

ICT活用工事の実施方針

《説明項目》

- i-Constructionの取り組み概要
- ICT施工技術の全面的な活用(土工)の概要
- ICT活用工事(土工)の実施方針
- i-Construction型工事の積算概要

今こそ生産性向上のチャンス

i-Constructionについて (11/24大臣会見資料より)

□ 労働力過剰を背景とした生産性の低迷

- バブル崩壊後、建設投資が労働者の減少を上回って、ほぼ一貫して労働力過剰となり、省力化につながる建設現場の生産性向上が見送られてきた。

□ 生産性向上が遅れている土工等の建設現場

- ダムやトンネルなどは、約30年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工やコンクリート工などは、改善の余地が残っている。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割が占める)(生産性は、対米比で約8割)

□ 依然として多い建設現場の労働災害

- 全産業と比べて、2倍の死傷事故率(年間労働者の約0.5%(全産業約0.25%))

□ 予想される労働力不足

- 技能労働者約340万人のうち、約110万人の高齢者が10年間で離職の予想

- 労働力過剰時代から労働力不足時代への変化が起こると予想されている。
- 建設業界の世間からの評価が回復および安定的な経営環境が実現し始めている今こそ、抜本的な生産性向上に取り組む大きなチャンス

プロセス全体の最適化

□ ICT技術の全面的な活用

- 調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新までの全てのプロセスにおいてICT技術を導入

□ 規格の標準化

- 寸法等の規格の標準化された部材の拡大

□ 施工時期の平準化

- 2ヶ年国債の適正な設定等により、年間を通じた工事件数の平準化

プロセス全体の最適化へ

従来 : 施工段階の一部

今後 : 調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新まで

i-Constructionの目指すもの

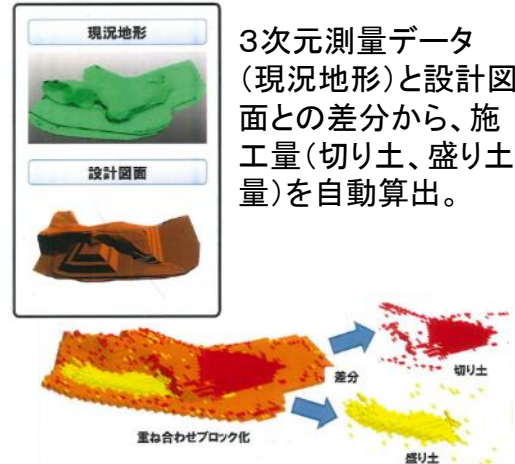
- 一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善
- 建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るなど魅力ある建設現場に
- 死亡事故ゼロを目指し、安全性が飛躍的に向上

①ドローン等による3次元測量



ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

②3次元測量データによる設計・施工計画



③ICT建設機械による施工

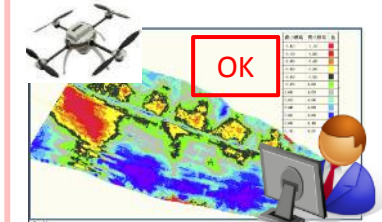
3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(*)を実施。



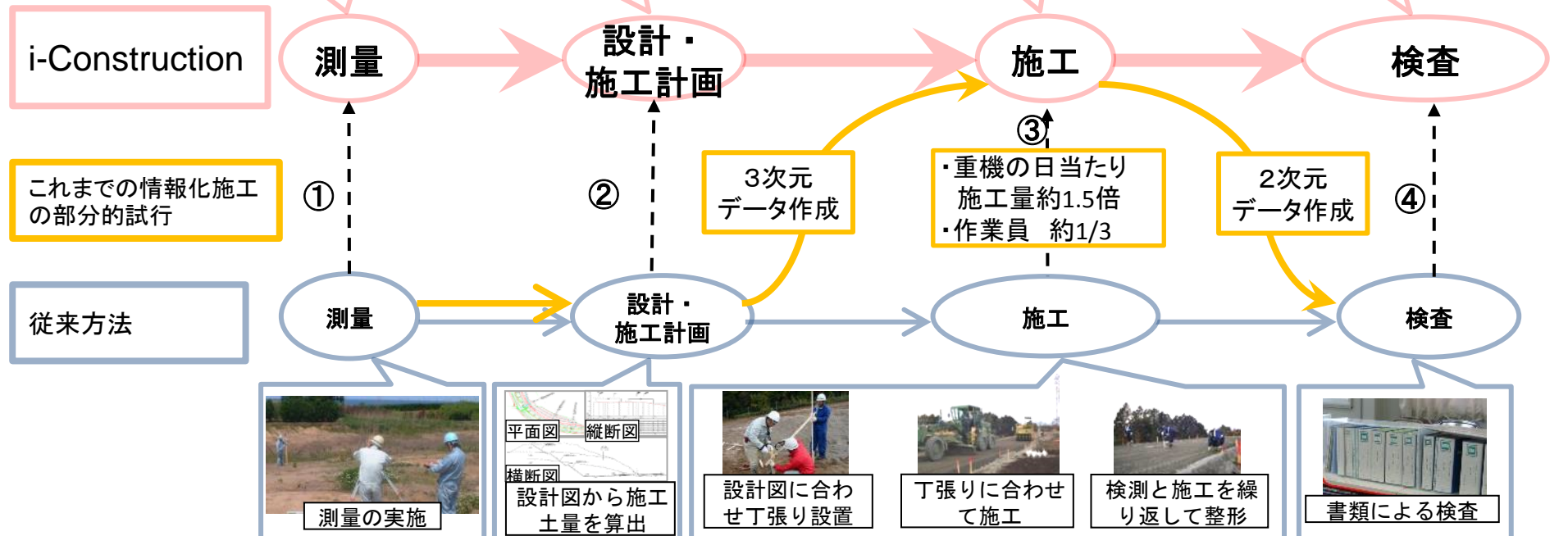
※IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

④検査の省力化

ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。



発注者



ICT活用工事【土工】

建設生産プロセスの下記①～⑤の全ての段階においてICTを全面的に活用する工事であり、入札公告・説明書と特記仕様書に明示することで対象工事とする。

- 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

※「ICT活用工事」において、①～⑤の一連の施工を行うことを「ICT活用施工」という。

(1) 対象工種

- 1) 河川土工、砂防土工、海岸土工(レベル2工種)・・・掘削工、盛土工、法面整形工
- 2) 道路土工(レベル2工種)・・・・・・・・掘削工、路体盛土工、路床盛土工、法面整形工

(2) 対象工事

- ・土工(対象工種)を含む「一般土木工事」

(3) 発注方式

1) 発注者指定型

発注者の指定によって「ICT活用工事」を実施する場合、別途定める「ICT活用工事積算要領」により、必要な経費を当初設計で計上する。

2) 施工者希望型

受注者の希望によって「ICT活用工事」を実施する場合、別途定める「ICT活用工事積算要領」により、必要な経費を設計変更にて計上する。

このうち、土工量が一定以上の工事は、総合評価落札方式において「ICT活用施工」を評価項目とする。

i) 総合評価で評価項目とする → 総合評価段階で希望(提案)する → 施工者希望Ⅰ型

※(特例措置)入札は従来施工の費用 → 希望(提案)業者が受注した場合、契約締結後に必要な経費を変更計上する。

ii) 総合評価で評価項目としない → 契約後に希望(協議)する → 施工者希望Ⅱ型

(4)活用可能なICT技術

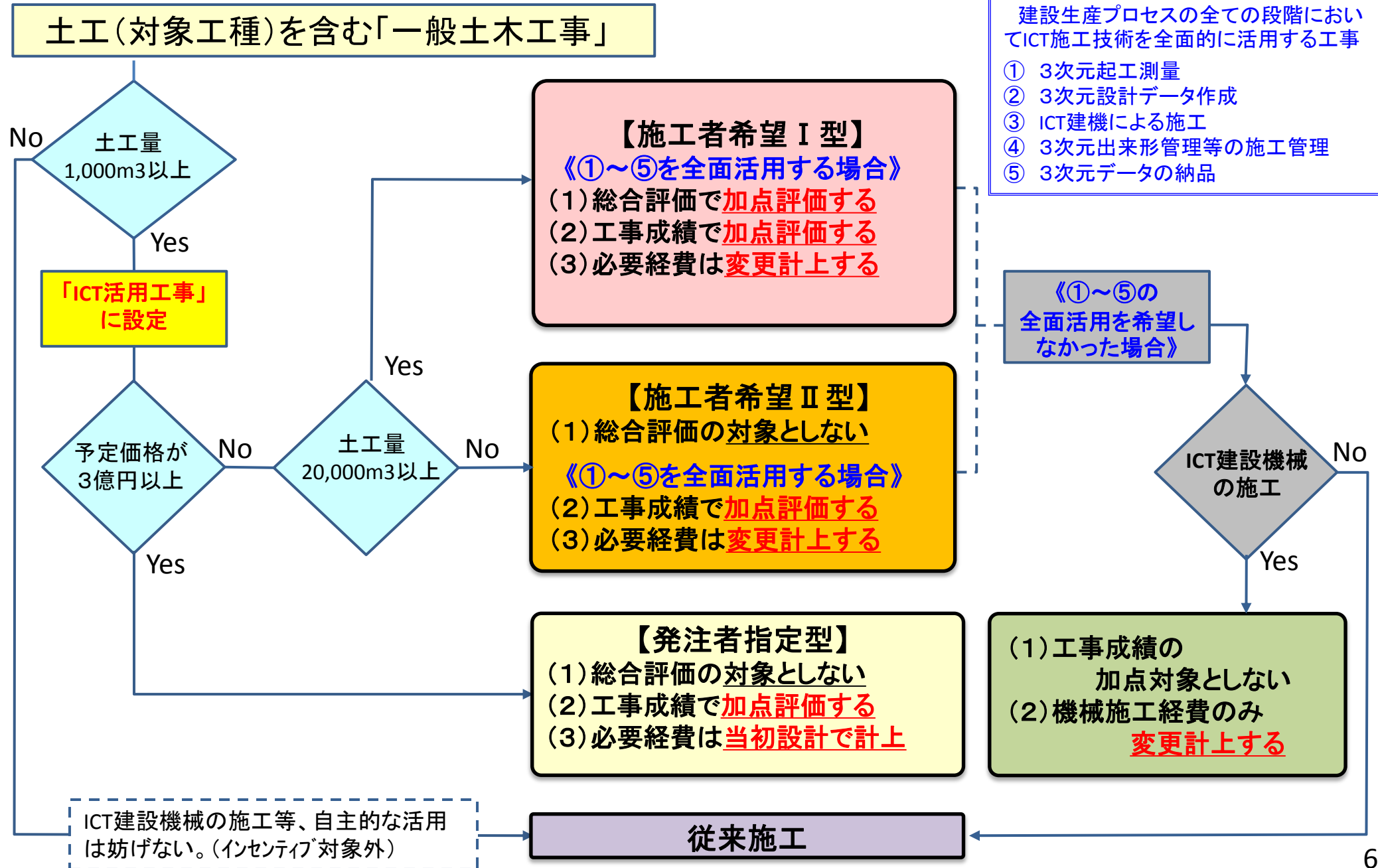
段階	技術名	対象作業	建設機械	適用工種		監督・検査 施工管理	備考
				河川土工	道路土工		
3次元測量	空中写真測量(無人航空機)による起工測量	測量	—	○	○	①、②、③、⑧	
	レーザースキャナーによる起工測量	測量	—	○	○	④、⑤	
ICT建設機械による施工	3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 3次元マシンガイダンス(ブルドーザ)技術	まきだし 敷均し 掘削 整形	ブルドーザ	○	○		
	3次元マシンコントロール(バックホウ)技術 3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術	掘削 整形	バックホウ	○	○		
3次元出来形管理等の施工管理	空中写真測量(無人航空機)による出来形管理技術(土工)	出来形計測 出来形管理	—	○	○	①、②、③、⑧	
	レーザースキャナーによる出来形管理技術(土工)	出来形計測 出来形管理	—	○	○	④、⑤	
	TS・GNSSによる締固め管理技術	締固め回数 管理	ローラー ブルドーザ	○	○	⑥、⑦	

【凡例】 ○:適用可能、△:一部適用可能、—:適用外

【要領一覧】

- ①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)
- ②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)
- ③無人飛行機の飛行に関する許可・承認の審査要領
- ④レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ⑤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)
- ⑥TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領
- ⑦TS・GNSSを用いた盛土の締固めの監督・検査要領
- ⑧UAVを用いた公共測量マニュアル(案)

※関東地方整備局の場合。地方整備局により異なる場合がある



- ・ICT建機の普及に向け、ICT建設機械のリース料などに関する新たな積算基準を策定
- ・既存の施工パッケージ型の積算基準をICT活用工事用に係数等で補正する積算基準

※施工パッケージ型とは、直接工事費について施工単位ごとに機械経費、労務費、材料費を含んだ施工パッケージ単価を設定し積算する方式です。

《新たな積算基準のポイント》

①対象工種

- ・土工(掘削、路体(築堤)盛土、路床盛土)
- ・法面整形工

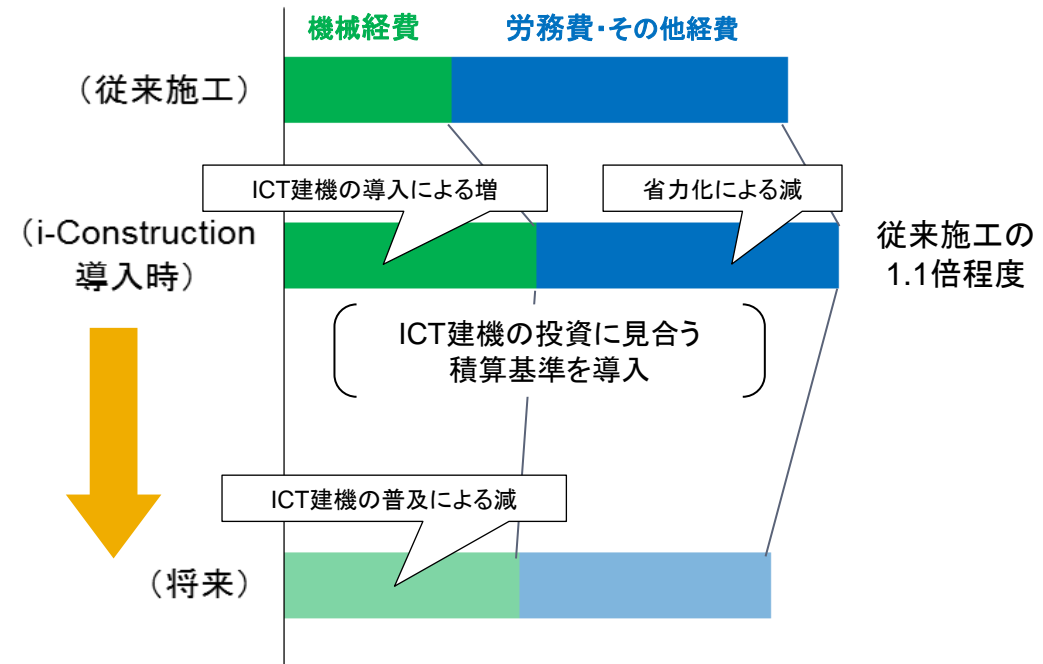
②新たに追加等する項目

- ・ICT建機のリース料
(従来建機からの増分)
- ・ICT建機の初期導入経費
(導入指導等経費を当面追加)

③従来施工から変化する項目

- ・補助労務の省力化に伴う減
- ・効率化に伴う日当たり施工量の増

路体(築堤)盛土(15,000m³)の場合の試算

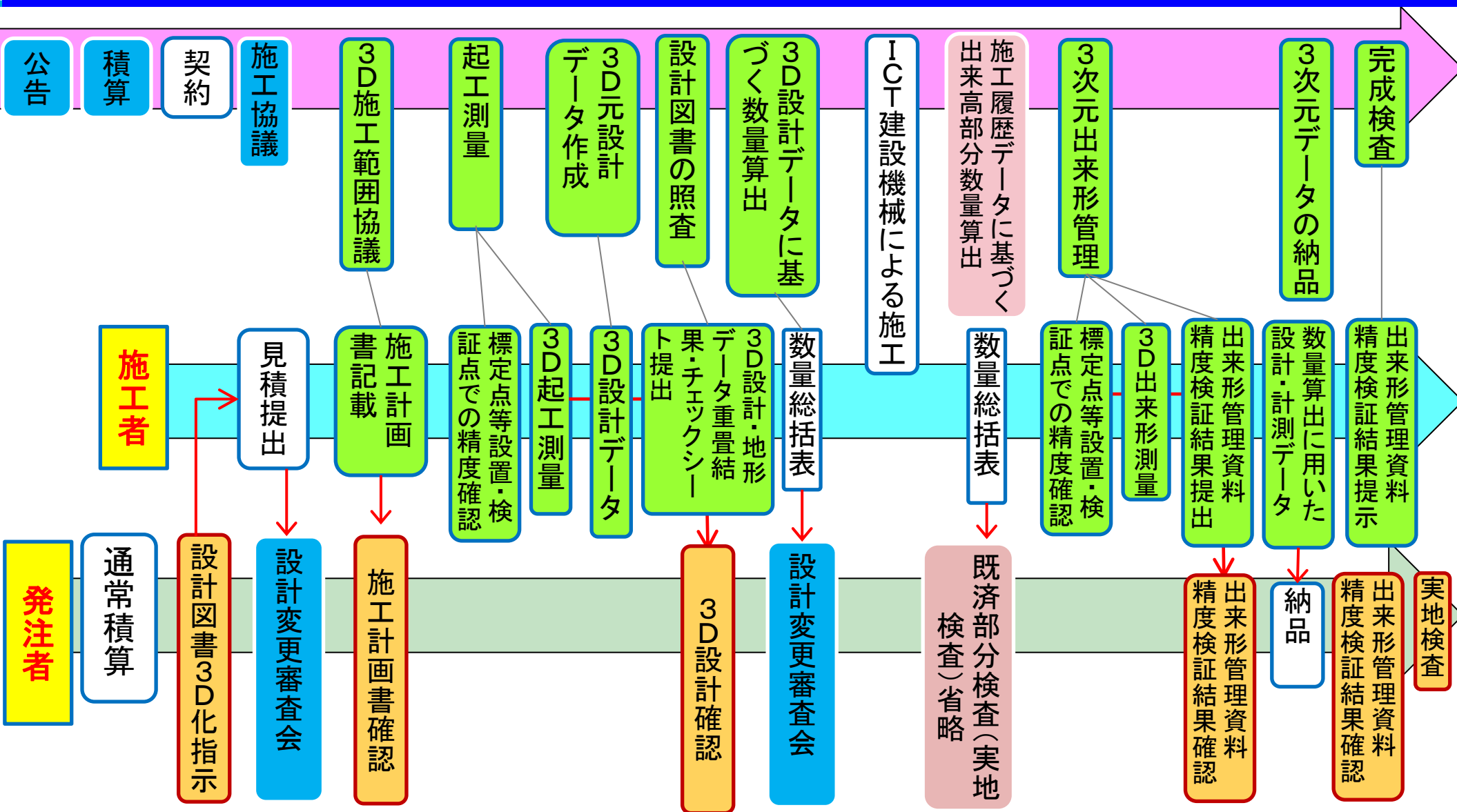


※比較用の試算のため、盛土工のみで試算しています。実際の工事では、ICT建機で行わない土砂の運搬工等の工種を追加して工事発注がなされます。

15の新基準の工事関係における適用場面について＜概要＞

		名称	適用場面・概要
測量設計	1	UAVを用いた公共測量マニュアル(案)	・路線測量等, 詳細設計の横断図に供する公共測量(発注仕様として) ・工事測量(参考文献として)
	2	電子納品要領(工事及び設計)	・フォルダ構成変更, 大容量メディア追加
	3-1	LandXML1.2に準拠した3次元設計データ交換標準V1.0	・CADソフトベンダー向け
	3-2	3次元設計データ交換標準運用ガイドライン	・詳細設計での3次元設計(発注仕様として) ・工事での3次元設計データ作成(参考文献)
施工管理	5	土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)	・3次元出来形データによる面管理を自主管理、発注者の監督・検査に適用する場合
	6-1	土木工事数量算出要領(案)	・3次元CADの面データの差分による数量算出をICT活用工事や3次元設計で適用する場合
	6-2	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)に基づく、重機の稼働履歴を用いた具体的な対応
	7	出来形合否判定総括表	・3次元出来形データによる面管理を適用する場合に発注者に提出する「出来形管理資料」
	8	空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領	・起工測量～納品までのICT活用工事の受注者の対応の一切を記載した内容(UAV、レーザースキャナの技術別に記載)
	9	レーザースキャナーを用いた出来形管理要領	
検査	10	地方整備局土木工事検査技術基準(案)	・下位通知である「出来形管理の監督・検査要領」改正を受けた技術的修正
	11	既済部分検査技術基準(案)及び同解説	
	12	部分払における出来高取扱方法(案)	・出来高部分払い方式において、既済部分検査のみの場合の実地検査を省略し、簡便な方法で数量の確認を受ける場合に適用
	13	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	・監督職員の確認行為、検査職員の検査内容等ICT活用工事の対応を記載した内容
	14	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	
	15	工事成績評定要領の運用について	・出来形管理図表の変更に伴う、出来栄の確認方法の変更

ICT活用工事の発注～工事完成までの流れと主な基準の関係



実施方針通知(HP未掲載)

13, 14 監督検査要領に記載

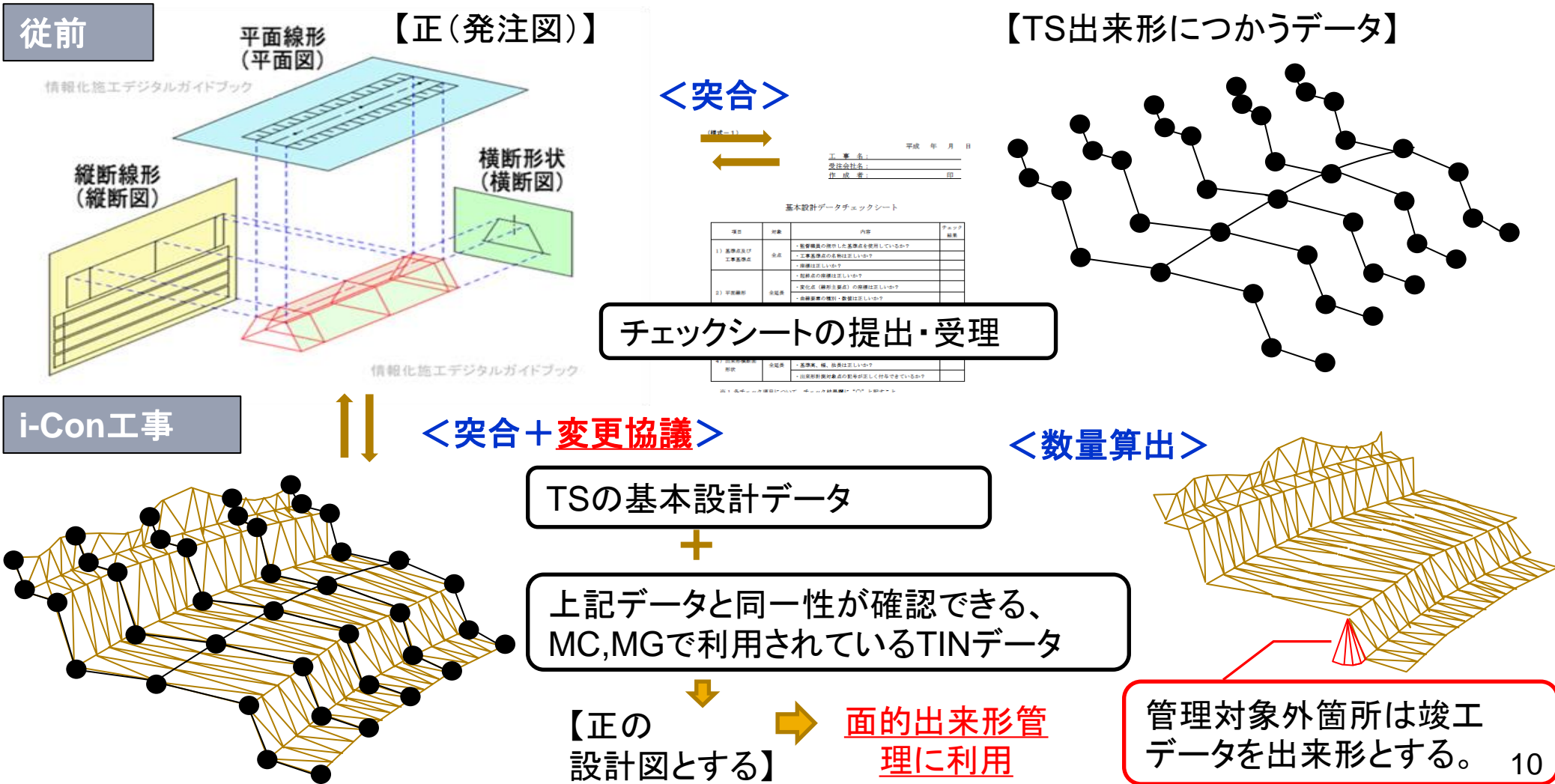
6 施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)
12部分払における出来高取扱方法(案) に記載

9

施工協議と3次元設計データ化の指示に基づく作業

■3次元データを正の契約図書とするプロセス(概要)

- ・ 施工管理データ交換標準基本設計データと同じ情報を含むことが確認された面的データは数量算出に面的に用いて良い(変更協議として位置づけ)
- ・ 面的な竣工データ(点群計測データ)は出来形として数量算出してよい
→ 出来形数量計算は「設計寸法」とする基準を「竣工データ」とするように改訂

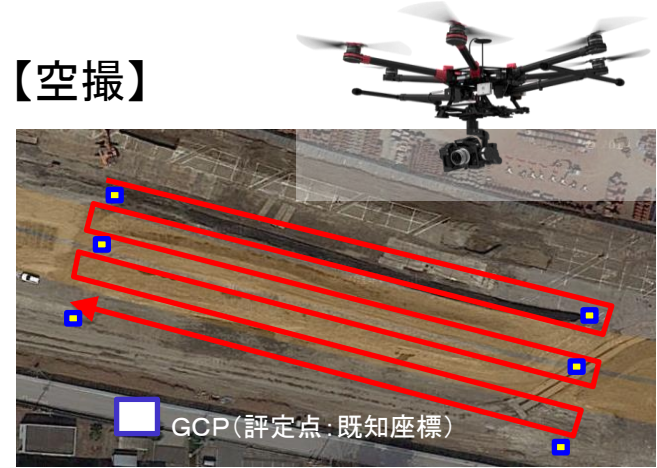


起工測量の実施

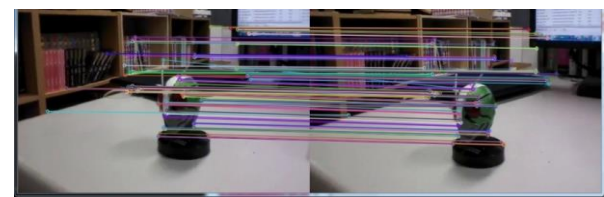
■UAV写真測量／レーザースキャナによる起工測量／岩線等の積算区分境界面取得手順

1:ドローンによる計測

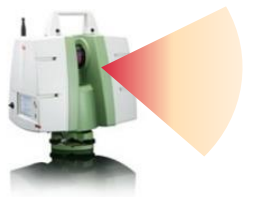
【空撮】



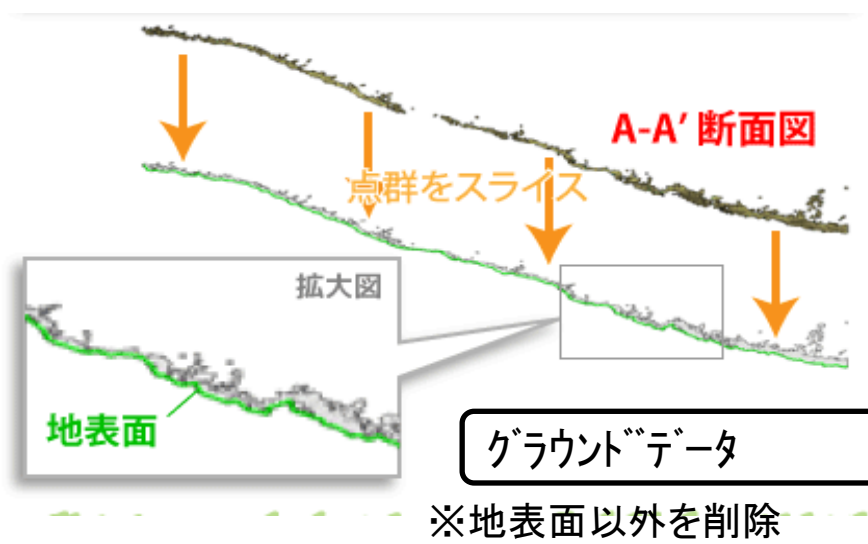
【ステレオマッチング処理】



1:レーザースキャナによる計測



2:フィルタリング



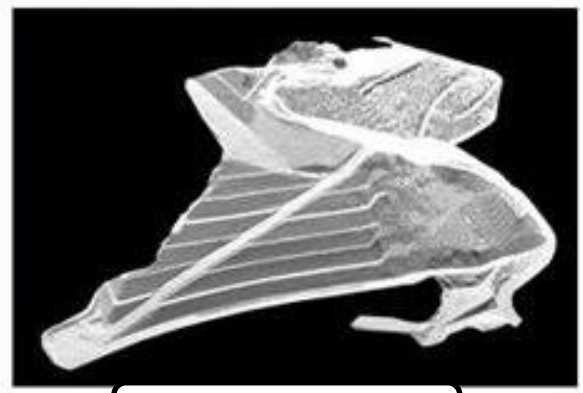
点密度調整

＜出来形計測データ＞

点密度: 10cm間隔以下
計測精度: ±5cm以下

＜数量計測データ＞

点密度: 50cm間隔以下
計測精度: ±10cm以下



オリジナルデータ

出来形計測の実施

■UAV写真測量／レーザースキャナによる出来形管理の手順

1: 現地計測・フィルタリング



出来形計測用データ作成

2: 出来形評価用データ作成

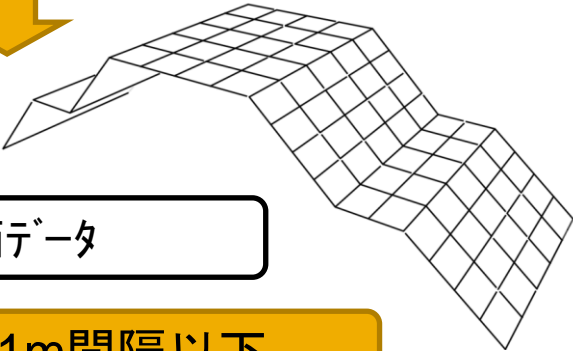


グリッドデータ(平面上等間隔)化または点密度調整



出来形評価データ

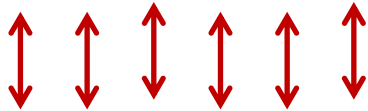
点密度: 1m間隔以下



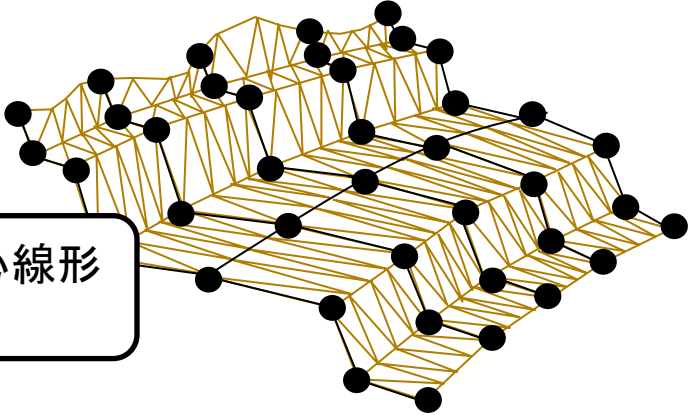
3: 出来形合否評価

出来形評価データ

設計面との離れを算出



設計データ(中心線形+面)



