

**マシンコントロール／  
マシンガイダンス技術  
(ブルドーザ編)の手引き  
【発注者用】**

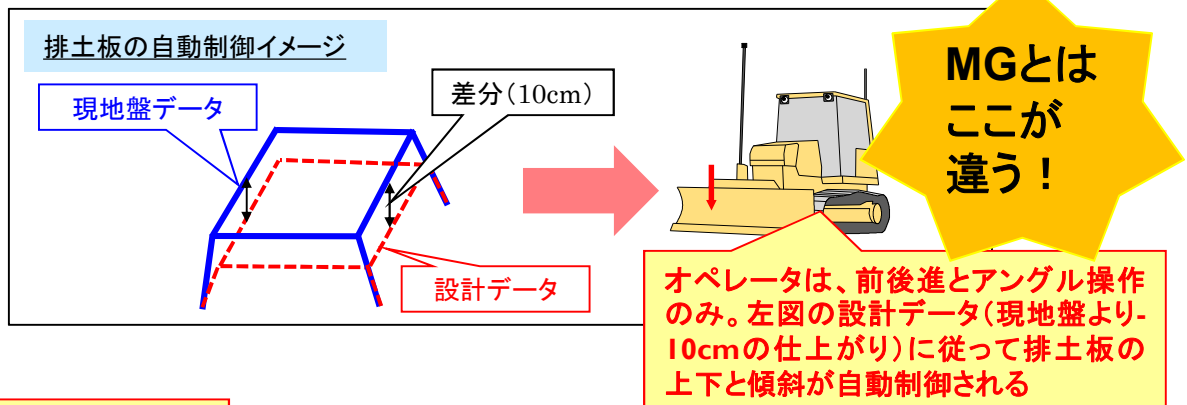
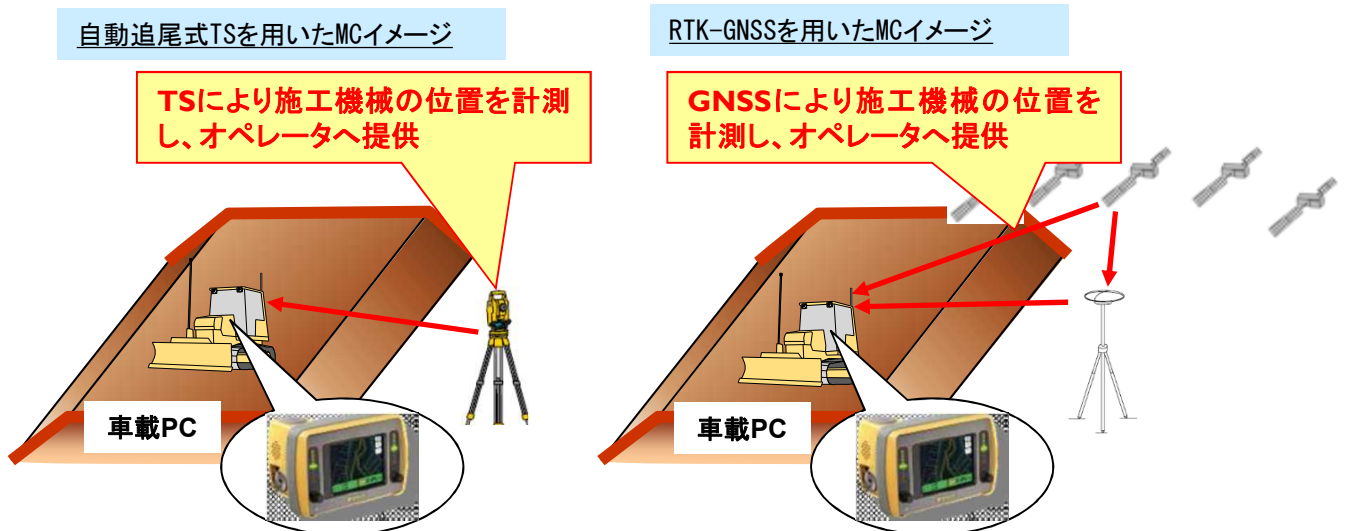
平成30年2月

## 基礎編

1. MC/MG技術(ブルドーザ)の概要
2. MC/MG技術(ブルドーザ)の構成例
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(ブルドーザ)導入のメリット
6. MC/MG技術(ブルドーザ)導入の主要5パート

# 1. ①マシンコントロール技術 (ブルドーザ) の概要

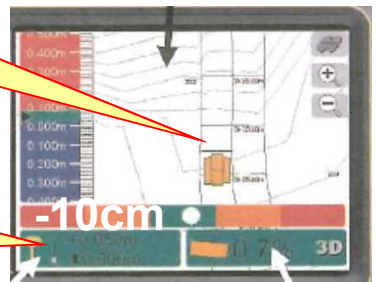
- マシンコントロール(以下、「MC」という。)技術とは、自動追尾式のTS(トータルステーション)やGNSS(汎全地測位航法衛星システム)などの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分に基づき、排土板の高さ・勾配を自動制御するシステムです。
- オペレータ画面には設計との差が表示されており、施工状況を確認しながら施工します。排土板の上下は自動化されておりオペレータの作業は左右への排土と前後進のみです。自動制御は手元スイッチでON/OFFが可能です。



