

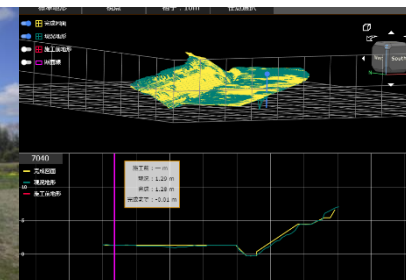
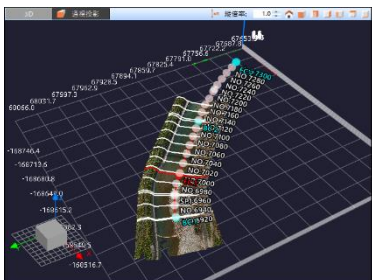
三重県ICT活用工事ガイドブック(案)

令和元年9月1日

【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	現在FAQ無し

※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部平成31年3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平成31年3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施工に関する平均施工幅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。

○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)

○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
- ・完成図書作成に係わる作業

※「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

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。

(三重県県土整備部におけるICT活用工事試行要領の参考資料掘削(ICT)における積算資料のP3～「受注者が提出する稼働実績の資料(イメージ)」参照)

Q

当初設計はICTバックホウで掘削・積込でしたが、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。

2. 施 工

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)の検証パターンが多いため、全32パターンを実施するだけで3~4時間かかってしまいます。

A

「ICT建設機械 精度確認要領(案)(平成31年4月1日国土交通省)」では検証パターンを7回以上の平均としています。

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

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、切土後を行った後に、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(出来形管理に要する費用は率計上)

A

出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより、一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合は、監督職員と協議の上、従来のTS等を用いた管理断面による出来形管理を行っても良いこととなっております。

※ただし、完成検査直前の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、納品することが必要です(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

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

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、土量が少ないケースであっても、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。

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。

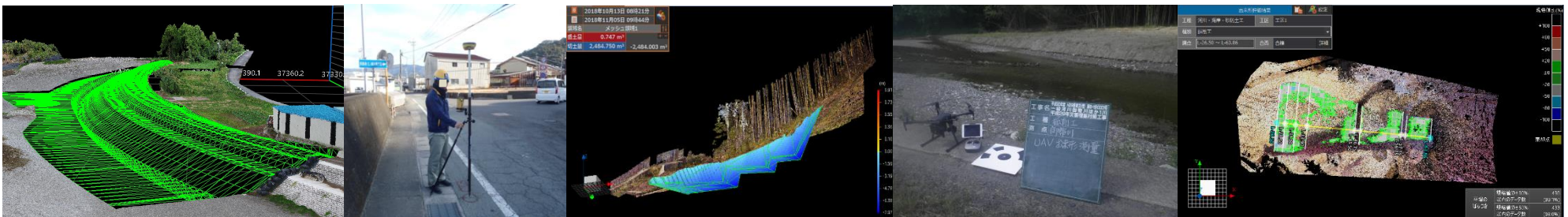
三重県ICT活用工事ガイドブック(案)

令和元年9月1日

【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

※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平成31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平成31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。なお、中部地方整備局の記載に追記する必要がある場合は、「三重県追記」として記載しています。

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>

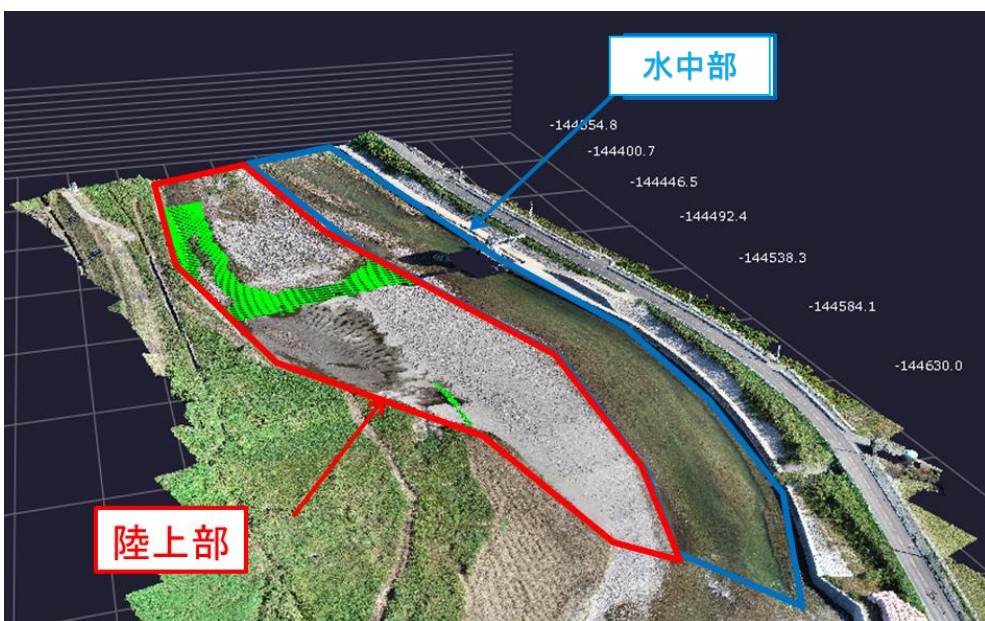
○GNSSが受信状況が悪くUAVが使用できない場合測量は地上型レーザースキャナ(TLS)で実施可能。ICT建設機械は自動追尾機能を持つトータルステーション(TS)で位置計測可能。

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)。

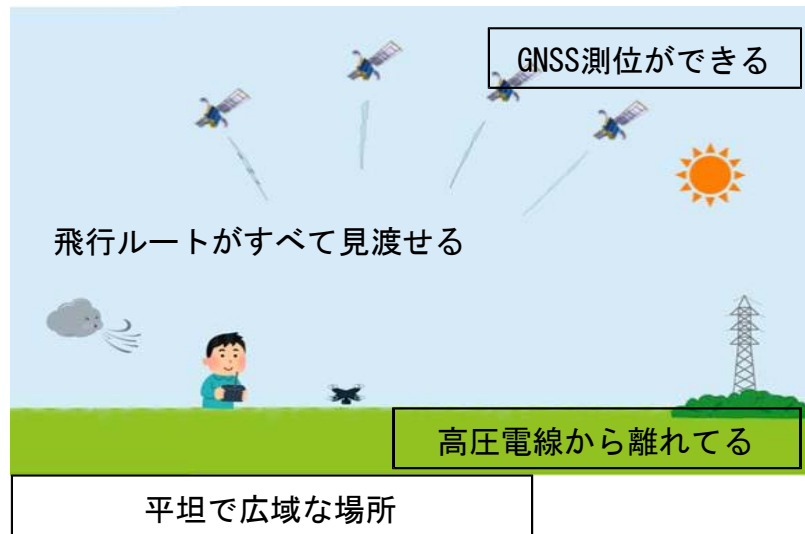
2. ノウハウ集「起工測量時の留意事項」

① UAVとTLSの使い分け

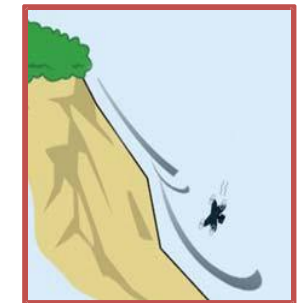
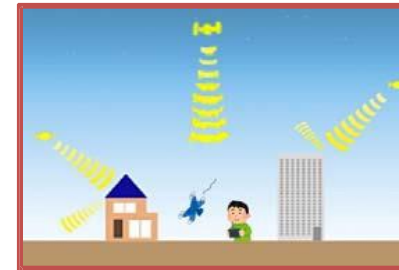
<課題>

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>

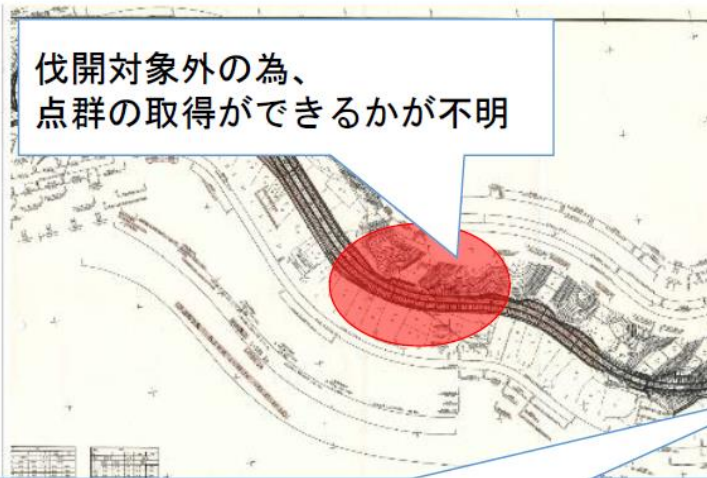
○立木等の障害物でUAVによる事前測量時に一部地形が正確に取得できない場合がある。



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>

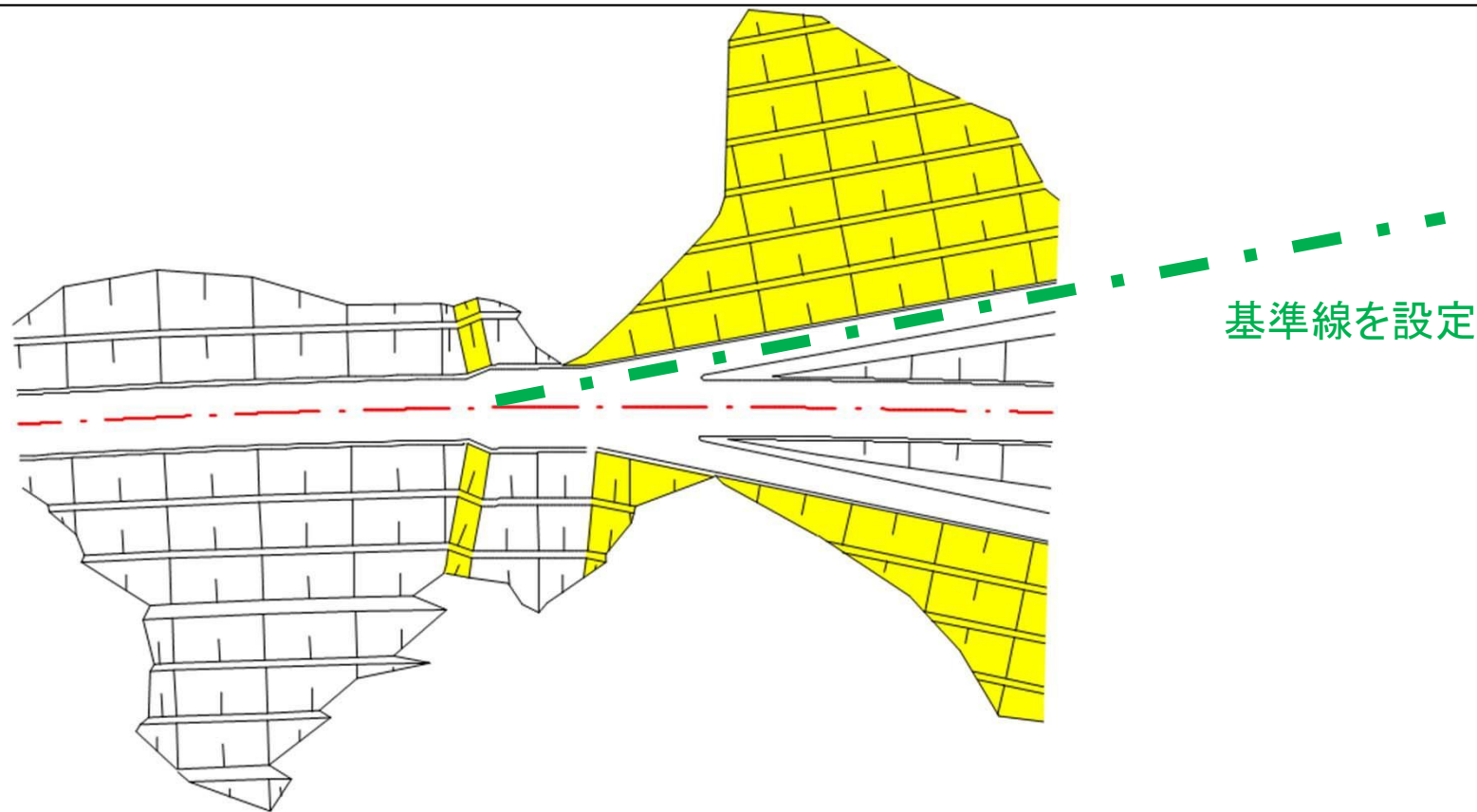
○障害物等でデータが得られない個所は、TS等で別途点群を取得し、データ欠損個所を補完する。こうすることで、立木の伐採等の作業が減らせる

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>

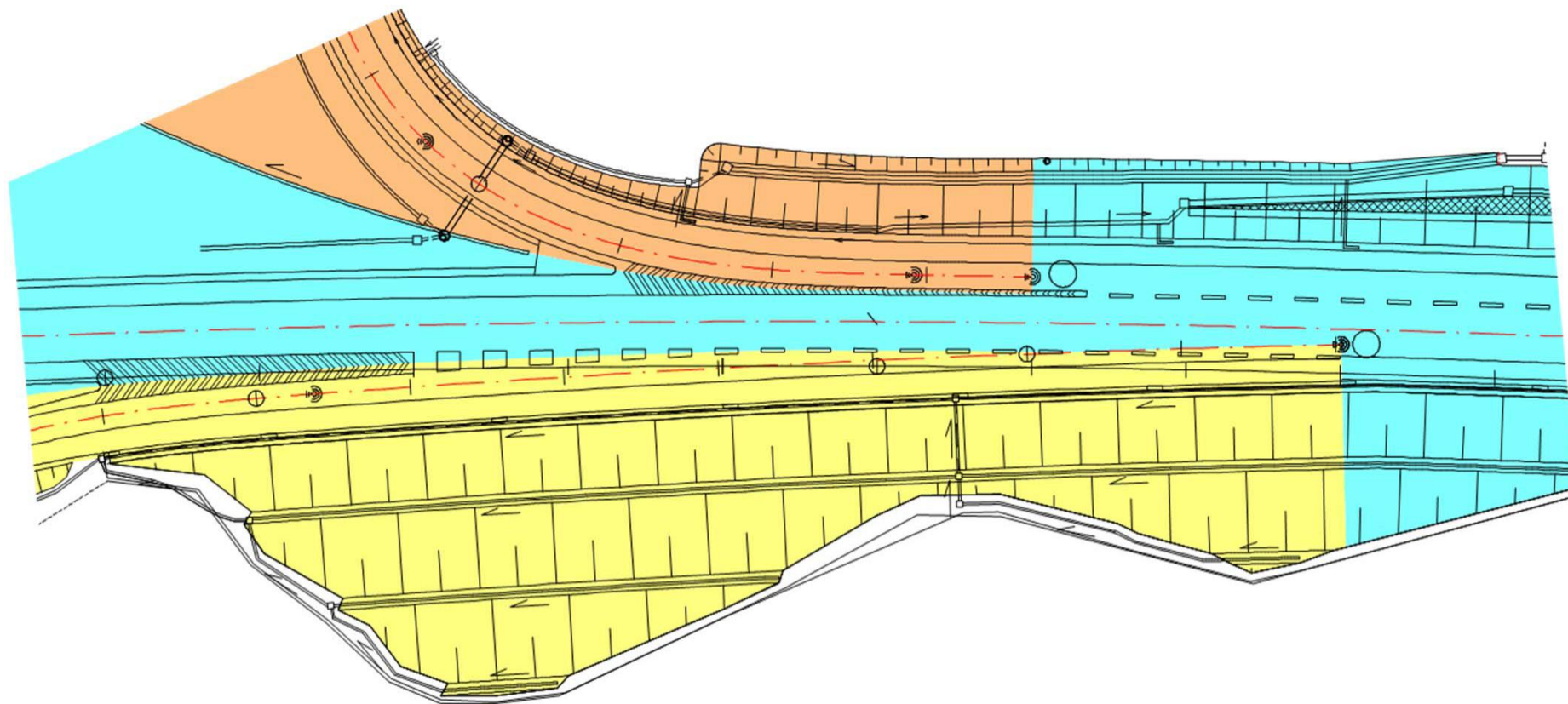
○別途、法面に平行な基準線を設定し、横断面図を作成した後、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

