

施工履歴データを用いた  
出来形管理要領（河川浚渫工事編）  
（案）

平成30年3月

国土交通省

## はじめに

情報化施工は、情報通信技術の適用により高効率・高精度な施工を実現するものであり、工事施工中においては、施工管理データの連続的な取得を可能とするものである。そのため、施工管理においては従来よりも多くの点で品質管理が可能となり、これまで以上の品質確保が期待される。

施工者においては、実施する施工管理にあつては、施工管理データの取得によりトレーサビリティが確保されるとともに、高精度の施工やデータ管理の簡略化・書類の作成に係る負荷の軽減等が可能となる。また、発注者においては、従来の監督職員による現場確認が施工管理データの数値チェック等で代替可能となる他、検査職員による出来形・品質管理の規格値等の確認についても数値の自動チェックが今後可能となるなどの効果が期待される。

情報化施工技術のうち、ICT建設機械を用いた施工では、丁張りの削減や作業効率の向上など、様々な導入効果が得られるが、ICT建設機械の作業装置の施工中の軌跡(施工履歴データと記載)を記録することが出来るものがあり、適切な精度管理を行ったうえでこの軌跡データを出来形管理に活用することにより、出来形管理作業の大幅な効率化、省力化が期待できる。特に施工中や施工後に降雨に伴う河川の水位増加等により常に、あるいは一時的に水面下に没する河床部分の掘削や、浚渫工における水底の掘削では、T L S等の既存の出来形計測技術による出来形計測が困難であるが、代替として施工履歴データを活用した出来形管理手法を用いることにより、作業効率が飛躍的に向上する。

そこで、情報化施工の項目のひとつとして、施工履歴データを利用した出来形計測・出来高算出方法を整理した。この方法は、既存の面的な出来形計測技術や、従来の巻尺、レベルあるいはT Sを用いる方法に比べて、以下の優位性をもつ。

- (1) 従来の出来形管理手法では把握できなかった面的な出来形が把握できる。
- (2) 河床掘削工や浚渫工等で実施される水中等の出来形計測作業が効率化する。
- (3) 施工中に出来形を把握することができ、出来形の確認と修正施工のサイクルが迅速化する。

一方、施工履歴データを用いた計測では、従来の巻尺、レベルやT Sによる計測に比べて以下の留意点がある。

- (1) ICT建設機械の作業装置の位置は、GNSSや各種センサを統合したシステムにより計測されるため、現場においてシステム全体の精度管理を適切に行う必要がある。
- (2) 取得データの計測密度が既存の面的な出来形計測技術と比べて著しく小さい。

本管理要領を用いた施工管理の実施にあたっては、本管理要領の主旨、記載内容をよく理解するとともに、実際の施工管理においては、機器の適切な調達及び管理等を行うとともに、適切な施工管理の下で施工を行うものとする。

今後、現場のニーズや本技術の活用目的に対し、更なる機能の開発等技術的発展が実現されることが期待され、その場合、本管理要領も適宜内容を改善していくこととしている。

なお、本管理要領は発注者が行う監督・検査に関する要領と併せて作成しており、監督・検査については、「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)」を参照していただきたい。

## 目 次

第1章	総則	1
1-1	目 的	1
1-2	適用の範囲	2
1-3	本管理要領（素案）に記載のない事項	3
1-4	用語の解説	3
1-5	施工計画書	8
1-6	監督職員による監督の実施項目	9
1-7	検査職員による検査の実施項目	10
第2章	施工履歴データによる測定方法	11
2-1	機器構成	11
2-2	施工履歴データの計測性能及び精度管理	13
2-3	点群処理ソフトウェア	13
2-4	3次元設計データ作成ソフトウェア	17
2-5	出来形帳票作成ソフトウェア	18
2-6	工事基準点の設置	20
第3章	施工履歴データによる工事測量	21
3-1	起工測量	21
3-2	部分払い用出来高計測	21
第4章	施工履歴データによる出来形管理	22
4-1	3次元設計データの作成	22
4-2	3次元設計データの確認	24
4-3	施工履歴データによる出来形計測	25
4-4	施工履歴データによる出来形計測箇所	27
第5章	出来形管理資料の作成	27
5-1	出来形管理資料の作成	27
5-2	数量算出	31
5-3	電子成果品の作成規定	34
第6章	管理基準及び規格値等	36
6-1	出来形管理基準及び規格値	36
6-2	品質管理及び出来形管理写真基準	36
	参考資料	37
	参考資料-1 参考文献	37
	参考資料-2 3次元設計データチェックシート	38
	参考資料-3 精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	43

第1章 総則

1-1 目的

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

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

【解説】

本管理要領は、施工履歴データを用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ICT建設機械は、オペレータへの操作支援また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、保存される。（以降、記録データを「施工履歴データ」という）

施工中に得られた施工履歴データと点群処理ソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握したり出来形数量等を容易に算出することが可能となり、従来の計測にかかる手間の大幅な削減と、面的な出来形の形状取得が可能で、従来の巻尺・レベルによる幅・長さの計測や、高さの計測は不要である。また、施工と同時に施工履歴データが記録されるため、出来形計測を待たず、次工程の段取りが可能となるため、施工管理の手間とコストの削減が期待できる。

以上のように施工履歴データ及び3次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいですが、大量の計測点群データの処理が必要なことから、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示す必要がある。

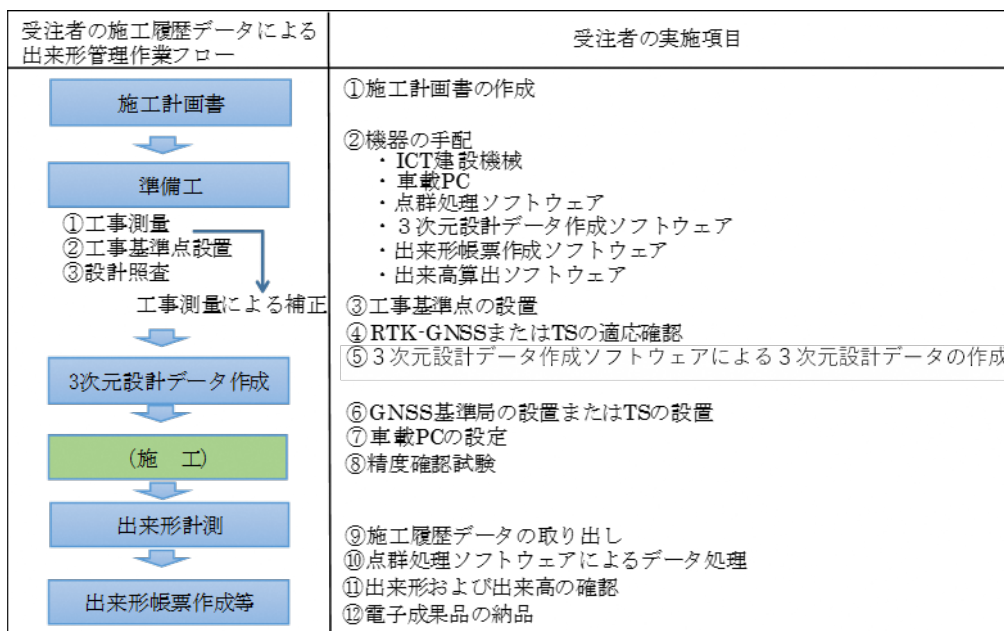


図 1-1 出来形管理の主な手順

1-2 適用の範囲

本管理要領は、ICT建設機械を用いて施工し、施工履歴データを用いて行う出来形計測及び出来形管理に適用する。適用する工種は表1-1のとおりとする。

【解説】

1) 測定方法

本管理要領は、ICT建設機械を用いて施工した施工履歴データを用いて行う出来形計測および出来形管理を対象とする。

2) 適用工種

適用工種を土木工事施工管理基準における分類で示すと、表1-1のとおりである。

表 1-1 適用工種区分

編	章	節	工 種	摘 要
共通編	一般施工	浚渫工 共通	浚渫船運転工 (バックホウ浚渫船) ※	
河川編	浚渫 (川)	浚渫工 (バックホウ 浚渫船)	浚渫船運転工	

(土木工事施工管理基準の工種区分より)

※グラブ浚渫船は対象外とする

3) 使用する建設機械

本要領を適用するためには、ICT建設機械を使用する必要がある。

4) 対象となる作業の範囲

本管理要領で示す作業の範囲は、図1-2の実線部分（施工計画、準備工の一部、施工、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査）である。しかし、施工履歴データを用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効であり、次図の破線部分においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は情報化施工の目的に合致するものであり、本管理要領は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何ら妨げない。

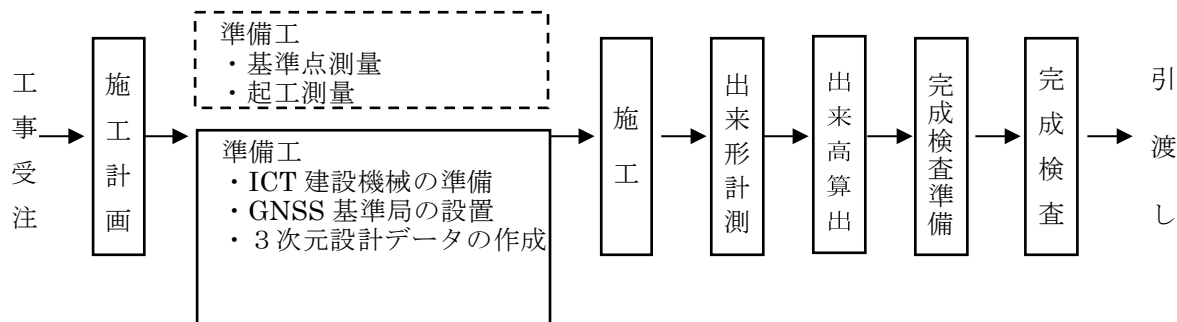


図 1-2 本管理要領の対象となる業務の範囲

### 1-3 本管理要領（素案）に記載のない事項

本管理要領（素案）に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

- 1) 「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
- 2) 「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」（国土交通省各地方整備局）
- 3) 「写真管理基準（案）」（国土交通省各地方整備局）
- 4) 「土木工事数量算出要領（案）」（国土交通省各地方整備局）
- 5) 「工事完成図書の子納品等要領」（国土交通省）
- 6) 「国土交通省 公共測量作業規程」（国土交通省）
- 7) 「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）」（国土交通省）

注1) 上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。

注2) 「国土交通省 公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

#### 【解説】

本管理要領は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」、「写真管理基準（案）」及び「土木工事数量算出要領」で定められている基準に基づき、施工履歴データを用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

### 1-4 用語の解説

本管理要領で使用する用語を以下に解説する。

#### 【ICT建設機械】

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

#### 【ICTバックホウ】

3DMC・3DMGを搭載したバックホウをいう

#### 【3DMGバックホウ】

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

#### 【施工履歴データ】

ICT建設機械により施工しながら計測されるICT建設機械の作業装置の3次元座標、取得時刻、その時の建設機械の状態等の記録をいう。

## 【操作支援システム】

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

## 【TS】

トータルステーション (Total Station) 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のことである。計測した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行うことができ、計測データの記録及び外部機器への出力ができる。標定点の座標取得、及び実地検査に利用される。

## 【施工履歴データを用いた出来形管理】

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で、出来形や数量を面的に算出、把握する管理方法である。

## 【3次元設計データ】

3次元設計データとは、道路中心線形又は法線 (平面線形、縦断線形)、出来形横断面形状、工事基準点情報及び利用する座標系情報など設計図書に規定されている工事目的物の形状とともに、それらをTINなどの面データで出力したものである。

## 【TIN】

TIN (不等三角網) とは、Triangular Irregular Network の略。TINは、地形や出来形形状などの表面形状を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。TINは、多くの点を3次元上の直線で繋いで三角形を構築するものである。TINは、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。

## 【3次元設計データの構成要素】

3次元設計データの構成要素は、主に、平面線形、縦断線形、横断面形状であり、これらの構成要素は、設計成果の線形計算書、平面図、縦断図及び横断図から仕上がり形状を抜粋することで、必要な情報を取得することができる。3次元設計データは、これらの構成要素を用いて面的な補間計算を行い、TINで表現されたデータである。図に3次元設計データを作成するために必要な構成要素を示す。

