

情報化施工技術の活用ガイドライン

令和6年4月

農林水産省農村振興局整備部設計課

情報化施工技術の活用ガイドライン

目 次

実施編

- 第1 総則
- 第2 情報化施工技術の種類と適用範囲
- 第3 適用可能な地形条件
- 第4 施工計画書作成
- 第5 工事基準点の設置
- 第6 起工測量
- 第7 基本設計データ
- 第8 3次元設計データ
- 第9 ICT建設機械施工
- 第10 岩線計測
- 第11 部分払い用出来高算出のための計測
- 第12 数量算出
- 第13 施工後における報告及び納品
- 第14 情報化施工技術活用工事の発注
- 第15 情報化施工技術活用推進のための措置
- 第16 用語の解説

出来形管理編

第1章 土工

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第2章 ほ場整備工

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第3章 舗装工

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第4章 水路工

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第5章 暗渠排水工

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第6章 ため池改修工

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第7章 地盤改良工（路床安定処理工等、固結工（中層混合処理））

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第8章 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第9章 法面保護工

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

第10章 付帯構造物工

- 第1 3次元出来形管理技術の適用範囲
- 第2 出来形管理基準及び規格値
- 第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順
- 第4 出来形管理資料の作成
- 第5 撮影記録による出来形管理

監督・検査編

第1章 監督職員による監督の実施項目

- 第1 総則
- 第2 監督職員の実施項目

第2章 検査職員による監督の実施項目

- 第1 検査職員の実施項目（断面管理の場合）
 - 第2 検査職員の実施項目（面管理の場合）
- 参考 検査職員による検査の実施項目

積算編

第1章 土工

- 第1 3次元起工測量
- 第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項
- 参考1 施工パッケージ標準単価表
- 参考2 掘削ICTの積算例

第2章 ほ場整備工

- 第1 3次元起工測量
- 第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項

第3章 舗装工

- 第1 3次元起工測量
- 第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項

第4章 水路工

- 第1 3次元起工測量
- 第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項

第5章 暗渠排水工

- 第1 3次元起工測量
- 第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項

第6章 ため池改修工

- 第1 3次元起工測量
- 第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

第5章 留意事項

第7章 地盤改良工（表層安定処理等、固結工（中層混合処理））

- 第1 3次元起工測量
- 第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項

第8章 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

- 第1 3次元起工測量
- 第2 3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項

第9章 法面保護工

- 第1 3次元起工測量
- 第2 3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項

第10章 付帯構造物工

- 第1 3次元起工測量
- 第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成
- 第3 ICT建設機械による施工
- 第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品
- 第5 留意事項

- | | |
|------|---|
| 別紙－1 | 点群処理ソフトウェアの機能と要件 |
| 別紙－2 | 3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件 |
| 別紙－3 | 出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合） |
| 別紙－4 | 出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件 |
| 別紙－5 | 基本設計データ作成ソフトウェアの |
| 別紙－6 | 出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件 |
| 別紙－7 | 出来形管理用TS等光波方式の機能と要件 |

- 別紙－8 ICT地盤改良機の機能、要件及び設定
- 別紙－9 地盤改良設計データ作成ソフトウェアの機能と要件
- 別紙－10 出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（地盤改良工）
- 別紙－11 出来形座標確認ソフトウェアの機能と要件

- 様式－1 基本設計データチェックシート
- 様式－2 TS等光波方式の精度確認試験結果報告書
- 様式－3 UAV空中写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書
- 様式－4 TLS精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書
- 様式－5 UAVレーザー精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書
- 様式－6 地上移動体搭載型LS精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書
- 様式－7 GNSSの精度確認試験結果報告書
- 様式－8 高さ補完機能付きRTK-GNSSの精度確認チェックシート
- 様式－9 3次元設計データチェックシート
- 様式－10 出来形管理図表
- 様式－11 施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書
- 様式－12 調整用基準点調査表
- 様式－13 モバイル端末の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書
- 様式－14 地盤改良設計データチェックシート

情報化施工技術の活用ガイドライン 実施編

目次

第 1	総則	1-1
第 2	情報化施工技術の種類と適用範囲	1-2
第 3	適用可能な地形条件	1-19
第 4	施工計画書作成	1-20
第 5	工事基準点の設置	1-23
第 6	起工測量	1-25
第 7	基本設計データ	1-28
第 8	3次元設計データ	1-30
第 9	I C T 建設機械施工	1-38
第 10	岩線計測	1-40
第 11	部分払い用出来高算出のための計測	1-42
第 12	数量算出	1-44
第 13	施工後における報告及び納品	1-46
第 14	情報化施工技術活用工事の発注	1-53
第 15	情報化施工技術活用推進のための措置	1-57
第 16	用語の解説	1-58

第1 総則

1 基本的な考え方

情報化施工技術は、情報通信技術（ICT）を工事の測量、施工、出来形管理等に活用することにより、従来の施工技術と比べ高い生産性と施工品質の実現が期待される施工システムであり、国営土地改良事業等の工事において積極的な活用を図るものとする。

情報化施工技術の活用ガイドライン（以下「本ガイドライン」という。）は、国営土地改良事業等における工事を「情報化施工技術活用工事」として発注・実施する場合の考え方について整理したものである。

2 情報化施工技術活用工事の概要

国営土地改良事業等における情報化施工技術活用工事とは、以下に示す施工プロセスの全て又は一部の情報化施工技術の活用について、受発注者間で事前に合意した上で実際に取り組み、情報化施工技術の活用に必要な費用を本ガイドラインに規定する積算方法により計上する工事である。

- (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

第2 情報化施工技術の種類と適用範囲

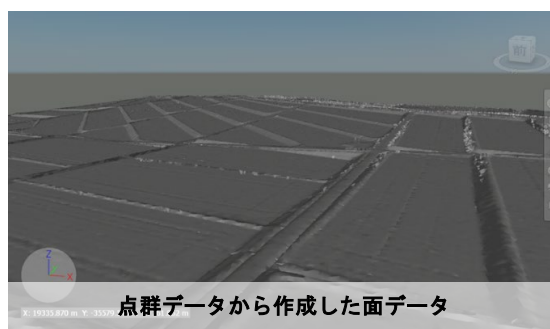
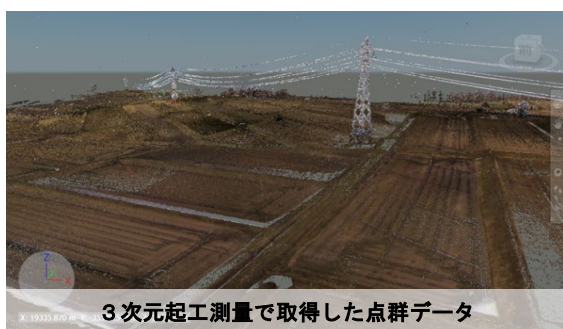
情報化施工技術活用工事において対象とする情報化施工技術は、以下のとおりである。

1 3次元起工測量

(1) 適用技術

起工測量において、3次元計測データを取得するため、以下のアからキまでの技術を活用して測量を行う。

- ア 空中写真測量（無人航空機）（以下「UAV空中写真測量」という。）
- イ 地上型レーザースキャナー（以下「TLS」という。）
- ウ TS等光波方式
- エ TS（ノンプリズム方式）
- オ RTK-GNSS
- カ 無人航空機搭載型レーザースキャナー（以下「UAVレーザー」という。）
- キ 地上移動体搭載型レーザースキャナー（以下「地上移動体搭載型LS」という。）



(2) 適用範囲

3次元起工測量の適用工種及び工種ごとの適用技術は、表1のとおりとする。

表1 3次元起工測量の適用対象工事及び技術

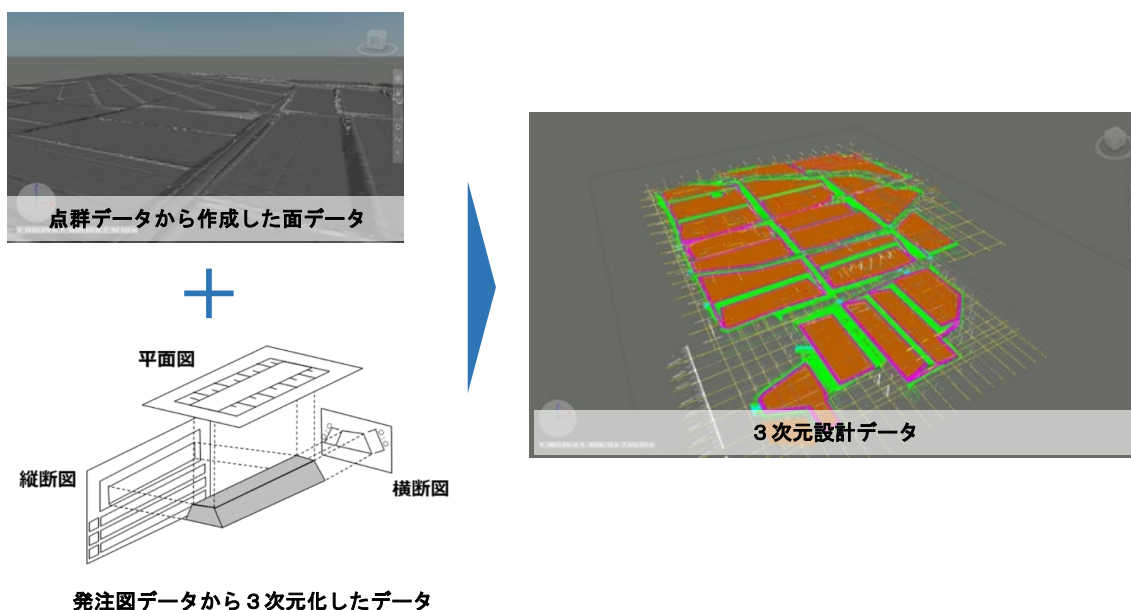
適用工種	適用技術
土工	UAV空中写真測量、TLS、TS等光波方式、TS（ノンプリズム方式）、RTK-GNSS、UAVレーザー、地上移動体搭載型LS
ほ場整備工	UAV空中写真測量、TLS、TS等光波方式、TS（ノンプリズム方式）、RTK-GNSS、UAVレーザー、地上移動体搭載型LS
舗装工	TLS、TS等光波方式
暗渠排水工	UAV空中写真測量、TLS、UAVレーザー、地上移動体搭載型LS（※1）
ため池改修工	UAV空中写真測量、TLS、TS等光波方式、TS（ノンプリズム方式）、RTK-GNSS、UAVレーザー、地上移動体搭載型LS
地盤改良工（※2）	UAV空中写真測量、TLS、TS等光波方式、TS（ノンプリズム方式）、RTK-GNSS、UAVレーザー、地上移動体搭載型LS
法面保護工（※2）	UAV空中写真測量、TLS、TS等光波方式、TS（ノンプリズム方式）、RTK-GNSS、UAVレーザー、地上移動体搭載型LS

- ※1 暗渠排水工の設計図面上においては、設計標高が記載されておらずほ場全面の測量を行う必要があるため、UAV空中写真測量を用いることを基本とする。
- ※2 関連施工で作成した起工測量データ及び施工用データを活用することができるものとする。

2 3次元設計データ作成

3次元起工測量で計測した測量データと、発注者が貸与する発注図データ（2次元）を用いて、3次元設計データを作成する。

なお、地盤改良工における3次元設計データとは、地盤改良設計データのことをいう。



3 ICT建設機械による施工

(1) 適用技術

3次元設計データを用いて、ア又はイにより施工を行う。

ア マシンコントロール（以下「MC」という。）技術

自動追尾型TS、衛星測位システム（以下「GNSS」という。）等の位置測定装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データとバケット・排土板等の刃先の位置との差分に基づき、建設機械の操作を自動制御する施工技術である。

イ マシンガイダンス（以下「MG」という。）技術

自動追尾型TS、GNSS等の位置測定装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データとバケット・排土板等の刃先の位置との差分をオペレーターに案内し、施工を補助する施工技術である。

GNSSアンテナ→



MCブルドーザ



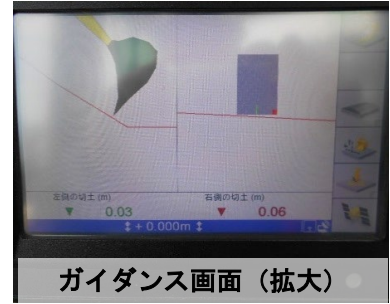
GNSS基準局



MGバックホウ（操作室内）



バックホウ操作室内のガイダンス画面



ガイダンス画面（拡大）

(2) 適用範囲

I C T建設機械施工技術の適用対象工事及び適用技術は、表2に示す工種及び施工規模を満たすものとする。

表2 I C T建設機械施工技術の適用対象工事

工種		適用技術	施工規模
土工	<ul style="list-style-type: none"> 掘削 床掘 	<ul style="list-style-type: none"> 3次元MG/MCバックホウによる3次元施工 3次元MG/MCバックホウによる2次元施工 	1件の工事における扱い土量の合計が1,000m ³ 以上
	<ul style="list-style-type: none"> 盛土 	<ul style="list-style-type: none"> 2次元MG/MCバックホウによる2次元施工 3次元MG/MCブルドーザによる3次元施工 	
ほ場整備工	<ul style="list-style-type: none"> 表土扱い 基盤造成 表土整地 	<ul style="list-style-type: none"> 3次元MG/MCバックホウによる3次元施工 3次元MG/MCバックホウによる2次元施工 2次元MG/MCバックホウによる2次元施工 3次元MG/MCブルドーザによる3次元施工 	1件の工事における施工面積が1.0ha以上
舗装工	<ul style="list-style-type: none"> 不陸整正 下層路盤 上層路盤 	<ul style="list-style-type: none"> 3次元MCモータグレーダによる3次元施工 	1件の工事における施工面積が3,000m ² 以上
暗渠排水工	<ul style="list-style-type: none"> 掘削 床掘 	<ul style="list-style-type: none"> 3次元MG/MCバックホウによる3次元施工 3次元MG/MCバックホウによる2次元施工 	1ほ場ごとにおける施工延長が10a当たり100m以上、かつ対象とする施工延長が1.1km以上

			上
地盤改良工 (※1)	<ul style="list-style-type: none"> ・表層安定処理等 (路床安定処理工、 表層安定処理工) ・固結工 (中層混合処理) 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元MG/MC建設機械 (ベースマシン：バックホウ)による3次元施工 ・3次元MG地盤改良機(ベースマシン：バックホウ)による3次元施工 	制限なし
	<ul style="list-style-type: none"> ・固結工 (スラリー攪拌工) 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元MG地盤改良機(ベースマシン：バックホウ)による3次元施工 	

※1 表層安定処理等とは、バックホウに攪拌装置を取り付けた地盤混合処理機を用いて改良材と原位置土を強制的に機械攪拌する工法で、改良深度は概ね2m以浅、改良形式は全面改良・陸上施工のことを指す。また、固結工(中層混合処理)は、バックホウに攪拌装置を取り付けた地盤混合処理機を用いて改良材と原位置土を強制的に機械攪拌混合する工法で、改良深度がおおむね2～13m、改良形式がおおむね2～13m、改良形式が全面改良・格子状改良・柱状改良等の陸上施工のことを指す。固結工(スラリー攪拌工)とは、地盤中にセメント又はセメント系固化材をスラリー状で圧送し、攪拌翼で原地盤と攪拌・混合することにより均一な改良体(コラム)を造成する工法である。適用工種及び工法の詳細は、表3のとおりである。なお、改良材の種類が表3に示す改良材とは異なる工法であっても、本ガイドラインで求める機能をICT地盤改良機械が有しており、精度確認試験の結果、精度が管理値を満たす場合は、本ガイドラインを適用することができるものとする。

表3 適用対象工種及び工法(地盤改良工)

適用対象工種	工法	施工方法	改良材	改良深度
表層安定処理等	バックホウをベースマシンとし、施工履歴データで改良範囲を記録。	改良材を必要量均等に散布し、攪拌装置を用いて所定の改良深度まで掘削し、改良材と原地盤の攪拌混合を行う。	粉体等	最大 2m程度
固結工 (中層混合処理)	トレンチャ式混合。バックホウをベースマシンとし、施工履歴データで改良範囲を記録。	改良材を吐出しながらトレンチャ式攪拌装置を鉛直方向に回転させ、攪拌装置を所定の深度まで貫入させる。その状態で攪拌装置を平面方向に動かし全面を改良する。	粉体 スラリー	最大 13m程度
	ロータリー式混合。バックホウをベースマシンとし、施工履歴データで改良範囲を記録。	改良材を吐出しながら攪拌翼を縦方向又は横方向に回転させ、攪拌装置を所定の深度まで貫入させた後引き抜く。この操作を繰り返して全面を改良する。	スラリー	最大 13m程度
固結工 (スラリー攪拌工)	施工履歴データで杭芯位置・改良深度等を記録。	地盤中に改良材をスラリー状で圧送し、攪拌翼で攪拌・混合する。	セメント等のスラリー	最大 40m程度

4 3次元出来形管理等の施工管理

(1) 適用技術

以下のアからケまでの技術を活用して、出来形管理を行う。

ア 出来形管理用T S等光波方式

施工管理データ（基本設計データ及び出来形測定データ）を搭載した出来形管理用のトータルステーション（以下「出来形管理用T S」という。）を用いて、3次元座標値による出来形測定、基本設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う3次元出来形管理技術である。出来形管理用T Sには、データコレクタやソフトウェア一式が含まれる。

また、出来形管理用T Sのほかに、望遠鏡を搭載しないなどの光波方式による計測機器を含めたものについても、同等の機能や制度を確認すれば本技術に用いる計測機器として現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定等が行えるものとする。出来形管理用T S及びその他の本技術で用いる計測機器を総称して出来形管理用T S等光波方式とする。出来形管理機能のないT Sを利用するだけではT S等光波方式出来形管理技術には該当しない。T S等光波方式出来形管理技術は、プリズムを用いた測定器具を使用するものとし、ノンプリズム方式は別項で定める。

T S等光波方式による出来形計測（面管理）は、被計測対象の地形を概ね等間隔に取得した出来形計測点群（3次元座標値）から、3次元CADや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握し出来高数量等を容易に算出することが可能となり、従来の巻尺・レベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要である。

なお、作業の効率化が図られる場合は、日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

従来の出来形測定及び出来形管理用T S等光波方式を用いた出来形測定の流れは、図1～3に示すとおりである。



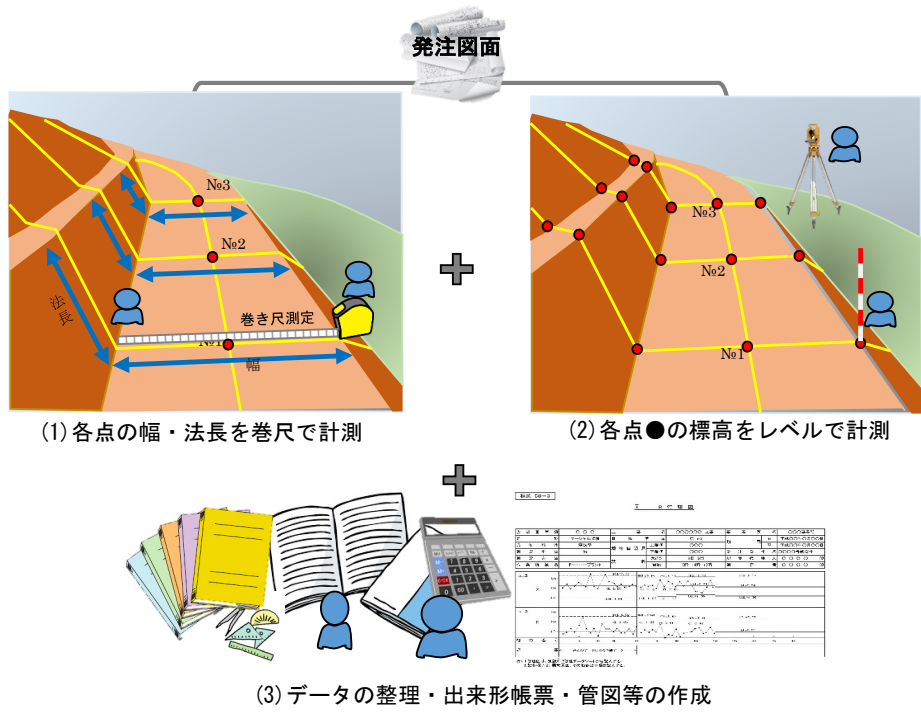


図1 従来の出来形測定

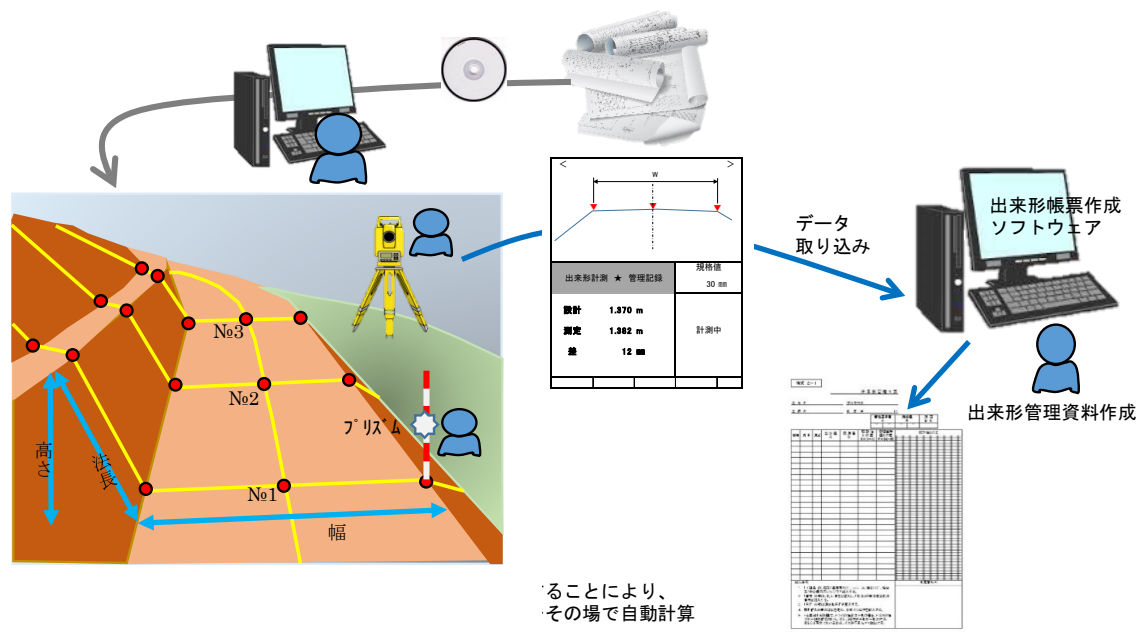


図2 TS等光波方式出来形管理（断面管理による出来形管理機器の構成例）

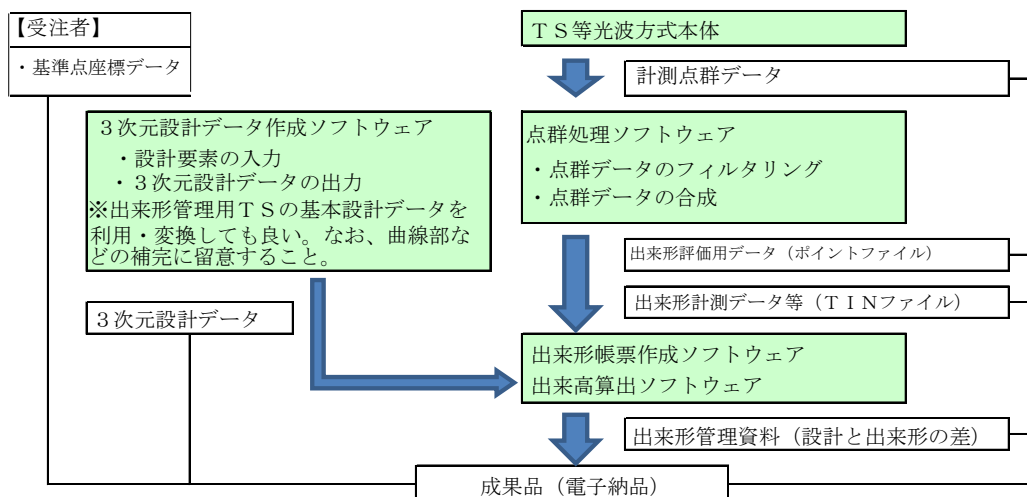


図3 TS等光波方式出来形管理技術（面管理）の出来形管理データの流れ

イ TS（ノンプリズム方式）

ターゲットとなるプリズムを利用せず、被計測対象にレーザー光を照射し、反射してきたレーザー光を利用して測距するTSを用いて3次元の形状を取得することにより、出来形や数量を面的に把握し、3次元設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う3次元出来形管理技術である。本技術は計測した出来形計測点の3次元座標値から地形の形状を取得するものであり、従来の巻尺やレベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要である。また、情報が全て電子データであるため、ソフトウェアを用いて計測から出来形帳票をデータを手入力することなく自動的に作成することが可能となり、帳票作成作業が効率化し、転記ミスを防止することができる。

なお、作業の効率化が図られる場合は、日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

TS（ノンプリズム方式）を用いた出来形測定の流れは、図4及び5に示すとおりである。

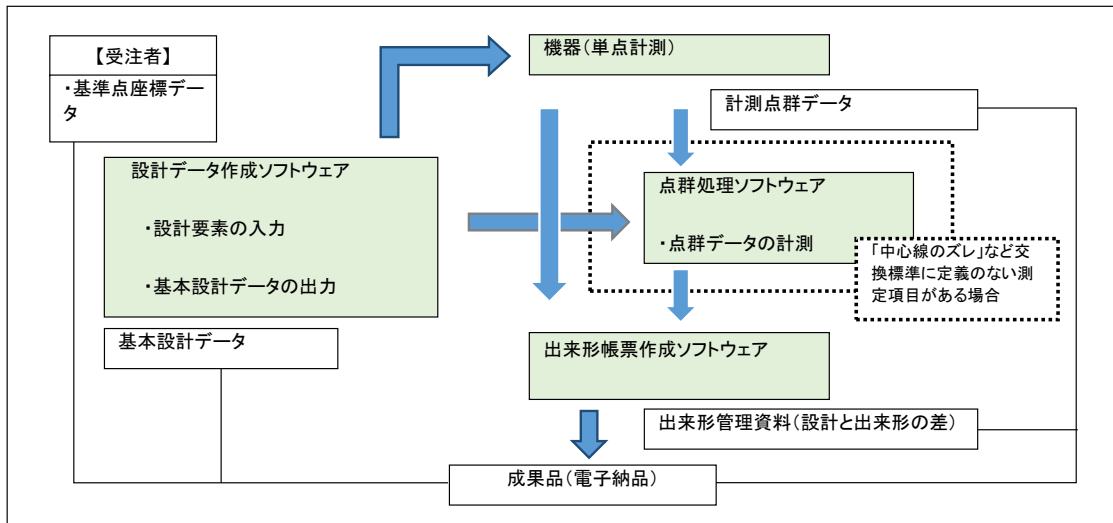


図4 TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術（断面管理）の出来形管理データの流れ

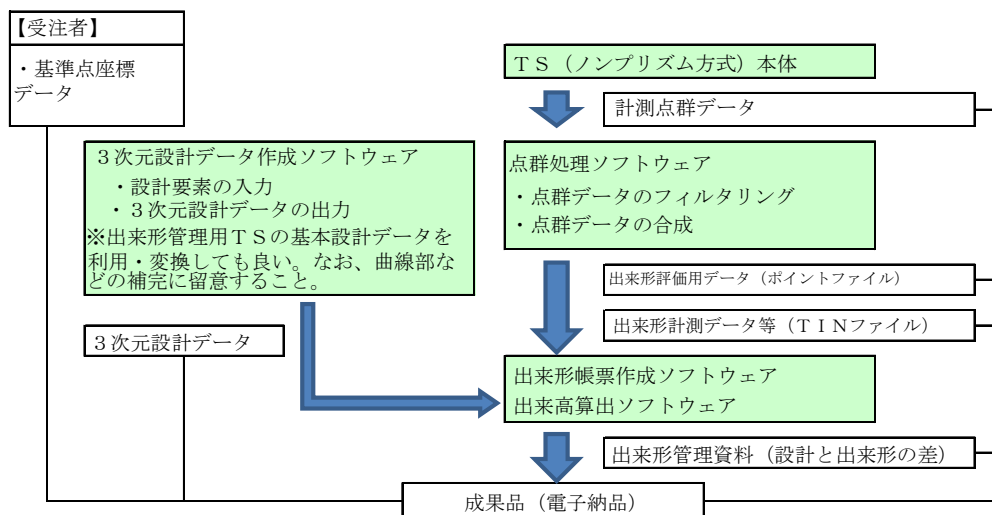


図5 TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術（面管理）の出来形管理データの流れ

ウ UAV空中写真測量

無人航空機（UAV）を用いて、被計測対象の地形の空中写真を撮影し、空中写真測量による3次元の形状の取得を行うことにより、出来形や数量を面的に把握し、3次元設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う3次元出来形管理技術である。従来の巻尺やレベルによる幅、長さ、高さ等の計測が不要であり施工管理手間が大幅に削減されるとともに、詳細な地形や出来形の形状取得が可能である。ただし、UAV空中写真測量は計測対象点を指定した計測ができないことや強風、降雨等の天候によっては飛行撮影ができないといった特徴や、写真撮影後のソフトウェア上でのデータ処理が必要であることに留意する必要がある。

なお、作業の効率化が図られる場合は、日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

UAV空中写真測量を用いた出来形測定の流れは、図6及び7に示すとおりである。

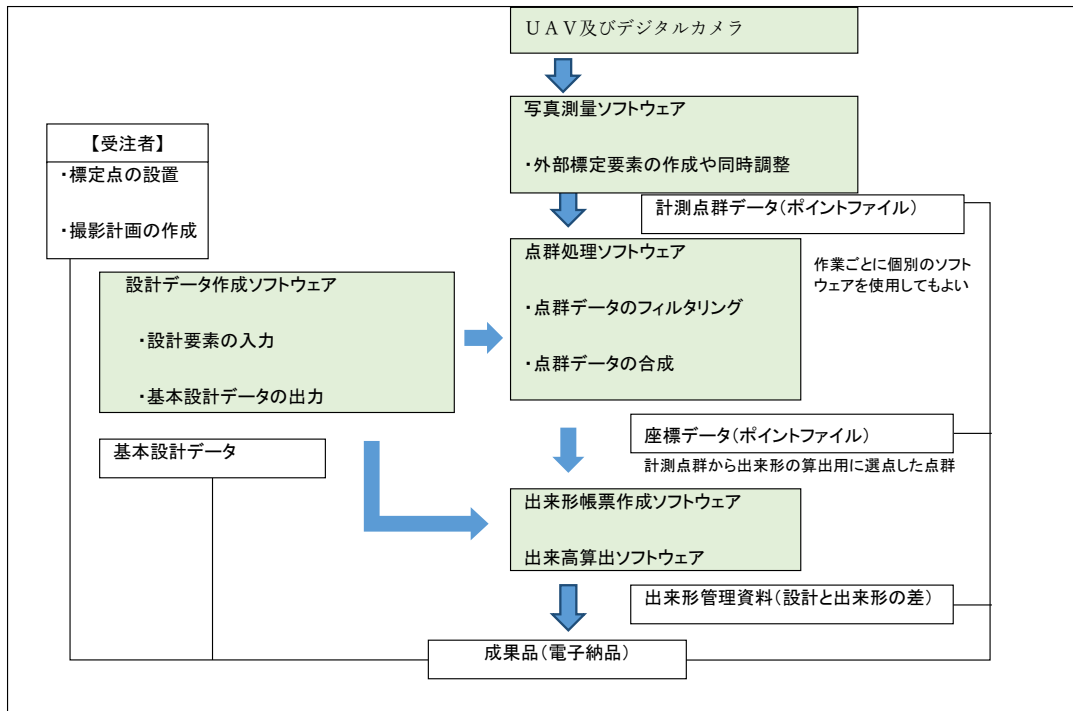


図6 UAV空中写真測量出来形管理技術（断面管理）の出来形管理データの流れ

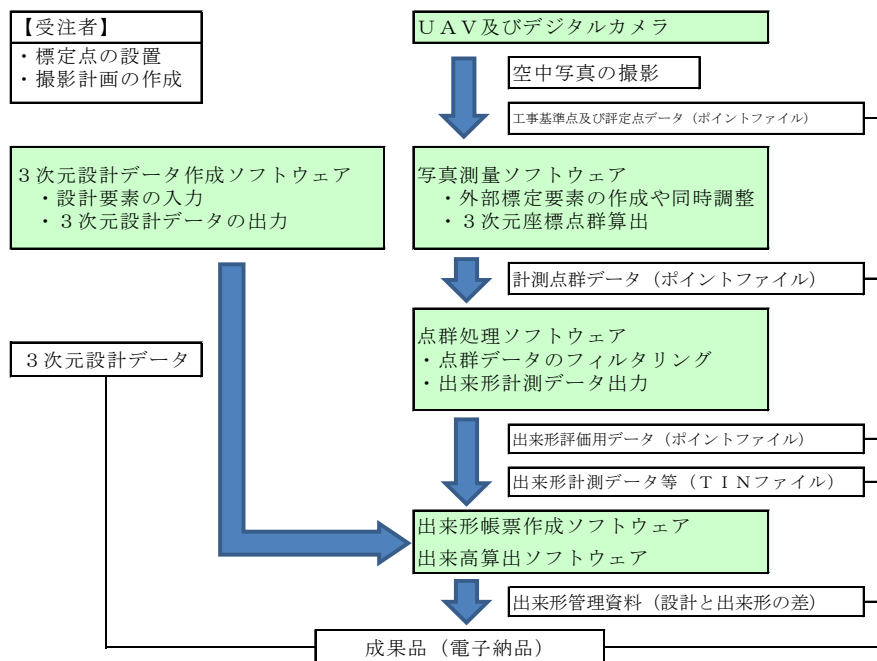


図7 UAV空中写真測量出来形管理技術（面管理）の出来形管理データの流れ

エ T L S

T L Sを用いて、被計測対象の3次元形状の取得を行うことにより、出来形や数量を面的に把握し、3次元設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う3次元出来形管理技術である。T L Sは、計測対象点を指定した計測ができないことや計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要であることに留意が必要である。

なお、作業の効率化が図られる場合は、日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

T L Sを用いた出来形測定の流れは、図8及び9に示すとおりである。

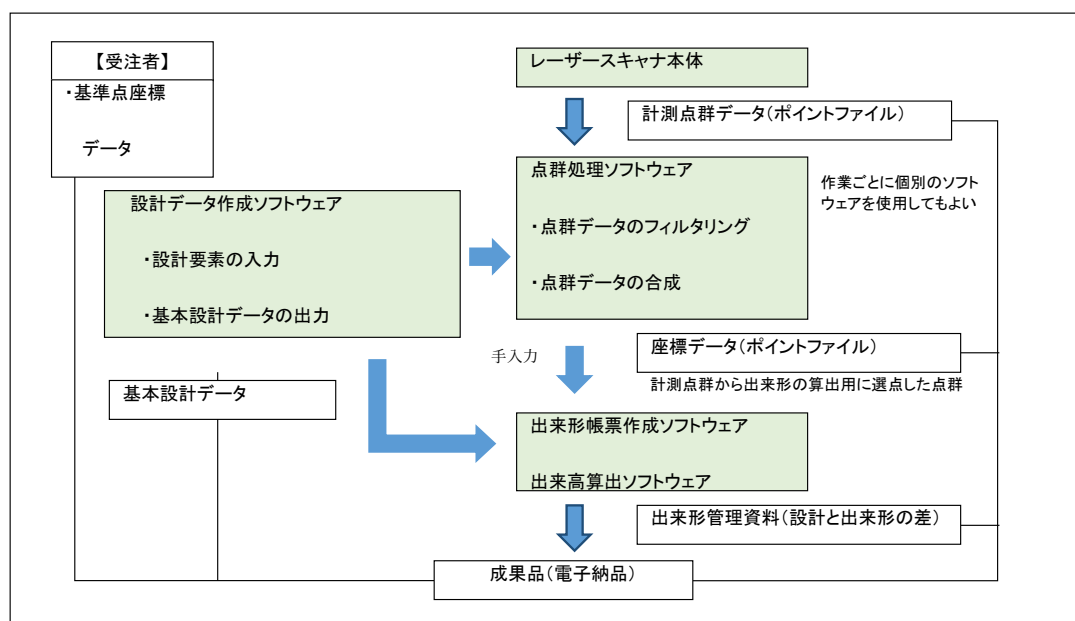


図8 T L S 出来形管理技術（断面管理）の出来形管理データの流れ

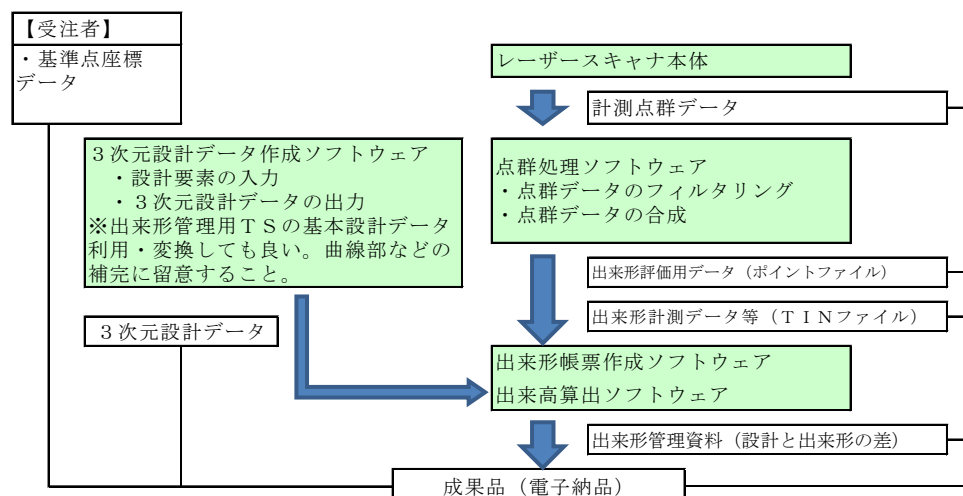


図9 T L S 出来形管理技術（面管理）の出来形管理データの流れ

オ UAVレーザー

UAVレーザーを用いて、被計測対象の3次元形状の取得を行うことにより、出来形や数量を面的に把握し、3次元設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う3次元出来形管理技術である。従来の巻尺やレベルによる幅、長さ、高さ等の計測が不要であり、施工管理手間が大幅に削減されるとともに、詳細な地形や出来形の形状取得が可能となる。ただし、UAVレーザーは、計測対象点を指定した計測ができないことや強風、降雨等の天候によっては飛行計測ができないといった特徴、計測後のソフトウェア上でのデータ処理が必要であることに留意が必要である。

なお、作業の効率化が図られる場合は、日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

UAVレーザーを用いた出来形測定の流れは、図10及び11に示すとおりである。

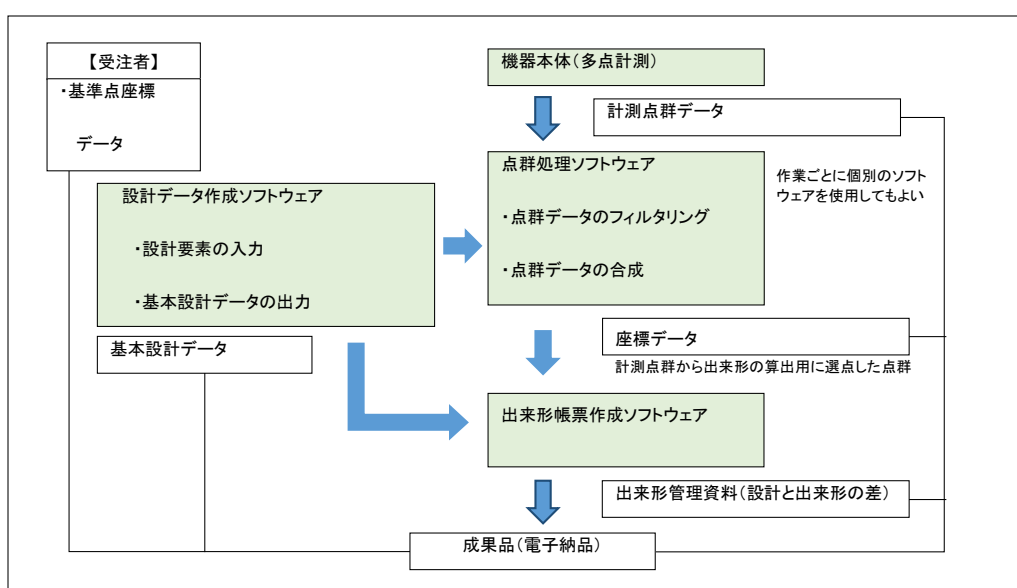


図10 UAVレーザー出来形管理技術(断面管理)の出来形管理データの流れ

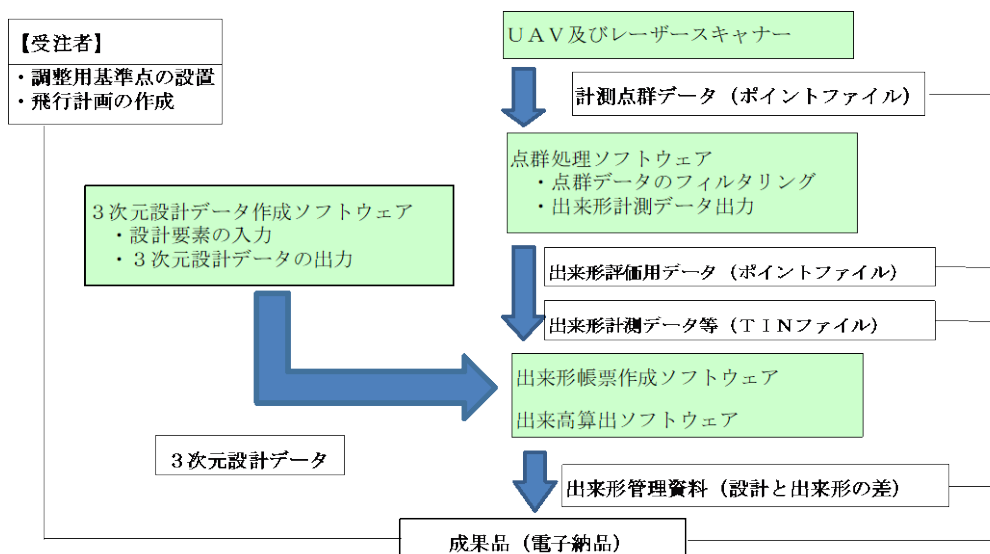


図11 UAVレーザー出来形管理技術(面管理)の出来形管理データの流れ

カ 地上移動体搭載型 L S

地上移動体搭載型 L S を用いて、被計測対象の 3 次元形状の取得を行うことにより、出来形や数量を面的に把握し、3 次元設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う 3 次元出来形管理技術である。従来の巻尺やレベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要であり、施工管理手間が大幅に削減されるとともに、詳細な地形や出来形の形状取得が可能となる。ただし、地上移動体搭載型 L S は、計測対象点を指定した計測ができないことや計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要であることに留意が必要である。

なお、作業の効率化が図られる場合は、日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

地上移動体搭載型 L S を用いた出来形測定の流れは、図 12 及び 13 に示すとおりである。

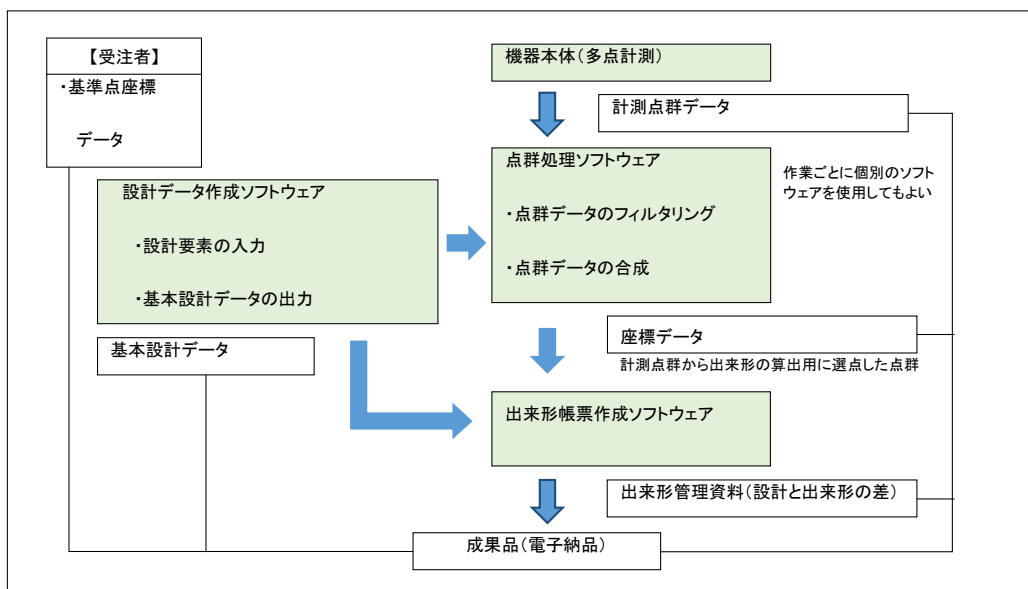


図 12 UAV レーザー出来形管理技術（断面管理）の出来形管理データの流れ

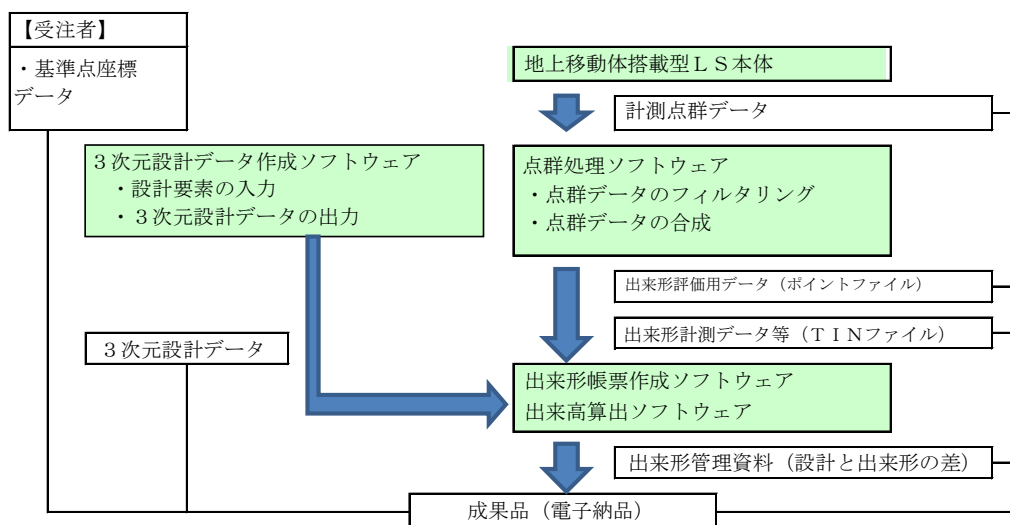


図 13 UAV レーザー出来形管理技術（面管理）の出来形管理データの流れ

キ RTK-GNSS

測位衛星から発信される搬送波を受信する計測手法で、既知点と観測点にGNSS測量機を設置し、既知点から観測点への基線ベクトルを解析し、リアルタイムに移動局の3次元の形状を取得することにより出来形や数量を面的に把握し、3次元設計データ又は基本設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う3次元出来形管理技術である。本技術は計測した出来形計測点の3次元座標値から地形の形状を取得するものであり、従来の巻尺やレベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要である。また、情報が全て電子データであることから、ソフトウェアを用いて、計測から出来形帳票をデータの手入力なしに自動的に作成することが可能となり、帳票作成作業が効率化し、転記ミスを防止することができる。

なお、作業の効率化が図られる場合は、日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

出来形管理用RTK-GNSSを用いた出来形測定の流れは、図14及び15に示すとおりである。

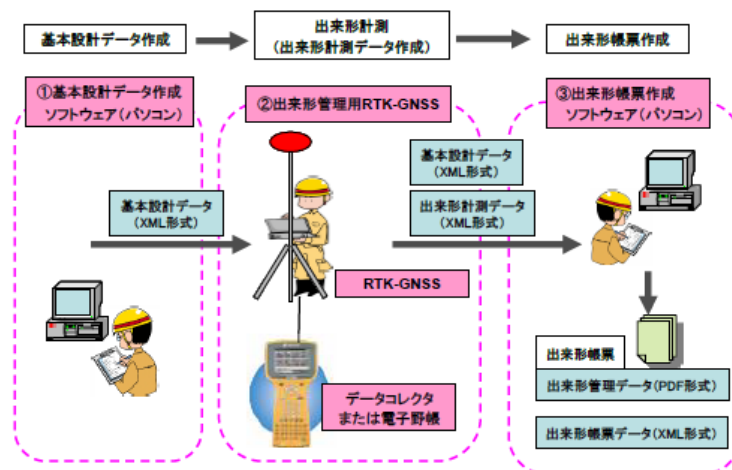


図14 出来形管理用RTK-GNSS（断面管理）による出来形管理機器の構成例（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省）

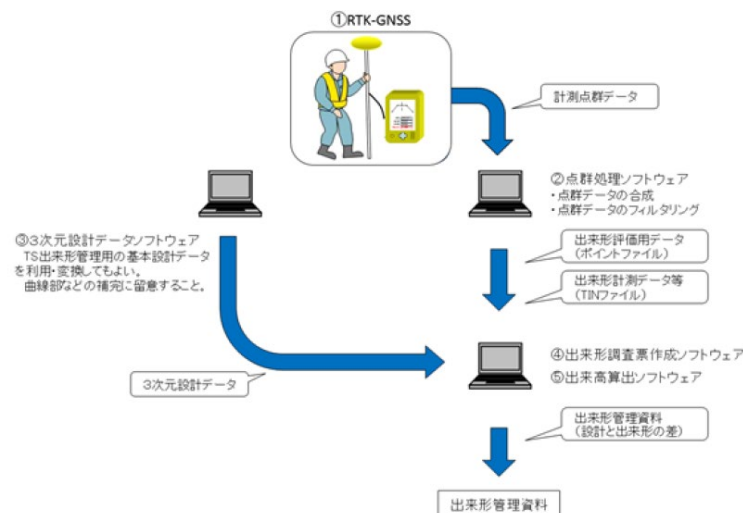


図14 出来形管理用RTK-GNSS（断面管理）による出来形管理機器の構成例（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省）

ク 施工履歴データ

ICT建設機械から取得した施工履歴データを用いて、被計測対象の3次元形状の取得を行うことにより、出来形や数量を面的に把握し、3次元設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う3次元出来形管理技術である。従来の巻尺やレベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要であり、施工管理手間を大幅に削減できるとともに、面的な出来形の形状取得が可能となる。施工履歴データによる出来形管理の対象となる工種や施工規模に該当する工事において、受注者が施工履歴データを日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

施工履歴データ出来形管理技術の出来形測定の流れは、図16に示すとおりである。

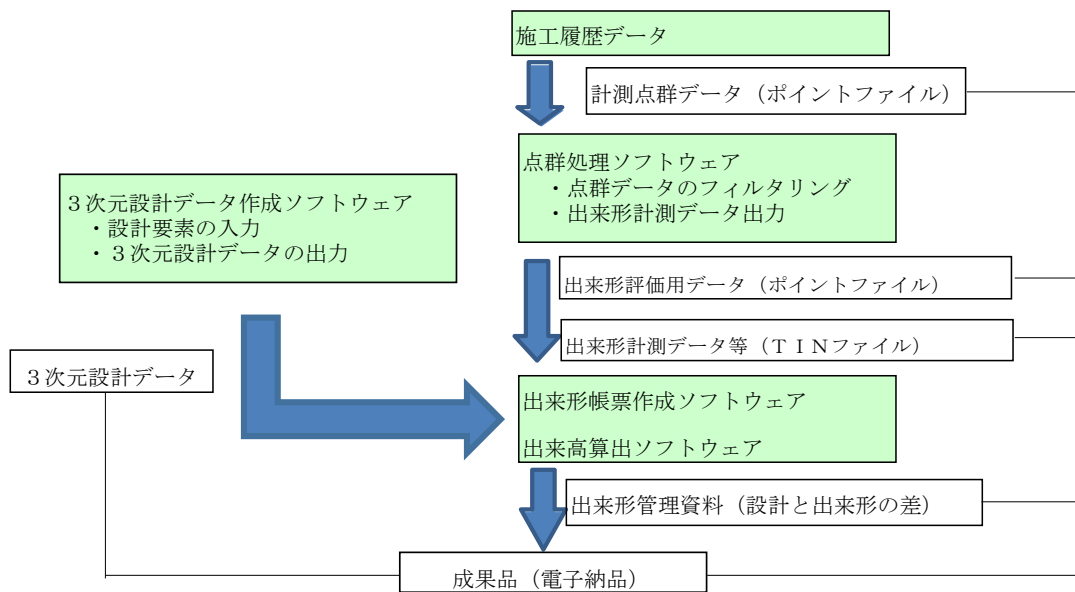


図16 施工履歴データ出来形管理技術の出来形管理データの流れ

ケ モバイル端末

モバイル端末に搭載されているセンサーを活用し、計測対象の3次元形状の取得を行うことにより、出来形や数量を面的に把握し、基本設計データ又は3次元設計データと出来形測定結果との差の算出及び出来形管理帳票の作成を行う3次元出来形管理技術である。従来の巻尺やレベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要であり、施工管理手間を大幅に削減することができるのと同時に、面的な出来形の形状取得が可能となる。

なお、モバイル端末による出来形管理の対象となる工種や施工規模に該当する工事において、受注者がモバイル端末出来形管理技術を日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを妨げない。

モバイル端末出来形管理技術の出来形測定の流れは、図17に示すとおりである。

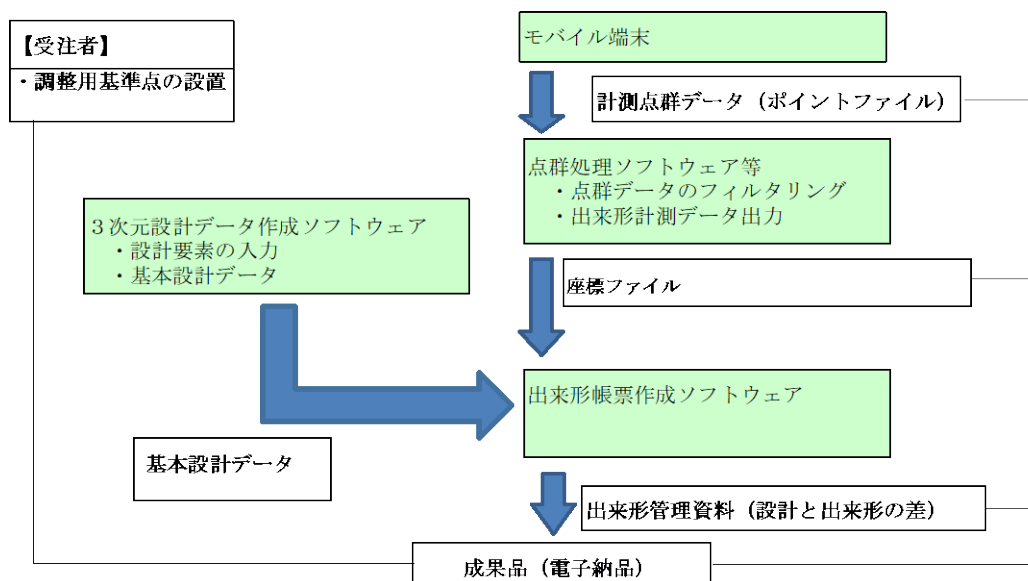


図 17 施工履歴データ出来形管理技術の出来形管理データの流れ

(2) 適用範囲

3次元出来形管理の適用範囲は、表4のとおりとする。

表4 3次元出来形管理の適用範囲

工種		適用技術		施工規模
土工	<ul style="list-style-type: none"> 掘削 盛土 	断面管理	<ul style="list-style-type: none"> TS等光波方式 RTK-GNSS モバイル端末 	1件の工事における扱い土量の合計が1,000m ³ 以上
		面管理	<ul style="list-style-type: none"> TS等光波方式 TS(ノンプリズム方式) UAV空中写真測量 TLS UAVレーザー 地上移動体搭載型LS RTK-GNSS 施工履歴データ 	
	<ul style="list-style-type: none"> 栗石基礎 砕石基礎 砂基礎 均しコンクリート 	断面管理	<ul style="list-style-type: none"> TS等光波方式 RTK-GNSS 	
	<ul style="list-style-type: none"> 管体基礎工(砂基礎等) 	断面管理	<ul style="list-style-type: none"> TS等光波方式 RTK-GNSS 	
ほ場整備工	<ul style="list-style-type: none"> 基盤造成 表土整地 	断面管理	<ul style="list-style-type: none"> TS等光波方式 RTK-GNSS 	1件の工事における施工面積が1.0ha以上
		面管理	<ul style="list-style-type: none"> TS等光波方式 TS(ノンプリズム方式) UAV空中写真測量 	

			<ul style="list-style-type: none"> ・ T L S ・ U A V レーザー ・ 地上移動体搭載型 L S ・ R T K - G N S S ・ 施工履歴データ 	
	・ 畦畔復旧	面管理	・ U A V 空中写真測量	
	・ 道路工 (砂利道)	面管理	・ T L S	
舗装工	・ 下層路盤工	断面管理	・ T S 等光波公式	1 件の工事における施工面積が 3,000m ² 以上
		面管理	・ T L S	
	・ 上層路盤工	断面管理	・ T S 等光波公式	
		面管理	・ T L S	
	・ コンクリート舗装工 ・ アスファルト舗装工	断面管理	・ T S 等光波公式	
		面管理	・ T L S	
・ 砂利舗装工	断面管理	・ T S 等光波公式		
水路工	<ul style="list-style-type: none"> ・ 現場打開水路 ・ 鉄筋コンクリート大型フリーム ・ 鉄筋コンクリート L 型水路 	断面管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ T S 等光波方式 ・ T S (ノンプリズム方式) ・ T L S ・ R T K - G N S S 	施工延長が 100m 以上
暗渠排水工	<ul style="list-style-type: none"> ・ 吸水渠 ・ 集水渠 ・ 導水渠 (※1) 	断面管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ T S 等光波方式 ・ R T K - G N S S 	1 ほ場ごとにおける施工延長が 10a 当たり 100 m 以上、かつ対象とする施工延長が 1.1km 以上
		面管理	・ 施工履歴データ	
ため池改修工	・ 堤体工	断面管理	<ul style="list-style-type: none"> ・ T S 等光波方式 ・ U A V 空中写真測量 ・ T L S ・ U A V レーザー ・ 地上移動体搭載型 L S ・ R T K - G N S S ・ モバイル端末 	堤高 15m 未満の堤体
地盤改良工	<ul style="list-style-type: none"> ・ 表層安定処理等 (路床安定処理工、表層安定処理工) ・ 固結工 (中層混合処理) ・ 固結工 (スラリー攪拌工) 	面管理	・ 施工履歴データ	制限なし

法面 保護工	<ul style="list-style-type: none"> ・ラス張 ・植生マット ・植生シート ・繊維ネット ・張芝 ・人工張芝 ・種子散布 ・客土吹付 ・植生基材吹付 ・吹付枠 	断面 管理	<ul style="list-style-type: none"> ・TS等光波方式 ・TS（ノンプリズム方式） ・UAV空中写真測量 ・TLS ・UAVレーザー ・地上移動体搭載型LS ・RTK-GNSS 	制限なし
付帯 構造物工	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリートブロック積み ・コンクリートブロック張り ・石積（張）工 ・コンクリート側溝工 ・コンクリート管渠工 	断面 管理	<ul style="list-style-type: none"> ・TS等光波方式 ・TS（ノンプリズム方式） ・TLS ・RTK-GNSS 	他工種の施工規模と同様（単独ではなく他工種の関連施工工種として実施すること）

※1 暗渠排水工に伴う基礎砕石と疎水材の出来形管理は含まない。

5 3次元データの納品

3次元出来形管理等による3次元施工管理データを、工事完成図書として電子納品する。

第3 適用可能な地形条件

本ガイドラインにおける情報化施工技術で用いるTS及びGNSSの適用条件は、以下のとおりとする。

1 TS

TS（基準局）と測定箇所（出来形管理点）・建設機械（移動局）との間の視準を遮断する既設構造物等の測定障害がないこと。

なお、既設構造物等がある場合は、視準の遮断を回避できる適度な高低差のある基準局の設置場所があること。

2 GNSS

衛星の補足が困難となる狭小部や山間部でない（上空が開けている）こと。また、衛星電波の多重反射（マルチパス）の影響が著しい環境でない（構造物や法面が隣接していない）こと。

第4 施工計画書作成

受注者は、施工計画書に次の事項を記載し、必要な資料を添付する。

1 適用工種、適用プロセス及び適用技術

情報化施工技術を活用する工種、プロセス及び技術を記載する。

2 適用区域

3次元起工測量計測範囲、ICT建設機械による施工範囲及び3次元出来形管理を行う範囲を記載する。

出来形管理を行う範囲については、一般平面図上に当該工事の施工範囲の外枠（黒太線）を示し、面管理による出来形管理範囲（3次元測定範囲）と土木工事施工管理基準による出来形管理範囲を塗り分ける。3次元計測範囲は、土木部分又は出来形管理を行うほ場面を周囲に5m程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。また、舗装工においては、舗装工部分を包括する範囲とし、適用する舗装工の種別を記載する。

3 出来形計測箇所、測定項目、管理基準値・規格値、測定基準、撮影基準及び撮影箇所

出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。また、出来形管理基準及び出来形管理写真基準を記載する。

4 使用機器及びソフトウェア

3次元起工測量から3次元出来形管理までのプロセスごとに、使用機器の測定性能、機器構成及び使用するソフトウェアを記載する。

(1) 建設機械に関する情報

使用するシステムのメーカー名、型番、構成機器等を記載し、機能及び精度が確認できる資料（メーカーパンフレット等）を添付する。

(2) 出来形計測機器本体

出来形管理に利用する機器本体が出来形管理技術ごとに示す測定精度を有し、適正な精度管理が行われていることを確認するために、「検定機関が発行する有効な検定証明書」、「測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書」又は「検査成績書」を添付する。

(3) ソフトウェア

使用するソフトウェアを記載する。カタログや仕様書の提出は不要である。

5 その他必要な事項

受注者は、活用する技術ごとに施工計画書に記載しなければならない事項を記載する。

(1) ICT建設機械による施工

自動追尾型TS又はGNSSを用いた効率的な施工を確保するため、現場内に利用可能な工事基準点（3級基準点又は4級基準点）を複数設置する計画を記載する。

(2) UAV空中写真測量出来形管理技術

ア 使用機器

(ア) UAV

撮影計画を満足する揚重能力及び飛行時間を確保できる機体を使用し、航空機の高航行の安全確保のために、「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」（平成 27 年 11 月 17 日制定国空航空第 684 号、国空機等第 923 号。以下「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」という。）の許可要件に準じた飛行マニュアルを添付資料として提出する。また、UAV の保守点検は、1 年に 1 回以上、製造元等による点検を行っていることとする。

(イ) デジタルカメラ

出来形管理用に利用するデジタルカメラ本体が、本ガイドライン（出来形管理編）に規定する計測性能と同等以上の計測性能を有するとともに、必要に応じて製造メーカー等による機能維持のための点検を実施する。

イ 撮影計画

以下の点に留意し、空中写真測量の撮影コース、重複度等を記載する。

(ア) 所定のラップ率、地上画素寸法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最低 90%以上であることを示す飛行計画、又は、飛行後に進行方向ラップ率最低 80%以上を確認するための確認方法のいずれかを記載する。また、隣接コースとのラップ率は 60%以上とする。

(イ) 算出に使用するソフトウェアの名称を記載する。

(ウ) 標定点の概観及び設置位置並びに標定点位置の測定方法を示した設置計画を記載する。

(エ) 同一コースは、直線かつ等高度の撮影となるように計画する。

(オ) 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 枚の空中写真の組合せ）以上設定する。

(カ) 対地高度は、地上画素寸法（10mm/画素以内）を確保できることとし、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する。

(キ) 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する。また、カメラを計測対象の斜面（平均勾配としてもよい）に正対させて斜め撮影する場合の対地高度は、被計測対象の法面法線方向との離隔とする。

(ク) 鉛直下方を撮影する場合は、直線かつ等高度の撮影となるように計画する。

(ケ) カメラを計測対象の斜面に正対させた斜め撮影の場合は、対地高度が所要の地上画素寸法を超えない範囲を保つように計画する。

(3) UAV レーザー出来形管理技術

ア 使用機器

(ア) UAV

飛行計画を満足する揚重能力及び飛行時間を確保できる機体を使用し、航空機の航行の安全確保のために、「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添付する。また、UAV の保守点検は、1 年に 1 回以上、製造元等による点検を行っていることとする。

(イ) レーザースキャナー

出来形管理用に利用するレーザースキャナー本体が、本ガイドライン（出来形管理編）に規定する計測性能と同等以上の計測性能を有するとともに、必要に応じて製造メーカー等による機能維持のための点検を実施する。

イ 計測計画

以下の点に留意し、飛行計画を作成する。

(ア) 「様式-5」 UAVレーザ精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に示す手順により、所定の予測精度が確保できる飛行経路、飛行高度等の算出結果を記載する。

(イ) 調整用基準点の外観及び設置位置並びに位置の測定方法を示した設置計画を記載する。

(ウ) 計測区域を完全にカバーするように飛行コースを設定する。

(4) 地上移動体搭載型LS出来形管理技術

ア 計測計画

以下の点に留意し、計測計画を作成する。

(ア) 「様式-6」 地上移動体搭載型LS精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書に示す手順により、所定の予測精度が確保できる計測経路を記載する。

(イ) 検証点の設置位置及び測定方法を示した設置計画を記載する。

(ウ) 標定点の概観及び設置位置並びに標定点位置の測定方法を示した設置計画を記載する。

(エ) 計測区域を完全にカバーするように計測経路を設定する。

(オ) 地上移動体搭載型LSと計測対象範囲の位置関係を事前に確認し、最も入射角が低下する箇所が出来形計測密度以上の計測結果が得られる設定を行う。

(5) 施工履歴データ出来形管理技術

ア 作業機位置の取得精度確認試験計画

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取得精度確認試験の計画について記載する。

第5 工事基準点の設置

受注者は、次により工事基準点を設置すること。

- 1 施工及び出来形管理で利用する工事基準点は、設計図書に示す基準点又は監督職員から指示を受けた基準点を使用して設置するものとする。
- 2 工事基準点の設置に当たっては、「農林水産省農村振興局測量作業規定」（令和3年2月農林水産省農村振興局整備部設計課。以下「農林水産省測量作業規定」という。）に基づいて実施し、測量成果、設置状況及び配置箇所を監督職員に提出する。
- 3 T S等光波方式の場合における工事基準点の設置時の留意点としては、出来形計測が効率的に実施できる位置にT Sが設置できるように、現場内に出来形管理に利用可能な工事基準点を複数設置しておくことが望ましい。また、出来形計測精度の確保を目的に、出来形管理用T S等光波方式から出来形計測点までに計測距離（斜距離）についての制限を、3級T Sは100m以内（2級T Sは150m以内）とする。

なお、舗装工事においては以下の点についても確認する。

 - （1）上記3の範囲に、平面座標（X, Y座標）が分かる工事基準点が2点以上あり、かつ高さ（Z座標）が分かる工事基準点が1点以上あることとする。
 - （2）T Sと工事基準点間の視通を確保する。
 - （3）工事基準点及びT Sの設置位置は施工の作業性を損なわない箇所とする。
 - （4）工事基準点の設置位置は、T Sによる器械設置時において、プリズムを設置する際に通行車両に対する計測員の安全性が確保できる箇所とする。特に、中央分離帯に工事基準点を設置する場合、工事基準点と車両通行レーンとの間に十分な離隔が保てるようにする。
- 4 UAV空中写真測量、T L S、UAVレーザー及び地上移動体搭載型L S出来形管理技術では、現場に設置された工事基準点を用いて3次元座標値への変換を行うため、出来形の測定精度を確保する必要がある。そのため、現場内に4級基準点又は3級水準点と同等以上の工事基準点を設置する。また、基準点の設置時の留意点として、標定点又は調整用基準点を効率的に計測できる位置にT Sが設置できるように、工事基準点を複数設置しておくことが望ましい。また、出来形計測精度の確保を目的に、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（斜距離）についての精度を、3級T Sを利用する場合は100m以内（2級T Sは150m以内）とする。
- 5 R T K－G N S S出来形管理技術における工事基準点の設置箇所は、出来形計測が効率的に実施できる位置で、G N S S観測に適した条件（上空視界が開けていること。上空の遮蔽物、ビル等による反射波（マルチパス）の影響を受けないこと。無線通信が障害物に阻害されにくい高台や工区中央部等基準局のカバーエリアを十分利用できる箇所であること。）に留意して決定する。なお、出来形管理用R T K－G N S S測量機に一般的に搭載されている免許不要の無線通信方式の場合、良好な無線通信距離のおおよその目安は通常で500m程度であることから、R T K－G N S S基準局とする工事基準点は現場内に複数設置しておくことが

望ましい。ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみで測位する場合はこの限りではない。

- 6 施工履歴データ出来形管理技術では、現場に設置された工事基準点を用いて3次元座標値への変換を行うことから、出来形の測定精度を確保するため、現場内に4級基準点又は3級基準点と同等以上の工事基準点を設置する。

第6 起工測量

1 断面管理の場合

受注者は、設計図書に示されている数値と差異がないか出来形管理用TS又は出来形管理用RTK-GNSSを用いて確認することができる。平面測量、縦断測量及び横断測量を実施し、現場の最新地形の3次元座標を出来形管理用TSで計測及び記録することができる。作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法により出来形管理用TSを設置することができる。ただし、出来形管理用TSと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から100m以内（1級2級TSを使用する場合は150m以内）とし、後方交会法においては、2点の工事基準点の挟角は 30° ～ 150° 以内とする。

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は、工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とする。

なお、出来形管理用RTK-GNSS方式を用いた起工測量のその他の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 8を準用する。

2 面管理の場合

受注者は、着工前の現場形状を把握するために、面的な地形測量が可能な3次元計測技術を用いて、伐採後の地盤の地形測量を実施する。

なお、起工測量のその他の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3に記載する出来形管理の計測手順及び実施手順を準用する。

(1) 起工測量の実施

ア TS等光波方式

計測密度は 0.25m^2 （ $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ メッシュ）当たり1点以上とし、国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合には、計測精度は鉛直方向10mm以内、平面方向20mm以内とする。

イ TS（ノンプリズム方式）

計測密度は 0.25m^2 （ $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ メッシュ）当たり1点以上とし、計測精度は $\pm 20\text{mm}$ 以内とする。

ウ UAV空中写真測量

計測密度は 0.25m^2 （ $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ メッシュ）当たり1点以上とする。地上画素寸法は要求精度が100mmを満足するよう設定する。

なお、起工測量時のその他の実施事項については本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 4を準用するが、標定点及び検証点の設置及び計測については当該規定によらなくてよいものとし、精度確認については $\pm 100\text{mm}$ 以内であればよい。

エ T L S

(ア) 舗装工以外の場合

計測密度は 0.25m^2 （ $50\text{cm}\times 50\text{cm}$ メッシュ）当たり1点以上とし、計測精度は $\pm 100\text{mm}$ 以内とする。

なお、起工測量のその他の実施事項は本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 5を準用するが、標定点の設置及び計測については当該規定によらなくてもよいものとする。

(イ) 舗装工の場合

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上とし、計測精度は20mm以内とする。なお、起工測量のその他の実施事項は本ガイドライン（出来形管理編）第3章 第3 2を準用する。

オ UAVレーザ

計測密度は 1.00m^2 (100cm×100cm メッシュ) 当たり4点以上とする。また、使用するGNSSは2周波とし、鉛直方向・水平方向ともに±100mm以内、重複コースごとの標高値の較差の平均値±100mm以内の測定精度を確保するよう設定する。

なお、起工測量時のその他の実施事項については本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 6を準用するが、調整用基準点及び検証点の設置及び計測については当該規定によらなくてもよいものとし、精度確認については±100mm以内であればよい。

カ 地上移動体搭載型LS

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上とし、計測精度は100mm以内とする。

なお、起工測量のその他の実施事項は本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 7を準用するが、検証点の設置及び計測については当該規定によらなくてもよいものとし、精度確認については±100mm以内であればよい。

キ RTK-GNSS

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上とし、計測精度は鉛直方向±30mm以内、平面方向±20mm以内とする。

(2) 起工測量データ作成

受注者は、(1)で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される起工測量計測データを作成する。データ処理方法は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3に記載する「点群処理ソフトウェアによるデータ処理」の手順によるものとする。

(3) TINの結合方法の変更

受注者は、自動でTINを配置して作成した起工測量計測データが現場の地形と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所等における点群座標、単点計測等の結果を用いて、TINで補間してもよいものとする。このとき、TINの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の3次元座標値を使用することとする。

3 留意事項

暗渠排水工における3次元起工測量の実施に当たっては、以下の点について留意すること。

- (1) 着工前の現場形状を把握するため、測量前に農作物、もみ殻等の障害物を除去するなど、耕作者と調整を行う。
- (2) ほ場内の既知点標高と起工測量データの標高を比較し、10cm以上の乖離がある場合には、発注者と対応を協議する。また、等高線を確認し、設計図書と傾斜方向や等高線間隔が異なっている場合は、必要に応じて発注者と協議を行うこととする。

第7 基本設計データ

1 基本設計データの作成

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、断面線形、出来形横断面形状及び出来形管理対象の設定を行い、出来形管理用T S等光波方式又は出来形管理用RTK-GNSSが取り込み可能な基本設計データを以下に留意して作成するものとする。

(1) 基本設計データの作成に必要な資料

基本設計データの作成に必要な資料は、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）と発注者が貸与する業務報告書（線形計算書等）である。受注者は、設計図書及び貸与資料に不足等がある場合は、監督職員にその旨を報告し資料を借り受けるものとする。

(2) 基本設計データの作成範囲

基本設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点までとし、横断方向は構造物と原地形との接点までの範囲とする（図18）。

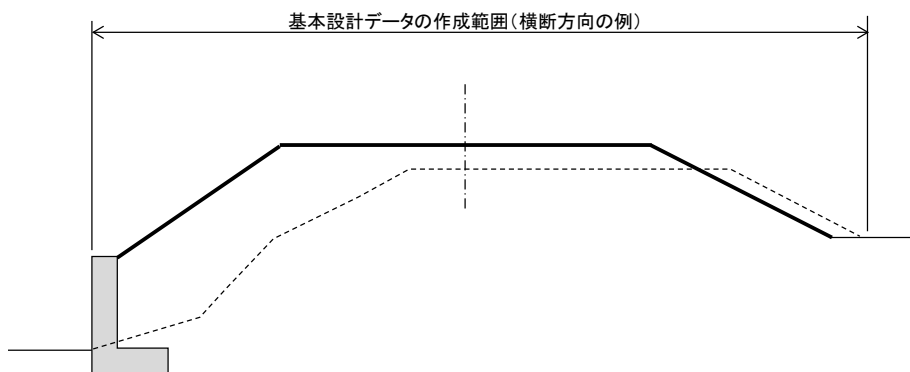


図18 基本設計データの作成範囲（横断方向）

舗装工及び暗渠排水工については、以下の点に留意すること。

ア 舗装工

横断方向は、舗装左右端部及び舗装を擦り付ける縁石、側溝等の既設構造物の前面までとする。

イ 暗渠排水工

作成範囲はほ場単位とする。発注者は、対象とした路線が分かるように作成範囲を示した設計図書等を受注者に提供するものとする。

(3) 基本設計データの作成

基本設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断部、横断図）と貸与資料（線形計算書等）に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメータ・縦断曲線長、横断形状等）を読み取り、基本設計データ作成ソフトウェアにデータを入力する。

(4) 設計変更

受注者は、設計変更等で設計形状に変更があった場合は、その都度、基本設計データ作成ソフトウェアで基本設計データを編集し変更する。このとき、最新の基本設計データの変更理由、変更内容及び変更後の基本設計データファイル名は確実に管理しておくこととする。

2 基本設計データの確認

受注者は、基本設計データの作成後に、基本設計データの情報（工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状）について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）、線形計算書等と照合するとともに、監督職員に様式-1「基本設計データチェックシート」を提出すること。

暗渠排水工においては、設計データ上において逆勾配区間が無い、埋設深について確認を行うこととする。

3 基本設計データの搭載

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアから出力した基本設計データを、通信又は記憶媒体と通して出来形管理用TS又はRTK-GNSSに搭載するものとする。出来形計測の実施前には、出来形管理用TS又はRTK-GNSSを用い、出来形計測対象となる基本設計データが搭載されていることを確認しておく必要がある。

第8 3次元設計データ

1 3次元設計データの作成

受注者は、発注者から貸与された設計図書等をもとに、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形及び出来形横断面形状の設定を行い、出来形評価用データとの比較が可能な3次元設計データの作成を行う。3次元設計データの作成の流れは、図19に示すとおりである。

(1) 3次元設計データの作成に必要な資料

3次元設計データの作成に必要な資料は、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）と発注者が貸与する業務報告書（線形計算書等）である。3次元設計データの作成に当たり資料に不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼するものとする。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこととする。

(2) 3次元設計データの作成範囲

3次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点まで（外縁に線形洋書の起終点がある場合はその範囲まで）とし、横断方向は構築部と地形との接点までの範囲とする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合及び余盛り等を実施する場合においては、監督職員と協議を行い、その結果を3次元設計データの作成に反映させることとする。

暗渠排水工及び法面保護工については、以下の点に留意する。

ア 暗渠排水工

作成範囲はほ場単位とする。発注者は、対象とした路線が分かるように作成範囲を示した設計図書等を受注者に提供する。

イ 法面保護工

現地合わせによる施工を行うため、法面の凹凸を正確に再現した3次元設計データを作成する必要はない。

(3) 3次元設計データの要素データ作成

3次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメータ・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って作成する。出来形横断面形状の作成は、計測を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点について作成する。

ただし、法面保護工において、自然法面、吹付け面等の場合は、出来形横断の詳細形状ではなく、出来形横断面の方向を示す形状を作成するだけでもよい。

なお、発注者から貸与された設計図書から中心線形と横断形状データで定義できない3次元設計データは、平面図や3次元座標値をもとに面データ（T I N）を直接作成する手法をとってもよい。3次元設計データの作成に当たっては、設計図書をもとに作成したデータが出来形の良否判定に基準になることから、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

(4) 3次元設計データ（T I N）の作成

入力した要素データをもとに面的な3次元設計データ（T I N）を作成する。T I Nは3角形の平面の集合体であるため、曲線部では管理断面の間を細かい断面に分割して3次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては、必要に応じて横断形状を作成した後にT I Nを設定する。

なお、法面保護工の施工管理は、3次元設計データ（T I N）と計測した各ポイントとの離れを算出し出来形判定を行う管理手法ではないため、3次元設計データ（T I N）形式での作成は必須としない。

(5) 地形情報

起工測量結果を3次元設計データソフトウェアに読み込み、作成した3次元設計データと重畳し比較した上で、盛土及び切土と地形の擦り付け部分が発注図に含まれる現況地形と異なる場合は、監督職員と協議を行い、その結果を3次元設計データの作成に反映される。

(6) 数量算出

作成した3次元設計データは、設計図書として位置づけられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。3次元CADソフトウェア等を用いて数量算出を行い、3次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量から変更した場合は、設計変更の対象とする。

(7) 積算区分の境界情報

数量算出に3次元設計データを利用する場合は、積算区分の境界面において、岩線計測データ等の面データを作成する。管理断面間隔より狭い範囲においては、平均断面法と同等の計算結果が得られるように、T I Nで補間してもよいものとする。

(8) 設計変更について

設計変更により設計形状に変更があった場合は、その都度3次元設計データを編集し変更する。このとき、最新の3次元設計データの変更理由、変更内容及び変更後の3次元設計データファイル名は確実に管理しておくこととする。

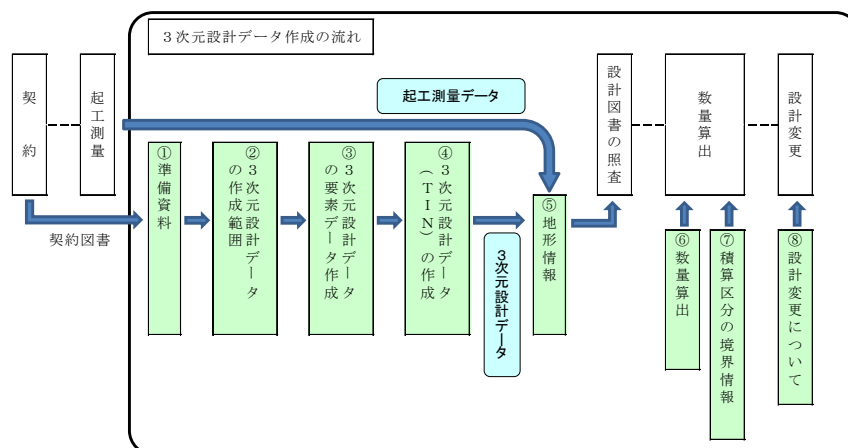


図 19 3次元設計データ作成の流れ

2 3次元設計データの確認

受注者は、3次元設計データの作成後、3次元設計データの情報（工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状、3次元設計データ）について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に様式-9「3次元設計データチェックシート」を提出する。また、設計図書をもとに作成した3次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員と協議を行い、作成した3次元設計データを設計図書として位置づける。

暗渠排水工及び法面保護工においては、以下の点に留意すること。

(1) 暗渠排水工

設計データ上において逆勾配区間が無い、埋設深について確認を行うこととする。

(2) 法面保護工

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

ただし、自然法面、吹付け面等の場合は、出来形横断の詳細形状（法面、小段等）の作成及びチェックは不要とする（図20）。

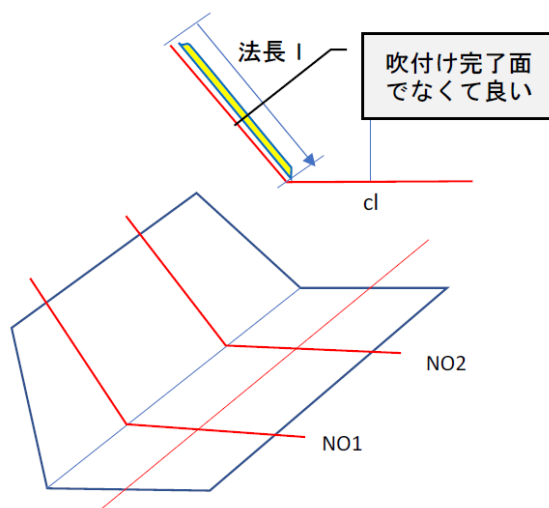


図20 作成する3次元設計データ

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省）)

3 地盤改良設計データの作成

(1) 表層安定処理等、固結工（中層混合処理）の場合

地盤改良工（表層安定処理等、固結工（中層混合処理））では、3次元設計データとして、設計図書に示される地盤改良範囲を示す平面図、施工基面からの改良厚さ又は改良範囲下端部の標高を示す縦断図等を用いて「地盤改良設計データ」を作成する。地盤改良設計データは、設計図書に示されている地盤改良を行う施工範囲（幅・奥行き・深さ）と、これを幅及び奥行き方向の平面上では格子状（長方形、正方形等）に、深さ方向には一定長さごとの分割した管理ブロックの形状を表すデータである。地盤改良設計データ作成時における留意事項は以下のとおりである。

ア 準備資料

地盤改良設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図（地盤改良範囲が明示されたもの）、縦断図（地盤改良深度又は地盤改良範囲の最下端の標高が明示されたもの）である。地盤改良設計データの作成において、準備資料の記載内容に不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。

イ 地盤改良設計データの作成範囲

地盤改良設計データの作成範囲は、地盤改良範囲とする。地質分布が当初の想定と異なる場合や、地中や周辺に支障物があるなどの理由により地盤改良範囲が設計図書と異なる場合は、監督職員と変更等の協議を行い、その結果を地盤改良設計データの作成に反映させる。

地盤改良設計データの作成に当たっては、設計図書をもとに作成したデータが出来形の良否判定の基準となるため、当該工事の設計形状を示すデータに対して、監督職員の承諾なしに変更や修正を加えてはならない。変更等を行う場合は、監督職員と変更等の協議を行い、その内容を工事打合せ簿として記録する。

ウ 管理ブロックの形状及び管理ブロックサイズの設定

地盤改良範囲の平面的位置は施工範囲全体を区画割に分割して、地盤改良の施工を行う管理ブロックを指定して表現する。図 21 に、全面改良・格子状改良・柱状改良等の地盤改良範囲の指定方法を例示する。区画割形状が台形の場合や機械設置位置と平行でない場合など、区画割の形状が長方形ではない場合は、管理ブロックの形状は、区画割に即して変形した四角形とし、長方形、正方形である必要はない。

地盤改良範囲全体について、表 5 に示した攪拌装置（方法）による管理ブロックサイズに分割する。幅の採寸位置の例は図 22～24 のとおりである。

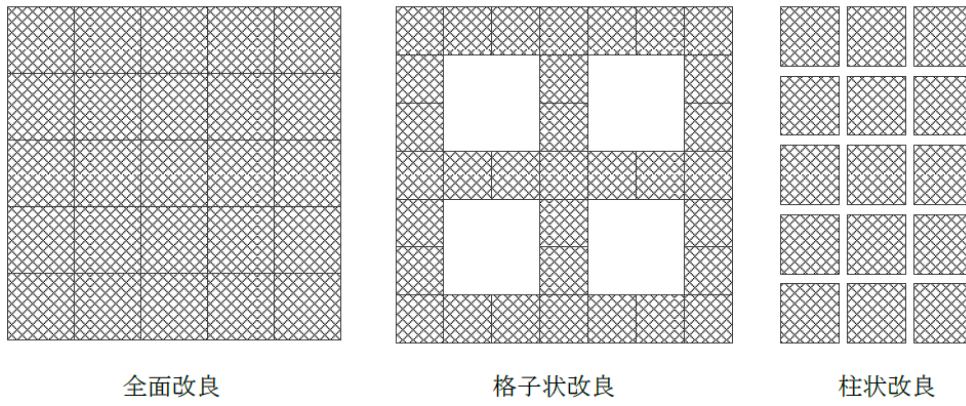


図 21 地盤改良範囲の例

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省））

表 5 攪拌装置による管理ブロックサイズの規定

攪拌方法	管理ブロックサイズ		
	幅	奥行	深度
バケット式	バケット幅以下	バケット奥行以下	バケット奥行以下
トレンチャ式	トレンチャの幅以下	トレンチャの奥行以下	改良深度と同じ（分割しなくてもよい）
ロータリー式	攪拌翼の幅以下	攪拌翼の奥行以下	1 m以下

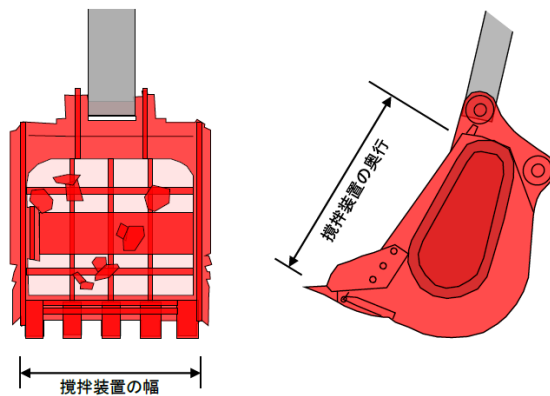


図 21 幅の採寸位置の例（バケット式）

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省））

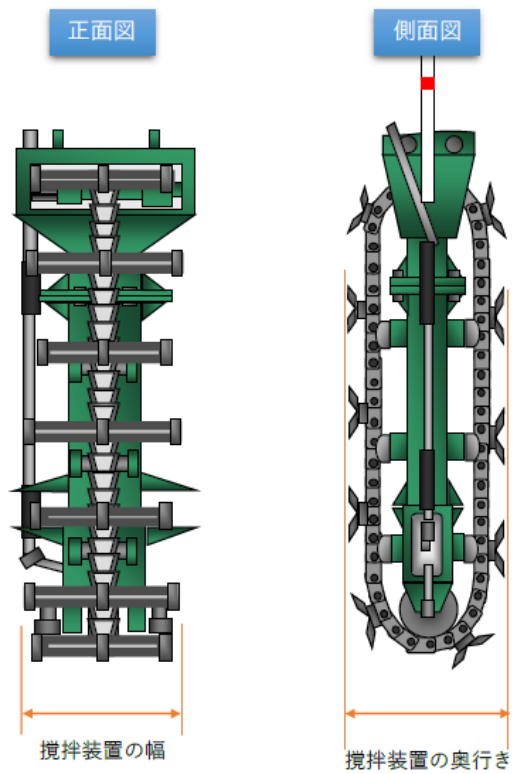


図 22 幅の採寸位置の例（トレンチャ式）

（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省））

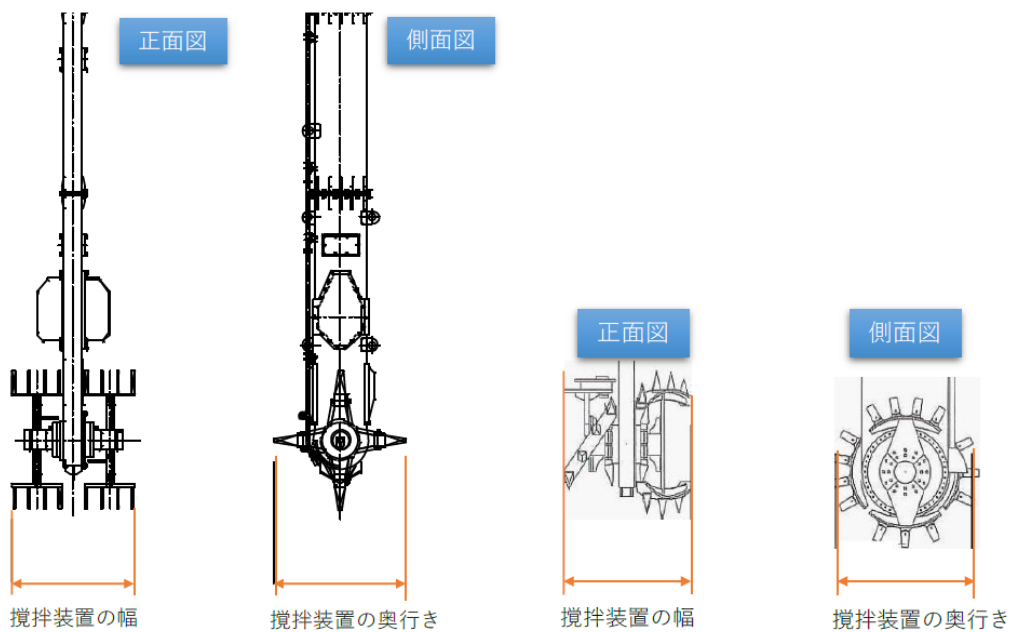


図 23 幅の採寸位置の例（ロータリー式）

（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省））

エ 地盤改良設計データの作成

ICT地盤改良機械の攪拌判定・表示機能により、各管理ブロックの攪拌が完了したことが施工履歴データから判定できるように、各管理ブロックの底面の四隅の全ての点の位置を登録する。

(2) 固結工（スラリー攪拌工）の場合

地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））では、3次元設計データとして、設計図書に示される地盤改良で造成する改良体の平面配置図、各改良体の天端及び最下端の標高（又は施工基面からの深さ）を示す縦断図等を用いて「地盤改良設計データ」を作成する。地盤改良設計データは、設計図書等に基づき、改良体番号・杭芯位置（ x, y ）（攪拌装置が多軸の場合は複数）・改良体天端の標高又は施工基面からの計画深度・改良体底面部の標高又は計画深度・杭径 D ・施工基面の標高を入力したものである。地盤改良設計データ作成時における留意事項は以下のとおりである。

ア 準備資料

地盤改良設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図（地盤改良で造成する改良体の平面配置が明示されたもの）、縦断図（改良体の天端及び最下端の標高（又は施工基面からの深さ）が明示されたもの）、縦断図（各改良体の天端及び最下端の標高（又は施工基面からの深さ）が明示されたもの）である。地盤改良設計データの作成において、準備資料の記載内容に不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。

イ 地盤改良設計データの作成範囲

地盤改良設計データの作成範囲は、地盤改良範囲とする。地質分布が当初の想定と異なる場合や、地中や周辺に支障物があるなどの理由により地盤改良範囲が設計図書と異なる場合は、監督職員と変更等の協議を行い、その結果を地盤改良設計データの作成に反映させる。

地盤改良設計データの作成に当たっては、設計図書をもとに作成したデータが出来形の良否判定の基準となるため、当該工事の設計形状を示すデータに対して、監督職員の承諾なしに変更や修正を加えてはならない。変更等を行う場合は、監督職員と変更等の協議を行い、その内容を工事打合せ簿として記録する。

ウ 地盤改良設計データの内容

地盤改良設計データには、以下の設計情報を入力する。

- ・改良体番号（番号の付け方は任意とする）
- ・杭芯位置（ x, y ）（多軸の場合は複数）
- ・改良体天端の標高又は施工基面からの計画深度
- ・改良体底面部の標高又は計画深度
- ・杭径
- ・施工基面の標高

エ 着底管理により施工を行う場合

試験施工によりボーリング調査結果と改良体を造成時の電流値、貫入速度、その他の指標により着底完了を判定する基準を設けている工事においては、地盤改良設計データの改良体最下端の標高（又は深度）として、設計図書に示される標高（又は深度）又は施工前の調査ボーリング等において推定した支持層の分布から求まる標高（又は深度）を入力しておく。

4 地盤改良設計データの確認

(1) 表層安定処理等、固結工（中層混合処理）の場合

受注者は、地盤改良設計データ作成後、工事基準点及び地盤改良設計データの情報について設計図書と照合するとともに、監督職員に様式-14「地盤改良設計データチェックシート」を提出する。また、設計変更等により設計図書に変更が生じた場合は、地盤改良設計データを変更し、確認資料を作成する。確認項目は以下のとおりである。

ア 工事基準点

工事基準点は、名称及び座標を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、確認する。

イ 地盤改良設計データ

施工履歴データを用いた出来形管理の該当区間の地盤改良設計データの入力要素（地盤改良範囲の平面図、各管理ブロックの施工基面からの深さ又は改良範囲最下端の標高）と地盤改良設計データを比較・確認する。

(2) 固結工（スラリー攪拌工）の場合

受注者は、地盤改良設計データ作成後、地盤改良設計データの情報について設計図書と照合するとともに、監督職員に様式-14「地盤改良設計データチェックシート」を提出する。また、設計変更等により設計図書に変更が生じた場合は、地盤改良設計データを変更し、再度確認を行う。ここで、地盤改良設計データに入力された杭径Dについては、実際に施行に用いる地盤改良機の攪拌翼の径が設計の杭径以上であることを攪拌翼の実測により確認する。

第9 ICT建設機械施工

1 基準点の設置

基準点とは測量の基準とするために設置された国土地理院等が管理する三角点及び水準点のことをいい、受注者は、工事基準点を設置するために必要な基準点が近傍にない場合は新規に作成・設置する。

2 計測精度の確認

受注者は、機器の精度を以下のとおり確認する。

(1) 自動追尾型TSを用いる場合

- ア 測定座標と既知座標とが合致すること。
- イ 精度は垂直方向で±5～15mmであること。
- ウ 基準局（自動追尾型TS）から移動局（建設機械）までに距離制限は250m程度であり、基準局と移動局は1対1の組合せとなること。

(2) GNSSを用いる場合

- ア 任意の測定座標と既知座標とが合致すること。
- イ 精度は垂直方向で±30～50mmであること。
- ウ 基準局から移動局（建設機械）までの距離制限は、RTK-GNSS方式でMCとする場合は、一般的に搭載されている免許不要の無線通信方式の良好な無線通信距離である500m以内とし、現場内に複数の基準局を設置すること（無線通信が障害物に阻害されにくい高台、基準局のカバーエリアを十分利用できる工区中央等）。なお、ネットワーク型RTK-GNSS方式の移動局のみでMCの場合はこの限りではない。

3 基準局の設置

受注者は、自動追尾型TS又はGNSSを用いた施工においては、工事基準点に設置する基準局の3次元座標値をもとに移動局（建設機械）の位置情報を算出するため、適切な測定精度を確保できる基準局を設置する。なお、基準局を設置するRTK-GNSS方式と同等の精度が確保できるネットワーク型RTK-GNSS方式を用いる場合はこの限りではない。RTK-GNSS方式を用いる場合は、衛星捕捉情報・衛星電波の多重反射（マルチパス）に留意して基準局を設置するものとする。

4 キャリブレーションの実施

受注者は、建設機械に情報通信機器（全周プリズム、GNSSアンテナ、車載PC等）を取り付けたあと、排土板幅・アーム長等の測定及び各センサーの設定を実施し、必要情報を車載PCへ入力する。

受注者は、ICT建設機械施工技術を搭載したICT建設機械が適切な施工精度を有しているか、施工着手前に確認することとする。精度確認は、排土板等の位置を設計値に合わせ、車載PCに表示されている座標値と排土板等の位置をTS等で測定した実測値との差分により確認するものとし、精度確認用の基準点を設置しておくこととする。

MCバックホウ技術の場合、バケット角度・バックホウ姿勢等の違いで施工精度が異なるため、バケット角度・バックホウ姿勢等の条件を変えながらバケット位置を設計値に合わせ、

車載P Cに表示されている座標値とバケットの位置をT S等で測定した実測値との差分により確認する。

第10 岩線計測

受注者は、設計変更のため、必要に応じて岩質の境界面について地形測量を実施する。

なお、岩線計測に関するそのほかの事項については、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3に記載する出来形管理の計測手順及び実施手順を準用する。

1 断面管理の場合

受注者は、設計変更のため必要に応じて岩質の境界面について地形測量を実施する。管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、岩質変化箇所の座標を取得する。

2 面管理の場合

(1) 岩線計測の実施

ア TS等光波方式

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上、国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合には、鉛直方向10mm以内、平面方向20mm以内とする。

イ TS（ノンプリズム方式）

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上、計測精度は±20mm以内とする。

ウ UAV空中写真測量

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上とする。地上画素寸法は要求精度が100mmを満足するように設定する。

なお、岩線計測のその他の実施事項については本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 4を準用するが、標定点及び検証点の設置及び計測については当該規定によらなくてよいものとし、精度確認については±100mm以内であればよい。

エ TLS

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上、測定精度は100mm以内とする。

なお、岩線計測のその他の実施事項は本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 5を準用するが、標定点の設置及び計測については当該規定によらなくてもよいものとする。

オ 地上移動体搭載型LS

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上、測定精度は100mm以内とする。

なお、岩線計測のその他の実施事項は本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 7を準用するが、検証点の設置及び計測については当該規定によらなくてもよいものとし、精度確認については±100mm以内であればよい。

カ RTK-GNSS

断面上ではなく境界面の形状を直接取得する際の岩線計測の測定精度は、鉛直方向±30mm以内、平面方向±20mm以内とし、計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上とする。

(2) 岩線計測データの作成

受注者は、(1)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、T I Nで表現される岩線計測データを作成する。データ処理方法は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3に記載する「点群処理ソフトウェアによるデータ処理」の手順によるものとする。

(3) T I Nの結合方法の変更

受注者は、岩線計測データの作成に当たり、自動でT I Nを配置した場合に現場の地形と異なる場合は、T I Nの結合方法を手動で変更してもよい。また、点群座標が取得できなかった場合には、平均断面法と同等の計算結果が得られるよう、横断形状が変化する箇所等における点群座標、単点計測等の結果を用いて、T I Nで補間してもよいものとする。このとき、T I Nの補間は、管理断面間隔よりも狭い間隔の3次元座標値を使用することとする。

第11 部分払い用出来高算出のための計測

受注者は、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、各出来形管理技術による地形測量を利用できる。部分払い出来高算出結果については、算出値の9割を上限に計上してもよいこととする。

1 断面管理の場合

出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章から第7章までの各工種編 第3に定める各技術の出来形管理の計測手順及び実施手順を準用し、管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、法肩、法尻及びそのほかの地形変化点の座標を取得する。また、部分払い出来高計測時の測定精度及び測定密度についても、本ガイドライン（出来形管理編）第1章から第7章までの各工種編 第3を参照されたい。