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表示されている。

現在位置の設計データに対する差分(切り盛り)をリアルタイムに提供。制御は自動なので、確認のみ。

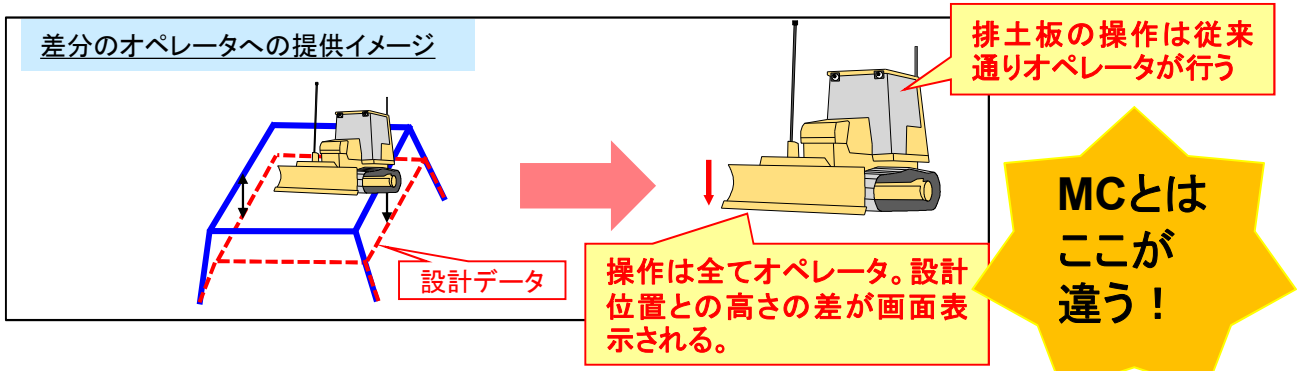
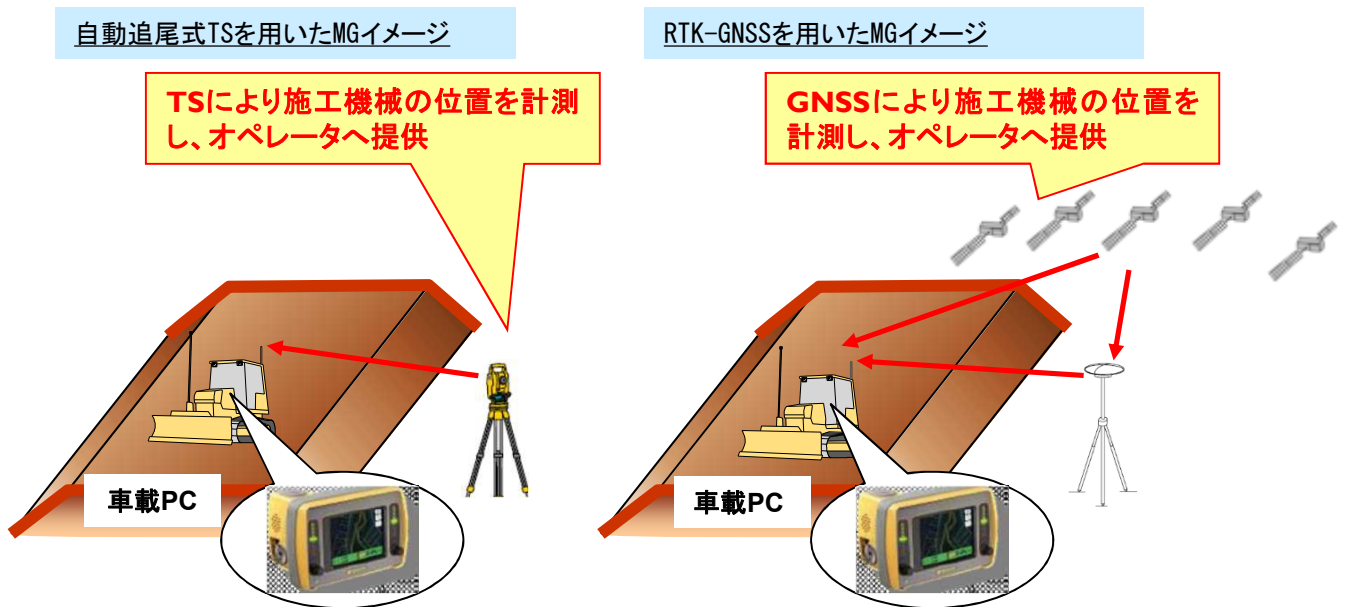
車載PC画面イメージ ※各メーカーにより異なる



MC技術を用いた施工イメージ

# 1. ②マシンガイダンス技術 (ブルドーザ) の概要

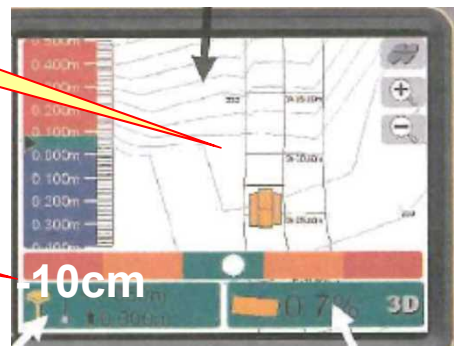
- マシンガイダンス(以下、「MG」という。)技術とは、自動追尾式TSやGNSSなどの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分をオペレータへ提供するシステムです。**操作は全て従来のブルドーザと同様です。**



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

車載PC画面イメージ ※各メーカーにより異なる

現在位置の設計データに対する差分(切り盛り)をリアルタイムに提供



MC(ブルドーザ)技術を用いた施工イメージ

## 2. MCとMG技術 (ブルドーザ) の機器構成の違い

- MCとMGの違いは、測位結果と設計データとの差から算出される標高差と傾きの差を、油圧の自動制御に利用するかどうかの違いです。
- MCでは、油圧を自動制御するためにブルドーザの油圧バルブに電気信号を送って制御を行います。MGでは、制御は行ないません。



### 参考

#### センサ等を標準搭載した器械について

- 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。
- 油圧バルブについても、既にMCコントローラとの通信部を標準搭載している場合もある。

### 参考

#### 油圧バルブへの接続について

- MC/MGのシステムは、現状では同様のシステムが用いられていることが多いです。ですので、油圧バルブに接続するかどうかの違いになります。
- 油圧バルブは、電磁バルブと呼ばれる電気信号で制御されているタイプが必要です。最近のブルドーザは電磁バルブが一般的ですが、古いタイプの場合は確認が必要です。
- 電磁バルブでも、制御信号のフォーマットなどが不適合な場合は安全な制御ができない場合があります。システムメーカーに、機種・型式・製造番号などを連絡し、確実にMC化できるか確認しておくとい良いでしょう。



### 3. MC/MG技術 (ブルドーザ) で利用される測位技術

#### ▶ 位置計測技術 (例)

##### 【自動追尾式TS】

建設機械側に取り付けられた全周プリズムを自動追尾式TSが追尾し、連続的に全周プリズムの位置を計測します。計測結果は無線で建設機械に転送されます。この方式では、自動追尾式TSに建設機械が1台のセットとして稼働します。



##### 【RTK-GNSS】

建設機械に取り付けたアンテナ位置の座標をRTK-GNSSを用いて計測します。RTK-GNSSの基準局から補正データを無線装置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。

自動追尾TS方式に比べてやや高さ方向の計測精度が劣ります。



##### 【ネットワーク型RTK-GNSS】

RTK-GNSSの基準局から送信される補正データを、携帯電話やインターネット通信を介して提供する方式。国土地理院が整備している電子基準点を用い、建設機械の近辺に仮想の基準局を設定し、仮想の基準点で得られる受信データの補正データを提供します。建設機械側のシステムはRTK-GNSSと同じで良い。基準点の代わりに、仮想基準点データを受信する受信機、データを作成・配信するベンダーとの契約と通信料が必要となります。

精度は、RTK-GNSSと同程度であり、自動追尾TS方式に比べてやや高さ方向の計測精度が劣ります。

##### 【RTK-GNSS+レーザ装置による高さの補完】

RTK-GNSSの高さ方向の精度を自動追尾式TS程度まで向上させるために、レーザー技術による補完を行う技術である。本技術の利用により、複数の建設機械を同時にかつ高精度にマシンコントロールすることが可能となります。



#### 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。
- 施工に必要な精度に応じて適切な測位技術を選択すること。

## 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。

### ▶ 適用作業

#### □ 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  
盛土工
- 2)道路土工  
路体盛土工／路床盛土工

《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ブルドーザは、造成工事、駐車場整備、緩斜面の法面整形、小規模な敷均しなどにも有効活用できる。