※CIM対応の3DCAD等で実施可能



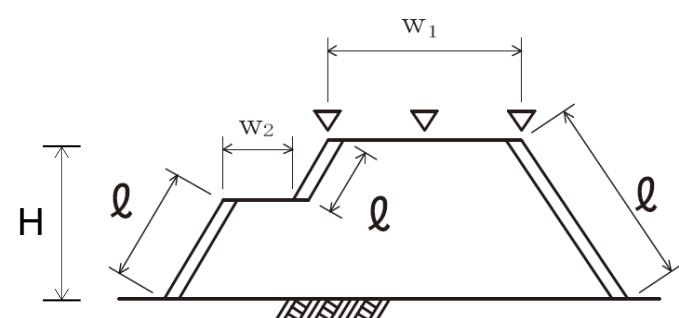
・設計面との離れ(較差)の平均値, 標準偏差を統計処理

新たな3次元出来形管理基準に基づく出来形評価の実施

3次元計測により計測された3次元点群データによる効率的な出来形管理を導入

従来

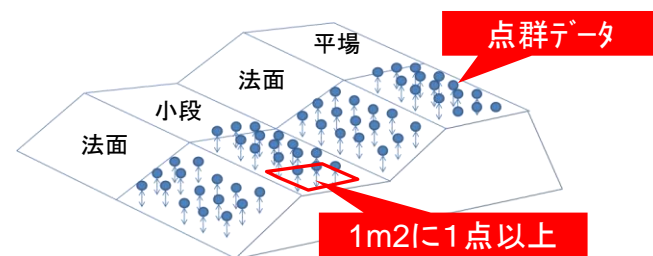
既存の出来形管理基準では、代表管理断面において高さ、幅、長さを測定し評価



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

i-Construction

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）
平場 平均値：±5cm 全測点：±15cm
法面 平均値：±8cm 全測点：±19cm
※法面には小段含む

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

出来形管理帳票の定義

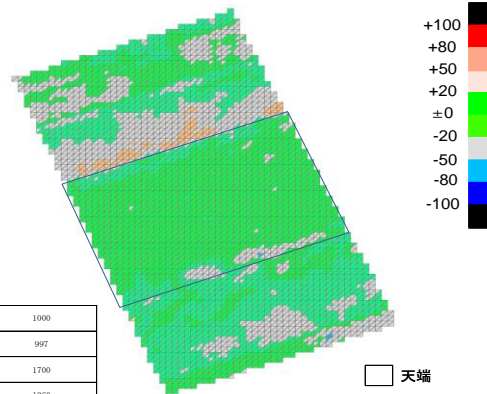
- 3次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ(標高較差あるいは水平較差)により出来形の良否判定を行います。
- 出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図にて明示します。

作成帳票例(出来形管理図表)

様式-31-2

出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

工 種		道路土工		測点 No. 1~No. 3			
種 別		盛土		合否判定結果 異常値有			
測定項目			規格値	判定	測点		
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm	異常値有			
	最大値(差)	42mm	±100mm				
	最小値(差)	-62mm	±100mm	異常値有			
	データ数	1000	1点/m2以上 (1000点以上)				
	評価面積	1000m2					
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	異常値有			
法面 標高較差	平均値	7mm	±80mm				
	最大値(差)	92mm	±140mm				
	最小値(差)	-60mm	±140mm				
	データ数	1700	1点/m3以上 (1700点以上)				
	評価面積	1700m2					
	棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)				
凡例:				<div>天端</div>			
天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000					
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700					
	規格値の±50% 以内のデータ数	997					
	規格値の±50% 以内のデータ数	1360					

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

を表形式で
整理

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

・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。

・データのポイント毎に結果をプロット。

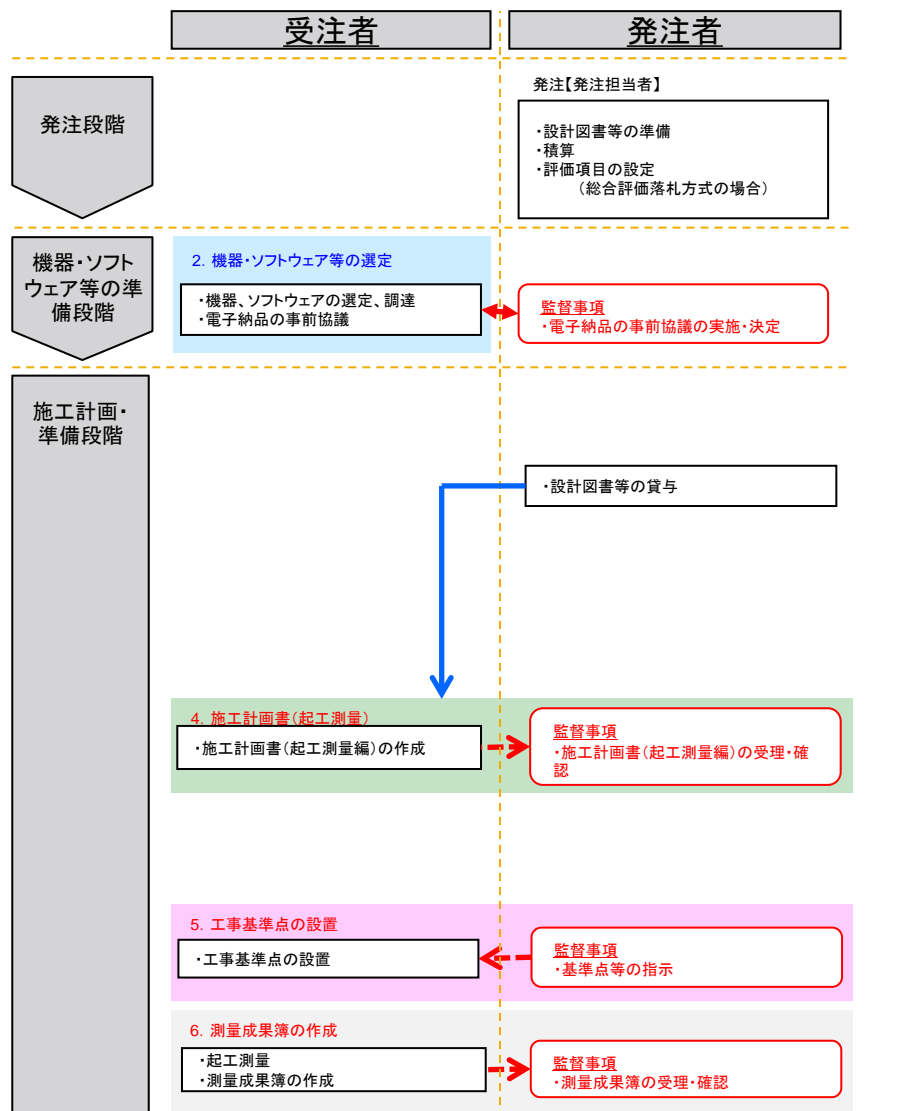
規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数を明示することが望ましい。

ICT活用工事の流れ

～空中写真測量(無人航空機)を用いた 出来形管理要領を中心に～

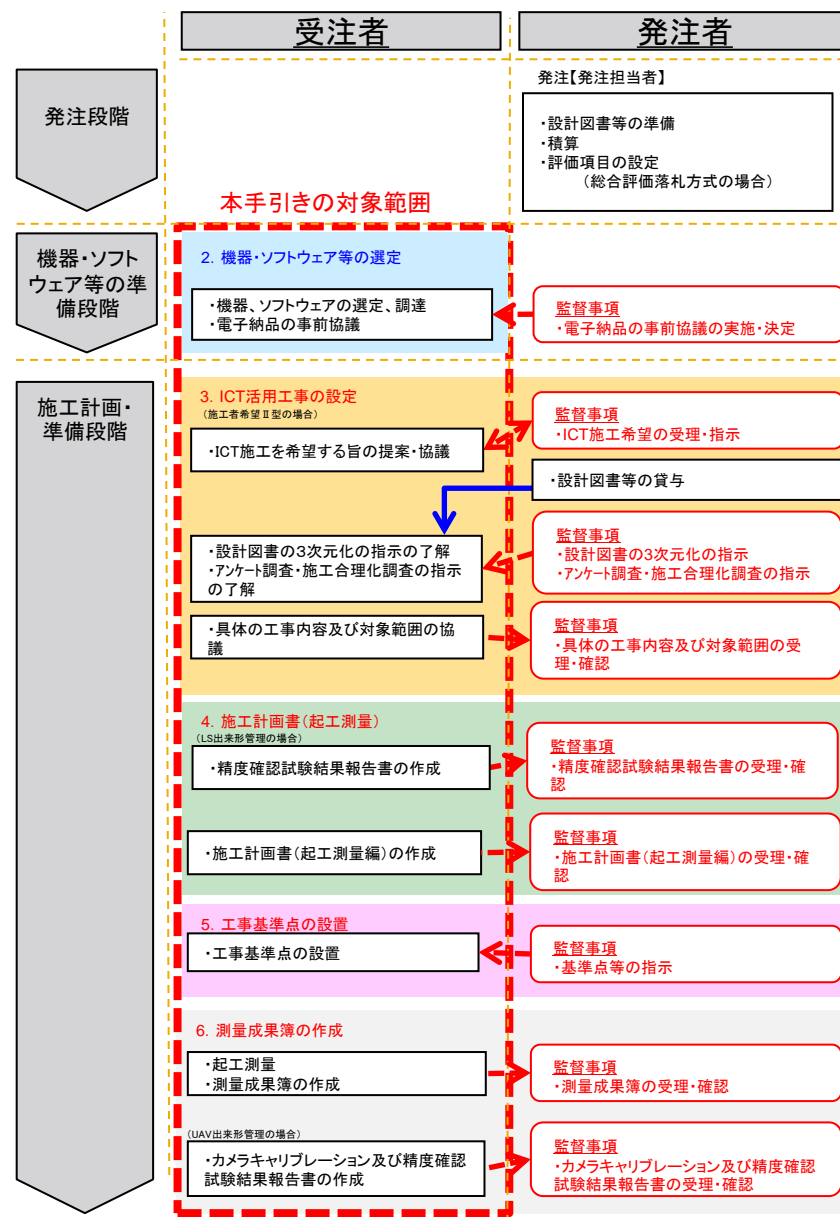
ICT活用工事の流れ 1/2

情報化施工の対象工事(従来)

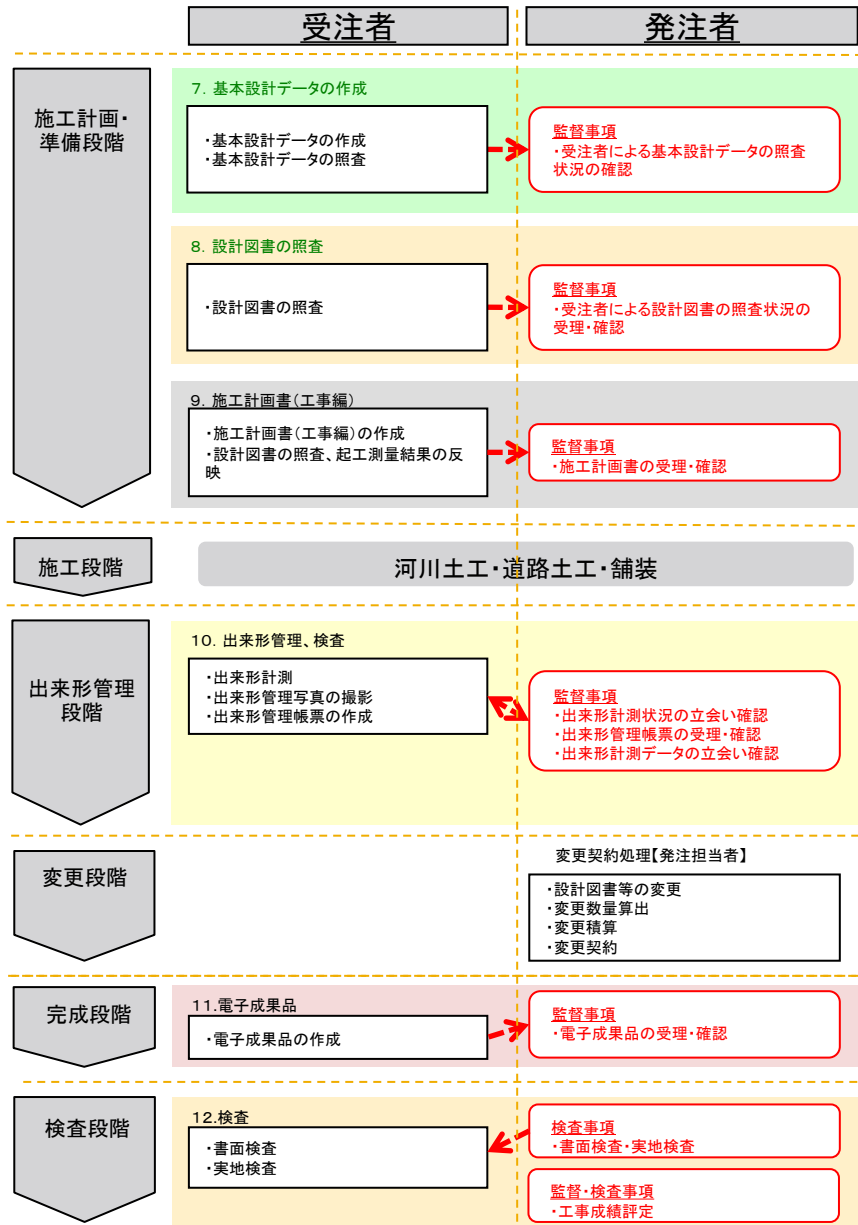


注)
 UAV出来形管理: 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)
 LS出来形管理: レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)

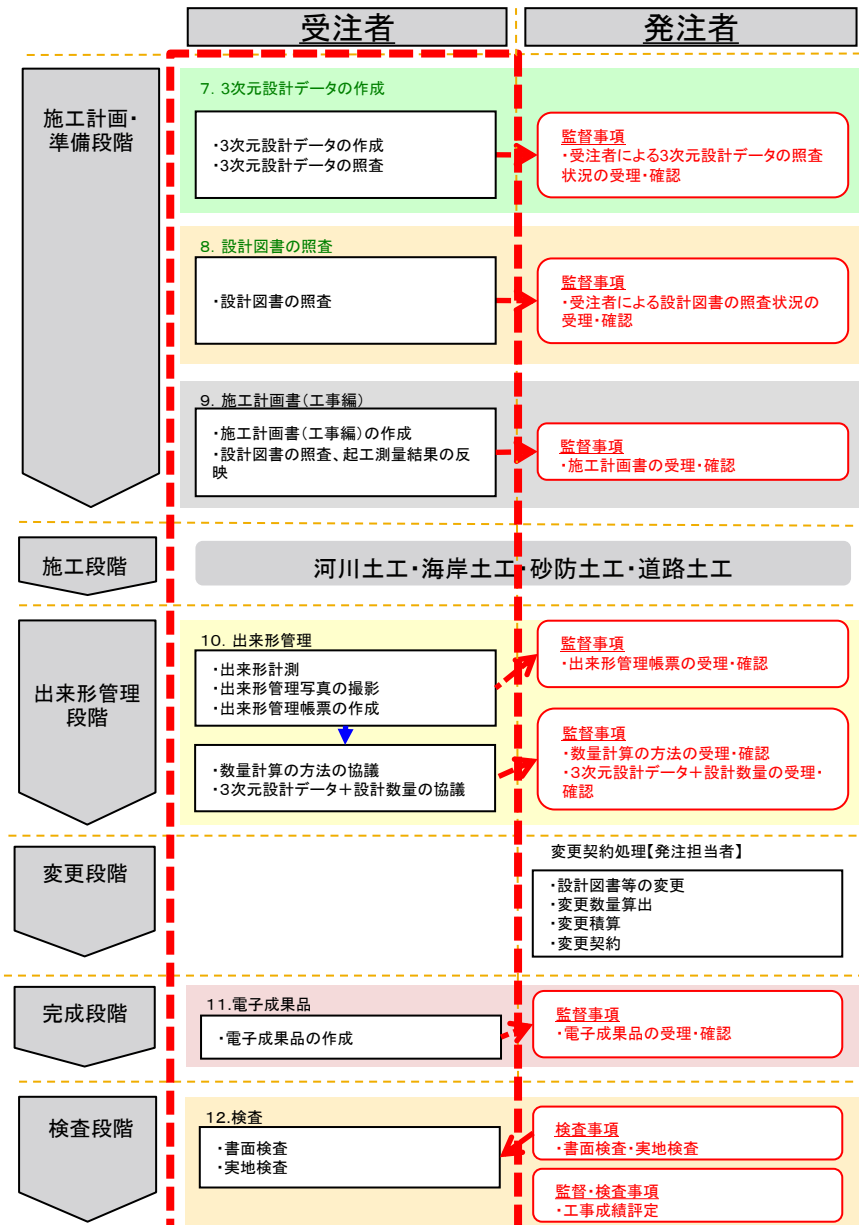
ICT活用工事の対象工事(今回)



情報化施工の対象工事(従来)



ICT活用工事の対象工事(今回)



2.機器・ソフトウェア等の選定・調達

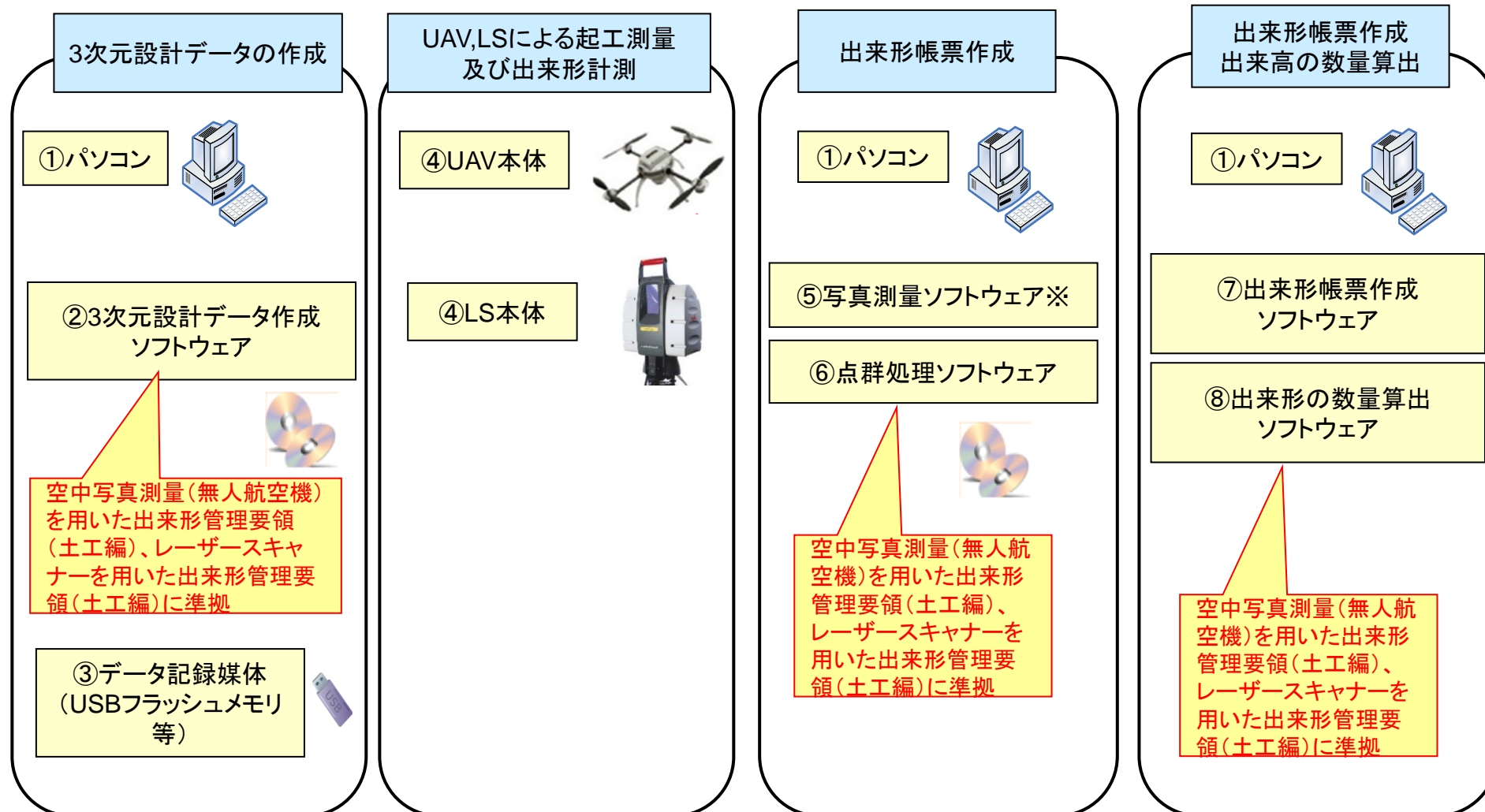
- 機器・ソフトウェア等の選定の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲		
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
機器構成、仕様の確認	・必要な機器構成、仕様の確認	
↓		
機器・ソフトウェアの選定・調達	・必要な機能の取捨選択	
↓		
電子納品の事前協議	・電子納品の事前協議の作成	電子納品の事前協議の実施・決定

- UAVやLSを用いた出来形管理に必要な機器・ソフトウェアは、「UAV」・「LS」・「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を確保します。
- 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等より、購入またはリース・レンタルにより調達します。
- 各メーカによって機器・ソフトウェアの操作性・機能・コストが異なることから、事前に各メーカのカatalog、HPなどから情報収集し、またはデモ等のサービスを利用し、操作性や機能を事前に確認します。
- 電子納品及び電子検査を円滑に行うため、工事着手時に監督職員と受注者で事前協議し決定します。

2-1.機器・ソフトウェア等の選定・調達

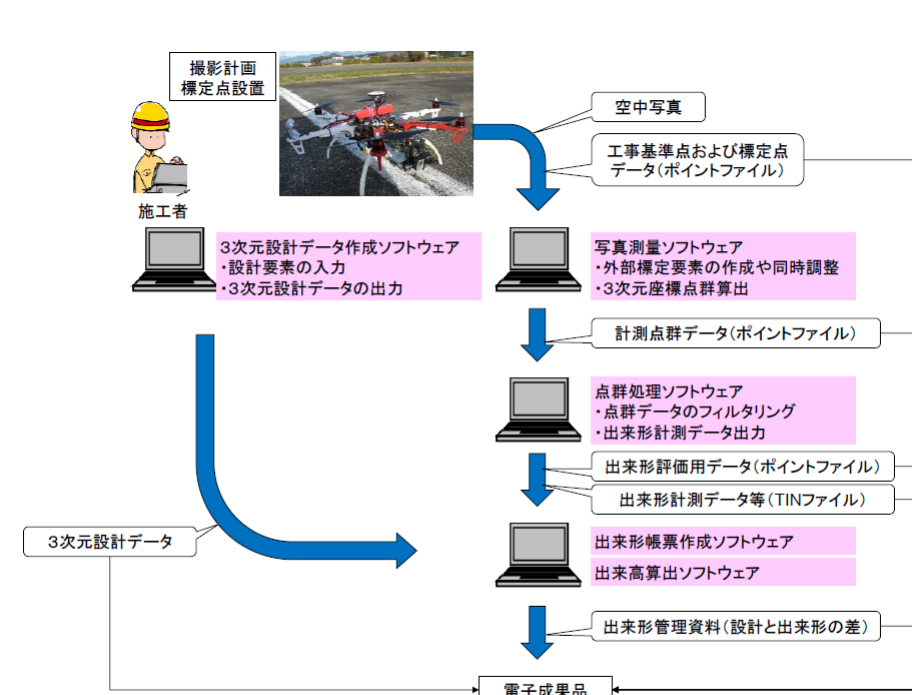
機器構成、仕様確認時の留意点



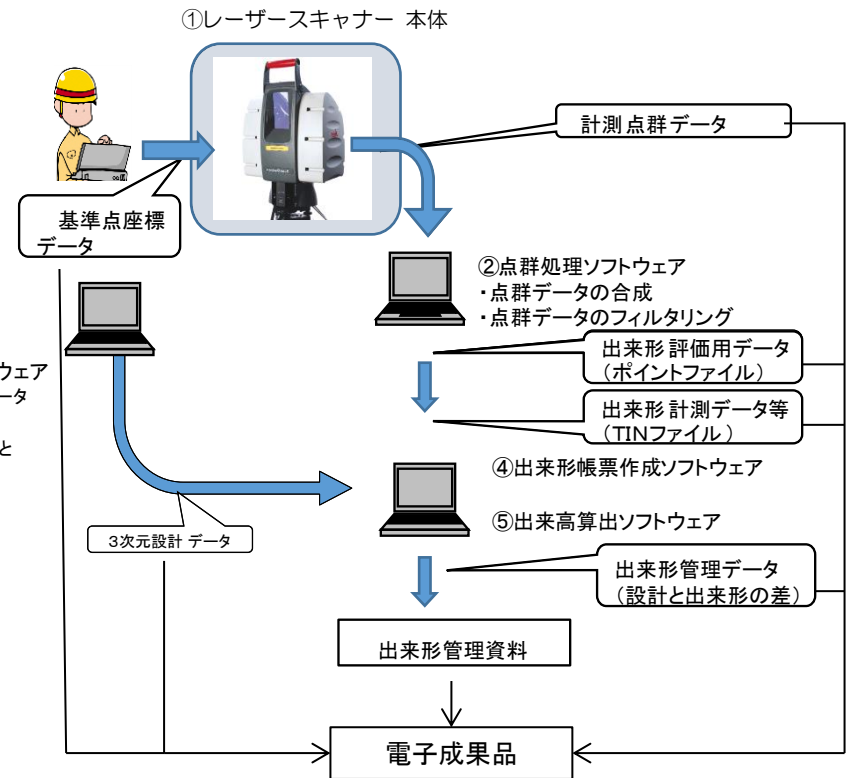
(※はUAV出来形管理の場合のみ必要)

2-1.機器・ソフトウェア等の選定・調達

起工測量並びに出来形管理のデータの流れの留意点



空中写真測量（UAV）を用いた出来形管理のデータの流れ



レーザースキャナーを用いた出来形管理のデータの流れ

W

点群データ

T I N

レーザ計測機器やステレオ写真画像より生成した計測点データ

点を直線で繋いで三角形を構築（不等辺三角網）して、面の集合体で地形や設計の表面形状をモデル化したもの

計測点群データ
(ポイントデータ)

➡

面データ(TIN)
・出来形計測データ
・起工測量計測データ
・近接計測データ

2-1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

機器・ソフトウェアのタイプごとの機能（例）

機器・ソフトウェア	タイプ	機能	効果 (標準タイプと比較した場合の付加機能)
3次元設計 データ作成ソフトウェア	CAD図面の取込機能無し(標準)	手入力によりデータ作成	—
	CAD図面の取込機能有り	CAD図面を取り込み、図面上の数値等を選択することによりデータ作成	入力作業の省力化
	3次元データビュー機能無し(標準)	入力画面にてデータを確認	—
	3次元データビュー機能有り	3次元データによりデータを確認	入力データ確認作業の省力化

※機器・ソフトウェアの機能は各メーカーにより様々のため、詳細はデモ等を利用し、確認してください。

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の提出の有無、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の提出の有無)

ウ)その他の事項

[illegible][illegible]

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

本手引き書の対象範囲

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
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
設計図書の3次元化の指示の了解		・設計図書の3次元化の指示 起工測量(UAV、LS、その他) 3次元設計データ(3次元設計データがない場合)
アンケート調査・施工合理化調査の指示の了解		・アンケート調査・施工合理化調査の指示
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、ICT施工を希望する場合には希望する旨の書類を作成し、協議します。
- ICT活用工事では、契約した設計図書が3次元化していない場合は、契約後に発注者より3次元の設計図書を作成する指示があります。
- ICT活用工事では、ICT活用工事の活用効果等に関するアンケート調査や施工合理化調査の実施を指示される場合があります。
- 発注者指定型、施工者希望Ⅰ型及び、ICT施工を実施することとなった施工者希望Ⅱ型のICT活用工事では、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。

ICT施工を希望する旨の協議

- 施工者希望Ⅱ型の工事で契約した場合、受注者はICT施工の意志が有る場合に、契約後から施工計画書の提出までの間にICT施工を希望する旨の協議をします。
- 協議する場合はICT活用計画書を添付します。

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4月1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) 添付のICT活用計画書のとおりICTを活用して土工の施工を実施したいので協議します。				
添付図 ー 業、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 [] 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:		
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		

別記様式-〇

ICT活用計画書

(工事名: 〇〇改良工事)

