

施工履歴データによる  
土工の出来高算出要領  
(案)

平成 31 年 3 月

国土交通省

## 目 次

第1章 総則	4
1 - 1 目的	4
1 - 2 適用の範囲	5
1 - 3 用語の解説	6
1 - 4 施工計画書	8
第2章 事前準備	9
2 - 1 機器構成	9
2 - 2 工事基準点	10
2 - 3 R T K - G N S SまたはT Sの適用確認	11
第3章 施工履歴データによる土工の出来高算出方法	12
3 - 1 適用条件の確認	12
3 - 2 車載P Cの設定	13
3 - 3 G N S S基準局の設置	14
3 - 4 T Sの設置	15
3 - 5 作業装置の計測精度確認	16
3 - 6 施工管理	20
3 - 7 施工履歴データの取出し	21
3 - 8 施工履歴データのスクリーニング、面データ化	22
3 - 9 出来高の算出	23
3 - 1 0 出来高図の作成	24

### 添付資料

( 様式 1 ) 出来形図及び出来形算出書 土量

( 様式 1 ) 出来形図及び出来形算出書 面積

( 様式 2 ) 「バケット位置の取得精度」記録シート ( 対象技術 : ICT バックホウ )

( 様式 2 ) 「ブレード位置の取得精度」記録シート ( 対象技術 : ICT ブルドーザ )

## はじめに

情報化施工は、調査、設計、施工、維持管理という建設生産プロセスのうち「施工」に注目し、各プロセスから得られる電子情報を活用し、高効率・高精度な施工を実現するものであり、さらに、施工で得られる電子情報は、他のプロセスでも活用することによって、建設生産プロセス全体における生産性の向上や品質の確保を図ることを目的としたシステムである。

国土交通省では、油圧ショベル（以下、「バックホウ」という）を用いた掘削又は法面整形工、ブルドーザによる掘削又は敷均し工において、3次元設計データの活用により「丁張り」や「水系」を不要とする施工が行える情報化施工について、実証実験、試行工事等を通して、その効果などの検証を進めており、施工精度や施工効率の向上などの導入効果が得られることが確認されている。また、情報化施工技術を用いたこれら施工において、設計データを搭載したトータルステーションを組み合わせることにより、施工管理の合理化・効率化とともに、監督・検査の省力化・高度化を図れることを実証した。

情報化施工技術を用いた施工では、作業装置位置の軌跡データ等を取得することが出来るものもあり、最終時刻や標高最下点の軌跡データを出来高数量算出等の施工管理へ直接適用することが技術上、制度上の課題であったが、技術レベルの進歩を踏まえ、出来高部分払の数量算出といった特定の場面においては、計測精度のレベルを許容することで、当該技術の適用可能性が高まってきた。

このような状況の下、国土交通省で打ち出された施策「i-Construction」のコンセプトとして「ICT技術の全面的活用」が示され、ICT技術で得られるデータを有効活用することによる生産性向上のための基準改訂が急がれることとなった。そこで、施工履歴データの精度検証を行ったうえで、出来高部分払の数量算出に直接利用できるようにすることで、既済部分検査での出来高計測を省略することを可能とするための一連の手順を「施工履歴データによる土工の出来高算出要領」としてとりまとめたものである。

# 第1章 総則

## 1-1 目的

本要領は、出来高部分払方式における出来高算出方法の簡素化を目的に、ICT建設機械から取得した施工履歴データによる簡便な土工の出来高算出方法をとりとまとめたものである。

### 【解説】

これまで土工の出来高算出は、管理断面毎に出来形部分の幅、法長、高さ、距離等を現地で計測し、土木工事数量算出要領（案）に基づき、平均断面法により算出してきた。

近年、無人航空機（UAV）やレーザースキャナーを用いた地形等の計測が急速に普及し、点群データ処理ソフトや3D-CADを用いれば、点群データから面データを作成することが容易になってきている。

一方で、3DMC・3DMG技術等を搭載したICT建設機械は、作業装置の自動制御、オペレータへの操作支援を行うため、施工中は作業装置位置または履帯下面の3次元座標をリアルタイムに取得している。この3次元座標は、取得時刻や機械の状態等の情報とともに車載PCのログファイルに記録、保存されている。（以降、このログファイルに記録されたデータを「施工履歴データ」という）

この施工履歴データから出来形部分に対応した点群データを抽出して面データ化し、起工面と比較を行えば、現地を計測することなく容易に土工の出来高数量を求めることができる。

本要領では、上記の施工履歴データと点群データ処理ソフトウェアを利用した土工の出来高算出方法を示すとともに、点群データ処理ソフトウェアの計算結果をそのまま数量として採用することを規定し、出来高部分払方式における出来高算出方法の簡素化を行うものである。

