

令和4年度 ICT活用講習会(入門者クラス)

# ICT土工

## (作業の概要と要点)

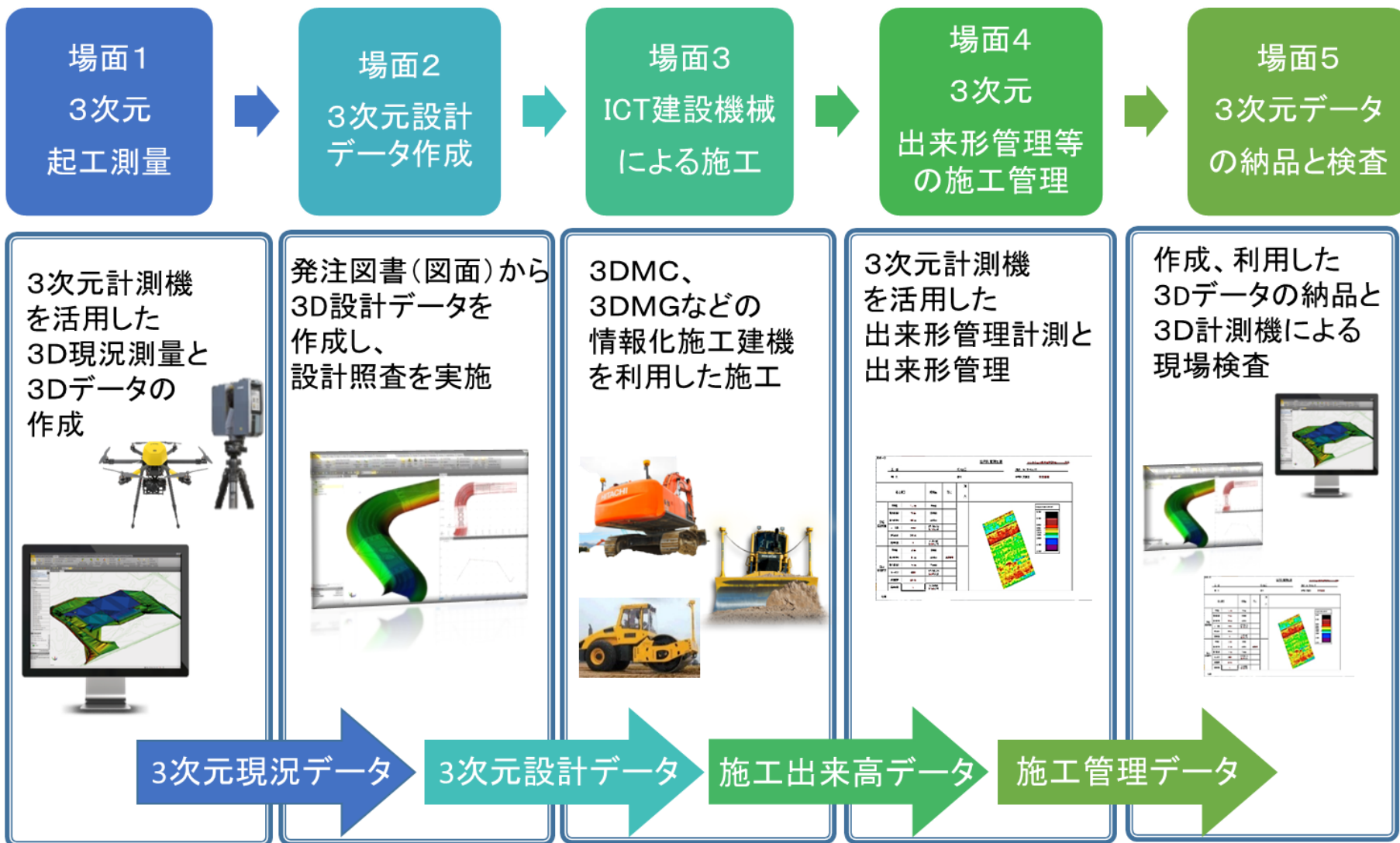


一般社団法人 日本建設機械施工協会

情報化施工委員会 i-Construction普及WG

リーグルジャパン(株) シニアプロダクトマネージャー 橋本 靖彦

# i-Construction 型工事 ICT活用工事



# ICT活用工事の流れ

## ①適用技術、範囲決定

②施工計画書

③起工測量

④3次元設計

⑤ICT建機施工

⑥岩線計測

⑦出来高管理

⑧出来形管理

⑨電子成果品

⑩完成検査

- ICT活用工事のメインとなる計測方法は？

UAV空中写真測量 or レーザスキャナ (LS)  
或いは、UAV、LSを複合して採用する



- ICT建機施工（情報化施工）の適用技術は？

MCブルドーザ  
MGバックハウ  
締固め管理



※ ICT建機の能力を考慮した施工計画を立案

- 採用技術の適用範囲を決定

全エリアを対象としなくても良い（協議による）  
現場条件、施工条件などを勘案して決定  
衛星測位の場合、安定した測位が受けられること  
必ず事前協議を実施



①適用技術、

②施工計画書作成

③起工測量

④3次元設計

⑤ICT建機施

⑥岩線計測

⑦出来高管理

⑧出来形管理

⑨電子成果品

⑩完成検査

## ◎ ICT活用工事に対する事項を盛り込んだ計画書を作成

- ・ ICT活用工事における実施内容
- ・ 適用技術
  - 機器の仕様、精度等の管理方法
  - 起工測量、出来高管理、出来形管理、ICT建機施工
  - 各種ソフトウェア、他
- ・ 適用範囲
  - 何処で、いつ利用するか
- ・ 未決定事項の取扱い
  - 決定次第報告する旨の記載
- ・ 協議の有無
  - 協議を行ったか？ 又は実施のうえ決定するか

- ①適用技術、
- ②施工計画書
- ③起工測量
- ④3次元設計
- ⑤ICT建機施工
- ⑥岩線計測
- ⑦出来高管理
- ⑧出来形管理
- ⑨電子成果品
- ⑩完成検査

## ◎ 3次元計測機による起工測量

起工測量は、  
工事着手前の現況地形を把握することを目的として、  
測量したデータから面データを作成する。

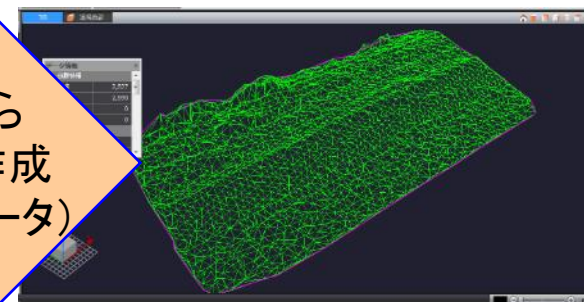


	計測技術	土工	舗装工
①	U A V 空中写真	○	×
②	U A V + L S	○	×
③	T S	○	○
④	T S (ノンプリ)	○	○
⑤	R T K - G N S S	○	×
⑥	T L S	○	○
⑦	移動体 L S	○	○
⑧	その他の技術	○	○

- ・ 0.25㎡ (50cm × 50cm) 当り  
1点以上の点データを取得
- ・ 計測精度は10cm以内



計測データから  
3D面データ作成  
(現況地形データ)



①適用技術、

②施工計画書

③起工測量

④ 3次元設計データ作成

⑤ ICT建機施

⑥岩線計測

⑦出来高管理

⑧出来形管理

⑨電子成果品

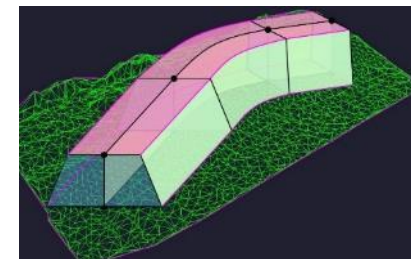
⑩完成検査

## ◎ 発注図書を基に3次元設計データを作成する

3次元設計データは目的に応じて複数作成する場合がある。

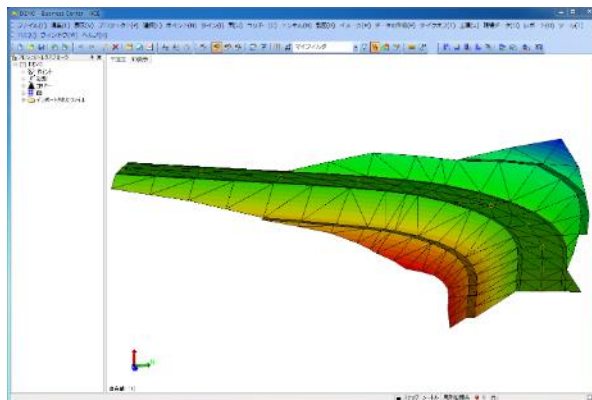
### 1. 設計照査を行うための3次元設計データ

設計図書どおりの形状を3次元データ化して起工測量データと重ね、設計内容、数量を確認すると共に、必要に応じて設計変更を実施する



### 2. ICT建機用の設計データ

設計照査用の3次元設計データは最終形状（工事完成形状）なので、ICT建機の作業内容に合わせた3次元データを作成する





①適用技術、

②施工計画書

③起工測量

④ 3次元設計データ作成

⑤ ICT建機施

⑥岩線計測

⑦出来高管理

⑧出来形管理

⑨電子成果品

⑩完成検査

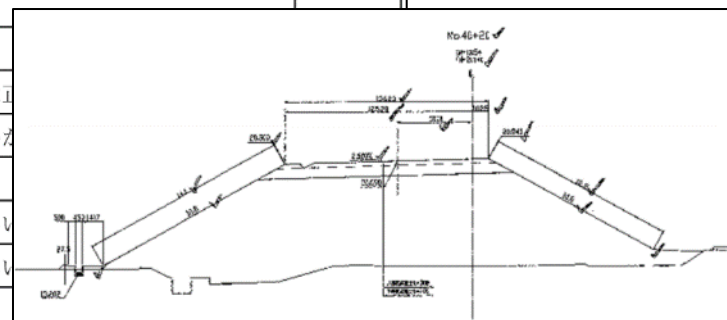
## ◎ 3次元設計データの確認

作成した3次元設計データの以下の①～⑤の情報について、設計図書や線形計算書等と照合し、

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。

なお、監督職員の要求に応じてチェック入り図面等を提出

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適用技術、

②施工計画書

③起工測量

④3次元設計

⑤ICT建機施工

⑥岩線計測

⑦出来高管理

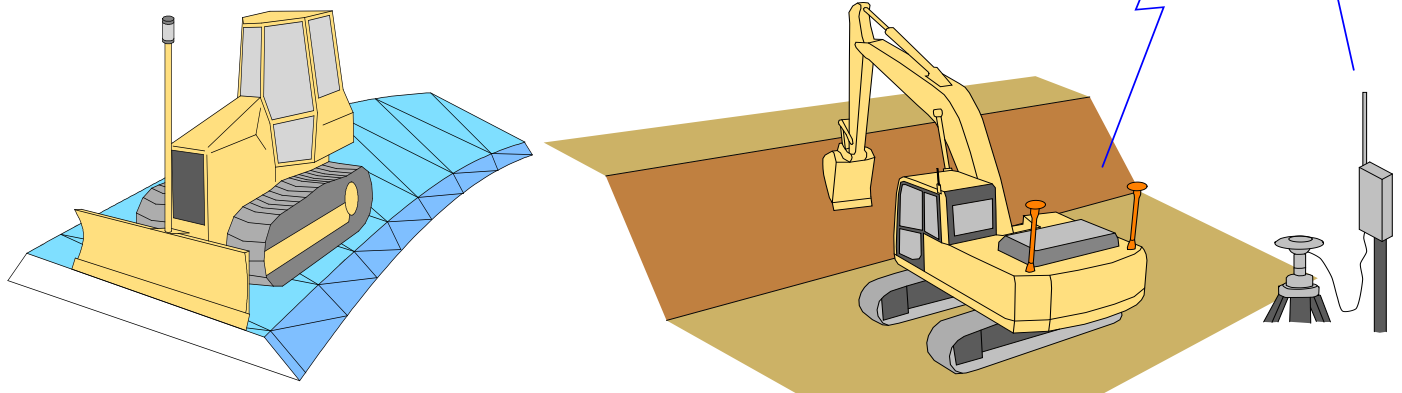
⑧出来形管理

⑨電子成果品

⑩完成検査

## ◎ 3DMC, 3DMG等を活用した施工

1. 3DMC・MGブルドーザ  
盛土まき出し、敷き均しを実施  
盛土面の3次元設計データが必要
2. 3DMG・MCバックホウ  
掘削、法面整形等を実施  
掘削、整形面の3次元設計データが必要
3. 締固め管理 **【品質管理技術】**  
締固め面の2次元設計データが必要