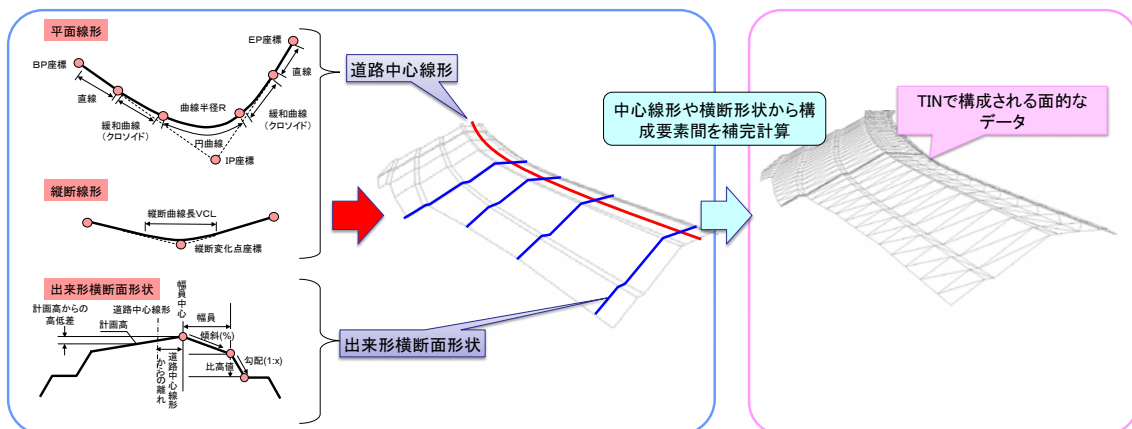


図 1-3 3次元設計データのイメージ (道路土工の場合)

### 【道路中心線形】

道路の基準となる線形のこと。平面線形と縦断線形で定義され、3次元設計データの構成要素の一つとなる。

### 【法線】

堤防、河道及び構造物等の平面的な位置を示す線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。

### 【平面線形】

平面線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の平面的な形状を表している。道路中心線形の場合、線形計算書に記載された幾何形状を表す数値データでモデル化している。平面線形の幾何要素は、道路中心線形の場合、直線、円曲線、緩和曲線（クロソイド）で構成され、それぞれ端部の平面座標、要素長、回転方向、曲線半径、クロソイドのパラメータで定義される。

### 【縦断線形】

縦断線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の縦断的な形状を表している。縦断形状を表す数値データは縦断図に示されており、縦断線形の幾何要素は、道路中心線形の場合、縦断勾配変位点の起点からの距離と標高、勾配、縦断曲線長又は縦断曲線の半径で定義される。

### 【出来形横断面形状】

平面線形に直交する断面での、土工仕上がり、法面等の形状である。現行では、横断図として示されている。

### 【計測点群データ（ポイントファイル）】

施工履歴データから作業装置位置の3次元座標値以外の情報を削除したで計測した地形や地物を示す3次元座標値の計測点群データ。CSV や LandXML、LAS などで出力される点群処理ソフトウェアなどでのデータ処理前のポイントのデータである。

### 【出来形評価用データ（ポイントファイル）】

施工履歴データから抽出した計測点群データから不要な点を削除し、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータである。専ら出来形の評価と出来形管理資料に供する。

### 【出来形計測データ（TINファイル）】

施工履歴データから抽出した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網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のことをいう。数量算出に利用する。

### 【出来形管理資料】

3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値など）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは3次元モデルをいう。



### 【点群処理ソフトウェア】

施工履歴データから出来形部分に対応した3次元点群データを抽出するソフトウェアである。また、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、及び当該点群にT I Nを配置し、3次元の出来形計測結果を出力する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】

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、出力するソフトウェアである。

### 【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で、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資料として出力することができる。

### 【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、あるい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。

### 【オリジナルデータ】

使用するソフトウェアから出力できるデータのことで、使用するソフトウェア独自のファイル形式あるいは、オープンなデータ交換形式となる。例えば、LandXMLは、2000年1月に米国にて公開された土木・測量業界におけるオープンなデータ交換形式である。

### 【工事基準点】

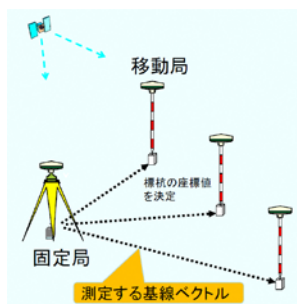
監督職員より指示された基準点を基に、受注者が施工及び施工管理のために現場及びその周辺に設置する基準点をいう。

### 【GNSS (Global Navigation Satellite System/汎地球測位航法衛星システム)】

人工衛星からの信号を用いて位置を決定する衛星測位システムの総称。米国が運営するGPS以外にも、ロシアで開発運用しているGLONASS、ヨーロッパ連合で運用しているGalileo、日本の準天頂衛星(みちびき)も運用されている。

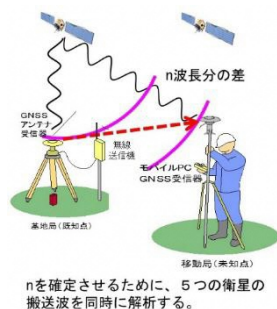
### 【キネマティック法】

キネマティック法とは、図のようにGNSS受信機を固定点に据付け(固定局)、他の1台を用いて他の観測点を移動(移動局)しながら、固定点と観測点の相対位置(基線ベクトル)を求める方法である。



## 【RTK-GNSS】

RTKとは、リアルタイムキネマティックの略で、衛星測位から発信される搬送波を用いた計測手法である。既知点と移動局にGNSSのアンテナを設置し、既知点から移動局への**基線**ベクトル解析により、リアルタイムに移動局の座標を計算することができる。

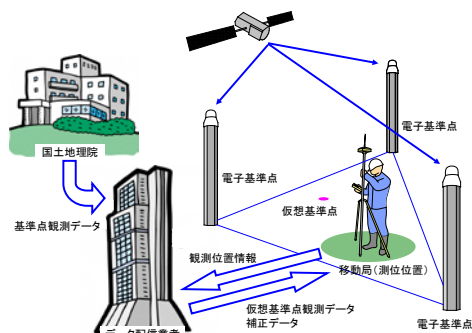


## 【ネットワーク型RTK-GNSS】

RTK-GNSSで利用する基地局を仮想点として擬似的に作成することで、基地局の設置を削減した計測方法のこと。全国に設置された電子基準点のデータを元に、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でRTK-GNSSを実施可能となる。このため、既知点の設置とアンテナは不要だが、仮想基準点の模擬的な受信データ作成とデータ配信、通信料に関する契約が別途必要となる。

## 【GNSSローバー】

ネットワーク型RTK法による単点観測法で用いるGNSS受信機を備えた計測機器。



## 1-5 施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

### 1) 適用工種

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「1-2 適用の範囲」を参照されたい。

### 2) 適用区域

本管理要領による、3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

### 3) 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準

契約上必要な出来形計測を実施する出来形管理箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

### 4) 使用機器・ソフトウェア

「2-1 機器構成」に示す ICT 建設機械、点群データ処理ソフトウェアである旨記載する。

### 5) 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示す。

## 【解説】

### 1) 適用工種

本管理要領による適用工種に該当している工種を記載する。

### 2) 適用区域

本管理要領により、3次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の施工範囲を示し、本管理要領による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値」による出来形管理範囲を塗り分ける。

3次元計測範囲は施工部分を周囲に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。

### 3) 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

また、施工履歴データを用いた出来形管理を行う範囲については、本管理要領に基づく出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準を記載する。

### 4) 使用機器・ソフトウェア

施工履歴データを用いた出来形管理を効率的かつ正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された ICT 建設機械及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成を記載するとともに、その機能・性能などを確認できる資料を添付する。

#### ① 機器構成

受注者は、本管理要領を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

#### ② ソフトウェア

受注者は、本管理要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーのカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書の添付資料として提出する。

#### 5) 作業装置位置の取得精度確認計画

精度確認については、参考資料－3 「精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」を参照し実施の上、その記録を提出する。

### 1－6 監督職員による監督の実施項目

本管理要領を適用した、施工履歴データによる出来形管理における監督職員の実施項目は、「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編) (案)」の「5 監督職員の実施項目」による。

#### 【解説】

監督職員は、本管理要領に記載されている内容を確認及び把握をするために立会し、また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、監督職員による本管理要領に記載されている内容を確認、把握、及び立会する上で必要な準備、人員及び資機材等の提供並びに写真その他資料の整備をするものとする。

監督職員の実施項目は下記に示すとおりである。

- 1) 施工計画書の受理・記載事項の確認
- 2) 基準点の指示
- 3) 設計図書の3次元化の指示
- 4) 工事基準点等の設置状況の把握
- 5) 3次元設計データチェックシートの確認
- 6) 精度確認試験結果報告書の把握
- 7) 出来形管理状況の把握

## 1-7 検査職員による検査の実施項目

本管理要領を適用した、施工履歴データによる出来形管理における検査職員の実施項目は、「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編)(案)」の「6 検査職員の実施項目」による。

### 【解説】

本管理要領の実施に係る工事実施状況の検査では、施工計画書等の書類により監督職員と所定の手続きを経て、出来形管理を実施したかを検査する。

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、本管理要領で算出された数量を用いてよいものとする。

受注者は、当該技術検査について、監督職員による監督の実施項目の規定を準用する。

検査職員の実施項目は下記に示すとおりである。

#### 1) 出来形計測に係わる書面検査

- ・ 施工履歴データを用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容
- ・ 設計図書の3次元化に係わる確認
- ・ 施工履歴データを用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等
- ・ 3次元設計データチェックシートの確認
- ・ 施工履歴データを用いた出来形管理に係わる精度確認試験結果報告書の確認
- ・ 施工履歴データを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認
- ・ 品質管理及び出来形管理写真の確認
- ・ 電子成果品の確認

#### 2) 出来形計測に係わる実地検査

- ・ 検査職員が任意に指定する箇所の出来形検査

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

## 第2章 施工履歴データによる測定方法

### 2-1 機器構成

本管理要領で用いるICT建設機械による出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。

- 1) ICT建設機械本体
- 2) 点群処理ソフトウェア
- 3) 3次元設計データ作成ソフトウェア
- 4) 出来形帳票作成ソフトウェア
- 5) 出来高算出ソフトウェア

#### 【解説】

図2-1に施工履歴データを用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

#### 1) ICT建設機械本体

施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録する機能を有するICT建設機械である。

#### 2) 点群処理ソフトウェア

ICT建設機械で取得した複数の施工履歴データの結合や、3次元座標の点群から樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した3次元座標の点群にTIN（不等三角網）を配置し、3次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU、GPU、メモリなど）に留意すること。

#### 3) 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・出力するソフトウェアである。

#### 4) 出来形帳票作成ソフトウェア

3)で作成した3次元設計データと、2)で算出した出来形評価用データの各ポイントの離れを算出することで、出来形の良否判定が可能な出来形分布図などを作成するソフトウェアである。

#### 5) 出来高算出ソフトウェア

別途計測した起工測量結果と、3)で作成した3次元設計データ、あるいは、2)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。

