノンプリズム方式)を用いた監督・検査要領(舗装工事編)
	5	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた監督・検査要領(舗装工事編)

1. ICT舗装工（路盤）の手続き

▶ ICT舗装工（路盤）の設定に係る実務内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
1-1 ICT施工を希望する旨の提案・協議（受注者希望型の場合）	<ul style="list-style-type: none"> ICT活用計画書の提出 	<ul style="list-style-type: none"> ICT活用計画書の受理・確認
1-2 具体の工事内容及び対象範囲の協議	<ul style="list-style-type: none"> 具体の工事実施手段及び対象範囲の協議の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 具体の工事内容及び対象範囲の受理・確認
1-3 3次元起工測量経費の見積り徴収		<ul style="list-style-type: none"> 3次元起工測量経費の見積り徴収
1-4 3次元設計データ作成経費の見積り徴収		<ul style="list-style-type: none"> 3次元設計データ作成経費の見積り徴収
1-5 設計図書の3次元化の指示		<ul style="list-style-type: none"> 設計図書の3次元化の指示 起工測量（TLS、その他） 3次元設計データ（3次元設計データがない場合）

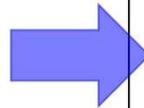
【監督員および受注者】

- ▶ **受注者希望型の場合**、受注者は契約後、施工計画書の提出までに「**ICT活用工事計画書**」により、発注者へ提案・協議を行い、協議が整った場合、ICT舗装工（路盤）を行うことができる。（1-1を参照）
- ▶ 発注者指定型、ICT施工を実施することとなった受注者希望型においては、ICT活用工事の具体の測量や工事の実施手段及び対象範囲等を記載した**打合簿を作成し、協議する**。（1-2を参照）

1-1. ICT施工を希望する旨の提案・協議

- **受注者希望型**の場合、受注者は協議書（ICT活用工事計画書）を発注者へ提出するものとする。
- 施工プロセスの選択にあたっては、協議書の提出時に発注者に提案することとし、受発注者間の協議により決定する。なお、プロセスの選択は、「③ICT建設機械による施工」のみを選択する場合を除き、原則複数のプロセスを選択するものとする。

建設生産プロセスに「」チェックが入っているか



平成〇年〇月〇日
工 事 名：〇〇〇〇〇〇工事
受注会社名：〇〇〇建設（株）

I C T 活 用 工 事 計 画 書

当該工事において活用する技術について、「採用する技術番号」欄に該当建設生産プロセスの作業内容ごとに採用する技術番号を記載する。また、建設生産プロセスの各段階において、現場条件によりICTによる施工が適当でない箇所を除く土工施工範囲の全てで活用する場合は、左端のチェック欄に「」と記入する。

建設生産プロセスの段階	作業内容	採用する技術番号	技術番号・技術名
<input checked="" type="checkbox"/> ①3次元起工測量		2	空中写真測量（無人航空機）による起工測量 地上型レーザースキャナーによる起工測量 ③ その他の3次元計測技術による起工測量
<input checked="" type="checkbox"/> ②3次元設計用データ作成			③ 3次元出来形管理に用いる3次元設計データの作成であり、ICT建設機械のみ用いる3次元設計データは含まない。
<input type="checkbox"/> ③ICT建設機械による施工 ※当該工事に含まれる右記作業の全てで活用する場合は「 <input checked="" type="checkbox"/> 」と記入	<input type="checkbox"/> 掘削工		3次元マシンコントロール（ブルドーザ）技術
	<input type="checkbox"/> 盛土工		3次元マシンコントロール（バックホウ）技術
	<input type="checkbox"/> 路体盛土工		3次元マシンガイダンス（ブルドーザ）技術
	<input type="checkbox"/> 路床盛土工		3次元マシンガイダンス（バックホウ）技術
	<input type="checkbox"/> 法面整形工		3次元マシンコントロール（モーターグレーダ）技術
<input type="checkbox"/> 舗装工			
<input type="checkbox"/> ④3次元出来形管理資料の作成 ※同上	<input type="checkbox"/> 出来形		空中写真測量（無人航空機）による出来形管理技術 地上型レーザースキャナーによる出来形管理技術 ③ その他の3次元計測技術による出来形管理技術
	<input type="checkbox"/> 品質		RTS・GNSSによる締固め回数管理技術
<input checked="" type="checkbox"/> ⑤納品			

注1）ICT活用工事の詳細については、特記仕様書によるものとする。
 注2）建設生産プロセス①～⑥の全ての段階で全的に活用する場合（左端のチェック欄が全て）のみ、加点評価の対象とする。
 注3）②3次元設計用データ作成における照査については、照査技術者が決まり次第、別に定める照査技術者届を提出するものとする。



該当作業内容の「」にチェックが入っているか

1-1. ICT施工を希望する旨の提案・協議

ICT舗装工(路盤)の実施にあたり留意が必要な現場

■ 起工測量時に積雪がある場合

- 想定している3次元測量(TLS等)が使用できない。

■ 現場状況に合った測位方法(ICT建設機械の測位方法は、自動追尾TSとGNSSがある)

- 自動追尾TSによる測位方法であれば、障害物があり途中で追尾が切れてしまう可能性がないか確認が必要。
- GNSSによる測位では、トンネルや狭隘部、衛星の数が確保できないような現場の場合などは、安定した施工が実施できなくなる可能性があるため、確認が必要。

■ 出来形管理について

- 出来形管理は、路盤工から表層(仕上がり面)までを対象とし、表層(仕上がり面)については面管理を必須とする(表層(仕上がり面)以外は従来手法でもよい)。

ただし、表層(仕上がり面)についても、出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合は、監督員との協議の上、従来手法での出来形管理を行ってもよい。

1-2. 具体の工事実施手段及び対象範囲等の協議

◆ **受注者は、ICT活用工事の各プロセスにおける実施手段及び対象範囲を平面図や横断面により、監督員と協議する。**

①3次元測量

実施手段(計測機器)と対象範囲(計測範囲)について協議を行う。

③3次元設計データの作成

設計データの作成範囲について協議を行う。

③ICT建設機械による施工

ICT建設機械により施工範囲について協議を行う。

④3次元出来形管理

実施手段(計測機器)と対象範囲(計測範囲)について協議を行う。

※原則、①～④の対象範囲は同じとする。

記載例②
(工事内容及び対象範囲の協議)

総括 監督員	主任 監督員	現場 技術員	現場 代理人	主任(後継) 技術者	担当者

工 事 打 合 簿

発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成●年●月●日
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 届出 <input type="checkbox"/> その他()		
工事名	●●●●工事		
(内容)			
下記の①～④について、対象範囲等を協議します。 ①3次元起工測量 ・起工測量の実施手段：UAV ・起工測量の実施範囲：添付資料(平面図)のとおり ※UAVの飛行条件の確認、UAVとLSの費用を比較し、実施手段を選択する。 ②3次元設計データ作成 ・3次元設計の実施範囲：添付資料(平面図)のとおり ③ICT建設機械による施工 ・ICT建設機械による施工範囲：添付資料(平面図、横断面、数量)のとおり ※従来建物の施工範囲とICT建機の使用範囲を明確にする。 ④3次元出来形管理資料の作成 ・出来形管理の実施手段：UAV ・出来形管理の実施範囲：添付資料(平面図、横断面)のとおり ※盛土の締めがある場合はT.S.、G.N.S.Sによる締め範囲を協議する。			
【工事内容・対象範囲に関する協議資料の事例(抜粋)】			
対象範囲(平面図)		対象範囲(標準断面図)	
			
発注者	上記について <input type="checkbox"/> 指示・ <input type="checkbox"/> 承諾・ <input type="checkbox"/> 協議・ <input type="checkbox"/> 通知・ <input checked="" type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他()		
	平成●年●月●日		
受注者	上記について <input type="checkbox"/> 了解・ <input type="checkbox"/> 協議・ <input type="checkbox"/> 提出・ <input type="checkbox"/> 報告・ <input type="checkbox"/> 届出 します。 <input type="checkbox"/> その他()		
	平成 年 月 日		

注) 緊急を要する場合等において監督員が現場代理人等に口頭又は、工事打合簿で指示したときは、速やかに指示書を交付すること。

1-2. 具体の工事実施手段及び対象範囲等の協議

①実施手段(計測機器)の選定

- ▶ 受注者はICT活用工事の3次元起工測量、3次元出来形管理における計測機器を協議する。
- ▶ **現場の条件、機器の性能、コストを考慮し、計測機器の選定を行う。**
- ▶ **障害物等により部分的に測量が出来ない場合はTS等従来手法で行う。**

【舗装の計測に使用できる機器】



【地上型レーザーキャナ(TLS)】

指定した範囲にレーザーを連続的に照射し、その反射波より対象物との相対位置を面的に取得する方法。



【地上型移動体搭載型レーザーキャナ(MLS)】

移動型レーザキャナを押し、先端についた自動追尾のトータルステーション(TS)で位置を把握しながら点群データを取得する方法。



【TS(ノンプリズム方式)】

トータルステーションを用いた計測手法のうち、ターゲットとなるプリズムを利用せず被計測対象からの反射波を利用して測距する方法。



【TS等光波方式】※面管理ではなく断面管理となる

TS等光波方式とは、トータルステーションに加え、国土地理院で認定されないがトータルステーションと同等な計測性能をもつ光波方式の総称である。望遠鏡が搭載されていないTS等光波方式でも、精度確認試験をおこなうことで出来形管理に使うことが出来る。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とする。

1-2. 具体の工事実施手段及び対象範囲等の協議

各計測機器の適用現場条件例

計測機器の種類	現場条件例
地上型レーザースキャナ (TLS)	<ul style="list-style-type: none"> 幅の広い舗装工事 平均的にTLSの前後距離合計60m程度で据替が必要(計測機器によって計測できる最大距離が異なるため、確認が必要)であるため、その範囲に収まる、もしくは数回の据替で済むような施工範囲の現場 カーブがあり、比較的延長が長い現場(長すぎると据替等に時間がかかってしまう)
地上移動体搭載型レーザースキャナ	<ul style="list-style-type: none"> 幅の広い舗装工事 比較的直線で、施工延長が長い現場(据替や標定点設置回数が減少し、地上型レーザースキャナより作業時間が短縮できる)
TS(ノンプリズム方式)	<ul style="list-style-type: none"> 小規模の舗装工事 施工完了した所から順に計測を実施するような現場 カーブが多く延長は短めの現場
TS等光波方式 ※面管理ではなく断面管理	<ul style="list-style-type: none"> 出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合(基層と表層については国土地理院認定1級と同等のTSが必要)

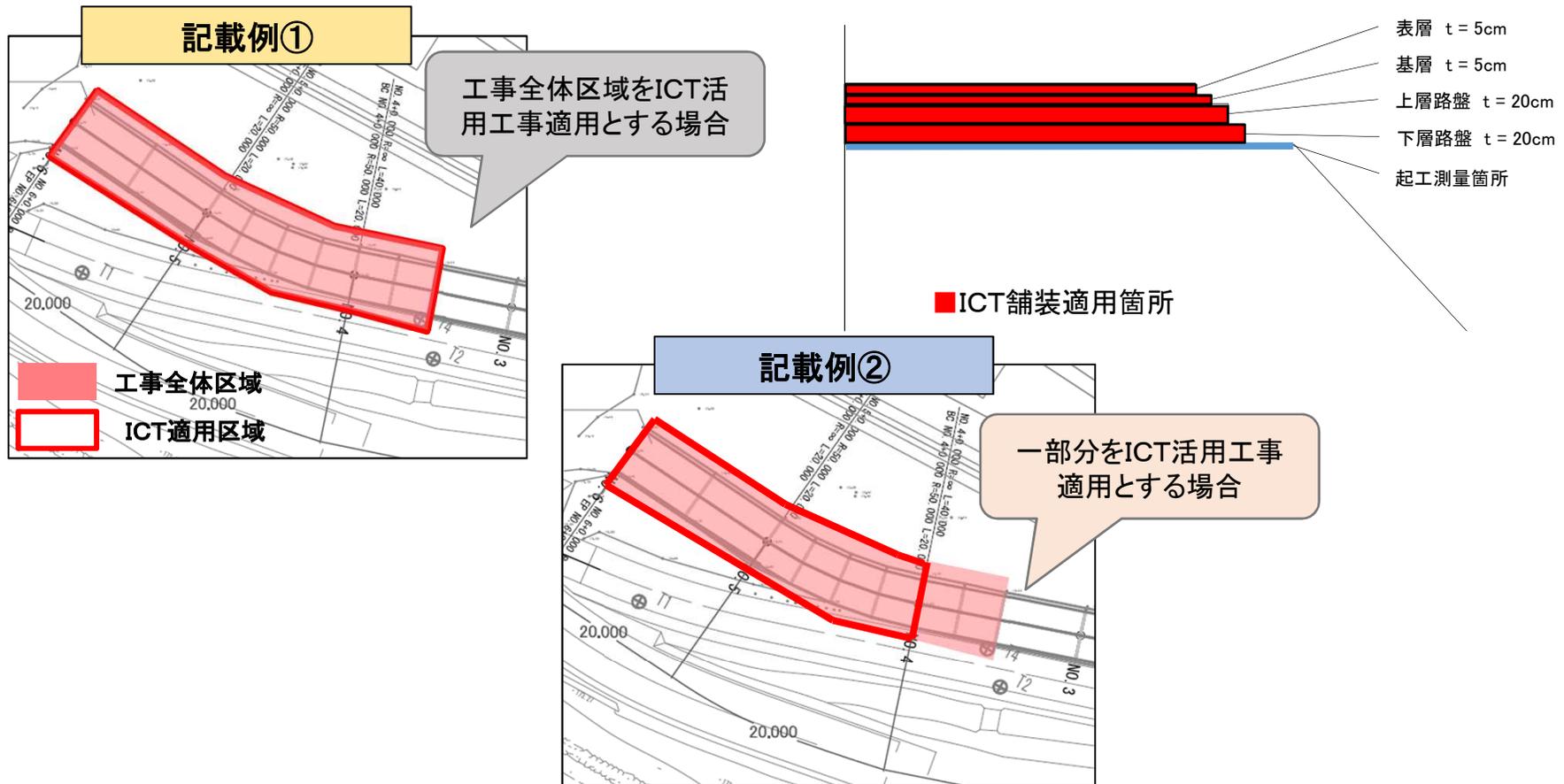
コスト比較(参考)



1-2. 具体の工事実施手段及び対象範囲等の協議

②対象範囲の決定

- ◆ **受注者は、ICT活用工事の対象範囲を平面図や横断図により、監督員と協議する。**
- ◆ なお、他工区の取り合いやすりつけ区間、橋梁下部など、3次元起工測量や3次元出来形管理、ICT建設機械による施工が困難な場合は、監督員と協議の上、ICT舗装工(路盤)の対象範囲から除外すること。
- ◆ 従来手法より生産性が低下することがないように留意すること。
- ◆ ICT舗装工の実施範囲以外については、従来通りの管理が必要となる。



1-2. 具体の工事実施手段及び対象範囲等の協議

③管理種別における管理方法及び計測機器

- ▶ **受注者は、各管理箇所における管理方法や計測機器を監督員と協議する。**
- ▶ 計測は起工測量から表層(仕上がり面)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等の仕上がり面は面(TS含む)による管理を必須とする。
- ▶ **なお、表層(仕上がり面)も、出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一回あたりの計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合は、監督員との協議の上、従来手法での出来形管理を行ってもよい。**

【例1】
起工測量から表層までの表面をTLSで計測する場合

各管理箇所における管理方法や計測機器の選定例

【例2】
起工測量、基層、表層の表面をTLSで計測し、その他の表面をTSで計測する場合

適用箇所	管理方法	計測機器
表層	各厚さ	全てTLS
基層		
上層路盤		
下層路盤		
起工測量		TLS又は、その他3次元計測機器

適用箇所	管理方法	計測機器
表層	厚さ	TLS
基層	標高較差、幅	TLS
上層路盤	標高較差、幅	TSもしくはテープ・コア抜き(厚さ管理)
下層路盤	基準高、標高較差、幅	
起工測量		TLS又は、その他3次元計測機器

適用箇所	管理方法	計測機器
表層	厚さ、幅	全てTSもしくはテープ・コア抜き(厚さ管理)
基層	厚さ、幅	
上層路盤	厚さ、幅	
下層路盤	基準高、厚さ、幅	
起工測量		TLS又は、その他3次元計測機器

【例3】
出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合、起工測量の表面をTLSで計測し、その他の表面をTSやテープ等で計測する場合。なお、この場合は工事成績の加点対象としない。

1-3. 3次元起工測量の経費

3次元設計データの作成経費の見積り

- ▶ **監督員は、受注者と協議し決定した対象範囲について、3次元起工測量の経費、3次元設計データの作成経費の見積りを徴収する。**
- ▶ 従来手法の起工測量にかかる経費は諸経費に含まれているため、ICTで実施する項目の経費のみ計上すること。
- ▶ 見積りには、**3次元出来形管理にかかる経費は含めないこと。**
- ▶ 見積りは、原則として3社以上から徴収する

(例)

別紙2

兵庫県知事 井戸敏三様

見積様式

レーザースキャナーによる場合

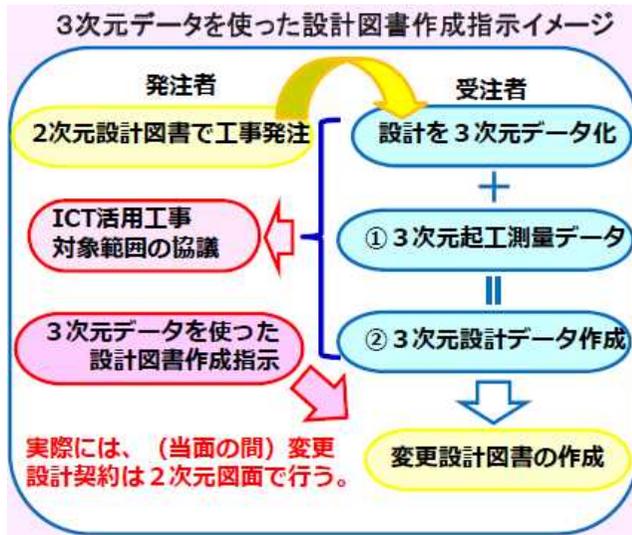
単位 (円)

施工プロセス	作業区分	単位	数量	金額	備考
① 3次元起工測量	作業計画	式	1		
	調整用基準点の設置	式	1		
	計測	式	1		
	精度検証	式	1		
	3次元計測データ作成	式	1		
② 3次元設計データ作成	平面線形（法線等）の設定	式	1		2次元設計データは貸与 2次元から3次元へ変換
	縦断線形の設定	式	1		2次元設計データは貸与 2次元から3次元へ変換
	横断形状の設定	式	1		2次元設計データは貸与 2次元から3次元へ変換
	3次元設計データ出力	式	1		LandXML及び3次元表示図の出力
	3次元設計データ照査	式	1		LandXMLの照査
計					

本見積様式を参考とし、必要に応じて記載内容を加筆修正して使用すること。

1-4. 設計図書の3次元化等の指示

- ▶ ICT活用工事は、発注者指定型、受注者希望型にかかわらず、当面の間は、測量・設計を通じて3次元のデータが整備されていないことから、当初設計は従来通り2次元図面で契約する。
- ▶ 工事契約後に**監督員から契約図書の3次元化等を指示**する。
- ▶ 受注者は、設計図書のうち平面線形、縦断線形、横断形状と、3次元起工測量などによって得られた3次元地形データを使って、3次元設計データの作成を行う。



記載例②
(工事内容及び対象範囲の協議)

総括監督員	主任現場監督員	現場技術員	現場代理人	主任(選別)技術者	担当者

工事打合簿

発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成●●年●●月●●日
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 届出 <input type="checkbox"/> その他()		
工事名	●●●●工事		

(内容)

下記の①～④について、対象範囲等を協議します。

① 3次元起工測量

- ・起工測量の実施手段：UAV
- ・起工測量の実施範囲：添付資料(平面図)のとおり
- ※UAVの飛行条件の確認-UAVとLSの費用を比較し、実施手段を選択する。

② 3次元設計データ作成

- ・3次元設計の実施範囲：添付資料(平面図)のとおり

③ ICT建設機械による施工

- ・ICT建設機械による施工範囲：添付資料(平面図、横断面、数量)のとおり
- ※従来機械の施工範囲とICT機械の使用範囲を明確にする。

④ 3次元出来形管理資料の作成

- ・出来形管理の実施手段：UAV
- ・出来形管理の実施範囲：添付資料(平面図、横断面)のとおり
- ※盛土の締固めがある場合はTSS、GNSSによる締固め範囲を協議する。

【工事内容・対象範囲に関する協議資料の事例(抜粋)】

対象範囲(平面図)

対象範囲(標準断面図)

発注者	上記について <input type="checkbox"/> 指示・ <input type="checkbox"/> 承諾・ <input type="checkbox"/> 協議・ <input type="checkbox"/> 通知・ <input checked="" type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他()	平成●●年●●月●●日
受注者	上記について <input type="checkbox"/> 了解・ <input type="checkbox"/> 協議・ <input type="checkbox"/> 提出・ <input type="checkbox"/> 報告・ <input type="checkbox"/> 届出 します。 <input type="checkbox"/> その他()	平成 年 月 日

(注) 緊急を要する場合等において監督員が現場代理人等に口頭又は、工事打合簿で指示したときは、速やかに指示書を交付すること。

ICT舗装工(路盤)の手続きのチェック事項

【受注者】

- 受注者希望型の場合、ICT施工を行う旨を監督員と協議し、ICT活用計画書を提出したか。
- 工事全体の区域の中で、ICT活用工事を適用する区域について監督員と書面で協議したか。
- 現場条件をよく考慮して計測機器の選定や、測位方法を選定したか。(p11,13,14,16参照)
- 各断面における管理方法と計測機器を、監督員と書面で協議したか。
- 3次元設計データ作成範囲について、監督員と書面で協議したか。
- 平面線形、縦断線形、横断線形、3次元起工測量などにより得られた3次元データを用いて、3次元設計データの作成を行ったか。

【監督員】

- 受注者希望型の場合、受注者からICT活用計画書が提出されているか。
- ICT活用工事を適用する箇所を書面で協議しているか。
- 各断面における管理方法と計測機器を書面で協議しているか。
- 3次元設計データ作成範囲について書面で協議しているか。
- 3次元起工測量および3次元設計データ作成の経費の見積りを徴収したか。(受注者が提出できる段階で)

ICT舗装工（路盤）の手引き

Ⅱ 地上型レーザースキャナ（TLS） を用いた出来形管理編

令和4年2月

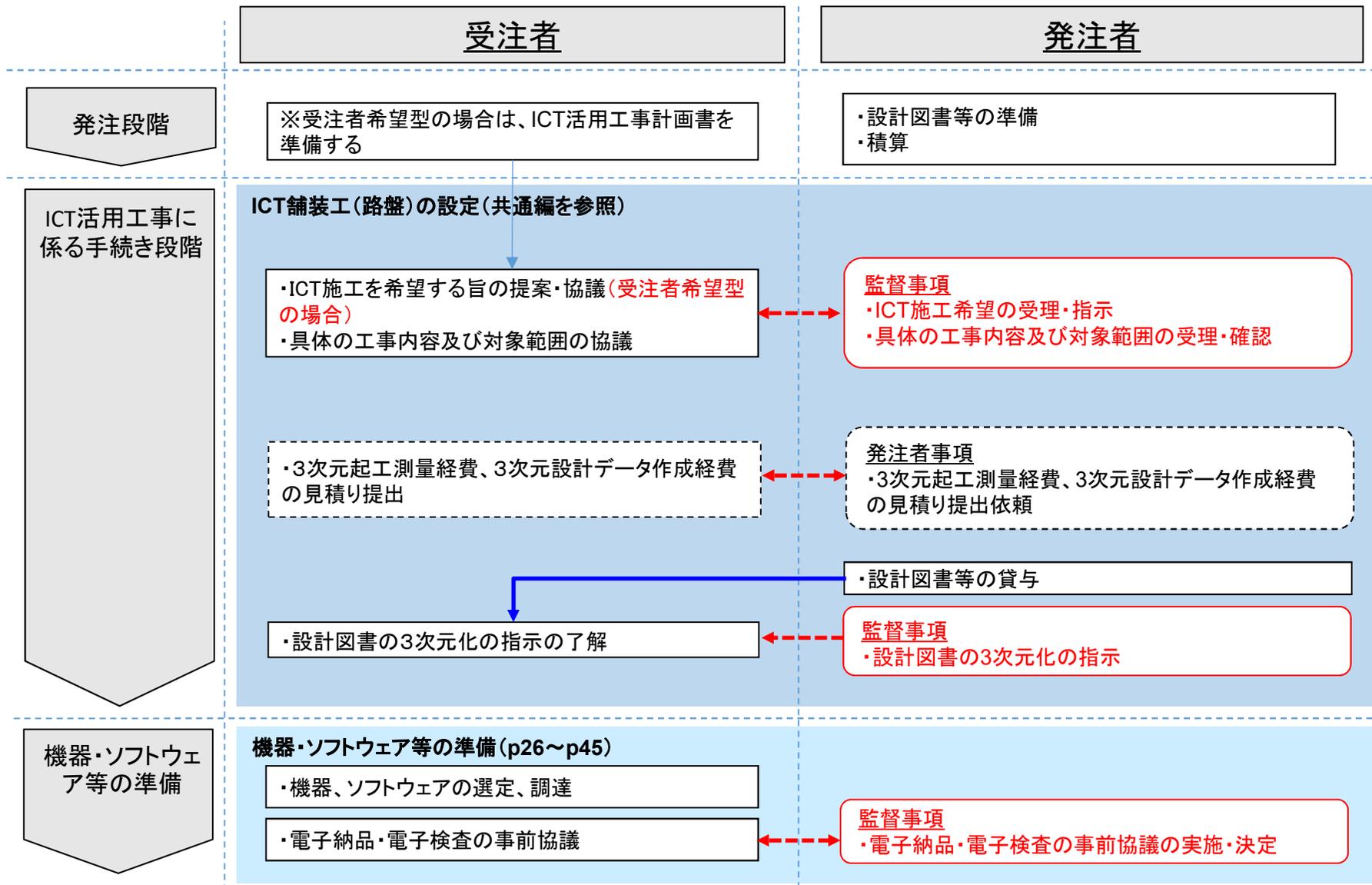
兵庫県 県土整備部
土木局 技術企画課

目次

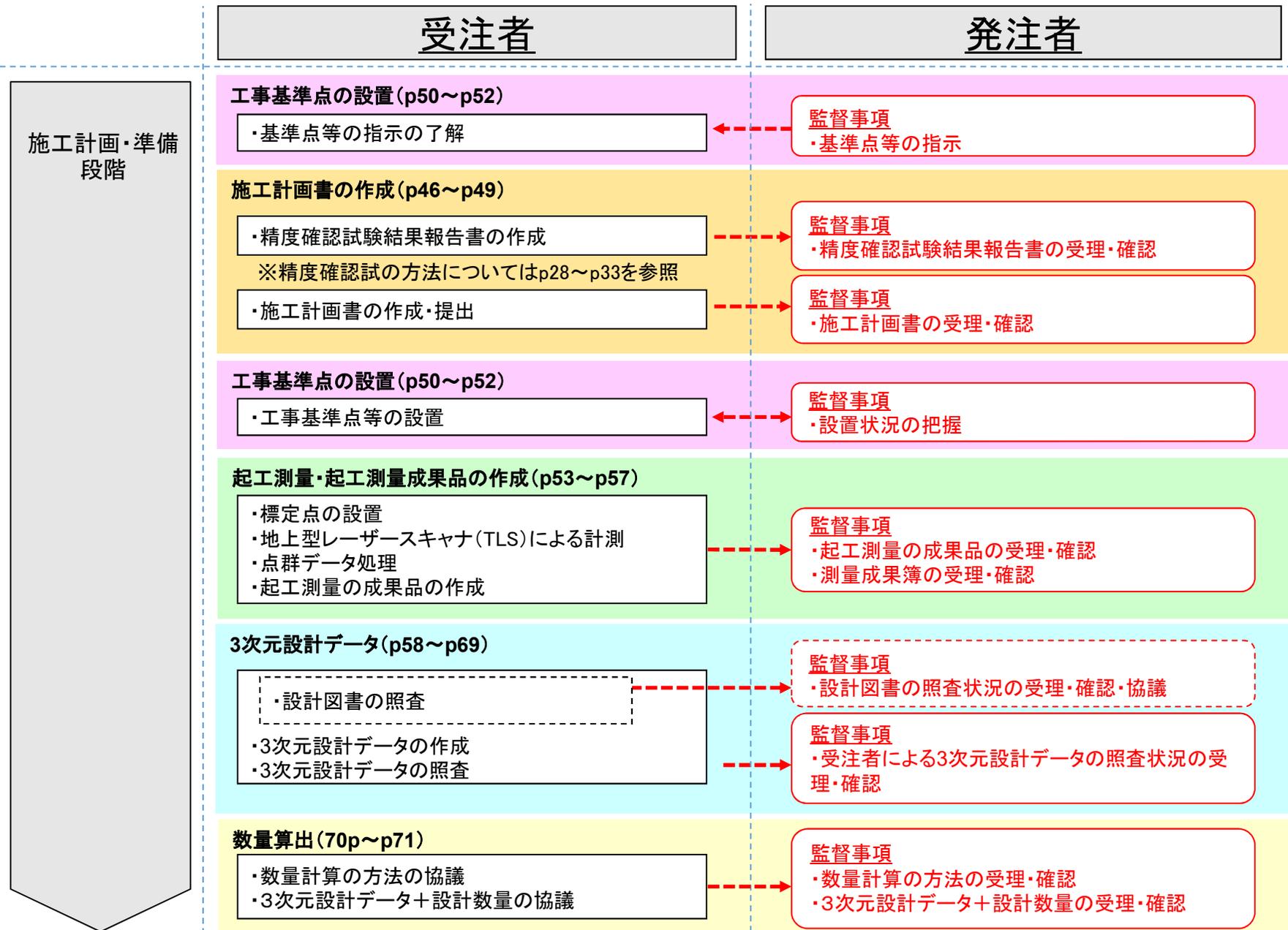
【地上型レーザースキャナ(TLS)を用いた出来形管理編】

• 地上型レーザースキャナ(TLS)を用いた場合の流れ	P22	6. 3次元設計データ	P58
• 本手引きに適用する工種及び測定項目	P25	6-1. 3次元設計データの作成	P59
2. 機器・ソフトウェア等の準備	P26	6-2. 3次元設計データの照査	P66
2-1. 機器構成の確認	P27	3次元設計データ作成のチェック事項	P69
2-2. 機器・ソフトウェアの仕様確認	P28	7. 数量算出	P70
2-2-1. TLS本体	P28	7-1. 数量算出	P71
2-2-2. 点群処理ソフトウェア	P34	8. 施工段階	P72
2-2-3. 3次元設計データ作成ソフトウェア	P40	9. 出来形管理	P74
2-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア	P41	9-1. 出来形計測	P75
2-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア	P43	9-2. 出来形管理写真の撮影	P76
機器・ソフトウェア等の選定におけるチェック事項	P44	9-3. 出来形管理資料の作成	P77
3. 施工計画書の作成	P46	出来形管理のチェック事項	P78
施工計画書の作成におけるチェック事項	P48	10. 電子成果品	P79
4. 工事基準点の設置	P50	10-1. 電子成果品の作成	P80
4-1. 工事基準点の設置時の留意点	P51	11. 検査	P82
工事基準点の設置時のチェック事項	P52	11-1. 書面検査	P83
5. 起工測量・起工測量成果品の作成	P53	11-2. 実地検査(出来形計測)	P87
5-1. 起工測量	P54		
5-1-1. TLS設置時、計測時の留意点	P54		
5-1-2. 標定点の設置	P55		
5-1-3. TLSによる計測および点群処理	P56		
起工測量・成果品の作成のチェック事項	P57		

