

マシンコントロール／  
マシンガイダンス技術  
(バックホウ編) の手引書  
【発注者用】

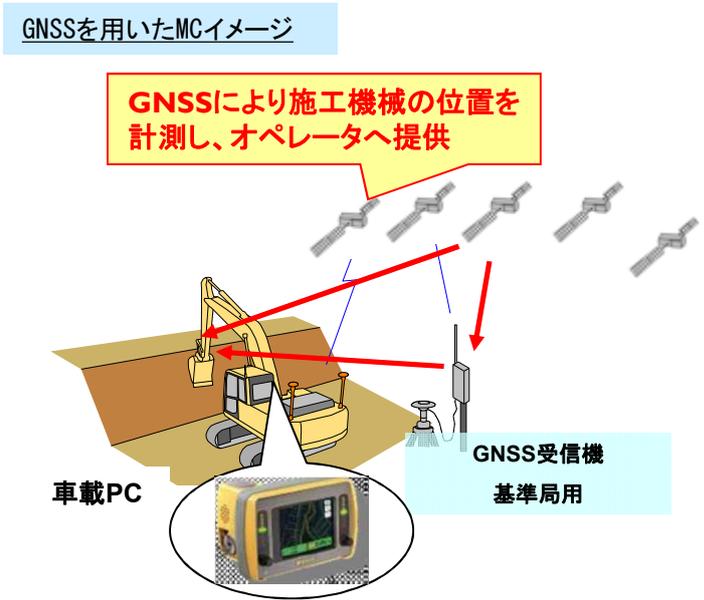
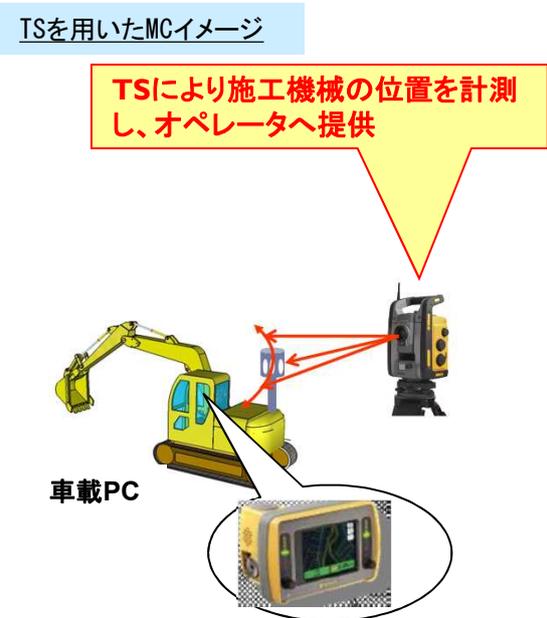
平成30年2月

## 基礎編

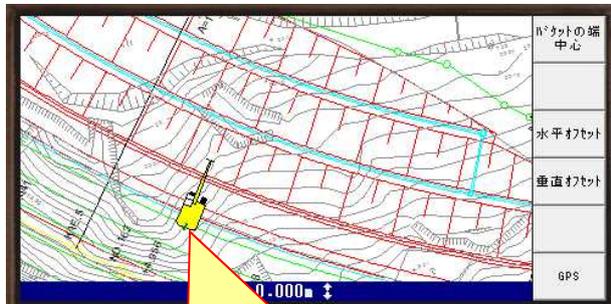
1. MC/MG技術(バックホウ)の概要
2. MC/MG技術(バックホウ)の機器構成
3. MC/MG技術で利用される測位技術
4. 準拠する要領、基準等、適用工種
5. MC/MG技術(バックホウ)導入のメリット
6. MC/MG技術(バックホウ)導入の主要5パート

# 1.① マシンコントロール技術 (バックホウ) の概要

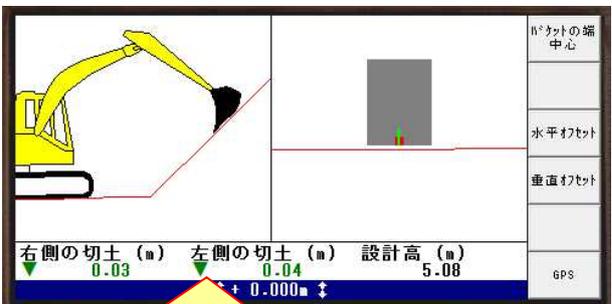
- ▶ マシンコントロール(以下、「MC」という。)技術とは、自動追尾式TSやGNSSなどの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分に基づき、操作を半自動制御するシステムです。



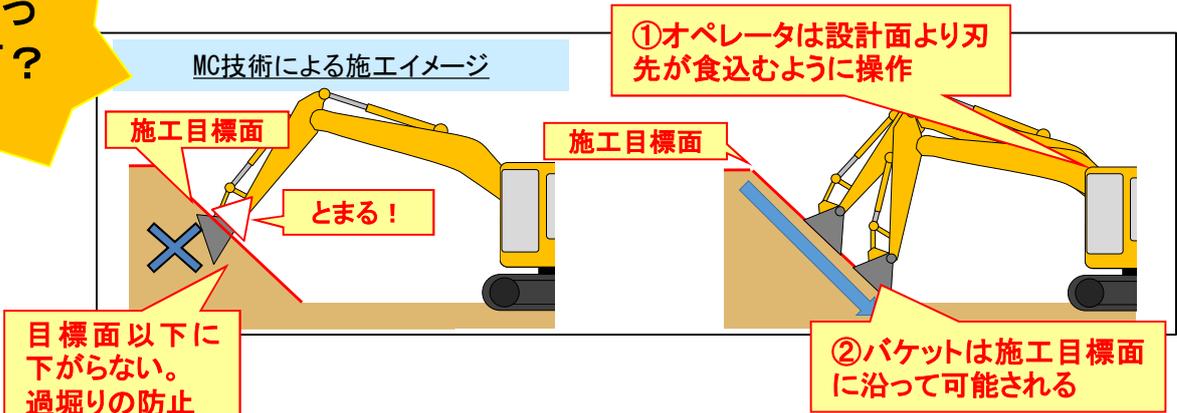
車載PC画面イメージ ※各メーカーにより異なる



車載PCに搭載された設計データに対する施工機械位置をリアルタイムに提供



現在位置の切り出し位置や設計データに対するバケット位置の差分(切土目標値)をリアルタイムに提供

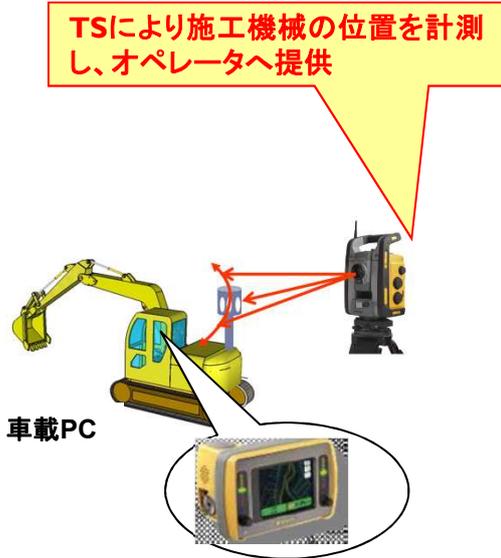


MC(バックホウ)技術を用いた施工イメージ

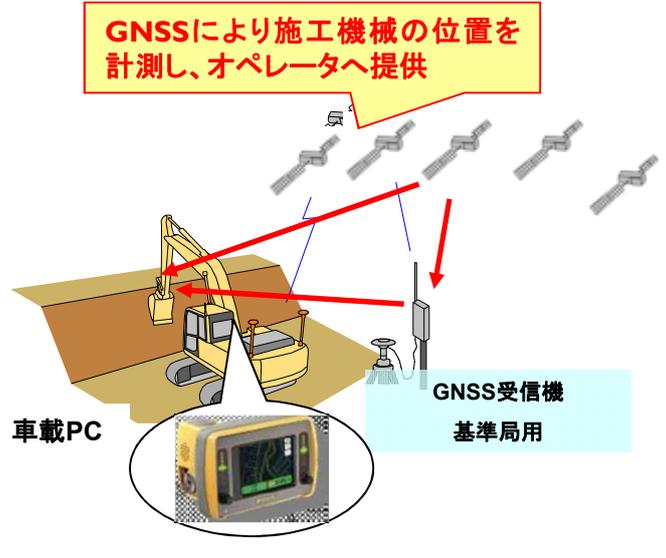
# 1.② マシンガイダンス技術 (バックホウ) の概要

- マシンガイダンス(以下、「MG」という。)技術とは、自動追尾式TSやGNSSなどの位置計測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現地盤データとの差分をオペレータへ提供するシステム**です。