2 面管理の場合

(1) T S等光波方式

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上、国土地理院で規定がないT S等光波方式を利用する場合の計測精度は、鉛直方向±10mm 以内、平面方向±20mm 以内とする。出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 2を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として計測に基づく算出値を100%計上しない場合、(4) イ 出来形計測の実施についてはこの限りではない。

(2) T S（ノンプリズム方式）

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上、計測精度は±200mm 以内とする。出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 3を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として、計測に基づく算出値を100%計上しない場合、(5) イ 出来形計測の実施についてはこの限りではない。

(3) U A V空中写真測量

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上とする。地上画素寸法は要求精度が200mm を満足するように設定する。なお、出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 4を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として計測に基づく算出値を100%計上しない場合、(5) ア 撮影計画の立案及び(5) イ 標定点及び検証点の設置・計測については当該規定によらなくてもよく、精度確認について、検証点は天端上400m以内の間隔とし、それぞれ±200mm 以内であればよい。

(4) T L S

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり1点以上、測定精度は200mm 以内とする。出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第1章 第3 5を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として計測に基づく算出値を100%計上しない場合、(5) ウ 出来形計測の実施についてはこの限りではない。

(5) UAVレーザー

計測密度は 1.00m^2 (100cm×100cm メッシュ) 当たり 4 点以上とする。また、GNSS は 2 周波を使用し、鉛直方向・水平方向ともに $\pm 200\text{mm}$ 以内、重複コースごとの標高値の較差の平均値 $\pm 200\text{mm}$ 以内の測定精度を確保するよう設定する。なお、出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第 1 章 第 3 6 を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として計測に基づく算出値を 100% 計上しない場合は、(4) ア 飛行計画の立案及び (4) イ 調整点の設置及び計測については当該規定によらなくてもよく、精度確認については、検証点は飛行コースと直工する横断方向に水平位置、標高検証点（水平位置と標高検証点を兼ねることができる）を 3 か所以上設置する。設置位置は飛行直下に 1 か所、出来形計測時に想定している有効計測角でレーザーが射出される位置付近に 1 か所ずつ設置するものとし、それぞれ $\pm 200\text{mm}$ 以内であればよい。

(6) 地上移動体搭載型 LS

計測密度は 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり 1 点以上、測定精度は $\pm 200\text{mm}$ 以内とする。出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第 1 章 第 3 7 を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として計測に基づく算出値を 100% 計上しない場合、(5) エ 出来形計測の実施についてはこの限りではない。

(7) RTK-GNSS

計測密度は、 0.25m^2 (50cm×50cm メッシュ) 当たり 1 点以上、測定精度は鉛直方向 $\pm 30\text{mm}$ 以内、平面方向 $\pm 20\text{mm}$ 以内とする。出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第 1 章 第 3 9 を準用することを基本とする。

(8) 施工履歴データ

出来高計測の実施事項は、本ガイドライン（出来形管理編）第 1 章 第 3 10 を準用することを基本とする。

なお、地盤改良工における出来高計測の実施事項及び計測精度は、本ガイドライン（出来形管理編）第 7 章 第 3 1 及び第 8 章 第 3 1 を準用することとする。

第12 数量算出

出来形計測と同位置において、施工前又は事前の地形データが空中写真測量等により計測されており、契約条件として認められている場合は、3次元出来形管理技術による出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。

受注者は、計測点群データをもとに平均断面法又は3次元CADソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

舗装工において、不陸整正に用いる補修材の平均厚さ及び路盤工の平均厚さを3次元設計データ又は3次元計測データにより算出する場合は、以下を標準とする。

平均厚さ＝体積／面積

なお、数量計算方法及び体積計算方法については監督職員と協議を行うこととし、3次元設計データ、出来形計測データ等の面データから3次元CADソフトウェア等を用いた数量算出方法は以下を標準とする。

1 点高法

現況地形と出来形測量結果（出来形計測データ、起工測量計測データ及び岩線計測データ）からなる二つの面に合わせたメッシュ（等間隔）交点で標高を算出し、標高差にメッシュ間隔の面積を乗じ総和して算出する方法。メッシュ間隔は50cm以内とし、標高差の算出方法は以下の方法とする。

(1) 四点平均法

メッシュ交点の四隅の標高差を平均する方法。

$$V = A \times \frac{(h1 + h2 + h3 + h4)}{4}$$

(2) 1点法

メッシュ交点を中心とする辺長がメッシュ間隔の正方形を底面とし、当該メッシュ交点の標高差を乗じて算出する方法。

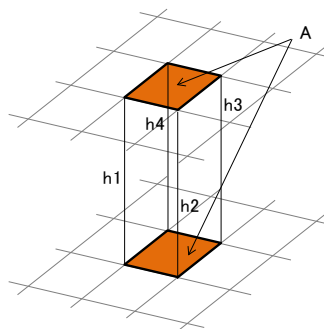


図24 点高法

2 TIN分割等を用いた求積

現況地形や出来形測量結果（出来形計測データ、起工測量計測データ及び岩線計測データ）から、それぞれの面データとしてTINからなる面データを作成した上で、ある一定の標高値においてDL面（標高基準面）を設定し、各TINの水平面積と、TINを構成する各店

からDL面までの高低差を求めて三角形ごとに平均し、その平均高低差と平面積を乗じた体積を総和して算出する方法。

$$V = A \times \frac{(h1 + h2 + h3)}{3}$$

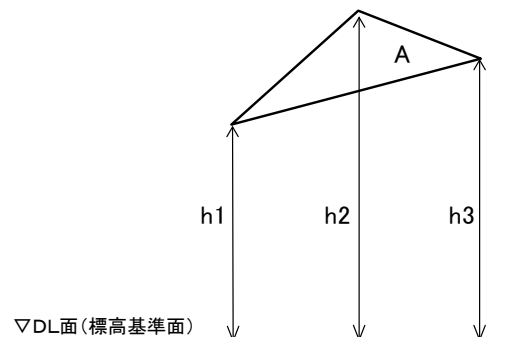


図 25 TIN分割等を用いた求積

3 プリズモイダル法

現況地形や出来形測量結果から、それぞれの面データとしてTINからなる面データを作成し、面データのポイント位置を互いの面データに投影し、各面データは本来の自身を持つポイントと相手のポイントを合わせたポイント位置により新たな三面網が形成され、この三角網の結節点の位置における標高差に基づき複合した面データの標高を計算する。面データの各TINを構成する点をそれぞれの面データに投影すると、各面データに同じ水平位置で標高の異なる点を作成され、その作成された点で再度面データを構築し、三角形水平面積と高低差を乗じた体積を総和して算出する方法。

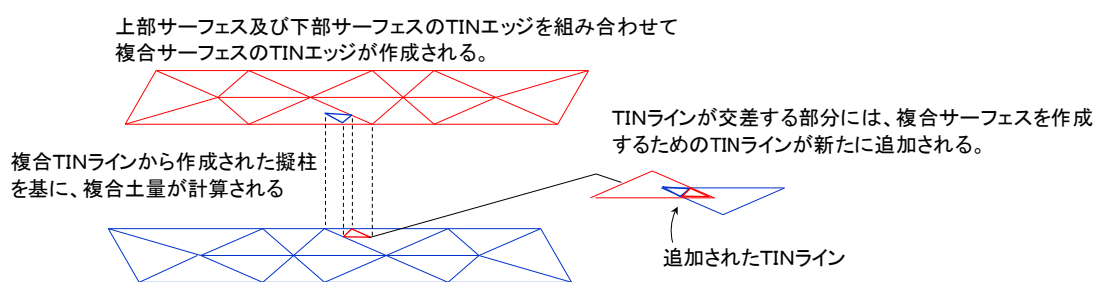


図 26 プリズモイダル法

第 13 施工後における報告及び納品

1 工事特性等への対応状況の報告

受注者は、本ガイドラインで定める情報化施工技術を活用した場合は、工事共通仕様書に基づき定められた様式に必要事項を記入の上、監督職員に報告するものとする。

なお、報告がない場合は、第 15 の 2 に定める工事成績評定における評価を行わない。

2 電子納品

本ガイドラインの電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品要領（案）」（農林水産省農村振興局設計課施工企画調整室。以下「工事完成図書の電子納品要領（案）」という。）の規定の範囲内で定めており、本ガイドラインの規定以外の事項については、「工事完成図書の電子納品要領（案）」によることとする。

(1) 3次元座標を断面的に取得する出来形管理技術に関する電子成果品

T S 等光波方式出来形管理技術又は R T K - G N S S 出来形管理技術を活用し、本ガイドラインに基づき作成した電子成果品は、「工事完成図書の電子納品要領（案）」で定める「O T H R S」フォルダに格納する。

ア 本ガイドラインに基づき作成する以下の電子成果品を提出することとする。

(ア) 基本設計データ

(イ) 出来形測定データ等の 3次元座標値 (xml 形式)

(2) 3次元座標を面的に取得する出来形管理技術に関する電子成果品

3次元座標を面的に取得する出来形管理技術を活用し、本ガイドラインに基づき作成した電子成果品は、「工事完成図書の電子納品要領（案）」で定める「N N I C T」フォルダに格納する。なお、格納するファイル名は、以下に定める命名規則に基づき、計測機器ごとの出来形管理資料が特定できるように記入する。

ア 本ガイドラインに基づき作成する以下の電子成果品を提出すること。

(ア) 3次元設計データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N))

(イ) 出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー付き 3次元データ)

(ウ) 出来形評価用データ (CSV、LandXML LAS 等のポイントファイル)

(エ) 出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N))

(オ) 計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル)

(カ) 工事基準点及び標定点データ (CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)

(キ) 空中写真測量で撮影したデジタル写真 (jpg 形式) 又はデジタル写真から作成されるオルソ画像 (TIFF ファイル)

(ク) 攪拌装置軌跡データ (CSV、等のファイル)

イ 数量算出に利用した場合は、以下の資料も電子成果品として提出すること。

(ア) 起工測量時の計測点群データ (CSV、LandXML LAS 等のポイントファイル)

(イ) 起工測量計測データ (LandXML ファイル等の T I N ファイル)

(ウ) 岩線計測時の計測点群データ (CSV、LandXML LAS 等のポイントファイル)

(エ) 岩線計測データ (LandXML ファイル等の T I N ファイル)

(3) ファイルの命名

本ガイドラインに基づき作成した電子成果品が特定できるようにするため、(4)、(5)及び(6)に示す規定に従い格納する。

(4) 電子成果の作成規定 (面管理の場合)

ア NNICTフォルダに工種を示すサブフォルダを作成する。

なお、サブフォルダの名称は、表6に示す。

イ アの下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。サブフォルダの名称は、表6～14に示す計測機器に記載の文字列を利用する。

ウ 格納するファイルは、表6～14に示す命名規則に従う。

エ 欠測補間として他の計測機器で計測したデータを合成した場合は、合成したデータのファイル名を主となる計測機器の名称を用い、イで作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ格納する。また、合成前の各計測機器の計測データは、それぞれの計測機器名称を記した各サブフォルダを、イで作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ別途作成し格納する。

オ 設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、3次元設計データを変更するが、当初の3次元設計データと、変更後の3次元設計データを全て納品する。

カ 整理番号は、ファイル番号を詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は「0」でよい。

キ 出来形管理資料をビューワー付き3次元データで納品するに当たり、ビューワーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをZIP形式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、表6～13に従い納品する。

ク UAV空中写真測量出来形管理技術の場合、写真測量に使用した全ての画像を撮影ごとに納品することとし、NNICTフォルダにサブフォルダを作成し、jpgファイルを格納する。画像のためのサブフォルダの名称は、表6～14の末尾にPICを付ける。(例：出来形計測の写真の場合は、「UAVOAS001PIC」とする。)

なお、オルソ画像で納品する場合は、オルソ画像の解像度を撮影した元の画像と同一の画素寸法により作成することとする。また、オルソ画像のファイルサイズは1GB以内とすることを原則とし、これを超過する場合は複数の撮影範囲に分割し納品する。納品するオルソ画像は、撮影範囲の位置情報が付与されたGeoTIFF形式で納品する、又はオルソ画像の位置情報を示すワールドファイルを添えて納品する。ワールドファイルを添えて納品する場合は、オルソ画像とワールドファイルのファイル名は拡張子を除き同一とする。

表6 サブフォルダの名称

工種		サブフォルダ名
土工		EW
ほ場整備工		FLC
舗装工	現況地形	ES
	不陸整正	CS
	下層路盤	GL
	上層路盤	GU

	基層	P L
	表層	P U
水路工		C W
暗渠排水工		U D
ため池改修工		I P R
地盤改良工	表層安定処理等	S M
	固結工（中層混合処理）	M M
	固結工（スラリー攪拌工）	S L
法面保護工		S P

表7 TS等光波方式による計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
TS	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））	TS0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又はビューワー付き3次元データ）	TS0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用データ（CSV、LandXML LAS等のポイントファイル）	TS0IN001. 拡張子
	0	EG	001～	—	起工測量計測データ（LandXMLファイル等のTINファイル）	TS0EG001. 拡張子
	0	SO	001～	—	岩線計測データ（LandXMLファイル等のTINファイル）	TS0S0001. 拡張子
	0	AS	001～	—	出来形計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	TS0AS001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ（CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル）	TS0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル）	TS0P0001. 拡張子

表8 TS（ノンプリズム方式）による計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
TSN	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））	TSN0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又はビューワー付き3次元データ）	TSN0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用データ（CSV、LandXML LAS等のポイントファイル）	TSN0IN001. 拡張子
	0	EG	001～	—	起工測量計測データ（LandXMLファイル等のTINファイル）	TSN0EG001. 拡張子
	0	SO	001～	—	岩線計測データ（LandXMLファイル等のTINファイル）	TSN0S0001. 拡張子
	0	AS	001～	—	出来形計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	TSN0AS001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ（CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル）	TSN0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ（CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル）	TSN0P0001. 拡張子

表9 UAV空中写真測量による計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
UAV	0	DR	001～	0～Z	3次元設計データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	UAV0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）又はビューワー付き3次元データ）	UAV0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用データ（CSV、LandXML LAS等のポイントファイル）	UAV0IN001. 拡張子
	0	EG	001～	—	起工測量計測データ（LandXMLファイル等のTINファイル）	UAV0EG001. 拡張子
	0	SO	001～	—	岩線計測データ（LandXMLファイル等のTINファイル）	UAV0S0001. 拡張子

	0	AS	001～	—	出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (TIN))	UAV0AS001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル)	UAV0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ (CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)	UAV0PO001. 拡張子

表 10 TLS による計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
TLS	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))	TLS0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー付き 3次元データ)	TLS0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用データ (CSV、LandXML LAS 等のポイントファイル)	TLS0IN001. 拡張子
	0	EG	001～	—	起工測量計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)	TLS0EG001. 拡張子
	0	SO	001～	—	岩線計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)	TLS0SO001. 拡張子
	0	AS	001～	—	出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (TIN))	TLS0AS001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル)	TLS0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ (CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)	TLS0PO001. 拡張子

表 11 UAV レーザーによる計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
ULS	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))	ULS0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー付き 3次元データ)	ULS0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用データ (CSV、LandXML LAS 等のポイントファイル)	ULS0IN001. 拡張子
	0	EG	001～	—	起工測量計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)	ULS0EG001. 拡張子
	0	SO	001～	—	岩線計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)	ULS0SO001. 拡張子
	0	AS	001～	—	出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (TIN))	ULS0AS001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル)	ULS0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ (CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)	ULS0PO001. 拡張子

表 12 地上移動体搭載型 LS による計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
MLS	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))	MLS0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー付き 3次元データ)	MLS0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用データ (CSV、LandXML LAS 等のポイントファイル)	MLS0IN001. 拡張子
	0	EG	001～	—	起工測量計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)	MLS0EG001. 拡張子
	0	SO	001～	—	岩線計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)	MLS0SO001. 拡張子
	0	AS	001～	—	出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (TIN))	MLS0AS001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル)	MLS0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ (CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)	MLS0PO001. 拡張子

表 13 RTK-GNSSによる計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
GNSS	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))	GNSS0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー付き 3次元データ)	GNSS0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用データ (CSV、LandXML LAS 等のポイントファイル)	GNSS0IN001. 拡張子
	0	EG	001～	—	起工測量計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)	GNSS0EG001. 拡張子
	0	SO	001～	—	岩線計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)	GNSS0SO001. 拡張子
	0	AS	001～	—	出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (TIN))	GNSS0AS001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル)	GNSS0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ (CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)	GNSS0PO001. 拡張子

表 14 施工履歴データによる計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
CMR	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)) (地盤改良設計データを含む)	CMR0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー付き 3次元データ)	CMR0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	施工履歴データ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)	CMR0IN001. 拡張子
	0	AS	001～	—	施工履歴データによる出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (TIN))	CMR0AS001. 拡張子
	0	GR	001～	—	施工履歴データによる計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル)	CMR0GR001. 拡張子
	0	GR	001～	—	攪拌装置軌跡データ (CSV 等のファイル)	CMR0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点 (CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)	CMR0PO001. 拡張子

(5) 電子成果の作成規定 (断面管理の場合)

ア 施工管理データ (XML ファイル) の電子成果品は、「工事完成図書の電子納品要領 (案)」で定める「OTHERS」フォルダに格納する。

イ その他管理ファイル (OTHERS.XML) の管理項目については、「工事完成図書の電子納品要領 (案)」4-4-3 に従い、出来形管理用 TS、RTK-GNSS 又は TS (ノンプリズム方式) を用いた出来形管理資料が特定できるよう記入する。ルート直下のその他フォルダに格納するその他管理ファイル (OTHERS.XML) に記入する管理項目に表 15 に示す名称を記入する。

表 15 その他管理ファイルに記入する名称

分類・項目名	記入内容
その他サブフォルダ日本語名	「TS 出来形管理」、「RTK-GNSS 出来形管理」又は「TS (ノンプリズム方式) 出来形管理」と記入する。
資料名	「TS 出来形管理資料」、「RTK-GNSS 出来形管理資料」又は「TS (ノンプリズム方式) 出来形管理資料」と記入する。
オリジナルファイル日本語名	「TS 出来形管理データ mm」、「RTK-

	G N S S 出来形管理データ mm」又は「T S (ノンプリズム方式) 出来形管理データ mm」と記入する。
--	--

(6) 電子成果の作成規定 (多点計測技術による断面管理の場合)

ア NNICTフォルダに、工種を示すサブフォルダを作成する。

なお、サブフォルダの名称は表6を準用する。

イ アの下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成する。サブフォルダの名称は、表16～20に示す計測機器に記載の文字列を利用する。

ウ 格納するファイル名は、表16～20に示す命名規則に従う。

エ 欠測補間として他の計測機器で計測したデータを合成した場合は、合成したデータのファイル名を主となる計測機器の名称を用い、イで作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ格納する。また、合成前の各計測機器の計測データは、それぞれの計測機器名称を記した各サブフォルダを、イで作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ別途作成し格納する。

オ 設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、基本設計データを変更するが、当初の基本設計データと変更後の基本設計データを全て納品する。

カ 整理番号は、ファイル番号を詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は「0」でよい。

表16 UAV空中写真測量による計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
UAV	0	DR	001～	0～Z	基本設計データ (XML等のオリジナルデータ)	UAV0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー付き3次元データ)	UAV0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用 (横断図) データ (XML等のオリジナルデータ)	UAV0IN001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ (CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	UAV0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ (CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	UAV00P001. 拡張子

表17 TLSによる計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
TLS	0	DR	001～	0～Z	基本設計データ (XML等のオリジナルデータ)	TLS0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー付き3次元データ)	TLS0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用 (横断図) データ (XML等のオリジナルデータ)	TLS0IN001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ (CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	TLS0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ (CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	TLS00P001. 拡張子

表18 UAVレーザーによる計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
ULS	0	DR	001～	0～Z	基本設計データ (XML等のオリジナルデータ)	ULS0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 又はビューワー)	ULS0CH001. 拡張子

					付き3次元データ)	
	0	IN	001～	—	出来形評価用(横断図)データ(XML等のオリジナルデータ)	ULS0IN001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	ULS0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	ULS00P001. 拡張子

表 19 地上移動体搭載型 L S による計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
MLS	0	DR	001～	0～Z	基本設計データ(XML等のオリジナルデータ)	MLS0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又はビューワー付き3次元データ)	MLS0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用(横断図)データ(XML等のオリジナルデータ)	MLS0IN001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	MLS0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	MLS00P001. 拡張子

表 20 モバイル端末による計測のファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
MOB	0	DR	001～	0～Z	基本設計データ(XML等のオリジナルデータ)	MOB0DR001Z. 拡張子
	0	CH	001～	—	出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)又はビューワー付き3次元データ)	MOB0CH001. 拡張子
	0	IN	001～	—	出来形評価用(横断図)データ(XML等のオリジナルデータ)	MOB0IN001. 拡張子
	0	GR	001～	—	計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)	MOB0GR001. 拡張子
	0	PO	001～	—	工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	MOB00P001. 拡張子

第14 情報化施工技術活用工事の発注

1 発注形式

国営土地改良事業等における工事を情報化施工技術活用工事として発注する場合は、入札公告、入札説明書及び特別仕様書（以下「入札公告等」という。）において、本ガイドラインに基づく情報化施工技術活用工事であることを明記するものとする。情報化施工技術活用工事の形式は、「発注者指定型」と「受注者希望型」の2タイプに分類される。

(1) 発注者指定型

入札公告等において、発注者が情報化施工技術の活用を指定する工事

(2) 受注者希望型

入札公告等において、受注者の発議により情報化施工技術を活用する工事

2 入札公告等の記載例

(1) 発注者指定型

ア 入札公告記載例

○. 本工事は、「情報化施工技術の活用ガイドライン」（農林水産省農村振興局整備部設計課）に基づき、情報通信技術（ICT）の活用により生産性及び施工品質の向上を図るため、起工測量、設計図書の照査、施工、出来形管理、出来形管理資料の作成等において、情報化施工技術を活用する工事である。

イ 入札説明書記載例

○. 本工事は、「情報化施工技術の活用ガイドライン」（農林水産省農村振興局整備部設計課）に基づき、情報通信技術（ICT）の活用により生産性及び施工品質の向上を図るため、起工測量、設計図書の照査、施工、出来形管理、出来形管理資料の作成等において、情報化施工技術を活用する工事である。

本工事における情報化施工技術は、（※1）〇〇工において（※2）〇〇を行うものであり、詳細については特別仕様書によるものとする。

※1 土工、ほ場整備工、舗装工、水路工、暗渠排水工、ため池改修工、地盤改良工、法面保護工、付帯構造物工の中から該当するものを記載すること。

※2 3次元起工測量、3次元設計データの作成、ICT建設機械による施工、3次元出来形管理等の施工管理、3次元データの納品の中から該当するものを記載すること。

ウ 特別仕様書記載例

第〇章 情報化施工技術の活用について

1 適用

本工事は、「情報化施工技術の活用ガイドライン」（農林水産省農村振興局整備部設計課）に基づき、情報通信技術の活用により生産性及び施工品質の向上を図るため、（※1）〇〇工に関する（※2）〇〇において、情報化施工技術を活用する「情報化施工技術活用工事」（発注者指定型）である。

2 協議・報告

原則、（※1）〇〇工における（※2）〇〇の段階において、施工範囲全体で情報化施工技術を活用することとするが、具体的な活用技術、対象範囲等については監督職員と協議し、実施内容等について施工計画書に記載するものとする。なお、特別仕様書で

指定する工種及びプロセス以外において情報化施工技術の活用を希望する場合は、契約後、施工計画書の提出までに発注者と協議を行い、協議が整った場合は、その実施内容等について施工計画書に記載するものとする。

3 使用する機器・ソフトウェア

情報化施工技術を活用するに当たり使用する機器及びソフトウェアは、受注者が調達すること。また、施工に必要な施工データは、受注者が作成するものとする。使用する機器、ソフトウェア及びファイル形式については、事前に監督職員と協議するものとする。

4 貸与資料

基本設計データ及び3次元設計データの作成に必要な貸与資料は下表のとおりである。このほか、必要な資料がある場合は、監督職員に報告し貸与を受けるものとする。

なお、貸与を受けた資料については、工事完成時までに監督職員へ返却しなければならない。

	貸与資料	備考
1	〇〇〇〇業務 報告書	
2	図面の CAD データ	

5 確認及び検査

受注者は、監督職員が行う施工段階確認等や検査職員が行う完成検査等において、施工管理データが組み込まれた出来形管理用 T S 等光波方式等を準備しなければならない。

6 電子納品

受注者は、情報化施工技術に係る資料について、「情報化施工技術の活用ガイドライン」に基づき提出しなければならない。

7 情報化施工技術の活用にあつる費用

(1) 情報化施工技術の活用にあつる費用のうち、3次元出来形管理等の施工管理及び3次元設計データの納品にあつる費用以外は当初から計上している。

ただし、3次元出来形管理等の施工管理及び3次元設計データの納品にあつる費用については、当初は計上していないため、受注者は発注者からの依頼に基づき3次元出来形管理等の施工管理及び3次元設計データの納品に係る見積書を提出し、妥当性を確認した上で設計変更を行うものとする。

(2) 実施内容等の変更により情報化施工技術の活用に係る費用に変更が生じた場合は、妥当性を確認した上で設計変更の対象とする。

(3) 受注者は、発注者から依頼する歩掛、経費等の見積書提出に協力しなければならない。また、発注者の指示により歩掛調査等の調査を実施する場合には協力しなければならない。

※1 土工、ほ場整備工、舗装工、水路工、暗渠排水工、ため池改修工、地盤改良工、法面保護工、付帯構造物工の中から該当するものを記載すること。

※2 3次元起工測量、3次元設計データの作成、ICT建設機械による施工、3次元出来形管理等の施工管理、3次元データの納品の中から該当するものを記載すること。

(2) 受注者希望型

ア 入札公告記載例

○. 本工事は、「情報化施工技術の活用ガイドライン」（農林水産省農村振興局整備部設計課）に基づき、情報通信技術（ICT）の活用により生産性及び施工品質の向上を図るため、受注者の発議により、起工測量、設計図書の照査、施工、出来形管理等の施工管理及びデータ納品の全て又は一部において、情報化施工技術を活用する工事の対象工事（受注者希望型）である。

イ 入札説明書記載例

○. 本工事は、「情報化施工技術の活用ガイドライン」（農林水産省農村振興局整備部設計課）に基づき、情報通信技術（ICT）の活用により生産性及び施工品質の向上を図るため、起工測量、設計図書の照査、施工、出来形管理等の施工管理及びデータ納品の全て又は一部において、情報化施工技術を活用する工事の対象工事（受注者希望型）である。

本工事における情報化施工技術は、（※1）〇〇工において、3次元起工測量、3次元設計データの作成、ICT建設機械による施工、3次元出来形管理等の施工管理及び3次元データの納品の全て又は一部を行うものであり、詳細については特別仕様書によるものとする。

受注者は、契約後、施工計画書の提出までに発注者へ協議を行い、協議が整った場合に情報化施工技術を活用することができる。

なお、情報化施工技術の活用に係る費用については、設計変更の対象とする。

※1 土工、ほ場整備工、舗装工、水路工、暗渠排水工、ため池改修工、地盤改良工、法面保護工、付帯構造物工の中から該当するものを記載すること。

ウ 特別仕様書記載例

第〇章 情報化施工技術の活用について

1 適用

本工事は、「情報化施工技術の活用ガイドライン」（農林水産省農村振興局整備部設計課）に基づき、情報通信技術の活用により生産性及び施工品質の向上を図るため、受注者の発議により、（※1）〇〇工に関する起工測量、設計図書の照査、施工、出来形管理等の施工管理及びデータ納品の全て又は一部において、情報化施工技術を活用する「情報化施工技術活用工事」の対象工事（受注者希望型）である。

2 協議・報告

受注者は、情報化施工技術の活用を希望する場合は、契約後、施工計画書の提出（施工数量や現場条件の変更による変更施工計画書の提出を含む。）までに発注者へ協議を行い、協議が整った場合、実施内容等について施工計画書に記載するものとする。

なお、情報化施工技術の活用を希望しない場合は、その旨発注者に報告するものとする。

3 使用する機器・ソフトウェア

情報化施工技術を活用するに当たり使用する機器及びソフトウェアは、受注者が調達すること。また、施工に必要な施工データは、受注者が作成するものとする。使用する機器、ソフトウェア及びファイル形式については、事前に監督職員と協議するものとする。

4 貸与資料

基本設計データ及び3次元設計データの作成に必要な貸与資料は下表のとおりである。このほか、必要な資料がある場合は、監督職員に報告し貸与を受けるものとする。

なお、貸与を受けた資料については、工事完成時までに監督職員へ返却しなければならない。

	貸与資料	備考
1	〇〇〇〇業務 報告書	
2	図面のCAD データ	

5 確認及び検査

受注者は、監督職員が行う施工段階確認等や検査職員が行う完成検査等において、施工管理データが組み込まれた出来形管理用T S等光波方式等を準備しなければならない。

6 電子納品

受注者は、情報化施工技術に係る資料について、「情報化施工技術の活用ガイドライン」に基づき提出しなければならない。

7 情報化施工技術の活用に要する費用

- (1) 情報化施工技術の活用に要する費用については設計変更の対象とし、「情報化施工技術の活用ガイドライン」に基づき計上することとする。
- (2) 受注者は、発注者から依頼する歩掛、経費等の見積書提出に協力しなければならない。また、発注者の指示により歩掛調査等の調査を実施する場合には協力しなければならない。

※1 土工、ほ場整備工、舗装工、水路工、暗渠排水工、ため池改修工、地盤改良工、法面保護工、付帯構造物工の中から該当するものを記載すること。

第 15 情報化施工技術活用推進のための措置

1 総合評価落札方式における評価

受注者希望型工事の競争参加資格確認資料の申請時において、以下の（１）から（５）までのいずれかを活用する意思を表明した場合には、企業評価において 1 点加点する。ただし、情報化施工技術を活用する旨の技術提案（簡易な施工計画を含む。）があった場合は、その提案について評価対象から外すものとする。

- （１）UAV 空中写真測量出来形管理技術
- （２）TLS 出来形管理技術
- （３）UAV レーザー出来形管理技術
- （４）地上移動体搭載型 LS 出来形管理技術
- （５）ICT 建設機械施工技術

2 工事成績評定における評価

工事において情報化施工技術を活用した場合は、発注方式にかかわらず、工事成績評定の創意工夫における「施工」において、情報化施工技術の活用を評価（2 点加点）するものとする。

なお、受注者希望型工事の競争参加資格確認資料の申請時において、受注者が活用する旨の申請をしたにもかかわらず、受注者の責により履行が確認されなかったと判断された場合は、工事成績評定から 3 点を減点するものとする。

第16 用語の解説

本ガイドラインで使用する用語を以下に解説する。

※1 基本設計データ

設計図書に規定される工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報、利用する座標系情報等のデータ。

※2 TS

トータルステーションの略。1台の機械で角度（鉛直角・水平角）と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀。TSには、被計測箇所にターゲットとなるプリズムを設置して距離を測定するTS（プリズム方式）と、プリズムを使用せず被計測対象の地物からの反射波を利用して距離を測定するTS（ノンプリズム方式）がある。

※3 データコレクタ

TSにより計測されたデータの記録、精度管理及びPCへのデータ転送等を行う装置。データコレクタには、TSと分離した独立型とTSに組み込まれた内蔵型がある。

※4 UAV

無人航空機（Unmanned Aerial Vehicle）の略。人が搭乗することなく、自動制御又は地上からの遠隔操作により飛行できる航空機。

※5 空中写真測量

UAVにより上空から撮影された連続する空中写真を用いて、対象範囲のステレオモデルの作成、地上の測地座標への変換等を行い、地形や地物の3次元の座標値を取得する測量。

※6 3次元設計データ

中心線形、法線（平面線形、縦断線形）、出来形横断面形状、工事基準点情報、利用する座標系情報等の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TIN等の面データで出力したもの。

※7 標定点

空中写真測量及びTLSで計測した結果を3次元座標値に変換する際に用いる座標点のこと。基準点及び工事基準点と対応付けするために、基準点又は工事基準点からTS等により測量する。

※8 検証点（UAV空中写真測量及びUAVレーザーの場合）

UAV空中写真測量又はUAVレーザーにより取得した位置座標の計測精度を確認するために必要となる位置座標を持つ点。UAV空中写真測量の標定点又はUAVレーザー測量の調整用基準点としては利用しない。

※9 地上型レーザースキャナー（T L S）

工事前基準点に設置した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。

※10 自動追尾型 T S

モータグレーダ、ブルドーザ及びバックホウに取り付けたセンサー位置を自動で追尾する機能をもつ T S。

※11 衛星測位システム（G N S S）

G P S（米）、G L O N A S S（露）、G A L I L E O（EU）、準天頂衛星みちびき（日本）等の人工衛星を利用した測位システムの総称。R T K - G N S S等の測位手法がある。

※12 R T K - G N S S（リアルタイムキネマティック）

既知点に設置する基準局と、観測点の位置を求めようとする移動局で同時にG N S S観測を行い、基準局で観測したデータを無線等を用いて移動局に送信し、移動局のG N S S受信機で実時間（リアルタイム）に基線解析を行い観測点の位置（既知点からの基線ベクトル）を求める測位手法。この方法により、各種の誤差要因が消去され、観測点の位置を高精度で決定できる。

※13 ネットワーク型R T K - G N S S

現場周辺の電子基準点のデータをベースとして、移動局の近隣に仮想的に基地局を作成し、基地局で受信するデータを模擬的に作成する。これを移動局に配信することによりR T K - G N S Sが可能となる。基準局に関する作業が不要となるが、仮想基準点の模擬的な受信データの作成及び配信並びに通信料に関する契約が別途必要となる。

※14 キャリブレーション

現場において、取り付けられた計器等の目盛りを正しく調整（校正）すること。

※15 出来形帳票出力機能

出来形帳票をP D F形式等で出力する機能。当該ソフトウェアで作成された帳票の様式が農林水産省農村振興局制定の出来形管理資料の様式と異なっている場合であっても、その項目の内容を満足していれば、これを認めるものとする。

※16 後方交会法

図 27 のように、出来形管理用 T S 等光波方式を工事基準点上ではなく任意の未知点に設置し、複数の工事基準点を観測することにより出来形管理用 T S 等光波方式の設置位置（器械点）の座標値を求める方法。

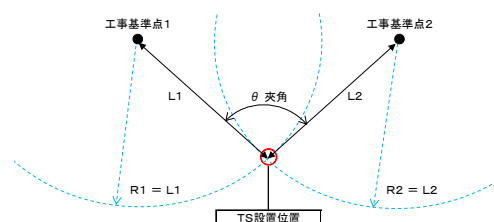


図 27 後方交会法

※17 レーザースキャナー（LS）

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）を面的に取得する装置。

※18 無人航空機搭載型レーザースキャナー

UAVレーザー測量システムは、UAV上のGNSS、IMUにより構成されたものである。UAVを飛ばし上空からレーザー計測を行うことにより、広範囲において効率的な計測が可能となる。

第19 地上移動体搭載型レーザースキャナー

LS本体から対象までの相対的な位置にLS本体の位置及び姿勢を組み合わせて面的に取得するシステムであり、詳細の機器構成は多様である。

第20 施工履歴データ

ICT建設機械は、オペレータへの操作支援又は作業装置の自動制御を行うため、施工中は作業装置の3次元座標をリアルタイムで取得している。この3次元座標は、取得時刻等とともに記録・保存され、その記録データを施工履歴データという。

第21 TIN

不等三角網（Triangular Irregular Network）の略。TINは、多くの点を3次元上の直線でつなぎ三角形を構築するものであり、構造物を形成する表面形状の3次元座標の変化点で構成される。地形、出来形形状等の表面形状を3次元座標の変化点標高データで補間する最も一般的なデジタルデータ構造である。

第22 出来形評価用データ（ポイントファイル）

UAV空中写真測量、TLS、UAVレーザー等の3次元計測技術を用いて計測した計測点群データから不要な点を削除し、更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。専ら出来形の評価と出来形管理資料に供する。

第23 出来形評価用データ（TINファイル）

UAV空中写真測量、TLS、UAVレーザー等の3次元計測技術を用いて計測した計測点群データから不要な点を削除し、TINの面の集合体として出来形地形としての面を構築したデータ。

第24 岩線計測データ（TINファイル）

UAV空中写真測量、TLS、UAVレーザー等の3次元計測技術を用いて計測した計測点群データから不要な点を削除し、TINの面の集合体として岩区分境界としての面を構築したデータ。数量算出に利用する。

第 25 起工測量計測データ（T I Nファイル）

U A V 空中写真測量、T L S、U A V レーザー等の 3 次元計測技術を用いて計測した計測点群データから不要な点を削除し、T I N の面の集合体として着工前の地形としての面を構築したデータ。

（一部出典：「i-Construction 用語集」令和 3 年 3 月 24 日 国土交通省 中部地方整備局）

情報化施工技術の活用ガイドライン 出来形管理編

目次

第1章 土工

第1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-1-1
第2	出来形管理基準及び規格値	2-1-2
第3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-1-4
第4	出来形管理資料の作成	2-1-47
第5	撮影記録による出来形管理	2-1-48

第2章 ほ場整備工

第1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-2-1
第2	出来形管理基準及び規格値	2-2-2
第3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-2-4
第4	出来形管理資料の作成	2-2-42
第5	撮影記録による出来形管理	2-2-43

第3章 舗装工

第1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-3-1
第2	出来形管理基準及び規格値	2-3-2

第3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-3-5
第4	出来形管理資料の作成	2-3-14
第5	撮影記録による出来形管理	2-3-15

第4章 水路工

第1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-4-1
第2	出来形管理基準及び規格値	2-4-2
第3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-4-3
第4	出来形管理資料の作成	2-4-23
第5	撮影記録による出来形管理	2-4-24

第5章 暗渠排水工

第1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-5-1
第2	出来形管理基準及び規格値	2-5-2
第3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-5-6
第4	出来形管理資料の作成	2-5-19
第5	撮影記録による出来形管理	2-5-22

第6章 ため池改修工

第1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-6-1
----	-----------------	-------

第 2	出来形管理基準及び規格値	2-6-2
第 3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-6-6
第 4	出来形管理資料の作成	2-6-33
第 5	撮影記録による出来形管理	2-6-34

第 7 章 地盤改良工（路床安定処理等、固結工（中層混合処理））

第 1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-7-1
第 2	出来形管理基準及び規格値	2-7-2
第 3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-7-3
第 4	出来形管理資料の作成	2-7-6
第 5	撮影記録による出来形管理	2-7-16

第 8 章 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

第 1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-8-1
第 2	出来形管理基準及び規格値	2-8-2
第 3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-8-3
第 4	出来形管理資料の作成	2-8-6
第 5	撮影記録による出来形管理	2-8-11

第 9 章 法面保護工

第 1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-9-1
第 2	出来形管理基準及び規格値	2-9-2
第 3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-9-6
第 4	出来形管理資料の作成	2-9-34
第 5	撮影記録による出来形管理	2-9-35

第 10 章 付帯構造物工

第 1	3次元出来形管理技術の適用範囲	2-10-1
第 2	出来形管理基準及び規格値	2-10-2
第 3	出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順	2-10-3
第 4	出来形管理資料の作成	2-10-16
第 5	撮影記録による出来形管理	2-10-17

第1章 土工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

土工における出来形管理技術の適用範囲は表1-1のとおりとする。

表1-1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
<ul style="list-style-type: none"> ・TS等光波方式 ・RTK-GNSS 	・掘削	基準高、幅、法長、施工延長	1件の工事における扱い土量の合計が1,000m ³ 以上
	・盛土	基準高、幅、法長、施工延長	
	<ul style="list-style-type: none"> ・栗石基礎 ・砕石基礎 ・砂基礎 ・均しコンクリート 	幅、厚さ、施工延長	
	<ul style="list-style-type: none"> ・管体基礎工(砂基礎等) 	幅、高さ	
<ul style="list-style-type: none"> ・モバイル端末 	・掘削	基準高、幅、法長、施工延長	
	・盛土	基準高、幅、法長、施工延長	

2 面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
<ul style="list-style-type: none"> ・TS等光波方式 ・TS(ノンプリズム方式) ・UAV空中写真測量 ・TLS ・UAVレーザー ・地上移動体搭載型LS ・RTK-GNSS ・施工履歴データ 	・掘削	基準高・幅・法長・施工延長に代えて、水平又は標高較差を管理	1件の工事における扱い土量の合計が1,000m ³ 以上
	・盛土	基準高・幅・法長・施工延長に代えて、標高較差を管理	

第2 出来形管理基準及び規格値

1 断面管理の場合

測定項目、出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

2 面管理の場合

測定項目、規格値及び測定基準は表1-2のとおりとする。

なお、法面の小段部に側溝工等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る。

表1-2 出来形管理基準

工種	測定箇所	測定項目	規格値 (mm)		測定基準
			平均値	個々の計測値	
掘削	平場	標高較差	±100	±150	出来形計測密度は 1点/m ² (平面投影面積当たり)以上
	法面 (小段含む)	水平較差 又は 標高較差	±70	±160	
盛土	天端	標高較差	±100	±150	
	法面 (小段含む)	標高較差	±80	±190	

(1) 出来形測定箇所及び測定項目

図1-1に示すとおり、出来形測定箇所及び測定項目は、現行の土木工事施工管理基準とは異なり、平場面、天端面及び法面(小段含む)の全面における設計面との標高較差又は水平較差とする。掘削の法面の場合、勾配が1割より緩い場合は標高較差で管理するのが望ましい。出来形測定密度は1点/m²(平面投影面積当たり)以上とする。

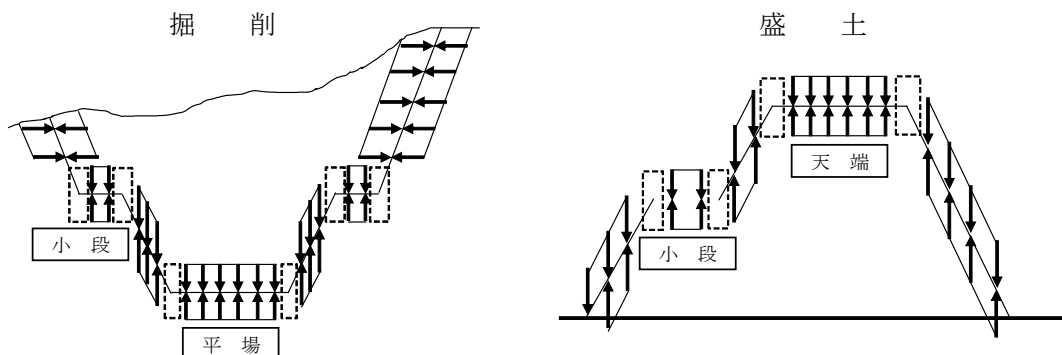


図1-1 出来形測定箇所

(2) 測定値算出方法

ア 標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、3次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、「平均値」並びに「個々の計測値」の最大値及び最小値を算出し、平場面、天端面及び法面（小段を含む）の全面において規格値との比較・判定を行う。

なお、法肩及び法尻から水平方向に±50mm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。

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が、規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、又は規格値の条件が最も厳しい値を採用する。

イ 水平較差の測定値を算出する方法

水平較差は、3次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの水平方向の離れを用い、「平均値」及び「個々の計測値」の最大値及び最小値を算出し、法面（小段を含む）の全面において規格値との比較・判定を行う。

なお、法肩及び法尻から標高方向に±50mm以内に存在する計測点は、水平較差の評価から除く。

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が、規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、又は規格値の条件が最も厳しい値を採用する。

(3) 規格値

「個々の計測値」は、全ての測定値が規格値を満足しなければならない。計測値を満足するとは、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。なお、「個々の計測値」の規格値には、計測精度として±50mmが含まれる。

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙-4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙-7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、(3)に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm+5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは 10^{-6}

<計算例>

計測距離100mの場合は、±（5mm+5× 10^{-6} ×100×10³）=±5.5mmの誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がないT S等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式－2**「T S等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表1－3に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表1－3 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用T S等光波方式の設置

出来形管理用T S等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用T S等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用T S等光波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。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用 T S 等光波方式から出来形計測点までの斜距離を 3 級 T S は 100m 以内（2 級 T S は 150m 以内）とする。T S 等光波方式による計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第 7 に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について 3 次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図 1 - 2 に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に ±10cm の範囲とする。これは、出来形管理用 T S 等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

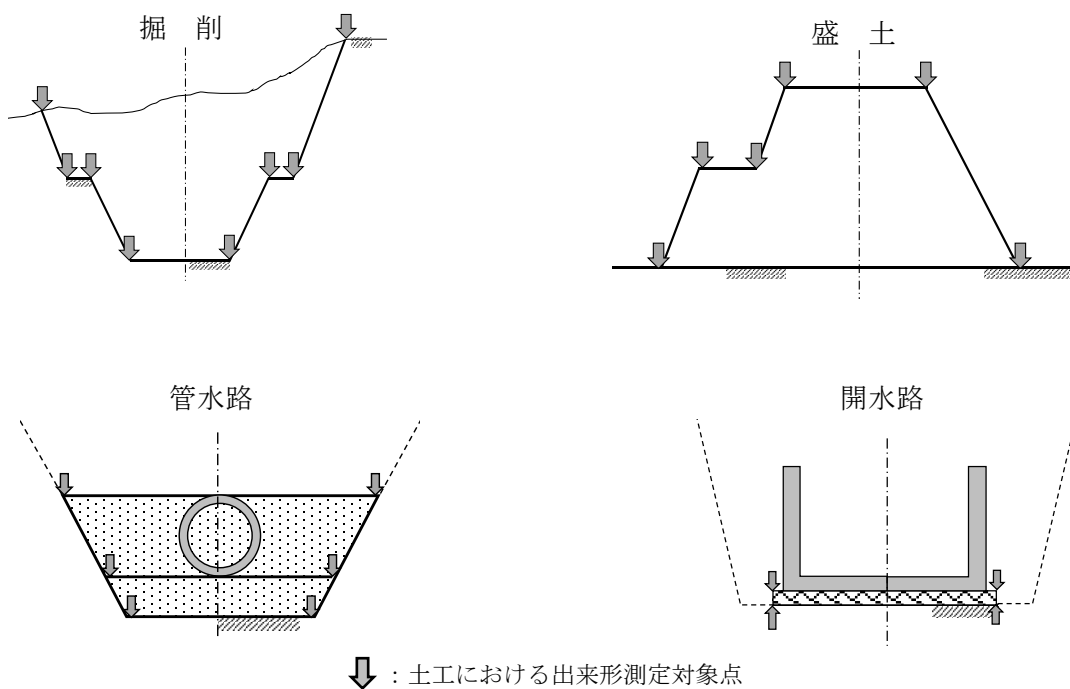


図 1 - 2 出来形計測箇所

2 TS等光波方式出来形管理技術（面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能と要件

出来形管理用TS等光波方式（面管理）による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用TS等光波方式本体

国土地理院の測量機器性能基準に規定するTSに加え、自動追尾機能を有するTSと同等の測定ができるもので、かつ望遠鏡を搭載しない光波方式を用いる測定機器も含む。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、整理した3次元座標の点群を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の作成、当該点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙－2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

（2）計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、（3）に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは10⁻⁶

<計算例>

計測距離 100m の場合は、 $\pm (5 \text{ mm} + 5 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3) = \pm 5.5 \text{ mm}$ の誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がない T S 等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、様式-2「T S 等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がない T S 等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 点以上の計測点を設定する。

(イ) T S による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムを T S で視準し 3 次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がない T S 等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により 3 次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T S と国土地理院で規定がない T S 等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表 1-4 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 1-4 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T S と国土地理院で規定がない T S 等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内 2 か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用 T S 等光波方式の設置

出来形管理用 T S 等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用 T S 等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ (複数の場合はその一つ) は $30 \sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形

管理用TS等光波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ため注意すること。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用TS等光波方式から出来形計測点までの斜距離を3級TSは100m以内（2級TSは150m以内）とする。

出来形管理用TS等光波方式による出来形計測は、 1 m^2 （ $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ メッシュ）（平面投影面積）当たり1点以上の出来形評価用データを直接計測する。TS等光波方式による計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で 1 m メッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、法肩及び法尻から水平方向にそれぞれ $\pm 50\text{ mm}$ 以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

3次元データによる出来形管理において、土工部の法肩及び法尻、変化点、現地地形等の擦り合わせが必要な箇所など出来形管理基準によらない場合は、監督職員と協議の上、対象外とすることができる。

また、法面の小段部に設置される側溝工等の構造物により、土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置される工種の出来形管理基準によることができ、小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき、小段を挟んだ両側の法面は連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

ウ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理は以下の手順で行うものとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の方法により削除する。

①点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては 1 m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 1 m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理は行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合を除く。）

②グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 1 m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測内の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

3 TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術

（1）機器構成及び各機器の機能・要件

TS（ノンプリズム方式）による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりとする。

ア TS（ノンプリズム方式）本体

本体からターゲットとなるプリズムを利用せず被計測対象からの反射波を利用して計測対象の相対的な位置座標を取得する。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのT I Nの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙－2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

（2）計測性能

TS（ノンプリズム方式）本体は、以下の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するTS（ノンプリズム方式）の性能について、監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±20mm以内

（カタログ記載に加え、**様式－2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用し精度確認試験を行うこと。）

（3）TS（ノンプリズム方式）の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するため、TS（プリズム方式）による計測とTS（ノンプリズム方式）による計測により精度確認試験を行い、**様式-2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用し結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前に精度確認試験を行うことが望ましい。本精度確認により、ノンプリズム方式において所要の計測値が得られることが確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び視準距離の範囲内で、ノンプリズム方式を出来形計測に適用することができる。精度確認試験は、利用前12か月以内に実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) TS（プリズム方式）による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) TS（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせ、ピンポール先端（石ずき等）に合わせる。ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

計測結果を比較し、その差が表1-5に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表1-5 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±20mm 以内	現場内2か所以上

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表1-6に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表1-6 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア TS (ノンプリズム方式) の設置

TS (ノンプリズム方式) は、計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定する。また、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する。

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する。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する。

なお、未知点にTS (ノンプリズム方式) を設置する際は、利用する工事基準点間の夹角 θ (複数の場合はその一つ) は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、TS (ノンプリズム方式) と工事基準点の距離が近い場合、方位の算出誤差が大きくなるため注意すること。

イ 出来形計測の実施

TS (ノンプリズム方式) による出来形計測は、 1 m^2 ($1\text{ m}\times 1\text{ m}$ メッシュ) (平面投影面積) 当たり1点以上の出来形評価用データを直接計測する。出来形計測の実施に当たっては、精度確認試験の確認距離内とする。ただし、器械設置時はプリズムを用いた計測を行うこととし、TS (プリズム方式) における制限距離内での計測を行う。TS (ノンプリズム方式) 計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で1mメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、法肩及び法尻から水平方向にそれぞれ $\pm 50\text{ mm}$ 以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

3次元データによる出来形管理において、土工部の法肩及び法尻、変化点、現地地形等の擦り合わせが必要な箇所など出来形管理基準によらない場合は、監督職員と協議の上、対象外とすることができる。

また、法面の小段部に設置される側溝工等の構造物により、土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置される工種の出来形管理基準によることができ、

小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき、小段を挟んだ両側の法面は連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

ウ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 1 m^2 当たり 1 点以上、出来形評価用データとしては 1 m^2 当たり 1 点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理は行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 1 m^2 当たり 1 点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

4 UAV空中写真測量出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

UAV空中写真測量出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア UAV

UAV本体、UAVを操作するためのコントローラ又は撮影計画ソフトウェア、カメラを固定するジンバル等、飛行撮影するための装置である。

イ デジタルカメラ

レンズや撮影素子を含む空中写真を撮影するための装置である。

ウ 写真測量ソフトウェア

撮影した空中写真から空中写真測量及び3次元図化を行い、地形や地物の座標値を算出するソフトウェアである。写真測量ソフトウェアは、撮影した空中写真及び標定点の座標やカメラキャリブレーションデータを用いて、空中写真測量の現地及び同時調整作業の内部処理によりステレオモデルを構築し、地形、地物等の座標値を算出できる機能を有していなければならない。

エ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

オ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

カ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

キ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

UAV空中写真測量による出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。ただし、現場精度確認において必要な精度を確保することが確認できる場合は、以下の計測性能の地上画素寸法とは異なる

性能のデジタルカメラを用いることができる。受注者は、利用するUAV及びデジタルカメラの性能について、監督職員に提出すること。

計測性能：地上画素寸法が 10mm／画素以内（出来形計測の場合）
測定精度：±50mm 以内（カタログ記載に加え、様式－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」による精度確認試験を行うこと。）

(3) UAV空中写真測量の精度確認

受注者は、現場における空中写真測量の測定精度を確認するため、空中写真から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行い、様式－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」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

UAV空中写真測量による計測ごとに、空中写真撮影後、写真測量ソフトウェアから計測点群データを算出する際に行う

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置

真値となる座標値は、基準点、工事基準点等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

なお、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任意とすることができるが、カメラ位置を直接計測できる手法のうち、自動追尾TSを利用する場合は、計測範囲内で最も離れた位置に、1点検証点を設置することとする。

(イ) 計測

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。

(ウ) 評価基準

UAV空中写真測量による計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表1－7に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表1－7 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点全てにおいて実施

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、様式－7「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表1-8に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表1-8 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 撮影計画の立案

所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度を算出するソフトウェアを用いて、揚重能力とバッテリー容量に留意の上、撮影計画を立案する。

イ 標定点及び検証点の設置及び計測

UAVを活用した空中写真測量による計測結果を3次元座標へ変換するための標定点と精度確認用の検証点を設置する。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る。工事基準点等の既知点からTSを用いて計測することができる。また、標定点及び検証点は空中写真測量による出来形計測中に動かないように固定する。

計測精度を確保するための標定点及び検証点の設置の条件は、以下を標準とする。

(ア) 標定点

計測対象範囲を包括するように、外側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、内側標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置する。なお、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 (RTK、ネットワーク型 RTK、PPK、自動追尾 TS 等) を併用する場合は、標定点の設置は任意とすることができる。

(イ) 検証点

天端上に200m以内の間隔となるように設置する。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い。計測範囲が狭い場合は、最低2か所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。

ウ 空中写真測量の実施

空中写真測量の実施に当たっては、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

に留意して行うこととする。UAV空中写真測量において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±50mm以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

3次元データによる出来形管理において、土工部の法肩、法尻や変化点又は現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など出来形管理基準によらない場合は、監督職員と協議の上、対象外とすることができる。

また、法面の小段部に設置される側溝工等の構造物により、土工面が露出していない場合においては、小段部の出来形管理は小段部に設置される工種の出来形管理基準によることができ、小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき、小段を挟んだ両側の法面は連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

エ 計測点群データの作成

UAVで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する。

点群処理ソフトウェアによるデータ処理は、以下のとおりである。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 0.01m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 1m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理をとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 1m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

エで作成した計測点群データ上で、検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標の真値を比較し、 x 、 y 、 z それぞれ±50mm以内であることを確認する。

5 T L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

T L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムの構成と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア T L S 本体

本体から計測対象の相対的な位置を面的に取得する機器である。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の 3 次元点群の結合、3 次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群への T I N の配置及び 3 次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3 次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3 次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3 次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙－2**「3 次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3 次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3 次元設計データ作成ソフトウェアで作成した 3 次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

T L S による出来形計測で使用する T L S 本体は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する T L S の性能について、監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±20mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。）

色データ：色データの取得が可能なが望ましい。（点群処理時に目視により選別するために利用する。）

(3) T L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために、既知点間の距離を比較し精度確認試験を行い、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、T L S 本体に関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 か所以上の既知点を設置し、T L S による計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

設置した検査点（基準点）を T S 又はテープで計測する。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が表 1－9 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 1－9 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
点間距離	±20mm 以下	既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 検査点は 10m 以上の離隔を確保する。

(4) G N S S の精度確認

T S の設置位置の計測に G N S S ローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式－7**「G N S S の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の 2 か所以上の既知点や検証点を利用し、G N S S による計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表 1－10 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 1-10 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内 2 か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア T L S の設置

T L S は、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て設置する。また、計測範囲に対して T L S 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する。

T L S 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する。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、T L S 設置箇所を複数回に分けて実施する。

イ 標定点の設置及び計測

標定点を用いて T L S による計測結果を 3 次元座標へ変換又は複数回の計測結果について標定点を用いて合成する場合は、計測対象箇所の最外周部に 4 か所以上の標定点を設置する。標定点の計測は T S を用いて実施し、T S から基準点及び標定点までの距離が 100 m 以下（3 級 T S の場合）又は 150m 以下（2 級 T S の場合）とする。また、出来形計測を行っている間、標定点は動かないように確実に固定する。T S と同様に、T L S 本体がターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測してもよい。この場合、ターゲットは工事基準点又は基準点上に設置する。

ウ 出来形計測の実施

T L S による出来形計測は、計測対象範囲内で 0.01m^2 （10cm×10cm メッシュ）当たり 1 点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1 回の計測距離は、様式-4「T L S 精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている場合、地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。T L S 計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で 10 cm メッシュに 1 点以上の出来形座標値を取得するものとするが、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ ±50mm 以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

3 次元データによる出来形管理において、土工部の法肩、法尻や変化点又は現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など出来形管理基準によらない場合は、監督職員と協議の上、対象外とすることができる。また、法面の小段部に設置される側溝工などの構造物により、土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置される工種の出来形管理基準によることができ、小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき、小段を挟んだ両側の法面は連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 0.01m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 1m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 1m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

- (イ) 「現場での計測結果が複数ある場合には、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果をひとつに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。
- (ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

6 UAVレーザー出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

UAVレーザー出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア UAV

UAV本体、UAVを操作するためのコントローラ、撮影計画ソフトウェア、レーザー スキャナーを固定するジンバル等、飛行計測するための装置である。

イ レーザー スキャナー

レーザーの測距装置・GNSS受信アンテナ、受信機・IMUにより3次元座標値を計測するための装置である。

ウ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

オ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

カ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

UAVレーザーによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するUAV及びレーザー スキャナーの性能について、監督職員に提出すること。

精度：±50mm 以内（カタログ記載に加え、**様式-5**「UAVレーザー精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うとともに、UAVレーザーの精度確認試験実施手順書を作成する。）

(3) UAVレーザーの精度確認

受注者は、現場におけるUAVレーザーの測定精度を確認するため、精度確認試験を行い、**様式-5**「UAVレーザーの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。精度確認試験の実施手順は、以下のとおりとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、計測までに精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、UAVレーザー本体に関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。ただし、メンテナンス等によりIMUとLSを分離した場合は、組立後に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置

飛行コースと直交する後段方向に水平位置検証点及び標高検証点を3か所以上設置する。位置は、飛行コース直下に1か所、出来形計測時に想定している有効計測角でレーザーが射出される位置付近に1か所ずつとする。検証点として x 、 y 、 z 座標が特定できる点を用いることにより、水平位置検証点と標高検証点を兼ねることができる。また、既存の構造物の角等、既存の明瞭な地物で計測点群データから x 、 y 、 z 座標が特定できるものがあれば、水平位置検証点及び標高検証点として用いてもかまわない。

(イ) 検証点の座標算出

同じ飛行コース上を往路方向と復路方向の各1回飛行して水平位置検証点及び標高検証点を計測し、往路及び復路の水平位置検証点の x 、 y 座標及び標高検証点の z 座標の較差を算出する。検証点を飛行コースと直交する横断方向に複数個設置できない場合は、1か所の検証点に対し、レーザーの射出角度が有効計測角、鉛直下方、その中間となるように、検証点に対する飛行コースの横断方向離隔を変化させて往路、復路の計測を行うこととする。

(ウ) 最適軌跡解析の実施

GNS S観測データ及びIMU観測データを用いて、Loosely Coupled方式又はTightly Coupled方式により最適軌跡解析を行う。Loosely Coupled方式は、GNS S衛星を利用したキネマティック解析により機体の3次元位置を特定し、IMUのデータを反映して最適軌跡解析を行う手法であり、GNS S衛星が5つ以下になると著しく精度が低下することに留意する必要がある。一方、Tightly Coupled方式は、キネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、GNS S衛星の衛星数が一時的に不足しても解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。最適軌跡解析は往路と復路で分割せず、一連の軌跡として解析する。

(エ) 計測結果の評価

往路と復路で計測した水平位置検証点及び標高検証点の x 、 y 、 z 座標の較差が表1-11に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 1-11 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点全てにおいて実施

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表1-12に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 1-12 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 飛行計画の立案

様式-5「UAVレーザーの精度確認試験実施手順書」及び「UAVレーザー精度結果確認報告書」に示す手順により、所要の精度が得られることを確認した計測と同じ諸元により計測することとする。また、計測データの相対的な精度を確保するとともに、計測データの欠損を防ぐため、隣接するコースのサイドラップ率が30%以上となるよう飛行計画を立案する。

イ 調整点の設置及び計測

UAVレーザーを用いた出来形計測により作成された3次元点群（オリジナル）が、要求される精度を満たしているか検証及び調整を行うため調整点を設置する。調整点は、面積（km²）を0.25で除した値に1を足した値とし、最低4点以上の設置を標準とする。

計測精度を確保するための調整点の設置の条件は、以下を標準とする。

(ア) 調整点の位置及び標高は、農林水産省農村振興局測量作業規程第3編第2章第4節第1款「TS点の設置」に準じた観測により求めることを標準とする。ただし、作成するオリジナルデータの測定精度が±50mm以内の場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程

第 117 条に示す T S 等を用いる T S 点の設置又は農林水産省農村振興局測量作業規程第 2 編第 2 章で規定する 4 級基準点測量に準じて行うものとする。

(イ) T S 等を用いる T S 点の設置に準じて行う場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第 627 条第 3 項を準用し、表 1-13 を標準とする。

表 1-13 要求精度

区分		水平角観測	鉛直角観測	距離測定
方法		2 対回 (0°、90°)	1 対回	2 回測定
較差の 許容範囲	倍角差	60"	60"	5 mm
	観測差	40"		

(ウ) 前項の T S 点の設置に準じた観測をキネマティック法、R T K 法又はネットワーク型 R T K 法により行う場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第 118 条及び 119 条に準じて行うものとし、いずれの方法においても、観測は 2 セット行うものとする。

なお、セット間の較差の許容範囲は、水平方向 20mm、鉛直方向 30mm を標準とする。

ウ UAV レーザー計測の実施

UAV レーザー計測の実施に当たっては、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うこととする。計測は飛行計画に基づき実施し、計測範囲内は、IMU の精度が低下しないよう一定方向かつ等高度、等速度を保つよう飛行し、旋回は十分な半径で飛行する。

なお、計測の前後及び一定時間経過ごとに、レーザースキャナー機材の製造元が推奨する方法により初期化を行うものとする。UAV レーザー測量において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で 10cm メッシュに 1 点以上の出来形座標値を取得するものとするが、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ ±50mm 以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

3 次元データによる出来形管理において、土工部の法肩及び法尻、変化点、現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など出来形管理基準によらない場合は、監督職員と協議の上、対象外とすることができる。

また、法面の小段部に設置される側溝工等の構造物により、土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置される工種の出来形管理基準によることができ、小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき、小段を挟んだ両側の法面は連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

① 対象範囲外のデータ削除

計測点群データの 3 次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

② 点群密度の変更 (データの間引き)

出来形計測データについては 1.0m^2 当たり100点以上、出来形評価用データについては 1.0m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。(出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。)

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 1.0m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

- (イ) 現場での計測結果が複数ある場合は、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。
- (ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

- (ア) 最適軌跡解析をG N S S観測データ及びI M U観測データを用いて、Loosely Coupled方式又はTightly Coupled方式により行う。Loosely Coupled方式は、GNSS衛星を利用したキネマティック解析により機体の3次元位置を特定し、I M Uのデータを反映して最適軌跡解析を行う。Tightly Coupled方式はキネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、G N S S衛星の衛星数が一時的に不足しても、解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。
- (イ) 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うものとする。留意事項は以下のとおりである。
 - ①点検箇所数は、各コース間重複部分に2か所以上設置するものとする。
 - ②点検箇所の配置は、計測対象範囲内に偏りなく配置するよう努めるものとするが、各コースの起点側に1点、終点付近に1点の配置としてもよい。
 - ③植生のある場合や線状地域等の地形条件で平坦な場所がない場合は、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重複コースごとに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は $\pm 50\text{mm}$ 以内とする。
- (ウ) エで作成した計測点群データ上で、イにより計測した調整点の座標の真値を比較し、 x 、 y 、 z それぞれ $\pm 50\text{mm}$ 以内であることを確認する。なお、確認の結果、要求精度を満たさない場合には適切な調整を行い、再度確認を行う。また、必要に応じて再計測を行う。

7 地上移動体搭載型 L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

地上移動体搭載型 L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 地上移動体搭載型 L S

地上移動体搭載型 L S は、L S 本体から対象までの相対的な位置と、L S 本体の位置及び姿勢を組み合わせる面的に取得するシステムであり、詳細の機器構成は多様である。なお、本システムにより観測した結果を 3 次元座標値の点群データとして変換する。

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、出来形計測で取得した複数回の 3 次元点群の結合、3 次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群への T I N の配置及び 3 次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3 次元設計データ作成ソフトウェア

3 次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3 次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。**別紙－2**「3 次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、3 次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3 次元設計データ作成ソフトウェアで作成した 3 次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

地上移動体搭載型 L S による出来形計測は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する地上移動体搭載型 L S の性能について監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±50mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－6**「地上移動体搭載型 L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うとともに、地上移動体搭載型 L S の精度確認試験実施手順書を作成する。）

色データ：色データの取得が可能なが望ましい。（点群処理時に目視により選別するために利用する。）

(3) 地上移動体搭載型L Sの精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために水平位置及び標高の精度確認試験を行い、**様式-6**「地上移動体搭載型L S精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、地上移動体搭載型L Sに関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2か所以上の既知点を設置し、地上移動体搭載型L Sにより既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合は、利用する現場条件を特定できないため、計測機器の仕様に応じて計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

基準点又は工事基準点を基礎に、設置した検査点をT S等により計測する。その際、基準点等から検査点までの距離は、3級T Sを用いて計測する場合は100m以内、2級T Sを用いて計測する場合は150m以内とする。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果をT S等による計測結果と比較し、その差が表1-14に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表1-14 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
座標値の較差	起工測量・岩線計測 ±100mm 以内	精度確認基準を満足する最大計測距離と最大測定幅を確認する。
	部分払い出来高計測 ±200mm 以内	
	出来形計測 ± 50mm 以内	

(4) G N S Sの精度確認

T Sの設置位置の計測にG N S Sローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「G N S Sの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表1-15に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表1-15 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 計測計画の立案

所定の計測密度、測定精度が確保できる計測距離、範囲、検証点及び標定点の配置を立案する。

イ 検証点の設置・計測

地上移動体搭載型LSによる計測結果の精度を確認するための検証点を設置する。検証点は基準点又は工事基準点から計測を行う。また、検証点は出来形計測中に動かないように固定する。検証点は、別紙—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」による計測範囲内において測定精度が最も不利となる箇所付近に2か所以上配置することとする。

バックホウ搭載LSを用いる場合は、出来形計測実施前に1日1回の頻度で、現場内の任意の場所において、別紙—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」による検証点を用いた精度確認を実施することとし、施工中の検証点の設置及び精度確認は不要とする。

検証点は地上移動体搭載型LSの計測結果から平面位置が特定できるものを用いる。工事基準点から検証点までの計測距離（斜距離）について、3級TSを利用する場合は100m以内（2級TSは150m以内）とする。

ウ 標定点の設置・計測

計測結果の水平位置及び標高を調整するため調整用基準点の設置が必要である技術を用いる場合、標定点を設置する。標定点は、精度確認試験で確認した精度が最も低下する現場条件となる位置に2か所以上配置する。

エ 出来形計測の実施

地上移動体搭載型LSによる出来形計測は、計測対象範囲内で0.01㎡（10cm×10cmメッシュ）当たり1点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、様式—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている状況では地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。地上移動体搭載型LS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の

対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること。地上移動体搭載型LS計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±50mm以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

3次元データによる出来形管理において、土工部の法肩及び法尻、変化点、現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など出来形管理基準によらない場合は、監督職員と協議の上、対象外とすることができる。

また、法面の小段部に設置される側溝工等の構造物により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される工種の出来形管理基準によることができ、小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき、小段を挟んだ両側の法面は連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

オ 精度確認

ウで作成した計測点群データ上で得られる検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標の真値を比較し、検証点と真値の座標間距離が±50mm以内であることを確認する。

カ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては0.01m²当たり1点以上出来形評価用データとしては1.0m²当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、1.0m²当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界、又は出来形の面データを作成する。

8 RTK-GNSS方式出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。高さ補完機能を持つ高さ補完装置が付属する場合もある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③線形データの切り替え選択機能
- ④基本設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等をもとに、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアであり、作成した基本設計データは、通信又は記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。**別紙－5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

基本設計データと出来形測定データを読み込むことにより出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙－6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規定 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量 岩線計測 部分払い 出来高計測 出来形計測	公称測定精度：±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×D) 最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は、 ±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×500×103) = ±21mmの 誤差となる	鉛直方向 ±10mm 以内 平面方向 ±20mm 以内

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±10mm 以内
---------------	---

ア RTK-GNSSの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検討機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であることが確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規定参照。）

エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

(3) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSS基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法の

ように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。ローカライゼーションを行うことによりGNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、GNSS座標の計測値から自動的に現場座標の計測値が得られる。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

(ア) 工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±10mm以上ある場合は、再度初期化を行う。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。出来形計測の結果、計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこととする。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第7に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。出来形計測対象点は図1-4に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考慮して自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

- (エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。
- (オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。
- (カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

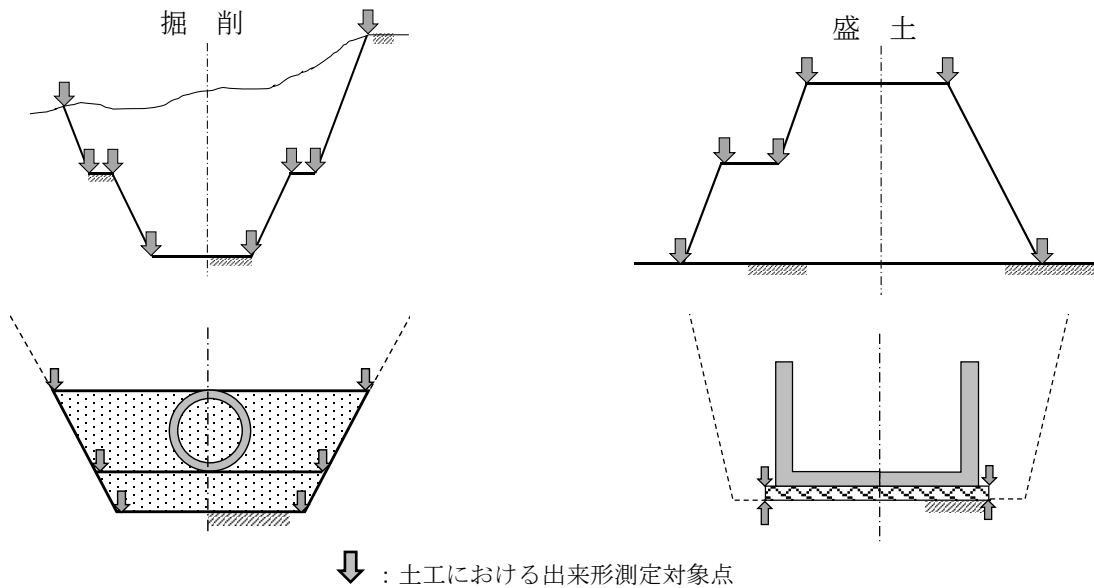


図1-3 出来形計測箇所

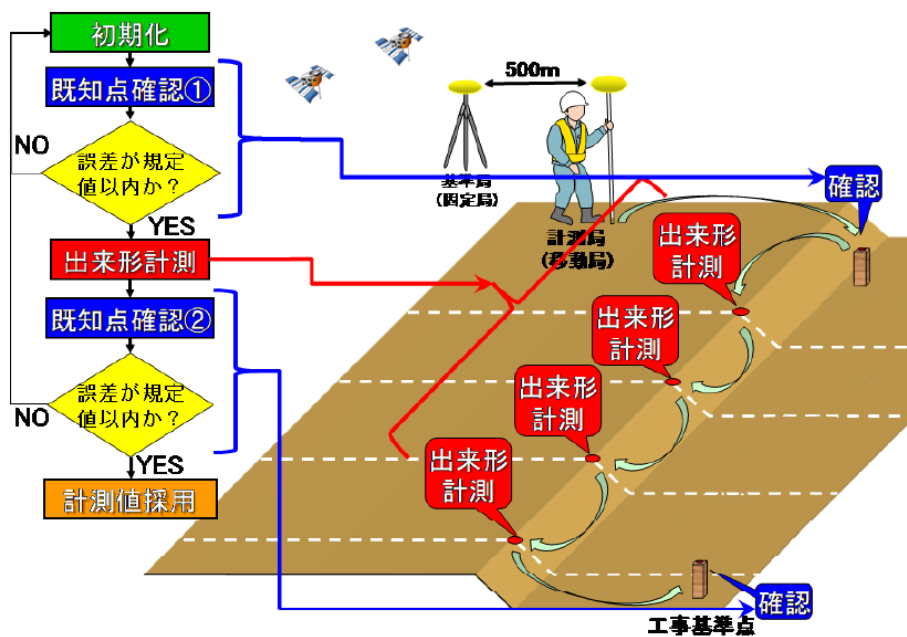


図1-4 初期化と計測の手順

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和5年3月国土交通省）

9 RTK-GNSS出来形管理技術（面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

3次元設計データを用いて、現場で出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。なお、高さ補完機能を持つ高さ補完装置が別途付属する場合がある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した3次元設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に3次元設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③3次元データの切り替え選択機能
- ④3次元設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。ソフトウェアを動作するパソコンの性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する可能性があるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU、GPUメモリ等）に留意しなければならない。別紙-1「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成・出力することができるソフトウェアである。ここでいう3次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ及び構造物を形成する表面形状の3次元座標の変化点で構成されるT I Nデータで表現される。別紙-2「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定を行うことができる情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。別紙-3「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、ウで作成した3次元設計データ又はイで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能及び精度管理

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規程 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度	計測密度
起工測量 岩線計測	公称測定精度： ± (20mm + 2 × 10 ⁻⁶ × D)	鉛直方向	1点以上 / 0.25m ² (0.5m × 0.5mメッシュ)
部分払い 出来高計測	最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は	±30mm以内	1点以上 / 0.25m ² (0.5m × 0.5mメッシュ)
出来形計測	± (20mm + 2 × 10 ⁻⁶ × 500 × 10 ³) = ±21mm の誤差となる	平面方向 ±20mm以内	1点以上 / 1m ² (1m × 1mメッシュ)

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm以内、鉛直±30mm以内
---------------	---

ア RTK-GNSSの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であること

が確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

- イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式－8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。
- ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規程参照。）
- エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

（3）出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSSの基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は、工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法のように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。出来形値（幅、法長）は2点間の相対距離で求まるが、出来形値（標高）は現場座標系で行う必要がある。また、RTK-GNSS測量機器の導入効果を得ることを目的に、丁張り設置など日々の位置出し作業等においても活用することから、座標系にズレがある場合はローカライゼーションを行う必要がある。

ローカライゼーションは、工事基準点を計測・登録した際の計測誤差の影響を受けるため、ローカライゼーションは測定精度を確保できた条件で行う必要がある。そのため、DOP値（GNSS衛星の位置に左右され、測位精度の劣化程度を表す数値。小さいほど精度が高いことを示す。）が小さい状態で、通常の計測時間である10秒間よりも長時間の計測を行うことが望ましい。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

（ア）工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±30mm以上ある場合は、再度初期化を行う。高さ補完機能を有するRTK-GNSSの場合、鉛直方向の計測は高さ補完機能により安定した計測値が得られることから、必要な測定精度の確保が確認された範囲で利用する限り、鉛直方向で±30mmを大きく超える誤差は発生しがたいが、発生した場合は再度初期化しても改善しない可能性が高い。その場合、原因として考えられる工事基準点や機器設置のミス、接触による移動等も念頭に対処する必要がある。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、3次元設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規定の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規定の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測箇所は、平場面、天端面及び法面（小段を含む）の全面の標高較差又は水平較差とする。法面の掘削工の場合、勾配が1割より緩い場合は標高較差で管理するのが望ましい。法肩及び法尻から水平方向にそれぞれ±50mm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、鉛直方向に±50mm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。

また、法面の小段部において、側溝工等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る。

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と設計値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考慮して自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

(エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。

(オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。出来形計測データは、各点の計測後に出来形計測対象点とともに記録する必要がある。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。

(カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

(キ) 出来形評価用データは、点密度を1 m間隔以内（1点/m²以上）で概ね等間隔で得られるよう計測する。

10 施工履歴データ出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

施工履歴データを用いた出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア ICT建設機械本体、車載PC

建設機械本体や施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録するための装置である。施工履歴データは、車載PCから記録媒体（USBメモリー等）にコピーするなどして使用する。適用機種は表1-16のとおりである。

表1-16 適用機種

工種	適用できる ICT建設機械	施工履歴データを 記録する箇所	施工履歴データを 記録する作業
盛土工 路体盛土工 路床盛土工	3DMCバックホウ 3DMGバックホウ	バケット刃先又はバケッ ト背面等で土が接する箇 所	整形作業 (法面・平場)
	3DMCブルドーザ 3DMGブルドーザ	履帯下面	締固め作業等 (平場・法面)
掘削工	3DMCバックホウ 3DMGバックホウ	バケット刃先又はバケッ ト背面等で土が接する箇 所	整形作業 (平場・法面)
	3DMCブルドーザ 3DMGブルドーザ	排土板下端又は履帯下面	整形作業 (平場・法面)

※1 ICTバックホウ（MG・MCバックホウ）又はICTブルドーザ（MG・MCブルドーザ）は、施工履歴データを記録する機能を有するものを使用する場合で、「面管理」の出来形管理基準を用いる場合に適用する。

※2 ICTブルドーザで履帯下面の施工履歴データを記録するシステムを用いる場合で、履帯の断面形状が標準型ブルドーザ（乾地）と異なるもの（湿地ブルドーザ・超湿地ブルドーザ・超々湿地ブルドーザ等）を使用して軟弱な地盤を施工する際は、地盤の強度により履帯が沈み込む深さが変化し、施工履歴データとして記録すべき高さが定まらない場合があるため、適用に当たっては注意が必要である。

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、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の抽出、出来形部分と関係のない不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。別紙-1「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。別紙-2「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。別紙-3「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

施工履歴データによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するICT建設機械本体の性能について、監督職員に提出すること。

精度：±50mm以内（カタログ記載に加え、様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。）

(3) 精度確認

ICT建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、現地において精度管理を実施すること。詳細は、様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を確認すること。なお、ICT建設機械の作業装置位置の測定精度は、以下の要因により変化する。様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

- ①RTK-GNSSの位置精度
- ②RTK-GNSS及び角度センサー位置間の寸法計測誤差
- ③角度センサーによる出力精度
- ④ソフト処理上の丸め誤差
- ⑤機械の劣化（刃先の摩耗を含む）

ア 着工前の精度確認

様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の2 実施方法 1) テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）に従い、本ガイドラインによる出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果を様式-11を用いて提出する。

イ 日々の精度確認

施工履歴データを出来形計測に利用する場合は、**様式-11**「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の2 実施方法 2) 施工期間中の日々の精度確認に従い、作業日1日ごとに、始業前に精度確認試験を実施する。結果については、監督職員の求めに応じて提出できるよう保管する。

ウ 計測密度

出来形管理に用いる施工履歴データに必要となる計測密度は、1点/m²以上とする。

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 工事基準点の設置及び計測

精度確認用の検証点を設置する。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る。工事基準点等の既知点からTSを用いて計測することができる。また、検証点は施工履歴データによる出来形計測中に動かないように固定し、TS等光波方式により計測した座標値を利用する。

イ 出来形計測箇所

出来形計測範囲は、日当りの施工範囲について3点以上の出来形確認を行い、規格値を満足していることをTS等光波方式による計測により確認する。日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、GNSS衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて1回で実施してもよい。なお、計測点は計測員が安全に立ち入ることができる範囲内で、1日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。

ウ 計測点群データの作成

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し、点群データ処理ソフトウェアを用いて点群データから出来形部分と関係のない不要点等を除去して3次元の計測点群データを作成する。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

ICT建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げ等で記録された不要な点の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形評価用データとしては1m²当たり1点以上の点密度が確保出来る程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

施工履歴データから出来形評価用データを抽出するフィルタリング方法（最終履歴抽出、最下点抽出等）については任意とするが、施工実施前に、施工計画書にフィルタリング方法を記載すること。

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、1 m² 当たり 1 点程度のデータとすることができる。

(イ) 計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象に T I N を配置し、地形や岩区分境界、又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

イで作成した計測点群データ上で、検証点の座標と、アにより計測した検証点の座標の真値を比較し、x, y, z それぞれ ±50mm 以内であることを確認する。

11 モバイル端末出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

モバイル端末等を用いて計測技術は、モバイル端末等に搭載されたセンサーから得られる相対座標と、相対座標を現場座標へ変換する際の基準となる現場座標計測技術の組合せによるシステムが多い。モバイル端末を用いた出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア モバイル端末

モバイル端末は、携帯端末等の汎用の電子デバイスで容易に可搬できるものとする。出来形計測に利用するセンサーは、モバイル端末に搭載されている LiDAR やカメラのほか、モバイル端末に携帯可能なセンサーを組み合わせたものとする。

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのT I Nの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用T S等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、基本設計データと出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

モバイル端末を用いた出来形管理技術は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。

精度：計測範囲内において、鉛直方向±50mm以内、平面方向±50mm以内 (**様式-13**「モバイル端末の精度確認試験結果報告書」を準用し精度確認試験を行うこと。)

(3) 精度確認

受注者は、モバイル端末を用いた出来形管理技術を適用する場合は、その精度を確認するため、以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式-13**「モバイル端末の精度確認試験結果報告書」を準用し結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。また、モバイル端末等を用いた計測技術については、定期点

検や精度確保の公的な規程がないことから、暫定案として利用の 12 か月以内に実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置及び計測

出来形計測範囲内の任意箇所（標定点の直近は避ける。）に検証点を設置し、工事基準点から T S 等光波方式により計測する。工事基準点から検証点までの距離は、3 級 T S の場合は 100m 以下、2 級 T S の場合は 150m 以下とする。

(イ) 計測結果の評価

T S 等光波方式による計測結果とモバイル端末による計測結果を比較し、その差が表 1-17 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 1-17 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	現場内 2 か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 計測計画の立案

所定の計測密度及び計測精度が確保できる計測手法を立案する。

イ 検証点の設置及び計測

モバイル端末による計測結果の精度確認用の検証点を設置する。

ウ 出来形計測の実施

アで計画した機器を用いて計測する。モバイル端末出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第 7 に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について 3 次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図 1-7 に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に ±10cm の範囲とする。

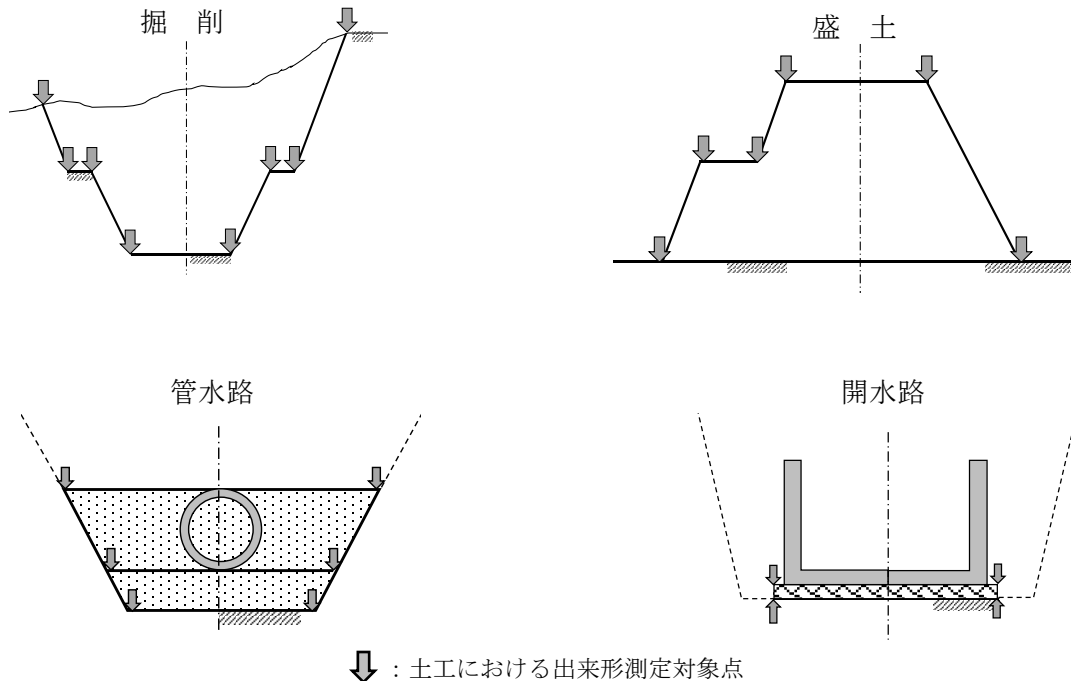


図 1 - 7 出来形計測箇所

エ 精度確認

ウで作成した計測点群上で得られる検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標を真値と比較し、検証点と真値の座標間距離が $\pm 50\text{mm}$ 以内であることを確認する。

オ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

目視による境界の判別のため、計測点群データから座標データ（出来形評価用データ）として、点群密度の変更（データの間引き）は行わない。

(イ) 計測データの合成

現場での計測結果が複数ある場合は、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

第4 出来形管理資料の作成

1 断面管理の場合

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料を作成するものとする。基本設計データ作成ソフトウェア又は出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理結果による横断面の作成ができる場合は、工事完成図書として利用することができる。

2 面管理の場合

受注者は、3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより以下に記載する出来形管理資料を作成するものとする。

(1) 出来形管理図表

3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面又は目標高さとして出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）、出来形の良否の評価結果、及び設計面又は目標高さとして出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票又は属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる3次元モデルのビューアファイルを作成する。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、表1-18に示す項目を表形式で整理すること。また、出来形管理図表は、出来形確認箇所（平場、天端及び法面（小段含む。））ごとに作成するものとし、3次元の出来形管理によらない管理項目については別途作成するものとする。

良否評価結果について、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現により明示する。また、出来形が不合格の場合は、不合格の内容が項目ごとに確認できるよう、棄却点も含め表示すること。

表1-18 出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報

出来形の良否を評価する情報	データの取り方
平均値 (算出結果、規格値（平均値規格値）及び良否評価結果)	棄却点を除く平均値
最大値 (算出結果、規格値（任意箇所規格値）及び良否評価結果)	棄却点を除く最大値
最小値 (算出結果、規格値（任意箇所規格値）及び良否評価結果)	棄却点を除く最小値
データ数 (算出結果、規格値（計測密度下限値と評価面積から計算）及び良否評価結果)	棄却点を含む全データ数
評価面積	—
棄却点数（算出結果、規格値（全数規格値に対して0.3%まで棄却可能）及び良否結果)	全棄却点数

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表1-19のとおり行うものとする。

表1-19 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
掘削	1回／1工事*	掘削幅、掘削深さ、法長、法勾配
	1か所／施工延長おおむね50～100m 上記未満は2か所	排水側溝、その他必要箇所
盛土	1回／1工事*	盛土幅、法長、法勾配
	1か所／施工延長おおむね50～100m 上記未満は2か所	まき出し厚さ、転圧、法面(芝)、排水側溝、その他必要箇所
栗石基礎 碎石基礎 砂基礎 均しコンクリート	1回／1工事*	幅、厚さ
	1か所／施工延長おおむね50～100m 上記未満は2か所	転圧、粒径、その他必要箇所
コンクリートブロック積み コンクリートブロック張り 石積(張)工 コンクリート側溝工 コンクリート管渠工	1か所／施工延長おおむね40～80m 上記未満は2か所	床掘、基礎関係、その他必要箇所
管体基礎工(砂基礎等)	1回／1工事*	基礎の厚さ、幅
	1か所／施工延長おおむね50～100m 上記未満は2か所	まき出し、締固め状況等

※1 出来形管理用TS等光波方式、TS(ノンプリズム方式)又は出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理を行う場合に限り、記載された撮影基準を適用するものとし、各工種の施工後、各計測機器を用いて出来形計測している状況を撮影する。

(2) 撮影方法

表1-20に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

なお、UAV空中写真測量により出来形管理を行う場合は、空中写真測量で撮影した写真又は撮影した写真から作成されるオルソ画像の納品をもって写真撮影に代えることとし、被写体として写し込む小黒板は不要である。

表 1-20 小黑板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
TS 等光波方式 TS (ノンプリズム方式) RTK-GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ TS 又は RTK-GNSS 基準局の設置位置 (ネットワーク型 RTK-GNSS の場合はその旨を記載する。) ・ 出来形測定点 (測点、箇所) 	—
TLS 地上移動体搭載型 LS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形管理機器設置位置 ・ 出来形計測範囲 (始点側測点～終点側測点) 	—
UAV レーザー モバイル端末	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形計測点 (測点・箇所) 	撮影回数は、工事ごとに 1 回 (施工後) とする。

2 面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表 1-21 のとおり行うものとする。

表 1-21 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
掘削	1 回/計測ごと	掘削幅、掘削深さ、法長、法勾配
	1 箇所/施工延長おおむね 50~100m 上記未満は 2 箇所	排水側溝、その他必要箇所
盛土	1 回/計測ごと	盛土幅、法長、法勾配
	1 箇所/施工延長おおむね 50~100m 上記未満は 2 箇所	まき出し厚さ、転圧、法面(芝)、排水側溝、その他必要箇所

(2) 撮影方法

表 1-22 に示す必要事項を記載した小黑板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができる。

なお、UAV 空中写真測量により出来形管理を行う場合は、空中写真測量で撮影した写真又は撮影した写真から作成されるオルソ画像の納品をもって写真撮影に代えることとし、被写体として写し込む小黑板は不要である。

表 1-22 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
TS等光波方式 TS（ノンプリズム方式） TLS 地上移動体搭載型LS RTK-GNSS 施工履歴データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形管理機器設置位置 ・ 出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点） 	—
UAVレーザー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形計測点（測点・箇所） 	撮影回数は、工事ごとに1回（施工後）とする。 UAVレーザーによる計測状況が分かるように撮影する。

第2章 ほ場整備工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

ほ場整備工における出来形管理技術の適用範囲は表2-1のとおりとする。

表2-1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
<ul style="list-style-type: none"> ・TS等光波方式 ・RTK-GNSS 	基盤造成、表土整地	基準高	1件の工事における 施工面積が1.0ha以上

2 面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
<ul style="list-style-type: none"> ・TS等光波方式 ・TS(ノンプリズム方式) ・UAV空中写真測量 ・TLS ・UAVレーザー ・地上移動体搭載型LS ・RTK-GNSS ・施工履歴データ 	基盤造成、表土整地	基準高に代えて、標高較差を管理(他の管理項目は従来手法による)	1件の工事における 施工面積が1.0ha以上
<ul style="list-style-type: none"> ・UAV空中写真測量 	畦畔復旧	幅及び高さに代えて、標高較差を管理	
<ul style="list-style-type: none"> ・TLS 	道路工(砂利道)	幅、厚さ及び施工延長に代えて、厚さを管理	

第2 出来形管理基準及び規格値

1 断面管理の場合

測定項目、出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

2 面管理の場合

測定項目、規格値及び測定基準は表2-2のとおりとする。

なお、ほ場整備工におけるその他の管理項目に係る出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

表2-2 出来形管理基準

工種	測定箇所	測定項目	規格値 (mm)		測定基準
			平均値	個々の計測値	
基盤造成、 表土整地	平場	標高較差	±50	±150	出来形計測密度は 1点/m ² (平面投影面積当たり)以上
畦畔復旧	天端	標高較差	±50	±150	
道路工(砂利道)	砂利舗装 (砂利、碎石等)	厚さ	+50 -15	-90	

※ 道路工(砂利道)について、幅及び施工延長の管理を行う場合は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

(1) 出来形測定箇所

ア 基盤造成及び表土整地に係る出来形測定箇所

基盤造成及び表土整地の基準高に係る出来形測定箇所は、ほ場面全面の標高較差とする。出来形測定密度は1点/m²(平面投影面積当たり)以上とする。

なお、施工履歴データの場合は、日当たりの施工範囲について、3点以上の点で設計面との標高較差を算出する。計測は日々の施工完了後に実施することを基本とするが、GNSS衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて1回で実施してもよい。なお、計測点は、計測員が安全に立ち入ることができる範囲内で、1日の施工範囲に対して偏りなく配置することとする。

イ 畦畔復旧に係る出来形計測箇所

畦畔復旧に係る出来形計測箇所は、天端面全面の標高較差とする。出来形測定密度は1点/m²(平面投影面積当たり)以上とする。

ウ 道路工に係る出来形計測箇所

道路工に係る出来形計測箇所は、平場面、天端面及び法面(小段を含む。)の全面とし、出来形測定密度は1点/m²(平面投影面積当たり)以上とする。計測点群を利用して幅を管理する場合は、延長方向に80m以下の任意の間隔とすることができる。

(2) 測定値算出方法

ア 標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、3次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、「平均値」並びに「個々の計測値」の最大値及び最小値を算出し、基盤造成及び表土整地にあつてはほ場面の全面において、畦畔復旧にあつては天端面の全面において、規格値との比較・判定を行う。

なお、ほ場周縁から水平方向に±50mm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。

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が、規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、又は規格値の条件が最も厳しい値を採用する。

畦畔復旧の標高較差の算出に当たって、畦畔と耕作道路との擦り付け部については、最大3m程度の区間を標高較差の評価から除くことができる。

イ 厚さの測定値を算出する方法

厚さは、計測対象面と下層の出来形評価用データの同一座標上に存在する各ポイントの標高差を用い、「平均値」並びに「個々の計測値」の最大値及び最小値を算出し、全面において規格値との比較・判定を行う。

ウ 幅の測定値を算出する方法

出来形の計測点群を利用して幅を管理する場合は、計測する断面の舗装左右端点について、各々道路延長方向に±10cm以内の範囲内の計測点を抽出し、その2点間の水平距離を幅とする。また、施工延長についても、計測点群を利用して管理してよいものとする。

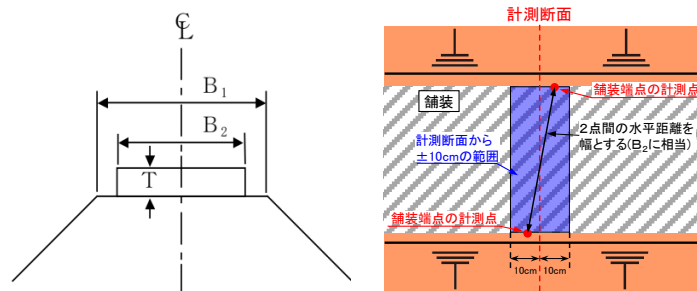


図2-1 出来形測定箇所標準図（左：横断面、右：平面図）

(3) 規格値

「個々の計測値」は、全ての測定値が規格値を満足しなければならない。計測値を満足するとは、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。なお、「個々の計測値」の規格値には、標高較差にあつては計測精度として±50mm、厚さにあつては計測精度として20mmが含まれる。

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙-4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙-7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、(3)に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm+5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは 10^{-6}

<計算例>

計測距離100mの場合は、±（5mm+5× 10^{-6} ×100×10³）=±5.5mmの誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がないT S等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式-2**「T S等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表2-3に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-3 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用T S等光波方式の設置

出来形管理用T S等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用T S等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用T S等光波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。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用 T S 等光波方式から出来形計測点までの斜距離を 3 級 T S は 100m 以内（2 級 T S は 150m 以内）とする。T S 等光波方式による計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第 7 に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について 3 次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は、「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cm の範囲とする。これは、出来形管理用 T S 等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

2 TS等光波方式出来形管理技術（面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能と要件

出来形管理用TS等光波方式（面管理）による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用TS等光波方式本体

国土地理院の測量機器性能基準に規定するTSに加え、自動追尾機能を有するTSと同等の測定ができるもので、かつ望遠鏡を搭載しない光波方式を用いる測定機器も含む。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、整理した3次元座標の点群を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の作成、当該点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙－2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

（2）計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、（3）に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは 10^{-6}

<計算例>

計測距離 100m の場合は、 $\pm (5 \text{ mm} + 5 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3) = \pm 5.5 \text{ mm}$ の誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がない T S 等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、様式-2 「T S 等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がない T S 等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 点以上の計測点を設定する。

(イ) T S による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムを T S で視準し 3 次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がない T S 等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により 3 次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T S と国土地理院で規定がない T S 等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差は表 2-4 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 2-4 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T S と国土地理院で規定がない T S 等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内 2 か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用 T S 等光波方式の設置

出来形管理用 T S 等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用 T S 等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ (複数の場合はその一つ) は $30 \sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形

管理用TS等光波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ため注意すること。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用TS等光波方式から出来形計測点までの斜距離を3級TSは100m以内（2級TSは150m以内）とする。

出来形管理用TS等光波方式による出来形計測は、 1 m^2 （ $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ メッシュ）（平面投影面積）当たり1点以上の出来形評価用データを直接計測する。TS等光波方式による計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で 1 m メッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、ほ場周辺から水平方向に $\pm 50\text{ mm}$ 以内に存在する計測点は評価から外してもよい。表土仮置き部分等欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行い出来形管理を行うものとする。

ウ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理は以下の手順で行うものとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の方法により削除する。

①点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては 1 m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 1 m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理は行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合を除く。）

②グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 1 m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測内の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

3 TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

TS（ノンプリズム方式）による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりとする。

ア TS（ノンプリズム方式）本体

本体からターゲットとなるプリズムを利用せず被計測対象からの反射波を利用して計測対象の相対的な位置座標を取得する。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのT I Nの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

TS（ノンプリズム方式）本体は、以下の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するTS（ノンプリズム方式）の性能について、監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±20mm以内

（カタログ記載に加え、**様式-2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用し精度確認試験を行うこと。）

(3) TS（ノンプリズム方式）の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するため、TS（プリズム方式）による計測とTS（ノンプリズム方式）による計測により精度確認試験を行い、**様式-2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用し結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前に精度確認試験を行うことが望ましい。本精度確認により、ノンプリズム方式において所要の計測値が得られることが確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び視準距離の範囲内で、ノンプリズム方式を出来形計測に適用することができる。精度確認試験は、利用前12か月以内に実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) TS（プリズム方式）による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) TS（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせ、ピンポール先端（石ずき等）に合わせる。ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

計測結果を比較し、その差が表2-5に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-5 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±20mm 以内	現場内2か所以上

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表2-6に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-6 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア TS (ノンプリズム方式) の設置

TS (ノンプリズム方式) は、計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定する。また、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する。

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する。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する。

なお、未知点にTS (ノンプリズム方式) を設置する際は、利用する工事基準点間の夹角 θ (複数の場合はその一つ) は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、TS (ノンプリズム方式) と工事基準点の距離が近い場合、方位の算出誤差が大きくなるため注意すること。

イ 出来形計測の実施

TS (ノンプリズム方式) による出来形計測は、 1 m^2 ($1\text{ m}\times 1\text{ m}$ メッシュ) (平面投影面積) 当たり1点以上の出来形評価用データを直接計測する。出来形計測の実施に当たっては、精度確認試験の確認距離内とする。ただし、器械設置時はプリズムを用いた計測を行うこととし、TS (プリズム方式) における制限距離内での計測を行う。TS (ノンプリズム方式) 計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で1mメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、ほ場周縁から水平方向に $\pm 50\text{ mm}$ 以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

表土仮置き部分等欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行い出来形管理を行うものとする。

ウ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 1 m^2 当たり 1 点以上、出来形評価用データとしては 1 m^2 当たり 1 点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理は行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 1 m^2 当たり 1 点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

4 UAV空中写真測量出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

UAV空中写真測量出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア UAV

UAV本体、UAVを操作するためのコントローラ又は撮影計画ソフトウェア、カメラを固定するジンバル等、飛行撮影するための装置である。

イ デジタルカメラ

レンズや撮影素子を含む空中写真を撮影するための装置である。

ウ 写真測量ソフトウェア

撮影した空中写真から空中写真測量及び3次元図化を行い、地形や地物の座標値を算出するソフトウェアである。写真測量ソフトウェアは、撮影した空中写真及び標定点の座標やカメラキャリブレーションデータを用いて、空中写真測量の現地及び同時調整作業の内部処理によりステレオモデルを構築し、地形、地物等の座標値を算出できる機能を有していなければならない。

