

建 技 第 5 3 8 号
令 和 3 年 3 月 1 5 日

本庁各課及び各出先機関の長 様

交通基盤部 建設技術企画課長

静岡県 I C T活用工事に関する基準・要領等の改定について（通知）

このことについて、I C T活用工事に関する基準・要領等を改定したので
通知します。

記

1. 適用期日

令和3年4月1日より適用します。

2. 改定資料

静岡県 I C T活用工事運用ガイドライン土工編（案）（令和3年3月）

静岡県施工履歴データによる土工の出来形管理要領（案）（令和3年3月）

静岡県3次元計測技術を用いた出来形管理要領地下埋設物工編（案）（令
和3年3月）

3. 備考

押印廃止に伴う様式改定であり、内容は変更ありません。

資料は、情報共有DB、ホームページにも掲載します。

担 当：建設イノベーション推進班 芹澤

電話番号：054-221-2128

メ ー ル：gijyutsukanri@pref.shizuoka.lg.jp

静岡県 ICT活用工事運用ガイドライン 土工編（案）

令和3年3月

静岡県交通基盤部

<目次>

1. 適用	1
2. 実施内容・手順	2
2. 1 実施協議	2
2. 1. 1 受注者希望型	2
2. 1. 2 ICT導入型	2
2. 1. 3 対象範囲及び実施内容	2
2. 2 施工計画	3
2. 3 工事測量	3
2. 3. 1 工事基準点	3
2. 3. 2 起工測量	3
2. 3. 3 精度確認	4
2. 4 3次元設計データ作成	5
2. 5 設計図書の照査	5
2. 5. 1 数量算出	5
2. 5. 2 設計変更	6
2. 6 ICT建設機械による施工	6
2. 7 出来形管理	6
2. 8 完成形状の3次元計測	7
2. 9 3次元データの納品	7
3. 提出書類	9
4. 電子成果	10
4. 1 施工管理データ	10
4. 2 完成形状計測データ	11
4. 3 成果品の対象項目の取扱い	11

ICT活用工事（ICT土工） 契約関係書類チェックリスト

ICT活用工事（ICT土工） 完成図書チェックリスト

- 資料1 協議書（受注者希望型）
- 資料2 協議書（ICT導入型）
- 資料3 施工計画書（記載例）
- 資料4 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
- 資料5 精度確認試験結果報告書
- 資料6 精度確認試験結果報告書
- 資料7 3次元設計データチェックシート
- 資料8 数量算出結果報告書
- 資料9 出来形管理資料

1. 適用

本ガイドラインは、静岡県交通基盤部発注工事におけるICT活用工事のうち、ICT土工に適用します。ICT土工の監督・検査は、本ガイドラインで規定するものを除き、国土交通省が定めたICT活用工事に関する基準により行います。

表 1 ICT活用工事に関する基準

段階	名称
施工	土木工事施工管理基準（案）（出来形管理基準及び規格値）
	土木工事数量算出要領（案）
	土木工事共通仕様書 施工管理関係書類（帳票：出来形合否判定総括表）
	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） （※本ガイドラインでは、「UAV出来形管理要領」と記載します。）
	地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案） （※本ガイドラインでは、「TLS出来形管理要領」と記載します。）
	TS等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
	TS（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
	RTK-GNSSを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
	無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
	地上型移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
	静岡県施工履歴データによる土工の出来形管理要領（案）
検査	地方整備局土木工事検査技術基準（案）
	既済部分検査技術基準（案）
	空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
	地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
	TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
	TS（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）
	RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
	無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
	地上型移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）

2. 実施内容・手順

2. 1 実施協議

2. 1. 1 受注者希望型

受注者がICT活用工事を希望する場合に受発注者協議により、ICT活用工事を実施することができます。

ICT施工実施の希望とあわせて、ICT活用工事の対象範囲及び実施内容を協議書に記載して発注者に提出します。

受注者発議の協議書に監督員が記載することで、発注者は協議内容の同意、ICT施工の指示を行います。

【提出書類】

資料1 協議書（受注者希望型）

2. 1. 2 ICT導入型

ICT活用工事の対象範囲及び実施内容を受発注者協議により確定します。

受注者発議の協議書に監督員が記載することで、発注者は協議内容の同意、ICT施工の指示を行います。

【提出書類】

資料2 協議書（ICT導入型）

2. 1. 3 対象範囲及び実施内容

ICT活用工事の対象範囲は、工事の全ての土工で実施する必要はありません。現場条件に応じて、ICT施工が適切な対象範囲を選定し、協議を行います。対象範囲が確認できるように図面を添付すること望ましいですが、測点等で示すことも可能です。出来形管理の一部、例えば法面のみ従来管理を実施する等の現場においては、標準横断図等も添付して下さい。

起工測量、ICT建設機械による施工、出来形管理等の施工管理は、選択する手法を協議書に明記して下さい。

【関連基準類】

UAV 出来形管理要領 1-5 施工計画書

TLS 出来形管理要領 1-5 施工計画書

2. 2 施工計画

I C T活用工事の実施に必要な事項として、I C T活用工事の対象範囲や実施内容、適用する基準類、使用機器・ソフトウェア、計測計画などの施工方法・施工管理計画等を施工計画書に記載します。

起工測量及び出来形管理等の施工管理について、使用機器及びソフトウェアはその名称と諸元（ソフトウェアはバージョン情報を含む）を記載することで、カタログ及び機器仕様書の添付は不要です。

【提出書類】

資料3 施工計画書

【関連基準類】

U A V 出来形管理要領 1-5 施工計画書

T L S 出来形管理要領 1-5 施工計画書

2. 3 工事測量

2. 3. 1 工事基準点

受注者は、4級基準点及び3級水準点、もしくはこれと同等以上として設置した工事基準点を使用する必要があります。工事基準点の設置については、通常の工事と同様に必要となる測量を実施し、測量成果を監督員に提出します。

空中写真測量（無人航空機）、地上型レーザースキャナーを用いた測量では、標定点を計測する場合は基準点からT Sまでの距離、標定点からT Sまでの計測距離についての制限（3級T S 100m 以内、2級T S 150m 以内）がありますので、注意して下さい。

【関連基準類】

U A V 出来形管理要領 2-7 工事基準点の設置

T L S 出来形管理要領 2-6 工事基準点の設置

2. 3. 2 起工測量

以下の1)～8)から手法を選択して3次元座標を取得し、計測データを作成します。なお、発注者が3次元計測データを提供する場合、そのデータを活用することで、起工測量を実施したものとみなします。

- 1) 空中写真測量（無人航空機）を用いた起工測量
- 2) 地上型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた起工測量
- 4) 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

- 5) RTK-GNSSを用いた起工測量
- 6) 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
- 7) 地上型移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 8) その他の3次元計測技術を用いた起工測量

これらの3次元計測手法で効率的に作業ができない現場条件においては、中心線・縦断・横断等の確認の測量結果から計測データを作成することで、3次元計測手法の活用を省略することも可能です。

この場合、2次元の発注図の測点位置で計測する必要はありませんが、通常の工事と同様の頻度で計測を行って下さい。

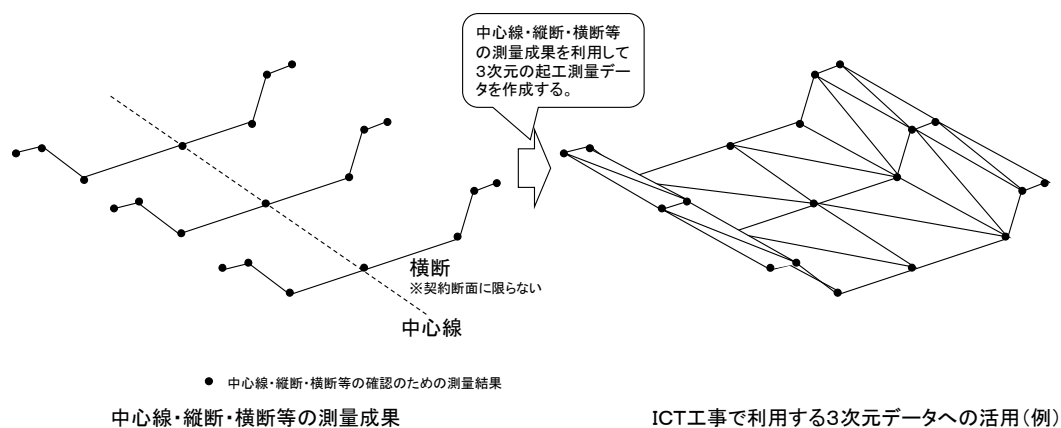


図 1 中心線・縦断・横断等の確認のための測量結果からのデータ作成方法

【関連基準類】

- | | | |
|------------|-----|------|
| UAV出来形管理要領 | 3-1 | 起工測量 |
| TLS出来形管理要領 | 3-1 | 起工測量 |

2.3.3 精度確認

空中写真測量（無人航空機）、地上型レーザースキャナー、GNSSローバーを用いて起工測量及び出来形管理を行う場合は、使用機器の測定精度が規定を満たしているかの確認のため精度確認試験を実施し、試験結果を監督員に提出します。なお、GNSSローバーの精度確認が必要となるのは、空中写真測量（無人航空機）を用いた計測に必要な標定点及び検証点の計測に利用する場合のみです。

【提出書類】

- 資料4 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
 (空中写真測量（無人航空機）の場合)
- 資料5 精度確認試験結果報告書
 (地上型レーザースキャナーの場合)

資料6 精度確認試験結果報告書

(GNSSローバーを空中写真測量(無人航空機)に利用する場合)

【関連基準類】

- UAV出来形管理要領 2-2 UAVの性能とデジタルカメラの計測性能及び精度管理
UAV出来形管理要領 参考資料-4 空中写真測量(UAV)の精度確認実施手順書
及び試験結果報告書
- TLS出来形管理要領 1-2-2 出来形管理用TLS本体の計測性能及び精度管理
TLS出来形管理要領 参考資料-4 TLSの精度確認実施手順書及び試験結果報告書

2.4 3次元設計データ作成

起工測量計測データと設計図書を用いて、ICT建機による施工及び出来形管理を行うための3次元設計データを作成します。

3次元設計データの間違ひは、出来形管理に致命的な影響を与えるので、3次元設計データが設計図書と照合しているかの確認が重要です。

受注者は、3次元設計データが正しく作成されているか確認し、その結果をチェックシート及び照査結果資料に記載し、監督員に提出します。監督員は、提出された資料、また必要に応じて、根拠資料の提示を求め、確認を行います。

【提出書類】

資料7 3次元設計データチェックシート

【関連基準類】

- UAV出来形管理要領 4-2 3次元設計データの確認
TLS出来形管理要領 4-2 3次元設計データの確認
UAV出来形管理要領 参考資料-2 3次元設計データチェックシート
TLS出来形管理要領 参考資料-2 3次元設計データチェックシート

2.5 設計図書の照査

2.5.1 数量算出

起工測量計測データと3次元設計データを利用することで、従来の平均断面法に替えて、3次元CADソフトウェア等を用いた方法により、数量算出を行うことができます。

この場合、点高法、TIN分割等を用いて求積する方法、プリズモイダル法のいずれかの選択が可能です。また、3次元CADソフトウェア等を用いた方法により数量算出を行った場合、従来の平均断面法による数量算出は不要です。

【提出書類】

資料 8 数量算出結果報告書

【関連基準類】

UAV 出来形管理要領 5-2 数量算出

TLS 出来形管理要領 5-2 数量算出

2. 5. 2 設計変更

3次元CADソフトウェア等を用いた方法により数量算出を行う場合は、起工測量計測データと3次元設計データを変更図面とします。

施工管理における従来の断面管理を行わないことに加えて、平均断面法による数量算出も行わないことから、特定の横断面を設計図書に明示する必要がなくなるため、横断面図は作成しません。ただし、河床掘削工事等において発注時の設計図書が平面図と標準横断面図のみの場合、測点毎の計画高の記載を図面に行う等により、設計概要の確認ができる図面表記を行って下さい。

平均断面法により数量算出を行う場合は、横断面図が必要となります。また、横断面図に土工以外の工種が含まれ、その工種に変更がある場合は、土工を除く必要箇所のみ修正を行った横断面図を変更の設計図書とします。

2. 6 ICT建設機械による施工

3次元設計データを用いて、ICT建設機械により施工を行います。

ICT建設機械の使用には、位置精度の確認、日常点検の実施等が必要になります。これらの確認結果や記録は、監督員への提出は不要です。ただし、検査等において、発注者から求められた際に提示できるように、書類を整備・保管するようにして下さい。

ただし、ICT建機機械の施工履歴データを出来形管理や出来高管理に利用する場合は、適宜必要な精度確認を実施する必要があります。

【関連基準類】

静岡県施工履歴データによる出来形管理要領 3-3 作業装置の計測精度確認

2. 7 出来形管理

以下の1)～9)から手法を選択して、面管理による出来形管理を行います。3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形管理資料を作成します。

- 1) 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理
- 2) 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた出来形管理

- 4) 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
- 5) R T K - G N S Sを用いた出来形管理
- 6) 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
- 7) 地上型移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理
- 8) 施工履歴データを用いた出来形管理
- 9) その他の3次元計測技術を用いた出来形管理

現場条件により、すべての施工範囲において、面管理ができない場合があるため、必要に応じて面管理の控除範囲を監督員と協議し、適切な範囲で面管理を実施して下さい。

出来形評価は、1点/1m²のメッシュで行うことから、面管理の控除範囲は、メッシュ単位で設定し、出来形評価のデータ数は、控除範囲を除外して評価します。

出来形管理は、ポイントデータ（出来形評価用データ）で行うため、T I Nファイル（出来形計測データ）の作成は不要です。

【関連基準類】

- | | | |
|---------------|-------|------------|
| U A V 出来形管理要領 | 5 - 1 | 出来形管理資料の作成 |
| T L S 出来形管理要領 | 5 - 1 | 出来形管理資料の作成 |

【提出書類】

- 資料9 出来形管理資料

2. 8 完成形状の3次元計測

無人航空機や地上型レーザースキャナーを用いて完成形状を計測します。原則として、I C Tの適用範囲外を含む工事施工範囲に対して、出来形管理に準じた3次元計測を行って下さい。なお、構造物等の施工がなく、土工の完成形状と工事の完成形状が同一である場合は、出来形管理の計測データを完成形状の計測データとして下さい。また、水面や障害物等による欠測がある場合において、補測を行う必要はありません。

計測点群データは、点群処理ソフトウェアなどでのデータ処理（不要点削除やデータの間引き等の処理）を行う必要はありません。

2. 9 3次元データの納品

3次元施工管理データを工事完成図書として電子納品します。また、完成形状計測点群データは、オンライン型電子納品システム (<https://mycityconstruction.jp/>) に登録を行います。登録作業は、サイトに掲載のマニュアルに基づき実施して下さい。なお、完成形状計測点群データ以外の工事完成図書のデータは、従来通り、電子媒体または情報共有システムへの登録により提出して下さい。

