

ICT活用工事における 施工計画立案の手引き（案）

本手引きの構成と活用について：

ICTを活用した生産性向上を効果的に実現するためには、多様な現場条件及びICT活用の目的（コスト削減、省人化、品質向上、安全性向上）に合わせたICT活用計画の作成が重要となっています。

本手引きは、ICT施工の実施に先立って、効率的なICT活用計画を検討する際の留意事項を整理したものです。

また、参考として施工計画書の作成事例を掲載しています。

※本手引き（案）は、これからICT活用工事に取り組む施工者支援ツールとして整理したものです。

※本手引き（案）は、令和2年3月末時点の基準類を参照して作成されています。

1.	ICT活用工事の施工計画立案のフロー	.....	P 3~ P 5
2.	ICT活用計画立案（例）	.....	P 6~ P 17
	ステップ1 ：現場条件の整理・課題の抽出		
	ステップ2-1：施工方法の整理（現場条件）		
	ステップ2-2：施工方法の整理（積算）		
	ステップ3 ：ICT活用の目的の明確化		
	ステップ4-1：目的別の機器選定（計測機器）		
	ステップ4-2：計測範囲の決定（起工測量）		
	ステップ4-3：計測範囲の決定（出来形計測）		
	ステップ5-1：現場条件と抽出した課題の整理		
	ステップ5-2：条件と課題を整理したICT活用計画（案）の立案		
	ステップ5-3：目的に合ったICT活用計画の決定		
3.	ICT舗装工の留意点	.....	P 18~ P 19
4.	使用する機器と必要書類と施工計画書の主な記載事項	.....	P 20~ P 28
5.	施工計画書の記載例（U A V）	.....	P 29~ P 38
6.	（参考）課題から検索する現場事例集	.....	P 39~ P 59
7.	（参考）ICT活用工事に適用可能な計測機器	.....	P 60~ P 62
8.	（参考）ICT活用工事に適用可能な建機	.....	P 63~ P 64
9.	（参考）ICT活用工事の関連要領一覧	.....	P 65~ P 67

1. ICT活用工事の施工計画立案のフロー

ポイント：施工計画書を作る前に確認しましょう。

ICT活用計画を作る

ICT技術
メリデメの把握

現場条件の整理
課題の抽出

ここが重要!

ICT活用の目的
を明確化

起工測量の決定

ICT建機の選定

出来形計測の決定

施工計画書を作る

※どんなICTが使えるのか ⇒ 7. (参考) ICT活用工事に適用可能な計測機器を参照して下さい

例えば、

- ✓ 掘削工：ICTBH導入により上がった掘削量の搬出に対応できるか
- ✓ 盛土工：ICTBL導入により上がった盛土量の搬入に対応できるか
- ✓ ICT建機の連続施工は可能か（施工途中で構造物を設置するなど）
- ✓ GNSSの受信状況は良好か、高圧線等の障害物があるか

ICT活用の目的：生産性向上

コスト削減

省人化

安全性向上

品質の向上

人材育成
スキルアップ

目的を実現する道具の選択と使い方をきめる

例えば、

ICT活用の目的

品質の向上

安全性向上

ICT機材はコストがかかる。高機能な機材を有効に活かす（導入したICT建機を工期全体で活用する）。

ノウハウが残るように自社でできることはやる。

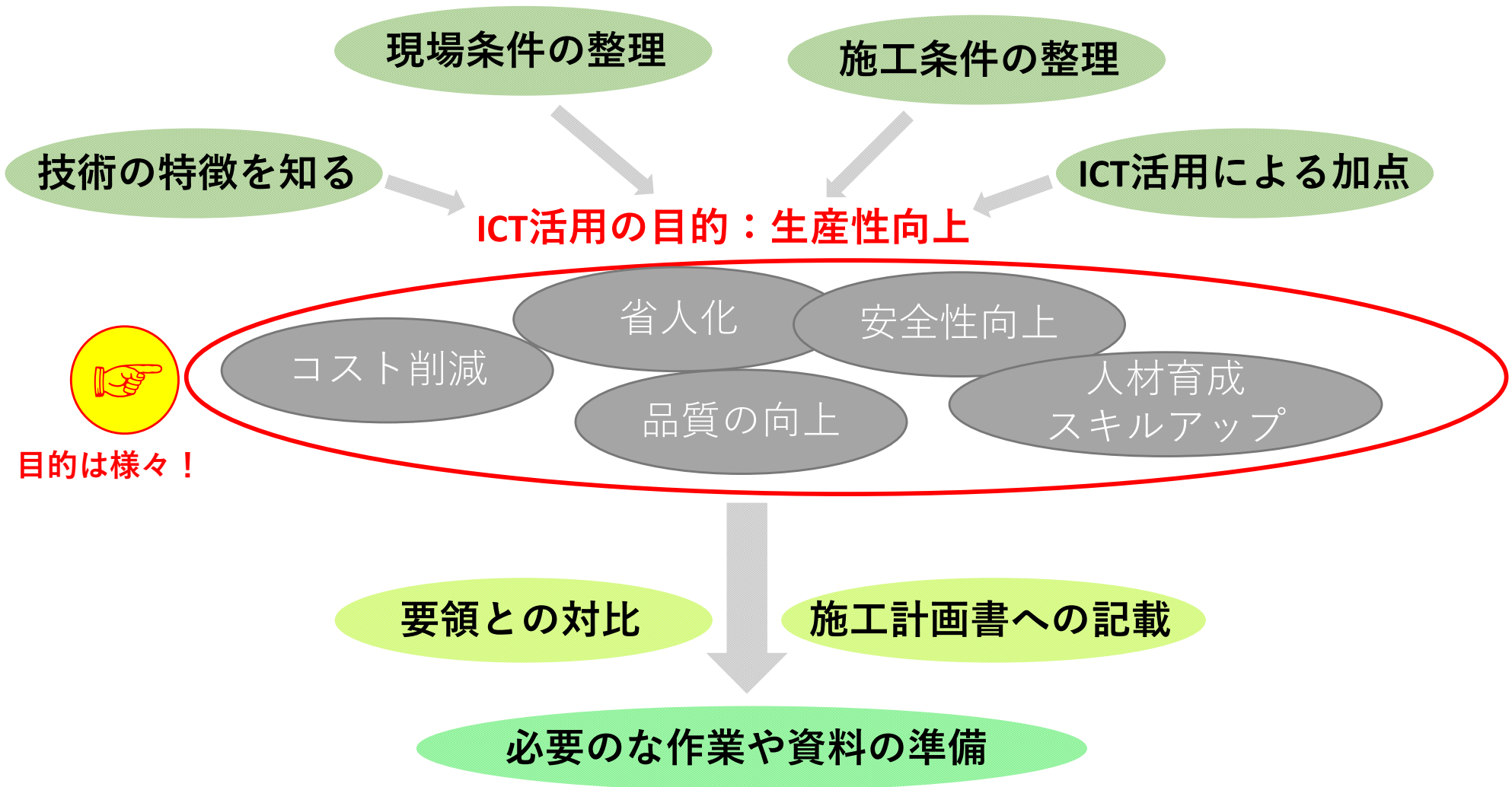
ICT活用の目的

コスト削減

省人化

導入実機の最適化や、通常機とICT建機の連携作業によりICT建機の早期返却を狙う

ICT活用計画のポイント



ICT活用により、実現したい効果を明確にする。
現場条件や施工条件を整理し、どんなICTが使えるか計画する。

2. ICT活用計画立案例

■本手引きでは、P 8～P 17において、ICT活用計画立案までの手順を以下のステップとして解説する。

ステップ1：現場条件の整理・課題の抽出

ステップ2-1：施工方法の整理（現場条件）

ステップ2-2：施工方法の整理（積算）

ステップ3：目的の明確化

ステップ4：目的別の機器選定（計測機器）

ステップ5-1：現場条件と抽出した課題の整理

ステップ5-2：条件と課題を整理したICT活用計画（案）の立案

ステップ5-3：目的に合ったICT活用計画の決定

ステップ6：計測範囲の決定（起工測量）

ステップ7：計測範囲の決定（出来形計測）

ICT活用計画の検討

施工計画書への記載は不要

施工計画書へ記載

ステップ1：現場条件の整理・課題の抽出

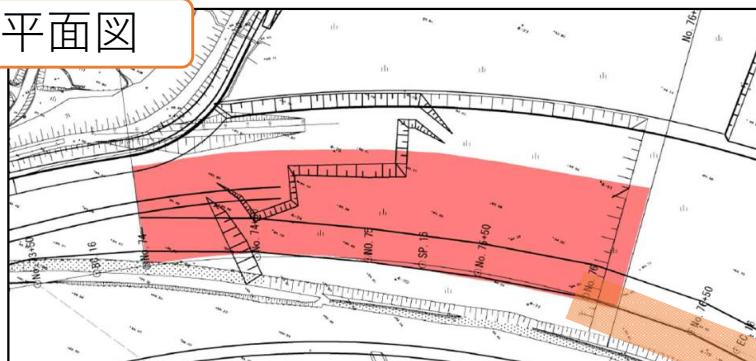
河川土工（主な工種と施工数量）

- ・ 施工延長 = 220m
- ・ 掘削 = 約31,500m³
- ・ 法面整形（切土部） = 2,336m²
- ・ 底部整形 = 11,220m²
- ・ 種子吹付工 = 2,336m²

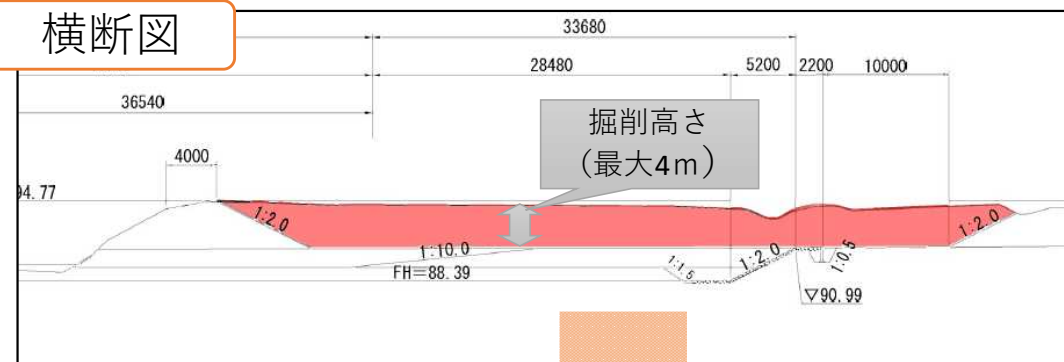
現場条件を整理しましょう。

※よくある現場条件への対応事例は「6.(参考)課題から検索する現場事例集」を参照してください。

平面図



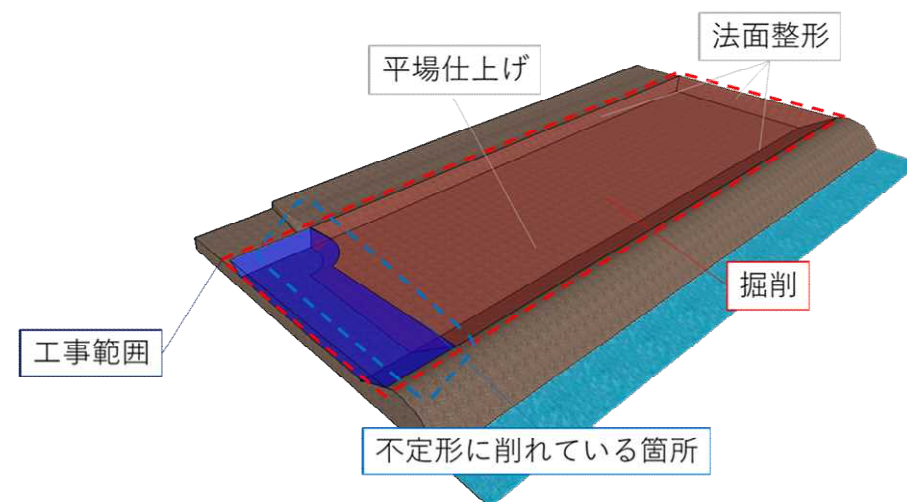
横断図



現場条件※

- ✓ 上空は開けていて、**高圧線や構造物等の障害もない**（現場環境）
- ✓ 遮るものが無い為、**風が強い**（気候）
- ✓ ほとんどが**平坦な地形**だが一部、**現況地形が不定形**である（数量算出）
- ✓ **掘削高さが最大で4m**ある（掘削）
- ✓ 掘削部の中央部では**ICT建機による精緻な施工は不要**（掘削）
- ✓ 法面部は**種子吹付による仕上げ**となる（計測時期）

3Dビュー



(例) ステップ2：現場条件等の整理・課題の抽出

ステップ2-1：施工方法の整理（現場条件）

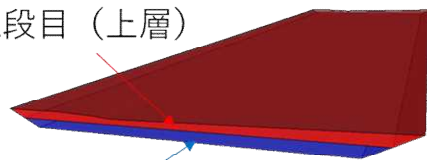
- ※試算条件 1) 掘削高さ最大4mということから **2段階掘削** を想定
2) 2段階掘削の各段の施工数量を試算

施工の段取りを整理しましょう。

※よくある現場条件への対応事例は「6.(参考)課題から検索する現場事例集」を参照してください。

1) 施工方法を考える

1段目（上層）



2段目（下層）

施工数量を試算

	1段目	2段目
粗掘削	16,630m ³	14,870m ³
法面整形	1,680m ²	1,680m ²
底部整形		11,220m ²

2) 導入建機（想定）と施工数量と標準作業量

①導入する建機（想定）と対象施工数量

	1段目	2段目
粗掘削	16,630m ³	14,870m ³
法面整形	1,680m ²	1,680m ²
底部整形		11,220m ²

→ 通常建機 (1.4m³)
→ ICT建機 (0.8m³)

②標準作業量

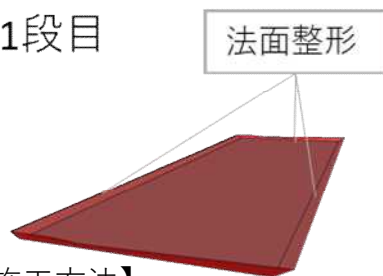
- ICT建機 (0.8m³) = 掘削350m³、法面整形154m²、底部整形600m² ※想定値
- 通常建機 (1.4m³) = 掘削500m³

③必要作業日数

1段目	日	2段目	日
法面整形 (ICT)	8	法面整形 (ICT)	8
粗掘削 (通常)	29	底部整形 (ICT)	19
		粗掘削 (通常)	26

3) 2) の条件から作業日数を試算 → 課題を抽出

・ 1段目



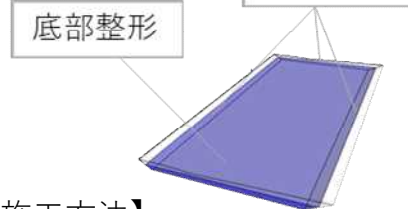
【施工方法】

- 中央部は通常建機で粗掘削
- 法面のみ ICT 施工

ICT建機の余剰拘束期間となる可能性あり

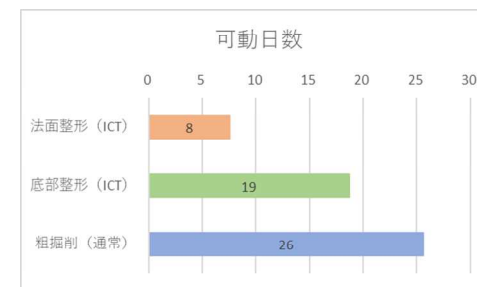


・ 2段目



【施工方法】

- 中央部は通常建機で粗掘削
- 法面及び底部を ICT 施工



課題

着手当初からICT建機を導入すると、十分な法面整形の施工量が確保できない。粗掘削や通常建機の従作業を行うこととなる。

ステップ2-2：施工方法の整理（積算）

費用面について整理しましょう。

1) 本現場で計上されているICT建機の稼働日数

表-1 施工数量50,000m³未満における掘削（ICT）の計上割合

施工日数	割合
20日未満	100%
20日以上60日未満	50%
60日以上	25%

本現場の
計上割合

【ICT積算による増工分により稼働日数（見込）】

掘削 約7,500m³ → 21日
+
法面整形 約2,336m² → 15日

掘削工：50%
法面整形工：100%

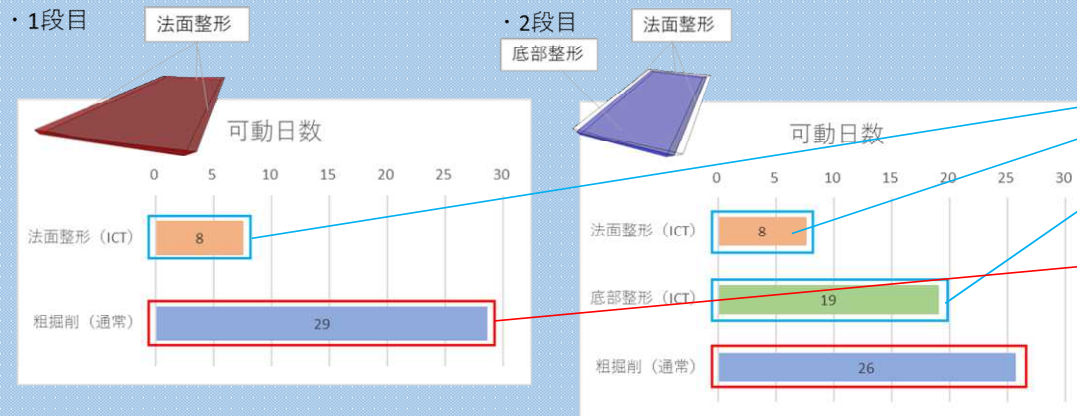
※実施方針 別紙-6 ICT活用工事（土工）積算要領より抜粋

【ICT積算による増工】
36日（約1か月半）

■施工数量と標準作業量

- ・施工数量：掘削＝約31,500m³、法面整形＝2,336m²
- ・標準作業量：掘削350m³、法面整形154m²

2) 1) に対して本現場で想定しているICT建機の稼働日数



・ICT建機による施工
= 約35日間

※（粗掘削直後に整形を実施し、同日に掘削及び整形を完了とした想定）

・通常建機による施工
（ICT建機の最低拘束日数）
= 約55日間

ICT積算により見込まれている増工分を超えてしまう。

課題

- ・ ICT積算の増工分から試算した施工日数は約1か月半となるため、ICT建機の拘束日数を1か月半として計画する必要がある。
- ・ 想定しているICT活用計画では、ICT積算により見込まれている増工分（日数）を超えてしまう。