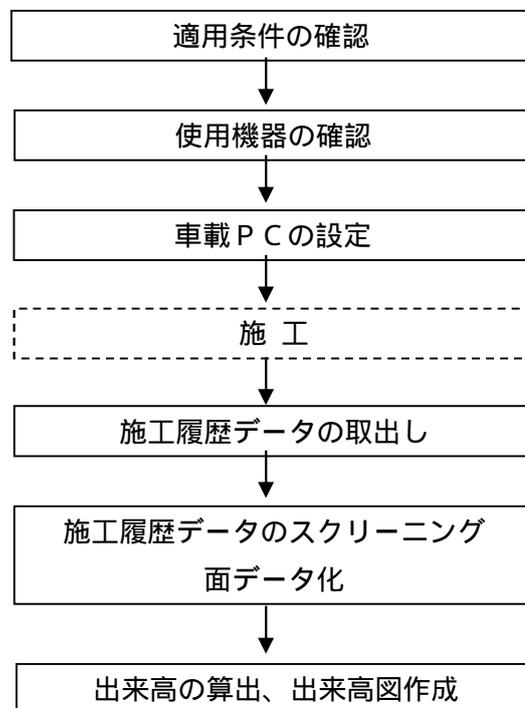


図1-1 施工履歴データによる土工の出来高算出フロー

## 1 - 2 適用の範囲

本要領は、出来高部分払における土工の出来高数量を算出する場合に適用する。

### 【解説】

本要領の対象は、下図の実線部分である。

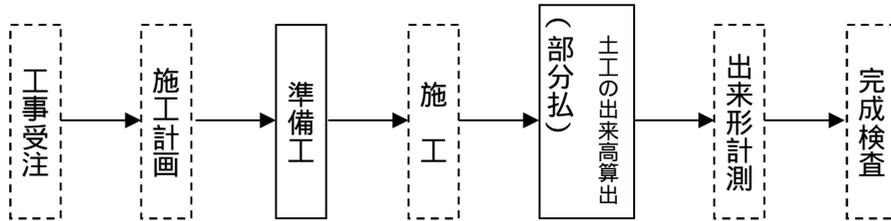


図 1 - 2 本要領の対象となる業務範囲

### 1 - 3 用語の説明

本要領で使用する用語を以下に説明する。

#### 【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及びTS・GNSS締め固め管理システムを搭載した建設機械を「ICT建設機械」という。

なお、2DMC、2DMGについては、施工中の作業装置の3次元座標を取得することができないため、本要領を適用した施工履歴データによる土量の出来高算出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ブルドーザ】

3DMC・3DMGを搭載したブルドーザをいう。

#### 【3DMC・3DMGブルドーザ】

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

#### 【2DMC・2DMGブルドーザ】

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

#### 【ICTバックホウ】

3DMC・3DMGを搭載したバックホウをいう

#### 【3DMC・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た結果で作業装置の高さや傾きを自動制御(MC)またはモニターによりガイダンス(MG)するバックホウをいう。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。

#### 【2DMGバックホウ】

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

**【ICT締固め機械】**

TS・GNSS締固め管理システムを搭載した締固め機械をいう。

**【施工履歴データ】**

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

**【操作支援システム】**

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。

**【出来形部分】**

施工の完了した部分をいう。

**【出来高】**

出来形部分に相応する請負代金相当額をいう。

**【出来高数量】**

出来形部分の数量をいう。

#### 1 - 4 施工計画書

ICTブルドーザを用いた掘削又は敷均し工、あるいはICTバックホウを用いた掘削工を実施し、施工履歴データを数量算出に活用する場合、機器構成と作業装置位置の計測精度確認計画を施工計画書に記載する。上記以外の項目については、現行の掘削又は敷均し工の施工計画書と同様の内容を記載する。なお、ICT締固め機械による締固めを実施し、施工履歴データを数量算出に活用する場合は、上記以外の項目については、「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領」による。

##### 【解説】

本要領により施工履歴データを数量算出に活用する場合、下記の項目について、通常の施工計画書の内容を本要領に即した内容で作成する。

##### (1) 機器構成

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

##### (2) 作業装置位置の計測精度確認計画

作業装置位置精度の確認と確保を目的とした作業装置位置の計測精度確認計画について示す（取得精度については後述「2 - 2 作業装置位置の取得精度」、計画の詳細は、後述「3 - 5 作業装置の計測精度確認」を参照）。

## 第2章 事前準備

### 2-1 機器構成

本要領で用いる機器・システムは、下記のとおりである。

#### 1) ICT建設機械

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

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

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

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

ICT締固め機械は「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領」による。

#### 2) 車載PC

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

#### 3) 点群データ処理ソフトウェア

施工履歴データから、出来高部分に対応した点群データを抽出するためのソフトウェア

#### 【解説】

##### 1) ICT建設機械、車載PC

本要領の対象となるICT建設機械は、TSやRTK-GNSSにより作業装置の位置を把握している、いわゆる3DMG技術や3DMC技術と呼ばれる技術を搭載しているものを対象とし、2Dは対象としない。

こうしたICT建設機械は、作業装置の自動制御、オペレータへの操作支援を行うため、施工中は作業装置位置の3次元座標をリアルタイムに取得している。この3次元座標は、取得時刻や機械の状態等の情報とともに車載PCに施工履歴データとして記録、保存されている。

