

ICT活用促進工事の監督・検査について



(補足)「ICT」とは Information and Communication Technologyの略
「i-Construction」は国土技術政策総合研究所にて登録商標

令和2年12月

茨城県土木部検査指導課

本資料の使用に当たっての注意事項

- 本資料は、関東地方整備局企画部作成の「ICT活用工事の監督・検査について（2020年6月）」をベースに作成したものです。
- 茨城県土木部が発注するICT活用促進工事における技術的基準、積算基準については、国土交通省と同一のものを適用することとしておりますが、入札制度や契約後の手続き等に若干の相違があることから、それを補足する形としております。
- なお、資料全般において、「監督職員」を「監督員」、「検査職員」を「検査員」と読み替えて下さい。



●	ICT活用工事とは	P 3			
●	出来形計測技術、ICT建設機械	P 11			
●	R2 ICT活用【土工】の実施方針(関東地整)	P 14			
1.	概要				
	1. 要領の位置づけ	P 15			
	2. 出来形管理要領の目的と範囲	P 16			
	3. 監督・検査要領の目的と範囲	P 18			
	4. ICT活用工事の発注から工事完成までの流れ	P 20			
	5. ICT活用工事の流れ	P 21			
2.	機器・ソフトウェア等の選定・調達	P 26			
	1. 機器構成・仕様確認	P 27			
	2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達	P 28			
	3. 電子納品・電子検査の事前協議	P 32			
3.	ICT活用工事の設定	P 33			
	1. ICT施工を希望する旨の協議	P 35			
	2. 具体的な工事内容と対象範囲の協議	P 36			
	3. 3次元起工測量経費等の見積	P 38			
	4. 設計図書の3次元化	P 39			
	5. 新技術活用計画書	P 40			
4.	施工計画書(起工測量編)の作成	P 41			
	1. UAVによる起工測量の場合	P 44			
	2. TLSによる起工測量の場合	P 47			
	3. TS(ノンプリズム)による起工測量の場合	P 48			
	4. TSによる起工測量の場合	P 49			
	5. RTK-GNSSによる起工測量の場合	P 50			
5.	工事基準点の設置	P 51			
	1. UAVによる起工測量や出来形管理を行う場合	P 52			
	2. TLSによる起工測量や出来形管理を行う場合	P 53			
	3. GNSSローバーにより標定点等の設置を行う場合	P 54			
	4. RTK-GNSSにより起工測量や出来形管理を行う場合	P 55			
6.	測量成果簿の作成	P 57			
	1. 起工測量	P 58			
	2. UAV空中写真による場合	P 59			
	3. TLSによる場合	P 63			
	4. TS(ノンプリズム)による場合	P 68			
	5. 起工測量の成果品の作成	P 71			
7.	3次元設計データの作成時の実務内容	P 72			
	1. 3次元設計データの作成	P 73			
	2. 3次元設計データの照査	P 84			
8.	設計図書の照査	P 89			
9.	施工計画書(工事編)の作成	P 91			
10.	施工段階	P 93			
	1. 岩線計測・計測データの作成	P 94			
	2. 土(岩)分類境界 変化位置確認	P 95			
	3. 土(岩)分類境界が変化した時の処理フロー	P 96			
	4. 岩線計測データの取得方法	P 99			
	5. 部分払い用出来高計測	P 103			
	6. 新技術活用効果調査表の作成	P 105			
11.	出来形管理	P 106			
	1. 出来形管理	P 107			
	2. 出来形管理の写真管理	P 120			
	3. 出来形管理帳票の作成	P 123			
	4. 出来形数量の算出	P 126			
12.	電子成果品等の作成	P 132			
	1. 電子成果品等の作成	P 133			
13.	検査	P 134			
	1. 書面検査	P 135			
	2. 実地検査	P 139			

◆ICT活用工事定義

ICT活用工事とは、建設生産プロセスの下記段階において、ICTを全面的に活用する工事である。また、この一連の施工をICT活用工事という。

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工
- ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑤ 3次元データの納品

◆対象工種

1. ICT土工

「一般土木工事」のうち、土工(対象工種)を含む工事

○対象工種: 1)河川土工、海岸土工、砂防土工※1－掘削工(河床等掘削含む)、盛土工、法面整形工
2)道路土工－掘削工、路体盛土工、路床盛土工、法面整形工

※付帯構造物設置工・作業土工(床堀)【ICT土工の関連施工工種として実施※2】

※1 砂防工事など施工現場の環境条件により、③ICT建設機械による施工が困難となる場合は、従来型建設機械による施工を実施してもICT活用工事とする。

※2 ・ICT土工の関連施工工種として、ICT付帯構造物設置工等にICT活用施工を行う希望がある場合、契約後施工計画書の提出までに監督職員へ提案・協議を行い、協議が整った場合にICT活用施工を行うことが可能。

・付帯構造物設置工は、③ICT建設機械が必要なし。作業土工(床堀)は、④3次元出来形管理等の施工管理が必要なし。

2. ICT舗装工

「アスファルト舗装工事」、「セメント・コンクリート舗装工事」、「一般土木工事」のうち、舗装(路盤工)を含む工事

○対象工種 : 舗装工(舗装、水門)、付帯道路工(築堤・護岸、堤防・護岸、砂防堰堤)

○対象種別 : 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

※付帯構造物設置工【ICT舗装工の関連施工工種として実施※1】

※1 ・ICT土工の関連施工工種として、ICT付帯構造物設置工等にICT活用施工を行う希望がある場合、契約後施工計画書の提出までに監督職員へ提案・協議を行い、協議が整った場合にICT活用施工を行うことが可能。

・付帯構造物設置工は、③ICT建設機械が必要なし。

◆対象工種

3. ICT浚渫工

「一般土木工事」、「維持修繕工事」または「河川しゅんせつ工事」のうち浚渫工(対象工種)を含む工事

○対象工種: 浚渫工(バックホウ浚渫船)

4. ICT地盤改良工

「一般土木工事」のうち、地盤改良工(対象工種)を含む工事

○対象工種: 対象工種: 河川土工、海岸土工—路床安定処理工、表層安定処理工、固結工(中層混合処理、スラリー攪拌工)
道路土工—路床安定処理工、固結工(中層混合処理、スラリー攪拌工)

5. ICT法面工

「一般土木工事」、「法面処理工事」、「維持修繕工事」のうち、土工(対象工種)を含む工事

○対象工種: 植生工(種子散布、張芝、筋芝、市松芝、植生シート、植生マット、植生筋、人工張芝、植生穴)
植生工(植生基材吹付、客土吹付)、吹付工(コンクリート吹付、モルタル吹付)、吹付法砕工

※③ICT建設機械が必要なし。

6. ICT舗装工(修繕)

「切削オーバーレイ工事」を含む工事

○対象工種: 舗装工(道路維持、道路修繕、橋梁保全工事)

○対象種別: 切削オーバーレイ工

※③ICT建設機械が必要なし。

◆「対象工種 1. ICT土工」について(P3)

茨城県では、砂防工事以外でも、従来建設機械による施工であってもICT活用工事とできることとしています(受発注者協議で決定)。

【発注者指定型, チャレンジいばらきⅠ型】

土砂の搬出入に係る制約により, ICT建機的能力を持て余してしまい, 生産性が上がらないと判断される場合

【受注者希望型】

ICT建機を活用しても, 生産性が上がらないと判断される場合

【チャレンジいばらきⅡ型】

そもそもICT建機の活用を受発注者協議の前提としない。

◆「対象工種 3. ICT浚渫工, 4. ICT地盤改良工, 5. ICT法面工」について(P4)

- ・茨城県では, ICT浚渫工, ICT地盤改良工, ICT法面工に関しては実施要領を定めておらず, ICT活用促進工事として発注して
おりませんが, 契約後, 受注者からの申し入れにより, ICT施工とする受発注者協議を行うことも可能とします。
- ・なお, 受発注者協議によりICT施工とする場合の技術基準, 積算基準等については, 国に準じることとしますが, 不明な点
がある場合は, 監督員が検査指導課に問い合わせのうえ決定することとする。



3次元起工測量



3次元設計データ作成



ICT建設機械による施工

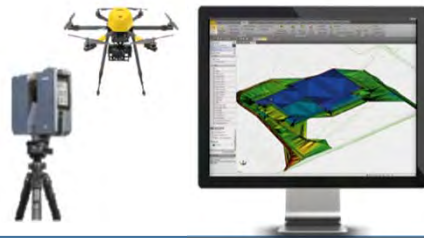


3次元出来形管理等の施工管理

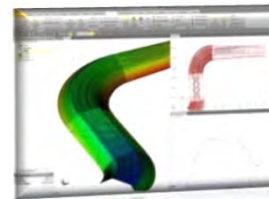


3次元データの納品と検査

UAV写真測量
レーザスキャナー等
を活用した
3D現況測量



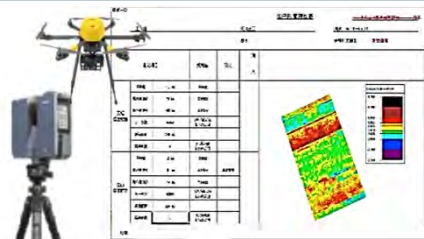
発注図書(図面)から
3D設計データ
を作成する



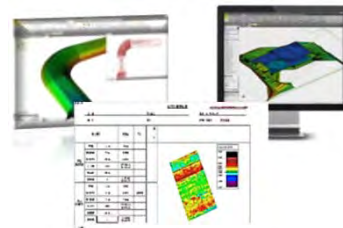
3Dマシンコントロール
3Dマシンガイダンス
を利用した施工



UAV写真測量
レーザスキャナー等
を活用した
出来形管理計測



作成、利用した
3Dデータの納品



ポイント

- 要求精度の規定
- 点密度の規定
- 計測プロセスの規定
- 精度確認手法の規定

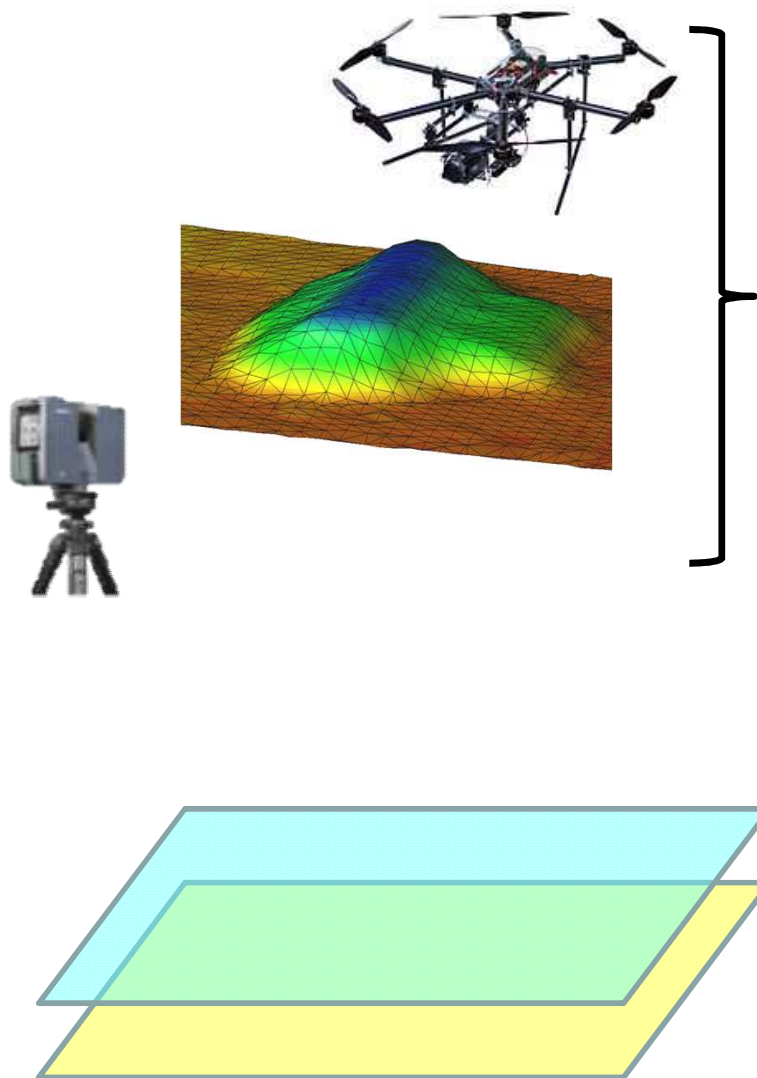
ポイント

- 新たな出来形管理基準
- 新たな出来形管理資料

ポイント

- 新たな納品形式
- 書面確認事項
- 実地検査の手法

■ICT施工における3次元測量



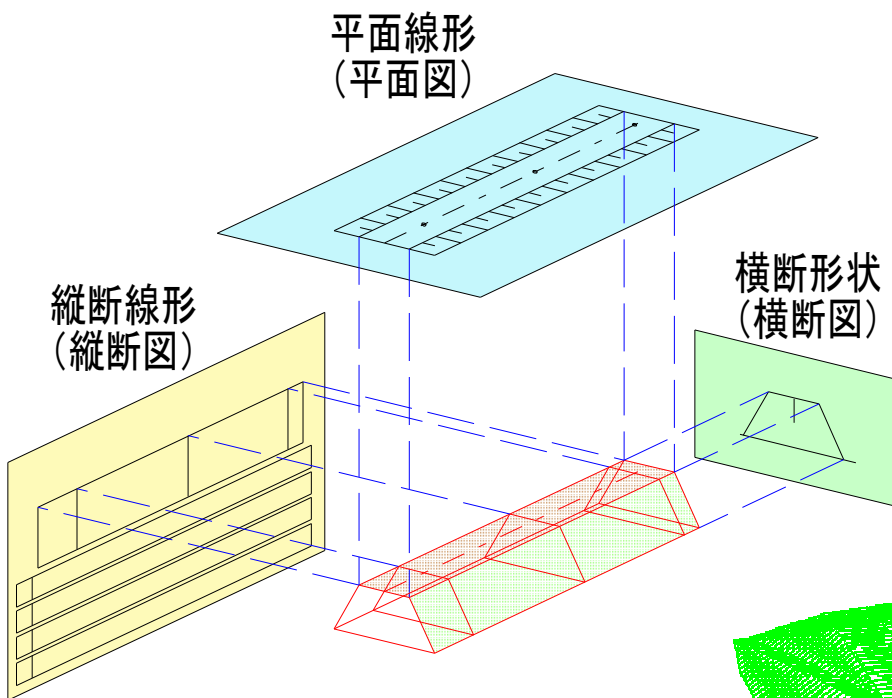
- ① 公共測量(地形測量など)
- ② 起工測量(工事前の地形状況把握)
- ③ 工事途中の出来高確認、数量算出
- ④ 出来形管理

※(県補足)工事では、②～④でICT活用する

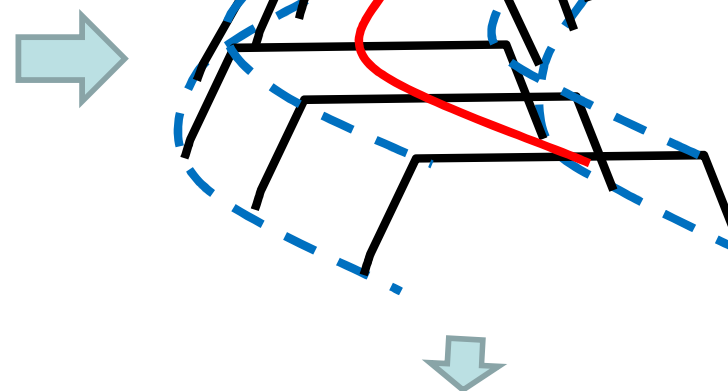
- 工事前のデータと設計データ
施工する数量を確認する
- 工事前後のデータ
施工した数量(出来高)を知る
- 工事後のデータと設計データ
施工精度(出来形)を知る

3次元設計データの作成概要

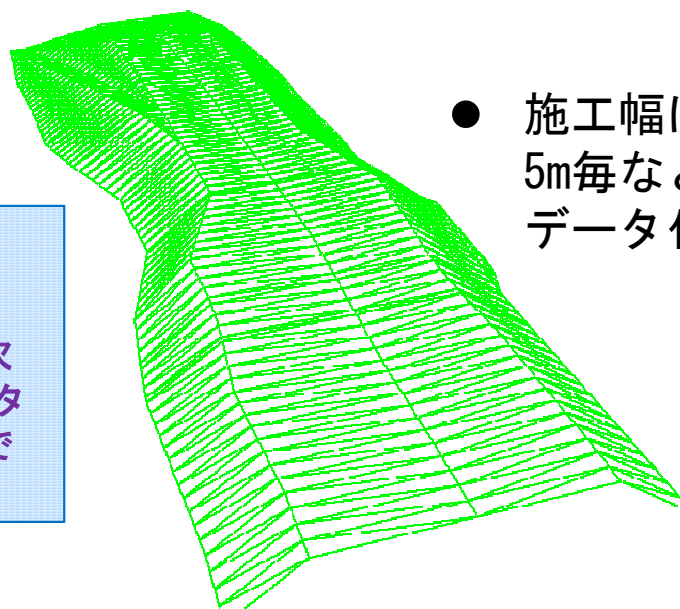
- 発注図を元に3次元設計データを作成



- 中心線形・横断形状からなるスケルトンデータ



- 施工幅に合わせて横断(2~5m毎など)を補完してTINデータ化する



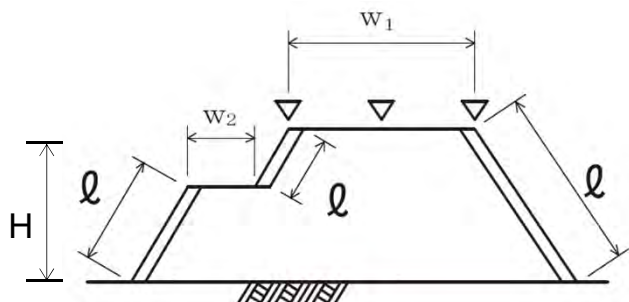
※県補足

発注図面(2次元)をICT用の施工図として3次元化する作業であり、発注者が建設コンサルタント等に委託して実施した詳細設計を3次元でやり直すことはありません。

3次元計測により計測された点群(多数の点)の標高データを使って、効率的な面的施工管理を実施
 ⇒従来施工と同等以上の出来形品質を確保できる面的な管理基準・規格値の設定。

従来

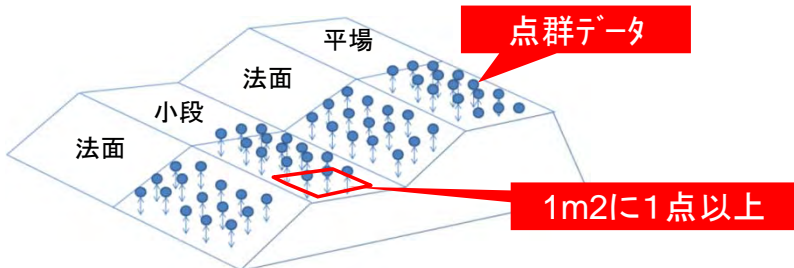
既存の出来形管理基準では、代表管理断面において高さ、幅、長さを測定し評価



<例：道路土工（盛土工）>
測定基準
 施工延長40m毎
規格値
 基準高(H) : ±5cm
 法長 (l) : -10cm
 幅 (w) : -10cm

ICT活用工事

UAVの写真測量等で得られる3次元点群データからなる面的な竣工形状で評価



<例：道路土工（盛土工）>
測定基準 : 測定密度は1点/m²以上、評価は平均値と全測点
規格値 : 設計面との標高較差（設計面との離れ）
 平地 平均値 : ±5cm 全測点 : ±15cm
 法面 平均値 : ±8cm 全測点 : ±19cm

ICT建機による施工(MCバックホウ例)

従来施工

設計図から丁張り設置



丁張りを目安に施工



丁張りを目安に検測



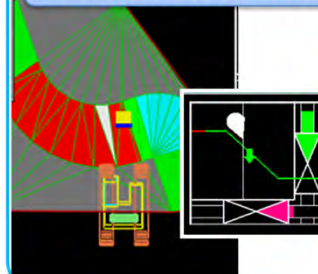
繰返す

仕上がりは、オペレータの技量に依存

施工後の出来形を断面毎計測し基準値内でなければ、オペレータに指示

ICT活用施工

設計図を現場に再現



施工用丁張りが減少

バケットの刃先が設計面に達すると作業機が自動停止し、アシスト機能で刃先が設計面に沿って動くため、オペレーターは掘り過ぎを気にせず掘削作業を実行可能。

作業中に基準値内か判る



・丁張り不要

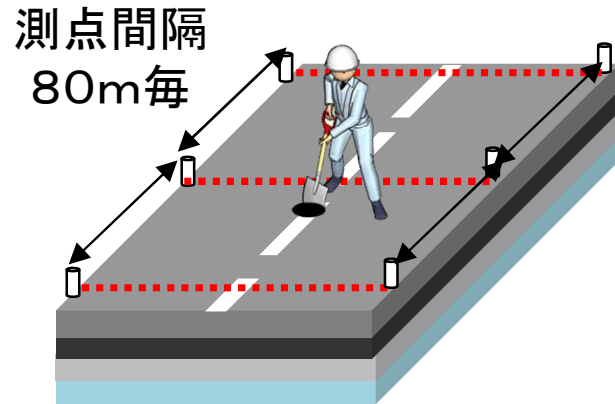
【補足】ICT舗装工の出来形管理

● 出来形管理基準及び規格値

面管理により計測点数が増えるのに伴い、検査基準を改定

※従来と同等の出来形品質を確保できる面的な測定基準・規格値を設定

従来手法



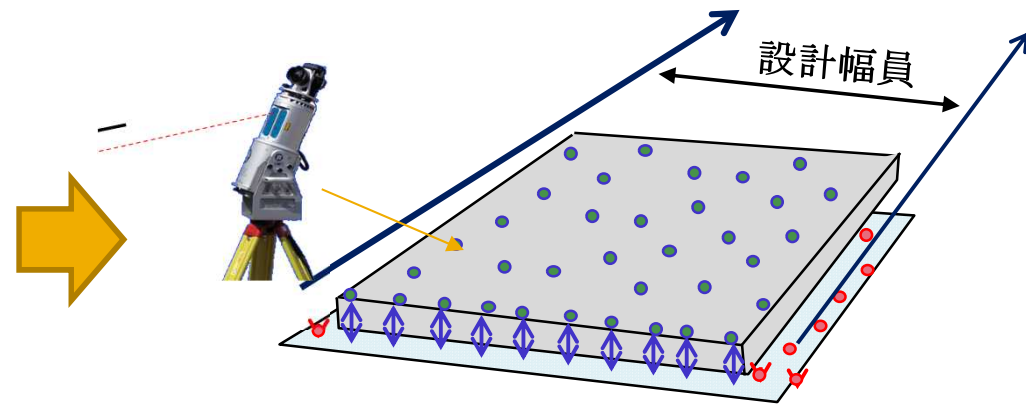
既存の出来形管理基準では、代表管理断面において幅、コア採取で厚さを測定

<例：アスファルト舗装工（表層）>

測定基準：幅は施工延長80m毎、厚さは1000m²毎

規格値	幅	-25mm
	厚さ：平均値	-2mm（中規模以上）
		-3mm（小規模）
	個々の測定値	-7mm（中規模以上）
		-9mm（小規模）

ICT舗装工



レーザースキャナーで得られる3次元点群データからなる面的な竣工形状と、設計面との差分で評価

<例：アスファルト舗装工（表層）>

測定基準：測定密度は1点/m²以上、幅の評価は省略

評価は平均値と全測点の設計面との標高較差

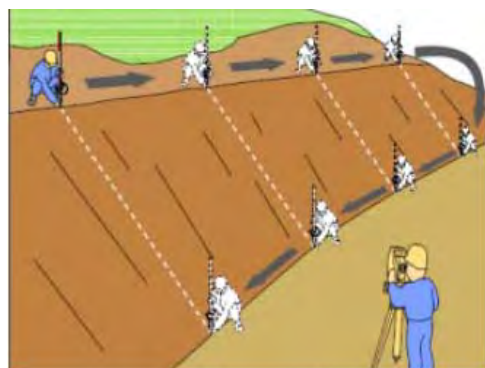
規格値	平均値	-2mm（中規模以上）
		-3mm（小規模）
	個々の測定値	-17mm（中規模以上）
		-20mm（小規模）

※県は500m²毎

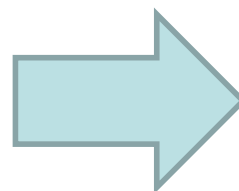
ICT機器を活用し、3次元モデルを用いた検査に対応するように要領・基準を改定。
⇒受発注者双方にとって、検査の大幅な省力化を図る。

検査日数が大幅に短縮

人力で計測



10断面 / 2km



GNSSローバーまたはTSで計測



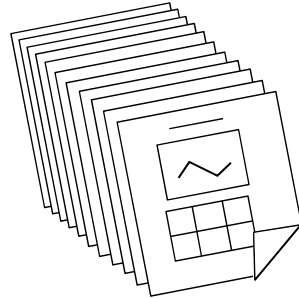
ヒートマップを見て、
標高の高い部分、低い
部分を計測

監督・検査要領(土工編)
(案)等の導入により、
検査にかかる日数が
約1/5に短縮
(2kmの工事の場合 10日→2日へ)

任意の数箇所のみ / 1現場

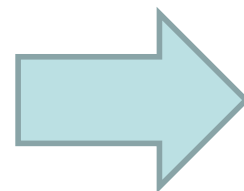
検査書類が大幅に削減

工事書類
(計測結果を手入力で作成)

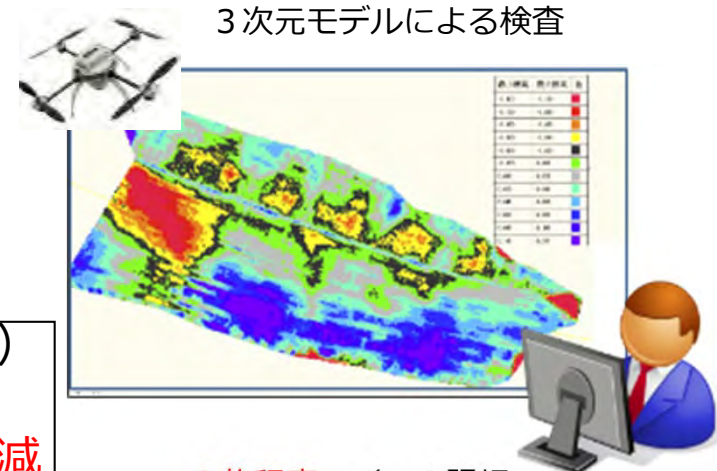


受注者
(設計と完成形の比較図表)

50枚 / 2km



3次元モデルによる検査



監督・検査要領(土工編)
(案)等の導入により、
検査書類が2/50に削減

2枚程度 / 1現場

主な計測技術

UAV空中写真測量技術

UAV(無人航空機)にデジタルカメラを搭載し、空中から撮影した写真解析により測量を行う技術

- ① UAV(無人航空機)の種類は多様
ラジコンヘリコプター、マルチコプター、固定翼形式等



- ② UAVの飛行には制限。
(飛行高度、飛行可能エリア等)
□ 無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール
<申請が必要となる飛行>



- ③ 測量精度を確保するためのルール。
(写真のラップ率(重なり)、カメラ解像度、標定点の最適な配置等)

レーザースキャナー(LS)技術 H31~ ICT建機の施工履歴

(地上型・UAV搭載型 **MMS**)

レーザースキャナー本体から連続発射するレーザーの向きと距離により測量を行う技術。

- ① 計測距離や計測性能等で多様な機種
近距離型、遠距離型、分解能等



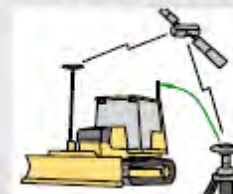
- ② 地上型や車載型、UAV搭載などもある。
i-Construction(H28)では地上型を利用。



- ③ 測量精度を確保するためのルール。
(計測距離、精度管理)

MC/MGなどで利用されるRTK-GNSSや自動追尾式TSの位置情報を利用し、建設機械による作業後の地形を把握する技術

- ① MC/MGの履歴から作業後の高さを管理できる機械
(ブルドーザ、バックホウ、ローラ類)



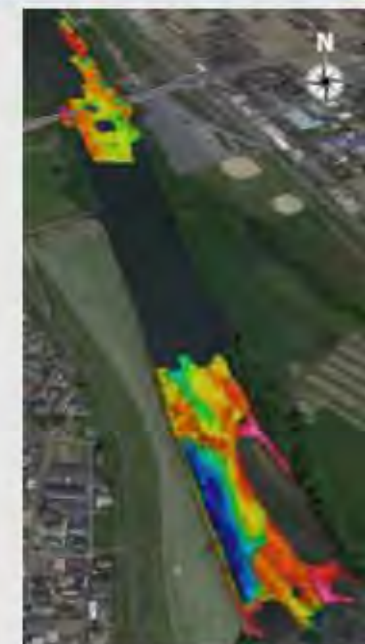
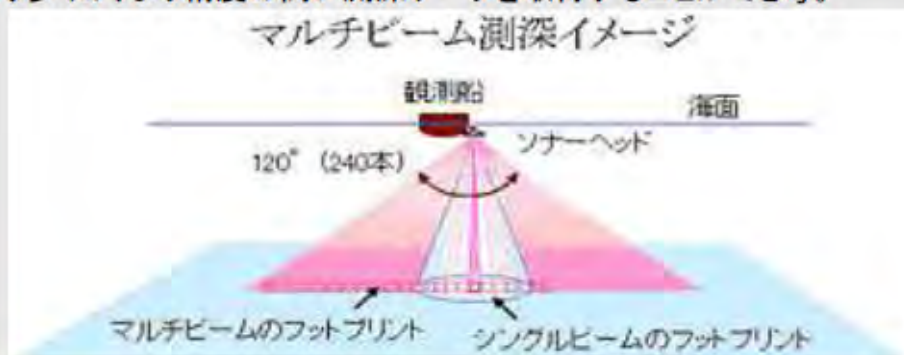
- ② 履歴データは、施工機械によるデータ蓄積あるいは、ネットワークによる遠隔監視



- ③ 測量精度を確保するためのルール。
(キャリブレーション、日々の精度確認記録)

新技術ナローマルチビームソナー

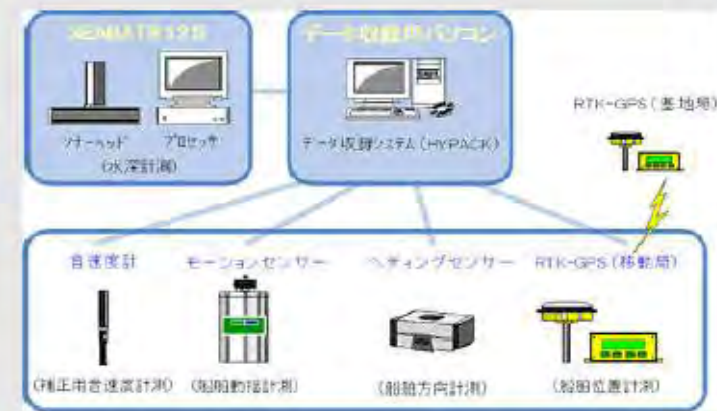
- ・超音波による水底の測深システム
- ・船に取り付けられたソナーヘッドと呼ばれる装置から、測深ビーム(マルチビーム)を120°の扇形に1秒間に最大40回(通常は1秒間に10回程度)出力し測深データを収集可能。
(ビーム本数は現行の中級機で240本程度が標準)
- ・モーションセンサー、ヘディングセンサー、GPSの各装置と連携して海底や湖底などを面で捕捉することができるため、より多くの、より精度の高い測深データを取得することができる。



中日本航空



アークジオサポート Seabat



システム構成

ICT活用工事実施要領で定められているICT建設機械による施工

H31~

ICT建機等	ICT 土工	ICT 舗装工	ICT 河川浚渫工	ICT 地盤改良工	ICT 河床等掘削・床掘
3次元MCブルドーザ	○	○	—	—	—
3次元MGブルドーザ	○	—	—	—	—
3次元MCバックホウ	○	—	○	○	○
3次元MGバックホウ	○	—	○	○	○
3次元MCモーターグレーダ	—	○	—	—	—
TS・GNSSを用いた締固め管理	○	—	—	—	—
ICT中層混合処理機（トレンチャ式）	—	—	—	○	—

MC=マシンコントロール

建機の排土板など施工装置が、設計データと位置情報に基づいて自動的に稼動する建機

MG=マシンガイダンス

設計データと自己位置との関係などを、建機に搭載されたICTモニタに表示し、この情報を基に操作する建機

ICT中層混合処理機（トレンチャ式）=

中層混合処理機にICT施工用機器を装着し、攪拌装置の施工位置への誘導や施工履歴データを取得可能な建機

10

MC/MGシステムの違い



・土工では、一部の建設機械を除き、事前精度確認を行った上でMC、MGの建設機械類が使用可能。
 ・舗装工では、平坦性を確保することが重要な為、排土板の自動制御が可能なMCに限定している。

「一般土木工事」のうち、土工(対象工種)を含む工事

- 対象工種: 1)河川土工、海岸土工、砂防土工—掘削工(河床等掘削含む)、盛土工、法面整形工
2)道路土工—掘削工、路体盛土工、路床盛土工、法面整形工
- 対象工種を出来形管理基準及び規格値(従来管理)により出来形管理する工事。

※1 土工量1,000m³以上
入札公告時に「ICT活用工事」に設定

Yes

予定価格が3億円以上
又は
土工量が1.5万m³以上かつ予定価格が2億円以上

Yes

【発注者指定型】

- (1)総合評価の対象としない
- (2)工事成績で加点評価する(2点)
- (3)必要経費は当初設計で計上

「ICT活用工事」

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建機による施工
- ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑤ 3次元データの納品

No

予定価格が3億円未満
かつ土工量が7.5千m³以上

Yes

【施工者希望 I 型】

- 《①～⑤を全面活用する場合》
- (1)総合評価で加点評価する
- (2)工事成績で加点評価する(2点)
- (3)必要経費は変更計上する

No

予定価格が2億円以上3億円未満
かつ土工量が7.5千m³未満

Yes

選択可

【施工者希望 II 型】

- (1)総合評価の対象としない
- (2)工事成績で加点評価する(1～2点)
- (3)必要経費は変更計上する

No

予定価格が2億円未満
かつ土工量が7.5千m³未満

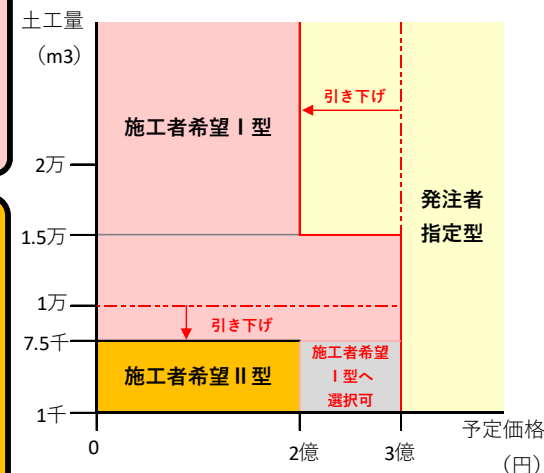
Yes

・3Dチャレンジ

ICT施工の実績がない企業は、技術支援を希望できる「3Dチャレンジ型(試行)」を設定。

- ・簡易型ICT活用工事(部分活用可)
(②④⑤は必須、①③は選択式)

「アスファルト舗装工事」、「セメント・コンクリート舗装工事」、「法面処理工事」、「維持修繕工事」のうち、土工(対象工種)を含む工事 ※1



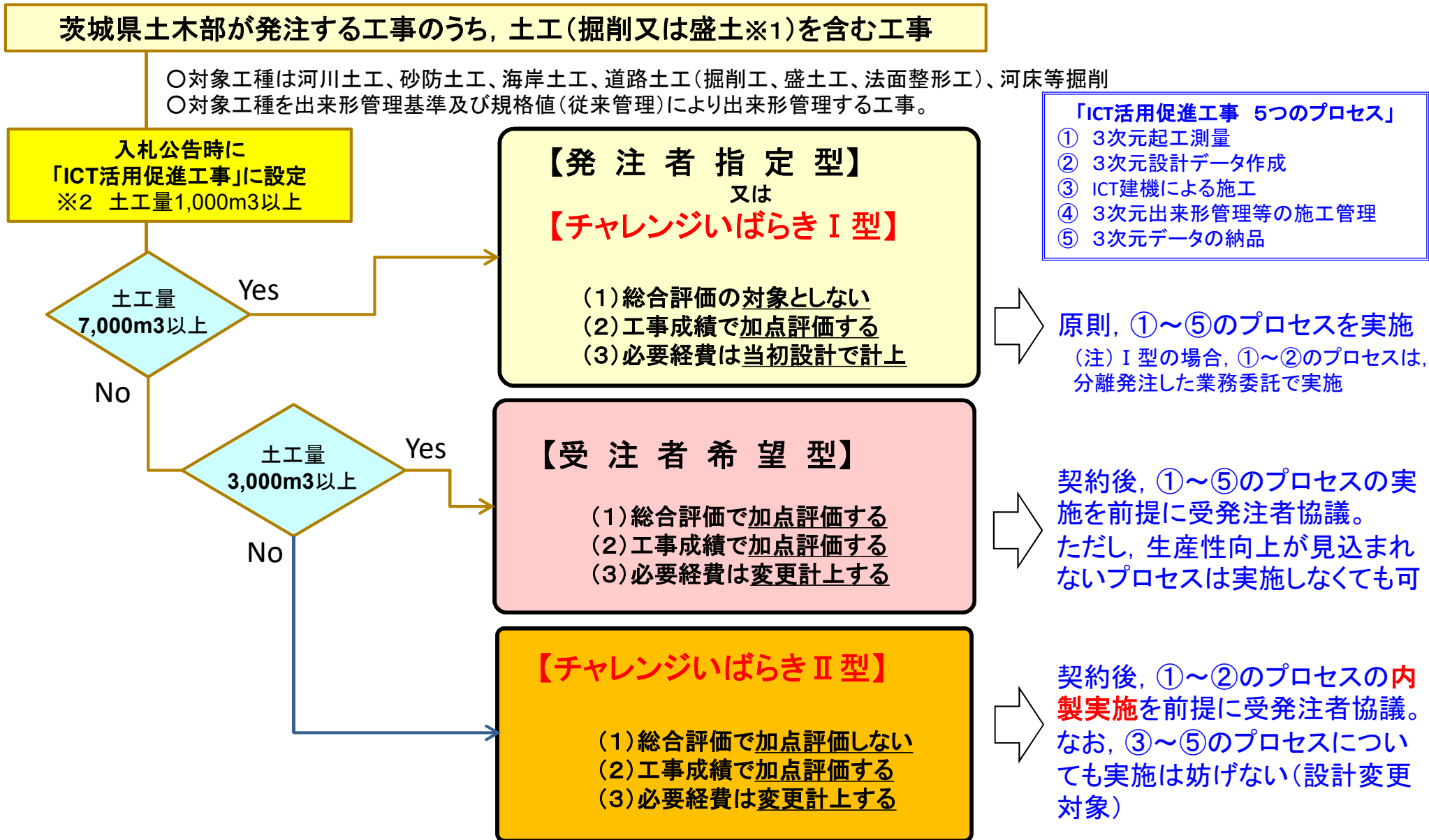
発注方式イメージ

※1 土工1,000m³未満等、ICT活用工事設定されていなくても施工可(施工者希望 II 型に準じる)。

★ 適用工種の詳細については、各実施要領を確認すること。

ICT土工の関連施工工種として実施
付帯構造物設置工、~~法面工~~、作業土工(床堀)

茨城県土木部におけるICT土工の実施方針は、以下のとおりです。



※1 ICT施工をする場合の積算基準が整備されているものを対象とする。

※2 土工1,000m³未満等、ICT活用促進工事として発注されていない場合でも、契約後、受発注者協議によりICT施工とすることも可。
(その場合の手続きは、受注者希望型に準じる)。

★ 適用工種の詳細については、各実施要領を確認すること。



1-1. 要領の位置づけ

使用者

基準類

書類の確認項目は？

検査項目・頻度は？

立ち会い方法は？

監督・検査職員



UAV・LS等を用いた出来形管理の
監督・検査要領

UAV・TLS等の

出来形管理とは？

管理項目・基準は？

提出書類は？

受注者
(施工会社)



UAV・LS等を用いた
出来形管理要領

監督・検査要領 出来形管理要領 掲載箇所

○本省HP

ホーム>政策・仕事>総合政策>建設施工・建設機械>ICTの全面的な活用:要領関係

URL: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html

1-2. 出来形管理要領の目的と範囲

目的

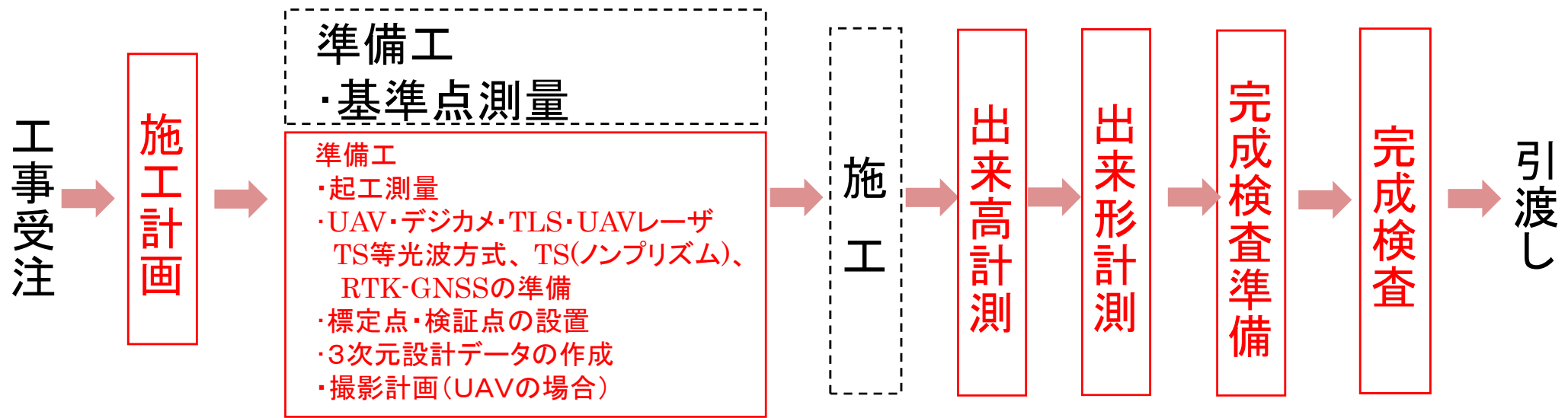
UAV・TLS・UAVレーザー・TS等光波方式・TS(ノンプリズム)・RTK-GNSSによる出来形計測および出来形管理を、効率的かつ正確に**実施するための方法**を明確化すること

- ① UAV・LSを用いた出来形計測の基本的な取扱い方法や計測方法
- ② 取得データの処理方法
- ③ 各工種における出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値

主な記述内容

- ① 施工計画書への記載内容
 - UAV : 撮影機材(UAV及びデジタルカメラ)、ソフトウェア撮影計画
 - TLS、UAVレーザー、TS等光波方式、TS(ノンプリズム)、RTK-GNSS : 計測機材、ソフトウェア
- ② 3次元設計データの作成・確認方法
- ③ UAVによる工事測量、出来形計測方法
 - TLS、UAVレーザ、TS等光波方式、TS(ノンプリズム)、RTK-GNSSによる工事測量、出来形計測方法
- ④ 出来形管理基準および規格値
- ⑤ 品質管理及び出来形管理写真基準
- ⑥ 電子成果品の納品方法

本要領の適用の範囲



ICT施工における基準類の整備 出来形管理要領

技術基準	適用技術	土工	付帯 構造物 工	法面工	舗装工	舗装工 (修繕 工)	浚渫工 (河川)	地盤改 良工	作業土 工(床掘)
土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)		○	○	○	○	○	○	○	
空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	UAV写真	○							
地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	TLS	○		○					
地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)	TLS				○				
TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	TS	○		○					
TS等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)	TS		○		○				
TS等光波方式を用いた出来形管理要領(護岸工編)(案)	TS		○						
TS(ノンプリ)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	TS(ノンプリズム)	○		○					
TS(ノンプリ)を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)	TS(ノンプリズム)				○				
RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	RTK-GNSS	○		○					
TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領(案)	TS・GNSS	○							
無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	UAV	○							
地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)	地上移動体 搭載型LS				○				
地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	地上移動体 搭載型LS	○		○					
施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)	ICT建機施工 履歴	○							
施工履歴データを用いた出来形管理要領(河川浚渫工事編)(案)	ICT建機施工 履歴						○		
施工履歴データを用いた出来形管理要領(表層安定処理等・中層地盤改良工事編)(案)	ICT建機施工 履歴							○	
施工履歴データを用いた出来形管理要領(固結工(スラリー攪拌工)編)(案)	ICT建機施工 履歴							○	
施工履歴データを用いた出来形管理要領(路面切削工編)(案)	ICT建機施工 履歴					○			
音響測深機器を用いた出来形管理要領(河川浚渫工事編)(案)	音響測深						○		
3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)		○		○					

出来形管理なし

1-3. 監督・検査要領の目的と範囲

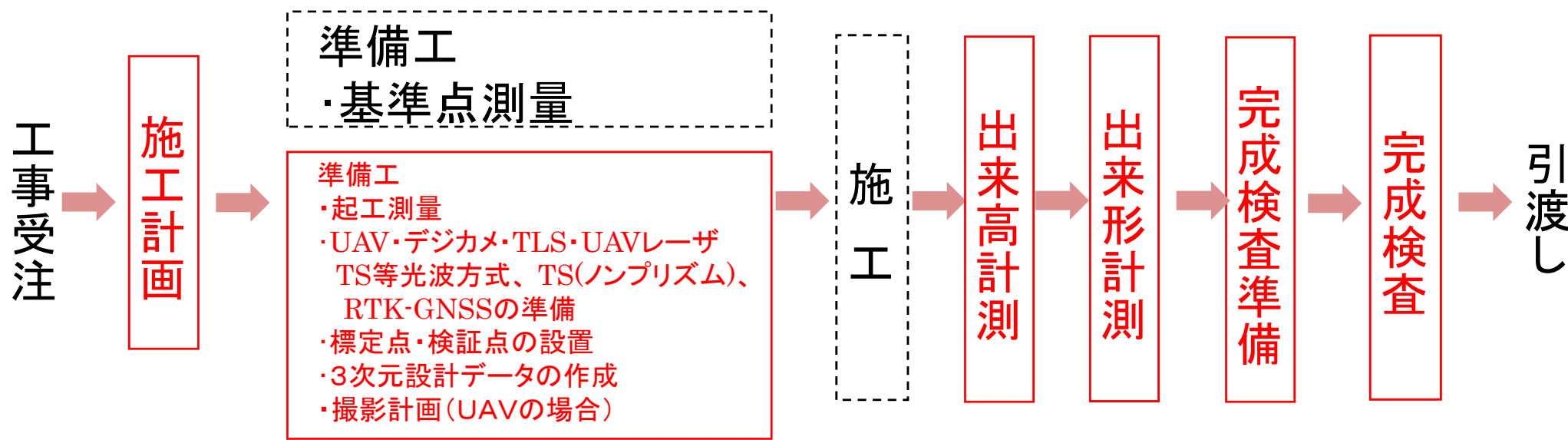
目的

- ・UAV・TLS・UAVレーザー・TS等光波方式・TS（ノンプリズム）・RTK-GNSSを用いた出来形管理に係わる監督・検査業務の必要事項を定め、適切に実施すること。
- ・受注者に対しても、施工管理の各段階で、より作業の確実性や自動化・省力化が図られるように、具体的な実施方法等を示す。

主な記述内容

- ①監督職員、検査職員の実施項目
 - ・施工計画書の記載事項確認
 - ・3次元設計データチェックシートの確認
 - ・UAV：カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書の確認 など
 - ・TLS、UAVレーザー、TS等光波方式、TS（ノンプリズム）、RTK-GNSS：
精度確認試験結果報告書の把握 など
- ②出来形管理基準および規格値
- ③品質管理及び出来形管理写真基準

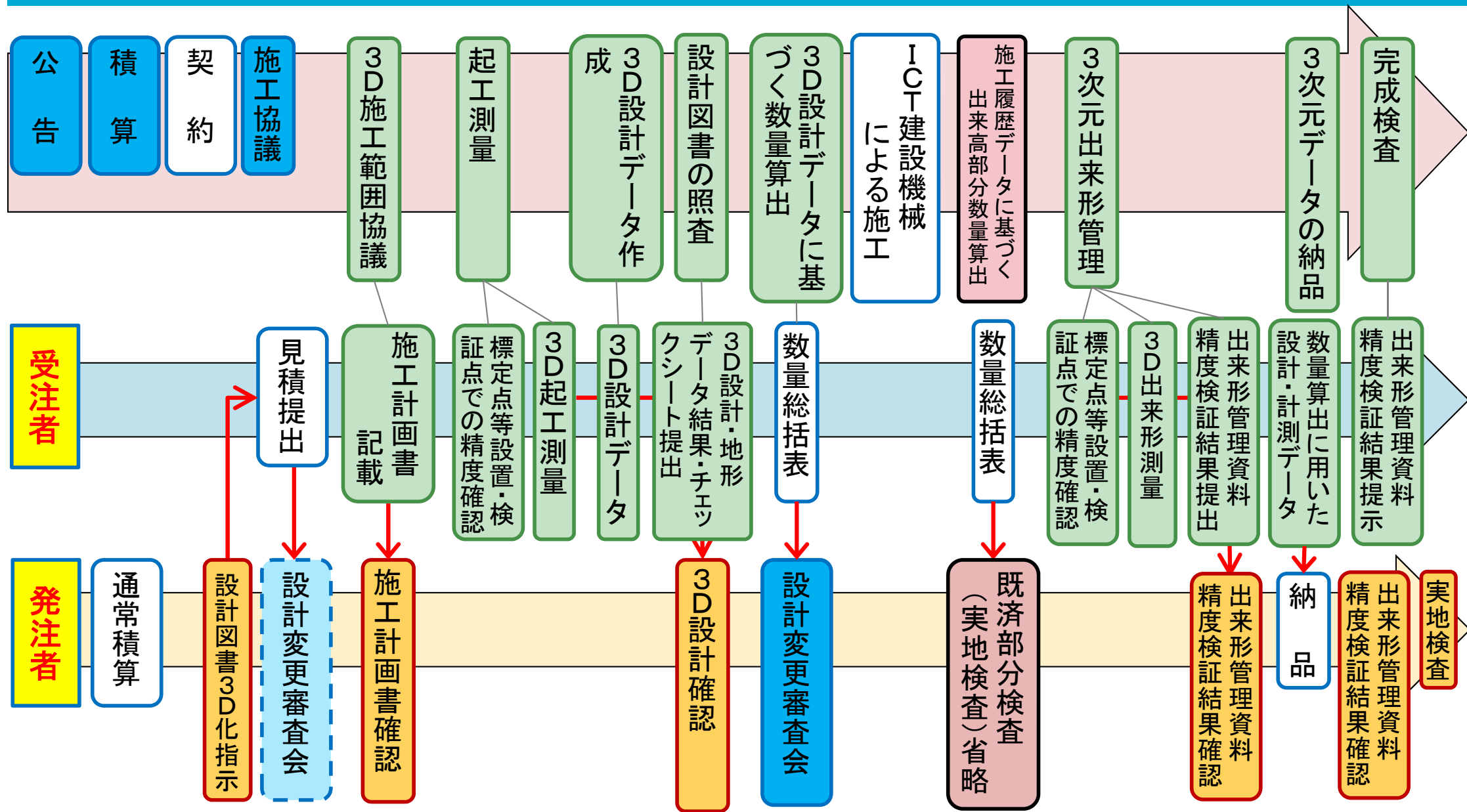
本要領の適用の範囲



技術基準	適用技術	土工	付帯 構造物工	法面工 (吹付工)	舗装工	舗装工(修 繕工)	浚渫工 (河川)	地盤改良 工	作業土工 (床堀)
地方整備局土木工事検査技術基準(案)		○	○	○	○	○	○	○	
空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	UAV写真	○							
地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)	TLS			○	○				
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(土工編)(案)	TLS	○							
TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	TS	○		○					
TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)	TS		○		○				
TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(護岸工編)(案)	TS		○						
TS(ノンプリズム)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	TS(ノンプリズム)	○		○					
TS(ノンプリ)を用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)	TS(ノンプリズム)				○				
RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	RTK-GNSS	○		○					
TS-GNSSを用いた盛土の締固め管理監督検査要領(案)	TS-GNSS	○							
無人航空機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(土工編)(案)	UAV	○							
地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)	地上移動体搭載型LS				○				
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(土工編)(案)	地上移動体搭載型LS	○		○					
施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編)(案)	ICT建機施工履歴						○		
施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(表層安定処理等・中層地盤改良工事編)(案)	ICT建機施工履歴							○	
施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(固結工(スラリー攪拌工)編)(案)	ICT建機施工履歴							○	
施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(路面切削工編)(案)	ICT建機施工履歴					○			
音響測深機器を用いた出来形管理の監督検査要領(河川浚渫工事編)(案)	音響測深						○		
3次元計測技術を用いた出来形計測の監督・検査要領(案)		○		○					