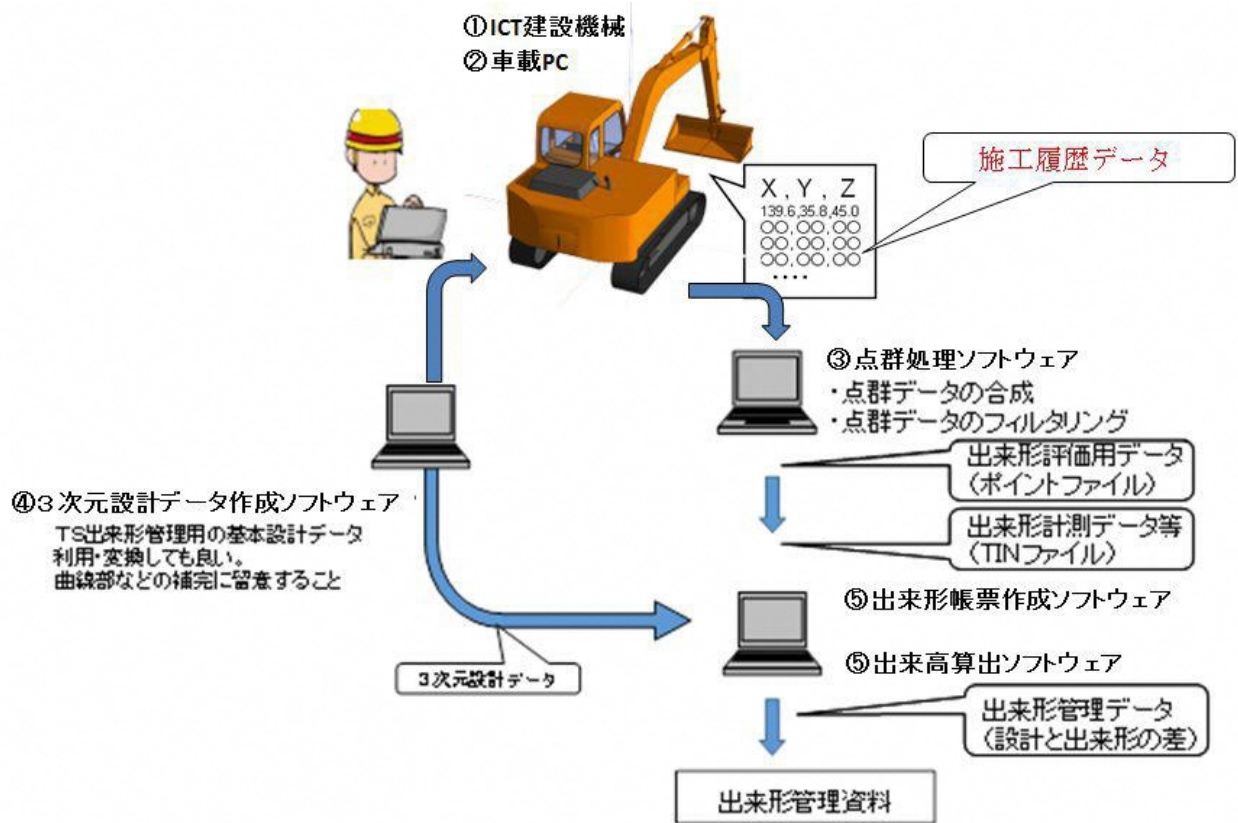


図 2-1 施工履歴データによる出来形管理機器の構成例

## 2-2 施工履歴データの計測性能及び精度管理

施工履歴データによる出来形計測で利用するICT建設機械本体は下記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であること。受注者は、本管理要領に基づいて出来形管理を行う場合は、利用する施工履歴データの精度について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する施工履歴データに要求される精度基準を示す。

静止状態での作業装置位置の取得精度（水平・標高）：各±50mm以内

テスト作業による作業装置位置の取得精度（標高）：±100mm以内

（参考資料-3 「精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと）

### 【解説】

#### 1) 計測性能

ICT建設機械の作業装置位置の計測精度は、下記の要因により変化する。

- ① RTK-GNSSの位置精度
- ② RTK-GNSSおよび角度センサ位置間の寸法計測誤差
- ③ 角度センサによる出力精度
- ④ ソフト処理上の丸め誤差
- ⑤ 機械ガタ（刃先の磨耗を含む）

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。

#### 2) 精度管理

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、現地での精度管理を実施する。

##### ① 着工前の精度確認

「参考資料-3 精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、本要領による出来形管理範囲着工前に精度確認試験を実施し、その結果について、様式-2を用いて提出する。

##### ② 施工期間中の日々の精度確認

施工履歴データを出来形計測に利用する場合は「参考資料-3 精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、作業日1日ごと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提出できるように保管する。

## 2-3 点群処理ソフトウェア

本管理要領で利用する点群処理ソフトウェアは、施工履歴データから取得した計測点群データから、出来形とは関係のない不要点を除外する機能や、3次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを出力する機能を有していなければならない。

### 【解説】

施工履歴データの点群データには、ICT建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。点群処理ソフトウェアは、このような不要な点を排除し、出来形部分に対応した点群データを抽出することが必要となる。不要点の排除にあたっては、不



要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。以下に本管理要領に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。

## 1) 施工履歴データの不要点削除

### ①対象範囲外のデータ削除

施工履歴データの点群データには、ICT建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。そこで、計測結果から不要な計測データを削除する作業を行う。

出来形部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来形部分に要求密度に応じた任意のグリッドを設定し、グリッド毎に代表点の抽出を行う。

出来形管理を行う施工箇所のバケットの3次元座標（点群データ）のうち、現況地形より掘削されたデータで、標高が最低のデータを任意のグリッドごとに抽出する。

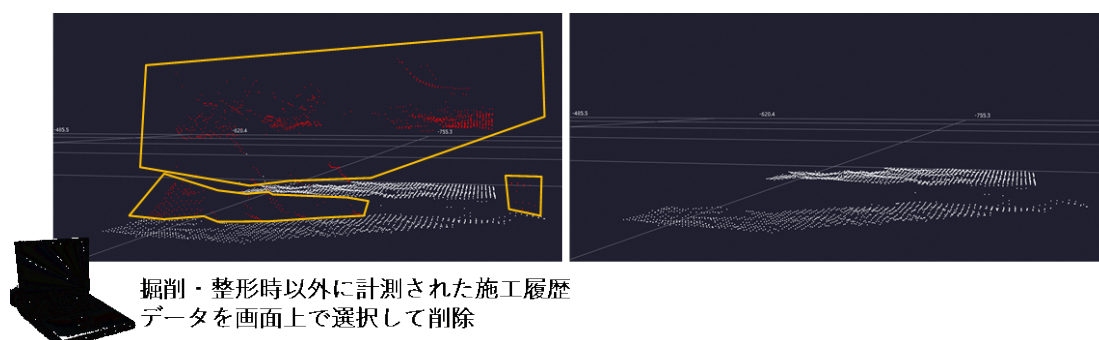


図 2-2 対象範囲外のデータ削除

施工履歴データは、レーザースキャナーや空中写真測量（無人航空機）等の出来形計測技術で得られる点群と比較して計測点数及び点群密度が低くなる。出来形を評価するためには、全てのグリッドで出来形評価に用いる代表点が無ければならないので、上記のデータ削除を行った後の施工履歴データが、出来形計測データおよび出来形評価用データともに  $1\text{m}^2$  あたり 1 点以上の点密度が確保できるように、施工中に記録する施工履歴データの記録密度が十分大きくなるように留意すること。

### ②点群密度の変更（データの間引き）

出来形計測データおよび出来形評価用データともに  $1\text{m}^2$  あたり 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良い。密度の変更方法は、用途によって様々な手法が開発されているが、座標値を変更するような処理をとってはならない。例えば、平面範囲（例えば出来形評価の計測密度である  $1\text{m}^2$  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他に、内挿により格子状に加工することにより、 $1\text{m}^2$  あたり 1 点程度のデータとすることができる。この場合、以下の方式によることができる。

- ・計測対象面について  $1\text{m}^2$ （ $1\text{m} \times 1\text{m}$  の平面正方形）以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点（ $x,y$ ）を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とする

1 m<sup>2</sup>以内の実計測点と設計面との差の最頻値または差の平均値を、設計値に加算した値を用いる。

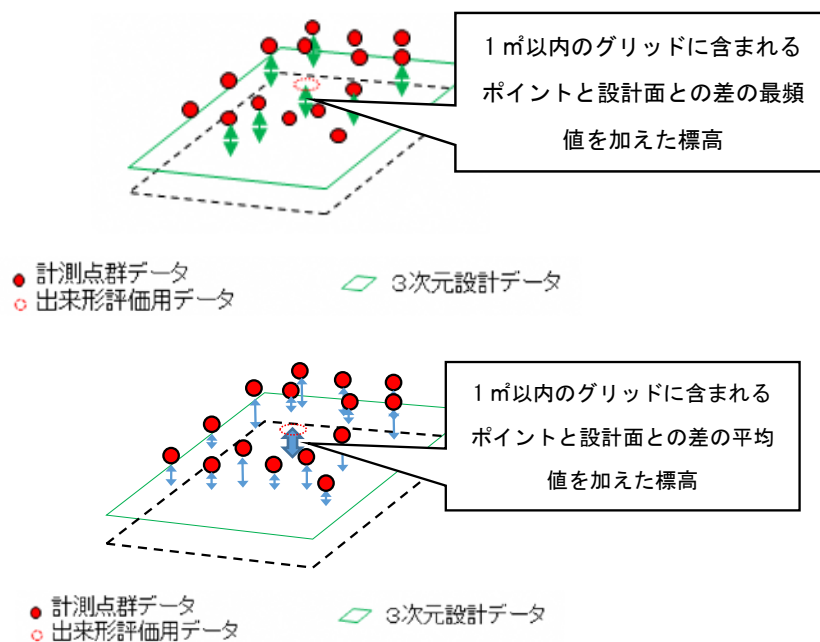


図 2-3 グリッドデータ化のイメージ

あるいは、以下を用いることもできる。

- ・最近隣法

グリッド点から最も近い点の標高値を採用

- ・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。

- ・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

- ・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倍程度を限度とする。

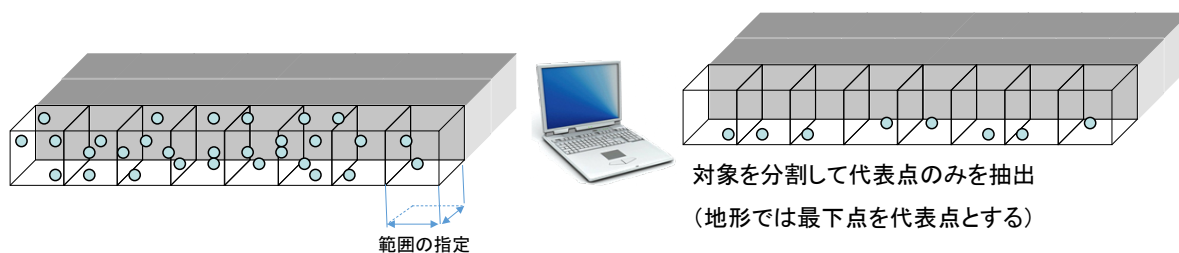


図 2-4 点群データの密度を均一にする方法 (例)

④初期データの時点でグリッド処理されている場合

施工履歴データは、初期データの時点で上記①②③の処理が完了している場合には、その処理されたデータを使用して良い。

2) 計測点群データの合成

異なる I C T 建設機械から取り出した施工履歴データをひとつの計測点群データとして取りまとめる際は各機械ごとに不要点削除（フィルタリング・密度変更・グリッド化）を行い、その後、計測点座標群を合成する。重複部分は最終時刻のデータを優先する。

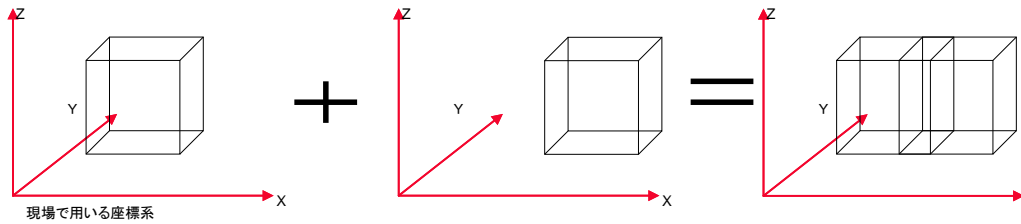


図 2-5 現場座標系に変換された結果を合成する方法

3) 面データ（出来形計測データ）の作成

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、出来形の面データを作成する。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。

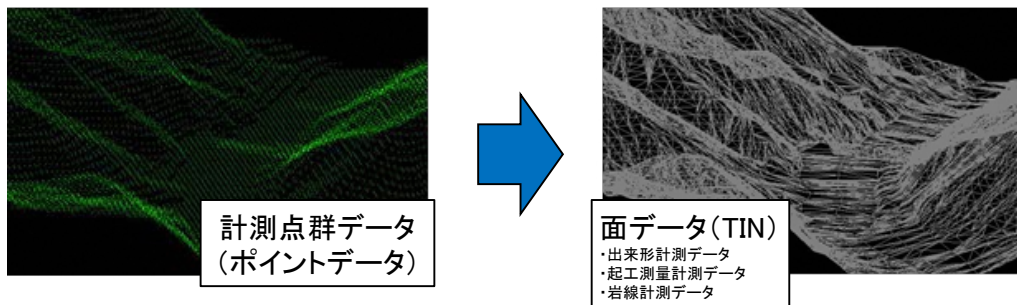


図 2-6 計測点群データを T I N データに変換する方法

## 2-4 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、以下の機能を有することとする。

- 1) 3次元設計データ等の要素読込（入力）機能
- 2) 3次元設計データ等の確認機能
- 3) 設計面データの作成機能
- 4) 3次元設計データの作成機能
- 5) 座標系の変換機能
- 6) 3次元設計データの出力機能

### 【解説】

面的な出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる3次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な3次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。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。

#### 1) 3次元設計データ等の要素読込（入力）機能

##### 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機能。

##### 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）できる機能。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、I P点、終了点）等で定義される。