施工履歴データは、車載PCからUSB等の記録メディアにコピーして使用する。

##### 2) 点群データ処理ソフトウェア

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

また、抽出した3次元座標の点群データにTIN(不等三角網)を配置し、3次元の出来高計測結果を出力することもできるソフトウェアである。

## 2 - 2 工事基準点

受注者は、RTK-GNSSを用いたICT建設機械による掘削又は敷均し工の施工範囲の外周には、その施工範囲に応じた工事基準点を設置することが望ましい。基準点は、「作業規程」に準拠し、監督職員から指示された4級基準と3級水準（山間部では4級水準を用いても良い）を有する点、もしくはこれと同程度以上のものとする。

施工および施工管理・出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、「作業規程」に準拠するとともに、RTK-GNSS基準局の設置方法と、「出来形管理要領（土工編）」で規定される出来形計測方法に留意して配置する。

### 【解説】

MC・MG技術で用いるRTK-GNSSは、現場内に設置された固定基準局からの補正情報を使用するRTK-GNSSや、外部の通信環境を利用し補正情報を使用するネットワーク型のRTK-GNSSが用いられている。固定基準局を利用して補正情報を取得する場合には、基準局を設置するための工事基準点（3次元座標が既知）を必要とする。また、MC・MG技術の利用にあたっては、作業装置位置の取得精度確保を目的とした確認試験を、導入前、敷均しおよび掘削期間中に実施する。

そのためには、上記のエリアを含む施工ヤード内に、その施工範囲に応じた工事基準点を設置することが望ましい。工事基準点数が不足する場合は、新たな工事基準点を設置する必要がある。なお、固定基準局を利用する場合は、この工事基準点の少なくともひとつにGNSS基準局を設置するため（3-3「GNSS基準局の設置」に示すローライゼーションを行った場合を除く）選定した基準局候補基準点と対象敷均しおよび掘削範囲間の距離と見通しを確認する必要がある。これを踏まえてRTK-GNSS補正情報の無線通信手段を決定する必要がある。また、MC・MG技術で用いるTSはRTK-GNSSに比べ、計測距離が短いため、掘削又は敷均し工の施工範囲には、計測可能距離と施工範囲に応じて複数の工事基準点を設置することが望ましい。

一方、TSによる出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて3次元座標値を取得し、この座標値から幅、長さを算出する。このため、ブレード位置の計測精度と出来形の計測精度を確保するためには、現場内に4級基準点又は、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、「作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

## 2 - 3 R T K - G N S S または T S の適用確認

MC・MG技術の導入前に、対象となる掘削又は敷均し工の範囲において、R T K - G N S S または T S が適用できることを確認する。

### 【解説】

MC・MG技術は、現状ではR T K - G N S S または T S が構成機器の一部である。そのため、システムの適用にあたっては、R T K - G N S S または、T S の利用可能な現場条件であることを確認しなければならない。

R T K - G N S S は、位置精度の保証を目的に、この解が一定に収束する場合のみ（F I X 解）、3次元位置データを出力する仕組みであるため、この解が一定に収束しない場合（F L O R T）には、3次元位置データは提供されず、その結果として、MC・MG技術からの位置情報が提供されない。

従って、MC・MG技術を搭載したICT建設機械の掘削又は敷均し工の範囲及び基準局設置位置等について、R T K - G N S S が適用可能なことを事前に確認する必要がある。

一方T S は、樹木、構造物、車両などの障害物により、T S からのプリズムまでの視野を確保できない場合、あるいはT S の無線到達範囲からICT建設機械が離れる頻度が多い場合、MC・MG技術からの位置情報が提供されない。

事前にR T K - G N S S、T S が適用困難と判断した範囲は、従来手法の掘削又は敷均し工の作業を行うこととし、出来高部分払い数量についても、他の手法で算出することとする。また、R T K - G N S S の適用時間に制限がある場合は、これを考慮して掘削又は敷均し工の工程を計画する必要がある。

### 第3章 施工履歴データによる土工の出来高算出方法

#### 3-1 適用条件の確認

本要領は、ICT建設機械を用いて施工した土工に適用する。

#### 【解説】

##### 1) 適用工種

本要領を適用して出来高を算出できる工種は土工とする。

表3-1 適用工種

出来高を算出できる工種			施工履歴データを取得する建設機械の例	
共通編	土工	河川土工	掘削工	(天端)ブルドーザ、バックホウ
		海岸土工		(法面)バックホウ
		砂防土工	盛土工	(天端)締固め機械
				(法面)バックホウ
		道路土工	掘削工	(天端)ブルドーザ、バックホウ
				(法面)バックホウ
路体盛土工	(天端)締固め機械			
	(法面)バックホウ			
路床盛土工	(天端)締固め機械			
	(法面)バックホウ			

##### 2) 使用する建設機械

本要領を適用するためには、以下のICT建設機械を使用する必要がある。

- ・3DMCまたは3DMGブルドーザ
- ・3DMCまたは3DMGバックホウ
- ・TS・GNSS締固め管理システムを搭載した締固め機械

##### 3) 施工履歴データと建設機械との関係

施工履歴データにより出来高を算出するためには、天端・法面・小段等の箇所毎に、利用されるICT建設機械が異なる事が考えられるので、ICT建設機械毎に施工履歴データを取得し、「3-8 施工履歴データのスクリーニング、面データ化」に従い、適切に処理すること。