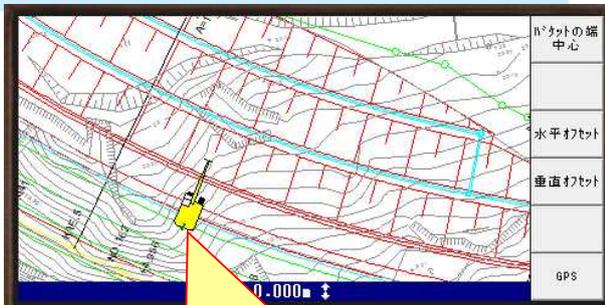
TSを用いたMCイメージ



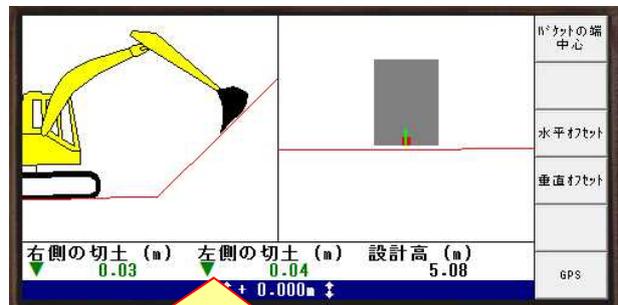
GNSSを用いたMCイメージ



車載PC画面イメージ ※各メーカーにより異なる

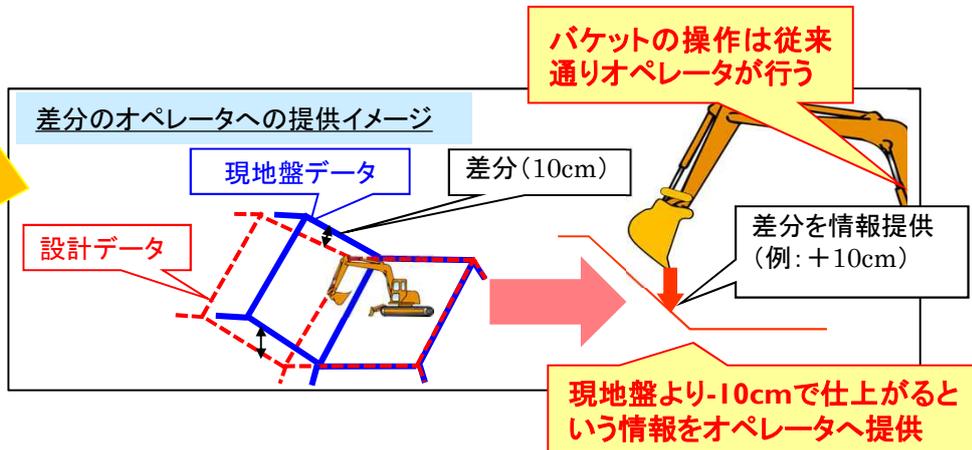


車載PCに搭載された設計データに対する施工機械位置をリアルタイムに提供



現在位置の切り出し位置や設計データに対するバケット位置の差分(切土目標値)をリアルタイムに提供

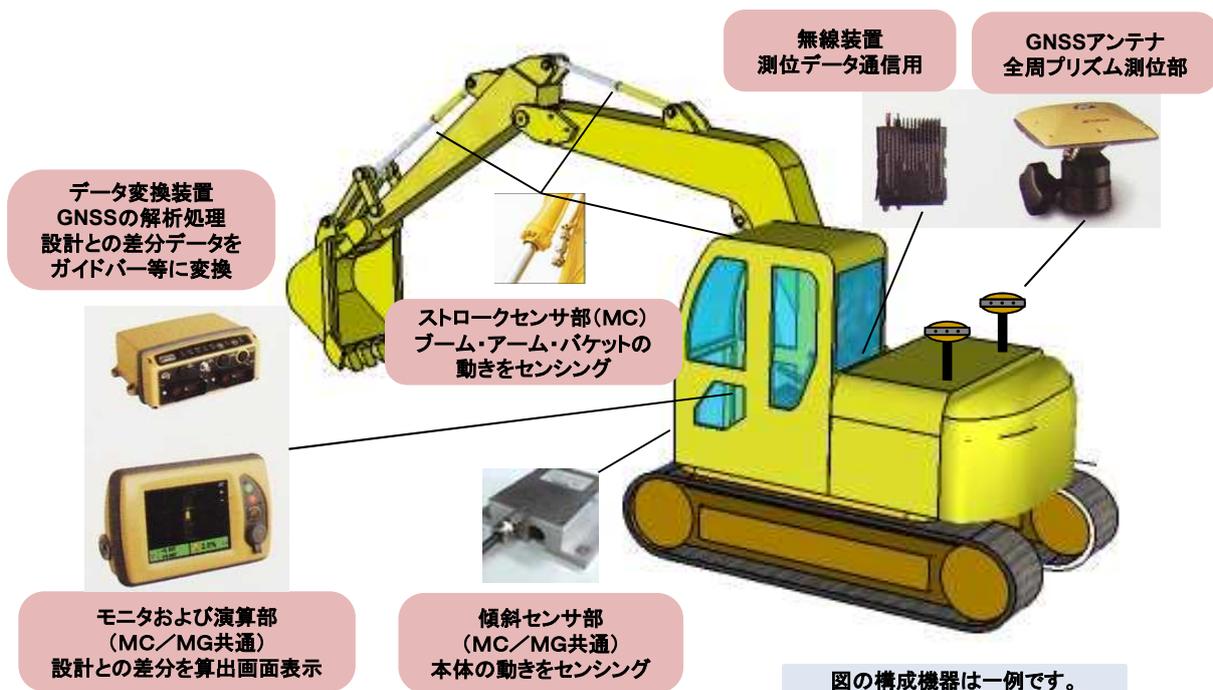
MCとは  
ここが  
違う!



MG(バックホウ)技術を用いた施工イメージ

## 2.① マシンコントロール技術(バックホウ)の機器構成

- MCのバックホウでは、ブーム・アーム・バケット・本体の傾きをセンシングするセンサが必要です。(センサが内蔵されているものと、されていないものがあります。)
- バックホウは回転作業を行うことが多いため、向きを特定するために測位アンテナを2基設置しているのが一般的です(次頁の、シングルタイプもあります。)



### 参考 機器構成について

- メーカーによっては、ストロークセンサや傾斜センサ等のセンサ類を重機に標準搭載している場合もある。

### 参考 適用機種について

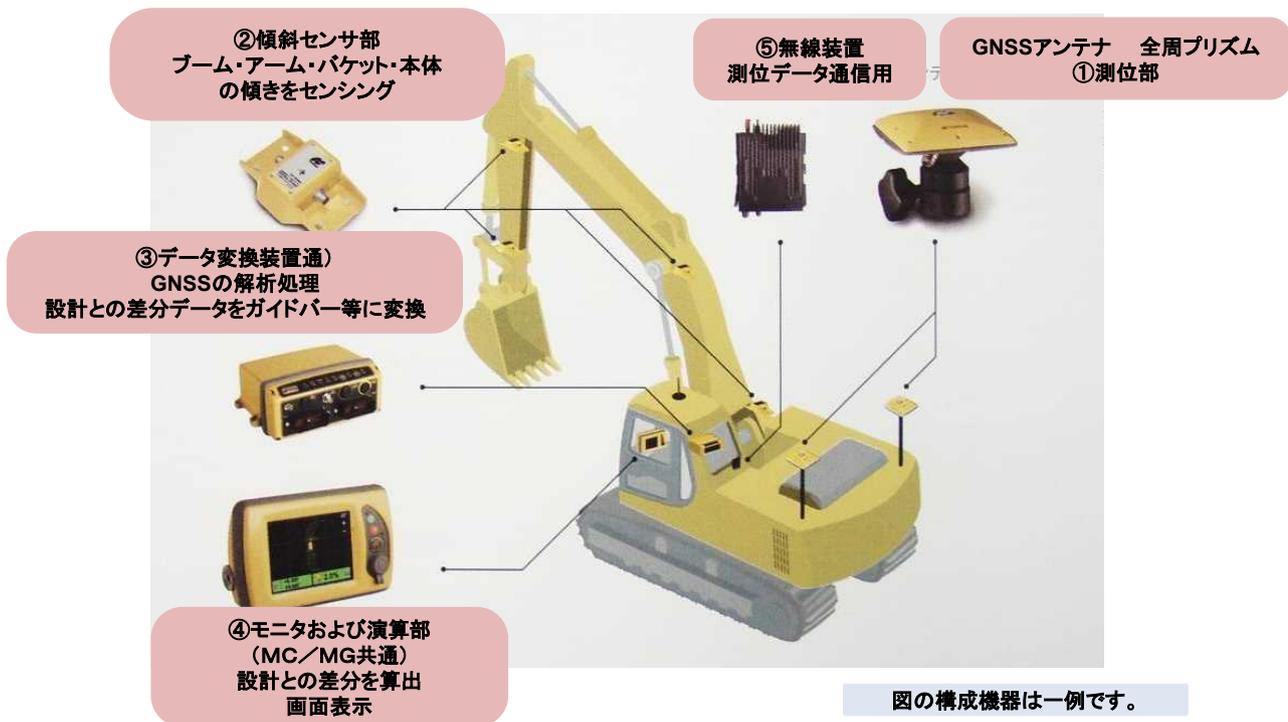
- MCバックホウは、油圧を自動制御する必要があるため、MC対応仕様のバックホウを調達する必要があります。
- MCバックホウは向きを特定するために2基のアンテナを設置していますが、小旋回型などではアンテナを取り付ける位置が無い場合もあります。
- 小型のバックホウでは、作業中の機械のゆれが大きくなるため、安定したコントロール機能が発揮されにくい場合があります。