出来形管理なし

1-4. ICT活用工事の発注から工事完成までの流れ

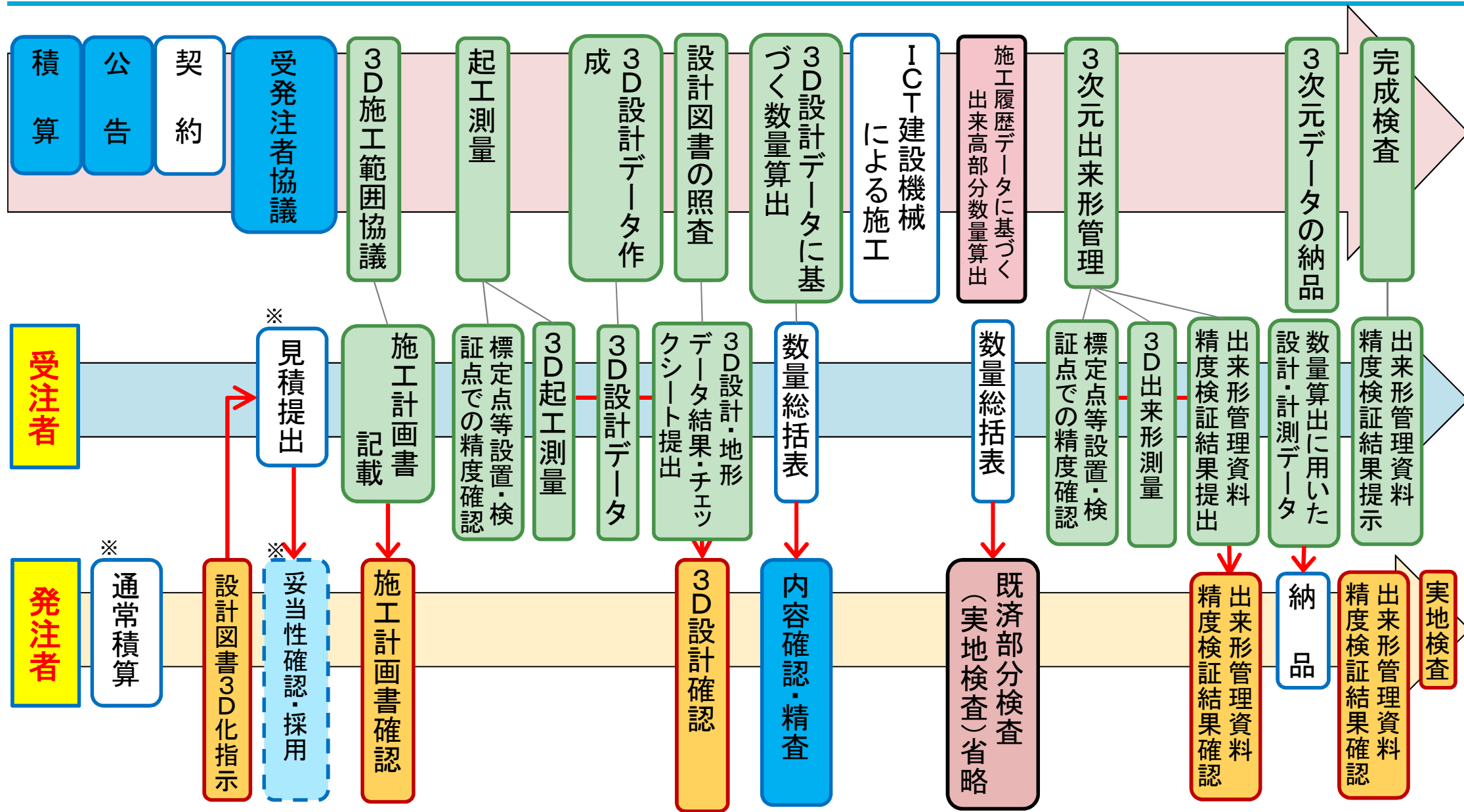


【凡例】

出来形管理要領に記載
監督検査要領に記載

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

茨城県土木部におけるICT活用促進工事の発注から工事完成までの流れは、以下のとおりです。



※受注者希望型、Ⅱ型の場合のみ

【凡例】

- 出来形管理要領に記載
- 監督検査要領に記載

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



1-5. ICT活用工事の流れ 1/5

ICT活用工事の対象工事

受注者

発注者

発注段階

(施工者希望 I 型の場合 入札時)

・ICT活用工事計画書の提出

機器・ソフトウェア等の準備段階

- ・設計図書等の準備
- ・積算
- ・評価項目の設定(総合評価落札方式の場合)

機器・ソフトウェア等の準備段階

2. 機器・ソフトウェア等の選定

・機器、ソフトウェアの選定、調達

・電子納品・電子検査の事前協議

監督事項

・電子納品・電子検査の事前協議の実施・決定

ICT活用工事に係る手続き段階

3. ICT活用工事の手続き

(施工者希望 II 型の場合)

・ICT施工を希望する旨の提案・協議

監督事項

・ICT施工希望の受理・指示

・3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出

発注者事項

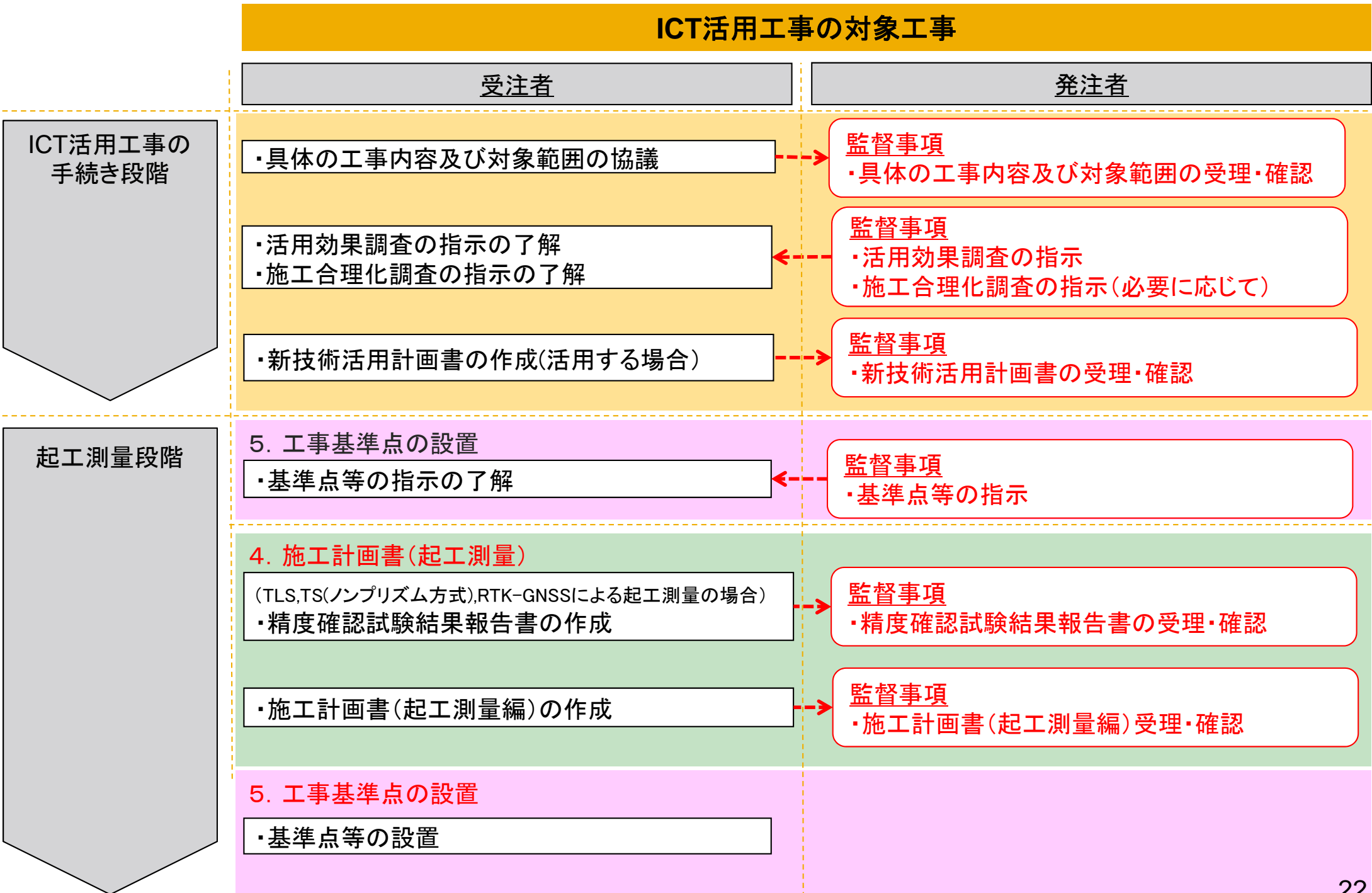
・3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出依頼

・設計図書等の貸与

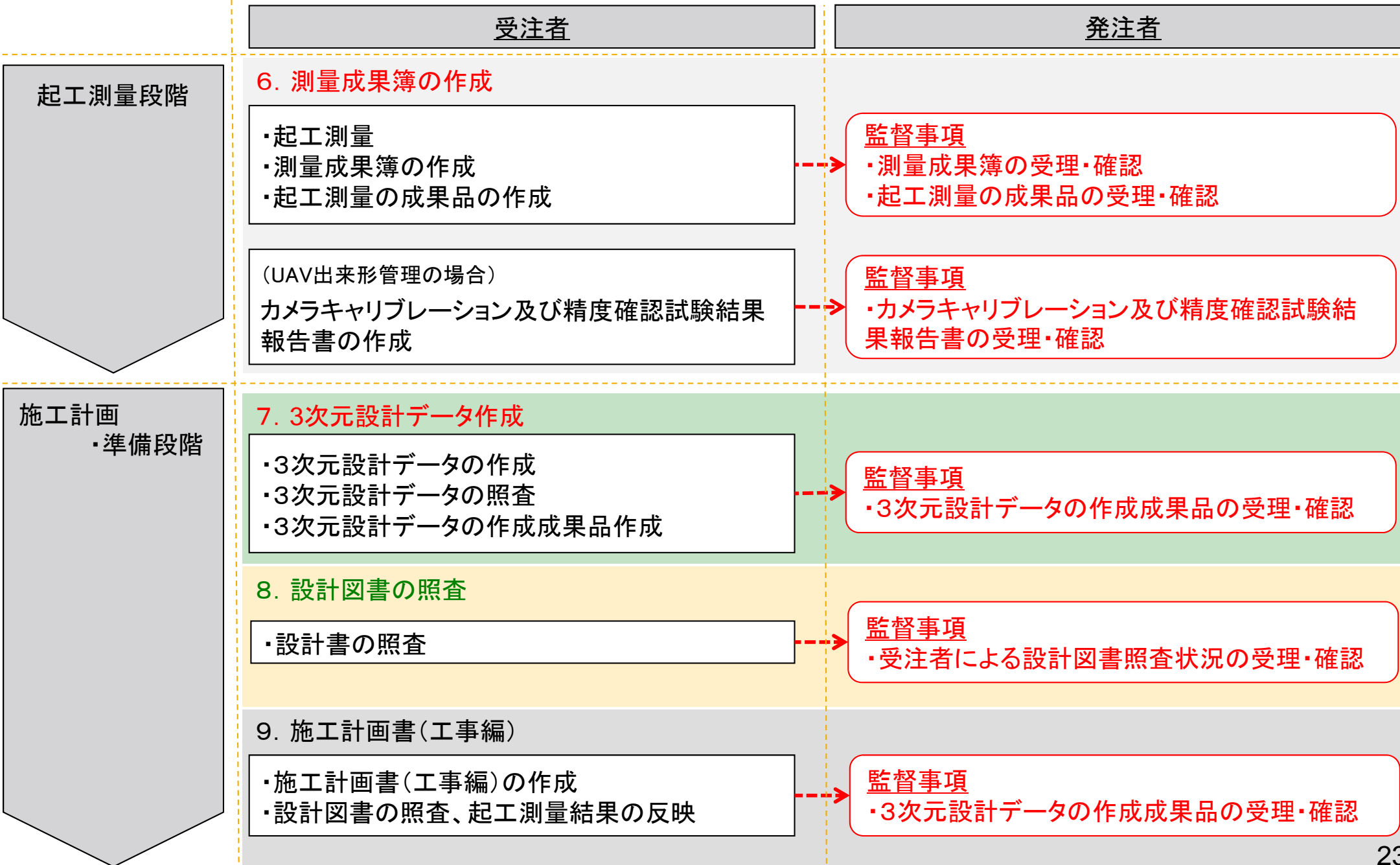
・設計図書の3次元化の指示の了解

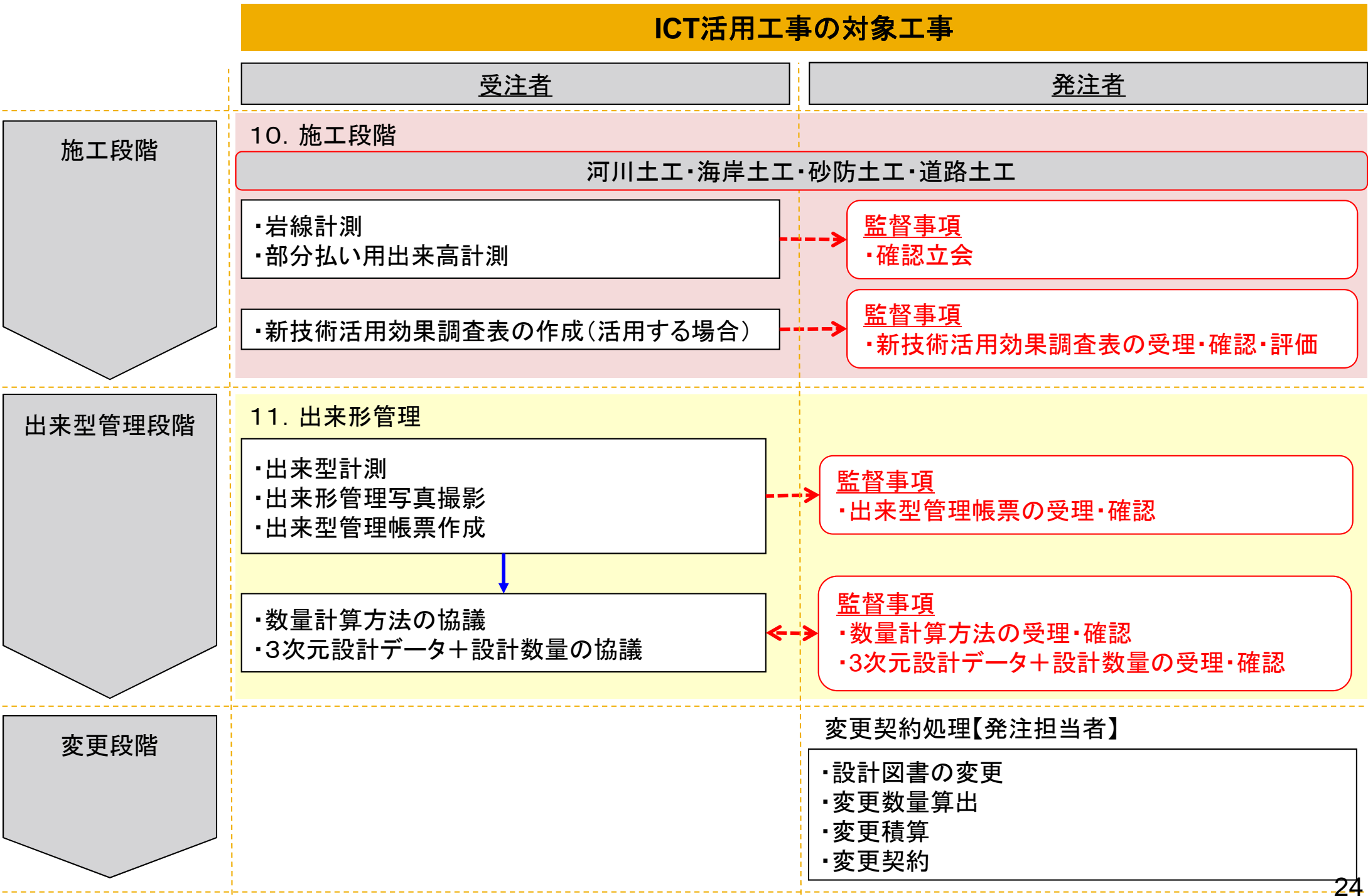
監督事項

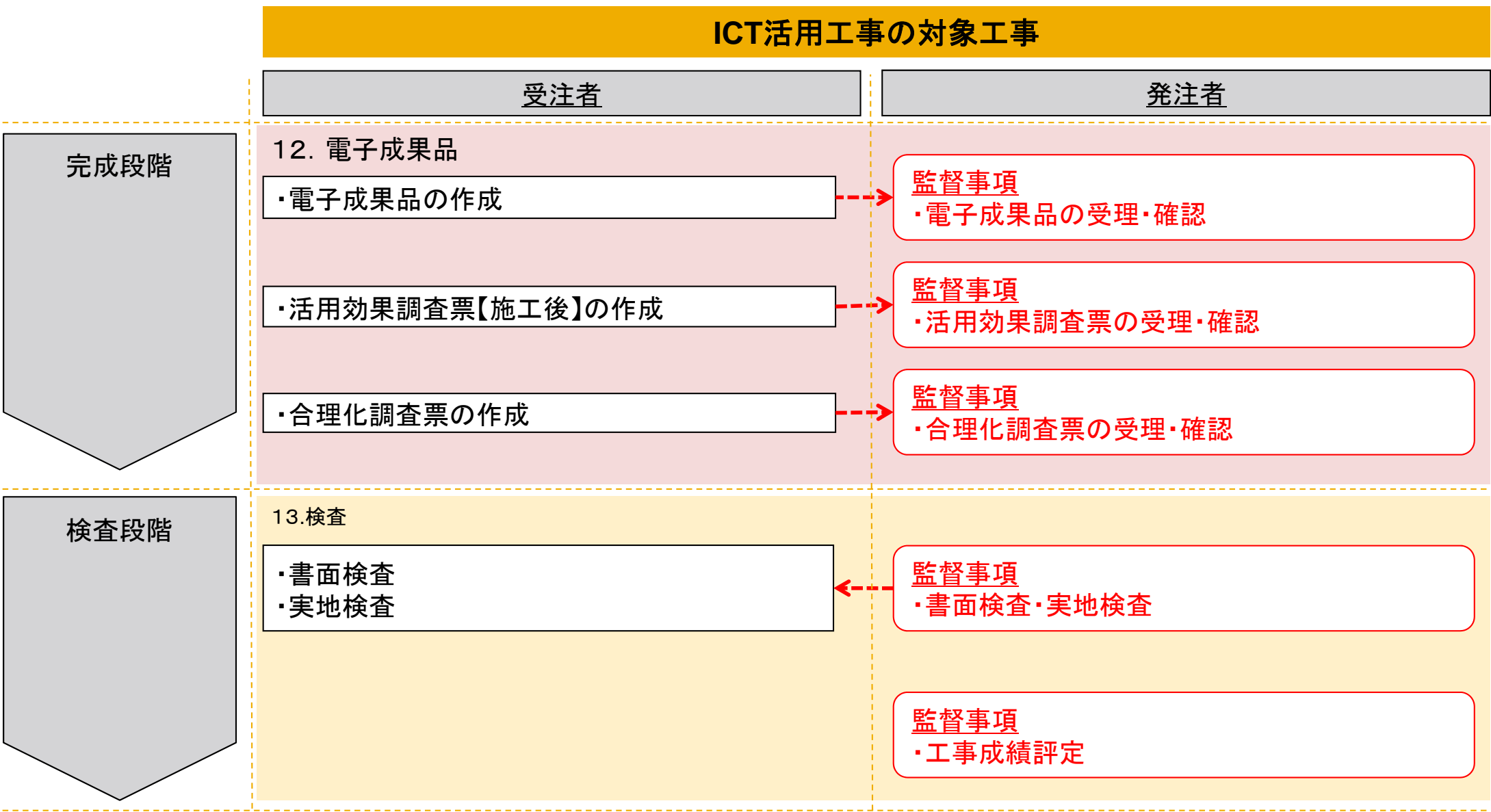
・設計図書の3次元化の指示



ICT活用工事の対象工事







注)

UAV出来形管理: 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)

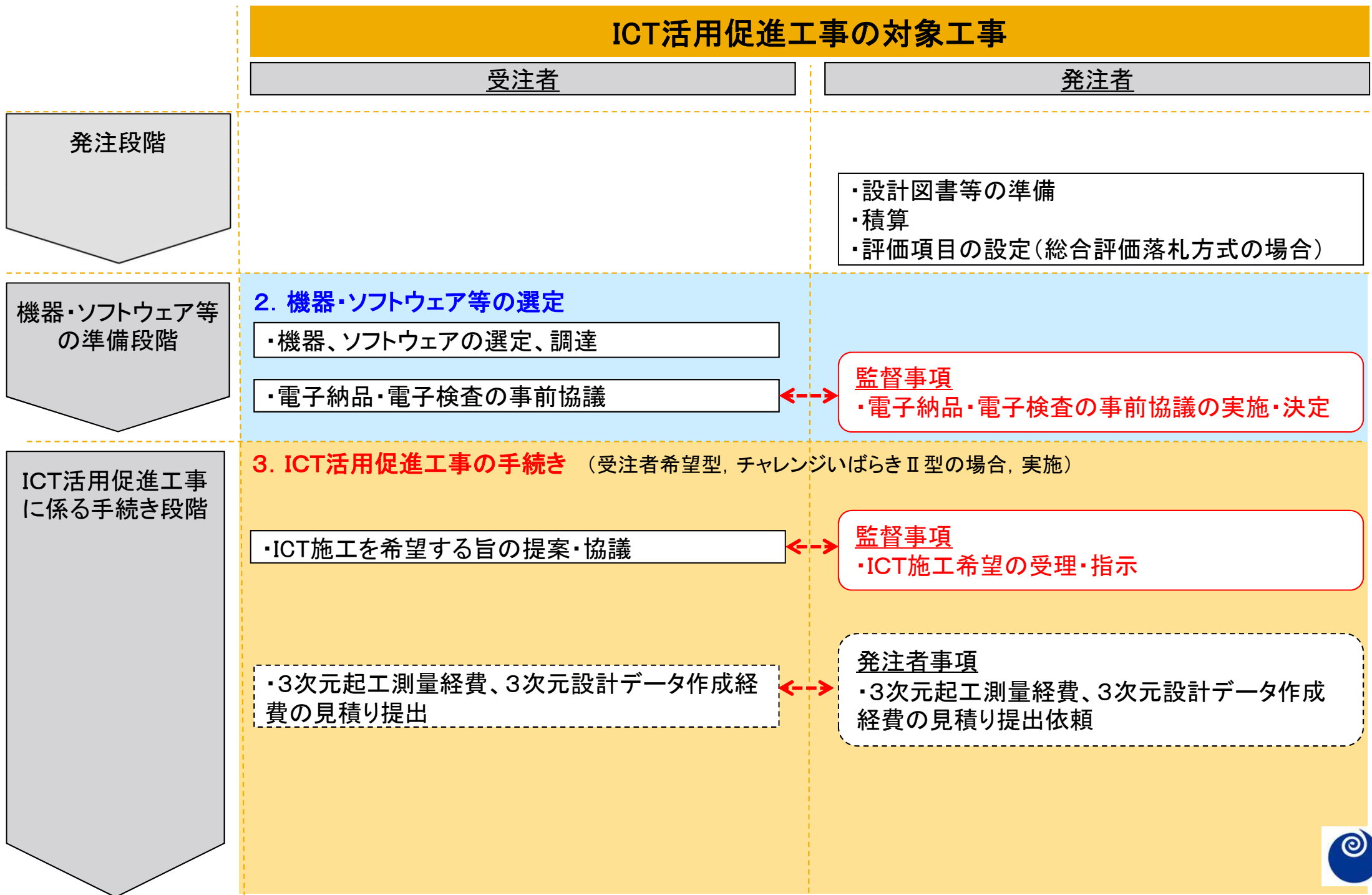
TLS出来形管理: 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)、

UAVレーザー出来形管理: 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)

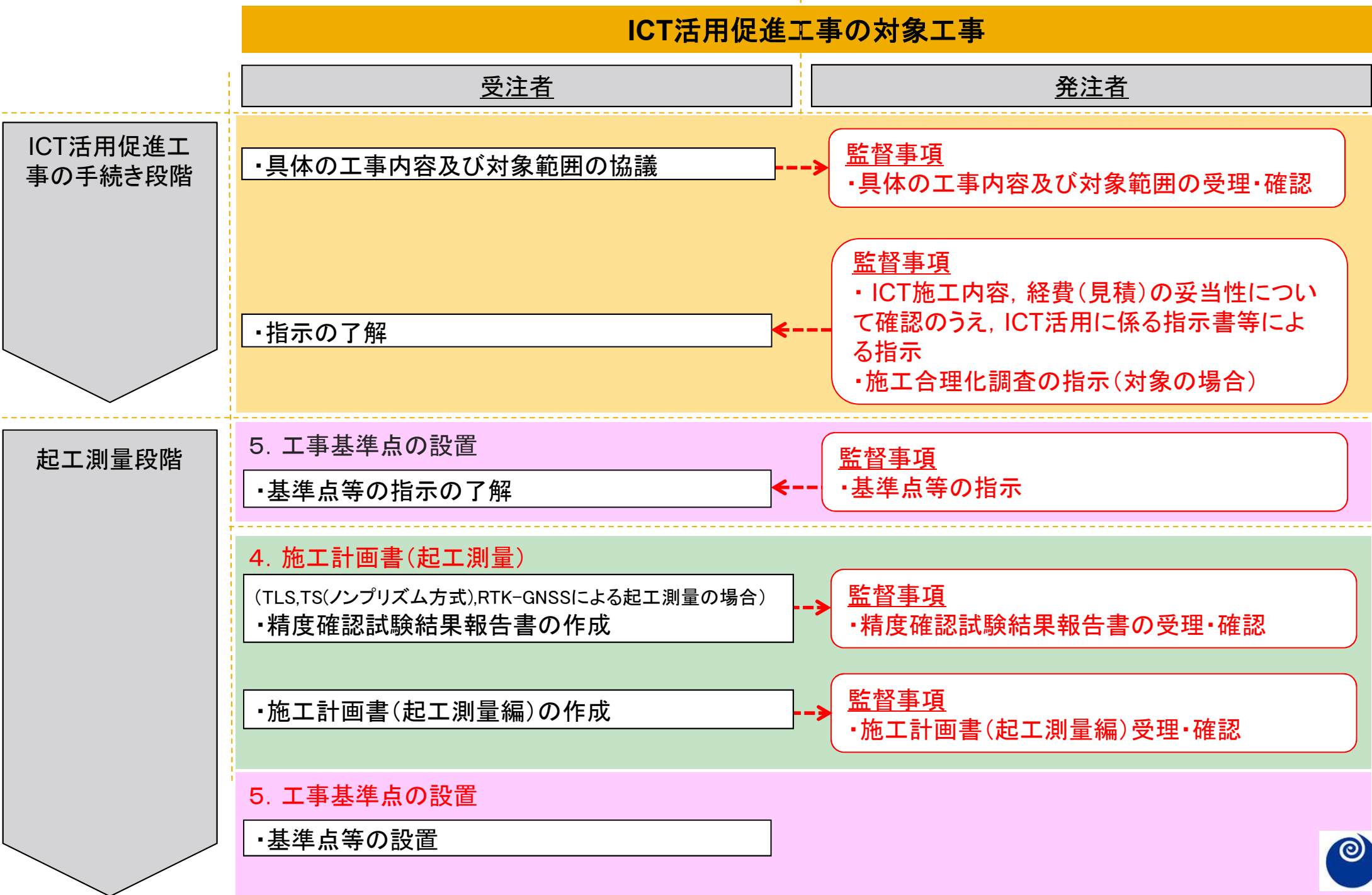
TS出来形管理: TSを用いた出来形管理要領(土工編)、TS(ノンプリ)を用いた出来形管理要領(土工編)

RTK-GNSS出来形管理: RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)

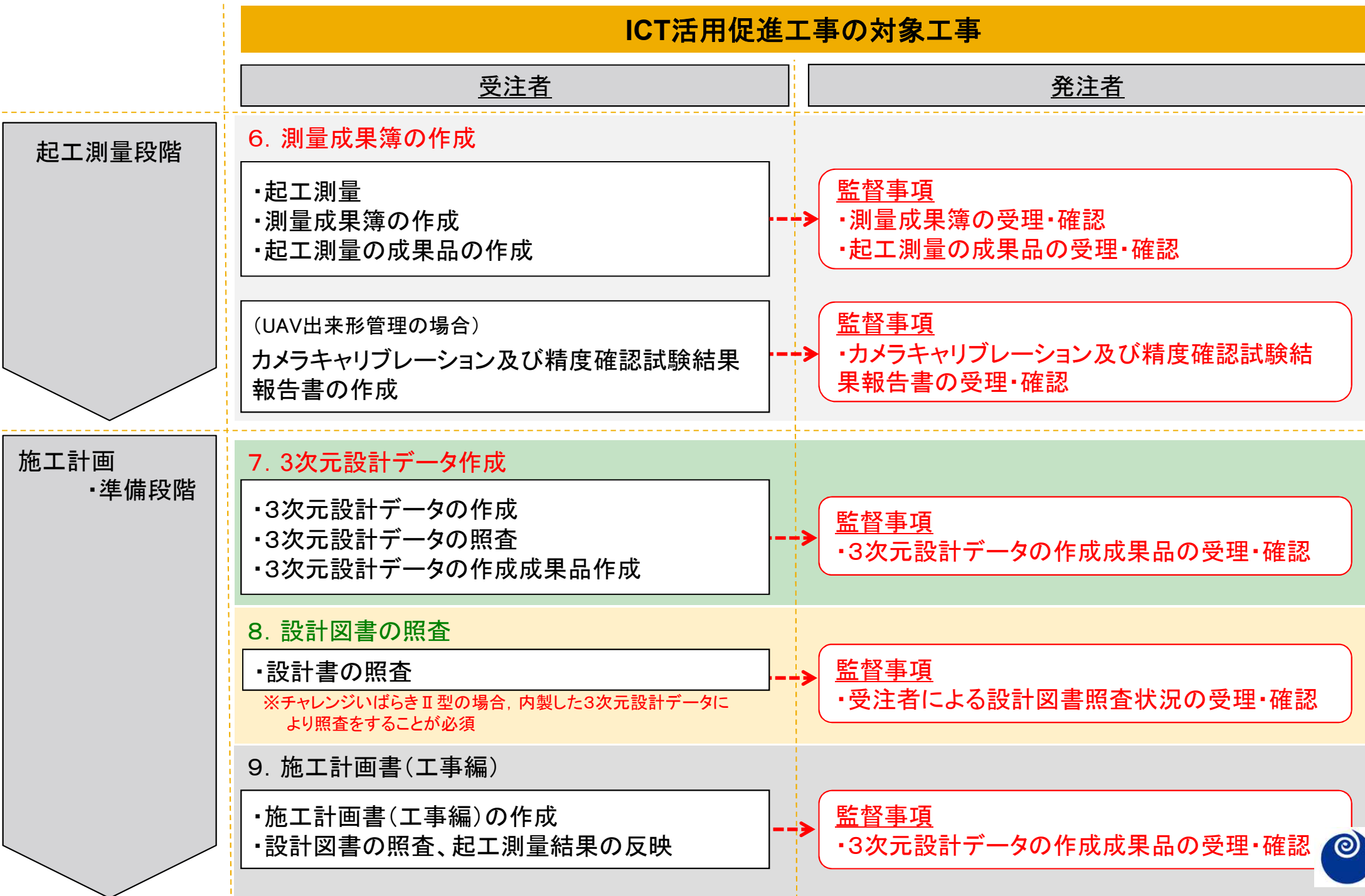
茨城県土木部における「1-5. ICT活用工事の流れ 1/5」は、以下のとおりです。



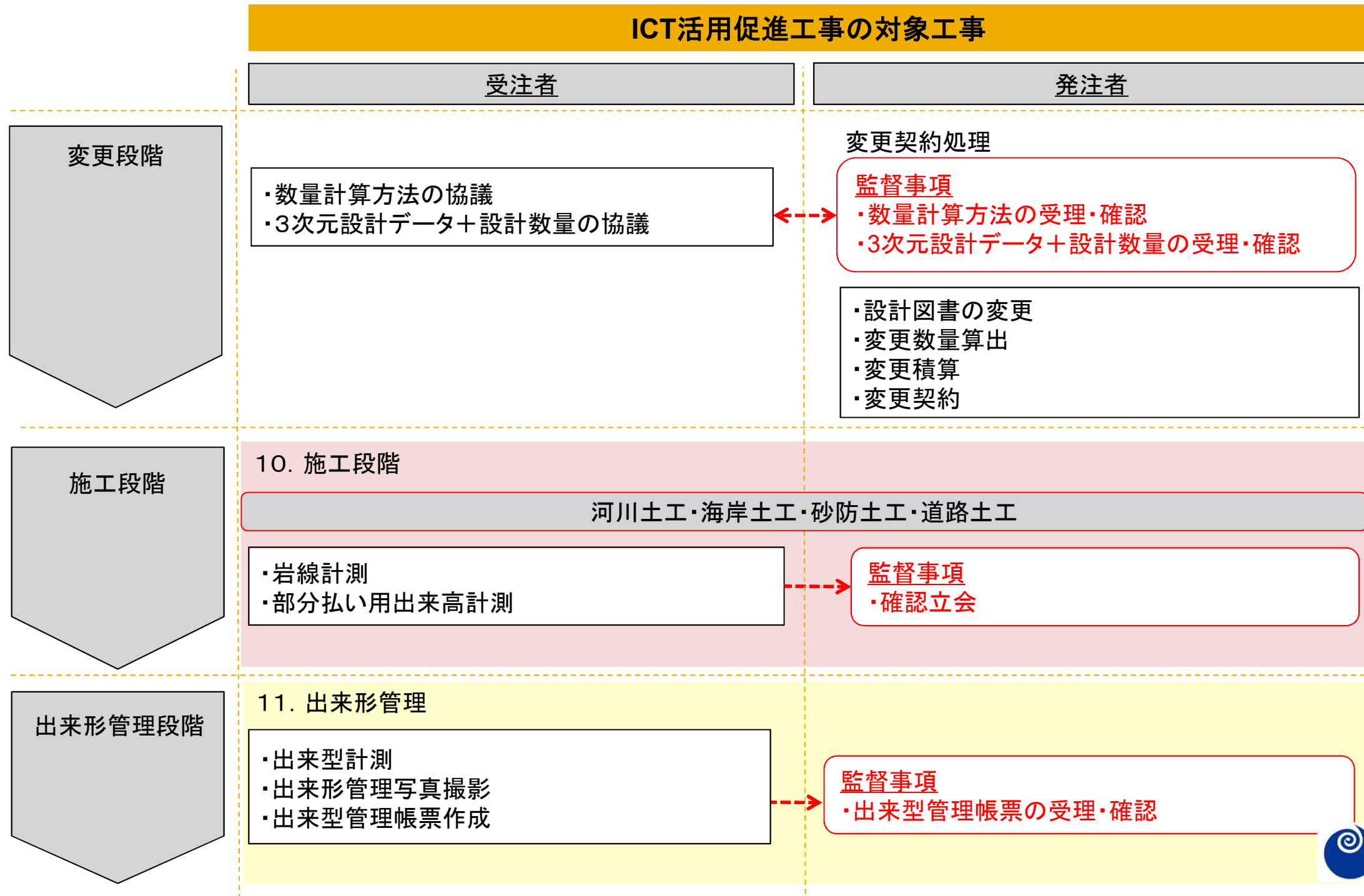
茨城県土木部における「1-5. ICT活用工事の流れ 2/5」は、以下のとおりです。



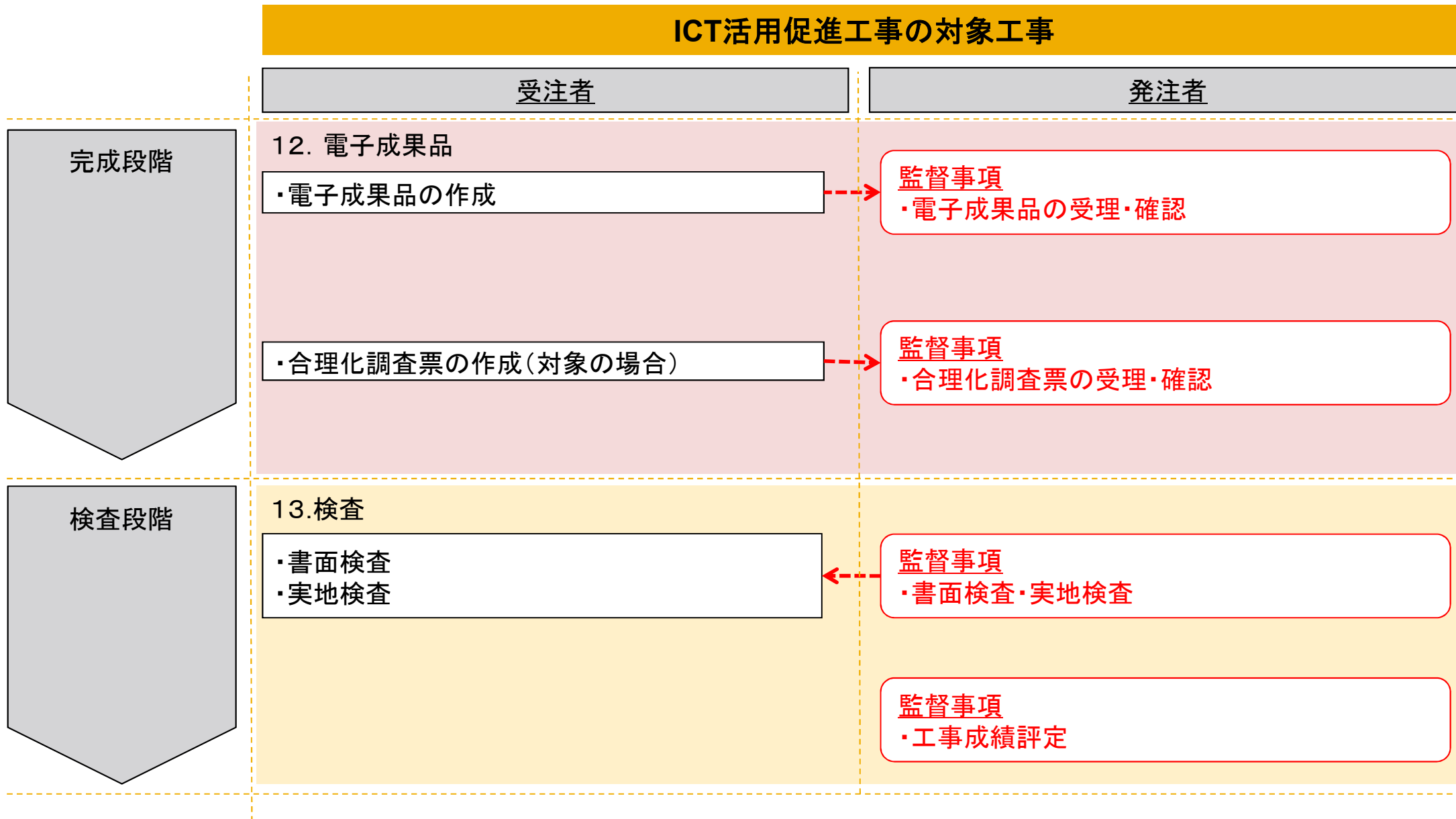
茨城県土木部における「1-5. ICT活用工事の流れ 3/5」は、以下のとおりです。



茨城県土木部における「1-5. ICT活用工事の流れ 4/5」は、以下のとおりです。



茨城県土木部における「1-5. ICT活用工事の流れ 5/5」は、以下のとおりです。



注)

UAV出来形管理: 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)

TLS出来形管理: 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)、

UAVレーザー出来形管理: 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)

TS出来形管理: TSを用いた出来形管理要領(土工編)、TS(ノンプリ)を用いた出来形管理要領(土工編)

RTK-GNSS出来形管理: RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)



2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

▶ 機器・ソフトウェア等の選定の実施内容と解説事項

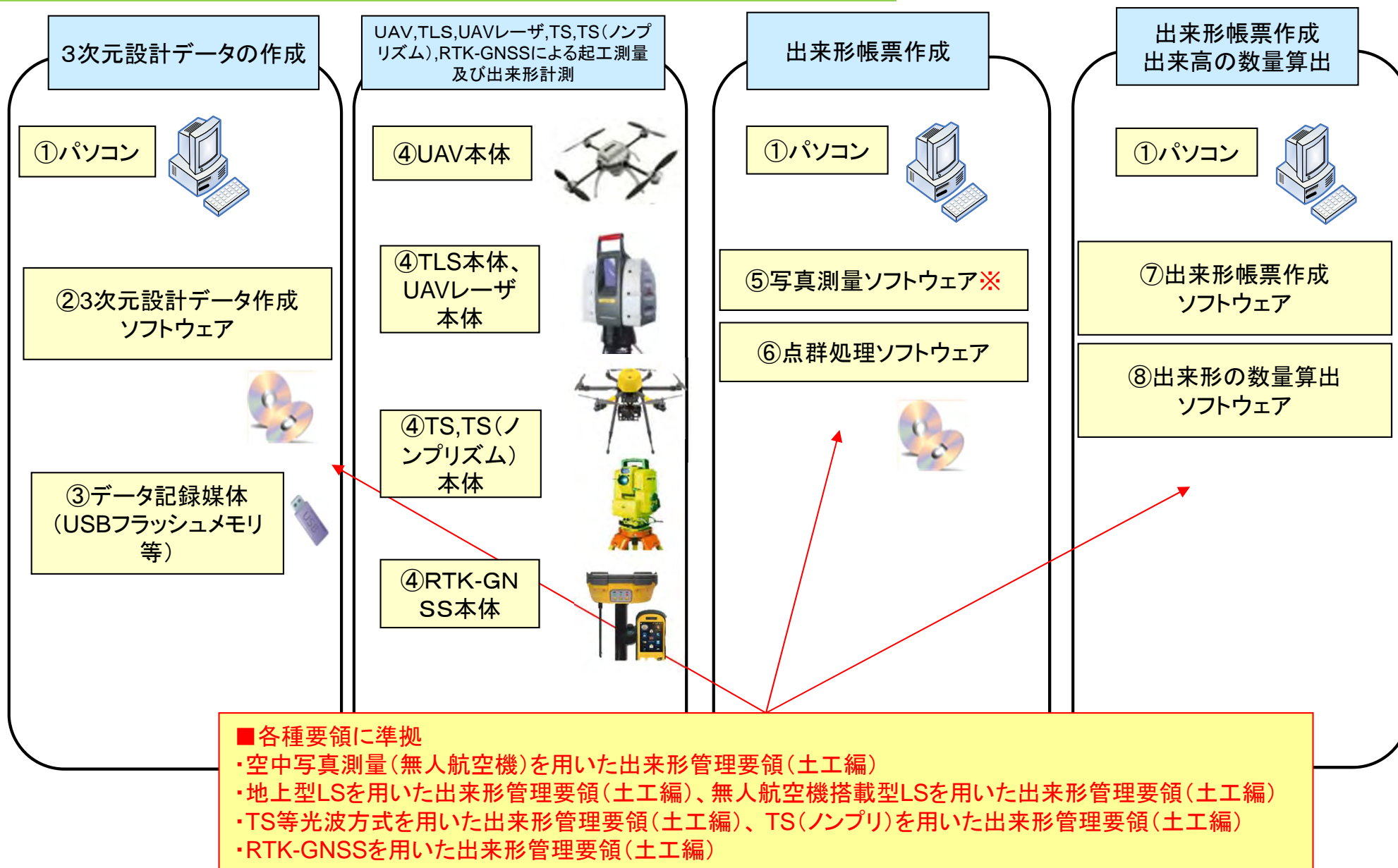
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機器構成、仕様の確認</div>	・必要な機器構成、仕様の確認	
↓		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機器・ソフトウェアの選定・調達</div>	・必要な機能の取捨選択	
↓		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">電子納品・電子検査の事前協議</div>	・電子納品・電子検査の事前協議	・電子納品・電子検査の事前協議の実施・決定

- ▶ 各種3次元計測技術を用いた**出来形管理に必要な機器・ソフトウェア**は、「UAV」・「TLS」・「UAVレーザー」・「TS等光波方式」・「TS(ノンプリズム)」・「RTK-GNSS」・「写真測量ソフトウェア」※・「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」です。

(※はUAV出来形管理の場合のみ必要)

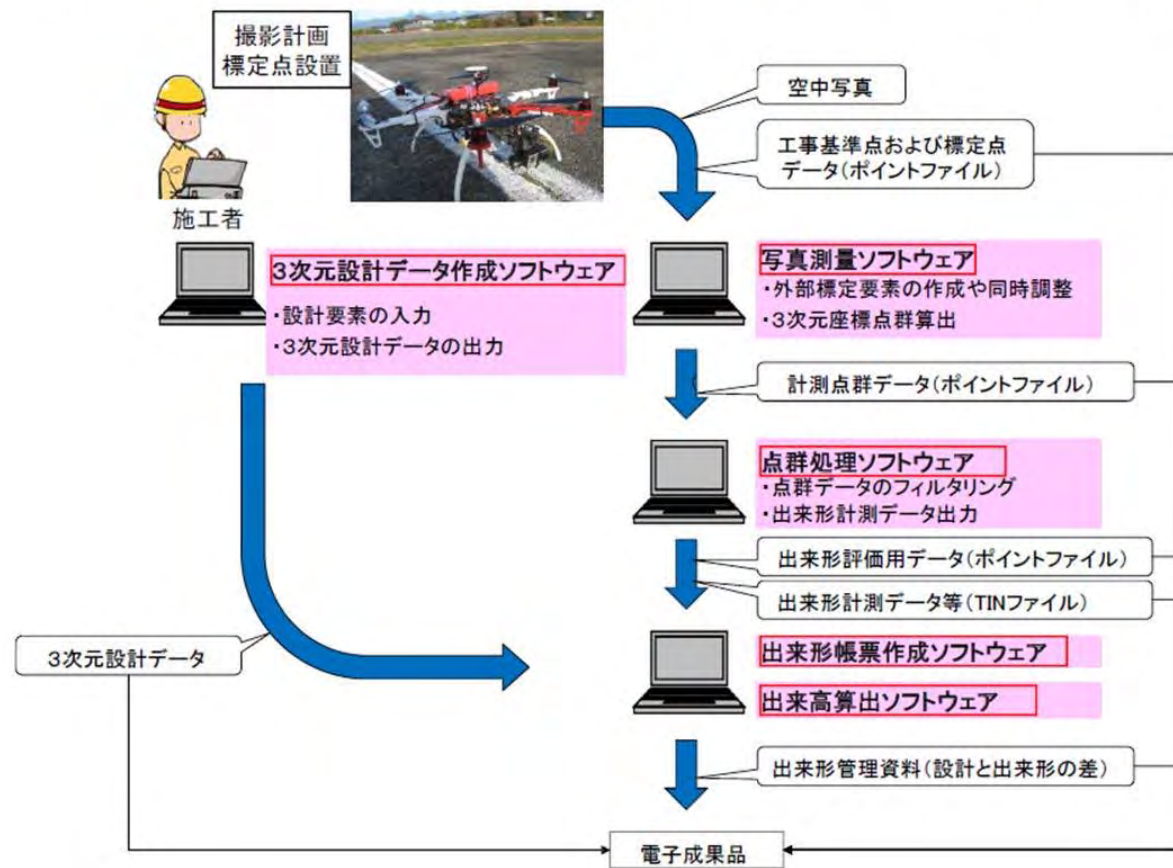
- ▶ **要領・基準等に準拠**した適切な機器・ソフトウェアを選定し、出来形計測精度及び機器やソフトウェア間の互換性の確保が必要です。
- ▶ 機器・ソフトウェアは測量機器販売店やリース・レンタル店、施工関連のソフトウェアメーカー等より、購入またはリース・レンタルにより調達が可能です。
- ▶ 各メーカーによって機器・ソフトウェアの操作性・機能・コストが異なることから、事前に各メーカーのカタログ、HPなどから情報収集し、または**デモ等のサービス**を利用し、**操作性や機能を事前確認が有効**です。
- ▶ 電子納品及び電子検査を円滑に行うために、**工事着手時に監督職員と受注者で事前協議し決定**します。

機器構成、仕様確認時の留意点

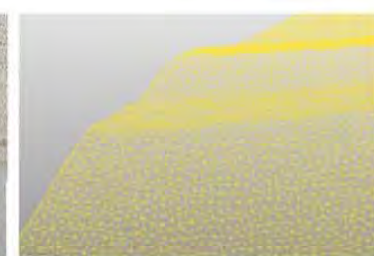


(※はUAV出来形管理の場合のみ必要)

起工測量から検査までの各プロセスに対応するソフトウェア (UAV)



計測点群データ (密度1cm四方当たり1点)



(点群) (TIN)
出来形計測データ (10cm四方当たり1点)



出来形評価用データ (100cm四方当たり1点) (点群)



3次元設計データ

出来形管理資料 (設計と出来形の差)

項目	設計値	実測値	差
高さ	11.00	10.95	-0.05
幅	2.00	2.00	0.00
傾斜	10.0%	10.0%	0.0%
位置	10.00	10.00	0.00
厚さ	10.00	10.00	0.00
重量	10.00	10.00	0.00
強度	10.00	10.00	0.00
耐久性	10.00	10.00	0.00
耐火性	10.00	10.00	0.00
耐震性	10.00	10.00	0.00
耐風性	10.00	10.00	0.00
耐雪性	10.00	10.00	0.00
耐塩害性	10.00	10.00	0.00
耐凍害性	10.00	10.00	0.00
耐水浸食性	10.00	10.00	0.00
耐酸雨性	10.00	10.00	0.00
耐化学薬品性	10.00	10.00	0.00
耐生物付着性	10.00	10.00	0.00
耐劣化性	10.00	10.00	0.00

