

ICT活用工事(土工)の手引き

本資料は、空中写真測量(無人航空機)(以降「従来型UAV」という)、地上型レーザースキャナー(以降「TLS」という)、TS(プリズム方式)、TS(ノンプリズム方式)、RTK-GNSS、無人航空機搭載型レーザースキャナー(以降「UAVレーザー」という)を用いた各種要領のうち、実施または確認すべき事項を整理したものです。

ご不明な点は、各出来形管理要領および各出来形管理の監督・検査要領を参照願います。

※RTK-GNSS及びTSを用いた出来形管理技術は、TLSや従来型UAV、UAVレーザーで、欠測があった場合の捕捉やそれに準じる小規模土工の測量を想定したものの。



国土を**整**え、全力で**備**える
国土交通省
中国地方整備局

<概要>

- i-Constructionの取り組み概要 P2
- ICT活用工事とは？ P3
- ICT活用工事【土工】の発注方法 P4
- ICT活用工事【土工】の実施方針 P5

<手引き>

1. ICT活用工事の流れ P6
2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達 P12
 1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達 P13
 2. 電子納品・電子検査の事前協議 P18
3. ICT活用工事の手続き P19
4. 施工計画書(起工測量編)の作成 P27
 1. 従来型UAVIによる起工測量の場合 P28
 2. TLSIによる起工測量の場合 P30
 3. TS(プリズム方式)による起工測量の場合 P31
 4. TS(ノンプリズム方式)による起工測量の場合 P32
 5. RTK-GNSSによる起工測量の場合 P33
 6. UAVレーザーによる起工測量の場合 P34
5. 工事基準点の設置 P35
 1. 従来型UAVIによる起工測量及び出来形管理を行う場合 P36
 2. TLSIによる起工測量及び出来形管理を行う場合 P37
 3. UAVレーザーによる起工測量及び出来形管理を行う場合 P38
 4. GNSSローバーによる標定点等の設置を行う場合 P39
6. 測量成果簿の作成 P40
 1. 起工測量 P41
 2. 従来型UAVIによる起工測量の場合 P42
 3. TLSIによる起工測量の場合 P46
 4. TS(ノンプリズム方式)による起工測量の場合 P49
 5. UAVレーザーによる起工測量の場合 P51
 6. 起工測量の成果品の作成 P55
 7. 精度確認試験の実施・結果の提出(従来型UAVIによる出来形管理を行う場合) P56
7. 3次元設計データの作成時の実務内容 P57
 1. 3次元設計データの作成 P58
 2. 3次元設計データの照査 P65
8. 設計図書の照査 P69
9. 施工計画書(工事編)の作成 P71
10. 施工段階 P73
 1. 岩線計測・計測データの作成 P74
 2. 土(岩)の分類の境界 変化位置確認 P75
 3. 土(岩)の分類の境界変化時のフロー P76
 4. 岩線計測データの取得方法 P79
 5. 部分払い用出来高計測 P82
 6. 新技術活用効果調査票の作成 P83
11. 出来形管理 P84
 1. 従来型UAVIによる出来形管理を行う場合の写真管理 P87
 2. TLS,TS,RTK-GNSS,UAVレーザーによる出来形写真管理 P88
 3. 出来形管理帳票の作成 P89
 4. 出来形数量の算出 P91
 5. 数量算出(起工測量、岩線計測) P92
12. 電子成果品等の作成 P93
 1. 電子成果品の作成 P94
 2. アンケート調査票 P95
 3. 施工合理化調査表 P96
13. 検査 P97
 1. 書面検査 P98
 2. 実地検査 P101
 3. 工事成績評定 P105

<参考資料>

- 【参考】中国地方整備局i-Construction サポートセンター P108
- 【参考】期待される機能と導入効果 P113
- 【参考】用語解説 P114
- 【参考】ICT活用工事に関する29の基準新設及び改定 P109

今こそ生産性向上のチャンス

□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

- トンネルなどは、約50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りつつある。
- 建設業界の世間からの評価が回復及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の全面的な活用

- 測量、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カ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

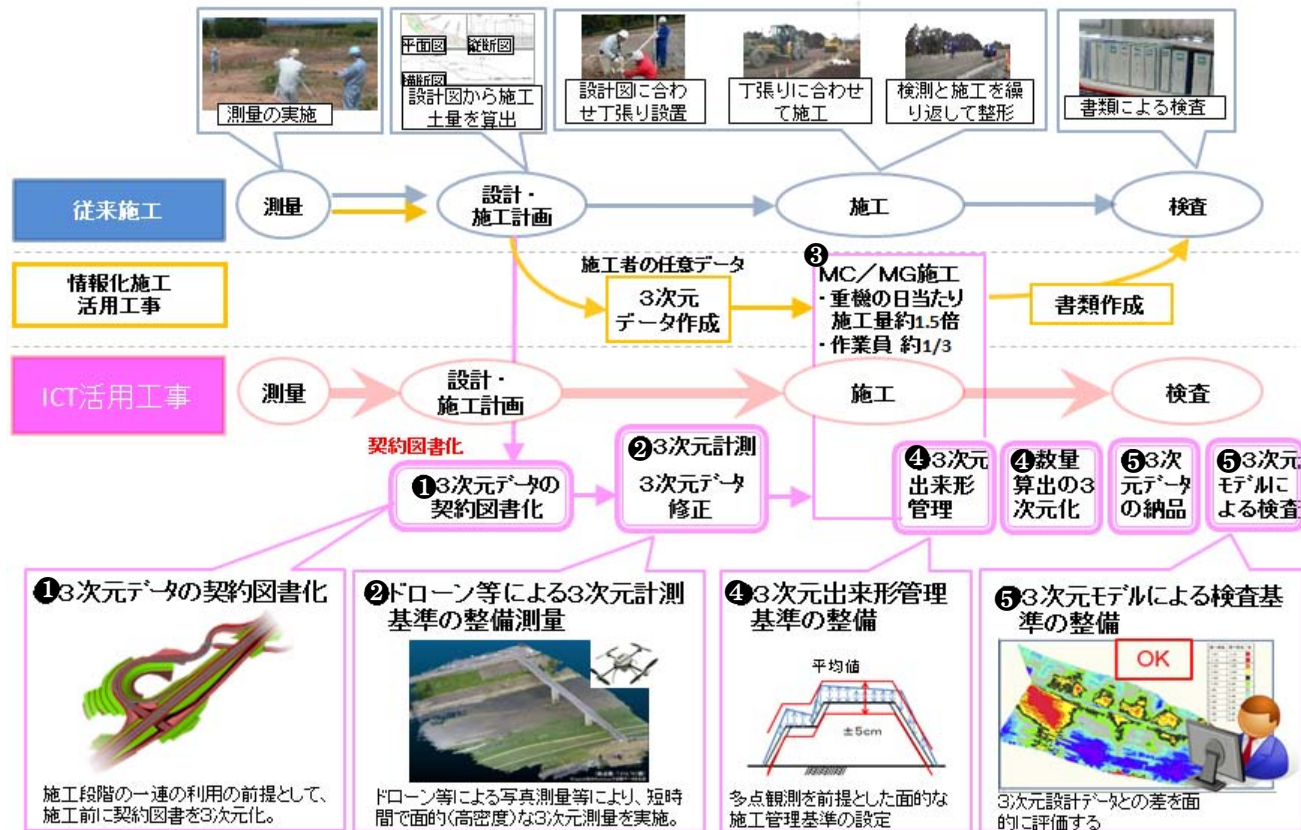
- 一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善
- 建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るなど魅力ある建設現場に
- 死亡事故ゼロを目指し、安全性が飛躍的に向上

【概要】ICT活用工事とは？

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・入札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

※「ICT活用工事」において、上記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

- ・予定価格(消費税を含む)が**3億円以上**を目安として、発注者が設定した対象工事に適用する。
- ・予定価格(消費税を含む)が**2億円未満**かつ、**土工数量が50,000m³以上**についても設定することが出来る。

2) 施工者希望Ⅰ型

- ・予定価格(消費税を含む)が**3億円未満**かつ、**土工数量が20,000m³以上**を目安として、発注者が設定した対象工事に適用する。

3) 施工者希望Ⅱ型

- ・予定価格(消費税を含む)が**3億円未満**かつ、**土工数量が20,000m³未満**を目安として、発注者が設定した工事に適用する。

※「そのほか」

ICT活用工事として発注していない工事において、受注者からの**希望があった場合**は、ICT活用工事として事後設定できるものとし、ICT活用工事設定した後は、**施工者希望Ⅱ型と同様**の取り扱いとする。

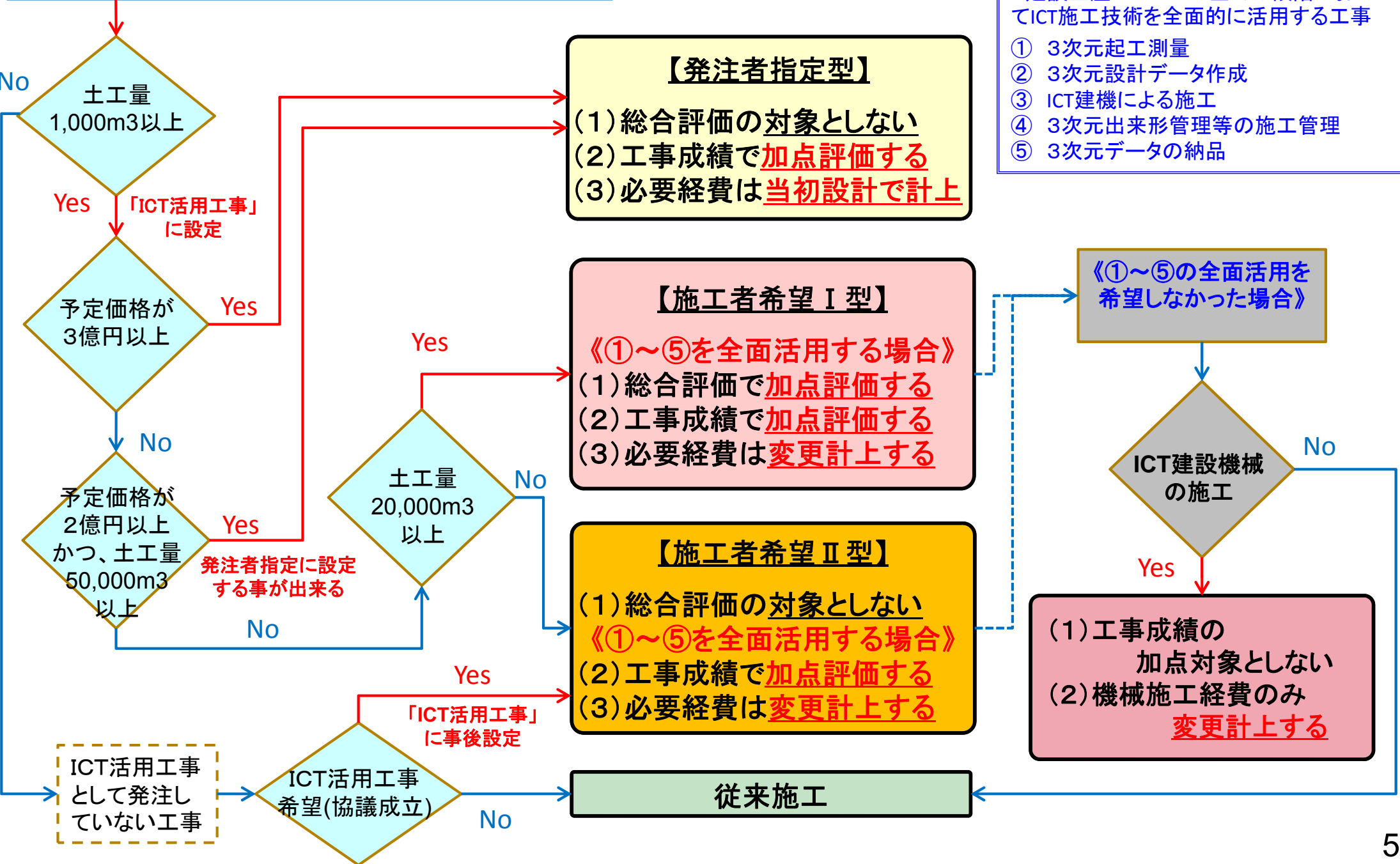
なお、砂防土工については、積算要領を準備するまでの当面の間、予定価格に関わらず、土工数量によって、(2)または(3)を適用する(設計変更時の積算は見積もりとする)。

【概要】ICT活用工事【土工】の実施方針

土工(対象工種)を含む「一般土木工事」

「ICT活用工事」
建設生産プロセスの全ての段階においてICT施工技術を全面的に活用する工事

- 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



ICT活用工事の対象工事

受注者

発注者

発注段階

1. 発注段階(手引き対象外)
(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

受注者

発注者

ICT活用工事に係る
手続き段階

・具体の工事内容及び対象範囲の協議

監督事項

・具体の工事内容及び対象範囲の受理・確認

・アンケート調査の指示の了解
・施工合理化調査の指示の了解

監督事項

・アンケート調査の指示
・施工合理化調査の指示

・新技術活用計画書の作成

監督事項

・新技術活用計画書の受理・確認

起工測量段階

5. 工事基準点の設置

・基準点等の指示の了解

監督事項

・基準点等の指示

4. 施工計画書(起工測量)

(TLS,TS(ノンプリズム方式),RTK-GNSSによる起工測量の場合)

・精度確認試験結果報告書の作成

監督事項

・精度確認試験結果報告書の受理・確認

・施工計画書(起工測量編)の作成

監督事項

・施工計画書(起工測量編)の受理・確認

5. 工事基準点の設置

・工事基準点の設置

(GNSSローバーを使用する場合)

・GNSSローバー精度確認試験結果報告書作成

監督事項

・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の受理・確認

ICT活用工事の対象工事

受注者

発注者

起工測量段階

6. 測量成果簿の作成

- ・起工測量
- ・測量成果簿の作成
- ・起工測量の成果品の作成

監督事項

- ・測量成果簿の受理・確認
- ・起工測量の成果品の受理・確認

(従来型UAV出来形管理の場合)

- ・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

監督事項

- ・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

7. 3次元設計データの作成

- ・3次元設計データの作成
- ・3次元設計データの照査
- ・3次元設計データの作成の成果品作成

監督事項

- ・3次元設計データの作成の成果品の受理・確認

8. 設計図書の照査

- ・設計図書の照査

監督事項

- ・受注者による設計図書の照査状況の受理・確認

9. 施工計画書(工事編)

- ・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

監督事項

- ・施工計画書(工事編)の受理・確認

施工計画・準備段階

ICT活用工事の対象工事

受注者

発注者

施工段階

10. 施工段階

河川土工・海岸土工・砂防土工・道路土工

- ・岩線計測
- ・部分払い用出来高計測

監督事項
・確認立会

- ・新技術活用効果調査表の作成

監督事項
・新技術活用効果調査表の受理・確認

出来形管理段階

11. 出来形管理

- ・出来形計測
- ・出来形管理写真の撮影
- ・出来形管理帳票の作成

監督事項
・出来形管理帳票の受理・確認

- ・数量計算の方法の協議
- ・3次元設計データ+設計数量の協議

監督事項
・数量計算の方法の受理・確認
・3次元設計データ+設計数量の受理・確認

変更段階

変更契約処理【発注担当者】

- ・設計図書等の変更
- ・変更数量算出
- ・変更積算
- ・変更契約

ICT活用工事の対象工事

受注者

発注者

完成段階

12. 電子納品等作成

・電子成果品の作成

監督事項

・電子成果品の受理・確認

・アンケート調査票の作成

監督事項

・アンケート調査票の受理・確認

・施工合理化調査票の作成

監督事項

・施工合理化調査票の受理・確認

検査段階

13. 検査

・書面検査
・実地検査

検査事項

・書面検査・実地検査

監督・検査事項

・工事成績評定

注)

従来型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:地上形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)

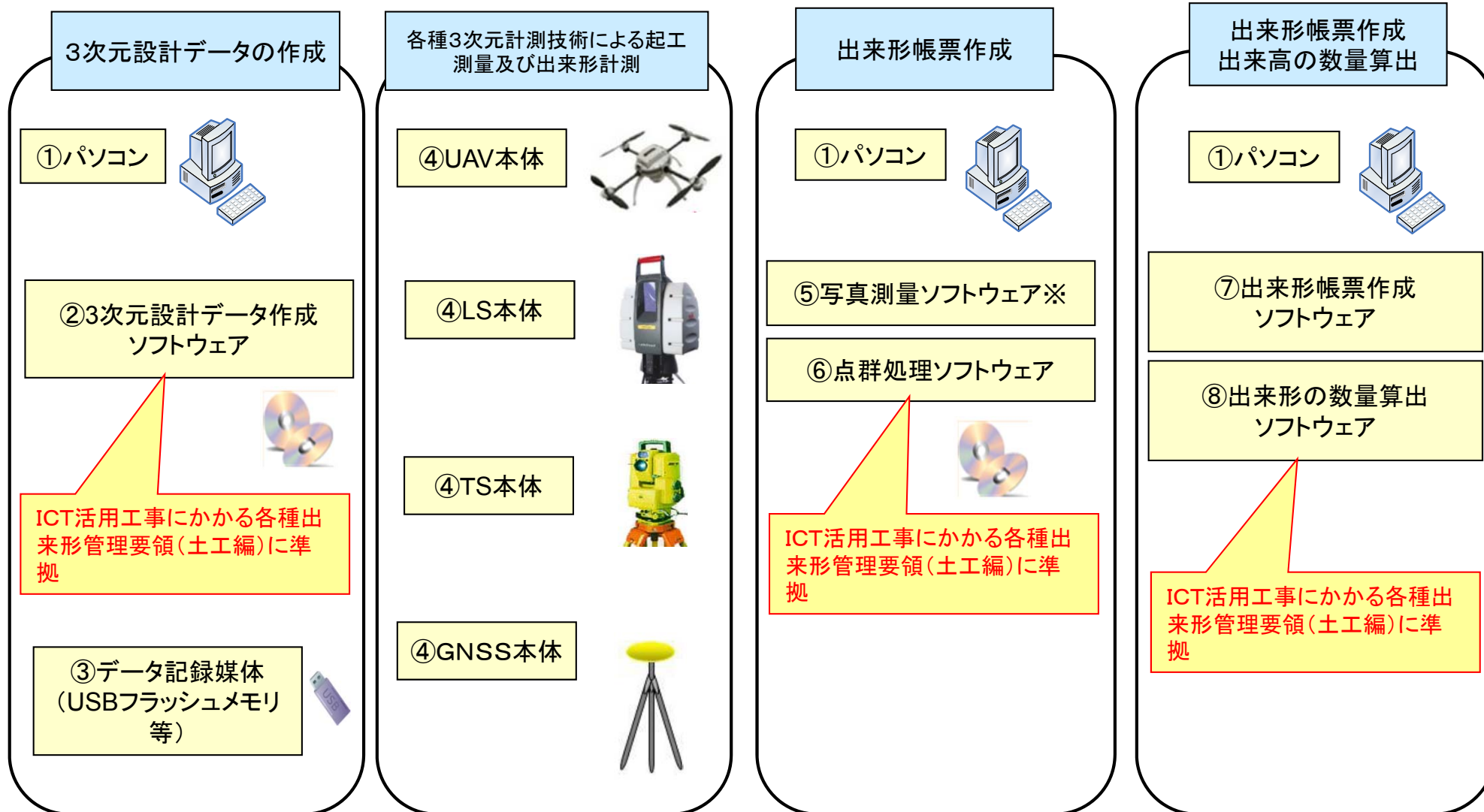
2. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

▶ 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」・「TS」・「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。（※は従来型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必要です。
- ▶ 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



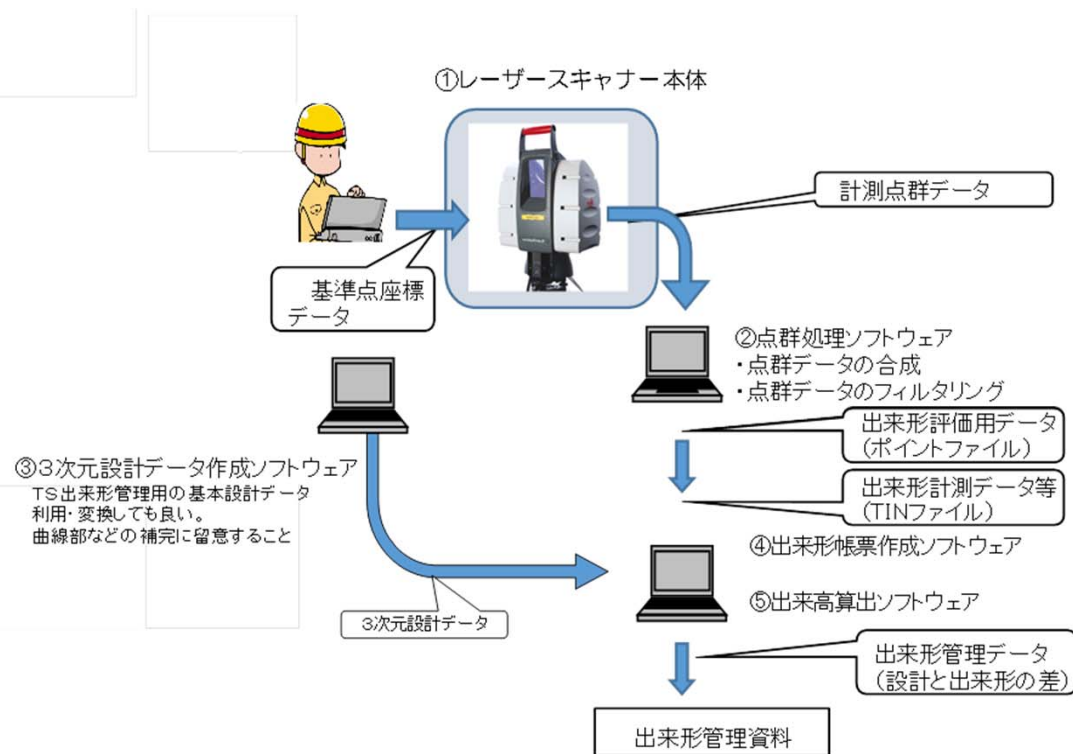
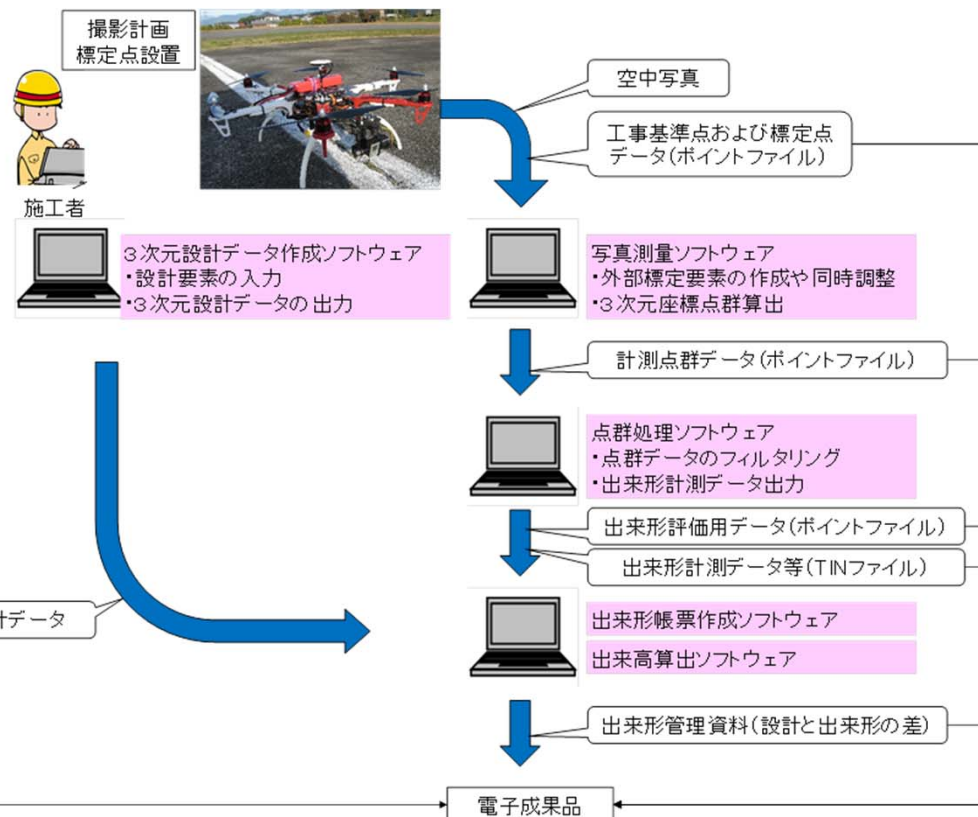
(※は従来型UAV出来形管理の場合のみ必要)

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

従来型UAVを用いた出来形管理

TLSを用いた出来形管理



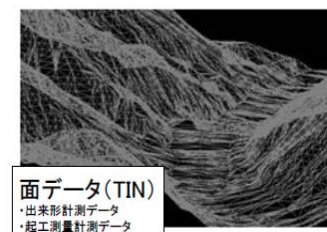
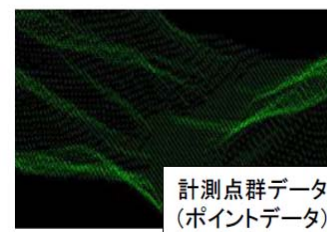
ワンポイント

点群データ

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

TIN

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

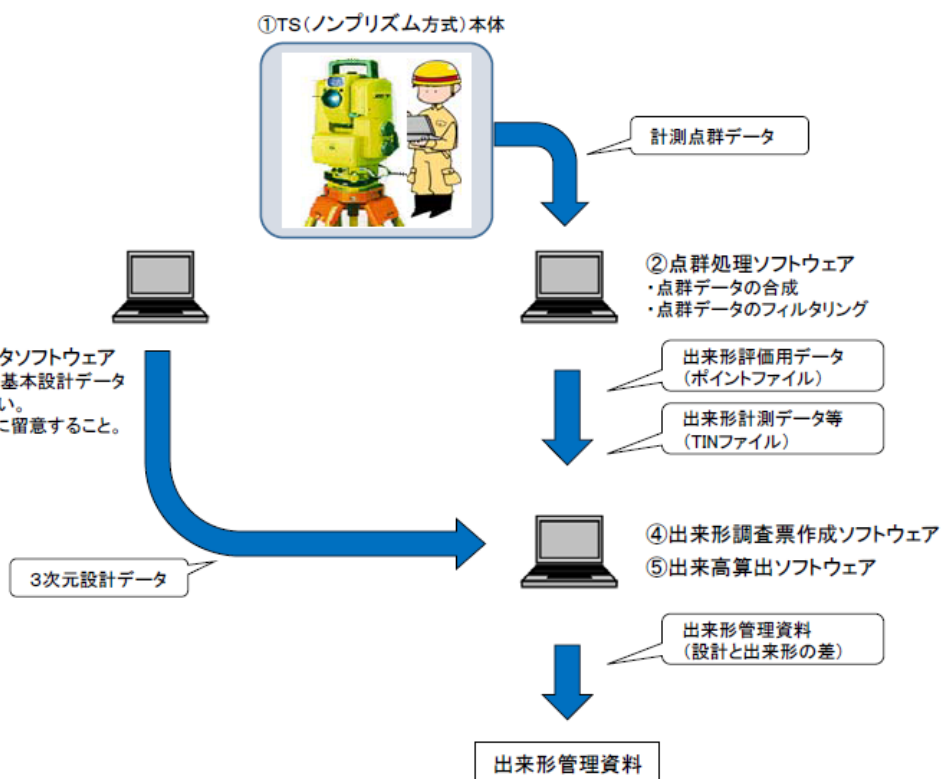
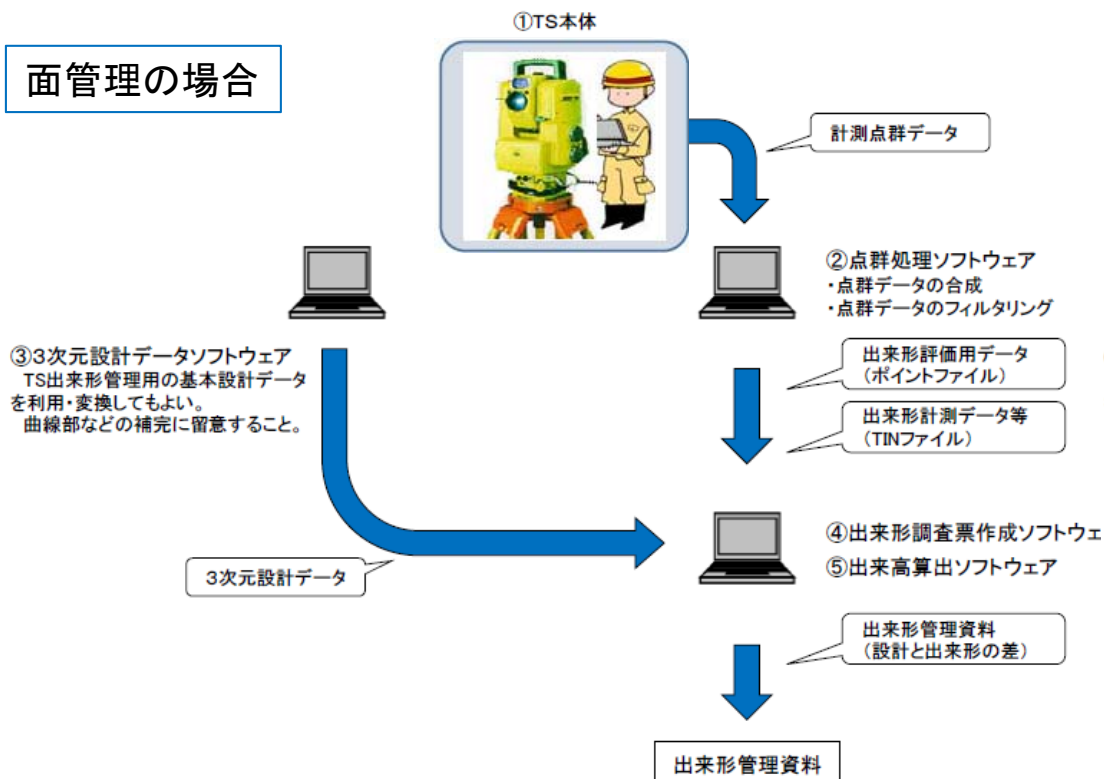