### 留意点 センサ等を取り付ける場合の留意点

- バックホウの作業によっては、振動や負荷がかかり、剥離や亀裂等が発生する場合もあるため、GNSSやセンサの取り付け位置は、十分強度(ブラケット補強等)がある箇所へ設置してください。

## 2.② マシンガイダンス技術(バックホウ)の機器構成

- MGのバックホウでは、ブーム・アーム・バケット・本体の傾きをセンシングするセンサを設置する必要があります。
- バックホウは回転作業を行うことが多いため、向きを特定するために測位アンテナを2基設置しているのが一般的です(次頁の、シングルタイプもあります)。



### 参考 機器構成について

- メーカーによっては、③と④を一体化している場合や、②を重機に標準搭載している場合もある。

### 参考 適用機種について

- MGバックホウは、重機への制御を行わないことから、基本的には全てのバックホウに搭載可能です。
- MGバックホウは向きを特定するために2基のアンテナを設置していますが、小旋回型などではアンテナを取り付ける位置が無い場合もあります。
- 小型のバックホウでは、作業中の機械のゆれが大きくなるため、安定したガイダンス機能が発揮されにくい場合があります。

### 留意点 センサ等の取り付け位置について

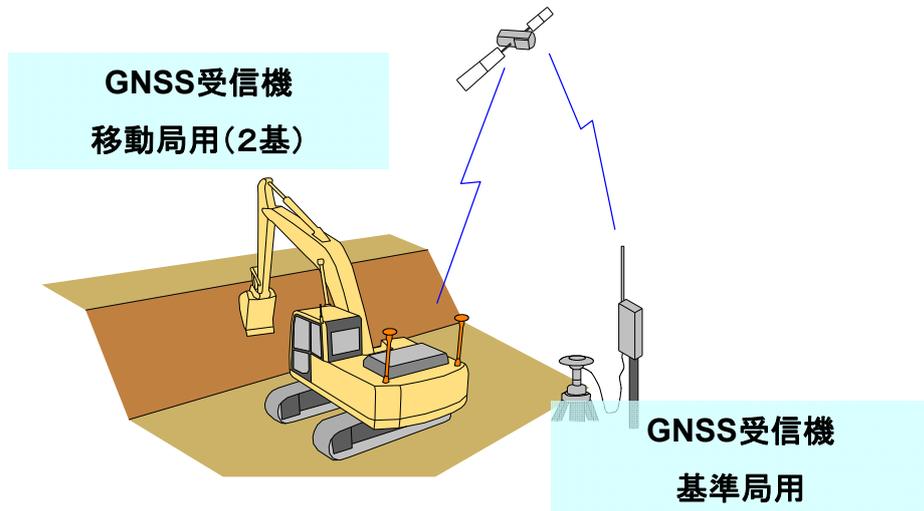
- バックホウの作業によっては、振動や負荷がかかり、剥離や亀裂等が発生する場合もあるため、GNSSやセンサの取り付け位置は、十分強度(ブラケット補強等)がある箇所へ設置してください。

### 3. MC/MG技術で利用される測位技術

#### ▶ 位置計測技術（例）

##### 【RTK-GNSS 2基タイプ】

建設機械に取り付けたアンテナ(2基)の座標をRTK-GNSSを用いて計測します。RTK-GNSSの基準局(あるいはVRSによる仮想基準局)から補正データを無線装置(VRSの場合は携帯通信)等で受け取る必要があります。補正データは複数の機械に配信可能で、アンテナを搭載した移動局側を複数稼働させることができます。



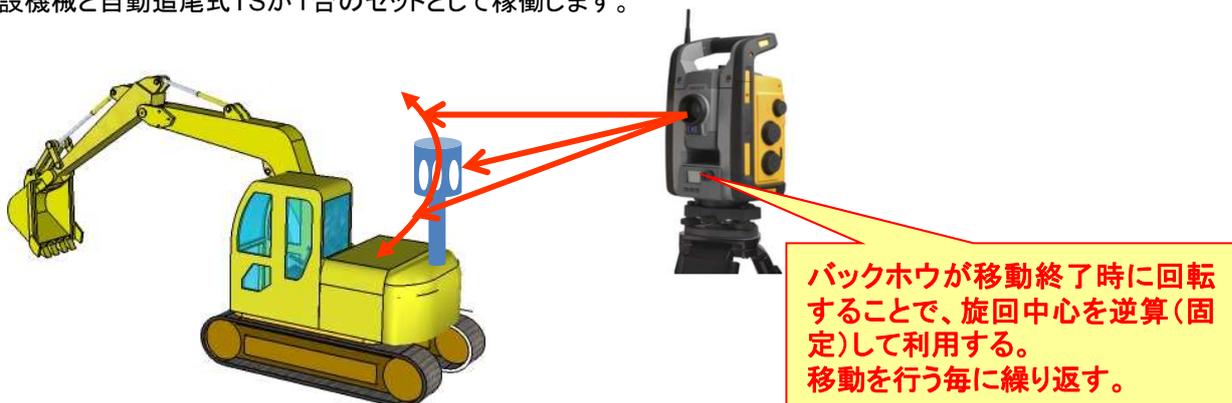
##### 【測位技術のシングルタイプ】

バックホウは回転作業を行うことが多いため、バックホウの向きを特定するためにアンテナを2つ搭載して向きを特定するシステムが一般的です。

しかし、自動追尾式TSの活用や移動の少ない作業では測位部を1つにしたタイプでのマシンガイダンスやマシンコントロールを実施することが可能となっています。

##### 【自動追尾式TS・GNSS 1基タイプ】

建設機械側に取り付けた全周プリズムを自動追尾式TSが追尾して連続的に全周プリズムの位置を計測(あるいはGNSSアンテナにより計測)します。計測結果は無線で建設機械に転送されます。自動追尾式TSの場合は、建設機械と自動追尾式TSが1台のセットとして稼働します。



#### 参考

#### 測位技術の選択について

- 測位技術については、当該工事の現場条件(山間地での衛星の捕捉状況、無線障害の有無)と作業期間、当該作業以外で利用する測位技術の活用などを考慮して選定する。
- MC/MGバックホウでは、3次元座標や3次元設計データを利用しない2Dタイプもあります(一定勾配や丁張りとの併用には便利)。ただし、ICT活用工事(土工)の対象機械ではありません。

## 4. 準拠する要領、基準等、適用工種

### ▶ 準拠する要領・基準等

- ▶ MC/MG技術を用いた施工の施工管理要領、監督・検査要領等は策定されていません。
- ▶ MC/MG技術を用いた施工では、従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル((財)国土技術研究センター)」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省各地方整備局)」等の従来通りの土工の施工管理要領・監督検査要領に準じて実施されます。
- ▶ MC/MG技術に関する機器・ソフトウェア等の必要要件も統一されていません。
- ▶ ICT活用工事で出来高部分払いを利用する場合は、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」に準じて精度確認を行う必要があります。
- ▶ 2Dあるいは3Dでは用いるシステムに違いがあります(ICT活用工事では3Dを利用する必要があります)。

### ▶ 適用工種

#### □ ICT活用工事(土工)での適用工種

##### (1)対象工種

ICT活用工事の対象は、工事工種体系ツリーにおける下記の工種とする。

##### 1)河川土工、海岸土工、砂防土工

掘削工／盛土工／法面整形工

##### 2)道路土工

掘削工／路体盛土工／路床盛土工／法面整形工

《表-1 ICT活用工事と適用工種》

段階	技術名	対象作業	建設機械	適用工種		監督・検査 施工管理	備考
				河川土工	道路土工		
ICT建設機械 による施工	3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 3次元マシンガイダンス (ブルドーザ)技術	まきだし 敷均し 掘削 整形	ブルドーザ	○	○		
	3次元マシンコントロール (バックホウ)技術 3次元マシンガイダンス(バック ホウ)技術	掘削 整形	バックホウ	○	○		

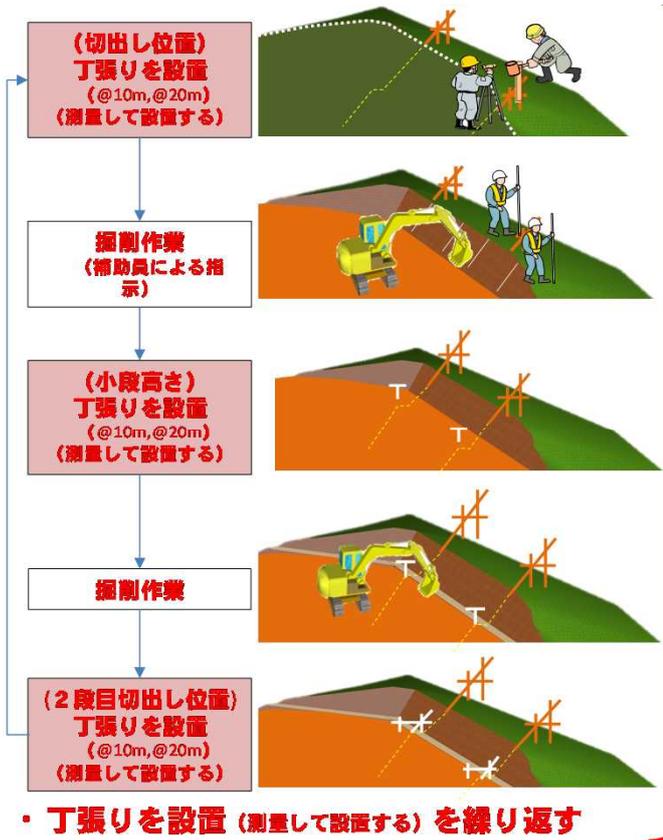
#### □ ICT活用工事(土工)以外での適用工種

MC/MGバックホウは、造成工事、溝掘削工、浚渫工、小規模な敷均しなどにも有効活用できる。

# 5.① マシンコントロール技術 (バックホウ) 導入のメリット

▶ 丁張り削減、検測作業削減、施工作業の簡素化による施工の効率化

## 【従来手法】



## 【MC技術】

モニタ画面に丁張りが存在し、丁張りに沿って施工が可能

モニタ画面 (平面)