##### 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）できる機能。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。

##### 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）できる機能。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。

##### 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）できる機能。

#### 2) 3次元設計データ等の確認機能

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に入力値比較や3次元表示が確認できる機能。

#### 3) 設計面データの作成機能

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機能。本管理要領という面データは、T I N（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

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機能。

#### 5) 座標系の変換機能

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機能。

#### 6) 3次元設計データの出力機能

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機能。

### 2-5 出来形帳票作成ソフトウェア

本管理要領で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。

#### 【解説】

3次元のポイントデータによる出来形評価用データと3次元設計データを重ねて表示することで出来形の良否判定を行う。特に、施工履歴データによる計測では、変化点を特定した計測ができないことから、従来の幅員や法長、端部の基準高さという管理項目での良否判定法では比較できない。このことから、3次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面図上にプロットした分布図を整理した帳票（出来形管理図表）、もしく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出来形管理資料として出力する。

#### 1) 出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力

- ① 3次元設計データから管理を行うべき範囲を抽出する。
- ② 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）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。標高較差は、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する。
- ③ 「5-1 出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式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。

## 2) 出来形分布図

- ① 3次元設計データから管理を行うべき範囲を抽出する。
- ② 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。
- ③ 分布図が具備すべき情報としては「5-1 出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を参考として、以下のとおりとする。
  - ・ 評価範囲全体が含まれる平面図
  - ・ 離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%~+100%の範囲で出来形評価用データのポイント毎に結果を示す色をプロットするとともに、色の判例を明示する。
    - ・ ±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。
    - ・ 発注者の求めに応じて規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に表示できることが望ましい。
    - ・ 規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側に規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

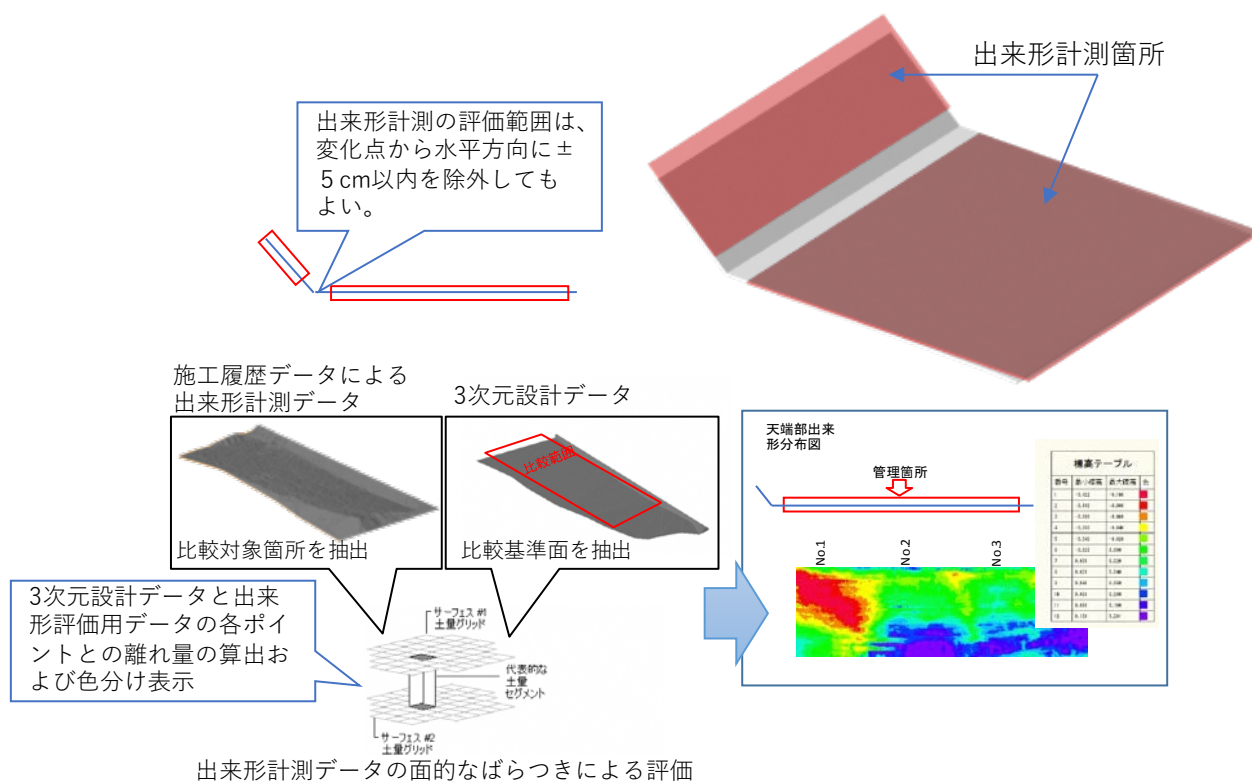


図 2-7 面的な出来形管理分布図のイメージ

## 2-6 工事基準点の設置

本管理要領に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。

出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、国土交通省公共測量作業規程に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を監督職員に提出して使用する。

### 【解説】

ICT建設機械にRTK-GNSSを用いている場合に必要となる固定局を設置する際や、施工履歴データの計測精度確認を目的とした精度確認試験を実施する際には、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。このため、出来形の計測精度を確保するためには、現場内に4級基準点または、3級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した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）、もしく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。

工事基準点の設置時の留意点としては、施工履歴データの精度確認試験を行う際に、効率的に計測できる位置にTSが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効である。また、本管理要領に基づく出来形管理では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TSまでの距離、標定点からTSまでの計測距離（斜距離）についての制限を、3級TSを利用する場合は100m以内（2級TSは150m）とする（TS等光波方式を用いた出来形管理要領より引用）。

### 第3章 施工履歴データによる工事測量

#### 3-1 起工測量

施工履歴データは施工しながらの計測を基本とするため、起工測量は対象外とする。

#### 3-2 部分払い用出来高計測

##### 1) 部分払い出来高計測の実施

受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法として施工履歴データによる地形測量を利用できる。この場合、出来高計測の実施事項は「4-3 施工履歴データによる出来形計測」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、「2) 精度確認」の精度は±200mm 以内であればよい。計測密度は0.25 m<sup>2</sup> (0.5m×0.5m メッシュあたり1点以上とする。このときの部分払い出来高算出結果については、算出値の9割を上限に計上してもよいこととする。

##### 【解説】

出来高部分払いについては、精度を落として算出数量を控除してでも、簡便な方法を望む意見があり、精度確認方法のみ規定することとした。算出値の9割の根拠はH27 実験値による。

##### 1) 部分払い出来高計測の実施

部分払い出来高計測の実施時の測定精度は標高較 200mm 以内とし、計測密度は0.25 m<sup>2</sup> (0.5m×0.5m メッシュ) あたり1点以上とする。なお、その他の作業方法と作業上の留意点については、「4-3 施工履歴データによる出来形計測」を参照されたい。



## 第4章 施工履歴データによる出来形管理

### 4-1 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（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に3次元設計データを作成する。

#### 【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、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。以下に、3次元設計データ作成時の留意事項を示す。

#### 1) 準備資料

3次元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、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に3次元設計データの作成において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。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

#### 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及びその外縁に線形要素の起終点がある場合はその範囲までとし、横断方向は構築物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、及び余盛りや法面保護堤（盛土法肩部に法面の雨水侵食防止のために構築する小堤）等を実施する場合については、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。

#### 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、施工履歴データの計測を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面や切土から盛土への変更する断面）について作成する。3次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

#### 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基に面的な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（例えば、間隔5m毎の横断形状を作成した後にT I Nを設定する）。

#### 5) 地形情報

T Sや音響測深機器等により別途計測される起工測量結果を3次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した3次元設計データと重畳し比較した上で、盛土及び切土と地形の擦付け部分が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員と協議を行い、その結果を3次元設計データの作成に反映させる。

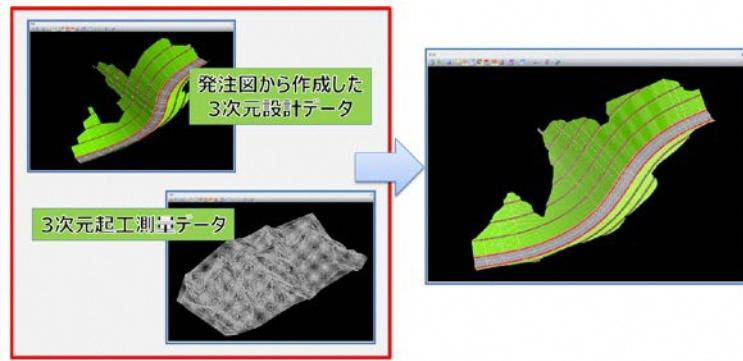


図 4-1 3次元データの重畳イメージ

6) 数量算出

作成した3次元設計データは、契約図書として位置付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た数量算出を行う場合、3次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「5-2 数量算出」を参照のこと

7) 設計変更について

設計変更で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を行う。このとき、最新の3次元設計データの変更理由、変更内容、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。

8) 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には、積算区分の境界面について、岩線計測データ等の面データを作成する。管理断面間隔より十分狭い範囲においては、T I Nで補間してもよいものとする。

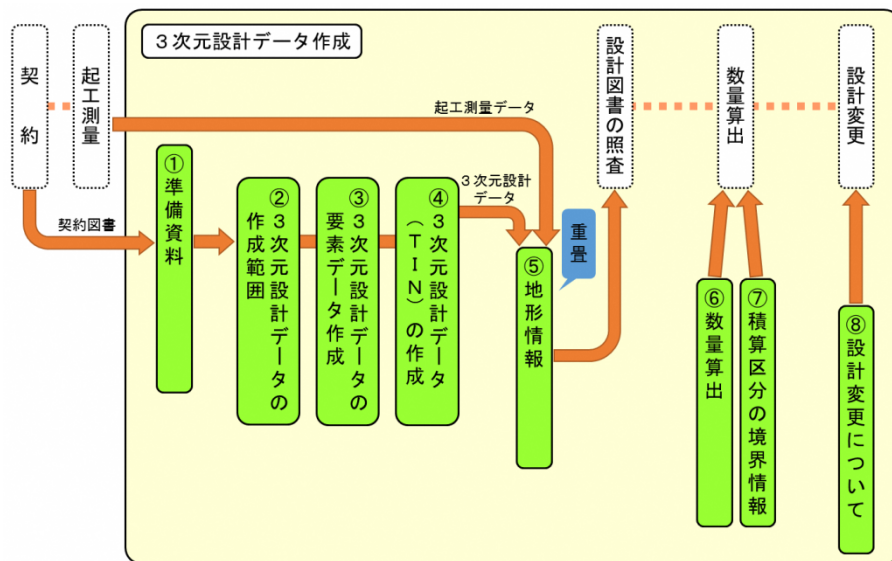


図 4-2 3次元データの流れ

#### 4-2 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に、3次元設計データの以下の1)～5)の情報について、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、設計図書を基に作成した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付ける。

- 1) 工事基準点
- 2) 平面線形
- 3) 縦断線形
- 4) 出来形横断面形状
- 5) 3次元設計データ

#### 【解説】

3次元設計データの間違いは出来形管理に致命的な影響を与えるので、受注者は3次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

3次元設計データの照合とは、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ものであることを確認することである。3次元設計データと設計図書の照合結果については、本管理要領のチェックシート及び照査結果資料（道路工事においては線形計算書、河川工事においては法線の中心点座標リスト、その他共通の資料として平面図、縦断図、横断図のチェック入り）（参考資料-2 参照）に記載する。

また、受注者は、前述の資料の他、3次元設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から3次元設計データのチェックシートを確認するための資料請求があった場合は、確認できる資料を提示するものとする。

さらに、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し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と3次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値または出力図面と対比して行う。

##### 1) 工事基準点

工事基準点は、名称、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。

##### 2) 平面線形

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

##### 3) 縦断線形

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

##### 4) 出来形横断面形状

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

#### 5) 3次元設計データ

施工履歴データを用いた出来形管理の該当区間の3次元設計データの入力要素(工事基準点、中心線形データや横断形状データ)と3次元設計データ(T I N)を重畳し、同一性が確認可能な3次元表示した図を提出する。

#### 4-3 施工履歴データによる出来形計測

受注者は、ICT建設機械による施工後、施工履歴データを取出し、出来形部分の点群データを取得する。

##### 1) GNSS基準局の設置

RTK-GNSSを用いてICT建設機械の測位を行う場合は、GNSS基準局を工事基準点に設置する。

##### 2) 事前の計測精度確認

作業装置位置の取得精度を確保するため、「参考資料-3 精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、施工着手前に精度確認試験を行う。

