

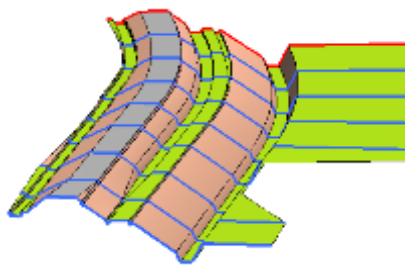
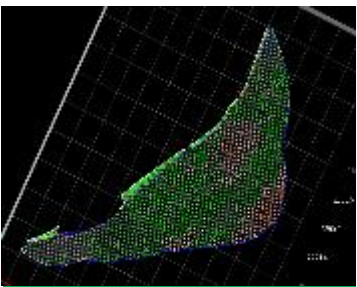
三重県ICT活用工事ガイドブック(案)

令和3年1月

【導入編】

3. FAQ

Frequently Asked Questions



FAQ

分類

大区分	小区分
1. 積算	1) 歩掛 2) 見積 3) 数量計算 4) その他
2. 施工	1) 事前準備 2) 起工測量 3) 3次元設計データ作成 4) 出来形管理 5) 起工測量・出来形管理 6) 条件変更 7) その他
3. 監督・検査	1) 検査
4. その他	1) 試行工事の対象

※三重県のFAQに加え、「ICT活用工事ガイドブック(中部地方整備局企画令和2年2月)」に記載のFAQについても記載しています。「ICT活用工事ガイドブック(中部地方整備局企画部令和2年2月)」記載のものは青帯としています。「監督職員」は「監督員」に読み替えてください。

1. 積算

Q

ICT施工に関してのブルドーザによる掘削押土の歩掛がありませんが、施工した場合、どのような積算となるのでしょうか。

A

「ICT活用工事の手引き 1.2.3ICT建設機械による施工」適用範囲外の工種への対応方針にあるように、原則承諾になります。ただし、ICTブルドーザによる掘削押土が合理的である場合は、監督員と協議の上特別調査もしくは見積による積算になります。

※合理的とは無駄なく効率的なことを意味します。

Q

ICT施工に関しての平均施工幅4m未満の盛土の歩掛がありませんが、施工した場合、どのような積算となるのでしょうか。

A

「ICT活用工事の手引き 1.2.3ICT建設機械による施工」適用範囲外の工種への対応方針にあるように、原則承諾になります。ただし、ICTブルドーザで4m未満の盛土を施工する方が合理的である場合は、監督員と協議の上特別調査または見積による積算になります。

※合理的とは無駄なく効率的なことを意味します。

Q

3次元起工測量費用及び3次元設計データ作成費用はどのように積算するのでしょうか。

A

共通仮設費の技術管理費に積上計上となります。なお、3次元起工測量および3次元設計データ作成単価については「ICT活用工事に係る3次元起工測量等の作業単価について」を用いて計算してください。

なお、下記の費用に関しては、共通仮設費に含まれることから別途計上の対象としていません。

① 3次元起工測量

- ・基準点等の設置(従来の起工測量に含まれているもの)

② 3次元設計データ作成

- ・設計図書の照査に係わる作業
- ・その他協議図面作成に係わる作業

※「ICT活用工事に係る3次元起工測量等の作業単価について」はHPに掲載しています。

http://www.pref.mie.lg.jp/JIGYOS/HP/72974023466_00003.htm

Q

1 契約の工事で施工箇所が2箇所ある場合、ICT建機のシステム初期費は2箇所分計上するのでしょうか。

A

施工箇所が2箇所ある場合でも、ICT建機のシステム初期費は同一機種であれば1工事当たり1式の計上となります。

なお、同一機種を複数台用いる場合も1工事当たり1式の計上となります。

複数機種(バックホウ、ブルドーザ両方)を使用する場合は、それぞれのシステム初期費の計上となります。

Q

土質条件が土砂から軟岩に変更となり、掘削(軟岩)歩掛が積算基準にありませんが、ICT施工を活用できるのでしょうか。

また、施工した場合、どのような積算(精算)となるのでしょうか。

A

ICT活用工事の手引き 1.2.3ICT建設機械による施工 ●適用範囲外の工種への対応方針にあるように、岩区分の積算区分、出来形管理方法を十分検討した上で、特別調査もしくは見積による精算を実施することができます。

FAQ 1. 積算1)歩掛(6)

Q

発注者指定型ICT活用工事の積算をしていますが、掘削土量が8,000m³あり、ICT建機使用割合50%での積算によると、ICT建機施工分が4,000m³になります。この場合、掘削（ICT）の積算条件区分の施工数量は5,000m³未満になるのでしょうか。

A

積算基準(共通編)第Ⅱ編第1章土工、②-2土工(ICT) 3. 施工パッケージ表3.1 (注)3に「なお、施工数量は、1工事当りの全体掘削土量により判定し、「第Ⅱ編第1章土工②-1 3-1掘削(注)6. 施工数量、破砕片除去数量」によるものとする。」と記載されており、積算条件区分の施工数量は「5,000m³以上10,000m³未満」で積算します。

FAQ 1. 積算1)歩掛(7)

Q

発注者指定型ICT活用工事の積算をしていますが、ICT建機使用割合50%の場合、保守点検費は全体掘削土量から算出するのか、ICT建機施工分の掘削土量から算出するのかどちらでしょうか。

A

積算基準(共通編)第Ⅱ編第1章土工、②-2土工(ICT) 5. その他ICT建設機械費用等 5-1保守点検(1)掘削(ICT)の (注)「施工数量はICT建機により施工する掘削土量とする。」よりICT建機施工分の掘削土量から算出します。

Q

1契約の工事で施工箇所が2箇所以上ある場合、3D起工測量、3D設計データ作成費用はどのような積算になるのでしょうか。

A

施工箇所が離れていて、各々で飛行計画を計画する必要があるのであれば、2箇所として各々の面積から算出した費用を合算し、積上計上となります。

Q

建設機械(ICT・通常)の稼働実績(延べ使用台数)が確認出来る資料を提出することにより、実績での契約変更が可能です。監督員より建設機械の施工履歴データを提出するように求められました。

A

工事日誌等を用いて、ICT建機と通常建機の稼働実績が分かる一覧表を提出していただければ結構です。よって施工履歴データは必要ありません。

(三重県ICT活用工事(土工)試行要領の参考資料「掘削(ICT)における積算」P3～13にある「受注者が提出する稼働実績の資料(イメージ)を参照)

Q

当初設計はICT建機(バックホウ)で掘削積込(1サイクル)でしたが、効率よく作業を行いたいため、掘削をICT建機で行い仮置きし、積込は通常建機(2サイクル)で行いました。この場合の変更積算はどのようになりますか。

A

当初設計時に想定した現場条件に変更がなく、掘削積込を1回で行える現場であれば、ICT建機と通常建機の2台を用いて掘削積込を行ったこととなります。建機の稼働実績が分かる一覧表でICT建機と通常建機の割合を算出し、稼働実績に応じた変更積算となります。

現場条件に変更があり掘削した土砂を一旦仮置きする必要がある場合(水切りが必要等)などであれば掘削と積込それぞれ計上する必要がありますので現場条件に応じた積算となります。

Q

契約後に発生した設計変更により、起工測量面積が変更となった場合、設計変更が認められますか。

A

発注者側の原因により生じたことであれば、設計変更は可能ですが、三重県設計変更ガイドラインに基づき、監督員と十分協議をしてください。

Q

積算基準では、施工プロセス「④3次元出来形管理」・「⑤3次元データ納品」を実施した場合、経費率を補正するのは以下の(1)～(5)を実施した場合となっています。施工履歴データによる出来形管理を行った場合は(5)とみなし経費率の補正を行いますか。

- (1) 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理
- (2) 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理
- (3) 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
- (4) 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
- (5) 上記に類似する, その他の3次元計測技術を用いた出来形管理

A

「(5)上記に類似する, その他の3次元計測技術」とは空中写真測量やレーザースキャナと言った計測機器を用いた計測技術を意味しています。これらの計測技術を用いる場合は通常の出来形管理より実施経費や外注経費が増加することから、共通仮設費率、現場管理費率について補正を行うこととしています。バックホウの施工履歴データによる出来形管理は(5)に相当しないため、経費の補正は行いません。



2. 施 工

Q

施工者希望型ICT活用工事について、追加分記仕様書には、「ICT活用施工を行う希望がある場合、契約後、施工計画書の提出までに監督員へ提案・協議を行い・・・」と記載されていますが、具体的にはどのような手順で提案・協議をすればよいのでしょうか？

また、協議に用いるICT活用工事計画書はどの様式を使えばよいのでしょうか？

A

ICT活用施工を実施する際の監督員への提案・協議の手順については、「ICT活用工事の手引き 1.ICT活用工事の実施協議」を参考にしてください。

協議に用いるICT活用工事計画書は以下のURLよりダウンロードできます。

「ICT活用工事試行要領等」

URL: http://ss140094/JIGYOS/HP/72974023466_00003.htm

Q

ICTバックホウ導入時の精度確認試験(キャリブレーション精度報告書)の検証パターンが変更されていると聞いていますがいかがでしょうか。

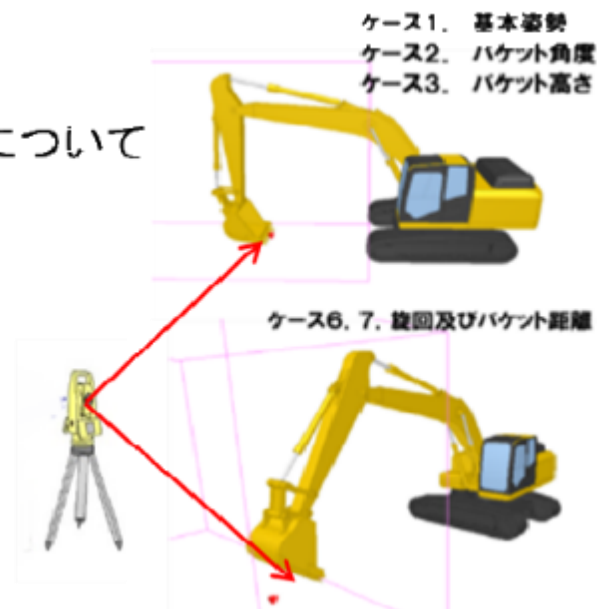
A

ICTバックホウの施工履歴データを用いた出来高・出来形管理を実施する場合の精度確認試験については、「ICT建設機械 精度確認要領(平成31年3月策定)」に基づいて実施してください。なお、施工履歴データを用いた出来高・出来形管理を行わない場合は、本精度確認試験は任意です。

○ 施工履歴データによる土工の出来高算出要領

- ・ICT土工の拡大に伴い、施工履歴データの活用が期待されている。
- ・施工履歴データの利用に先立ち、実施している作業装置の精度確認について計測センサーの状態を確認する姿勢毎に1回以上として簡素化する。
- ・バックホウの刃先位置表示とTS計測との較差の平均により確認する。

改訂前 32回の平均 → 改訂後 7回以上の平均



Q

UAV測量で平地と高低差が大きい箇所では難易度・危険性がかなり違うと思いますが、積算には反映されるのでしょうか。
それとも一律、面積だけでの積算でしょうか。

A

ICT活用工事で実施する3次元起工測量は、「ICT活用工事に係る3次元起工測量等の作業単価について」表1:各面積実施時の作業単価(円)による積算とします。

Q

設計図書の座標系が任意座標であったにもかかわらず、監督職員から起工測量後に世界測地系に変換してほしいと依頼があり、当時使用した標定点・検証点を再測して世界測地系で対応しましたが、起工測量の飛行からやり直しを依頼された場合、飛行の必要はあるのでしょうか。

A

SfMソフト等を用いて、評定点及び検証点を再入力すれば解析できますので、再飛行の必要性はありません。

※SfMソフトとは(Structure from Motion)

複数の写真から3次元モデルデータを生成するソフトウェアで、たくさんの写真を一括で自動解析が可能。ドローン(無人航空機・UAV)で撮影した写真だけではなく、地上撮影のものも利用可能。

Q

包括申請を受けているUAVを用いて起工測量を実施するにあたって、監督職員より、施工計画書に許可・承認申請書を添付するよう言われました。

A

①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)では、「“無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領”許可要件に準じた飛行マニュアルを施工計画書の添付資料として提出すること」となっています。

②また、無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領では「航空局ホームページに掲載されている団体等が定める飛行マニュアルに従って飛行させる場合には、その団体及び飛行マニュアルの名称を記載することで代えることができる」となっています。

よって、上記②に該当する場合は、施工計画書にその団体及び飛行マニュアルの名称を記載することで代えることとしますが、許可・承認書(鏡)は添付してください。

Q

3次元起工測量について施工体制台帳と部分下請け通知書の提出を監督員から求められたが必要なのでしょうか。

A

建設業法では測量は建設工事の請負契約では無く、必要ありません。

(建設工事の請負契約以外で提出が必要な契約は、共通仕様書添付資料2
3「施工体制台帳に係る書類の提出について」に記載のある警備の請負契約
のみ)

Q

カーブがきつい部分における3次元設計データの作成で、どのくらいまで断面を分割すれば良いのでしょうか。
また、その基準や根拠はあるのでしょうか。

A

LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(平成31年3月)国交省大臣官房技術調査課 のP21を参照して下さい。

<http://www.nilim.go.jp/lab/qbg/bunya/cals/des.html>

Q

平面図・縦断図・横断図から3次元設計データを作る際に、測点ごとの横断図のみを入力しても縦断勾配のバーチカルや道路幅員の拡幅等を加味したきれいな3次元設計データが作れません。

A

道路線形・縦断・片勾配・拡幅・標準断面形状などから一連の道路形状を作成し、そのデータが設計横断図と差異がないことをチェック図により確認することで、スムーズな道路形状の3次元設計データを作成することができます。

Q

土工法面が道路中心線と平行でない場合、法面の3次元設計データの作成はどうすればよいのでしょうか。

A

道路中心線に平行しない法面は、別途、法面基準線を作成し、それを基に横断図を作成します。

法面基準線は法肩もしくは法尻に設定し、横断はそれぞれの基準線ごとに作成します。

地山と交わることが想定される部分は、必ず交わるよう法面を延長して作成します。
(LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(平成31年3月)巻末資料「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係るノウハウ集(平成28年3月)」のP1を参照)

本編ノウハウ集 3. ①参照

本編ノウハウ集 3. ⑤参照

Q

インターチェンジで本線とランプ車線が合流する道路の3次元設計データはどのように作成すればよいのでしょうか。

A

ランプ部は本線と同一中心線で管理せず、ランプ中心線を別途作成し、別のモデルとします。

(LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(平成31年3月)巻末資料「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係るノウハウ集(平成28年3月)」のP3を参照)

Q

カルバート等との接続部で土工法面が前後で連続しない道路の3次元設計データの作成はどうすればよいのでしょうか。

A

道路中心線は1本のままで、土工形状を切断することにより作成します。

断面変化点は、土工部の法面とボックスカルバート上部の法面が接続する箇所とします。

土工部法面とボックスカルバート上部法面の接続は不連続となるので、不連続部では、起点側の要素の断面、終点側の要素の断面をそれぞれ作成します。

ボックスカルバート抗口に法面が巻き込む場合は、データ交換標準ではモデル化が難しく、3次元形状は作成できないので、無理に作成する必要はありません。

(LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(平成31年3月)巻末資料「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係るノウハウ集(平成28年3月)」のP5を参照)

Q

河床掘削工事等で河川中心線形が無い場合の3次元設計データの作成はどうすればよいのでしょうか。

A

任意の河川中心位置もしくは護岸等に、仮想の河川中心線を定義してください。断面は実測上の断面変化点を基準に作成します。

Q

測量法線と堤防法線が異なる河川堤防の3次元設計データはどのように作成すればよいのでしょうか。

A

計画堤防の堤防法線を中心線形としてデータを作成し、その後以下の2つの対応方法があります。

【堤防法線に斜交する断面でモデル化する場合】

- ・測量法線に対し直交する形で作成される横断図は、堤防法線に対して斜交する横断図として取り扱います。
- ・すなわち、堤防法線からの横断線と計画堤防法線との交点から、横断方向角等を読み取りデータに反映します。

【堤防法線に直交する断面でモデル化する場合】

- ・測量法線に対して直交する断面で記載された現況の河川堤防、護岸のモデル化(現況地形線でのモデル化)は、本来、堤防法線に斜交した形状で作成されるべきですが、堤防法線に直交する断面として取り扱って良いです。
- ・新設堤防の横断形状は、従来どおり堤防法線に直交する断面でモデル化します。

(LandXML 1. 2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(平成31年3月)巻末資料「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係るノウハウ集(平成28年3月)」のP11を参照)

Q

トンネル区間が隣接しており上下線が分離している道路の3次元設計データはどのように作成すればよいのでしょうか。

A

上り中心線、下り中心線に基づき、それぞれに接続する法面の横断図を作成します。
(LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(平成31年3月)巻末資料「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係るノウハウ集(平成28年3月)」のP15を参照)

Q

3次元設計データを作成する上で、2次元図面の設計図書各図面(平面図・縦断図・横断図など)につじつまが合わない場合があります。

その場合、受注者側が詳細設計・設計照査・設計変更まで対応するべきなのでしょうか。又、追加費用等は考慮してもらえるのでしょうか。

A

工事監理連絡会等を通じて設計者・発注者・受注者の、責任・費用負担・対応者について明確にしてください。

Q

1段1段、切土工を行った後に、法枠工を施工する逆巻き工法の場合、現場では1段毎の切土ごとに、UAVによる出来形管理を実施していますが、回数が多く、非常に経費がかかってしまいます。

A

「三重県ICT活用工事(土工)試行要領 別紙1 ICT活用工事(土工)計画書 ④3次元出来形管理等の施工管理」にあるように、現場条件等から、3次元出来形管理(面管理)が非効率と判断される場合は、従来手法(TS等光波方式を用いた出来形管理等)で管理することを認めています。

※この場合は、工事竣工段階の地形について面管理に準じた出来形計測を行い納品することで、施工プロセス「④3次元出来形管理等の施工管理」を実施したものとみなします。(3次元出来形管理は免除)

Q

河道掘削や地下水位以深等の掘削完了直後から水の影響により形状変化する場合の出来形管理方法を教えてください。

A

従来のTS等を用いた断面管理による出来形管理、3次元出来形管理による施工管理をする場合は施工履歴データを用いた出来形管理等が考えられますが、完成検査にも影響しますので、監督員と協議してください。

Q

小段などの構造物が存在する土工部の出来形管理はどうすればよいのでしょうか。

A

法面の小段部に側溝工などの構造物が設置されているなど土工面が露出していない場合、小段の出来形管理は設置する工種の出来形管理基準及び規格値(※従来管理)により実施してください。

詳しくは、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)4-4出来形管理箇所に記載されています。

Q

法面整形の出来形管理において、現況との取り合い部など3次元設計データで細かく表現しきれない部分において、どのように対処したらよいでしょうか。

A

現況に合わせた3次元設計データを作成することができるのであれば作成し、除外した場合は、除外範囲の管理方法を監督職員と協議してください。

尚、起工測量の面データと3次元設計データを重ね合わせれば、ある程度正確に作成することができます。

Q

切土法面整形において、玉石が混じっているため、均質な法面を整形するのが困難です。

どのような管理をしたら良いでしょうか。

A

三重県公共工事共通仕様書建設工事施工管理(案)出来形管理基準「共通編・土工・河川・海岸・砂防土工等・掘削工の摘要」に、掘削土砂の最大粒径が100mm以上の場合の取り扱いについて記載しているのでそれに従ってください。それでも出来形管理の規格から外れる恐れがある場合などは その事実が分かった時点で、適用範囲から外すなどの協議を行ってください。

Q

国土地理院で規定が無いTS等光波を使用していますが、平成30年度より精度確認の後に出来形管理に使用できるとのことですが、精度確認試験方法はどこに記載されていますか。

A

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)平成30年3月国土交通省 P40 参考資料-6 国土地理院で規定が無いTS等光波方式の精度確認試験実施手順書(案)に記載されています。

Q

舗装工においてTLSを用いた出来形管理を行った場合、出来形測量、測量データ検証、施工の合否を判断するまで時間を要するため、あまり生産性向上が見込めません。

又、即座に出来形結果を確認できないため施工不良があった場合にもすぐに対応することができません。

A

「三重県ICT活用工事(舗装工)試行要領 別紙1 ICT活用工事(舗装工)計画書 ④3次元出来形管理等の施工管理」にあるように、出来形管理にあたっては、標準的に面管理を実施するものとしませんが、監督員と協議の上、従来手法(出来形管理基準上で当該基準に基づく管理項目)での管理を実施できます。

※この場合は、工事竣工段階の地形について面管理に準じた出来形計測を行い納品することで、施工プロセス「④3次元出来形管理等の施工管理」を実施したものとみなします。(3次元出来形管理は免除)

Q

TLSとUAVでは実行予算が大幅に違うと思いますが、各々の使い分けを教えてください。

A

経済的な合理性、現場の状況、周辺環境等の安全性、精度などを勘案して、次のような事項を目安に使い分けを決めるのが一般的です。

又、条件によっては双方の手法を組み合わせて採用する場合があります。

【UAVの特徴】

- ・平坦で、広域な現場、裸地の現場(樹木や草木がある場合は使用できない)で効果を発揮します。
- ・地形の影響によりGPSが使用できない箇所には、UAVは使用できません。
- ・航空機の航行の安全に影響を及ぼすおそれのある空域や、落下した場合に地上の人などに危害を及ぼすおそれが高い空域において、無人航空機を飛行させる場合には、あらかじめ、地方航空局長の許可を受ける必要があります。

【TLSの特徴】

- ・起伏の変化が大きいところや、出来形計測時に時間的制限のある場合に効果を発揮します。
- ・高い精度が必要な場合(舗装)、高圧線や高速道路・鉄道がある、樹木の下での現況が必要な場合に効果を発揮します。

Q

発注者の意向はUAVですが、現場状況を考慮するとTLSが適している場合について、どのような対応をするのが良案でしょうか。

A

2. 施 工 5)起工測量・出来形管理 (1)の回答を参考に、現場条件や工期等を十分考慮して、監督職員と協議してください。

Q

空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(案)では、「所定のラップ率については、進行方向のラップ率最低90%以上であることを示す飛行計画、または、飛行後に進行方向ラップ率最低80%以上を確認するための確認方法、いずれかを記載すること」とありますが、80%の場合どのような形で証明するのでしょうか。

A

写真測量ソフトウェアによっては、進行方向のラップ率を算出可能なものがあるので、それを使用してください。

例:Ajisoft PhotoScan 処理レポートの出力機能

TOPCON MAGNET Collage ラップ率の計算出力機能

Q

空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(案)において、進行方向ラップ率は90%ではなく80%でも良いことになっていますが、80%を採用することによるメリットとデメリットは何ですか。

A

90%時と比較し、延長約1kmの出来形管理(外業)では飛行速度が2倍となり、写真枚数は約5割減、所要時間は約6割減と効率が向上します。

ただし、重複率が低くなるに従い、誤差が大きくなる場合があります。

尚、90%の場合、飛行計画を施工計画書に記載するのみですが、80%の場合、飛行後に80%以上を確認するための確認方法の記載が必要です。

Q

起工測量時と出来形測量時でそれぞれ全く同じ座標の位置に標定点・検証点を設置する必要はないのでしょうか。

A

標定点は写真の位置合わせに使用し、検証点はデータの誤差を確認するために使用しますので、測量ごとに設置した点に対して工事基準点から座標値を求めて、データとの誤差を計算して規格値以内であれば問題ありません。

標定点・検証点は、計測値の精度を高めるために、地形や地理的な条件を踏まえて、計測時の地形に合わせて適切に配置する事が望まれます。

尚、設置の位置については同じ位置とする必要はありません。

Q

アスファルト舗装面の出来形をTLSで計測した場合、事前測量よりデータの採取点数が少なくなる場合がありますが、どうすればよいのでしょうか。

A

転圧作業における表面水が残る箇所は、レーザが反射されない、又は精度が低下するなどの問題がありますので、採取点数が少なくなる場合があります。

よって、TLSからの距離が離れると計測点密度が低下したり、入射角が浅くなり低精度に繋がる事があるので、取得点群の密度を高くすることや、TLSの設置高さを高くするなどの工夫が必要となります。

Q

発注者指定型でICT活用工事を落札しました。

その後、工事内容が変更され、ICTの実施が合理性に欠けてしまうほど土工量が少なくなりました。

この場合、無理にICTを履行しなくても受注者にペナルティーは科せられないのでしょうか。

A

受注者の責によらずに発注者が指定した施工プロセスにおいて、ICTを活用できない場合は実施できないことによる、ペナルティーはありません。

逆に受注者の責により発注者が指定した施工プロセスにおいて、ICTを活用できない場合は、契約時の条件が履行されないため、指定した内容に応じて減点する(1点又は2点)こととしています。

Q

道路における現道の歩道設置工事や防災対策としての砂防堰堤工事等、土量が少ない工事はICT施工の対象となるのでしょうか。

A

三重県ではICT活用工事試行要領により、対象とする工種として「河川、砂防、海岸及び道路工事における概ね1,000m³以上の土工」をICT活用工事としています。

ただし、土量が1,000m³未満であっても、方法によってはICTを活用することで生産性向上が図れる可能性があります。

よって、工事受注後、受・発注者間で協議をし、生産性向上に資する場合は、ICTを活用していただければ良いです。なお、この場合は施工承諾となりますが、工事成績評定で評価します。

Q

河川堤防の盛土の仕上げ面において、階段や坂路などの構造物があるために、現地合わせの仕上げが必要となる場合、ICT施工が困難な場合はどうしたらよいですか。

A

現地合わせの範囲については、ICT施工の適用範囲からの除外を検討し、監督職員と協議してください。

Q

アスファルト舗装工における面管理の規格値は計測精度として±4ミリが含まれているにもかかわらず、従来管理である排水構造物の基準高の規格値はそれより緩い、±30ミリとなっています。

舗装は最終的に、排水構造物に合わせなければいけないため、設計図書のデータに関しては変更の可能性が高いことから、事前に作成する必要があるのでしょうか。現地合わせを行う前提で3次元設計データを作成しなければならないのでしょうか。

A

最終的には施工時に現地合わせをすることになるので、基本的に3次元設計データを変更しなければならないため、その分を予め考慮しておく必要があります。

ただし、上層路盤までは設計図書(当初)の3次元設計データを運用するのが望ましいと思います。

3. 監督・検査

Q

設計図書は2次元図面での契約となっていますが、掘削あるいは盛土土量について3次元数量を算出すると、2次元(平均断面法)と数量が異なってしまう場合どのようにすればよいのでしょうか。

A

現時点では、設計図書が2次元図面での契約となっていますが、数量は3次元データによる数量算出も可能となっていますので、その対応方法については、監督員と協議して下さい。

尚、数量の算出にあたっては、土木工事数量算出要領(案)第1編(共通編)第1章基本事項によるものとしますが、土質区分が複数になる場合等は注意が必要です。

Q

数量算出にあたっては、計測点群データを基に平均断面法、または3次元CADソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができることとなっています。

また、3次元CADソフトウェア等を用いた方式による算出方法は①点高法、②TIN分割等を用いた求積、③プリズモイダル法があると思いますが、推奨される算出方法はどれでしょうか。

A

3次元CADソフトウェアにより算出する機能や方法が異なりますので、限定・推奨する算出方法はありません。

尚、数量計算方法については、監督職員と協議が必要です。

Q

空中写真測量(無人航空機)を用いた測量について実際の完成検査において、検査職員によって現場ではどのような出来形検査が行われますか。

A

実地検査は、3次元設計データが搭載されたTSまたはGNSSローバーを用いて、仕上がり面と設計面との標高差が規格値内であることを確認するもので、検査箇所は、検査職員が指定する平場あるいは天端上の任意の箇所において実施します(法面は対象外)

又、従来の実地検査では出来形管理帳票の正確性を確認していますが、ICT活用工事では出来形管理資料(ヒートマップ)の正確性を確認するものではありません。

詳細については、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(土工編)(案)を参照してください。

4. その他

Q

発注予定の工事の掘削量が1,500m³となっています。このうち岩掘削が600m³以上あり、土砂の掘削量が1,000m³を下回りますが、この場合ICT活用試行工事の対象外でしょうか？

A

試行要領及び運用では、切土もしくは盛土の単一工種で1,000m³以上の土工量を有する工事を対象としており、岩について対象外とする規定はなく、ICT活用工事の試行対象となります。

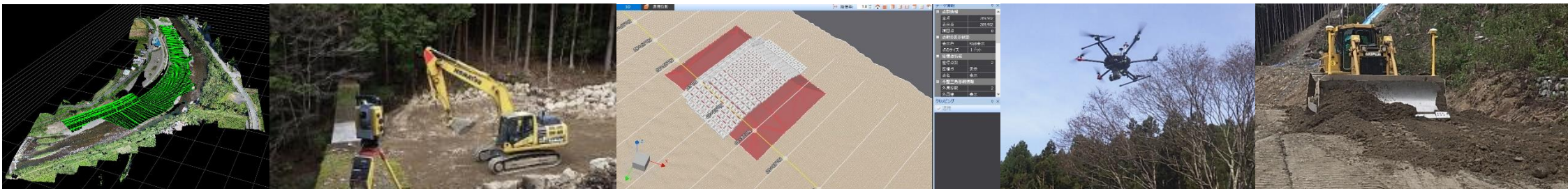
三重県ICT活用工事ガイドブック(案)

令和3年1月

【導入編】

4. ノウハウ集

Collection of know-how



1. 着手前の留意事項

- ①GNSS電波の受信状況が良くない場合は
- ②水中掘削する場合の起工測量、設計データ作成、出来形管理

2. 起工測量時の留意事項

- ①UAVとTLSの使い分けについて
- ②障害物等で3次元データが取得できない場合は

3. 3次元設計データ作成時の留意事項

- ①道路中心線と平行ではない土工法面
 - ②インターチェンジで本線とランプ車線が合流する道路
 - ③法面に管理用道路を持つ河川堤防
 - ④測量法線と堤防法線が異なる河川堤防
 - ⑤道路中心線から横断図の作成が困難な土工法面
 - ⑥トンネル区間が隣接しており上下線が分離している道路
3. 3次元設計データ作成時の留意事項

4. ICT建機による施工時の留意事項

- ①通常建機を購入して間もないためICT建機の施工をためらってしまう

※三重県のノウハウに加え、「ICT活用工事ガイドブック(中部地方整備局企画部令和2年3月)」に記載のノウハウについても記載しています。「ICT活用工事ガイドブック(中部地方整備局企画部令和2年3月)」記載のものは背景を青地としデザインを変更しています。

1. ノウハウ集「着手前の留意事項」

①GNSS電波の受信状況が良くない

<課題>

○谷部等でGNSSの受信状況が良くないためUAV測量やICT建機が使えない。



TLSによる測量状況



自動追尾機能を持つTSによるICT建機作業状況

<対応>

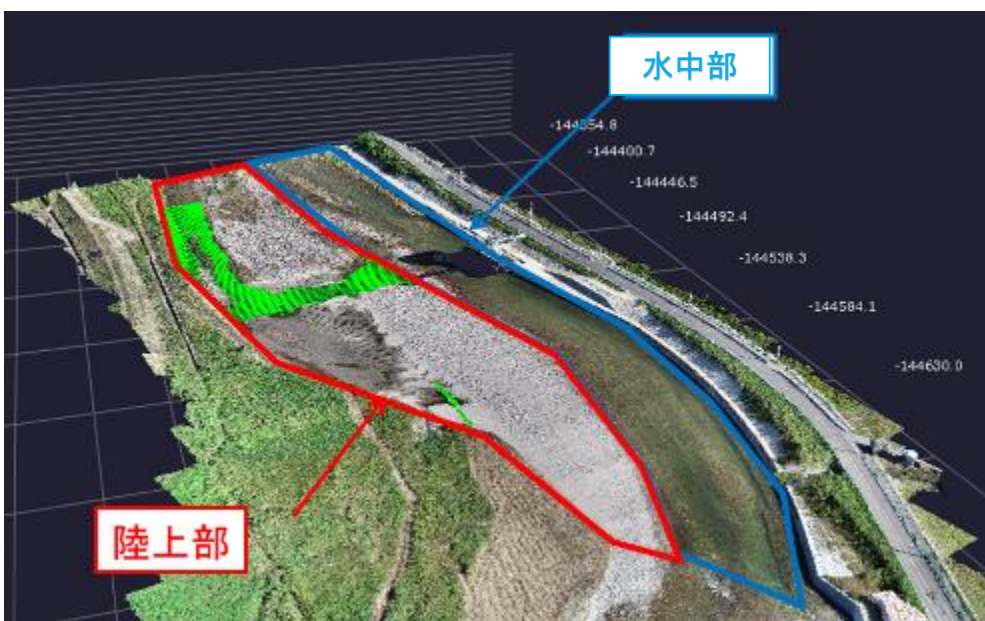
○GNSSが受信状況が悪くUAVが使用できない場合測量は地上型レーザースキャナ(TLS)で実施可能。ICT建設機械は自動追尾機能を持つトータルステーション(TS)で位置計測可能。