【関連基準類】

U A V 出来形管理要領 5 - 3 電子成果品の作成規定
T L S 出来形管理要領 5 - 3 電子成果品の作成規定

3. 提出書類

I C T活用工事の実施において、提出が必要となる書類は、以下のとおりです。

表 2 提出書類一覧

項目	書式	備考
協議書	資料 1	受注者希望型の場合
協議書	資料 2	I C T導入型の場合
施工計画書	資料 3	
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	資料 4	空中写真測量（無人航空機）を用いた測量を実施する場合 各段階の計測毎に試験を実施
精度確認試験結果報告書	資料 5	地上型レーザースキャナーを用いた測量を実施する場合 計測前 6 ヶ月以内の試験結果であれば有効
精度確認試験結果報告書	資料 6	空中写真測量（無人航空機）を用いた計測に必要な標定点及び検証点の計測に利用する場合
3次元設計データチェックシート	資料 7	
数量算出結果報告書	資料 8	3次元CADソフトウェア等を用いた方法により数量算出を行う場合
出来形管理資料	資料 9	

4. 電子成果

4. 1 施工管理データ

起工測量計測データ、3次元設計データ、出来形管理資料、出来形評価用データをまたは情報共有システムで納品します。

その他のデータは、電子成果として納品する必要はありませんので、受注者で整備・保管して下さい。

表 3 電子媒体の納品項目一覧

項目	説明
起工測量計測データ	起工測量で計測した点群データから不要な点を削除し、サーフェス (T I N) を構築したデータ。
3次元設計データ	3次元設計データとは、道路中心線形または法線 (平面線形、絨毯線形)、出来形横断面形状、工事基準点情報及び利用する座標系情報など設計図書に規定されている工事目的物の形状とともに、それらをサーフェス (T I N) で出力したもの。
出来形管理資料	3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目計算結果 (標高較差の平均値等) と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを示した分布図を整理した帳票、もしくはビューア機能のある3次元データ。
出来形評価用データ	出来形計測点群データから不要な点を削除し、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータ。

表 4 納品対象外の項目一覧

項目	説明
出来形計測データ	出来形管理で計測した点群データから不要な点を削除し、サーフェス (T I N) を構築したデータ。
起工測量計測点群データ	起工測量で計測した点群データで、点群処理ソフトウェアなどでのデータ処理前のポイントファイル。
出来形計測点群データ	出来形管理で計測した点群データで、点群処理ソフトウェアなどでのデータ処理前のポイントファイル。
工事基準点及び標定 点データ	工事基準点及び空中写真測量 (無人航空機)、地上型レーザーキャナーによる計測に利用した標定点の3次元座標値データ。
空中写真測量で撮影 したデジタル写真	起工測量や出来形管理、完成形状の空中写真測量に使用したすべての画像ファイル。

4. 2 完成形状計測データ

完成形状計測点群データをオンライン型電子納品システム (<https://mycityconstruction.jp/>) への登録で納品します。工事完成図書には、システムから発行される電子成果登録証明書を添付して下さい。

表 5 オンラインの納品項目一覧

項目	説明
完成形状計測点群データ	無人航空機や地上型レーザースキャナーを用いて計測した完成形状の計測点群データで、点群処理ソフトウェアなどでデータ処理前のポイントファイル。

4. 3 成果品の対象項目の取扱い

ICT活用工事に関する基準に規定されている項目のうち、計測点群データ（起工測量、出来形管理）、出来形計測データ、工事基準点及び標定点データ、空中写真測量（無人航空機）で撮影したデジタル写真は、提出する必要はありません。

表 6 ICT活用工事に関する基準に規定されている項目と提出要否

項目	データ種別	ファイル形式	基準の取扱い	本ガイドラインの取扱い
起工測量計測点群データ	ポイント	CSV, LAS, LandXML	数量算出に利用した場合に提出	不要
起工測量計測データ	T I N	LandXML		
3次元設計データ	T I N	LandXML	必要	必要
出来形管理資料	—	PDF またはビューア付 3次元データ		
出来形評価用データ	ポイント	CSV, LAS, LandXML		
出来形計測点群データ	ポイント	CSV, LAS, LandXML		
出来形計測データ	T I N	LandXML		
工事基準点及び標定点データ	ポイント	CSV, LandXML, SIMA	必要	不要
空中写真測量（無人航空機）で撮影したデジタル写真	画像	JPG		
完成形状計測点群データ	ポイント	LAS	記載なし	必要

ICT活用工事（ICT土工） 契約関係書類チェックリスト

項目	概要	チェック欄	
		受注者	発注者
協議書			
施工計画書	対象範囲・実施内容		
	施工方法	使用機械、装着機器、日常点検	
	施工管理計画	出来形管理、写真管理、使用機器・ソフトウェア・3次元設計データ作成・計測計画	
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	空中写真測量（無人航空機）を用いた測量を実施する場合 各段階の計測毎に試験を実施		
精度確認試験結果報告書	地上型レーザースキャナーを用いた測量を実施する場合 計測前6ヶ月以内の試験結果であれば有効		
精度確認試験結果報告書	空中写真測量（無人航空機）を用いた計測に必要な標定点及び検証点の計測に利用する場合		
3次元設計データチェックシート			
数量算出結果報告書	3次元CADソフトウェア等を用いた方法により数量算出を行う場合		
出来形管理資料			

ICT活用工事（ICT土工） 完成図書チェックリスト

項目	概要	チェック欄	
		受注者	発注者
起工測量計測データ	CSV, LAS, LandXML		
3次元設計データ	LandXML		
出来形管理資料	PDF またはビューア付3次元データ		
出来形評価用データ	CSV, LAS, LandXML		
電子成果登録証明書	完成形状計測点群データ LAS		

決 裁 欄	契 約 担 当 者							監 督 員	
								総括	
								主任	
								担当	

工 事 番 号																					指示・承諾 協議 ・ 提出 報告書
---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

建設工事名	令和○年度 一級河川○○○川 ○○○○工事 (○○工)	請負代金額	○○, ○○○, ○○○ 円
-------	-----------------------------	-------	----------------

建設工事箇所	○○ 市 ○○ 町 ○○ 丁目 ○○ 番 ○○ 号	着手年月日	令和○年○月○日
		完成年月日	令和○年○月○日

下記のように 指示・承諾 協議 提出、報告する。 願いたい。 令和○年○月○日	契約担当者	○○○○株式会社 ○○ ○○ 受注者発議の場合は第18条第4項
	監督員	
	請 負 者	
	現場代理人	

1 静岡県建設工事請負契約約款第18条第4項により、別紙のとおり設計図書の変更を行うよう協議する。

1) 設計変更内容
「ICT活用工事 (ICT土工・受注者希望型) に関する特記仕様書」に基づき、ICT活用工事を実施する。

2) ICT活用工事の対象範囲
河川土工における掘削工○○○○m³ (別添図面参照)

3) ICT活用工事の実施内容
 (1) 空中写真測量 (無人航空機) を用いた起工測量
 (2) 3次元設計データ作成
 (3) 3次元MGバックホウによる施工
 (4) 空中写真測量 (無人航空機) を用いた出来形管理
 (5) 3次元データの納品

2 本設計に係る変更概算金額については、以下のとおり協議する。

1) 直接工事費 約○○千円増
 2) 保守点検・システム初期費 約○○千円増
 3) 起工測量費 約○○千円増
 4) 3次元設計データ作成費 約○○千円増

上記1のとおり施工するよう指示する。
 なお、本指示内容は設計変更の対象とする。
 1) 請負金額：約○○千円増 (累計で約○○千円増)
 上記1) は、参考値であり、設計変更に係る金額については、約款 (第23条及び) 第24条により別途行う変更契約協議に基づくものとする。

協議内容に同意し、施工を指示する
 場合に、監督員が記載する。

上記について、承諾する。 受理する。 令和○年○月○日	契約担当者	静岡県○○土木事務所 ○○ ○○
	監 督 員	
	請 負 者	
	現場代理人	

注 1 不要な文字は=で消すこと。 2 起案用は、監督員、請負者用の3部複写とする。
 3 起案用は上欄に決裁欄を設ける。

決 裁 欄	契 約 担 当 者							監 督 員	
								総括	
								主任	
								担当	

工 事 番 号								指示・承諾 協議 ・ 提出 報告書	
建設工事名	令和○年度 一級河川○○○川 ○○○○工事(○○工)					請負代金額	○○, ○○○, ○○○ 円		
建設工事箇所	○○ 市 ○○ 町				地先	着手年月日	令和○年○月○日		
	○○ 郡 ○○ 村					完成	令和○年○月○日		
下記のように 指示・承諾 協議 提出、報告する。 願いたい。 令和○年○月○日		契約担当者 監督員 請負者 現場代理人	○○○○株式会社 ○○ ○○ 受注者発議の場合は第18条第4項						
1 静岡県建設工事請負契約約款第18条第4項により、別紙のとおり設計図書の変更を行うよう協議する。 1) 設計変更内容 「ICT活用工事(ICT土工・ICT導入型)に関する特記仕様書」に基づき、ICT活用工事の対象範囲を協議する。 2) ICT活用工事の対象範囲 河川土工における掘削工○○○○m3(別添図面参照) 3) ICT活用工事の実施内容 (1) レーザースキャナーを用いた起工測量 (2) 3次元設計データ作成 (3) 3次元MGバックホウによる施工 (4) レーザースキャナーを用いた出来形管理 (5) 3次元データの納品 2 本設計に係る変更概算金額については、以下のとおり協議する。 1) 直接工事費 約○○千円減 2) 起工測量費 約○○千円増 3) 3次元設計データ作成費 約○○千円減 協議内容に同意し、施工を指示する場合には、監督員が記載する。 上記1のとおり施工するよう指示する。 なお、本指示内容は設計変更の対象とする。 1) 請負金額：約○○千円増(累計で約○○千円増) 上記1)は、参考値であり、設計変更に係る金額については、約款(第23条及び)第24条により別途行う変更契約協議に基づくものとする。									
上記について、承諾する。 受理する。 令和○年○月○日		契約担当者 監督員 請負者 現場代理人	静岡県○○土木事務所 ○○ ○○						

注 1 不要な文字は=で消すこと。 2 起案用は、監督員、請負者用の3部複写とする。
 3 起案用は上欄に決裁欄を設ける。

(資料3)

施工計画書（記載例）

目次

1.	対象範囲・実施内容.....	1
(1)	ICTの適用技術.....	1
(2)	適用工種.....	2
(3)	適用区域.....	2
2.	施工方法.....	3
2. 1	ICT建機による施工.....	3
(1)	使用機械とICT技術.....	3
(2)	装着機器詳細.....	3
(3)	システムから提供される情報・補助.....	3
(4)	精度確認.....	3
(5)	ICT建機の日常点検.....	4
3.	施工管理計画.....	6
3. 1	ICT施工に係わる出来形管理.....	6
(1)	適用工種.....	6
(2)	適用区域.....	6
(3)	出来形計測箇所及び出来形管理基準及び規格値.....	7
(4)	出来形管理写真基準.....	7
(5)	使用機器・ソフトウェア（UAVの場合）.....	8
(6)	使用機器・ソフトウェア（TLSの場合）.....	9
(7)	3次元設計データ作成.....	10
(8)	空中写真測量（無人航空機）による計測（UAVの場合）.....	11
(9)	空中写真測量（無人航空機）に係わる安全管理（UAVの場合）.....	15
(10)	TLSによる計測（TLSの場合）.....	16
(11)	計測点密度とデータ処理.....	18

※ 本資料は、標準的に記載が必要となる事項について記載したものです。実際の施工計画書は、実際の条件・内容に基づいて、記載して下さい。

当計画書は〇〇工事における ICT 活用に関する施工計画について記載する。

1. 対象範囲・実施内容

(1) ICTの適用技術

当該工事は、以下に示す ICT 施工技術を活用する。

建設生産プロセス の段階	採 用 項 目	I C T 施工技術の具体的内容
起工測量	○	空中写真測量（無人航空機）を用いた起工測量
	○	地上型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次元計測技術を用いた起工測量
		発注者から提供された3次元計測データを利用
3次元設計データ 作成	○	
I C T 建設機械に よる施工	○	3次元MCまたは3次元MGブルドーザ
	○	3次元MCまたは3次元MGバックホウ
出来形管理等の施 工管理	○	空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理
	○	地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理
		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
		施工履歴データを用いた出来形管理
	その他の3次元計測技術を用いた出来形管理	
3次元データの納 品	○	

(2) 適用工種

以下の工種に適用する。

工 種	種 別	単 位	数 量	備 考
道路土工	路体盛土工	m ³	1,000	
	法面整形工	m ²	500	

(3) 適用区域

適用区域は、工事起点〇〇から工事終点〇〇までの土工の天端および法面部分とする。
適用区域を示した平面図、横断図を示す。

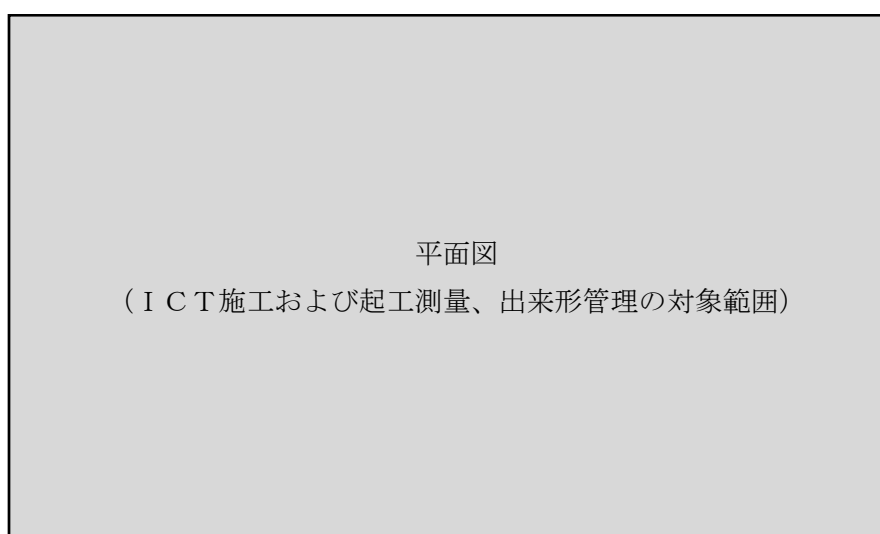


図 平面図

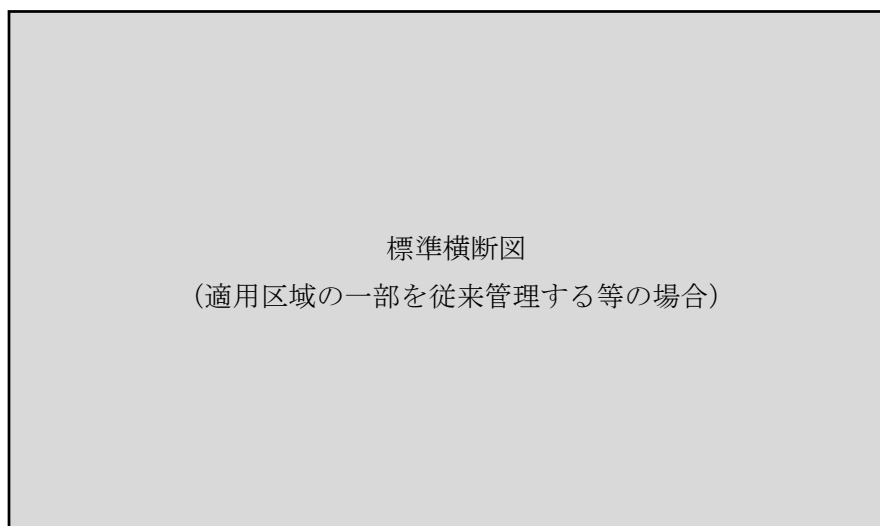


図 標準横断図

2. 施工方法

2. 1 ICT建機による施工

(1) 使用機械とICT技術

機械名	規格	台数	制御方法	測位方法
バックホウ	0.7m3級	1	マシンコントロール	RTK-GNSS方式
ブルドーザ		1	マシンコントロール	TS方式

(2) 装着機器詳細

機種名	〇〇社製 △△-□□			
機器	計測データ	仕様	台数	摘要
GNSS受信機	本体位置 (3次元座標)	GNSS受信機 GNSSアンテナ マスト、ブラケット一式	1	堅牢タイプ (対衝撃性、 防塵性、防滴 性)
	本体向き (機軸に対する 回転角)	GNSS受信機 GNSSアンテナ マスト、ブラケット一式 方位センサ	1	
		方位センサ	1	
	GNSS補正 情報 (基準局)	GNSS受信機、 GNSSアンテナ マスト、ブラケット一式、充電器1式	1	標準タイプ (防塵性、防 滴性)
傾斜センサ	本体ピッチング、ローリング	センサ、ブラケット	1	
変位センサ	作業装置支点 角度	センサ、ブラケット(アーム、ブーム、バケット用)	3	
傾斜センサ	作業機装置支 点角度			
コントロールユニット 及びモニタ	設計とバケッ ト位置の差異 等	演算・描画処理装置、得センサユニット、モニタ	1	