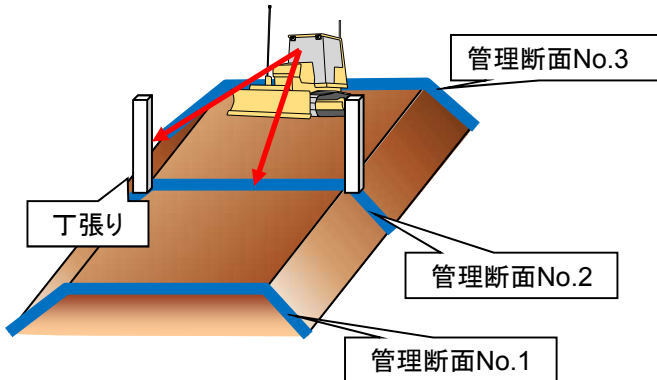
## 5. MC/MG技術 (ブルドーザ) 導入のメリット 1/2

▶ 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】

#### 従来の施工イメージ

オペレータは、丁張り及び施工状況を目視確認しながら建設機械を操作



#### 検測状況

設計高さからのオフセットを適宜確認



#### 現状

- ・検測に労力・時間を要する。
- ・施工時間がオペレータの技能に左右される。
- ・検測者は重機付近の作業で危険

### 【MC/MG技術】

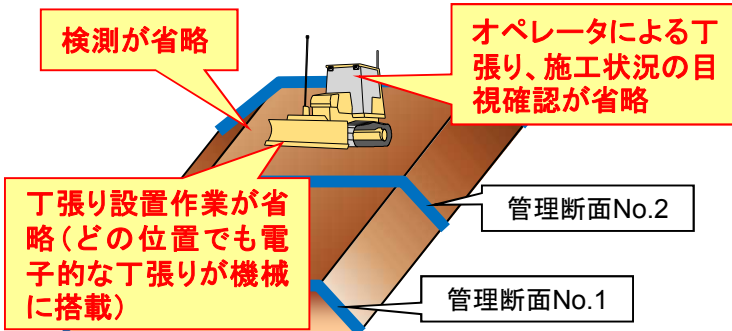
#### MC/MG技術を用いた施工イメージ

#### 【MCの場合】

オペレータの操作は、切盛調整、前後進のみ  
※排土板は設計データに応じて自動制御

#### 【MGの場合】

オペレータは、車載モニターより提供される設計データとの差分に応じて建設機械を操作

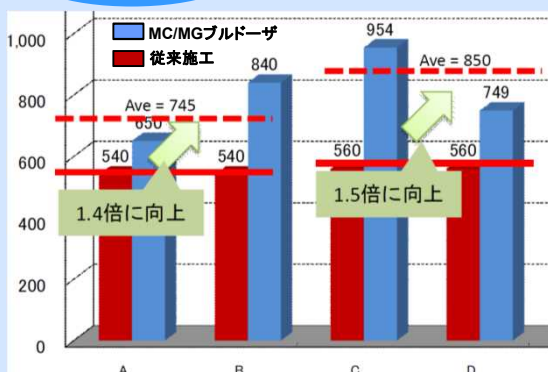


#### メリット

- ・丁張り設置、検測作業の省略により施工が効率化する。
- ・オペレータによる丁張り、施工状況の目視確認の省略により、施工時間がオペレータの技能に左右されず、施工が効率化する。
- ・重機付近の作業員を削減でき、安全性が向上

### 参考

### MC(ブルドーザ)技術と従来施工との施工量の比較



#### 【日当たり施工量の増加量】

- ・A現場: 540m<sup>3</sup>/日 ⇒ 650m<sup>3</sup>/日
- ・B現場: 540m<sup>3</sup>/日 ⇒ 840m<sup>3</sup>/日
- ・C現場: 560m<sup>3</sup>/日 ⇒ 954m<sup>3</sup>/日
- ・D現場: 560m<sup>3</sup>/日 ⇒ 749m<sup>3</sup>/日

**効率的に利用すれば施工量が大幅に増加 (1.5倍に向上)**

出典: 情報化施工推進会議 第8回会議資料  
資料4 直轄工事における情報化施工の試験施工(平成21年度 調査結果)  
(情報化施工推進会議)

※「ICT活用工事(土工)実施要領(H28.3)」ではMCのブルドーザは標準能力の1.2倍を見込んでいる。



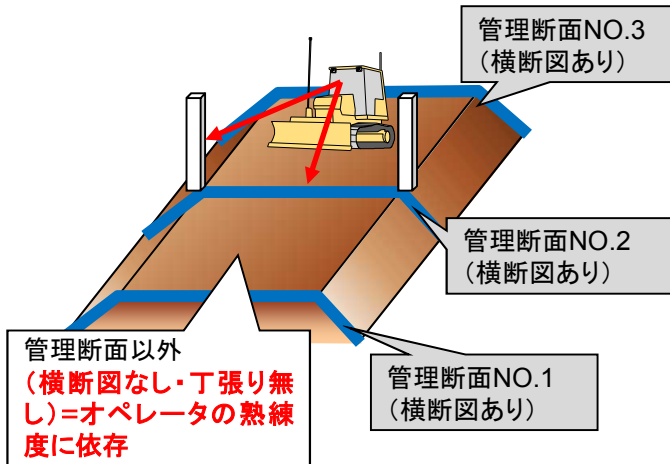
## 5. MC/MG技術 (ブルドーザ) 導入のメリット 2/2

### 面的で高精度な施工品質の容易な確保

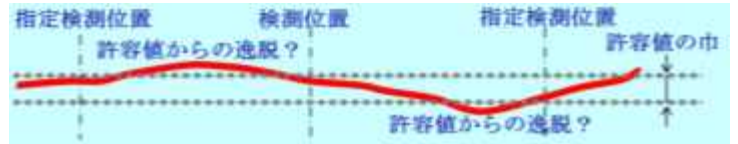
#### 【従来手法】

従来の施工イメージ

オペレータは、管理断面の設計値(丁張り)を目標に施工を実施



仕上り面と許容値との関係



出典： 情報化施工の普及推進(第3回)セミナー(近畿地方整備局)

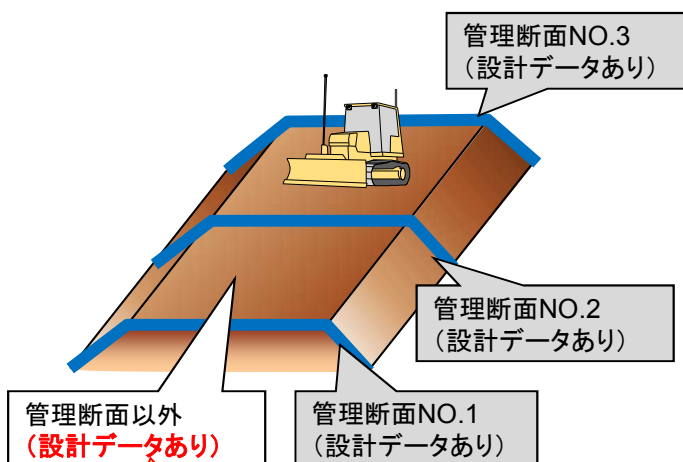
#### 現状

・管理断面(検測位置)の施工品質は確保されるが、管理断面ではない部分の施工品質は不明である。(管理されていない)