2-1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

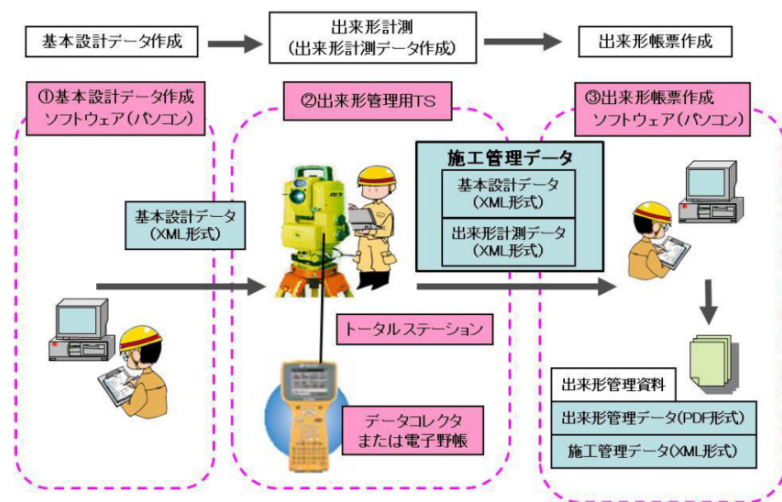
TSを用いた出来形管理

TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理

面管理の場合



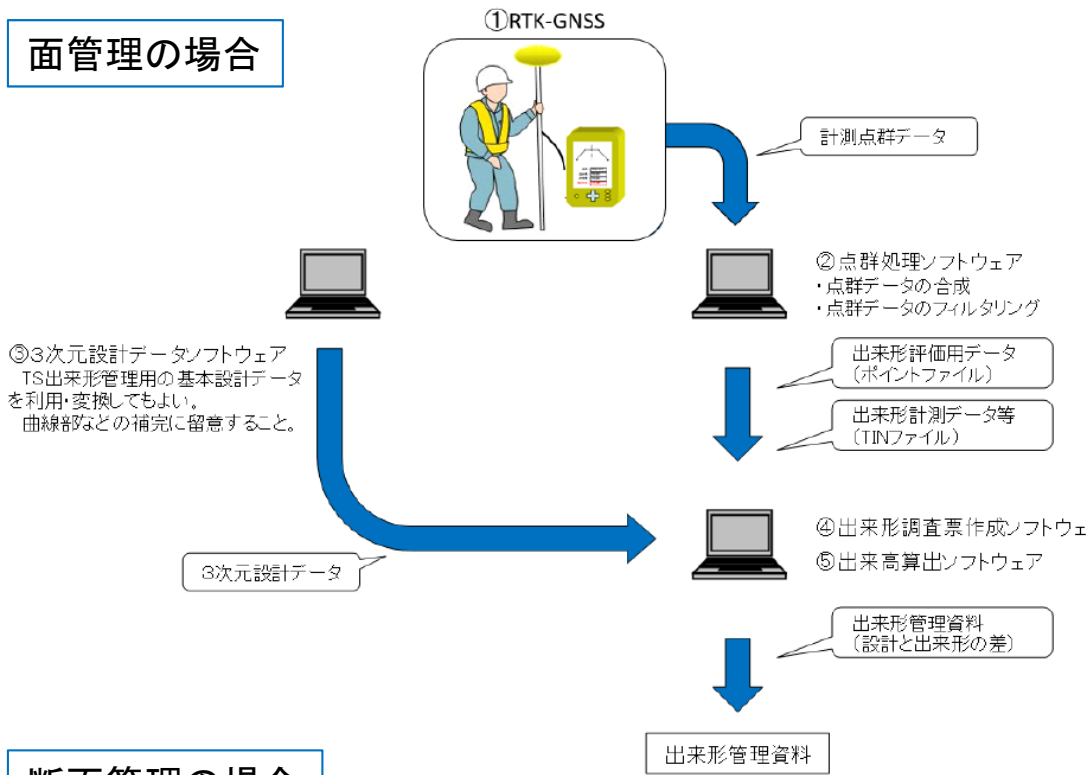
断面管理の場合



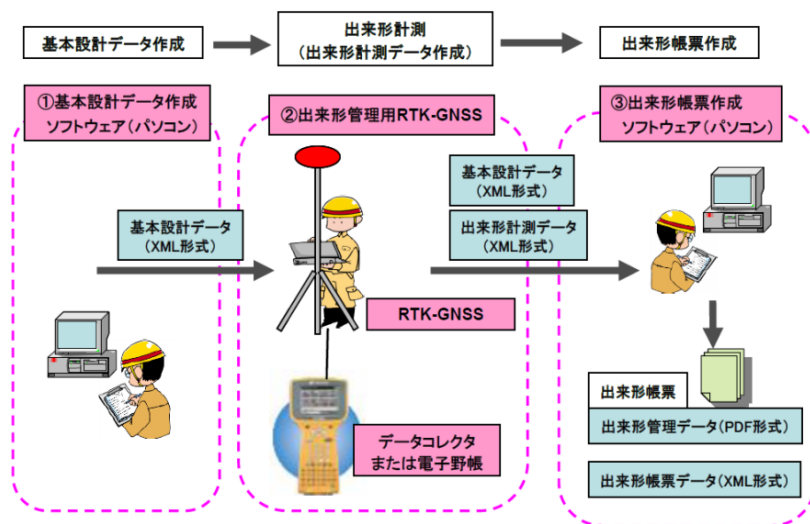
2-1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

RTK-GNSSを用いた出来形管理

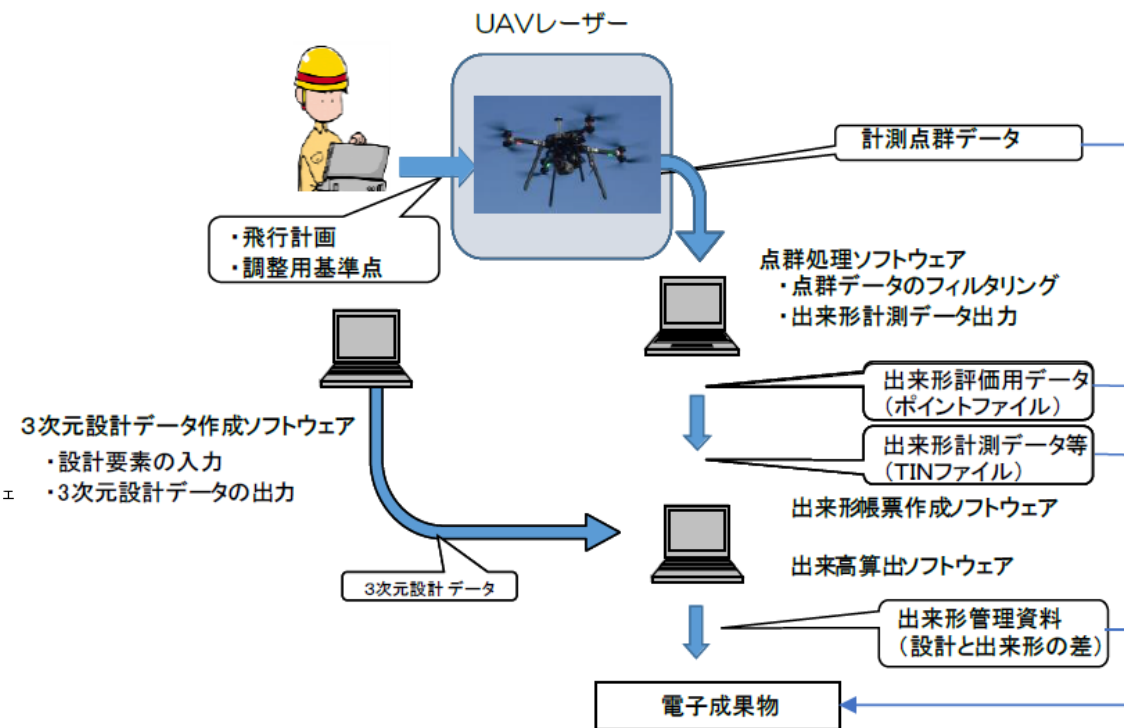
面管理の場合



断面管理の場合



無人航空機搭載型LSを用いた出来形管理



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)

下記アドレスに従来型UAV及びTLSの対応のソフトウェアが掲載されています。
http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/ict_dokou/document.html

i-Construction型出来形管理対応のソフトウェア【TLS】

	LS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	
	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)	-	-
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)
	-	-	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)
トプコン	ScanMaster	◎	ScanMaster	◎	3D Office	-	-	-	-	-
エアリス	本体ソフトウェア	◎	Z+F Laser Control	◎	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-	LandForms等 (取扱商品)	-
ニコン・ドリンブル	TX8, TX5 (TLS 機種)	◎	RealWorks	◎	Business Center HCE	◎	Business Center HCE	○ (H28.9)	Business Center HCE	○ (H28.9)
福井コンピュータ	-	-	TREND-POINT	◎	EX-TREND武蔵 建設CAD	◎	TREND-POINT	◎	TREND-POINT	◎
ライカジオシステム	本体ファームウェア	◎	Leica Cyclone	◎	-	-	-	-	-	-
リーグルジャパン	RISCAN PRO	◎	RISCAN PRO	△	-	-	-	-	-	-
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)
アイ・エス・ピー	-	-	LandForms	◎	LandForms	◎	LandForms	◎	LandForms	○ (H28.9)

この表は、TLS対応ソフトの掲載例を示しています。

凡例

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

※機器・ソフトウェアの機能は各メーカーにより様々なため、受注者はデモ等を利用し、詳細を確認する。

2-2. 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や3DPDFの提出の有無)
- ウ) その他の事項

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

発注者	発注者名 発注者住所 発注者担当	発注者印 発注者署名
受注者	受注者名 受注者住所 受注者担当	受注者印 受注者署名

(2) 工事概要

発注者	発注者名 発注者住所 発注者担当	発注者印 発注者署名
受注者	受注者名 受注者住所 受注者担当	受注者印 受注者署名

(3) 適用規格・基準

工事完成後の電子納品納品	<input type="checkbox"/> H20.05 <input type="checkbox"/> H22.05 <input type="checkbox"/> H23.03	電子納品規格ガイドライン(土木工事編)	<input type="checkbox"/> H21.05 <input type="checkbox"/> H22.05 <input type="checkbox"/> H23.03
CAD製図基準	<input type="checkbox"/> H18.05 <input type="checkbox"/> H20.05 <input type="checkbox"/> H23.03	CAD製図基準(国産ソフトウェア)	<input type="checkbox"/> H17.05 <input type="checkbox"/> H21.05 <input type="checkbox"/> H23.03
地籍・土質調査成果電子納品納品	<input type="checkbox"/> H18.05 <input type="checkbox"/> H20.11	電子納品規格ガイドライン(地籍・土質調査編)	<input type="checkbox"/> H19.05 <input type="checkbox"/> H22.05
デジタル地籍管理情報納品	<input type="checkbox"/> H18.01 <input type="checkbox"/> H20.05 <input type="checkbox"/> H22.05		
道路工事完成図等納品納品	<input type="checkbox"/> H20.03 <input type="checkbox"/> H20.12	土木工事の図解共有システム活用ガイドライン	<input type="checkbox"/> H22.05 <input type="checkbox"/> H23.04 <input type="checkbox"/> H23.07

(4) 利用ソフト

対応事項	ファイル形式(拡張子)	発注者利用ソフト (ソフトウェア会社名・製品名)	受注者利用ソフト (ソフトウェア会社名・製品名)
工務用	AutoCAD MicroStation Revit SolidWorks etc.		
工務用	JPG PNG etc.		
工務用	PDF etc.		

(5) 工務用の提出方法

工務用の提出方法 デジタルデータ 画像データ (PHOTOファイル等)

(6) 工務用の交換・共有方法

種類	<input type="checkbox"/> 専用 <input type="checkbox"/> 共用 (UP-LINK, MESH, OTHERファイル等)
送受信手段	<input type="checkbox"/> 送受信機 <input type="checkbox"/> 専用ケーブル
送受信機	<input type="checkbox"/> 無線LAN <input type="checkbox"/> 有線LAN
送受信機	<input type="checkbox"/> 無線LAN <input type="checkbox"/> 有線LAN
送受信機	<input type="checkbox"/> 無線LAN <input type="checkbox"/> 有線LAN

(7) インターネット接続

発注者	<input type="checkbox"/> 1Mbps以上 <input type="checkbox"/> 10Mbps以上 <input type="checkbox"/> 100Mbps以上 <input type="checkbox"/> 1Gbps未満
受注者	<input type="checkbox"/> 1Mbps以上 <input type="checkbox"/> 10Mbps以上 <input type="checkbox"/> 100Mbps以上 <input type="checkbox"/> 1Gbps未満

(8) 検証の手段

検証手段(送受信機を含む)の組み合わせ 電子データ 送受信機 電子ケーブル その他

(9) 電子成果品とする対象書類

フォーマット	ファイル名	作成者	備考
SHR	SHRXXXXX.DWG		
DXF	DXFXXXXX.DWG		
PDF	PDFXXXXX.PDF		
OTHER	OTHERXXXXX.DTD		

(10) 電子成果品のフォーマット・ファイル構成

フォーマット	ファイル名	作成者	備考
OTHER	OTHERXXXXX.DTD		
OTHER	OTHERXXXXX.DTD		
OTHER	OTHERXXXXX.DTD		

(11) 電子検査

検査項目	検査内容	検査方法	検査時期	検査結果
電子納品	電子納品	電子納品	電子納品	電子納品
電子検査	電子検査	電子検査	電子検査	電子検査

(12) 電子成果品の検査

区分	検査項目	検査内容	検査時期	検査結果
電子納品	電子納品	電子納品	電子納品	電子納品
電子検査	電子検査	電子検査	電子検査	電子検査

※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。

OTHER	OTHERXXXXX.DTD	道路施設基本データ		
OTHER	OTHERXXXXX.DTD	道路施設基本データ		
OTHER	OTHERXXXXX.DTD	道路施設基本データ		

3. ICT活用工事の手続き

ICT活用工事の手続き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次元化の指示の了解		・設計図書の3次元化の指示 <small>起工測量(従来型UAV、TLS、その他) 3次元設計データ(3次元設計データがない場合)</small>
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**希望する旨の書類を作成し、協議**をします。**監督職員はその内容を確認**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**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
- ▶ 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提出の依頼**があるので、**受注者が見積り書を作成し、提出**します。**発注者はその内容を確認**します。
- ▶ 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、**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。

3. ICT活用工事の手続き

▶ ICT活用工事の手続き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
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の了解	・アンケート調査・施工合理化調査の指示
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

- ▶ 監督職員は、ICT活用技術についてのアンケート調査と、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、追記した上で取りまとめ担当に提出します。

3. ICT活用工事の手続き

ICT施工を希望する旨の協議

- ・ 施工者希望Ⅱ型の工事契約した場合で、受注者がICT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提案・協議をします。
- ・ 協議には、ICT活用計画書が添付されているので発注者・受注者間で記載内容などについて合意し結論を得ます。

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	業、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。		
		<input type="checkbox"/> その他 ()		
回答	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

(工事名:〇〇〇〇工事)

ICT活用工事計画書【土工】

会社名:〇〇〇〇

当該工事の土工において、ICT施工技術を全ての施工プロセスの段階で活用する場合、「□全て活用する」のチェック欄に「■」と記入する。

チェック欄	施工プロセスの段階	適用技術・機種
	①3次元起工測量	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真測量(無人航空機)を用いた起工測量 ・レーザースキャナーを用いた起工測量 ・トータルステーションを用いた起工測量 ・トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた起工測量 ・RTK-GNSSを用いた起工測量 ・無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量 ・その他の3次元計測技術による起工測量 ※採用する具体の技術は受注後の協議により決定する。 ※複数以上の技術を組み合わせ採用しても良い。
	②3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を実施しなければならない。
<input checked="" type="checkbox"/> 全て活用する	③ICT建設機械による施工	【作業工種】 ・掘削工 ・盛土工 ・路体盛土工 ・路庄盛土工 ・法面整形工 ・3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 ・3次元マシンコントロール(バックホウ)技術 ・3次元マシンガイダンス(ブルドーザ)技術 ・3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術 ※採用する機種及び活用作業工種・施工範囲については、受注後の協議により決定する。 ※当該工事に含まれる左記作業のいずれかでICT建設機械を活用すればよい
	④3次元出来形管理等の施工管理	<ul style="list-style-type: none"> ・空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理 ・レーザースキャナーを用いた出来形管理 ・トータルステーションを用いた出来形管理 ・トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理 ・RTK-GNSSを用いた出来形管理 ・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 ・その他の3次元計測技術による出来形管理 ※採用する具体の技術は受注後の協議により決定する。 ※複数以上の技術を組み合わせ採用しても良い。 ※「①3次元起工測量」で採用した技術と相違しても良い。
	⑤3次元データの納品	

注1) ICT活用工事及びICT活用施工の詳細については、特記仕様書によるものとする。

3. ICT活用工事の手続き

3次元起工測量経費等の見積り提出依頼

- 受注者は、発注者からの依頼に基づき、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り書を作成し提出します。発注者はその内容を確認します。

見積り依頼のイメージ

平成〇〇年〇〇月〇〇日

〇〇株式会社 殿

〇〇事務所長 ㊟

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	

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	

3. ICT活用工事の手続き

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。
- 監督職員は、工事契約後に図面の3次元化を指示します。**
- 受注者は図面及び監督職員から貸与する、平面線形、縦断線形、横断形状資料と、各種3次元計測技術による3次元起工測量などによって得られた3次元地形データを使って、**3次元設計データの作成**します。
- 受注者は**指示に先立ち、3次元起工測量及び3次元設計データ作成に係る経費の見積もりを監督職員に提示するもの**とします。
- 起工測量はICT活用施工範囲を縦断方向20m、横断方向5m程度に広げた範囲を基本とするが、現地の状況により適宜対応するものとする。(官民境界内とする等)

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	〇〇改良工事														
(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、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、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。 〇〇千円(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	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"> <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														

具体の工事内容及び対象範囲の協議

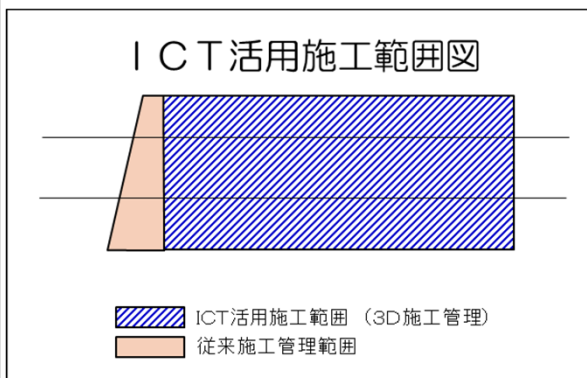
- 受注者は、発注者指定型、施工者希望型にかかわらず、受注者からICT活用工事の**具体の工事内容**と**対象範囲**を協議します。**監督職員はその内容を**確認します。
- 具体の工事内容は、建設生産プロセスの作業内容ごとに採用する技術の種類、技術名、使用する技術の概要とが記載します。
- 対象範囲は、採用した技術を適用する範囲(活用予定期間、活用予定区間・区域)を記載します。

添付書類のイメージ

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の

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 - 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 ()		
	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 ()		
		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活用工事の手続き

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。監督職員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。

※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/>

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					
施工概要	内容				
	対象数量				
	新技術使用箇所				
現場施工条件	現場条件	周辺状況(病院、学校、鉄塔の有無等)	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					

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
<small>(TLS,TS(ノンプリズム方式), UAVレーザーによる起工測量の場合)</small> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> 精度確認試験結果報告書の作成 </div>	・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; text-align: center;"> 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やTS(ノンプリズム方式)、UAVレーザーを使う場合、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。
- ▶ 起工測量に従来型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(ノンプリズム方式)、UAVレーザーを使う場合は、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)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、レーン間の計測範囲重複度等)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。
- ▶ 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. 従来型UAVによる起工測量の場合

従来型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)を記載されます。

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」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: 表-1を参照
- ・測定精度: 表-1を参照・・・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

チェックポイント

■ 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	○○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

ソフトウェアのカタログ



表-1

計測内容	計測性能 (地上画素寸法)	測定精度
起工測量時	2cm/画素以内	±100mm以内
岩線計測時	2cm/画素以内	±100mm以内
部分払い用出来高計測時	3cm/画素以内	±200mm以内
出来形計測時	1cm/画素以内	±50mm以内

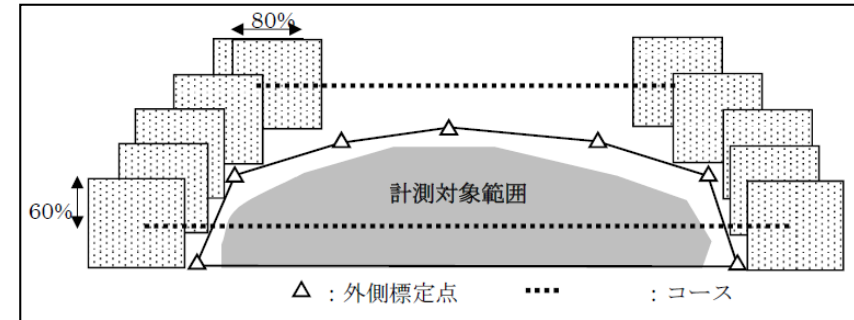
撮影計画の留意点

- ▶ 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従来型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**1cm/画素以内**、起工測量、岩線計測、部分払い出来高計測時**2cm/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。

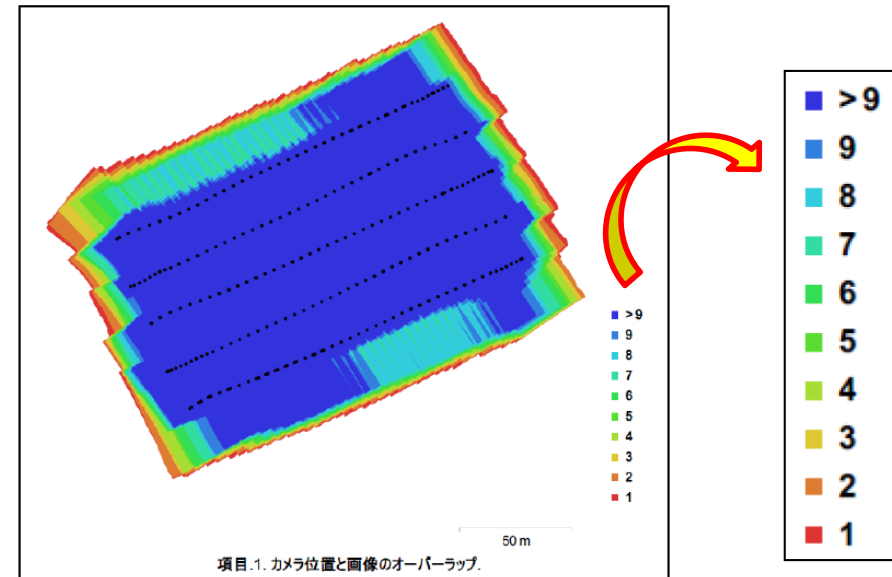
空中写真の重複度

- 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. TLSによる起工測量の場合

TLSを使って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前6ヶ月以内に実施していることを確認します。

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

TLS本体

- ✓ 計測精度が下記と同等以上で、適正な精度管理が行われていることを示す書類が添付されます。

チェックポイント

- ・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するために利用する)

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が、施工計画書に添付されます。

添付する書類

TLS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
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テープによる標定点の確認 														
検証機器(標定点を計測する測定機器) <input checked="" type="checkbox"/> テープ: JIS1種1級(ガラス繊維製巻尺) <input type="checkbox"/> TS: 3級TS以上 <input type="checkbox"/> SS製: OO(2級)	写真 	計測方法: <input checked="" type="checkbox"/> テープ or <input type="checkbox"/> TSによる座標間距離 or <input type="checkbox"/> TSによる座標値計測 計測結果: 17.070m														
測定記録 測定日: 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 	②LSによる確認 														
精度確認方法 <input checked="" type="checkbox"/> 既知点の座標間距離		3 DLSによる既知点の点間距離(L') <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>点間距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1点目</td> <td>44044.700</td> <td>-11987.621</td> <td>17.870</td> <td rowspan="2">17.071m</td> </tr> <tr> <td>2点目</td> <td>44060.775</td> <td>-11993.355</td> <td>17.502</td> </tr> </tbody> </table>		X	Y	Z	点間距離	1点目	44044.700	-11987.621	17.870	17.071m	2点目	44060.775	-11993.355	17.502
	X	Y	Z	点間距離												
1点目	44044.700	-11987.621	17.870	17.071m												
2点目	44060.775	-11993.355	17.502													

③差の確認(測定精度)

3Dレーザー抽出間距離(L') - テープ実測距離(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。

4-3. TS(プリズム方式)による起工測量の場合

TS(プリズム方式)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

■ 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	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)



4-4. TS(ノンプリズム方式)による起工測量の場合

TS(ノンプリズム方式)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

- ✓ 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)

(様式-4) 精度確認試験結果報告書

計測実施日: 平成21年2月18日
機種の所在式・試験者あるいは精度管理担当者: (株)〇〇測量 橋本 太郎 田

精度確認の対象機器 メーカー: 株式会社 測定装置名称: TS9800 測定装置の製造番号: T0123	写真
検出機器 (真値を計測する測定機器) 計測TS: 3機TS以上 口機種名 (個別口機):	写真
測定記録 測定実施日: 平成21年12月18日 測定条件: 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所: (株)〇〇〇〇 現場にて 検出機器と既知点の距離: 5m	写真
精度確認方法 ■TS (ノンプリズム方式) とTS (ノンプリズム方式) の両機種の較差	

・精度確認試験結果 (詳細)

① 真値の計測結果 (TS (プリズム方式))



真値の計測結果 (TS (プリズム方式))			
	X	Y	Z
1点目	4404.729	-11987.655	17.890
2点目	4406.797	-11993.390	17.530

② TS (ノンプリズム方式) による計測結果

計測状況写真



TS (ノンプリズム方式) による計測結果			
	X	Y	Z
1点目	4404.729	-11987.655	17.901
2点目	4406.812	-11993.404	17.543

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 (1.3cm) 以内; 合格 (基準値±2cm以内)

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)

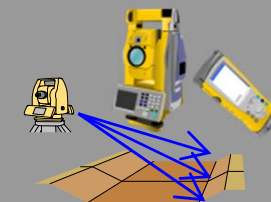
既知点の座標間較差			
	Δ X	Δ Y	Δ Z
1点目	0.009	0.010	0.011
2点目	0.015	0.014	0.013

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 (1.3cm) 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

4-5. RTK-GNSSによる起工測量の場合

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
精度	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.
	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		

★RTK-GNSS
を用いた出来形管理★

現場作業の効率化!



測量作成の自動化!