(3) システムから提供される情報・補助

機能		情報	備考
3次元設計データ保存機能		3次元設計データ	
掘削 操作 支援	電子丁張提供	平面、断面形状	
	本体操作支援情報の提供	移動操作支援	設計上の位置
		掘削方向誘導	法面との正対
	作業機操作支援情報の提供	切り出し位置誘導	設計との標高差分値
バケット操作支援		設計勾配	

(4) 精度確認

ICT建機の精度確認は、別途示される「静岡県施工履歴データによる土工の出来形管理要領(案)」の「3-3作業装置の計測精度確認」に基づいて実施する。

(5) ICT建機の日常点検

日々の点検を下記チェックシートに記載された項目について作業開始前に実施する。

日常点検のチェック項目(対象技術:ICTバックホウ)

対象項目	確認箇所	チェック実施日		年 月 日		年 月 日		年 月 日		年 月 日	
		確認者	内容	印	結果	印	結果	印	結果	印	結果
1)GNSS ・基地局			<ul style="list-style-type: none"> ・テラセクト(ねじ)の緩みはないか? ・アンテナ、マストの変形はないか? ・GNSSは正しく起動しているか? ・無線装置は正しく起動(電力供給、バッテリー充電量)しているか? 								
2)GNSS ・上部旋回体後方			<ul style="list-style-type: none"> ・テラセクト(ねじ)の緩みはないか? ・アンテナ、マストの変形はないか? 								
3)センサ			<ul style="list-style-type: none"> ・テラセクト(ねじ)の緩みはないか? ・センサの変形はないか? 								
4)ケーブル			<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブルの緩みはないか? ・ケーブルの損傷はないか? 								
5)データ確認			<ul style="list-style-type: none"> ・測定較差が±50mm以内か? 								

※各チェック項目について、チェック結果欄に“○”を記すこと。
 *本チェックシートは、「ICTバックホウによる情報化施工要領(案)」にある項目にデータ確認を追加し、週単位(5日)に修正したものである。

日常点検のチェック項目 (対象技術；ICTグループ)

対象項目	確認箇所	チェック実施日		年月日		年月日		年月日		年月日	
		確認者	内容	チェック結果	印	チェック結果	印	チェック結果	印	チェック結果	印
1) GNSS または TS ・基準局		・アラケット(ねじ)の緩みはないか?									
		・アンテナ, マストの変形はないか?									
		・正しく起動しているか? (電力供給、バッテリー充電量)									
		・無線装置は正しく起動しているか? (電力供給、バッテリー充電量)									
		・アラケット(ねじ)の緩みはないか?									
2) GNSS または TS	・ゾレード部	・アンテナ, マストの変形はないか?									
		・アラケット(ねじ)の緩みはないか? ・センサーの変形はないか?									
3) センサ	・ゾレード部	・アラケット(ねじ)の緩みはないか? ・センサーの変形はないか?									
4) ケーブル	・ゾレード～本体等	・ケーブルの緩みはないか? ・ケーブルの損傷はないか?									
5) データ 確認	既知点	・X座標	アルボーザ	較差		アルボーザ	較差		アルボーザ	較差	
		・Y座標									
		・標高									
		・測定較差が規格値以内か?	規格値	確認		確認		確認		確認	

※各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

3. 施工管理計画

3. 1 ICT施工に係わる出来形管理

次表に示す工種について、空中写真測量（無人航空機）を用いた起工測量および出来形管理をおこなう。

(1) 適用工種

工 種	種 別	単 位	数 量	備 考
道路土工	路体盛土工	m ³	1,000	
	法面整形工	m ²	500	

(2) 適用区域

3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲は下記赤色部分とする。

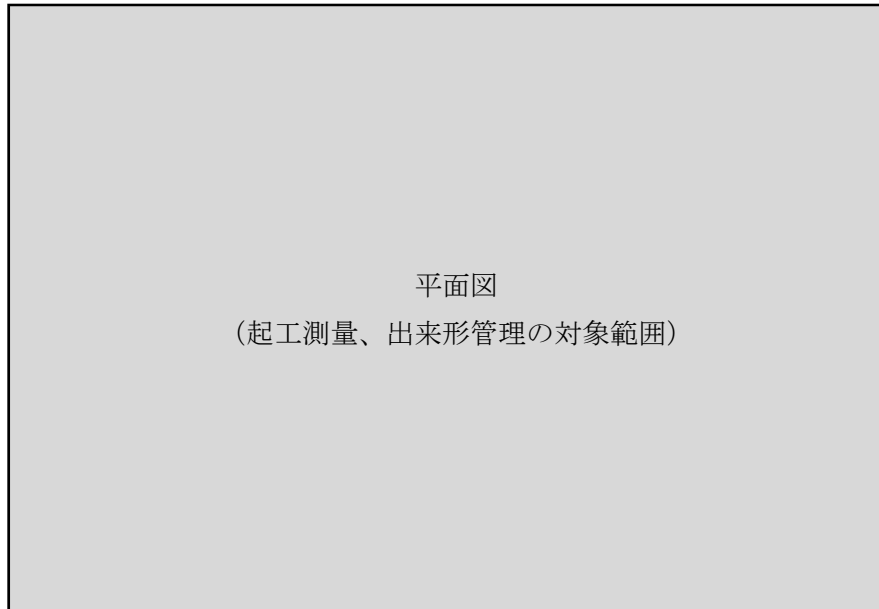


図 平面図

(3) 出来形計測箇所及び出来形管理基準及び規格値

工種	測定箇所	測定項目	規格値		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
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。

(4) 出来形管理写真基準

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
路体盛土工 路床盛土工	巻出し厚	200mに1回	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]	
	法長（法面） 幅（天端）	計測毎に1回 [施工後]	代表箇所各1枚

(5) 使用機器・ソフトウェア (UAVの場合)

当該工事では、「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)」に定められた性能および機能を有する以下の機器・ソフトウェアを使用する。

1) 機器構成

項目	名称	仕様・性能
トータルステーション	〇〇〇	
UAV	〇〇〇	
デジタルカメラ	〇〇〇	
3次元設計データ作成ソフトウェア	〇〇〇 (バージョン番号)	
写真測量ソフトウェア	〇〇〇 (バージョン番号)	
点群処理ソフトウェア	〇〇〇 (バージョン番号)	
出来形帳票作成ソフトウェア	〇〇〇	

2) 計測計画・精度管理

項目	起工測量	出来形計測
計測性能	計測密度：0.25m ² (0.5m×0.5m メッシュ) あたり1点以上 地上画素寸法：2cm/以内	計測密度：0.01m ² (0.1m×0.1m メッシュ) あたり1点以上 地上画素数寸法：1cm/画素以内
測定精度	±10cm 以内	±5cm 以内

3) UAV主要諸元

機体直径	628mm (モータ軸間)、1009mm (直径)
機械高	254mm
機体重量	1.4kg (機体のみ)、2.2kg (バッテリー含む)
離陸重量	6.0kg
耐風速	10m/s 以下
滞空 (ホバリング時間)	8~15分
最高速度	72km/h 水平：20m/s 上昇：5m/s
最大到達高度	150m
動力用バッテリー	Zion Lipo 6セル 99wh×1

4) デジタルカメラ主要諸元

型式	フラッシュ内蔵レンズ交換式デジタルカメラ
撮像素子	APS-C サイズ (23.5 x 15.6mm) 、"Exmor"APS HD 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
アスペクト比	3:02:00
画像ファイル形式	JPEG (DCF Ver. 2.0、Exif Ver. 2.3、MPF Baseline) 準拠、RAW(ソニーARW 2.3 フォーマット)
記録画素数 (縦横比 3 : 2)	L サイズ: 6000 x 4000 (24M), M サイズ: 4240 x 2832 (12M), S サイズ: 3008x2000 (6M)
使用レンズ	焦点距離 : 28 mm F E 2 / 28

(6) 使用機器・ソフトウェア (T L S の場合)

当該工事では、「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領 (土工編) (案)」に定められた性能および機能を有する以下の機器・ソフトウェアを使用する。

1) 機器構成

項目	名称	仕様・性能
トータルステーション	〇〇〇	
地上型レーザースキャナー	〇〇〇	
3次元設計データ作成ソフトウェア	〇〇〇 (バージョン番号)	
点群処理ソフトウェア	〇〇〇 (バージョン番号)	
出来形帳票作成ソフトウェア	〇〇〇 (バージョン番号)	

2) 精度管理

項目	確認方法	基準上の要求事項
測定精度	「精度確認試験報告書」に基づいて、起工測量時、および出来形計測前に実施する。	計測範囲内で±20mm ※当該現場での使用から6か月以内に実施したものであること。
精度管理 (LS 本体)	巻末に別途添付する。	T L S 本体の保守点検記録。 製造元が推奨する有効期限内

3) 地上型レーザーキャナー主要諸元

機体直径	228(D) x 293(W) x 412(H) mm (ハンドル、基盤含む)
機械高	226mm(基盤取付け面からミラー回転中心まで)
機体重量	10.0kg(基盤、バッテリーを含む)
レーザークラス	Class 3R(標準モード)
測定距離	40m~350m
スキャンスピード	最大 120,000 点/秒
点間隔	最小 3.1mm (10m時)
距離精度	3.5mm(σ)

(7) 3次元設計データ作成

3次元設計データは、起工測量時の数量算出や出来形の評価と出来形管理資料作成に利用するものであり、発注者に指示された適用区域を対象に設計図書に基づいて作成する。作成した3次元設計データは、入力の間違いないかを確認するために、要領に従った確認方法を実施し、「3次元設計データチェックシート」を監督員に提出する。

(8) 空中写真測量（無人航空機）による計測（UAVの場合）

1) 無人航空機の飛行許可に関する事項

本現場では、航空法の規定に係わる該当項目がなかったため、「無人航空機の飛行に関する許可・承認」は特に不要であった。

無人航空機の飛行の許可が必要となる空域 (以下の3項目のいずれかに該当する場合は申請が必要)		
1	空港などの周辺（進入表面等）の上空領域	該当なし
2	150m以上の高さの空域	該当なし
3	人口集中地区(DID地区)の上空	該当なし

DID地区と空港上空区域の分布図など
(当該現場の位置と航空法の規定に係わる項目の位置関係を示す図)

図 DID地区と空港上空区域の分布

無人航空機の飛行の方法 (以下の6項目のいずれかに該当する場合は申請が必要)		
1	夜間飛行	該当なし
2	目視外飛行	該当なし
3	30m未満の飛行	該当なし
4	イベント上空飛行	該当なし
5	危険物輸送	該当なし
6	物件投下	該当なし

2) 標定点・検証点の設置

(配置)

起工測量および出来形計測時の標定点・検証点は、国土地理院「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」に従い、以下の配点とする。検証点は、UAVを用いた出来形管理要領に従い、以下の設置点数にて設置する。

	要領の記載内容	本業務	
		起工測量	出来形計測
外部標定点	辺長 100m 間隔程度以内 (内部含め最低 4 点)	4 点	4 点
内部標定点	辺長 200m 間隔程度以内	3 点	3 点
検証点	天端上辺長 200m 間隔程度以内 (最低 2 点)	4 点	4 点

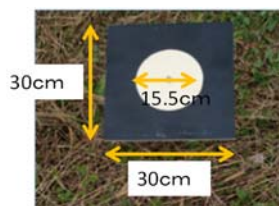


図 標定点・検証点の設置

(設置方法)

起工測量および出来形計測時の標定点・検証点の設置は、発注者より指示された基準点あるいは工事基準点を利用して、基準点からTS、標定点からTSまでの計測距離（斜距離）を150m以内で計測し、座標を求める。TSは、2級TSを利用する。

	実施計画	要領の記載内容
設置方法	TSを用いた計測	4級基準点および3級水準点相当



3) 空中写真撮影

(飛行計画)

地上画素寸法を確保できるように、天端から対地高度50mで飛行する。また、離着陸時以外は、基本的に自律飛行とする。適用区域の土工範囲を網羅するように、延長方向は+20m程度、横方向は+2、3m程度延伸するように計測する。

計測諸元	
対地高度	50m
オーバーラップ率（計測方向）	計画時 90%
サイドラップ率（隣接方向）	60%
コース間隔	11.1m

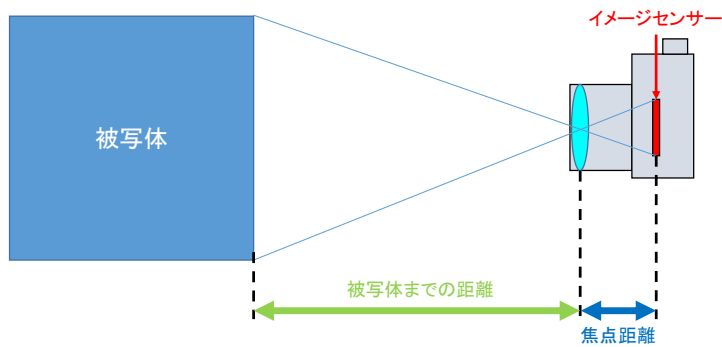


図 飛行計画

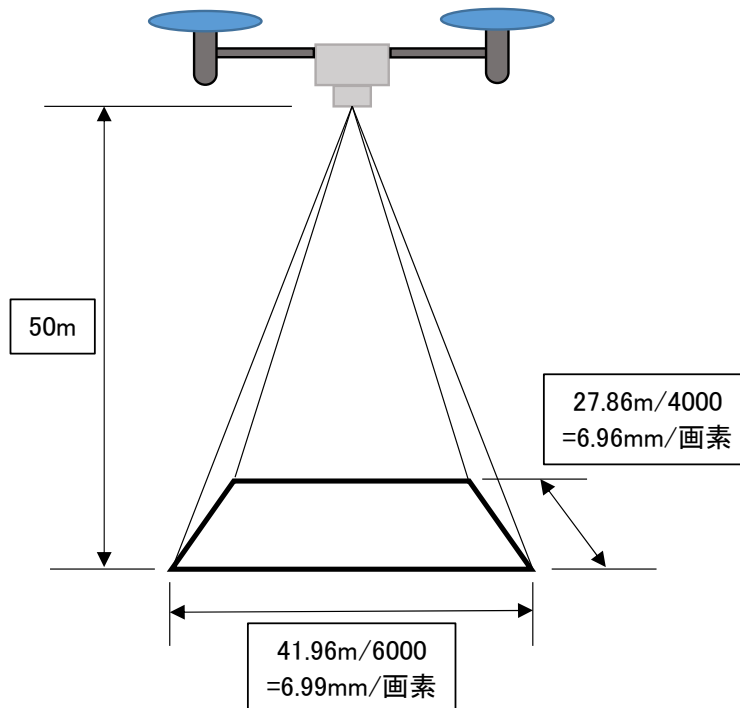
4) 地上画素寸法の算出

計測性能として、撮影計画上の地上画素寸法が1cm/画素以内と定められている。地上画素寸法は、使用するデジタルカメラの解像度と飛行高度より算定し、以下のとおり、地上解像度を確認した。