モニタ画面 (横断) 設計高 35.554 差+0.015m

- 丁張り作業の**人件費**、**丁張り材料費**を削減。
- **掘削の指示**(丁張りなどの段取り替え)待ち、**勾配の仕上がり確認時間も減り**、バックホウの作業時間が増加。結果的に効果的な作業が実現。
- MCの活用で**準備作業**(丁張り計算・丁張り設置)は**1段法でも多段法でもほぼ変わらない作業**になり、複雑な法面でより効果を発揮。

※ MGとの違い  
 ・ MCではオペレータの技能に関わらず刃先が設計面より下に下がらないので過掘りを防止できる

### 参考 MC(バックホウ)技術の活用場面について

様々なデータを作成することで用途は多彩、小規模現場でも効果を発揮

曲線部の法面 路床掘削 素堀り削溝 (BOXカルバート、排水溝) 床掘り (BOXカルバート、排水溝)

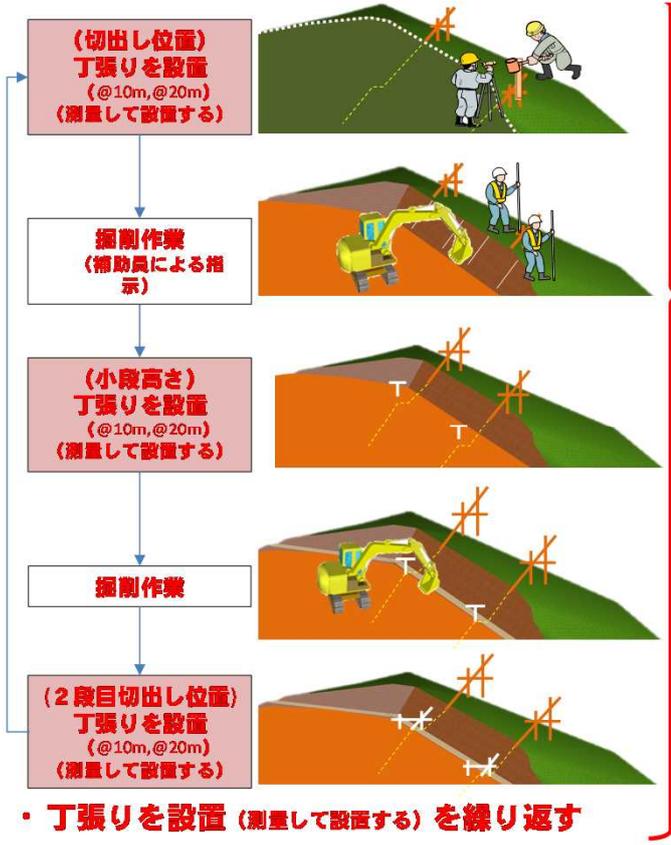
小規模作業では、人と接近した作業(仕上がり確認)も多い

MCバックホウはデータ作成次第で活用場面が広がる。法面だけでなく、様々な3次元データを作成して効果的に活用することが重要。

## 5.② マシンガイダンス技術 (バックホウ) 導入のメリット

▶ 丁張り削減、検測作業削減、施工作業の簡素化による施工の効率化

### 【従来手法】



### 【MG技術】

MGを用いることで丁張りの実物が無くてもモニタ画面に丁張りが存在 (全面)。

モニタ画面 (平面)

モニタ画面 (横断)

- 丁張り作業の**人件費**、**丁張り材料費**を削減。
- **掘削の指示**(丁張りなどの段取り替え)待ち、**勾配の仕上がり確認**時間も減り、バックホウの作業時間が増加。結果的に**効率的な作業**が実現。
- MGの活用で**準備作業**(丁張り計算・丁張り設置)は1段法でも多段法でも**ほぼ変わらない作業**になり、複雑な法面でより効果を発揮!

※ MCとの違い  
 ・ MGでは操作はオペレータの技能による。

### 参考

### MG(バックホウ)技術の活用場面について

様々なデータを作成することで用途は多彩、小規模現場でも効果を発揮

曲線部の法面

路床掘削

表面掘削 (BOXカルバート、排水溝)

床掘削 (BOXカルバート、排水溝)

小規模作業では、人と接近した作業 (仕上がり確認) も多い

MGバックホウはデータ作成次第で活用場面が広がる。法面だけでなく、様々な3次元データを作成して効果的に活用することが重要。

様々なアタッチメントでも利用できる

## 6. MC/MG技術 (バックホウ) 導入の主要5パート

- ▶ MC/MG技術を用いた施工では以下の主要5パートの適切な実施により、施工精度を確保することができます。

### 1. システム適用条件の事前調査

#### (1)計測障害の事前調査

システム適用条件の確認

##### 【GNSSの場合】

- ・ 無線通信障害がないことを確認
- ・ FIX解データを得る衛星捕捉状態の確保

#### (2)測位技術の選定

計測機器(TS・GNSS)の選択

##### 【GNSS】

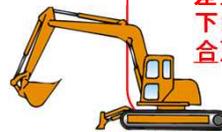
- ・ 衛星の補足が困難となる狭小部や山間部でない現場である



#### (3)MC/MGシステムの選定・調達

必要機能を有するシステムの選定

- ・ バケット刃先の3次元位置データ(平面位置・高さ・勾配)と設計データとの差分を計算し、車載へ提供する(MGの場合)
- ・ バケットの刃先の3次元位置データ(平面位置・高さ・勾配)と設計データとの差分を計算し、バケットが設計面より下がらないよう制御される(MCの場合)



### 2. 計測精度の確保

#### (1)計測精度の確認

基準局の設置

##### 【GNSSの場合】

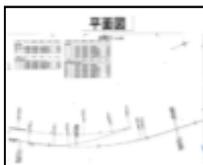
- ・ 計測座標と既知座標とが合致することを確認
- ・ 任意点の計測座標が合致することを確認(1箇所を2回計測)

### 3. 3次元設計データの作成

#### (1)設計図書(平面図、縦断面図、横断面図)、線形計算書の貸与

2次元CADデータの照査

- ・ 不備の確認
- ・ 起工測量結果との差異の確認



#### (2)3次元設計データの作成

3次元設計データ作成ソフトウェアにより作成

- ・ 工事基準点・平面線形・縦断面線形・出来形横断面形状を基準点測量結果や設計図書等から作成



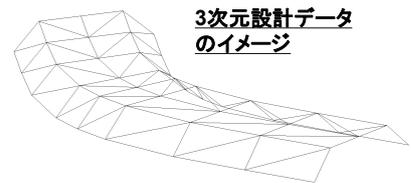
道路中心線形(又は堤防法線)