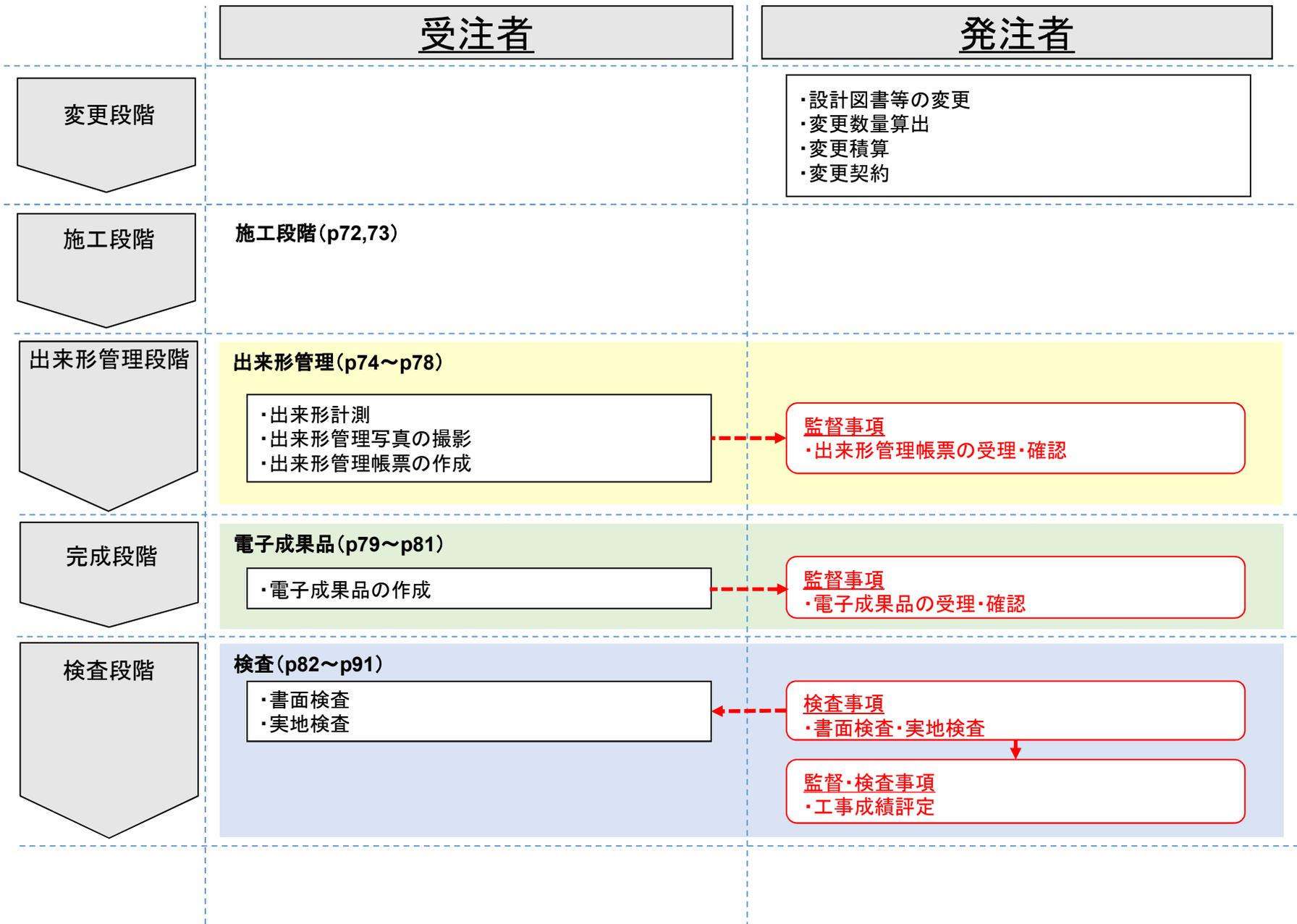
地上型レーザースキャナ(TLS)を用いた場合の流れ(1/3)



地上型レーザースキャナ(TLS)を用いた場合の流れ(2/3)



地上型レーザースキャナ(TLS)を用いた場合の流れ(3/3)



本手引きに適用する工種及び測定項目

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	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	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 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
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	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

※1 必ず路盤工(不陸整正)を含む

※2 地上型レーザースキャナ(TLS)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こともできる

2. 機器・ソフトウェア等の準備

▶ 機器・ソフトウェア等の準備の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
機器構成の確認	<ul style="list-style-type: none"> 必要な機器構成の確認 	<ul style="list-style-type: none"> 機器構成の把握
↓		
機器・ソフトウェアの仕様確認	<ul style="list-style-type: none"> 使用する機器・ソフトウェアの仕様を確認し、準備する 	<ul style="list-style-type: none"> 機器本体の要求精度や精管理の把握 各ソフトウェアの必要性能把握
↓		
電子納品・電子検査の事前協議	<ul style="list-style-type: none"> 電子納品・電子検査の事前協議資料の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 電子納品・電子検査の事前協議の実施・決定

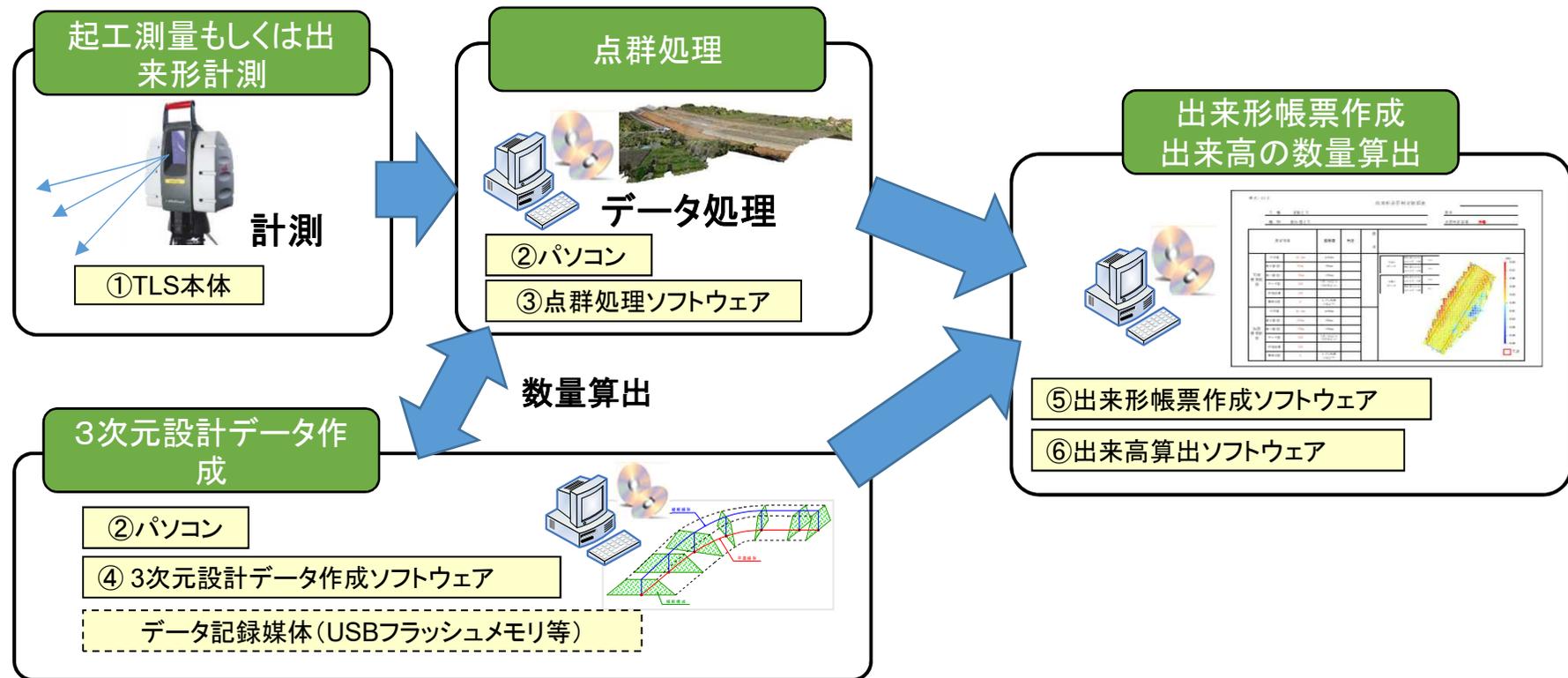
- ▶ 施工を実施するために使用するICT機器類は、**受注者が調達**。
- ▶ TLSを用いた出来形管理に必要な機器・ソフトウェアは、「**TLS本体**」・「**点群処理ソフトウェア**」・「**3次元設計データ作成ソフトウェア**」・「**3次元出来形帳票作成ソフトウェア**」・「**出来高の数量算出ソフトウェア**」。要領・基準等に準拠した適切な機器・ソフトウェアを選定し、出来形計測精度及び機器やソフトウェア間の互換性を確保。
- ▶ 各メーカーによって機器・ソフトウェアの操作性・機能・コストが異なることから、事前に各メーカーのカタログ、HPなどから情報収集し、またはデモ等のサービスを利用し、操作性や機能を事前に確認。
- ▶ 電子納品及び電子検査を円滑に行うため、**工事着手時**に監督員と受注者で**事前協議し決定**。

👉 ポイント

- ▶ 監督員及び受注者は、どのような機器やソフトウェアを準備し、各々に必要とされる性能や精度を理解する。
- ▶ **施工計画書**には、機器構成を明記するとともに、TLS本体の「**精度確認試験結果報告書**」、**有効期限内の保守点検記録が分かる資料**」、使用する各ソフトウェアの「**メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書**」を添付する必要がある。

2-1. 機器構成の確認

- ▶ TLSによる出来形管理の標準的な構成



ポイント

- ▶ TLS本体は現場の面的な出来形座標を取得する装置で、TLSは本体から計測対象の相対的な位置を取得する技術である。
- ▶ 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。**

2-2. 機器・ソフトウェアの仕様確認

2-2-1. TLS本体

①測定精度

- ▶ TLS本体を利用して計測する場合、**次ページの表に示す①測定精度と同等以上の性能**を有し、適正な②精度管理が行われている機器であること。
- ▶ 舗装の場合は、**平面方向と鉛直方向**の要求精度が設定されている。
- ▶ 施工計画書においては、TLS本体の精度確認の実施計画を記載するとともに、「**精度確認試験結果報告書**」および「**TLS本体の定期点検の実施およびその有効期限内がわかる資料**」を添付する。(ただし、提出時点で精度確認試験を実施できない場合は、精度確認試験の実施計画の記載と結果報告様式のみを添付し、結果報告書は試験実施後にすみやかに提出するものとする)

本体が計測性能を満たしているか確認できる書類が必要

以下のいずれかで提出する。

- ✓ 当該現場での精度確認試験(精度確認試験結果報告書を提出する)
- ✓ 当該現場以外の同様の条件実施した12か月以内の精度確認試験結果報告書

ポイント

【本体の精度確認試験結果報告書について】

- ▶ 平面精度については、発注者との協議の上、JSIMA115に基づく**試験成績表**で確認し、確認結果として当該**試験成績表を監督員に提出**することも可能。ただし、この範囲を超えて利用する場合は、現場での計測による確認が必要。
- ▶ **当該現場以外で、計測実施日の12か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12か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。

2-2-1. TLS本体

- 【TLS本体の計測性能(精度)の確認】※受注者は精度確認試験結果報告書を、監督員に提出する**
- 精度確認試験を実施し、その結果を提出する。(試験方法はpp.30-33参照)**

		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	
		基層・中間層表面	±4mm以内	セメント(石灰・瀝青)安定処理表面	±4mm以内
		表層表面		アスファルト中間層表面	
	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)				

ポイント

※下記はあくまで一例であり、現場に合わせて実施すること

- ▶ 精度確認試験で行った**計測距離を超えて計測してはならない。**
- ▶ 同じ精度確認試験結果を使用しても良いが、最も厳しい精度を確保できる場合(表層等)の最大距離は短めとなってしまうため、路床表面等を計測する場合は据替が多くなってしまう。その場合は、各条件での試験を実施しても良いが、すべての層で実施するという意味ではなく、同様の舗装材での計測や関連のある計測がある場合などを考慮して判断する。

2-2-1. TLS本体

②精度管理

- ▶ 起工測量や出来形計測でTLS本体を利用する場合、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。

【TLS本体の精度管理】※受注者は施工計画書で下記の状況が分かる資料を、監督員に提出する

- TLSの管理が適正に行われていることが確認できる書類を発注者に提出する。
- 現状では公的な精度管理の仕組みが存在しないことから、製造メーカーによる機器の作動点検等の記録を提出する。点検の頻度は、メーカーの推奨期間内であること。

本体の精度管理が適正に行われていることを確認できる書類が必要

- ✓ メーカー推奨期間内に実施した作動点検等の記録を提出

👉ポイント

- ▶ 施工計画書においては、TLS本体の「**精度確認試験結果報告書**」および「**TLS本体の定期点検の実施および有効期限内がわかる資料**」の添付が必要(ただし、この時点で実施できない場合は、実施後にすみやかに提出する)

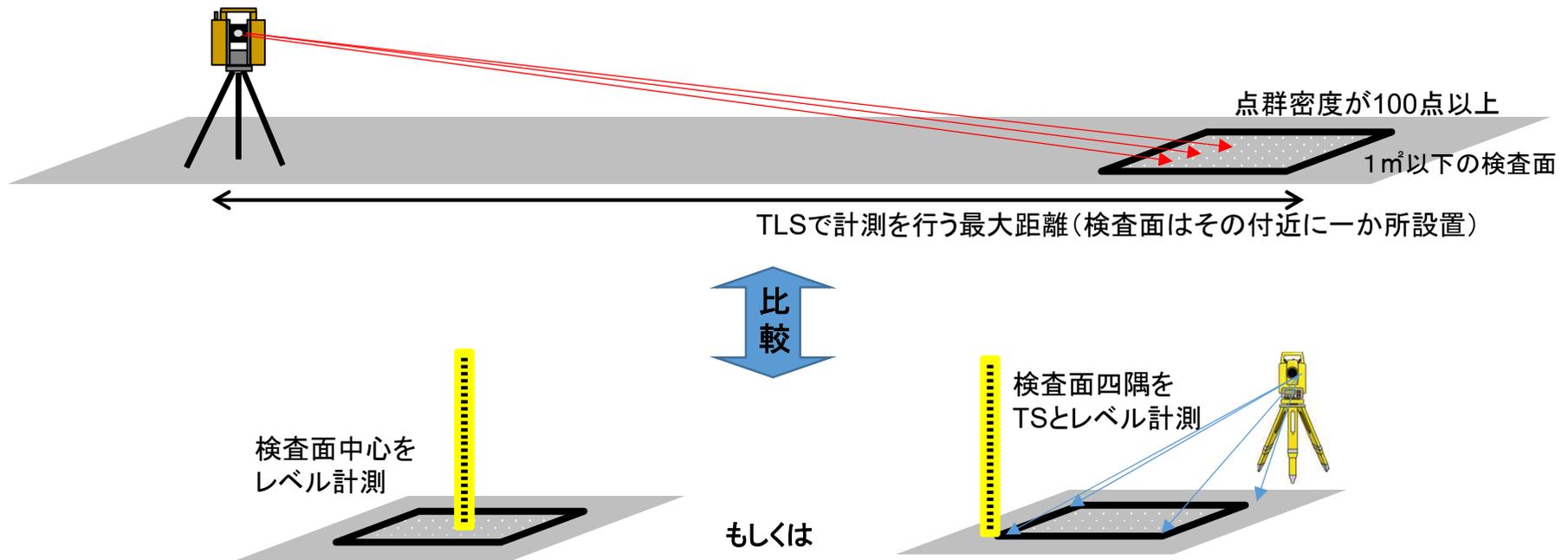
2-2-1. TLS本体

精度確認試験を実施方法(鉛直方向)

【鉛直方向の計測性能確認】

※「地上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、TLSの精度確認試験手順書(案)に従うものとする

- 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。
- TLSで計測した検査面の高さ、検査面中心をレベルにより計測した高さ、もしくは、TSで検査面の四隅とレベルで計測し、四隅の高さの平均値もしくは内挿補完等により求めた高さと比較し、測定精度以内であることを確認する。



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。
- ▶ 鉛直方向の測定精度はp.29を参照する。

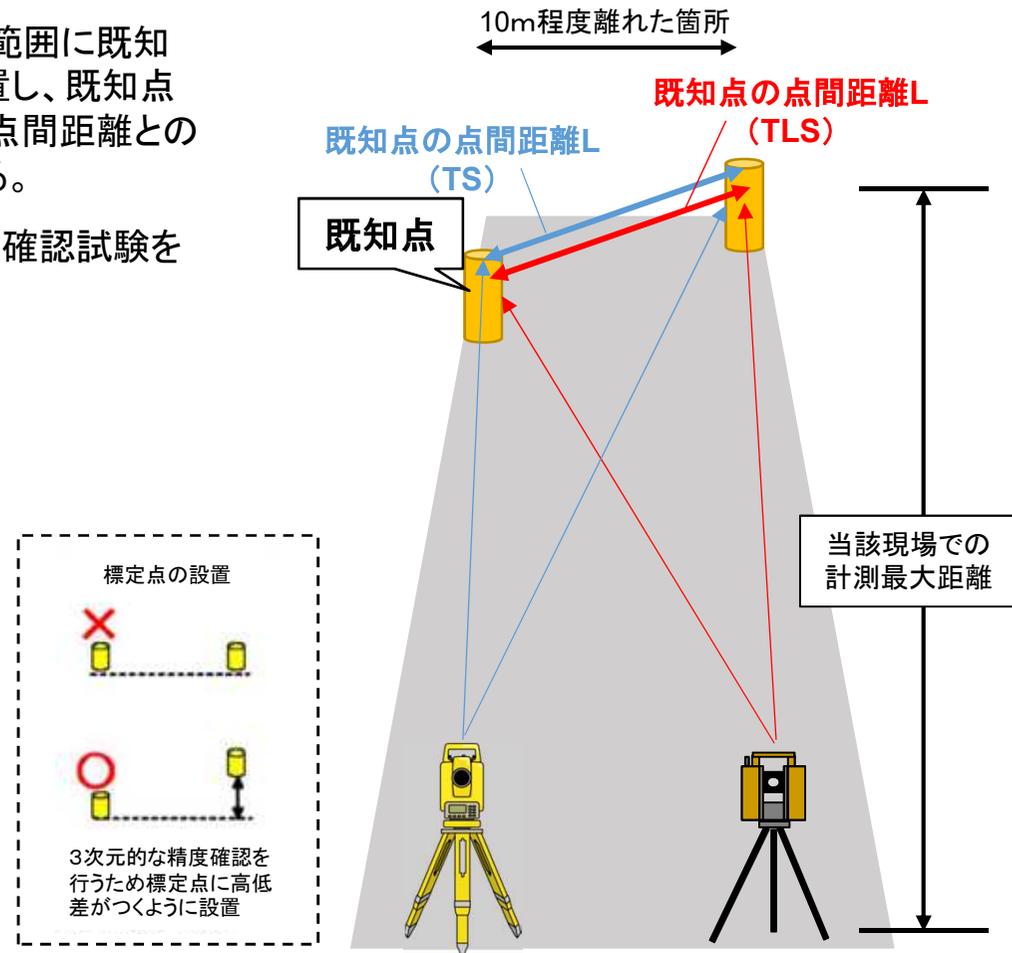
2-2-1. TLS本体

精度確認試験を実施方法(平面方向)

※「地上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、TLSの精度確認試験手順書(案)に従うものとする

【平面方向の計測性能確認】

- 実際に利用する機器の計測最大距離以上の範囲に既知点を2箇所(10m程度離れた箇所)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との差が所定の要求精度以内であることを確認する。
- TLSを用いた計測を実施する前に上記の精度確認試験を実施し、その結果について提出する。



ポイント

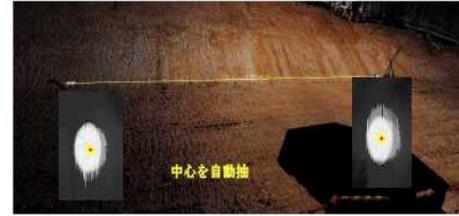
- ▶ 平面方向の測定精度はp.29を参照する。

2-2-1. TLS本体

精度確認試験実施結果報告書

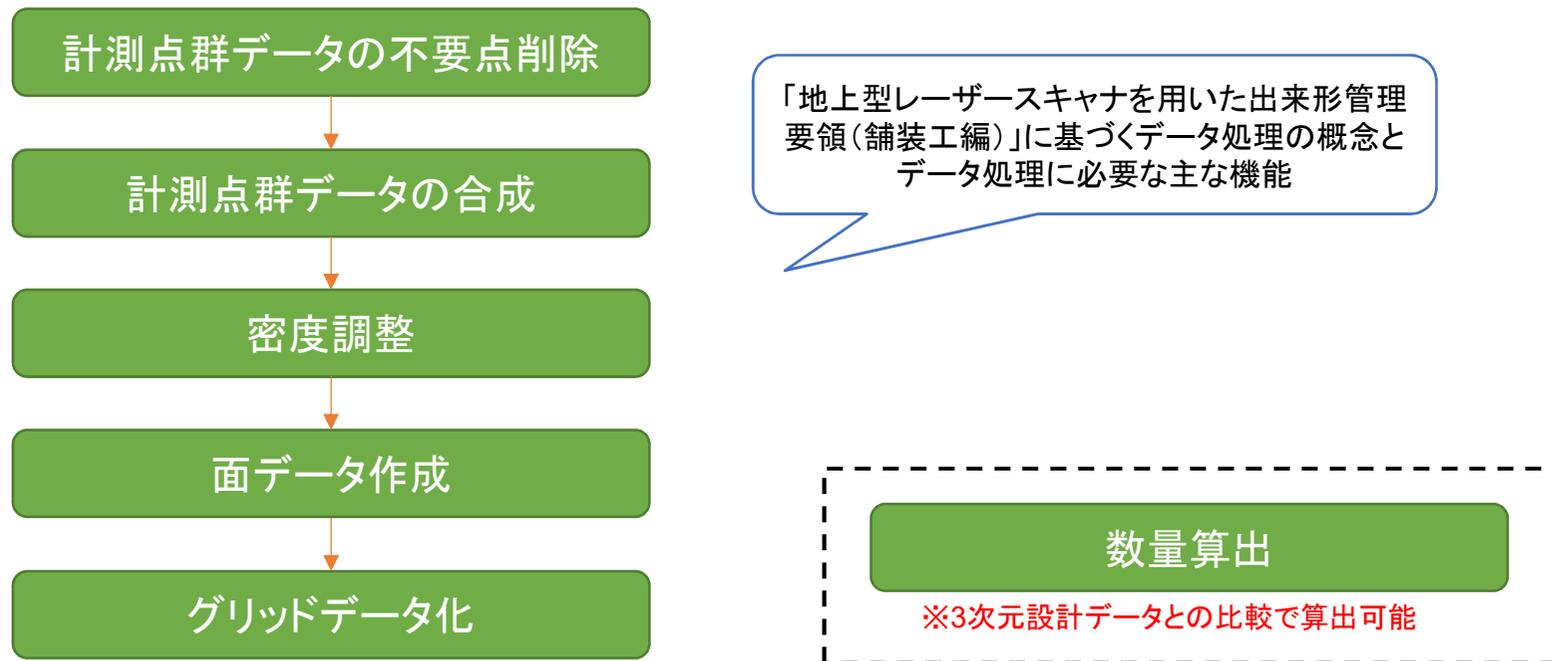
※「地上型レーザースキャナを用いた出来形管理要領(舗装工編)(案)」の参考資料-4、様式-2、精度確認試験結果報告書に従うものとする

- ▶ **現場で精度確認試験**を実施し、結果報告書を作成した後、すみやかに監督員へ提出する。
- ▶ なお、計測の実施前の12か月以内に実施した確認結果がある場合は、施工計画書の提出時に添付する。

(様式-2) 精度確認試験結果報告書		鉛直方向の精度確認試験結果(詳細)		平面方向の精度確認試験結果(詳細)															
計測実施日: 平成21年2月18日 機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株) レーザ測量 精度 太郎 印		① レベルによる検査面の確認  計測方法: 検査面の中心 or 検査面の4隅 計測結果: 8.080m		① テープによる検査点の確認  計測方法: テープ or TSによる座標間距離 or TSによる座標値計測 計測結果: 17.070m															
精度確認の対象機器 メーカー: (株)ABC社 測定装置名称: TLS420 測定装置の製造番号: R00891		② TLSによる確認  計測結果: 8.081m		② TLSによる確認 															
検証機器(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方法		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による既知点の点間距離(L') <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>点間距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1点目</td> <td>44044.70</td> <td>-11987.621</td> <td>17.870</td> <td rowspan="2">17.071m</td> </tr> <tr> <td>2点目</td> <td>44060.775</td> <td>-11993.355</td> <td>17.502</td> </tr> </tbody> </table>			X	Y	Z	点間距離	1点目	44044.70	-11987.621	17.870	17.071m	2点目	44060.775	-11993.355	17.502
	X	Y	Z	点間距離															
1点目	44044.70	-11987.621	17.870	17.071m															
2点目	44060.775	-11993.355	17.502																
② 平面方向の測定精度の精度確認方法		<table border="1"> <thead> <tr> <th>計測距離 30m の計測精度</th> <th>地上型レーザースキャナの計測結果による高さ(Z') - 検査面の高さ(Z)</th> <th>判定</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>8.081m - 8.080m = 0.001m (1mm)</td> <td>合格(基準値4mm以内)</td> </tr> </tbody> </table>		計測距離 30m の計測精度	地上型レーザースキャナの計測結果による高さ(Z') - 検査面の高さ(Z)	判定		8.081m - 8.080m = 0.001m (1mm)	合格(基準値4mm以内)	③ 差の確認(測定精度) 地上型レーザースキャナ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)									
計測距離 30m の計測精度	地上型レーザースキャナの計測結果による高さ(Z') - 検査面の高さ(Z)	判定																	
	8.081m - 8.080m = 0.001m (1mm)	合格(基準値4mm以内)																	
測定記録 測定期日: 平成21年2月18日 測定条件: 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所: (株)レーザ測量 社内 資材ヤードにて																			
精度確認方法 ① 鉛直方向の測定精度の精度確認方法 ■ 検査面の中心高さ																			
② 平面方向の測定精度の精度確認方法 ■ 既知点の座標間距離																			

2-2-2. 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出力する機能を有していなければならない。



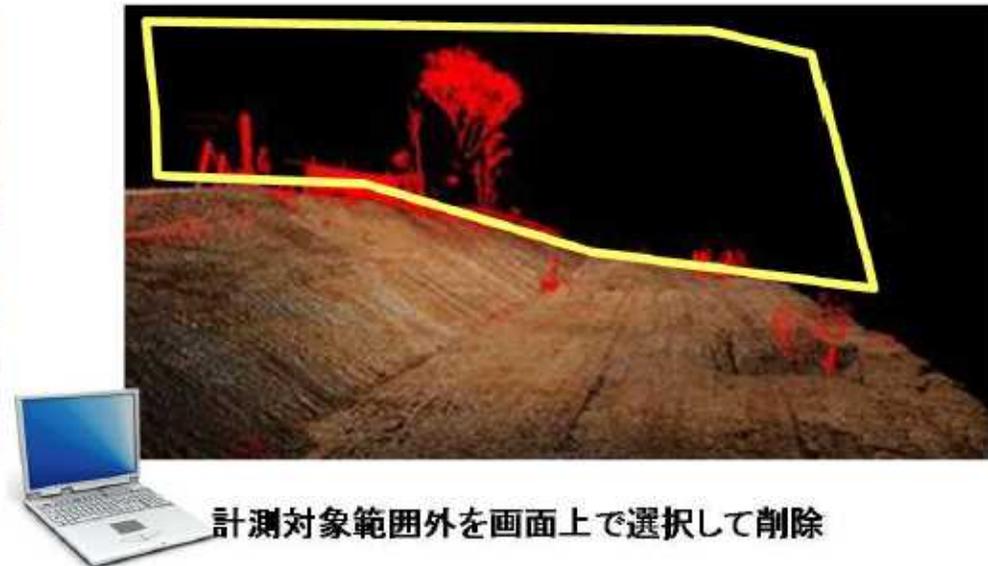
👉 ポイント

- ▶ 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。
- ▶ **受注者は**、使用する点群処理ソフトウェアを**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**。

2-2-2. 点群処理ソフトウェア

計測点群データの不要点削除

- ▶ TLS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

ポイント

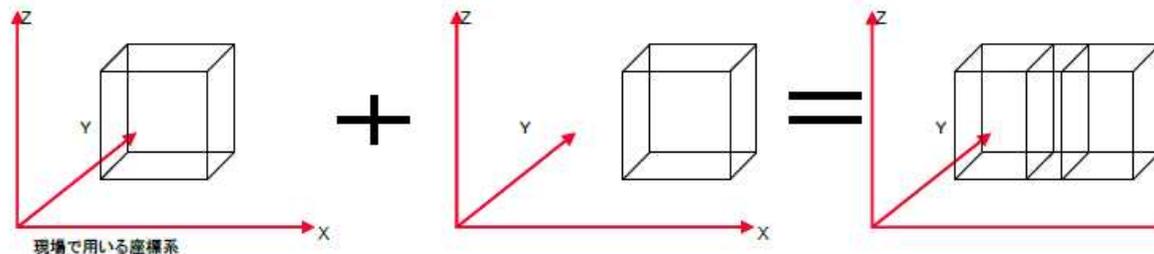
- ▶ 除去方法はソフトウェアに組み込まれている機能や、手動での範囲選択等がある。
- ▶ 除去段階において、出来形管理に影響する点を故意に排除したり作成してはいけない。
- ▶ 排水性舗装等の表面に凹凸が存在するような場合は、入射角の関係により凹凸を捉えやすくなるため、計測結果に影響を与えることが懸念されることから、その範囲の計測結果については不要点として除去するなどして留意する。

2-2-2. 点群処理ソフトウェア

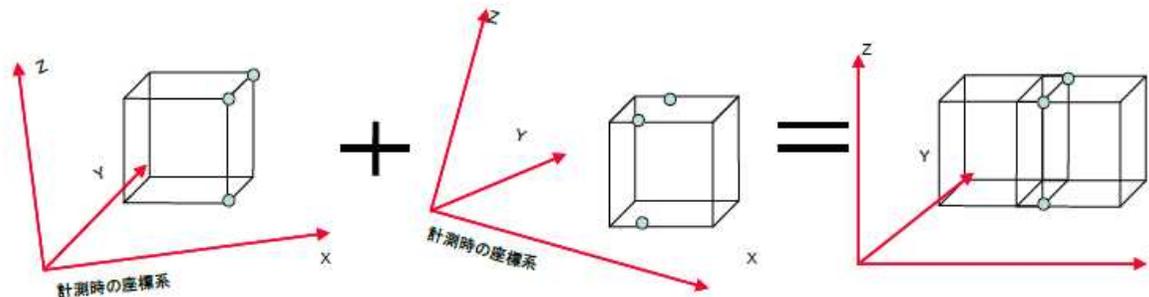
計測点群データの合成

- ▶ TLS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。複数スキャンのまとめ方については大きく2つの方法がある。

- ▶ 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。



- ▶ 複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換する。



ポイント

- ▶ 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。

2-2-2. 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	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)

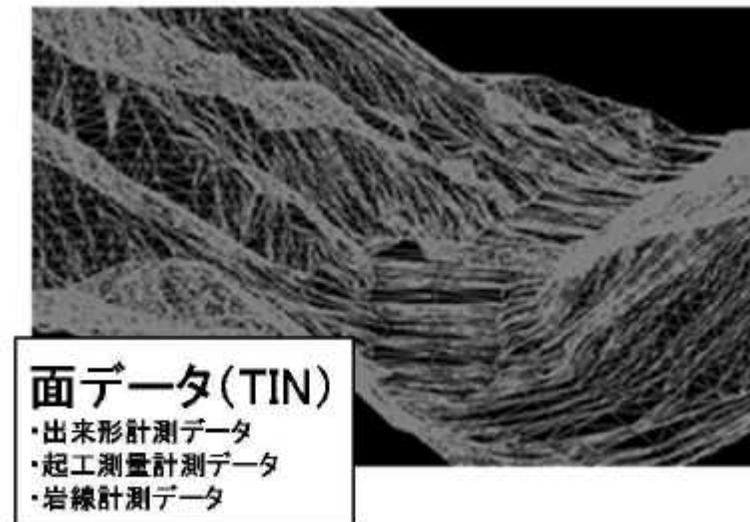
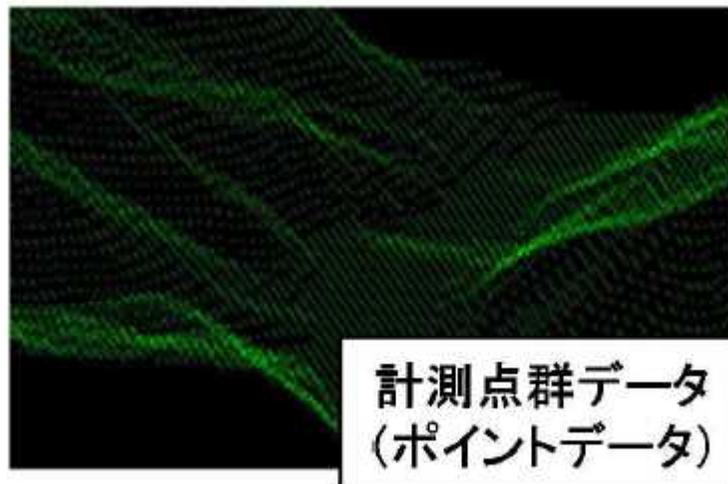
ポイント

- ▶ **出来形評価に求められている計測密度以下にならないように注意する。**
- ▶ 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。