被写体までの距離 (m)	50m
焦点距離 (mm)	28mm
水平撮影範囲 (m)	41.96m
垂直撮影範囲 (m)	27.86m
水平mm/画素	6.99mm/画素
垂直mm/画素	6.99mm/画素



上記諸元の解説図



1画素あたりの寸法算出根拠

5) 撮影枚数

飛行コース長	70m	水平撮影範囲	41.96m
コース数	3	ラップ率	90%
撮影枚数 (1 コース)	$70\text{m} \div (41.96\text{m} \times (100\% - 90\%) \div 100) \doteq 17 \text{ 枚}$		
撮影枚数(予定)	51 枚		

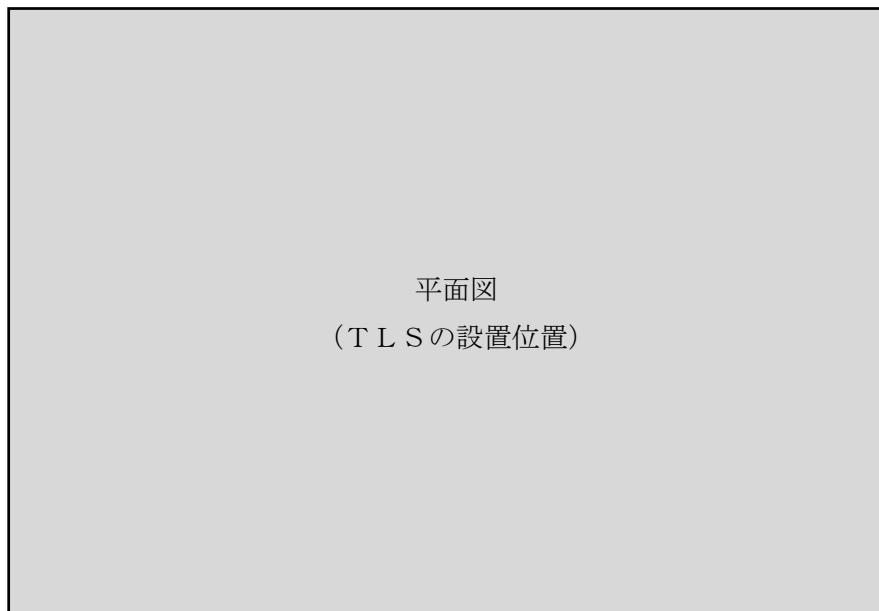
(9) 空中写真測量(無人航空機)に係わる安全管理(UAVの場合)

UAVの飛行にあたっては、「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」等を遵守し、安全な運航を確保する。

(10) TLSによる計測 (TLSの場合)

1) TLSの設置

地上型レーザースキャナーの計測は、4箇所に設置し計測を行う。設置箇所は、「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領 (土工編) (案)」に準じ、計測対象物に対してできるだけ正対した位置に設置するものとする。



TLSの配置計画

2) T L S の位置決め

レーザースキャナーの機械設置は、「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）」に準じ、工事基準点上にプリズムを設置し、後方交会法によるレーザースキャナーの設置を行う。本業務では4点の基準点上にプリズムを設置し、その内の2点を使い後方交会法による機械設置を行う。



標定点を設置する場合の記載例

標定点は、発注者より指示された基準点あるいは工事基準点を利用して、4級基準点測量の規定を準用しTSによる放射法2セット観測で求める。

	実施計画	要領の記載内容
設置方法	TSを用いた計測	4級基準点および3級水準点相当
設置点数	4点	4点以上

図 標定点・検証点の設置

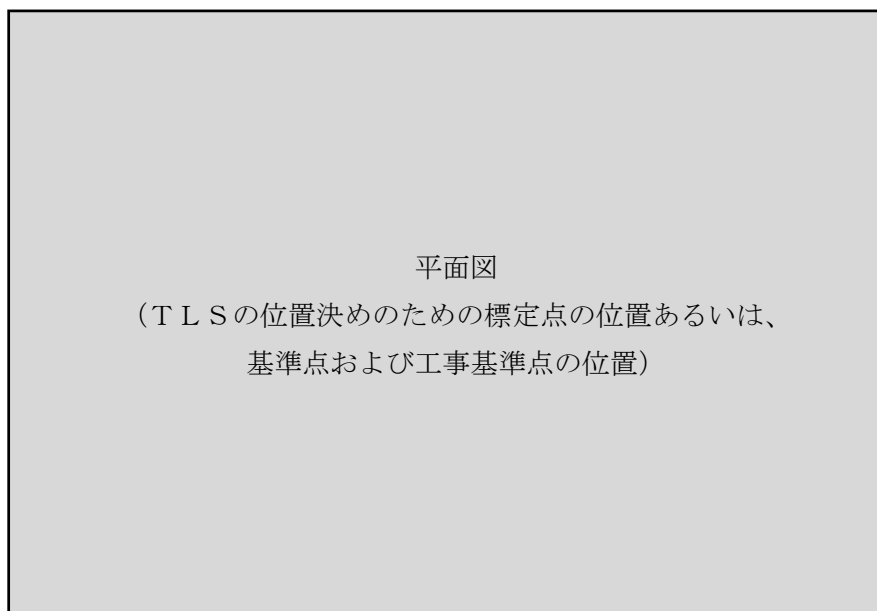


図 T L S 位置決めに使用する標定点あるいは、基準点および工事基準点の位置計画

(1 1) 計測点密度とデータ処理

1) 計測点密度

I C Tを用いた計測では、下表の必要な計測点が取得できるように、データ処理段階で、所定の計測点密度を設定し、作成する。

	実施計画	要領の記載内容
起工測量	〇〇あたり 1 点以上	0.25m ² あたり 1 点以上
出来形測量	〇〇あたり 1 点以上	0.01m ² あたり 1 点以上

2) データ処理

出来形管理や出来高算出に係わるデータ処理は以下の手順のとおり実施し、出来形評価のための計算方法や数量算出方法は、要領に従った以下の方法で実施する。

(データ処理手順)

出来形管理に必要な処理	資料作成ソフトウェア
1. 計測 (計測点群データの取得)	〇〇〇
2. 不要点除去	〇〇〇
3. 点群密度の変更 (データの間引き)	〇〇〇
4. 数量算出	
5. 点群密度の変更 (グリッドデータ化)	〇〇〇
6. 3次元設計データと出来形評価用データの各ポイント離れの計算	〇〇〇
7. 出来形分布図の作成	〇〇〇
8. 出来形帳票および3次元ビューの作成	〇〇〇

(データ処理および計算方法)

	実施方法	要領に示される計算方法
3. 点群密度の変更 (データの間引き)	最下点	<ul style="list-style-type: none"> ・最下点 ・中央値
4. 数量算出	点高法	<ul style="list-style-type: none"> ・点高法 ・TIN 分割法 ・プリズモイダル法
5. 点群密度の変更 (グリッドデータ化) 出来形評価用データのため	最近隣法	<ul style="list-style-type: none"> ・個々の実在点 ・最近隣法 ・平均法 ・TIN 法 ・逆距離加重法

(資料4)

令和 年 月 日

工事名： _____

受注者名： _____

作成者： _____

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

・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	令和 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	令和 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 〇〇工事現場
検証機器 (検証点を計測する測定機器)	TS : 3級TS以上 <input type="checkbox"/> 機種名 (級別〇級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差

・精度確認試験結果（詳細）

① 真値とする検証点の確認



計測方法：既知点 or TS による座標値計測

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			
	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) 以内；合格（基準値 5 cm 以内）

Y成分（最大） = -0.011m (-1.1cm) 以内；合格（基準値 5 cm 以内）

Z成分（最大） = -0.020m (-2cm) 以内；合格（基準値 5 cm 以内）

(資料5)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和2年2月18日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) レーザ測量
精度 太郎

<p>精度確認の対象機器</p> <p>メーカー：(株)ABC社</p> <p>測定装置名称：LS420</p> <p>測定装置の製造番号：R00891</p>	<p>写真</p> 
<p>検証機器（標定点を計測する測定機器）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> テープ：JIS1種1級（ガラス繊維製巻尺）</p> <p> ■ ○○製 商品名：○○</p> <p><input type="checkbox"/> TS：3級TS以上</p> <p><input type="checkbox"/> SS製 ○○（2級）</p>	<p>写真</p> 
<p>測定記録</p> <p>測定期日：令和2年2月18日</p> <p>測定条件：天候 晴れ</p> <p> 気温 8℃</p> <p>測定場所：(株) レーザ測量</p> <p> 社内 資材ヤードにて</p>	<p>写真</p> 
<p>精度確認方法</p> <p>■ 既知点の座標間距離</p>	

図 機器の動作状況と精度確認結果の事例

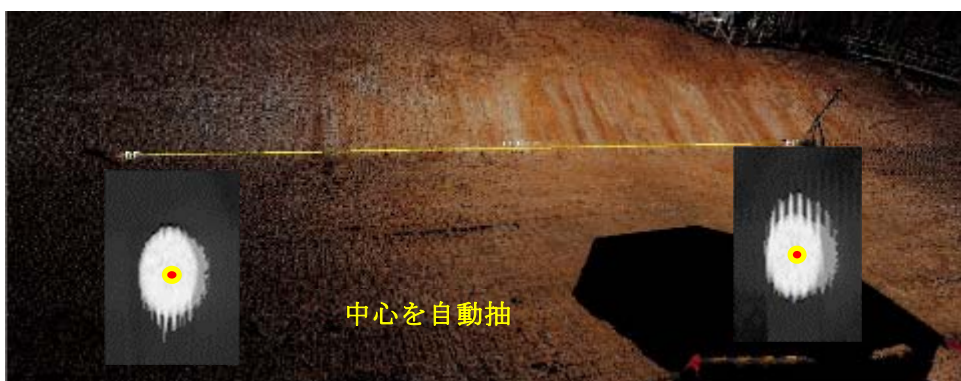
・精度確認試験結果（詳細）

①テープによる検査点の確認



計測方法：(テープ) or TSによる座標間距離 or TSによる座標値計測
計測結果：17.070m

②LSによる確認



3DLSによる既知点の点間距離 (L')				
	X	Y	Z	点間距離
1点目	44044.700	-11987.621	17.870	17.071m
2点目	44060.775	-11993.355	17.502	

③差の確認（測定精度）

レーザースキャナーの計測結果による点間距離 (L') — テープによる実測距離 (L)
17.071m - 17.070m = 0.001m (1mm) ; 合格 (基準値 20mm 以内)

図 機器の動作状況と精度確認結果の事例

(資料6)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和2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)〇〇測量
精度 太郎

精度確認の対象機器 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：GNSS2000 測定装置の製造番号：R00891	写真
検証機器（真値を計測する測定機器） <input checked="" type="checkbox"/> TS：3級TS以上 <input type="checkbox"/> 機種名（級別〇級）	写真
測定記録 測定期日：令和3年2月18日 測定条件：天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所：(株)〇〇測量 現場内にて	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 真値の計測結果



計測方法：既知点 αTS 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			
	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 (-2cm) ; 合格（基準値±2cm 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）

(資料7)

令和 年 月 日

工事名： _____

受注者名： _____

作成者： _____

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び 工事基準点	全点	・ 監督職員の指示した基準点を使用しているか？	
		・ 工事基準点の名称は正しいか？	
		・ 座標は正しいか？	
2) 平面線形	全延長	・ 起終点の座標は正しいか？	
		・ 変化点（線形主要点）の座標は正しいか？	
		・ 曲線要素の種別・数値は正しいか？	
		・ 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）
- ・ 縦断図（チェック入り）
- ・ 横断図（チェック入り）
- ・ 3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）

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

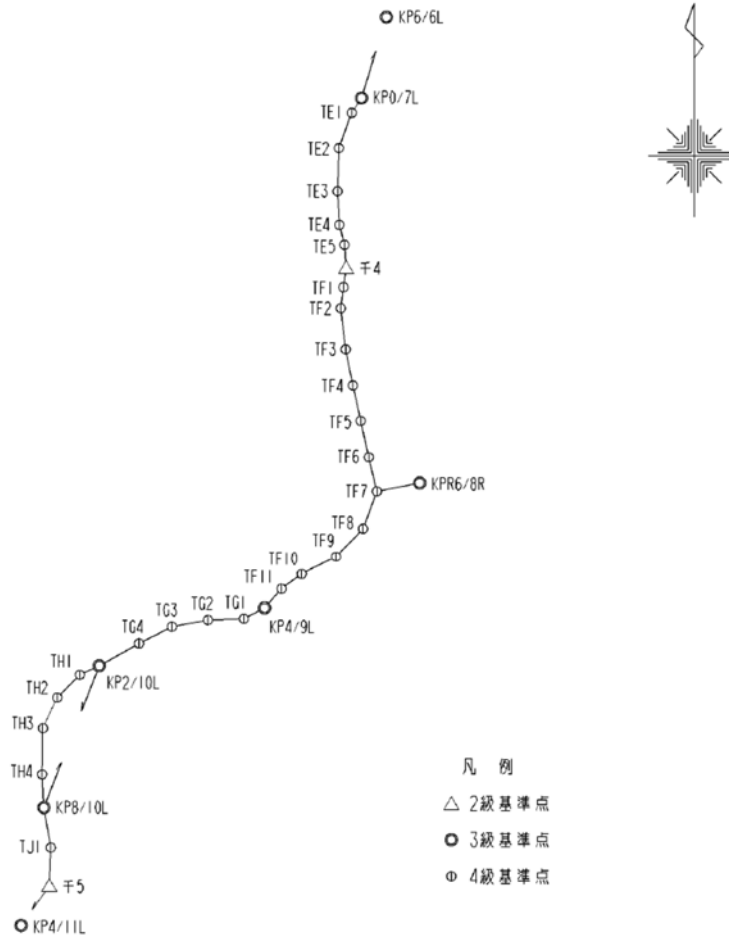
3次元設計データの照査結果資料の一例

道路土工

- ・工事基準点リスト (チェック入り)

