

i-Constructionのいろは



椎葉 祐士
一般社団法人

日本建設機械施工協会

施工技術総合研究所

施工技術総合研究所

富士山

主なテーマ

【土木技術】

- 高速道路等のような大型事業にかかわる施工技術の研究
- 橋梁やトンネルなどの維持補修技術の研究
- 最新のICTを活用した情報化施工, i-Construction等の研究

【機械技術】

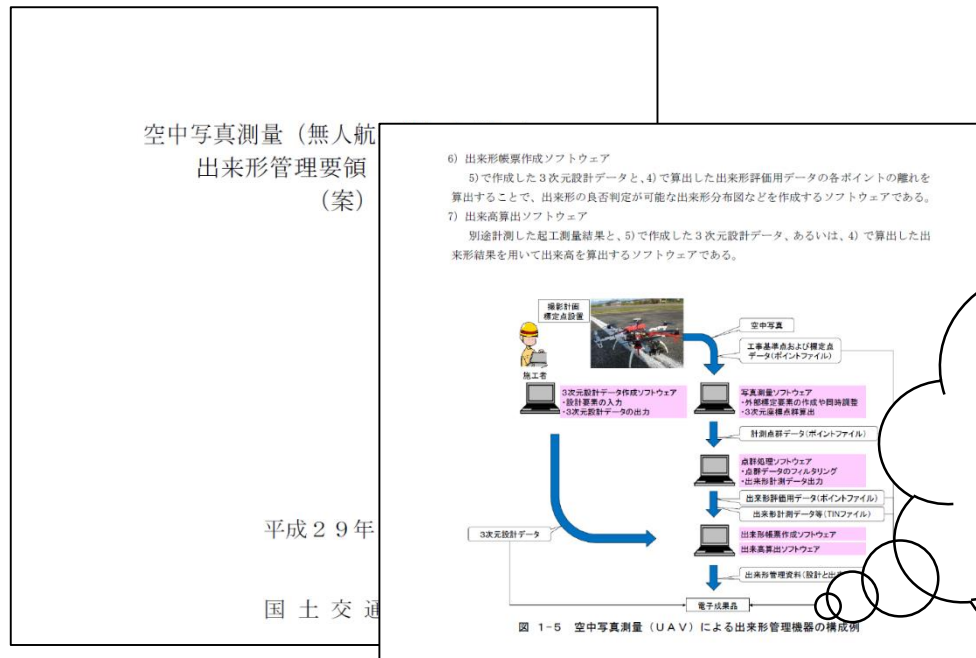
- 振動・騒音などの環境影響要因の評価や計測技術の研究
- 公共物の維持管理するための特殊な機械類の研究開発

当研究所

①i-Constructionの普及支援

- ICTの合理的な利用方法や利用条件を整理した施工管理要領、監督・検査要領の提案
- 策定された新要領を現場の試行工事等に適用し、その有効性について現場確認・適用性を評価

技術基準類の作成



国土交通省HPにて公開

技術基準類の素案作成

②i-Constructionに関する人材育成

- i-Constructionの普及・導入に向けて、要領や技術を解説するテキストの作成や講師の育成
- 所内施設やICTの実機を用いた実習

人材育成



テキスト作成



講師の育成

実機による研修



実機による実習



実習用のフィールド(構内)

1. ICT活用工事とは
2. ICT土工の実施内容と事例紹介
3. 監督・検査の実施事項
4. ICT活用のポイント

1. ICT活用工事とは

1. i-Constructionの目指すところ

平成27年11月 石井国土交通大臣記者発表
→「i-Construction」で建設生産革命

平成28年4月 i-Construction委員会 報告書発表
→i-Construction～建設現場の生産性革命～

平成28年9月 安倍総理 未来投資会議の開催
→建設現場の生産性を2025年までに**20%向上**を目指す
→3年以内に測量にドローンを投入し、施工、検査に至る建設プロセス全体に3次元データでつなぐ手法を導入

社会的な背景

- 労働力過剰を背景とした生産性の低迷
- 労働力過剰時代から労働力不足時代への変化
- 安定的な経営環境

3K
きつい
汚い
危険

新3K
給料
休日
希望

目的は、技術導入ではなく生産性向上。
利用できる技術をフル活用する。

1. 国土交通省のICT活用工事の動向と関連基準類

i-Constructionの取り組みは、ICTの全面的活用、規格の標準化、施工時期の平準化の3本柱。ICTの全面的活用の取り組みは、H28年度にICT活用工事(土工)、H29年度にICT活用工事(舗装工)、浚渫工(港湾工事)が導入され、H30年度よりICT活用工事(浚渫工(河川))が導入されている。

ICTの全面的活用

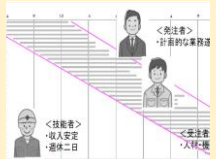


ICT活用の環境整備が整備

コンクリート工の規格
標準化など全体最適の導入



施工時期の平準化



平成28年3月 ICT土工関連基準類発表
→15の基準類

平成29年3月 ICT土工関連基準類改訂
→7の基準類の改訂
→12の基準類の新設・改訂

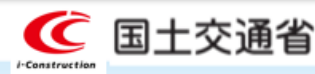
平成29年3月 ICT舗装関連基準類発表
→10の基準類

平成30年3月 ICT浚渫(河川)関連基準類発表
→9の基準類の新設・改訂

平成30年3月 ICT土工・舗装関連基準類改訂
→22の基準類の改訂

1. 国土交通省のICT活用工事の動向と関連基準類

ICT活用工事の実施状況



- H29年度直轄工事においては、ICT土工についてH28年度に比べて4割増の815件を実施
- 都道府県・政令市においては、ICT土工についてH28年度に比べて大幅に増加し、約300件を実施

ICT施工実施状況

単位: 件

工種	平成28年度		平成29年度	
	公告件数	うちICT実施	公告件数	うち、ICT実施
土工	1, 625	584 36%	1, 952	815 42%
舗装工	—	—	201	79 39%
浚渫工	—	—	28	24 86%

都道府県・政令市におけるICT土工実施状況

単位: 件

	平成28年度	平成29年度	
	ICT実施件数	公告件数	うち、ICT実施
土工	約80	約870	約300

1. ICT活用工事の主なポイント

ICT活用工事(土工)・・・ICTで何が変わる？

- ・契約図書が変わる

(2次元図面→3次元設計データ)

- ・施工が変わる

(丁張を目安にした施工→3次元設計データを活用したICT建機による施工)

- ・測量が変わる

(契約断面上の寸法等の管理→3次元計測データを活用した面的な管理)

- ・基準が変わる

(ICT技術に沿った技術基準類の整備)

参考：国土交通省 ICT活用工事要領関係

	工種	対象	要領
1	全体	全体	ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針
2	全体	全体	工事完成図書の電子納品要領
3	全体	全体	地方整備局土木工事検査技術基準（案）
4	全体	全体	既済部分検査技術基準（案）
5	全体	出来形管理	土木工事施工管理基準（案）（出来形管理基準及び規格値）
6	全体	出来形管理	土木工事共通仕様書 施工管理関係書類（帳票：出来形合否判定総括表）
7	全体	出来高管理	土木工事数量算出要領（案）
8	土工	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の監督・検査要領（土工編）（案）
9	土工	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要領（土工編）（案）
10	土工	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の監督・検査要領（土工編）（案）
11	土工	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要領（土工編）（案）
12	土工	出来形管理	無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督検査要領（土工編）（案）
13	土工	出来形管理	無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
14	土工	出来形管理	TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
15	土工	出来形管理	TS等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
16	土工	出来形管理	TS（ノンプリ）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
17	土工	出来形管理	TS（ノンプリ）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
18	土工	出来形管理	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
19	土工	出来形管理	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）

国土交通省ICTの全面的な活用

http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html

参考：国土交通省 ICT活用工事要領関係

	工種	対象	要領
20	土工	出来形管理	R T K-G N S Sを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）
21	土工	出来形管理	R T K-G N S Sを用いた出来形管理要領（土工編）（案）（案）
22	土工	出来高管理	施工履歴データによる土工の出来高算出要領（案）
23	土工	出来高管理	ステレオ写真測量（地上移動体）を用いた土工の出来高算出要領（案）
24	土工	品質管理	T S・G N S Sを用いた盛土の締固め管理監督検査要領（案）
25	土工	品質管理	T S・G N S Sを用いた盛土の締固め管理要領（案）
26	舗装工事	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の監督・検査要領（舗装工事編）（案）
27	舗装工事	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要領（舗装工事編）（案）
28	舗装工事	出来形管理	T S等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）
29	舗装工事	出来形管理	T S等光波方式を用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）
30	舗装工事	出来形管理	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）
31	舗装工事	出来形管理	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）
32	舗装工事	出来形管理	T S（ノンプリ）を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）
33	舗装工事	出来形管理	T S（ノンプリ）を用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）
34	河川浚渫工事	出来形管理	音響測深機器を用いた出来形管理の監督検査要領（河川浚渫工事編）（案）
35	河川浚渫工事	出来形管理	音響測深機器を用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）
36	河川浚渫工事	出来形管理	施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）
37	河川浚渫工事	出来形管理	施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）

国土交通省ICTの全面的な活用

http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html

参考：国土交通省 ICT活用工事要領関係

	工種	対象	要領
1	全体	全体	ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針
2	全体	全体	工事完成図書の電子納品要領
3	全体	全体	地方整備局土木工事検査技術基準（案）
4	全体	全体	既済部分検査技術基準（案）
5	全体	出来形管理	土木工事施工管理基準（案）（出来形管理基準及び規格値）
6	全体	出来形管理	土木工事共通仕様書 施工管理関係書類（帳票：出来形合否判定総括表）
7	全体	出来高管理	土木工事数量算出要領（案）
8	土工	出来形管理	無人航空機を用いた空中写真測量
9			
10			地上型レーザースキャナー
11			
12			無人航空機搭載型レーザースキャナー
13			
14			トータルステーション等光波方式
15			
16			トータルステーション（ノンプリズム方式）
17			
18			地上移動体搭載型レーザースキャナー
19			

参考：国土交通省 ICT活用工事要領関係

工種	対象	要領
土工	出来形管理	RTK－GNSS
		ICT建機の施工履歴データ
	出来高管理	ステレオ写真
		品質管理
舗装工事	出来形管理	TS・RTK－GNSSの締固め回数管理
		地上型レーザースキャナー
		トータルステーション等光波方式
		地上移動体搭載型レーザースキャナー
		トータルステーション(ノンプリズム方式)
河川浚渫工事	出来形管理	音響測深機器
		IC建機の施工履歴データ

参考:ICT活用工事 適用工種

土工



盛土工

舗装工事



アスファルト舗装

河川浚渫工事



バックホウ浚渫船



掘削工



コンクリート舗装

参考:ICT活用工事 適用技術

地上型レーザースキャナー



無人航空機を用いた空中写真測量



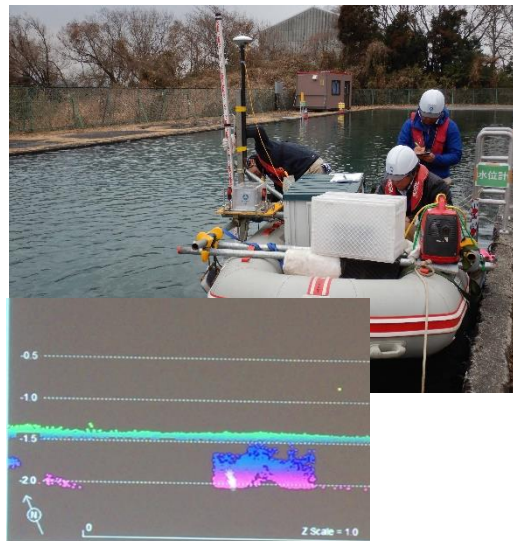
無人航空機搭載型レーザースキャナー



地上移動体搭載型レーザースキャナー



音響測深機器



IC建機の施工履歴データ



上記の他、TS、TS(ノンプリズム方式)、TS等光波方式、RTK-GNSS、ステレオ写真測量がある

地上移動体搭載型レーザースキャナー



手押車型 地上移動体搭載型レーザースキャナー

施工履歴データによる出来形管理



2. ICT土工の実施内容と事例紹介

2.1 ICT活用工事(土工)の流れ

3次元起工測量



3次元設計データ作成



ICT建設機械による施工



3次元出来形管理等の施工管理



3次元データの納品と検査

UAV写真測量
レーザスキャナ
を活用した
3D現況測量

発注図書(図面)から
3D設計データ
を作成する

3Dマシンコントロール
3Dマシンガイダンス
を利用した施工

UAV写真測量
レーザスキャナ
等を活用した
出来形管理計測

作成、利用した
3Dデータの納品

ポイント

- ・ 要求精度の規定
- ・ 点密度の規定
- ・ 計測プロセスの規定
- ・ 精度確認手法の規定

ポイント

- ・ 新たな出来形管理基準
- ・ 新たな出来形管理資料

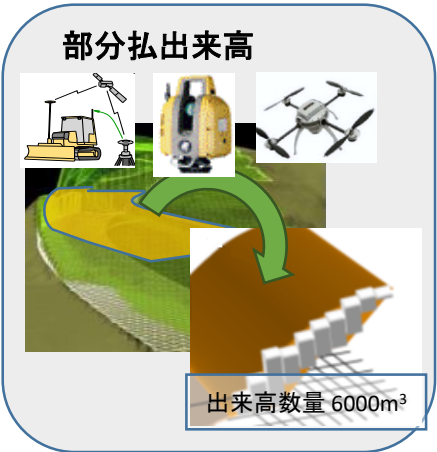
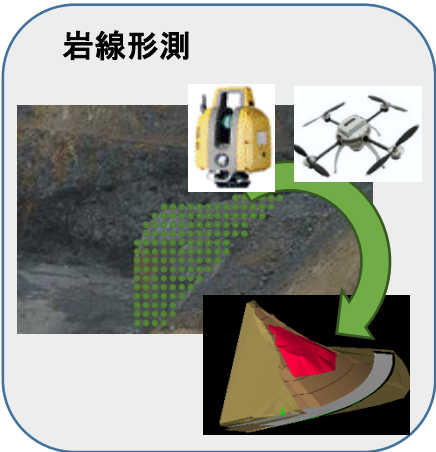
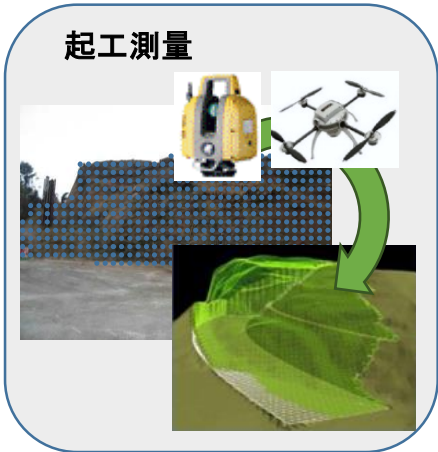
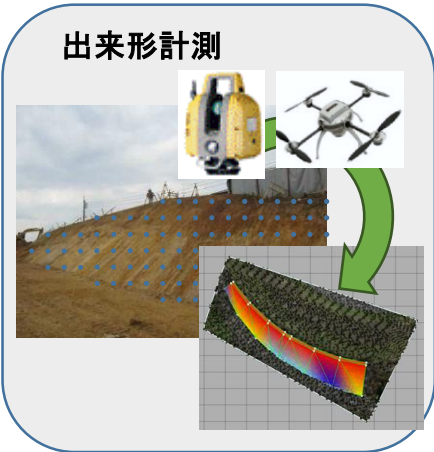
ポイント