エ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

オ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

カ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

キ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

UAV空中写真測量による出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。ただし、現場精度確認において必要な精度を確保することが確認できる場合は、以下の計測性能の地上画素寸法とは異なる

性能のデジタルカメラを用いることができる。受注者は、利用するUAV及びデジタルカメラの性能について、監督職員に提出すること。

計測性能：地上画素寸法が 10mm／画素以内（出来形計測の場合）
測定精度：±50mm 以内（カタログ記載に加え、様式－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」による精度確認試験を行うこと。）

(3) UAV空中写真測量の精度確認

受注者は、現場における空中写真測量の測定精度を確認するため、空中写真から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行い、様式－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」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

UAV空中写真測量による計測ごとに、空中写真撮影後、写真測量ソフトウェアから計測点群データを算出する際に行う

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置

真値となる座標値は、基準点、工事基準点等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

なお、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任意とすることができるが、カメラ位置を直接計測できる手法のうち、自動追尾TSを利用する場合は、計測範囲内で最も離れた位置に、1点検証点を設置することとする。

(イ) 計測

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。

(ウ) 評価基準

UAV空中写真測量による計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表2-7に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-7 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点全てにおいて実施

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、様式－7「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表2-8に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-8 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 撮影計画の立案

所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度を算出するソフトウェアを用いて、揚重能力とバッテリー容量に留意の上、撮影計画を立案する。

イ 標定点及び検証点の設置及び計測

UAVを活用した空中写真測量による計測結果を3次元座標へ変換するための標定点と精度確認用の検証点を設置する。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る。工事基準点等の既知点からTSを用いて計測することができる。また、標定点及び検証点は空中写真測量による出来形計測中に動かないように固定する。

計測精度を確保するための標定点及び検証点の設置の条件は、以下を標準とする。

(ア) 標定点

計測対象範囲を包括するように、外側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、内側標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置する。なお、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 (RTK、ネットワーク型 RTK、PPK、自動追尾 TS 等) を併用する場合は、標定点の設置は任意とすることができる。

(イ) 検証点

天端上に200m以内の間隔となるように設置する。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い。計測範囲が狭い場合は、最低2か所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。

ウ 空中写真測量の実施

空中写真測量の実施に当たっては、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

に留意して行うこととする。UAV空中写真測量において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、ほ場周縁から水平方向に±50mm以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

表土仮置き部分等欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行い出来形管理を行うものとする。

エ 計測点群データの作成及び点群処理ソフトウェアによるデータ処理

UAVで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する。

点群処理ソフトウェアによるデータ処理は、以下のとおりである。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 0.01m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 1m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理をとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 1m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

エで作成した計測点群データ上で、検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標の真値を比較し、 x 、 y 、 z それぞれ±50mm以内であることを確認する。

5 T L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

T L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムの構成と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア T L S 本体

本体から計測対象の相対的な位置を面的に取得する機器である。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の 3 次元点群の結合、3 次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群への T I N の配置及び 3 次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3 次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3 次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3 次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙－2**「3 次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3 次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3 次元設計データ作成ソフトウェアで作成した 3 次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

T L S による出来形計測で使用する T L S 本体は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する T L S の性能について、監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±20mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。）

色データ：色データの取得が可能なが望ましい。（点群処理時に目視により選別するために利用する。）

(3) T L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために、既知点間の距離を比較し精度確認試験を行い、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、T L S 本体に関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 か所以上の既知点を設置し、T L S による計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

設置した検査点（基準点）を T S 又はテープで計測する。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が表 2－9 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 2－9 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
点間距離	±20mm 以下	既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 検査点は 10m 以上の離隔を確保する。

(4) G N S S の精度確認

T S の設置位置の計測に G N S S ローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式－7**「G N S S の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の 2 か所以上の既知点や検証点を利用し、G N S S による計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表 2－10 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 2-10 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内 2 か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア T L S の設置

T L S は、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て設置する。また、計測範囲に対して T L S 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する。

T L S 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する。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、T L S 設置箇所を複数回に分けて実施する。

イ 標定点の設置及び計測

標定点を用いて T L S による計測結果を 3 次元座標へ変換又は複数回の計測結果について標定点を用いて合成する場合は、計測対象箇所の最外周部に 4 か所以上の標定点を設置する。標定点の計測は T S を用いて実施し、T S から基準点及び標定点までの距離が 100 m 以下（3 級 T S の場合）又は 150m 以下（2 級 T S の場合）とする。また、出来形計測を行っている間、標定点は動かないように確実に固定する。T S と同様に、T L S 本体がターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測してもよい。この場合、ターゲットは工事基準点又は基準点上に設置する。

ウ 出来形計測の実施

T L S による出来形計測は、計測対象範囲内で 0.01m^2 （10cm×10cm メッシュ）当たり 1 点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1 回の計測距離は、様式-4「T L S 精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている場合、地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。T L S 計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で 10 cm メッシュに 1 点以上の出来形座標値を取得するものとするが、ほ場周縁から水平方向に ±50mm 以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

表土仮置き部分等欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行い出来形管理を行うものとする。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの 3 次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 0.01m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 1m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 1m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

- (イ) 「現場での計測結果が複数ある場合には、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果をひとつに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。
- (ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

6 UAVレーザー出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

UAVレーザー出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア UAV

UAV本体、UAVを操作するためのコントローラ、撮影計画ソフトウェア、レーザー スキャナーを固定するジンバル等、飛行計測するための装置である。

イ レーザー スキャナー

レーザーの測距装置・GNSS受信アンテナ、受信機・IMUにより3次元座標値を計測するための装置である。

ウ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

オ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

カ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

UAVレーザーによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するUAV及びレーザー スキャナーの性能について、監督職員に提出すること。

精度：±50mm 以内（カタログ記載に加え、**様式-5**「UAVレーザー精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うとともに、UAVレーザーの精度確認試験実施手順書を作成する。）

(3) UAVレーザーの精度確認

受注者は、現場におけるUAVレーザーの測定精度を確認するため、精度確認試験を行い、**様式-5**「UAVレーザーの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。精度確認試験の実施手順は、以下のとおりとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、計測までに精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、UAVレーザー本体に関する定期点検の必要性等が規程されていないため、暫定案として利用前12か月以内に精度確認試験を実施することとする。ただし、メンテナンス等によりIMUとLSを分離した場合は、組立後に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置

飛行コースと直交する後段方向に水平位置検証点及び標高検証点を3か所以上設置する。位置は、飛行コース直下に1か所、出来形計測時に想定している有効計測角でレーザーが射出される位置付近に1か所ずつとする。検証点として x 、 y 、 z 座標が特定できる点を用いることにより、水平位置検証点と標高検証点を兼ねることができる。また、既存の建造物の角等、既存の明瞭な地物で計測点群データから x 、 y 、 z 座標が特定できるものがあれば、水平位置検証点及び標高検証点として用いてもかまわない。

(イ) 検証点の座標算出

同じ飛行コース上を往路方向と復路方向の各1回飛行して水平位置検証点及び標高検証点を計測し、往路及び復路の水平位置検証点の x 、 y 座標及び標高検証点の z 座標の較差を算出する。検証点を飛行コースと直交する横断方向に複数個設置できない場合は、1か所の検証点に対し、レーザーの射出角度が有効計測角、鉛直下方、その中間となるように、検証点に対する飛行コースの横断方向離隔を変化させて往路、復路の計測を行うこととする。

(ウ) 最適軌跡解析の実施

GNS S観測データ及びIMU観測データを用いて、Loosely Coupled方式又はTightly Coupled方式により最適軌跡解析を行う。Loosely Coupled方式は、GNS S衛星を利用したキネマティック解析により機体の3次元位置を特定し、IMUのデータを反映して最適軌跡解析を行う手法であり、GNS S衛星が5つ以下になると著しく精度が低下することに留意する必要がある。一方、Tightly Coupled方式は、キネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、GNS S衛星の衛星数が一時的に不足しても解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。最適軌跡解析は往路と復路で分割せず、一連の軌跡として解析する。

(エ) 計測結果の評価

往路と復路で計測した水平位置検証点及び標高検証点の x 、 y 、 z 座標の較差が表2-11に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-11 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
------	--------	----

各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点全てにおいて実施
---------	----------	------------------

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、様式-7「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表1-12に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-12 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 飛行計画の立案

様式-5「UAVレーザーの精度確認試験実施手順書」及び「UAVレーザー精度結果確認報告書」に示す手順により、所要の精度が得られることを確認した計測と同じ諸元により計測することとする。また、計測データの相対的な精度を確保するとともに、計測データの欠損を防ぐため、隣接するコースのサイドラップ率が30%以上となるよう飛行計画を立案する。

イ 調整点の設置及び計測

UAVレーザーを用いた出来形計測により作成された3次元点群（オリジナル）が、要求される精度を満たしているか検証及び調整を行うため調整点を設置する。調整点は、面積（km²）を0.25で除した値に1を足した値とし、最低4点以上の設置を標準とする。

計測精度を確保するための調整点の設置の条件は、以下を標準とする。

(ア) 調整点の位置及び標高は、農林水産省農村振興局測量作業規程第3編第2章第4節第1款「TS点の設置」に準じた観測により求めることを標準とする。ただし、作成するオリジナルデータの測定精度が±50mm以内の場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第117条に示すTS等を用いるTS点の設置又は農林水産省農村振興局測量作業規程第2編第2章で規定する4級基準点測量に準じて行うものとする。

(イ) TS等を用いるTS点の設置に準じて行う場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第627条第3項を準用し、表2-13を標準とする。

表2-13 要求精度

区分		水平角観測	鉛直角観測	距離測定
方法		2対回(0°、90°)	1対回	2回測定
較差の許容範囲	倍角差	60"	60"	5mm
	観測差	40"		

(ウ) 前項のTS点の設置に準じた観測をキネマティック法、RTK法又はネットワーク型RTK法により行う場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第118条及び119条に準じて行うものとし、いずれの方法においても、観測は2セット行うものとする。

なお、セット間の較差の許容範囲は、水平方向20mm、鉛直方向30mmを標準とする。

ウ UAVレーザー計測の実施

UAVレーザー計測の実施に当たっては、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うこととする。計測は飛行計画に基づき実施し、計測範囲内は、IMUの精度が低下しないよう一定方向かつ等高度、等速度を保つよう飛行し、旋回は十分な半径で飛行する。

なお、計測の前後及び一定時間経過ごとに、レーザースキャナー機材の製造元が推奨する方法により初期化を行うものとする。UAVレーザー測量において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、ほ場周縁から水平方向に±50mm以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

表土仮置き部分等欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行い出来形管理を行うものとする。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更(データの間引き)

出来形計測データについては1.0m²当たり100点以上、出来形評価用データについては1.0m²当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。(出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。)

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、1.0m²当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合は、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

(ア) 最適軌跡解析をG N S S観測データ及びI M U観測データを用いて、Loosely Coupled方式又はTightly Coupled方式により行う。Loosely Coupled方式は、GNSS衛星を利用したキネマティック解析により機体の3次元位置を特定し、I M Uのデータを反映して最適軌跡解析を行う。Tightly Coupled方式はキネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、G N S S衛星の衛星数が一時的に不足しても、解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。

(イ) 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うものとする。留意事項は以下のとおりである。

①点検箇所数は、各コース間重複部分に2か所以上設置するものとする。

②点検箇所の配置は、計測対象範囲内に偏りなく配置するよう努めるものとするが、各コースの起点側に1点、終点付近に1点の配置としてもよい。

③植生のある場合や線状地域等の地形条件で平坦な場所がない場合は、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重複コースごとに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は±50mm以内とする。

(ウ) エで作成した計測点群データ上で、イにより計測した調整点の座標の真値を比較し、 x 、 y 、 z それぞれ±50mm以内であることを確認する。なお、確認の結果、要求精度を満たさない場合には適切な調整を行い、再度確認を行う。また、必要に応じて再計測を行う。

7 地上移動体搭載型 L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

地上移動体搭載型 L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 地上移動体搭載型 L S

地上移動体搭載型 L S は、L S 本体から対象までの相対的な位置と、L S 本体の位置及び姿勢を組み合わせる面的に取得するシステムであり、詳細の機器構成は多様である。なお、本システムにより観測した結果を 3 次元座標値の点群データとして変換する。

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、出来形計測で取得した複数回の 3 次元点群の結合、3 次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群への T I N の配置及び 3 次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3 次元設計データ作成ソフトウェア

3 次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3 次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。**別紙－2**「3 次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、3 次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3 次元設計データ作成ソフトウェアで作成した 3 次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

地上移動体搭載型 L S による出来形計測は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する地上移動体搭載型 L S の性能について監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±50mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－6**「地上移動体搭載型 L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うとともに、地上移動体搭載型 L S の精度確認試験実施手順書を作成する。）

色データ：色データの取得が可能なが望ましい。（点群処理時に目視により選別するために利用する。）

(3) 地上移動体搭載型L Sの精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために水平位置及び標高の精度確認試験を行い、**様式-6**「地上移動体搭載型L S精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、地上移動体搭載型L Sに関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2か所以上の既知点を設置し、地上移動体搭載型L Sにより既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合は、利用する現場条件を特定できないため、計測機器の仕様に応じて計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

基準点又は工事基準点を基礎に、設置した検査点をT S等により計測する。その際、基準点等から検査点までの距離は、3級T Sを用いて計測する場合は100m以内、2級T Sを用いて計測する場合は150m以内とする。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果をT S等による計測結果と比較し、その差が表2-14に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-14 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
座標値の較差	起工測量・岩線計測 ±100mm 以内	精度確認基準を満足する最大計測距離と最大測定幅を確認する。
	部分払い出来高計測 ±200mm 以内	
	出来形計測 ± 50mm 以内	

(4) G N S Sの精度確認

T Sの設置位置の計測にG N S Sローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「G N S Sの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表2-15に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表2-15 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 計測計画の立案

所定の計測密度、測定精度が確保できる計測距離、範囲、検証点及び標定点の配置を立案する。

イ 検証点の設置・計測

地上移動体搭載型LSによる計測結果の精度を確認するための検証点を設置する。検証点は基準点又は工事基準点から計測を行う。また、検証点は出来形計測中に動かないように固定する。検証点は、別紙—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」による計測範囲内において測定精度が最も不利となる箇所付近に2か所以上配置することとする。

バックホウ搭載LSを用いる場合は、出来形計測実施前に1日1回の頻度で、現場内の任意の場所において、別紙—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」による検証点を用いた精度確認を実施することとし、施工中の検証点の設置及び精度確認は不要とする。

検証点は地上移動体搭載型LSの計測結果から平面位置が特定できるものを用いる。工事基準点から検証点までの計測距離（斜距離）について、3級TSを利用する場合は100m以内（2級TSは150m以内）とする。

ウ 標定点の設置・計測

計測結果の水平位置及び標高を調整するため調整用基準点の設置が必要である技術を用いる場合、標定点を設置する。標定点は、精度確認試験で確認した精度が最も低下する現場条件となる位置に2か所以上配置する。

エ 出来形計測の実施

地上移動体搭載型LSによる出来形計測は、計測対象範囲内で0.01㎡（10cm×10cmメッシュ）当たり1点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、様式—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている状況では地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。地上移動体搭載型LS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の

対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること。地上移動体搭載型LS計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、ほ場周縁から水平方向に±50mm以内に存在する計測点は評価から外してもよい。

表土仮置き部分等欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行い出来形管理を行うものとする。

オ 精度確認

ウで作成した計測点群データ上で得られる検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標の真値を比較し、検証点と真値の座標間距離が±50mm以内であることを確認する。

カ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては0.01m²当たり1点以上出来形評価用データとしては1.0m²当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、1.0m²当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界、又は出来形の面データを作成する。

8 RTK-GNSS方式出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。高さ補完機能を持つ高さ補完装置が付属する場合もある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③線形データの切り替え選択機能
- ④基本設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等をもとに、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアであり、作成した基本設計データは、通信又は記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。別紙－5「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

基本設計データと出来形測定データを読み込むことにより出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。別紙－6「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規定 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量 岩線計測 部分払い 出来高計測 出来形計測	公称測定精度：±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×D) 最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は、 ±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×500×103) = ±21mmの 誤差となる	鉛直方向 ±10mm 以内 平面方向 ±20mm 以内

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±10mm 以内
---------------	---

ア RTK-GNSSの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検討機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であることが確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規定参照。）

エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

(3) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSS基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法の

ように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。ローカライゼーションを行うことによりGNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、GNSS座標の計測値から自動的に現場座標の計測値が得られる。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

(ア) 工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±10mm以上ある場合は、再度初期化を行う。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。出来形計測の結果、計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第7に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。出来形計測対象点は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考慮して自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定できるもの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるもの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

(エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。

- (オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。
- (カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況(周辺の山、谷、ビル)に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

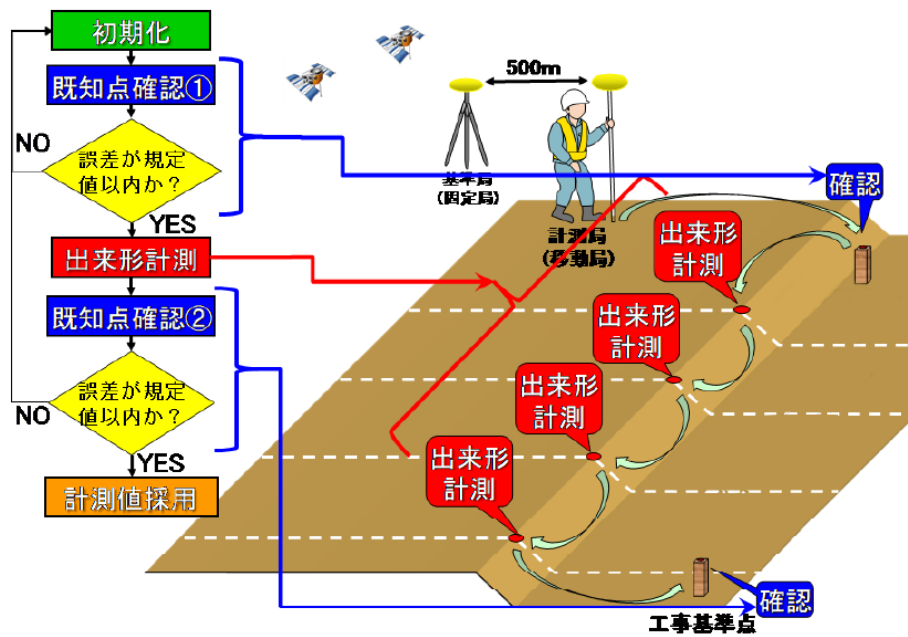


図 2-2 初期化と計測の手順

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(令和5年3月国土交通省)

9 RTK-GNSS出来形管理技術（面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

3次元設計データを用いて、現場で出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。なお、高さ補完機能を持つ高さ補完装置が別途付属する場合がある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した3次元設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に3次元設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③3次元データの切り替え選択機能
- ④3次元設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。ソフトウェアを動作するパソコンの性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合があるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU、GPUメモリ等）に留意しなければならない。別紙-1「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成・出力することができるソフトウェアである。ここでいう3次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ及び構造物を形成する表面形状の3次元座標の変化点で構成されるT I Nデータで表現される。**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定を行うことができる情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。**別紙-3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、ウで作成した3次元設計データ又はイで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能及び精度管理

出来形管理用R T K-G N S Sは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するR T K-G N S Sの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規程 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度	計測密度
起工測量 岩線計測	公称測定精度： ± (20mm + 2 × 10 ⁻⁶ × D)	鉛直方向	1点以上／0.25m ² (0.5m × 0.5mメッシュ)
部分払い 出来高計測	最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は	±30mm以内	1点以上／0.25m ² (0.5m × 0.5mメッシュ)
出来形計測	± (20mm + 2 × 10 ⁻⁶ × 500 × 10 ³) = ±21mm の誤差となる	平面方向 ±20mm以内	1点以上／1m ² (1m × 1mメッシュ)

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm以内、鉛直±30mm以内
---------------	---

ア R T K-G N S Sの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であること

が確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

- イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。
- ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規程参照。）
- エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

（3）出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSSの基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は、工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法のように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。出来形値（幅、法長）は2点間の相対距離で求まるが、出来形値（標高）は現場座標系で行う必要がある。また、RTK-GNSS測量機器の導入効果を得ることを目的に、丁張り設置など日々の位置出し作業等においても活用することから、座標系にズレがある場合はローカライゼーションを行う必要がある。

ローカライゼーションは、工事基準点を計測・登録した際の計測誤差の影響を受けるため、ローカライゼーションは測定精度を確保できた条件で行う必要がある。そのため、DOP値（GNSS衛星の位置に左右され、測位精度の劣化程度を表す数値。小さいほど精度が高いことを示す。）が小さい状態で、通常の計測時間である10秒間よりも長時間の計測を行うことが望ましい。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

（ア）工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±30mm以上ある場合は、再度初期化を行う。高さ補完機能を有するRTK-GNSSの場合、鉛直方向の計測は高さ補完機能により安定した計測値が得られることから、必要な測定精度の確保が確認された範囲で利用する限り、鉛直方向で±30mmを大きく超える誤差は発生しがたいが、発生した場合は再度初期化しても改善しない可能性が高い。その場合、原因として考えられる工事基準点や機器設置のミス、接触による移動等も念頭に対処する必要がある。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、3次元設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規定の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規定の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲において10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとするが、ほ場周縁から水平方向に±50mm以内に存在する計測点は評価から外してもよい。表土仮置き部分等欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行い出来形管理を行うものとする。

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と設計値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考慮して自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

(エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。

(オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。出来形計測データは、各点の計測後に出来形計測対象点とともに記録する必要がある。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。

(カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

(キ) 出来形評価用データは、点密度を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する。

10 施工履歴データ出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

施工履歴データを用いた出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア ICT建設機械本体、車載PC

建設機械本体や施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録するための装置である。施工履歴データは、車載PCから記録媒体（USBメモリー等）にコピーするなどして使用する。適用機種は表2-16のとおりである。

表2-16 適用機種

適用できる ICT建設機械	施工履歴データ を記録する箇所	施工履歴データ を記録する作業
3DMCブルドーザ 3DMGブルドーザ	排土板下端又は履帯下面	基盤造成又は表土整地

- ※1 ICTブルドーザは、排土板下端又は履帯下面の3次元座標を施工履歴データとして記録できる機能を有するものを用いる。
- ※2 ICTブルドーザで履帯下面の施工履歴データを記録するシステムを用いる場合で、履帯の断面形状が標準型ブルドーザ（乾地）と異なるもの（湿地ブルドーザ・超湿地ブルドーザ・超々湿地ブルドーザ等）を使用して軟弱な地盤を施工する際は、地盤の強度により地盤に履帯が沈み込む深さが変化するため、施工履歴データとして記録すべき高さが定まらない場合があり、適用に当たっては注意が必要である。
- ※3 ICTバックホウを使用した施工履歴については第2章土工編によるものとする。

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、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の抽出、出来形部分と関係のない不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。別紙-1「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。別紙-2「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。別紙-3「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

施工履歴データによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するICT建設機械本体の性能について、監督職員に提出すること。

精度：±50mm 以内（カタログ記載に加え、様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。）

(3) 精度確認

ICT建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、現地において精度管理を実施すること。詳細は、様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を確認すること。なお、ICT建設機械の作業装置位置の測定精度は、以下の要因により変化する。様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

- ①RTK-GNSSの位置精度
- ②RTK-GNSS及び角度センサー位置間の寸法計測誤差
- ③角度センサーによる出力精度
- ④ソフト処理上の丸め誤差
- ⑤機械の劣化（刃先の摩耗を含む）

ア 着工前の精度確認

様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の2 実施方法 1) テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）に従い、本ガイドラインによる出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果を様式-11を用いて提出する。

イ 日々の精度確認

施工履歴データを出来形計測に利用する場合は、様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の2 実施方法 2) 施工期間中の日々の精度確認に従い、作業日1日ごとに、始業前に精度確認試験を実施する。結果については、監督職員の求めに応じて提出できるよう保管する。

ウ 計測密度

出来形管理に用いる施工履歴データに必要な計測密度は、1点/m²以上とする。

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 工事基準点の設置及び計測

精度確認用の検証点を設置する。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る。工事基準点等の既知点からTSを用いて計測することができる。また、検証点は施工履歴データによる出来形計測中に動かないように固定し、TS等光波方式により計測した座標値を利用する。

イ 出来形計測箇所

出来形計測範囲は、日当りの施工範囲について3点以上の出来形確認を行い、規格値を満足していることをTS等光波方式による計測により確認する。日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、GNSS衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて1回で実施してもよい。なお、計測点は計測員が安全に立ち入ることができる範囲内で、1日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。

ウ 計測点群データの作成

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し、点群データ処理ソフトウェアを用いて点群データから出来形部分と関係のない不要点等を除去して3次元の計測点群データを作成する。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

ICT建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げ等で記録された不要な点の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形評価用データとしては 1 m^2 当たり1点以上の点密度が確保出来る程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

施工履歴データから出来形評価用データを抽出するフィルタリング方法（最終履歴抽出、最下点抽出等）については任意とするが、施工実施前に、施工計画書にフィルタリング方法を記載すること。

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 1 m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界、又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

イで作成した計測点群データ上で、検証点の座標と、アにより計測した検証点の座標の真値を比較し、 x 、 y 、 z それぞれ $\pm 50\text{mm}$ 以内であることを確認する。

第4 出来形管理資料の作成

1 断面管理の場合

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料を作成するものとする。基本設計データ作成ソフトウェア又は出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理結果による横断面の作成ができる場合は、工事完成図書として利用することができる。

2 面管理の場合

受注者は、3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより以下に記載する出来形管理資料を作成するものとする。

(1) 出来形管理図表

3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面又は目標高さとして出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）、出来形の良否の評価結果、及び設計面又は目標高さとして出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票又は属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる3次元モデルのビューアファイルを作成する。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、表2-18に示す項目を表形式で整理すること。また、出来形管理図表は、ほ場ごと又は出来形確認箇所（平場、天端及び法面（小段含む。））に作成するものとし、3次元の出来形管理によらない管理項目については別途作成するものとする。

良否評価結果について、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現により明示する。また、出来形が不合格の場合は、不合格の内容が項目ごとに確認できるよう、棄却点も含め表示すること。

表2-18 出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報

出来形の良否を評価する情報	データの取り方
平均値 (算出結果、規格値（平均値規格値）及び良否評価結果)	棄却点を除く平均値
最大値 (算出結果、規格値（任意箇所規格値）及び良否評価結果)	棄却点を除く最大値
最小値 (算出結果、規格値（任意箇所規格値）及び良否評価結果)	棄却点を除く最小値
データ数 (算出結果、規格値（計測密度下限値と評価面積から計算）及び良否評価結果)	棄却点を含む全データ数
評価面積	—
棄却点数（算出結果、規格値（全数規格値に対して0.3%まで棄却可能）及び良否結果)	全棄却点数

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表2-19のとおり行うものとする。

表2-19 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
基盤造成、表土整地	1回/工事ごと ^{※1}	基盤面、表土埋戻後
畦畔復旧	1か所/施工延長おおむね200m～400m 上記未满是2か所	幅、高さ、その他必要箇所

※1 出来形管理用TS等光波方式、TS（ノンプリズム方式）又は出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理を行う場合に限り、記載された撮影基準を適用するものとし、各工種の施工後、各計測機器を用いて出来形計測している状況を撮影する。

(2) 撮影方法

表2-20に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

なお、UAV空中写真測量により出来形管理を行う場合は、空中写真測量で撮影した写真又は撮影した写真から作成されるオルソ画像の納品をもって写真撮影に代えることとし、被写体として写し込む小黒板は不要である。

表2-20 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
TS等光波方式 TS（ノンプリズム方式） RTK-GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・TS又はRTK-GNSS基準局の設置位置（ネットワーク型RTK-GNSSの場合はその旨を記載する。） ・出来形測定点（測点、箇所） 	—
TLS 地上移動体搭載型LS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・出来形管理機器設置位置 ・出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点） 	—

UAVレーザー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形計測点（測点・箇所） 	撮影回数は、工事ごとに1回（施工後）とする。
---------	---	------------------------

2 面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表2-21のとおり行うものとする。

表2-21 撮影記録による出来形管理撮影方法

工種	撮影基準	撮影箇所
基盤造成、表土整地	1回／工事ごと	基盤面、表土埋戻後
畦畔復旧	1か所／施工延長おおむね200m～400m 上記未满是2か所	幅、高さ、その他必要箇所
道路工（砂利道）	1回／工事ごと	各層施工後
	幹線道路は1か所／50～100m 支線道路は1か所／200～400m	まき出し厚さ、転圧、厚さ、幅、その他必要箇所

表2-22に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができる。

なお、UAV空中写真測量により出来形管理を行う場合は、空中写真測量で撮影した写真又は撮影した写真から作成されるオルソ画像の納品をもって写真撮影に代えることとし、被写体として写し込む小黒板は不要である。

表2-22 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
TS等光波方式 TS（ノンプリズム方式） TLS 地上移動体搭載型LS RTK-GNSS 施工履歴データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形管理機器設置位置 ・ 出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点） 	—
UAVレーザー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形計測点（測点・箇所） 	撮影回数は、工事ごとに1回（施工後）とする。 UAVレーザーによる計測状況が分かるように撮影する。

第3章 舗装工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

舗装工における出来形管理技術の適用範囲は表3-1のとおりとする。

表3-1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
・TS等光波方式	下層路盤工	基準高、幅、厚さ、中心線のズレ、施工延長	1件の工事における施工面積が3,000m ² 以上
	上層路盤工	幅、厚さ、中心線のズレ、施工延長	
	コンクリート舗装工、アスファルト舗装工	幅、厚さ ^{※1} 、中心線のズレ、施工延長	
	砂利舗装工	幅、施工延長	

※1 表層及び基層の厚さについては、出来形管理用TS等光波方式が国土院認定1級と同等の計測性能を有し、かつ高度角自動補正装置が搭載されている場合のみ、本技術の管理対象とする。

2 面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
・TLS	下層路盤工	基準高・幅・厚さ・施工延長に代えて、基準高、厚さ又は標高較差を管理	1件の工事における扱い土量の合計が1,000m ³ 以上
	上層路盤工	幅・厚さ・施工延長に代えて、厚さ又は標高較差を管理	
	コンクリート舗装工、アスファルト舗装工	幅・厚さ・施工延長に代えて、厚さ又は標高較差を管理	

第2 出来形管理基準及び規格値

1 断面管理の場合

測定項目、出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理の規定に基づくものとするが、厚さについては標高較差の算定により管理するものとし、「厚さ」を「標高較差」に名称変更する。

「標高較差」は、「対象とする層の標高と直下層の目標高さ+直下層の標高較差の平均値+設計厚さ」から求まる高さとして出来形計測値との差で算出する。

「厚さ」の管理方法の代替として「標高較差」を管理する方法を図3-1に示す。標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図をもとに作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した基本設計データに対する高さ（設計図をもとに計算される高さ）からのオフセットにより目標高さを設定する。このとき、オフセット高さの定め方について監督職員に承諾を得て、工事打合せ簿で確認を行うこと。オフセット高さとは、設計図書をもとに作成した3次元形状に対して、出来形管理基準及び規格値の範囲内での施工誤差を考慮した場合の各層における施工前に作成した3次元設計面に対する高さとの差のことである。目標高さ（図3-1の③）は、直下層の目標高さ（図3-1の①）に直下層の出来形を踏まえ、設計厚さ以上の高さ（図3-1②）を加えて定めた計測対象面の高さであり、その目標高さとTSによる出来形計測の標高値を比較し、標高較差を算出する。

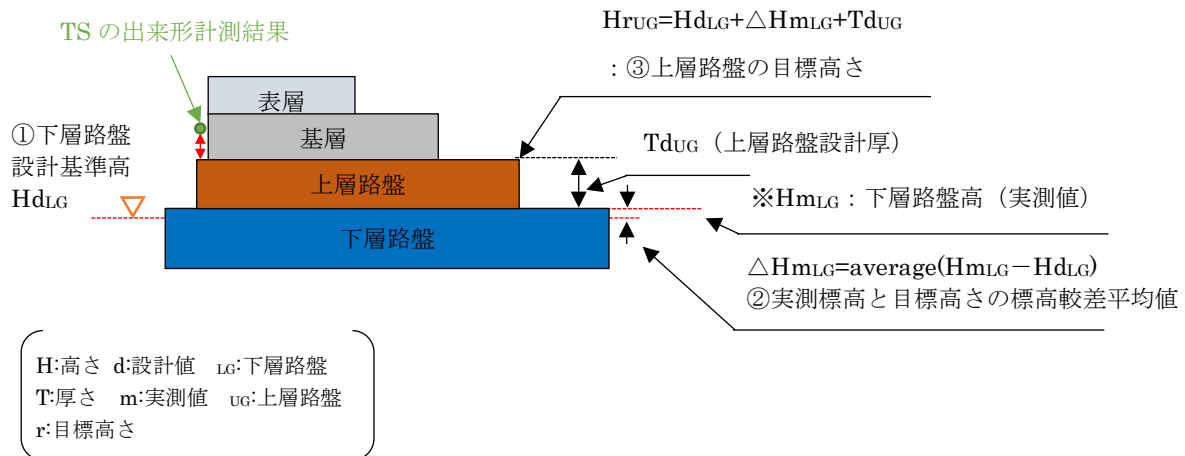


図3-1 上層路盤の目標高さ

2 面管理の場合

測定項目、規格値及び測定基準は表3-2のとおりとする。

なお、法面の小段部に側溝工等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る。

また、舗装工におけるその他の管理項目に係る出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

表 3 - 2 出来形管理基準

工種	測定箇所	測定項目	規格値 (mm)		測定基準
			平均値	個々の計測値	
下層路盤工	下層路盤	基準高	+50 -15	±90	出来形計測密度は 1点/m ² (平面投影面積当たり)以上
		厚さ又は 標高較差	+50 -15	±90	
上層路盤工	上層路盤 (アスファルト)	厚さ又は 標高較差	-10	-63	
	上層路盤 (コンクリート)	厚さ又は 標高較差	-8	-66	
コンクリート 舗装工、アスフ ァルト舗装工	基層 (アスファルト舗装)	厚さ又は 標高較差	-4	-25	
	表層 (アスファルト舗装)	厚さ又は 標高較差	-4	-20	
	コンクリート舗装版	厚さ又は 標高較差	-3.5	-22	

(1) 出来形測定箇所及び測定項目

出来形測定箇所は、路床を含めた舗装の各層の全面とする。ただし、設計幅員から外側の計測点及びT L S直下の欠測は除く。出来形測定密度は1点/m²(平面投影面積当たり)以上とする。測定項目は、面的に評価することを前提として、設計面又は目標高さからの標高較差に統合する。

T L Sで取得した出来形の計測点群を利用して幅を管理する場合は、計測する断面は延長方向に80m以下の任意の間隔とすることができる。

(2) 測定値算出方法

ア 標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、設計面又は目標高さとして出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、「平均値」並びに「個々の計測値」の最大値及び最小値を算出し、全面において規格値との比較・判定を行う。

イ 厚さの測定値を算出する方法

厚さは、計測対象面と下層の出来形評価用データの同一座標上に存在する各ポイントの標高差を用い、「平均値」並びに「個々の計測値」の最大値及び最小値を算出し、全面において規格値との比較・判定を行う。

ウ 計測点群を利用して幅を管理する方法

T L Sで取得した出来形の計測点群を利用して幅を管理する場合は、計測する断面の舗装左右端点について、各々道路延長方向に±10cm 以内の範囲内の計測点を抽出し、その2点間の水平距離を幅とする。なお、この場合の出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理の規定に基づくものとする。

(3) 目標高さの設定

標高較差で出来形管理を行う場合、目標高さが設計図をもとに作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した3次元設計面に対する高さ（設計図をもとに計算される高さ）からのオフセットにより目標高さを設定する。このとき、オフセット高さについては、監督職員に協議を行い設定し、工事打合せ簿により確認を行う。オフセット高さとは、設計図書をもとに作成した3次元形状に対して、出来形管理基準及び規格値の範囲内の施工誤差を考慮した場合の各層における施工前に作成した3次元設計面に対する高さとの差のことである。目標高さ（図3-1の①）は、直下層の目標高さ（図3-2の②）に直下層の出来形を踏まえて、設計厚さ以上の高さ（図3-3の③）を加えて定めた計測対象面の高さである。

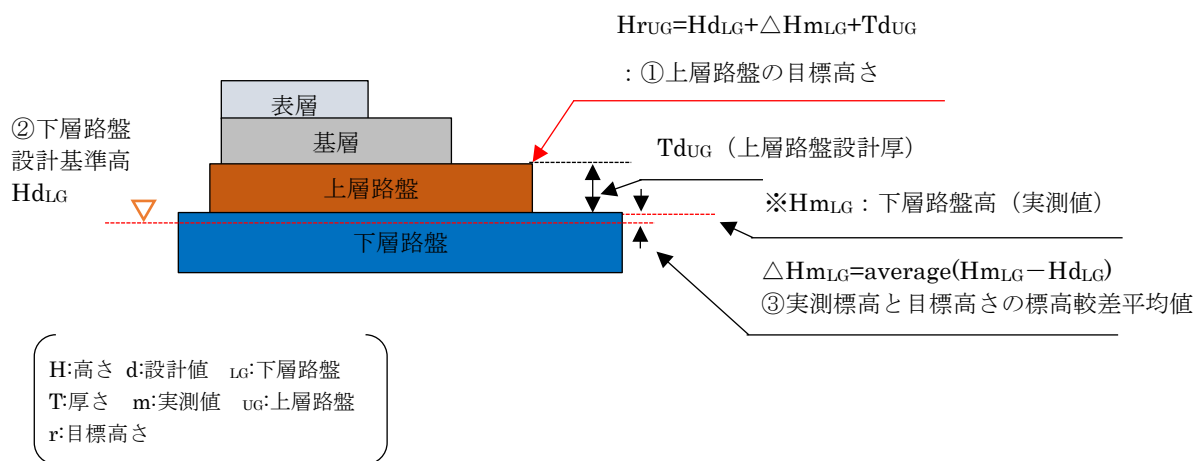


図3-2 目標高さの設定 (例: アスファルト舗装)

(4) 規格値

「個々の計測値」は、全ての測定値が規格値を満足しなければならない。計測値を満足するとは、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。なお、「個々の計測値」の規格値には、下層路盤工及び上層路盤工にあつては計測精度として±10mm が含まれ、コンクリート舗装工及びアスファルト舗装工にあつては計測精度として±4mm が含まれる。

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙-4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙-7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。

なお、舗装工の層厚管理に出来形管理用TS等光波方式を用いる場合で、表層及び基層を管理対象から除く場合は、鉛直角の最小目盛値が5"又はこれより高精度であることとし、表層及び基層を含める場合は、国土地理院認定1級と同等以上の測定精度を有し、高度角自動補正装置が搭載され適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。

受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、(3)に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとするが、国土地理院認定1級と同等以上として使用することはできない。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm+5ppm×D）以下※ 最小読定値20"以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは10⁻⁶

<計算例>

計測距離 100m の場合は、 $\pm (5 \text{ mm} + 5 \times 10^{-6} \times 100 \times 10^3) = \pm 5.5 \text{ mm}$ の誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がない T S 等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式-2**「T S 等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がない T S 等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 点以上の計測点を設定する。

(イ) T S による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムを T S で視準し 3 次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がない T S 等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により 3 次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T S と国土地理院で規定がない T S 等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表 3-3 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 3-3 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T S と国土地理院で規定がない T S 等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内 2 か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用 T S 等光波方式の設置

出来形管理用 T S 等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用 T S 等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ (複数の場合はその一つ) は $30 \sim 150^\circ$ 以内でなければならない。

なお、未知点に出来形管理用T S等光波方式を設置する際は、利用する基準点との距離は100m以内（1級2級T Sは150m以内）とし、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は、 $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用T S等光波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。

イ 出来形計測の実施

T Sと計測点までの距離が大きくなるほど計測精度が低下する傾向にあるため、出来形計測時のT Sと計測点までの視準距離の制限値は、使用するT Sの級、工種、出来形管理項目にかかわらず一律100mとする。

また、出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面として入力したラインから道路延長方向に $\pm 10\text{cm}$ 以内の範囲内になるよう計測を行うこととする。

測定項目「中心線のズレ」については、**別紙－4**の規定において出来形管理対象として定義されておらず出来形管理用T S等光波方式による出来形計測ができないため、以下のいずれかの手法により代替する。

(ア) 舗装左右端点計測時に、**別紙－7**に規定された出来形管理機能により算出される「C L離れ距離」を用いて算出し、出来形管理帳票に入力する。

(イ) 管理項目である中心線上の基準高として計測した点の座標を用いて、点群処理ソフトウェア等を使用して中心線のズレを算出する。具体的には、基準高の計測点を通り管理断面に対して平行となる横断線（面）上において、計測点と設計データ上の中心線との水平方向の距離をもって中心線のズレに代えることができる。

計測する横断面は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定基準（施工延長おおむね50mにつき1か所、50m未満は2か所）に基づき設定し、各断面の全ての計測対象点について3次元座標値を取得する。また、施工者が適宜出来形計測点を設定する。

2 TLS出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

TLS出来形管理技術による出来形管理のシステムの構成と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア TLS本体

本体から計測対象の相対的な位置を面的に取得する機器である。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の3次元点群の結合、3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

TLSによる出来形計測で使用するTLS本体は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するTLSの性能について、監督職員に提出すること。

【測定範囲内の鉛直方向の計測精度】

アスファルト舗装

路床表面	±20mm 以内
下層路盤表面	±10mm 以内
上層路盤表面	±10mm 以内
基層表面	±4mm 以内
表層表面	±4mm 以内

コンクリート舗装

路床表面	±20mm 以内
下層路盤表面	±10mm 以内
上層路盤表面	±10mm 以内
コンクリート舗装板表面	±4mm 以内

【測定範囲内の平面方向の計測精度】

アスファルト舗装

路床・下層路盤・上層路盤表面	±20mm 以内
基層・表層表面	±10mm 以内

コンクリート舗装

路床・下層路盤・上層路盤表面	±20mm 以内
コンクリート舗装板表面	±10mm 以内

(カタログ記載に加え、**様式-4**「T L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。)

色データ：色データの取得が可能なのが望ましい。(点群処理時に目視により選別するために利用する。)

(3) T L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために、既知点間の距離を比較し精度確認試験を行い、**様式-4**「T L S 精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、T L S 本体に関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法 (現場で鉛直方向の測定精度を確認する場合)

(ア) 検査面の設置及び計測

点群密度が 100 点以上得られ、かつ出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置 1 か所に 1 m² 以下の検査面を設置する。この際、計測用の標準反射板等は設置せず、検査面が露出した状態で計測すること。

(イ) 検査面の検測

検査面の高さは、検査面の中心をレベルで計測し高さを求める方法、又は検査面の四隅を T S (平面方向) とレベル (鉛直方向) で計測し、四隅の高さの平均値又は内挿補完等により高さを求める方法で実施する。

(ウ) 計測結果の評価

T L S による計測結果を、レベルによる計測した基準値となる検査面の高さと比較し、その差が表 3-4 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 3-4 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	
「T L S 計測結果とレベル計測結果の差分」の 平均値又は最頻値	アスファルト舗装	
	路床表面	±20mm 以内
	下層路盤表面	±10mm 以内
	上層路盤表面	±10mm 以内
	基層表面	±4mm 以内
	表層表面	±4mm 以内
	コンクリート舗装	
	路床表面	±20mm 以内
	下層路盤表面	±10mm 以内
	上層路盤表面	±10mm 以内
	コンクリート舗装板表面	±4mm 以内

ウ 実施方法（現場で平面方向の測定精度を確認する場合）

(ア) 検査点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2か所以上の既知点を設置し、T L Sによる計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

なお、既知点間は10m以上の離隔を確保することとする。

(イ) 検査点の検測

設置した検査点（基準点）をT S又はテープにより計測する。

(ウ) 計測結果の評価

T L Sによる計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が表3-5に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表3-5 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	
T L S 計測結果と従来 手法による計測結果の 差分	アスファルト舗装	
	路床・下層路盤・上層路盤表面	±20mm 以内
	基層・表層表面	±10mm 以内
	コンクリート舗装	
	路床・下層路盤・上層路盤表面	±20mm 以内
	コンクリート舗装板表面	±10mm 以内

エ 実施方法（事前に確認する場合）

上記と同様の手法を用いて事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないため、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に設置し、精度確認基準を満たしていることを確認する。

(4) G N S S の精度確認

T Sの設置位置の計測にG N S Sローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「G N S Sの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、G N S Sによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表3-6に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表3-6 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア T L Sの設置

T L Sは、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て設置する。また、計測範囲に対してT L S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する。

T L S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する。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、T L S設置箇所を複数回に分けて実施する。

イ 標定点の設置及び計測

標定点を用いてT L Sによる計測結果を3次元座標へ変換又は複数回の計測結果について標定点を用いて合成する場合は、計測対象箇所の最外周部に4か所以上の標定点を設置する。標定点の計測はT Sを用いて実施し、T Sから基準点及び標定点までの距離が100m以下(3級T Sの場合)又は150m以下(2級T Sの場合)とする。また、出来形計測を行っている間、標定点は動かないように確実に固定する。T Sと同様に、T L S本体がターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測してもよい。この場合、ターゲットは工事基準点又は基準点上に設置する。

ウ 出来形計測の実施

T L Sによる出来形計測は、計測対象範囲内で0.01m²(10cm×10cmメッシュ)当たり1点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、**様式-4**「T L S精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象

範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている場合は、地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。T L S 計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこととする。

出来形計測範囲は、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までとし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得するものとする。ただし、T L S 直下の欠測は許容する。

計測は、起工測量から表層までを対象とし、起工測量と表層面又はコンクリート舗装版面は、面（T S 含む）による管理を必須とする。なお、表層を管理するための上層路盤面の計測手法としてT S による出来形管理を選択することができるが、その場合はそれ以下の各層もT S による出来形管理を選択する必要がある。

(ア) 厚さに代えて標高較差で管理する場合

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

(イ) 厚さの管理を行う場合

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

(ウ) 厚さ又は標高較差管理におけるT L S 直下の欠測の取扱い

T L S 直下は、計測機器の特性により直下の一定範囲の点群が取得できないため、厚さ又は標高較差管理において、欠測部を含む一定範囲は除外してよい。なお、設計面に対する除外範囲の割合が10%を超えないものとする。厚さ管理を行う場合は、下層での欠測部も除外範囲の割合に含まれることを考慮することとする。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 0.01m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 1m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 1m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果をひとつに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

第4 出来形管理資料の作成

1 断面管理の場合

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料を作成するものとする。基本設計データ作成ソフトウェア又は出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理結果による横断面図の作成ができる場合は、工事完成図書として利用することができる。

2 面管理の場合

受注者は、3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより以下に記載する出来形管理資料を作成するものとする。

(1) 出来形管理図表

3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面又は目標高さとして出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）、出来形の良否の評価結果、及び設計面又は目標高さとして出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票又は属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる3次元モデルのビューアファイルを作成する。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、表3-7に示す項目を表形式で整理すること。また、出来形管理図表は、出来形確認箇所ごとに作成するものとし、3次元の出来形管理によらない管理項目については別途作成するものとする。

良否評価結果について、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現により明示する。また、出来形が不合格の場合は、不合格の内容が項目ごとに確認できるよう、棄却点も含め表示すること。

表3-7 出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報

出来形の良否を評価する情報	データの取り方
平均値 (算出結果、規格値(平均値規格値)及び良否評価結果)	棄却点を除く平均値
最大値 (算出結果、規格値(任意箇所規格値)及び良否評価結果)	棄却点を除く最大値
最小値 (算出結果、規格値(任意箇所規格値)及び良否評価結果)	棄却点を除く最小値
データ数 (算出結果、規格値(計測密度下限値と評価面積から計算)及び良否評価結果)	棄却点を含む全データ数
評価面積	—
棄却点数(算出結果、規格値(全数規格値に対して0.3%まで棄却可能)及び良否結果)	全棄却点数

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表3-8のとおり行うものとする。

表3-8 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
路盤工	1回/工事ごと ^{※1}	幅
	1か所/施工延長おおむね50~100m 上記未満は2か所	まき出し厚さ、転圧、 その他必要箇所
コンクリート舗装工 アスファルト舗装工	1回/工事ごと ^{※1}	幅、厚さ
	1か所/施工延長おおむね50~100m 上記未満は2か所	その他必要箇所
砂利舗装工	1回/工事ごと ^{※1}	幅
	1か所/施工延長おおむね50~100m 上記未満は2か所	まき出し厚さ、転圧、 その他必要箇所

※1 記載された撮影基準を適用するものとし、各工種の施工後、各計測機器を用いて出来形計測している状況を撮影する。

(2) 撮影方法

表3-9に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

表3-9 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
T S 等光波方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ T S の設置位置 ・ 出来形測定点 (測点、箇所) 	—

2 面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表3-10のとおり行うものとする。

表3-10 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
路盤工	1回/計測ごと	各層施工後

	1 か所／施工延長おおむね 50～100m 上記未満は 2 か所	まき出し厚さ、転圧、その他必要箇所
コンクリート 舗装工	1 回／計測ごと	各層施工後
アスファルト 舗装工	1 か所／施工延長おおむね 50～100m 上記未満は 2 か所	その他必要箇所

(2) 撮影方法

表 3-11 に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができる。

表 3-11 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
T L S	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形管理機器設置位置 ・ 出来形計測範囲 (始点側測点～終点側測点) 	—

第4章 水路工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

土工における出来形管理技術の適用範囲は表4-1のとおりとする。

表4-1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

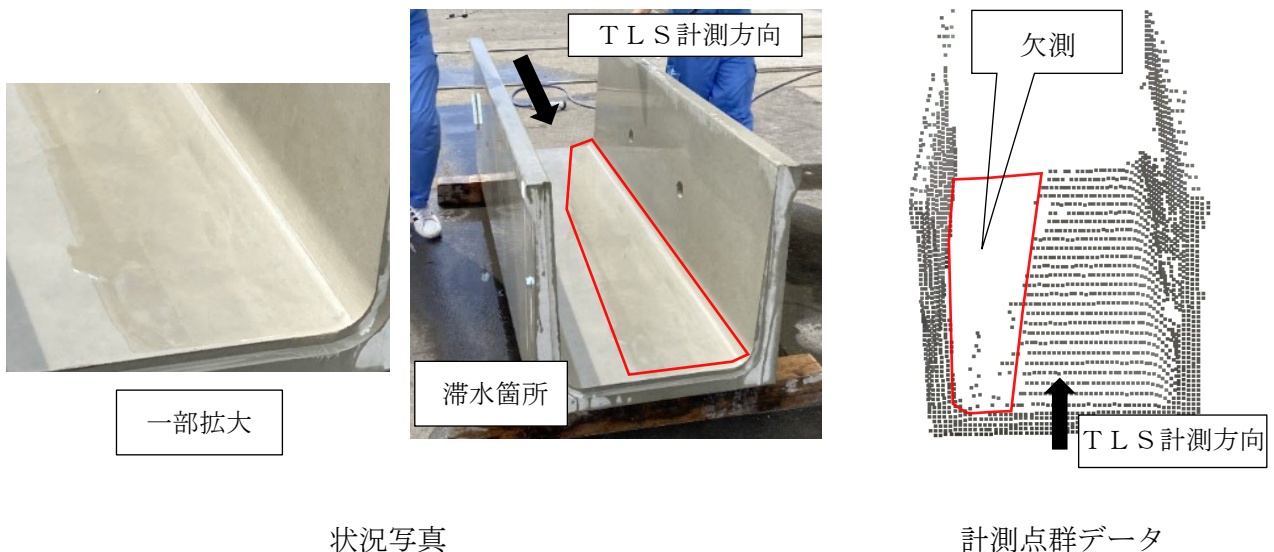
出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
【単点計測】 ・TS等光波方式 ・TS（ノンプリズム方式） ・RTK-GNSS	現場打開水路	基準高、幅、厚さ、高さ、中心線のズレ、スパン長、施工延長	施工延長100m以上
	鉄筋コンクリート大型フリーム	基準高、中心線のズレ、施工延長	
【多点計測】 ・TLS ^{※1}	鉄筋コンクリートL型水路	基準高、幅、厚さ、中心線のズレ、施工延長	

※1 TLS出来形管理技術を用いる場合、水路内が滞水状態下においては、点群データが欠測する可能性が高いため、表面に湛水がみられる状態では計測しない。

(参考例)

小排水路（鉄筋コンクリート小型フリーム）の底部に滞水状態を発生させ、TLSを用いて3次元計測を実施した例になる。

滞水していた箇所は点群データが欠測しているのが分かる。



状況写真

計測点群データ

計測機器：Leica RTC360

スキャン密度：12mm@10m

計測時天候：曇り時々晴れ

第2 出来形管理基準及び規格値

測定項目、出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙-4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙-7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 点群処理ソフトウェア

計測データを読み込み、データ上で点間の水平距離、鉛直距離及び斜距離を計測できるソフトウェアである。CADソフトウェア等に同等の機能を有する場合は使用してもよい。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、(3)に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは 10^{-6}

<計算例>

計測距離100mの場合は、±（5mm＋5× 10^{-6} ×100× 10^3 ）＝±5.5mmの誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がないT S等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式－2**「T S等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表4-2に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表4-2 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用T S等光波方式の設置

出来形管理用T S等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用T S等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用T S等光波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。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用TS等光波方式から出来形計測点までの斜距離を3級TSは100m以内（2級TSは150m以内）とする。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第4に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図4-1に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

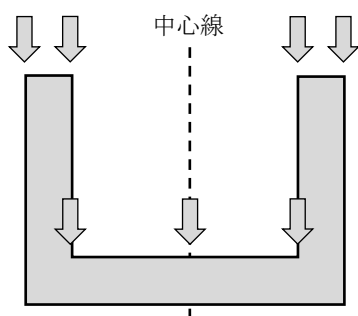


図4-1 出来形計測箇所

測定項目「厚さ」及び「中心線のズレ」については、従来手法による計測のほか、以下（ア）及び（イ）の手法により点群処理ソフトウェア等を用いて計測してもよい。

（ア）厚さ

施工段階で計測した基礎工の基準高と水路底面の基準高との標高較差をもって厚さに代えることができる（図4-2）。また、基本設計データ作成ソフトウェアにおいて、管

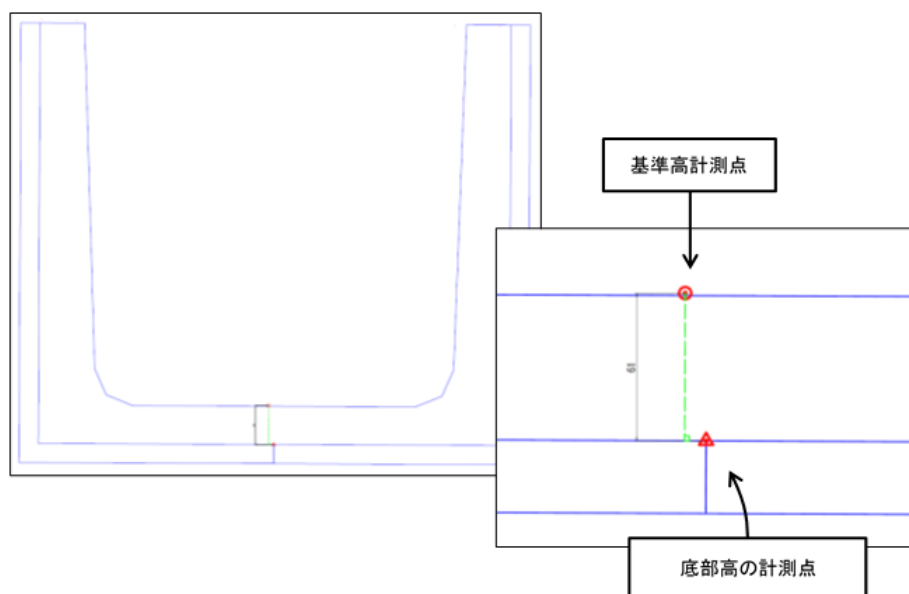


図4-2 標高較差による厚さの確認

理項目名が厚さとして設定できない場合は、ソフトウェアで使用可能な項目名を代用してもよい。

(イ) 中心線のズレ

中心線のズレについては、**別紙－4**の規定において出来形管理対象として定義されておらず出来形管理用TS等光波方式による出来形計測ができないため、以下の手法により代替する。

- ①**別紙－7**で規定された出来形管理機能により算出される「CL離れ距離」を用いる。
- ②管理項目である基準高の計測は中心線上で行うため、基準高として計測した点の座標を用いて点群処理ソフトウェア等を使用して中心線のズレを算出する。具体的には、基準高の計測点を通り管理断面に対して平行となる横断線（面）上において、計測点と設計データ上の中心線との水平方向の距離をもって中心線のズレに代えることができる（**図4－3**）。

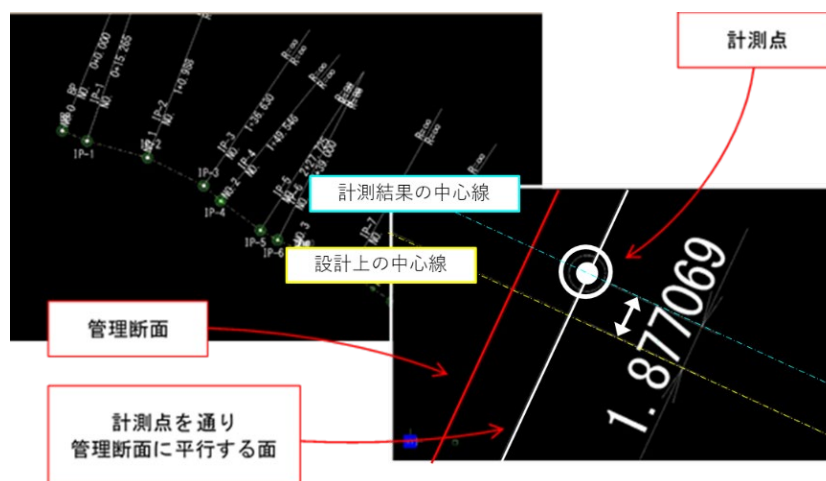


図4－3 中心線ズレの算出

2 TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能・要件

TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙一4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙一5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙一7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 点群処理ソフトウェア

計測データを読み込み、データ上で点間の水平距離、鉛直距離及び斜距離を計測できるソフトウェアである。CADソフトウェア等に同等の機能を有する場合は使用してもよい。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙一6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

（2）計測性能

TS（ノンプリズム方式）本体は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTS（ノンプリズム方式）の性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

なお、TS（ノンプリズム方式）は、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm＋5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは 10^{-6}

<計算例>

計測距離100mの場合は、±（5mm＋5× 10^{-6} ×100× 10^3 ）＝±5.5mmの誤差となる。

（3）TS（ノンプリズム方式）の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するため以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式-2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用して結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(オ) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(カ) TSによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

(キ) TS（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測完了後、3次元座標を計測する。

(ク) 計測結果の評価

TSとTS（ノンプリズム方式）で計測した計測結果を比較し、その差が表4-3に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表4-3 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TSとTS（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2か所以上

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表4-4に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表4-4 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア TS (ノンプリズム方式) の設置

TS (ノンプリズム方式) は、計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定する。また、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する。

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する。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する。

なお、未知点にTS (ノンプリズム方式) を設置する際は、利用する工事基準点間の夹角 θ (複数の場合はその一つ) は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、TS (ノンプリズム方式) と工事基準点の距離が近い場合、方位の算出誤差が大きくなるため注意すること。

イ 出来形計測の実施

TS (ノンプリズム方式) による出来形計測は、精度確認試験の確認距離内とする。

ただし、器械設置時は、プリズムを用いた計測を行うこととし、TS (プリズム方式) における制限距離以内での計測を行う。

計測する横断面は、本ガイドライン (実施編) 第4に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図4-1に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に $\pm 10\text{cm}$ の範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

測定項目「厚さ」及び「中心線のズレ」については、従来手法による計測のほか、以下 (ア) 及び (イ) の手法により点群処理ソフトウェア等を用いて計測してもよい。

(ア) 厚さ

施工段階で計測した基礎工の基準高と水路底面の基準高との標高較差をもって厚さに代えることができる (図4-1)。また、基本設計データ作成ソフトウェアにおいて、管理項目名が厚さとして設定できない場合は、ソフトウェアで使用可能な項目名を代用してもよい。

(イ) 中心線のズレ

中心線のズレについては、**別紙－４**の規定において出来形管理対象として定義されておらず出来形管理用TS等光波方式による出来形計測ができないため、以下の手法により代替する。

- ①**別紙－７**で規定された出来形管理機能により算出される「CL離れ距離」を用いる。
- ②管理項目である基準高の計測は中心線上で行うため、基準高として計測した点の座標を用いて点群処理ソフトウェア等を使用して中心線のズレを算出する。具体的には、基準高の計測点を通り管理断面に対して平行となる横断線（面）上において、計測点と設計データ上の中心線との水平方向の距離をもって中心線のズレに代えることができる（**図４－２**）。

3 T L S 出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能・要件

T L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムの構成と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア T L S 本体

本体から計測対象の相対的な位置を面的に取得する機器である。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の 3 次元点群の結合、3 次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群への T I N の配置及び 3 次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3 次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3 次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3 次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙－2**「3 次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3 次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3 次元設計データ作成ソフトウェアで作成した 3 次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

（2）計測性能

T L S による出来形計測で使用する T L S 本体は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する T L S の性能について、監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±20mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。）

色データ：色データの取得が可能なが望ましい。（点群処理時に目視により選別するために利用する。）

（3）T L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために、既知点間の距離を比較し精度確認試験を行い、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、T L S 本体に関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 か所以上の既知点を設置し、T L S による計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

設置した検査点（基準点）を T S 又はテープで計測する。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が表 4－5 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 4－5 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
点間距離	±20mm 以下	既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 検査点は 10m 以上の離隔を確保する。

(4) G N S S の精度確認

T S の設置位置の計測に G N S S ローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式－7**「G N S S の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ウ) 計測

現場内の 2 か所以上の既知点や検証点を利用し、G N S S による計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(エ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表 4－6 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 4-6 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内 2 か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア T L S の設置

T L S は、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て設置する。また、計測範囲に対して T L S 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する。

T L S 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する。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、T L S 設置箇所を複数回に分けて実施する。

イ 標定点の設置及び計測

標定点を用いて T L S による計測結果を 3 次元座標へ変換又は複数回の計測結果について標定点を用いて合成する場合は、計測対象箇所の最外周部に 4 か所以上の標定点を設置する。標定点の計測は T S を用いて実施し、T S から基準点及び標定点までの距離が 100 m 以下（3 級 T S の場合）又は 150 m 以下（2 級 T S の場合）とする。また、出来形計測を行っている間、標定点は動かないように確実に固定する。T S と同様に、T L S 本体がターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測してもよい。この場合、ターゲットは工事基準点又は基準点上に設置する。

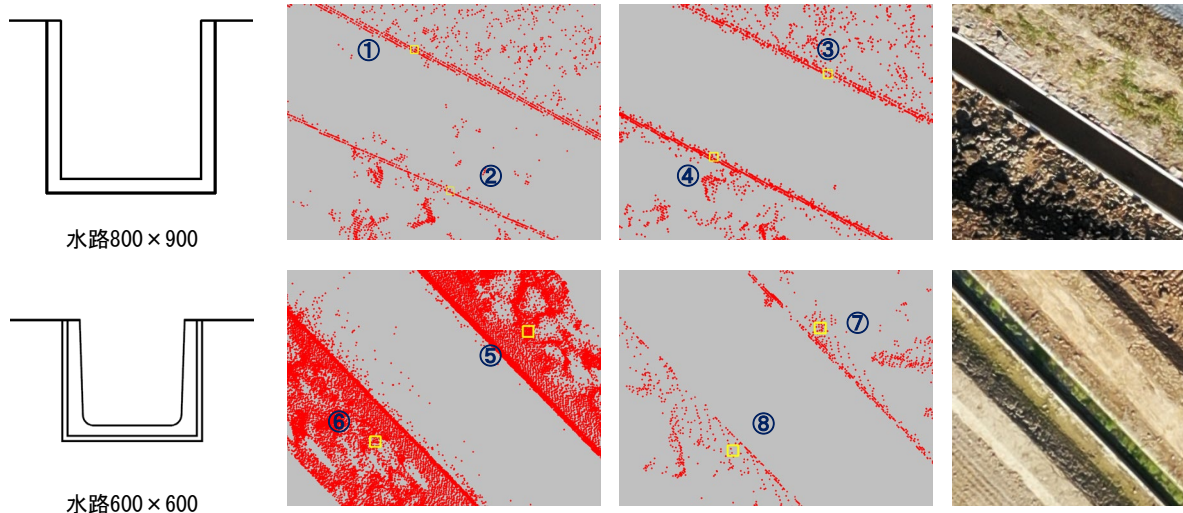
ウ 出来形計測の実施

T L S による出来形計測は、対象となる水路の規模を考慮し、断面形状の再現が可能な密度を設定するものとする。また、1 回の計測距離は、**様式-4**「T L S 精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている場合は、地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。

(参考例)

(1) 小排水路（鉄筋コンクリート小型フリーム）を対象に T L S を用いた 3 次元計測を実施し、断面管理に必要な水路形状を再現できた点群密度の例を以下に示す。

取得したオリジナルの点群データの密度を確認するため、水路天端付近に 0.0025m^2 （ $5\text{cm} \times 5\text{cm}$ メッシュ）の範囲①～⑧を設定し、各範囲内の点群数を抽出した。なお、範囲①～⑧の設定に際し、横断図を作成する管理断面付近及び計測データの中で高密度でない箇所^{*}に留意した。



※「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（国土交通省 令和4年3月）において、T L Sの計測密度は「最も入射角が低下する箇所でも0.01m²あたりに1点以上」と規定されているため、高密度部分を避けることとした。

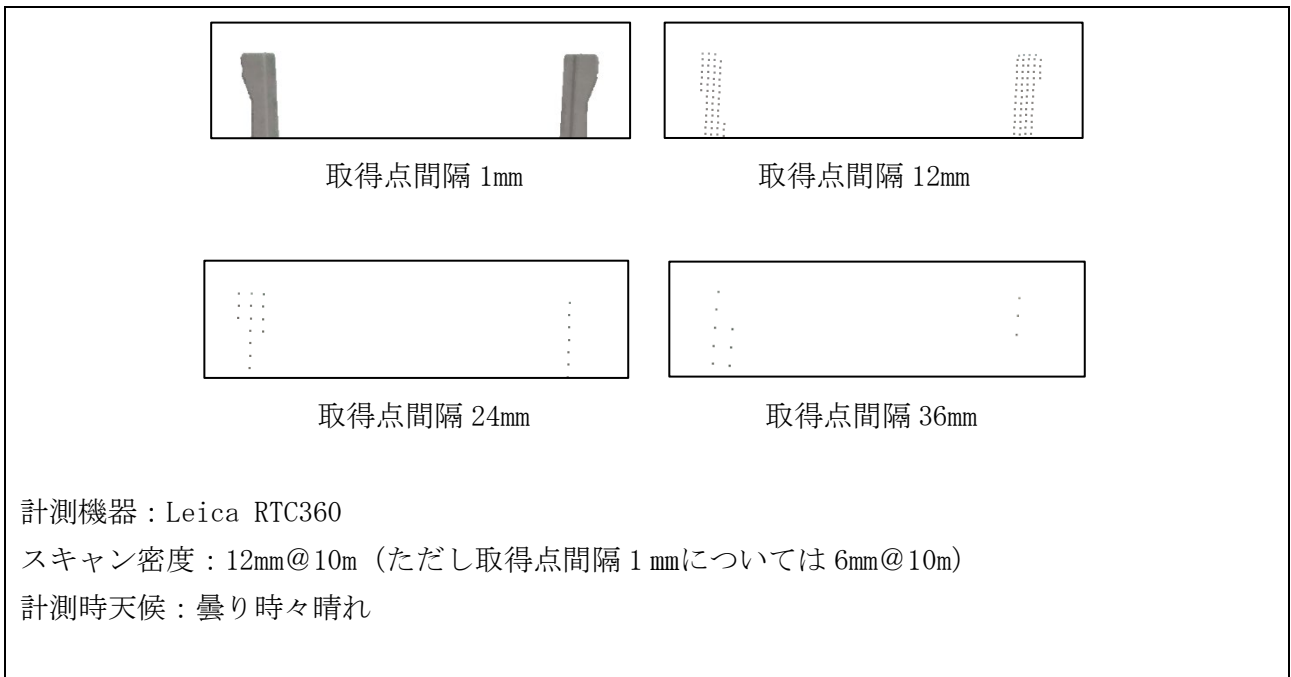
表4-7 T L Sで計測した点群密度の例

水路工	機能	参照範囲	点数
鉄筋コンクリートフ リューム水路 800×900mm	排水路	①	17
		②	8
		③	7
		④	15
鉄筋コンクリートフ リューム水路 600×600mm	排水路	⑤	143
		⑥	48
		⑦	16
		⑧	4
平均値			32.25
最低値			4

(2) 水路天端で0.0025m² (5cm×5cmメッシュ)に1点以上の計測点が得られる設定でT L S計測を行い、点群データで水路天端を再現した例を示す。なお、水路天端幅は65mmである。

5cm×5cmメッシュに1点以上の計測点を満たしているが、水路天端の取得点数が数点の場合、断面管理に必要な水路天端の再現は難しいといえる。

点群データを用いて水路天端を再現するには、取得点間隔が12mmの場合は20~30mmの誤差が生じることから、取得点間隔が1mmとなる計測密度(1cm×1cmメッシュに10点以上)で測定することが望ましい。



測定項目は、「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。各項目は点群処理ソフトウェア等を用いて計測データから算出することができる。また、算出に用いる計測データは、管理断面より±100mm の範囲内の点群とする。点群処理ソフトウェア等を用いた測定項目の算出において、管理断面範囲内より必要な端部が選定できない場合は、図 4-4 のとおり補助線を用いて計測してもよい。なお、計測データを用いた算出が困難な場合は監督職員と協議の上、従来手法による計測も可能とする。

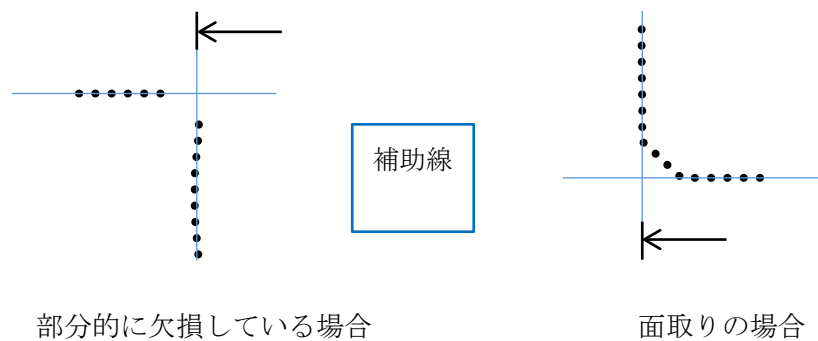


図 4-4 補助線の活用

(ア) 基準高

底部の幅の端部 2 か所を計測し、その中点に位置する計測点の高さを用いる。

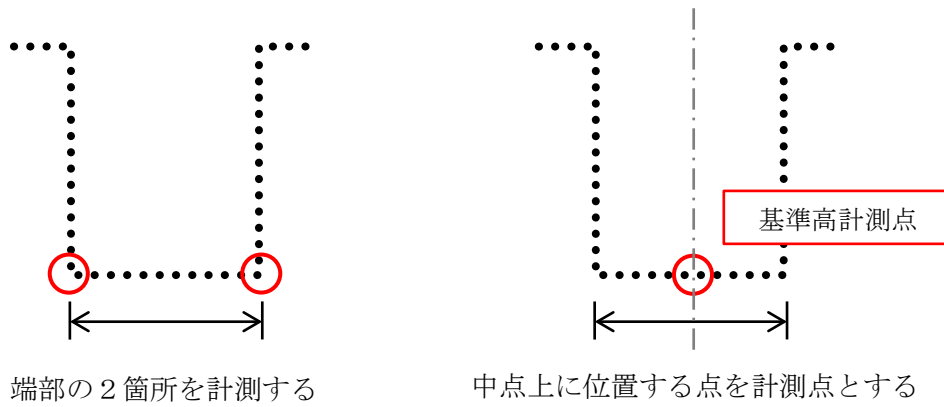
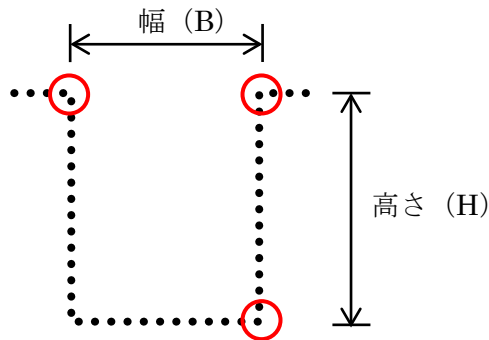


図4-5 基準高の計測

(イ) 幅、高さ

計測すべき幅及び高さの端部を構成する2か所を計測し、計測した3次元座標間の水平方向又は鉛直方向の差分を用いる。



端部の2箇所を計測する

図4-6 幅、高さの計測

(ウ) 厚さ

基準高として計測した点と、事前にTSで計測した点座標との座標間の鉛直方向の差分を用いる。

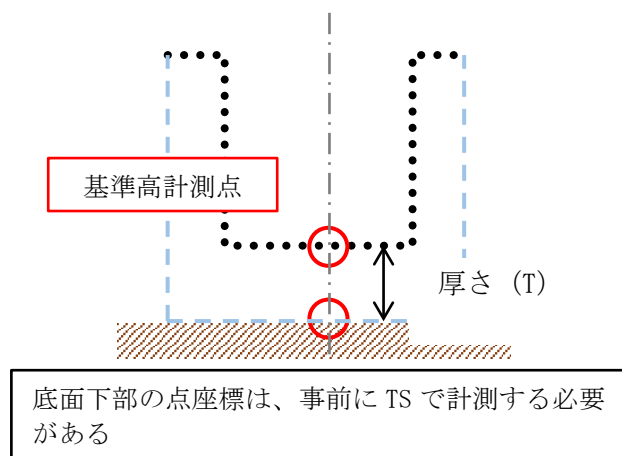


図4-7 厚さの計測

(エ) 中心線のズレ

基準高として計測した点と、設計データ上の中心線の水平方向の差分を用いる。

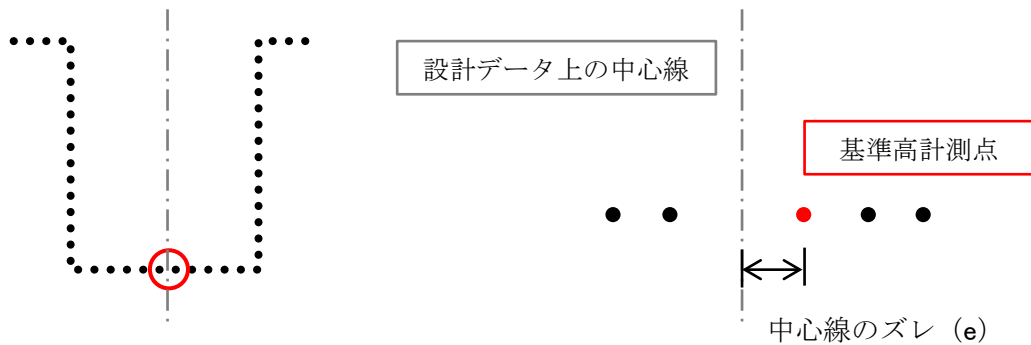


図4-8 中心線のズレの計測

(オ) スパン長、施工延長

計測すべき測線上の延長の端部を構成する2か所を計測し、計測した3次元座標間の斜距離を用いる。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。ただし、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合があるため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上従来手法で計測してもよい。

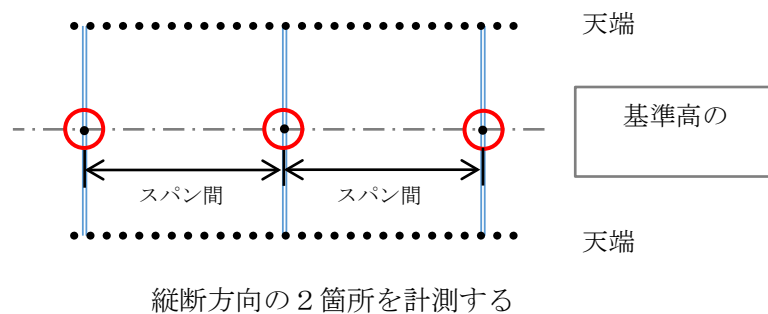


図4-9 スパン長の計測

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果をひとつに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

4 RTK-GNSS方式出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。高さ補完機能を持つ高さ補完装置が付属する場合もある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③線形データの切り替え選択機能
- ④基本設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等をもとに、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアであり、作成した基本設計データは、通信又は記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。別紙-5「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 点群処理ソフトウェア

計測データを読み込み、データ上で点間の水平距離、鉛直距離及び斜距離を計測できるソフトウェアである。CADソフトウェア等に同等の機能を有する場合は使用してもよい。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

基本設計データと出来形測定データを読み込むことにより出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。別紙－6「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規定 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量 岩線計測 部分払い 出来高計測 出来形計測	公称測定精度：±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×D) 最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は、 ±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×500×103) = ±21mmの 誤差となる	鉛直方向 ±10mm 以内 平面方向 ±20mm 以内

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±10mm 以内
---------------	---

ア RTK-GNSSの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検討機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であることが確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、様式－8「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規定参照。）

エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

(3) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSS基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法のように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。ローカライゼーションを行うことによりGNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、GNSS座標の計測値から自動的に現場座標の計測値が得られる。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

(ア) 工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±10mm以上ある場合は、再度初期化を行う。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。出来形計測の結果、計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第4に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図4-1に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高

等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考慮して自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

- (エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。
- (オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。上記（イ）～（カ）を繰り返して計測し、必要に応じて（ア）やアを実施する。
- (カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

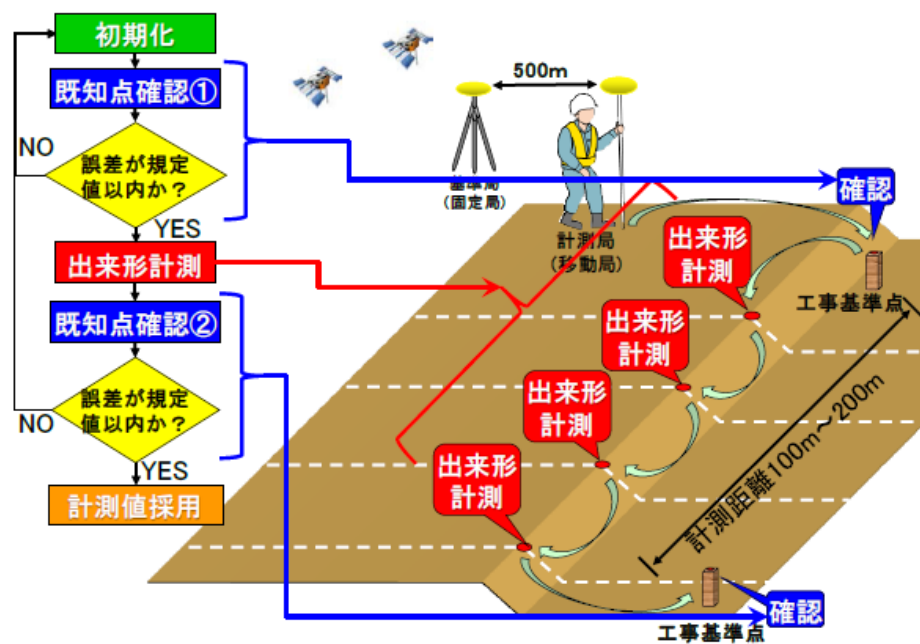


図4-10 初期化と計測の手順

（出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和3年3月国土交通省）

(キ) 測定項目「厚さ」及び「中心線のズレ」については、従来手法による計測のほか、以下の手法により点群処理ソフトウェア等を用いて計測してもよい。

①厚さ

施工段階で計測した基礎工の基準高と水路底面の基準高との標高較差をもって厚さに代えることができる（図4-2）。また、基本設計データ作成ソフトウェアにおいて、管理項目名が厚さとして設定できない場合は、ソフトウェアで使用可能な項目名を代用してもよい。

②中心線のズレ

中心線のズレについては、**別紙－4**の規定において出来形管理対象として定義されておらず出来形管理用TS等光波方式による出来形計測ができないため、以下の手法により代替する。

- ・**別紙－7**で規定された出来形管理機能により算出される「CL離れ距離」を用いる。
- ・管理項目である基準高の計測は中心線上で行うため、基準高として計測した点の座標を用いて点群処理ソフトウェア等を使用して中心線のズレを算出する。具体的には、基準高の計測点を通り管理断面に対して平行となる横断線（面）上において、計測点と設計データ上の中心線との水平方向の距離をもって中心線のズレに代えることができる（図4－3）。

第4 出来形管理資料の作成

1 断面管理の場合

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料を作成するものとする。基本設計データ作成ソフトウェア又は出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理結果による横断図の作成ができる場合は、工事完成図書として利用することができる。

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表4-8のとおり行うものとする。

表4-8 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
現場打開水路	1か所／おおむね2スパン	幅、厚さ、高さ、配筋、打継目、その他必要箇所
鉄筋コンクリートフリーフォーム大型フリーフォーム	1か所／施工延長おおむね50～100m	布設、その他必要箇所
鉄筋コンクリートL型水路	上記未満は2か所	幅、厚さ、布設、その他必要箇所

(2) 撮影方法

表4-9に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

表4-9 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
TS等光波方式 TS（ノンプリズム方式） RTK-GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・TS又はRTK-GNSS基準局の設置位置（ネットワーク型RTK-GNSSの場合はその旨を記載する。） ・出来形測定点（測点、箇所） 	—
TLS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・出来形管理機器設置位置 ・出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点） 	—

第5章 暗渠排水工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

暗渠排水工における出来形管理技術の適用範囲は表5-1のとおりとする。

表5-1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
<ul style="list-style-type: none"> ・TS等光波方式 ・RTK-GNSS 	<ul style="list-style-type: none"> ・吸水渠 ・集水渠 ・導水渠 	布設深さ、間隔及び施工延長に代えて、布設標高較差、中心線のズレ及び水平方向延長を管理	1ほ場ごとにおける施工延長が10a当たり100m以上かつ対象とする 施工延長が1.1km以上

2 面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
<ul style="list-style-type: none"> ・施工履歴データ 	<ul style="list-style-type: none"> ・吸水渠 ・集水渠 ・導水渠 	布設深さ、間隔及び施工延長に代えて、掘削底面標高	1ほ場ごとにおける施工延長が10a当たり100m以上かつ対象とする 施工延長が1.1km以上

第2 出来形管理基準及び規格値

1 断面管理の場合

図5-1に示すとおり、計測した出来形計測点の3次元座標値と設計データの比較により出来形管理を行う。測定項目及び規格値は表5-2のとおりとする。

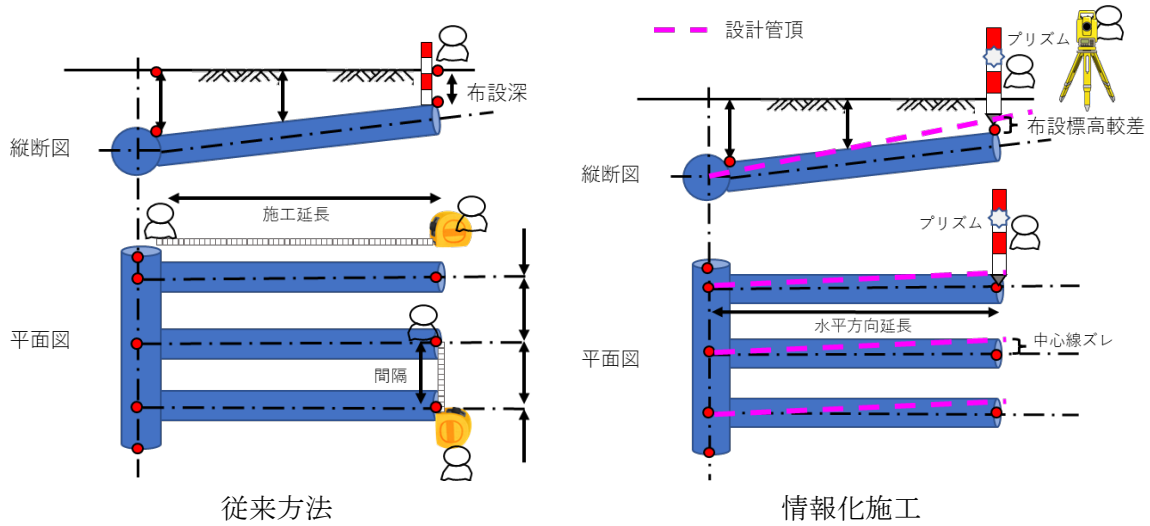
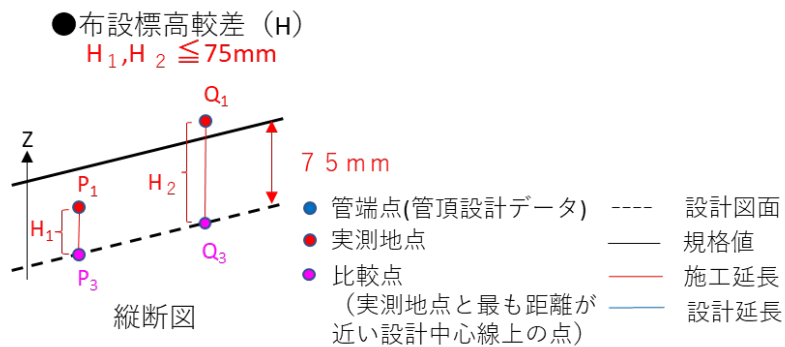


図5-1 従来方法と情報化施工の出来形管理の比較

表5-2 出来形管理基準

工種	出来形管理項目	規格値 (mm)	測定箇所
吸水渠 集水渠 導水渠	布設標高較差 (H)	+75mm	図5-2に示す H1、H2を評価
	中心線のズレ (e)	+375mm	図5-2に示す B1、B2を評価
	水平方向延長 (L)	-0.2% ただし、延長500m以下は-1,000	図5-2に示す L1を評価



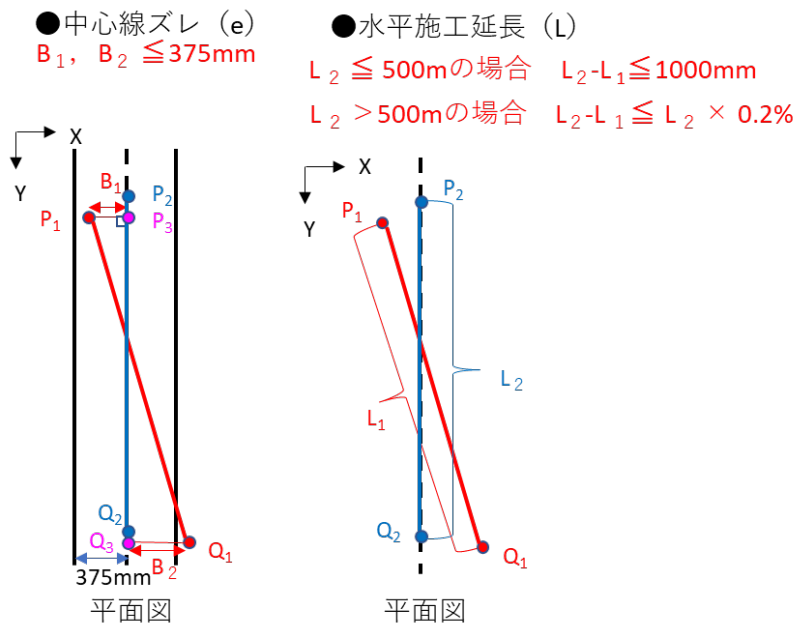


図 5 - 2 出来形評価イメージ

2 面管理の場合

測定項目及び規格値は表 5 - 3 のとおりとする。

管理ブロックとは、出来形評価を行うため、路線ごとに施工範囲を長方形の領域に分割したものであり、各管理ブロックには管理ブロック番号を付ける。設計データを延長方向 1 m ごとに長方形に区切り、1 m × バケット幅の管理ブロックに分割することを基本とする（上限値 450mm）。屈曲箇所等の端ブロックの延長が 50cm 未満となる場合は、当該端ブロックは管理ブロックとしないこととする。高低差があり、すりつけ区間を設ける必要がある場合に限り、監督職員と協議を行い、管理ブロックの設定を行わないことができる。ただし、品質に影響が出ないように十分に注意する必要がある。路線ごとの施工範囲の分割イメージ及びすりつけ区間の例を図 5 - 3 及び図 5 - 4 に示す。

表 5 - 3 出来形管理基準

工種	評価項目	規格値 (mm)
吸水渠 集水渠 導水渠	「各管理ブロックの標高較差」の路線内平均	±100mm
	「各管理ブロックの標高較差」の路線内最大値	+150mm
	「各管理ブロックの標高較差」の路線内最小値	-150mm
	不良判定ブロック数	0

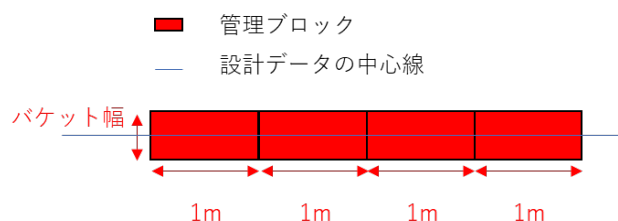


図 5 - 3 路線ごとの施工範囲の分割イメージ

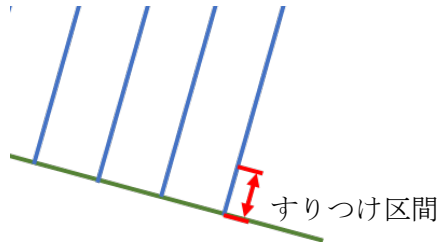


図5-4 すりつけ区間の例

(1) 出来形測定箇所

出来形測定箇所は、天端面（掘削の場合は平場面）及び法面（小段を含む。）の全面とし、出来形測定密度は1点/m²（平面投影面積当たり）以上とする。

(2) 「各管理ブロックの標高較差」の算出方法

出来形評価用データから各管理ブロックの最下点を抽出し、これを各管理ブロックの最下実測点Pとする。「各管理ブロックの標高較差」とは、各管理ブロックの最下実測点Pと設計面との標高較差である。取得した全ての点で設計面との標高較差を算出するものとは異なることに留意する。

なお、法肩及び法尻から水平方向に±50mm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。

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が、規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、又は規格値の条件が最も厳しい値を採用する。

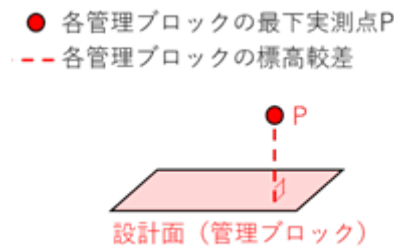


図5-5 各管理ブロックの標高較差

(3) 各管理ブロックの良否判定

各管理ブロックの最下実測点Pが以下のア及びイの両方を満たす場合、管理ブロックを「良」判定とし着色する。

ア 水平離隔が短辺を両側に170mm拡大した許容範囲内にある。なお、170mmの許容範囲を設けず、管理ブロック幅を170mm拡張する方法により判別しても差し支えないものとする。

なお、法肩及び法尻から標高方向に±50mm以内に存在する計測点は、水平較差の評価から除く。

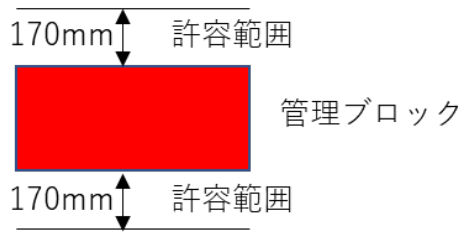


図 5 - 6 水平離隔の良否基準イメージ

イ 各管理ブロックの標高較差が 75mm 以内である。

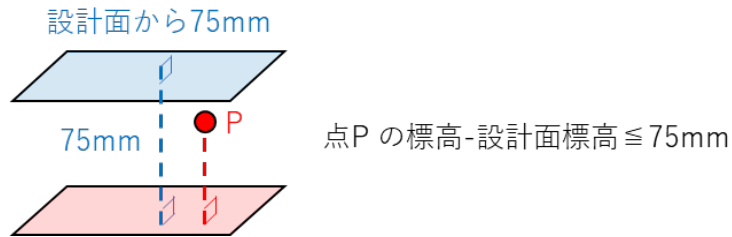


図 5 - 7 標高較差の良否基準イメージ

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙-4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙-7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

暗渠排水工における出来形帳票作成機能は、第4の1（1）に示す出来形管理帳票を作成できる機能を有している必要があるが、対応していない場合は出来形帳票作成ソフトウェアを利用し手動で帳票作成を行っても差し支えないものとする。

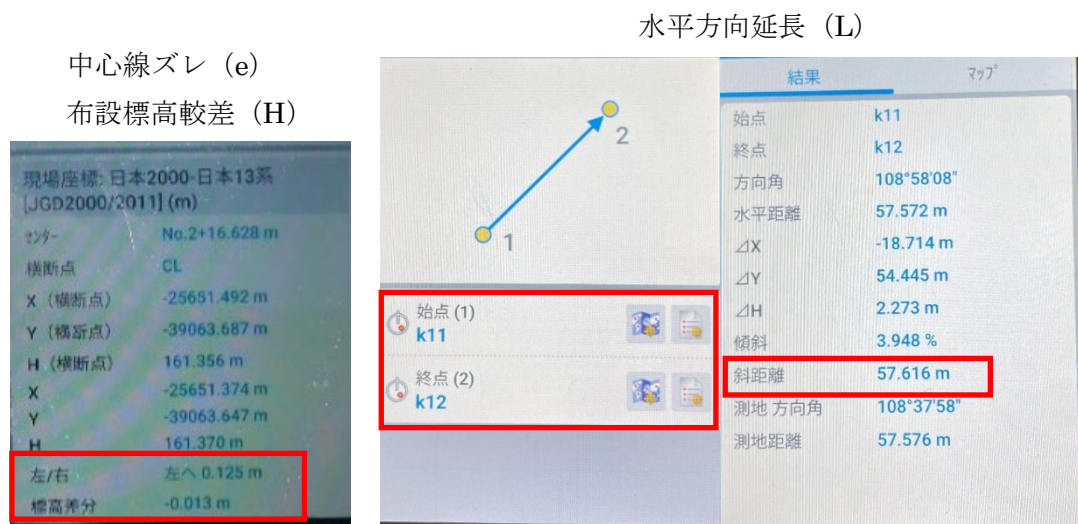


図5-8 出来形確認画面例

(2) 計測性能

出来形管理用 T S 等光波方式は、以下に示す国土地理院認定 3 級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用する T S の性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がない T S 等光波方式を利用する場合は、(3) に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、T S は、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定 3 級で規定される性能

測距精度：± (5 mm + 5 ppm × D) 以下※ 最小読定値 20” 以下

※ D 値は計測距離 (m)、ppm は 10^{-6}

< 計算例 >

計測距離 100m の場合は、± (5 mm + 5 × 10^{-6} × 100 × 10^3) = ± 5.5mm の誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がない T S 等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式-2**「T S 等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がない T S 等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 点以上の計測点を設定する。

(イ) T S による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムを T S で視準し 3 次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がない T S 等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により 3 次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T S と国土地理院で規定がない T S 等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表 5-4 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 5 - 4 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T S と国土地理院で規定がない T S 等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内 2 か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用 T S 等光波方式の設置

出来形管理用 T S 等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

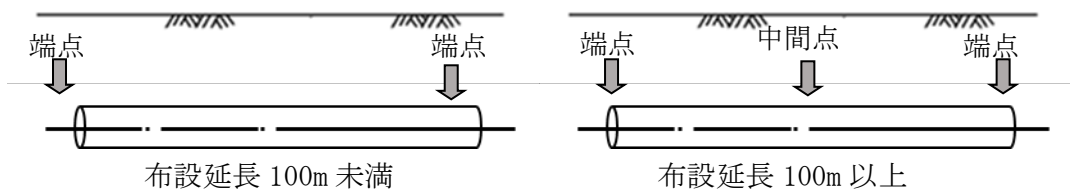
なお、未知点に出来形管理用 T S 等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用 T S 等光波方式と工事基準点の距離が近いと、方位の算出誤差が大きくなるので注意すること。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用 T S 等光波方式から出来形計測点までの斜距離を 3 級 T S は 100m 以内（2 級 T S は 150m 以内）とする。T S 等光波方式による計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第 4 に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について 3 次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は、図 5 - 9 に示すとおり路線ごと上、下流橋の管頂 2 か所とする。1 本の布設長がおおむね 100m 以上のときは中間点を加えた 3 か所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に $\pm 10\text{cm}$ の範囲とする。これは、出来形管理用 T S 等光波方式でプリズムを出来形測定箇所を精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。



↓：暗渠排水工における出来形測定対象点

図 5 - 9 出来形計測箇所

2 RTK-GNSS方式出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。高さ補完機能を持つ高さ補完装置が付属する場合もある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③線形データの切り替え選択機能
- ④基本設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等をもとに、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアであり、作成した基本設計データは、通信又は記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。別紙－5「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

基本設計データと出来形測定データを読み込むことにより出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。別紙－6「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規定 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量 岩線計測 部分払い 出来高計測 出来形計測	公称測定精度：±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×D) 最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は、 ±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×500×103) = ±21mmの 誤差となる	鉛直方向 ±10mm 以内 平面方向 ±20mm 以内

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±10mm 以内
---------------	---

ア RTK-GNSSの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検討機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であることが確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規定参照。）

エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

(3) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSS基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法の

ように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。ローカライゼーションを行うことによりGNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、GNSS座標の計測値から自動的に現場座標の計測値が得られる。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

(ア) 工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±10mm以上ある場合は、再度初期化を行う。MC・MG技術により施工を行う場合は、計測精度を高めるため、RTK-GNSSとMC・MG技術の基準局や補正方式を統一し、同一の補正情報により位置情報補正を実施することが望ましい。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。出来形計測の結果、計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第4に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は、図5-9に示すとおり路線ごとに上、下流橋の管頂2か所とする。1本の布設長がおおむね100m以上のときは中間点を加えた3か所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所へ精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考えて自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定

できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるもの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

- (エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。
- (オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。
- (カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

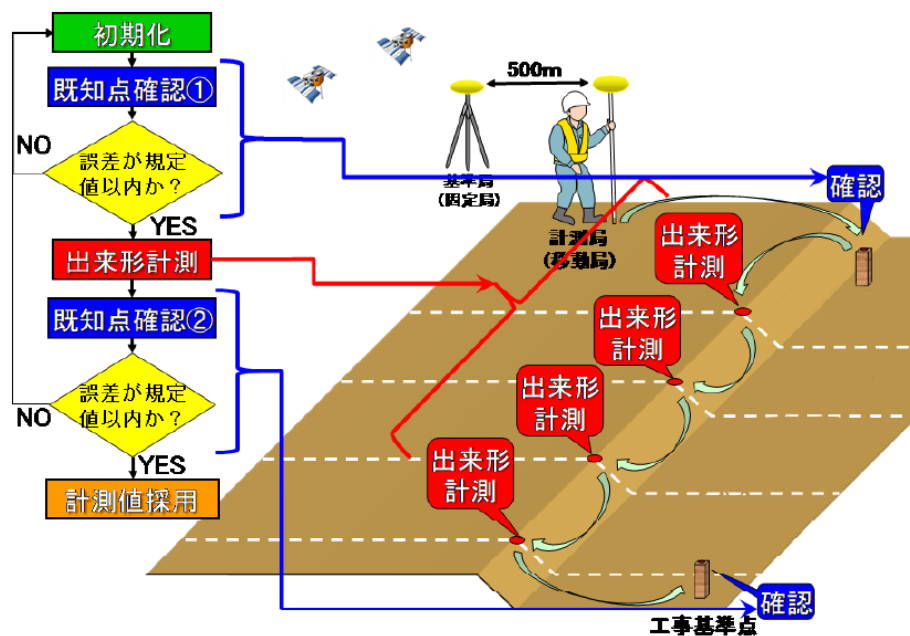


図5-10 初期化と計測の手順

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和5年3月国土交通省）

3 施工履歴データ出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

施工履歴データを用いた出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア ICT建設機械本体、車載PC