#### 【MC/MG技術】

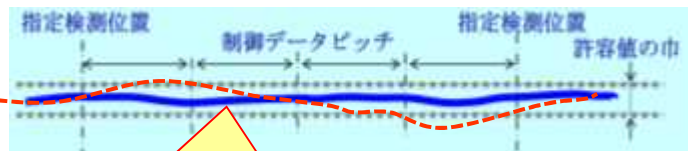
MC/MG技術を用いた施工イメージ

【MC/MG共通】  
車載PCに搭載された3次元設計データのとおり施工を実施



3次元設計データは、任意断面の設計値も保持している

仕上り面と許容値との関係



管理断面(検測位置)以外の部分でも検測位置と変わらない施工制度が実現する

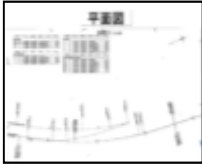

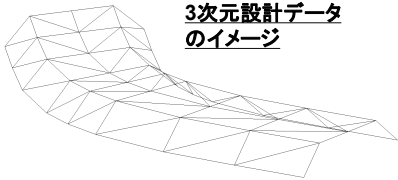
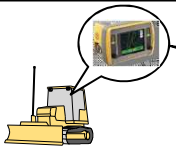
出典： 情報化施工の普及推進(第3回)セミナー(近畿地方整備局)

#### メリット

・管理断面ではない部分も設計データに基づき施工されるため、施工品質が容易に確保できる。(面的な品質確保)  
・オペレータの技能に依存せず、効率的に高精度な作業を実現できる。(MCの場合)

## 6. MC/MG技術 (ブルドーザ) 導入の主要5パート

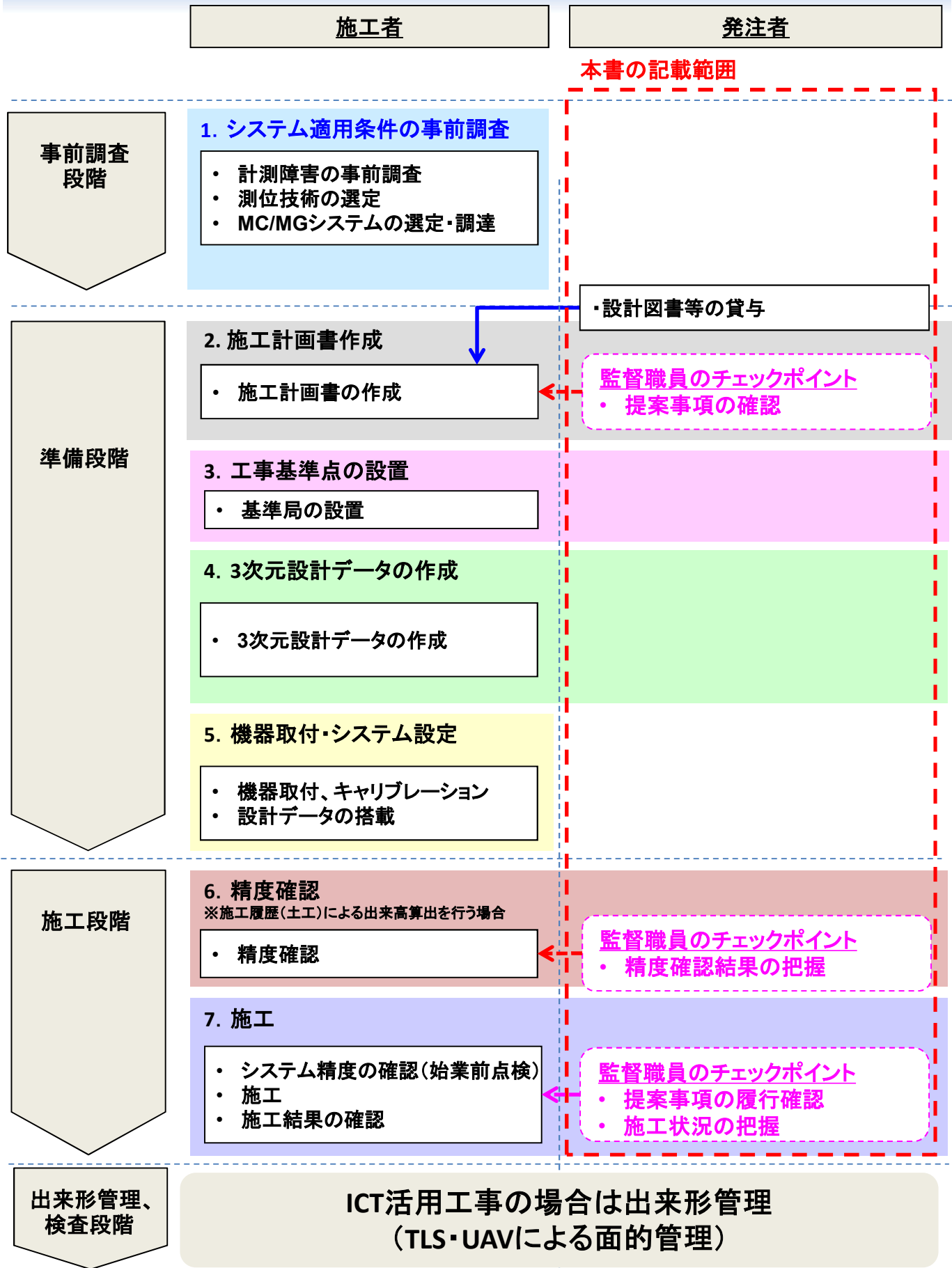
- ▶ MC/MG技術を用いた施工では以下の主要5パートの適切な実施により、施工精度を確保することができます。

1. システム適用条件の事前調査		
<p><b>(1)計測障害の事前調査</b> システム適用条件の確認</p> <p><b>【TSの場合】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>無線通信障害がないことを確認</li> <li>基準局から移動局までの視準の確保</li> </ul> <p><b>【GNSSの場合】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>無線通信障害がないことを確認</li> <li>FIX解データを得る衛星捕捉状態の確保</li> </ul>	<p><b>(2)測位技術の選定</b> 計測機器(TS・GNSS)の選択</p> <p><b>【TS】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>視準を遮断する既設構造物等がない現場である</li> </ul> <p><b>【GNSS】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> </ul>	<p><b>(3)MC/MGシステムの選定・調達</b> 必要機能を有するシステムの選定</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>排土板等の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、排土板を設計通りに自動制御する(MCの場合)</li> <li>排土板等の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)</li> </ul>
2. 計測精度の確保		
<p><b>(1)計測精度の確認</b> 基準局の設置</p> <p><b>【TSの場合】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測座標と既知座標とが合致することを確認</li> </ul>	<p><b>【GNSSの場合】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>計測座標と既知座標とが合致することを確認</li> <li>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)</li> </ul>	
3. 3次元設計データの作成		
<p><b>(1)設計図書(平面図、縦断面図、横断面図)、線形計算書の貸与</b> 2次元CADデータの照査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>不備の確認</li> <li>起工測量結果との差異の確認</li> </ul>	<p><b>(2)3次元設計データの作成</b> 3次元設計データ作成ソフトウェアにより作成</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>工事基準点・平面線形・縦断線形・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</li> </ul>	<p><b>(3)3次元設計データの確認</b> 3次元設計データの照査</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>施工者が3次元設計データの照査</li> <li>監督職員が基3次元設計データの照査結果の確認</li> </ul>
	 <p>道路中心線形(又は堤防法線)</p> <p>出来形横断面形状</p>	 <p>3次元設計データのイメージ</p>
4. 機器取付・システム設定		
<p><b>(1)建設機械への機器取付・現場調整</b> 機器取付・現場調整</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>建設機械への機器の適切な取付</li> <li>排土板幅等の正確な測定、車載PCへの必要情報の入力</li> </ul>	<p><b>(2)設計データ作成・搭載</b> 設計データ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>設計データの建設機械への搭載</li> </ul>	
5. 施工		
<p><b>(1)施工精度の確認</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>排土板等の位置情報の精度確認</li> </ul>	<p><b>(2)施工</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>車載PCの確認</li> <li>施工機械の操作</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>施工状況をリアルタイムで確認</li> </ul>