- ①適用技術、
- ②施工計画書
- ③起工測量
- ④3次元設計
- ⑤ICT建機施
- ⑥岩線計測
- ⑦出来高管理
- ⑧出来形管理
- ⑨電子成果品
- ⑩完成検査

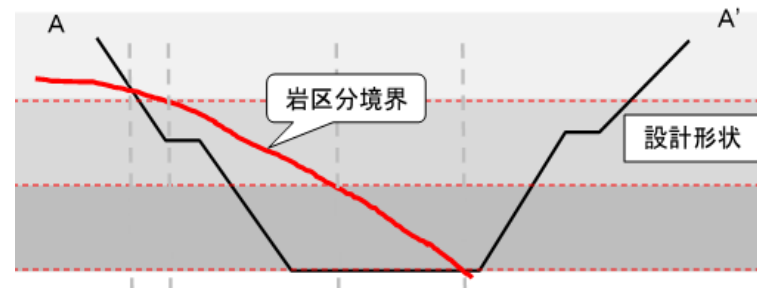
## ◎ 岩線計測



切土工事において地質境界の位置を把握するための測量で、地質が変化する境界位置を測量して、面データを作成し、施工数量を求めるための測量である。なお、地質判定方法は従来通りの方法で実施する。



計測技術	岩線計測
UAV空中写真	○
UAV+LS	×
TS	○
TS(ノンプリ)	○
RTK-GNSS	○
TLS	○
移動体LS	○
その他の3D計測	○



①適用技術、

②施工計画書

③起工測量

④3次元設計

⑤ICT建機施

⑥岩線計測

⑦出来高管理

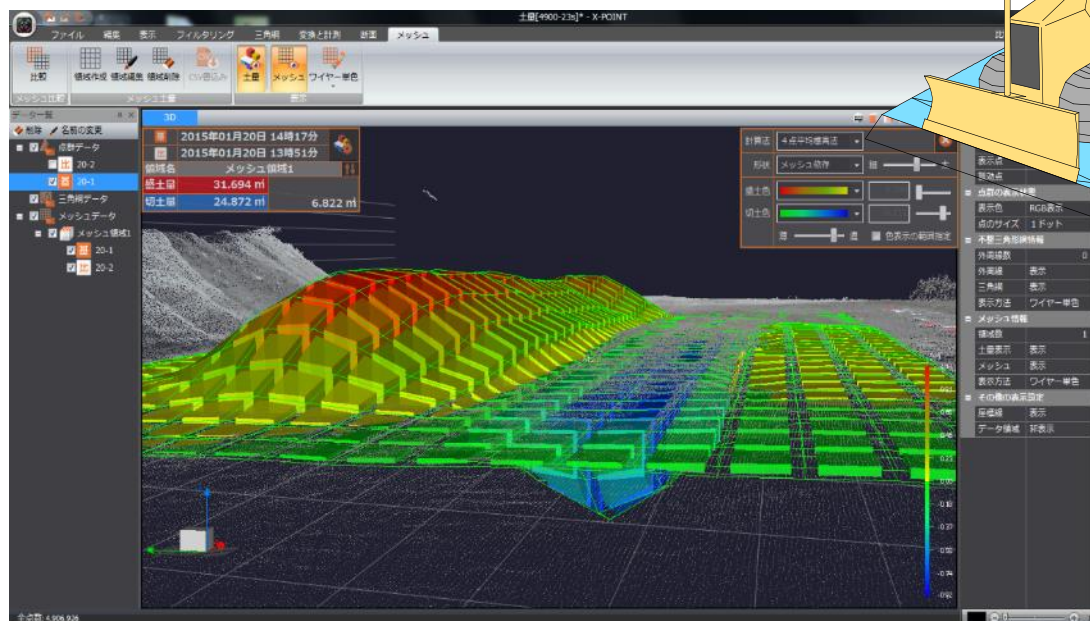
⑧出来形管理

⑨電子成果品

⑩完成検査

## ◎ ICT活用工事の出来高管理 (※ 実施は任意)

工事の途中で工事金額の一部を受け取る（部分払い）  
を受けるための出来高管理作業を指す物で、  
UAV空中写真測量、LSで計測  
またはICT建機の施工履歴を利用して、  
3Dソフトウェアを利用して数量を求めるものである。



## ◎ ICT活用工事の出来形管理

出来形計測は、  
工事完成後の出来形形状を把握することを目的として、  
計測したデータから面データを作成し、  
3次元設計データと対比して出来形管理帳票を作成する。

	計測技術	土工	舗装工	計測密度
①	U A V 空中写真	○	×	1点/0.01㎡
②	U A V + L S	○	×	
③	T S	○	○	1点/1㎡
④	T S (ノンプリ)	○	○	
⑤	R T K - G N S S	○	×	
⑥	T L S	○	○	1点/0.01㎡
⑦	移動体 L S	○	○	
⑧	その他の 3 次元技術	○	○	—

①適用技術、

②施工計画書

③起工測量

④ 3次元設計

⑤ ICT建機施

⑥岩線計測

⑦出来高管理

⑧出来形管理

⑨電子成果品

⑩完成検査

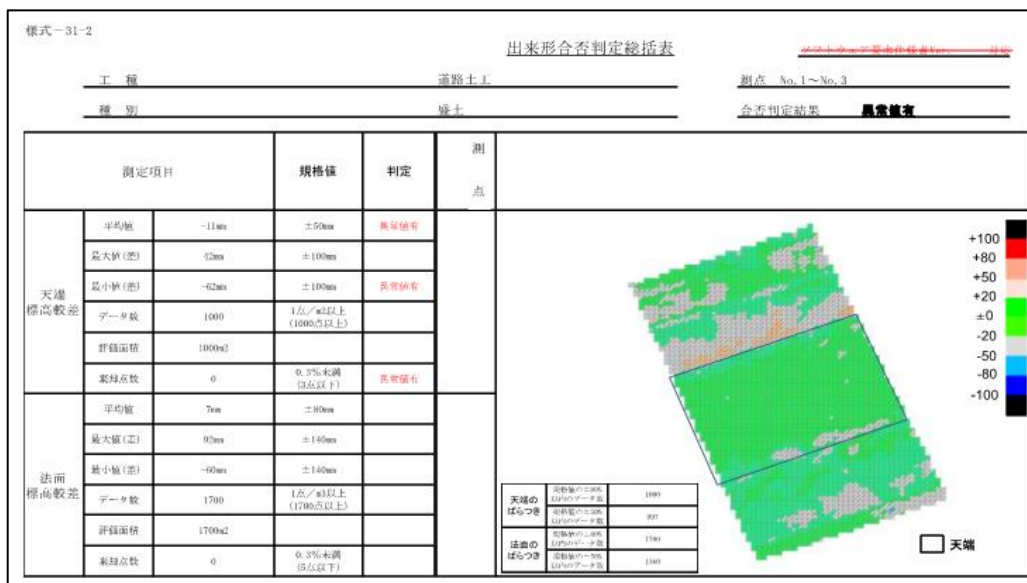
- ①適用技術、
- ②施工計画書
- ③起工測量
- ④3次元設計
- ⑤ICT建機施工
- ⑥岩線計測
- ⑦出来高管理
- ⑧出来形管理
- ⑨電子成果品
- ⑩完成検査

## ◎ 出来形評価用データ作成

出来形管理計測の点群密度を1点/1m<sup>2</sup>(1m×1m)に調整し“出来形評価用データ”とする。

## ◎ 出来形管理資料の作成(ヒートマップ)

3次元設計データと、出来形評価用データを重ねて標高格差値を色で表わす“ヒートマップ”を作成する



①適用技術、

②施工計画書

③起工測量

④3次元設計

⑤ICT建機施

⑥岩線計測

⑦出来高管理

⑧出来形管理

⑨電子成果品の作成

⑩完成検査

## ◎ 電子成果品の作成

「工事完成図書」の電子納品等要領」の規定に従い、下表の電子成果品を作成する

電子成果品データ	データ形式
3次元設計データ	LandXML等 (TIN)
出来形管理資料	PDFまたはビューワー付き3Dデータ
出来形評価用データ	CSV、LAS、LandXML等のポイントファイル
出来形計測データ	LandXML等のオリジナルデータ (TIN)
計測点群データ	CSV、LAS、LandXML等のポイントファイル
工事基準点データ	CSV、LAS、LandXML等のポイントファイル
標定点データ、調整用基準点等	CSV、LAS、LandXML等のポイントファイル
UAV空中写真 (デジタル写真)	Jpgまたは、オルソ画像 (R2年度から電子納品成果品を変更)