建設機械本体や施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録するための装置である。施工履歴データは、車載PCから記録媒体（USBメモリー等）にコピーするなどして使用する。適用機種は表5-5のとおりである。

また、施工者が定める施工管理値を施工中リアルタイムで車載モニターに表示し、これをオペレータが確認しながら施工できる機能を有することとする。モニターへの表示方法については、受注者の任意とする。

表5-5 適用機種

工種	適用できるICT建設機械	施工履歴データを記録する箇所	施工履歴データを記録する作業
掘削工	3DMCバックホウ 3DMGバックホウ	バケット刃先	吸水渠 集水渠（支線） 導水渠（幹線）

※1 ICTバックホウは、バケット刃先の3次元座標を施工履歴データとして記録できる機能を有するものを用いる。バケット幅は450mm以下のものを用いる。



図5-11 ICTバックホウの機器構成例

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、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の抽出、出来形部分と関係のない不要な点の除外、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の作成、点群へのTINの配置及び3次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。別紙-1「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。別紙-2「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、3次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。別紙-3「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

施工履歴データによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するICT建設機械本体の性能について、監督職員に提出すること。

精度：±50mm 以内（カタログ記載に加え、様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。）

(3) 精度確認

ICT建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、現地において精度管理を実施すること。詳細は、様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を確認すること。なお、ICT建設機械の作業装置位置の測定精度は、以下の要因により変化する。様々な誤差要因が考えられるため、現場における精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

- ①RTK-GNSSの位置精度
- ②RTK-GNSS及び角度センサー位置間の寸法計測誤差
- ③角度センサーによる出力精度
- ④ソフト処理上の丸め誤差
- ⑤機械の劣化（刃先の摩耗を含む）

ア 着工前の精度確認

様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の2 実施方法 1) テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）及び以下に従い、本ガイドラインによる出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果を様式-11を用いて提出する。

(ア) 実際に掘削整形作業を行う方法

施工に使用するICT建設機械を用いて、現場内の適切な場所で、平場を平坦に整形する作業を行い、施工履歴データを記録する。作業後、TSにより出来形を検測する。テスト作業で成形する範囲は5m×5m以上とし、TSでの検測はテスト範囲内で16点以上とする。

施工履歴データから求める出来形とTSで検測した点の3次元座標を比較し、標高の差を算出する。標高較差が表5-6に示す精度確認基準を満足していることを確認する。

表5-6 精度確認基準

試験モード	比較方法	精度確認基準
テスト作業による精度確認	TS計測値との較差	標高較差 ±100mm 以内

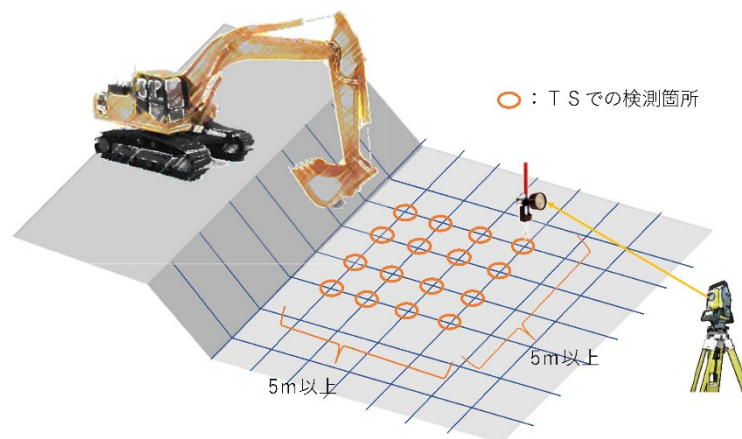


図5-12 実際に掘削整形作業を行う方法の検測例

(イ) プリズムにより作業装置位置を計測する方法

現場内に、テスト作業で掘削・整形を行うことのできる適切な場所がない場合は、以下の方法により精度確認を行う。

施工に使用するICT建設機械を現場内に静置し、ICT建設機械が施工履歴データとして座標を記録する点に自動追尾式TSで追尾・計測可能な全周プリズムを設置する。ICT建設機械により平場の整形作業を模した動作を行い、動作中の施工履歴データを記録するとともに、全周プリズムの3次元座標をTSにより追尾・計測する。整形作業を模した動作を行う平面範囲は5m×5m以上とし、TSにより計測する点数は16点以上とする。

動作中に記録した施工履歴データとTSにより実測した3次元座標を比較し、標高の差の平均値を算出する。標高較差が表5-6に示す精度確認基準を満足していることを確認する。

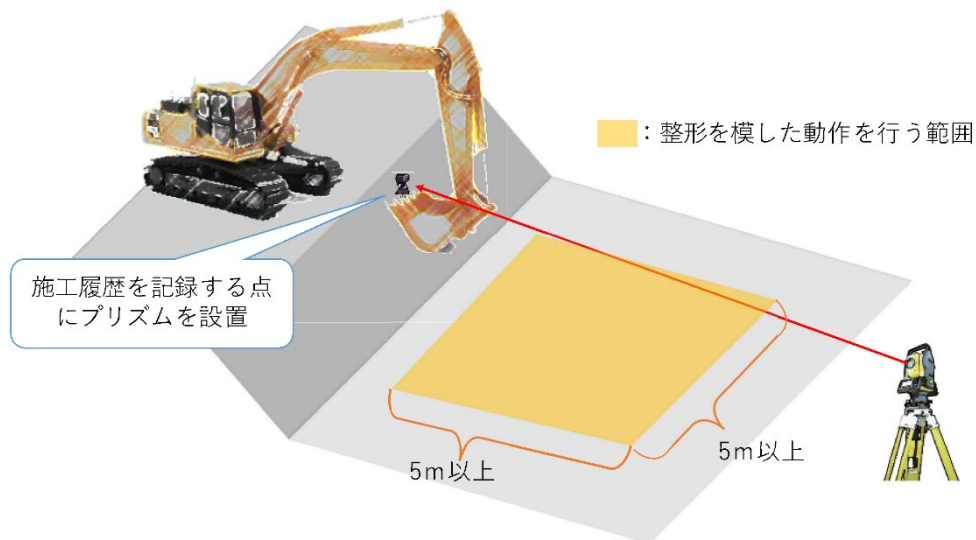


図 5-13 プリズムにて作業装置位置を計測する方法の検測例

イ 日々の精度確認

施工履歴データを出来形計測に利用する場合は、**様式-11**「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」の2 実施方法 2) 施工期間中の日々の精度確認及び以下に従い、作業日1日ごとに、始業前に精度確認試験を実施する。結果については、監督職員の求めに応じて提出できるよう保管する。

バケット位置の精度評価方法は、マシンガイダンス技術から提供されるバケット刃先座標と、既知点又はTSにより計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が表5-7に示す精度確認基準を満足していることをもって、所要の性能を確保していると判断する。

なお、本精度確認試験は、施工範囲内とは別に設けた陸上の任意の箇所で実施すればよく、姿勢の確認のみでよい。バケット位置精度の標準的な確認方法を図5-13に示す。

表 5-7 精度確認基準

試験モード	比較方法	精度確認基準
静止状態の精度確認	既知点又はTS計測値との水平・標高較差	水平・標高較差 ±50mm 以内

●：既知点、TS計測点

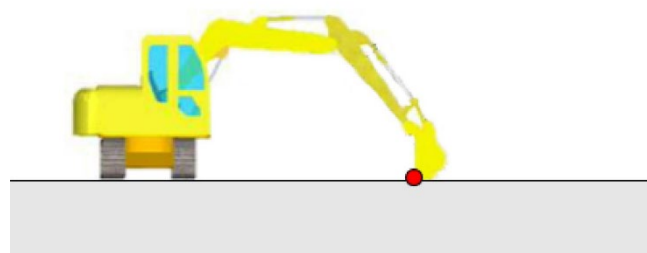


図 5-13 バケット位置精度の標準的な確認方法

ウ 計測密度

出来形管理に用いる施工履歴データに必要となる計測密度は、1点/m²以上とする。

エ 開発中の機種

開発中の機種の精度確認については、監督職員との協議によりバックホウに準拠できるものとする。実証の際にテスト作業で成形する範囲は5 m以上とし、TSでの検測はテスト範囲内において6点以上とする。

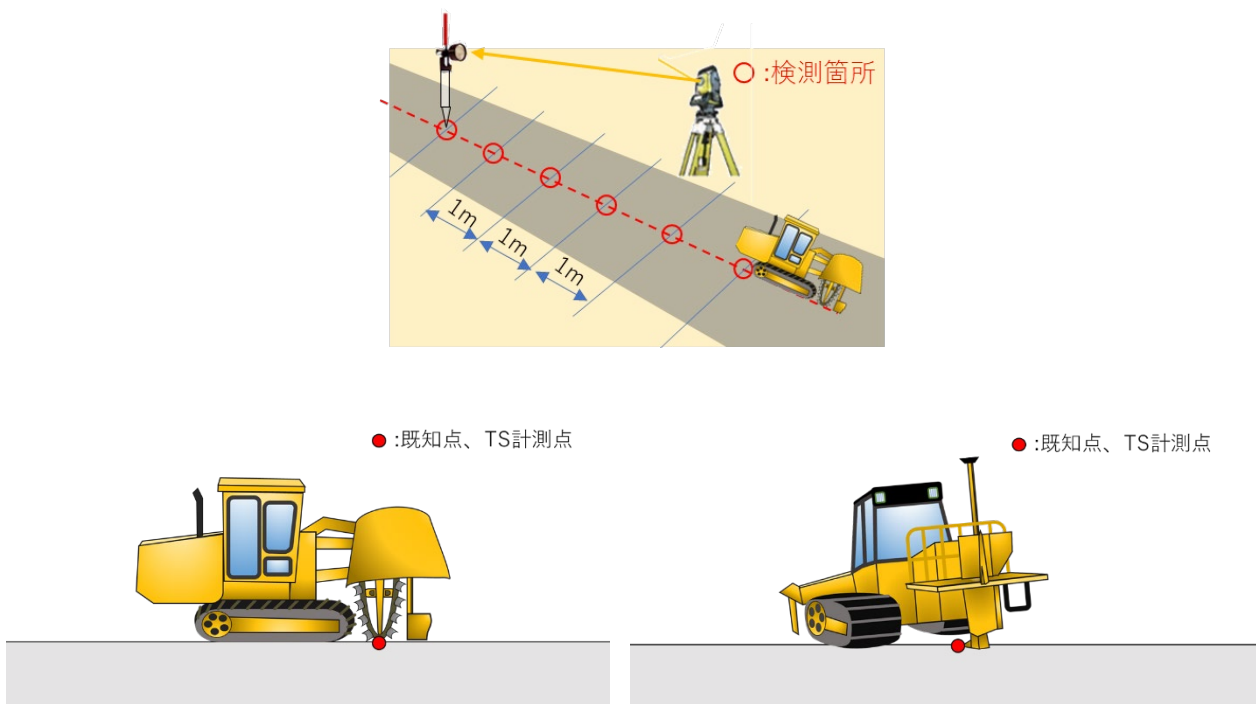


図5-14 検測、静止状態での掘削チェーン、開削刃位置精度の確認方法の例

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 工事基準点の設置及び計測

精度確認用の検証点を設置する。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る。工事基準点等の既知点からTSを用いて計測することができる。また、検証点は施工履歴データによる出来形計測中に動かないように固定し、TS等光波方式により計測した座標値を利用する。

イ 出来形計測箇所

出来形計測範囲は、日当りの施工範囲について3点以上の出来形確認を行い、規格値を満足していることをTS等光波方式による計測により確認する。日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、GNSS衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて1回で実施してもよい。なお、計測点は計測員が安全に立ち入ることができる範囲内で、1日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。

ウ 計測点群データの作成

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し、点群データ処理ソフトウェアを用いて点群データから出来形部分と関係のない不要点等を除去して3次元の計測点群データを作成する。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

- (ア) 出来形評価の対象は、管理ブロックを設定した区間で、設計データの中心線から両側に50cm(全幅1m)の範囲内にある計測点群データとして、不要な点の計測データを削除する。この際、出来形計測点群データをグリッドにより取得する場合は、10cmに1点のデータ取得を基本とする。なお、グリッドがバケット幅より大きい場合は利用できないことに留意する。

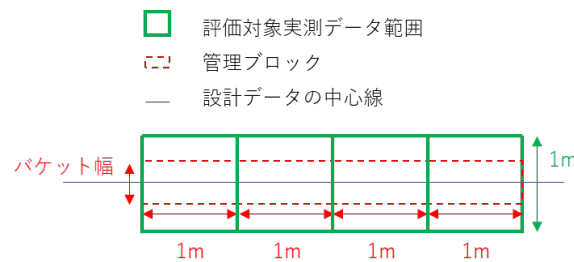


図5-15 出来形評価対象実測データの範囲

- (イ) 暗渠排水工においては、出来形のT I Nファイルは必須ではない。必要に応じて、計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界、又は出来形の面データを作成する。

第4 出来形管理資料の作成

1 断面管理の場合

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料を作成するものとする。基本設計データ作成ソフトウェア又は出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理結果による横断面図の作成ができる場合は、工事完成図書として利用することができる。

(1) 記載項目

ほ場番号、管径、路線番号、点番号、設計点位置 (X (m)、Y (m))、実測点位置 (X (m)、Y (m))、布設標高較差、中心線のズレ、水平方向延長等を記載する。

(2) 出来形管理図

出来形計測位置図と、布設標高較差、中心線のズレ及び水平方向延長について、グラフ等を作成する。作成例を図5-16に示す。

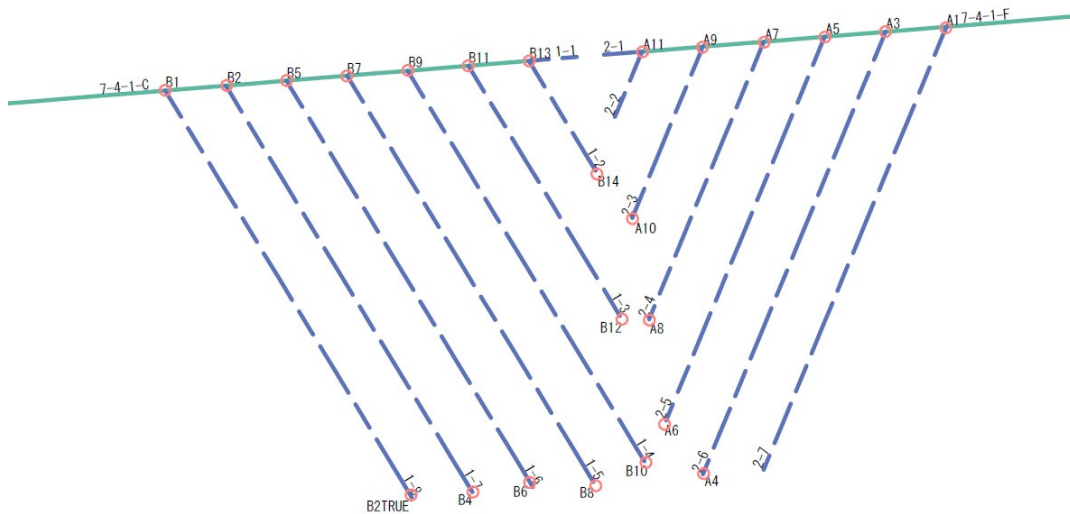
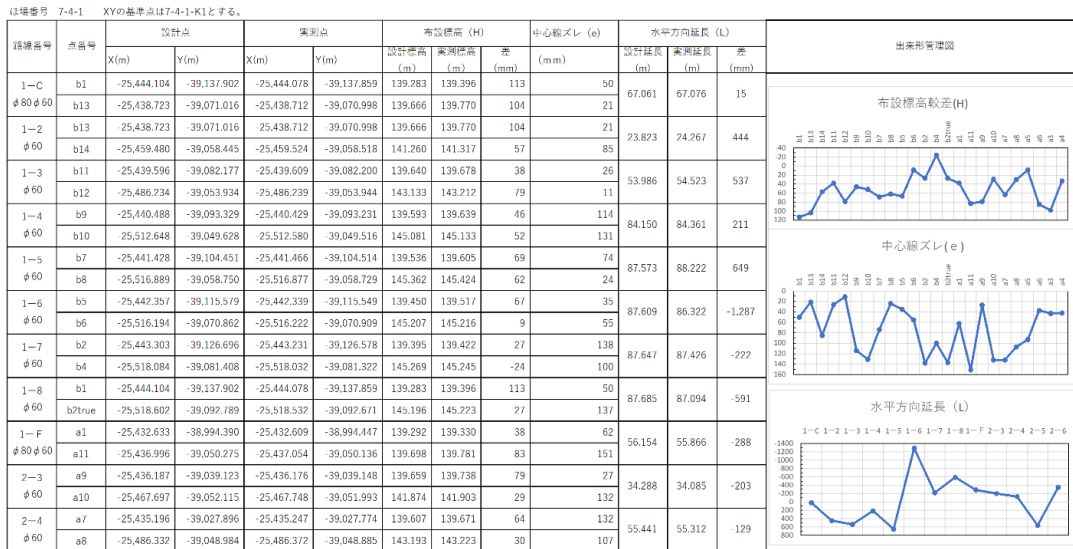


図5-16 出来形管理帳票作成例
(左：出来形管理帳票、右：出来形計測位置図)

2 面管理の場合

受注者は、3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより以下に記載する出来形管理資料を作成するものとする。

(1) 出来形管理図表

3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）、出来形の良否の評価結果、及び設計面又は目標高さとして出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票又は属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる3次元モデルのビューアファイルを作成する。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、表5-8に示す項目を表形式で整理すること。

良否評価結果について、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現により明示する。また、出来形が不合格の場合は、不合格の内容が項目ごとに確認できるよう、棄却点も含め表示すること。

表5-8 出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報

出来形の良否を評価する情報
ほ場番号
管径
路線番号
計測点番号
「各管理ブロックの標高較差」の平均 (算出結果、規格値(当該部位における平均値規格値)及び良否評価結果)
「各管理ブロックの標高較差」の最大値 (算出結果、規格値(当該部位における任意箇所規格値)及び良否評価結果)
「各管理ブロックの標高較差」の最小値 (算出結果、規格値(当該部位における任意箇所規格値)及び良否評価結果)
全体管理ブロック数
判定不良ブロック数
判定不良ブロック番号

ほ場番号7-4-1 XYの基準点はX:-25,424.116 Y:-38,923.187とする。

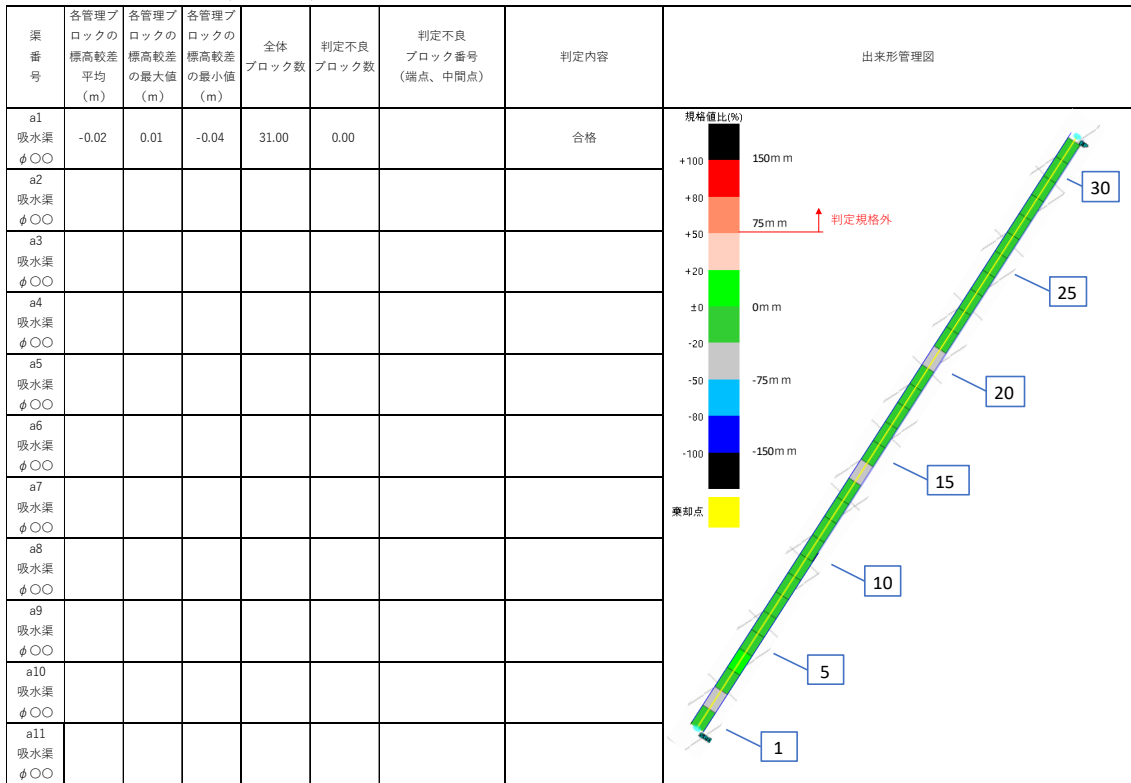


図 5 - 17 出来形管理図作例例

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表5-9のとおり行うものとする。

表5-9 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
吸水渠	1～2か所／1耕区	管布設状況、その他必要箇所
集水渠、導水渠	1～2か所／1耕区	管布設状況、その他必要箇所

(2) 撮影方法

表5-10に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

表5-10 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
T S等光波方式 R T K-G N S S	<ul style="list-style-type: none">・工事名・工種等・T S又はR T K-G N S S基準局の設置位置 (ネットワーク型R T K-G N S Sの場合はその旨を記載する。)・出来形測定点(測点、箇所)	—

2 面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表5-11のとおり行うものとする。

表5-11 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
吸水渠、 集水渠(支線)、 導水渠(幹線)	1回／1か所	管の接続部、管の屈曲部

(2) 撮影方法

表5-12に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができる。

表5-12 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
施工履歴データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形管理機器設置位置 ・ 出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点） 	—

第6章 ため池改修工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

ため池改修工における出来形管理技術の適用範囲は表6-1のとおりとする。

現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定等を行うことのできる単点計測技術を用いた断面管理を基本とするが、従来手法による計測も可能とする。

また、堤体内部の重要構造である遮水性ゾーンの面的な3次元形状の取得は、施工完了後の維持管理、改修計画等への活用が期待されるため、簡易なモバイル端末やその他多点計測技術についても利用可能としているが、多点計測技術を用いた遮水性ゾーン（鋼土）の幅の計測は確立した手法ではないため、多点計測技術単独で出来形管理を行う場合は、監督職員と協議した上で実施することとする。

表6-1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
【単点計測】 ・TS等光波方式 ・RTK-GNSS 【多点計測】 ・UAV空中写真測量 ・TLS ・UAVレーザー ・地上移動体搭載型LS	堤体工	基準高、堤幅（遮水性ゾーン（鋼土）の幅を除く）、法長、施工延長	堤高 15m未満の堤体
【単点計測】 ・TS等光波方式 ・RTK-GNSS 【多点計測】 ※ ・UAV空中写真測量 ・TLS ・地上移動体搭載型LS ・モバイル端末		遮水性ゾーン（鋼土）の幅	

※ 色データの取得が可能なものに限る

第2 出来形管理基準及び規格値

測定項目、出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

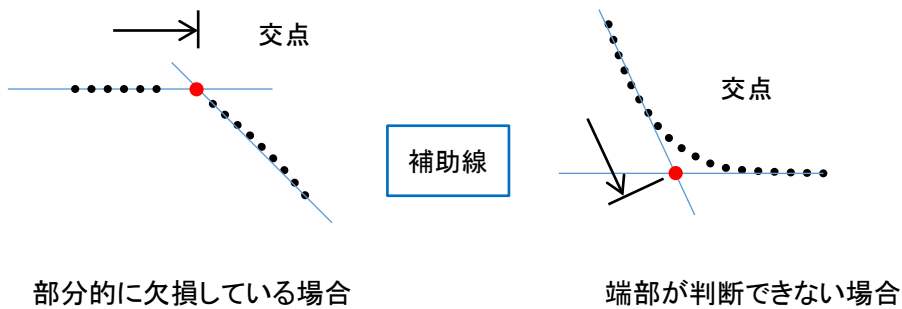
(1) 多点計測技術を用いる場合の留意点

多点計測技術を用いて断面管理を行う場合は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定項目を、点群処理ソフトウェア等を用いて以下の方法により算出する。

ア 0.0025m² (0.05m×0.05mメッシュ) 当たり1点以上の計測結果を利用して3次元点群を抽出し、出来形管理対象となる端部を選定又は推定する。

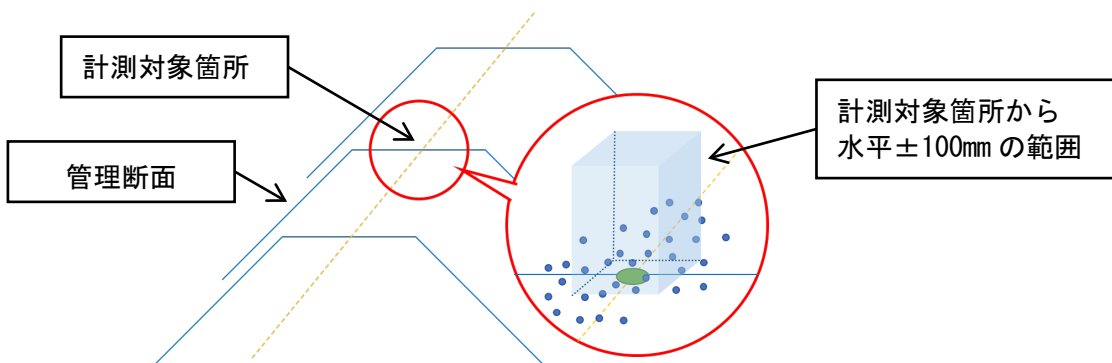
イ 点群処理ソフトウェア等を用いて測定項目を算出するに当たり、管理断面範囲内より必要な端部を選定できない場合は、補助線又は補助線から作成した交点を用いて計測してもよい。補助線又は補助線から作成した交点と基本設計データ及び出来形計測点群との配置関係が分かるよう記録する。

なお、点群の取得密度や不要点の状況により補助線の配置が変わることに留意する必要がある。



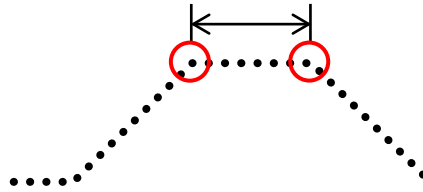
(ア) 基準高

計測対象箇所から水平方向に±100mm以内(x, y方向)の座標を抽出し、標高値を基準高として利用することができる。±100mm以内に複数の点が存在する場合は、平均化してもよい。



(イ) 幅

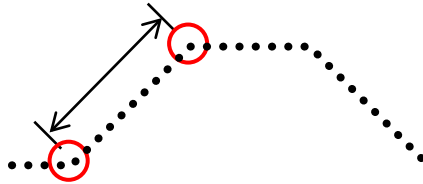
計測すべき幅の端部を構成する2か所を計測し、計測した3次元座標間の水平方向の差分を用いる。



端部の2箇所を計測する

(ウ) 法長

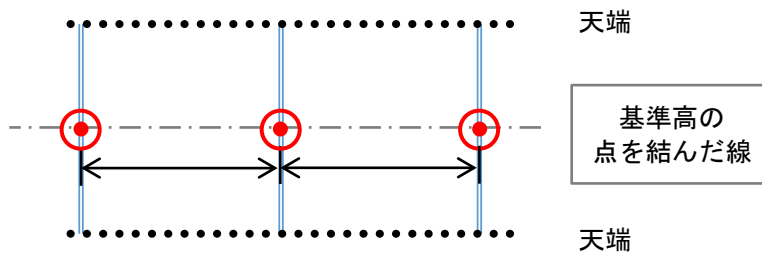
計測すべき測線上の法長を構成する端部2か所の3次元座標間の斜距離を用いる。



端部の2箇所を計測する

(エ) 施工延長

計測すべき測線上の延長の端部を構成する2か所を計測し、計測した3次元座標間の斜距離を用いる。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。ただし、計測対象の曲線の形状によっては実際の距離と異なる場合があるため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法により計測してもよい。



縦断方向の2箇所を計測する

(2) 遮水性ゾーン（鋼土）の幅の管理における留意点

遮水性ゾーン（鋼土）の幅の計測については、規格値が存在せず管理基準値の下限值が -0 mm であるため、計測誤差により不合格となる可能性があることに留意し施工及び出来形計測を行う必要がある。

【参考1】多点計測技術を用いた遮水性ゾーン（鋼土）の幅の算出方法

盛土高1 mごとに計測する遮水性ゾーン（鋼土）の幅の管理に多点計測技術を用いる場合の方法を参考に記載する。ここに掲載のない事項については、多点計測技術を用いて断面管理を行う場合の各計測技術の記載を参考にする。

1 使用する機器

点群上で目視による遮水性ゾーン（鋼土）と均一型部分の境界の判別が必要になるため、使用する機器は色データが取得できるものでなければならない。





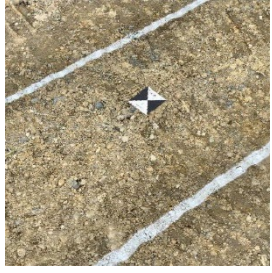



2 遮水性ゾーン（鋼土）と均一型部分の境界明示方法

色データを取得しても点群上で目視による境界の判別が困難であると想定される場合は、境界線上にスプレーによるマーキング、リボンロッド等を設置した状態で計測するなどの対応が必要である。

検証のため実施した計測においては、モバイル端末（写真測量）を用いた場合、近接した撮影が可能であるため、細部までは再現可能であった（表6-2）。

なお、本検証において、点群密度の変更（データの間引き）は行っていない。境界明示の方法について、事前に確認を行うことが望ましい。

表6-2 3次元計測点群上での境界の表示状況（参考）

	スプレー（幅5cm）	紅白ポール	ピンポール	スタッフ
UAV空中写真				
モバイル端末（写真）				

3 点群処理ソフトウェアによるデータ処置

目視による境界判別のため、計測点群データから出来形評価用データとして、点群密度の変更（データの間引き）は行わない。

4 3次元座標値からの測定値の算出方法

点群処理ソフトウェアを用いて基本設計データと点群を重ね合わせ、点群の色データから管理断面上の計測すべき幅の端部を構成する2か所を選定して計測し、計測した3次元座標間の水平方向の差分を測定値とする。端部として、管理断面上の境界に一番近い点を選定する。

管理断面に対して直角方向に±100mmの範囲内の点群を抽出した横断面で端部を選定しようとしたが、境界が不明瞭で端部が特定できなかったため平面上で選定することとした。

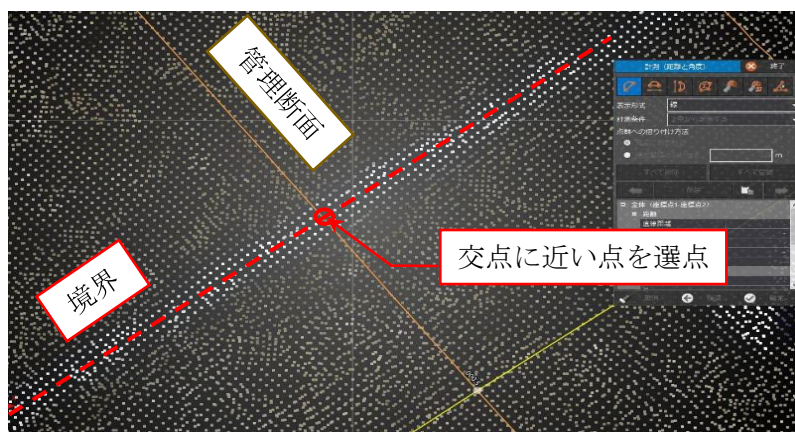


図6-1 点群処理ソフトウェア上での端部の選点

5 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、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。基本設計データ上で作成されている全ての出来形横断面箇所測定する。規格値が存在せず、管理基準値の下限値が-0mmであることから、計測誤差により不合格となる可能性があることに留意し、施工及び出来形計測を行う必要がある。3次元計測技術を用いた場合、計測誤差(最大±50mm)を許容するとして、規格値を-50mmに設定することも考えられる。

表6-3 土木工事施工管理基準による管理基準値

測定項目	管理基準値 (mm)	(参考) 規格値 (mm)	備考
幅	+300、-0	-	盛土高1mごとに管理する。

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙-4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙-7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、(3)に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm+5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは 10^{-6}

<計算例>

計測距離100mの場合は、±（5mm+5× 10^{-6} ×100×10³）=±5.5mmの誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がないT S等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式－2**「T S等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表6－4に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表6－4 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用T S等光波方式の設置

出来形管理用T S等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用T S等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用T S等光波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。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用 T S 等光波方式から出来形計測点までの斜距離を 3 級 T S は 100m 以内（2 級 T S は 150m 以内）とする。T S 等光波方式による計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第 7 に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について 3 次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図 6 - 2 に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

ただし、遮水性ゾーン（鋼土）の幅は、盛土高 1 m ごとに計測する。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cm の範囲とする。これは、出来形管理用 T S 等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

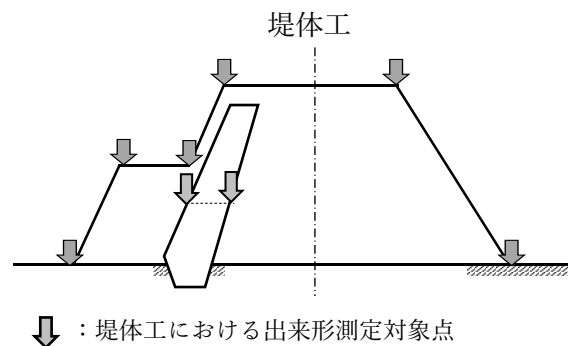


図 6 - 2 出来形計測箇所

2 UAV空中写真測量出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

UAV空中写真測量出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア UAV

UAV本体、UAVを操作するためのコントローラ又は撮影計画ソフトウェア、カメラを固定するジンバル等、飛行撮影するための装置である。

イ デジタルカメラ

レンズや撮影素子を含む空中写真を撮影するための装置である。

ウ 写真測量ソフトウェア

撮影した空中写真から空中写真測量及び3次元図化を行い、地形や地物の座標値を算出するソフトウェアである。写真測量ソフトウェアは、撮影した空中写真及び標定点の座標やカメラキャリブレーションデータを用いて、空中写真測量の現地及び同時調整作業の内部処理によりステレオモデルを構築し、地形、地物等の座標値を算出できる機能を有していなければならない。

エ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

オ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙－5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

カ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、基本設計データと出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙－6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

UAV空中写真測量による出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。ただし、現場精度確認において必要な精度を確保することが確認できる場合は、以下の計測性能の地上画素寸法とは異なる性能のデジタルカメラを用いることができる。受注者は、利用するUAV及びデジタルカメラの性能について、監督職員に提出すること。

計測性能：地上画素寸法が10mm／画素以内（出来形計測の場合）

測定精度：±50mm以内（カタログ記載に加え、**様式－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」による精度確認試験を行うこと。）

(3) UAV空中写真測量の精度確認

受注者は、現場における空中写真測量の測定精度を確認するため、空中写真から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行い、様式-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」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

UAV空中写真測量による計測ごとに、空中写真撮影後、写真測量ソフトウェアから計測点群データを算出する際に行う

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置

真値となる座標値は、基準点、工事基準点等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

なお、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任意とすることができるが、カメラ位置を直接計測できる手法のうち、自動追尾TSを利用する場合は、計測範囲内で最も離れた位置に、1点検証点を設置することとする。

(イ) 計測

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。

(ウ) 評価基準

UAV空中写真測量による計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表6-5に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表6-5 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点全てにおいて実施

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、様式-7「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表6-6に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表6-6 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 撮影計画の立案

所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度を算出するソフトウェアを用いて、揚重能力とバッテリー容量に留意の上、撮影計画を立案する。

イ 標定点及び検証点の設置及び計測

UAVを活用した空中写真測量による計測結果を3次元座標へ変換するための標定点と精度確認用の検証点を設置する。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る。工事基準点等の既知点からTSを用いて計測することができる。また、標定点及び検証点は空中写真測量による出来形計測中に動かないように固定する。

計測精度を確保するための標定点及び検証点の設置の条件は、以下を標準とする。

(ア) 標定点

計測対象範囲を包括するように、外側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、内側標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置する。なお、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 (RTK、ネットワーク型 RTK、PPK、自動追尾 TS 等) を併用する場合は、標定点の設置は任意とすることができる。

(イ) 検証点

天端上に200m以内の間隔となるように設置する。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い。計測範囲が狭い場合は、最低2か所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。

ウ 空中写真測量の実施

空中写真測量の実施に当たっては、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うこととする。UAV空中写真測量において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、基本設計データに記述されている管理断面の始点から終点までとし、全ての範囲で 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) に1点以上の出来形座標値を取得するものとする

計測する横断面は、本ガイドライン (実施編) 第7に規定する出来形横断図位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するも

のとする。上記の出来形計測対象点は図6-2に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。ただし、遮水性ゾーン（鋼土）の幅は、盛土高1mごとに計測する。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

エ 計測点群データの作成及び点群処理ソフトウェアによるデータ処理

UAVで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する。

点群処理ソフトウェアによるデータ処理は、以下のとおりである。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 0.0025m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 0.0025m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理をとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 0.0025m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により計測データを合成する。

オ 精度確認

エで作成した計測点群データ上で、検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標の真値を比較し、x, y, zそれぞれ±50mm以内であることを確認する。

3 T L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

T L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムの構成と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア T L S 本体

本体から計測対象の相対的な位置を面的に取得する機器である。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用T S等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙－5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、基本設計データと出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙－6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

T L S による出来形計測で使用するT L S 本体は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するT L S の性能について、監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±20mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。）
色データ：色データの取得が可能なが望ましい。遮水性ゾーン（鋼土）の幅の管理を行う場合は必須とする。（点群処理時に目視により選別するために利用する。）

(3) T L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために、既知点間の距離を比較し精度確認試験を行い、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、T L S 本体に関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前12か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2か所以上の既知点を設置し、T L Sによる計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

設置した検査点（基準点）をT S又はテープで計測する。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が表6-7に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表6-7 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
点間距離	±20mm 以下	既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 検査点は10m以上の離隔を確保する。

(4) G N S Sの精度確認

T Sの設置位置の計測にG N S Sローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「G N S Sの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、G N S Sによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表6-8に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表6-8 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア T L Sの設置

TLSは、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て設置する。また、計測範囲に対してTLSの入射角が著しく低下する場合や、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定する。

TLS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する。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、TLS設置箇所を複数回に分けて実施する。

イ 標定点の設置及び計測

標定点を用いてTLSによる計測結果を3次元座標へ変換又は複数回の計測結果について標定点を用いて合成する場合は、計測対象箇所の最外周部に4か所以上の標定点を設置する。標定点の計測はTSを用いて実施し、TSから基準点及び標定点までの距離が100m以下（3級TSの場合）又は150m以下（2級TSの場合）とする。また、出来形計測を行っている間、標定点は動かないように確実に固定する。TSと同様に、TLS本体がターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測してもよい。この場合、ターゲットは工事基準点又は基準点上に設置する。

ウ 出来形計測の実施

TLSによる出来形計測は、計測対象範囲内で 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) 当たり1点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、**様式-4**「TLS精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている場合、地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。

出来形計測範囲は、基本設計データに記述されている管理断面の始点から終点までとし、全ての範囲で 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) に1点以上の出来形座標値を取得するものとする

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第7に規定する出来形横断図位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図6-2に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

ただし、遮水性ゾーン（鋼土）の幅は、盛土高1mごとに計測する。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に $\pm 10\text{cm}$ の範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 0.0025m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 0.0025m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点

や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 0.0025m^2 当たり 1 点程度のデータとすることができる。

- (イ) 「現場での計測結果が複数ある場合には、各スキャンで個別の 3 次元座標に変換した結果をひとつに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに 3 次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

6 UAVレーザー出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

UAVレーザー出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア UAV

UAV本体、UAVを操作するためのコントローラ、撮影計画ソフトウェア、レーザー スキャナーを固定するジンバル等、飛行計測するための装置である。

イ レーザー スキャナー

レーザーの測距装置・GNSS受信アンテナ、受信機・IMUにより3次元座標値を計測するための装置である。

ウ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙-1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

オ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、基本設計データと出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

UAVレーザーによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するUAV及びレーザー スキャナーの性能について、監督職員に提出すること。

精度：±50mm 以内（カタログ記載に加え、**様式-5**「UAVレーザー精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うとともに、UAVレーザーの精度確認試験実施手順書を作成する。）

(3) UAVレーザーの精度確認

受注者は、現場におけるUAVレーザーの測定精度を確認するため、精度確認試験を行い、**様式-5**「UAVレーザーの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。制度確認試験の実施手順は、以下のとおりとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、計測までに精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、UAVレーザー本体に関する定期点検の必要性等が規程されていないため、暫定案として利用前12か月以内に精度確認試験を実施することとす

る。ただし、メンテナンス等により IMU と LS を分離した場合は、組立後に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置

飛行コースと直交する後段方向に水平位置検証点及び標高検証点を 3 か所以上設置する。位置は、飛行コース直下に 1 か所、出来形計測時に想定している有効計測角でレーザーが射出される位置付近に 1 か所ずつとする。検証点として x 、 y 、 z 座標が特定できる点を用いることにより、水平位置検証点と標高検証点を兼ねることができ。また、既存の構造物の角等、既存の明瞭な地物で計測点群データから x 、 y 、 z 座標が特定できるものがあれば、水平位置検証点及び標高検証点として用いてもかまわない。

(イ) 検証点の座標算出

同じ飛行コース上を往路方向と復路方向の各 1 回飛行して水平位置検証点及び標高検証点を計測し、往路及び復路の水平位置検証点の x 、 y 座標及び標高検証点の z 座標の較差を算出する。検証点を飛行コースと直交する横断方向に複数個設置できない場合は、1 か所の検証点に対し、レーザーの射出角度が有効計測角、鉛直下方、その中間となるように、検証点に対する飛行コースの横断方向離隔を変化させて往路、復路の計測を行うこととする。

(ウ) 最適軌跡解析の実施

G N S S 観測データ及び IMU 観測データを用いて、Loosely Coupled 方式又は Tightly Coupled 方式により最適軌跡解析を行う。Loosely Coupled 方式は、G N S S 衛星を利用したキネマティック解析により機体の 3 次元位置を特定し、IMU のデータを反映して最適軌跡解析を行う手法であり、G N S S 衛星が 5 つ以下になると著しく精度が低下することに留意する必要がある。一方、Tightly Coupled 方式は、キネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、G N S S 衛星の衛星数が一時的に不足しても解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。最適軌跡解析は往路と復路で分割せず、一連の軌跡として解析する。

(エ) 計測結果の評価

往路と復路で計測した水平位置検証点及び標高検証点の x 、 y 、 z 座標の較差が表 6-9 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 6-9 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	設置された検証点全てにおいて実施

(4) G N S S の精度確認

TS の設置位置の計測に G N S S ローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「G N S S の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表6-10に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表6-10 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 飛行計画の立案

様式-5「UAVレーザーの精度確認試験実施手順書」及び「UAVレーザー精度結果確認報告書」に示す手順により、所要の精度が得られることを確認した計測と同じ諸元により計測することとする。また、計測データの相対的な精度を確保するとともに、計測データの欠損を防ぐため、隣接するコースのサイドラップ率が30%以上となるよう飛行計画を立案する。

イ 調整点の設置及び計測

UAVレーザーを用いた出来形計測により作成された3次元点群（オリジナル）が、要求される精度を満たしているか検証及び調整を行うため調整点を設置する。調整点は、面積（km²）を0.25で除した値に1を足した値とし、最低4点以上の設置を標準とする。

計測精度を確保するための調整点の設置の条件は、以下を標準とする。

(ア) 調整点の位置及び標高は、農林水産省農村振興局測量作業規程第3編第2章第4節第1款「TS点の設置」に準じた観測により求めることを標準とする。ただし、作成するオリジナルデータの測定精度が±50mm以内の場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第117条に示すTS等を用いるTS点の設置又は農林水産省農村振興局測量作業規程第2編第2章で規定する4級基準点測量に準じて行うものとする。

(イ) TS等を用いるTS点の設置に準じて行う場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第627条第3項を準用し、表6-11を標準とする。

表6-11 要求精度

区分	水平角観測	鉛直角観測	距離測定
方法	2対回（0°、90°）	1対回	2回測定
較差の 倍角差	60''	60''	5mm

許容範囲	観測差	40"		
------	-----	-----	--	--

(ウ) 前項のTS点の設置に準じた観測をキネマティック法、RTK法又はネットワーク型RTK法により行う場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第118条及び119条に準じて行うものとし、いずれの方法においても、観測は2セット行うものとする。

なお、セット間の較差の許容範囲は、水平方向 20mm、鉛直方向 30mm を標準とする。

ウ UAVレーザー計測の実施

UAVレーザー計測の実施に当たっては、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うこととする。計測は飛行計画に基づき実施し、計測範囲内は、IMUの精度が低下しないよう一定方向かつ等高度、等速度を保つよう飛行し、旋回は十分な半径で飛行する。

なお、計測の前後及び一定時間経過ごとに、レーザースキャナー機材の製造元が推奨する方法により初期化を行うものとする。UAVレーザー測量において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、基本設計データに記述されている管理断面の始点から終点までとし、全ての範囲で 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) に1点以上の出来形座標値を取得するものとする。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第7に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図6-2に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

ただし、遮水性ゾーン（鋼土）の幅は、盛土高1mごとに計測する。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に $\pm 10\text{cm}$ の範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

エ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては 0.0025m^2 当たり1点以上、出来形評価用データについては 0.0025m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、 0.0025m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合は、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

(ア) 最適軌跡解析をG N S S観測データ及びI M U観測データを用いて、Loosely Coupled方式又はTightly Coupled方式により行う。Loosely Coupled方式は、GNSS衛星を利用したキネマティック解析により機体の3次元位置を特定し、I M Uのデータを反映して最適軌跡解析を行う。Tightly Coupled方式はキネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、G N S S衛星の衛星数が一時的に不足しても、解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。

(イ) 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うものとする。留意事項は以下のとおりである。

①点検箇所数は、各コース間重複部分に2か所以上設置するものとする。

②点検箇所の配置は、計測対象範囲内に偏りなく配置するよう努めるものとするが、各コースの起点側に1点、終点付近に1点の配置としてもよい。

③植生のある場合や線状地域等の地形条件で平坦な場所がない場合は、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重複コースごとに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は±50mm以内とする。

(ウ) エで作成した計測点群データ上で、イにより計測した調整点の座標の真値を比較し、 x 、 y 、 z それぞれ±50mm以内であることを確認する。なお、確認の結果、要求精度を満たさない場合には適切な調整を行い、再度確認を行う。また、必要に応じて再計測を行う。

7 地上移動体搭載型 L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

地上移動体搭載型 L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 地上移動体搭載型 L S

地上移動体搭載型 L S は、L S 本体から対象までの相対的な位置と、L S 本体の位置及び姿勢を組み合わせる面的に取得するシステムであり、詳細の機器構成は多様である。なお、本システムにより観測した結果を 3 次元座標値の点群データとして変換する。

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、出来形計測で取得した 3 次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用 T S 等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙－5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、基本設計データと出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙－6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

地上移動体搭載型 L S による出来形計測は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する地上移動体搭載型 L S の性能について監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±50mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－6**「地上移動体搭載型 L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うとともに、地上移動体搭載型 L S の精度確認試験実施手順書を作成する。）

色データ：色データの取得が可能なが望ましい。遮水性ゾーン（鋼土）の幅の管理を行う場合は必須とする。（点群処理時に目視により選別するために利用）

(3) 地上移動体搭載型 L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために水平位置及び標高の精度確認試験を行い、**様式－6**「地上移動体搭載型 L S 精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、地上移動体搭載型 L S に関する定期点検の必要性等が規定

されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2か所以上の既知点を設置し、地上移動体搭載型LSにより既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合は、利用する現場条件を特定できないため、計測機器の仕様に応じて計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

基準点又は工事基準点を基礎に、設置した検査点をTS等により計測する。その際、基準点等から検査点までの距離は、3級TSを用いて計測する場合は100m以内、2級TSを用いて計測する場合は150m以内とする。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果をTS等による計測結果と比較し、その差が表6-12に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表6-12 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
座標値の較差	起工測量・岩線計測 ±100mm 以内	精度確認基準を満足する最大計測距離と最大測定幅を確認する。
	部分払い出来高計測 ±200mm 以内	
	出来形計測 ± 50mm 以内	

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表6-13に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表6-13 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
------	--------	----

各座標値の較差	平面座標	±20mm 以内	現場内 2 か所程度
	標高差	±30mm 以内	

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 計測計画の立案

所定の計測密度、測定精度が確保できる計測距離、範囲、検証点及び標定点の配置を立案する。

イ 検証点の設置・計測

地上移動体搭載型 L S による計測結果の精度を確認するための検証点を設置する。検証点は基準点又は工事基準点から計測を行う。また、検証点は出来形計測中に動かないように固定する。検証点は、**別紙—6**「地上移動体搭載型 L S 精度確認試験結果報告書」による計測範囲内において測定精度が最も不利となる箇所付近に 2 か所以上配置することとする。

バックホウ搭載 L S を用いる場合は、出来形計測実施前に 1 日 1 回の頻度で、現場内の任意の場所において、**別紙—6**「地上移動体搭載型 L S 精度確認試験結果報告書」による検証点を用いた精度確認を実施することとし、施工中の検証点の設置及び精度確認は不要とする。

検証点は地上移動体搭載型 L S の計測結果から平面位置が特定できるものを用いる。工事基準点から検証点までの計測距離（斜距離）について、3 級 T S を利用する場合は 100 m 以内（2 級 T S は 150m 以内）とする。

ウ 標定点の設置・計測

計測結果の水平位置及び標高を調整するため調整用基準点の設置が必要である技術を用いる場合、標定点を設置する。標定点は、精度確認試験で確認した精度が最も低下する現場条件となる位置に 2 か所以上配置する。

エ 出来形計測の実施

地上移動体搭載型 L S による出来形計測は、計測対象範囲内で 0.025 m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05 \text{ m}$ メッシュ) 当たり 1 点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1 回の計測距離は、**様式—6**「地上移動体搭載型 L S 精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている状況では地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。地上移動体搭載型 L S 計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること。地上移動体搭載型 L S 計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

出来形計測範囲は、基本設計データに記述されている管理断面の始点から終点までとし、全ての範囲で 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) に 1 点以上の出来形座標値を取得するものとする

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第 7 に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について 3 次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図 6—2 に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

ただし、遮水性ゾーン（鋼土）の幅は、盛土高1 mごとに計測する。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所を精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

オ 精度確認

ウで作成した計測点群データ上で得られる検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標の真値を比較し、検証点と真値の座標間距離が±50mm以内であることを確認する。

カ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては0.0025m²当たり1点以上、出来形評価用データとしては0.0025m²当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほかに、内挿し格子状に加工することにより、0.0025m²当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界、又は出来形の面データを作成する。

8 RTK-GNSS方式出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。高さ補完機能を持つ高さ補完装置が付属する場合もある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③線形データの切り替え選択機能
- ④基本設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等をもとに、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアであり、作成した基本設計データは、通信又は記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。別紙－5「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

基本設計データと出来形測定データを読み込むことにより出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。別紙－6「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規定 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量 岩線計測 部分払い 出来高計測 出来形計測	公称測定精度：±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×D) 最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は、 ±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×500×103) = ±21mmの 誤差となる	鉛直方向 ±10mm 以内 平面方向 ±20mm 以内

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±10mm 以内
---------------	---

ア RTK-GNSSの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検討機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であることが確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規定参照。）

エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

(3) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSS基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法の

ように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。ローカライゼーションを行うことによりGNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、GNSS座標の計測値から自動的に現場座標の計測値が得られる。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

(ア) 工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±10mm以上ある場合は、再度初期化を行う。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。出来形計測の結果、計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第7に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図6-2に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

ただし、遮水性ゾーン（鋼土）の幅は、盛土高1mごとに計測する。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考慮して自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つ

- で判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。
- (エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。
- (オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。
- (カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

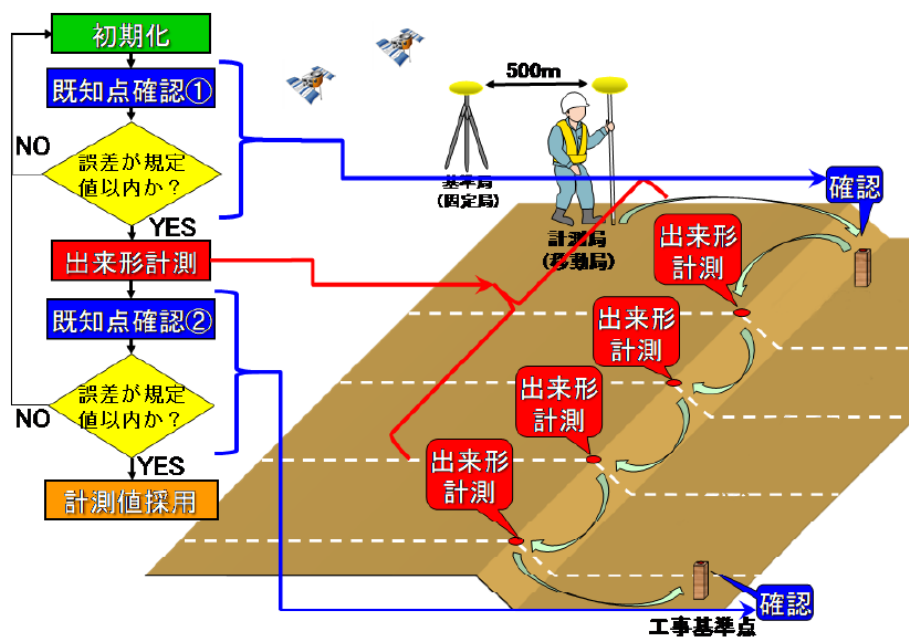


図 6 - 3 初期化と計測の手順

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和5年3月国土交通省）

11 モバイル端末出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

モバイル端末等を用いて計測技術は、モバイル端末等に搭載されたセンサーから得られる相対座標と、相対座標を現場座標へ変換する際の基準となる現場座標計測技術の組合せによるシステムが多い。モバイル端末を用いた出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア モバイル端末

モバイル端末は、携帯端末等の汎用の電子デバイスで容易に可搬できるものとする。出来形計測に利用するセンサーは、モバイル端末に搭載されている LiDAR やカメラのほか、モバイル端末に携帯可能なセンサーを組み合わせたものとする。

イ 点群処理ソフトウェア

点群処理ソフトウェアは、出来形計測で取得した3次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用 T S 等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙－5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、基本設計データと出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙－6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

モバイル端末を用いた出来形管理技術は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。

精度：計測範囲内において、鉛直方向±50mm 以内、平面方向±50mm 以内 (様式－13 「モバイル端末の精度確認試験結果報告書」を準用し精度確認試験を行うこと。) 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り選別するために利用)
--

(3) 精度確認

受注者は、モバイル端末を用いた出来形管理技術を適用する場合は、その精度を確認するため、以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式－13**「モバイル端末の精度確認試験結果報告書」を準用し結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。また、モバイル端末等を用いた計測技術については、定期点

検や精度確保の公的な規程がないことから、暫定案として利用の 12 か月以内に実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置及び計測

出来形計測範囲内の任意箇所（標定点の直近は避ける。）に検証点を設置し、工事基準点から T S 等光波方式により計測する。工事基準点から検証点までの距離は、3 級 T S の場合は 100m 以下、2 級 T S の場合は 150m 以下とする。

(イ) 計測結果の評価

T S 等光波方式による計測結果とモバイル端末による計測結果を比較し、その差が表 6-14 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 6-14 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±50mm 以内	現場内 2 か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 計測計画の立案

所定の計測密度及び計測精度が確保できる計測手法を立案する。

イ 検証点の設置及び計測

モバイル端末による計測結果の精度確認用の検証点を設置する。

ウ 出来形計測の実施

アで計画した機器を用いて計測する。モバイル端末出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第 7 に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について 3 次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は図 6-2 に示すとおりとし、図示がない工種は「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

ただし、遮水性ゾーン（鋼土）の幅は、盛土高 1 m ごとに計測する。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に ±10cm の範囲とする。これは、出来形管理用 T S 等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

エ 精度確認

ウで作成した計測点群上で得られる検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標を真値と比較し、検証点と真値の座標間距離が ±50mm 以内であることを確認する。

オ 点群処理ソフトウェアによるデータ処理

点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの 3 次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

目視による境界の判別のため、計測点群データから座標データ（出来形評価用データ）として、点群密度の変更（データの間引き）は行わない。

（イ）計測データの合成

現場での計測結果が複数ある場合は、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

第4 出来形管理資料の作成

1 断面管理の場合

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料を作成するものとする。基本設計データ作成ソフトウェア又は出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理結果による横断図の作成ができる場合は、工事完成図書として利用することができる。

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表6-15のとおり行うものとする。

表6-15 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
堤体工	1回／1工事 ^{※1}	堤幅、法長、法勾配
	1か所／施工延長おおむね20～40m ^{※2}	遮水性ゾーンの幅 ^{※2} 、まき出し厚さ、転圧、法面（芝）、排水側溝、その他必要箇所

※1 出来形管理用TS等光波方式、TS（ノンプリズム方式）又は出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理を行う場合に限り、記載された撮影基準を適用するものとし、各工種の施工後、各計測機器を用いて出来形計測している状況を撮影する。

※2 遮水性ゾーン（鋼土）の幅は、盛立高さ1mごとに1回。

(2) 撮影方法

表6-16に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

なお、UAV空中写真測量により出来形管理を行う場合は、空中写真測量で撮影した写真又は撮影した写真から作成されるオルソ画像の納品をもって写真撮影に代えることとし、被写体として写し込む小黒板は不要である。

表6-16 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
TS等光波方式 TS（ノンプリズム方式） RTK-GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・TS又はRTK-GNSS基準局の設置位置（ネットワーク型RTK-GNSSの場合はその旨を記載する。） ・出来形測定点（測点、箇所） 	—
TLS 地上移動体搭載型LS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・出来形管理機器設置位置 ・出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点） 	—

UAVレーザー モバイル端末	<ul style="list-style-type: none">・ 工事名・ 工種等・ 出来形計測点 (測点・箇所)	撮影回数は、工事ごとに1回(施工後)とする。
-------------------	--	------------------------

第7章 地盤改良工（表層安定処理工等、固結工（中層混合処理））

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

地盤改良工（表層安定処理工等、固結工（中層混合処理））における出来形管理技術の適用範囲は表7-1のとおりとする。

表7-1 出来形管理技術の適用範囲

1 面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
・施工履歴データ	路床安定処理工、 表層安定処理工、 固結工（中層混合処理）	天端幅、天端延長、施工厚さ	制限なし

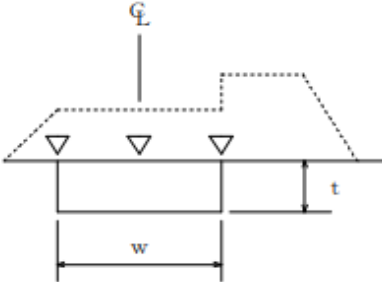
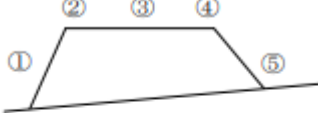
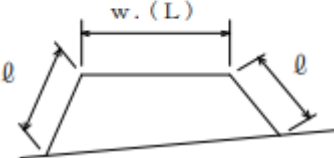
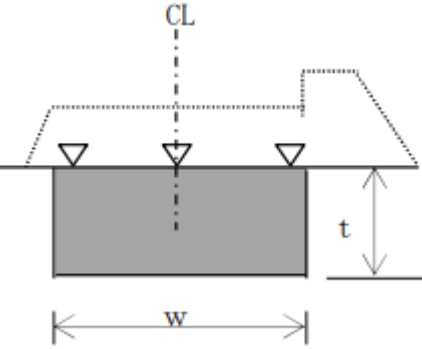
第2 出来形管理基準及び規格値

測定項目、規格値、測定基準及び測定箇所は、表7-2のとおりとする。

施工厚さについて、全体改良平面図では、所要の改良厚さまで改良がなされた場合に着色されるため、全体改良平面図において改良範囲全体の施工完了を示す着色がなされていることの確認をもって、施工厚さの確認に代えることとする。

なお、基準高については、従来どおりレベル等による天端の計測により出来形管理を行う。

表7-2 出来形管理基準

工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
路床安定処理工	施工厚さ t	-50	全体改良範囲図を用いて、施工厚さ t 、天端幅 w 、延長 L を確認（実測は不要）。	
	幅 w	-100		
	延長 L	-200		
表層安定処理工	法長 ℓ	-500	施工延長 10mにつき、1 測点当たり 5 点以上測定。	
	天端幅 w	-300	全体改良範囲図を用いて、天端幅 w 、天端延長 L を確認（実測は不要）。	
	天端延長 L	-500		
固結工 (中層混合処理)	施工厚さ t	設計値以上	全体改良範囲図を用いて、施工厚さ t 、天端幅 w 、延長 L を確認（実測は不要）。	
	幅 w	設計値以上		
	延長 L	設計値以上		

測定箇所の図は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（令和5年3月 国土交通省）から引用。

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 施工履歴データ出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

施工履歴データを用いた出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア ICT地盤改良機械

建設機械本体や施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録するための装置で構成される。施工履歴データは、車載PCから記録媒体（USBメモリー等）にコピーするなどして使用する。適用機種は表7-3のとおりである。別紙-8「ICT地盤改良機の機能、要件及び設定」の機能を有していなければならない。

表7-3 適用機種

工種	適用できる ICT建設機械	施工履歴データを 記録する箇所	施工履歴データを 記録する作業
路床安定処理工 表層安定処理工	3DMC、3DMG建設 機械 (ベースマシン：バック ホウ)	攪拌装置	改良材攪拌作業
固結工（中層混 合処理）	3DMG地盤改良機 (ベースマシン：バック ホウ)		

イ 地盤改良設計データ作成ソフトウェア

地盤改良設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる地盤改良の設計形状を示す地盤改良設計データを作成・出力するソフトウェアである。

ここでいう地盤改良設計データは、設計図書に示されている地盤改良を行う施工範囲（幅・奥行き・深さ）と、これを幅及び奥行き方向の平面上では格子状（長方形、正方形等）に、深さ方向には一定長さごとの分割した管理ブロックの形状を表すデータである。別紙-9「地盤改良設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、地盤改良設計データと施工中に記録した施工履歴データを用いて、地盤改良を行う範囲が所定の攪拌回数及び改良材注入量によりもれなく施工されていることを確認し、これを出来形管理資料として出力するソフトウェアである。別紙-10「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（地盤改良工）」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

施工履歴データによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するICT建設機械本体の性能について、監督職員に提出すること。

【静止状態での作業装置位置の測定精度（攪拌装置の x, y 座標と施工基面からの深さ H の場合）】

水平 (x, y) : 各±100mm 以内

深さ (H) : ±100mm 以内

【静止状態での作業装置位置の測定精度（攪拌装置の x, y, z 座標の場合）】

水平 (x, y) : 各±100mm 以内

標高 (z) : ±100mm 以内

(カタログ記載に加え、様式-11-3「施工履歴データの精度確認試験実施手順書(地盤改良工(表層安定処理等、固結工(中層混合処理)))」による精度確認試験を行うこと。)

(3) 精度確認

ICT建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、着工前に現場の平坦な場所において精度確認試験を実施することとする。攪拌装置にトレンチャ式又はロータリー式を用いる場合は、様式-11-3「施工履歴データの精度確認試験実施手順書(地盤改良工(表層安定処理等、固結工(中層混合処理)))」に従い、本ガイドラインによる出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果を様式-11-4「施工履歴データの精度確認試験結果報告書(地盤改良工(表層安定処理等、固結工(中層混合処理)))」を用いて提出する。攪拌装置にバケット式を用いる場合は、様式-11-1「施工履歴データの精度確認試験実施手順書」に従い、本ガイドラインによる出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果を様式-11-2「施工履歴データの精度確認試験結果報告書」を用いて提出する。

なお、ICT建設機械の作業装置位置の測定精度は、以下の要因により変化する。

- ①RTK-GNSSの位置精度
- ②RTK-GNSS及び角度センサー位置間の寸法計測誤差
- ③角度センサーによる出力精度
- ④ソフト処理上の丸め誤差
- ⑤機械の劣化(刃先の摩耗を含む)

上記の要因等により所要の精度が得られなかった場合は、出来形管理に本ガイドラインを適用せず、従来どおりの管理を行うこととする。

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア ICT地盤改良機械の設定

当該現場の条件に応じたICT地盤改良機械の設定を行い、RTK-GNSS等により取得した攪拌装置の位置をもとに地盤改良を正しく行うため、以下の項目について設定を行う。

(ア) 施工範囲の設定

ICT地盤改良機械に地盤改良設計データを入力し、施工範囲が車載モニターに正しく平面図表示されていることを確認する。

(イ) 管理ブロックごとの管理値の設定

所要の攪拌回数及び改良材注入量は、従来と同様に受注者の提案する管理値を監督職員の承諾のもと設定する。

(ウ) 攪拌装置の幅・奥行き・深さの設定

攪拌幅・奥行き・深さは、使用する攪拌装置の、実際に攪拌翼が通過する範囲の幅・奥行き・深さのことである。トレンチャ式の場合は、トレンチャの刃が通過する領域の幅・奥行き・深さが、ロータリー式を使用する場合は、攪拌翼の幅・奥行き（回転直径）・深さ（回転直径）が、幅・奥行き・深さになる。実際に使用する攪拌装置の幅・奥行き・深さを実測し、システムに入力する。

イ 施工管理データ計測器のキャリブレーションの実施

施工管理データ（管理ブロックごとの攪拌回数及び改良材注入量）の計測器のキャリブレーションを行い、精度を担保する。キャリブレーション実施方法は、受注者、工法協会等が定めたキャリブレーション実施方法を監督職員の承諾を得た上で採用する。

ウ GNSS等の設置

ICT地盤改良機械を構成する機器にRTK-GNSSを含む場合には、施工着手までにRTK-GNSS基準局を設置する必要がある。ネットワーク型RTK-GNSSを用いる場合は、この作業は不要である。

なお、施工履歴データとして記録する攪拌装置の位置は、平面位置(x, y)については監督職員に指示を受けた基準点と同じ座標系にて記録することとし、深度方向については施工基面からの深度(H)又は標高(z)のいずれかを記録することとする。

第4 出来形管理資料の作成

受注者は、表層安定処理等にあつては全体改良範囲図を、固結工（中層混合処理）にあつては全体改良範囲図及び施工管理図又は施工管理データグラフを、全体の施工完了後に出来形管理資料として提出する。攪拌装置軌跡データは、電子データの形式で提出する。

(1) 全体改良範囲図

全体改良範囲図は、攪拌装置軌跡データを用いて攪拌済み管理ブロックを平面図上に色分け表示したものである。攪拌装置軌跡データをもとに、有効な攪拌範囲が各管理ブロックの底面の四隅の点全てを通過した場合に、ICT地盤改良機械の攪拌判定・表示機能により当該管理ブロックを攪拌済み管理ブロックと判定し、着色表示する。

なお、管理ブロックサイズを10cm以下にした厳密な管理を行う場合については、有効な攪拌範囲が各管理ブロックの底面の四隅の1点以上を通過した場合に当該管理ブロックを攪拌済み管理ブロックと判定する。

施工中、一時的にRTK-GNSSの受信状態が悪化するなどの理由により施工履歴データが記録できなくなり、攪拌済みの着色が部分的になされなかった場合は、当該箇所を対象に、従来の出来形管理手法を用いて出来形管理を行うものとする。

全体改良範囲図と施工管理図又は施工管理データグラフを施工範囲の全数について作成・提出する場合、施工サイクルの確認や出来形管理に関わる写真管理は省略する。

全体改良範囲図における攪拌済み管理ブロックを示す領域の色や表示するデータ項目は受注者の任意とするが、以下のデータ項目は必ず含むこととする。

【必須のデータ項目】

- ・ 工事名、受注会社名
- ・ 工期
- ・ 施工範囲（STA、No. 等）
- ・ ICT地盤改良機械名（地盤改良機械本体とICTの名称が別の場合、それぞれ記載）

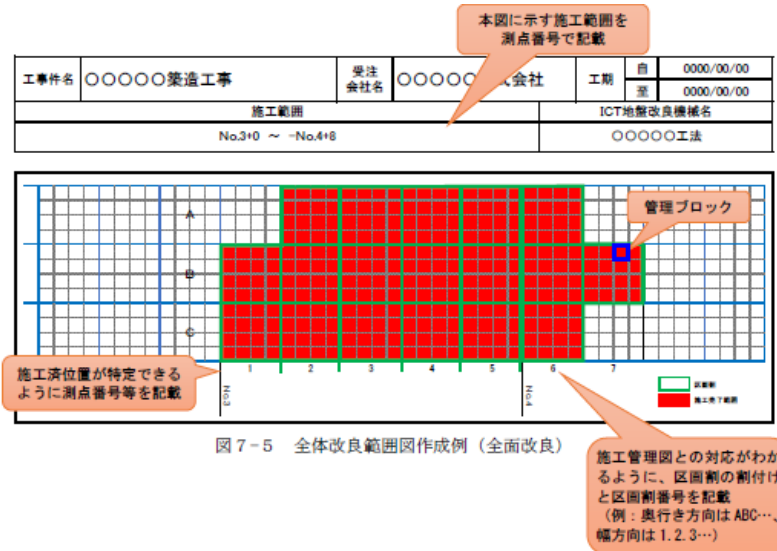


図 7-5 全体改良範囲図作成例 (全面改良)

図 7-1 全体改良範囲図作成例 (全面改良)

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和5年3月 国土交通省))

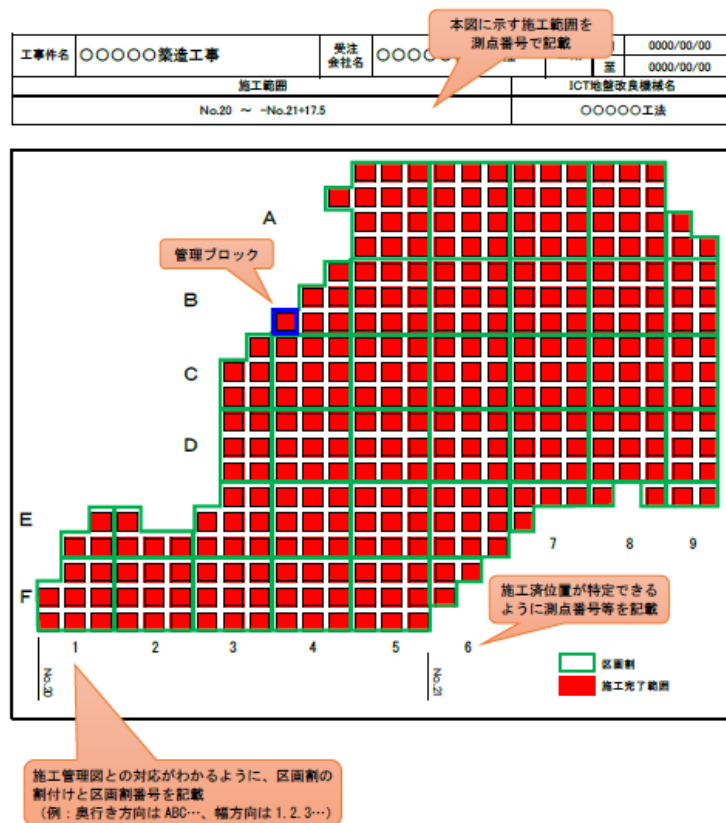


図 7-2 全体改良範囲図作成例 (柱状改良)

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和5年3月 国土交通省))

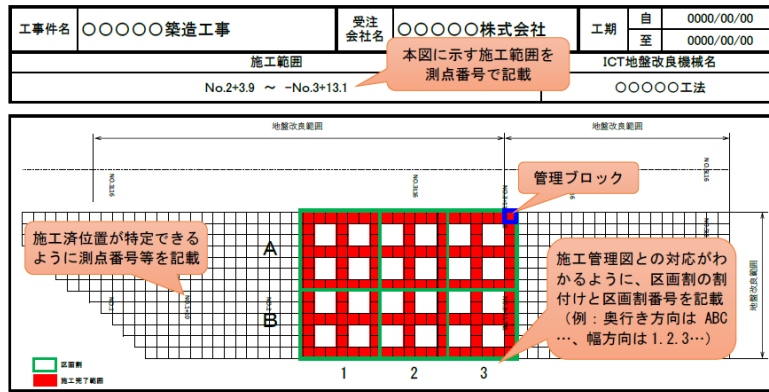


図 7-3 全体改良範囲図作成例（格子状改良）

（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月 国土交通省））

（2）施工管理図

施工管理図は、毎回の工区割の施工完了後に、車載パソコン等に記録された施工履歴データを電子媒体に保存し、出来形帳票作成ソフトウェアにより出力する。この図は、地盤改良範囲の全面を確実に所要の攪拌回数・改良材注入量により施工したことを確認するための出来形管理資料として作成する。

施工管理図の様式及び施工要領図に示す区画割図の分割サイズは受注者の任意とするが、以下のデータは必ず含むこととする。

【必須のデータ項目】

- ・ 工事名
- ・ 施工日
- ・ 施工開始、終了時刻
- ・ 区画割番号（全体改良範囲図で対応する位置が分かるもの）
- ・ 攪拌装置の寸法（幅、奥行き、深さ）
- ・ 区画割のサイズ（幅、奥行き、深さ）
- ・ 区画割の改良土量
- ・ 改良厚（設計値）
- ・ 攪拌時間
- ・ 区画割ごとの累計改良材注入量（施工管理値）
- ・ 区画割ごとの累積攪拌回数又はチェーン累積移動距離（施工管理値）

トレンチ式及びロータリー式について、施工管理図の作成イメージを図7-4及び図7-5に示す。

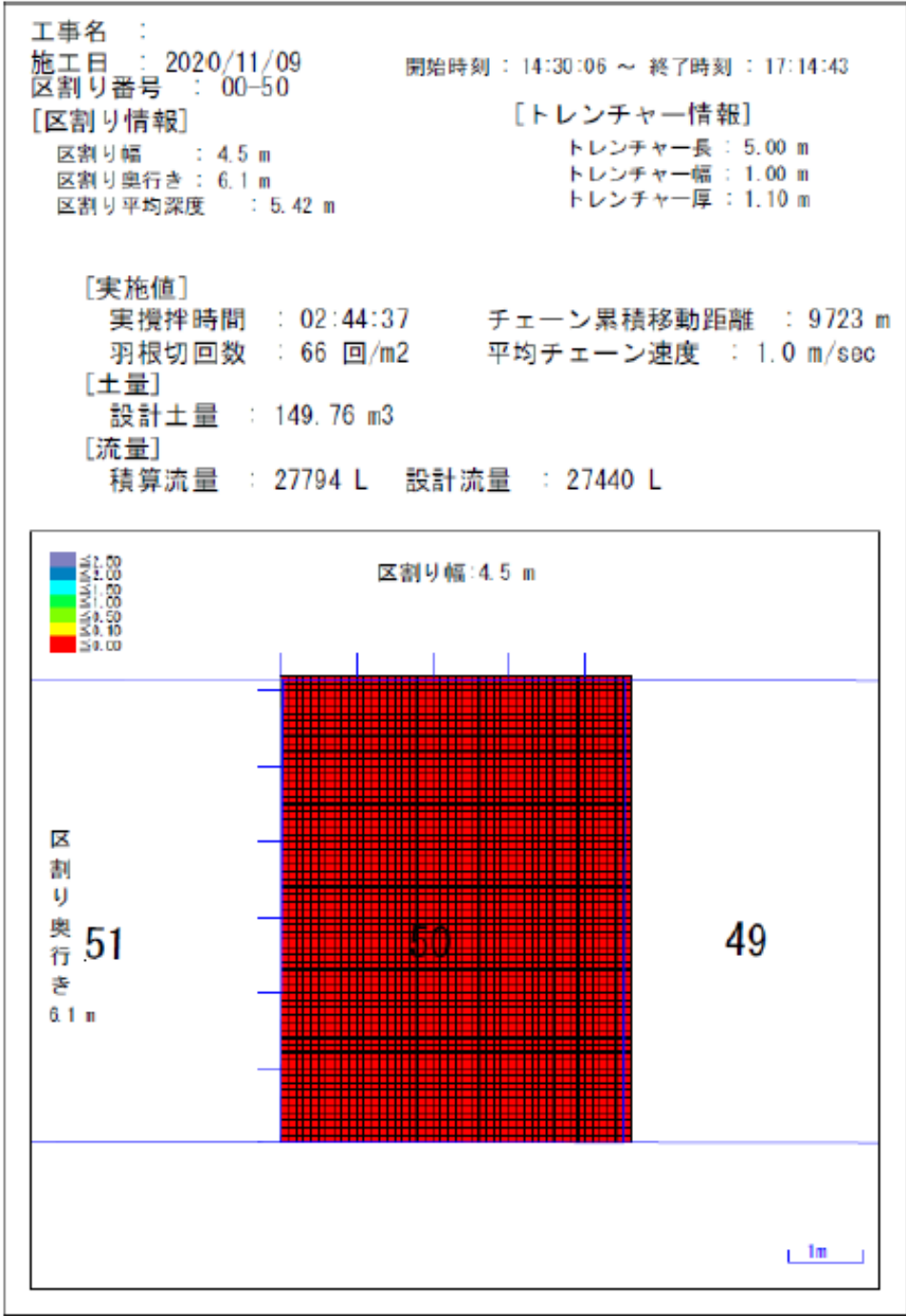


図7-4 施工管理図作成例（トレンチャー式）

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月 国土交通省））

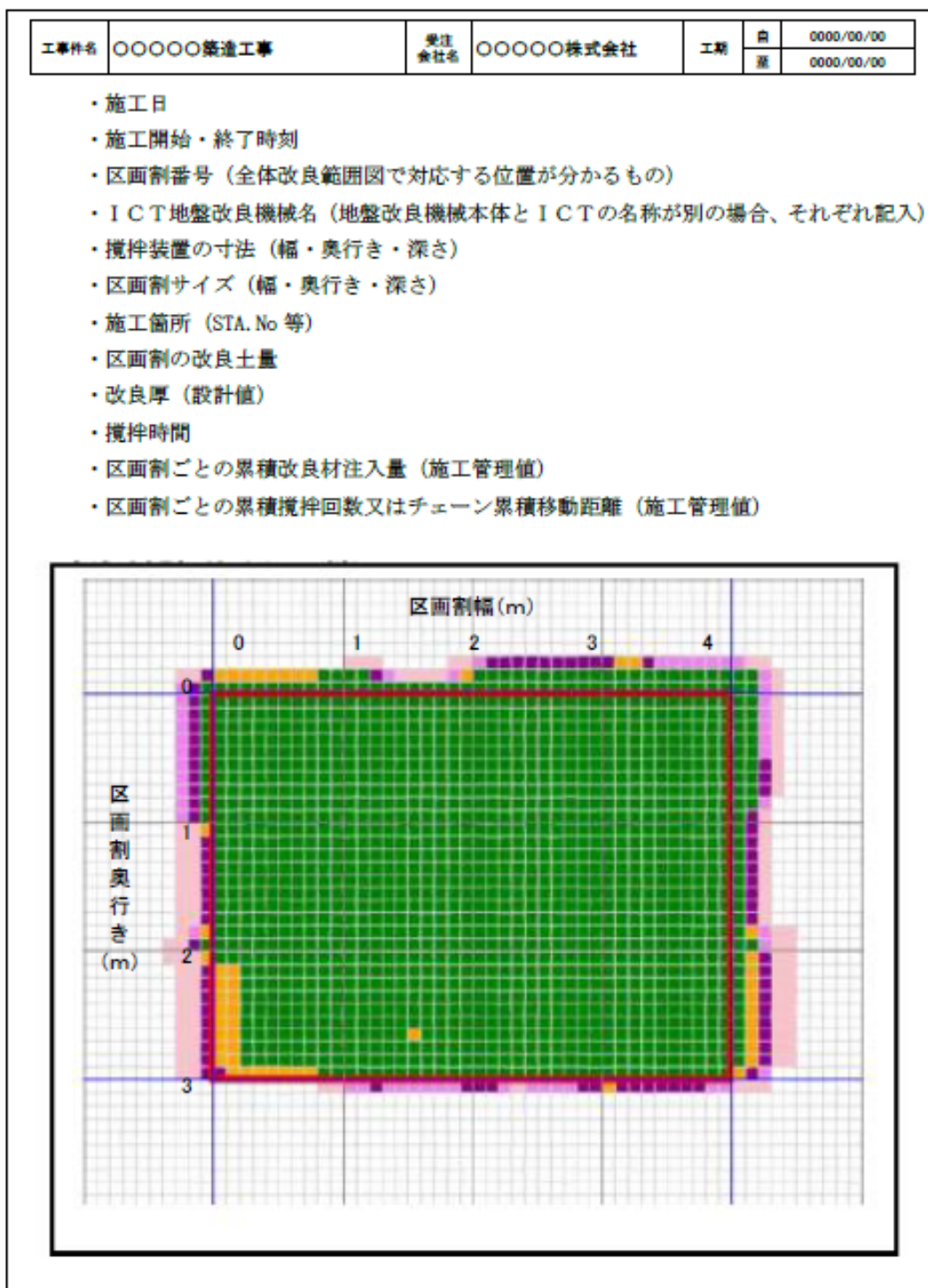


図7-5 施工管理図作成例 (ロータリー式)

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和5年3月 国土交通省))

(3) 施工管理データグラフ

施工管理データグラフは、施工品質を担保するために施工中に計測・管理している数値の経時変化をグラフ化したものである。施工管理データグラフの様式は受注者の任意とする。データ項目例及びグラフ化項目の一例を以下に示す。

【データ項目例】

- ・ 工事名
- ・ 施工日
- ・ 区画割番号（全体改良範囲図で対応する位置が分かるもの）
- ・ 累積改良材注入量
- ・ 累積攪拌回数又は管理ブロック当たりの平均攪拌回数（ロータリー式の場合）
- ・ チェーン累積移動距離（トレンチャ式の場合）

【グラフ化項目の一例】

- ・ 攪拌開始からの経過時間
- ・ 攪拌装置の深度（H）又は標高
- ・ 累積改良材注入量
- ・ 累積攪拌回数又は攪拌装置の回転数（rpm）
- ・ チェーン累積移動距離（トレンチャ式の場合）

施工記録

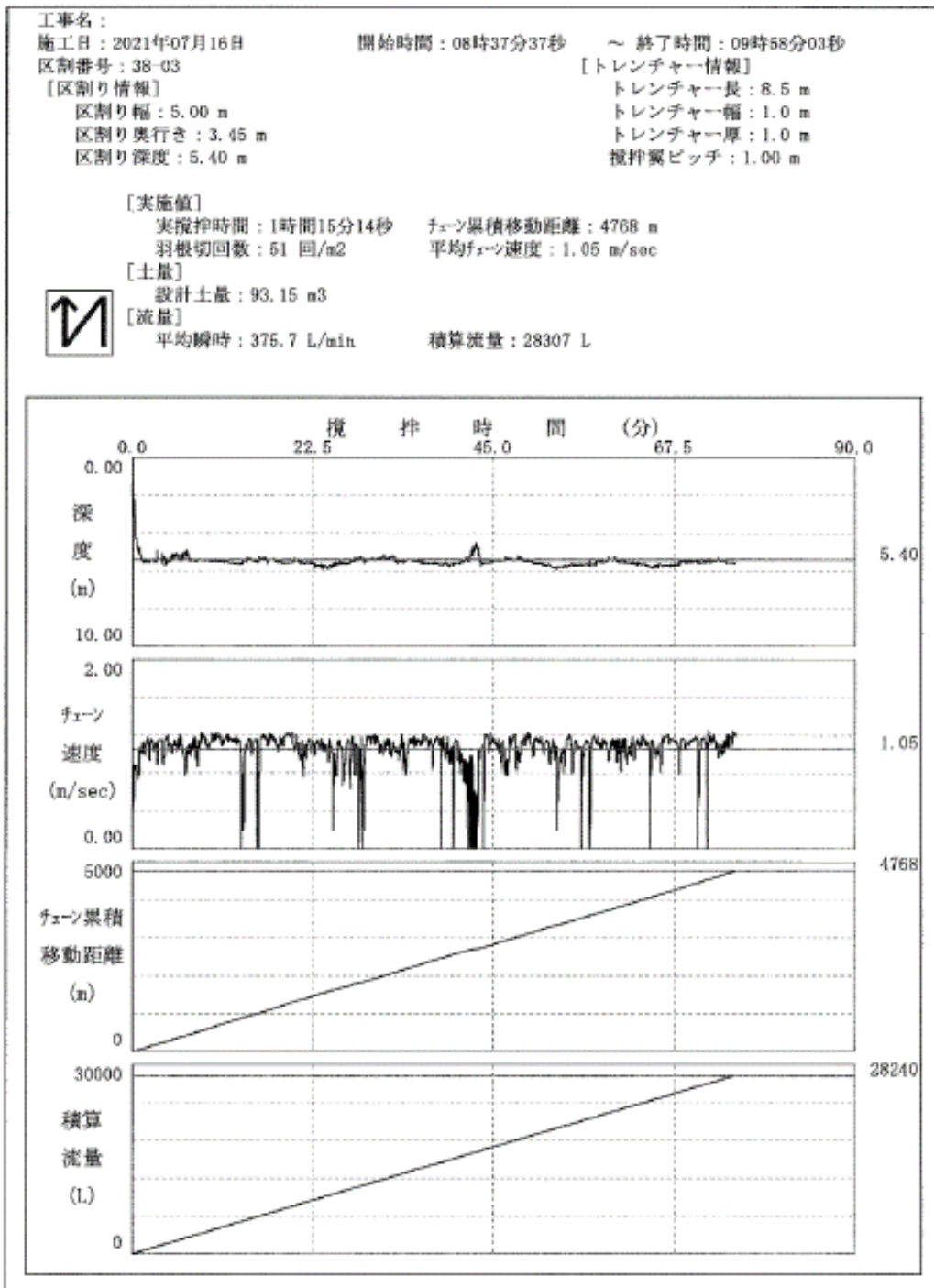


図 7-6 施工管理データグラフ作成例 (トレンチャー式)

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和5年3月 国土交通省))

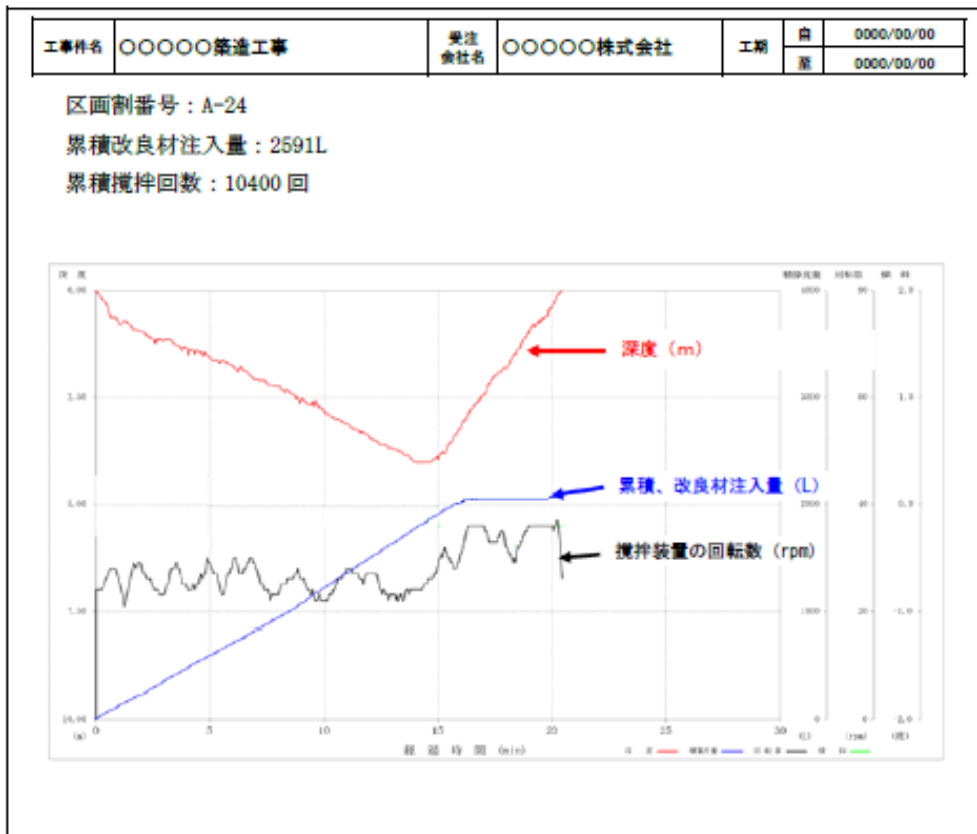


図 7-7 施工管理データグラフ作成例（ロータリー式 工法A）

（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月 国土交通省））

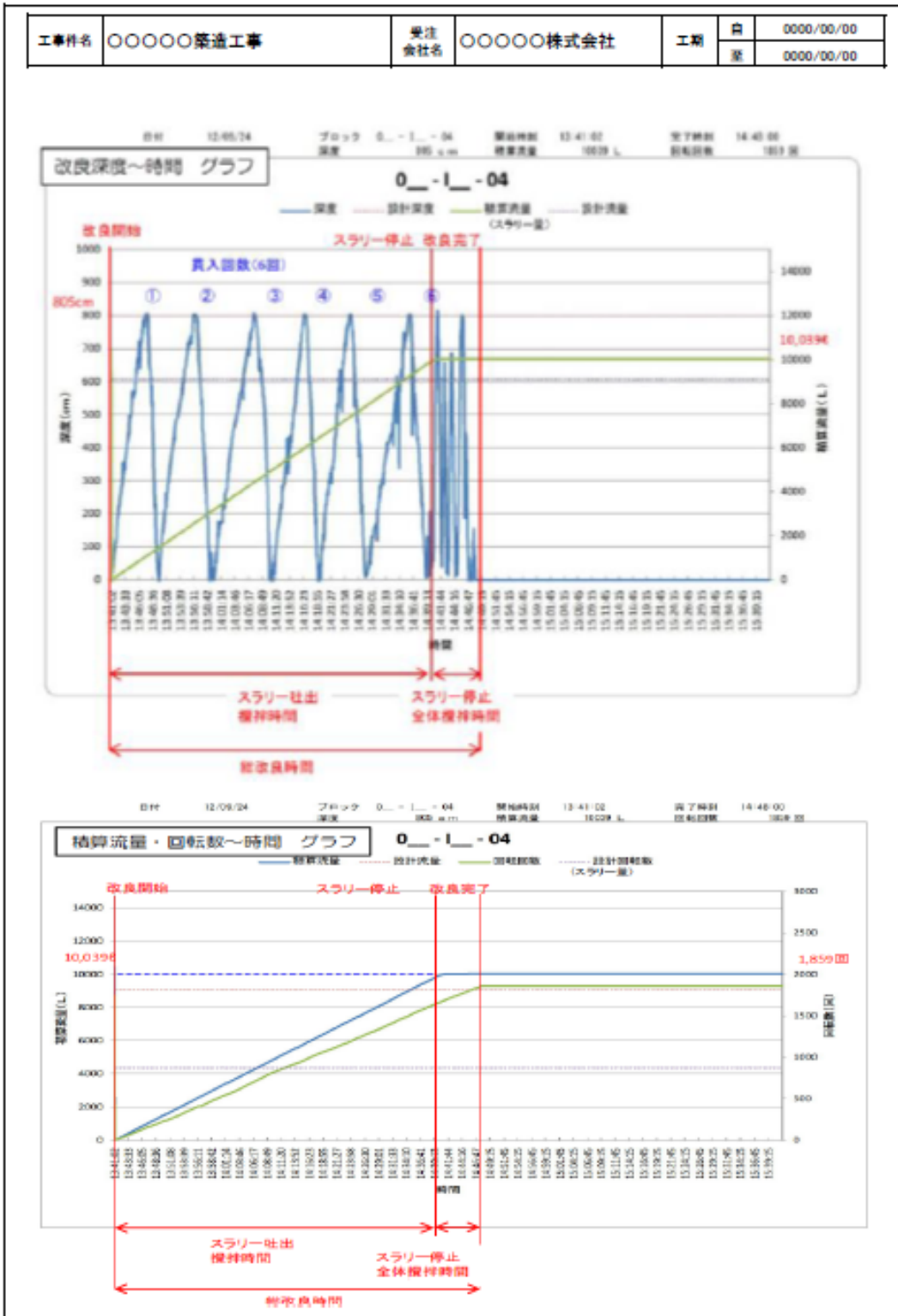


図 7-8 施工管理データグラフ作成例 (ロータリー式 工法B)

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和5年3月 国土交通省))

(4) 攪拌装置軌跡データ

ICT地盤改良機械で施工中に取得される攪拌装置軌跡データを電子データの形式で保管し、「工事完成図書電子納品等要領」で定める「NNICT」フォルダに格納する。ファイルのデータ形式はテキストデータとする。データ項目は受注者の任意としてよいが、以下のデータ項目は必ず含むこととする。各データ項目の一行目にヘッダをつけ、データ項目名を示す。データ項目の並び順やデータ桁数は任意とする。納品するデータの内容例を図7-9に示す。

【必須のデータ項目】

- ・年月日時分
- ・施工開始からの経過時間と攪拌装置の位置 (x, y, z 座標) ※

※ z 座標に代えて深度計で深度 (H) を管理しているものについては深度 (H) を入力する。

①	②	③	④	
091120_10010,	1000.426180,	-61431.327734,	149.613327,	
091120_10010,	1000.423844,	-61431.328288,	149.617427,	
091120_10010,	1000.424147,	-61431.327027,	149.612527,	
091120_10010,	1000.426483,	-61431.327028,	149.609327,	
091120_10011,	1000.426180,	-61431.327918,	149.603027,	
091120_10011,	1000.428365,	-61431.327548,	149.613527,	
091120_10011,	1000.426667,	-61431.326843,	149.610927,	
091120_10011,	1000.425574,	-61431.327918,	149.604927,	
091120_10011,	1000.426818,	-61431.327549,	149.612627,	
091120_10011,	1000.424147,	-61431.326843,	149.611827,	
091120_10011,	1000.426332,	-61431.324507,	149.611727,	
091120_10011,	1000.426331,	-61431.325952,	149.611627,	
091120_10011,	1000.423542,	-61431.327567,	149.607327,	
091120_10011,	1000.424785,	-61431.324507,	149.610526,	
091120_10012,	1000.426483,	-61431.327398,	149.616127,	
091120_10012,	1000.426516,	-61431.333111,	149.613127,	
091120_10012,	1000.427423,	-61431.328808,	149.607827,	
091120_10012,	1000.427121,	-61431.328809,	149.610227,	
091120_10012,	1000.426970,	-61431.328809,	149.617927,	

① 年月日_時分
 ② X座標
 ③ Y座標
 ④ Z座標

図7-9 攪拌装置軌跡データの内容例

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」(令和5年3月 国土交通省))

第5 撮影記録による出来形管理

撮影記録による出来形管理は、表7-4のとおり行うものとするが、第4に示す全体改良範囲図と、施工管理図・施工管理データグラフのいずれかを提出する場合は、出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。

【省略できる出来形管理に関わる写真管理項目例】

①施工前

- ・区画割の現地でのマーキング状況の写真

②施工中

- ・施工サイクル写真（マシンセット状況写真、掘削状況写真、掘削完了残尺写真、引き抜き状況写真、造成完了写真、マシン移動状況写真）

③施工後

- ・区画割ごとの出来形写真（改良位置、改良厚、改良幅、改良延長について）

表7-4 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
路床安定処理工	1回/40m	施工厚さ（施工後）、幅（施工後）
固結工 （中層混合処理）	1回/1,000m ³ ~4,000m ³ 又は施工延長40m（測点間隔25mの場合は50m）	施工厚さ（施工中）、幅（施工後）

第8章 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））における出来形管理技術の適用範囲は表8-1のとおりとする。

表8-1 出来形管理技術の適用範囲

1 面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
・施工履歴データ	固結工（スラリー攪拌工）	基準高、位置、杭径、改良長	制限なし

第2 出来形管理基準及び規格値

測定項目、規格値、測定基準及び測定箇所は、表8-2のとおりとする。

改良長については、着底管理を求められない現場では、全体改良平面図において改良範囲全体の施工完了を示す着色がなされていることの確認をもって改良長Lの確認に代える。着底管理を求められる現場では、施工管理データ帳票において現場ごとに試験施工等により定めた着底判定基準を満足していることを確認する。

表8-2 出来形管理基準

工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
固結工 (スラリー 攪拌工)	基準高▽	0以上	杭芯位置管理表により基準高を確認。	
	位置	D/8以上	全本数。 施工履歴データから作成した杭芯位置管理表により設計杭芯位置と施工した杭芯位置との距離を確認。 (掘起しによる実測確認は不要。)	
	杭径D	設計値以上	1回/工事 施工前の攪拌翼の寸法実測により確認(掘起しによる実測確認は不要。)	
	改良長L	設計値以上	全本数。 施工履歴データから作成した杭打設結果表により確認。 (残尺計測による確認は不要。)	

測定箇所の図は、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」(令和5年3月 国土交通省)から引用。

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 施工履歴データ出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

施工履歴データを用いた出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア ICT地盤改良機械

建設機械本体や施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録するための装置で構成される。施工履歴データは、車載PCから記録媒体（USBメモリー等）にコピーするなどして使用する。適用機種は表8-3のとおりである。別紙-8「ICT地盤改良機の機能、要件及び設定」の機能を有していなければならない。

表8-3 適用機種

工種	適用できる ICT建設機械	施工履歴データを 記録する箇所	施工履歴データを 記録する作業
固結工（スラリー 一攪拌工）	・3DMG地盤改良機	攪拌装置	改良材攪拌作業

イ 地盤改良設計データ作成ソフトウェア

地盤改良設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる地盤改良の設計形状を示す地盤改良設計データを作成・出力するソフトウェアである。

ここでいう地盤改良設計データは、設計図書等に基づき、改良体番号・杭芯位置（ x, y ）（攪拌装置が多軸の場合は複数）・改良体天端の標高又は施工基面からの計画深度・改良体底面部の標高又は計画深度・杭径 D ・施工基面の標高を入力したものである。

別紙-9「地盤改良設計データ作成ソフトウェアの機能と要件（固結工（スラリー攪拌工））」の機能を有していなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、地盤改良設計データと施工中に記録した施工履歴データを用いて、地盤改良を行う範囲における攪拌回数及び改良材吐出量について、もれなく施工されていることを確認し、これを出来形管理資料として出力するソフトウェアである。

別紙-10「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（地盤改良工）」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

施工履歴データによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するICT建設機械本体の性能について、監督職員に提出すること。

【静止状態での作業装置位置の測定精度（攪拌装置の回転軸中心の平面位置（ x, y ）と標高（ z ）の場合）】

水平 (x, y) : 各±100mm 以内
標高 (z) : ±50mm 以内

【静止状態での作業装置位置の測定精度（攪拌装置の回転軸中心の平面位置 (x, y) と施工基面からの深さHの場合）】

水平 (x, y) : 各±100mm 以内
深さ (H) : ±50mm 以内

(カタログ記載に加え、様式-11-5「施工履歴データの精度確認試験実施手順書（地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））」による精度確認試験を行うこと。)

(3) 精度確認

I C T建設機械の作業装置位置記録システムの管理が適正に行われていることを確認するため、着工前に現場の平坦な場所において精度確認試験を実施することとする。様式-11-5「施工履歴データの精度確認試験実施手順書（地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））」に従い、本ガイドラインによる出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果を様式-11-6「施工履歴データの精度確認試験結果報告書（地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））」を用いて提出する。

なお、I C T建設機械の作業装置位置の測定精度は、以下の要因により変化する。

- ①R T K-G N S Sの位置精度（R T K-G N S Sを測位に使用する場合）
- ②T S等光波方式の器械設置・計測誤差（T S等光波方式を測位に使用する場合）
- ③ソフト処理上の丸め誤差
- ④機械の劣化（刃先の摩耗を含む）

上記の要因等により所要の精度が得られなかった場合は、出来形管理に本ガイドラインを適用せず、従来どおりの管理を行うこととする。

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア I C T地盤改良機械の設定

当該現場の条件に応じたI C T地盤改良機械の設定を行い、R T K-G N S S等により取得した攪拌装置の位置をもとに地盤改良を正しく行うため、以下の項目について設定を行う。