2-2-2. 点群処理ソフトウェア

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。



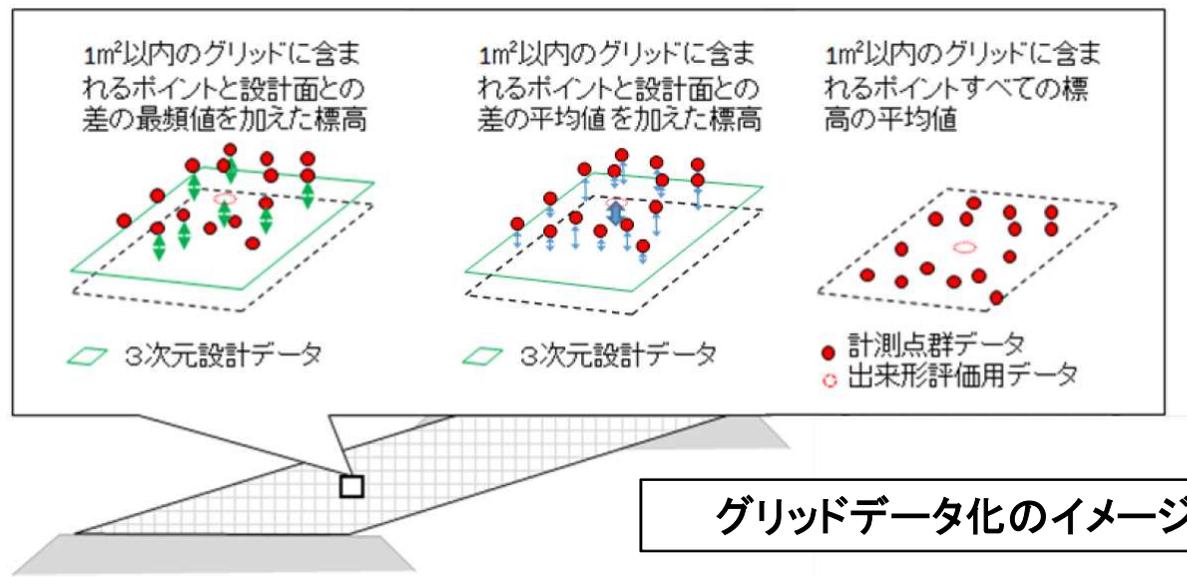
👉ポイント

- ▶ 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。

2-2-2. 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。

2-2-3. 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

- ▶ **受注者は、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。**

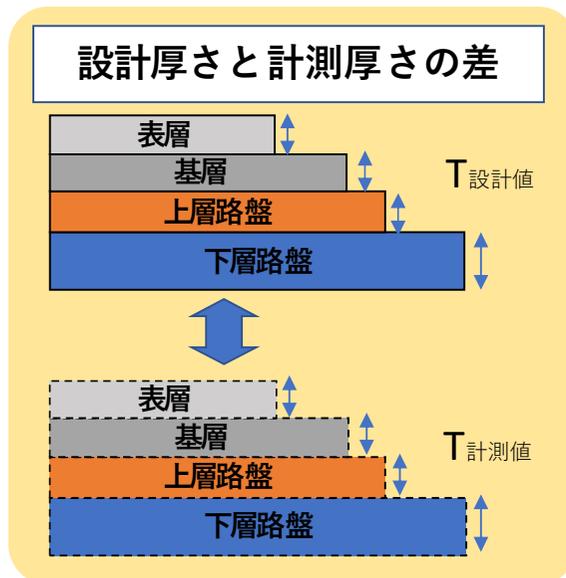
2-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア

- ▶ 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。

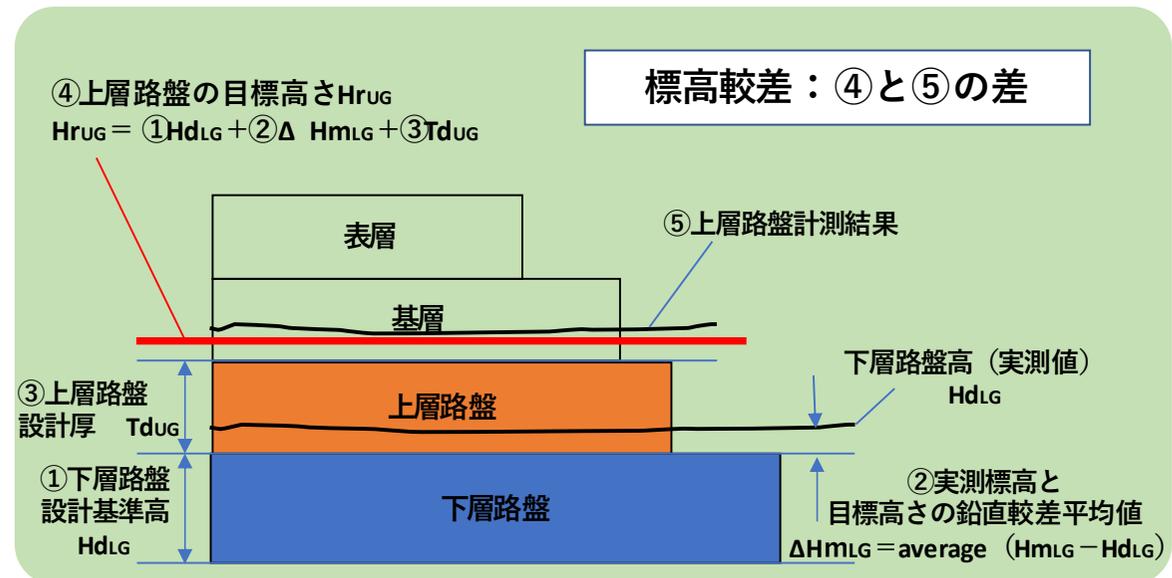
1) 出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力

- 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】



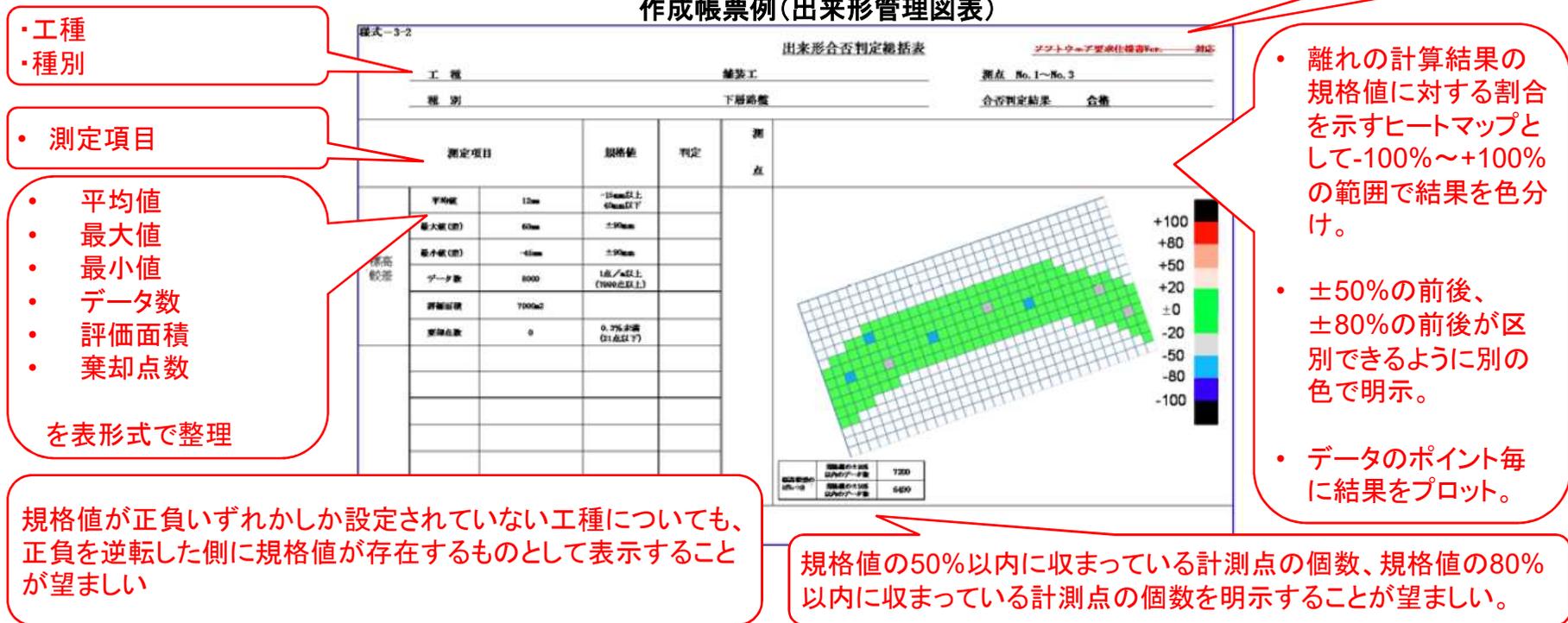
【標高較差】



2-2-4. 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



・工種
・種別

・測定項目

・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規格値が存在するものとして表示することが望ましい

評価範囲全体が含まれる平面図

・ 離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%~+100%の範囲で結果を色分け。

・ ±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。

・ データのポイント毎に結果をプロット。

規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数を明示することが望ましい。

ポイント

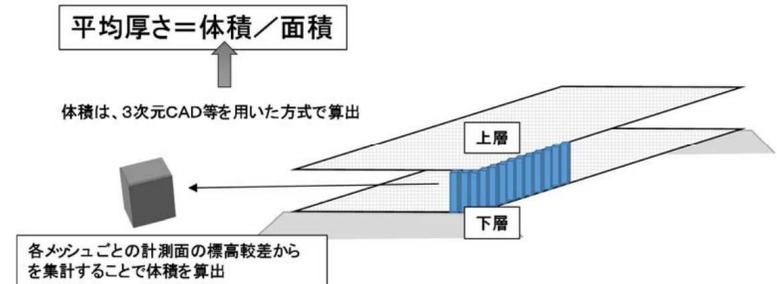
- ▶ ICT舗装工では、厚さあるいは標高較差による出来形の良否判定をおこなう。
- ▶ 出来形分布図は各層毎に作成する。
- ▶ 対象現場の延長が数kmある等、出来形の分布が分かりづらくなる場合、分布図を分割し拡大して表示すること。
- ▶ **受注者は**、使用する出来形帳票作成ソフトウェアを**施工計画書に記載する**とともに、その機能・性能を確認できる**カタログ等を施工計画書へ添付する**。

2-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア

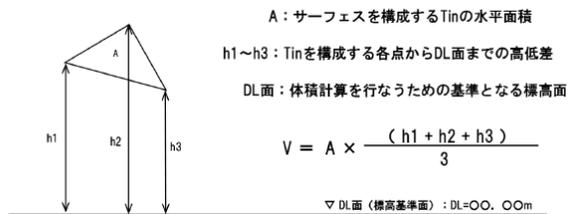
数量算出

- ▶ 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TLS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、TLSによる出来形計測結果を用いて出来高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。

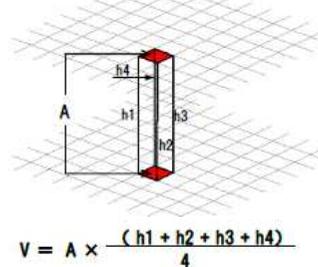
- ▶ 平均断面法
- ▶ 点高法
- ▶ TIN分割法を用いた求積
- ▶ プリズモイダル法



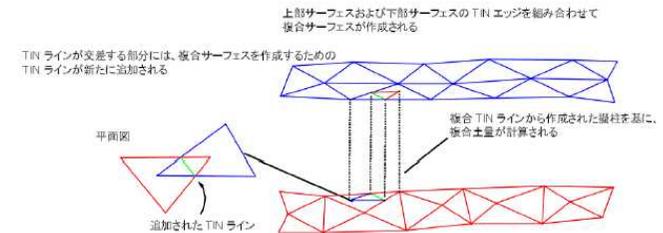
TIN分割法を用いた求積



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

機器・ソフトウェア等の準備におけるチェック事項

【受注者】

<TLS本体>

- 精度確認試験を実施し、その結果が平面方向と鉛直方向の要求精度を満たしているか。(p.29参照)
- TLSの管理が適正に行われているか。

<点群処理ソフトウェア>

- ソフトウェアの推奨動作環境(CPU,GPU,メモリ等)は問題ないか。
- 計測点群の合成、ノイズ除去及び不要点の削除、点群密度の変更、グリッドデータ化、TINの作成等を行う機能を有しているか。

<3次元設計データ作成ソフトウェア>

- 要素読込(入力)機能は満たされているか。(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(入力)機能)
- 3次元設計データ等の確認機能、設計面データ作成機能、3次元設計データ作成機能、座標系変換機能、3次元設計データ出力機能を有しているか。

<3次元出来形帳票作成ソフトウェア>

- 取得した計測データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果を算出可能か。
- 評価結果およ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るか。

<出来高の数量算出ソフトウェア>

- 数量計算方法(①点高法、②TIN分割等を用いた求積、③プリズモイダル法等)について、監督員と書面で協議を行ったか。

<電子納品・検査について>

- 電子納品・電子検査について書面で協議を行ったか。

<施工計画書への添付資料>

- 「精度確認試験結果報告書」、「TLSの管理が適正に行われていることを確認する資料」、「使用する各ソフトウェアのカタログ」を添付したか。※なお、この段階で提出できないものは、後日すみやかに提出すること

機器・ソフトウェア等の準備におけるチェック事項

【監督員】

<TLS本体>

- 鉛直方向および平面方向に要求する計測精度を満たしているか。
- 有効期限内の保守点検記録がされている機器を使用しているか。

<点群処理ソフトウェア>

- 計測点群の合成、ノイズ除去及び不要点の削除、点群密度の変更、グリッドデータ化、TINの作成等を行う機能があるか。

<3次元設計データ作成ソフトウェア>

- 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(入力)機能)があるか。
- 3次元設計データ等の確認機能、設計面データ作成機能、3次元設計データ作成機能、座標系変換機能、3次元設計データ出力機能があるか。

<3次元出来形帳票作成ソフトウェア>

- 取得した計測データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果を算出可能か。
- 評価結果およ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があるか。

<出来高の数量算出ソフトウェア>

- 数量計算方法(①点高法、②TIN分割等を用いた求積、③プリズモイダル法等)について、書面で協議を行ったか。

<電子納品・検査について>

- 電子納品・電子検査について書面で協議を行ったか。

<その他>

- 施工計画書へは、「精度確認試験結果報告書」、「TLSの管理が適正に行われていることを確認する資料」、「使用する各ソフトウェアのカタログ」が添付されているか。※なお、この段階で提出できないものは、後日提出として扱うこと

3. 施工計画書の作成

▶ 施工計画書作成時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 精度確認試験結果報告書の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> • 精度確認試験結果報告書の作成し施工計画書へ添付する (2-2-1参照) 	<ul style="list-style-type: none"> • 精度確認試験結果報告書の確認・受理
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 施工計画書の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> • 施工計画書の作成・提出 	<ul style="list-style-type: none"> • 施工計画書の確認・受理

- ▶ 施工計画書には、使う機械や機器、それらの精度確認結果や性能を確認できるカタログ等の添付が必要となる。
- ▶ 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。
- ▶ 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よく、分けて考える必要はない。
- ▶ 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. 施工計画書の作成

施工計画書への記載事項例



施工計画書の作成におけるチェック事項

【受注者】

<使用するICT建設機械について>

- 指定機械または、主要船舶・機械において、使用するICT建設機械の仕様や使用する工種を記載しているか。

<施工方法>

- 起工測量や出来形計測では標定点の設置等について、ICT建設機械による施工では測位方法について、それらの設置準備作業等も加わるため、それらのフローがわかるように記載しているか。

<3次元設計データ>

- 3次元設計データチェックシートおよび、チェック入りの工事基準点リスト、線形計算書、平面図、縦断図、横断図、3次元ビューを提出しているか。
- 3次元設計データ作成に用いるソフトウェアのカタログを添付しているか。

<ICT建設機械>

- ICT建設機械の機器構成、測位方法等が分かる情報を記載しているか。
- 日々の精度確認を行う旨、およびその方法と様式等の確認できる資料が添付しているか。(精度管理をしているということが分かる資料)

<使用機器・ソフトウェア>

- 使用するTLS本体、点群処理ソフトウェア、3次元設計ソフトウェア、出来形帳票ソフトウェア、出来高(数量)算出ソフトウェアについて記載しているか。
- 各ソフトウェアの性能を確認できるカタログを添付しているか。
- TLS本体の精度確認試験結果報告書を提出しているか。
- 精度確認試験結果は、平面方向及び鉛直方向が要求精度を満たしているか。
- 精度確認試験で行った計測距離を超えて計測していないか。
- 計測機器本体の保守点検・検査成績書等を提出しているか。

<出来形管理>

- 面管理を実施する適用工種を記載しているか。
- 3次元計測を実施する範囲を平面図や横断図でわかるように記載しているか。(舗装工部を包括するように)
- 各断面における出来形管理適用箇所及び、使用計測機器が協議した内容と合っているか、また、記載しているか。
- 出来形管理を実施する箇所を記載し、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準を記載しているか。

施工計画書の作成におけるチェック事項

【監督員】

＜使用するICT建設機械について＞

- 指定機械または、主要船舶・機械において、使用するICT建設機械の仕様や使用する工種が記載されているか。

＜3次元設計データ＞

- 3次元設計データチェックシートおよび、チェック入りの工事基準点リスト、線形計算書、平面図、縦断図、横断図、3次元ビューが提出されているか。
- 3次元設計データ作成に用いるソフトウェアの性能が分かるカタログ等が添付されているか。

＜ICT建設機械＞

- ICT建設機械の機器構成、測位方法等が記載されているか。
- 日々の精度確認を行う旨、およびその方法と様式等の確認できる資料が添付されているか。

＜使用機器・ソフトウェア＞

- 使用するTLS本体、点群処理ソフトウェア、3次元設計ソフトウェア、出来形帳票ソフトウェア、出来高(数量)算出ソフトウェアについて記載されているか。
- 各ソフトウェアの性能を確認できるカタログが添付されているか。
- TLS本体の精度確認試験結果報告書が提出されているか。
- 精度確認試験結果は、平面方向及び鉛直方向が要求精度を満たしているか。
- 精度確認試験で行った計測距離を超えて計測していないか。
- 計測機器本体の保守点検・検査成績書等を提出されているか。

＜出来形管理＞

- 面管理を実施する適用工種は正しく記載されているか。
- 3次元計測を実施する範囲は、協議で決定した範囲か。
- 各断面における出来形管理適用箇所及び、使用計測機器が協議した内容と合っているか、また、記載されているか。
- 出来形管理を実施する箇所、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準が正しく記載されているか。

4. 工事基準点の設置

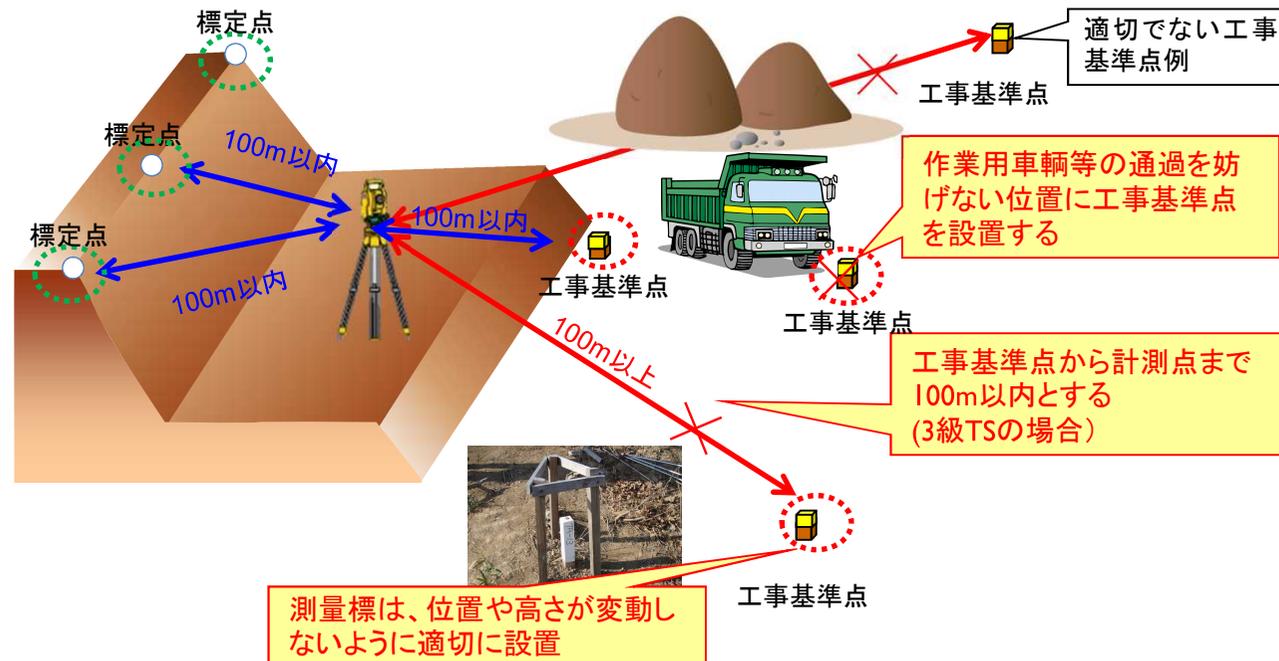
フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">工事基準点の設置</div>	<ul style="list-style-type: none"> • 既設基準点の検測 • 工事基準点の設置 • 標定点の設置 • 測量成果、設置状況と配置箇所を提出 	<ul style="list-style-type: none"> • 基準点等の指示、設置状況の把握

- ▶ TLSを用いた出来形管理では、工事基準点を用いて3次元座標値への変換を行う。
- ▶ 出来形計測の精度を確保のためには、現場内に4級基準点または3級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度確保が重要となる。
- ▶ TLSの標定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複数配置しておくことが有効。
- ▶ 標定点を計測する場合は、基準点からTSまでの距離と、標定点等からTSまでの計測距離(斜距離)の制限は、3級TSを利用する場合100m以内(2級TSは150m)となる。

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。

4-1. 工事基準点の設置時の留意点



・TLSによる出来形管理では、出来形精度を確保するため、次の斜距離が3級TSを用いる場合で100m以内、2級TSを用いる場合で150m以内でなければならない。

- (1) TSの設置位置から工事基準点までの距離(TS設置時)
- (2) TSの設置位置から標定点までの距離

留意点

TLSによる出来形管理で利用するTS(2級TSか3級TS)を確認して、工事基準点を配置する。

・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は、標定点を設置せず計測できる。この場合、ターゲットは基準点あるいは工事基準点上に設置する。

工事基準点の設置時のチェック事項

【受注者】

＜工事基準点の設置＞

- TLSの標定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複数設置しているか。
- 出来形管理では出来形計測精度の確保を目的に、標定点計測する場合は基準点からTSまでの距離、標定点からTSまでの計測距離(斜距離)についての制限を、3級TSを使用する場合は100m以内、2級TSを使用する場合は150m以内としているか。

＜工事基準点の設置計画＞

- 基準点の設置精度は十分管理されているか。
- 機械設置時の使用点の計画が立案されているか。
- 後方交会法で3次元座標を計測する場合は、使用する基準点間の狭角が確認されているか。(TSを用いた出来形管理では同手法による器械位置算出時には、基準点と本体が校正する角度を 30° ~ 150° 以内としている)
- 後方交会法に用いるプリズムは正しく工事基準点あるいは基準点上に設置されているか。
- 測量成果、設置状況、配置箇所を打ち合せ簿で監督員に提出しているか。**

【監督員】

- 基準点の指示を行い、測量成果、設置状況、配置箇所を確認したか。

5. 起工測量・起工測量成果品の作成

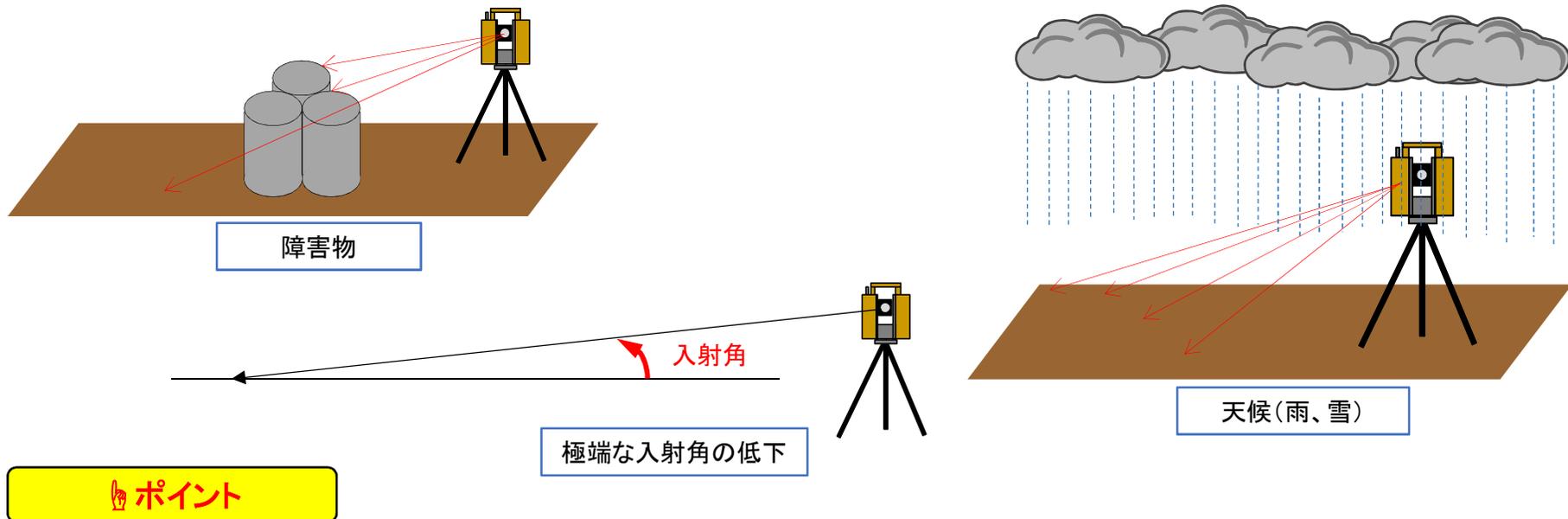
フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;"> 精度確認試験結果報告書の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 精度確認試験結果報告書の作成 ※現場で精度確認試験を行った場合(2-2-1参照) 	<ul style="list-style-type: none"> 精度確認試験結果報告書の受理・確認
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 起工測量 </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">↓</div>	<ul style="list-style-type: none"> 標定点の設置 TLSによる計測 点群データ処理(起工測量計測データの作成) 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 起工測量の成果品の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 起工測量の成果品の作成・提出 	<ul style="list-style-type: none"> 起工測量の成果品の受理・確認

- ▶ 起工測量時の**測定精度は20mm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。
- ▶ 受注者は起工測量の成果品を作成し提出する。監督員はその内容を確認。
- ▶ 受注者より精度確認試験結果報告書が提出される(**※現場で精度確認試験を行った場合**)。監督員はその内容を確認。

5-1. 起工測量

5-1-1. TLS設置時、計測時の留意点

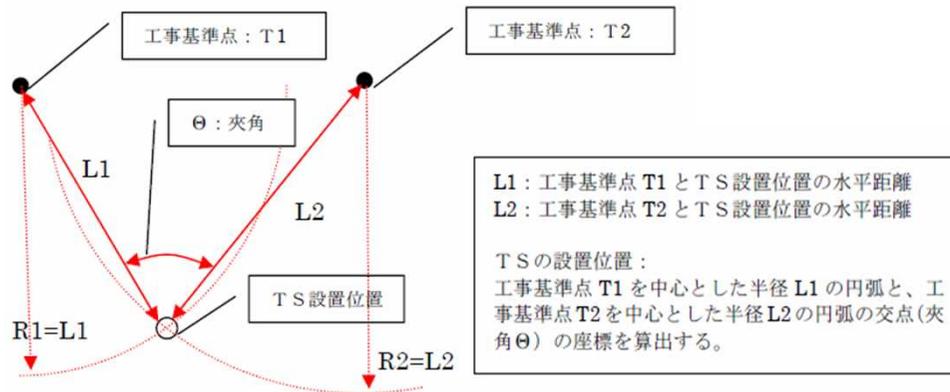
- ▶ 出来形計測点を効率的に取得できる位置にTLSを設置。
- ▶ TLSのレーザーと被計測対象物が、できるだけ正対した位置関係になるように設置。
- ▶ TLSは急傾斜地や軟弱地盤を避け、振動のない地盤に設置。
- ▶ 計測対象物を正確に計測するために、障害物の除去、計測のタイミングに注意が必要。
- ▶ 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象。
- ▶ 計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合。
- ▶ 強風などで土埃などが大量に舞っている場合。



- ▶ 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。

5-1-2. 標定点の設置

- ▶ 標定点は、計測対象箇所之最外周部に4箇所以上配置。
- ▶ トータルステーション(TS)から基準点及び標定点までの距離の確保。
⇒ 3級TSの場合:100m以下、2級TSの場合:150m以下
- ▶ TLS本体にTSと同様に位置決め機能(ターゲット計測による後方交会法)を有している場合は、標定点を設置せずに計測が可能。
- ▶ 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。



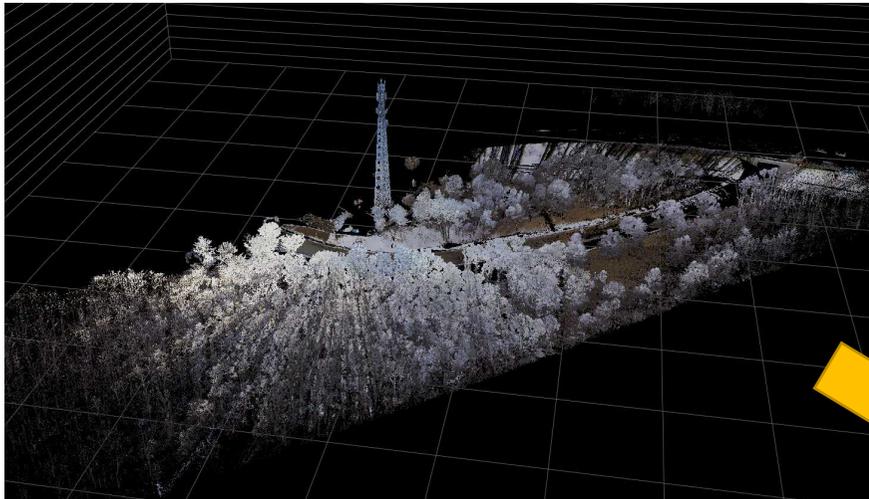
TSを使った後方交会法による位置決め例



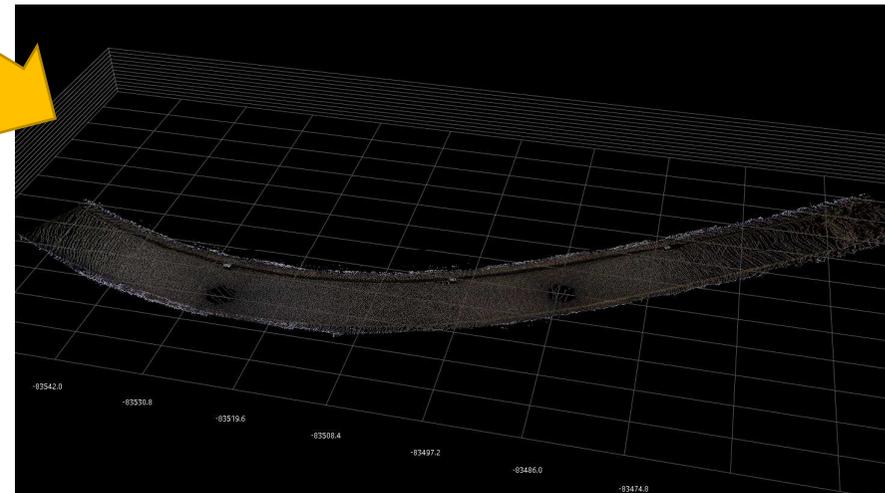
図 1-16 LSと標定点の配置(例)

5-1-3. TLSによる計測および点群処理

- ▶ 計測においては、「2. 機器・ソフトウェア等の選定」を参照し、計測密度等に留意する。
- ▶ 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、「2-2-2. 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

起工測量・成果品の作成のチェック事項

【受注者】

- 精度確認試験結果報告書は提出したか。(計測の実施前の6か月以内に実施した確認結果により施工計画書に添付している場合はここでは不要)
- 精度確認試験によって精度が担保される計測距離以内で計測しているか。
- 計測にあたっては、「5-1-1. TLS設置時、計測時の留意点」を確認し実施したか。
- 標定点は適切なものを用意しているか。
- 標定点の計測はTSを用いて実施したか。また、TSから基準点及び標定点までの距離が100m以下(3級TSの場合)あるいは150m以下(2級TSの場合)となっているか。(ただし、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してもよい)
- 計測対象箇所の最外周部に4箇所以上配置しているか。(ターゲット計測による後方交会法による位置決めの場合は除く)
- 起工測量は、計測対象範囲内で0.25m²(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上の計測点が見られる設定で計測を行っているか。
- 「2-2-2. 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したか。
- 起工測量の成果品の作成・提出をしたか。

【監督員】

- 精度確認試験結果報告書は提出されているか。また、要求精度を満たしているか。計測の実施前の6か月以内に実施した確認結果により施工計画書に添付している場合はここでは不要)
- 精度確認試験によって精度が担保される計測距離以内で計測しているか。
- 標定点の設置が正しく実施されているか。(5-1-2参照)
- 起工測量は、計測対象範囲内で0.25m²(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上の計測点が見られる設定で計測を行っているか。
- 起工測量の成果品が提出されているか。