①適用技術、

②施工計画書

③起工測量

④ 3次元設計

⑤ ICT建機施

⑥岩線計測

⑦出来高管理

⑧出来形管理

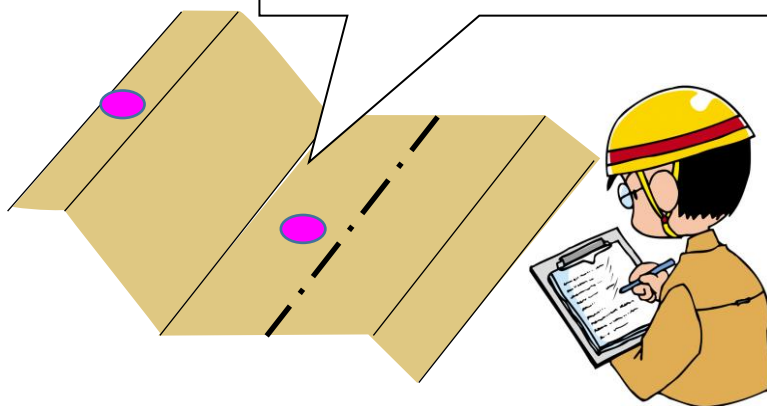
⑨電子成果品

⑩完成検査

## ◎ 3次元計測による実地検査

3次元設計データを搭載したTS、GNSSローバーを利用して、検査官が指定する位置（断面）の計測を実施し計測結果と3次元設計データとを比較した結果を確認する

監督職員が指定する  
平場、天端の任意の箇所





# 出来形管理基準及び規格値

# 出来形管理基準及び規格値

土木施工管理基準及び規格値に示される、“面管理の場合”と記述される箇所がICT活用工事の出来形管理基準及び規格値に該当する。

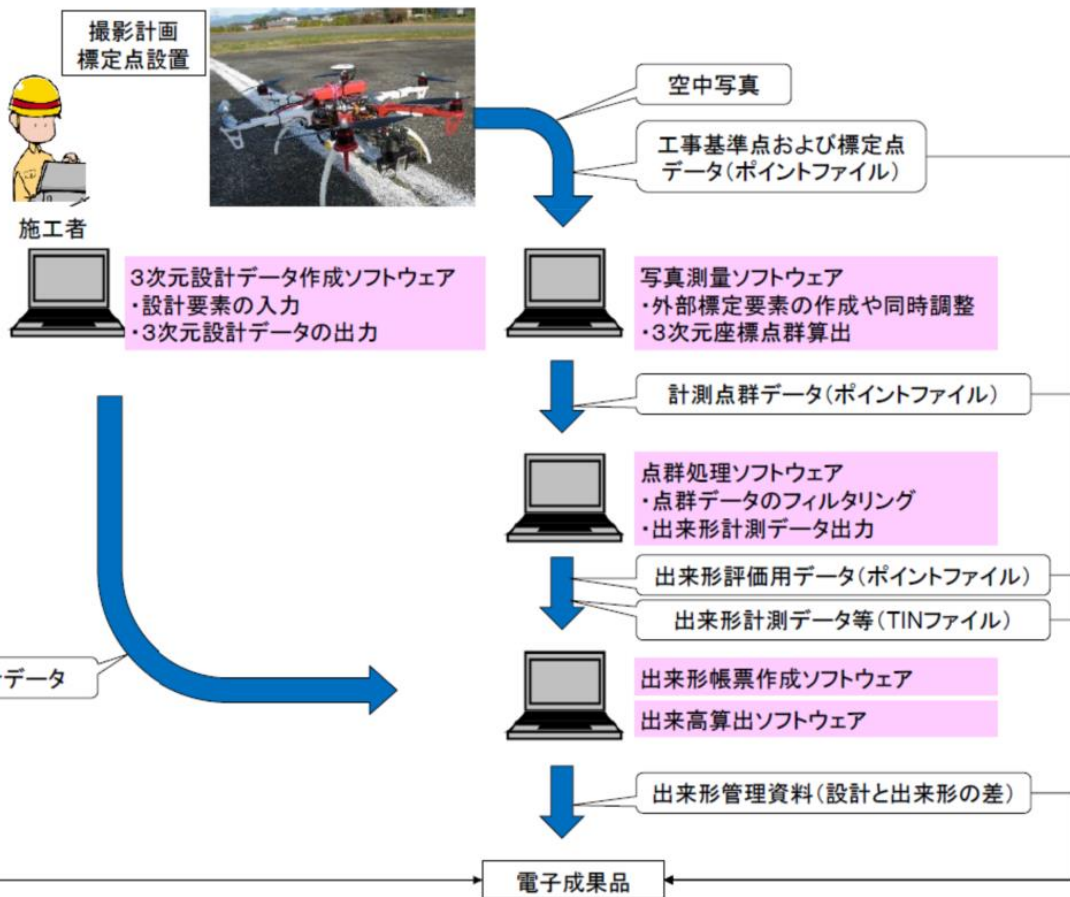
編	章	節	条	枝番	工 種	測 定 項 目		規 格 値	
1 共通 編	2 土 工	3 河 川 ・ 海 岸 ・ 砂 防 土 工	3	2	盛土工 ( <u>面管理の場合</u> )			平均値	個々の計測値
						天端	標高較差	-50	-150
						法面 4割<勾配	標高較差	-50	-170
						法面 4割≥勾配 (小段 含む)	標高較差	-60	-170
1 共通 編	2 土 工	4 道 路 土 工	2	2	掘削工 ( <u>面管理の場合</u> )			平均値	個々の計測値
						平場	標高較差	±50	±150
						法面 (小段 含む)	水平または 標高較差	±70	±160

※主な項目のみ掲載

# UAV 出来形管理

## 《 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理 》

# UAV出来形管理 《機器構成》



## 機器構成

### UAV

- ① デジタルカメラ
- ② 写真測量ソフトウェア
- ③ 点群処理ソフトウェア
- ④ 出来形帳票作成ソフトウェア
- ⑤ 3次元設計データ作成ソフト
- ⑥ 数量算出ソフト

ソフトウェアの利用によっては、PCのスペックが要求される場合がある。

OS	Windows 10 (64bit) Windows 8.1 (64bit) Windows 7 SP1 (64bit)
CPU	推奨 Core i7 以上 (最低 Core i5)
メモリ	推奨 8GB 以上 (最低 4GB)
HDD	推奨 30GB 以上 (最低 10GB)
解像度	推奨 1280×1024 以上 (最低 1024×768)
VIDEO	推奨 OpenGL 以上 (最低 OpenGL3.0)
VIDEOメモリ	推奨 1GB 以上 (最低 512MB)

# UAV出来形管理 《計測性能及び精度管理》

## ● 出来形管理要領より

### 1-2-4 計測性能及び精度管理

空中写真測量（UAV）による出来形計測で利用するUAV及びデジタルカメラは、下記の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領（案）に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するUAV及びデジタルカメラの性能について監督職員に提出すること。以下に、UAV及びデジタルカメラの性能基準を示す。

計測	計測性能	測定精度	計測密度
起工測量、 岩線計測	地上画素寸法 20mm/画素以内	【鉛直方向・平面方向】 ±100mm 以内	1 点以上/0.25 m <sup>2</sup> (0.5m×0.5m メッシュ)
部分払い 出来高計測	地上画素寸法 30mm/画素以内	【鉛直方向・平面方向】 ±200mm 以内	1 点以上/0.25 m <sup>2</sup> (0.5m×0.5m メッシュ)
出来形計測	地上画素寸法 10mm/画素以内	【鉛直方向・平面方向】 ±50mm 以内	1 点以上/0.01 m <sup>2</sup> (0.1m×0.1m メッシュ) 出来形評価用 1 点以上/1 m <sup>2</sup> (1m×1m メッシュ)

なお、地上画素寸法は、上記を基本とするが、現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合は、任意の地上画素寸法にて計測してもよい。

（カタログ記載に加え、「参考資料-6 空中写真測量（UAV）の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）

# UAV出来形管理 《UAV条件》

## ● 出来形管理要領より

- ・ 撮影計画を満足する揚重能力及び飛行時間を確保できる機体であること。
- ・ 航空法に基づく無人飛行機の許可要件に準じた機体であること。

※ 「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた機体性能を有するとともに、当該機体に関する飛行マニュアルを整備しておくこと。

### UAV選定条件

- ① ペイロード（揚重能力）
- ② 滞空時間
- ③ 最高高度
- ④ 対風速
- ⑤ 自動航行
- ⑥ トラブル発生時の安全飛行機能

### 施工計画書への記載

- ① メーカー名と機種名
- ② カタログの写し（諸元など）
- ③ カメラ含む機体重量
- ④ ペイロード
- ⑤ 連続飛行可能時間
- ⑥ 保守点検記録（年1回必須）
- ⑦ 飛行許可・承認を受けた場合の許可・承認書の写し
- ⑧ 飛行マニュアル

## ● 出来形管理要領

デジタルカメラの計測性能については、必要な精度を満たす地上画素寸法を確保できる画素数を有すること。ただし現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合には、上記の地上画素寸法とは異なる性能のデジタルカメラを用いることができる。また、使用するデジタルカメラは、インターバル撮影又は、遠隔でシャッター操作ができる機能を有することとする（動画ではなく連続静止画撮影に対応していること）。

### デジカメ選定条件

- ① 地上画素寸法
- ② UAV搭載可能機（重量）
- ③ インターバル or 遠隔シャッター

### 施工計画書への記載

- ① メーカー名と機種名
- ② 重量
- ③ 計測性能（画素数）
- ④ 保守点検記録（任意）

※1 UAV公共測量マニュアルに記載されていて、当該要領では考慮する必要が無い事項

- ① レンズは単焦点とすること
- ② 幾何学位置ずれは・・・標準偏差0.5画素以内

※2 UAV付属のカメラでも、地上画素寸法と計測精度が確保できれば差し支えない



# UAV出来形管理 《デジカメ条件》

- UAVの条件

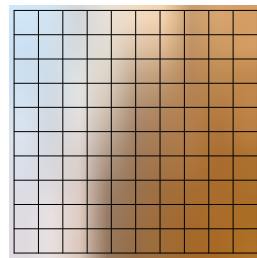
「無人航空機の飛行に関する許可・申請の審査要領」の許可要件に準じているもの。  
1年に1回以上の頻度で、製造元等による点検を受けているもの。

- デジカメの条件

計測性能：地上画素寸法が1cm/画素以内

測定精度：±5cm以内(精度確認試験を実施すること)

必要に応じて製造メーカー等による機能維持のための点検を実施すること。

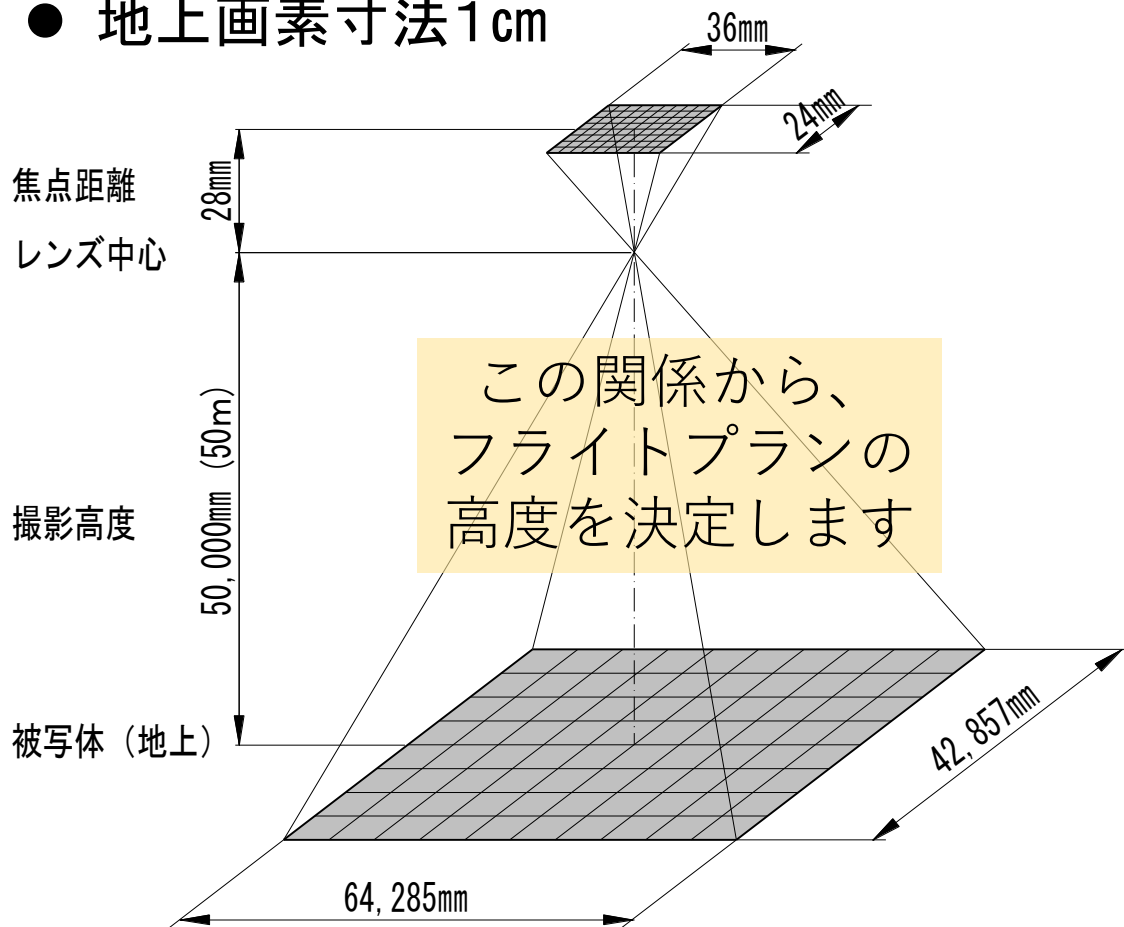


画素



# UAV出来形管理 《デジカメ条件》

## ● 地上画素寸法1cm



※要領による高度は50m程度

- デジカメの仕様を  
センサーサイズ35ミリ  
画素数3600万  
ピクセル 7360×4912  
焦点距離28ミリとした場合

撮影高度:50mの場合  
被写体倍率:1785.714  
(焦点距離と高度の関係)