## 実務編

1. MC/MG技術(ブルドーザ)を用いた施工の流れ
2. MCシステム適用条件の事前調査時の実務内容
3. 機器取付・システム設定時の実務内容
4. MCシステム計測精度確認時の実務内容
5. 3次元設計データ作成時の実務内容
6. 施工時の実務内容

# 1. MC/MG技術（ブルドーザ）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)P14



## 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)」に準じて精度確認を行う必要があります。

### 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(ブルドーザ)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 1/2

### (4) 作業装置位置の計測精度についての確認方法

#### 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による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3-3に示す。計測は、ブルドーザの作業装置角度を変更し、3回(6ヶ所)以上行い、計測箇所は、往復を含め、延べ6箇所以上とする。

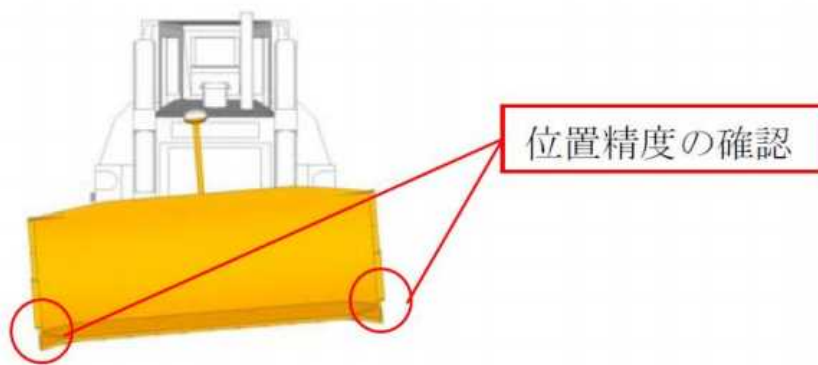


図3-3 ブルドーザの作業装置位置の精度の確認方法

- 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取得する。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図を図3-4に示す。

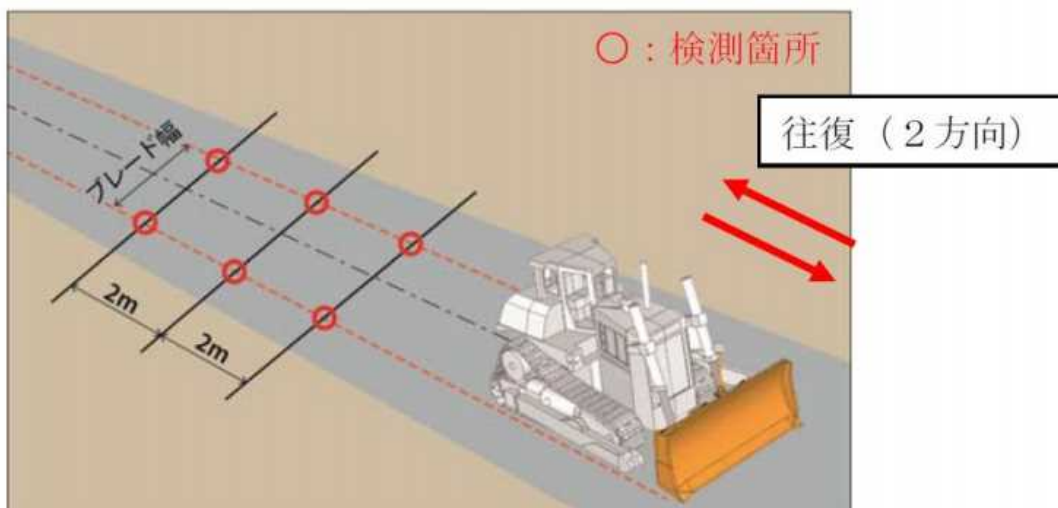


図3-4 テスト走行による検測例

## 解説②：作業装置位置の計測精度の確認方法 2/2

(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 No	パラメータ(目標値)		内容							較差 (②-①)		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	①MC・MG技術 ※1			②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					
No. 1	m	度	左											
			右											
No. 2	m	度	左											
			右											
No. 3	m	度	左											
			右											
No. 4	m	度	左											
			右											
No. 5	m	度	左											
			右											
No. 6	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“○”と記すこと。

### チェックポイント

### 精度確認の結果について

- 様式-2による計測結果が、標高較差で±50mm以内であることを確認する。

## 6. 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

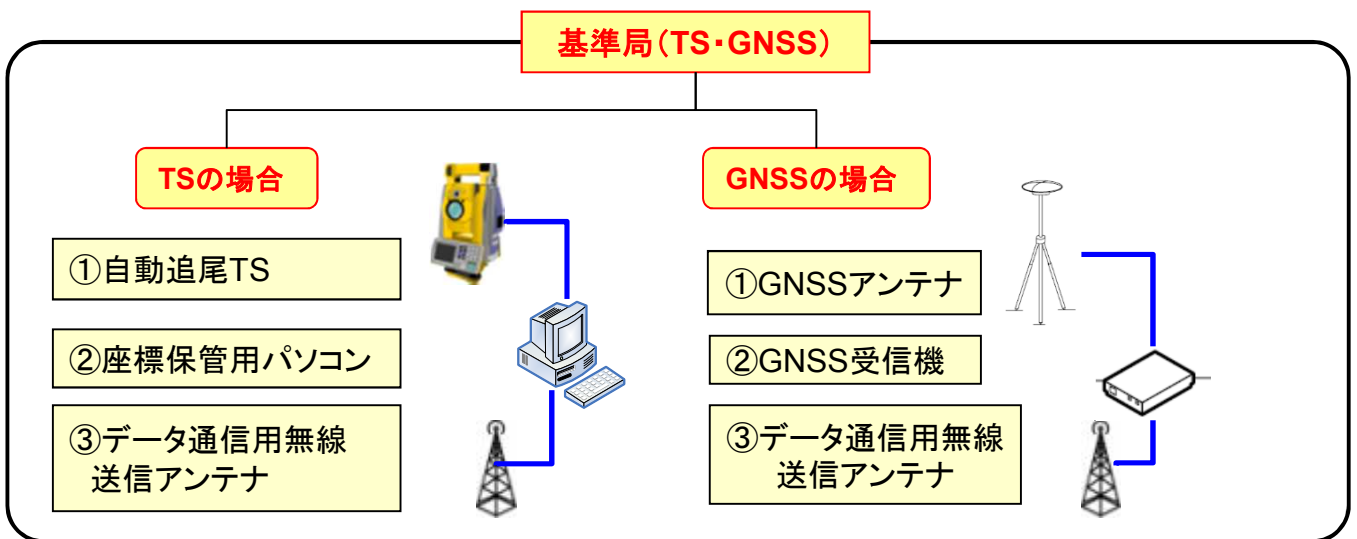
フロー	施工者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">始業前点検</div> <div style="text-align: center; margin: 5px 0;">↓</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工精度の確認・対処</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">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、P19</li> <li>・施工状況の把握 (解説②)P20、P21</li> </ul>