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>

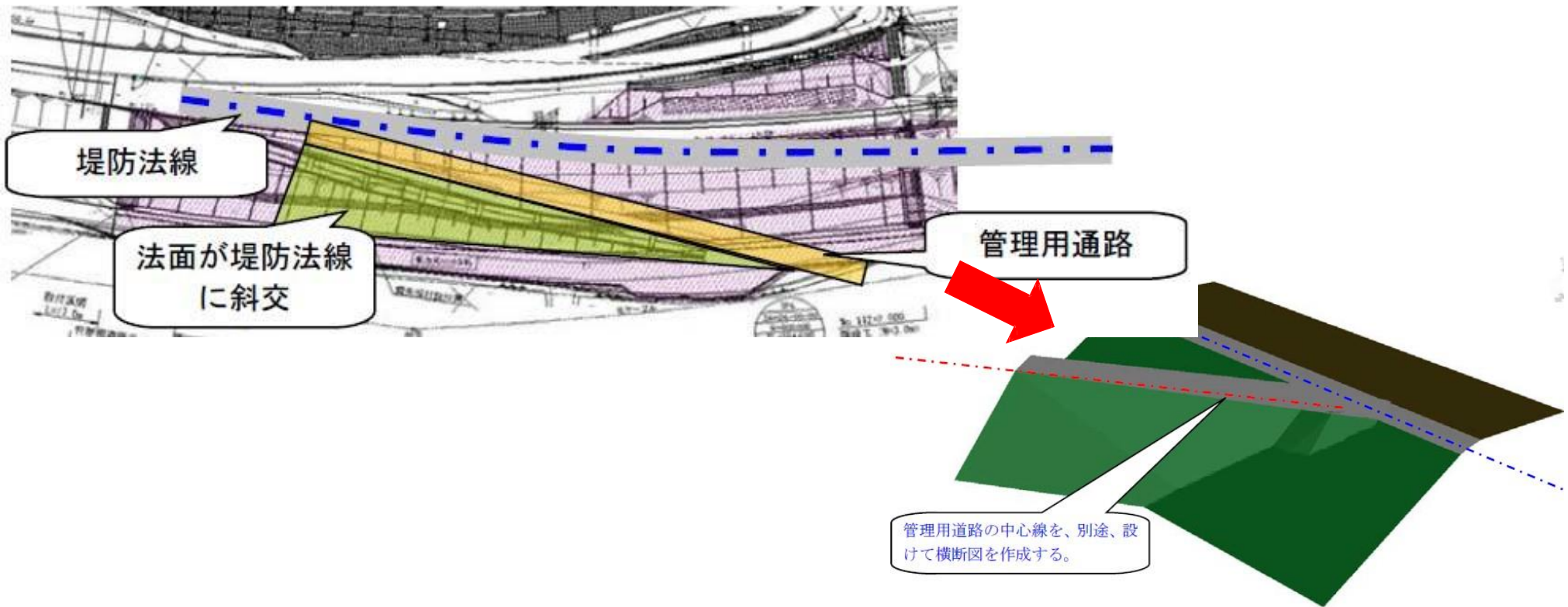
○本線、支線、ランプ等の路線が複数混在する箇所は設計データ作成上の境界を設定し、別途ランプ用等のICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

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、横断面を作成し、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。

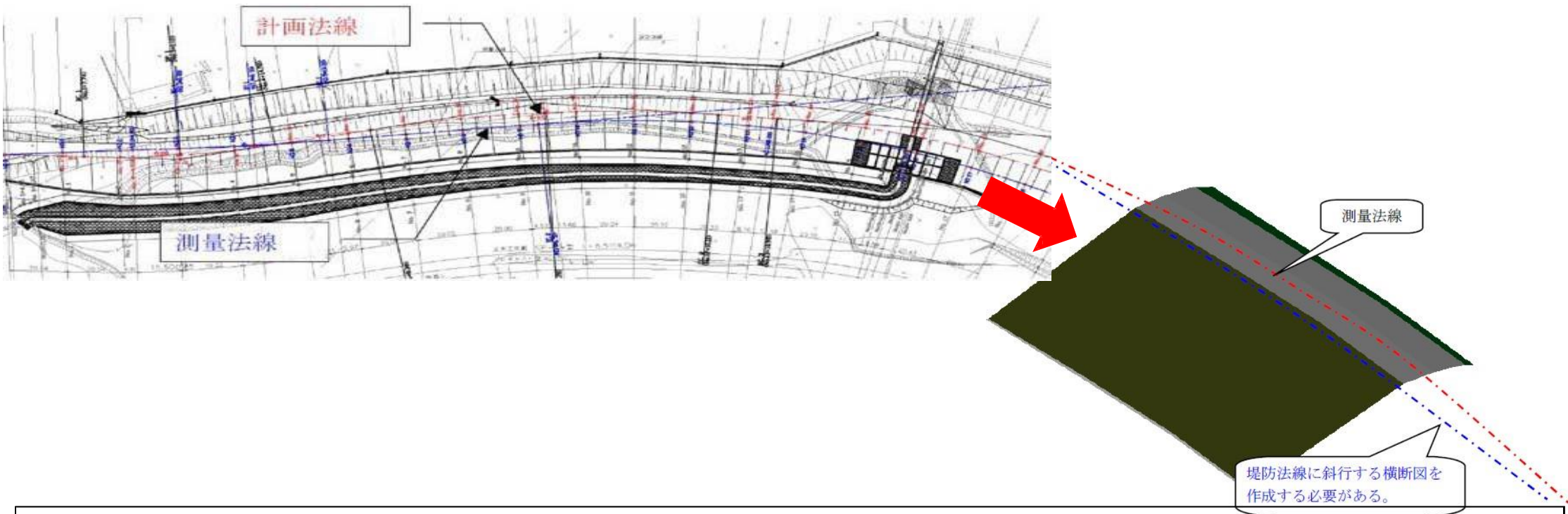
イラストは、「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案) (平成 29 年3月. 国土交通省大臣官房技術調査課)」巻末資料. 「3次元設計データの作成 方法と取り扱いに係るノウハウ集 平成 28 年 3 月」より引用

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>

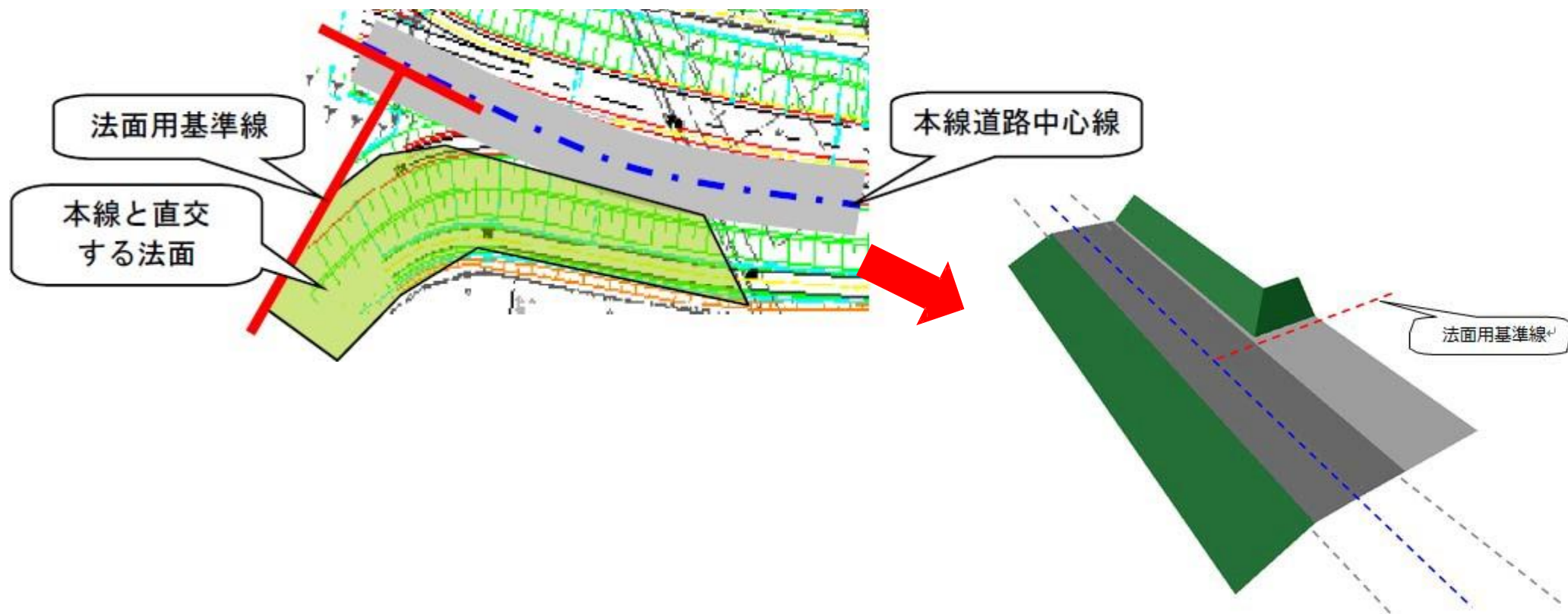
○既設堤防法線に直交する個々の横断面図を測量法線に斜交する角度を算出して作成するか、または、状況に応じて測量法線で作成された横断面図を堤防法線に直交する断面に置き換えて、ICT建機用3次元データ及び出来形管理用3次元データを作成する。

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。

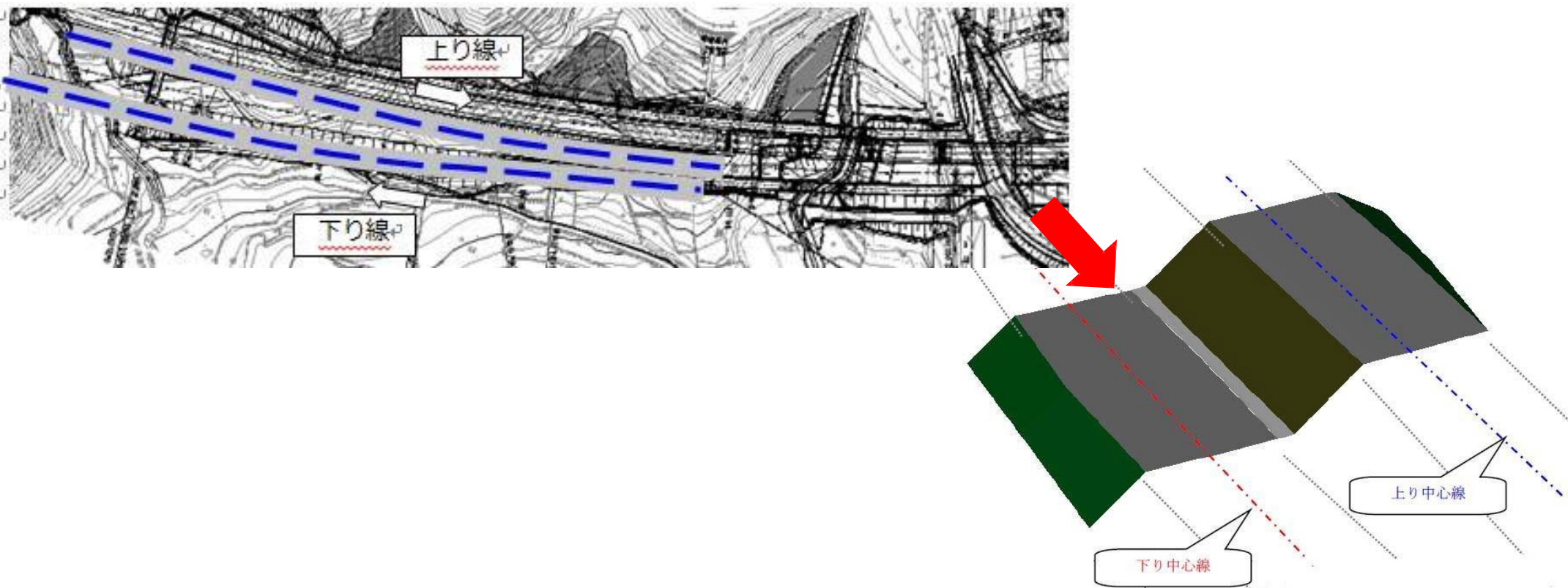
イラストは、「LandXML1.2に準じた3次元設計データ交換標準の運用ガイドライン(案)(平成29年3月、国土交通省大臣官房技術調査課)」巻末資料、「3次元設計データの作成方法と取り扱いに係るノウハウ集 平成28年3月」より引用

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

三重県ICT活用工事ガイドブック(案)

令和元年9月1日

【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平成31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 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……P128
- ② 一級水系宮川水系小平谷通常砂防工事 伊勢建設事務所……P129
- ③ 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……P130

2. 水中掘削した事例

- ① 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……P131
- ② 一級水系淀川水系木津川河川改修工事 伊賀建設事務所……P132

3. ICT建機の応用的な活用をした事例

- ① 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……P133
- ② 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……P134
- ③ 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……P135
- ④ 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……P136

4. 5つの施工プロセスすべてICTを活用した事例

- ① 二級水系員弁川水系員弁川河床掘削工事(その1)
- ② 一級水系宮川水系大内山川外1川堆積土砂撤去工事
- ③ 一級水系宮川水系大内山川(崎地区)河川改修工事
- ④ 一般県道登茂山公園線 道路改良工事
(一級水系淀川水系木津川河川改修工事
(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
- ⑤ 二級水系赤羽川水系赤羽川堆積土砂撤去工事(その1)
- ⑥ 二級水系銚子川水系銚子川堆積土砂撤去工事(その3)

- 桑名建設事務所……P137
- 伊勢建設事務所……P138
- 伊勢建設事務所……P139
- 志摩建設事務所……P140
- 伊賀建設事務所……P130で紹介済み)
- 尾鷲建設事務所……P132で紹介済み)
- 尾鷲建設事務所……P141
- 尾鷲建設事務所……P142