会社名: 〇〇〇〇建設(株)

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

建設精算プロセスの段階	作業内容	採用する技術番号	技術番号・技術名
■ ① 3次元起工測量		2	1 空中写真測量(無人航空機)による起工測量 2 レーザースキャナーによる起工測量 3 その他の3次元計測技術による起工測量
■ ② 3次元設計データ作成			※3次元出来形管理に用いる3次元設計データの作成であり、ICT建設機械にのみ用いる3次元設計データは含まない。
■ ③ ICT建設機械による施工 ※当該工事に含まれる右記作業の全てで活用する場合に「■」と記入	■ 掘削工	1	1 3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 2 3次元マシンコントロール(バックホウ)技術 3 3次元マシンガイダンス(ブルドーザ)技術 4 3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術
	■ 盛土工	1	
	■ 路体盛土工	1	
	■ 路床盛土工	1	
	■ 法面整形工	4	
■ ④ 3次元出来形管理等の施工管理 ※同上	■ 出来形	2	1 空中写真測量(無人航空機)による出来形管理技術(土工) 2 レーザースキャナーによる出来形管理技術(土工) 3 その他の3次元計測技術による出来形管理技術(土工)
	<input type="checkbox"/> 品質		TS・GNSSによる締固め回数管理技術(土工)
■ ⑤ 3次元データの納品			

注1) ICT活用工事の詳細については、特記仕様書によるものとする。

注2) 建設生産プロセス①～⑤の全ての段階で全面的に活用する場合(左端のチェック欄が全て■)のみ、加算評価の対象とする。

設計図書の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、当面の間は、測量・設計を通じて3次元のデータが整備されていないことから、当初設計は従来通り2次元図面で契約します。
- 工事契約後に監督職員から契約図書の3次元化が指示されます。
- 設計図書のうち、平面線形、縦断線形、横断形状と、UAVやLSによる起工測量などによって得られた3次元地形データを使って、3次元設計データの作成します。

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	<input type="checkbox"/> 改良工事				
(内容) 設計図書のうち、平面線形、縦断線形、横断形状等と、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、土工の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、工事区間の起点より-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、官民境界より民地側に+5mまでの範囲とする。 ・橋梁設置区間については、官民境界点上で計画路面高さに3mを加えた位置から、下方かつ民地方向に+30度に下ろした範囲までとする。 本指示内容は変更契約と対象とする。 <input type="checkbox"/> 〇千円(直接人件費、税抜き)を見込んでいる。					
添付図 ー 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 type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 () 年月日:			
	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:			
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

3.ICT活用工事の設定

具体の工事内容及び対象範囲の協議

- 受注者は、発注者指定型、施工者希望型にかかわらず、ICT活用工事の具体の工事内容と対象範囲を協議します。
- 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)を記載します。

様式 - 9						
工 事 打 合 せ 簿						
発注者	<input type="checkbox"/> 発注者	<input checked="" type="checkbox"/> 受注者	協議年月日	平成28年4月1日		
協議事項	<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	<input type="checkbox"/> 改良工事					
(内容) 添付資料のとおり、ICTを活用して土工の施工に関する具体の工事内容と対象範囲を協議します。						
添付図 ー 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 [] 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:				
		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	

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
	<p>本手引き書の対象範囲</p> <p>・3次元設計データの作成準備 必要な設計図書の入手</p>	<p>・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</p>
<p>(LS起工測量の場合)</p> <p>精度確認試験結果報告書の作成</p>	<p>・精度確認試験結果報告書の作成</p>	<p>・精度確認試験結果報告書の確認・受理</p>
<p>施工計画書(起工測量編)の作成</p>	<p>・施工計画書(起工測量編)の作成</p>	<p>・施工計画書(起工測量編)の確認・受理</p>

- ▶ 受注者は3次元設計データの作成に必要な設計図書(2次元設計の電子データ)を入手します。
- ▶ LSを使って起工測量を行う場合は、精度確認試験を実施して結果報告書を作成します。
- ▶ 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。
- ▶ LSを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア(LSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)を記載します。
- ▶ 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。

4-1.UAVによる起工測量の場合

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」許可要件に準じた飛行マニュアルを施工計画書の添付資料として提出します。
- UAVの保守点検記録を添付します。

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を添付します。

・計測性能：地上画素寸法が2cm／画素以内
 ・測定精度：±5cm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

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を、施工計画書に添付します。

添付する書類

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	メーカー推奨の定期点検
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

ソフトウェアのカタログ



チェックポイント

チェックポイント

4-1.UAVによる起工測量の場合

飛行計画の留意点

- ▶ 空中写真測量の撮影コース及び重複度等を確認します。
- ▶ 起工測量に利用する空中写真測量(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。
- 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(2cm/画素以下)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。

撮影計画の例

撮影計画

1) 撮影方法

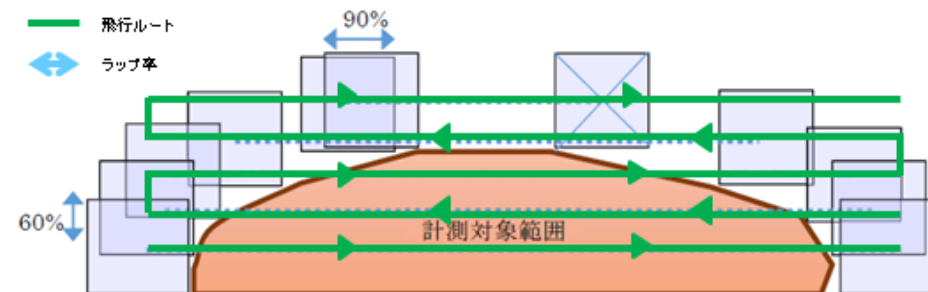
2) 計測性能

地上画素数	2cm/1画素(カメラ画素数(2400万画素)で飛行高度50mの場合)
-------	-------------------------------------

3) 安全管理

求める計測性能を満たしている例

空中写真の重複度



空中写真の重複度は、三次元点群データの要求精度にかかわらず同一コース内の隣接空中写真間で90%以上、隣接コースの空中写真間で60%以上と規定されています。

4-2.LSによる起工測量の場合

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

出来形管理用LS本体

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

<ul style="list-style-type: none"> 測定精度: 計測範囲内で±20 mm以内 (起工測量及び岩線確認に利用する場合は±100mm以内) 色データ: 色データの取得が可能なこと (点群処理時に目視による選別のために利用する)
--

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。

取得したデータの信頼度を担保します

精度確認試験結果報告書(例)

精度確認の対象機器 メーカー: 西ABC社 測定装置名称: LS420 測定装置の製造番号: R00891	写真	①テープによる検査点の確認  計測方法: <u>テープ</u> 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  ③差の確認(測定精度) レーザー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)
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) <input checked="" type="checkbox"/> 〇〇製 商品名: 〇〇 <input type="checkbox"/> TS: 3級TS以上 <input type="checkbox"/> SS製 〇〇(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 <input checked="" type="checkbox"/> 既知点の座標間距離	写真	

カタログ(例)

ソフトウェアのカタログ



添付する書類

LS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
LS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」

5. 工事基準点の設置

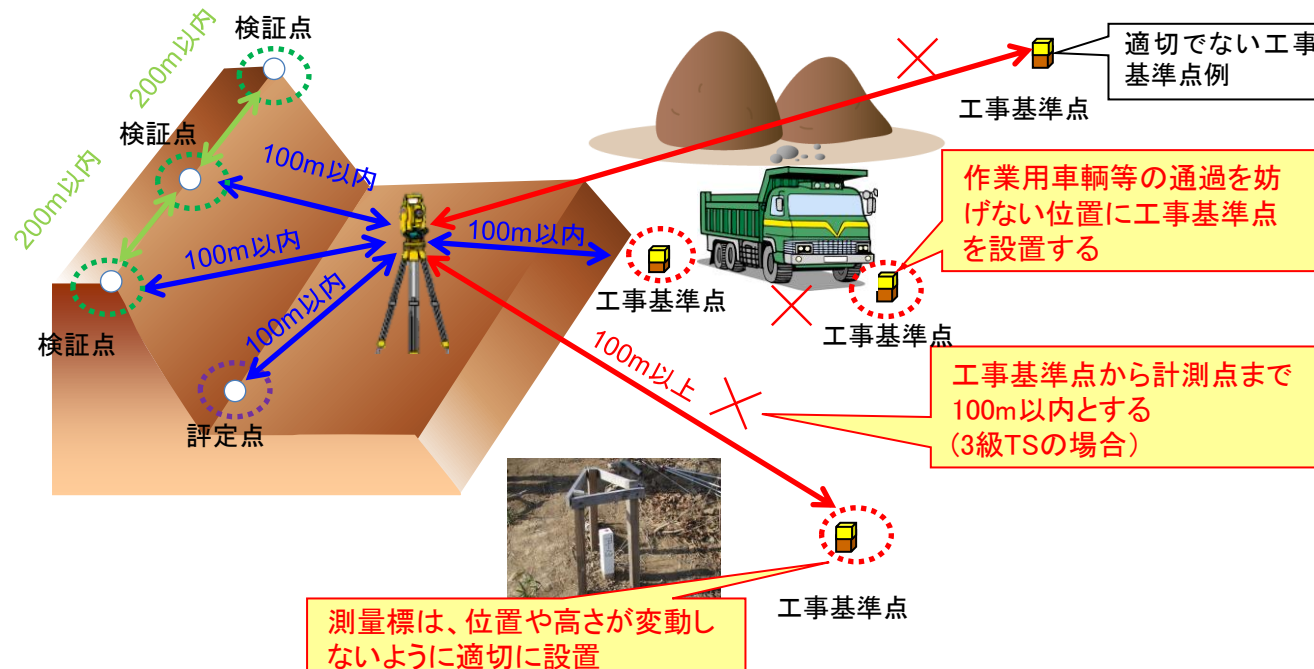
▶ 工事基準点設置時の実施内容と解説事項

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 data-bbox="178 520 689 591">起工測量</div> <div data-bbox="421 591 449 677">↓</div>	・既設の基準点の検測 ・現況地盤の確認 ・施工量の算出	
<div data-bbox="178 677 689 748">工事基準点の設置</div> <div data-bbox="421 748 449 834">↓</div>	・工事基準点の設置	
<div data-bbox="178 834 689 905">面的な地形測量</div>	・空中写真測量(UAV) ・LS測量	

- ▶ UAVやLSを用いた出来形管理では、工事基準点の3次元座標値から幅、長さ等を算出するため、出来形計測の精度を確保のためには工事基準点の精度確保が重要です。
- ▶ 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。
- ▶ 評定点を計測する場合は、基準点からTSまでの距離、評定点からTSまでの計測距離(斜距離)についての制限を、3級TSを利用する場合は100m以内(2級TSは150m)です。

5-1.UAVによる出来形管理を行う場合

工事基準点の設置時の留意点



- ・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の設置位置から評定点までの距離
 - (3) TSの設置位置から検証点までの距離

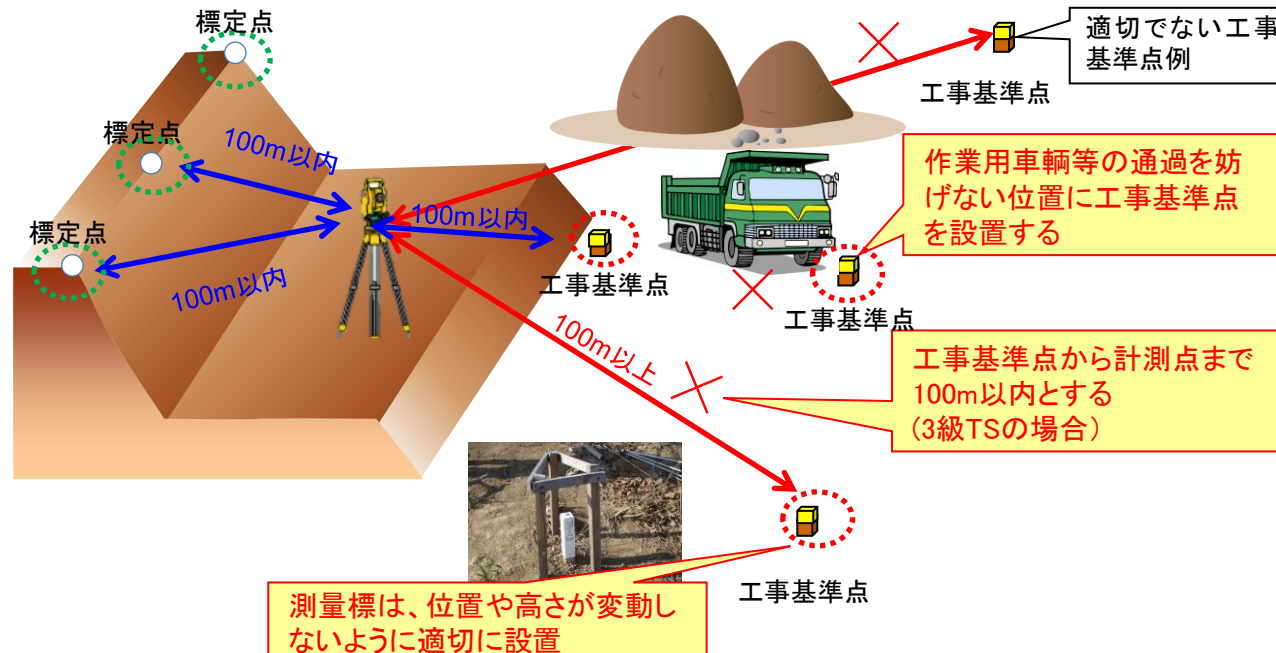
留意点

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、工事基準点を配置します。

- ・検証点は、既設の基準点や工事基準点を用いても良い。
- ・検証点は、評定点と兼ねることはできません。

5-2.LSによる出来形管理を行う場合

工事基準点の設置時の留意点



- ・LS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の設置位置から評定点までの距離

留意点

LS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、工事基準点を配置します。

・LS本体にTSと同様にターゲット計測による後方交会法(P50参照)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。

6.測量成果簿の作成

▶ 測量成果簿時の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲		
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div>起工測量 測量成果簿の作成</div>		<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
<div>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

- ▶ 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。
- ▶ UAVによる出来形管理の場合には、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を作成し、提出します。

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提出が必要です。

6-1.起工測量

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空中写真測量(UAV)やLSを用いて実施します。
- ▶ 面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、設計形状を示す3次元設計データについて、監督職員との協議を行い、契約図書として位置付けます。
- ▶ 測定精度は、10cm以内とし、計測密度は0.25m²(50cm×50cmメッシュ)あたり1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で補完することもできます。

ワンポイント

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

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

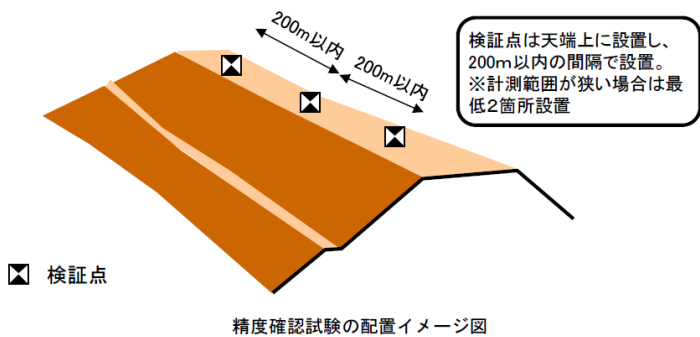
現場における空中写真測量(UAV)の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所の既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行う。

【測定精度】
各座標値の較差±5cm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												
作業機関名													
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												
作業機関名													
実施担当者													
測定条件	天候 晴れ 気温 18℃												
測定場所	(株) UAV測量 〇〇工事現場												
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(級別〇級)												
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 or TSによる座標値計測													
<table><thead><tr><th></th><th>X</th><th>Y</th><th>Z</th></tr></thead><tbody><tr><td>1点目</td><td>44044.720</td><td>-11987.655</td><td>17.880</td></tr><tr><td>2点目</td><td>44060.797</td><td>-11993.390</td><td>17.530</td></tr></tbody></table>			X	Y	Z	1点目	44044.720	-11987.655	17.880	2点目	44060.797	-11993.390	17.530
	X	Y	Z										
1点目	44044.720	-11987.655	17.880										
2点目	44060.797	-11993.390	17.530										
②空中写真測量(UAV)による計測結果													
													
<table><thead><tr><th></th><th>X'</th><th>Y'</th><th>Z'</th></tr></thead><tbody><tr><td>1点目</td><td>44044.700</td><td>-11987.644</td><td>17.870</td></tr><tr><td>2点目</td><td>44060.778</td><td>-11993.385</td><td>17.521</td></tr></tbody></table>			X'	Y'	Z'	1点目	44044.700	-11987.644	17.870	2点目	44060.778	-11993.385	17.521
	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)													
<table><thead><tr><th></th><th>ΔX</th><th>ΔY</th><th>ΔZ</th></tr></thead><tbody><tr><td>1点目</td><td>-0.020</td><td>-0.011</td><td>-0.020</td></tr><tr><td>2点目</td><td>-0.019</td><td>-0.005</td><td>-0.009</td></tr></tbody></table>			ΔX	ΔY	ΔZ	1点目	-0.020	-0.011	-0.020	2点目	-0.019	-0.005	-0.009
	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 20mm 以内)													
Y成分(最大) = -0.011m (-11mm) 以内; 合格(基準値 20mm 以内)													
Z成分(最大) = -0.020m (-20mm) 以内; 合格(基準値 20mm 以内)													

- 実施時期
 - 写真測量ソフトウェアから計点群データを算出する際に行います。
 - 本精度確認は空中真測量(UAV)による計測ごとに行います。
- 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します。
- 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します。



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

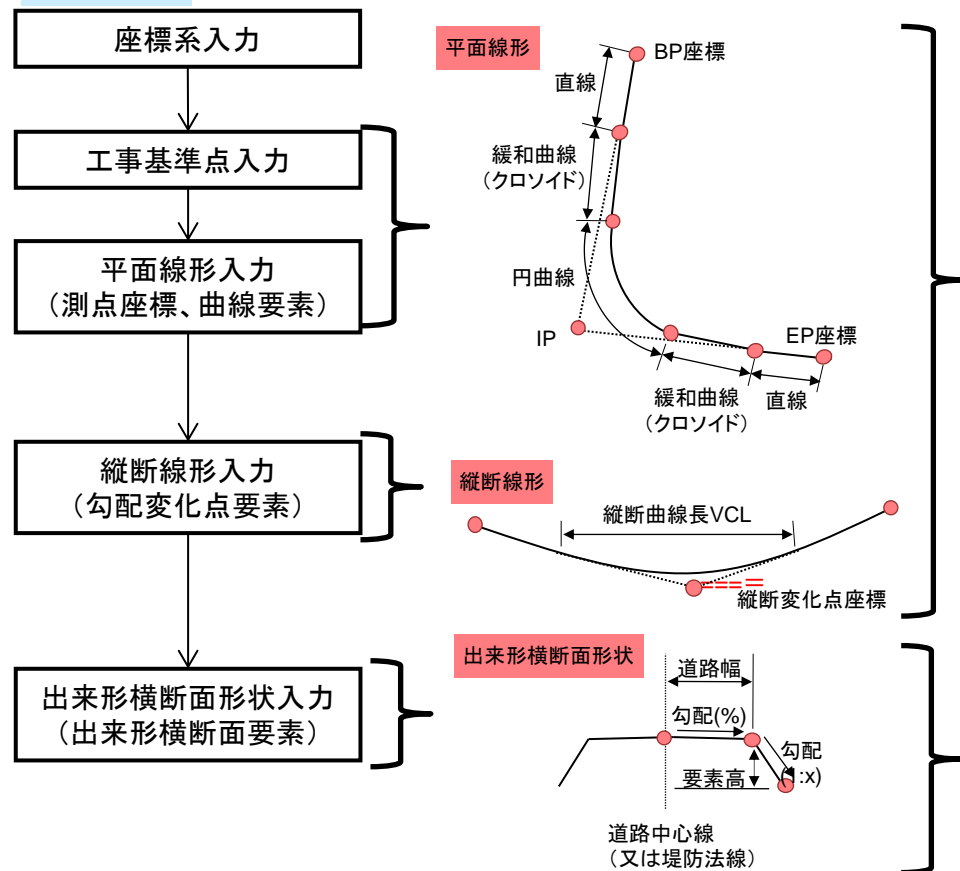
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div data-bbox="183 432 691 541">3次元設計データの作成 または修正</div>	<div data-bbox="755 420 1166 459">・3次元設計データの作成</div>	
<div data-bbox="183 616 691 680">3次元設計データの照査</div>	<div data-bbox="755 586 1166 625">・3次元設計データの照査</div>	<div data-bbox="1383 586 1979 625">・3次元設計データの照査状況の確認</div>

- ▶ 3次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、設計図書・基準点設置結果に基づき3次元設計データを作成します。
- ▶ 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。

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

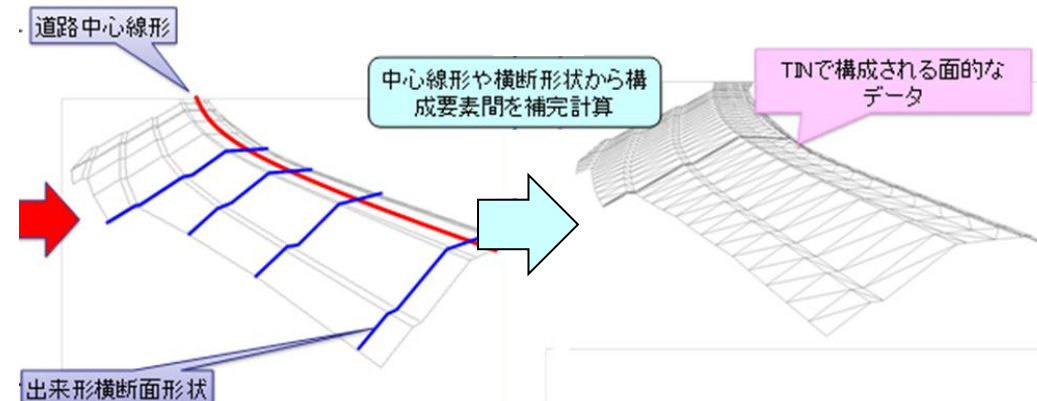
作成手順



※作成方法の詳細は、次ページ以降を参照してください。

また、本作成手順はICT設計データ変換ソフト((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

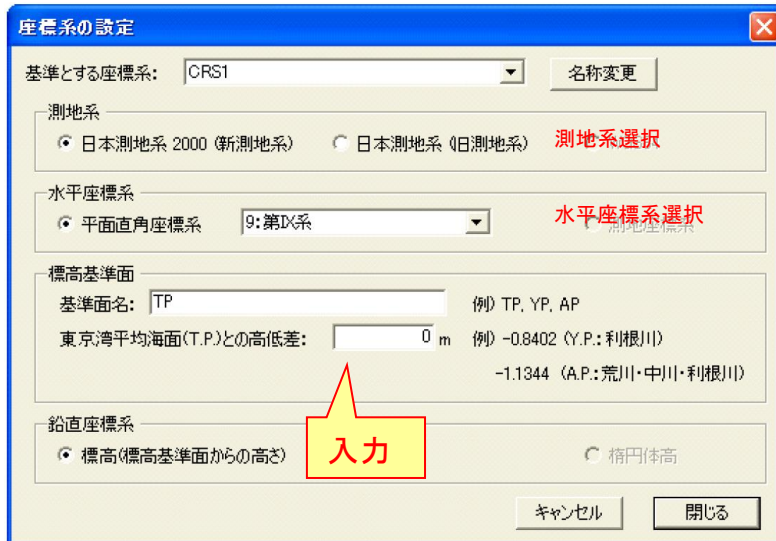
道路中心線形データが詳細設計等で納品されている場合について

- ・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。

7-1.3次元設計データの作成

座標系入力イメージ

- 工事で基準とする座標系を入力します。



※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

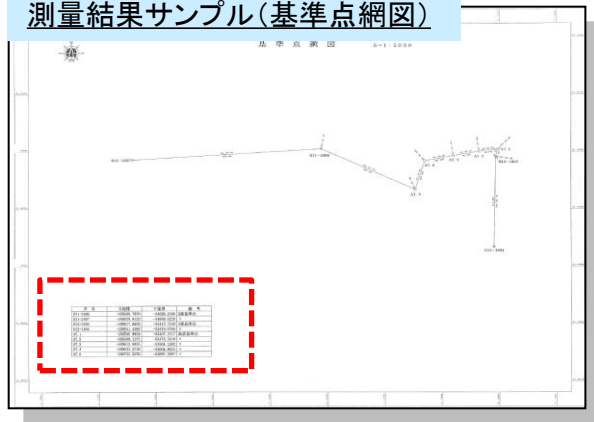
7-1.3次元設計データの作成

工事基準点入力イメージ

- TS設置時に利用する工事基準点座標を測量結果や平面図等から入力します。

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

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

追加 削除 名称変更

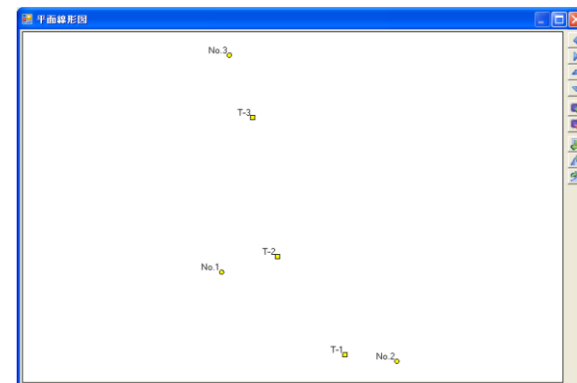
水準点

T-1	水準点の種類:
T-2	標高: 84.91 Z座標
T-3	<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

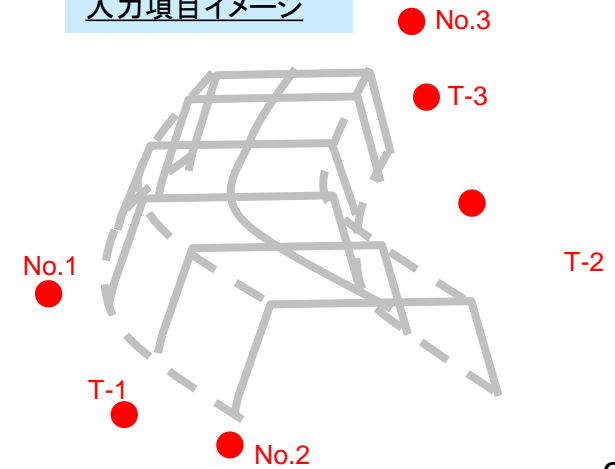
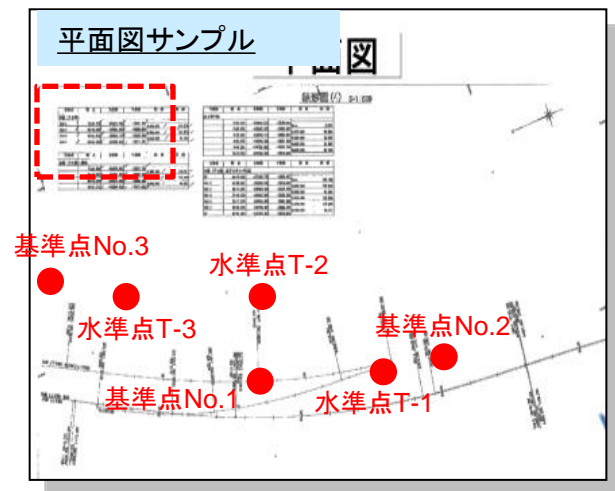
入力

表示



工事基準点入力後画面(サンプル)

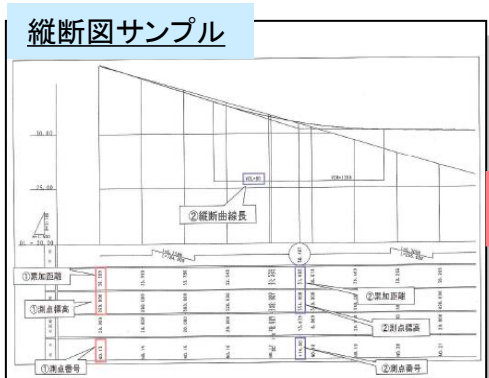
入力項目イメージ



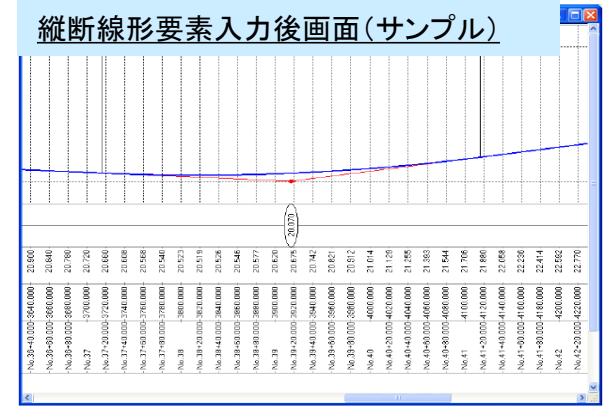
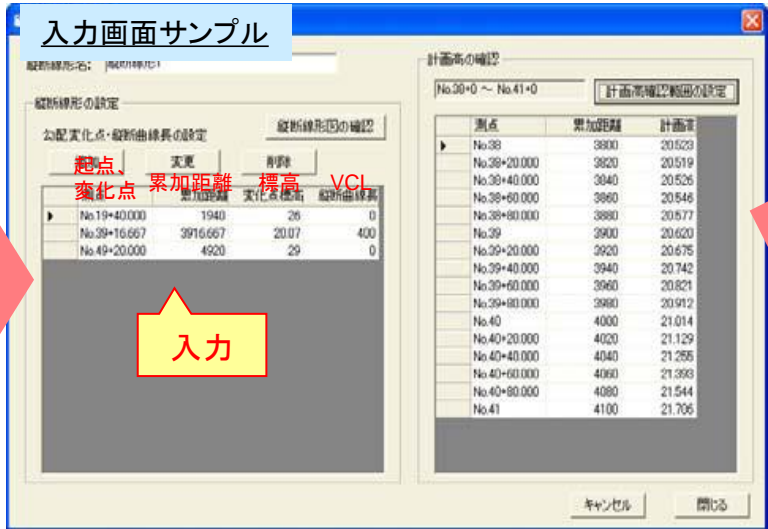
7-1.3次元設計データの作成