出来形横断面形状

#### (3)3次元設計データの確認

3次元設計データの照査

- ・ 施工者が3次元設計データの照査
- ・ 必要に応じて作業ごとの3次元設計形状を作成する



### 4. 機器取付・システム設定

#### (1)建設機械への機器取付・現場調整

機器取付・現場調整

- ・ 建設機械への機器の適切な取付
- ・ バケット幅・ブーム・アームの長さ等の正確な測定、車載PCへの必要情報の入力

#### (2)設計データ作成・搭載

設計データ

- ・ 3次元設計データの建設機械への搭載

### 5. 施工

#### (1)施工精度の確認

- ・ バケット刃先の位置情報の精度確認

#### (2)施工

- ・ 車載PCの確認
- ・ 施工機械の操作

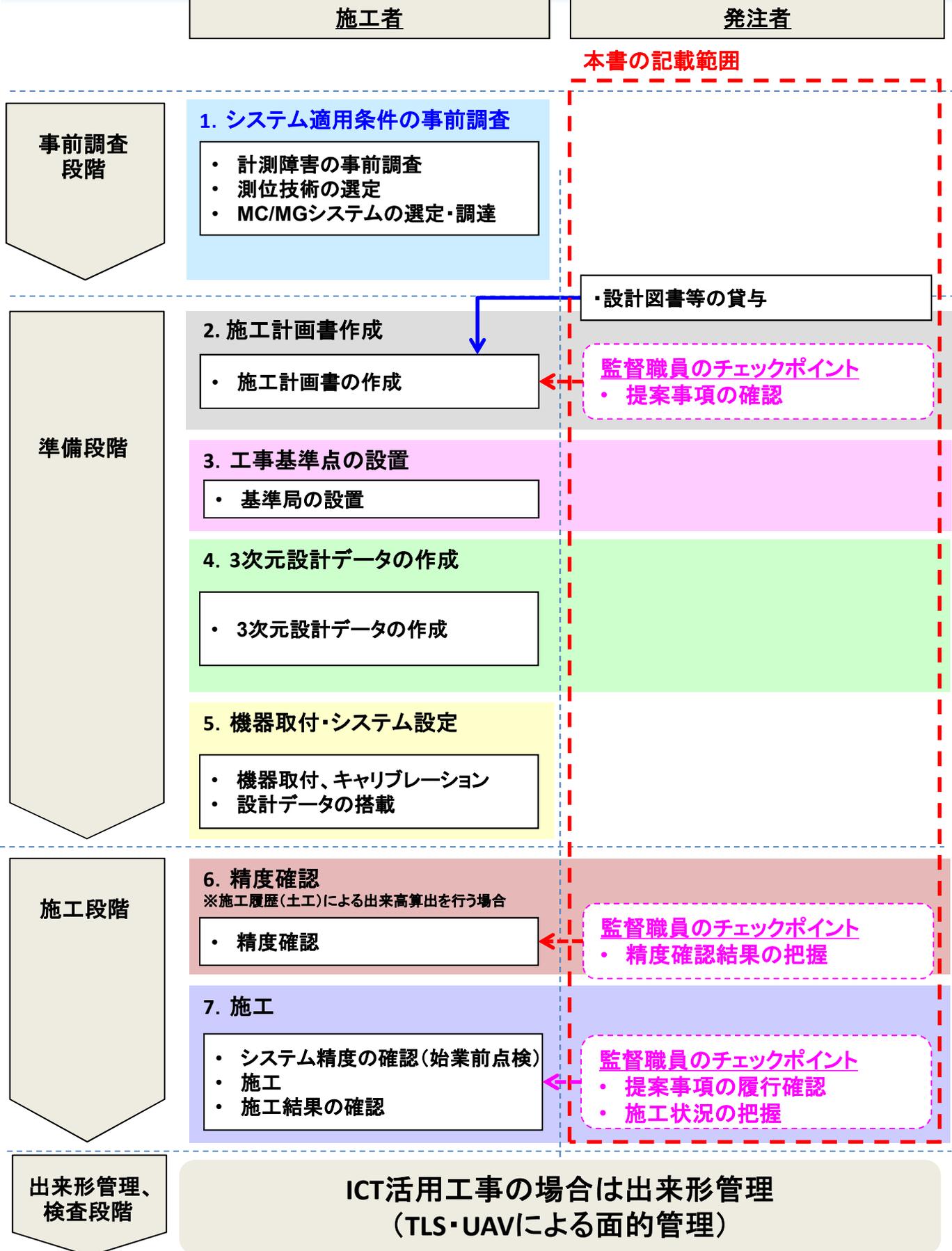


- ・ 施工状況をリアルタイムで確認

## 実務編

1. MC/MG技術(バックホウ)を用いた施工の流れ
2. システム適用条件の事前調査時の実務内容
3. 施工時の実務内容

# 1. MC/MG技術(バックホウ)を用いた施工の流れ



## 2. システム適用条件の事前調査時の実務内容

### ▶ 施工計画時の実施内容と解説事項

本書の記載範囲

フロー	施工者の 実務内容	監督職員 の実務内容
施工計画書の作成	• 施工計画書の作成	• 提案事項の確認(解説①)P15

## 解説①：提案事項の確認【監督職員】

～2.MCシステム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ 施工者がMC/MG技術を利用するための特別な記載は必要ありません。ただし、発注者指定あるいは技術提案などでMC/MGの導入を提案している場合は、提案している内容と利用するシステムが合致しているか確認します。
- ▶ また、発注者指定あるいは技術提案などでMC/MGの導入を提案している場合、利用するシステムの特徴や現場の制約条件から、現場の一部で利用する場合もありますので、利用範囲(利用工種)についても確認します。

※利用範囲に制限を設ける場合は、施工前の協議で受発注者で確認しておくとい良いでしょう。

- ▶ ICT活用工事で出来高部分払いを利用する場合は、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」に準じて実施する必要があります。

### 施工計画書の内容で確認

施工者は、「土木工事共通仕様書 1-1-4 施工計画書」の規定に基づき、使用する施工機械に関する情報を記載します。

#### ポイント①

施工者が任意で利用する場合、MC/MG(バックホウ)として特別に記載する項目はありません。

#### ポイント②

技術提案などで、MC/MG技術の利用を提案している場合は、添付資料として、システムの機能(2Dあるいは3D)および精度が確認できる資料(メーカーパンフレット等)を確認しておきます。

MC/MG技術で利用する測位技術について、性能の証明は不要です。

#### ポイント③

ICT活用工事(土工)では、3Dシステムを活用した施工が求められている

ICT活用工事(土工)においても、施工の効率化が見込まれる範囲で技術利用を推進することが求められています。

### チェックポイント

#### 技術提案事項の確認について

(1)発注者指定あるいは提案事項の目的と機能が合致しているか

- 利用するシステムは、2Dシステム(設計データを搭載しないタイプ)と3Dシステム(3次元設計データを搭載)で、提案事項と合致している。
- 現場条件に適した測位技術を利用している。
- 利用するシステムのカタログや仕様書がある(推奨事項)。  
システムの機能や仕様を把握したり、現場で、提案事項が稼働しているかを判断する際の参考として、カタログや仕様書があると便利です。

(2)利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か

- 現場の制限から適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。  
RTK-GNSSの衛星が補足できない箇所、橋梁などで振動や揺れがある場所。
- 利用するシステムを効率的に利用する為に適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。  
狭隘な箇所や、既に丁張りが設置されている場所など

※利用範囲に制限を設ける場合は、施工前の協議で受発注者で確認しておくとい良いでしょう。

## 解説②：作業装置位置の計測精度の確認方法

- ▶ 「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」により出来高を算出する場合は、刃先の精度確認を実施する必要があります。

### (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

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。

また、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±50mm 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 50mm 以内であることを確認する。 ※「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」より抜粋

表3-2 バケット位置精度

	パラメータ (目標値) ※			試験数	備考
	バケット 標高位置	バケット 角度	バックホウ 姿勢		
Case 1	0m	0度	0度	8点以上 (バケット距離：2条件、 本体向き：2条件とすると 全32データ)	バケット角度
Case 2	0m	-60度	0度		
Case 3	0m	60度	0度		バックホウ姿勢 (ピッチ)
Case 4	0m	0度	2.5度		
Case 5	0m	0度	5.0度		バケット高さ
Case 6	0m	0度	7.5度		
Case 7	1m	0度	0度		
Case 8	2m	0度	0度		

※パラメータの数値は、任意に設定してもよい。

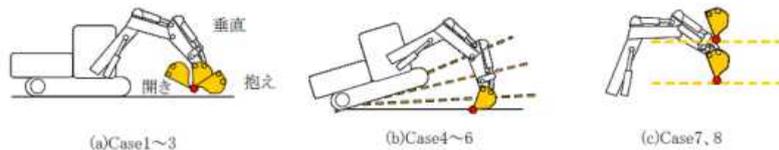


図3-2 バケット位置精度の標準的な確認方法

(様式-1)

添付資料

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：3Dバックホウ)

試験 ケース	パラメータ(目標値)				本体向き (方位角)	内容			較差 (②-①)		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		①マシンガイダンス技術			②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	標高
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								
Case8	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。

### チェックポイント

### 精度確認の結果について

- 様式-1による計測結果が、標高較差で±50mm、平面位置は平均値が±50mm以内であることを確認する。

### 3. 施工時の実務内容

#### ▶ 施工時の実施内容と解説事項

本書の記載範囲

フロー	施工者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">始業前点検</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工精度の確認・対処</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">施工</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工状況・結果の確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>技術提案事項の実施を確認 (解説①)P18,19</li> <li>施工状況の把握 (解説②)P20,21</li> </ul>