出来形管理資料 (設計と出来形の差)

2-2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

国総研HPより

平成30年4月末時点での対応状況を（一社）日本測量機器工業会に調査した結果

i-Construction型出来管理対応のソフトウェア【U A V】

	写真測量ソフトウェア		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		出来高数量算出ソフトウェア		出来形帳票作成ソフトウェア		掲載年月
	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	
アイサンテクノロジー	-	-	3DWING	◎	WingneoINFINITY	△ (tsf-xml入出力未対応)	3DWING	○ (H29.1頃)	-	-	2016.7
建設システム	-	-	SiTE-Scope	◎	SITECH	◎	SiTE-Scope	◎	SiTE-Scope + 出来形管理システム	○ (H28.秋頃)	2016.7
	-	-	SiTE-Scope	◎	現場大符 + 情報化施工 (TS出来形) サポートツール	◎	SiTE-Scope	◎	SiTE-Scope + 出来形管理システム	○ (H28.秋頃)	2016.7
トプコン	MAGNET Collage Image Master UAS	◎	MAGNET Collage Image Master UAS	◎	3D Office	◎	-	-	-	-	2018.4 更新
TIアサヒ	-	-	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	2016.7
ニコン・トリプル	UASMaster	◎	RealWorks	◎	Business Center HCE	◎	Business Center HCE	○ (H28.9)	Business Center HCE	○ (H28.9)	2016.7
福井コンピュータ	-	-	TREND-POINT	◎	EX-TREND武蔵 建設 CAD	◎	TREND-POINT	◎	TREND-POINT	◎	2016.7
ライカジオシステム	IMAGINE UAV Workflow	◎	IMAGINE UAV Workflow	◎	-	-	-	-	-	-	2016.7
Autodesk	ReCap 360 Pro (Photo to 3D)	◎	ReCap 360 Pro	◎	AutoCAD Civil 3D	◎	AutoCAD Civil 3D	△ (EXCELによる作業有)	AutoCAD Civil 3D	△ (EXCELによる作業有)	2016.9
アイ・エス・ピー	-	-	LandForms	◎	LandForms	◎	LandForms	◎	LandForms	○ (H28.9)	2016.9
テラドローン	Terra Mapper	◎	-	-	-	-	-	-	-	-	2018.3

写真測量ソフトウェア (参考)

メーカー名	ソフト名
Acute3D	Smart3DCapture
Pix4D	Pix4D Mapper
Agisoft	PhotoScan

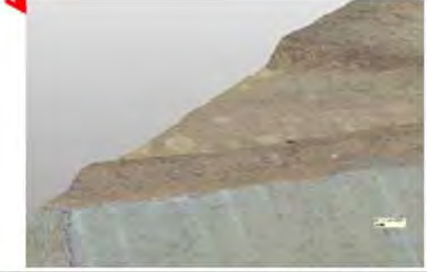
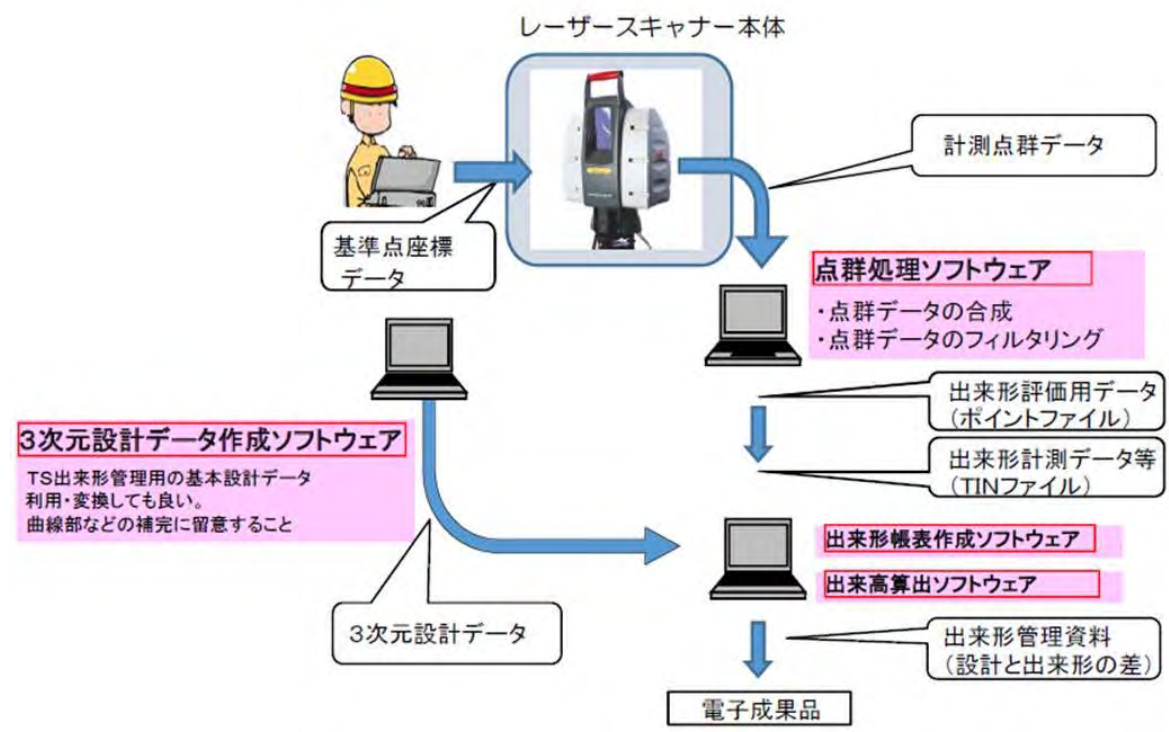
- 凡例 ◎ : リリース済み
 ○ : リリース予定 (時期)
 △ : 一部対応可能 (対応に関する)
 - : 予定無し・他社製品を使用

最新情報は、国総研HPを参照願います
 (利用上の同意事項を確認すること)

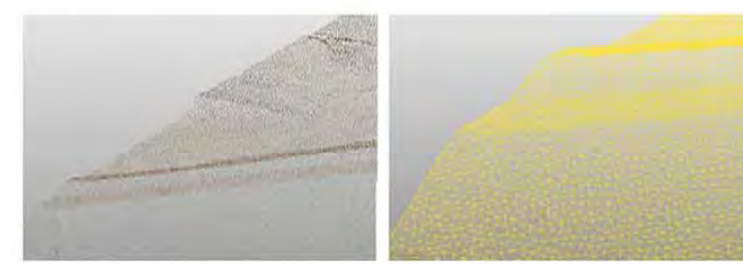
http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/ict_dokou/document.html

2-2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

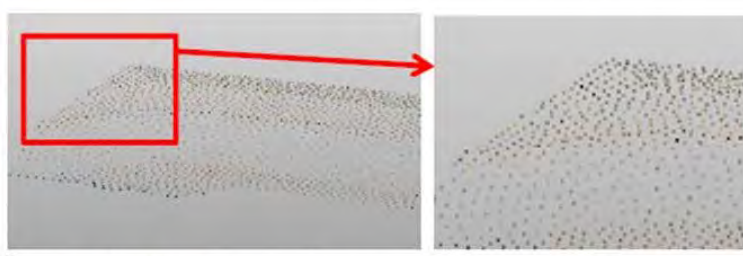
起工測量から検査までの各プロセスに対応するソフトウェア (TLS)



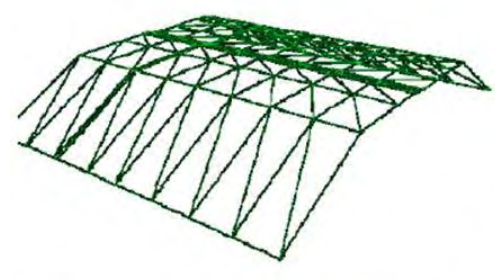
計測点群データ (密度1cm四方当たり1点)



(点群) (TIN)
出来形計測データ (10cm四方当たり1点)



出来形評価用データ (100cm四方当たり1点) (点群)



3次元設計データ

出系別自査別家院検査			
工種	項目	項目	項目
種別	検査項目	検査項目	検査項目
中法	基礎	111.00	2.00 100
	躯体	175.00	2.00 100
	屋上	100.00	2.00 100
	その他	100.00	2.00 100
高法	基礎	111.00	2.00 100
	躯体	175.00	2.00 100
	屋上	100.00	2.00 100
	その他	100.00	2.00 100

出来形管理資料 (設計と出来形の差)

2-2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

国総研HPより

i-Construction型出来管理対応のソフトウェア【T L S】

平成30年4月末時点での対応状況を（一社）日本測量機器工業会に調査した結果

	TLS本体ソフトウェア		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		出来高数量算出ソフトウェア		出来形帳票作成ソフトウェア		掲載年月
	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	ソフト名	製品の有無	
アイサンテクノロジー	-	-	3DWING	◎	WingneoINFINITY	△ (tsf-xml入出力未対応)	3DWING	○ (H29.1頃)	-	-	2016.7
建設システム	-	-	SiTE-Scope	◎	SiTECH	◎	SiTE-Scope	◎	SiTE-Scope + 出来形管理システム	○ (H28.秋頃)	2016.7
	-	-	SiTE-Scope	◎	現場大将 + 情報化施工 (TS出来形) サポートツール	◎	SiTE-Scope	◎	SiTE-Scope + 出来形管理システム	○ (H28.秋頃)	2016.7
トプコン	MAGNET Collage ScanMaster	◎	MAGNET Collage ScanMaster	◎	3D Office	◎	-	-	-	-	2018.4 更新
ティアサヒ	本体ファームウェア	◎	Z+F Laser Control LandForms	◎	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	2016.7
ニコン・トリンプル	TX8, TX5 (TLS 機種)	◎	RealWorks	◎	Business Center HCE	◎	Business Center HCE	○ (H28.9)	Business Center HCE	○ (H28.9)	2016.7
福井コンピュータ	-	-	TREND-POINT	◎	EX-TREND武蔵 建設CAD	◎	TREND-POINT	◎	TREND-POINT	◎	2016.7
ライカジオシステム	本体ファームウェア	◎	Leica Cyclone	◎	-	-	-	-	-	-	2016.7
リーグルジャパン	RISCAN PRO	◎	RISCAN PRO	△	-	-	-	-	-	-	2016.7
Autodesk	-	-	ReCap 360 Pro	◎	AutoCAD Civil 3D	◎	AutoCAD Civil 3D	△ (EXCELによる作業有)	AutoCAD Civil 3D	△ (EXCELによる作業有)	2016.9
アイ・エス・ピー	-	-	LandForms	◎	LandForms	◎	LandForms	◎	LandForms	○ (H28.9)	2016.9

凡例
 ◎：リリース済み
 ○：リリース予定（時期）
 △：一部対応可能（対応に関する条
 -：予定無し・他社製品を使用

最新情報は、国総研HPを参照願います
 （利用上の同意事項を確認すること）

http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/ict_dokou/document.html

2-3. 電子納品・電子検査の事前協議

電子納品及び電子検査を円滑に行うため、工事着手時に、事前協議チェックシート(土木工事用)を活用し、次の事項について監督職員と受注者で事前協議し決定します。

- ア) 工事施工中の情報交換・共有方法 (例: 無償ビューワー付ファイルや3DPDF提出の有無、発注者側の環境確認)
- イ) 電子成果品とする対象書類 (例: BD-Rの使用、無償ビューワー付ファイルや3DPDFの提出の有無)
- ウ) その他の事項

※BD-R: Blu-ray Disc Recordable Formatの規格により作られた Blu-ray Disc の一度だけ書き込み可能なメディア
 ※3DPDFとは電子文書ファイルに3Dモデルを埋め込んだもの。

電子納品・電子検査 事前協議チェックシート(土木工事用)(例)

(1) 関係者名簿

発注者	発注者名 〒
受注者	受注者名 〒

(2) 工事概要情報

工事種別	工事種別
工事名称	工事名称
工事所在地	工事所在地

(3) 利用規格・基準

電子納品用電子納品書形式	電子納品用電子納品書形式
CADデータ形式	CADデータ形式
建築・土木関係図面電子納品書形式	建築・土木関係図面電子納品書形式
3Dモデルデータ形式	3Dモデルデータ形式
建築・土木関係図面電子納品書形式	建築・土木関係図面電子納品書形式

(4) 利用ソフト

利用ソフト	利用ソフト
利用ソフト	利用ソフト

(5) 電子成果品の提出方法

電子成果品の提出方法 フォルダ形式 ZIP形式 3DPDF形式

(6) 情報共有の手段・共有方法

情報共有システムの使用 共有 共有しない (URL, MMS, OTHERフォルダ等)

(7) フォルダ・ファイル構成

提出物	提出物
提出物	提出物

(8) 検証の手段

検証の手段 共有 共有しない (URL, MMS, OTHERフォルダ等)

(9) 電子成果品とする対象書類

電子成果品とする対象書類 共有 共有しない (URL, MMS, OTHERフォルダ等)

(10) 電子成果品のフォルダ・ファイル構成

フォルダ	ファイル名	作成者	備考
OTHERS	OTHERS.XML		
ORG999	道路施設基本データ		
ICON	i-Constructionデータ		

(1) 電子検査

検査の種類	検査の名称	検査の種別	検査の形式	検査の有無	備考
工事検査	施工計画	計画書	電子納品	<input type="checkbox"/>	
		設計図面	電子納品	<input type="checkbox"/>	
	施工状況	行方書	電子納品	<input type="checkbox"/>	
		検査報告書	電子納品	<input type="checkbox"/>	
その他	検査記録	電子納品	<input type="checkbox"/>		
	検査結果	電子納品	<input type="checkbox"/>		

(2) 電子成果品の検査

区分	検査の名称	検査の形式	検査の有無	備考
電子納品	電子納品	電子納品	<input type="checkbox"/>	
	共有	共有	<input type="checkbox"/>	
電子納品 関係書類	電子納品関係書類	電子納品	<input type="checkbox"/>	
	電子納品関係書類	電子納品	<input type="checkbox"/>	

※1 CADデータの提供は、発注者から受注者へ提供する場合に限り適用される。
 ※2 共有は、共有フォルダ、共有ドライブ、共有サーバー等を利用する場合に限り適用される。
 ※3 共有は、共有フォルダ、共有ドライブ、共有サーバー等を利用する場合に限り適用される。
 ※4 共有は、共有フォルダ、共有ドライブ、共有サーバー等を利用する場合に限り適用される。

OTHERS	OTHERS.XML, OTHERS05.DTD	<input type="checkbox"/>	
ORG999	道路施設基本データ	<input type="checkbox"/>	道路工事完成図等作成要領※
ICON	i-Constructionデータ	<input type="checkbox"/>	

※3 発注者から発注図CADデータの提供の有無に係らず、電子納品の対象とする。なお、運用にあたっては「CAD 製図基準に関する運用ガイドライン(H28.3)」(P.52~56)等を参考とする。
 ※4 各要領を適用した電子納品を行う場合の記入例を示す。

3. ICT活用工事の設定

▶ ICT活用工事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	監督職員の実務内容
【施工者希望Ⅱ型の場合】 ICT施工を希望する旨の提案・協議	・ICT施工を希望する旨の協議の作成	・ICT施工希望の受理・指示
3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出	・見積り書の作成	・3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出依頼
設計図書の3次元化の指示		・設計図書の3次元化の指示 起工測量(UAV、TLS、UAVレーザー、TS、TS(ノンプリズム)、RTK-GNSS) 3次元設計データ(3次元設計データがない場合)
具体の工事内容及び対象範囲の協議	・具体の工事内容及び対象範囲の協議の作成	・具体の工事内容及び対象範囲の受理・確認

- ▶ **施工者希望Ⅱ型**のICT活用工事では、契約後、施工計画書の提出までに、受注者がICT施工を希望する場合には「**ICT活用施工の概要**」「**ICT活用施工範囲図**」を作成し、**打合せ簿**で協議します。
- ▶ ICT活用工事(土工)において、契約した設計図書が3次元化していない場合は、契約後に**監督職員より3次元の設計図書を作成する指示**をします。
- ▶ 受注者は、発注者から**3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費**の見積り依頼を受けたら、**見積り書**を作成し提出します
- ▶ 発注者指定型では、原則土工施工範囲の全てで適用することとし、受注者が**具体的な工事内容及び対象範囲**を記載した書類を作成し協議します。**監督職員はその内容を確認**します。
- ▶ 施工者希望型では、受注者が**ICT活用の具体の工事内容と対象範囲**を記載した書類を作成し協議します。**監督職員はその内容を確認**します。

茨城県土木部における「3. ICT活用工事の設定(P33)」は、以下のとおりです。

▶ ICT活用促進工事の設定に係る実務内容と解説事項(受注者希望型, II型の場合)

フロー	受注者の実務内容	監督員の実務内容
ICT施工を希望する旨の提案・協議	・ICT施工を希望する旨の協議の作成	・ICT施工希望の受理・指示
3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出	・見積り書の作成	・3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出依頼
具体の工事内容及び対象範囲の協議	・具体の工事内容及び対象範囲の協議の作成	・具体の工事内容及び対象範囲の受理・確認 ・ICT施工内容、経費(見積)の妥当性について確認 ・ICT活用による施工の指示 起工測量(UAV、TLS、UAVレーザー、TS、TS(ノンプリズム)、RTK-GNSS) 3次元設計データ作成、ICT建設機械による施工、3次元出来形管理等の施工管理、3次元データの納品

- ▶ **受注者希望型及びチャレンジいばらき II 型**のICT活用促進工事では、契約後、施工計画書の提出までに、受注者がICT施工を希望する場合には「ICT活用施工の概要」「ICT活用施工範囲図」を作成し、打合せ簿で協議します。
- ▶ 受注者は、発注者から**3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費**の見積り依頼を受けたら、**見積り書**を作成し提出します。
- ▶ 発注者指定型及びチャレンジいばらき I 型では、原則土工施工範囲の全てで適用することとし、受注者が**具体的な工事内容及び対象範囲**を記載した書類を作成し協議します。**監督員はその内容を確認**します。
- ▶ 受注者希望型及びチャレンジいばらき II 型では、受注者が**ICT活用の具体の工事内容と対象範囲**を記載した書類を作成し協議します。**監督員はその内容を確認**します。



▶ ICT活用工事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	監督職員の実務内容
活用効果調査・施工合理化調査の指示の了解		・活用効果調査・施工合理化調査の指示 ※別途指示あった場合に実施
新技術活用計画書の作成	・新技術活用計画書の作成	・新技術活用計画書の受理・確認・追記

- ▶ 発注者は、ICT活用技術についての活用効果調査と、必要に応じて施工合理化調査の指示を行います。
- ▶ 受注者は、使用するICT活用技術が新技術（NETISに登録された技術）で有る場合は、その技術を活用する前までに新技術活用計画書を作成し提出します。監督職員はその内容を確認し、追記した上で事務所新技術担当者に提出します。

茨城県土木部における「3. ICT活用工事の設定(P34)」は、以下のとおりです。

▶ ICT活用工事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	監督職員の実務内容
施工合理化調査の指示の了解		・施工合理化調査の指示 ※検査指導課から依頼があった場合

- ▶ 発注者は、ICT活用技術について、必要に応じて**施工合理化調査の指示**を行います。



ICT活用工事を希望する旨の協議（受注者）

- ・ 施工者希望II型の工事契約した場合で、受注者がICT活用施工の意志が有る場合、契約後、**施工計画書の提出までにICT施工を希望する旨の協議**をします。
- ・ 「ICT活用施工の概要」「ICT活用施工範囲図」を添付します。

様式-9 工事打合せ簿						
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年〇月〇日			
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"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()					
	工事名	〇〇改良工事				
(内容)						
ICT活用施工の希望について						
特記仕様書「第〇条 ICT活用工事について」によりICT活用施工を希望しますので、添付のICT活用施工の概要、ICT活用施工範囲図のとおり協議します。						
添付図 - 葉、その他添付図書						
処理 ・ 回答	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"/> 提出 <input checked="" type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 []	協議事項については追って指示します。		
	受注者	上記について	<input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 []	年月日:		
		総括監督員	主任監督員	監督員	現場代理人	主任(監理)技術者

ICT活用施工の概要

- ・ 3次元測量方法
.....
- ・ ICT建機による施工内容
盛土
法面
- ・ ICT活用工事範囲の考え方
.....

(施工計画書レベルではない)

ICT活用施工範囲図



ICT活用施工範囲 (3D施工管理)
 従来施工管理範囲

平面図を色分けしたもの

茨城県土木部における「3-1. ICT活用を希望する旨の協議(P35)」は、以下のとおりです。

ICT活用工事を希望する旨の協議(受注者)

- 受注者希望型, チャレンジいばらきⅡ型の場合で、受注者がICT活用施工の意志が有る場合、契約後、**施工計画書の提出までにICT施工を希望する旨の協議**をします。
- 「ICT活用施工の概要」「ICT活用施工範囲図」を添付します。

様式-9

工事打合せ簿

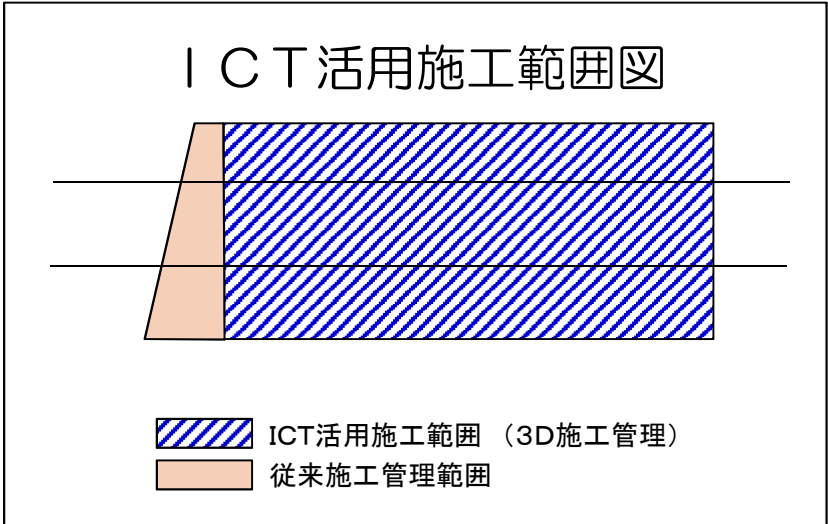
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年〇月〇日										
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()												
	工事名												
〇〇改良工事													
(内容)													
ICT活用施工の希望について													
<p>特記仕様書「第〇条 ICT活用工事について」によりICT活用施工を希望しますので、添付のICT活用施工の概要、ICT活用施工範囲図のとおり協議します。</p>													
添付図 ー 葉、その他添付図書													
処理	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"/> 提出 <input checked="" type="checkbox"/> 受理 します。 協議事項については追って指示します。											
	受注者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">総括監督員</td> <td style="width: 33%;">主任監督員</td> <td style="width: 33%;">監督員</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		総括監督員	主任監督員	監督員				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">現場代理人</td> <td style="width: 50%;">主任(監理)技術者</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		現場代理人	主任(監理)技術者		
総括監督員	主任監督員	監督員											
現場代理人	主任(監理)技術者												

工事打合せ簿の様式
 は、県では定めていないので、
 監督員に確認
 されたい。

ICT活用施工の概要

- 3次元測量方法
.....
- ICT建機による施工内容
盛土
法面
- ICT活用工事範囲の考え方
.....

(施工計画書レベルではない)



平面図を色分けしたもの



3-2. 具体の工事内容と対象範囲の協議

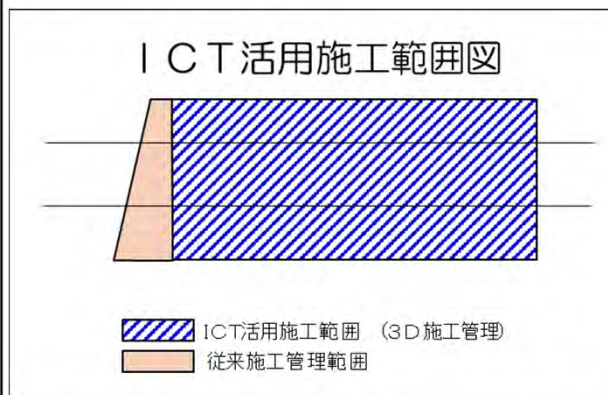
具体の工事内容及び対象範囲の協議(受注者)

- 受注者は、発注者指定型、施工者希望型に関わらず、受注者からICT活用工事の**具体的工事内容と対象範囲を協議**します。監督職員は、その内容を確認します。
- 具体の工事内容は、建設生産プロセスの作業内容ごとに採用する技術の種類、技術名、使用する技術の概要を記載します。
- 対象範囲は、採用した技術を適用する範囲(活用予定期間、活用予定区間、区域)を

ICT活用施工の概要

- 3次元測量方法
.....
- ICT建機による施工内容
盛土
法面
- ICT活用工事範囲の考え方
.....

(施工計画書レベルではない)



平面図を色分けしたもの

工事打合せ簿													
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28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"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()												
工事名	○○改良工事												
(内容)	ICT活用工事の実施について 平成28年○月○日の指示「ICT活用工事の実施について」を受け、3次元出来形管理の範囲、ICT建設機械の使用場所として別紙のとおり施工したく協議します。												
	- 葉、その他添付図書												
処理	発注者	上記について <input checked="" type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [協議のとおり施工されたい。本協議は、契約変更の対象とします。] 年月日:											
	受注者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [] 年月日:											
		<table border="1"> <tr> <td>総括監督員</td> <td>主任監督員</td> <td>監督員</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	総括監督員	主任監督員	監督員				<table border="1"> <tr> <td>現場代理人</td> <td>主任(監理)技術者</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>	現場代理人	主任(監理)技術者		
総括監督員	主任監督員	監督員											
現場代理人	主任(監理)技術者												

茨城県土木部における「3-2. 具体の工事内容と対象範囲の協議(P36)」は、以下のとおりです。

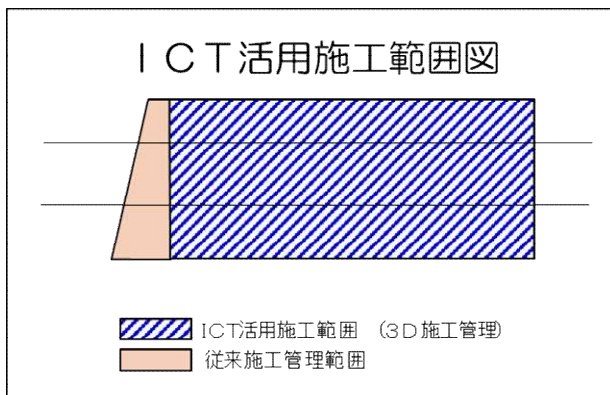
具体の工事内容及び対象範囲の協議(受注者)

- 受注者は、発注方式(型)に関わらず、受注者からICT活用工事の**具体的工事内容と対象範囲を協議**します。監督職員は、その内容を確認します。
- 具体の工事内容は、建設生産プロセスの作業内容ごとに採用する技術の種類、技術名、使用する技術の概要を記載します。
- 対象範囲は、採用した技術を適用する範囲(活用予定期間、活用予定区間、区域)を

ICT活用施工の概要

- 3次元測量方法
- ICT建機による施工内容
 - 盛土
 - 法面
- ICT活用工事範囲の考え方

(施工計画書レベルではない)



平面図を色分けしたもの

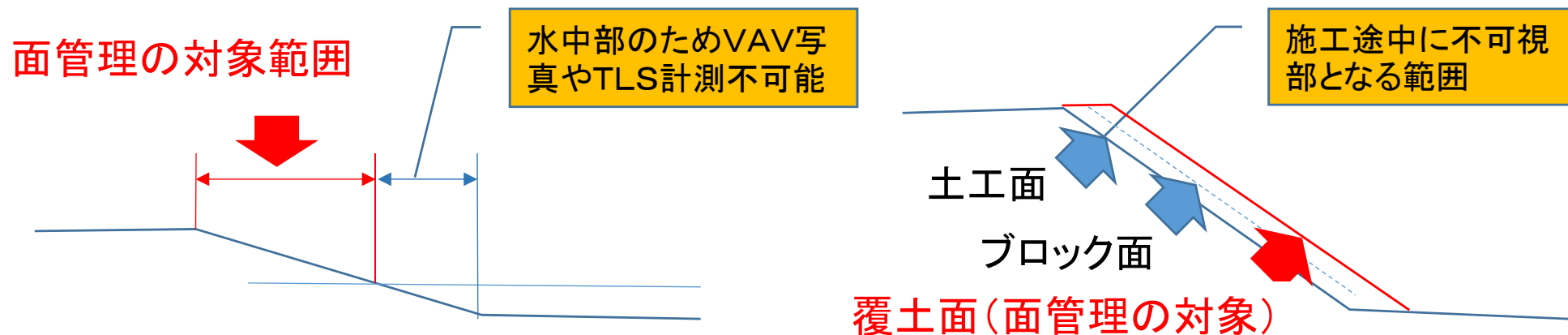
工事打合せ簿			
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年〇月〇日
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()		
工事名	〇〇改良工事		
(内容)	ICT活用工事の実施について 平成28年〇月〇日の指示「ICT活用工事の実施について」を受け、3次元出来形管理の範囲、ICT建設機械の使用場所として別紙のとおり施工したく協議します。		
	- 葉、その他添付図書		
処理	発注者	上記について <input checked="" type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他	
	受注者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他	
		年月日:	
		年月日:	
		総務課長 主任 監督員 監督員	現場代理人 主任 (監理) 技術者

工事打合せ簿の様式は、県では定めていないので、監督員に確認されたい。



< UAVやTLSの計測対象から除外した例 >

- 水中部になる部分
- ブロック張り等のあと施工を連続的に行うため、土工面の一括計測が困難な場合
- 軟岩などで滑らかな整形ができない法面



< UAVやTLSの計測対象から除外した例 >

- 現場すり付けが優先される(正確な3次元設計データを作成できない)範囲。
- 沈下が想定されるため、出来形を数量や厚み管理で行う範囲。



3次元起工測量経費等の見積提出依頼

受注者は、**発注者からの依頼**の基づき、**3次元起工測量の経費や3次元設計データの作成経費の見積書**を作成し提出します。発注者はその内容を確認します

平成〇〇年〇〇月〇〇日

〇〇株式会社 殿

〇〇事務所長 御

見 積 り 依 頼 書

標記について、下記条件により見積りを依頼します。
 なお、提出時の宛名は〇〇事務所長として下さい。

記

	提出期限	平成〇〇年〇〇月〇〇日
見積条件	品 名	
	形 状 寸 法	
	品 質 規 格	
	使 用 数 量	
	納 入 時 期	
	納 入 場 所	
	そ の 他	

発注課からの見積り依頼書

〇〇工 (〇〇工法) 〇〇m² あたり単価表

施工箇所：〇〇県〇〇市

施工内容：別添仕様書及び図面のとおり (全体施工量：〇〇m²×〇断面)

工期：別添仕様書のとおり

単価適用年月：平成〇〇年〇月

名称	規格	単位	数量	備考
土木一般世話役		人		
普通作業員		人		
〇〇運転		日		
諸雑費		式		

② 施工単価の徴収の例

施工箇所：〇〇県〇〇市

施工内容：別添仕様書及び図面のとおり

工期：別添仕様書のとおり

単価適用年月：平成〇年〇月

品目	形状・寸法 (品質・規格)	単位	備考	施工単価
		m ²	施工規模〇m ² 程度	

茨城県土木部における「3-3. 3次元起工測量経費等の見積(P38)」は、以下のとおりです。

3次元起工測量経費等の見積提出依頼

受注者は、**発注者からの依頼**のに基づき、**3次元起工測量の経費や3次元設計データの作成経費の見積書**を作成し提出します。発注者はその内容を確認します

第 号
年 月 日

(受注者の代表) 殿

〇〇〇〇事務所長 印

3次元起工測量、3次元設計データ作成に係る見積書の提出について（依頼）

このことについて、下記により見積書を提出願います。

記

1 見積依頼内容

- 貴社と契約中の「02国補地道第02-〇〇-〇〇〇-〇-001号 道路改良工事」において、〇年〇月〇日付けで現場代理人に指示した仕様により「3次元起工測量」及び「3次元設計データ作成」を実施する場合、増となる金額（共通仮設費）について、見積書を提出願います。
- 外注により実施する場合は、外注先（予定）からの見積書の写しを参考資料として添付願います。
- 諸経費が含まれるか否かについては明示願います。

2 提出期限日
〇〇年〇〇月〇〇日迄

3 担当
〇〇〇〇課 〇〇〇〇
TEL 〇〇〇-〇〇〇-〇〇〇〇

見積り依頼書(例)

年 月 日

〇〇〇〇事務所長 殿

(受注者の代表)

3次元起工測量、3次元設計データ作成に係る見積書

年 月 日に依頼のありました見積については、下記のとおりです。

記

1 工事名
02国補地道第02-〇〇-〇〇〇-〇-001号 道路改良工事

2 見積

項目	数量	単位	内容	単価	金額(円)
3次元起工測量					
...					
...					
...					
3次元設計データ作成					
...					
...					
...					
合計					

(注) 諸経費を含みます。

3 見積有効期限
年 月 日まで

4 見積作成担当者
〇〇部〇〇課 〇〇〇〇 TEL 〇〇〇-〇〇〇-〇〇〇〇

受注者からの見積書(例)



ICT活用施工の実施＋設計図書3次元化の指示

- ICT活用工事は、発注者指定型、施工者希望型にかかわらず、当面の間、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、当初設計では従来通り2次元図面で契約します。
- 監督職員は、工事契約後に**設計図書の3次元化を指示**します。
- 受注者は、設計図書及び監督職員が貸与する、平面線形、縦断線形、横断形状と、各種3次元起工測量計測技術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**をします。

様式-9

工事打合せ簿

発議者	<input checked="" type="checkbox"/> 発注者	<input type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年4月1日										
発議事項	<input checked="" type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()													
工事名	○○改良工事													
(内容) 図面及び貸与する、平面線形、縦断線形、横断形状資料と、3次元起工測量を行って取得した3次元地形データを使って、上記の3次元設計データの作成を追加する。 なお、3次元起工測量の範囲は以下の通りとする。 ・縦断方向は、ICT活用施工範囲の起点より 20mより工事区間の終点より 20mまでの範囲とする。 ・横断方向は、ICT活用施工範囲+5mまでの範囲とする。 本指示内容は変更契約と対象とする。 ○○千円(直接人件費、税抜き)を見込んでいる。														
添付図 ー 集、その他添付図書														
処理	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"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。												
	<input type="checkbox"/> その他 [] 年月日:													
回答	受注者	上記について <input checked="" type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。												
	<input type="checkbox"/> その他 [] 年月日:													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">総括監督員</td> <td style="width: 33%;">主任監督員</td> <td style="width: 33%;">監督員</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			総括監督員	主任監督員	監督員				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">現場代理人</td> <td style="width: 50%;">主任(監理)技術者</td> </tr> <tr> <td style="height: 40px;"></td> <td></td> </tr> </table>		現場代理人	主任(監理)技術者		
総括監督員	主任監督員	監督員												
現場代理人	主任(監理)技術者													

茨城県土木部における「3-4. 設計図書の3次元化(P39)」は、以下のとおりです。

ICT活用施工の実施＋設計図書3次元化の指示

- ICT活用工事では、発注方式(型)に係わらず、当初の設計図書としては、従来通り2次元図面で契約します。
- (受注者希望型, II型の場合)工事契約後、受発注者協議を経てICT活用することになった場合、監督員は、**図面の3次元化を指示します。**
- 受注者は、図面(平面線形、縦断線形、横断形状等)と、各種3次元起工測量計測技術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**をします。

様式-9		工事打合せ簿			
発議者	<input checked="" type="checkbox"/> 発注者 <input type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年4月1日		
発議事項	<input checked="" type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ()				
工事名	○○改良工事				
(内容) 図面及び貸与する、平面線形、縦断線形、横断形状資料と、3次元起工測量を行って取得した3次元地形データを使って、上工の3次元設計データの作成を追加する。 なお、3次元起工測量の範囲は以下の通りとする。 ・縦断方向は、ICT活用施工範囲の起点より-20mより工事区間の終点より+20mまでの範囲とする。 ・横断方向は、ICT活用施工範囲+5mまでの範囲とする。 本指示内容は変更契約と対象とする。 ○○千円(直接人件費、税抜き)を見込んでいる。					
添付図 ー 集、その他添付図書					
処理	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"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他			
	受注者	上記について <input checked="" type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他			
工事打合せ簿の様式は、県では定めていないので、監督員に確認されたい。					
総括監督員			主任監督員		監督員
現場代理人			主任(監理)技術者		

新技術活用計画書の作成

- ▶ 受注者は、**使用するICT活用技術が新技術である場合は**、その技術を活用する前までに新技術効果調査入力システムを使って**新技術活用計画書**を作成し、提出用ファイルを提出します。発注者はその内容を確認し、追記した上で取りまとめ担当に提出します。

県のICT活用促進工事では不要

新技術活用計画書のイメージ

様式IV-2 新技術活用計画書・実施報告書

作成:

新技術名称				NETIS番号	
比較する従来技術					
整備局名	事務所名		受注者名		
工事名				契約額(円)	
活用等の型	<input type="radio"/> 試行申請型(発注者指定) <input type="radio"/> 試行申請型(契約後提案) <input type="radio"/> 発注者指定型 <input type="radio"/> 施工者希望型(契約前提案) <input type="radio"/> 施工者希望型(契約後提案) <input type="radio"/> フィールド提供型 <input type="radio"/> テーマ設定型(技術公募)				
工事期間	~	新技術施工期間	~		
施工場所					
内容					

				自然環境(騒音、振動、水質等)	
施工上で重大な障害や問題が生じましたか。	無有	障害の内容		作業環境	陸上作業 地下作業 高所作業 水上作業 水中作業
活用理由	項目	活用理由の該当項目にチェック	コメント		
	経済性				
	工程				
	品質・出来形				
	安全性				
	施工性				
	環境				
	その他0				
	その他0				

※新技術効果調査入力システムは以下から入手できます
<http://www.netis.mlit.go.jp/>

4. 施工計画書(起工測量編)の作成

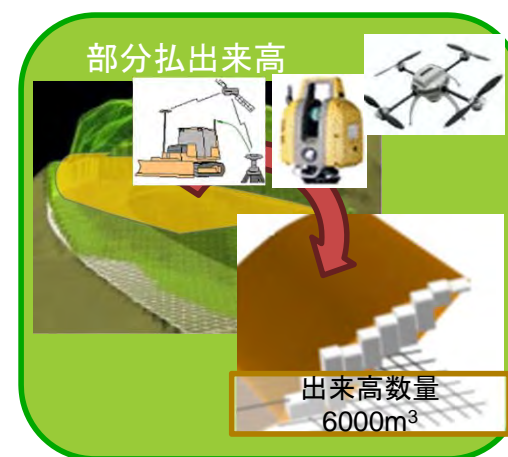
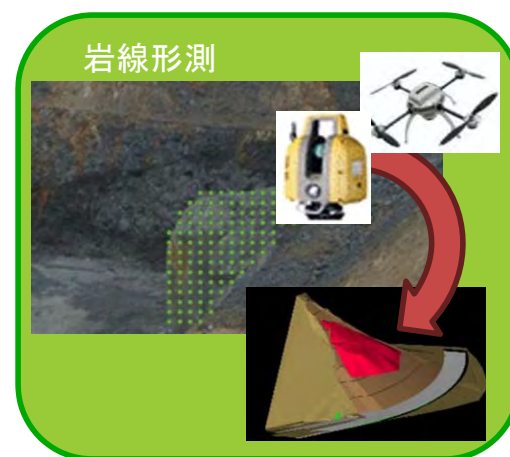
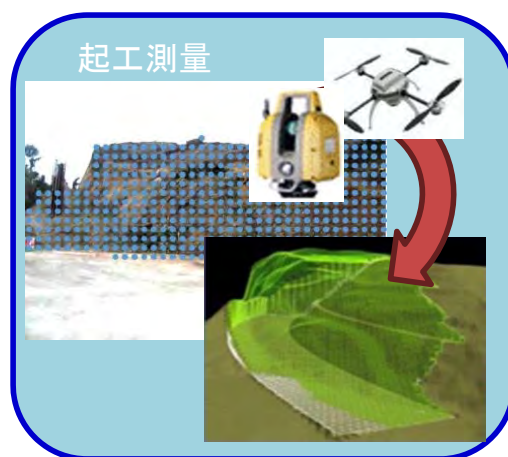
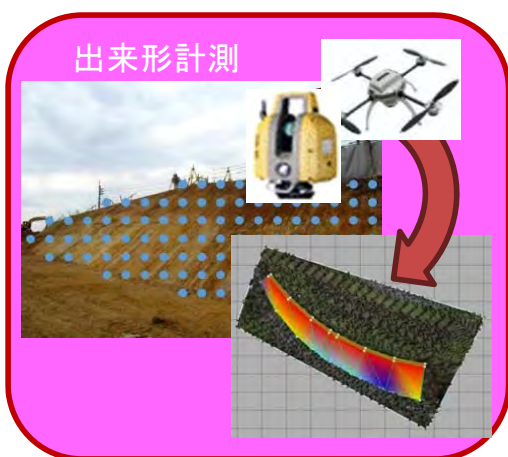
▶ 施工計画書(起工測量編)時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
(TLS, UAVレーザー, TS等光波方式, TS(ノンプリズム), RTK-GNSSによる起工測量の場合) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">精度確認試験結果報告書の作成</div>	・精度確認試験結果報告書の作成	・精度確認試験結果報告書の確認・受理
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 5px auto;">施工計画書(起工測量編)の作成</div>	・施工計画書(起工測量編)の作成	・施工計画書(起工測量編)の確認・受理

- ▶ 起工測量にTLS、TS等光波方式、TS(ノンプリズム)、UAVレーザー、RTK-GNSSを使う場合、**受注者は精度確認試験結果報告書を提出**します。**監督職員はその内容を確認**します。
- ▶ 起工測量にUAVを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAV及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、撮影計画(空中写真の撮影コース及び重複度等)が記載された**施工計画書を受注者は提出**します。**監督職員はその内容を確認**します。
- ▶ 起工測量にTLSやTS等光波方式、TS(ノンプリズム方式)、UAVレーザー、RTK-GNSSを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(TLSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載された**施工計画書を受注者は提出**します。**監督職員はその内容を確認**します。
- ▶ 起工測量にUAVレーザーを使う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAVレーザー本体の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、飛行計画(飛行経路、飛行高度、サイドラップ率、計測密度、有効計測角等)が記載された**施工計画書を受注者は提出**します。**監督職員はその内容を確認**します。
- ▶ 施工計画書には、使用するシステムの機能および精度が要領に準拠していることを確認できる資料(メーカーカタログ等)を添付します。

利用場面ごとに要求される計測精度が異なる。

工種別	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ) ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	±5cm以内	1cm/画素以内	±20mm以内	精度確認試験の 測定距離以内 精度確認試験は、当該現場での計測最大距離において、10m以上離れた2つの評価点の点間距離の測定精度で評価する。	1点以上/1m ² (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01m ² (10cm×10cm)にて実施
起工測量	±10cm以内	2cm/画素以内	±100mm以内		1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	±10cm以内	2cm/画素以内	±100mm以内		1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	±20cm以内	3cm/画素以内	±200mm以内		1点以上/0.25m ² (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定



〔 〕部の画素寸法は、「UAV出来形要領」3-1起工測量(P25)の『地上画素寸法は、別途定める「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」を参考に要求精度が0.1mであることを踏まえて適宜設定する。』を受け、「①UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」第57条 撮影計画 運用基準 より引用しています。

▶ 施工計画書(起工測量編)の記載事項

1) 適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。

2) 適用範囲

3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

3) 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。

また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

4) 使用機器・ソフトウェア

UAV及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5) 撮影計画

空中写真測量の撮影コース及び重複度等を記載する。

空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)を参照

4-1. 施工計画書 -UAVによる場合-

UAVを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(UAV及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、撮影計画(空中写真の撮影コース及び重複度等)を記載します。

機器構成、仕様確認時の留意点

- ▶ 機器構成
 - ▶ UAV
 - ▶ 「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」(航空局HP)の許可要件に準じた**飛行マニュアル**が施工計画書の添付資料として提出されます。
 - ▶ UAVの保守点検記録が添付されます。
 - ▶ デジタルカメラ
 - ▶ **計測性能及び計測精度**が下記と同等以上で、適切な点検管理が行われていることを示す書類が添付されます。

・計測性能: 地上画素寸法が**10mm/画素以内**
 ・測定精度: **±50mm以内** ...精度確認試験を行う
 ・撮影方法: インターバル撮影または遠隔でシャッター操作が出来る

この性能のカメラがあれば、各段階で利用可能。
 起工測量では、**20mm/画素以内**でよいため飛行高度をあげたり、記録画素数を下げることが可能。

- ▶ ソフトウェア
 - ▶ **出来形管理要領に対応**する機能を有するソフトウェアであることを示す**メーカーカタログ**あるいはソフトウェア仕様書が施工計画書に添付されます。

添付書類

UAV	飛行マニュアル 保守点検記録(製造元の点検(1回/年以上))
デジタルカメラ	必要に応じて(メーカー推奨の定期点検等)
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

カタログ(例)

デジタルカメラのカタログ

一般仕様	
型式	フラッシュ内蔵レンズ交換式デジタルカメラ
使用レンズ	〇〇レンズ
撮像部	
撮像素子	CMOSセンサー
カメラ有効画素数	約2430万画素
総画素数	約2470万画素
静止画記録	
画像ファイル形式	JPEG、RAW
記録画素数	6000 x 4000(2400万画素)
画質モード	RAW、JPEGファイン、JPEGスタンダード

チェックポイント



計測性能

計測性能は、UAV を用いた公共測量マニュアルを踏まえ、以下の様になる。
 起工測量時 : 20mm/画素以内 精度±100mm以内
 岩線計測時 : 20mm/画素以内 精度±100mm以内
 部分払い用出来形計測時 : 30mm/画素以内 精度±200mm以内
 出来形計測時 : 10mm/画素以内 精度±50mm以内

※地上画素寸法の確認方法、各段階における計測精度は、本資料の参考(次ページ)をご確認下さい。

- 地上画素寸法の確認方法の例

- 使用するカメラ デジタル一眼レフ / レンズ 焦点距離16mm

飛行高度 H=50mの場合

$$L = 50\text{m}/16\text{mm} \times (2430/2470 \times 23.5\text{mm}) = 72.248\text{m} / 6030\text{画素} = 12.0\text{mm} > 10\text{mm} \text{ OUT}$$

$$W = 50\text{m}/16\text{mm} \times (2430/2470 \times 15.6\text{mm}) = 47.960\text{m} / 4030\text{画素} = 11.9\text{mm} > 10\text{mm} \text{ OUT}$$

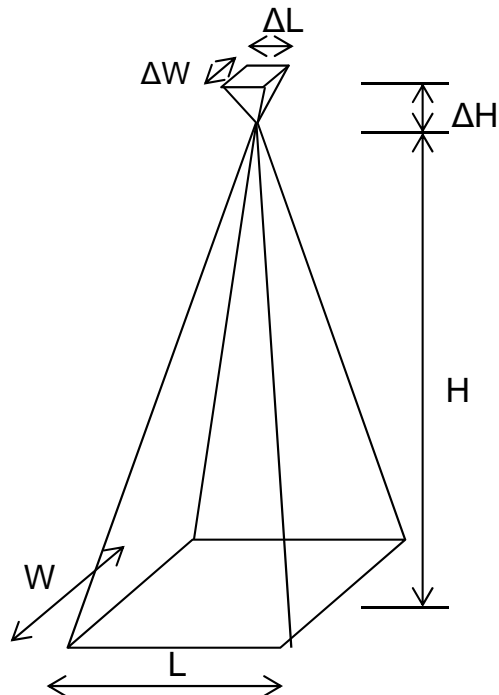
この様な事項を、
施工計画書へ記載

- 使用するカメラ デジタル一眼レフ / レンズ 焦点距離24mm

飛行高度 H=50mの場合

$$L = 50\text{m}/24\text{mm} \times (2430/2470 \times 23.5\text{mm}) = 48.165\text{m} / 6030\text{画素} = 8.0\text{mm} < 10\text{mm} \text{ OK}$$

$$W = 50\text{m}/24\text{mm} \times (2430/2470 \times 15.6\text{mm}) = 31.973\text{m} / 4030\text{画素} = 7.9\text{mm} < 10\text{mm} \text{ OK}$$



カメラカタログ(例)

撮影素子寸法	23.5mm × 15.6mm
カメラ有効画素数	約2430万画素 6030 × 4030 = 2430万画素
総画素数	約2470万画素

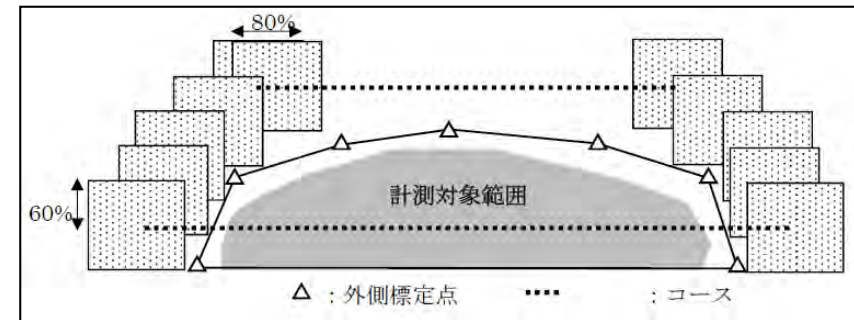
撮影計画の留意点

- ▶ 空中写真測量の撮影コース及び重複度等の記載の有無を**確認**します。
- ▶ 起工測量に利用するUAVについては、以下の項目に留意し、撮影計画を作成し、施工計画書に添付されているか**確認**します。

- ① 所定のラップ率、地上解像度が確保できる飛行経路及び飛行高度の算出結果を記載する。なお、所定のラップ率については、進行方向のラップ率**90%以上**であることを示す飛行計画、または、飛行後に進行方向ラップ率**80%以上**を確認するための確認方法、**いずれかを記載**すること。
- ② 算出に使用するソフトウェアの名称を記載する。
- ③ 標定点の外観及び設置位置、標定点位置の測定方法を示した設置計画を記載する。
- ④ 同一コースは、直線かつ等高度の撮影となるようした計画を記載する。
- ⑤ 撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低1モデル(2枚の空中写真の組み合わせ)以上設定した計画を記載する。
- ⑥ 対地高度は、50m程度を標準とし、地上画素寸法(出来形計測時10mm/画素以内)(起工測量、岩線計測時20mm/画素以内)(部分払い出来高計測時30mm/画素以内)を確保出来ることを、使用するカメラの素子寸法及び画面距離から求めるものとし、撮影高度は、対地高度に撮影区域内の撮影基準面高を加えたものとした計画を記載する。