平面線形入力イメージ

- 線形計算書や平面図を参照し、平面線形要素を入力します。

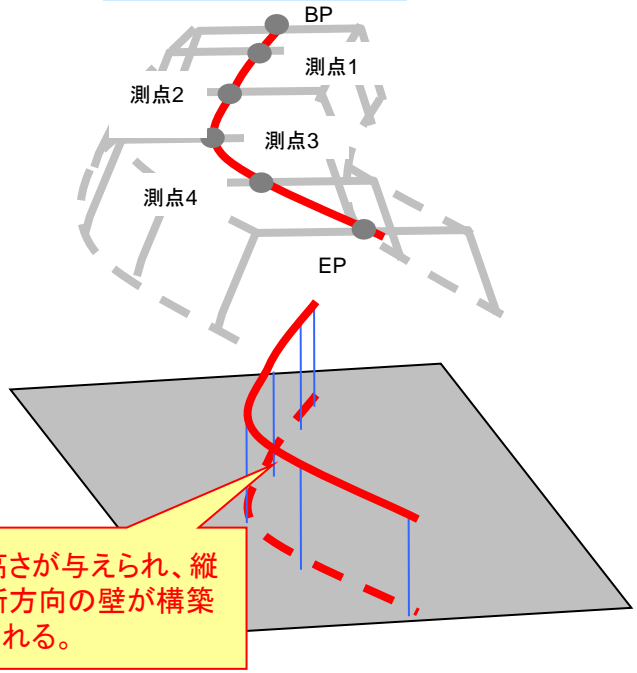


入力



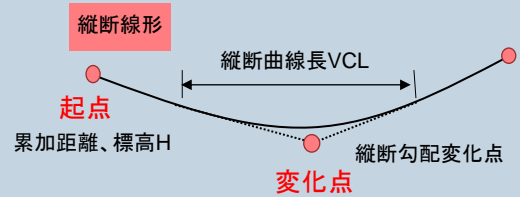
表示

入力項目イメージ (Input item image)



縦断面図からの入力項目 (Input items from vertical section diagram)

- 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、縦断面曲線長VCL



高さが与えられ、縦断面方向の壁が構築される。

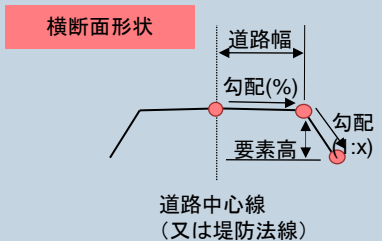
7-1.3次元設計データの作成

横断線形入力イメージ

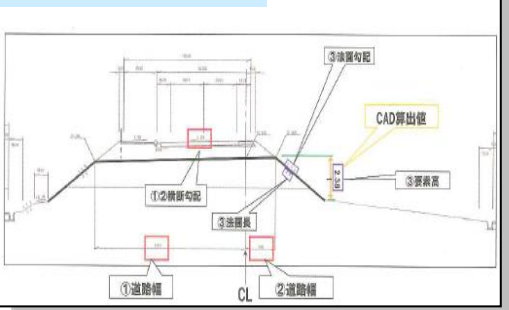
- 管理断面を設定します。
- 横断図を参照し、中心線からの横断距離、高低差を取得します。
- 横断面形状(幅、基準高、法長)を設定します。

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)

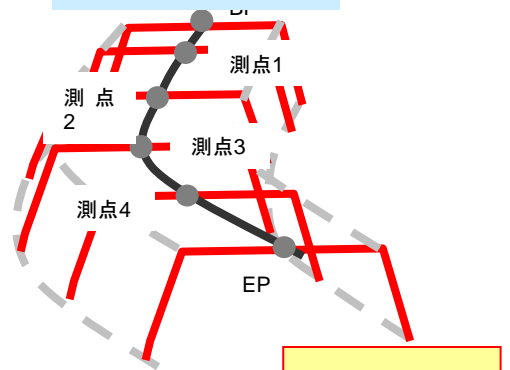
管理断面名	断面	断面距離
No.39	3900	
No.39+20.000	3920	
No.39+40.000		
No.39+60.000	3960	
No.39+80.000	3980	
No.40	4000	
No.40+20.000	4020	
No.40+40.000	4040	
No.40+60.000	4060	
No.40+80.000	4080	
No.41	4100	

入力

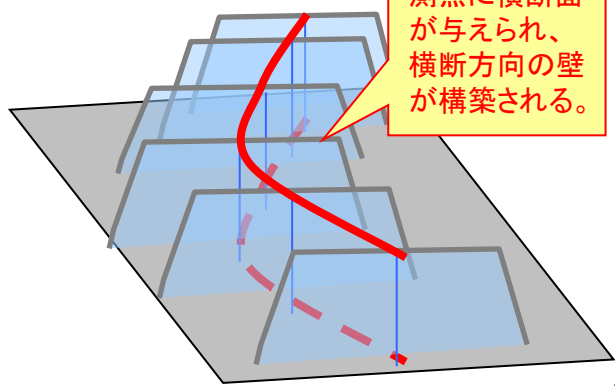
横断線形要素入力画面(サンプル)

入力

入力項目イメージ



測点に横断面が与えられ、横断方向の壁が構築される。



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。

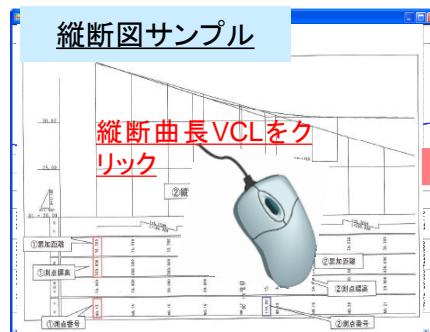
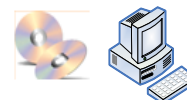
設計図面(平面図・縦断図・横断図)の取り込みイメージ

2次元CAD図面

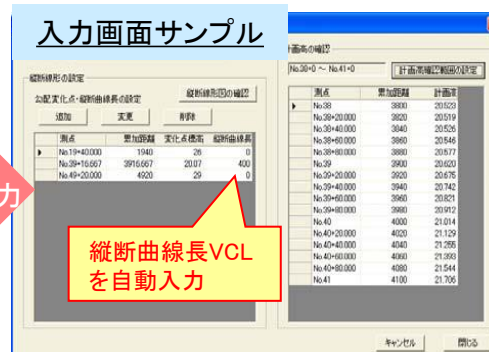


読込

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)



入力



7-2.3次元設計データの照査

3次元設計データの照査イメージ

- ▶ 設計図書と3次元設計データとを照合し、設計図書の不備および入力ミス等がないかを確認します。
- ▶ UAVやLSによる出来形管理では、3次元設計データに不備があると、出来形計測値の精度管理ができなくなります。
- ▶ 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)」、「レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(案)(土工編)[H28.3](国土交通省)」に掲載されているチェックシートに従うこととします。

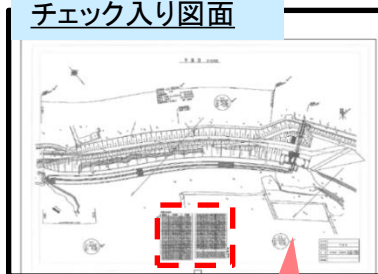
参考URL:

<http://www.mlit.go.jp/common/001124403.pdf>
<http://www.mlit.go.jp/common/001124405.pdf>

紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認



チェック入り図面



拡大表示

設計中心座標

測点番号	X座標	Y座標	Z座標
SP1-1	134783.1774	21182.4888	
No.1	134783.1774	21176.8185	
SP1-2	134783.8803	21176.8801	
No.2	134783.8803	21182.4888	
SP1-3	134783.5312	21182.4888	
No.3	134783.5312	21182.4888	
SP1-4	134783.5312	21182.4888	
No.4	134783.5312	21182.4888	
SP1-5	134783.5312	21182.4888	
No.5	134783.5312	21182.4888	
SP1-6	134783.5312	21182.4888	
No.6	134783.5312	21182.4888	
SP1-7	134783.5312	21182.4888	
No.7	134783.5312	21182.4888	
SP1-8	134783.5312	21182.4888	
No.8	134783.5312	21182.4888	
SP1-9	134783.5312	21182.4888	
No.9	134783.5312	21182.4888	
SP1-10	134783.5312	21182.4888	
No.10	134783.5312	21182.4888	
SP1-11	134783.5312	21182.4888	
No.11	134783.5312	21182.4888	
SP1-12	134783.5312	21182.4888	
No.12	134783.5312	21182.4888	
SP1-13	134783.5312	21182.4888	
No.13	134783.5312	21182.4888	
SP1-14	134783.5312	21182.4888	
No.14	134783.5312	21182.4888	
SP1-15	134783.5312	21182.4888	
No.15	134783.5312	21182.4888	
SP1-16	134783.5312	21182.4888	
No.16	134783.5312	21182.4888	
SP1-17	134783.5312	21182.4888	
No.17	134783.5312	21182.4888	
SP1-18	134783.5312	21182.4888	
No.18	134783.5312	21182.4888	
SP1-19	134783.5312	21182.4888	
No.19	134783.5312	21182.4888	
SP1-20	134783.5312	21182.4888	
No.20	134783.5312	21182.4888	

チェック部分

基本設計データ作成ソフトウェア上で入力データを目視確認



データの整合性を確認

比較

チェックシート

参考資料2-1 3次元設計データチェックシート及び照査結果資料(河川土工編)(様式-1)

平成 年 月 日

工事名: _____

受注者名: _____

作成者: _____ 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか? ・工事基準点の名前は正しいか? ・座標は正しいか?	
2) 平面図形	全延長	・起終点の座標は正しいか? ・変換点(線形主要点)の座標は正しいか? ・曲線要素の種別・数値は正しいか? ・各要素の座標は正しいか?	
3) 縦断面図形	全延長	・線形起終点の座標・標高は正しいか? ・線形変換点の座標・標高は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形断面図形状	全延長	・作成した出来形断面図形状の座標・数値は正しいか? ・基準点、種別、法長は正しいか?	
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を提出した資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提示す。
 ・工事基準点リスト(チェック入り)

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

7-2.3次元設計データ作成の照査

3次元設計データチェックシートの提出の留意点

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:
受注会社名:
作成者:

印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・起終点の座標は正しいか？ ・変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ ・曲線要素の種別・数値は正しいか？ ・各測点の座標は正しいか？ 	
3) 縦断線形	全延長	<ul style="list-style-type: none"> ・線形起終点の測点、標高は正しいか？ ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ ・曲線要素は正しいか？ 	
4) 出来形横断面形状	全延長	<ul style="list-style-type: none"> ・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ ・基準高、幅、法長は正しいか？ ・出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか？ 	
5) 3次元設計データ	全延長	<ul style="list-style-type: none"> ・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)
- ・縦断図(チェック入り)
- ・横断図(チェック入り)
- ・3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

※ 添付資料については、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。

7-2.3次元設計データの照査

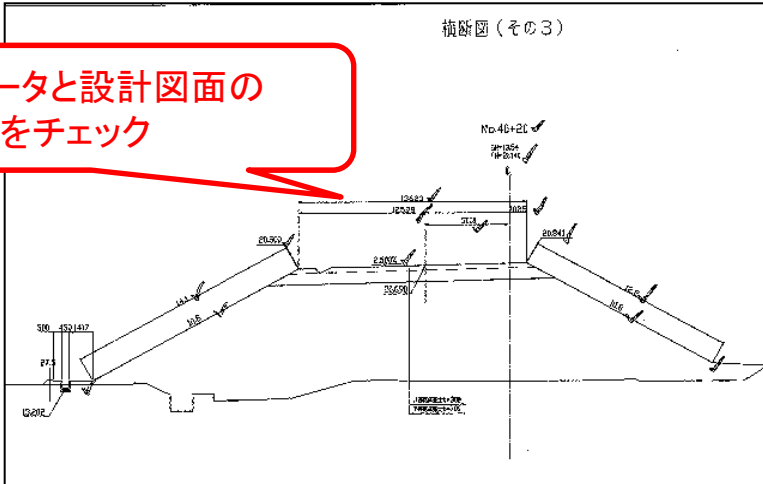
基準点の確認(例)

基準点成果表

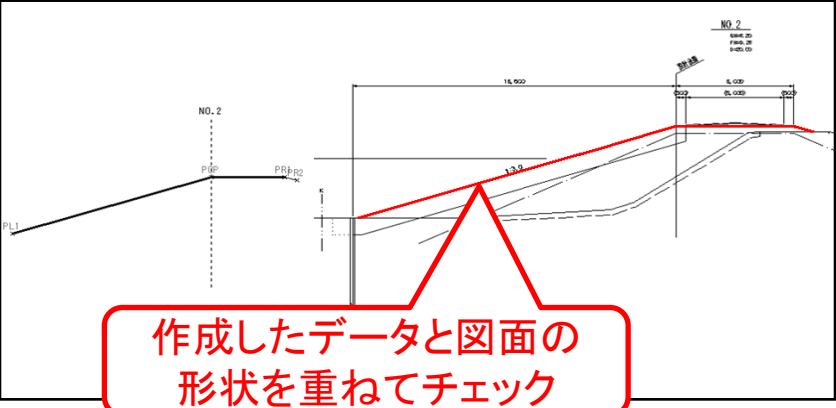
測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標
千4 ✓	-103592.645	-53971.965	2級基準点	TF4 ✓	-104073.411	-53902.104
千5 ✓	-106133.790	-55192.361	〃	TF5 ✓	-104222.811	-53902.104
KP6/6L ✓	-102566.552	-53805.858	3級基準点	TF6 ✓	-104371.743	-53902.104
KP0/7L ✓	-102897.874	-53908.500	〃	TF7 ✓	-104511.791	-53902.104
KP6/8R ✓	-104477.348	-53669.206	〃	TF8 ✓	-104665.056	-53902.104
KP4/9L ✓	-104993.148	-54307.238	〃	TF9 ✓	-104780.424	-54013.042
KP2/10L ✓	-105230.181	-54987.389	〃	TF10 ✓	-104853.023	-54154.538
KP8/10L ✓	-105811.653	-55214.489	〃	TF11 ✓	-104914.141	-54238.118
KP4/11L ✓	-106294.412	-55308.723	〃	TG1 ✓	-105038.052	-54392.648
TE1 ✓	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TG2 ✓	-105043.204	-54539.999
TE2 ✓	-103102.553	-54001.759	〃	TG3 ✓	-105069.858	-54688.999
TE3 ✓	-103279.147	-54006.884	〃	TG4 ✓	-105138.964	-54823.046
TE4 ✓	-103416.596	-53999.420	〃	TH1 ✓	-105267.033	-55067.216
TE5 ✓	-103497.830	-53978.296	〃	TH2 ✓	-105361.017	-55160.314
TF1 ✓	-103671.867	-53983.149	〃	TH3 ✓	-105486.259	-55218.934
TF2 ✓	-103757.779	-53993.677	〃	TH4 ✓	-105675.217	-55221.966
TF3 ✓	-103925.787	-53973.651	〃	TJ1 ✓	-105975.513	-55186.171

作成したデータと設計図面の
数値をチェック

横断面図の確認(例)

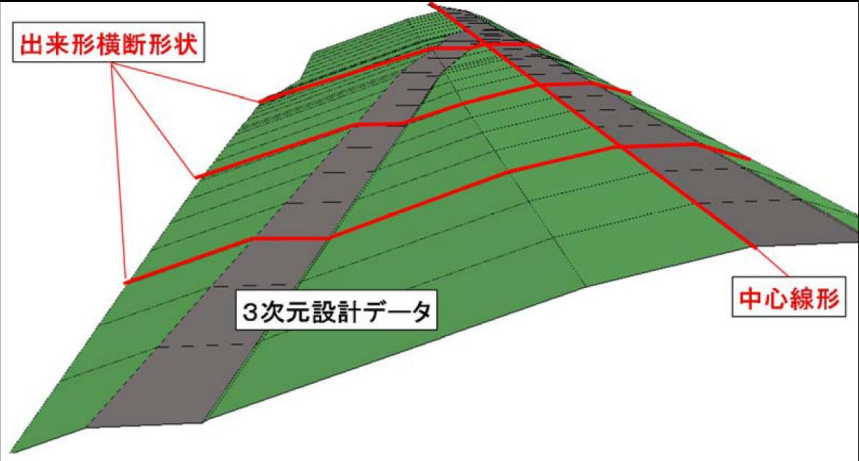


データ重ね合わせによる横断面図の確認(例)



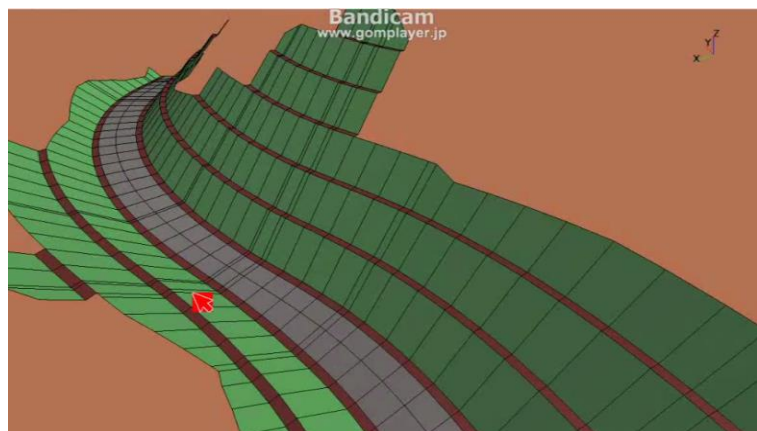
作成したデータと図面の
形状を重ねてチェック

ソフトウェアによる表示あるいは印刷物の
3次元ビューの確認(例)

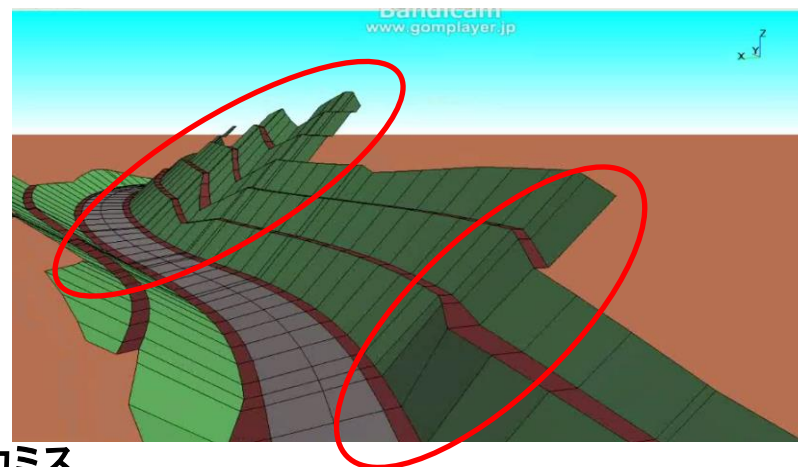


3次元ビューでの確認例

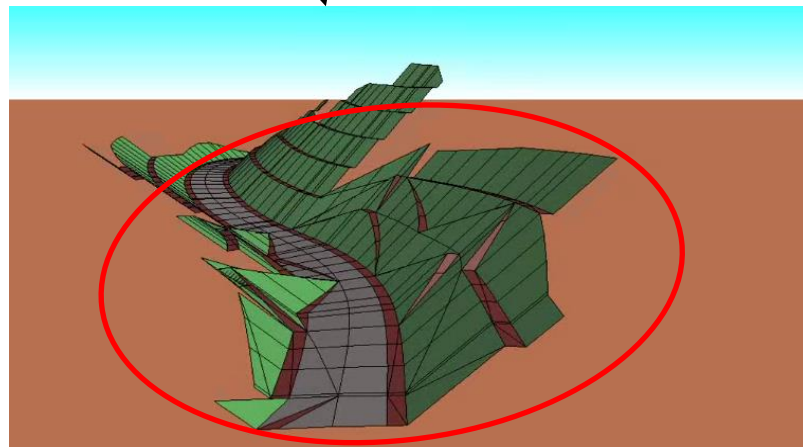
- ▶ 3次元設計データ作成ソフトには、入力結果を立体視することが可能(ビューワ機能)となっています。このため、本機能を活用することにより3次元設計データが正しく入力されているか確認が可能です。
- ▶ なお、3次元設計データ作成ソフトメーカーからは、無償ビューワー付ファイルを作成するソフトが販売されています。



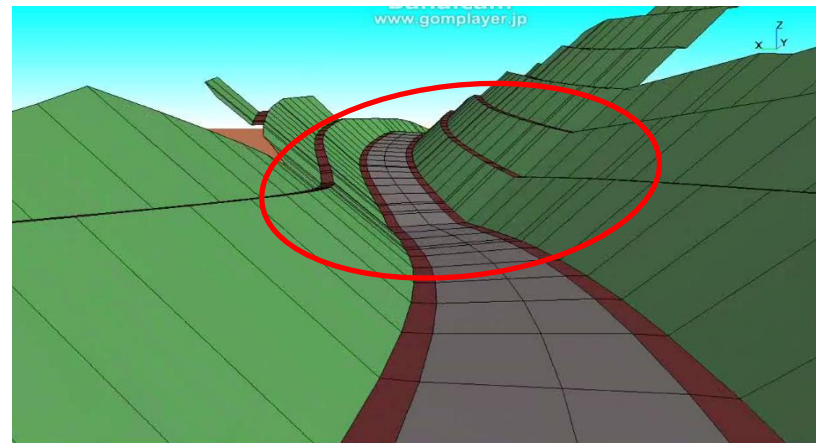
入力ミス
(横断データ)



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

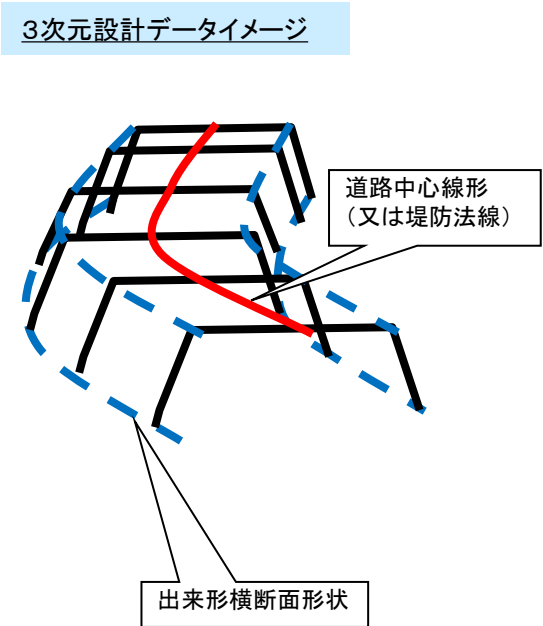
▶ 設計図書の照査時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
 <div data-bbox="180 733 691 801">設計図書等の照査</div>	<p style="color: red; text-align: center;">本手引き書の対象範囲</p>	<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
	<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計上の確定 ・当該工事現場の出来形管理箇所の確定 	

- ▶ 受注者は照査に必要な設計図書を入手し、設計図書に不備や不整合が無いことを照査します。

8.設計図書の照査

3次元設計データの作成に必要なデータ

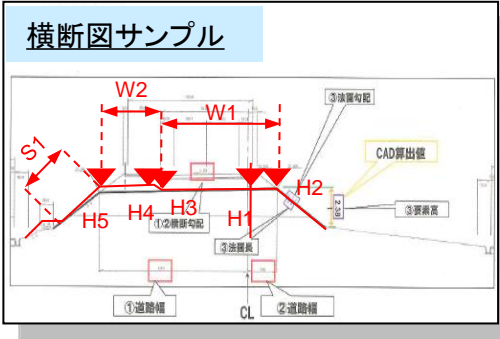
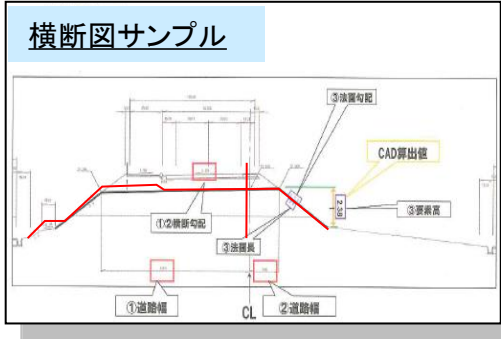


横断面図と直交する中心線のデータを確定

線形計算書サンプル

① 路線名	② 地点の座標
IP1	X = -55545.9118 Y = -55228.5
④ 主要点名	⑤ 主要点名
⑥ 主要点名	⑦ 主要点名

縦断面図サンプル



ワンポイント 丁張り設置に必要な情報と同じです。

9.施工計画書(工事編)の作成

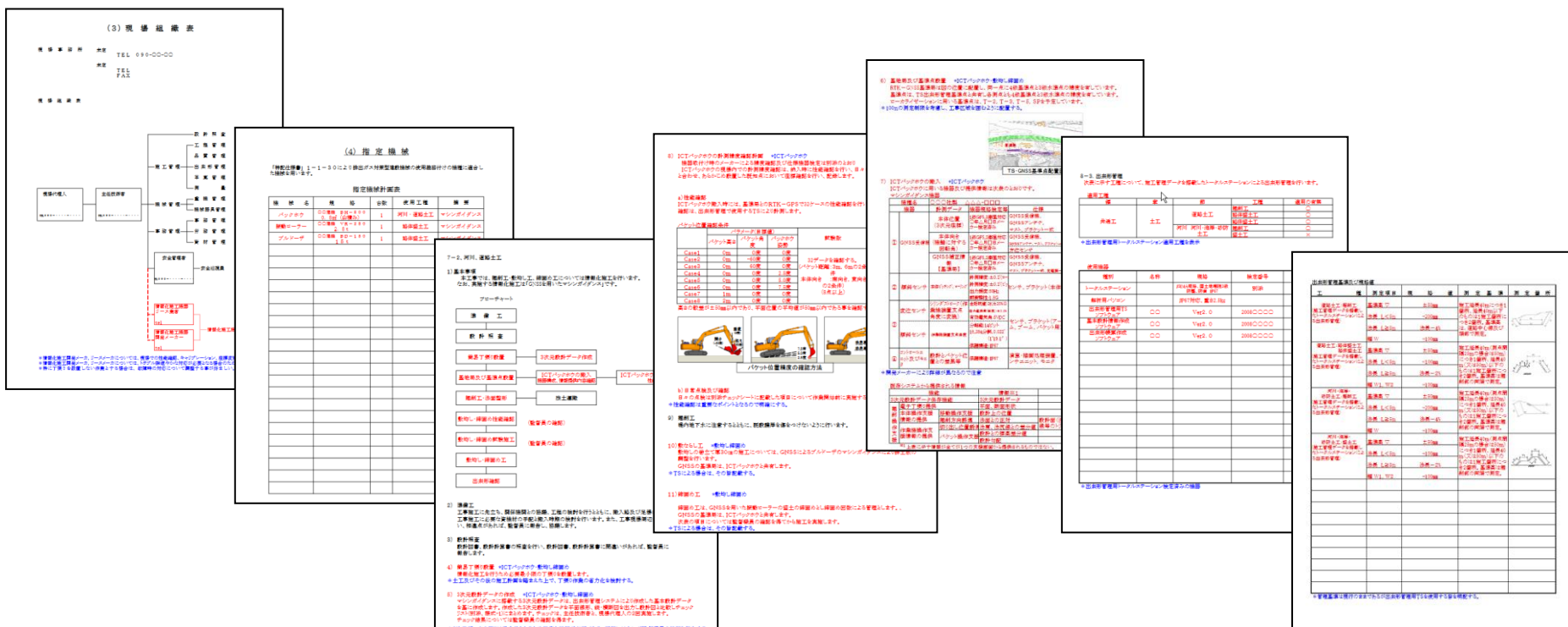
▶ 施工計画書(工事編)の作成の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲		
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div> <div> 施工計画書(工事編)の作成 </div> </div>	<div> <div> ・施工計画書(工事編)の作成 </div> </div>	<div> <div> ・施工計画書(工事編)の受理・確認 </div> </div>

- ▶ UAVやLSによる出来形管理では、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を記載します。
- ▶ 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（メーカーパンフレット等）を添付します。

施工計画書(工事編)への記載事項

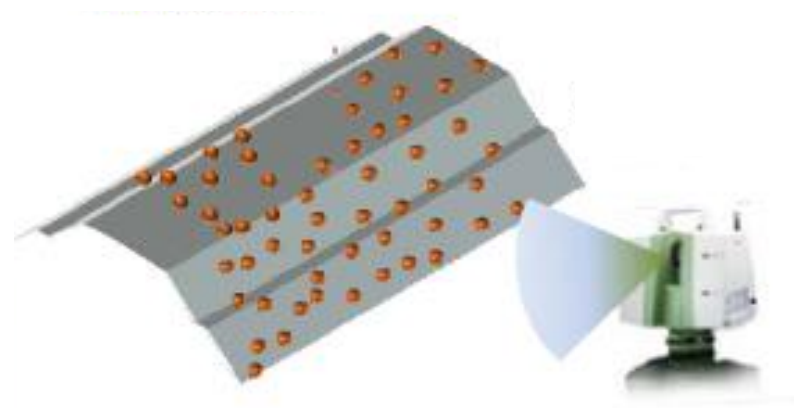
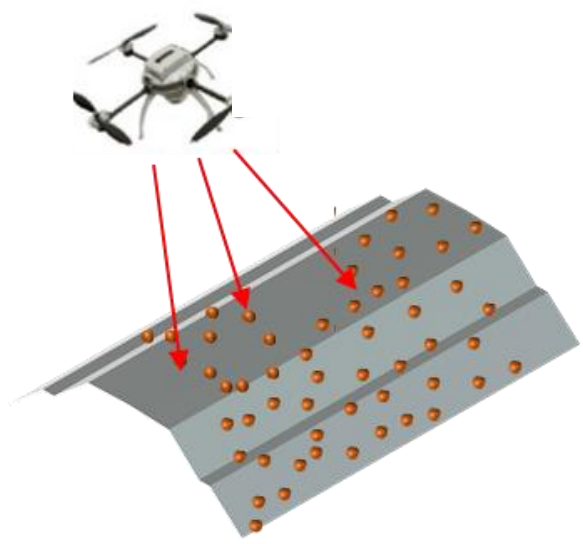
- 適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準を記載します。
- 利用するUAV・LS・ソフトウェア等を記載します。
- UAVまたはLSによる出来形管理の選定の際に確認した以下の資料等を添付します。
 - ・ソフトウェアの有する機能が記載されたメーカーパンフレット等
 - ・UAVやLSの精度を適正に管理していることを証明する検定書あるいは校正証明書