国土交通省「RTK-GNSSを用いた出来形管理の手引き(案)(土工編)」に対応しています。

出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアの紹介

4-6. UAVレーザーによる起工測量の場合

UAVレーザーを使って起工測量を行う場合は、使用機器・ソフトウェア使用機器・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、レーン間の計測範囲重複度等)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前6ヶ月以内に実施していることを確認します。

機器構成、仕様確認時の留意点

機器構成

■ UAVレーザー本体

- ✓ GNSS測量機が2周波GNSSであり、適正な精度管理が行われていることを示す書類が添付されます。

・2周波GNSS であること
・測定精度:計測範囲内で±20 mm以内
(起工測量に利用する場合は ±40mm以内)
(出来高計測に利用する場合は ±60mm以内)

チェックポイント

■ 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が添付されます。
- ✓ UAVの保守点検記録が添付されます。

■ 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が添付されます。

精度確認試験結果報告書(例)

参考資料-3 精度確認試験結果報告書
(様式-2)

精度確認試験結果報告書

計測方法: T-Sによる座標補正
計測日時: 平成29年2月18日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株) UAVレーザー測量

精度 太郎 印

点番号	計測値	偏差	点名	X座標	Y座標	Z座標	計測値	偏差		
01	81.5	64.0	0.013	V01	48431.958	-39212.853	18.423	82.2	-0.013	
02	51.8	59.8	0.014	V02	48433.470	-39222.120	18.424	52.9	0.012	
03	43.0	35.1	0.005	V03	48440.780	-39241.017	18.421	44.0	0.008	
04	33.2	47.8	0.020	V04	48440.101	-39241.477	18.428	33.6	-0.003	
05	22.4	34.8	0.016	V05	48440.441	-39252.459	18.454	23.5	0.019	
06	11.6	20.8	0.017	V06	48440.827	-39263.713	18.459	11.3	0.010	
07	0.0	0.0	0.017	V07	48441.196	-39275.018	18.486	0.0	0.008	
08	-11.3	-20.7	0.016	V08	48441.373	-39288.373	18.431	-11.8	-21.1	0.001
09	-22.6	-37.0	0.016	V09	48441.948	-39297.561	18.427	-23.0	-37.4	0.008
10	-34.5	-49.0	0.019	V10	48442.225	-39309.639	18.379	-34.5	-49.1	0.003
11	-40.9	-56.8	0.017	V11	48442.898	-39321.029	18.329	-40.9	-56.9	0.006
12	-48.8	-62.8	0.005	V12	48443.377	-39332.462	18.381	-47.7	-62.6	-0.002
13	-54.0	-67.0	0.029	V13	48443.948	-39344.264	18.321	-54.6	-67.0	0.044

写真: UAVレーザー測量機

写真: 調整用基準点(水平)

写真: 調整用基準点(標高)

事前確認結果
飛行対地高度30m

精度確認方法
■水平調整用基準点との座標較差
標識: 三角コーン
■標高調整用基準点との標高較差
標識: 水平ターゲット板

結果: 合格 (基準値 20mm 以内)

カタログ(例)



添付する書類

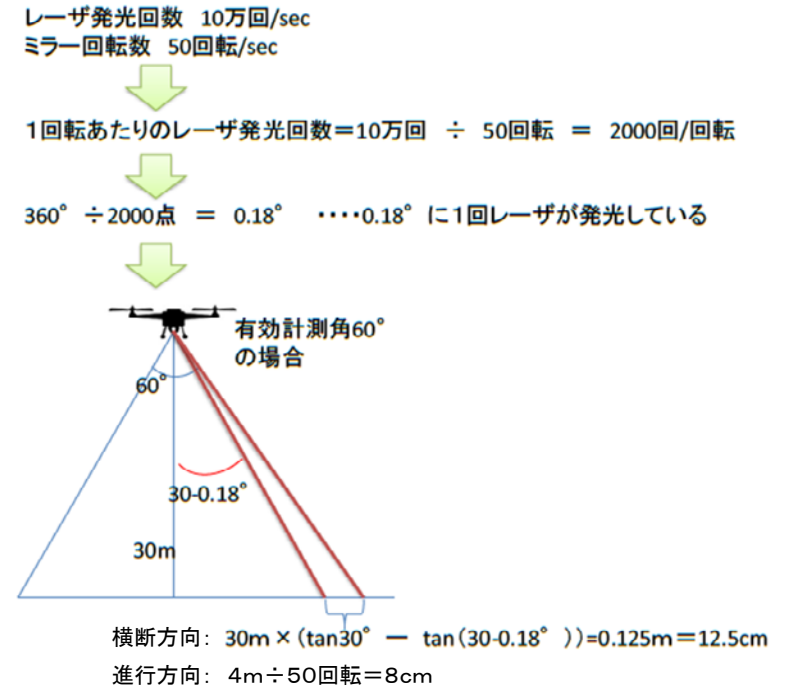
UAVレーザー	利用前6ヶ月以内に現場で精度確認を実施、結果報告書を作成し添付(メンテナンス等でIMUとLSを分離した場合は組立後にも実施) 精度管理として、メーカー推奨の定期点検を実施
UAV	飛行マニュアル 保守点検記録(製造元の点検(1回/年以上))
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

飛行計画の留意点

- ▶ UAVレーザーの計画諸元(飛行高度、有効計測幅、コース間隔)、各飛行レーンの計測点範囲の重複度等の記載の有無を**確認**します。
- ▶ UAVレーザーについては、以下の項目に留意し、飛行計画を作成し、施工計画書に添付されているか**確認**します。

- ① 所定の予測精度が確保できる**飛行経路及び飛行高度等の算出結果**
- ② **調整用基準点**の概観及び設置位置、調整用基準点位置の測定方法を示した**設置計画**
- ③ 計測区域を完全にカバーする飛行コースの設定

計測点密度の計算方法の例



計画諸元

計測諸元

・飛行対地高度	(m)
・飛行速度	(m/秒)
・L S 拡散角	(mrad)
・IMUの精度 (ロール角)	(度)
・IMUの精度 (ピッチ角)	(度)
・IMUの精度 (ヘディング角)	(度)
・スキャン回転数	(回転/秒) ポリゴンミラーの回転数
・レーザー発光回数	(回数)
・有効計測角	(度)
・有効計測幅	(m)
・コース間隔	(m)
・計測点密度 (進行方向、横断方向)	(cm)

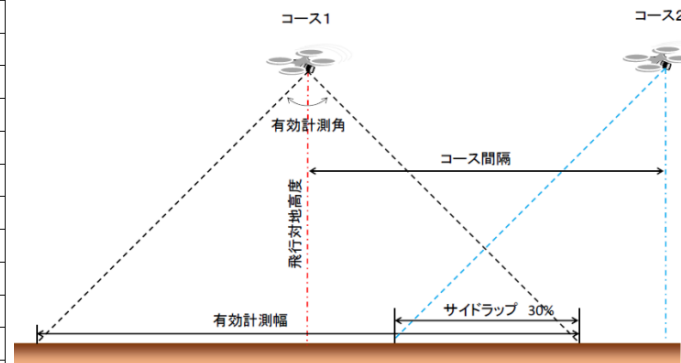
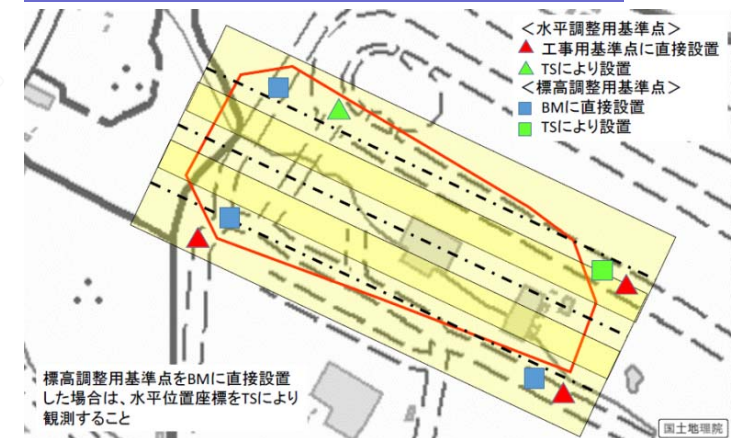


図 1-18 計測諸元

調整用基準点設置計画の例



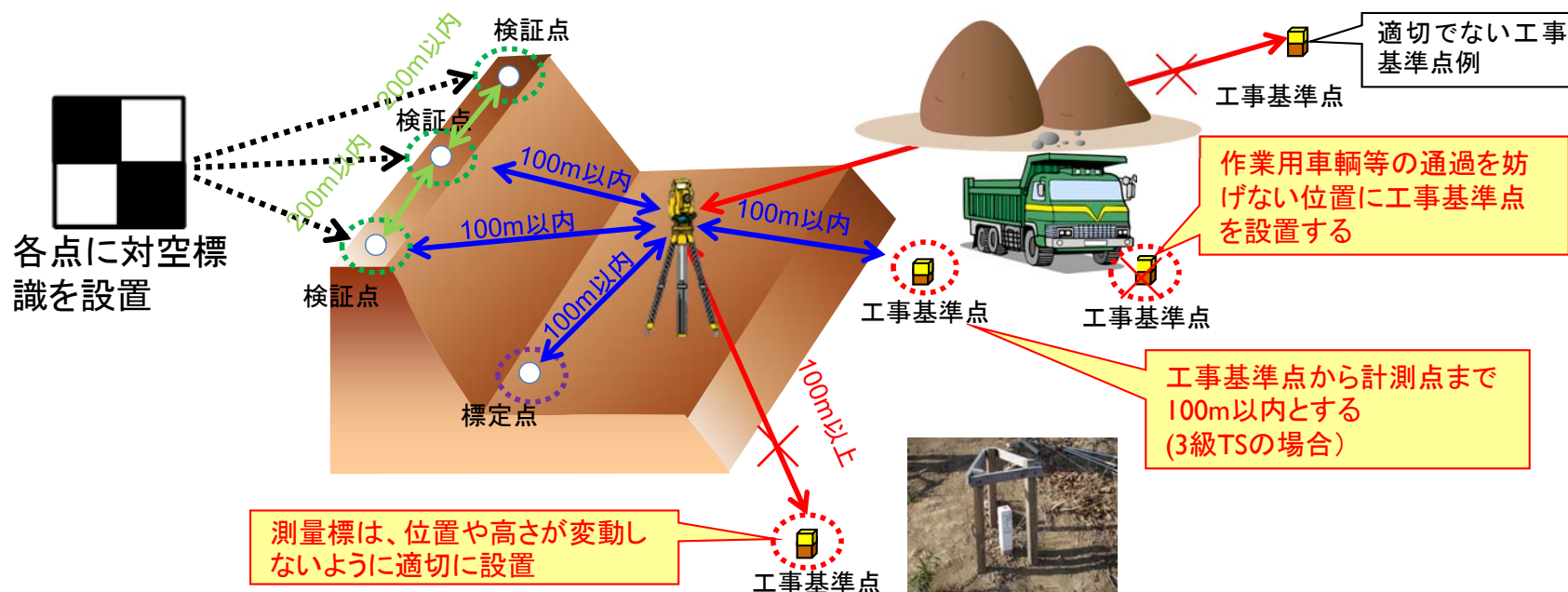
5. 工事基準点の設置

▶ 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
工事基準点の設置	<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) 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

- ▶ 従来型UAVやLS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、出来形計測の精度を確保のため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。
- ▶ 標定点等を計測する場合は、基準点からTSまでの距離と、標定点等からTSまでの計測距離(斜距離)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。

工事基準点等の設置時の留意点



・従来型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

従来型UAVによる出来形管理で利用するTSを確認して、工事基準点等を配置する。

- ・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。

出来形計測以外(起工、岩線、部分払)はGNSSローバーで標定点、検証点の設置が可能。

- ・GNSSローバーの精度確認試験が必要。

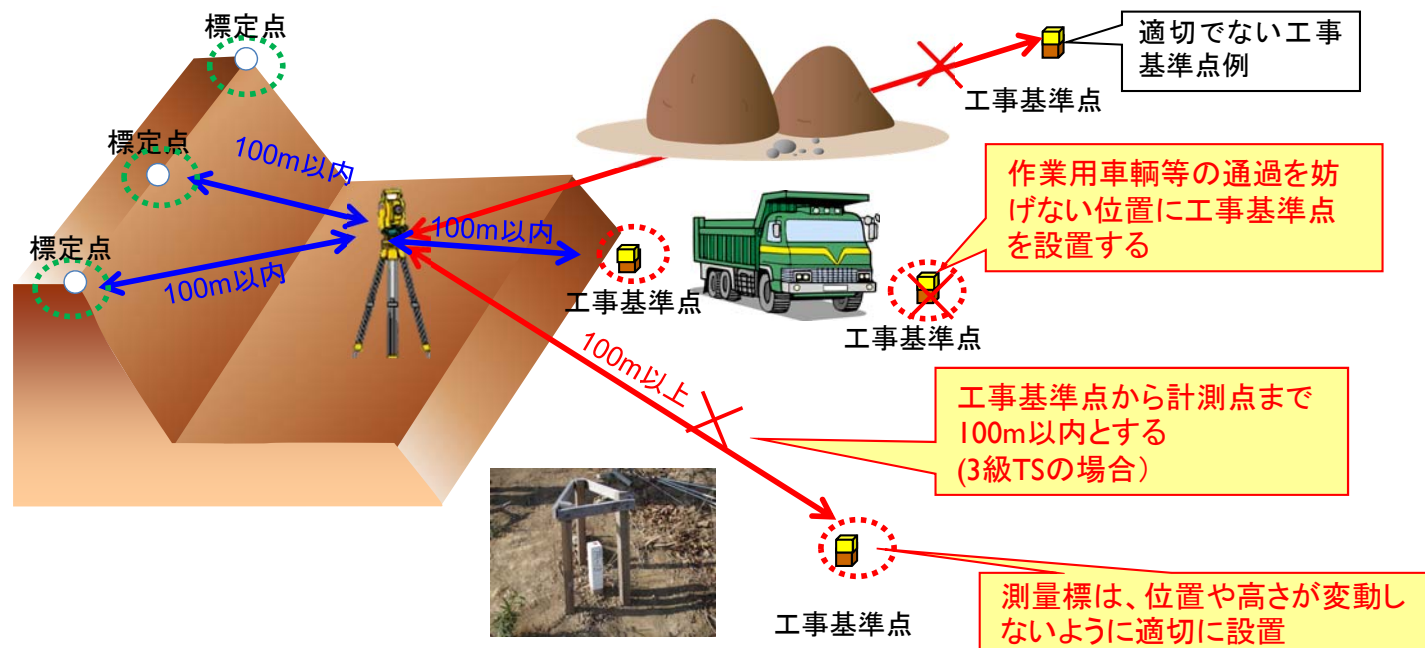
ワンポイント

工事基準点等の設置時の留意点

※ 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、工事基準点に設置します。



・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を確認して、工事基準点等を配置する。

・LS本体にTSと同様にターゲット計測による後方交会法(P57参照)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。

出来形計測以外(起工、岩線、部分払)はGNSSローバーで標定点の設置が可能。

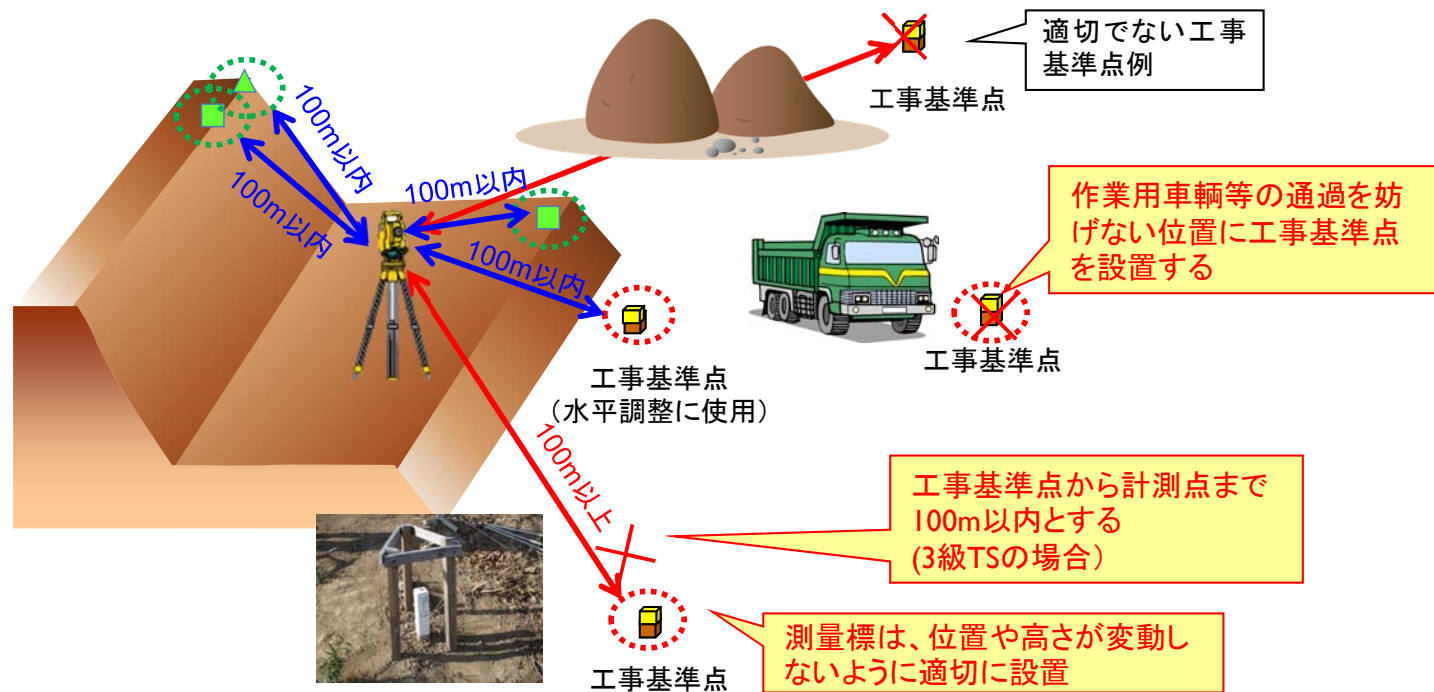
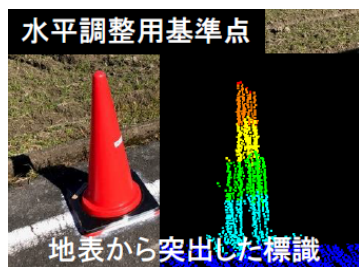
・GNSSローバーの精度確認試験が必要。

ワンポイント

工事基準点等の設置時の留意点

▲ 水平調整用基準点

■ 標高調整用基準点



・UAVレーザー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の設置位置から調整用基準点までの距離

ワンポイント

UAVレーザーによる出来形管理で利用するTSを確認して、工事基準点等を配置する。

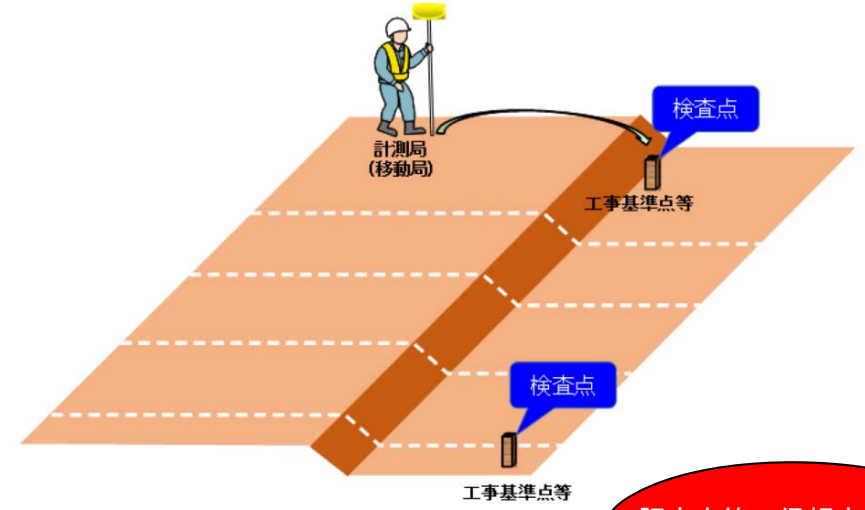
・調整用基準点は、既設の基準点や工事基準点を用いることができます。

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



評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。

(様式-3)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：平成21年
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株)ABC社

精度確認の対象機器 メーカー：ABC社 測定装置名称：GNSS2000 測定装置の製造番号：R00892	写真
検証機器 (真値を計測する測定機器) RTS：3級TS以上 機種名 (級別○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)ABC測量 現場にて	写真
精度確認方法 ■既知点の各座標の較差	

精度確認試験結果 (詳細)

① 既知点の計測結果

計測方法：既知点RTS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	-11993.390	17.530

② GNSSによる計測結果

RTK法またはネットワークRTK法で測定した位置座標	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)

GNSS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)

既知点の座標間較差	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 (-2cm) ; 合格 (基準値±3cm以内)
Y成分 (最大) = -0.011m (-1.1cm) ; 合格 (基準値±2cm以内)
Z成分 (最大) = -0.020m (-2cm) ; 合格 (基準値±3cm以内)

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"> ・現況地盤の確認現況地盤の確認 (各種3次元計測技術による起工測量) ・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
(従来型UAVによる起工測量の場合) <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

- ▶ 受注者から**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。
- ▶ 従来型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、従来型UAVで計測した都度**に作成し、提出されます。

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来型UAVやLS等の3次元計測技術を用いて実施されます。
- ▶ 測定精度は、10cm以内(TS(ノンプリズム方式)は± 20mm以内、RTK-GNSSは±30mm以内、UAVレーダーは±40mm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の変更が可能です。
- ▶ 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LS等の3次元計測技術で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される起工測量計測データが作成されます。

評定点及び検証点の設置・計測の留意点

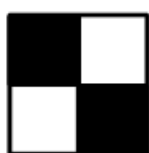
- ▶ 計測精度を確保するための標定点の設置の条件は、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」(国土地理院)(以下UAVマニュアルとする)における要求精度を参考とし、以下を標準とします。
 - ▶ **標定点は、計測対象範囲を包括するように外部標定点として撮影区域外縁に100m以内の間隔となるように設置するとともに、内部標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置**します。
 - ▶ **検証点については、UAVマニュアルにおける検証点として天端上に200m以内の間隔となるように設置**します。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましく、計測範囲が狭い場合については、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。
 - ▶ 出来形計測での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
 - ▶ 出来形計測以外(起工測量、岩線計測、部分払出来高)については、上記計測方法によらなくてもよいものとし、各計測精度以内であればよいものとし、なお、GNSSローバーの利用も可能ですが、GNSSローバーの計測精度が測量全体の精度に影響するため「5-4. GNSSローバーによる標定点等の設置を行う場合」により精度確認試験を実施するものとし、



★型



X型

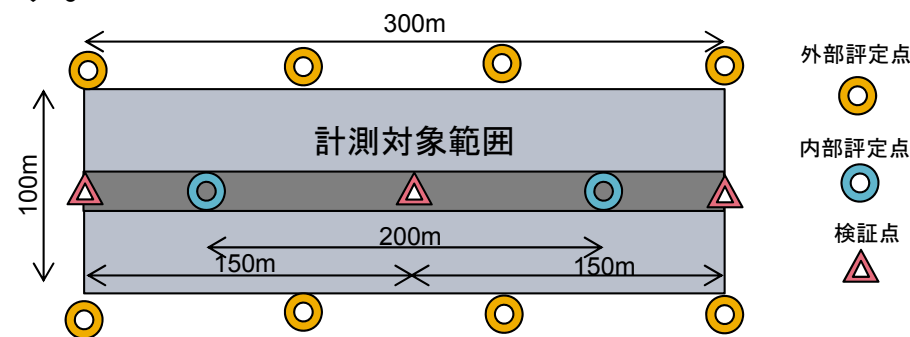


+型



○型

対空標識(評定点・検証点)の例



ワンポイント

- ・標定点および検証点は基準点、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従来型UAVによる出来形計測中に動かないように固定します。

SfM(Structure from Motion)の利用の留意点

▶ SfM(Structure from Motion)の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法を併用する場合は、標定点の設置は不要とすることができます。その場合、「カメラ位置計測を併用する従来型UAVの事前精度確認試験実施手順書(案)」により機器の検証を行うものとします。

● 実施時期

▶ 利用前6ヶ月以内に実施する。

● 実施方法

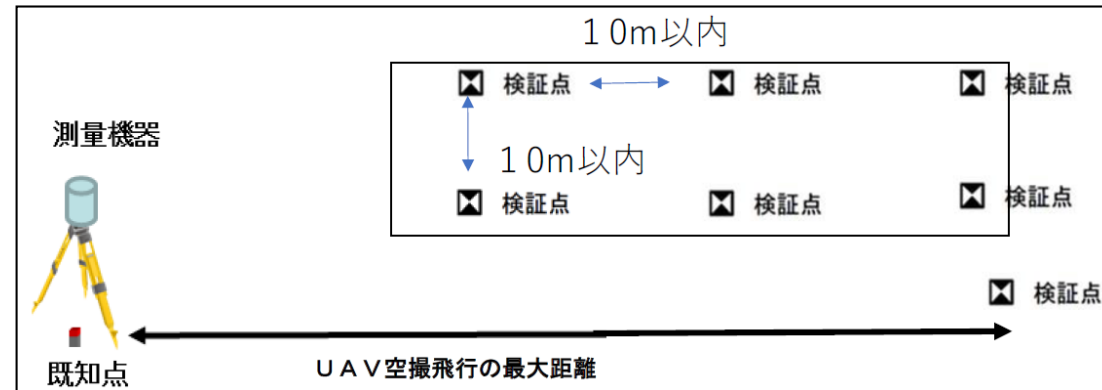
▶ 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。

● 検証点の設置

▶ 精度管理用の検証点を、位置計測が可能な範囲について、10m 間隔に配置する。

● 評価基準

▶ カメラ位置計測を併用する従来型UAV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。



— 検証点の設置イメージ —

作業名		年度	月	日
カメラ位置計測を併用する空中写真測量 (UAV) のカメラキャリブレーション及び精度確認試験実施報告書				
カメラキャリブレーションの実験結果				
実施年月	年度	月	日	
実施場所				
実施担当者				
実施内容	カメラキャリブレーション			
実施結果	カメラキャリブレーション完了			
検証結果 (検証点を計測する際の精度)	±5cm 以下			
精度確認方法	既知点との距離の計測			
カメラの位置計測に用いた機器				
機種名	カメラキャリブレーション機			
製造元	株式会社 株式会社			
製造番号	0000000000			
写真機	デジタルカメラ			

取得したデータの信頼度を担保します

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±5cm 以下	設置された検証点すべてで実施

空中写真測量の実施時の留意点

①撮影飛行

従来型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 → 植生が繁茂して空中写真に地面が写らないような場所では、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。

計測点群データの作成時の留意点

①撮影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

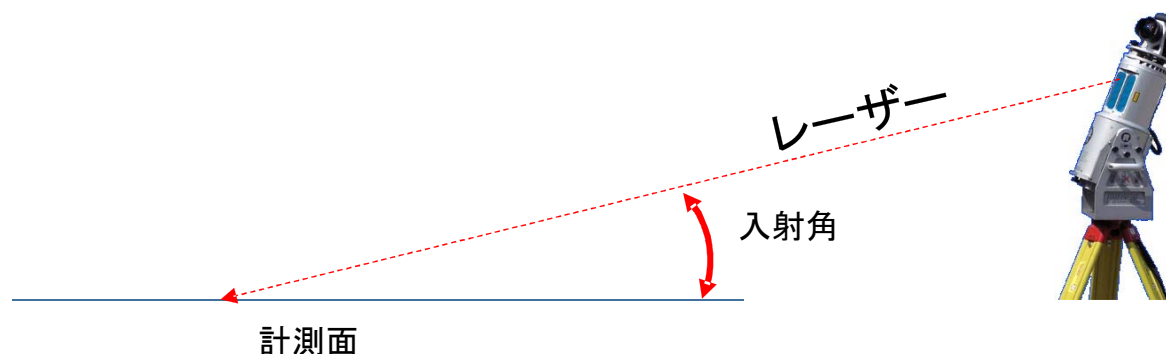
精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェアでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施します。

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。

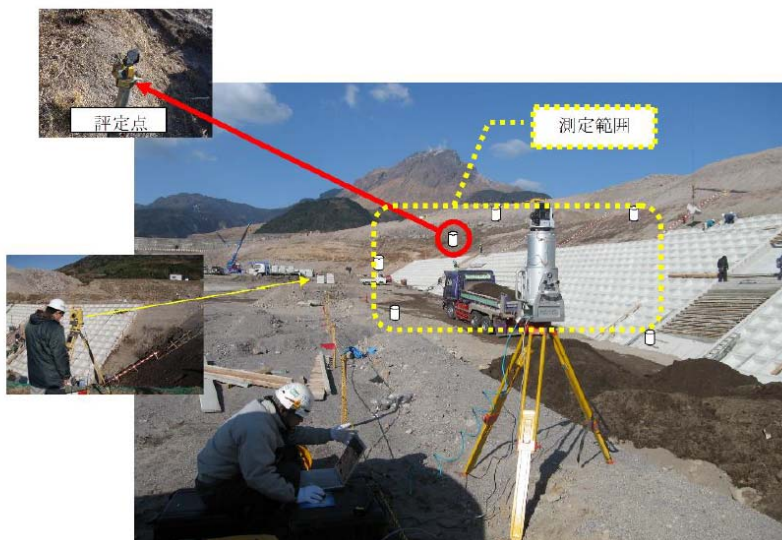
⇒入射角が小さくなる場合は、TLSの設置位置を高くする、TLSの位置を変更するなどの配慮が必要です。

ワンポイント

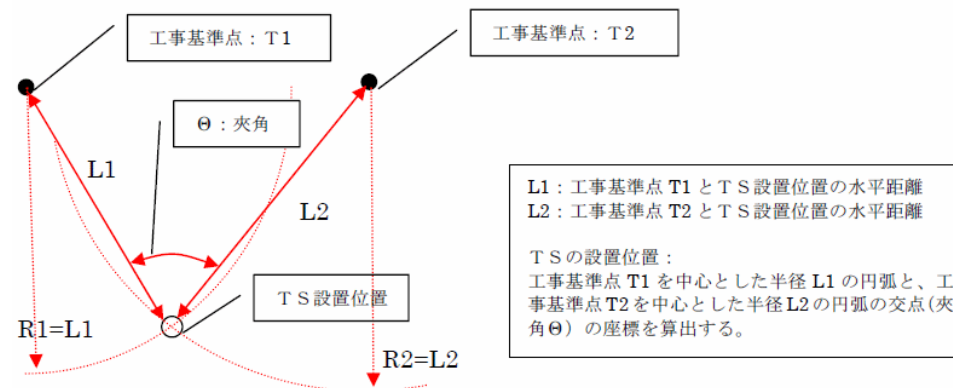
- ・計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定します。
- ・計測範囲に対してレーザーの入射角が著しく低下する場合や、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定します。

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
- 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例

ワンポイント

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

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

・起工測量にあたっては、計測対象範囲内で 0.25m^2 ($0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ 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。

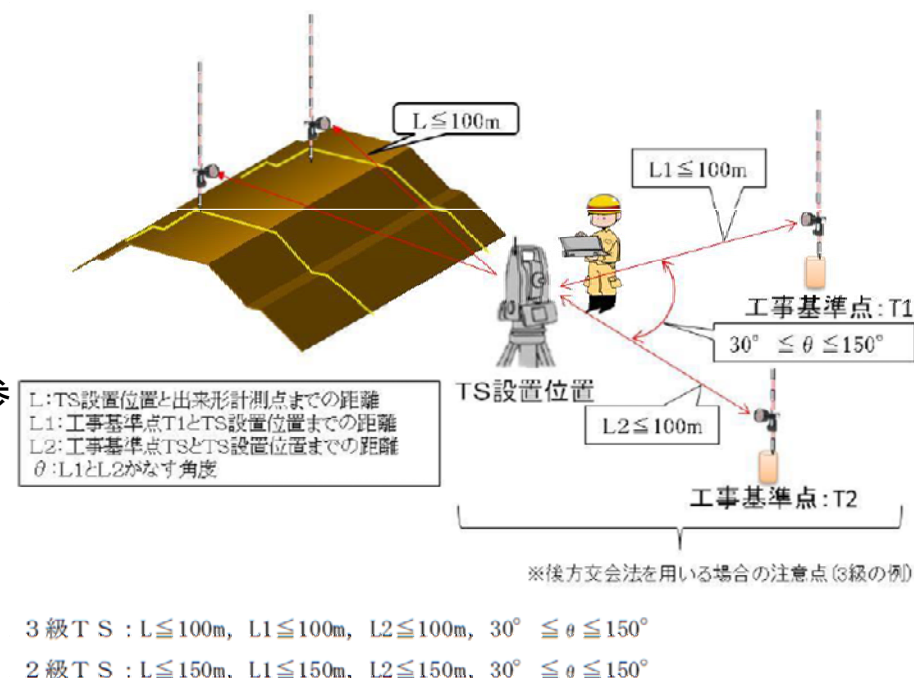
6-4. TS(ノンプリズム)による起工測量の場合

TS(ノンプリズム)配置の留意点

- TS(ノンプリズム方式)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(ノンプリズム方式)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(ノンプリズム方式)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を用いた出来形管理要領(土工編)」の「出来形管理用TS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。
- 器械高の入カミスなどの単純な誤りが多いので、注意すること。
- **TS(ノンプリズム方式)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。