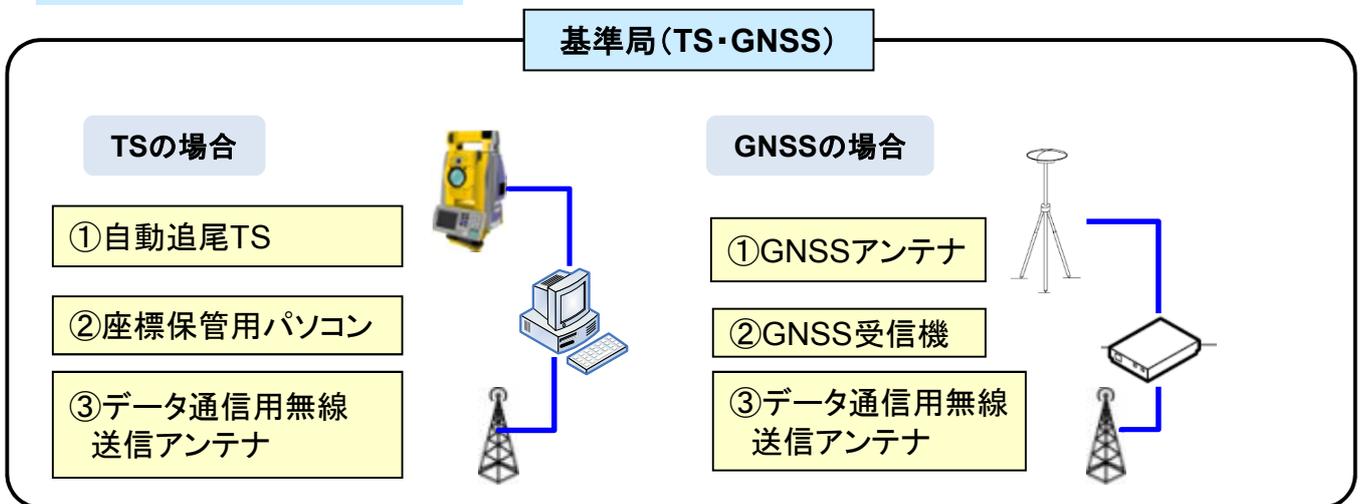
## 解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】 1/2

～6.施工時の実務内容～

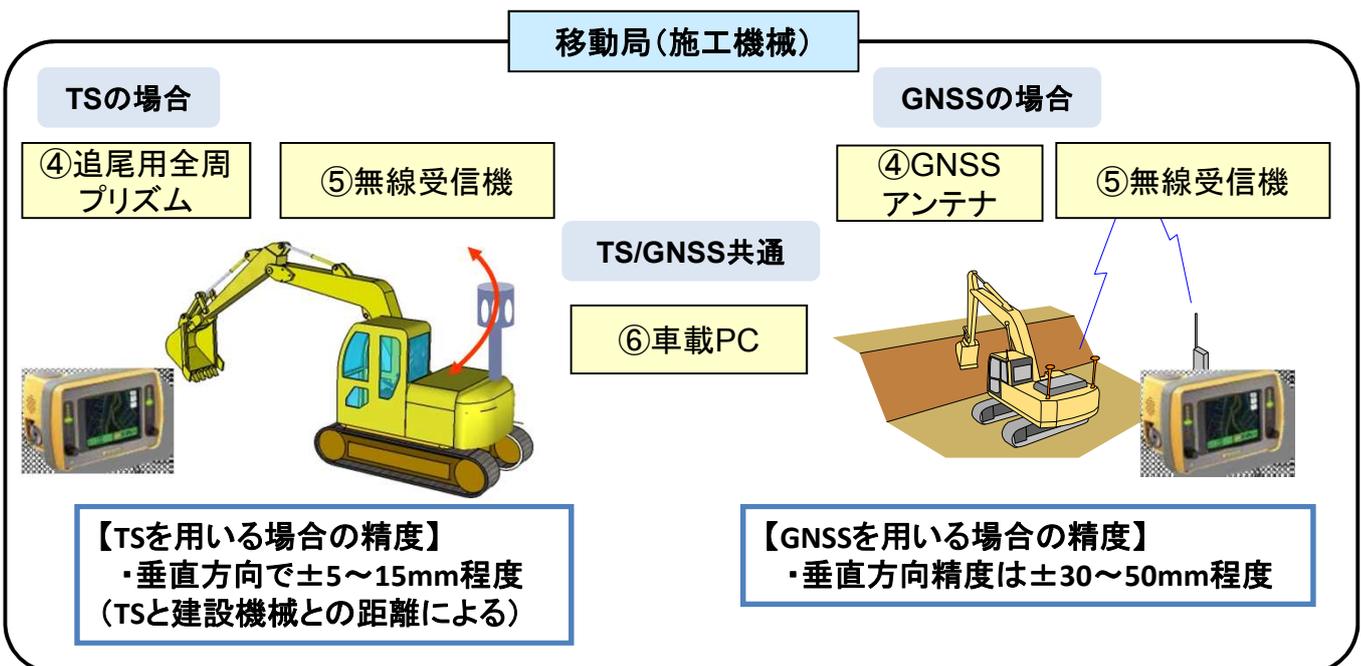
- ▶ MC/MG技術を用いた施工に必要な機器・ソフトウェアは、「基準局」・「移動局」に大きく分類されます。
- ▶ MC/MGシステムは、測位技術にTSを用いるシステムとRTK-GNSSを用いるシステムとがあり、それぞれ機器構成が異なります。
- ▶ システムの機器構成については、メーカーや機種毎に異なるため、施工計画書に記載される構成と比較します。

### MC/MGシステムの機器構成

#### MC/MGシステムの機器構成



※TSで、計測したデータを「②座標保管用パソコン」を介さずに直接移動局へ伝達可能なもの、「③データ通信用無線送信アンテナ」が内蔵されたものがある。



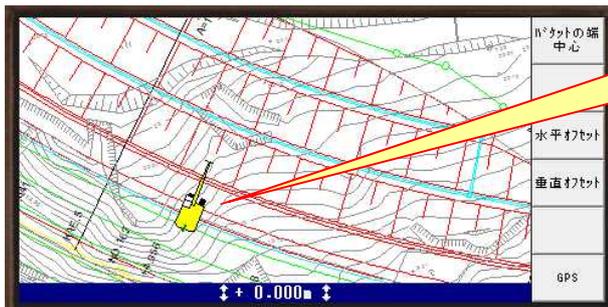
## 解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】 2/2

～6.施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの稼働状況(2D又は3D)をシステム画面などで確認します。

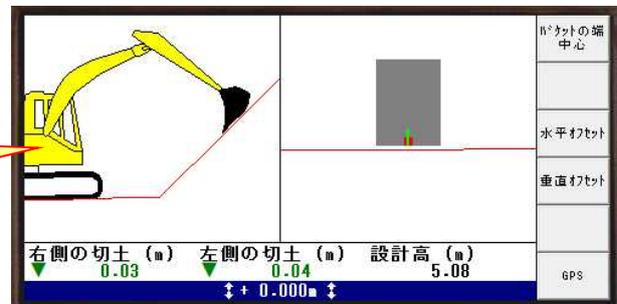
システム画面の稼働状況の確認例 ※各メーカーにより異なるので詳細はカタログなどで確認

車載PC画面イメージ【MG/MC(バックホウ)】 ※各メーカーにより異なる



**【移動操作支援機能】**  
車載PCに搭載された設計データに対する施工機械位置をリアルタイムに提供

**【バケット操作支援機能】**  
現在位置の切り出し位置や設計データに対するバケット位置の差分(切土目標値)をリアルタイムに提供



測位システムの状態  
画面例では、GNSSの選択とフィックス解を取得中の表示



### チェックポイント

### 技術提案事項の確認方法について

- (1) 施工計画書に記載したシステム構成が設置されているか
  - 2Dシステムでは画面上で断面図、3Dシステムでは画面上で3次元設計データが確認できます。
  - 施工計画書に添付されているカタログなどと比べる。ただし、システムの改良が急速に進んでおり、簡略化、小型化されている場合もあるので、詳細は、利用者に確認する。
- (2) 確実に稼働している
  - システムの画面で、設計と計測値、設計値と計測値との差がリアルタイムに表示されている。
  - システムの画面で、利用している測位技術が適正に稼働していることが表示されている。

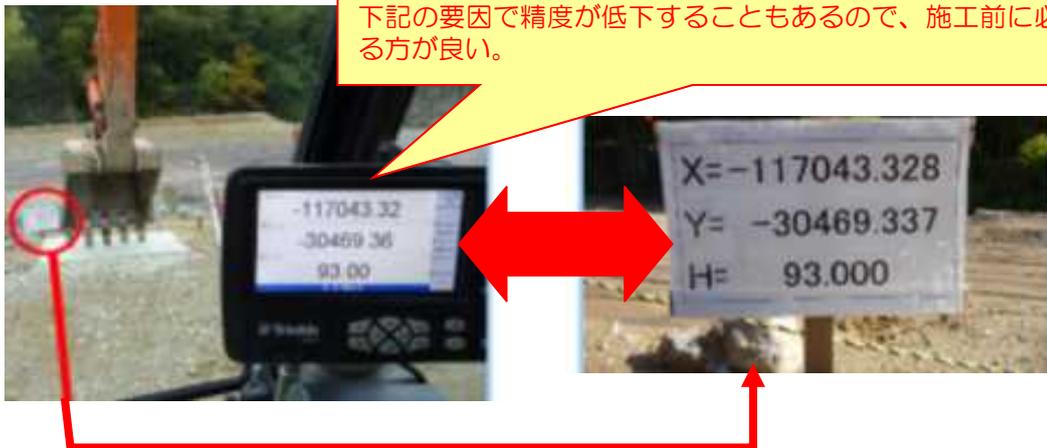
## 解説②：施工状況の把握【監督職員】 1/2

～6.施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの計測精度が管理されていることを把握します。
- ▶ 施工中、施工後に施工状況を把握します。