- ・ 新たな納品形式
- ・ 書面確認事項
- ・ 実地検査の手法

2.2 ICT土工のポイント(計測機器の要求精度と点密度の規定)

- 利用場面ごとに要求される計測精度や計測する点密度が異なる。

工種別	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ) ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	±5cm以内	1cm/画素以内	±20mm以内	精度確認試験 の 測定距離以内	1点以上/1㎡ (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01㎡ (10cm×10cm) に 設定
起工測量	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	20cm以内	3cm/画素以内	20cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定



2.2 ICT土工のポイント(精度確認手法の規定)

- 監督職員は、受注者が実施した使用する計測機器の計測精度に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

精度確認試験結果報告書

(様式-2)

平成28年 6月22日

工事名：施工総研盛土工事

受注者名：株式会社 研三エフブチ

作成者：岩瀬 裕 印

カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書

・カメラキャリブレーションの実施記録

カメラキャリブレーション実施年月	平成28年 6月21日
作業機関名	株式会社 ○○
実施担当者	大分 太郎
使用するデジタルカメラ	メーカー：SONY 測定装置名称：ILCE-6000 SEL28F20 測定装置の製造番号：

・精度確認試験結果(概要)

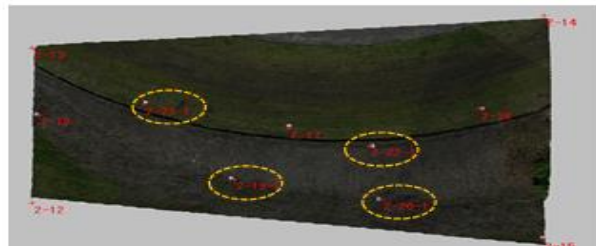
精度確認試験実施年月	平成28年 6月21日
作業機関名	株式会社 ○○
実施担当者	大分 太郎
測定条件	天候：曇り 気温：23℃
測定場所	施工技術総合研究所 施工総研盛土工事 Ⅰ区 1
検証機器(検証点を計測する測定機器)	TS：3級TS以上 □TOPCON GPT-9005A(級別2級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差 最大 1.6cm



計測方法：既知点orTSによる座標値計測

真値とする検証点の位置座標			
	X	Y	Z
1 点目(2-19-1)	16030.994	-88007.735	184.345
2 点目(2-20-1)	16025.336	-88016.561	183.771
3 点目(2-21-1)	16039.588	-88004.439	186.148
4 点目(2-22-1)	16029.847	-88017.446	185.980

② 空中写真測量(UAV)による計測結果



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(2-19-1)	16030.987	-88007.739	184.347
2 点目(2-20-1)	16025.333	-88016.567	183.787
3 点目(2-21-1)	16039.587	-88004.438	186.144
4 点目(2-22-1)	16029.850	-88017.448	185.990

③ 差の確認(測定精度)

空中写真測量による計測結果(X',Y',Z') — 真値とする検証点の座標値(X,Y,Z)

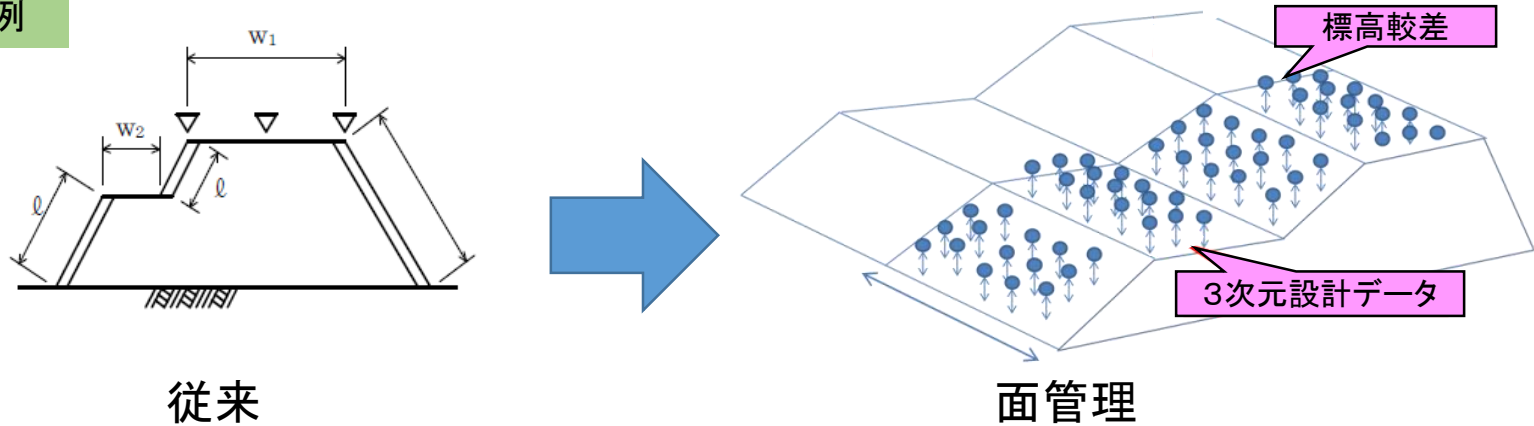
検証点の座標間較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1 点目(2-19-1)	-0.007	-0.004	0.002
2 点目(2-20-1)	-0.003	-0.006	0.016
3 点目(2-21-1)	-0.001	0.001	-0.004
4 点目(2-22-1)	0.003	-0.002	0.010

X成分(最大) — -0.007m (-0.7cm) 以内：合格(基準値5cm以内)
Y成分(最大) — -0.006m (-0.6cm) 以内：合格(基準値5cm以内)
Z成分(最大) — 0.016m (1.6cm) 以内：合格(基準値5cm以内)

2.2 ICT土工のポイント(新たな出来形管理基準)

- 点群データを用いた出来形管理基準と規格値が策定された。

道路土工の例

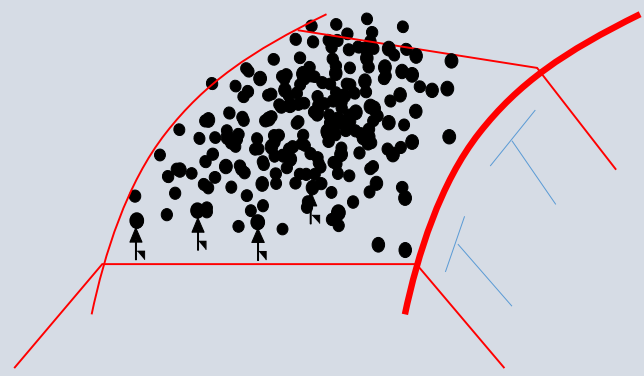


工種	測定箇所	測定項目	規格値(mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	水平または 標高較差	±70	±160		

2.2 ICT土工のポイント(出来形評価のデータ処理の流れ)

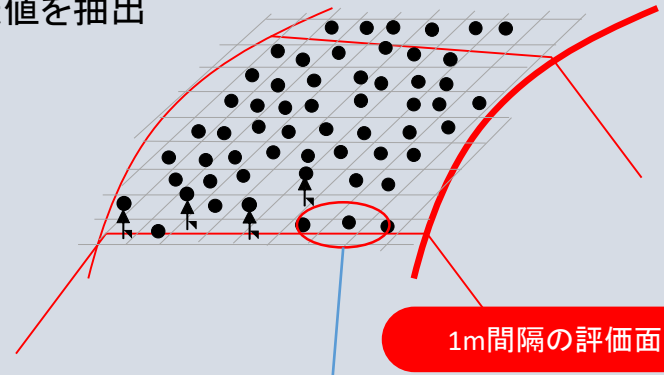
①計測結果(点群データ)

計測点から不要点を排除した点群データ

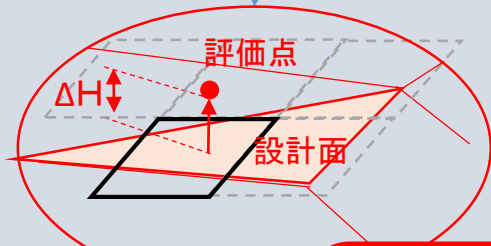


②出来形評価点の抽出

評価対象範囲(天端・法面)を設定し、評価範囲ごとの代表値を抽出



③設計面との対比



設計との標高較差の計算

評価面ごとの代表値と設計面(TIN)との高さの差(ΔH)を求める

④結果の表示

点毎の差を規格値と対比し、メッシュごとの色分けで表示

棄却した箇所

全体の出来形として表示

- 規格値の $\pm 50\%$ 以内
- 規格値の $\pm 80\%$ 以内
- 規格値の $\pm 100\%$ 以内

2.2 ICT土工のポイント(新たな出来形管理資料)

様式-31-2

出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

工 種

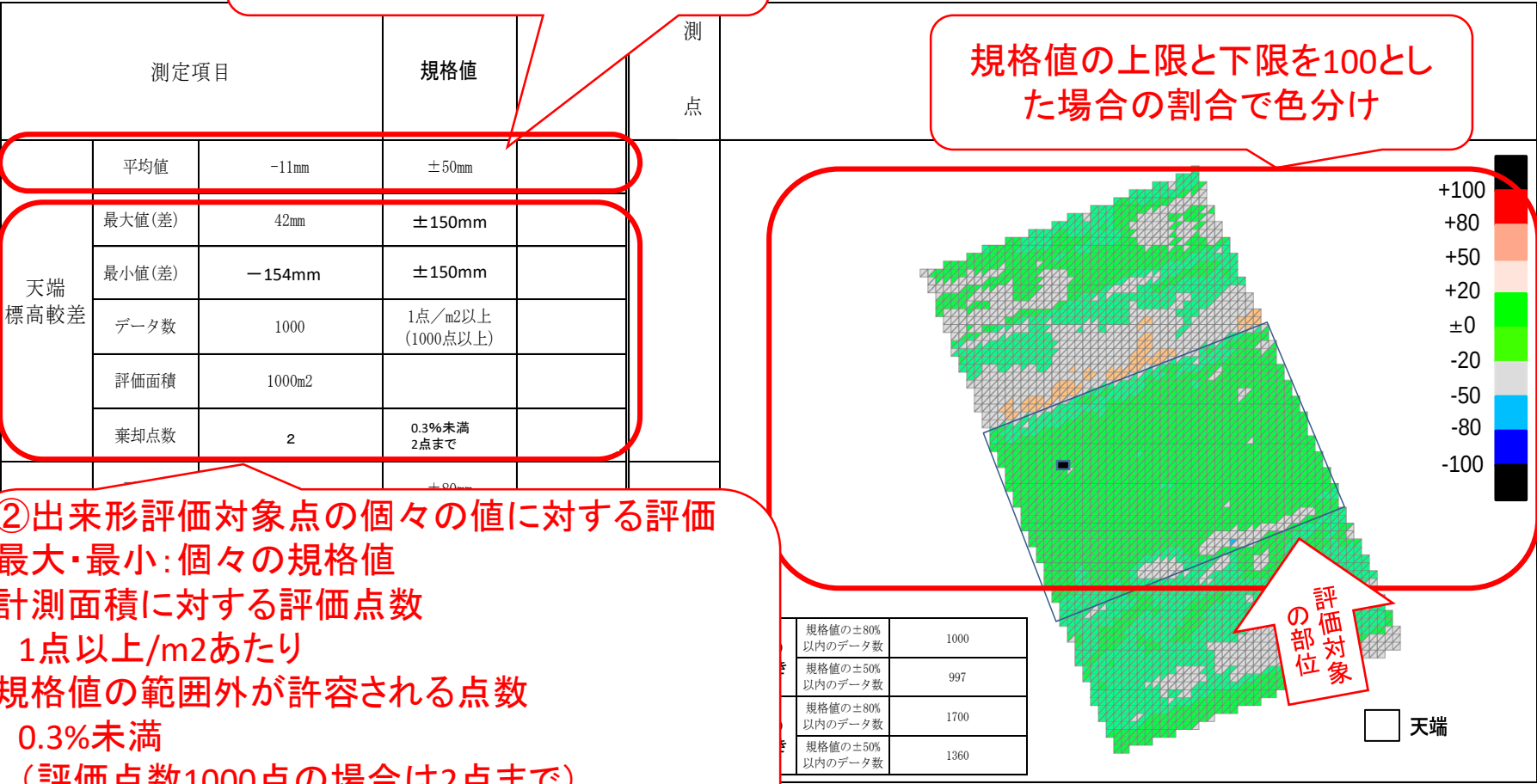
種 別

①出来形評価対象点の平均値
に対する評価

測 点

測点 No. 1～No. 3

合否判定結果 合格



2.2 ICT土工のポイント(実地検査の手法)

- 3次元データを活用した実地検査を実施する。
- 検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で自らが指定した箇所(1工事につき1断面)の出来形計測を行い、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ことを検査する。

