ICT活用工事 サポート事例

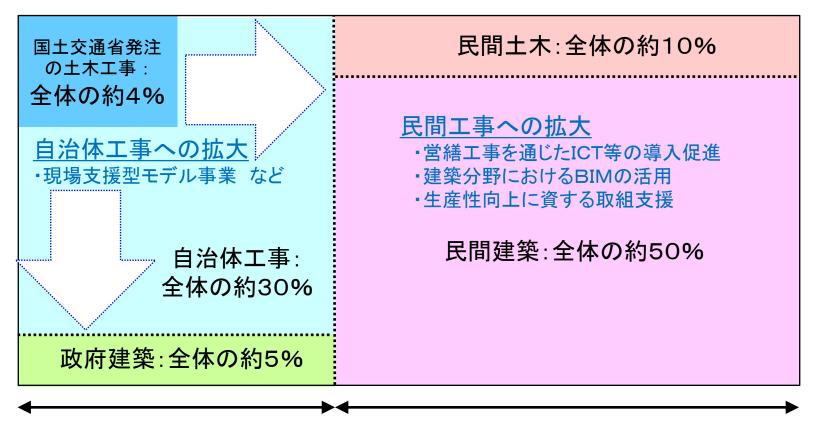
一般社団法人 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所

地方公共団体へのICT施工普及に向けた取組



- 建設分野全体をしめる国交省直轄土木工事の割合は約4%
- 引き続き、自治体工事や民間工事におけるi-Constructionの取組を拡大

建設投資全体(約50兆円)における部門別割合



政府部門:全体の約40%

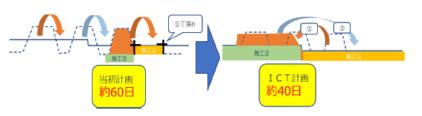
民間部門:全体の約60%

地方公共団体へのICT施工普及に向けた取組



現場支援型モデル事業(H29~R1)

- OICT活用工事を、地方自治体発注工事等に広く普及を図るため、地方自治体発注工事をフィールドとして、H29年度~R1年度現場支援型モデル事業を実施してきた。
- 〇本事業では、地方自治体が設置する協議会の下、ICTを活用する工程計画の立案 支援、ICT運用の指導等により、広くICT導入効果を周知することにより普及を促進。







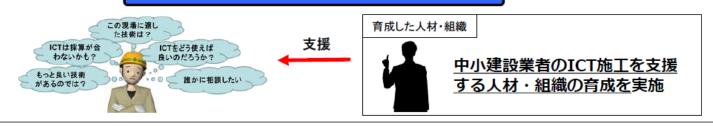
ICTを生かした効率的な広域施工計画を提案

丁張りレス施工の提案

ICT施工技術支援者育成取組(R2~)

- OICT施工に踏み出せない中小建設業者に対し、現場条件に見合った活用方法等を 適切にアドバイスできる人材・組織を育成により普及を促進する。
- 〇地方公共団体のICT施工担当者等に対して、研修を通じて中小規模工事の事例を提供しICT活用の知見の習得をすすめることで人材・組織の育成を支援する。

・中小建設業に技術支援(アドバイス)を行える仕組みが必要



現場支援型モデル事業

見学会(約100名)

CMI

主な支援概要

沖縄県(道路改良工事)

- ①ICT導入計画の支援
- ②3次元設計データ作成 支援
- ③現場見学会の支援
- ④技術指導と効果検証
- ⑤協議会・報告会の支援



データ作成(実技) 講習会(20名)

見学会(約30名)

秋田県(道路改良工事)





見学会(20名)

検査講習会(20名)

事例報告会(80名)

茨城県(宅地造成工事)





見学会(2回:計40名)





データ作成(実技 講習会(25名)

協議会

鳥取県(河川土工)

データ作成(実技)

講習会(20名)



検査講習会(34名)

協議会

岐阜県(道路改良工事)





協議会

見学会と効果の報告(25名)

大分県(道路改良工事) 既に着手済み工事のため 見学会と効果検証を実施



見学会(約30名)

山口県(道路改良工事) 自社保有のUAVにより、計測や設計データ作成を内製化。





★:H29年度

★:H30年度 ★:R1年度

見学会(約30名)

兵庫県 (河川土工)

対象現場の工期延期により、講習会、データ作成講習会を実施





講習会(県内施工者500名)講習会(県内発注者50名)

現場支援型モデル事業における ICT活用工事サポート事例

事例1 工事概要



工事名:一般国道〇〇号 道路改良工事

受注者: A工務店

(受注者は当現場が初めてのICT活用工事)

