

# ICT活用工事ガイドブック(案)

---

## 【応用編】

### 多様なICTの活用事例

(ICTアドバイザー 多様化部会)

## 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

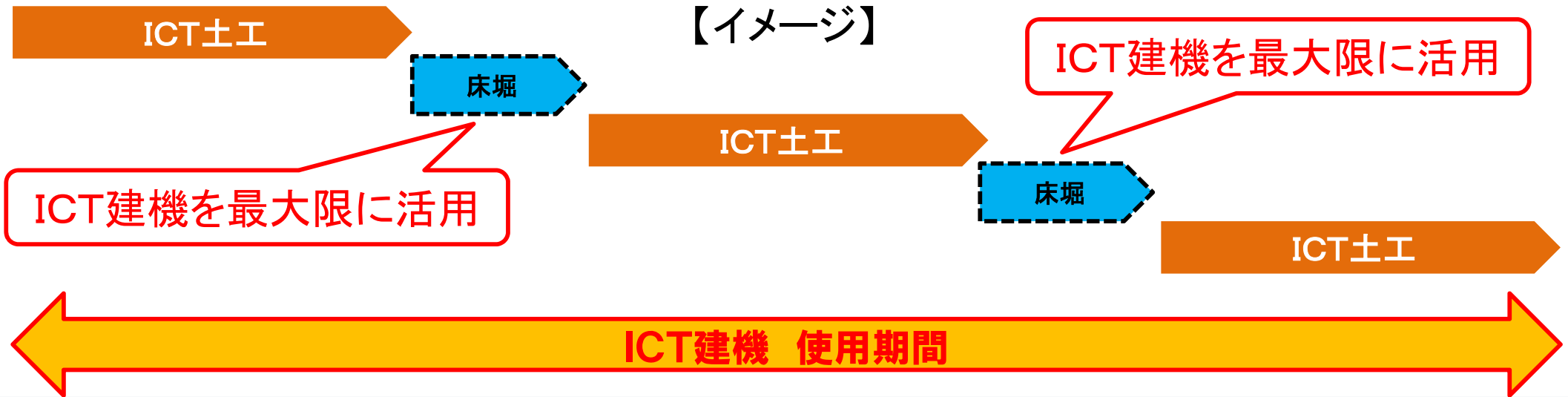
#### ○既設構造物との接触防止にICT建機を活用・・・(株)森組

#### ○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）



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



水谷建設(株)提供



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。

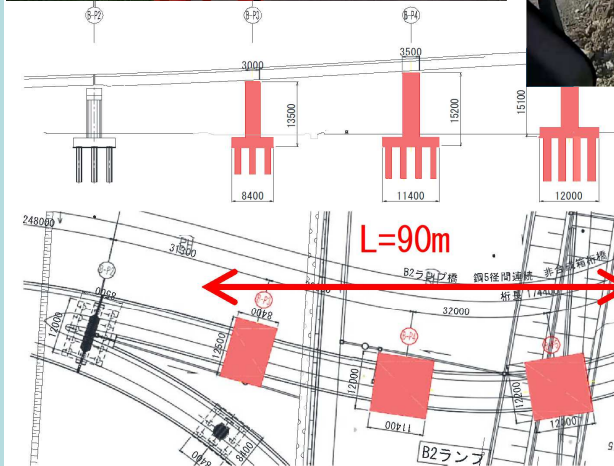
# 橋梁下部工の床掘にICTを活用

- 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…
  - ・ LS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
  - ・ LS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）



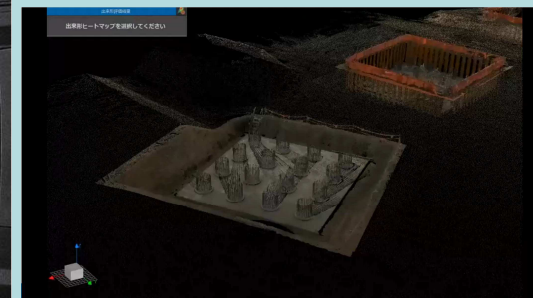
## LSを用いた出来形測定



## 3Dデータによる埋設物の確認



## 出来形点群データの作製



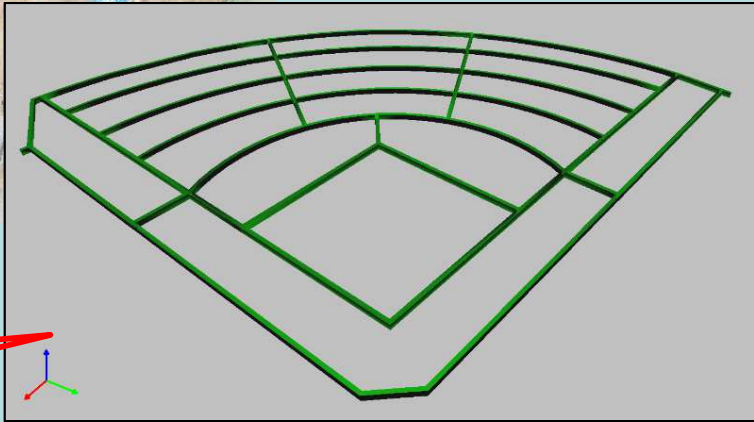
- 概要・・・グラウンド改修工事における地下排水の床掘作業
- 特長・・・BH(0.28m<sup>3</sup>級)に床掘幅よりも少し幅の狭いバケットを装着することで効率的な「ICT床掘」を実施
- 効果・・・グラウンド全体に張り巡らされた全長1km超に渡る地下排水の施工を、丁張無しで行い、施工管理の省力化と共に、他作業の施工性を保ちながら、大幅な効率化が図れた。



グラウンド全景



0.28m<sup>3</sup>級BH(幅狭バケット装着)