1. ノウハウ集「着手前の留意事項」

②水中掘削する場合の起工測量、設計データ作成、出来形管理

<課題>

○施工範囲に水面下の部分があり、3次元測量が実施できない。



掘削範囲が陸上部と水面下部分がある場合の例
(水面下は3次元データ取得困難)



水面下部のICT建機作業状況

<対応>

○水中部は2次元の測量データを用い3次元化し、陸上部の3次元測量データと組み合わせて3次元設計データを作成する。出来形管理は水中部は従来の断面管理とする(水中部の3次元出来形管理を実施する場合は「施工履歴データを用いた出来形管理」という手法がある)。

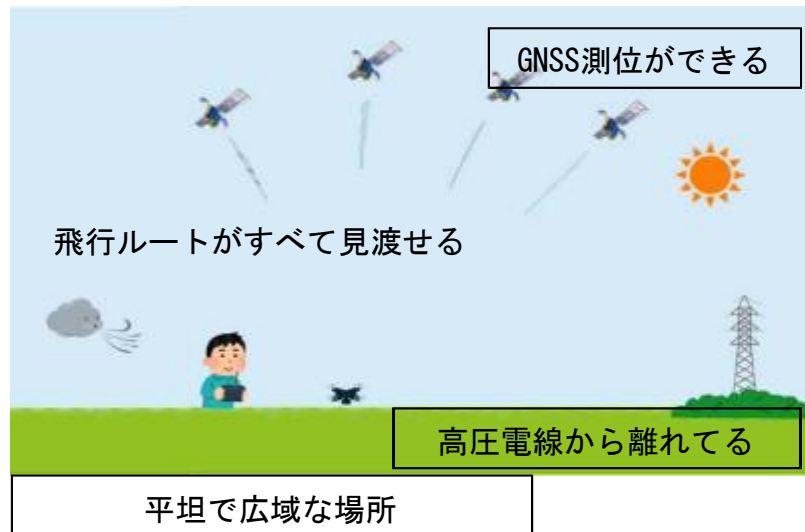
2. ノウハウ集「起工測量時の留意事項」

① UAVとTLSの使い分け

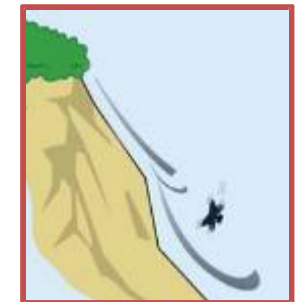
<課題>

OUAVとTLSの選択方法が分からない。

UAVでの測量



TLSでの測量



<対応>

OUAV測量を基本とするが地形やGNSS受信状況でUAVの使用が困難な場合にTLSの使用を協議の上決定する
OUAVは、平坦で広域な現場(草木がある場合は使用出来ない)に適している。

OTLSは、狭い現場、UAVの飛行困難な現場や起伏の変化の大きいところに適している。(出来形計測時で、後工程に余裕のない場合、TLSは気象等の影響を受けることが少なく、予定どおりに計測が出来る)

2. ノウハウ集「起工測量時の留意事項」

② 障害物等で3次元データが取得できない場合

<課題>

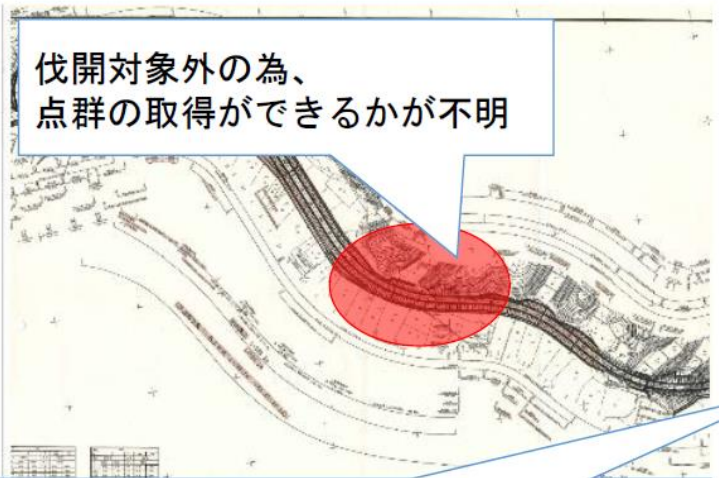
○立木等の障害物でUAVによる事前測量時に一部地形が正確に取得できない場合がある。



木の下、橋の下などUAVでのデータが得られない場合、TSで点群を補完してあげれば、データ欠損を防げる(または立木伐採を回避できる)。

① 空中写真測量 (UAV)

UAV写真測量を行う際の注意点として、施工区間の一部分に木が掛かっている為、写真測量できない懸念がある。その場合TSを利用した3次元座標点を取得し、三角面を生成する事で代用が可能。



UAV写真測量の結果の点群にTSを用いて計測した座標点の追加しても良い。

管理断面間隔より狭い範囲でTSによる計測を合成する事で代用可能。

TS等光波方式を用いた出来形管理要領 (土工編)

2-4 点群処理ソフトウェア (面管理の場合)
2) 計測点群データの合成
被計測対象範囲を複数回の計測、または他の計測機機器も用いて計測した場合は、各計測データを合成し、1つの計測点群データとすることができる。合成の方法は各計測で標定点や基準点等を利用して現場の3次元座標へ変換しておき、単純に計測点座標群を合成する。

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)

第3章 空中写真測量 (UAV) による工事測量
3-1 起工測量
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。

<対応>

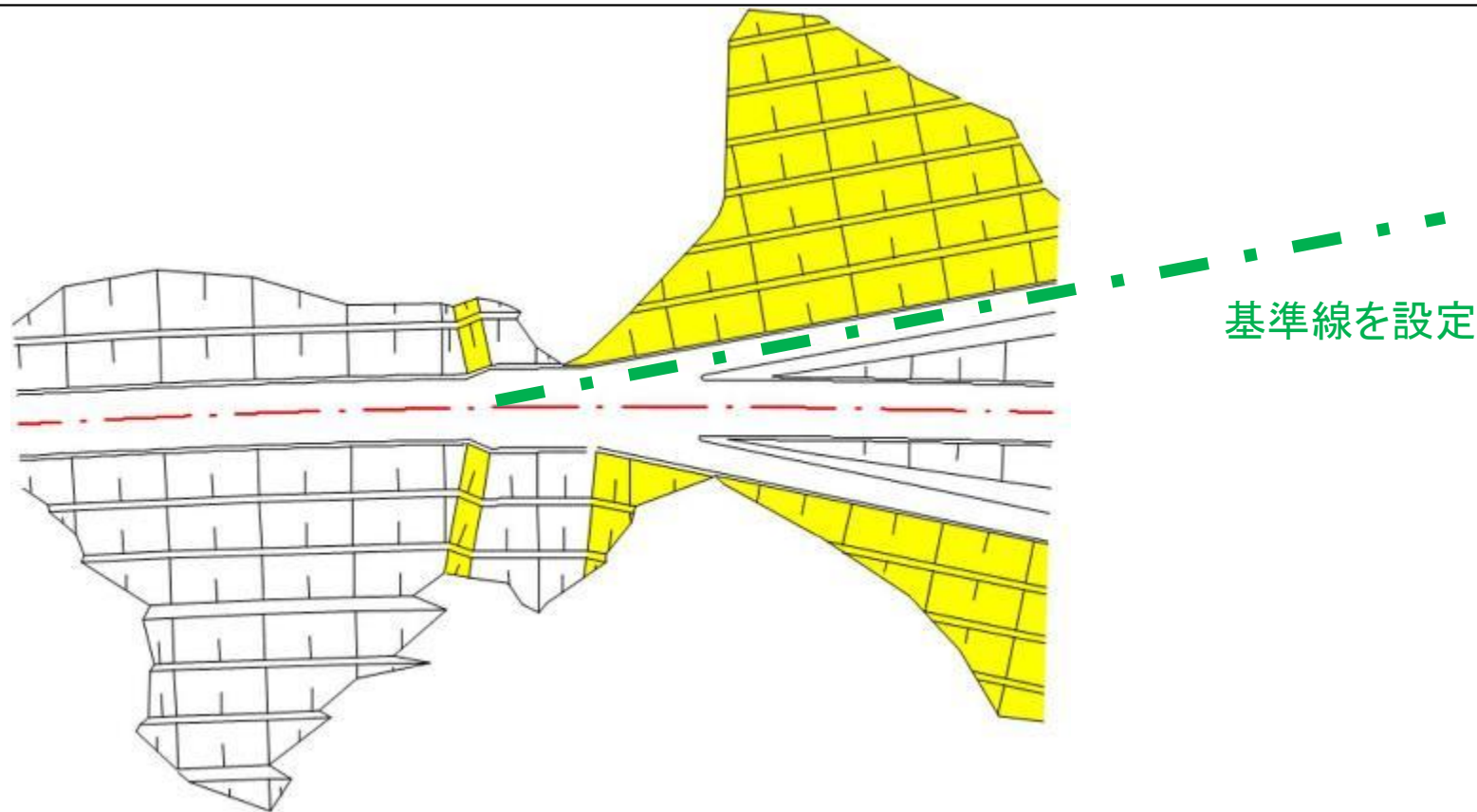
○障害物等でデータが得られない個所は、TS等で別途点群を取得し、データ欠損個所を補完する。こうすることで、立木の伐採等の作業が減らせる

3. ノウハウ集「3次元設計データ作成時の留意事項」

① 道路中心線と平行ではない土工法面

<課題>

○拡幅区間等で、道路中心線と土工法面が平行でない場合、法面横断面図は道路中心線に直交しないため、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データの作成ができない。



<対応>

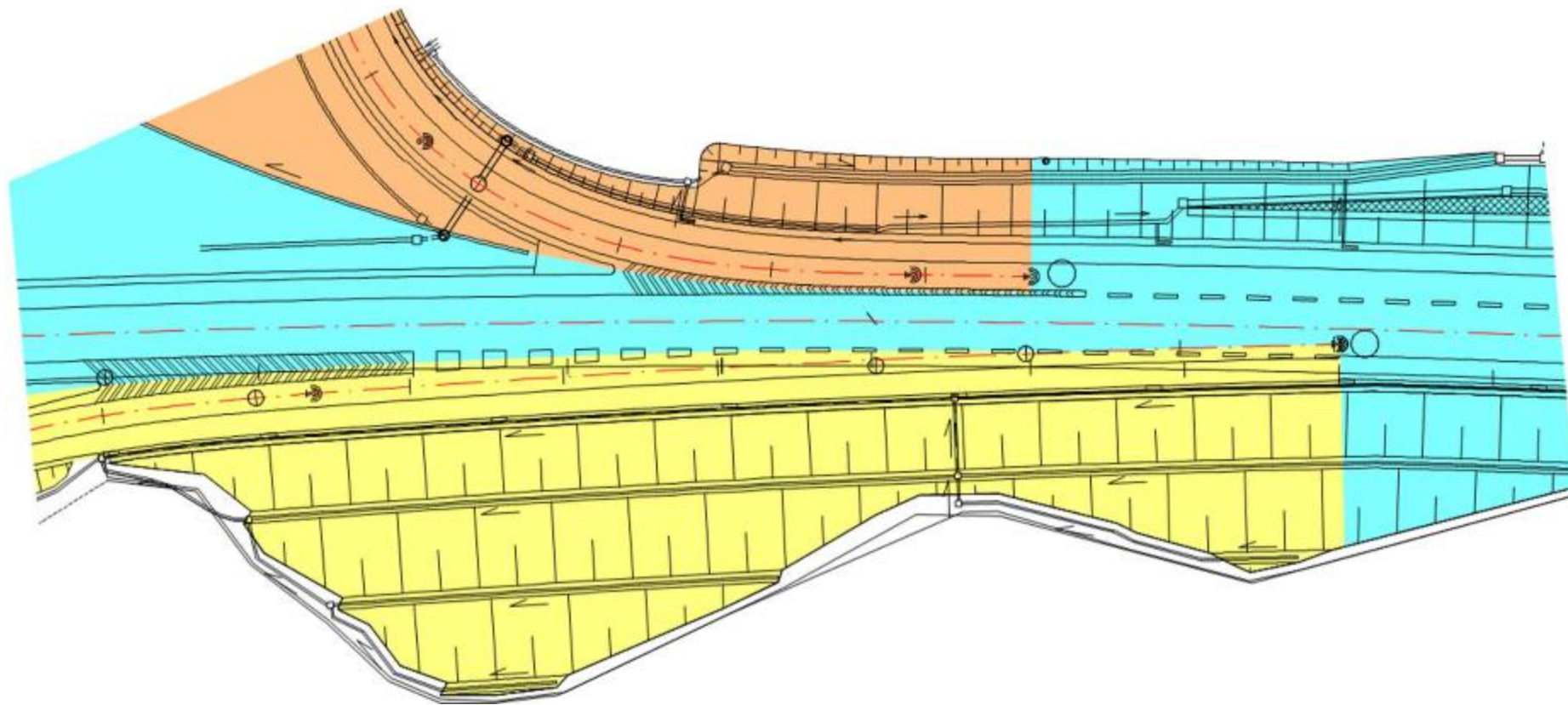
○別途、法面に平行な基準線を設定し、横断面図を作成した後、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

3. ノウハウ集「3次元設計データ作成時の留意事項」

② インターチェンジで本線とランプ車線が合流する道路

<課題>

○本線とインターチェンジが合流する部分の横断図について、インターチェンジ部の法面が本線道路中心線を基にして作図されているため、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データの作成ができない。



<対応>

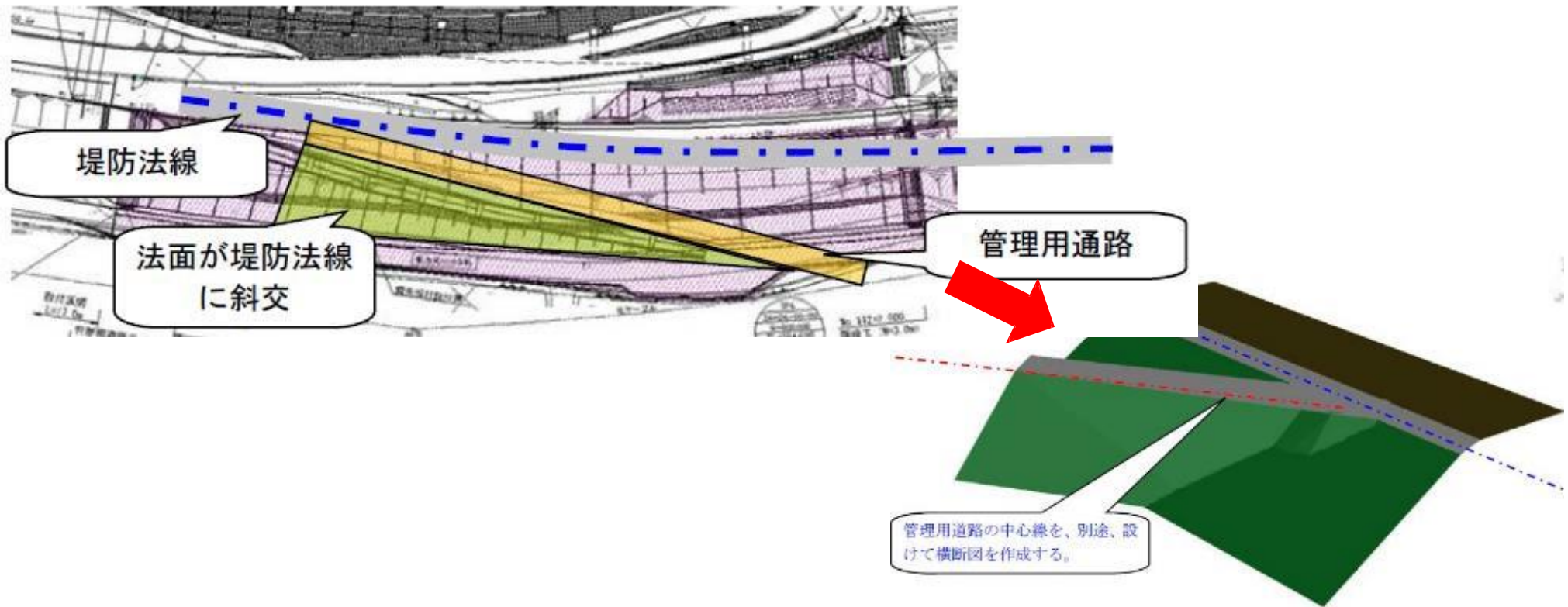
○本線、支線、ランプ等の路線が複数混在する箇所は設計データ作成上の境界を設定し、別途ランプ用等のICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

3. ノウハウ集「3次元設計データ作成時の留意事項」

③ 法面に管理用道路を持つ河川堤防

<課題>

○管理用道路の法面が本線の道路中心線を基準に作成されているため、管理用道路のICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データの作成が困難。



<対応>

○管理用道路の中心線を設けて、横断図を作成し、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

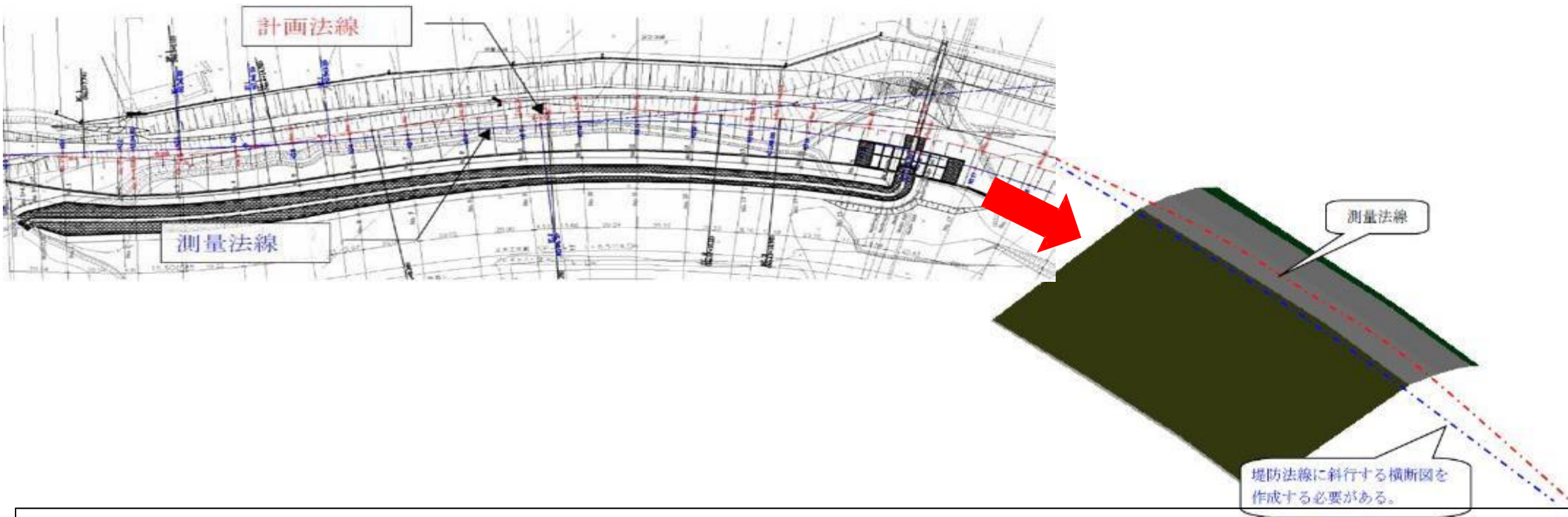
イラストは、「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案) (平成 29 年3月. 国土交通省大臣官房技術調査課)」巻末資料. 「3次元設計データの作成 方法と取り扱いに係るノウハウ集 平成 28 年 3 月」より引用

3. ノウハウ集「3次元設計データ作成時の留意事項」

④ 測量法線と堤防法線が異なる河川堤防

<課題>

○既設堤防の測量法線に対して直交する横断面図は、既設堤防法線に斜交することから、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データの作成が困難。



<対応>

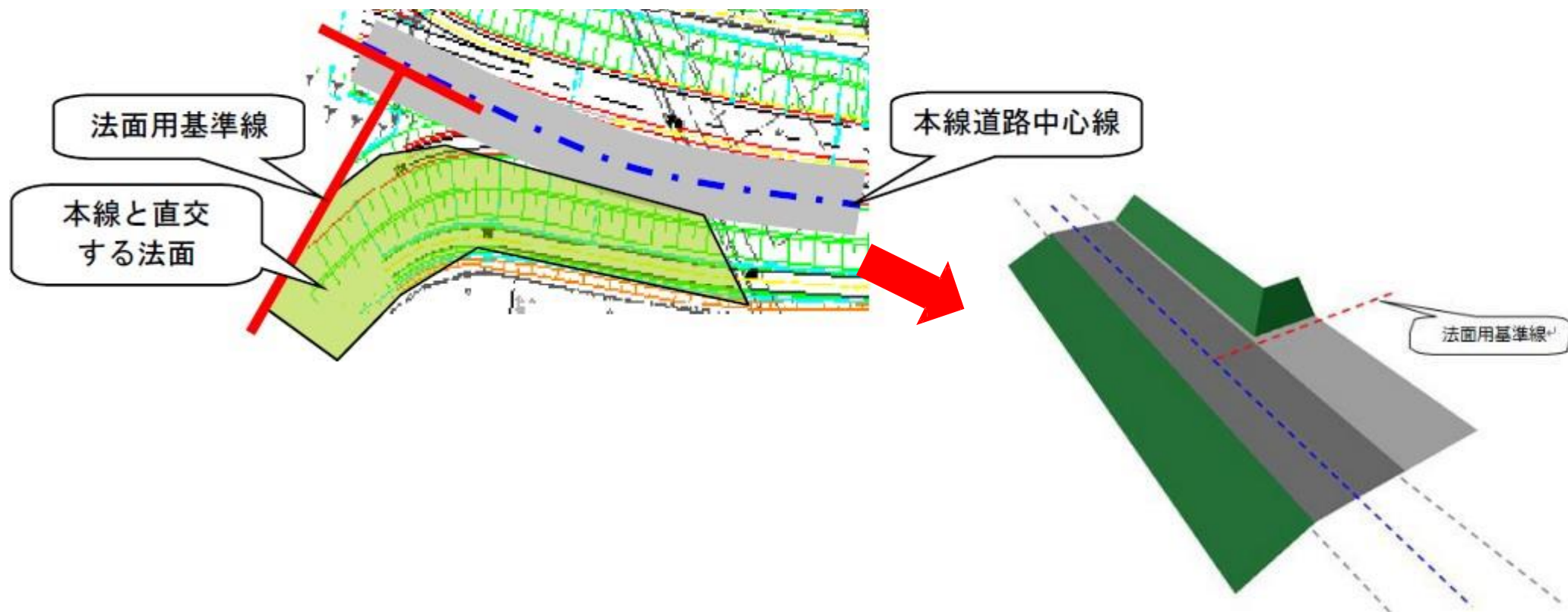
○既設堤防法線に直交する個々の横断面図を測量法線に斜交する角度を算出して作成するか、または、状況に応じて測量法線で作成された横断面図を堤防法線に直交する断面に置き換えて、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

3. ノウハウ集「3次元設計データ作成時の留意事項」

⑤ 道路中心線から横断面の作成が困難な土工法面

<課題>

○道路中心線に対して、法面が直交している場合、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データの作成が困難。



<対応>

○道路中心線に対して直交する法面基準線を設け、横断面を作成した後、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

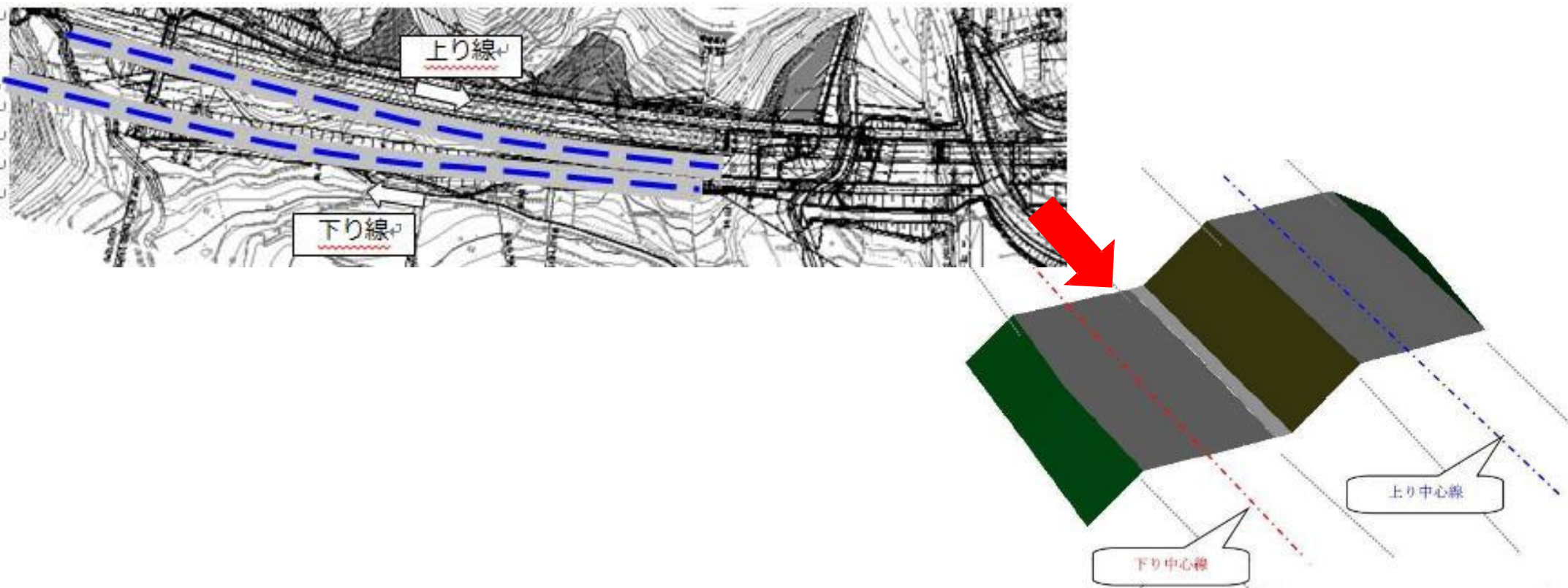
イラストは、「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(平成29年3月、国土交通省大臣官房技術調査課)」巻末資料、「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係るノウハウ集 平成28年3月」より引用

3. ノウハウ集「3次元設計データ作成時の留意事項」

⑥ トンネル区間が隣接しており上下線が分離している道路

<課題>

○上り車線又は下り車線のいずれかの道路中心線で作成された横断図では、どちらかの道路の横断図は道路中心線に対して直交していないため、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データの作成が困難。



<対応>

○各車線毎の道路中心線を設定し、道路中心線に対して直交する横断図を作成した後、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

イラストは、「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案) (平成 29 年3月. 国土交通省大臣官房技術調査課)」巻末資料.「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係るノウハウ集 平成 28 年 3 月」より引用

4. ノウハウ集「ICT建機による施工時の留意事項」

① 通常建機を購入して間もないためICT建機による施工をためらってしまう

課題

○通常建機を購入してまだ間もなく、今後も使用していきたいので、ICT建機による施工はためらってしまう。

通常建機へのMG後
付けキット取付状況



後付けキット取付完了



MGバックホウのTS自動追尾
による施工



<対応>

- 後付けキットにより、通常建機をICT建機化することが可能。
- マシンガイダンス(MG)は基本的に対応可能。マシンコントロール(MC)も機種により対応可能な場合がある。
- キット自体は購入・レンタル両対応している。
- 着脱可能で、一回取り付けると二回目は簡単に取り付けられる。

三重県ICT活用工事ガイドブック(案)

令和3年1月

【応用編】

5. 1 三重県におけるICT活用事例について

※三重県の事例に加え、「ICT活用工事ガイドブック(中部地方整備局企画部令和2年3月)」の記載内容も参考として紹介します

※三重県の事例については今後順次追加していく予定です

1. GNSSの受信状況が悪い現場条件の事例

- | | |
|---------------------------------------|------------------|
| ① 平成30年度 一級水系雲出川水系神河川 他1川砂防堰堤堆積土砂撤去工事 | 津建設事務所……………P146 |
| ② 平成30年度 一級水系宮川水系小平谷通常砂防工事 | 伊勢建設事務所……………P147 |
| ③ 平成30年度 二級水系古川水系弓山川(弓山ダム)他1川堆積土砂撤去工事 | 尾鷲建設事務所……………P148 |

2. 水中掘削した事例

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| ① 平成30年度 二級水系員弁川水系員弁川河床掘削工事(その3) | 桑名建設事務所……………P149 |
| ② 平成29年度 一級水系淀川水系木津川河川改修工事 | 伊賀建設事務所……………P150 |

3. ICT建機の応用的な活用をした事例

- | | |
|------------------------------------|-------------------|
| ① 平成30年度 二級水系朝明川水系朝明川河床掘削工事 | 四日市建設事務所……………P151 |
| ② 平成30年度 主要地方道伊勢松阪線道路交通安全対策工事 | 松阪建設事務所……………P152 |
| ③ 平成30年度 二級水系銚子川水系銚子川堆積土砂撤去工事(その1) | 尾鷲建設事務所……………P153 |
| ④ 平成30年度 二級水系尾呂志川水系尾呂志川堆積土砂撤去工事 | 熊野建設事務所……………P154 |

4. 5つの施工プロセスすべてICTを活用した事例

① 平成30年度	二級水系員弁川水系員弁川河床掘削工事(その1)	桑名建設事務所……P155
② 平成30年度	一級水系宮川水系大内山川外1川堆積土砂撤去工事	伊勢建設事務所……P156
③ 平成30年度	一級水系宮川水系大内山川(崎地区)河川改修工事	伊勢建設事務所……P157
④ 平成30年度	一般県道登茂山公園線 道路改良工事	志摩建設事務所……P158
⑤ 平成30年度	二級水系赤羽川水系赤羽川堆積土砂撤去工事(その1)	尾鷲建設事務所……P159
⑥ 平成30年度	二級水系銚子川水系銚子川堆積土砂撤去工事(その3)	尾鷲建設事務所……P160

5. その他ICTを活用した事例

① 平成29年度	二級水系員弁川水系青川河床掘削工事	桑名建設事務所……P161
② 平成29年度	二級水系員弁川水系小滝体積土砂撤去工事	桑名建設事務所……P162
③ 平成30年度	二級水系中ノ川水系中ノ川堆積土砂撤去工事	鈴鹿建設事務所……P163
④ 平成30年度	一級水系雲出川水系河川榊原川他1川堆積土砂撤去工事	津建設事務所……P164
⑤ 平成30年度	一級河川五十鈴川水系五十鈴川河川改修工事(その2)	伊勢建設事務所……P165
⑥ 平成30年度	一般県道長島港古里線道路改良工	尾鷲建設事務所……P166
⑦ 平成30年度	一級水系新宮川水系大又川 堆積土砂撤去工事	熊野建設事務所……P167

6. 令和3年1月に追加したICTで通常施工より大幅に生産性を向上させた事例
- ① 平成31年度 一般国道421号舗装修繕工事(その1)
(舗装修繕工事で切削オーバーレイにICTを活用) 桑名建設事務所……P168
 - ② 平成31年度 二級水系員弁川水系員弁川堆積土砂撤去工事(その1)
(UAVにより約20haの起工測量と出来形管理を1日で実施) 桑名建設事務所……P169
 - ③ 平成31年度 二級水系三滝川水系三滝川河川改修工事
(UAVによる起工測量に制約がある現場でTLSを活用) 四日市建設事務所…P170
 - ④ 平成31年度 二級水系中ノ川水系中ノ川堆積土砂撤去工事(その1)
(時間・期間制限のある厳しい状況下でICT施工により工期を短縮) 鈴鹿建設事務所……P171
 - ⑤ 平成31年度 一般県道蓮峽線道路改良工事
(MCブルドーザ施工とTS・GNSSを用いた盛土の締固め管理を実施) 松阪建設事務所……P172
 - ⑥ 平成31年度 一級水系宮川水系桧尻川河川改修工事
(施工履歴データを用いた出来形管理により水中部の面管理を実施) 伊勢建設事務所……P173
 - ⑦ 平成30年度 主要地方道磯部大王線(志島BP)道路改良工事
(国の現場支援型モデル工事であり三重県初の発注者指定型ICT活用工事) 志摩建設事務所……P174
 - ⑧ 平成30年度 一級水系淀川水系河合川河床掘削等工事
(3次元起工測量と設計データで曲線部の掘削土量を的確に把握) 伊賀建設事務所……P175
 - ⑨ 平成31年度 二級水系井戸川水系井戸川災害埋塞対策(堆積土砂)撤去工事
(鉄道近接個所でTLSによる起工測量を実施) 熊野建設事務所……P176
 - ⑩ 平成31年度 井田地区海岸 海岸高潮対策工事(その3)
(マルチビーム3次元起工測量と3次元設計で水中構造物を見える化) 熊野建設事務所……P177