表 ICT土工の検査頻度

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

工 種	計測箇所	確認内容	検査頻度
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

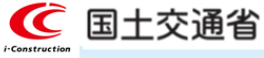
※計測は1断面当たり複数ポイント実施

検査職員による実地検査のイメージ

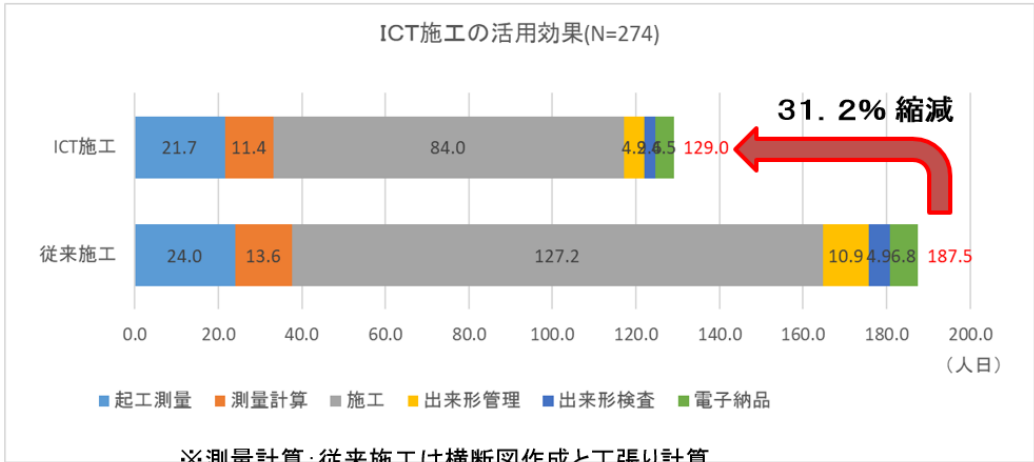


2.3 ICT土工の導入効果と課題

H29年度 ICT土工の活用効果調査(時間短縮)(N=274)



❑ 起工測量から工事完成まで土工にかかる一連の延べ作業時間について、平均31.2%の削減効果がみられた。



※測量計算: 従来施工は横断面図作成と丁張り計算、
ICT施工は3Dデータ作成し起工測量結果と統合

※施工: 従来施工は通常機械稼働日と丁張り作業、
ICT施工はICT機械稼働日と機器設定作業

- ICT 施工 平均日数129.0人日 (調査表より実績, H28年度は 88.5)
- 従来手法 平均日数187.5人日 (調査表より自社標準値, H28年度は123.3)
- 人日のべ時間 31.2%削減 (H28年度は28.3 % 削減)

※平均土量 38,471.9 m³ (H28年度は30,294m³) 出典: 国土交通省第7回ICT導入協議会資料

施工に係わる作業時間(平均)が約187.5人日から129人日に減少。
→ICT建機による繰り返し作業の低減や、施工段階の丁張設置数や出来形確認作業の低減に効果あり。

2.3 ICT土工の導入効果と課題 (ICT建機)

従来施工

設計図から丁張り設置



丁張りを目安に施工



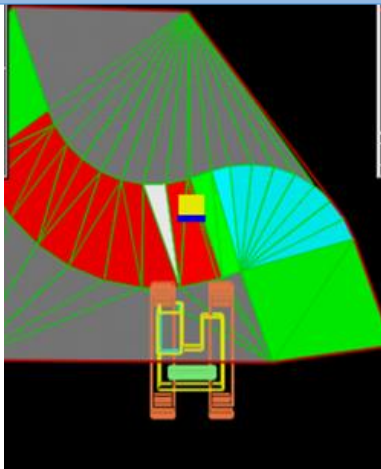
仕上がりは、オペレータの技量に依存



丁張りを目安に
目視確認

ICT施工

設計図を現場に再現



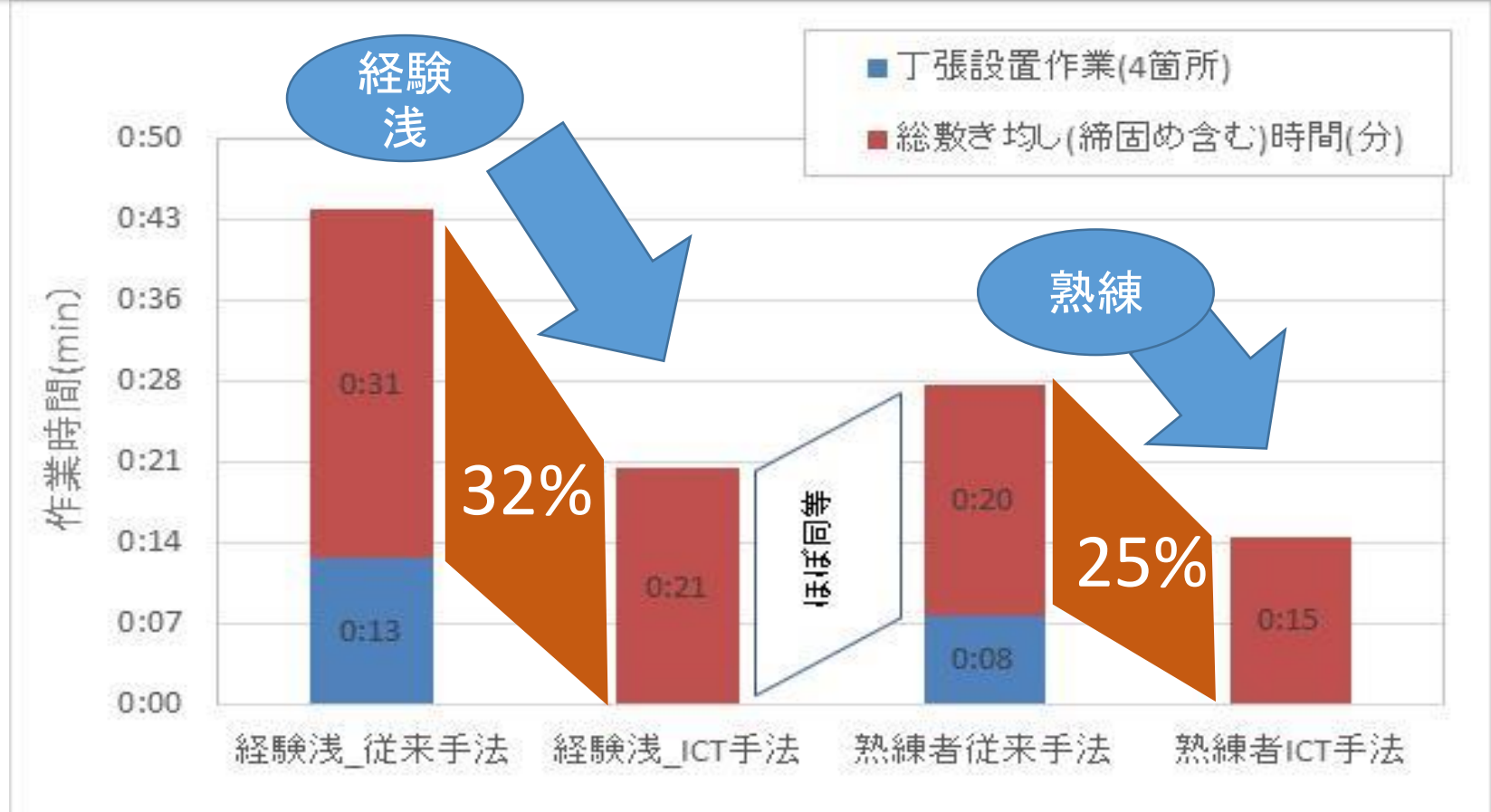
施工用丁張りが減少

オペレータに
バケット位置
を明示

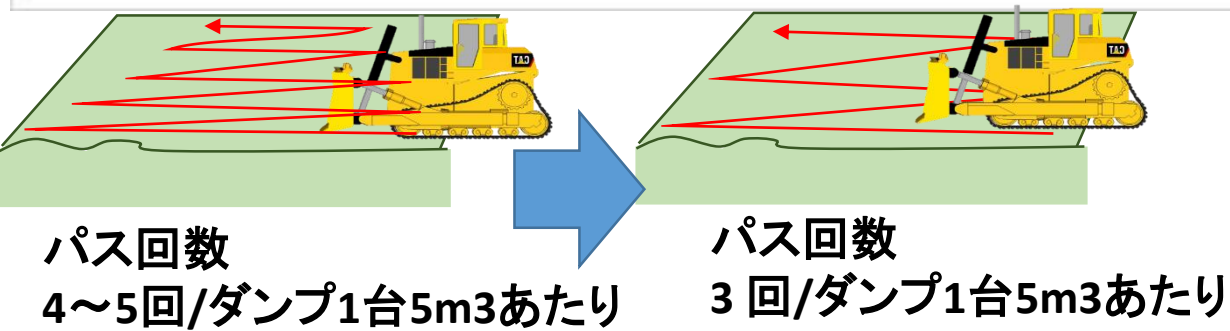
作業中に基準値内か判る



2.3 ICT土工の導入効果と課題 (ICT建機)



作業性(100m²(t=30)敷均し換算値)



検証条件	
オペレータ	経験の浅いオペレータによる施工(除雪作業で半年程度搭乗) 熟練したオペレータによる施工(なお、情報化施工技術を30日程度搭乗済)
使用機械	21t級(コマツ D65PX)
検証範囲	経験浅: 約60m ³ の検証ヤード(幅4m×延長50m×厚さ30cm) 熟練: 約54m ³ の検証ヤード(幅6m×延長30m×厚さ30cm)

2.3 ICT土工の導入効果と課題(3次元計測機器)

■効果

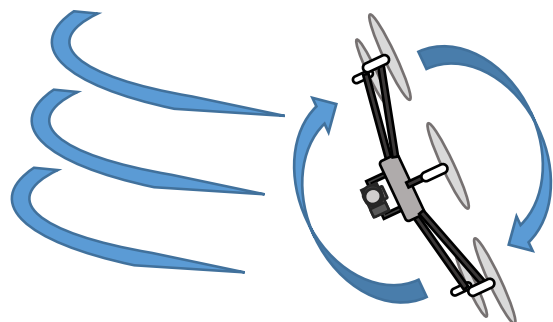
- 一度に**広範囲の計測が可能**であり、現場作業は、従来よりも早くできる。
- 起工測量では、詳細な地形形状が把握でき、**精緻な数量の把握や、隣接工区、民地との取り合いの検討が可能**

■課題

- TLSやUAV写真測量の結果は、データ処理を必要とするため、**即時に結果が出ない**場合がある。
- 段階確認などでは、後工程が控えていることや、複数回実施することもあり、計測作業時間やコストなど、**従来に比べて非効率になる場合**がある。
- 天候や現場条件によっては、計測ができない場合がある。

参考:計測上の留意点(UAV)