出来高数量(土量)は、出来形部分の面データと起工面との比較により算出するため、あらかじめ起工面データを作成し、監督職員の確認を受けておく必要がある。

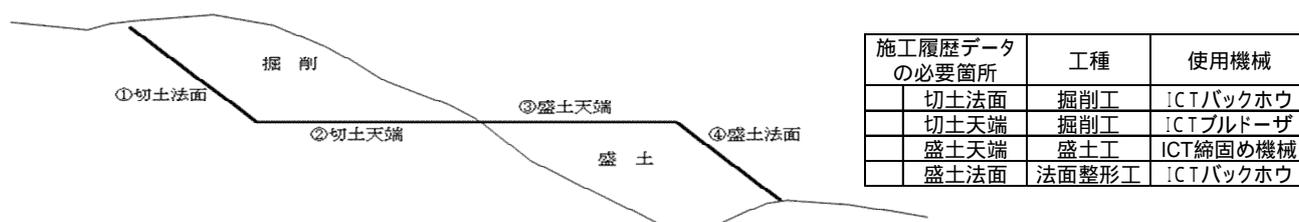


図3-1 施工履歴データと建設機械の関係(例)

### 3 - 2 車載PCの設定

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

#### 【解説】

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

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

### 3 - 3 G N S S 基準局の設置

受注者は、固定基準局を利用して R T K - G N S S を用いた I C T 建設機械による施工を行う場合、掘削又は敷均し工の着手前までに G N S S 基準局を 2 - 3 「工事基準点」で規定する基準点に設置する。なお、I C T 締固め機械による締固めの場合は、「T S ・ G N S S を用いた盛土の締固め管理要領」の規定による。

#### 【解説】

##### ( 1 ) G N S S 基準局の設置

M C ・ M G 技術を構成する機器に G N S S を含み固定基準局を利用する場合には、掘削又は敷均し工の着手前までに補正情報作成のための固定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、G N S S が潜在的に有する計測誤差以外に、G N S S 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、「2 - 3 工事基準点」で規定する基準点に必ず設置すること。

また、G N S S 基準局を設置する基準点の選定にあたっては、G N S S 補正情報を通信する無線装置の性能（通信距離、指向性）を勘案する必要がある。

##### ( 2 ) ローカライゼーション（座標変換）

構築物の施工精度を確実に確保するには、設計照査の段階で、G N S S 基準局を設置する可能性がある各基準点の 3 次元座標と、R T K - G N S S を用いて計測される 3 次元位置座標との残差、あるいは各基準点に対し G N S S 座標系上で算定された 3 次元位置座標との残差を確認するとともに、基準点の位置座標を包括する面との残差（回転、移動、大きさ、水平ゆがみ、垂直ゆがみ）を確認することを推奨する。

この残差が比較的大きいと判断する場合は、基準点の確認を行う必要があると判断され、この残差が比較的小さい場合は、残差の影響を最小限に留める対応として、G N S S 座標系と現場座標系に変換すること（ローカライゼーションと呼ぶ）を行なっても良い。

なお、残差の大きさを判断する「しきい値」は、標準的には 1 0 m m ~ 3 0 m m 程度と考えられるが、G N S S での豊富な測量経験を有する測量技術者との協議の上で設定し、ローカライゼーションを行うものとする。

### 3 - 4 TSの設置

受注者は、TSを用いたICT建設機械による掘削又は敷均し工の着手前までに、TSを「2 - 3 工事基準点」で規定する基準点に設置する。なお、ICT締固め機械による締固めの場合は、「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領」の規定による。

#### 【解説】

MC・MG技術を構成する機器にTSを含む場合には、掘削又は敷均し工の着手前までにTS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位置の3次元座標には、TSが潜在的に有する計測誤差以外に、TSの設置位置の3次元座標の誤差が含まれるため、「2 - 3 工事基準点」で規定する工事基準点に設置することが望ましい。

なお、工事基準点上にTSを設置できない場合は、後方交会法により任意の未知点にTSを設置してもよい。

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

- ・ TSが水平に設置されていること。
- ・ 計測中に器械が動かないように確実に設置すること。
- ・ 器械高及びプリズム高の入力ミスなどの単純な誤りが多いので、注意すること。

### 3 - 5 作業装置の計測精度確認

受注者は、MC・MG技術の性能確認のため、掘削又は敷均し工着手前に、作業装置位置の計測精度を確認する。なお、ICT締固め機械による締固めの場合は、「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領」の規定による。

#### 【解説】

#### (1) 作業装置位置の取得精度の範囲

作業装置の位置（標高）の取得精度は、標高較差 $\pm 50\text{mm}$ 以下とすること。

#### (2) 作業装置位置の取得精度低下の要因

作業装置位置の取得精度は、次の要因により変化する。

RTK-GNSSの位置精度（平面： $\pm 10\text{mm}$ 、標高： $\pm 20\text{mm}$ ）

RTK-GNSSおよび角度センサ位置間の寸法計測誤差

角度センサによる出力精度

ソフト処理上の丸め誤差

機械ガタ（刃先の磨耗を含む）

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

#### (3) 作業装置位置精度が変化する条件

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

#### (4) 作業装置位置の計測精度についての確認方法

##### 1) バックホウの場合

作業装置位置の精度確認は、現場条件に合わせて、以下のいずれかの方法で行う。

・MC・MG技術から提供される作業装置の位置とTS計測による較差

バケット位置精度の評価方法は、MC・MG技術から提供されるバケット位置と、TSにより取得されるバケット位置の較差を算出し、全て条件における較差が、標高で $\pm 50\text{mm}$ 以内であれば、所要の性能を確保していると判断する。また、参考までに、平面位置（X座標、Y座標の合成）は、その平均値が較差 $50\text{mm}$ 以内であることを確認する。また、計測点数は各ケースにて1回以上とする。バケット位置精度の標準的な確認方法を表3-2、図3-2に示す。