7. 令和3年1月に追加したその他の事例

① 平成31年度	二級水系員弁川水系青川災害埋塞対策(堆積土砂撤去)工事	桑名建設事務所……P178
② 平成31年度	二級水系朝明川水系田光川河床掘削工事	四日市建設事務所…P179
③ 平成31年度	二級水系海蔵川水系海蔵川河床掘削工事	四日市建設事務所…P180
④ 平成31年度	二級水系中ノ川水系中ノ川堆積土砂撤去工事(その2)	鈴鹿建設事務所……P181
⑤ 平成30年度	一級水系鈴鹿川水系棕川堆積土砂撤去工事(その1)	鈴鹿建設事務所……P182
⑥ 平成31年度	一級水系鈴鹿川水系アマタノ川砂防堰堤堆積土砂撤去工事	鈴鹿建設事務所……P183
⑦ 平成31年度	一般国道368号道路改良(2号工事用道路)工事	松阪建設事務所……P184
⑧ 平成31年度	一級水系宮川水系濁川砂防堆積土砂撤去工事	松阪建設事務所……P185
⑨ 平成31年度	一級水系宮川水系宮川 堆積土砂撤去工事	松阪建設事務所……P186
⑩ 平成31年度	一級水系宮川水系大内山川(崎工区)河川改修工事	伊勢建設事務所……P187
⑪ 平成31年度	一級水系宮川水系大内山堆積土砂撤去工事(その1)	伊勢建設事務所……P188
⑫ 平成31年度	二級水系村山川水系村山川外1川堆積土砂撤去工事	伊勢建設事務所……P189
⑬ 平成30年度	一級水系淀川水系木津川広域河川改修(河床掘削)工事(その1)	伊賀建設事務所……P190
⑭ 平成31年度	二級水系赤羽川水系赤羽川堆積土砂撤去工事(その1)	尾鷲建設事務所……P191
⑮ 平成31年度	二級水系銚子川水系銚子川堆積土砂撤去工事(その2)	尾鷲建設事務所……P192
⑯ 平成31年度	二級水系赤羽川水系大野内川砂防ダム堆積土砂撤去工事	尾鷲建設事務所……P193
⑰ 平成31年度	一級水系熊野川水系大又川災害埋塞対策(堆積土砂撤去)工事	熊野建設事務所……P194
⑱ 平成31年度	二級水系尾呂志川水系尾呂志川災害埋塞対策(堆積土砂撤去)工事	熊野建設事務所……P195

- ・ICT活用範囲 ③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 $V=1,800\text{m}^3$
- ・現場の特徴 立木が多くかつGNSSが受信困難だった
- ・活用したICT技術 ICT建機による施工をTS自動追尾によるMGバックホウで施工した
- ・得られた効果 TS自動追尾によりGNSS受信困難な状況を克服できた。

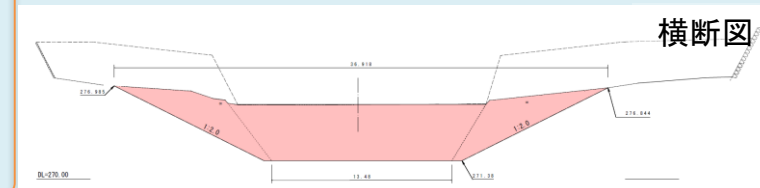
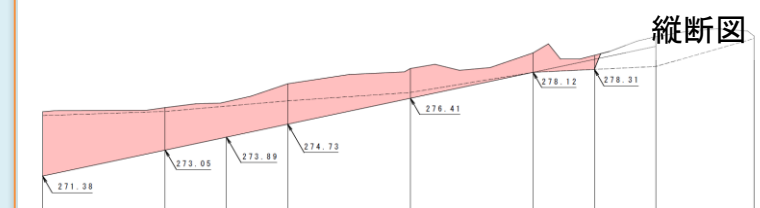
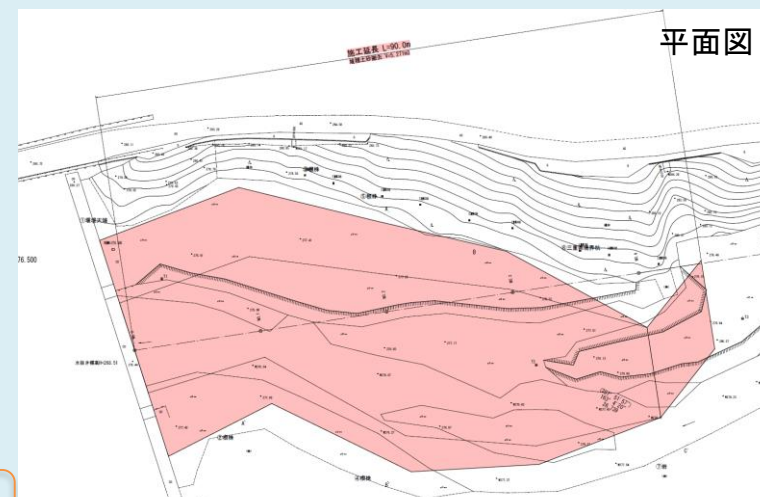


TS自動追尾による
MGバックホウ施工



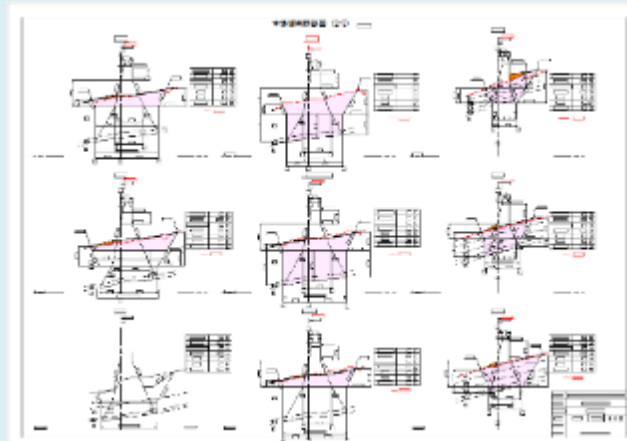
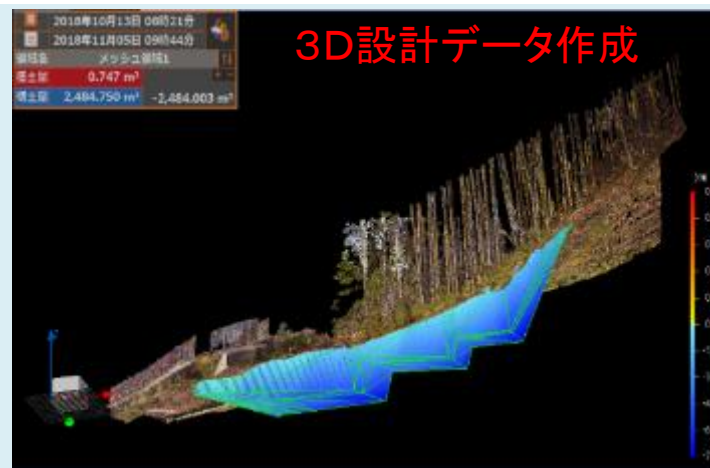
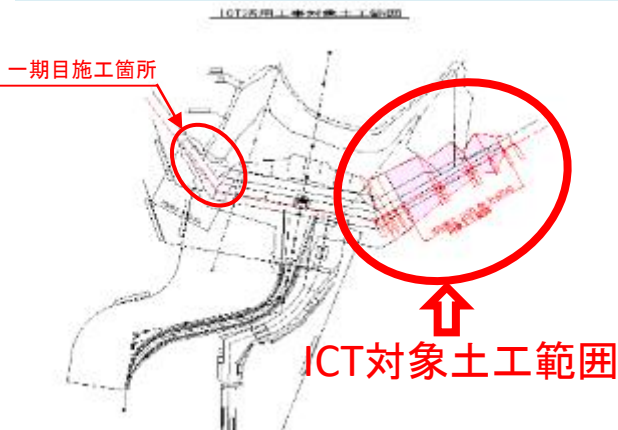
現場の声

- ・初めてICT施工を行ったが、次回もICTを活用したい
- ・今後、ICT建機の利用頻度が増えるため、自社の重機にICT機器を設置できる架台を取り付けた。



3次元データ作成で2次元では判別困難な設計状況を把握

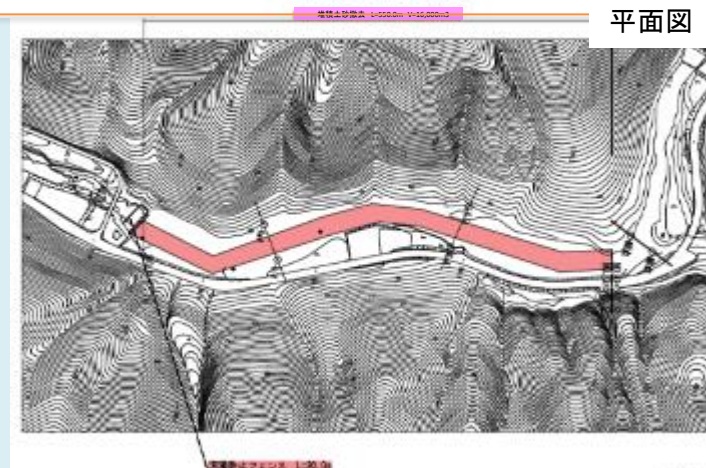
- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成④3次元出来形管理
- ・活用した施工内容 掘削工 $V=2700\text{m}^3$
- ・現場の特徴 現場が山の中であり、立木が多くかつGNSSが受信困難。
- ・活用したICT技術 TLSを用いた起工測量による3次元設計データの作成及び、出来形測定によるヒートマップの作成
- ・得られた効果 2次元設計データによる土量算出と比較して精度が高く、実土量に近い数量が算出でき、3次元設計データ作成により、地盤線と堤体の位置関係が細部まで一目で確認が可能。このため堤体の根入れ不足がある個所が確認でき、変更で対応できた。



ICTを活用して感じたこと

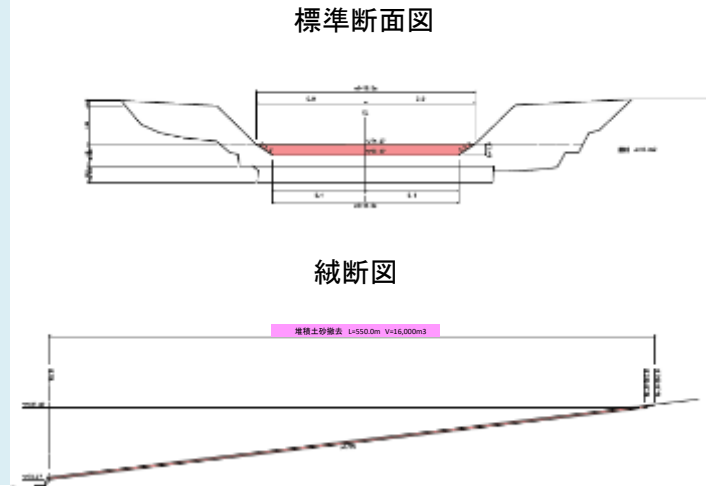
- ・3次元設計データ作成により、測点L-47.00, L-57.75における堰堤下流部の根入れ不足が判明し、早期に変更する事が出来た(断面管理では把握しきれなかった)。
- ・起工測量の際にTLSによる一期目施工の堰堤本体工の出来形確認を行った。
- ・3次元設計データを利用した法線確認, 床掘確認が出来た。

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 掘削工 V=16,000m³
- ・現場の特徴 立木が多く、またGNSSが受信困難
- ・活用したICT技術 ネットワーク型RTK-GNSSによる電子基準点利用、TLSによる起工測量・出来形管理、TS自動追尾によるMGバックホウ施工
- ・得られた効果 TLSを用いた測量により伐木等を回避、GNSSが受信困難な現場でもTS自動追尾でICT建機の施工が可能



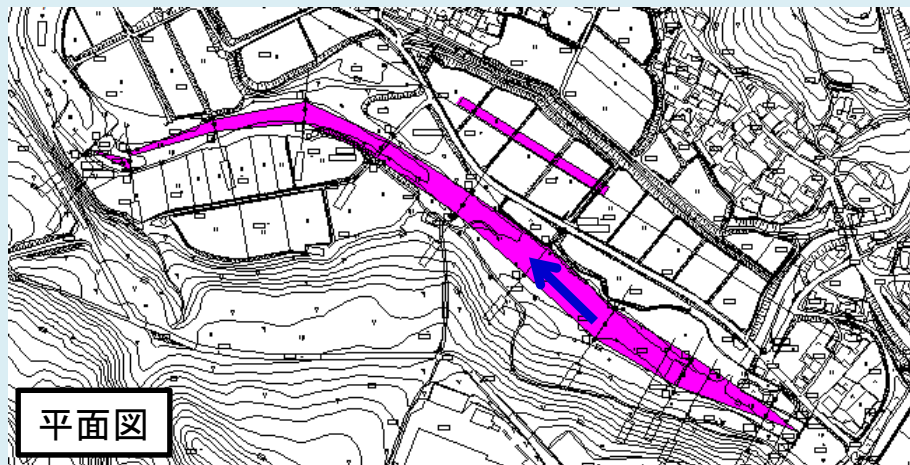
現場の声

- ・3次元化することで事前にシミュレーションができた
- ・測量器械の据え替え回数が減少し、作業効率が上がった
- ・次回もICTを活用したい



2-① 水面下をICT建機で施工

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 V=8, 100m³
- ・現場の特徴 水面より上をUAVで測量し、測量範囲を掘削範囲とした。施工は水面より下まで掘削した。出来形管理は従来手法で行った。
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量、MCバックホウ施工、土捨て場の測量にRTK-GNSSを用いた。
- ・得られた効果 丁張の削減による施工性、安全性の向上。 測量時間の削減。



平面図



ICT建機施工状況

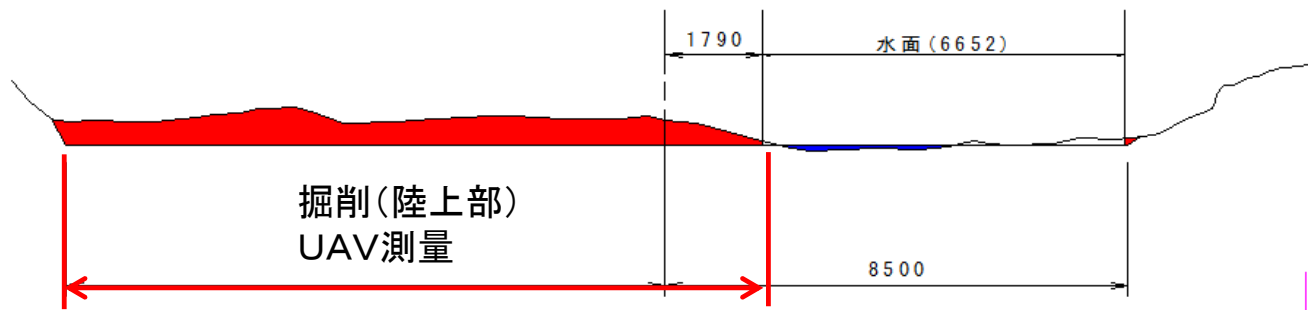


掘削完了

横断図

0-750.0

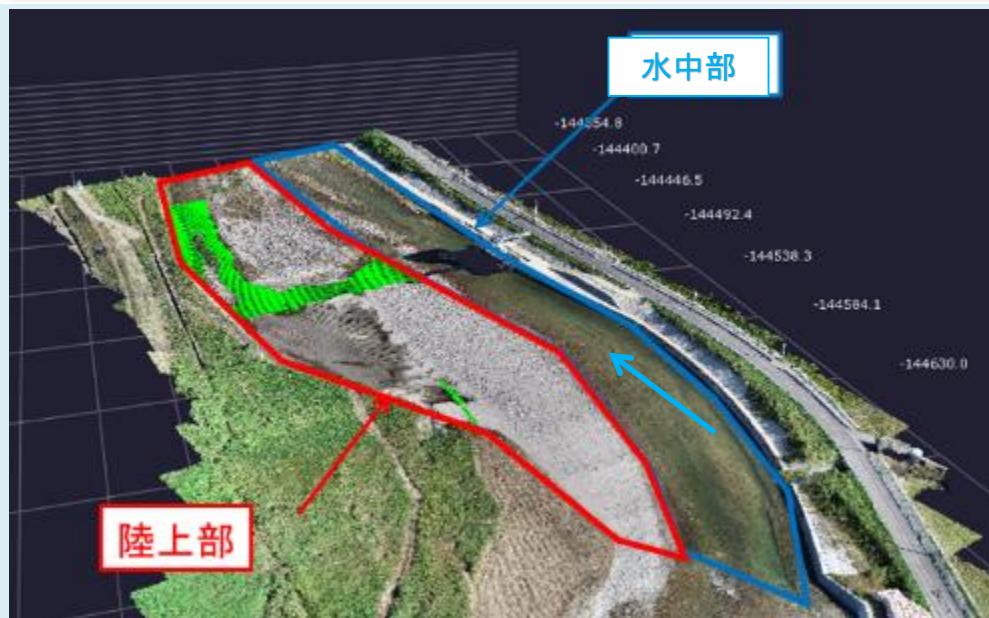
GH=152.23
FH=151.75



現場の声

- ・次回はもっとスムーズに施工できると思う。
- ・3次元出来形管理にも挑戦してみたい。
- ・自社でMCバックホウの購入も検討していきたい
- ・山奥なのでイノシシと出会うが(丁張り作業がなくなり)その心配がなくなった。

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 $V=12,900\text{m}^3$
- ・現場の特徴 河川内の掘削であり、流水部のUAVによる起工測量が困難
- ・活用したICT技術 起工測量について陸上部はUAV(水中部はTSで従来管理)、ICT建機による掘削
- ・得られた効果 水中部の地形はTS測量で従来手法起工測量と出来形管理を実施。水中部がある掘削でもICT建機の施工を可能とした。

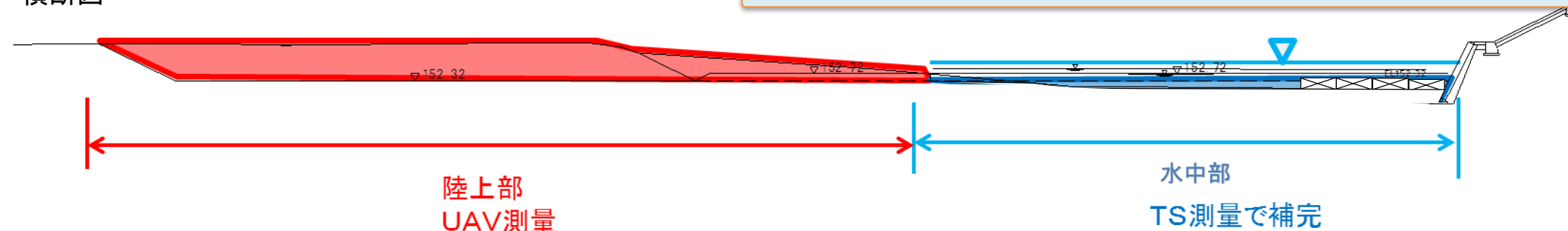


横断図

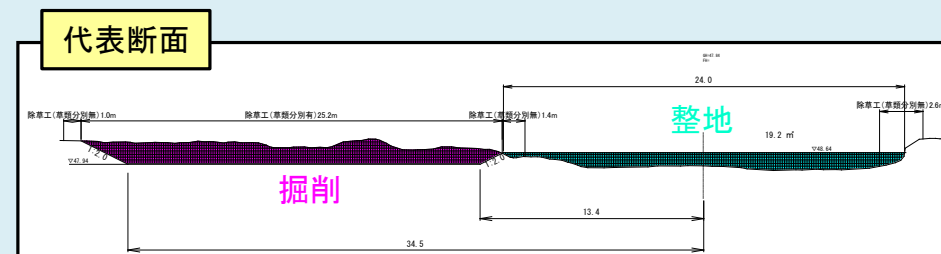
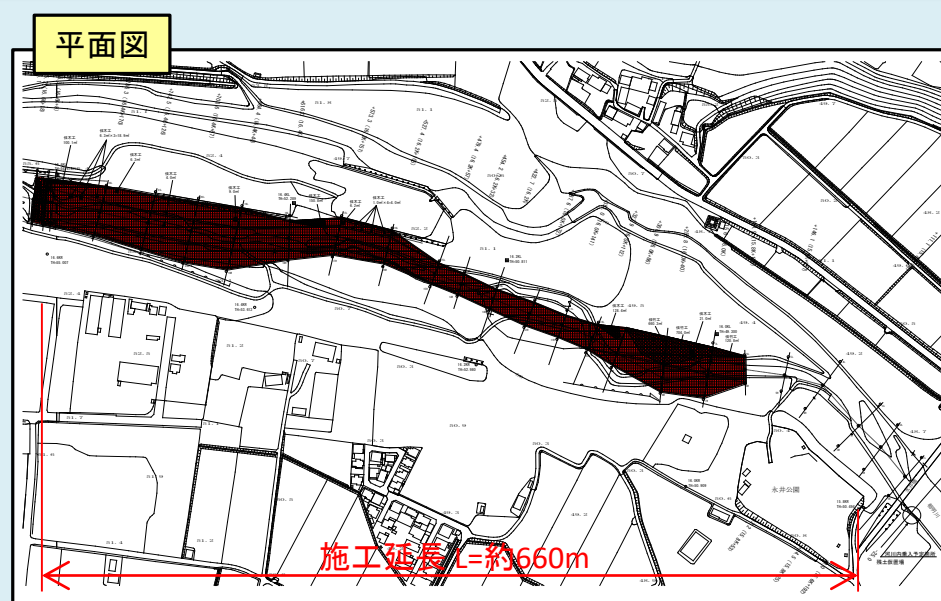


現場の声

- ・日々の施工量がクラウドで把握でき、工程の遅延がなかった。
- ・平面でしかわからなかったことが、3次元でわかるようになったため、仕上がり状況が今まで以上に予測できた。



- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削 $V=2,200\text{m}^3$ 整地 $V=7,400\text{m}^3$
- ・現場の特徴 施工延長 $L=$ 約660m、河床幅 $W=$ 約20mの大規模な河床掘削工事であった。
施工箇所周辺は山林であり、河川の利用も見られず、また施工上支障となるものなく、施工性が高い現場であった。
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量、3D点群処理システムも用いた3次元設計データの作成、MCブルドーザを用いた施工
- ・得られた主な効果 ICT(MC)ブルドーザを用いることで、施工効率が向上するとともに、誰が運転しても精度の高い施工が可能となった。



～現場の声～

- ・起工測量前の除草、伐採に時間を要したが、測量作業及び現場作業は通常施工より効率化が図られた。
- ・流水部の測量成果については、当初、精度が劣ると想定していたため、人力による補足の測量を行う予定であったが、渇水期であり水位(10cm程度)も下がっていたため補足測量を行うことなく、3次元起工測量成果をそのまま使用することが出来た。
- ・測量機器、施工機械は外注、リースで対応したが、データ処理を行うためのハイスペックのパソコンを新たに新調した。

3-② 小規模な土工でICTを活用

- ・ICT活用範囲
- ・活用した施工内容
- ・現場の特徴
- ・活用したICT技術
- ・得られた主な効果

①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建機による施工

擁壁部の掘削工 $V=230\text{m}^3$

掘削対象の施工延長 $L=$ 約100m、幅 $W=$ 約1.0mの比較的狭小な範囲の掘削工事であった。

施工箇所は水田に隣接し、付近の障害物は少ない。

①UAVによる起工測量。②3D点群処理システムを用いた3次元設計データの作成。③MCバックホウを用いた施工。

丁張無しの施工が可能となることで、準備期間の短縮や省力化につながり、施工効率が向上した。

掘削管理のための作業員を重機付近に配置する必要がなく、安全な施工ができた。

ドローンによる事前測量



ICT建機を用いた掘削



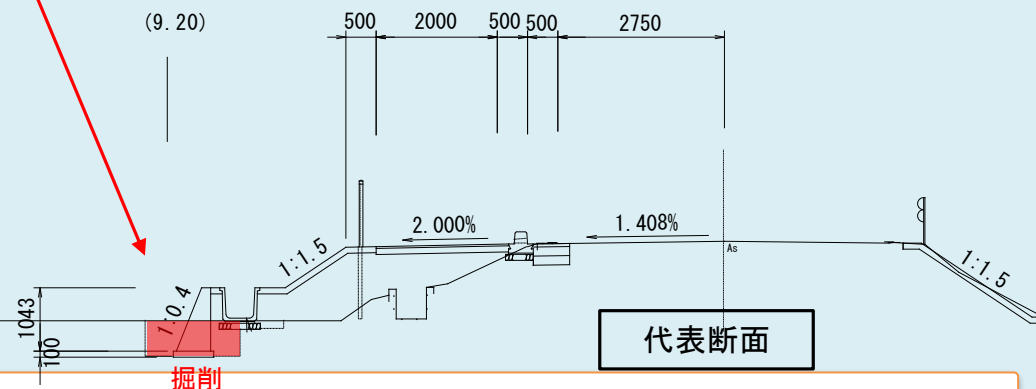
MCバックホウ



小学生を対象にした工事見学会



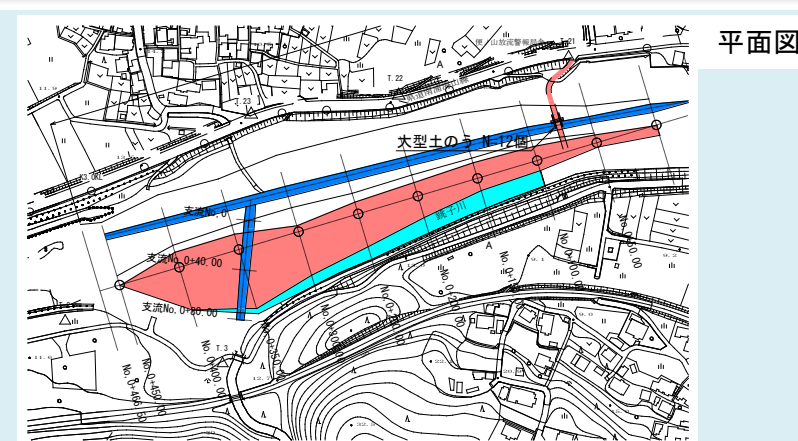
擁壁工完了のイメージ



～現場の声～

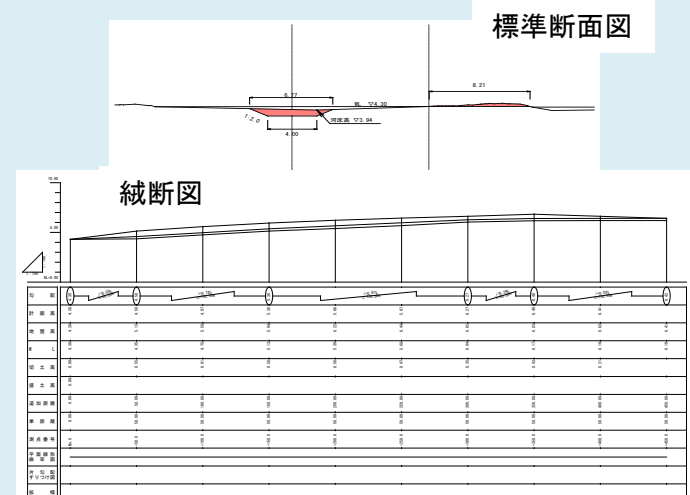
- ・測量作業及び現場作業について、通常施工より省力化・効率化が図れる。
- ・重機付近に作業員を配置する必要がなく作業の安全度が向上する。
- ・小学生を対象とした工事見学会で活用するなど、建設業のイメージアップに貢献できる。
- ・受注者がICT活用に必要な設備(ハイスpekPC等設備)を所有していても、当現場のように施工規模が小さいものはICT重機リース等の費用面で負担がある。

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 $V=10,000\text{m}^3$ (最終仕上げのみ)
- ・現場の特徴 中流部で開けておりUAV活用可能。
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量、MCブルドーザによる施工(従来型バックホウで掘削し、施工底面の仕上げに使用)
- ・得られた効果 ICTブルドーザによる施工精度の向上、丁張や見張り員の削減による施工性・安全性の向上



現場の声

- ・MCブルドーザの敷き均しは特筆すべきものがある。誰でも再現性を持って精度良く施工できた。
- ・3次元設計データの作成に時間がかかることから、技術向上に努力したい
- ・今後もICTを活用したい



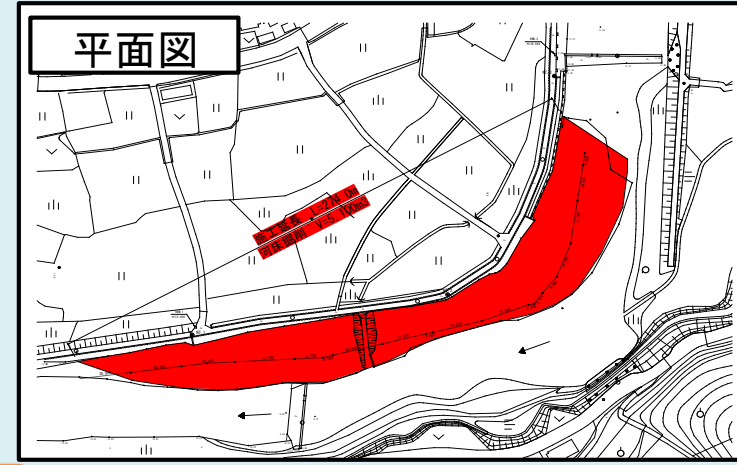
0.45m³MCバックホウで狭い進入路を用いて施工

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 V=5,100m³
- ・現場の特徴 現場内は支障となる流木等は少ないが、工事搬入路は集落内の狭い道路であった。
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量、3D点群処理システムを用いた3次元設計データの作成、MCバックホウによる施工
- ・得られた効果 起工測量や丁張設置時の人員削減、0.45m³MCバックホウ使用により狭い搬入路に対応

狭い搬入路

0.45m³MCバックホウ

平面図



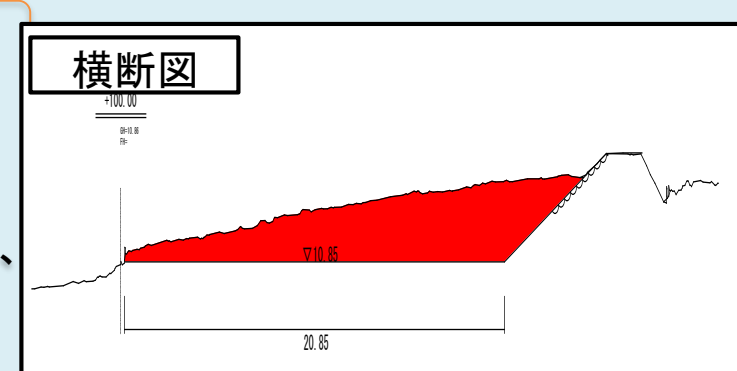
完成



現場の声

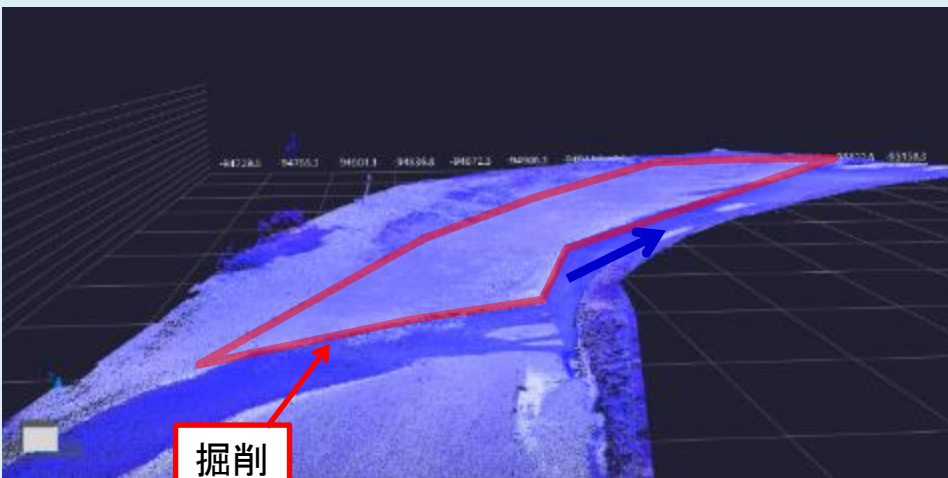
- ・当社で初めてのICT施工であり、イメージと違う部分もあり戸惑ったが効果は実感した。
- ・0.45m³MCバックホウは台数が少なく、リースするのが困難であった。
- ・UAVによる空中測量は速くて省力化が図れるが天候に左右され予定の調整が困難であった。

横断面図



河床掘削ですべての施工程序を実施①

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 掘削工 $V=6,500\text{m}^3$
- ・現場の特徴 開けた現場であり水面以上の掘削であったため、UAVによる出来形管理まで可能であった。
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量、MCバックホウ施工
- ・得られた効果 丁張りの削減による施工性、安全性の向上。成果物整理及び作成にかかる時間・提出書類の削減。