(例) ステップ3：ICT活用の目的の明確化

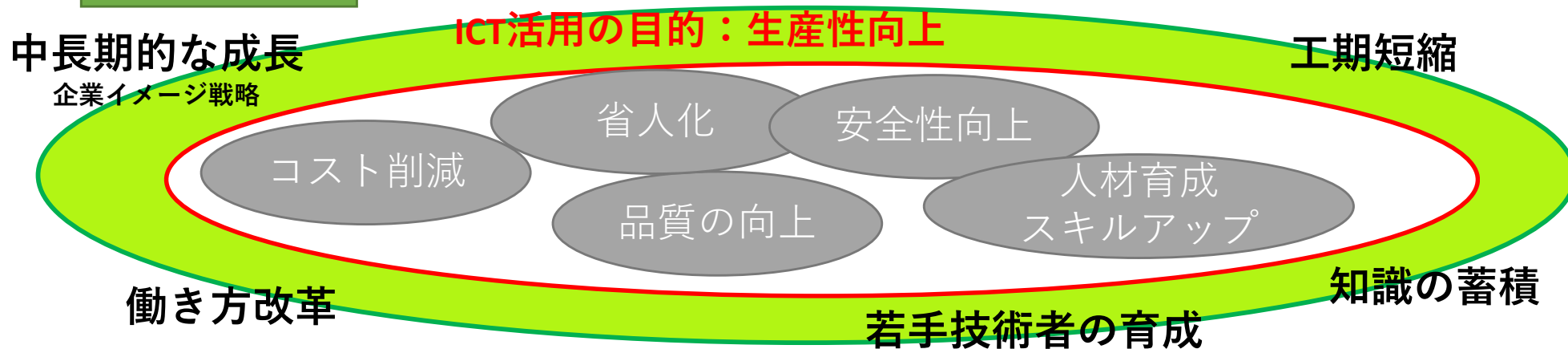
ステップ3：目的の明確化

ICT活用が目的とすることは
「生産性向上」

生産性（せいさんせい、Productivity）とは、経済学で生産活動に対する生産要素（労働・資本など）の寄与度、あるいは、資源から付加価値を産み出す際の効率の程度のことを指す。一定の資源からどれだけ多くの付加価値を産み出せるかという測定法と、一定の付加価値をどれだけ少ない資源で産み出せるかという測定法がある。

生産性 - Wikipedia
<https://ja.wikipedia.org/wiki/生産性>

付加価値



ICT活用により得たい効果を明確にし、目的に沿った計画を立てることが重要

※用語の定義

- ・省人化、安全性、品質の向上：ICTの導入（計測・建機）により見込める効果
- ・コスト削減：ICT活用をフルスペックで実施した場合に対しての削減効果。
- ・フルスペックとは：ICT活用工事の①から⑤のすべてを実施するICT活用工事のこと。

ステップ4-1 : 目的別の機器選定 (計測機器)

※どんなICTが使えるのか ⇒ 7. (参考) ICT活用工事に適用可能な計測機器を参照して下さい

達成手段としてのICT (起工、出来形計測)

使うICT

使う範囲・時期

人材

達成すべき事項 (起工、出来形計測)

例えば

- ①現況地形のほとんどが平坦である場合、TSで変化点を数点計測したデータで作成したTINデータを使用した数量算出結果でも支障は無い。
- ②法面整形後に種子吹付を順次施工するため、施工に合わせて順次出来形管理が必要。

導入目的

ICT活用の目的 : 生産性向上

コスト削減

省人化

安全性向上

品質の向上

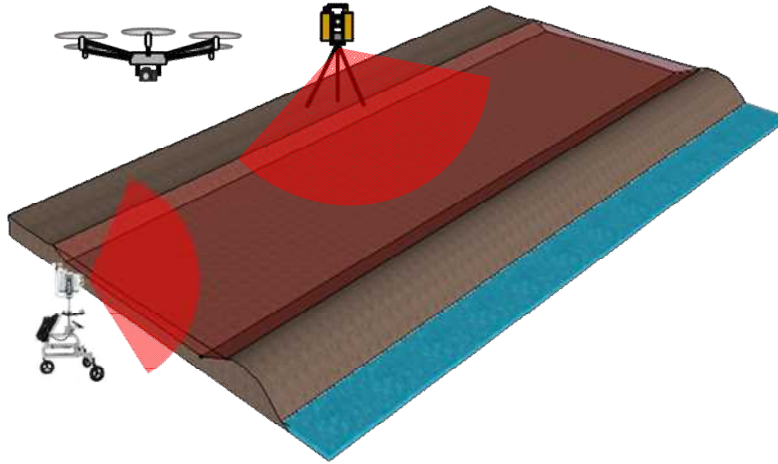
人材育成
スキルアップ

現場条件 (起工、出来形計測)

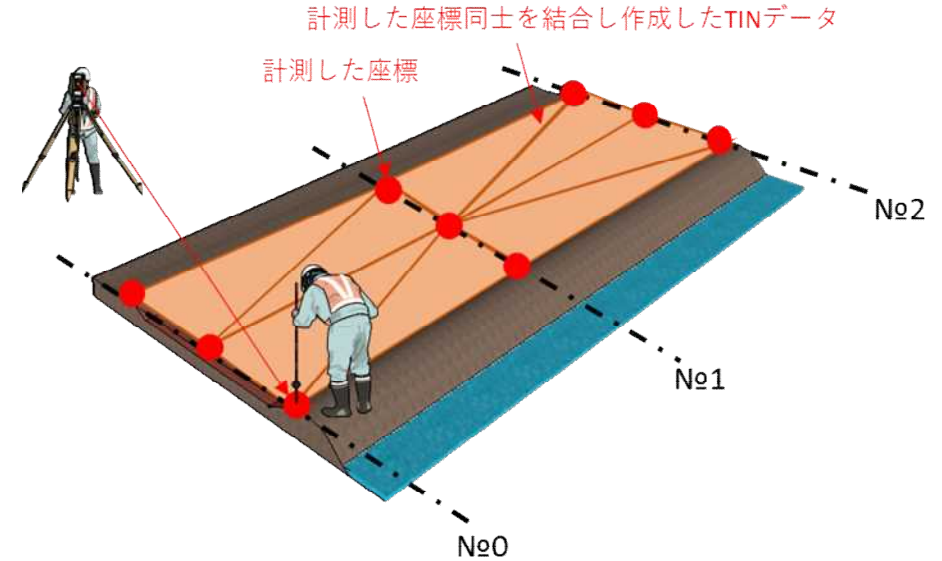
- ✓ 上空は開けていて、**高圧線や構造物等の障害もない**(起工測量・出来形計測)
- ✓ 遮るものが無い為、**風が強い**
(起工測量・出来形計測)
- ✓ ほとんどが**平坦な地形だが一部、現況地形が不定形**である(起工測量)
- ✓ 法面部は**種子吹付による仕上げ**となる
(出来形計測)

ステップ4-2：計測範囲の決定（起工測量）

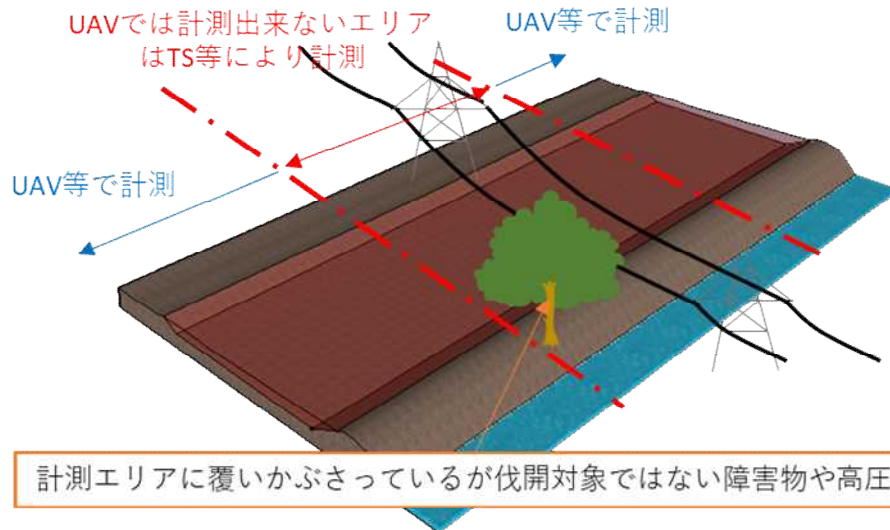
1) 全面的に点群計測を行う場合



2) TS等により計測を行う場合



※（例）点群計測とTS等の補間計測を複合する場合
一部、高圧線や木があり計測できない場合など



■起工測量における緩和措置

2) 起工測量計測データの作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にTINを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でTINを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更してもよい。また、管理断面間隔より狭い範囲においては、点群座標が存在しない場合は、数量算出において平均断面法と同等の計算結果が得られるようにTINで補間してもよいものとする。

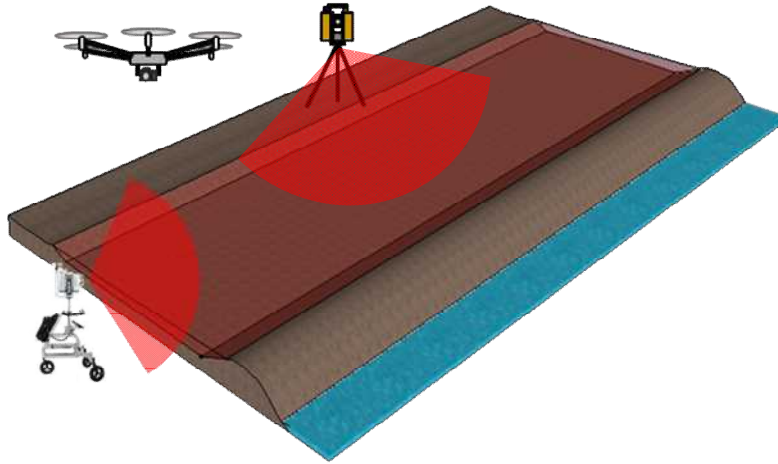
※空中写真測量を用いた出来形管理要領 一部抜粋

ICTは万能ではない。効率よくICT活用を推進する対応が整備されている。

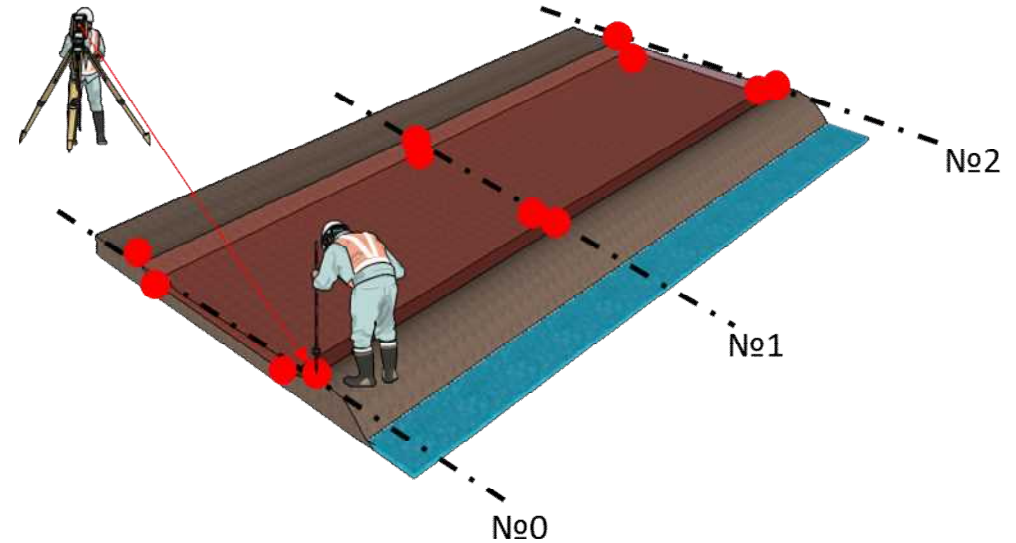
点群座標が取得できない場合においては、管理断面間隔より狭い範囲でTSによる補間計測が認められている。

ステップ4-3 : 計測範囲の決定 (出来形計測)

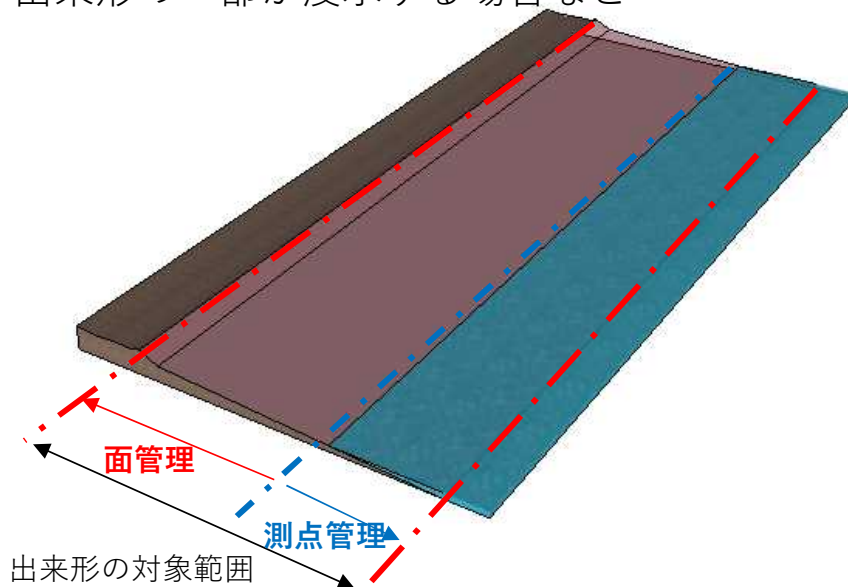
1) 全面的に面管理を行う場合



2) 全面的に測点管理を行う場合



※ (例) 面管理と測点管理が複合する場合
出来形の一部が浸水する場合など



■ 出来形計測における緩和措置

受注者は、河川・海岸・砂防・道路土工の出来形管理については、面管理で行うこととするが、出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合は、監督職員との協議の上、1)～9)を適用することなく、管理断面による出来形管理を行ってもよい。ただし、完成検査直前の工事竣工段階の地形について出来形計測を行い、⑤によって納品するものとする。

※空中写真測量を用いた出来形管理要領 一部抜粋

ICTは万能ではない。効率よくICT活用を推進する対応が整備されている。

面管理が非効率あるいは適用できない場合については、従来やTS等による測点管理も認められている。

ステップ5-1 : 現場条件と抽出した課題の整理

現場条件

1. 掘削高さが最大で4 mある
2. 掘削の中央部ではICT建機による精緻な施工は不要
3. ICT建機の導入時期の最適化と日当たり施工量（整形）の確保が重要となる。

課題

1. 着手当初からICT建機を導入すると、十分な法面整形の施工量が確保できない。ICT建機で粗掘削や通常建機の従作業を行うこととなる。
2. ICT積算の増工分から試算した施工日数は約1か月半となるため、ICT建機の拘束日数を1か月で計画する必要がある。
3. 想定しているICT活用計画では、ICT積算により見込まれている増工分（日数）を超えてしまう。

整理のポイント

着手当初からICT建機を導入した場合、積算で見込まれている稼働日数を超えた拘束日数分は自社負担となる可能性が高いため、

(A案) 1か月半で施工を完了させる工程を計画する。

(B案) 1か月半で有効に活用できる工程を計画する。

あるいは、

(C案) 工期全体でICT建機を活用し、安全性の向上、品質の向上を狙った計画を立てる。

加えて、各案で見込まれるメリット、デメリットも整理する。

ステップ5-2 : 条件と課題を整理したICT活用計画 (案) の立案

ICT活用計画 (案)

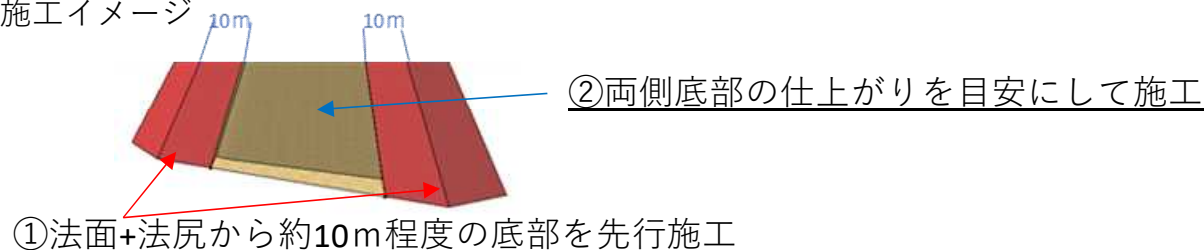
(A案) ICTバックホウ (0.8m³) + 通常のバックホウ (1.4m³) の検討 (2段目からICTバックホウを導入)

施工方法	メリット	デメリット
<p>1段目：切出しの位置を3次元設計データを活用した位置出しを行い、通常のバックホウ (1.4m³) で粗掘りを行い、ICTバックホウを導入し法面整形を行う。</p> <p>2段目：粗掘削時は通常のバックホウの能力を最大限に発揮させる。底部+法面の整形時はICTバックホウで底部の目印掘削を行うことで、通常のバックホウの丁張レス施工を補助しながら整形+確認を行うことで、工期短縮を狙う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ICTバックホウの拘束期間の短縮 2段目の通常バックホウの補助掘削 1、2段目の出来形チェック 	<ul style="list-style-type: none"> 1段目の位置出しや丁張り設置が必要となる。 1段目の粗掘削の施工量が下がる。 1段目に荷振り用のバックホウが必要となる可能性あり