計測時の留意点

①計測密度設定の留意点

- TS(ノンプリズム方式)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

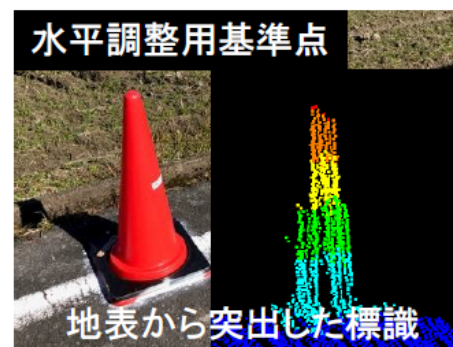
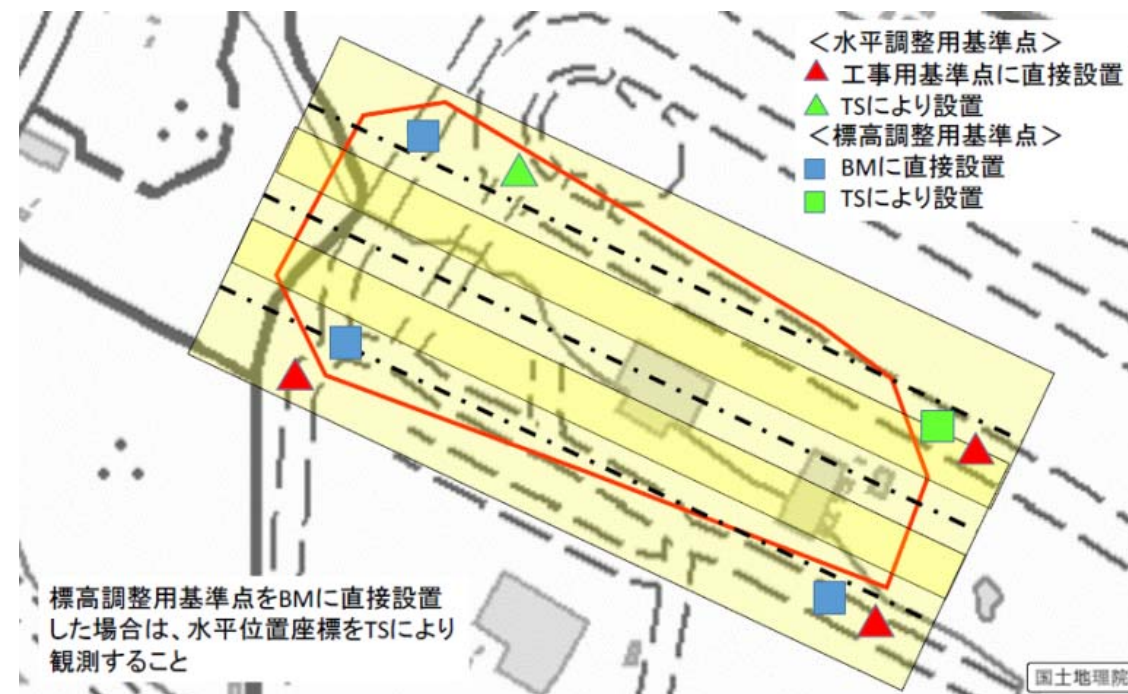
- 可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測します。
- 以下の条件では適正な計測が行えないので、十分に注意します。
 - 雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象
 - 強風などで土埃などが大量に舞っている場合
 - 草や木などで地面が覆われている場所

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。

調整用基準点の設置・計測の留意点

- ▶ 調整用基準点は、面積(km²)を0.25で割った値に1を足した値とし、最低4点、計測対象箇所の四隅に配置することを標準とします。
- ▶ 調整用基準点の計測はTSを用いて実施し、TSから基準点および調整用基準点までの距離が100m以下(3級TSの場合)あるいは150m以下(2級TSの場合)とします。
- ▶ 工事基準点、BM、KBMへ直接設置できる場合は、設置してよい。
- ▶ 標高調整用基準点は、平坦で明瞭な地点を選定し計測点密度と同一半径の円又はおおむね2倍の辺長の正方形で作成した標識を水平に設置します。
- ▶ 水平調整用基準点は、水平位置が特定できる、地上から突出した円筒物、三角コーン、垂直十字板、球体などを設置します。
- ▶ 標識の大きさはLSの性能に留意して決定すること。



ワンポイント

- ・調整用基準点は、平坦で明瞭な地点を選定し工事基準点からTSを用いて計測します。
- ・調整用基準点はUAVレーザーによる出来形計測中は動かないように固定します。

精度確認時の留意点1

a. コース間標高値の点検

三次元計測データの点検は、調整用基準点との比較により行うものとする。

- ① 点検箇所数は、(コース長メートル/200+1)の小数点以下切り上げとする。
- ② 点検箇所の配置は、重複部分のコースの端点に取り、重複部分の上下に均等に配置する。
- ③ 植生のある場所、線状地域等の地形条件で平坦な場所が無い場合は配置及び点数を変更することができる。
- ④ 点検箇所の標高値は、平坦で明瞭な地点を選定し、計測点密度と同一半径の円又はおおむね2倍辺長の正方形内の計測データを平均したものとする。
- ⑤ 重複コースごとの各コースの点検箇所の標高値の較差を求め、較差の平均値等を求めるものとする。
- ⑥ 重複コースごとの標高値の較差の平均値の絶対値が3センチメートル以上の場合は、点検箇所の再選定又は点検結果からキャリブレーション値の再計測と計測データの再補正を行うものとする。

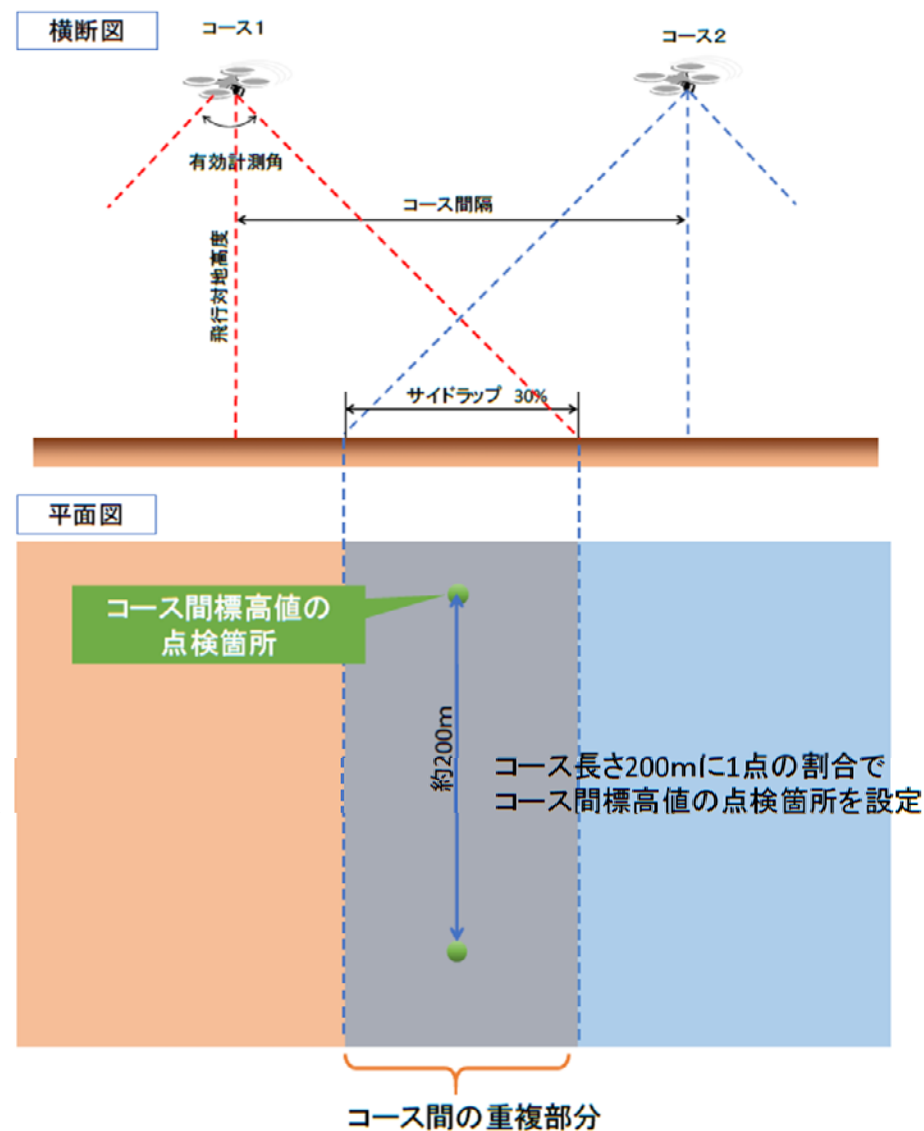


図 1-23 コース間標高値の点検

ワンポイント

・UAVレーザーで計測した点群データについて、コース間較差や調整用基準点における較差等を確認します。

精度確認時の留意点2

b. 三次元計測データの点検

コース間の重複部分に点検箇所を選定し、コースごとの標高値の比較点検を行います。

- ① 調整用基準点と比較する三次元計測データは、所定の格子間隔と同一半径の円又は2倍辺長の正方形内の計測データを平均したものとする。
- ② 各調整用基準点において調整用基準点と三次元計測データとの較差を求め、その平均値とRMS誤差等を求めるものとする。
- ③ すべての調整用基準点において三次元計測データの平均値との較差を、水平位置、標高について求め、その平均値との標準偏差等を求めるものとする。
- ④ 各調整用基準点における点検の結果、水平位置、標高の較差の平均値の絶対値が5センチメートル以上又はRMS誤差が5センチメートル以上の場合、原因を調査の上、再計算処理又は再測等の是正処置を講じる。
- ⑤ すべての調整用基準点での点検の結果、水平位置、標高の較差の平均値の絶対値が5センチメートル以上の場合で、標高調整用基準点の較差の傾向が作業地域全体で同じ場合は、地域全体の三次元データの標高値を上下の一律シフトの平行移動により補正を行う。また、水平調整用基準点の較差の傾向が、作業地域全体で同じ水平方向にシフトしている場合は、水平方向に一律シフトの平行移動および回転により補正を行う。
- ⑥ 上記⑤の補正を行った後、再び上記③の点検を実施し、結果を次に示す調整用基準点調査票にとりまとめる。監督職員から提出の請求があった場合は速やかに提出するものとする。

地区名		〇〇地区				作業者	〇〇〇〇		
						点検者	〇〇〇〇		
番号	点名	水準結果	三次元計測データの平均	水準との差 ΔH	番号	点名	水準結果	三次元計測データの平均	水準との差 ΔH
1	G1	28.48	58.48	0.00	11				
2	G2	28.43	28.43	0.00	12				
3	G3	20.3	20.30	0.00	13				
4	G4	20.41	20.42	0.01	14				
5					15				
6					16				
7					17				
8					18				
9					19				
10					20				

	データ数	平均値(m)	最大値(m)	最小値(m)	最大値-最小値	標準偏差: $\sqrt{\frac{\sum(\Delta H)^2}{n-1}}$
計測範囲全域の水準との差	4	0	0.01	0	0.01	0.01

ワンポイント

・UAVレーザーで計測した点群データについて、コース間較差や調整用基準点における較差等を確認します。

計測時の留意点

① UAVレーザー計測の実施の留意点

- 出来形計測のための飛行は飛行計画に基づき実施すること。
- IMUの精度が低下しないよう**一定方向、等速度で飛行し、旋回は十分な半径で飛行すること。**

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
 - 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
 - UAVレーザー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、飛行等を含む安全性に十分考慮すること。

ワンポイント

- ・飛行マニュアルに沿って安全に留意して行うこと。
- ・起工測量は、計測対象範囲内で0.25m²(50cm×50cm 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します。

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
(従来型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

6-7. 精度確認試験の実施・結果の提出の実務内容

従来型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

現場における従来型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が行われます。

【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

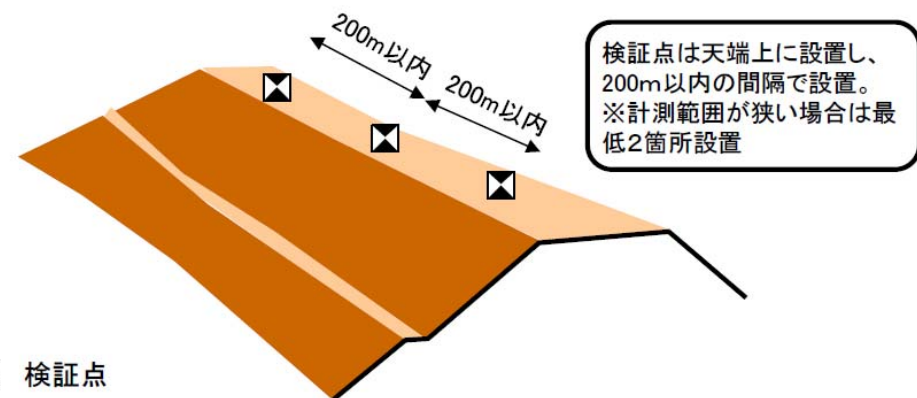
カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書

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 8℃
測定場所	(株) 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 (級別○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			
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	-11993.390	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			
	Δ X	Δ Y	Δ Z
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測点データを算出する際に実施します。
 - ▶ **本精度確認は空中真測量 (UAV) により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
 - ▶ 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。



■ 検証点

精度確認試験の配置イメージ図

7. 3次元設計データの作成時の実務内容

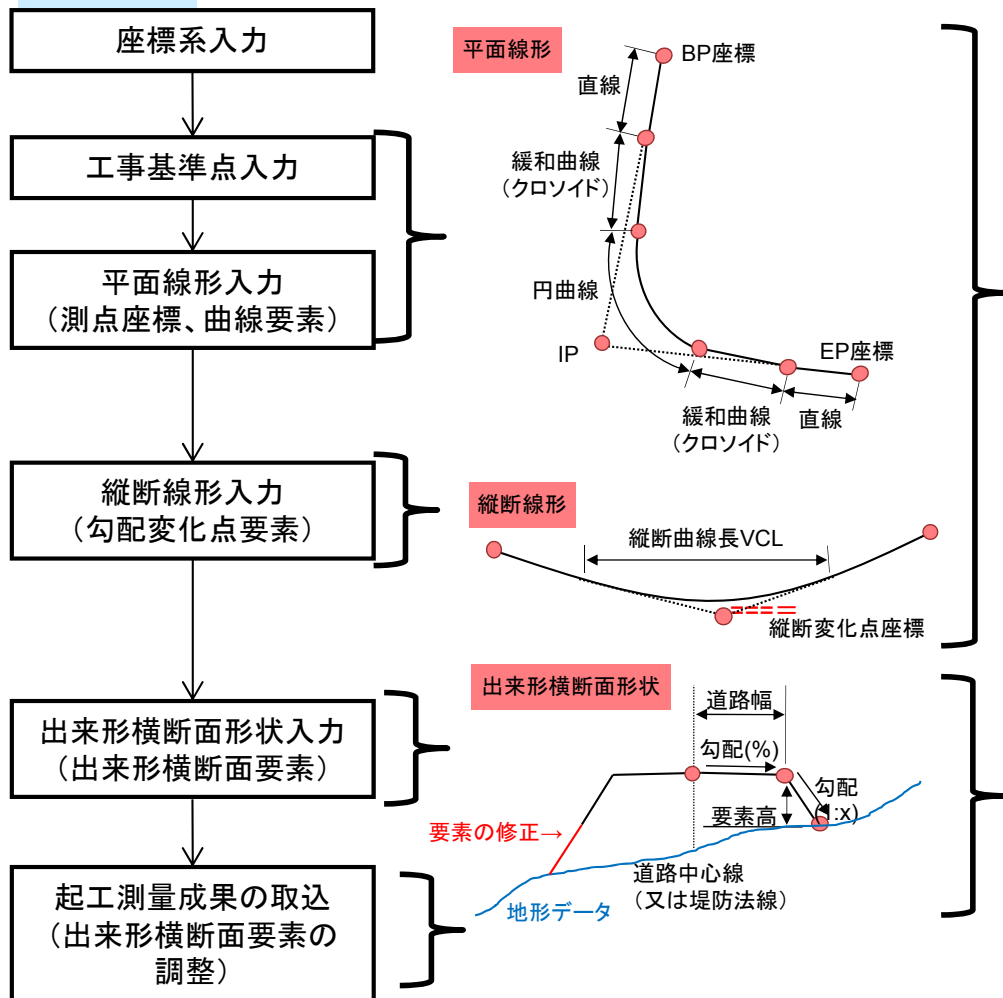
▶ 3次元設計データの作成時の実施内容と解説事項

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次元設計データの作成の成 果品作成	・3次元設計データの作成の成果品 作成	・3次元設計データの作成の成果品の状 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指示する。

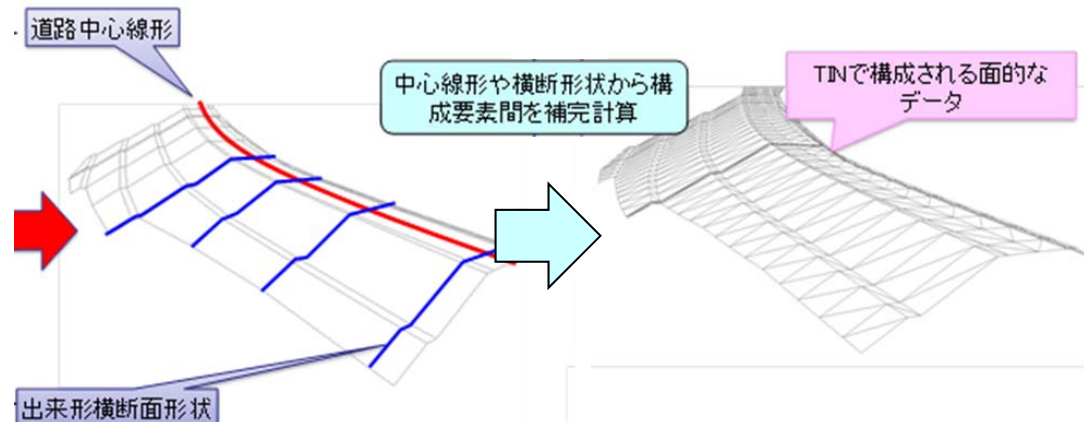
3次元設計データの作成手順とイメージ

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。

座標系の設定

基準とする座標系: CRS1 名称変更

測地系

日本測地系 2000 (新測地系) 日本測地系 (旧測地系) 測地系選択

水平座標系

平面直角座標系 9: 第IX系 水平座標系選択

標高基準面

基準面名: TP 例) TP, YP, AP

東京湾平均海面(T.P.)との高低差: 0 m 例) -0.8402 (Y.P.:利根川)
-1.1344 (A.P.:荒川・中川・利根川)

鉛直座標系

標高(標高基準面からの高さ) 入力 積円体高

キャンセル 開じる

※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

基準点の種類:	2級基準点
X座標:	183.91 X座標
Y座標:	28137.243 Y座標
標高:	127. Z座標
注記:	

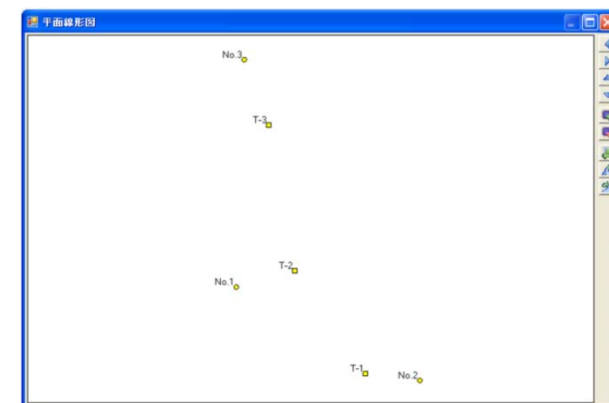
追加 削除 名称変更

水準点の種類:	
標高:	84.91 Z座標
<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

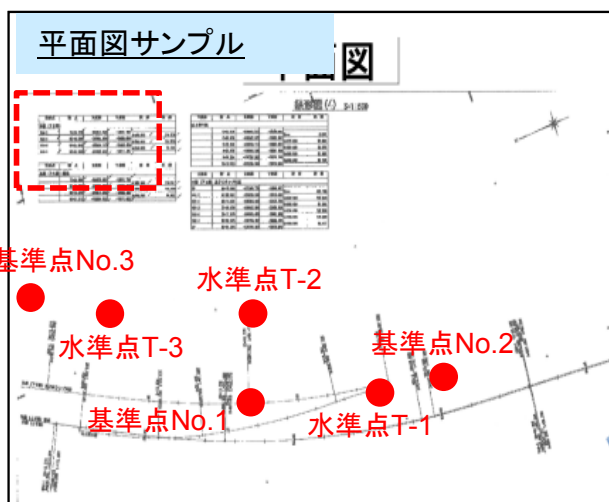
入力

表示

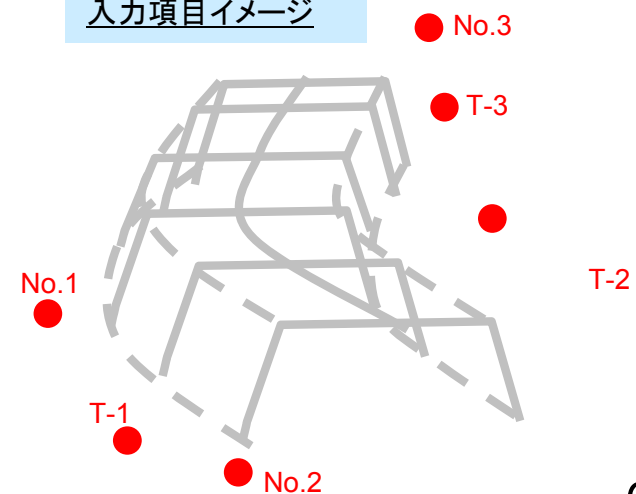


工事基準点入力後画面(サンプル)

平面図サンプル



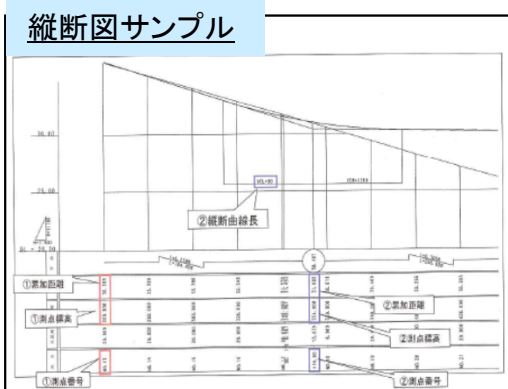
入力項目イメージ



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。



入力画面サンプル

縦断線形名: 縦断線形1

縦断線形の設定

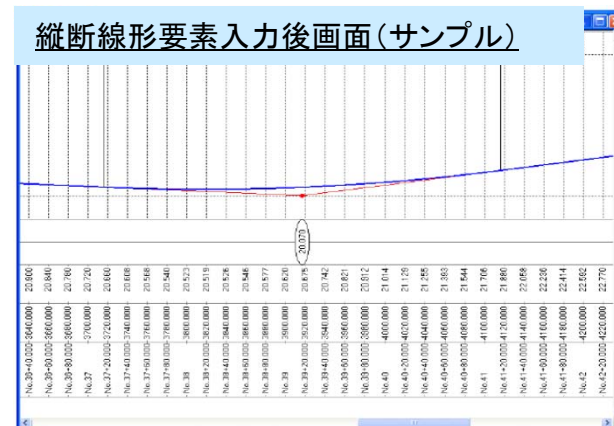
公配実化点・縦断曲線長の設定

起点 変化点	実長 累加距離	割合 標高	縦断曲線長 VCL
No.19+40.000	1940	26	0
No.39+16.667	3916.667	20.07	400
No.49+20.000	4920	29	0

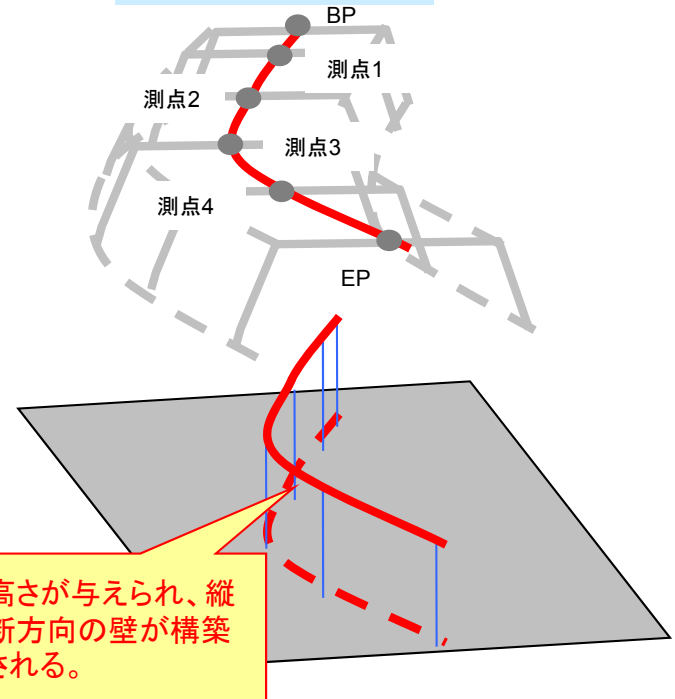
計高の確認

測点	累加距離	計高
No.38	3800	20.529
No.39+20.000	3920	20.519
No.39+40.000	3940	20.526
No.39+60.000	3960	20.546
No.39+80.000	3980	20.577
No.39	3900	20.620
No.39+20.000	3920	20.676
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	21.265
No.40+60.000	4060	21.393
No.40+80.000	4080	21.544
No.41	4100	21.706

入力

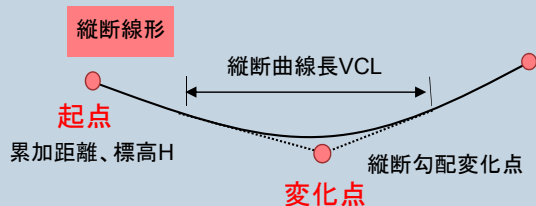


入力項目イメージ



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



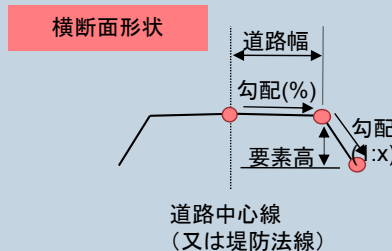
7-1. 3次元設計データの作成

横断線形入力イメージ

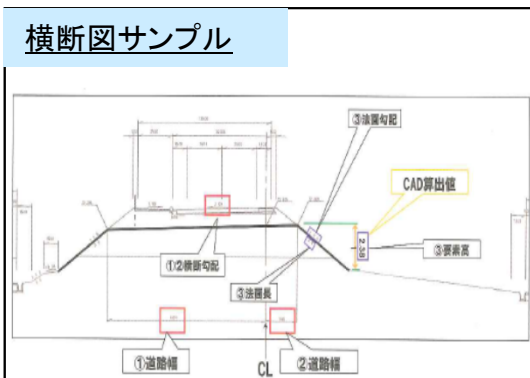
- ▶ 管理断面を設定します。
- ▶ 横断図を参照し、中心線からの横断距離、高低差を取得します。
- ▶ 横断面形状(幅、基準高、法長)を設定します。

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)

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

入力

入力

横断線形要素入力画面(サンプル)

横断線形要素入力画面(サンプル)

管理断面のみ

管理断面名: 11 断面

施工区間の設定

追加

管理断面名

累加距離

No.39 3900

No.39+20.000 3920

No.39+40.000 3960

No.39+60.000 3980

No.39+80.000 4000

No.40 4020

No.40+20.000 4040

No.40+40.000 4060

No.40+60.000 4080

No.40+80.000 4100

入力

横断面

測点: No.39+40.000

累加距離: 3940.000

計画高(FH): 20.742

横断面形状・横断面構成の編集

横断面形状

盛土形状

横断面形状の新規作成

地形横断

地形横断の表示

地形との交点を自動設定

新規要素の作成

左要素作成

右要素作成

地形との交点

地形交点を設定

地形交点を解除

前断面 [No.39+20.000] (3920.000)

後断面 [No.39+60.000] (3960.000)

要素幅 7.000

勾配 -2.000

内外端点の標高差 -0.140

要素長 7.001

外側端点 CL離れ -7.000

外側端点 標高 20.535

外側端点 FH+ -0.140

道路幅(盛土) 7.000

横断勾配 -2.500

法長 7.002

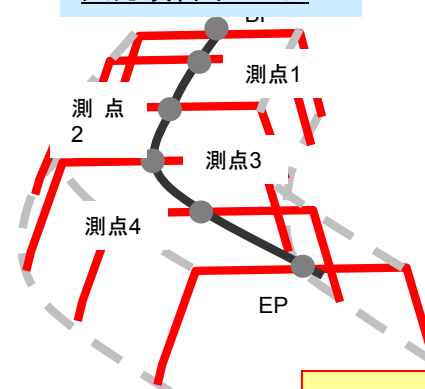
要素高 -7.000

CL 20.567

FH+ -0.175

入力

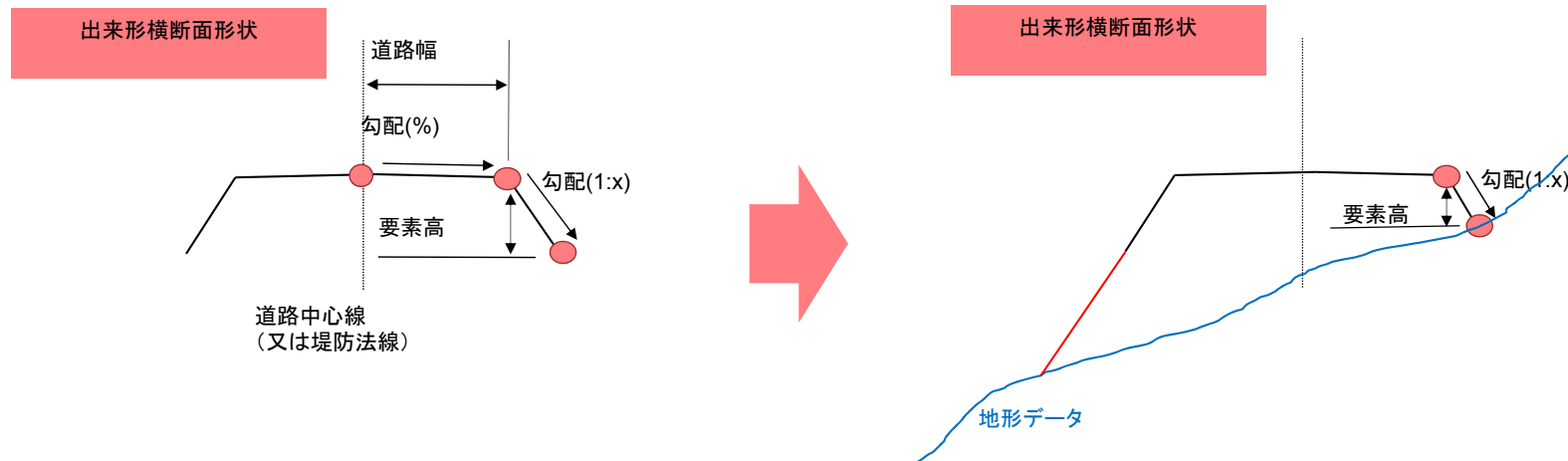
入力項目イメージ



測点に横断面
が与えられ、
横断方向の壁
が構築される。

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3次元設計データの作成

・CAD図面の取込機能を有する3次元設計データ作成ソフトウェアを用いる場合、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

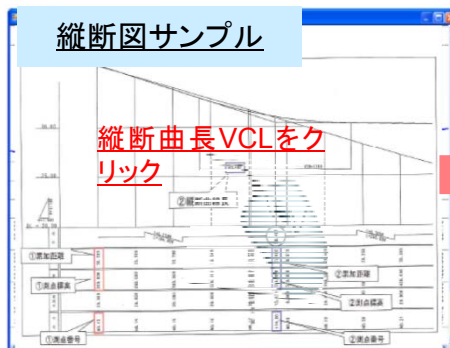


読込

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

縦断線形の設定
公配文化点・縦断曲線長の設定

測点	累加距離	変化点使用	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	29	0

縦断線形の確認
No.39+0 ~ No.41+0

測点	累加距離	計画定
No.39	3900	20.520
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	20.676
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	21.266
No.40+60.000	4060	21.420
No.40+80.000	4080	21.544
No.41	4100	21.706

縦断曲線長VCL
を自動入力

7-2. 3次元設計データの照査

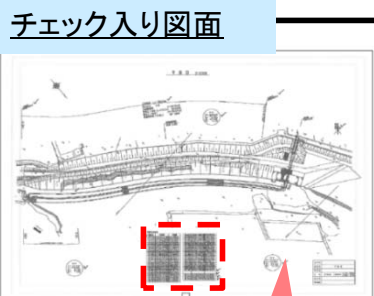
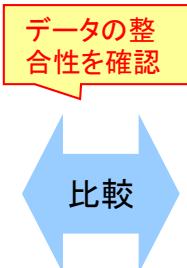
3次元設計データの照査イメージ

- ▶ 受注者は、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。監督職員は受注者がチェックしていることを確認します。
- ▶ 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、3次元設計データチェックシートによります。

紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認



3次元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



拡大表示

チェック部分

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか? ・工事基準点の名称は正しいか? ・座標は正しいか? ・起算点の座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・変化点(線形主要点)の座標は正しいか? ・曲線要素の種別・数値は正しいか? ・各測点の座標は正しいか?	
3) 縦断線形	全延長	・線形起算点の座標、標高は正しいか? ・縦断要素の種別・数値は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形断面形状	全延長	・作成した出来形断面形状の測点、数は適切か? ・基準高、幅、法長は正しいか?	
5) 3次元設計データ	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?	