5. その他ICTを活用した事例

- ① 二級水系員弁川水系青川河床掘削工事
- ② 二級水系員弁川水系小滝体積土砂撤去工事
- ③ 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
- ④ 二級水系中ノ川水系中ノ川堆積土砂撤去工事
- ⑤ 一級河川五十鈴川水系五十鈴川河川改修工事(その2)
- ⑥ 一般県道長島港古里線道路改良工
- ⑦ 一級水系新宮川水系大又川 堆積土砂撤去工事

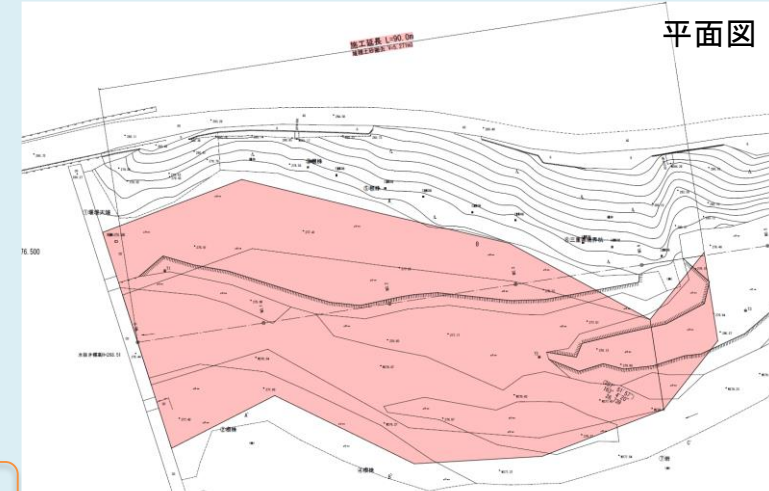
- 桑名建設事務所……P143
- 桑名建設事務所……P144
- 伊勢建設事務所……P145
- 鈴鹿建設事務所……P146
- 伊勢建設事務所……P147
- 尾鷲建設事務所……P148
- 熊野建設事務所……P149

1-① GNSS受信困難でTS自動追尾により施工

- ・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
- ③ICT建機による施工
掘削工 $V=1,800\text{m}^3$
立木が多くかつGNSSが受信困難だった
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
TS自動追尾によりGNSS受信困難な状況を克服できた。

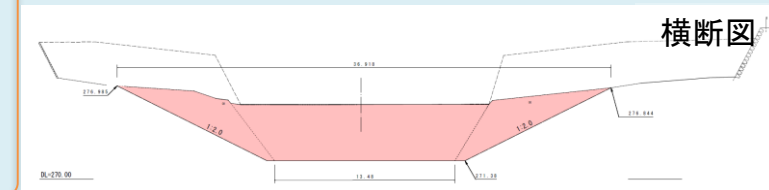
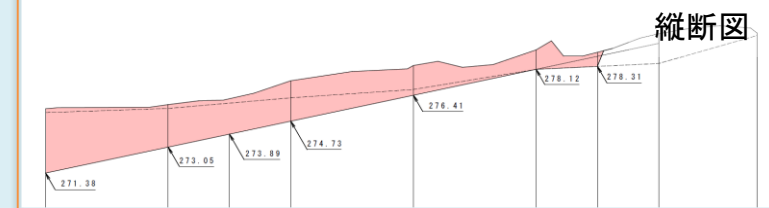


TS自動追尾によるMGバックホウ施工



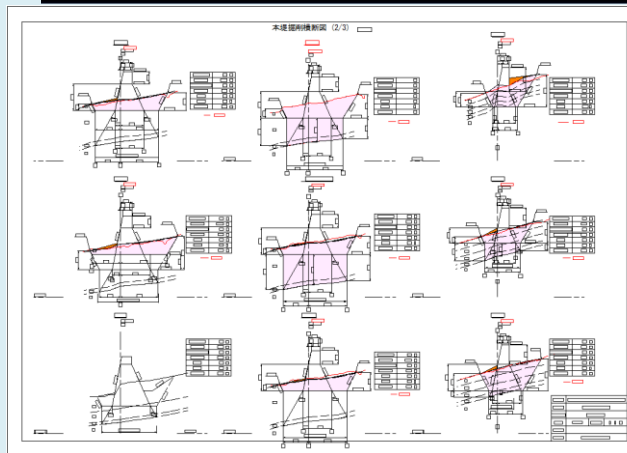
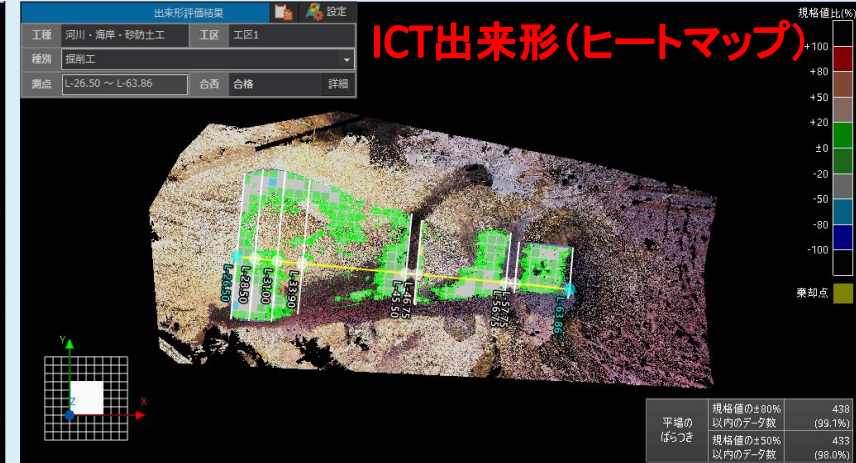
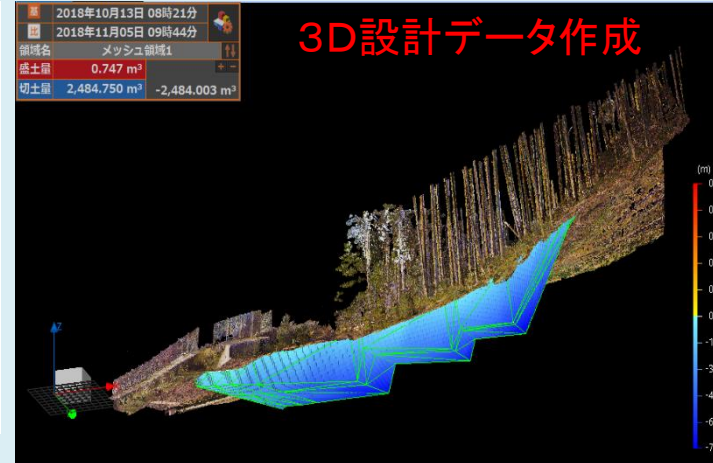
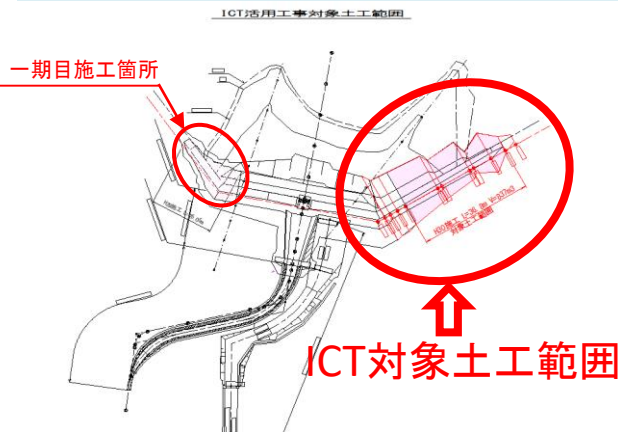
現場の声

- ・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。



1-② 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

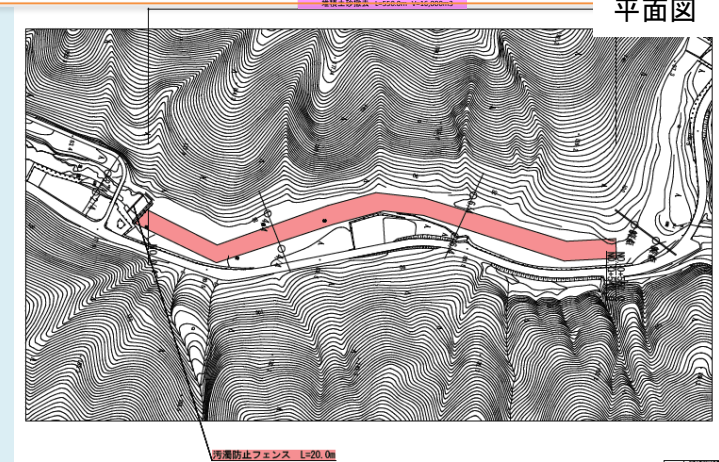
- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成④3次元出来形管理
- ・活用した施工内容 掘削工 V=2700m³
- ・現場の特徴 現場が山の中であり、立木による障害により、GNSSが受信困難。
- ・活用したICT技術 TLSを用いた起工測量による3次元設計データの作成及び、出来形測定によるヒートマップの作成
- ・得られた効果 2次元設計データによる土量算出と比較して精度が高く、実土量に近い数量が算出でき、3次元設計データ作成により、地盤線と堤体の位置関係がが細部まで一目で確認が可能。このため堤体の根入れ不足がある個所が確認でき、変更で対応できた。



- ICTを活用して感じたこと
- ・ 3D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。
 - ・ 3D設計データを利用した法線確認, 床掘確認が出来た。

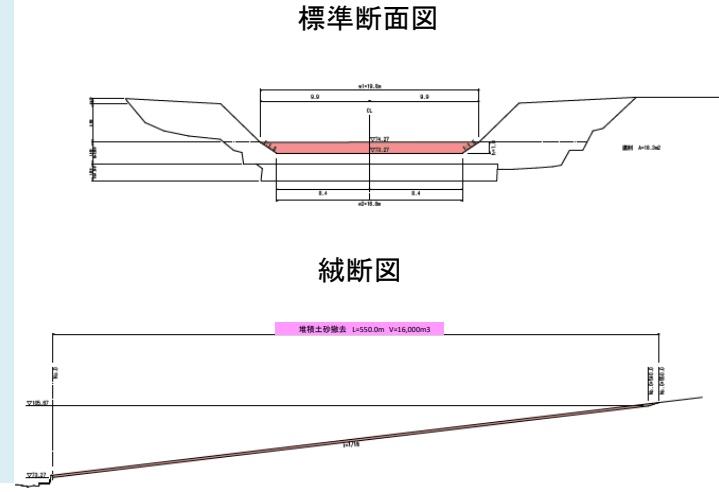
1-③ GNSSが受信困難な現場でICTを活用

- ・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 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



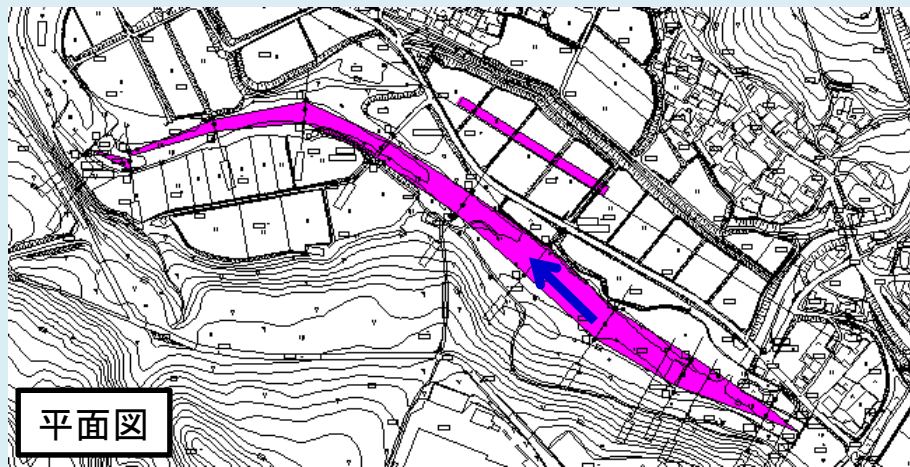
現場の声

- ・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

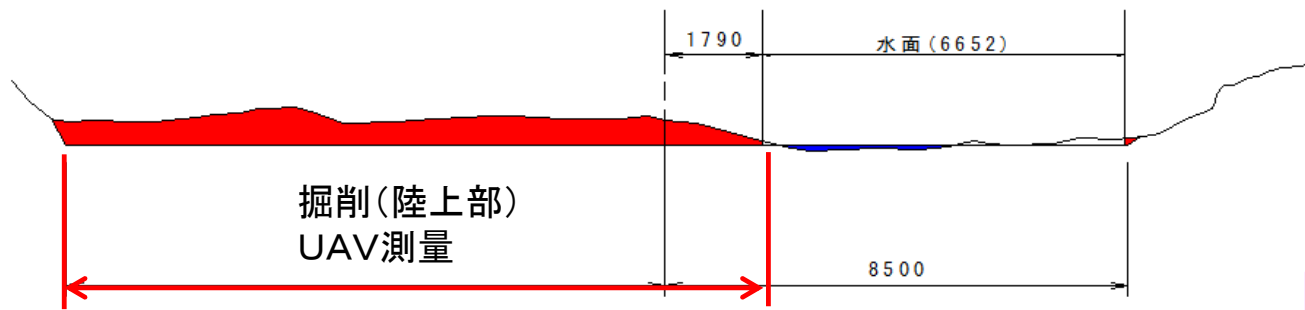
- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成 ③ICT建機による施工
- ・活用した施工内容 掘削工 V=8, 100m³
- ・現場の特徴 水面より上をUAVで測量し、測量範囲を掘削範囲とした。施工は水面より下まで掘削した。出来形管理は従来手法で行った。
- ・活用したICT技術 UAVによる起工測量、MCバックホウ施工、土捨て場の測量にRTK-GNSSを用いた。
- ・得られた効果 丁張の削減による施工性、安全性の向上。 測量時間の削減。



横断面図

0-750.0

GH=152.23
FH=151.75

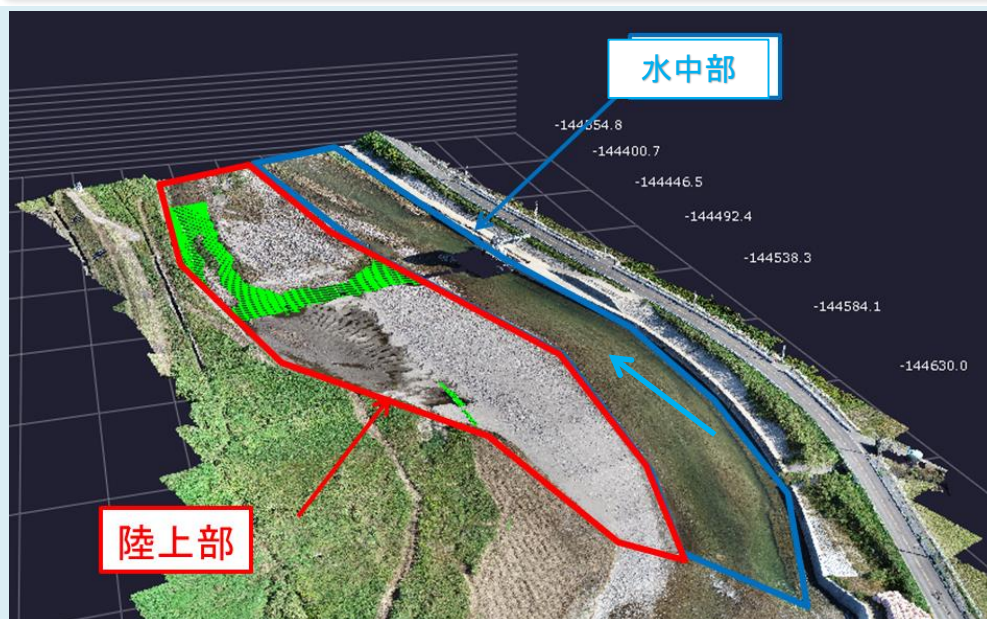


現場の声

- ・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。

2-② 起工測量・出来形管理の水中部はTSで断面管理とし施工を実施

- ・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 $V=12,900\text{m}^3$
- ・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。