10.出来形管理

▶ 出来形管理時の実施内容と解説事項

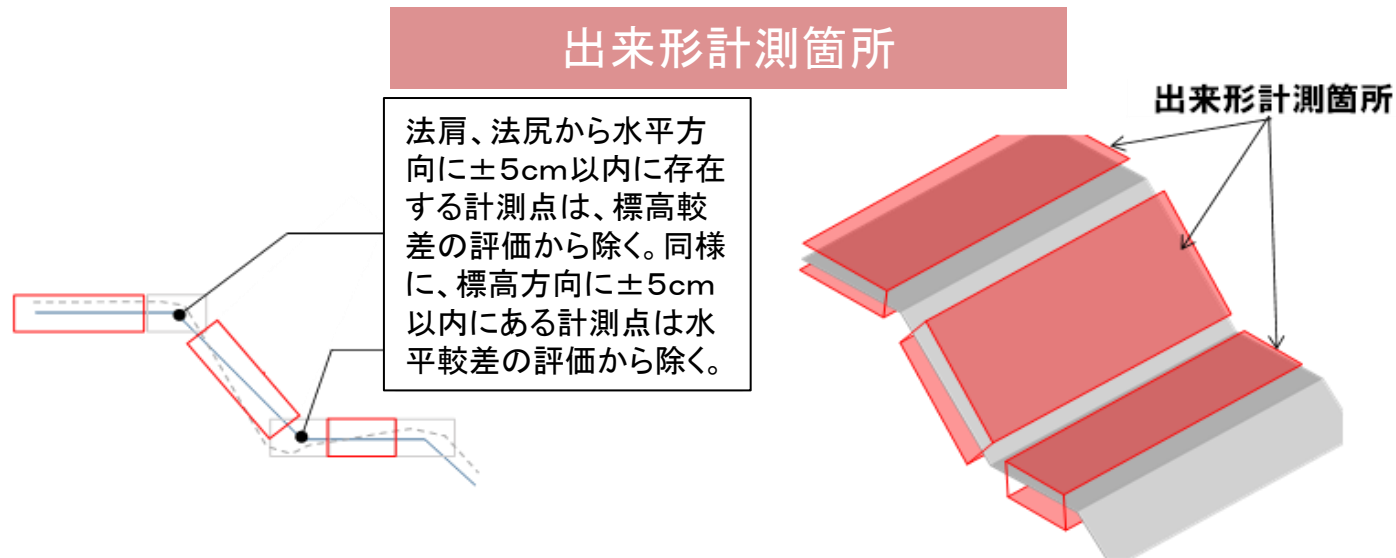
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div data-bbox="180 450 691 521">出来形計測</div> <div data-bbox="414 521 457 574">↓</div> <div data-bbox="180 574 691 642">出来形管理帳票の作成</div>	<div data-bbox="798 279 1127 325">本手引き書の対象範囲</div> <ul style="list-style-type: none"> ・施工管理3次元データのICT建機への搭載 ・UAVによる出来形計測 ・LSIによる出来形計測 ・データ処理 ・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



10.出来形管理

出来形計測箇所の留意点

- 法肩、法尻から水平方向にそれぞれ $\pm 5\text{cm}$ 以内に存在する計測点は評価から外すことができます。
- LSによる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。
- また、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。



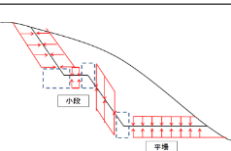
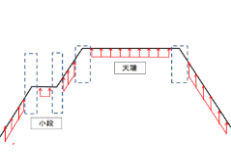
ワンポイント

・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10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得します。

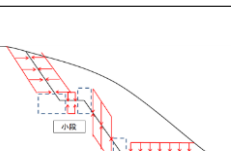
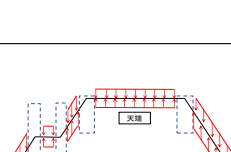
10.出来形管理

出来形管理基準及び規格値の留意点

河川土工

工種	測定箇所	測定項目	規格値 (mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	水平または 標高較差	±70	±160		
盛土工	天端	標高較差	-50	-150	注1、注2、注3、 注4	
	法面	4割勾配	-50	-170		
	法面 (小段含む)	4割勾配	-60	-170		

道路土工

工種	測定箇所	測定項目	規格値 (mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	水平または 標高較差	±70	±160		
路体盛土工 路床盛土工	天端	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	標高較差	±80	±190		

注1: 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれています。

注2: 計測は天端面(掘削の場合は平場面)と法面(小段を含む)の全面とし、全ての点で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/m²(平面投影面積当たり)以上とします。

注3: 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きます。

注4: 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します。

※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。

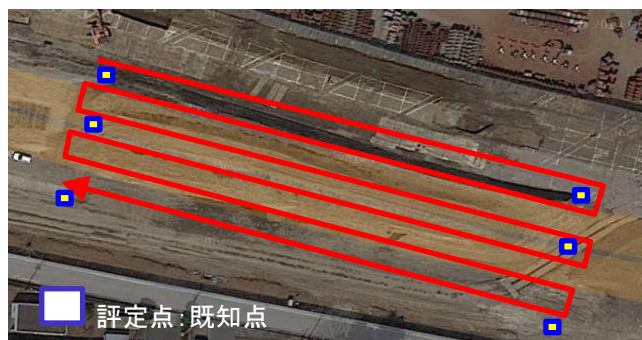
ワンポイント

- ・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。

10-1.UAVによる出来形管理の場合

撮影計画立案時の留意点

- ▶ 進行方向のラップ率は90%以上にします。
- ▶ 隣接コースとのラップ率は60%以上にします。
- ▶ 対地高度は、50m程度とし、地上画素寸法は1cm／画素以下にします。
- ▶ 高低差があり、等高度での一度の撮影ではモデル全体の地上画素寸法が確保できない場合は、飛行を数回に分けることを検討します。
- ▶ 山間の場合、GNSS電波の補足ができないこともあるため、自動航行ができなくなることから、手動航行の準備をしておきます。



撮影計画の例

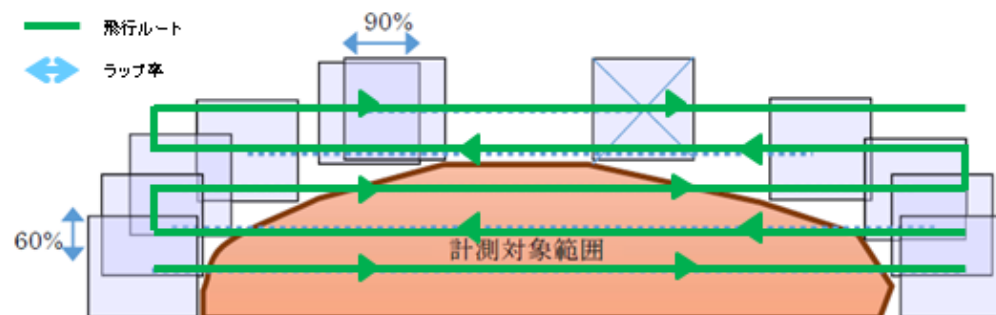
撮影計画

- 1) 撮影方法
- 2) 計測性能

地上画素数	1cm／1画素(カメラ画素数(2400万画素)で飛行高度50mの場合)
-------	-------------------------------------

- 3) 安全管理

空中写真の重複度



空中写真の重複度は、三次元点群データの要求精度にかかわらず同一コース内の隣接空中写真間で90%以上、隣接コースの空中写真間で60%以上と規定されています。

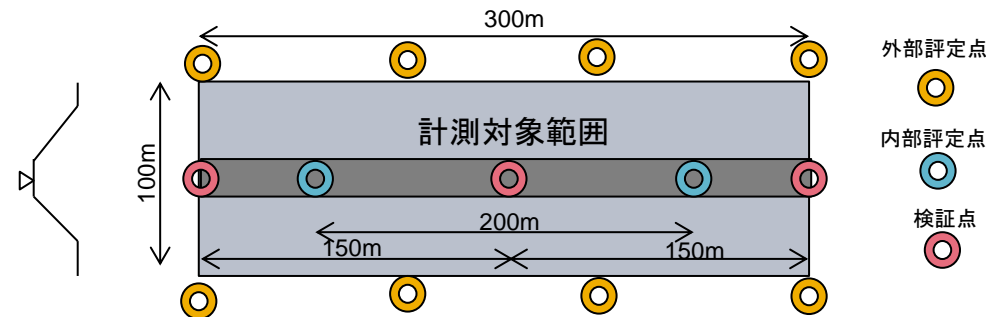
ワンポイント

・所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路および飛行高度を算出するソフトウェアを用いて揚重能力とバッテリー容量に留意のうえ、飛行計画を立案します。

10-1.UAVによる出来形管理の場合

評定点及び検証点の設置・計測の留意点

- ▶ 計測精度を確保するための標定点の設置の条件は、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」(国土地理院)(以下UAVマニュアルとする)における要求精度 $\pm 50\text{mm}$ の規定を参考とし、以下を標準とします。
 - ▶ 標定点は、計測対象範囲を包括するように、UAVマニュアルにおける外部標定点として撮影区域外縁に100m以内の間隔となるように設置するとともに、UAVマニュアルにおける内部標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置します。
 - ▶ 標定点及び検証点の計測については、4級基準点及び3級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとります。
 - ▶ 検証点は、UAVマニュアルにおける外部標定点及び内部検証点として天端上に200m以内の間隔となるように設置します。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましく、計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置します。精度確認用の検証点は、標定点として利用できません。



ワンポイント

- ・標定点および検証点は工事基準点、あるいは工事基準点からTSを用いて計測を行います。
- ・標定点および検証点は空中写真測量(UAV)による出来形計測中に動かないように固定します。

10-1.UAVによる出来形管理の場合

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、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行います。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけます。

- 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

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。

10-1.UAVによる出来形管理の場合

計測点群データの作成時の留意点

①撮影飛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。

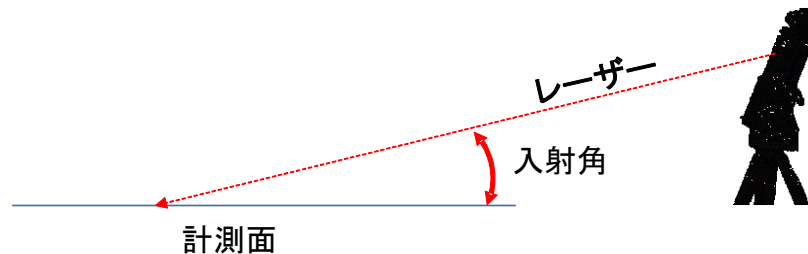
ワンポイント

・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。

10-2.LSによる出来形管理の場合

LS設置時の留意点

- 出来形計測点を効率的に取得できる位置にLSを設置します。
- LS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。
- LS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、LS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。

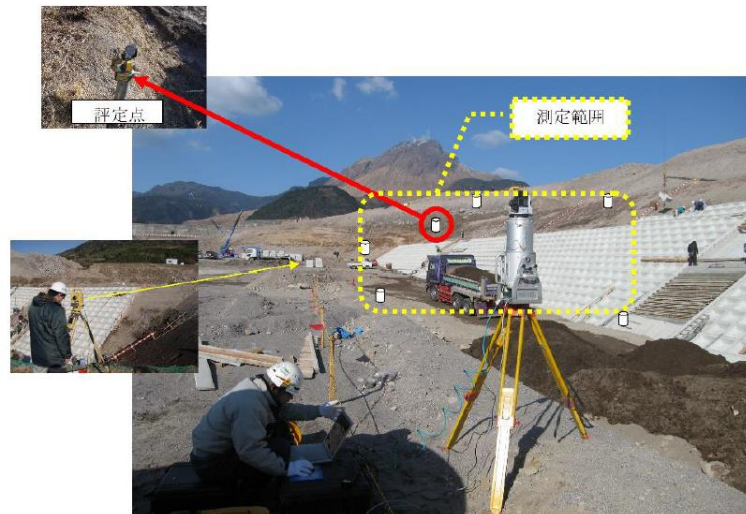
ワンポイント

- ・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LS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。

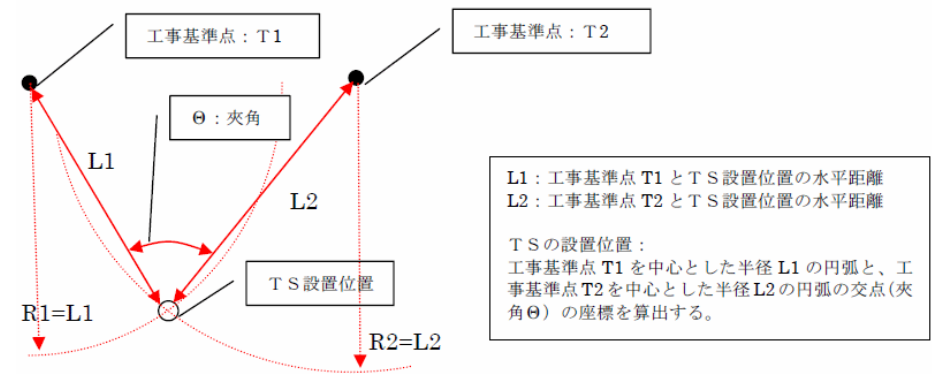
10-2.LSによる出来形管理の場合

評定点の設置・計測時の留意点

- 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
- LS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例

ワンポイント

・LS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。

10-2.LSによる出来形管理の場合

出来形計測時の留意点

①計測密度設定の留意点

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

ワンポイント

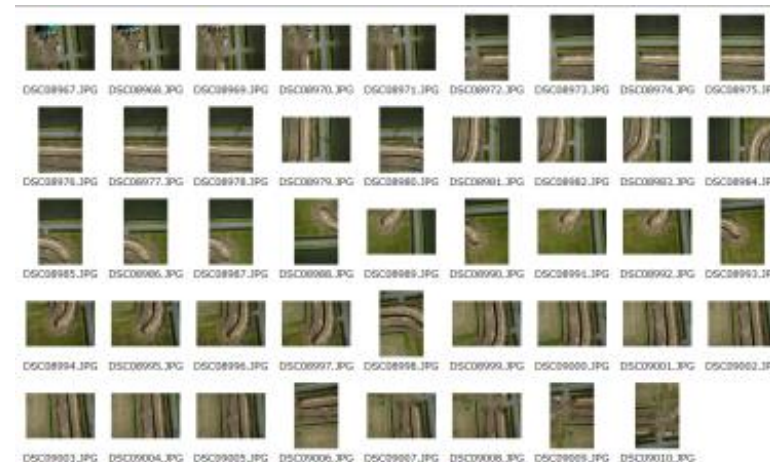
・出来形計測にあたっては、計測対象範囲内で100cm²(10cmメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定で計測を行います。

10-3.UAVによる出来形管理の場合の写真管理

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 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)	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

10-4.LSによる出来形管理の場合の写真管理

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)	計測毎に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)	計測毎に1回 [施工後]	

(※上表のほか、施工状況撮影も追加あり)

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)



出来形管理写真(例)

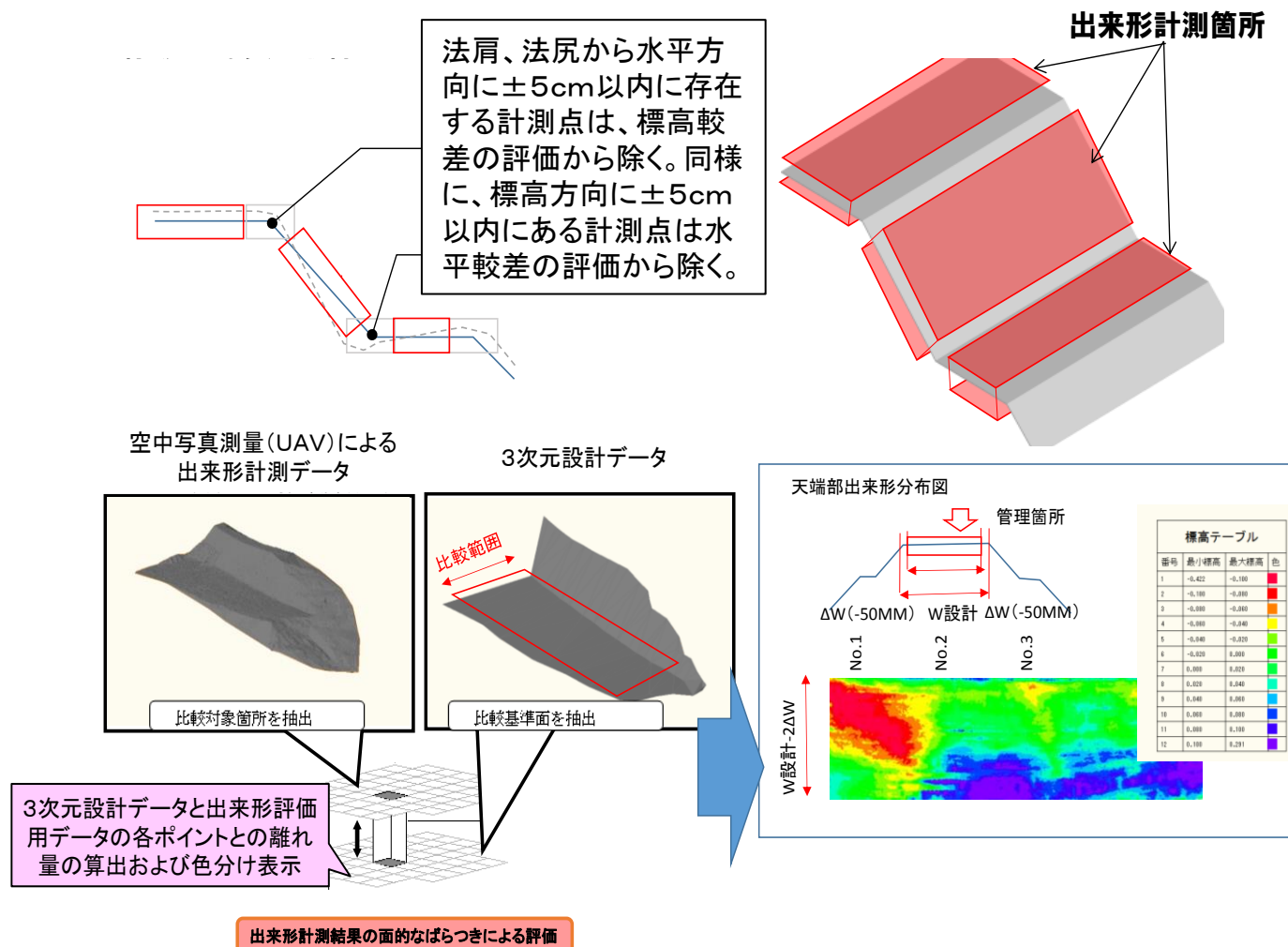
ワンポイント

LS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

10-5.出来形管理帳票の作成

出来形管理図表 作成の流れ



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。

10-5.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)

様式-31-2

出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

工 種		道路土工		測点 No. 1~No. 3	
種 別		盛土		合否判定結果 合格	

測定項目			規格値	判定	測点
天端 鉛直較差	平均値	-11mm	±50mm		
	最大値(差)	42mm	±100mm		
	最小値(差)	-62mm	±100mm		
	データ数	1000	1点/m ² 以上 (1000点以上)		
	評価面積	1000m ²			
法面 鉛直較差	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)		
	平均値	7mm	±80mm		
	最大値(差)	92mm	±140mm		
	最小値(差)	-60mm	±140mm		
	データ数	1700	1点/m ² 以上 (1700点以上)		
評価面積	1700m ²				
棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)			

天端 ばらつき	規格値の±50% 以内のデータ数	1000
法面 ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700

凡例:

+100

+80

+50

+20

±0

-20

-50

-80

-100

☐ 天端

・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.電子成果品の作成

▶ 電子成果品の作成の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲		
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

- ▶ UAVやLSによる出来形管理では、出来形管理や数量算出の結果等の工事書類(電子成果品)が、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納して提出します。

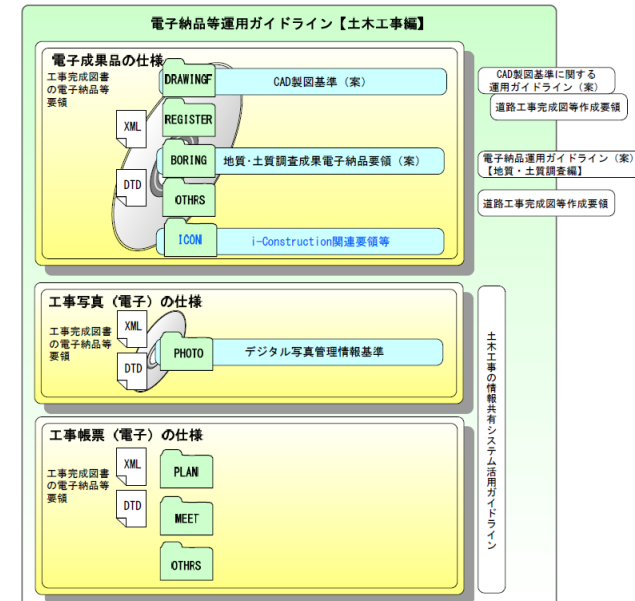
11-1.UAVによる出来形管理の場合

電子成果品に作成・提出時の留意点

電子成果品として、

- ①3次元設計データ
- ②出来形管理資料
- ③空中写真測量(UAV)による出来形評価用データ
- ④空中写真測量(UAV)による出来形計測データ
- ⑤空中写真測量(UAV)による計測点群データ
- ⑥工事基準点および標定点データ
- ⑦空中写真測量(UAV)で撮影したデジタル写真

を「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「**ICON**」フォルダに格納する。



ファイル命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
UAV	0	DR	001～	0～Z	・3次元設計データ（LandXML等のオリジナルデータ（T I N））	UAV0DR001Z. 拡張子
UAV	0	CH	001～	—	・出来形管理資料（出来形管理図表（P D F）または、ビュー付き3次元データ）	UAV0CH001. 拡張子
UAV	0	IN	001～	—	・空中写真測量（U A V）による出来形評価用データ（CSV、LandXML等のポイントファイル）	UAV0IN001. 拡張子
UAV	0	EG	001～	—	・空中写真測量（U A V）による起工測量計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（T I N））	UAV0EG001. 拡張子
UAV	0	SO	001～	—	・空中写真測量（U A V）による岩線計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（T I N））	UAV0SO001. 拡張子
UAV	0	AS	001～	—	・空中写真測量（U A V）による出来形計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（T I N））	UAV0AS001. 拡張子
UAV	0	GR	001～	—	・空中写真測量（U A V）による計測点群データ（CSV、LandXML等のポイントファイル）	UAV0GR001. 拡張子
UAV	0	PO	001～	—	・工事基準点および標定点データ（CSV、LandXML等のポイントファイル）	UAV0PO001. 拡張子

ワンポイント

・格納するファイル名は、空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理資料が特定できるように記入します。

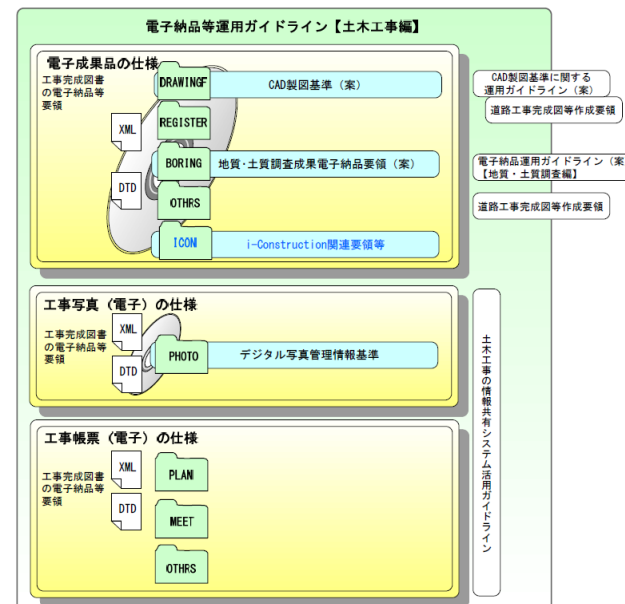
11-2.UAVによる出来形管理の場合

電子成果品に作成・提出時の留意点

電子成果品として、

- ①3次元設計データ
- ②出来形管理資料
- ③LSによる出来形評価用データ
- ④LSによる出来形計測データ
- ⑤LSによる計測点群データ
- ⑥工事基準点および標定点データ

を「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「**ICON**」フォルダに格納する。



ファイル命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
LS	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））	LS0DR001Z. 拡張子
LS	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）	LS0CH001. 拡張子
LS	0	IN	001～	—	・LSによる出来形評価用データ（CSV、LandXML等のポイントファイル）	LS0IN001. 拡張子
LS	0	EG	001～	—	・LSによる起工測量計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	LS0EG001. 拡張子
LS	0	SO	001～	—	・LSによる岩線計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	LS0SO001. 拡張子
LS	0	AS	001～	—	・LSによる出来形計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	LS0AS001. 拡張子
LS	0	GR	001～	—	・LSによる計測点群データ（CSV、LandXML等のポイントファイル）	LS0GR001. 拡張子
LS	0	PO	001～	—	・工事基準点および標定点データ（CSV、LandXML等のポイントファイル）	LS0PO001. 拡張子

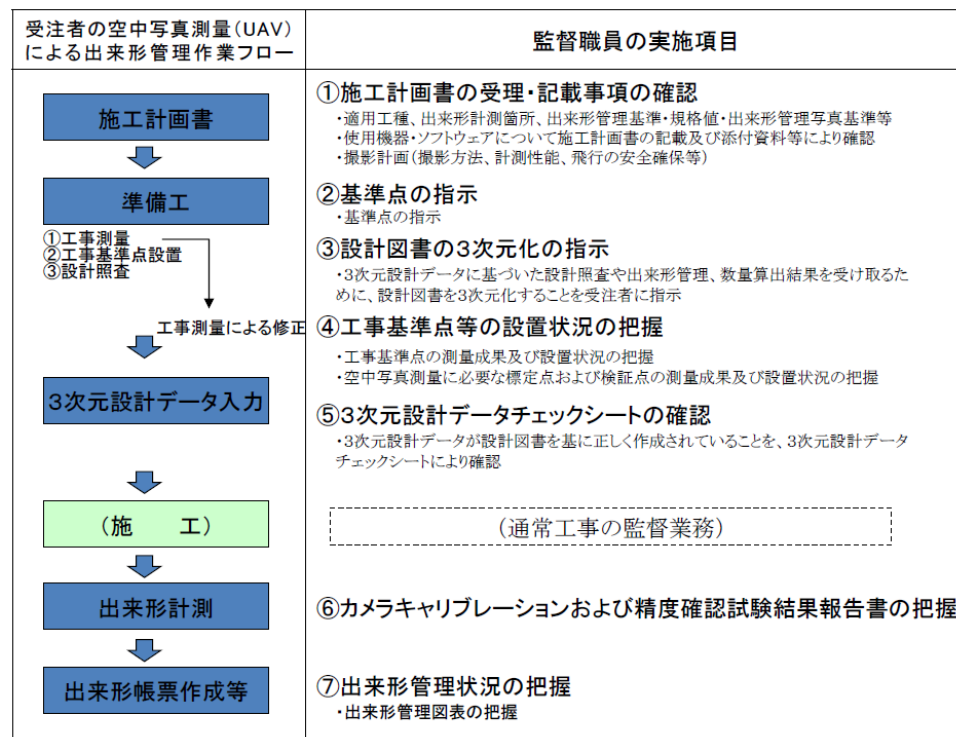
ワンポイント

・格納するファイル名は、LSを用いた出来形管理資料が特定できるように記入します。

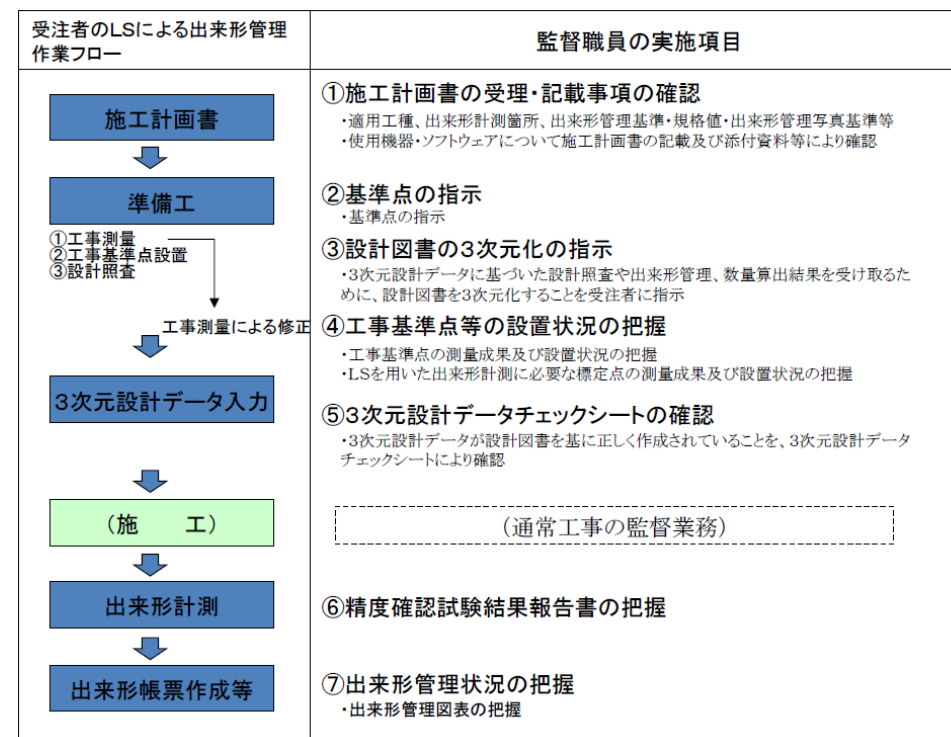
12.監督職員の監督内容

監督職員の確認内容の概要

UAVによる出来形管理の場合



LSによる出来形管理の場合



ワンポイント

・UAVやLSによる出来形管理を実施した場合の監督方法は、従来と異なり、
「空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理の監督・検査要領」や「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」に従って実施されます。