(B案) ICTバックホウ (0.8m³) + 通常のバックホウ (1.4m³) の検討 (1段目からICTバックホウを導入し2段目の施工中に返却)

施工方法	メリット	デメリット
<p>1・2段目の法面整形と法尻から10m程度の底部整形を先行して施工しICTバックホウを返却する。その後、中央部の掘削及び底部整形を行う。底部の整形は両側の仕上がりを目安にして施工する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 切出し位置の先行掘削。 ICTバックホウの早期返却によるコスト削減 (ICT拘束期間を1か月と想定) 	<ul style="list-style-type: none"> 底部整形時、出来形チェックが出来ない。 中央部の粗掘削の施工量が下がる。 底部整形はオペレータの技量が重要となる。

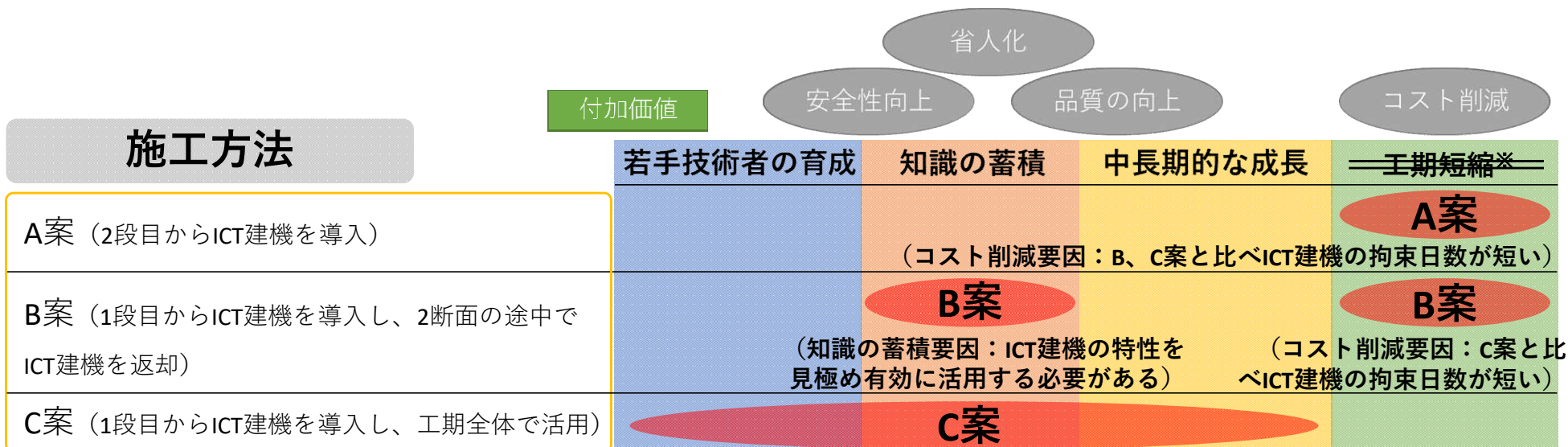
(B案) 施工イメージ



(C案) ICTバックホウ (0.8m³) + 通常のバックホウ (1.4m³) の検討 (1段目からICTバックホウを導入)

施工方法	メリット	デメリット
<p>1段目：ICTバックホウで先行のスリット掘削、及び法面整形+粗掘削の補助を行い、通常のバックホウを粗掘削に注力させることで、工期短縮を狙う。</p> <p>2段目：粗掘削時は1段目と同様に通常のバックホウの能力を最大限に発揮させる。底部+法面の整形時はICTバックホウで底部の目印掘削を行うことで、通常のバックホウの丁張レス施工を補助しながら整形+確認を行うことで、工期短縮を狙う。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 切出し位置の先行掘削。 1、2段目の通常バックホウの補助掘削。 1、2段目の出来形チェック。 -16日の短縮 (ICT拘束期間を2か月と想定) 	<ul style="list-style-type: none"> 余剰拘束期間が発生する可能性がある。 日当たりのダンプ台数の確保が重要となる。

ステップ5-3 : 目的に合ったICT活用計画の決定



※コストの削減について、ICT建機を工事全体で活用すると工期短縮が可能となるが、ICT建機の費用については導入期間と比例してコスト高となる。ここでは、ICT建機を長期間導入すれば、工期短縮することとし、ICT建機の有効活用や導入時期の最適化によりICT建機分の拘束日数を削減したことをコスト削減する。

決定

様々なパターンの検討から、当該工事に最適な手法を選択しましょう。また、自社の経験やノウハウ、工事の人員体制やシステム・ソフトの所有環境、今後の展望を踏まえて活用プランを決定することが重要です。

3. ICT舗装工の留意点

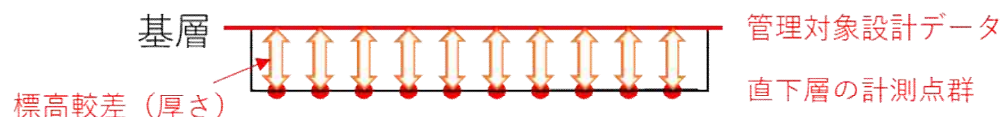
1. データ処理上の違い

評価方法は厚さ標高較差の2種類のいずれかを選択可能。

■厚さ管理の場合

直下層の計測値と管理対象面（上層設計面）との標高較差を厚さとする。

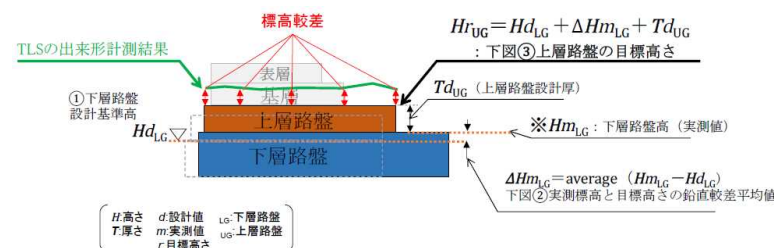
厚さの算出イメージ



■標高較差で実施する場合

標高較差は直下層の目標高さ（設計）+直下層の標高平均値+設計設計厚さ（上層）から求まる標高差により出来形の良否判定を行う。

標高較差の算出ロジックのイメージ



2. 利用できる計測機器の違い ※本テキスト6.適用可能な計測機器を参照

土工と比べて高い計測精度が必要なため、計測機器が限定される。

3. ICT舗装工の留意点

データ処理難

- 出来形評価を標高較差で実施する際に、下層の標高較差を設計に反映させる必要があるため、処理が難しい。

計測回数増

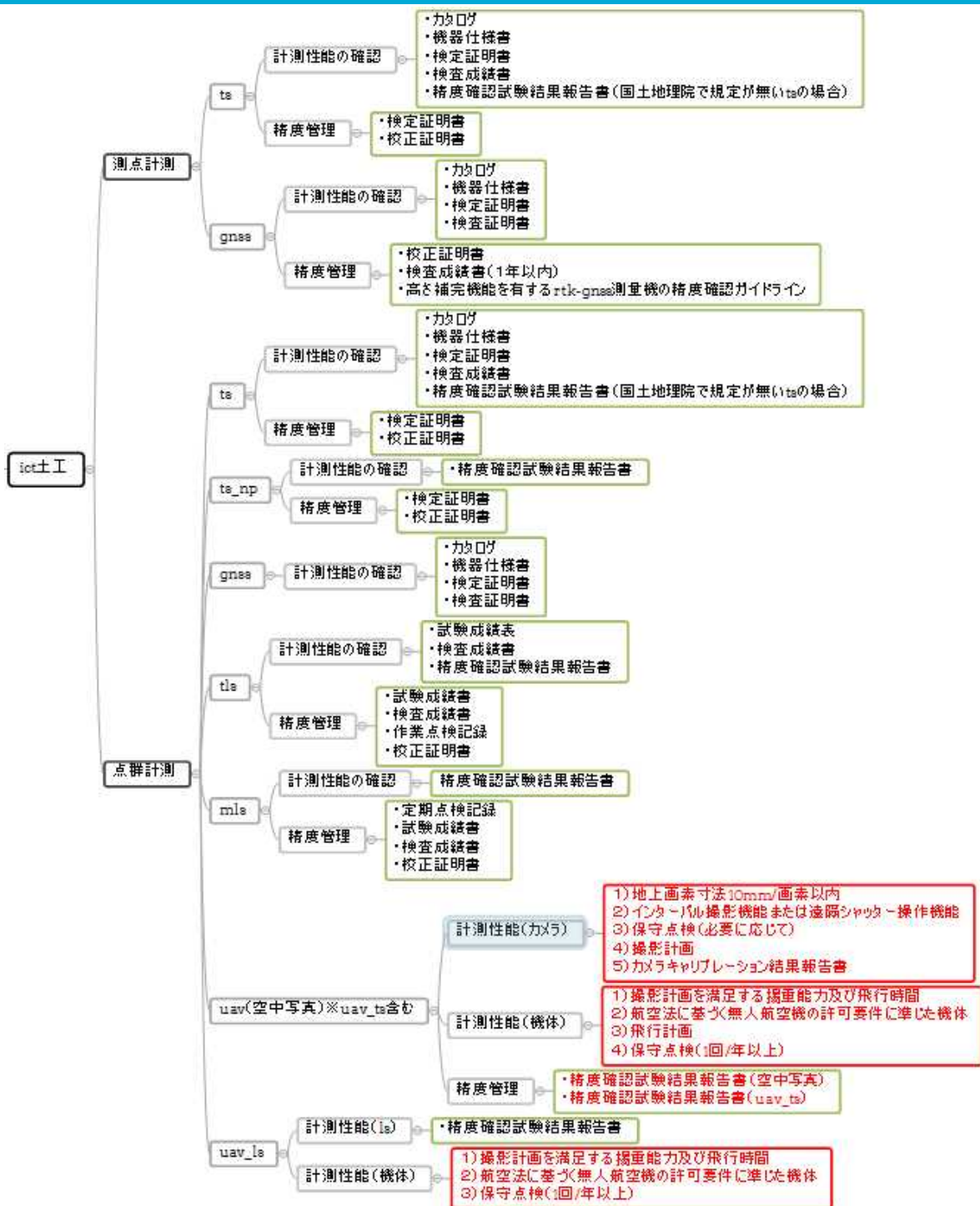
- 出来形計測の際に施工エリア全体を一度に点群計測しようとする上層の施工が実施できないため、ある程度、細かく計測する必要がある。

計測精度高

- TLSで出来形計測を実施する場合、TSと比べて4mmの計測精度が必要となる。TS等光波方式においても、基層及び表層の計測には1級以上の計測精度が必要となる。

4. 使用する機器と必要書類と施工計画書の主な記載事項

使用する機器と必要書類 (土工)



: いずれかを提出
 : 全て提出

赤字: 後述4.施工計画書の記載例(UAV)に記載

▶ 主な記載項目

1) 適用工種

管理要領による適用工種に該当している工種を記載する。

2) 適用区域

3次元計測区域を行う範囲の記載する。

3) 出来形管理箇所・出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準

測定基準に元づいた管理基準を記載する。

4) 使用機器・ソフトウェア

必要な機能を有し適切に管理された機器及び必要な性能をもつソフトウェアであることを記載する。

①機器構成

出来形管理で利用する機器及びソフトウェアを記載する。

②：使用機器本体 ※1

要領が要求している計測性能を有していること添付資料として提出する。

a：精度確認試験を実施し、その記録を提出する※3。 b：メーカーが推奨する定期点検記録を添付する。

③：ソフトウェア

必要な機能を有するソフトウェアであることをカタログあるいはソフトウェア仕様書を、添付資料する。

5) 飛行計画＋安全飛行マニュアル ※2

要領記載事項に留意した計測計画を作成し提出する。

■ 各要領で特に変わらない

※1 使用する機器により内容が異なる

※2 UAVとUAV_LSのみ

※3 提出時期及び頻度は要領による

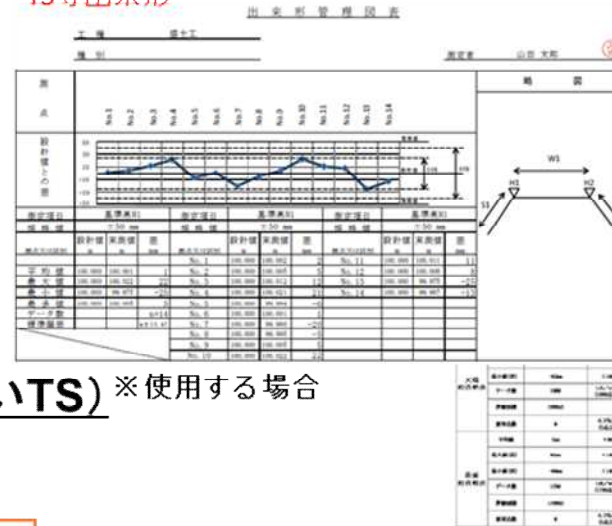


必要書類

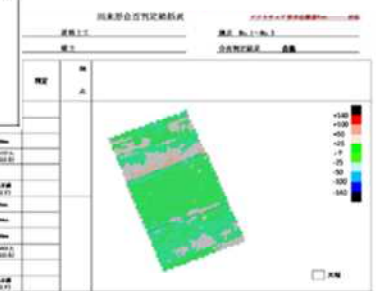
- ▶ **施工計画書**
- ▶ **基準点測量精度管理表等**
- ▶ **精度確認試験結果(規定の無いTS) ※使用する場合**
- ▶ **設計照査結果**
- ▶ **基本設計データチェックシート**
- ▶ **3次元設計データチェックシート**
- ▶ **数量算出結果**
- ▶ **岩線計測結果**
※必要に応じて
- ▶ **出来高数量算出結果**
※選択した場合
- ▶ **品質管理及び出来形管理写真**
- ▶ **出来形管理図表(TS等出来形)**
- ▶ **出来形管理図表(TS等出来形(面管理))**
- ▶ **電子成果品**

出来形管理図表

TS等出来形



TS等出来形(面管理)



精度確認試験結果(規定の無いTS)

- 3級以上のTSとの座標値比較
平面 ±20mm以内
標高 ±10mm以内
- 時期: 利用までに行うこと

精度確認試験結果報告書

計測実施日: 平成30年3月26日
標線の所有者: 試験者(有) 計測実施機関担当者: (有) ○○測量
精度: 本所 記

精度確認の対象機器 メーカー: 株式会社 測定装置名称: ABC-123 測定装置の製造番号: ABC0123	写真
確認機器(直接を計測する測定機器) 計TS: 3級TS以上 計標線名(線別○線)	写真
測定日時: 平成29年3月26日 測定条件: 天候 晴れ 気温 18℃ 測定場所: (株)○○○○ 構内道路改修工事にて 確認機器と既知点の距離: 〃	写真
精度確認方法 構内と国土地理院で規定が無いTS等光波方式の各座標の較差	

精度確認試験結果(詳細)

① 高精度の計測結果(3級以上)

	X	Y	Z
1点	44094.120	11987.655	17.890
2点	44060.797	11993.890	17.550

② 国土地理院で規定が無いTS等光波方式による計測結果
計測状況写真

	X	Y	Z
1点	44094.120	11987.655	17.890
2点	44060.802	11993.284	17.553

③ 面の確認(測定精度)
国土地理院で規定が無いTS等光波方式による計測結果(X, Y, Z)
= 高精度の計測結果(X, Y, Z)

	X	Y	Z
1点	0.000	0.001	0.000
2点	-0.009	-0.004	0.000

精度確認結果
X成分(最大) = 0.009mm (3mm) / 合格 (基準値 ±20mm (1%)
Y成分(最大) = 0.004mm (4mm) / 合格 (基準値 ±20mm (1%)
Z成分(最大) = 0.000mm (0mm) / 合格 (基準値 ±10mm (1%))

契約

施工計画

工事基準点の設置

起工測量

3次元設計データ作成

岩線計測 出来高算出

出来形管理・ 検査

竣工

必要書類

- ▶ **施工計画書**
- ▶ **基準点測量精度管理表等**
- ▶ **精度確認試験結果 (TS_NP)**
- ▶ **点検記録簿 (GNSS)** ※使用する場合
- ▶ **設計照査結果**
- ▶ **3次元設計データチェックシート**
- ▶ **数量算出結果**
- ▶ **点検記録簿 (GNSS)** ※使用する場合
- ▶ **岩線計測結果** ※必要に応じて
- ▶ **出来高数量算出結果** ※選択した場合
- ▶ **品質管理及び出来形管理写真**
- ▶ **出来形管理図表**
- ▶ **電子成果品**

GNSSによる観測地の点検記録簿

(様式-3)
平成 年 月 日
工事名: _____
受注番号: _____
作成者: _____ 印

GNSSによる観測地の点検記録簿

観測地の点検記録簿		既知点	計測結果	座標間較差	判定基準			
平成29年3月26日	観測時	X	18027.223	X'	18027.209	ΔX	-0.014	±20mm
		Y	44060.424	Y'	44060.404	ΔY	-0.020	±20mm
	観測時	Z	178.888	Z'	178.902	ΔZ	+0.014	±30mm
		観測時	X	18011.512	X'	18011.500	ΔX	-0.012	±20mm
	観測時	Y	44060.902	Y'	44060.882	ΔY	-0.020	±20mm
		Z	180.134	Z'	180.151	ΔZ	+0.017	±30mm
平成〇〇年〇月〇日	観測時	X	X'	ΔX	±20mm			
		Y	Y'	ΔY	±20mm			
	観測時	Z	Z'	ΔZ	±30mm			
		観測時	X	X'	ΔX	±20mm		
	観測時	Y	Y'	ΔY	±20mm			
		Z	Z'	ΔZ	±30mm			
平成〇〇年〇月〇日	観測時	X	X'	ΔX	±20mm			
		Y	Y'	ΔY	±20mm			
	観測時	Z	Z'	ΔZ	±30mm			
		観測時	X	X'	ΔX	±20mm		
	観測時	Y	Y'	ΔY	±20mm			
		Z	Z'	ΔZ	±30mm			

- ・工事基準点等の既知点との座標値比較
平面 ±20mm以内
標高 ±30mm以内
- ・時期: 計測毎の開始と終了時

※本様式で不足する場合は、本様式を複製し記載する。

精度確認試験結果 (ノンプリズム方式)