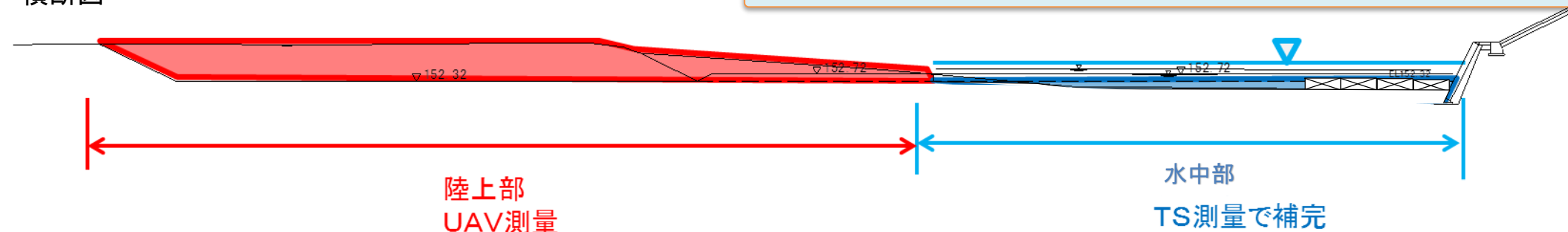


横断面図



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。

施工前



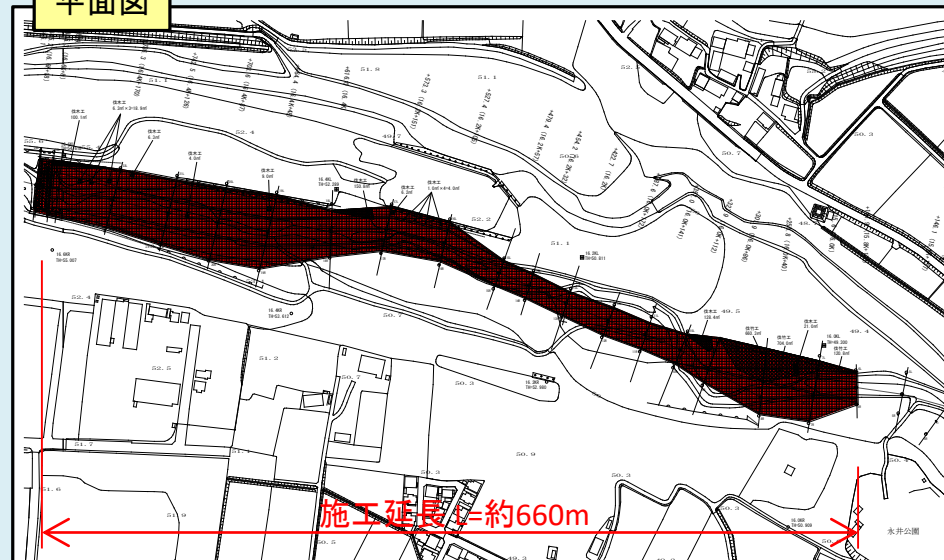
施工後



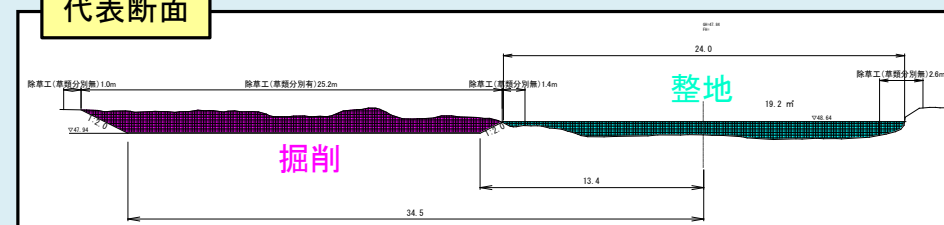
ICT(MC)ブルドーザ



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、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



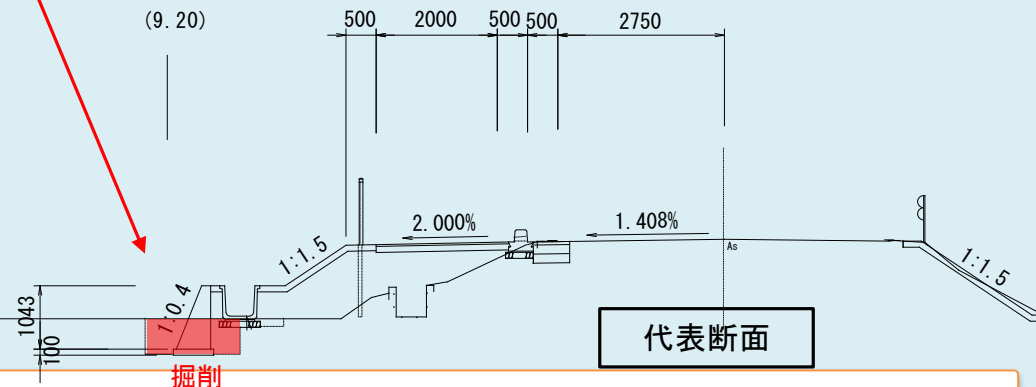
MCバックホウ



小学生を対象にした工事見学会



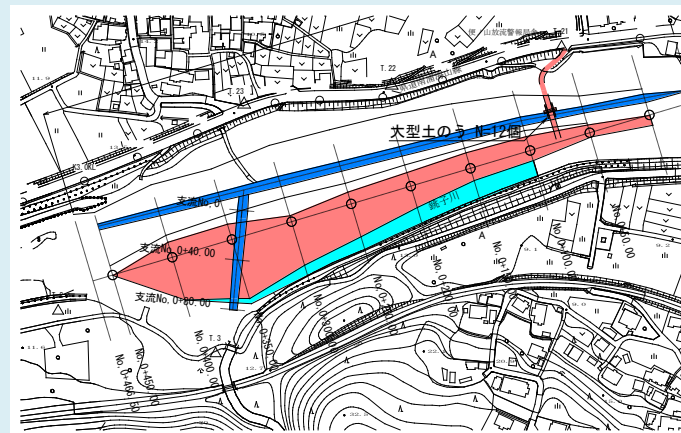
擁壁工完了のイメージ



～現場の声～

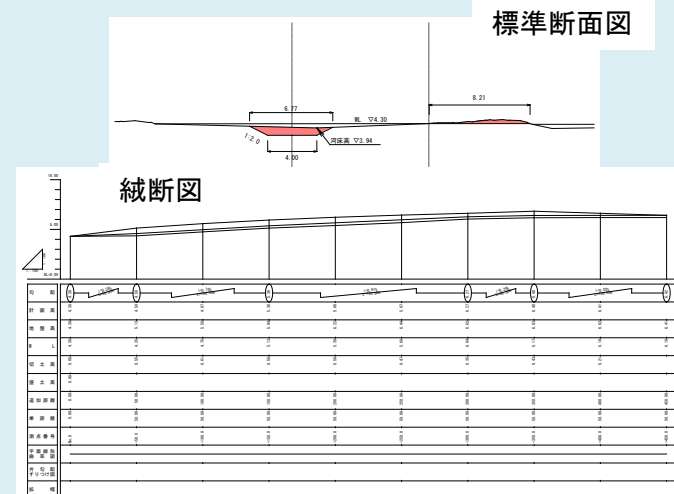
- ・測量作業及び現場作業について、通常施工より省力化・効率化が図れる。
- ・重機付近に作業員を配置する必要がなく作業の安全度が向上する。
- ・小学生を対象とした工事見学会で活用するなど、建設業のイメージアップに貢献できる。
- ・受注者がICT活用に必要な設備(ハイスペックPC等設備)を所有していても、当現場のように施工規模が小さいものはICT重機リース等の費用面で負担がある。

- ・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=10,000m³(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



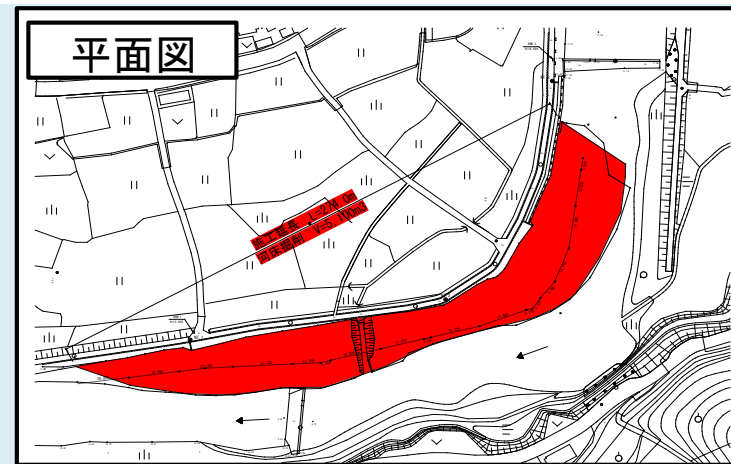
0.45m³MCバックホウで狭い進入路を用いて施工

- ・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



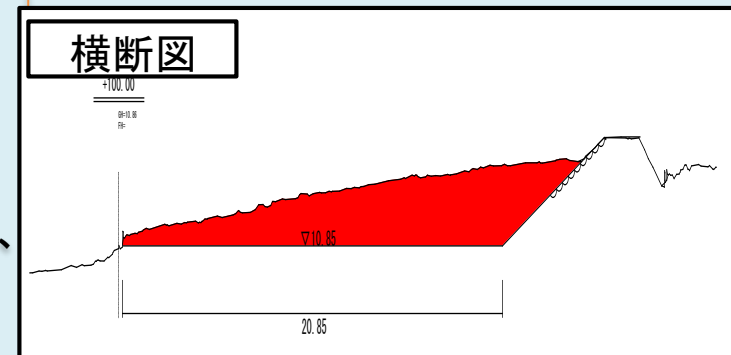
完成



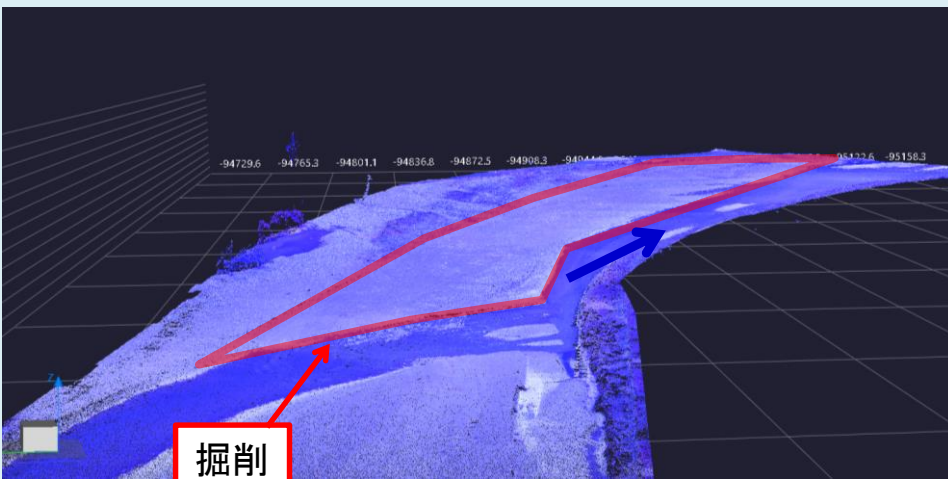
現場の声

- ・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。

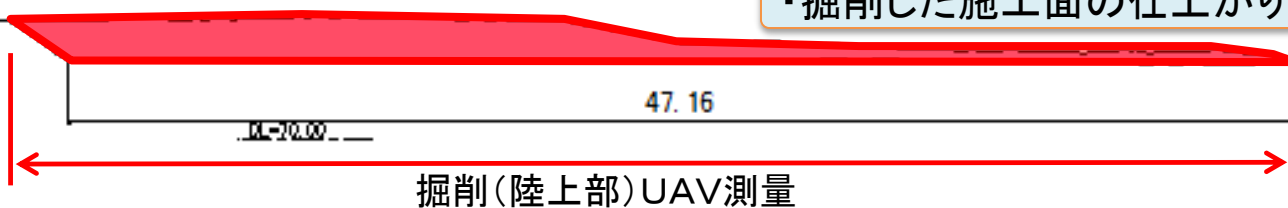
横断面図



- ・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。



横断図

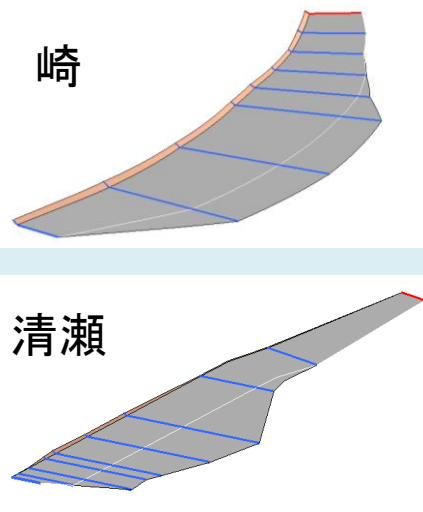


現場の声

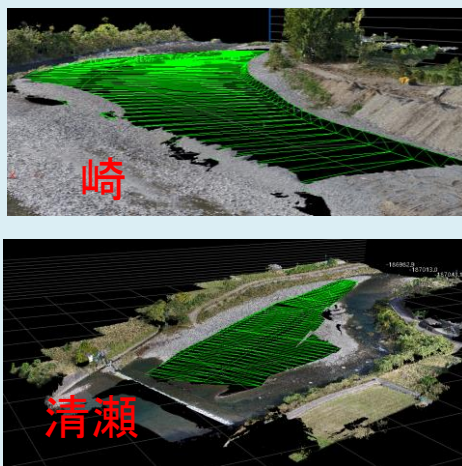
- ・丁張り作業が無くなったため、大幅に手間が軽減した(作業員)
- ・成果物の作成・整理にかかる時間及び提出物が軽減された
- ・日々の施工量がクラウドで把握でき、工程の遅延がなかった
- ・UAVでの撮影写真を打ち合わせ資料として使用することができた
- ・掘削した施工面の仕上がりは、やはり熟練のOPが必要