4級基準点網図

S=1:25000



凡例

- △ 2級基準点
- 3級基準点
- 4級基準点

基準点成果表

世界測地系

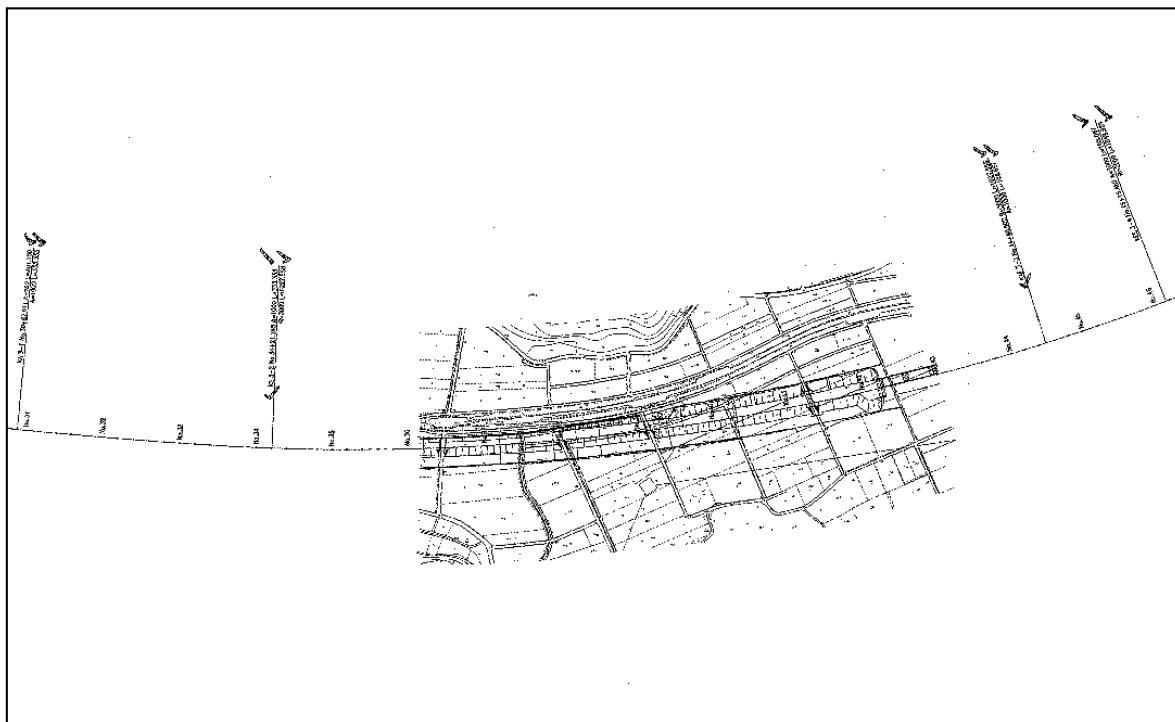
測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標	備考
千4 ✓	-103592.645 ✓	-53971.965 ✓	2級基準点	TF4 ✓	-104073.411 ✓	-53943.604 ✓	4級基準点
千5 ✓	-106133.790 ✓	-55192.361 ✓	〃	TF5 ✓	-104222.811 ✓	-53911.981 ✓	〃
KP6/6L ✓	-102566.552 ✓	-53805.858 ✓	3級基準点	TF6 ✓	-104371.743 ✓	-53878.598 ✓	〃
KP0/7L ✓	-102897.874 ✓	-53908.500 ✓	〃	TF7 ✓	-104511.791 ✓	-53845.280 ✓	〃
KP6/8R ✓	-104477.348 ✓	-53669.206 ✓	〃	TF8 ✓	-104665.056 ✓	-53902.104 ✓	〃
KP4/9L ✓	-104993.148 ✓	-54307.238 ✓	〃	TF9 ✓	-104780.424 ✓	-54013.042 ✓	〃
KP2/10L ✓	-105230.181 ✓	-54987.389 ✓	〃	TF10 ✓	-104853.023 ✓	-54154.538 ✓	〃
KP8/10L ✓	-105811.653 ✓	-55214.489 ✓	〃	TF11 ✓	-104914.141 ✓	-54238.118 ✓	〃
KP4/11L ✓	-106294.412 ✓	-55308.723 ✓	〃	TG1 ✓	-105038.052 ✓	-54392.649 ✓	〃
TE1 ✓	-102958.485 ✓	-53948.860 ✓	4級基準点	TG2 ✓	-105043.204 ✓	-54539.888 ✓	〃
TE2 ✓	-103102.553 ✓	-54001.759 ✓	〃	TG3 ✓	-105069.858 ✓	-54688.396 ✓	〃
TE3 ✓	-103279.147 ✓	-54006.884 ✓	〃	TG4 ✓	-105138.964 ✓	-54823.046 ✓	〃
TE4 ✓	-103416.596 ✓	-53999.420 ✓	〃	TH1 ✓	-105267.033 ✓	-55067.216 ✓	〃
TE5 ✓	-103497.830 ✓	-53978.296 ✓	〃	TH2 ✓	-105361.017 ✓	-55160.314 ✓	〃
TF1 ✓	-103671.867 ✓	-53983.149 ✓	〃	TH3 ✓	-105486.259 ✓	-55218.934 ✓	〃
TF2 ✓	-103757.779 ✓	-53993.677 ✓	〃	TH4 ✓	-105675.217 ✓	-55221.966 ✓	〃
TF3 ✓	-103925.787 ✓	-53973.651 ✓	〃	TJ1 ✓	-105975.513 ✓	-55186.171 ✓	〃

・線形計算書（チェック入り）（例）

線形計算書

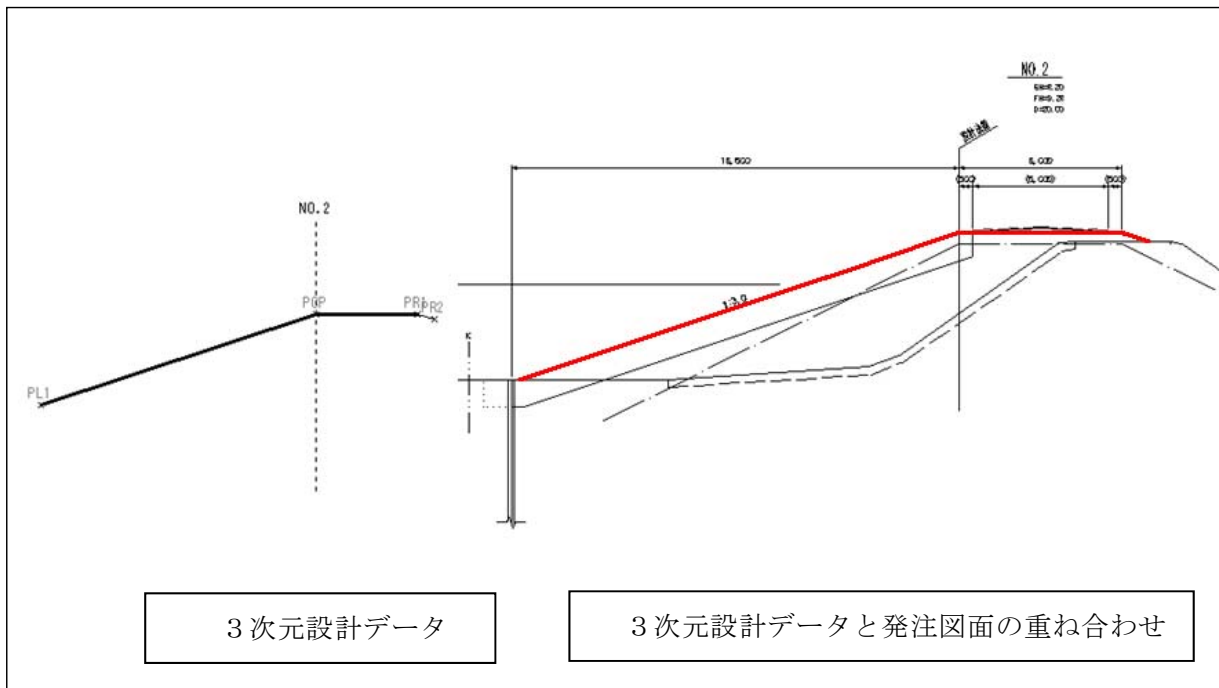
要素番号	1	直線					
BP	: X = -87,422.0000	Y = 42,916.0000	方向角 = 357° 19' 14.6661"	測点 0 + 0.0000			
BC1	: X = -87,400.5562	Y = 42,914.9965	要素長 = 21.4672	測点 1 + 1.4672			
要素番号	2	円(左曲がり)					
BC1	: X = -87,400.5562	Y = 42,914.9965	方向角 = 357° 19' 14.6661"	測点 1 + 1.4672			
EC1	: X = -87,378.1512	Y = 42,876.2809	方向角 = 258° 36' 16.6569"	測点 3 + 2.8173			
IP	: X = -87,372.6270	Y = 42,913.6895	IA = 98° 42' 58.0092"				
S.P	: X = -87,382.7582	Y = 42,905.7863	要素長 = 41.3501				
M	: X = -87,401.6781	Y = 42,891.0228					
	R = 24.0000	L = 41.3501	C = 36.4221	IA = 98° 42' 58.0092"			
	TL = 27.9598	SL = 12.8477					
要素番号	3	直線					
EC1	: X = -87,378.1512	Y = 42,876.2809	方向角 = 258° 36' 16.6569"	測点 3 + 2.8173			
BC2	: X = -87,386.2592	Y = 42,846.0530	要素長 = 41.0369	測点 5 + 3.8542			
要素番号	4	円(右曲がり)					
BC2	: X = -87,386.2592	Y = 42,846.0530	方向角 = 258° 36' 16.6569"	測点 5 + 3.8542			
EC2	: X = -87,365.8523	Y = 42,816.4520	方向角 = 350° 33' 36.7373"	測点 7 + 3.9774			
IP	: X = -87,391.3702	Y = 42,820.6947	IA = 91° 57' 20.0805"				
S.P	: X = -87,382.3348	Y = 42,826.9237	要素長 = 40.1232				
M	: X = -87,361.7520	Y = 42,841.1135					
	R = 25.0000	L = 40.1232	C = 35.9535	IA = 91° 57' 20.0805"			
	TL = 25.8682	SL = 10.9745					
要素番号	5	直線					
EC2	: X = -87,365.8523	Y = 42,816.4520	方向角 = 350° 33' 36.7373"	測点 7 + 3.9774			
BC3	: X = -87,363.8225	Y = 42,816.1146	要素長 = 2.0576	測点 7 + 6.0350			

・平面図（チェック入り）（例）

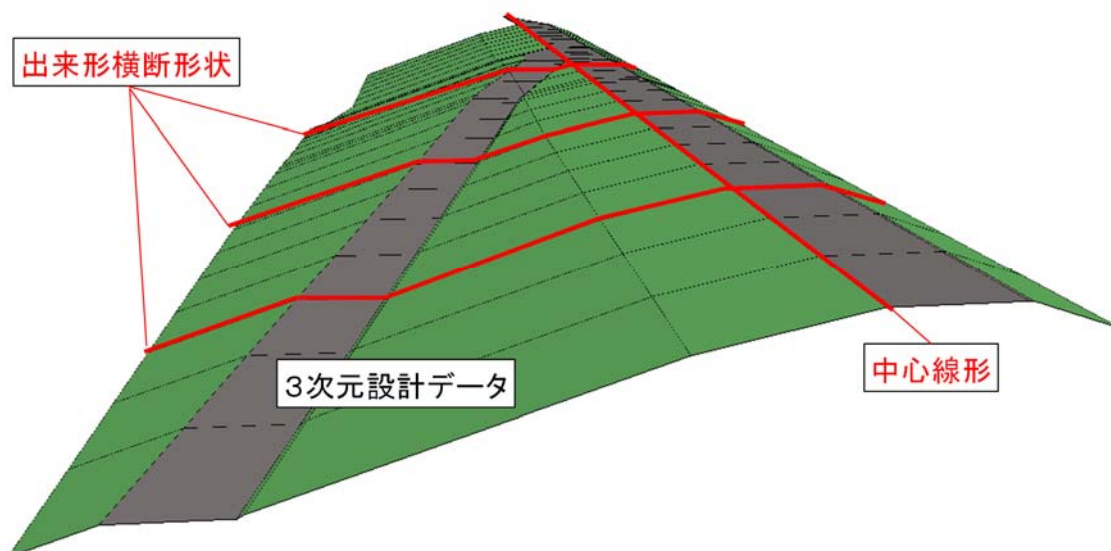


・縦断面図（チェック入り）（例）

- ・ 横断図（重ね合わせ機能の利用）（例）



- ・ 3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）（例）



(資料8)

数量算出結果報告書

空中写真測量による起工測量を実施し、取得された点群データと3次元設計データを使用して3次元CADによる土量の算出を行った結果、以下の結果となりましたので報告いたします。

1. 計算方法

採用手法	種別	備考
○	点高法	メッシュ間隔○○cm 4点平均法
	TIN分割等を用いて求積する方法	
	プリズモイダル法	

2. 計算結果

工事区分・工種・種別・細別	単位	数量
道路土工	式	○○○
掘削工	m ³	○○○
盛土工	m ³	○○○

☐ 土量情報

名称	計算結果1
総面積(m2)	3769.0000
計算対象	オリジナル
比較対象	三次元設計データ.xml [属性なし...
切土量(m3)	11.7744
盛土量(m3)	1895.5400
許容範囲(cm)	±0
計算方法	4点平均法



面のグラデーション

盛土: ▼

切土: ▼

3次元CAD等を用いた数量算出結果

(資料9)

「土木工事共通仕様書」を適用する請負工事に用いる帳票様式(様式-31-2)

出来形合否判定総括表

工種

測点

種別

合否判定結果

測定項目		規格値	判定	測点	
天端 標高較差	平均値				
	最大値(差)				
	最小値(差)				
	データ数				
	評価面積				
	棄却点数				
法面 標高較差	平均値				<input type="checkbox"/> 天端
	最大値(差)				
	最小値(差)				
	データ数				
	評価面積				
	棄却点数				

静岡県
施工履歴データによる
土工の出来形管理要領（案）

令和3年3月

静岡県交通基盤部

<目次>

第1章 総則	1
1-1 目的	1
1-2 適用の範囲	1
1-3 用語の説明	1
1-4 本要領の記載のない事項	2
1-5 施工計画書	2
第2章 事前準備	4
2-1 機器構成	4
第3章 施工履歴データによる土工の出来形管理	5
3-1 適用の範囲	5
3-2 車載PCの設定	5
3-3 作業装置の計測精度確認	5
3-4 施工履歴データの取出し	8
3-5 施工履歴データのスクリーニング	9
3-6 出来形管理資料の作成	10
3-7 出来形管理基準及び規格値	11
第4章 出来形管理の監督検査	12
4-1 出来形計測に係わる実地検査	12

第1章 総則

1-1 目的

本要領は、ICT建設機械から取得した施工履歴データによる出来形計測及び出来形管理が、効率的かつ正確に実施されるために、以下の事項について明確化することを主な目的として策定したものである。

- 1) 施工履歴データを用いた出来形計測の基本的な取り扱いや計測方法
- 2) 取得データの処理方法
- 3) 出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値

1-2 適用の範囲

本要領は、受注者が行う施工履歴データによる出来形計測及び出来形管理に適用する。

【解説】

本管理要領で示す作業の範囲は、施工計画、準備工の一部、出来形計測及び完成検査準備・完成検査である。

1-3 用語の説明

【ICT建設機械】 ICT建設機械とは、一般には以下に示す3D、2Dの建設機械の総称として用いるが、本要領では、施工中の建設機械の作業装置位置の3次元座標を取得することができる3DMC、3DMGを搭載した建設機械を「ICT建設機械」という。なお、2DMC、2DMGについては、施工中の作業装置の3次元座標を取得することができないため、本要領を適用した施工履歴データによる土量の出来形管理には使用できないが、現場での使用を妨げるものではない。