##### 3) 日常の精度確認

作業日毎に、始業前に1回、ICT施工機械が静止した状態での施工履歴データの計測精度を確認する。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に整理する。

##### 4) 計測密度

施工履歴データによる出来形計測は、計測対象範囲内で $1\text{m}^2$ ( $1\text{m}\times 1\text{m}$ メッシュ)あたり1点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。

##### 5) 計測点群データの作成

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

#### 【解説】

##### 1) GNSS基準局の設置

ICT建設機械を構成する機器にRTK-GNSSを含む場合には、掘削又は敷均し工の着手前までにRTK-GNSS基準局を設置する必要がある。同システムにより提供される作業装置位置の3次元座標には、RTK-GNSSが潜在的に有する計測誤差以外に、RTK-GNSS基準局の設置した位置の3次元座標の誤差が含まれるため、工事基準点に必ず設置すること。

##### 2) 事前の計測精度確認

ICT建設機械を用いた施工に着手する前に、「参考資料-3 精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い現場において精度確認試験を実施し、結果を提出する。

##### 3) 日常の精度確認

各作業日の施工開始前に、作業装置位置の計測精度が $x,y,z$ の各成分とも $\pm 50\text{mm}$ 以下であることを確認する。確認方法の例は以下のとおりである。

- ・ICT建設機械によって出力される作業装置位置の三次元座標とトータステーション

やG N S S等の測位技術によって計測した作業位置装置の三次元座標とを比較する。

- ・ I C T建設機械の作業装置を三次元座標が既知の点にあてて、既知の座標とMC・MG技術によって出力される作業位置装置の三次元座標を比較する。

#### 4) 計測密度

不要点除去等の処理を行った後の施工履歴データが、出来形計測データおよび出来形評価用データともに計測対象範囲内で $1\text{ m}^2$  ( $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ メッシュ)あたり1点以上得られる設定で施工履歴データの記録頻度等の設定を行う。

なお、欠測等により点密度が確保出来なかった場合には、 $1\text{ m}^2$  ( $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ メッシュ)あたり1点以上の計測点が得られるよう、従来の計測方法(T S、レベル等を用いた方法)による計測で、補間することができる。

#### 5) 計測点群データの作成

施工履歴データの点群データには、I C T建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。このため、点群処理ソフトウェアを用いて不要な点を排除し、出来形部分に対応した点群データのみを抽出する。

出来形部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来形部分に $1\text{ m}^2$  ( $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ メッシュ)のグリッドを設定し、任意のグリッド毎に代表点の抽出を行い、出来形評価用データを作成する。

I C Tバックホウを用いる場合は、出来形を算出する施工箇所のバケットの3次元座標(点群データ)のうち、現況地形より掘削されたデータかつ、標高が最低のデータを任意のグリッドごとに抽出する。

施工履歴データの取り出しは、施工履歴データがI C T建設機械の車載P Cに保存されている場合には、施工後に車載P Cから記録媒体(U S Bメモリー等)へ施工履歴データをコピーする。施工履歴データがクラウドサーバーに保存されている場合は、クラウドサーバーからダウンロードする。

なお、施工履歴データは初期データの時点で不要点削除・グリッド処理が完了している場合には、その処理済みのデータを使用して良い。

#### 4-4 施工履歴データによる出来形計測箇所

施工履歴データによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとし、変化点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。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1mメッシュに1点以上の出来形座標値を取得すること。

3次元データによる出来形管理において、土工部の法肩、法尻や変化点または現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など土木工事施工管理基準（出来形管理基準及び規格値）によらない場合は、監督職員と協議のうえ、対象外とすることができる。

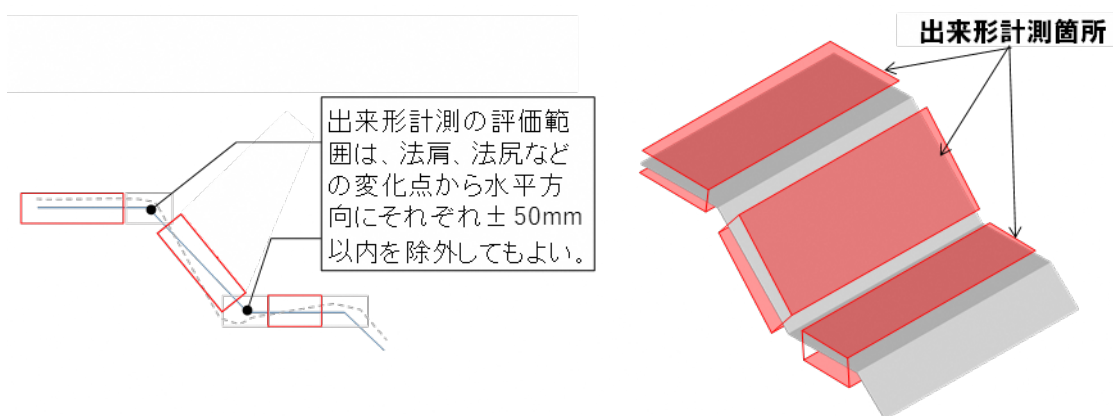


図 4-3 出来形計測箇所

#### 【解説】

上図に示すとおり、施工履歴データによる出来形管理で計測する3次元座標は、平場面、法面の全ての範囲で3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

### 第5章 出来形管理資料の作成

#### 5-1 出来形管理資料の作成

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

##### 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）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしく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。出来形確認箇所（平場、法面）ごとに作成する。

#### 【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理基準の管理項目に対する測定結果をとりまとめたものであり、作成例を図に示す。受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領が対象とする工種について本管理要領で定める帳票を自動作成、保存、印刷ができるものとする。

##### 1) 出来形管理図表

3次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差あるいは水平較差の平均値及び最大較差等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図を明示したものであること。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、

- ・平均値（算出結果と規格値（当該部位の平均値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く平均値
- ・最大値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最大
- ・最小値（算出結果と規格値（当該部位の個々の計測値に対する規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最小
- ・データ数（算出結果と規格値（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（規格値を外れたデータ個数と規格値（データ数の0.3%以内）及び良否結果）：全棄却点数

を表形式で整理する。良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合については、不合格の内容が各項目で確認できる様、棄却点も含め表示すること。

出来形確認箇所（平場、法面）ごとに作成する。分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

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

電子検査において、属性情報により本様式の表示内容を満足するビューワー付き3次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。いずれの場合も、従来の出来形管理図表（様式31）の提出に代えることができる。

- ・規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

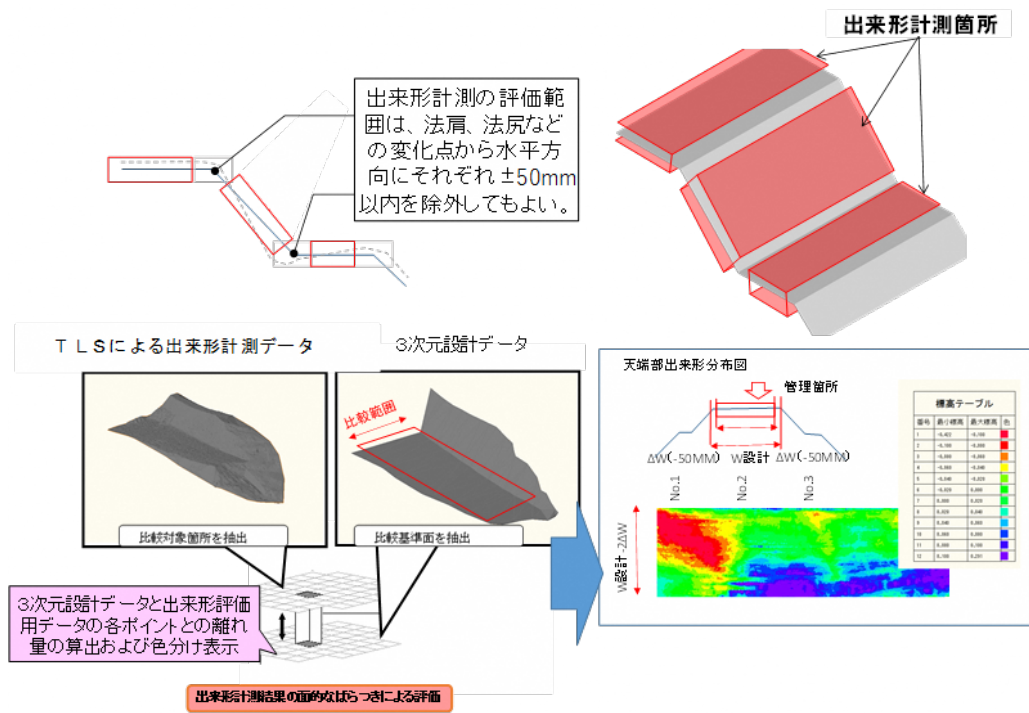


図 5-1 出来形管理図表 作成の流れ



出来形合否判定総括表

工 種	河川浚渫工	測点	No. 1~No. 1000
種 別	浚渫船運転工 (バックホウ浚渫船)	合否判定結果	<b>合格</b>

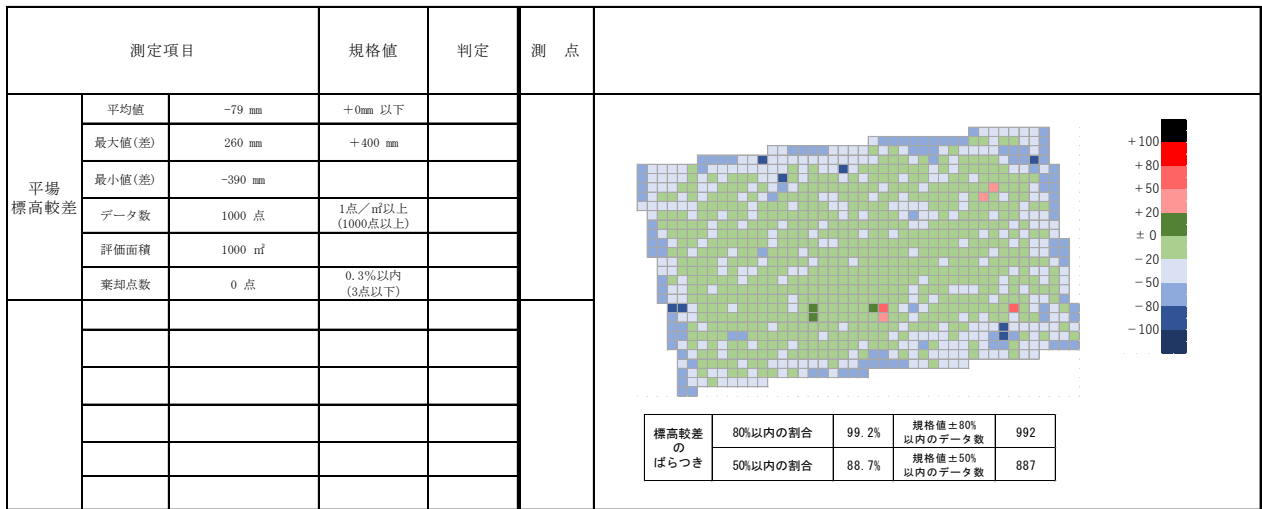


図 5 - 2 出来形管理図表 作成例 (合格の場合)

出来形合否判定総括表

工 種	河川浚渫工	測点	No. 1~No. 1000
種 別	浚渫船運転工 (バックホウ浚渫船)	合否判定結果	<b>異常値有</b>

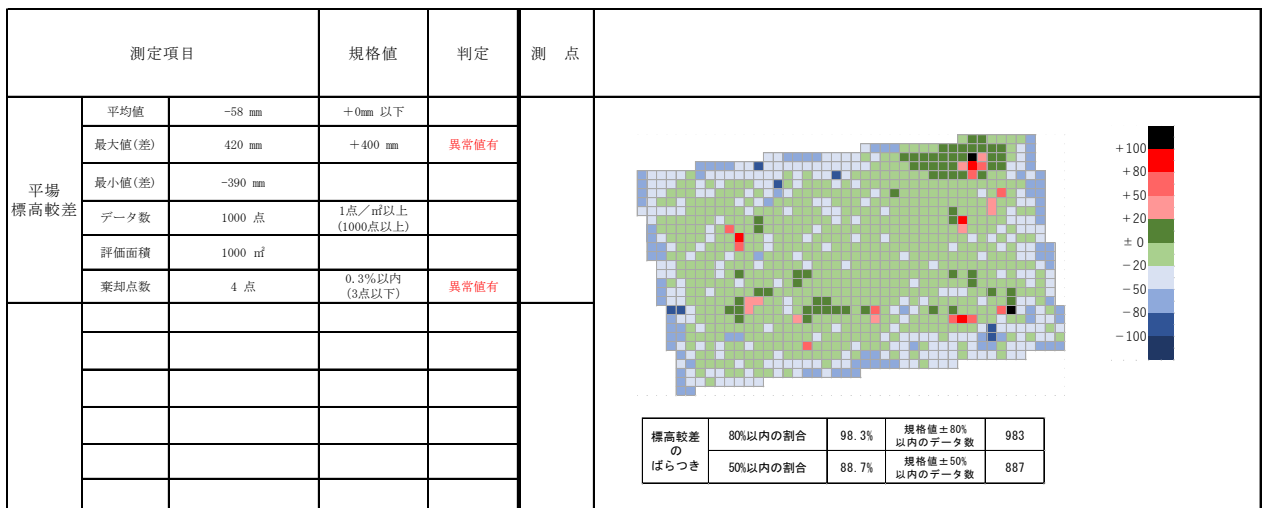


図 5 - 3 出来形管理図表 作成例 (異常値有の場合)