- ・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



サーフェスマodel

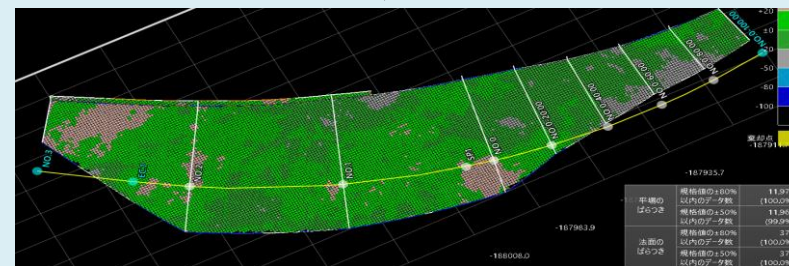


施工状況
(掘削・法面整形)



出来形
(崎工区)

平均のばらつき	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



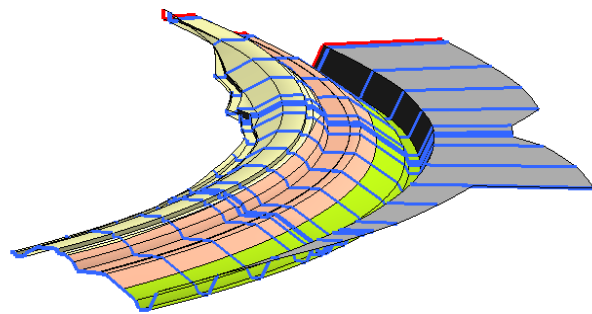
土砂撤去完成(清瀬)

出来形
(清瀬
拡大図)

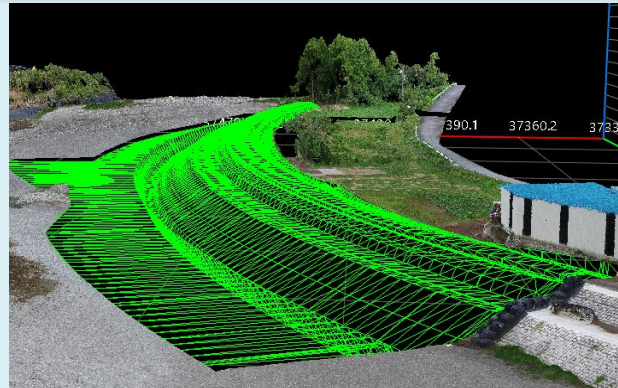


- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- ・活用した施工内容 施工延長 L=236.7m 河川土工 V=8600m³ 床掘 V=3000m³ 埋戻し V=2500m³
- ・現場の特徴 施工延長が長く、大内山川では鮎業が盛んで3月中旬に稚魚の放流事業があり、また11月中旬まで漁猟をしているので河川内での工事期間が短い
- ・活用したICT技術 ネットワーク型RTK-GNSSによるMCバックホウ施工
- ・得られた効果 積極的にICT技術を導入し活用することで、土工を先行できたことにより、生産性が向上し、人材育成を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

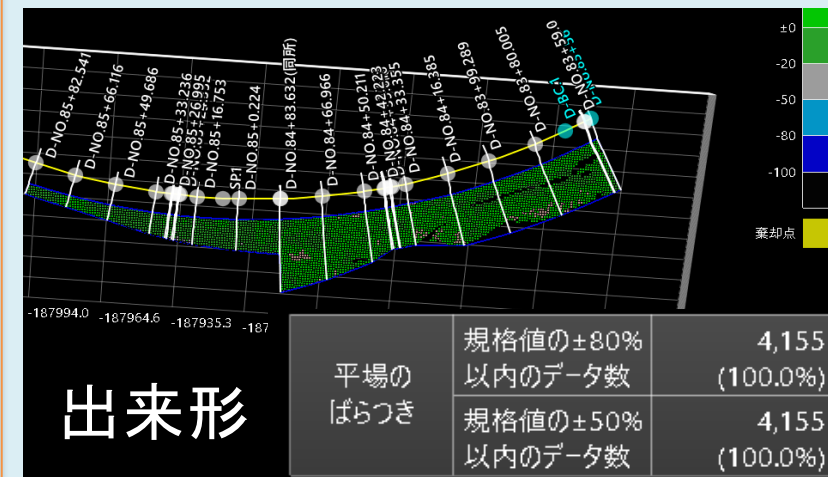


施工状況
(掘削・法面整形)

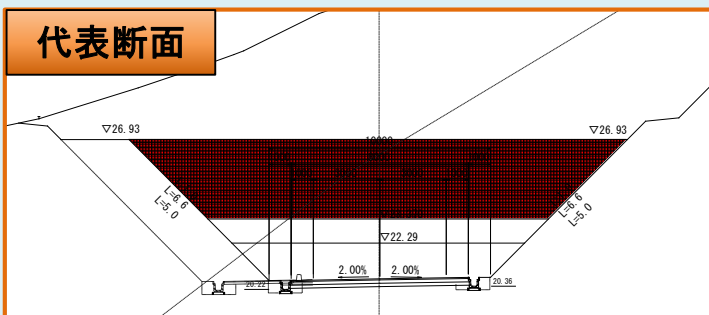
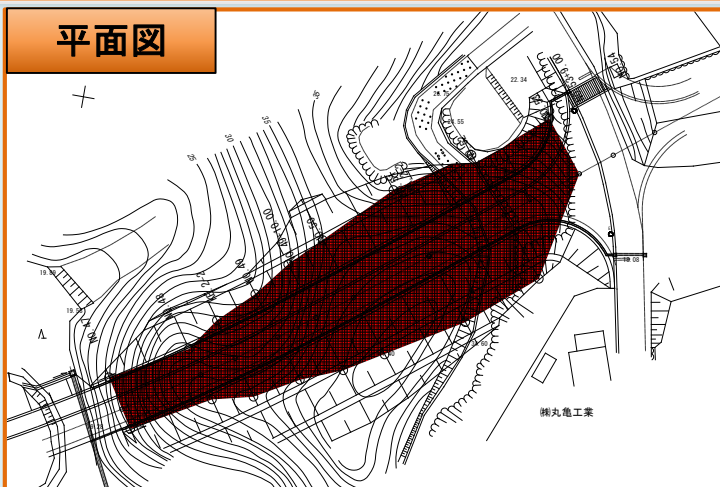


現場の声

- ・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

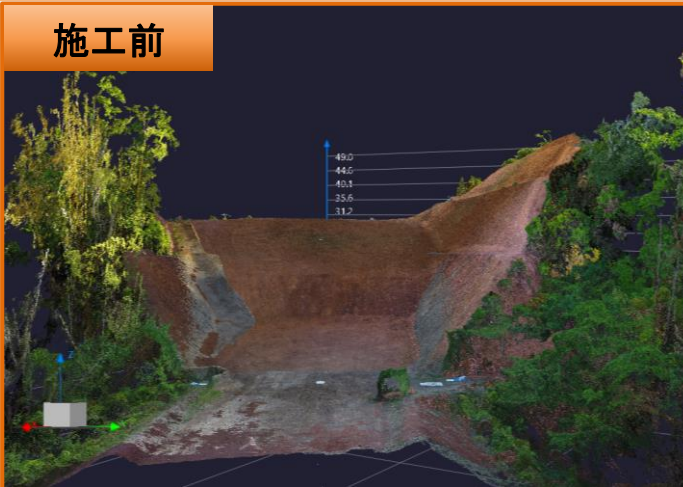


- ・ICT活用範囲
 - ・ICT施工内容
 - ・現場の特徴
 - ・活用したICT技術
 - ・得られた効果
- ①3次元起工測量②3次元設計データ作成③ICT建機による施工④3次元出来形管理⑤3次元データ納品
- 掘削工V=3,700m³、法面整形工A=520m²
- 施工延長L=120m、掘削土量V=10,700m³、法面整形A=1,040m² 土工主体のBP工事である。
施工箇所は開けた山林に位置し、付近に支障となるものは無く、土質も良いことから、施工性の高い現場であった。
- ①④UAVによる3次元起工測量及び、3次元出来形管理、②3D点群処理システムを用いた3次元設計データの作成、
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



～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。



掘削工 (ICT)



法面整形工 (ICT)



施工後



河床掘削ですべての施工プロセスを実施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 $V=11,300\text{m}^3$
- ・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



平面図

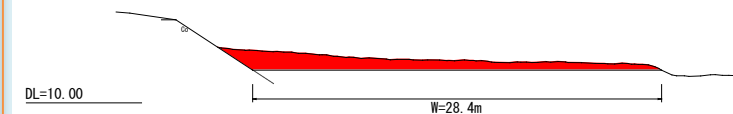
完成



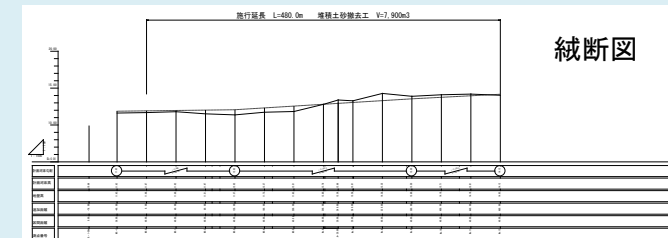
現場の声

- ・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

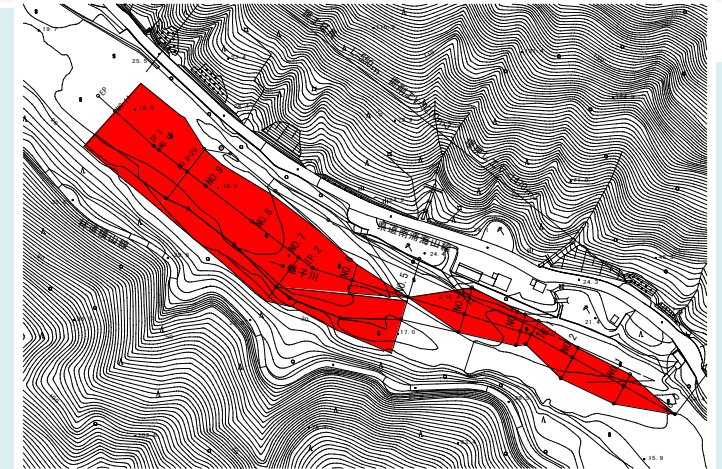


絨断面図



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

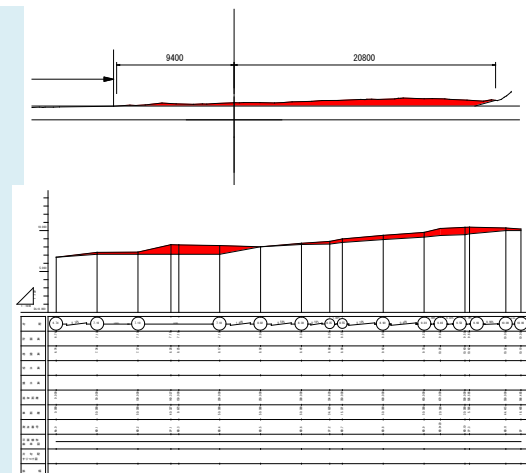


平面図



現場の声

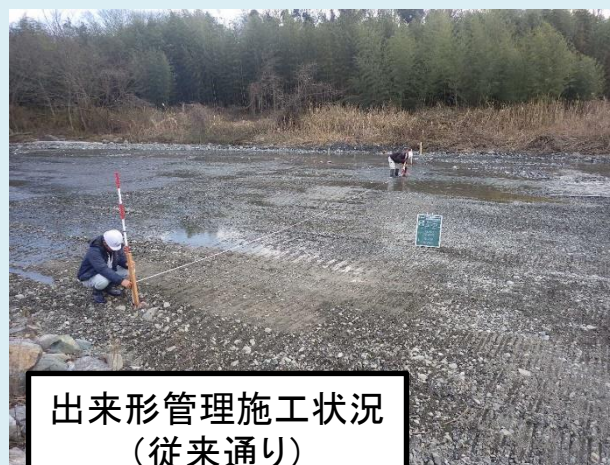
- ・施工途中で変更があると手間がかかるが全体では明らかに省力化が図れる
- ・出来形においても精度が大幅に向上する
- ・丁張見張り員が不要となったことから、安全性、施工性ともに向上した
- ・今後もICTを活用したい



標準断面図

絨断面図

- ・ICT活用範囲 ①3次元起工測量 ②3次元設計データ作成
- ・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

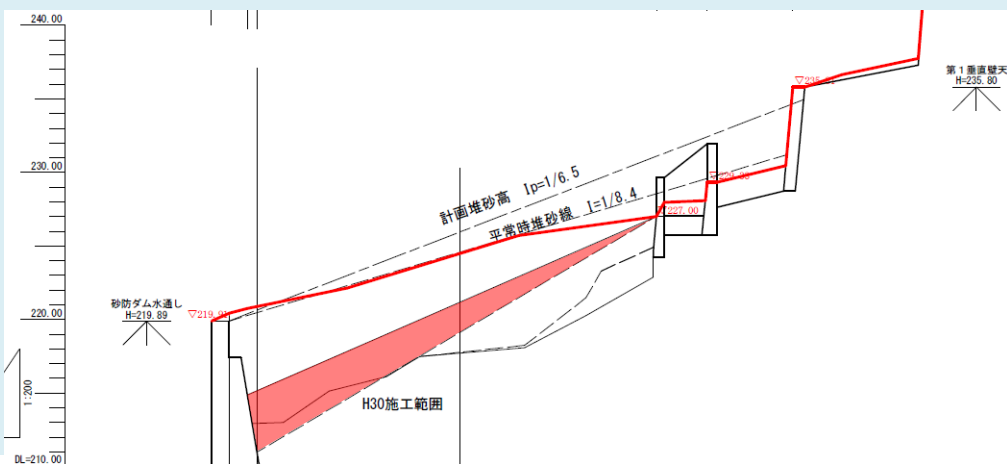
10.756

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

- ・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

- ・ 活用したICT技術
- ・ 得られた効果

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。

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



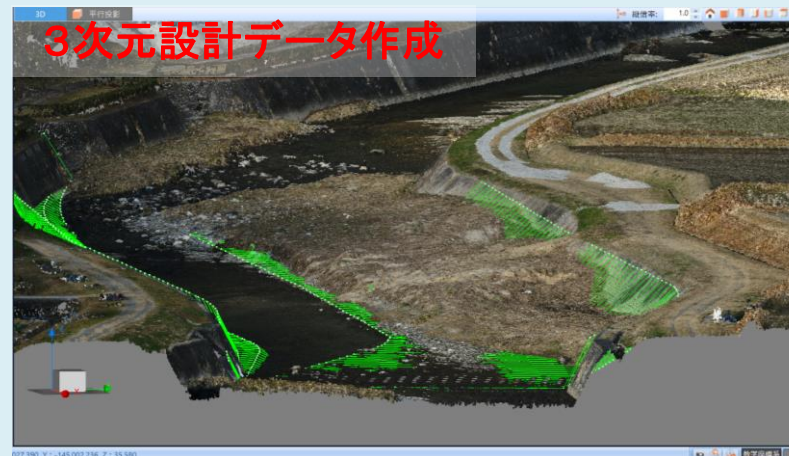
MGバックホウ施工



完成



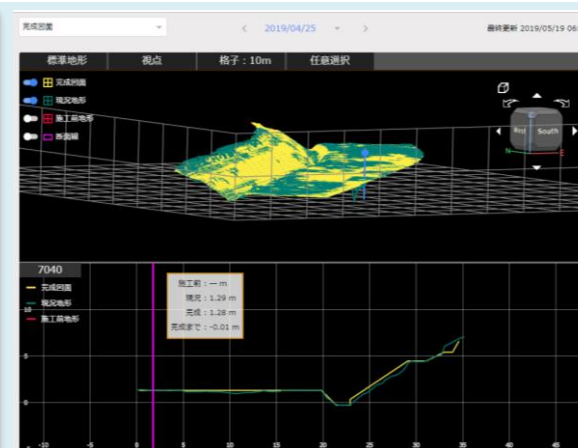
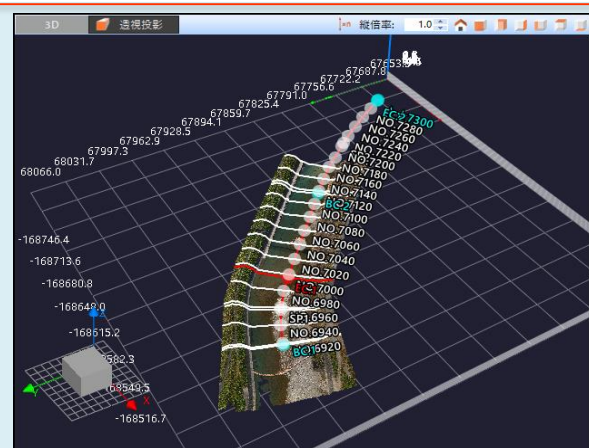
3次元設計データ作成