【車載PC】 MC、MG技術の一部の機器であり、作業装置の位置に基づき、定量的な操作支援情報を連続的に提供する機能のほか、作業装置位置の3次元座標をリアルタイムに取得し、施工履歴データとして記録、保存及び出力できるものをいう。

【点群データ処理ソフトウェア】 施工履歴データから、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェアをいう。

【ICTブルドーザ】 3DMC・3DMGを搭載したブルドーザをいう。

【3DMC・3DMGブルドーザ】 作業装置下端または履帯下面の3次元座標をTSまたはGNSSによる測位から求めて建設機械本体に搭載するMC・MG用の3次元設計データと比較した結果で作業装置の高さや傾きを自動制御(MC)、またはモニターによりガイダンス(MG)するブルドーザをいう。

【2 DMC・2 DMGブルドーザ】 回転レーザーから照射されるレーザー光をブルドーザ作業装置に設置した受光器で捉えることによって、作業装置高さをレーザー面にあわせて自動制御 (MC)、またはモニターによりガイダンス (MG) するブルドーザをいう。

【I C Tバックホウ】 3 DMC・3 DMGを搭載したバックホウをいう

【3 DMGバックホウ】 作業装置先端の3次元座標を建設機械本体に搭載する3次元設計データと比較し、その結果をモニターによりガイダンス (MG) するバックホウをいう。測位は、バックホウ背面に取り付けたG N S Sア ンテナまたはT Sターゲットとブーム、アーム、バケット、本体に取り付けた傾斜センサ等の情報から 作業装置先端の座標を計算する。

【2 DMGバックホウ】 ブーム、アーム、バケットに装着したスロープセンサーによりバックホウの姿勢を求めて、基準位置 (切り出し位置) からセットした設計断面形状 (法面勾配等) とバケットの位置関係をガイダンスモニ ターに表示するバックホウをいう。

【施工履歴データ】

I C T建設機械の車載P Cのログファイルに記録された、施工中のI C T建設機械作業装置位置の3次元座標、取得時刻、その他機械の状態等の記録をいう。

【操作支援システム】 I C T建設機械に搭載されている、作業装置の自動制御やモニターによりオペレータへの操作支援を行うとともに、作業装置位置の3次元座標や建設機械の作業状態の情報を記録しているシステムをいう。

1-4 本要領の記載のない事項

本要領に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

- 1) 空中写真測量 (無人航空機) を用いた出来形管理要領 (土工編) (案)
- 2) 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領 (土工編) (案)

1-5 施工計画書

施工履歴データを出来形管理に活用する場合、機器構成と作業装置位置の計測精度確認計画を施工計画書に記載する。

【解説】

(1) 機器構成

「2-1 機器構成」に示すI C T建設機械、車載P C、点群データ処理ソフトウェアであ

る旨記載する。

(2) 作業装置位置の計測精度確認計画

作業装置位置精度の確認と確保を目的とした作業装置位置の計測精度計画について示す
(取得精度については「2-2 作業装置位置の取得制度」、計画の詳細は、「3-3 作業装置
の計測精度確認」を参照)。

第2章 事前準備

2-1 機器構成

本要領で用いる機器・システムは、下記のとおりである。

1) ICT建設機械

ICTバックホウは次のデータを取得するセンサ、機器等で構成することを標準とする。

- ・ ICT建設機械本体の3次元位置 (X、Y、Z)
- ・ ICT建設機械本体の向き (方位)
- ・ ICT建設機械本体の傾斜 (ピッチング、ローリング)
- ・ ICT建設機械作業機装置の相対角度 (アーム・ブーム・バケット)

ICTブルドーザは次のデータを取得するセンサ、機器等で構成することを標準とする。

- ・ 作業装置または履帯下面の3次元位置 (X、Y、Z)
- ・ 作業装置の傾斜

2) 車載PC

MC、MG技術の一部として作業装置の位置に基づき、定量的な操作支援情報を連続的に提供する機能のほか、作業装置位置の3次元座標をリアルタイムに取得し、施工履歴データとして記録、保存及び出力できるものとする。

3) 点群データ処理ソフトウェア

施工履歴データから、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェア

【解説】

(1) ICT建設機械、車載PC

本要領の対象となるICT建設機械は、TSやRTK-GNSSにより作業装置の位置を把握している、いわゆる3DMG技術や3DMC技術と呼ばれる技術を搭載しているものを対象とし、2Dは対象としない。こうしたICT建設機械は、作業装置の自動制御、オペレータへの操作支援を行うため、施工中は作業装置位置の3次元座標をリアルタイムに取得している。この3次元座標は、取得時刻や機械の状態等の情報とともに車載PCに施工履歴データとして記録、保存されている。施工履歴データは、車載PCからUSB等の記録メディアにコピーして使用する。

(2) 点群データ処理ソフトウェア

施工履歴データの点群データには、ICT建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。点群データ処理ソフトウェアは、このような不要な点を排除し、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェアである。

第3章 施工履歴データによる土工の出来形管理

3-1 適用の範囲

土工のうち、河川土工における掘削工の河床掘削工または河床整正工、及び、砂防土工における掘削工の除石工の出来形管理に適用する。

【解説】

(1) 適用工種

本要領により出来形管理を実施できる工種は以下のとおりとする。

編	章	節	工種	摘要
共通編	土工	河川土工	掘削工	河床掘削工または 河床整正工
		砂防土工	掘削工	除石工

(2) 使用する建設機械

本要領を適用するためには、以下のICT建設機械を使用する必要がある。

- ・ 3DMCまたは3DMGブルドーザ
- ・ 3DMCまたは3DMGバックホウ

(3) 施工履歴データと建設機械との関係

施工履歴データにより出来形を算出するためには、箇所毎に、利用されるICT建設機械が異なる事が考えられるので、ICT建設機械毎に施工履歴データを取得し、「3-5 施工履歴データのスクリーニング」に従い、適切に処理すること。

3-2 車載PCの設定

受注者は、施工履歴データを記録できるよう、施工前にICT建設機械の車載PC設定を行う。

【解説】

施工履歴データを記録するためには、施工前に操作支援システムの設定が必要な場合がある。

設定方法は、MC・MGメーカーやデータの取得方法により異なるため、施工前にメーカー等に確認し、操作支援システムを設定しておく必要がある

3-3 作業装置の計測精度確認

受注者は、MC・MG技術の性能確認のため、掘削又は敷均し工着手前に、作業装置位置の計測精度を確認する。

【解説】

(1) 作業装置位置の取得精度の範囲

作業装置の位置（標高）の取得精度は、標高較差±100mm 以下とすること。

(2) 作業装置位置の取得精度低下の要因

作業装置位置の取得精度は、次の要因により変化する。

- ① R T K-G N S S の位置精度（平面：±10mm、標高：±20mm）
- ② R T K-G N S S および角度センサ位置間の寸法計測誤差
- ③ 角度センサによる出力精度
- ④ ソフト処理上の丸め誤差
- ⑤ 機械ガタ（刃先の磨耗を含む）
- ⑥ 衛星配置や周辺障害物などの計測時の条件

上記の要因、特に①、②及び③の汎用機械に対してシステム取付けを主体に想定していること、使用期間などによる⑤汎用機械のガタが、作業装置位置の計測精度に影響を与える。これらの要因は、MC・MG技術を搭載した建設機械毎に、作業装置位置の計測精度が異なることを示す。

(3) 作業装置位置精度が変化する条件

ブルドーザの場合、実際の施工では、オペレータが作業装置（ブレード）に対して様々な操作を実施するため、これを考慮したブレード位置精度を予め確認しておく必要がある。また、バックホウの場合、フィールド試験により、バケット位置精度（標高）は、バケット角度、バックホウ姿勢（ピッチ）の違い等で取得される位置精度が異なることが判明している。実際の掘削工では、異なるバケット角度、バックホウ姿勢、バケット位置高さの組み合わせにより操作されるため、これを考慮したバケット位置精度を予め確認しておく必要がある。

(4) 作業装置位置の計測精度についての確認方法

1) バックホウの場合

施工前に、I C Tバックホウによるテスト作業を行い、テスト面の検測から取得したデータを用いて位置精度を確認する。テスト作業は、5 m×5 m程度の範囲で実施する。検測はT Sにより計測し、16点以上とする。

なお、テスト作業は、施工範囲内の任意の箇所を実施することを想定している。テスト作業を目的として、テスト作業ヤードを別途設ける場合は、位置精度の確認のための施工履歴データの取出しが可能か、事前に確認しておく必要がある。

バケット位置の検測例を図3-1に示す。

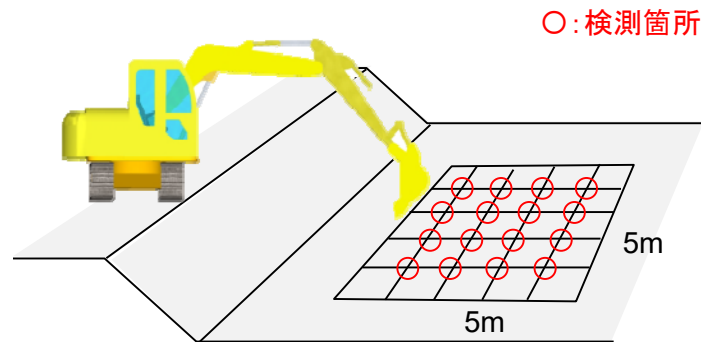


図 3-1 テスト走行による検測例（バックホウ）

2) ブルドーザの場合

施工前に、ICTブルドーザによるテスト走行を行い、テスト面の検測から取得したデータを用いて位置精度を確認する。テスト走行は、異なる2方向で作業装置角度を変えて実施すること。検測はTSにより計測し、検測箇所は2方向の走行を含めて、延べ12箇所以上とする。

なお、テスト作業は、施工範囲内の任意の箇所で実施することを想定している。テスト作業を目的として、テスト作業ヤードを別途設ける場合は、位置精度の確認のための施工履歴データの取出しが可能か、事前に確認しておく必要がある。

検測例を図3-2に示す。

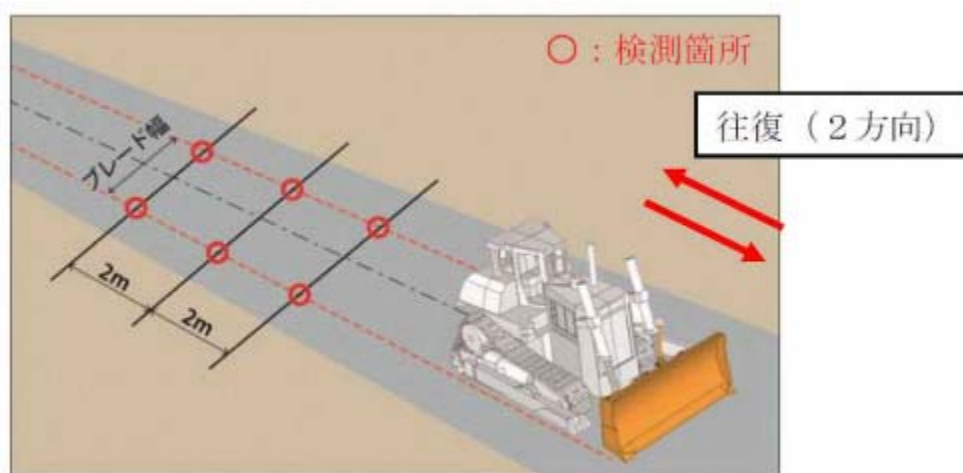


図 3-2 テスト走行による検測例（ブルドーザ）

(5) 作業装置位置精度の確認結果

作業装置位置精度の確認結果は、利用するICT建設機械の計測性能を証明するものとして、監督員に提出する。本要領の添付資料（様式-1）に、作業装置位置の取得精度に関する精度確認試験結果報告書を示す。

3-4 施工履歴データの取出し

受注者は、ICT建設機械の車載PCから、記録媒体への保存やクラウドシステムからのダウンロード等により、施工履歴データを取り出す。

【解説】

受注者は、ICT建設機械の車載PCからUSB等の記録媒体への保存やクラウドシステムからのダウンロード等により、施工履歴データを記録する。

施工履歴データの取だし方法を以下に示すが、MC・MGメーカーにより異なるため、事前にメーカーに確認し、操作手順やファイル名等を確認しておく。

1) 施工履歴データがクラウドサーバーに保存されている場合

①クラウドサーバーからダウンロードする。

2) 施工履歴データが車載PCに自動的に保存されている場合

①施工後に車載PCからUSBメモリー等へ施工履歴データをコピーする。

3) 施工履歴データが車載PCの保存ボタンを押した場合のみ保存される場合

①出来高部分の盛土層・法面整形の施工時に、車載PCのデータ記録ボタンを押す。

②施工後に車載PCからUSBメモリー等へ施工履歴データをコピーする。

なお、施工履歴データは初期データの時点でグリッド処理が完了している場合には、グリッド処理されたデータを使用して良い。

3-5 施工履歴データのスクリーニング

受注者は、取得した施工履歴データから3次元座標、記録時刻等の点群データを抽出する。受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用し、点群データから出来形部分と関係のない不要点を削除後、出来形評価用データを作成する。

【解説】

1) スクリーニング

施工履歴データの点群データには、ICT建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。このため、点群処理ソフトウェアを用いて不要な点を排除し、出来形部分に対応した点群データのみを抽出する。出来形部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来形部分に1m×1m程度のグリッドを設定し、任意のグリッド毎に代表点の抽出を行い、出来形評価用データを作成する。

① ICTバックホウ

出来高を算出する施工箇所のバケットの3次元座標（点群データ）のうち、現況地形より掘削されたデータかつ、標高が最低のデータを任意のグリッドごとに抽出する。

② ICTブルドーザ

○履帯下面の軌跡データが記録できる場合

出来高を算出する最終盛土層の施工中に得られた履帯下面の3次元座標（点群データ）のうち、最終時刻のデータを任意のグリッドごとに抽出する。

○履帯下面の軌跡データが記録できない場合

出来高を算出する最終盛土層の施工中に得られた作業装置下端の軌跡データのうち、最終時刻のデータ（又は標高が最低のデータ）を任意のグリッドごとに抽出する。

3-7 出来形管理基準及び規格値

出来形管理基準及び規格値は下表のとおりとし、測定値はすべて規格値を満足しなければならない。

表 出来形管理基準及び規格値

工種	測定箇所	測定項目	規格値	
			平均値	個々の計測値
掘削工	平場	標高較差	+0	±300
	法面	水平または 標高較差	±70	±300

【解説】

本要領におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

第4章 出来形管理の監督検査

4-1 出来形計測に係わる実地検査

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で自らが指定した箇所が出来形計測を行い、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する。

なお、段階確認を実施した場合には、段階確認の実施状況を確認することで、実地検査を省略する。

検査頻度は、下表のとおりとする。

表 検査頻度

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
掘削工	施工履歴データによる出来形管理を実施する範囲のうち、検査員が指定する任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差	1 工事につき 1 断面

【解説】

断面とは、管理断面を指すものではなく、おおむね同一断面上の数か所を計測することを想定している。

実地検査では、1工事につき任意の数か所で出来形計測を行い、3次元設計データの設計面と施工履歴データの値との標高較差を算出し、3-7出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」の規格値を満たしているかを確認する。

段階確認では、表4-1の取扱いにより、1断面の確認を行うものとする。この場合、図3-3の出来形管理図表は、すべての施工が完了しなければ、平均値の算出ができないことから、完成時の書面検査で確認する。

表4-1 施工管理基準

施工管理基準	本要領での取扱い
設計値	3次元設計データの設計面の値
実測値	施工履歴データの値
規格値	個々の計測値の規格値
検査測定値	検査での実測値

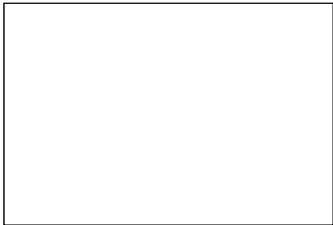


(様式－1)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和2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) 施工履歴

精度 太郎

<p>精度確認の対象機器</p> <p>メーカー：(株)ABC社</p> <p>測定装置名称：SR420</p> <p>測定装置の製造番号：SN00022</p>	<p>写真</p> 
<p>検証機器（検測点を計測する測定機器）</p> <p>TS：3級TS以上</p> <p><input type="checkbox"/>SS製 <input checked="" type="checkbox"/>OO（2級）</p>	<p>写真</p> 
<p>測定記録</p> <p>測定期日：令和2年2月18日</p> <p>測定条件：天候 晴れ</p> <p> 気温 8℃</p> <p>測定場所：(株) 施工履歴</p> <p> 現場内にて</p> <p>精度検証対象機器と既知点の距離： 〇m</p>	<p>写真</p> 
<p>精度確認方法</p> <p>TSによる検測点との標高較差</p>	

鉛直方向の精度確認試験結果（詳細）

(1) 施工履歴データの取得による確認



(2) TS による検査点の確認



(3) 差の確認（鉛直方向の測定精度）

施工履歴データの取得による計測標高 — TS による計測標高

点名	施工履歴データの取得による計測標高 (m)	TS による計測標高 (m)	差異 (mm) (基準±100mm 以内)
検測①	180.555	180.500	+55
検測②	180.540	180.545	-5
検測③	180.538	180.500	+38
...			