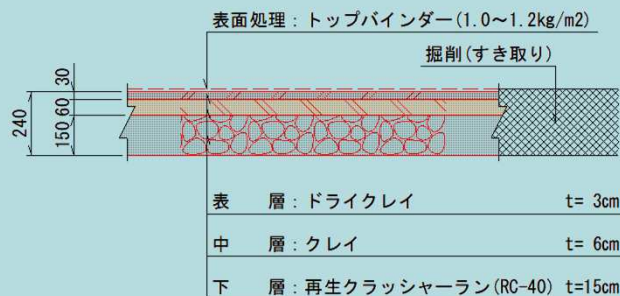


- 概要・・・グラウンド改修工事における「床掘」及び「グラウンド舗装」
- 特長・・・土羽バケツ仕様のICTバックホウ(0.8m<sup>3</sup>級)とICTブルドーザ(2.1m<sup>3</sup>級)の併用による完全丁張レス施工
- 効果・・・表土の剥ぎ取り(t=24cm程度)と基面整正、グラウンド下層部の敷均しを2機種種のICT建機で効率よく作業することで大幅な施工性向上と出来形の確保を実現した。

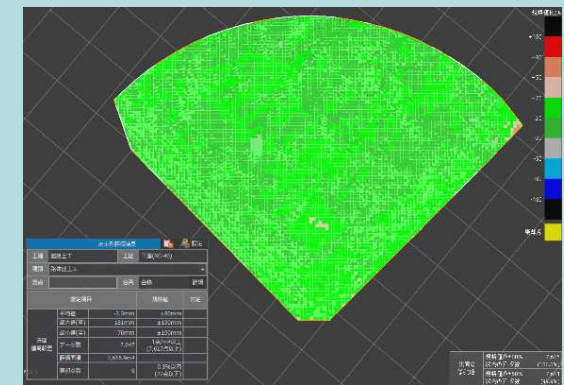


グラウンド舗装構成詳細図 S=1:20  
[参考図：ドライクレイ舗装相当品]

準天候型グラウンド舗装



ICTバックホウ(0.8m<sup>3</sup>級)によるすき取りとICTブルドーザによる基面整正

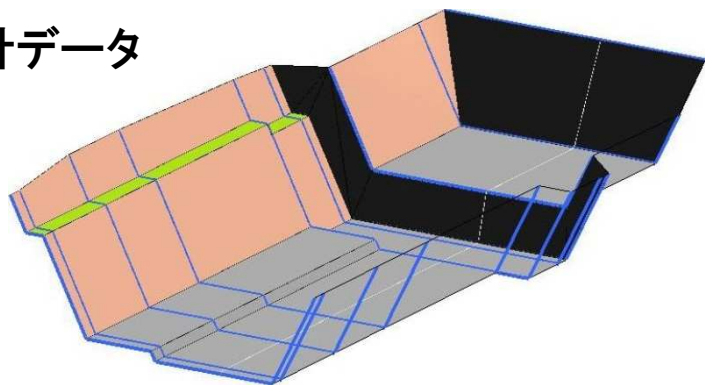


グラウンド下層部(RC-40)の施工状況と出来形

# 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
- 特長… ICT活用工事の施工範囲は付帯道路工の盛土工、法面整形工であったが、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