- ・3級以上のTSとの座標値比較
平面・標高 ±20mm以内
- ・時期: 利用までに行うこと

計測実施日: 平成29年3月26日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株)〇〇測量
精度 太郎 印

精度確認の対象機器 メーカー: 株式会社 測定装置名称: TS9000 測定装置の製造番号: 70123	写真
検針機器 (真値を計測する測定機器) 印TS : 3級TS以上 □機種名 (級別○級)	写真
測定記録 測定期日: 平成29年3月26日 測定条件: 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所: (株)〇〇〇〇 現場にて 検針機器と既知点の間隔: 〃	写真
精度確認方法 ■TS (プリズム方式) とTS (ノンプリズム方式) の各座標の較差	

・精度確認試験結果 (詳細)


① 真値の計測結果 (TS (プリズム方式))



真値の計測結果 (TS (プリズム方式))			
	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.605	17.990
2点目	44060.797	-11993.290	17.530

② TS (ノンプリズム方式) による計測結果

計測状況写真



TS (ノンプリズム方式) による計測結果			
	X'	Y'	Z'
1点目	44044.720	-11987.605	17.901
2点目	44060.912	-11993.404	17.543

③ 差の確認 (測定精度)

TS (ノンプリズム方式) による計測結果 (X', Y', Z')

— 真値の計測結果 (X, Y, Z)

真値との座標間較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	0.000	0.010	-0.011
2点目	0.015	0.014	0.013

X成分 (最大) ⇒ 0.015m (15mm): 合格 (基準値 ±20mm 以内)
Y成分 (最大) ⇒ 0.014m (14mm): 合格 (基準値 ±20mm 以内)
Z成分 (最大) ⇒ 0.013m (13mm): 合格 (基準値 ±20mm 以内)



必要書類

- ▶ **施工計画書**
- ▶ **基準点測量精度管理表等**
- ▶ **精度確認試験結果 (UAV or (UAV_TS) ・GNSS※) ※使用する場合**
- ▶ **設計照査結果**
- ▶ **3次元設計データチェックシート**
- ▶ **数量算出結果**
- ▶ **精度確認試験結果 (UAV)**
- ▶ **岩線計測結果 ※必要に応じて**
- ▶ **出来高数量算出結果 ※選択した場合**
- ▶ **精度確認試験結果 (UAV)**
- ▶ **品質管理及び出来形管理写真**
- ▶ **出来形管理図表**
- ▶ **電子成果品**

・検証点座標との比較
平面・標高 ±50mm以内
・時期: 計測毎

精度確認試験結果 (UAV)

カマフライトプレジデント及び精度確認試験結果報告書

カマフライトプレジデントの実施記録

実施年月日	
作業機名	
実施担当者	
運用するソフトウェア	メーカ
測定基準点	【製品名・型式】
測定基準点の製造番号	【製品名・機種名】
測定基準点の製造番号	【製造番号】

精度確認試験結果 (概要)

精度確認試験実施年月日	
作業機名	
実施担当者	
測定条件	天候: 晴 気温: 25℃
測定場所	【場所】 UAV測量 ①工事現場
検証機材 (検証点を計測する測定機材)	TS : ①地上以上 ②地上以下
検証機材 (検証機材)	【機種名・機種名】
検証機材の製造番号	【製造番号】

カメラの位置計測に用いた機材がある場合は以下を記入すること

カメラの位置計測に用いた機材

メーカー	【製品メーカー名】
名称	【製品名・機種名】
製造番号	【製造番号】
写真	【写真】

精度確認試験結果 (詳細)

①真値とする検証点の座標

高さ	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.64	17.870
2点目	44060.778	-11993.30	17.521

②空中写真測量 (UAV) による計測結果

高さ	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.64	17.870
2点目	44060.778	-11993.30	17.521

③差の検定 (測定精度)

空中写真測量による計測結果 (X', Y', Z')	X	Y	Z
1点目	-0.000	-0.011	-0.000
2点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分 (最大) ±0.020m (-20mm) : 合格 (基準値 50mm 以内)
Y成分 (最大) ±0.011m (-11mm) : 合格 (基準値 50mm 以内)
Z成分 (最大) ±0.020m (-20mm) : 合格 (基準値 50mm 以内)


空撮写真

精度確認試験結果 (UAV_TS)

・ UAV計測データと検証点座標との比較
各座標の較差 ±50mm以内
実施時期: 12か月以内

カマフライト位置計測を使用する空中写真測量 (UAV) の事前精度確認試験実施手順書 (要)

- 実施時期
利用前の精度確認は、視検点においては、利用前6ヶ月以内に精度確認試験を実施することとする。
- 実施方法
現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。
- 検証点の設置
精度管理用の検証点を、位置計測が可能な範囲について、10m間隔で配置する。



既知点との真値と比較
設置された検証点すべてで実施

- 高精度の記録
精度確認の実施結果を記録・提出する。

検証点を位置計測が可能な範囲について10m間隔で設置し、すべての検証点と比較する



必要書類

- ▶ **施工計画書**
- ▶ **基準点測量精度管理表等**
- ▶ **精度確認試験結果 (TLS・GNSS※)**
※使用する場合
- ▶ **設計照査結果**
- ▶ **3次元設計データチェックシート**
- ▶ **数量算出結果**
- ▶ **岩線計測結果**
※必要に応じて
- ▶ **出来高数量算出結果**
※選択した場合
- ▶ **品質管理及び出来形管理写真**
- ▶ **出来形管理図表**
- ▶ **電子成果品**

・既知点座標との比較
平面 ±20mm以内
標高 ±30mm以内
・時期: 利用までに行うこと

精度確認試験結果 (GNSS)

精度確認試験結果報告書

計測実施日: 平成21年2月18日
機種の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株)○○測量 精度: 太郎 臣

精度確認の対象機器 メーカー: 株式会社 測定装置名称: GNSS2000 測定装置の製造番号: R00991	写真
検定機器 (真値を計測する測定機器) GNSS: 3機TLS以上 GNSS機名 (識別コード)	写真
測定記録 測定期日: 平成21年2月18日 測定条件: 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所: (株)○○測量 現場にて	写真
精度確認方法 ■既知点の各座標の較差	

精度確認試験結果 (詳細)

① 真値の計測結果



計測方法: 既知点 (TS) による座標値計測

	X	Y	Z
真値とする検定点の各座標値			
1 点目	44044.750	-11997.655	17.890
2 点目	44060.797	-11993.390	17.530

② GNSS による計測結果



RTK 法またはネットワーク RTK 法で測定した真座標値

	X	Y	Z
真値とする検定点の各座標値			
1 点目	44044.750	-11997.644	17.870
2 点目	44060.778	-11993.385	17.521

③ 差の検認 (測定精度)
GNSS による計測結果 (X', Y', Z') ← 真値とする検定点の各座標値 (X, Y, Z)

	ΔX	ΔY	ΔZ
真値点の各座標値較差			
1 点目	-0.020	-0.011	-0.020
2 点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分 (最大) = -0.020m (-20mm) ; 合格 (基準値±20mm以内)
Y成分 (最大) = -0.011m (-11mm) ; 合格 (基準値±20mm以内)
Z成分 (最大) = -0.020m (-20mm) ; 合格 (基準値±20mm以内)

・点間距離
±20mm以内
実施時期: 12か月以内

精度確認試験結果 (TLS)

精度確認試験結果報告書

計測実施日: 平成21年2月18日
機種の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株)レーザー測量 精度: 太郎 臣

精度確認の対象機器 メーカー: 株式会社 測定装置名称: TLS420 測定装置の製造番号: R00991	写真
検定機器 (標定点を計測する測定機器) レーザー: J1S1種1機 (ガウス線検出型) ■○○型 (最高精度)○○ □TLS: 3機TLS以上 □SS型 (反射鏡)	写真
測定記録 測定期日: 平成21年2月18日 測定条件: 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所: (株)レーザー測量 社内 (資材ヤードにて)	写真
精度確認方法 ■既知点の座標間距離	

精度確認試験結果 (詳細)

① テープによる検定点の検認



計測方法: (テープ) or TS による座標間距離 or TS による座標値計測
計測結果: 17.070m

② TLS による検認



TLS による既知点の点間距離 (L')

	X	Y	Z	点間距離
真値とする検定点の各座標値				
1 点目	44044.750	-11997.621	17.870	
2 点目	44060.778	-11993.385	17.502	17.071m

③ 差の検認 (測定精度)
TLS の計測結果による点間距離 (L') ← テープによる実測距離 (L)
17.071m - 17.070m = 0.001m (1mm) ; 合格 (基準値 20mm 以内)

図 4-3 機器の動作状況と精度確認結果の事例

図 4-4 機器の動作状況と精度確認結果の事例

契約

施工計画

工事基準点の設置

起工測量

3次元設計データ作成

出来高算出

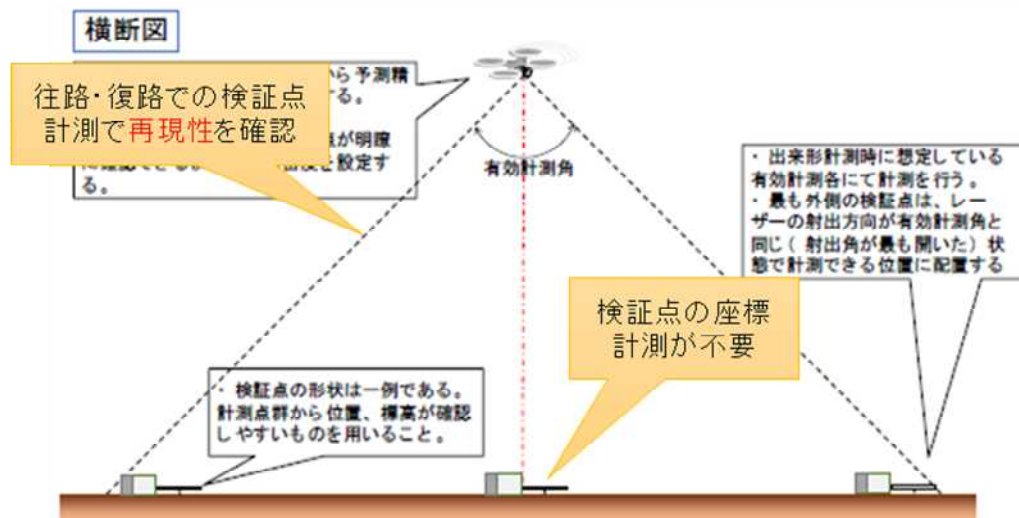
出来形管理・検査

竣工

必要書類

- ▶ 施工計画書
- ▶ 基準点測量精度管理表等
- ▶ 精度確認試験結果(UAV_LS・GNSS※) ※使用する場合
- ▶ 設計照査結果
- ▶ 3次元設計データチェックシート
- ▶ 数量算出結果
- ▶ 出来高数量算出結果
※選択した場合
- ▶ 品質管理及び出来形管理写真
- ▶ 出来形管理図表
- ▶ 電子成果品

調整用基準点・検証点設置例



精度確認試験結果(UAV_LS)

・検証点または既知点座標との比較
出来形 50mm以内
起工測量 100mm以内
出来高 200mm以内

・実施時期：12か月以内

測点ID	東	北	高	誤差(東)	誤差(北)	誤差(高)
0001	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0002	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0003	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0004	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0005	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0006	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0007	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0008	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0009	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00
0010	100.000	100.000	100.000	0.00	0.00	0.00

② 較差の確認(測定精度)
UAVレーザーの計測結果による計測点座標 - 検証点座標
飛行時地高度 30m
有効計測角 60度以内 ; 台幅(基準値 50mm L&P)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：平成21年2月16日
機種の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) UAVレーザー測量 精度 太郎 田

精度確認の対象機器 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：TOKI 測定装置の製造番号：JBC0001	写真
検証機器(検証点を計測する測定機器) 2線トータルステーション GPT0000	写真
測定記録 測定期日：平成21年2月16日 測定条件：天候 晴 気象 穏 測定場所：(株)UAVレーザー測量 社内 資材空一階広場	写真
精度確認方法 ■標高検証点との標高較差 ■水平位置検証点との座標較差 標高検証点 水平位置検証点	写真



必要書類

- ▶ 施工計画書
- ▶ 基準点測量精度管理表等
- ▶ 精度確認試験結果(MLS)
- ▶ 設計照査結果
- ▶ 3次元設計データチェックシート
- ▶ 数量算出結果
- ▶ 岩線計測結果
※必要に応じて
- ▶ 出来高数量算出結果
※選択した場合
- ▶ 品質管理及び出来形管理写真
- ▶ 出来形管理図表
- ▶ 電子成果品

精度確認試験結果(MLS)

1) 試験概要 精度確認試験結果報告書

計測実施日：平成30年2月16日
機種の所有・試験者あるいは精度管理担当者：〇〇測量
精度 次部 印

(1) 試験概要 精度確認の対象機器 メーカー：西ABC 装置名称： 主要構成機器： <input type="checkbox"/> 据付機式-1に記載のとおり	
検証機器（真値を計測する測定機器） ①検証面の高さ レベル： <input type="checkbox"/> 検定済み ②検証面および検証点の平面度標準 TS（2級以上）： <input type="checkbox"/> 検定済み	
測定記録 測定期日：平成30年2月16日 測定条件：天候 晴れ 気温 12℃ 測定場所：(一社) 〇〇 構内試験ヤードにて 検証機器と真値点の距離：約〇〇m	
精度確認方法 地上移動体搭載型LSと真値座標の較正	

検証面の計測：2級以上TSかレベル
検証点の計測：2級以上TS

2) 試験条件

(2) 試験条件
現場での計測条件は本試験で確認する条件の範囲内とする。

①計測幅および計測範囲の条件
地上移動体搭載型LSを用いた計測において、実測精度に劣る最も不利となる条件を設定すること。本システムは、地上移動体に搭載したLSにて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。また、自己位置と方位は自動追尾TSとIMUの組合せにより求める。このことから、本システムでは進行方向に向かって横断方向の最大有効幅（条件1）、自動追尾TSから最大距離（条件2）において最も計測精度が不利となる。現場計測においても、本条件の範囲内で計測を行う。

<条件1>

- 本システムは傾斜面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。このため本体から、真横方向で所定の計測精度が得られる計測時の最大幅の位置に検証面を設定する。
- 要求精度（鉛直精度）の±4mmに対しては移動体の進行方向に対して〇〇m以内とする。

<条件2>

- 本システムは、自動追尾式TSによる自己位置とIMUによる方位推定から対象面の座標値を求める仕組みである。本体の位置と姿勢が最も低下する条件は、自動追尾式TSから最も距離が遠くなる位置である。
- 要求精度（鉛直精度）の±4mmに対しては最大〇〇m以内とする。

最大計測幅・最大計測可能距離の記載



3) 精度確認結果

(3) 精度確認結果

①検証点の計測結果

点	検証点座標(TS計測結果)
PI	(100,000,100,000,10,000)

②地上移動体搭載型LSによる計測結果
検証点の結果

検証点 (100,002,100,008,10,001)	

③差の検証
検証点の結果

検証点座標	判定基準	合否
検証点の真値 (100,000,100,000,10,000)		
移動体搭載型LSの結果 (100,002,100,008,10,001)	距離差50mm以下 真値差±4mm以内 R=0.31	合格

- ・平面較差 10mm以内
- ・標高較差 100mm以内
- 起工・岩線 200mm以内
- 部分払い 50mm以内
- 出来形 50mm以内
- ・実施時期：12か月以内

5. 施工計画書の記載例（UAV）

施工計画書の記載例

～空中写真測量 (UAV) を用いた出来形管理～

施工管理計画

- 1) 工程管理
- 2) 出来形管理
- 3) 品質管理
- 4) ICT 活用工事に係わる出来形管理

ICT 活用工事に係わる出来形管理は、「空中写真測量 (UAV) を用いた出来形管理要領」に従って出来形管理を実施します。

(参考) 施工計画書の記載例 (UAV)

ICT 活用工事に係る出来形管理

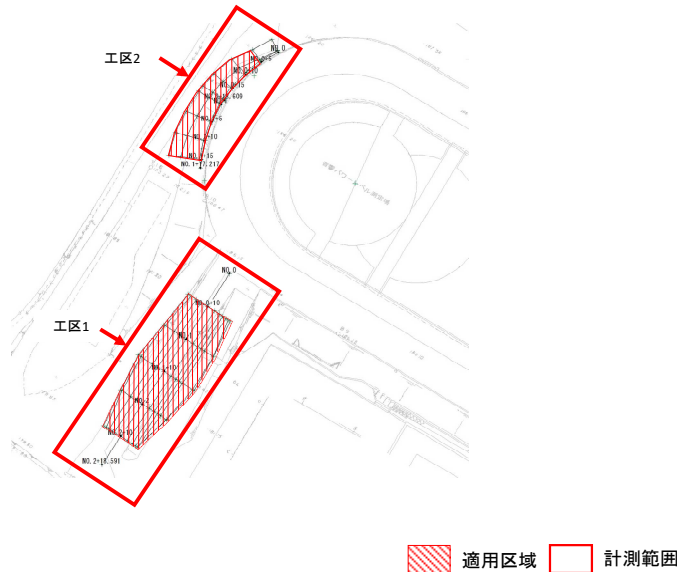
次表に示す工種について、空中写真測量 (UAV) を用いた出来形管理を行います。

適用工種

編	章	節	工種	適用の有無
共通工	土工	道路土工	路体盛土工	○

適用区域

空中写真測量 (UAV) を用いた出来形管理範囲については、工区1については NO.0+10～NO.2+10 における天端部、法面部、小段部を対象とする。工区2については NO.0+5～NO.1+15 における法面部を対象とする。



出来形管理基準

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		
路体盛土工 路床盛土工	天端	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、注4	
	法面(小段含む)	標高較差	±80	±190		

注1：個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。
 注2：計測は天端面（掘削の場合は平場面）と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で設計面との標高較差または、水平較差を算出する。計測密度は1点/m²（平面投影面積当たり）以上とする。
 注3：法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。
 注4：評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。