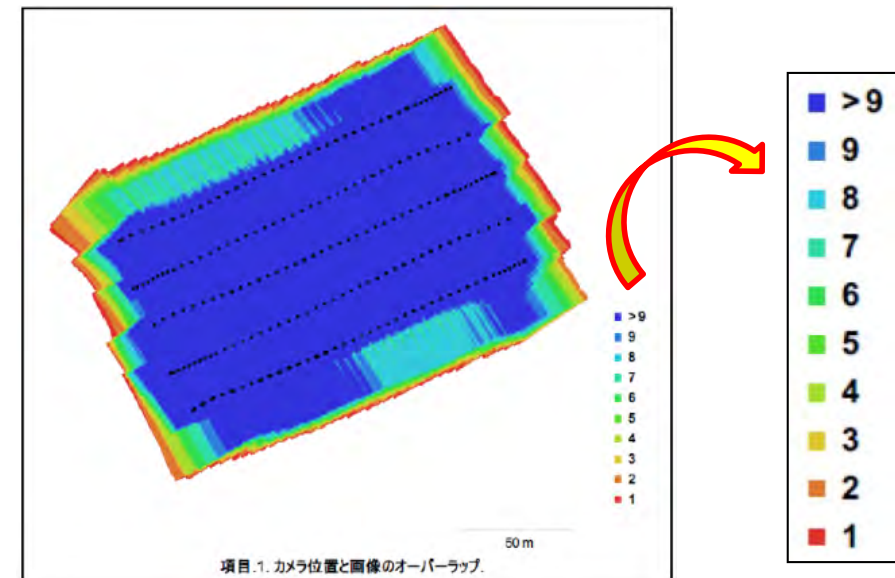
空中写真の重複度

- 空中写真の重複度は、同一コース内の隣接空中写真間で実際のラップ率を確認しない場合は90%以上、確認する場合は80%以上とし、隣接コースの空中写真間で60%以上と規定されています。



撮影する写真のイメージ(撮影後に実際の写真重複度を確認できる場合)

- **実際のラップ率値**とは、撮影された写真から求められたラップ率のことで、確認方法は、例えばソフトウェアのレポートとして、**計測対象範囲のモデル化に利用されている写真のラップ率や、ラップした枚数で確認できる(下図の確認例)**こと等が考えられる。



写真のオーバーラップの確認例

4-2. 施工計画書 -TLSによる場合-

TLSで起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(TLSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載されます。また、精度確認試験を実施して結果報告書が作成されます。監督職員は精度確認試験を計測6ヶ月以内に実施していることを確認する。

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

出来形管理用TLS本体

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

測定精度: 計測範囲内で**±20mm以内**
 (起工測量では、±100 mm以内)
 当該現場での計測最大距離において、**10m以上**離れた
 2つの評価点の点間距離の測定精度
 利用前**6ヶ月以内に実施**する。
 色データ: 色データの取得が可能なが望ましい

ソフトウェア

- 本**出来形管理要領**に対応する機能を有するソフトウェアであることを示す**メーカーカタログ**あるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付します。

添付する書類

TLS計測精度	現場で精度確認を実施し、結果報告書を作成し添付
TLS精度管理	メーカー推奨の定期点検を実施
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

精度確認試験結果報告書(例)

取得したデータの信頼度を担保します

精度確認の対象機器 メーカー: 株式会社ABC 測定装置名称: LS420 測定装置の製造番号: R00991	写真
検証機器 (標定点を計測する測定機器) □テープ: JIS1種1級 (ガラス繊維製巻尺) ■○○製 商品名: ○○ □TS: 3級TS以上 □SS製 ○○ (2級)	写真
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	写真
精度確認方法 ■既知点の座標間距離	

①テープによる標定点の確認

計測方法: ○ 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

②LSによる確認

	X	Y	Z	点間距離
1点目	44944.700	-11987.621	17.870	17.071m
2点目	44960.775	-11993.355	17.502	

③差の確認 (測定精度)
 レーザスキャナー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)

カタログ(例)

ソフトウェアのカタログ

レーザースキャナーを用いた出来形管理ソフトウェア

LS MASTER



LSを用いた出来形管理要領(土工編)に対応しています。

TS(ノンプリズム)を使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(TSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載されます。

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

■ TS本体

- ✓ 計測性能及び精度管理が下記と同等以上で、適切な点検管理が行われていることを示す書類が添付されます。

チェックポイント

- ・計測性能: 計測範囲内で平面精度±20mm、鉛直精度±20mm以内
- ・精度管理: 校正証明書あるいは検査成績書により、適正な精度管理(有効期限内)であることが明記されている資料

■ ソフトウェア

- ✓ 3次元データ計測技術に関する取扱いに対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付されます。

添付する書類

TS計測精度	利用前6ヶ月以内に現場で精度確認を実施し、結果報告書を作成し添付
TS精度管理	校正証明書あるいは検査成績書を実施して添付
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

精度確認試験結果報告書(例)

③ 差の確認(測定精度)
TS(ノンプリズム方式)による計測結果(X,Y,Z)
— 真値の計測結果(X,Y,Z)

既知点の座標間較差			
	Δ X	Δ Y	Δ Z
1. 点目	0.009	0.010	0.011
2. 点目	0.015	0.014	0.013

X成分(最大) = 0.015m (1.5cm) 以内; 合格(基準値±2cm以内)
Y成分(最大) = 0.014m (1.4cm) 以内; 合格(基準値±2cm以内)
Z成分(最大) = 0.013m (1.5cm) 以内; 合格(基準値±2cm以内)

カタログ(例)

TS(ノンプリズム方式)を用いた
出来形管理ソフトウェア

Master TS II

3次元計測技術に関する取扱いのTS(ノンプリズム方式)に対応しています

4-4. 施工計画書 -TS等光波方式による場合-

TS等光波方式を使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(TSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)が記載されます。

機器構成、仕様確認時の留意点

▶ 機器構成

■ TS本体

- ✓ 国土地理院認定3級以上の機種を利用する場合は計測精度確認は省略できます。
- ✓ 計測性能および精度管理の根拠となる書類が添付されます。

チェックポイント

- ・計測性能:カタログ等で国土地理院の認定機種であることが明記されている資料
- ・精度管理:校正証明書あるいは検査成績書により、適正な精度管理(有効期限内)であることが明記されている資料

添付する書類

TS計測精度	国土地理院の認定機種であることが明記されている資料
TS精度管理	校正証明書あるいは検査成績書を実施して添付
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

カタログ(例)



■ ソフトウェア

- ✓ 3次元データ計測技術に関する取扱いに対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付されます。

RTK-GNSSを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア（RTK-GNSSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア）が記載されます。

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

RTK-GNSS本体

- ✓ 国土地理院の定める1級(2周波)と同等以上の性能を有する機器を利用します。
- ✓ 計測性能及び精度管理が下記と同等以上で、適切な点検管理が行われていることを示す書類が添付されます。

チェックポイント

- ・計測性能:カタログ等で国土地理院の認定機種であることが明記されている資料
- ・精度管理:校正証明書あるいは検査成績書により、適正な精度管理(有効期限内)であることが明記されている資料

ソフトウェア

- ✓ 3次元データ計測技術に関する取扱いに対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付されます。

添付する書類

RTK-GNSS計測精度	・国土地理院の認定機種であることが明記されている資料
RTK-GNSS精度管理	校正証明書あるいは検査成績書を実施して添付もしくは現場で精度確認を実施し、結果報告書を添付
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

カタログ(例)

GNSSの型式		A機種
	スタティック(短縮スタティック含む)	水平 ±(3mm+0.5ppm×D) m.s.e. 垂直 ±(5mm+0.5ppm×D) m.s.e.
精度	リアルタイムキネマティック (Real Time Kinematic/RTK)	水平 ±(10mm+1.0ppm×D) m.s.e. 垂直 ±(15mm+1.0ppm×D) m.s.e.
最小解析値		0.5mm
防塵仕様		...
...		...
国土地理院登録		1級GPS受信機
備考		



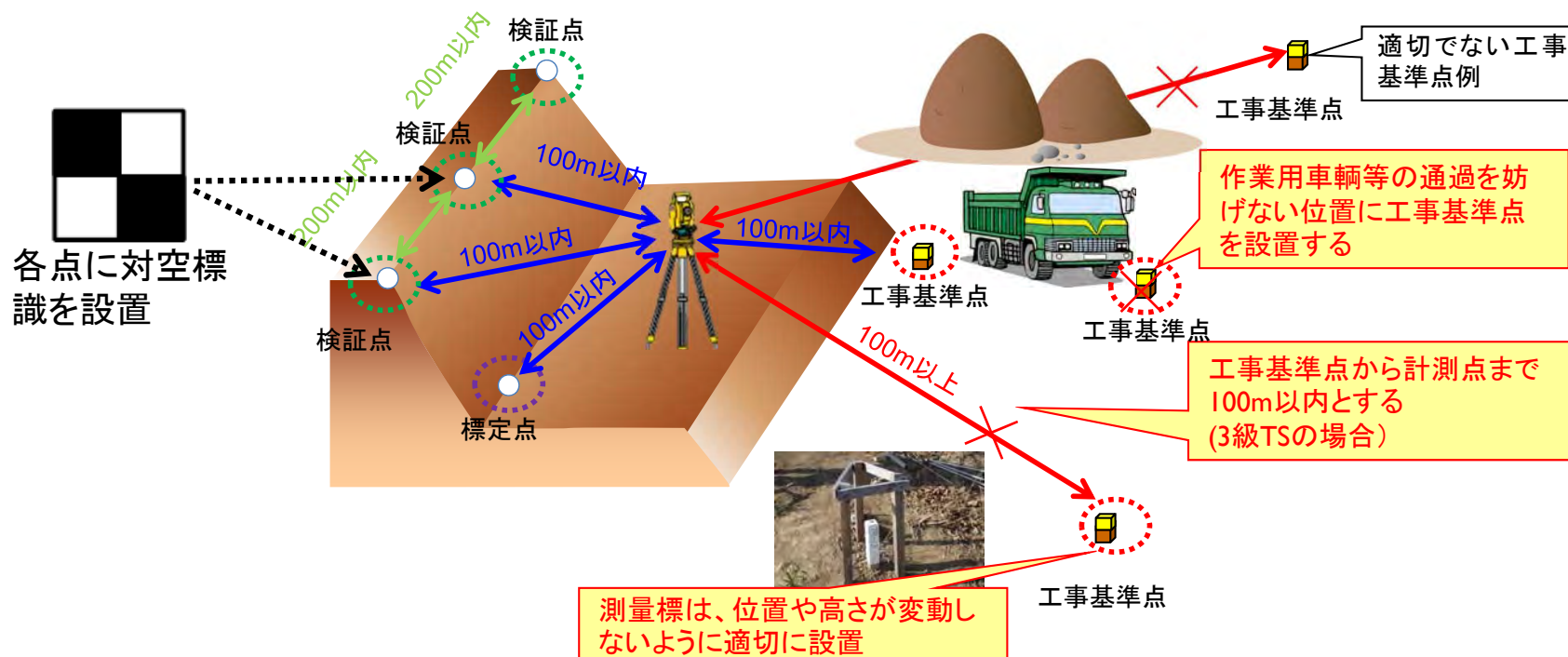
5. 工事基準点の設置

▶ 工事基準点設置時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
		・基準点等の指示
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">工事基準点の設置</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・既設の基準点の検測 ・工事基準点の設置 ・標定点・検証点または調整用基準点の設置 	
(GNSSローバーを使用する場合) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;">GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の受理・確認

- ▶ UAVやTLS等の3次元計測技術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、工事基準点の精度確保が重要です。
- ▶ 3次元計測技術を用いた出来形管理では、出来形計測が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おくことが有効です。
- ▶ 標定点等を計測する場合において、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)についての制限は、3級TSを利用する場合は100m以内(2級TSは150m)です。
- ▶ GNSSローバーの精度確認試験は、出来形計測以外(起工測量、岩線計測、部分払出来高)でGNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置する場合に必要です。

工事基準点の設置時の留意点



※ 標定点・検証点の設置にGNSS測量を行う場合には、距離の考慮は不要。

- ・UAV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
- (3) TSの設置位置から検証点までの距離

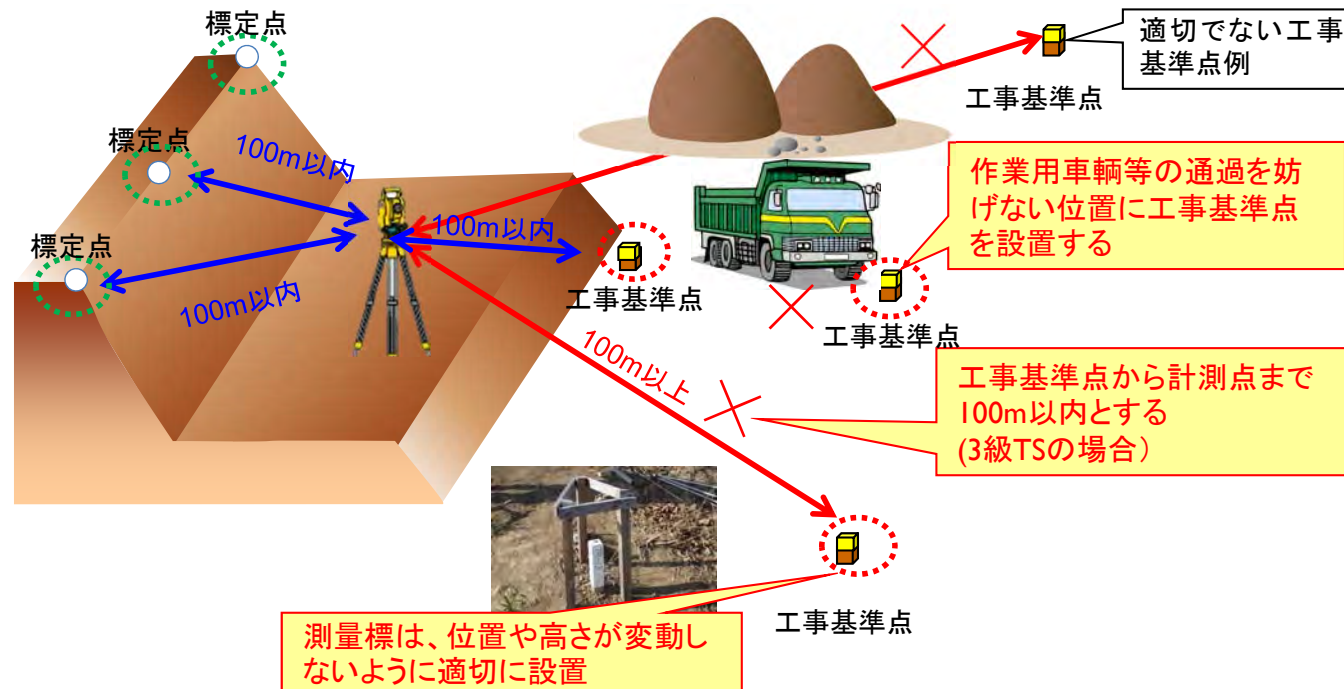
留意点

UAV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。

- ・検証点は、既設の基準点や工事基準点を用いることができます。
- ・検証点は、標定点と兼ねることはできません。

工事基準点の設置時の留意点

- ※ TLSは機種により、計測可能距離が、100m～1000mまで差があります。
- ※ 標定点は、複数回の計測結果を合成する際に標定点が必要な場合に用います。
- ※ 後方交会法による位置決め機能を有する場合には、標定点は不要です。ターゲットは、工事基準点に設置する。
- ※ **使用予定のTLSを考慮して、工事基準点を設置すること**



・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

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。

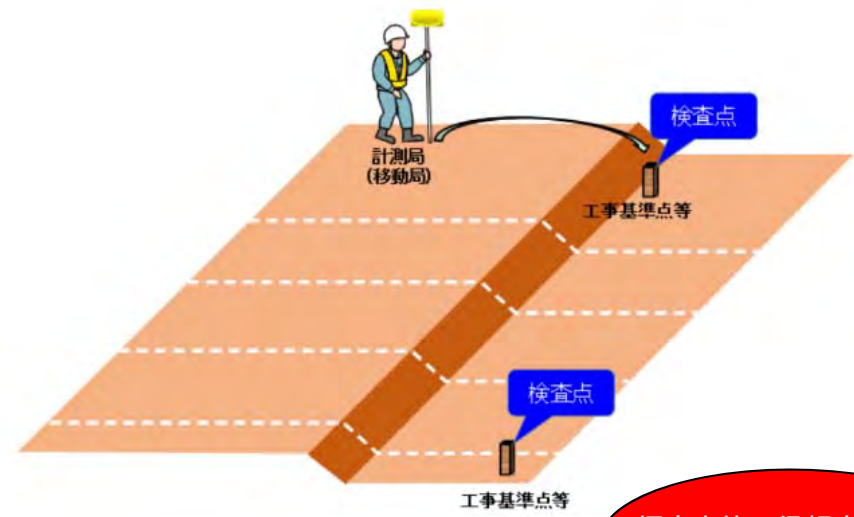
留意点

・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ます。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します。

GNSS精度確認試験の留意点

GNSSの計測精度が測量全体の精度に影響するため、現場に設置した2箇所の既知点を使用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点の座標と既知点座標を比較し精度点検を行う。

【測定精度】
 平面座標 ±20mm以内
 標高差 ±30mm以内



標定点等の信頼度を担保します

- ▶ 実施時期
 - ▶ 利用までに精度確認試験を行い、実施結果を提出します。
- ▶ 実施方法
 - ▶ 現場内の2箇所以上の既知点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点の座標を計測します。
- ▶ 検査点の設置
 - ▶ 真値となる座標値は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を利用します。
- ▶ 評価基準
 - ▶ GNSSによる計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認します。

精度確認試験結果報告書

計測実施日：平成21年
 機種の有無・試験者および検査管理職名：(株)

精度確認の対象機器	写真
メーカー： 西ABC社	
測定装置名称： GNSS0000	
測定装置の製造番号： 1000001	

検出機器(真値を計測する測定機器)	写真
目尺： 3m以上	
<input type="checkbox"/> 機種名(個別記載)	

測定日時：平成21年2月18日
 測定条件：天候 晴れ
 気温 8℃
 測定場所：(株)〇〇測量
 現場にて

精度確認方法
 既知点の各座標の取得

精度確認試験結果 (詳細)

① 測量

計測方法：既知点による座標値計測

高精度する既知点の位置座標			
	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11992.665	17.020
2点目	44060.797	-11993.368	17.830

② GNSSによる計測結果

既知点またはネットワーク既知点で測定した既知点座標

	X	Y	Z
1点目	44045.789	-11992.664	17.620
2点目	44060.728	-11993.368	17.821

③ 差の確認(測定精度)

GNSSによる計測結果 (X', Y', Z') - 真値とする既知点の既知座標 (X, Y, Z)

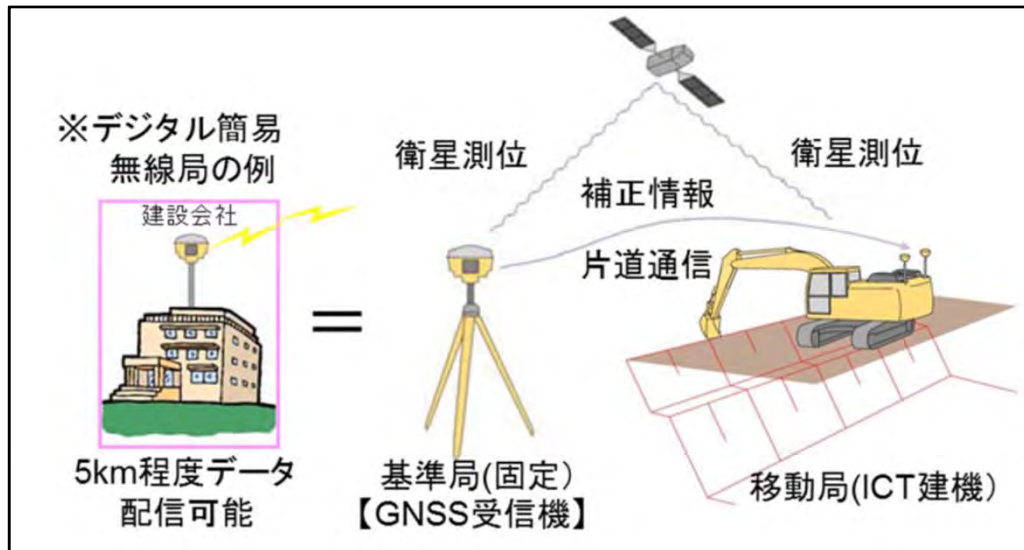
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	-0.020	-0.011	-0.620
2点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分(最大) = -0.020m (-2.0mm) ; 合格(基準値±2.0mm以内)
 Y成分(最大) = -0.011m (-1.1mm) ; 合格(基準値±2.0mm以内)
 Z成分(最大) = -0.020m (-2.0mm) ; 合格(基準値±3.0mm以内)

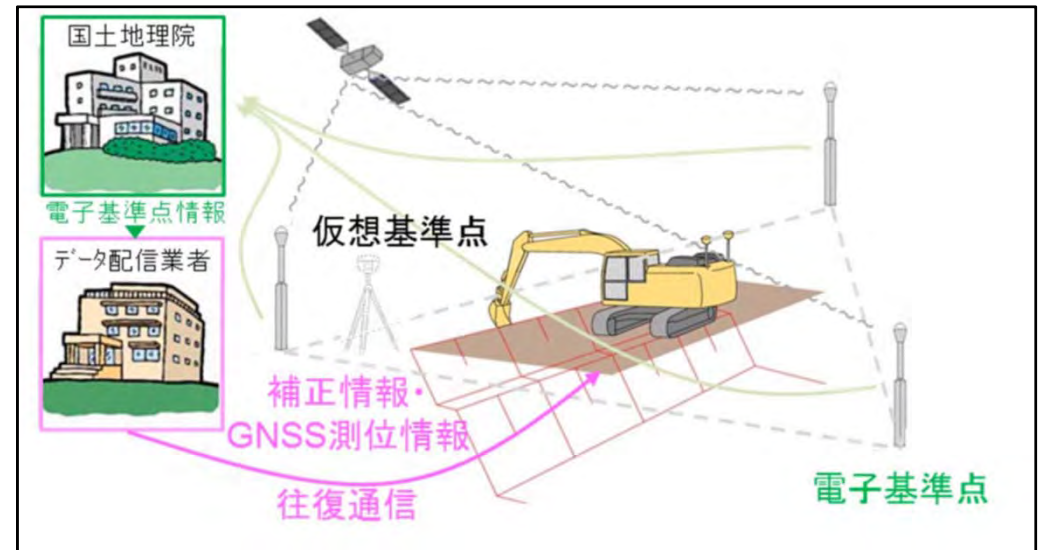
GNSS設置時の留意点

- ▶ 基準局とは、RTK-GNSSの基準局、または高さ補完装置としての基準局とする

- ・GNSS基地局は工事基準点上に設置すること。
- ・任意の未地点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法のように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの場合はこの限りではない。



【RTK-GNSSの場合】

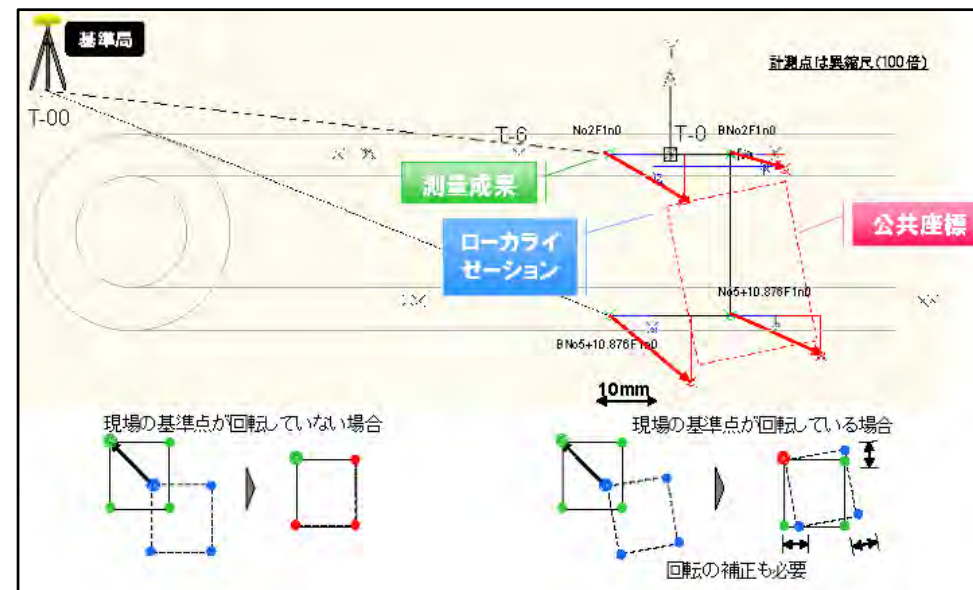


【ネットワーク型RTK-GNSSの場合RTK-GNSSの場合】

- ・出来型計測点効率的に取得できる一に基準局を設置すること。
(例:無線通信が障害物に阻害されにくい高台、基準局のカバーエリアを十分利用できる工区中央)
- ・工事基準点は、3次元設計データや基本設計データに登録されている点を用いること。
- ・基準局及び移動局は傾きがないように確実に設置すること。
- ・設定時に単純な誤りを犯すことが多いので注意すること。
- ・上空の遮蔽物やビル等による反射波(マルチパス)の影響に注意すること。
- ・別途高さ補完機能を有するメーカーの保証する条件に従って行うこと。

ローカライゼーションの留意点

- ▶ GNSS座標系を現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行います。
- ▶ ローカライゼーションとは、GNSS座標系を現場座標系に変換すること。ローカライゼーションを実施することで、GNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、以降はGNSS座標の計測値より自動的に現場座標の計測値が得られる。



【ローカライゼーションのイメージ】

- ・出来形値(幅、法長)は2点間の相対距離で求まるが、出来形値(標高)は現場座標系で行う必要がある。また、RTK-GNSS測量機器の導入効果を得るために、丁張り設置など日々の位置出し作業等でも活用する観点からも、座標系のズレがある場合はローカライゼーションを行う。
- ・ローカライゼーションは、工事基準点の計測・登録した際の計測誤差の影響を受けることになる。そのためローカライゼーションは、計測精度を確保できた条件で行う必要がある。よって、DOP値※が小さい状態で、通常の計測時間である10秒間よりも長時間の計測を行う事が望まれる。

ワンポイント

DOP値とは、衛星の配信状態を指標化したもの。値が小さいほど測位精度が高い。出来形管理の場合は「高さ」に高い精度が求められることから、垂直成分だけ指標化したVDOPを参考にする。一般的には3.0以下は良好な値である。

- ・HDOP: 水平成分だけを指標化したもの
- ・VDOP: 垂直成分だけを指標化したもの
- ・PDOP: それらを合成したもの

6. 測量成果簿の作成

▶ 測量成果簿時の作成の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 起工測量 測量成果簿の作成 起工測量の成果品の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・現況地盤の確認 ・施工量の算出 ・3次元起工測量の成果品の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・測量成果簿の受理・確認 工事基準点の精度管理状況の確認 工事基準点の配置状況の確認 ・起工測量の成果品の受理・確認
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> カメラキャリブレーション及び 精度確認試験結果報告書の 作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書の受理・確認

- ▶ 受注者は**工事基準点の測量、設置に係わる資料(測量成果と配置状況)**を提出します。監督職員はその**内容を確認**します。
- ▶ 受注者から**3次元起工測量の成果品**を提出します。監督職員はその**内容を確認**します。
- ▶ UAVによる出来形管理の場合には、受注者が**カメラキャリブレーション**(事前使用デジタルカメラをいて、撮影画像の歪み量、レンズ中心位置等のパラメータを把握する作業)及び**精度確認試験結果報告書**を作成し提出します。監督職員はその**内容を確認**します。

ワンポイント

・カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書の作成は、**UAV空中写真測量で計測した都度**に作成し、その都度提出します。

面的な地形測量時の留意点

- ▶ 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測量が可能な従UAVやTLS等の3次元計測技術を用いて実施されます。
- ▶ 測定精度は、100mm以内(TS(ノンプリズム)は± 20mm以内、RTK-GNSSは±30mm以内)
- ▶ 計測密度はいずれの3次元計測技術とも0.25㎡(0.5m×0.5mメッシュ)あたり1点以上(UAVレーザーは1㎡(1m×1m)あたり4点以上)とします。

ワンポイント

・設計照査のために、伐採後に地形測量を実施します。

面的な地形測量の計測データ作成時の留意点

- ▶ 自動でTINを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更が可能です。
- ▶ 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、TINで補完することができます。

ワンポイント

・UAVやTLS等で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される起工測量計測データが作成されます。

6-2. UAV空中写真による場合

UAVによる出来形管理を行う場合

カメラキャリブレーションおよび精度確認試験の留意点

現場における空中写真測量(UAV)の測定精度を確認するために、現場に設置した**2箇所**の既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行われます。

【測定精度】

各座標値の較差±50mm以内

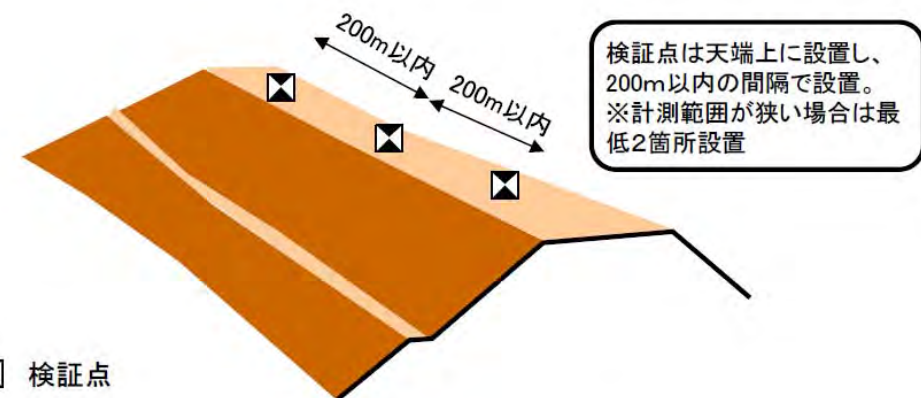
取得したデータの信頼度を担保します

平成 年 月 日	
工事名:	
受注会社名:	
作成者:	印

カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書	
・カメラキャリブレーションの実施記録	
カメラキャリブレーション実施年月	平成 年 月 日
実施年月	
作業実施名	
実施担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー: (製造メーカー名) 測定装置名称: (製品名、機種名) 測定装置の製造番号: (製造番号)
・精度確認試験結果(概要)	
精度確認試験実施年月	平成 年 月 日
作業実施名	
実施担当者	
測定条件	天候: 晴れ 気温: 8℃
測定場所	(※) UAV測量 ○○工事現場
検証機器(検証点を計測する測定機器)	TS: 3級TS以上 □機種名(個別記載)
精度確認方法	検証点の各座標の較差

・精度確認試験結果(詳細)			
①真値とする検証点の確認			
計測方法: 既知点orTSによる座標値計測			
真値とする検証点の位置座標			
	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.655	17.890
2点目	44060.797	-11993.300	17.530
②空中写真測量(UAV)による計測結果			
空中写真測量(UAV)で測定した検証点の位置座標			
	X'	Y'	Z'
1点目	44044.700	-11987.644	17.870
2点目	44060.778	-11993.385	17.521
③差の確認(測定精度)			
空中写真測量による計測結果(X',Y',Z') - 真値とする検証点の座標値(X,Y,Z)			
検証点の座標間較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	-0.020	-0.011	-0.020
2点目	-0.019	-0.005	-0.009
X成分(最大) = -0.020m (-20mm) 以内; 合格(基準値50mm以内)			
Y成分(最大) = -0.011m (-11mm) 以内; 合格(基準値50mm以内)			
Z成分(最大) = -0.020m (-20mm) 以内; 合格(基準値50mm以内)			

- ▶ 実施時期
 - ▶ 写真測量ソフトウェアから計測点データを算出する際に実施する。
 - ▶ **本精度確認は空中写真測量(UAV)により計測ごと行う。**
- ▶ 実施方法
 - ▶ 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標を計測する。
- ▶ 検証点の設置
 - ▶ 真値となる座標は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。
- ▶ 評価基準
 - ▶ 空中写真による計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が**適正であることを確認**する。



検証点は天端上に設置し、200m以内の間隔で設置。
※計測範囲が狭い場合は最低2箇所設置

■ 検証点

精度確認試験の配置イメージ図

空中写真測量の実施時の留意点

①撮影飛行

空中写真測量(UAV)による計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できません。このため、可能な限り地形面が露出している状況での計測を行います。また、**以下の条件では適正な計測が行えない**ので十分気をつけて下さい。

- 強風や突風の恐れのある気象条件
- 写真が鮮明に撮れないなど暗い場合
- 日差しが強く影部が鮮明に撮れない場合
- 草や木などで地面が覆われている場合

→ 植生が繁茂して空中写真に地面が写らない場所では、取得する標高データが不足します。

②自動航行を行わない場合の留意点

自動航行を行わない場合の計測精度を確保するための所定の条件は以下を標準とします。

- 同一コースは、直線かつ等高線の撮影となるように飛行します。
- 撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低1モデル(2枚の空中写真の組み合わせ)以上形成できるように飛行します。

ワンポイント

・空中写真測量の実施にあたっては、航空法に基づく「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた飛行マニュアルを作成し、マニュアルに沿って安全に留意して行います。

6-2. UAV空中写真による場合

計測点群データの作成時の留意点

①写真測量ソフトウェアに関する留意事項

- カメラキャリブレーションの結果は、計測精度に影響を与えるため、留意します。
- UAVの飛行ログデータを使用したデータ処理が行える場合は、利用することもできます。

②点群処理ソフトウェアに関する留意事項

- 処理する3次元座標は、出来形管理結果に影響するため、不要点除去時には留意します。

ワンポイント

・UAVにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェアに読み込み、地形や地物の座標値を算出し、算出した地形の3次元座標の点群から不要点等を除去し、3次元の計測点群データを作成します。

精度確認時の留意点

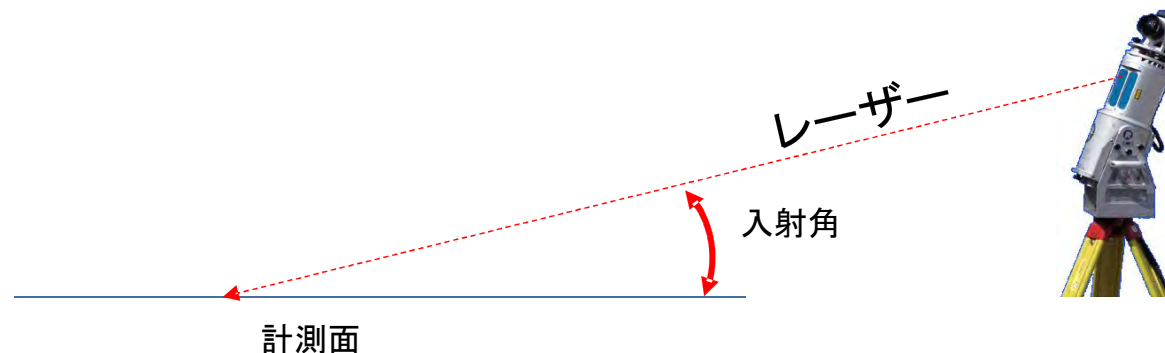
精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェアでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施します。

ワンポイント

・UAVにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェアに読み込み、地形や地物の座標値を算出し、算出した地形の3次元座標の点群から不要点等を除去し、3次元の計測点群データを作成します。

TLS設置時の留意点

- 出来形計測点を効率的に取得できる位置にTLSを設置します。
- TLS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します。
- TLSは、急傾斜地や軟弱地を避け、振動のない地盤上に設置します。



実証実験結果では・・・

200mで入射角が10度の場合、水平精度±20mm、高さでは±50mm程度の精度の低下が見られる。

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

ワンポイント

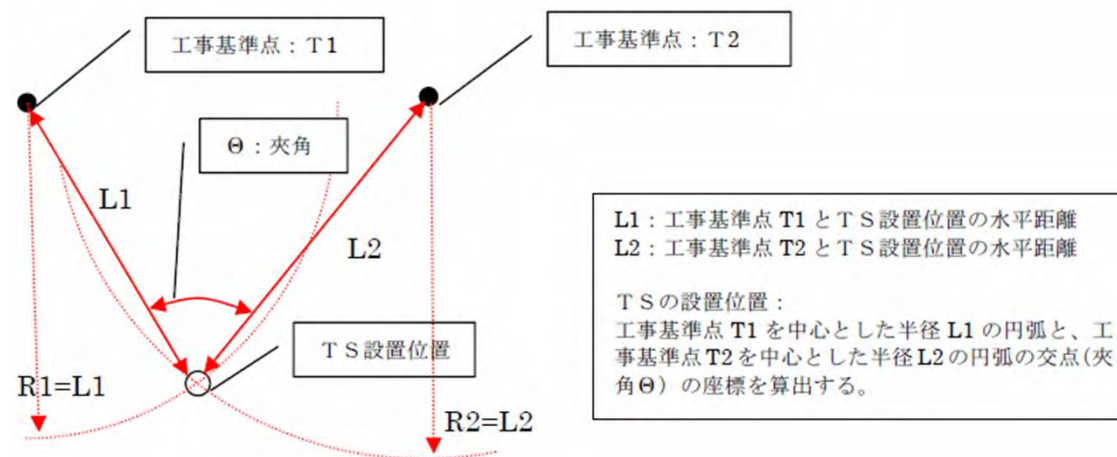
- ・計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定します。
- ・計測範囲に対してTLSの入射角が著しく低下する場合や、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定します。

標定点を使用する場合の留意点

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



LSと標定点の配置（例）



TSを使った後方交会法による位置決めの場合

ワンポイント

・TLSによる計測結果を3次元座標へ変換、あるいは複数回の計測結果を標定点を用いて合成する場合は、標定点を設置する。標定点は工事基準点からTSを用いて計測を行います。

6-3. TLSによる場合

計測時の留意点

①計測密度設定の留意点

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

②測定時の留意点

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

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

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

ワンポイント

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

TLS精度確認試験の留意点

現場におけるTLSの計測精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の既知点を使用し、既知点の距離Lを比較し精度点検を行う。

【測定精度】
 標定点間距離L±20mm以内
 (起工測量及び岩線確認に使用する場合は±10mm以内)

- ▶ 実施時期
 - ▶ 利用までに精度確認試験を行い、実施結果を提出します。(利用前6ヶ月以内)
- ▶ 実施方法
 - ▶ 計測器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2箇所以上の既知点を設置し、TLSによる計測結果から得られる既知点の点間距離を計測します。検査点は10m以上離隔を確保します。
- ▶ 検査点の設置
 - ▶ 真値となる座標値は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を利用します。
- ▶ 評価基準
 - ▶ 設置した検査点(基準点)をTSある岩テープで点間距離を計測します。精度が±20mm以下であることを確認します。

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

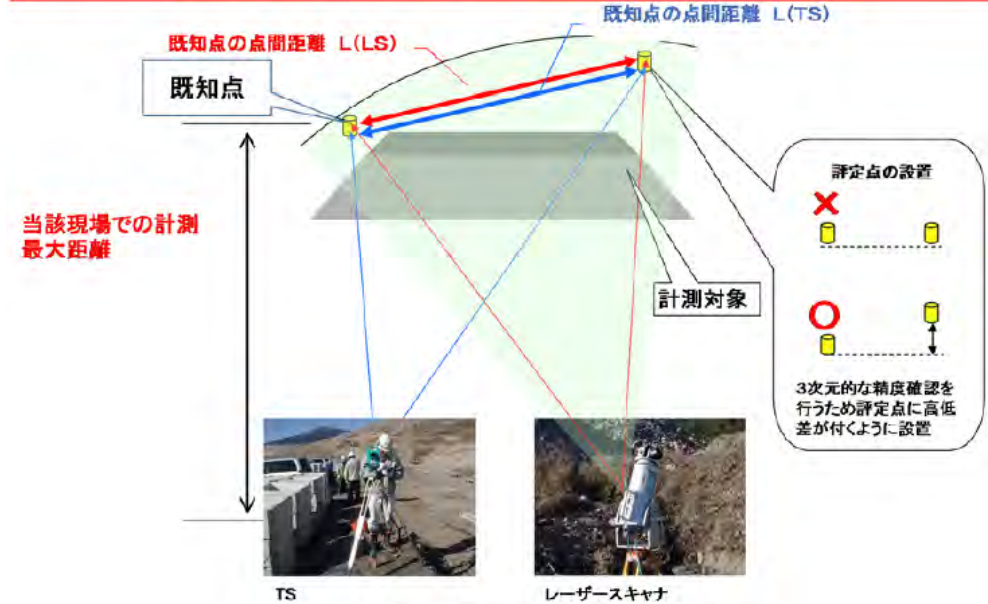


図 4-1 精度確認試験の配置イメージ図

精度確認試験結果 (詳細)

①グループによる検査点の確認

計測対象: TS or TSによる既知点距離 or TSによる既知点計測

計測結果: 17.070m

②TLSによる確認

TLSによる既知点の点間距離 (L)				
	X	Y	Z	点間距離
1.点A	4094.700	-11957.631	17.510	17.070m
2.点B	4069.775	-11963.525	17.502	

③点間の確認 (測定精度)

地上型レーザースキャナの計測結果による既知点 (L) - グループによる既知点 (L)

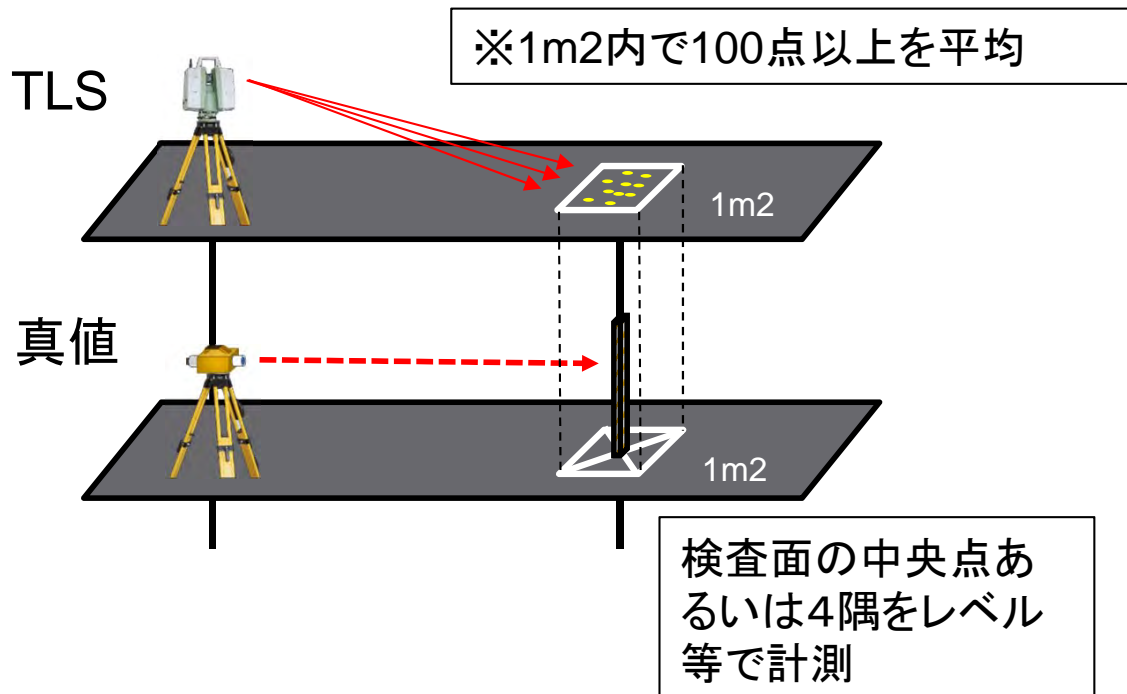
17.070m - 17.070m = 0.061m (61mm) 合格 (基準値20mm以内)

図 4-3 機器の動作状況と精度確認結果の事例

図 4-4 機器の動作状況と精度確認結果の事例

6-3. TLSによる場合(高さ精度)(舗装工事)

精度確認試験(高さ精度)(舗装工事)



TLSの精度確認試験実施手順書(案)【抜粋】

1. 実施時期
暫定案として利用前6ヶ月以内に精度確認試験を実施

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

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

測定精度

【鉛直方向】

- ・起工測量 ±20mm以内
- ・路床表面 ±20mm以内
- ・下層～上層路盤表面 ±10mm以内
- ・基層～表層表面 ±4mm以内

【平面方向】

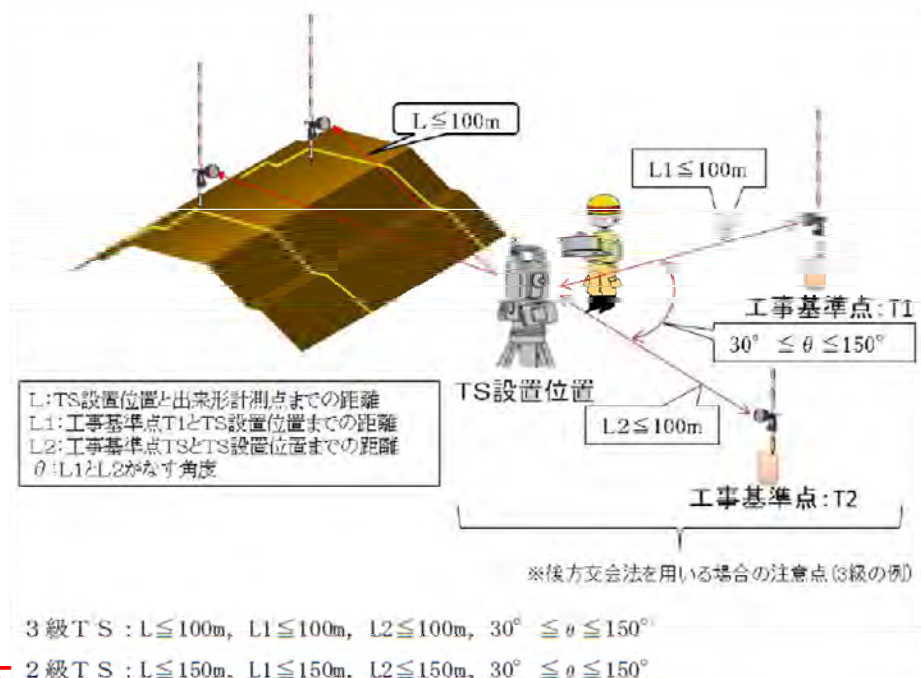
- ・起工測量～上層路盤表面 ±20mm以内
- ・基層～表層表面 ±10mm以内

TS(ノンプリズム)配置の留意点

- TS(ノンプリズム)と被計測対象の位置関係は、**被計測対象となる範囲の全てが精度確認試験で確認した最大距離以内となる範囲を設定**します。
- 1回の計測で精度確認試験以上となる範囲がある場合は、設置箇所を複数回に分けて実施します。

TS(ノンプリズム方式)の設置・計測時の留意点

- TS(ノンプリズム)が水平で計測点を効率的に取得できる位置に設置すること。
- TS(ノンプリズム)と被計測対象物ができるだけ正対したうえで工事基準点上に設置すること。
- 工事基準点上の設置によりがたい場合は、後方交会法による任意の未知点への設置を認めています。詳細は「TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)」の「出来形管理用TS(ノンプリズム方式)による出来形計測」の記載を参照すること。
- 計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
- 工事基準点は、3次元設計データに登録されている点を用いること。
- 器械高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので、注意すること。
- **TS(ノンプリズム)と工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意**すること。



後方交会法による位置決めの留意点イメージ

ワンポイント

- ・計測対象範囲に対して正対してうえで工事基準点上で計測できる位置を選定します。
- ・計測範囲に対して、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定します。

6-4. TS(ノンプリズム)による場合

計測時の留意点

①計測密度設定の留意点

- TS(ノンプリズム)と計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、出来形評価用データが、**点密度で1m 間隔以内(1 点/m² 以上)で概ね等間隔で得られるよう計測**します。

②測定時の留意点

- 可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測します。
- 以下の条件では適正な計測が行えないので、十分に注意します。
 - 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象
 - 強風などで土埃などが大量に舞っている場合
 - 草や木などで地面が覆われている場所

ワンポイント

- ・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います。
- ・出来形計測は、計測対象範囲内で1m²(1.0m×1.0mメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行います。

TS(ノンプリズム方式)精度確認試験の留意点

現場におけるTS(ノンプリズム方式)の計測精度を確認するために、現場に設置した2箇所以上の計測点を設定し、TS(プリズム方式)とTS(ノンプリズム方式)で計測した計測結果精度確認試験を行う。

【測定精度】
計測範囲内で平面精度±20mm、鉛直精度±20mm以内

- ▶ 実施時期
 - ▶ 利用までに精度確認試験を行い、実施結果を提出します。
- ▶ 実施方法
 - ▶ 計測器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設置し、TS(プリズム方式)とTS(ノンプリズム方式)の両方で3次元座標を計測します。
- ▶ 評価基準
 - ▶ TS(プリズム方式)とTS(ノンプリズム方式)で計測した計測結果を比較し、計測座標値の較差が平面座標±20mm以内、標高差が±20mm以内であることを確認します。



図-1 プリズムを視準する位置

計測精度の信頼度を担保します

国土交通省 国土院 測量課													
測量精度確認試験結果報告書													
試験実施日時: 2024年10月10日													
試験実施場所: 東京都中央区													
試験実施者: 国土院 測量課													
① 高級の計測結果 (TS(プリズム方式))	<table border="1"> <caption>高級の計測結果 (TS(プリズム方式))</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>X (mm)</th> <th>Y (mm)</th> <th>Z (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 観測点</td> <td>44000.120</td> <td>-11000.300</td> <td>17.800</td> </tr> <tr> <td>2. 目標点</td> <td>44000.100</td> <td>-11000.300</td> <td>17.800</td> </tr> </tbody> </table>	項目	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	1. 観測点	44000.120	-11000.300	17.800	2. 目標点	44000.100	-11000.300	17.800
項目	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)										
1. 観測点	44000.120	-11000.300	17.800										
2. 目標点	44000.100	-11000.300	17.800										
② 中級の計測結果 (TS(ノンプリズム方式))	<table border="1"> <caption>中級の計測結果 (TS(ノンプリズム方式))</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>X (mm)</th> <th>Y (mm)</th> <th>Z (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 観測点</td> <td>44000.120</td> <td>-11000.300</td> <td>17.800</td> </tr> <tr> <td>2. 目標点</td> <td>44000.100</td> <td>-11000.300</td> <td>17.800</td> </tr> </tbody> </table>	項目	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	1. 観測点	44000.120	-11000.300	17.800	2. 目標点	44000.100	-11000.300	17.800
項目	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)										
1. 観測点	44000.120	-11000.300	17.800										
2. 目標点	44000.100	-11000.300	17.800										
③ 低級の計測結果 (TS(ノンプリズム方式))	<table border="1"> <caption>低級の計測結果 (TS(ノンプリズム方式))</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>X (mm)</th> <th>Y (mm)</th> <th>Z (mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1. 観測点</td> <td>44000.120</td> <td>-11000.300</td> <td>17.800</td> </tr> <tr> <td>2. 目標点</td> <td>44000.100</td> <td>-11000.300</td> <td>17.800</td> </tr> </tbody> </table>	項目	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)	1. 観測点	44000.120	-11000.300	17.800	2. 目標点	44000.100	-11000.300	17.800
項目	X (mm)	Y (mm)	Z (mm)										
1. 観測点	44000.120	-11000.300	17.800										
2. 目標点	44000.100	-11000.300	17.800										

各3次元計測技術による起工測量の成果品

○成果品は、以下の構成で作成されて提出されます。

- 各3次元計測技術による起工測量計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- 各3次元計測技術による計測点群データ(CSV, LandXML等のポイントファイル)
- 工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
(標定点データは、航空写真測量(UAV)またはTLSの場合)
- 各3次元計測技術による起工測量の状況写真
(UAVは撮影した写真)
- 工事基準点及び標定点、検証点を表した網図
(標定点は航空写真測量(UAV)またはTLSの場合、検証点は航空写真測量(UAV)の場合)
- その他資料(例:使用機器の利用状況写真、飛行計画に沿って撮影したことの証明資料)等