(ア) 施工箇所の設定

I C T地盤改良機械に地盤改良設計データを入力し、改良体の配置と改良体番号が車載モニターに正しく平面図表示されていることを確認するとともに、改良体番号で指定した任意の改良体が、平面図上の正しい位置に表示されることを確認する。

(イ) 施工管理値の設定

所要の攪拌回数及び改良材吐出量は、受注者の提案する管理値を監督職員の承諾のもと設定する。

(ウ) 攪拌装置の径の設定

使用する攪拌装置の径を実測し、I C T地盤改良機械に入力する。

イ 攪拌装置位置データ計測器のキャリブレーションの実施

施工着手までに攪拌装置位置データの計測器のキャリブレーションを行い、精度を担保する。キャリブレーション実施方法は、受注者、工法協会等が定めたキャリブレーション実施方法を監督職員の承諾を得た上で採用する。

ウ G N S S等の設置

I C T地盤改良機械を構成する機器にR T K-G N S Sを含む場合には、施工着手までにR T K-G N S S基準局を設置する必要がある。ネットワーク型R T K-G N S Sを用いる場合は、この作業は不要である。

なお、施工履歴データとして記録する攪拌装置の位置は、平面位置 (x, y) については監督職員に指示を受けた基準点と同じ座標系にて記録することとし、深度方向については施工基面からの深度 (H) 又は標高 (z) のいずれかを記録することとする。

エ 地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション

第3 1 (3) により事前に1 m程度の長さで深度計キャリブレーションを実施し、実測値と計器値を校正しているが、攪拌装置の貫入が深くなると実測値と計器値の誤差が生じる可能性があるため、改めて地中貫入をおこない実測値と計器値を合わせる必要がある。そこで、I C T地盤改良機械が計測し、車載モニターに表示するとともに、出来形管理資料作成のために記録する攪拌装置の深さ計測値と、残尺計測による深さ計測値との差が±100mm 以内となるように、深度計のキャリブレーションを行う。地中貫入を行ってのキャリブレーションは、現場ごとに1回、試験杭又は初めに施工する改良体の施工において実施する。キャリブレーション完了後、I C T地盤改良機械が計測する深度と残尺計測による深度の確認結果を様式-11-7「地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書」に記載し提出する。

第4 出来形管理資料の作成

1 面管理の場合

受注者は、全体改良範囲図・杭芯位置管理表と施工管理データを、施工時の日常管理資料として作成し、出来形管理資料として提出する。

(1) 全体改良範囲図

全体改良範囲図は、攪拌済みの改良体を平面図上に着色表示したものである。攪拌装置位置データをもとに、攪拌装置位置データによる攪拌判定・表示機能の判定基準により当該改良体を改良済みの改良体と判定する。

全体改良範囲図における攪拌済みを示す改良体の色や表示するデータ項目は受注者の任意とするが、以下のデータ項目は必ず含むこととする。

【必須のデータ項目】

- ・ 工事名、受注会社名
- ・ 全体改良範囲図に示す範囲の施工開始日及び終了日
- ・ 施工範囲（STA、No. 等）
- ・ 工法名

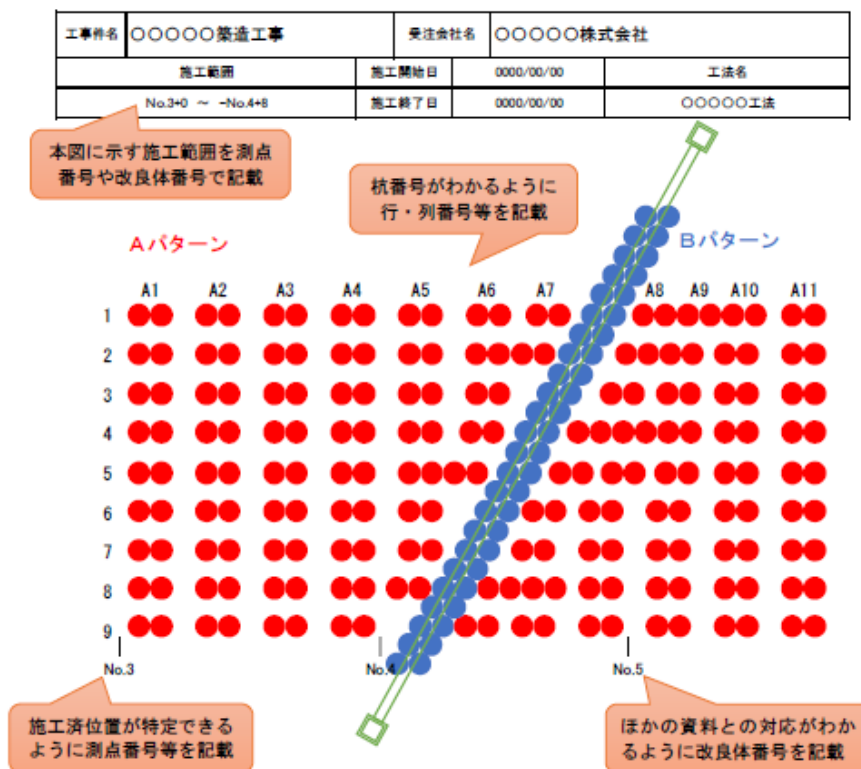


図8-1 全体改良範囲図作成例

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月 国土交通省）

(2) 杭芯位置管理表

施工履歴データをもとに、以下アからウまでのデータを杭芯位置管理表として取りまとめる。

ア 各改良体の設計の杭芯位置 (x, y) 及び改良体天端の深さ (H) 又は標高 (z)

イ 各改良体の施工開始時の回転軸中心位置 (x, y) 及び改良体天端の深さ (H) 又は標高 (z)

ウ 上記アと上記イの差 (Δx , Δy , ΔH (又は Δz))

※ 攪拌翼の回転軸が複数ある場合は、それぞれの回転軸について x, y, z, Δx , Δy , ΔH (又は Δz) を記載する。

表 8 - 4 杭芯位置管理表

工事件名	〇〇〇〇〇〇工事	受注会社名	〇〇〇〇株式会社
施工範囲		施工開始日	〇年〇月〇日
No. 〇〇 ~No. 〇〇		施工終了日	〇年〇月〇日
		工法名	
		〇〇〇〇工法	

改良体 番号	設計杭芯位置			施工実績				Δx	Δy	基準高 ΔH 又は Δz	合否 判定
	x	y	改良体 天端深度(H) 又は標高(z)	杭径 D	x	y	改良体 天端深度(H) 又は標高(Z)	規格値 D/8 以下	規格値 D/8 以下	0mm 以上	

(3) 施工管理データ帳票

施工管理データ帳票は、施工品質を担保するために施工中に計測・管理している数値の経時変化の帳票である。施工管理データ帳票の様式は受注者の任意とする。データ項目例及び必須のデータ項目を以下に示す。

【データ項目例】

- ・ 工事名
- ・ 施工日
- ・ 改良体番号
- ・ 施工時間
- ・ 電流値又は回転トルク

【必須のデータ項目】

- ・ 深度 1 m 当たりの羽根切り回数又は軸回転数 ((回/m) 又は (rpm))
- ・ 深度 1 m 当たりのスラリー (改良材) 吐出量 ((L/m) 又は (L/分))
- ・ 着底部付近については、深度 100mm ごとの速度及び電流値を表形式で施工管理データ帳票に併記するか別途作成する。

表 8-5 施工管理データ帳票作成例 (2)

(出典:「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和5年3月 国土交通省))

杭打設結果表

Page 1

工事名: ○○○○○○工
 施工者: △△△△△△
 施工日: ****年**月**日
 杭番号: xx-xx
 号機番号: 1号機
 杭径: 2000 (mm)

スラリー1m3当たり

(kg)	固化材	水	ベンチ付	遅延剤	添加剤	W/C
配合A	750.0	750.0	0.0	0.0	0.0	100
配合B						

設定深度 (m)	固化材量 (kg)	標準スラリー量 (L/m)	配合
	土量1m3当たり	深度1m当たり	
第1層 5.90	160	502.4	670 A
第2層 7.10	125	392.5	524 A
第3層 12.20	205	643.7	839 A
第4層 13.80	380	1193.2	1591 A
第5層			-
第6層			-

削孔開始時間	0 : 00 : 00
削孔完了時間	0 : 31 : 22
造成完了時間	0 : 40 : 28

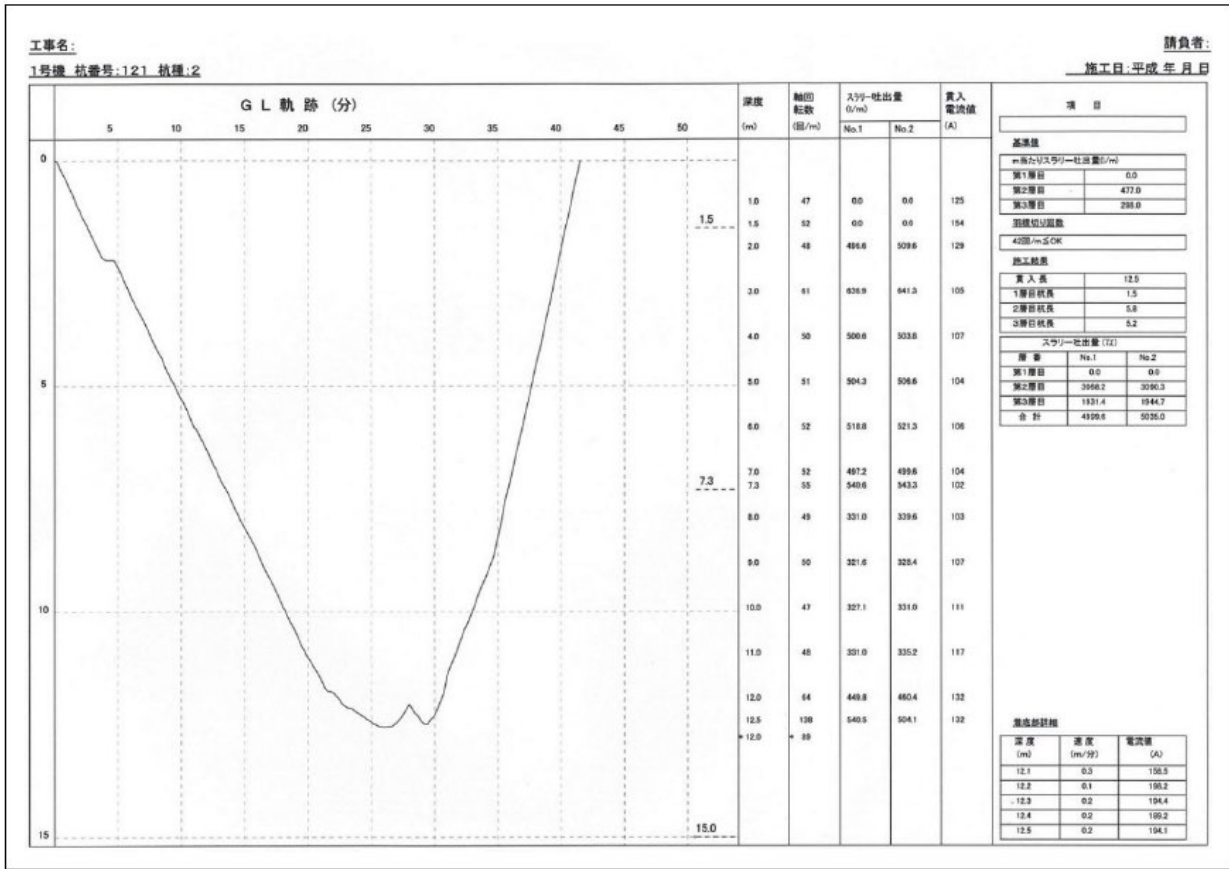
深度 (m)	昇降速度 (m/min)	スラリー吐出量 (L/m)		スラリー吐出量 累計 (L)	電圧値 (A)	羽根切回数 (回/m)
		配合A	配合B			
1.00	0.29	763		763.0	155	527
2.00	0.56	675		1438.0	145	275
3.00	0.58	682		2120.0	126	267
4.00	0.57	693		2813.0	135	269
5.00	0.57	675		3488.0	108	271
5.90	0.55	689		4108.1	123	277
6.00	0.60	650		4173.1	124	265
7.00	0.57	525		4698.1	143	272
7.10	0.60	602		4758.3	140	285
8.00	0.44	862		5552.1	143	344
9.00	0.48	861		6413.1	138	322
10.00	0.48	889		7302.1	125	319
11.00	0.47	886		8188.1	111	324
12.00	0.49	859		9047.1	113	311
12.20	0.50	865		9220.1	116	310
13.00	0.27	1601		10500.9	112	560
**13.80	0.24	1622		11798.5	232	639
13.00	1.26	0		11798.5	233	762
12.80	1.09	0		11798.5	100	701
13.00	1.09	0		11798.5	100	839
**13.80	1.07	0		11798.5	264	895
13.00	1.78	0		11798.5	103	981
12.20	2.00	0		11798.5	104	918
12.00	2.00	0		11798.5	104	399
11.00	1.88	0		11798.5	111	393
10.00	2.00	0		11798.5	106	402
9.00	2.00	0		11798.5	109	398
8.00	2.00	0		11798.5	133	402
7.10	1.93	0		11798.5	127	428
7.00	1.50	0		11798.5	106	413
6.00	2.00	0		11798.5	108	353
5.90	1.50	0		11798.5	103	426
5.00	1.80	0		11798.5	104	362
4.00	2.00	0		11798.5	111	349
3.00	2.00	0		11798.5	105	349
2.00	1.88	0		11798.5	104	350
1.00	2.00	0		11798.5	107	357
0.00	1.35	0		11798.5	104	640
合計	実施	11799	0	11799		
	設計	11509	0	11509		
判定		OK		OK		OK

深度 (m)	速度 (m/min)	電圧値 (A)
12.90	0.02	108
13.00	0.26	108
13.10	0.26	108
13.20	0.26	108
13.30	0.25	111
13.40	0.23	112
13.50	0.23	110
13.60	0.22	125
13.70	0.22	109
13.80	0.14	231

** : 着底部

表 8-6 施工管理データ帳票作成例 (3)

(出典:「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」(令和5年3月 国土交通省))



第5 撮影記録による出来形管理

撮影記録による出来形管理は、表8-7のとおり行うものとするが、第4に示す出来形管理資料を提出する場合は、出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。

【省略できる出来形管理に関わる写真管理項目例】

①施工前

- ・施工前の杭芯出し状況及び完了状況

②施工中

- ・施工サイクル写真（マシンセット状況写真、掘削状況写真、掘削完了残尺写真、引き抜き状況写真、造成完了写真、マシン移動状況写真）

③施工後

- ・掘起しによる杭頭確認状況（標尺等を設置した杭径、杭間距離の計測写真）

表8-7 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
固結工 (スラリー攪拌工)	1回/施工箇所	位置・間隔(打込後)、 杭径(打込後)、 深度(打込前後)

第9章 法面保護工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

法面保護工における出来形管理技術の適用範囲は、表9-1のとおりとする。

なお、表9-1に示す技術を適用するに当たり、計測装置位置と計測対象箇所との離隔等により精度確保が困難となる箇所、繰り返し計測を行うことが必要となる箇所等も想定される。当該箇所においては、施工段階における出来形計測結果が判る写真、画像データ等と併用するなど、他の計測技術による出来形管理を行ってもよいものとし、このことについて監督職員と協議することとする。

表9-1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
【単点計測】 ・TS等光波方式 ・TS（ノンプリズム方式） ・RTK-GNSS 【多点計測】 ・UAV空中写真測量 ・TLS ・UAVレーザー ・地上移動体搭載型LS	・ラス張 ・植生マット ・植生シート ・繊維ネット ・張芝 ・人工張芝	・面積	制限なし
	・種子散布		
	・客土吹付 ・植生基材吹付		
	・吹付枠	・梁延長 ・梁間隔 ・梁断面	

第2 出来形管理基準及び規格値

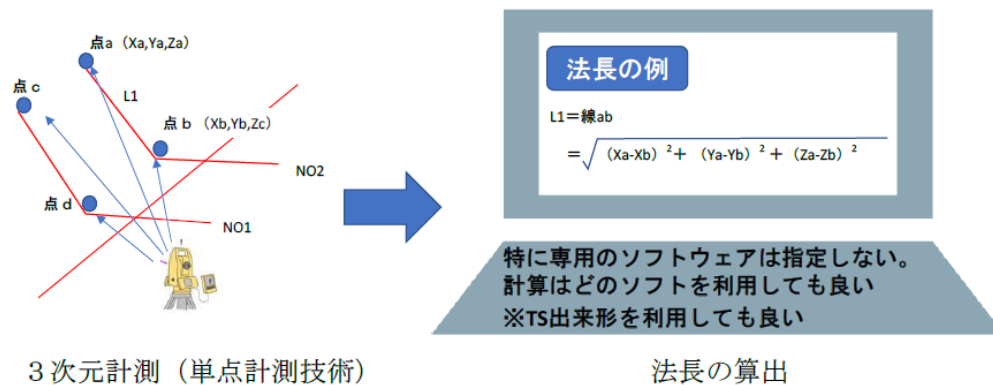
測定項目、出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

出来形管理項目の計測値は、以下（1）及び（2）により算出する。

（1）出来形計測を算出するために用いる3次元座標データの取得方法

ア 単点計測技術を用いる場合

計測箇所の管理対象として計測する断面又は測線上において、計測項目の端部等の3次元座標を計測し、座標値を取得する。



3次元計測（単点計測技術）

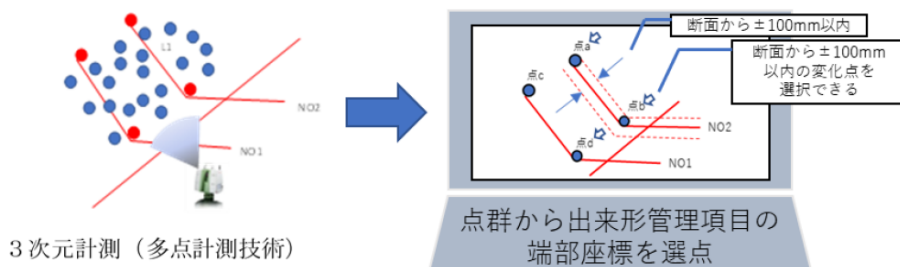
法長の算出

図9-1 単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省））

イ 多点計測技術を用いる場合

多点計測技術を用いて取得した計測点群のうち、計測する断面又は測線の±100mmの範囲内にある取得点群から任意に3次元座標を選択し、座標値を取得する。



3次元計測（多点計測技術）

点群から出来形管理項目の端部座標を選点

図9-2 多点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

（出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省））

(2) 計測値の算出方法

ア 面積の算出方法

以下(ア)法長及び(イ)延長を用いて、面積を算出する。

(ア) 法長の算出方法

計測すべき断面上又は測線上の法長を構成する端部2か所の3次元座標間の斜距離を用いて算出する。法長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを法長とする。

(イ) 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2か所の3次元座標間の斜距離を用いて算出する。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

なお、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては実際の距離と異なる場合がある。延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法により計測してもよい。

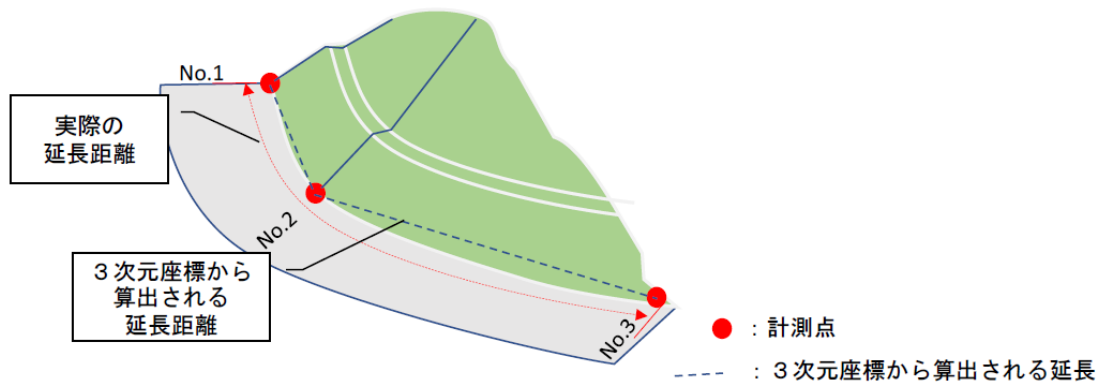


図9-3 延長計測の留意事項

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」(令和5年3月国土交通省))

イ 梁延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部2か所の3次元座標間の斜距離を用いて算出する。2か所以上の計測箇所を指定し分割する、又は、計測箇所2か所の道のり距離(点群を含んだ斜距離)で計測する際には、1辺の長さを枠中心間隔以上とし、3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

なお、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては実際の距離と異なる場合がある。延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法により計測してもよい。

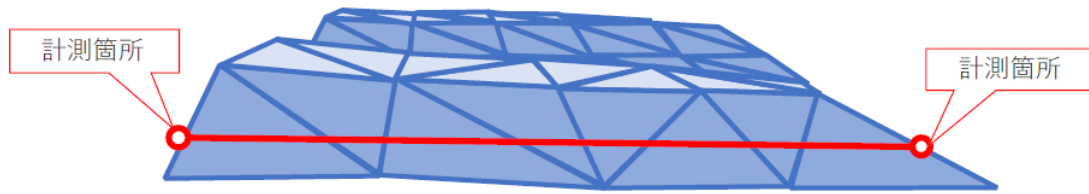


図 9 - 4 延長の算出方法

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省）)

ウ 梁間隔の算出方法

計測箇所の端部を構成する2か所を計測し、計測した3次元座標間の斜距離を用いて吹付枠に対する点間距離を算出する。



図 9 - 5 梁間隔の算出方法

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省）)

エ 梁断面の算出方法

以下（ア）幅及び（イ）高さを用いて、梁断面を算出する。

（ア）幅の算出方法

計測箇所の吹付枠に直交する測線から±50mmの範囲内において、幅の端部を構成する2か所を計測し、2か所の3次元座標間の斜距離を用いて吹付枠に対する水平距離を算出する。幅を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを幅とする。

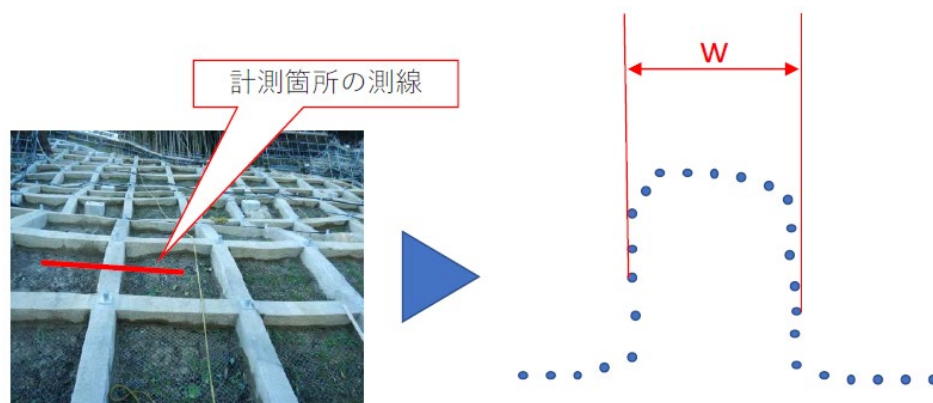


図 9 - 6 幅の算出方法

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省）)

(イ) 高さの算出方法

計測箇所の吹付枠に直交する測線から±50mmの範囲内において、高さの端部を構成する2か所を計測し、3次元座標間の法線方向に対する鉛直距離の差分を用いて、吹付枠に対する鉛直距離を算出する。

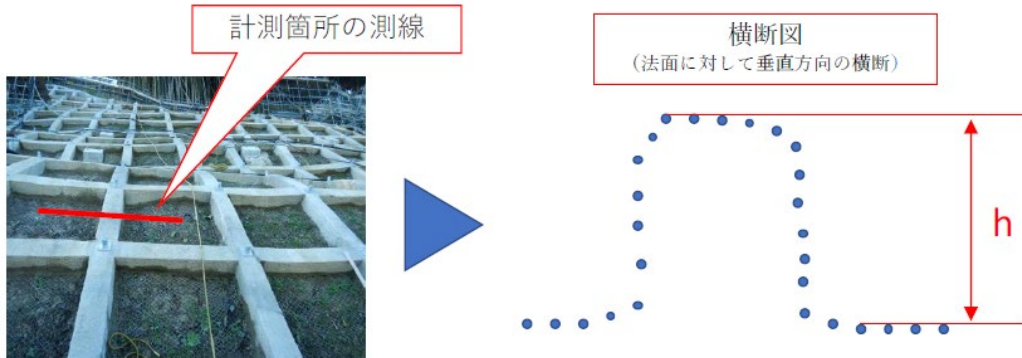


図9-7 高さの算出方法

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」(令和5年3月国土交通省))

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙-4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙-7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、(3)に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm+5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは 10^{-6}

<計算例>

計測距離100mの場合は、±（5mm+5× 10^{-6} ×100×10³）=±5.5mmの誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がないT S等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式－2**「T S等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表9－2に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9－2 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用T S等光波方式の設置

出来形管理用T S等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用T S等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用T S等光波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。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、出来形管理用 T S 等光波方式から出来形計測点までの斜距離を 3 級 T S は 100m 以内（2 級 T S は 150m 以内）とする。T S 等光波方式による計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

図 9-8 に示すとおり、管理対象箇所全ての箇所について 3 次元座標値を取得するものとする。

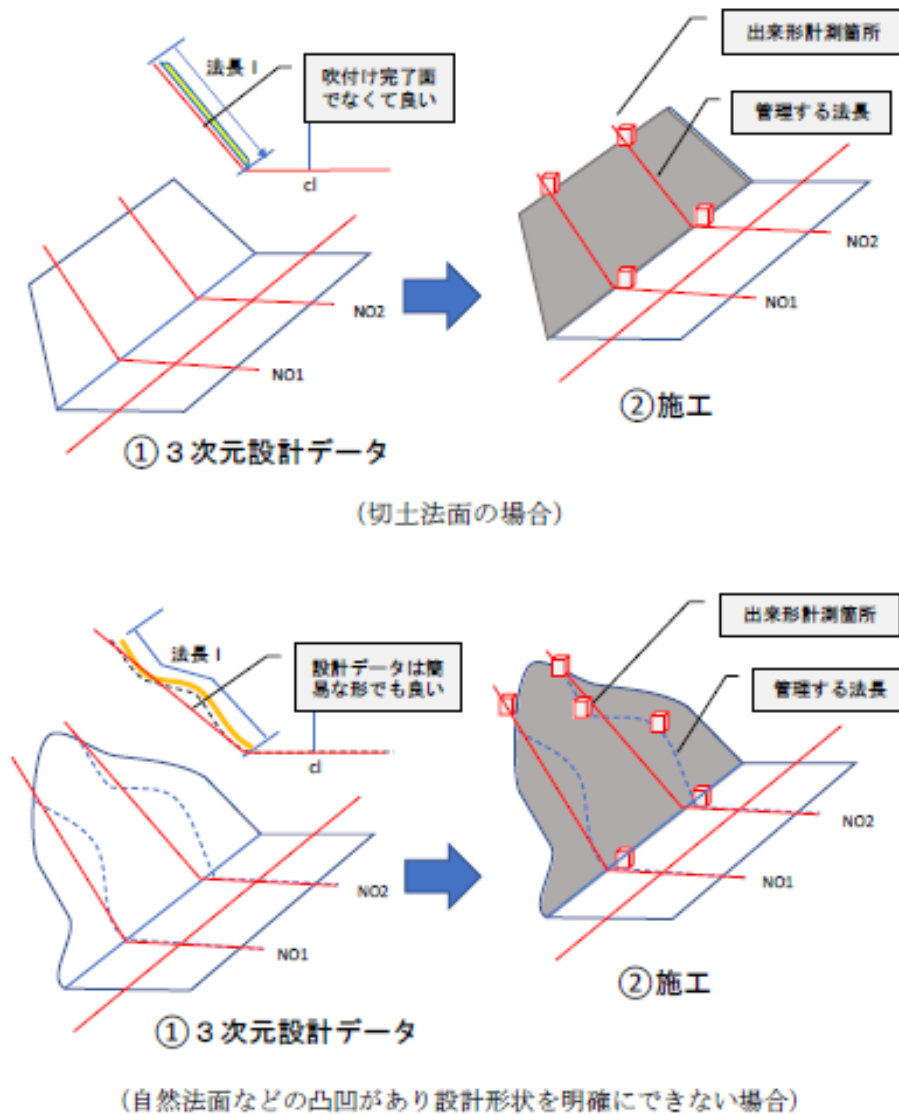


図 9-8 出来形計測箇所

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」（令和5年3月国土交通省）)

2 TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術

（1）機器構成及び各機器の機能・要件

TS（ノンプリズム方式）による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりとする。

ア TS（ノンプリズム方式）本体

本体からターゲットとなるプリズムを利用せず被計測対象からの反射波を利用して計測対象の相対的な位置座標を取得する。

イ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 出来形座標確認ソフトウェア

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と3次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-11**「出来形座標確認ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ その他

取得した3次元点群の点密度の調整等を行うソフトウェア、3次元座標から幅、法長及び延長を算出するソフトウェア、出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア及び数量算出を行うソフトウェアは任意とする。

（2）計測性能

TS（ノンプリズム方式）本体は、以下の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するTS（ノンプリズム方式）の性能について、監督職員に提出すること。

精度：

【吹付砕工以外の工種】

計測範囲内で±20mm 以内

【吹付砕工】

規格値が施工延長 \geq 設計延長の場合、±20mm 以内

規格値が $\pm L/10\text{mm}$ ($L \geq 2$) の場合、±20mm 以内

規格値が $\pm L/10\text{mm}$ ($L < 2$) の場合、±10mm 以内

規格値が-20mm の場合、±5mm 以内

（カタログ記載に加え、**様式-2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用し精度確認試験を行うこと。）

（3）TS（ノンプリズム方式）の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するため、TS（プリズム方式）による計測とTS（ノンプリズム方式）による計測により精度確認試験を行い、**様式-2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用し結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前に精度確認試験を行うことが望ましい。本精度確認により、ノンプリズム方式において所要の計測値が得られることが確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び視準距離の範囲内で、ノンプリズム方式を出来形計測に適用することができる。精度確認試験は、利用前12か月以内に実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) TS（プリズム方式）による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) TS（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせ、ピンポール先端（石ずき等）に合わせる。ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

計測結果を比較し、その差が表9-3に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9-3 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差	【吹付砕工以外の工種】 ±20mm 以内（平面座標・標高差）	現場内 2か所以上
	【吹付砕工】 規格値が施工延長 ≥ 設計延長：±20mm 以内（平面座標・標高差）	
	規格値が ±L/10mm (L ≥ 2)：±20mm 以内（平面座標・標高差）	
	規格値が ±L/10mm (L < 2)：±10mm 以内（平面座標・標高差）	
	規格値が -20mm の場合：±5mm 以内（平面座標・標高差）	

(4) GNSSの精度確認

T S の設置位置の計測に G N S S ローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「G N S S の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の 2 か所以上の既知点や検証点を利用し、G N S S による計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表 9 - 4 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 9 - 4 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内 2 か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア T S (ノンプリズム方式) の設置

T S (ノンプリズム方式) は、計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定する。また、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する。

T S (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する。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する。

なお、未知点に T S (ノンプリズム方式) を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ (複数の場合はその一つ) は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、T S (ノンプリズム方式) と工事基準点の距離が近い場合、方位の算出誤差が大きくなるため注意すること。

イ 出来形計測の実施

出来形計測の実施に当たっては、精度確認試験の確認距離内とする。ただし、器械設置時はプリズムを用いた計測を行うこととし、T S (プリズム方式) における制限距離内での計測を行う。T S (ノンプリズム方式) 計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

図 9 - 8 に示すとおり、管理対象箇所全ての箇所について 3 次元座標値を取得するものとする。

4 UAV空中写真測量出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

UAV空中写真測量出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア UAV

UAV本体、UAVを操作するためのコントローラ又は撮影計画ソフトウェア、カメラを固定するジンバル等、飛行撮影するための装置である。

イ デジタルカメラ

レンズや撮影素子を含む空中写真を撮影するための装置である。

ウ 写真測量ソフトウェア

撮影した空中写真から空中写真測量及び3次元図化を行い、地形や地物の座標値を算出するソフトウェアである。写真測量ソフトウェアは、撮影した空中写真及び標定点の座標やカメラキャリブレーションデータを用いて、空中写真測量の現地及び同時調整作業の内部処理によりステレオモデルを構築し、地形、地物等の座標値を算出できる機能を有していなければならない。

エ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来形座標確認ソフトウェア

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と3次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-11**「出来形座標確認ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

カ その他

取得した3次元点群の点密度の調整等を行うソフトウェア、3次元座標から幅、法長及び延長を算出するソフトウェア、出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア及び数量算出を行うソフトウェアは任意とする。

(2) 計測性能

UAV空中写真測量による出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。ただし、現場精度確認において必要な精度を確保することが確認できる場合は、以下の計測性能の地上画素寸法とは異なる性能のデジタルカメラを用いることができる。受注者は、利用するUAV及びデジタルカメラの性能について、監督職員に提出すること。

計測性能：地上画素寸法が10mm／画素以内（出来形計測の場合）

測定精度：

【吹付砕工以外の工種】

計測範囲内で±30mm以内

【吹付砕工】

規格値が施工延長 \geq 設計延長の場合、 $\pm 30\text{mm}$ 以内
規格値が $\pm L/10\text{mm}$ の場合、 $\pm 30\text{mm}$ 以内
規格値が -20mm の場合、 $\pm 10\text{mm}$ 以内
（カタログ記載に加え、**様式-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」による精度確認試験を行うこと。）

(3) UAV空中写真測量の精度確認

受注者は、現場における空中写真測量の測定精度を確認するため、空中写真から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行い、**様式-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」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

UAV空中写真測量による計測ごとに、空中写真撮影後、写真測量ソフトウェアから計測点群データを算出する際に行う

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置

真値となる座標値は、基準点、工事基準点等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

なお、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任意とすることができるが、カメラ位置を直接計測できる手法のうち、自動追尾TSを利用する場合は、計測範囲内で最も離れた位置に、1点検証点を設置することとする。

(イ) 計測

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。

(ウ) 評価基準

UAV空中写真測量による計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表9-5に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9-5 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	【吹付砕工以外の工種】 $\pm 30\text{mm}$ 以内 (平面座標・標高差)	現場内 2か所 程度
	【吹付砕工】 規格値が施工延長 \geq 設計延長： $\pm 30\text{mm}$ 以内 (平面座標・標高差)	
	規格値が $\pm L/10\text{mm}$ ： $\pm 30\text{mm}$ 以内 (平面座標・標高差)	
	規格値が -20mm の場合： $\pm 10\text{mm}$ 以内 (平面座標・標高差)	

(4) GNSSの精度確認

T Sの設置位置の計測にG N S Sローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「G N S Sの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、G N S Sによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表9-6に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9-6 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 撮影計画の立案

所定のラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度を算出するソフトウェアを用いて、揚重能力とバッテリー容量に留意の上、撮影計画を立案する。

鉛直下方を撮影する場合は、直線かつ等高度の撮影となるよう計画し、高低差があり一定高度での撮影ではモデル全体の地上画素寸法が確保できない場合には、飛行を数回に分ける、カメラを計測対象の斜面に正対し撮影するなど適切な撮影方法を検討することとする。

カメラを計測対象の斜面に正対させた斜め撮影の場合は、対地高度が所要の地上画素寸法を超えない範囲を保つように計画する。

対地高度は、必要な精度を確保できる地上画素寸法を確保できるよう、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する。鉛直下方を撮影する場合の対地高度は、撮影高度（U A Vの飛行する高度）から撮影区域内の撮影基準面高を減じたものとし、カメラを計測対象の斜面（平均勾配としてもよい）に正対させて斜めに撮影する場合の対地高度は、被計測対象の法面法線方向との離隔とする。

イ 標定点及び検証点の設置及び計測

U A Vを活用した空中写真測量による計測結果を3次元座標へ変換するための標定点と精度確認用の検証点を設置する。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る。工事基準点等の既知点からT S

を用いて計測することができる。また、標定点及び検証点は空中写真測量による出来形計測中に動かないように固定する。

計測精度を確保するための標定点及び検証点の設置の条件は、以下を標準とする。

(ア) 標定点

計測対象範囲を包括するように、外側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、内側標定点として天端上に 200m間隔程度を目安に設置する。なお、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 (RTK、ネットワーク型 RTK、PPK、自動追尾 TS 等) を併用する場合は、標定点の設置は任意とすることができる。

(イ) 検証点

天端上に 200m以内の間隔となるように設置する。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い。計測範囲が狭い場合は、最低 2 か所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。

ウ 空中写真測量の実施

空中写真測量の実施に当たっては、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うこととする。UAV 空中写真測量において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

図 9-8 に示すとおり、管理対象箇所全ての箇所について 3次元座標値を取得するものとする。

なお、 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) 当たり 1 点以上の計測結果が得られる設定とする。

エ 出来形評価用データの作成

UAV で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、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの 3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更 (データの間引き)

出来形計測データについては、 0.0025m^2 当たり 1 点以上、出来形評価用データとしては 0.0025m^2 当たり 1 点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理は行ってはならない。(出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。)

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 0.0025m^2 当たり 1 点程度のデータとすることができる。

- (イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各計測で個別の 3 次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に 3 次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。
- (ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象に T I N を配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

エで作成した計測点群データ上で、検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標の真値を比較し、表 9-5 に示す基準以内であることを確認する。

5 T L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

T L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムの構成と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア T L S 本体

本体から計測対象の相対的な位置を面的に取得する機器である。

イ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 出来形座標確認ソフトウェア

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と3次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-11**「出来形座標確認ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ その他

取得した3次元点群の点密度の調整等を行うソフトウェア、3次元座標から幅、法長及び延長を算出するソフトウェア、出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア及び数量算出を行うソフトウェアは任意とする。

(2) 計測性能

T L S による出来形計測で使用する T L S 本体は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する T L S の性能について、監督職員に提出すること。

精度：

【吹付砕工以外の工種】

計測範囲内で±30mm 以内

【吹付砕工】

規格値が施工延長≥設計延長の場合、±30mm 以内

規格値が±L/10mm の場合、±30mm 以内

規格値が-20mm の場合、±10mm 以内

(カタログ記載に加え、**様式-4**「T L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。)

色データ：色データの取得が可能なことが望ましい。(点群処理時に目視により選別するために利用する。)

(3) T L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために、既知点間の距離を比較し精度確認試験を行い、**様式-4**「T L S 精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表9-8に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9-8 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア TLSの設置

TLSは、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て設置する。また、計測範囲に対してTLSの入射角が著しく低下する場合や、1回の計測で不可視となる範囲がある場合は、不可視箇所等を補間できる計測位置を選定する。

TLS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する。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、TLS設置箇所を複数回に分けて実施する。

イ 標定点の設置及び計測

標定点を用いてTLSによる計測結果を3次元座標へ変換又は複数回の計測結果について標定点を用いて合成する場合は、計測対象箇所の最外周部に4か所以上の標定点を設置する。標定点の計測はTSを用いて実施し、TSから基準点及び標定点までの距離が100m以下(3級TSの場合)又は150m以下(2級TSの場合)とする。また、出来形計測を行っている間、標定点は動かないように確実に固定する。TSと同様に、TLS本体がターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測してもよい。この場合、ターゲットは工事基準点又は基準点上に設置する。

ウ 出来形計測の実施

TLSによる出来形計測は、計測対象範囲内で 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) 当たり1点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、**様式-4**「TLS精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている場合、地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。TLS計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこととする。

図9-8に示すとおり、管理対象箇所全ての箇所について3次元座標値を取得するものとする。

なお、 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) 当たりに1点以上の計測結果が得られる設定とする。

エ 出来形評価用データの作成

計測した出来形形状を示す計測点群データから、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データについては、 0.0025m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 0.0025m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理は行ってはならない。（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。）

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 0.0025m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

6 UAVレーザー出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

UAVレーザー出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア UAV

UAV本体、UAVを操作するためのコントローラ、撮影計画ソフトウェア、レーザースキャナーを固定するジンバル等、飛行計測するための装置である。

イ レーザースキャナー

レーザーの測距装置・GNSS受信アンテナ、受信機・IMUにより3次元座標値を計測するための装置である。

ウ 3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ 出来形座標確認ソフトウェア

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と3次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-11**「出来形座標確認ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

オ その他

取得した3次元点群の点密度の調整等を行うソフトウェア、3次元座標から幅、法長及び延長を算出するソフトウェア、出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア及び数量算出を行うソフトウェアは任意とする。

(2) 計測性能

UAVレーザーによる出来形計測は、以下の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するUAV及びレーザースキャナーの性能について、監督職員に提出すること。

精度：

【吹付砕工以外の工種】

計測範囲内で±30mm以内

【吹付砕工】

規格値が施工延長 \geq 設計延長の場合、±30mm以内

規格値が $\pm L/10$ mmの場合、±30mm以内

規格値が-20mmの場合、±10mm以内

(カタログ記載に加え、**様式-5**「UAVレーザー精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うとともに、UAVレーザーの精度確認試験実施手順書を作成する。)

(3) UAVレーザーの精度確認

受注者は、現場におけるUAVレーザーの測定精度を確認するため、精度確認試験を行い、**様式-5**「UAVレーザーの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。制度確認試験の実施手順は、以下のとおりとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、計測までに精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、UAVレーザー本体に関する定期点検の必要性等が規程されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。ただし、メンテナンス等によりIMUとLSを分離した場合は、組立後に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 検証点の設置

飛行コースと直交する後段方向に水平位置検証点及び標高検証点を3か所以上設置する。位置は、飛行コース直下に1か所、出来形計測時に想定している有効計測角でレーザーが射出される位置付近に1か所ずつとする。検証点としてx、y、z座標が特定できる点を用いることにより、水平位置検証点と標高検証点を兼ねることができる。また、既存の構造物の角等、既存の明瞭な地物で計測点群データからx、y、z座標が特定できるものがあれば、水平位置検証点及び標高検証点として用いてもかまわない。

(イ) 検証点の座標算出

同じ飛行コース上を往路方向と復路方向の各1回飛行して水平位置検証点及び標高検証点を計測し、往路及び復路の水平位置検証点のx、y座標及び標高検証点のz座標の較差を算出する。検証点を飛行コースと直交する横断方向に複数個設置できない場合は、1か所の検証点に対し、レーザーの射出角度が有効計測角、鉛直下方、その中間となるように、検証点に対する飛行コースの横断方向離隔を変化させて往路、復路の計測を行うこととする。

(ウ) 最適軌跡解析の実施

GNS S観測データ及びIMU観測データを用いて、Loosely Coupled方式又はTightly Coupled方式により最適軌跡解析を行う。Loosely Coupled方式は、GNS S衛星を利用したキネマティック解析により機体の3次元位置を特定し、IMUのデータを反映して最適軌跡解析を行う手法であり、GNS S衛星が5つ以下になると著しく精度が低下することに留意する必要がある。一方、Tightly Coupled方式は、キネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、GNS S衛星の衛星数が一時的に不足しても解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。最適軌跡解析は往路と復路で分割せず、一連の軌跡として解析する。

(エ) 計測結果の評価

往路と復路で計測した水平位置検証点及び標高検証点のx、y、z座標の較差が表9-9に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9-9 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
------	--------	----

各座標値の較差	【吹付砕工以外の工種】 ±30mm 以内（平面座標・標高差）	設置された検証点全てにおいて実施
	【吹付砕工】 規格値が施工延長≥設計延長：±30mm 以内（平面座標・標高差） 規格値が±L/10mm：±30mm 以内（平面座標・標高差） 規格値が-20mm の場合：±10mm 以内（平面座標・標高差）	

(4) GNSSの精度確認

T Sの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表9-10に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9-10 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 飛行計画の立案

様式-5「UAVレーザーの精度確認試験実施手順書」及び「UAVレーザー精度結果確認報告書」に示す手順により、所要の精度が得られることを確認した計測と同じ諸元により計測することとする。また、計測データの相対的な精度を確保するとともに、計測データの欠損を防ぐため、隣接するコースのサイドラップ率が30%以上となるよう飛行計画を立案する。

イ 調整点の設置及び計測

UAVレーザーを用いた出来形計測により作成された3次元点群（オリジナル）が、要求される精度を満たしているか検証及び調整を行うため調整点を設置する。調整点は、面積（km²）を0.25で除した値に1を足した値とし、最低4点以上の設置を標準とする。

計測精度を確保するための調整点の設置の条件は、以下を標準とする。

- (ア) 調整点の位置及び標高は、農林水産省農村振興局測量作業規程第3編第2章第4節第1款「TS点の設置」に準じた観測により求めることを標準とする。ただし、作成するオリジナルデータの測定精度が±50mm以内の場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第117条に示すTS等を用いるTS点の設置又は農林水産省農村振興局測量作業規程第2編第2章で規定する4級基準点測量に準じて行うものとする。
- (イ) TS等を用いるTS点の設置に準じて行う場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第627条第3項を準用し、表9-11を標準とする。

表9-11 要求精度

区分		水平角観測	鉛直角観測	距離測定
方法		2対回 (0°、90°)	1対回	2回測定
較差の許容範囲	倍角差	60"	60"	5mm
	観測差	40"		

(ウ) 前項のTS点の設置に準じた観測をキネマティック法、RTK法又はネットワーク型RTK法により行う場合は、農林水産省農村振興局測量作業規程第118条及び119条に準じて行うものとし、いずれの方法においても、観測は2セット行うものとする。

なお、セット間の較差の許容範囲は、水平方向 20mm、鉛直方向 30mm を標準とする。

ウ UAVレーザー計測の実施

UAVレーザー計測の実施に当たっては、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うこととする。計測は飛行計画に基づき実施し、計測範囲内は、IMUの精度が低下しないよう一定方向かつ等高度、等速度を保つよう飛行し、旋回は十分な半径で飛行する。

なお、計測の前後及び一定時間経過ごとに、レーザースキャナー機材の製造元が推奨する方法により初期化を行うものとする。UAVレーザー測量において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

図9-8に示すとおり、管理対象箇所全ての箇所について3次元座標値を取得するものとする。

なお、0.0025m² (0.05m×0.05mメッシュ) 当たりに1点以上の計測結果が得られる設定とする。

エ 出来形評価用データの作成

UAVレーザーで計測した3次元点群をソフトウェアに読み込み、不要点等を除去し、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更 (データの間引き)

出来形計測データについては、 0.0025m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 0.0025m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理は行ってはならない。(出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。)

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 0.0025m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

- (イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。
- (ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にT I Nを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

オ 精度確認

- (ア) 最適軌跡解析をG N S S観測データ及びI M U観測データを用いて、Loosely Coupled方式又はTightly Coupled方式により行う。Loosely Coupled方式は、GNSS衛星を利用したキネマティック解析により機体の3次元位置を特定し、I M Uのデータを反映して最適軌跡解析を行う。Tightly Coupled方式はキネマティック解析と最適軌跡解析を同時に行う手法であり、G N S S衛星の衛星数が一時的に不足しても、解析処理は一定の精度を維持できることが特徴である。
- (イ) 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うものとする。留意事項は以下のとおりである。
 - ①点検箇所数は、各コース間重複部分に2か所以上設置するものとする。
 - ②点検箇所の配置は、計測対象範囲内に偏りなく配置するよう努めるものとするが、各コースの起点側に1点、終点付近に1点の配置としてもよい。
 - ③植生のある場合や線状地域等の地形条件で平坦な場所がない場合は、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重複コースごとに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は $\pm 50\text{mm}$ 以内とする。
- (ウ) エで作成した計測点群データ上で、イにより計測した調整点の座標の真値を比較し、表9-9に示す基準値以内であることを確認する。なお、確認の結果、要求精度を満たさない場合には適切な調整を行い、再度確認を行う。また、必要に応じて再計測を行う。

7 地上移動体搭載型 L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

地上移動体搭載型 L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 地上移動体搭載型 L S

地上移動体搭載型 L S は、L S 本体から対象までの相対的な位置と、L S 本体の位置及び姿勢を組み合わせて面的に取得するシステムであり、詳細の機器構成は多様である。なお、本システムにより観測した結果を 3 次元座標値の点群データとして変換する。

イ 3 次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3 次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3 次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙-2**「3 次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 出来形座標確認ソフトウェア

出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と 3 次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙-11**「出来形座標確認ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

エ その他

取得した 3 次元点群の点密度の調整等を行うソフトウェア、3 次元座標から幅、法長及び延長を算出するソフトウェア、出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア及び数量算出を行うソフトウェアは任意とする。

(2) 計測性能

地上移動体搭載型 L S による出来形計測は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する地上移動体搭載型 L S の性能について監督職員に提出すること。

精度：

【吹付砕工以外の工種】

計測範囲内で±30mm 以内

【吹付砕工】

規格値が施工延長 \geq 設計延長の場合、±30mm 以内

規格値が $\pm L/10$ mm の場合、±30mm 以内

規格値が -20 mm の場合、±10mm 以内

(カタログ記載に加え、**様式-6**「地上移動体搭載型 L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うとともに、地上移動体搭載型 L S の精度確認試験実施手順書を作成する。)

色データ：色データの取得が可能なことが望ましい。(点群処理時に目視により選別するために利用する。)

(3) 地上移動体搭載型 L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために水平位置及び標高の精度確認試験を行い、**様式－6**「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、地上移動体搭載型LSに関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2か所以上の既知点を設置し、地上移動体搭載型LSにより既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合は、利用する現場条件を特定できないため、計測機器の仕様に応じて計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

基準点又は工事基準点を基礎に、設置した検査点をTS等により計測する。その際、基準点等から検査点までの距離は、3級TSを用いて計測する場合は100m以内、2級TSを用いて計測する場合は150m以内とする。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果をTS等による計測結果と比較し、その差が表9-12に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9-12 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
座標値の較差	<p>【吹付砕工以外の工種】 ±30mm 以内 (平面座標・標高差)</p> <p>【吹付砕工】 規格値が施工延長≥設計延長：±30mm 以内 (平面座標・標高差) 規格値が±L/10mm：±30mm 以内 (平面座標・標高差) 規格値が-20mm の場合：±10mm 以内 (平面座標・標高差)</p>	精度確認基準を満足する最大計測距離と最大測定幅を確認する。

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式－7**「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表9-13に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表9-13 精度確認試験における精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内2か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 計測計画の立案

所定の計測密度、測定精度が確保できる計測距離、範囲、検証点及び標定点の配置を立案する。

イ 検証点の設置・計測

地上移動体搭載型LSによる計測結果の精度を確認するための検証点を設置する。検証点は基準点又は工事基準点から計測を行う。また、検証点は出来形計測中に動かないように固定する。検証点は、別紙—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」による計測範囲内において測定精度が最も不利となる箇所付近に2か所以上配置することとする。

バックホウ搭載LSを用いる場合は、出来形計測実施前に1日1回の頻度で、現場内の任意の場所において、別紙—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」による検証点を用いた精度確認を実施することとし、施工中の検証点の設置及び精度確認は不要とする。

検証点は地上移動体搭載型LSの計測結果から平面位置が特定できるものを用いる。工事基準点から検証点までの計測距離（斜距離）について、3級TSを利用する場合は100m以内（2級TSは150m以内）とする。

ウ 標定点の設置・計測

計測結果の水平位置及び標高を調整するため調整用基準点の設置が必要である技術を用いる場合、標定点を設置する。標定点は、精度確認試験で確認した精度が最も低下する現場条件となる位置に2か所以上配置する。

エ 出来形計測の実施

地上移動体搭載型LSによる出来形計測は、計測対象範囲内で0.0025 m² (0.05m×0.05mメッシュ) 当たり1点以上の計測点が見られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、様式—6「地上移動体搭載型LS精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている状況では地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出して

いる状況で計測を行う。地上移動体搭載型LS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮すること。地上移動体搭載型LS計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

図9-8に示すとおり、管理対象箇所全ての箇所について3次元座標値を取得するものとする。

なお、 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ メッシュ) 当たりに1点以上の計測結果が得られる設定とする。

オ 精度確認

ウで作成した計測点群データ上で得られる検証点の座標と、イにより計測した検証点の座標の真値を比較し、表9-12に示す基準値以内であることを確認する。

カ 出来形評価用データ等の作成

計測した出来形形状を示す計測点群データから、出来形管理基準を満たす点密度に調整した出来形評価用データを作成する。点群処理ソフトウェアによるデータ処理手順は以下のとおりとする。

(ア) 計測点群データの不要点を以下の手順で削除する。

①対象範囲外のデータ削除

計測点群データの3次元的な鳥瞰図による目視確認等により、被計測対象物以外の計測データを削除する。

②点群密度の変更(データの間引き)

出来形計測データについては、 0.0025m^2 当たり1点以上、出来形評価用データとしては 0.0025m^2 当たり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよいが、座標値を変更するような処理はとってはならない。また、平面範囲で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理は行ってはならない。(出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く。)

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法のほか、内挿し格子状に加工することにより、 0.0025m^2 当たり1点程度のデータとすることができる。

(イ) 現場での計測結果が複数ある場合には、各計測で個別の3次元座標に変換した結果を一つに合成する方法や複数計測の特徴点を用いて合成を行った後に3次元座標に変換する方法により、計測データの合成を行う。

(ウ) 計測点群データの不要点を削除した点群を対象にTINを配置し、地形や岩区分境界又は出来形の面データを作成する。

8 RTK-GNSS方式出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。高さ補完機能を持つ高さ補完装置が付属する場合もある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③線形データの切り替え選択機能
- ④基本設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等をもとに、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアであり、作成した基本設計データは、通信又は記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。別紙－5「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

基本設計データと出来形測定データを読み込むことにより出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。別紙－6「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規定 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量 岩線計測 部分払い 出来高計測 出来形計測	公称測定精度：±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×D) 最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は、 ±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×500×103) = ±21mmの 誤差となる	鉛直方向 ±10mm 以内 平面方向 ±20mm 以内

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±10mm 以内
---------------	---

ア RTK-GNSSの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検討機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であることが確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規定参照。）

エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

(3) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSS基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法の

ように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。ローカライゼーションを行うことによりGNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、GNSS座標の計測値から自動的に現場座標の計測値が得られる。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

(ア) 工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±10mm以上ある場合は、再度初期化を行う。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。出来形計測の結果、計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

図9-8に示すとおり、管理対象箇所全ての箇所について3次元座標値を取得するものとする

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考慮して自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

(エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。

(オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。

(カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

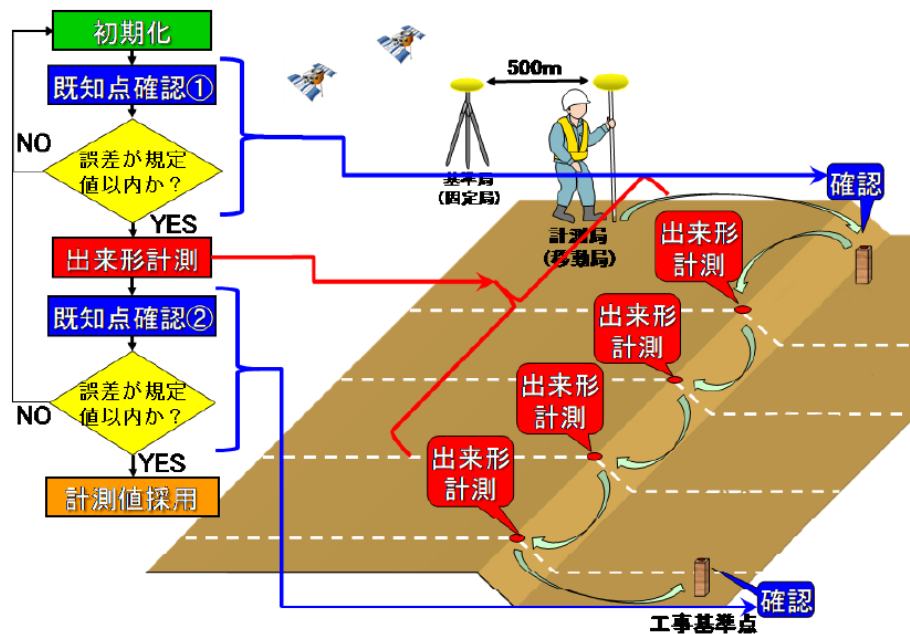


図 9-9 初期化と計測の手順

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和5年3月国土交通省）」

第4 出来形管理資料の作成

受注者は、計測した3次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料として出来形管理図表及び出来形計測位置の一覧を作成するものとする。

(1) 出来形管理図表

土木工事施工管理基準に定める出来形管理図表を自動又は手動により作成する。作成の流れは図9-10に示すとおりである。

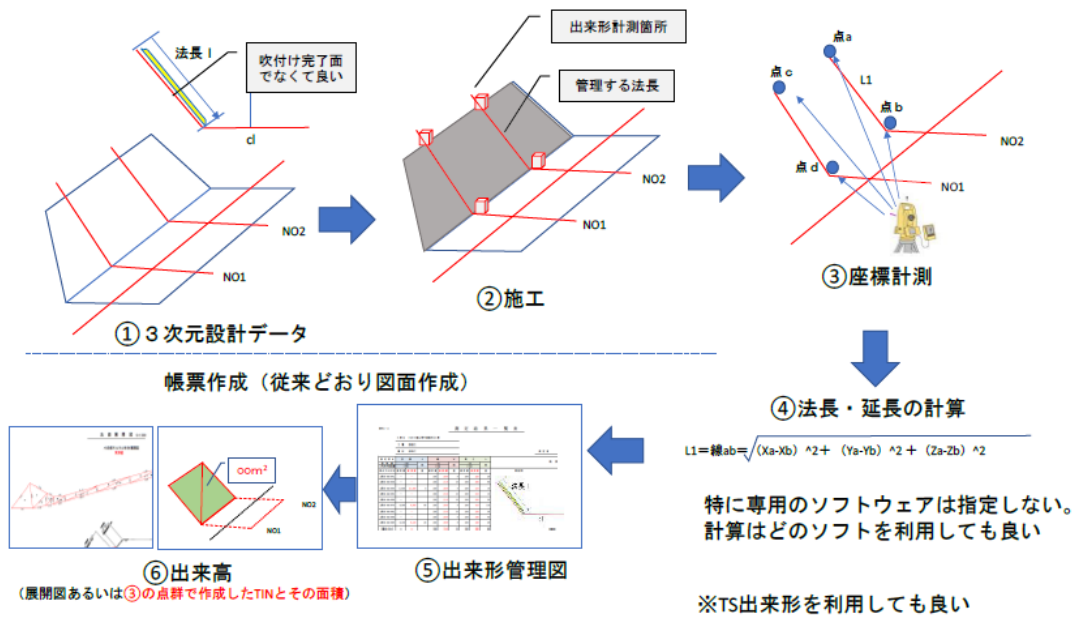


図9-10 出来形管理図表の作成の流れ

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和5年3月国土交通省))

(2) 出来形計測位置の一覧

出来形計測位置の一覧として、出来形計測箇所が計測すべき断面上又は測線上で計測されていることを示す資料を添付することとする。3次元設計データに計測箇所を表示した平面図又はこれを確認できるビューアー付き3次元モデルファイルでもよい。

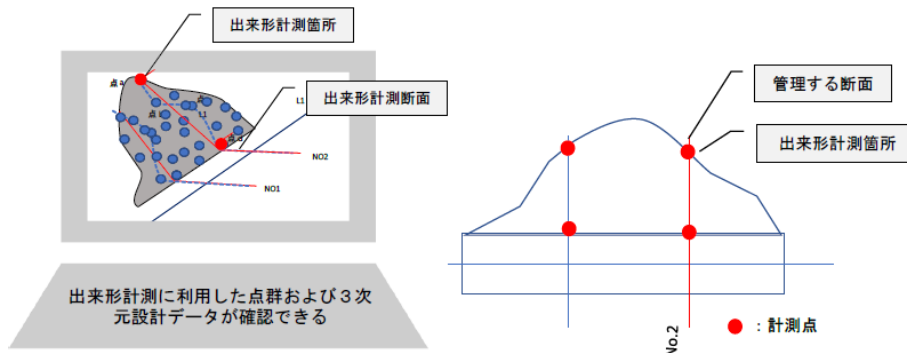


図9-11 3次元での確認機能 (左)、平面図での確認機能 (右)

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 (案)」(令和5年3月国土交通省))

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表9-14のとおり行うものとする。

表9-14 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
<ul style="list-style-type: none"> ・ラス張 ・植生マット ・植生シート ・繊維ネット ・張芝 ・人工張芝 ・種子散布 	1 か所／1,000m ² 上記未満は2 か所	法面状況、法面清掃、 法勾配、法長、厚さ、 ラス張、植生ネット 張、むしろ張、アンカ ー打込み等必要箇所
<ul style="list-style-type: none"> ・客土吹付 ・植生基材吹付 	1 か所／施工面積おおむね 200～400m ² 上記未満は2 か所	
<ul style="list-style-type: none"> ・吹付枠 	1 か所／1,000m ² 上記未満は2 か所	

(2) 撮影方法

表9-15に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

なお、UAV空中写真測量により出来形管理を行う場合、撮影箇所によっては空中写真測量で撮影した写真又は撮影した写真から作成されるオルソ画像の納品をもって写真撮影に代えることが可能であり、被写体として写し込む小黒板は不要である。

表9-15 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
TS等光波方式 TS（ノンプリズム方式） RTK-GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・TS又はRTK-GNSS基準局の設置位置（ネットワーク型RTK-GNSSの場合はその旨を記載する。） ・出来形測定点（測点、箇所） 	—
TLS 地上移動体搭載型LS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・出来形管理機器設置位置 	—

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点） 	
UAV空中写真測量 UAVレーザー	<ul style="list-style-type: none"> ・ 工事名 ・ 工種等 ・ 出来形計測点（測点・箇所） 	撮影回数は、工事ごとに1回（施工後）とする。 UAVレーザーによる計測状況が分かるように撮影する。

第10章 付帯構造物工

第1 3次元出来形管理技術の適用範囲

付帯構造物工における出来形管理技術の適用範囲は表10-1のとおりとする。

表10-1 出来形管理技術の適用範囲

1 断面管理の場合

出来形管理技術	工種	出来形管理項目	施工規模
・TS等光波方式 ・TS（ノンプリズム方式） ・TLS ・RTK-GNSS	・コンクリートブロック積み ・コンクリートブロック張り ・石積（張）工	基準高、法長、施工延長	他工種の施工規模と同様。 （単独ではなく、
	・コンクリート側溝工 ・コンクリート管渠工	基準高、幅、高さ、施工延長	他工種の関連施工工種として実施することとする。）

※1 上表に記載のない管理項目及び適用対象外の管理項目は従来手法による。

※2 延長の算定に支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

※3 舗装工においては、TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術及びRTK-GNSS出来形管理技術を使用しないため、舗装工の関連施工工種として実施する場合は適用しない。

※4 暗渠排水工においては、TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術を使用しないため、暗渠排水工の関連施工工種として実施する場合は適用しない。

第2 出来形管理基準及び規格値

1 断面管理の場合

測定項目、出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められたものとする。

T S（ノンプリズム方式）出来形管理技術及びT L S出来形管理技術を用いる場合は、以下の方法により測定値を算出する。

(1) 基準高（標高）の測定値を3次元座標から算出する方法

基準高（標高）は、3次元座標値の標高座標（z座標）の値を用いて、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

(2) 法長・幅・高さの測定値を3次元座標から算出する方法

法長は、計測した2点間の斜距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

幅は、計測した2点間の水平距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

高さは、計測した2点間の標高座標（z座標）差分値を用いて規格値と比較・判定を行う。

高さの構成点として選択した2点は、同じ平面位置になくてもよい。

(3) 延長の測定値を3次元座標から算出する方法

延長は、ブロック等の計測対象物に沿って、始点から終点までの複数箇所での3次元座標を計測し、これらの点間の直線距離（斜距離）の合計値を延長として用いて規格値と比較・判定を行う。

第3 出来形管理技術別の機器要件、精度管理及び計測手順

1 TS等光波方式出来形管理技術（断面管理）

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

出来形管理用TS等光波方式による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

なお、施工管理データについては、以下に示す機器間でデータを交換できるように、**別紙-4**「出来形管理用TS等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙-5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ 出来形管理用TS等光波方式（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙-7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙-6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用TS等光波方式は、以下に示す国土地理院認定3級で規定される性能と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用することとする。受注者は、利用するTSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、(3)に示す精度確認試験を実施し、その記録を監督職員に提出するものとする。

なお、TSは、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書があるものを使用する。

国土地理院認定3級で規定される性能

測距精度：±（5mm+5ppm×D）以下※ 最小読定値20”以下

※ D値は計測距離（m）、ppmは 10^{-6}

<計算例>

計測距離100mの場合は、±（5mm+5× 10^{-6} ×100×10³）=±5.5mmの誤差となる。

(3) 精度確認

受注者は、国土地理院で規定がないT S等光波方式を用いる場合は、その精度を確認するために以下の実施手順に即して精度確認試験を行い、**様式－2**「T S等光波方式の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して監督職員に報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用するまでに精度確認試験を行うことが望ましい。受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式において所要の計測値が得られることを確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び計測距離の範囲内において出来形計測に適用することができる。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さの計測値から差し引く。プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) 国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が表10－2に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 10－2 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2か所以上

(4) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用T S等光波方式の設置

出来形管理用T S等光波方式は、工事基準点上に設置することを原則とするが、工事基準点上に設置することが困難な場合には、後方交会法により任意の未知点へ設置することができるものとする。

なお、未知点に出来形管理用T S等光波方式を設置する際は、利用する工事基準点間の夾角 θ （複数の場合はその一つ）は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、出来形管理用T S等光波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。

イ 出来形計測の実施

T S と計測点までの距離が大きくなるほど測定精度が低下する傾向にあるため、出来形計測時の T S と計測点までの視準距離の制限値は、使用する T S の級、工種及び出来形管理項目にかかわらず、一律 100m とする。

また、出来形計測を行う箇所が基本設計データに管理断面として入力したラインから延長方向に±100mm 以内の範囲内になるよう計測を行うこととする。

計測する横断面は、「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理に定められた測定基準（線的なものについては施工延長おおむね 20m につき 1 か所、20m 未満は 2 か所）に基づき設定し、各断面の全ての計測対象点について 3 次元座標値を取得する。また、出来形計測点を適宜設定する。

3 TS（ノンプリズム方式）出来形管理技術

（1）機器構成及び各機器の機能・要件

TS（ノンプリズム方式）による出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりとする。

ア 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、設計図書等をもとに出来形管理用TS等光波方式に取り込み可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。**別紙－5**「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

イ TS（ノンプリズム方式）

出来形管理用TS等光波方式は、アで作成した基本設計データを用いて、現場での出来形測定及び出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示し、出来形測定データの記録と出力を行う装置である。**別紙－7**「出来形管理用TS等光波方式の機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 点群処理ソフトウェア

計測データを読み込み、データ上で点間の水平距離、鉛直距離及び斜距離を計測できるソフトウェアである。CADソフトウェア等に同等の機能を有する場合は使用してもよい。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェアは、アで作成した基本設計データとイで測定した出来形測定データを読み込み出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。**別紙－6**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

（2）計測性能

TS（ノンプリズム方式）本体は、以下の測定精度と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用するTS（ノンプリズム方式）の性能について、監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±20mm以内

（カタログ記載に加え、**様式－2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用し精度確認試験を行うこと。）

（3）TS（ノンプリズム方式）の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するため、TS（プリズム方式）による計測とTS（ノンプリズム方式）による計測により精度確認試験を行い、**様式－2**「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用し結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前に精度確認試験を行うことが望ましい。本精度確認により、ノンプリズム方式において所要の計測値が得られることが確認できた場合に限り、これを確認した計測条件及び視準距離の範囲内で、ノンプリズム方式を出来形計測に適用することができる。精度確認試験は、利用前12か月以内に実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

(イ) TS（プリズム方式）による計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。プリズムをTSで視準し3次元座標を計測する。

(ウ) TS（ノンプリズム方式）による計測

プリズム方式による計測後、そのままプリズムを立てた状態を保ちながら、望遠鏡内の十字線をピンポールに沿わせ、ピンポール先端（石ずき等）に合わせる。ピンポールやプレートを計測点から外し、ノンプリズム方式により3次元座標を計測する。

(エ) 計測結果の評価

計測結果を比較し、その差が表10-3に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表10-3 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
TS（プリズム方式）とTS（ノンプリズム方式）の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±20mm 以内	現場内2か所以上

(4) GNSSの精度確認

TSの設置位置の計測にGNSSローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式-7**「GNSSの精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の2か所以上の既知点や検証点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表10-4に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表10-4 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
------	--------	----

各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内 2 か所程度
---------	-------------------------------	------------

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア TS (ノンプリズム方式) の設置

TS (ノンプリズム方式) は、計測対象範囲に対して正対して計測できる位置を選定する。また、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する。

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する。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する。

なお、未知点にTS (ノンプリズム方式) を設置する際は、利用する工事基準点間の夹角 θ (複数の場合はその一つ) は $30\sim 150^\circ$ 以内でなければならない。ただし、TS (ノンプリズム方式) と工事基準点の距離が近い場合、方位の算出誤差が大きくなるため注意すること。

イ 出来形計測の実施

TS (ノンプリズム方式) による出来形計測は、精度確認試験の確認距離内とする。

ただし、器械設置時は、プリズムを用いた計測を行うこととし、TS (プリズム方式) における制限距離以内での計測を行う。

計測する横断面は、本ガイドライン (実施編) 第7に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。上記の出来形計測対象点は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に $\pm 10\text{cm}$ の範囲とする。これは、出来形管理用TS等光波方式でプリズムを出来形測定箇所に精緻に誘導する作業の効率を考慮しているためである。

5 T L S 出来形管理技術

(1) 機器構成及び各機器の機能・要件

T L S 出来形管理技術による出来形管理のシステムの構成と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア T L S 本体

本体から計測対象の相対的な位置を面的に取得する機器である。

イ 点群処理ソフトウェア

出来形計測で取得した複数回の 3 次元点群の結合、3 次元点群から樹木、草木、建設機械、仮設備等の不要な点の除外、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の作成、点群への T I N の配置及び 3 次元出来形計測結果の出力を行うソフトウェアである。点群処理ソフトウェアは、**別紙－1**「点群処理ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

ウ 3 次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示し、3 次元設計データの作成及び出力を行うソフトウェアである。3 次元設計データ作成ソフトウェアは、**別紙－2**「3 次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」の機能を有していなければならない。

エ 出来形帳票作成ソフトウェア

3 次元設計データと出来形評価用データを入力することにより、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理として出力するソフトウェアである。出来形帳票作成ソフトウェアは、**別紙－3**「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）」に示す機能を有していなければならない。

オ 出来高算出ソフトウェア

起工測量結果と、3 次元設計データ作成ソフトウェアで作成した 3 次元設計データ又は点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

(2) 計測性能

T L S による出来形計測で使用する T L S 本体は、以下の計測精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器を使用するものとする。受注者は、利用する T L S の性能について、監督職員に提出すること。

精度：計測範囲内で±20mm 以内（カタログ記載に加え、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」による精度確認試験を行うこと。）

色データ：色データの取得が可能なが望ましい。（点群処理時に目視により選別するために利用する。）

(3) T L S の精度確認

受注者は、現場における測定精度を確認するために、既知点間の距離を比較し精度確認試験を行い、**様式－4**「T L S 精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、T L S 本体に関する定期点検の必要性等が規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

イ 実施方法

(ア) 既知点の設置及び計測

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 か所以上の既知点を設置し、T L S による計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

なお、事前に精度確認試験を行う場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し計測すること。

(イ) 検査点の検測

設置した検査点（基準点）を T S 又はテープで計測する。

(ウ) 計測結果の評価

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が表 10－5 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 10－5 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
点間距離	±20mm 以下	既知点は出来形計測で利用する最大計測距離以上の位置に配置する。 検査点は 10m 以上の離隔を確保する。

(4) G N S S の精度確認

T S の設置位置の計測に G N S S ローバーを用いる場合は、以下の手順により精度確認を行い、**様式－7**「G N S S の精度確認試験結果報告書」により結果を整理して報告するものとする。

ア 実施時期

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

イ 実施方法

(ア) 計測

現場内の 2 か所以上の既知点や検証点を利用し、G N S S による計測結果から得られる既知点や検証点の座標を計測する。真値となる座標値は、基準点、工事基準上等の既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

(イ) 計測結果の評価

計測結果を既知点等の真値と比較し、その差が表 10－6 に示す精度確認基準を満たしていることを確認する。

表 10-6 精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内	現場内 2 か所程度

(5) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア T L S の設置

T L S は、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て設置する。また、計測範囲に対して T L S 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する。

T L S 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する。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、T L S 設置箇所を複数回に分けて実施する。

イ 標定点の設置及び計測

標定点を用いて T L S による計測結果を 3 次元座標へ変換又は複数回の計測結果について標定点を用いて合成する場合は、計測対象箇所の最外周部に 4 か所以上の標定点を設置する。標定点の計測は T S を用いて実施し、T S から基準点及び標定点までの距離が 100 m 以下（3 級 T S の場合）又は 150 m 以下（2 級 T S の場合）とする。また、出来形計測を行っている間、標定点は動かないように確実に固定する。T S と同様に、T L S 本体がターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測してもよい。この場合、ターゲットは工事基準点又は基準点上に設置する。

ウ 出来形計測の実施

T L S による出来形計測は、3 次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で 10cm メッシュに 1 点以上の出来形座標値を取得するものとする。

(T L S 直下の欠測は許容する。) 法肩、法尻及びほ場周縁から水平方向にそれぞれ ±50mm 以内に存在する計測点は評価から外してもよい。また、1 回の計測距離は、様式-4「T L S 精度確認試験結果報告書」を用いて実施した精度確認の距離範囲内とする。計測対象範囲に作業員、仮設構造物、建設機械等が配置されている場合は、地表面のデータが取得出来ないため、可能な限り出来形の地表面が露出している状況で計測を行う。

8 RTK-GNSS方式出来形管理技術（断面管理）

（1）機器構成及び各機器の機能及び要件

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムを構成する機器と、各機器の機能及び要件は以下のとおりである。

ア 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差の表示及び出来形計測データの記録と出力を行う装置である。高さ補完機能を持つ高さ補完装置が付属する場合もある。本ガイドラインに基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用いて従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）を行うことなく出来形計測を実施することが可能であり、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場での出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。必要とする機能は以下のとおりである。

- ①施工管理データの読み込み機能
- ②RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能
- ③線形データの切り替え選択機能
- ④基本設計データの確認機能
- ⑤RTK-GNSSの通信設定確認機能
- ⑥初期化手順と較差確認機能
- ⑦任意断面における出来形管理機能
- ⑧管理断面における出来形管理機能
- ⑨観測状態確認機能
- ⑩出来形計測データの登録機能
- ⑪出来形計測データの取得漏れ確認機能
- ⑫監督・検査現場立会い確認機能
- ⑬施工管理データの書き出し機能
- ⑭評価結果の報告
- ⑮高さ補完機能の動作状況確認機能（状況により機能が停止する場合に限る。）
- ⑯計測可能範囲の設定機能

イ 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等をもとに、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアであり、作成した基本設計データは、通信又は記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。別紙－5「基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件」に示す要件を満たすものでなければならない。

ウ 出来形帳票作成ソフトウェア

基本設計データと出来形測定データを読み込むことにより出来形帳票を自動作成するソフトウェアである。別紙－6「出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件」に示す機能を有していなければならない。

(2) 計測性能

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本ガイドラインに基づき出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員の承諾を受けるものとする。以下に、1級（2周波）の性能分類（農林水産省測量作業規定 別表1による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量 岩線計測 部分払い 出来高計測 出来形計測	公称測定精度：±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×D) 最小解析値：1mm 例：計測距離500mの場合は、 ±(20mm+2×10 ⁻⁶ ×500×103) = ±21mmの 誤差となる	鉛直方向 ±10mm 以内 平面方向 ±20mm 以内

出来形管理に必要な要求精度	4級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±10mm 以内
---------------	---

ア RTK-GNSSの測定精度が国土地理院による1級（2周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログ又は機器仕様書を添付する。なお、国土地理院において測量機器の検討機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、これに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による1級（2周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級（2周波）同等以上であることが確認できる場合は、1級（2周波）と同等以上とみなすことができ、国土地理院による登録は不要である。

イ 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）を添付する。検査成績書に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。

ウ RTK-GNSSの精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（農林水産省測量作業規定参照。）

エ 高さ補完機能としてレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること。

(3) 出来形管理の計測手順及び実施手順

ア 出来形管理用RTK-GNSS基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は工事基準点上に設置する。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法の

ように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみにより測位する場合はこの限りではない。

イ ローカライゼーション（現地座標に変換）

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行い、GNSS座標系を現場座標系に変換する。ローカライゼーションを行うことによりGNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、GNSS座標の計測値から自動的に現場座標の計測値が得られる。

ウ 出来形計測の実施と精度確認

(ア) 工事基準点上で初期化を行い、初期化直後、工事基準点の計測値に大きな誤差がないことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向±20mm以上又は鉛直方向±10mm以上ある場合は、再度初期化を行う。

(イ) 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用RTK-GNSSを用いて、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形、法線、法肩等）の選択を行う。

出来形計測対象点に移動局を設置した上で、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠しFIX解を得てから10epoch（エポック）以上を計測する。なお、農林水産省測量作業規程の路線測量に準拠すれば、測定精度の確認用に2セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測では、1セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする。出来形計測の結果、計測精度が悪化している場合は再度計測しなければならない。出来形計測作業の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔（100～200m程度）又は時間間隔（30分～1時間程度）で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSS出来形計測において欠測が生じる場合は、観測データの補間方法について監督職員と協議を行うこと。

(ウ) 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能であるため、従来の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭、目串等の設置）を事前に行うことなく計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面ごとではなく、作業効率を考慮して自由に設定することができる。その際、出来形計測点一つで判定できるものの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点二つで判定できるものの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの場合は長さの判定を行うことが可能である。

(エ) 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点）を入力又は選択する。

(オ) 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。上記(イ)～(カ)を繰り返して計測し、必要に応じて(ア)やアを実施する。

(カ) 出来形計測を円滑に行うため、計測実施前に、衛星配置の予測ソフトウェア等を用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーウェブサイト等で入手できる。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビ

ル) に応じて衛星捕捉状況が変化するため、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

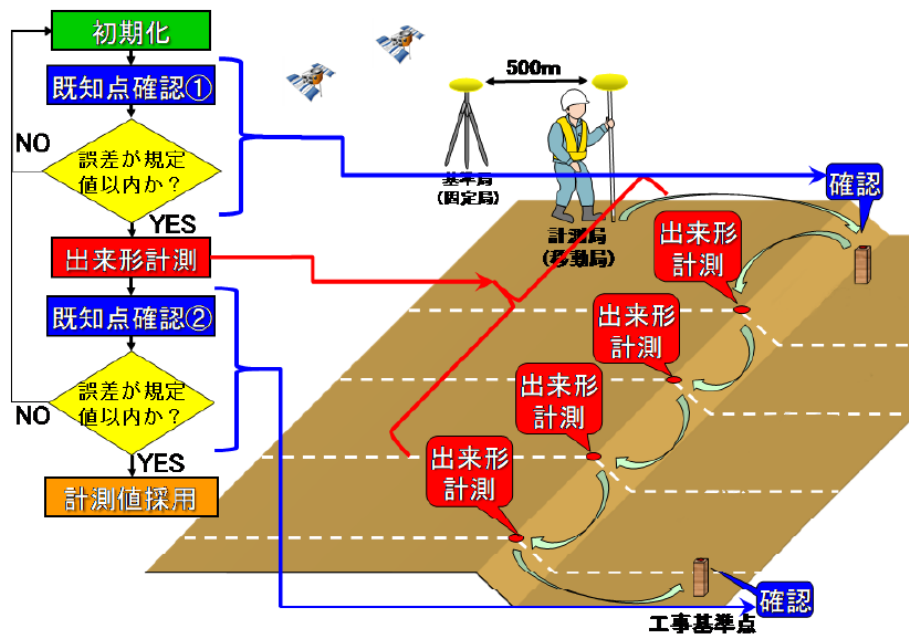


図 10-1 初期化と計測の手順

(出典：「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和5年3月国土交通省）

エ 出来形計測箇所

計測する横断面は、本ガイドライン（実施編）第7に規定する出来形横断面位置ごとの管理断面上とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得するものとする。出来形計測対象点は、「土木工事施工管理基準」別表第1 直接測定による出来形管理に定められた測定箇所とする。

なお、管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲とする。

第4 出来形管理資料の作成

1 断面管理の場合

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、出来形帳票作成ソフトウェアにより出来形管理資料を作成するものとする。基本設計データ作成ソフトウェア又は出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理結果による横断図の作成ができる場合は、工事完成図書として利用することができる。

第5 撮影記録による出来形管理

1 断面管理の場合

(1) 撮影基準及び撮影箇所

撮影記録による出来形管理は、表10-7のとおり行うものとする。

表10-7 撮影記録による出来形管理

工種	撮影基準	撮影箇所
コンクリートブロック積み コンクリートブロック張り 石積(張)工 コンクリート側溝工 コンクリート管渠工	1か所/施工延長おおむね40~80m 上記未満は2か所	床掘、基礎関係、その他必要箇所

(2) 撮影方法

表10-8に示す必要事項を記載した小黒板を、文字が判読できるよう被写体とともに撮影する。設計寸法、実測寸法及び略図は省略することができ、巻尺等を用いた計測を行わないため、リボンテープ、ピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真撮影は原則として必要ないものとする。

表10-8 小黒板に記載する事項

出来形管理技術	記載事項	備考
TS等光波方式 TS(ノンプリズム方式) RTK-GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・TS又はRTK-GNSS基準局の設置位置(ネットワーク型RTK-GNSSの場合はその旨を記載する。) ・出来形測定点(測点、箇所) 	—
TLS	<ul style="list-style-type: none"> ・工事名 ・工種等 ・出来形管理機器設置位置 ・出来形計測範囲(始点側測点~終点側測点) 	—

情報化施工技術の活用ガイドライン 監督・検査編

目次

第1章 監督職員による監督の実施項目

第1 総則	3-1
-------	-------	-----

第2 監督の実施項目	3-1
------------	-------	-----

第2章 検査職員による監督の実施項目

第1 検査職員の実施項目（断面管理の場合）	3-13
-----------------------	-------	------

第2 検査職員の実施項目（面管理の場合）	3-15
----------------------	-------	------

第1章 監督職員による監督の実施項目

第1 総則

監督職員は、本ガイドラインに記載されている内容を確認及び把握するために立会し、又は資料等の提示を請求できるものとし、受注者はこれに協力しなければならない。受注者は、監督職員が行う監督、把握及び立会に際し必要な準備、人員、資機材等の提供、写真その他資料の準備を行うものとする。

第2 監督職員の実施項目

監督職員が実施する項目は、次の1から9までとする。

1 施工計画書の受理・記載事項の確認

(1) 適用工種

本ガイドラインの適用工種に該当していることを確認する。

(2) 出来形計測、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等

本ガイドラインに基づき記載されていることを確認する。

(3) 使用機器・ソフトウェア

出来形管理に使用する機器及びソフトウェアについて、用いられた出来形管理技術ごとに以下の項目及び方法により確認する。

ア 出来形管理用TS等光波方式本体

出来形管理用TS等光波方式のハードウェアとして有する測定精度が国土地理院認定3級と同等以上であり、適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。必要な測定精度、計測性能及び精度管理は表1-1のとおりとする。

表1-1 出来形管理用TS等光波方式本体の測定精度、計測性能及び精度管理

項目		内容及び方法
測定精度	国土地理院 認定3級以上の場合	公称測定精度：±(5mm+5ppm×D) ^{※1} 最小目盛値：20”以下 ただし、舗装工の厚さ又は標高較差管理は、5”以下 (表層と基層の標高較差管理は対象外)
	国土地理院 認定1級以上の場合	高度角自動補正装置搭載型 (舗装工における表層と基層の標高較差管理を対象)
計測性能	国土地理院 認定3級以上の場合	国土地理院3級以上の認定品であることを示すメーカーカタログ又は機器仕様書 ^{※2※3}
	国土地理院 認定1級以上の場合	国土地理院1級以上の認定品であることを示すメーカーカタログ又は機器仕様書 ^{※4}

精度管理	検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書
------	---

- ※1 Dは測定距離 (m)、ppm は 10^{-6}
- ※2 国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分B以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の3級以上であることが明記されている場合は3級と同等以上とみなすことができる（この場合、国土地理院による登録は不要。）。
- ※3 国土地理院において規定がないTS等光波方式を利用する場合は、精度確認試験を実施し、その記録を提出する。
- ※4 国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分A以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級以上であることが明記されている場合は1級と同等以上とみなすことができる（この場合、国土地理院による登録は不要。）。

イ TS（ノンプリズム方式）本体

TS（ノンプリズム方式）のハードウェアの測定精度及び計測性能が表1-2に示すものと同等以上であり、適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。

表1-2 TS（ノンプリズム方式）本体の測定精度、計測性能及び精度管理

項目	内容及び方法
測定精度	<p>【土工、ほ場整備工、水路工、付帯構造物工】 計測範囲内で±20mm以内（平面・鉛直精度）※¹</p> <p>【法面保護工】 吹付砕工以外 計測範囲内で±20mm以内（平面・鉛直精度）※¹ 吹付砕工 規格値が施工延長≥設計延長の場合、±20mm以内（平面・鉛直精度）※¹ 規格値が±L/10mmの場合（L≥2）、±20mm以内（平面・鉛直精度）※¹ 規格値が±L/10mmの場合（L<2）、±10mm以内（平面・鉛直精度）※¹ 規格値が-20mmの場合、±5mm以内（平面・鉛直精度）※¹</p>
計測性能	必要な測定精度を満たすTS（ノンプリズム方式）を用いた計測結果であることを示す精度確認試験結果様式-2「TS等光波方式の精度確認試験結果報告書」を準用※ ² 。
精度管理	検定機関が発行する有効な検定証明書又は測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書※ ² 。

- ※1 当該現場における計測最大距離において、2か所以上の測定精度。
- ※2 精度確認は、当該現場における使用から12か月以内に実施したものであること。

ウ UAV及びデジタルカメラ

UAV空中写真測量を行う場合、空中写真測量のハードウェアの計測性能及び測定精度が表1-3に示すものと同等以上であり、適正な保守点検が行われている機器であることを確認する。

表1-3 UAV及びデジタルカメラの測定精度、計測性能及び保守点検

項目	内容及び方法
計測性能	撮影計画に従って撮影する際の地上画素寸法が1cm/画素以内を確保できる記録画素数であることを示すメーカーカタログ又は機器仕様書。
測定精度	必要な測定精度を満たす空中写真測量の結果であることを示す精度確認試験結果様式-3「UAV空中写真測量の精度確認試験結果報告書」。
保守点検	UAVの保守点検を実施したことを示す点検記録。製造元等による保守点検を1年に1回以上実施。

エ TLS本体

「JSIMA115 地上型レーザースキャナー性能確認に関するガイドライン」（日本測量機器工業会規格）に基づく試験成績表により計測範囲における座標計測精度が14mm以内であることを確認できる機器であること、又は、TLSのハードウェアの測定精度及び計測性能が表1-4に示すものと同等以上であり、適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。

表1-4 TLS本体の測定精度、計測性能及び保守点検

項目	内容及び方法
測定精度	<p>【土工、ほ場整備工、水路工、ため池改修工】 計測範囲内で±20mm</p> <p>【舗装工】 計測範囲内の鉛直精度※¹</p> <p>アスファルト舗装 路床表面：±20mm 以内 下層路盤表面：±10mm 以内 上層路盤表面：±10mm 以内 基層表面：±4mm 以内 表層表面：±4mm 以内</p> <p>コンクリート舗装 路床表面：±20mm 以内 下層路盤表面：±10mm 以内</p>

	<p>上層路盤表面：±10mm 以内 コンクリート舗装版表面：± 4 mm 以内</p> <p>計測範囲内の平面精度※²</p> <p>アスファルト舗装 路床・下層路盤・上層路盤表面：±20mm 以内 基層・表層表面：±10mm 以内</p> <p>コンクリート舗装 路床・下層路盤・上層路盤：±20mm 以内 コンクリート舗装版表面：±10mm 以内</p> <p>【法面保護工】 吹付砕工以外 計測範囲内で±30mm</p> <p>吹付砕工 規格値が施工延長≥設計延長の場合、±30mm 規格値が±L/10mm の場合、±30mm 規格値が-20mm の場合、±10mm</p> <p>【共通事項】 色データ：色データの取得が可能なのが望ましい</p>
計測性能	<p>必要な計測精度を満たすT L Sを用いた計測結果であることを示す精度確認試験結果様式-4「T L S精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」※³。</p>
保守点検	<p>T L S本体の保守点検を実施したことを示す点検記録。製造元が推奨する有効期限内※⁴。</p>

- ※1 当該現場における計測最大距離において、1 m²以下の検査面内の高さの計測精度
- ※2 当該現場における計測最大距離において、10m以上離れた2つの評価点の点間距離の計測精度
- ※3 精度確認は、当該現場における使用から12か月以内に実施したものであること。

オ UAV及びレーザースキャナー

UAVレーザを用いた出来形管理を行う場合、レーザースキャナーのハードウェアの計測性能及び測定精度が表1-5に示すものと同様以上であり、適正な保守点検が行われている機器であることを確認する。

表1-5 UAV及びデジタルカメラの測定精度、計測性能及び保守点検

項目	内容及び方法
----	--------

計測性能	計測に必要な測定精度を満たすことを示すメーカーカタログ又は機器仕様書 ^{※1} 。
測定精度	以下の精度を確保できる手順を検証した、 様式-5 「UAVレーザー精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」 ^{※1} 。 【土工、ほ場整備工、ため池改修工】 計測範囲内で±50mm 以内 【法面保護工】 吹付砕工以外 計測範囲内で±30mm 以内 吹付砕工 規格値が施工延長≧設計延長の場合、±30mm 以内 規格値が±L/10mm の場合、±30mm 以内 規格値が-20mm の場合、±10mm 以内
保守点検	UAVの保守点検を実施したことを示す点検記録。製造元等による保守点検を1年に1回以上実施。

※1 精度確認は、当該現場における使用から12か月以内に実施したものであること。

カ 地上移動体搭載型LS

計測精度に関する仕様の記載方法も計測により適した形で標準化されていない。このため、各システムの機器構成や性能を最大限に活用することを目的に、所定の要求精度を満たす計測可能範囲については、**様式-6**「地上移動体搭載型LS精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」により確認する。

地上移動体搭載型LSの計測性能及び測定精度が表1-6に示すものと同等以上であり、適正な保守点検が行われている機器であることを確認する。

表1-6 地上移動体搭載型LS本体の測定精度、計測性能及び保守点検

項目	内容及び方法
計測性能	計測に必要な測定精度を満たすことを示すメーカーカタログ又は機器仕様書 ^{※1} 。
測定精度	以下の精度を確保できる手順を検証した、 様式-6 「地上移動体搭載型LS精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」 ^{※1※2} 。 【土工、ほ場整備工、ため池改修工】 計測範囲内で±50mm 以内 【法面保護工】

	吹付砕工以外 計測範囲内で±30mm 以内 吹付砕工 規格値が施工延長≧設計延長の場合、±30mm 以内 規格値が±L/10mm の場合、±30mm 以内 規格値が-20mm の場合、±10mm 以内 【共通事項】 色データ：色データの取得が可能なが望ましい
保守点検	地上移動体搭載型 L S 本体の保守点検を実施したことを示す点検記録。製造元が推奨する有効期限内。

※1 精度確認は、当該現場における使用から 12 か月以内に実施したものであること。

※2 当該現場内において計測精度が最も不利となる位置付近の検証点で上記の測定精度を満たすこと。

キ 出来形管理用 R T K - G N S S

出来形管理用 R T K - G N S S のハードウェアの測定精度が国土地理院認定 1 級（2 周波）と同等以上かつ要求精度及び計測性能が表 1 - 7 に示すものと同等以上であり、適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。

表 1 - 7 出来形管理用 R T K - G N S S の測定精度、計測性能及び精度管理

項目	内容及び方法
測定精度	国土地理院認定 1 級（2 周波）と同等以上 公称測定精度：± (20mm + 2 ppm × D) ※ ¹ 最小解析値：1 mm
要求精度	【断面管理の場合】 4 級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±10mm 以内 【面管理の場合】 4 級基準点と同等以上の基準点との較差が、 平面±20mm 以内、鉛直±30mm 以内
計測性能	国土地理院 1 級以上の認定品であることを示すメーカーカタログ又は機器仕様書※ ² ※ ³
精度管理	検定機関が発行する有効な検定証明書、日本測量機器工業会が発行する検査成績書、メーカーが発行する校正証明書等※ ⁴ 。

※1 D は測定距離 (m)、ppm は 10⁻⁶

※2 国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関が発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による 1 級同等以上で

あることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級同等以上であることが明記されている場合は1級と同等以上とみなすことができる（この場合、国土地理院による登録は不要。）。

- ※3 検査成績書（1年以内）に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認した結果（1年以内）を添付してもよい。
- ※4 高さ補完機能の精度管理が適正に行われていることを証明する公的な検定制度、校正証明書等がない場合、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1年以内）で確認することができる。検査成績書（1年以内）に代えて、**様式-8**「高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート」で確認してもよい。

ク モバイル端末本体

モバイル端末の測定精度が表1-8に示すものと同等以上であることを確認する。

表1-8 モバイル端末の測定精度

項目	内容及び方法
測定精度	鉛直方向・平面方向±50mm以内を確保できる手順や条件を検証した、 様式-13 「モバイル端末の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」。

- ※1 モバイル端末を用いた多点計測技術により断面管理を行う場合は、端部の抽出又は推定に必要な点群密度を確保する。
- ※2 精度確認は、当該現場における使用から12か月以内に実施したものであること。

ケ ソフトウェア（断面管理の場合）

使用するソフトウェアが、本ガイドラインに規定する機能を有することを表1-9により確認する。

表1-9 ソフトウェア（断面管理の場合）が有する機能の確認内容

ソフトウェア	確認内容
基本設計データ作成ソフトウェア	使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）
出来形管理用TS、出来形管理用RTK-GNSS、TS（ノンプリズム方式）ソフトウェア	
出来形帳票作成ソフトウェア※1	

- ※1 「RTK-GNSSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」は未策定であるため、機能として同じものになると考えられる「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（土工編）」で代替する。

コ ソフトウェア（断面管理（多点計測）の場合）

使用するソフトウェアが、本ガイドラインに規定する機能を有することを表1-10により確認する。

表 1-10 ソフトウェア（断面管理（多点計測）の場合）が有する機能の確認内容

ソフトウェア	確認内容
基本設計データ作成ソフトウェア	使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）
写真測量ソフトウェア(UAV空中写真測量を行う場合)	
点群処理ソフトウェア※ ¹	
出来形帳票作成ソフトウェア	

サ ソフトウェア（面管理の場合）

使用するソフトウェアが、本ガイドラインに規定する機能を有することを表 1-11 により確認する。

表 1-11 ソフトウェア（面管理の場合）が有する機能の確認内容

ソフトウェア	確認内容
3次元設計データ作成ソフトウェア	使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）
写真測量ソフトウェア(UAV空中写真測量を行う場合)	
点群処理ソフトウェア	
出来形帳票作成ソフトウェア	
出来高算出ソフトウェア	

※1 「RTK-GNSSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」は未策定であるため、機能として同じものになると考えられる「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書（土工編）」で代替する。

2 撮影計画又は飛行計画の確認

(1) UAV空中写真測量の場合

安全で確実に計測できる撮影計画となっているか、以下の点について確認する。

ア 撮影方法

撮影コース、飛行高度、空中写真の重複度の計画。

イ 計測性能

計画した飛行高度における地上画素寸法（10mm／画素以内）の算定。

ウ 安全確保

航空機の高航行の安全確保のために作成する「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。

(2) UAVレーザーの場合

安全で確実に計測できる飛行計画となっているか、以下の点について確認する。

ア 計測方法

コース、飛行高度、各飛行レーン計測点範囲の重複度の計画。

イ 計測性能

計画した飛行高度・飛行速度における有効計測幅。

ウ 安全確保

航空機の高航行の安全確保のために作成する「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。

3 基準点の指示

監督職員は、工事に使用する基準点を受注者に指示する。基準点は、4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点を用いてもよい。）、又はこれと同等以上のものは国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

4 工事基準点等の設置状況の把握

監督職員は、受注者から工事基準点に関する測量成果を受理した段階で、工事基準点が指示した基準をもとにして設置したものであること、また、精度管理が適正に行われていることを把握する。

なお、受注者が用いる出来形管理技術に応じて、以下の点についても確認する。

(1) T S（ノンプリズム方式）を用いる場合

出来形計測以外（起工測量、岩線計測及び部分払出来高）を実施する際に、G N S Sローバーを用いてT S（ノンプリズム方式）の設置位置を確認した場合は、使用する機器の精度確認が適正に行われていることを様式－7「G N S Sの精度確認試験結果報告書」により確認する。

(2) U A V空中写真測量を用いる場合

標定点及び検証点が、指示した基準点又は工事基準点をもとに設置したものであることを把握する。

出来形計測以外（起工測量、岩線計測及び部分払出来高）を実施する際に、G N S Sローバーを用いて標定点及び検証点を設置した場合は、使用する機器の精度確認が適正に行われていることを様式－7「G N S Sの精度確認試験結果報告書」により確認する。

また、S f M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、標定点の設置は任意とすることができる。

(3) T L Sを用いる場合

標定点を利用する場合は、指示した基準点又は工事基準点をもとに設置したものであることを把握する。

出来形計測以外（起工測量、岩線計測及び部分払出来高）を実施する際に、G N S Sローバーを用いて標定点を設置した場合は、使用する機器の精度確認が適正に行われていることを様式－7「G N S Sの精度確認試験結果報告書」により確認する。

(4) U A Vレーザーを用いる場合

調整用基準点及び検証点が、指示した基準点又は工事基準点をもとに設置したものであることを把握する。

出来形計測以外（起工測量、岩線計測及び部分払出来高）を実施する際に、GNSSローバーを用いて標定点及び検証点を設置した場合は、使用する機器の精度確認が適正に行われていることを様式-7「GNSSの精度確認試験結果報告書」により確認する。

(5) 地上移動体搭載型LSを用いる場合

標定点を利用する場合は、指示した基準点又は工事基準点をもとに設置したものであることを把握する。

出来形計測以外（起工測量、岩線計測及び部分払出来高）を実施する際に、GNSSローバーを用いて標定点を設置した場合は、使用する機器の精度確認が適正に行われていることを様式-7「GNSSの精度確認試験結果報告書」により確認する。

5 基本設計データチェックシートの確認（断面管理の場合）

監督職員は、基本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、受注者が確認し提出する様式-1「基本設計データチェックシート」により確認する。

なお、必要に応じて、基本設計データと設計図書との照合のために、根拠資料（工事基準点リスト、線形計算書又は法線の中心点座標リスト、平面図、縦断図、横断図）の提出を求めることができる。根拠資料は、3次元設計データを用いて作成したCAD図面と設計図書を重ね合わせた資料等、分かりやすい資料に替えることができる。

標高較差で出来形管理を行う際に、目標高さが設計図を元に作成した各層の高さと異なる場合は、施工前に作成した基本設計データに対する高さ（設計図を元に計算される高さ）からのオフセットにより目標高さを設定する必要がある。オフセット高さについては、受注者からの協議内容を確認し、工事打合せ簿により指示する。オフセット高さとは、設計図書を元に作成した3次元形状に対して、出来形管理基準及び規格値の範囲内での施工誤差を考慮した場合の各層における施工前に作成した3次元設計面に対する高さとの差のことである。目標高さは、直下層の目標高さに直下層の出来形を踏まえて、設計厚さ以上の高さを加えて定めた計測対象面の高さであり、その目標高さとTSによる出来形計測の標高値を比較し、標高較差を算出する。

6 設計図書の3次元化の指示（面管理の場合）

監督職員は、設計図書が2次元図面の場合、3次元設計データに基づいた設計照査、出来形管理及び数量算出結果を受け取るため、設計図書を3次元化することを受注者に指示する。