表3 - 2 バケット位置精度

	バケット標高位置	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	

パラメータの数値は、任意に設定してもよい。

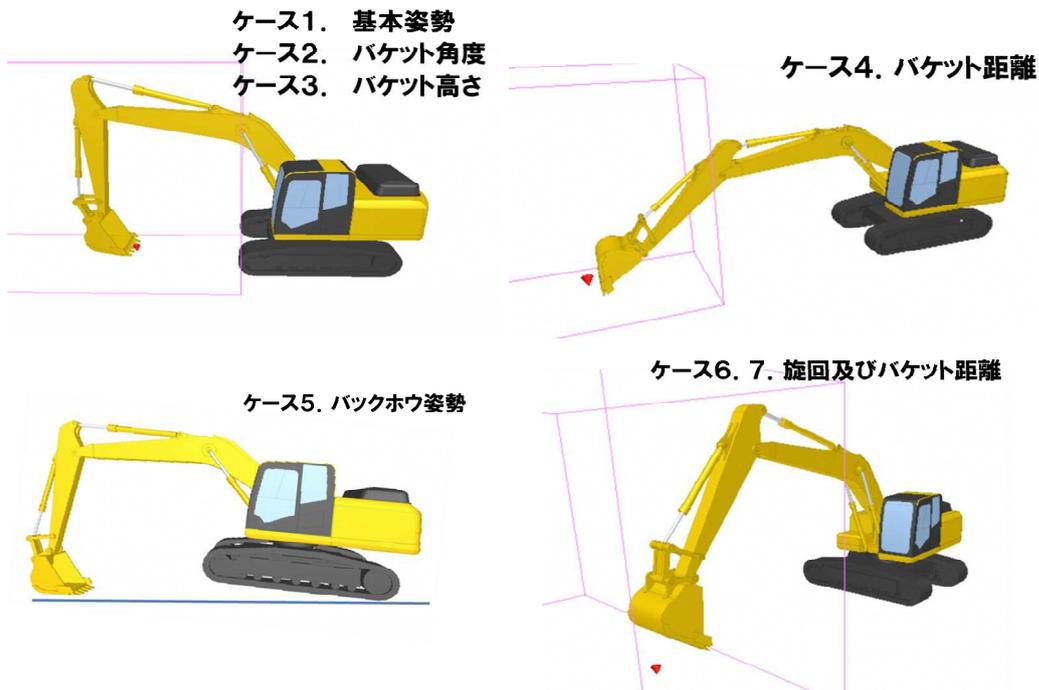


図3 - 2 作業装置の位置精度の確認方法例

・テスト作業による検測

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。 施工に使用するICT建設機械を用い、現場内で、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。これが求める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。テスト作業による検測図3 - 3に示す。

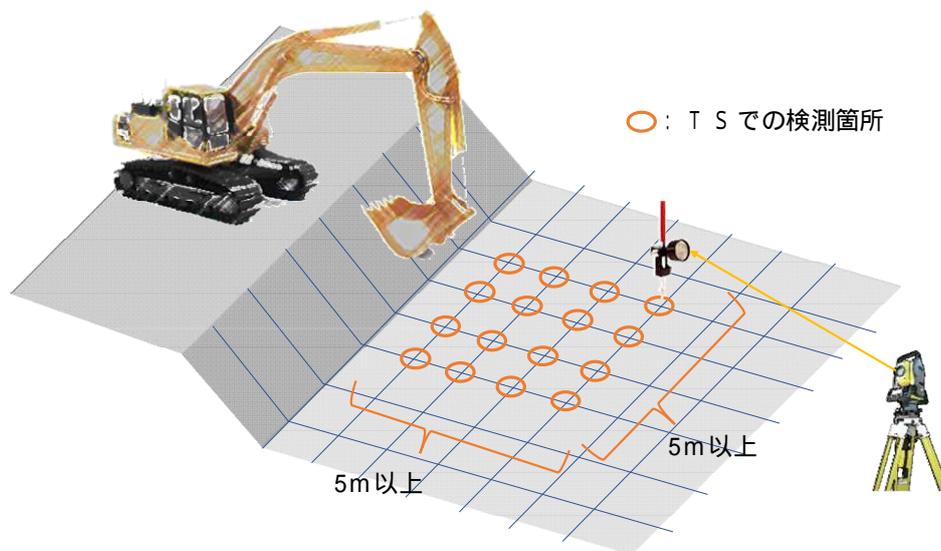


図3 - 3 テスト作業による検測例

## 2) ブルドーザの場合

作業装置位置の精度確認は、現場条件に合わせて、以下のいずれかの方法で行う。

- ・ MC・MG技術の情報とTS計測による取得情報との作業装置位置の較差

MC・MG技術より提供される作業装置位置とTSにより取得される作業装置位置との較差により取得精度の確認を行う。作業装置位置の精度の確認方法を図3 - 4に示す。計測は、ブルドーザの作業装置を3ケースの異なる姿勢(作業装置角度)とし、位置の計測を行、3ケースにて差作業装置両端(6箇所)以上とする。