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) (様式-1)

平成 年 月 日

工事名: _____

受注者名: _____

作成者: _____ 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか? ・工事基準点の名称は正しいか? ・座標は正しいか? ・起算点の座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・変化点(線形主要点)の座標は正しいか? ・曲線要素の種別・数値は正しいか? ・各測点の座標は正しいか?	
3) 縦断線形	全延長	・線形起算点の座標、標高は正しいか? ・縦断要素の種別・数値は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形断面形状	全延長	・作成した出来形断面形状の測点、数は適切か? ・基準高、幅、法長は正しいか?	
5) 3次元設計データ	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を提出する旨の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提示すること。
 ・工事基準点リスト(チェック入り)

3次元設計データと2次元CADデータとの各データに相違がないことを確認し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

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次元設計データのチェックシート

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？	○
		・各測点の座標は正しいか？	○
3) 縦断線形	全延長	・線形起終点の測点、標高は正しいか？	○
		・縦断変化点の測点、標高は正しいか？	○
		・曲線要素は正しいか？	○
4) 出来形横断面形状	全延長	・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？	○
		・基準高、幅、法長は正しいか？	○
5) 3次元設計データ	全延長	・入力した2)~4)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか？	○

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
 ※2 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)
 なお、河川土工の場合「線形計算書」とは「法線の中心点座標リスト」等を指す。
 ※ 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

7-2. 3次元設計データの照査

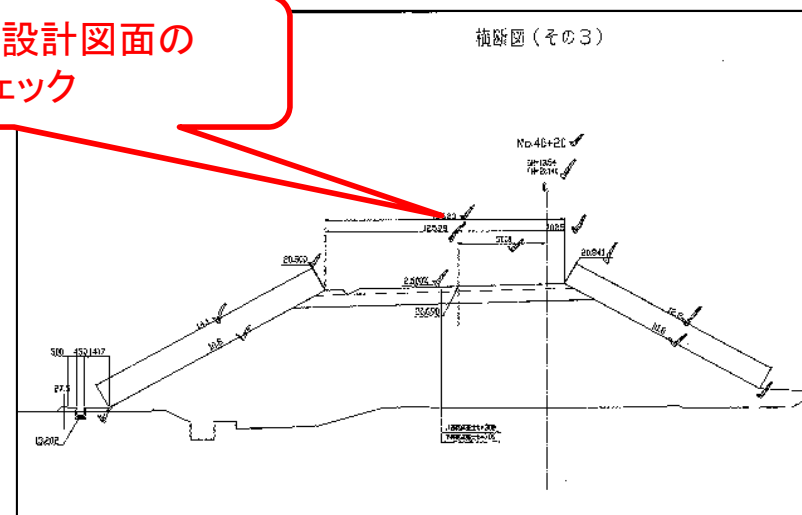
基準点の確認(例)

測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標
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	〃	TG1 ✓	-105038.052	-54392.649
KP4/11L ✓	-106294.412	-55308.723	〃	TG2 ✓	-105043.204	-54539.888
TE1 ✓	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TG3 ✓	-105069.858	-54688.396
TE2 ✓	-103102.553	-54001.759	〃	TG4 ✓	-105138.964	-54823.046
TE3 ✓	-103279.147	-54006.884	〃	TH1 ✓	-105267.033	-54911.216
TE4 ✓	-103416.596	-53999.420	〃	TH2 ✓	-105361.811	-54931.314
TE5 ✓	-103497.836	-53978.296	〃	TH3 ✓	-105361.811	-54931.314
TF1 ✓	-103671.867	-53983.149	〃			
TF2 ✓						
TF3 ✓						

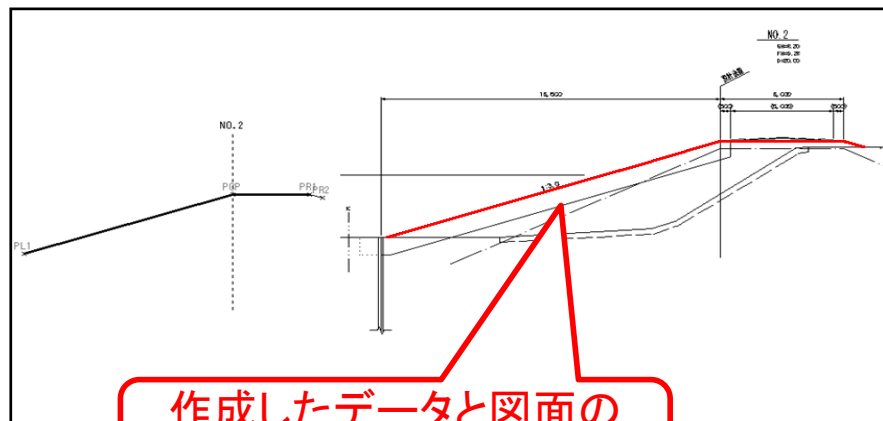
作成したデータと設計図面の
数値をチェック

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)

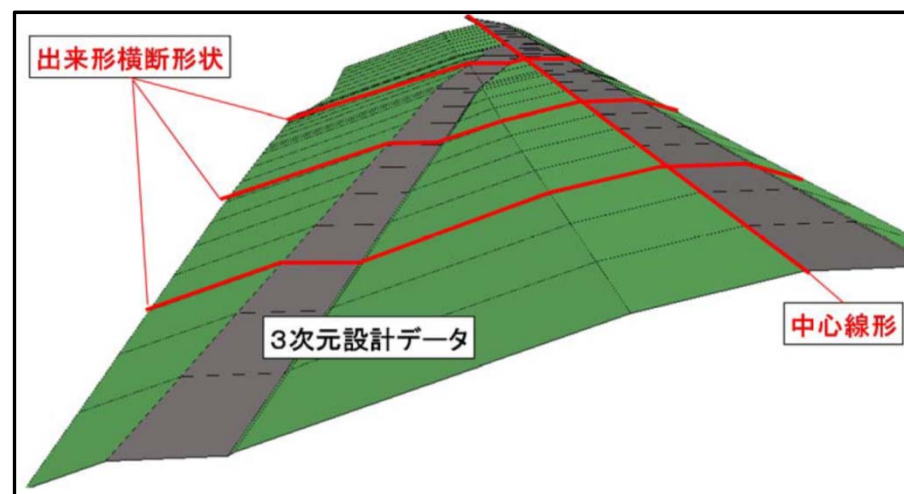


データ重ね合わせによる横断面の確認(例)



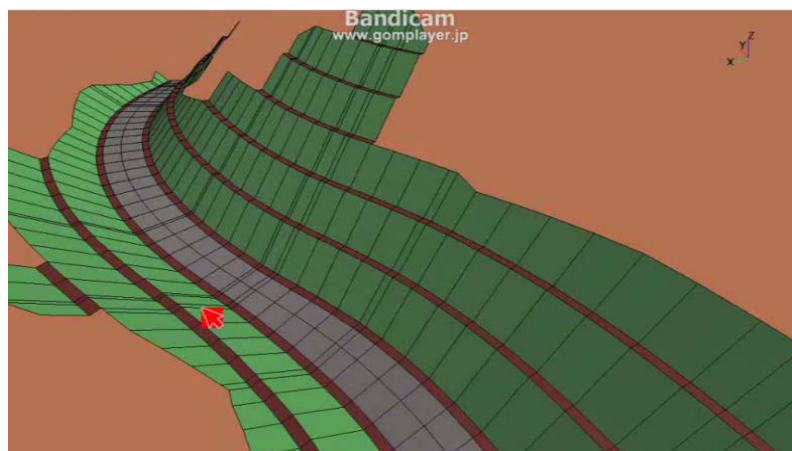
作成したデータと図面の
形状を重ねてチェック

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)



3次元ビューでの確認例

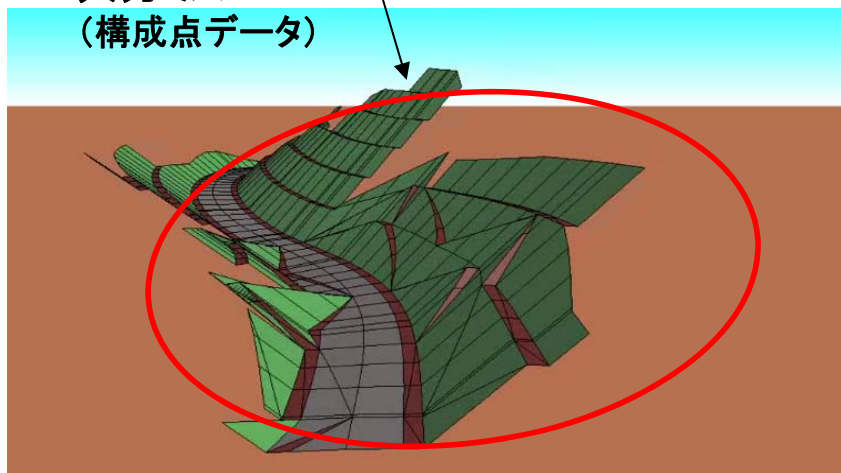
- ▶ 3次元設計データ作成ソフトには、入力結果を立体視することが可能(ビューワ機能)となっています。
- ▶ このため、本機能を活用することにより3次元設計データが正しく入力されているか確認が可能です。
- ▶ なお、3次元設計データ作成ソフトメーカーからは、無償ビューワー付ファイルを作成するソフトが販売されています。



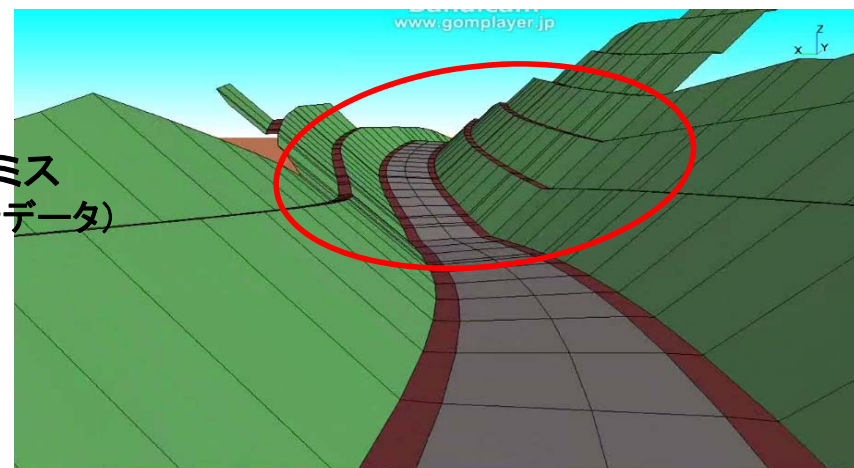
入力ミス
(横断データ)



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: 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計上の確定 ・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

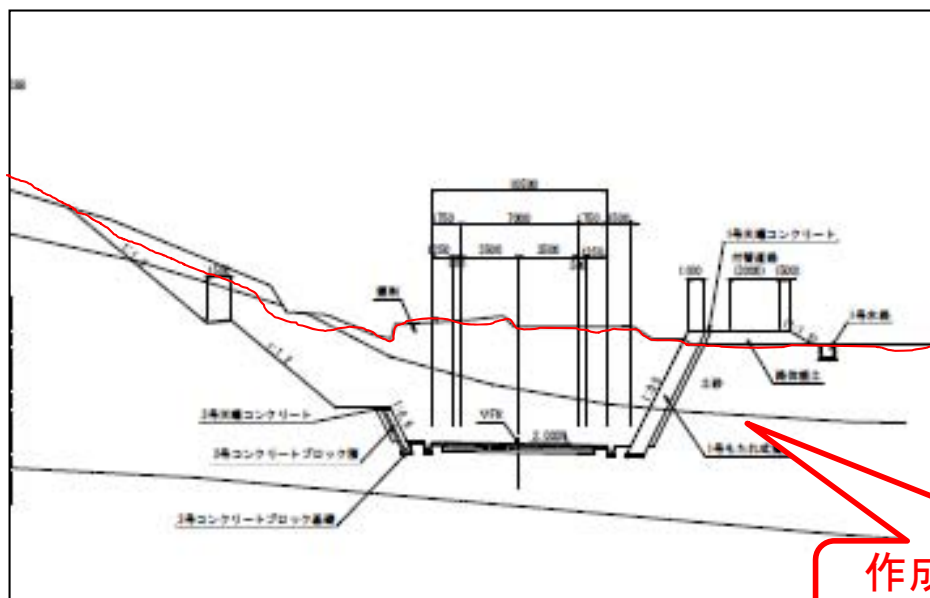
- ▶ 受注者は照査に必要な設計図書を入手し、設計図書に不備や不整合が無いことを照査します。
- ▶ また、受注者は作成した3次元設計データから横断面図を作成し、設計図書と重ね合わせて、工事現場の形状が一致していることを照査します。
- ▶ 監督職員は、その照査結果によって内容を確認します。

8. 設計図書との照査

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

ワンポイント

・詳細な3次元データ(現況地形)を反映することで、設計照査の精度向上や不具合や手戻り防止につながります。

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
施工計画書(工事編)の作成	・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	・施工計画書(工事編)の受理・確認

- ▶ UAVやLS等の3次元計測技術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。

9. 施工計画書(工事編)の作成

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・TS・RTK-GNSS・ソフトウェア等を記載します。
- UAVまたはLS等の3次元計測技術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等の3次元計測技術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

(3) 現場組織表

(4) 指定機械

7-2. 河川、運河工事

1) 基本事項

2) 現場管理

3) 材料管理

4) 測量

5) 安全対策

6) 品質管理

7) ICT-RTK-GNSSの導入

8) 高精度計測機器の導入

9) 高精度計測機器の導入

10) 高精度計測機器の導入

11) 高精度計測機器の導入

12) 高精度計測機器の導入

13) 高精度計測機器の導入

14) 高精度計測機器の導入

15) 高精度計測機器の導入

16) 高精度計測機器の導入

17) ICT-RTK-GNSSの導入

18) 高精度計測機器の導入

19) 高精度計測機器の導入

20) 高精度計測機器の導入

21) 高精度計測機器の導入

22) 高精度計測機器の導入

23) 高精度計測機器の導入

24) 高精度計測機器の導入

25) 高精度計測機器の導入

26) 高精度計測機器の導入

27) 高精度計測機器の導入

28) 高精度計測機器の導入

29) 高精度計測機器の導入

30) 高精度計測機器の導入

31) 高精度計測機器の導入

32) 高精度計測機器の導入

33) 高精度計測機器の導入

34) 高精度計測機器の導入

35) 高精度計測機器の導入

36) 高精度計測機器の導入

37) 高精度計測機器の導入

38) 高精度計測機器の導入

39) 高精度計測機器の導入

40) 高精度計測機器の導入

41) 高精度計測機器の導入

42) 高精度計測機器の導入

43) 高精度計測機器の導入

44) 高精度計測機器の導入

45) 高精度計測機器の導入

46) 高精度計測機器の導入

47) 高精度計測機器の導入

48) 高精度計測機器の導入

49) 高精度計測機器の導入

50) 高精度計測機器の導入

51) 高精度計測機器の導入

52) 高精度計測機器の導入

53) 高精度計測機器の導入

54) 高精度計測機器の導入

55) 高精度計測機器の導入

56) 高精度計測機器の導入

57) 高精度計測機器の導入

58) 高精度計測機器の導入

59) 高精度計測機器の導入

60) 高精度計測機器の導入

61) 高精度計測機器の導入

62) 高精度計測機器の導入

63) 高精度計測機器の導入

64) 高精度計測機器の導入

65) 高精度計測機器の導入

66) 高精度計測機器の導入

67) 高精度計測機器の導入

68) 高精度計測機器の導入

69) 高精度計測機器の導入

70) 高精度計測機器の導入

71) 高精度計測機器の導入

72) 高精度計測機器の導入

73) 高精度計測機器の導入

74) 高精度計測機器の導入

75) 高精度計測機器の導入

76) 高精度計測機器の導入

77) 高精度計測機器の導入

78) 高精度計測機器の導入

79) 高精度計測機器の導入

80) 高精度計測機器の導入

81) 高精度計測機器の導入

82) 高精度計測機器の導入

83) 高精度計測機器の導入

84) 高精度計測機器の導入

85) 高精度計測機器の導入

86) 高精度計測機器の導入

87) 高精度計測機器の導入

88) 高精度計測機器の導入

89) 高精度計測機器の導入

90) 高精度計測機器の導入

91) 高精度計測機器の導入

92) 高精度計測機器の導入

93) 高精度計測機器の導入

94) 高精度計測機器の導入

95) 高精度計測機器の導入

96) 高精度計測機器の導入

97) 高精度計測機器の導入

98) 高精度計測機器の導入

99) 高精度計測機器の導入

100) 高精度計測機器の導入

▶ 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・確認

- ▶ 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。

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等の3次元計測技術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(TSやRTK-GNSSの場合は±50mm以内)とします。
- 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LS等の3次元計測技術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

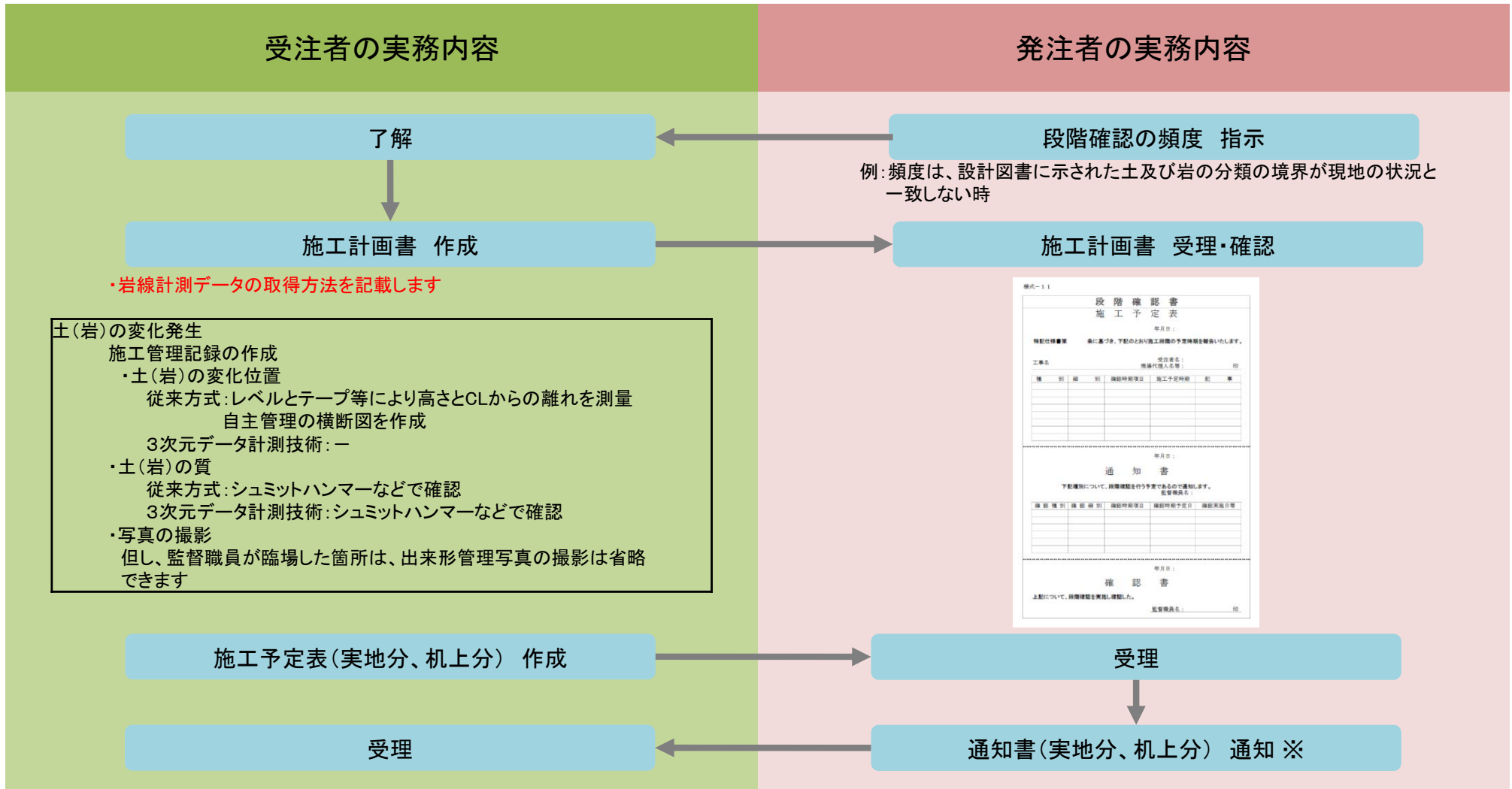


変化位置確認(測量)



掘削(切土)施工中

10-3. 土(岩)の分類の境界変化時の処理フロー①



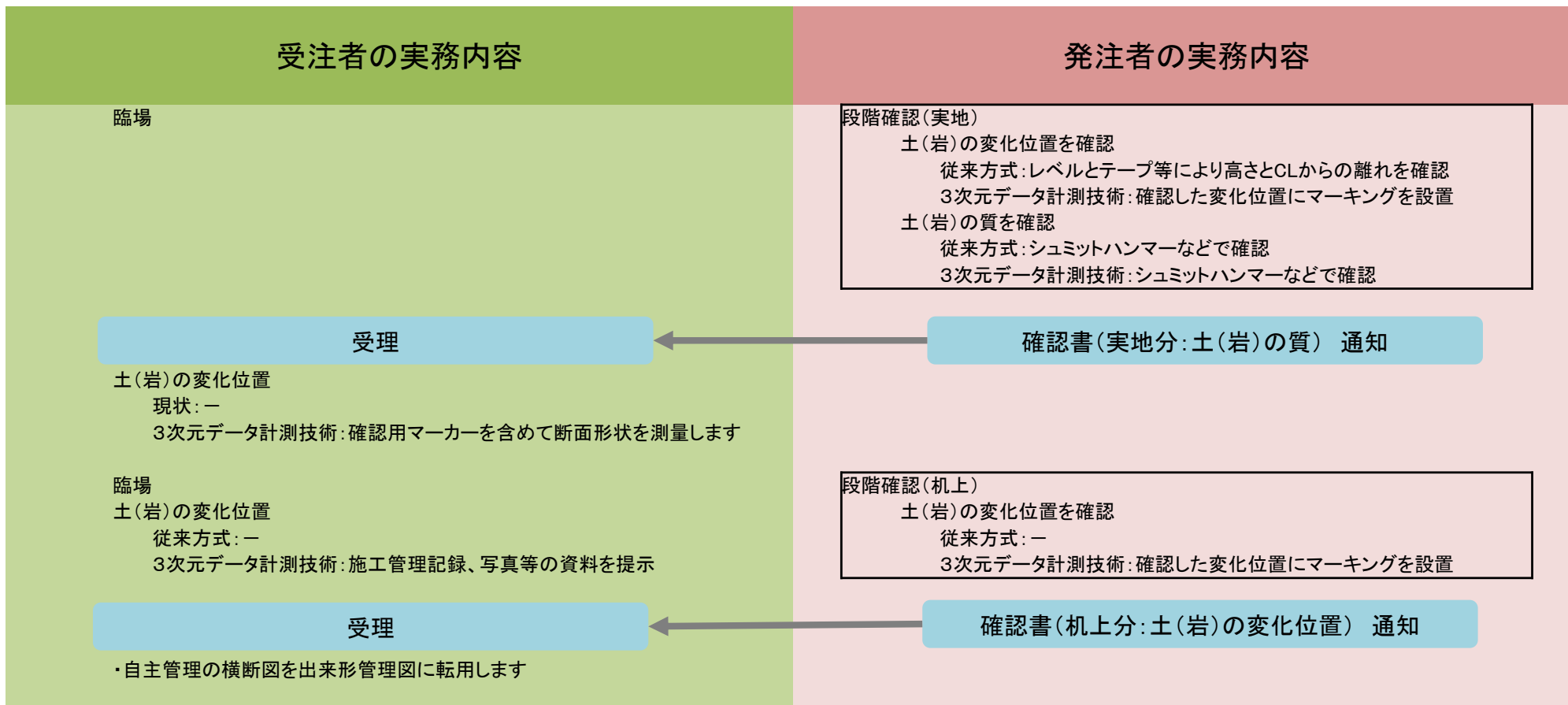
ポイント

実地と机上の2回に分けて確認

注: 3次元計測技術とは、従来型UAV、TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーダーのいずれか

※従来方式による場合は実地分のみの通知します。

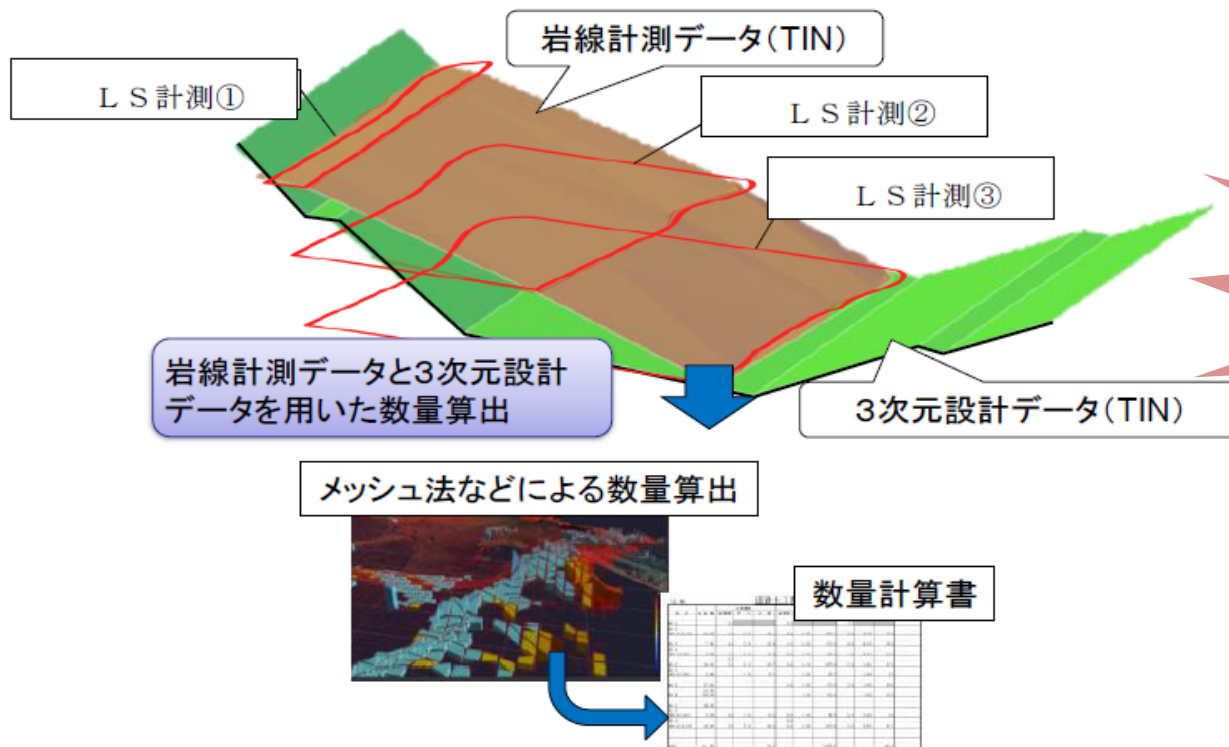
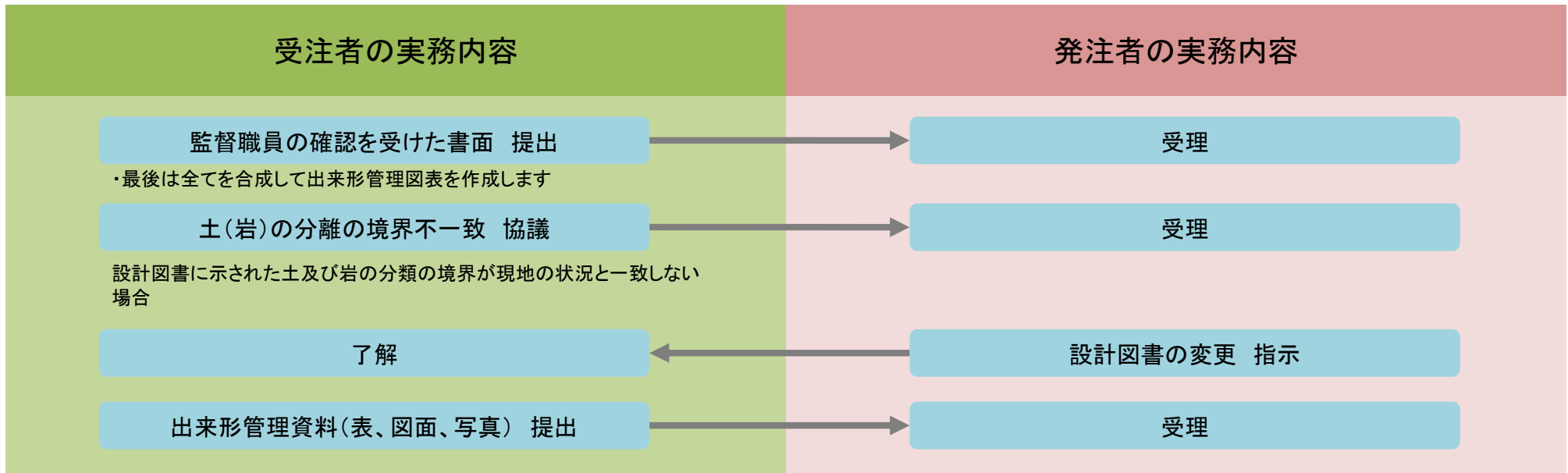
10-3. 土(岩)の分類の境界変化時の処理フロー②