6. 3次元設計データ

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
設計図書の照査	<ul style="list-style-type: none"> 3次元設計データの作成に係わる照査について協議 	<ul style="list-style-type: none"> 照査内容の協議・受理・確認
3次元設計データの作成	<ul style="list-style-type: none"> 3次元設計データの作成 	
3次元設計データの照査	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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。
- ▶ 標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図をもと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、監督員と協議を行い設定する。**※p.41を参照**
- ▶ 管理項目（標高交差および厚さ）によって、比較する3次元設計データが異なってくることから、注意が必要。
- ▶ 監督員は、受注者から提出される**3次元設計データチェックシート**、**工事基準点リスト(チェック入り)**、**線形計算書(チェック入り)**、**平面図(チェック入り)**、**縦断図(チェック入り)**、**横断図(チェック入り)**を確認する。
- ▶ 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。

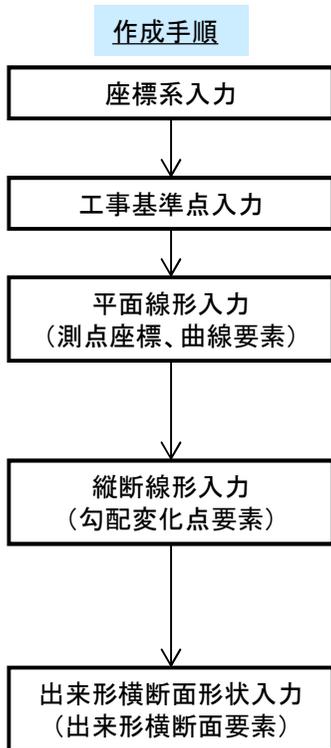
6-1. 3次元設計データの作成

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LS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面形状を作成した後にTINを設定する。(例えば、間隔5m毎の横断面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、監督員と協議を行い設定する。
- ▶ 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「7. 数量算出」を参照のこと。

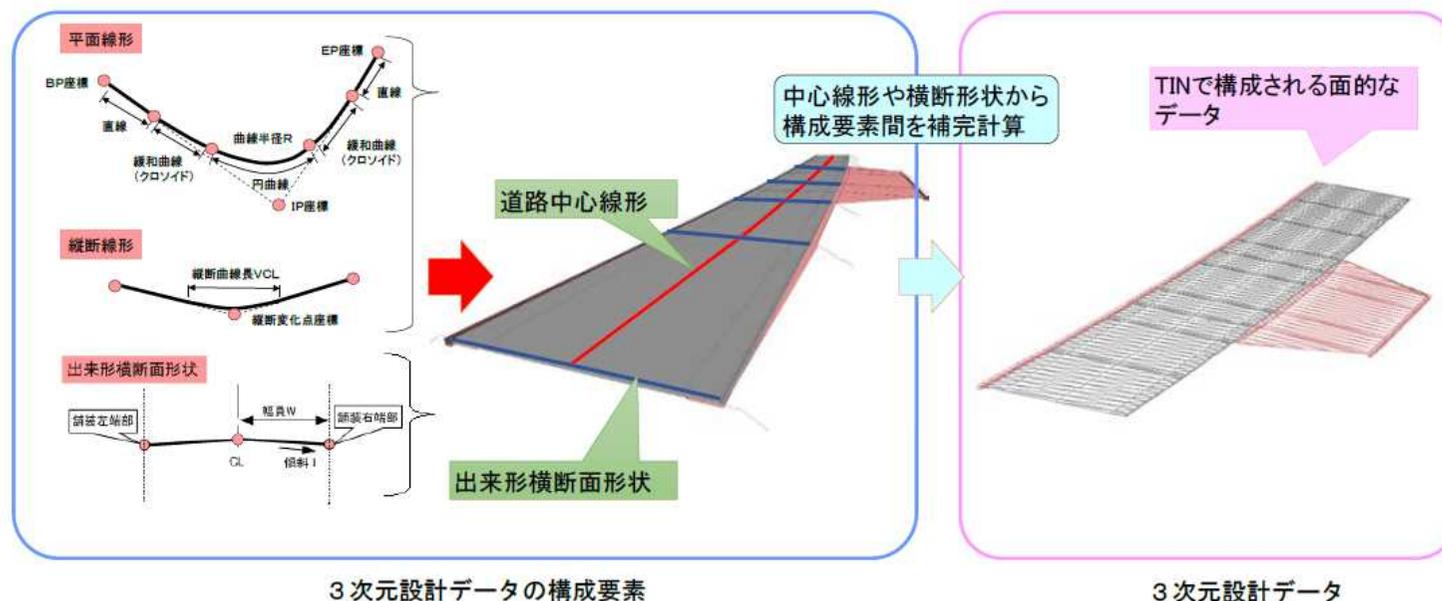
6-1. 3次元設計データの作成

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)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所より無償で入手)を用いた場合の例です。



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。

6-1. 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 積円(待高)

キャンセル 閉じる

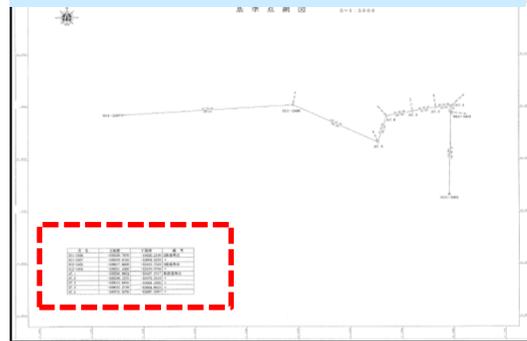
※以降、サンプル画面は、ICT設計データ変換ソフト((一社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所より無償で入手)の画面を貼付

6-1. 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)



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

入力画面サンプル

No.1	基準点の種類:	2級基準点
No.2	X座標:	183.917 X座標
No.3	Y座標:	28537.243 Y座標
	<input checked="" type="checkbox"/> 標高:	127.000 Z座標
	注記:	

追加 削除 名称変更

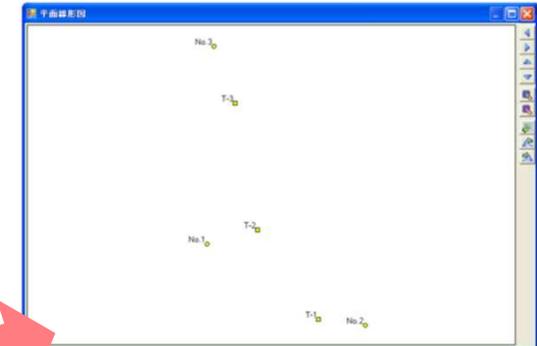
水準点

T-1	水準点の種類:	
T-2	標高:	84.917 Z座標
T-3	<input checked="" type="checkbox"/> 水準点の位置	
	X座標	Y座標
	-83.917	28537.243
	X座標	Y座標

追加 削除 名称変更

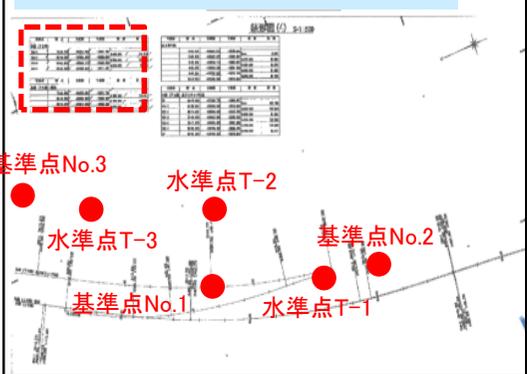
入力

表示



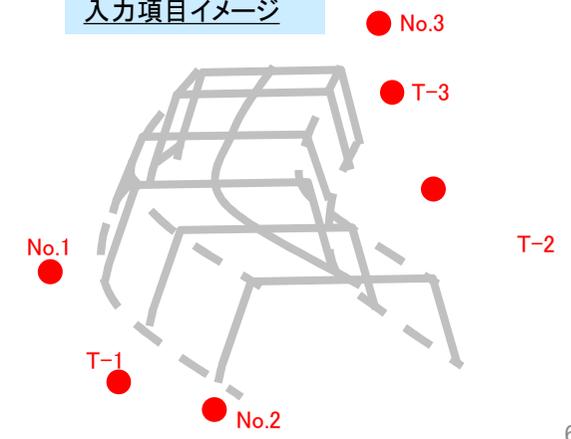
工事基準点入力後画面(サンプル)

平面図サンプル



入力

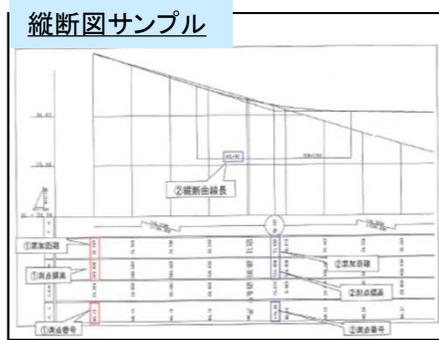
入力項目イメージ



6-1. 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。



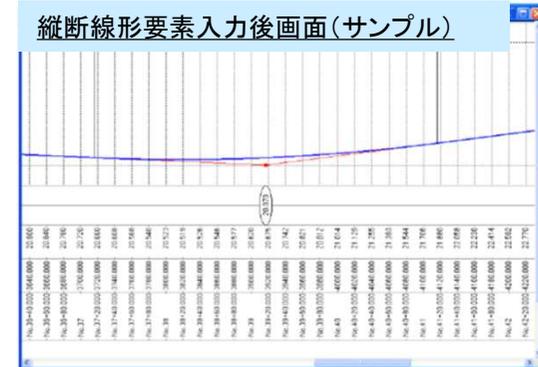
入力画面サンプル

縦断線形の設定

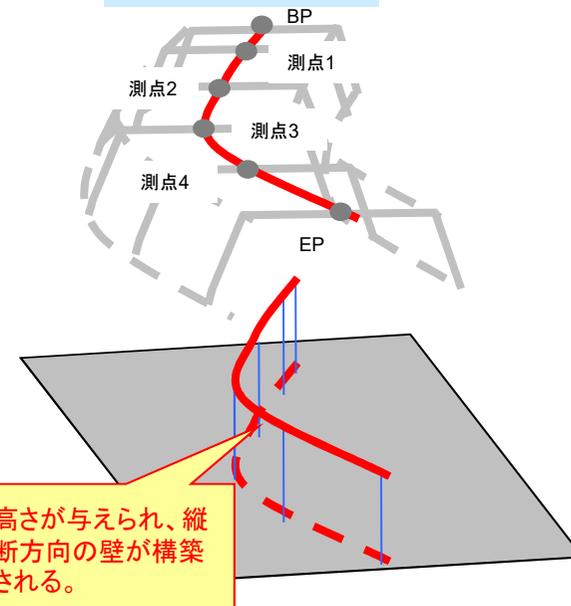
起点	変点	実長	標高	VCL
No.19+40.000		1940	20	0
No.20+16.667	2016.667	20.07	400	
No.40+20.000	4920	29	0	

計高の確認

測点	累加距離	計高
No.38	3800	20.529
No.38+20.000	3820	20.519
No.39+40.000	3840	20.526
No.39+80.000	3860	20.546
No.39+80.000	3880	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



縦断面図からの入力項目

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

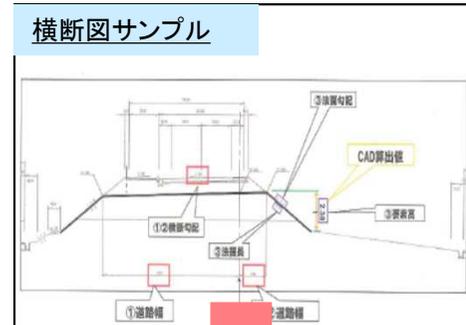
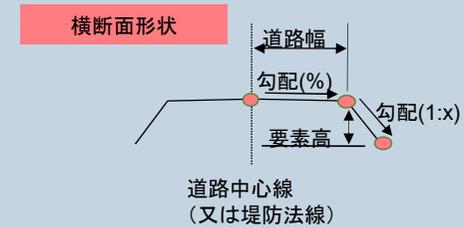
6-1. 3次元設計データの作成

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



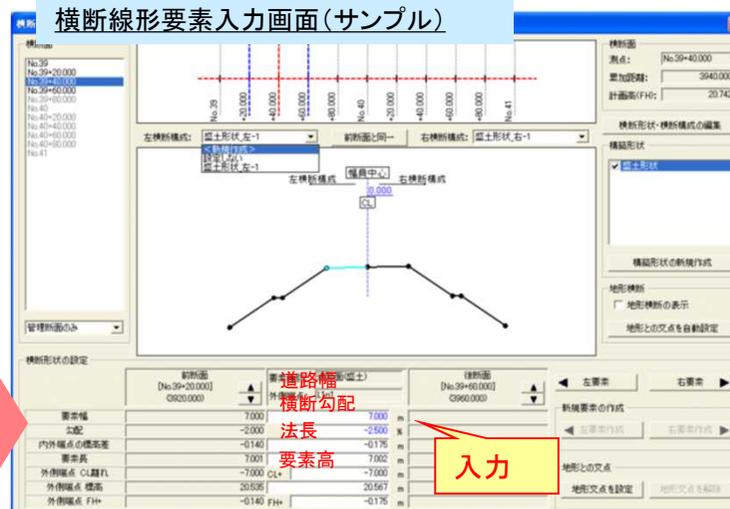
入力

管理断面入力画面(サンプル)

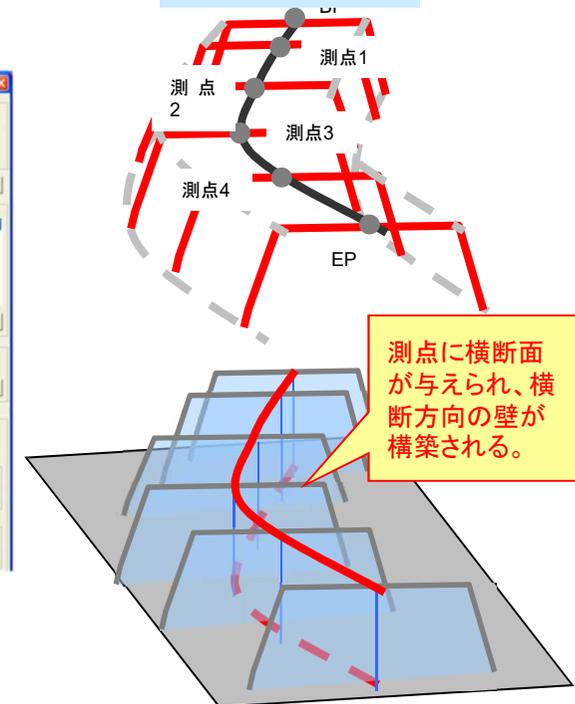
管理断面名	累積距離
No.39	3900
No.39+20.000	3920
No.39+40.000	3980
No.39+60.000	3980
No.39+80.000	3980
No.40	4000
No.40+20.000	4020
No.40+40.000	4040
No.40+60.000	4060
No.40+80.000	4080
No.41	4100

管理断面

入力



入力項目イメージ

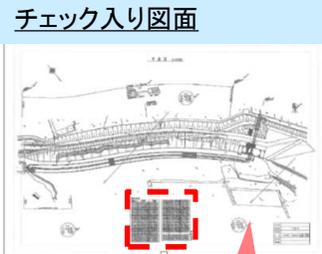


6-2. 3次元設計データの照査

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カミス等がないかを確認する。
- ▶ TLS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(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



拡大表示

チェック部分

項目	内容	結果
No.1	...	○
No.2	...	○
No.3	...	○
No.4	...	○
No.5	...	○
No.6	...	○
No.7	...	○
No.8	...	○
No.9	...	○
No.10	...	○
No.11	...	○
No.12	...	○
No.13	...	○
No.14	...	○
No.15	...	○

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



チェックシート

参考資料2-1 3次元設計データチェックシート及び照査結果資料(河川土工編)
(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? ・起算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? ・曲線要素の種別・数値は正しいか? ・各長みの座標は正しいか?	
3) 縦断線形	全延長	・縦断起算点の座標、標高は正しいか? ・標高変化点の座標、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調査、数は適切か? ・基準高、幅、法長は正しいか?	
5) 3次元データ	3次元	・入力した2)～4)の縦断形状と出力する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の提出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。
 ・工事基準点リスト(チェック入り)

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

6-2. 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

1) 工事基準点は、事前に監督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。

2) 平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

3) 縦断図と対比し、確認する。

4) 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図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する。

5) 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、監督員に提出する。
照査技術者の氏名を照査技術者届で確認する。

様式-1②

(レーザースキャナー)

平成〇年〇月〇日

工事名:〇〇〇〇〇〇工事

受注会社名:〇〇〇建設(株)

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	監督員の指示した基準点を使用しているか?	
		工事基準点の名称は正しいか?	
		座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	起終点の座標は正しいか?	
		変化点(線形主要点)の座標は正しいか?	
		曲線要素の種別・数値は正しいか?	
		各測点の座標は正しいか?	
3) 縦断線形	全延長	線形起終点の測点、標高は正しいか?	
		縦断変化点の測点、標高は正しいか?	
		曲線要素は正しいか?	
4) 出来形横断面形状	全延長	作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か?	
		基準高、幅、法長は正しいか?	
		出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか?	
5) 3次元設計データ	全延長	入力した2)~4)の幾何学形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	

照査技術者	
会社名	〇〇〇株式会社
氏名	〇〇 〇〇

※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。

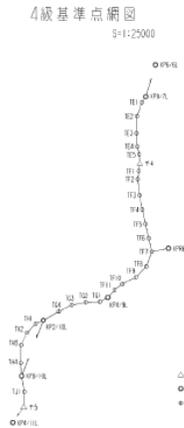
※2 受注者は、3次元チェックシートに以下の資料等を添付し提出するものとする。

- ・工事基準点リスト(チェック入り)
- ・線形計算書(チェック入り)
- ・平面図(チェック入り)
- ・縦断図(チェック入り)
- ・横断図(チェック入り)
- ・3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

※添付書類については、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。

6-2. 3次元設計データの照査

基準点の確認(例)

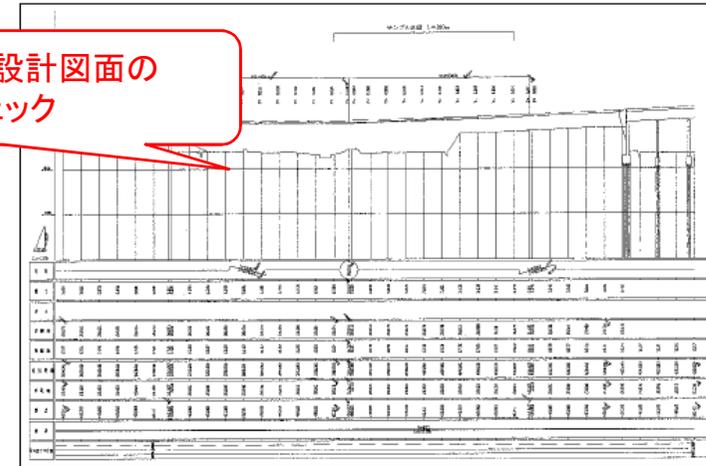


基準点成果表

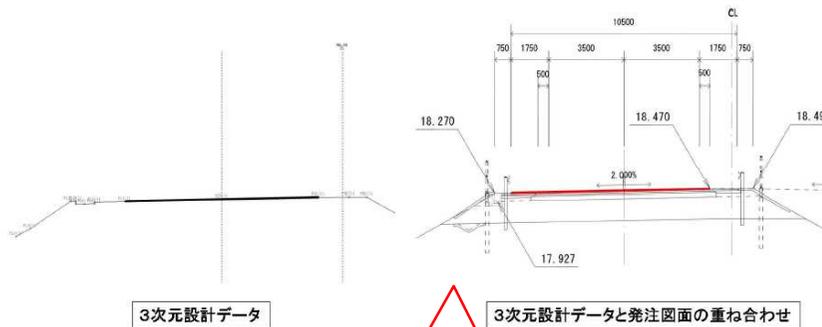
測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標
K4	-103592.645	-53971.955	2級基準点	TF4	-104073.411	-53943.000
K5	-106133.790	-55192.361	〃	TF5	-104222.811	-53911.000
KPB/R1	-102866.552	-53805.858	3級基準点	TF6	-104371.743	-53800.000
KPB/Z1	-102897.874	-53908.500	〃	TF7	-104511.791	-53800.000
KPB/SR	-104477.348	-53659.206	〃	TF8	-104665.056	-53800.000
KPB/S1	-104993.148	-54307.238	〃	TF9	-104780.424	-53800.000
KPB/TOL	-105230.181	-54987.385	〃	TF10	-104853.023	-54154.538
KPB/IOL	-105811.653	-55214.485	〃	TF11	-104914.141	-54238.118
KPB/I1L	-106294.412	-55308.723	〃	TG1	-105038.052	-54392.649
TE1	-102958.485	-53948.866	4級基準点	TG2	-105043.204	-54539.888
TE2	-103102.553	-54001.754	〃	TG3	-105069.856	-54688.396
TE3	-103279.147	-54006.884	〃	TG4	-105138.964	-54823.046
TE4	-103416.596	-53999.426	〃	TH1	-105267.033	-55067.218
TE5	-103497.830	-53978.296	〃	TH2	-105361.017	-55160.314
TF1	-103671.867	-53983.149	〃	TH3	-105486.252	-55218.934
TF2	-103757.774	-53993.677	〃	TH4	-105675.217	-55221.966
TF3	-103925.187	-53973.651	〃	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)

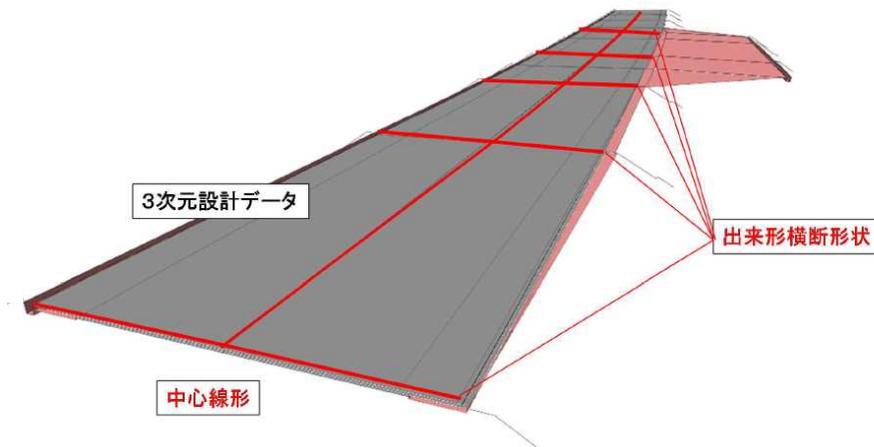


データ重ね合わせによる横断図の確認(例)



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)



3次元設計データ作成のチェック事項

【受注者】

<平面線形>

- 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。

<縦断線形>

- 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。

<出来形横断面形状>

- 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。

<3次元設計データ>

- 入力した平面線形・縦断線形・出来形横断面形状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。

<提出資料>

- 受注者は3次元設計データチェックシートおよび、確認に用いた以下の資料を提出したか。
工事基準点リスト(チェック入り)、線形計算書(チェック入り)、平面図(チェック入り)、縦断図(チェック入り)、
横断図(チェック入り)、3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

【監督員】

<提出資料>

- 受注者は3次元設計データチェックシートおよび、確認に用いた以下の資料を提出したか。
工事基準点リスト(チェック入り)、線形計算書(チェック入り)、平面図(チェック入り)、縦断図(チェック入り)、
横断図(チェック入り)、3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

7. 数量算出

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
・数量計算方法の協議	・数量計算の方法の協議	・数量計算の方法の受理・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TLS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、TLSによる3次元出来形計測結果を用いて出来高数量の算出を行うことができる。
- ▶ 計算方法は監督員と協議を行い決定する。

7-1. 数量算出 (「2-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア」についても参照)

- ▶ 受注者は、TLS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。

$$\text{平均厚さ} = \text{体積} / \text{面積}$$

- ▶ 体積の計算方法については、監督員と協議を行うこととし、3次元設計データや出来形計測データ等の面データから3次元CADソフトウェア等を用いた方式による以下の方式によることを標準とする。

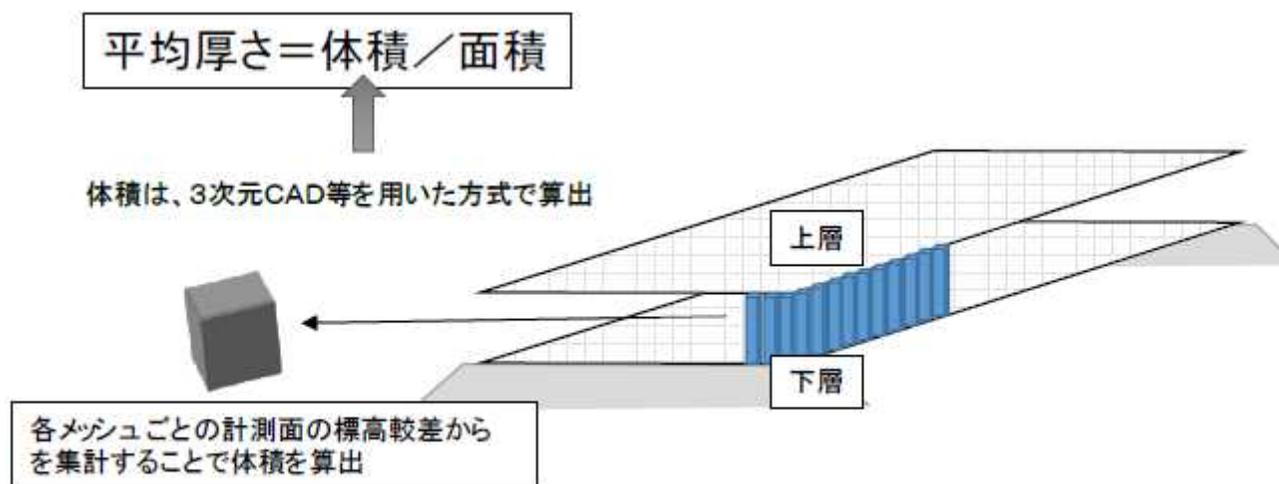


図 5-4 平均厚さの数量算出イメージ (点高法による)

ポイント

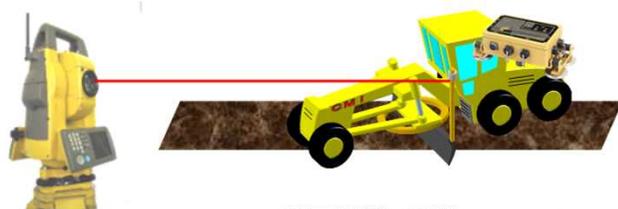
- ▶ 数量計算方法については、監督員と協議を行う。
- ▶ ※標準とする体積算出方法は ①点高法、②TIN分割等を用いた求積、③プリズモイダル法

8. 施工段階

ICT建設機械の測位方法

- ▶ 施工に用いるICT建設機械の測位方法は、施工計画段階で決定しておく。

自動追尾式トータルステーション



自動追尾式TS

測量機器:重機=1:1のシステム
高精度(高さ計測精度±5mm程度)

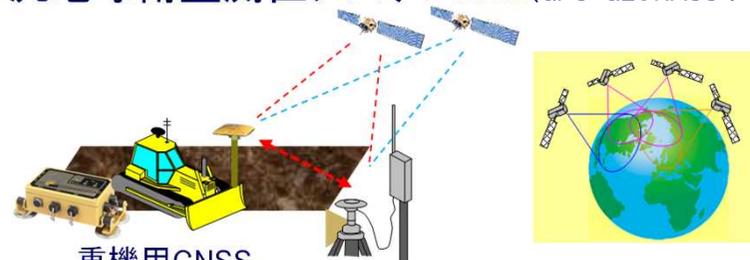
〈特徴〉

- ・精密な測位
- ・制御情報の伝達
- ・測量機器として活用
- ・有効半径の制限
- ・1対1制御
- ・天候による使用制限

👉 留意点

- ▶ 自動追尾TSと移動局(ICT建設機械)との間に障害物等が入り視準不能になる。
- ▶ 近距離・遠距離の場合、追尾できないため、適度な距離を確保する必要がある。
- ▶ ある程度の高低差がある高台に自動追尾TSを設置する。

汎地球衛星測位システムGNSS(GPS+GLONASS+etc)



重機用GNSS

〈特徴〉

- ・単独での測位
- ・複数機器での運用
- ・現場間のデータ共有
- ・測量精度の限界
- ・衛星状態による制限
- ・外国衛星が多い

測量機器(基準局):重機(移動局)=1:多のシステム

高さの計測精度がTSに比べて劣る(水平±20mm,鉛直±30mm程度)

👉 留意点

- ▶ 人工衛星を多く捕捉するために、天空が開けていること
- ▶ マルチパス障害を避けるため、付近に高い建物や法面がないこと
- ▶ 無線距離および、強力な電波や建物などによる無線通信障害が起こらないようにする。
- ▶ 不安であれば一度現地で確認を行う

8. 施工段階

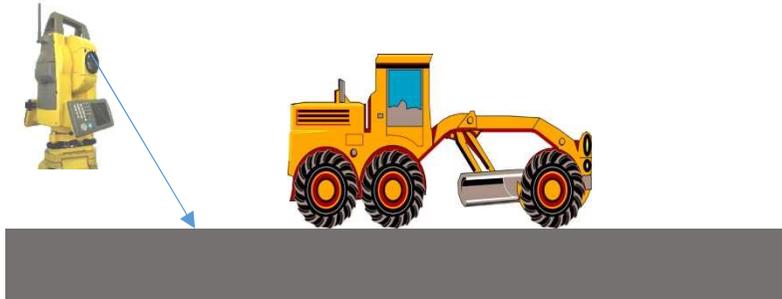
ICT建設機械の精度確認

- ICT建機の計測精度確認は、**施工前に始業前点検**、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

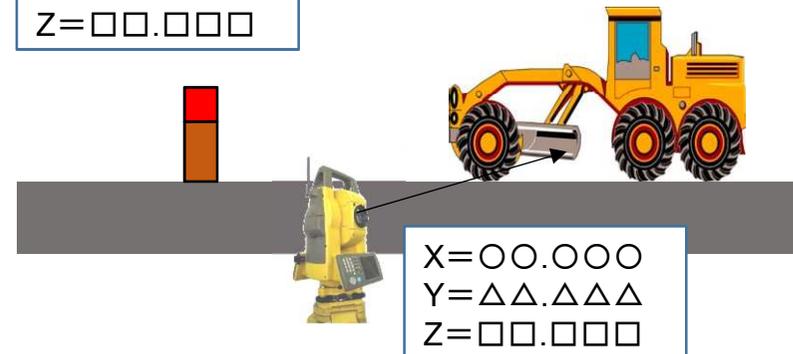


作業前の点検・確認

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=□□.□□□



9. 出来形管理

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">出来形計測</div>	<ul style="list-style-type: none"> • TLSの設置 • 標定点の設置・計測 • TLS計測の実施 • 点群データ処理 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">出来形管理写真の撮影</div>	<ul style="list-style-type: none"> • 出来形管理写真の撮影 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">出来形管理資料の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> • 出来形帳票の作成 	<ul style="list-style-type: none"> • 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は**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、「5-1-1. 計測時の留意点」に注意して行う。
- ▶ 受注者は、出来形計測箇所をTLS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。
- ▶ 監督員は上記の内容を確認する。

ポイント

【出来形管理帳票について】

- ▶ 3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の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、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは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3次元モデルのビューアファイルを作成する。
- ▶ 出来形確認箇所(平場、天端、法面(小段含む))ごとに作成する。

9-1. 出来形計測

- ▶ 「5-1. 起工測量」と同様に出来形の計測を実施。
- ▶ 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、「2-2-2. 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。
- ▶ 出来形計測の際は、TLS本体の要求精度や、取得する点群密度が起工測量と異なるため留意すること。

		アスファルト舗装		コンクリート舗装	
		計測項目	要求精度	計測項目	要求精度
測定精度	鉛直方向の測定精度	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	
		基層・中間層表面		セメント（石灰・瀝青）安定処理表面	
		表層表面	± 4mm以内	アスファルト中間層表面	± 4mm以内
	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利用）		

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)

9-2. 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)

TLSを用いた出来形管理写真基準

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 [修正後]
	提出頻度	代表箇所各1枚
工種	<ul style="list-style-type: none"> • 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) 	



出来形管理写真(例)

ポイント

【撮影時の留意点】

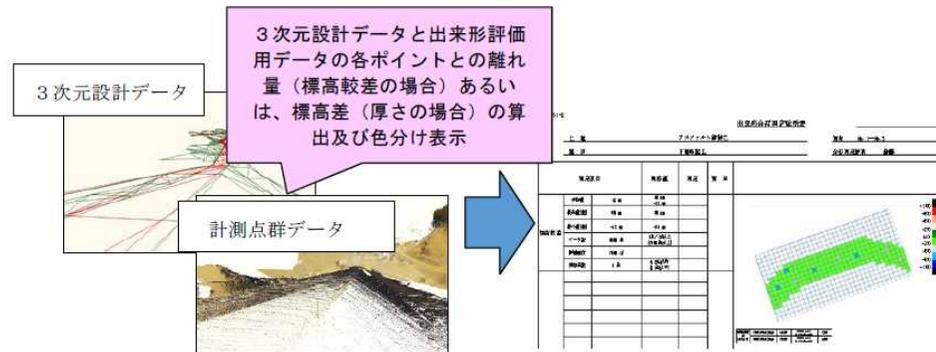
- ▶ 出来形管理状況に写真は、TLSの設置状況が分かるものとする。
- ▶ 被写体として写し込む小黒板については、工事名・工種等・出来形計測点(測点・箇所)を記述し、設計寸法・実測寸法・略図については省略してよい