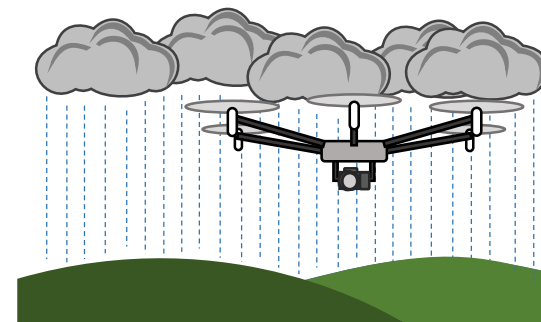
- ・ 水中部
- ・ 複数回の出来形立ち合いが必要な現場



強風・突風

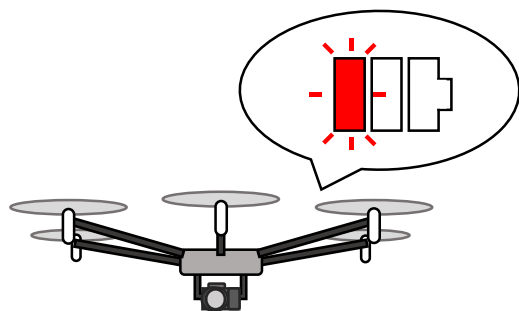


草、障害物

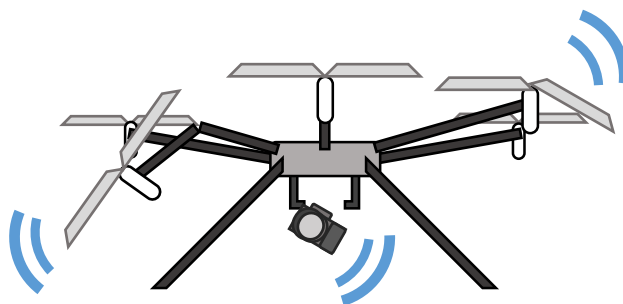


天候

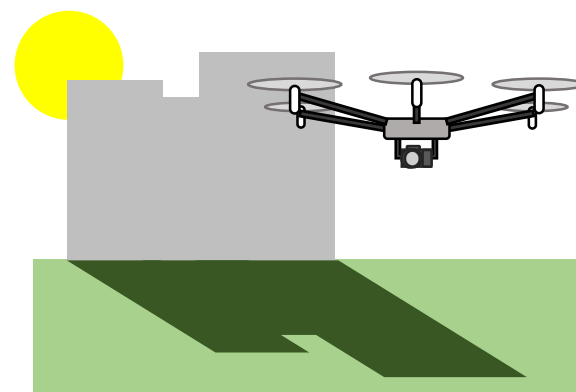
その他の留意事項



バッテリー残量



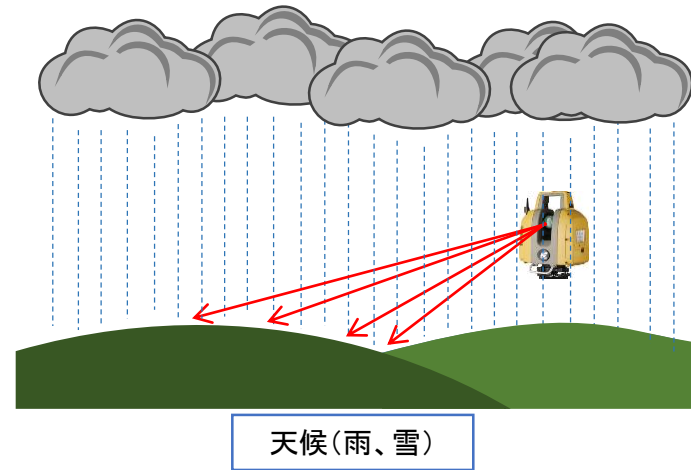
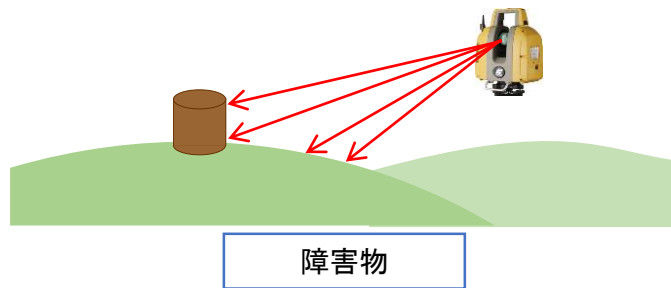
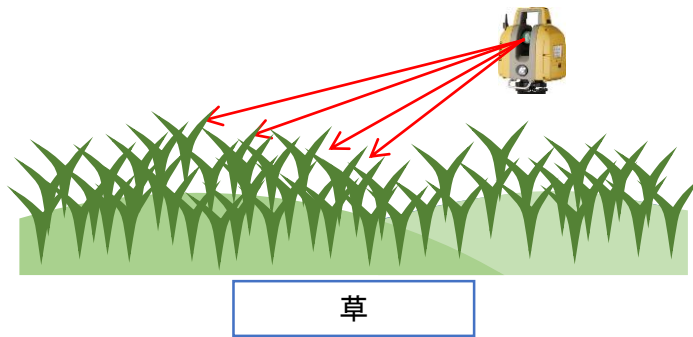
整備不良



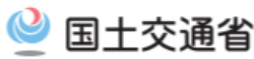
日陰、日差し

参考: 計測上の留意点 (TLS)

- 水中部
- 複数回の出来形立ち合いが必要な現場



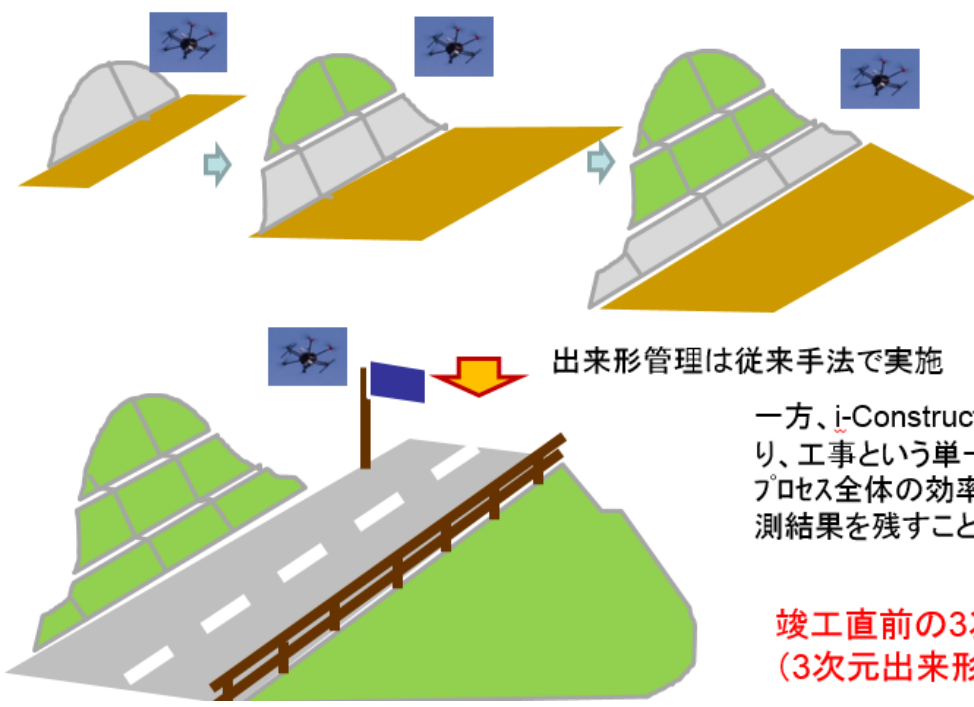
3次元計測が非効率な場合の対応



1-6: 基準類のカイゼン① カイゼン要望反映

□ ICT活用工事の必須要件(3次元出来形管理)の緩和

- 3次元出来形管理については、一度に広範囲の計測を短時間に実施することに生産性向上の面から優位性があるが、段取り次第では、3次元か従来手法かによらず、出来形管理を小ロットで行わざるを得ず、3次元出来形管理の優位性が発揮できない状況があった。
- このような場合、従前は3次元出来形管理が必須要件であったがために、優位性が無い状況においても実施しなければならなかったが、竣工直前の出来形計測(つまり出来形管理には用いない)を3次元計測で行い納品することを明示的に選択できるようにした。



例) 斜面を切り下げながら、法面処理を行う場合、掘削後すぐに法枠、あるいは植生等の施工に入ることから、1段ごとに面管理を行わざるを得なくなる。このような場合で、**従来のTS出来形管理**の方が**時間的にも**優位性がある場合が考えられる。

一方、i-Constructionの理念として、3次元データの流通により、工事という単一プロセスの効率化だけではなく、建設生産プロセス全体の効率化があり、竣工直前の3次元(出来形)計測結果を残すことそのものの優位性はある。

竣工直前の3次元出来形計測を行い、納品する。
(3次元出来形管理は免除)

小規模工事に対応する積算上の対応（ICT土工）



1-2:小規模土工等に対応する積算上の対応

- 従前は、契約数量全量について、数量総括表上「掘削（ICT）」という細別で積算
- 数量総括表上、ICT建機を用いない「掘削」と、全量ICT建機を用いる、「**掘削（ICT）【建機使用割合100%】**」に分割して積算。**2つの細別の土量の割合**を実態に合わせて精算

現状の対応

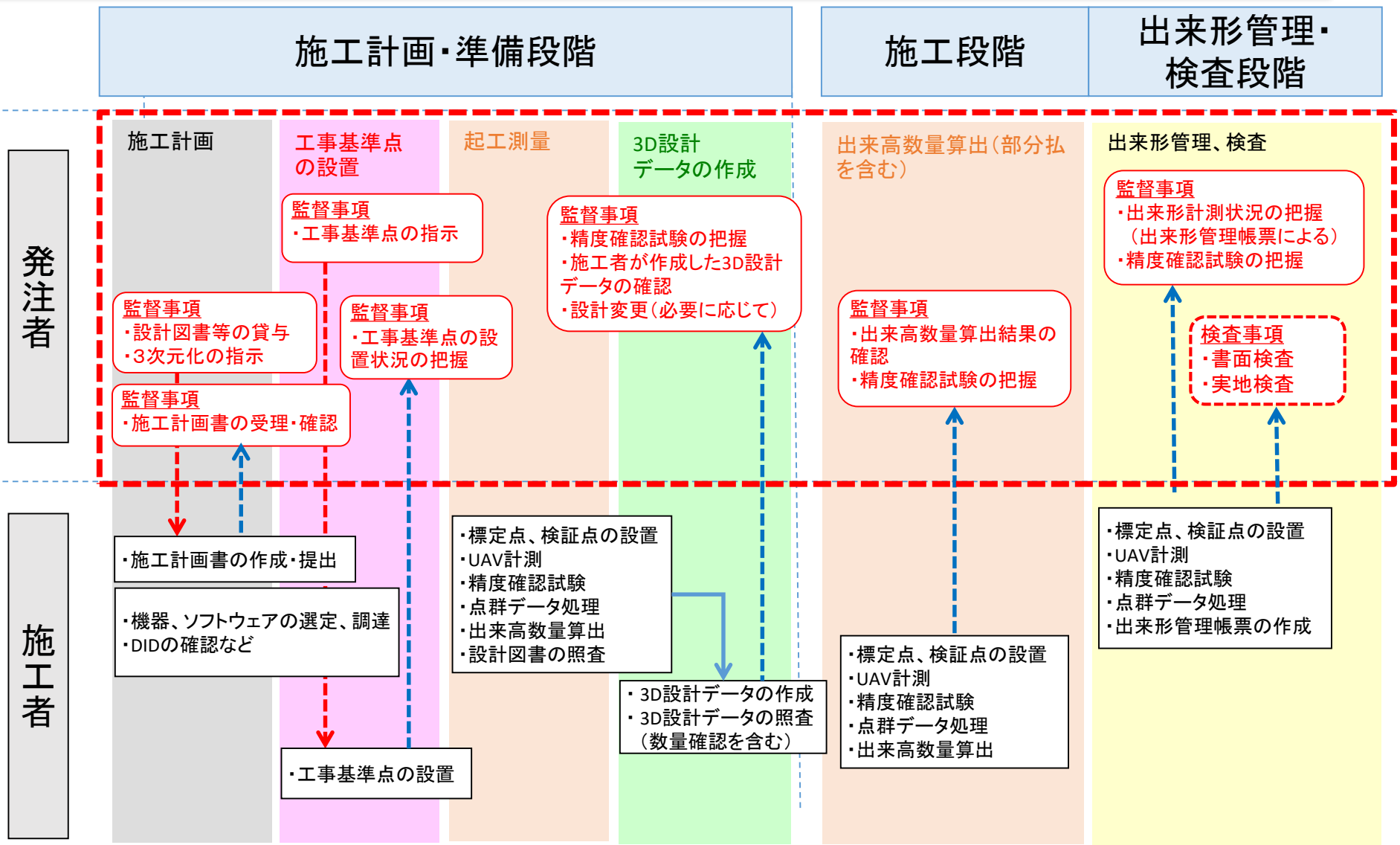
施工タイプ	積算	備考
通常施工	通常歩掛(通常建機100%)×施工土量	
ICT施工	ICT歩掛(ICT建機25%+通常建機75%)×施工土量	ICT建機の使用実績による精算変更なし

対応の変更 ※H30.2の発注工事から、精算対応を開始

施工タイプ	積算	備考
通常施工	通常歩掛(通常建機100%)×施工土量	
ICT施工	ICT歩掛(<u>ICT建機100%</u>)× <u>施工土量α</u> + 通常歩掛(通常建機100%)× <u>施工土量β</u>	αとβは実態(実績)に合わせて設定(精算)

3. 監督・検査の実施内容 ～UAVを用いた出来形管理～

3.1 ICT土工の面的な出来形管理の受発注者の実施項目



※詳細は、「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領」を参照のこと。

3.2 UAVを用いた出来形管理に関する発注者の実施項目

- ▶ UAV出来形管理を実施した場合の監督・検査方法は、従来と異なり、「**空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領**」に従って実施される。

監督職員の実施項目

- 1) 施工計画書の受理・記載事項の確認
 - 2) 基準点の指示
 - 3) **設計図書の3次元化の指示**
 - 4) 工事基準点(標定点)等の設置状況の把握
 - ※ SfMの利用によりカメラ位置を直接計測できる手法を併用する場合は標定点の設置は不要
 - 5) GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の把握
 - ※ 出来形計測以外でGNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置した場合
 - 6) **3次元設計データチェックシートの確認**
 - 7) **精度確認試験結果報告書の把握**
 - 8) 出来形管理状況の把握
- ※ 詳細は、「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領」を参照のこと。
 - ※ 赤字は、従来(TS出来形管理)と異なる箇所。

検査職員の実施項目

- 1) 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形計測に係わる書面検査
 - ・ 施工計画書の記載内容
 - ・ 設計図書の3次元化に係わる確認
 - ・ 工事基準点(標定点)等の測量結果等
 - ・ GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の確認
 - ※ 出来形計測以外でGNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置した場合
 - ・ 3次元設計データチェックシートの確認
 - ・ 精度確認試験結果報告書の確認
 - ・ 「出来形管理図表」の確認
 - ・ 品質管理及び出来形管理写真の確認
 - ・ 電子成果品の確認
- 2) **出来形計測に係わる実地検査**
 - ・ TS等を用い、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。
 - ※ 詳細は、「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領」を参照のこと。
 - ※ 赤字は、従来(TS出来形管理)と異なる箇所。
 - ※ TS等とは、施工管理データが搭載された出来形管理TS、3次元設計データが搭載されたTS、3次元設計データが搭載されたRTK-GNSS等を指す

3.3 施工計画書の受理・記載事項の確認

- UAVによる出来形管理を実施する工種について、下表の適用工種に該当していることを確認する。
- 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準等の確認規定に基づき記載されていることを確認する。
- 適用区域、計測範囲は打ち合わせ簿等の協議により定められた区域、範囲が設定されていることを確認する。

適用工種

編	章	節	工種
共通編	土工	道路土工	掘削工
			路体盛土工
			路床盛土工
		河川・海岸・砂防土工	掘削工
			盛土工

※上記は土木工事施工管理基準における分類

適用基準・規格

工種	測定箇所	測定項目	規格値 (mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平面	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、注4	
	法面(小段含む)	水平または標高較差	±70	±160		
盛土工	天端	標高較差	-50	-150	注1、注2、注3、注4	
	法面	4m以下	-50	-170		
	法面	4m以上	-60	-170		
	法面(小段含む)	4m以上	-60	-170		

※上記は河川土工の例

適用区域、計測範囲(記載例)