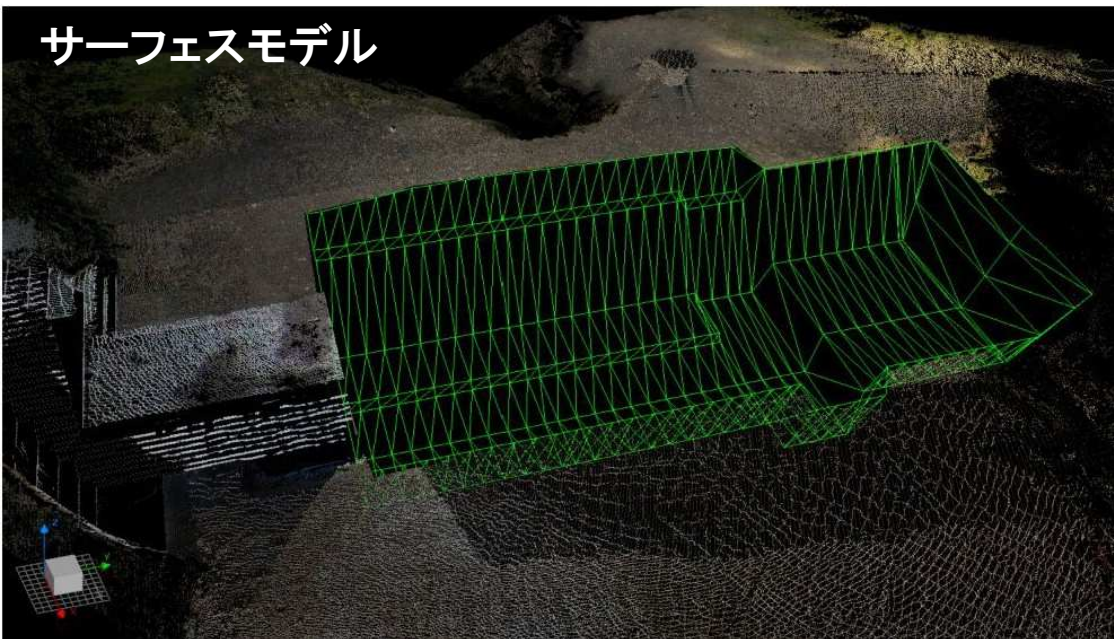


施工状況



マシンガイダンス  
モニター

サーフェスモデル





# 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】

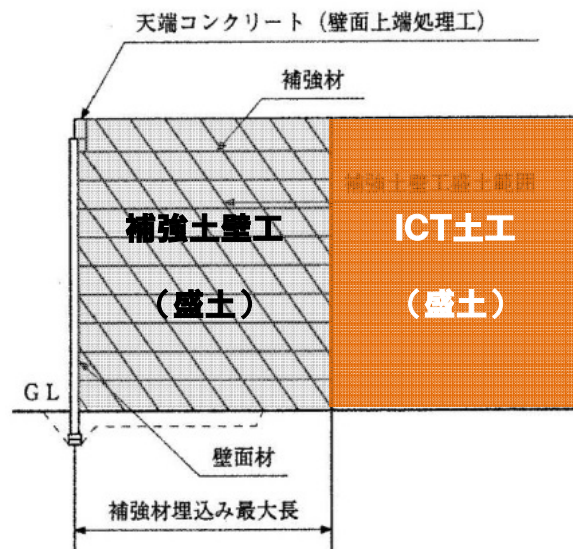
補強土壁工（盛土）

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

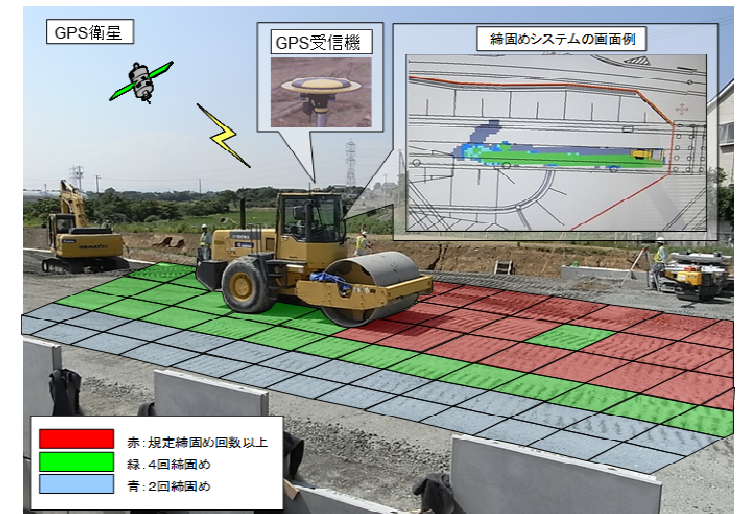


補強土壁工（盛土）施工例



岡田工業（株）提供

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理



- 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

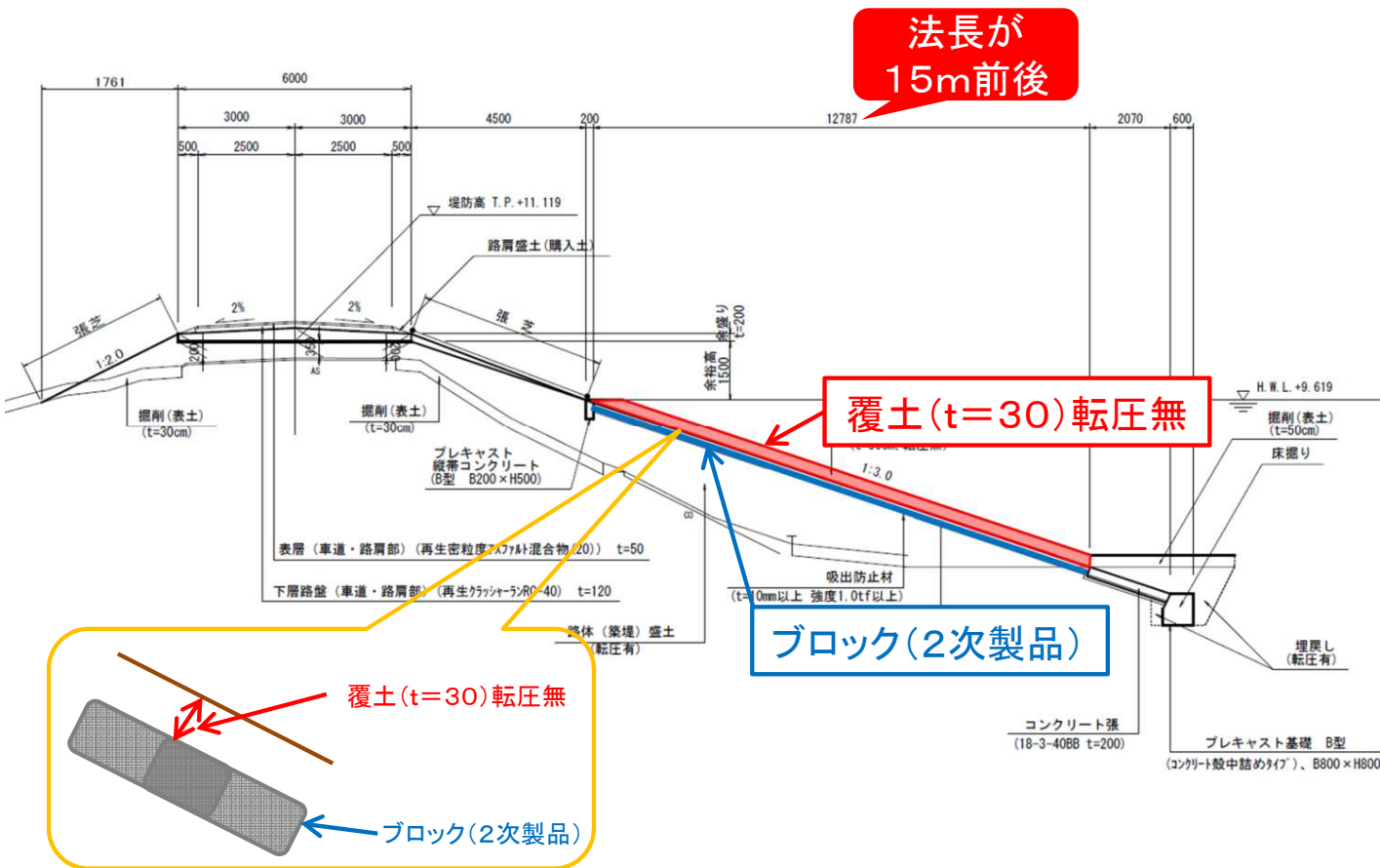
**注意事項** 高圧線下でのMC重機作業時、電波障害が発生する為、精度を確認しながらの作業を行った。