※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、「土木工事施工管理基準 4.写真管理基準」に準拠する。

9-3. 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、監督員に提出する。
- ▶ 規格値は現行の「土木工事施工管理基準」のうち面管理の場合に定められたものとする。
- ▶ 「2-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア」を参照し、作成する。
- ▶ 平坦性は従来通り測定し、結果を提出する。
- ▶ 良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合については、不合格の内容が各項目で確認できる様、棄却点も含め表示すること。



異常値なし

出来形可否判定総括表

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	-10 mm
最大値(厚)	60 mm	50 mm	
最小値(厚)	-45 mm	-30 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	0.2%以内 (21点以下)	

異常値あり

出来形可否判定総括表

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: 異常値有

測定項目	規格値	判定	測点
平均値	-40 mm	40 mm	-10 mm
最大値(厚)	55 mm	50 mm	
最小値(厚)	-30 mm	-30 mm	
データ数	8000 点	1点/㎡以上 (7000点以上)	
評価指標	7000 ㎡		
棄却点数	55 点	0.2%以内 (21点以下)	異常値有

出来形管理のチェック事項

【受注者】

<出来形計測>

- 計測環境にあたっては、「5-1-1. TLS設置時、計測時の留意点」を確認したか。
- 既に提出している精度確認試験結果報告書の期限が、出来形計測時に12か月を超えている場合は再度精度確認試験を実施し、報告書を提出したか。
- 精度確認試験によって精度が担保される計測距離以内で計測したか。
- 出来形計測は、計測対象範囲内で0.01m²(0.1m×0.1mメッシュ)1点以上の計測点を得られる設定で計測を行ったか。
- 「2-2-2. 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したか。

<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1m²(1m×1mメッシュ)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)を設置しているか。
- 評価点の標高値は、評価点を中心とする1m²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、あるいは、評価点を中心とする1m²以内の実計測点の平均値を用いているか。

<出来形管理図表の作成>

- 出来形管理図表は面管理を実施した各層毎に作成しているか。

【監督員】

<出来形計測>

- 既に提出している報告書の期限が、出来形計測時に12か月を超えている場合は再度報告書が提出がされているか。
- 精度確認試験によって精度が担保される計測距離以内で計測しているか。
- 出来形計測は、計測対象範囲内で0.01m²(0.1m×0.1mメッシュ)1点以上の計測点を得られる設定で計測されているか。

<出来形管理図表の作成>

- 監督員は、受注者の実施した出来形管理結果を用いて、出来形管理状況を確認したか。(「2-2-2. 点群処理ソフトウェア」参照)

10. 電子成果品

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">電子成果品の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> 電子成果品の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 電子成果品の受理・確認
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">アンケート調査票の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> アンケート調査票の作成 	<ul style="list-style-type: none"> アンケート調査票の受理・確認

- ▶ 「ICON」フォルダに格納されることとなっている電子成果品については、兵庫県の「工事完成図書の電子納品に関する運用指針(兵庫県)」で示す、「**ICON**」フォルダに格納することとする。なお、格納するデータについては、圧縮ファイルに変換することとする。
- ▶ TLSによる出来形管理では、出来形管理や数量算出の結果等の工事書類(電子成果品)が、「工事完成図書の電子納品等要領(国土交通省)」で定める「**ICON**」フォルダに格納して提出する。監督員はその内容を確認する。
- ▶ 監督員は、ICT活用工事についてのアンケート調査を指示する。
- ▶ 受注者は、アンケート調査を作成し、提出する。

10-1. 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(国土交通省)」の規定の範囲内で定めている。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(国土交通省)」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。
 - ・地上型レーザースキャナの名称は、「TLS」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。

10-1. 電子成果品の作成

- ▶ 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。

<TLSによる出来形管理の電子成果品一覧>

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)	TLS	ES～PU	0	DR	001～	—	TLSSGL0DR001Z.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	TLS	ES～PU	0	CH	001～	—	TLSSGL0CH001.拡張子
・TLSによる出来形評価データ CSV、LandXML、LASのポイントファイル	TLS	ES～PU	0	IN	001～	—	TLSSGL0IN001.拡張子
・TLSによる起工測量計測データ LandXML等のオリジナルデータ(TIN)	TLS	ES～PU	0	EG	001～	—	TLSSGL0EG001.拡張子
・TLSによる出来形計測データ LandXML等のオリジナルデータ(TIN)	TLS	ES～PU	0	AS	001～	—	TLSSGL0AS001.拡張子
・TLSによる計測点群データ CSV、LandXML、LASのポイントファイル	TLS	ES～PU	0	GR	001～	—	TLSSGL0GR001.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	TLS	ES～PU	0	PO	001～	—	TLSSGL0PO001.拡張子

11. 検査

フロー	受注者の実務内容	検査員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">書面検査</div>	<ul style="list-style-type: none"> • ICT活用工事に係わる書面検査 • 出来形計測に係わる書面検査 	<ul style="list-style-type: none"> • ICT活用工事に係わる書面検査 • 出来形計測に係わる書面検査
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">実地検査</div>	<ul style="list-style-type: none"> • 出来形計測に係わる実地検査 	<ul style="list-style-type: none"> • 出来形計測に係わる実地検査

- ▶ 検査員は、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、監督員及び検査員により工事成績評定においてICT活用について評価を行う。

11-1. 書面検査

■ 検査員の書面検査

□ 施工計画書の記載内容

- ICT対応の測量機器・ソフトウェア・ICT建設機械が記載されているか
- TLS・ソフトウェアのカタログは添付されているか
- TLSは計測性能や測定精度を有し、適正に保守点検が行われている機器か
- ソフトウェアは出来形管理要領に規定した機能を有しているか
- 施工方法に[起工測量][3次元設計データ作成][ICT建設機械の日常点検]について記載されているか
- 施工管理計画にICTを活用する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準が記載されているか

□ 工事打合せ簿の内容

- ICT活用工事計画書が提出されているか
- 具体的な対象範囲及び使用機器等が示され、監督員の確認を受けているか
- 出来形管理に使用する工事基準点や標定点について測量結果が提出されているか
- 精度確認試験結果報告書が提出されており、適正な測定精度を満たす結果であることが確認できるか
- 3次元設計データが設計図書等を元に正しく作成されていることが3次元設計データチェックシートにより確認できるか
- 平均断面法以外で数量計算を行う場合、数量計算方法について事前に監督員と協議を行っているか

11-1. 書面検査

■ 検査員の書面検査

□ 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。
- 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±80%以内のデータ数、±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)

測定項目		規格値	判定	測点				
標高 較差	平均値	12mm	-15mm以上 6mm以下					
	最大値(部)	60mm	±90mm					
	最小値(部)	-45mm	±90mm					
	データ数	8000	1部/㎡以上 (7000点以上)					
	評価面積	7000㎡						
	基準点数	0	0.7%未満 (1点以下)					
				<table border="1"> <tr> <td>規格値の±80%以内のデータ数</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td>規格値の±50%以内のデータ数</td> <td>3000</td> </tr> </table>	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
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							

<例1>

総データ数: 1000点

規格値: 100mm

①規格値の±80%以内のデータ: 988点

②規格値の±50%以内のデータ: 810点

上記の場合、

②±50mm以内のデータ数が: 810点

つまり、総データ数の8割が±50mm以内に収まっている(ばらつきが少ない)

⇒概ね規格値の±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±80%以内のデータ: 950点

②規格値の±50%以内のデータ: 600点

上記の場合、

①±80mm以内のデータ数が: 950点

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

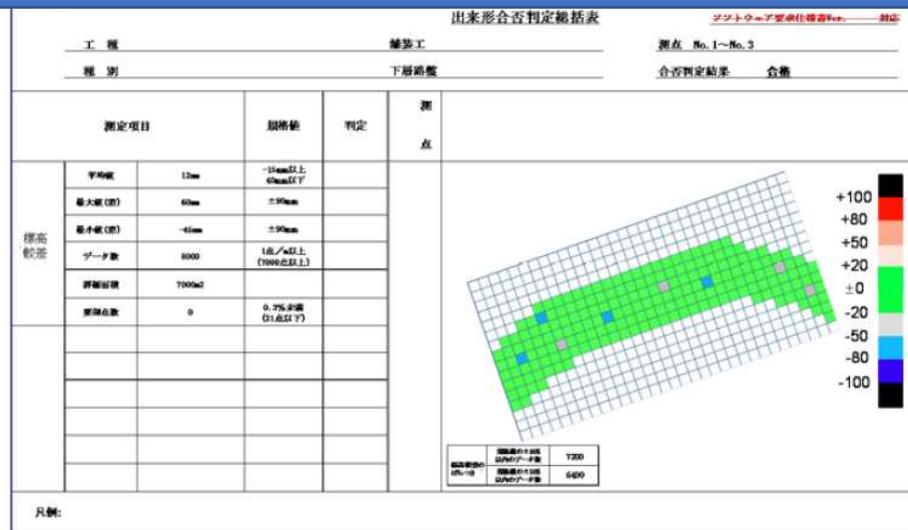
⇒概ね規格値の±80%以内の結果である

11-1. 書面検査

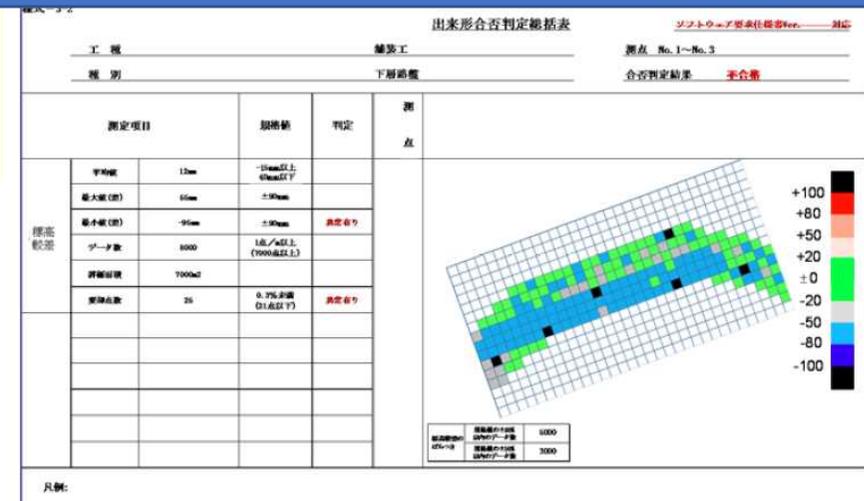
■ 検査員の書面検査

- 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 作成例 (合格の場合) >



< 出来形管理図表 作成例 (異常値有の場合) >



11-1. 書面検査

■ 検査員の書面検査

□ 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、兵庫県の「工事完成図書の電子納品に関する運用指針(兵庫県)」で定める「**ICON**」フォルダに格納されていることを確認。

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 <small>LandXML等のオリジナルデータ (TIN)</small>	TLS	ES～PU	0	DR	001～	—	TLSSL0DR001Z.拡張子
・出来形管理資料 <small>出来形管理資料 (PDF) または、 ビューワー付き3次元データ</small>	TLS	ES～PU	0	CH	001～	—	TLSSL0CH001.拡張子
・TLSによる出来形評価データ <small>CSV、LandXML、LASのポイントファイル</small>	TLS	ES～PU	0	IN	001～	—	TLSSL0IN001.拡張子
・TLSによる起工測量計測データ <small>LandXML等のオリジナルデータ (TIN)</small>	TLS	ES～PU	0	EG	001～	—	TLSSL0EG001.拡張子
・TLSによる出来形計測データ <small>LandXML等のオリジナルデータ (TIN)</small>	TLS	ES～PU	0	AS	001～	—	TLSSL0AS001.拡張子
・TLSによる計測点群データ <small>CSV、LandXML、LASのポイントファイル</small>	TLS	ES～PU	0	GR	001～	—	TLSSL0GR001.拡張子
・工事基準点及び標定点データ <small>CSV、LandXML、SIMAのポイントファイル</small>	TLS	ES～PU	0	PO	001～	—	TLSSL0PO001.拡張子

11-2. 実地検査(出来形計測)

■ 検査員の実地検査(出来形計測)

- 検査員は、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¹の出来形計測を行い、3次元設計データの目標高さ²と実測値との標高差³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。
- 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。
- 新基準を適用できない場合は、「**土木工事施工管理基準**」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

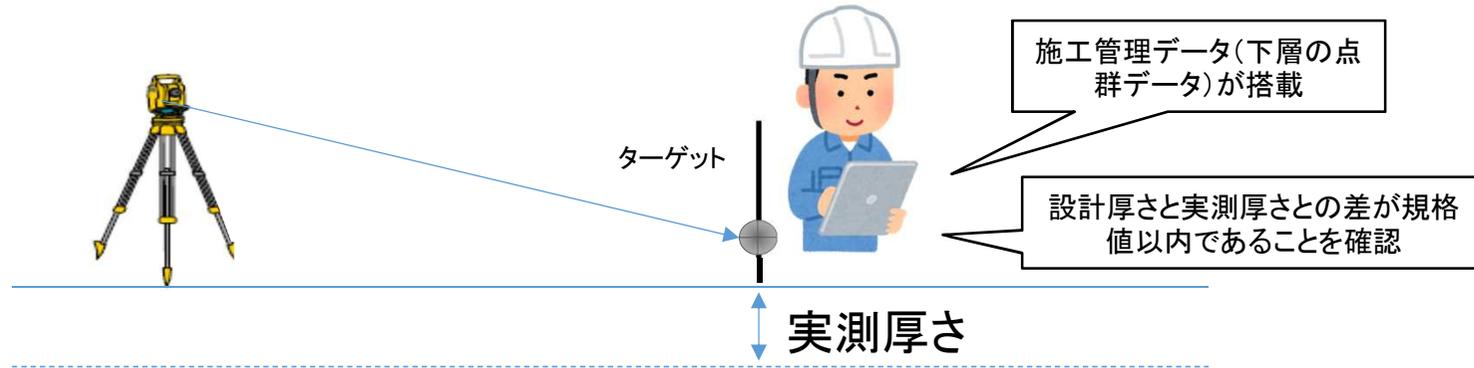
※標高較差は、3次元設計データの設計面と実測値との標高差

11-2. 実地検査(出来形計測)

■ 出来形管理用TSを用いた実地検査

<厚さで管理している場合>

下層の点群計測データと、現地の実測データとの差(厚さ)を確認する



<標高較差で管理している場合>

3次元設計データの目標高さ、と、現地の実測データとの差(標高差)を確認する

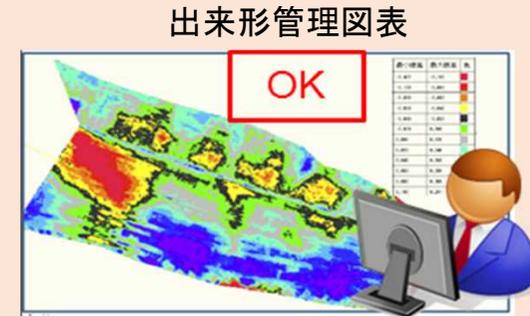


11-2. 実地検査(出来形計測)

■ 検査員の実地検査(確認手順の例)

● 書面検査時

検査員は、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。



● 実施検査時

検査員は、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ことを検査する。

出来形管理用TS



ICT舗装工（路盤）の手引き

Ⅲ 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

令和4年2月

兵庫県 県土整備部

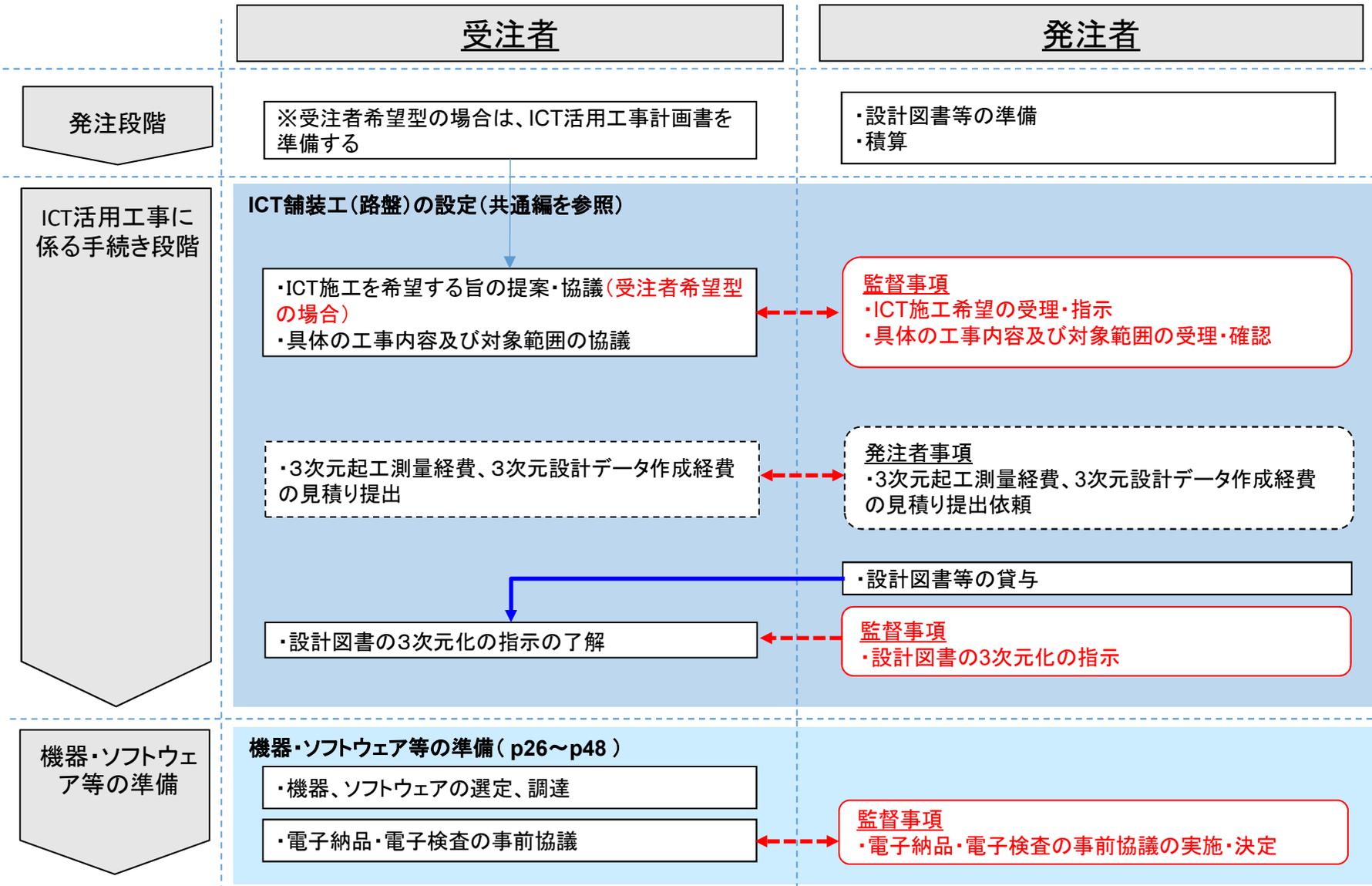
土木局 技術企画課

目次

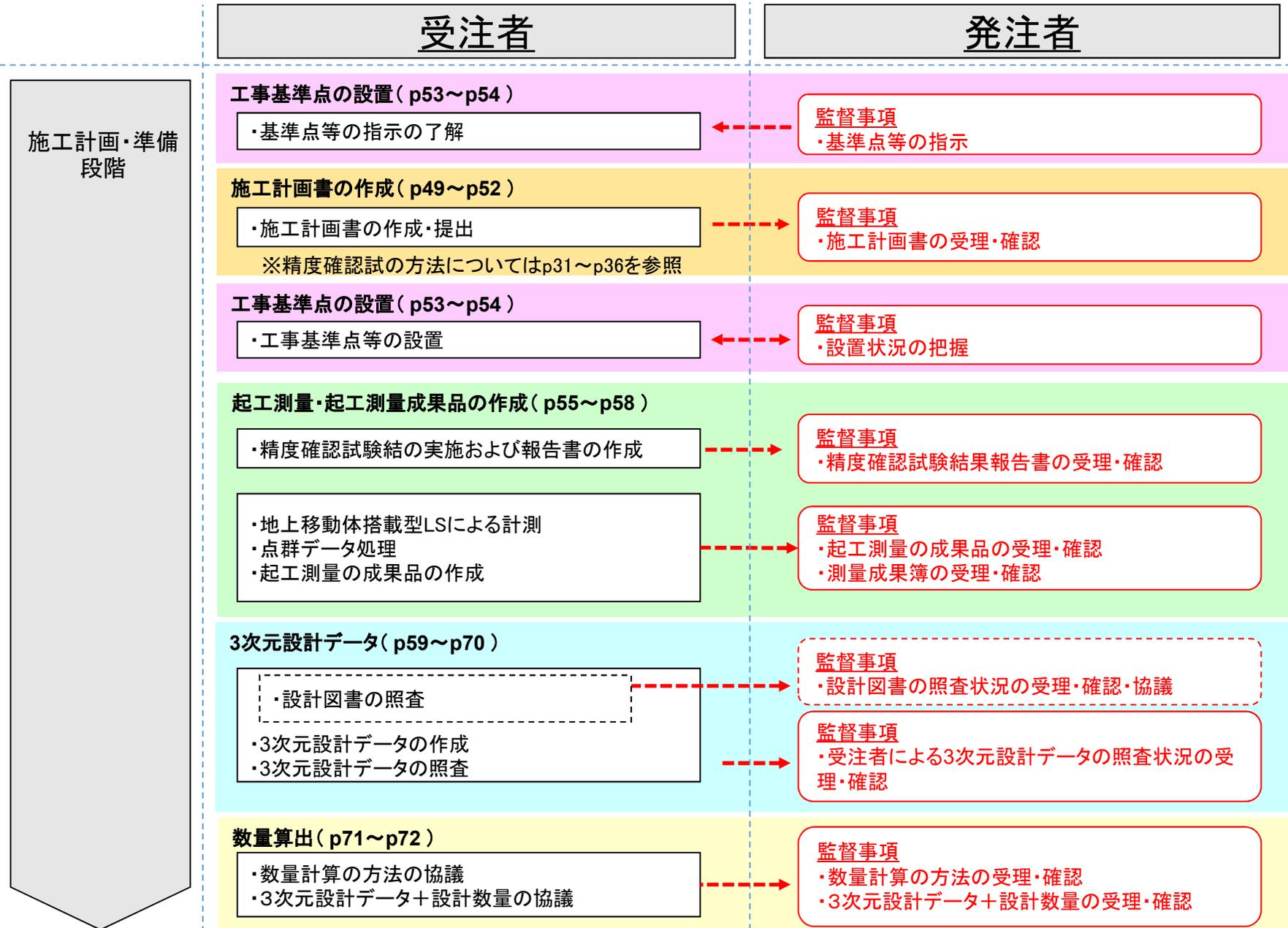
【地上移動体搭載型レーザースキャナ(MLS)を用いた出来形管理編】

• 地上移動体搭載型レーザースキャナ(MLS)を用いた場合の流れ	P22	6. 3次元設計データ	P59
• 本手引きに適用する工種及び測定項目	P25	6-1. 3次元設計データの作成	P60
2. 機器・ソフトウェア等の準備	P26	6-2. 3次元設計データの照査	P67
2-1. 機器構成の確認	P27	3次元設計データ作成のチェック事項	P70
2-2. 機器・ソフトウェアの仕様確認	P28	7. 数量算出	P71
2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体	P28	7-1. 数量算出	P72
2-2-2. 点群処理ソフトウェア	P37	8. 施工段階	P73
2-2-3. 3次元設計データ作成ソフトウェア	P43	9. 出来形管理	P75
2-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア	P44	9-1. 出来形計測	P76
2-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア	P46	9-2. 出来形管理写真の撮影	P77
機器・ソフトウェア等の選定におけるチェック事項	P47	9-3. 出来形管理資料の作成	P78
3. 施工計画書の作成	P49	出来形管理のチェック事項	P79
施工計画書の作成におけるチェック事項	P51	10. 電子成果品	P80
4. 工事基準点の設置	P53	10-1. 電子成果品の作成	P81
工事基準点の設置時のチェック事項	P54	11. 検査	P83
5. 起工測量・起工測量成果品の作成	P55	11-1. 書面検査	P84
5-1. 起工測量	P56	11-2. 実地検査(出来形計測)	P88
5-1-1. 計測時の留意点	P56		
5-1-2. 計測および点群処理	P57		
起工測量・成果品の作成のチェック事項	P58		

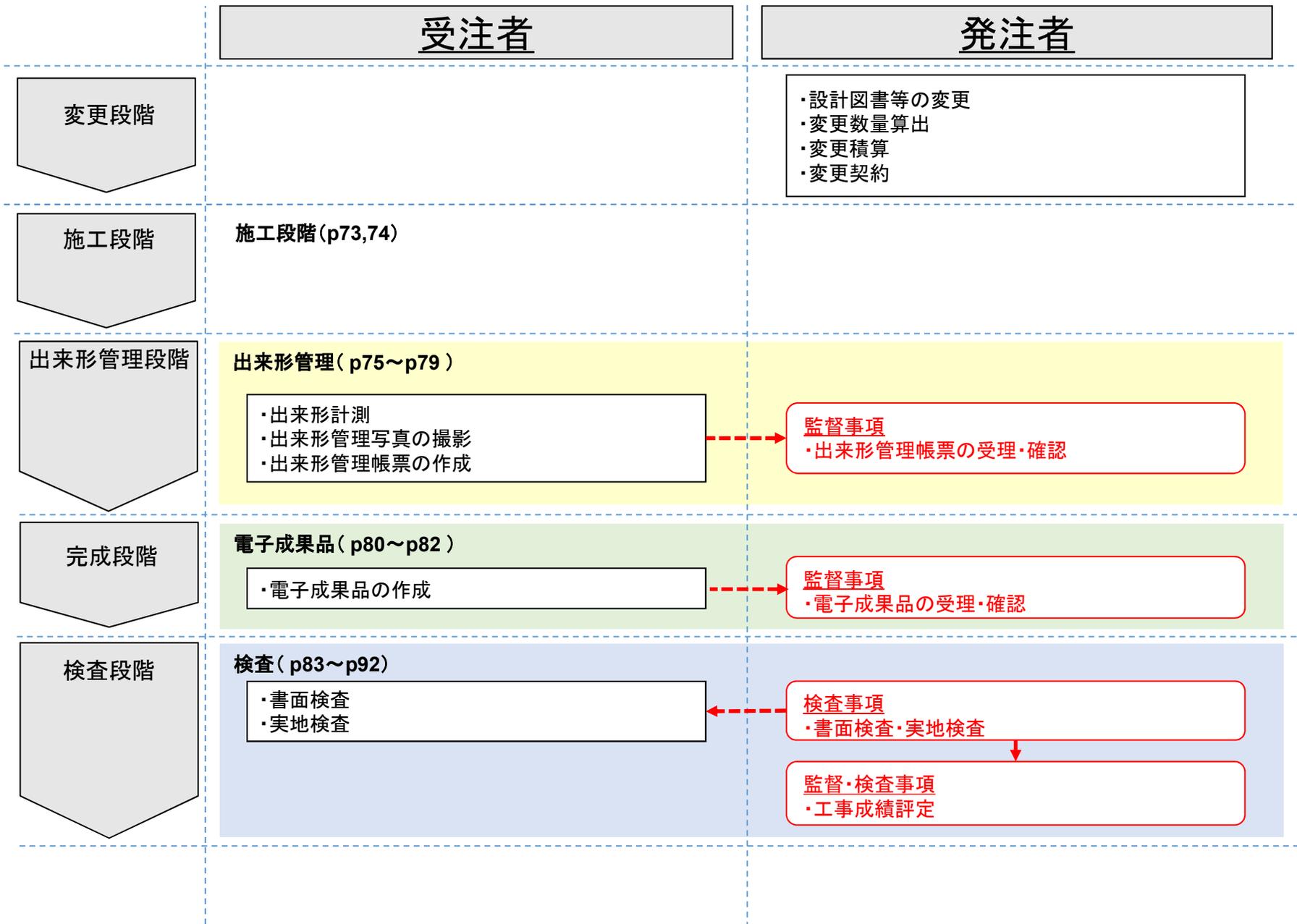
地上移動体搭載型レーザースキャナ(MLS)を用いた場合の流れ(1/3)



地上移動体搭載型レーザースキャナ(MLS)を用いた場合の流れ(2/3)



地上移動体搭載型レーザースキャナ(MLS)を用いた場合の流れ(3/3)



本手引きに適用する工種及び測定項目

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	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	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 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
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	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

※1 必ず路盤工を含む

※2 地上移動体搭載型レーザースキャナ(MLS)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こともできる

2. 機器・ソフトウェア等の準備

▶ 機器・ソフトウェア等の準備の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機器構成の確認</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<ul style="list-style-type: none"> 必要な機器構成の確認 	<ul style="list-style-type: none"> 機器構成の把握
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機器・ソフトウェアの仕様確認</div> <p style="text-align: center;">↓</p>	<ul style="list-style-type: none"> 使用する機器・ソフトウェアの仕様を確認し、準備する 	<ul style="list-style-type: none"> 機器本体の要求精度や精管理の把握 各ソフトウェアの必要性能把握
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">電子納品・電子検査の事前協議</div>	<ul style="list-style-type: none"> 電子納品・電子検査の事前協議資料の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 電子納品・電子検査の事前協議の実施・決定

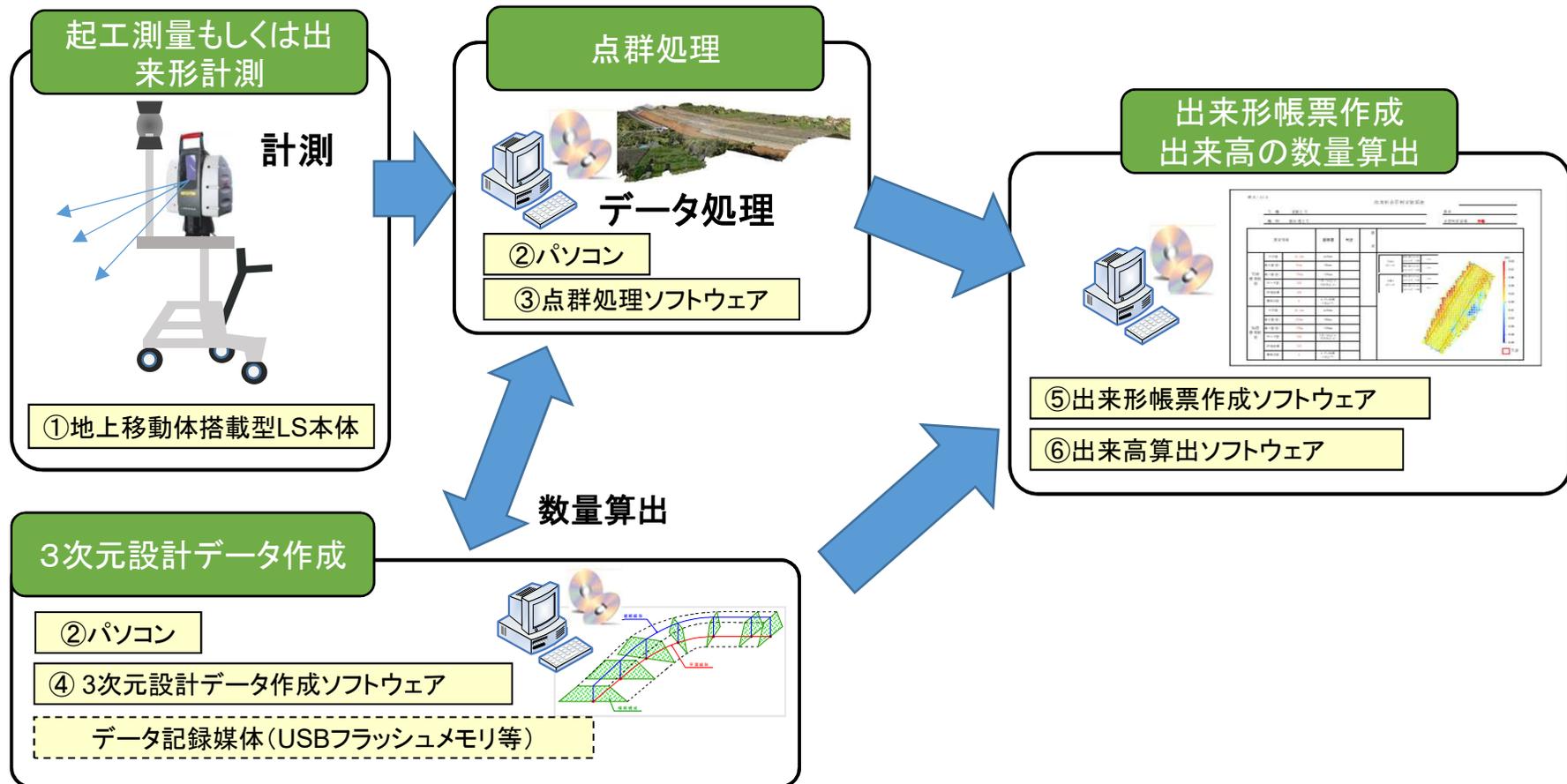
- ▶ 施工を実施するために使用するICT機器類は、**受注者が調達**。
- ▶ 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理に必要な機器・ソフトウェアは、「**地上移動体搭載型LS本体**」・「**点群処理ソフトウェア**」・「**3次元設計データ作成ソフトウェア**」・「**3次元出来形帳票作成ソフトウェア**」・「**出来高の数量算出ソフトウェア**」。要領・基準等に準拠した適切な機器・ソフトウェアを選定し、出来形計測精度及び機器やソフトウェア間の互換性を確保。
- ▶ 機器・ソフトウェアは測量機器販売店やリース・レンタル店、施工関連のソフトウェアメーカ等より、購入またはリース・レンタルにより調達。
- ▶ 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に確認。
- ▶ 電子納品及び電子検査を円滑に行うため、**工事着手時**に監督員と受注者で**事前協議し決定**。