工事概要(ICT適用区間)

【施工延長】

本線: L=540m(No.77~No.82+40)

 \Rightarrow L=160m (No.76+80 \sim No.78+40)

ONランプ側 工事用道路: L=260m ⇒対象外

OFFランプ側 工事用道路:L=80m ⇒対象外

【掘削】

片切掘削: 470m3⇒330㎡

オープンカット: 8,200m3⇒6,640㎡

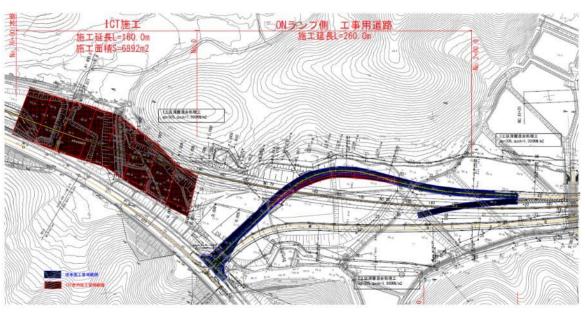
【路体(築堤)盛土】

施工幅員2.5m未満:120m3⇒0㎡

施工幅員4.0m以上:8,900m3⇒6,860㎡

施工条件

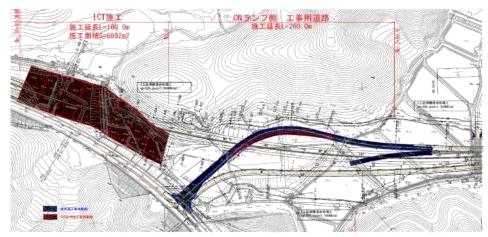
地形の谷部の掘削を含むため、ICT建機の動作に必要な GNSSの取得が可能かの確認が必要。



■赤ハッチング区間にてICT施工を実施

※ランプ区間に関しては従来施工にて施工

【理由】掘削・盛土が点在しており、双方の施工機械の稼働時間にロスが生じるため



ICT選定の基本的な考え方



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	能力に応じで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の選定







3次元設計デー タ作成



ICT建設機械に よる施工

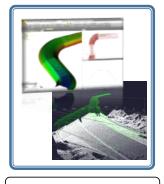


3次元出来形管 理等の施工管理



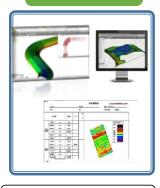
3次元データの 納品と検査











UAV/TLS等

3次元設計データ

ICT建機(3DMG/MC)

UAV/TLS等

3Dデータ納品

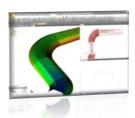
本現場選定技術





UAV

ドローン、ソフトウェア購入済

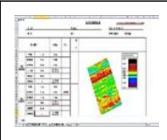




ICT建設機械



UAV



レンタル

MCバックホウ(ZX200X-6)

MCブルドーザ(D3K2)

締固め管理(ZC220P-5)