出来形管理写真基準

区分	写真管理項目	写真管理項目		
		撮影項目	撮影頻度	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

工種	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
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]	
	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

※斜体太文字は、空中写真測量 (UAV) による出来形管理の適用で、「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局) を適用しない部分

(参考) 施工計画書の記載例 (UAV)

使用機器・ソフトウェア

当該工事において利用する機器およびソフトウェアについて、「空中写真測量 (UAV) を用いた出来形管理要領」に定められた性能および機能を有するものを使用する。メーカーカタログ等は巻末に別途添付する。

① 機器構成

種別	名称	規格 (バージョン等)	
トータルステーション		国土地理院 2 級 A	
UAV			
デジタルカメラ			
3次元設計データ作成ソフトウェア			
写真測量ソフトウェア			
点群処理ソフトウェア			
出来形帳票作成ソフトウェア			

注意：地上画素寸法について現場精度確認において、必要な精度を確保できることが確認できる場合は、10mm/画素以外での計測も可能である。

② UAV およびデジタルカメラ

項目	要領の記載内容	本業務 (計測計画あるいは確認)
計測性能	地上画素寸法：1cm/画素以内	地上画素寸法：0.7cm/画 ※飛行高度50m時、1cm未満 最大飛行高度71.48m なお、後述する2) 地上画素寸にて根拠を示す。
測定精度	測定精度：±5cm以内 (XYZ 各成分)	要領参考資料 - 3 に示される「レーションおよび精度確認試験に基づいて、起工測量時、および計測前に実施する。
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	巻末に別途添付する。

保守点検記録

・ UAV (〇〇〇)

機体直径	
機械高	
機体重量	
離陸重量	
耐風速	
滞空 (ホバリング時間)	
最高速度	
最大到達高度	
動力用バッテリー	

・揚重能力
・飛行時間
など航空法を遵守した機体であること



・ デジタルカメラ (〇〇〇)

型式	
撮像素子	
カメラ有効画素数	
総画素数	
アスペクト比	
画像ファイル形式	
記録画素数 (縦横比 3:2)	
使用レンズ	

・ 撮影機能



(様式-2)

平成 年 月 日

カメラキャリブレーション実施記録

工事名: _____
受注者名: _____
作成者: _____ 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 年 月 日
作業機関名	
実施担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー : (製造メーカー名) 測定装置名称 : (製品名、機種名) 測定装置の製造番号 : (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 年 月 日
作業機関名	
実施担当者	
測定条件	天候 晴れ 気温 8℃
測定場所	(株) UAV測量 <input checked="" type="radio"/> 工事現場
検証機器 (検証点を計測する測定機器)	TS : 3級TS以上 <input type="checkbox"/> 機種名 (級別○級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差

(精度確認試験報告書様式添付)

・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: 既知点のRTS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	44044.720	-11987.655	17.890
2点目	44060.797	-11993.390	17.530

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	44044.700	-11987.644	17.870
2点目	44060.778	-11993.385	17.521

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			
	Δ X	Δ Y	Δ Z
1点目	-0.020	-0.011	-0.020
2点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分 (最大) = -0.020m (-2cm) 以内; 合格 (基準値 5cm 以内)

Y成分 (最大) = -0.011m (-1.1cm) 以内; 合格 (基準値 5cm 以内)

Z成分 (最大) = -0.020m (-2cm) 以内; 合格 (基準値 5cm 以内)

精度確認試験結果報告書

(参考) 施工計画書の記載例 (UAV)

3次元設計データ作成

3次元設計データは、発注者に指示された適用区域を対象に発注者から貸与される設計図書に基づいて作成する。

作成した3次元設計データは、入力の間違いないかを確認するために、要領に従った確認方法を実施し、「3次元設計データチェックシート」を監督職員に提出する。

(様式-1)

平成 年 月 日

工事名： _____
受注者名： _____
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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	<ul style="list-style-type: none"> ・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	全延長	<ul style="list-style-type: none"> ・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-1を提出した後、監督職員から様式-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。

空中写真測量(UAV)による計測

無人航空機の飛行に関しては、平成27年9月に航空法の一部が改正により、平成27年12月10日からドローン等の無人航空機の飛行ルールが導入されている。本現場では、航空法の規定に係わる該当項目がなかったため、「無人航空機の飛行に関する許可・承認」は特に不要であった。

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

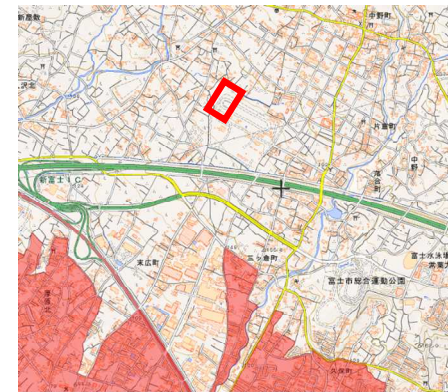
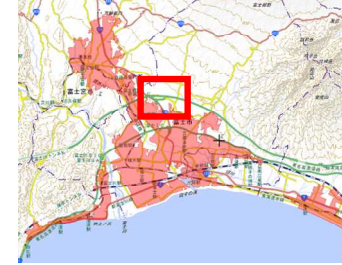


図 静岡県富士市 DID地区と空港上空区域の分布 赤：DID地区(国土地理地図)
<http://maps.gsi.go.jp/#8/35.563512/140.339355/&base=std&ls=std%7CdId2010%7Ckokuarea&dIsp=111&lcd=kokuarea&vs=c1j010u0f0&d=v1>

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

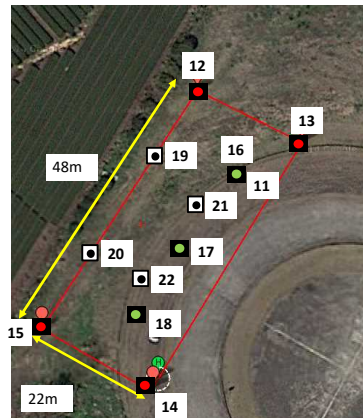
① 標定点・検証点の設置

撮影計画

1) 配置

標定点・検証点は「UAV を用いた出来形管理要領」に従い、以下の配点とする。検証点は、UAV を用いた出来形管理要領に従い、以下の設置点数にて設置する。

	要領の記載内容	本業務
外部標定点	辺長 100m 間隔程度以内 (内部を含め最低 4 点)	4 点
内部標定点	辺長 200m 間隔程度以内	3 点
検証点	天端上辺長 200m 間隔程度以内 (最低 2 点)	4 点



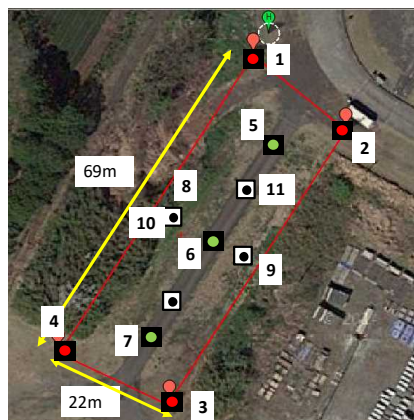
工区 1 (天端、法面、小段) (図面表示になおす)

- ・外部標定点：4 点 ■
計測対象範囲を包含し、辺長 100m 以内
- ・内部標定点：3 点 ■
辺長 200m 以内
- ・高高度標定点
- ・低高度標高点

■検証点

- ・検証点：4 点
- 外部標定点の中間に 1 点

合計：11 点



工区 2 (法面) (図面表示になおす)

- ・外部標定点：4 点 ■
計測対象範囲を包含し、辺長 100m 以内
- ・内部標定点：3 点 ■
辺長 200m 以内
- ・高高度標定点
- ・低高度標高点

■検証点

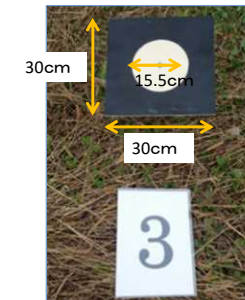
- ・検証点：4 点
- 外部標定点の中間に 1 点

合計：11 点

2) 設置方法

標定点・検証点は、発注者より指示された基準点あるいは工事基準点を利用して、4 級基準点測量の規定を準用し TS による放射法 2 セット観測で求める。

	要領の記載内容	本業務 (実施計画)
設置方法	3 級基準点および 4 級水準点相当	TS を用いた計測



① 空中写真測量

1) 計測計画

撮影は垂直撮影を基本とする。なお現地での作業日数は 1 日程度とする。対象土工は比高が 7 m 程度であることから、天端から対地高度約 50m で飛行する。さらに、離着陸時以外は、基本的に自律飛行とする。図 2.1 の土工範囲を網羅するように、延長方向は+2.0 m 程度、横方向は+2.3 m 程度延伸するように計測する。

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

飛行計画



工区1 (天端、法面、小段)



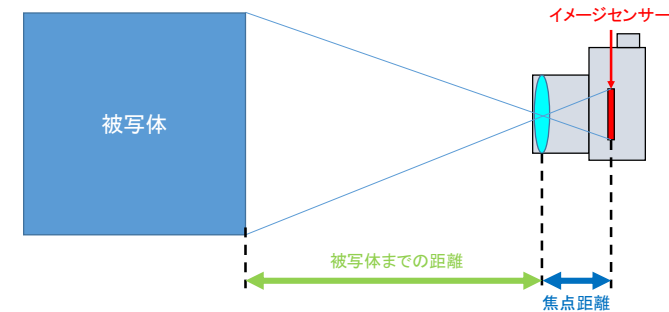
工区2 (法面)

注意：地上画素寸法について
現場精度確認において、必要な精度を確保できることが確認できる場合は、10mm/画素以外での計測も可能である。精度確認により実施する場合は不要

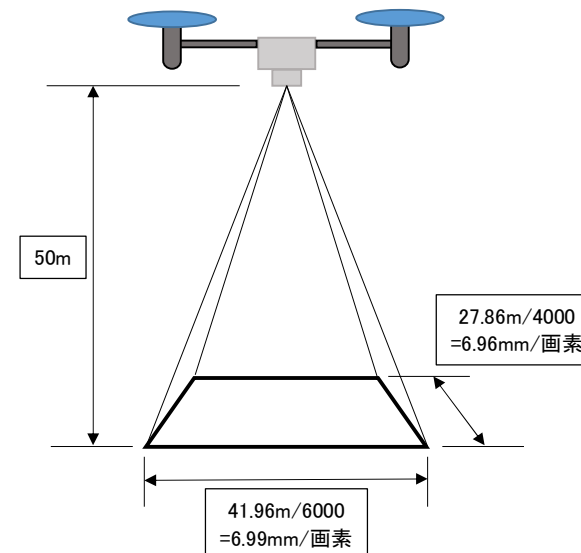
地上画素寸法の算出

計測性能として、撮影計画上の地上画素寸法が1cm/画素以内と定められている。地上画素寸法は、使用するデジタルカメラの解像度と飛行高度より算定し、以下のとおり、地上解像度を確認した。

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



上記諸元の解説図



1画素あたりの寸法算出根拠

3) 撮影枚数

工区 1

飛行コース長	70m	水平撮影範囲	41.96m
コース数	3	ラップ率	90%
撮影枚数 (1 コース)	$70m \div (41.96m \times (100\% - 90\%) \div 100) \approx 17$ 枚		
撮影枚数(予定)	51 枚		

工区 2

飛行コース長	50m	水平撮影範囲	41.96m
コース数	3	ラップ率	90%
撮影枚数 (1 コース)	$50m \div (41.96m \times (100\% - 90\%) \div 100) \approx 12$ 枚		
撮影枚数(予定)	36 枚		

① 計測点密度

空中写真測量 (UAV) を用いた計測では、下表の必要な計測点が取得できるように、データ処理段階で、所定の計測点密度を設定し、作成する。

	要領の記載内容	本業務 (実施計画)
起工測量	0.25m ² あたり 1 点以上	〇〇あたり 1 点以上
出来形測量	0.01m ² あたり 1 点以上	〇〇あたり 1 点以上

データ処理

出来形管理や出来高算出に係わるデータ処理は以下の手順のとおり実施し、出来形評価のための計算方法や数量算出方法は、要領に従った以下の方法で実施する。

① データ処理手順

出来形管理に必要な処理	出来高算出に必要な処理	資料ソフトウェア
1. 空中写真測量 (計測点群データの取得)		
↓		
2. 不要点除去		
↓		
3. 点群密度の変更 (データの間引き)	8. 数量算出	
↓		
4. 点群密度の変更 (グリッドデータ化)		
↓		
5. 3次元設計データと出来形評価用データの各ポイント離れの計算		
↓		
6. 出来形分布図の作成		
↓		
7. 出来形帳票および3次元ビューの作成		

② データ処理および計算方法

	実施方法	要領に示される計算方法
3. 点群密度の変更 (データの間引き)	最下点	<ul style="list-style-type: none"> ・最下点 ・中央値
4. 点群密度の変更 (グリッドデータ化) 出来形評価用データのため	最近隣法	<ul style="list-style-type: none"> ・個々の実在点 ・最近隣法 ・平均法 ・TIN 法 ・逆距離加重法
8. 数量算出	点高法	<ul style="list-style-type: none"> ・点高法 ・TIN 分割法 ・プリズモイダル法

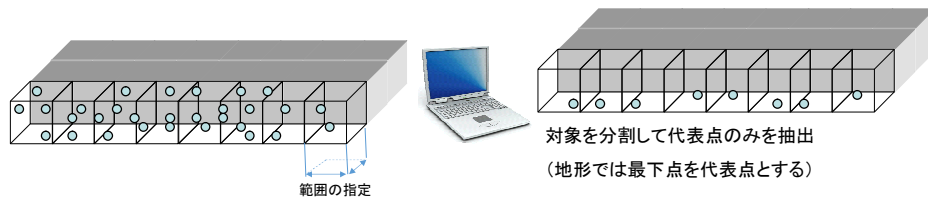


図 データ処理および計算方法 最下点

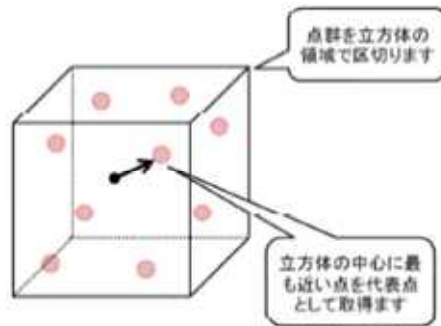


図 点群密度の変更 (グリッドデータ化) 最近隣法

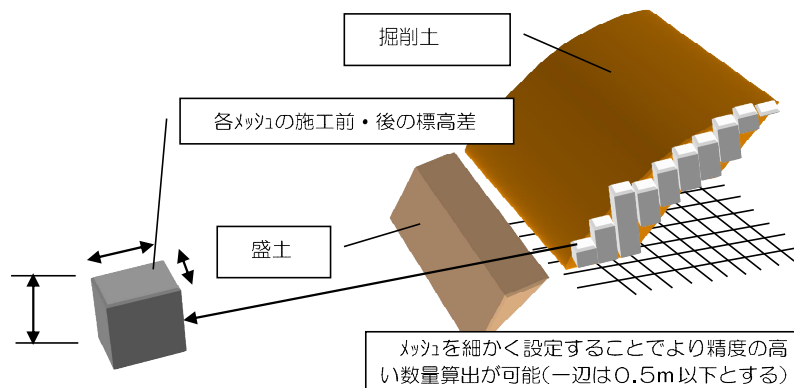


図 数量算出 点高法

6. (参考) 課題から検索する現場事例集

本資料は国土交通省HPより引用している。

引用元：ICT導入協議会資料（第9回 令和元年7.11 【参考資料-1】）

<https://www.mlit.go.jp/common/001299661.pdf>

(参考) ICT活用計画立案：現場事例集

場面	現場で起こりうる課題	チェック	該当事例	
設計	暫定形状	<input type="checkbox"/>	B-② Q-①	
	構造物	<input type="checkbox"/>	B-③ C-③ E-③	
	線形に沿わない設計	<input type="checkbox"/>	L-②	
数量算出	正確な土量を算出した	<input type="checkbox"/>	K-②	
現場環境	土質	<input type="checkbox"/>	M-①	
	気候	<input type="checkbox"/>	M-② Q-②	
	気候	<input type="checkbox"/>		
	仮置き土	<input type="checkbox"/>	K-③	
	周辺構造物	既設カルバートがあり衛星取得困難	<input type="checkbox"/>	A-③
		橋梁下部で衛星の取得ができない	<input type="checkbox"/>	H-②
	狭隘部	既設カルバート周辺を盛土	<input type="checkbox"/>	J-①
		ICT機械自体の搬入ができない	<input type="checkbox"/>	J-①
		盛土施工となるが、幅が狭い	<input type="checkbox"/>	C-② D-①
		従来施工時は丁張が必要であったが、機械の規格やダンプの離合を細かく調整する必要がある	<input type="checkbox"/>	E-①
		湧水がありトンボ丁張を何度かかけ直す必要がある	<input type="checkbox"/>	S-②
		搬入土	<input type="checkbox"/>	O-②
		軟岩	<input type="checkbox"/>	R-②
	埋設物	連続掘削が不可能	<input type="checkbox"/>	I-② P-①
		軟弱地盤	<input type="checkbox"/>	Q-①
起工測量		広範囲	<input type="checkbox"/>	C-① L-① N-①
		高低差	<input type="checkbox"/>	B-①
	障害物がある	<input type="checkbox"/>	K-①	
空港等の周辺空域	<input type="checkbox"/>	O-① H-①		
風	<input type="checkbox"/>	A-① S-①		
隣接道路交通量	<input type="checkbox"/>	B-①		
自社実施	<input type="checkbox"/>	F-① G-①		
家屋	<input type="checkbox"/>	I-①		
工種条件	宅地造成	<input type="checkbox"/>	L-③	
	盛土	<input type="checkbox"/>	K-③	
	護岸工、排水構造物工	<input type="checkbox"/>	D-②	
	掘削・盛土の混在	<input type="checkbox"/>	D-① J-②	
	掘削	<input type="checkbox"/>	I-③	
	掘削	<input type="checkbox"/>	G-②	
	掘削	<input type="checkbox"/>	F-② H-③ N-②	
	掘削	<input type="checkbox"/>	P-①	
土運搬	路体盛土・路床盛土の混在	<input type="checkbox"/>	J-③	
	法面整形	<input type="checkbox"/>	E-②	
	法面整形	<input type="checkbox"/>	L-③ R-①	
体制	ダンブ離合	<input type="checkbox"/>	P-②	
	最適化	<input type="checkbox"/>	M-③	
出来形計測	作業員	<input type="checkbox"/>	A-② G-③	
	安全性向上	<input type="checkbox"/>	G-③	
出来形計測	適用範囲	<input type="checkbox"/>	D-③	
	計測時期	<input type="checkbox"/>	I-③	
	気候	<input type="checkbox"/>	Q-③	