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
 - ・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
- 掘削工V=3,400m³ 法面整形工A=2,340 m²
- 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
- UAVによる起工測量、MCバックホウによる施工
- 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=10,400m³
- ・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

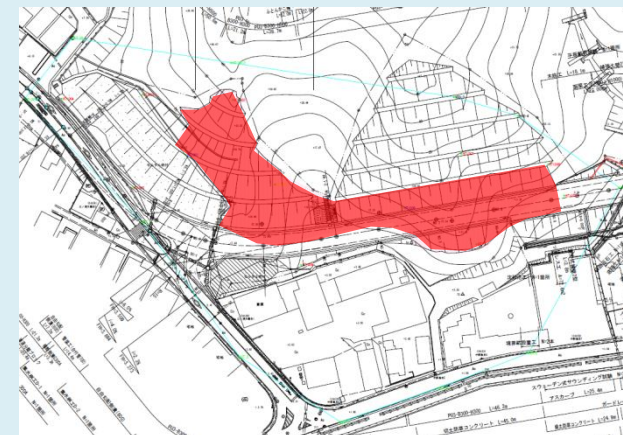
現場の声

- ・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



平面図



完成

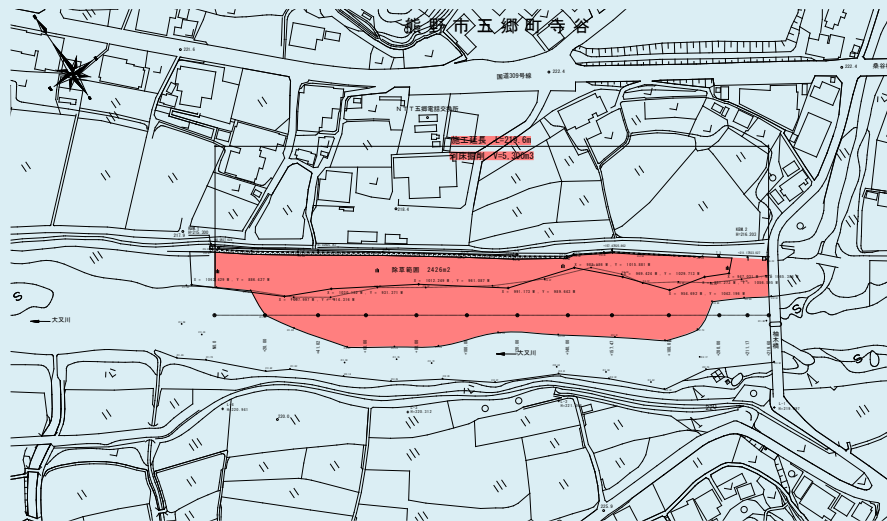


基準点設置



- ・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=5,300m³
- ・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

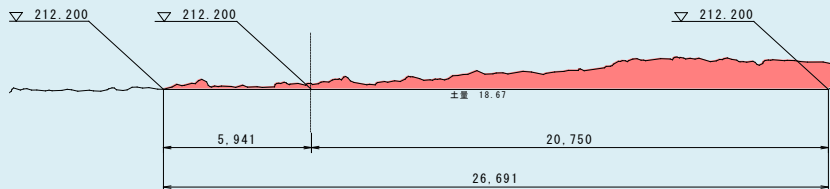


断面図

NO. 0+100.00

SH=212.44

PB=



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)

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



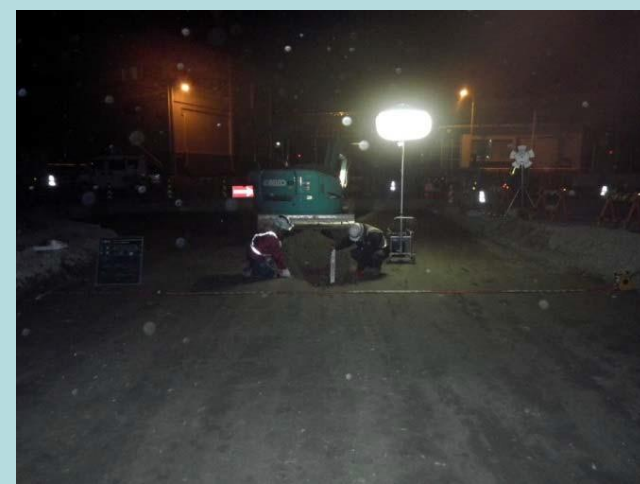
3次元設計データにより
場所打杭など障害のある
掘削も効率的に施工

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。



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。

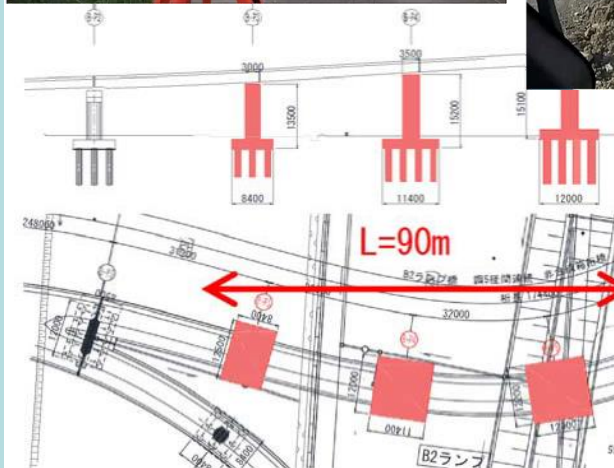


セメント区画割りの際(きわ)部分の掘削領域と高さが
オペレーターにとって明確。掘り残しや過掘りが減少。

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）



3Dデータによる埋設物の確認



出来形点群データの作製



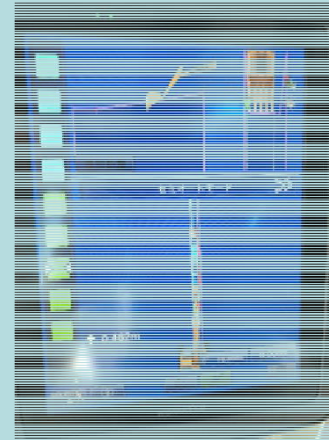
平成27年度 東海環状大安ICBランプ西橋梁下部工事

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）

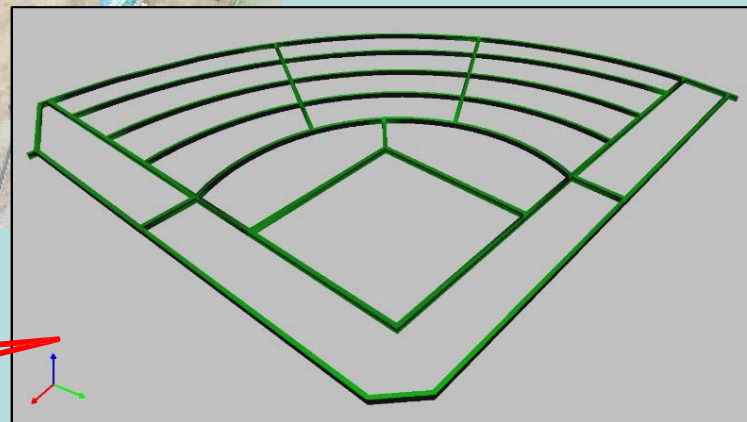
- 概要・・・グラウンド改修工事における地下排水の床掘作業
- 特長・・・BH(0.28m³級)に床掘幅よりも少し幅の狭いバケットを装着することで効率的な「ICT床掘」を実施
- 効果・・・グラウンド全体に張り巡らされた全長1km超に渡る地下排水の施工を、丁張無しで行い、施工管理の省力化と共に、他作業の施工性を保ちながら、大幅な効率化が図れた。



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

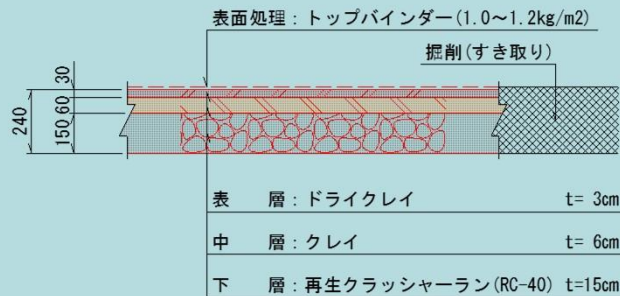


- 概要・・・グラウンド改修工事における「床掘」及び「グラウンド舗装」
- 特長・・・土羽バケツ仕様のICTバックホウ(0.8m³級)とICTブルドーザ(2.1m³級)の併用による完全丁張レス施工
- 効果・・・表土の剥ぎ取り(t=24cm程度)と基面整正、グラウンド下層部の敷均しを2機種のICT建機で効率よく作業することで大幅な施工性向上と出来形の確保を実現した。

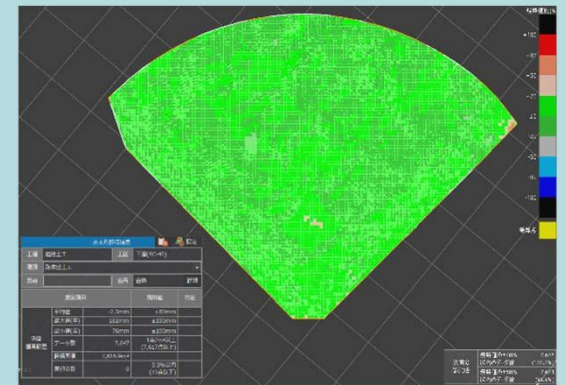


グラウンド舗装構成詳細図 S=1:20
[参考図：ドライクレイ舗装相当品]

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

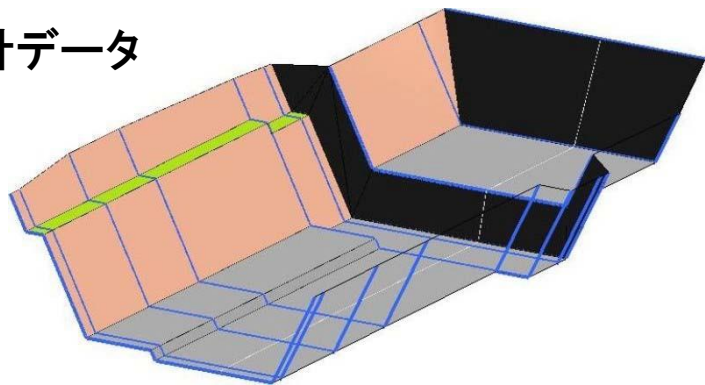


グラウンド下層部(RC-40)の施工状況と出来形

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

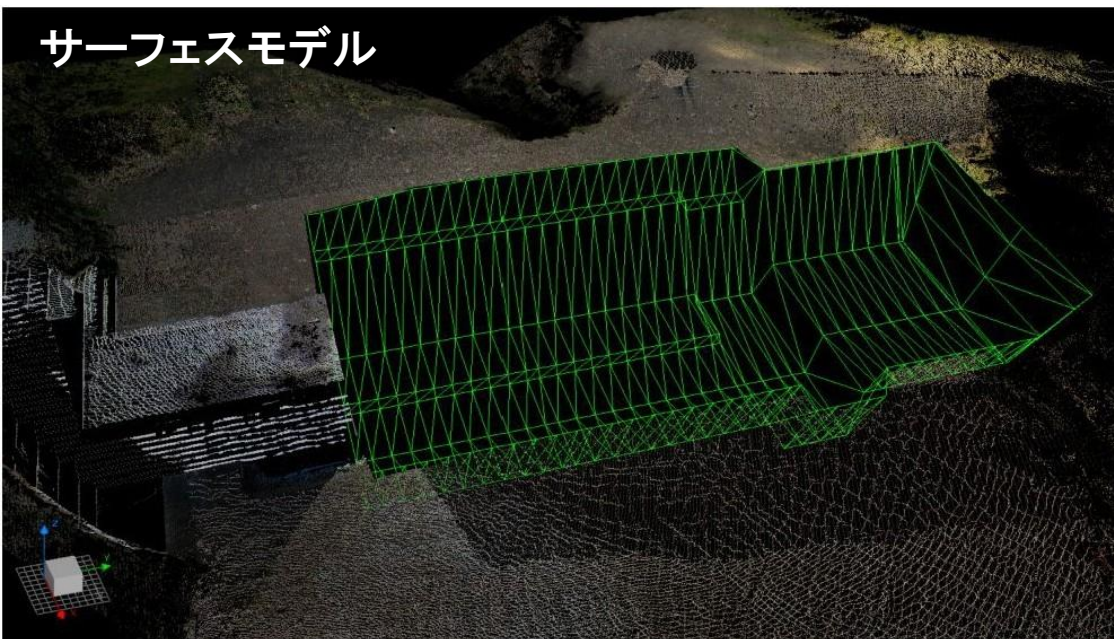


施工状況



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】

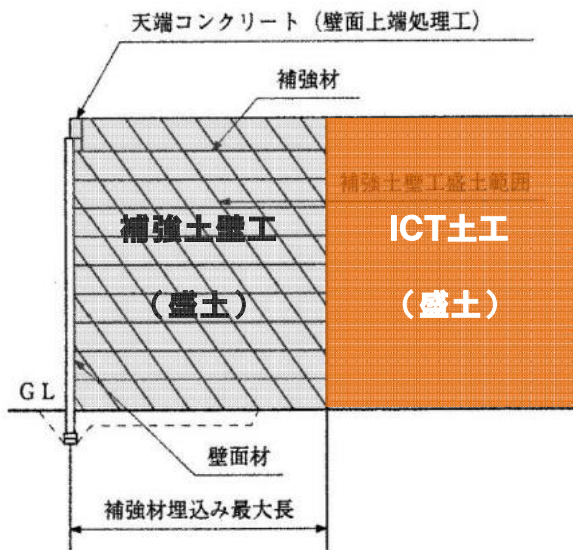
補強土壁工(盛土)