👉ポイント

- ▶ 監督員及び受注者は、どのような機器やソフトウェアを準備し、各々に必要とされる性能や精度を理解する。
- ▶ **施工計画書**には、機器構成を明記するとともに、地上移動体搭載型LS本体の「**精度確認試験結果報告書**」、「**有効期限内の保守点検記録が分かる資料**」もしくは「**計測日12ヵ月以内の精度確認試験結果報告**」、使用する各ソフトウェアの「**メーカーカタログ**」あるいは「**ソフトウェア仕様書**」を添付する必要がある。

2-1. 機器構成の確認

- ▶ 地上移動体搭載型レーザースキャナ(MLS)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。**

2-2. 機器・ソフトウェアの仕様確認

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

①測定精度

- ▶ 地上移動体搭載型LS本体を利用して計測を実施する場合、**次ページの表に示す①測定精度と同等以上の性能**を有し、適正な**②精度管理**が行われている機器であること。
- ▶ 舗装の場合は、**平面方向と鉛直方向**の要求精度が設定されている。
- ▶ 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。
- ▶ 施工計画書においては、地上移動体搭載型LS本体精度確認の実施計画を記載するとともに、「**精度確認試験結果報告書**」、「**定期点検の実施およびその有効期限内がわかる資料**」もしくは「**計測日12ヵ月以内の精度確認試験結果報告**」を添付する。(ただし、提出時点で精度確認試験を実施できない場合は、実施後にすみやかに提出するものとする)

本体が計測性能を満たしているか確認できる書類が必要

以下のいずれかで提出する。

- ✓ 当該現場での精度確認試験(精度確認試験結果報告書を提出する)
- ✓ 当該現場以外の同様の条件実施した12か月以内の精度確認試験結果報告書

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12か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12か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、現場計測と同時にすることも可能だが、利用前に行うことが望ましい。

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

👉ポイント

- 【地上移動体搭載型LS本体の計測性能(精度)の確認】※受注者は精度確認試験結果報告書を、監督員に提出する
- 精度確認試験を実施し、その結果を提出する。(確認方法はpp.30-36参照)

		アスファルト舗装		コンクリート舗装	
		計測項目	要求精度	計測項目	要求精度
測定精度	鉛直方向の測定精度	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	
		基層・中間層表面		セメント(石灰・瀝青)安定処理表面	
		表層表面	±4mm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		
	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利用)				

👉ポイント

※下記はあくまで一例であり、現場に合わせて実施すること

- 精度確認試験で行った計測距離を超えて計測してはならない。
- 同じ精度確認試験結果を使用しても良いが、最も厳しい精度を確保できる場合(表層等)の最大距離は短めとなってしまうため、路床表面等を計測する場合は据替が多くなってしまふ。その場合は、各条件での試験を実施しても良いが、すべての層で実施するという意味ではなく、同様の舗装材での計測や関連のある計測がある場合などを考慮して判断する。

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

②精度管理

- ▶ 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。

👉ポイント

【地上移動体搭載型LS本体の精度管理】※受注者は施工計画書で下記の状況が分かる資料を、監督員に提出する

- 製造するメーカーが推奨する定期点検を実施し、その有効期限以内であることを示す記録を添付する。あるいは、計測実施日の12ヵ月以内に実施した精度確認試験実施報告を添付にかえることができる。

本体の精度管理が適正に行われていることを確認できる書類が必要

- ✓ メーカー推奨期間内に実施した作動点検等の記録を提出
もしくは
- ✓ 計測実施日の12ヵ月以内に実施した精度確認試験報告

👉ポイント

- ▶ 施工計画書においては、地上移動体搭載型LS本体の「**精度確認試験結果報告書**」および「**定期点検の実施および有効期限内がわかる資料**」もしくは「**計測日12ヵ月以内の精度確認試験結果報告**」の添付が必要。(ただし、この時点で実施できない場合は、実施後にすみやかに提出する)

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

精度確認試験実施方法(計測条件の設定)

※「地上移動体搭載型レーザーส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สキャナの精度確認試験手順書(案)に従うものとする

【①主要な機器構成とシステム概要】

- 地上移動体搭載型LSを用いて3次元座標点群を求める仕組みについて、主要な機器構成と計測の仕組みを明記する。



「地上移動体搭載型レーザーส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の(添付様式-1)より

(添付様式-1)
主要機器の構成およびシステム概要

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		備考
搭載するLS本体	計測性能	
名称: 2Dレーザーสキャナー 機種: SSS2 型番: 234091	計測可能距離: ○mm 精度: ± ○mm	
自己位置の計測装置①	計測性能	
名称: 3軸IMU 機種: ABC3 型番: 201154	水平精度: 秒 分可能 Hz 鉛直精度: 秒 分解能 Hz	
②-2: 地上移動体本体以外の測位技術		備考
自己位置の計測装置②	計測性能	
機種: A A100 型番: (乳用品のため記載無し) ■校正年月日 : 平成30年1月10日 (※○:光学機械)	水平精度: 秒 鉛直精度: 秒 追従速度: Hz	移動体本体以外の測位方法については、別途メーカが行う定期点検結果により性能確保が可能な場合は、型式として掲載できる。

ポイント

- 地上移動体の位置および姿勢を特定する方法と、レーザーสキャナで得られる相対位置と地上移動体の位置と姿勢を組み合わせる際の流れが分かる内容とすることに留意する。

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

精度確認試験実施方法(計測条件の設定)

※「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

【②主要な機器構成の精度】

- 主要な機器構成の測定精度について記載する。主要な機器構成は、移動体本体と搭載されるLS本体とし、各構成について明記すること。

搭載するLSの仕様と精度を記載する。

地上移動体の位置および姿勢を確定する機器の仕様と精度を記載する。

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	備考
名称: 2Dレーザースキャナ 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	計測性能	
名称: 3軸IMU 機種: ABC3 型番: 201154	水平精度: 秒 鉛直精度: 秒	分可能 Hz 分解能 Hz
②-2: 地上移動体本体以外の測位技術		
自己位置の計測装置②	計測性能	備考
機種: A A100 型番: — (汎用品のため記載無し) ■校正年月日 : 平成30年1月10日 (楕○○光学機械)	水平精度: 秒 鉛直精度: 秒 追尾速度: Hz	移動体本体以外の測量方法については、別途メーカーが行う定期点検結果により性能補償が可能な場合は、型式として掲載できる。

「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の(添付様式-1)より

(添付様式-1)
 主要機器の構成およびシステム概要

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	備考
名称: 2Dレーザースキャナ 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	計測性能	
名称: 3軸IMU 機種: ABC3 型番: 201154	水平精度: 秒 鉛直精度: 秒	分可能 Hz 分解能 Hz
②-2: 地上移動体本体以外の測位技術		
自己位置の計測装置②	計測性能	備考
機種: A A100 型番: — (汎用品のため記載無し) ■校正年月日 : 平成30年1月10日 (楕○○光学機械)	水平精度: 秒 鉛直精度: 秒 追尾速度: Hz	移動体本体以外の測量方法については、別途メーカーが行う定期点検結果により性能補償が可能な場合は、型式として掲載できる。

ポイント

- ▶ 移動体本体以外の測量方法については、別途メーカーが行う定期点検結果により性能補償が可能な場合は、型式として掲載できる。

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

精度確認試験実施方法(計測条件の設定)

※「地上移動体搭載型レーザーส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สキャナの精度確認試験手順書(案)に従うものとする

【③計測手順】

- 各システムの計測手順、計測時の留意点を明記する。
- 計測手順は計測マニュアルとして試験結果に添付する。

【④計測範囲の設定】

- LS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。

【⑤最大計測距離の設定】

- 地上移動体搭載型LSシステム全体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ส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の(添付様式-2)より

(添付様式-2)

計測の手順と留意事項

①計測手順 フロー	
②計測の留意点	
移動体の点検 <input type="checkbox"/> 計測前に車輪・プリズム・スキャナ本体・IMUの取り付けに緩みがないか確認 …… 計測時の留意点 <input type="checkbox"/> 定期的に自己位置を補正するための静止観測を入れる。 ……	
③計測マニュアルの作成・添付	
上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。	<input type="checkbox"/> 有り

フローの記載

計測時の留意点を記載

ポイント

- ⑤の最も不利となる条件は、自動追尾TSから最も遠い距離で計測するといった条件が挙げられる。

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

精度確認試験実施方法(精度確認)

【①鉛直精度】

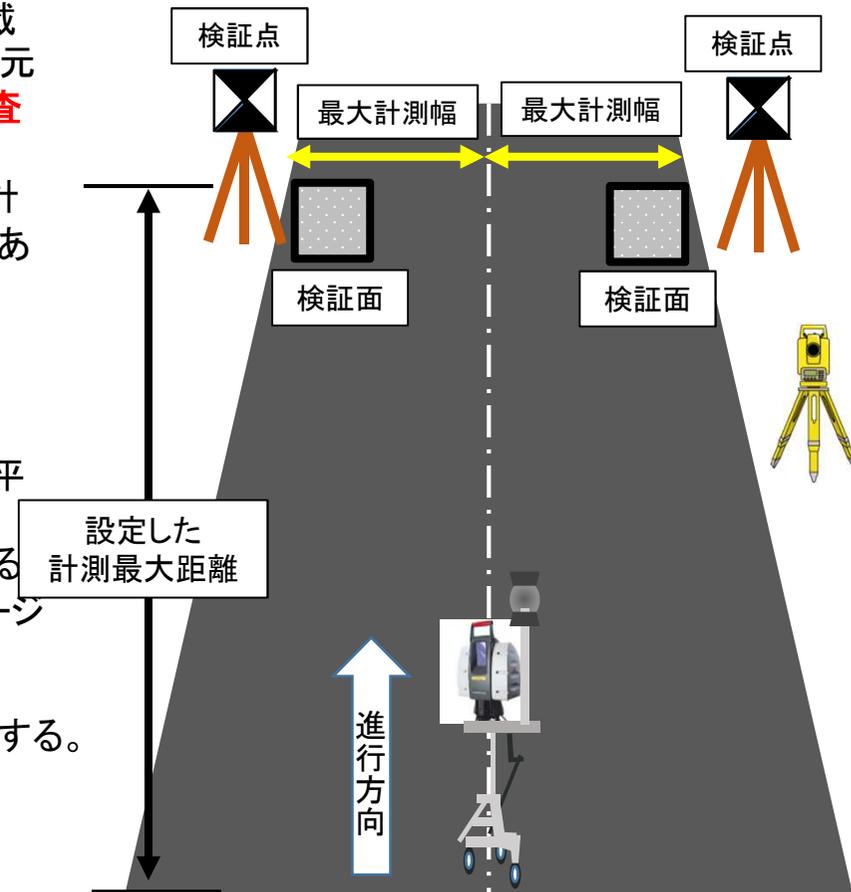
- 設定した計測範囲と最大計測距離から、地上移動体搭載型LSシステムが適正に稼働している状態で得られる3次元点群の精度が最も不利となる位置付近に**1m²以下の検査面**を設置する。
- 基準となる検査面の高さとして地上移動体搭載LSを用いて計測した結果から得られる高さを比較して測定精度以内であることを確認する。※検測については次ページに記載

【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

※要求される精度の値はp.29を参照する。

※「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



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。

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

精度確認試験実施方法(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

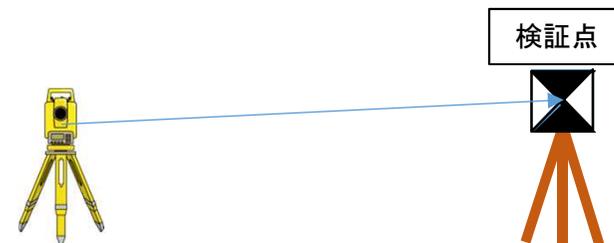
【①鉛直方向の検測】

- 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。



※要求される精度の値はp.29を参照する。

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。

2-2-1. 地上移動体搭載型LS本体

精度確認試験報告書様式

精度確認の実施結果を記録・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: 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: 株式会社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DMU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路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。

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と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=25.094	H2	(100.000,101.000)
H3=25.093	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

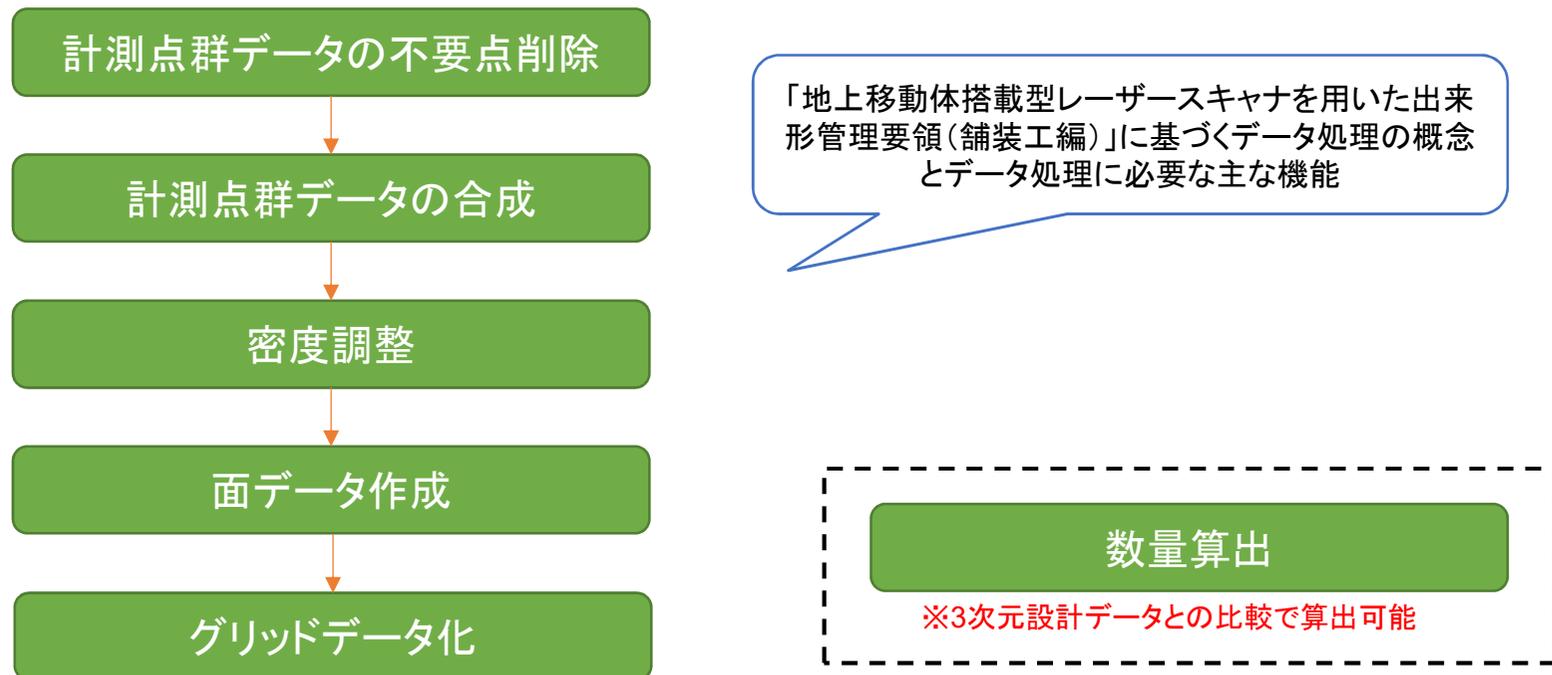
レベル計測結果	移動体搭載型LSの結果	特定基準	合否
H1=25.090	n=100 M3=25.084	示=100以上	合格
H2=25.094	平均±2.4mm	基準精度 4mm以下	合格
H3=25.093	最大±3mm 最小±2mm R:2.4	-	-

検証点の結果

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

2-2-2. 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出力する機能を有していなければならない。



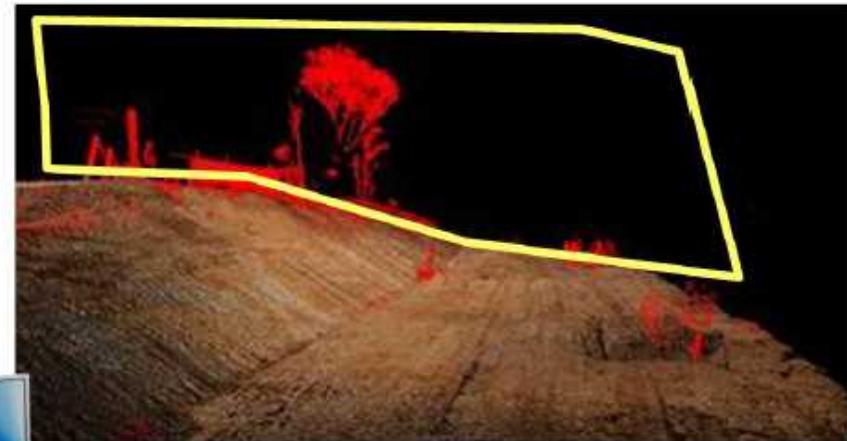
ポイント

- ▶ 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。
- ▶ **受注者は**、使用する点群処理ソフトウェアを**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。

2-2-2. 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

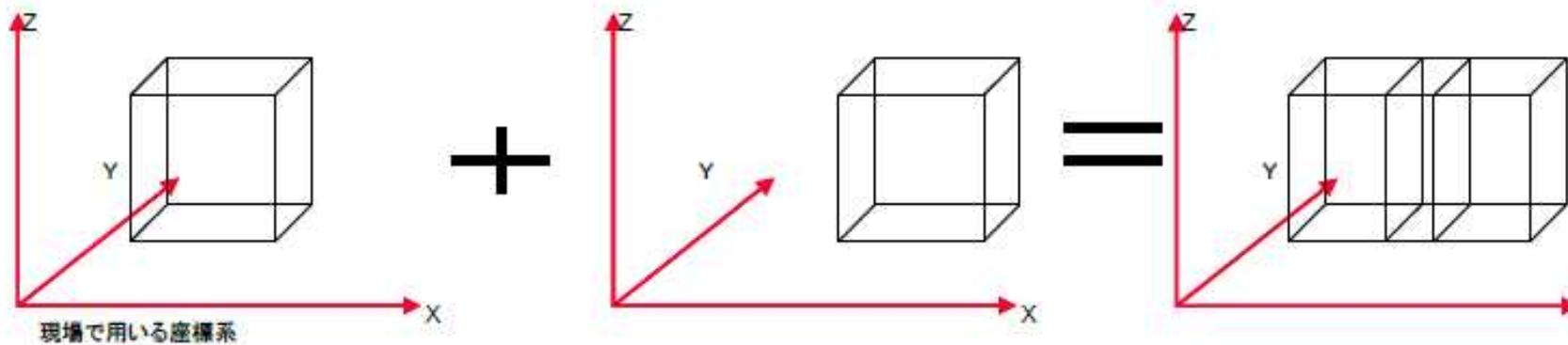
ポイント

- ▶ 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。
- ▶ 排水性舗装等の表面に凹凸が存在するような場合は、入射角の関係により凹凸を捉えやすくなるため、計測結果に影響を与えることが懸念されることから、その範囲の計測結果については不要点として除去するなどして留意する

2-2-2. 点群処理ソフトウェア

計測点群データの合成

- ▶ 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方法がある。
 - ▶ 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。



2-2-2. 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	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)

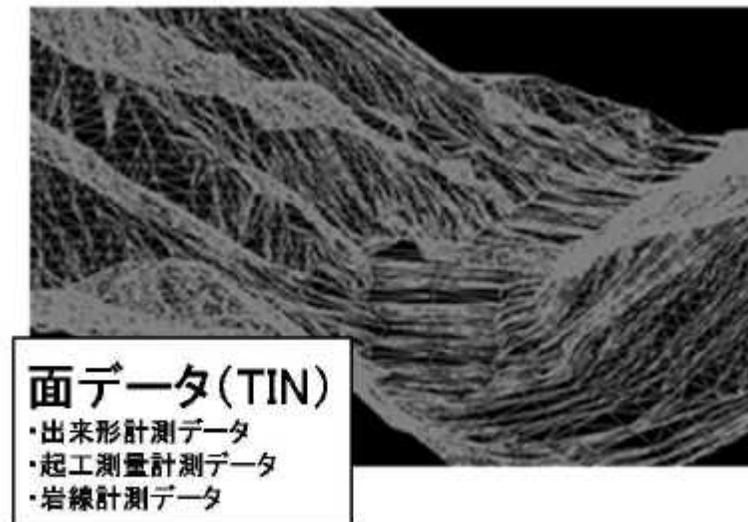
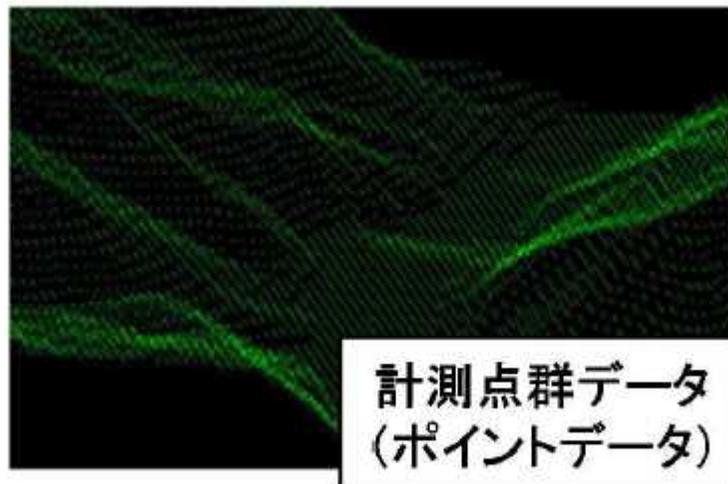
ポイント

- ▶ **出来形評価に求められている計測密度以下にならないように注意する。**
- ▶ 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。

2-2-2. 点群処理ソフトウェア

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。



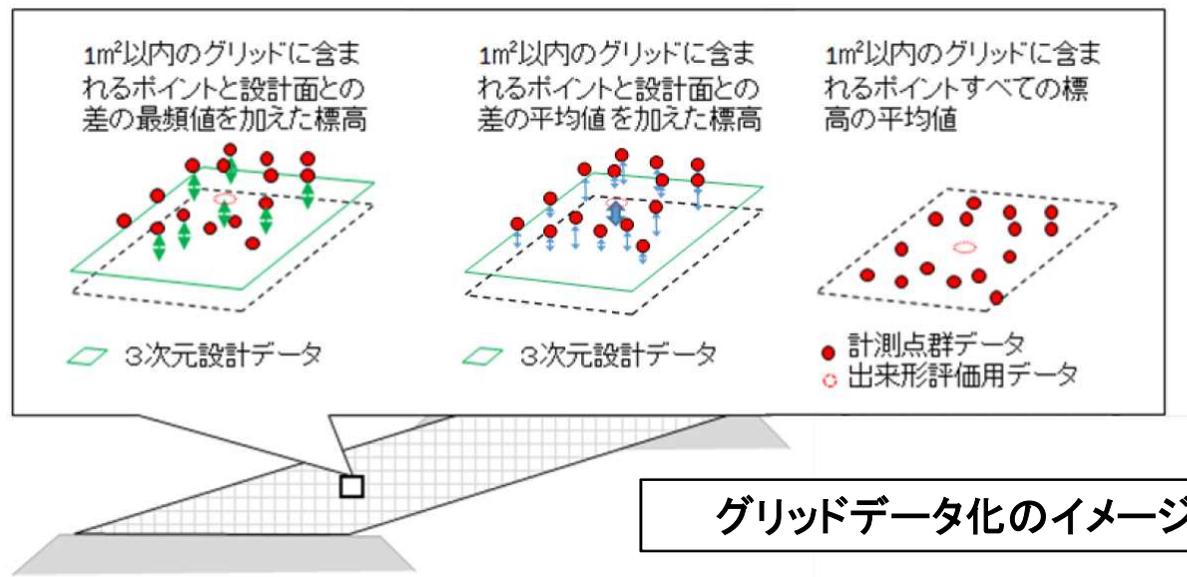
👉ポイント

- ▶ 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。

2-2-2. 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**1m²(1m×1m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1m²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1m²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1m²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。

2-2-3. 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

- ▶ **受注者は、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。**

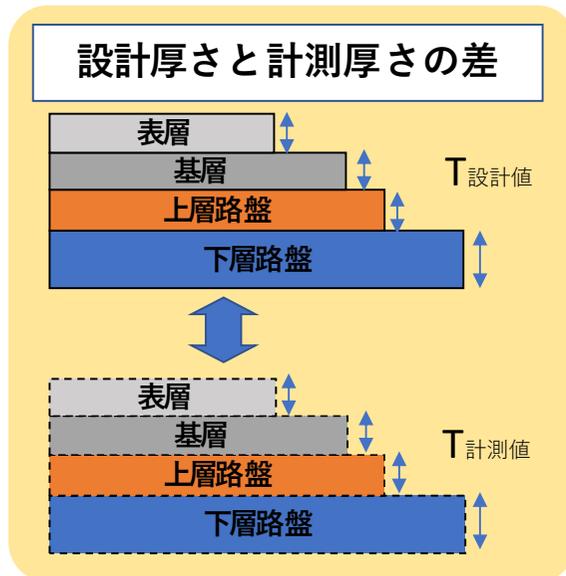
2-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア

- ▶ 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。

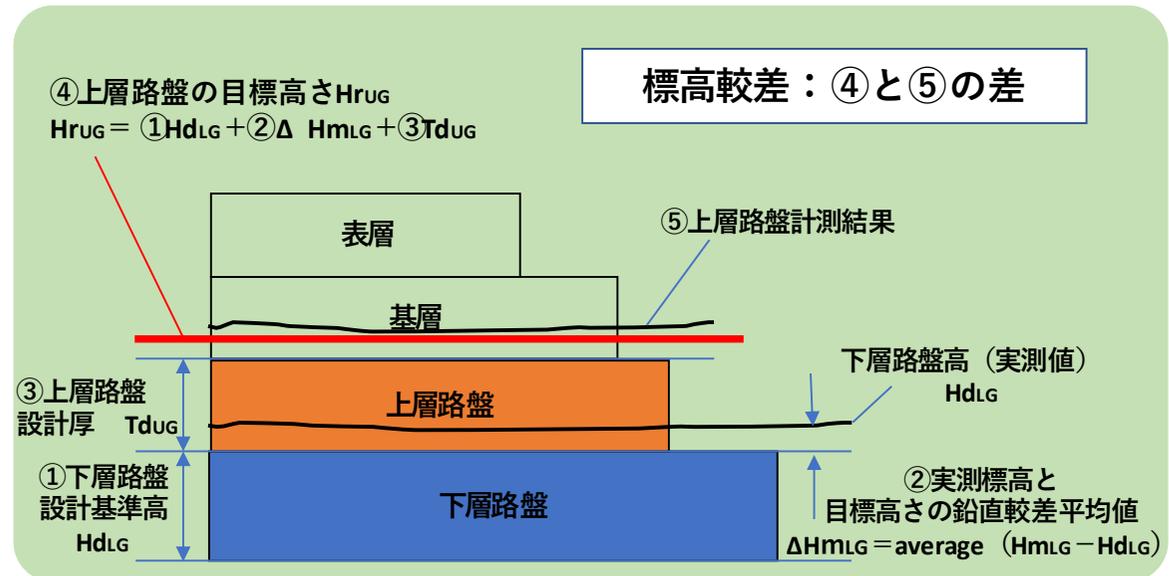
1) 出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力

- 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】



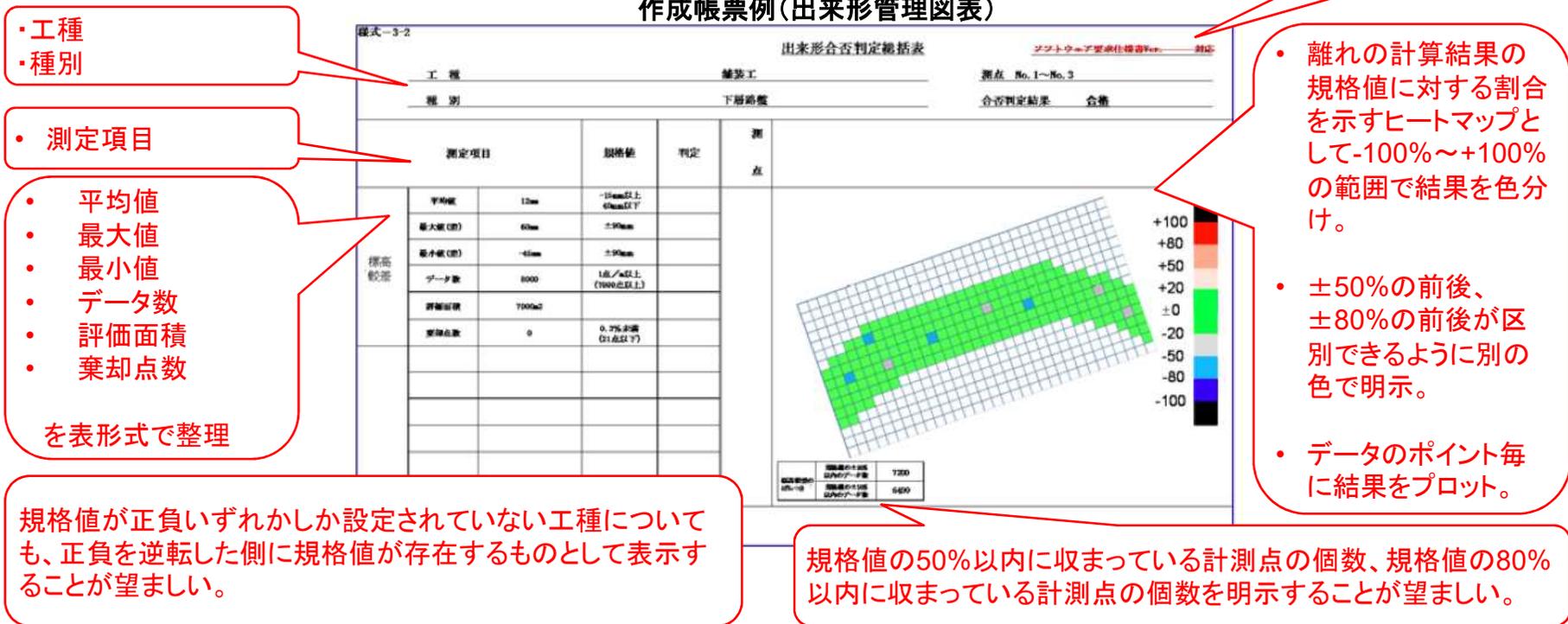
【標高較差】



2-2-4. 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。



評価範囲全体が含まれる平面図

・工種
・種別

・測定項目

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

を表形式で整理

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

規格値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規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

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。

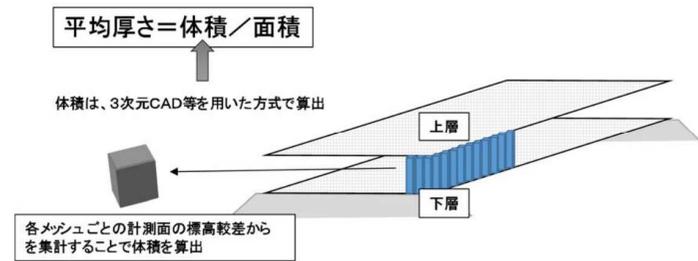
ポイント

- ▶ 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**。

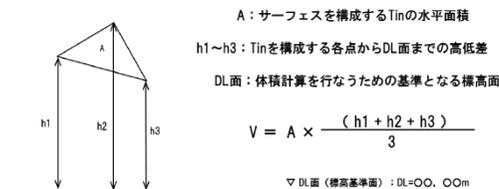
2-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア

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高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