掘削

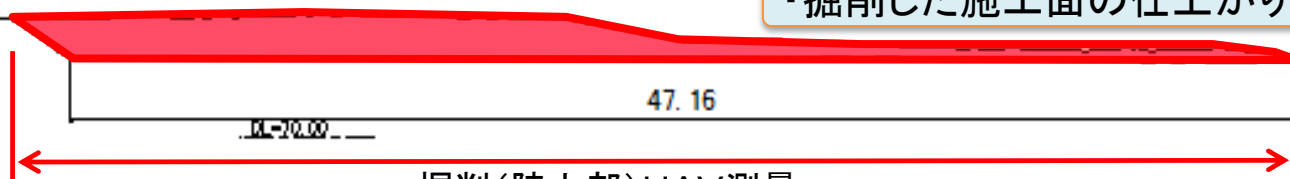


ICT建機施工状況



掘削完了

横断図



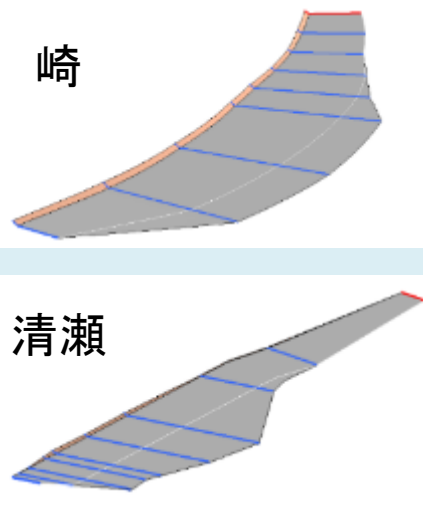
掘削(陸上部)UAV測量

現場の声

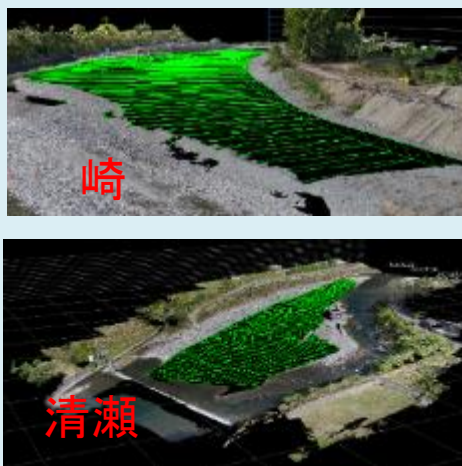
- ・丁張り作業が無くなったため、大幅に手間が軽減した(作業員)
- ・成果物の作成・整理にかかる時間及び提出物が軽減された
- ・日々の施工量がクラウドで把握でき、工程の遅延がなかった
- ・UAVでの撮影写真を打ち合わせ資料として使用することができた
- ・掘削した施工面の仕上がりは、やはり熟練のOPが必要

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 大内山川(崎、清瀬工区) 施工延長L=520m 堆積土砂撤去 V=21500m³
- ・現場の特徴 3工区に分かれて、搬出先が多数ある。また大内山川では鮎業が盛んで3月に稚鮎を放流し、11月半ばまで鮎の漁猟を行っているので施工可能期間が限られていた
- ・活用したICT技術 ネットワーク型RTK-GNSSによるMCバックホウ施工
- ・得られた効果 ICT技術を導入し活用することで、広範囲の測量がUAVにより短時間で出来、精度確認のための丁張りは設置したが通常よりも減らせた。またMCバックホウを使用したことにより、過掘りもなく工期内に竣工し、鮎の放流に間に合った

3次元設計データ



サーフェスモデル

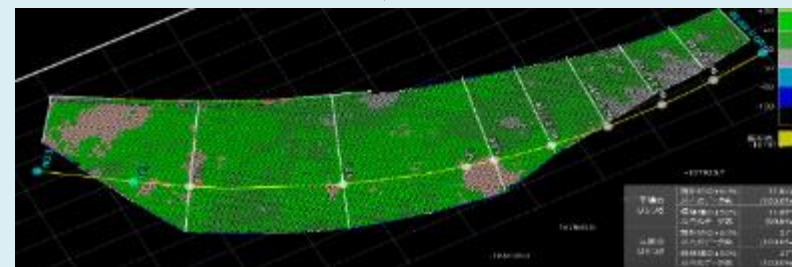


施工状況
(掘削・法面整形)



出来形
(崎工区)

8. 平場の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	11,974 (100.0%)
	規格値の±50% 以内のデータ数	11,967 (99.9%)
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	377 (100.0%)
	規格値の±50% 以内のデータ数	377 (100.0%)



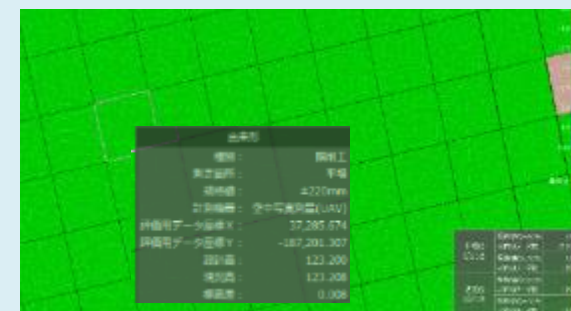
現場の声

- ・清瀬工区では現地に公的座標がなく、国道の座標から測量を行い、標定点などを設置した
- ・ネットワーク型RTK-GNSSで行ったが時間帯により衛星の数により精度が異なった(基地局を設置すれば、誤差の幅も縮まったかもしれない)
- ・結果としては右図(出来形)のように良好だったので、次回もICTを活用したい



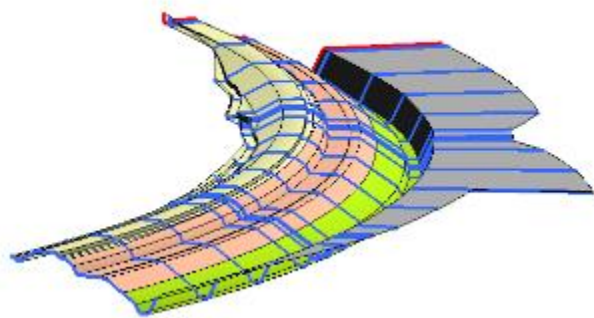
土砂撤去完成(清瀬)

出来形
(清瀬
拡大図)

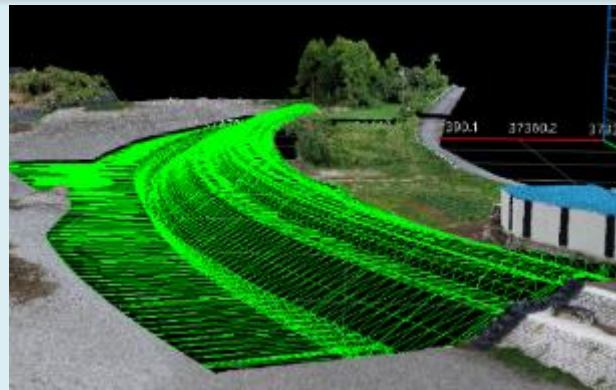


- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 施工延長 L=236.7m 河川土工 V=8600m³ 床掘 V=3000m³ 埋戻し V=2500m³
- ・現場の特徴 施工延長が長く、大内山川では鮎業が盛んで3月中旬に稚魚の放流事業があり、また11月中旬まで漁猟をしているので河川内での工事期間が短い
- ・活用したICT技術 ネットワーク型RTK-GNSSによるMCバックホウ施工
- ・得られた効果 積極的にICT技術を導入し活用することで、土工を先行できたことにより、生産性が向上し、人材育成を行うとともに工期内で竣工することが出来た

3次元設計データ



サーフェスモデル

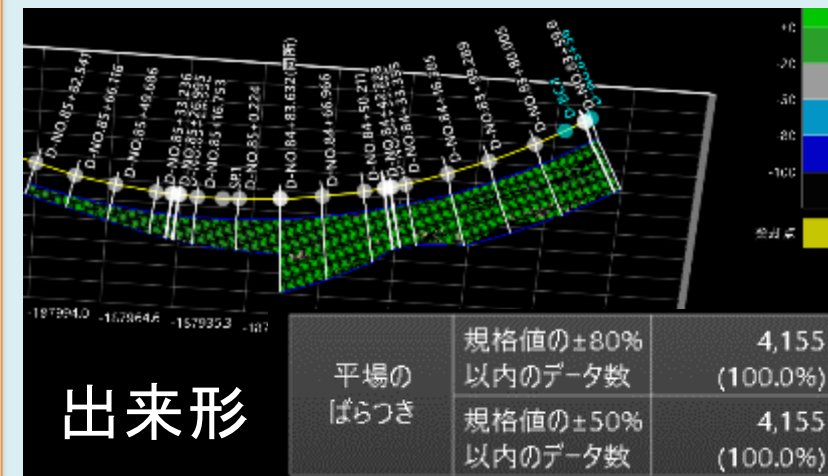


(掘削・法面整形) 施工状況



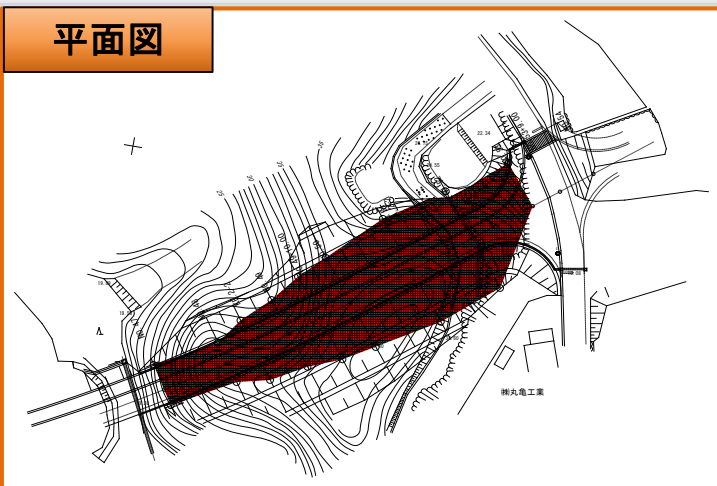
現場の声

- ・天候などによりUAV測量が行えず、日程調整に苦労した(測量業者と連携し、円滑にデータ解析できたことにより工程の遅れもなかった)
- ・延長が長く、広範囲・曲線で基準局の設置が出来なかった(ネットワーク型RTK-GNSSを用いて対応した)
- ・当該現場では小段が設けてあり、通常であれば一次掘削後に丁張設置が必要だがICT建機を活用したことにより設置することなくスムーズに施工を行い、また全体的に丁張設置の手間を大幅(1回当たり4時間程度)に減らせた。
- ・右図のように良好な結果を得られた
- ・次回もICTを活用したい



- ・ICT活用範囲
 - ・ICT施工内容
 - ・現場の特徴
 - ・活用したICT技術
 - ・得られた効果
- ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- 掘削工V=3,700m³、法面整形工A=520m²
- 施工延長L=120m、掘削土量V=10,700m³、法面整形A=1,040m² 土工主体のBP工事である。
施工箇所は開けた山林に位置し、付近に支障となるものは無く、土質も良いことから、施工性の高い現場であった。
- ①④UAVによる3次元起工測量及び、3次元出来形管理、②3D点群処理システムを用いた3次元設計データの作成、
③3次元マシンコントロール(0.8m³級バックホウ)による施工、⑤3次元データの納品
- 3次元化による事前シュミレーションの実施、丁張設置作業の軽減、作業員の削減、出来形の精度向上

平面図



施工前



法面整形工 (ICT)



施工後



代表断面



掘削工 (ICT)



～現場の声～

- ・UAV航空写真撮影(起工測量、出来形)前の除草及び立木処理に時間を要する。
- ・航空写真データの3D点群データ処理にかなりの時間を要する。
- ・掘削勾配変更に伴う、3次元設計データの修正に時間を要する。3次元データ作成後の設計変更はできるだけ回避したい。

河床掘削ですべての施工程序を実施③

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 掘削工 V=11,300m³
- ・現場の特徴 水面上の土砂撤去作業で、河川中流部で電波状況もよくUAVの使用に支障がなかった。
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量・出来形管理、MCバックホウ施工
- ・得られた効果 丁張見張り員の削減による施工性の向上、安全性の向上、若手技術者にインセンティブ付与

着工前



ICTバックホウによる施工



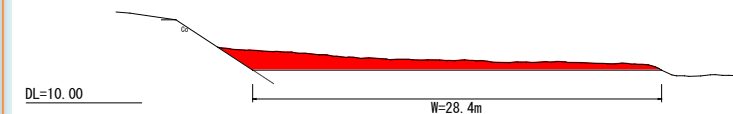
完成



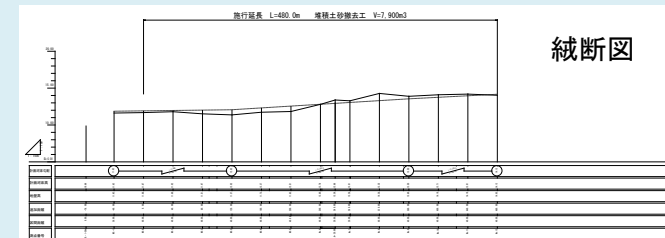
現場の声

- ・初めてだったため、手間がかかったが、従来工法より、早く省力化が図れる。
- ・丁張見張り員が不要となったことから、安全性、施工性ともに向上し、精神的にも楽になる
- ・若手の技術者が3次元データの設計に興味を持った
- ・三重県の基準・マニュアルを充実して欲しい
- ・今後もICTを活用したい

標準断面図

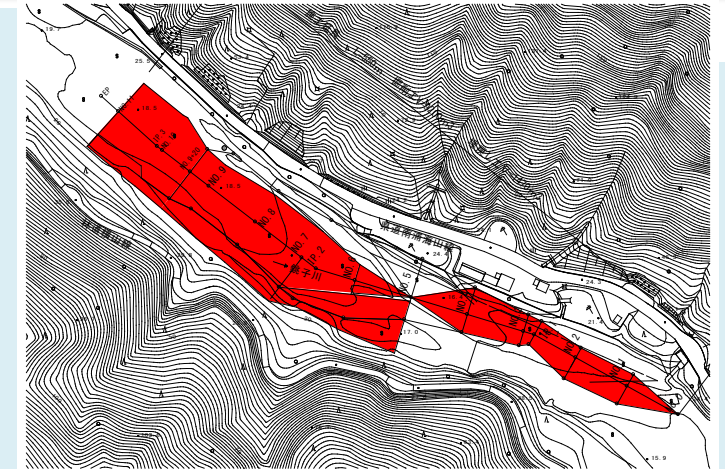


縦断面図



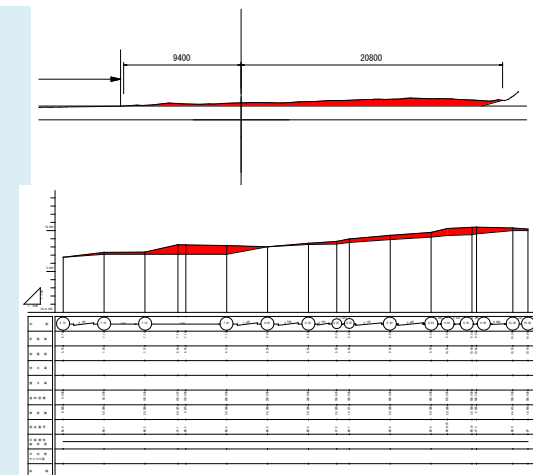
河床掘削ですべての施工プロセスを実施④

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 掘削工 V=9,200m³
- ・現場の特徴 中流部で開けておりUAV活用可能。
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量・出来形管理、MCバックホウ施工
- ・得られた効果 丁張見張り員の削減による施工性の向上、安全性の向上、出来形の精度向上



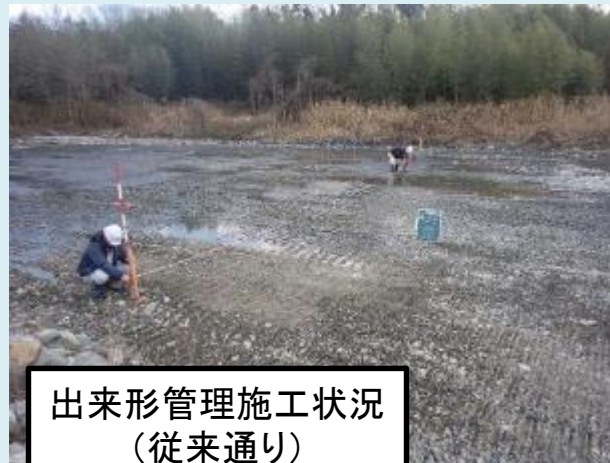
現場の声

- ・施工途中で変更があると手間がかかるが全体では明らかに省力化が図れる
- ・出来形においても精度が大幅に向上する
- ・丁張見張り員が不要となったことから、安全性、施工性ともに向上した
- ・今後もICTを活用したい



UAV起工測量で施工開始が大幅に早まる

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成
- ・活用した施工内容 掘削工 $V=3,900\text{m}^3$
- ・現場の特徴 中規模河川の中上流部で、河床の土砂の粒形が大きく歩行しにくい現場
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量
- ・得られた効果 測量時間の削減。



横断面

NO. 7
GH=72.10
FH=71.37

9.664

10.756

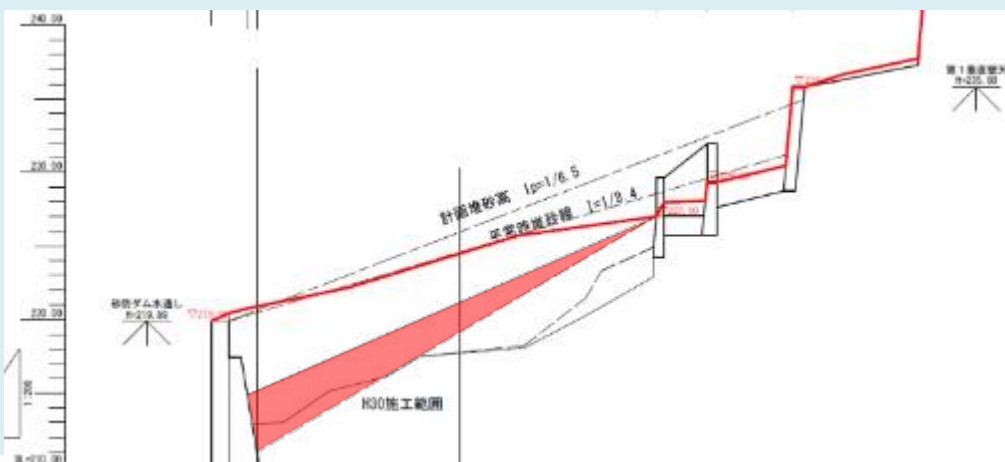
掘削(陸上部)
UAV測量

現場の声

- ・現場作業が少なくなり施工開始時期が大幅に早まった
- ・正確な現地測量が可能になった
- ・次回は施工にも取り組んでみたい

地上型レーザースキャナーで3次元起工測量を実施

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工V=4,500m³
- ・現場の特徴 砂防堰堤の堆積土砂撤去工事で、地上型レーザースキャナーを使用
- ・活用したICT技術 地上型レーザースキャナーによる起工測量、MGバックホウによる掘削
- ・得られた効果 法面等で測量の危険がなくなった。丁張作業がなくなったため、大幅に手間が軽減した



現場の声

- ・(自社で新規購入した)TLSの現況測量はとても速く、法面等危険箇所に作業員が移動しなくてよい。
- ・現場の見える化ができ、新規入場者も作業の理解がしやすくなった。
- ・構造物が多く、3次元データを作成するのが困難であった。

3次元測量で干潮時に速やかに測量を実施

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成
- ・活用した施工内容 河床掘削工 $V=5,000\text{m}^3$
- ・現場の特徴 施工箇所が干潮河川であり、時間毎の潮位に大きく影響を受ける。
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量及び3次元設計データの作成
- ・得られた効果 UAVを用いた3次元起工測量により、素早く正確な土量を把握 潮の干満による時間的な制約を受けた現場であったが、計画的な施工が可能になった

干潮時



満潮時



UAV起工測量

※必要最小限の測量範囲となっている

現場の声

満潮時には施工基面高から約1m程度の水位上昇があるため、地形状況の把握及び作業計画の作成に苦労した。

⇒干潮時刻と天候の良い日が重なっているタイミングでUAVによる起工測量を行った。従来の測量では多くの日数を要するところが、UAVによる起工測量では1時間とかならず現地測量作業が終わり、また、地形状況が正確に把握することができた。

⇒また、地形状況が正確に把握することができたため、地形的な要因を考慮した作業計画を立てることができ、作業の生産性が向上した。

初めてのICT活用工事で中心線を設定

- ・ ICT活用範囲
- ・ 活用した施工内容
- ・ 現場の特徴

① 3次元起工測量 ② 3次元設計データ作成 ③ ICT建機による施工

掘削工 $V=5,200\text{m}^3$

河川の堆積土砂撤去であり、3次元設計データの作成で中心線の設定を行う必要があった。

- ・ 活用したICT技術
- ・ 得られた効果

UAVによる起工測量、3次元設計データの作成、MGバックホウ施工。
初めてICT施工を経験し、効果を認識できた。

着手前



UAVによる起工測量



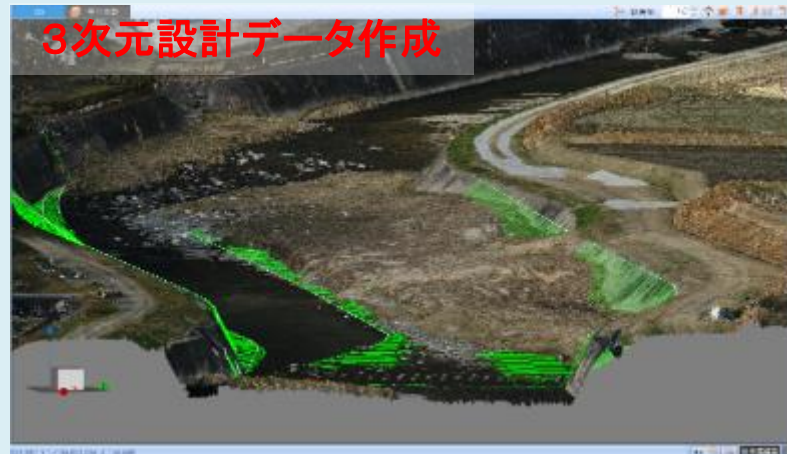
MGバックホウ施工



完成



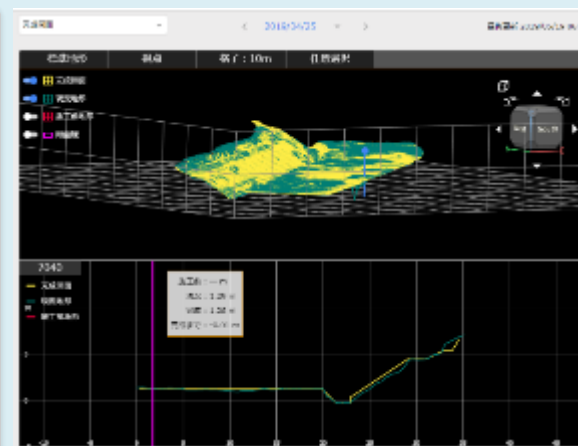
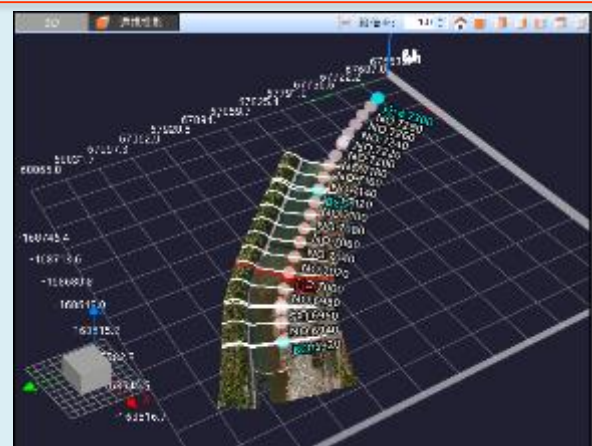
3次元設計データ作成



現場の声

- ・ 現地測量の省力化が図られた。
- ・ 測量器械の据え替え回数が減少し、作業効率が上がった
- ・ 次回もICTを活用したい
- ・ 中心点の線形がなく、ICTを活用するため、中心点の線形を検討した

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工V=3,400m³ 法面整形工A=2,340 m²
- ・現場の特徴 線形に曲線が含まれる区間であり、直線に比べ丁張設置が多くなる
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量、MCバックホウによる施工
- ・得られた効果 丁張の省略、人員削減が可能となり、従来施工に比べ、効率的な施工が実現できた



現場の声
 ・丁張の省略により、機械施工の手待ち時間が無くなり効率的な施工が実現できた
 ・次回もICTを活用したい

UAVによる起工測量

3次元設計データの作成



(掘削 バケット容量0.80m³)

(バックホウモニター)

(法面整形 バケット容量0.45m³)

MCバックホウによる施工



完成

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 $V=10,400\text{m}^3$
- ・現場の特徴 急峻な地形で人家や県道沿いの掘削
- ・活用したICT技術 RTK-GNSSによる基準点設置、UAV測量
- ・得られた効果 UAV測量の活用により急峻な地形の測量時の災害防止、工程短縮、作業負担の低減

現場の声

- ・プライバシーに配慮し、UAV飛行日時を区長及び近隣の住民に周知した。
- ・午後から海風が強くなるためにUAV飛行は午前実施した。
- ・適切な基準点が少なくRTK-GNSSを用いて基準点を新規で作成した。
- ・起工測量や丁張の工程短縮と作業員の負担の低減と安全面の向上。
- ・15時前後になると立木付近の作業では衛星受信数が減少しGPSの受信ができない事があった。このため時間による作業場所の配慮が必要だった。
- ・自社で3次元設計データ作成までのソフト等を導入したため、変更時のICT建機へのデータ変更を直ぐに行うことができた。

施工前



完成



平面図

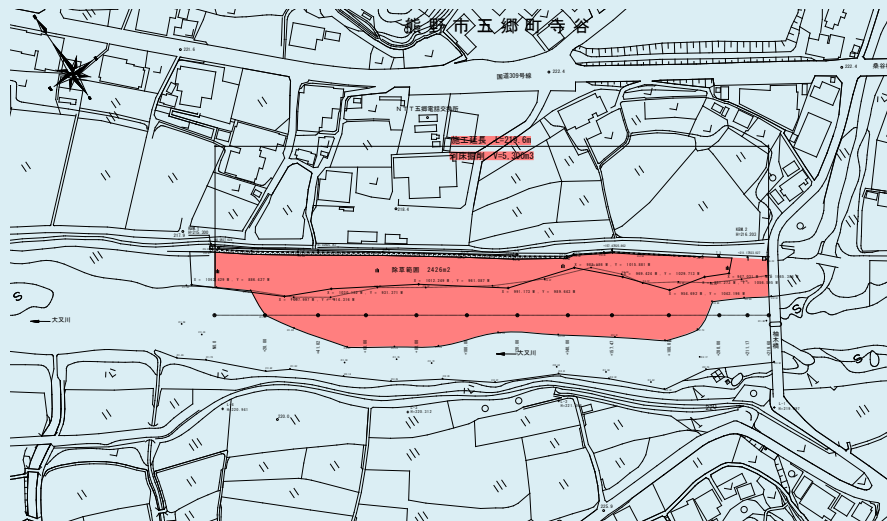


基準点設置

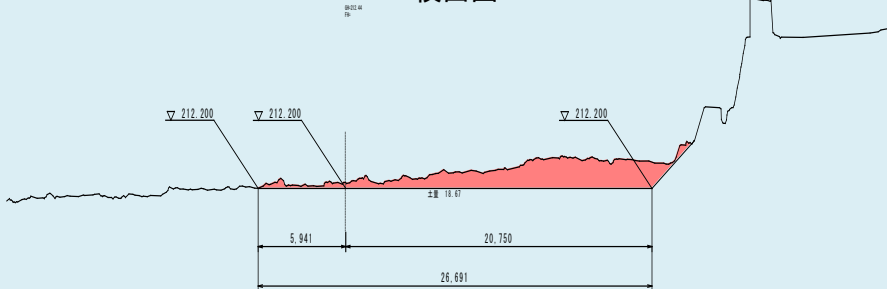


- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 $V=5,300\text{m}^3$
- ・現場の特徴 河川の直線区間における堆積土砂撤去であり、支障となる立木等の少ない現場である。
- ・活用したICT技術 空中写真測量(無人航空機)を用いた測量工、3D-MCバックホウシステム
- ・得られた効果 丁張り設置の人員削減

平面図



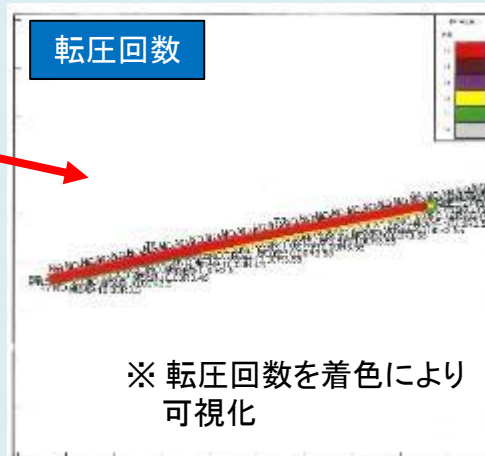
横断面図



現場の声

- ・初めてのICT施工であり、よく理解できないまま終わってしまった。
- ・日々の掘削土量の把握が簡単であり、工程管理等に生かす事が出来た。
- ・堆積土砂撤去は、ICT施工に向いていると思う。

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ③3次元出来形管理等の施工管理
- ・活用したICT技術 TLSによる起工測量、GNSSを用いた舗装転圧管理による切削オーバーレイ工A=2,420m²
- ・現場の特徴 交通量が多い現道上の工事で夜間施工を実施
- ・得られた効果 GNSSを用いた舗装転圧管理システム: 転圧の過不足の防止、熟練度に依存した作業の軽減、夜間施工であるが**交通規制時間を大幅に縮減**
地上型レーザースキャナー測量: 歩道からの測量が実施可能で、作業員と一般車両の**接触事故の回避、交通渋滞の回避**

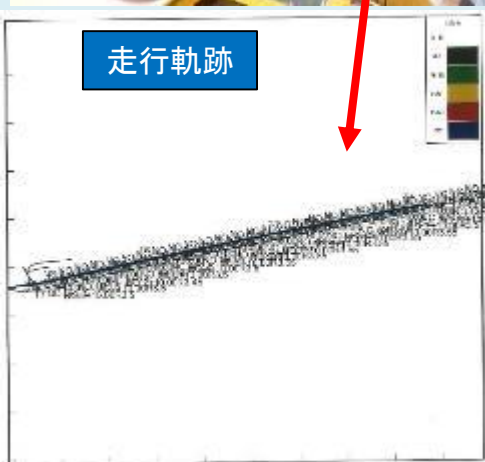
GNSSを用いた
舗装転圧管理

転圧回数

※ 転圧回数を着色により
可視化



日中は交通量が多い



走行軌跡



地上型レーザースキャナー測量

(ICTを活用して得られた効果)

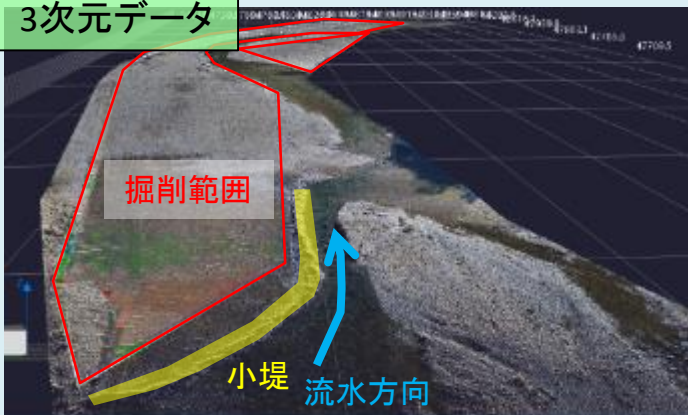
GNSSを用いた舗装転圧管理: GNSSを活用して転圧回数及び走行軌跡を管理することにより、夜間施工においても転圧の過不足を確実に防止するとともに、熟練度に依存した作業を軽減し、施工時間も短縮した。

地上型レーザースキャナー測量:

日交通量が3万台以上の幹線道路(片側2車線)において、交通規制を行わず歩道から測量を行うことにより、作業員と一般車両の接触事故を防止するとともに、交通渋滞も回避した。

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理 ⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 施工延長L=760m 掘削工V=10,600m³ (起工測量と出来形管理 A=19.9ha)
- ・現場の特徴 掘削延長、幅員が大きく起工測量と出来形管理に時間を要する現場だった
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量、MCバックホウによる施工、出来形測定によるヒートマップの作成
- ・得られた効果 延長が長く河川幅のある現場であり、従来は4日程度かかった起工測量と出来形管理を、UAVによりそれぞれ1日で実施できた。