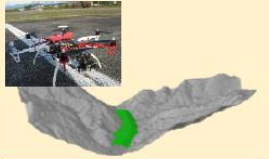
適用区域
 計測範囲

区分	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
施工状況	図面と の不一致	図面と現地と の不一致の写真	撮影毎に1回[発生時] 写真測量に使用したすべての画像 * ICONフォルダに格納

工程	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回[掘削中]	代表箇所 各1枚
	法長(法面)	撮影毎に1回[掘削後]	写真測量に使用したすべての画像 * ICONフォルダに格納
[道路] 路体盛土工 路床盛土工	巻出し厚	200mに1回[巻出し時]	代表箇所 各1枚
	締固め 状況	転圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]	
[河川] 盛土工	法長(法面) 幅(天端)	撮影毎に1回[施工後]	写真測量に使用したすべての画像 * ICONフォルダに格納

3.3 施工計画書の受理・記載事項の確認

- 使用機器・ソフトウェアの確認
 - UAV及びデジタルカメラ: 空中写真測量(UAV)のハードウェアとして有する計測精度が以下に示す性能と同等以上の計測性能や測定精度を有し、適正な保守点検が行われている機器であること。
 - 使用するソフトウェア: 空中写真測量(UAV)のソフトウェアが「空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理(土工編)」に規定した機能を有するものであること。

出来形管理を行う場合の計測性能・計測精度				ソフトウェア	
計測性能	地上画素寸法が1cm/画素以内			3次元設計データ作成ソフトウェア	メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書。 ソフトウェアのカタログ 空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理ソフトウェア UAV MASTER  空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理要領(土工編)に対応しています。
計測精度	±5cm以内			写真測量ソフトウェア	
UAV本体		デジタルカメラ		点群処理ソフトウェア	
保守点検	UAVの保守点検を実施したことを示す点検記録。製造元等による保守点検を1年に1回以上実施。	計測性能	メーカーカタログあるいは機器仕様書。要求性能を満たすか否かは撮影計画で確認する。	出来形帳票作成ソフトウェア	
		計測精度	精度確認試験結果の実施と提出時期。精度の判定は試験結果の提出時に確認。	出来高算出ソフトウェア	

画像ファイル形式	JPEG(DCF Ver.2.0、Exif Ver.2.3、MPF Baseline準拠)、RAW(ソニー)
記録画素数[3:2]	Lサイズ: 6000×4000(24M)、Mサイズ: 4240×2832(12M)、Sサイズ: 2448×1632(4M)
記録画素数[16:9]	Lサイズ: 6000×3376(20M)、Mサイズ: 4240×2400(10M)、Sサイズ: 2448×1360(3M)

この記載を確認

3.3 施工計画書の受理・記載事項の確認

▶ 撮影計画①

- 当該現場の飛行許可申請の必要性の確認されているか、必要な場合は許可・承認書の有無

飛行予定区域の確認結果例

無人航空機の飛行の許可が必要となる空域
(以下の3項目のいずれかに該当する場合は申請が必要)

1	空港などの周辺(進入表面等)の上空領域	該当なし
2	150m以上の高さの空域	該当なし
3	人口集中地区(DID地区)の上空	該当なし

図 静岡県富士市 DID地区と空港上空区域の分布 赤: DID地区 (国土地理地図)
<http://maps.gsi.go.jp/#8/35.563512/140.339355/&base=std&ls=std%7Cdid2010%7Ckokuare&dlsp=111&lcd=kokuare&vs=c1j010u0f0&d=v1>

無人航空機の飛行の方法 (以下の6項目のいずれかに該当する場合は申請が必要)		
1	夜間飛行	該当なし
2	目視外飛行	該当なし
3	30m未満の飛行	該当なし
4	イベント上空飛行	該当なし
5	危険物輸送	該当なし
6	物件投下	該当なし

飛行許可・承認書(例)

(参考様式)

第 号

無人航空機の飛行に係る許可・承認書

殿

年 月 日付をもって申請のあった無人航空機の飛行について、航空法(昭和27年法律第231号)第132条ただし書及び第132条の2ただし書の規定により、下記のとおり、飛行の禁止空域において飛行することを許可し、及び飛行の方法によらずに飛行することを承認する。

記

許可及び承認事項:

許可等の期間:

無人航空機:

無人航空機を飛行させる者:

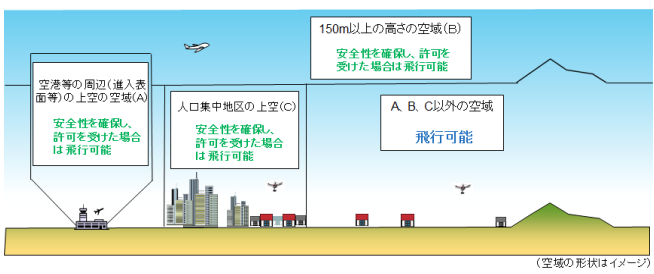
条 件:

年 月 日

国土交通大臣(空港事務局長) 印

・ 32 ・

飛行の許可が必要となる空域



承認が必要となる飛行の方法

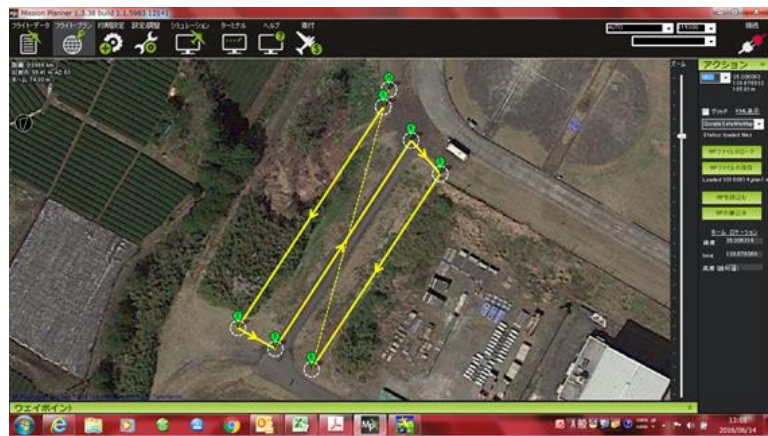


3.3 施工計画書の受理・記載事項の確認

➤ 撮影計画②

- 撮影方法、計測性能、安全確保に関して、各撮影前(起工測量、岩線計測、出来高計測、出来形計測)に提出することが記載されているかを確認する。
- 計測性能・計測精度は提出された撮影計画で確認する。

計測前に提出する詳細撮影計画記載例



計測諸元	
対地高度	50m
オーバラップ率(計測方向)	90%
サイドラップ率(隣接方向)	60%
コース間隔	11.1m

被写体までの距離 (m)	50m
焦点距離 (mm)	28mm
水平撮影範囲 (m)	41.96m
垂直撮影範囲 (m)	27.86m
水平mm/画素	6.99mm/画素
垂直mm/画素	6.99mm/画素

基準

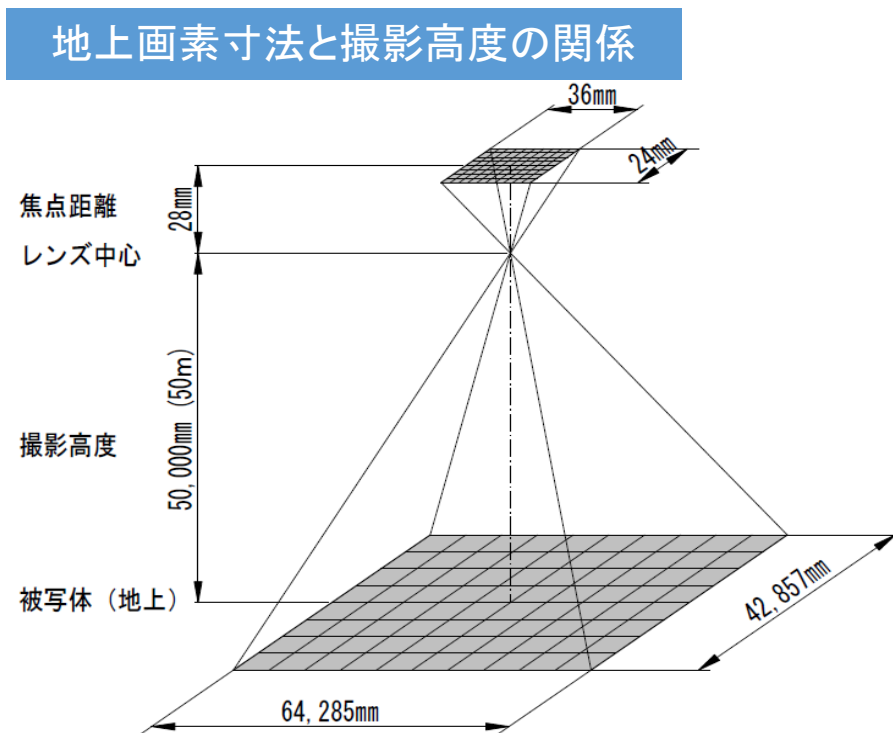
	要領の記載内容								
ラップ率(計測方向)	90%								
ラップ率(隣接方向)	60%								
飛行高度	所定の地上画素寸法を確保できる高度 <table><tr><th>計測種別</th><th>地上画素寸法</th></tr><tr><td>出来形計測</td><td>10mm/画素</td></tr><tr><td>起工測量/岩線計測</td><td>20mm/画素</td></tr><tr><td>出来高計測</td><td>30mm/画素</td></tr></table>	計測種別	地上画素寸法	出来形計測	10mm/画素	起工測量/岩線計測	20mm/画素	出来高計測	30mm/画素
計測種別	地上画素寸法								
出来形計測	10mm/画素								
起工測量/岩線計測	20mm/画素								
出来高計測	30mm/画素								

【H28の要領】
ラップ率が進行方向
90%,隣接60%とな
るような飛行計画と
する

OR

【H29の改訂内容】
(留意点として追加)
実施ラップ率(進行方向)が
80%以上であることを確認
できれば、飛行計画の規定
によらなくてもよい。

参考：地上画素寸法と撮影高度の関係



○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

高低差のある現場では、地上からUAVまでの高低差が最も大きくなる想定箇所で解像度の設定を行う必要がある。

3.4 3次元設計データチェックシートの確認

監督職員は、3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」により確認する。

様式ー 1

施工者の提出物

平成 年 月 日

工 事 名:

受注会社名:

作 成 者:

印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック 結果
1) 基準点及び 工事基準点	全点	・ 監督職員の指示した基準点を使用しているか？ ・ 工事基準点の名称は正しいか？ ・ 座標は正しいか？	
2) 平面線形	全延長	・ 起終点の座標は正しいか？ ・ 変化点（線形主要点）の座標は正しいか？ ・ 曲線要素の種別・数値は正しいか？ ・ 各測点の座標は正しいか？	
3) 縦断線形	全延長	・ 線形起終点の測点、標高は正しいか？ ・ 縦断変化点の測点、標高は正しいか？ ・ 曲線要素は正しいか？	
4) 出来形横断面 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？ ・ 出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか？	
5) 3次元設計 データ	3次元	・ 入力した2)～4)の幾何形状と出力する3次元設計データは 同一となっているか？	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

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

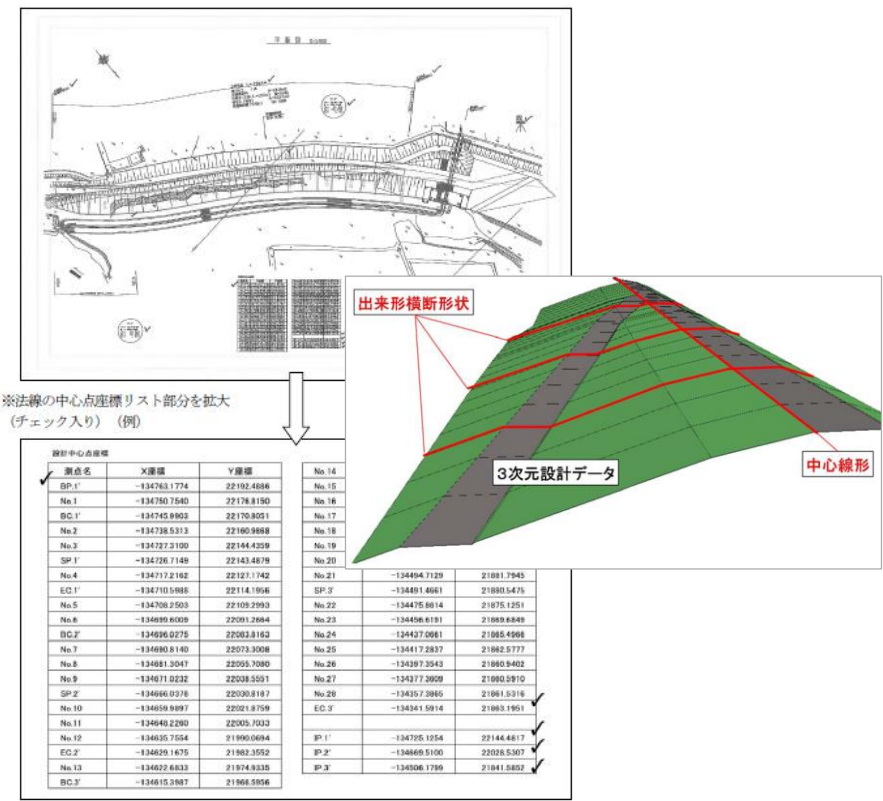
- ・ 工事基準点リスト（チェック入り）
- ・ 線形計算書（チェック入り）
- ・ 平面図（チェック入り）
- ・ 縦断図（チェック入り）
- ・ 横断面図（チェック入り）
- ・ 3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）

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

必要に応じて、3次元設計データと設計図書との照合のために、根拠資料の提出を求めることができる。

- ・ 工事基準点リスト
- ・ 線形計算書
- ・ 平面図（チェック入）、縦断図（チェック入）、横断面図（チェック入）
※3次元設計データと発注図面を重ねあわせた図でも良い
- ・ 3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）等