7. 3次元設計データの作成時の実務内容

▶ 3次元設計データの作成時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
3次元設計データの作成 または修正	・3次元設計データの作成	
3次元設計データの照査	・3次元設計データの照査	
3次元設計データの成果品 作成	・3次元設計データの成果品作成	・3次元設計データの成果品の状況 の受理・確認
3次元設計データによる指示		・3次元設計データによる指示

- ▶ 受注者は3次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、設計図書・基準点設置結果及び3次元起工測量に基づき、**3次元設計データを作成し照査**します。**監督職員は受注者が照査を実施していることを確認**します。
- ▶ 3次元設計データ作成の作業量は、現場条件(施工延長、変化点等)により異なります。
- ▶ **監督職員は、3次元設計データを契約図書に位置付けるため、受注者より提出されたデータにより施工**することを指示する。

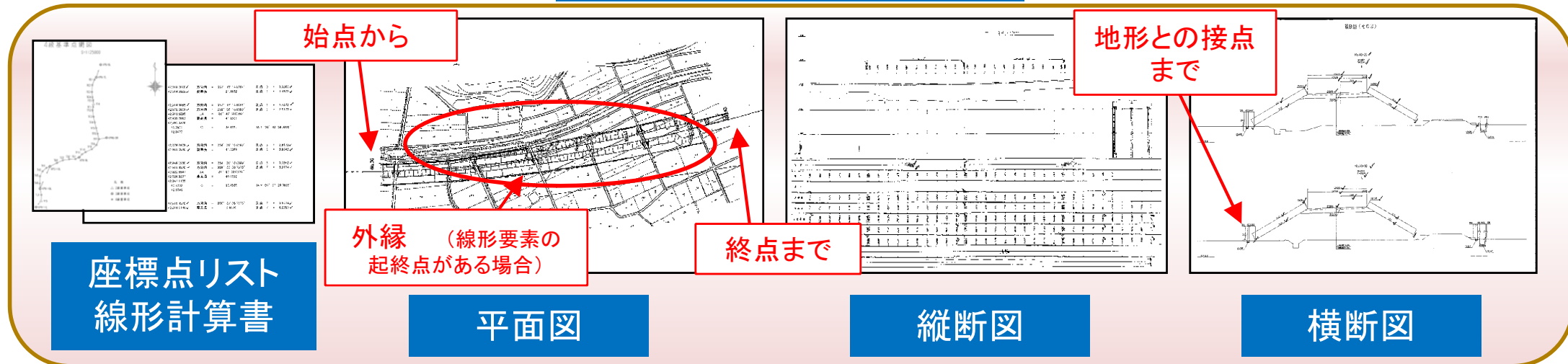
ワンポイント

・ICT活用工事(土工)実施要領では、特記仕様書に3次元データを図面に定義するよう特記仕様書記載例が追加されています。

7-1. 3次元設計データの作成

設計図書(平面図、縦断図、横断図等)や線形計算書等を基に、3次元設計データを作成する。

準備する資料



3次元設計データの要素データ作成

- 設計図書と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素を読み取って、作成する。

3次元設計データ(TIN)の作成

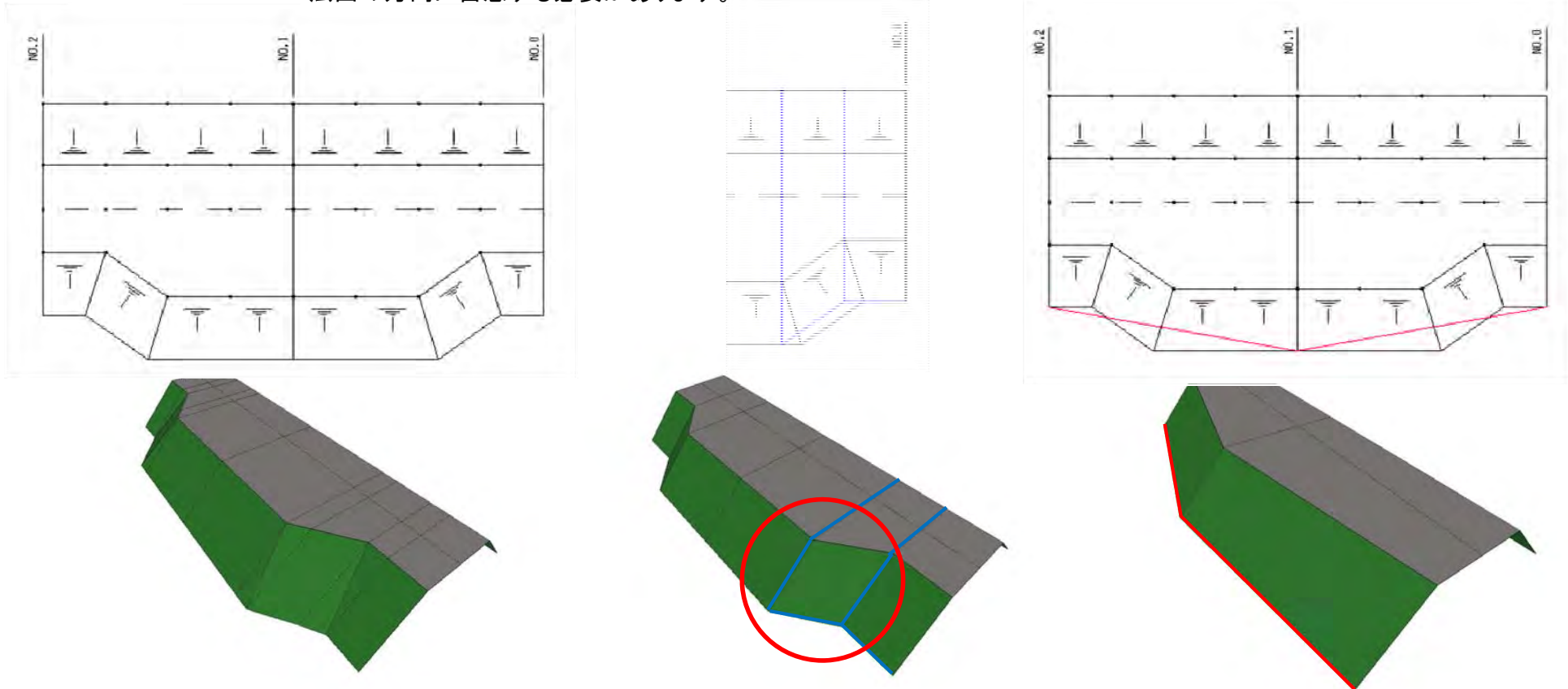
- 入力した要素データを基に面的な3次元設計データ(TIN)を作成する。
- 線形の曲線区間においては、必要に応じて横断形状を作成した後にTINを設定する。(例えば、間隔5m毎の横断形状を作成した後にTINを設定する)。

7-1. 3次元設計データの作成

- ▶ 監督職員は、設計図書が2次元図面の場合、3次元設計データ(3次元の面的なデータ)に基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示する。

発注図(平面図)

設計図書を3次元化するには、拡幅の始終点の断面(変化断面)や法面の方向に留意する必要があります。



正しい3次元設計データ

法面が平面図と異なる方向になっている

管理断面のみで3次元設計データを作成

留意点

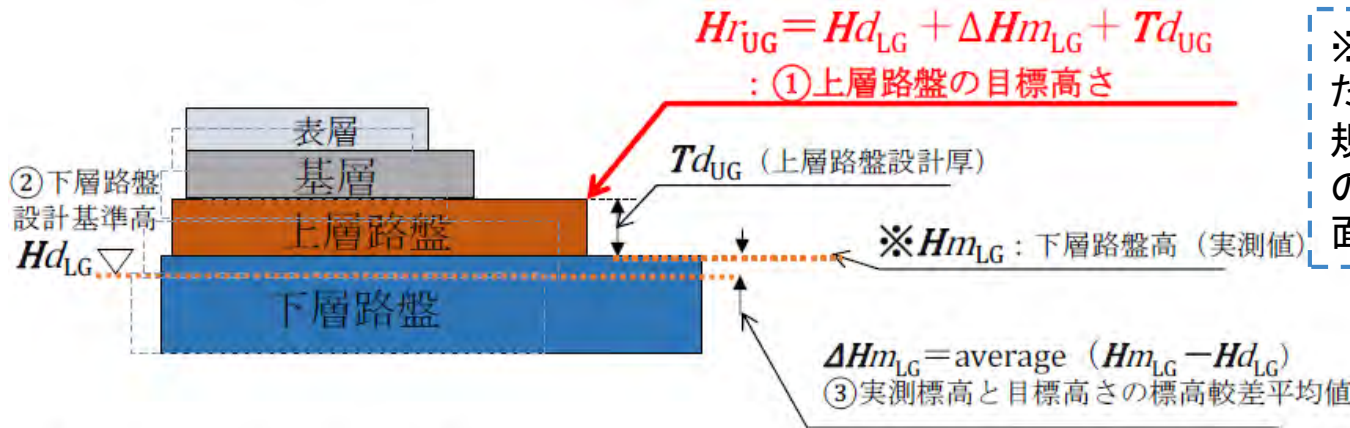
- ICT土工の適用範囲について3次元化することを指示すること。作成範囲については、施工者と協議して定めてください。
- ICT土工の適用範囲については3次元設計データが契約図書に置き換わります。
- 3次元設計データには起工測量で得られた地形面が反映されるため、設計変更が必要になる可能性があります。
- 線形要素と横断形状が設計図書と一致していることが重要です。
- 管理断面以外の変化断面(拡幅部等)を作成することが重要です。

7-1. 3次元設計データの作成

目標高さの設定について(ICT舗装工)

標高較差で出来形管理を行う場合、**目標高さが設計図を元に作成した各層の高さと異なる場合は**、施工前に作成した3次元設計面に対する高さ(設計図を元に計算される高さ)からのオフセットにより目標高さを設定する。

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



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

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

ワンポイント

- ・3次元設計データの作成範囲が設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、及び余盛り等を実施する場合については、監督職員との協議を行い、その結果を3次元設計データの作成に反映させる。
- ・地形情報TLS等による起工測量結果を3次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した3次元設計データと重畳し比較した上で、発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と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。
- ・3次元設計データは、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。
- ・オフセット高さについては、監督職員に協議を行い設定すること(工事打合せ簿)。

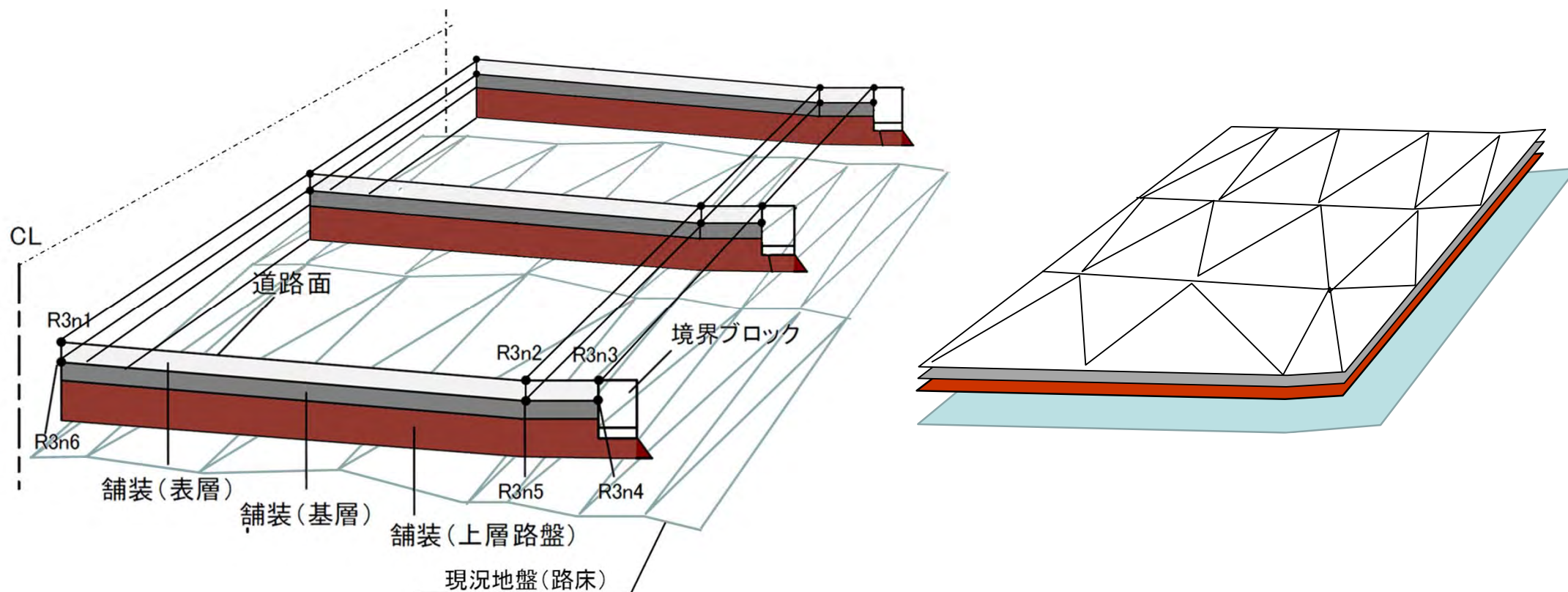
7-1. 3次元設計データの作成

- 発注図面の与条件から、現況地盤の高さに応じて必要に応じて舗装構成を見直し、層毎に3次元設計データを作成

発注図から層毎の3次元設計データ作成



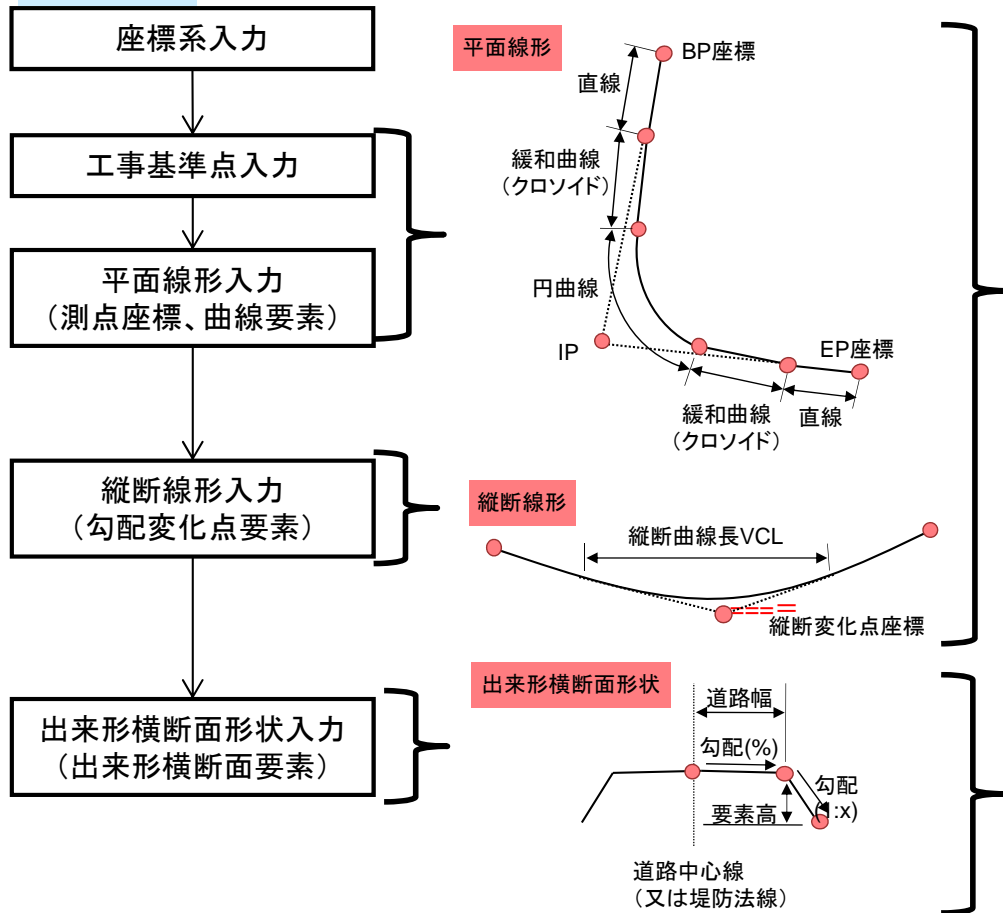
層毎のTINデータに変換



7-1. 3次元設計データの作成

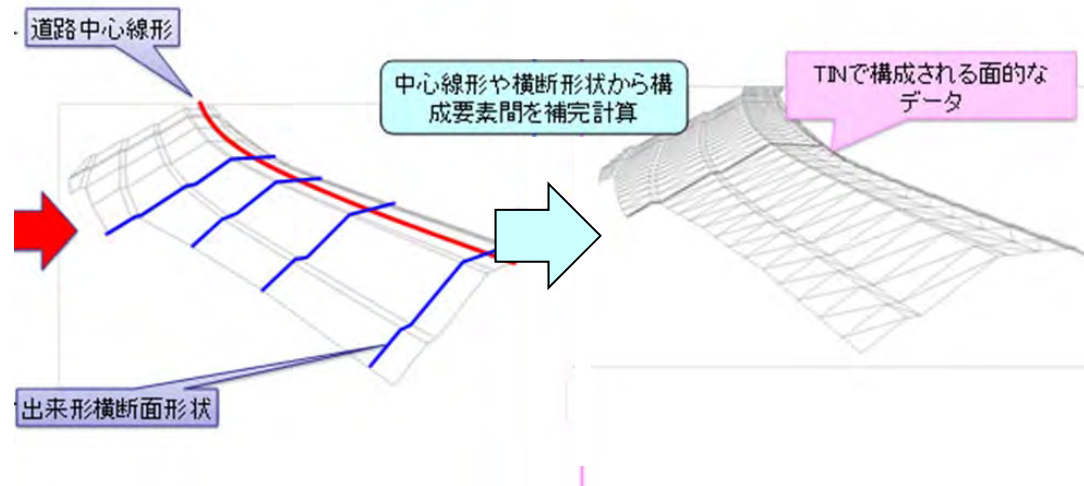
3次元設計データの作成手順とイメージ

作成手順



※作成方法の詳細は、次ページ以降を参照のこと。
 また、本作成手順はICT設計データ変換ソフト
 ((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。

3次元設計データイメージ



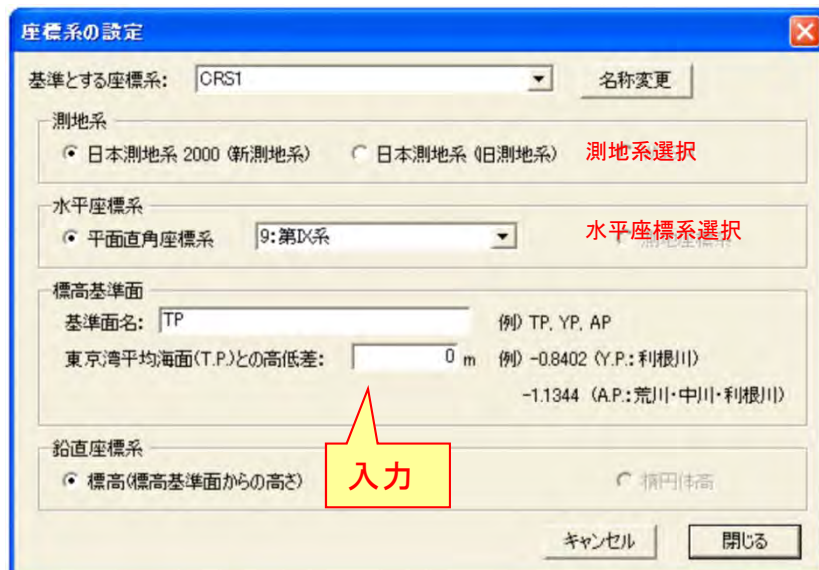
参考

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。

座標系入力イメージ

- ▶ 工事で基準とする座標系を入力します。



※以降、サンプル画面は、ICT設計データ変換ソフト
((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

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します。

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)

...

測量結果サンプル(基準点網図)



入力

入力画面サンプル

No1	基準点の種類:	2級基準点
No2	X座標:	183.91 X座標
No3	Y座標:	28137.243 Y座標
	<input checked="" type="checkbox"/> 標高:	127. Z座標
	注記:	
追加 削除		
名称変更		

T-1	水準点の種類:	
T-2	標高:	84.91 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
	注記:	
追加 削除		
名称変更		

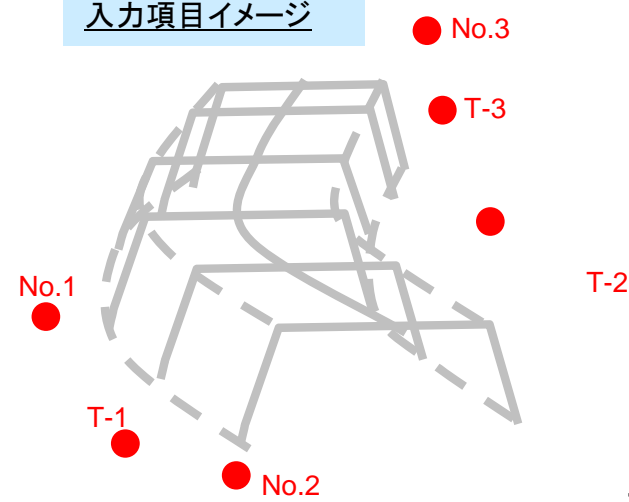
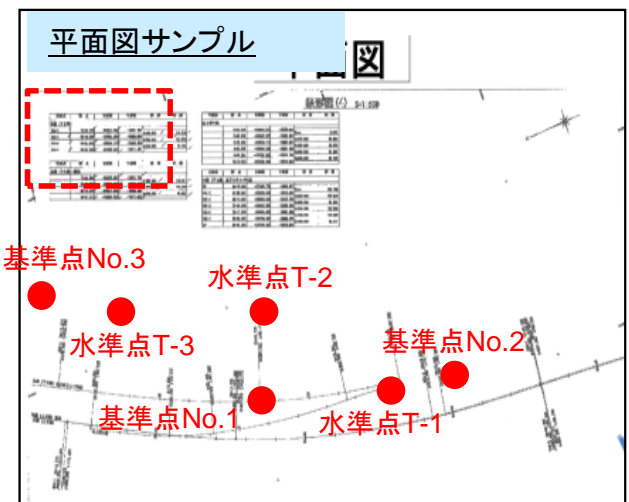
入力

表示



工事基準点入力後画面(サンプル)

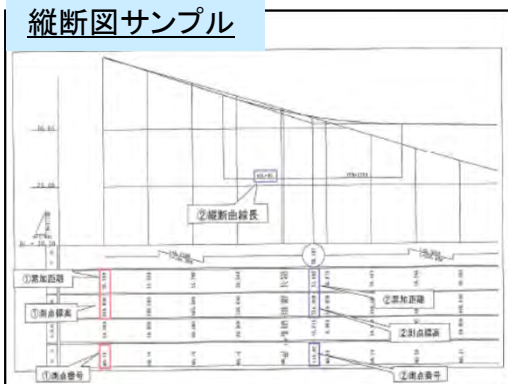
入力項目イメージ



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します。

縦断図サンプル



入力画面サンプル

縦断線形名: [縦断線形1]

公配実化点・縦断曲線長の設定

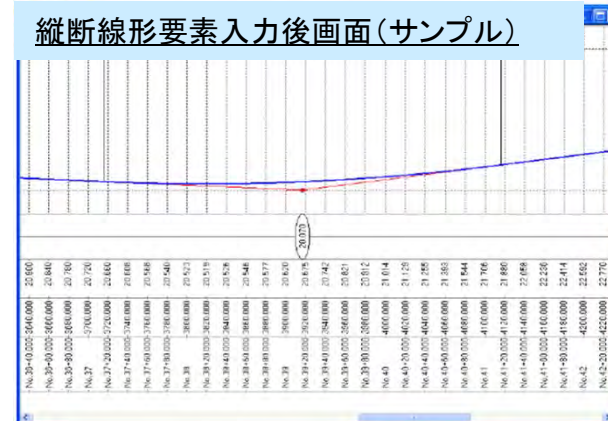
起点	変更	終止	縦断曲線長
No.19+40.000	1940	20	0
No.39+16.667	3916.667	20.07	400
No.49+20.000	4920	20	0

縦断線形図の確認

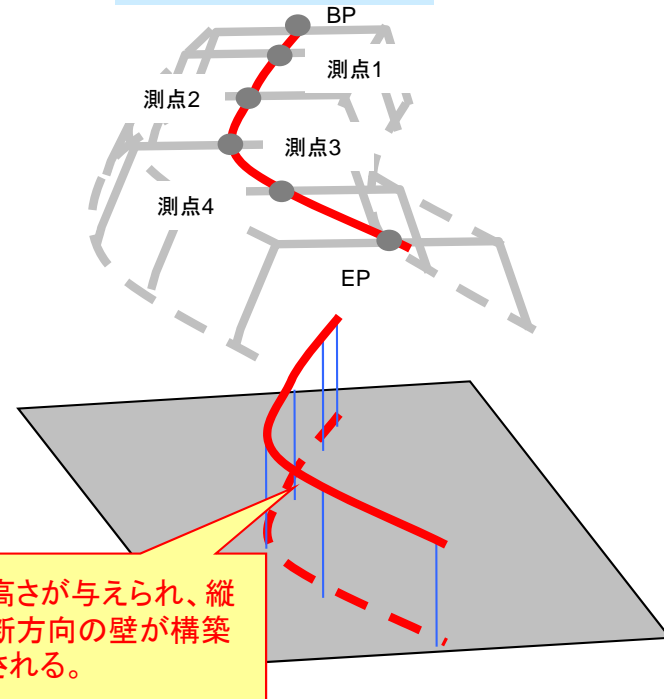
計高等の確認

測点	累加距離	計高
No.38	3800	20.620
No.39+20.000	3920	20.519
No.39+40.000	3940	20.526
No.39+60.000	3960	20.546
No.39+80.000	3980	20.577
No.39	3900	20.620
No.39+20.000	3920	20.675
No.39+40.000	3940	20.742
No.39+60.000	3960	20.821
No.39+80.000	3980	20.912
No.40	4000	21.014
No.40+20.000	4020	21.129
No.40+40.000	4040	21.255
No.40+60.000	4060	21.393
No.40+80.000	4080	21.544
No.41	4100	21.705

入力

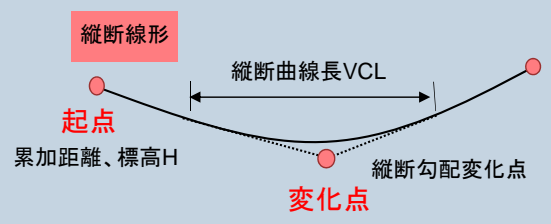


入力項目イメージ



縦断図からの入力項目

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



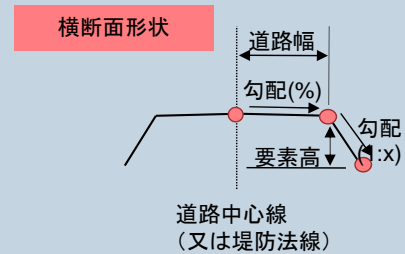
7-1. 3次元設計データの作成

横断線形入力イメージ

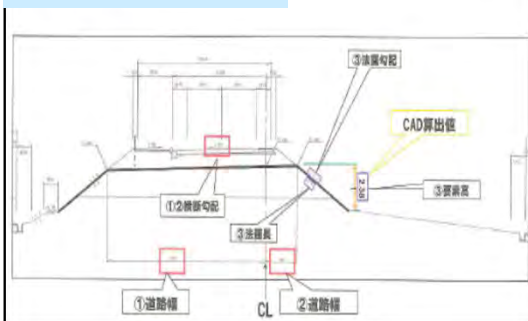
- ▶ 管理断面を設定します。
- ▶ 横断図を参照し、中心線からの横断距離、高低差を取得します。
- ▶ 横断面形状(幅、基準高、法長)を設定します。

横断面図からの入力項目

- ① 道路面の設定
道路幅、横断勾配
- ② 法面の設定
法長、法面勾配、要素高

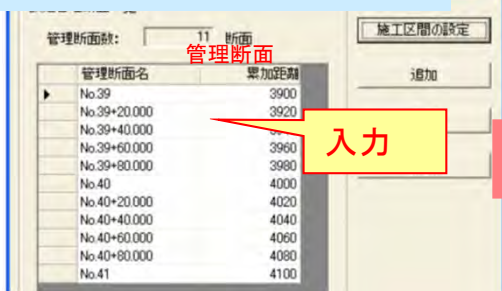


横断図サンプル



入力

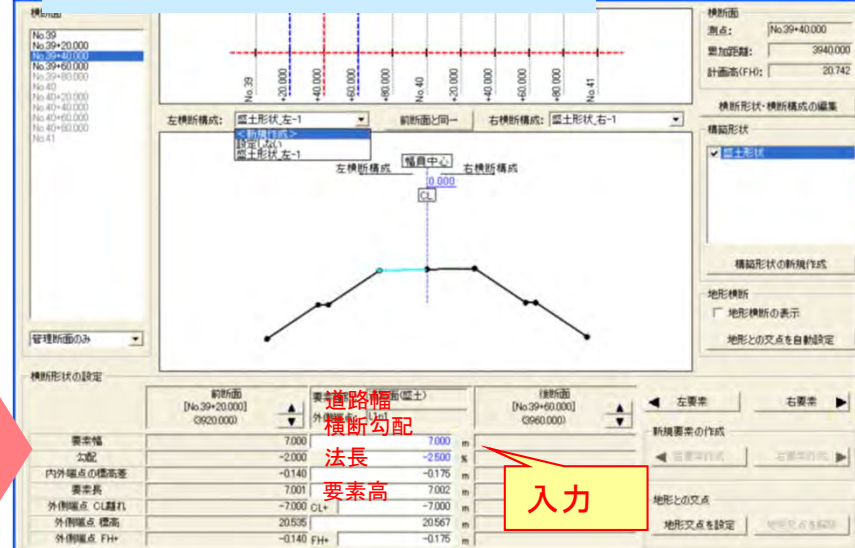
管理断面入力画面(サンプル)



入力

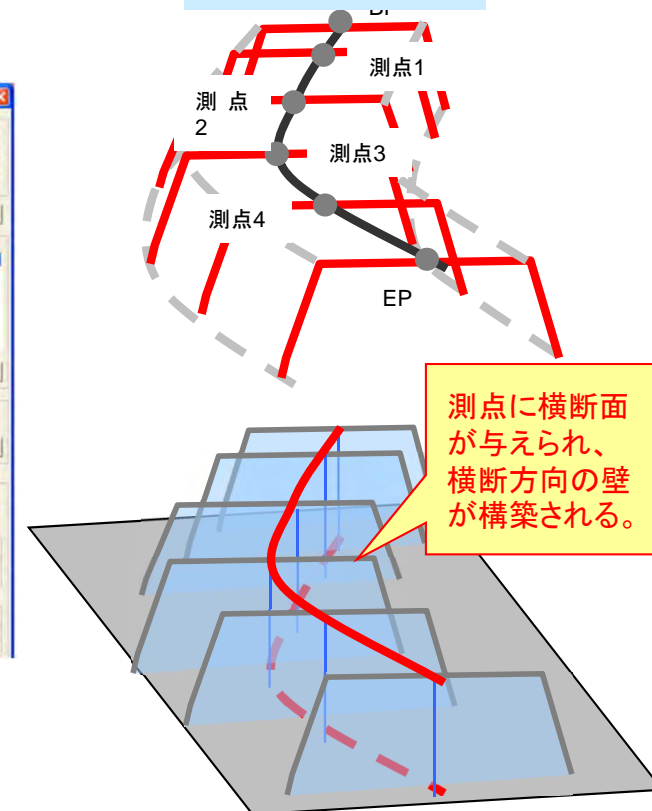
入力

横断線形要素入力画面(サンプル)



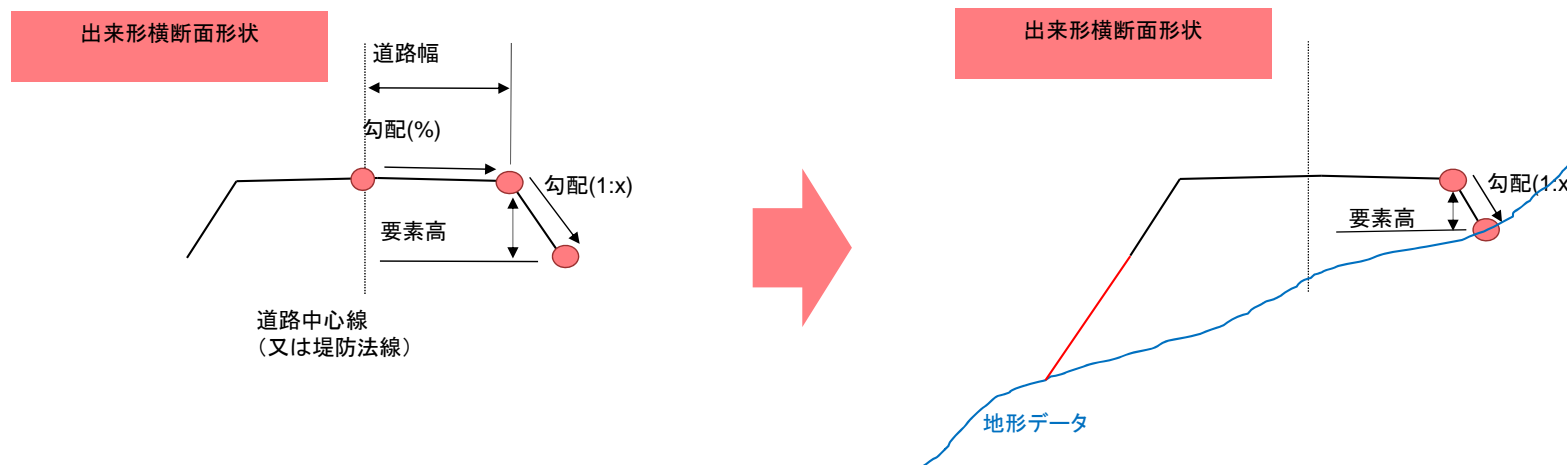
入力

入力項目イメージ



起工測量成果の取込イメージ

- ▶ 3次元起工測量で取得した地形データを取込みます。
- ▶ 横断図を参照し、地表面の位置似合わせて横断面形状(幅、基準高、法長)を調整します。
- ▶ 必要に応じて、小段の延伸や縮小、すりつけなどを調整します。



7-1. 3次元設計データの作成

参考 CAD図面取込機能を利用した施工管理用3次元データの作成

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

設計図面(平面図・縦断図・横断図)の取り込みイメージ

2次元CAD図面

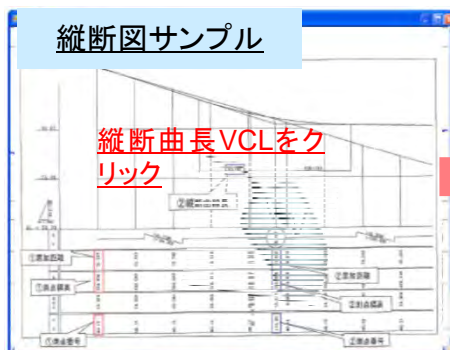


読込

3次元設計データ作成ソフトウェア
(CAD図面の取込み機能有り)

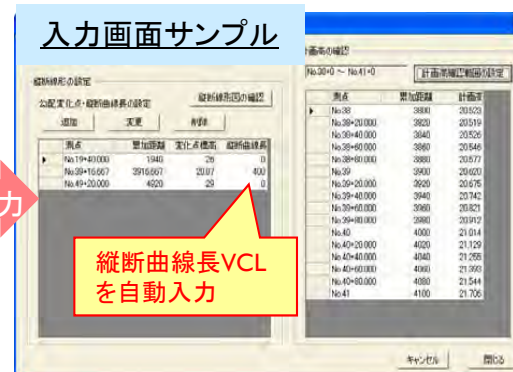


縦断図サンプル



入力

入力画面サンプル



3次元設計データの照査イメージ

- ▶ 設計図書と3次元設計データとを照合し、設計図書の不備および入力ミス等がないかを確認します。
- ▶ UAVや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ります。
- ▶ 確認項目は、「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(案)(土工編)[H28.3](国土交通省)」、「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(土工編)、(案)」「TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)」「RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)の策定について」「無人航空機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(土工編)(案)」
- ▶ 受注者は、3次元設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から3次元設計データのチェックシートを確認するための資料請求があった場合は提示する。

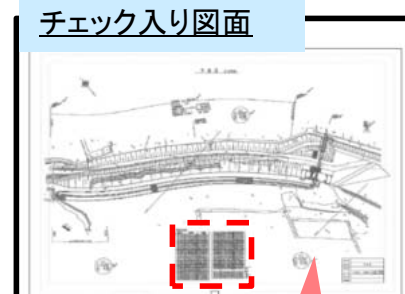
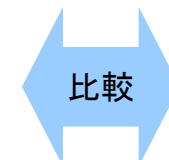
※ 発注2次元図面を元に、自動的にチェックするソフトウェアが製品化されています。

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

紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認



データの整合性を確認



チェック入り図面

拡大表示

項目	内容	結果
基礎及び工事基準	・設置機種の指定した測点をしているか? ・工事基準点の名称は正しいか? ・距離は正しいか? ・経緯度の誤差は正しいか?	
平面線形	・変位値(観測(案)の)の誤差は正しいか? ・曲線要素の精度・数値は正しいか? ・各要素の誤差は正しいか?	
縦断線形	・観測記録点の精度・標高は正しいか? ・観測点形式の精度・標高は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
出来形照準面	・作成した出来形照準面形状の精度、数は適切か? ・基準高、幅、傾斜は正しいか?	
3次元設計データ	・入力した(2)~(4)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	

チェック部分

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

項目	初案	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準	点	・設置機種の指定した測点をしているか? ・工事基準点の名称は正しいか? ・距離は正しいか? ・経緯度の誤差は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・変位値(観測(案)の)の誤差は正しいか? ・曲線要素の精度・数値は正しいか? ・各要素の誤差は正しいか?	
3) 縦断線形	全延長	・観測記録点の精度・標高は正しいか? ・観測点形式の精度・標高は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形照準面	全延長	・作成した出来形照準面形状の精度、数は適切か? ・基準高、幅、傾斜は正しいか?	
5) 3次元設計データ	3次元	・入力した(2)~(4)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に「○」と記すこと。
※2 受注者が監督職員に様式-1を提出した後、監督職員から様式-1が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。
・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たチェックシートが監督職員へ提出されるので○の記載があることを確認する。

3次元設計データチェックシートの提出の留意点

受注者が実施します

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

平面図及び線形計算書と対比し、確認します。

縦断面図と対比し、確認します。

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

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

3次元設計データと設計図書の照合に用いた資料は整備・保管し、監督職員から資料請求があった場合には、速やかに提示します。

(様式-1)

平成 年 月 日
 工事名: ○○工事
 受注会社名: (株)○○組
 作成者: ○○ ○○ 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか?	○
		・工事基準点の名称は正しいか?	○
		・座標は正しいか?	○
2) 平面線形	全延長	・起終点の座標は正しいか?	○
		・変化点(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?	○
3) 縦断線形	全延長	・各測点の座標は正しいか?	○
		・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?	○
4) 出来形横断面形状	全延長	・曲線要素は正しいか?	○
		・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か?	○
5) 3次元設計データ	全延長	・基準高、幅、法長は正しいか?	○
		・入力した2)~4)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	○

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

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

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

監督職員は「○」が付記されていること確認します

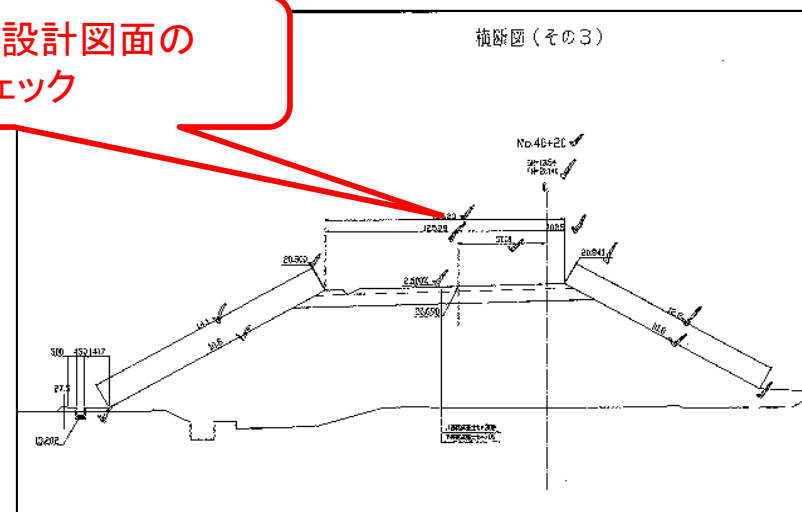
基準点の確認(例)

測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標	備考
千4	-103592.645	-53971.965	2級基準点	TF4	-104222.811	-53911.981	〃
千5	-106133.790	-55192.361	〃	TF5	-104371.743	-53878.598	〃
KP6/6L	-102566.552	-53805.858	3級基準点	TF6	-104511.791	-53845.280	〃
KP0/7L	-102897.874	-53908.500	〃	TF7	-104665.056	-53902.104	〃
KP6/8R	-104477.348	-53669.206	〃	TF8	-104780.424	-54013.042	〃
KP4/9L	-104993.148	-54307.238	〃	TF9	-104853.023	-54154.538	〃
KP2/10L	-105230.181	-54987.389	〃	TF10	-104914.141	-54238.118	〃
KP8/10L	-105811.653	-55214.489	〃	TF11	-105038.052	-54392.649	〃
KP4/11L	-106294.412	-55308.723	〃	TG1	-105043.204	-54539.888	〃
TE1	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TG2	-105069.858	-54688.396	〃
TE2	-103102.553	-54001.759	〃	TG3	-105138.964	-54823.046	〃
TE3	-103279.147	-54006.884	〃	TG4	-105267.033	-54921.216	〃
TE4	-103416.596	-53999.420	〃	TH1	-105361.611	-55031.314	〃
TE5	-103497.830	-53978.296	〃	TH2	-105361.611	-55031.314	〃
TF1	-103671.867	-53983.149	〃	TH3	-105361.611	-55031.314	〃
TF2							
TF3							

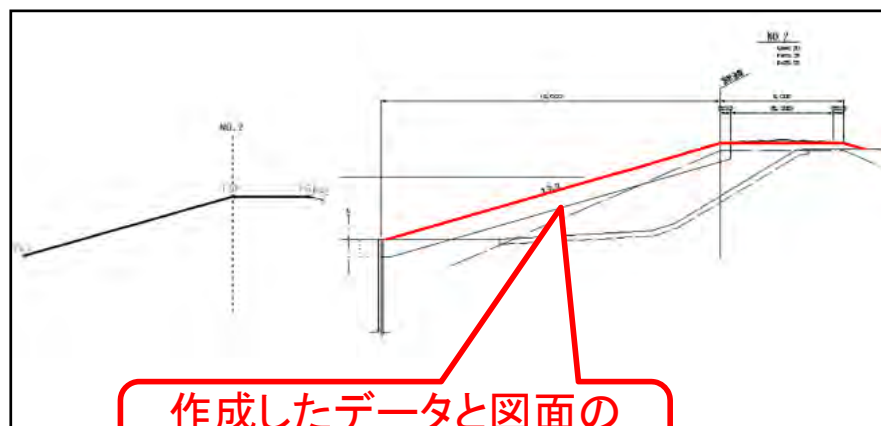
作成したデータと設計図面の
数値をチェック

作成したデータと設計図面の
数値をチェック

横断面の確認(例)

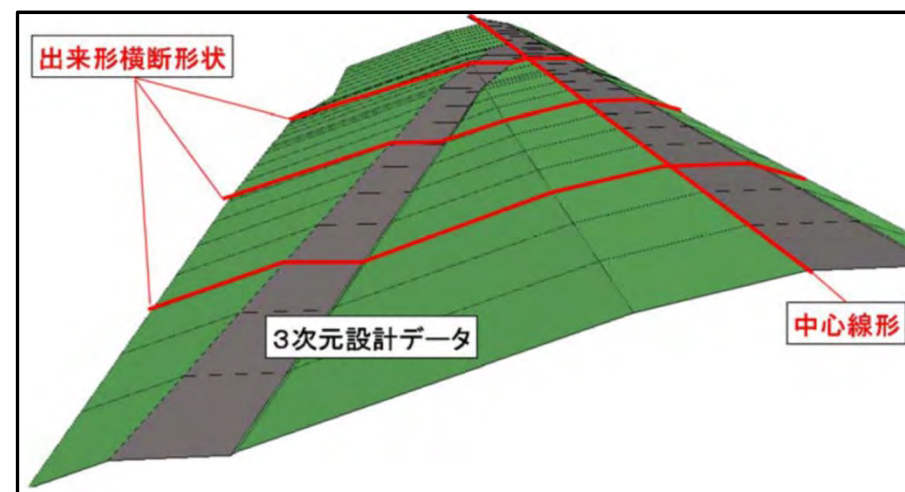


データ重ね合わせによる横断面の確認(例)



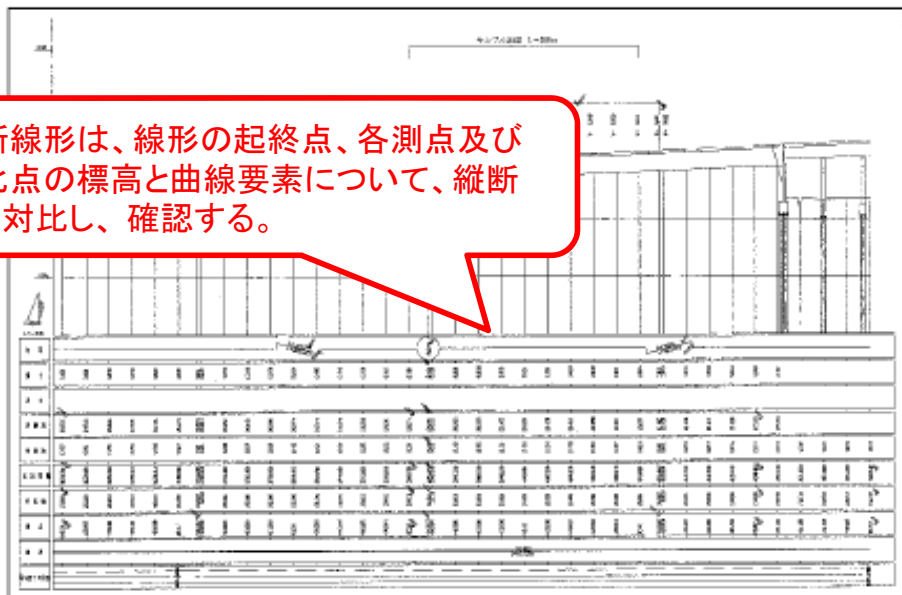
作成したデータと図面の
形状を重ねてチェック

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)

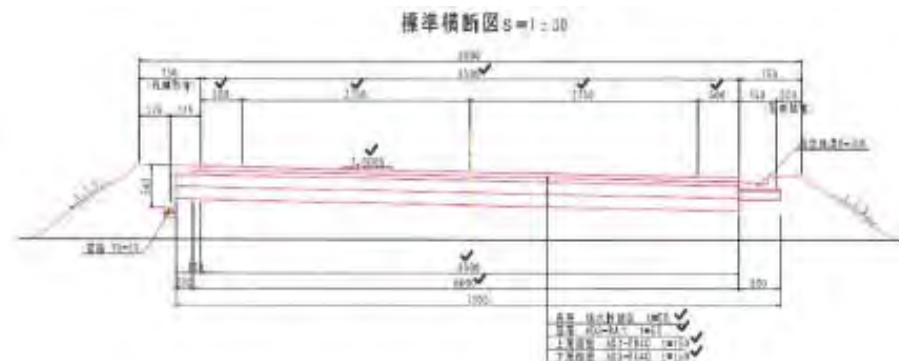


縦断図(チェック入り)

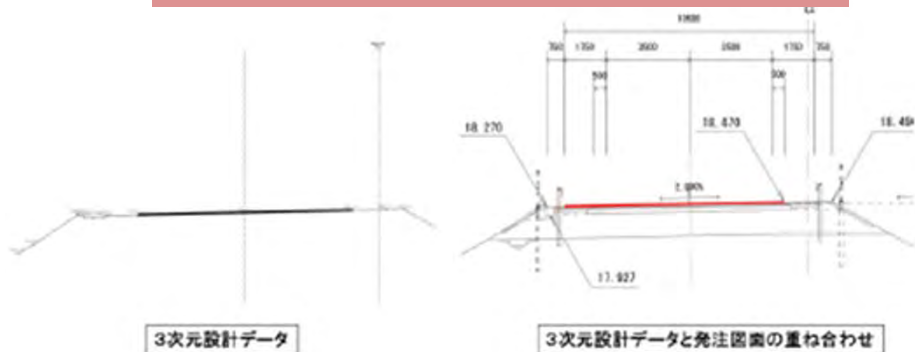
縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。



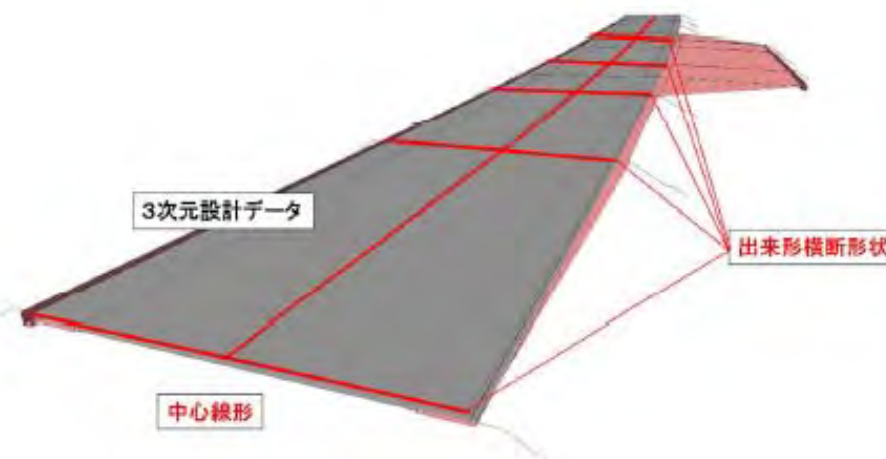
横断図(チェック入り)



横断図(重ね合わせ機能の利用)



3次元ビュー(ソフトウェアによる標示あるいは印刷物)

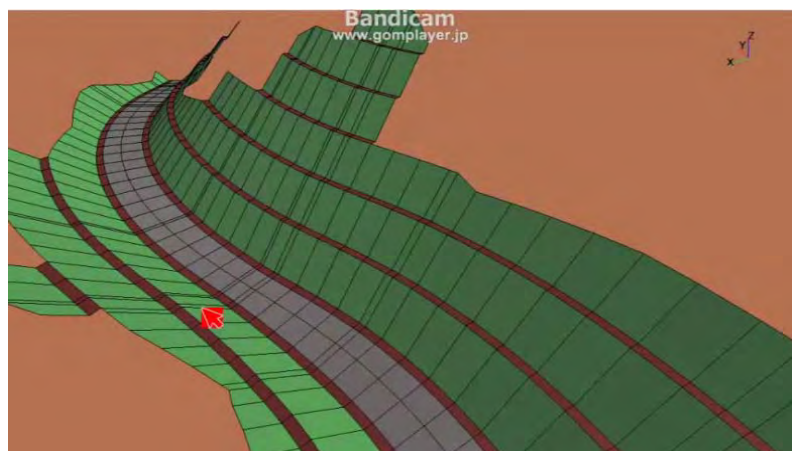


- ・出来形横断面形状は、出来形管理項目の幅(小段幅も含む)、基準高、法長を対比し、確認する。
- ・設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行う。
- ・確認方法は、ソフトウェア画面上で対比し、設計図書の寸法記載箇所にチェックを記入する方法や、3次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