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。

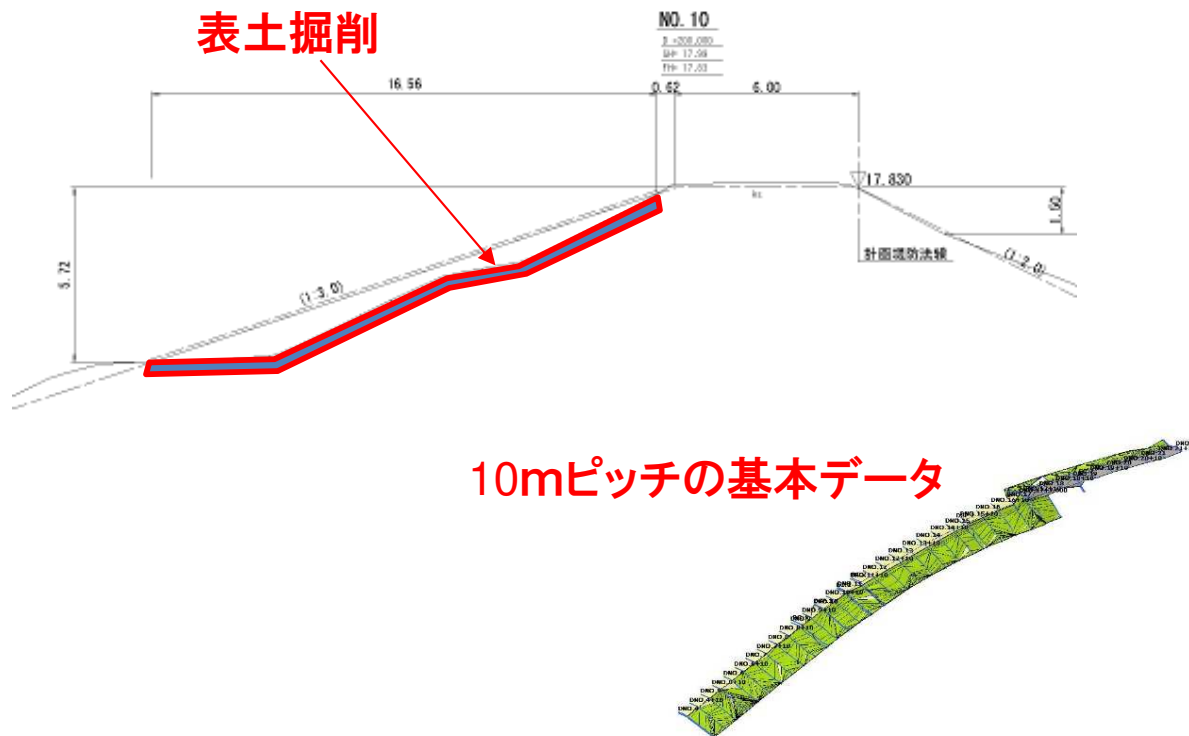
※具体的な工事があれば記載

# 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。



- 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。



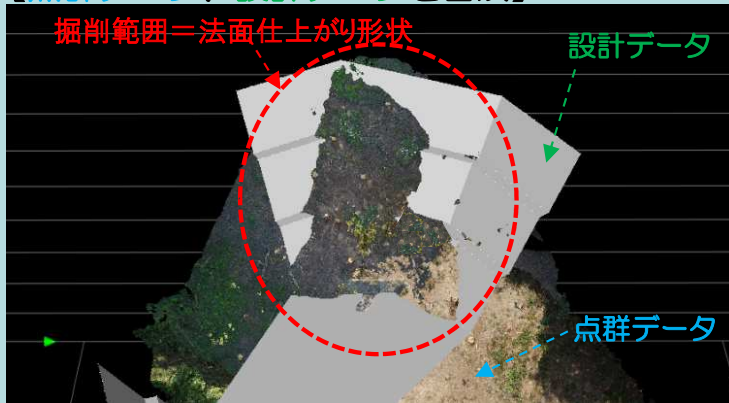
掘削作業状況



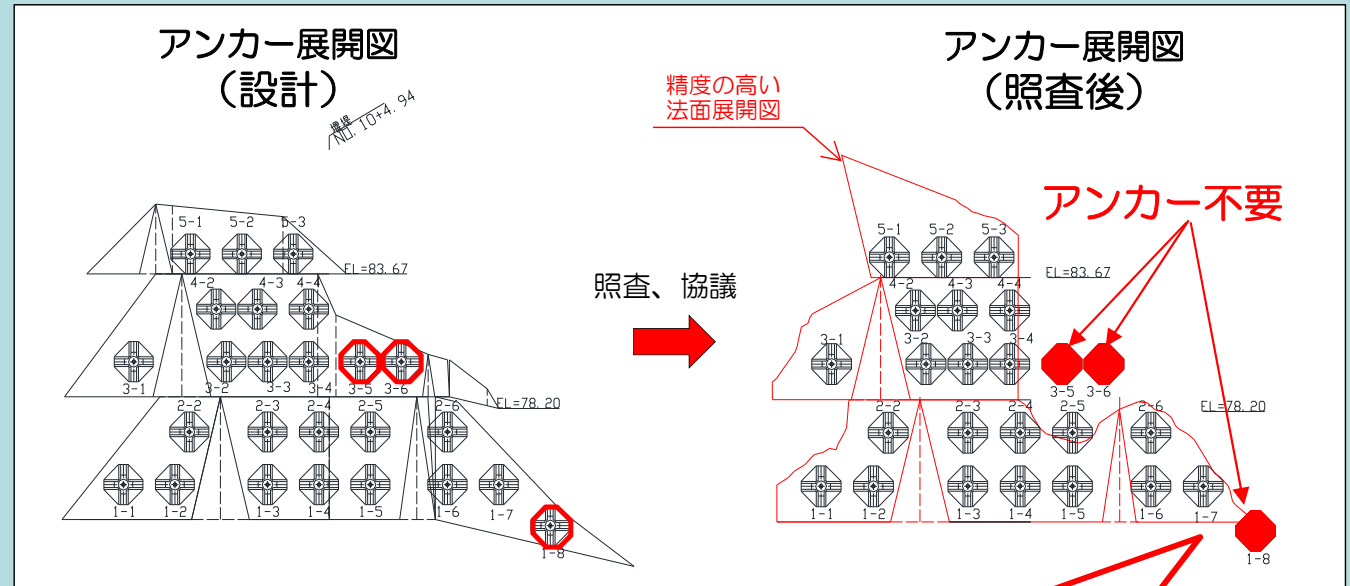
- 概要・・・アンカー工においてアンカー展開図を照査することで、正確なアンカー数量を把握することが可能。
- 特長・・・点群データと三次元設計データを利用して精度の高いアンカー展開図を作成することにより、事前にアンカーの過不足を確認する事ができる。
- 効果・・・アンカーは受注生産であるため、施工中にアンカー不足が発覚すると製作日数分工程が遅れる。またアンカーは高額な材料であるため、余れば利益に大きな損害を及ぼす。

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】

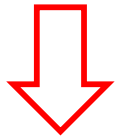


点群データと三次元設計データを活用して  
アンカー数量の過不足を着手前に把握できた。

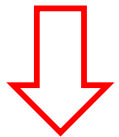
# 法面工のコンクリート吹付厚の出来形管理に3次元設計データを活用

- 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
- 特長… 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)



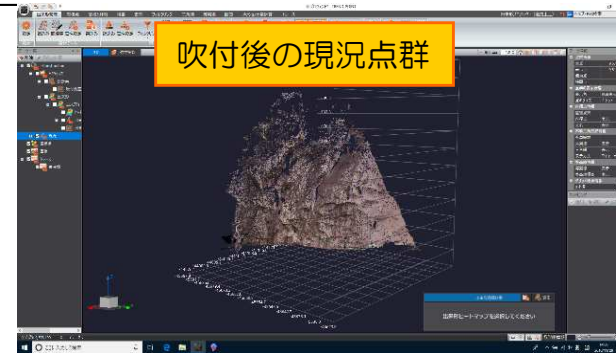
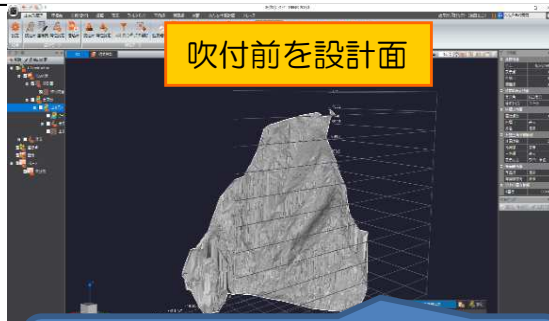
設計面作成  
(現況面)