### 施工精度の管理状況(日常点検)の把握方法

#### 施工精度の簡易確認(例)



#### 移動局(建設機械)側の精度が変化する要因例

- (1) バケット刃先の摩耗によるバケット寸法の変化
- (2) 建設機械のピン支承の摩耗による機械ガタの増加
- (3) 全周囲プリズム(GNSSアンテナ)のねじの緩み、変形による設置位置のずれ、故障等
- (4) 無線受信アンテナのねじの緩み、変形による故障等
- (5) センサのねじの緩み、変形による設置位置のずれ、故障等
- (6) 機器取付用ケーブルの緩み、損傷等

### チェックポイント

#### 施工状況の把握方法について

- (1) 利用している基準点は正確か
  - TSやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。  
工事基準点の設置、成果の提出手法は従来方法と同じです。
- (2) システムの精度管理状況は適正か
  - 作業前に、工事基準点などを利用した確認を実施している。  
システムの精度は、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやバケット刃先の摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。全てを組み合わせた状態で、精度管理を行う必要があります。
  - 機械のがたつき、変形などが生じていない。

## 解説②：施工状況の把握【監督職員】 2/2

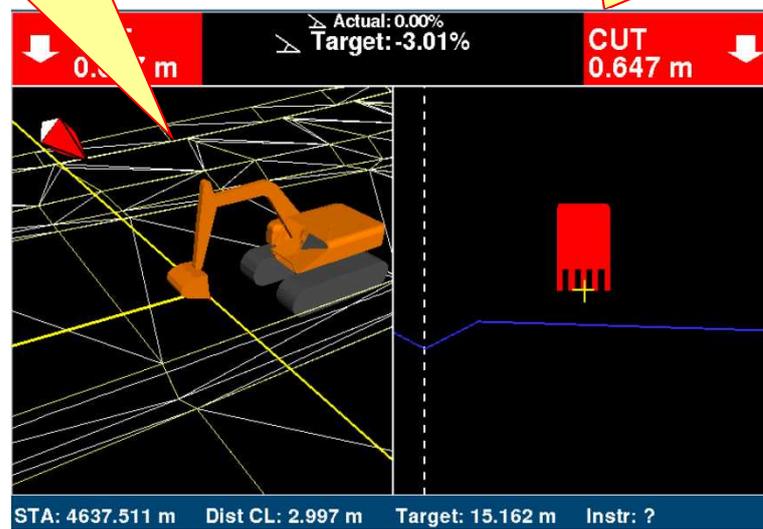
～6.施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの稼働状況と施工結果をシステム画面などで確認します。
- ▶ 比較対象となっている3次元設計データの内容を把握しておく。

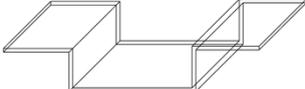
システム画面の稼働状況の確認例 ※各メーカーにより異なるので詳細はカタログなどで確認

設計の3D形状も確認できる。  
背景に設計の平面図を入れることも可能

車載PCに表示される座標値を確認  
(バケットの左右で表示される場合が多い)  
○画面例では設計-647mm)



### 2Dシステムと3Dシステムの設計データの違い(イメージ)

項目	3Dバックホウ	2Dバックホウ
設計データ	3次元設計データを作成します 	2次元的な形状を作成します。 

## 巻末資料

1. 施工の流れ
2. チェックリスト

# 1. MC/MG技術 (バックホウ) を用いた施工の流れ

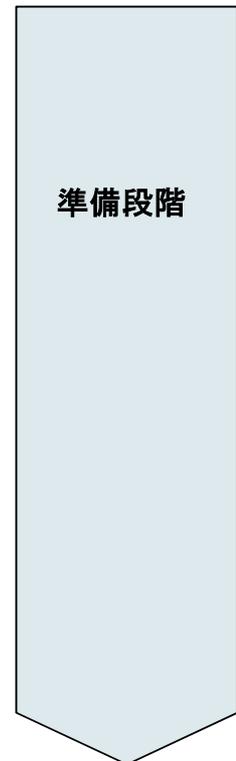


本書の記載範囲



**1. システム適用条件の事前調査**

- 計測障害の事前調査
- 測位技術の選定
- MC/MGシステムの選定・調達



**2. 施工計画書作成**

- 施工計画書の作成

**3. 工事基準点の設置**

- 基準局の設置

**4. 3次元設計データの作成**

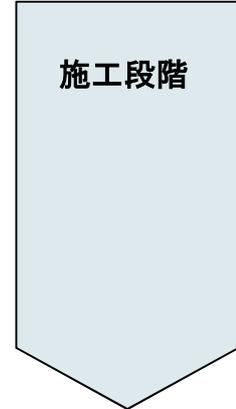
- 3次元設計データの作成

**5. 機器取付・システム設定**

- 機器取付、キャリブレーション
- 設計データの搭載

・設計図書等の貸与

監督職員のチェックポイント  
・ 提案事項の確認



**6. 精度確認**  
※施工履歴(土工)による出来高算出を行う場合

- 精度確認

**7. 施工**

- システム精度の確認(始業前点検)
- 施工
- 施工結果の確認

監督職員のチェックポイント  
・ 精度確認結果の把握

監督職員のチェックポイント  
・ 提案事項の履行確認  
・ 施工状況の把握



**ICT活用工事の場合は出来形管理 (TLS・UAVによる面的管理)**

## 2. チェックリスト一覧

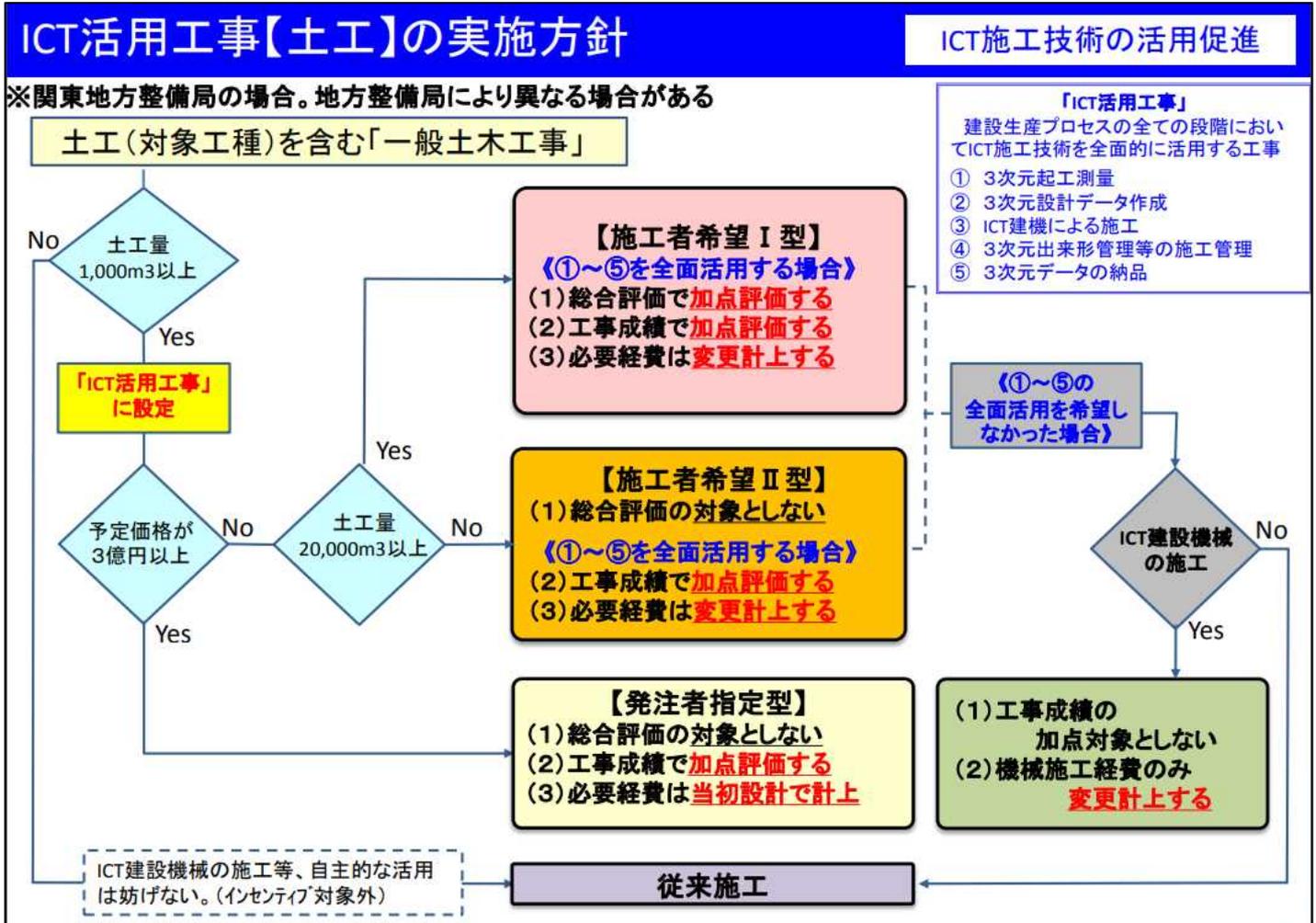
施工計画時の実務内容		
技術提案事項の確認について		
①提案事項の目的と機能が合致しているか	<input type="checkbox"/>	利用するシステムは、2Dシステム(設計データを搭載しないタイプ)と3Dシステム(3次元設計データを搭載)で、提案事項と合致している。
	<input type="checkbox"/>	ICT活用工事(土工)では3Dシステムを利用する。
	<input type="checkbox"/>	利用するシステムが、MCあるいはMG、2Dあるいは3Dで、提案事項と合致している。MCは建設機械の一部を自動制御します。MGは操作は全てオペレータです。
	<input type="checkbox"/>	利用するシステムのカタログや仕様書がある(推奨事項)。システムの機能や仕様を把握したり、現場で、提案事項が稼働しているかを判断する際の参考として、カタログや仕様書があると便利です。
②利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か	<input type="checkbox"/>	現場の制限から適用範囲を限定されている場合は、その理由を明記している。RTK-GNSSの衛星が補足できない箇所、橋梁などで振動や揺れがある場所。
施工状況の把握方法について		
①施工状況の確認方法が明確か	<input type="checkbox"/>	施工状況を確認する別の方法が示されている。 例:チェックのための基準点を設けて、始業時に確認する。
出来高の算出方法について		
①施工履歴を用いた出来高算出方法が適切か	<input type="checkbox"/>	「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」を用いた出来高算出を行う場合は、事前に精度確認を行うことが記載されているか確認する。