ドローン、ソフトウェア購入済

【使用機器・ソフト】

内製化

ドローン: MAVIC 2 PRO V2.0 ソフトウェア: Photo Scan **TRENDPOINT**

内製化

ソフトウェア購入済み

選 定 理 由

【使用機器・ソフト】

内製化

ドローン: MAVIC 2 PRO V2.0 ソフトウェア: Photo Scan **TRENDPOINT**

【使用ソフト】 設計:武蔵

内製化

点群処理:TRENDPOINT ※福井コンピュータ

ソフトウェア購入済み

【使用ソフト】 設計:武蔵

点群処理:TRENDPOINT ※福井コンピュータ



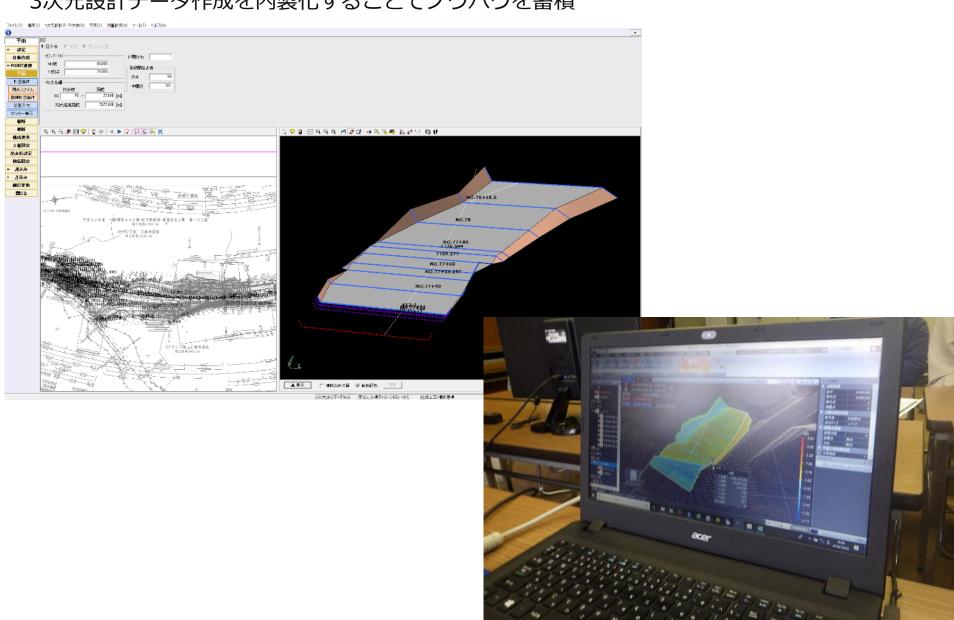
ドローンの計測作業及びデータ処理作業を内製化することでノウハウを蓄積



3次元設計データの作成



3次元設計データ作成を内製化することでノウハウを蓄積





□3DMCバックホウ(ZX200X-6)





□ 3DMCブルドーザ(D3K2)



ICT建機による施工方法

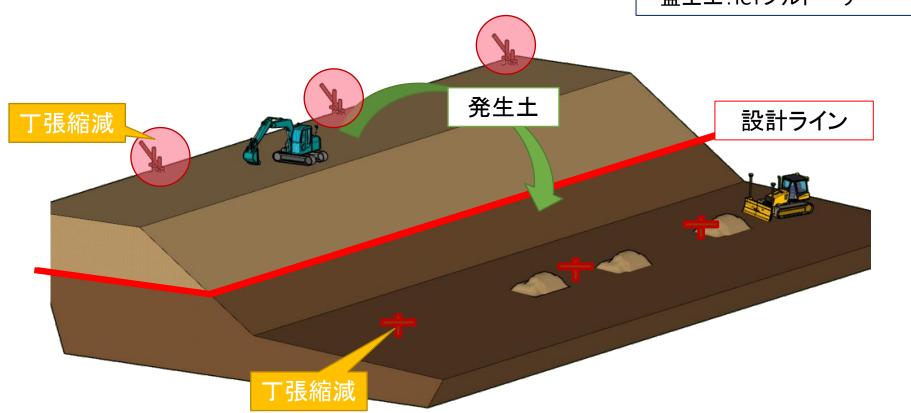


ICT建機を活用し、丁張レス及び省人化を考慮した施工計画を立案

- ・掘削エリアを3DMCバックホウで施工
- ・掘削エリアで発生した発生土、及び場内に仮置きされていた仮置き土で 3DMCにて盛土
- ・MCブルドーザで完全丁張レス施工省。人化及び安全性が向上

《施工体制》

切土エ:ICTバックホウ 盛土エ:ICTブルドーザ



ICT建機による施工方法



当該現場は粘性土のため、トラフィカビリティが低く、ダンプトラックでの走行が難しい現場であるため、キャリダンプ(7t)での運搬(場内運搬)となった。

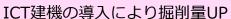


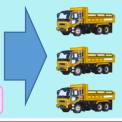




【パターン1】 ICT建機による作業能力の向上に合わせて、周辺の従作業能力を向上させる







ダンプ台数を増やす➡搬出量UP

施工日数の削減

【パターン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

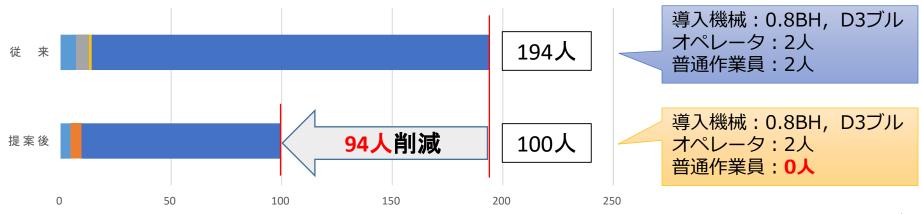


現段階でのコスト比較(試算レベル)を実施したところ以下のような結果となった。 従来施工に比べ、10%程コスト増となった。



しかし、ICTを導入することで省人化につなげることが可能となった。

■起工測量 ■丁張·3次元設計データ作成 ■丁張設置 ■丁張計算 ■機械による施工 ■出来形管理 ■納品物作成



現場の声



ICT活用工事に関する意見

①起工測量

標定点の設置等に時間を要するが、計測時の省人化に寄与することは可能であった。解析に関しては初めての作業ではあったが、問題なく作業を行うことが出来た。

②3次元設計データ作成

当初はソフトウェアの使い方も含め、わからないことが多かったため時間を要することとなったが、3次元化することで可視化することは可能となった。

③ICT施工

従来であれば、オペレータに呼び出されることが多く、現場での滞在時間が長かったが、ICT建機を導入することでオペレータ自身が刃先等で高さの確認を行うことが可能となる為、現場代理人の負担が軽減した。