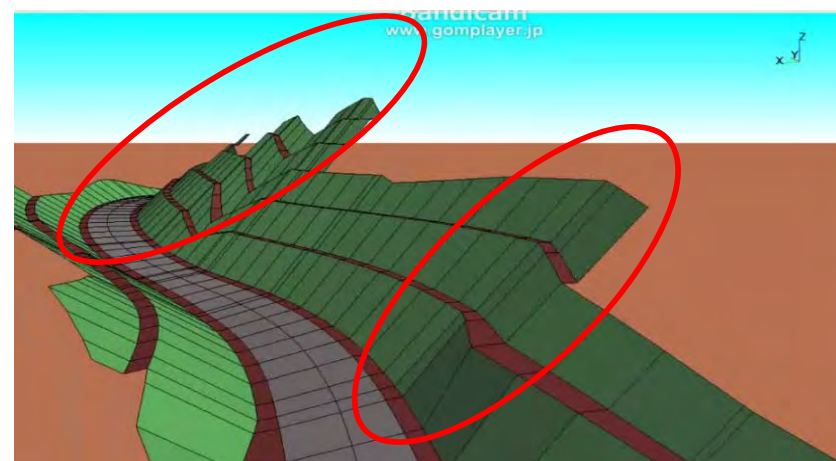
- ・3次元設計データ作成ソフトには、入力結果を立体視することが可能(ビューワ機能)となっています。
- ・このため、本機能を活用することにより3次元設計データが正しく入力されているか確認が可能です。
- ・なお、3次元設計データ作成ソフトメーカーからは、無償ビューワー付ファイルを作成するソフトが販売されています。

3次元ビューでの確認例

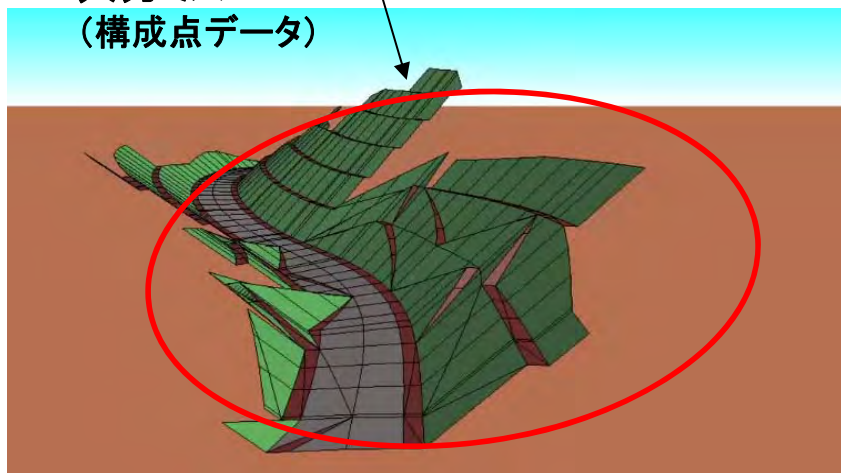
- ▶ 3次元設計データ作成ソフトには、入力結果を立体視することが可能(ビューワ機能)となっています。
- ▶ このため、本機能を活用することにより3次元設計データが正しく入力されているか確認が可能です。
- ▶ なお、3次元設計データ作成ソフトメーカーからは、無償ビューワー付ファイルを作成するソフトが販売されています。



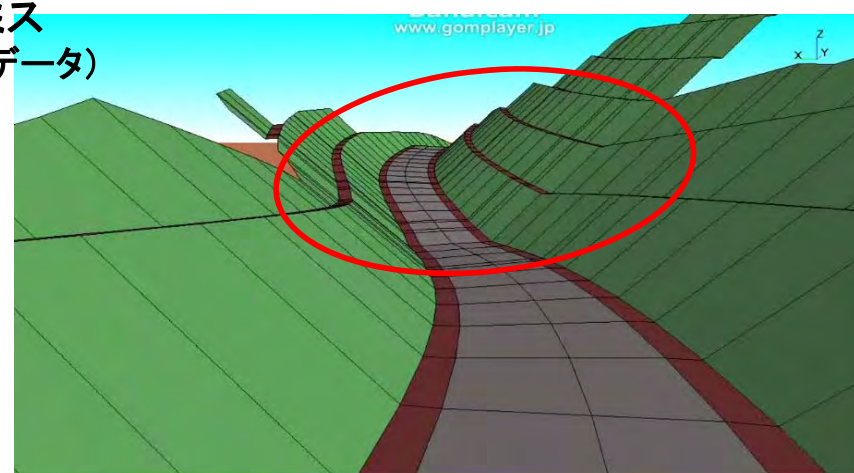
入力ミス
(横断データ)



入力ミス
(構成点データ)



入力ミス
(縦断データ)



8. 設計図書の照査

▶ 設計図書の照査時の実施内容と解説事項

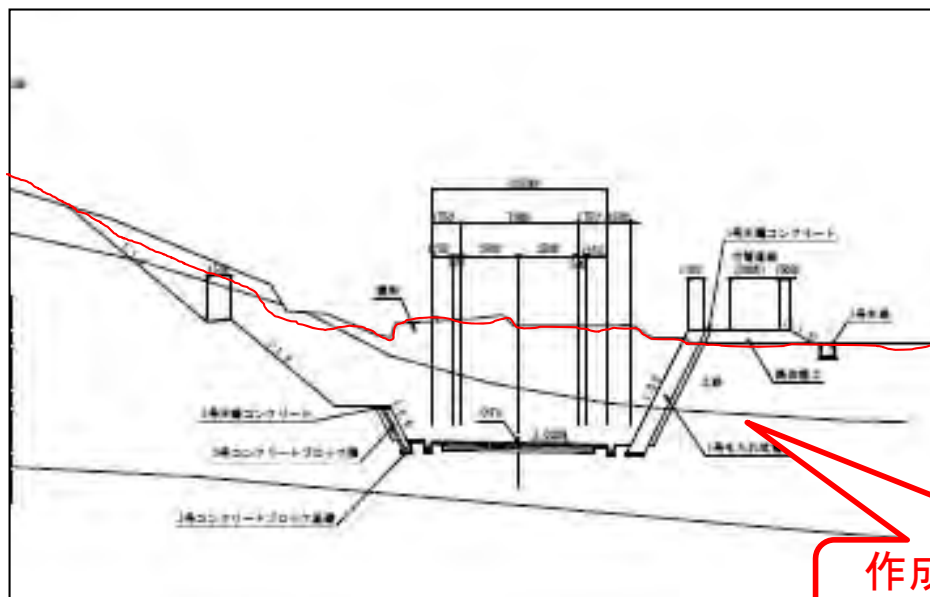
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
		<ul style="list-style-type: none"> ・設計図面(線形計算書・平面図・縦断面図・横断面図)の貸与 ・3次元設計データの貸与 ※3次元設計データを発注者から提供する場合のみ
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">設計図書等の照査</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・従来の設計図書の照査 ・当該工事現場の仕上がり形状の確定 ・当該工事現場の出来形管理箇所 の確定 	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者による設計図書の照査状況の受理・確認

- ▶ 受注者は照査に必要な設計図書を手に入れ、設計図書に不備や不整合が無いことを照査します。
- ▶ また、受注者は作成した3次元設計データから横断面図を作成し、設計図書と重ね合わせて、工事現場の形状が一致していることを照査します。
- ▶ 発注者は、その照査の実施内容を確認します。

3次元設計データから横断図を作成し照査するイメージ

- ▶ 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照査します。
 - ▶ 現地盤線の横断形状が一致しているか？
 - ▶ 工事で構築する横断形状が一致しているか？

データ重ね合わせによる横断図の確認イメージ(例)



作成したデータと図面の
形状を重ねて照査します

9. 施工計画書(工事編)の作成

- ▶ 施工計画書(工事編)の作成の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> 施工計画書(工事編)の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工計画書(工事編)の作成 ・設計図書の照査、起工測量結果の反映 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工計画書(工事編)の受理・確認

- ▶ UAVやTLS等による出来形管理においては、施工計画書に**適用工種、出来形計測箇所**、出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準が**記載**されています。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 施工計画書には、使用するシステムの機能および精度が要領に準拠していることが確認できる資料(メーカーパンフレット等)が添付されます。

施工計画書(工事編)への記載事項

- **適用工種、出来形計測箇所**、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ます。
- 利用する**機器(UAV・TLS等)・ソフトウェア**等を記載します。
- UAVまたはTLSによる出来形管理の選定の際に確認した以下の資料等を添付します。
 - ・ソフトウェアの有する機能が記載された**メーカーパンフレット**等
 - ・UAVやTLSの精度を適正に管理していることを証明する**検定書**あるいは**校正証明書**

The collage displays various components of a construction plan document:

- (3) 現場組織表**: A flowchart showing the organizational structure of the construction site, including roles like 現場責任者, 監督, and various 班長 (foremen).
- (4) 測定機材**: A table listing measurement equipment.

機 器 名	種 別	型 式	規格値	備 考
GNSSレシーバ	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSSレシーバ
GNSS送信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS送信機
GNSS受信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS受信機
GNSS受信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS受信機
GNSS受信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS受信機
GNSS受信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS受信機
GNSS受信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS受信機
GNSS受信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS受信機
GNSS受信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS受信機
GNSS受信機	GNSS	Trimble R2	±10mm	高精度GNSS受信機
- 作業工程表**: A table detailing the construction process, including items like 測量, 掘削, and 築造, with columns for 作業内容, 作業時間, and 作業場所.
- 検定書**: A document certifying the accuracy of the measurement equipment used.
- 校正証明書**: A document certifying the accuracy of the measurement equipment used.
- メーカーパンフレット**: A brochure from the manufacturer of the software used for data collection and processing.

10. 施工段階

▶ 施工段階の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
ICT建設機械により施工	<ul style="list-style-type: none"> ・岩線計測 ・部分払い用出来高計測 	<ul style="list-style-type: none"> ・確認立会
新技術活用効果調査表の作成	<ul style="list-style-type: none"> ・新技術活用効果調査表の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・新技術活用効果調査表の受理

- ▶ ICT建設機械により施工し、必要に応じて岩線計測や部分払い用出来高計測を行います。
- ▶ 受注者はICT活用技術の活用が終わり次第、新技術効果調査入力システムを使って**新技術活用効果調査表を作成し提出**します。
- ▶ 監督職員は、**提出された新技術活用効果調査表の内容を確認し、発注者用の部分を入力して取りまとめ先に提出**します。

10-1. 岩線計測・計測データの作成

設計変更のために必要な場合は、岩区分の境界を把握するための岩線計測を、面的な地形計測が可能なUAVやTLS等を用いて実施します。

岩線計測の留意点

- 測定精度は、0.1m以内とし、計測密度は0.25m²(0.5m×0.5mメッシュ)あたり1点以上とします。



UAVやTLS等で計測した岩線の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される岩線計測データを作成します。

岩線計測データ作成の留意点

- 自動でTINを配置した場合に、現場の出来形計測と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更可能です。
- 管理断面間隔より狭い範囲においては、点群座標が存在しない場合は、TINで補完することができます。
- 別の計測日の計測点群データをそれぞれ重畳して1つの岩線計測データを作成することもできます。

土(岩)質、変化位置確認

土(岩)質の確認と、変化位置の確認箇所のマーキング方法は従来と変わり有りません。



土(岩)判定

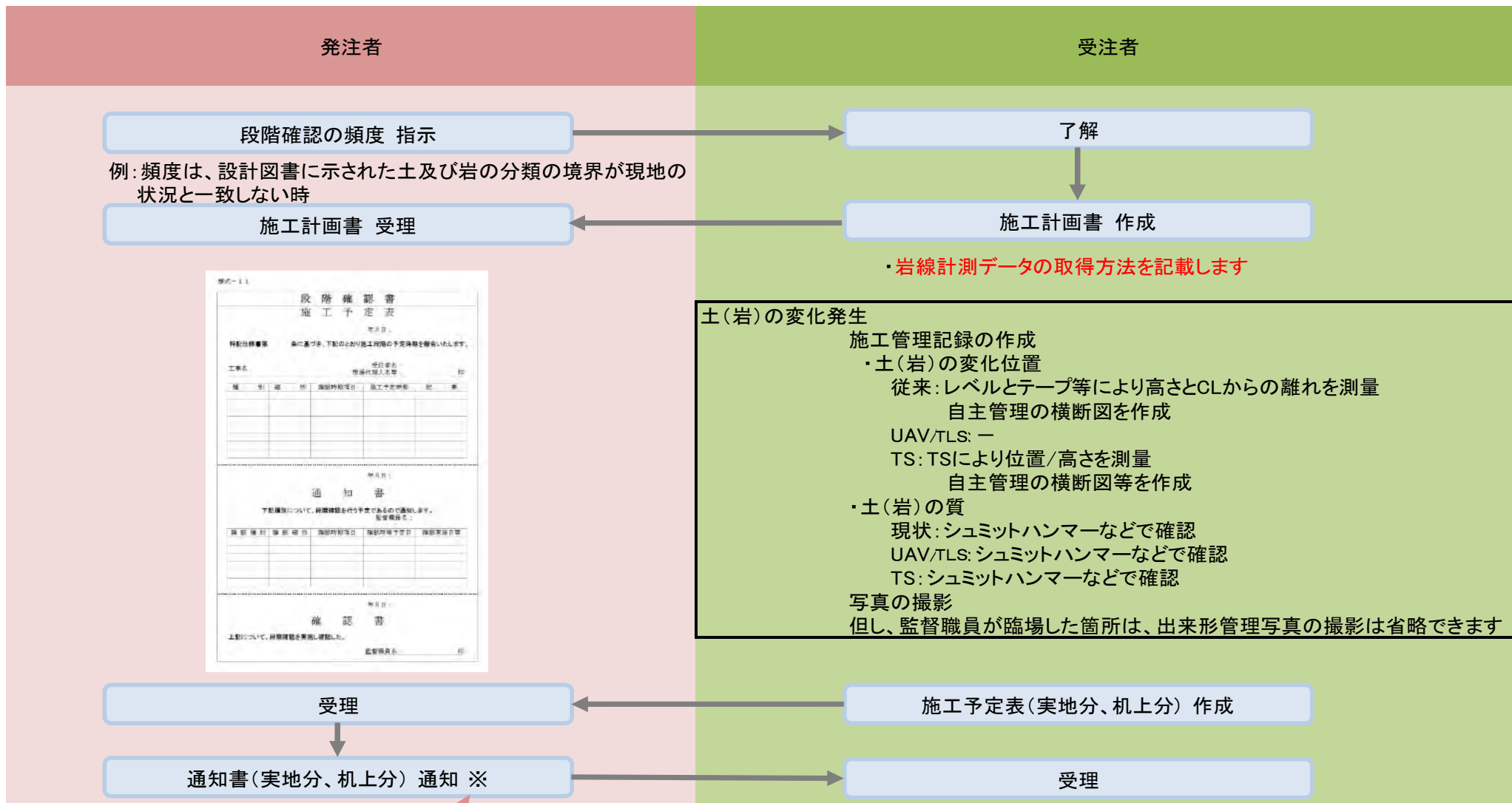


変化位置確認(測量)



掘削(切土)施工中

10-3. 土(岩)分類境界が変化したときの処理フロー①

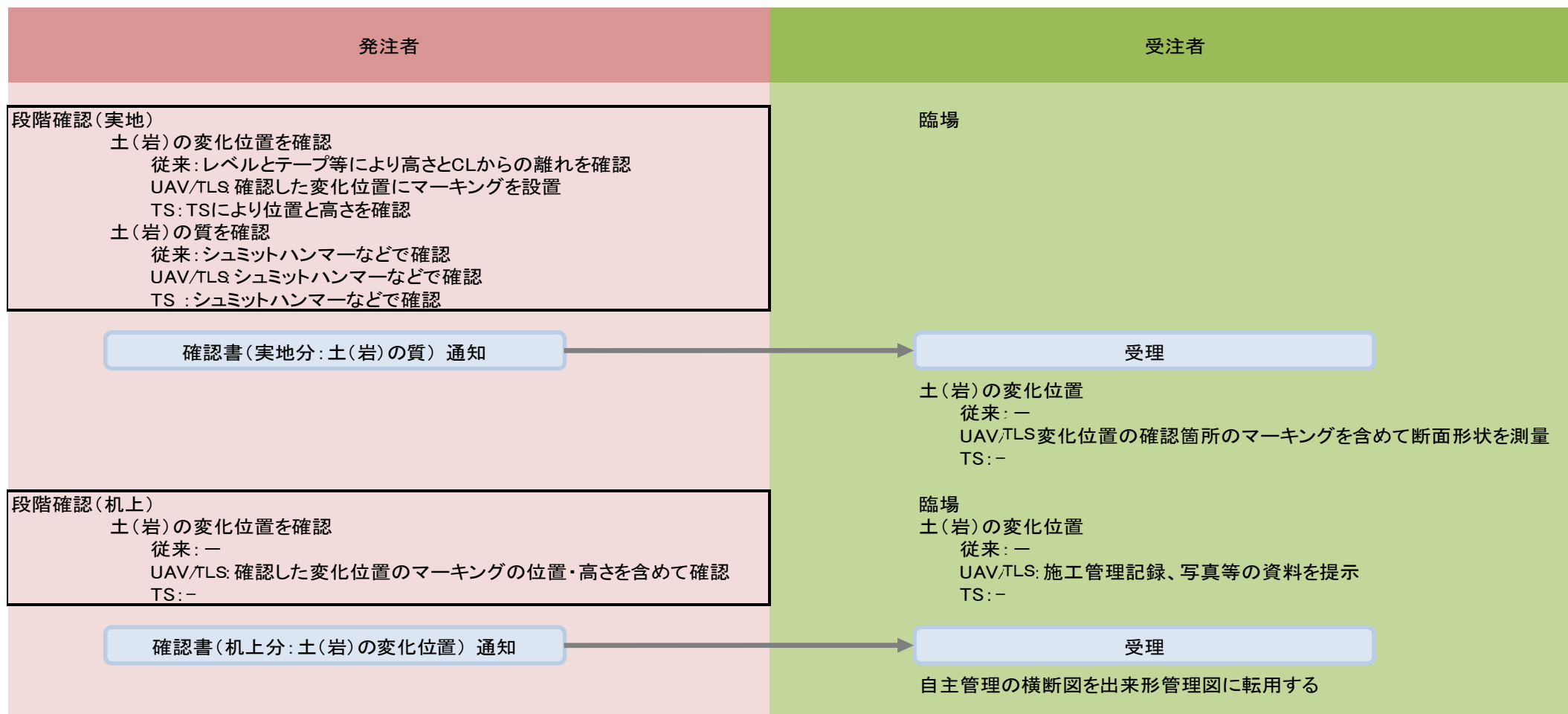


ポイント

実地と机上の2回に分けて確認

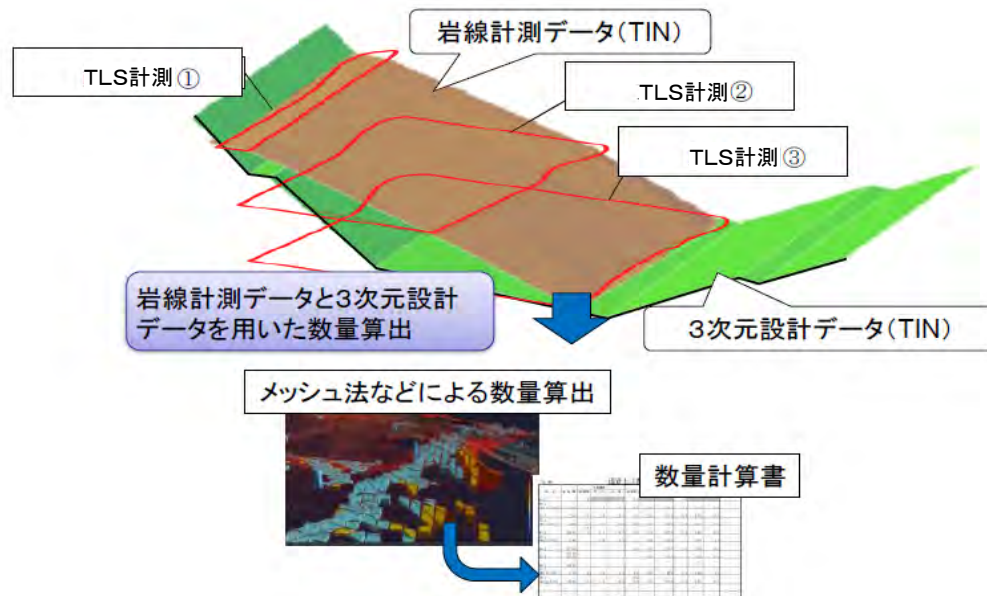
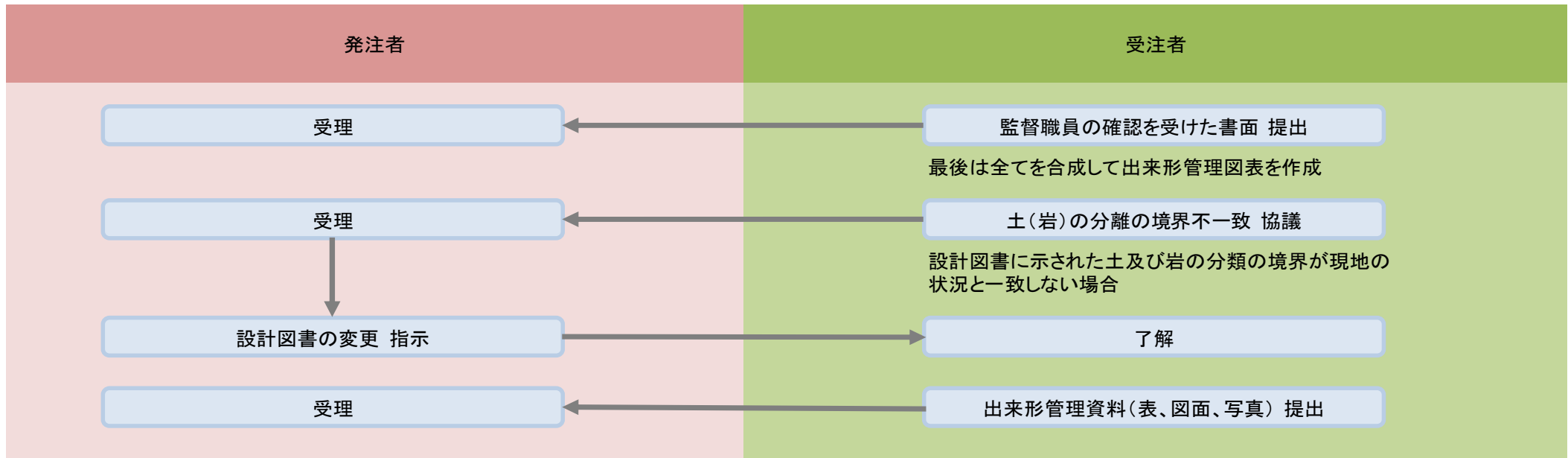
※従来並びにTS測量による場合は実地分のみの通知します。

10-3. 土(岩)分類境界が変化したときの処理フロー②



ポイント
 実地確認後にUAVや
 TLS測量を実施

※従来並びにTS測量による場合は、段階確認(机上)を実施しません。



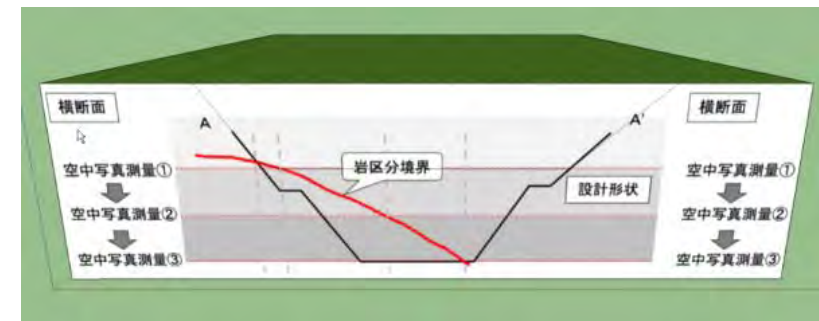
ポイント

確認結果を基に
変更設計図書化

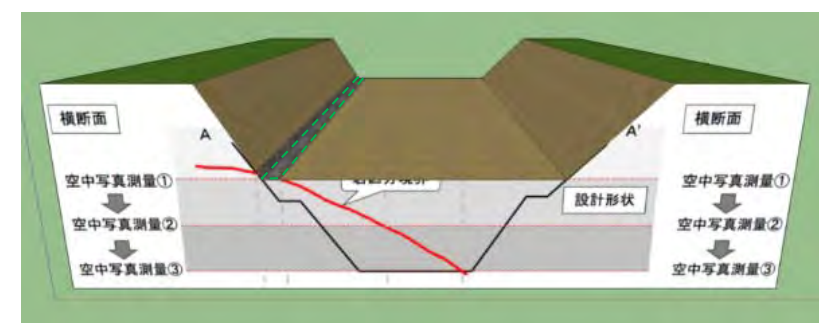
10-4. 岩線計測データの取得方法

取得方法の例1:
 水平に盤下げし、その都度UAVまたはTLS等による測量にて土(岩)の分類の境界線を取得します
 スライス状に得られた境界線データを角(エッジ面)にしてつなぎ合わせて土(岩)の分類の境界面データを得ます

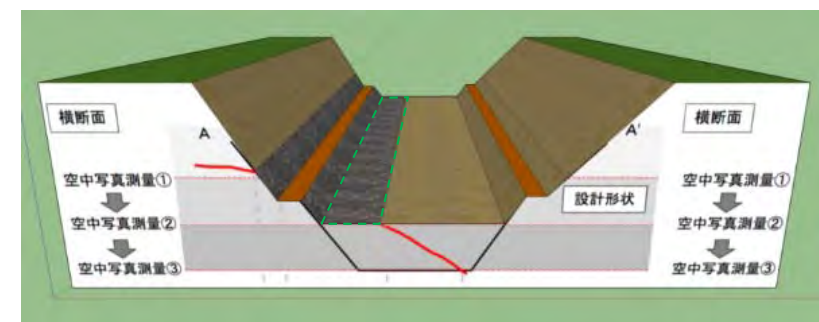
空中写真測量
起工測量



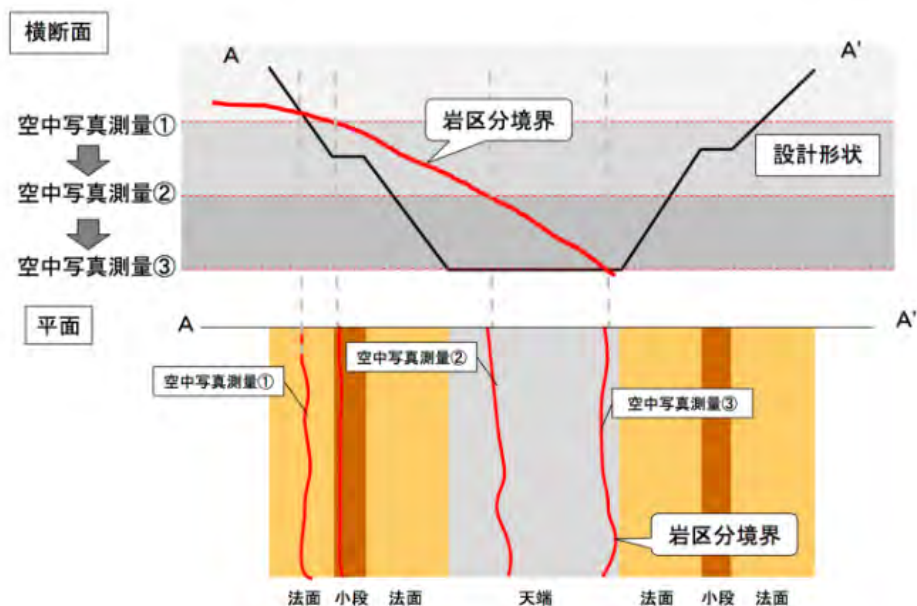
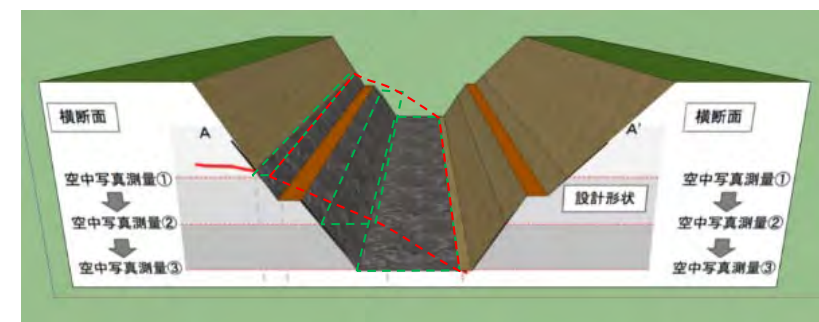
空中写真測量①



空中写真測量②



空中写真測量③

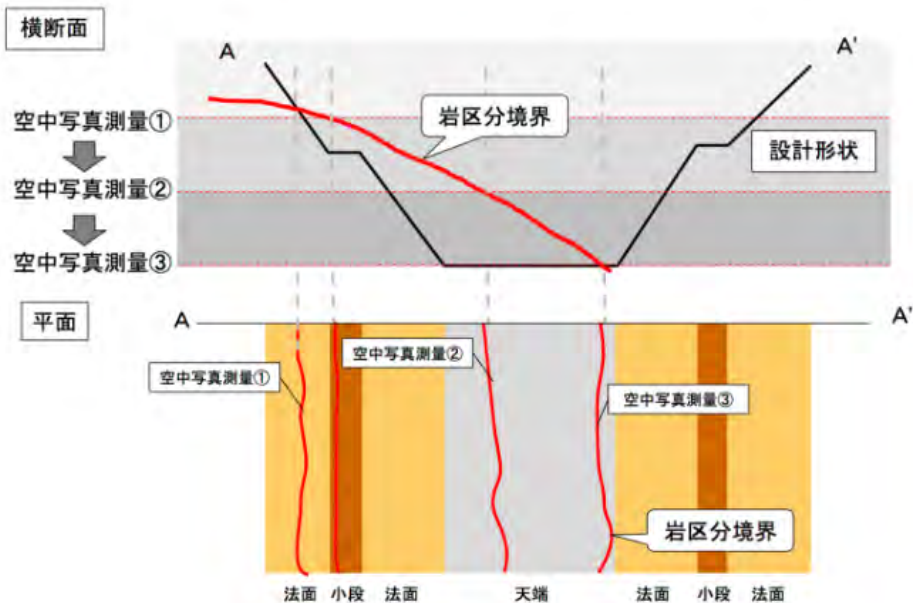


10-4. 岩線計測データの取得方法

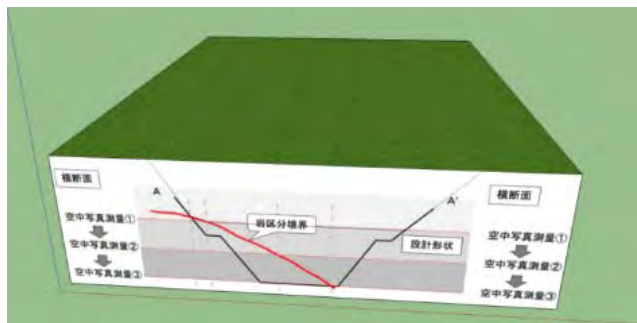
取得方法の例2:

盤下げして岩面を表出し、その都度UAVまたはTLSによる測量にて土(岩)の分類の境界面データを取得します

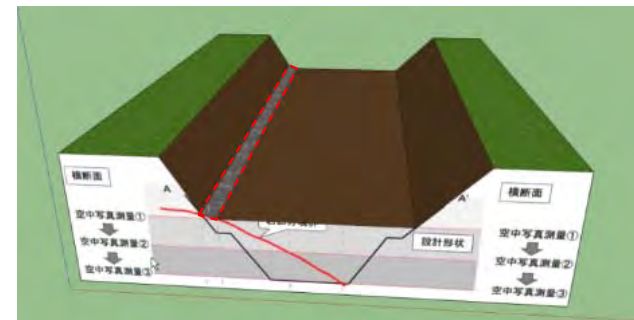
岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます



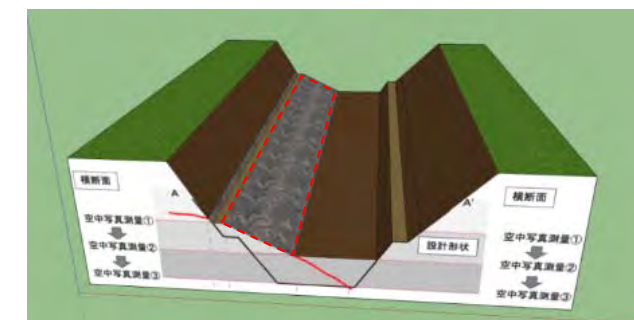
空中写真測量
起工測量



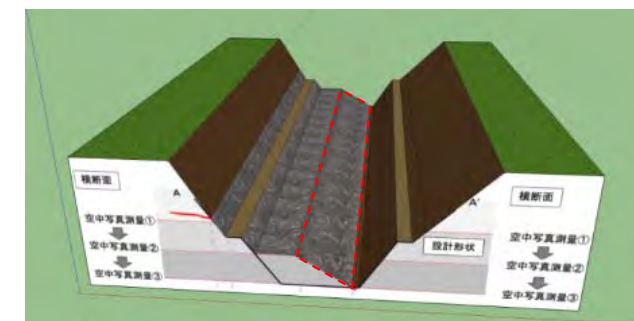
空中写真測量①



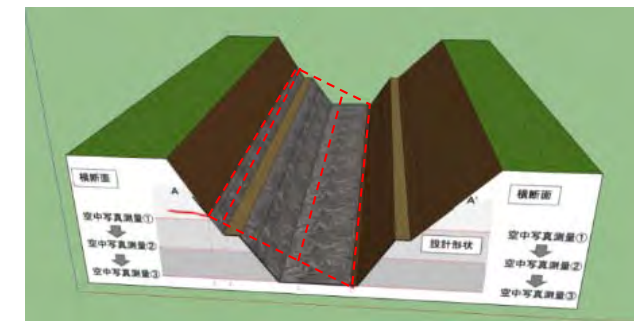
空中写真測量②



空中写真測量③



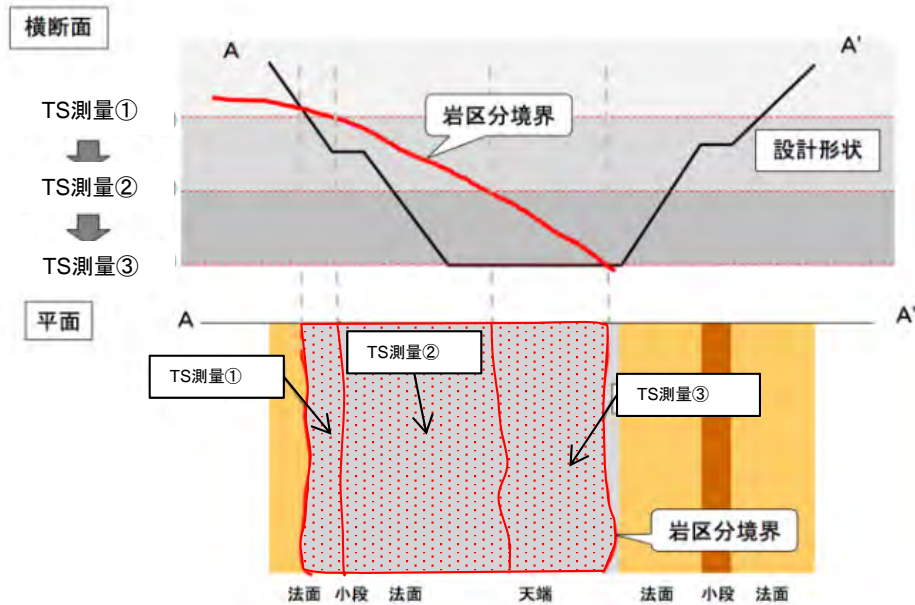
空中写真測量④



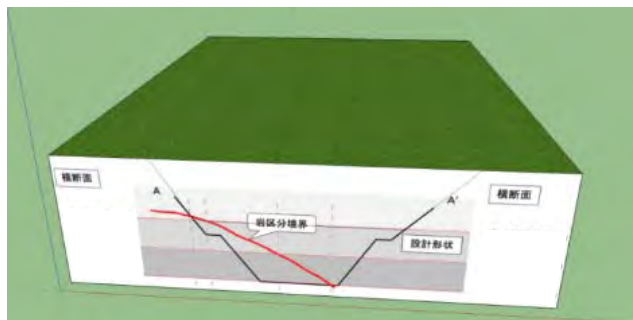
10-4. 岩線計測データの取得方法

取得方法の例3:

盤下げして岩面を表出し、その都度TS測量にて土(岩)の分類の境界面データを取得します
 岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます

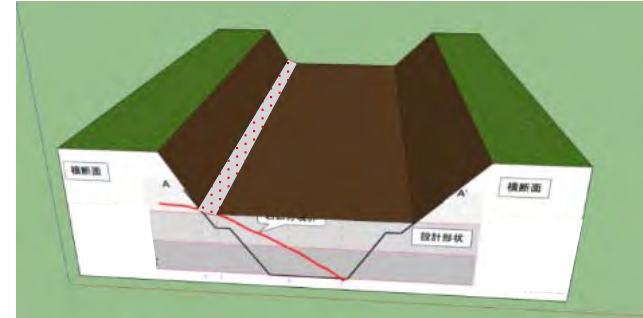


TS測量
起工測量

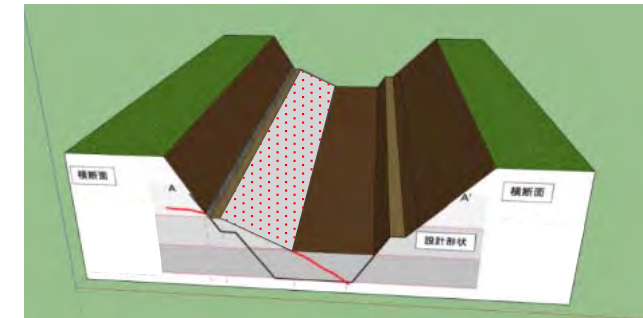


※※TS測量による場合は、測定精度±5mm以内、計測密度は0.25m²(0.5m×0.5m)あたり1点以上です。

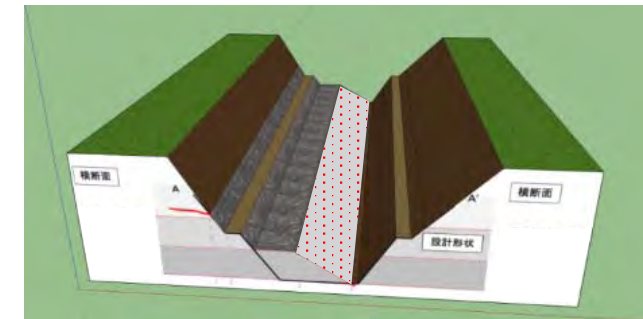
TS測量①



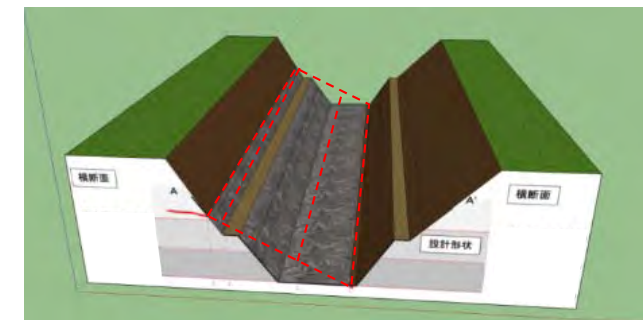
TS測量②



TS測量③



TS測量④

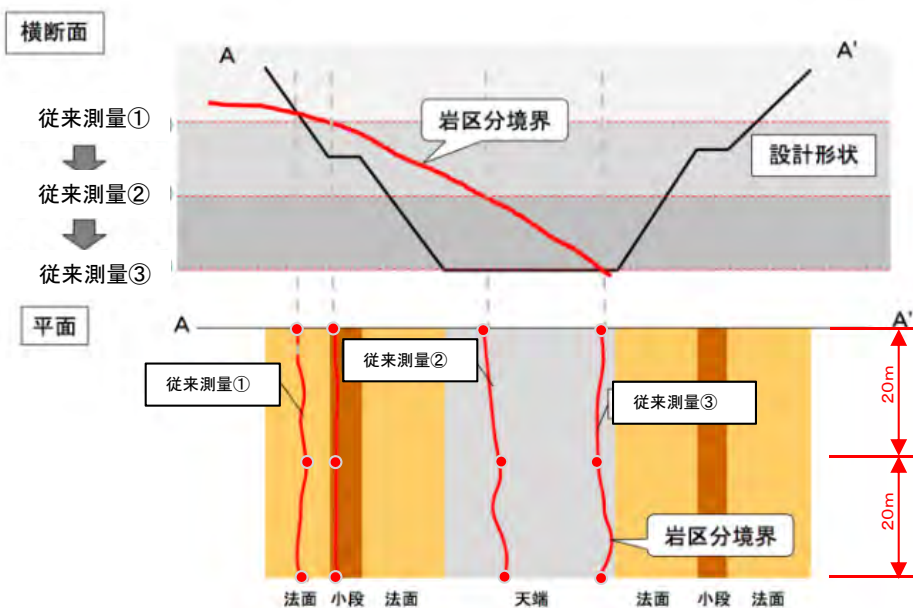


10-4. 岩線計測データの取得方法

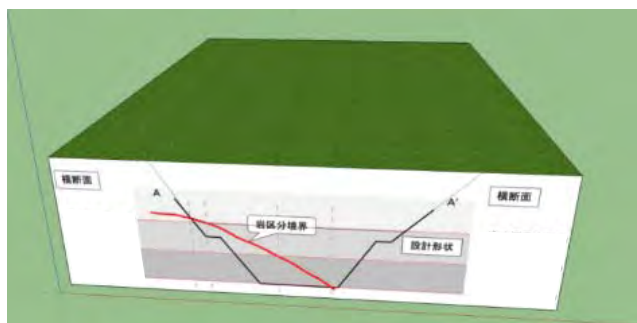
取得方法の例4:

盤下げして岩面を表出し、その都度従来の測量方法(TSまたはレベルとテープ)で横断方向の岩線データを取得します

横断方向の岩線データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます

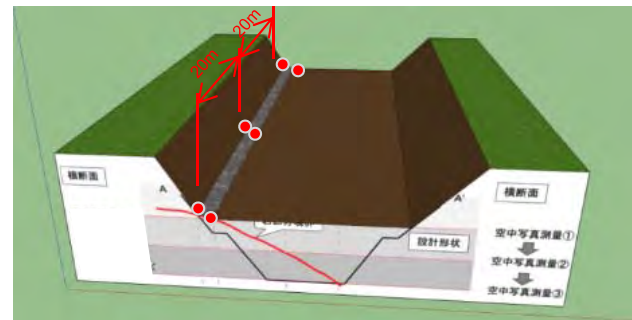


従来測量
起工測量

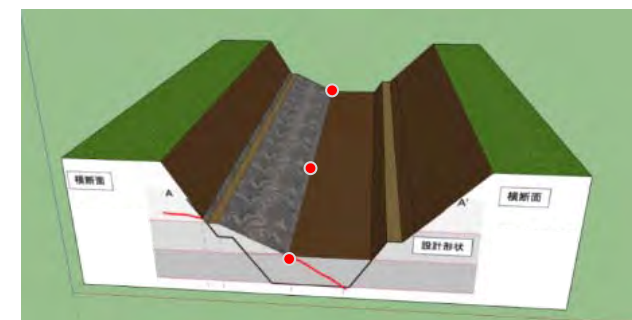


従来測量①

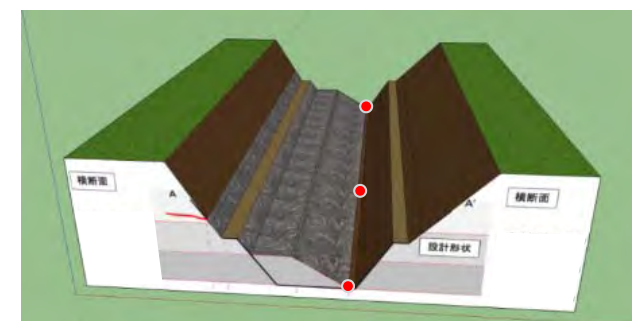
● 変化確認位置



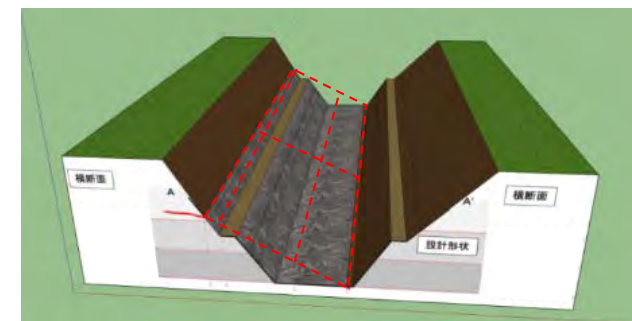
従来測量②



従来測量③



従来測量④



10-5. 部分払い用出来高計測

ICT を活用して簡易土量を把握している場合は、そのデータを活用して得られた算出数量に9割を乗じた数量を、施工履歴を用いた出来高数量とすることができる。

対象となるICT : 施工履歴データ、 UAV、 TLS等

詳細は、「部分払における出来高取扱方法(案)」を参照願います。

例 : UAV計測又はTLS計測等で、10,000m³の出来高を確認

→ 10,000m³ × 9割 = 9,000m³の出来高を計上

→ 9,000m³ × 単価 = 設計額

→ 設計額 × 落札率 = 請負代金相当額

→ 請負代金相当額 × 9/10 = 部分支払い額 (8,000m³相当)

留意点

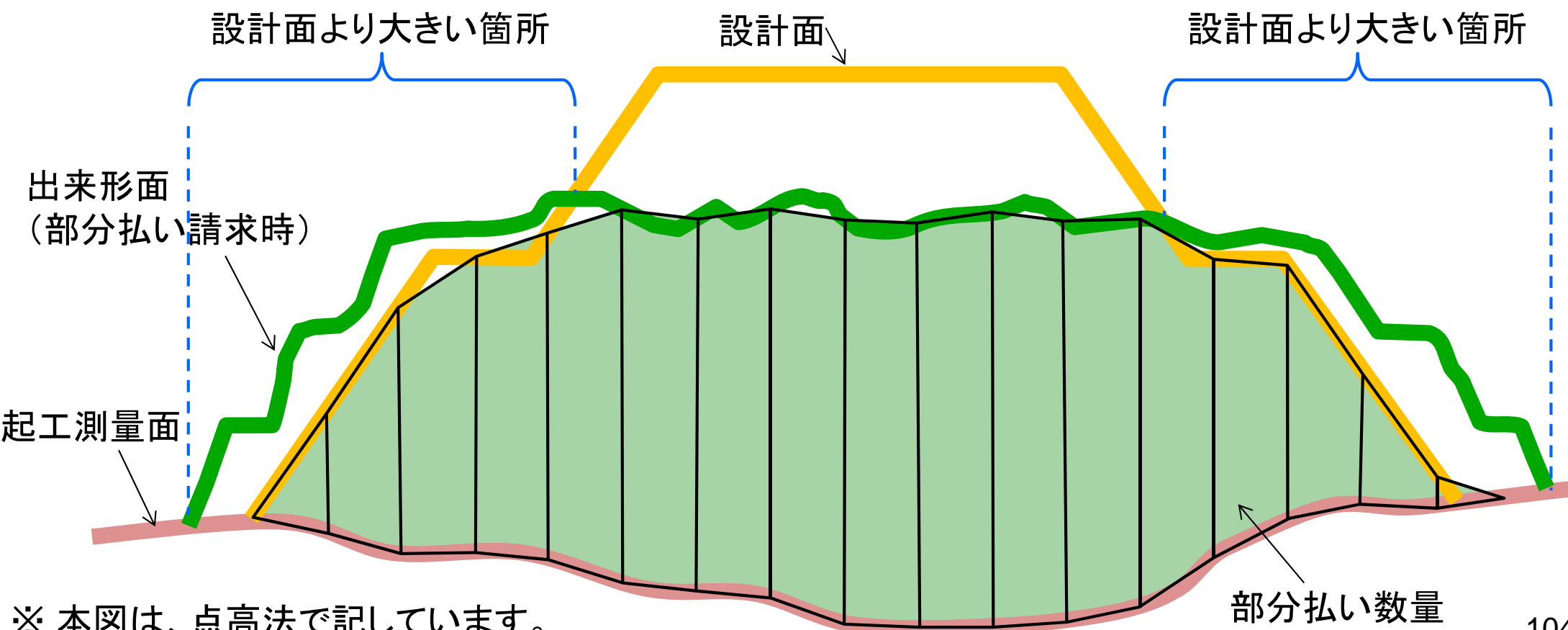
- 出来高計測に基づく算出値を100%計上しない場合、精度を落とした簡便な算出方法を利用できます。
- 簡便な数量算出方法の精度確認については、検証点は天場400m以内の間隔とし、精度は±200mm以内であれば良い。計測密度は0.25m²(0.5m×0.5mメッシュ)あたり1点以上とします。
- 地上画素寸法は、要求精度が0.2mであることを踏まえて適宜設定します。(30mm/画素以内)
- 施工履歴データを用いる場合は、**施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)**により算出します。

概要 : ICT建設機械から取得した施工履歴データを用います。

- 3DMCまたは3DMGブルドーザ
- 3DMGまたは3DMCバックホウ
- TS・GNSS締固め管理システムを搭載した締固め機械

部分払い数量の算出

- ① 計算したい時期(部分払い請求時)に0.25m²(0.5m×0.5m メッシュ)あたり1点以上の計測密度で計測します。
- ② 又は、「⑥施工履歴データによる土工の出来高算出要領」にもとづき、施工履歴データから、出来形部分の面データを作成します。
- ③ ①②のうち設計面より大きい箇所は、設計面の標高値とします。
- ④ 算出数量として、③の標高値と、起工面の標高値の差を積分して土量計算を行います。
- ⑤ 部分払いの出来高数量は、④の算出数量に9割を乗じた数量となります。



新技術活用調査表の作成

- ▶ 受注者は、ICT活用技術の活用が終わりしだい、新技術活用調査入力システムを使って新技術活用効果調査表(施工者用)を作成し、提出用ファイルを提出します。
- ▶ 監督職員が提出された新技術活用効果調査表の内容を確認し、発注者用の部分を入力して取りまとめ先に提出します。