被写体横サイズ:64.285m  
被写体縦サイズ:42.857m

被写体サイズをピクセルで割ると  
1ピクセル横:8.734mm  
1ピクセル縦:8.724mm

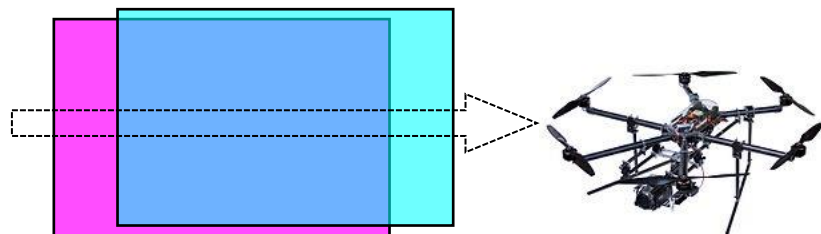
要求精度10mmを満足する

因みに、10mmになる限界高度は57.244m

# UAV出来形管理 《ラップ率》

## ● ラップ率

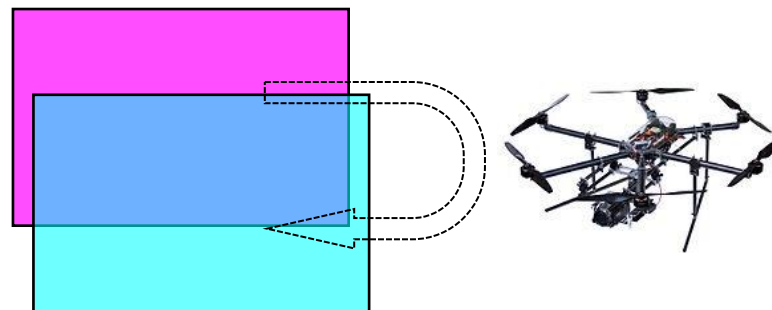
点群データを求めるにはデジタル写真をステレオで撮影する必要がある。  
ステレオ写真は  
進行方向 90% or 80%以上 隣接コース 60%以上 ラップすること



90% or 80%以上

UAVの飛行速度と、  
撮影間隔を決定

80%以上とする場合は  
確認方法を  
施工計画書に記載する



60%以上

レーン間隔決定

# UAV出来形管理 《標定点・検証点》

## ● 標定点とは・・・

撮影されたデジタル画像から  
現場座標と関連付けて  
点群データの  
座標を求めるために根拠となる既知点

## ● 検証点とは・・・

撮影されたデジタル画像から求めた  
点群データ座標の  
精度を確認するための点  
要求精度は5cm以内(出来形計測の場合)

標定点と検証点は交互になる様に配置する事が望ましい  
標定点、検証点には、写真上で判断が付くように、対空標識を設置する

## ● 対空標識



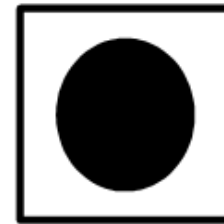
★型



X型



+型



○型

四角の場合辺長、円形の場合直径が15画素以上とする  
白黒を標準とするが状況により変更できる  
標識は上空に向かって45度以上の視界を確保する  
標識は地表面に設置

# UAV出来形管理 《標定点・検証点》

## ● 標定点設置作業の合理化について

R2年度から、標定点設置作業の合理化が追記されました。

SfM (Structure from Motion) の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法 (RTK、ネットワーク型RTK、PPK、自動追尾TS等) を併用する場合は、**標定点の設置は任意**とすることができる。

検証点については、UAVマニュアルにおける検証点として天端上に 200m 以内の間隔となるように設置する。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましい。計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置する。精度確認用の検証点は、標定点として利用しないこととする。

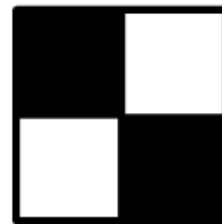
ただし、カメラ位置を直接計測できる手法のうち、自動追尾TSを利用する場合は、計測範囲内でTSから最も離れた位置に、1点検証点を設置することとする。



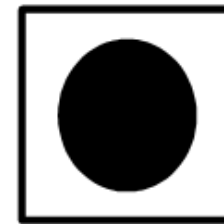
★型



X型



+型



○型

# UAV出来形管理 《標定点・検証点》

空中写真測量(UAV)による出来型計測 標定点及び検証点設置例

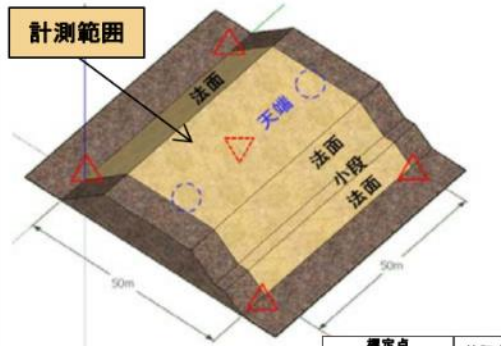
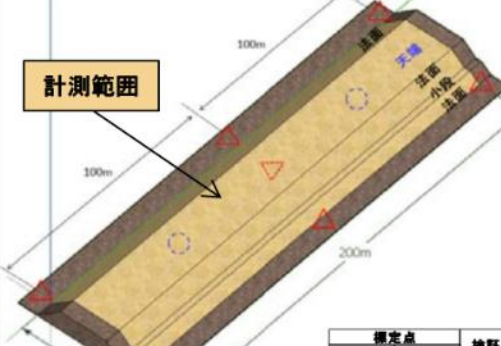
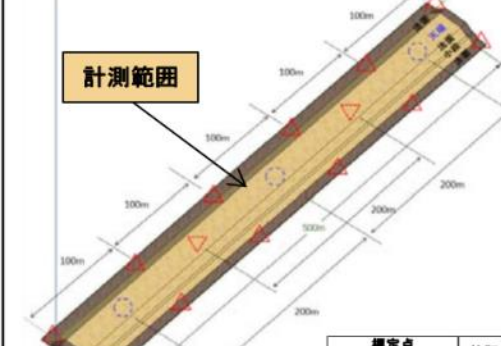
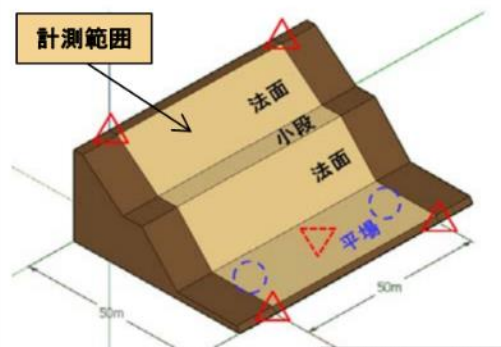
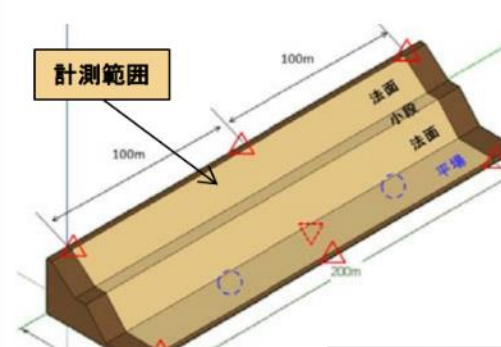
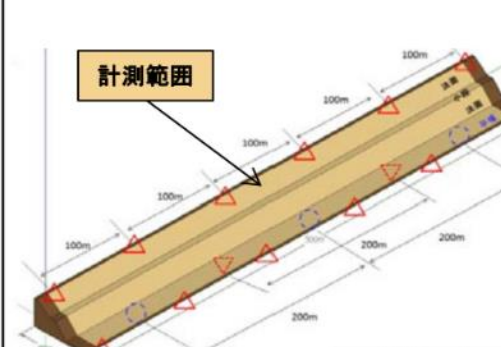
2016.6.2 国総研

## 標定点・検証点設置の留意点

外部標定点: 撮影区域外縁に100m以内の間隔に設置

内部標定点: 天端上に200m間隔程度を目安に設置

検証点(外部・内部): 天端上に200m以内の間隔に設置

工種	施工面積																													
	50x50m	50x200m	50x500m																											
盛土	 <p>計測範囲</p> <p>法面 天端 法面 小段 法面</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">標定点</th><th>検証点</th></tr> <tr><td>外部</td><td>内部</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	標定点		検証点	外部	内部					 <p>計測範囲</p> <p>法面 天端 法面 小段 法面</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">標定点</th><th>検証点</th></tr> <tr><td>外部</td><td>内部</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	標定点		検証点	外部	内部					 <p>計測範囲</p> <p>法面 天端 法面 小段 法面</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">標定点</th><th>検証点</th></tr> <tr><td>外部</td><td>内部</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	標定点		検証点	外部	内部				
標定点		検証点																												
外部	内部																													
標定点		検証点																												
外部	内部																													
標定点		検証点																												
外部	内部																													
切土	 <p>計測範囲</p> <p>法面 小段 法面 平地</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">標定点</th><th>検証点</th></tr> <tr><td>外部</td><td>内部</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	標定点		検証点	外部	内部					 <p>計測範囲</p> <p>法面 小段 法面 平地</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">標定点</th><th>検証点</th></tr> <tr><td>外部</td><td>内部</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	標定点		検証点	外部	内部					 <p>計測範囲</p> <p>法面 小段 法面 平地</p> <table border="1"> <tr><th colspan="2">標定点</th><th>検証点</th></tr> <tr><td>外部</td><td>内部</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	標定点		検証点	外部	内部				
標定点		検証点																												
外部	内部																													
標定点		検証点																												
外部	内部																													
標定点		検証点																												
外部	内部																													



# UAV出来形管理 《測定精度》

点群データとして求めた検証点の座標と、  
工事基準点から測量した検証点座標とを比較  
その差分から精度を判断する

- ・ 出来形計測 : ± 5 cm以内
- ・ 起工測量 : 1 0 cm以内
- ・ 岩線計測 : 1 0 cm以内
- ・ 出来高計測 : 2 0 cm以内  
(適宜設定)