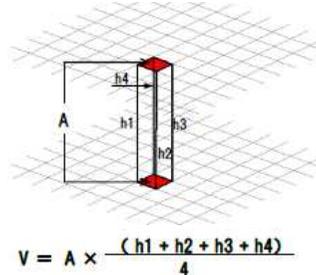


TIN分割法を用いた求積

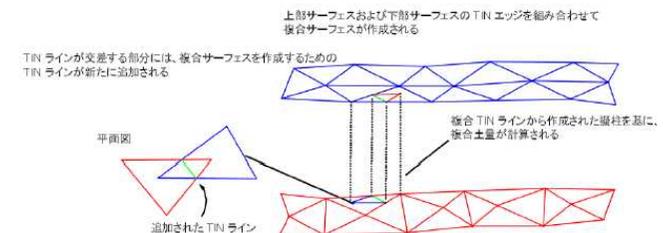


ポイント

点高法



プリズモイダル法



- ▶ 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

機器・ソフトウェア等の準備におけるチェック事項

【受注者】

＜地上移動体搭載型LS本体＞

- 精度確認試験を実施し、その結果が平面方向と鉛直方向の要求精度を満たしているか(p.29参照)
- 地上移動体搭載型LS本体の管理が適正に行われているか。

＜点群処理ソフトウェア＞

- ソフトウェアの推奨動作環境(CPU,GPU,メモリ等)は問題ないか。
- 計測点群の合成、ノイズ除去及び不要点の削除、点群密度の変更、グリッドデータ化、TINの作成等を行う機能を有しているか。

＜3次元設計データ作成ソフトウェア＞

- 要素読込(入力)機能は満たされているか。(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(入力)機能)
- 3次元設計データ等の確認機能、設計面データ作成機能、3次元設計データ作成機能、座標系変換機能、3次元設計データ出力機能を有しているか。

＜3次元出来形帳票作成ソフトウェア＞

- 取得した計測データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果を算出可能か。
- 評価結果およ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るか。

＜出来高の数量算出ソフトウェア＞

- 数量計算方法(①点高法、②TIN分割等を用いた求積、③プリズモイダル法等)については、監督員と書面で協議を行ったか。

＜電子納品・検査について＞

- 電子納品・電子検査について書面で協議を行ったか。

＜施工計画書への添付資料＞

- 地上移動体搭載型LS本体の「精度確認試験結果報告書」、「管理が適正に行われていることを確認する資料」もしくは「計測日12ヵ月以内の精度確認試験結果報告」、「使用する各ソフトウェアのカタログ」を添付したか。※なお、この段階で提出できないものは、後日すみやかに提出すること

機器・ソフトウェア等の準備におけるチェック事項

【監督員】

＜地上移動体搭載型LS本体＞

- 精度確認試験の結果が鉛直方向および平面方向に要求する計測精度を満たしているか。

＜点群処理ソフトウェア＞

- 計測点群の合成、ノイズ除去及び不要点の削除、点群密度の変更、グリッドデータ化、TINの作成等を行う機能があるか。

＜3次元設計データ作成ソフトウェア＞

- 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(入力)機能)があるか。
- 3次元設計データ等の確認機能、設計面データ作成機能、3次元設計データ作成機能、座標系変換機能、3次元設計データ出力機能があるか。

＜3次元出来形帳票作成ソフトウェア＞

- 取得した計測データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果を算出可能か。
- 評価結果およ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があるか。

＜出来高の数量算出ソフトウェア＞

- 数量計算方法(①点高法、②TIN分割等を用いた求積、③プリズモイダル法)について、書面で協議を行ったか。

＜電子納品・検査について＞

- 電子納品・電子検査について、書面で協議を行ったか。

＜施工計画書への添付資料＞

- 地上移動体搭載型LS本体の「**精度確認試験結果報告書**」、「**管理が適正に行われていることを確認する資料**」もしくは「**計測日12ヵ月以内の精度確認試験結果報告**」、「**使用する各ソフトウェアのカタログ**」が添付されているか。※なお、この段階で提出できないものは、後日提出として扱うこと

3. 施工計画書の作成

▶ 施工計画書作成時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<p>精度確認試験結果報告書の作成</p>	<ul style="list-style-type: none"> 精度確認試験結果報告書の作成し施工計画書へ添付する (2-2-1参照) 	<ul style="list-style-type: none"> 精度確認試験結果報告書の確認・受理
<p>施工計画書の作成</p>	<ul style="list-style-type: none"> 施工計画書の作成・提出 	<ul style="list-style-type: none"> 施工計画書の確認・受理

- ▶ 施工計画書には、使う機械や機器、それらの精度確認結果や性能を確認できるカタログ等の添付が必要となる。
- ▶ 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。
- ▶ 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よく、分けて考える必要はない。
- ▶ 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。

ポイント

- ▶ 施工計画書提出時点で精度確認試験結果報告書を提出できない場合、精度確認試験の計画を記載し、報告書の様式のみを添付し提出する。なお、実施結果がまとまり次第、すみやかに監督員へ提出する。

3. 施工計画書の作成

施工計画書への記載事項例



施工計画書の作成におけるチェック事項

【受注者】

<使用するICT建設機械について>

- 指定機械または、主要船舶・機械において、使用するICT建設機械の仕様や使用する工種を記載しているか。

<施工方法>

- 起工測量や出来形計測では標定点の設置等について、ICT建設機械による施工では測位方法について、それらの設置準備作業等も加わるため、それらのフローがわかるように記載しているか。

<3次元設計データ>

- 3次元設計データチェックシートおよび、チェック入りの工事基準点リスト、線形計算書、平面図、縦断図、横断図、3次元ビューを提出しているか。
- 3次元設計データ作成に用いるソフトウェアのカタログを添付しているか。

<ICT建設機械>

- ICT建設機械の機器構成、測位方法等が分かる情報を記載しているか。
- 日々の精度確認を行う旨、およびその方法と様式等の確認できる資料が添付しているか。(精度管理をしているということが分かる資料)

<使用機器・ソフトウェア>

- 使用する地上移動体搭載型LS本体、点群処理ソフトウェア、3次元設計ソフトウェア、出来形帳票ソフトウェア、出来高(数量)算出ソフトウェアについて記載し、各ソフトウェアの性能を確認できるカタログを添付しているか。
- 地上移動体搭載型LS本体の精度確認試験結果報告書を提出しているか。
- 精度確認試験結果は、平面方向及び鉛直方向が要求精度を満たしているか。
- 精度確認試験で行った計測距離を超えて計測していないか。
- 計測機器本体の保守点検・検査成績書もしくは、計測日の12ヵ月以内の精度確認報告書を提出しているか。

<出来形管理>

- 面管理を実施する適用工種を記載しているか。
- 3次元計測を実施する範囲を平面図や横断図でわかるように記載しているか。(舗装工部を包括するように)
- 各断面における出来形管理適用箇所及び、使用計測機器が協議した内容と合っているか、また、記載しているか。
- 出来形管理を実施する箇所を記載し、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準を記載しているか。

施工計画書の作成におけるチェック事項

【監督員】

＜使用するICT建設機械について＞

- 指定機械または、主要船舶・機械において、使用するICT建設機械の仕様や使用する工種が記載されているか。

＜3次元設計データ＞

- 3次元設計データチェックシートおよび、チェック入りの工事基準点リスト、線形計算書、平面図、縦断図、横断図、3次元ビューが提出されているか。
- 3次元設計データ作成に用いるソフトウェアの性能が分かるカタログ等が添付されているか。

＜ICT建設機械＞

- ICT建設機械の機器構成、測位方法等が記載されているか。
- 日々の精度確認を行う旨、およびその方法と様式等の確認できる資料が添付されているか。

＜使用機器・ソフトウェア＞

- 使用する地上移動体搭載型LS本体、点群処理ソフトウェア、3次元設計ソフトウェア、出来形帳票ソフトウェア、出来高(数量)算出ソフトウェアについて記載されており、各ソフトウェアの性能を確認できるカタログが添付されているか確認する。
- 地上移動体搭載型LS本体の精度確認試験結果報告書が提出されているか。
- 精度確認試験結果は、平面方向及び鉛直方向が要求精度を満たしているか。
- 精度確認試験で行った計測距離を超えて計測していないか。
- 地上移動体搭載型LS本体の精度管理については、計測機器本体の保守点検・検査成績書もしくは、計測日の12ヵ月以内の精度試験結果報告が提出されているか。

＜出来形管理＞

- 適用工種は正しく記載されているか。
- 3次元計測を実施する範囲は、協議で決定した範囲か。
- 各断面における出来形管理適用箇所及び、使用計測機器が協議した内容と合っているか、また、記載されているか。
- 出来形管理を実施する箇所、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準が正しく記載されているか。

4. 工事基準点の設置

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
工事基準点の設置	<ul style="list-style-type: none">既設基準点の検測工事基準点の設置測量成果、設置状況を配置箇所を提出	<ul style="list-style-type: none">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、従来と同じである。
- ▶ 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。

工事基準点の設置時のチェック事項

【受注者】

＜工事基準点の設置＞

- 基準点の設置精度は十分管理されているか。
- 後方交会法で3次元座標を計測する場合は、使用する基準点間の狭角は適正か。(TSを用いた出来形管理では同手法による器械位置算出時には、基準点と本体が校正する角度を30°～150°以内としている)
- 後方交会法に用いるプリズムは正しく工事基準点あるいは基準点上に設置されているか。
- 検査面・検証点を有効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たか。
- 測量成果、設置状況、配置箇所を打ち合せ簿で監督員に提出しているか。**

【監督員】

- 基準点の指示を行い、測量成果、設置状況と配置箇所を確認したか。

5. 起工測量・起工測量成果品の作成

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px; text-align: center;"> 精度確認試験結果報告書の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 精度確認試験結果報告書の作成 ※現場で精度確認試験を行った場合(2-2-1を参照) 	<ul style="list-style-type: none"> 精度確認試験結果報告書の受理・確認
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 起工測量 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 地上移動体搭載型LSによる計測 点群データ処理(起工測量計測データの作成) 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 起工測量の成果品の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 起工測量の成果品の作成・提出 	<ul style="list-style-type: none"> 起工測量の成果品の受理・確認

- ▶ 起工測量時の**測定精度は、高さ方向は±20mm以内、平面精度は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**。
- ▶ 受注者は起工測量の成果品を作成し提出する。監督員はその内容を確認。
- ▶ 受注者より精度確認試験結果報告書が提出される(**※現場で精度確認試験を行った場合**)。監督員はその内容を確認。

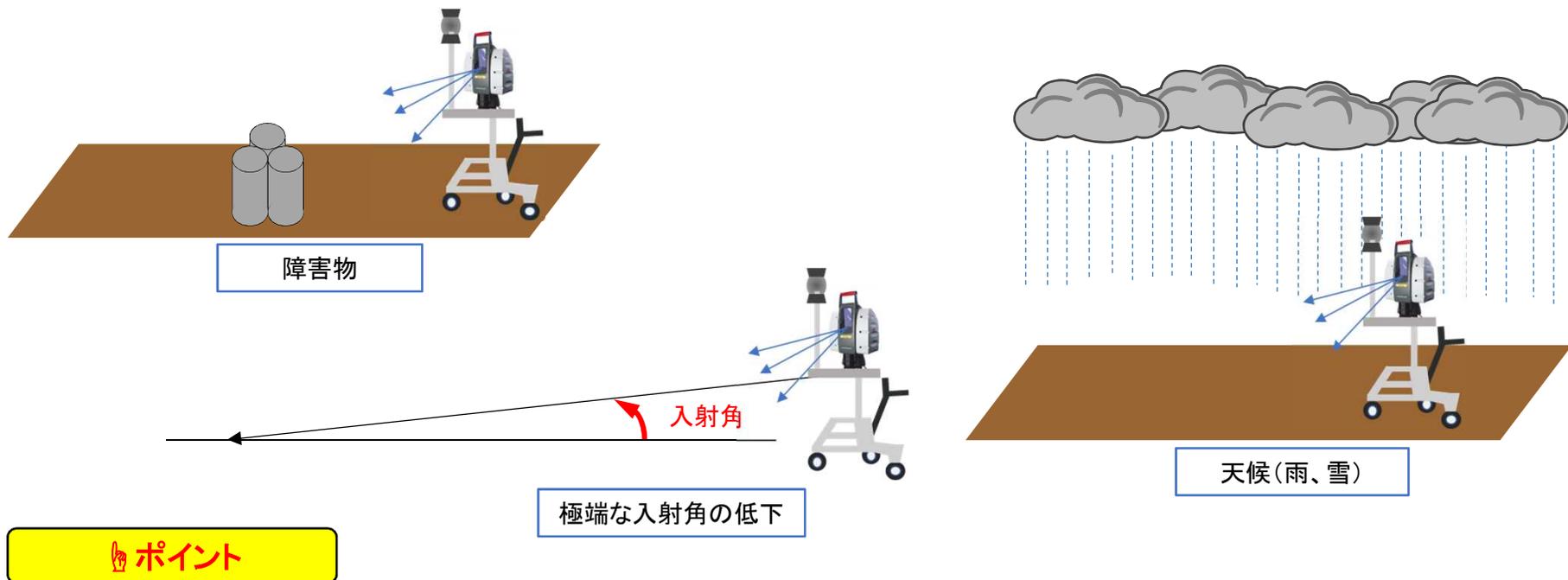
👉ポイント

- ▶ 国土交通省より発出されている地上移動体搭載型LSによる出来形管理要領(舗装工事編)(案)では、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地上移動体搭載型LSを用いて実施する。
- ▶ 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、監督員との協議を行い、設計図書として位置づける。

5-1. 起工測量

5-1-1. 計測時の留意点

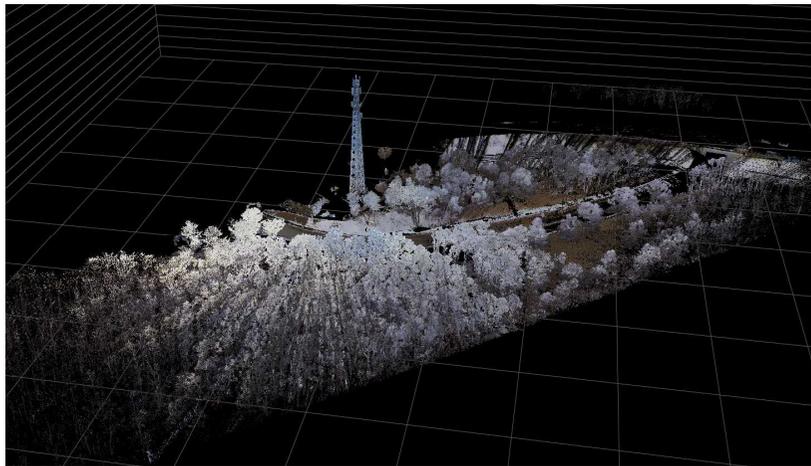
- ▶ 計測対象物を正確に計測するために、障害物の除去、計測のタイミングに注意が必要。
- ▶ 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象。
- ▶ 計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合。
- ▶ 強風などで土埃などが大量に舞っている場合。
- ▶ 可能な限り計測面が露出している状況での計測が必要。



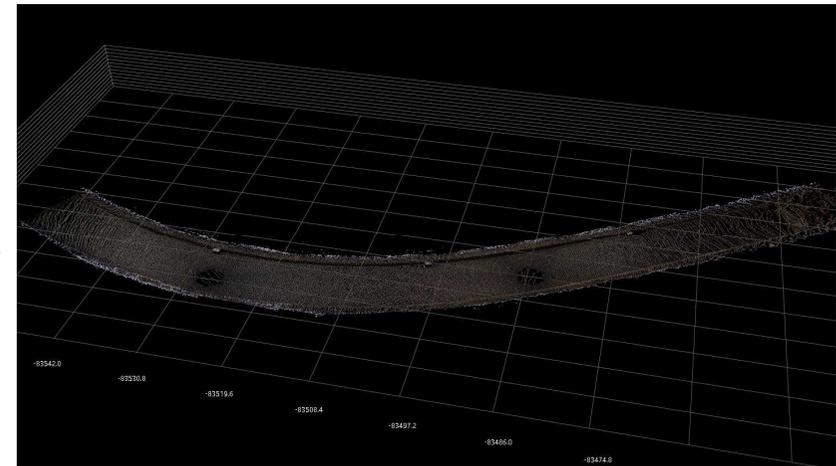
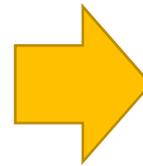
- ▶ 計測範囲内に第三者が立ち入らないように留意する。
- ▶ 計測結果に影響をもたらす可能性がある障害物(資材、車両等)は、事前に撤去しておくことが望ましい。

5-1-2. 計測および点群処理

- ▶ 起工測量の計測密度は 0.25m^2 ($0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ メッシュ)あたり1点以上。
- ▶ 計測性能及び精度確認については、対象工種で定められた範囲であること(2-2-1, p.28参照)
- ▶ 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、「2-2-2. 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。
- ▶ 不要点を削除した後、TINで表現される起工測量計測データを作成する。



計測点群(生データ)



不要点を除去した点群

ポイント

- ▶ 自動でTINを配置した際、現場の地形と異なる場合は、TIN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で補間してもよいものとする。

起工測量・成果品の作成のチェック事項

【受注者】

- 精度確認試験結果報告書を提出したか。(計測の実施前の12か月以内に実施した確認結果により施工計画書に添付している場合はここでは不要)
- 精度確認試験によって精度が担保される計測距離以内で計測しているか。
- 計測にあたっては、「5-1-1. 計測時の留意点」を確認し実施したか。
- 起工測量は、計測対象範囲内で0.25m²(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行ったか。
- 「2-2-2. 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したか。
- 起工測量の成果品の作成・提出をしたか。

【監督員】

- 精度確認試験結果報告書は提出されており、また、要求精度を満たしているか。(計測の実施前の12か月以内に実施した確認結果により施工計画書に添付している場合はここでは不要)
- 精度確認試験によって精度が担保される計測距離以内で計測しているか。
- 起工測量は、計測対象範囲内で0.25m²(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行っているか。
- 起工測量の成果品が提出されているか。

6. 3次元設計データ

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
設計図書の照査	<ul style="list-style-type: none"> 3次元設計データの作成に係わる照査について協議 	<ul style="list-style-type: none"> 照査内容の協議・受理・確認
3次元設計データの作成	<ul style="list-style-type: none"> 3次元設計データの作成 	
3次元設計データの照査	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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。
- ▶ 標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図をもと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、監督員と協議を行い設定する。**※p.44を参照**
- ▶ 管理項目（標高交差および厚さ）によって、比較する3次元設計データが異なってくることから、注意が必要。
- ▶ 監督員は、受注者から提出される**3次元設計データチェックシート**、**工事基準点リスト(チェック入り)**、**線形計算書(チェック入り)**、**平面図(チェック入り)**、**縦断図(チェック入り)**、**横断図(チェック入り)**を確認する。
- ▶ 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。

6-1. 3次元設計データの作成

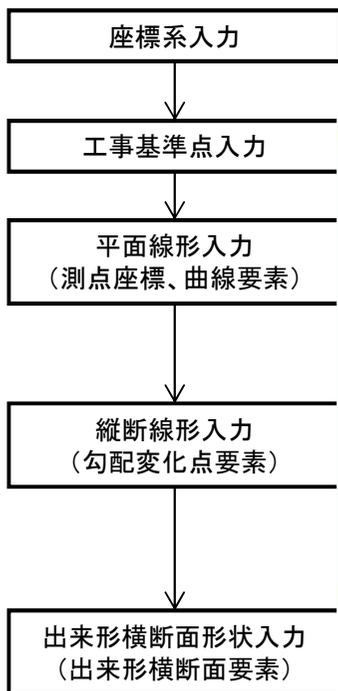
3次元設計データの作成時の留意点

- ▶ 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LS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面形状を作成した後にTINを設定する(例えば、間隔5m毎の横断面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、監督員と協議を行い設定する。
- ▶ 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「7. 数量算出」を参照のこと。

6-1. 3次元設計データの作成

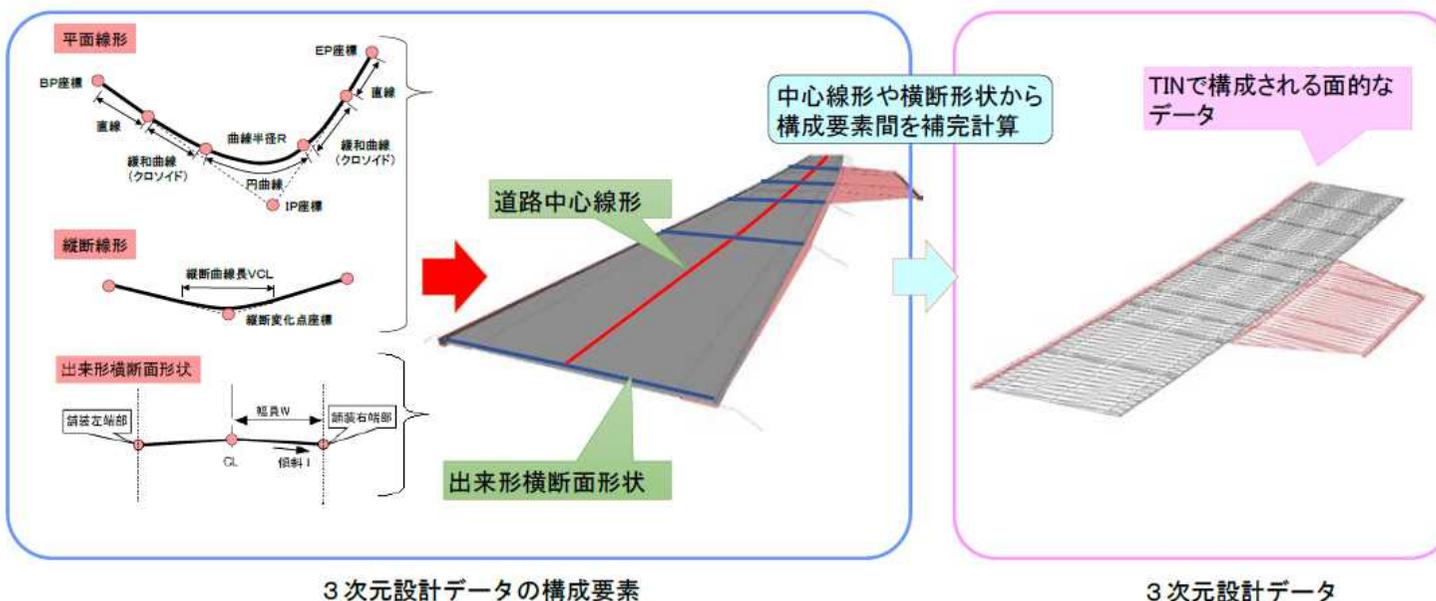
3次元設計データの作成手順とイメージ

作成手順



※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) 日本建設機械化協会 施工技術総合研究所より無償で入手) を用いた場合の例です。



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。

6-1. 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 積円(積高)

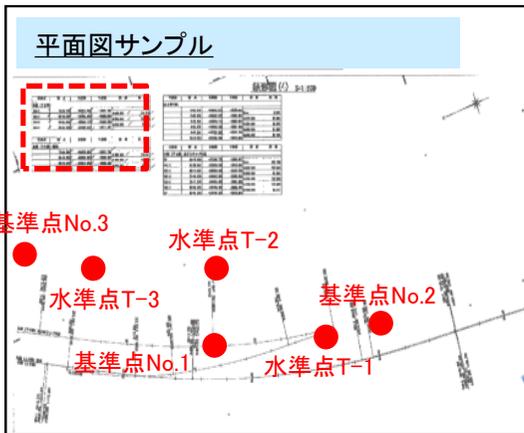
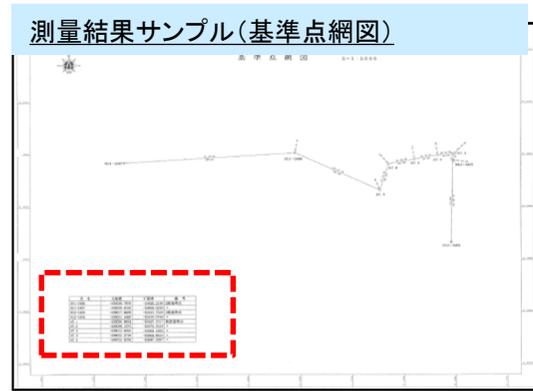
キャンセル 閉じる

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

6-1. 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、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

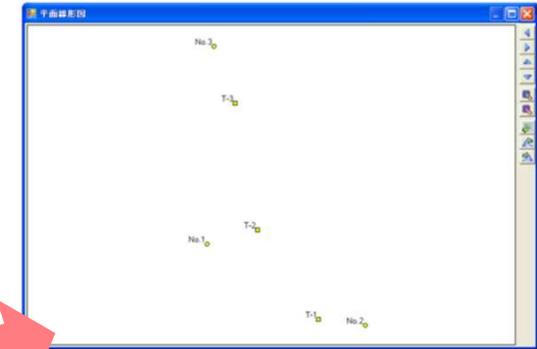
No.1	基準点の種類:	2級基準点
No.2	X座標:	183.91 X座標
No.3	Y座標:	28137.243 Y座標
	標高:	127. Z座標
	注記:	

追加 削除 名称変更

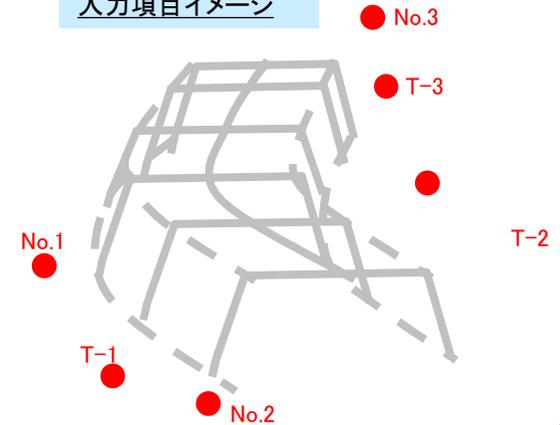
水準点

T-1	水準点の種類:	
T-2	標高:	84.91 Z座標
T-3	水準点の位置	
	X座標	Y座標
	-83.917	28537.243
	X座標	Y座標
	注記:	

追加 削除 名称変更



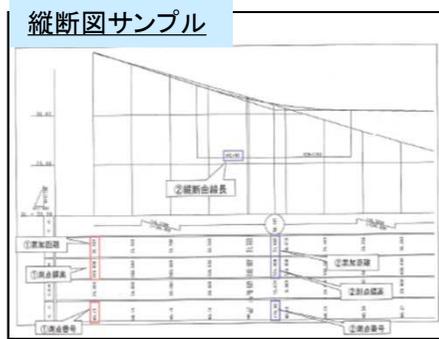
入力項目イメージ



6-1. 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

公配直線化点・縦断曲線長の設定

起点	変換点	実長	標高	VCL
No.19+40.000		1940	20	0
No.20+16.667	2016.667	20.07	400	
No.40+20.000	4920	29	0	

計画高の確認

No.30+0 ~ No.41+0

測点	累加距離	計画高
No.30	3800	20.529
No.30+20.000	3820	20.519
No.30+40.000	3840	20.526
No.30+60.000	3860	20.546
No.30+80.000	3880	20.577
No.30	3900	20.620
No.30+20.000	3920	20.675
No.30+40.000	3940	20.742
No.30+60.000	3960	20.821
No.30+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	21.705

入力項目イメージ

高さが与えられ、縦断方向の壁が構築される。

縦断面図からの入力項目

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

64

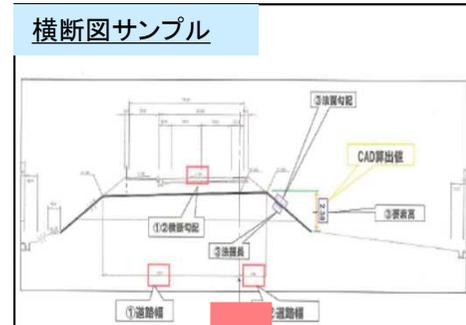
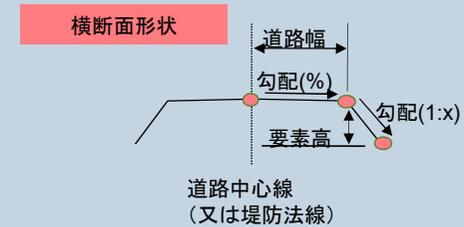
6-1. 3次元設計データの作成

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

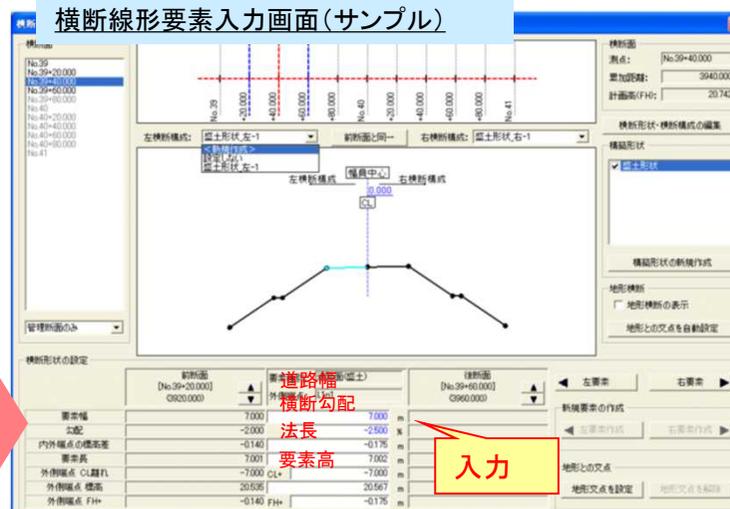


入力

管理断面入力画面(サンプル)

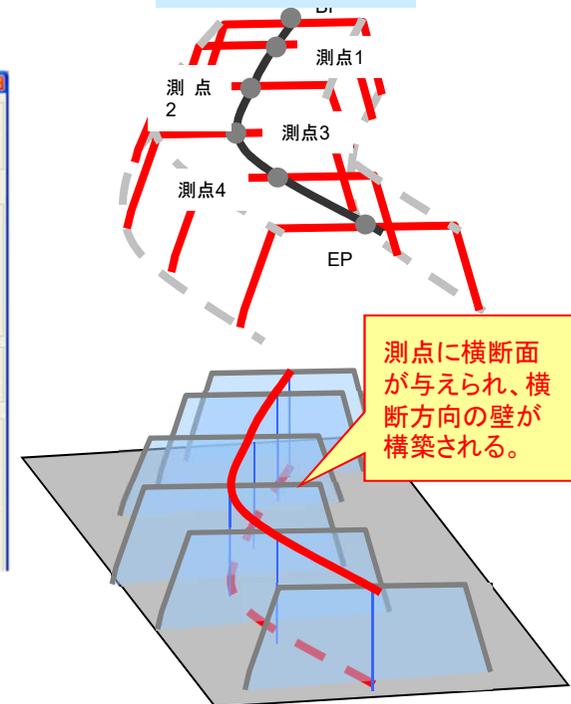
管理断面名	累積距離
No.39	3900
No.39+20.000	3920
No.39+40.000	3960
No.39+60.000	3980
No.39+80.000	3980
No.40	4000
No.40+20.000	4020
No.40+40.000	4040
No.40+60.000	4060
No.40+80.000	4080
No.41	4100

入力



入力

入力項目イメージ

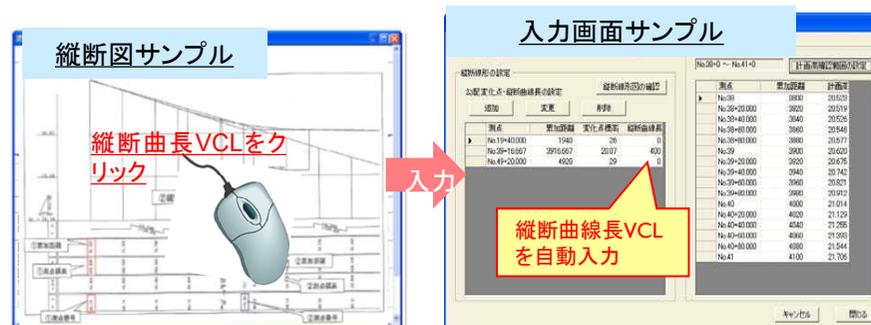
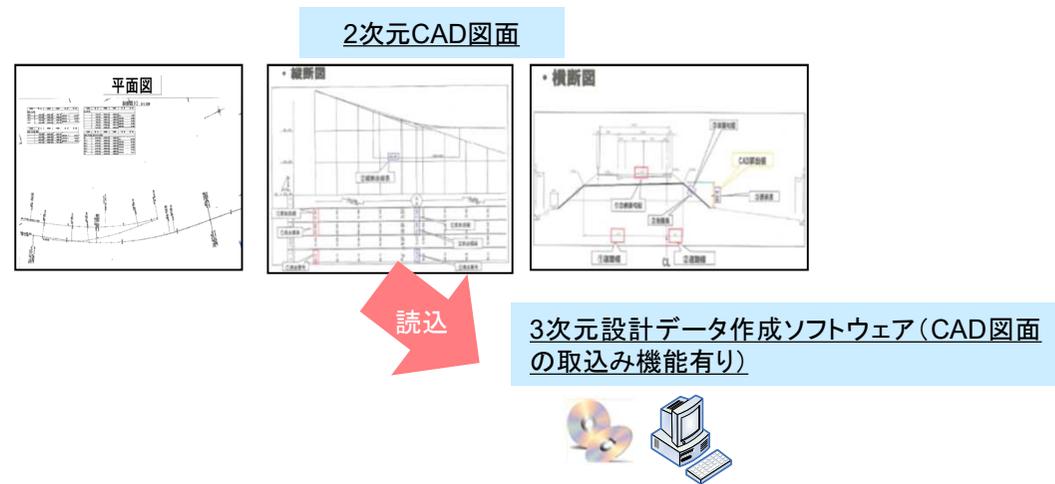