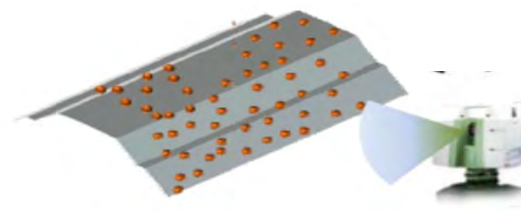
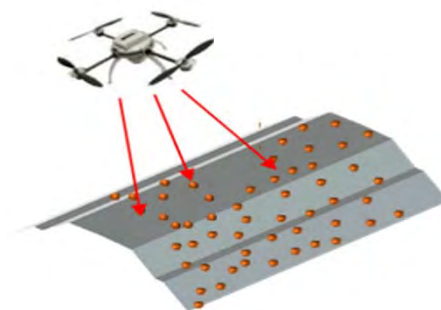
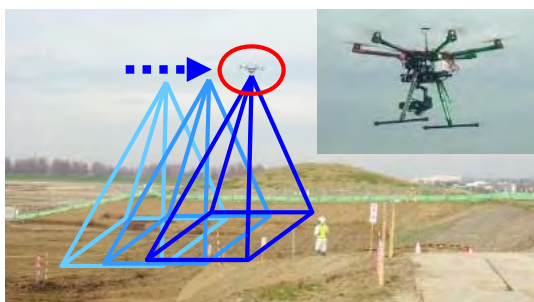
新技術活用調査表のイメージ

県のICT活用促進工事では不要

▶ 出来形管理時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">出来形計測</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工管理3次元データのICT建機への搭載 ・UAV、TLS、TS、TS(ノンプリズム方式)、RTK-GNSS、UAVレーザー等による出来形計測 ・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;">出来形管理帳票の作成</div>	<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
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">数量計算の方法の協議</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・数量計算の方法の協議 	<ul style="list-style-type: none"> ・数量計算の方法の受理・確認
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">3次元設計データ及び設計数量の協議</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データ及び設計数量の協議 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データ及び設計数量の受理・確認

- ▶ 受注者は、出来形計測箇所をUAVやTLS等の3次元計測技術により出来形管理を行い、出来形管理帳票を作成し提出します。監督職員はその内容を確認します。

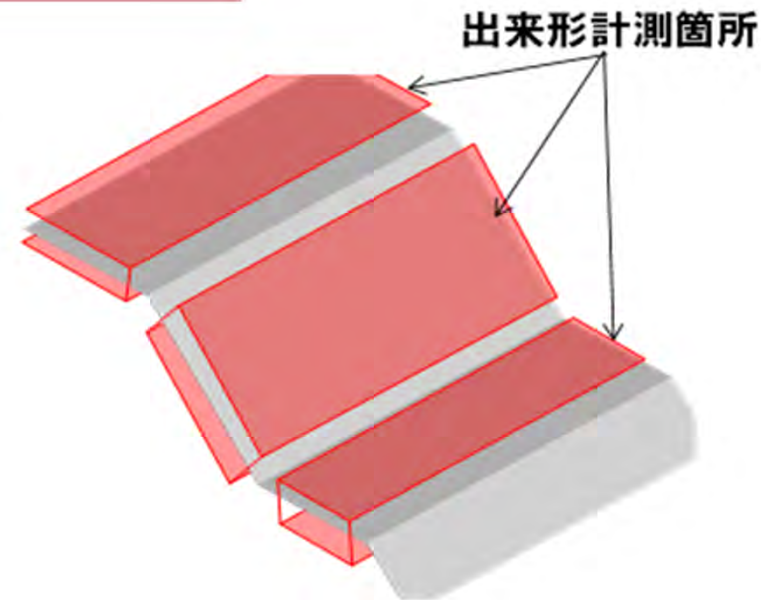
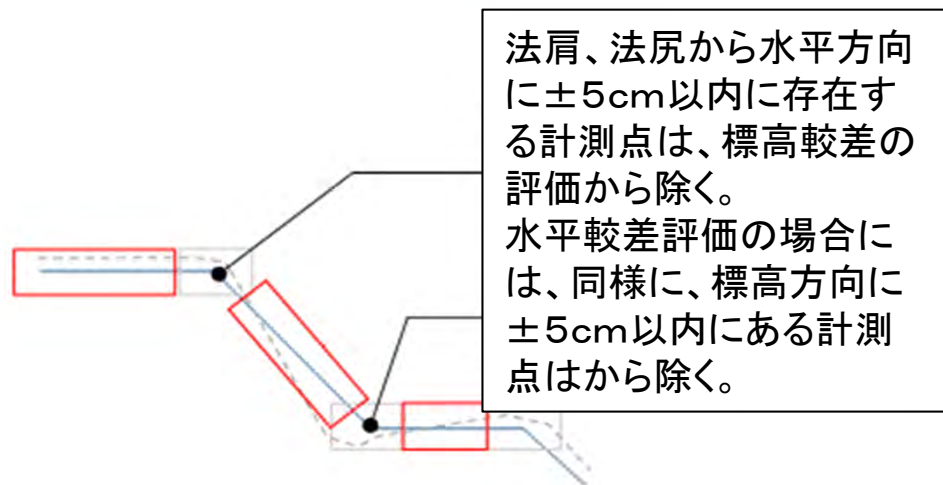


11-1. 出来形管理(土工)

出来形計測箇所の留意点

- 出来形管理で計測する3次元座標は、天端面・法面の全ての範囲で3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成します。
- **法肩法尻から水平方向に±50mm以内に存在する計測点は評価から除外します。(詳細は次ページ)**
- 法面の小段部に、側溝工などの構造物が設置されるなど土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置する工種の出来形管理基準及び規格値によることができます。
- **ブロック・張芝等(土工を除く工種)は、従来通りの出来形管理基準及び規格値で管理します。**

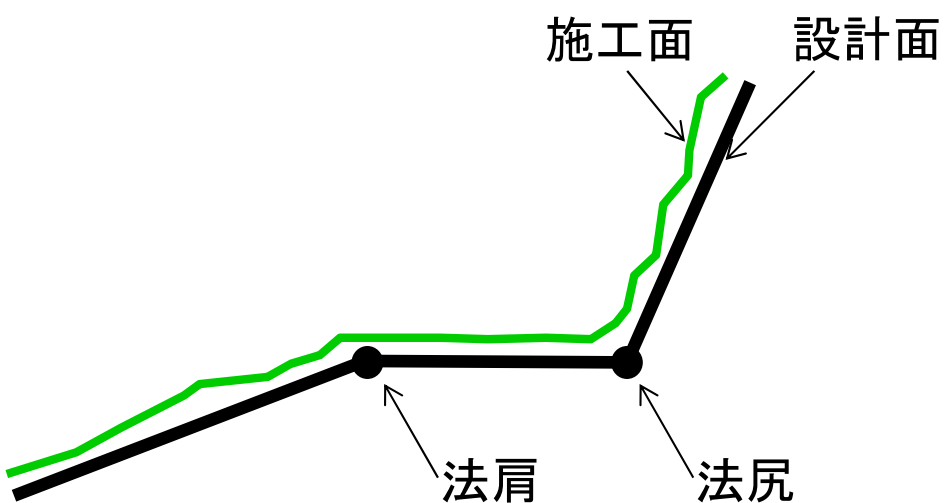
出来形計測箇所



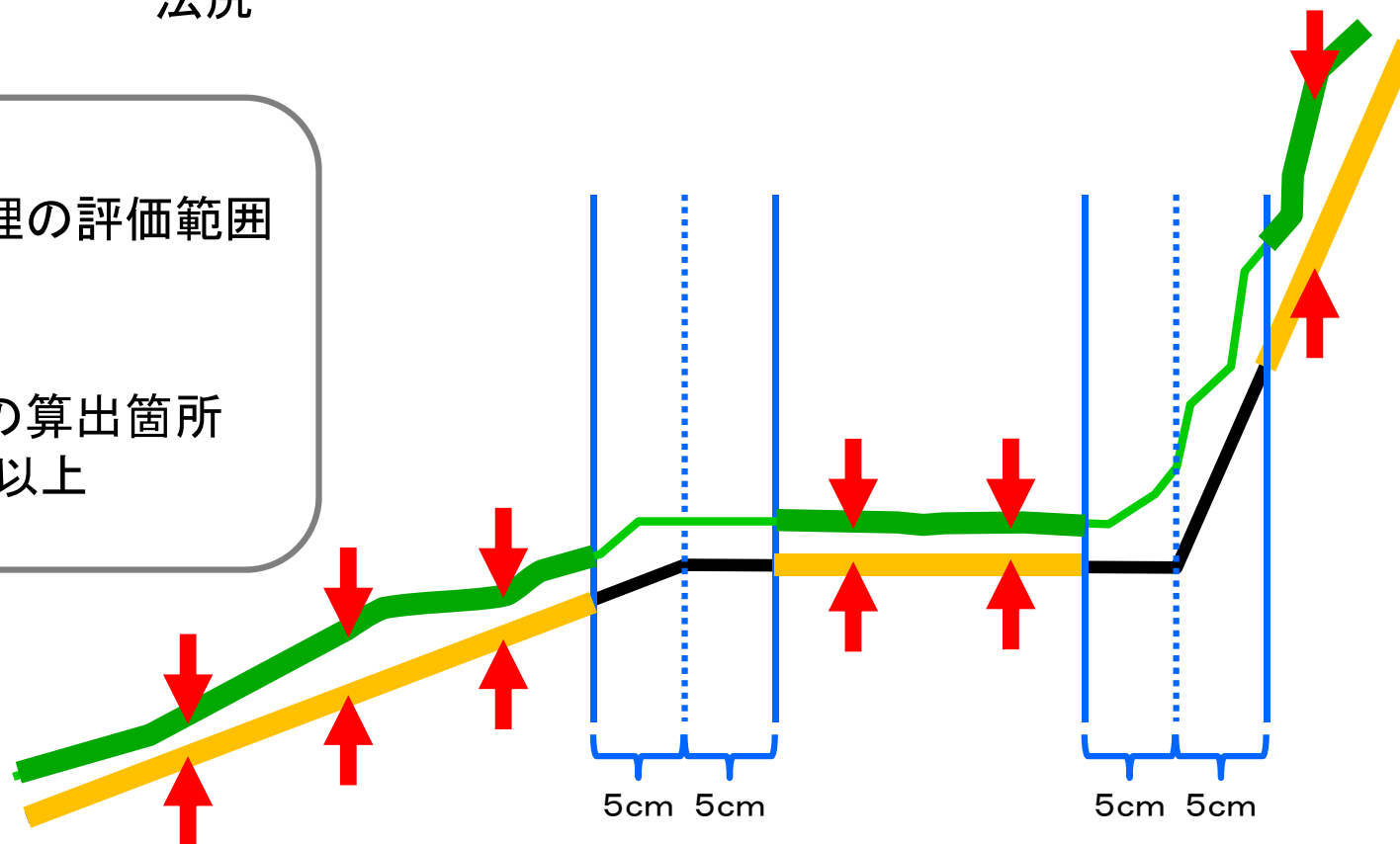
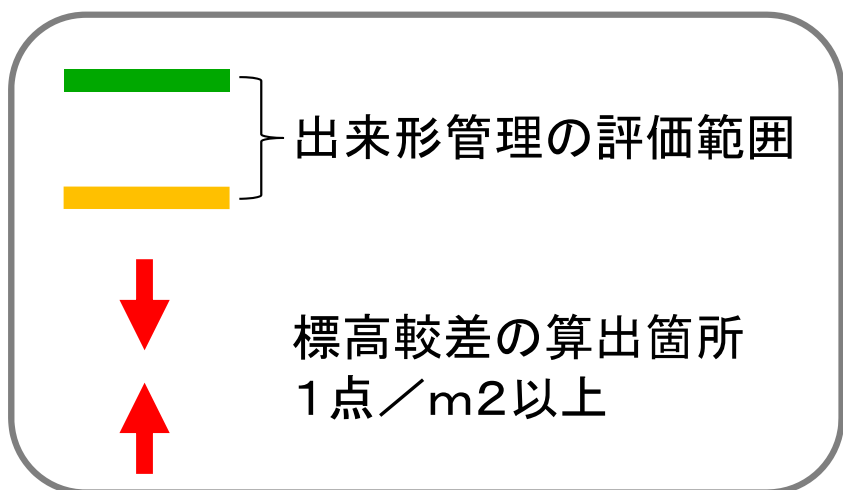
ワンポイント

・計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で0.1mメッシュ(0.01m²)に1点以上の出来形座標値を取得します。

出来形管理の評価箇所



- ① 計測は1点以上/0.01m²(10cm×10cm)の計測密度で行う。(平面投影面積当たり)
- ② 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く
- ③ 出来形管理の評価範囲は、計測点のうち、②を除いた範囲となる。
- ④ 出来形管理の評価範囲にて、計測点と施工面の標高較差で出来形計測を行う。
- ⑤ 出来形評価は、1点以上/1m²(1m×1m)で行う。



11-1. 出来形管理(土工)

出来形管理基準及び規格値の留意点

※ここでの勾配は、鉛直方向の長さ1に対する水平方向の長さXをX割と表したものです。

図		出来形管理基準および規格値案			備考	
河川盛土工		天端	標高	平均値	-50mm	1. 略 2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。 3. 計測は天端面と法面（小段を含む）の全面とし、全ての設計面との標高較差または水平較差を算出する。計測密度は1点/m ² （平面投影面積当たり）以上とする。 4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。 5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。
			較差	個々の計測値	-150mm	
道路盛土工		法面	標高	平均値	勾配 ≤ 4割：-60mm	
			較差	個々の計測値	勾配 > 4割：-50mm	
掘削工		天端	標高	平均値	±50mm	
			較差	個々の計測値	±150mm	
		法面	水平または標高較差	平均値	±70mm	
			個々の計測値	±160mm	※勾配が1割より緩い場合は、標高較差で管理するのが望ましい。	
		法面（軟岩）	水平または標高較差	平均値	±70mm	
			個々の計測値	±330mm	※勾配が1割より緩い場合は、標高較差で管理するのが望ましい。	

ワンポイント

- ・測定箇所は、平場面、天端面、法面の全面の標高較差または、水平較差とします。（現行の土木工事施工管理基準に定められた基準高、法長、幅とは異なる）
- ・法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は標高較差の評価から除きます。
- ・同様に鉛直方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除きます。

- ICT土工に軟岩に対応した「出来形管理基準」を整備。
 - ・平滑な整形が困難な軟岩が存在する掘削法面において適応する管理基準値を規定。

- ・切土工事において法面に転石や岩がある場合、平滑な仕上げが困難である。
- ・土質を考慮した管理基準に対する要望が多かった。(ICT施工アンケート調査より)



○ 軟岩等の掘削現場(従来の断面管理実施)で面的な出来形の実態を把握し管理基準値を設定。

- ICT土工(軟岩)「出来形管理基準値」
法面(軟岩I) 水平又は標高較差
 - ・ 規格値(平均値) $\pm 70\text{mm}$
 - ・ 規格値(個々計測値) $\pm 330\text{mm}$

計測ルールの規定

- 事前の精度確認で精度が担保される距離以内での計測

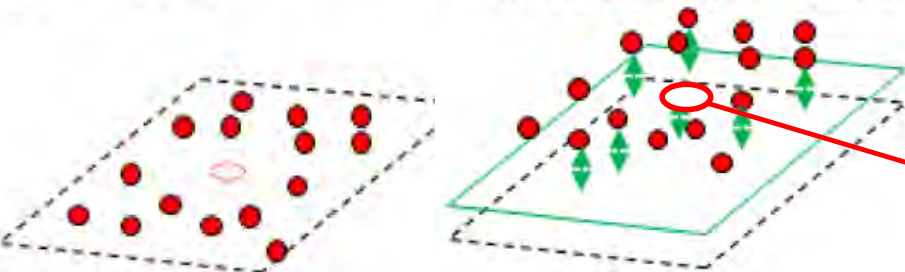
100cm²当たり1点以上計測されること

グリッドデータ化に関する規定

- 1m²毎の平面等間隔箇所の標高値の内挿補完方法を規定

1m²以内のグリッドに含まれるポイントすべての標高の平均値

1m²以内のグリッドに含まれるポイントと設計面との差の最頻値を加えた標高



● 計測点群データ
○ 出来形評価用データ

◇ 3次元設計データ

1m²毎に100点以上計測点がある状況で、標高値は平均または設計との差の最頻値(1mm刻みのヒストグラムを書いたときの最頻値)により内挿補完

4-3 TLSによる出来形計測

(中略)

3) TLS計測の実施

出来形計測は、計測対象範囲内で0.01m²(0.1m×0.1mメッシュ)あたり1点以上の計測点を得られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、2-2で実施した精度確認の距離範囲内とする。(ただしTLS直下の欠測は許容する。)

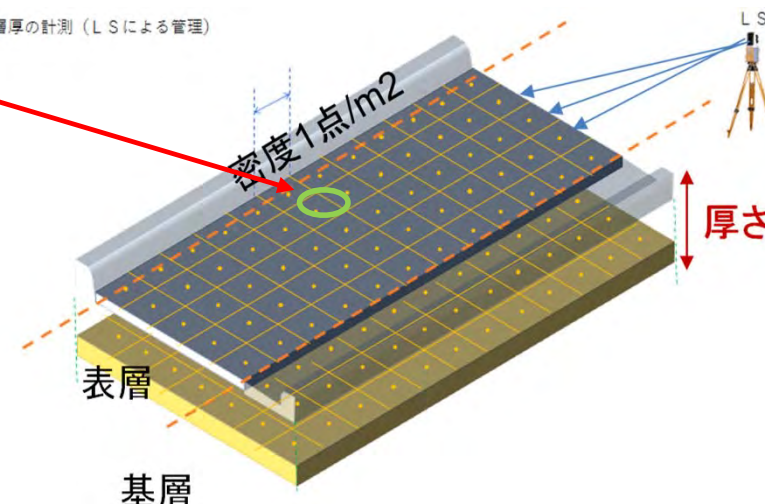
2-3 点群処理ソフトウェア

【解説】

1) ③グリッドデータ化

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を加算した値を用いる。

層厚の計測 (LSによる管理)

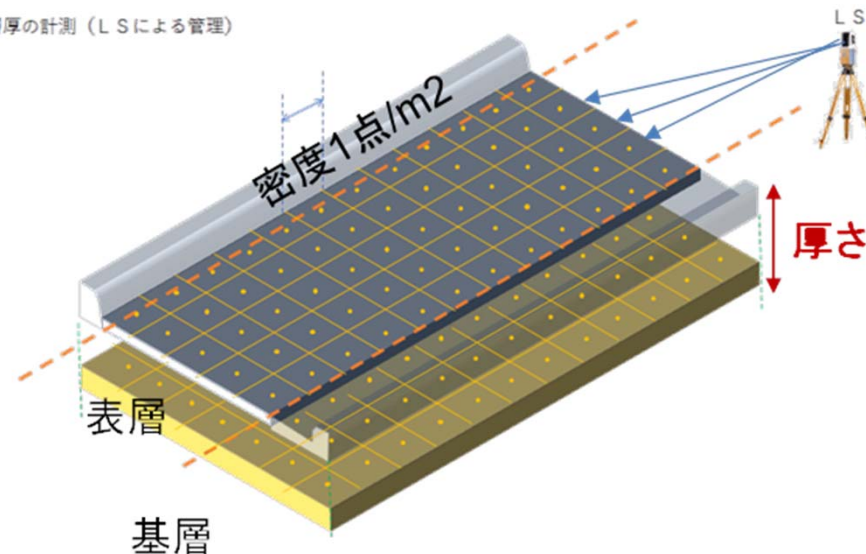


出来形計測の留意点

◆ TLS計測の実施

- 出来形計測は、計測対象範囲内で100cm²(10cm×10cmメッシュ)あたり1点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、精度確認の距離範囲内とする。
- 出来形計測を行う場合は、TLSと計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、計測範囲の最大距離の箇所で設定を行う。
- TLSの計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できないため、可能な限り出来形の計測面が露出している状況での計測を行う。
- 次のような条件では適正な計測が行えないので十分な注意が必要。
 - 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
 - TLS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること。

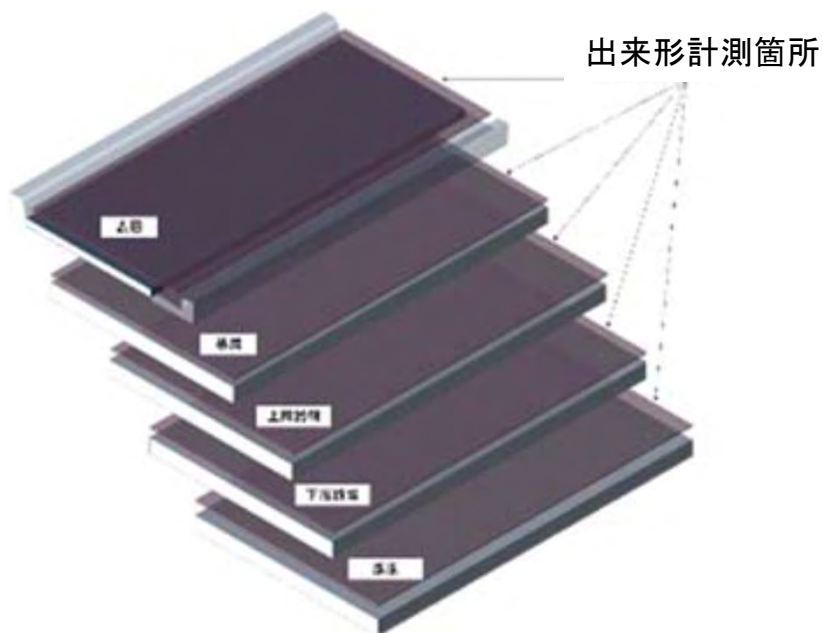
層厚の計測 (LSによる管理)



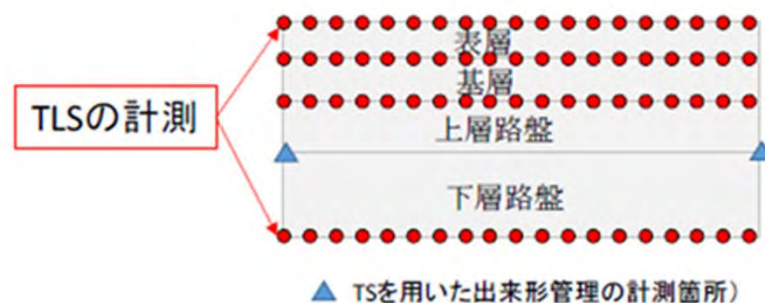
出来形計測箇所

- TLSによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおり。
- 計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得する。
- 計測は、起工測量から表層までを対象とし、起工測量と表層面はTLSによる管理を必須とする。
- なお、基層を管理するための上層路盤面の計測手法としてTSによる出来形管理を選択することができるが、その場合は、それ以下の各層もTSによる出来形管理を選択する必要がある。

TLSとTSを組み合わせた出来形管理例

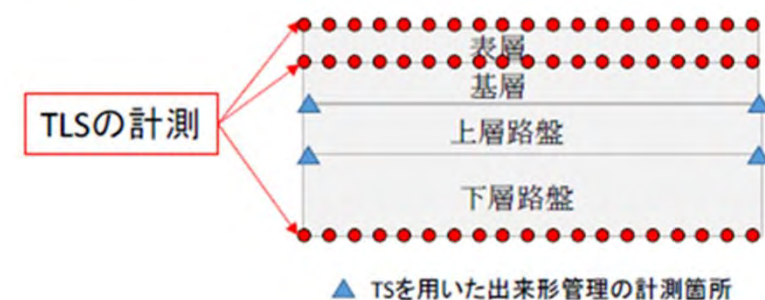


表層・基層を厚さ管理する場合の例



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

表層・基層を標高較差管理する場合の例



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

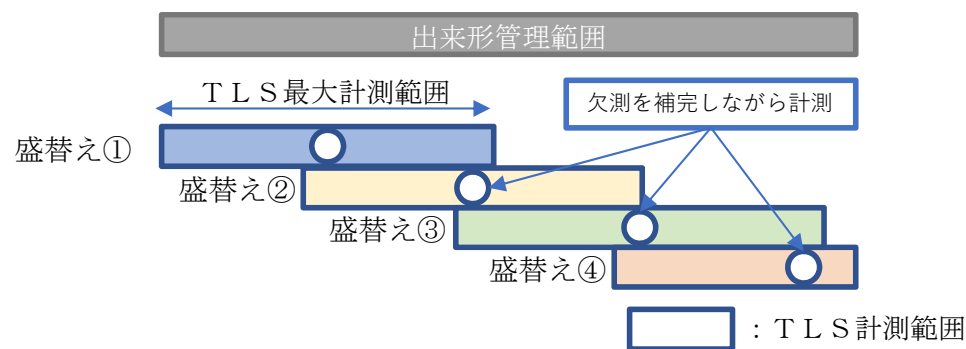
出来形計測箇所

地上型レーザースキャナー直下欠測の許容

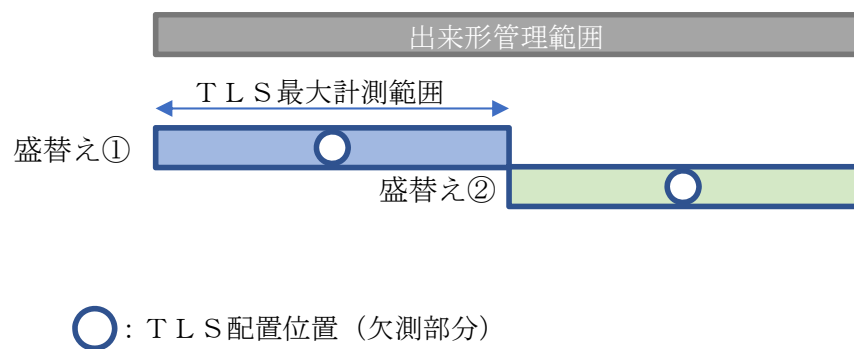
- 前年度計測イメージ -

改定前は最大計測距離の半径毎に盛替えを行い、T L S直下点群欠測部分を補完する必要があった。改定後は最大計測距離の直径毎に盛替えが可能となり、計測範囲が拡大された。

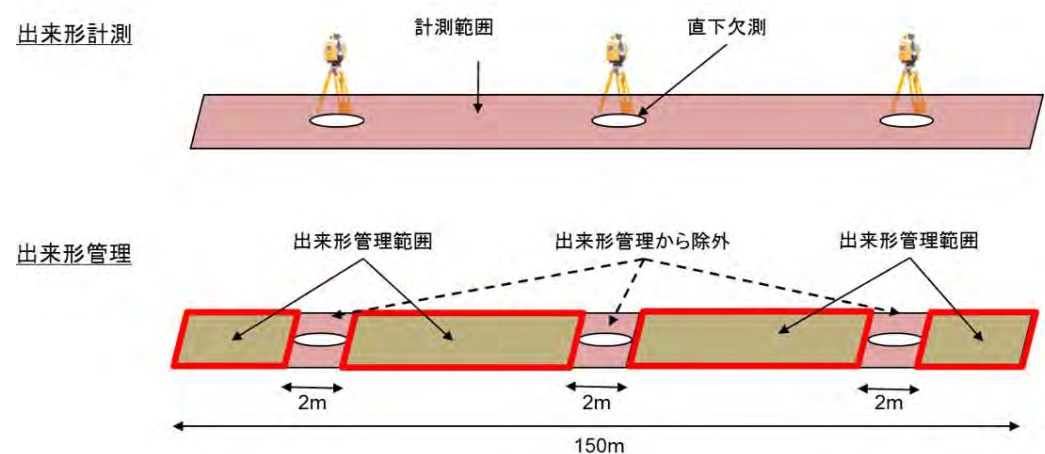
改定前のスキャン例



改定後のスキャン例



欠測部における除外範囲



欠測部を含む一定範囲を除外しても良いが、設計面に対する除外範囲の割合が10%を超えないものとする。

除外割合の算出方法：

延長150mの場合
 $(2\text{m} + 2\text{m} + 2\text{m}) / 150\text{m} = 4\%$

11-1. 出来形管理(舗装工)

出来形計測箇所

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

・ 厚さに代えて標高較差で管理する場合

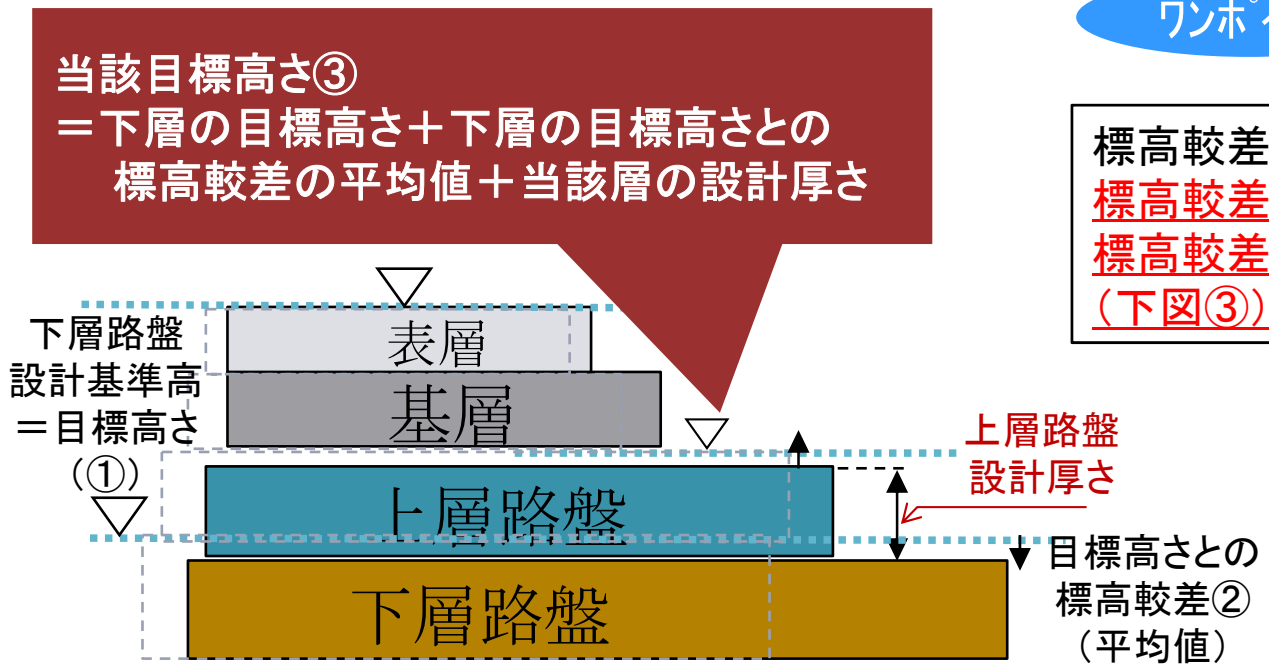
標高較差で管理を行う場合は、直下層の目標高さに直下層の標高較差の平均値、設計厚さを加えた管理対象面の目標高さを設定し、この高さとして計測高さの標高較差で管理を行う。

・ 厚さの管理を行う場合

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

ワンポイント

標高較差とは？
標高較差は、直下層の目標高さ(下図①) + 直下層の標高較差平均値(下図②) + 設計厚さから求まる高さ(下図③)との差



厚さの目標高さへの代替

- 厚さ管理の代わりに目標高さ(その都度定める基準高)との標高較差で管理することで、厚さ計測に必要な底部の面計測をTS等に代替できる。
- 目標高さ(下図③)は、計測対象面の高さであり、その目標高さとしてTSによる出来形計測の標高値を比較し、標高較差を算出する。

2-5 出来形帳票作成ソフトウェア

【解説】

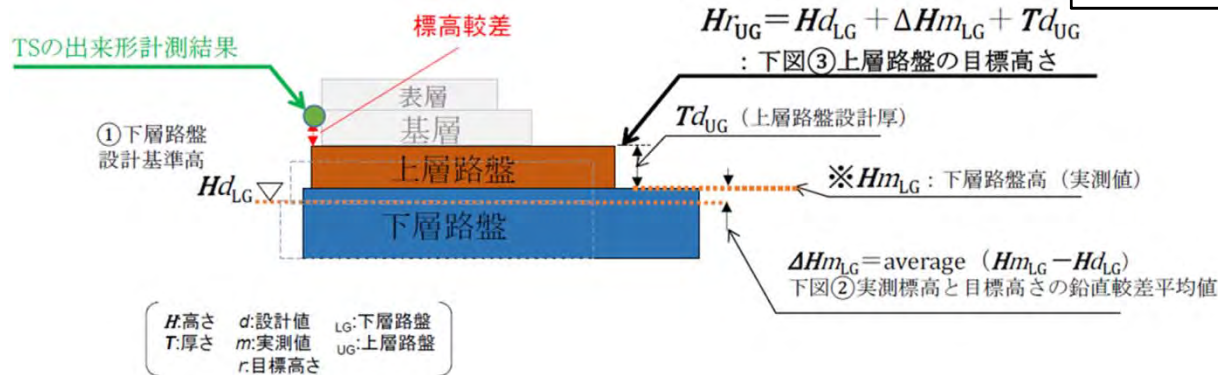
(中略)

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。

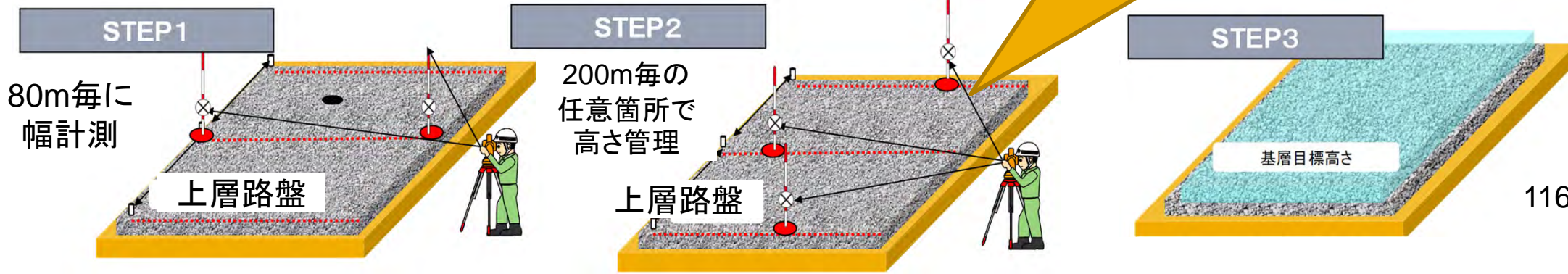
② 各層毎に厚さあるいは標高較差(標高較差は、直下層の目標高さ(下図①) + 直下層の標高較差平均値(下図②) + 設計厚さから求まる高さ(下図③)との差)を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。標高較差は、平面座標が同じ位置の目標高さの差分として算出する。

(図は←に記載)



● 厚さの管理に代え目標高さで管理
● 次に目標高さとの標高較差の平均算出
(※) 詳細はTSを用いた出来形管理(舗装工事編)

下層をTSで管理する場合



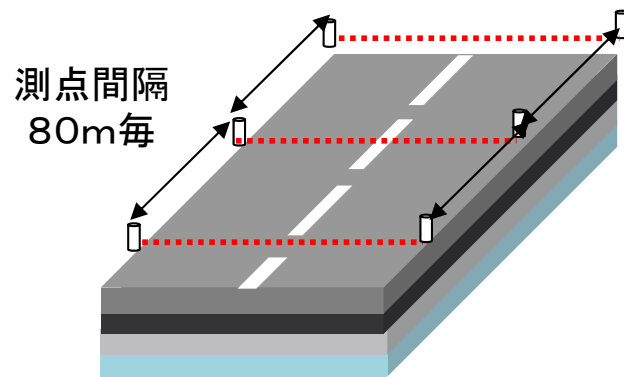
11-1. 出来形管理(舗装工)

出来形管理基準及び規格値の留意点

□出来形管理基準及び規格値

- ・面管理により格段に計測点数が増えるのに伴い、検査基準を改定

従来手法



工種	計測箇所	個々の測定値		10個平均		測定間隔		計測手法
	単位 [mm]	中規模	小規模	中規模	小規模			
表層	厚さ	-7	-9	-2	-3	1000	m2毎	コア採取
	幅	-25	-25			80	m毎	テープ
	平坦性			σ2.4以下 σ1.75以下 (直読式)		1.5	m毎	3mプロフィールメーター等

ワンポイント

・出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

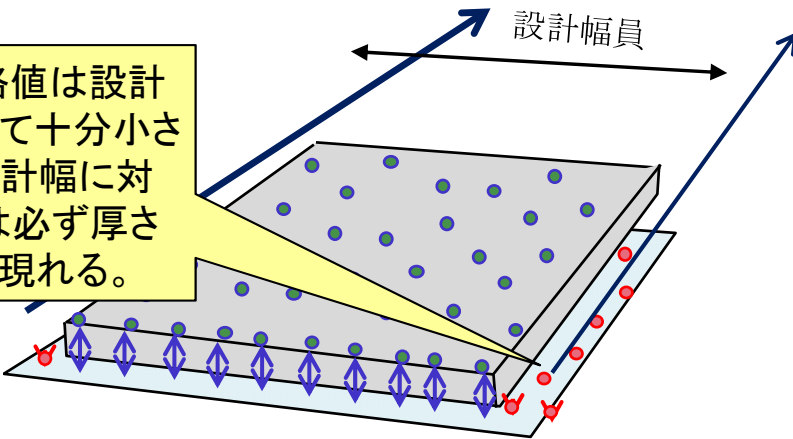
11-1. 出来形管理(舗装工)

出来形管理基準及び規格値

□ 全数管理を前提とした個々の測定値の規格値を設定。幅員の管理を省略

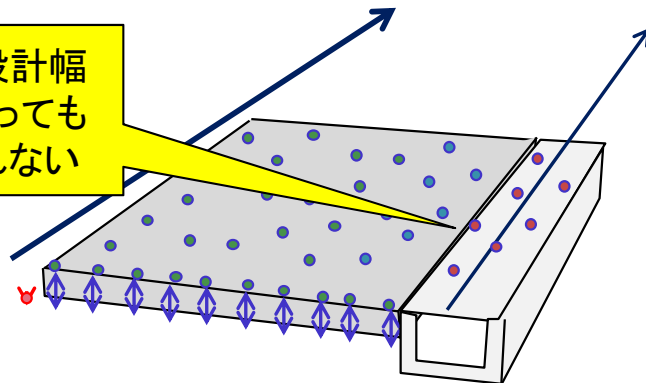
- 面管理を実施する場合、隣接構造物と高さが連続し、境界が明瞭で無い場合を除き、幅の管理は省略できる。

厚さの規格値は設計厚さに対して十分小さいので、設計幅に対する不足は必ず厚さ不足として現れる。



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

構造物があると、設計幅に対する不足があっても厚さ不足として現れない



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

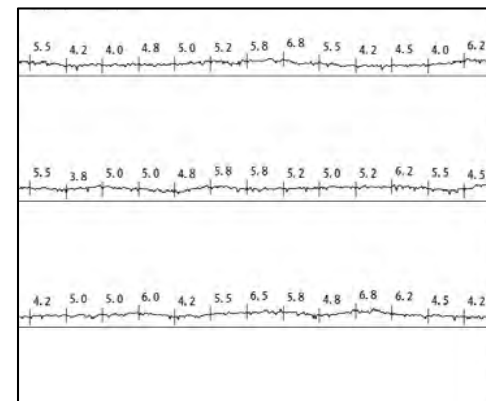
・個々の測定値に対する規格値は、99.7%が規格値に入ればよいものとする。

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

従来の方法

「出来形管理基準及び規格値」における舗装表層の平坦性指標(σ)を計測するためには、3mプロフィールメーターを曳いて路面上を歩行する必要があった。

プロフィールメーターによる計測(現状)

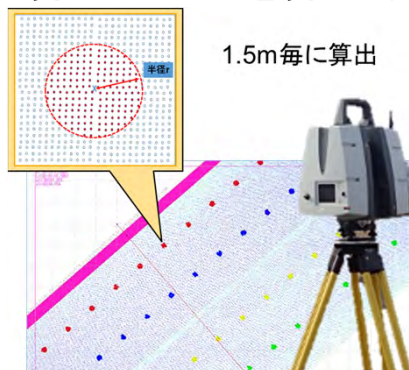


H31年度より

ICTでの管理方法

TLS等により得られる点群データから計算により σ を算出する方法を選択できる旨、出来形管理要領に追記。

点群データからの算出(改訂)

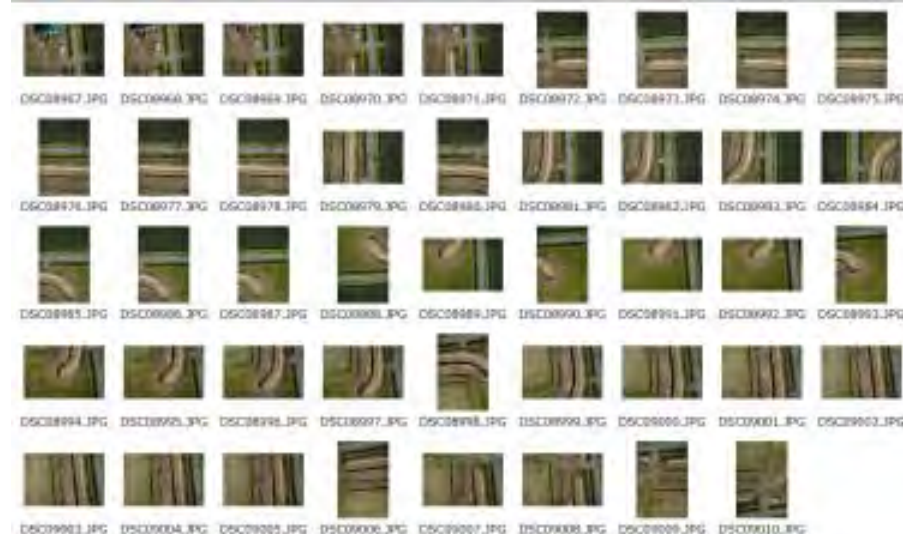


出来形写真管理基準の留意点

区分		写真管理項目		
		撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
施工状況	図面との不一致	図面と現地との不一致の写真	撮影毎に1回 [発生時]	写真測量に使用したすべての画像

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回 [掘削中]	代表箇所 各1枚
	法長(法面)	撮影毎に1回 [掘削後]	写真測量に使用したすべての画像
[道路] 路体盛土工 [河川] 盛土工	巻出し厚	200mに1回 [巻出し時]	代表箇所 各1枚
	締固め状況	転圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]	
	法長(法面)幅(天端)	撮影毎に1回 [施工後]	写真測量に使用したすべての画像

写真撮影例



ワンポイント

UAV出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点が異なります。

- ①撮影頻度の変更
- ②空中写真測量(UAV)で撮影した写真の納品をもって、写真撮影に代える

出来形写真管理基準の留意点

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度 [時期]	提出頻度
掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回[掘削中]	代表箇所 各1枚
	法長(法面)	1工事に1回 [掘削後]	
[道路] 路体盛土工 路床盛土工 [河川] 盛土工	巻出し厚	200mに1回[巻出し時]	代表箇所 各1枚
	締固め状況	転圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]	
	法長(法面) 幅(天端)	1工事に1回 [施工後]	

(※上表のほか、施工状況撮影も追加あり)

(従来手法での撮影頻度)
200m又は1施工箇所に1回
[掘削後]

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)

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) ←追加
- ④ 出来形計測点(測点・箇所) ←軽減
- ⑤ 設計寸法 ←軽減
- ⑥ 実測寸法 ←軽減
- ⑦ 略図 ←軽減



出来形管理写真(例)

ワンポイント

TLS出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点が異なります。

- ① 撮影頻度の変更
- ② 黒板への記載項目の軽減

出来形写真管理基準の留意点

出来形管理写真撮影箇所一覧表

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度 [時期]	整理条件
<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) 	厚さ または 標高較 差※1	各層毎 1工事に 1回 [整正 後]	代表箇所 各1枚

※1：上記の表における撮影項目以外で必要がある場合は、「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)に準拠する。

出来形管理写真(例)



TLS

黒板(記載イメージ)

工事名:〇〇工事
計測日:〇年〇月〇日
工種:表層
計測範囲:NO80~82

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)

ワンポイント

TLS出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点が異なります。

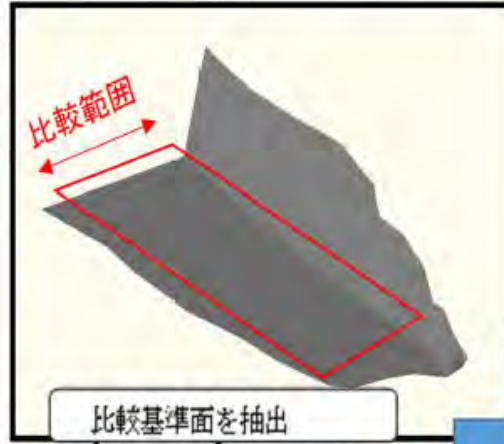
- ①撮影頻度の変更
- ②黒板への記載項目の軽減

11-3. 出来形管理帳票の作成

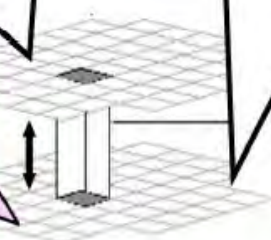
出来形管理図表 作成の流れ

空中写真測量(UAV)による
出来形計測データ

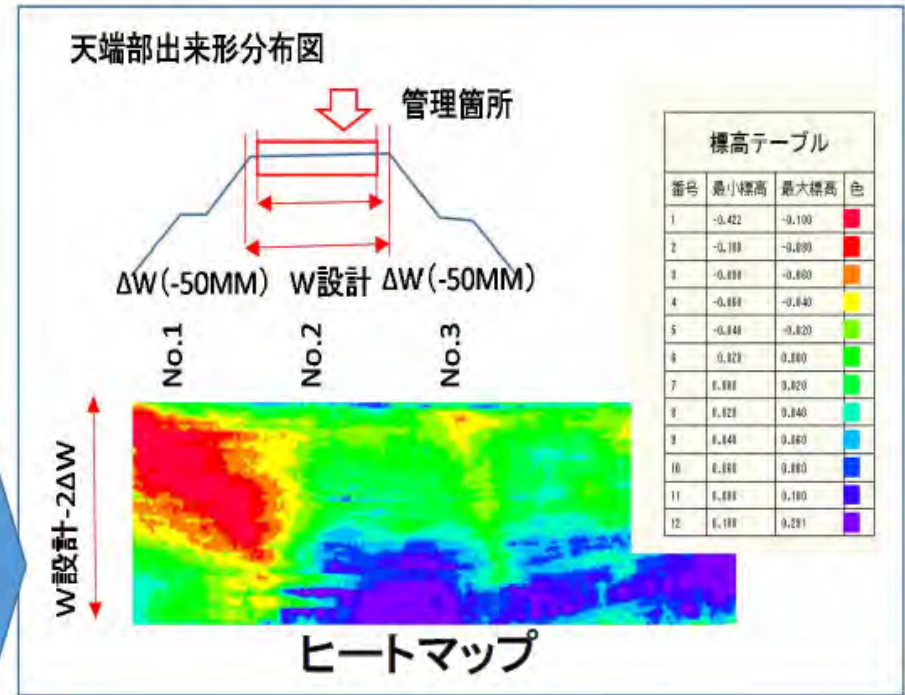
3次元設計データ



3次元設計データと出来形評価
用データの各ポイントとの離れ
量の算出および色分け表示



出来形計測結果の面的なばらつきによる評価



ワンポイント

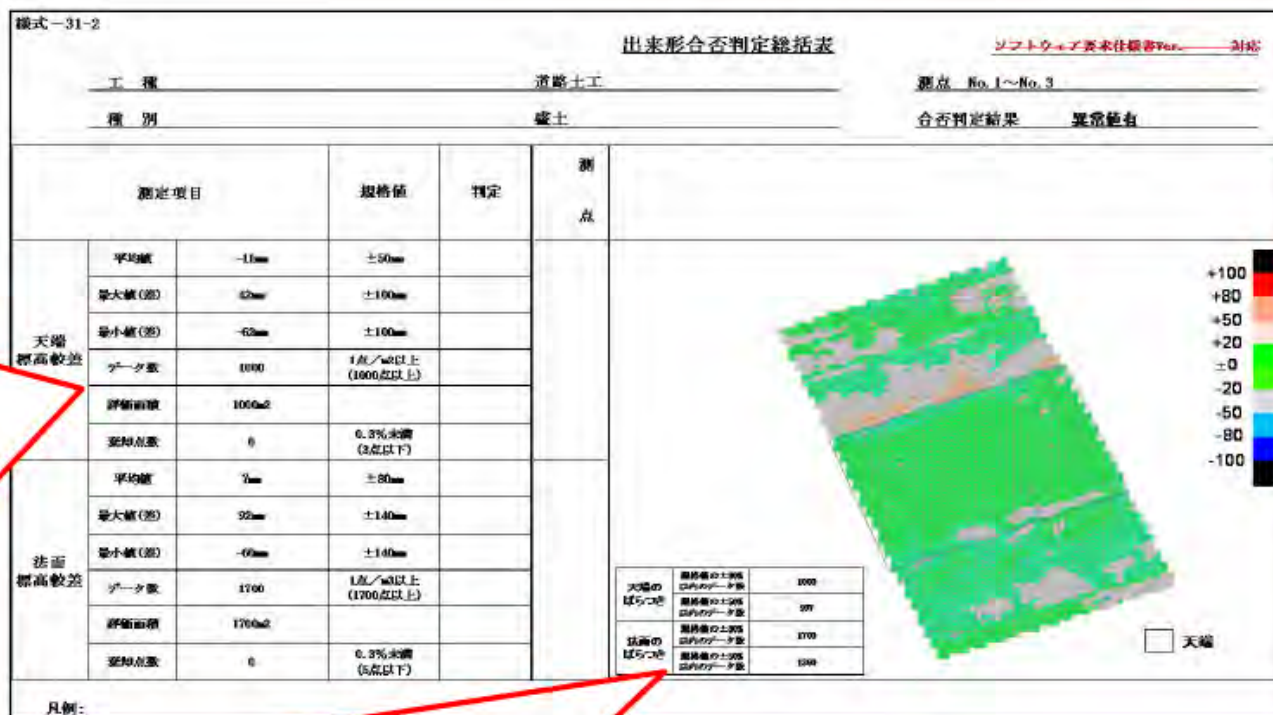
- ・出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成することで、帳票を作成、保存、印刷ができます。
- ・出来形管理図表は、出来形確認箇所(平場・天端、法面)ごとに作成します。

11-3. 出来形管理帳票の作成

出来形管理帳票の作成時の留意点

- 3次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ(標高較差あるいは水平較差)により出来形の良否判定を行います。
- 出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図にて明示します。

作成帳票例(出来形管理図表)