④出来形管理

起工測量と同様の作業であったため、円滑に作業を行うことが可能であった。

⑤電子納品

要領に記載されている通りの納品を行ったが、最終的に納品するDVDの枚数が多く、発注者側もソフトウェア等を所持していない為、内容把握できないことが問題であると感じた。



現場支援型モデル事業に関する意見

- ・施工計画書を作成する際、記載方法や必要書類等の確認ポイントが明確となった。
- ・国土交通省の要領について、文言から直接読み取ることが難しい内容に関してサポートを受けることによって、実際運用していく際の方法や注意点等理解を深めることが可能となった。
- ・すべてのプロセスにICTを導入するのではなく、取捨選択し、現場の施工効率が向上するような導入方法または導入タイミングを理解することが可能となった。
- ・3次元設計データ作成講習会を実施することで発注者及び受注者が確認すべきポイントを把握することが出来た。
- ・監督・検査のポイントに関しても事前に把握することが出来た為、提出内容や協議内容が明確となった。
- ・現場見学会を実施することで周囲に知見が広がり、ICTに対する興味及び理解を深めることが可能となった。

事例2 工事概要



工事名:主)○○線 ○○工区 (改築)工事

受注者:B株式会社

(受注者の担当者は当現場が初めてのICT活用工事)

工事概要

【施工延長】

施工延長 L= 200.5 m

掘削工 V= 20,390 m3

盛土工 V= 950 m3

法面工 A= 2,490 m2

植生工 A= 2,250 m2

石・ブロック積(張)工 A= 46 m2

排水構造物工 L= 250 m

道路付属施設工

構造物撤去工

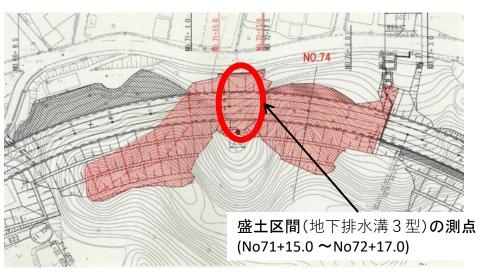
仮設丁

施工条件

掘削工がメインだが、施工範囲内に一部盛土部分が有る。 全3段の法面があり、法面の雨水等の侵食の影響がある 場合は、法面毎に植生工を行う可能性(法面毎に出来形 管理のための計測)が有る。



現場状況写真 (着工前)



平面図

本現場で使用したICT







3次元設計デー タ作成



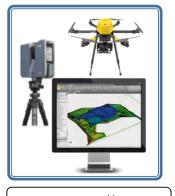
ICT建設機械に よる施工

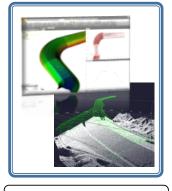


3次元出来形管 理等の施工管理



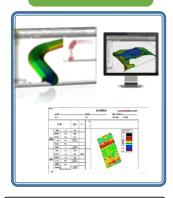
3次元データの 納品と検査











UAV/TLS等

3次元設計データ

ICT建機(3DMG/MC)