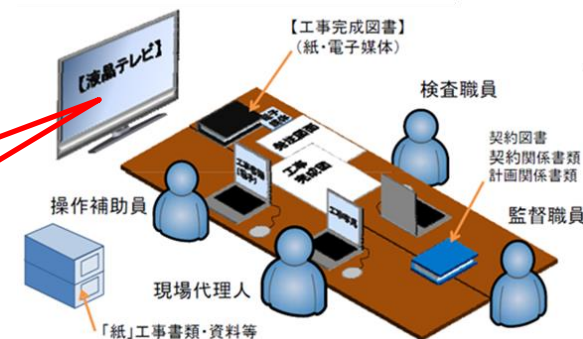
13.検査

▶ 検査時の実施内容と解説事項

本手引き書の対象範囲		
フロー	受注者の実務内容	検査職員の実務内容
<div>書面検査</div> <div>↓</div> <div>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

- ▶ 書面検査は、パソコンを使って、納品された電子成果品を確認します。
- ▶ 実地検査は、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。



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LS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LS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LS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LS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

● LSを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

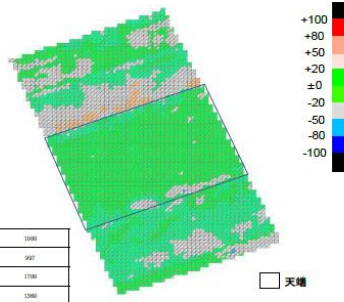
出来形管理図表について、出来形管理基準に定められた測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認します。

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。

様式-31-2

出来形可否判定総括表

ソフトウェア審査結果表参照

工 種		道路土工		測点 No. 1～No. 3													
種 別		盛土		合否判定結果 異常値有													
測定項目		規格値	判定	測点													
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm	異常値有													
	最大値(部)	42mm	±100mm														
	最小値(部)	-62mm	±100mm	異常値有													
	データ数	1000	1点/㎡以上 (1000点以上)														
	評価面積	1000㎡															
	棄却点数	0	0.5%未満 (5点以下)	異常値有													
法面 標高較差	平均値	7mm	±80mm		<table><tr><td>天端の ばらつき</td><td>標高差のばらつき のデータ数</td><td>1000</td></tr><tr><td>法面の ばらつき</td><td>標高差のばらつき のデータ数</td><td>997</td></tr><tr><td>法面の ばらつき</td><td>標高差のばらつき のデータ数</td><td>1700</td></tr><tr><td>法面の ばらつき</td><td>標高差のばらつき のデータ数</td><td>1360</td></tr></table> <div>天端</div>	天端の ばらつき	標高差のばらつき のデータ数	1000	法面の ばらつき	標高差のばらつき のデータ数	997	法面の ばらつき	標高差のばらつき のデータ数	1700	法面の ばらつき	標高差のばらつき のデータ数	1360
	天端の ばらつき	標高差のばらつき のデータ数	1000														
	法面の ばらつき	標高差のばらつき のデータ数	997														
	法面の ばらつき	標高差のばらつき のデータ数	1700														
	法面の ばらつき	標高差のばらつき のデータ数	1360														
	最大値(部)	92mm	±140mm														
最小値(部)	-60mm	±140mm															
データ数	1700	1点/㎡以上 (1700点以上)															
評価面積	1700㎡																
棄却点数	0	0.5%未満 (5点以下)															

凡例:

出来形管理図表 作成例 (合格の場合)

様式-31-2

出来形可否判定総括表

ソフトウェア審査結果表参照

工 種			道路土工		測点 No. 1～No. 3	
種 別			盛土		合否判定結果 異常値有	
測定項目			規格値		判定	
天端 標高較差					測点	
	平均値	-71mm	±50mm	異常値有		
	最大値(部)	-13mm	±100mm			
	最小値(部)	-122mm	±100mm	異常値有		
	データ数	1000	1点/㎡以上 (1000点以上)			
	評価面積	1000㎡				
棄却点数	14	0.5%未満 (5点以下)	異常値有			
法面 標高較差					測点	
	平均値	-53mm	±80mm			
	最大値(部)	32mm	±140mm			
	最小値(部)	-120mm	±140mm			
	データ数	1700	1点/㎡以上 (1700点以上)			
	評価面積	1700㎡				
棄却点数	0	0.5%未満 (5点以下)				

天端の ばらつき	標高差の50% 以内のデータ数	912
	標高差の20% 以内のデータ数	120
法面の ばらつき	標高差の50% 以内のデータ数	959
	標高差の20% 以内のデータ数	920

天端

凡例:

出来形管理図表 作成例 (異常値有の場合)

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

- ・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%~+100%の範囲で出来形評価用データのポイント毎に結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示
- ・±50%の前後、±80%の前後が区別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。

13-1.書面検査

書面検査時の検査職員の確認内容の概要

- 品質管理及び出来形管理写真の確認

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

- 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	電子成果品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元設計データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N)) ・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (P D F) または、ビューワー付き 3次元データ) ・ 空中写真測量 (U A V) による出来形評価用データ (CSV、LandXML 等のポイントファイル) ・ 空中写真測量 (U A V) による出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N) ・ 空中写真測量 (U A V) による計測点群データ (CSV、LandXML 等のポイントファイル) ・ 工事基準点および標定点データ (CSV、LandXML 等のポイントファイル) ・ 空中写真測量 (U A V) で撮影したデジタル写真 (jpg ファイル)
LSによる出来形管理の 場合	電子成果品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元設計データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N)) ・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (P D F) または、ビューワー付き 3次元データ) ・ L S による出来形評価用データ (CSV、LandXML 等のポイントファイル) ・ L S による出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N)) ・ L S による計測点群データ (CSV、LandXML 等のポイントファイル) ・ 工事基準点および標定点データ (CSV、LandXML 等のポイントファイル)

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。

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

工 種	計測箇所	確認内容	検査頻度
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

ここでいう断面とは厳格に管理断面を示すものでなく、概ね同一断面上の数カ所の標高を計測することを想定しています。

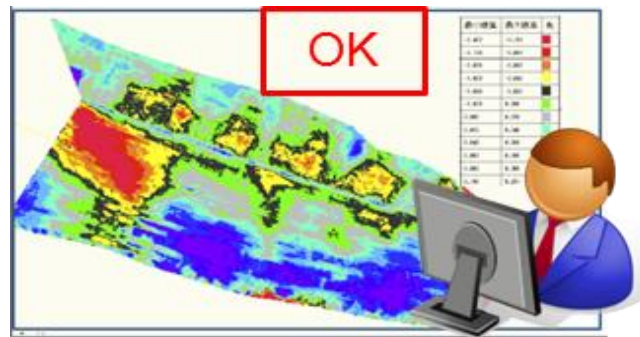
なお、新基準を適用できない場合は、従来の代表断面における幅、法長、基準高などの設計値と実測値の比較による検査を行ってもよいこととなっています。ただし、検査頻度は、代表断面1断面です。

13-2.実地検査

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。



実地検査時

(場合によっては確認手順が逆とする場合もあります)

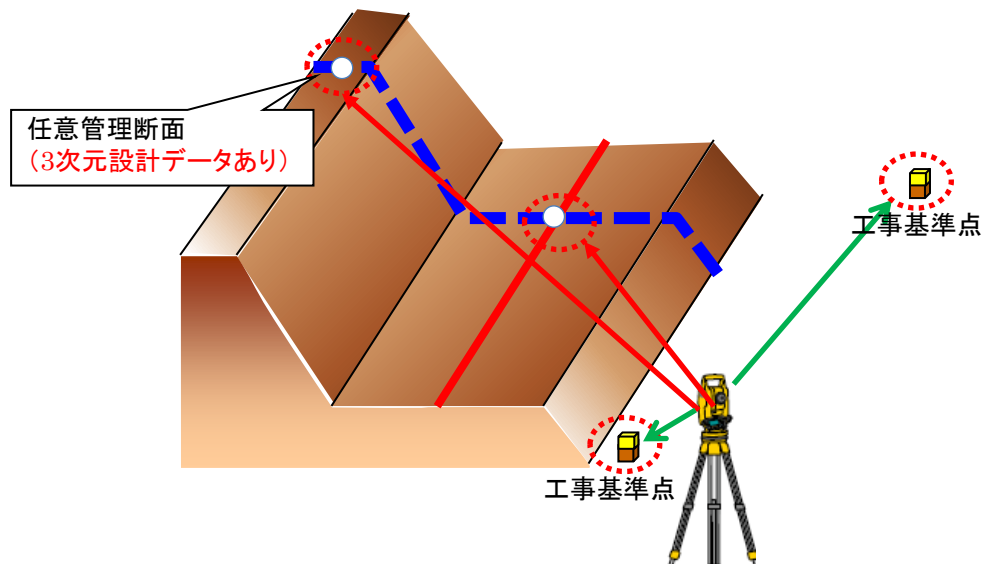
検査職員は、現地では出来形管理用TSやGNSSローバーの誘導機能を使用して、自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設データの設計面と実測値との標高差が規格値内であることを検査します。



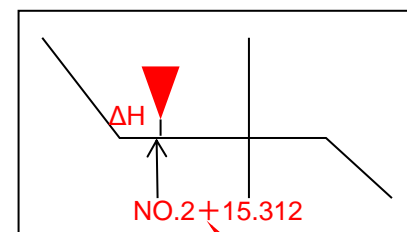
13-2.実地検査

出来形管理用TSを用いた実地検査の内容の概要

TSによる出来形計測の任意断面メージ



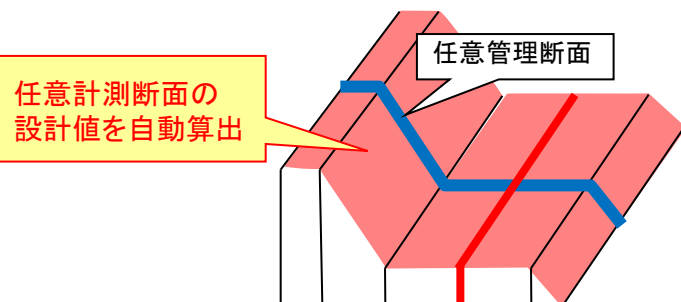
任意点の出来形管理



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

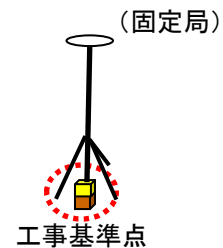
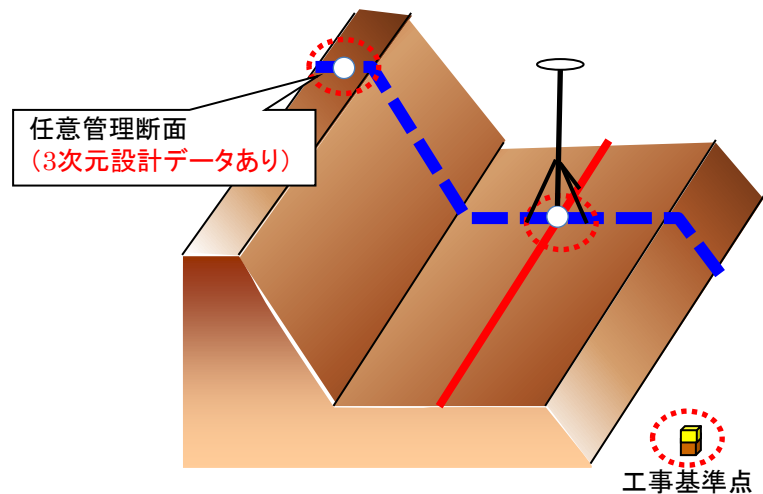
3次元設計データイメージ



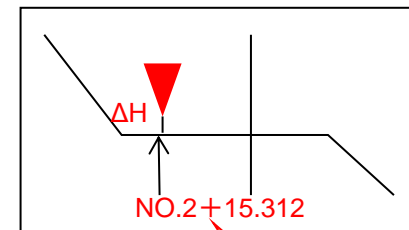
13-2.実地検査

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



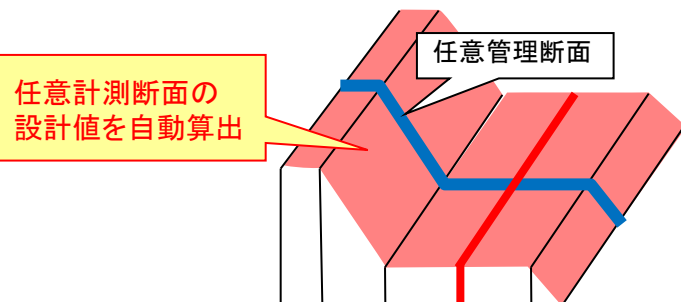
任意点の出来形管理



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

3次元設計データイメージ



13-2.実地検査

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である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。



14.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LSを用いて実施します。

岩線計測の留意点

- 面的なデータを使用して設計変更の根拠資料とする際は、設計形状を示す3次元設計データについて、監督職員との協議を行い、設計図書として位置付けます。
- 測定精度は、10cm以内とし、計測密度は0.25m²(50cm×50cmメッシュ)あたり1点以上とします。



UAVやLS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。

14-1.土(岩)の分類の境界 変化位置確認

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

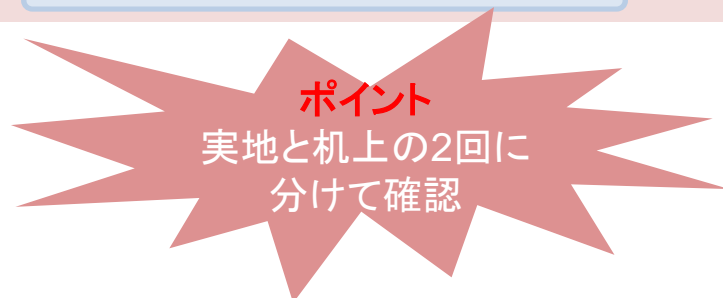
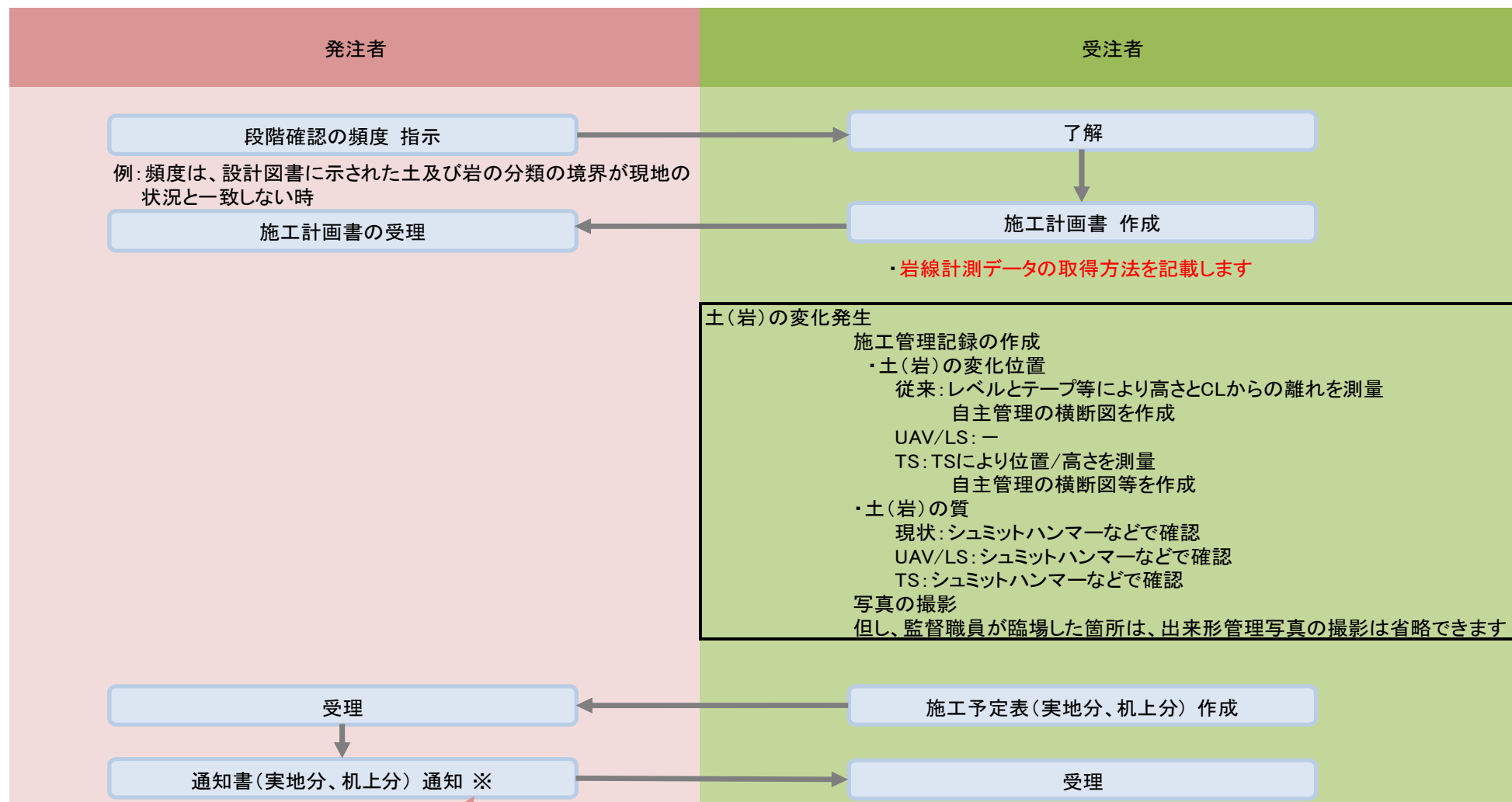


変化位置確認(測量)



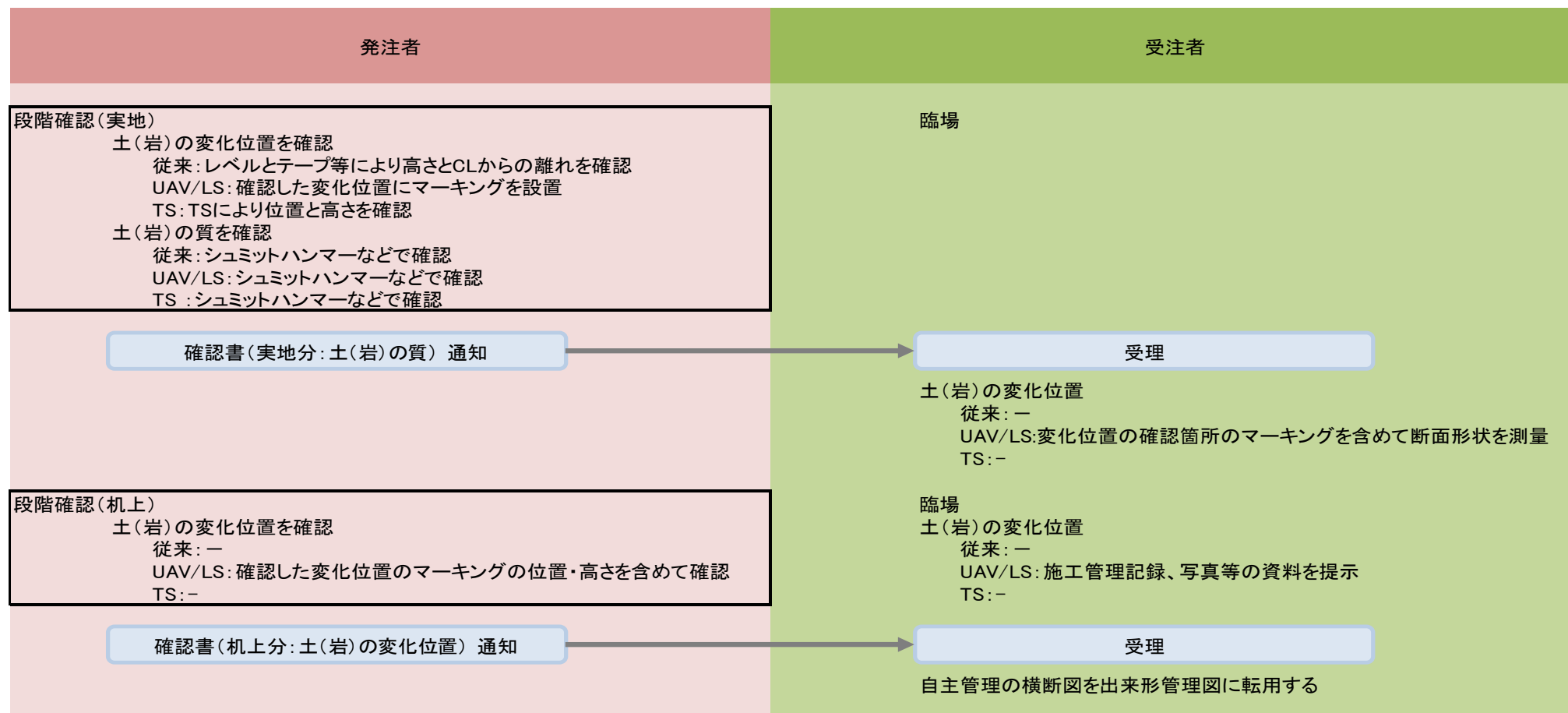
掘削(切土)施工中

14-2.土(岩)の分類の境界が変化したときの処理フロー①



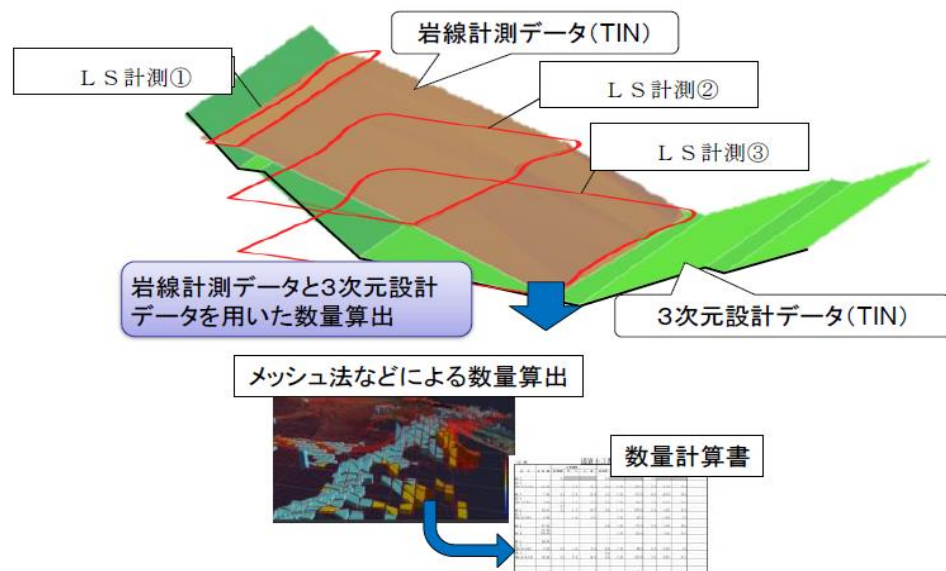
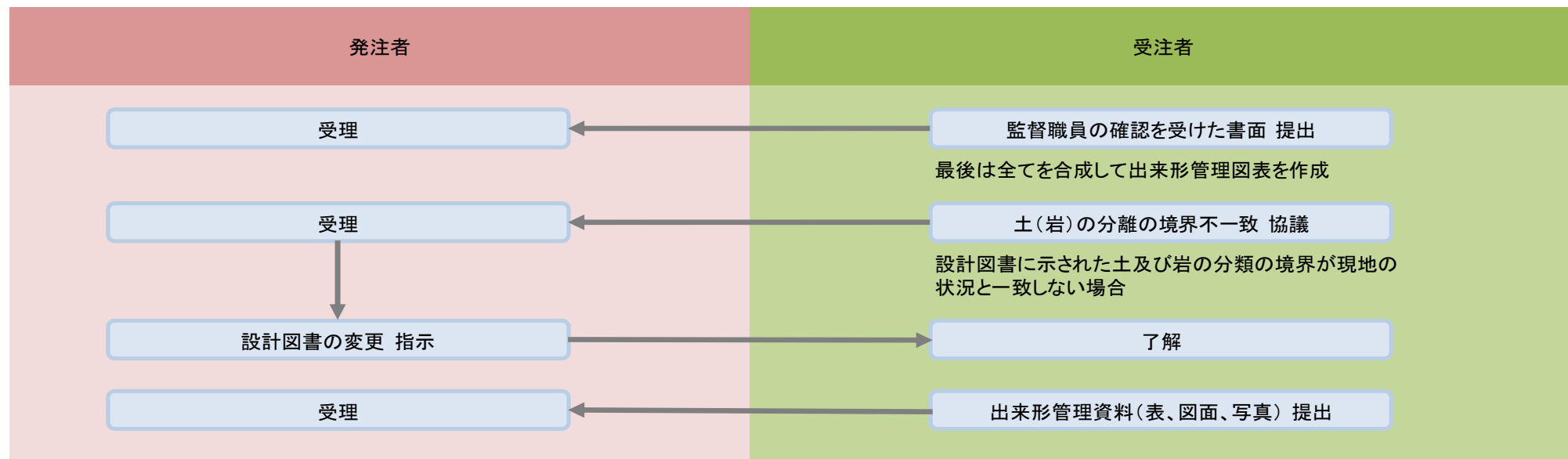
※従来並びにTS測量による場合は実地分のみの通知します。

14-2.土(岩)の分類の境界が変化したときの処理フロー②



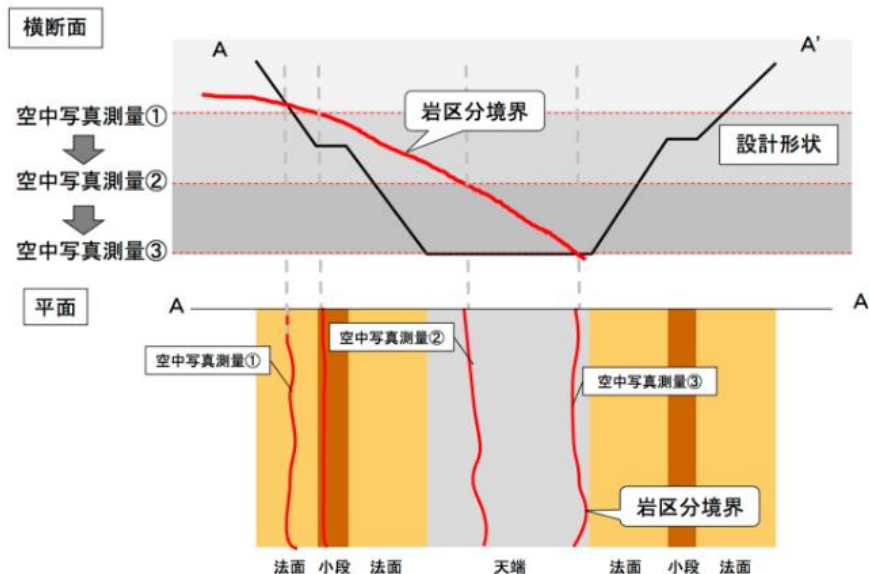
※従来並びにTS測量による場合は、段階確認(机上)を実施しません。

14-2.土(岩)の分類の境界が変化したときの処理フロー③

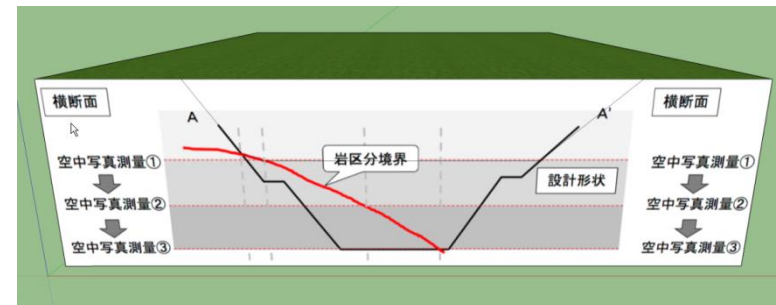


14-3.岩線計測データの取得方法

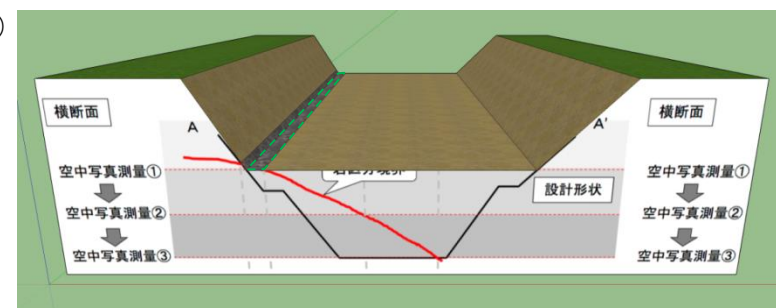
取得方法の例1：
水平に盤下げし、その都度UAVまたはLSによる測量にて土(岩)の分類の境界線を取得します
スライス状に得られた境界線データを角(エッジ面)にしてつなぎ合わせて土(岩)の分類の境界面データを得ます