吹付後測量

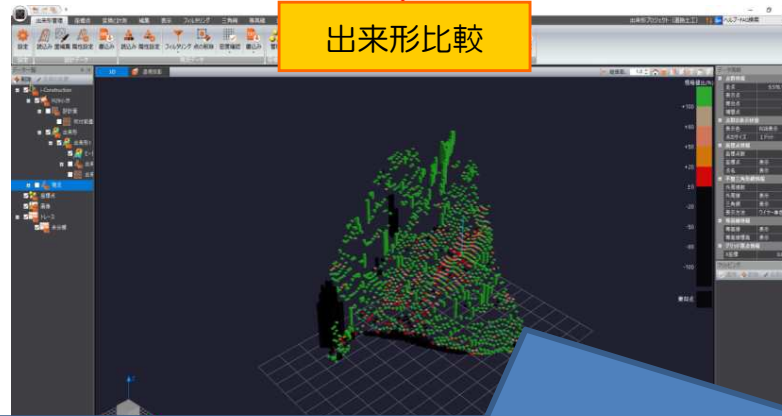


出来形比較



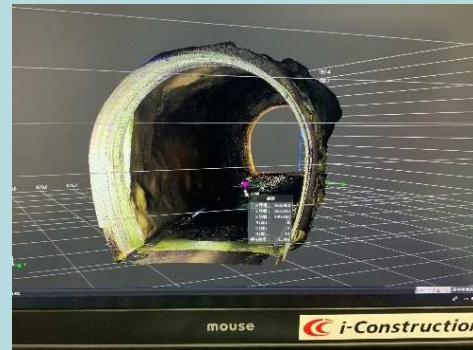
課題: 三角網を細かくし、精密に現況面を再現することが必要

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

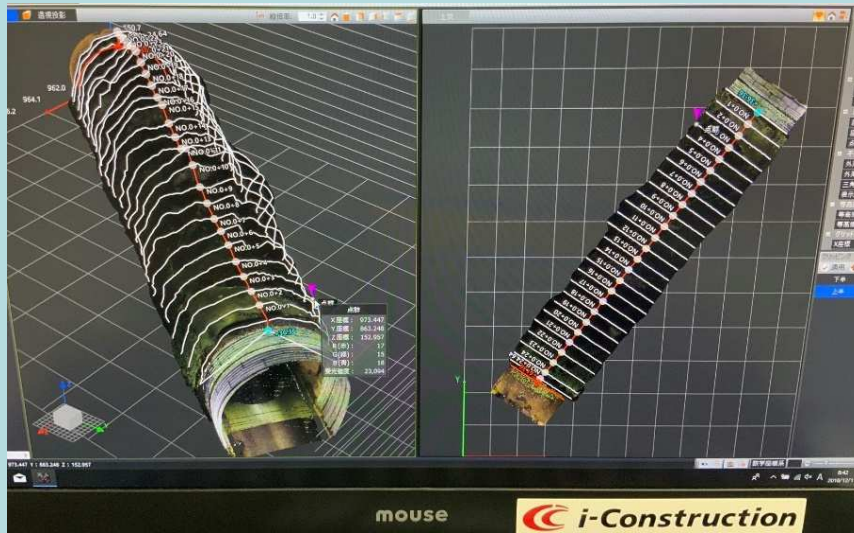
- 概要・・・既設トンネル修繕工事(ライナープレート工法)における内空断面の高密度点群化
- 特長・・・着工前の内空断面及びライナープレート設置前(掘削後)の出来形をTLSで3次元測量
- 効果・・・起工時の3次元測量(TLS)により、ライナープレートが支障する掘削位置を的確に判断。掘削後は出来形測量(TLS)により適切な裏込注入量を把握することが可能となる。