## ② 点群データ座標



## ① TS等による計測

真値とする検証点の位置座標			
	X	Y	Z
1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
2 点目	44060.797	-11993.390	17.530

空中写真測量 (UAV) で測定した検証点の位置座標			
	X'	Y'	Z'
1 点目	44044.700	-11987.644	17.870
2 点目	44060.778	-11993.385	17.521

## ③ 検証結果 (①-②)

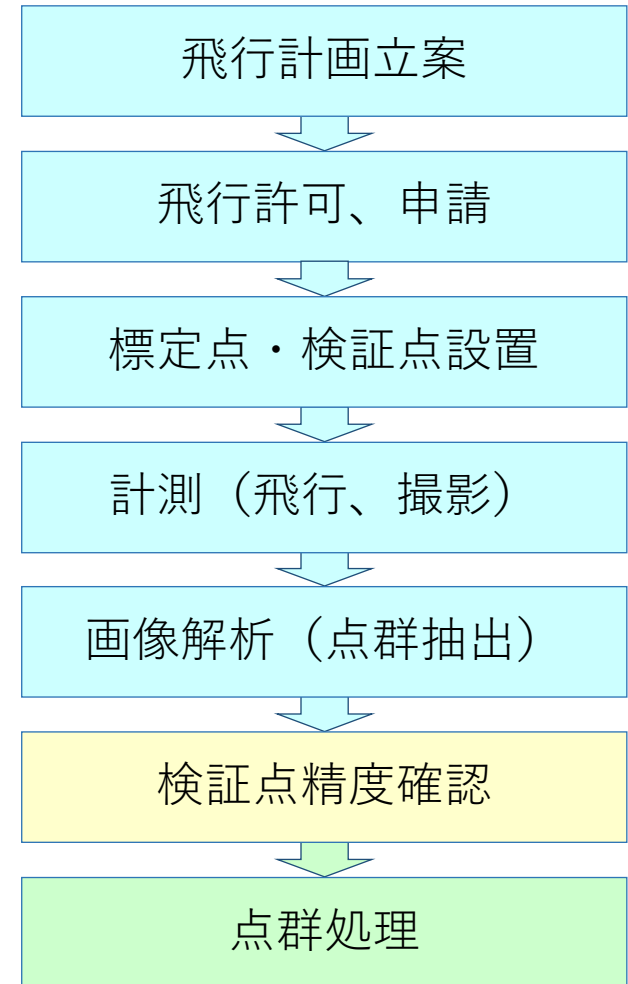
検証点の座標間較差			
	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$
1 点目	-0.020	-0.011	-0.020
2 点目	-0.019	-0.005	-0.009



## 地上画素寸法決定に関する事項

- 飛行高度で地上画素寸法が決まる。
- 画像の状態によって解析精度が異なる。
- 現場精度確認は、計測後の解析後に確認できる。
- 精度確認は、点群を求めたデータに対して実施するので、精度確認のためだけの計測は実施できない。
- 出来形管理要領に示す地上画素寸法で計画して計測しても、検証点での精度確認は必要なる。
- 検証点での現場精度確認で基準値に収まらない場合は再計測になる。

## 作業手順例



# UAV出来形管理 《標定点・検証点》

GNSSで標定点等を計測する場合の計測精度試験  
(出来形管理以外の場合)

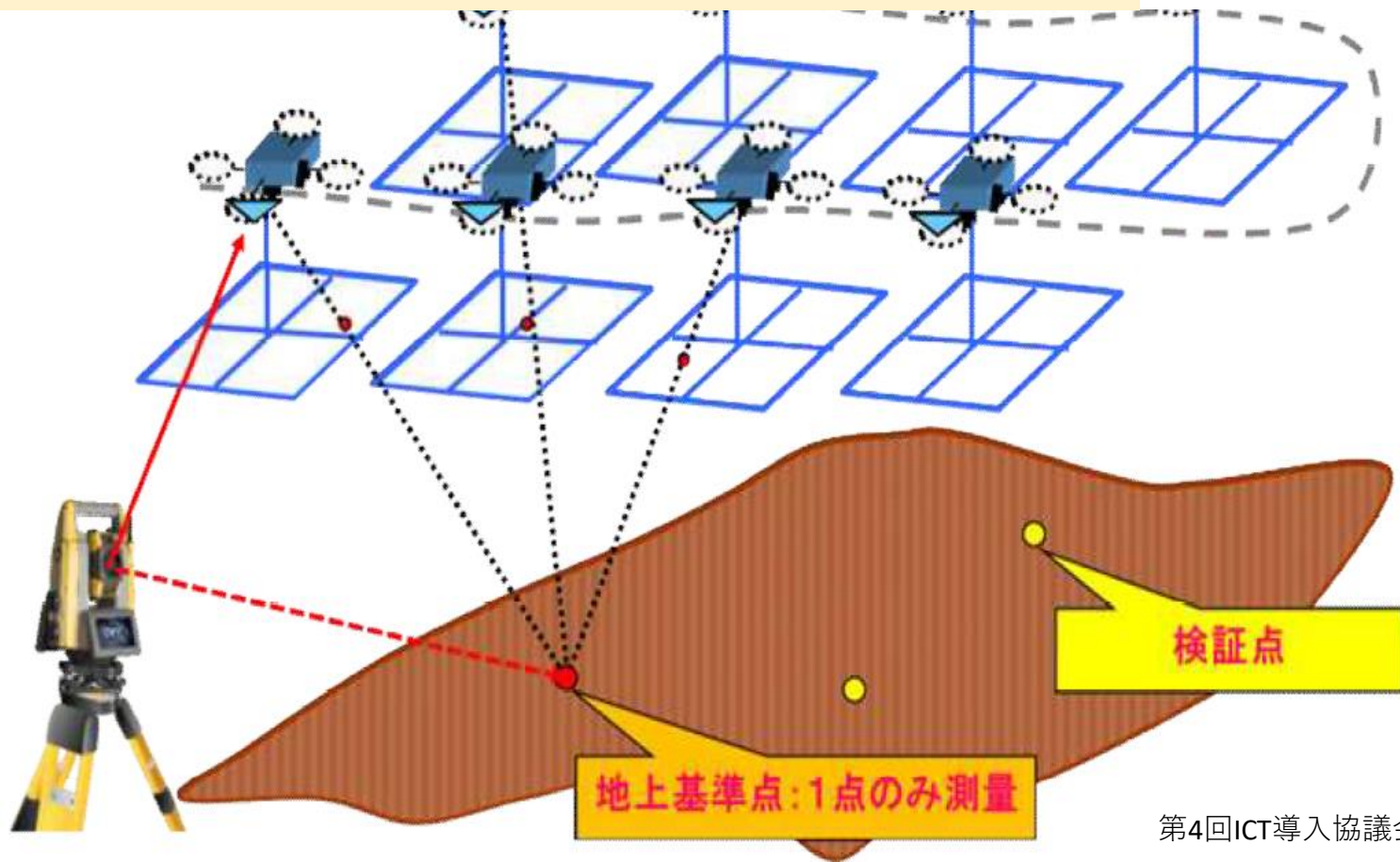
既知点またはTSにより求めた、検証点座標値と  
RTK-GNSS計測により求めた、検証点座標値とを比較し  
X,Y,Zの各座標値が±20mm以内であることを確認し  
計測精度確認試験結果報告書を提出する



# UAV出来形管理 《TSによるUAV位置情報》

## ●UAVカメラの位置をTSで計測する方法

UAVに取りつけたカメラの位置を直接計測する方法の場合、**標定点の設置が任意**になり、作業時間の短縮につながる。ただし事前精度確認試験が必要。検証点の設置は必要である。



第4回ICT導入協議会資料より

# UAV出来形管理 《要領の要求事項》

## ● 計測項目別の要求事項

種別	精度	地上画素寸法	点群密度	成果
起工測量	10cm	2cm	0.25m <sup>2</sup> (50cm × 50cm)	T I Nデータ
岩線計測	10cm	2cm	0.25m <sup>2</sup> (50cm × 50cm)	T I Nデータ
部分払い出来高	20cm	3cm	0.25m <sup>2</sup> (50cm × 50cm)	T I Nデータ
出来形管理計測	5cm	1cm	0.01m <sup>2</sup> (10cm × 10cm)	T I Nデータ
出来形評価用データ			1m <sup>2</sup> (1m × 1m)	ポイントファイル

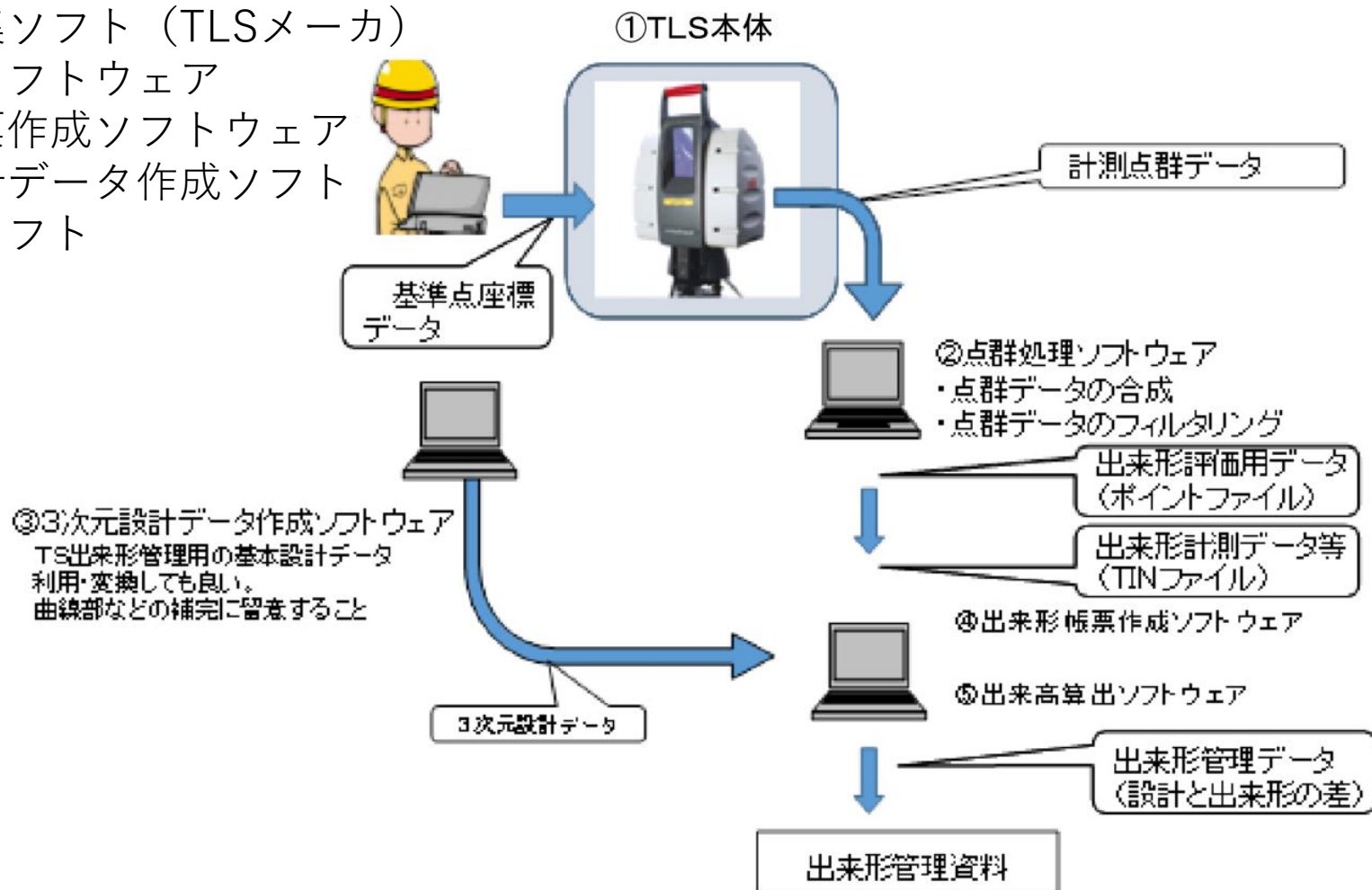
# TLS 出来形管理

## 《 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理 》

# TLS出来形管理 《機器構成》

## 機器構成

- ① TLS
- ② データ編集ソフト (TLSメーカー)
- ③ 点群処理ソフトウェア
- ④ 出来形帳票作成ソフトウェア
- ⑤ 3次元設計データ作成ソフト
- ⑥ 数量算出ソフト