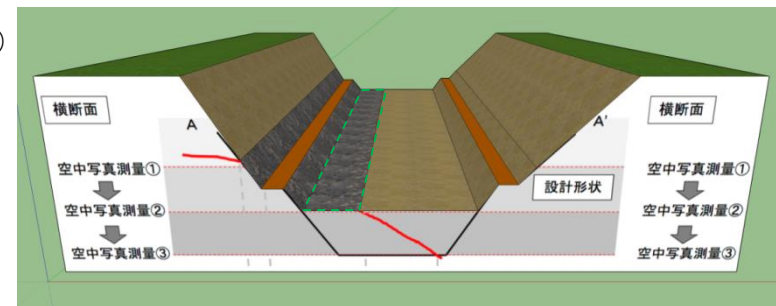
空中写真測量
起工測量



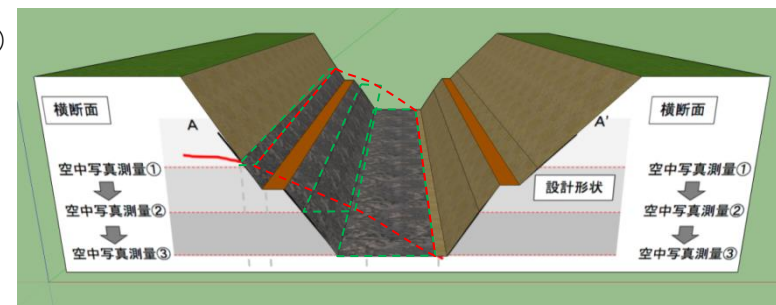
空中写真測量①



空中写真測量②



空中写真測量③

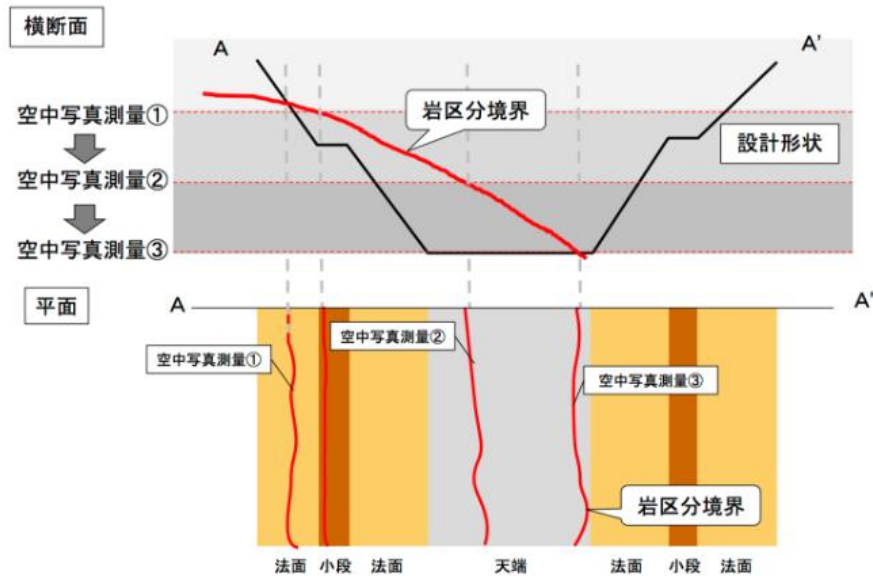


14-3.岩線計測データの取得方法

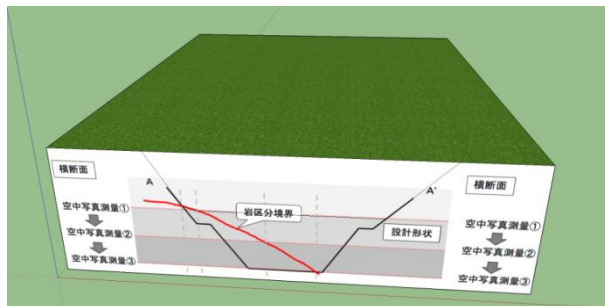
取得方法の例2:

盤下げして岩面を表出し、その都度UAVまたはLS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

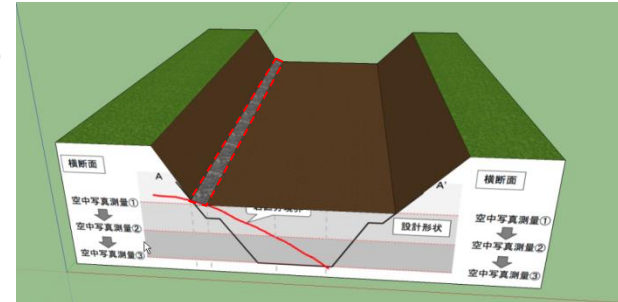
岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます



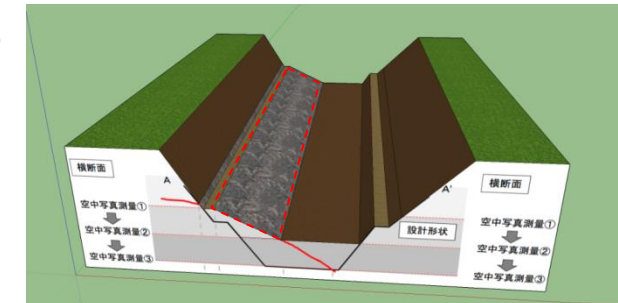
空中写真測量
起工測量



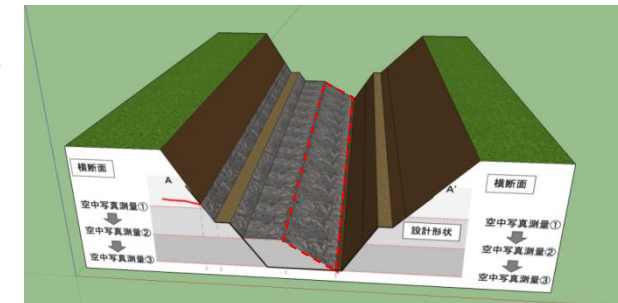
空中写真測量①



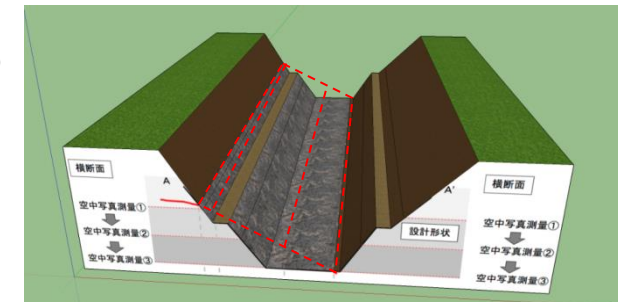
空中写真測量②



空中写真測量③



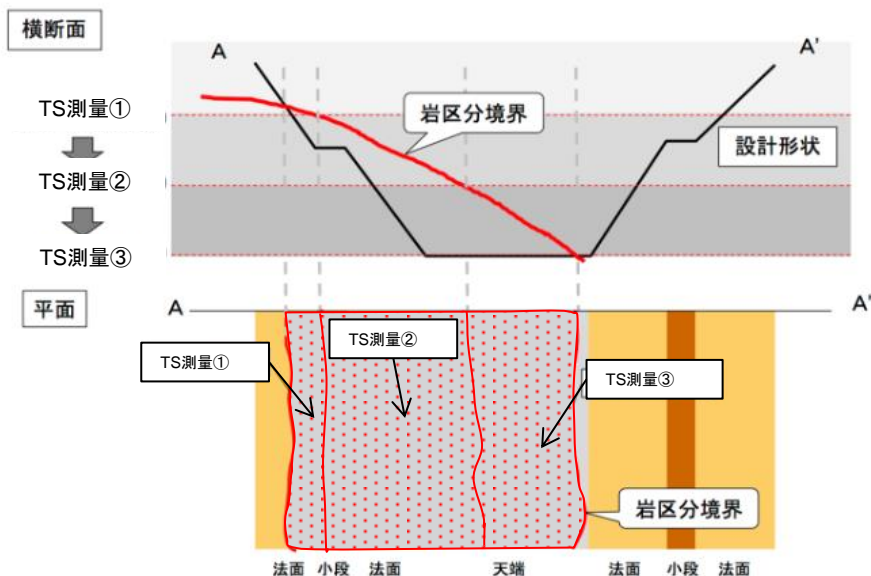
空中写真測量④



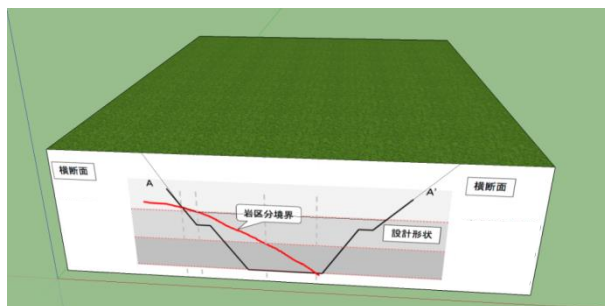
14-3.岩線計測データの取得方法

取得方法の例3:

盤下げて岩面を表出し、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

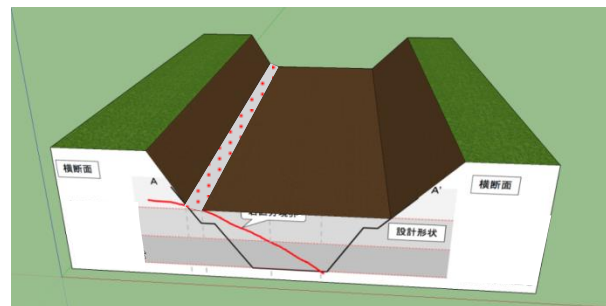


TS測量
起工測量

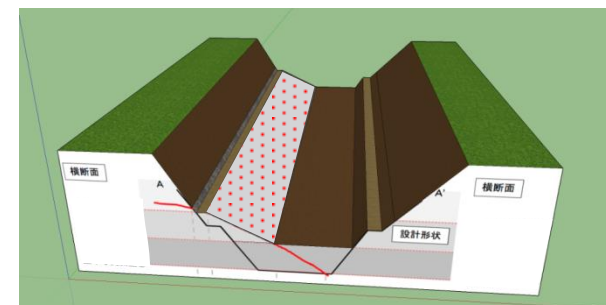


※TS測量による場合は、UAV/LS測量と同様に測定精度は10cm以内、計測密度は0.25m²(50cm×50cm)あたり1点以上です。

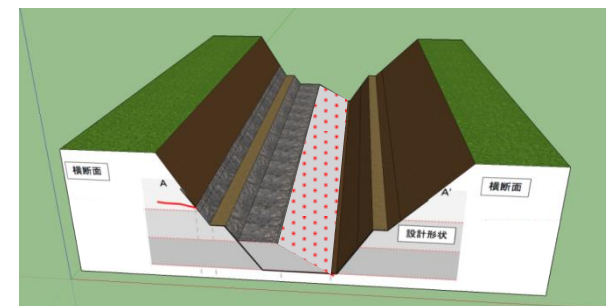
TS測量①



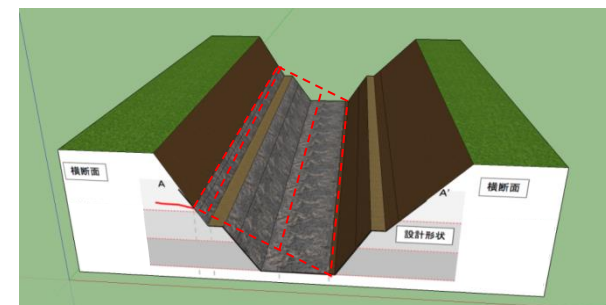
TS測量②



TS測量③



TS測量④

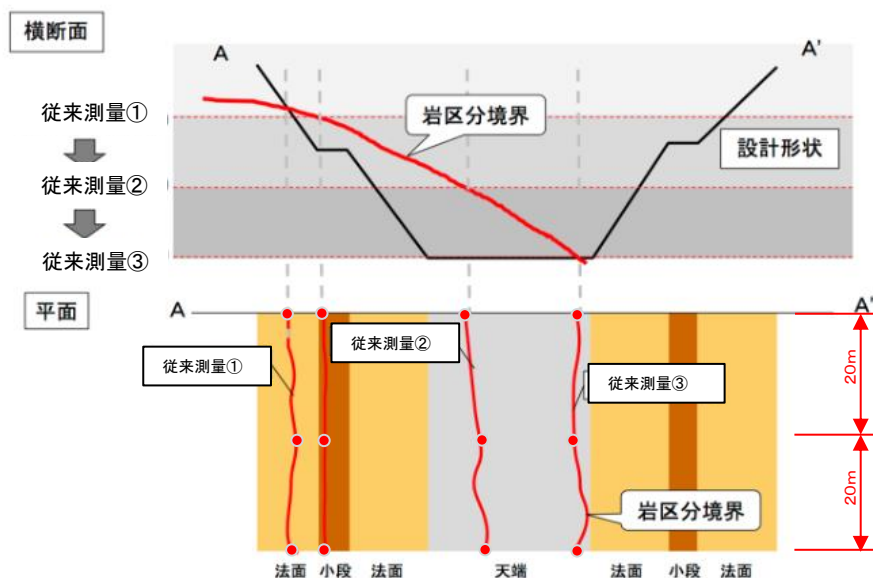


14-3.岩線計測データの取得方法

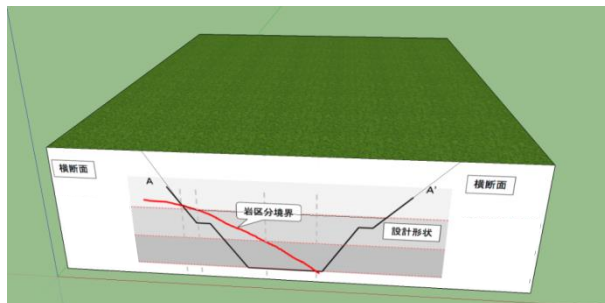
取得方法の例4:

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

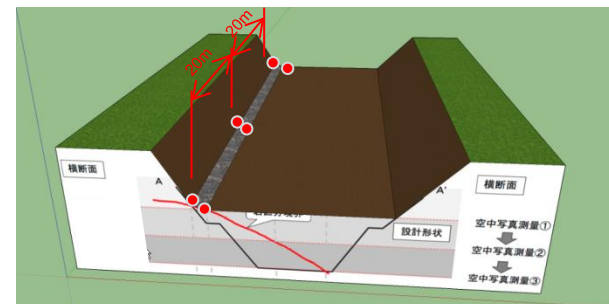


従来測量
起工測量

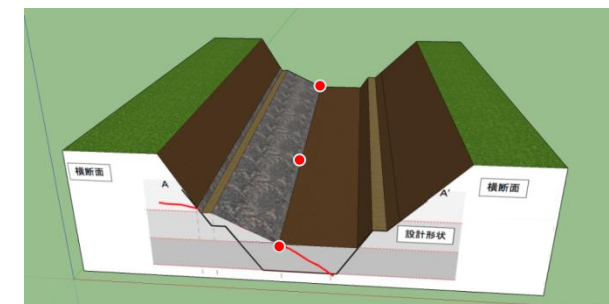


従来測量①

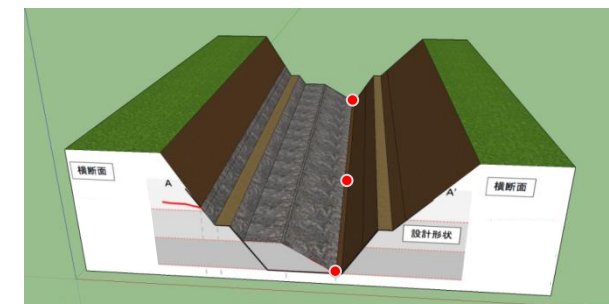
● 変化確認位置



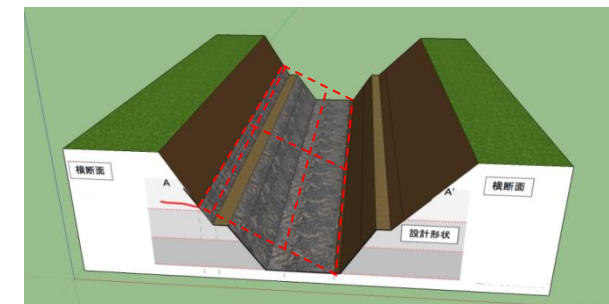
従来測量②



従来測量③



従来測量④



15.部分払い用出来高計測

出来高部分払い方式を選択した場合、簡便な数量算出方法としてUAVやLSによる地形測量を利用できます。

この時の部分払い出来高算出結果については、算出値の9割を上限に計上します。

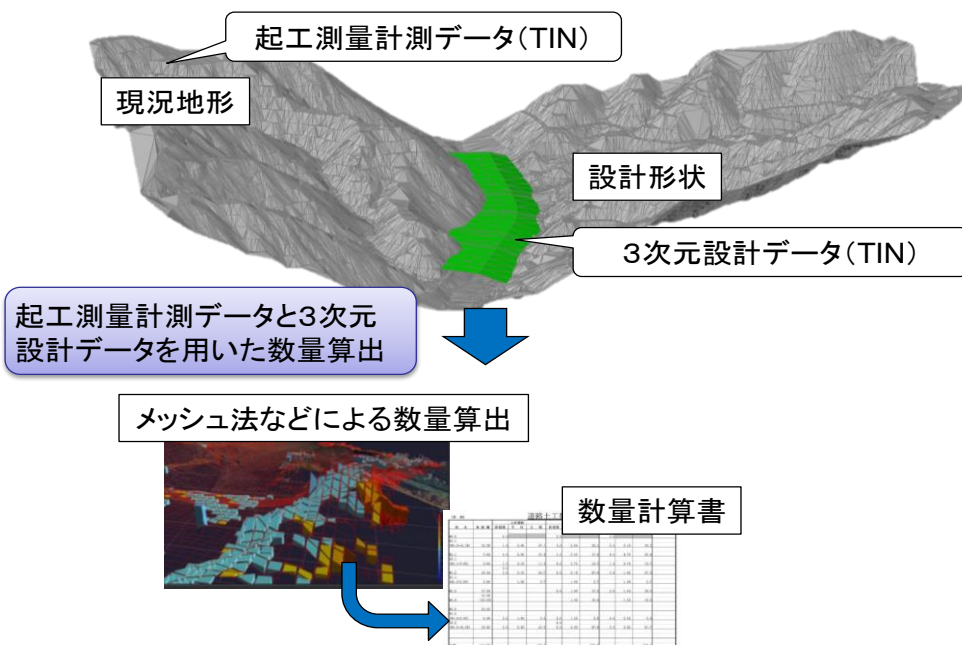
留意点

- 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(50cm×50cm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。

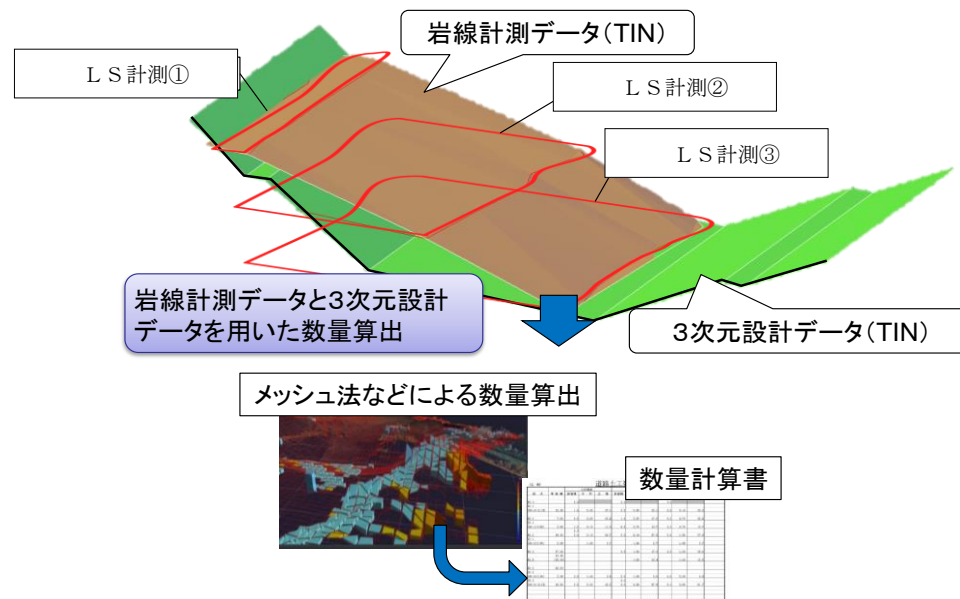
16.数量算出(起工測量, 岩線計測)

- ・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



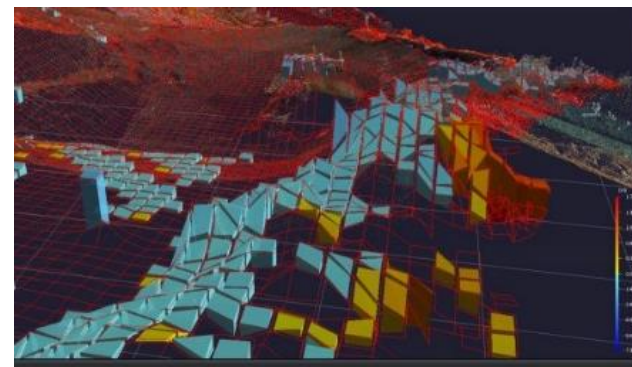
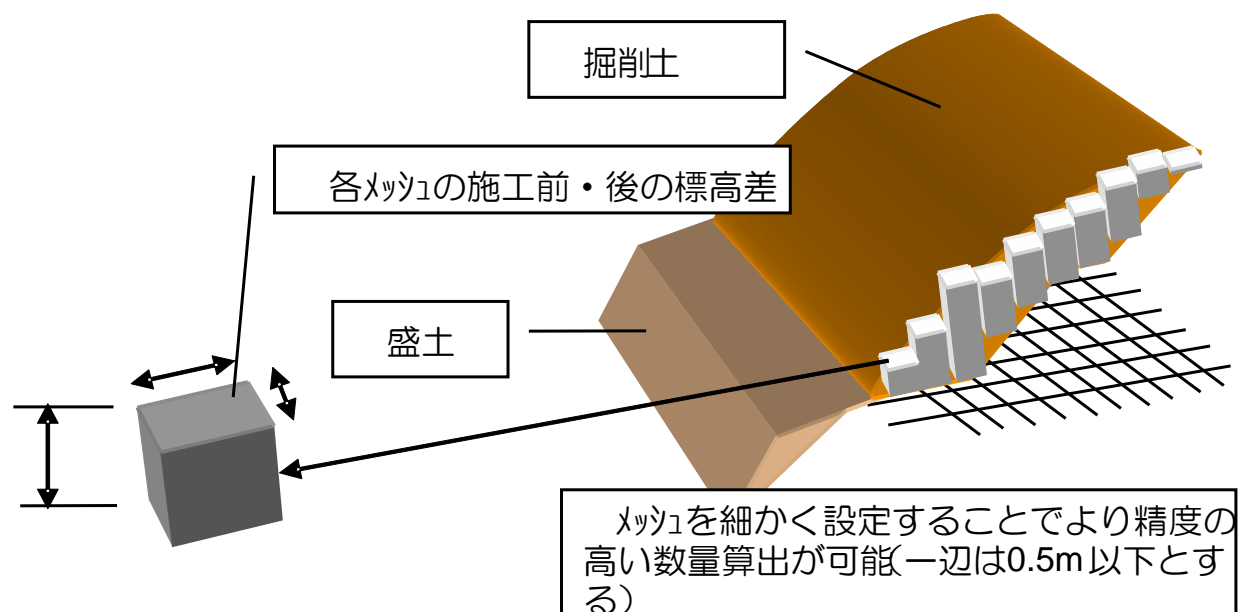
設計変更(岩区分)のための数量算出イメージ



16.数量算出

出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが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LSによる出来形計測結果を用いて、出来形数量の算出を行うことができます。

点高法による数量算出の条件と適用イメージ



受注者は、UAVやLSによる計測点群データを基に平均断面法または、3次元CADソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができます。

・数量計算方法については、監督職員と協議を行います。

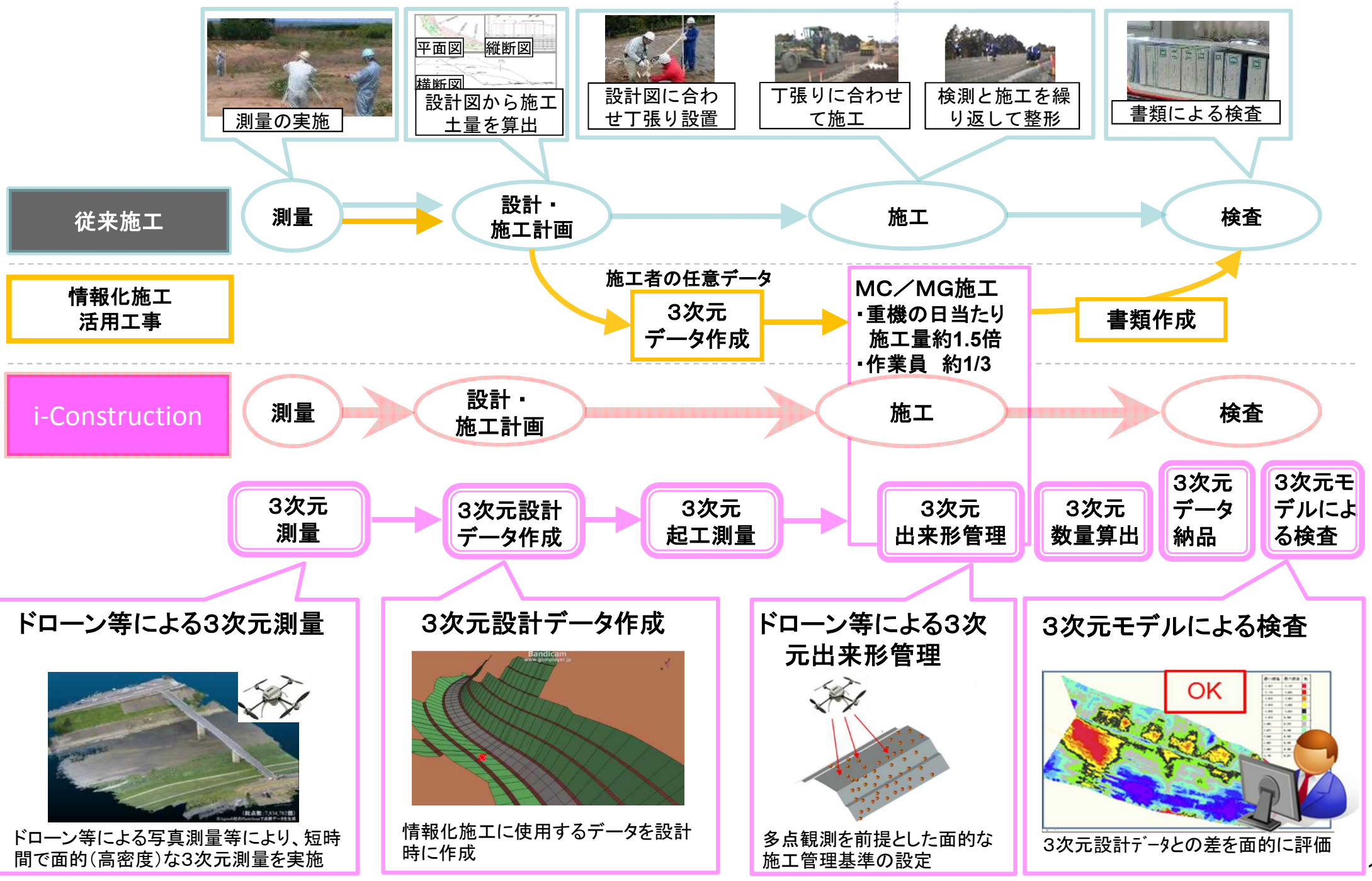
※標準とする体積算出方法は

① 点高法、② TIN分割等を用いた求積、③ プリズモイダル法

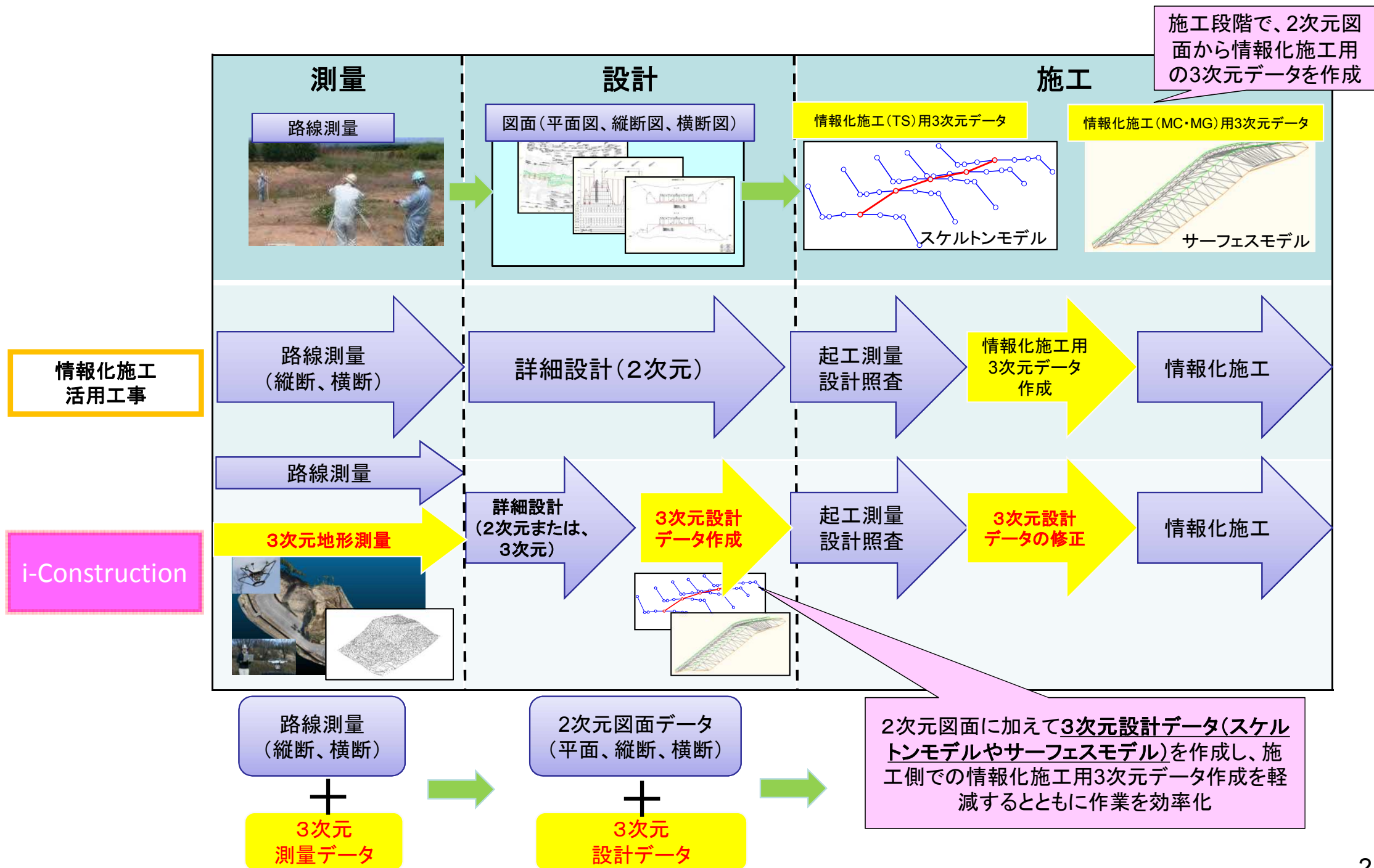
ワンポイント

UAV等を用いた公共測量 土工の3次元設計


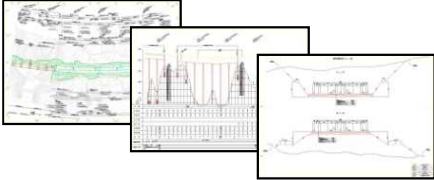
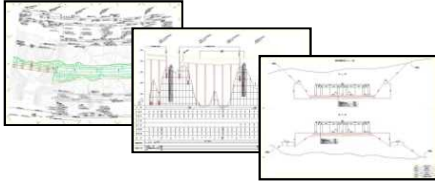
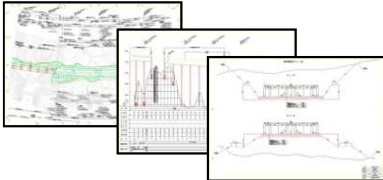
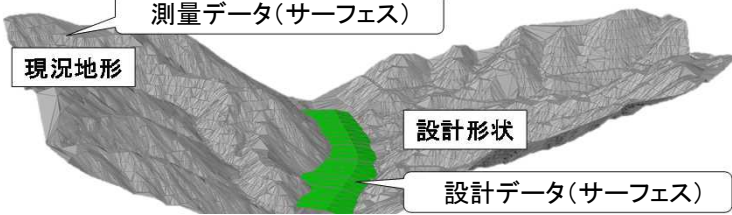