## 5-2 数量算出

出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが音響測深機等で計測されており、契約条件として認められている場合は、施工履歴データ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。

### 【解説】

受注者は、施工履歴データによる点群データを基に平均断面法または、3次元CADソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

数量計算方法については、監督職員と協議を行うこととし、3次元設計データや出来形計測データ等の面データから3次元CADソフトウェア等を用いた方式による主な体積算出方法は以下を標準とする。

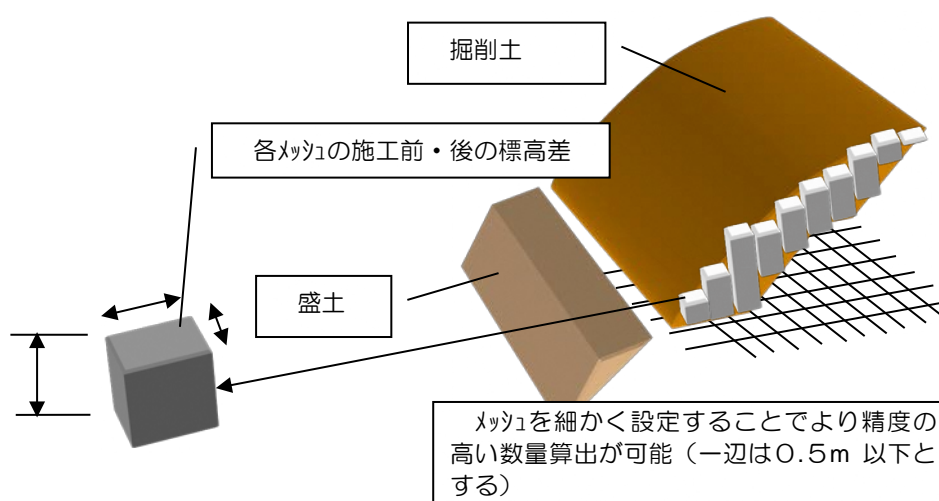
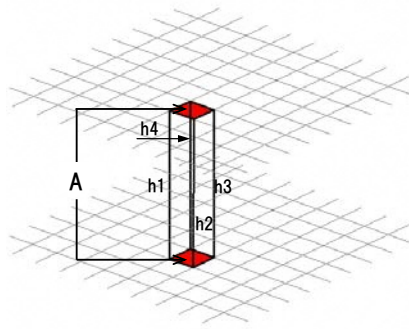


図 5-4 点高法による数量算出の条件と適用イメージ

### ① 点高法

現況地形や出来形測量結果等の（出来形計測データ、起工測量計測データ）からなる2つの面に重ね合わせたメッシュ（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たものを総和したもの。メッシュ間隔は0.5m以内とし、標高差の算出としては、以下の方法が挙げられる。

- ・ 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（下図のとおり）
- ・ 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



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

図 5-5 点高法による数量算出

② TIN分割等を用いた求積

現況地形や出来形計測結果等（出来形計測データ、起工測量計測データ）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うえで、ある一定の標高値にてDL面（標高基準面）を設定し、各TINの水平面積と、TINを構成する各点からDL面までの高低差を求めて三角形毎に平均し、その平均高低差と平面積を乗じた体積を総和したものである。

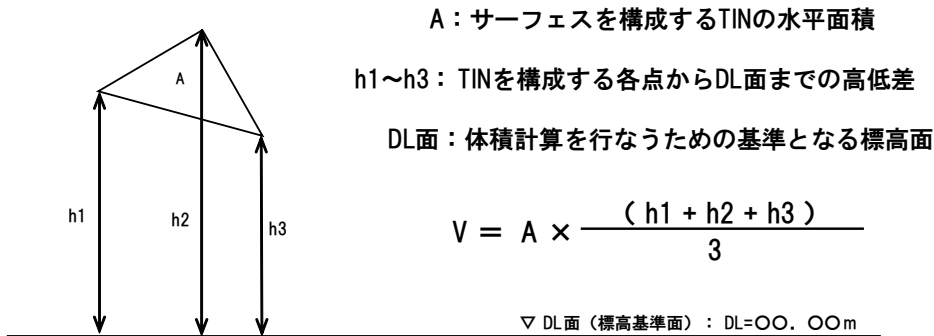


図 5-6 TIN分割等を用いた求積による数量算出

③ プリズモイダル法

現況地形や出来形計測結果等（出来形計測データ、起工測量計測データ）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、面データのポイントの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が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角網が形成され、この三角網の結節点の位置での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る。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たものの。

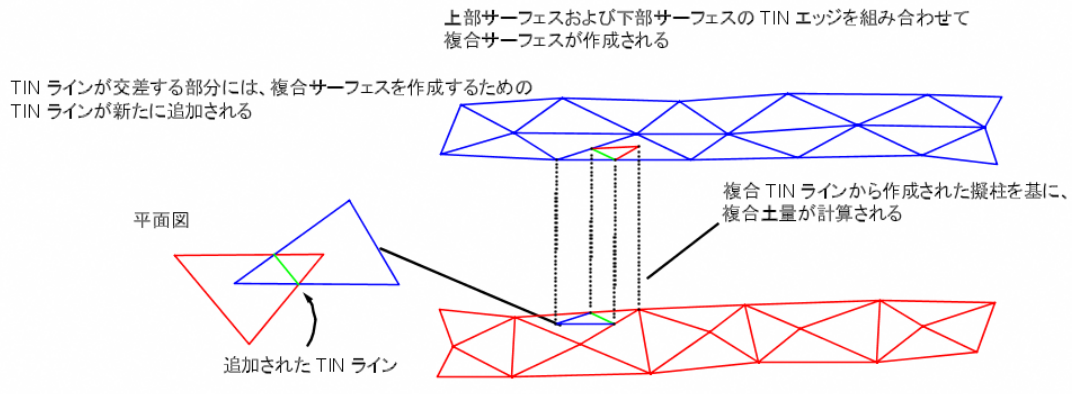


図 5-7 プリズモイダル法による数量算出

### 5-3 電子成果品の作成規定

本管理要領に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。

- ・ 3次元設計データ（LandXML 等のオリジナルデータ（T I N））
- ・ 出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）または、ビューワー付き3次元データ）
- ・ 施工履歴データによる出来形評価用データ（CSV、LandXML、LAS のポイントファイル）
- ・ 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（T I N））
- ・ 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）
- ・ 工事基準点データ（CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル）

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

格納するファイル名は、施工履歴データを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

#### 【解説】

本管理要領の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本管理要領で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

#### 1) ファイル名の命名

本管理要領に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

- ① I C O Nフォルダに工種（浚渫工）を示した「D R」のサブフォルダを作成する。
  - ②①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。
  - ③サブフォルダの名称は、表 5-1 に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。
  - ④格納するファイル名は、表 5-1 に示す命名規則に従うこと。
  - ⑤-1 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は、主となる計測機器の名称を用い、②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。
  - ⑤-2 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、②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。
- 参考として、図 5-8 に T S を欠測補間に用いた場合のフォルダ構成例を示す。
- ⑥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こと。
  - ⑦整理番号は、ファイル番号をより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。
  - ⑧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場合で、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 方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、次表の命名規則に従い納品すること。

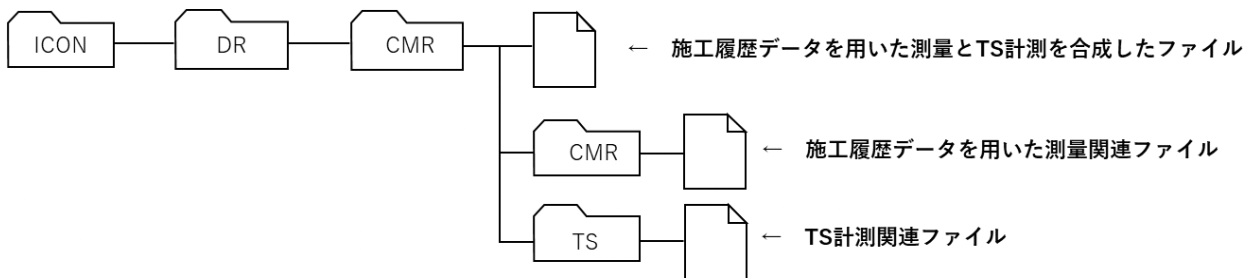


図 5-8 施工履歴データを用いた測量を主としてTSにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表 5-1 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 (T I N))	CMRODR001Z. 拡張子
CMR	0	CH	001~	-	・出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) または、ビュー付き3次元データ)	CMROCH001. 拡張子
CMR	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)	CMROIN001. 拡張子
CMR	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 (T I N))	CMROAS001. 拡張子
CMR	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)	CMROGR001. 拡張子
CMR	0	PO	001~	-	・工事基準点データ (CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	CMROPO001. 拡張子

## 2) データ形式

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造 : Idn, xn, yn, zn, An

Idn : ID 番号 (Id)

xn : 計測点座標値 (x)・・・本管理要領では m 単位で mm まで記載

yn : 計測点座標値 (y)・・・本管理要領では m 単位で mm まで記載

zn : 標高値 (z)・・・本管理要領では m 単位で mm まで記載

An : 地表面属性値 (A)・・・メッシュデータの場合のみ、格子間隔内にグラウンドデータが存在する場合は 1, しない場合は 0 を記載

## 3) データ内容及び構造、参照系を示した文書

2)について 記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書を PDF で作成すること。

## 4) 数量算出

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

- ・起工測量時の計測点群データ (CSV、LandXML、LAS ファイル等のポイントファイル)
- ・起工測量計測データ (LandXML ファイル等の TIN ファイル)

## 第6章 管理基準及び規格値等

### 6-1 出来形管理基準及び規格値

本管理要領に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

#### 【解説】

##### 1) 測定箇所

測定箇所は、土木工事施工管理基準により測点による管理を行う場合に定められた基準高、法長、幅とは異なり、平場面、法面の全面の標高較差とする。

法尻から水平方向に±5 cm以内に存在する計測点は標高較差の評価から除く。

##### 2) 測定値算出

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、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、平場面、法面の全面で規格値との比較・判定を行う。

##### 3) 規格値

規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「3-2-16-3-3 浚渫船運転工（面管理の場合）」に記載されているものを利用することとする。出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

なお、上記「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「3-2-16-3-3 浚渫船運転工（面管理の場合）」に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「3-2-16-3-2 浚渫船運転工」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

##### 4) 測定基準

現行の土木工事施工管理基準の測定基準には「延長方向は、設計図書により指定された測点毎。横断方向は5 m毎」と定められているが、施工履歴データを用いた出来形管理の場合、平場面、法面の全面で計測したデータがあることから、測定基準を「平場面、法面の全面（1 m<sup>2</sup>（平面投影面積）あたり1点以上）」とし、面的によりの的確な出来形管理を行うものである。

### 6-2 品質管理及び出来形管理写真基準

本管理要領に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

#### 1) 写真管理項目（撮影項目、撮影頻度[時期]、提出頻度）

工事写真の撮影管理項目は、「写真管理基準(案)」による。

## 参考資料

### 参考資料－1 参考文献

- 1) 「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
- 2) 「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」(国土交通省各地方整備局)
- 3) 「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)
- 4) 「土木工事数量算出要領(案)」(国土交通省各地方整備局)
- 5) 「工事完成図書の子納品等要領」(国土交通省)
- 6) 「国土交通省 公共測量作業規程」(国土交通省)
- 7) 「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編)(案)」(国土交通省)