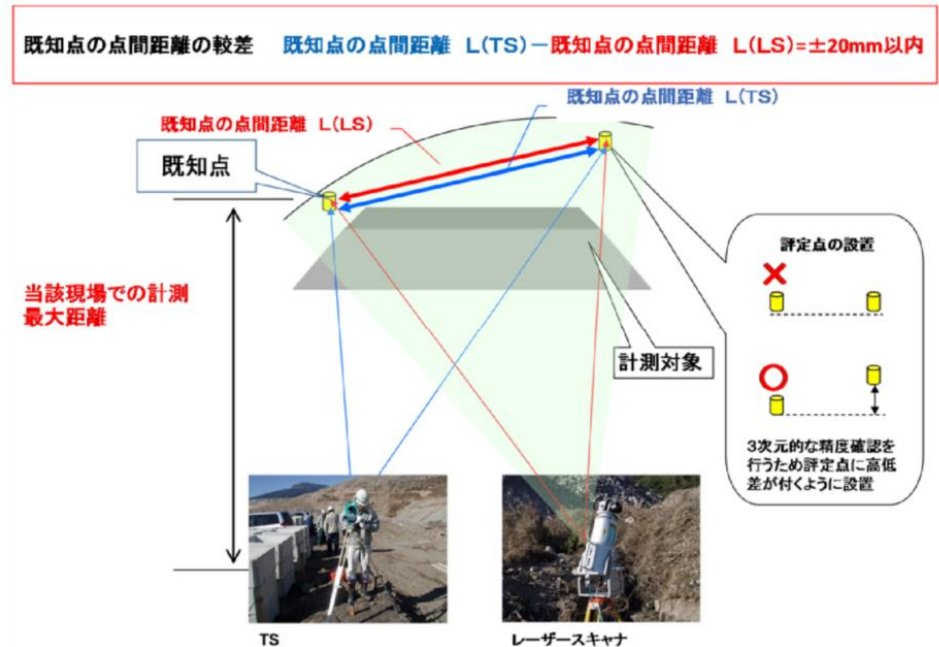


# TLS出来形管理 《性能と精度》

## ● T L S 本体

- ① J S I M A 115に基づく試験成績表で、  
座標測定精度が14mm以内である試験成績表を提出する
- ② ①の確認が不可な場合、利用前12ヶ月以内に精度確認試験を実施し、その結果を報告する
- ③ 適正管理の証明として、試験成績書or検定書or校正証明書、点検書等を提出する  
—— 精度確認試験 ——

1. 最大計測距離付近及び  
それ以上はなれた位置に  
10m以上離れた2つの  
既知点を設置
2. 既知点間距離をT S等で計測
3. T L S計測結果から2点間距離  
を求める
4. 2、3の結果を比較し  
±20mm以内であることを確認
5. 精度確認試験結果報告書を提出

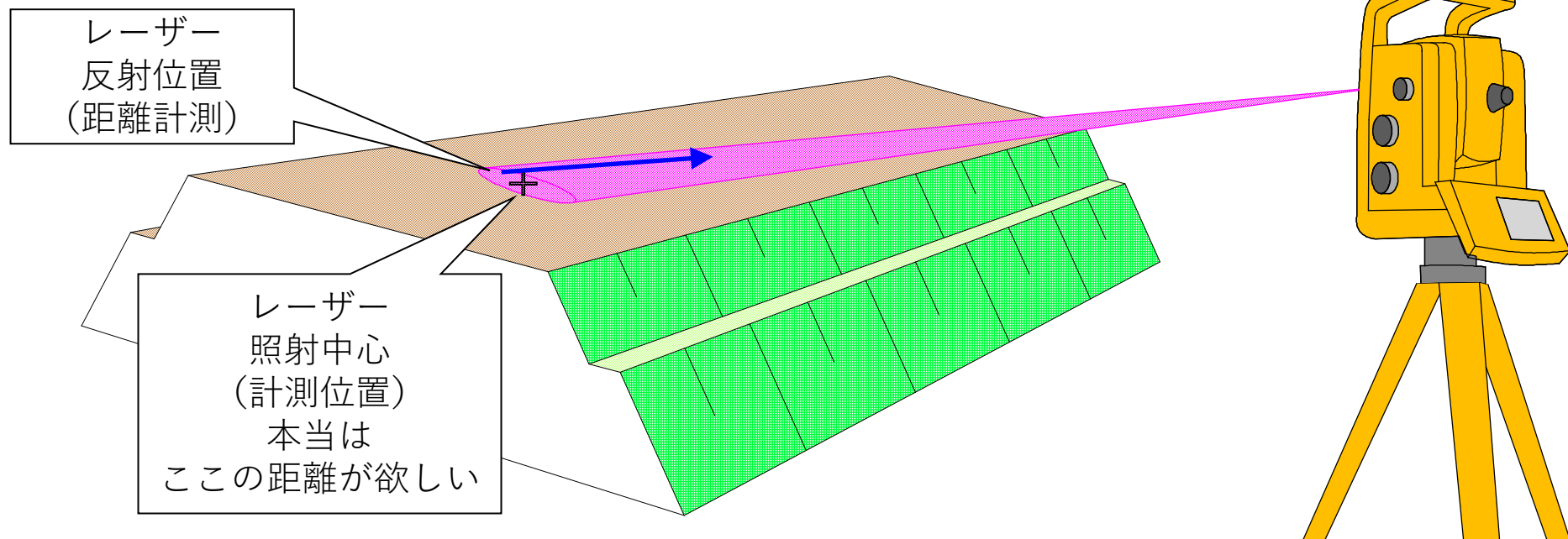




## ● 入射角による精度低下

平面などの計測で、レーザー入射角が小さくなると  
レーザー照射面が楕円形に広くなり、計測精度の低下に繋がる  
正対する壁面の場合、レーザー照射位置とレーザー反射位置にズレが無い  
水平面のような場合は、レーザー照射位置とレーザー反射位置にズレが生じる場合がある  
この場合、

計測位置はレーザー照射中心で決まるが  
計測距離は、レーザー反射位置で決まるため、  
双方にズレが生じて誤差に繋がる。TSノンプリも同様



# TLS出来形管理 《TLS設置方法》

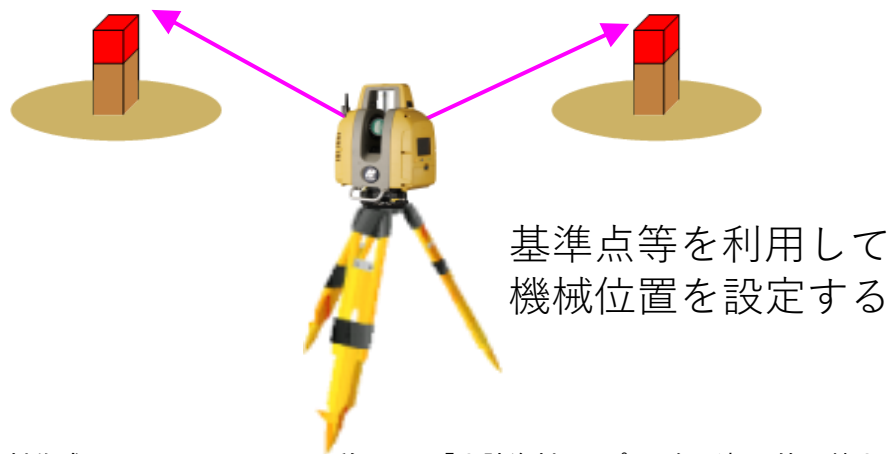
## ● TLSの設置方法の違いについて…

TLSは、

- ① TSなどの様に基準点と関連付けて、機械位置を決定する機種と
- ② 設置位置は問わないで、水平に設置する機種がある。

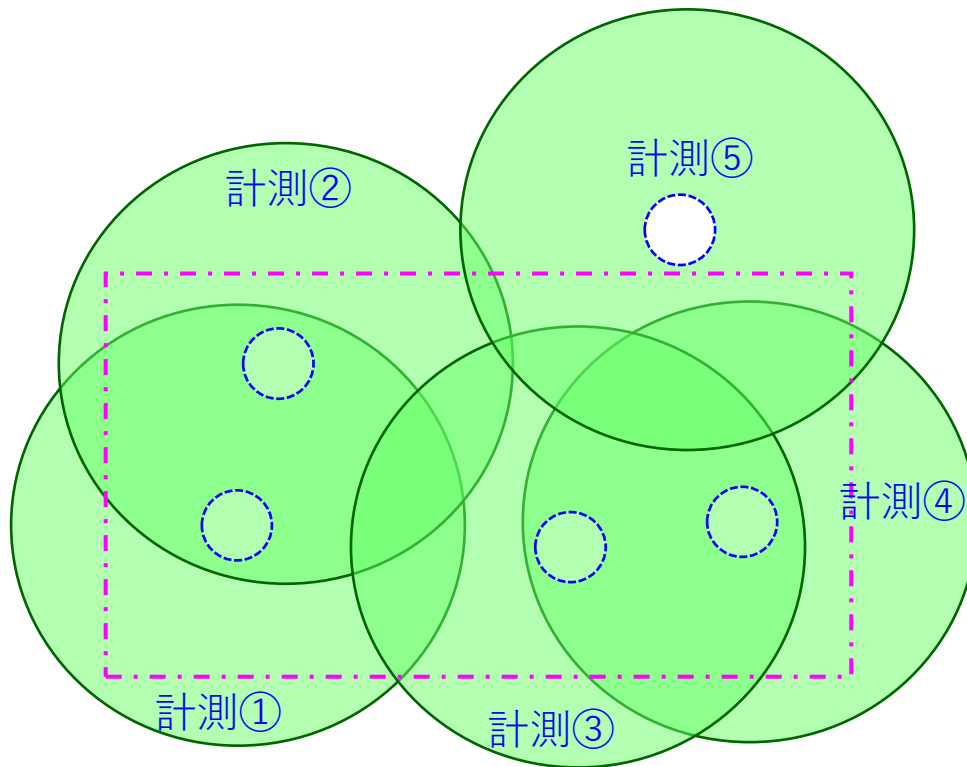
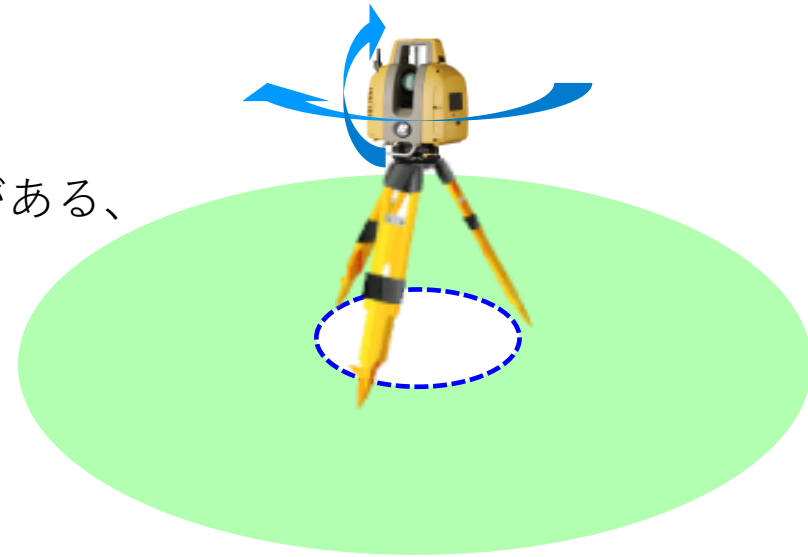
- ① 方式の場合は、自己位置が決定しているので、計測点群に自己位置と関連付けられたデータが取得できる
- ② 方式の場合は、計測範囲に3次元座標を関連付けたターゲットを設置しこの座標と関連付けた点群データを取得する