UAV/TLS等

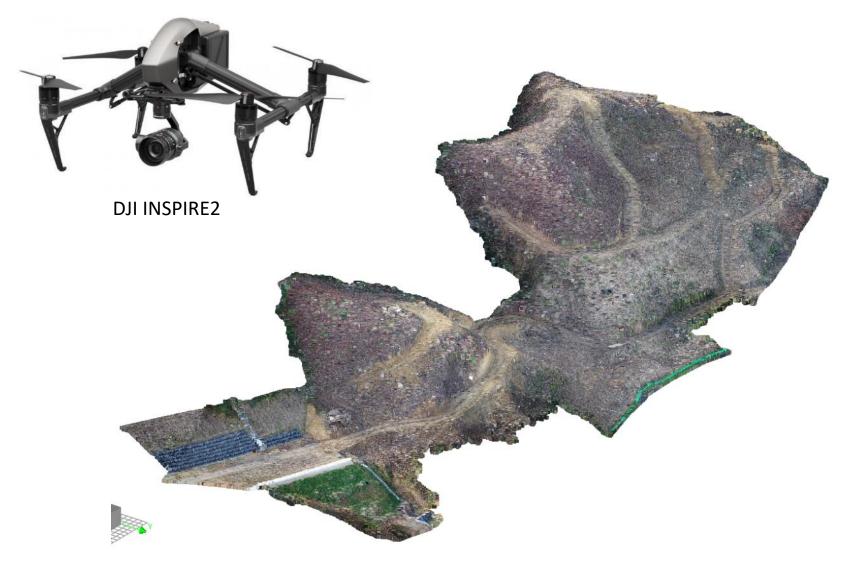
3Dデータ納品

本現場選定技術





起工測量をドローンにて実施。従来の現場作業と比べて2日の測量作業が半日程度に削減!

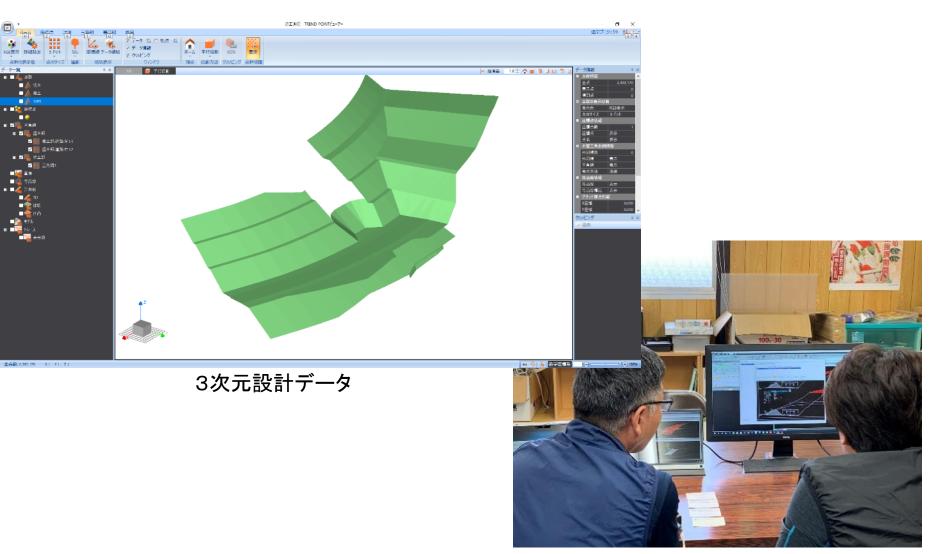


ドローンで取得した起工測量の点群データ

3次元設計データの作成



3次元設計データ作成は外注したが、ノウハウをためるため、ソフトウェア導入と一連のデータ作成を 実践

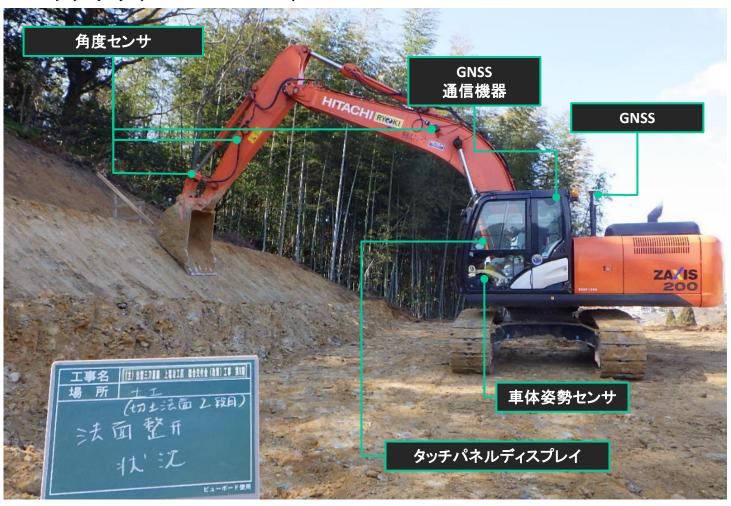


3次元設計データの作成



ICT建機を導入することで、丁張設置作業が従来と比較して半減!従来どおり設置していた確認用の測点間(測点+10m)の丁張を削減。(今回、初めてICT工事を担当したため、確認用に測点の丁張は設置した)

□3DMCバックホウ(ZX200+X-53i)