※従来方式による場合は、段階確認(机上)を実施しません。



10-3. 土(岩)の分類の境界変化時の処理フロー③

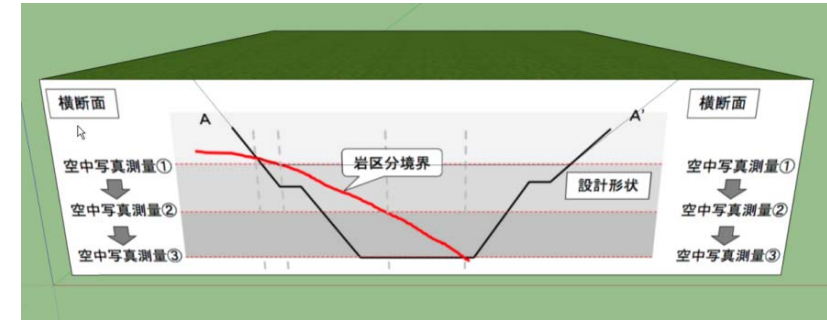


ポイント
確認結果を基に
変更設計図書化

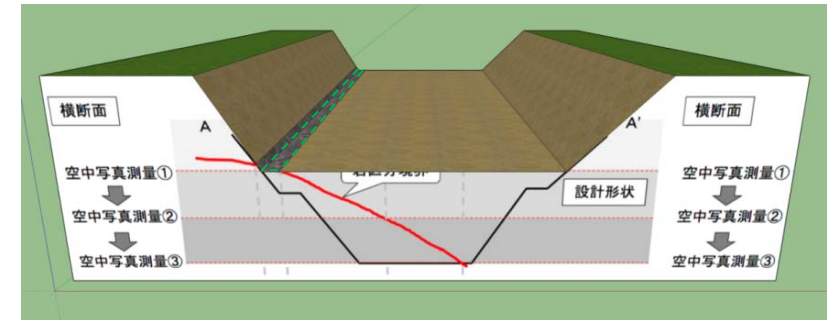
10-4. 岩線計測データの取得方法

取得方法の例1：
水平に盤下げし、その都度UAVまたはLS等の3次元計測技術による測量にて土(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

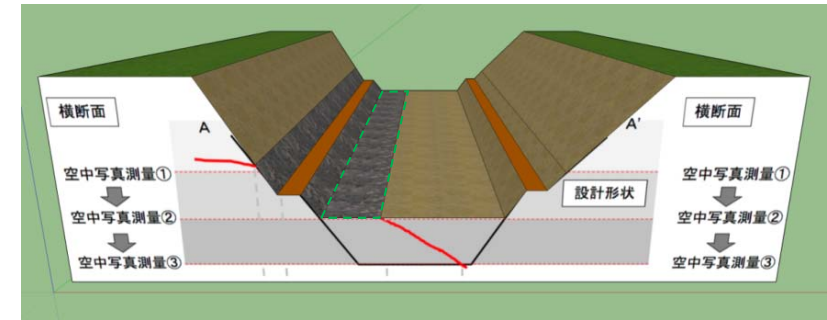
空中写真測量
起工測量



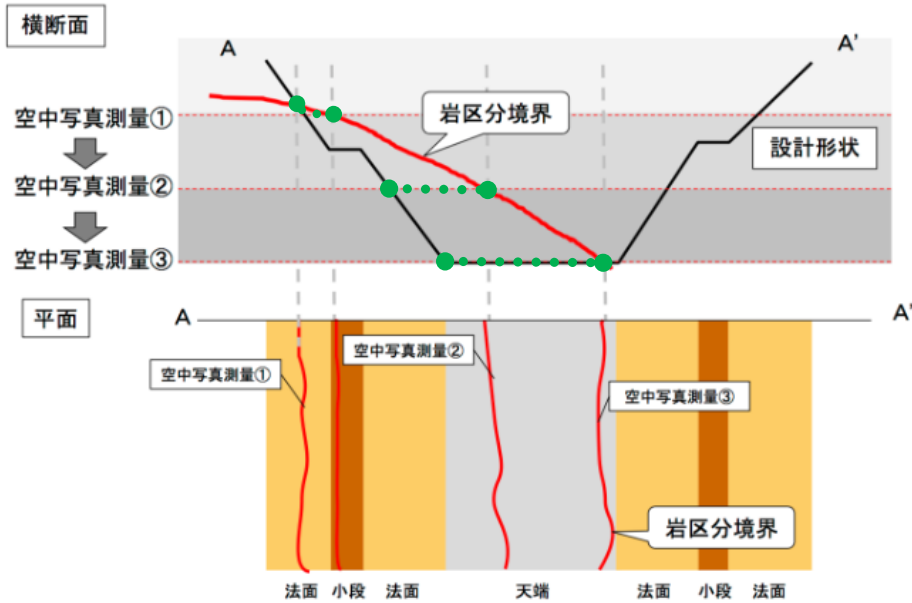
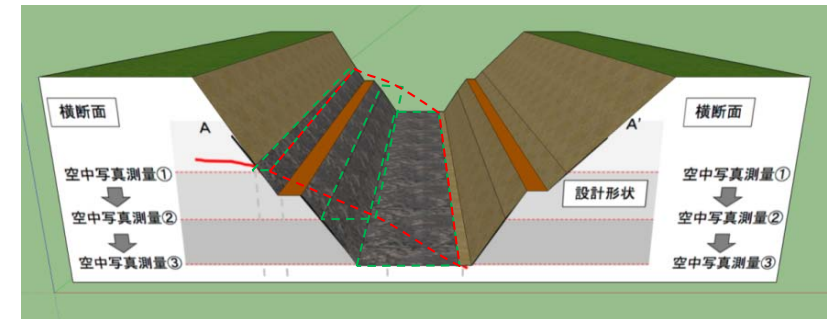
空中写真測量①



空中写真測量②

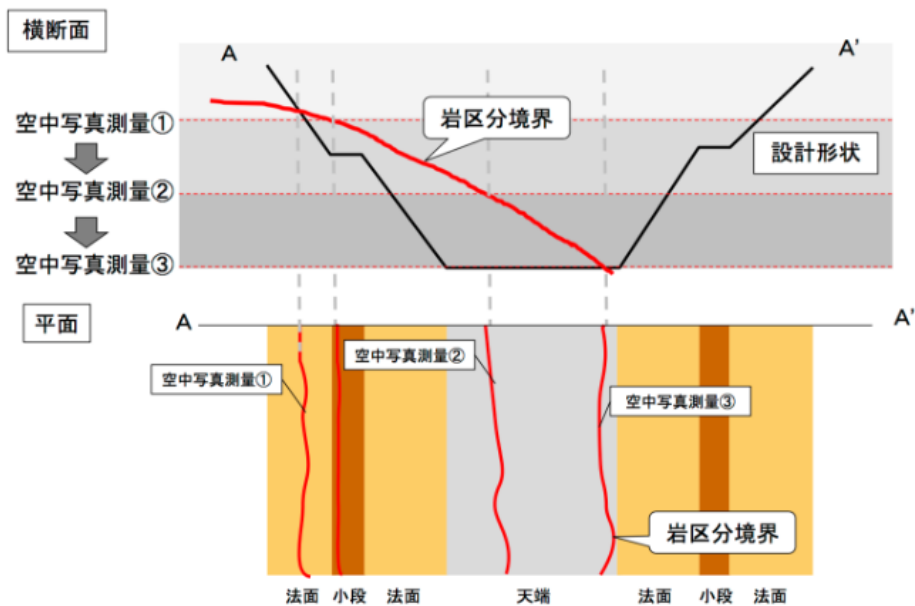


空中写真測量③

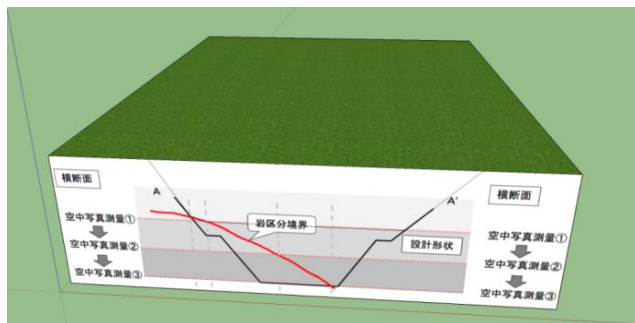


10-4. 岩線計測データの取得方法

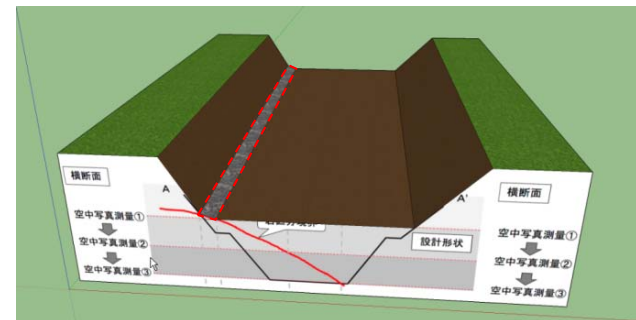
取得方法の例2:
盤下げして岩面を表出し、その都度UAVまたはLS等の3次元計測技術による測量にて土(岩)の分類の境界面データを取得します
岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを得ます



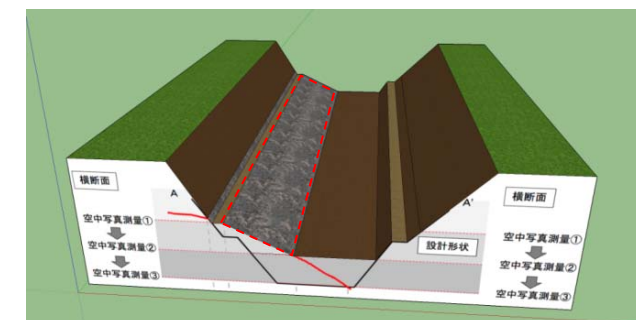
空中写真測量
起工測量



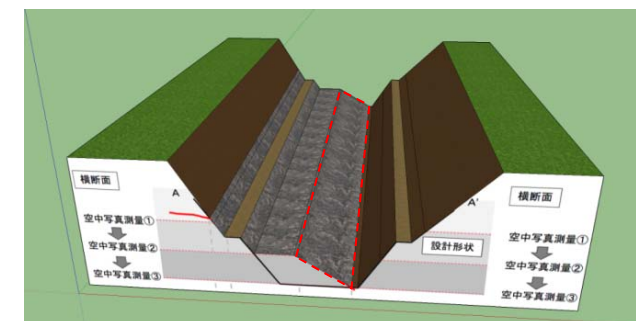
空中写真測量①



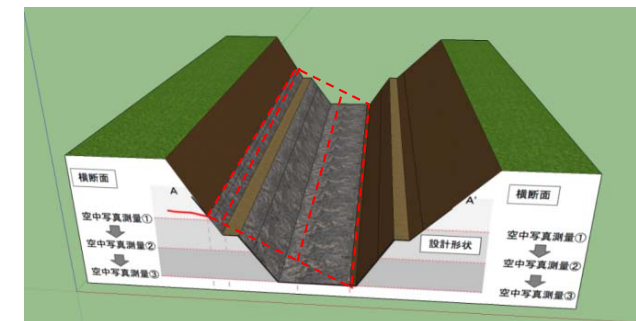
空中写真測量②



空中写真測量③

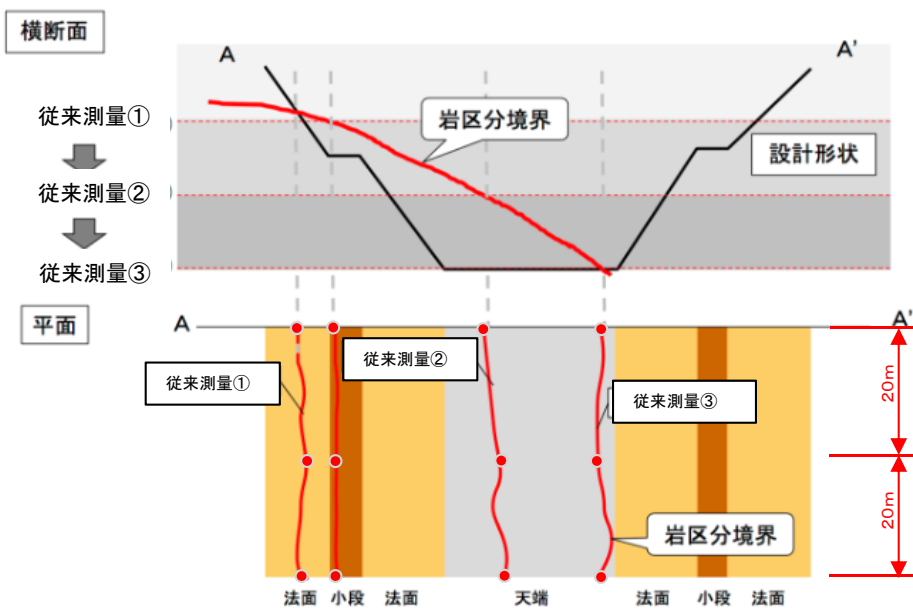


空中写真測量④

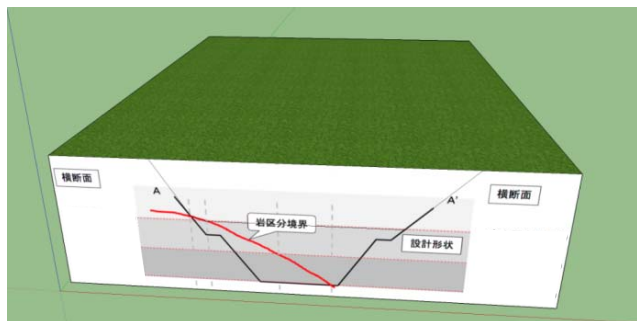


10-4. 岩線計測データの取得方法

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

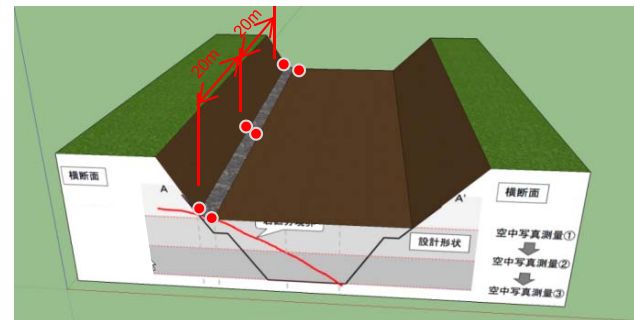


従来測量
起工測量

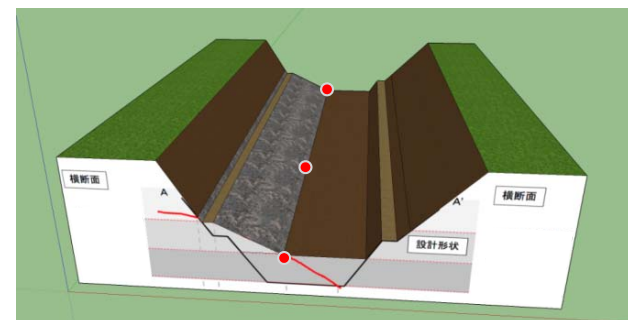


従来測量①

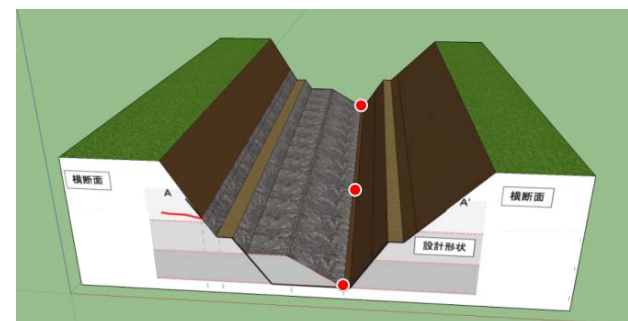
● 変化確認位置



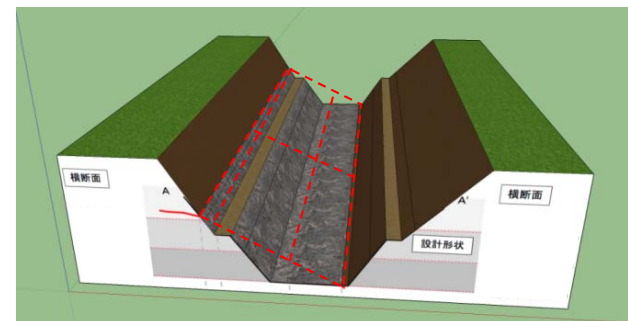
従来測量②



従来測量③



従来測量④



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等の3次元計測技術による地形測量やICT建設機械の施工履歴データ、ステレオ写真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。

例：各種3次元計測技術又はICT建設機械の施工履歴で、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3cm/画素以内とします。
- 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。
- ステレオ写真測量を用いる場合は、『**ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来高算出要領(案)**』により算出します。

新技術活用効果調査票の作成

- ▶ 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(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。**

新技術活用効果調査票のイメージ

様式IV-9-1 活用効果調査表(発注者用)

①全ての調査項目について調査を行って下さい。
但し、記入者が評価に関係ないと判断した調査項目があれば「当該技術に関連しない項目である」にチェックして下さい。
その場合は、当該調査項目の評価は必要ありません。また、コメント欄にその理由を必ず記入して下さい。
②調査項目毎に評価点をチェックして下さい。(チェック表の目安は下表のとおり)

大幅に劣る	劣る	同等	優れる	大幅に優れる
1	2	3	4	5

【ポイント】
活用した新技術が、従来技術に比べて「優れる」か「同等」か、「劣る」かを判断してからの程度優れているのか、どの程度劣っているのかを上表を参考に判断していただくことで、チェックしやすくなります。
③調査項目の追加が必要な場合はその他(自由設定)欄に記載して下さい。
④調査項目毎に「優れていた点」「劣っていた点」をチェックして下さい。(複数チェックすることも可能です)
チェックを入れた場合はその補足説明をコメント欄に記入して下さい。また、チェックを入れなかった場合についても、その理由をコメント欄に記入して下さい。
⑤コメント欄には、**効果調査の理由を必ず記入して下さい。**
また、当該技術を活用及び活用検討する上での留意事項等を記入して下さい。
記入内容は、効果調査の理由や評価の視点でチェックした内容と必ず整合を図って下さい。
必要に応じて定量的なコメントをお願いします。

事務所名	発注課
記入者氏名	連絡先(TEL)
新技術名称	NETIS番号
比較する従来技術	
工事名	

効果調査	調査項目					調査の視点	
	従来技術より劣る	同等	従来技術より優れる	優れていた点	劣っていた点		
経済性	1	2	3	4	5	機械経費・製品準備・補助材料費が減少したため	
	1	2	3	4	5	作業員が減少したため	
	1	2	3	4	5	仮設費が減少したため	
環境性	1	2	3	4	5	施工日数が短縮したため	
	1	2	3	4	5	施工量が想定数量より多かったため	
	1	2	3	4	5	維持管理費の減少が見込まれるため	
社会性	1	2	3	4	5	機械経費・製品準備・補助材料費が増加したため	
	1	2	3	4	5	作業員が増加したため	
	1	2	3	4	5	仮設費が増加したため	
安全性	1	2	3	4	5	施工日数が延長したため	
	1	2	3	4	5	施工量が想定数量より少なかったため	
	1	2	3	4	5	維持管理費の増加が見込まれるため	
その他	1	2	3	4	5	施工日数が短縮したため	
	1	2	3	4	5	施工計画が組みやすかったため	
	1	2	3	4	5	予定工程どおりに進捗したため	

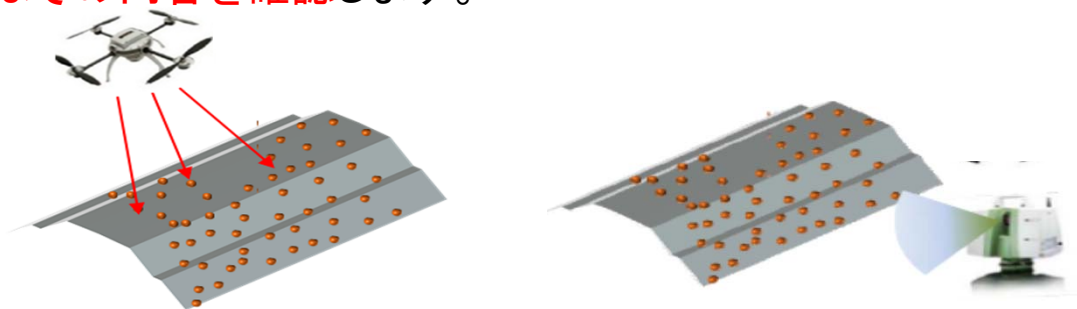
記入内容
1. 作業員の作業が容易になったため
2. 熟練度に応じた作業が減少したため
3. 施工の機械化が向上したため

※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/>

▶ 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
出来形計測	<ul style="list-style-type: none"> ・施工管理3次元データのICT建機への搭載 ・従来型UAV、TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーダーによる出来形計測 ・データ処理 	
出来形管理写真の撮影	<ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理写真の撮影 	
出来形管理帳票の作成	<ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理帳票の作成 	<ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理帳票の受理・確認
数量計算の方法の協議	<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
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

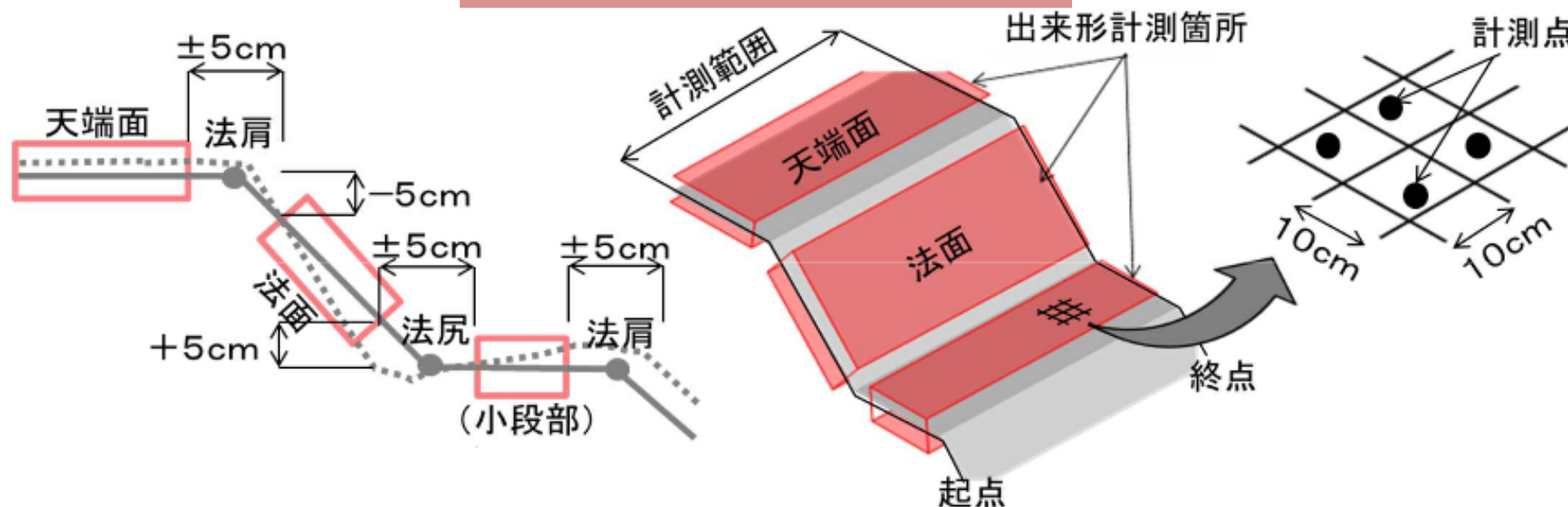
- ▶ 受注者は、出来形計測箇所をUAVやLS等の3次元計測技術によって出来形管理を行い、出来形管理帳票を作成し、提出します。監督職員はその内容を確認します。



出来形計測箇所の留意点

- UAVやLS等の3次元計測技術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。
- 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評価から外すことができます。
- 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。

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0.01㎡ (0.1m×0.1mメッシュ)に1点以上の出来形座標値を取得します。

11. 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%	標高較差	-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が含まれている。

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)以上とする。

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く。

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する。

※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割と表したものの。

ワンポイント

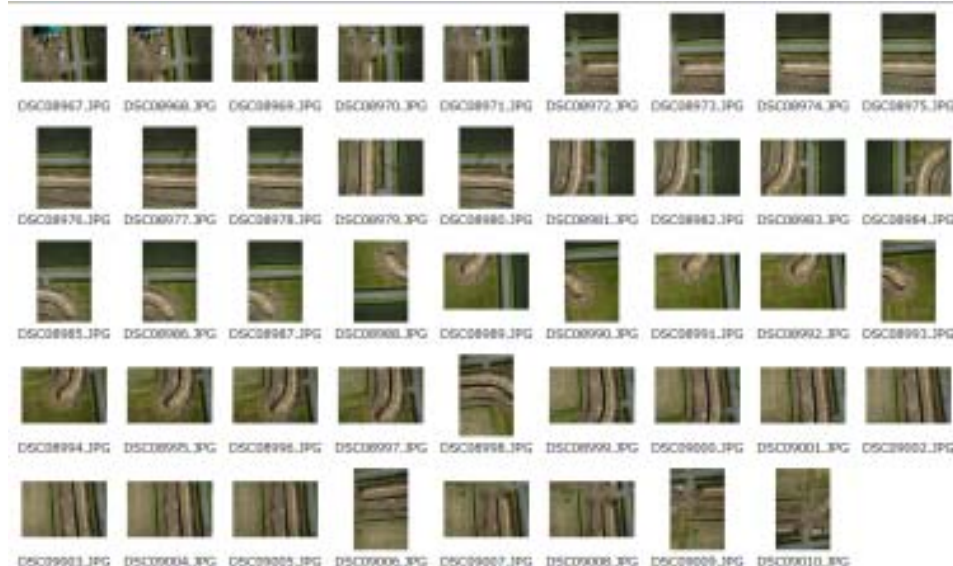
- ・測定箇所は、平場面、天端面、法面の全面の標高較差または、水平較差とします。(現行の土木工事施工管理基準に定められた基準高、法長、幅とは異なる)
- ・法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は標高較差の評価から除きます。
- ・同様に鉛直方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除きます。

従来型UAV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	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 ※ICONフォルダに格納

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 ※ICONフォルダに格納
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	転圧機械または地質が変わる毎に1回[締固め時]	
路体盛土工 路床盛土工	法長(法面) 幅(天端)	計測毎に1回[施工後]	写真測量に使用したすべての画像 ※ICONフォルダに格納

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従来型UAVで撮影した写真の納品をもって、写真撮影に代える

TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーザーによる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	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]※	代表箇所 各1枚

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]※	
盛土工 路体盛土工 路床盛土工	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]※	

黑板への記載項目

- 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)

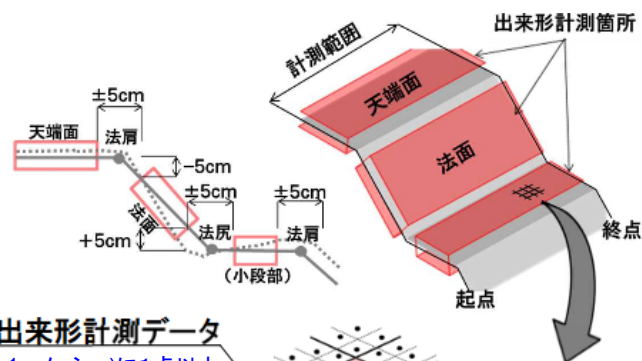
ワンポイント

TLS、TS、RTK-GNSS、UAVレーザーによる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 黑板への記載項目の軽減