※ なお、①方式の場合にあっても、複数個所からの計測を複合する場合には、複合的な計測範囲にターゲットを設置することとされている。



## ● 自己位置の計測

TLSは、自己位置の真下を計測できないため、自己位置のデータが必要となる場合には、別の場所から重複するように計測する必要がある、



計測対象範囲

TLS計測範囲

TLS設置箇所

# 出来形管理と検査

# 出来形管理と検査

## ●出来形管理資料作成

3次元出来形形状データと3次元設計データとを比較して、出来形を確認すると共に、出来形管理資料を作成する。

出来形管理資料は、PDF形式の資料または 3次元ビューワを作成する

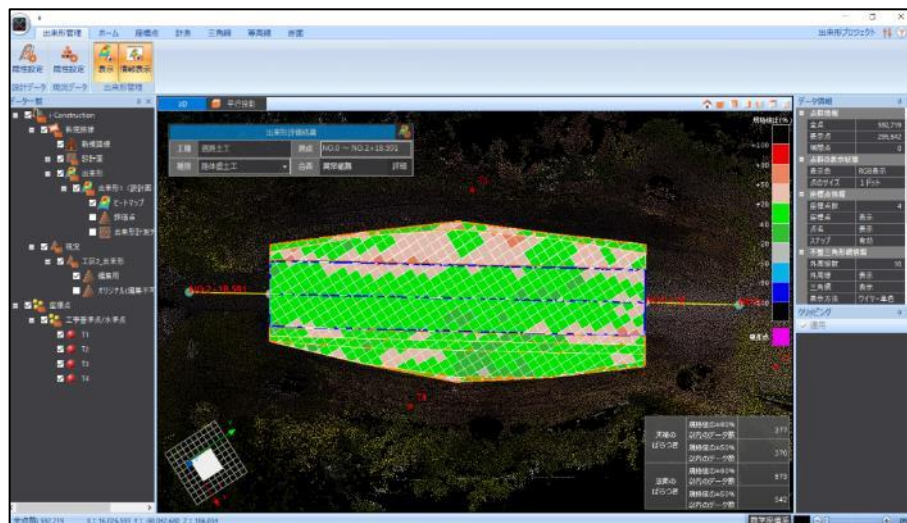
計測結果の“点群”密度は、1点当り  $0.01\text{m}^2$  ( $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ )  
 帳票作成時は“出来形評価用データ”を  
 1点当り  $1\text{m}^2$  ( $1\text{m} \times 1\text{m}$ )に調整する

様式-31-2 出来形合否判定総括表

工程: 道路土工 測点: No.1~No.3  
 種別: 盛土 合否判定結果: 異常発生

測定項目		規格値	判定	測点
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm	異常発生
	最大値(差)	52mm	±100mm	
	最小値(差)	-62mm	±100mm	異常発生
	データ数	1000	1点/㎡以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000㎡		
異常点数	0	0.3%未満 (3点以下)	異常発生	
法面 標高較差	平均値	7mm	±30mm	
	最大値(差)	93mm	±140mm	
	最小値(差)	-90mm	±140mm	
	データ数	1700	1点/㎡以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700㎡		
異常点数	0	0.3%未満 (5点以下)		

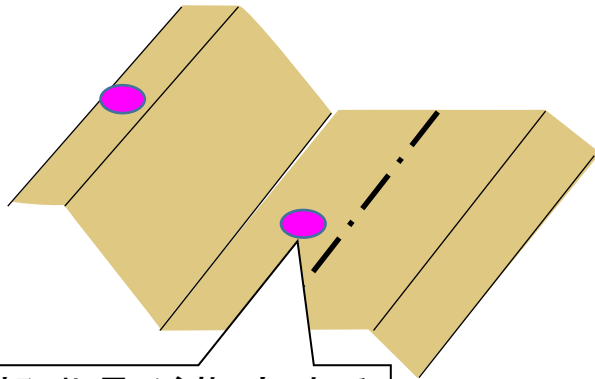
PDF データ



3次元ビューワデータ

# 出来形管理と検査

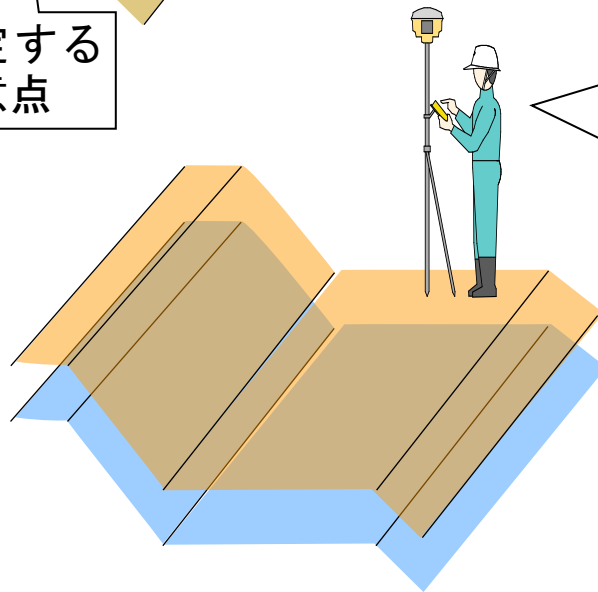
3次元設計データを搭載したTS、GNSSの面測量を実施して設計値と計測値との高低差が基準値以内であることを確認する。



監督職員が指定する  
平場、天端の任意点



TS、またはGNSSローバーによる計測



3次元設計データが  
搭載されているので、  
計測と同時に設計面  
との比較結果が表示  
される。



計測結果が  
規格値内  
であることを確  
認する。

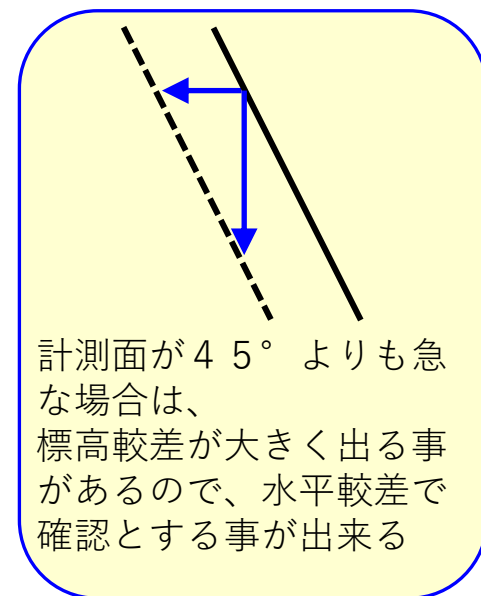


U A V 空中写真測量出来形管理監督・検査要領から抜粋

## 6-2 出来形計測に係わる実地検査

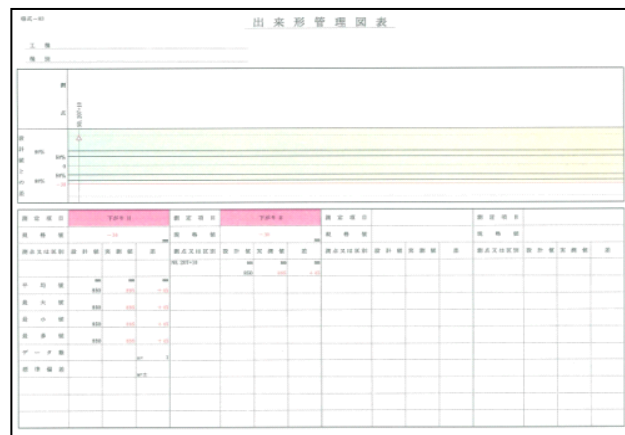
検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用 T S 等を用いて、現地で自らが指定した箇所<sub>の出来形計測</sub>を行い、3次元設計データの設計面と実測値との標高差が規格値内であるかを検査する。

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
河川土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1 工事につき 1 断面
道路土工	検査職員が指定する平場上あるいは天端上の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1 工事につき 1 断面

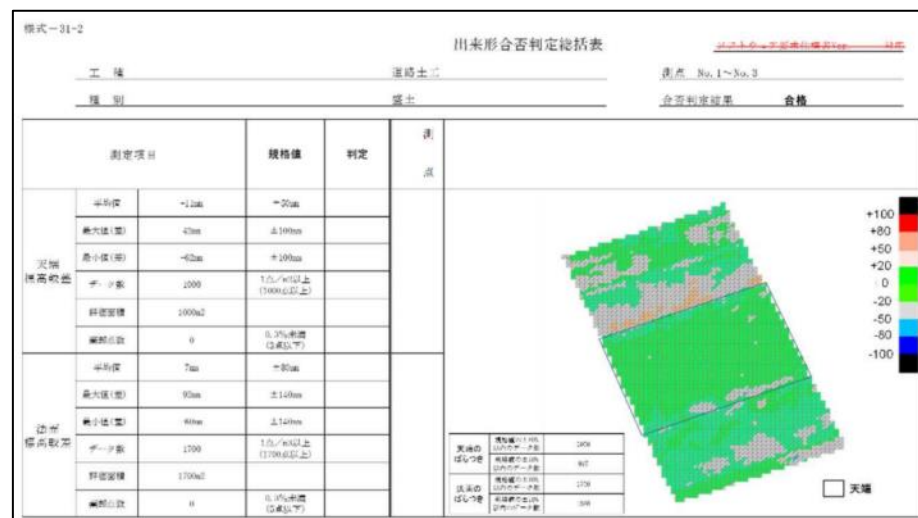


# 出来形管理と検査

従来管理では  
設計値、管理値等の表記を基に、  
現地で確認したい場所（断面）  
を決める事が出来るが、



ICT施工の管理では（通常では）  
帳票（ヒートマップ）の中から、  
現地で確認したい場所を  
正確に求めることは出来ない。  
ヒートマップのメッシュでは、  
測点や線形に係る位置情報は  
確認できない。