施工時の実務内容		
技術提案事項の確認方法について		
①施工計画書に記載したシステム構成が設置されているか	<input type="checkbox"/>	システムに必要な機器が設置されている。 施工計画書に添付されているカタログなどと比べる。ただし、システムの改良が急速に進んでおり、簡略化、小型化されている場合もあるので、詳細は、利用者に確認する。
	<input type="checkbox"/>	システムの画面で、設計と計測値、設計値と計測値との差がリアルタイムに表示されている。
②確実に稼働している	<input type="checkbox"/>	システムの画面で、利用している測位技術が適正に稼働していることが表示されている。
	<input type="checkbox"/>	MC施工では、作業中にオペレータがブレードの上下操作をしなくてもブレードが自動的に制御されている。
施工状況の把握方法について		
①利用している基準点は正確か	<input type="checkbox"/>	TSやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。 工事基準点の設置、成果の提出手法は従来方法と同じです。
②システムの精度管理状況は適正か	<input type="checkbox"/>	作業前に、工事基準点などを利用した確認を実施している。 システムの精度は、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやブレードの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。全てを組み合わせた状態で、精度管理を行う必要があります。
	<input type="checkbox"/>	機械のがたつき、変形などが生じていない。
出来高の算出方法について		
①適切な精度で計測されているか	<input type="checkbox"/>	精度確認が実施されているか
	<input type="checkbox"/>	施工履歴が確実に記録・保管されているか

## 参考資料

1. ICT活用工事【土工】の実施方針
2. 情報化施工機器調達に関する支援制度
3. 用語集

【参考資料】1. ICT活用工事【土工】の実施方針



出展：第2回 ICT導入協議会資料「【資料-1-2】ICT活用工事の実施方針について」より抜粋

## 【参考資料】2. 情報化施工機器調達に関する支援制度

- ▶ 補助金(対象:ICT建設機械)
  - 省エネルギー型建設機械導入補助事業  
参考URL: <http://www.eco-kenki.jp/>
- ▶ 融資  
(対象:建設機械本体)
  - 環境・エネルギー対策資金(排出ガス・地球温暖化対策)  
参考URL: [https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15\\_kankyoutaisaku.html](https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html)  
(対象:後付けICT機器)
  - IT活用促進資金  
参考URL: [https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11\\_itsikin\\_m.html](https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html)
- ▶ 税制(対象:すべての機器)
  - 中小企業等経営強化法  
参考URL: <http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/>

## 【参考資料】2 ①. 建設機械関係の「補助金」

ICTを搭載した建設機械の購入に際して各種への補助金が利用できません。内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

## ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30.1.26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考	
補助金	省エネルギー型建設機械導入補助事業(地球温暖化対策)	低燃費型(3つ星以上)のICT・ハイブリッド・電気駆動の建機	購入	(一財)製造科学技術センター	経済産業省	ICTとのセット販売された建機本体 ※H29予算:14.1億円 ※H30予算:12.7億円 ※H30.1.26時点執行率は75% ※H28年度は768件
	<a href="http://www.eco-kenki.jp/">http://www.eco-kenki.jp/</a>					
	サービス等生産性向上IT導入支援事業	ITツールのソフト本体、クラウドサービス、導入教育費用他	購入	民間団体等 〔事務局〕 〔公募中〕 (1/19~2/15)	経済産業省	ソフトウェアのみ ※H28補正:100億円 ICT土工のソフト導入にあたっての活用実績 →208件(1次公募分) ※H29補正:500億円
	<a href="http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf">http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf</a>					
	ものづくり・商業・サービス経営力向上支援事業	生産性向上に資する投資計画	購入	民間団体等 〔事務局〕 〔公募中〕 (1/5~1/24)	中小企業庁	投資計画に記載した機械設備等(建機本体の購入は除く) ※H28補正:763億円 ※H29補正:1000億円
	<a href="http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf">http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf</a>					

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

## 【参考資料】2 ②. 建設機械関係の「税制優遇」

建設機械関係の国税、地方税の減免あるいは固定資産税減免、法人税減免を受け取れる可能性があります。

内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

## ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30. 1. 26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考
税制優遇	生産性向上の実現のための臨時措置法(仮称)	生産性が年平均1%以上向上する建設機械、情報化施工機器等	導入促進計画を策定した市町村	中小企業庁	先端設備等導入計画を市町村に認定された機械設備等
	中小企業等経営強化法 <a href="http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/index.html">www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/index.html</a>		市町村		※H29末時点 経営力向上計画を認定件数 →1000件以上
	中小企業経営強化税制 <a href="http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/index.html">www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/index.html</a>	法人税、所得税、法人住民税、事業税	国(法人税、所得税)、都道府県(法人住民税、事業税)、市町村(法人住民税)		
	中小企業投資促進税制 <a href="http://www.chusho.meti.go.jp/zaimu/zeisei/2014/tyuusyoutokigyoutousisokusinzeisei.htm">www.chusho.meti.go.jp/zaimu/zeisei/2014/tyuusyoutokigyoutousisokusinzeisei.htm</a>	建設機械、情報化施工機器等			

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

## 【参考資料】2 ③. 建設機械関係の「融資」

建設機械関係の融資が受け取れる可能性があります。  
内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

## ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30. 1. 26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考	
融資	環境・エネルギー対策資金(排出ガス対策・地球温暖化対策)	オフロード法基準適合車、低炭素型・低燃費型建機	購入	日本政策金融公庫	中小企業庁	※貸付限度: <b>7億2千万円</b> (中小企業事業) <b>7千2百万円</b> (国民生活事業) ※貸付期間: <b>20年以内</b> ※貸付対象: <b>環境対策型建設機械の購入</b> <b>情報化施工機器の購入・賃借</b>
	<a href="https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html">https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html</a>	IT活用促進資金(企業活力強化貸し付け)	情報化施工機器(建機本体除く)等	購入、賃借	日本政策金融公庫	
					<a href="https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html">https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html</a>	

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

## 【参考資料】3. 用語集 1/2

用語	内容
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。
出来形管理用TS	現場での出来形の計測や確認を行うために必要なTS、TSに接続された情報機器(データコレクタ、携帯可能なコンピュータ)、及び情報機器に搭載する出来形管理用TSソフトウェアの一式のことである。
基本設計データ	基本設計データとは、設計図書に規定されている工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報及び利用する座標系情報などのことである。基本設計データは、設計成果の線形計算書、平面図、縦断図及び横断図から3次元データ化したもので、(1)道路中心線形又は法線(平面線形、縦断線形)、(2)出来形横断面形状で構成される。
3次元設計データ	TIN(triangulated irregular network)(不等三角網)データと呼ばれ、「マシンコントロール(MC)/マシンガイダンス(MG)技術」でシステムに搭載する電子データ。
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、基本設計データの一要素となる。
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。平面線形の要素は、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。
出来形計測データ	出来形管理用TSで計測した3次元座標値及び計測地点(法肩や法尻など)の記号を付加したデータのことをいう。出来形計測データと基本設計データとの対比により、出来形管理を行う。

## 【参考資料】3. 用語集 2/2

用語	内容
基本設計データ作成ソフトウェア	従来の紙図面等から判読できる道路中心線形又は法線、横断形状等の数値を入力することで、基本設計データを作成することができるソフトウェアの総称。
GNSS	GPS(米)、GLONASS(露)、GALILEO(EU)、北斗(中国)など、人工衛星を利用した測位システムの総称。 情報化施工にて取り扱うGNSSは、移動局の位置座標を正確に測定する必要があることから、リアルキネマティック(RTK-GNSS)測位手法を基本とする。
RTK-GNSS(リアルタイムキネマティック)	計測位置のGNSS(移動局)と、既知点に設置したGNSS(基準局)の2台を用いて、実時間(リアルタイム)で基線解析を行うことで、より高精度に計測位置の座標を取得できる装置。
3次元設計データ	「マシンコントロール(MC)/マシンガイダンス(MG)技術」でシステムに搭載する電子データ。
XML	eXtensible Markup Languageの略称。 コンピュータ言語の一種。