(様式－１)

平成 年 月 日

工 事 名 : \_\_\_\_\_

受 注 者 名 : \_\_\_\_\_

作 成 者 : \_\_\_\_\_ 印

### ３次元設計データチェックシート

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

※ 1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

※ 2 受注者が監督職員に様式－１を提出した後、監督職員から様式－１を確認するための資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提示するものとする。

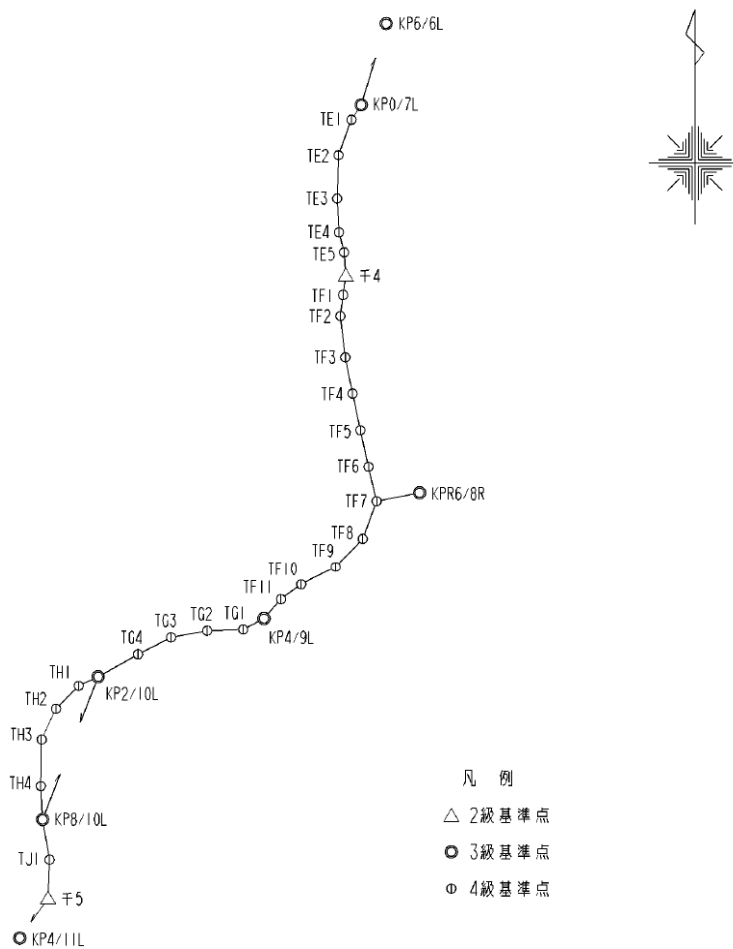
- ・ 工事基準点リスト（チェック入り）
- ・ 線形計算書（チェック入り）
- ・ 平面図（チェック入り）
- ・ 縦断図（チェック入り）
- ・ 横断図（チェック入り）
- ・ 3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）

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

・工事基準点リスト (チェック入り)

### 4級基準点網図

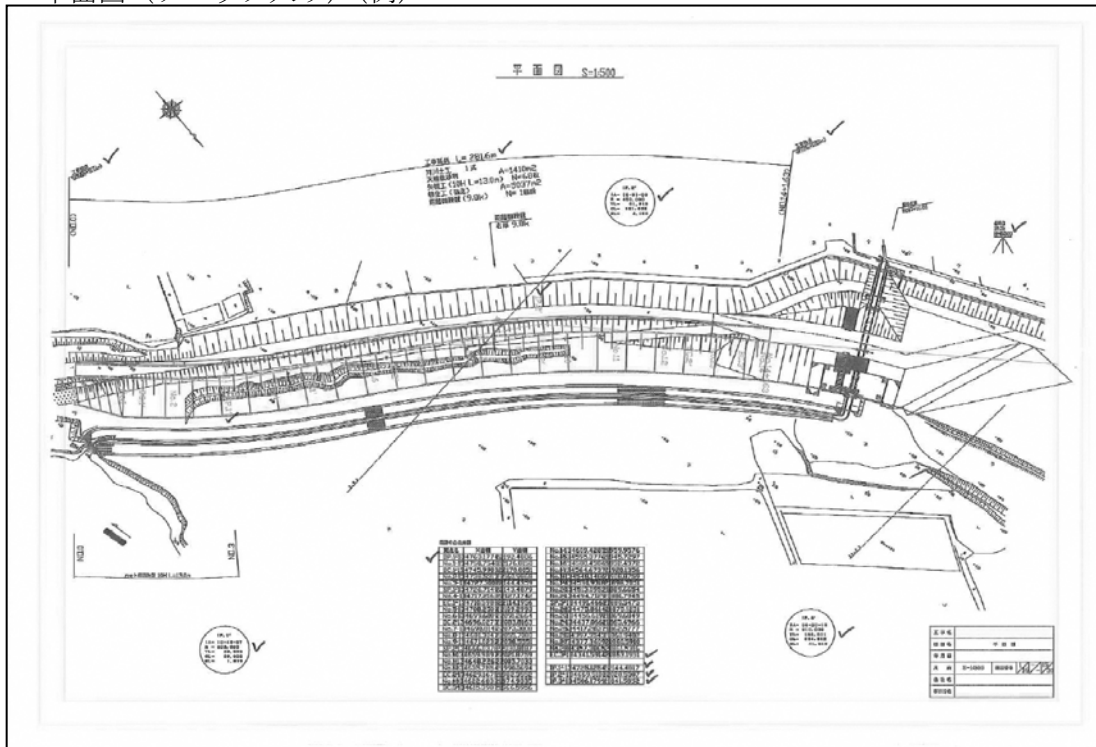
S=1:25000



基準点成果表

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

・平面図（チェック入り）（例）

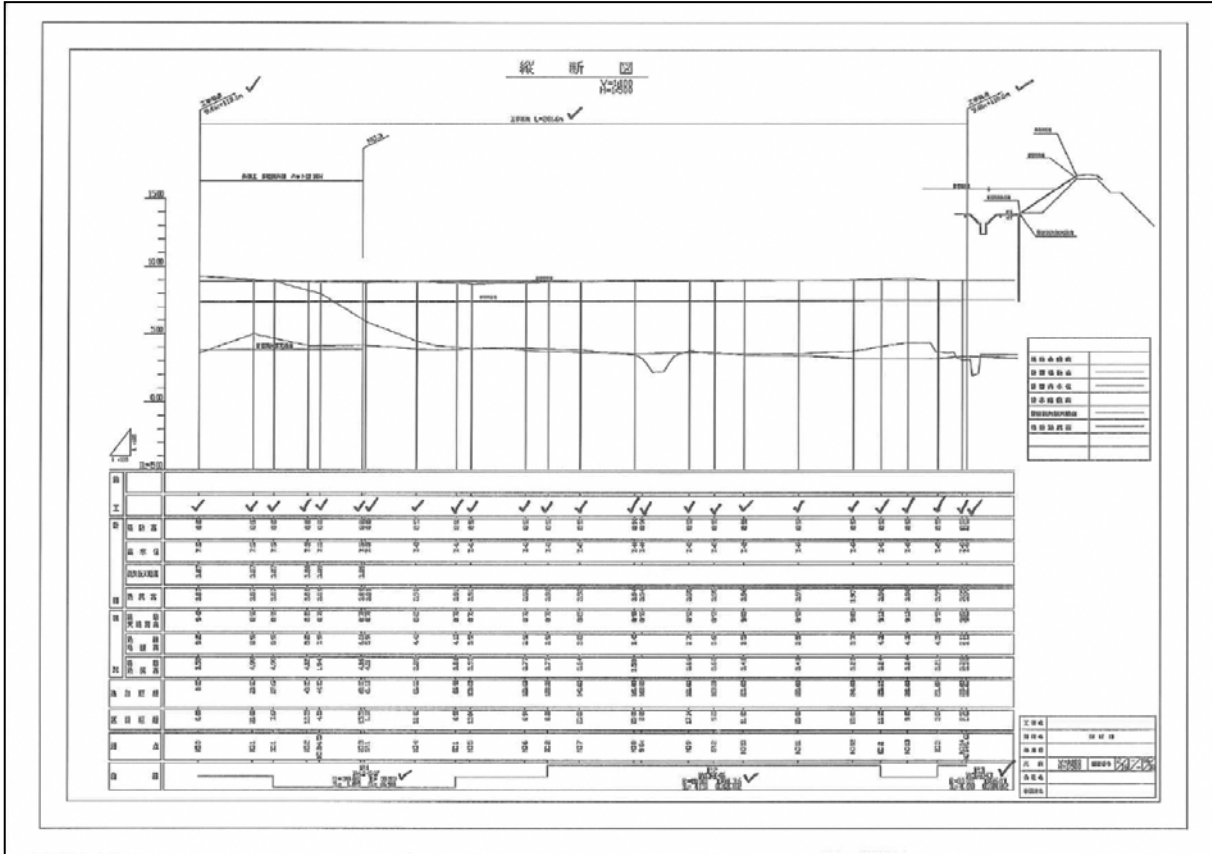


※法線の中心点座標リスト部分を拡大  
（チェック入り）（例）

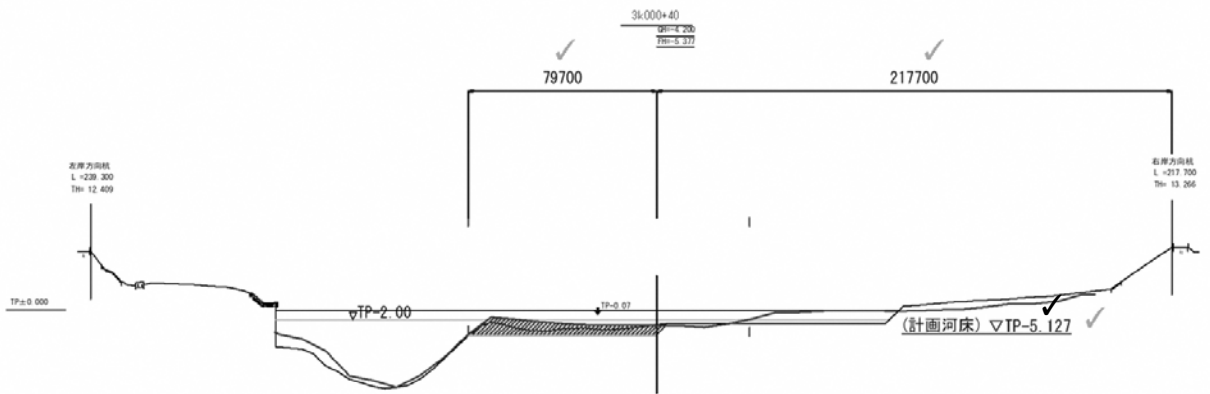


設計中心点座標					
測点名	X座標	Y座標			
BP.1'	-134763.1774	22192.4886	No.14	-134609.4285	21959.9576
No.1	-134750.7540	22176.8150	No.15	-134595.3776	21945.7297
BC.1'	-134745.9903	22170.8051	No.16	-134580.4386	21932.4372
No.2	-134738.5313	22160.9868	No.17	-134564.6737	21920.1356
No.3	-134727.3100	22144.4359	No.18	-134548.1486	21908.8759
SP.1'	-134726.7149	22143.4879	No.19	-134530.9318	21898.7051
No.4	-134717.2162	22127.1742	No.20	-134513.0952	21889.6654
EC.1'	-134710.5988	22114.1956	No.21	-134494.7129	21881.7945
No.5	-134708.2503	22109.2993	SP.3'	-134491.4661	21880.5475
No.6	-134699.6009	22091.2664	No.22	-134475.8614	21875.1251
BC.2'	-134696.0275	22083.8163	No.23	-134456.6191	21869.6849
No.7	-134690.8140	22073.3008	No.24	-134437.0661	21865.4966
No.8	-134681.3047	22055.7080	No.25	-134417.2837	21862.5777
No.9	-134671.0232	22038.5551	No.26	-134397.3543	21860.9402
SP.2'	-134666.0378	22030.8187	No.27	-134377.3609	21860.5910
No.10	-134659.9897	22021.8759	No.28	-134357.3865	21861.5316
No.11	-134648.2260	22005.7033	EC.3'	-134341.5914	21863.1951 ✓
No.12	-134635.7554	21990.0694	IP.1'	-134725.1254	22144.4817 ✓
EC.2'	-134629.1675	21982.3552	IP.2'	-134669.5100	22028.5307 ✓
No.13	-134622.6833	21974.9335	IP.3'	-134506.1799	21841.5852 ✓
BC.3'	-134615.3987	21966.5956			