3次元データ



UAV撮影

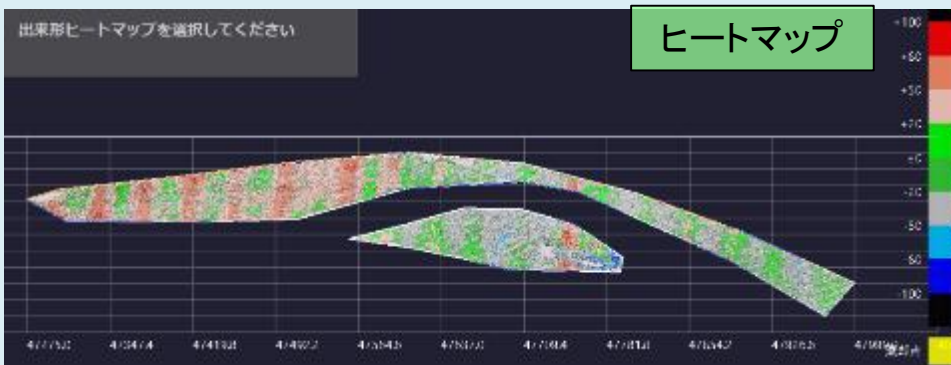


起工測量



出来形ヒートマップを選択してください

ヒートマップ



MCバックホウ



- ・3次元設計を行うことで現場を可視化できるため、端部処理等の出来上がりを容易に想定できた。
- ・掘削高が水面より少し上であったため、増水すると施工範囲が浸水し、UAVによる3次元出来形管理ができない可能性があった。このため、最上流に小堤をつくり対岸側に流水を誘導することで、施工範囲の浸水を防ぎ、UAVによる3次元出来形管理を可能にした。

～現場の声～

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建機による施工④3次元出来形管理等の施工管理⑤3次元データの納品
- ・ICTを活用した施工内容 施工延長L=620m 法面整形 A=760m²
- ・現場の特徴 現場は近鉄四日市駅の近くであり、近接して露天入浴施設等もあり**ドローンの飛行が困難**(平成30年度工事はICTの活用を諦めた)であった。
- ・活用したICT技術 TLSを用いた3次元起工測量及3次元出来形管理による3次元データ納品
- ・得られた主な効果 TLSにより**鉄道や入浴施設に影響を与えず短時間で起工測量・出来形管理を行なえた。**

起工測量



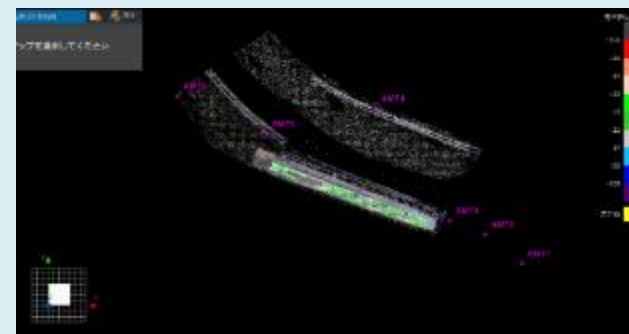
法面整形工



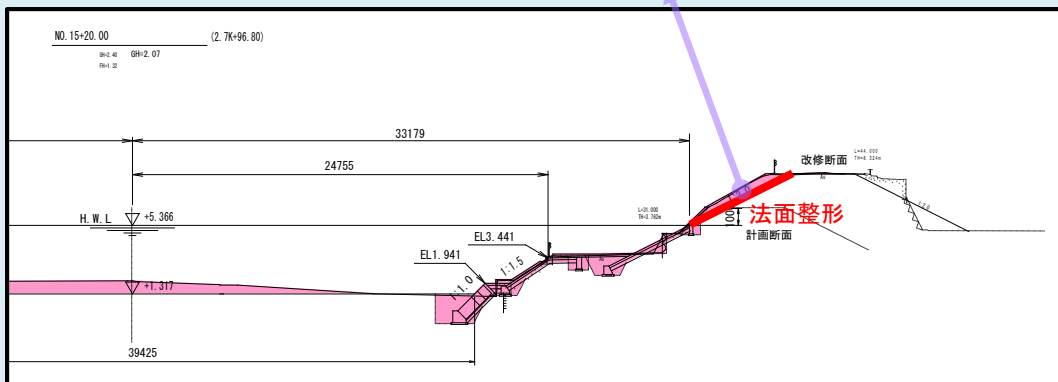
3次元出来型測定



3次元出来型管理



代表断面



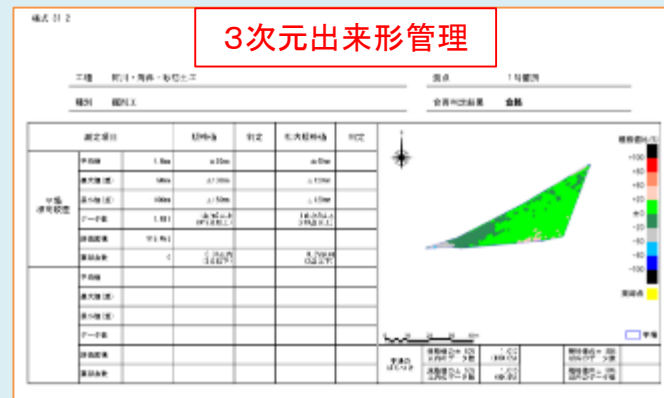
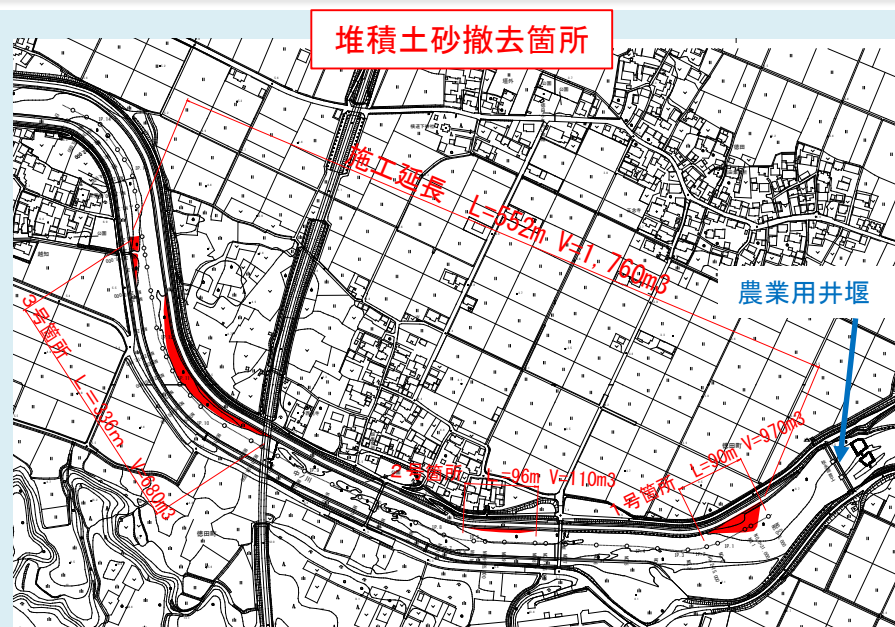
完成



～現場の声～

- ・測量作業及び現場作業は通常施工より効率化が図られた。
- ・日々の施工量がクラウドで把握でき、工程の遅延がなかった。

- ICT活用範囲
 - 活用した施工内容
 - 現場の特徴
 - 活用したICT技術
 - 得られた効果
- ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- 施工延長L=522m、掘削工V=1,760m³
- 日毎、時間毎の潮の干満の影響を受ける感潮区間であり、施工時間に制限を受けた現場(事例5-③の上流)
- 施工箇所下流には農業用井堰があり、3月から取水を行うため2月末までの工事完了が必要
- UAVによる3次元起工測量、3次元MCバックホウ及び3次元MCブルドーザによる施工、電子小黒板
- 起工測量・出来形管理の省力化、丁張不要による準備工の軽減、施工効率向上、電子小黒板の導入などにより例年より施工期間が大幅に短縮できた。



【施工者の声】

今回、初めてICTを活用し、UAV起工測量から納品までを自社で行ったことにより、一連の流れを習得した。また、ICT施工に伴う提出書類の作成も自社で行ったため、今後社内で活用するデータベースの構築ができた。

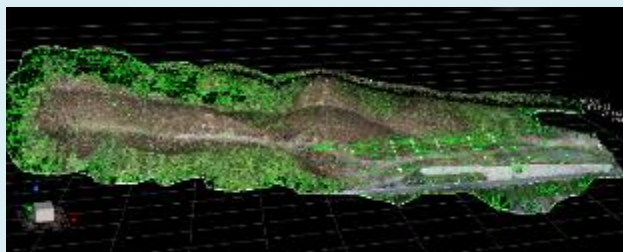
今回の実績で当社は今後ICT活用工事を自社で行う体制が整ったので、次回も積極的に活用したい。」

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・ICTを活用した施工内容 施工L=243m 掘削工 V=12,000m³ 盛土工 V=8,900m³
- ・現場の特徴 掘削工と発生土の現場内流用による盛土作業が必要。
- ・活用したICT技術 UAV搭載LSによる起工測量・3次元出来形管理、3次元設計データ作成、MCブルドーザによる施工、ローラによるTS・GNSSを用いた締固め管理
- ・得られた効果 3次元データ作成により現場をイメージしやすくなり、技術者とオペレーターが現場の認識を共有することができた。
盛土については敷均し、転圧ともにICTで施工・品質管理を行い、省力化を実施できた。

【ULSによる起工測量】



【3Dデータ処理】



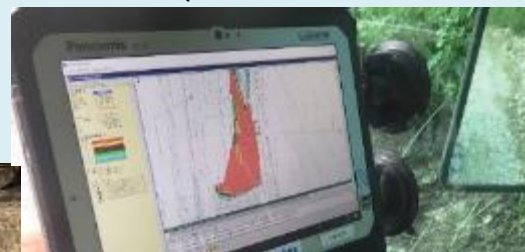
【3D設計データ】



ICTを活用して・・・

- ・3Dデータにより、施工イメージが理解しやすくなった。
- ・今回初めての活用であったが、社内での意識向上につながった。

【盛土工(締固め管理システム)】



【盛土計画】



【完成】



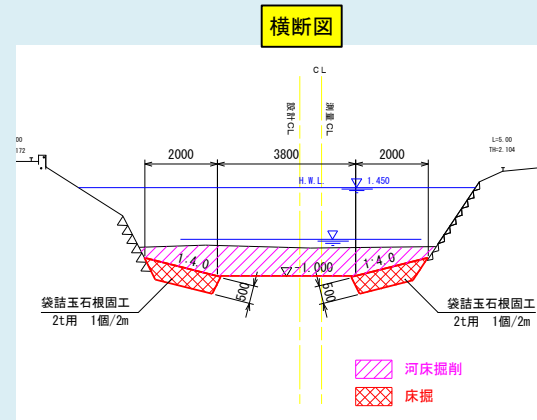
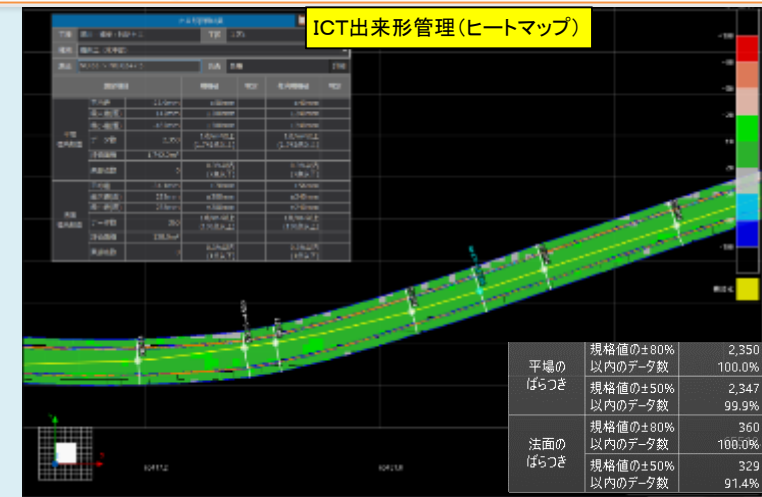
【盛土工(敷均し)】



【盛土工(締固め)】



- ・ICT活用範囲
 - ・ICTを活用した施工内容
 - ・現場の特徴
 - ・活用したICT技術
 - ・得られた効果
- ②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理
- 施工延長L=294m、掘削工V=2,300m³
- 掘込河道内でGNSSの取得精度が悪い。水中での掘削で出来形が流水の影響を受ける。TS自動追尾によるMGバックホウ施工、施工履歴データを用いた出来形管理、電子小黒板TS自動追尾を利用することにより**安定した精度が得られた**。
- 施工履歴データの活用により、**水中でも掘削した箇所が明確になり**、河積を確保できた。施工後の**出来形測量が必要なくなる**ため時間の削減ができた。



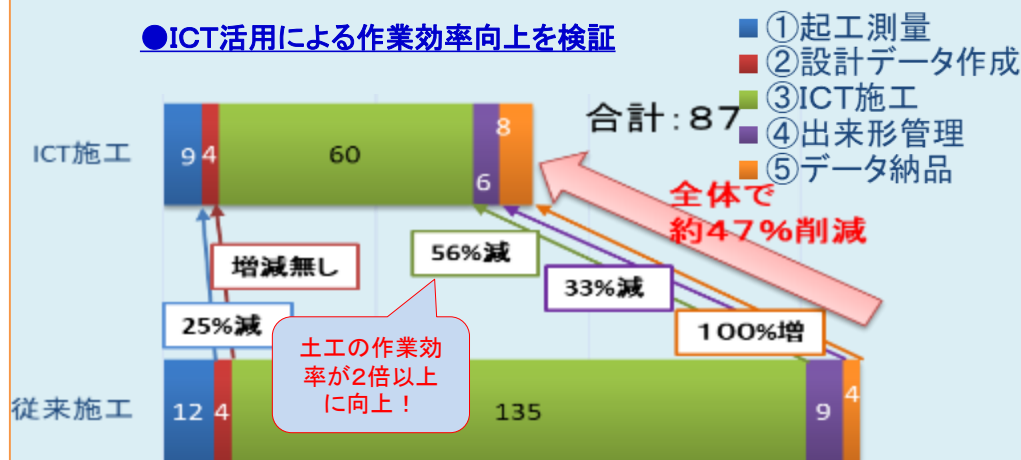
ICTを活用して感じたこと

・潮の干満の影響を受ける河川であり、従来の施工ではオペレーターに指示する手元作業員が必要であり、満潮時の水位によっては作業できなくなる。ICTを活用することによって手元作業員が不要で、満潮時も施工でき、常にモニターで設計面を確認できるため精度よく施工できる。また手元作業員が不要ことにより、安全面も向上できると実感しました。

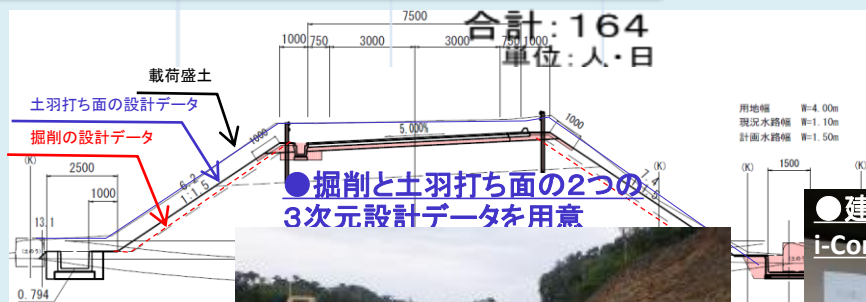
- ・ICT活用範囲
 - ・ICT施工内容
 - ・現場の特徴
 - ・活用したICT技術
 - ・得られた効果
- ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- 施工延長L=740m、掘削工V=11,430m³、法面整形A=6,600m²(植生に適した排水路の掘削土を土羽に流用)
- 軟弱地盤対策のための載荷盛土を所定の断面に掘削、築立法面整形を実施。
- UAVによる3次元起工測量・出来形管理、エクステンションアームを用いた3次元MCバックホウによる施工
- 3次元設計データを用いたTSによる構造物の位置出し
- 重機の据替を行わず盛土上からMCバックホウを連続施工し通常建機に対し**作業能力の大幅な向上**となった。

- ・掘削と築立法面整形の2種類の3次元設計データを作成し、施工品質を向上
- ・3次元設計データを有効活用し自動追尾TSによる構造物の位置出しを実施
- ・国の現場支援型モデル工事として、3次元設計データのハンズオン研修や実機を用いた現場研修会を開催
- ・建設技術フェア2019in中部のi-Construction推進セミナーで発表とディスカッションを行う

●ICT活用による作業効率向上を検証

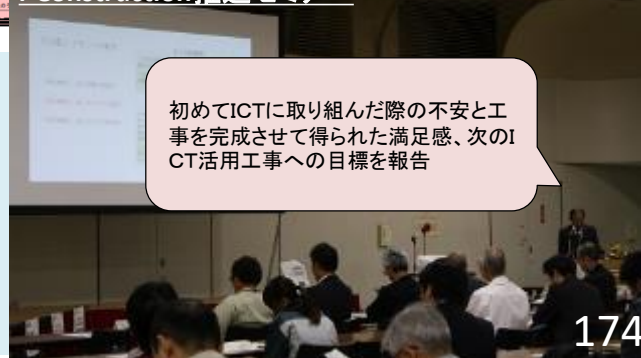


●国の支援事業による体験型現場研修会



●建設技術フェア2019in中部のi-Construction推進セミナー

初めてICTに取り組んだ際の不安と工事を完成させて得られた満足感、次のICT活用工事への目標を報告



- ・ICT活用範囲
 - ・ICTを活用した施工内容
 - ・現場の特徴
 - ・活用したICT技術
 - ・得られた効果
- ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
 施工延長L=96m 掘削工V=3,500m³
 河川曲線部の河床掘削であったため、2次元図面からの数量計算では、正確な掘削土量との間に差異があった。
 UAVによる3次元起工測量、3次元設計データ作成による数量把握、MGバックホウによる掘削、電子小黑板による写真管理の省力化
 3次元起工測量と3次元設計データにより、掘削土量を正確に把握できた。

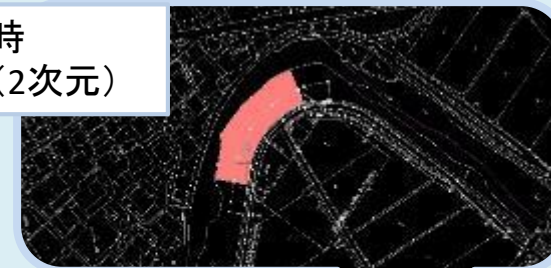
着工前



完成後



①3次元起工測量

当初発注時
設計図面(2次元)

②3次元設計データ作成



③掘削工 (ICT)



当初発注時よりも掘削土量が増加していることを起工測量時からの的確に把握出来たため、設計変更が素早く行え、現場が手待ちすることなく処理できた。

～現場の声～

鉄道近接個所でTLSによる起工測量を実施

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・ICT施工内容 施工延長L=290m、掘削工V=2,800m³
- ・現場の特徴 鉄道に近接しており、電線も多く、ドローンによる3次元測量が困難
- ・活用したICT技術 地上型レーザースキャナーによる3次元起工測量、3次元MCバックホウによる施工
- ・得られた効果 鉄道近接個所でも**安全な起工測量と出来形管理が実施でき**、3次元設計データの臨機応変な修正により**現場を効率化**した。

施工前



施工後



施工実施

地上型レーザースキャナー



掘削工 (ICT)

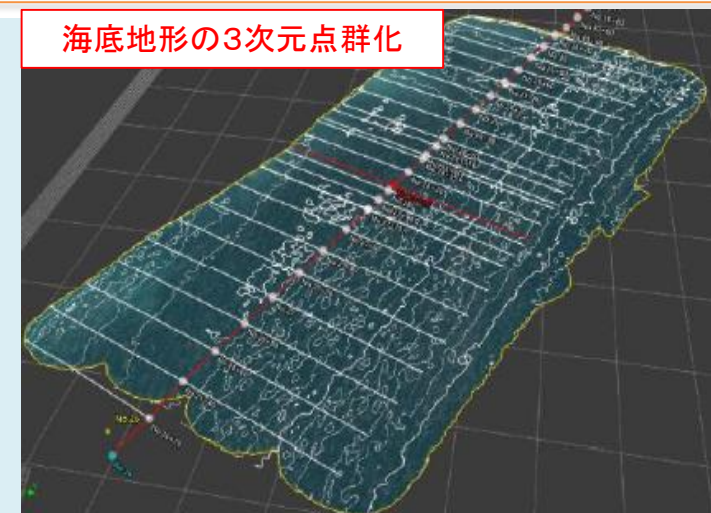


- ・掘削範囲及び形状の変更があったが、3次元設計データの修正を経て、現場が手待ちすることなく処理できた。
- ・鉄道から離れた場所から鉄道付近の河川状況を3次元点群データ化できた **～現場の声～**

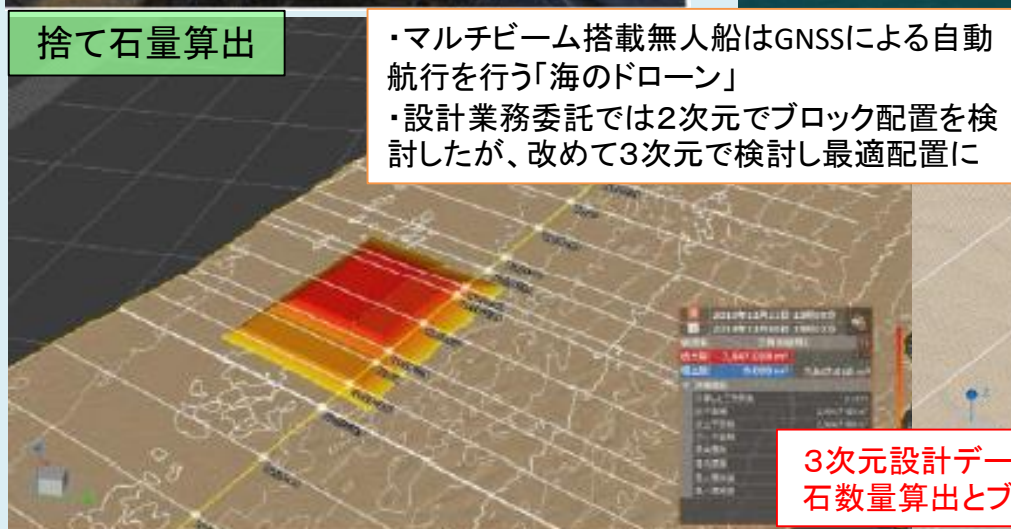
- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成
- ・ICT施工内容 起工測量 A=2,800㎡、3次元設計データによる人工リーフブロック配置計画
- ・現場の特徴 水深10m程度の美しい海
- ・活用したICT技術 ナローマルチビーム音響測深機搭載の無人船による3次元起工測量、3次元設計データによる人工リーフ捨て石数量算出と被覆ブロック配置検討
- ・得られた効果 起工測量の省力化、捨て石の正確な数量算出、3次元設計データによるブロック配置の最適化

マルチビーム
搭載無人船

GNSS自航による3次元起工測量

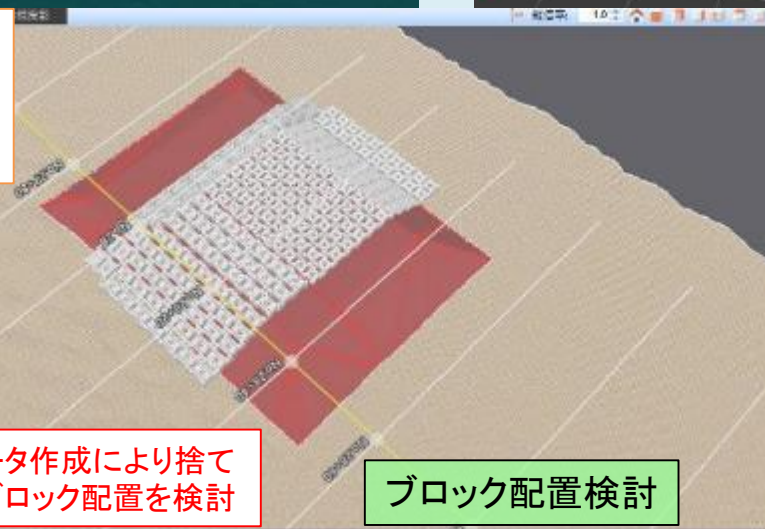


海底地形の3次元点群化



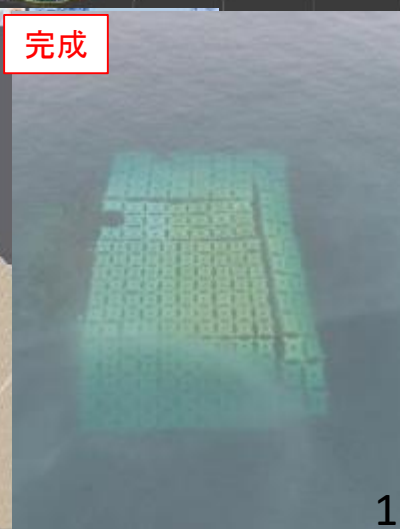
捨て石量算出

- ・マルチビーム搭載無人船はGNSSによる自動航行を行う「海のドローン」
- ・設計業務委託では2次元でブロック配置を検討したが、改めて3次元で検討し最適配置に



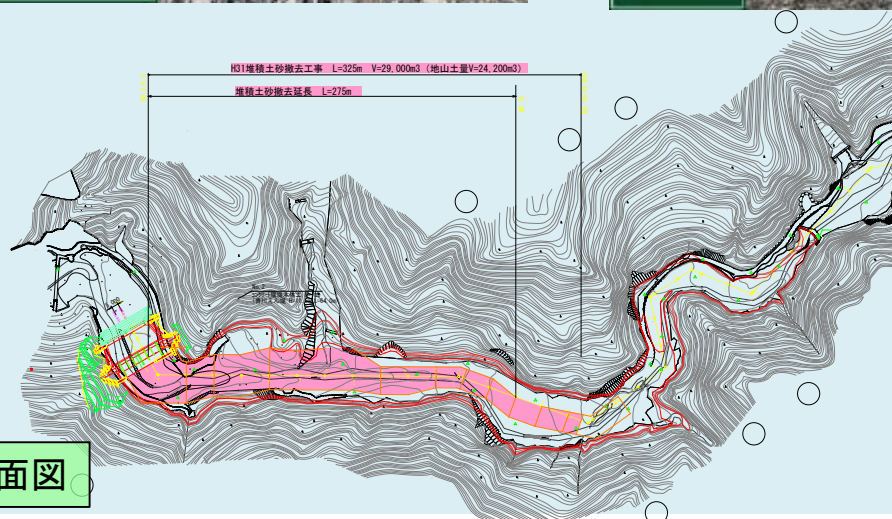
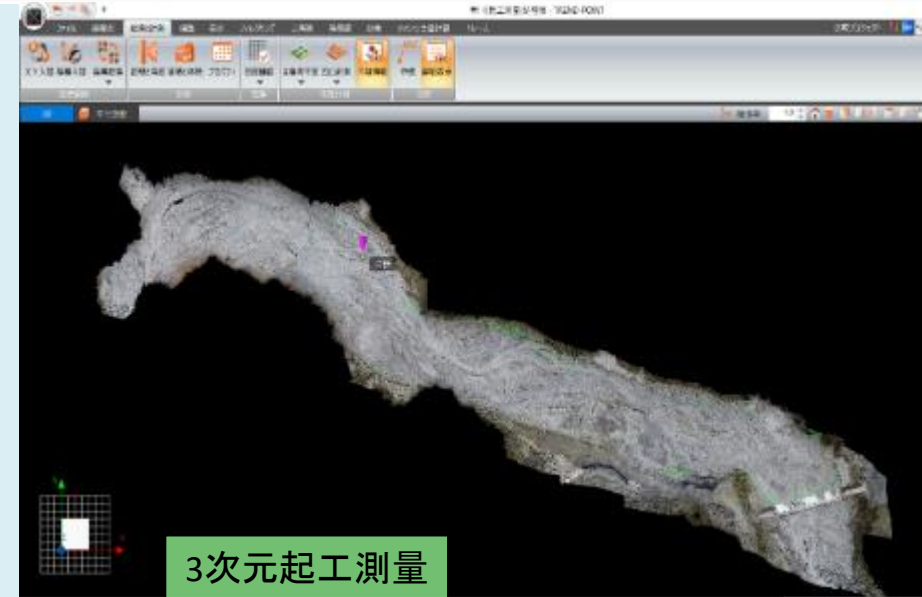
3次元設計データ作成により捨て石数量算出とブロック配置を検討

ブロック配置検討



完成

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建設機械による施工④3次元出来形管理 ⑤3次元データ納品
- ・ICTを活用した施工内容 施工延長 L=325m 掘削工V=24,200m³
- ・現場の特徴 電波が不安定な山間部であり、地形や立木による電波障害があったが、最終的にはUAVにより3次元出来形管理まで実施できた。
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量・出来形管理、MCバックホウ施工、電子小黑板
- ・得られた効果 起工測量・出来形管理の効率化・安全化により**作業員の負担が軽減**した。
丁張作業の削減により施工性が向上し、現場作業軽減に伴う**作業員の負担が軽減**した。



現場の声

- ・山間部の現場等で電波状況が悪かったため、施工できない時間帯もあった。
- ・丁張作業の削減による時間短縮と、マシンコントロールバックホウによる施工性が向上した。
- ・重機との輻輳作業軽減に伴い、作業員の安全性が向上し、肉体・精神的負担も軽減した。

・ICT活用範囲

・ICTを活用した施工内容

・現場の特徴

・活用したICT技術

・得られた主な効果

①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建機による施工

掘削工 $V=3,600\text{m}^3$ 整地 $V=580\text{m}^3$ 河床幅 $W=$ 約30mの河床掘削工事で、施工箇所周辺は水田地帯であり、施工上支障となるものなく、比較的施工性が高い現場であった。

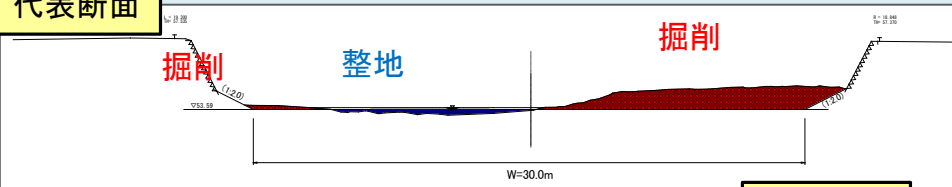
UAVによる3次元起工測量、MCバックホウ・ブルドーザを用いた現場施工

ICT建機を用いることで**施工スピードが大幅に向上し、さらに出来形のばらつきが少ない施工が可能**となった。

①UAV起工測量



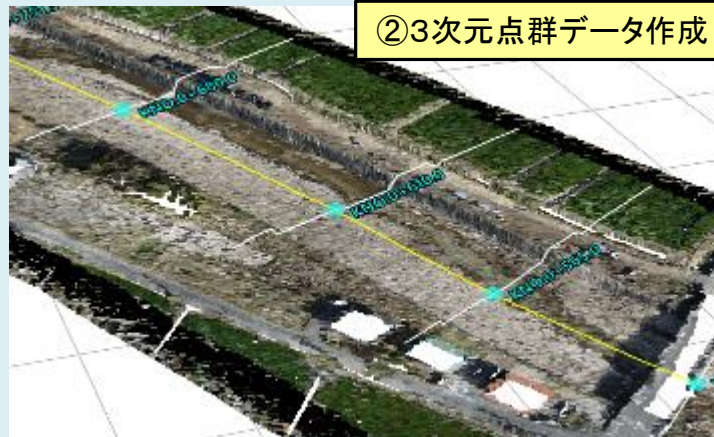
代表断面



③ICT建機稼働状況



②3次元点群データ作成



完成状況



～現場の声～

- ・他工事でICT建機を導入し現場施工の効率が非常によく出来形の精度も良かったため、今回の現場でも活用した。
- ・通常建機では**熟練のオペレーターでないと出せない精度を簡単に再現できる**上、施工スピードが大幅に向上する。
- ・付近に世界測地系の基準点が設置されていなかったため、UAV起工測量と3次元データ作成への落とし込みに時間が掛かった。

MCブルドーザにより掘削を実施

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 施工延長 L=約620m 掘削 V=1,700m³ 整地 V=930m³
- ・現場の特徴 河床幅 W=約12mの河床掘削工事で、施工箇所周辺は田んぼであり、施工上支障となるものなく、比較的施工性が高い現場であった。
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量、MCブルドーザを用いた施工
- ・得られた主な効果 MCブルドーザを用いることで、**施工効率が向上するとともに、精度の高い施工が可能となった。**