■現場条件により発生した課題への対応を、課題から検索

手順①：場面の選択
設計や起工測量など確認したい事例の場面を選択

手順②：課題の選択
手順①で選択した場面で起こりうる課題を選択

手順③：事例番号の確認
該当した事例番号の次頁以降の資料から確認

本資料は国土交通省HPより引用している。
引用元：ICT導入協議会資料
(第9回 令和元年7.11 【参考資料-1】)

<https://www.mlit.go.jp/common/001299661.pdf>

現場概要	
施工数量	暫定切土：28,710m ³ 暫定盛土：20,910m ³
主な工種	道路土工

【効果】

- ・ 3次元設計データ作成を外注せず、内製化したため、社内にノウハウを蓄積することが可能
- ・ 掘削に関しては従来手法と同等であるが、荒整形されている状態での法面整形に活用するのであれば、従来の倍程度の施工能力を発揮することが可能

場面

問題及び課題

対策

①
起工測量

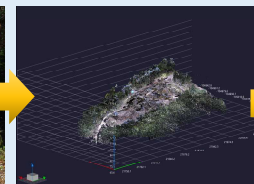
- ・ 高低差が大きい
- ・ 海風が強い



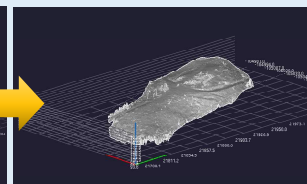
- ・ 高低差が大きく、風が強いためTLSによる起工測量を自社にて実施



TLS計測



ノイズ・不要点除去



TINデータ作成

②
体制
作業員

- ・ 人員手配が難しいため、作業員を削減し、施工を実施したい

- ・ ICT適用範囲外にもICTを適用



法丁張削減

本線部の法面整形



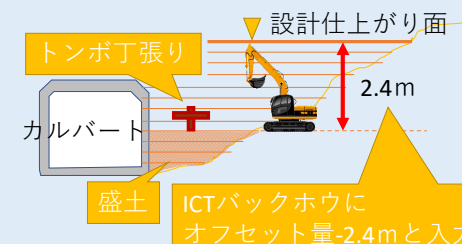
工事用道路の法面整形

トンボ丁張削減

③
現場環境
周辺構造物

- ・ 3次元設計データを活用したい
(本現場の場合は、ボックスカルバート)

- ・ 撒き出し厚の管理に活用



事例：B

現場概要	
施工数量	延長170m 掘削工28,664m ³
主な工種	道路改良（掘削工）

【効果】

- ・ 施工日数 **36日縮減**
- ・ 平場のデータを分けたので、設計変更時の負担が軽減した。
- ・ 従来施工箇所の丁張り設置にも有効に使用されたため、ICT施工部以外も効率化できた。
- ・ 丁張り作業が無くなったため大幅に手間が軽減した。

場面

問題及び課題

対策

①
起工測量
高低差
交通量

- ・ 高低差が大きい
 - ・ 隣接道の交通量が多い
- 計測精度に問題が出る
可能性が大きい

地上画素寸法→密
ラップ距離→短

地上画素寸法→粗
ラップ距離→長

- ・ 高低差が大きい
ため
TLSによる起工測量を
実施



②
設計
暫定計上

- ・ 暫定形状のため、予算に応じて平場の仕上がり標高が変更される。
⇒修正の手間を最小限としたい
- 法面部：設計確定
平場部：標高未確定

- ・ 法面と平場部を分けて作成

変更なし

変更あり

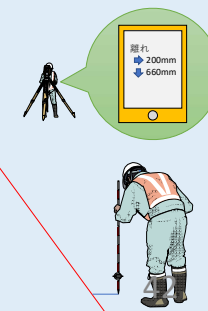


③
設計
構造物

- ・ 3次元設計データを活用したい
(本現場の場合は、排水構造物)

- ・ 構造物の位置出しに活用

- 基準線
- U型側溝管理用座標
- 集水樹管理用座標



事例：C

現場概要	
施工数量	工事延長：186.2 路床置換工：2,289m ² 函渠型側溝：350.7m
主な工種	道路改良

【効果】

- ・ 3次元設計データと測量ツールを活用することで本来2人必要であった出張設置作業が1人で実施でき、ほかの作業に人を当てることが可能となった。
- ・ 敷均し作業をICTバックホウのみで行うことで建機費用だけではなく、労務費削減にも繋がった。

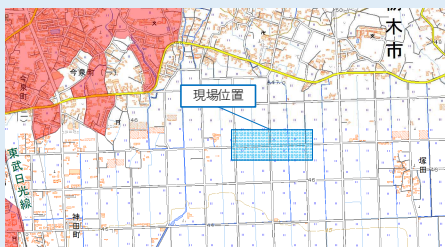
場面

問題及び課題

対策

①
起工測量
障害なし

- ・ 障害物がない
- ・ コスト重視で計測を実施したい



- ・ コストの面よりUAVを選択
⇒ デメリットとして、天候に左右されることがある。



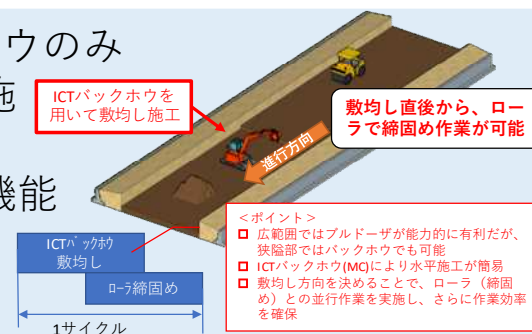
②
現場環境
狭隘部

- ・ 路床置換工を実施するため、掘削作業と盛土作業を実施する必要があるが、現場が狭隘なため、建機のすれ違いが難しい

【当初導入予定機械】
ブルドーザ、バックホウ

- ・ ICTバックホウのみで施工を実施

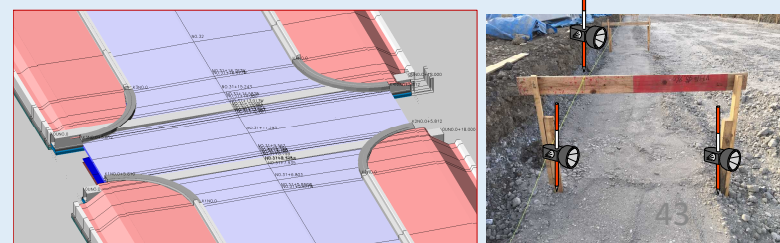
※ オフセット機能を活用



③
設計
構造物

- ・ 3次元設計データを活用したい
(本現場の場合は、函渠型側溝)

- ・ 構造物の位置出しに活用



事例：D

現場概要	
施工数量	路体・路床盛土：1,500m ³ 法面整形工：1,200m ² 排水構造物工：270m
主な工種	道路改良

【効果】

- ・生産性向上より、施工労務の削減効果が大きいと感じた
- ・簡易型2Dマシンガイダンスバックホウを導入することで、ICT建機を早期返却
- ・面的出来形対象範囲を事前に協議し、非効率となる可能性のある管理手法を除外した。

場面

問題及び課題

対策

①

現場環境
狭隘部

- ・狭隘な現場のため、ブルドーザでの施工が難しいことが懸念された

- ・ICTバックホウのみで施工を実施

- ※オフセット機能を活用



※他現場写真を転用

②

工種条件
排水構造物工

- ・構造物工の施工による建機の遊休時間が発生し、建機の拘束期間が長くなり、コスト増となることが懸念される。
※本現場は排水構造物施工有り

- ・3Dの目印をもとに2Dで施工することで3Dの早期返却が可能となった。

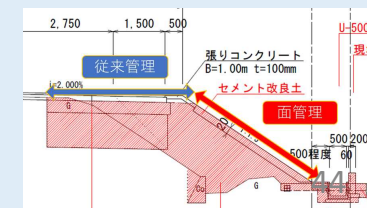


③

出来形計測

- ・天端部分（W=3m）の下層路盤については、従来手法による出来形管理を予定していたため、路床の出来形計測に従来手法を採用する必要があった。※施工者希望による
→路床部の二重管理が懸念された

- ・発注者との協議のうえ、法面のみを面的出来形対象範囲とし、非効率となりうる管理手法を除外した。



現場概要	
施工数量	掘削工(切土部)12,710m ³ 法面整形工(切土部) 6,300m ³
主な工種	道路改良

【効果】

- ・ ダンプ丁張レス施工により、狭隘部でのダンプのUターン、離合が可能となった。
- ・ ICT建機導入により、天端からの法面整形が可能となった。
- ・ 3次元設計データの有効活用により、丁張設置労務を大幅削減した。

場面

問題及び課題

対策

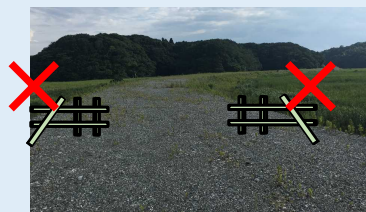
①

現場環境
狭隘部

- ・ 盛土天端部の幅員が狭く、ダンプのUターンや建機との離合確保が難しい



- ・ 丁張レス施工により天端拡幅を全て使用できたため、Uターンが可能となった。



②

工種条件
法面整形

- ・ 現場周辺が湿地帯に囲まれていたため、法尻部から作業する場合は、敷き鉄板等で作業足場を確保する必要があるため手間を要する。

※施工者ヒアリングによると、天端上からの法面整形は丁張が目視しづらくなるため、基本的に施工しないとのこと

- ・ 3Dマシンコントロール機能を有していたため、天端上からの法面整形が可能となった。⇒敷き鉄板等の周辺従作業を効率化した



③

設計
構造物

- ・ 排水路設置工用の丁張は湿地帯で地盤も悪く、カーブも多いため設置本数が多く、手間を要する

- ・ 3次元設計データを排水路設置工用に作成し、自動追尾TSとデータコレクタの活用により、丁張計算や設置労務を大幅に削減した。



現場概要	
施工数量	掘削31,500m ³ 法面整形（切土部）2,336mm ² 底部整形11,220m ²
主な工種	河川土工

【効果】

- ・ UAV測量に必要な機器の全てを導入し、一部のみを外注することにより外注費用を大幅削減可能となった。
- ・ ICT活用計画段階で導入する建機の施工能力と施工方法を鑑みた作業量と所要日数を試算することで、導入時期の最適化を行った。また、ICT建機の能力を理解し有効に活用することで、丁張設置本数を削減した。

場面

問題及び課題

対策

①

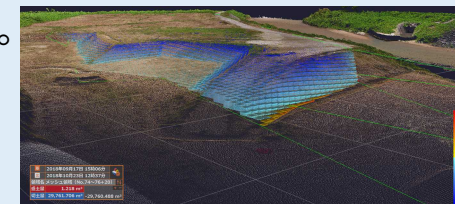
起工測量
自社実施

- ・ 起工測量の内製化により外注費を削減したい

【内製化内容】

- ・ 評定点、検証点の設置
- ・ 写真処理
- ・ 点群処理
- ・ データ計測（日々の土量確認時のみ）

- ・ カメラキャリブレーション及び、空中写真測量を外注し、写真の納品後からの処理を内製化することで外注費を大幅に削減。
- ・ 自社保有UAVで計測することで、日々の土量管理に有効活用。



②

工種条件
掘削

- ・ 工事初期は粗掘削が主作業となるため、整形作業が工事終盤に集中する
→ICT建機の得意能力を活かせない



- ・ 導入する建機（従来・ICT）と施工方法を鑑みた作業日数の試算
→工事終盤の法面及び掘削底部の整形作業の段階でICT建機を導入[導入時期の最適化]



現場概要	
施工数量	片切掘削=470m ³ オープンカット=8,200m ³
主な工種	道路土工

【効果】

- ・起工測量の内製化を行うことでノウハウの蓄積及び出来形管理以外のタイミングでのフライトが可能となり、出来形管理だけではなく、仕上がり確認にも活用することが可能
- ・オペレータ自身が切り出し位置の確認等を実施できるようになり、現場管理者の負担が軽減した

場面

問題及び課題

対策

①

起工測量
自社実施

- ・起工測量の内製化を実施したい

【内製化内容】

- ・計測
- ・データ処理

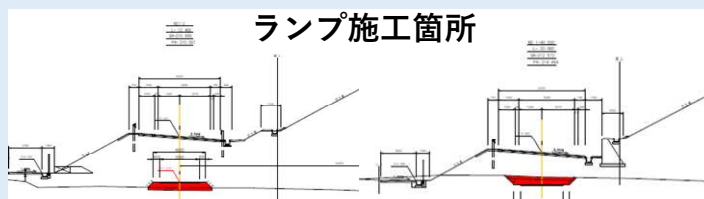
- ・手ごろな価格で購入できるUAVを用いて自社計測を行うことで計測及びデータ処理作業におけるノウハウを蓄積した。



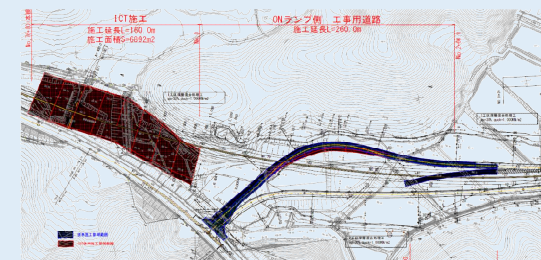
②

工種条件
掘削・盛土
の混在

- ・ランプ部の施工で掘削箇所と盛土箇所が混在しており、施工が複雑となることを懸念



- ・ICT適用範囲外とすることで建機の早期返却を実施



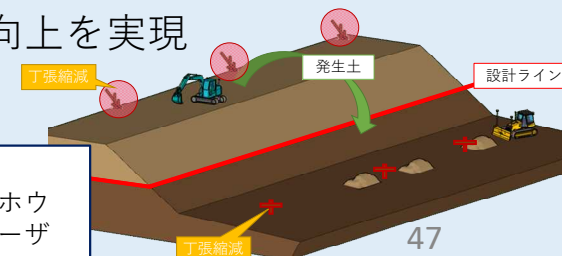
③

体制
安全性

- ・省人化及び安全性を考慮した施工を実施したい

- ・フルスペックでICTを導入することで省人化・安全性の向上を実現

《施工体制》
切土工：ICTバックホウ
盛土工：ICTブルドーザ



事例：H

現場概要	
施工数量	河道掘削=18,483m ³ 張芝工=1,683m ² 護岸工：397m ²
主な工種	河川土工

【効果】

- ・ 起工測量及び3次元設計データに関して内製化を行うことで、時間は要したがノウハウの蓄積が行えた上、発注者への説明等に3次元を活用することが出来、説明の簡略化を図ることが可能
- ・ ICTを導入することで周辺作業が削減され、安全性が向上されることにより、管理者およびオペレータの精神的負担が軽減した。

場面

問題及び課題

対策

①

起工測量

- ・ DID地区ではないが、周辺に自衛隊基地があるため、UAVによる航行が可能か懸念される



- ・ 事前に自衛隊に申請をすることで航行時間の制約や事前連絡等を条件に、航行の許可を得ることが可能となった。



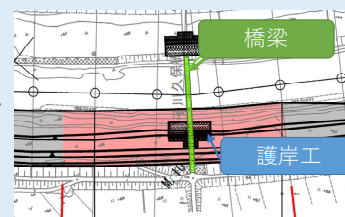
②

現場環境
周辺構造物

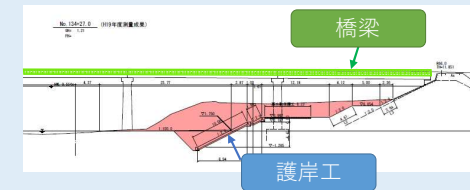
- ・ 現場内に橋梁があり、衛星を取得できないことが懸念される



- ・ ICT適用範囲外とし、従来機にて施工



平面図



横断面図 (橋梁箇所)

③

工種条件
掘削

- ・ 工事初期では荒掘削を実施予定 (本現場は護岸工周辺は従来施工にて実施)

- ・ ICT投入時期を限定することで使用期間を最短化することが可能となった。

①従来のバックホウで施工

②ICT建機を導入し、掘削仕上げ・整形作業



従来の建機
= 護岸工周辺の掘削や荒掘削



ICT建機
= 仕上げ、整形

事例：I

現場概要	
施工数量	延長128m 掘削工13,700m ³
主な工種	道路土工

【効果】

- ・ 施工日数が19日縮減
- ・ 3次元設計データをICT適用範囲外の施工にも活用することが出来、適用範囲外についても効率化を図ることが可能となった。
- ・ 丁張設置の手間が省力化でい、大幅に手間が軽減した。