静岡県
3次元計測技術を用いた
出来形管理要領
地下埋設物工編（案）

令和3年3月

静岡県

<目次>

第1章 総則	1
1-1 目的	1
1-2 適用の範囲	1
1-3 用語の説明	1
1-4 本要領の記載のない事項	2
1-5 施工計画書	2
第2章 事前準備	3
2-1 機器構成	3
第3章 3次元計測技術を用いた出来形管理	4
3-1 適用の範囲	4
3-2 3次元計測技術による出来形計測	5
3-3 3次元計測技術の計測精度確認	6
3-4 出来形計測箇所と出来形計測結果の算出	8
3-5 出来形管理資料の作成	10
3-6 出来形管理基準及び規格値	12
第4章 出来形管理の監督検査	13
4-1 出来形計測に係わる実地検査	13

第1章 総則

1-1 目的

本要領は、3次元計測技術を用いて計測した3次元座標値から、出来形管理における測定項目の計測値を算出する方法について、効率的かつ正確に実施されるために、以下の事項について明確化することを主な目的として策定したものである。

- 1) 3次元計測技術を用いた出来形計測の基本的な取り扱いや計測方法
- 2) 計測データの処理方法
- 3) 出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値

1-2 適用の範囲

本要領は、受注者が行う3次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。

【解説】

本管理要領で示す作業の範囲は、施工計画、準備工の一部、出来形計測及び完成検査準備・完成検査である。

1-3 用語の説明

【地上型レーザースキャナー（以下、T L S）】

地上型レーザースキャナー（Terrestrial Laser Scanner）の略。1台の機械で指定した範囲にレーザーを連続的に照射し、その反射波より対象物との相対位置（角度と距離）を面的に取得できる装置のことである。T Sのようにターゲットを照準して計測を行わないため、特定の変化点や位置を選択して計測することができない場合が多い。

【ステレオ写真測量】

ステレオ写真測量は、同一箇所を異なる位置から撮影した複数の写真（これをステレオ写真という）を用いて、写真測量の原理に基づき3次元座標値の取得が可能な作業である。

【地上写真測量（動画撮影型）】

地上写真測量（動画撮影型）では、被計測対象の地形の動画を撮影し、GNSSによる位置情報を付加した写真を抽出した後、写真測量ソフトウェアにより数値化を行い、生成された3次元データから出来形部分に対応した3次元モデルを抽出してデータ化し、起工面と比較を行えば、容易に土工の出来高数量を求めることができる。

1-4 本要領の記載のない事項

本要領に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

- 1) 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- 2) 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）
- 3) 地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出要領（案）

1-5 施工計画書

3次元計測技術を用いた出来形管理に活用する場合、機器構成と3次元計測技術の計測精度確認計画を施工計画書に記載する。

【解説】

(1) 機器構成

「2-1 機器構成」に示す3次元計測技術、点群データ処理ソフトウェアである旨記載する。

(2) 3次元計測技術の計測精度確認計画

3次元計測技術の精度の確認と確保を目的とした3次元計測技術の計測精度計画について示す（取得精度については「3-3 3次元計測技術の計測精度確認」を参照）。

第2章 事前準備

2-1 機器構成

本要領で用いる機器・システムは、下記のとおりである。

1) 3次元計測技術

- ・地上型レーザースキャナー
- ・ステレオ写真測量（地上移動体）
- ・地上写真測量（動画撮影型）

2) 点群データ処理ソフトウェア

3次元計測技術から、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェア

【解説】

(1) 3次元計測技術

本要領の対象となる3次元計測技術は、3次元座標や3次元点群が取得できる技術を対象とし、下記要領に定める所定の性能を有する技術を利用する。

< 3次元計測技術 >

- ・地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・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）
- ・地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出要領（案）

(2) 点群データ処理ソフトウェア

3次元計測技術を用いて取得する計測点群データは、不要な点も含まれる場合があることから、点群データ処理ソフトウェアは、このような不要な点を排除し、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェアである。また、3次元計測技術を用いて計測した3次元座標値から、出来形管理における測定項目の計測値を算出するソフトウェアである。

第3章 3次元計測技術を用いた出来形管理

3-1 適用の範囲

道路地下埋設物（管路工、プレキャストボックス工、ハンドホール工、ケーブル配管工）の出来形管理に適用する。

【解説】

(1) 適用工種

本要領により出来形管理を実施できる工種は以下のとおりとする。

編	章	節	条	枝番
道路編	電線共同溝	電線共同溝工	管路工（管路部） プレキャストボックス工 （特殊部）	
		付帯設備工	ハンドホール工※1	
	情報ボックス工	情報ボックス工	管路工（管路部）	
		付帯設備工	ハンドホール工※1	
	舗装	道路付属施設工	ケーブル配管工	
	道路維持	道路付属施設工	ケーブル配管工	
下水道編	下水道工事	開削工		管布設
		推進工		

※1 ハンドホール工の測定項目の厚さ、幅、高さは、極小な寸法の管理となる場合もあり、3次元計測技術を用いた出来形管理を実施することで非効率になる場合もあることに留意すること。

(2) 使用する計測技術

本要領では、3次元計測技術のうち、以下の出来形管理要領（案）で定める性能を有する計測技術を対象とする。

- ・地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・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）
- ・地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出要領（案）

3-2 3次元計測技術による出来形計測

受注者は、3次元計測技術を用いて出来形計測を行う。

1) 3次元計測技術の設置・計測

3次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する要領案の設置・計測手法に従う。

2) 3次元計測技術による計測の実施

出来形計測は、出来形管理の管理項目となる基準高や埋設深さ、延長を構成する端部の3次元座標を計測する。

表 3次元計測技術の測定密度（出来形管理の管理項目を構成する端部における密度）

工種	計測密度
埋設物工	0.0004 m ² あたりに1点以上

【解説】

3次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

1) 3次元計測技術の扱い

3次元計測座標計測技術の扱いについては、各要領案に記載される計測方法および留意事項を満足すること。

2) 計測密度設定の留意点

多点計測技術を用いて出来形計測を行う場合は、出来形管理の管理項目となる基準高や埋設深さ、延長を構成する端部において、0.0004m²（0.02m×0.02mのメッシュ）あたりに1点以上の計測結果が得られる設定を行うこと。なお、この計測密度は、出来形管理の管理項目を構成する端部における密度であり、計測点群データのすべてがこの密度を満たす必要はない。

3-3 3次元計測技術の計測精度確認

受注者は、3次元計測技術の性能確認のため、出来形計測の実施前に、3次元計測技術の計測精度を確認する。計測精度を確認した記録については監督員に提出すること。

【解説】

(1) 3次元計測技術の計測精度

3次元計測技術の計測精度は、基準高を管理項目に含む場合は、平面座標±20mm 以内、標高差±10mm 以内とする。ただし、基準高を管理項目に含まない場合は、座標間距離差±10mm 以内のみの精度確認でもよい。

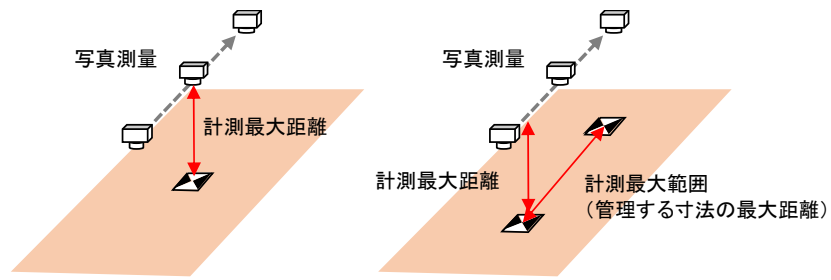
(2) 3次元計測技術の計測精度についての確認方法

使用する3次元計測技術の計測精度は、計測機器と計測対象までの距離が精度劣化の要因の1つとなるため、実際の計測時に想定される計測最大距離における精度を確認することが重要である。そのため、下記のとおり、精度確認を実施する。

受注者は、実現場での計測と同様の条件となるように、実際に使用する機器と計測対象の計測距離が、実現場での使用時の最大距離以上（計測最大距離）となる条件にて計測を行う。基準高を管理項目に含む場合（平面座標、標高差の確認）は、検測のための既知点を1箇所配置し、既知点を3次元計測技術により計測する。基準高を管理項目に含まない場合（座標間距離差の確認）は、実現場で管理する最大寸法以上となる箇所（計測最大範囲）に検測のための既知点を2箇所配置し、既知点を3次元計測技術により計測する。

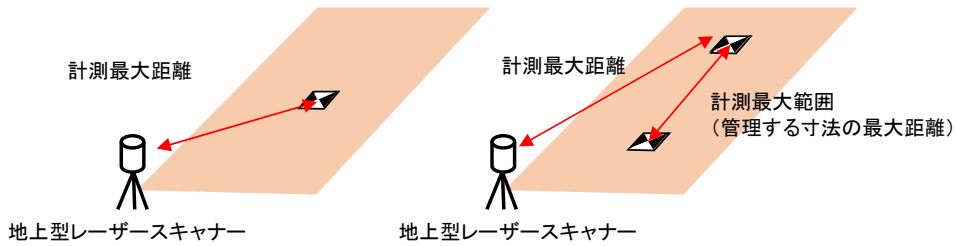
上記の計測結果から求められた座標とTSによる計測結果の差異が所定の精度以内であるかを確認する。

精度確認の標準的な検証条件および精度各方法を図に示す。



平面座標および標高差の確認方法

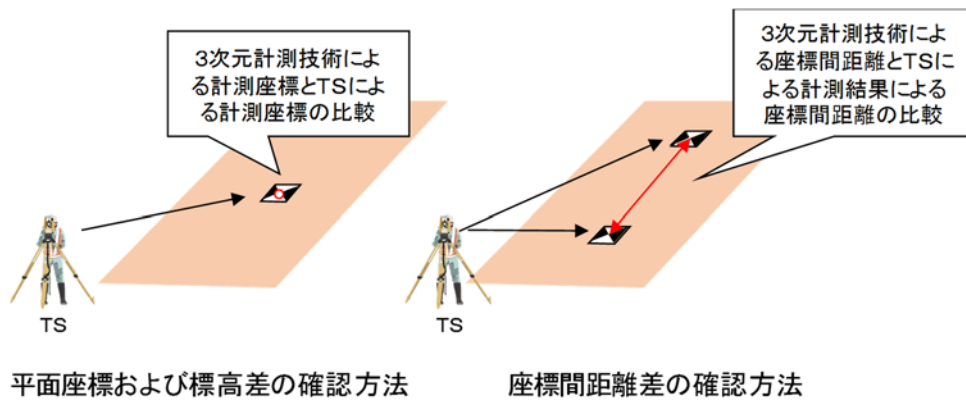
座標間距離差の確認方法



平面座標および標高差の確認方法

座標間距離差の確認方法

図 精度確認試験の検証条件 (例)



平面座標および標高差の確認方法

座標間距離差の確認方法

図 精度確認試験の精度比較方法

(3) 3次元計測技術の精度の確認結果

3次元計測技術の精度の確認結果は、利用する3次元計測技術の計測性能を証明するものとして、別紙様式—1 精度確認試験結果報告書を提出する。

3-4 出来形計測箇所と出来形計測結果の算出

3次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値」で示すとおりとする。ただし、基準高や埋設深さ、延長の端部となる点を3次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。

【解説】

図に示すとおり、3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。

3次元座標から出来形を算出するソフトウェアおよび出来形管理帳票を作成するソフトウェアは任意のソフトウェアを利用することができる。なお、埋設土工における基準高や埋設深さ、延長の算出方法については巻末資料「参考資料1 埋設土工における出来形算出ガイド」を参照のこと。