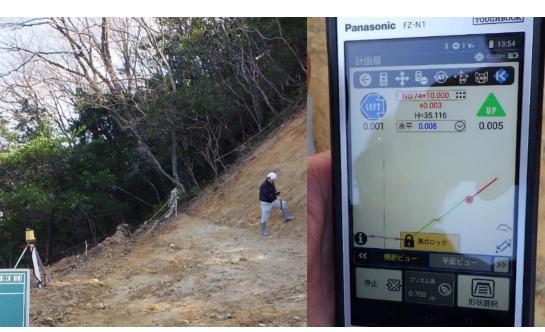
ICT建機による施工方法(施工管理)



継続的なICT技術の活用を目指し、3次元設計データや3次元計測技術を導入

- ・3次元設計データを活用した3次元計測技術を導入し、位置出しやICT施工後の検測作業を実施。
- ・技術活用によりワンマンでの計測が可能となるとともに、測量計算無しで、任意の場所への 丁張設置、検測が可能となった。

口導入した3次元計測技術



3次元設計データを活用した ICT施工後の面的な出来形検測

3次元設計データを活用した 丁張り設置状況

ICT建機による施工方法(オペレータ)



ICT建機の導入により、通りの確認のための乗り降り回数が減少し、日当たりの施工量が向上

- ・ICT建機は、掘削工および法面整形工に導入し、一部丁張を軽減して施工を実施。
- ・盛土工の法面整形にもICT建機を利用予定。
- ・オペレータの生の声として、ICT建機の導入により、とおりの確認の乗り降り等が軽減し、 日当たりの施工量が向上

口ICT建機による施工



掘削状況の写真



ICT建機のコントロールボックスの写真 (設計形状とバケットの位置関係)



■よかったこと

- ・現場管理については、起工測量が、ドローンの導入により、測量作業が2日から半日に削減した。また、3次元設計データの活用により、丁張設置作業が効率的に実施できるようになった。
- •オペレータの声としては、ICT建機により、丁張確認等の建機の乗り降りが軽減したため、掘削の日当たりの作業量が増えたとの意見があった。

■課題

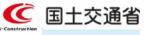
- ・3次元設計データ作成のノウハウを身に着けていくことが重要(道路線形が存在しない箇所など、現場によってさまざまなデータ作成方法があると思う)。
- 機器のトラブルへの理解(ICT技術ごとに導入時のさまざまな不具合が考えられるため、現場で対応可能な内容なのかを判断できるようになるべきと思う)。