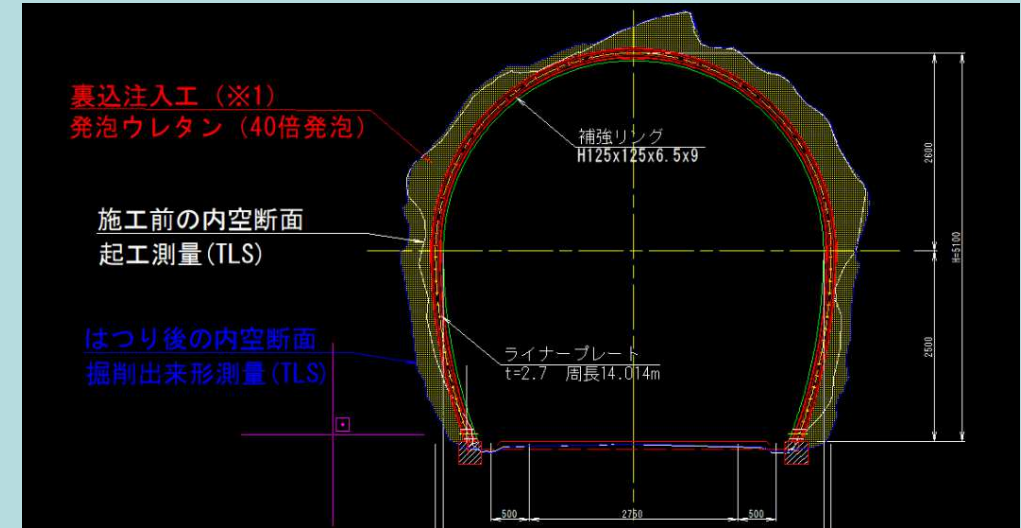
TLSによるトンネル断面の点群化



TLSによる測定状況

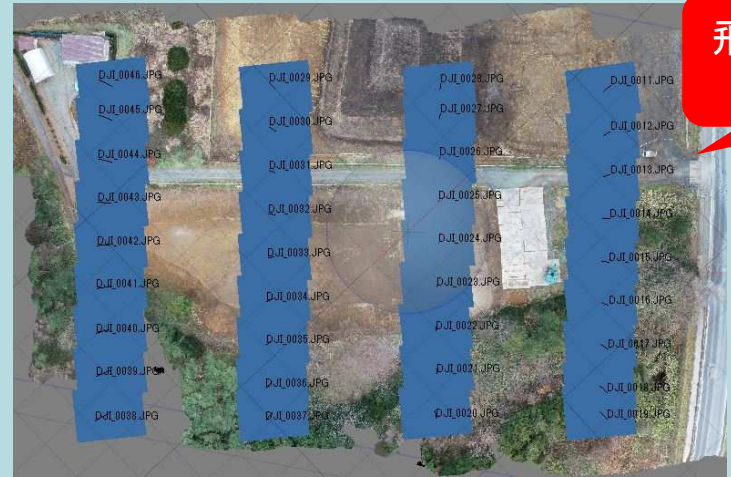


トンネル断面図の作成



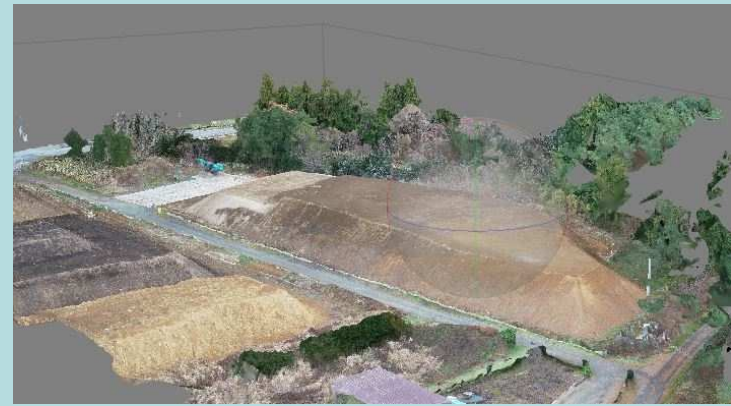
掘削量・注入量管理の高精度化

- 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！

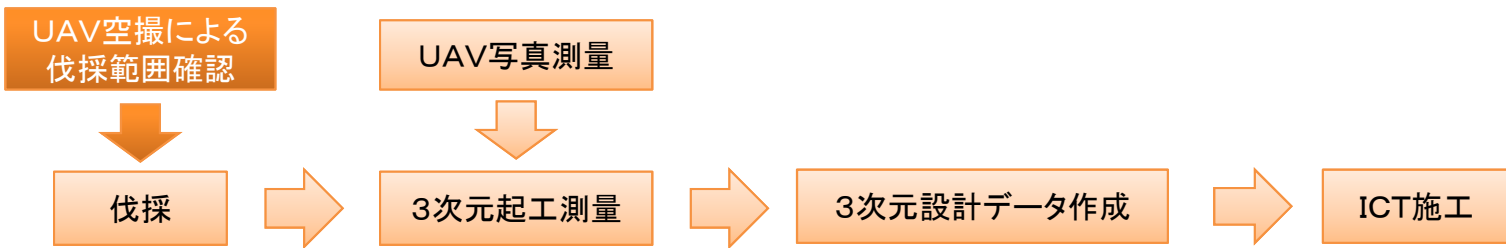


|                    |  |
|--------------------|--|
| 2018年12月07日 22時21分 |  |
| 2018年12月07日 22時07分 |  |
| 領域名                | メッシュ領域1  |
| 盛土量                | 10,755.996 m <sup>3</sup>                      |
| 切土量                | 0.434 m <sup>3</sup> 10,755.562 m <sup>3</sup> |
| 詳細情報               |  |
| 格子数                | 12,933   |
| 格子サイズ              | 0.50 m   |
| 格子面積               | 0.2500 m <sup>2</sup>                          |
| 総面積                | 3,233.2500 m <sup>2</sup>                      |