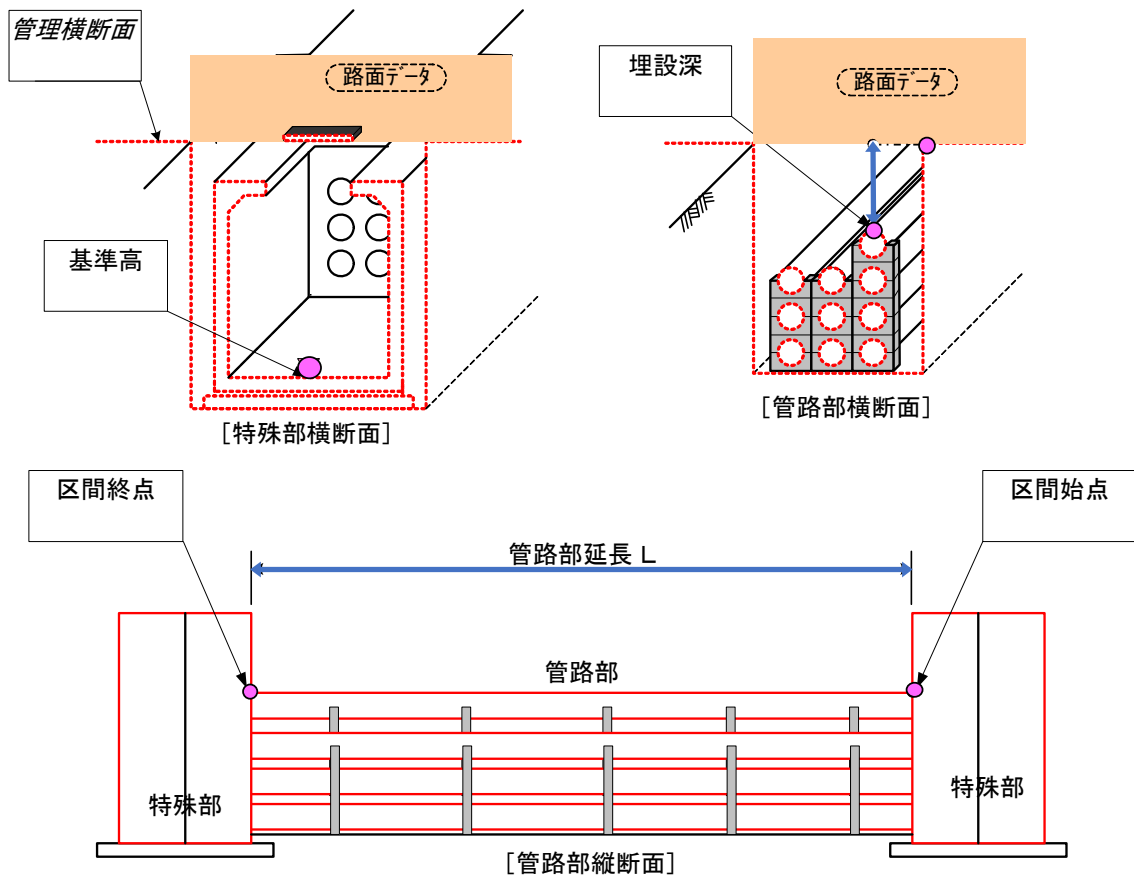


図 出来形計測箇所

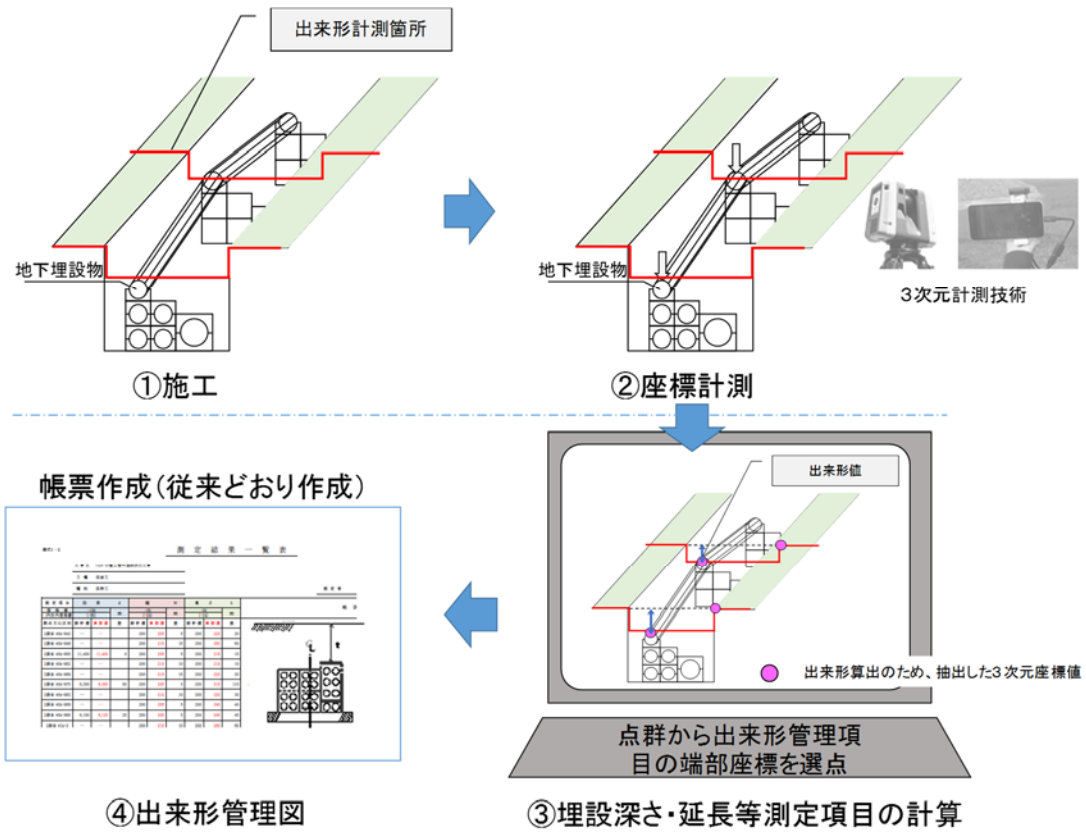


図 出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

3-5 出来形管理資料の作成

受注者は、3次元座標を用いて出来形寸法を算出し、本要領で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督員に提出すること。

1) 出来形管理帳票

3次元計測技術で計測した座標値を用いて、基準高や埋設深さ、延長などの寸法等の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を作成する。

2) 出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき断面上（埋設物工の場合は測定基準で定められた箇所）で計測されていることを示す資料を添付すること。計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューア付3次元モデルファイルでも良い。

【解説】

1) 出来形管理帳票

「出来形管理帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

2) 出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき断面上（埋設物工事の場合は測定基準で定められた箇所）で計測されていることを示す資料を添付すること。計測箇所を表示した平面位置、寸法値が記載されている資料、あるいは、これを確認できるビューア付3次元モデルファイルでも良い。

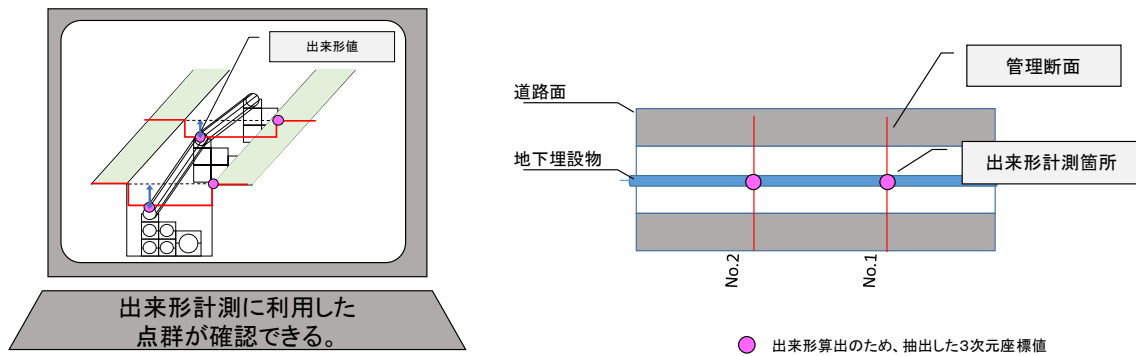


図 3次元での確認（左）と平面図での確認（右）

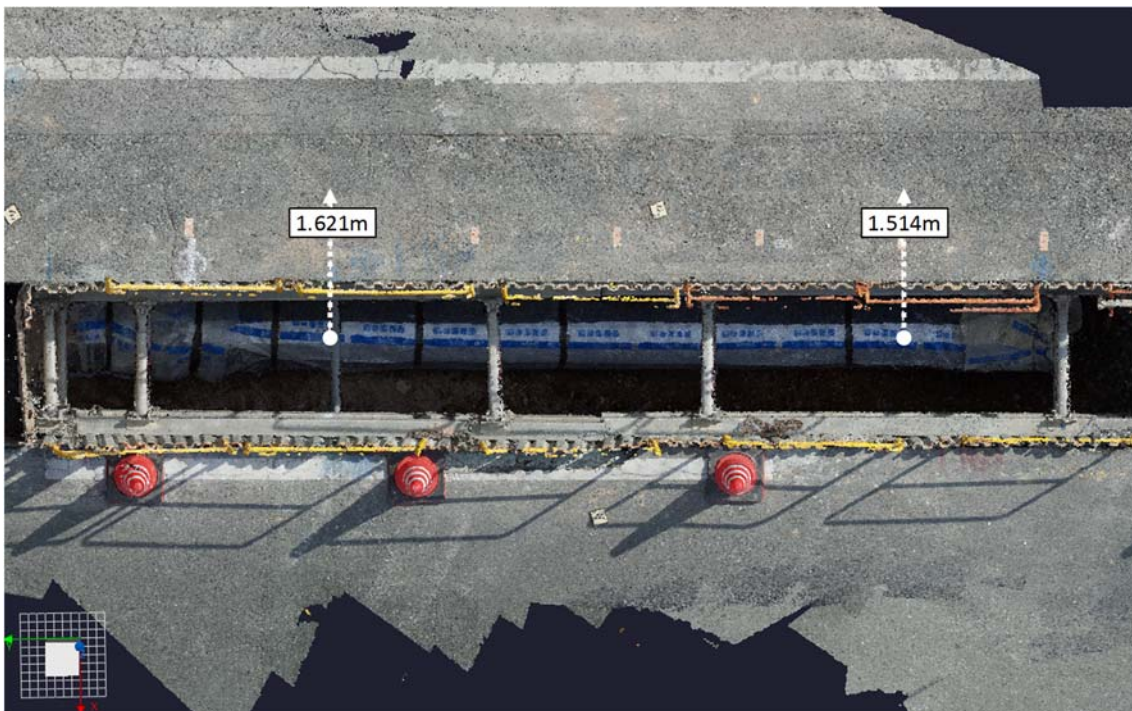


図 出来形計測位置（平面位置）の一覧（作成例）



図 出来形計測位置（寸法値）の一覧（作成例）

3-6 出来形管理基準及び規格値

本要領に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」に定められたものとする。

【解説】

本要領による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から3次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準および規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準」で定められたものとする。

第4章 出来形管理の監督検査

4-1 出来形計測に係わる実地検査

検査員は、3次元計測技術の計測結果を用いて、自らが指定した箇所の出来形計測を行い、計測値が規格値内であることを検査する。

【解説】

本要領による出来形計測では、任意の3次元座標の計測が可能となることから、計測結果を用いて検査を行うこととし、実施検査を省略する。

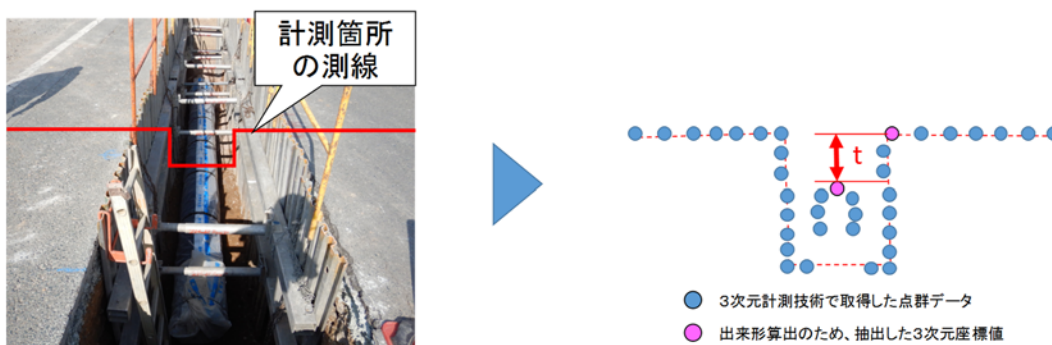
段階確認においても同様に現場計測を省略することができるものとするが、この場合、精度確認や計測状況の立会等の監督員の臨場を1回程度受けることを要件とする。

参考資料 1 埋設工における出来形算出ガイド

埋設物工にて 3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所
で 3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用
した 3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

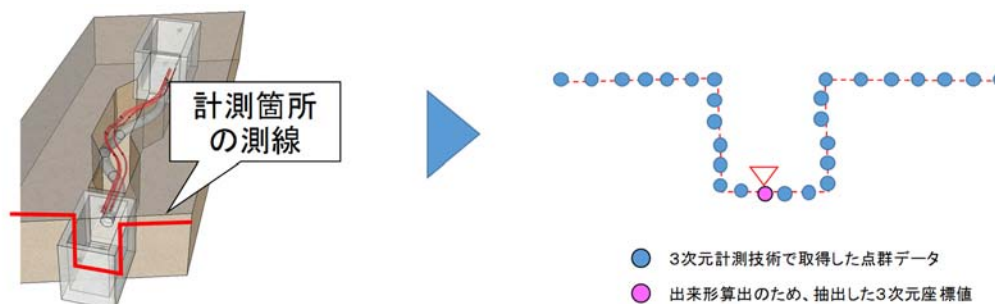
1. 埋設物工における 3次元計測技術を用いた場合の埋設深さの算出方法

管理対象の埋設深さを構成する 2箇所を計測し、鉛直距離を算出する。



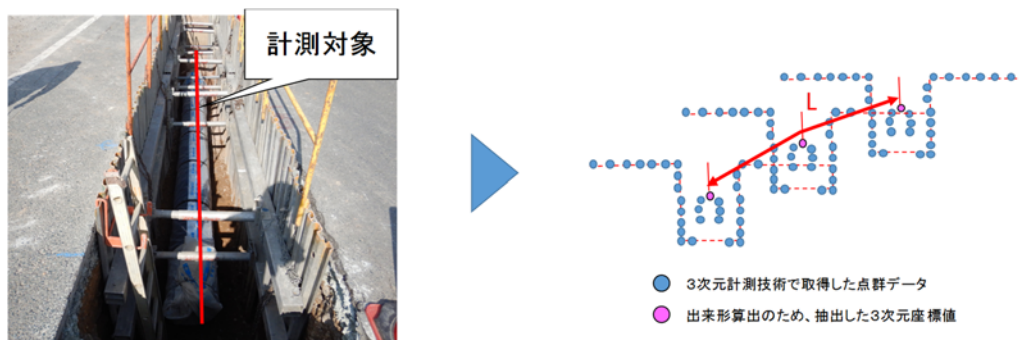
2. 埋設物工における 3次元計測技術を用いた場合の基準高の算出方法

管理対象の基準高を構成する 1箇所を計測し、基準高を算出する。



3. 埋設物工における 3次元計測技術を用いた場合の延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の 2箇所の 3次元座標間の斜距離を用いる。分割して計測する場合は、設置する埋設管の延長程度の変化点ごとに計測し、3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。





(様式－1)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和2年〇月〇日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) 3次元技術

精度 太郎

<p>精度確認の対象機器</p> <p>メーカー：A社</p> <p>測定装置名称：GG223</p> <p>測定装置の製造番号：SN00010</p>	<p>写真</p> 
<p>検証機器（検測点を計測する測定機器）</p> <p>TS：3級TS以上</p> <p><input type="checkbox"/> S S 製 <input checked="" type="checkbox"/> O O (2級)</p>	<p>写真</p> 
<p>測定記録</p> <p>測定期日：令和2年2月23日</p> <p>測定条件：天候 晴れ</p> <p>気温 10℃</p> <p>測定場所：(株) 3次元技術 現場内にて</p> <p>精度検証対象機器と既知点の距離：〇m</p>	<p>写真</p>
<p>精度確認方法</p> <p>TSによる検測点との差</p>	

精度確認試験結果

(1) 3次元計測技術による確認



計測結果

X 座標	Y 座標	Z 座標

(2) TS による検査点の確認



計測結果

X 座標	Y 座標	Z 座標

(3) 差の確認 (測定精度)

< 基準高を管理項目に含む場合 >

3次元計測技術による計測座標 — TS による計測座標

	ΔX	ΔY	ΔZ
較差 (m)			
基準	0.020m 以内	0.020 m 以内	0.010 m 以内

< 基準高を管理項目に含まない場合 >

3次元計測技術による座標間距離 — TS による計測結果による座標間距離

	$\sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2)}$
較差 (m)	
基準	0.020m 以内