7 3次元設計データチェックシートの確認（面管理の場合）

監督職員は、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、受注者が確認し提出する様式-9「3次元設計データチェックシート」により確認する。必要に応じて、3次元設計データと設計図書との照合のために、根拠資料（工事基準点リスト、線形計算書又は法線の中心点座標リスト、平面図、縦断図、横断図）の提出を求めることができる。根拠資

料は、3次元設計データを用いて作成したCAD図面と設計図書を重ね合わせた資料等、分かりやすい資料に替えることができる。

なお、舗装工において、標高較差で出来形管理を行う場合、オフセット高さについては受注者からの協議内容を確認し指示する。

8 精度確認試験結果報告書の把握（3次元座標を面的に取得する計測技術の場合）

(1) TS（ノンプリズム方式）

監督職員は、受注者が実施（TS（ノンプリズム方式）計測を実施する前に行う。）したTS（ノンプリズム方式）の測定精度に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

(2) UAV空中写真測量

監督職員は、受注者が実施（UAV空中写真測量を実施する前に行う。）した様式-3「UAV空中写真測量の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

(3) TLS

監督職員は、受注者が実施（TLS計測を実施する前に行う。）した様式-4「TLS精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

(4) UAVレーザー

監督職員は、受注者が実施（UAVレーザー計測を実施する前に行う。）した様式-5「UAVレーザー精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

(5) 地上移動体搭載型LS

監督職員は、受注者が実施（地上移動体搭載型LS計測を実施する前に行う。）した様式-6「地上移動体搭載型LS精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

(6) 出来形管理用RTK-GNSS

監督職員は、受注者が実施（RTK-GNSS計測を実施する前に行う。）した出来形管理用RTK-GNSSの測定精度に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

(7) 施工履歴データ

監督職員は、受注者が実施（施工履歴データによる計測を実施する前に行う。）した様式-11「施工履歴データの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

なお、受注者は、施工履歴データが正しく計測・記録されていることを確認するため、日々の出来形をTS等光波方式等でクロスチェックしており、発注者は、この記録の提出を求めることができる。

(8) モバイル端末

監督職員は、受注者が実施（モバイル端末計測を実施する前に行う。）した様式-13「モバイル端末の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

9 出来形管理状況の把握

(1) 出来形管理用TS等光波方式、出来形管理用RTK-GNSS、TS（ノンプリズム方式）の場合

監督職員は、出来形管理用TS等光波方式、出来形管理用RTK-GNSS、又はTS（ノンプリズム方式）を用いた出来形計測時に、現場における機器設置や計測が適正に行われていることを把握する。把握程度は、1工事1回とする。

(2) その他の3次元座標を面的に取得する計測技術の場合

監督職員は、受注者の実施した出来形管理結果（出来形管理図表）を用いて出来形管理状況を把握する。

なお、必要に応じて、出来形計測時における調整用基準点の精度確認結果である様式-12「調整用基準点調査票」の提示を求めることができる。

第2章 検査職員による検査の実施項目

第1 検査職員の実施項目（断面管理の場合）

工事実施状況の検査では、施工計画書等の書類による監督職員との所定の手続を経て出来形管理を実施したか否かを検査する。出来形の検査に関して、出来形管理資料の記載事項の検査を行う。検査職員が実施する項目は、次の1から7までとする。

1 出来形管理に係る施工計画書の記載内容の確認

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」を工事打合せ簿により確認する。

2 出来形管理用に係る工事基準点等の測量結果等の確認

出来形管理に利用する工事基準点について、受注者から測量結果が提出されていることを、工事打合せ簿により確認する。

3 基本設計データチェックシートの確認

基本設計データが設計図書（工事測量の結果、修正が必要な場合は修正後のデータとする。）を基に正しく作成されていることを受注者が確認した様式-1「基本設計データチェックシート」が提出されていることを、工事打合せ簿により確認する。

4 出来形管理に係る「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、測定頻度及び規格値を満足しているか否かを確認する。

5 品質管理及び出来形管理写真の確認

本ガイドライン（出来形管理編）の規定に基づいて撮影されていることを確認する。

6 電子成果品の確認

出来形管理用TS等光波方式又は出来形管理用RTK-GNSSに係る工事書類が、「工事完成図書の電子納品要領（案）」で定める「OTHERS」フォルダに格納されていることを確認する。

7 出来形測定に係る実地検査

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等光波方式等を用いて、現地で自らが指定した管理断面の出来形測定を行い、規格値内であるかを検査する。検査頻度は表2-1のとおりとする。

表2-1 実地検査の頻度

工種		計測箇所	確認内容	検査頻度
土工	掘削、盛土、栗石基礎、碎石基礎、砂基礎、均しコンクリート	技術ごとの出来形計測に記載の箇所	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事につき 1 管理断面 (検査職員が指定する管理断面)
	コンクリートブロック積み、コンクリートブロック張り、石積 (張) 工、コンクリート側溝工、コンクリート管渠工、			
	管体基礎工 (基礎等)			
ほ場整備工	基盤造成、表土整地	技術ごとの出来形計測に記載の箇所	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事 1 ほ場設定し、1 ほ場当たり検査職員の指定する点
舗装工	コンクリート舗装工、アスファルト舗装工、砂利舗装工	技術ごとの出来形計測に記載の箇所	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事につき 1 管理断面 (検査職員が指定する管理断面)
水路工	現場打開水路、鉄筋コンクリート大型フリーム、鉄筋コンクリートL型水路	技術ごとの出来形計測に記載の箇所	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事につき 1 管理断面 (検査職員が指定する管理断面)
暗渠排水工	吸水渠、集水渠、導水渠	技術ごとの出来形計測に記載の箇所	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事 1 ほ場設定し、1 ほ場当たり検査職員の指定する暗渠排水
ため池改修工	堤体工	技術ごとの出来形計測に記載の箇所	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事につき 1 管理断面 (検査職員が指定する管理断面)
法面保護工	ラス張、植生マット、植生シート、繊維ネット、張芝、人工張芝、種子散布、客土吹付、植生基材吹付、吹付枠	技術ごとの出来形計測に記載の箇所	出来形管理図表の実測値との比較	1 工事につき 1 管理箇所 (検査職員が指定する管理箇所)

第2 検査職員の実施項目（面管理の場合）

工事実施状況の検査では、施工計画書等の書類による監督職員との所定の手続を経て出来形管理を実施したか否かを検査する。出来形の検査に関して、出来形管理資料の記載事項の検査を行う。また、出来形数量の算出においても、本ガイドライン（実施編）第12 数量算出に記載する方法で算出された数量を用いてよいものとする。検査職員が実施する項目は、次の1から9までとする。

1 出来形管理に係る施工計画書の記載内容の確認

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」を工事打合せ簿により確認する。

2 設計図書の3次元化に係る確認

設計図書の3次元化の実施について、工事打合せ簿により確認する。

3 出来形管理に係る工事基準点等の測量結果等の確認

出来形管理に利用する工事基準点、標定点及び検証点について、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により確認する。

出来形計測以外（起工測量、岩線計測及び部分払出来高）を実施する際に、GNSSローバーを用いて標定点及び検証点を設置した場合は、**様式-7**「GNSSの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により確認する。

4 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（工事測量の結果、修正が必要な場合は修正後のデータとする。）を基に正しく作成されていることを受注者が確認した**様式-9**「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、工事打合せ簿により確認する。

舗装工において、標高較差で出来形管理を行う場合、オフセット高さについて工事打合せ簿により確認する。

5 出来形管理に係る精度確認試験結果報告書等の確認

出来形計測が適正な計測精度を満たしているか否かについて、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により確認する。

6 出来形管理に係る「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、測定頻度及び規格値を満足しているか否かを確認する。

7 品質管理及び出来形管理写真の確認

本ガイドラインの規定に基づいて撮影されていることを確認する。

8 電子成果品の確認

情報化施工技術に係る工事書類が、「工事完成図書の電子納品等要領（案）」で定める「NNICT」フォルダに格納されていることを確認する。

9 出来形計測に係る実地検査

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等光波方式等を用いて、現地で自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの設計面と実測値との標高差が規格値内であるか否かを検査する。検査頻度は以下のとおりとする。

表2-2 実地検査の頻度

工種		計測箇所	確認内容	検査頻度
土工	掘削、盛土	検査職員が指定する平場又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又は水平較差	1工事につき1断面*
	コンクリートブロック積み、コンクリートブロック張り、石積(張)工、コンクリート側溝工、コンクリート管渠工	検査職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又は水平較差	1工事につき1か所
ほ場整備工	基盤造成、表土整地	検査職員が指定するほ場面の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差	1工事1ほ場設定し、1ほ場当たり検査職員の指定する点
	畦畔復旧	検査職員が指定する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	1工事につき1断面*
	道路工(砂利道)	検査職員が指定する任意の箇所	厚さ	1工事につき1断面*
舗装工	コンクリート舗装工、アスファルト舗装工	検査職員が指定する任意の箇所	基準高、厚さ又は標高較差	1工事につき1断面*
暗渠排水工	吸水渠、集水渠、導水渠	検査職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1ほ場設定し、1ほ場当たり検査職員の指定する暗渠排水
地盤改良工	表層安定処理等(路床安定処理)	検査職員が指定する任意の箇所	基準高	200mにつき1か所以上(施工延長)

	工、表層安定処理工)、 固結工(中層混合処理)	実測による検査は行わず、出来形管理資料のうち全体改良平面図を用いて、地盤改良範囲全面がもれなく施工されていることを確認。	幅、厚さ、延長	200m以下の場合 は2か所以上)
	固結工(スラリー攪拌工)	実測による検査は行わず、出来形管理資料を用いて、地盤改良範囲全面がもれなく施工されていることを確認。	深度、基準高、径、杭芯位置	—

※ ここでいう断面とは、厳格に管理断面を指すものではなく、概ね同一断面上の数カ所の標高を計測することを想定している。

参考 検査職員による検査の実施項目

項目	対象	内容	備考
施工計画書の記載内容の確認	全ての工事	監督職員が実施した確認結果の確認	工事打合せ簿により確認
工事基準点等の測量結果の確認	全ての工事	測量成果の提出状況の確認	工事打合せ簿により確認
設計図書の3次元化に係る確認	3次元設計データを作成した工事	設計図書の3次元化の実施状況の確認	工事打合せ簿により確認
基本設計／3次元設計データチェックシートの確認	基本設計／3次元設計データを作成した工事	基本設計／3次元設計データチェックシートの提出状況の確認	様式－1又は様式－9の提出を工事打合せ簿により確認
出来形管理に係る精度確認試験結果報告書等の確認	3次元出来形管理を実施した工事	精度確認試験結果報告書の提出状況の確認	様式－3等の提出を工事打合せ簿により確認
出来形管理に係る「出来形管理図表」の確認	3次元出来形管理を実施した工事	出来形管理基準を満足しているか否かの確認	
品質管理及び出来形管理写真の確認	全ての工事	規定に基づいて撮影されているかの確認	本ガイドラインの該当箇所を参照
電子成果品の確認	3次元出来形管理を実施した工事	工事書類の格納状況の確認	工事完成図書の電子納品等要領（案）を参照
出来形測定に係る実地検査	全ての工事	出来形管理用TS等を用いて現地確認	1工事につき1断面（平場又は天端上の任意の箇所）

情報化施工技術の活用ガイドライン 積算編

目次

第1章 土工

第1	3次元起工測量	4-1-1
第2	基本設計データ又は3次元設計データの作成	4-1-1
第3	I C T建設機械による施工	4-1-1
第4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-1-18
第5	留意事項	4-1-18
参考1	施工パッケージ標準単価表	
参考2	掘削I C Tの積算例	

第2章 ほ場整備工

第1	3次元起工測量	4-2-1
第2	基本設計データ又は3次元設計データの作成	4-2-1
第3	I C T建設機械による施工	4-2-1
第4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-2-2
第5	留意事項	4-2-3

第3章 舗装工

第1	3次元起工測量	4-3-1
----	---------	-------

第2	基本設計データ又は3次元設計データの作成	4-3-1
第3	ICT建設機械による施工	4-3-1
第4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-3-7
第5	留意事項	4-3-8

第4章 水路工

第1	3次元起工測量	4-4-1
第2	基本設計データ又は3次元設計データの作成	4-4-1
第3	ICT建設機械による施工	4-4-1
第4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-4-1
第5	留意事項	4-4-1

第5章 暗渠排水工

第1	3次元起工測量	4-5-1
第2	基本設計データ又は3次元設計データの作成	4-5-1
第3	ICT建設機械による施工	4-5-1
第4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-5-2
第5	留意事項	4-5-2

第6章 ため池改修工

第 1	3次元起工測量	4-6-1
第 2	基本設計データ又は3次元設計データの作成	4-6-1
第 3	I C T建設機械による施工	4-6-1
第 4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-6-1
第 5	留意事項	4-6-1

第 7 章 地盤改良工（表層安定処理等、固結工（中層混合処理））

第 1	3次元起工測量	4-7-1
第 2	3次元設計データの作成	4-7-1
第 3	I C T建設機械による施工	4-7-1
第 4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-7-5
第 5	留意事項	4-7-5

第 8 章 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

第 1	3次元起工測量	4-8-1
第 2	3次元設計データの作成	4-8-1
第 3	I C T建設機械による施工	4-8-1
第 4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-8-6
第 5	留意事項	4-8-6

第9章 法面保護工

第1	3次元起工測量	4-9-1
第2	基本設計データ又は3次元設計データの作成	4-9-1
第3	ICT建設機械による施工	4-9-1
第4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-9-1
第5	留意事項	4-9-1

第10章 付帯構造物工

第1	3次元起工測量	4-10-1
第2	基本設計データ又は3次元設計データの作成	4-10-1
第3	ICT建設機械による施工	4-10-1
第4	3次元出来形管理及び3次元データ納品	4-10-1
第5	留意事項	4-10-1

第1章 土工

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

1 積算方法

基本設計データ又は3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

1 積算方法の概要

掘削においては、ICT施工パッケージ型積算基準及び土地改良工事積算基準（土木工事）（以下「積算基準」という。）に示す施工パッケージ型積算基準に基づき積算するものとし、掘削以外の工種においてはICT施工パッケージ型積算基準に基づき積算するものとする。

なお、現場条件により、ICT施工パッケージ型積算基準に示すICT建設機械の規格よりも小さいICT建設機械を用いる場合は、施工パッケージ型積算基準によらず、見積りを活用し積算することとする。

2 ICT施工パッケージ型積算基準の適用範囲

(1) 土工（ICT）

ICTによる土工に適用する。

ア 適用できる範囲

(ア) 掘削（ICT）

- ・3D-MG若しくはMCバックホウによる土砂、岩塊・玉石の掘削積込又は3D-MG若しくはMCバックホウによる土砂の片切掘削

(イ) 路体（築堤）盛土（ICT）

- ・3D-MG又はMCブルドーザによる施工幅員4.0m以上の土砂等を使用した路体（築堤）盛土

(ウ) 路床盛土（ICT）

- ・3D-MG又はMCブルドーザによる施工幅員4.0m以上の土砂等を使用した路床盛土

イ 適用できない範囲

(ア) 掘削（ICT）

- ・3D-MG又はMCバックホウ以外による掘削

(イ) 路体（築堤）盛土（ICT）

- ・ 3D-MG又はMCブルドーザ以外による路体（築堤）盛土
- (ウ) 路床盛土（ICT）
- ・ 3D-MG又はMCブルドーザ以外による路床盛土

(2) 床掘工（ICT）

ICTによる、構造物の築造又は撤去を目的とした平均施工幅2m以上の土砂の掘削等である床掘に適用する。

ア 適用できる範囲

(ア) 床掘（ICT）

- ・ 3D-MG又はMCバックホウによる作業土工（床掘）（ICT）のうち、土砂におけるバックホウ床掘
- ・ 3D-MG又はMCバックホウによる作業土工（床掘）（ICT）における床付面の基面整正

イ 適用できない範囲

(ア) 床掘（ICT）

- ・ 3D-MG又はMCバックホウ以外による作業土工（床掘）

(3) 法面整形工（ICT）

ICTによる盛土法面整形工及び切土法面整形工に適用する。

ア 適用できる範囲

(ア) 法面整形工（ICT）

- ・ 3D-MG又はMCバックホウによる土質がレキ質土、砂及び砂質土、粘性土、軟岩Ⅰの法面整形

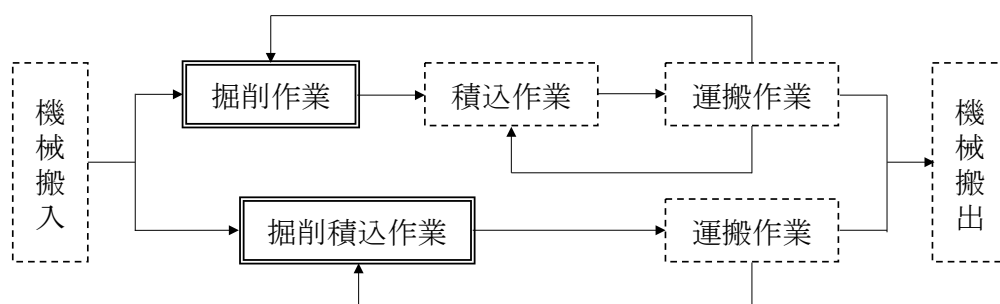
イ 適用できない範囲

(ア) 法面整形工（ICT）

- ・ 3D-MG又はMCバックホウ以外の法面整形
- ・ 現場制約がある場合（現場制約：「積算基準 施工パッケージ基準 1. 土工④法面整形工 3. 施工フロー 図3.1（注）1」による。）

3 施工フロー

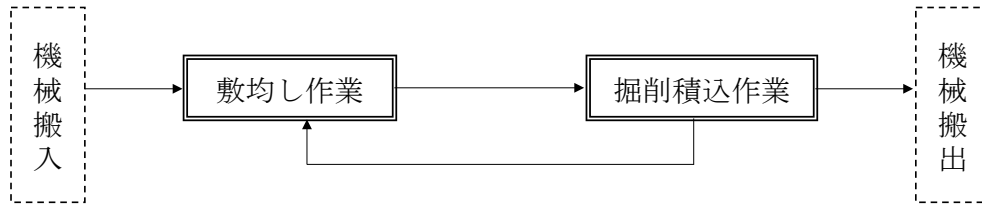
(1) 掘削（ICT）



※1 本施工パッケージで対応しているのは、二重実線部分のみである。

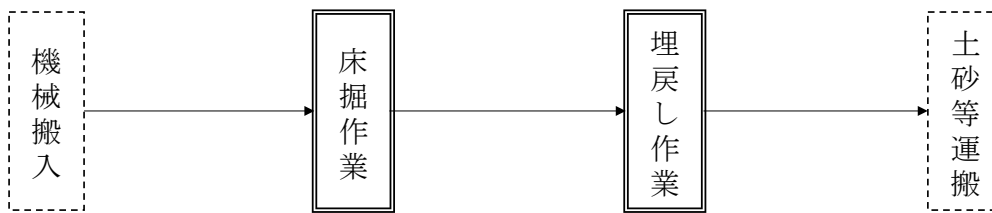
※2 積込、運搬作業が必要な場合は、「積算基準 施工パッケージ基準 1. 土工②土工 3-2 土砂等運搬」により別途計上すること。

(2) 路体（築堤）盛土（ICT）、路床盛土（ICT）



※ 本施工パッケージで対応しているのは、二重実線部分のみである。

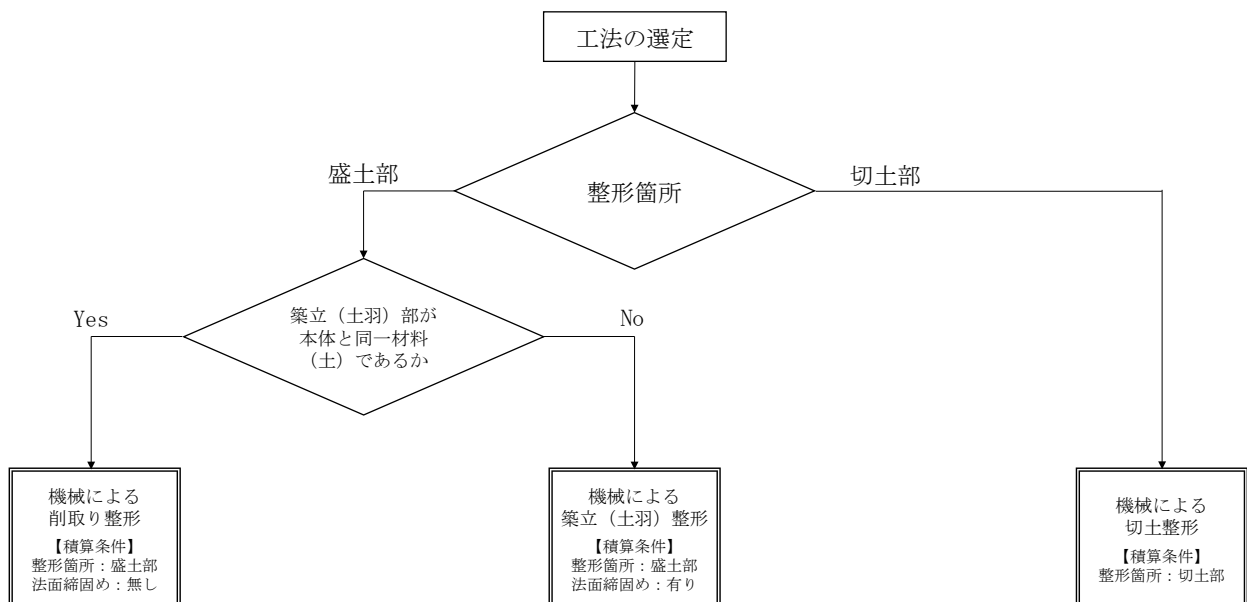
(3) 床掘（ICT）



※1 本施工パッケージで対応しているのは、二重実線部分のみである。

※2 埋戻しは「積算基準 施工パッケージ基準 1. 土工②土工」及び「積算基準 標準歩掛 1. 土工④盛土・埋戻」による。

(4) 法面整形工（ICT）



※ 盛土部の施工フローは、「積算基準 施工パッケージ基準 1. 土工④法面整形工」の図 3. 2 を、切土部の施工フローは図 3. 3 を参照のこと。

4 施工パッケージ

(1) 掘削 (ICT)

ア 条件区分

条件区分は、表 1-1 を標準とする。

表 1-1 掘削 (ICT) 積算条件区分一覧

(積算単位：m³)

土質	施工方法	障害の有無	施工数量
土砂	オープンカット	無し	5,000m ³ 未満
			5,000m ³ 以上 10,000m ³ 未満
			10,000m ³ 以上 50,000m ³ 未満
			50,000m ³ 以上
		有り	5,000m ³ 未満
			5,000m ³ 以上 10,000m ³ 未満
			10,000m ³ 以上 50,000m ³ 未満
			50,000m ³ 以上
片切掘削	—	—	
岩塊・玉石	オープンカット	無し	5,000m ³ 未満
			5,000m ³ 以上 10,000m ³ 未満
			10,000m ³ 以上 50,000m ³ 未満
			50,000m ³ 以上
		有り	5,000m ³ 未満
			5,000m ³ 以上 10,000m ³ 未満
			10,000m ³ 以上 50,000m ³ 未満
			50,000m ³ 以上

※1 上表は、土砂、岩塊・玉石の掘削積込（片切掘削は掘削のみ。）のほか、その施工に必要な全ての機械・労務・材料費（損料等を含む。）を含み、クレーン作業は含まない。

※2 上表は、同一の施工箇所において、3D-MG又はMCバックホウ（以下「ICT建機」という。）のみで施工する場合（ICT建機使用割合100%）である。

なお、施工数量は、1工事当たりの全体掘削土量により判定し、「積算基準 施工パッケージ基準 1. 土工②土工3-1掘削（注）6. 施工数量、破砕片除去数量」によるものとする。また、該当する施工箇所におけるICT建機による施工の掘削土量をその箇所の掘削土量とし、これを合計したものを全体掘削土量とする。

※3 土砂、岩塊・玉石の掘削積込、又は土砂の片切掘削について、同一の施工箇所においてICT建機と通常建機（ICT建機を使用しない通常機種のパックホウ）を組み合わせる場合（ICT建機使用割合100%以外）は、該当する箇所における掘削土

量をICT建機使用割合に応じてICT建機による施工分と通常建機による施工分に分割し、ICT建機による施工分について上表を適用する。通常建機による施工分については、「積算基準 施工パッケージ基準1. 土工②土工3-1 掘削」により別途計上する。

なお、施工数量は、1工事当たりの全体掘削土量により判定し、「積算基準 施工パッケージ基準1. 土工②土工3-1 掘削（注）6. 施工数量、破砕片除去数量」によるものとする。また、ICT建機使用割合100%以外の場合は、該当する施工箇所におけるICT建機による施工分と通常建機による施工分を合計した掘削土量をその箇所の掘削土量とし、これを合計したものを全体掘削土量とする。ただし、施工箇所が分かれる場合、通常建機のみで施工した箇所の掘削土量はこの全体掘削土量に含めない。

※4 土量は、地山土量とする。

※5 施工方法は、掘削箇所の地形により、「オープンカット」、「片切り」に区分する。区分については、「積算基準 施工パッケージ基準1. 土工②土工」の図3.1～図3.3を参照のこと。

※6 障害の有無

無し：構造物、建造物等の障害物や交通の影響により施工条件が制限されず、連続掘削作業ができる場合。

有り：掘削作業において障害物等により施工条件に制限があり（作業障害が多い場合等）、連続掘削作業ができない場合。掘削深さ5m以内で掘削箇所が地下水位等で排水をせず、水中掘削（溝掘り、基礎掘削）を行う場合。

※7 ICT建機使用割合は、上記※2又は※3の1工事当たりの全体掘削土量に対する1工事当たりのICT建機による掘削土量の割合である。

イ 代表機労材規格

表1-2に示す機労材は、当該施工パッケージで使用されている機労材の代表的な規格である。

表1-2 掘削（ICT）[ICT建機使用割合100%] 代表機労材規格一覧

項目	代表機労材規格		備考
機械	K1	バックホウ（クローラ型）[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付き・排出ガス対策型（2014年規制）]山積0.8m ³ （平積0.6m ³ ）吊能力2.9t	賃料
	K2	ICT建設機械経費賃料加算額（バックホウ（ICT施工対応型））	賃料
	K3	—	
労務	R1	運転手（特殊）	
	R2	普通作業員	片切掘削
	R3	—	
	R4	—	

材料	Z1	軽油 パトロール給油	
	Z2	—	
	Z3	—	
	Z4	—	
市場 単価	S	—	

※1 ICT建設機械経費賃料加算額（バックホウ（ICT施工対応型）は、地上の基準局（座標既知点）・管理局（現場事務所等）の賃貸費用である。

(2) 路体（築堤）盛土（ICT）

ア 条件区分

条件区分は、表1-3を標準とする。

表1-3 路体（築堤）盛土（ICT）積算条件区分一覧

（積算単位：m³）

施工数量	障害の有無
10,000m ³ 未満	無し
	有り
10,000m ³ 以上	無し
	有り

※1 上表は、路体又は築堤の自工区内で掘削又は作業土工により発生した土砂等の敷均し・締固め、他工事で発生し運搬されてくる土砂等の敷均し・締固め、土取場（仮置場）で採取し運搬してくる土砂等の敷均し・締固め等、その施工に必要な全ての機械・労務・材料費（損料等を含む。）を含む。

※2 施工数量は、1施工による1工事当たりの全体盛土量（施工幅員4.0m以上の合計盛土量）とする。

※3 土量は、締固め後の土量とする。

※4 障害の有無

無し：作業現場が広く、かつ作業障害が少ない場合（新築のバイパス工事、築堤工事等）。

有り：作業現場が狭い、又は作業障害が多い場合（現場上の工事、一車線程度の現道拡幅工事、拡築（腹付、嵩上）工事、現場が不連続、構造物等の障害等）。

※5 ブルドーザ（湿地・ICT施工対応型）での敷均しに適さない作業条件の場合や、振動ローラ（土工用）の締固めに適さない土質の場合は別途考慮する。

イ 代表機労務材規格

表1-4に示す機労材は、当該施工パッケージで使用されている機労材の代表的な規格である。

表1-4 路体（築堤）盛土（ICT） 代表機労材規格一覧

施工数量	項目	代表機材規格	備考	
10,000m ³ 未満	機械	K1	ブルドーザ[湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型(2011年規制)]7t級	賃料
		K2	ICT建設機械経費賃料加算額 (ブルドーザ(ICT施工対応型))	賃料
		K3	振動ローラ(土工用)[フラット・シングルドラム型・排出ガス対策型(第3次基準値)]11~12t	賃料
	労務	R1	運転手(特殊)	
		R2	—	
		R3	—	
		R4	—	
	材料	Z1	軽油 パトロール軽油	
		Z2	—	
		Z3	—	
		Z4	—	
	市場単価	S	—	
	10,000m ³ 以上	機械	K1	ブルドーザ[湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型(2011年規制)]16t級
K2			ICT建設機械経費賃料加算額 (ブルドーザ(ICT施工対応型))	賃料
K3			振動ローラ(土工用)[フラット・シングルドラム型・排出ガス対策型(第3次基準値)]11~12t	賃料
労務		R1	運転手(特殊)	
		R2	—	
		R3	—	
		R4	—	
材料		Z1	軽油 パトロール軽油	
		Z2	—	
		Z3	—	
		Z4	—	
市場単価		S	—	

※1 ICT建設機械経費賃料加算額(ブルドーザ(ICT施工対応型))は、地上の基準局・管理局の賃貸費用である。

(3) 路床盛土(ICT)

ア 条件区分

条件区分は、表 1-5 を標準とする。

表 1-5 路床盛土（ICT）積算条件区分一覧

（積算単位：m³）

施工数量	障害の有無
20,000m ³ 未満	無し
	有り
20,000m ³ 以上	無し
	有り

※1 上表は、路床の自工区内で掘削又は作業土工により発生した土砂等の敷均し・締固め、他工事で発生し運搬されてくる土砂等の敷均し・締固め、土取場（仮置場）で採取し運搬してくる土砂等の敷均し・締固め等、その施工に必要な全ての機械・労務・材料費（損料等を含む。）を含む。

※2 施工数量は、1 施工による 1 工事当たりの全体盛土量（施工幅員 4.0m 以上の合計盛土量）とする。

※3 土量は、締固め後の土量とする。

※4 障害の有無

無し：作業現場が広く、かつ作業障害が少ない場合（新築のバイパス工事、築堤工事等）。

有り：作業現場が狭い、又は作業障害が多い場合（現場上の工事、一車線程度の現道拡幅工事、拡築（腹付、嵩上）工事、現場が不連続、構造物等の障害等）。

※5 ブルドーザ（湿地・ICT 施工対応型）での敷均しに適さない作業条件の場合や、振動ローラ（土工用）の締固めに適さない土質の場合は別途考慮する。

イ 代表機労務材規格

表 1-6 に示す機労材は、当該施工パッケージで使用されている機労材の代表的な規格である。

表 1-6 路床盛土（ICT） 代表機労材規格一覧

施工数量	項目	代表機労材規格	備考	
20,000m ³ 未満	機械	K1	ブルドーザ[湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策型（2011 年規制）]7 t 級	賃料
		K2	ICT 建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT 施工対応型））	賃料
		K3	振動ローラ（土工用）[フラット・シングルドラム型・排出ガス対策型（2011 年規制）]11～12 t	賃料
	労務	R1	運転手（特殊）	
		R2	—	

		R3	—	
		R4	—	
	材料	Z1	軽油 パトロール軽油	
		Z2	—	
		Z3	—	
		Z4	—	
	市場単価	S	—	
20,000m ³ 以上	機械	K1	ブルドーザ[湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型(2011年規制)]16t級	賃料
		K2	ICT建設機械経費賃料加算額 (ブルドーザ(ICT施工対応型))	賃料
		K3	振動ローラ(土工用)[フラット・シングルドラム型・排出ガス対策型(2011年規制)]11~12t	賃料
	労務	R1	運転手(特殊)	
		R2	—	
		R3	—	
		R4	—	
	材料	Z1	軽油 パトロール軽油	
		Z2	—	
		Z3	—	
		Z4	—	
	市場単価	S	—	

※1 ICT建設機械経費賃料加算額(ブルドーザ(ICT施工対応型))は、地上の基準局・管理局の賃貸費用である。

(4) 床掘 (ICT)

ア 条件区分

条件区分は、表1-7を標準とする。

表1-7 床掘 (ICT) 積算条件区分一覧

(積算単位：m³)

土留方式の種類	障害の有無
無し	無し
	有り
自立式	無し
	有り
グラウンドアンカー式	無し
	有り

切梁腹起式	無し
	有り

- ※1 上表は、構造物の築造又は撤去を目的とした土砂の掘削等、その施工に必要な全ての機械・労務・材料費（損料を含む。）を含み、クレーン作業は含まない。
- ※2 基面整正を行う場合は、「積算基準 施工パッケージ基準1. 土工③作業土工（床掘工）」により別途計上する。
- ※3 障害の有無
 無し：①構造物、建造物等の障害物や交通の影響により施工条件が制限されないオープン掘削の場合
 ②構造物、建造物等の障害物や交通の影響により施工条件が制限されない矢板のみの土留・仮締切工法掘削の場合
 ③土留・仮締切工の中に切梁・腹起し、基礎杭等の障害がない場合
 有り：①床掘作業において、障害物等により施工条件に制限がある場合（作業障害が多い等）
 ②土留・仮締切工の中に切梁・腹起し、基礎杭等の障害がある場合
- ※4 掘削箇所が地下水等で排水をせず水中掘削作業を行う場合は、障害の有無で「有り」を適用する。

イ 代表機労材規格

表1-8に示す機労材は、当該施工パッケージで使用されている機労材の代表的な規格である。

表1-8 床掘（ICT）代表機労材規格一覧

項目		代表機労材規格	備考
機械	K1	バックホウ（クローラ型）[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付き・排出ガス対策型（2014年規制）]山積0.8m ³ （平積0.6m ³ ）吊能力2.9t	賃料
	K2	ICT建設機械経費賃料加算額（バックホウ（ICT施工対応型））	賃料
	K3	—	
労務	R1	運転手（特殊）	
	R2	普通作業員	
	R3	—	
	R4	—	
材料	Z1	軽油 パトロール軽油	
	Z2	—	
	Z3	—	
	Z4	—	

市場単価	S	—	
------	---	---	--

※1 ICT建設機械経費賃料加算額（バックホウ（ICT施工対応型））は、地上の基準局・管理局の賃貸費用である。

(5) 基面整正

「積算基準 施工パッケージ基準1. 土工③作業土工（床掘工）」により別途計上する。

(6) 法面整形（ICT）

ア 条件区分

条件区分は、表1-9を標準とする。

表1-9 法面整形（ICT）積算条件区分一覧

（積算単位：m²）

整形箇所	法面締固めの有無	土質
盛土部	有り	レキ質土、砂及び砂質土、粘性土
	無し	レキ質土、砂及び砂質土、粘性土
切土部	—	レキ質土、砂及び砂質土、粘性土
		軟岩 I

※1 上表は、切土法面の表層部を削り取りながらの法面整形、盛土法面の表層部を削り取りながらの法面整形、築立てながらの法面（土羽）整形、土羽土の現場内小運搬（20m程度）のほか、その施工に必要な全ての機械・労務・材料費（損料等を含む。）を含み、クレーン作業は含まない。

※2 残土の積込み、工区外の運搬並びに法面保護工は含まない。

※3 土羽土の搬入等は含まない。

イ 代表機労材規格

表1-10に示す機労材は、当該施工パッケージで使用されている機労材の代表的な規格である。

表1-10 法面整形（ICT）代表機労材規格一覧

項目	代表機労材規格		備考
機械	K1	バックホウ（クローラ型）[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付き・排出ガス対策型（2014年規制）]山積0.8m ³ （平積0.6m ³ ）吊能力2.9t	賃料
	K2	ICT建設機械経費賃料加算額（バックホウ（ICT施工対応型））	賃料
	K3	—	

労務	R1	運転手（特殊）	
	R2	土木一般世話役	
	R3	普通作業員	
	R4	—	
材料	Z1	軽油 パトロール軽油	
	Z2	—	
	Z3	—	
	Z4	—	
市場単価	S	—	

※1 ICT建設機械経費賃料加算額（バックホウ（ICT施工対応型））は、地上の基準局・管理渠育の賃貸費用である。

5 施工数量の算出

(1) 掘削（ICT）

掘削（ICT）は、ICT建設機械による施工歩掛（以下「掘削（ICT）」[ICT建設機械使用割合 100%]）という。）と、通常通常建設機械による施工歩掛（以下「掘削（通常）」という。）を用いて積算するものとする。

ア 当初積算

(ア) 掘削（ICT）の施工数量 50,000m³未満における積算

当初積算時に計上する施工数量は、官積算工程において必要な施工日数から計上割合を設定し、その計上割合により施工数量を計上するものとする。

a ICT土工に係る施工日数の算出

施工数量（m³）を表1-11に示す作業日当たり標準作業量（m³/日）で除した値を施工日数とする。

なお、施工日数は、小数点第1位を切り上げた整数とする。

表1-11 作業日当たり標準作業量（掘削（ICT）[ICT建設機械使用割合 100%]）

土質	施工方法	障害の有無	施工数量	作業日当たり標準作業量
土砂	オープンカット	なし	5,000m ³ 未満	250m ³ /日
			5,000m ³ 以上 10,000m ³ 未満	290m ³ /日
			10,000m ³ 以上 50,000m ³ 未満	350m ³ /日
			50,000m ³ 以上	550m ³ /日
		あり	5,000m ³ 未満	150m ³ /日
			5,000m ³ 以上 10,000m ³ 未満	180m ³ /日
			10,000m ³ 以上	230m ³ /日

			50,000m ³ 未満	
			50,000m ³ 以上	352m ³ /日
	片切掘削	—	—	242m ³ /日
岩塊・玉石	オープンカット	なし	5,000m ³ 未満	190m ³ /日
			5,000m ³ 以上 10,000m ³ 未満	220m ³ /日
			10,000m ³ 以上 50,000m ³ 未満	270m ³ /日
			50,000m ³ 以上	451m ³ /日
		あり	5,000m ³ 未満	120m ³ /日
			5,000m ³ 以上 10,000m ³ 未満	140m ³ /日
			10,000m ³ 以上 50,000m ³ 未満	170m ³ /日
			50,000m ³ 以上	286m ³ /日

b 計上割合の設定

a で求めた施工日数から、表 1-12 により計上割合を設定する。

表 1-12 施工数量 50,000m³未満における掘削（ICT）の計上割合

施工日数	計上割合
20 日未満	100%
20 日以上 60 日未満	50%
60 日以上	25%

c 施工数量の算出

ICT 土工の全施工数量に計上割合を乗じた値を掘削（ICT）[ICT 建機使用割合 100%]の施工数量とし、全施工数量から掘削（ICT）[ICT 建機使用割合 100%]の施工数量を引いた値を掘削（通常）の施工数量とする。

なお、計上割合を乗じた値は四捨五入した数値とし、数位は「土地改良工事数量算出要領」第 1 章 適用範囲及び共通事項によるものとする。

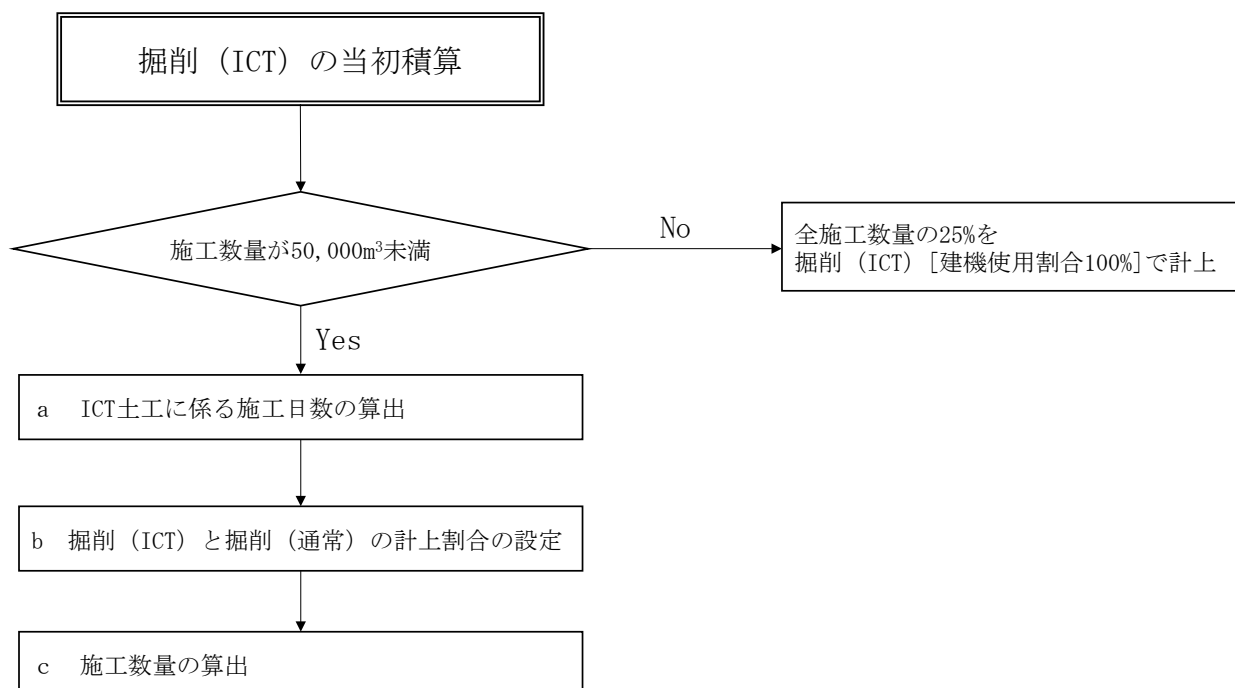
(イ) 掘削（ICT）の施工数量 50,000m³以上における積算

当初積算時に計上する施工数量は、従来の ICT 建設機械使用割合とし、全施工数量の 25%を掘削（ICT）[ICT 建設機械使用割合 100%]により設計書に計上するものとする。

a 施工数量の算出

全施工数量に 25%を乗じた値を掘削（ICT）[ICT 建設機械使用割合 100%]の施工数量とし、全施工数量から掘削（ICT）[ICT 建設機械使用割合 100%]を引いた値を掘削（通常）の施工数量とする。

なお、計上割合を乗じた値は四捨五入した数値とし、数位は「土地改良工事数量算出要領」第1章 適用範囲及び共通事項によるものとする。



イ 変更積算

現場でのICT施工の実績により、変更するものとする。

(ア) ICT土工に係るICT建設機械稼働率の算出

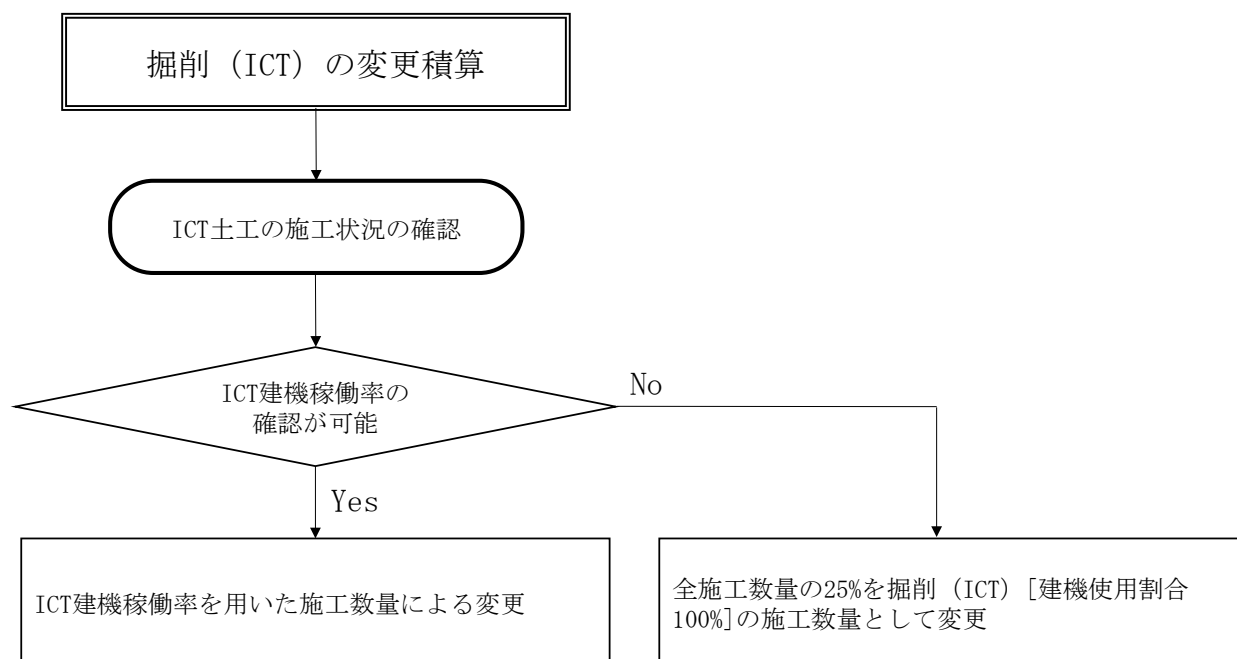
ICT建設機械による施工日数（使用台数）をICT施工に要した全施工日数（ICT建設機械と通常建設機械の延べ使用台数）で除した値をICT建設機械稼働率とする。

なお、ICT建設機械稼働率は、小数点第3位を切り捨て小数点第2位止とする。

(イ) 変更施工数量の算出

ICT土工の全施工数量にICT建設機械稼働率を乗じた値を掘削（ICT）[ICT建機使用割合100%]の施工数量とし、全施工数量から掘削（ICT）[ICT建機使用割合100%]を引いた値を掘削（通常）の施工数量とする。ICT建設機械稼働率を乗じた値は四捨五入した数値とし、数位は当初積算に準ずるものとする。

なお、ICT施工は実施しているが、ICT建設機械稼働率を算出するための根拠資料が確認できない場合は、従来のICT建設機械使用割合相当とし、全施工数量の25%を掘削（ICT）[ICT建機使用割合100%]により変更設計書に計上するものとする。



(2) 掘削（ICT）以外

以下に示す掘削（ICT）以外の工種については、ICT建設機械の稼働率にかかわらず、当該工種に係る全ての数量を対象に算定するものとする。

- ① 土工（ICT）
 - ・路体（築堤）盛土（ICT）
 - ・路床盛土（ICT）
- ② 床掘工（ICT）
- ③ 法面整形工（ICT）
- ④ 路盤工（ICT）

6 ICT建設機械経費加算額

(1) ICT建設機械経費賃料加算額

ICT建設機械経費賃料加算額は、地上の基準局・管理局の賃貸費用とし、「4 施工パッケージ」に示す機械経費のうち賃料により計上するICT建設機械に適用する。加算額は以下のとおりとする。

ア 掘削（ICT）、床掘（ICT）、法面整形（ICT）

対象建設機械：バックホウ（ICT施工対応型）

賃料加算額：13,000 円/日

イ 路体（築堤）盛土（ICT）、路床盛土（ICT）

対象建設機械：ブルドーザ（ICT施工対応型）

賃料加算額：13,000 円/日

(2) ICT建設機械経費損料加算額

ICT建設機械経費損料加算額は、建設機械に取り付ける各種機器及び地上の基準局・管理局の賃貸費用とし、「4 施工パッケージ」に示す機械経費のうち損料により計上するICT建設機械に適用する。加算額は以下のとおりとする。

ア 掘削 (ICT)

対象建設機械：バックホウ

損料加算額：41,000 円/日

7 その他の経費

ICT建設機械経費等として、以下の各経費を共通仮設費の技術管理費に計上する。

(1) 保守点検に係る費用

ICT建設機械の保守点検に要する費用は、次式により計上するものとする。

ア 掘削 (ICT) [ICT建機使用割合 100%]、床掘工 (ICT)

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.05(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量}(m^3)}{\text{作業日当たり標準作業量}(m^3/\text{日})} \times \frac{100}{100}$$

※1 施工数量はICT建機により施工する掘削土量とする。作業日当たり標準作業量は表1-11の「標準作業量」による。

イ 路体 (築堤) 盛土 (ICT)、路床盛土 (ICT)

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.07(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量}(m^3)}{\text{作業日当たり標準作業量}(m^3/\text{日})}$$

※1 作業日当たり標準作業量は表1-13及び表1-14の「標準作業量」による。

ウ 床掘工 (ICT)

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.05(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量}(m^3)}{\text{作業日当たり標準作業量}(m^3/\text{日})} \times \frac{100}{100}$$

※1 作業日当たり標準作業量は表1-15の「標準作業量」による。

エ 法面整形 (ICT)

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.05(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量}(m^2)}{\text{作業日当たり標準作業量}(m^2/\text{日})}$$

※1 作業日当たり標準作業量は表1-16の「標準作業量」による。

表1-13 作業日当たり標準作業量 (路体 (築堤) 盛土 (ICT))

施工数量	障害の有無	作業日当たり標準作業量	ICT標準作業量
10,000m ³ 未満	なし	550m ³ /日	550m ³ /日
	あり	280m ³ /日	280m ³ /日
10,000m ³ 以上	なし	690m ³ /日	690m ³ /日

	あり	400m ³ /日	430m ³ /日
--	----	----------------------	----------------------

- ※1 上表は、締固め後の土量である。
- ※2 敷均し作業の仕上がり厚さは0.2～0.3mとする。
- ※3 保守点検費を算出する場合に限り、上表の「ICT標準作業量」を適用する。

表1-14 作業日当たり標準作業量（路床盛土（ICT））

施工数量	障害の有無	作業日当たり標準作業量	ICT標準作業量
10,000m ³ 未満	なし	430m ³ /日	430m ³ /日
	あり	140m ³ /日	220m ³ /日
10,000m ³ 以上	なし	500m ³ /日	540m ³ /日
	あり	140m ³ /日	320m ³ /日

- ※1 上表は、締固め後の土量である。
- ※2 敷均し作業の仕上がり厚さは0.2～0.3mとする。
- ※3 保守点検費を算出する場合に限り、上表の「ICT標準作業量」を適用する。

表1-15 作業日当たり標準作業量（床掘工（ICT））

土質	施工方法	土留方式の種類	障害の有無	作業日当たり標準作業量
土砂	標準	なし	あり	196m ³ /日
			なし	240m ³ /日
		自立式	あり	196m ³ /日
			なし	240m ³ /日
		グラウンドアンカー式	あり	196m ³ /日
			なし	240m ³ /日
		切梁腹起式	あり	196m ³ /日
			なし	240m ³ /日

表1-16 作業日当たり標準作業量（法面整形（ICT））

整形箇所	法面締固めの有無	土質	作業日当たり標準作業量
盛土部	あり	レキ質土、砂及び砂質土、粘性土	154m ³ /日
	なし	レキ質土、砂及び砂質土、粘性土	242m ³ /日
切土部	—	レキ質土、砂及び砂質土、粘性土	154m ³ /日
		軟岩 I	132m ³ /日

(2) システム初期費

ICT施工用機器の賃貸業者が行う施工業者への取扱説明に要する費用、システムの初期費用等、貸出しに要する全ての費用は、以下のとおりとする。

ア 掘削（ICT）、床掘工（ICT）、法面整形（ICT）

対象建設機械：バックホウ

費用：598,000 円/式

イ 路体（築堤）盛土（ICT）、路床盛土（ICT）

対象建設機械：ブルドーザ

費用：548,000 円/式

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

3次元座標を面的に取得し管理する出来形管理技術に要する以下①及び②の費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に補正係数を乗じることにより計上するものとする。

- ① 3次元出来形管理等の施工管理
- ② 3次元設計データの納品に係る経費

なお、3次元座標を面的に取得する出来形管理技術とは、以下の①から④までの技術をいう。上記費用の対象となる出来形管理は、以下①から④までの技術を用いた出来形管理又は完成検査直前の工事竣工段階の地形に対する面管理に準じた出来形計測とし、実施要領に示すその他の出来形管理に係る費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上は行わない。

- ① UAV空中写真測量出来形管理技術
- ② TLS出来形管理技術
- ③ UAVレーザー出来形管理技術
- ④ 地上移動体搭載型LS出来形管理技術

この際、共通仮設費率及び現場管理費率の補正係数は以下のとおりとする。

共通仮設費率補正係数：1.2

現場管理費率補正係数：1.1

2 費用計上に当たっての留意事項

- (1) 3次元座標値を面的に取得する機器を用いた出来形管理及び3次元データ納品を行う場合は、費用の妥当性を確認することとし、受注者からの見積りにより算出される金額が「1 積算方法」により算出される金額を下回る場合は、見積りにより算出される金額を積算計上額とする運用とする。
- (2) 受注者から見積りの提出がない場合は、3次元出来形管理及び3次元データ納品に係る費用、外注経費等は計上しないものとする。

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第1章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っ

ていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成 30 年 9 月 21 日付け 30 農振第 1860 号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の 7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1 レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

参考 1 施工パッケージ標準単価表

参考 2 掘削 ICT の積算例

施工パッケージ 標準単価 一覧

(農林水産省)

No.	施工パッケージ名称	ICT施工パッケージ型積算基準			備考
		大分類	小分類		
i1	掘削(ICT)	1	③	土工(ICT)	※1
i2	路体(築堤)盛土(ICT)	1	③	土工(ICT)	※1
i3	路床盛土(ICT)	1	③	土工(ICT)	※1
i4	床掘り(ICT)	1	⑤	床掘工(ICT)	
i5	法面整形(ICT)	2	②	法面整形工(ICT)	
i6	不陸整正(ICT)	9	②	路盤工(ICT)	
i7	下層路盤(車道・路肩部)(ICT)	9	②	路盤工(ICT)	
i8	上層路盤(車道・路肩部)(ICT)	9	②	路盤工(ICT)	

※1 当該施工パッケージは、熊本地震の被災地(熊本県)で適用する施工パッケージ標準単価表を使用する。

No.1【 掘削（ICT）】

< 積算単位：m³ >

条件区分				標準単価	機材構成比											代表機材規格											備考										
土質	施工方法	障害の有無	施工数量		K				R				Z			K（*印：賃料）				R				Z				S									
					K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4											
岩塊・玉石	ホブカット	有り	50,000m ³ 以上	472.44	57.72	40.20	17.52	-	26.67	26.67	-	-	-	15.61	15.61	-	-	-	-	バックホウ(クロー型) [標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・レーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)] 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t			ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ (ICT施工対応型))			-	-	-	-	軽油	バトロール	給油	-	-	-	-	-

No.2【 路体（築堤）盛土（ICT） 】

< 積算単位：m³ >

条件区分		標準単価	機材構成比														代表機材規格												備考								
施工数量	障害の有無		K				R				Z				S	K（*印：賃料）			R				Z				S										
			K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	K1		K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4												
20,000m ³ 未満	無し	251.47	57.07	36.14	14.77	6.16	31.17	31.17	-	-	-	11.76	11.76	-	-	-	ブルドーザ〔湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型（2011年規制）〕7t級	* ICT建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT施工対応型））	* 振動ローラ（土工用）〔フラット・シングルラム型・排出ガス対策型（2011年規制）〕質量11～12t	* 運転手（特殊）	-	-	-	-	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-		
20,000m ³ 未満	有り	523.53	55.30	34.07	13.91	7.32	32.11	32.11	-	-	-	12.59	12.59	-	-	-	ブルドーザ〔湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型（2011年規制）〕7t級	* ICT建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT施工対応型））	* 振動ローラ（土工用）〔フラット・シングルラム型・排出ガス対策型（2011年規制）〕質量11～12t	* 運転手（特殊）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20,000m ³ 以上	無し	242.59	56.75	38.25	12.12	6.38	28.08	28.08	-	-	-	15.17	15.17	-	-	-	ブルドーザ〔湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型（2011年規制）〕16t級	* ICT建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT施工対応型））	* 振動ローラ（土工用）〔フラット・シングルラム型・排出ガス対策型（2011年規制）〕質量11～12t	* 運転手（特殊）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20,000m ³ 以上	有り	440.96	53.22	33.82	10.71	8.69	30.34	30.34	-	-	-	16.44	16.44	-	-	-	ブルドーザ〔湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型（2011年規制）〕16t級	* ICT建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT施工対応型））	* 振動ローラ（土工用）〔フラット・シングルラム型・排出ガス対策型（2011年規制）〕質量11～12t	* 運転手（特殊）	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

No.3【 路床盛土（ICT） 】

< 積算単位：m³ >

条件区分		標準単価	機材構成比													代表機材規格											備考			
施工数量	障害の有無		K			R				Z				S	K（*印：資料）			R				Z				S				
			K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4		K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4					
20,000m ³ 未満	無し	363.17	53.59	32.06	13.09	8.44	33.02	33.02	-	-	-	13.39	13.39	-	-	-	ブルドーザ [湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策 型 (2011年規制)] 7t級 *	ICT建設機械経費賃料加 算額 (ブルドーザ (ICT 施工対応型)) *	振動ローラ (土工用) [フ ラット・シングルドラム 型・排出ガス対策型 (2011 年規制)] 質量11~12t *	運転手 (特殊)	-	-	-	-	軽油 バトロール 給油	-	-	-	-	-
20,000m ³ 未満	有り	897.83	47.86	25.32	12.20	10.34	36.06	36.06	-	-	-	16.08	16.08	-	-	-	ブルドーザ [湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策 型 (2011年規制)] 7t級 *	振動ローラ (土工用) [フ ラット・シングルドラム 型・排出ガス対策型 (2011 年規制)] 質量11~12t *	ICT建設機械経費賃料加 算額 (ブルドーザ (ICT 施工対応型)) *	運転手 (特殊)	-	-	-	-	軽油 バトロール 給油	-	-	-	-	-
20,000m ³ 以上	無し	351.00	53.15	33.73	10.68	8.74	30.38	30.38	-	-	-	16.47	16.47	-	-	-	ブルドーザ [湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策 型 (2011年規制)] 16t級 *	ICT建設機械経費賃料加 算額 (ブルドーザ (ICT 施工対応型)) *	振動ローラ (土工用) [フ ラット・シングルドラム 型・排出ガス対策型 (2011 年規制)] 質量11~12t *	運転手 (特殊)	-	-	-	-	軽油 バトロール 給油	-	-	-	-	-
20,000m ³ 以上	有り	812.91	45.92	24.65	13.47	7.80	34.99	34.99	-	-	-	19.09	19.09	-	-	-	ブルドーザ [湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策 型 (2011年規制)] 16t級 *	振動ローラ (土工用) [フ ラット・シングルドラム 型・排出ガス対策型 (2011 年規制)] 質量11~12t *	ICT建設機械経費賃料加 算額 (ブルドーザ (ICT 施工対応型)) *	運転手 (特殊)	-	-	-	-	軽油 バトロール 給油	-	-	-	-	-

No.4【 床掘り（ICT）】

< 積算単位：m³ >

条件区分		標準単価	機材構成比													代表機材規格												備考							
土留方式の種類	障害の有無		K				R				Z					S			K（*印：賃料）				R				Z				S				
			K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4											
無し	無し	426.62	57.74	40.21	17.53	-	27.07	27.07	-	-	-	15.19	15.19	-	-	-	-	バックホウ(クロー型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	* ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	-	運転手(特殊)	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-
無し	有り	521.77	57.74	40.21	17.53	-	27.07	27.07	-	-	-	15.19	15.19	-	-	-	-	バックホウ(クロー型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	* ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	-	運転手(特殊)	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-
自立式	無し	498.32	49.45	34.44	15.01	-	37.55	23.17	14.38	-	-	13.00	13.00	-	-	-	-	バックホウ(クロー型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	* ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	-	運転手(特殊)	普通作業員	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-
自立式	有り	593.47	50.77	35.36	15.41	-	35.88	23.80	12.08	-	-	13.35	13.35	-	-	-	-	バックホウ(クロー型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	* ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	-	運転手(特殊)	普通作業員	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-
グラウンドアンカー式	無し	593.92	41.46	28.87	12.59	-	47.63	28.19	19.44	-	-	10.91	10.91	-	-	-	-	バックホウ(クロー型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	* ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	-	普通作業員	運転手(特殊)	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-
グラウンドアンカー式	有り	689.07	43.70	30.43	13.27	-	44.80	24.30	20.50	-	-	11.50	11.50	-	-	-	-	バックホウ(クロー型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	* ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	-	普通作業員	運転手(特殊)	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-
切梁腹起式	無し	641.72	38.37	26.72	11.65	-	51.53	33.54	17.99	-	-	10.10	10.10	-	-	-	-	バックホウ(クロー型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	* ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	-	普通作業員	運転手(特殊)	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-
切梁腹起式	有り	736.87	40.87	28.46	12.41	-	48.38	29.21	19.17	-	-	10.75	10.75	-	-	-	-	バックホウ(クロー型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・クレーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	* ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	-	普通作業員	運転手(特殊)	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-

No.5【 法面整形（ICT）】

< 積算単位：m² >

条件区分			標準単価	機材構成比												代表機材規格												備考								
整形箇所	法面締固めの有無	土質		K				R				Z				K（※印：賃料）			R				Z				S									
				K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4											
盛土部	有り	砂質土、砂及び砂質土、粘性土	861.74	48.76	33.96	14.80	-	39.82	20.89	10.06	8.87	-	11.42	11.42	-	-	-	-	バックホウ(クローラ型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・レン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	運転手(特殊)	土木一般世話役	普通作業員	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-
盛土部	無し	砂質土、砂及び砂質土、粘性土	544.23	48.72	33.94	14.78	-	39.88	20.86	10.53	8.49	-	11.40	11.40	-	-	-	-	バックホウ(クローラ型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・レン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	運転手(特殊)	普通作業員	土木一般世話役	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-
切土部	-	砂質土、砂及び砂質土、粘性土	858.46	48.96	34.10	14.86	-	39.58	20.97	11.10	7.51	-	11.46	11.46	-	-	-	-	バックホウ(クローラ型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・レン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	運転手(特殊)	土木一般世話役	普通作業員	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-
切土部	-	軟岩I	1,034.8	47.49	33.08	14.41	-	41.39	20.34	12.28	8.77	-	11.12	11.12	-	-	-	-	バックホウ(クローラ型)[標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・レン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)]山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ(ICT施工対応型))	-	-	-	運転手(特殊)	土木一般世話役	普通作業員	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-

No.7【 下層路盤（車道・路肩部）（ICT）】

< 積算単位：m² >

条件区分			標準単価	機材構成比												代表機材規格												備考						
全仕上り厚	施工区分	材料		K				R				Z				K（*印：賃料）				R				Z					S					
				K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4									
実数入力	1層施工	クワッシュアソ C-40	1,159.2	8.11	5.47	0.94	0.55	9.64	5.30	2.06	1.49	-	82.25	80.90	1.24	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・排出ガス対策型（第2次基準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・排出ガス対策型（第2次基準値）〕質量10t 締固め幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[標準数量]全仕上り厚 150mm
実数入力	2層施工	クワッシュアソ C-40	2,006.1	9.38	6.32	1.09	0.64	11.15	6.13	2.38	1.72	-	79.47	77.92	1.43	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・排出ガス対策型（第2次基準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・排出ガス対策型（第2次基準値）〕質量10t 締固め幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[標準数量]全仕上り厚 250mm
実数入力	3層施工	クワッシュアソ C-40	3,790.1	7.44	5.02	0.86	0.51	8.85	4.86	1.89	1.37	-	83.71	82.48	1.13	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・排出ガス対策型（第2次基準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・排出ガス対策型（第2次基準値）〕質量10t 締固め幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[標準数量]全仕上り厚 500mm
実数入力	4層施工	クワッシュアソ C-40	4,949.4	7.59	5.12	0.88	0.52	9.03	4.96	1.93	1.40	-	83.38	82.12	1.16	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・排出ガス対策型（第2次基準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・排出ガス対策型（第2次基準値）〕質量10t 締固め幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[標準数量]全仕上り厚 650mm
実数入力	5層施工	クワッシュアソ C-40	6,421.0	7.32	4.94	0.85	0.50	8.70	4.78	1.86	1.35	-	83.98	82.77	1.11	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・排出ガス対策型（第2次基準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・排出ガス対策型（第2次基準値）〕質量10t 締固め幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[標準数量]全仕上り厚 850mm
実数入力	6層施工	クワッシュアソ C-40	8,205.1	6.88	4.64	0.80	0.47	8.16	4.49	1.74	1.26	-	84.96	83.82	1.05	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・排出ガス対策型（第2次基準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・排出ガス対策型（第2次基準値）〕質量10t 締固め幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	-	-	-	-	-	-	-	[標準数量]全仕上り厚 1100mm

No.8【 上層路盤（車道・路肩部）（ICT）】

< 積算単位：m² >

条件区分			標準単価	機材構成比														代表機材規格												備考				
全仕上り厚	施工区分	材料		K			R				Z				S			K（*印：賃料）			R				Z				S					
				K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	S	K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4								
実数入力	1層施工	再生粒度調整 砕石 RM-40	526.78	17.87	12.04	2.08	1.22	21.24	11.67	4.53	3.29	-	60.89	57.93	2.72	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加 算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・ 排出ガス対策型（第2次基 準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・ 排出ガス対策型（第2次基 準値）〕質量10t 締固め 幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	再生粒度調整砕石 RM-40	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	[標準数量]全仕上 り厚 150mm
実数入力	2層施工	再生粒度調整 砕石 RM-40	850.36	22.17	14.92	2.58	1.52	26.32	14.46	5.62	4.07	-	51.51	47.83	3.38	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加 算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・ 排出ガス対策型（第2次基 準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・ 排出ガス対策型（第2次基 準値）〕質量10t 締固め 幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	再生粒度調整砕石 RM-40	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	[標準数量]全仕上 り厚 200mm
実数入力	3層施工	再生粒度調整 砕石 RM-40	1,377.1	20.52	13.82	2.39	1.40	24.37	13.39	5.20	3.77	-	55.11	51.70	3.13	-	-	-	ICT建設機械経費賃料加 算額（モータグレーダ）*	モータグレーダ〔土工用・ 排出ガス対策型（第2次基 準値）〕ブレード幅3.1m	ロードローラ〔マカダム・ 排出ガス対策型（第2次基 準値）〕質量10t 締固め 幅2.1m	運転手（特殊）	普通作業員	土木一般世話役	-	-	再生粒度調整砕石 RM-40	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	[標準数量]全仕上 り厚 350mm

熊本地震の被災地で適用する施工パッケージ 標準単価 一覧

(農林水産省)

No.	施工パッケージ名称	ICT施工パッケージ型積算基準			備考
		大分類	小分類		
i1	掘削(ICT)	1	②	土工(ICT)	
i2	路体(築堤)盛土(ICT)	1	②	土工(ICT)	
i3	路床盛土(ICT)	1	②	土工(ICT)	

No.006【掘削（ICT）】

< 積算単位：m³ >

条件区分				標準単価	機材構成比												代表機材規格												備考						
土質	施工方法	障害の有無	施工数量		K				R				Z				K（*印：賃料）			R				Z				S							
					K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4									
岩塊・玉石	ホブカット	有り	50,000m ³ 以上	524.36	57.72	40.20	17.52	-	26.67	26.67	-	-	-	15.61	15.61	-	-	-	-	バックホウ(クロー型) [標準型・ICT施工対応型・超低騒音型・レーン機能付・排出ガス対策型(2014年規制)] 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)吊能力2.9t	ICT建設機械経費賃料加算額(バックホウ (ICT施工対応型))	*	-	-	-	-	軽油	バトロール	給油	-	-	-	-	-	被災地補正対象

No.007【 路体（築堤）盛土（ICT）】

< 積算単位：m³ >

条件区分		標準単価	機材構成比													代表機材規格												備考					
施工数量	障害の有無		K				R				Z					S			K（*印：賃料）				R				Z				S		
			K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4	S	K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4								
20,000m ³ 未満	無し	279.05	57.09	36.17	14.77	6.15	31.16	31.16	-	-	-	11.75	11.75	-	-	-	ブルドーザ〔湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型（2011年規制）〕7t級	* ICT建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT施工対応型））	* 振動ローラ（土工用）〔フラット・シングルラム型・排出ガス対策型（2011年規制）〕質量11～12t	* 運転手（特殊）	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-	-	被災地補正対象
20,000m ³ 未満	有り	582.19	55.30	34.07	13.91	7.32	32.11	32.11	-	-	-	12.59	12.59	-	-	-	ブルドーザ〔湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型（2011年規制）〕7t級	* ICT建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT施工対応型））	* 振動ローラ（土工用）〔フラット・シングルラム型・排出ガス対策型（2011年規制）〕質量11～12t	* 運転手（特殊）	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-	-	被災地補正対象
20,000m ³ 以上	無し	269.27	56.76	38.26	12.12	6.38	28.08	28.08	-	-	-	15.16	15.16	-	-	-	ブルドーザ〔湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型（2011年規制）〕16t級	* ICT建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT施工対応型））	* 振動ローラ（土工用）〔フラット・シングルラム型・排出ガス対策型（2011年規制）〕質量11～12t	* 運転手（特殊）	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-	-	被災地補正対象
20,000m ³ 以上	有り	488.96	53.18	33.76	10.70	8.72	30.36	30.36	-	-	-	16.46	16.46	-	-	-	ブルドーザ〔湿地・ICT施工対応型・排出ガス対策型（2011年規制）〕16t級	* ICT建設機械経費賃料加算額（ブルドーザ（ICT施工対応型））	* 振動ローラ（土工用）〔フラット・シングルラム型・排出ガス対策型（2011年規制）〕質量11～12t	* 運転手（特殊）	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-	-	被災地補正対象

No.008【 路床盛土（ICT）】

< 積算単位：m³ >

条件区分		標準単価	機労材構成比													代表機労材規格											備考						
施工数量	障害の有無		K			R				Z				S	K（*印：賃料）			R				Z				S							
			K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4		K1	K2	K3	R1	R2	R3	R4	Z1	Z2	Z3	Z4								
20,000m ³ 未満	無し	402.46	53.57	32.03	13.08	8.46	33.03	33.03	-	-	-	13.40	13.40	-	-	-	ブルドーザ [湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策 型 (2011年規制)] 7t級	ICT建設機械経費賃料加 算額 (ブルドーザ (ICT 施工対応型))	振動ローラ (土工用) [フ ラット・シングルドラム 型・排出ガス対策型 (2011 年規制)] 質量11~12t	*	運転手 (特殊)	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-	被災地補正対象
20,000m ³ 未満	有り	997.39	47.84	25.30	12.21	10.33	36.07	36.07	-	-	-	16.09	16.09	-	-	-	ブルドーザ [湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策 型 (2011年規制)] 7t級	振動ローラ (土工用) [フ ラット・シングルドラム 型・排出ガス対策型 (2011 年規制)] 質量11~12t	ICT建設機械経費賃料加 算額 (ブルドーザ (ICT 施工対応型))	*	運転手 (特殊)	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-	被災地補正対象
20,000m ³ 以上	無し	390.43	53.18	33.76	10.70	8.72	30.36	30.36	-	-	-	16.46	16.46	-	-	-	ブルドーザ [湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策 型 (2011年規制)] 16t級	ICT建設機械経費賃料加 算額 (ブルドーザ (ICT 施工対応型))	振動ローラ (土工用) [フ ラット・シングルドラム 型・排出ガス対策型 (2011 年規制)] 質量11~12t	*	運転手 (特殊)	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-	被災地補正対象
20,000m ³ 以上	有り	902.64	45.89	24.61	13.49	7.79	35.01	35.01	-	-	-	19.10	19.10	-	-	-	ブルドーザ [湿地・ICT 施工対応型・排出ガス対策 型 (2011年規制)] 16t級	振動ローラ (土工用) [フ ラット・シングルドラム 型・排出ガス対策型 (2011 年規制)] 質量11~12t	ICT建設機械経費賃料加 算額 (ブルドーザ (ICT 施工対応型))	*	運転手 (特殊)	-	-	-	-	軽油 給油	バトロール	-	-	-	-	-	被災地補正対象

参考2 掘削ICTの積算例

【積算例1】※掘削（ICT）の施工数量50,000m³未満における積算

ICT 土工の全施工数量を掘削（ICT）[ICT 建機使用割合100%] で計上する事例

1) 当初積算

(積算条件)

施工数量：10,000m³
 ICT 標準作業量：350m³/日
 施工班数：2 班
 土質：土砂
 施工方法：オープンカット
 障害の有無：無し

①ICT 土工にかかる施工日数の算出

・10,000m³ ÷ 350m³/日 ÷ 2 = 14.3 ⇒ 15 日

②掘削（ICT）と掘削（通常）の計上割合の設定

算定した15日は、I. 積算要領2. 1) 1-1 (1) 表-1 施工数量50,000m³未満における掘削（ICT）の計上割合から、「施工日数20日未満」となるため、掘削（ICT）の計上割合は、100%を設定する。

③施工数量の算出

・10,000m³ × 100% = 10,000m³

【設計書への反映】

土工（ICT）の掘削（ICT）[ICT 建機使用割合100%] により、計上する。

設計書の計上（イメージ）

細別	単位	数量
掘削（ICT） [ICT建機使用割合100%]	m ³	10,000

2) 変更積算 ※事例は数量変更が無い場合

④ICT 建機稼働率の確認

- ・受注者から ICT 建機稼働率が確認できる資料の提出が有り、監督職員の確認が取れている場合は、⑤ICT 建機稼働率を用いた施工数量による変更を行う。
- ・受注者から ICT 建機稼働率が確認できる資料の提出が無い等、稼働実績が適正と認められない場合は、⑥全施工数量の25%を掘削（ICT）[ICT 建機使用割合100%] の施工数量として変更を行う。

⑤ICT 建機稼働率を用いた施工数量による変更

⑤-1 全施工数量を ICT 建機により施工した場合

受注者が提出する稼働実績の資料（イメージ）

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	1	休工	休工	1	1	2	6	6
通常建機	0	0	休工	休工	0	0	0	0	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

・6 (ICT 建機) ÷ 6 (延べ使用台数) = 1.00
 ・10,000m³ × 1.00 = 10,000m³

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT建機使用割合100%]	m3	10,000

⑤-2 施工数量の一部を通常建機により施工した場合

受注者が提出する稼働実績の資料 (イメージ)

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	1	休工	休工	1	1	2	6	9
通常建機	1	1	休工	休工	1	0	0	3	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

- ・ 6 (ICT 建機) ÷ 9 (延べ使用台数) = 0.666 ⇒ 0.66
- ・ 10,000m³ × 0.66 = 6,600m³ (ICT 建機)
- ・ 10,000m³ - 6,600m³ = 3,400m³ (通常建機)

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT建機使用割合100%]	m3	10,000 6,600
掘削 [通常]	m3	0 3,400

※数量の上段は当初数量

⑥全施工数量の25%を掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] の施工数量として変更

受注者が提出する稼働実績の資料 (イメージ)

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	?	休工	休工	?	1	2	?	?
通常建機	?	1	休工	休工	1	0	0	?	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

※稼働実績が適正と認められないため、全施工数量の25%とする。

- ・ 10,000m³ × 25% = 2,500m³ (ICT 建機)
- ・ 10,000m³ - 2,500m³ = 7,500m³ (通常建機)

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT建機使用割合100%]	m3	10,000 2,500
掘削 [通常]	m3	0 7,500

※数量の上段は当初数量

3) 施工数量が50,000m³以上となった場合の変更積算

施工条件等の変更に伴い、施工数量が50,000m³以上となるものについても、施工数量に応じて変更を行うものとする。

【積算例2】※掘削（ICT）の施工数量50,000m³未満における積算

ICT 土工の全施工数量の25%を掘削（ICT）[ICT 建機使用割合100%]の施工数量として計上する事例

1) 当初積算

(積算条件)

施工数量：10,000m³

ICT 標準作業量：330m³/日

施工班数：1班

土質：土砂

施工方法：オープンカット

障害の有無：無し

①ICT 土工にかかる施工日数の算出

$$\cdot 10,000\text{m}^3 \div 330\text{m}^3/\text{日} \div 1 = 30.3 \Rightarrow 31 \text{ 日}$$

②掘削（ICT）と掘削（通常）の計上割合の設定

算定した31日は、I. 積算要領2. 1) 1-1 (1) 表-1 施工数量50,000m³未満における掘削（ICT）の計上割合から、「施工日数20日以上60日未満」となるため、掘削（ICT）の計上割合は、50%を設定する。

③施工数量の算出

$$\cdot 10,000\text{m}^3 \times 50\% = 5,000\text{m}^3 \text{ (ICT 建機)}$$

$$\cdot 10,000\text{m}^3 - 5,000\text{m}^3 = 5,000\text{m}^3 \text{ (通常建機)}$$

【設計書への反映】

土工（ICT）の掘削（ICT）[ICT 建機使用割合100%]と掘削（通常）により、計上する。

設計書の計上（イメージ）

細別	単位	数量
掘削（ICT） [ICT 建機使用割合 100%]	m ³	5,000
掘削（通常）	m ³	5,000

2) 変更積算 ※事例は数量変更が無い場合

④ICT 建機稼働率の確認

・受注者から ICT 建機稼働率が確認できる資料の提出が有り、監督職員の確認が取れている場合は、⑤ICT 建機稼働率を用いた施工数量による変更を行う。

・受注者から ICT 建機稼働率が確認できる資料の提出が無い等、稼働実績が適正と認められない場合は、⑥全施工数量の25%を掘削（ICT）[ICT 建機使用割合100%]の施工数量として変更を行う。

⑤ICT 建機稼働率を用いた施工数量による変更

⑤-1 全施工数量を ICT 建機により施工した場合

受注者が提出する稼働実績の資料 (イメージ)

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	1	休工	休工	1	1	2	6	6
通常建機	0	0	休工	休工	0	0	0	0	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

- ・ 6 (ICT 建機) ÷ 6 (延べ使用台数) = 1.00
- ・ 10,000m³ × 1.00 = 10,000m³

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%]	m ³	5,000 10,000
掘削 (通常)	m ³	5,000 0

※数量の上段は当初数量

⑤-2 施工数量の一部を通常建機により施工した場合

受注者が提出する稼働実績の資料 (イメージ)

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	1	休工	休工	1	1	2	6	9
通常建機	1	1	休工	休工	1	0	0	3	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

- ・ 6 (ICT 建機) ÷ 9 (延べ使用台数) = 0.666 ⇒ 0.66
- ・ 10,000m³ × 0.66 = 6,600m³ (ICT 建機)
- ・ 10,000m³ - 6,600m³ = 3,400m³ (通常建機)

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%]	m ³	5,000 6,600
掘削 (通常)	m ³	5,000 3,400

※数量の上段は当初数量

⑥ 全施工数量の25%を掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] の施工数量として変更

受注者が提出する稼働実績の資料 (イメージ)

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	?	休工	休工	?	1	2	?	?
通常建機	?	1	休工	休工	1	0	0	?	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

※稼働実績が適正と認められないため、全施工数量の25%とする。

- $10,000\text{m}^3 \times 25\% = 2,500\text{m}^3$ (ICT 建機)
- $10,000\text{m}^3 - 2,500\text{m}^3 = 7,500\text{m}^3$ (通常建機)

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%]	m ³	5,000 2,500
掘削 (通常)	m ³	5,000 7,500

3) 施工数量が 50,000m³ 以上となった場合の変更積算

施工条件等の変更に伴い、施工数量が 50,000m³ 以上となるものについても、施工数量に応じて変更を行うものとする。

【積算例 3】※掘削 (ICT) の施工数量 50,000m³ 未満における積算

ICT 土工の全施工数量の 25%を掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] の施工数量として計上する事例

1) 当初積算

(積算条件)

- 施工数量 : 25,000m³
- ICT 標準作業量 : 350m³/日
- 施工班数 : 1 班
- 土質 : 土砂
- 施工方法 : オープンカット
- 障害の有無 : 無し

①ICT 土工にかかる施工日数の算出

$$\cdot 25,000\text{m}^3 \div 350\text{m}^3/\text{日} \div 1 = 71.4 \Rightarrow 72 \text{ 日}$$

②掘削 (ICT) と掘削 (通常) の計上割合の設定

算定した 72 日は、I. 積算要領 2. 1) 1-1 (1) 表-1 施工数量 50,000m³ 未満における掘削 (ICT) の計上割合から、「施工日数 60 日以上」となるため、掘削 (ICT) の計上割合は、25%を設定する。

③施工数量の算出

- $25,000\text{m}^3 \times 25\% = 6,250\text{m}^3$ (ICT 建機)
- $25,000\text{m}^3 - 6,250\text{m}^3 = 18,750\text{m}^3$ (通常建機)

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上（イメージ）

細別	単位	数量
掘削（ICT）[ICT建機使用割合100%]	m3	6,250
掘削（通常）	m3	18,750

2) 変更積算 ※事例は数量変更が無い場合

④ICT 建機稼働率の確認

- ・受注者から ICT 建機稼働率が確認できる資料の提出が有り、監督職員の確認が取れている場合は、⑤ICT 建機稼働率を用いた施工数量による変更を行う。
- ・受注者から ICT 建機稼働率が確認できる資料の提出が無い等、稼働実績が適正と認められない場合は、⑥全施工数量の 25%を掘削（ICT）[ICT 建機使用割合 100%] の施工数量として変更を行う。

⑤ICT 建機稼働率を用いた施工数量による変更

⑤-1 全施工数量を ICT 建機により施工した場合

受注者が提出する稼働実績の資料（イメージ）

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	1	休工	休工	1	1	2	6	6
通常建機	0	0	休工	休工	0	0	0	0	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

- ・ 6 (ICT 建機) ÷ 6 (延べ使用台数) = 1.00
- ・ 25,000m³ × 1.00 = 25,000m³

【設計書への反映】

土工（ICT）の掘削（ICT）[ICT 建機使用割合 100%] により、計上する。

設計書の計上（イメージ）

細別	単位	数量
掘削（ICT）[ICT建機使用割合100%]	m3	6,250 25,000
掘削（通常）	m3	18,750 0

※数量の上段は当初数量

⑤-2 施工数量の一部を通常建機により施工した場合

受注者が提出する稼働実績の資料（イメージ）

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	1	休工	休工	1	1	2	6	9
通常建機	1	1	休工	休工	1	0	0	3	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

- ・ 6 (ICT 建機) ÷ 9 (延べ使用台数) = 0.666 ⇒ 0.66
- ・ 25,000m³ × 0.66 = 16,500m³ (ICT 建機)
- ・ 25,000m³ - 16,500m³ = 8,500m³ (通常建機)

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT建機使用割合100%]	m3	6,250 16,500
掘削 (通常)	m3	18,750 8,500

※数量の上段は当初数量

⑥全施工数量の25%を掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] の施工数量として変更

受注者が提出する稼働実績の資料 (イメージ)

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	?	休工	休工	?	1	2	?	?
通常建機	?	1	休工	休工	1	0	0	?	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

※稼働実績が適正と認められないため、全施工数量の25%とする。

$$\cdot 25,000\text{m}^3 \times 25\% = 6,250\text{m}^3 \text{ (ICT 建機)}$$

$$\cdot 25,000\text{m}^3 - 6,250\text{m}^3 = 18,750\text{m}^3 \text{ (通常建機)}$$

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT建機使用割合100%]	m3	6,250
掘削 (通常)	m3	18,750

3) 施工数量が50,000m³以上となった場合の変更積算

施工条件等の変更に伴い、施工数量が50,000m³以上となるものについても、施工数量に応じて変更を行うものとする。

【積算例4】※掘削 (ICT) の施工数量50,000m³以上における積算

ICT 土工の全施工数量の25%を掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] の施工数量として計上する事例

1) 当初積算

(積算条件)

施工数量 : 50,000m³

ICT 標準作業量 : 330m³/日

施工班数 : 3 班

土質 : 土砂

施工方法 : オープンカット

障害の有無 : 無し

①施工数量の算出

$$\cdot 50,000\text{m}^3 \times 25\% = 12,500\text{m}^3 \text{ (ICT 建機)}$$

$$\cdot 50,000\text{m}^3 - 12,500\text{m}^3 = 37,500\text{m}^3 \text{ (通常建機)}$$

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT建機使用割合100%]	m3	12,500
掘削 (通常)	m3	37,500

2) 変更積算 ※事例は数量変更が無い場合

④ICT 建機稼働率の確認

- ・受注者から ICT 建機稼働率が確認できる資料の提出があり、監督職員の確認が取れている場合は、⑤ICT 建機稼働率を用いた施工数量による変更を行う。
- ・受注者から ICT 建機稼働率が確認できる資料の提出がない等、稼働実績が適正と認められない場合は、⑥全施工数量の 25%を掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%]の施工数量として変更を行う。

⑤ICT 建機稼働率を用いた施工数量による変更

⑤-1 全施工数量を ICT 建機により施工した場合

受注者が提出する稼働実績の資料 (イメージ)

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT 建機	1	1	休工	休工	1	1	2	6	6
通常建機	0	0	休工	休工	0	0	0	0	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

- ・ 6 (ICT 建機) ÷ 6 (延べ使用台数) = 1.00
- ・ 50,000m³ × 1.00 = 50,000m³

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] により、計上する。

設計書の計上 (イメージ)

細別	単位	数量
掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%]	m3	12,500 50,000
掘削 (通常)	m3	37,500 0

⑤-2 施工数量の一部を通常建機により施工した場合

受注者が提出する稼働実績の資料 (イメージ)

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	1	休工	休工	1	1	2	6	9
通常建機	1	1	休工	休工	1	0	0	3	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

- ・ 6 (ICT 建機) ÷ 9 (延べ使用台数) = 0.666 ⇒ 0.66
- ・ 50,000m³ × 0.66 = 33,000m³ (ICT 建機)
- ・ 50,000m³ - 33,000m³ = 17,000m³ (通常建機)

【設計書への反映】

土工 (ICT) の掘削 (ICT) [ICT 建機使用割合 100%] と掘削 (通常) により、計上する。

設計書の計上（イメージ）

細別	単位	数量
掘削（ICT） [ICT 建機使用割合 100%]	m3	12,500 33,000
掘削（通常）	m3	37,500 17,000

⑥全施工数量の25%を掘削（ICT） [ICT 建機使用割合 100%] の施工数量として変更

受注者が提出する稼働実績の資料（イメージ）

	2/1(木)	2/2(金)	2/3(土)	2/4(日)	2/5(月)	2/6(火)	2/7(水)	台数	延べ 使用台数
ICT建機	1	?	休工	休工	?	1	2	?	?
通常建機	?	1	休工	休工	1	0	0	?	