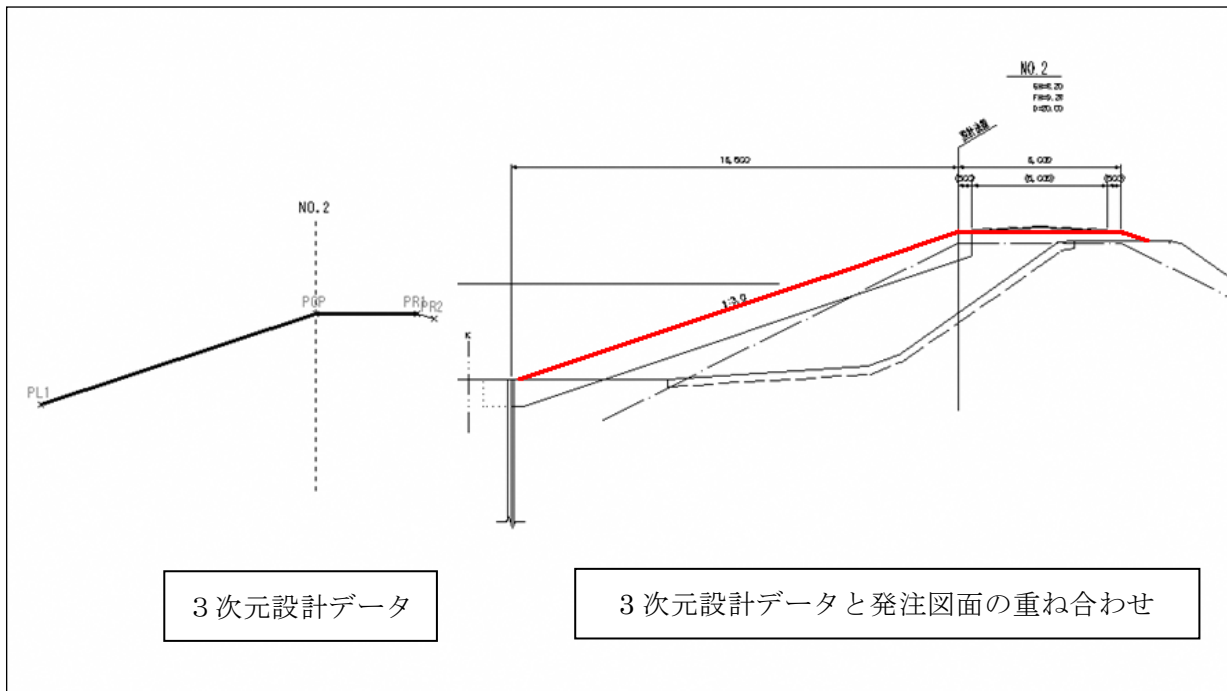
・縦断図（チェック入り）（例）



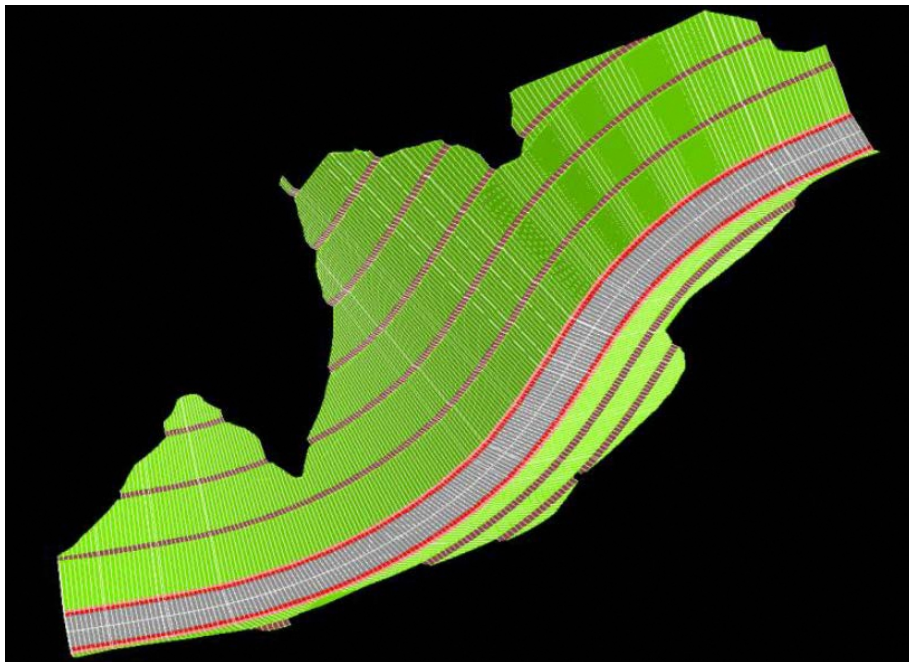
・横断図（チェック入り）（例）



- ・ 横断図（重ね合わせ機能の利用）（例）



- ・ 3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）（例）



1. 実施時期

作業装置位置の計測精度確認のため、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

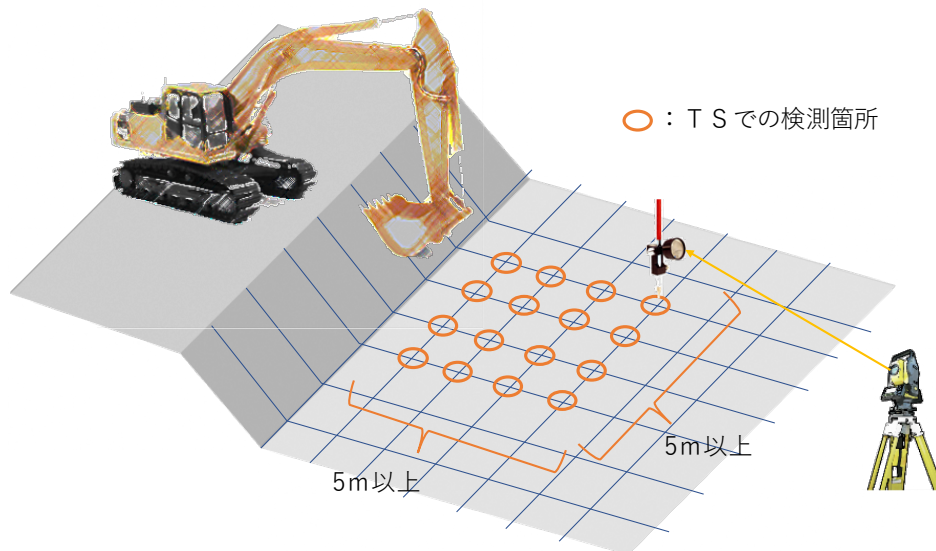
1) テスト作業による精度確認

施工前に、ICT建機によるテスト作業を行い、施工履歴データの計測精度を確認する。確認は下記の①、②のいずれかの方法によって行う。現場内にテスト作業で掘削・整形が行える適切な場所が無い場合は②の方法にて確認を行う。精度確認結果は、様式－2に従って記録する。

① 実際に掘削整形作業を行う方法

施工に使用するICT建機を用い、現場内の適切な場所で、平場を平坦に整形する作業を行う。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)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で検測した点の三次元座標とを比較し、標高の差を算出する。これが表－3－2の精度確認基準を満足していることを確認する。

テスト作業で整形する範囲は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。



図－3－1 実際に掘削整形作業を行う方法の検測例

② プリズムにて作業装置位置を計測する方法

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建設機械にて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、全周プリズムの三次元座標をTSにて追尾・計測する。動作中に記録した施

工履歴データとTSで実測した三次元座標を比較し、標高の差の平均値を算出する。これが表-3-2の精度確認基準を満足していることを確認する。

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で計測する点数は16点以上とする。

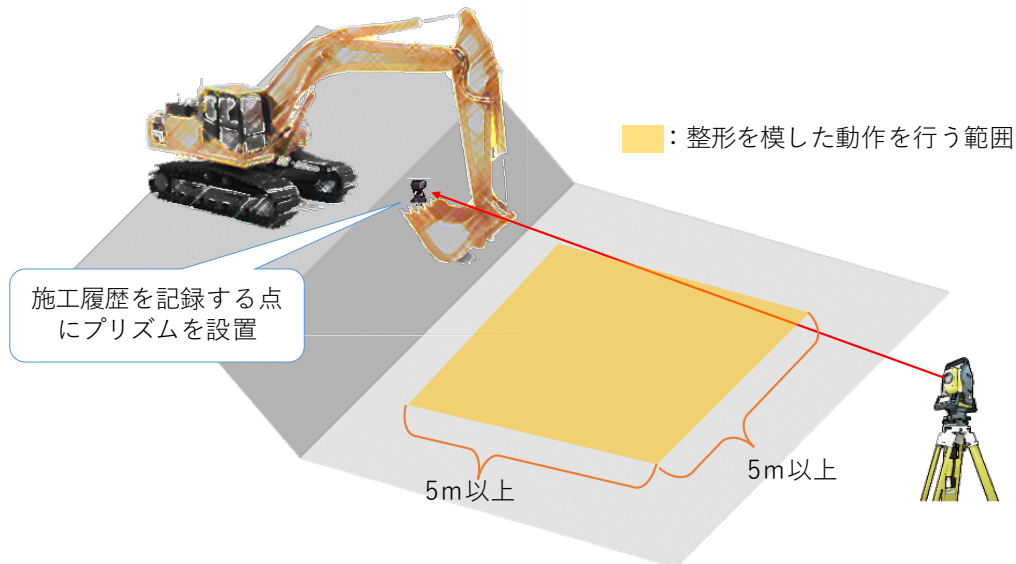


図-3-2 プリズムにて作業装置位置を計測する方法の検測例

## 2) 静止状態での精度確認

バケット位置精度の評価方法は、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、またはTSにより計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が精度確認基準に示す基準値以内であれば、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、1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3に示す。試験結果は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に保管すること。

●：既知点、TS計測点

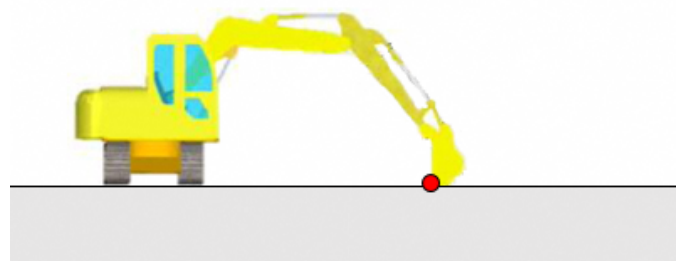


図-3-3 バケット位置精度の標準的な確認方法

### 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－ 3－1 精度確認試験での精度確認基準

試験モード	比較方法	精度確認基準	備考
テスト作業による精度確認	TS 計測値と標高較差	標高較差：±100mm 以内	現場毎に 1 回実施
静止状態での精度確認	既知点、または TS 計測値との水平・標高較差	水平・標高較差：各±50mm 以内	施工日毎に 1 回実施

### 4. 実施結果の記録

「1)テスト作業による精度確認精度確認」の実施結果を記録・提出する。

本要領（案）の添付資料（様式－2）に、作業装置位置の取得精度に関する記録シートを示す。



(様式-2)

## 精度確認試験結果報告書

計測実施日：平成29年2月18日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) 施工履歴

精度 太郎 印

<p>精度確認の対象機器</p> <p>メーカー： (株)ABC社</p> <p>測定装置名称： SR420</p> <p>測定装置の製造番号： SN00022</p>	<p>写真</p> 
<p>検証機器（検測点を計測する測定機器）</p> <p>TS：2級TS GPT〇〇〇〇</p>	<p>写真</p> 
<p>測定記録</p> <p>測定期日：平成29年2月18日</p> <p>測定条件：天候 晴れ</p> <p>          気温 8℃</p> <p>測定場所：(株) 施工履歴</p> <p>          現場内にて</p> <p>精度検証対象機器と既知点の距離： 〇m</p>	<p>写真</p> 
<p>精度確認方法</p> <p>①実際に掘削整形作業を行う方法</p>	

鉛直方向の精度確認試験結果（詳細）

(1) 施工履歴データの取得による確認



(2) TSによる検査点の確認



(3) 差の確認（鉛直方向の測定精度）

施工履歴データの取得による計測標高 — TSによる計測標高

	$\Delta Z$ （各検測点における差の最大値）
較差	24mm
基準	±100 mm以内

第2版（平成30年8月8日 誤字修正）