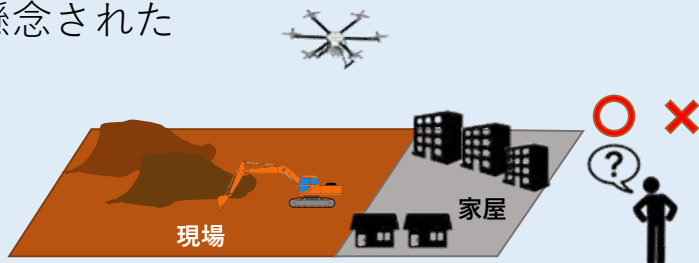
場面

問題及び課題

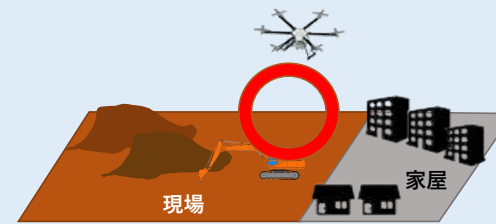
対策

①
起工測量

- ・ 周辺に家屋があり、UAVでの航行が可能か懸念された



- ・ 事前に住民説明を行い、了承を得ることでUAVでの測量が可能となった。

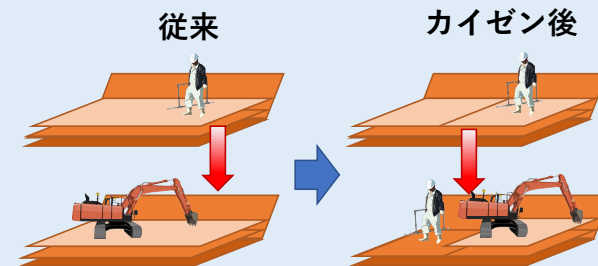


②
現場環境
埋設物

- ・ 埋設物が埋まっているため、一度あたりの掘削深さに制約が発生し、施工効率が落ちることが懸念される。

- ・ 施工と探査範囲を分けることで同時進行が可能に

ICT建機の
遊休時間の
削減

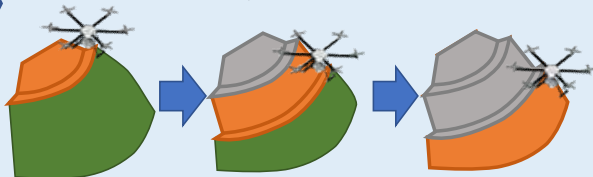


③
出来形計測
工種条件
植生工

- ・ 泥岩により法面が崩れるため、法面保護を行う必要があるが、法面部の出来形が不可視部となるため、段階ごとの計測が必要となる。

効率悪い
コスト増加

- ・ 従来手法にて出来形計測を実施



事例：J

現場概要	
施工数量	延長100m 路床盛土740m ³ 路体盛土4,670m ³
主な工種	道路土工（盛土工）

【効果】

- ・ 施工日数 **27日縮減**
- ・ 設計データ作成は、実際にやってみたら思いのほか簡単であった
- ・ 丁張り作業が無くなったため大幅に手間が軽減した（作業員）
- ・ ICT建設機械による敷均しも容易に行うことができ、敷均し後順次、転圧システム搭載振動ローラーにて転圧が行えたため作業効率が向上した。

場面

問題及び課題

対策

①

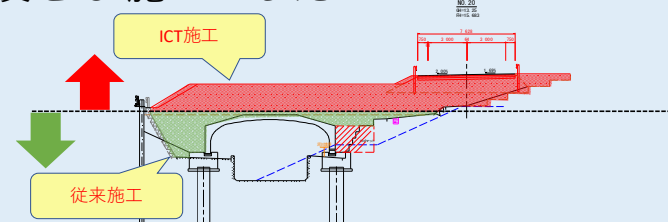
現場環境
周辺構造物
狭隘部

- ・ 既設カルバートの周辺を盛土
- ・ 狭隘なため起工測量やICT建機搬入※が困難



※施工時点では、ICT建機の仕様は0.7m³が最小（日立建機）。

- ・ カルバートを埋める盛土までは従来施工、その後をICT施工とした

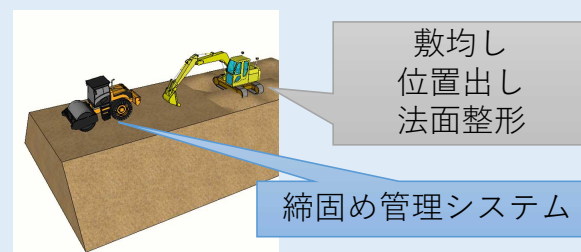


②

工種条件
盛土

- ・ 全体的に数量が少なく、盛土作業以外にもICT建機を活用したい
(ただし、ブル・バックホウ・ローラーのフルスペックで導入するコスト的余裕はない)

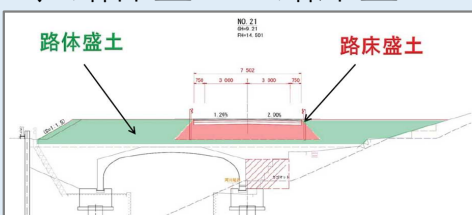
- ・ バックホウとローラーを導入



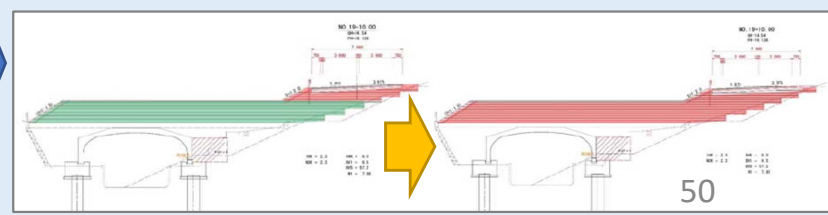
③

工種条件
路体盛土
路床盛土

- ・ 終点側が下がっていくため、巻出し厚の異なる、路体盛土と路床盛土が混在する



- ・ 路床盛土に合わせたハイスペックな施工



事例：K

現場概要	
施工数量	掘削18,480m ³ 路体盛土22,900m ³
主な工種	宅地造成工事（盛土・掘削）

【効果】

- ・稼働60日予定が**着手1カ月で完了**
- ・精密な数量算出により、設計変更を実施した
- ・3次元設計データを搭載したICT建機の導入によって、丁張の存在を気にせず、広範囲でのICT活用計画の立案が可能となった

場面

問題及び課題

対策

①

起工測量
高圧線

- ・高圧線があり、UAVを使用できない



- ・TLSによる起工測量を実施



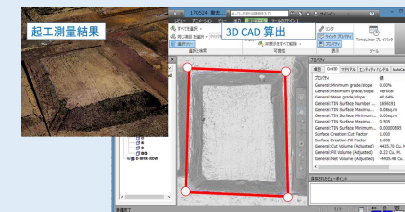
②

数量算出

- ・点在する仮置き土を盛土材として利用するため、精密な数量算出を行いたい



- ・3D求積結果は従来と比べ93%と少なかったため、設計変更および搬入土量の調整を行った

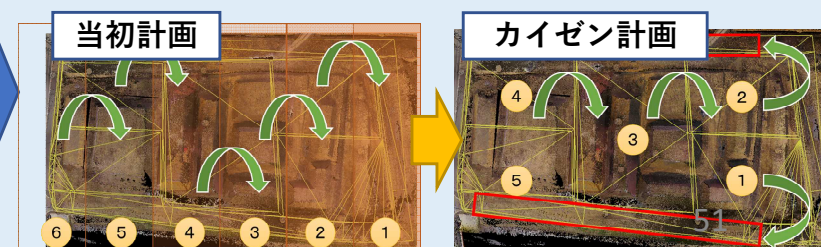


③

工種条件
宅地造成
現場環境
仮置き土

- ・仮置き土を盛土材として利用する
- ・丁張を必要とする従来の施工では、施工範囲を細かく区切って施工していたがどのようになるのか
⇒丁張が削減され建機が自由に動き回れるようになるため、この条件を考慮したICT活用計画が可能となる

- ・広範囲ロッドでの施工となり生産性向上



現場概要	
施工数量	掘削17,200m ³ 、路体盛土37,600m ³ 法面整形（切土部）1,500m ² 法面整形（盛土部）6,460m ²
主な工種	宅地造成工事（盛土・掘削）

【効果】

- ・ 起工測量日数の削減
- ・ 3次元設計データの内製化、丁張レスによる労務費の大幅削減でコストを削減
- ・ 従来建機とICT建機の組み合わせ施工で更なる作業性向上

場面

問題及び課題

対策

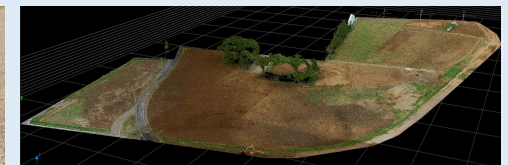
①
起工測量
広範囲

- ・ 広範囲の測量となる
(TLSは盛替えが多く時間を要する)
- ・ 上空が開けておりDID地区には該当しない



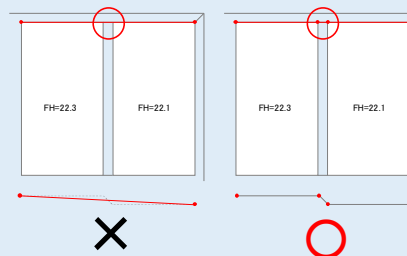
- ・ UAVによる起工測量を実施

従来想定10日⇒ICT2.5日

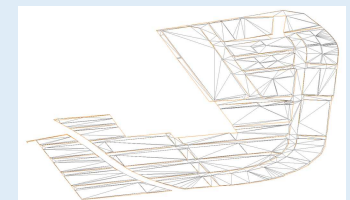


②
設計

- ・ 線形に沿わない設計
- ・ 変化点の抽出でミスを生じやすい



- ・ 外注の場合、何度も修正が必要となる懸念があったため、サポートを受けながら自社作成を行った



③
工種条件
宅地造成

- ・ 宅盤数が多く、法長が短く延長の長い法面整形が連続するため、ICT建機の拘束時間が増える

宅盤数は41



- ・ ICT建機施工部を目印丁張として、従来建機が後追い施工し、作業スピードを向上



目印施工

現場概要	
施工数量	掘削13,200m ³ 法面整形（切土部）2,110m ² 施工延長100m、幅6(8.5)m
主な工種	道路土工（掘削工・法面整形工）

【効果】

- ・ 施工日数 **15日縮減**
- ・ 現場環境を考慮し、十分な品質を得るための適切な機械選定
- ・ 目的に合った機械選定
- ・ 全体最適化による施工スピード向上と、人工の削減

場面

問題及び課題

対策

①

現場環境
土質

- ・ 砂質土で切りやすいが、法面を設計以上に切りすぎることが無いようにしたい

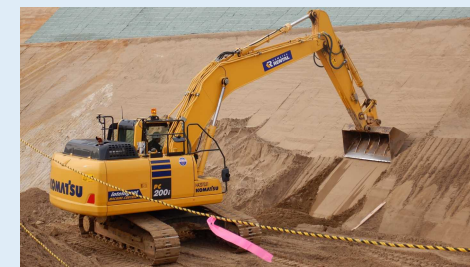


- ・ 設計外に動かないマシンコントロール（MC）を選定
- ・ コスト削減のために比較的安価な3次元建機（後付けMG、簡易型MG、2DMG等）の活用も考えられたが、スピード重視のため、MCを選定

②

現場環境
気候

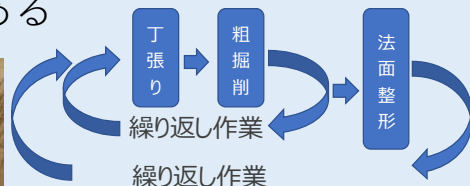
- ・ 降雪地帯のため、本格的に積雪が始まるまでに施工を終了したい（施工スピード重視）



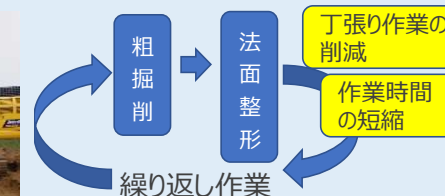
③

土運搬
最適化

- ・ ICT建機の導入により従来の丁張設置やスラント確認が不要となり、粗掘削しながら法面整形が可能となった
⇒ 作業能力向上に伴いダンプ台数を増加させる必要がある



- ・ 現場条件下で最大のダンプ台数を確保し、搬出土量を増加



事例：N

現場概要	
施工数量	掘削67,500m ³ 法面整形（切土部）5,090m ²
主な工種	遊水地整備（掘削・法面整形工）

【効果】

- ・起工測量に要した人日が、TSの場合23人日のところ、UAVにより3.5人日となり、**19.5人日の削減**となった
- ・法面整形のタイミングでICT建機を導入したことにより、遊休時間が生じなかった
- ・コストの削減

場面

問題及び課題

対策

①

起工測量

- ・コストをできるだけ抑え、広範囲を短時間で測量したい

【環境】

- ・上空が開けている
- ・強風環境ではない



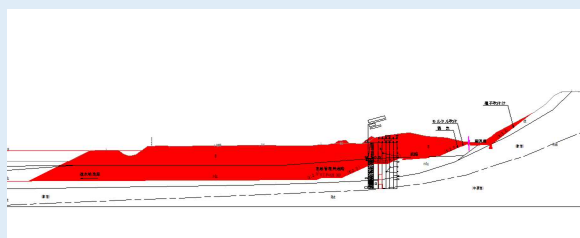
- ・UAVによる起工測量を実施



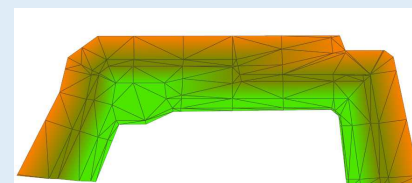
②

工種条件
掘削

- ・遊水地工事のため、粗掘削を連続で実施後、法面整形となる
- ・粗掘削からICT建機を導入し生産性向上も狙えるが、当該現場では搬出土量受け入れ先に数量制限があるため、増加は不可能
- ・コストを削減したい



- ・ICT建機の導入は粗掘削終了後から
- ・後付け方式とする



粗掘削（従来機）



法面整形（ICT建機）

現場概要	
施工数量	路体盛土 1,200m ³ 路床盛土 1,700m ³ 法面整形 840m ³ 、延長340m
主な工種	道路土工（盛土・法面整形工）

【効果】

- ・日数の削減効果は39日から31日へと**8日（21%）の削減**
- ・人工数の削減効果は105人から56人へと**49人（47%）の削減**
- ・仮置き土の活用により、MCブルの遊休時間を極力作らない効率的な施工を実施することができた

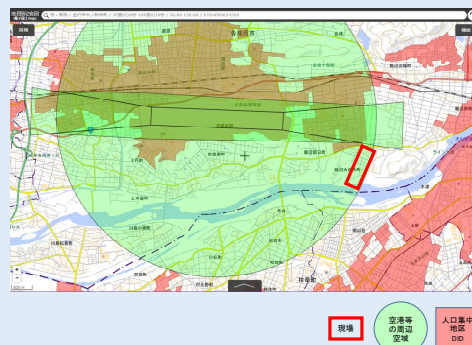
場面

問題及び課題

対策

起工測量
空港周辺空域

- ・航空自衛隊岐阜基地に近接している
- ・飛行可能かどうかの確認、可能であれば申請が必要となる

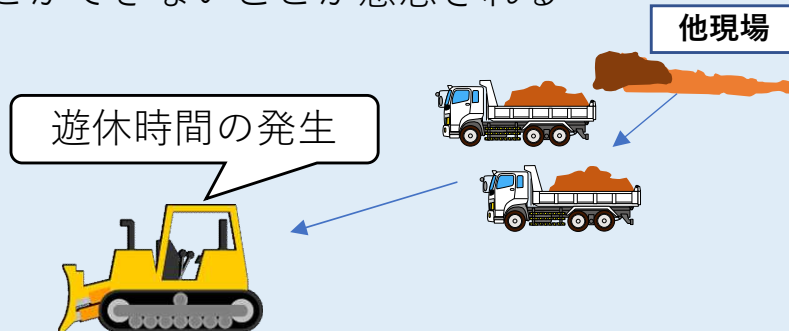


- ・標高80mまでなら飛行が可能であったため、UAVによる起工測量を実施



現場環境
搬入土

- ・盛土材は他現場から供給されるため、ICT建機の生産性向上に伴い供給量を増加することができないことが懸念される



- ・仮置き土を活用することとした



常に稼働



現場概要	
施工数量	掘削工（大城工区）19,900m ³ 法面整形工2,310m ²
主な工種	道路土工（掘削・法面整形工）

【効果】

- ・ ICT施工により丁張作業の削減となり施工日数を短縮
- ・ 労務の大幅削減
- ・ ICT建機導入による作業量向上
- ・ ダンプ離合のカイゼンにより更なる生産性向上

場面

問題及び課題

対策

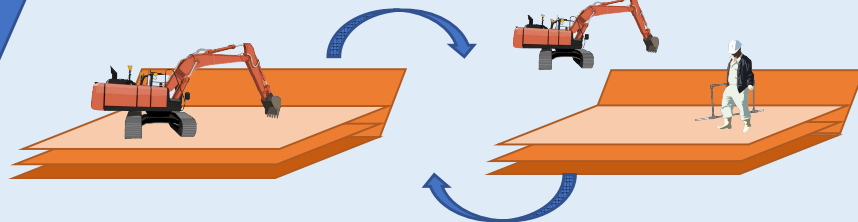
①

工種条件
掘削

現場環境
埋設物

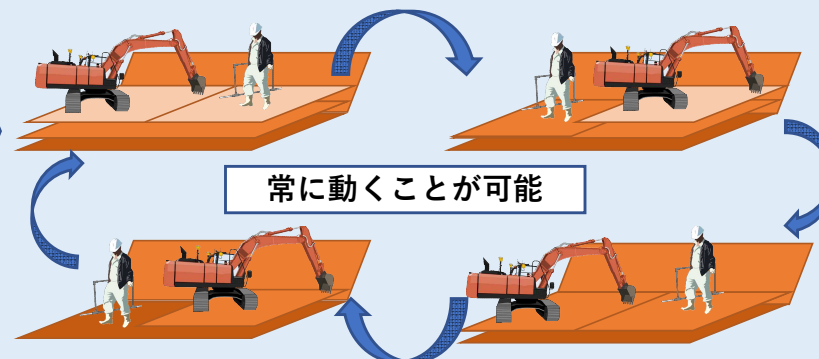
- ・ 掘削深さの規定がある
- ・ 規定深さまでの掘削後に、確認作業があり、連続掘削ができず、ICT建機が遊休してしまう懸念がある