ICT建機を最大限に活用

ICT土工

ICT建機 使用期間

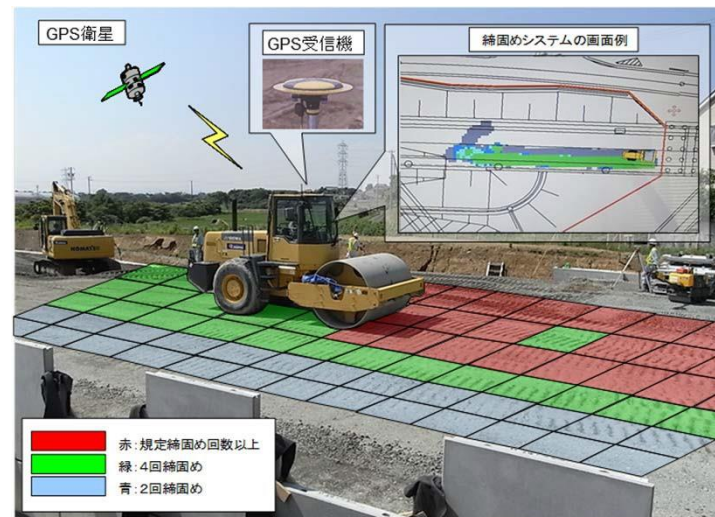
ICT(土工)と補強土壁工(盛土)イメージ



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。



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。



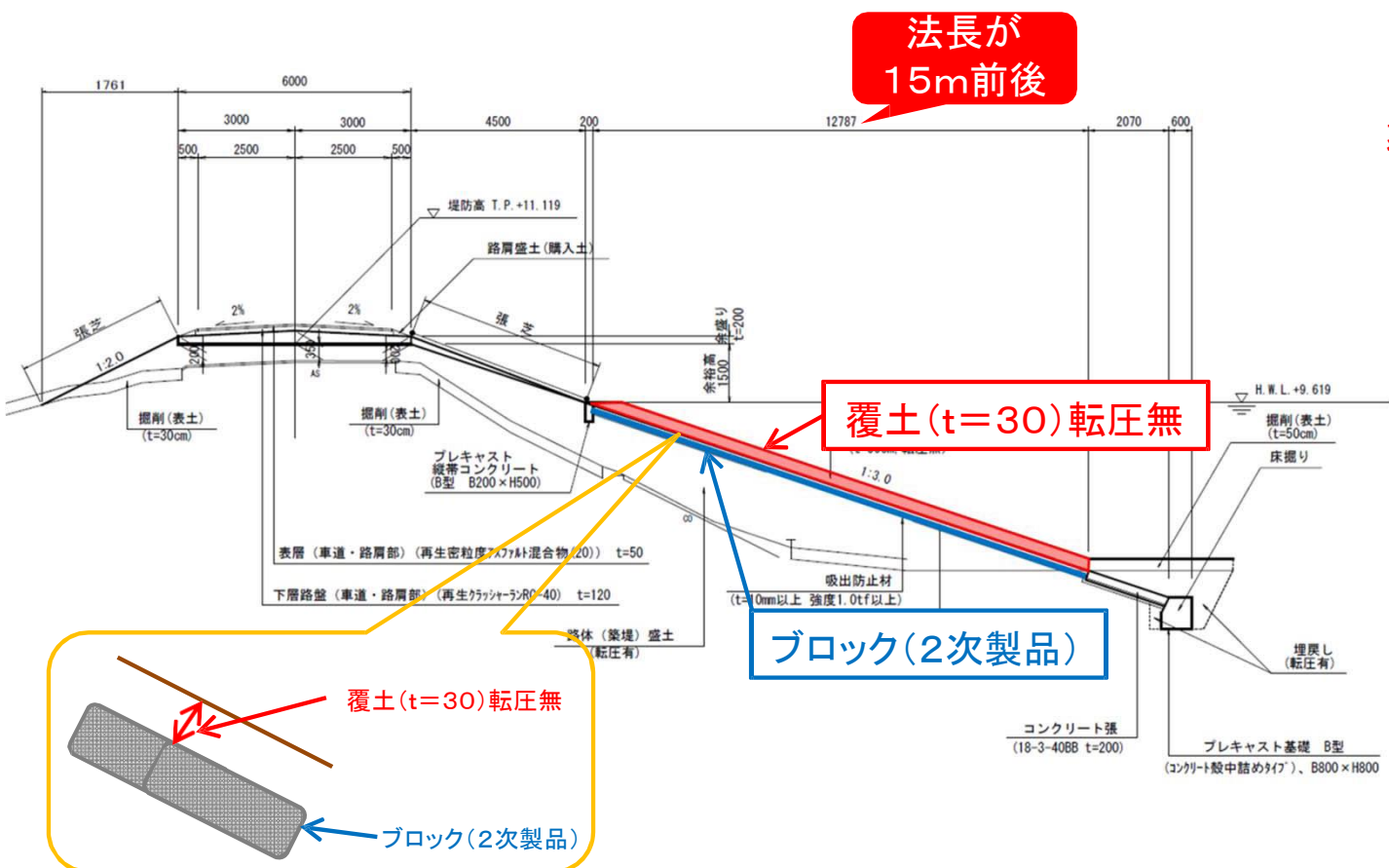
※具体的な工事があれば記載

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

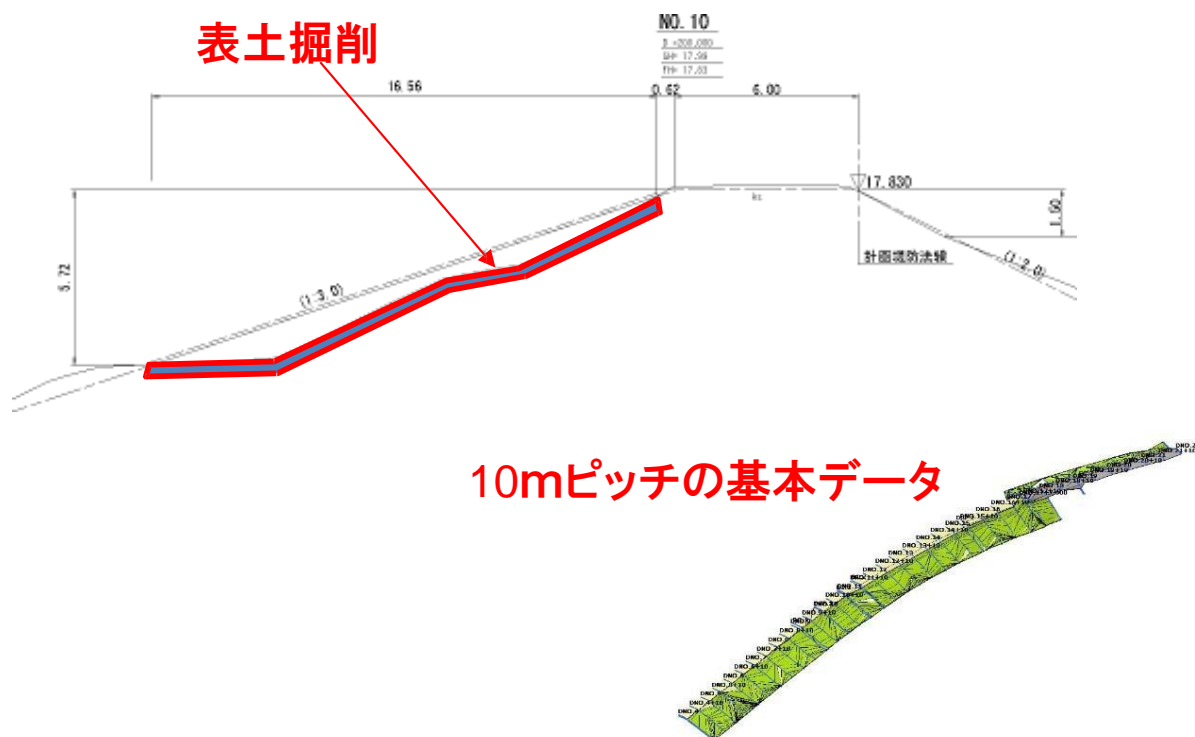
- 護岸工における覆土工は、2次製品のブロック上に30cmの覆土(転圧無)を実施するものであるが、ブロック上に丁張りを設置することも困難であるとともに、バックホウによりブロックを損傷する可能性も大きいことから、オペレータの技量が非常に重要。
- 今回、MCバックホウで施工することにより、設定値以上にバケットが行かないことから、ブロック損傷の危険性が一切無くなるとともに、施工効率・出来映えともに大幅に向上。



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面図を元に、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。



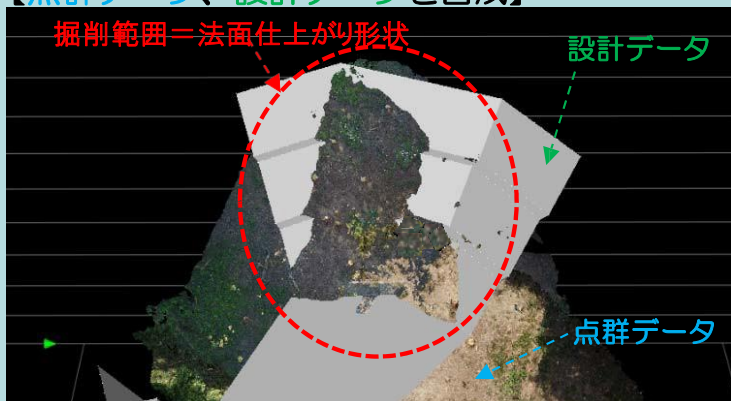
掘削作業状況



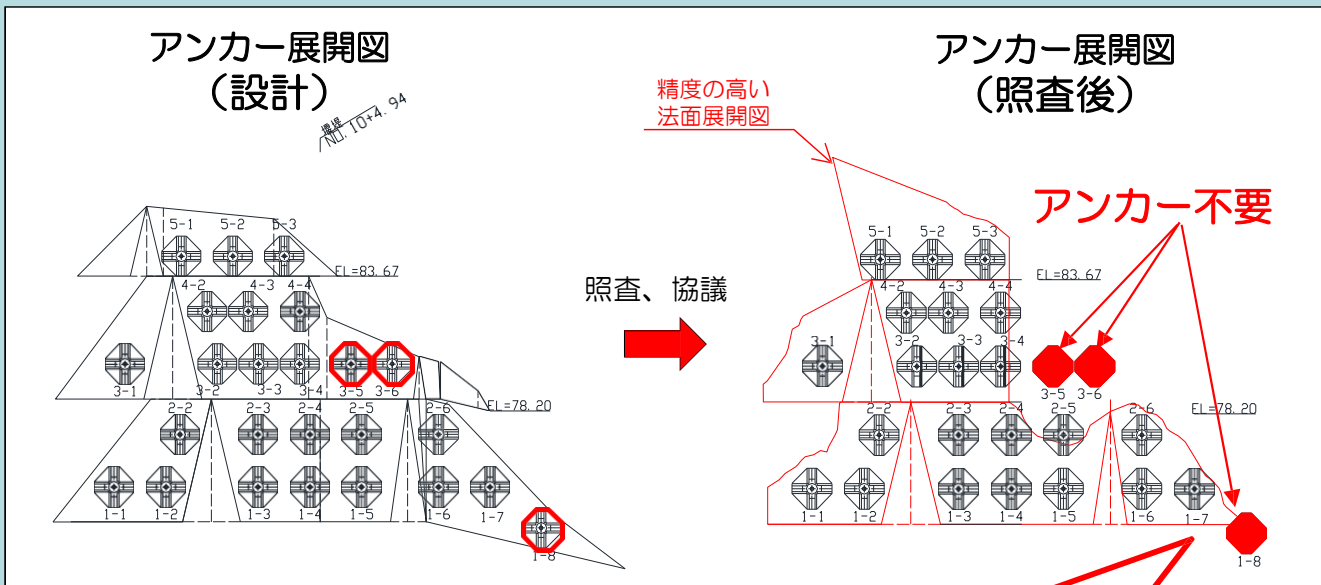
- 概要・・・アンカー工においてアンカー展開図を照査することで、正確なアンカー数量を把握することが可能。
- 特長・・・点群データと三次元設計データを利用して精度の高いアンカー展開図を作成することにより、事前にアンカーの過不足を確認する事ができる。
- 効果・・・アンカーは受注生産であるため、施工中にアンカー不足が発覚すると製作日数分工程が遅れる。またアンカーは高額な材料であるため、余れば利益に大きな損害を及ぼす。

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】

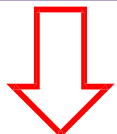


点群データと三次元設計データを活用して
アンカー数量の過不足を着手前に把握できた。

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し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。

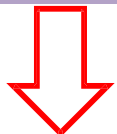
起工測量
(吹付前)



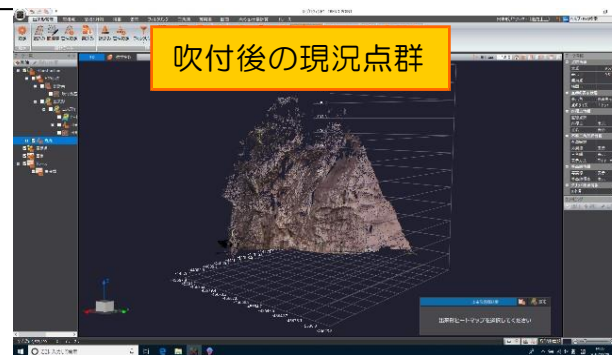
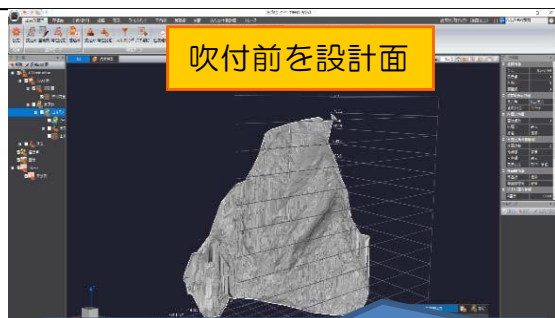
設計面作成
(現況面)