6-1. 3次元設計データの作成

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



6-2. 3次元設計データの照査

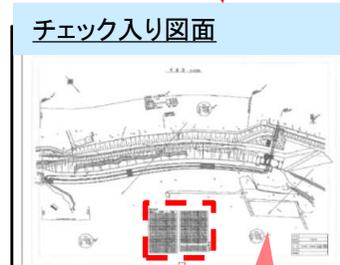
3次元設計データの照査イメージ

- ▶ 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カ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ー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



拡大表示

チェック部分

項目	内容	結果
1
2
3
4
5

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



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

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? ・起算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	・線形起算点の座標・標高は正しいか? ・縦断変換点の座標・標高は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形断面形状	全延長	・作成した出来形断面形状の座標、数は適切か? ・基準高、幅、倍率は正しいか?	
5) 3次元設計データ	全延長	・入力した(2)～(4)の線形形状と出力する3次元設計データは等しいか?	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に「○」を印すこと。
 ※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を印刷し、資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提示すること。
 ・工事基準点リスト(チェック入り)

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

6-2. 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

- 1) 工事基準点は、事前に監督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。
- 2) 平面図及び線形計算書と対比し、確認する。
- 3) 縦断図と対比し、確認する。
- 4) 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図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する。
- 5) 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、監督員に提出する。
照査技術者の氏名を照査技術者届で確認する。

様式-1②

平成〇年〇月〇日
工 事 名 : 〇〇〇〇〇〇工事
受注会社名 : 〇〇〇建設(株)

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	監督員の指示した基準点を使用しているか?	
		工事基準点の名称は正しいか?	
		座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	起終点の座標は正しいか?	
		変化点(線形主要点)の座標は正しいか?	
		曲線要素の種類・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	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?	
		出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか?	
5) 3次元設計データ	全延長	入力した2)~4)の幾何学形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	

照査技術者	
会社名	〇〇〇株式会社
氏名	〇〇 〇〇

- ※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 受注者は、3次元チェックシートに以下の資料等を添付し提出するものとする。
- ・工事基準点リスト(チェック入り)
 - ・線形計算書(チェック入り)
 - ・平面図(チェック入り)
 - ・縦断図(チェック入り)
 - ・横断図(チェック入り)
 - ・3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)
- ※添付書類については、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。

6-2. 3次元設計データの照査

基準点の確認(例)

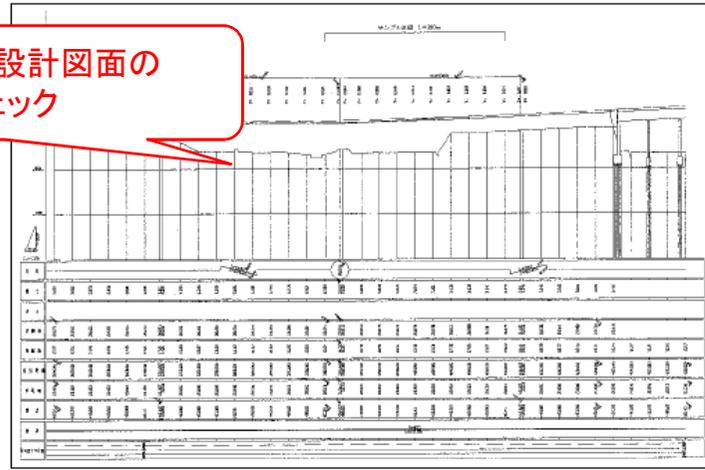


基準点成果表

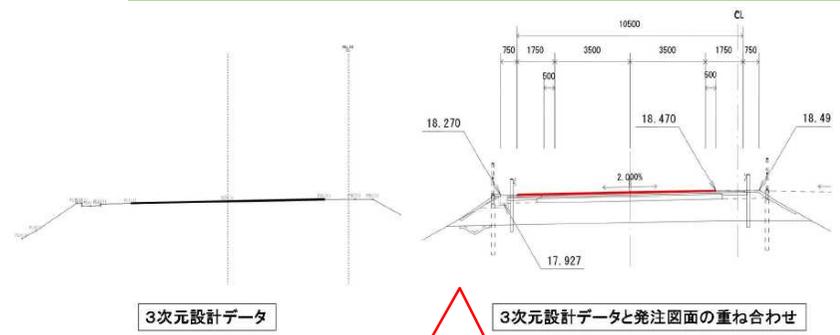
測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標
K4	-103592.645	-53971.965	2級基準点	TF4	-104073.411	-53943
K5	-106133.790	-55192.361	〃	TF5	-104222.811	-53911
KPB/RL	-102866.552	-53805.858	3級基準点	TF6	-104371.743	-538
KPB/7L	-102897.874	-53908.500	〃	TF7	-104511.791	-53
KPB/8R	-104477.348	-53659.206	〃	TF8	-104665.056	-53
KPB/9L	-104993.148	-54307.238	〃	TF9	-104780.424	-5415.042
KP2/10L	-105230.181	-54987.385	〃	TF10	-104853.023	-54154.538
KPB/10R	-105811.653	-55214.485	〃	TF11	-104914.141	-54238.118
KPB/11L	-106294.412	-55308.723	〃	TG1	-105038.052	-54392.649
TE1	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TG2	-105043.204	-54539.888
TE2	-103102.553	-54001.754	〃	TG3	-105069.856	-54688.396
TE3	-103279.147	-54006.884	〃	TG4	-105138.964	-54823.046
TE4	-103416.596	-53999.426	〃	TH1	-105267.033	-55067.218
TE5	-103497.830	-53978.296	〃	TH2	-105361.017	-55160.314
TF1	-103671.867	-53983.149	〃	TH3	-105486.252	-55218.934
TF2	-103757.774	-53993.677	〃	TH4	-105675.217	-55221.966
TF3	-103925.187	-53973.671	〃	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)

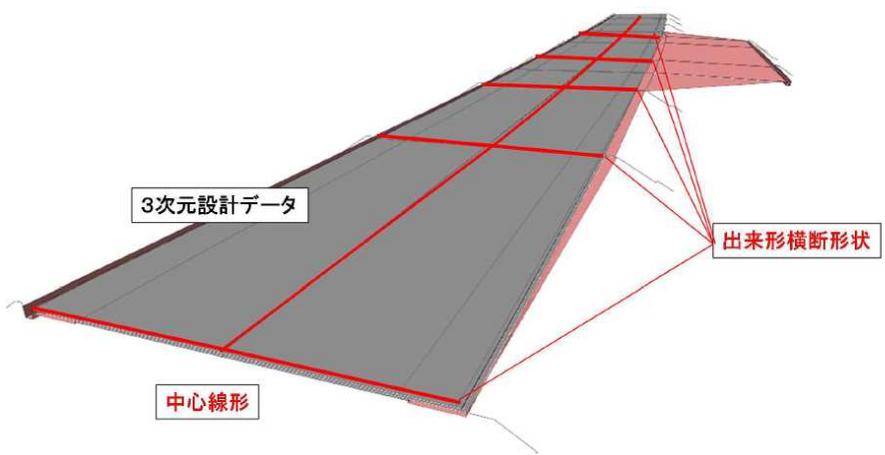


データ重ね合わせによる横断図の確認(例)



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)



3次元設計データ作成のチェック事項

【受注者】

<平面線形>

- 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。

<縦断線形>

- 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。

<出来形横断面形状>

- 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。

<3次元設計データ>

- 入力した平面線形・縦断線形・出来形横断面形状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。

<提出資料>

- 受注者は3次元設計データチェックシートおよび、確認に用いた以下の資料を提出したか。
工事基準点リスト(チェック入り)、線形計算書(チェック入り)、平面図(チェック入り)、縦断図(チェック入り)、
横断図(チェック入り)、3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

【監督員】

<提出資料>

- 受注者は3次元設計データチェックシートおよび、確認に用いた以下の資料を提出したか。
工事基準点リスト(チェック入り)、線形計算書(チェック入り)、平面図(チェック入り)、縦断図(チェック入り)、
横断図(チェック入り)、3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

7. 数量算出

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
・数量計算方法の協議	・数量計算の方法の協議	・数量計算の方法の受理・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、地上移動体型LSによる3次元出来形計測結果を用いて出来高数量の算出を行うことができる。
- ▶ 計算方法は監督員と協議を行い決定する。

7-1. 数量算出 (「2-2-5. 出来高(数量)算出ソフトウェア」についても参照)

- ▶ 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。

$$\text{平均厚さ} = \text{体積} / \text{面積}$$

- ▶ 体積の計算方法については、監督員と協議を行うこととし、3次元設計データや出来形計測データ等の面データから3次元CADソフトウェア等を用いた方式による以下の方式によることを標準とする。

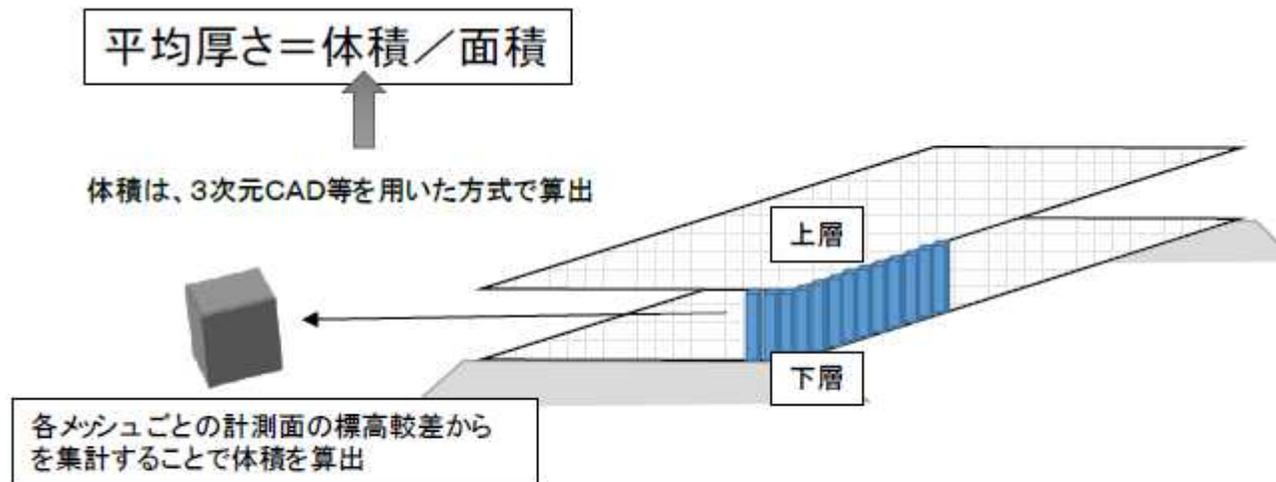


図 5-4 平均厚さの数量算出イメージ (点高法による)

ポイント

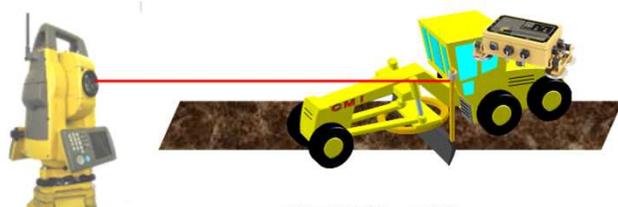
- ▶ 数量計算方法については、監督員と協議を行う。
- ▶ ※標準とする体積算出方法は ①点高法、②TIN分割等を用いた求積、③プリズモイダル法

8. 施工段階

ICT建設機械の測位方法

- ▶ 施工に用いるICT建設機械の測位方法は、施工計画段階で決定しておく。

自動追尾式トータルステーション



自動追尾式TS

測量機器:重機=1:1のシステム
高精度(高さ計測精度±5mm程度)

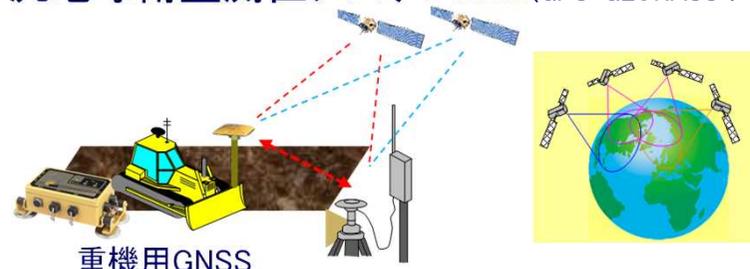
〈特徴〉

- ・精密な測位
- ・制御情報の伝達
- ・測量機器として活用
- ・有効半径の制限
- ・1対1制御
- ・天候による使用制限

👉 留意点

- ▶ 自動追尾TSと移動局(ICT建設機械)との間に障害物等が入り視準不能になる。
- ▶ 近距離・遠距離の場合、追尾できないため、適度な距離を確保する必要がある。
- ▶ ある程度の高低差がある高台に自動追尾TSを設置する。

汎地球衛星測位システムGNSS(GPS+GLONASS+etc)



重機用GNSS

〈特徴〉

- ・単独での測位
- ・複数機器での運用
- ・現場間のデータ共有
- ・測量精度の限界
- ・衛星状態による制限
- ・外国衛星が多い

測量機器(基準局):重機(移動局)=1:多のシステム

高さの計測精度がTSに比べて劣る(水平±20mm,鉛直±30mm程度)

👉 留意点

- ▶ 人工衛星を多く捕捉するために、天空が開けていること
- ▶ マルチパス障害を避けるため、付近に高い建物や法面がないこと
- ▶ 無線距離および、強力な電波や建物などによる無線通信障害が起こらないようにする。
- ▶ 不安であれば一度現地で確認を行う

8. 施工段階

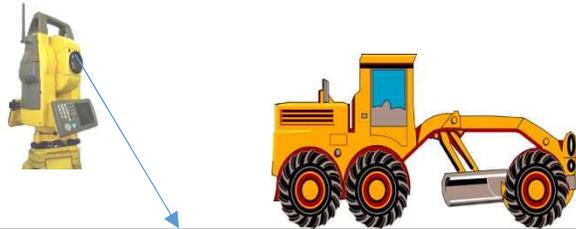
ICT建設機械の精度確認

- ICT建機の計測精度確認は、**施工前に始業前点検**、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

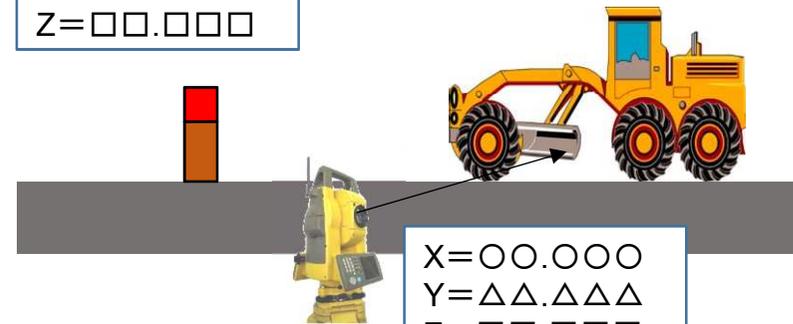


作業前の点検・確認

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=□□.□□□



9. 出来形管理

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
出来形計測	<ul style="list-style-type: none"> 計測計画の立案 地上移動体搭載型LS計測の実施 点群データ処理 	
出来形管理写真の撮影	<ul style="list-style-type: none"> 出来形管理写真の撮影 	
出来形管理資料の作成	<ul style="list-style-type: none"> 出来形管理帳票の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 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は**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、「5-1-1. 計測時の留意点」に注意して行う。
- ▶ 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。
- ▶ 監督員は上記の内容を確認する。

👉 ポイント

【出来形管理帳票について】

- ▶ 3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の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、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは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3次元モデルのビューアファイルを作成する。
- ▶ 出来形確認箇所(平場、天端、法面(小段含む))ごとに作成する。

9-1. 出来形計測

- ▶ 「5-1. 起工測量」と同様に出来形の計測を実施。
- ▶ 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、「2-2-2. 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。
- ▶ 出来形計測の際は、地上移動体搭載型LS本体の要求精度や、取得する点群密度が起工測量と異なるため留意すること。

		アスファルト舗装		コンクリート舗装	
		計測項目	要求精度	計測項目	要求精度
測定精度	鉛直方向の測定精度	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	
		基層・中間層表面	± 4mm以内	セメント（石灰・瀝青）安定処理表面	± 4mm以内
	表層表面	アスファルト中間層表面			
	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）			

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)

9-2. 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

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 [修正後]
	提出頻度	代表箇所各1枚

工種	<ul style="list-style-type: none"> • 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)
----	--



ポイント

【撮影時の留意点】

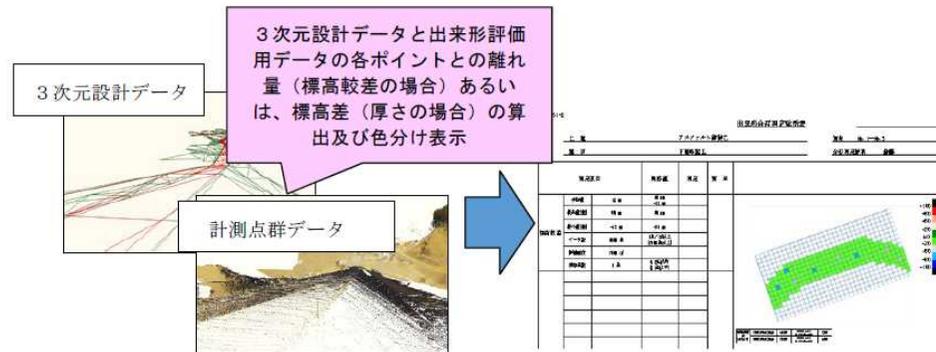
- ▶ 出来形管理状況に写真は、地上移動体搭載型LSの設置状況が分かるものとする。
- ▶ 被写体として写し込む小黒板については、工事名・工種等・出来形計測点(測点・箇所)を記述し、設計寸法・実測寸法・略図については省略してよい。

※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、「土木工事施工管理基準 4.写真管理基準」に準拠する。

9-3. 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、監督員に提出する。
- ▶ 規格値は現行の「土木工事施工管理基準」のうち**面管理の場合**に定められたものとする。
- ▶ 「2-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア」を参照し、作成する。
- ▶ 平坦性は従来通り測定し、結果を提出する。
- ▶ 良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合については、不合格の内容が各項目で確認できる様、棄却点も含め表示すること。



異常値なし

出来形可否判定総括表			
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 -10 mm	
最大値(厚)	60 mm	50 mm	
最小値(厚)	-45 mm	-30 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	0.2%以内 (0点以下)	

異常値あり

出来形可否判定総括表			
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 異常値有
測定項目	規格値	判定	測点
平均値	-40 mm	40 mm -10 mm	
最大値(厚)	60 mm	50 mm	
最小値(厚)	-30 mm	-20 mm	
データ数	8000点	1点/㎡以上 (7000点以上)	
評価指標	7000㎡		
棄却点数	55点	0.7%以内 (0点以下)	

出来形管理のチェック事項

【受注者】

<出来形計測>

- 計測環境にあたっては、「5-1-1. 計測時の留意点」を確認したか。
- 既に提出している精度確認試験結果報告書の期限が、出来形計測時に12か月を超えている場合は再度精度確認試験を実施し、報告書を提出したか。
- 精度確認試験によって精度が担保される計測距離以内の範囲で計測したか。
- 出来形計測は、計測対象範囲内で0.01m²(0.1m×0.1mメッシュ)1点以上の計測点が得られる設定で計測を行ったか。
- 「2-2-2. 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したか。

<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1m²(1m×1mメッシュ)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)を設置しているか。
- 評価点の標高値は、評価点を中心とする1m²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、あるいは、評価点を中心とする1m²以内の実計測点の平均値を用いているか。

<出来形管理図表の作成>

- 出来形管理図表は面管理を実施した各層毎に作成しているか。

【監督員】

<出来形計測>

- 既に提出している精度確認試験結果報告書の期限が、出来形計測時に12か月を超えている場合は再度報告書が提出されているか。
- 精度確認試験によって精度が担保される計測距離以内の範囲で計測しているか。
- 出来形計測は、計測対象範囲内で0.01m²(0.1m×0.1mメッシュ)1点以上の計測点が得られる設定で計測されているか。

<出来形管理図表の作成>

- 監督員は、受注者の実施した出来形管理結果を用いて、出来形管理状況を確認したか。(「2-2-2. 点群処理ソフトウェア」参照)

10. 電子成果品

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">電子成果品の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> 電子成果品の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 電子成果品の受理・確認
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">アンケート調査票の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> アンケート調査票の作成 	<ul style="list-style-type: none"> アンケート調査票の受理・確認

- ▶ 「ICON」フォルダに格納されることとなっている電子成果品については、「工事完成図書の電子納品に関する運用指針(兵庫県)」で示す、「**ICON**」フォルダに格納することとする。なお、格納するデータについては、圧縮ファイルに変換することとする。
- ▶ 地上移動体搭載型LSによる出来形管理では、出来形管理や数量算出の結果等の工事書類(電子成果品)が、「工事完成図書の電子納品等要領(国土交通省)」で定める「**ICON**」フォルダに格納して提出する。監督員はその内容を確認する。
- ▶ 監督員は、ICT活用工事についてのアンケート調査を指示する。
- ▶ 受注者は、アンケート調査を作成し、提出する

10-1. 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(国土交通省)」の規定の範囲内で定めている。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(国土交通省)」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LS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。

10-1. 電子成果品の作成

＜地上移動体搭載型LSによる出来形管理の電子成果品一覧＞

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

11. 検査

フロー	受注者の実務内容	検査員の実務内容
書面検査 ↓	• ICT活用工事に係わる書面検査 • 出来形計測に係わる書面検査	• ICT活用工事に係わる書面検査 • 出来形計測に係わる書面検査
実地検査	• 出来形計測に係わる実地検査	• 出来形計測に係わる実地検査

- ▶ 検査員は、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、監督員及び検査員により工事成績評価においてICT活用について評価を行う。

11-1. 書面検査

■ 検査員の書面検査

□ 施工計画書の記載内容

- ICT対応の測量機器・ソフトウェア・ICT建設機械が記載されているか
- 地上移動体搭載型LS・ソフトウェアのカタログは添付されているか
- 地上移動体搭載型LSは計測性能や測定精度を有し、適正に保守点検が行われている機器か
- ソフトウェアは出来形管理要領に規定した機能を有しているか
- 施工方法に[起工測量][3次元設計データ作成][ICT建設機械の日常点検]について記載されているか
- 施工管理計画にICTを活用する出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準が記載されているか

□ 工事打合せ簿の内容

- ICT活用工事計画書が提出されているか
- 具体的な対象範囲及び使用機器等が示され、監督員の確認を受けているか
- 出来形管理に使用する工事基準点や標定点について測量結果が提出されているか
- 精度確認試験結果報告書が提出されており、適正な測定精度を満たす結果であることが確認できるか
- 3次元設計データが設計図書等を元に正しく作成されていることが3次元設計データチェックシートにより確認できるか
- 平均断面法以外で数量計算を行う場合、数量計算方法について事前に監督員と協議を行っているか

11-1. 書面検査

■ 検査員の書面検査

□ 地上移動体搭載型LS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。
- 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±80%以内のデータ数、±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)

測定項目		規格値	判定	測点					
標高 公差	平均値	12mm	-15mm以上 6mm以下						
	最大値(部)	60mm	±90mm						
	最小値(部)	-45mm	±90mm						
	データ数	8000	1部/㎡以上 (7000点以上)						
	評価面積	7000㎡							
	実測公差	0	0.7%未満 (1点以下)						
<table border="1"> <tr> <td>規格外のばらつき</td> <td>規格値の±80%以内のデータ数</td> <td>6000</td> </tr> <tr> <td></td> <td>規格値の±50%以内のデータ数</td> <td>3000</td> </tr> </table>				規格外のばらつき	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
規格外のばらつき	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							

<例1>

総データ数: 1000点

規格値: 100mm

①規格値の±80%以内のデータ: 988点

②規格値の±50%以内のデータ: 810点

上記の場合、

②±50mm以内のデータ数が: 810点

つまり、総データ数の8割が±50mm以内に収まっている(ばらつきが少ない)

⇒概ね規格値の±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±80%以内のデータ: 950点

②規格値の±50%以内のデータ: 600点

上記の場合、

①±80mm以内のデータ数が: 950点

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

⇒概ね規格値の±80%以内の結果である

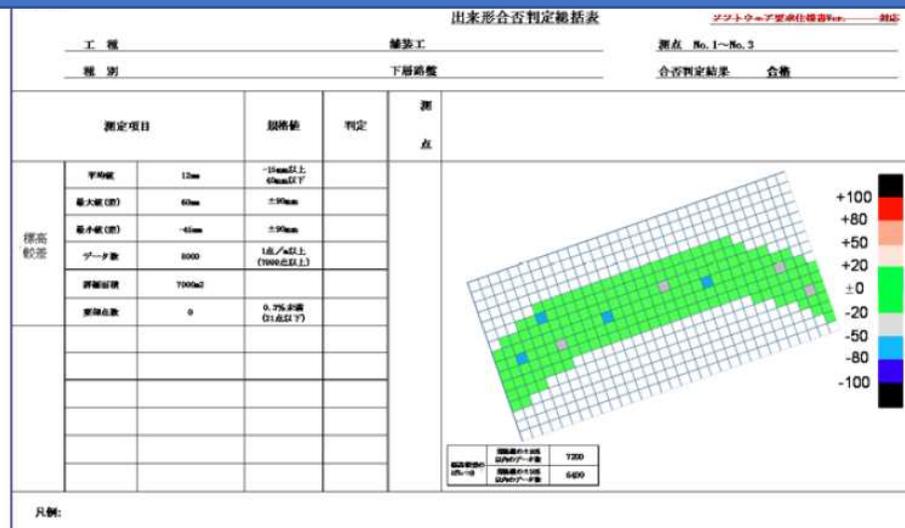
11-1. 書面検査

■ 検査員の書面検査

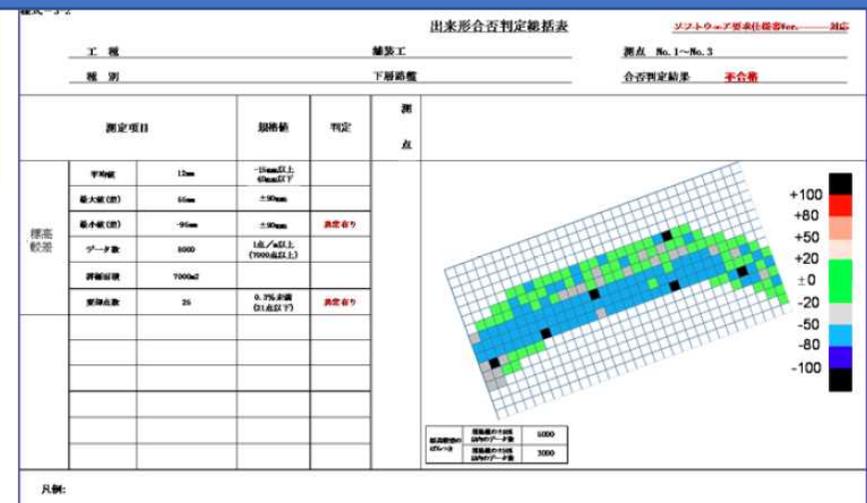
- 地上移動体搭載型LSを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

※「2-2-4. 出来形帳票作成ソフトウェア」を参照

<出来形管理図表 作成例 (合格の場合)>



<出来形管理図表 作成例 (異常値有の場合)>



11-1. 書面検査

■ 検査員の書面検査

□ 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に関する運用指針(兵庫県)」で定める「**ICON**」フォルダに格納されていることを確認。

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
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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
<ul style="list-style-type: none"> 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

11-2. 実地検査(出来形計測)

■ 検査員の実地検査(出来形計測)

- 検査員は、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¹の出来形計測を行い、3次元設計データの目標高さ²と実測値との標高差³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。
- 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。
- 新基準を適用できない場合は、「**土木工事施工管理基準**」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 路盤工	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

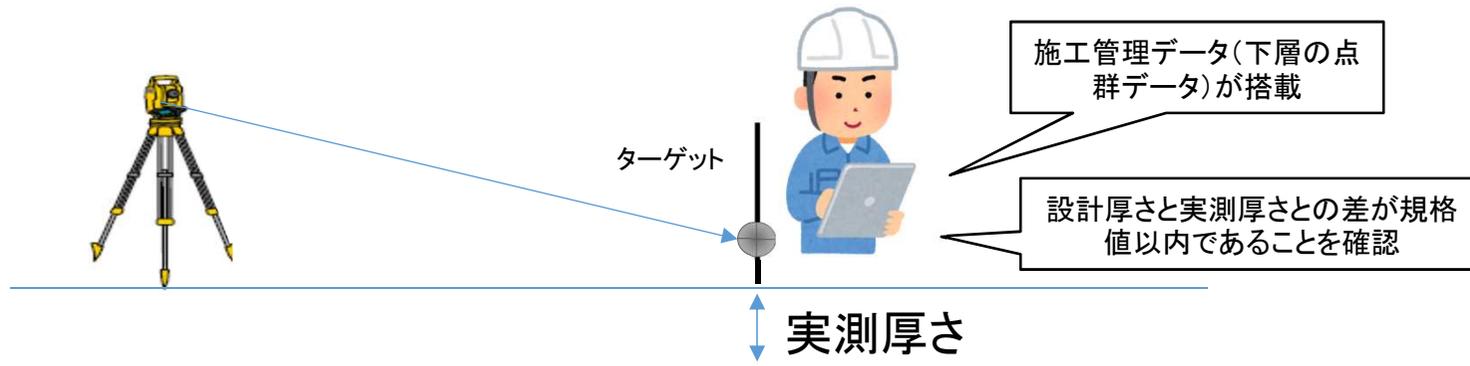
※標高較差は、3次元設計データの設計面と実測値との標高差

11-2. 実地検査(出来形計測)

■ 出来形管理用TSを用いた実地検査

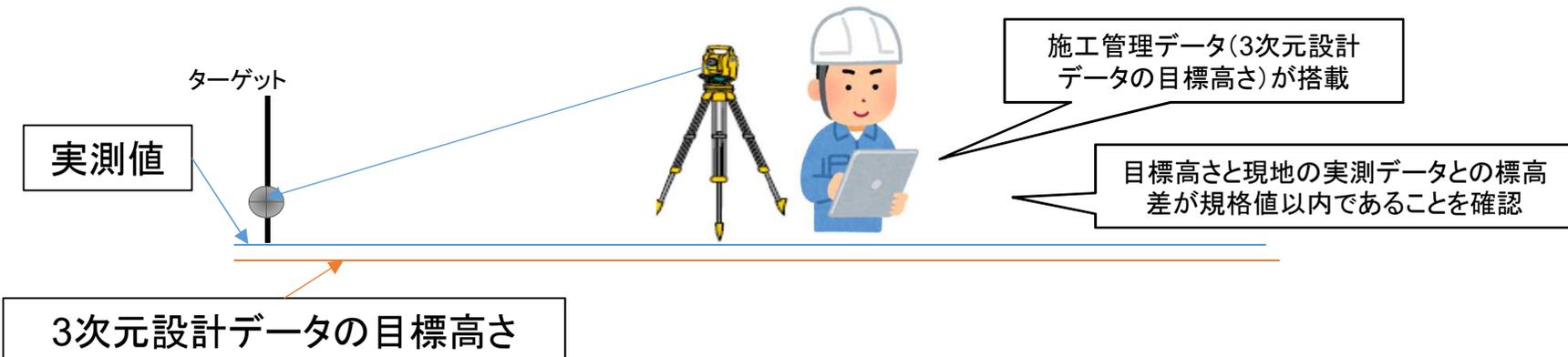
<厚さで管理している場合>

下層の点群計測データと、現地の実測データとの差(厚さ)を確認する



<標高較差で管理している場合>

3次元設計データの目標高さ、現地の実測データとの差(標高差)を確認する



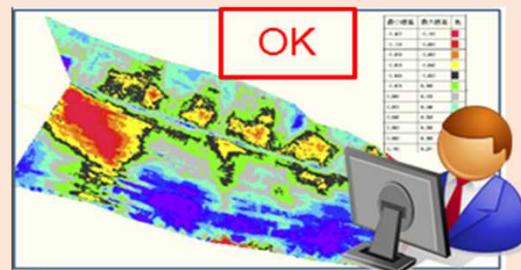
11-2. 実地検査(出来形計測)

■ 検査員の実地検査(確認手順の例)

● 書面検査時

検査員は、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。

出来形管理図表



● 実施検査時

検査員は、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ことを検査する。

出来形管理用TS