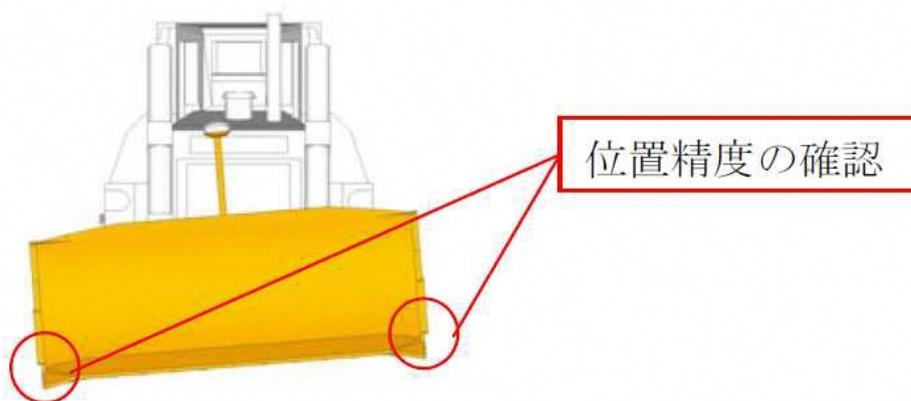


図3 - 4 ブルドーザの作業装置位置の精度の確認方法

・テスト走行による検測

施工前に、ICTブルドーザによるテスト走行を行い、テスト面の検測から取得したデータを用いて位置精度を確認する。現況地形のデータをMC・MGシステムに搭載したブルドーザを走行し、作業装置の左右端の2点以上を検測する。さらに、テスト走行は、異なる2方向（例えば逆向き）で作業装置角度を変えて実施すること。検測はTSにより計測し、検測箇所は2方向の走行を含めて、延べ12箇所以上とする。

テスト走行による検測例を図3 - 5 に示す。

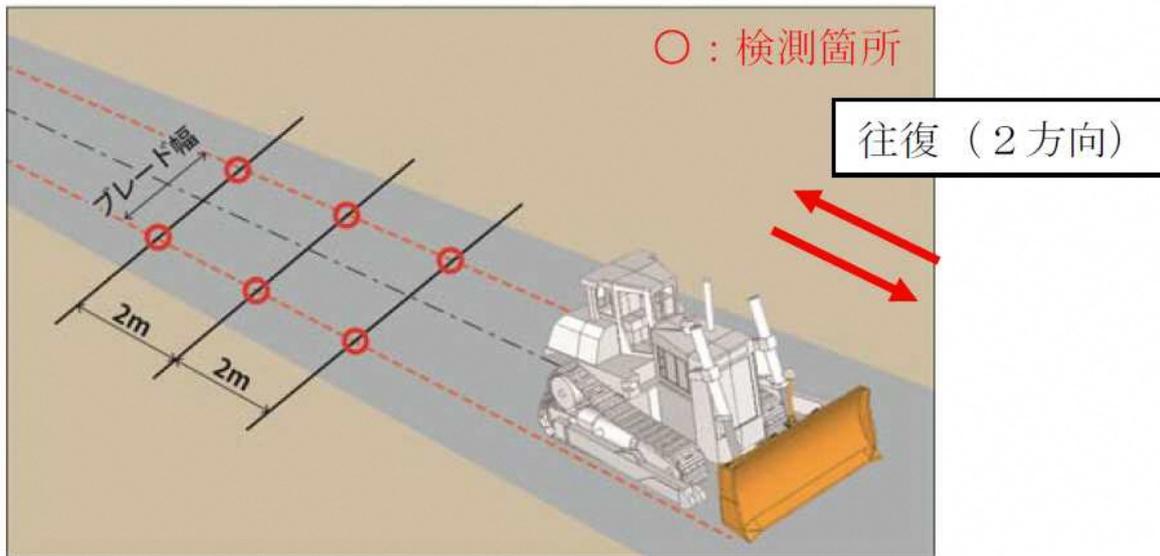


図3 - 5 テスト走行による検測例

(5) 作業装置位置精度の確認結果

作業装置位置精度の確認結果は、利用するICT建設機械の計測性能を証明するものであり、必要に応じて監督職員から請求される場合が想定されることもあるため、資料として整備・保管するとともに、作業期間中の日々確認における初期データとして利用する。

なお、本要領(案)の添付資料(バックホウ：様式 - 1、ブルドーザ：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。