・平面図（チェック入り）（例）



計測精度の要求（出来形管理）

1－2－2 UAVの性能とデジタルカメラの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。

計測性能：地上画素寸法が1cm／画素以内

測定精度：±5cm 以内

（カタログ記載に加え、第2編 第4章 精度確認試験による現場確認を行うこと。）

工種別	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 （メッシュの大きさ） ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	±5cm以内	1cm/画素以内	±20mm以内	精度確認試験 の 測定距離以内	1点以上／1㎡（1m×1m） ※出来形計測時は1点以上/0.01㎡（10cm×10cm）に 設定
起工測量	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上／0.25㎡（50cm×50cm） ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上／0.25㎡（50cm×50cm） ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	20cm以内	3cm/画素以内	20cm以内		1点以上／0.25㎡（50cm×50cm） ※計測密度は上記以上を確保する設定

3.5 UAVの精度確認試験結果報告書の把握

監督職員は、受注者が実施したUAVの計測精度に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

施工者の提出物

(様式-2)

平成28年 6月22日

工事名：施工総研盛土工事
受注者名：株式会社 研三イワブチ
作成者：岩瀬 裕 印

カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書

・カメラキャリブレーションの実施記録

カメラキャリブレーション 実施年月	平成28年 6月21日
作業機関名	株式会社 ○○
実施担当者	大分 太郎
使用するデジタルカメラ	メーカー：SONY 測定装置名称：ILCE-6000 SEL28F20 測定装置の製造番号：

・精度確認試験結果(概要)

精度確認試験実施年月	平成28年 6月21日
作業機関名	株式会社 ○○
実施担当者	大分 太郎
測定条件	天候：曇り 気温：23℃
測定場所	施工技術総合研究所 施工総研盛土工事 Ⅰ区 1
検証機器(検証点を計測する測定機器)	TS：3級TS以上 □TOPCON GPT-9005A(級別2級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差 最大 1.6cm

・精度確認試験結果(詳細)

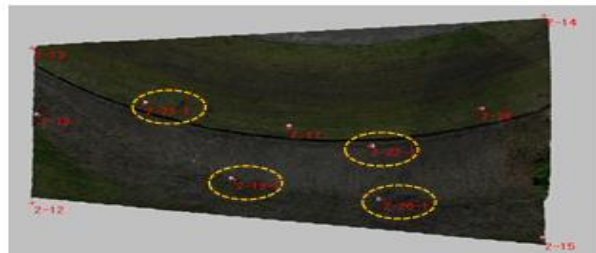
① 真値とする検証点の確認



計測方法：既知点orTSによる座標値計測

真値とする検証点の位置座標			
	X	Y	Z
1 点目(2-19-1)	16030.994	-88007.735	184.345
2 点目(2-20-1)	16025.336	-88016.561	183.771
3 点目(2-21-1)	16039.588	-88004.439	186.148
4 点目(2-22-1)	16029.847	-88017.446	185.980

② 空中写真測量(UAV)による計測結果



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(2-19-1)	16030.987	-88007.739	184.347
2 点目(2-20-1)	16025.333	-88016.567	183.787
3 点目(2-21-1)	16039.587	-88004.438	186.144
4 点目(2-22-1)	16029.850	-88017.448	185.990

③ 差の確認(測定精度)

空中写真測量による計測結果(X',Y',Z') - 真値とする検証点の座標値(X,Y,Z)

検証点の座標間較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1 点目(2-19-1)	-0.007	-0.004	0.002
2 点目(2-20-1)	-0.003	-0.006	0.016
3 点目(2-21-1)	-0.001	0.001	-0.004
4 点目(2-22-1)	0.003	-0.002	0.010

X成分(最大) -0.007m (-0.7cm) 以内：合格(基準値5cm以内)
Y成分(最大) -0.006m (-0.6cm) 以内：合格(基準値5cm以内)
Z成分(最大) 0.016m (1.6cm) 以内：合格(基準値5cm以内)

3.6 出来形管理状況の把握

監督職員は、受注者の実施した出来形管理結果(出来形管理図表)を用いて、出来形管理状況を把握する。

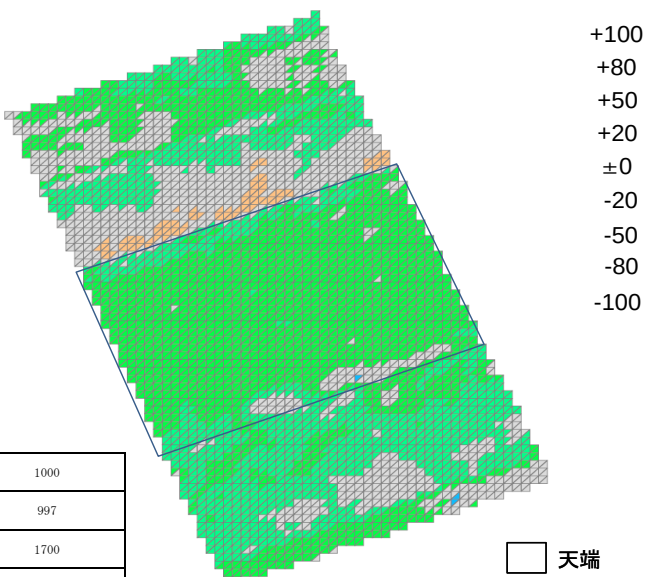
施工者の提出物

様式-31-2

出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

工 種	道路土工	測点 No. 1～No. 3
種 別	盛土	合否判定結果 異常値有

測定項目			規格値	判定	測点											
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm	異常値有												
	最大値(差)	42mm	±100mm													
	最小値(差)	-62mm	±100mm	異常値有												
	データ数	1000	1点／m2以上 (1000点以上)													
	評価面積	1000m2														
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	異常値有												
法面 標高較差	平均値	7mm	±80mm			<table><tr><td rowspan="2">天端の ばらつき</td><td>規格値の±80% 以内のデータ数</td><td>1000</td></tr><tr><td>規格値の±50% 以内のデータ数</td><td>997</td></tr><tr><td rowspan="2">法面の ばらつき</td><td>規格値の±80% 以内のデータ数</td><td>1700</td></tr><tr><td>規格値の±50% 以内のデータ数</td><td>1360</td></tr></table>	天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000	規格値の±50% 以内のデータ数	997	法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700	規格値の±50% 以内のデータ数	1360
	天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000													
		規格値の±50% 以内のデータ数	997													
	法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700													
		規格値の±50% 以内のデータ数	1360													
	最大値(差)	92mm	±140mm													
最小値(差)	-60mm	±140mm														
データ数	1700	1点／m3以上 (1700点以上)														
評価面積	1700m2															
棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)														

凡例:

3.7 検査職員の実施項目 出来形計測に係わる実地検査

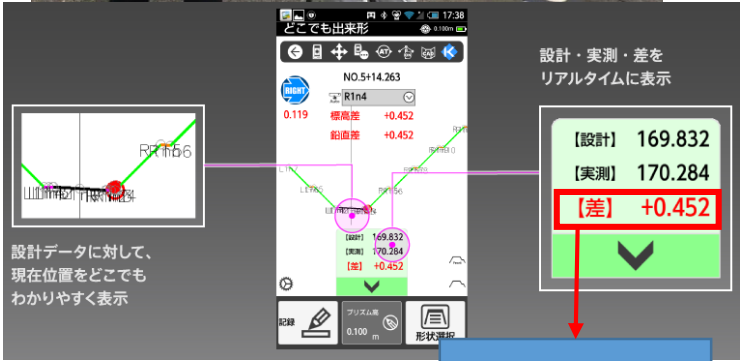
検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、**現地で自らが指定した箇所（1工事につき1断面）の出来形計測を行い、3次元設計データの設計面と実測値との標高差が規格値内であるかを確認する。**なお、新基準を適用できない場合は、従来の代表断面における幅、法長、基準高などの設計値と実測値の比較による検査を行ってもよいこととする。ただし、検査頻度は、代表断面1断面とする。

検査職員による実地検査 概要

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

※断面とは厳格に管理断面を指すものではなく、概ね同一断面上の数か所の標高を計測することを想定

検査職員による実地検査のイメージ



設計値との標高差

参考：出来形管理要領および監督・検査要領

空中写真測量（無人航空機）を用いた
出来形管理要領（土工編）
（案）

平成30年3月

国土交通省

国土交通省HP

<http://www.mlit.go.jp/common/001249072.pdf>

別紙03

空中写真測量（無人航空機）を用いた
出来形管理の監督・検査要領
（土工編）
（案）

平成30年3月

国土交通省

国土交通省HP

<http://www.mlit.go.jp/common/001230310.pdf>

参考：山口県 ICT活用工事(土工)に関連する要領、基準類

項目	内容	発行元		URL
調査・測量、設計	1 UAVを用いた公共測量マニュアル(案)	国土地理院	H29.3	http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/
	2 無人飛行機の飛行に関する許可・承認の審査要領	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/common/001110202.pdf
	3 地上レーザースキャナーを用いた公共測量マニュアル(案)	国土地理院	H29.3	http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/tls/index.html
	4 三次元点群データを使用した断面図作成マニュアル(案)	国土地理院	H29.3	http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/
	5 公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)	国土地理院	H28.3	http://psgsv2.gsi.go.jp/koukyou/public/uav/
	6 工事完成図書電子納品要領(案)	山口県	H29.7	http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/ict/ict.html
	7 CAD製図基準	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	8 LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準(同運用ガイドラインを含む)	国土交通省	H29.3	http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/jyhouhou/bunya/cals/information/index.html
施工管理	9 ICT活用工事(土工)の試行要領	山口県	H29.7	http://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a18000/ict/ict.html
	10 土木工事施工管理基準(案) (出来形管理基準及び規格値)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	11 土木工事数量算出要領(案) (施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)を含む)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	12 土木工事共通仕様書 施工管理関係書類(帳票:出来形否判定総括表)	国土交通省	H28.4	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	13 写真管理基準(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	14 デジタル写真管理基準(案)	国土交通省	H28.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	15 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	16 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	17 TSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	18 TS(ノンブリ)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	19 RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	20 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	21 TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	22 施工履歴データによる土工の出来形算出要領(案)	国土交通省	H28.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	23 ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来形算出要領(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
検査	24 地方整備局土木工事検査技術基準(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	25 既済部分検査技術基準(案)及び同解説	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	26 部分私における出来高取扱方法(案)	国土交通省	H28.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	27 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	28 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	29 工事成績評定要領の運用について	国土交通省	H28.3	http://www.mlit.go.jp/tec/sekisan/sekou.html
	30 TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	31 TS(ノンブリ)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	32 RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	33 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
	34 TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理監督検査要領(案)	国土交通省	H29.3	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html
積算	35 ICT活用工事積算要領	国土交通省	-	http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html

4. 地方自治体工事での取り組み 事例とICT活用のポイント

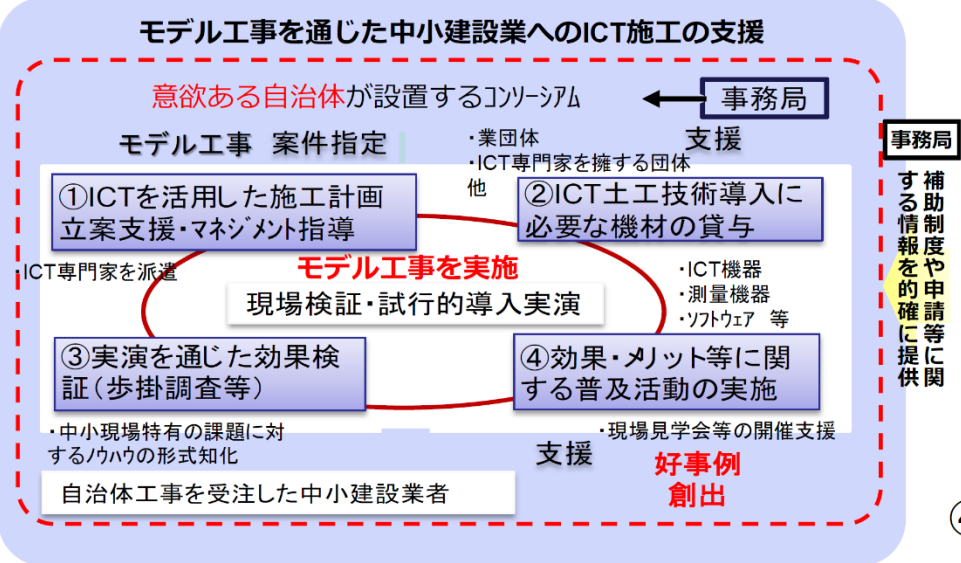
4.1 地方自治体工事への拡大

①中小企業への支援策の検討

- i-Constructionの中小企業への浸透を更に進めていくためには、中小企業において負担が大きい、ICTの導入や人材育成等への支援が必要
- 中小企業がICT施工を実施しやすい環境を構築するため、企業のICT実施状況を踏まえつつ、支援策を順次展開

■支援策（案）

① モデル事業における補助金等の活用も含めたマネジメント構築の支援
(支援イメージ例)



② 小規模土工等の実態を踏まえた積算へ見直し
施工規模など工事毎の特徴を踏まえた積算へ見直し

③ ニーズに沿った3次元設計データの提供等
地方整備局技術事務所等によるサポート体制の充実と3次元データの提供等の支援等

(支援イメージ例)

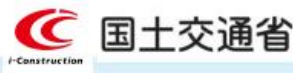
	3次元測量・設計データ作成	ICT施工
従来	施工業者（外注含む）	施工業者
今回	地方整備局等 データ提供	未経験企業等

④ ICTに関する研修の充実等

- ・ 3次元データの作成実習等の充実
- ・ “専任”の明確化の再周知による、監理技術者等のICTに関する研修への参加しやすい環境づくり

4.1 地方自治体工事への拡大

地方普及展開に向けた取組 現場支援型モデル事業



- ICT活用工事を地方自治体発注工事に広く普及を図るため、地方自治体発注工事(モデル工事)をフィールドに、現場支援型モデル事業を実施
- 本事業では、地方自治体が設置する支援協議会の下、ICT活用を前提とした工程計画立案支援、ICT運用時のマネジメント指導によってICT導入効果を明らかにすることで、その普及展開の支援を行う
- 今年度からは地域ICT施工専門家育成を目的として、地方自治体発注工事を支援している建設技術センター等の参加を推進する。