施工前



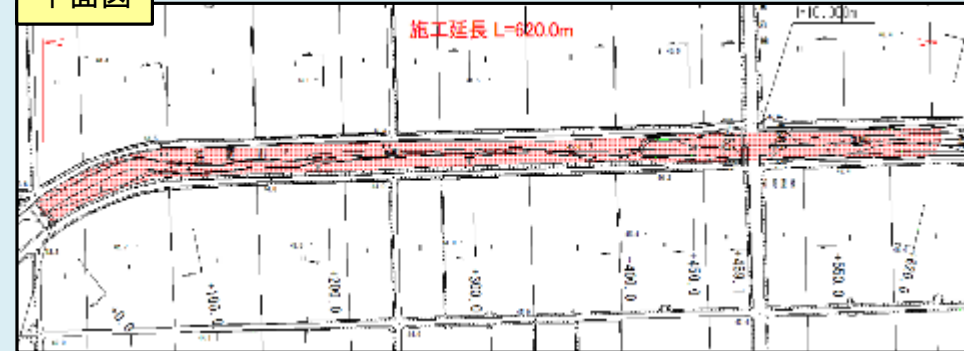
施工後



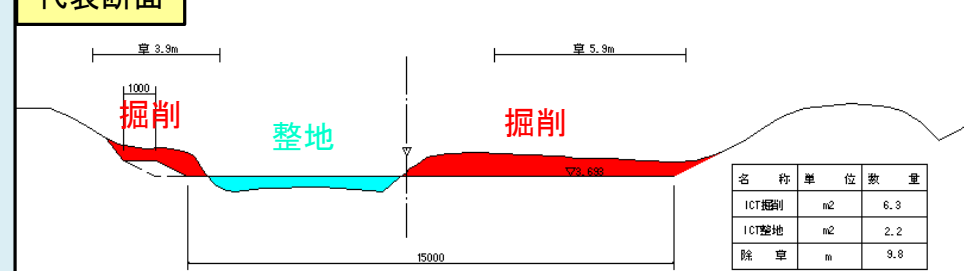
MCブルドーザ



平面図



代表断面

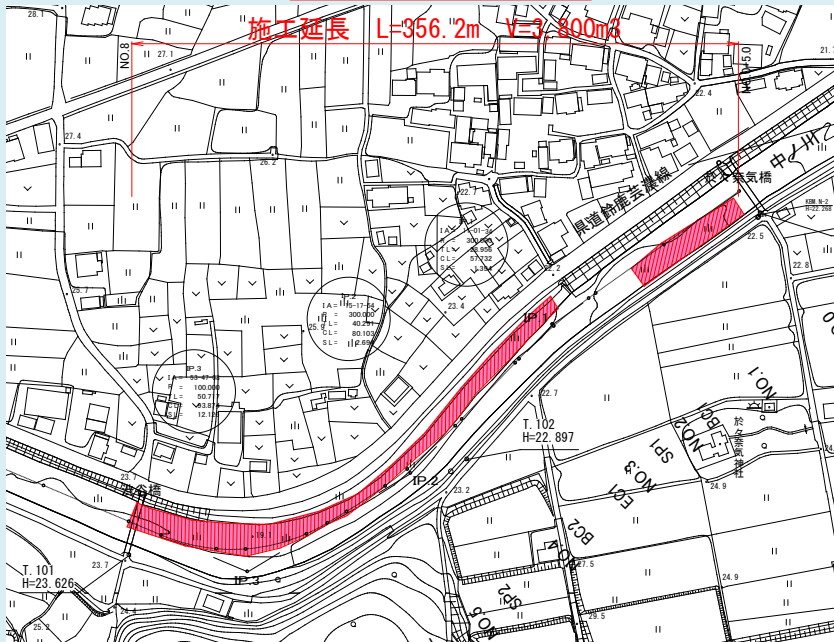


～現場の声～

- ・起工測量前の除草、伐採に時間を要したが、測量作業及び現場作業は通常施工より効率化が図られた。
- ・流水部の測量成果については、当初、精度が劣ると想定していたため、人力による補足の測量を行う予定であったが、湯水期であり水位(10cm程度)も下がっていたため、補足測量を行うことなく、3次元起工測量成果をそのまま使用することが出来た。
- ・測量機器、施工機械は外注、リースで対応したが、データ処理を行うためのハイスペックのパソコンを新たに新調した。

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・ICT施工内容 施工延長L=356m、掘削土量V=3,800m³
- ・現場の特徴 現場周辺には、小学校や保育園、住宅地があり、**作業時間の短縮が必要**
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量・出来形管理、3次元MGバックホウによる施工
- ・得られた効果 起工測量・出来形管理の省力化、丁張不要による準備工の軽減、施工効率向上により作業時間に制約を受けたが、**工期短縮を実現した。**

堆積土砂撤去箇所



起工測量



3Dデータ作成

3次元MGバックホウ施工



3次元出来形管理



施工後



【施工者の声】

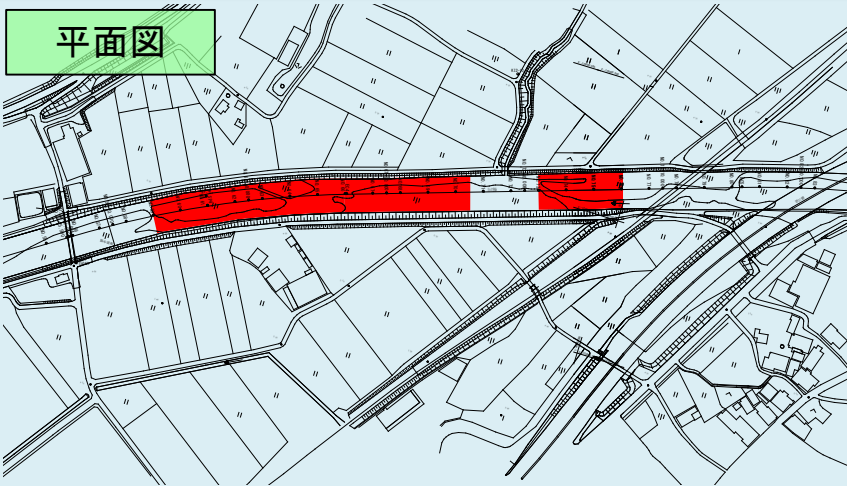
「正確な土量がいち早く把握できた。」
 「施工効率の向上を肌で感じた。出来形管理が楽であった。」
 「今回、初めてICT施工を実施したが、期待していた効果が得られた。次回もICT施工を実施したい。」

堆積土砂撤去の起工測量に3次元起工測量を活用

令和3年1月追加

- ・ICT活用範囲
 - ・ICT施工内容
 - ・現場の特徴
 - ・活用したICT技術
 - ・得られた効果
- ①3次元起工測量
 施工延長 L=約250m 起工測量 A=5,000m³
 河川の堆積土砂撤去工事で、GNSSの受信が可能であった。
 UAVによる3次元起工測量
 測量の精度が向上し**工期短縮が出来た。**

平面図



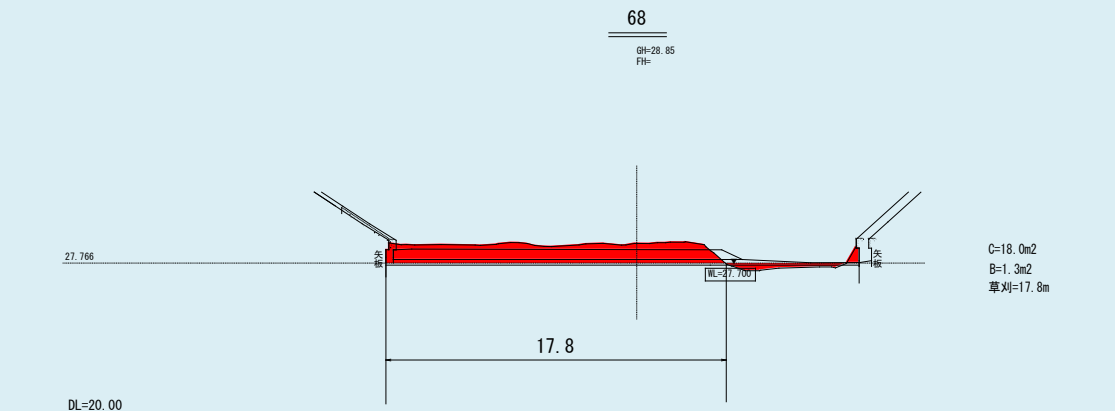
着手前



完成



起工測量



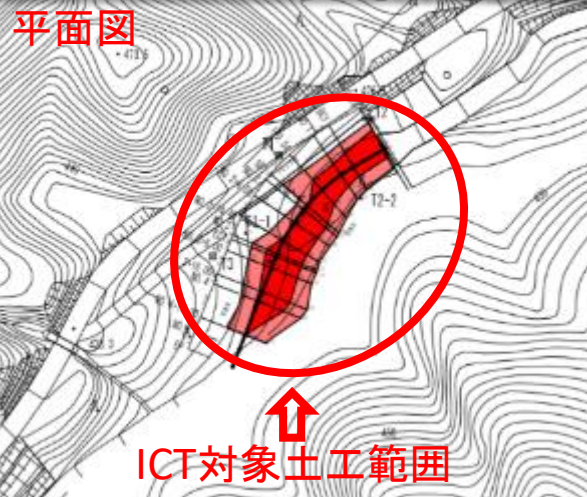
- ・今回の現場は上空視界も良好であったため、UAVによる測量で時間短縮ができた。
- ・今後は、レーザスキャナーによる測量やICT建機による施工についても知識を深めたい。

～現場の声～

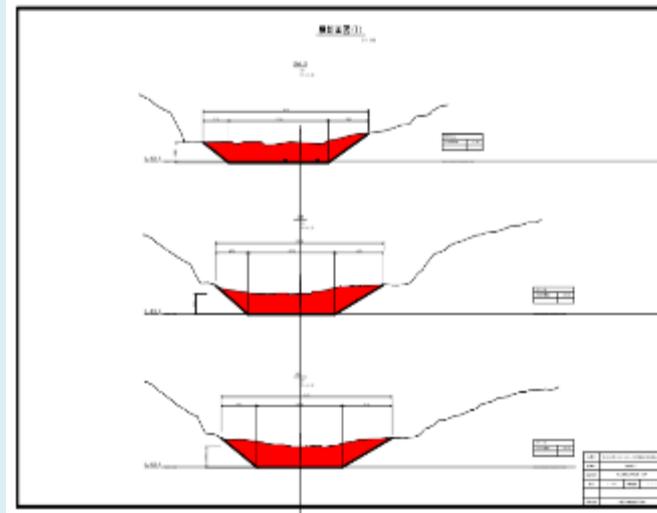
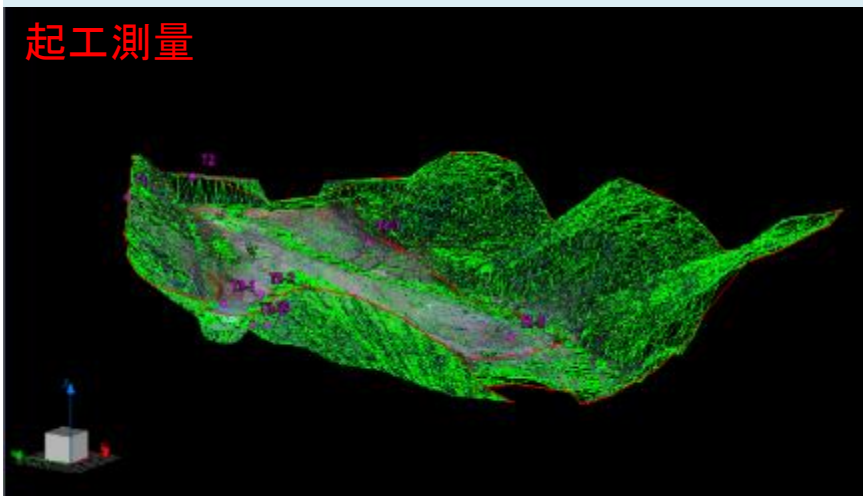
地上型レーザースキャナーで3次元起工測量を実施

令和3年1月追加

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量
- ・活用した施工内容 起工測量 $A=3600\text{m}^3$
- ・現場の特徴 急峻な山間地で、GNSSの電波状況が悪い砂防堰堤の現場である。
- ・活用したICT技術 地上型レーザースキャナーによる起工測量
- ・得られた効果 砂防施設の急峻な地形での測量時間の削減と、不安定な場所に作業員が立入らないことによる**安全性の向上**を確保した。



起工測量



現場の声

- ・電波状況の悪い現場だったが、ICTk 圧用工事には興味があり、活用できる地上型レーザースキャナーによる3次元測量を行った
- ・起工測量は圧倒的に早く安全。
- ・次回はICT建設機械による施工や、3次元出来形管理にも挑戦してみたい。

段階的に行う必要のあった掘削作業にMGバックホウを活用

松阪建設事務所

三重県 県土整備部
Mie Prefecture

令和3年1月追加

- ・ICT活用範囲
- ・ICTを活用した施工内容
- ・現場の特徴
- ・活用したICT技術
- ・得られた効果

①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工

施工延長 L=50m、掘削工 V=1,460m³

補強土壁工施工に伴う掘削法面を逆巻き施工で保護するための段階的な掘削作業が必要。

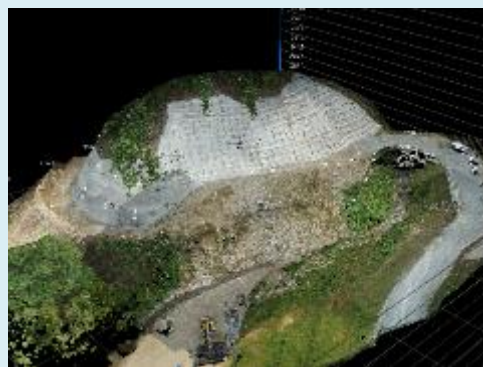
UAVによる起工測量、3次元設計データ作成、MGバックホウによる施工

掘削時通常行う丁張設置等の作業が省略できた。また、構造物掘削形状は図面のみでは理解しにくい所だったが、3次元データ作成により現場をイメージしやすくなり、作業を進めて行く上で技術者とオペレーターが現場の認識を共有することができた。

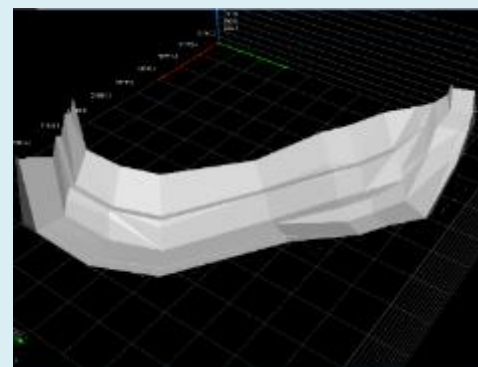
【起工測量】



【3Dデータ処理】



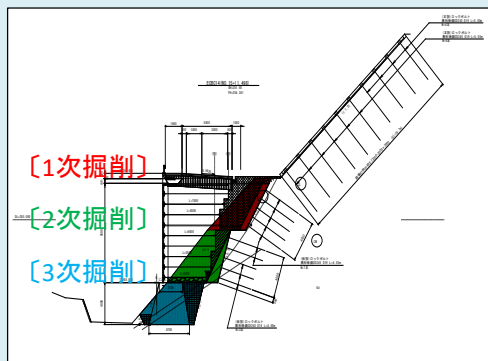
【3D設計データ】



ICTを活用して...

- ・3次元データにより、施工イメージが理解しやすくなった。
- ・変化点が多い掘削形状だったため土量を設計と実際との比較確認ができた。
- ・今回初めての活用であったが、社内での意識向上につながった。
- ・1回の掘削量が小規模なため小規模に対応した施工区分があるとよい。

【掘削計画】



【掘削工】



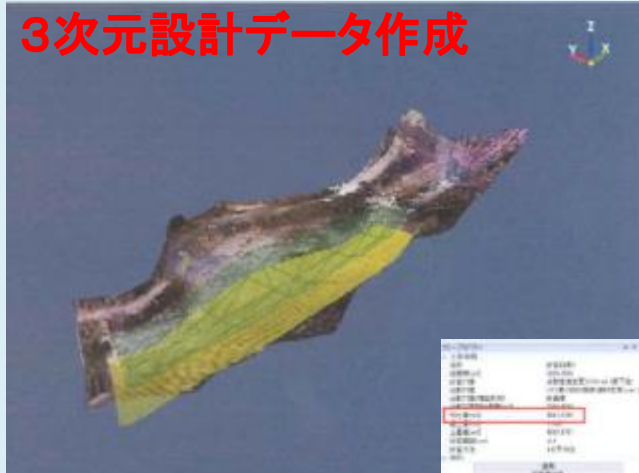
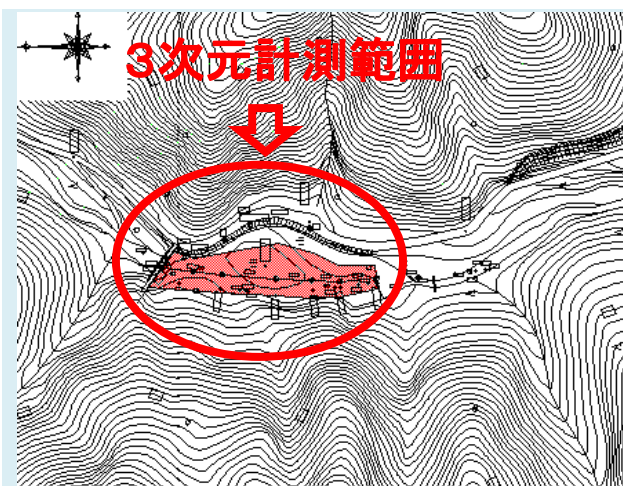
【掘削工(2次掘削完了)】



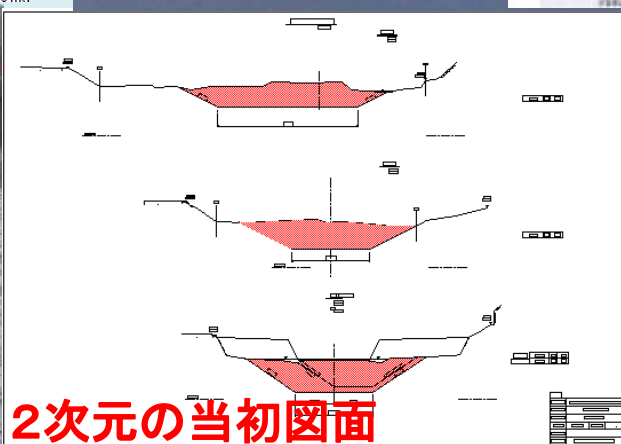
【完成】



- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 掘削工 V=4,800m³
- ・現場の特徴 現場が山の中であり立木も多く、GNSSが受信困難。
- ・活用したICT技術 TLSを用いた起工測量による3次元設計データの作成及び、出来形測定によるヒートマップの作成
- ・得られた効果 TLSにより、GNSSが受信できなくても3次元起工測量・出来形管理を実施できた。
2次元設計データによる土量算出と比較して精度が高く、**実土量による数量が算出できた。**
③ICT建機による施工を実施しなくても、3次元データの導入により現場の見える化、効率化を行なった。



TLSによる3次元起工測量

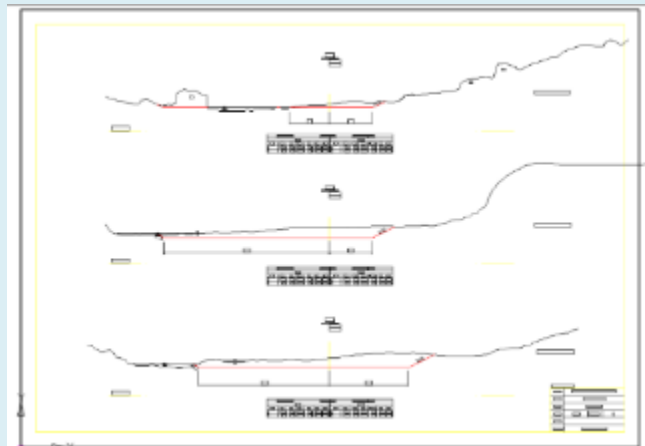
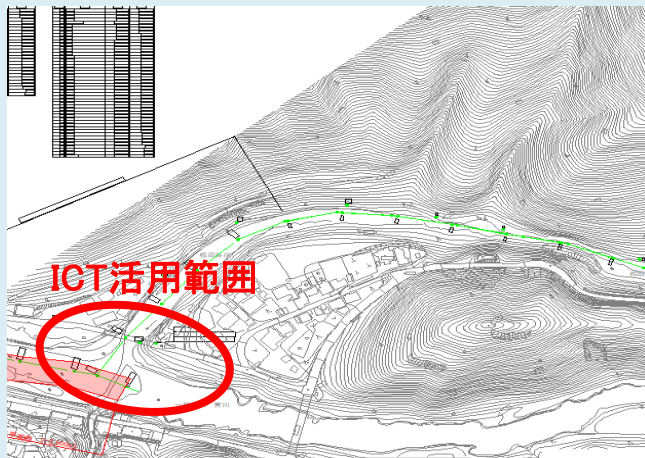


ICTを活用して感じたこと

- ・既設構造物の施工現場の状況が一目で把握でき、効率的に3次元設計データ作成ができた。
- ・3次元設計データを活用する事により、通常建機でも、施工イメージが理解しやすくなった。

河川堆積土砂の掘削に3次元MCバックホウを活用

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 L=150m、V=3,600m³
- ・現場の特徴 GNSS受信状況が悪い現場での、河川内堆積土砂の掘削、撤去。
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量、3次元MCバックホウによる施工
- ・得られた効果 UAVは上空に上がるとGNSSの受信状況は良好で、起工測量の省力化が図れた。
丁張設置作業の省力化やMCバックホウによる施工性向上により省力化が図れた。



起工測量



掘削工



施工後

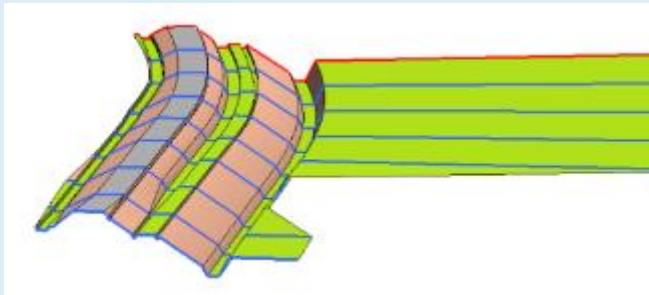


・山間部のためGNSSが受信困難で、ICT建機を活用できない時間帯があった。

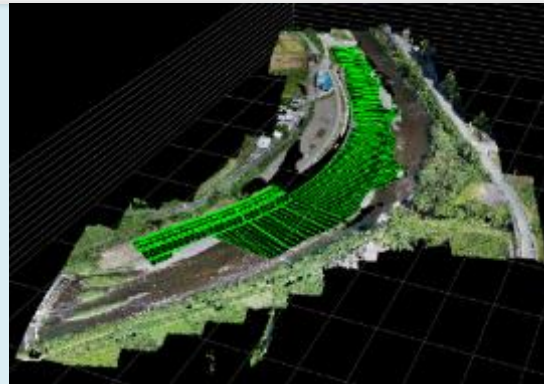
河川土工・法覆護岸工にICTを活用

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 施工延長 L=481m 掘削工V=12,500m³ 盛土工V=3400m³
- ・現場の特徴 施工延長が長く、大内山川では鮎業が盛んで3月中旬に稚魚の放流事業があり、また11月中旬まで漁猟をしているので河川内での工事期間が短い
- ・活用したICT技術 RTK-GNSSによるMCバックホウ施工
- ・得られた効果 積極的にICT技術を導入し活用することで、土工を先行できたことにより、生産性が向上し、人材育成を行えるとともに、**工期内で竣工**することが出来た。

3次元設計データ



サーフェスマodel

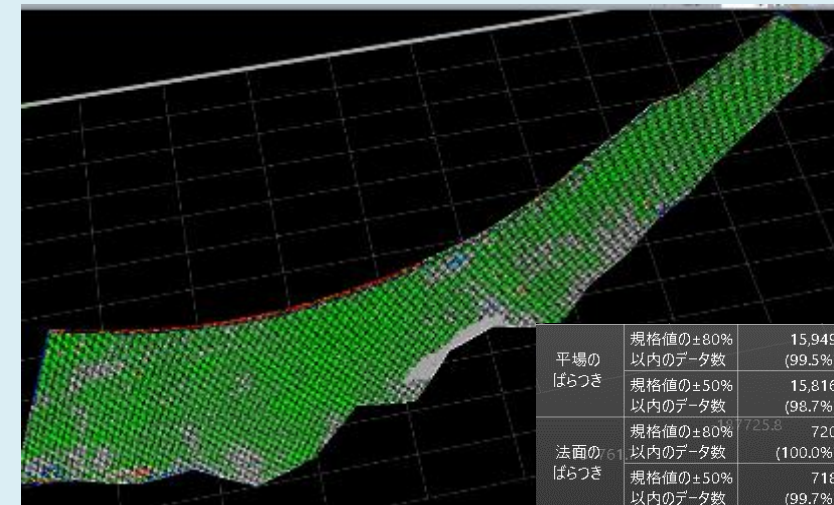


(掘削・法面整形) 施工状況



現場の声

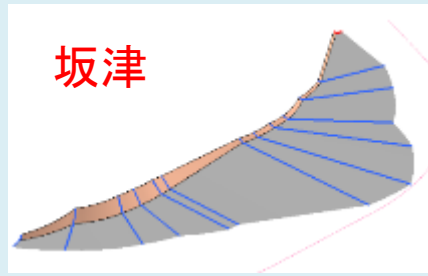
- ・今年度工事では、起工測量、出来形測量ともに天候不良により日程調整には苦労しなかったが10月以降にまとまった雨が続いたため工程的に遅れが生じたがICT建機を活用したことにより無事工期内に竣工できた
- ・延長が長く、広範囲・曲線で基準局の設置が出来なかった(ネットワーク型RTK-GNSSを用いて対応した)
- ・当該現場では小段が設けてあり、通常であれば一次掘削後に丁張設置(1回当たり4時間程度)が必要だが、ICT建機を活用したことにより設置することなくスムーズに施工を行えた。
- ・右図のように良好な結果を得られた
- ・次回もICTを活用したい



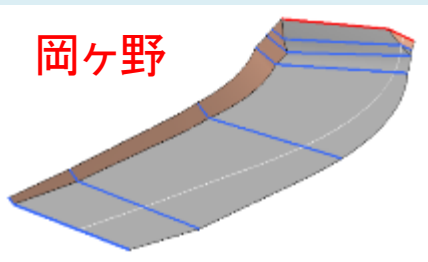
河床掘削ですべての施工プロセスを実施

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 大内山川(岡ヶ野、坂津工区) 施工延長L=470m 堆積土砂撤去 V=23,000m³
- ・現場の特徴 2工区に分かれて、搬出先が多数ある。また大内山川では鮎業が盛んで3月に稚鮎を放流し、11月半ばまで鮎の漁猟を行っているので施工可能期間が限られていた
- ・活用したICT技術 RTK-GNSSによるMCバックホウ施工
- ・得られた効果 積極的にICT技術を導入し活用することで、広範囲の測量がUAVにより短時間で出来(事前準備に日数はかかった)、精度確認のための丁張りは設置したが通常よりも減らせた。またMCバックホウを使用したことにより、過掘りもなく**工期内に竣工**し、鮎の放流までに工事を終わらすことが出来た。

3次元設計データ

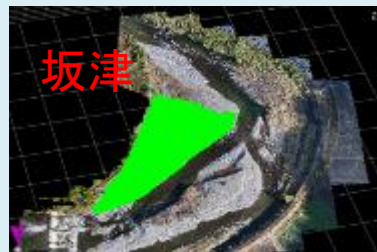


坂津

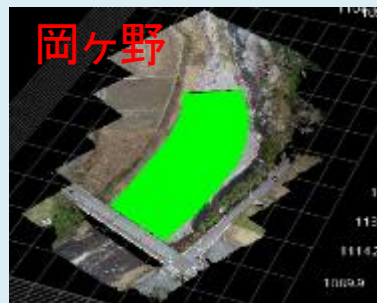


岡ヶ野

サーフェスマodel



坂津



岡ヶ野

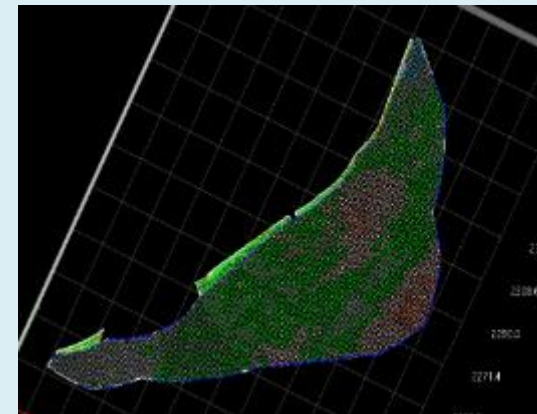
施工状況
(掘削・法面整形)



土砂撤去完成(坂津)

出来形
(坂津)

平場の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	8,161 (99.9%)
	規格値の±50% 以内のデータ数	7,743 (94.8%)
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	394 (99.5%)
	規格値の±50% 以内のデータ数	361 (91.2%)



現場の声

- ・RTK-GNSSで行ったが時間帯、山が近くにあったため衛星数で精度が異なった(基地局を設置すれば、誤差の幅も縮まったかもしれない)
- ・結果としては右図(出来形)のように良好だったので、次回もICTを活用したい

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 村山川(村山川2号箇所) 施工延長L=131m 堆積土砂撤去 V=1,900m³
- ・現場の特徴
 - (1)下流側に堆積土砂の下に河川幅右半分の範囲で既設根固ブロックがあった
 - (2)上流側に昔の旧橋取壊し当時の取り残しである橋脚コンクリートが河床高さで残存していた
 - (3)堆積土砂上に背丈を超える高さの雑草が一面に生えていた
- ・活用したICT技術 UAV写真測量及び自動追尾TSによるMGバックホウ施工
- ・得られた効果 ICT技術を導入し活用する事で、UAV測量により広範囲を短時間で行う事ができ、通常測量に比べて**大幅に労力削減**及び**時間短縮**が出来た。また、MGバックホウ施工により丁張設置の手間が無くなる事により、その分並行して進める他の2工区の測量丁張業務に注力出来た。

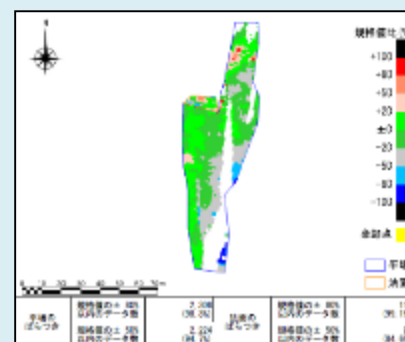
UAV起工測量状況



TS自動追尾によるMG掘削状況



3次元出来形ヒートマップ



土砂撤去完成



現場の声

- ・3次元測量及び設計データ作成は、設備・ソフトの技術・操作習得に時間を要する為、今後の課題と感じた。
- ・当工区はGNSS電波の受信状況が不良であった為、現場内で通信可能である自動追尾TSによるマシンガイダンスシステムを採用して施工を行った。
- ・UAVは上空に上がるとGNSSの受信は良好だった。
- ・マシンガイダンスシステムはモニターと掘削実施面の両方同時に視覚的神経を使う事となる為、慣れるのに時間がかかった。

水面までの掘削にとどめ全ての施工プロセスを実施

令和3年1月追加

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 施工延長 L=170m、掘削土量 V=10,600m³
- ・現場の特徴 鮎の放流があり、2月中に現場を完成させる必要がある
GNSSの受信状況は良好で、UAV・ICT建機共に問題なく使用できた
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量、MGバックホウによる掘削
- ・得られた効果 UAV活用による現況測量の省力化、MGバックホウによる掘削作業の省力化で**工期内に完成**した。

着工前



完成後

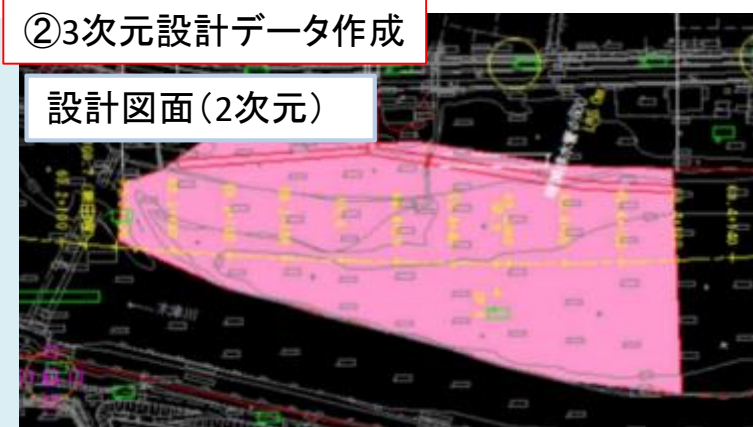


①3次元起工測量



②3次元設計データ作成

設計図面(2次元)



③掘削工 (ICT)