### 3 - 6 施工管理

受注者は、施工履歴データの精度を確保するため、情報化施工で用いる管理要領に基づき施工を行う。

#### 【解説】

受注者は、施工精度を確保する目的で、本要領の他、情報化施工で用いる管理要領、施工要領等を参考に施工を行う。

- ・ I C T 建設機械 精度確認要領（案）H31.3 国土交通省
- ・ T S ・ G N S S を用いた盛土の締固め管理要領 H24.3 国土交通省

### 3 - 7 施工履歴データの取だし

受注者は、ICT建設機械の車載PCから、記録媒体等に施工履歴データを取り出す。

#### 【解説】

受注者は、ICT建設機械の車載PCからUSB等の記録媒体に施工履歴データを記録する。

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

- 1) 施工履歴データがクラウドサーバーに保存されている場合  
クラウドサーバーからダウンロードする。
- 2) 施工履歴データが車載PCに自動的に保存されている場合  
施工後に車載PCからUSBメモリー等へ施工履歴データをコピーする。
- 3) 施工履歴データが車載PCの保存ボタンを押した場合のみ保存される場合  
出来高部分の盛土層・法面整形の施工時に、車載PCのデータ記録ボタンを押す。  
施工後に車載PCからUSBメモリー等へ施工履歴データをコピーする。

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

### 3 - 8 施工履歴データのスクリーニング、面データ化

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排除し、出来形部分の面データを作成する。

#### 【解説】

#### 1) スクリーニング

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

出来高部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来高部分に1m×1mのグリッドを設定し、任意のグリッド毎に1点以上の点群密度をもって代表点の抽出を行う。

#### ICTバックホウ

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

#### ICTブルドーザ

##### ○履帯下面の軌跡データが記録できる場合

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

##### ○履帯下面の軌跡データが記録できない場合

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

#### ICT締固め機械（天端）

出来高を算出する最終盛土層の施工中に得られた、締固め機械下端の3次元座標の点群データのうち、最終時刻のデータ（又は標高が最低のデータ）を任意のグリッドごとに抽出する。

#### 2) 面データの作成

スクリーニングが完了した点群データを対象に不等三角網（TIN）を配置し、出来形部分の面データを作成する。

自動でTINを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更しても良い。

### 3 - 9 出来高の算出

受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用し、起工面と出来形部分の面データとの比較により、出来高数量を算出する。

#### 【解説】

受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用し、起工面と出来形部分の面データとの比較により、メッシュ法、三角柱法、プリズモダイル法、平均断面法等により出来高数量（土量）を算出し、下記の計算式により出来高を計算する。メッシュ法で計算する場合は、スクリーニングで設定したグリッド間隔で算出し、出来高数量算出のために必要となる起工面データは、監督職員の確認を受けて使用すること。

土質の変化や片切掘削・オープン掘削などの区分別に数量を算出する必要がある場合には、区分別の面データを作成する。なお、これにより難しい場合には、管理断面において横断面を作成して区分を示し、平均断面法を用いて出来高数量を算出しても良い。

また、点群データ処理ソフトウェアを使用し、起工面と出来形部分の面データの外周を線で結んだ施工範囲との比較により出来高数量（面積）を算出し、下記の計算式により出来高を計算する。なお、施工範囲は同範囲内の不等三角網（T I N）を合計した値算とする。

$$\text{施工履歴を用いた出来高数量} = \text{施工履歴による算出数量} \times (1 - \text{一定率}(10\%))$$

$$\text{出来高比率}(\%) = \text{施工履歴を用いた出来高数量} \div \text{適用細別の全体数量}$$

$$\text{出来高} = \text{適用細別の合計金額} \times \text{出来高費率}$$

3 - 1 0 出来高図の作成

受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用して出来高図を作成する。

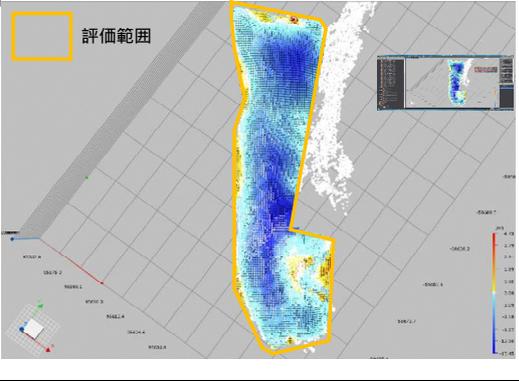
【解説】

受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用して、出来高図を作成する。

出来高図は、ソフトウェアで出力できる「メッシュ土量柱状図」、もしくは部分出来高として算出に利用した面データとする。

出来形図及び出来形算出書の記載例を図3 - 6に示す、また本要領（案）の添付資料に記載例の様式を添付するので参考とされたい。

様式 - 1

出来高算出書			作業者印	監理技術者 確認印	監督員 確認印
工種	道路土工	測点	No. 15	~ No. 23	
種別	掘削工	期間	2018年3月11日 ~ 2018年5月10日		
設計掘削土量 (m3)	83,000	総掘削土量 (m3)	43,000		
		前回までの掘削土量 (m3)	28,000		
評価面積 (土量を算出した範囲) m2	5,300				
評価データ数 (1点/m2以上必要)	5,320				
使用機械	ICT建機種別	機種	出来高図		
施工機械1	3DMCバックホウ				
施工機械2	3DMCブルドーザ				
施工機械3					
施工機械4					
施工機械5					
出来高算出					
施工履歴へ乗じる一定比率 =	0.9	今回の出来高掘削土量 m3 ( - ) =	15,000		
出来高比率% ( / ) =	18.1	適用細別の契約金額 (千円)	21,000		
今回の出来高 ( × ) (千円) =	4,000				