11-3. 出来形管理帳票の作成

出来形管理帳票 作成の流れ

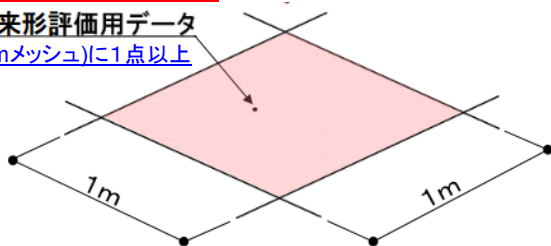


出来形計測データ
0.01㎡(0.1m×0.1mメッシュ)に1点以上

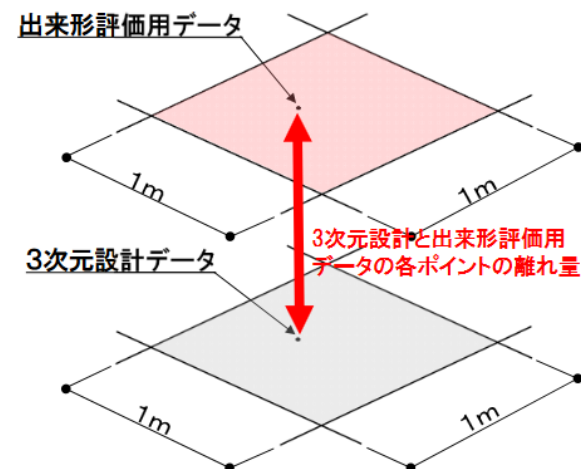
- 点群密度の変更による方法
- 鉛直方向の最下点
 - 中央値の抽出 など
- グリッドデータ化による方法
- 再近隣法
 - 平均法
 - TIN法
 - 距離加重法

Step1: 出来形評価用データを作成

出来形評価用データ
1㎡(1m×1mメッシュ)に1点以上

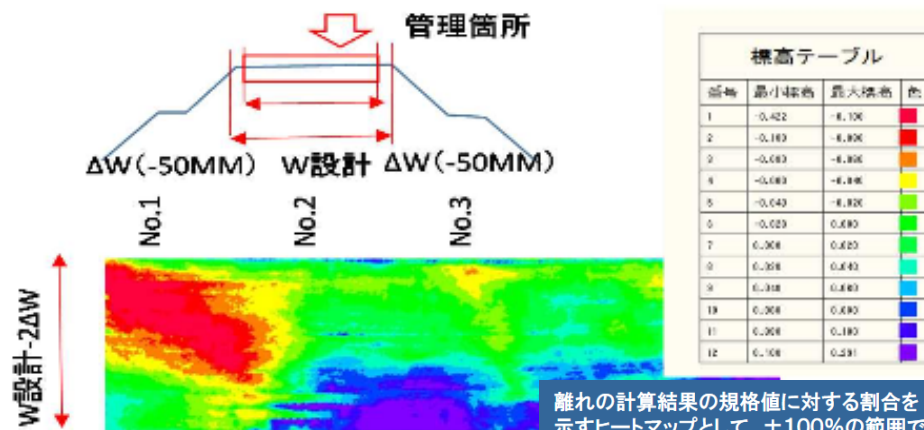


Step2: 3次元設計データと出来形評価用データの各ポイントの離れ量を算出



Step3: 出来形計測結果の面的なばらつきの評価

天端部出来形分布図



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

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。
- 出来形管理帳票は、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)

測定項目		規格値	判定	測点
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm	
	最大値(差)	42mm	±100mm	
	最小値(差)	-62mm	±100mm	
	データ数	1000	1点/㎡以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000㎡		
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	
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/㎡以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700㎡		
	棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)	

天端の ばらつき	規格値の±50% 以内のデータ数	1000
	規格値の±80% 以内のデータ数	997
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700
	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。

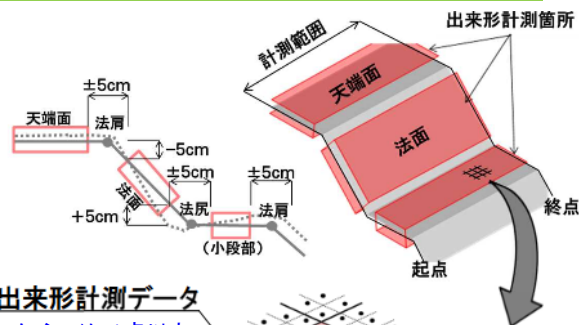
・データのポイント毎に結果をプロット。

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。

11-4. 出来形数量の算出

受注者は、契約条件として認められている場合は、UAVやLS等の3次元計測技術による計測点群データを基に平均断面法または、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。

出来形数量 算出の流れ



出来形計測データ

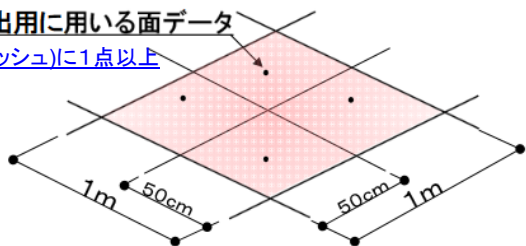
0.01㎡(0.1m×0.1mメッシュ)に1点以上

- 点群密度の変更による方法
- 鉛直方向の最下点
 - 中央値の抽出 など
- グリッドデータ化による方法
- 再近隣法
 - 平均法
 - TIN法
 - 距離加重法

Step1: 数量算出用に用いる面データを作成

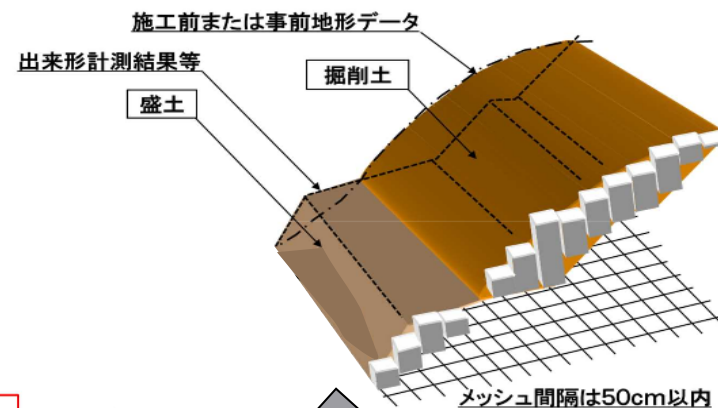
数量算出用に用いる面データ

0.25㎡(0.5m×0.5mメッシュ)に1点以上



Step2: 施工前または事前地形データと数量算出に用いる面データの各ポイントの離れ量から体積を算出

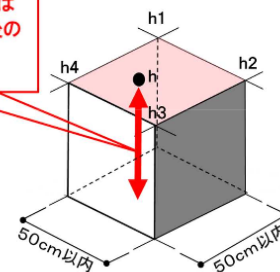
<点高法(四点平均法)による出来形数量算出の条件と適用イメージ>



各ポイントの施工前または事前地形データと施工後の標高差 A

$$(h1+h2+h3+h4)/4 = h$$

$$V = 0.5m \times 0.5m \times A$$



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。

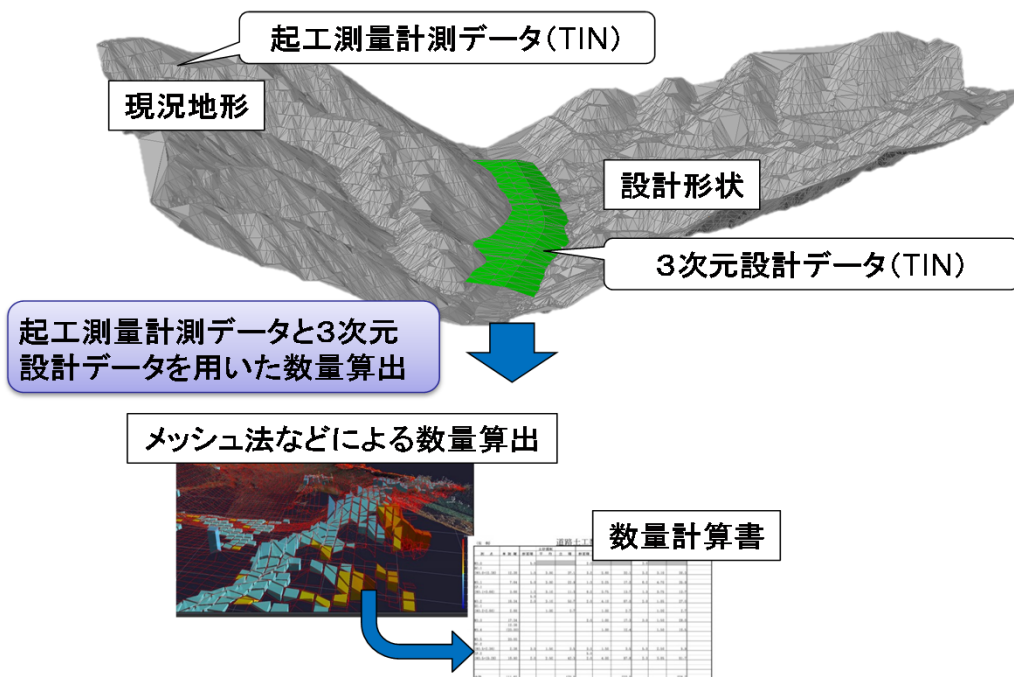
※標準とする体積算出方法は

- ① 点高法、② TIN分割等を用いた求積、③ プリズモイダル法

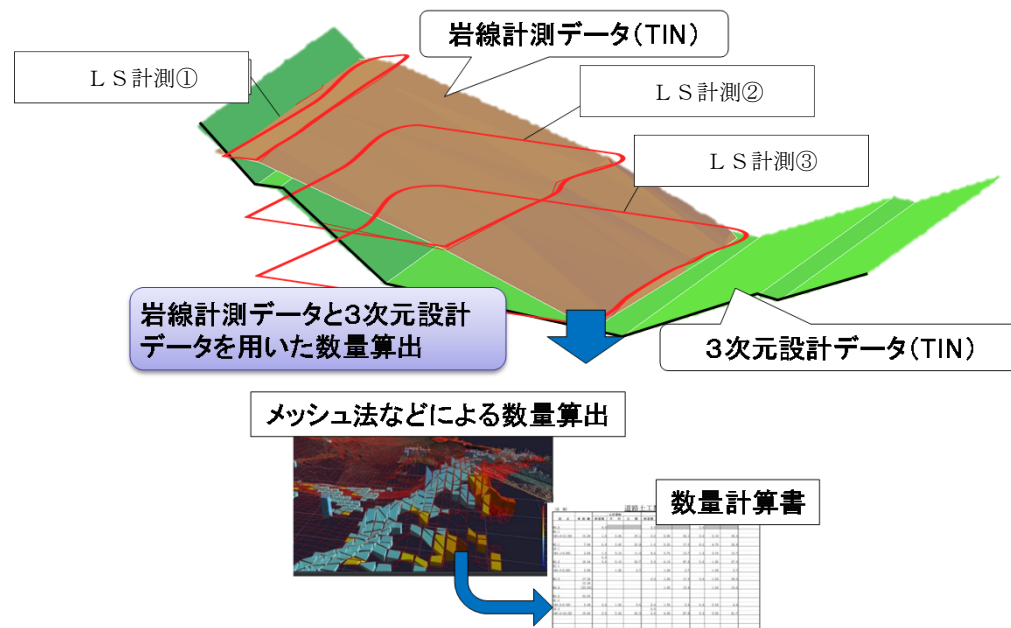
11-5.数量算出(起工測量, 岩線計測)

- 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



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
アンケート調査票【施工後】の作成	・アンケート調査票【施工後】の作成	・アンケート調査票【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LS等の3次元計測技術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。監督職員はその内容を確認します。
- ▶ 電子納品要領の改訂で、電子納品の事前協議により従来のCDかDVDに加えて、ブルーレイディスクの使用が可能となりました。
- ▶ 受注者は、アンケート調査票や施工合理化調査表を作成し、提出します。監督職員はその内容を確認し、取りまとめ担当に提出します。

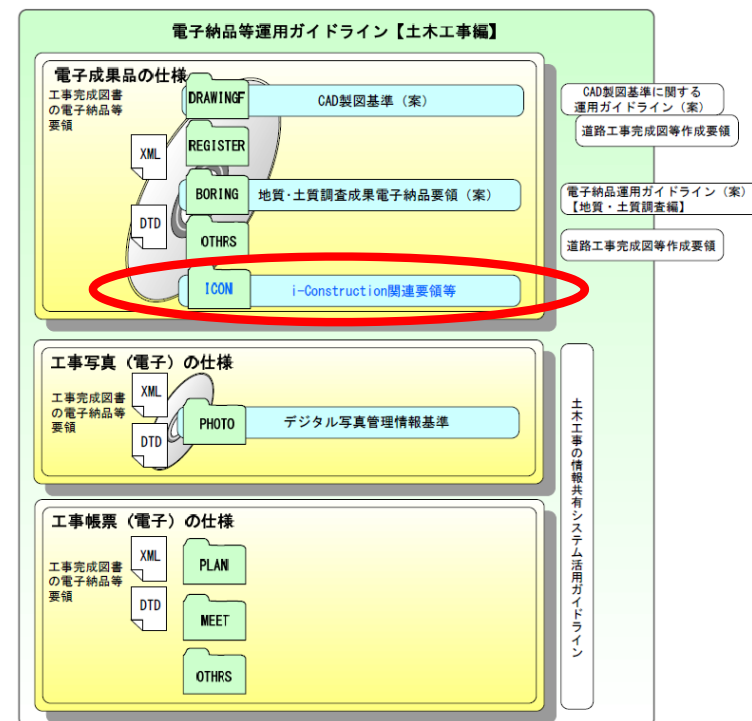
12-1. 電子成果品の作成

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。

アンケート調査票の提出

- ▶ 受注者は、利用したICT活用技術により施工した結果のアンケート調査票を提出します。(調査票によっては、工事完成後の提出になることもあります。)
- ▶ **監督職員はその内容を確認し、取りまとめ担当者に提出します。**

アンケート調査のイメージ

ICT活用工事の活用効果等に関する調査記入様式	
(1) 基本情報	
工事名	〇〇工事
発注者名	〇〇地整〇〇河川国道事務所
施工場所	〇〇県〇〇市
工期	H〇〇年〇〇月〇〇日 ~ H〇〇年〇〇月
発注形態	<input checked="" type="radio"/> 発注者指定型 <input type="radio"/> 施工者希望Ⅰ型 <input type="radio"/> 施工者希望Ⅱ型
工事概要	
主たる工程	掘削 $V=〇〇m^3-H=〇m$ 盛土 $V=〇〇m^3-H=〇m$
工事延長	〇〇m
施工者情報	御社名
	担当者氏名
	電話番号
	所在地
ご回答いただいた方のご芳名	
当該工事での貴方の立場	
(2) ICT土工工事の適用範囲	
ICT土工工事の適用範囲	(例) No.〇〇~No.〇〇
延長	〇〇m
ICT土工の概要	掘削 $V=〇〇m^3-H=〇m$ 、盛土 $V=〇〇m^3-H=〇m$ 、3次元計測面積 $A=〇m^2$
管理視点数	ICT土工の対象区間の橋断面数を記入。20m毎と変化点の橋断面。
理由を記載して下さい	<input type="checkbox"/> 出来形検査も段階的に行うことから、一度計測で全断面が小さいため。 ※一度の作業面積がどのくらい以上でなければならないと考えるかその他欄に具体的に記載願います。 <input type="checkbox"/> ICT建機が効力を発揮する作業（法面整形、切土整形等）が連続的に発生する期間が少な、ICTの課題に 見合った時間短縮効果が得られないため。 ※どのような作業が連続的にどのくらいの期間発生することが必要かその他欄に具体的に記載願います。 <input type="checkbox"/> 3次元計測の修正が発生する可能性があるため、施工範囲が除外した。 <input type="checkbox"/> 施工エリアに構造物があり、ICT建機での施工や、3次元計測が困難になることから施工範囲が除外した。 <input type="checkbox"/> 施工範囲が狭く、ICT建機が入らない場所があったため、施工範囲が除外した。 その他(詳細にご記入下さい) 例) 出来形管理の検査は施工プロセス検査として断面毎に行うことから、一度の計測が0m3とTSの方が効率的であったため。 例) 隣接区間の施工後高さに応じて整り付けるため。 例) 橋脚・支柱・基礎コンなどの構造物があるため。
工事範囲に対して部分的な活用に留まった場合はその理由	写真添付欄 【イメージ写真・畑中追記】 切土前面に構造物があり、出来形管理ができないため、ICT土工の対象から除外した
理由がわかる状況写真を添付してください(複数枚可)	

施工合理化調査表の作成

- ▶ 監督職員から、施工合理化調査について指示する場合があります。
- ▶ 指示した場合は受注者が、施工合理化調査表を作成し、提出します。
- ▶ **監督職員はその内容を確認し、取りまとめ担当者に提出します。**

施工合理化調査表のイメージ

平成 27 年 度

施 工 合 理 化 調 査 表

< 機 械 土 工 (土 砂) >

(情 報 化 施 工)

本調査は、土木工事の施工実態を把握することを目的として実施するもので、調査結果は調査者の不利となるような目的には使用しませんから、事実をありのまま記入して下さい。

国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課
とりまとめ担当：東北地方整備局

【情報化施工】

資料番号	
設計土量	m ³
その他 ()	
構脚 6. 道路付属設備	
新設 (m ²)	× × ×
その他 ()	
年 月 日	
夜間作業の適用:	
施工箇所分数の適用:	

【入欄】

量について、種数値を入力して下さい。

量(平均) 単 m² m³ m³ m³

単位: ①: 数量 ②: 数量 ③: 数量 ④: 数量 ⑤: 数量 ⑥: 数量

～ 至: 平成 年 月 日

～ 至: 平成 年 月 日

情報化施工の適用・種別	施工量	施工日数
情報化	m ²	日
情報化	m ²	日
情報化	m ²	日
情報化	m ²	日
情報化	m ²	日

作業ヤード狭隘である
形様が不連続である
積込物等の障害あり
その他

内容

土量	土質	土量
m ³		m ³
m ³		m ³

施工実績日数	
m ²	日
m ²	日
m ²	日

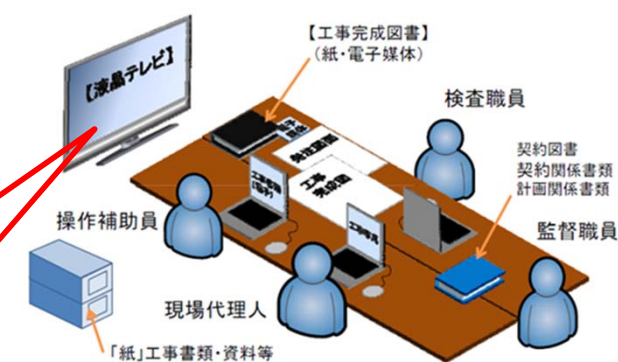
本調査対象範囲		勤務先
調査担当番号	氏名	所属部署
連絡先	TEL	
	E-Mail	

13. 検査

▶ 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; text-align: center;">書面検査</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">実地検査</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・ICT活用工事に係わる書面検査 ・出来形計測に係わる書面検査 	<ul style="list-style-type: none"> ・ICT活用工事に係わる書面検査 ・出来形計測に係わる書面検査
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活用について評価を行います。



☆ポイント
電子で検査します。

書面検査時の検査職員の確認内容の概要

- UAVやLS等の3次元計測技術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等の3次元計測技術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等の3次元計測技術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等の3次元計測技術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

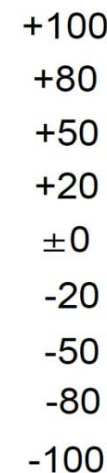
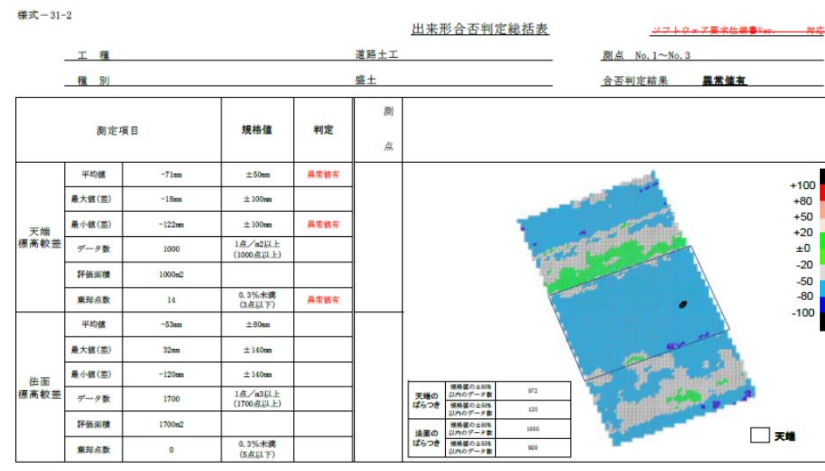
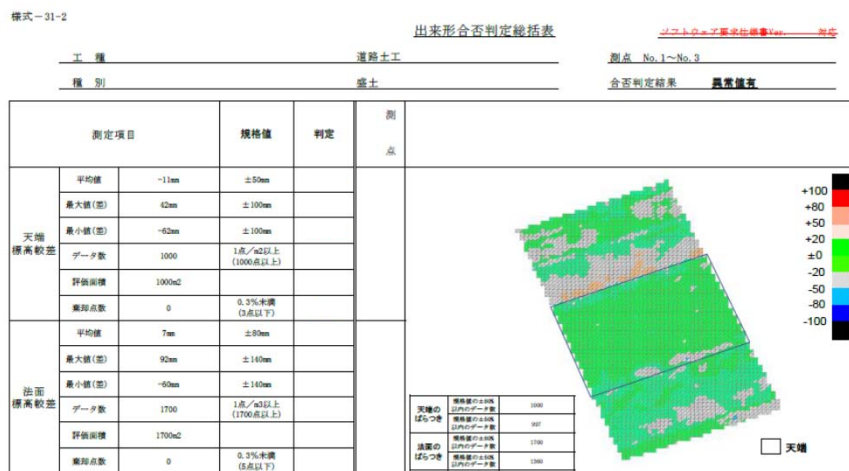
- UAVまたはLS等の3次元計測技術を用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

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。

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。

空中写真測量(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)
- ・従来型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)
- ・従来型UAVによる出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ・従来型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や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や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や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。

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、受注者が準備するTS等を用いて、現地で自らが指定した箇所の実測値と3次元設計データの設計面との**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。

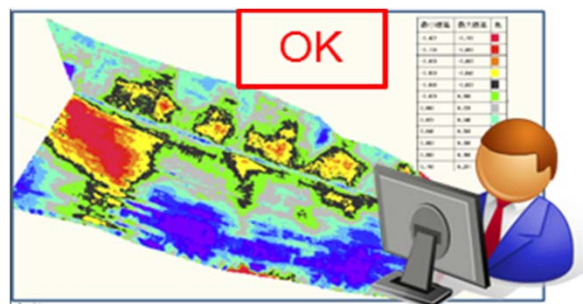
実地検査時の検査職員の出来形管理の確認手順の例

書面検査時

検査職員は、受注者に電子納品物から出来形管理データを表示してもらい、自らが指定した任意箇所の3次元設計データの設計面の位置(x, y)並びに標高(z)、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。



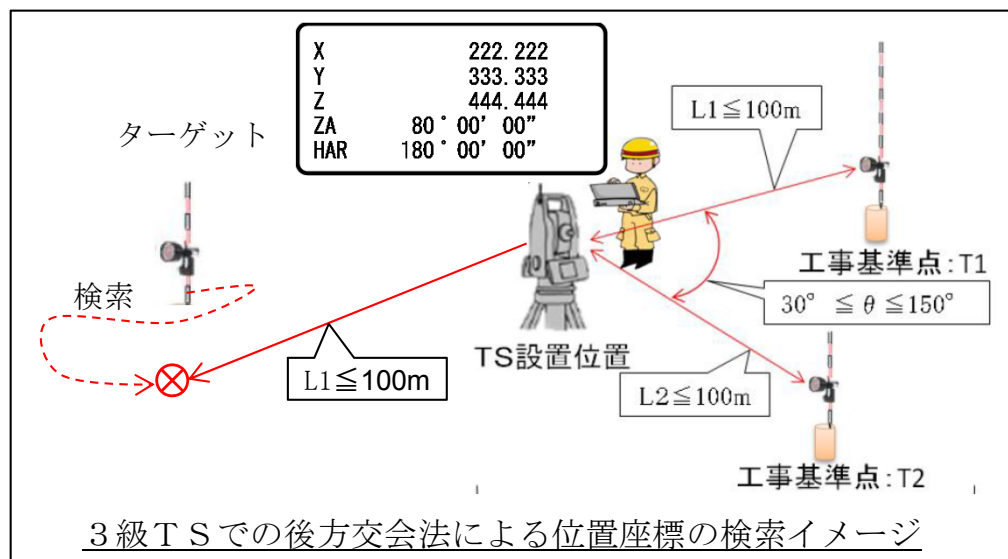
(場合によっては確認手順が逆とする場合があります)



実地検査時

検査職員は、現地では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かを検査します。(誘導機能が無いTSの場合は、書面検査時に先行して受注者に任意箇所探索を依頼し、現地で検査)

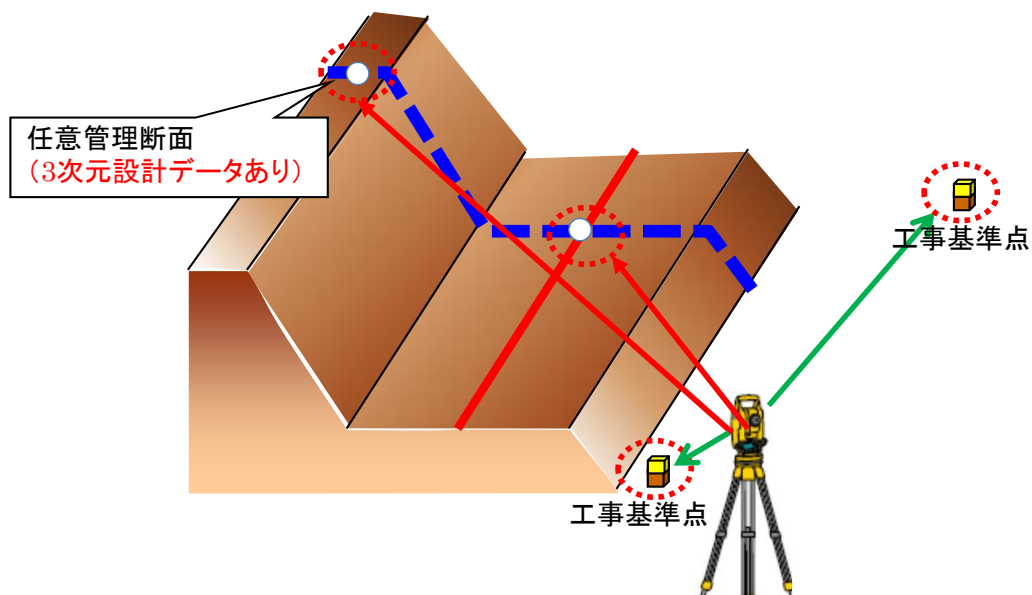
TS出来形管理用の基本設計データの作成は必要ありません。



【参考】LandXML形式の3次元設計データを読み込むことが可能な機種もあります。受注者の準備する検査機器が対応している場合は、現場端末で設計との標高較差を確認することが容易に出来ます。

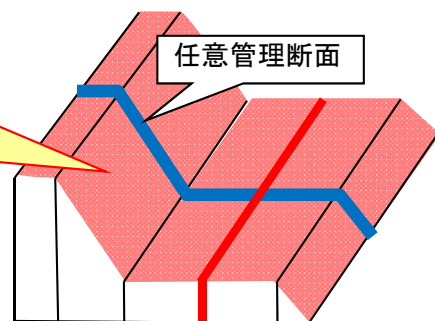
出来形管理用TSを用いた実地検査の内容の概要

TSによる出来形計測の任意断面イメージ

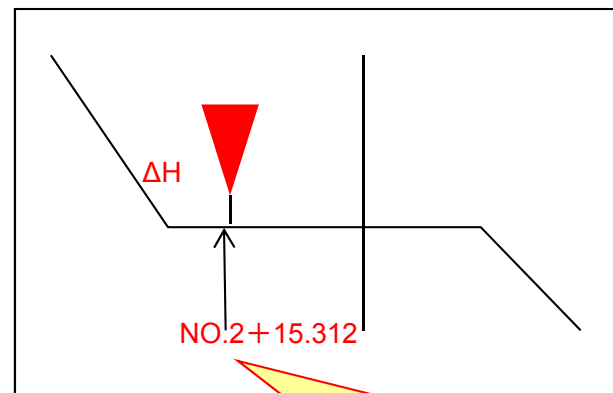


3次元設計データイメージ

任意計測断面の
設計値を自動算出



任意点の出来形管理



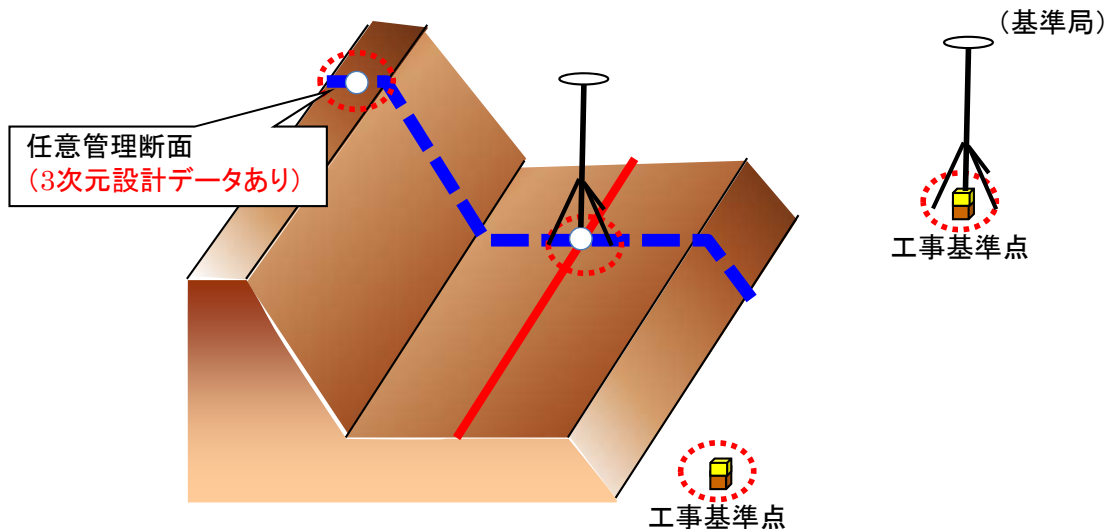
任意点での高さの差が確認できる機能

- ①計測箇所
の断面位置
- ②計測箇所
における設計
高さとの差

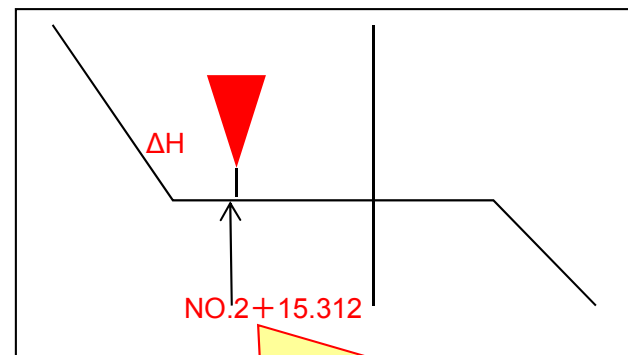
- ①. 書面検査時に、任意の断面から平場或いは天端の数点の「位置座標(X、Y)」と3次元設計データの設計面及び出来形管理の「標高(Z)」を確認。
なお、TSの場合は、器械位置算出のため、近接する工事基準点が必要であるため、監督職員は工事基準点を検査終了時まで使用できる状態にしておくよう、受注者と調整。
- ②. 実地検査で、①で確認した位置座標を・TSのターゲット動かすことで探索。
- ③. ①で確認した位置座標付近で標高を確認。(管理は1mメッシュに1点)
- ④. 確認した設計面の標高と比較して、標高差が規格値内か確認。
- ⑤. 数点②から繰り返し確認。