④3次元出来高管理



MGバックホウにより掘削の作業効率が上がり、熟練工でなくても制度の高い施工ができた。

～現場の声～

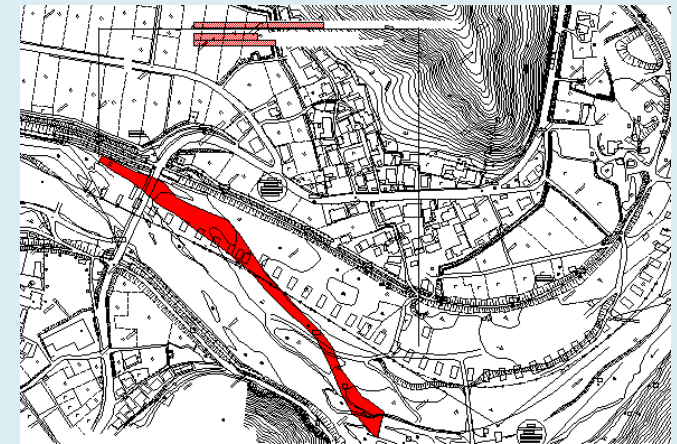
河川堆積土砂の掘削に3次元MCバックホウを活用

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・ICTを活用した施工内容 掘削工 施工延長 L=440m 掘削土量 V=9,900m³
- ・現場の特徴 赤羽川中流部に差し掛かり、これより上流だと少しずつ電波状況が悪くなる。
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量、MCバックホウ施工
- ・得られた効果 UAVによる起工測量の省力化、MCによる施工性の向上と丁張の削減により施工性・安全性が向上した。

着工前



ICTバックホウによる施工



平面図

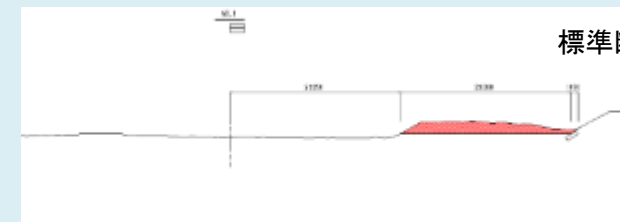
完成



現場の声

- ・3次元設計データの作成に時間がかかることから、今後の技術向上に期待したい。
- ・丁張見張り員が不要となったことから、安全性、施工性ともに向上した。
- ・天気によっては電波状況が悪い場合がある。
- ・今後もICTを活用したい。

標準断面図



絨断面図



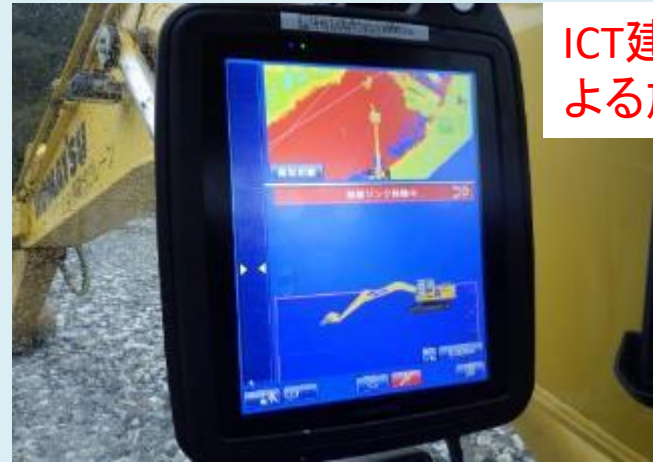
GNSS測位により衛星電波が不安定でもICTを活用

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・ICTを活用した施工内容 施工延長 L=150m 掘削工 V=6,000m³
- ・現場の特徴 山間部のため、GNSS電波の受信が安定しない時間帯がある。
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量、MCバックホウ施工
- ・得られた効果 UAVによる起工測量の省力化、MCによる施工性の向上と丁張の削減により施工性・安全性が向上した。

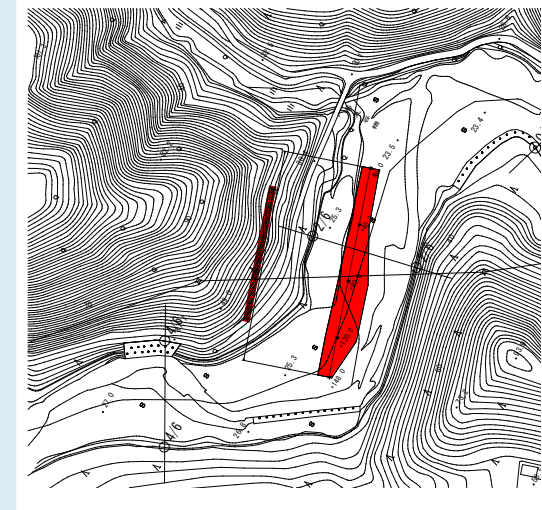
施工前



施工後



ICT建機による施工

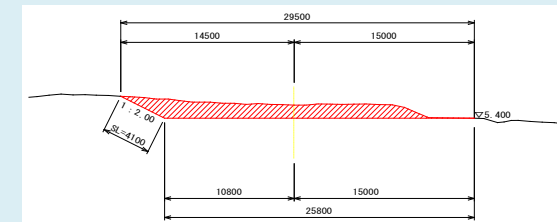


平面図

現場の声

- ・日々の作業量がクラウドで把握できるため、工程計画を作成するときに役立った。
- ・丁張見張り員が不要となったことから、安全性、施工性ともに向上した。
- ・今後もICTを活用したい。

標準断面図



- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・ICTを活用した施工内容 施工延長L=100m、掘削工V=11,700m³
- ・現場の特徴 山間部のため、GNSS電波の受信が安定しない時間帯がある。
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量、MCバックホウによる施工、出来高管理
- ・得られた効果 **起工測量・出来形管理の省力化**、MCによる施工性の向上と丁張の削減により**施工性・安全性が向上した。**

施工前

UAVによる
起工測量掘削工
ICT建機

施工後

UAVによる
出来高測量

～現場の声～

- ・重機周りの作業が激減し、安全性が高まった。
- ・精神的負担も軽減した
- ・検測補助員が必要ないため、人員が削減できた。
- ・丁張作業が無いため、手間が軽減された。
- ・データ容量が多すぎるため、納品データの簡素化を進めてほしい。

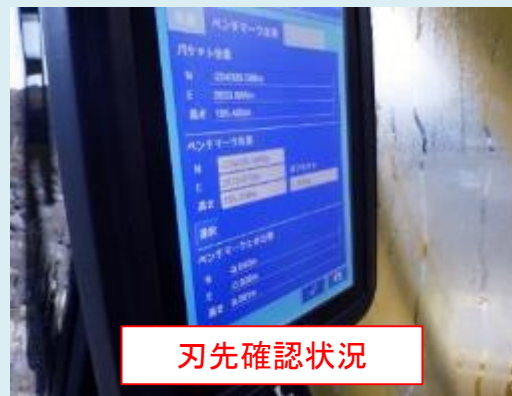
河床掘削にMCバックホウを活用

- ・ICT活用範囲
 - ・ICT施工内容
 - ・現場の特徴
 - ・活用したICT技術
 - ・得られた効果
- ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
 施工延長L=200m、掘削土量V=4,300m³
 土砂の粒径が大きく流速の早い河川の河床掘削
 UAVによる3次元起工測量、3次元MCバックホウによる施工
 屋外での丁張設置の省略、施工の効率化、作業人員の削減により**現場の効率化が図れた。**

起工測量



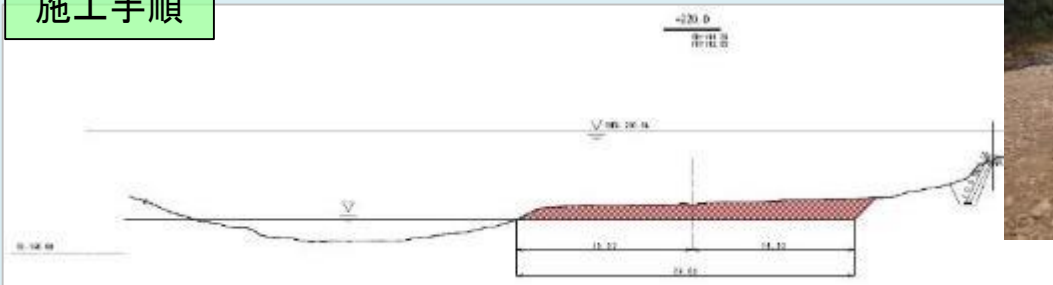
刃先確認状況



施工前



施工手順



掘削工 (ICT)



施工後



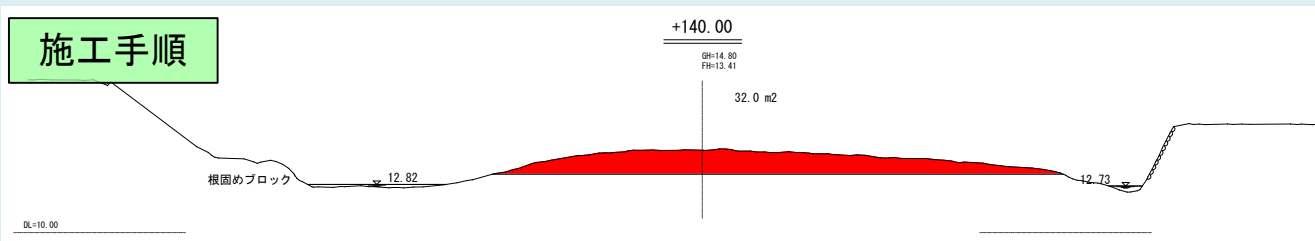
・掘削範囲及び形状の変更があったが、3次元設計データの修正を経て、現場が手待ちすることなく処理できた。

～現場の声～

河床掘削にMCバックホウを活用

令和3年1月追加

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工
- ・ICT施工内容 施工延長L=80m、掘削土量V=2,000m³
- ・現場の特徴 自然に配慮し、平常時の水面以上の堆積土砂を撤去。
- ・活用したICT技術 UAVによる3次元起工測量、3次元MCバックホウによる施工
- ・得られた効果 屋外での丁張設置の省略、施工の効率化、作業人員の削減により現場の効率化が図れた。



- ・初めて導入し、実施してみたことで今後の工事における判断基準となった。
- ・UAVでの撮影写真を打ち合わせ資料として使用することができた。
- ・日々の施工量がクラウドで把握でき、会社とも情報を共有できた。

～現場の声～

ICT活用工事ガイドブック(案)

【応用編】

5. 2ICT活用工事の事例 中部地方整備局の事例から

目次

1. ICT施工における新たな工種への活用事例

<共通>

○作業土工(床掘)にICTを活用

- ・地盤改良工の床掘にICTを活用・・・(株)内田建設
- ・橋梁下部工の床掘にICTを活用・・・水谷建設(株)
- ・排水工の床掘にICTを活用・・・ユウテック(株)
- ・床掘と敷均しにICTを活用・・・ユウテック(株)
- ・砂防堰堤の床掘にICTを活用・・・浅川建設工業(株)

○補強土壁工(盛土)にICTを活用

○河川内の仮締切盛土にICTを活用・・・(有)アダプト

<河川>

○護岸工の覆土工にICTを活用・・・中村土建(株)

○築堤工事の表土掘削にICTを活用・・・黒柳建設(株)

2. 3次元設計データの活用事例

○法面工の設計照査に3次元設計データを活用・・・岐建(株)

○法面工のコンクリート吹付厚の出来形管理に3次元設計データを活用・・・(株)ヤマウラ

○トンネル補修の内空断面の出来形管理に3次元設計データを活用・・・ユウテック(株)

3. その他

○UAVを活用した残土仮置き場の土量管理・・・TOTALMASTERS(株)

○UAVを活用した伐採範囲の面積確認・・・岐建(株)

○施工履歴データを活用した河床掘削の出来形管理・・・(株)内田建設

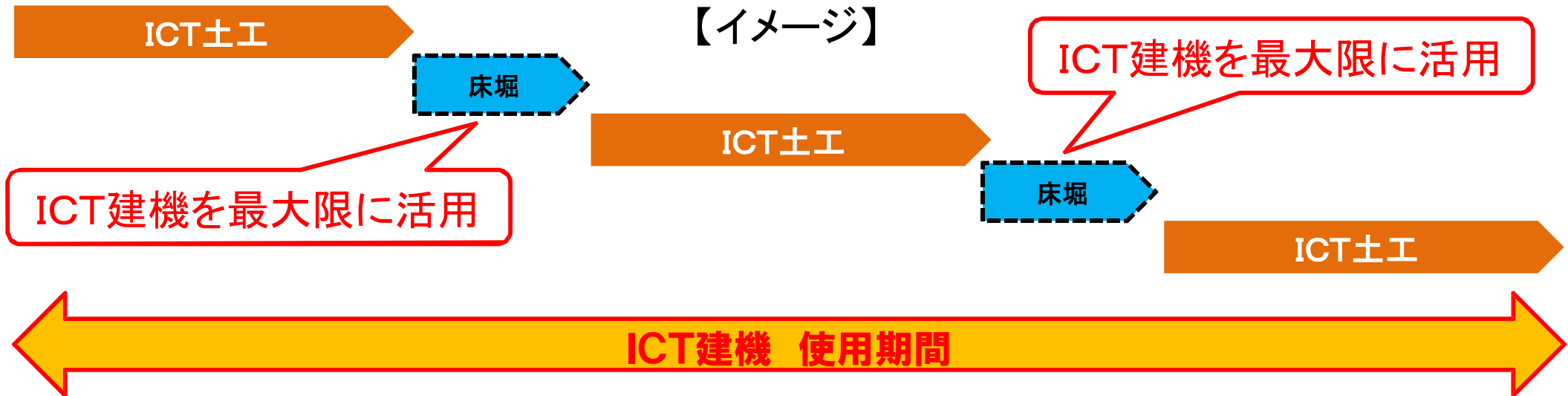
○既設構造物との接触防止にICT建機を活用・・・(株)森組

○3次元設計データとICT建機を活用した根固めブロック除去・・・中村土建(株)

○傾斜地・法面における計測方法・・・(有)トプラス

作業土工（床掘）にICTを活用

- ICT（土工）において、受け取り対象物である切土と同時期に施工する構造物の作業土工において、3次元設計データを作成し、ICT建機による床掘を実施。
- 丁張りが不要になるとともに、場所打杭などの障害がある構造物の床掘においても施工効率の向上を期待。
- 平成30年度は、数件の工事で試行し、施工効率や安全性等も含め、効果検証を実施。



築堤と水路工の床掘（従来工法）



丁張りが必要

高田建設(株)提供

橋梁下部工事現場でのICT建機による床掘例



ICT建機による自動掘削

水谷建設(株)提供



3次元設計データにより
場所打杭など障害のある
掘削も効率的に施工

水谷建設(株)提供

- 概要・・・ICT床掘(地盤改良工)
- 特長・・・地盤改良工の鋤土をMCやMGで施工する。掘削はセメント区割り面の設計データを使用する。
- 効果・・・掘削面をオペレーターが視認できる。掘削手戻りが無くなる。手下作業員の減員や、余裕時間を活用できる。



邪魔な
測点丁張

従来施工では、丁張りが必要となるが、施工時には支障となる。
糸下がりの基準高管理にも手下作業員が必要となる。
夕方から夜間にかけての掘削時の糸下がりによる基準高管理は、
見にくくなり作業効率が落ちる。



セメント区画割りの際(きわ)部分の掘削領域と高さが
オペレーターにとって明確。掘り残しや過掘りが減少。

橋梁下部工の床掘にICTを活用

- 概要… ICT床掘（橋梁下部工場所打ち杭施工後の作業土工におけるICT土工の採用）
- 特長…
 - ・ TLSを用いた起工測量による3Dモデルの作成
 - ・ ICT建設機械によるMGを用いた土工作業の実施
 - ・ TLSを用いた出来形測定によるヒートマップの作成
- 効果…
 - ・ 3Dモデルを用いたMGによって、施工精度の向上ならびに埋設物（場所打ち杭等）の損傷回避
 - ・ 建設機械と作業員との確実な接触回避による安全性向上

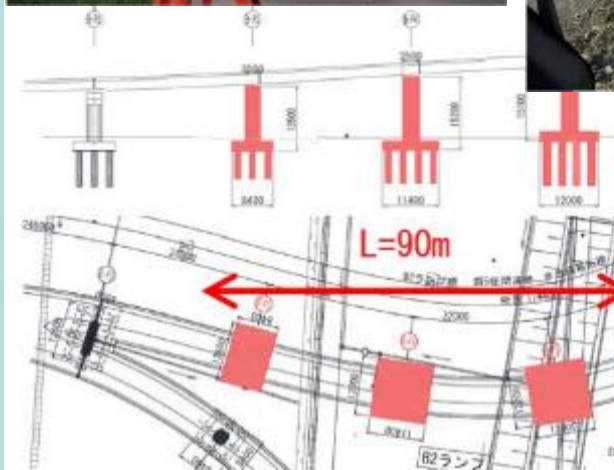
3D起工測量 （点群データ作成）



MGによる床掘作業



TLSを用いた出来形測定



3Dデータによる埋設物の確認



出来形点群データの作製



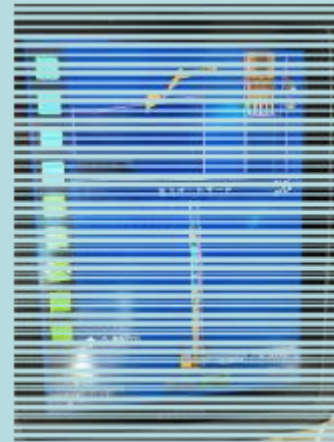
平成27年度 東海環状大安ICBランプ西橋梁下部工事

発注者：中部地方整備局 北勢国道事務所
受注者：水谷建設（株）

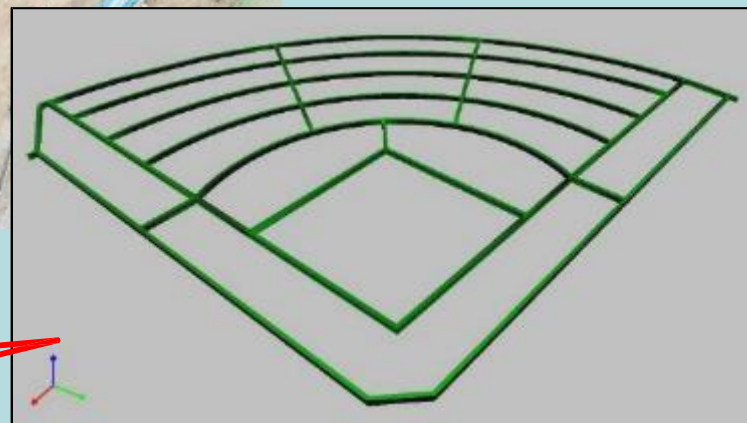
- 概要・・・グラウンド改修工事における地下排水の床掘作業
- 特長・・・BH(0.28m³級)に床掘幅よりも少し幅の狭いバケットを装着することで効率的な「ICT床掘」を実施
- 効果・・・グラウンド全体に張り巡らされた全長1km超に渡る地下排水の施工を、丁張無しで行い、施工管理の省力化と共に、他作業の施工性を保ちながら、大幅な効率化が図れた。



グラウンド全景



0.28m³級BH(幅狭ハ運ケツト装着)



床掘用3次元設計データ



床掘と敷均しにICTを活用

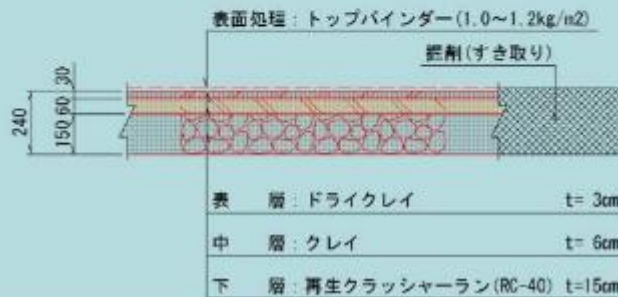
ICTアドバイザー
ユウテック(株) 有城 和哉

- 概要・・・グラウンド改修工事における「床掘」及び「グラウンド舗装」
- 特長・・・土羽バケツ仕様のICTバックホウ(0.8m³級)とICTブルドーザ(2.1m³級)の併用による完全丁張レス施工
- 効果・・・表土の剥ぎ取り(t=24cm程度)と基面整正、グラウンド下層部の敷均しを2機種のICT建機で効率よく作業することで大幅な施工性向上と出来形の確保を実現した。

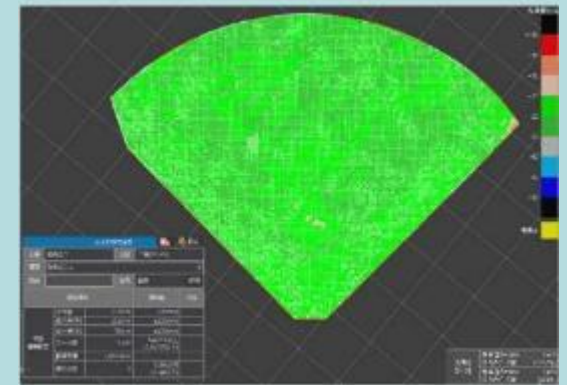


グラウンド舗装構成詳細図 S=1:20
[参考図：ドライクレイ舗装相当品]

準天候型グラウンド舗装



ICTバックホウ(0.8m³級)によるすき取りとICTブルドーザによる基面整正



グラウンド下層部(RC-40)の施工状況と出来形

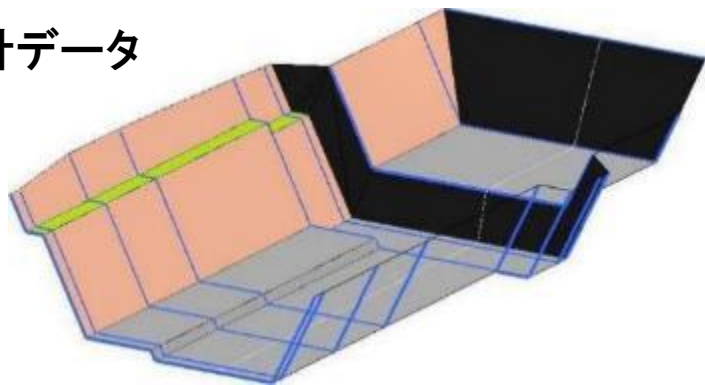
平成30年度 鵜殿運動場大規模改修工事(グラウンド改修工事)
三重県南牟婁郡紀宝町

発注者：紀宝町役場 教育委員会
受注者：ユウテック(株)

砂防堰堤の床掘にICTを活用

- 概要… 砂防堰堤の作業土工にICT建機を活用 ICT活用工事の施工範囲は付帯道路工の盛土工、法面整形
- 特長… 工であったが、砂防堰堤の作業土工にも ICTバックホウによる掘削を行い、丁張設置や位置確認を省略。
- 効果… 積極的にICTを導入し技術を活用することで、生産性向上、人材育成を行うことが出来た。

設計データ

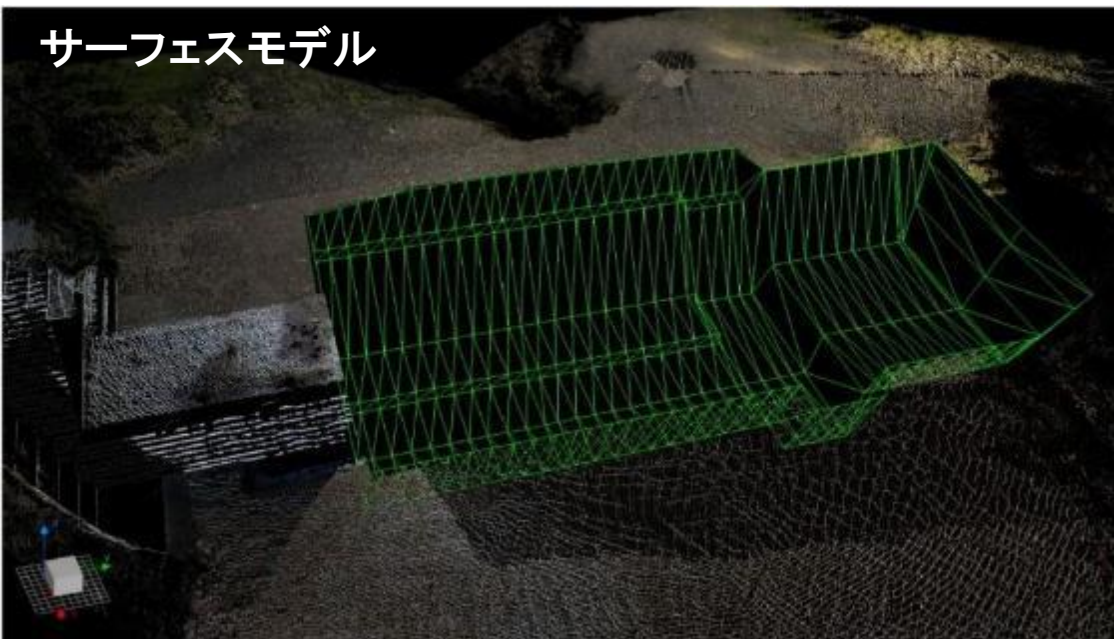


施工状況



マシンガイダンス
モニター

サーフェスモデル



平成30年度 天竜川水系小田井入沢砂防堰堤工事

発注者：中部地方整備局 天竜川上流河川事務所
受注者：浅川建設工業(株)

補強土壁工（盛土）にICTを活用

- ICT(土工)において、盛土などと同時期に施工する補強土壁工(盛土)において、3次元設計データを作成し、ICT建機による盛土を行うとともに、TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理を実施。
- 現場での施工がICT建機により効率化されるとともに、より高精度で確実な締固め管理が期待される。
- 平成30年度は、数件の工事で試行し、安全性や施工効率等も含め、効果検証を実施。

ICT土工

【イメージ】

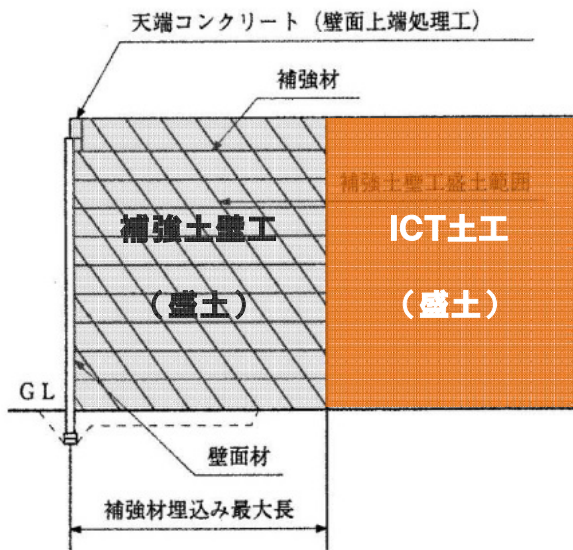
補強土壁工(盛土)

ICT建機を最大限に活用

ICT土工

ICT建機 使用期間

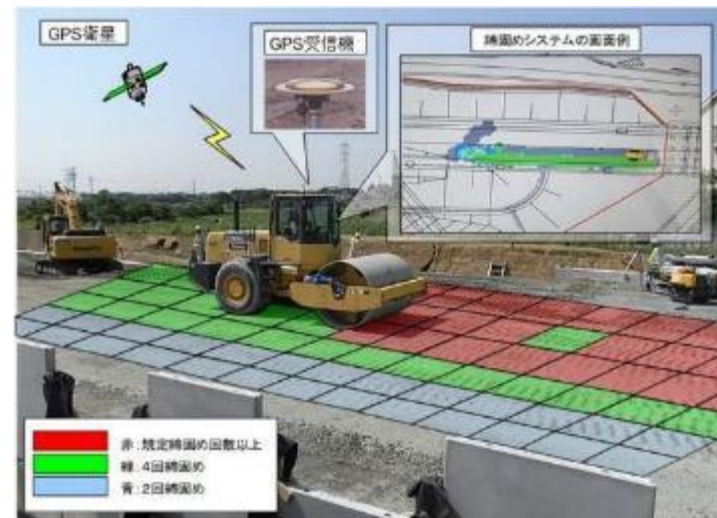
ICT(土工)と補強土壁工(盛土)イメージ



補強土壁工(盛土)施工例



TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理



岡田工業(株)提供

河川内の仮締切盛土にICTを活用

ICTアドバイザー
(有)アダプト 増田 慎司

- 概要・・・1号新天竜川橋下部補強工事を行うにあたって、約800mの仮締切盛土を施工する工事である。
- 特長・・・締切盛土の河川側は大型土嚢を設置する構造であった為、床付け土工を含むICT施工の計画とした。
- 効果・・・MC重機1台で床付けと法面整形を同時施工し、河川内完全丁張レスの状況でも生産性の向上が図れた。



高圧線



床堀・法面整形同時作業(MC重機使用)

仕上り状況

注意事項 高圧線下でのMC重機作業時、電波障害が発生する為、精度を確認しながらの作業を行った。

精度確保が出来ない場合は、TSバックホー重機の導入も検討する事。

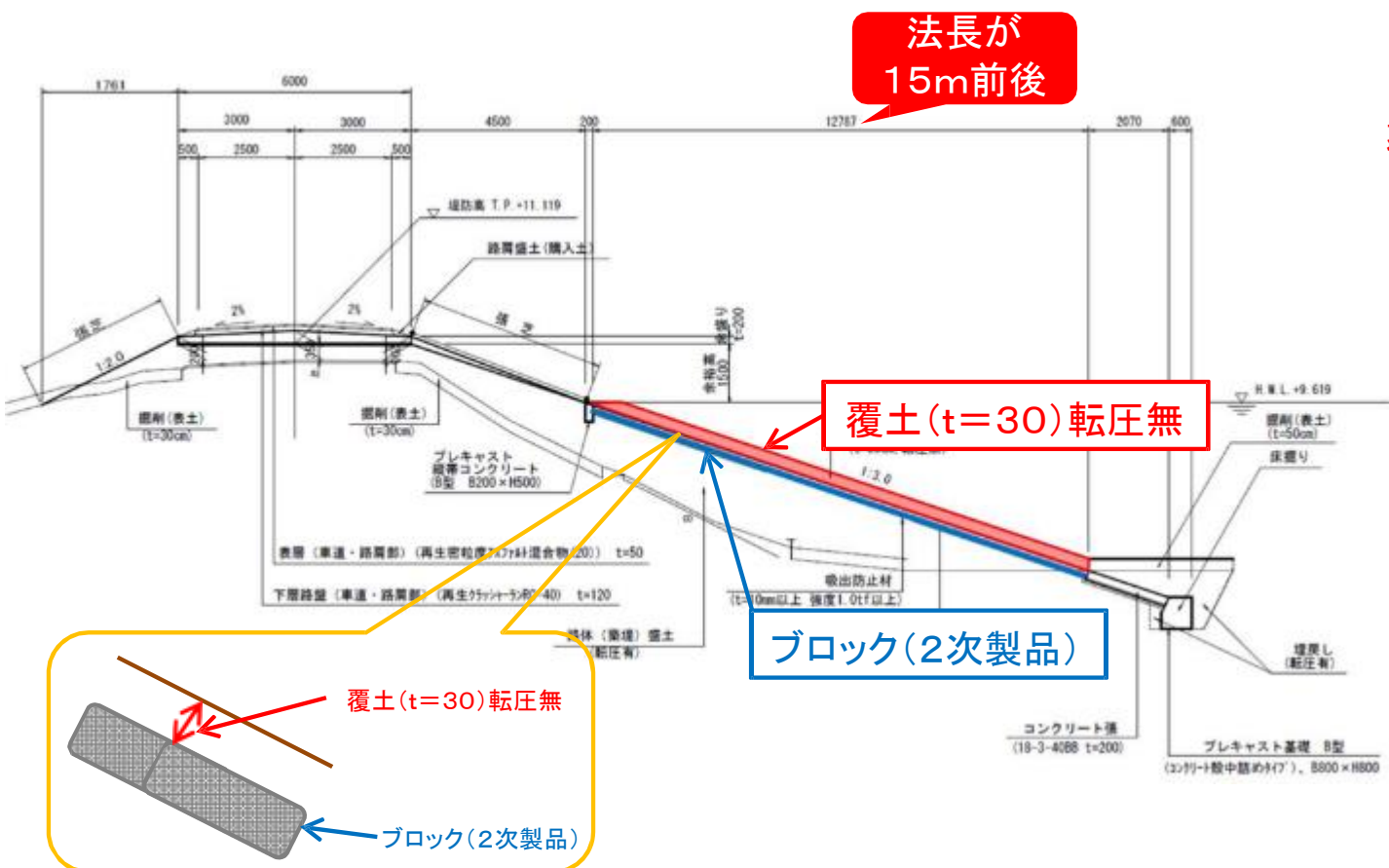
※具体的な工事があれば記載

平成30年度 1号新天竜川橋下部補強工事 静岡県浜松市

発注者：中部地方整備局 浜松河川国道事務所
受注者：中村建設（株）

護岸工の覆土工にICTを活用

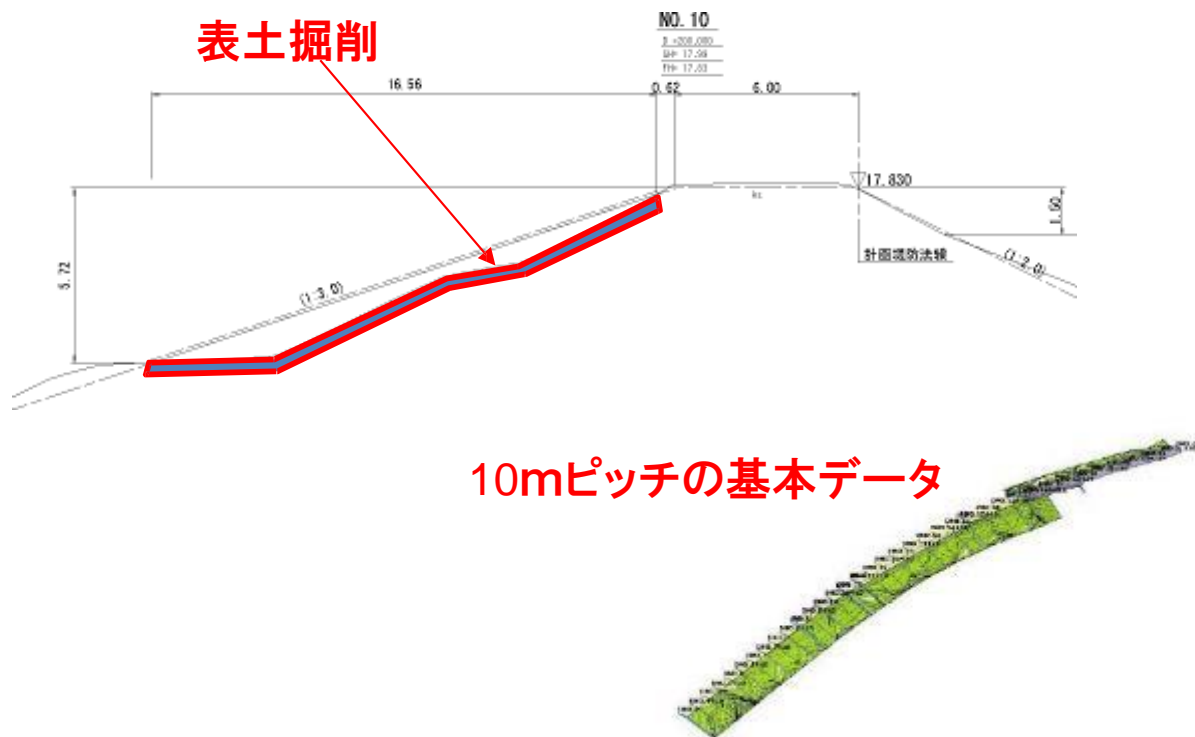
- 護岸工における覆土工は、2次製品のブロック上に30cmの覆土(転圧無)を実施するものであるが、ブロック上に丁張りを設置することも困難であるとともに、バックホウによりブロックを損傷する可能性も大きいことから、オペレータの技量が非常に重要。
- 今回、MCバックホウで施工することにより、設定値以上にバケットが行かないことから、ブロック損傷の危険性が一切無くなるとともに、施工効率・出来映えともに大幅に向上。