○ 今年度も地整毎に支援地方自治体を選出し、以下の地方自治体にてモデル工事を実施予定。
北海道 福島 栃木 富山 三重 滋賀 山口 高知 宮崎 沖縄

主な支援概要

① ICT導入計画の支援

- ・現場条件を踏まえ、施工者とICTを活かせる工程計画の検討



② 3次元設計データ作成支援



- ・3次元設計データ作成、活用方法の指導を実施
- ・モデル工事受注者のみならず、地域の建設業者にも受講の機会を確保

④ 技術指導と効果検証



- ・機材の調達計画の精査(必要な機材を必要な期間だけ調達)
- ・実施工を通じた活用効果の計測

③ 現場見学会の支援



- ・ICT活用工事の基準類への理解を深める、技術講習会開催(施工者及び自治体の発注者を対象)

⑤ 協議会・報告会の支援



- ・支援対象自治体関係機関の合意連携にあたりICTの情報提供
- ・活用効果の報告会を支援

4.2 ICT活用のポイント

- 地方自治体の工事では、小規模の施工数量の現場が多い。(積算上は、土量に対する計上となり、導入コストとのバランスをとることが重要)
- さまざまな工種が組み合わさった工事が多い。(土工事だけを中心に実施できない場合もあり、ICT機器の拘束日数が増える場合がある。)

道路土工 (掘削工・法面整形工)

掘削13,200 m^3
法面整形 (切土部) 2,110 m^2
施工延長100m
幅6(8.5)m

道路土工 (盛土工・法面整形工)

路体盛土 1,200 m^3
路床盛土 1,700 m^3
法面整形 840 m^2

道路改良 (掘削・盛土工)

路床盛土1,600 m^3
路体盛土590 m^3
盛土法面整形工500 m^2



単にICT技術を導入しただけでは
効果が出にくい場合がある

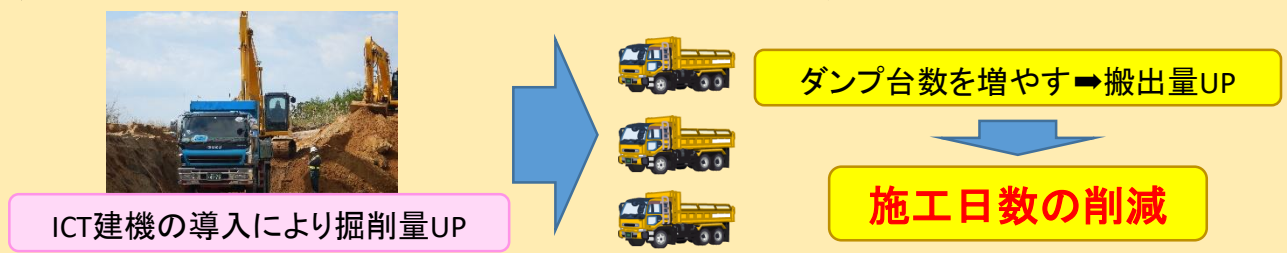
4.3 ICT活用のポイント(小中規模工事ならではの工夫)

- ICTを導入することで部分最適化はできるが、ほかの部分が作業が効率化せず、ボトルネックが移動するだけとなる。全体最適を見据えた体制、工程計画が重要。

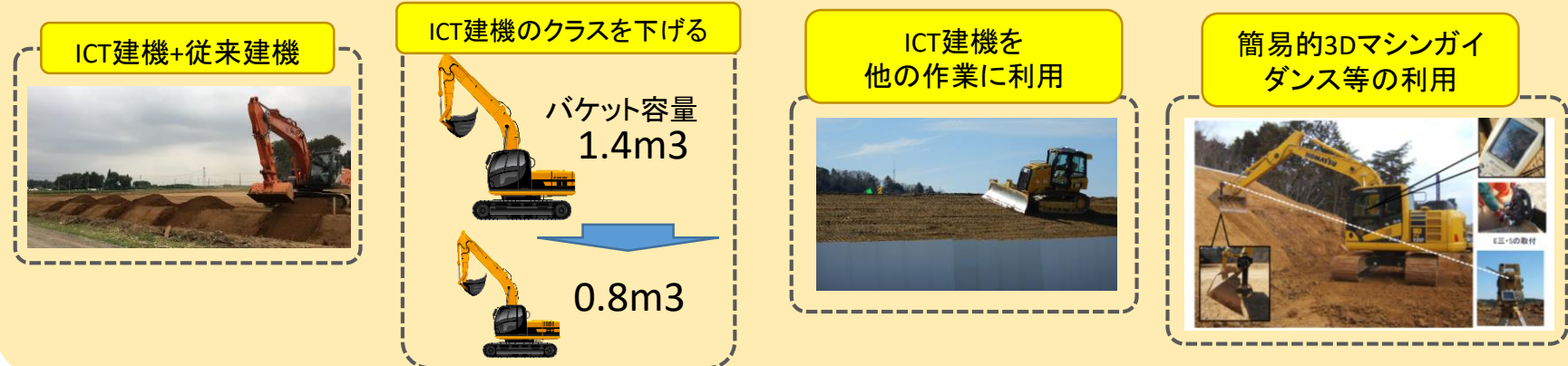
ICT建機の導入

ICTの導入においては、作業サイクル全体での効率化が必要

①ICT建機による作業能力の向上に合わせて、周辺の従作業能力を向上させる



②作業サイクル全体の中で変化させられないボトルネック(ダンプ台数の制限)がある場合は、最小の機械、最小の労務で実行するICT手法を検討する



※自治体工事(小規模工事)では①のパターンでは効果をあげられない条件が多い

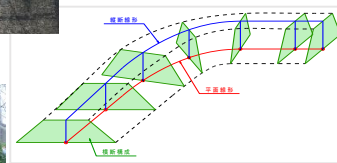
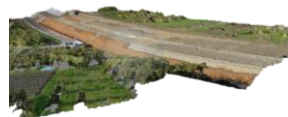
4.4 ICT活用のポイント(STEP1 まず、やってみる)

- ICTを利用した施工、施工管理などのノウハウをためることが重要
- 利用機会の創出と人材育成を進めていくことが大切

まずは、ICT活用工事をやってみる

どのようなものか理解する

① 3次元起工測量



② 3次元設計データの作成

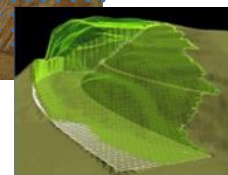
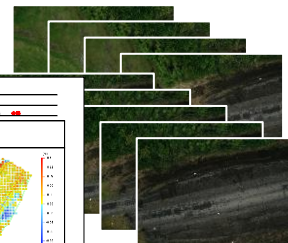
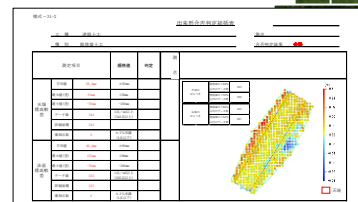


③ ICT建設機械による施工

④ 3次元出来形管理等の施工管理

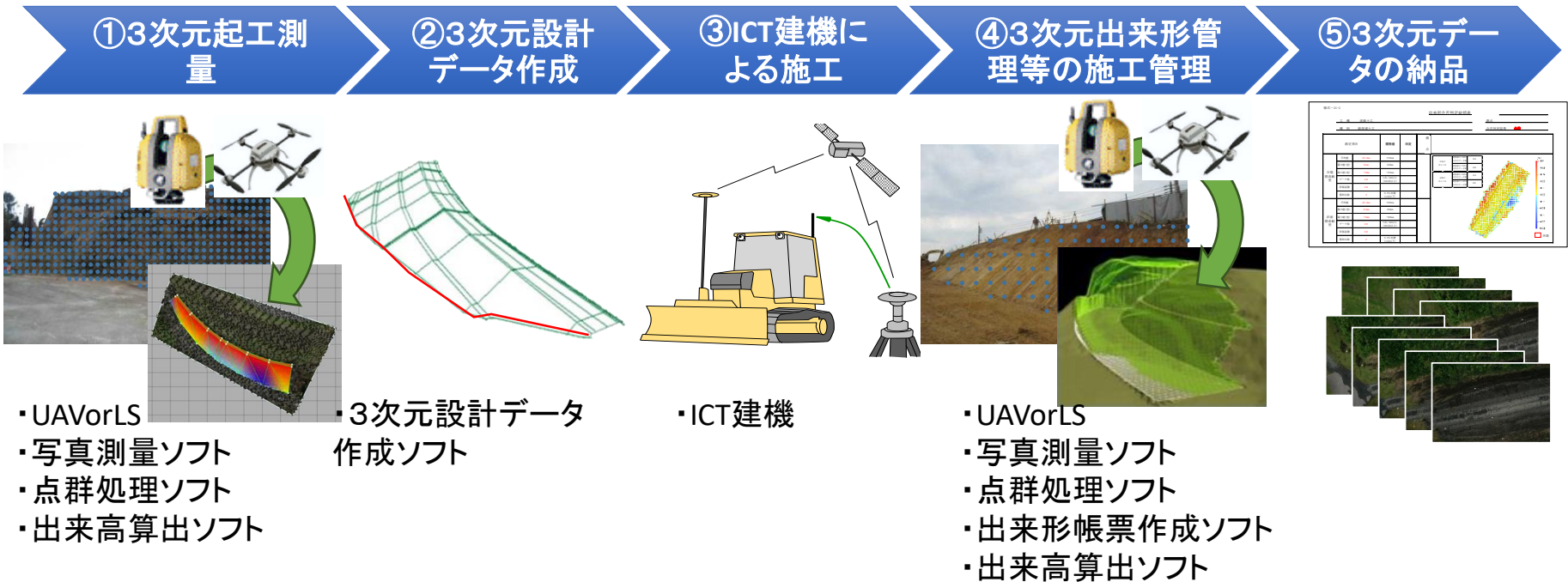


⑤ 3次元データの納品



4.4 ICT活用のポイント(STEP1 機器・ソフトの手配方法)

- ICT活用工事で新たに必要となる機器・ソフトは、計測機器やICT建機、データ作成・データ処理のためのソフトウェアが必要。調達方法は、購入、レンタル、委託等様々ある。



施工者直営(購入)

施工者直営(レンタル)

施工者直営(レンタル)

直営(ソフト購入)

直営(ソフト購入)

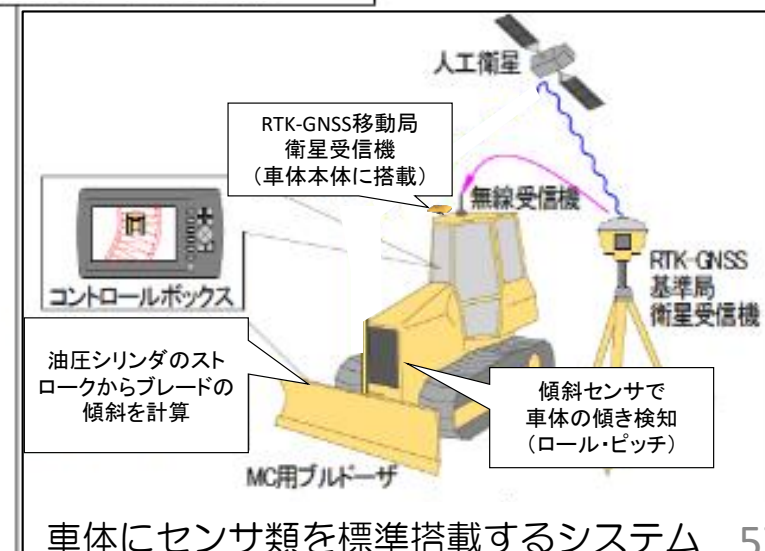
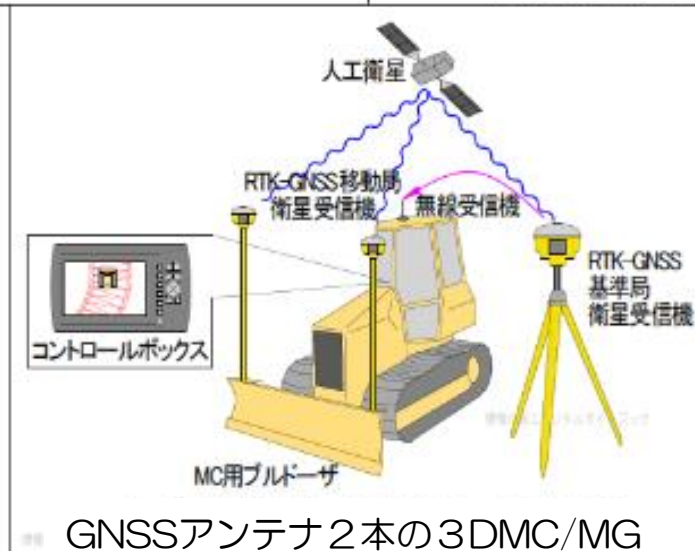
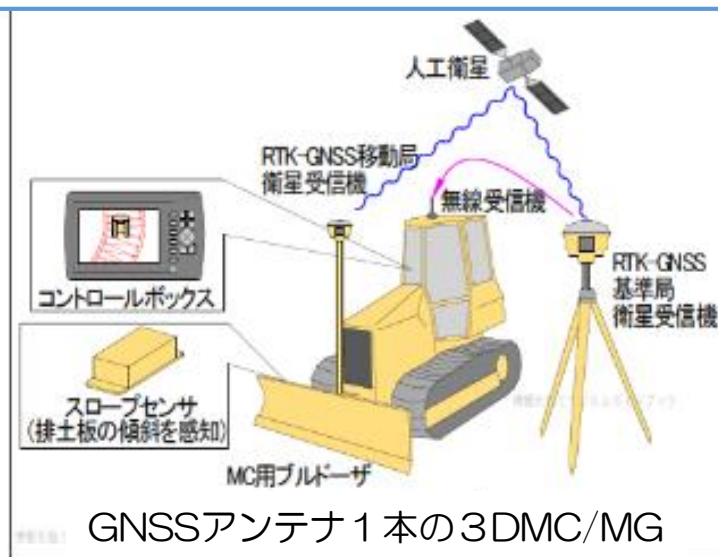
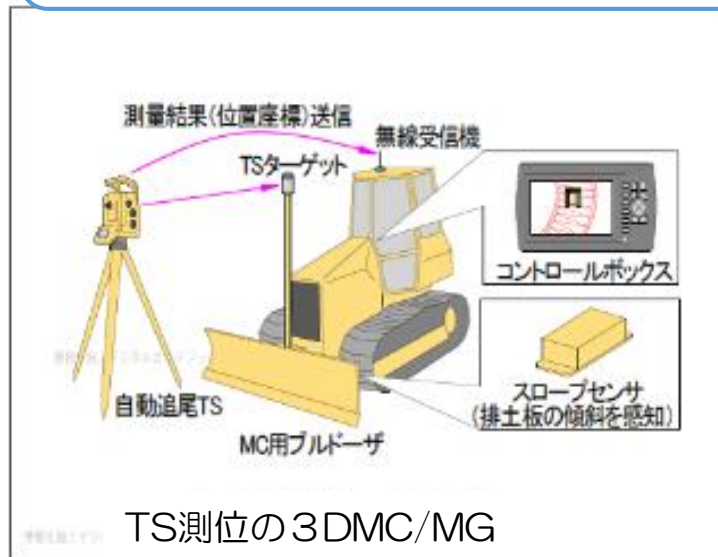
委託