・平均値
・最大値
・最小値
・データ数
・評価面積
・棄却点数

を表形式
で整理

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

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

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。

・データのポイント毎に結果をプロット。

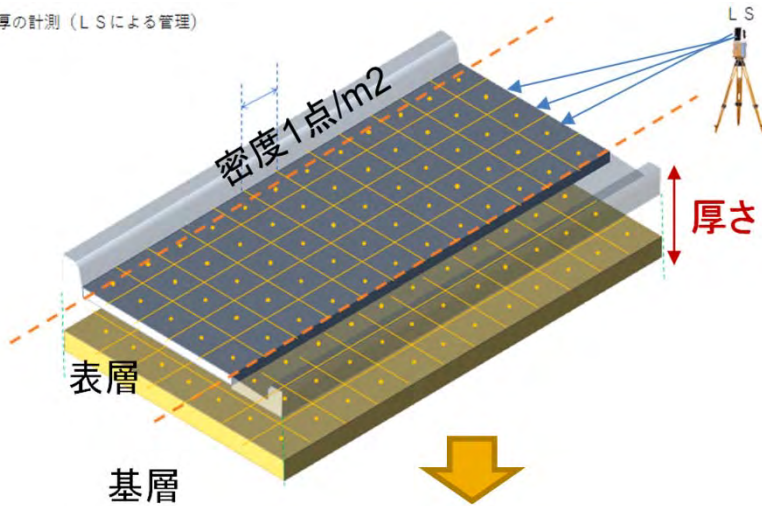
11-3. 出来形管理帳票の作成

ICT舗装工における出来形管理の概要

■ レーザースキャナーの点群データを自動処理することで効率的な出来形管理を実現

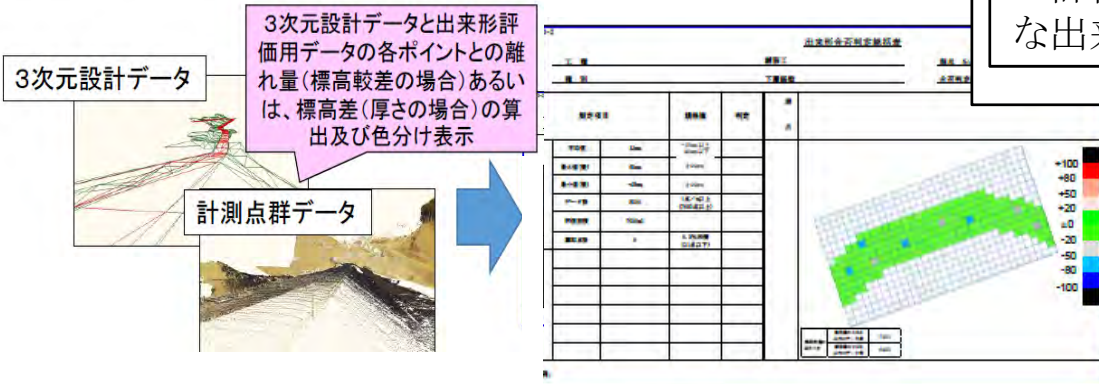
● レーザースキャナで各層の施工前後に計測

層厚の計測 (LSによる管理)



厚さの評価は、施工前後の標高の比較で算出

● 出来形管理ソフトウェアによる自動評価



5-1 出来形管理資料の作成

受注者は、3次元設計データと出来形評価用データを用いて、本管理要領で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。(略)

【解説】(抜粋)

1) 出来形管理図表

a. 標高較差または厚さ

標高較差については各評価点における目標高さと出来形評価用データの標高較差、厚さについては下の層(下層路盤の厚さを評価する場合は路床)との標高較差により出来形の良否判定を行う。

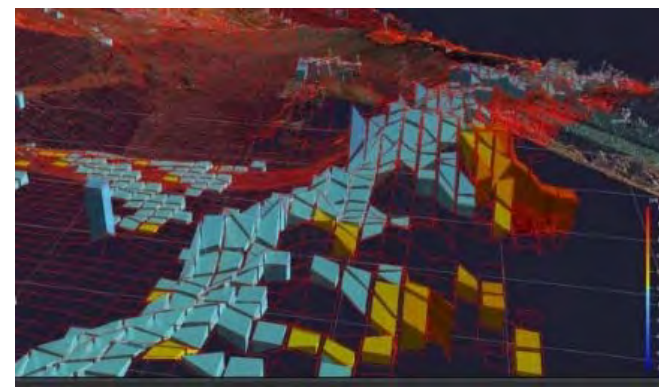
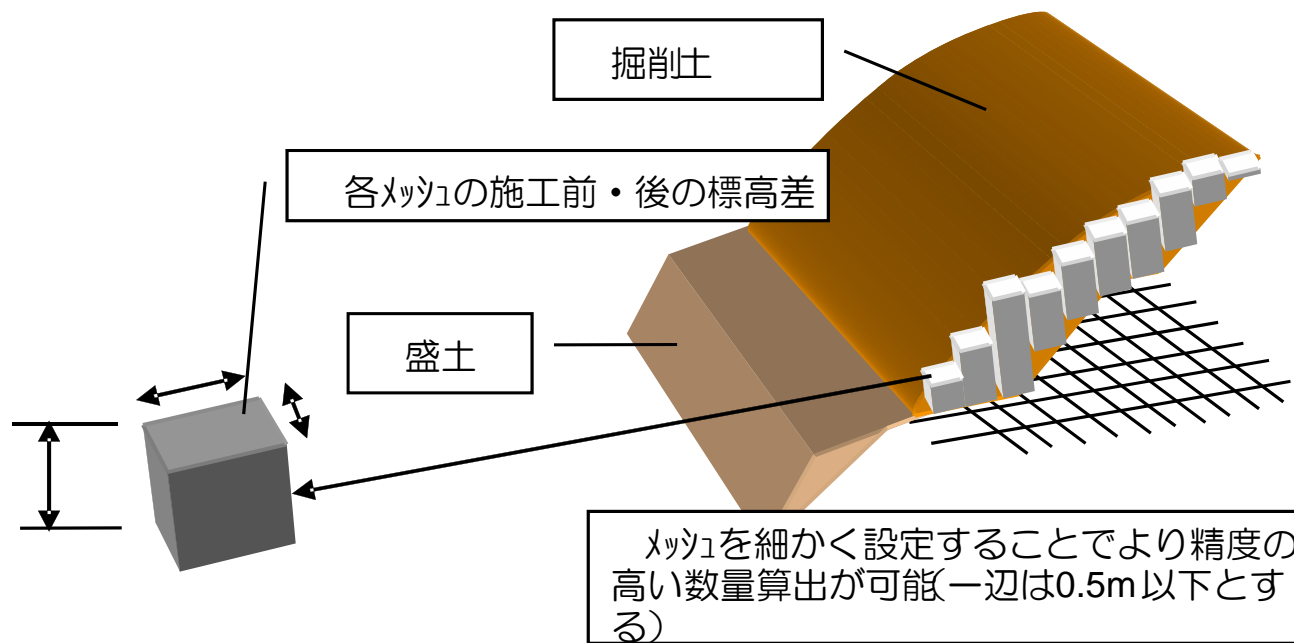
2-5 出来形帳票作成ソフトウェア

(略) 出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果(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。

11-4. 出来形数量の算出

- 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UAVや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、UAVやTLSによる出来形計測結果を用いて、出来形数量の算出を行うことができます。

点高法による数量算出の条件と適用イメージ



UAVや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ます。

ワンポイント

・数量計算方法については、監督職員と協議を行います。

※標準とする体積算出方法は

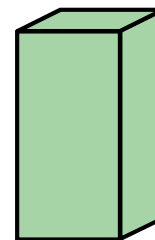
- ① 点高法、② TIN分割等を用いた求積、③ プリズモイダル法

設計数量の算出

- ① 起工測量は、0.25m² (50cm × 50cm メッシュ) あたり1点以上の計測密度で計測します。
- ② 設計数量は、設計面の標高値と、起工面の標高値の差を積分して土量計算を行います。

※ 法肩（法尻）の5cmを控除する出来形管理とは関連していません。

点高法（四点平均法）

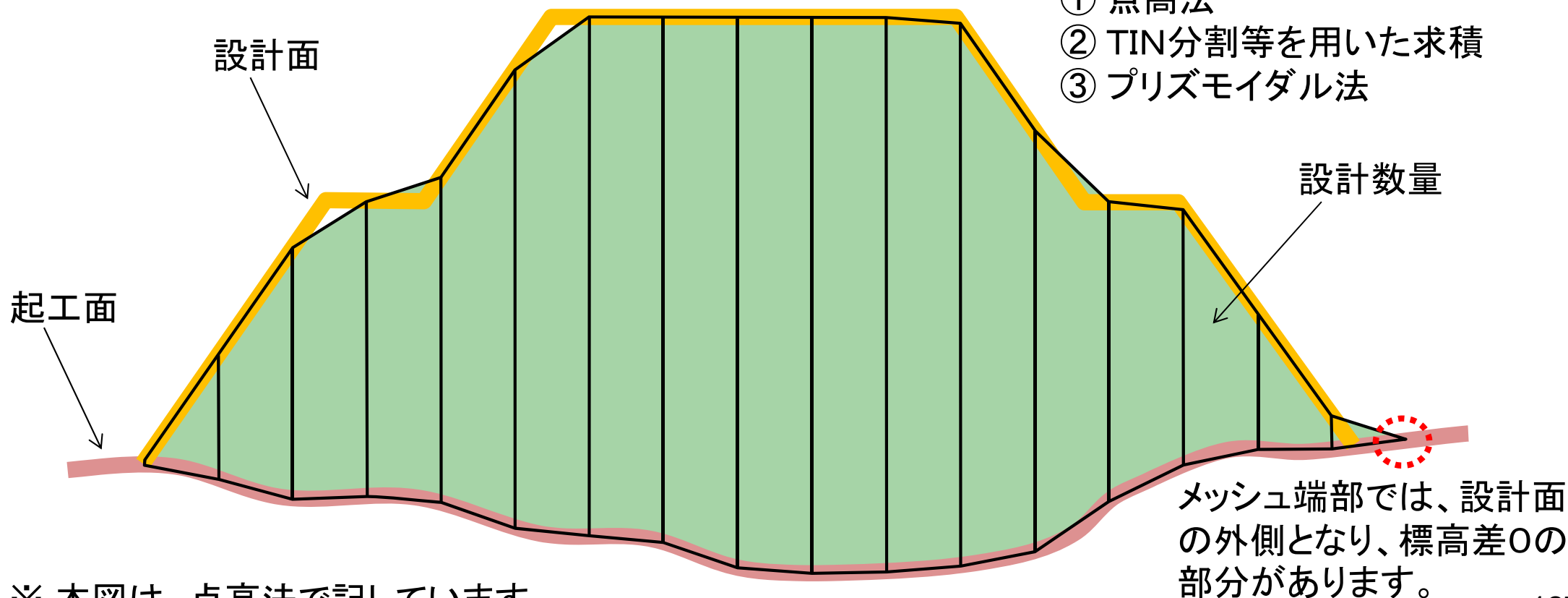


土量 = メッシュ面積 × 標高差

- ・ 1辺50cm以下
- ・ 四隅の標高差を平均する

※ 体積算出方法は3種類から選択

- ① 点高法
- ② TIN分割等を用いた求積
- ③ プリズモイダル法

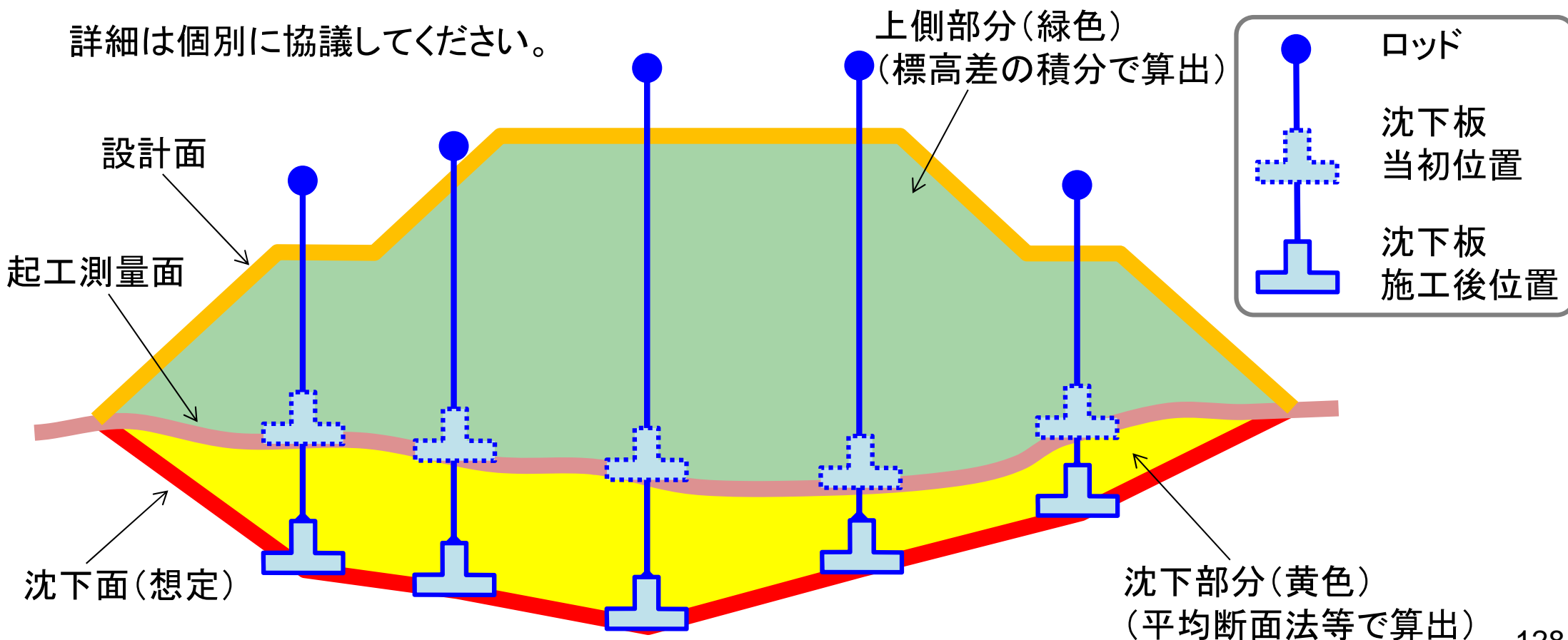


※ 本図は、点高法で記しています。

沈下板設置時の土量計算

- ① ICT活用工事のために、従来よりも手間が増えないことを、基本的な考え方とします。
- ② 起工測量面より**上側**の土量計算は、**標高値の差で3次元方式**で行う。
- ③ 起工測量面より**下側**(沈下部分(黄色))の土量計算は、従来どおりの**平均断面法**で行う。
- ④ ②③に代わり、起工測量面と沈下板結果元にして、沈下後起工測量面を3次元的に設定し、設計面との標高値の差で土量計算を行っても良い。
- ⑤ その他、適切と思われる算出方法があれば、その方法で行っても良い。

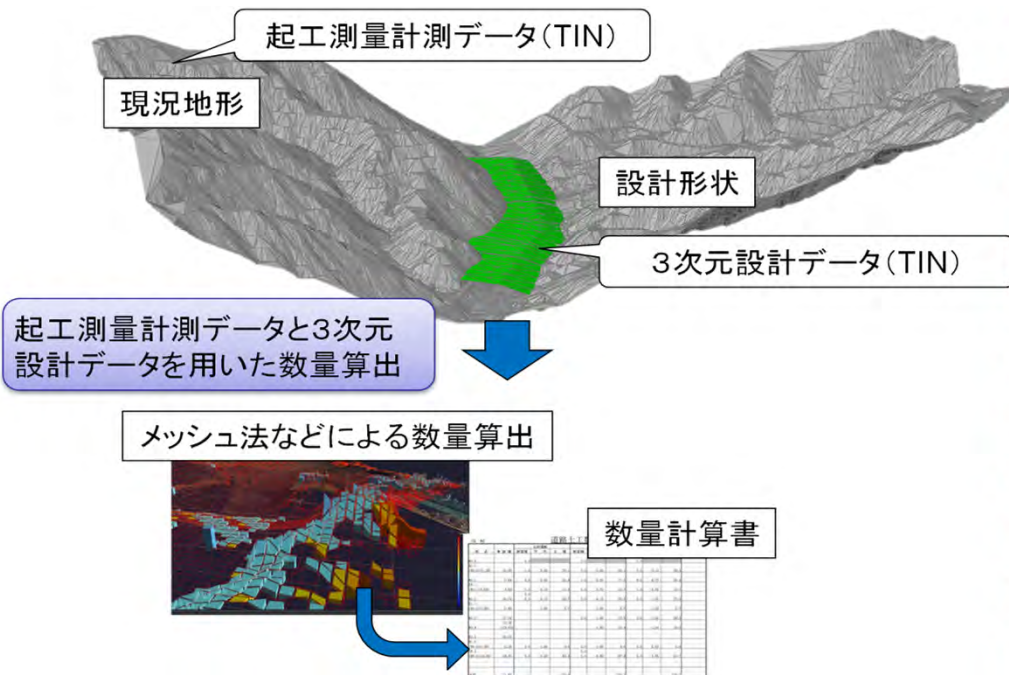
詳細は個別に協議してください。



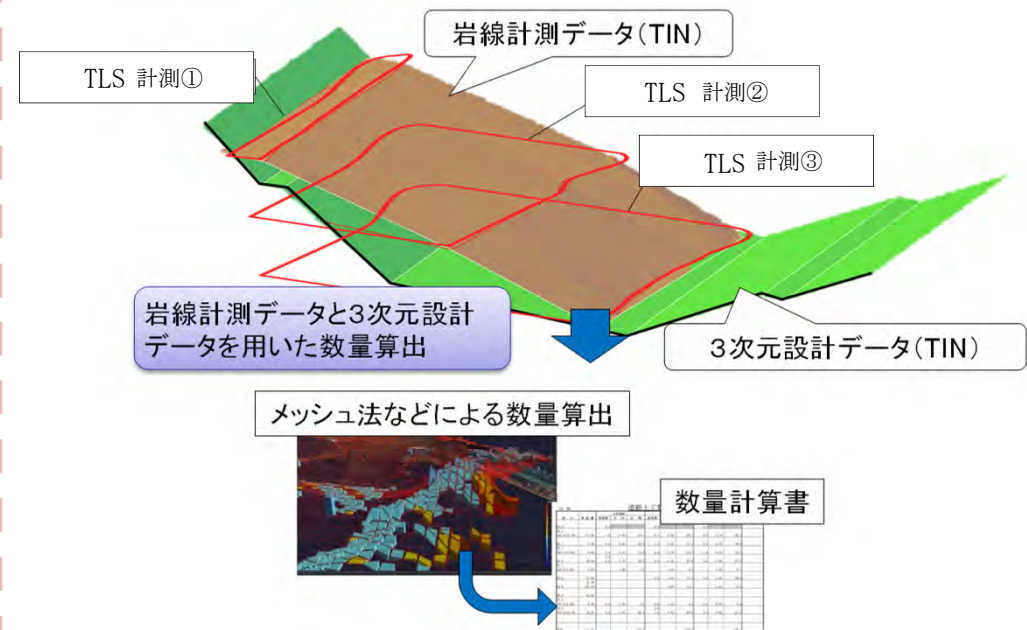
11-4. 出来形数量の算出(起工測量、岩線計測)

- 取得した起工測量計測データ, 岩線計測データ(どちらもTINデータ)と、3次元設計データ(TINデータ)から数量算出を行います。
- 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ります。

設計照査のための数量算出イメージ



設計変更(岩区分)のための数量算出イメージ



11-4. 出来形数量の算出(舗装工)

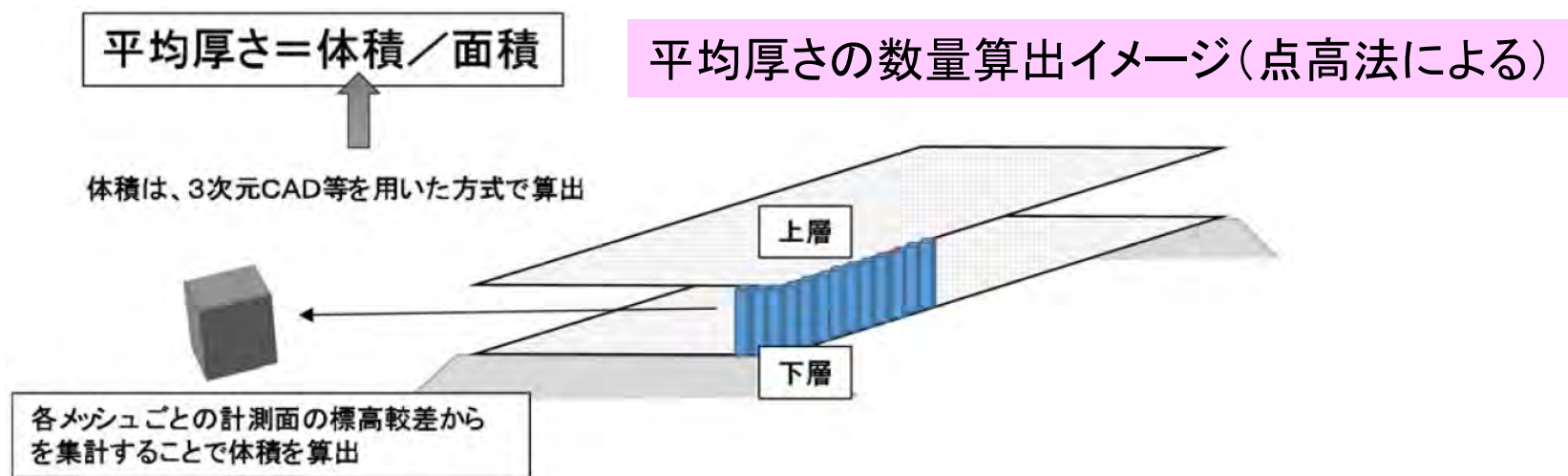
出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データがTLS等で計測されており、契約条件として認められている場合は、TLSによる出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。

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、監督職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。



ワンポイント

・数量計算方法については、監督職員と協議を行います。

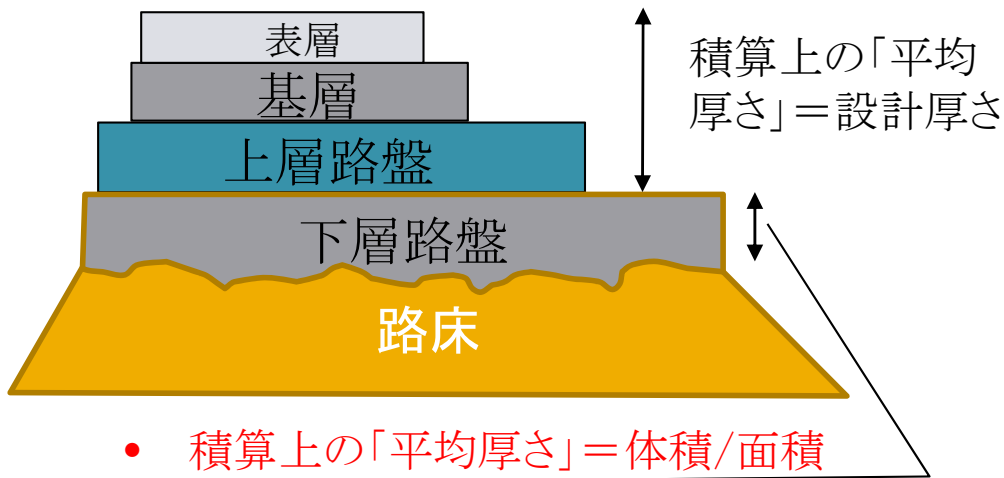
※標準とする体積算出方法は

- ① 点高法、② TIN分割等を用いた求積、③ プリズモイダル法

11-4. 出来形数量の算出(舗装工)

■ 舗装工の面的数量算出に対応

- ただし起工測量の面的な凹凸を数量に反映する必要があるのは下層路盤と不陸整正のみ



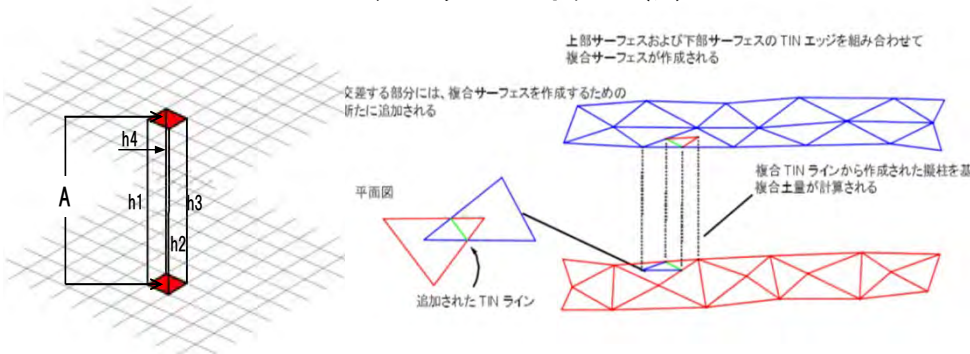
- 積算上の「平均厚さ」=体積/面積

- 体積を出す手法については、ICT土工でも採用されている以下のとおり

a) 点高法

b) TIN分割等を用いて求積する方法

c) プリズモイダル法



土木工事数量算出要領(案)

1章 舗装工

1.1 不陸整正

1. ~2. (略)

3. 区分

(2) 路床面又は路盤面の3次元計測データ並びに3次元設計データ若しくは不陸整正の3次元計測データがある場合における補修材の平均厚さの算出は、以下のとおりとする。

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

体積については、3次元CAD等を用いた場合、1.10 3次元モデルの基本的な表現方法によることを標準とする。

1.2 路盤工

1. ~2. (略)

3. 区分

(5) 路床面又は路盤面の3次元計測データ並びに路盤面の3次元設計データがある場合における路盤の仕上り厚さの算出は、以下のとおりとする。

$$\text{仕上り厚さ} = \text{体積} / \text{面積}$$

12. 電子成果品等の作成

▶ 電子成果品の作成の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
電子成果品の作成	・電子成果品の作成	・電子成果品の受理・確認
活用効果調査票【施工後】の作成	・活用効果調査票【施工後】の作成	・活用効果調査票【施工後】の受理・確認
施工合理化調査表の作成	・施工合理化調査表の作成	・施工合理化調査表の受理・確認

- ▶ 受注者は、UAVや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」の電子納品等要領で定める「ICON」フォルダに格納して提出します。発注者はその内容を確認します。
- ▶ 受注者は、活用効果調査票【施工後】や施工合理化調査表を作成し、提出します。発注者はその内容を確認し、取りまとめ担当に提出します。
- ▶ 電子納品要領の改訂で、協議により、Blu-rayディスクの使用が可能となっています。

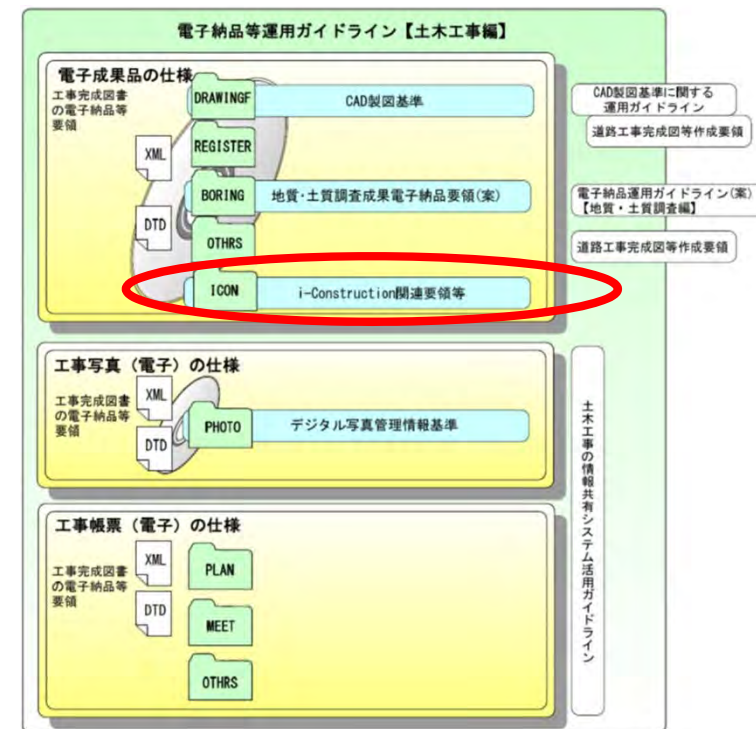
12-1. 電子成果品等の作成

電子成果品の作成・提出時の留意点

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

ファイル命名規則

3次元計測技術名	略称(●●●)
空中写真測量(無人航空機)	UAV
地上型レーザースキャナー	TLS
TS	TS
TS(ノンプリズム方式)	TSN
RTK-GNSS	GNSS
無人航空機搭載型レーザースキャナー	ULS



計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
●●●	0	DR	001~	0~Z	・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0DR001Z.拡張子
●●●	0	CH	001~	-	・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビューワー付き3次元データ)	●●●0CH001.拡張子
●●●	0	IN	001~	-	・3次元計測技術による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	●●●0IN001.拡張子
●●●	0	EG	001~	-	・3次元計測技術による起工測量計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0EG001.拡張子
●●●	0	SO	001~	-	・3次元計測技術による岩線計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0SO001.拡張子
●●●	0	AS	001~	-	・3次元計測技術による出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	●●●0AS001.拡張子
●●●	0	GR	001~	-	・3次元計測技術による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	●●●0GR001.拡張子
●●●	0	PO	001~	-	・工事基準点および調整用基準点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	●●●0PO001.拡張子

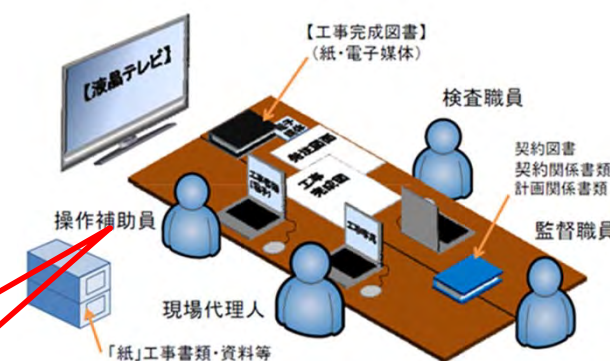
ワンポイント

- ・格納するファイル名は、いずれの3次元計測技術による出来形管理資料が特定できるように記入します。
- ・トレーサビリティ確保のため、3次元出来形管理の全データを提出するものとします。

検査時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	検査職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">書面検査</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">実地検査</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"> 出来形計測に係わる実地検査
フロー	受注者の実務内容	監督職員・検査職員の実務内容
		<ul style="list-style-type: none"> 工事成績評定

- 検査職員は、書面検査時には、パソコンを使って、納品された電子成果品を確認します。
- 検査職員は、実地検査時には、現地に出向き設計値と実測値を計測して確認します。
- 検査終了後、監督職員及び検査職員により工事成績評定におけるICT活用について評価が行われます。



☆ポイント
電子で検査します。

近年の検査スタイルと同じです。

- PCでの写真閲覧
- ASPでの打合せ簿閲覧
- 3D測量・設計・出来形 が追加

13-1. 書面検査

書面検査時の検査職員の確認内容の概要

- UAVやTLSを用いた出来形管理に係わる**施工計画書**の記載内容
施工計画書に記載された出来形管理方法について、監督職員が実施した「施工計画書の受理・記載事項の確認結果」を工事打合せ簿で確認します。
- 設計図書の3次元化に係わる確認
設計図書の**3次元化の実施**について、工事打合せ簿で確認します。
- UAVやTLSを用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等
出来形管理に利用する工事基準点や**標定点**について、受注者から**測量結果**が提出されていることを、工事打合せ簿で確認します。
- **3次元設計データチェックシート**の確認
3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認します。
- UAVやTLSを用いた出来形管理に係わる精度確認試験結果報告書の確認
UAVやTLSを用いた出来形計測が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者が確認した「精度確認試験結果報告書」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認します。

書面検査時の検査職員の出来形管理の確認内容の概要

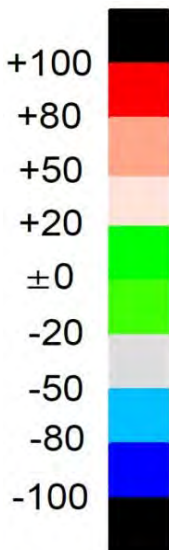
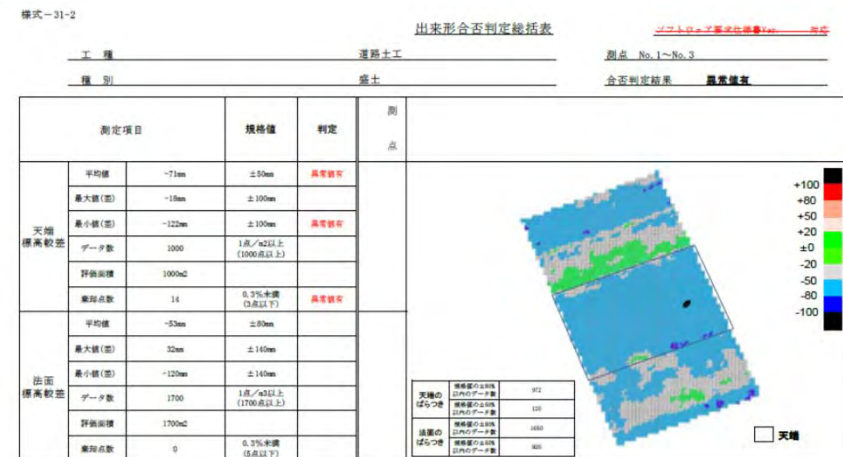
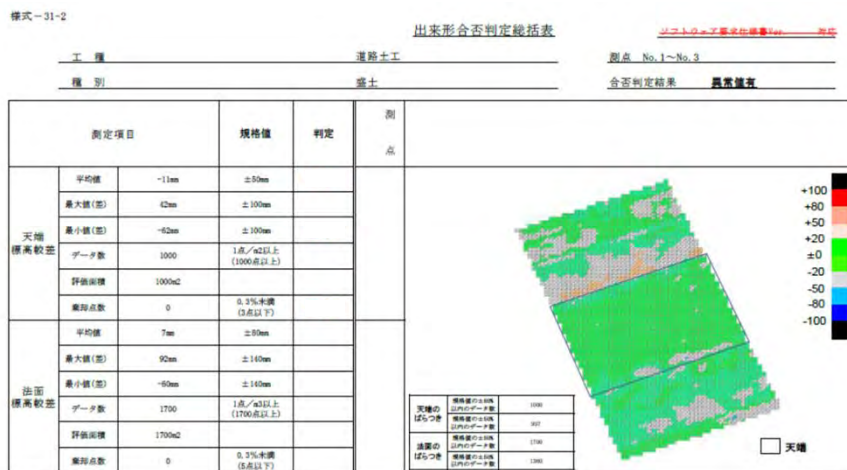
- TLSを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

出来形管理図表について、出来形管理基準に定められた測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認します。

バラツキについては、各測定値の設計との離れの規格値に対する割合をプロットした**分布図の凡例に従い判定**します。

具体には**分布図及び計測点の個数から判断**してください。

また、**80%または50%以内のデータ数が、8割以上か否かで判定**してください。



(※) 出来形管理要領によれば、分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

- ・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%~+100%の範囲で出来形評価用データのポイント毎に結果示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示
- ・±50%の前後、±80%の前後が区別出来るように別の色で明示
- ・規格値の範囲外については、-100%~+100%の範囲とは別の色で明示
- ・発注者の求めに応じて規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。とされている。

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種	河川・海岸・砂防土工
種別	盛土工

測点

合否判定結果 異常値無

測定項目		規格値 (仮想規格値)	判定
法面 標高較差 (4割 \geq 勾配)	平均値	-15.9mm	-60mm
	最大値(差)	136mm	± 170 mm
	最小値(差)	-128mm	± 170 mm
	データ数	3,797	1点/m ² 以上 (3,695点以上)
	評価面積	3,694.6m ²	
	棄却点数	0	0.3%未満 (11点以下)
平均値			
最大値(差)			
最小値(差)			
データ数			
評価面積			
棄却点数			

法面の ばらつき (4割 \geq 勾配)	規格値の $\pm 80\%$ 以内のデータ数	3,797 (100.0%)	規格値の $\pm 80\%$ 以内のデータ数
	規格値の $\pm 50\%$ 以内のデータ数	3,753 (98.8%)	規格値の $\pm 50\%$ 以内のデータ数

規格値比 (%)

- +100
- +80
- +50
- +20
- ± 0
- 20
- 50
- 80
- 100

棄却点

法面

書面検査時の検査職員の確認内容の概要

- 品質管理及び出来形管理写真の確認

「品質管理及び出来形管理**写真基準**」に基づいて**撮影**されていることを確認します。

- 電子成果品の確認

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

UAVによる出来形管理の場合

- ・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビューワー付き3次元データ)
- ・空中写真測量(UAV)による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・空中写真測量(UAV)による出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・空中写真測量(UAV)による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・工事基準点および標定点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)
- ・従来型UAVで撮影したデジタル写真(jpgファイル)

TLSによる出来形管理の場合

- ・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビューワー付き3次元データ)
- ・TLSによる出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・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による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・工事基準点および標定点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)

UAVレーザーによる出来形管理の場合

- ・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビューワー付き3次元データ)
- ・UAVレーザーによる出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・UAVレーザーによる出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・UAVレーザーによる計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・工事基準点および調整用基準点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)

TS、TS(ノンプリズム方式)やRTK-GNSSによる出来形管理の場合

- ・3次元設計データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビューワー付き3次元データ)
- ・TS、TS(ノンプリズム方式)、RTK-GNSSによる出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・TS、TS(ノンプリズム方式)、RTK-GNSSによる出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・TS、TS(ノンプリズム方式)、RTK-GNSSによる計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・工事基準点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)

- アンケート調査票、施工合理化調査表、新技術活用計画書等の確認

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

13-2. 実地検査

実地検査時の検査職員の出来形管理の確認内容の概要

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設データの設計面と実測値との標高差が規格値内であるかを検査します。

検査の頻度は以下のとおりです。

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
河川土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1工事につき1断面
道路土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1工事につき1断面

断面にこだわることなく、平場・天端上の任意の点(5点程度)を確認してください。

なお、新基準を適用できない場合は、従来の代表断面における幅、法長、基準高などの設計値と実測値の比較による検査を行ってもよいこととなっています。ただし、検査頻度は、代表断面1断面です。

13-2. 実地検査

舗装工実地検査時の検査職員の出来形管理の確認内容の概要

- ・ 検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で自らが指定した箇所
の出来形計測を行い、3次元設計データの目標高さの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。(ただし、出来形帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書が配出され、
計測データの改ざん防止や信憑性の確認可能なソフトウェアが現場導入されるまで期間とする)。
- ・ 検査頻度は以下のとおり。(ここでいう断面とは厳格に管理断面を指すものではなく、概ね同一断面上
の数か所の標高を計測することを想定している。)TS等を用いた実測値の計測は、1回の計測結果あるい
は、複数回の計測結果を用いて算出してもよい。
- ・ 出来形管理基準及び規格値に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準(案)」に示さ
れる出来形管理基準及び規格値によることができる。

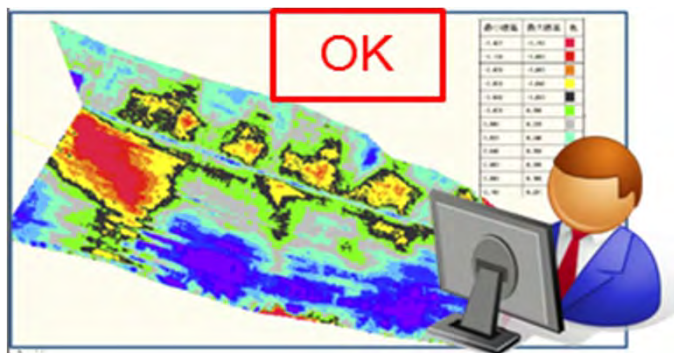
工種	計測箇所	確認項目	検査密度
舗装工	検査職員の指定する任意の箇所	基準高、厚さ、または標高較差(3次元モデルによる場合)	1工事1断面 (3次元モデルによる場合)

工種	計測箇所	確認項目	検査密度
路盤工	検査職員の指定する任意の箇所	基準高、厚さ、または標高較差(3次元モデルによる場合)	1工事1断面 (3次元モデルによる場合)

実地検査時の検査職員の出来形管理の確認手順の例

書面検査時

検査職員は、電子納品物から出来形管理データを表示させて、自らが指定した箇所の3次元設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します。



(場合によっては確認手順が逆とする場合もあります)

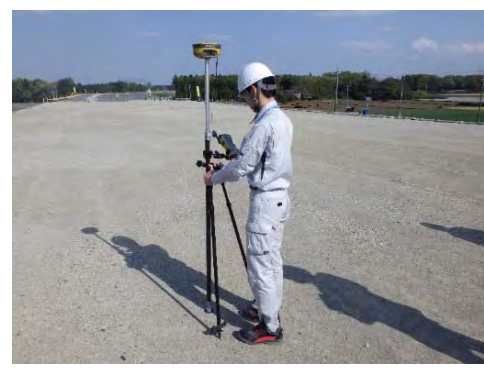
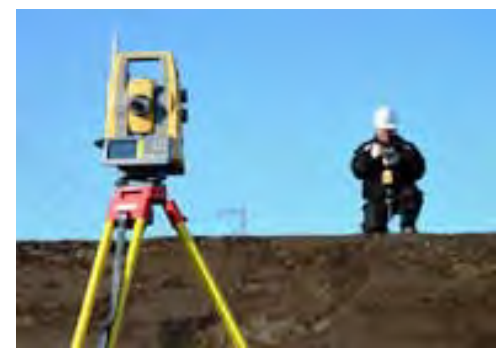
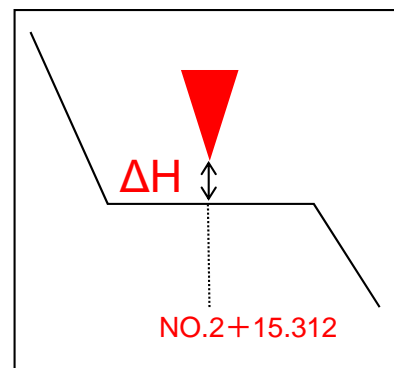
実地検査時

検査職員は、現地では出来形管理用TSやGNSSローバーの誘導機能を使用して、自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設データの設計面と実測値との標高差が規格値内であることを検査します。



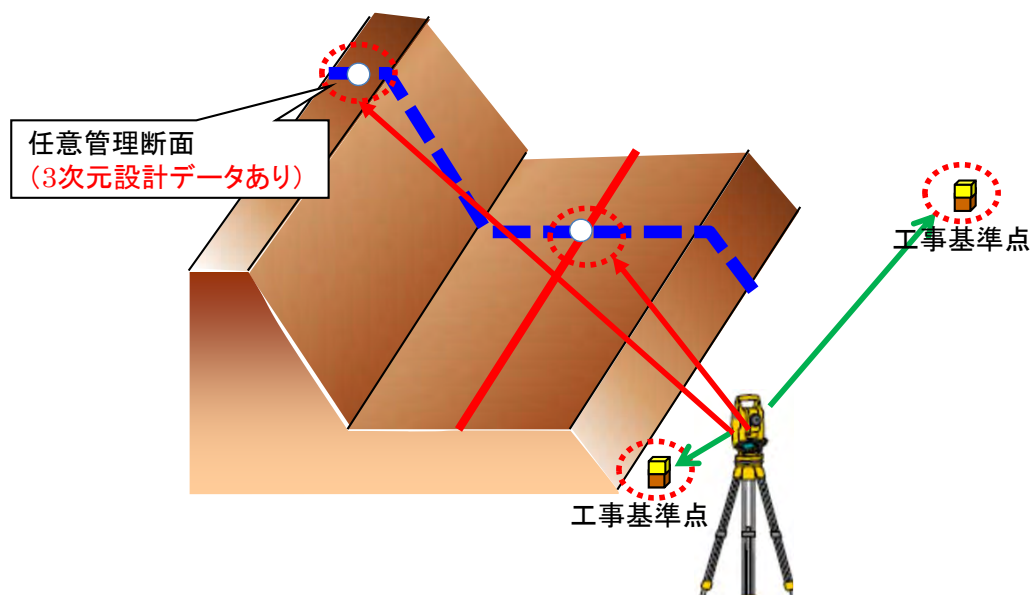
TS出来形用の基本設計データの作成は必要ありません。

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



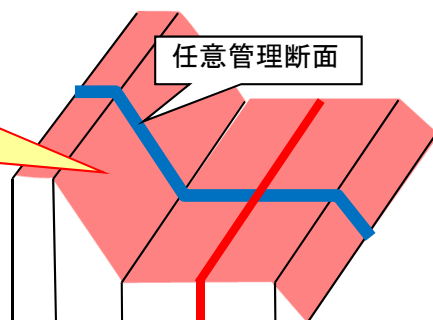
出来形管理用TSを用いた実地検査の内容の概要

TSによる出来形計測の任意断面イメージ

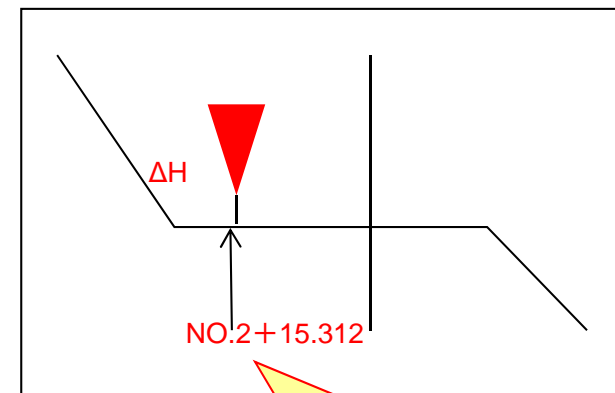


3次元設計データイメージ

任意計測断面の設計値を自動算出



任意点の出来形管理



任意点での高さの差が確認できる機能

- ① 計測箇所断面位置
- ② 計測箇所における設計高さとの差

①. 書面検査時に、任意の断面から平場或いは天端の数点の「位置座標(X、Y)」と3次元設計データの設計面及び出来形管理の「標高(Z)」を確認。

なお、TSの場合は、器械位置算出のため、近接する工事基準点が必要であるため、監督職員は工事基準点を検査終了時まで使用できる状態にしておくよう、受注者と調整。

②. 実地検査で、①で確認した位置座標を・TSのターゲット動かすことで探索。

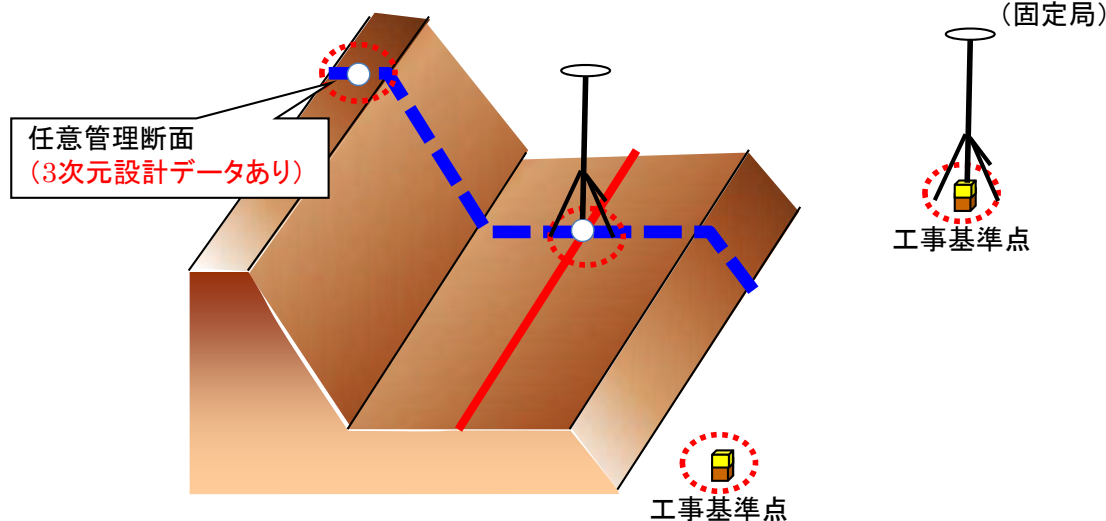
③. ①で確認した位置座標付近で標高を確認。(管理は1mメッシュに1点)

④. 確認した設計面の標高と比較して、標高差が規格値内か確認。

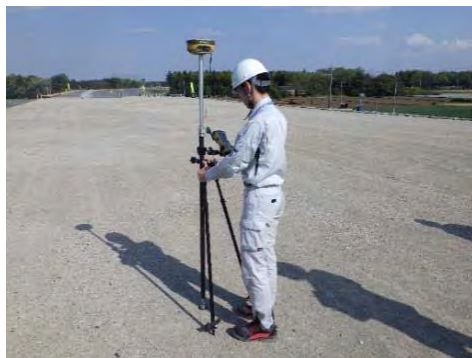
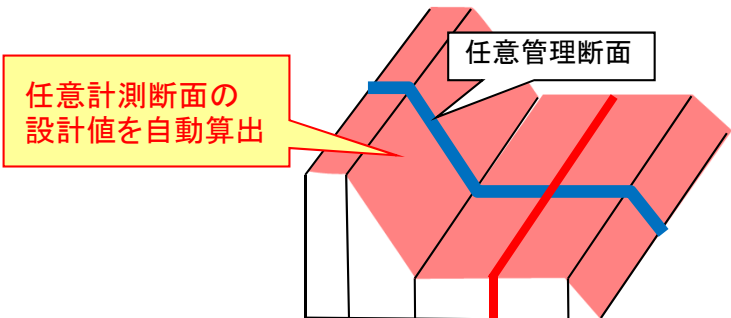
⑤. 数点②から繰り返し確認。

GNSSローバーを用いた実地検査の内容の概要

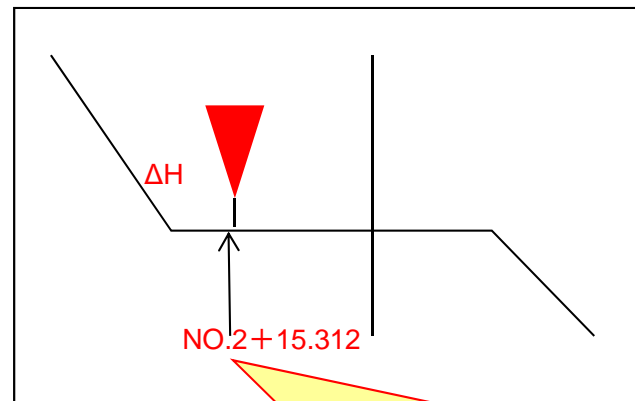
GNSSローバーによる出来形計測の任意断面イメージ



3次元設計データイメージ



任意点の出来形管理



任意点での高さの差が確認できる機能

- ① 計測箇所の断面位置
- ② 計測箇所における設計高さとの差

- ①. 書面検査時に、任意の断面から平場或いは天端の数点の「位置座標(X、Y)」と3次元設計データの設計面及び出来形管理の「標高(Z)」を確認。
 なお、GNSS(固定局方式)の場合は、器械位置算出のため、近接する工事基準点が必要であるため、監督職員は工事基準点を検査終了時まで使用できる状態にしておくよう、受注者と調整(VRS方式の場合は不要。)
- ②. 実地検査で、①で確認した位置座標をGNSS動かすことで探索。
- ③. ①で確認した位置座標で標高を確認。(管理は1mメッシュに1点)
- ④. 確認した設計面の標高と比較して、標高差が規格値内か確認。
- ⑤. 数点②から繰り返し確認。

※「VRS方式」とは、VRSデータセンターとデータ通信することで、移動局単体で観測できるGNSSローバーのことで、ネットワーク型ともいう。

GNSSローバーを工事検査で利用する際の留意事項

RTK法又はネットワーク型RTK法(VRS)を使用する場合には、公共測量の「作業規程の準則」第4編第2章の路線測量(線形決定又は横断測量)に定める方法を準用し、FIX解※が安定して得られることを確認します。

また、次のような場合には、**できる限り使用を避けてください。**

- 森林の中の道路、ダム擁壁の近傍、谷底など、十分な上空視界が確保できない場合
- FIX解が安定して得られない場合

さらに、次のような環境では、**使用しないでください。**

- FIX解が得られない場合

なお、使用衛星については、GPSに加えてGLONASS、準天頂衛星も使用することが望ましいとされています。

※「FIX解」とは、位置が一定の信頼度で求まっている解のこと。

これが安定的に得られている場合、求められた位置がより確からしいものと考えてよいとなっています。

なお、このほかにFLOAT解がありますが、これは暫定的な解でFIX解と比べて信頼度が劣るため、ここでは用いていません。

FIX解が得られているかどうかは、**受信機に明示**されます。