【ICT 建機稼働率、施工数量の算出】

※稼働実績が適正と認められないため、全施工数量の25%とする。

- ・ 50,000m³ × 25% = 12,500m³ (ICT 建機)
- ・ 50,000m³ - 12,500m³ = 37,500m³ (通常建機)

【設計書への反映】

土工（ICT）の掘削（ICT） [ICT 建機使用割合 100%] と掘削（通常）により、計上する。

設計書の計上（イメージ）

細別	単位	数量
掘削（ICT） [ICT建機使用割合100%]	m3	12,500
掘削（通常）	m3	37,500

3) 施工数量が50,000m³未満となった場合の変更積算

施工条件等の変更に伴い、施工数量が50,000m³以上となるものについても、施工数量に応じて変更を行うものとする。

第2章 ほ場整備工

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

1 積算方法

基本設計データ又は3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

1 積算方法の概要

土地改良工事積算基準（土木工事）（以下「積算基準」という。）に基づき、歩掛見積りを徴取し積算する。

2 ICT建設機械経費

ICT建設機械経費は、地上の基準局・管理局の賃貸費用とし、次の経費を直接工事費に計上する。

(1) MC/MGブルドーザ技術

$$\text{ICT建設機械経費(円/式)} = \text{MC/MGブルドーザ技術機械経費(円/日)} \times \frac{\text{施工数量(ha)}}{\text{日当たり標準作業量(ha/日)}}$$

※1 MC/MGブルドーザ技術機械経費及び日当たり標準作業量は見積りを徴取する。

(2) MC/MGバックホウ技術

$$\text{ICT建設機械経費(円/式)} = \text{MC/MGバックホウ技術機械経費(円/日)} \times \frac{\text{施工数量(ha)}}{\text{日当たり標準作業量(ha/日)}}$$

※1 MC/MGバックホウ技術機械経費及び日当たり標準作業量は見積りを徴取する。

3 その他の経費

ICT建設機械経費等として、以下の各経費を共通仮設費の技術管理費に計上する。

(1) 保守点検に係る費用

ICT建設機械の保守点検に要する費用は、次式により計上するものとする。

ア MC/MGブルドーザ技術

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.07(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量(ha)}}{\text{日当たり標準作業量(ha/日)}}$$

※1 日当たり標準作業量は見積りを徴取する。

イ MC/MGバックホウ技術

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.05(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量(ha)}}{\text{日当たり標準作業量(ha/日)}}$$

※1 日当たり標準作業量は見積りを徴取する。

(2) システム初期費

ICT施工用機器の賃貸業者が行う施工業者への取扱説明に要する費用、システムの初期費用等、貸出しに要する全ての費用は、以下のとおりとする。

ア MC/MGブルドーザ技術

対象建設機械：ブルドーザ

費用：見積りにより計上する

イ MC/MGバックホウ

対象建設機械：バックホウ

費用：見積りにより計上する

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

3次元座標を面的に取得し管理する出来形管理技術に要する以下①及び②の費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に補正係数を乗じることにより計上するものとする。

① 3次元出来形管理等の施工管理

② 3次元設計データの納品に係る経費

なお、3次元座標を面的に取得する出来形管理技術とは、以下の①から④までの技術をいう。上記費用の対象となる出来形管理は、以下①から④までの技術を用いた出来形管理又は完成検査直前の工事竣工段階の地形に対する面管理に準じた出来形計測とし、実施要領に示すその他の出来形管理に係る費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上は行わない。

① UAV空中写真測量出来形管理技術

② TLS出来形管理技術

③ UAVレーザー出来形管理技術

④ 地上移動体搭載型LS出来形管理技術

この際、共通仮設費率及び現場管理費率の補正係数は以下のとおりとする。

共通仮設費率補正係数：1.2

現場管理費率補正係数：1.1

2 費用計上に当たっての留意事項

- (1) 3次元座標値を面的に取得する機器を用いた出来形管理及び3次元データ納品を行う場合は、費用の妥当性を確認することとし、受注者からの見積りにより算出される金額が「1 積算方法」により算出される金額を下回る場合は、見積りにより算出される金額を積算計上額とする運用とする。
- (2) 受注者から見積りの提出がない場合は、3次元出来形管理及び3次元データ納品に係る費用、外注経費等は計上しないものとする。

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第2章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成30年9月21日付け30農振第1860号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

第3章 舗装工

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

1 積算方法

基本設計データ又は3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

1 積算方法

積算に当たっては、ICT施工パッケージ型積算基準により積算するものとする。

なお、現場条件により、ICT施工パッケージ型積算基準に示すICT建設機械の規格よりも小さいICT建設機械を用いる場合は、施工パッケージ型積算基準によらず、見積りを活用し積算することとする。

2 ICT施工パッケージ型積算基準の適用範囲

ICTによるアスファルト舗装及びコンクリート舗装工事の路盤工（瀝青安定処理路盤を除く。）に適用する。

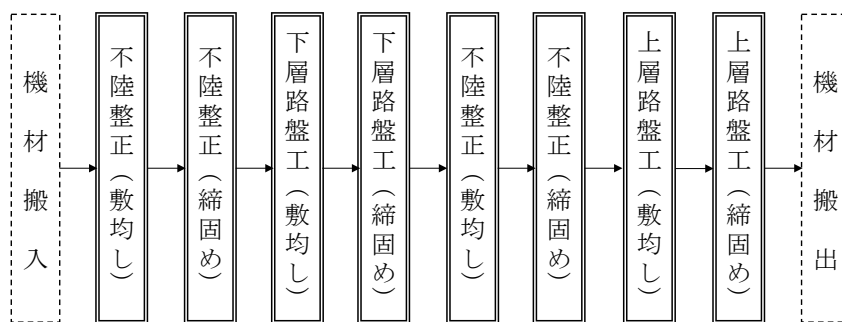
（1）適用できる範囲

- ・ 3D-MCモータグレーダによる新設道路の車道部の施工
- ・ 3D-MCモータグレーダによる路盤・路床面等の不陸整正
- ・ 3D-MCモータグレーダによる1層当たりの仕上がり厚さが20cmまでの下層路盤
- ・ 3D-MCモータグレーダによる1層当たりの仕上がり厚さが15cmまでの上層路盤
- ・ 3D-MCモータグレーダによる舗装構成が車道部と同じ場合の路肩部の路盤

（2）適用できない範囲

- ・ 3D-MCモータグレーダ以外による施工
- ・ 共用部で通行規制を伴う車道部の施工
- ・ 歩道部の施工

3 施工フロー



※1 本施工パッケージで対応しているのは、二重実線部分のみである。

※2 不陸整正（敷均し・締固め）は、必要に応じて計上する。

※3 下層路盤工（下層路盤（車道・路肩部）（ICT））は、凍上抑制層の施工にも適用する。

4 施工パッケージ

(1) 不陸整正（ICT）

ア 条件区分

条件区分は、表3-1を標準とする。

表3-1 不陸整正（ICT）積算条件区分一覧

(積算単位：m²)

補足材料の有無	補足材料平均厚さ	補足材料
無し	—	—
有り	(表3-2)	(表3-3)

※1 上表は、路盤・路床面等の不陸整正（補足材料が有る場合も含む。）等、その施工に必要な全ての機械・労務・材料費（損料等を含む。）を含む。

※2 補足材料の材料ロスを含む。(標準ロス率は+0.27)

表3-2 補足材料平均厚さ

積算条件	区分
補足材料平均厚さ	1mm 以上 3mm 未満
	3mm 以上 6mm 未満
	6mm 以上 9mm 未満
	9mm 以上 13mm 未満
	13mm 以上 17mm 未満
	17mm 以上 21mm 未満
	21mm 以上 25mm 未満
	25mm 以上 29mm 未満
	29mm 以上 34mm 未満
	34mm 以上 39mm 未満

表3-3 補足材料

積算条件	区分
補足材料	クラッシュラン C20
	クラッシュラン C20
	クラッシュラン C20
	再生クラッシュラン RC-20
	再生クラッシュラン RC-30
	再生クラッシュラン RC-40
	再生粒度調整碎石 RM-25
	再生粒度調整碎石 RM-25
	再生粒度調整碎石 RM-25
	粒度調整碎石 M-25

	39mm 以上 44mm 未満
	44mm 以上 49mm 未満
	49mm 以上 55mm 未満
	55mm 以上 61mm 未満
	61mm 以上 67mm 未満
	67mm 以上 75mm 未満

	粒度調整砕石 M-30
	粒度調整砕石 M-40
	補足材料 (各種)

イ 代表機労材規格

次表機労材は、当該施工パッケージで使用されている機労材の代表的な規格である。

表 3-4 不陸整正 (ICT) 代表機労材規格一覧

項目		代表機労材規格	備考
機械	K1	ICT建設機械経費賃料加算額 (モータグレーダ)	賃料
	K2	モータグレーダ[土工用・排出ガス対策型 (第2次基準値)]ブレード幅 3.1m	賃料
	K3	ロードローラ[マカダス・排出ガス対策型 (第2次基準値)]運転質量 10 t 締固め幅 2.1m	賃料
労務	R1	運転手 (特殊)	
	R2	普通作業員	
	R3	土木一般世話役	
	R4	—	
材料	Z1	軽油 パトロール軽油	
	Z2	再生クラッシュラン RC-40	補足材料有りの場合
	Z3		
	Z4		
市場単価	S		

※1 ICT建設機械経費賃料加算額 (モータグレーダ) は、建設機械に取り付ける各種機器及び地上の基準局・管理局の賃貸費用である。

(2) 下層路盤 (車道・路肩部) (ICT)

ア 条件区分

条件区分は、次表を標準とする。

表 3-5 下層路盤 (車道・路肩部) (ICT) 積算条件区分一覧

(積算単位: m²)

全仕上がり層	施工区分	材料
実数入力	1層施工	表 3-6
	2層施工	

	3層施工	
	4層施工	
	5層施工	
	6層施工	

※1 上表は、車道部及び路肩部の下層路盤（凍上抑制層がある場合も含む。）の路盤材敷均し・締固めのほか、散水等、その施工に必要な全ての機械・労務・材料費（損料等を含む。）を含む。

※2 施工区分は、1層当たりの仕上がり層を20cmとして施工層数を算出し決定する。
なお、施工層数は小数点以下を切り上げるものとする。

（例：全仕上がり厚さが500mmの場合 $500\text{mm} \div 200\text{mm} = 2.5 \rightarrow 3$ 層施工）

※3 路盤材の材料ロスを含む。（標準ロス率は+0.27）

表3-6 材料

積算条件	区分
材料	クラッシュラン C-20
	クラッシュラン C-30
	クラッシュラン C-40
	再生クラッシュラン RC-20
	再生クラッシュラン RC-30
	再生クラッシュラン RC-40
	路盤材（各種）

イ 代表機労材規格

次表機労材は、当該施工パッケージで使用されている機労材の代表的な規格である。

表3-7 下層路盤（車道・路肩部）（ICT）代表機労材規格一覧

項目	代表機労材規格		備考
機械	K1	ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）	賃料
	K2	モータグレーダ[土工用・排出ガス対策型（第2次基準値）]ブレード幅3.1m	賃料
	K3	ロードローラ[マカダス・排出ガス対策型（第2次基準値）]運転質量10t 締固め幅2.1m	賃料
労務	R1	運転手（特殊）	
	R2	普通作業員	
	R3	土木一般世話役	
	R4	—	
材料	Z1	クラッシュラン C-40	
	Z2	軽油 パトロール軽油	

	Z3		
	Z4		
市場単価	S		

※1 ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）は、建設機械に取り付ける各種機器及び地上の基準局・管理局の賃貸費用である。

(3) 上層路盤（車道・路肩部）（ICT）

ア 条件区分

条件区分は、次表を標準とする。

表3-8 上層路盤（車道・路肩部）（ICT）積算条件区分一覧

（積算単位：m²）

全仕上がり層	施工区分	材料
実数入力	1層施工	表3-9
	2層施工	
	3層施工	

※1 上表は、上層路盤（車道部・路肩部）の路盤材敷均し・締固めのほか、散水等、その施工に必要な全ての機械・労務・材料費（損料等を含む。）を含む。

※2 施工区分は、1層当たりの仕上がり層を15cmとして施工層数を算出し決定する。
なお、施工層数は小数点以下を切り上げるものとする。

（例：全仕上がり厚さが400mmの場合 $500\text{mm} \div 150\text{mm} = 2.66 \rightarrow 3$ 層施工）

※3 路盤材の材料ロスを含む。（標準ロス率は+0.27）

表3-9 材料

積算条件	区分
材料	再生粒度調整碎石 RM-25
	再生粒度調整碎石 RM-30
	再生粒度調整碎石 RM-40
	粒度調整碎石 M-25
	粒度調整碎石 M-30
	粒度調整碎石 M-40
	路盤材（各種）

イ 代表機労材規格

次表機労材は、当該施工パッケージで使用されている機労材の代表的な規格である。

表3-10 上層路盤（車道・路肩部）（ICT）代表機労材規格一覧

項目	代表機労材規格		備考
機械	K1	ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）	賃料

	K2	モータグレーダ[土工用・排出ガス対策型（第2次基準値）]ブレード幅 3.1m	賃料
	K3	ロードローラ[マカダス・排出ガス対策型（第2次基準値）]運転質量 10 t 締固め幅 2.1m	賃料
労務	R1	運転手（特殊）	
	R2	普通作業員	
	R3	土木一般世話役	
	R4	—	
材料	Z1	再生粒度調整砕石 RM-40	
	Z2	軽油 パトロール軽油	
	Z3		
	Z4		
市場単価	S		

※1 ICT建設機械経費賃料加算額（モータグレーダ）は、建設機械に取り付ける各種機器及び地上の基準局・管理局の賃貸費用である。

5 施工数量の算出

ICT建設機械の稼働率にかかわらず、当該工種に係る全ての数量を対象に算定するものとする。

6 ICT建設機械経費加算額

(1) ICT建設機械経費賃料加算額

ICT建設機械経費賃料加算額は、地上の基準局・管理局の賃貸費用とし、「4 施工パッケージ」に示す機械経費のうち賃料により計上するICT建設機械に適用する。加算額は以下のとおりとする。

ア 不陸整正（ICT）、下層路盤（車道・路肩部）（ICT）、上層路盤（車道・路肩部）（ICT）

対象建設機械：モータグレーダ

賃料加算額：49,000 円/日

7 その他の経費

ICT建設機械経費等として、以下の各経費を共通仮設費の技術管理費に計上する。

(1) 保守点検に係る費用

ICT建設機械の保守点検に要する費用は、次式により計上するものとする。

ア 不陸整正（ICT）、下層路盤（車道・路肩部）（ICT）、上層路盤（車道・路肩部）（ICT）

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.18(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量}(m^2) \times \text{層数}}{\text{作業日当たり標準作業量}(m^2/\text{日} \cdot \text{層})}$$

※1 作業日当たり標準作業量は、表3-11の「作業日当たり標準作業量」による。

表 3-11 作業日当たり標準作業量

工種	単位	作業日当たり標準作業量 (1日・1層当たり)
不陸整正 (ICT)	m ²	1,920m ² /日・層
下層路盤 (車道・路肩部) (ICT)		1,350m ² /日・層
上層路盤 (車道・路肩部) (ICT)		1,350m ² /日・層

※1 下層路盤の一層当たりの仕上がり厚さは20cmまでとする。

※2 上層路盤の一層当たりの仕上がり厚さは15cmまでとする。

(2) システム初期費

ICT施工用機器の賃貸業者が行う施工業者への取扱説明に要する費用、システムの初期費用等、貸出しに要する全ての費用は、以下のとおりとする。

ア 不陸整正 (ICT)、下層路盤 (車道・路肩部) (ICT)、上層路盤 (車道・路肩部) (ICT)

対象建設機械：モータグレーダ

費用：623,000 円/式

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

3次元座標を面的に取得し管理する出来形管理技術に要する以下①及び②の費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に補正係数を乗じることにより計上するものとする。

① 3次元出来形管理等の施工管理

② 3次元設計データの納品に係る経費

なお、3次元座標を面的に取得する出来形管理技術とは、以下①の技術をいう。上記費用の対象となる出来形管理は、以下の技術を用いた出来形管理又は完成検査直前の工事竣工段階の地形に対する面管理に準じた出来形計測とし、実施要領に示すその他の出来形管理に係る費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上は行わない。

① TLS 出来形管理技術

この際、共通仮設費率及び現場管理費率の補正係数は以下のとおりとする。

共通仮設費率補正係数：1.2

現場管理費率補正係数：1.1

2 費用計上に当たっての留意事項

- (1) 3次元座標値を面的に取得する機器を用いた出来形管理及び3次元データ納品を行う場合は、費用の妥当性を確認することとし、受注者からの見積りにより算出される金額が「1 積算方法」により算出される金額を下回る場合は、見積りにより算出される金額を積算計上額とする運用とする。

- (2) 受注者から見積りの提出がない場合は、3次元出来形管理及び3次元データ納品に係る費用、外注経費等は計上しないものとする。

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第3章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成30年9月21日付け30農振第1860号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

第4章 水路工

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

1 積算方法

基本設計データ又は3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

該当なし。

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

断面管理に要する以下①及び②の費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上は行わない。

- ① 3次元出来形管理等の施工管理
- ② 3次元設計データの納品に係る経費

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第4章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成 30 年 9 月 21 日付け 30 農振第 1860 号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の 7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1 レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

第5章 暗渠排水工

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

1 積算方法

基本設計データ又は3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

1 積算方法の概要

土地改良工事積算基準（土木工事）（以下「積算基準」という。）に基づき、歩掛見積りを徴取し積算する。

2 ICT建設機械経費加算額

ア ICT建設機械経費賃料加算額

ICT建設機械経費は、地上の基準局・管理局の賃貸費用とし、以下のとおりとする。

対象建設機械：バックホウ（ICT施工対応型）

賃料加算額：見積りにより計上する

3 その他の経費

ICT建設機械経費等として、以下の各経費を共通仮設費の技術管理費に計上する。

(1) 保守点検に係る費用

ICT建設機械の保守点検に要する費用は、次式により計上するものとする。

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.05(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量}(m^3)}{\text{作業日当たり標準作業量}(m^3/\text{日})}$$

※1 作業日当たり標準作業量は見積りによる。

(2) システム初期費

ICT施工用機器の賃貸業者が行う施工業者への取扱説明に要する費用、システムの初期費用等、貸出しに要する全ての費用は、以下のとおりとする。

対象建設機械：バックホウ（ICT施工対応型）

費用：見積りにより計上する

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

断面管理及び施工履歴データを用いた面管理に要する以下①及び②の費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上は行わない。

- ① 3次元出来形管理等の施工管理
- ② 3次元設計データの納品に係る経費

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第5章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成30年9月21日付け30農振第1860号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

第6章 ため池改修工

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

1 積算方法

基本設計データ又は3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

該当なし。

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

断面管理に要する以下①及び②の費用については、共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上は行わない。

- ① 3次元出来形管理等の施工管理
- ② 3次元設計データの納品に係る経費

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第5章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成 30 年 9 月 21 日付け 30 農振第 1860 号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の 7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1 レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

第7章 地盤改良工（表層安定処理工等、固結工（中層混合処理））

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 3次元設計データの作成

1 積算方法

3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

1 積算方法の概要

路床安定処理工及び表層安定処理工においては、土地改良工事積算基準（土木工事）（以下「積算基準」という。）に示す施工パッケージ型積算基準に基づき積算するものとする。
固結工（中層混合処理）においては、積算基準に基づき積算するものとする。

2 適用範囲

（1）路床安定処理工、表層安定処理工

バックホウ混合における安定処理のうち、現場条件によりスタビライザによる施工ができない路床改良工事、及び構造物基礎の地盤改良工事でバックホウによる1層の混合深さが路床1m以下・構造物基礎2m以下における現位置での混合作業に適用する。

なお、固化材はセメント系のみとし、路床改良における適用可能な現場条件は、次のいずれかに該当する箇所とする。

- ・施工現場が狭隘な場合
- ・転石がある場合
- ・移設できない埋設物がある場合

（2）固結工（中層混合処理）

粘性土、砂質土、シルト、有機質土等の軟弱地盤を対象として行う中層混合処理工に適用する。

施工方式はスラリー噴射方式の機械攪拌混合とする。

改良形式は全面改良とし、改良深度2mを超え13m以下の陸上施工に適用する。

3 機械経費

(1) 路床安定処理工、表層安定処理工

表層安定処理工及び表層安定処理工の積算で使用するICT建設機械の機械経費は表7-1のとおりとする。なお、賃料については、積算基準のに基づき算定するものとする。

表7-1 機械経費（路床安定処理工、表層安定処理工）

ICT建設機械名	施工箇所	規格	機械経費	備考
バックホウ (クローラ型)	路床	[標準型・超低騒音型・クレーン機能付き・排出ガス対策型(2011年規制)] 山積0.45m ³ (平積0.35m ³) 吊能力2.9t	賃料にて計上	ICT建設機械経費加算額は別途計上
	構造物基礎	[標準型・超低騒音型・クレーン機能付き・排出ガス対策型(第3次基準値)] 山積0.8m ³ (平積0.6m ³) 吊能力2.9t		

(2) 固結工（中層混合処理）

固結工（中層混合処理）の積算で使用するICT建設機械の機械経費は、表7-2のとおりとする。

なお、損料については、最新の「建設機械等損料算定表」によるものとする。

表7-2 機械経費（固結工（中層混合処理））

ICT建設機械名	規格	機械経費	備考
中層混合処理機 トレンチャ式	[ベースマシン] 20t(山積0.8m ³)級バックホウ [攪拌混合装置] 改良深度(標準)5m [施工管理装置] 1ピースブーム用	損料にて計上	ICT建設機械経費加算額は別途計上
	[ベースマシン] 30t(山積1.4m ³)級バックホウ [攪拌混合装置] 改良深度(標準)8m [施工管理装置] 1ピースブーム用		
	[ベースマシン] 40t(山積1.9m ³)級バックホウ		

	[攪拌混合装置] 改良深度（標準）10m [施工管理装置] 1 ピースブーム用		
	[ベースマシン] 40 t（山積 1.9m ³ ）級バックホウ （2 ピースブーム） [攪拌混合装置] 改良深度（標準）13m [施工管理装置] 2 ピースブーム用		

4 積算基準に対する補正

(1) 作業日当たり標準作業量の補正

路床安定処理工及び表層安定処理工の場合、積算基準における標準日当たり作業量に対して1.04を乗じる。（小数第2位止め、四捨五入）。

固結工（中層混合処理）の場合、積算基準における標準日当たり作業量に対して1.03を乗じる。（小数第2位止め、四捨五入）。

変更積算については、実際にICT建設機械により施工する数量についてのみ補正するものとする。

(2) 単価表の補正

固結工（中層混合処理）の場合、積算基準の「6. 単価表（1）中層混合処理工 100m³ 当たり単価表」において、建設機械に取り付ける各種機器及び地上の基準局・管理局の賃貸費用としての「ICT建設機械経費加算額」を以下のとおり加算する。

名称	規格	単位	数量	指定事項
ICT建設機械経費加算額		日	100/D	機械損料数量 1.66

※ D：1日当たり作業量（m³/日）

5 ICT建設機械経費加算額

(1) ICT建設機械経費賃料加算額

ICT建設機械経費賃料加算額は、地上の基準局・管理局の賃貸費用とし、「3 機械経費」に示す機械経費のうち賃料により計上するICT建設機械に適用する。加算額は以下のとおりとする。

ア 路床安定処理工、表層安定処理工

対象建設機械：バックホウ

賃料加算額：41,000 円/日

(2) ICT建設機械経費損料加算額

ICT建設機械経費損料加算額は、建設機械に取り付ける各種機器及び地上の基準局・管理局の賃貸費用とし、「3 機械経費」に示す機械経費のうち損料により計上するICT建設機械に適用する。加算額は以下のとおりとする。

ア 固結工（中層混合処理）

対象建設機械：中層混合処理機トレンチャ式

損料加算額：48,000 円/日

6 その他の経費

ICT建設機械経費等として、以下の各経費を共通仮設費の技術管理費に計上する。

(1) 保守点検に係る費用

ICT建設機械の保守点検に要する費用は、次式により計上するものとする。

ア 路床安定処理工、表層安定処理工

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.05(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量}(m^2)}{\text{作業日当たり標準作業量}(m^2/\text{日})}$$

※1 施工数量はICT建機により施工する数量とする。

※2 作業日当たり標準作業量は、積算基準に示されている標準日当たり作業量に対して1.04を乗じて算出する（小数第2位止め、四捨五入）。変更積算については、実際にICT建設機械により施工する数量についてのみ補正するものとする。

イ 固結工（中層混合処理）

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.07(\text{人/日}) \times \frac{\text{施工数量}(m^3)}{\text{作業日当たり標準作業量}(m^3/\text{日})}$$

※1 施工数量はICT建機により施工する数量とする。

※2 作業日当たり標準作業量は、積算基準に示されている標準日当たり作業量に対して1.03を乗じて算出する（小数第2位止め、四捨五入）。変更積算については、実際にICT建設機械により施工する数量についてのみ補正するものとする。

(2) システム初期費

ICT施工用機器の賃貸業者が行う施工業者への取扱説明に要する費用、システムの初期費用等、貸出しに要する全ての費用は、以下のとおりとする。

ア 路床安定処理工、表層安定処理工

対象建設機械：バックホウ

費用：598,000 円/式

イ 固結工（中層混合処理）

対象建設機械：中層混合処理機トレンチャ式

費用：1,150,000 円/式

7 留意事項

固結工（中層混合処理）の場合、諸雑費率を乗じる合計額に、ICT建設機械経費加算額は含めないこととする。

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

3次元座標を面的に取得し管理する出来形管理技術に要する以下①及び②の費用は、補正係数を乗じない共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上しない。

- ① 3次元出来形管理等の施工管理
- ② 3次元設計データの納品に係る経費

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第7章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成30年9月21日付け30農振第1860号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

第8章 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 3次元設計データの作成

1 積算方法

3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

1 積算方法の概要

土地改良工事積算基準（土木工事）（以下「積算基準」という。）に基づき積算するものとする。

2 適用範囲

粘性土、砂質土、シルト、有機質土等の軟弱地盤を対象として行うセメント及び石灰によるスラリー攪拌工の陸上施工に適用する。

変位低減型（排土式）のうち、複合噴射攪拌式は除くものとする。

軸の継足しがある場合は、適用対象外とする。

杭径及び打設長は以下（1）から（6）までのとおりとする。

- （1）単軸施工：打設長 3 mを超え 10m以下 杭径 800mm～1, 200mm
- （2）単軸施工：打設長 10mを超え 30m以下 杭径 1, 000mm～1, 600mm
- （3）単軸施工：打設長 3 mを超え 27m以下 杭径 1, 800mm～2, 000mm
- （4）二軸施工：打設長 3 mを超え 40m以下 杭径 1, 000mm
- （5）二軸施工（変位低減型）：打設長 3 mを超え 40m以下 杭径 1, 000mm
- （6）二軸施工（変位低減型）：打設長 3 mを超え 36m以下 杭径 1, 600mm

3 機械経費

固結工（スラリー攪拌工）の積算で使用するICT建設機械の機械経費は、表8-1～表8-3のとおりとする。

なお、損料については、最新の「建設機械等損料算定表」によるものとする。

表 8-1 機械経費（スラリー攪拌工 単軸施工）

ICT 建設機械名	規格	適用	機械経費	備考
深層混合処理機 スラリー式	単軸式 小型地盤 改良機 27.4kN・m	杭径 800mm～1,200mm	損料にて計上	ICT建設機 械経費加算額 は別途計上
	単軸式 90～110kW×1	杭径 1,000mm～1,600mm		
	単軸式 90kW×2	杭径 1,800mm、2,000mm		

表 8-2 機械経費（スラリー攪拌工 二軸施工）

ICT 建設機械名	規格	適用	機械経費	備考
深層混合処理機 スラリー式	二軸式 45kW×2	杭径 1,000mm 打設長(L) 3m越え 10 m以下	損料にて計上	ICT建設機 械経費加算額 は別途計上
	二軸式 55～60kW×2	杭径 1,000mm 打設長(L) 10m越え 20 m以下		
	二軸式 90kW×2	杭径 1,000mm 打設長(L) 20m越え 40 m以下		

表 8-3 機械経費（スラリー攪拌工 二軸施工（変位低減型））

ICT 建設機械名	規格	適用	機械経費	備考
深層混合処理機 スラリー式	二軸式 45kW×2	杭径 1,000mm 打設長(L) 3m越え 10 m以下	損料にて計上	ICT建設機 械経費加算額 は別途計上
	二軸式 55～60kW×2	杭径 1,000mm 打設長(L) 10m越え 20m以下		
	二軸式 75～90kW×2	杭径 1,000mm 打設長(L) 20m越え 30m以下		
	二軸式 90kW×2	杭径 1,000mm 打設長(L) 30m越え 40m以下		
	二軸式 90kW×2	杭径 1,600mm		

	最大施工深度 10m	打設長 (L) 3 m 越え 10m 以下		
	二軸式 90kW×2 最大施工深度 20m	杭径 1,600mm 打設長 (L) 10m 越え 20m 以下		
	二軸式 90kW×2 最大施工深度 26m	杭径 1,600mm 打設長 (L) 20m 越え 26m 以下		
	二軸式 90kW×2 最大施工深度 36m	杭径 1,600mm 打設長 (L) 26m 越え 36m 以下		

4 積算基準に対する補正

(1) 作業日当たり標準作業量の補正

1日当たりの杭施工本数は、表8-4のとおりとする。

変更積算については、実際にICT建設機械により施工する数量についてのみ補正するものとする。

表8-4 1日当たりの杭施工本数

打設長 (L)	施工方法・杭径	1日当たりの杭施工本数 (本/日)
3 m 越え 4 m 未満	単軸施工 杭径 800mm~1,200mm	21
4 m 以上 5 m 未満		18
5 m 以上 6 m 未満		15
6 m 以上 7 m 未満		14
7 m 以上 8 m 未満		12
8 m 以上 9 m 未満		11
9 m 以上 10m 以下		10
10m 越え 12m 未満	単軸施工 杭径 1,000mm~1,600mm	7
12m 以上 14m 未満		6
14m 以上 19m 未満		5
19m 以上 25m 未満		4
25m 以上 30m 以下		3
3 m 越え 4 m 未満	単軸施工 杭径 1,800mm	11
4 m 以上 5 m 未満		10
5 m 以上 6 m 未満		9
6 m 以上 7 m 未満		8
7 m 以上 8 m 未満		7
8 m 以上 12m 未満		6

12m以上 16m未満		5	
16m以上 21m未満		4	
21m以上 25m未満		3	
25m以上 27m以下		2	
3 m越え 4 m未満	単軸施工 杭径 2,000mm	10	
4 m以上 5 m未満		9	
5 m以上 6 m未満		8	
6 m以上 7 m未満		7	
7 m以上 9 m未満		6	
9 m以上 13m未満		5	
13m以上 17m未満		4	
17m以上 22m未満		3	
22m以上 27m以下		2	
3 m越え 4 m未満		二軸施工 杭径 1,000mm	14
4 m以上 5 m未満			13
5 m以上 6 m未満	12		
6 m以上 7 m未満	11		
7 m以上 9 m未満	10		
9 m以上 10m未満	9		
10m以上 12m未満	8		
12m以上 15m未満	7		
15m以上 18m未満	6		
18m以上 22m未満	5		
22m以上 30m未満	4		
30m以上 40m以下	3		
3 m越え 3.5m未満	二軸施工 (変位低減型) 杭 tvf 径 1,000mm		12
3.5m以上 4.5m未満			11
4.5m以上 5.5m未満		10	
5.5m以上 7 m未満		9	
7 m以上 9 m未満		8	
9 m以上 11m未満		7	
11m以上 14m未満		6	
14m以上 19m未満		5	
19m以上 26m未満		4	
26m以上 39m未満		3	
39m以上 40m以下		2	
3 m越え 4 m未満		二軸施工 (変位低減型) 杭径 1,600mm ラップ式	11
4 m以上 5 m未満			10
5 m以上 6 m未満	9		

6 m以上 7 m未満		8
7 m以上 9 m未満		7
9 m以上 11.5m未満		6
11.5m以上 15m未満		5
15m以上 20.5m未満		4
20.5m以上 30m未満		3
30m以上 36m以下		2
3 m越え 4 m未満		二軸施工（変位低減型） 杭径 1,600mm 杭式
4 m以上 5 m未満	20	
5 m以上 6 m未満	18	
6 m以上 7 m未満	16	
7 m以上 9 m未満	14	
9 m以上 11.5m未満	12	
11.5m以上 15m未満	10	
15m以上 20.5m未満	8	
20.5m以上 30m未満	6	
30m以上 36m以下	4	

(2) 単価表の補正

積算基準の「6. 単価表（1）軟弱地盤処理工（スラリー攪拌工）杭長（L1）1本当り単価表」において、建設機械に取り付ける各種機器及び地上の基準局・管理局の賃貸費用としての「ICT建設機械経費加算額」を以下のとおり加算する。

名称	規格	単位	数量	指定事項
ICT建設機械経費加算額		日	1/N	機械賃料数量 1.59

※ N：1日当たり杭施工本数（本/日）

5 ICT建設機械経費加算額

(1) ICT建設機械経費損料加算額

ICT建設機械経費損料加算額は、建設機械に取り付ける各種機器及び地上の基準局・管理局の賃貸費用とし、「3 機械経費」に示す機械経費のうち損料により計上するICT建設機械に適用する。加算額は以下のとおりとする。

対象建設機械：深層混合処理機スラリー式

損料加算額：48,000 円/日

6 その他の経費

ICT建設機械経費等として、以下の各経費を共通仮設費の技術管理費に計上する。

(1) 保守点検に係る費用

ICT建設機械の保守点検に要する費用は、次式により計上するものとする。

$$\text{保守点検費} = \text{土木一般世話役(円)} \times 0.05(\text{人/日}) \times \frac{\text{杭施工数量(本)}}{1 \text{日当たり杭施工本数(本/日)}}$$

※1 杭施工数量はICT建機により施工する数量とする。

※2 1日当たり杭施工本数は、表8-4のとおりとする。

(2) システム初期費

ICT施工用機器の賃貸業者が行う施工業者への取扱説明に要する費用、システムの初期費用等、貸出しに要する全ての費用は、以下のとおりとする。

対象建設機械：深層混合処理機スラリー式

費用：1,150,000円/式

7 留意事項

諸雑費率を乗じる合計額に、ICT建設機械経費加算額は含めないこととする。

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

3次元座標を面的に取得し管理する出来形管理技術に要する以下①及び②の費用は、補正係数を乗じない共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上しない。

① 3次元出来形管理等の施工管理

② 3次元設計データの納品に係る経費

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第7章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成 30 年 9 月 21 日付け 30 農振第 1860 号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の 7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1 レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

第9章 法面保護工

第1 3次元起工測量

1 積算方法

3次元起工測量については、従来の起工測量に係る費用が共通仮設費率に含まれていることから、3次元起工測量と従来の起工測量のそれぞれについて歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、両者の差額を工事価格に一括計上するものとする。

第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

1 積算方法

基本設計データ又は3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

該当なし。

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

断面管理に要する以下①及び②の費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上は行わない。

- ① 3次元出来形管理等の施工管理
- ② 3次元設計データの納品に係る経費

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第1章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成 30 年 9 月 21 日付け 30 農振第 1860 号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の 7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1 レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

第10章 付帯構造物工

第1 3次元起工測量

該当なし。

第2 基本設計データ又は3次元設計データの作成

1 積算方法

基本設計データ又は3次元設計データの作成に要する費用は、歩掛見積り（諸経費込み）を徴取して費用を算定し、工事価格に一括計上するものとする。

第3 ICT建設機械による施工

該当なし。

第4 3次元出来形管理及び3次元データ納品

1 積算方法

断面管理に要する以下①及び②の費用は、共通仮設費率及び現場管理費率に含まれるため、別途計上は行わない。

① 3次元出来形管理等の施工管理

② 3次元設計データの納品に係る経費

第5 留意事項

1 ガイドラインに記載する適用範囲に該当しない場合の取扱い

本ガイドライン（実施編）第4及び（出来形管理編）第10章 第1に記載する適用範囲（工種、施工規模）に該当せず、あらかじめ「情報化施工技術活用工事」であることを謳っていない工事において受注者が情報化施工技術の活用を希望する場合は、工事ごとにその適用を判断するものとする。この場合、本要領に規定する積算は適用されない。

2 発注者指定型における積算方法

発注者は、発注に際して本要領に基づく積算を実施するものとする。情報化施工技術活用の対象項目及び対象範囲の追加や変更について、受注者から発注者に提案、協議を行い協議が整った場合には、設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

3 受注者希望型における積算方法

発注者は、発注に際して積算基準（従来基準）に基づく積算を行い発注するものとするが、契約後の協議において受注者からの提案により情報化施工技術を活用することとなった場合には、情報化施工技術を活用する項目について設計変更の対象とし、本要領に基づく積算に落札率を乗じた価格により契約変更を行うものとする。

4 総価契約単価合意方式における積算方法

総価契約単価合意方式における変更積算では、総価契約単価合意方式実施要領（平成 30 年 9 月 21 日付け 30 農振第 1860 号農林水産省農村振興局整備部設計課長通知）の 7. 請負代金の変更と同様とする。

なお、当初積算で一括計上費を見込んでおらず、変更積算で新たに一括計上費を追加する場合は、工種（B-1 レベル）が新規に追加された場合と同様とする。

点群処理ソフトウェアの機能と要件

番号	機能	要件
1	計測点群データの不要点削除機能	<p>1) 空中写真測量では、空中写真の撮影範囲を全体的に計測するため、またT L Sの計測は取得範囲をランダムに計測するため、被計測対象物以外の構造物のデータを含んでいるため、計測結果から不要な計測データを削除することができる。</p> <p>(削除の方法は、点群処理ソフトウェアを用い、計測点群データの3次元的な鳥瞰図を見ながら、対象範囲外のデータかどうかを目視確認し、選択、削除する方法が一般的である。)</p>
2	点群密度の変更(データの間引き)機能	<p>1) 空中写真測量等では、多くの3次元座標点群を算出することが可能であり、すべての計測点群データを利用してもよいが、全てのデータを用いることでコンピュータの処理を著しく低下させてしまう場合は、類似の座標データから代表点を抽出して点群密度を減らす作業ができる。</p> <p>2) 計測データについては各編に規定する所定の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよい。</p> <p>3) 密度の変更方法は、用途によって様々な手法が開発され、平面範囲(例えば土工出来形評価の計測密度である1㎡以内)で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行うなど、座標値を変更するような処理を採ってはならない(出来形評価用データでは、以下のグリッドデータ化機能による場合は除く)。</p>
3	グリッドデータ化機能	<p>1) 出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法の他に、内挿により格子状に加工することにより、各編に規定する所定の点密度に調整したデータとすることができる。この場合以下のいずれかの方式によることができる。</p> <p>a. 出来形評価で用いるグリッドサイズ(例えば土工の場合1㎡(1m×1m))以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点(x、y)を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とする出来形評価で用いるグリッドサイズ以内の実測測点と設計面との差の最頻値または差の平均値を設計値に加算した値を用いる。あるいは、以下を用いることもできる。</p> <p>b. 再近隣法 グリッド点から最も近い点の標高値を採用</p> <p>c. 平均法 内挿するグリッドからある検索範囲内にある計測点群データの標高の平均値を標高値として採用。このとき検索範囲はグリッド格子間隔の2倍程度を限度とする。</p> <p>d. T I N法 計測点群データから発生させたT I Nを用いて、平面座標として内挿するグリッドが含まれる三角形上の標高値を採用</p> <p>e. 逆距離加重法 計測点群データ各点から一定距離内の各点群に対し、グリッドまでの距離に応じた重みを付けて内挿する方法。一定距離については、はグリッド格子間隔の2倍程</p>

番号	機能	要件
		度を限度とする。
4	計測点群データの合成機能	<p>1) 現場での計測結果が複数ある場合にひとつの計測点群データとして取りまとめることができる。複数スキャンのまとめ方については、大きく2つの方法がある。</p> <p>a. 各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成 各スキャンで標定点や基準点等を利用して3次元座標へ変換しておき、単純に計測点座標群を合成する。</p> <p>b. 複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換 複数のスキャンで共通に取得されている特徴点や標定点を基準に点群を合成する手法である。各スキャンから同じ特徴点を抽出してマッチングさせる。この手法では、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要である。</p>
5	面データ（出来形計測データ、起工測量計測データ、岩線計測データ）の作成機能	<p>1) 計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にT I N（不等三角網）を配置し、地形や岩区分境界あるいは出来形の面データを作成することができる。</p> <p>自動でT I Nを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、T I Nの結合方法を手動で変更してもよい。</p>

なお、上記要件を満たすものであれば、各機能に応じてソフトウェアを使い分けて点群処理を行ってもよい。

3次元設計データ作成ソフトウェアの機能と要件

番号	機能	要件
1	3次元設計データ等の要素読込（入力）機能	<p>1) 座標系の選択機能 3次元設計データの座標系を選択することができる。</p> <p>2) 平面線形の読込（入力）機能 設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、IP点、終了点）等で定義される。</p> <p>3) 縦断線形の読込（入力）機能 設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（または縦断曲線半径）で定義される。</p> <p>4) 横断形状の読込（入力）機能 設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を+、左側を-）と勾配（あるいは比高）などで定義される。</p> <p>5) 現況地形データの読込（入力）機能 起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる。</p>
2	3次元設計データ等の確認機能	1) 上記1で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）横断形状データと出力する3次元設計データを重畳し、同一性を確認するため入力値比較や3次元表示が確認できる。
3	設計面データの作成機能	1) 上記1で読み込んだ（入力した）3次元設計データの幾何要素から設計の面データを作成することができる。なお、本ガイドラインでいう面データは、TIN（不等辺三角網）データとする。
4	3次元設計データの作成機能	1) 上記3で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、3次元設計データを作成することができる。
5	座標系の変換機能	1) 3次元設計データを、上記1で選択した座標系に変換することができる。
6	3次元設計データの出力機能	1) 上記4～5で作成・変換した3次元設計データをLandXML形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力することができる。

出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件（面管理の場合）

(1) 土工、ほ場整備工事、暗渠排水工事

番号	機能	要件
1	出来形の良否評価機能	1) 取得した出来形評価用データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価ができる。
2	出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力機能	<p>1) 3次元設計データから管理を行うべき範囲（平場、天端、法面（小段含む）の部位別）を抽出し、部位別に3次元設計データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力することができる。</p> <p>2) 標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出し、水平較差は、当該ポイントを含み、かつ「法面や構造物の位置をコントロールする線形」に直交する平面上で設計面の横断を見たとき、当該ポイントと同一標高値の横断上の点との距離として算出することができる。</p> <p>ここで「法面や構造物の位置をコントロールする線形」とは、道路中心、幅員中心、並びに法肩や法尻及び道路端部を結ぶ線形のことをいう。</p> <p>3) 出来形管理図表（様式5）を満足する項目を表形式で印刷、または3次元モデルの属性情報として表示することができる。</p>
3	出来形分布図の出力機能	<p>1) 設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力できる。</p> <p>2) 3次元設計データから管理を行うべき範囲（平場、天端、法面（小段含む）の部位別）を抽出し、部位別に3次元設計データと出来形評価用データの離れの計算結果を出来形評価用データのポイント毎に分布図として表示することができる。</p> <p>3) 分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・評価範囲全体が含まれる平面図（部位別に別葉とする。） ・離れの計算結果の規格値に対する割合示すヒートマップとして-100%～+100%の範囲で出来形評価用データのポイント毎に結果示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示する。 ・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示する。 ・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する。

(2) 舗装工事

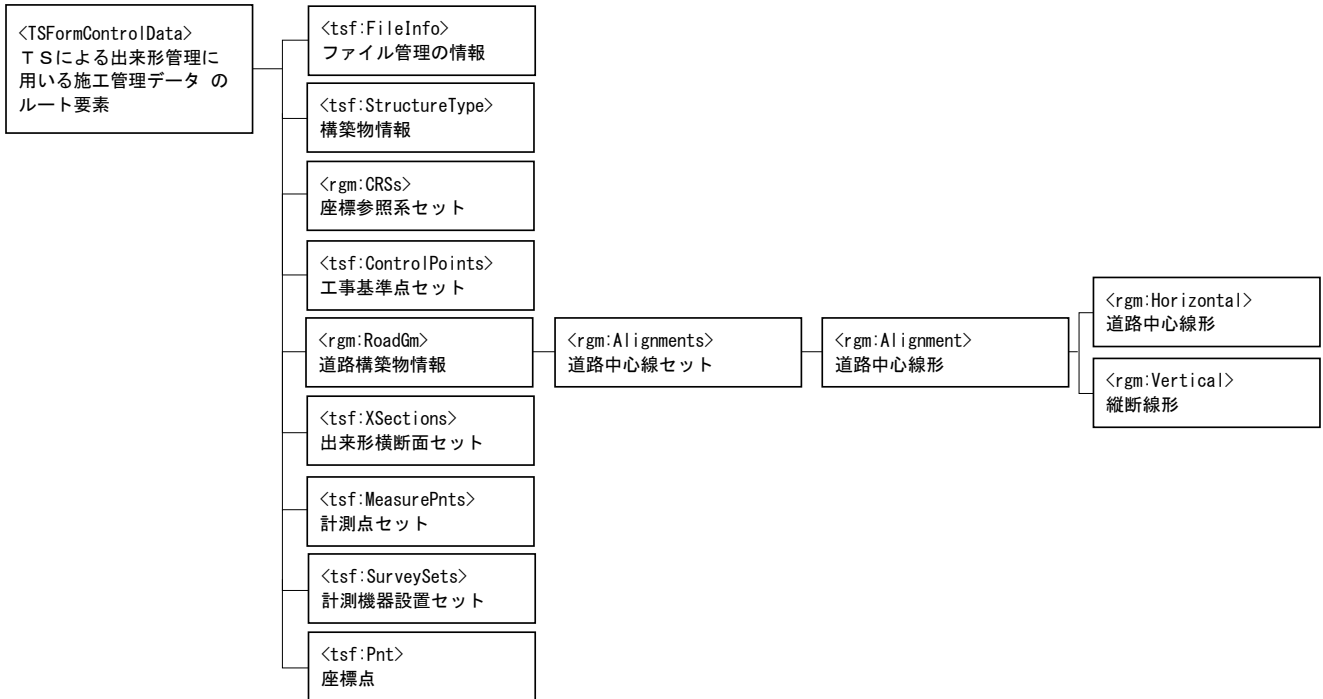
番号	機能	要件
1	出来形の良否評価機能	1) 取得した出来形評価用データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価ができる。
2	出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力機能	1) 3次元設計データから管理を行うべき各層の範囲を抽出して、各層毎に厚さあるいは標高較差（標高較差は、直下層の目標高さ+直下層の標高較差平均値+設計厚さから求まる高さとの差）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力することができる。 2) 標高較差は、平面座標が同じ位置の目標高さの差分として算出することができる。 3) 出来形管理図表（様式5）を満足する項目を表形式で印刷、または3次元モデルの属性情報として表示することができる。
3	出来形分布図の出力機能	1) 設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力できる。 2) 3次元設計データから管理を行うべき各層の範囲を抽出して、各層毎に3次元設計データと出来形評価用データの離れの計算結果を出来形評価用データのポイント毎に分布図として表示することができる。 3) 分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。 <ul style="list-style-type: none">・評価範囲全体が含まれる平面図（舗装の各層毎に別葉とする。）・離れの計算結果の規格値に対する割合示すヒートマップとして-100%~+100%の範囲で出来形評価用データのポイント毎に結果示す色をプロットするとともに、色の判例を明示する。<ul style="list-style-type: none">・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示する。・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する。

出来形管理用 T S 等光波方式技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件

番号	機能	要件																																																																																				
1	ファイル形式	施工管理データの交換に用いるファイル形式は、XML 形式（XML1.0 に準拠）とする。																																																																																				
2	データ構造	施工管理データの交換に用いる XML 文書構造は、XML Schema によるものとする。データ交換は、この XML Schema に対し、妥当な XML 文書(Valid XML Document)でなければならない。																																																																																				
3	文字符号化形式	XML ファイルならびに XMLSchema ファイルに使用する文字符号化形式は、「UTF-8」または「UTF-16」とする。																																																																																				
4	数値精度	<p>座標等に関する数値精度は、下記を確保することとする。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>精度</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>平面座標 (X, Y)</td> <td>少数点以下 6 桁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>測点 (m)</td> <td>少数点以下 4 桁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>距離 (m)</td> <td>少数点以下 4 桁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>標高 (m)</td> <td>少数点以下 4 桁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>円曲線半径 (m)</td> <td>少数点以下 4 桁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>クロソイドパラメータ</td> <td>少数点以下 4 桁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>クロソイド半径 (m)</td> <td>少数点以下 4 桁</td> <td></td> </tr> <tr> <td>傾斜 (%)</td> <td>少数点以下 3 桁</td> <td>傾斜方向は (+)、(-) で記述</td> </tr> <tr> <td>勾配 (1 : X)</td> <td>少数点以下 3 桁</td> <td>勾配方向は (+)、(-) で記述</td> </tr> <tr> <td>角度</td> <td>少数点以下 5 桁</td> <td>度分秒 ” 94-55-50.1234”</td> </tr> </tbody> </table>	項目	精度	備考	平面座標 (X, Y)	少数点以下 6 桁		測点 (m)	少数点以下 4 桁		距離 (m)	少数点以下 4 桁		標高 (m)	少数点以下 4 桁		円曲線半径 (m)	少数点以下 4 桁		クロソイドパラメータ	少数点以下 4 桁		クロソイド半径 (m)	少数点以下 4 桁		傾斜 (%)	少数点以下 3 桁	傾斜方向は (+)、(-) で記述	勾配 (1 : X)	少数点以下 3 桁	勾配方向は (+)、(-) で記述	角度	少数点以下 5 桁	度分秒 ” 94-55-50.1234”																																																			
項目	精度	備考																																																																																				
平面座標 (X, Y)	少数点以下 6 桁																																																																																					
測点 (m)	少数点以下 4 桁																																																																																					
距離 (m)	少数点以下 4 桁																																																																																					
標高 (m)	少数点以下 4 桁																																																																																					
円曲線半径 (m)	少数点以下 4 桁																																																																																					
クロソイドパラメータ	少数点以下 4 桁																																																																																					
クロソイド半径 (m)	少数点以下 4 桁																																																																																					
傾斜 (%)	少数点以下 3 桁	傾斜方向は (+)、(-) で記述																																																																																				
勾配 (1 : X)	少数点以下 3 桁	勾配方向は (+)、(-) で記述																																																																																				
角度	少数点以下 5 桁	度分秒 ” 94-55-50.1234”																																																																																				
5	施工管理データの機器間データ交換と「出来形管理基準及び規格値」の工種分類	<p>施工管理データの機器間データ交換を行なう工種分類は、「土木工事施工管理基準」別表第 1 直接測定による出来形管理で定める工種のうち、下表に示すものである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">土木施工管理基準及び規格値の分類</th> <th colspan="2">対応するデータ交換</th> </tr> <tr> <th colspan="2">工種</th> <th>項目</th> <th>掲載頁</th> <th>構築物種別 (type)</th> <th>構成の種別 (xSectType)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="12">共通工事</td> <td rowspan="4">掘削</td> <td>基準高</td> <td>4</td> <td rowspan="12">共通土工</td> <td rowspan="4">掘削</td> </tr> <tr> <td>幅</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>法長</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>施工延長</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td rowspan="4">盛土</td> <td>基準高</td> <td>4</td> <td rowspan="4">盛土</td> </tr> <tr> <td>幅</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>法長</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>施工延長</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">栗石基礎</td> <td>幅</td> <td>10</td> <td rowspan="3">栗石基礎</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>施工延長</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">碎石基礎</td> <td>幅</td> <td>10</td> <td rowspan="3">碎石基礎</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>施工延長</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">砂基礎</td> <td>幅</td> <td>10</td> <td rowspan="3">砂基礎</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>施工延長</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">均しコンクリート</td> <td>幅</td> <td>10</td> <td rowspan="3">均しコンクリート</td> </tr> <tr> <td>厚さ</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>施工延長</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">管水路工事</td> <td rowspan="2">管体基礎工 (砂基礎等)</td> <td>幅</td> <td>46</td> <td rowspan="2">管水路工事</td> <td rowspan="2">管体基礎工 (砂基礎等)</td> </tr> <tr> <td>施工延長</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">ほ場整備工事</td> <td rowspan="2">基盤造成</td> <td>基準高さ</td> <td>16</td> <td rowspan="2">ほ場整備工事</td> <td rowspan="2">基盤造成</td> </tr> <tr> <td>表土整地</td> <td>基準高さ</td> <td>16</td> <td>表土整地</td> </tr> </tbody> </table>	土木施工管理基準及び規格値の分類				対応するデータ交換		工種		項目	掲載頁	構築物種別 (type)	構成の種別 (xSectType)	共通工事	掘削	基準高	4	共通土工	掘削	幅	4	法長	4	施工延長	4	盛土	基準高	4	盛土	幅	4	法長	4	施工延長	4	栗石基礎	幅	10	栗石基礎	厚さ	10	施工延長	10	碎石基礎	幅	10	碎石基礎	厚さ	10	施工延長	10	砂基礎	幅	10	砂基礎	厚さ	10	施工延長	10	均しコンクリート	幅	10	均しコンクリート	厚さ	10	施工延長	10	管水路工事	管体基礎工 (砂基礎等)	幅	46	管水路工事	管体基礎工 (砂基礎等)	施工延長	46	ほ場整備工事	基盤造成	基準高さ	16	ほ場整備工事	基盤造成	表土整地	基準高さ	16	表土整地
土木施工管理基準及び規格値の分類				対応するデータ交換																																																																																		
工種		項目	掲載頁	構築物種別 (type)	構成の種別 (xSectType)																																																																																	
共通工事	掘削	基準高	4	共通土工	掘削																																																																																	
		幅	4																																																																																			
		法長	4																																																																																			
		施工延長	4																																																																																			
	盛土	基準高	4		盛土																																																																																	
		幅	4																																																																																			
		法長	4																																																																																			
		施工延長	4																																																																																			
	栗石基礎	幅	10		栗石基礎																																																																																	
		厚さ	10																																																																																			
		施工延長	10																																																																																			
	碎石基礎	幅	10		碎石基礎																																																																																	
厚さ		10																																																																																				
施工延長		10																																																																																				
砂基礎	幅	10	砂基礎																																																																																			
	厚さ	10																																																																																				
	施工延長	10																																																																																				
均しコンクリート	幅	10	均しコンクリート																																																																																			
	厚さ	10																																																																																				
	施工延長	10																																																																																				
管水路工事	管体基礎工 (砂基礎等)	幅	46	管水路工事	管体基礎工 (砂基礎等)																																																																																	
		施工延長	46																																																																																			
ほ場整備工事	基盤造成	基準高さ	16	ほ場整備工事	基盤造成																																																																																	
		表土整地	基準高さ			16	表土整地																																																																															
6	データ内容	施工管理データの交換において XML Schema (TSFormControlData.xsd) で規定される要素を次頁に示す。																																																																																				

6-1 全体構成

施工管理データの機器間データ交換の主要な要素について、その構成を下図に示す。



6-2 ルート要素

要素名	TSFormControlData	ルート要素
内容	TS による出来形管理に用いる施工管理データ交換標準のルート要素	
図	<pre> classDiagram class TSFormControlData class tsfFileInfo["tsf:FileInfo"] class tsfStructureType["tsf:StructureType"] class rgmCRSs["rgm:CRSs"] class tsfControlPoints["tsf:ControlPoints"] class rgmRoadGm["rgm:RoadGm"] class tsfXSections["tsf:XSections"] class tsfMeasurePnts["tsf:MeasurePnts"] class tsfSurveySets["tsf:SurveySets"] class tsfPnt["tsf:Pnt"] TSFormControlData "1" -- "1..∞" tsfFileInfo TSFormControlData "1" -- "1" tsfStructureType TSFormControlData "1" -- "1" rgmCRSs TSFormControlData "1" -- "1" tsfControlPoints TSFormControlData "1" -- "1..∞" rgmRoadGm TSFormControlData "1" -- "1" tsfXSections TSFormControlData "1" -- "1" tsfMeasurePnts TSFormControlData "1" -- "1" tsfSurveySets TSFormControlData "1" -- "1" tsfPnt </pre> <p>The diagram illustrates the structure of the root element TSFormControlData. It is a container class that includes several child elements:</p> <ul style="list-style-type: none"> tsf:FileInfo: ファイル管理の情報 (1..∞) tsf:StructureType: 構築物情報 (1) rgm:CRSs: 座標参照系セット (1) tsf:ControlPoints: 工事基準点セット (1) rgm:RoadGm: 道路構築物情報 (1..∞) tsf:XSections: 出来形断面セット (1) tsf:MeasurePnts: 計測点セット (0..∞) tsf:SurveySets: 計測機器設置セット (0..∞) tsf:Pnt: 座標点 (0..∞) 	
子要素	tsf:FileInfo tsf:StructureType rgm:CRSs tsf:ControlPoints rgm:RoadGm tsf:XSections tsf:MeasurePnts tsf:SurveySets tsf:Pnt	
テキスト ノード	-	
属性	-	

6-3 ヘッダー

利用スキーマのバージョンは、スキーマの取得アドレスとともにヘッダーにて管理を行う。

```
<tsf:TSFormControlData
xmlns:tsf=" http://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/index.html/ TSForm_Control_MAFF-1.0"
xmlns:rgm=" http://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/index.html/MAFF_RoadGM-1.1"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://www.maff.go.jp/j/nousin/sekkei/index.html/TSForm_Control_MAFF-1.0
TSForm_Control_MAFF-1.0.xsd">
```

6-4 ファイル管理情報

要素名	FileInfo					ファイル管理の情報
内容	ファイル管理に関する情報					
図						
子要素	-					
テキストノード	-					
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール	
	createDate	作成日時 (必須)	dateTime	<任意>	データの作成日時<表記例> "2007-02-24T14:28:40"	
	changeDate	修正日時	dateTime	<任意>	データの更新日時<表記例> "2007-02-24T14:28:40"	
	note	注記	string	<任意>	変更理由に関する注記	
記入例	<pre><tsf:FileInfo createDate="2010-10-31T12:00:00" /> <tsf:FileInfo createDate="2010-10-31T12:00:00" changeDate="2010-11-10T14:00:00" note="第1回設計変更" /></pre>					

注1：ファイル管理情報は、基本設計データ作成時においてデータ交換の記述に変更がある度に記録し、過去の変更情報も残すこととする。

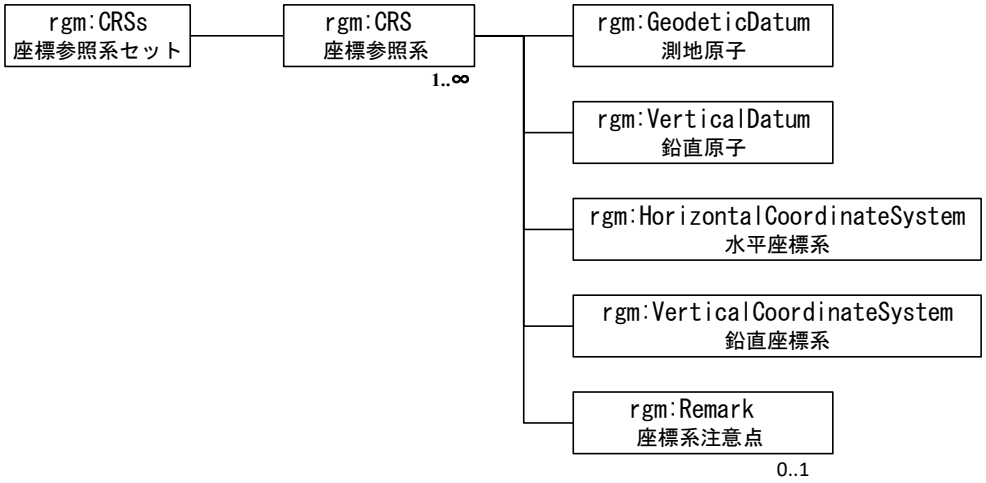
注2：出来形計測時はデータ交換の変更には含まないこととする。ファイル管理情報へ記述する必要はない。

注3：変更履歴は、ユーザーの判断で記録することとする。作成途中等の履歴を自動で残す必要はない。

6-5 構築物情報

要素名	StructureType		構築物情報		
内容	構築物の情報				
図	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">StructureType</div> <small>構築物情報</small>				
子要素	-				
テキストノード	-				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味、運用ルール
	type	構築物種別 (必須)	string	1 頁 (番号 5) 参照のこととする。	
	jobName	工事名	string	<任意>	出来形帳票に記述する工事名を記述する
	company	施工業者名	string	<任意>	施工業者名を記述する
	stationType	測点形式 (必須)	string	NO	測点名が NO.の場合
				SP	測点名が SP.の場合
				STA	測点名が STA.の場合
距離標				測点名が距離標 (距離) の場合	
記入例	<code><tsf:StructureType type=" 共通土工 " jobName=" A 水路工事 " company=" A 建設会社 " stationType="NO" /></code>				

6-6 座標参照系



要素名	rgm:CRSs	座標参照系セット
内容	座標系のコレクション	
図		
子要素	rgm:CRS [1..n]	
テキストノード	—	
属性	—	
記入例	<pre> <CRSs> <CRS CrsName="CRS1"> <GeodeticDatum>JGD 20000</GeodeticDatum> <VerticalDatum StdName="T.P." DifferToTP="0.0"/> <HorizontalCoordinateSystem>9(X,Y)</HorizontalCoordinateSystem> <VerticalCoordinateSystem>H</VerticalCoordinateSystem> <Remark>第9系</Remark> </CRS> </CRSs> </pre>	

要素名	rgm:CRS	座標参照系			
内容	対象となる道路構築物が位置する座標系				
図					
子要素	rgm:GeodeticDatum, rgm:VerticalDatum, rgm:HorizontalCoordinateSystem, rgm:VerticalCoordinateSystem, rgm:Remark [0..1]				
テキストノード	-				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	CRSName	座標系名称 (必須)	string	<任意>	例: CRS1

(1) 測地原子

要素名	rgm:GeodeticDatum	測地原子		
内容	測地原子			
図				
子要素	-			
テキストノード	データ型	データ		
	string	"JGD2000"	日本測地系 2000	
		"JGD2011"	日本測地系 2011	
		"TD"	日本測地系	
"WGS84"		世界測地系		
属性	-			

注: "WGS84"は、施工管理データの機器間データ交換の中では用いない

(2) 鉛直原子

要素名	rgm:VerticalDatum		鉛直原子		
内容	鉛直原子				
図	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">VerticalDatum</div> <small>鉛直原子</small>				
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	StdName	基準面名 (必須)	string	<任意>	例：T.P
	DifferToTP	TP との標高差 (必須)	double	<任意>	T.P（東京湾中等潮位）との差を記述

注：標高により鉛直位置を指定する場合の基準面を記述する

主要河川の基準名及びT、Pとの標高差

河川名	基準面	T、Pとの標高差
東京湾中等潮位	T.P	
北上川	K.P	-0.8745 m
鳴瀬川	S.P	-0.0873 m
利根川	Y.P	-0.8402 m
荒川・中川・多摩川	A.P	-1.1344 m
淀川	O.P	-1.3000 m
吉野川	A.P	-0.8333 m
渡川	T.P.W	+0.113 m
琵琶湖	B.S.L	+84.371 m


(3) 水平座標系

要素名	rgm:HorizontalCoordinateSystem		水平座標系	
内容	水平座標系			
図	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">HorizontalCoordinateSystem</div> <small>水平座標系</small>			
子要素	—			
テキストノード	データ型	データ		
	string	"1(X,Y)"		平面直角座標系第I系
		"2(X,Y)"		平面直角座標系第II系
		"3(X,Y)"		平面直角座標系第III系
		"4(X,Y)"		平面直角座標系第IV系
		"5(X,Y)"		平面直角座標系第V系
		"6(X,Y)"		平面直角座標系第VI系
		"7(X,Y)"		平面直角座標系第VII系
		"8(X,Y)"		平面直角座標系第VIII系
"9(X,Y)"		平面直角座標系第IX系		

		"10(X,Y)"	平面直角座標系第 X 系
		"11(X,Y)"	平面直角座標系第 X I 系
		"12(X,Y)"	平面直角座標系第 X II 系
		"13(X,Y)"	平面直角座標系第 X III 系
		"14(X,Y)"	平面直角座標系第 X IV 系
		"15(X,Y)"	平面直角座標系第 X V 系
		"16(X,Y)"	平面直角座標系第 X VI 系
		"17(X,Y)"	平面直角座標系第 X VII 系
		"18(X,Y)"	平面直角座標系第 X VIII 系
		"19(X,Y)"	平面直角座標系第 X IX 系
		"(B,L)"	測地座標系 (緯度・経度)
属性	-		

注：“(B,L)”は、施工管理データの機器間データ交換の中では用いない


(4) 鉛直座標系

要素名	rgm:VerticalCoordinateSystem		鉛直座標系
内容	鉛直座標系		
図			
子要素	-		
テキスト ノード	データ型	データ	
	string	"H"	鉛直原子となる平均海面からの高さ (初期値～)
		"h"	楕円体高
属性	-		

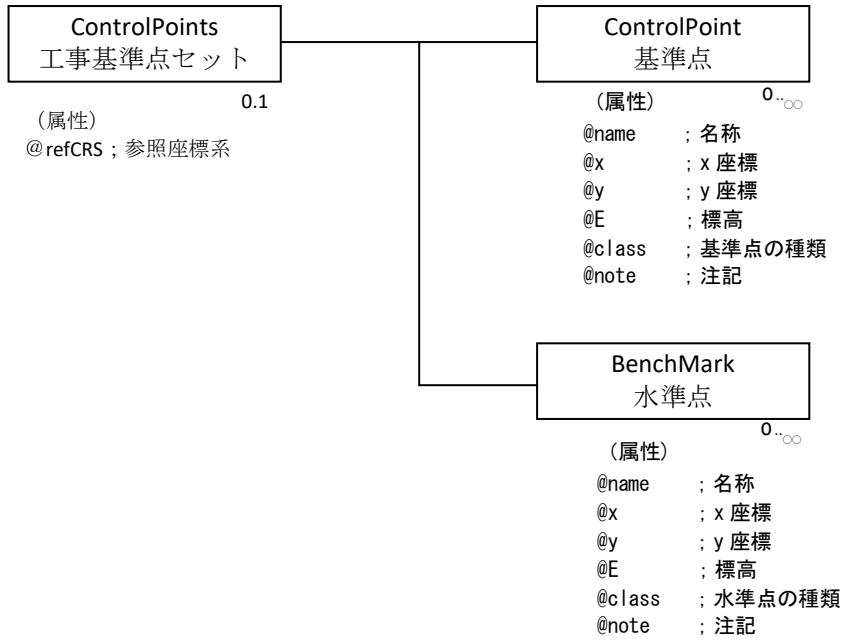
注1：標高により鉛直位置を指定する場合、鉛直座標系は"H"となる。

注2：“h”は、施工管理データの機器間データ交換の中では用いない

(5) 座標系注意点


要素名	rgm:Remark		座標系注意点
内容	座標参照系についてのコメント		
図			
子要素	-		
テキスト ノード	データ型	データ	
	string	<任意>	座標参照系についてのコメント
属性	-		

6-7 工事基準点



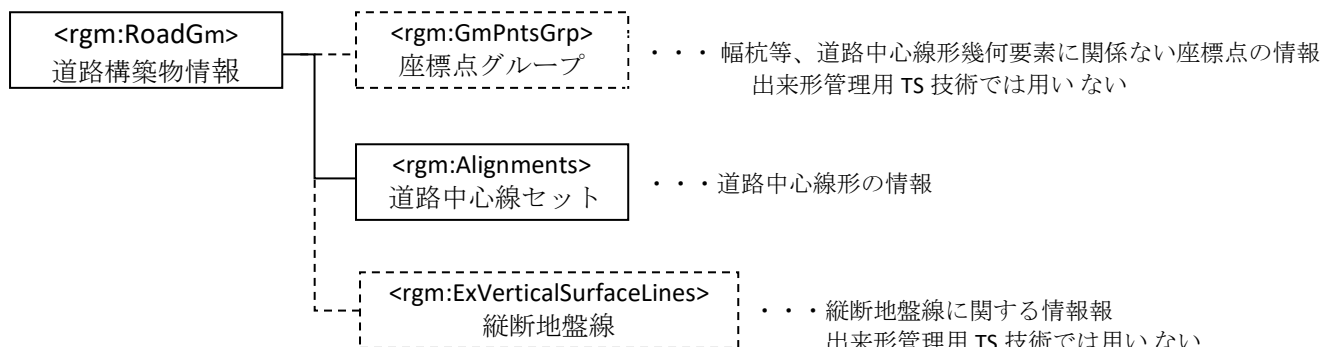
要素名	ControlPoints	工事基準点セット			
内容	工事に用いる基準点、水準点に関する情報				
図					
子要素	ControlPoint [0..n], BenchMark [0..n]				
テキストノード	-				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	refCRS	参照座標系 (必須)	string	rgm:CRS/ @CrsName	基準点・水準点の座標値に基づく (座標参照系 rgm:CRS) を、rgm:CRS 要素の Name 属性値により指定する

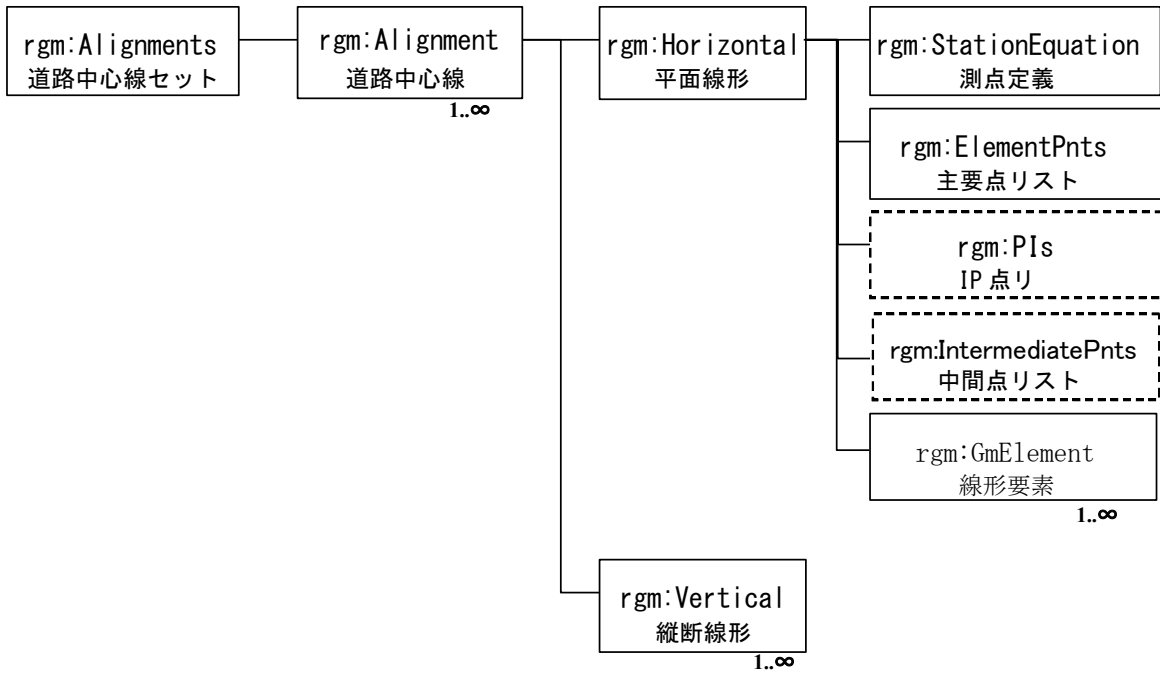
要素名	ControlPoint	基準点			
内容	基準点測量により設置された基準点（狭義の基準点）に関する情報				
図	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">ControlPoint</div> <small>基準点</small>				
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	name	基準点の名称 (必須)	String	<任意>	基準点の名称を記述する
	x	X座標 (必須)	double	<任意>	基準点測量により計算された、基準点のX座標
	y	Y座標 (必須)	double	<任意>	基準点測量により計算された、基準点のY座標
	E	標高	double	<任意>	基準点測量により計算された、基準点の標高
	class	基準点の種類	string	“電子基準点”	電子基準点の場合
				“一等三角点”	一等三角点の場合
				“二等三角点”	二等三角点の場合
				“三等三角点”	三等三角点の場合
				“四等三角点”	四等三角点の場合
				“1級基準点”	1級基準点の場合
“2級基準点”				2級基準点の場合	
“3級基準点”				3級基準点の場合	
“4級基準点”	4級基準点の場合				
note	注記	string	<任意>	基準点に関する注記	

要素名	BenchMark	水準点			
内容	基準点測量（水準測量）により設置された水準点に関する情報				
図					
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	name	水準点の名称 (必須)	string	<任意>	水準点の名称を記述する
	x	X 座標	double	<任意>	水準点の X 座標
	y	Y 座標	double	<任意>	水準点の Y 座標
	E	標高 (必須)	double	<任意>	水準測量により観測された、水準点の標高
	class	水準点の種類	string	“一等水準点”	一等水準点の場合
				“二等水準点”	二等水準点の場合
				“三等水準点”	三等水準点の場合
				“1 級水準点”	1 級水準点の場合
				“2 級水準点”	2 級水準点の場合
“3 級水準点”				3 級水準点の場合	
“4 級水準点”				4 級水準点の場合	
“簡易水準点”	簡易水準点の場合				
note	注記	string	<任意>	水準点に関する注記	

6-8 道路中心線形

要素名	rgm:RoadGm		道路構築物情報		
内容	道路中心線形の情報				
図					
子要素	rgm:GmPntsGrp[0..1], rgm:Alignments, rgm:ExVerticalSurfaceLines[0..1]				
テキストノード	-				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	RouteName	路線名 (必須)	string	<任意>	
	Classification	道路規格 (必須)	string	<任意>	以下から選択 第1種第1級, 第1種第2級, 第1種第3級, 第1種第4級 第2種第1級, 第2種第2級 第3種第1級, 第3種第2級, 第3種第3級, 第3種第4級, 第3種第5級 第4種第1級, 第4種第2級, 第4種第3級, 第4種第4級
	DesignSpeed	設計速度 (必須)	integer	<任意>	以下から選択 120,100,80,60,50,40,30,20 (km/h)
	TrafficVolume	設計交通量	integer	<任意>	(台/1日)
記入例	<pre><RoadGm Classification="第1種第2級" RouteName="一般〇〇号 (仮)" DesignSpeed="60" TrafficVolume="28400"> </RoadGm></pre>				





要素名	rgm:Alignments	道路中心線セット
内容	道路中心線形 (rgm:Alignment) のセット	
図		
子要素	rgm:Alignment [1..n]	
テキスト ノード	-	
属性	-	

要素名	rgm:Alignment		道路中心線形		
内容	道路中心線形に関する情報。				
図					
子要素	rgm:Horizontal, rgm:Vertical				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称 (必須)	string	<任意>	線形名称
	RefCRS	参照座標系 (必須)	string	rgm:CRS/ @CrsName	その線形が使用する参照座標系の名称
	Note	注記	string	<任意>	
記入例	<pre><Alignments> <Alignment Name="線形 1" Note="〇〇道〇〇区間" RefCRS="CRS1"> </Alignment> </Alignments></pre>				

注1：“Name”は、道路中心線形を識別するため、交換データの中で一意になるように記述する。

注2：道路中心線形の形状記述における座標値が基準とする座標参照系（rgm:CRS）を、rgm:CRS要素のName属性値により指定する。

(1) 平面線形

要素名	rgm:Horizontal	平面線形			
内容	平面線形に関する情報				
図					
子要素	rgm:StationEquation, rgm:ElementPnts, rgm:PIs[0..1], rgm:IntermediatePnts [0..1], rgm:GmElement[1..n], rgm:Superelevation[0..1]				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称 (必須)	string	<任意>	平面線形名称
	StartStationNO	開始測点番号 (必須)	integer	<任意>	
	StartAddDist	開始点追加距離 (必須)	double	<任意>	
	CumulativeDist	開始点累加距離標 (必須)	double	<任意>	開始測点を基準としたその位置までの距離
	EndStationNO	終了測点番号 (必須)	integer	<任意>	
	EndAddDist	終了点追加距離 (必須)	double	<任意>	
	Length	総延長 (必須)	double	<任意>	
	Method	線形計算手法名 (必須)	string	"IP 法" "要素法"	IP法か要素法の何れかを記入
	Note	注記	string	<任意>	
記入例	<pre><Horizontal Name="String" StartStationNO="0" StartAddDist="0.0000" EndStationNO="3" EndAddDist="13.2510" Length="73.2510" Method="IP 法" Note=" . . ." > </Horizontal></pre>				

①測点定義

要素名	rgm:StationEquation	測点定義
内容	測点の定義に関する情報	
図		
子要素	rgm:Interval, rgm:Brake [0..n]	
テキストノード	—	
属性	—	
記入例	<pre><StationEquation> <Interval Main="100.0" Sub="20.0"/> <Brake BeforeStationNO="4.625773" AfterStationNO="8.200000" CumulativeDist="462.5773"/></StationEquation></pre>	

要素名	rgm:Interval	測点間隔			
内容	測点の間隔に関する情報				
図					
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Main	主測点間隔 (必須)	double	<任意>	
	Sub	副測点間隔 (必須)	double	<任意>	

要素名	rgm:Brake	ブレーキ			
内容	測点の「ブレーキ」に関する定義情報				
図	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Breke</div> ブレーキ				
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	BeforeStationNO	ブレーキ前測点番号	integer	<任意>	ブレーキ地点より前の測点方式での測点値
	BeforeAddDist	ブレーキ前測点追加距離	double	<任意>	ブレーキ地点より前の測点方式での追加距離
	CumulativeDist	ブレーキ位置の累加距離標(必須)	double	<任意>	開始測点を基準としたその位置までの距離
	AfterStationNO	ブレーキ後測点(必須)	integer	<任意>	ブレーキ地点より後の測点方式での測点値(変更後の初期値)
	AfterAddDist	ブレーキ後測点追加距離(必須)	double	<任意>	ブレーキ地点より後の測点での追加距離
記入例	<StationEquation> <Brake BeforeStationNO="16" BeforeAddDist="15.723" CumulativeDist="335.723" AfterStationNO="14" AfterAddDist="3.819"/> </StationEquation>				

②主要点

要素名	rgm:ElementPnts	主要点リスト
内容	主要点のコレクション 主要点の並びについては記述順とする	
図		
子要素	rgm:ElementPnt [2..n]	
テキストノード	—	
属性	—	
記入例	<pre>< ElementPnts > < ElementPnt Name="KA16-1" x="38380.538689" y="-18641.517299" E="3.517299" Note=".." /> < ElementPnt Name="KE16-1" x="38387.865389" y="-18493.517299" E="4.175929" Note=".." /> < ElementPnt Name="KE16-2" x="38481.538689" y="-18405.517299" E="3.517299" Note=".." /> < ElementPnt Name="KA17-1" x="38576.865389" y="-18397.517299" E="4.175929" Note=".." /> < ElementPnt Name="EBC17-1" x="38705.538689" y="-18388.517299" E="3.517299" Note=".." /> </ ElementPnts ></pre>	

要素名	rgm:ElementPnt	主要点			
内容	主要点の情報				
図					
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称 (必須)	string	<任意>	主要点名称
	x	x 座標 (必須)	double	<任意>	
	y	y 座標 (必須)	double	<任意>	
	E	標高	double	<任意>	
	Note	注記	string	<任意>	

注：“E”は、施工管理データの機器間データ交換では、記述しない

③ I P 点

要素名	rgm:PIs	I P 点リスト
内容	I P 点のコレクション。 I P 点の並びについては記述順とする	
図		
子要素	rgm:PI [0..n]	
テキストノード	—	
属性	—	
記入例	<pre><PIs> <PI Name="IP-1" x="3723.982983" y="-2122.424066" E="-2122.424066" Note="..." /> <PI Name="IP-2" x="4723. 839829" y="-2522. 244606" E="-2422. 642640" Note="..." /> </PIs></pre>	

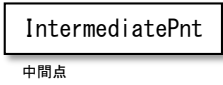
注：出来形管理用 TS 技術では、3 次元形状の算出における平面線形は、主要点の座標と線形要素の情報から算出することを基本とする。

要素名	rgm:PI	I P 点			
内容	I P 点の情報				
図					
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称 (必須)	string	<任意>	I P 点名称
	x	x 座標 (必須)	double	<任意>	
	y	y 座標 (必須)	double	<任意>	
	E	標高	double	<任意>	
	Note	注記	string	<任意>	

注：“E”は記述しない

④中間点

要素名	rgm:IntermediatePnts	中間点リスト
内容	中間点のコレクション。中間点の並びについては記述順とする。	
図		
子要素	rgm:IntermediatePnt [2..n]	
テキストノード	—	
属性	—	
記入例	<pre> < IntermediatePnts > < IntermediatePnt Name="0+00.00000" x="38446.938550" y="-19194.360620" E="3.517299" CumulativeDist="462.5773" TangentDirectionAngle="96-50-52.414" /> < IntermediatePnt Name="0+20.000000" x="38444.553871" y="-19174.503296" E="4.175929" CumulativeDist="482.5773" TangentDirectionAngle="96-50-52.414" /> . . . < IntermediatePnt Name="5+40.000000" x="38382.552226" y="-18658.212878" E="4.175929" CumulativeDist="982.5773" TangentDirectionAngle="96-50-52.414" /> < IntermediatePnt Name="5+56.896365" x="38380.537606" y="-18641.437048" E="3.517299" CumulativeDist="998.5773" TangentDirectionAngle="96-50-52.414" /> </ IntermediatePnts > </pre>	

要素名	rgm:IntermediatePnt	中間点			
内容	中間点				
図					
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称 (必須)	string	<任意>	中間点名称
	x	x 座標 (必須)	double	<任意>	
	y	y 座標 (必須)	double	<任意>	
	E	標高	double	<任意>	計画高
	Note	注記	string	<任意>	
	CumulativeDist	累加距離標 (必須)	double	<任意>	
	TangentDirectionAngle	接線方向角	string	<任意>	

⑤平面線形（幾何）要素

要素名	rgm:GmElement		幾何要素		
内容	平面線形を構成する幾何要素に関する情報				
図					
子要素	rgm:Line[0..n], rgm:Curve [0..n], rgm:Clothoid [0..n]				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称 (必須)	string	<任意>	幾何要素名称
	StartElementPnt	開始主要点 名称 (必須)	string	rgm:ElementPnt /@Name	開始側の端点の名称
	EndElementPnt	終了主要点 名称 (必須)	string	rgm:ElementPnt /@Name	終了側の端点の名称
	RefPI	参照 I P 点	string	rgm:PI/@Name	I P 法の場合、参照する I P 点の名称（線形計算手法名“Method”にて“I P 法”を選択した場合、必須）
記入例	<pre><GmElement Name="oo" StartElementPnt=" KA1-1" EndElementPnt=" KE1-1"RefPI="IP1"> <Line Name=" L1" Length="58.9937" /> </GmElement> <GmElement Name="oo" StartElementPnt=" KE1-1" EndElementPnt=" KE1-2"RefPI="IP1"> <Curve Name=" R3" Length="253.5836" Radius="300.000" Direction="ccw"/> </GmElement></pre>				

注 1：平面線形を構成する幾何形状の構成要素で、起点側から平面線形を構成する順番に記述する。

注 2：データ構造上、複数の線形要素（直線、円曲線、クロソイド）からなるものとして定義できるが、施工管理データ交換標準では、1つの直線、円曲線、クロソイドの単位で作成する。

注 3：“StartElementPnt”と“EndElementPnt”は、ElementPnt 要素の Name 属性値により指定する

1) 直線

要素名	rgm:Line		直線要素		
内容	直線の線形要素				
図	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Line</div> 直線要素				
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称	string	<任意>	直線名称
	Length	直線長	double	<任意>	

2) 円曲線

要素名	rgm:Curve		円弧要素		
内容	円弧（円曲線）の線形要素				
図	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">Curve</div> 円弧要素				
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称	string	<任意>	円曲線名称
	Direction	回転方向 (必須)	string	"cw"	進行方向に対し、時計回りの場合
				"ccw"	進行方向に対し、反時計回りの場合
	Radius	円弧半径 (必須)	double	<任意>	
Length	曲線長	double	<任意>		

3) クロソイド

要素名	rgm:Clothoid		クロソイド要素		
内容	クロソイドの線形要素				
図	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">Clothoid</div> クロソイド要素				
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	要素名	string	<任意>	
	Direction	回転方向 (必須)	string	"cw"	進行方向に対し、時計回りの場合
				"ccw"	進行方向に対し、反時計回りの場合
	StartRadius	開始半径 (必須)	double	<任意>	直線の場合は 0.0
	EndRadius	終了半径 (必須)	double	<任意>	直線の場合は 0.0
	A	クロソイドパラメータ (必須)	double	<任意>	
Length	緩和曲線長	double	<任意>		

(2) 縦断線形

要素名	rgm:Vertical		縦断線形		
内容	縦断線形の親要素				
図					
子要素	rgm:PVI [2..n]				
テキストノード	-				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	
	Name	名称 (必須)	string	<任意>	
	RefHorizontalName	参照平面線形名 (必須)	string	rgm:Horizontal/@Name	データが存在する平面線形の名称でなければならない
	StartStationNO	開始測点番号 (必須)	integer	<任意>	
	StartAddDist	開始点追加距離 (必須)	double	<任意>	
	CumulativeDist	累加距離標 (必須)	double	<任意>	開始測点を基準としたその位置までの距離
	EndStationNO	終了測点番号 (必須)	integer	<任意>	
	EndAddDist	終了点追加距離 (必須)	double	<任意>	
	Length	総延長	double	<任意>	
	Note	注記	string	<任意>	
記入例	<pre> <Vertical Name="縦断線形 1 " RefHorizontalName="平面線形 1 " StartStationNO="0.000000" StartAddDist="20000.0000" EndStationNO="14.570036" EndAddDist="30000.0000" Length="10000.0000" Note=" "> <PVI PVItype="始点"> <PVIpnt StationNO="0.000000" VCL="100.000" VCR="915.273" PH="543.671" CumulativeDist="0.0000"/> </PVI> <PVI PVItype="終点"> <PVIpnt StationNO="14.570036" VCL="100.000" VCR="915.273" PH="354.671" CumulativeDist="0.0000"/> </PVI> </Vertical> </pre>				

要素名	rgm:PVI		縦断勾配線		
内容	縦断勾配線の情報				
図					
子要素	rgm:PVIPnt,				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	PVIType	変移点のタイプ (必須)	string	“始点”	縦断線形の開始点の場合
				“中間点”	勾配変移点（中間点）の場合
“終点”	縦断線形の終了点の場合				

要素名	rgm:PVIPnt		縦断勾配変移点		
内容	縦断勾配変移点の位置、標高、縦断曲線長等				
図					
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	StationNO	測点番号 (必須)	integer	<任意>	
	AddDist	追加距離 (必須)	double	<任意>	
	CumulativeDist	累加距離標 (必須)	double	<任意>	開始測点を基準としたその位置までの距離
	E	変移点高 (必須)	double	<任意>	変移点の計画高
	VCL	縦断曲線長	double	<任意>	中間点は必須 (縦断曲線長もしくは縦断曲線半径の何れかは必須)
	VCR	縦断曲線半径	double	<任意>	中間点は必須 (縦断曲線長もしくは縦断曲線半径の何れかは必須)

6-9 出来形横断面

要素名	XSections		出来形横断面セット		
内容	横断面 (XSection) のセット。横断面が基準とする道路中心線形ごとに作成する。				
図	<p>The diagram shows a class <code>XSections</code> (出来形横断面セット) which contains a collection of <code>tsf:XSection</code> (横断面) and <code>tsf:FormCtrlTarget</code> (出来形管理対象). The <code>tsf:XSection</code> class has a multiplicity of <code>1..∞</code>. The <code>tsf:FormCtrlTarget</code> class has a multiplicity of <code>0..∞</code>.</p>				
子要素	tsf:XSection tsf:FormCtrlTarget				
テキストノード	-				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	refAlign	基準とする道路中心線形 (必須)	string	rgm:Alignment/@Name	子要素として定義する横断面が基準とする道路中心線形 (rgm:Alignment) を、rgm:Alignment 要素の Name 属性値で指定する
	refVertical	基準とする縦断線形 (必須)	string	rgm:Vertical/@Name	子要素として定義する横断面間の中間断面を算出する際に基準とする縦断線形 (rgm:Vertical) を、rgm:Vertical 要素の Name 属性値で指定する
	alignment	中心線形	boolean	なし (省略)	中心線形を利用する場合
				"false"	中心線形を利用しない場合 (舗装修繕工事等)
projectPhase	業務段階	string	<任意>	作成データの業務段階を記述する。(例) ○○年度設計	

注1：出来形横断面セットは1線形につき、1セットとする。

要素名	XSection		横断面		
内容	管理断面位置、形状変化位置、およびその他の横断面の情報。盛土断面から切土断面に変化するなど、横断構成が変化する断面では、起点側と終点側それぞれの横断面を作成する。				
図					
子要素	tsf:BuildForm tsf:ExistingBuildForm				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	name	横断面名	string	<任意>	横断面の名前を記述する。横断面名はユニークな名称とする。
	cumulativeDist	横断面の累加距離標 (必須)	double	<任意>	横断面の位置を累加距離標で記述する
	xSectChg	断面変化	boolean	"true"	横断構成が変化する断面 (同一測点において起点側、終点側の横断面が定義される断面) における終点側の断面である場合
				なし (省略)	上記以外の場合、属性を省略する。
	controlSect	管理断面	boolean	"true"	管理断面の場合
				なし (省略)	管理断面でない場合、属性を省略する。
	directionAngle	方向角	string	<任意>	舗装修繕工事等において任意の横断面の方向角を記述する。方向角は線形と横断面を夾む時計回りのなす角とする。
targetPntID	目標座標名称	string	Pnt/@pntName	舗装修繕工事等において、横断の方向を決定する座標点を選択する	

注1：出来形横断面セット (XSections) の中心線形 (alignment) がなし (省略) または、false の選択によって横断面 (XSection) の方向角 (directionAngle) および目標座標名称 (targetPntID) の記述を以下の通り制約することとする。

出来形横断面セット (XSections) 中心線形 (alignment)	横断面 (XSection) 方向角 (directionAngle)
なし (省略)	方向角 (directionAngle) および目標座標名称 (targetPntID) は使用しない。
false	方向角 (directionAngle)、目標座標名称 (targetPntID) が記述される。方向角と目標座標名称が両方含まれる場合は、目標座標名称を優先して横断面の方向の定義に利用する。

要素名	BuildForm	構築形状			
内容	構成点 (ComposedPnt) の並びで表現される横断形状。子要素の ComposedPnt は、幅員中心と横断面の左右の別に記述し、幅員中心から外側の順位に記述する。				
図	<pre> classDiagram class BuildForm { +ComposedPnt * } class ComposedPnt { } BuildForm "1" *-- "1..∞" ComposedPnt </pre>				
子要素	ComposedPnt				
テキストノード					
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	name	構築形状の識別名 (必須)	string	<任意>	構築形状の識別名を記述。前後の横断面で連続する構築形状は、同一の識別名とする。
	xSectType	横断構成の種別 (必須)	string	1 頁 (番号 5) 参照のこととする。	

要素名	ComposedPnt		構成点		
内 容	幅員中心から構築形状を構成する構成点。				
図					
子要素	—				
テキストノード	データ型	データ		データの意味	
	list of double	<任意>		構成点の解説、テキストノードの記述方法を参照し記述すること。	
属 性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	code	構成点コード (必須)	string	<任意>	構成点を識別するコード。前後の横断面で連続する構成点は、同一の構成点コードとする。
	Location	構成点の位置 (必須)	string	“Center”	幅員中心を定義する場合
				“Left”	幅員中心から左側の構成点を定義する場合
				“Right”	幅員中心から右側の構成点を定義する場合
	componentType	構成要素の種別	string	“Roadbed”	道路面を定義する場合
				“Slope”	法面を定義する場合
				“Berm”	小段を定義する場合
				“Other”	その他を定義する場合
	seriesPnt	連続点	boolean	なし (省略)	横断面の間で連続する構成点 (3次元形状を定義する点) の場合、属性を省略する。
				“false”	横断面の間で連続しない構成点 (3次元形状の定義に用いない点) の場合 (地形との交点など)
	dataType	テキストノードデータ構成 (必須)	string	“WidthHeight”	テキストノードのデータ構成は<幅員,比高差>で定義される。構成点位置が “Center” の場合は “WidthHeight” で記述することとし、幅員に中心離れ、比高差に中心からの比高を記述する。
				“Percent”	テキストノードのデータ構成は<幅員,%>で規定する勾配>で定義される。
				“Rate”	テキストノードのデータ構成は (比高差, 1 : x で規定する比勾配) で定義される。
	existence	実在	boolean	“true”	構成点が横断面において実在する場合 (地形との交点より内側にある場合)
“false”				構成点が横断面において実在しない場合 (地形との交点より外側にある場合)	
なし (省略)				管理断面以外で、構成点の実在が不明もしくは明示しない場合、属性値を省略する。	

<構成点の解説>

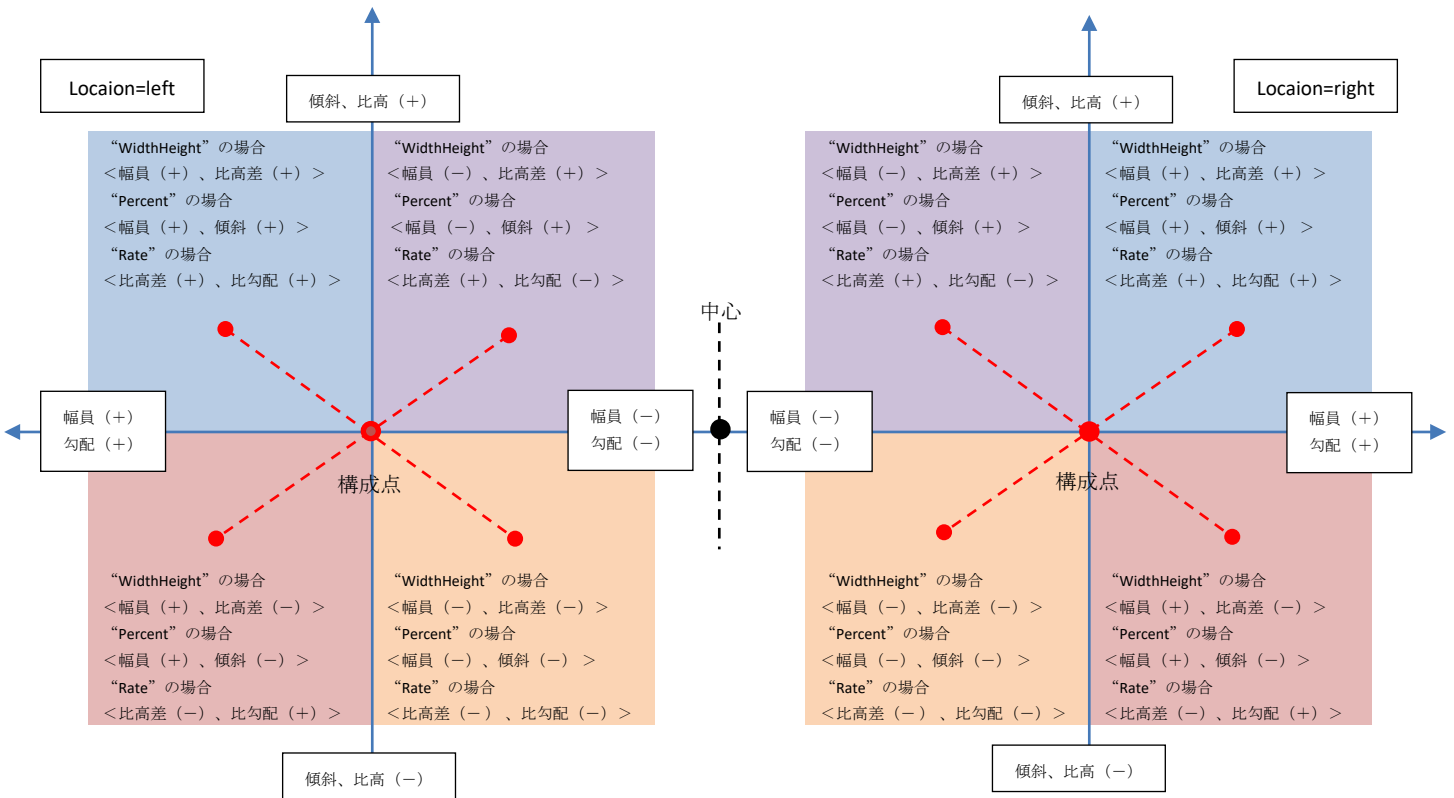
・ 構成要素の種別とテキストノードデータ構成

構成点の位置 (location) が左側構成点 (Left) , 右側構成点 (Right) の時は必ず構成要素の種別 (componentType) とテキストノードデータ構成 (dataType) を定義します。

・ テキストノードデータ構成の記述方法

幅員中心はWidthHeightで定義し、CL離れ (中心線における平面線形において接線方向に対して直角方向の平面的な離れ) と比高 (計画高からの高低差) をスペース区切りで入力する。また、幅員中心から左右の構成点を構築する要素の幅員, 傾斜 (%) で定義するPercent、比高差, 比勾配 (1 : x) で規定するRate、あるいは幅員, 比高差で規定するWidthHeightをスペース区切りで入力する。

各構成点は幅員中心に対して連続的に記述する。幅員中心は中心線形より左側なら (-)、右側なら (+) で記述する。各要素の幅員は、構成点から外側に向かって (+)、内側に向かって (-) で記述する。比高差は構成点から上側に向かって (+)、下側に向かって (-) で記述する。傾斜は、構成点から外側に向かって下向きは (-)、上向きは (+) で記述する。比勾配は構成点から外側に向かって (+)、内側に向かって (-) で記述する。



<横断面の解説>

横断面は、出来形管理に必要な横断形状 (施工形状) および現況横断等の地形の横断形状を表す情報である。出来形横断面は、平面線形の接線方向に対して直角方向に設定する。出来形横断面は、基本的に平面線形の進行方向に対して左右で定義する。河川工事等の設計図書においては、横断面を上流から下流方向の向きで作成するため築堤法線 (平面線形) の進行方向に対して左右が反転することとなる。本仕様書では、河川工事に適用する場合でも出来形横断面は、平面線形の進行方向に対して左右で定義することとする。

・ 横断形状の表現

横断形状は、構築形状 (BuildForm) ごとに、幅員中心から外側に向かって順番に記述した構成点 (ComposedPnt) の並びにより表現し、幅員中心の位置は中心線形からのCL離れと比高、構成点の位置は各構成点からの幅員と傾斜、比高値と勾配、幅員と比高差で表現する。

- 管理断面

管理断面とは、工事において出来形管理基準に基づき、出来形の管理を行う横断面をいう。通常、設計図書として示される横断面図が描かれる横断面（測点および主要点位置）が管理断面となる。

- 構成点の設定

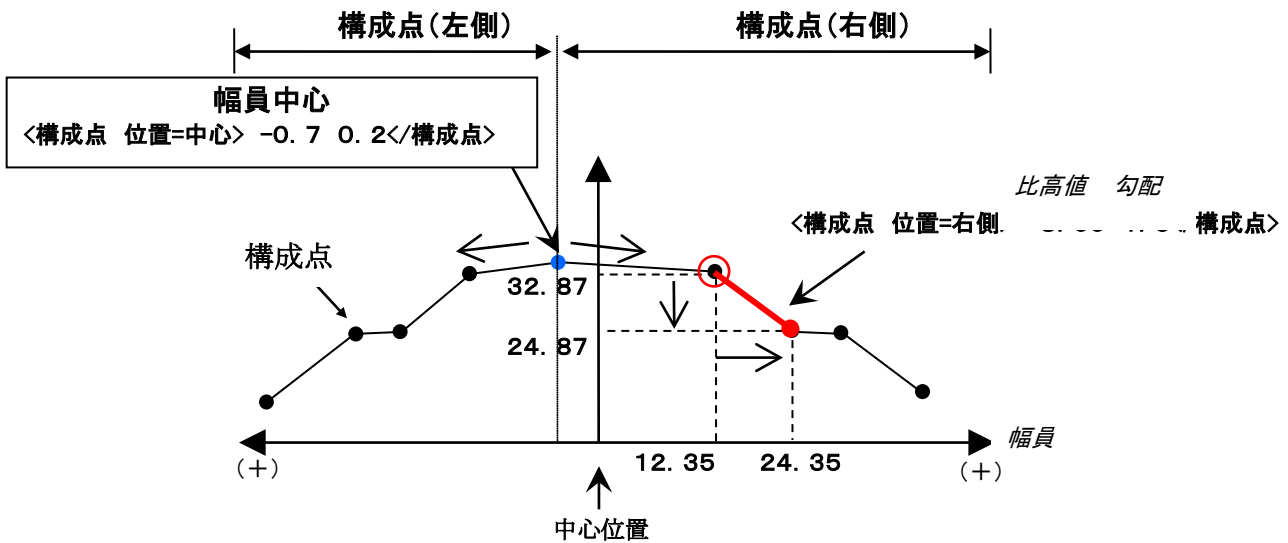
構成点とは、構築形状を構成する点をいう。構築形状は折れ線で表現することから、構成点は折れ線の始点と終点及び折れ点からなる。さらに、基準高さを測る位置のように、折れ点でなくとも出来形管理を行うべき点は必ず構成点を設定しなければならない。

<記述例>

```

<tsf:BuildForm name="盛土工" xSectType="路体盛土工">
  <tsf:ComposedPnt code="F1n0" location="Center" dataType="WidthHeight" existence="true">CL離れ 比高</tsf:ComposedPnt>
  <tsf:ComposedPnt code="L1n1" location="Left" componentType="Roadbed" dataType="Percent" existence="true">幅員 傾斜</tsf:ComposedPnt>
  <tsf:ComposedPnt code="L1n2" location="Left" componentType="Slope" dataType="Rate" existence="true">比高値 勾配</tsf:ComposedPnt>
  <tsf:ComposedPnt code="R1n1" location="Right" componentType="Roadbed" dataType="Percent" existence="true">幅員 傾斜</tsf:ComposedPnt>
  <tsf:ComposedPnt code="R1n2" location="Right" componentType="Slope" dataType="Rate" existence="true">比高値 勾配</tsf:ComposedPnt>
</tsf:BuildForm>
  
```

} 幅員中心
↓
左右の構成形状は各々、幅員中心から外側に向かって順番に定義



要素名	ExistingBuildForm		地形構築形状		
内容	地形構成点 (ExistingComposedPnt) の並びで表現される横断形状。 子要素の ExistingComposedPnt は、左端から右端に向かって一筆書きに記述する。				
図					
子要素	ExistingComposedPnt				
テキストノード					
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	name	構築形状の識別名 (必須)	string	<任意>	地形構築形状の識別名を記述。

要素名	ExistingComposedPnt		地形構成点		
内容	地形横断面を構成する構成点の情報。中心線形の進行方向にむかって左端から右端に向かって一筆書きで記述する。距離は、センターからの距離とし、路線の進行方向に向かって左を (-)、右を (+) とする。				
図					
子要素	-				
テキストノード	データ型	データ	データの意味		
	list of double	<任意>	横断形状の変化点は距離、地盤高の順にスペース区切で記述する。		
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	name	点名称	String	<任意>	測量した横断成果の点名称

要素名	FormCtrlTarget		出来形管理対象		
内容	出来形の管理対象（法長、幅、基準高、延長、厚さ、深さ）および断面積、面積の管理対象についての情報				
図	<pre> classDiagram class FormCtrlTarget { <<出来形管理対象>> } class tsfFormCtrlTargetPnt { <<出来形管理対象点>> } FormCtrlTarget "1" -- "1..∞" tsfFormCtrlTargetPnt </pre>				
子要素	tsf:FormCtrlTargetPnt				
テキストノード	-				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	controlItem	管理項目 (必須)	string	"SlopeLength"	出来形の管理項目が「法長」の場合
				"Width"	出来形の管理項目が「幅」の場合
				"Height"	出来形の管理項目が「基準高」の場合
				"Length"	出来形管理項目が「延長」の場合
				"Thickness"	出来形管理項目が「厚さ」の場合
				"Depth"	出来形管理項目が「深さ」の場合
				"XSectArea"	管理項目が「断面積」の場合
				"Area"	管理項目が「面積」の場合
	targetScope	対象範囲 (必須)	string	<任意>	出来形帳票作成において、1枚の「測定結果一覧表」にとりまとめる出来形管理項目の対象範囲（左側盛土の範囲など）について、その識別名を記述。1つの略図に対応する対象範囲である。
	targetRegio	対象部位 (必須)	string	<任意>	出来形管理を行うそれぞれの対象部位（1段目の小段、2段目法面など）の識別名を記述。
	targetPntType	対象点タイプ (必須)	string	"Shoulder Toe"	管理項目が法長のとき、対象部位の計測対象点を、「法肩点」、「法尻点」の順番に記述する場合
				"Toe Shoulder"	管理項目が法長のとき、対象部位の計測対象点を、「法尻点」、「法肩点」の順番に記述する場合
				"Inner Outer"	管理項目が幅のとき、対象部位の計測対象点を、「内側点」、「外側点」の順番に記述する場合
"Left Right"				管理項目が幅のとき、対象部位の計測対象点を、「左側点」、「右側点」の順番に記述する場合	
"TargetPnt"				管理項目が基準高のとき、その計測対象点のみを記述する場合	
"Upper Lower"				管理項目が深さのとき、対象部位の計測対象点を、「上側点」、「下側点」の順番に記述する場合	
"Lower Upper"				管理項目が厚さのとき、対象部位の計測対象点を、「下側点」、「上側点」の順番に記述する場合	
空文字	管理項目が延長、面積、断面積の場合（上記項目は、出来形管理対象点の記述の順番とする）				

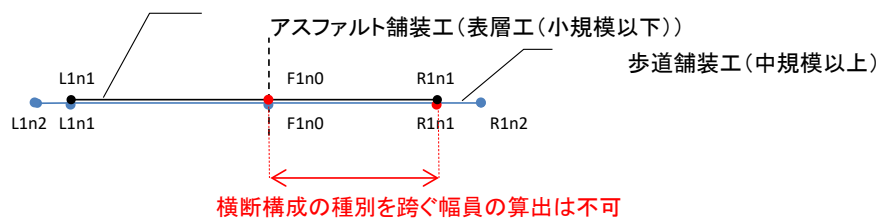
要素名	FormCtrlTargetPnt		出来形管理対象点		
内容	出来形管理の対象点についての情報				
図					
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	cumulativeDist	横断面の累加距離標 (必須)	double	XSection/@cumulativeDist	横断面の累加距離標で記述する。
	buildFormName	構築形状の識別名 (必須)	string	BuildForm/@name	構築形状の識別名を記述する。
	code	構成点コード (必須)	string	ComposedPnt/@code	構成点を識別するコード。
	xSectChg	断面変化	Boolean	XSection/@xSectChg	横断構成が変化する断面の有無を識別する

【注意事項】

・幅員、法長の出来形管理対象の定義

出来形管理対象点に複数の横断形状の識別名 (buildFormName) がある場合、定義する管理項目 (controllItem) がどの横断形状の形状の識別名に対応するか判別するために、幅員、法長、延長の管理項目は、横断形状の識別名の異なる管理項目の設定をしてはいけない。

<幅員の場合>



以下に示すように、出来形管理対象において複数の横断形状の識別名を有する記述はしないこと。

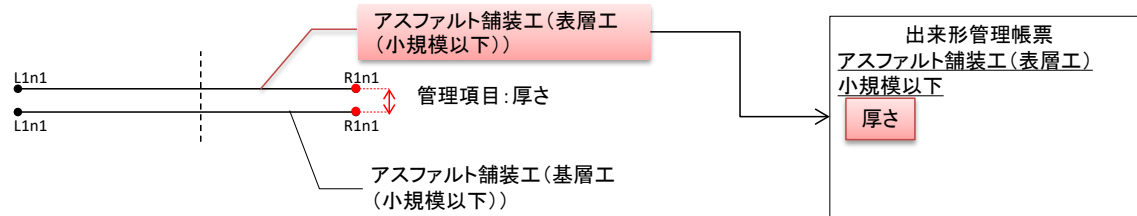
<悪い例>

```
<tsf:FormCtrlTarget controllItem="Width" targetScope="舗装" targetRegion="道路中心" targetPntType="Inner Outer">
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1000" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工(小規模以下))" code="F1n0"/>
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1000" buildFormName="歩道舗装工(中規模以上)" code="R1n1"/>
</tsf:FormCtrlTarget>
```

・ 厚さ、深さの出来形管理対象の定義

出来形管理対象点に複数の横断形状の識別名 (buildFormName) がある場合、厚さの管理項目は、上層に定義されている横断形状の識別名を定義される管理項目として判別する。また、深さの管理項目は、下層に定義されている横断形状の識別名を定義される管理項目として判別する。厚さの出来形管理対象は、同一の横断形状の識別名を含む厚さの管理項目を設定してはいけない。

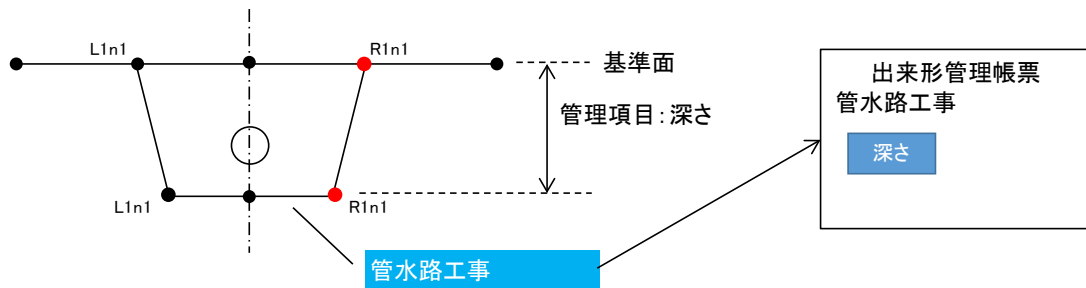
< 厚さの場合 >



< 記述例 >

```
<tsf:FormCtrlTarget controllItem="Thickness" targetScope="舗装" targetRegio="右1点目" targetPntType="Lower Upper">  
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1000" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工(小規模以下))" code="R1n1"/>  
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1000" buildFormName="アスファルト舗装工(基層工(小規模以下))" code="R1n1"/>  
</tsf:FormCtrlTarget>
```

< 高さ(深さ)の場合 >



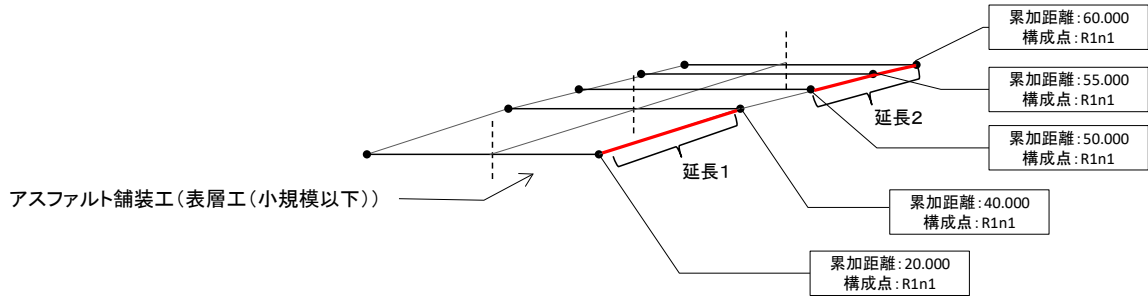
< 記述例 >

```
<tsf:FormCtrlTarget controllItem="Depth" targetScope="管水路工事" targetRegio="右1点目" targetPntType="Upper Lower">  
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1000" buildFormName="基準面" code="R1n1"/>  
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1000" buildFormName="管水路工事" code="R1n1"/>  
</tsf:FormCtrlTarget>
```

・延長の出来形管理対象の定義

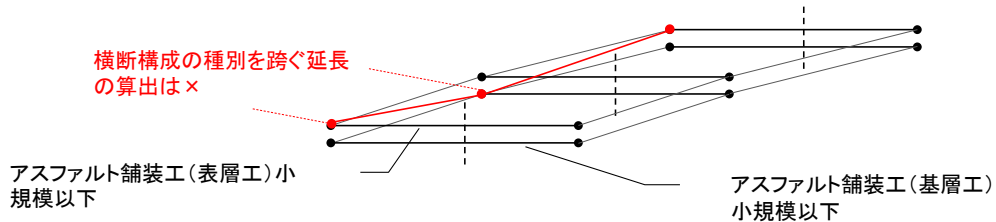
延長の出来形管理対象は、延長として算出する2点以上の複数の出来形管理対象点で構成される。複数の出来形管理対象点で構成される出来形管理対象ごとに延長を算出する。帳票を出力する場合は、同一の対象範囲（targetScope）毎に延長を算出することとする。

<記述例>



```
<tsf:FormCtrlTarget controllItem="Length" targetScope="延長 1" targetRegio="R1n1" targetPntType="">
  <tsf:FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="20.0000" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工(小規模以下))" code="R1n1" />
  <tsf:FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="40.0000" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工(小規模以下))" code="R1n1" />
</tsf:FormCtrlTarget>
<tsf:FormCtrlTarget controllItem="Length" targetScope="延長 2" targetRegio="R1n1" targetPntType="">
  <tsf:FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="50.0000" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工(小規模以下))" code="R1n1" />
  <tsf:FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="55.0000" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工(小規模以下))" code="R1n1" />
  <tsf:FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="60.0000" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工(小規模以下))" code="R1n1" />
</tsf:FormCtrlTarget>
```

出来形管理対象点に複数の横断形状の識別名（buildFormName）がある場合、定義する管理項目（controllItem）がどの横断形状の識別名に対応するか判別するために、延長の管理項目は、横断形状の識別名の異なる管理項目の設定をしてはいけない。



以下に示すように、出来形管理対象において複数の横断形状の識別名を有する記述はしないこと。

<悪い例>

```
<tsf:FormCtrlTarget controllItem="Length" targetScope="舗装" targetRegio="左1点目">
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1000" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工)小規模以下" code="L1n1" />
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1040" buildFormName="アスファルト舗装工(基層工)小規模以下" code="L1n1" />
  <FormCtrlTargetPnt cumulativeDist="1080" buildFormName="アスファルト舗装工(表層工)小規模以下" code="L1n1" />
</tsf:FormCtrlTarget>
```