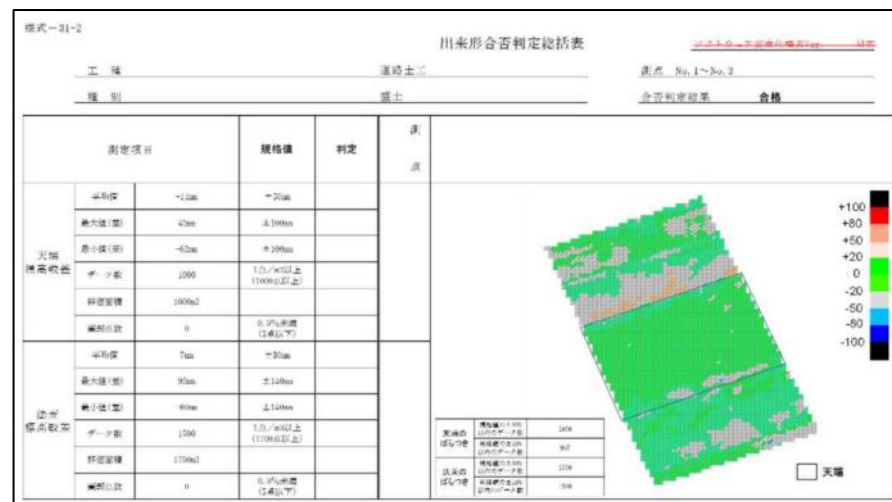
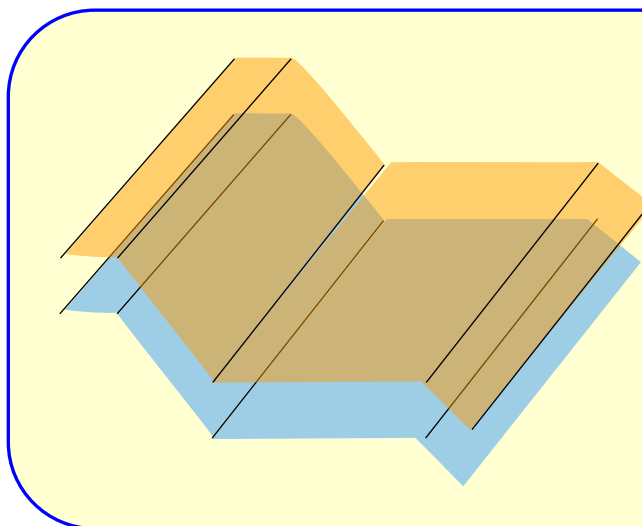


# 出来形管理と検査

ICT施工の出来形管理において  
現地で確認（検査）する内容は  
平場上あるいは天端上の“平坦”な面  
の設計面との標高較差のみ

幅や長さに関する項目は検査対象外  
道路幅員も検査対象外

3Dビューワデータで確認が可能

ヒートマップは、  
出来形管理計測結果と  
3次元設計データを重ねて  
その較差を表わしているので、  
較差が規格値内であれば、  
位置、幅、長さについても  
特に問題ないと判断できる。

# 出来形管理と検査

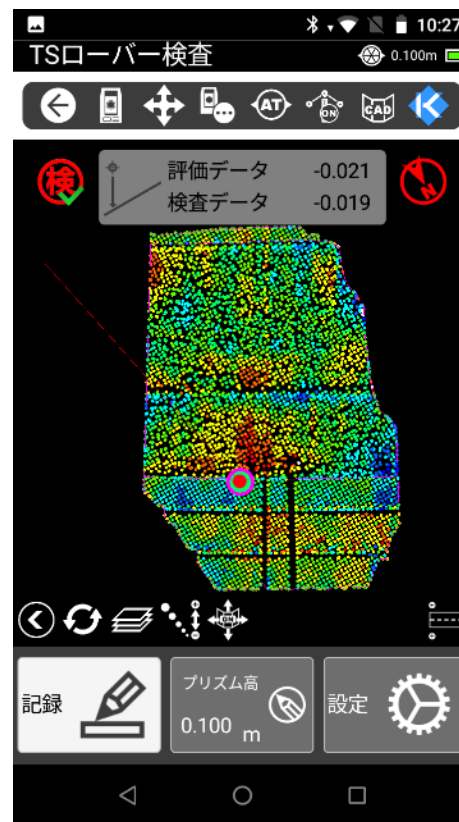
## 計測時の例

出来形計測に係る実地検査は、検査職員が指定する任意の箇所にて、GNSSローバーまたはトータルステーションなどにて3次元設計データの設計面と実測値との標高較差を1工事1断面確認する。

計測時の表示例(福井コンピュータ株)



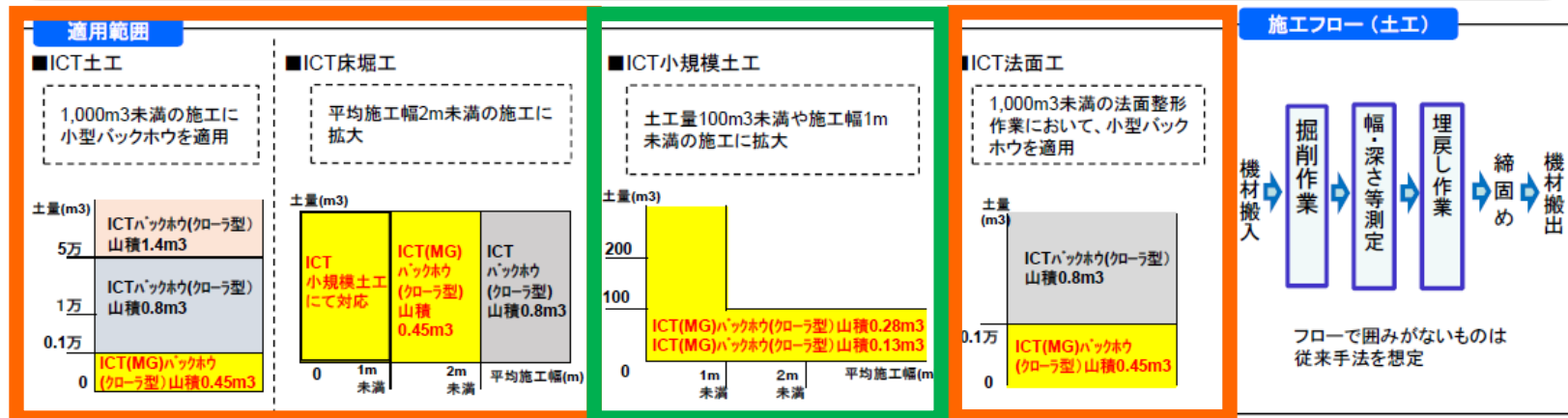
計測時の表示例(株建設システム)



# ICT小規模土工

## ICT土工(小規模施工)・床掘工・小規模土工・法面工 [新規] 国土交通省

- 中小建設業が施工する現場は比較的小規模な現場が多いため、小規模な現場に対応したICT施工の導入が求められている。
- 都市部や市街地などの狭小現場でも小型のマシンガイダンス(MG)技術搭載バックホウを使うことでICT施工を可能とするICT実施要領等を策定。
- ICT施工により、丁張作業を行うことなく作業が行えるため、土工作业全体の迅速化、現場の補助員削減による安全性の向上等が期待できる。
- ICT土工・床掘工・小規模土工・法面工における出来形管理は、衛星測位(RTKGNSS)やトータルステーション(TS)等を活用した断面管理を標準とし、市販のモバイル端末を活用した面管理も活用可能とする。



- 機械施工に小型MGバックホウを活用
- 現場状況により施工方法を選択

GNSSを活用した小型MGバックホウ



自動追尾型TS等を活用した小型MGバックホウ



- 出来形・出来高計測はRTKGNSSやTS等による断面管理を標準
- 面管理を行う場合はTLSなどの従来面管理手法に加え、モバイル端末を活用可能





別紙－ 3 1

## ICT活用工事（土工 1000m<sup>3</sup> 未満）積算要領

### 1. 適用範囲

本資料は、以下に示す土工量 1000m<sup>3</sup> 未満の ICTによる土工（以下、土工（ICT）（1000m<sup>3</sup> 未満））に適用する。

### 2. 機械経費

#### 2-1 機械経費

土工（ICT）（1000m<sup>3</sup> 未満）の積算で使用する ICT 建設機械の機械経費は、以下のとおりとする。

なお、損料については、最新の「建設機械等損料算定表」、土木工事標準積算基準書の「第 2 章 工事費の積算」①直接工事費により算定するものとする。

#### ① 土工 1000m<sup>3</sup> 未満（ICT）

ICT建設機械名	規格	機械経費	備考
バックホウ (クローラ型)	後方超小旋回型・超低騒音型 排出ガス対策型 (第 3 次基準値)、 山積 0.45m <sup>3</sup> (平積 0.35m <sup>3</sup> )	損料にて計上	ICT 建設機械経費加 算額は別途計上

※ 2-1 機械経費のうち、損料にて計上する ICT 施工対応型の機械経費には、地上の基準局・管理局以外の賃貸費用が含まれている。



# ICT小規模土工 (小規模土工 100m<sup>3</sup> 未満)

## 2. 機械経費

### 2-1 機械経費

小規模土工（ICT）の積算で使用する ICT 建設機械の機械経費は、以下のとおりとする。  
 なお、損料については、最新の「建設機械等損料算定表」、土木工事標準積算基準書の「第2章 工事費の積算」①直接工事費により算定するものとする。

#### ① 小規模土工（ICT）

作業の種類	作業の内容	機 械 名	規 格	摘 要
掘削積込 積込み	標準	バックホウ (クローラ型)	標準型・排出ガス対策型(第2次基準値) 山積0.28m <sup>3</sup> (平積0.2m <sup>3</sup> )	
	上記以外	小型バックホウ (クローラ型)	標準型・排出ガス対策型(第2次基準値) 山積0.13m <sup>3</sup> (平積0.1m <sup>3</sup> )	
舗装版破碎積込	—	小型バックホウ (クローラ型)	標準型・排出ガス対策型(第2次基準値) 山積0.13m <sup>3</sup> (平積0.1m <sup>3</sup> )	
床掘り	—	バックホウ (クローラ型)	後方超小旋回型・ 排出ガス対策型(第2次基準値) 山積0.28m <sup>3</sup> (平積0.2m <sup>3</sup> )	
埋戻し	—	バックホウ (クローラ型)	後方超小旋回型・ 排出ガス対策型(第2次基準値) 山積0.28m <sup>3</sup> (平積0.2m <sup>3</sup> )	はねつけ
		タンパ及びランマ	質量60~80kg	締固め
運搬	—	ダンプトラック	オンロード・ディーゼル 4t積級	バックホウ山積0.28m <sup>3</sup> (平積0.2m <sup>3</sup> )の場合
		ダンプトラック	オンロード・ディーゼル 2t積級	山積 0.13m <sup>3</sup> (平積0.1m <sup>3</sup> )の場合

(注) 作業の内容における上記以外とは、構造物及び建造物等の障害物により施工条件が制限されるような  
 狭隘な箇所及び1箇所当りの施工土量が50m<sup>3</sup>以下の箇所とする

## 令和4年度 i-Construction JCMA共通資料－5

資料作成：一般社団法人日本建設機械施工協会(JCMA)  
情報化施工委員会 i-Construction普及ワーキング  
(共通資料作成サブワーキング)

本資料の二次使用、データの配布、コンテンツのコピー等をご遠慮ください  
利用に際しては、JCMA担当部署の許諾を必要とします