ICT活用工事における課題と対応事例

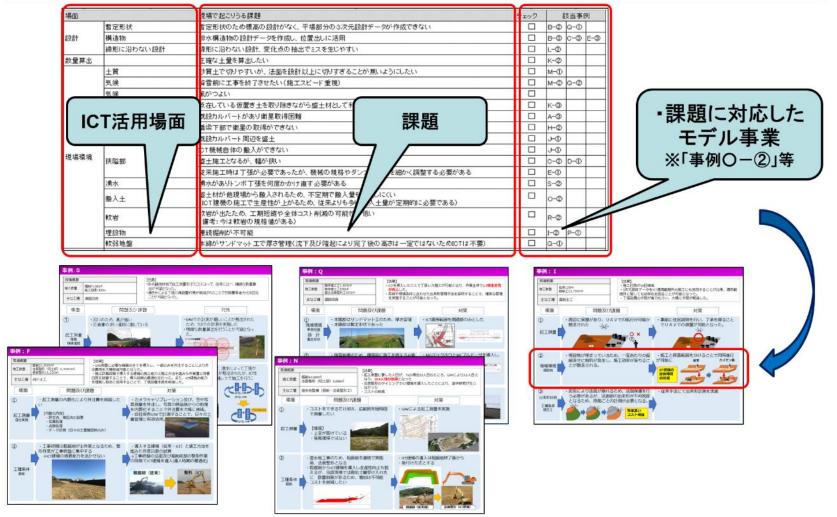
ICT活用工事における課題と対応事例



ICT活用における課題と対応事例



〇自治体発注工事(モデル事業として実施した19工事)において、ICT活用を実施した事例をもとに、発生しうる課題と対応事例を整理

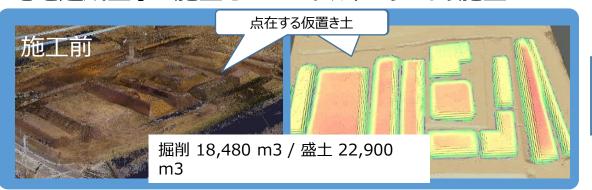


国土交通省 ICT導入協議会(2019.7)資料: http://www.mlit.go.jp

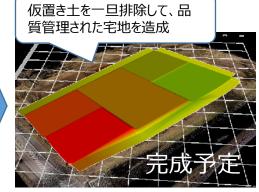
活用工事事例①



宅地造成工事の施工をICTブルドーザにより施工







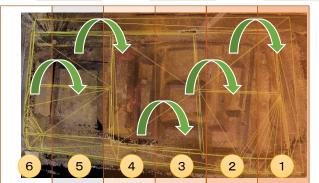
○当初計画の手順

- 敷均し精度を確保するために小規模なロットで作業 (精度確保には高頻度で丁張りとの高さ確認が必要)
- 仮置き十を東から順に掘削、盛十を繰り返す

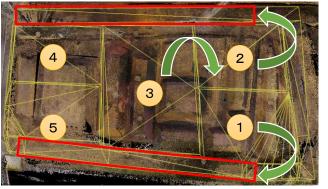


- I C T ブルドーザ (M C) の活用
 - M C 機能により丁張りがなくても広範囲でも敷均し精度を確保 (どの位置でも設計との高さを確認しながら施工できる)
 - 仮置き土を一度別の場所に配置し、作業範囲を大きく確保









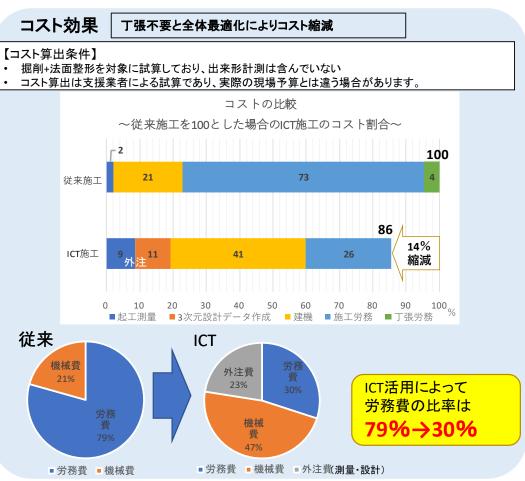
活用工事事例②



掘削工におけるICT建機と全体マネジメントによる生産性向上例

掘削:約13,000m3 法面整形:約2,000m2





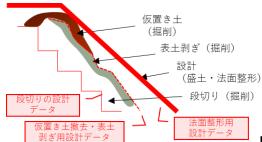
活用工事事例③



ICT施工の点群を活かしたプロセス改善による生産性向上

堤防嵩上げ工事

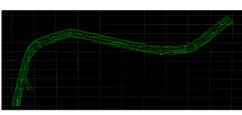
掘削580m3 盛土2,030㎡ 法面整形工3,260㎡



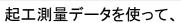


ポイント

・作業の1工程ではなく、全体工程で補助労務を削減する



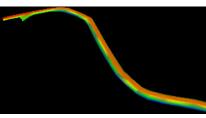
仮置き撤去・表土剥ぎ用 3次元設計データ



- ①仮置き土撤去をMC化
- ②表土剥ぎをMC施工



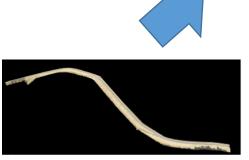
段切り設計データを作成し、 ③段切り施工をMC化



水平面設計データを作って、 ④盛土敷均しをMC化

- 最終設計データを作って
- 東京以口 ノビドン

⑤法面整形をMC化



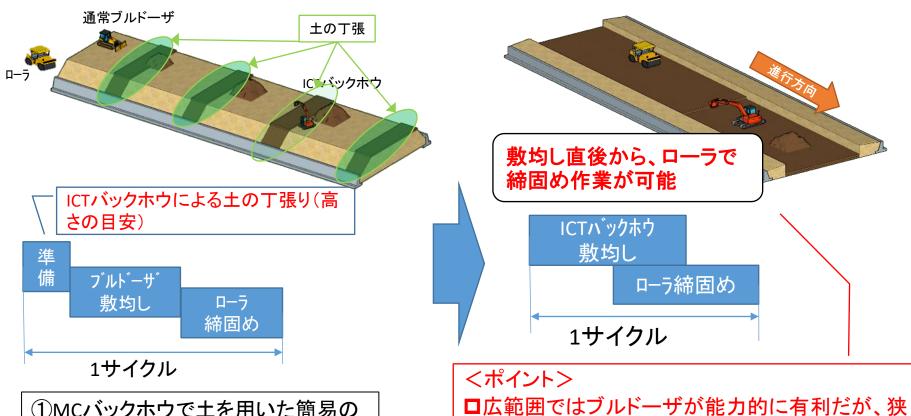
起工測量データ(点群データ)