吹付後測量

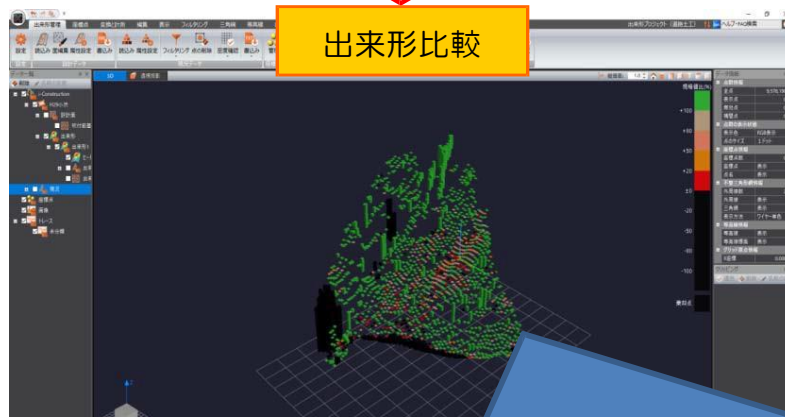


出来形比較



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

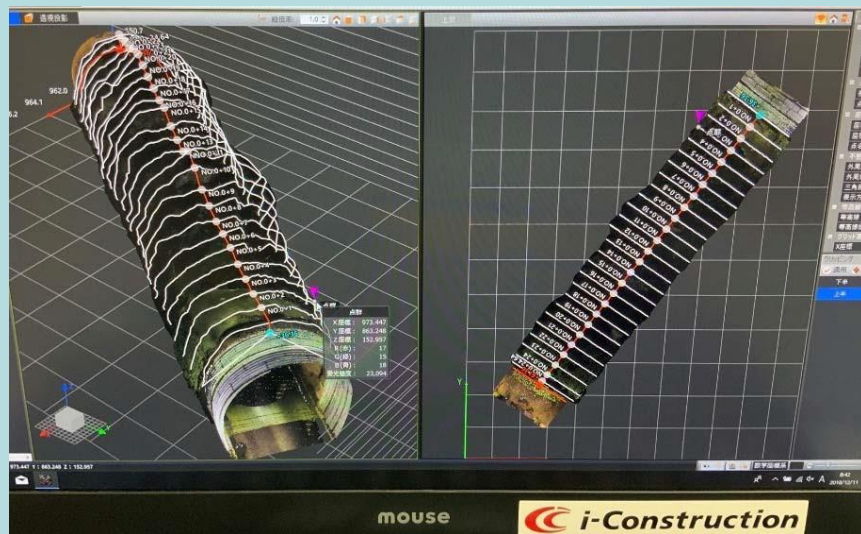
- 概要・・・既設トンネル修繕工事(ライナープレート工法)における内空断面の高密度点群化
- 特長・・・着工前の内空断面及びライナープレート設置前(掘削後)の出来形をTLSで3次元測量
- 効果・・・起工時の3次元測量(TLS)により、ライナープレートが支障する掘削位置を的確に判断。掘削後は出来形測量(TLS)により適切な裏込注入量を把握することが可能となる。



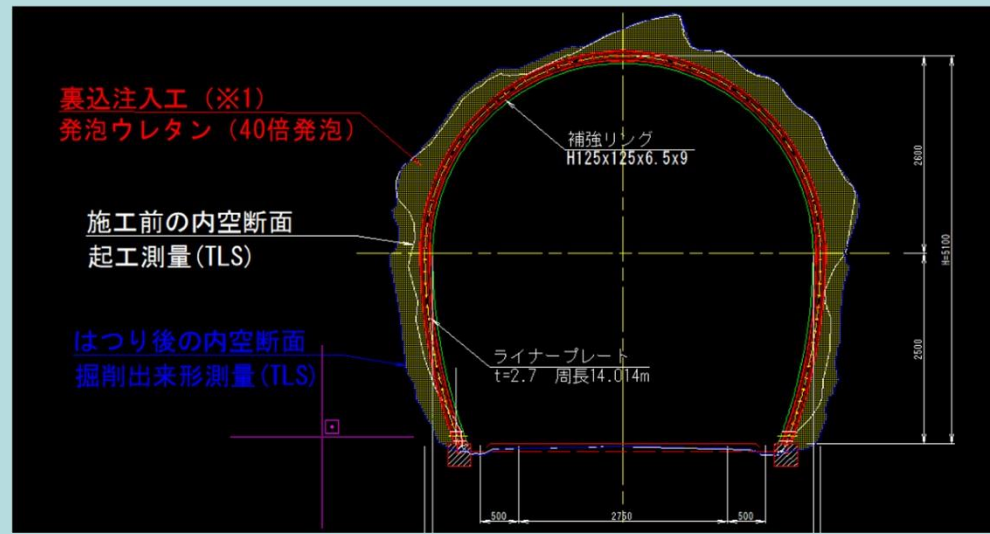
TLSによるトンネル断面の点群化



TLSによる測定状況

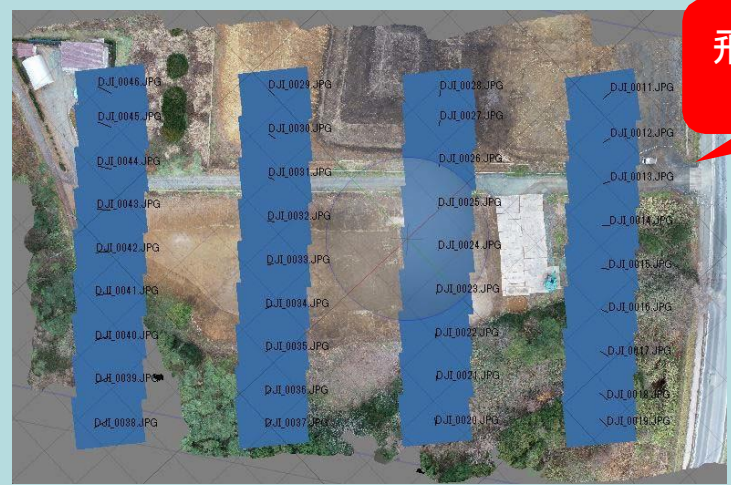


トンネル断面図の作成



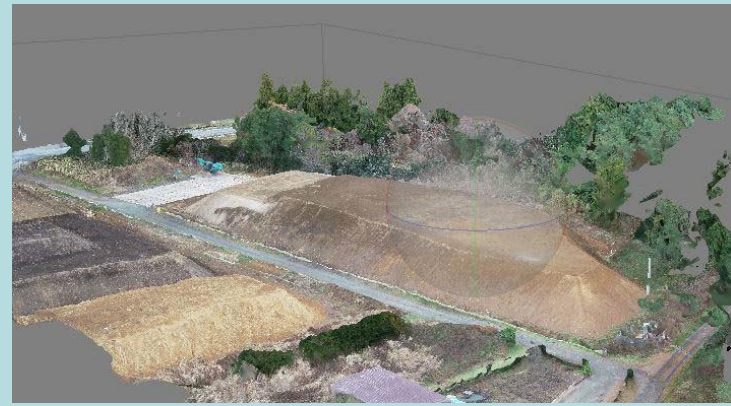
掘削量・注入量管理の高精度化

- 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！



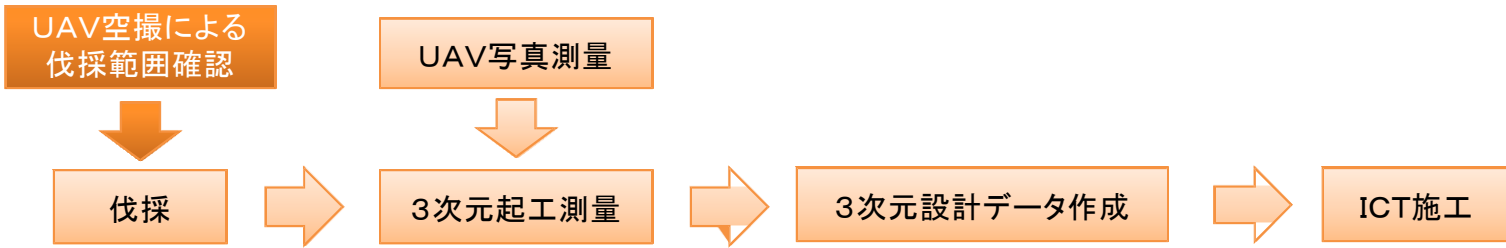
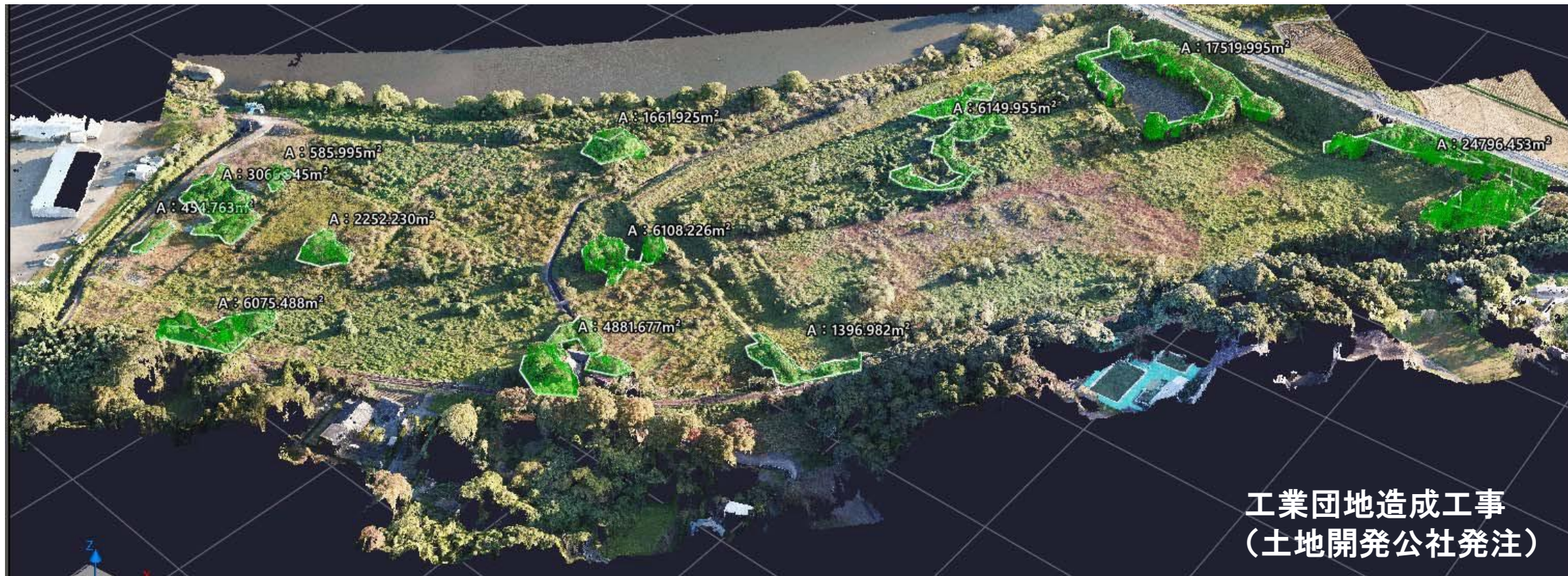
日時	2018年12月07日 22時21分
撮影日時	2018年12月07日 22時07分
領域名	メッシュ領域1
総土量	10,755.996 m ³
切土量	0.434 m ³ 10,755.562 m ³
詳細情報	
格子数	12,933
格子サイズ	0.50 m
格子面積	0.2500 m ²
総面積	3,233.2500 m ²
盛土面積	3,221.2500 m ²
切土面積	12.0000 m ²
最高標高	-69.600 m
最低標高	-78.168 m
角度	47.81°



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。



- 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。

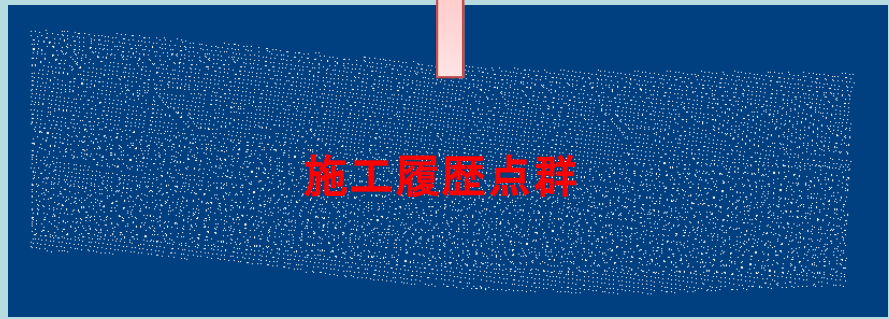
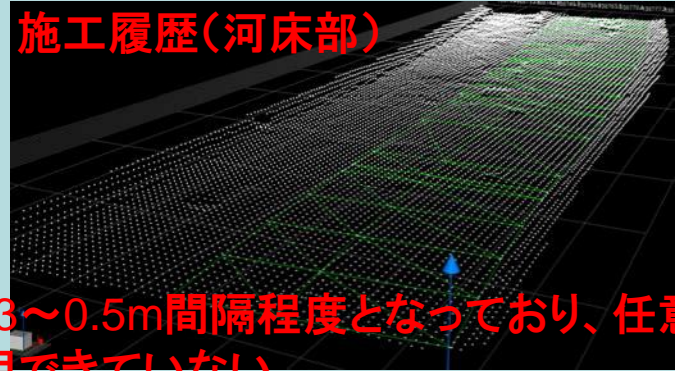
今後の課題部分

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)



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

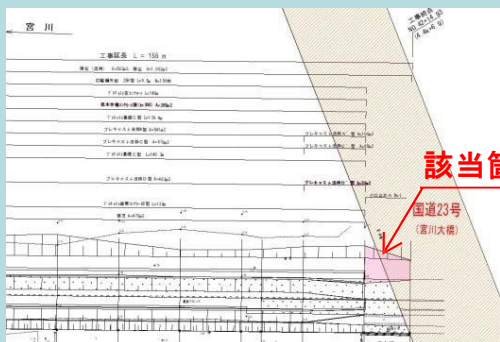
ICTアドバイザー
(株)森組 目黒 徳雄

- 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。

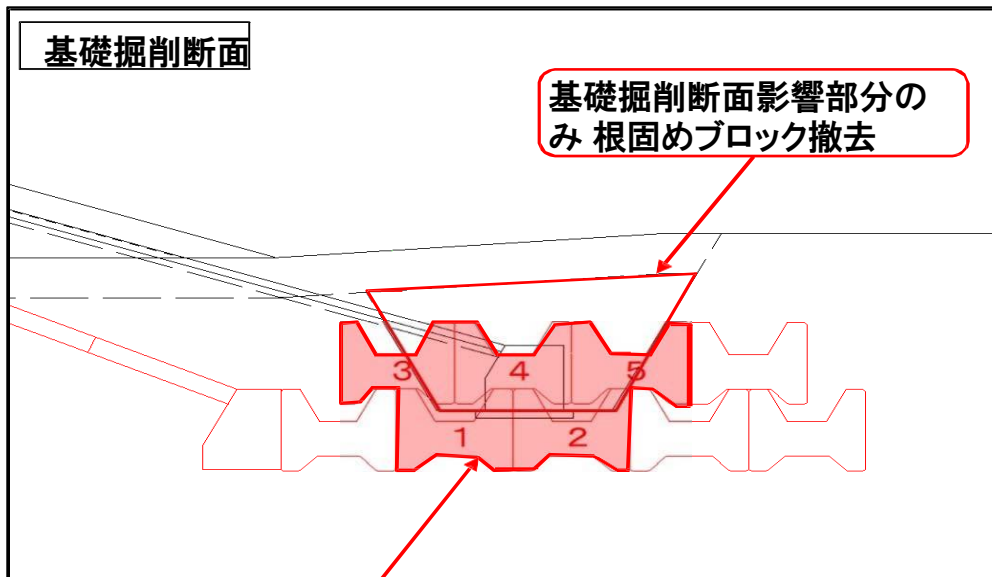


平成26年度 宮川磯町堤防護岸工事 三重県伊勢市

発注者: 中部地方整備局 三重河川国道事務所
受注者: (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

- 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