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



任意点の出来形管理

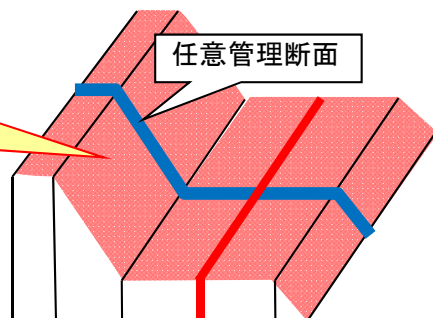


任意点での高さの差が確認できる機能

- 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

任意計測断面の設計値を自動算出



- 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。

工事成績評定要領の運用についての改定箇所

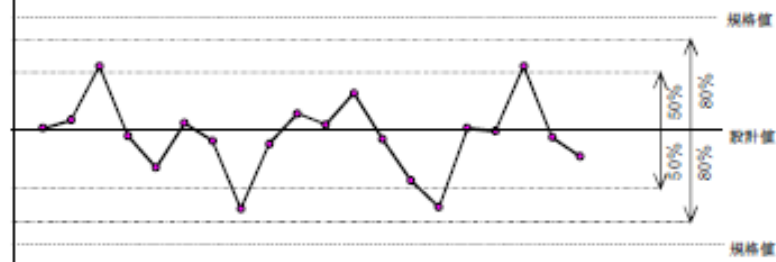
別紙-4

出来形及び品質のばらつきの考え方

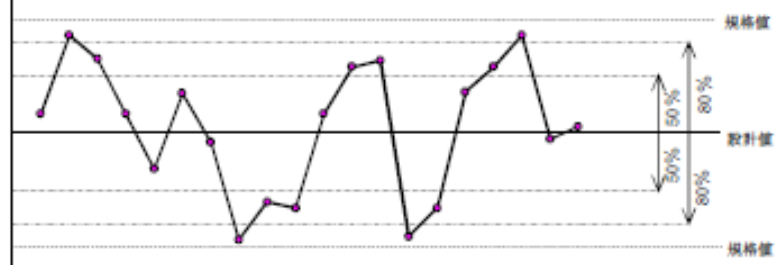
[管理図の場合]

(上・下限値がある場合)

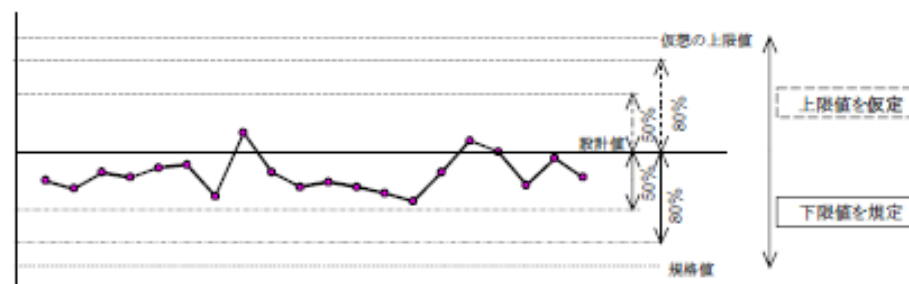
①ばらつきが50%以下と判断できる例



②ばらつきが80%以下と判断できる例

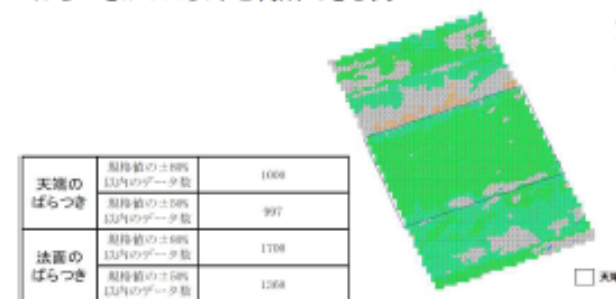


(下限値のみの場合)



③ICT活用工事の例

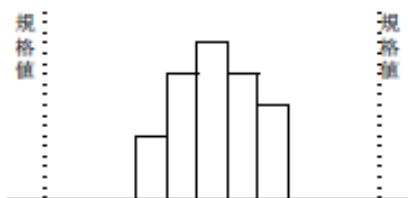
出来形合否判定総括表の分布図や計測点の個数によりばらつきを判断
ばらつきが50%以下と判断できる例



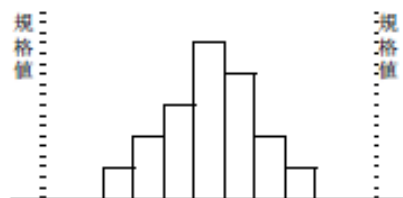
改定箇所

[度数表またはヒストグラムの場合]

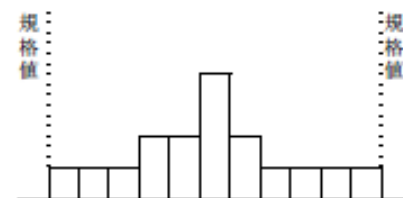
ばらつきが小さい



ばらついている



ばらつきが大きい



13-3. 工事成績評定

工事成績評定要領の運用における出来形のばらつきについての判定方法

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

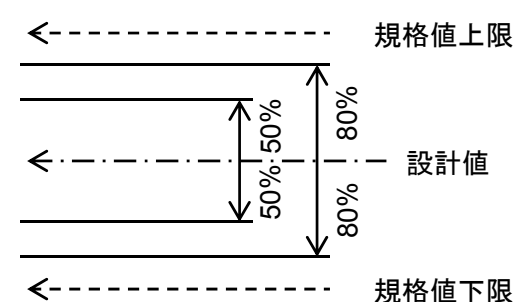
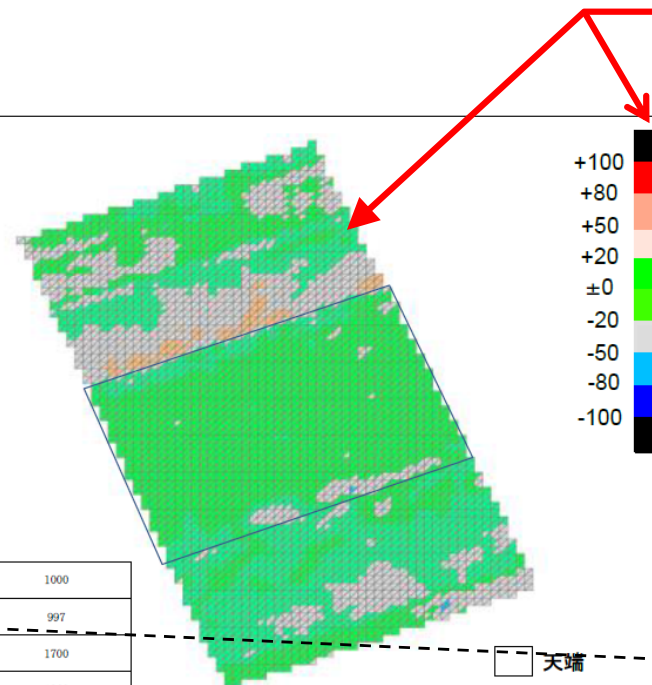
盛土

合否判定結果

割合示すヒートマップと凡例

測定項目		規格値	判定	測点
天端 標高較差	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		
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	
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/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)	

天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000
	規格値の±50% 以内のデータ数	997
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700
	規格値の±50% 以内のデータ数	1360



ばらつきが50%以内に
収まる点数の割合
=> $1360/1700=8割$

・ヒートマップにおいて、±50%以内、±80%以内の色区別により判定も可能であるが、原則、規格値の50%以内の計測点数、規格値の80%以内の計測点数とデータ数による割合で判定するものとする。

天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000	10割
	規格値の±50% 以内のデータ数	997	10割
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700	10割
	規格値の±50% 以内のデータ数	1360	8割

ICT活用工事を実施した場合の評定内容の概要

- ICT活用工事を実施した場合、創意工夫における「情報化施工技術(一般化推進技術、実用化検討技術及び確認段階技術に限る)を活用した工事」において加点(2点)します。
- ICT活用工事において、ICTを全面的に採用しない工事については、情報化施工を活用しても本項目では加点対象としません。
- ICT活用施工を途中で中止した工事についても加点対象としません。
- 施工者希望 I 型で、ICT活用施工に「虚偽記載」が判明した場合等、履行しない場合にはペナルティの対象となります(工事成績の減点)。

別紙-1⑥

工事成績採点の審査項目の審査項目別運用

審査項目	細別		
5. 創意工夫	I. 創意工夫	1. 創意工夫キーワード一覧表(創意工夫が多く見られるリスト)	
		<p>【施工】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 施工に伴う器具、工具、装置等に関する工夫又は設備据付後の試運転調整に関する工夫。 <input type="checkbox"/> コンクリート二次製品などの代替材の利用に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 土工、地盤改良、橋梁架設、舗装、コンクリート打設等の施工に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 部材並びに機材等の運搬及び吊り方式などの施工方法に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 設備工事における加工や組立等又は電気工事における配線や配管等に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 給排水工事や衛生設備工事等における配管又はポンプ類の凍結防止、配管のつなぎ等に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 照明などの視界の確保に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 仮排水、仮道路、迂回路等の計画的な施工に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 運搬車両、施工機械等に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 支保工、型枠工、足場工、仮栈橋、覆工板、山留め等の仮設工に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 盛土の締固度、杭の施工高さ等の管理に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 施工計画書の作成、写真の管理等に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 出来形又は品質の計測、集計、管理図等に関する工夫。 <input type="checkbox"/> 施工管理ソフト、重量管理システム等の活用に関する工夫。 <input checked="" type="checkbox"/> 情報化施工技術(一般化推進技術、実用化検討技術及び確認段階技術に限る)を活用した工事。 (使用原則化工事を除く) ※本項目は2点の加点とする <input type="checkbox"/> 特殊な工法や材料を用いた工事。 <input type="checkbox"/> 優れた技術力又は能力として評価する技術を用いた工事。 <p>【新技術活用】</p> <p>「新技術活用」においては、以下の5項目により、複数の技術の評価を可能とするが、最大3点の加点とする。以下の項目の評価にあたっては、活用効果調査表の提出が不要な場合を除き、発注者及び受注者の双方による全ての活用効果調査表を確認した上で評価する。ただし、加点対象は受注者側から新技術活用を提案した場合のみとし、発注者が指定し活用した場合は加点措置を行わないものとする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● その他 <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> その他 <input type="checkbox"/> その他

• 問合わせ先

中国地方整備局 i-Constructionサポートセンター

担当 企画部 技術管理課（入札契約、積算、監督・検査、業務）

企画部 施工企画課（ICT建設機械による施工）

電話 082-221-9231 FAX 082-227-5222

中国地方の取り組み等をウェブで公開しています。

「中国地方のi-Construction」

URL : <http://www.cgr.mlit.go.jp/icon/index.htm>

※上記ウェブで「ご質問」を受け付けています。



• 『出前講座』も行っていますので、お気軽に申込みください

- 講座名 : ICT活用工事の推進について
- 講座内容 : ICT活用工事の概要とその推進への取組
- 主な対象 : 一般
- 出前範囲 : 中国5県
- 詳しい内容は

<http://www.cgr.mlit.go.jp/cginfo/account/kouza/goannai.html>

□ ICT土工の『カイゼン』にあたり、改定した15基準類及び情報化施工で適用していた基準類(1/2)

文書の主旨	旧(15基準類及び情報化施工基準類)	新
・ICT土工、ICT舗装工、CIMの普及に関する基本方針	通達名「ICTの全面的な活用の推進について」 ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針	01 通達名「ICTの全面的な活用の拡大について」 ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針
・上記基本方針の 発注 仕様、 積算 に関する具体的措置	通達名「ICTの全面的な活用の実施について」 (別紙1)～(別紙5)	02 通達名「ICTの全面的な活用の実施について」 (別紙1)～(別紙10)
・詳細設計前の 測量業務 等、公共測量として実施する場合の規定	UAVを用いた公共測量マニュアル	03 UAVを用いた公共測量マニュアル
	—	04 地上レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル
・詳細設計時に3次元データを作成する場合の規定	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)	05 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)
・ICT活用(土工)工事において「 施工者 」が実施すべき起工測量～納品までの一連の流れを規定(ICT建機による締固めを、除く) 「出来形管理要領」	レーザースキャナを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	06 地上型レーザースキャナを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
	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)	08 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)
	TSを用いた出来形管理要領(土工編)	10 TSを用いた出来形管理要領(土工編)
	—	12 TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
	—	14 RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
—	—	16 無人航空機搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理要領(土工編)(案)

□ ICT土工の『カイゼン』にあたり、改定した15基準類及び情報化施工で適用していた基準類(2/2)

文書の主旨	旧(15基準類及び情報化施工基準類)	新
・ICT建機による締固めで「 施工者 」がなすべき事項を規定	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領	18 TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領
・ICTを活用した 出来高部分払いの既済部分検査 時の簡易数量確認の効率化の対象技術とその手順を規定	施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)	—(今回変更なし)
	—	20 ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来高算出要領(案)
・ICT活用(土工)工事において「発注者(監督・検査職員)」が実施すべき確認行為や検査のポイントを規定 (ICT建機による締固めを除く)	レーザースカナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	07 地上型レーザースカナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
	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)	09 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)
	TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)	11 TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)
	—	13 TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
	—	15 RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
	—	17 無人航空機搭載型レーザースカナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)
・ICT建機による締固めで「発注者(監督・検査職員)」が実施すべき確認行為や検査のポイントを規定	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領	19 TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領

監督・検査要領の主旨はほとんど変わらない

□ ICT舗装工の出来形管理に必要な基準類を策定・改定

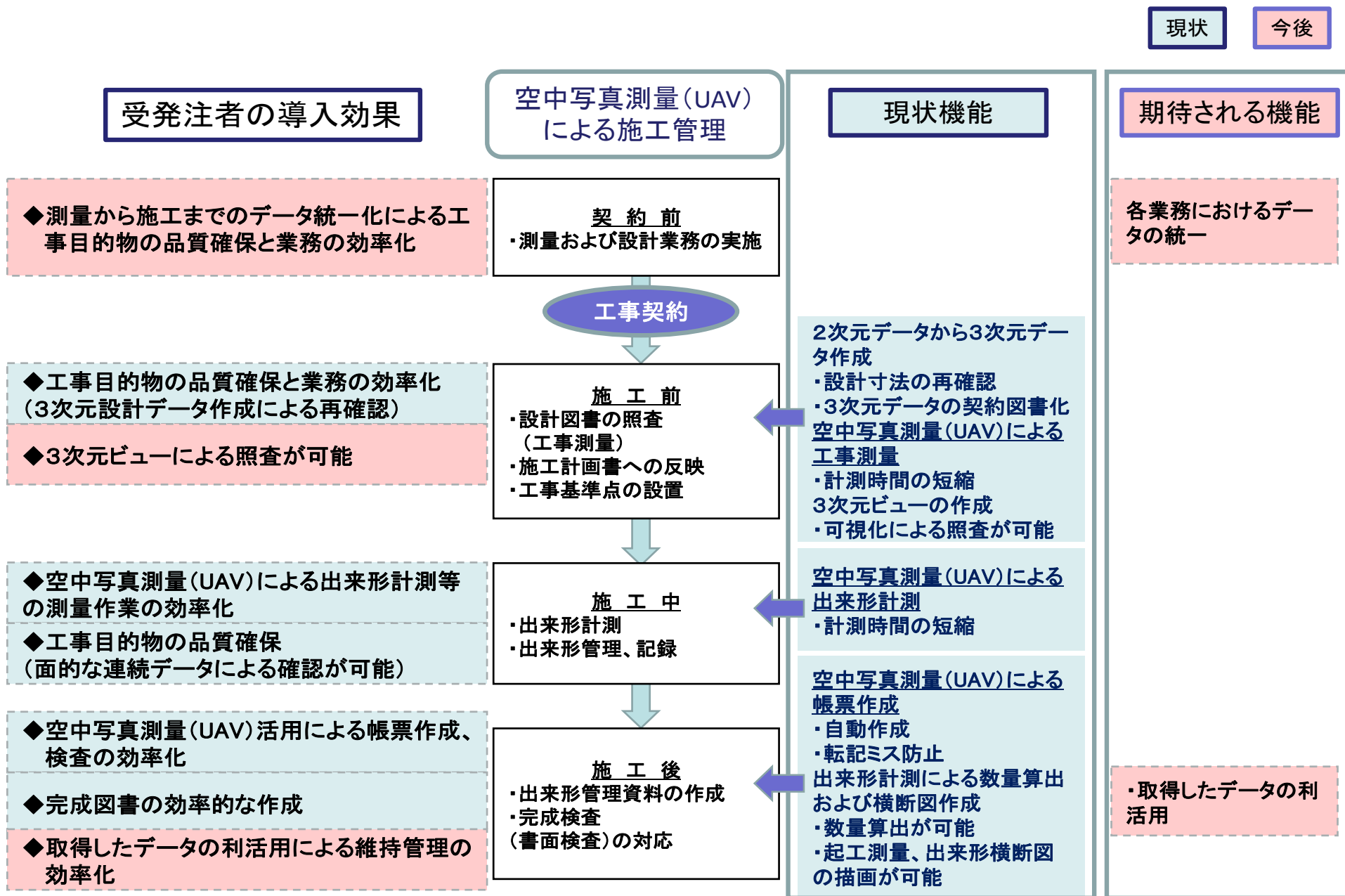
文書の主旨	旧(情報化施工基準類)	新
・ICT活用(舗装工)工事において「 施工者 」が実施すべき起工測量～納品までの一連の流れを規定	—	21 地上型レーザー scanner を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)
	TSを用いた出来形管理要領(舗装工事編)	23 TSを用いた出来形管理要領(舗装工事編)
・ICT活用(舗装工)工事において「発注者(監督・検査職員)」が実施すべき確認行為や検査のポイントを規定	—	22 地上型レーザー scanner を用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)
	TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)	24 TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)

□ 前述の基準類策定・改定に合わせて変更した上位の規定

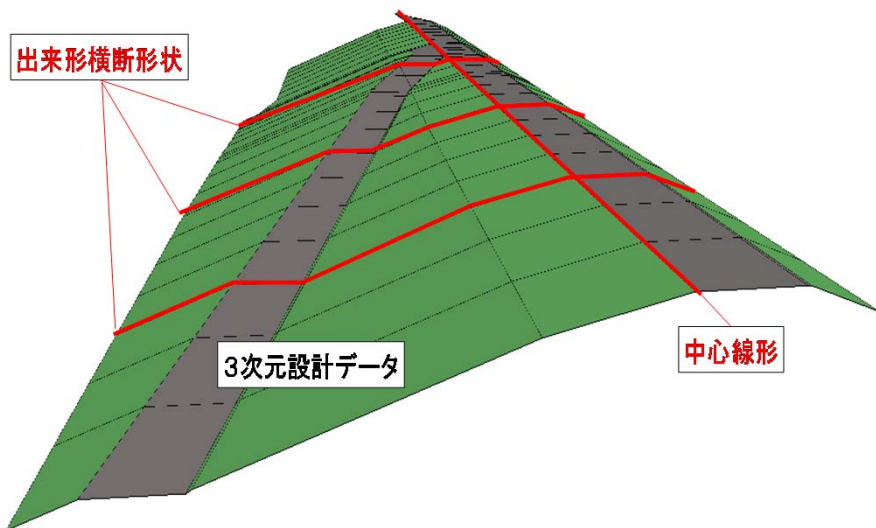
文書の主旨	対照上位規定類	改定理由
・完成検査、中間技術検査における検査項目及び検査密度を規定	25 地方整備局土木工事検査技術基準(案)	・ICT舗装工における実地検査密度が変更となるため。
・既済部分検査における検査項目及び検査密度を規定	26 既済部分検査技術基準(案)	・ICT舗装工における実地検査密度が変更となるため。
・施工者で行う施工管理の管理項目、管理密度及びその規格値を規定する。出来形管理と品質管理がある。	27 土木工事施工管理基準及び規格値(案)	・ICT舗装工における面管理基準を新設するため。 ・ICT土工、ICT舗装工で適用する出来形管理要領を本基準に位置付けるため(出来形管理要領の規定優先する。)
・発注者に提出する写真の撮影項目、撮影頻度を規定	28 写真管理基準(案)	・ICT土工、ICT舗装工で適用する出来形管理要領を本基準に位置付けるため。(出来形管理要領の規定優先する。)
・数量算出の計算方法や数字の丸め方等を規定する。	29 土木工事数量算出要領(案)	・ICT舗装工における面的な体積算出に対応するため。

【参考】期待される機能と導入効果

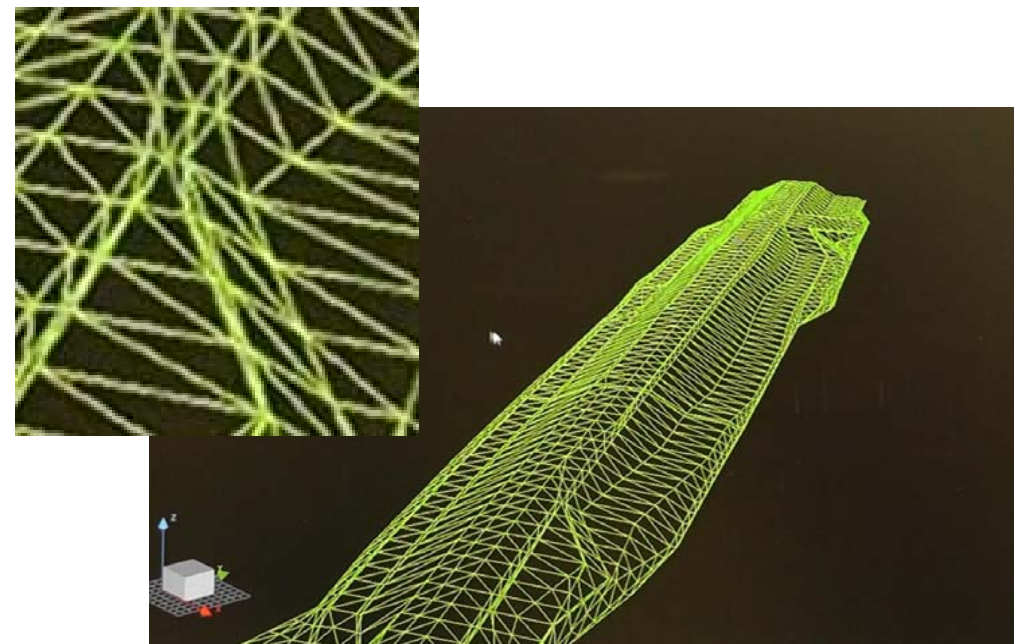
従来型UAVを用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果は、下図のとおり。
LSについても同様。



- 3次元設計データの構成要素
→ 平面線形、縦断線形・横断面形状を構成要素とし、面的な補完計算を行ったもの。
- TINデータ
→ TIN(不等三角網)とは、triangulated irregular networkの略。
地形や出来形形状などの表面形状を、3次元表示する、最も一般的なデジタルデータ構造。



3次元設計データ

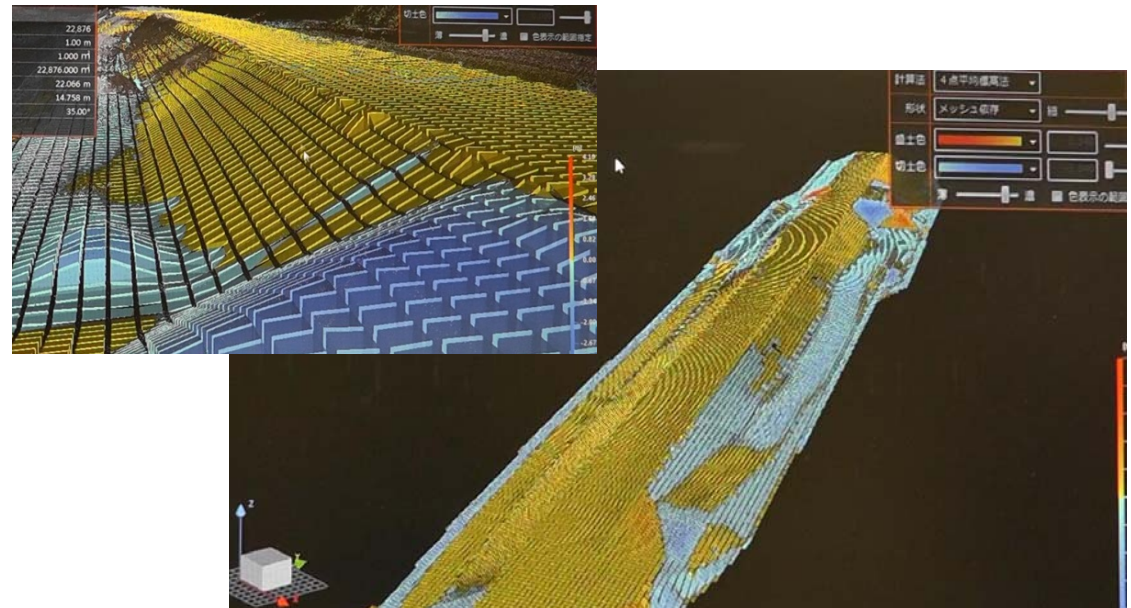


TINデータ

- 計測点群データ
 - 3次元物体を、点の集合体で表したもの。
(拡大すると、デジタルカメラの画像のように「点」になる)
 - 計測で得られた、3次元座標値で地形や地物を示す点群データ。
データ処理(不要な点の削除・点密度調整など)前のデータ。
CSVやLandXMLなどで出力される。
- 出来形管理図(ヒートマップ)
 - 3次元設計データと出来形計測データを用いて、各ポイントの標高較差(垂直離れ)を表した分布図。



計測点群データ



出来形管理図

● 地上画素寸法の確認方法の例

- 使用するカメラ Sony α6000 レンズ SEL16F28

レンズカタログ	焦点距離(mm)	16
---------	----------	----

飛行高度 H=50mの場合

$$L = 50\text{m}/16\text{mm} \times (2430/2470 \times 23.5\text{mm}) = 72.248\text{m}$$

$$72.248\text{m} / 6030\text{画素} = 12.0\text{mm} > 1\text{cm/画素以内} \text{ OUT}$$

$$W = 50\text{m}/16\text{mm} \times (2430/2470 \times 15.6\text{mm}) = 47.960\text{m}$$

$$47.960\text{m} / 4030\text{画素} = 11.9\text{mm} > 1\text{cm/画素以内} \text{ OUT}$$

- 使用するカメラ Sony α6000 レンズ SEL24F18Z

レンズカタログ	焦点距離(mm)	24
---------	----------	----

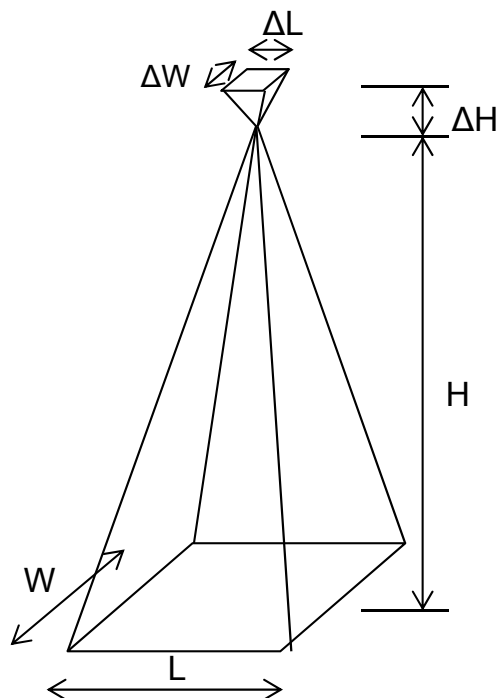
飛行高度 H=50mの場合

$$L = 50\text{m}/24\text{mm} \times (2430/2470 \times 23.5\text{mm}) = 48.165\text{m}$$

$$48.165\text{m} / 6030\text{画素} = 8.0\text{mm} < 1\text{cm/画素以内} \text{ OK}$$

$$W = 50\text{m}/24\text{mm} \times (2430/2470 \times 15.6\text{mm}) = 31.973\text{m}$$

$$31.973\text{m} / 4030\text{画素} = 7.9\text{mm} < 1\text{cm/画素以内} \text{ OK}$$



カメラカタログ 6030 × 4030 = 2430万画素

撮影素子	APS-Cサイズ(23.5x15.6mm), "Exmor"APS HD CMOSセンサ-
カメラ有効画素数	約2430画素
総画素数	約2470画素

撮影素子の種類	撮影素子のサイズ	事例
フルサイズカメラ(35mm)	36mm × 24mm	
コンパクトカメラ(1/2.3型)	6.2mm × 4.7mm	
マイクロフォーサーズ	17.3mm × 13mm	
APS-C	24mm × 16mm	キャノン 28.9 × 19 ニコン 23.6 × 15.7 ソニー 23.6 × 15.7

UAVで多く用いられているデジカメの例

キャノン	Mシリーズ
ソニー	NEXシリーズ
ニコン	1シリーズ
パナソニック	Lumix etc