6-10 計測点

要素名	MeasurePnts	計測点セット			
内容	計測点 (MeasurePnt) のセット。計測対象点が基準とする中心線形ごとに作成する。				
図	<pre> classDiagram class MeasurePnts { MeasurePnt 1..∞ } class MeasurePnt MeasurePnts "1" -- "*" MeasurePnt </pre>				
子要素	MeasurePnt				
テキストノード	-				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	classification	計測点の種別 (必須)	string	"FormControl"	出来形帳票に反映する出来形計測点 (出来形管理対象点を計測した計測点)
				"QualityInspection"	品質証明員の計測点
				"bySupervisor"	監督職員による計測点
				"byInspector"	検査職員による計測点
				"ExtraFormControl"	出来形管理対象点以外 (任意出来形管理) を計測した計測点 (その他の出来形計測点)
				"Any"	出来形帳票に反映可能な出来形計測点
	operator	測定者	string	<任意>	出来形帳票に記述する測定者を記述する
refAlign	基準とする道路中心線形 (必須)	string	rgm:Alignment/ @Name	子要素として定義する計測点の計測対象点が基準とする、道路中心線形 (rgm:Alignment) を、rgm:Alignment 要素の Name 属性値により指定する	
desc	備考	string	<任意>	計測点セットの説明	

要素名	MeasurePnt	計測点			
内容	出来形を計測した点についての情報				
図					
子要素	-				
テキスト ノード	データ型	データ		データの意味	
	list of double	<任意>		出来形を計測した計測点の座標値を、X座標、Y座標、標高の順番にスペース区切りで入力する	
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	pntName	計測点識別名 (必須)	string	<任意>	計測点を特定するための識別名をファイルの中で一意となるように記述する。
	controlSect	計測管理断面	double	XSection/@cumulativeDist	計測対象とした管理断面の累加距離標を記述する。施工管理記録として提出する計測点の場合は必ず記述する。
	xSectChg	断面変化	boolean	XSection/@xSectChg	横断構成が変化する断面の有無を識別する。
	targetPnt	計測対象点 (必須)	string	ComposedPnt/@code	計測対象とした横断面上の点について、その構成点コードを記述する。
	cumulativeDist	累加距離標 (必須)	double	<任意>	計測点の位置を、基準とする道路中心線形に対する累加距離標で記述する
	buildFormName	構築形状の識別名 (必須)	string	BuildForm/@name	構築形状の識別名を記述する
	cLOffset	CL 離れ (必須)	double	<任意>	計測点の、平面線形からの離れ (CL 離れ) を m 単位で記述する。CL 離れは、起点側から終点側に向かい、左側への離れを (-)、右側への離れを (+) とする。
	timeStamp	計測日時 (必須)	dateTime	<任意>	計測した日時<表記例> "2007-02-24T14:28:40"
	prismMethod	測定方式	string	"Prism"	プリズム方式での計測の場合
				"NonPrism"	ノンプリズム方式での計測の場合
	surveySets	機器設置識別名 (必須)	string	SurveySets@name	機器設置の識別名を記述する。
	satNum	衛星数	integer	<任意>	計測点の平均取得衛星数を記述する。(RTK-GNSSを用いた出来形管理のみ)
	rms	rms 値	double	<任意>	計測点のばらつきの指数 (RMS 値) を記述する。(RTK-GNSSを用いた出来形管理のみ)
epocNum	観測エポック数	integer	<任意>	計測点のエポック数を記述する。(RTK-GNSSを用いた出来形管理のみ)	
desc	備考	string	<任意>	計測点の説明	

注1：“pntName”は、出来形計測点を識別するため、交換データの中で一意になるように記述する。

<計測点の解説>

計測点は、計測した点を表す情報である。

出来形を計測した点の情報は、計測点の種別、基準とする中心線形ごとに作成した計測点セット (MeasurePnts) の中に、計測点 (MeasurePnt) として、その座標値、計測対象点等を記述する。

・計測点の種別

計測点は、正式な施工管理記録として提出するための計測点とそれ以外に分類する。

正式な施工管理記録として提出するための計測点は、計測点の種別 (classification) 属性を"FormControl"とした、計測点セット (MeasurePnts) の中に格納する。

計測点の種別を"FormControl"、"QualityInspection"、"bySupervisor"、"byInspector"とした計測点セットについては、測定者の違いに関わらず1つの出来形管理箇所に対する計測点 (MeasurePnt) は、必ず1つとなるように記述する。

例えば、一度計測した計測点の種別"FormControl"の計測点について、新たに計測した点と入れ替えたい場合、古い計測点については、計測点の種別"FormControl"とした計測点セットから削除し、出来形帳票に反映可能な出来形計測点"Any"の計測点セットに移動させる処理が必要である。また、計測点の種別が"QualityInspection"、"bySupervisor"、"byInspector"の場合は、古い計測点を上書きし1つの出来形管理箇所に対する計測点が1点となるような処理が必要である。

・計測点の情報

計測点 (MeasurePnt) には、座標値、計測点識別名、計測対象点、累加距離標、横断構成の種別、CL離れ、計測日時、機器設置識別名を必ず記述する。

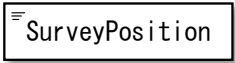
正式な施工管理記録として提出するための計測点 (計測点の種別を"FormControl"とした計測点セットに格納した計測点) については、計測管理断面 (controlSect) を必ず記述する。

累加距離標が計測点の実際の位置を記述するのに対し、計測管理断面は計測対象とした管理断面を記述するものである。

6-1-1 計測機器設置セット

要素名	SurveySets	計測機器設置セット			
内容	計測機器についての情報				
図					
子要素	SurveyPosition tsf:SurveyRefPnt				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	name	機器設置識別名 (必須)	string	<任意>	機器設置状態を特定するための識別名をファイルの中で一意となるように記述する
	equipmentType	機器名称 (必須)	string	"2 級 TS"	使用した測量機器を選択する。2 級以上の TS (1 級 TS 等) は "2 級 TS" を用いる。
				"3 級 TS"	
				"RTK-GNSS"	
	setupType	機器設置方法 (必須)	string	"既知点設置"	測量機器の設置方法を選択する
				"後方交会法"	
"ローカライゼーションあり"					
timeStamp	機器設置完了日時 (必須)	dateTime	<任意>	機器設置完了日時を記述する	
					"ローカライゼーションなし"
desc	備考	string	<任意>	計測機器の説明	

注1：“name”は、機器設置に関する情報を識別するため、交換データの中で一意になるように記述する。

要素名	SurveyPosition	機器設置点			
内 容	TS の機器設置点および RTK-GNSS の基準局についての情報				
図					
子要素	—				
テキストノード	データ型	データ	データの意味		
	list of double	<任意>	算出した計測機器の望遠鏡の位置を X 座標、Y 座標、Z 座標を順に記述する。(Z 座標は望遠鏡の高さである。)		
属 性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	pntName	機器設置点名称	string	ControlPoint/@name BenchMark/@name	機器設置時の機器設置点を要素の属性値より指定する。計測機器が TS で後方交会法による機器設置の場合は利用しないこととする。
	setHeight	機器設置高さ	double	<任意>	TS では、機器設置高さを利用した場合に記述する(後方交会法等引照点の高さを参照して機器設置した場合は利用しない)。GNSS では、基準局のアンテナ高。

要素名	SurveyRefPnt		機器設置引照点		
内容	TSの機器設置時の引照点およびRTK-GNSSのローカライゼーションに用いる引照点についての情報				
図	<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">SurveyRefPnt</div> <small>計測機器引継点</small>				
子要素	—				
テキストノード	—				
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	refType	引照点の方法 (必須)	string	“2D”	機器設置時の引照点の利用方法が平面のみの場合
				“BM”	機器設置時の引照点の利用方法が標高のみの場合
				“3D”	機器設置時の引照点の利用方法が平面・標高共有の場合
	pntName	引照点名称 (必須)	string	ControlPoint/@name BenchMark/@name	機器設置時の引照点を要素の属性値より指定する
	targetHeight	目標高さ (必須)	double	<任意>	TSではプリズム高さ。 GNSSでは移動局のアンテナ高さを記述する

6-12 座標点

要素名	Pnt		座標点		
内容	座標点についての情報				
図	<div style="border: 1px solid black; display: inline-block; padding: 2px;">Pnt</div> 座標点				
子要素	-				
テキスト ノード	データ型	データ		データの意味	
	list of double	<任意>		座標点の座標値を、X座標、Y座標、標高の順番にスペース区切りで入力する	
属性	属性名	属性の意味	データ型	データ	データの意味・運用ルール
	group	グループ名称	string	<任意>	座標点のグループを特定するための名称をファイルの中で一意となるように記述する。
	pntName	座標点識別名 (必須)	string	<任意>	座標点を特定するための識別名をファイルの中で一意となるように記述する。
	timeStamp	計測日時	dateTime	<任意>	計測した日時<表記例> "2007-02-24T14:28:40"
	desc	備考	string	<任意>	計測点の説明

基本設計データ作成ソフトウェアの機能と要件

番号	機 能	要 件
1	基本情報作成機能	<p>1) 契約図書を用いて、工事名や構築物情報等の工事情報を設定できる。</p> <p>2) T Sを用いた出来形管理で利用する基準点座標や水準点座標を入力できる。入力結果については平面的に位置を確認できる。</p> <p>3) ファイル管理の情報を入力できる。</p>
2	中心線定義読み込み・作成機能	<p>1) 平面線形データが入力できる。ただし、複数の線形を入力することができること。</p> <p>2) 縦断線形データが入力できる。ただし、1) で定義した平面線形毎に縦断線形を設定することができること。</p> <p>3) 作成した中心線形について、平面図及び縦断図として形状を確認することができ、1)、2) で入力した平面線形及び縦断線形の要素の入力値が確認できる。</p>
3	管理断面設定機能	読み込みあるいは作成した中心線形定義に対し、出来形管理を行う管理断面を設定できる。
4	横断形状定義作成機能	<p>1) 横断形状を設定する測点で、構築形状毎に横断形状を構築する要素が作成できる。</p> <p>2) 横断形状の中心と中心線形位置が異なる場合にオフセット値により変更できる。</p> <p>3) 各断面の横断形状に対して地山交点を設定できる。</p> <p>4) 作成した横断形状を測点毎に画面で確認できる。</p>
5	出来形管理箇所の設定機能	<p>1) 基準高さの管理箇所を設定できる。</p> <p>2) 幅員の管理箇所を設定できる。</p> <p>3) 法長さの管理箇所を設定できる。</p>
6	交換データの入出力機能	<p>1) 番号1～5で作成した基本設計データを、「出来形管理用 T S 技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」(別紙－4) に準拠したデータ形式で出力することができる。また、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて作成された基本設計データを読み込み、番号1～5の機能にて編集できる。</p> <p>2) 読み込まれた施工管理データのうち出来形測定データが参照しているデータは編集できてはならない。</p>

出来形帳票作成ソフトウェアの機能と要件

番号	機能	要件
1	施工管理データの読み込み機能	<p>1) 出来形管理用T Sから出力される出来形計測結果を含む施工管理データを読み込むことができる。</p> <p>2) 読み込まれた施工管理データに含まれる基本設計データや出来形測定データは編集できてはならない。</p>
2	出来形測定データの管理機能	<p>1) 出来形管理資料を作成するための出来形測定データを選択できる。</p> <p>2) 帳票作成に利用する計測点の位置を確認できる。</p> <p>3) 出来形計測データは編集できてはならない。</p>
3	出来形帳票作成機能	<p>1) 出来形管理資料について、「土木工事施工管理基準」を適用する請負工事に用いる帳票様式に準ずる帳票を作成できる。帳票様式は、出来形管理図表（様式 2-1）を対象とする。</p> <p>2) 測定値と出来形管理箇所を関連付け、基準高、幅、法長、高さ、厚さ、延長を算出できる。</p> <p>3) 監督職員及び検査職員の立会結果を、施工管理結果と区別して表示できる。</p> <p>4) 作成した帳票及び施工管理データを電子データで出力できる。</p> <p>5) その他手法による測定値を明確に区分けできる。</p> <p>6) 出力した帳票は編集できてはならない。</p>

出来形管理用 T S 等光波方式の機能と要件

番号	機能	要件
1	施工管理データの 読込機能	<p>1) 施工管理データとして、「出来形管理用 T S 技術に用いる施工管理データの機器間データ交換の機能と要件」(別紙ー 1) (以下、「施工管理データ交換機能要件」という。) に準拠したデータの入力ができる。</p> <p>2) 読み込まれた施工管理データに含まれる基本設計データや出来形測定データは編集できてはならない。</p>
2	T S の器械位置算 出機能	<p>1) T S を工事基準点上に設置し、器械位置を算出できる。</p> <p>2) 後方交会法により器械位置を算出できる。ただし、T S と利用する工事基準点の夾角が 30°~150° 以内の制限を超える場合は、器械位置を算出できてはならない。</p> <p>3) 器械設置後に、測定機器の情報として設置方法及び設置完了時刻等を登録できる。</p>
3	線形データの切替 え選択機能	<p>1) データ読み込み後、画面上に線形名一覧が表示され、選択ができる。</p> <p>2) T S の設置後に線形を切替えた場合、T S が認識している T S の器械位置がリセットされない。</p>
4	基本設計データの 確認機能	<p>1) 平面線形データ確認機能</p> <p>① 平面線形の幾何形状を構成する要素の全ての数値を確認できる。</p> <p>② ソフトウェアが算出した全測点の測点番号・平面座標値 (X, Y) ・接線方向角 (中間点計算書成果の一部) を確認できる。</p> <p>2) 縦断線形データ確認機能</p> <p>① 縦断線形の幾何形状を構成する要素の全ての数値を確認できる。</p> <p>② 縦断線形が画面に再現できる。(線形全体が一画面に表示され且つ、表示画面の拡大・縮小表示、移動が行えること。)</p> <p>③ ソフトウェアが算出した全測点の測点番号・計画高を確認できる。</p> <p>3) 横断面データ確認機能</p> <p>① 設計された横断面の測点名が一覧表で確認できること。</p> <p>② 上記測点の横断形状を構成する幾何要素が確認できる。</p> <p>③ 上記測点の横断形状を画面に再現できる。(ひとつの断面形状全体が一画面に表示され且つ、表示画面の拡大・縮小表示、移動が行えること。)</p>
5	T S との通信設定 確認機能	<p>1) 接続する T S とのデータ通信に関する良否を確認できる。(ただし、T S 一体型の場合は不要。)</p> <p>2) T S の測定条件設定 (温度補正の入切り・プリズム定数の設定等) を確認できる。</p>
6	任意点での出来形 管理機能	<p>1) 測定値の座標から平面線形に直交する垂線を求め、平面線形の起点からの累加距離をもとに測点を算出、表示できる。(断面抽出)</p> <p>2) 1) で算出した測点の横断形状において測定値の CL 離れ距離と当該横断形状の CL 離れ距離での標高差 (横断形状と測定値の鉛直方向の差)、標高値を算出できる。</p> <p>3) 基本設計データから、1) で算出した測点の横断形状を算出し画面表示できる。</p> <p>4) 測定者が指定した横断形状の構成点の設計値と測定値 (CL 離れ距離、標高) とその差 (CL 離れ距離差、標高差) を画面表示できる。</p> <p>5) 測定値や比較している横断形状の構成点がどの位置かを画面上に表示できる。</p> <p>6) 測定対象のプリズム高さを測定時及び測定結果の記録時に表示できる。</p>
7	管理断面での出来 形管理機能	<p>1) 管理断面名、構築形状、出来形管理箇所 (中心や法肩等) を画面で選択し、被測定点へプリズムを誘導する機能。測定位置が指定した管理断面の近傍にない場合は、管理断面までの距離の表示できる。</p> <p>2) 管理断面名、構築形状、出来形管理箇所、出来形管理の測定項目 (法長、幅員、基準高等) を画面上で選択し、測定できる。</p>

番号	機能	要件
		<p>3) 測定対象のプリズム高さを測定時及び測定結果の記録時に表示できる。</p> <p>4) 測定値を出来形管理箇所と関連付け、法長、幅、基準高を算出できる。</p> <p>5) 出来形管理の測定項目の設計値と比較し、その差を示すことができる。</p> <p>① 1点の測定で判定できるもの(基準高等)の場合は、高さ判定を行う。</p> <p>② 2点の測定で判定できるもの(法長、幅等)の場合は、測定点と対象部位(辺)を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの時は長さの判定を行う。</p> <p>6) 管理断面に対して直角方向に±10cm以上離れた測定値は、出来形測定データとして記録できてはならない。</p>
8	延長の管理機能	1) 測定値を管理箇所と関連付け、管理箇所となっている延長を測定し、算出できる。
9	測定距離制限機能	<p>1) TSの器械設置あるいは出来形測定前に、利用するTS本体の級別を入力できる。ただし、器械設置あるいは出来形測定前に入力した級別は、新たに器械設置するまでその級別を保持しなければならない。</p> <p>2) TSから被測定点までの斜距離が制限距離を超える場合には、TSの器械位置算出及び出来形測定データの登録ができてはならない。ただし、TSを工事基準点上に設置し、方向角を取得して器械位置を算出する場合は、この制限は適用しなくて良い。</p> <p>3) TSから被測定点までの斜距離が制限距離を超える場合に、制限距離以上であるためTSの器械位置算出及び出来形測定データの登録ができないことを知らせることができる。</p>
10	出来形測定データの登録機能	<p>1) 出来形測定点の出来形管理箇所を横断図上に表示できる。出来形測定を行った測定の横断形状上に出来形管理箇所が表示できる。</p> <p>2) 出来形測定点の出来形管理箇所を登録できる。</p> <p>3) 管理断面の場合は、番号7 2)で測定前あるいは登録時に選択した出来形管理箇所が登録できる。</p> <p>4) 測定点の種別を登録できる。</p> <p>5) 測定機器の設置情報を登録できる。</p> <p>6) 登録した出来形測定データは編集できてはならない。</p>
11	出来形測定データの取得漏れ確認機能	<p>1) 横断形状と出来形測定データの取得状況(取得済あるいは未取得)を表示できる。</p> <p>① 横断形状の全体が一画面に表示されること。</p> <p>② 表示画面の拡大・縮小表示、移動が行えること。</p> <p>③ 測定漏れの有無を管理断面毎に判定し、結果を画面表示すること。</p> <p>2) 測定漏れの存在する管理断面名リストを一覧表示できる。</p> <p>3) 測定漏れの存在する場合は、2)の画面から測定点を選択し、番号7の管理断面での出来形管理機能により出来形測定が実施できる。</p>
12	監督・検査現場立会い確認機能	<p>1) 番号11の画面表示上から施工管理として測定済みの点を選択し、TS設置位置からの逆打ち誘導画面を表示できる。</p> <p>2) 測定済み点と立会い確認時の測定点の高さの差を表示できる。</p> <p>3) 番号6及び7に示す出来形管理ができる。</p> <p>4) 監督・検査データであることを識別し、測定点の種別を登録できる。</p>
13	施工管理データの書出し機能	<p>1) 「施工管理データ交換機能要件」に沿ったデータを手作業による修正等の作業無く容易に出力できる。</p> <p>2) 出来形測定データのファイル名を任意で付けられる。</p>

ICT地盤改良機の機能、要件及び設定

(1) 地盤改良工（表層安定処理等、固結工（中層混合処理））

番号	機能	要件
1	攪拌判定・表示機能	<ul style="list-style-type: none"> ・「『攪拌装置の有効な攪拌範囲』が、各管理ブロックの底面の四隅の点全てを1回以上通過した場合に当該管理ブロックが攪拌された」と判定する機能。また、管理ブロックサイズを10cm以下にした場合については、「『攪拌装置の有効な攪拌範囲』が、各管理ブロックの底面の四隅の点のうち1点以上通過した場合に当該管理ブロックが攪拌された」と判定する機能。 ・上記の機能で攪拌されたと判定された管理ブロックを、車載モニターに表示する機能。
2	改良材注入量等計測・表示機能	<ul style="list-style-type: none"> ・区画割ごとに累積の改良材注入量及び攪拌回数を車載モニターに表示するとともに記録する機能。
3	施工範囲の分割機能	<ul style="list-style-type: none"> ・施工範囲を地盤改良設計データで指定される管理ブロックに分割し、車載モニターに表示する機能。
4	攪拌装置サイズ設定機能	<ul style="list-style-type: none"> ・使用する攪拌装置の幅及び奥行きに応じて『攪拌装置の有効な攪拌範囲』を任意に設定できる機能。
5	システムの起動とデータ取得切替機能	<ul style="list-style-type: none"> ・データの取得・非取得を施工中適宜切り替えることが出来る機能。
6	施工完了範囲の判定・表示機能	<ul style="list-style-type: none"> ・受注者が定める管理ブロックごとの施工管理値（改良材注入量・攪拌回数等）を施工中リアルタイムで車載モニターに表示し、これをオペレータが確認しながら施工できる機能。モニターへの表示方法については受注者の任意とする。
7	出来形管理資料作成機能 (施工時の写真撮影を省略する場合)	<ul style="list-style-type: none"> ・ICT地盤改良機械から取得する施工履歴データを用いて、出来形管理資料を作成する機能
8	ICT地盤改良機械の設定	<ol style="list-style-type: none"> 1) 施工範囲の設定 ICT地盤改良機械に地盤改良設計データを入力し、施工範囲が車載モニターに正しく平面図表示されていることを確認する。 2) 管理ブロックごとの管理値の設定 所要の攪拌回数及び改良材注入量は、従来と同様に受注者の提案する管理値を監督職員の承諾のもと設定する。 3) 攪拌装置の幅・奥行き・深さの設定 攪拌幅・奥行き・深さは、使用する攪拌装置の、実際に攪拌翼が通過する範囲の幅・奥行き・深さのことである。トレンチャ式の場合は、トレンチャの刃が通過する領域の幅・奥行き・深さが、ロータリー式を使用する場合は、攪拌翼の幅・奥行き（回転直径）・深さ（回転直径）が、幅・奥行き・深さになる。実際に使用する攪拌装置の幅・奥行き・深さを実測し、システムに入力する。

I C T地盤改良機の機能、要件及び設定

(2) 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

番号	機能	要件
1	攪拌装置位置データによる攪拌判定・表示機能	<p>1) 施工完了の判定を以下の基準に従って行える機能。</p> <p>各改良箇所において、施工開始時の杭芯位置と、設計上の杭芯位置とのずれが x, y 各成分について杭径 D の 8 分の 1 ($D/8$) 以内であり、かつ設計上の深度（又は最深部の標高）以深に攪拌翼先端が達した場合、当該改良体を施工済みと判定する。ただし、着底管理の場合は、従来どおりの着底判断基準を用いる。</p> <p>2) 施工済み範囲の表示方法：平面図上に図示した改良範囲に改良完了を示し、着色して表示できる機能。</p> <p>3) 複数の回転軸がある場合、各回転軸の中心で設計の杭芯位置 (x, y) に対する差 ($\Delta x, \Delta y$) を管理できる機能。</p> <p>4) 以下、①～②に示す数値を改良体の天端高として自動記録又はオペレータの操作により cm 単位で記録する機能。</p> <p>①貫入吐出の工法の場合：攪拌装置貫入時、空打ち部を経てスラリー吐出を伴う攪拌混合を開始する時点の吐出口の深度 (H) 又は標高 (z)</p> <p>②引抜き吐出の工法の場合：改良体天端付近でスラリー吐出を伴う攪拌混合を終了する時点の吐出口の深度 (H) 又は標高 (z)</p> <div data-bbox="526 1086 1316 1444" style="text-align: center;"> </div> <p style="text-align: center;">図 攪拌判定・表示機能 (出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案) (令和5年3月) P8-22)</p>
2	改良材吐出量等計測・表示機能	改良体ごとに累積又は深度 1 m 当りの改良材吐出量及び攪拌回数を車載モニターに表示するとともに記録する機能。
3	杭径設定機能	使用する攪拌装置の径に応じて『攪拌装置の有効な攪拌範囲』を任意に設定できる機能。
4	施工完了範囲の判定・表示機能	受注者が定める施工管理値（改良材吐出量・攪拌回数等）を施工中リアルタイムで車載モニターに表示し、これをオペレータが確認しながら施工できる機能。モニターへの表示方法については受注者の任意とする。
5	出来形管理資料作成機能	I C T地盤改良機械より取得する施工履歴データを用いて、出来形管理資料を作成する機能。

6	I C T地盤改良機械の設定	<p>1) 施工箇所の設定</p> <p>I C T地盤改良機械に地盤改良設計データを入力し、改良体の配置と改良体番号が車載モニターに正しく平面図表示されていることを確認するとともに、改良体番号で指定した任意の改良体が、平面図上の正しい位置に表示されることを確認する。</p> <p>2) 施工管理値の設定</p> <p>所要の攪拌回数及び改良材吐出量は、受注者の提案する管理値を監督職員の承諾のもと設定 する。</p> <p>3) 施工管理値の設定</p> <p>使用する攪拌装置の径を実測し、I C T地盤改良機械に入力する。</p>
---	----------------	---

地盤改良設計データ作成ソフトウェアの機能と要件

(1) 地盤改良工（表層安定処理等、固結工（中層混合処理））

番号	機能	要件
1	地盤改良設計 データの入力 機能	<p>1) 座標系の選択機能 地盤改良設計データの座標系を選択する機能。</p> <p>2) 管理ブロックサイズ入力機能 地盤改良範囲の平面的な位置を表すために、施工範囲全体を区画割に分割し、各区画割をさらに長方形、正方形の領域（管理ブロックとよぶ）に分割する機能。また、分割された領域に対して地盤改良を行う範囲を指定する機能。分割する格子の幅・奥行き のサイズ（以下「管理ブロックサイズ」という）は、攪拌装置の幅と奥行き のサイズよりも小さい任意のサイズに設定することとし、ソフトウェアにはこの設定機能も必要である。</p> <p>3) 地盤改良範囲の入力機能 設計図面に示される地盤改良範囲（平面位置・改良範囲下端の深度（H）又は標高） を入力できる機能。</p>
2	地盤改良設計 データの出力 機能	上記1で作成した地盤改良設計データを使用するソフトウェアのオリジナルデータ等 で出力する機能。

地盤改良設計データ作成ソフトウェアの機能と要件

(2) 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

番号	機能	要件
1	地盤改良設計 データの入力 機能	1) 座標系の選択機能 地盤改良設計データの座標系を選択する機能。 2) 地盤改良設計データの出力機能 設計図書等に基づき、地盤改良設計データをICT地盤改良機に入力する機能。攪拌装置の回転軸が複数である場合、杭芯位置は各軸について入力できること。
2	地盤改良設計 データの出力 機能	上記1で作成した地盤改良設計データを監督職員が可読であるCSVデータで出力する機能。もしくは、地盤改良計測データを監督職員が読み取ることが可能なソフトの提出。

出来形帳票作成ソフトウェア（地盤改良工）の機能と要件

(1) 地盤改良工（表層安定処理等、固結工（中層混合処理））

番号	機能	要件
1	施工が完了した範囲の出力機能	地盤改良設計データと施工履歴データを用いて、所要の攪拌回数・改良材注入量を満足して施工が完了した範囲を区画図に出力する。
2	出来形管理資料の出力機能	「第4 出来形管理資料の作成」に例示した出来形管理資料（全体改良範囲図、施工管理図又は施工管理データグラフ）を参考に出来形管理資料を出力する。 地盤改良設計データで規定された地盤改良範囲の個々の区画割に対して、攪拌回数及び改良材注入量が規定値を満足していることを確認できる出来形管理資料を出力する。

出来形帳票作成ソフトウェア（地盤改良工）の機能と要件

(2) 地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

番号	機能	要件
1	施工が完了した範囲の出力機能	地盤改良設計データと施工履歴データを用いて、所要の攪拌回数（軸回転数又は羽根切り回数）・改良材吐出量を満足して施工が完了した改良体の位置を全体改良範囲図に着色して表示する。
2	出来形管理資料の出力機能	「第4 出来形管理資料の作成」に例示した資料（全体改良範囲図等）を参考に出来形管理資料を出力する。 地盤改良設計データで規定された個々の改良体に対して、攪拌回数及び改良材吐出量、深度、改良長が規定値を満足していることを確認できる施工管理データ帳票を出力・提出し、施工管理及び出来形管理を行う。

出来形座標確認ソフトウェアの機能と要件

番号	機能	要件
1	3次元データを読み込む機能	1) 作成した3次元設計データを読み込んで表示する機能。また、表示機能には3次元モデルとして回転、移動、拡大と縮小できる機能に加えて、平面図ビューを含むこととする。
2	3次元データを読み込む機能	2) 計測した3次元座標データ(単点計測の出来形計測点あるいは多点計測の点群データから出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ)を読み込む機能。
3	出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上にあることが確認できる機能	3) 出来形計測点と3次元設計データを重ねて表示することで出来形計測箇所の適否が確認できる機能。

(様式 - 1)

2-1 舗装工事以外

年 月 日

工事名： _____

受注者名： _____

作成者： _____

基本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、座標は正しいか。	
		・ 縦断変化点の測点、標高は正しいか。	
		・ 曲線要素は正しいか。	
④出来形横断面形状	全延長	・ 作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か。	
		・ 基準高、幅、法長は正しいか。	
		・ 出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか	

- (1) 各チェック項目について、チェック結果欄に「○」を記入すること。
- (2) 受注者が監督職員に本様式を提出した後に、監督職員から内容を確認するための資料請求があった場合は、受注者は速やかに以下の資料等を提示するものとする。
 - 1) 工事基準点リスト（チェック入り）
 - 2) 線形計算書（チェック入り）
 - 3) 平面図（チェック入り）
 - 4) 縦断図（チェック入り）
 - 5) 横断図（チェック入り）
- (3) 添付資料については、上記以外に分かりやすいものがある場合は、その資料の提示でよい。

(様式 - 1)

2-2 舗装工事

年 月 日

工事名： _____

受注者名： _____

作成者： _____

基本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、座標は正しいか。	
		・ 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。	
		・ 幅・基準高は正しいか。	
		・ 出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか	

- (1) 各チェック項目について、チェック結果欄に「○」を記入すること。
- (2) 受注者が監督職員に本様式を提出した後に、監督職員から内容を確認するための資料請求があった場合は、受注者は速やかに以下の資料等を提示するものとする。
 - 1) 工事基準点リスト（チェック入り）
 - 2) 線形計算書（チェック入り）：新設舗装工事のみ
 - 3) 平面図（チェック入り）
 - 4) 縦断図（チェック入り）
 - 5) 横断図（チェック入り）
 - 6) 構造図（チェック入り）：縁石工・排水構造物工のみ
- (3) 添付資料については、上記以外に分かりやすいものがある場合は、その資料の提示でよい。

(様式 - 2)

※TS等光波方式の場合

精度確認試験結果報告書

計測実施日： 年 月 日

機器の所有者・試験者又は精度管理担当者： (株)〇〇測量

〇〇 〇〇

精度確認の対象機器 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123	写真
検証機器（真値を測定する測定機器） <input 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：〇年〇月〇日 測定条件：天候 晴れ 気温 18℃ 測定場所：(株)〇〇〇〇 構内道路改修工事にて 検証機器と既知点の距離： m	
精度確認方法 ■TSと国土地理院で規定が無いTS等光波方式の各座標の較差	

精度確認試験結果（詳細）

① 真値の計測結果（3級TS）

Blank area for recording measurement results for 3rd grade TS.

② 国土地理院で規定が無いTS等光波方式による計測結果

計測状況写真

Blank area for recording measurement status photos.

③ 差の確認（測定精度）

国土地理院で規定が無いTS等光波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			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1 点目			
2 点目			

X成分（最大） =
Y成分（最大） =
Z成分（最大） =

(様式 - 2)

※TS (ノンプリズム方式) の場合

精度確認試験結果報告書

計測実施日： 年 月 日

機器の所有者・試験者又は精度管理担当者： (株) ○○測量

○○ ○○

精度確認の対象機器 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123	写真
検証機器 (真値を測定する測定機器) <input type="checkbox"/> TS : 3級TS以上 <input type="checkbox"/> 機種名 (級別○級)	写真
測定記録 測定期日：○年○月○日 測定条件：天候 晴れ 気温 18℃ 測定場所：(株)○○○○ 構内道路改修工事にて 検証機器と既知点の距離： m	写真
精度確認方法 ■TS (プリズム方式) とTS (ノンプリズム方式) 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 (TS (プリズム方式))

写真

真値の計測結果 (TS (プリズム方式))			
	X	Y	Z
1点目			
2点目			

② TS (ノンプリズム方式) による計測結果

計測状況写真

真値の計測結果 (TS (プリズム方式))			
	X'	Y'	Z'
1点目			
2点目			

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			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目			
2点目			

X成分 (最大) =

Y成分 (最大) =

Z成分 (最大) =

UAV空中写真測量の精度確認試験実施手順書

1 実施時期

UAV空中写真測量の精度確認は、撮影した空中写真を用いた写真測量時に行うため、空中写真撮影後、写真測量ソフトウェアから計測点群データを算出する際に行う。本精度確認は、UAV空中写真測量による計測ごとに行うものとする。

2 実施方法

現場に設置した既知点を使用し、UAV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。

3 検証点の設置

真値となる座標値は、基準点又は工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

4 評価基準

UAV空中写真測量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。

5 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

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

1. カメラキャリブレーションの実施記録

①カメラキャリブレーション 実施日	年 月 日
②作業機関名	
③実務担当者	
④使用するデジタルカメラ	メーカー名称 : (製造メーカー名) 測定装置名称 : (商品名、機種名) 測定装置の製造番号 : (製造番号)

2. 精度確認試験結果 (概要)

①精度確認試験実施年月日	年 月 日
②作業機関名	
③実務担当者	
④測定条件	天候 気温
⑤測定場所	
⑥検証機器 (検証点を確認する機器)	T S : 3級T S以上 <input type="checkbox"/> 機種名 (特別〇級)
⑦精度確認結果	検証点の各座標の較差

※カメラの位置計測に用いた機器がある場合は、以下を記入すること。

(カメラの位置計測に用いた機器)

①メーカー名	
②名 称	
③製造番号	
④写 真	

精度確認試験結果（詳細）

①真値とする検証点の確認

写真

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			
2点目			

②空中写真測量による計測結果

写真

空中写真測量で測定した検証点の位置座標			
	X'	Y'	Z'
1点目			
2点目			

③差の確認

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)

検証点の座標点較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目			
2点目			

X成分 (最大) =

Y成分 (最大) =

Z成分 (最大) =

※各成分の合格判定は、基準値 5 cm以内。

TLSの精度確認試験実施手順書

1 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前に行うことが望ましい。現時点においては、T L S 本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。

2 実施方法

①現場での実施方法

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2箇所以上の既知点を設置し、T L S による計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。

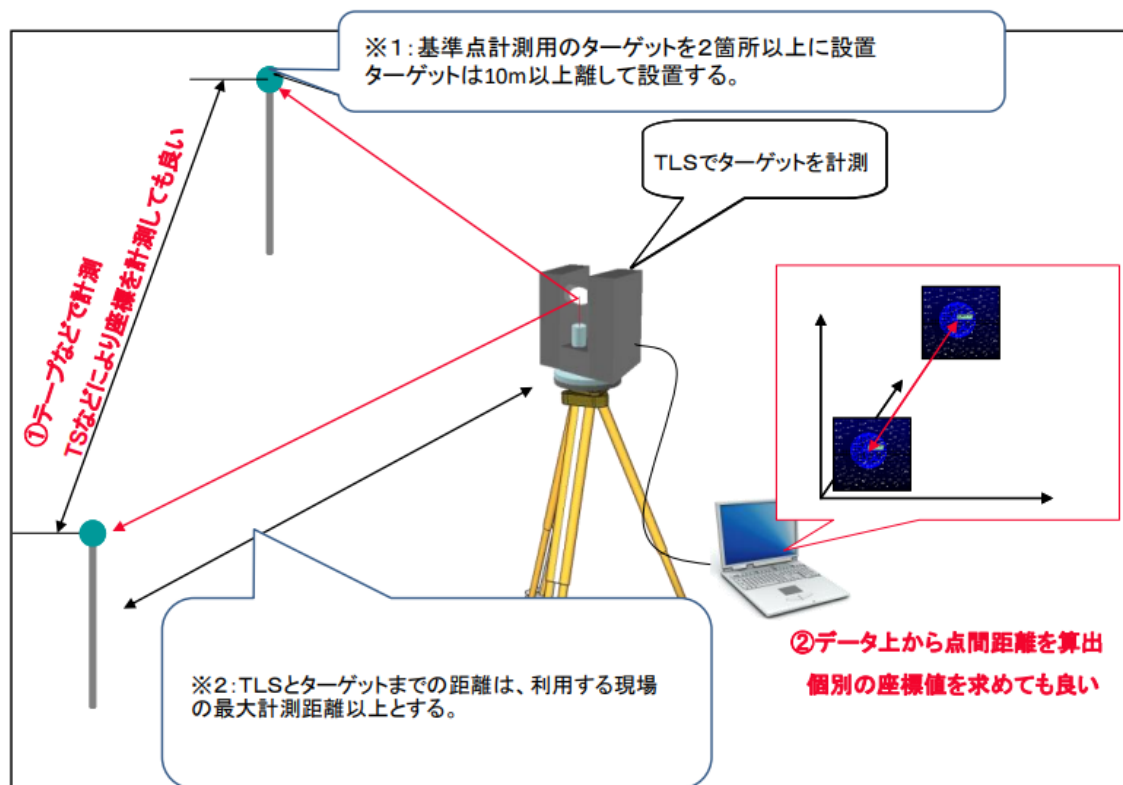


図 4-1 TLSと既知点の設置

出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和4年3月版 国土交通省）p2-199

②事前の実施方法

上記と同様の手法を用いて、事前に精度確認を行うことも可能である。この場合、利用する現場条件を特定できないことから、計測機器の仕様に応じて、計測予定距離以上の距離に既知点を設置し、その精度が±20mm 以内であることを確認する。

3 検証点の検測

設置した検査点（基準点）をT S又はテープで計測する。

4 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

5 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

工事名： _____

受注者名： _____

作成者： _____

T L S 精度確認試験結果報告書

1. 精度確認の対象機器

①メーカー名	:	写真
②測定装置名称	:	
③測定装置の製造番号	:	

2. 検証機器（標定点を計測する測定機器）

<input type="checkbox"/> テープによる検証	: J I S ○ 種 ○ 級	写真
	<input type="checkbox"/> (商品名○○)	
<input type="checkbox"/> T S による検証	: 3 級 T S 以上	
	<input type="checkbox"/> (商品名○○)	

3. 測定記録

①測定期日	:	写真
②測定条件	天候 :	
	気温 :	
③測定場所	:	
	:	

4. 精度確認の方法

<input type="checkbox"/> 既知点の座標間距離	
------------------------------------	--

精度確認試験結果（詳細）

①テープによる検査点の確認

写真

設置した検査点（基準点）をTS又はテープで計測する。

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 (L) : m

②T L Sによる確認

写真

T L Sによる既知点の点間距離 (L')				
	X	Y	Z	点間距離
1点目				
2点目				

③差の確認

T L Sの計測結果による点間距離 (L') - テープによる実測距離 (L)

差 =

※合格判定は、基準値20mm以内。

UAVレーザーの精度確認試験実施手順書

1 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前に行うことが望ましい。現時点においては、UAVレーザー本体に関する定期点検の必要性などが規定されていないため、暫定案として利用前 12 か月以内に精度確認試験を実施することとする。ただし、メンテナンス等により IMU と LS を分離した場合は、組立後に精度確認試験を実施することとする。

2 実施方法

飛行コースと直交する横断方向に水平位置検証点、標高検証点を 3 箇所以上設置する。設置位置は飛行コース直下に 1 箇所、出来形計測時に想定している有効計測角でレーザーが射出される位置付近に 1 箇所ずつ設置する。検証点として x , y , z 座標が特定できる点を用いることで、水平位置検証点と標高検証点を兼ねる事が出来る。また、既存の構造物の角など、既存の明瞭な地物で、計測点群データから x , y , z 座標が特定できるものがあれば、水平位置検証点、標高検証点として用いてもよい。

計測は同じ飛行コース上を往路方向と復路方向の各 1 回飛行して行う。

検証点を飛行コースと直交する横断方向に複数個設置できない場合は、1 か所の検証点に対して、レーザーの射出角度が有効計測角、鉛直下方、その中間となるように、検証点に対する飛行コースの横断方向離隔を変化させて往路、復路の計測を行ってもよい。

3 検証点の座標算出

検証点を往路方向と復路方向の各 1 回飛行して、標高検証点、水平位置検証点を計測し、往路、復路の標高検証点の z 座標、水平位置検証点の x , y 座標の較差を算出する。解析は出来形計測の精度確認に示す要領で実施するが、最適軌跡解析は往路と復路で分割せず、一連の軌跡として解析する。

4 評価基準

往路と復路で計測した標高検証点及び水平位置検証点の x , y , z 座標を比較して較差を算出し、較差が基準を満足していることを確認する。実現場における有効計測角や飛行対地高度、飛行速度、スキャン回転数、レーザー発行回数等の計測諸元は、本確認試験で設定したものと同様に設定する。

5 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

工事名 : _____

受注者名 : _____

作成者 : _____

UAVレーザー精度確認試験結果報告書

1. 精度確認の対象機器

①メーカー名	:	写真
②測定装置名称	:	
③測定装置の製造番号	:	

2. 検証機器 (検証点を計測する測定機器)

2級トータルステーション (機種名○○○)	写真
--------------------------	----

3. 測定記録

①測定期日	:	写真
②測定条件	天候 : 気温 :	
③測定場所	: :	

4. 精度確認の方法

<input type="checkbox"/> 標高検証点との標高較差	
<input type="checkbox"/> 水平位置検証点との座標較差	

精度確認試験結果（詳細）

① 検証点の計測結果

飛行対地高度： ○m

水平位置検証点							
点名	計測角 (°)	往路		復路		往路と復路の較差	
		① X座標(m)	② Y座標(m)	③ X座標(m)	④ Y座標(m)	①-③ X較差(mm)	②-④ Y較差(mm)

標高検証点				
点名	計測角 (°)	往路	復路	往路と復路の較差
		⑤ Z座標(m)	⑥ Z座標(m)	⑤-⑥ Z較差(mm)

(較差と計測角の関係を示すグラフ等)

② 較差の確認（測定精度）

UAVレーザーの計測結果による計測点座標 — 検証点座標

飛行対地高度 ○m

有効計測角 ○度 ; 合格（基準値50mm以内）

地上移動体搭載型LSの精度確認試験実施手順書

1 適用

地上移動体搭載型LSシステムは、地上移動体の位置と搭載されるレーザースキャナーの組合せにより、対象地形の3次元点群を得る技術である。また、本技術は新たな技術開発が日進月歩で進んでおり、要素技術の性能向上、システムを構成する機器の組合せも変化している。このため、現状では同一の精度管理手法ではなく、システムごとに精度管理方法を定めることが計測効率の確保に寄与すると考えられる。

そこで、本手順書では起工測量及び出来形計測作業の精度確保と効率的な実施の実現に向けて、システムごとの計測計画立案に必要な精度管理方法、精度確保のためのシステムの運用方法を定める試験方法として位置づけている。

2 実施方法

1) 計測条件の設定

① 主要な機器構成とシステム概要

地上移動体と搭載するレーザースキャナーを用いて3次元座標点群を求める仕組みについて主要な機器構成と計測の仕組みを明記する。仕組みについては、地上移動体の位置及び姿勢を特定する方法と、レーザースキャナーで得られる相対位置と地上移動体の位置と姿勢を組合せる際の流れが解る内容とすることに留意する。主要な機器構成とシステム概要は、試験結果に添付する。

② 主要な構成機器の精度

上記の仕組みの主要な構成機器の測定精度について記載する。主要な機器構成は、移動体本体と搭載されるレーザースキャナー本体とし、各構成について明記すること。

a) 地上移動体本体

地上移動体の位置及び姿勢を確定する機器の仕様と精度を記載する。

b) レーザースキャナー本体

地上移動体に搭載するレーザースキャナーの仕様と精度を記載する。

③ 計測手順

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

④ 計測範囲の設定

レーザースキャナーの搭載高さから想定される測定面上に対して、所定の密度(100点以上/1㎡)及び測定精度を確保できる距離を設定する。

⑤ 最大計測距離の設定(測定精度が最も不利な条件の設定)

地上移動体搭載型LSが適正に稼働している状態で、地上移動体の自己位置及び姿勢の測定精度が最も不利となる条件を設定する。

2) 精度確認

地上移動体搭載型LSを用いて計測した結果から得られる検証点のx, y, zの成分と、検証点をTS等で計測した結果で得られる座標値のx, y, zの成分とをそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

3 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に行うことも可能であるが、利用前に行うことが望ましい。また、地上移動体搭載型LSについては、定期点検や精度確保の公的な制度が規定されていないことから、暫定案として利用の12か月以内に実施することとする。

4 検証点の検測

検証点は、基準点又は工事基準点を基礎に、TS等を用いて計測する。その際、水平位置の計測に3級TSを用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を100m以内とする（2級TSは150m以内）。

5 評価基準

計測結果をTS等による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

6 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

試験条件

現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

現場幅及び計測範囲の条件

※地上移動体搭載型LSを用いた計測において、要求精度に対して最も不利となる条件を設定すること。

※システムの構成や計測の仕組みに応じて、要求精度に対して最も不利になる条件を設定すること。

精度確認試験結果（詳細）

① 検証点の計測結果（T S等による計測）

真値の座標（〇〇, 〇〇, 〇〇）

② 地上移動体搭載型L Sによる計測結果

検証点の結果

③ 差の確認（測定精度）

水平位置の精度確認							
点 名	検証点		M L S の計測値		水平較差		判 定
	① X座標(m)	② Y座標(m)	③ X座標(m)	④ Y座標(m)	③-① X較差(mm)	④-② Y較差(mm)	

標高の精度確認				
番 号	検査面	計測値	水平較差	判 定
	⑤ Z座標(m)	⑥ Z座標(m)	⑥-⑤ Z較差(mm)	

※評価基準 出来形測量は±50mm

工事名 : _____

受注者名 : _____

作成者 : _____

G N S S の精度確認試験結果報告書

1. 精度確認の対象機器

①メーカー名	:	写真
②測定装置名称	:	
③測定装置の製造番号	:	

2. 検証機器 (標定点を計測する測定機器)

<input type="checkbox"/> T Sによる検証	:	3級T S以上	写真
		<input type="checkbox"/> (機種名〇〇)	

3. 測定記録

①測定期日	:	写真
②測定条件	天候 :	
	気温 :	
③測定場所	:	

4. 精度確認の方法

<input type="checkbox"/> 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

写真

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			
2点目			

②GNSSによる計測結果確認

写真

空中写真測量で測定した検証点の位置座標			
	X'	Y'	Z'
1点目			
2点目			

③差の確認（精度確認）

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）

検証点の座標点較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目			
2点目			

X成分（最大） =

Y成分（最大） =

Z成分（最大） =

※各成分の合格判定は、X及びYは基準値20mm以内、Zは基準値30mm以内。

工事名： _____

受注者名： _____

作成者： _____

高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェックシート

メーカー： _____
 製品型番： _____
 製造番号 発光側： _____
 受光側： _____

チェック対象	視準距離 高低差 (m)	高さ計測点 (m) (小数点第3位 (mm単位) まで記入)		高さ計測値 の差 (mm)	規定値 (判断基準)	確認 結果
		レベル (又はTS)	RTK-GNSS			
		①z座標	②z座標			
+側/-側 (上下限±5m)	水平距離	レベル/TS			「高さ計測 値の差(③ 欄)」が、全 て±10mm以 内	
	高低差					
本事前確認を実施した箇所 (例：設置した、又は後方交会した工事基準点)						
高さ補完装置のキャリブレーションの有無						

- 1) 「視準距離」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した距離を記入する。
- 2) 「高低差」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した高低差を±を付けて記入する。
- 3) 「確認結果」欄は「高さ計測値の差③」欄の全ての値が「規定値 (判断基準)」の記載を満足することを確認した場合に“○”と記入する。

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、座標は正しいか。	
		・ 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。	
⑤3次元設計データ	全延長	・ 入力した2)～4)の幾何形状と入力する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「○」を記入すること。
- (2) 受注者が監督職員に本様式を提出した後に、監督職員から内容を確認するための資料請求があった場合は、受注者は速やかに以下の資料等を提示するものとする。
 - 1) 工事基準点リスト（チェック入り）
 - 2) 線形計算書（チェック入り）
 - 3) 平面図（チェック入り）
 - 4) 縦断図（チェック入り）
 - 5) 横断図（チェック入り）
 - 6) 3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）
- (3) 添付資料については、上記以外に分かりやすいものがある場合は、その資料の提示でよい。

出 来 形 管 理 図 表

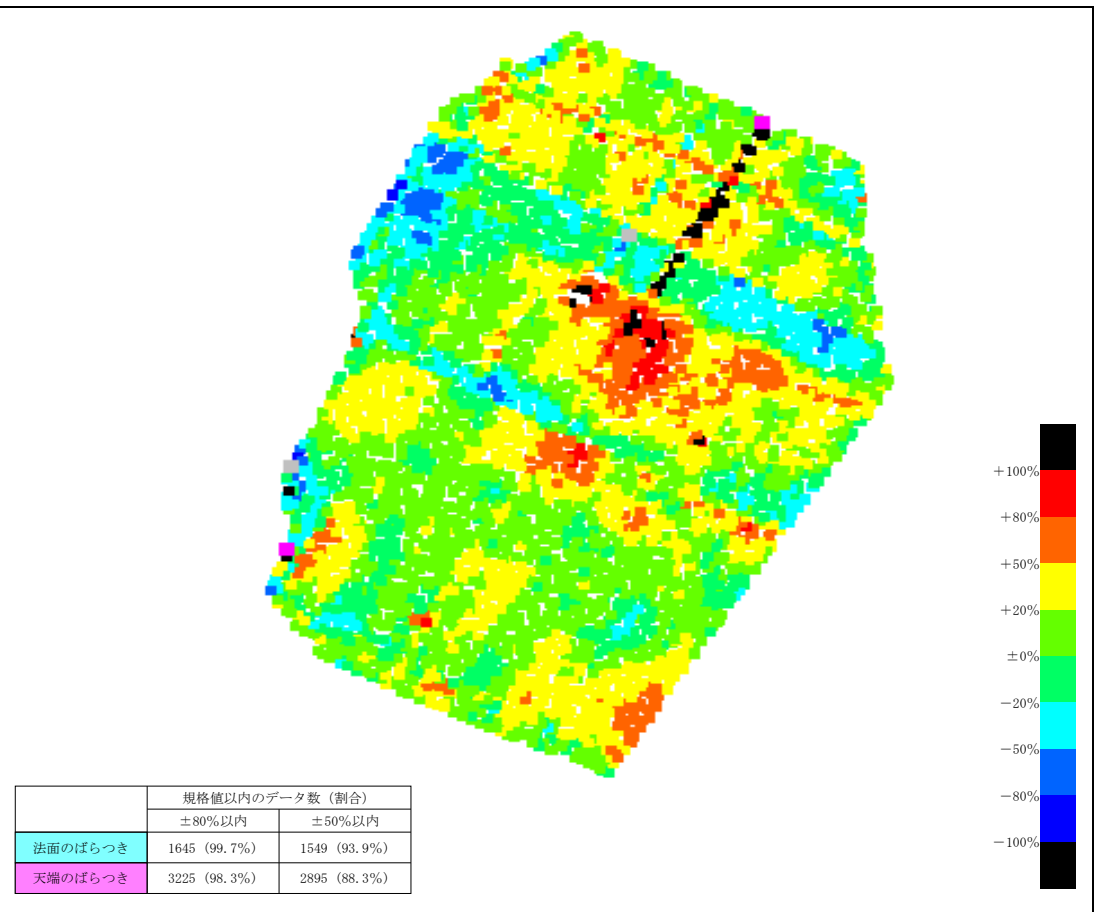
工 事 名 ○○○工事

測 点 No. ○ ~ No. ○

工 種 盛土工

合否判定結果 合格

測 定 項 目		規 格 値	判 定
平場 標高較差	平均値	23mm	±50
	最大値	150mm	±150
	最小値	-146mm	±150
	データ数	3300	1点/m ² 以上 (3200点以上)
	評価面積	3200m ²	
	棄却点数	7	0.3%未満 (9点以下)
法面 標高較差	平均値	16mm	±80
	最大値	188mm	±190
	最小値	-144mm	±190
	データ数	1600	1点/m ² 以上 (1500点以上)
	評価面積	1500m ²	
	棄却点数	3	0.3%未満 (4点以下)



施工履歴データの精度確認試験実施手順書

1 実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、出来形管理範囲着工前にテスト作業による精度確認試験を現場ごとに1回実施する。また、作業期間中の精度を管理する目的で、静止状態での精度確認を日々実施することとする。

2 実施方法

1) テスト作業による精度確認（着工前の精度確認）

施工前に、ICT建設機械によるテスト作業を行い、施工履歴データの測定精度を確認する。確認は下記の①及び②の方法で行う。精度確認結果は、様式11-2に記録する。

①実際に掘削整形作業、締固め作業を行う方法

本確認は、施工履歴データによる出来形管理を行う範囲の形状に応じて、平場又は法面にて1回実施する。施工に使用するICT建設機械を用い、現場内の適切な場所で整形作業、締固め作業を行う。作業中に施工履歴データを記録する。作業後、トータルステーション(TS)等で出来形を検測する。施工履歴データから求める出来形と、TS等光波方式で検測した点の3次元座標とを比較し、精度確認基準を満たすことを確認する。

【ICTバックホウの実施手順】

本施工を実施する前に、実際に掘削整形作業を行い、施工履歴データを取得する。ICTバックホウより取得した施工履歴データと真値（真値はTS等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。この試験は、施工対象現場の条件を踏まえて、平場又は法面において実施する。この試験は、本施工区間の一部で実施してもよい。試験施工を実施する範囲（広さ）については任意とするが、実施範囲内で1m以上の離隔をもってTS等光波方式で計測した点を配置できるような範囲（広さ）で実施すること。検測箇所は16箇所以上とする。

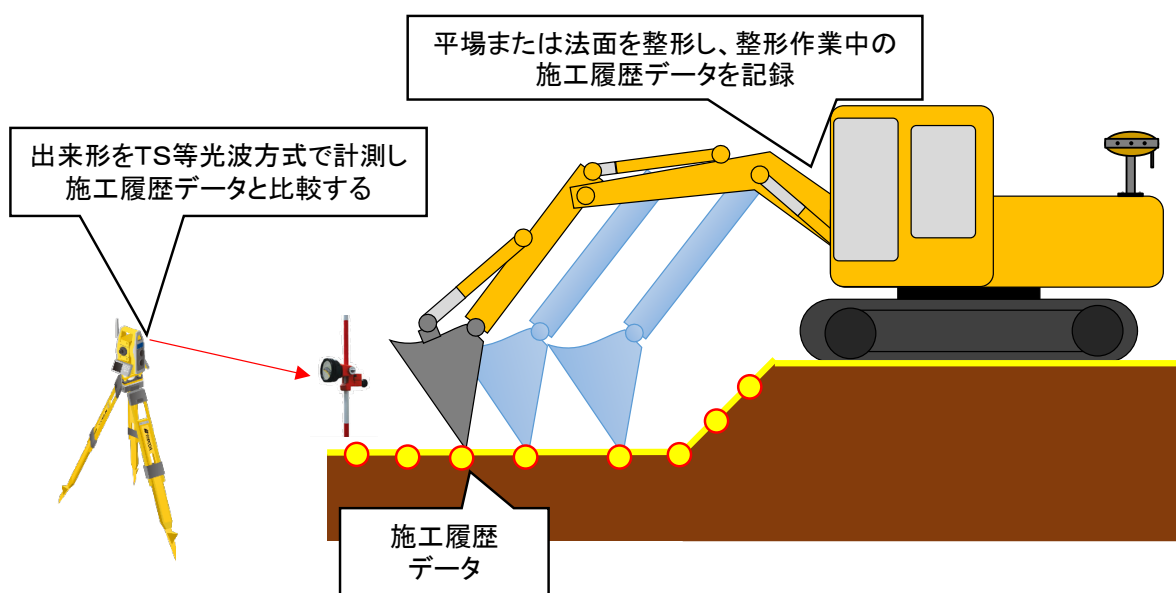


図-1 ICTバックホウの実際に掘削作業を行う方法
(出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案) (令和4年3月版) p.2-246)

【ICTブルドーザの実施手順】

本施工を実施する前に、実際に掘削整形作業を行い、施工履歴データを取得する。

ICTブルドーザより取得した施工履歴データと真値（真値はTS等光波方式で計測）を比較し、真値との差異を確認する。TSの計測点は、ブルドーザによる作業実施後、排土板下端の左右端点付近又は履帯下面の左右端点が通過したライン付近に設定する。この試験は、施工対象現場の条件を踏まえて、平場又は法面において実施する。この試験は、本施工区間の一部で実施してもよい。

試験施工を実施する範囲（広さ）については任意とする。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。

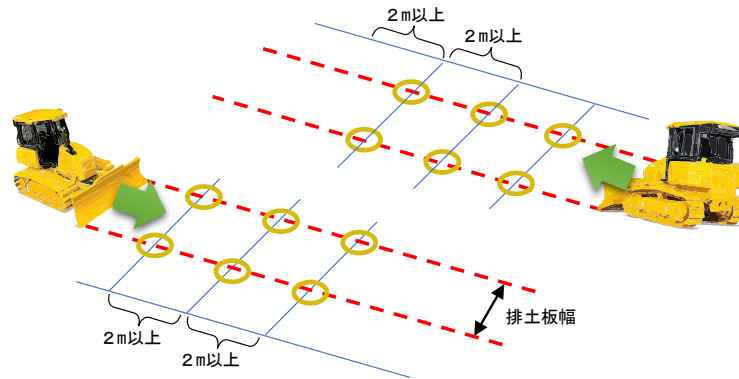


図-2 ICTブルドーザの実際に掘削作業を行う方法

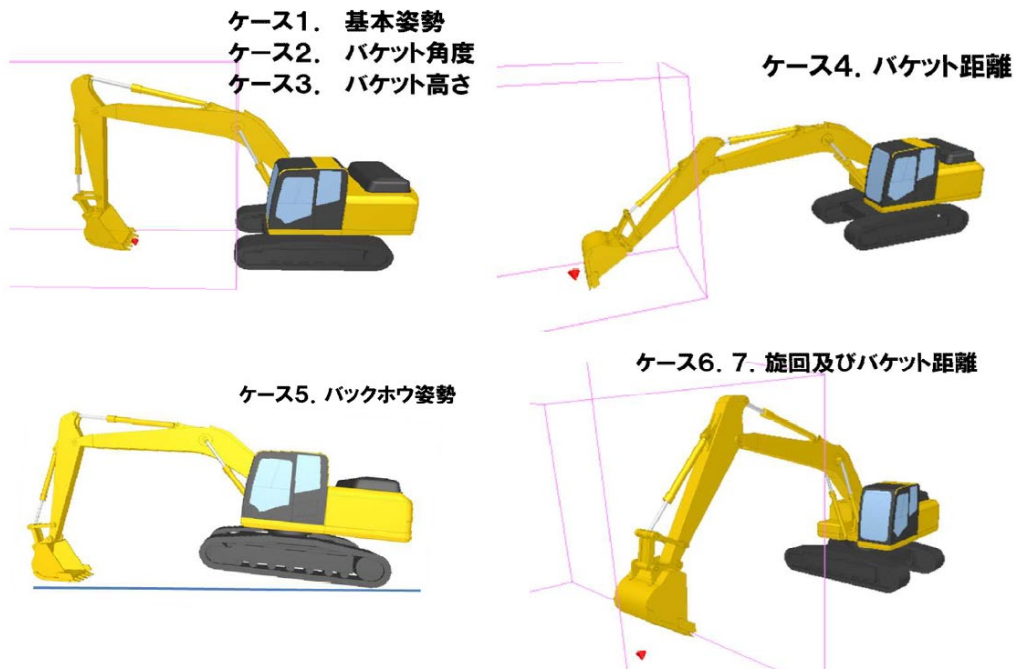
(出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和4年3月版）p.2-247)

② ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法

ICT建設機械の施工履歴データと真値（真値はTS等光波方式で計測）を比較、差異を確認する。

【ICTバックホウの実施方法】

計測は、ケース1～7の7ケースの姿勢において、施工履歴データを記録する箇所にプリズムを設置し、TS等により精度を確認する。TS等光波方式による計測は、1ケースとする。バケット背面の土と接する箇所の座標を施工履歴データとして記録することができるシステムを用いる場合は、刃先の精度確認試験を実施する7ケースのうち1ケースで、バケット背面の土と接する箇所における施工履歴の精度確認を追加で実施する。全てのケースで水平・標高の較差が±50mm以内であること。



	目標 バケット標高位置	目標 バケット角度	バケット距離	バックホウ姿勢	上部旋回体向き	備考
ケース1	0m	0度	近距離	水平	正面	比較基本姿勢
ケース2	0m	60度	近距離	水平	正面	バケット角度
ケース3	1.5m	0度	近距離	水平	正面	バケット高さ
ケース4	0m	0度	遠距離	水平	正面	バケット距離
ケース5	0m	0度	近距離	7.5度	正面	バックホウ姿勢
ケース6	0m	0度	近距離	水平	90度	旋回体向き
ケース7	0m	0度	遠距離	水平	90度	

図-3 ICTバックホウの作業装置位置を確認する方法
(出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(令和4年3月版) p.2-248)

【ICTブルドーザの実施方法】

ICTブルドーザから提供される排土板下端(左右端部)又は履帯下面(左右端部)の位置とTS等光波方式の計測による計測結果との較差を算出し、水平位置及び標高(Δx , Δy , Δz)で $\pm 50\text{mm}$ 以内であることを確認する。

計測は、排土板については3ケースの異なる姿勢(排土板の角度)で実施する。履帯下面については3ケースで実施する。

各ケースについて、施工履歴を記録する点(排土板又は履帯下面の施工履歴データを記録する箇所)を左右各1点ずつ計測する。

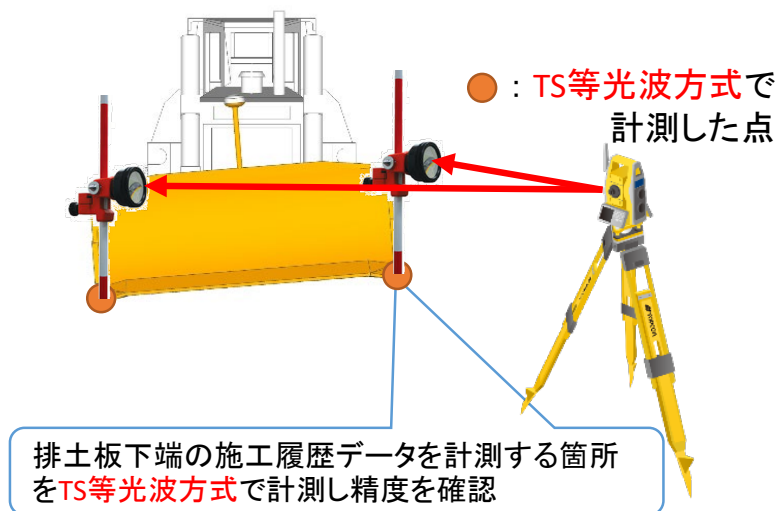


図-4 ICTブルドーザの作業装置位置を確認する方法(排土板下端)
(出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(令和4年3月版) p.2-249)

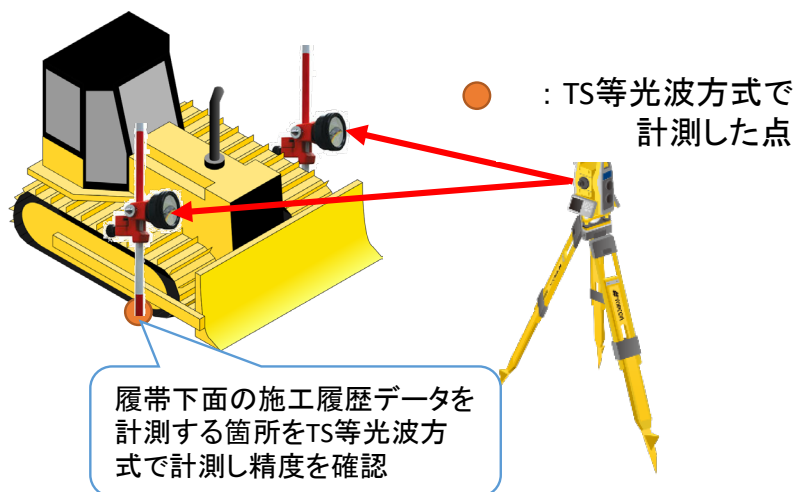


図-5 ICTブルドーザの作業装置位置を確認する方法(履帯下面)
(出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(令和4年3月版) p.2-249)

2) 施工期間中の日々の精度確認

評価方法は、ICT建設機械から提供される作業機位置座標と、既知点又はTS等光波方式により計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が精度確認基準に示す基準値以内であることを確認する。なお、本精度確認試験の確認点数は1点とする。

ICTバックホウ、ICTブルドーザのいずれの場合も、バケット形状や履帯の厚み・形状を考慮して、施工履歴の標高計測値を一定寸法だけオフセットして記録しているシステムについては、TS等光波方式による高さ計測値と、オフセットした施工履歴データとの比較により精度を検証してもよい。また、直接ピンポールで施工履歴計測点を計測できない場合は、オフセットした点で精度確認を実施してもよい。

試験結果を提出する必要はないが、監督職員の求めに応じて提出できるよう保管しておくこと。

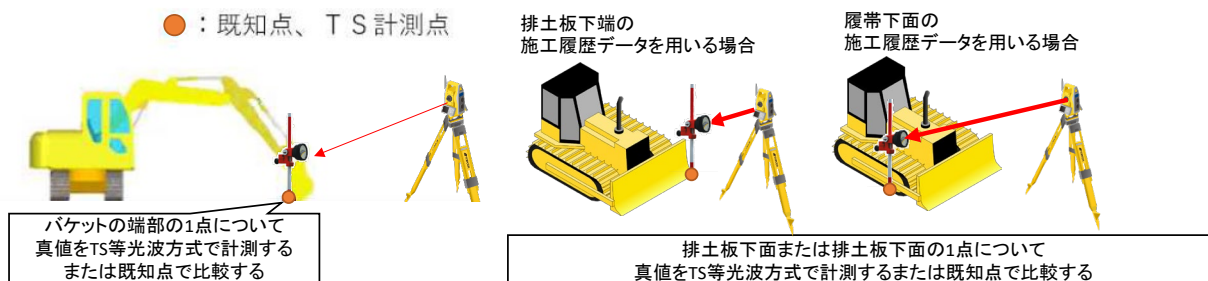


図-6 標準的な確認方法

(出典：3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(令和4年3月版) p.2-251)

3 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較、その差が次表の測定精度を満足することを確認する。

1) テスト作業による精度確認(着工前の精度確認)

表-1 精度確認試験での精度確認基準

項目	測定精度	計測密度
部分払い 出来高計測	①又は②のどちらかを実施 【①実際に掘削・整形作業を行う方法】 法面又は平場で下記の精度を確認する 水平・鉛直方向 (Δx 、 Δy 、 Δz) 各±200mm以内 【②ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法】 鉛直方向 (Δz) ±50mm以内	1点以上/1㎡ (1m×1mメッシュ)
出来形計測	①及び②の両方実施 【①実際に掘削・整形作業を行う方法】 法面又は平場で下記の精度を確認する 水平・鉛直方向 (Δx 、 Δy 、 Δz) 各±50mm以内 【②ICT建設機械の作業装置位置を計測する方法】 水平・鉛直方向 (Δx 、 Δy 、 Δz) 各±50mm以内	1点以上/1㎡ (1m×1mメッシュ)

2) 日々の精度確認

施工履歴を用いた管理の適用対象	測定精度
出来形計測	水平・鉛直方向 (Δx 、 Δy 、 Δz) 各±50mm以内

4 日々の出来形確認

施工履歴データにより出来形管理を実施する範囲の整形作業実施後、出来形が情報化施工技術の活用ガイドラインに記載の「出来形管理基準及び規格値」の面管理の場合の規格値を満足していることを計測により確認する。出来形確認の計測方法にはTS等光波方式を用い、計測点数は1日の施工範囲に対して3点以上とする。計測点は計測員が安全に立ち入れる範囲内で、1日の施工範囲に対して偏りなく配置すること。計測は日々の施工完了後に計測を行うことを基本とするが、GNSS衛星の測位状況が悪化しないことが予測されている場合や、数日の施工・計測により、良好な精度が得られている場合は、数日分の計測をまとめて1回で実施してもよい。ここで1日の施工範囲とは、整形作業等を実施した日に整形作業が完了した範囲のことを指す。

出来形管理結果は次図に示す様式で記録し、監督職員の求めに応じて提出できるよう保管しておくこと。

日々の出来形確認結果

工 種 盛土工 測定者 ●● ●●

種 別 合否判定結果 合格

測点名	施工日	測定箇所	規格値	設計値	実測値	較差	合否
①	9月8日	法面	±190	●●●	●●●	0.001	合格
②		法面	±190	●●●	●●●	0.001	合格
③		法面	±190	●●●	●●●	0.001	合格
④		法面	±190	●●●	●●●	0.001	合格
⑤	9月9日	平場	±150	●●●	●●●	0.001	合格
⑥		平場	±150	●●●	●●●	0.001	合格
⑦		平場	±150	●●●	●●●	0.001	合格
⑧		法面	±190	●●●	●●●	0.001	合格
⑨		法面	±190	●●●	●●●	0.001	合格

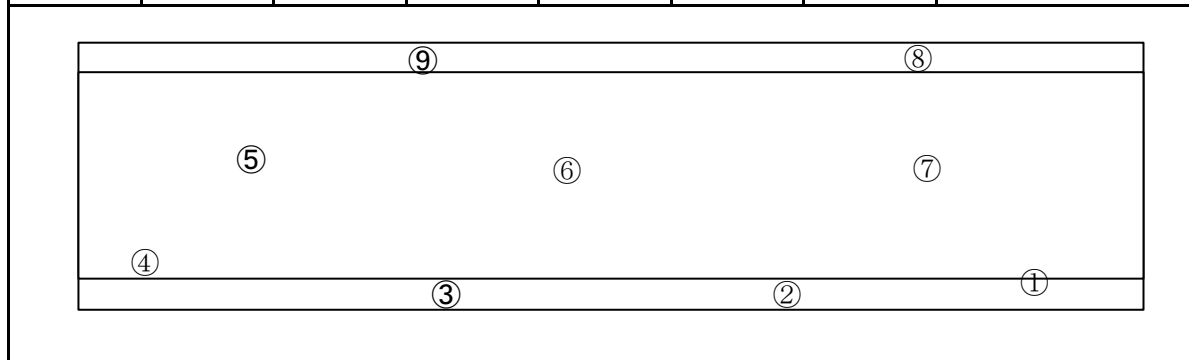


図-7 日々の出来形確認結果 (様式)


工事名 : _____

受注者名 : _____

作成者 : _____

施工履歴データの精度確認試験結果報告書


1. 精度確認の対象機器

①メーカー名	: (株)ABC社	写真 
②測定装置名称	: SR420	
③測定装置の製造番号	: SN00022	

2. 検証機器 (標定点を計測する測定機器)

<input type="checkbox"/> TSによる検証	: 2級TS GPT○○○○	写真 
----------------------------------	-------------------	---

3. 測定記録

①測定期日	: 令和○○年○○月○○日	写真 
②測定条件	天候 : 晴れ 気温 : 8℃	
③測定場所	: (株)施工履歴 現場内にて	
④精度検証対象機器と既知点の距離	: ○○m	

4. 精度確認の方法

既知点の各座標の較差

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

写真



②TS等光波方式による検査点の確認

写真



③差の確認（精度確認）

施工履歴データの取得による計測標高 — TS等光波方式による計測標高

検証点の座標点較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
較差	25mm	34mm	24mm
基準	±50mm 以内		

施工履歴データの精度確認試験実施手順書 (地盤改良工(表層安定処理等、固結工(中層混合処理))

1 実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、ICT地盤改良機械による攪拌装置の位置計測精度を確認する確認試験を実施する。この試験は施工着手前に、工事毎に1回実施する。

2 実施方法

地盤改良の着工前に、攪拌装置の位置計測についてのキャリブレーションが完了したICT地盤改良機械を用い、攪拌装置履歴データの測定精度を確認する。確認は下記の(1)、(2)のいずれかの方法によって行う。精度確認結果は、様式11-4に従って記録する。

- (1) x, y座標の精度をTS等光波方式で確認し、
施工基面からの深度(H)をレベル、水糸等で確認する方法

① x, y座標の確認

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ICT地盤改良機械の攪拌装置を現場内の任意の場所に設置する。ICTで計測される攪拌装置の中心軸とのx, yの座標を記録する。
- ・攪拌装置を設置したポイントに目串等のポイントを設置し、攪拌装置を移動させた後、TS等光波方式でx, yの座標を計測する。
- ・目串等の位置と攪拌装置の中心軸とのx, yの各成分の差が±100mm以内であることを確認する。

②施工基面からの深度(H)又は標高(z)をレベル、水糸等で確認

以下のi)、ii)のいずれかの方法で確認する。

i) ICTで攪拌装置の標高(z)を計測している場合

- ・攪拌装置軌跡データと計測している点のz座標をTS等光波方式又はレベル又は標尺と水準器等を用いて計測する。
- ・計測と同時にICT地盤改良機械の車載モニターに表示される攪拌装置のz座標を記録する。
- ・両者の攪拌装置の標高(z)を比較し、差が±100mm以内であることを確認する。

ii) 攪拌装置を0セットした高さからの深度(H)を計測している場合

- ・攪拌装置を任意の高さに静置する。その際、攪拌装置は鉛直に立てる。
- ・攪拌装置の高さ計測値を車載モニター上で0セットすると同時に、攪拌装置の高さをTS等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器で計測する(計測に用いるベンチマークのz座標は公共座標系である必要はなく、本精度確認のために仮に設置した高さの基準を用いてよい)。また、攪拌装置のどこを計測箇所として選ぶかについても任意であり、部材のジョイント部等、高さをあたるのに分かりやすい箇所を選んでよい。
- ・攪拌翼を高さ方向に1m以上動かす。
- ・車載モニターの表示から攪拌装置の高さ方向の移動量を記録する。
- ・攪拌翼の高さ方向の移動量をTS等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器等を用いて計測する。
- ・両者を比較し、差が±100mm以内であることを確認する。

- (2) x, y, z座標の精度をTS等光波方式で確認する方法

- ・施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に設置する。
- ・ICTで攪拌装置軌跡データを計測している点(例:攪拌翼の幅・奥行き方向の midpoint、かつ攪拌翼が最も深く攪拌する点)を、マーキングする。又は、攪拌装置軌跡データを計測している点を復元できるように逃げ点をマーキングする。
- ・マーキングした点又はマーキングを元に復元した攪拌装置軌跡データを計測している点のx, y, z座標をTS等光波方式で計測するとともに、ICT地盤改良装置の車載モニターに表示される攪拌装置の3次元座標(x, y, z)を記録する。
- ・TS等光波方式で計測したx, y, z座標と車載モニターに表示されたx, y, z座標とを比較し、x, y, z各成分の差が±100mm以内であることを確認する。

3 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表1 精度確認試験での精度確認基準

試験モード	精度確認基準	備考
(1) x, yの精度をTS等光波方式で確認し、施工基面からの深度(H)又はzをレベルや水系等で確認する方法	平面座標(x, y)の各成分の較差： ±100mm以内 0セットした位置からの高さ方向の移動量(H)又は標高(z)の較差±100mm以内	現場ごとに1回実施
(2) x, y, z座標の精度を確認する方法	3次元座標(x, y, z)の各成分の較差： ±100mm以内	〃

※(1)又は(2)のいずれかの方法で確認する

4 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

様式11-4に、攪拌装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。

(様式 - 11-4)

地盤改良工（表層安定処理等、固結工（中層混合処理））

年 月 日


工事名： _____

受注者名： _____

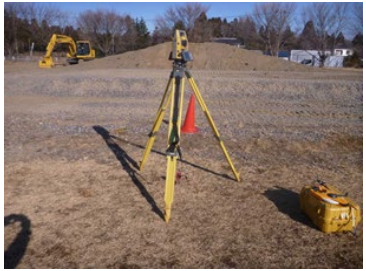
作成者： _____

施工履歴データの精度確認試験結果報告書


1. 精度確認の対象機器

①メーカー名	: (株)ABC社	写真 
②測定装置名称	: SR420	
③測定装置の製造番号	: SN00022	

2. 検証機器（検測点を計測する測定機器）

<input type="checkbox"/> TSによる検証	: 2級TS GPT○○○○	写真 
----------------------------------	-------------------	--

3. 測定記録

①測定期日	: 令和○○年○○月○○日	写真 
②測定条件	天候 : 晴れ 気温 : 8℃	
③測定場所	: (株)施工履歴 現場内にて	

4. 精度確認の方法

x, y, Hの精度を確認する方法

精度確認試験結果（鉛直方向）

①施工履歴データの取得による確認

写真



②TS等光波方式による検査点の確認

写真



③差の確認

施工履歴データの取得による計測座標等 — TS等光波方式による計測座標

実施箇所	Δx (x成分の較差)	Δy (y成分の較差)	ΔH (0セットした位置からの高さ方向の移動量Hの較差) 又は Δz (z成分の較差)
No. ○○位置	23mm	43mm	15mm
基準	±100mm		

施工履歴データの精度確認試験実施手順書 (地盤改良工 (固結工 (スラリー攪拌工))

1 実施時期

作業装置位置の測定精度確認のため、ICT地盤改良機械による攪拌装置の位置計測精度を確認する確認試験を実施する。また、攪拌翼の径が設計の杭径以上であることを実測により確認する。この試験は施工着手前に、工事毎に1回実施する。

2 実施方法

2-1 位置測定精度の確認

地盤改良の着工前に、攪拌装置の位置計測についてのキャリブレーションが完了したICT地盤改良機械を用い、攪拌装置位置データの測定精度を試験杭 (施工初回の杭) のみ確認する。なお、スラリー攪拌工の施工期間が6か月を超える場合は、確認頻度を別途協議する。確認は以下の(1)、(2)のいずれかの方法によって行う。精度確認結果は、様式11-6に従って記録する。

(1) 図、y座標の精度をTS等光波方式で確認し、深度等で計測される施工基面からの深さHの精度をレベル等で確認する方法

① x, y座標の確認

- ・ 施工に使用するICT地盤改良機械を現場内の平坦な場所に静置する。
- ・ 設計の杭芯位置にTS等で目串等のポイントを設置する。
- ・ ガイダンス機能を用いて攪拌装置先端の中心を設計の杭芯位置に合わせる。
- ・ 目串等の位置と攪拌装置の中心軸とのx, yの各成分の差が±100mm以内であることを確認する。

② 施工基面からの深度 (H) または標高 (z) をレベル等で確認

i) ICTで攪拌装置の標高 (z) を計測している場合

- ・ 攪拌装置軌跡データと計測している点のz座標をTS等光波方式又はレベル又は標尺と水準器等を用いて計測する。
- ・ 計測と同時にICT地盤改良機械の車載モニターに表示される攪拌装置のz座標を記録する。
- ・ 両者の攪拌装置の標高 (z) を比較し、差が±100mm以内であることを確認する。

ii) 攪拌装置を0セットした高さからの深度 (H) を計測している場合

- ・ 攪拌装置を任意の高さに静置する。その際、攪拌装置は鉛直に立てる。
- ・ 攪拌装置の高さ計測値を車載モニター上で0セットすると同時に、攪拌装置の高さをTS等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器で計測する (計測に用いるベンチマークのz座標は公共座標系である必要はなく、本精度確認のために仮に設置した高さの基準を用いてよい)。また、攪拌装置のどこを計測箇所として選ぶかについても任意であり、部材のジョイント部等、高さをあたるのに分かりやすい箇所を選んでよい。
- ・ 攪拌翼を高さ方向に1m以上動かす。この時、攪拌翼をとりつけた状態では1m以上の動作が困難である場合は、攪拌翼を取り外した状態で行ってもよい。
- ・ 車載モニターの表示から攪拌装置の高さ方向の移動量を記録する。
- ・ 攪拌翼の高さ方向の移動量をTS等光波方式又はレベル、又は標尺と水準器等を用いて計測する。
- ・ 両者を比較し、差が±50mm以内であることを確認する。□



・ 攪拌翼先端の中央のx, yをTS等光波方式で計測
・ 攪拌翼引き上げ前後のz又はHをレベルとICTで計測

・ Δx 、 Δy が100mm、 ΔH が50mm以内であれば合格

図1 位置測定精度の確認

(2) 図, y, z 座標の精度を T S 等光波方式で確認する方法

- ・ 施工に使用する I C T 地盤改良機械を現場内の平坦な場所に設置する。
- ・ I C T 地盤改良機械の攪拌装置が届く範囲内の地面に目申等のポイントを設置する。
- ・ 攪拌装置先端の掘削中心点を、マーキングする。又は、攪拌装置軌跡データを計測している点を復元できるように逃げ点をマーキングする。
- ・ マーキングした点又はマーキングを元に復元した攪拌装置軌跡データを計測している点の x, y, z 座標を T S 等光波方式で計測するとともに、I C T 地盤改良装置の車載モニターに表示される攪拌装置の 3 次元座標 (x, y, z) を記録する。
- ・ T S 等光波方式で計測した x, y, z 座標と車載モニターに表示された x, y, z 座標とを比較し、x, y, z 各成分の差が ±100mm 以内であることと、z 成分の差が ±50mm 以内であることを確認する。

2-2 攪拌翼の径の確認

攪拌翼の径 φ を実測し、設計杭径 D 以上であることを確認する。確認結果は様式 11-6 に従って記録する。

3 評価基準

計測結果を従来手法による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表 1 位置測定精度の確認についての確認基準

試験モード	精度確認基準	備考
(1) x, y 座標の精度を T S 等光波方式で確認し、施工基面からの深さ (H) 又は標高 (z) をレベル等で確認する方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平面座標 (x, y) の各成分の較差 : ±100mm 以内 ・ 0 セットした位置からの高さ方向の移動量 (H) 又は z 成分の較差 ±50mm 以内 	工事ごとに 1 回実施
(2) x, y, z 座標の精度を確認する方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 平面座標 (x, y) の各成分の較差 : ±100mm 以内 ・ z 成分の較差 : ±50mm 以内 	〃

※ (1) 又は (2) のいずれかの方法で確認する

表 2 攪拌翼の径の確認についての確認基準

確認基準	備考
攪拌翼の径 φ が設計の杭径 D 以上 ($D \leq \phi$)	工事ごとに 1 回実施

4 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

様式 11-6 に、攪拌装置位置の測定精度に関する記録シートを示す。

(様式 - 11-6)

地盤改良工（固結工（スラリー攪拌工））

年 月 日


工事名： _____

受注者名： _____

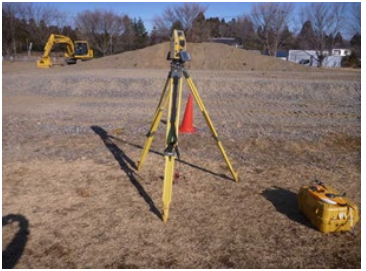
作成者： _____

施工履歴データの精度確認試験結果報告書


1. 精度確認の対象機器

①メーカー名	: (株)ABC社	写真 
②測定装置名称	: SR420	
③測定装置の製造番号	: SN00022	

2. 検証機器（検測点を計測する測定機器）

<input type="checkbox"/> TSによる検証	: 2級TS GPT○○○○	写真 
----------------------------------	-------------------	---

3. 測定記録

①測定期日	: 令和○○年○○月○○日	写真 
②測定条件	天候 : 晴れ 気温 : 8℃	
③測定場所	: (株)施工履歴 現場内にて	

4. 精度確認の方法

□ x, y の精度を T S 等光波方式で、H をレベルで確認する方法

精度確認試験結果（水平及び鉛直方向）

① 施工履歴データの取得による確認

写真



② T S 等光波方式による検査点の確認

写真



③ 差の確認

施工履歴データの取得による計測座標等 — T S 等光波方式による計測座標

実施箇所	Δx (x 成分の較差)	Δy (y 成分の較差)	ΔH (0 セットした位置からの高さ方向の移動量 H の較差) 又は Δz (z 成分の較差)
No. ○○位置	23mm	43mm	15mm
	±100mm以内		±50mm以内
合否	合格		

攪拌翼の径の確認

①攪拌翼の径の確認

写真



②設計杭径との比較

攪拌翼の径 ϕ	1610mm
設計杭径D	1600mm
基準	$D \leq \phi$
合否	合格

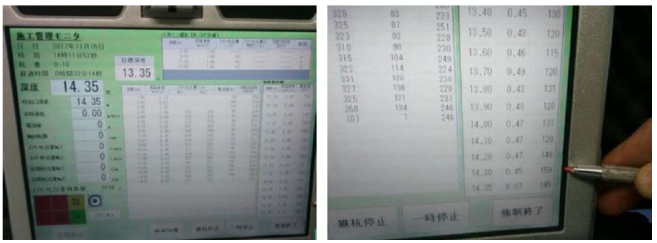

工事名 : _____

受注者名 : _____

作成者 : _____

地中貫入を行っての深さ計測値のキャリブレーション結果報告書

深さ計測値の確認結果

① ICT地盤改良機による深さ計測値の確認		
(A) 深さ (貫入長)	14.35m	
② 残尺計測による深さの確認		
ロッド長	17.00m	
残尺	2.65m	
(B) 深さ (ロッド長-残尺)	14.35m	
差の確認		
(A) ICTによる深さ計測値 - (B) 残尺計測による深さ		
実施箇所	測点 No.2+15 付近	
改良体番号	A-1	
(A) - (B)	14.35m - 14.35m = 0m	
基準	±100mm以内	
合否	合格	

調整用基準点検証精度管理表 (標高)

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	調整用基準 点の標高 (①)	調整用基準 点の計測点 群データの 平均標高 (②)	較差 ΔH (②-①)	番号	点名	調整用基準 点の標高 (①)	調整用基準 点の計測点 群データの 平均標高 (②)	較差 ΔH (②-①)
1					11				
2					12				
3					13				
4					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 $= \sqrt{\frac{\Sigma(\Delta H)^2}{n-1}}$
計測範囲全域の 水準との差						

用紙の大きさはA4版とする

調整用基準点検証精度管理表 (水平位置)

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	調整用基準点の水平座標		3次元計測データによる 調整用基準点の 水平座標		調整用基準点の 3次元計測データの差	
		X座標 (①)	Y座標 (②)	X座標 (③)	Y座標 (④)	ΔX (⑤=③-①)	ΔY (⑥=④-②)
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
		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 $= \sqrt{\frac{\sum(\Delta X)^2}{n-1}}$
	計測範囲全域の Xの差						
		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 $= \sqrt{\frac{\sum(\Delta Y)^2}{n-1}}$
	計測範囲全域の Yの差						
		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 $= \sqrt{\frac{\sum(\Delta XY)^2}{n-1}}$
	計測範囲全域の ΔXY の差						

用紙の大きさはA4版とする

点検測量結果精度管理表 (検証点・標高)

地区名		〇〇地区			作業者	〇〇 〇〇
					点検者	〇〇 〇〇
番号	点検箇所名	点検測量成果の 平均標高	3次元計測データの 平均標高	較差 ΔH	合否 出来形計測で±50mm以内 起工測量で±100mm以内 出来高計測で±200mm以内	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
較差の平均						
較差の標準偏差 $= \sqrt{\frac{\sum(\Delta H)^2}{n-1}}$						

* 検証点の配置は、様式4の調整点・検証点配置図に記入する。

用紙の大きさはA4判とする

点検測量結果精度管理表 (検証点・水平)

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	検証点の計測座標		3次元計測データによる 調整用基準点の 水平座標		検証点の計測座標と3次元計測データによ る調整用基準点の較差と合否			
		X座標 (①)	Y座標 (②)	X座標 (③)	Y座標 (④)	ΔX (③-①)	合否	ΔY (④-②)	合否
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
較差の平均									
較差の標準偏差									

* 検証点の配置は、様式4の調整点・検証点配置図に記入する。

用紙の大きさはA4判とする

モバイル端末等を用いた計測技術の精度確認試験実施手順書

1 実施

モバイル端末等を用いた計測技術は、モバイル端末に搭載されているセンサーを活用し、対象地形の3次元点群を得る技術である。また、本技術は新たな技術開発が日進月歩で進んでおり、要素技術の性能向上、システムを構成する機器の組合せも変化している。このため、現状では同一の精度管理手法ではなく、システムごとに精度管理方法を定めることが計測効率の確保に寄与すると考えられる。そこで、本手順書では出来形計測作業の精度確保と効率的な実施の実現に向けて、システムごとの計測計画立案に必要な精度管理法、精度確保のためのシステムの運用方法を定める試験方法として位置づけている。

2 実施方法

1) 計測条件の設定

① 主要な機器構成とシステム概要

モバイル端末等を用いた計測技術はモバイル端末等に搭載されたセンサーから得られる相対座標と、相対座標を現場座標への変換する際の基準となる現場座標計測技術の組合せによるシステムが多い。精度確認試験では、現場での出来形計測時に用いるシステムで実施する。

② 計測手順

各システムの計測手順、計測時の留意点を明記する。特に、現場での出来形計測時の検証点を標定点における精度確認で代替する場合は、測定精度確保に必要な標定点の設置方法や設置基準、モバイル端末を用いた計測作業の手順を明確にする。(様式 13-2)

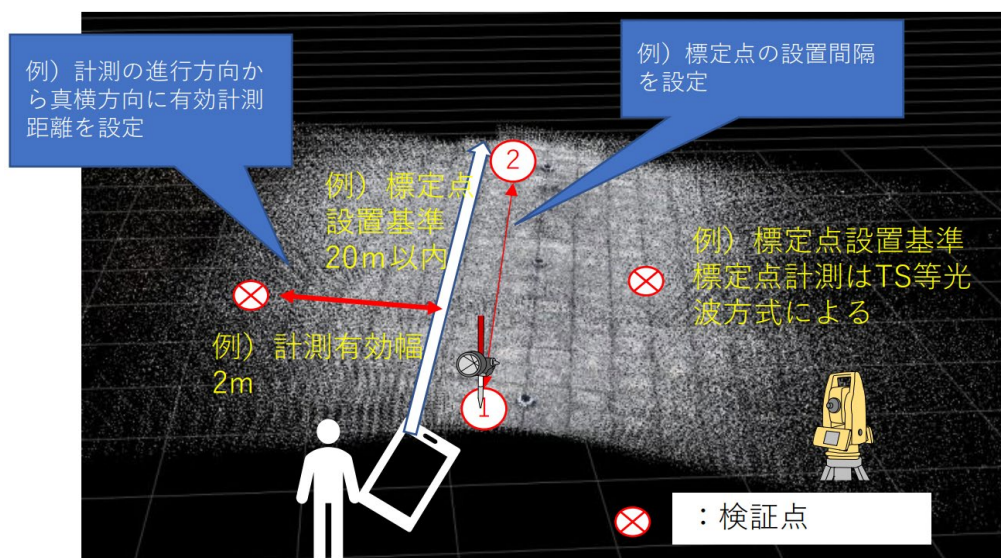
③ 計測範囲の設定

現場での出来形計測条件を考慮し、モバイル端末等を用いた出来形計測で所定の密度及び測定精度を確保できる距離や範囲等、出来形計測計画に必要な条件を設定する。

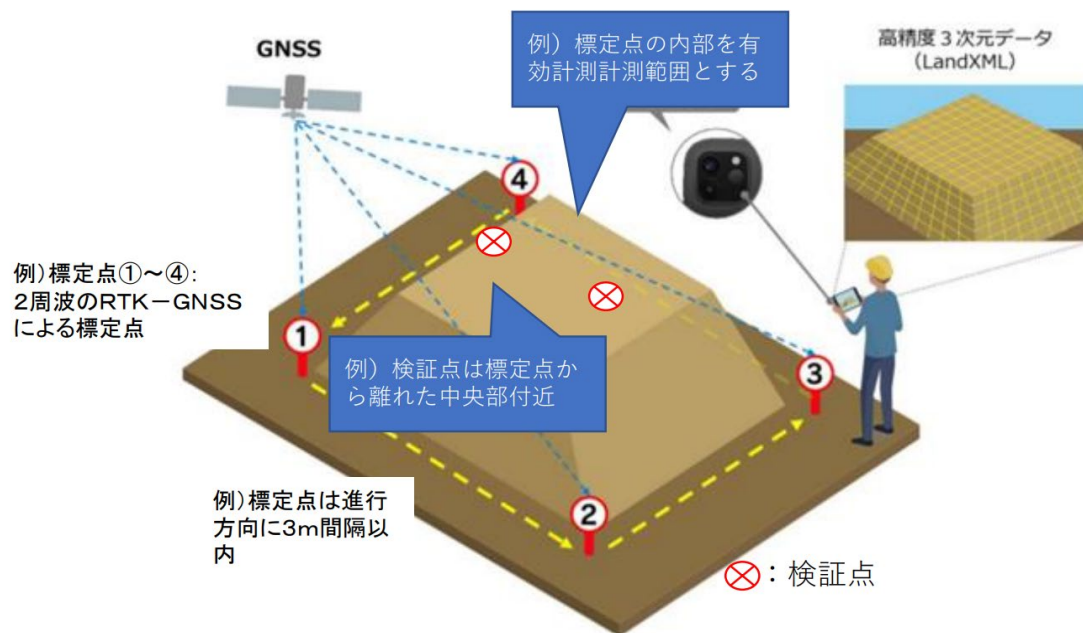
2) 精度確認

上記で設定した計測条件について、モバイル端末等を用いて計測した結果から得られる検証点の x, y, z の成分と、検証点をTS等光波方式で計測した結果で得られる座標値の x, y, z の成分とをそれぞれ比較し、その較差が要求精度以内であることを確認する。

<計測ルート場に20m以内に標定点を配置し、計測有効幅を左右2mと設定する例>



<計測ルート上に3 m以内に標定点を配置、計測有効幅を左右2 m、起点と終点を合わせる例>



3 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に行うことも可能であるが、利用前に行うことが望ましい。また、モバイル端末等を用いた計測技術については、定期点検や精度確保の公的な制度が規定されていないことから、暫定案として利用の12か月以内の実施することとする。

4 検証点の検測

検証点は、精度確認試験の基準となる既知点からTS等光波方式を用いて計測する。その際、計測に3級TSを用いて計測する場合は、工事基準点等から検証点までの距離を100m以内とする（2級TSは150m以内）。

5 評価基準

計測結果をTS等光波方式による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

6 実施結果の記録

計測性能及び精度確認の実施結果を記録・提出する。

モバイル端末の精度確認試験結果報告書

計測実施日： 年 月 日

機器の所有者・試験者又は精度管理担当者：(株)〇〇測量

〇〇 〇〇

<p>精度確認の対象機器 名称：モバイル端末 機種：12.9 インチ 〇〇〇 Pro (第4 世代) (Wi-Fi + Cellular モデル) 個体識別：***** (シリアルNO あるいはIMEI)</p> <div style="border: 1px solid red; border-radius: 10px; padding: 5px; margin-top: 10px;"><p style="color: red;">利用する端末を記載する。 ※同一型式でも個体差があるので、利用する 端末ごとに実施する</p></div>	<p>写真</p>
<p>検証機器 (真値を測定する測定機器) <input type="checkbox"/> T S : 3 級 T S 以上 <input type="checkbox"/> 機種名 (級別〇級)</p>	<p>写真</p>
<p>測定記録 測定期日：〇年〇月〇日 測定条件：天候 晴れ 気温 18℃ 測定場所：(株)〇〇〇〇 構内道路改修工事にて 検証機器と既知点の距離： m</p>	<p>写真</p>
<p>精度確認方法 ■ 検証点の T S 等光波方式とモバイル端末の 各座標の較差</p>	

精度確認試験結果（詳細）

① 真値の計測結果（T S 等光波方式）

写真

T S 等光波方式で計測した真値とする検証点の位置座標			
	X	Y	Z
1 点目			
2 点目			

② モバイル端末による計測結果

計測状況写真、点群データ

モバイル端末で計測した検証点の位置座標			
	X'	Y'	Z'
1 点目			
2 点目			

③ 差の確認（測定精度）

モバイル端末による計測結果（X' , Y' , Z' ）

— 真値とする検証点の計測結果（X, Y, Z）

検証点の座標間較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1 点目			
2 点目			

X成分（最大） =

Y成分（最大） =

Z成分（最大） =

※各成分の合格判定は、基準値±50mm以内。

主要機器の構成と精度確保に必要な計測手順

① 主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組み（フロー図）を掲載する。

1) 利用するシステム

システムが利用する機器構成が分かる図、機器説明などを示す。
※メーカーの資料等の添付する場合は割愛しても良い

計測結果をTS等光波方式による計測結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

2) 計測手順

システムの利用手順が分かるフロー図などを示す。
※メーカーの資料等を添付する場合は割愛しても良い

②主要機器		※以下は記載例
②-1：モバイル端末等本体		
本体	計測方式	備考
名称：モバイル端末 対応機種： 12.9 インチ ○○○ Pro（第4世代） （Wi-Fi + Cellular モデル） 11 インチ ○○○ Pro（第2世代） （Wi-Fi + Cellular モデル） 12.9 インチ ○○○ Pro（第5世代） （Wi-Fi + Cellular モデル）	< 下記の組み合わせによるシステム > ・モバイル端末に搭載されたセンサー：LiDARを利用する。 ・標定点の計測：RTK-GNSS（2周波）レシーバーを用いる。 ・計測ソフトウェア：○○社製「○△計測ソフトウェア」	
②-2：標定点に用いるシステム		
標定点計測装置	計測性能および利用方法	備考
方式：RTK-GNSSレシーバー	①5 m以内で標定点となるGNSSレシーバーを設置・計測を行う。 ②モバイル端末の計測アプリを起動し、標定点付近の計測と画面上でGNSSレシーバーを選択し、GNSSレシーバーが取得した位置情報と、3次元測量データを紐づける。 ③計測区間終了まで①②を繰り返す。	<div style="border: 1px solid red; border-radius: 15px; padding: 10px; color: red;"> 利用する手順を記載する。 ※同一システムでも複数の手法がある。 現場で利用する方法を記載する。 </div>
③測定精度確保に必要な計測手順や条件		
現場での出来形測定精度を確保するための計測条件が明記されていること。 以下記載例 ■現場座標と整合させる手法が定められている。 具体の方法：計測ソフトウェア（○○）を起動し、標定点（始点）を読み込む。 センサーを計測対象に向けたまま、まっすぐ移動する。 5 m間隔に設置した標定点（中間点）を計測する。 精度誤差測定のため検証点（中間点）を読み込む。 標定点（終点）を読み込み、計測を終了する。 ■現場座標と整合させるための与点の基準が定められている。 具体の方法：モバイル端末の移動方向に5 m間隔に標定点（GNSSデバイス）を配置する。 標定点（GNSSデバイス）の座標はRTK-GNSSにより座標計測する。 RTK-GNSSは計直前と計測直後に既知点上で精度確認を行い、±5 cm以下であることを確認する。 ■精度が確保できる範囲 具体の方法：標定点は5 m以内ピッチに設定する。 ■利用するセンサーの仕様が定められているあるいは、利用する機種が定められている。		<div style="border: 1px solid red; border-radius: 15px; padding: 10px; color: red;"> 利用する手順を記載する。 ※現場での計測における留意点を把握するために記載する。 </div>

(様式 - 14)

1 表層安定処理等、固結工（中層混合処理）

年 月 日

工事名： _____

受注者名： _____

作成者： _____

地盤改良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平面図	全点	・地盤改良施工範囲は正しいか。	
		・区画割・管理ブロックの割付けは正しいか。	
		・管理ブロックの幅・奥行き・高さは正しいか。	
②縦断図	全点	・全ての区画割の深度（H）又は標高（z）は正しいか。	

(1) 各チェック項目について、チェック結果欄に「○」を記入すること。

(2) 該当項目のデータ入力がない場合は、チェック結果欄に「-」を記入すること。

(様式 - 14)

2 固結工 (スラリー攪拌工)

年 月 日

工事名: _____

受注者名: _____

作成者: _____

地盤改良設計データチェックシート

項目	内容	チェック結果
①平面図	・杭芯位置 (x座標、y座標) (攪拌装置が多軸の場合には複数) は正しいか。	
②縦断図	・改良体天端の標高又は施工基面からの計画深度・改良体底面部の標高又は計画深度は正しいか。	
	・施工基面の標高は正しいか。	
②縦断図	・設計データに入力した杭径Dは、設計攪拌径と合致しているか。	

(1) 各チェック項目について、チェック結果欄に「○」を記入すること。

(2) 該当項目のデータ入力がない場合は、チェック結果欄に「-」を記入すること。