様式 - 1

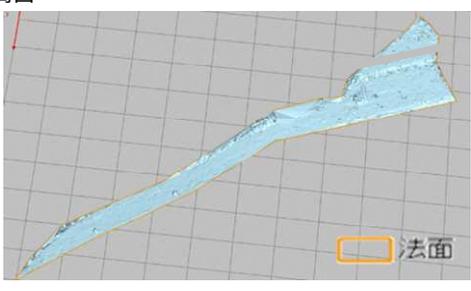
出来高算出書			作業者印	監理技術者 確認印	監督員 確認印
工種	道路土工	測点	No. 15	~ No. 23	
種別	法面整形工	期間	2018年1月9日 ~ 2018年3月10日		
設計数量 (m2)	5,300	総施工面積 (m2)	2,304		
		前回までの施工面積 (m2)	0		
評価データ数 (1点/m2以上必要)	2,500				
使用機械	ICT建機種別	機種	出来高図		
施工機械1	3DMCバックホウ				
施工機械2	3DMGバックホウ				
施工機械3					
施工機械4					
施工機械5					
出来高算出					
施工履歴へ乗じる一定比率 =	0.9	今回の施工面積 m2 ( - ) =	2,304		
出来高比率% ( / ) =	43.5	適用細別の契約金額 (千円)	5,000		
今回の出来高 ( × ) (千円) =	2,000				

図3 - 5 出来形図及び出来形算出書の記載例

様式 - 1

出来高算出書

作業者印		監理技術者 確認印		監督員 確認印	
------	--	--------------	--	------------	--

工種 \_\_\_\_\_

測点 \_\_\_\_\_ ~ \_\_\_\_\_

種別 \_\_\_\_\_

期間 \_\_\_\_\_ ~ \_\_\_\_\_

設計掘削土量 (m3)	総掘削土量 (m3)	前回までの掘削土量 (m3)	出来高図
評価面積 (土量を算出した範囲) m2			
評価データ数 (1点/m2以上必要)			
使用機械	ICT建機種別	機種	
施工機械1			
施工機械2			
施工機械3			
施工機械4			
施工機械5			

出来高算出

施工履歴へ乗じる一定比率 =	0.9	今回の出来高掘削土量m3 ( - ) =	
出来高比率% ( / ) =		適用細別の契約金額 (千円)	
今回の出来高 ( × ) (千円) =			

様式-1

出来高算出書

作業者印		監理技術者 確認印		監督員 確認印	
------	--	--------------	--	------------	--

工種 \_\_\_\_\_

測点 \_\_\_\_\_ ~ \_\_\_\_\_

種別 \_\_\_\_\_

期間 \_\_\_\_\_ ~ \_\_\_\_\_

設計数量 (m <sup>2</sup> )	総施工面積 (m <sup>2</sup> )	前回までの 施工面積 (m <sup>2</sup> )	出来高図
評価データ数(1点/m <sup>2</sup> 以上必要)			
使用機械	ICT建機種別	機種	
施工機械1			
施工機械2			
施工機械3			
施工機械4			
施工機械5			

出来高算出

施工履歴へ乗じる一定比率 =	0.9	今回の施工面積m <sup>2</sup> ( - ) =	
出来高比率% ( / ) =		適用細別の契約金額(千円)	
今回の出来高( × ) (千円) =			

(様式 - 2)

平成 年 月 日  
 作成者： 印

「バケット位置の取得精度」記録シート（対象技術：ICT バックホウ）

試験 ケース	パラメータ(目標値)					内容						較差 ( - )	標高較差 確認結果 (±50mm以内)
	バケット 標高位置	バケット 角度	バックホウ 姿勢	バケット 距離	本体向き (方位角)	ICT バックホウ			精度検証機器(TS)				
						北座標	東座標	標高	北座標	東座標	標高	平面位置	
Case1	m	度	度	m									
Case2	m	度	度	m									
Case3	m	度	度	m									
Case4	m	度	度	m									
Case5	m	度	度	m									
Case6	m	度	度	m									
Case7	m	度	度	m									
	備考					平均値							

標高較差が±50mm以内であれば、チェック結果欄に“ ”と記すこと。

(様式 - 2)

平成 年 月 日

作成者：

印

「ブレード位置の取得精度」記録シート（対象技術：ICTブルドーザ）

試験 ケース	パラメータ(目標値)		内容							較差 ( - )		規格値	標高較差 確認結果 (規格値以内) 2
	ブルドーザ位 置	ブレード 角度	計測 位置	MC・MG技術 1			精度検証機器(TS)			平面位置	標高		
				北座標	東座標	標高	北座標	東座標	標高				
Case1	m	度	左										
			右										
Case2	m	度	左										
			右										
Case3	m	度	左										
			右										
	備考		平 均 値										

- 1 テスト走行による検測を行う場合は、“標高(設計値)”のみ入力する。
- 2 標高較差が規格値以内であれば、チェック結果欄に“ ”と記すこ