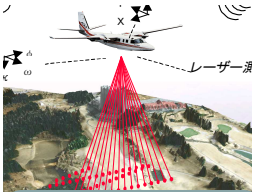


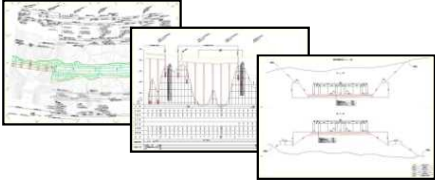

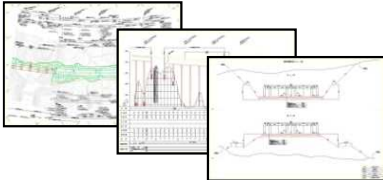
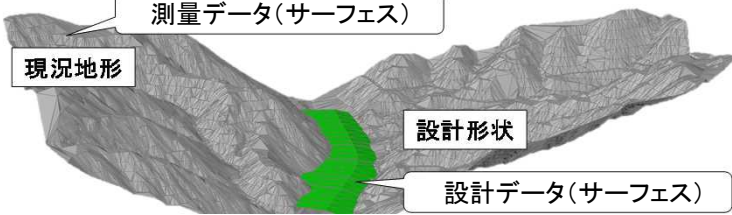
ICT技術の全面的な活用(土工)の概要



ICT土工におけるデータの流れ



ICT土工における測量・設計の概要

	測量		設計	
従来	 <div>TSで計測</div>	<div>現況図面(平面図、縦断面図、横断面図)</div>  <div>2次元現況図</div>	<div>2次元設計図(平面図、縦断面図、横断面図)</div>  <div>・2次元現況図(測量成果) ・2次元設計図 ・数量計算書(平均断面法)</div>	
			<div>2次元設計成果</div>  <div>3次元設計成果</div>  <div>・2次元設計図 SXF形式 ・3次元現況図(測量成果) ・スケルトンモデル ・サーフェスモデル XML形式 ・数量計算書 任意(規定なし) (平均断面法または3次元CAD)</div>	
i-Construction	<div>受注者が効率的な測量方法を選定</div> <div><div>UAVによる 空中写真</div><div>LP (航空レーザ)</div><div>MMS</div><div>TS計測</div></div>	<div>現況図面(平面図、縦断面図、横断面図)</div>  <div>2次元現況図</div> <div>3次元測量データ</div>  <div>情報化施工に使用 する設計データ</div> <div>3次元現況図 XML形式</div> <div>3次元設計を重ねる 地形データ</div>	<div>2次元設計成果</div>  <div>3次元設計成果</div>  <div>・2次元設計図 SXF形式 ・3次元現況図(測量成果) ・スケルトンモデル ・サーフェスモデル XML形式 ・数量計算書 任意(規定なし) (平均断面法または3次元CAD)</div>	

測量におけるUAVの利用

従来の測量手法

従来の測量機器やGPSを利用した現地測量

- 比較的狭い範囲の図面整備向け
- 手作業が多く、時間がかかる



有人航空機を利用した空中写真測量

- 広範囲の図面整備向け
- 機械経費が高い



小型無人機の登場



- 必要な時に、容易に空中写真を撮影
- 自動処理等、測量の省力化に貢献

小回りが利く

狭い範囲でスケールメリットが利く

機械経費がかからないので
コストダウン

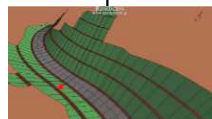
生産性の向上

公共測量での利用

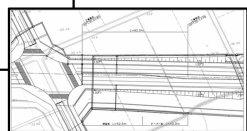


- 図面作成：現地測量、写真測量、
地図データ修正
- 測量データ作成：3次元設計への
利用

地形図修正

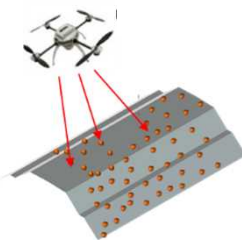


土工の3次元設計

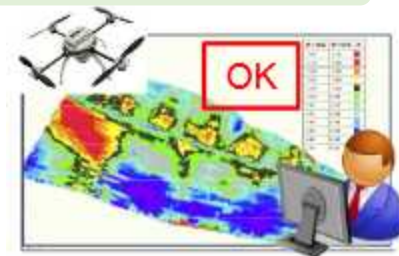


道路台帳図

ICT活用工事での活用（起工測量・出来形管理）



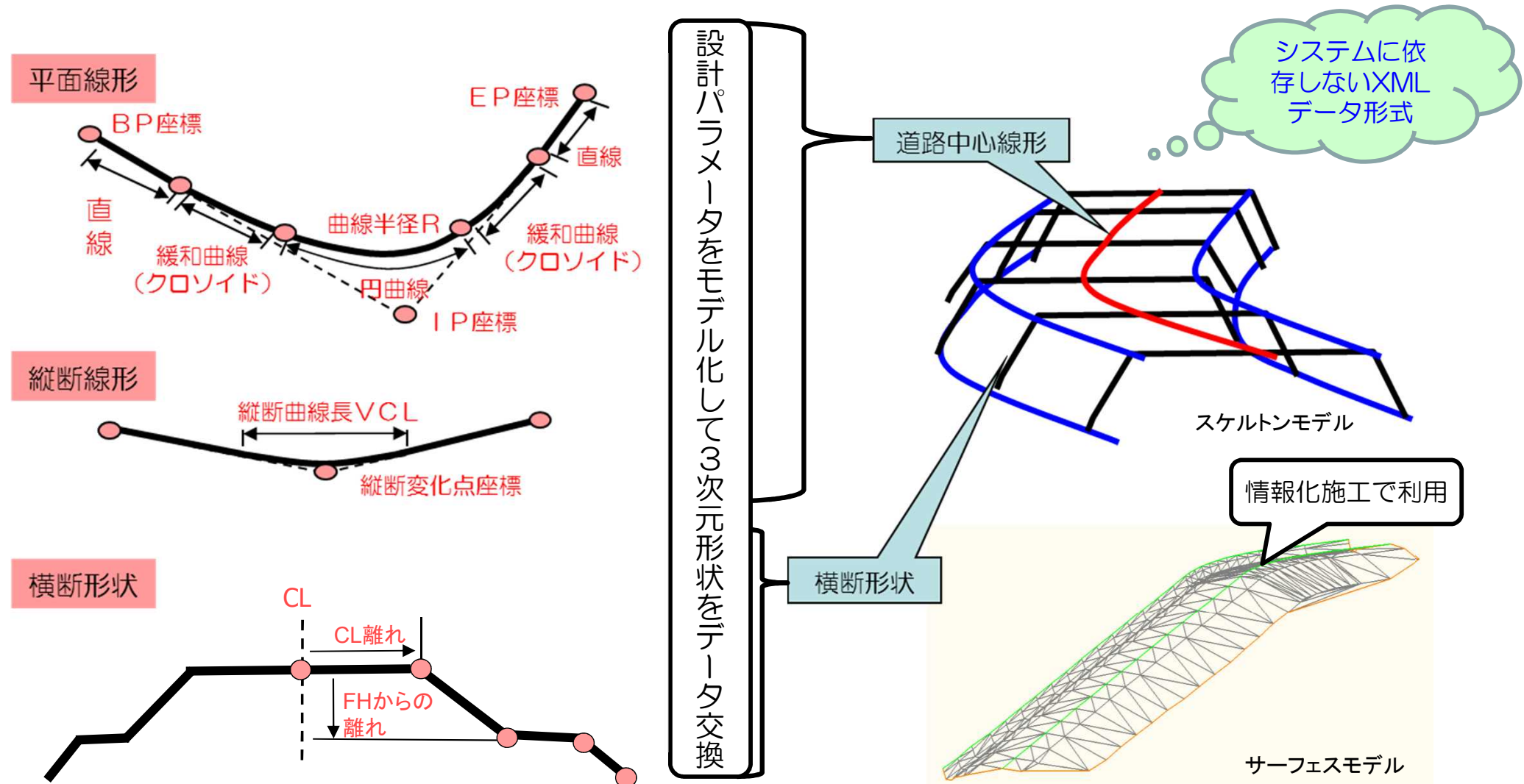
ドローン等による写真測量による
面的な3次元測量を実施



設計、施工、維持管理の各
工程で活用できる測量データ
を提供

「UAVを用いた公共測量マニュアル（案）」
「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準（案）」を策定

3次元設計データの概要



- 3次元設計データは、中心線形データ(平面・縦断線形)、横断形状データから構成
- 国際的な標準であるLandXMLによるデータ交換形式(システムに依存しないデータ形式)を採用

LandXML 1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)

LandXML 1.2に準じた3次元設計
データ交換標準(案)

データ交換標準に基づく3次元設計
データの運用方法を規定

LandXML 1.2に準じた3次元設計
データ交換標準の運用ガイドライ
ン(案)

道路、河川堤防に関する3次元設計デー
タ(道路中心線形堤防法線+横断形状)
のデータ構造・形式を規定

運用ガイドラインの内容

- ①運用ガイドラインの位置付け
- ②適用する事業
- ③3次元設計データ交換標準の解説
- ④作成範囲、作成方法、精度の規定
- ⑤照査方法
- ⑥電子納品
- ⑦工事発注時の取り扱い
- ⑧施工時の利用方法

【参考】設計関連ソフトウェアの対応状況

- OCF (Open CIM Forum) ホームページ (<http://www.ocf.or.jp/cim/LandList.shtml>) にて参加ベンダーのソフトウェア対応について情報提供されている

ホーム

ホーム - OCFトップ

トップ - Open CIM Forum

Open CIM Forumとは

LandXML対応ソフト一覧【New】

「CIMセミナー2015」

「CIMセミナー・大阪」

「CIMセミナー・名古屋」

「CIMセミナー2014」

「CIMセミナー2013」

参加会社と活動メンバー

Open CIM Forumのロゴ

お問い合わせ

LandXML対応ソフトウェア一覧



国土交通省「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)」Ver.1.0
対応ソフトウェア一覧

関連ピックス

- 【2016.4.11】「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)」に対応または対応予定のソフトウェアの情報を公開しました。
- 【2016.3.31】国土交通省よりICTの全面的な活用に向けて、調査・測量、設計、施工、検査のプロセスにおける3次元データによる15の新基準が公開されました。 [\(国交省のページ\)](#)
- 【2016.3.30】国土交通省より「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)Ver.1.0」が公開されました。 [\(国交省のページ\)](#)

対応ソフトウェア一覧【2016.4.4現在】

会社名	ソフトウェア名	バージョン
	道路・鉄道線形計画システム APS-MarkIV Win	11.6



UAV等を用いた公共測量の発注

基本的考え方

- ICT活用工事に関連する路線測量、河川測量、現地測量を対象
- UAV等の普及状況を考慮しながら順次拡大

1. 2つの方式で実施

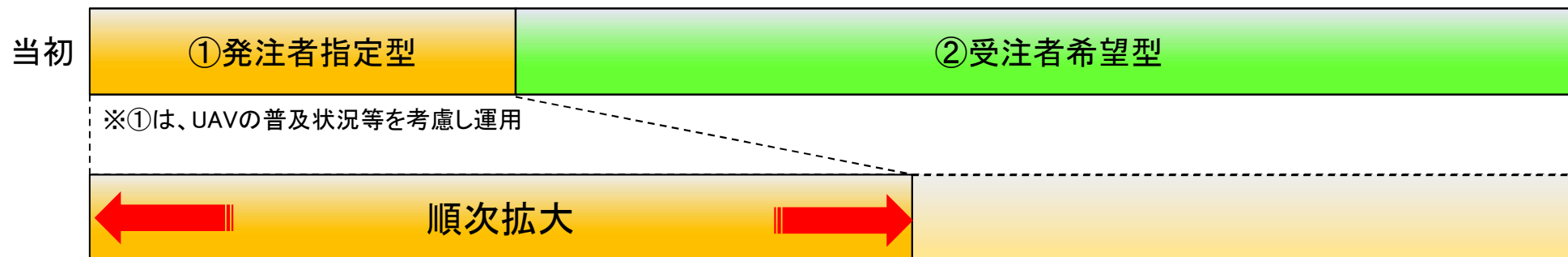
- ① 発注者指定型: UAV等を用いた公共測量を前提として発注(原則として、総合評価)
- ② 受注者希望型: 受注者からの提案により、UAV等を用いた公共測量を実施(原則として、価格競争)

2. 見積による積算を適用

※設計変更により適用

3. 業務成績評価において評価

【発注のイメージ】



土工の3次元設計の発注

基本的考え方

- ICT活用工事に関連する道路予備設計(B)、道路詳細設計、築堤予備設計、築堤詳細設計、護岸予備設計、護岸詳細設計を対象
- UAV等を用いた公共測量の業務成果を活用する設計業務を対象
- UAV等を用いた公共測量にあわせて順次拡大

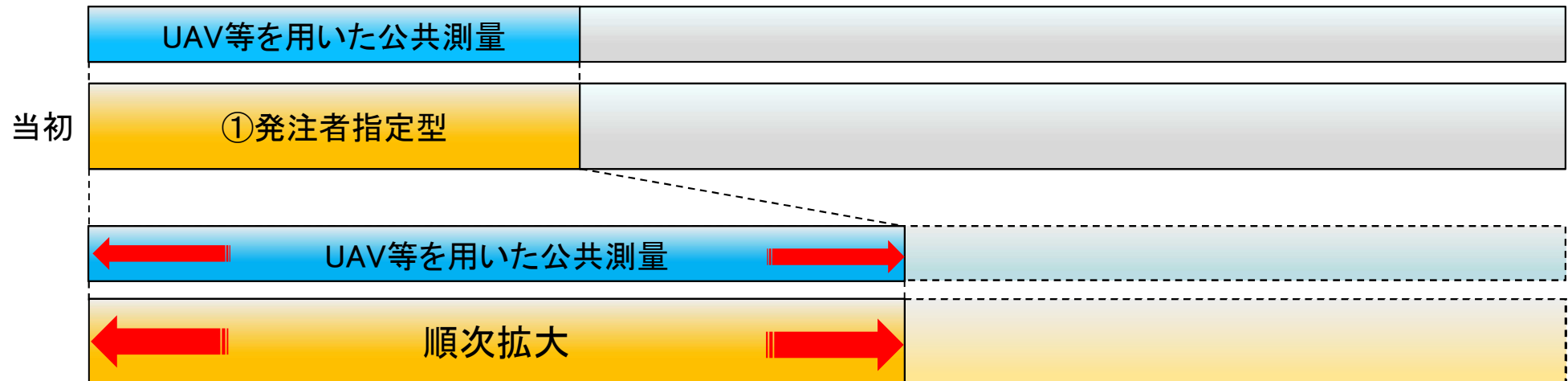
1. 発注者指定方式で実施

発注者指定型：土工の3次元設計を前提として発注

2. 見積による積算を適用

3. 業務成績評価において評価

【発注のイメージ】



ICTの全面的な活用の推進に関する必要な経費の計上

「UAV等を用いた公共測量」、「土工の3次元設計」は、標準歩掛が制定されていないことから、見積により、必要な経費を計上する。

土工の3次元設計実施要領(抜粋)

(3) 業務費の積算

1) 発注者指定型

当面の間(標準歩掛制定までを想定)、原則として、指名された入札参加者の全てより見積を徴収し、積算を実施するものとする。

UAV等を用いた公共測量実施要領(抜粋)

(3) 業務費の積算

1) 発注者指定型

当面の間(標準歩掛制定までを想定)、原則として、設計等標準積算基準に基づく積算を行い、発注するものとし、積算条件として、標準積算基準によることを明記する。ただし、3次元データの納品に係る経費については、指名された入札参加者の全てより見積を徴収し、積算を実施するものとする。

なお、予定価格の算出にあたって必要な歩掛の公表については、トータルステーションを用いた現地測量の標準歩掛および見積徴収により決定した3次元データの納品に係る経費の歩掛を合わせて公表歩掛として提示するものとする。

契約後の業務計画に基づき、見積を徴収し、変更を行うものとする。

2) 受注者希望型

当面の間(標準歩掛制定までを想定)、原則として、受発注者で協議し、見積もり方式による精算変更を行う。なお、導入にあたっては、通常の測量の積算よりも過度に費用があがらないように、見積を適切に確認すること。

ICTの全面的な活用の推進に関する必要な経費の計上

ICT活用工事は、3次元起工測量経費及び3次元設計データ作成経費を見積により計上することとしている。

ICT活用工事実施要領(抜粋)

特記仕様書記載例

第〇〇条 ICT活用工事の費用について

- 1 ICT活用工事を実施する項目については、「ICT活用工事積算要領」に基づき費用を計上している。
なお、監督職員の指示に基づき、3次元起工測量を実施するとともに3次元設計データの作成を行った場合は、受注者は監督職員からの依頼に基づき、見積り書を提出するものとする。
- 2 施工合理化調査を実施する場合はこれに協力すること。

4. ICT活用工事の導入における留意点

受注者が円滑にICT活用工事を導入し、活用できる環境整備として、以下を実施するものとする。

4-3 工事費の積算

(1) 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して別紙-5「ICT活用工事積算要領」に基づく積算を実施するものとする。

なお、3次元出来形管理等の施工管理及び3次元データの納品にかかる経費については、間接費に含まれることから別途計上はしない。

現行基準による設計ストック等によりICT活用工事を発注する場合、受注者に3次元起工測量及び3次元設計データ作成を指示するとともに、3次元起工測量経費及び3次元設計データ作成経費についての見積り提出を求め、設計変更審査会等を通じて設計変更するものとする。

※施工者希望型においても同様の記載

UAV等を用いた公共測量の発注方式

「建設コンサルタント業務等におけるプロポーザル方式及び総合評価落札方式の運用ガイドライン(平成27年11月)」における発注方式選定表に基づき発注方式を選定

発注者指定型

総合評価

- 発注方式選定表において、標準的な「空中写真測量」「航空レーザー測量」は総合評価落札方式を選定することとしており、発注者指定型は総合評価での発注を標準とする。
- 測量機器を自由に選択し、技術提案が可能。

受注者希望型

価格競争

- 発注方式選定表において、標準的な「現地測量(地形測量)」「路線測量」「河川測量」は価格競争方式を選定することとしており、受注者希望型は価格競争での発注を標準とする。

総合評価

- 発注方式選定表において、現地等の条件が通常の仕様で実施できない「現地測量(地形測量)」「路線測量」「河川測量」は総合評価落札方式を選定することとしており、受注者希望型は総合評価での発注とする。
- 技術提案書において、希望の有無を確認し、受注者が希望有りと表明した場合には、UAV等を用いた公共測量を行うことを前提として、技術提案書の記載及び審査・評価を行う。

UAV等を用いた公共測量の発注

入札公示、入札説明書で対象であることを明記

入札公示記載例

【発注者指定型】

本測量業務は、国土交通省が提唱するi-Constructionの取り組みにおいて、ICTの全面的活用を図るため、UAV等を用いた公共測量を行う業務である。

【受注者希望型】

本測量業務は、国土交通省が提唱するi-Constructionの取り組みにおいて、ICTの全面的活用を図るため、受注者の希望により、UAV等を用いた公共測量をすることができる業務である。

入札説明書記載例

【発注者指定型】

本業務は、国土交通省が提唱するi-Constructionの取り組みにおいて、ICTの全面的活用を図るため、UAV等を用いた公共測量を行う業務である。

【受注者希望型】

本業務は、国土交通省が提唱するi-Constructionの取り組みにおいて、ICTの全面的活用を図るため、受注者の希望により、UAV等を用いた公共測量を行う業務である。

土工の3次元設計の発注

入札公示、入札説明書で対象であることを明記

入札公示記載例

本業務は、国土交通省が提唱するi-Constructionの取り組みにおいて、ICTの全面的活用を図るため、土工の3次元設計を行う業務である。

入札説明書記載例

本業務は、国土交通省が提唱するi-Constructionの取り組みにおいて、ICTの全面的活用を図るため、土工の3次元設計を行う業務である。
本業務では、土工の3次元設計を行うものとし、詳細は特記仕様書によるものとする。

UAV等を用いた公共測量の仕様

特記仕様書記載例

第◇条 UAV等を用いた公共測量(抜粋)

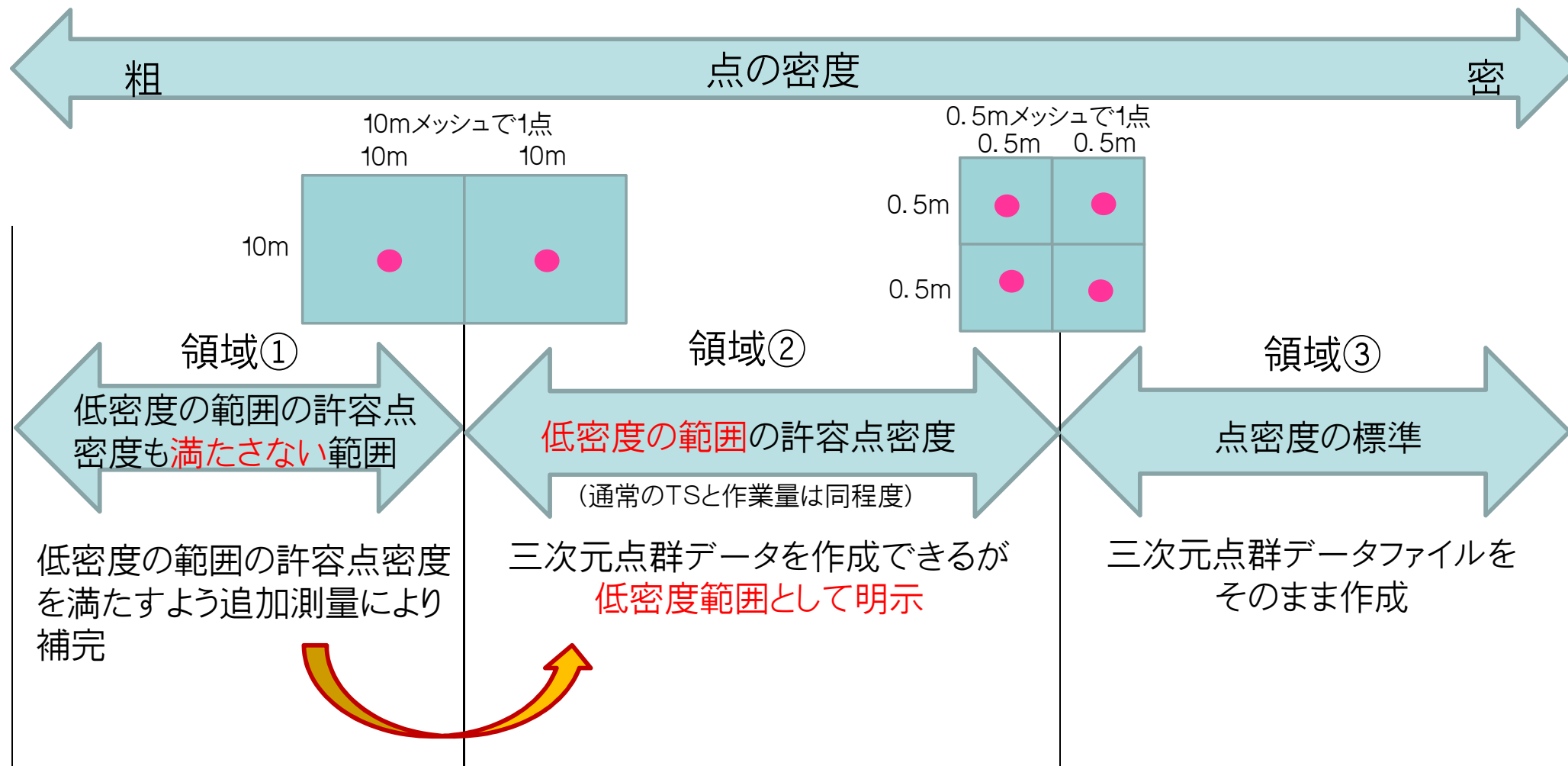
1. 受注者は、ICT活用技術に用いる測量データについて、トータルステーションを用いた測量のほか、UAVを用いた公共測量マニュアル(案)(国土地理院・平成28年3月)に基づくUAVを用いた測量、規程第3編第3章に基づく車載写真レーザ測量等(以下、「UAV等を用いた公共測量」という。)により作成した電子データにより成果物を提出することができる。なお、活用する測量機器については、以下の要件を満たす範囲で、受注者が自由に選定できるものとする。また、測量機器の選択に伴う費用については、受発注者の協議により変更の対象とする。
 - ・ UAVを用いた公共測量マニュアル(案)第76条運用基準に示す三次元点群データファイルの作成が可能であること。

※青書き箇所は、受注者希望型の場合のみ記載

<解説>

- ・ 測量機器の選定は自由(TSで測量する範囲とUAV等で測量する範囲との組合せも可能)
- ・ 地形測量はUAV等を使用し、路線測量・河川測量はTSを使用する組合せも可能
- ・ 低密度の範囲の許容密度を満たす三次元点群データファイルの作成は必須

【参考】点密度(三次元点群データファイル)の考え方



分類	点密度	適用範囲
高密度の範囲の許容点密度	0.1mメッシュに1点以上	<ul style="list-style-type: none"> 三次元点群データファイル作成 縦断面図データファイル作成 横断面図データファイル作成
点密度の標準	0.5mメッシュに1点以上	
低密度の範囲の許容点密度	10mメッシュに1点以上	<ul style="list-style-type: none"> 三次元点群データファイル作成

UAV等を用いた公共測量の納品

特記仕様書記載例

第◇条 UAV等を用いた公共測量(抜粋)

2. 受注者は、電子納品要領に基づき、測量細区分「その他の地形測量及び写真測量」の測量成果として、**三次元点群データファイル及びサーフェスモデル(ファイル形式:LANDXML1.2)**を納品しなければならない。なお、成果作成の費用については、受発注者の協議により、変更の対象とする。
3. 受注者は、現地測量、路線測量又は河川測量の測量成果として、**数値地形図データファイル、縦断面図データファイル及び横断面図データファイル**を納品するものとする。その他の測量記録及び測量成果(精度管理表等)は、UAVを用いた公共測量マニュアル(案)など、測量に用いる手法(機器)に関する基準に基づくものを納品する。

※青書き箇所は、受注者希望型の場合のみ記載
(発注者指定型は当初発注時に計上する)

<解説>

UAV等を用いた公共測量において、納品が必須となるもの

- 三次元点群データファイル (3次元成果)
- サーフェスモデル (3次元成果)
- 数値地形図データファイル、縦断面図データファイル、横断面図データファイル (2次元成果、従来同様)

※どの測量手法を採用するかは、受注者の判断によるが、3次元成果は必須

(例えば)業務範囲の9割をTSで実施した場合でも、「三次元点群データファイル」と「サーフェスモデル」の納品が必要

※発注者指定型、受注者希望型とも成果は同一

UAV等を用いた公共測量の成果

従来

分野	成果物の例	備考
現地測量	① 数値地形図データファイル ② 精度管理表 ③ 品質評価表 ④ メタデータ ⑤ その他資料	準則 第238条
路線測量	① 観測主簿 ② 計算簿 ③ 成果表 ④ 線形図データファイル ⑤ 縦横断面図データファイル ⑥ 引照点図 ⑦ 精度管理表 ⑧ 品質評価表 ⑨ メタデータ	準則 第410条
河川測量	① 観測主簿 ② 記録紙 ③ 計算簿 ④ 成果表 ⑤ 線形図データファイル ⑥ 縦断面図データファイル ⑦ 横断面図データファイル ⑧ 等高・等深線図データファイル ⑨ 汀線図データファイル ⑩ 点の記 ⑪ 精度管理表 ⑫ 品質評価表 ⑬ メタデータ	準則 第430条

UAV等を用いた公共測量

分野	成果物の例	備考
現地測量 路線測量 河川測量	【共通】 ① 三次元点群データファイル ② サーフェスモデルファイル ③ 数値地形図データファイル ④ 縦断面図データファイル ⑤ 横断面図データファイル	
	【UAVの測量の場合】 ① 精度管理表 ② その他資料	UAVマニュアル による
	【車載写真レーザ測量の場合】 ① 精度管理表 ② 品質評価表 ③ メタデータ ④ その他資料	準則 第149条

土工の3次元設計の納品

特記仕様書記載例

第◇条 土工の3次元設計

1. 受注者は、UAV等を用いた公共測量の3次元データを活用し、「**LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(案)(国土交通省・平成28年3月)**」に基づいて土工の3次元設計を行い、成果品を電子データで提出するものとする。適用する設計業務や対象とする書類、及び電子納品に対応するための措置については「**LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(国土交通省・平成28年3月)**」によるものとする。

<解説>

土工の3次元設計で納品が必須となるもの

- 2次元設計図（共通仕様書）
- スケルトンモデル（3次元設計データ交換標準）
- 設計サーフェスモデル（3次元設計データ交換標準）
- 測量サーフェスモデル（測量成果）

数量算出の3次元化は任意

- 平均断面法を標準とするが、ICT活用工事及びそれに関連する設計は、3次元CADソフト等を用いた方式を使用可能(土木工事数量算出要領)
- ただし、多くの3次元CADソフトウェアが、数量算出の3次元データをLandXML形式で出力することを想定しておらず、LandXML形式ファイルとは別に**数量算出根拠となるCADデータの納品が必要**