平成29年度 櫛田川清水地区築堤護岸工事 三重県松阪市

発注者：中部地方整備局 三重河川国道事務所
受注者：中村土建（株）

- 起工測量より10mピッチで作成した横断図を元に、出力時(LandXML)は、10mピッチで出力した3次元データを作成。
- 河川土工における表土掘削は、厚さ30cmで薄く行う作業。厚さの確認を行いながらの作業になるため作業員がオペレーターに指示し行っていた。
- ICT建機の活用により、掘削の端部もオペレータが確認できるので作業早く、安全にできる。



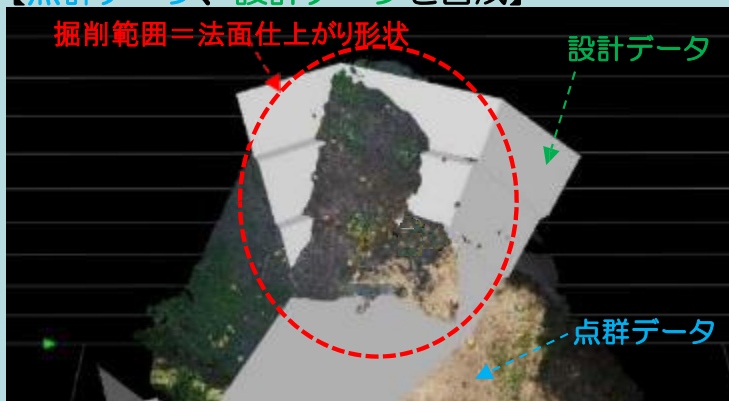
掘削作業状況



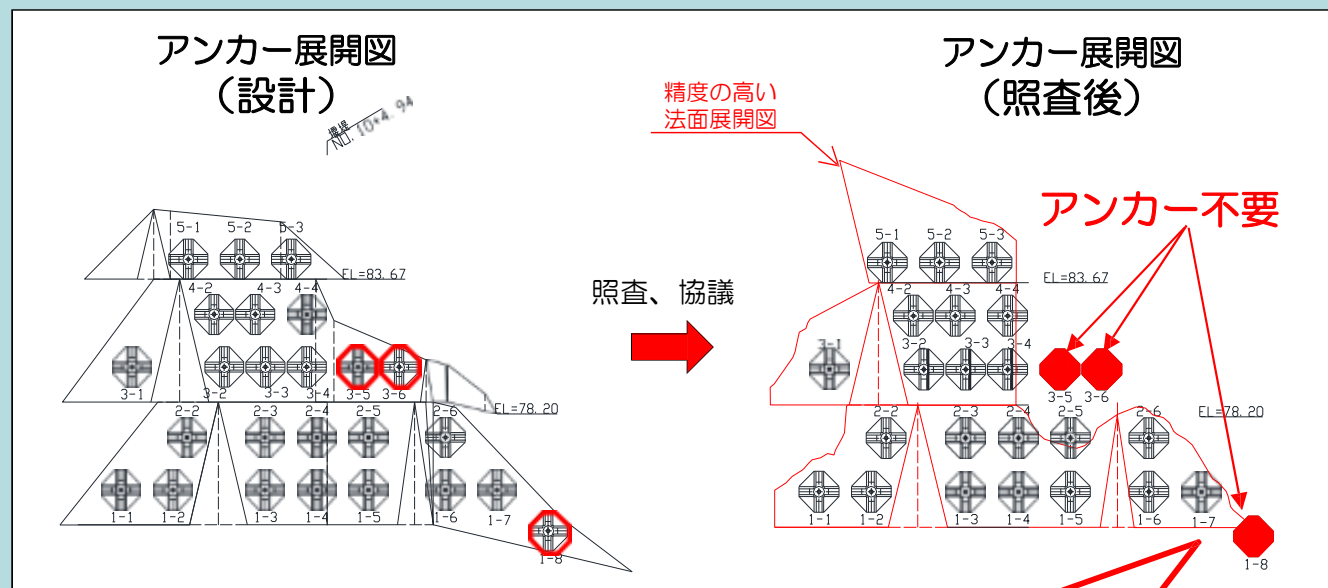
- 概要・・・アンカー工においてアンカー展開図を照査することで、正確なアンカー数量を把握することが可能。
- 特長・・・点群データと三次元設計データを利用して精度の高いアンカー展開図を作成することにより、事前にアンカーの過不足を確認する事ができる。
- 効果・・・アンカーは受注生産であるため、施工中にアンカー不足が発覚すると製作日数分工程が遅れる。またアンカーは高額な材料であるため、余れば利益に大きな損害を及ぼす。

点群データと三次元設計データを利用して、精度の高いアンカー展開図を作成する。

【点群データ、設計データを合成】



【施工後写真】



点群データと三次元設計データを活用して
アンカー数量の過不足を着手前に把握できた。

法面工のコンクリート吹付厚の出来形管理に3次元設計データを活用

- 概要… 法面工におけるコンクリート吹付厚の出来形管理に3次元データを活用を検討 3Dスキャナーにて法
- 特長… 面のコンクリート吹付の施工前後を計測し、3次元点群処理ソフトを利用にて吹付厚の出来形管理が出来ないか検討を行った。
- 課題…
 - ・3Dスキャナーの設置が地上であり、凹凸部の影になる箇所が計測出来ない。
 - ・3次元点群処理ソフトの出力点群密度が荒いため、面データが現況状況を正確に表示していない。
 - ・現況ソフトでは標高差での表現となるため、厚みが表現ができるソフトの開発が必要である。

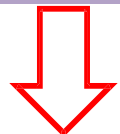
起工測量
(吹付前)



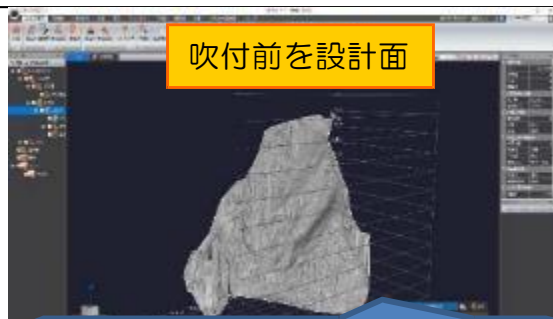
設計面作成
(現況面)



吹付後測量



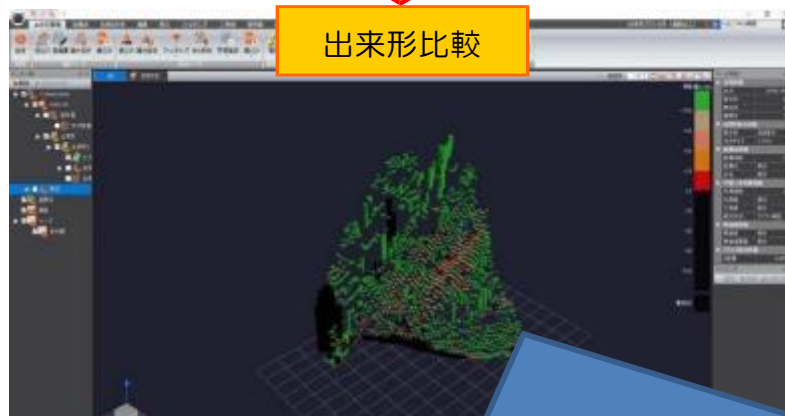
出来形比較



課題: 三角網を細かくし、精密に現況面を再現することが必要



出来形比較



課題: 法面専用の出来形比較ソフトを開発し、標高でなく厚みで管理できるようにする

トンネル補修の内空断面の出来形管理に 3次元設計データを活用

ICTアドバイザー
ユウテック(株) 有城 和哉

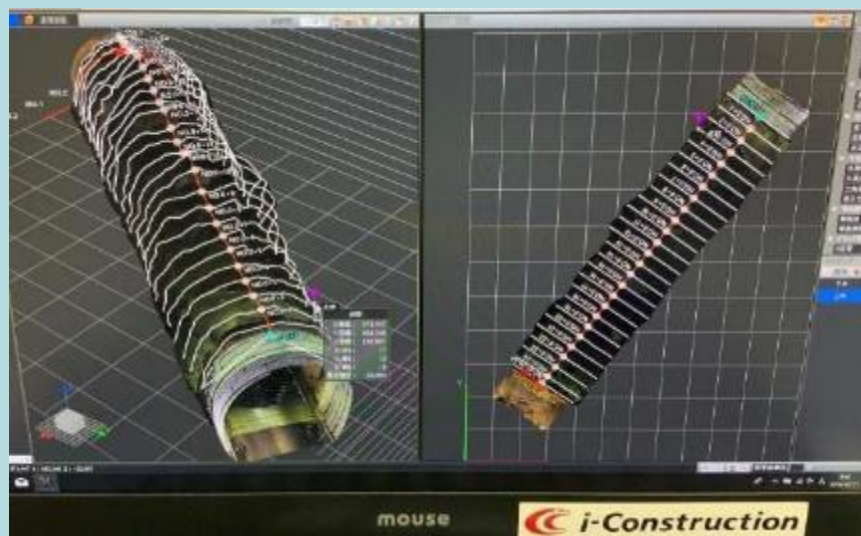
- 概要・・・既設トンネル修繕工事(ライナープレート工法)における内空断面の高密度点群化
- 特長・・・着工前の内空断面及びライナープレート設置前(掘削後)の出来形をTLSで3次元測量
- 効果・・・起工時の3次元測量(TLS)により、ライナープレートが支障する掘削位置を的確に判断。掘削後は出来形測量(TLS)により適切な裏込注入量を把握することが可能となる。



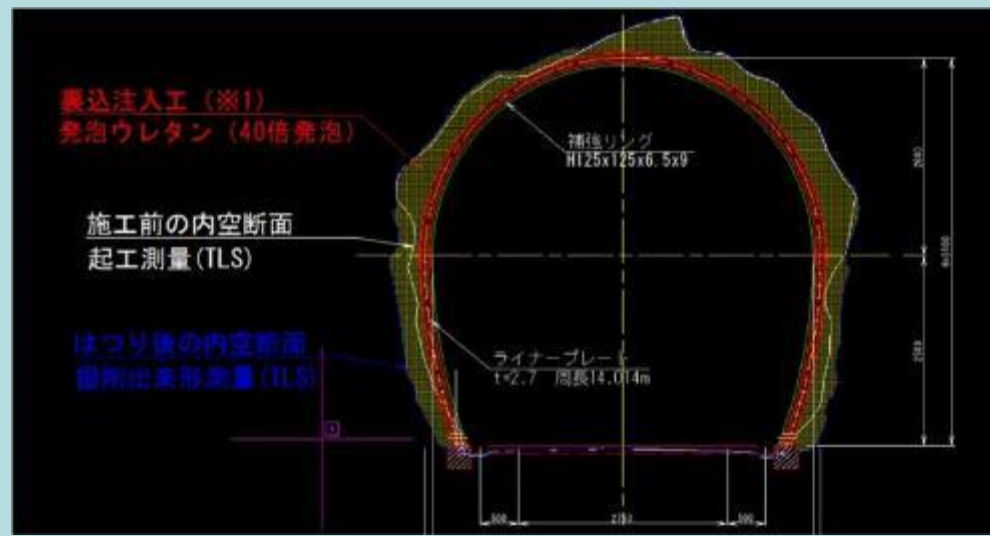
TLSによるトンネル断面の点群化



TLSによる測定状況

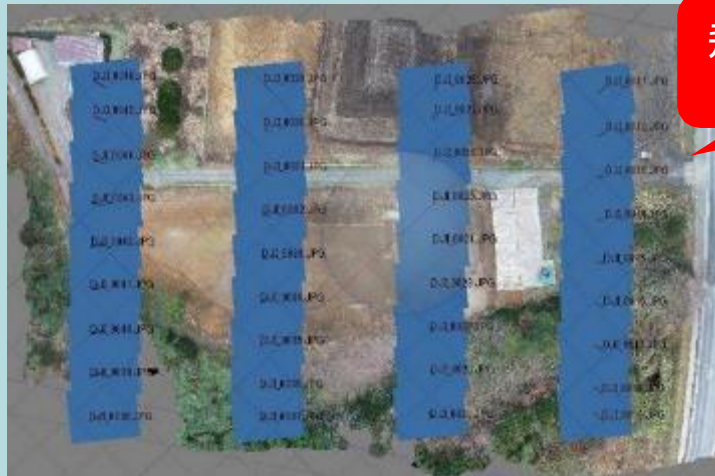


トンネル断面図の作成



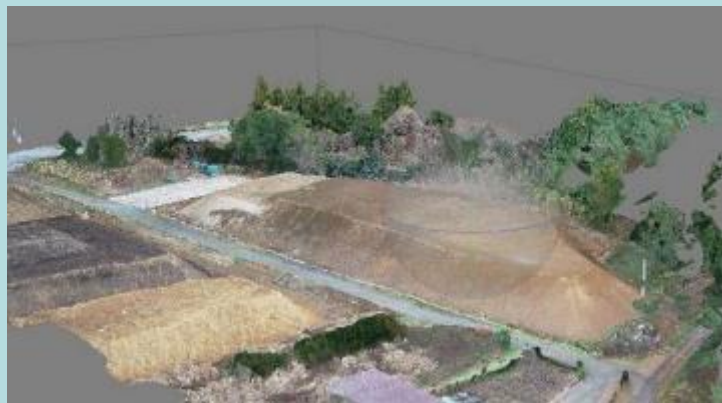
掘削量・注入量管理の高精度化

- 概要・・・土取り場の土量把握および残土仮置き場の土量管理をUAVにより簡易測定。
- 特徴・・・下図程度の現場であれば、飛行時間はわずか3分、準備時間をいれても外業10分程度で測定できる。
。標定点・検証点の設置無しでUAVの位置情報をもとに解析。
- 効果・・・TSやGNSSを使用する従来通りの土量測定よりはるかに精度よく土量を算出！



飛行時間わずか
3分

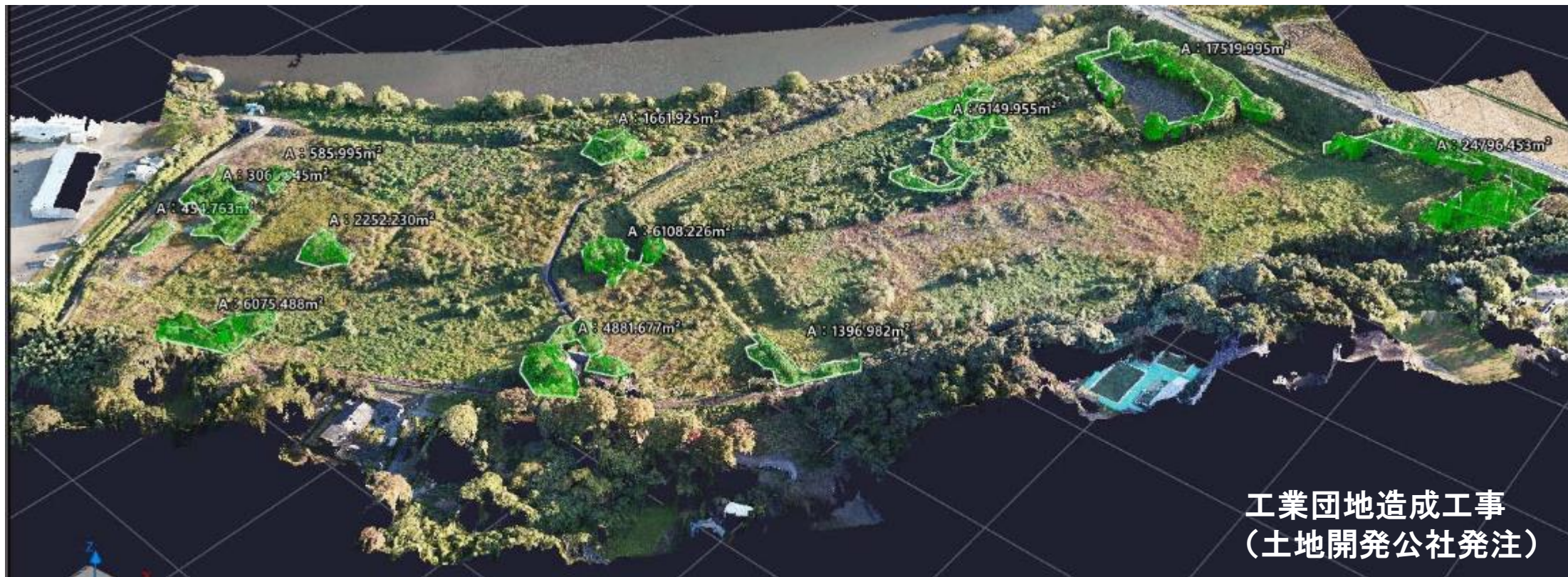
写真に位置情報を取得できるUAVで撮影し、
外周の高さを基準に土量計算！



UAVを活用した伐採範囲の面積確認

ICTアドバイザー
岐建(株) 高橋 秀和

- 概要・・・工業団地造成工事における伐採範囲、面積の確認
- 特長・・・UAV空撮による写真測量結果により伐採範囲と面積を確認。
- 効果・・・以前は草刈り等の準備工完了後に、テープ等を用いて伐採範囲と面積測量し発注者と協議していた。準備工前にUAVによる写真測量ができるため、点群データ上で伐採範囲と面積が確認できる。これを用いた早期の協議により伐採範囲の確定ができ、数量も把握できる。



UAV空撮による
伐採範囲確認

UAV写真測量

伐採

3次元起工測量

3次元設計データ作成

ICT施工

- 概要・・・ICT掘削工（河床掘削工）
- 特長・・・浚渫工のように施工履歴データを用いた河川の出来形評価。UAVで撮影できない河床の出来形。
- 効果・・・現場では水中不可視部分の施工精度が増す。出来形分の測量手間がない。その後は流水による形状変化を施工履歴で保存しておくことができる。静岡県管理要領↓

http://www.pref.shizuoka.jp/kensetsu/ke-130/kensetsu-ict/documents/management_guide_201803.pdf

精度検証状況



精度検証の後、河床掘削をする。流水で形状変化しても施工履歴は変化がない。

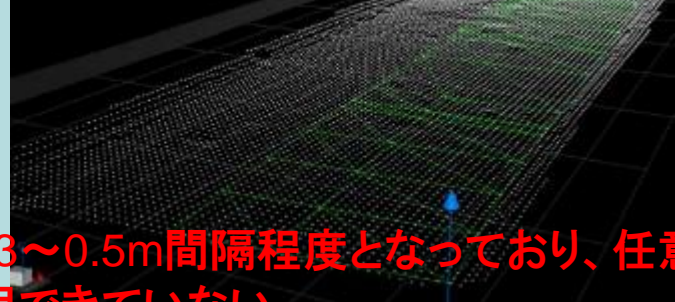
今後の課題部分

施工履歴反映ピッチが0.3~0.5m間隔程度となっており、任意点の較差が実際よりも大きくなってしまったため、法面の出来形評価には使用できていない。

施工状況



施工履歴(河床部)



施工履歴点群

平成29年度[第29-K3078-01号]二級河川原野谷川河川改良工事（袋詰玉石工） 静岡県袋井市
平成30年度[第29-K2033-01号]二級河川太田川広域河川改修事業（防災・安全交付金）工事
（河道掘削工第2工区）（ICT導入型）【11-02】 静岡県袋井市

発注者：静岡県袋井事務所
受注者：H29元請 H30下請け (株)内田建設

既設構造物との接触防止にICT建機を活用

ICTアドバイザー
(株)森組 目黒 徳雄

- 概要: 築堤・護岸工事等で橋梁周辺での作業バックホウ作業におけるICTの活用
- 特長: バックホウ3DMC(マシンコントロール)を用いた橋梁への接触防止装置の代替としての使用
- 効果: 捨石・根固め作業等でバケット位置を制御する事で橋梁の接触による損傷を回避できる。

該当箇所

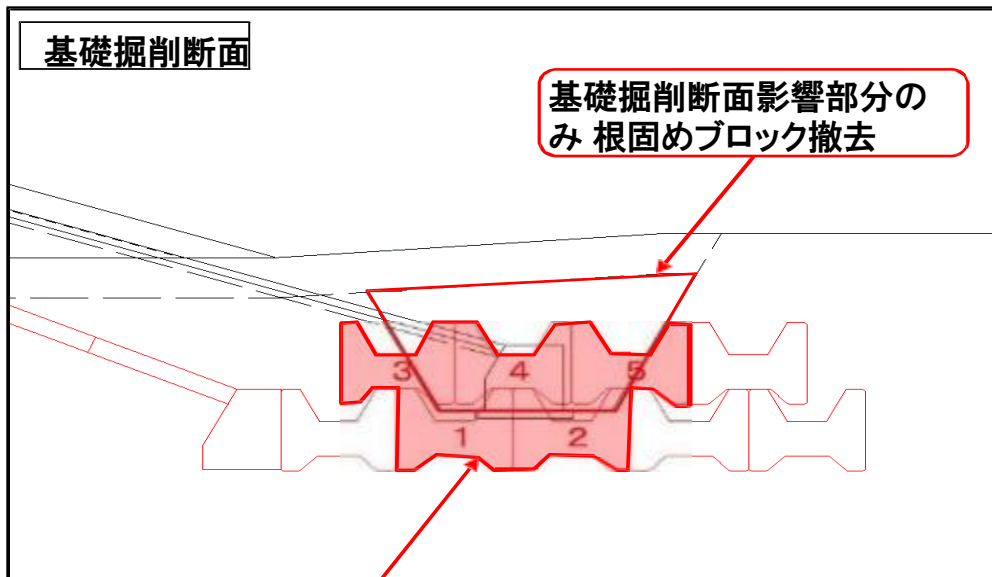


3DMCを用いてバケット高さを制限することで橋梁への接触防止装置の代替となる。



3次元設計データとICT建機を活用した根固めブロック除去

- 概要… 根固めブロック除去に3次元設計データとICT建機を活用
- 特長… 護岸工の基礎掘削において、既設根固めブロックの撤去にマシンコントロールBHを活用
- 効果… 手元作業・影響範囲の測量作業が不要。BHの旋回範囲への作業員の進入も無くなり、作業の安全性が向上。



マシンコントロールBHにより基礎に影響する根固めブロックのみ撤去

根固めブロック撤去状況



- 概要… 傾斜地・法面における計測方法・精度を検証
- 特長… 傾斜地や法面においてはTLSでの計測が主であるが、TLSとUAVでの計測精度に差がでるのか検証する。今後、他工事においても検証をすすめる。
- 効果… TLS・UAVカメラ下向き(-90度)・UAVカメラ斜め(-50度)での各計測において、計測精度は規格内で各計測結果に大きな差がなかった。(各計測点群より測点座標を抽出し比較)(各計測点群と3次元設計データにより土量を比較)

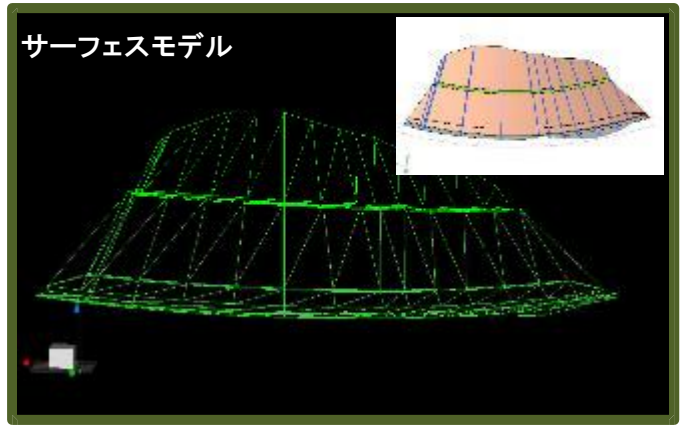
UAVカメラ真下 (-90度)



UAVカメラ斜め (-50度)



設計データ



UAVによる測定



UAVによる測定



TLSによる測定



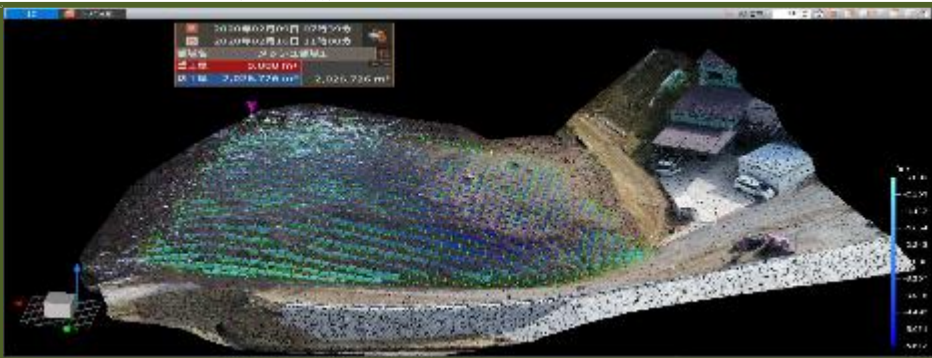
※今後、検証点を置く角度(法面の勾配や平置き)や場所および測量方法(ノンプリズムを含む)を検証する。

傾斜地・法面における計測方法

- 検証根拠… UAVカメラ斜め(-50度)の検証根拠は標準横断が1:1.2勾配である
- 検証①… 各計測点群より測点座標を抽出しTSにて計測した座標と比較
- 検証②… 各計測点群データと3次元設計データを用いてメッシュ法(点高法)より土量を算出し比較

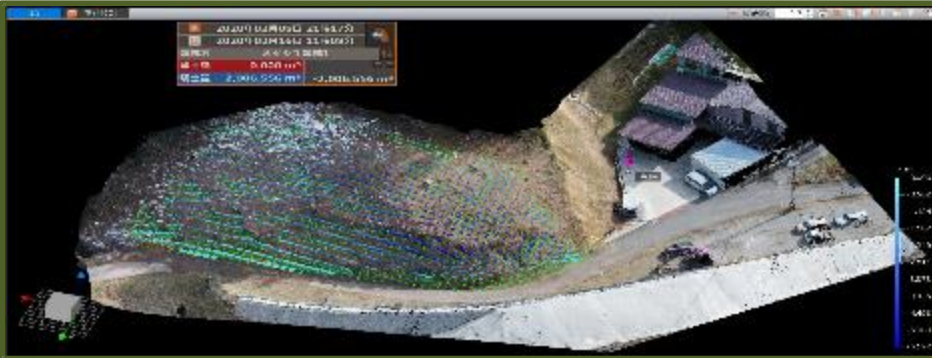
UAVカメラ斜め(-50度)

土量2026.766m³



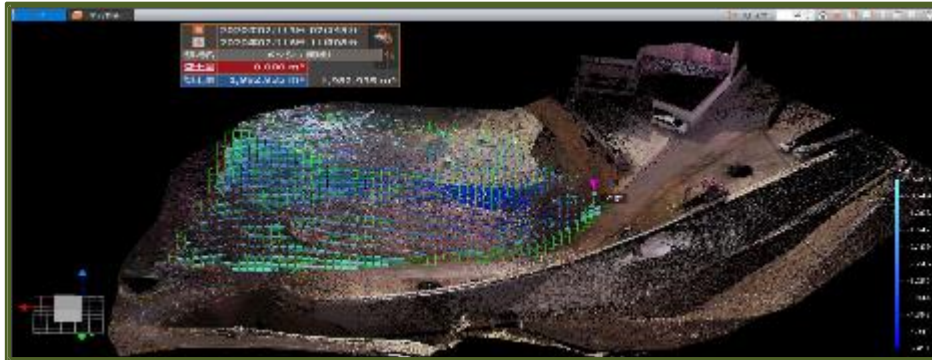
UAVカメラ真下(-90度)

土量2006.556m³

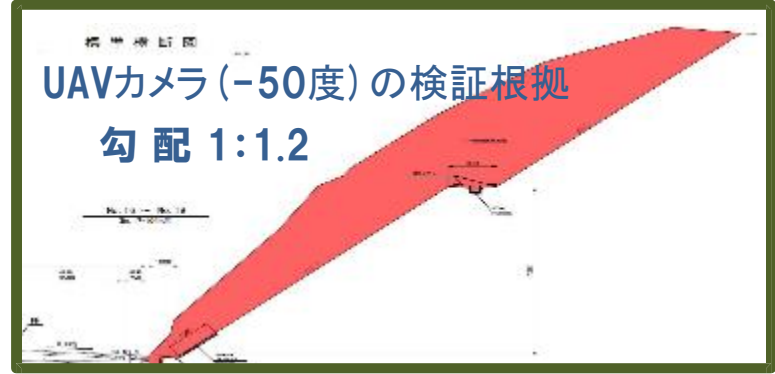


TLSによる測定

土量1982.935m³



算出土量の差が
どれぐらいなら
許容範囲なのか？



UAV・TLSによる精度比較									
	TS測量座標	UAV(-50度)座標	座標差	UAV(-90度)座標	座標差	TLS測定座標	座標差	備考	
G3	X座標	-139870.053	-139870.093	-0.040	-139870.088	-0.035	-139870.064	-0.011	
	Y座標	19302.071	19302.036	-0.035	19302.066	-0.005	19302.062	-0.009	
	Z座標	244.891	244.885	-0.006	244.884	-0.007	244.886	-0.005	
G4	X座標	-139873.154	-139873.198	-0.044	-139873.169	-0.015	-139873.162	-0.008	
	Y座標	19274.055	19274.056	0.001	19274.001	-0.054	19274.058	0.003	
	Z座標	237.232	237.200	-0.032	237.211	-0.021	237.225	-0.007	
KN1	X座標	-139864.727	-139864.723	0.004	-139864.716	0.011	-139864.717	0.010	
	Y座標	19259.177	19259.150	-0.027	19259.120	-0.057	19259.169	-0.008	
	Z座標	227.684	227.667	-0.017	227.681	-0.003	227.680	-0.004	
KN2	X座標	-139857.303	-139857.352	-0.049	-139857.286	0.017	-139857.291	0.012	
	Y座標	19315.761	19315.740	-0.021	19315.721	-0.040	19315.746	-0.015	
	Z座標	235.899	235.906	0.007	235.872	-0.027	235.908	0.009	
N1	X座標	-139863.754	-139863.802	-0.048	-139863.760	-0.006	-139863.765	-0.011	
	Y座標	19294.573	19294.624	0.051	19294.540	-0.033	19294.580	0.007	
	Z座標	241.926	241.899	-0.027	241.908	-0.018	241.916	-0.010	

※編みコンピュータTREND-POINTによる各点座標とTSによる測量座標を比較した結果です。