委託

委託

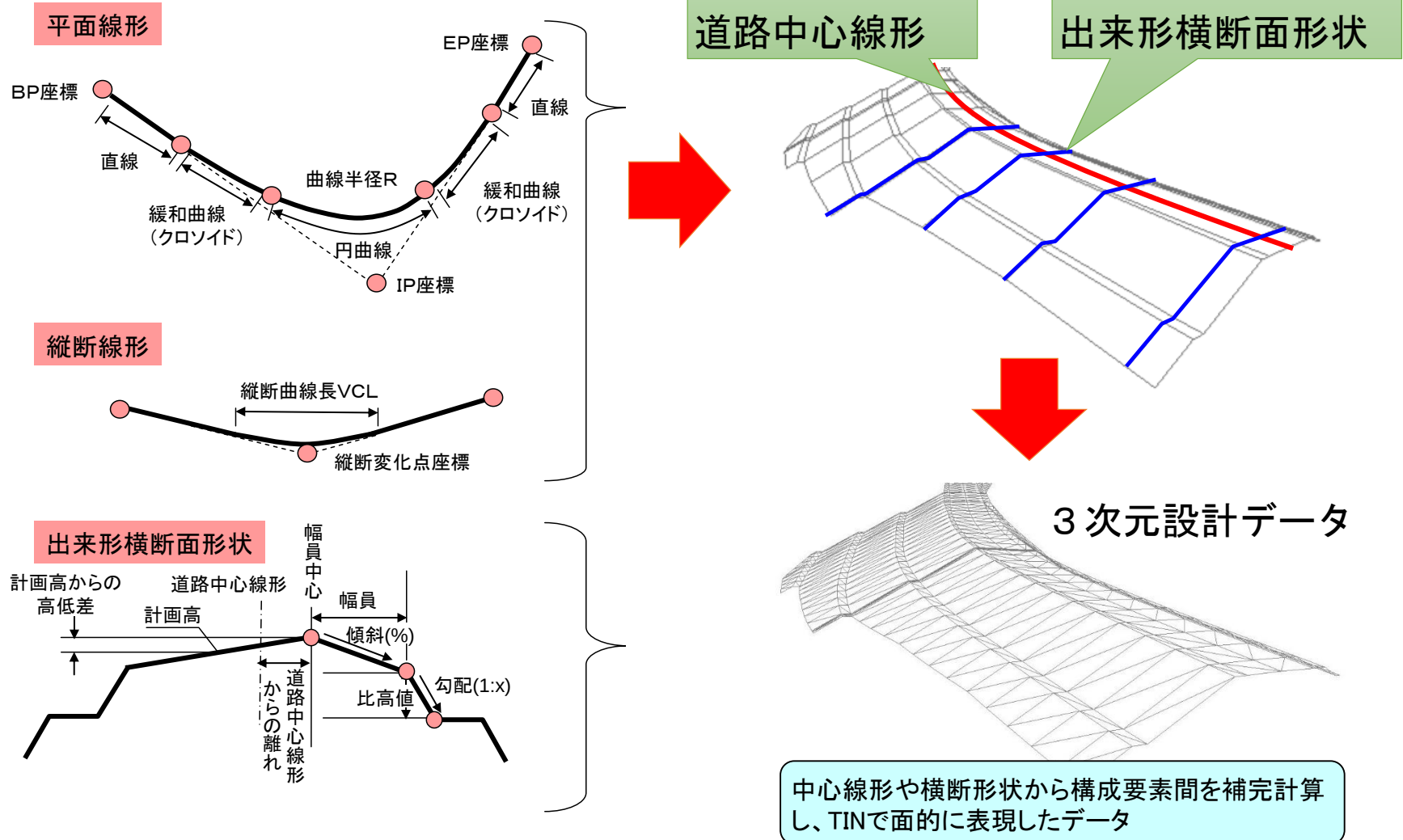
4.4 ICT活用のポイント(STEP1 機器の手配方法(ICT建機))

- ICT活用工事では、3DMCバックハウ、3DMGバックハウ、3DMCブルドーザ、3DMGブルドーザのいずれかを利用。測位技術やセンサの組み合わせで様々なタイプがある。



4.4 ICT活用のポイント(STEP1 データの作り方(3次元設計データ))

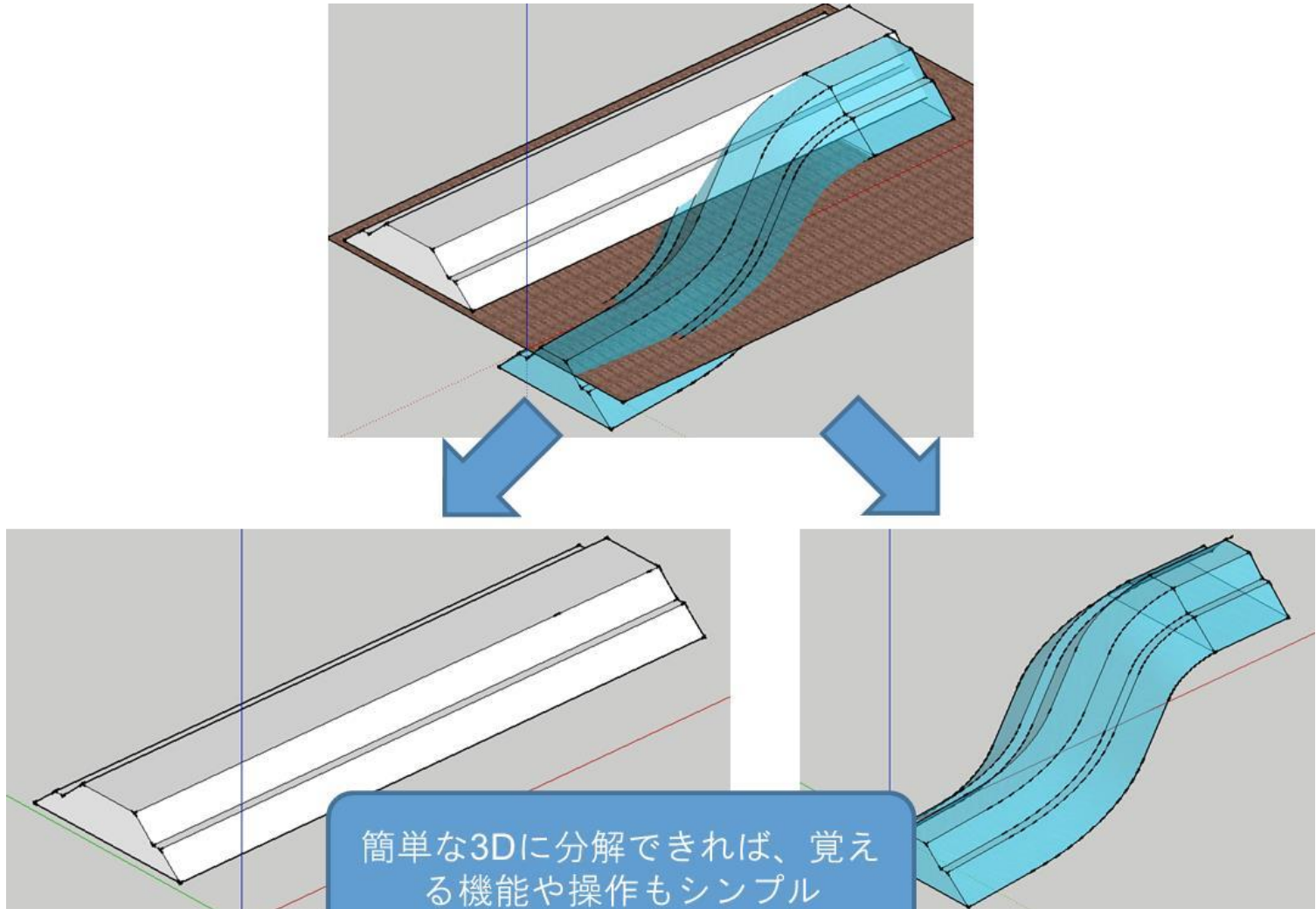
- 3次元設計データといっても、基本的は従来図面の情報から作成可能。平面図、縦断図、横断図の図面を使って3次元データを作成可能。ICT活用工事ではTINの面的なデータとなる。



4.4 ICT活用のポイント(STEP1 データの作り方(3次元設計データ))

- 複雑な3次元設計データは、分割してつくる場合もある。

▶ 設計が複雑な3次元形状をしている場合(ランプ部等)単純な形状に分割して3次元設計データを作成する



4.4 ICT活用のポイント(STEP2 知識を深めて使いこなす)

- 生産性向上といっても、いろいろな効果が考えられる。例えば、従来に対して少ない工事費で施工することや、従来と同じ工事費で半分の人数で施工するなど。現場条件、企業の今後を見据えたICTの導入方法や運用を考えることが重要

ICT技術の知識を深める

工夫したICT活用をおこなう

3次元設計
データ作成
の内製化

ICT建機の
フル活用法

ノウハウの
蓄積

簡易技術の
活用

生産性向上

安全性向上

省力化

コスト削減

目的

省力化



仮置き土撤去



盛土・撒き出し

仮置き土
撤去

表土剥ぎ
段切り

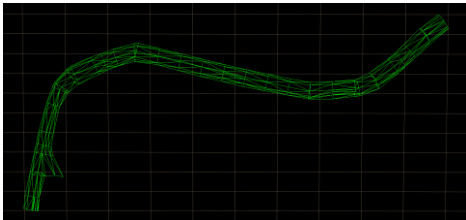
盛土
撒き出し

転圧

法面
整形

法面整形だけでなく
仮置き土撤去・表土剥ぎ・段切りにもICTを活用

現況データを用いたデータ作成

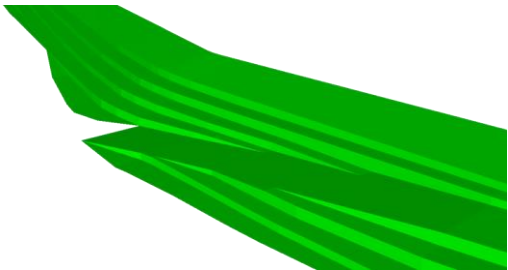


段切り



法面整形

段切りデータ作成



参考:ICT活用のポイント(STEP2 知識を深めて使いこなす)

現場状況にともなうICT導入プランの一例

適応範囲	現場条件	導入プラン
3次元起工測量	• 施工範囲が広い • 上空が開けている • UAV飛行可能区域 等	空中写真測量(UAV)による計測
	• 風が強いことが多い • 高圧線等の接近危険構造物が近い • 現場の高低差がある • DID地区に該当する 等	地上型レーザースキャナ(TLS)による計測
3次元設計データの作成	全現場において(複雑すぎる場合は除く)	自社で作成することで、コスト削減につながる
施工計画、施工時	• ダンプ増が可能 • 施工範囲、幅が広い • 機械体制の変更可能	• 能力に応じてダンプ台数を増加し、施工日数を短縮 • ICT建機のクラスを上げ、さらに生産性を向上させる
	• ダンプ増が不可 • 施工範囲、幅が狭い • 機械体制の変更不可	• ICT建機+従来建機による施工 • ICT建機のクラスを下げる • 使用期間を短くし、コスト削減 • 簡易的3Dマシンガイダンスの利用
出来形管理	• 土工面完成後すぐに、面管理適応でない工種の施工が必要な場合(法面のブロック張り、植生マット等) • 面管理⇒従来管理の繰り返しが必要 • 施工地域が降雪地帯	• 従来管理(仕様書等による) • TS出来形管理 • TS(ノンプリズム)方式による管理
	上記のような問題がない場合	空中写真測量(UAV)、地上型レーザースキャナ(TLS)による計測

ICT活用の取り組みから感じること・・・

- ICT活用工事は、生産性向上の第一歩。

- ✓ ICT導入＝生産性向上ではありません。
- ✓ 施工現場は多様な環境。いつも同じ使い方、同じ技術では対応できないこともある。
- ✓ 生産性向上(カイゼン)は他人任せでは実現しない。

- ICTを使いこなすことが大切です。

- ✓ 3Dデータの活用は、キーテクノロジーの1つである。
- ✓ 3DデータやICT機器を活用することで、データを活用した進捗管理や他工種(構造物など)の位置出しなどいろいろな使い方が可能です。普段使いや稼働率が上がる工夫をして、現場ならではの使いこなしを見つけることが大切です。
- ✓ 今が業界を変えるチャンス。みんなが成果に注目しています。