遊休時間が発生



- ・ 1回あたりの磁気探査エリアを従来の半分とし、掘削との並行作業を行う

常に動くことが可能



②

土運搬
ダンプ離合

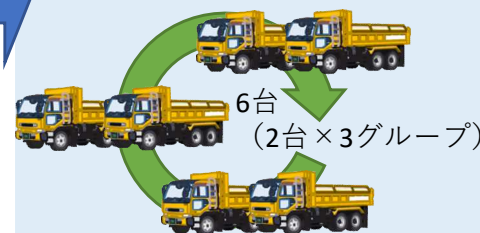
- ・ すれ違い箇所が限られ、ダンプは3台しか運用できていない
- ・ ICT建機の活用による搬出土量の増加に伴い、ダンプ台数を増加したい

3台体制だと積込用BHの待機時間が1時間あたり約20分程度



- ・ 制約のある掘削土の搬出を2台を1セットとし、すれ違い回数を減らすことで、搬出量を増量

すれ違い回数を少なくするため、6台を3グループに分けて運用



■ ダンプ No.1 ■ ダンプ No.5
■ ダンプ No.2 ■ ダンプ No.6
■ ダンプ No.3 ■ ダンプ入れ替え
■ ダンプ No.4 ■ BH待機時間

		15	30
3台			
4台			
5台			
6台			

現場概要	
施工数量	路床盛土工1,600m ³ 路体盛土工590m ³ 盛土法面整形工500m ²
主な工種	道路改良

【効果】

- ・ ICTを導入したことで丁張レス施工が可能となり、作業全体で**1.7倍生産性が向上**した。
- ・ 気候や現場条件に合わせた出来形管理手法を採用することで、確実な管理を実施することが可能となった。

場面

問題及び課題

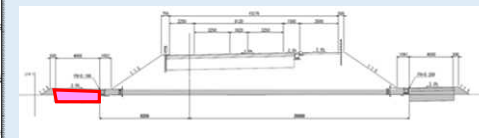
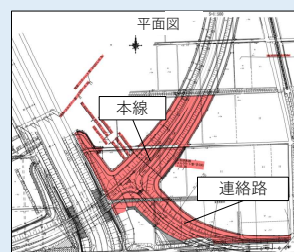
対策

①
現場環境
軟弱地盤
設計
暫定形状

- ・ 本線部はサンドマット工のため、厚さ管理
- ・ 本線部は暫定形状であった



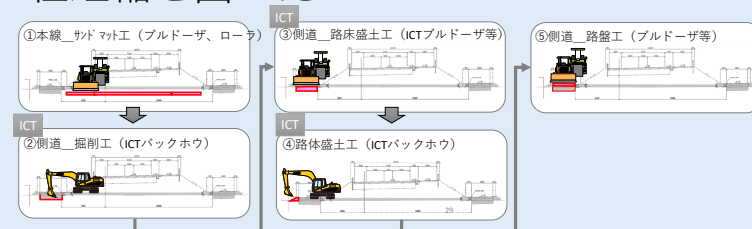
- ・ ICT適用範囲を側道部のみとした



②
現場環境
気候

- ・ 降雪地帯のため、積雪前に施工を終える必要がある。
(施工スピード重視)

- ・ MGバックホウとMCブルドーザを導入し、工程短縮を図った



③
出来形計測
気候

- ・ 周辺が田畑であり、湧水が発生するため、掘削後すぐに盛土を行う必要がある。
- ・ 降雪時期であったため、工区全体の出来形を同時期に計測することが難しいことが懸念された。

- ・ 従来手法にて出来形計測を実施



現場概要	
施工数量	掘削11,000m ³ 路体・路床盛土550m ³ 法面整形830m ³
主な工種	道路改良

【効果】

- ・ 施工日数が **19日縮減**
- ・ 3次元設計データをICT適用範囲外の施工にも活用することが出来、適用範囲外についても効率化を図ることが可能となった。
- ・ 丁張設置の手間が省力化でい、大幅に手間が軽減した。

場面

問題及び課題

対策

①

工種条件
法面整形

- ・ 法面整形に時間を要する
- ・ 工程短縮を行いたい



- ・ 従来機とICT建機を併用し、ICT建機が施工した土の丁張を目安に施工を行うことで従来に比べ、**6割程丁張設置作業が軽減**した。



②

現場環境
軟岩

- ・ 想定外の軟岩の発生



- ・ 軟岩が発生したため、工程短縮から省力化に切り替えた
- ※平成31年度より軟岩規格値を策定

工種	測定項目	規格値	
掘削工 (面管理の場合)		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
	法面 (軟岩Ⅰ) (小段含む)	水平または標高較差	±70 ±330 58

現場概要	
施工数量	掘削11,000m ³ 施工延長：300m
主な工種	道路改良

【効果】

- ・多点観測技術で起工測量を行うことによって、従来に比べ、精緻な数量算出が可能となった。
- ・湧き水による丁張の再設置作業が削減されたことで労務費等省力化を図ることが可能となった。

場面

問題及び課題

対策

①

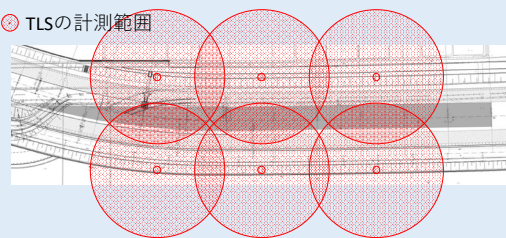
起工測量
強風
隣接道路

- ・河川のため、風が強い
- ・交通量の多い道路に面している



- ・UAVでの計測が難しいことが懸念されたため、TLSでの計測を実施した
- ・精緻な数量算出を行うことが可能となった。

TLSの計測範囲



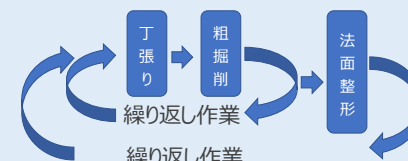
②

現場環境
湧水

- ・湧水が発生する恐れがある



- ・従来施工であれば、湧水によって丁張が侵食される可能性が懸念されたが、ICTを導入することで丁張レスで施工を行うことが可能となった。



7. (参考) ICT活用工事に適用可能な計測機器

面管理の場合

R 2.3時点

主な技術	特徴	留意点	適用可能工種
① 空中写真測量 (UAV) ・ (UAV_TS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測時間が短い ・ 広範囲を短時間で計測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 強風や雨などの天候により計測できない ・ 航空法の規定により利用できない地域がある ・ 計測結果の解析に多少の時間を要す ・ 高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない ※UAV_TSの場合は、影響ない ・ 計測対象に障害物が覆いかぶさっている場合は計測できない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土工
② 無人航空機搭載型レーザースキャナ (UAV_LS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測時間が短い ・ 広範囲を短時間で計測可能 ・ 空中写真測量と比べて解析時間が短い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 強風や雨などの天候により計測できない ・ 航空法の規定により利用できない地域がある ・ 高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない ・ 障害物がある場合、陰になる部分は計測できない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土工
③ 地上型レーザースキャナ (TLS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TS_NPと比べて計測時間が短い ・ 空中写真測量と比べて解析時間が短い ・ 多少の風であれば計測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ カーブが多い場合や盛土 (高さがある) の場合、設置回数が増える ・ 障害物がある場合、陰になる部分は計測できない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土工 ・ 舗装工
④ 地上移動型レーザースキャナ (MLS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測時間が短い ・ 空中写真測量と比べて解析時間が短い ・ 多少の風であれば計測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 障害物がある場合、陰になる部分は計測できない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土工 ・ 舗装工
⑤ TS (ノンプリズム方式) (TS_NP)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多少の風であれば計測可能 ・ 計測対象範囲を精度よく、点数を指定して計測が可能 ・ TLSと比べて点群処理の手間が軽減される 	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測時間が長い ・ カーブや盛土の場合に設置回数が増える ・ 障害物がある場合、陰になる部分は計測できない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土工 ・ 舗装工
⑥ TS等光波方式	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事前に伐開の必要がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 必要点数を人力作業により取得するため、計測労力がかかる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土工 ・ 舗装工
⑦ RTK_GNSS	<ul style="list-style-type: none"> ・ 機械の盛替えが不要 ・ 事前に伐開の必要がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 必要点数を人力作業により取得するため、労力がかかる ・ 高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない ・ マルチパスがある場合、計測不可となる場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 土工
⑧ 施工履歴データ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工後にその他計測器による計測の必要がない ・ 出来形対象工種は限定的 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない ・ マルチパスがある場合、計測不可となる場合がある ・ 確実に1㎡に1点以上の施工履歴データを確保できる設定にする必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浚渫工 ・ 土工 (河床部) ・ 地盤改良工 (表層、中層)
⑧ 音響測深機器	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出来形対象工種は限定的 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない ・ マルチパスがある場合、計測不可となる場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 浚渫工 ・ 土工 (河床部)
⑧ 3次元計測技術	<ul style="list-style-type: none"> ・ 出来形対象工種は限定的 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 欠測部を出さないよう注意が必要となる 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 法面工

測点管理の場合

R 2.3時点

主な技術	特徴	留意点	適用可能工種
⑥ TS等光波方式	・事前に伐開の必要がない	・Surfaceデータの他に基本設計データが必要となる	・土工 ・舗装工 ・護岸工
⑦ RTK_GNSS	・機械の盛替えが不要 ・事前に伐開の必要がない	・高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない ・マルチパスがある場合、計測不可となる場合がある ・Surfaceデータの他に基本設計データが必要となる	・土工

点間距離管理の場合

主な技術	特徴	留意点	適用可能工種
⑧ 3次元計測技術	・出来形対象工種は限定的	・欠測部を出さないよう注意が必要となる	・法面工

ポイント

①面管理の場合

ICT活用工事では面管理による出来形管理手法を基本とするが、“計測のタイミングが複数回にわたることにより一回当たりの計測範囲が狭小となるなど、面管理が非効率となる場合は、従来手法による出来形管理を行ってもよい”という緩和措置が設けられている。

②測点管理の場合

①が適用となった場合、従来手法または、TS等、GNSSローバーによる出来形計測手法を選択することが可能となる。

③点間距離管理の場合

法面工においては、計測した点群の2点間距離により出来形を計測する。

※右図：点間距離算出イメージ (延長)



8. (参考) ICT活用工事に適用可能な建機

(参考) ICT活用工事に適用可能な技術 (建機)

ICT建機

R 2.3時点

建設機械	計測装置	形状	技術	特徴
①	GNSSorTS	3D	MC (マシンコントロール)	作業装置の位置を計算、システムが油圧を制御し作業機を自動でコントロールするシステム
②			MG (マシンガイダンス)	作業装置の位置を計算し、表示・誘導するシステム
③	TS		簡易型3DMG (マシンガイダンス)	刃先に専用の治具を取り付け、TSで刃先位置を計測し表示・誘導するシステム
④			排土板MC ※バケットはガイダンス無し	排土板に取り付けたプリズムの位置をTSで計測し、施工面までの高さを誘導、排土板をコントロールするシステム
⑤			排土板MG ※バケットはガイダンス無し	排土板に取り付けたプリズムの位置をTSで計測し、施工面までの高さを誘導するシステム
⑥	GNSSorTS	3D	MC (マシンコントロール)	作業装置の位置を計算、システムが油圧を制御し作業機を自動でコントロール
⑦			MG (マシンガイダンス)	作業装置の位置を計算し、表示・誘導するシステム
⑧	GNSSorTS	2D	締固め管理システム	締固め機械の走行軌跡を計測し、締固め回数をリアルタイムに画面に表示することが出来るシステム
⑨	GNSSorTSor回転レーザー	3D	MC (マシンコントロール)	作業装置の位置を計算、システムが油圧を制御し作業機を自動でコントロール
⑩	GNSSorTS	3D	MC (マシンコントロール)	作業装置の位置を計算、システムが油圧を制御しドラムを自動でコントロール
⑪			MG (マシンガイダンス)	作業装置の位置を計算し、表示・誘導するシステム
⑫	GNSSorTS	3D	MC (マシンコントロール)	作業装置の位置を計算、システムが油圧を制御しドラムを自動でコントロール
⑬			MG (マシンガイダンス)	作業装置の位置を計算し、表示・誘導するシステム

その他ICT建機

※注意 2DシステムはICT施工には該当しない

建設機械	計測装置	形状	技術	特徴
①	バックホウ	2D	2DMG (マシンガイダンス)	センサーや画面を取り付け、2Dマシンガイダンスとして使用することが出来るシステム
②	回転レーザー		2DMG (マシンガイダンス)	回転レーザーの高さを基準に施工面までの高さ誘導するシステム
③	ブルドーザ	2D	MC (マシンコントロール)	回転レーザーの高さを基準に施工面までの高さ誘導し、作業装置を自動でコントロールするシステム
④			MG (マシンガイダンス)	回転レーザーの高さを基準に施工面までの高さ誘導するシステム

9. (参考) ICT活用工事の関連要領一覧

(参考) 出来形管理要領と関連書一覧 (1/2)

R 2.3時点

	写真測量	LS	TS等	その他	適用区分	タイトル	備考
土工	1	UAV搭載				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)	
	2	UAV搭載				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)	
	3		地上型			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)	
	4		地上型			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)	
	5		UAV搭載型			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)	
	6		UAV搭載型			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)	
	7			TS等		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)	
	8			TS等		TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	
	9			ノンプリ方式		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)	
	10			ノンプリ方式		TS(ノンプリ)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	
	11		地上移動型			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)	H31.41 改定
	12		地上移動型			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)	H31.41 改定
	13			GNSS		RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	
	14			GNSS		RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)(案)	
	15			TS・GNSS	盛土の品質管理	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理監督検査要領(案)	
	16			TS・GNSS	盛土の品質管理	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領(案)	H31.41 改定
	17			TS・GNSS	出来高算出	施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)	H31.41 改定
	18			TS・GNSS	施工履歴の管理	ICT建設機械 精度確認要領(案)	H31.41 策定
	19	地上移動型			出来高	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)	
舗装	20		地上型			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)	
	21		地上型			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)	H31.41 改定
	22			TS等		TS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)	H31.41 改定
	23			TS等		TS等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)	H31.41 改定
	24		地上移動型			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)	H31.41 改定
	25		地上移動型			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)	H31.41 改定
	26			ノンプリ方式		TS(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)	
	27			ノンプリ方式		TS(ノンプリ)を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)	
河川	28			音響測深		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)	
	29			音響測深		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)	
	30			施工履歴		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)	
	31			施工履歴		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)	
護岸工	32			面管理ではない		TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(護岸工編)(案)	H31.41 策定
	33			面管理ではない		TS等光波方式を用いた出来形管理要領(護岸工編)(案)	H31.41 策定
法面工	34		地上型	面管理ではない		3次元計測技術を用いた出来形計測の監督・検査要領(案)	H31.41 策定
	35		地上型	面管理ではない		3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)	H31.41 策定
地盤改良	36			GNSS		施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(表層安定処理・中層地盤改良工事編)(案)	H31.41 策定
	37			GNSS		施工履歴データを用いた出来形管理要領(表層安定処理・中層地盤改良工事編)(案)	H31.41 策定
トンネル点検	38				点検	点検支援技術(画像計測技術)を用いた3次元成果品納品マニュアル(トンネル編)(案)	H31.41 改定
橋梁点検	39				点検	点検支援技術(画像計測技術)を用いた3次元成果品納品マニュアル(橋梁編)(案)	H31.41 改定

(参考) 出来形管理要領と関連書一覧 (2/2)

R 2.3時点

番号	土工	舗装	その他	業務区分	タイトル	備考
別紙-1				測量業務	UAV等を用いた公共測量実施要領	UAVやLSの測定の積算も掲載
別紙-2				設計業務	土工の3次元設計実施要領	土工の3Dデータ作成の積算も掲載
別紙-3 (1)				測量業務	3次元ベクトルデータ作成業務実施要領	
別紙-3 (2)				設計業務	3次元設計周辺データ作成業務実施要領	
別紙-4	○			工事	ICT活用工事(土工)実施要領	適用範囲の設定や除外の運用方法が記載
別紙-5	○	○		共通	ICT活用工事、CIM活用業務・工事の見積り書の依頼について	
別紙-6	○			工事	ICT活用工事(土工)積算要領	
別紙-7		○		工事	ICT活用工事(舗装工)実施要領	適用範囲の設定や除外の運用方法が記載
別紙-8		○		工事	ICT活用工事(舗装工)積算要領	
別紙-9				設計業務	CIM活用業務実施要領	
別紙-10			CIM	工事	CIM活用工事実施要領	
別紙-11			河川浚渫	工事	ICT活用工事(河川浚渫)実施要領	
別紙-12			河川浚渫	工事	ICT活用工事(河川浚渫)積算要領	
別紙-13				点検	定期点検における点検支援技術活用業務実施要領	
別紙-14			河床	工事	ICT活用工事(河床等掘削)積算要領	
別紙-15	○※	○※	床掘	工事	ICT活用工事(作業土工(床掘))実施要領	
別紙-16	○※	○※	床掘	工事	ICT活用工事(作業土工(床掘))積算要領	
別紙-17	○※	○※	付帯構造物	工事	ICT活用工事(付帯構造物設置工)実施要領	
別紙-18	○※	○※	付帯構造物	工事	ICT活用工事(付帯構造物設置工)積算要領	
別紙-19	○※	○※	法面	工事	ICT活用工事(法面工)実施要領	
別紙-20	○※	○※	法面	工事	ICT活用工事(法面工)積算要領	
別紙-21			地盤改良	工事	ICT活用工事(地盤改良工)実施要領	
別紙-22			地盤改良	工事	ICT活用工事(地盤改良工(安定処理))積算要領	
別紙-23			地盤改良	工事	ICT活用工事(地盤改良工(中層混合処理))積算要領	
(別添-1)				BIM/CIM	CIM活用項目における実施内容の記載例	
(別添-2)				BIM/CIM	CIM実施計画書	
別記様式-1				ICT活用工事	(土工) 【ICT施工技術の活用】	
別記様式-2				ICT活用工事	(舗装) 【ICT施工技術の活用】	
別記様式-3				ICT活用工事	(河川浚渫) 【ICT施工技術の活用】	

※：ICT掘削(路体・路床と同時施工に適用)