## 解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】 1/2

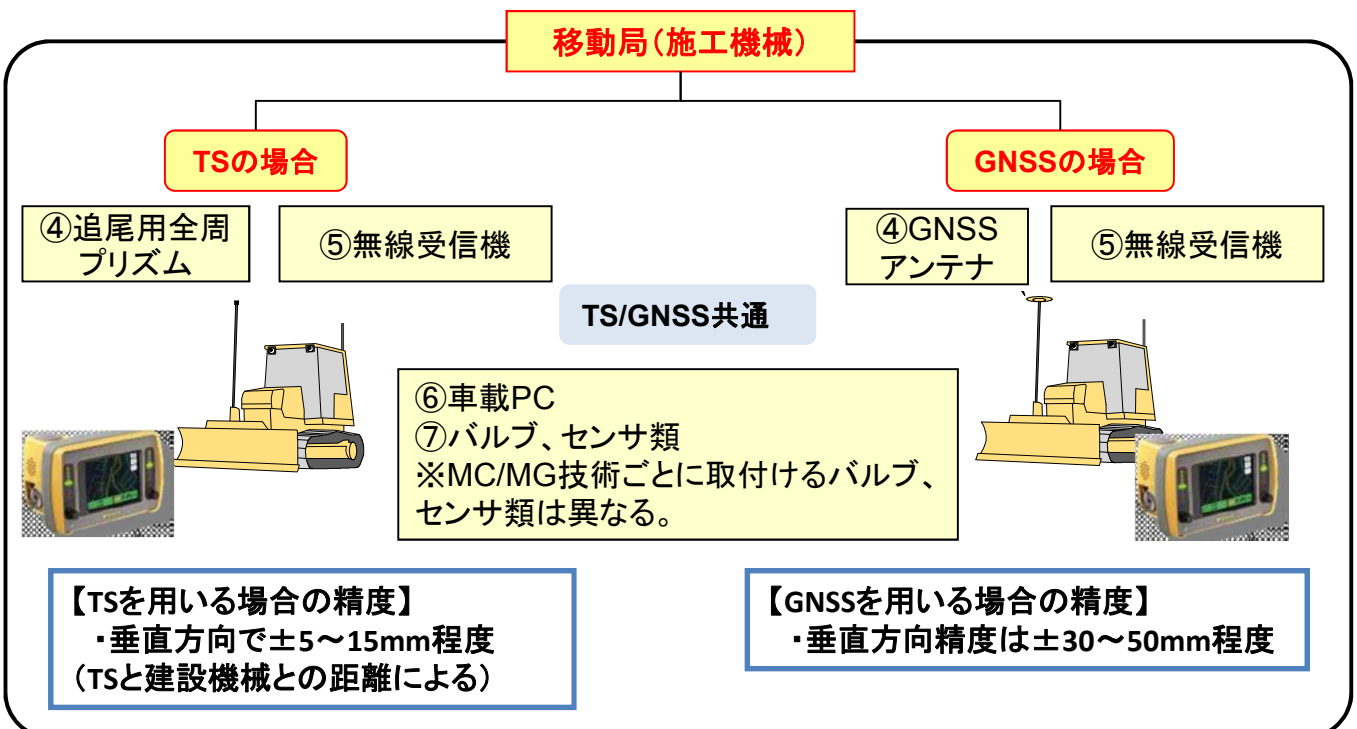
～6.施工時の実務内容～

- ▶ 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



※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。





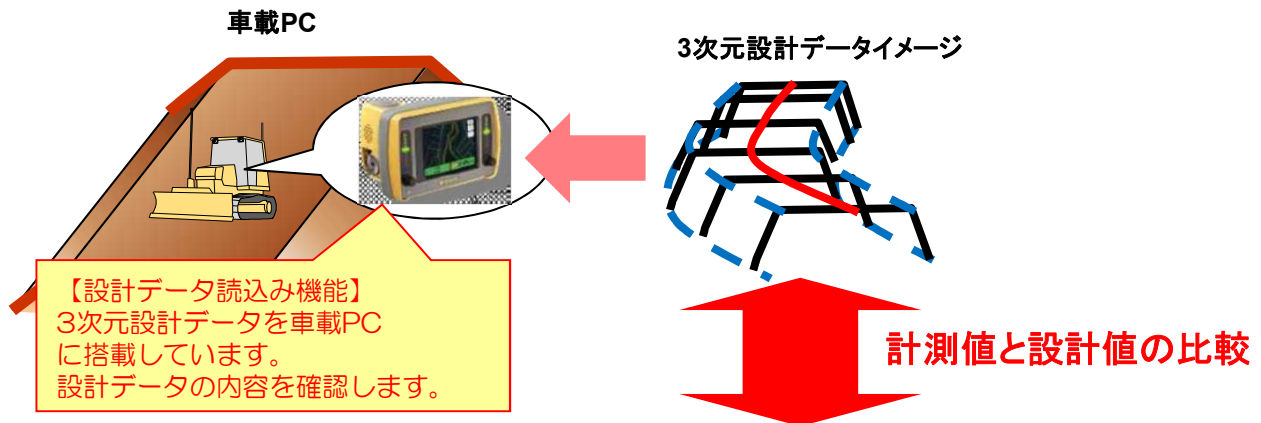
## 解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】 2/2

～6.施工時の実務内容～

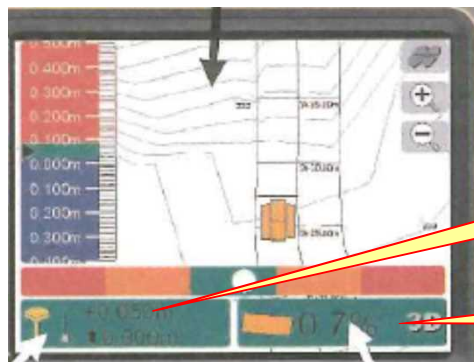
- ▶ MC/MGシステムの稼働状況をシステム画面などで確認します。

### システム画面の稼働状況の確認例

※各メーカーの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【MC(モータグレーダ)、MC/MG(ブルドーザ)】 ※各メーカーにより異なる



【測位システムの稼働状況確認機能】  
測位システムの状態や通信の状況をリアルタイムに提供されていることを確認。

車載PCに搭載された設計データに対する施工機械位置や排土板の高さリアルタイムに提供されていることを確認。

### 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
  - 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。
- (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。
  - MC施工では、作業中にオペレータが排土板の上下操作をしなくても排土板が自動的に制御されている。