| 盛土面積               | 3,221.2500 m <sup>2</sup>                      |
| 切土面積               | 12.0000 m <sup>2</sup>                         |
| 最高標高               | -69.600 m                                      |
| 最低標高               | -76.168 m                                      |
| 角度                 | 47.81°   |





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

### 精度検証状況

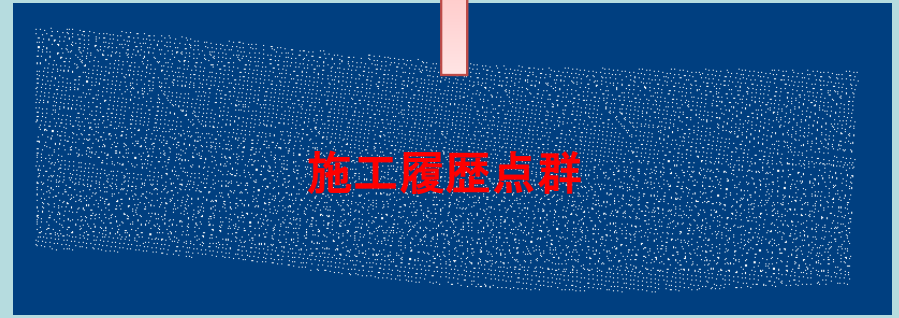
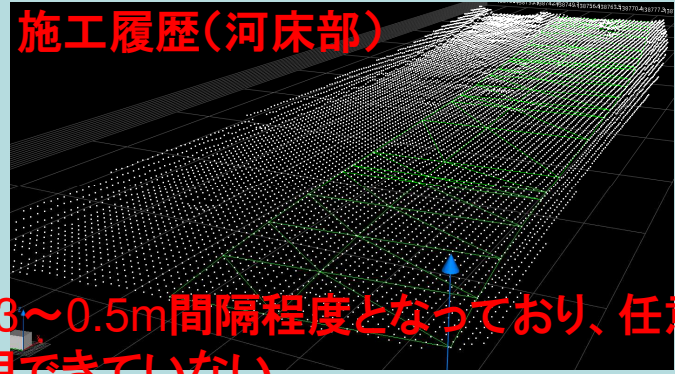


精度検証の後、河床掘削をする。流水で形状変化しても施工履歴は変化がない。

### 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

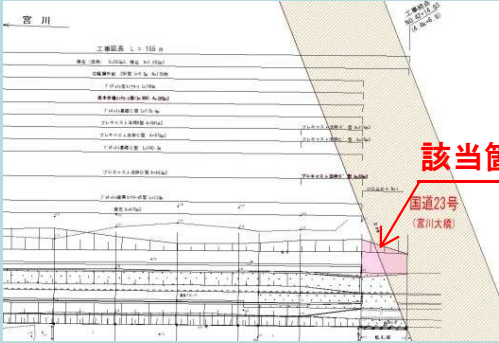


- 概要: 築堤・護岸工事等で橋梁周辺での作業バックホウ作業におけるICTの活用
- 特長: バックホウ3DMC(マシンコントロール)を用いた橋梁への接触防止装置の代替としての使用
- 効果: 捨石・根固め作業等でバケット位置を制御する事で橋梁の接触による損傷を回避できる。