活用工事事例④



ICT施工の機能を活かしたプロセス改善による生産性向上

ICTバックホウを活かし、極小エリアでも効率的な施工を実施 (現場条件に合わせた使い方、構成が成功の秘訣)



- (1)MCバックホウで土を用いた簡易の 丁張り(目安高さ)を数箇所に施工
- ②通常ブルドーザを用いて敷均しを 実施
- ③敷均し完了後に締固め作業を実施

隘部ではバックホウでも可能

- □ICTバックホウ(MC)により水平施工が簡易
- □敷均し方向を決めることで、ローラ(締固め)との 並行作業を実施し、さらに作業効率を確保

活用工事事例⑤



砂防工事におけるICT活用工事



- ◆ 砂防工事(堰堤含む)のため掘削工、地盤改良工を 実施。
- ◆ 測量箇所の勾配が激しく、高低差があるため、UAV 測量で基準を満たす高度で撮影しようとすると、立 木の方が高度より高く接触してしまう恐れがあった。
- ◆ 衛星測位が精度良く、計測可能な(FIX解が得られる)時間帯も少なく、切出し位置での使用は難しい。

起工測量

各々の計測機器の利点をうまく融合させて、 現況を取得

ICT建設機械を用いた施工

マルチGNSSタイプの受信機(GPSとGLONASSに加え、 準天頂、BeiDou、Galileo等が取得できるもの)を使用



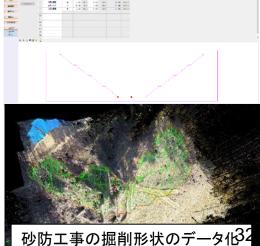
外業:2人×1日=2人日

内業:1人×0.5日=0.5人日

外業:2人×6日=12人日

内業:1人×3日=3人日





活用工事事例⑥



砂防工事のアクセス道路に関するICT活用工事



- ◆砂防工事(堰堤含む)のアクセス道路の施工で、掘削工、 盛土工を実施。
- ◆施工エリア周辺は樹木があり、伐開後も両側には樹木が 残るため、GPSの受信が困難となる可能性があった。
- ◆工事に従事できる技術員は1名だったため、丁張労務を 極力減らす必要があった。

ICT対象エリアの選定

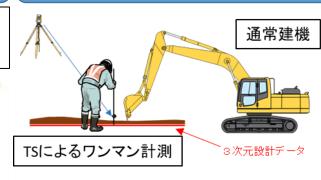
ICT建機による先行施工

ICTX STEMP

伐開後の現場状況写真

管理測線の仕上がりを目印に、通常BH による、おおよその丁張りレス施工を実施

TSと3次元設計データを 活用した施工補助



TSにより設計との差を確認し刃先を誘導することで、ICT建機無しで丁張りレス施工を実施

活用工事事例(7)



道路土工と下層路盤におけるICT活用工事

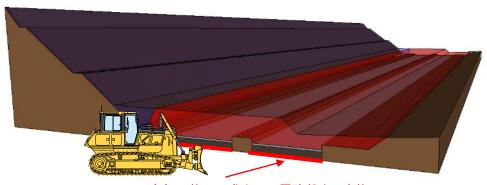
掘削(通常) 掘削(ICT) 盛土 下層路盤工 掘削工(ICT)8,630m³ 路床盛土工(ICT)2,550㎡ 下層路盤工(ICT)2,800㎡

- ◆ 掘削、盛土、下層路盤がICT活用対象であり、 盛土と下層路盤は施工量が少ない。
- ◆ 相当数の建機同士の近接作業の中で、各建 一機を遊休させることなく施工量を上げることが ・ 重要であった。

ICT建機による施工を目印に施工



底部の整形からICTBLのみを導入(提案)



底部の整形→盛土→下層路盤まで実施

ICT建機で仕上げ施工をすると同時に、通常建機の粗掘削と整形を補助に使用した。

施工イメージ

1)ICT建機による先行施工

2)先行施工を目印に施工

通常BHにより粗掘削まで実施し、底部の整形から下層路盤までICTBLで施工することで、1台で施工が可能となる。

口施工者ヒアリング

ICT活用が初めてということで、今後のノウハウの蓄積ために、全ての工種にICT建機を導入した。

実際に使用し、丁張りレス効果を実感できたが、ICT建機の施工スピードを 鑑みると現場条件に対して、オーバースペック気味であると感じた。次回は、 今回の経験を活かし、現場の条件に合ったICT建機を導入していく必要があ ると感じた。