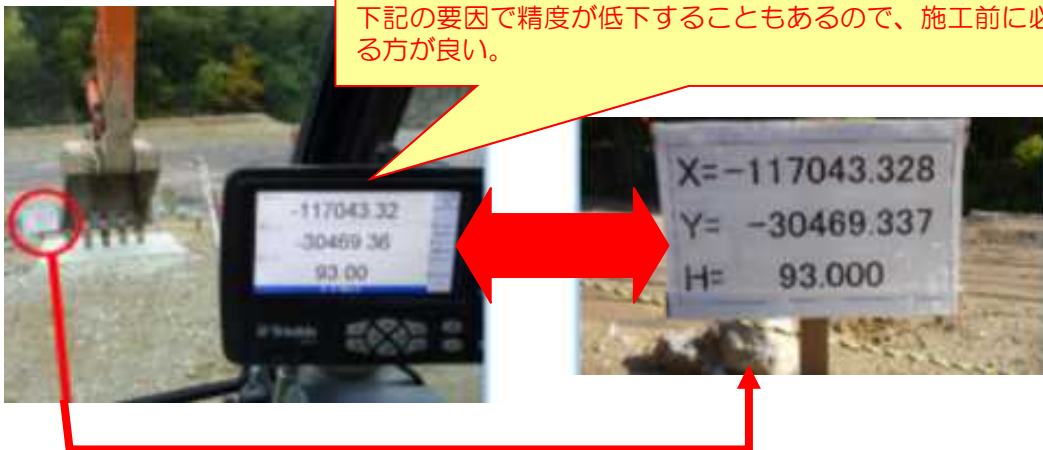
## 解説②：施工状況の把握【監督職員】 1/2

～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) 排土板等の摩耗による排土板等寸法の変化
- (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

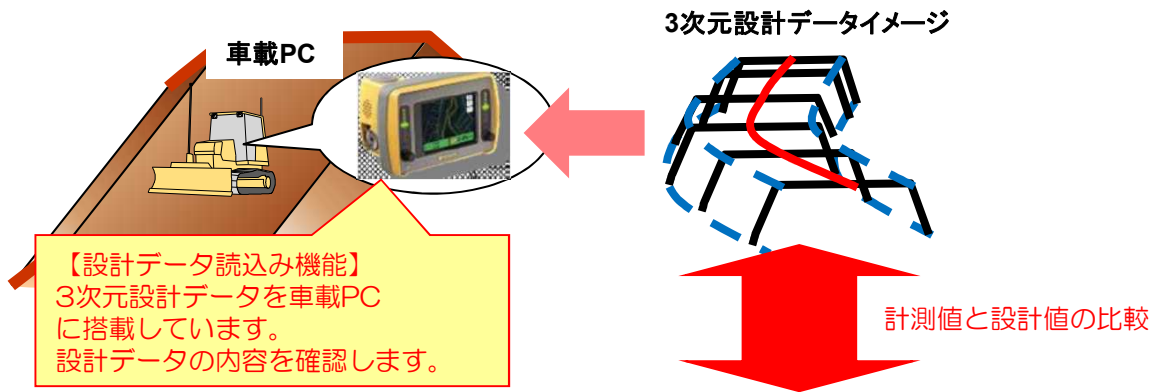
- (1) 利用している基準点は正確か
  - TSやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。  
工事基準点の設置、成果の提出手法は従来方法と同じです。
- (2) システムの精度管理状況は適正か
  - 作業前に、工事基準点などを利用した確認を実施している。  
システムの精度は、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきや排土板の摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。全てを組み合わせた状態で、精度管理を行う必要があります。
  - 機械のがたつき、変形などが生じていない。

## 解説②：施工状況の把握【監督職員】 2/2

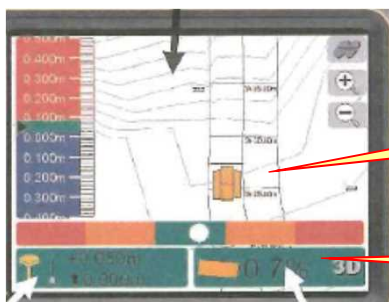
～6.施工時の実務内容～

- ▶ 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 ※各メーカーの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【MC(モータグレーダ)、MC/MG(ブルドーザ)】 ※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

【排土板操作支援機能】  
現在位置の設計データに対する差分(切り盛り)をリアルタイムに提供

### システムでの施工結果を確かめる方法

TS出来形を用いる場合(TS以外に、あらかじめ設置している丁張りと比較する方法も有効)