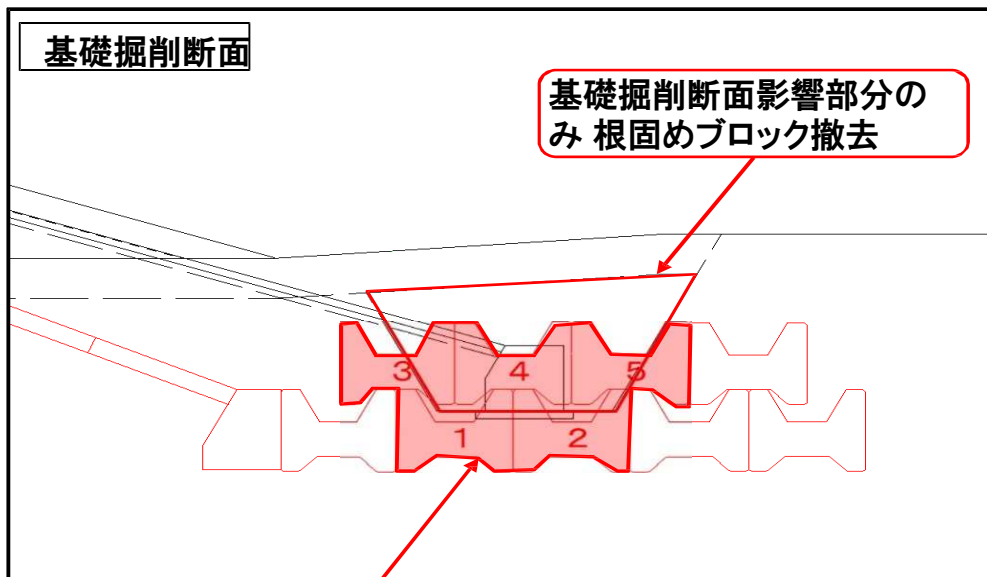
該当箇所



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。



- 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)

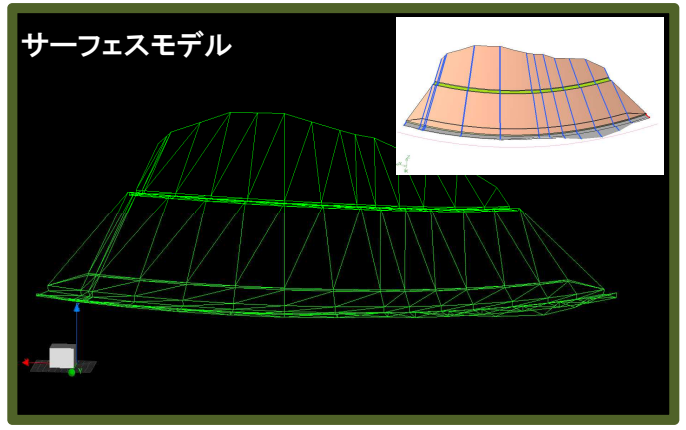
UAVカメラ真下 (-90度)



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

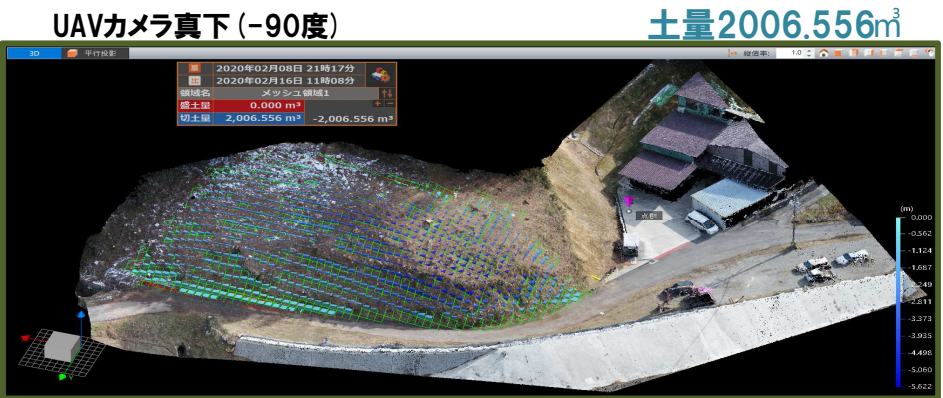
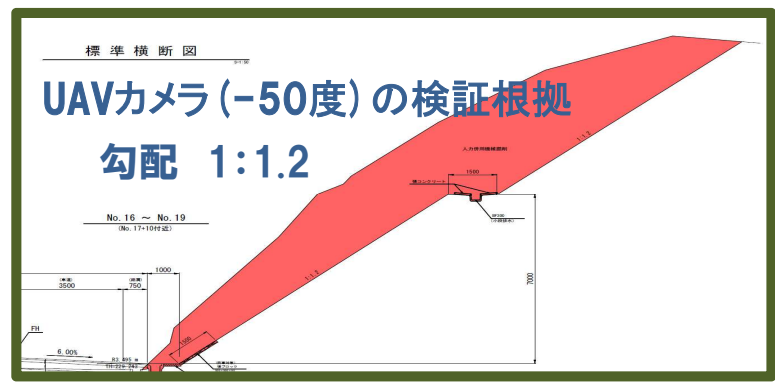


※今後、検証点を置く角度(法面の勾配や平置き)や場所および測量方法(ノンプリズムを含む)を検証する。

- 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

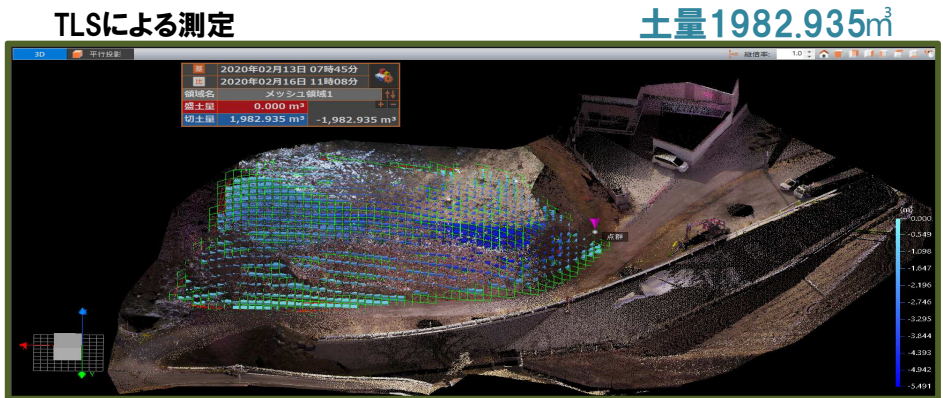


算出土量の差が  
どれぐらいなら  
許容範囲なのか？



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。