ポイント：MC(ブルドーザ)を導入するだけで、高精度な施工が実現するわけではありません。

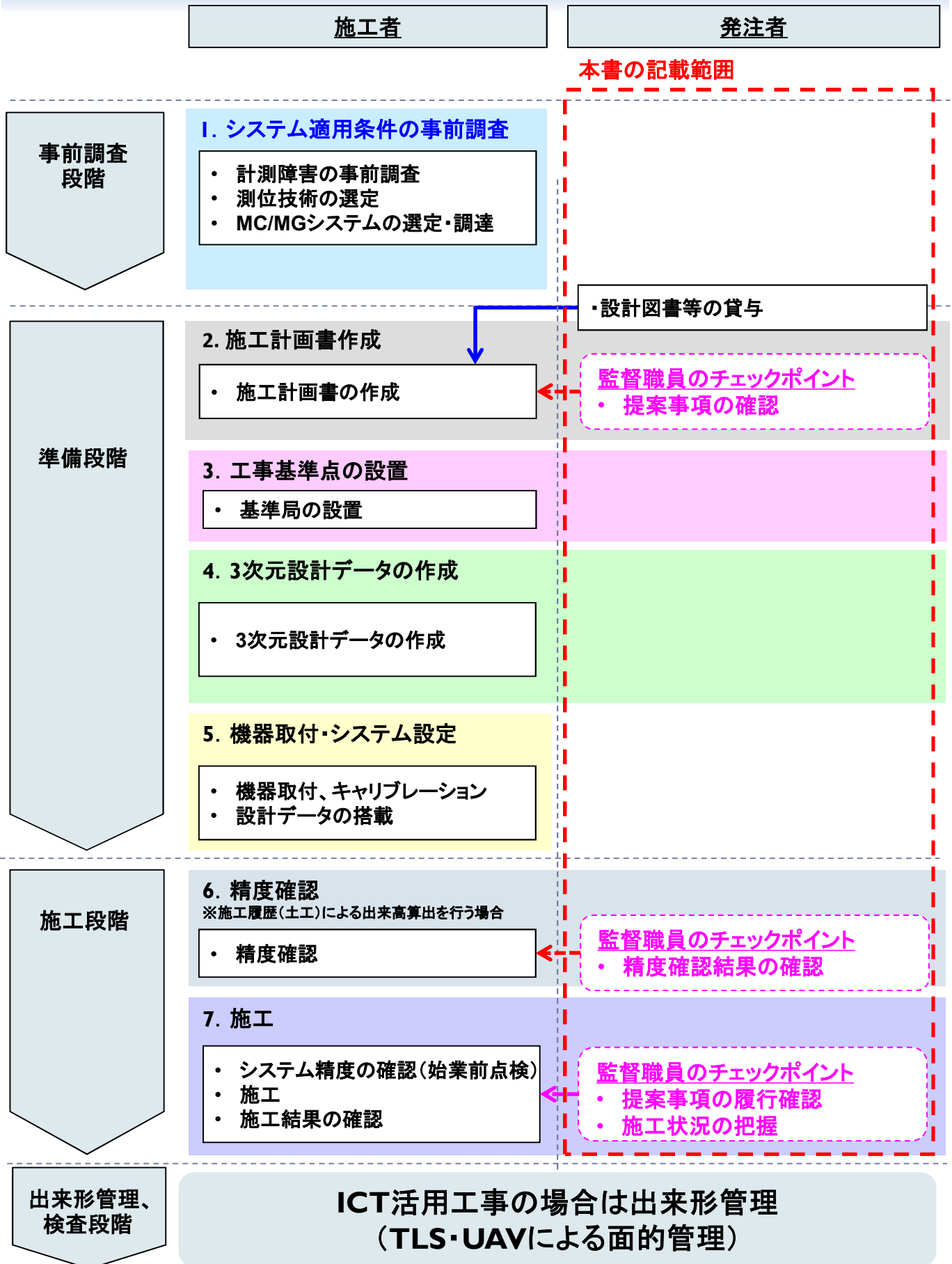
### チェックポイント 施工結果の把握方法について

- (1) 施工状況は適正か
- 当該施工日の目標値が明確である。
  - 施工目標値に対して、所定の精度で施工されている。
  - 目視結果で施工にムラがない。

## 巻末資料

1. 施工の流れ
2. チェックリスト

# 1. MC/MG技術を用いた施工の流れ





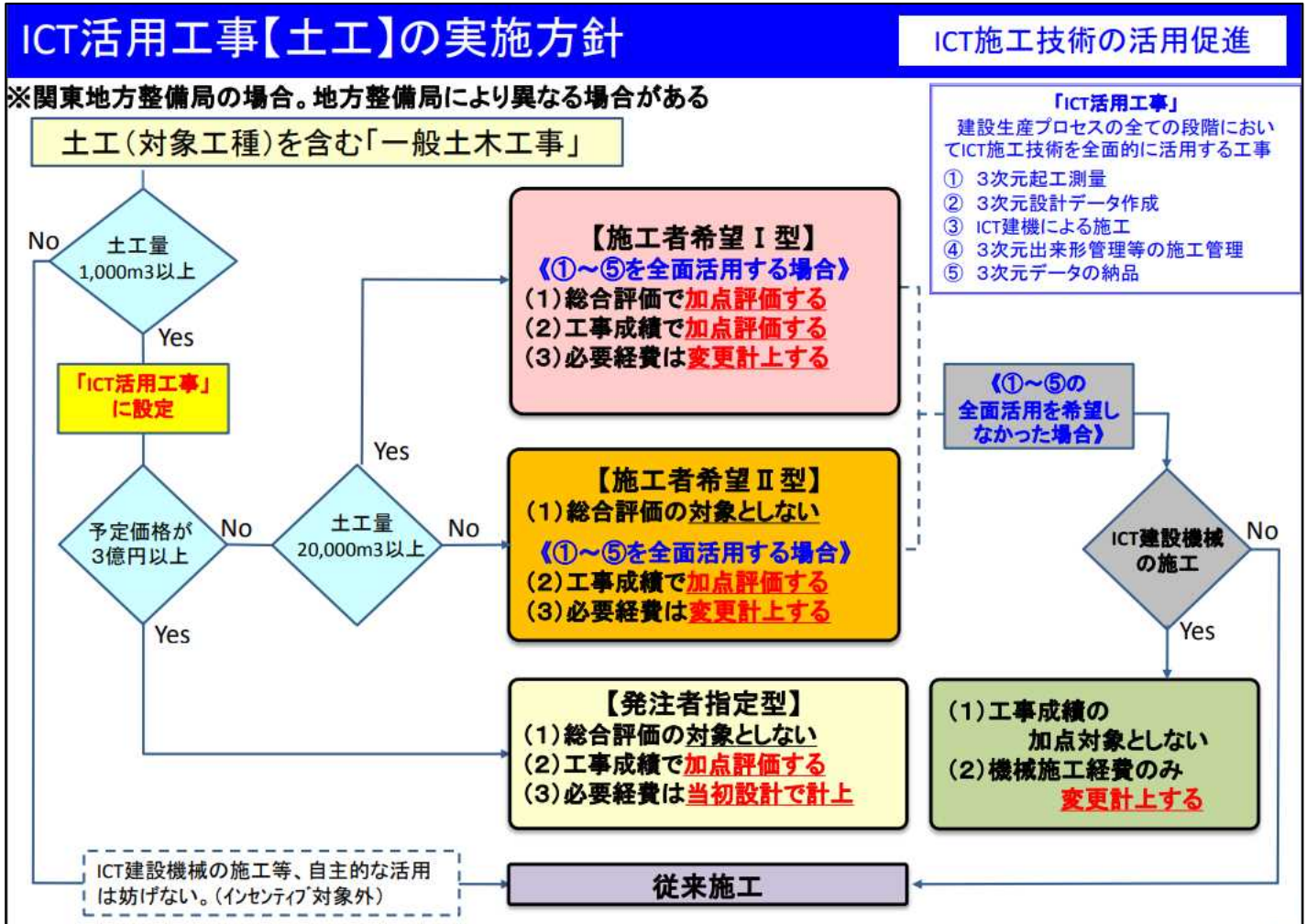
## 2. チェックリスト一覧

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"/>	目的の精度に応じた測位技術を利用している。 自動追尾TSの計測精度は鉛直方向で±5~15mm程度、RTK-GNSSの計測精度は鉛直方向で±30~50mm程度発生します。
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"/>	利用するシステムが、MCあるいはMG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。
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"/>	施工の指示、施工状況を確認する方法が記載されている。 例:設計データは盛土の最終仕上げ面で作成する。このため、当該施工日の作業指示は“1層の仕上がり厚さ30cm×残りの層数分”として指示し、MC/MGシステムのダイヤルで目標値を設定する。 現場では、当該目標値との差が0~+5cmとなるように仕上げる。仕上げは、当該施工日の実施範囲のうち3カ所を実施する。
	<input type="checkbox"/>	施工状況を確認する別の方法が示されている。 例:チェックのための目印(丁張り)を数カ所に設置する。 TS出来形を利用して確認する。
	<input type="checkbox"/>	締固め後の施工管理は従来どおり、高さや厚さの管理を行うことが記載されている。
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。
②確実に稼働している	<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。
	<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プレート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。
施工結果の把握方法について		
①施工状況は適正か	<input type="checkbox"/>	当該施工日の目標値が明確である。
	<input type="checkbox"/>	施工目標値に対して、所定の精度で施工されている。
	<input type="checkbox"/>	目視結果で施工にムラがない。

## 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/tyuusyoutyoutousisokusinzeisei.htm">www.chusho.meti.go.jp/zaimu/zeisei/2014/tyuusyoutyoutousisokusinzeisei.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。

## 【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。