

平成30年度 防災安全交付金（通常砂防）（緊急対策事業）・  
平成31年度国補通常砂防（事業間連携）（緊急対策事業）合併工事における  
**ICT活用事例報告**

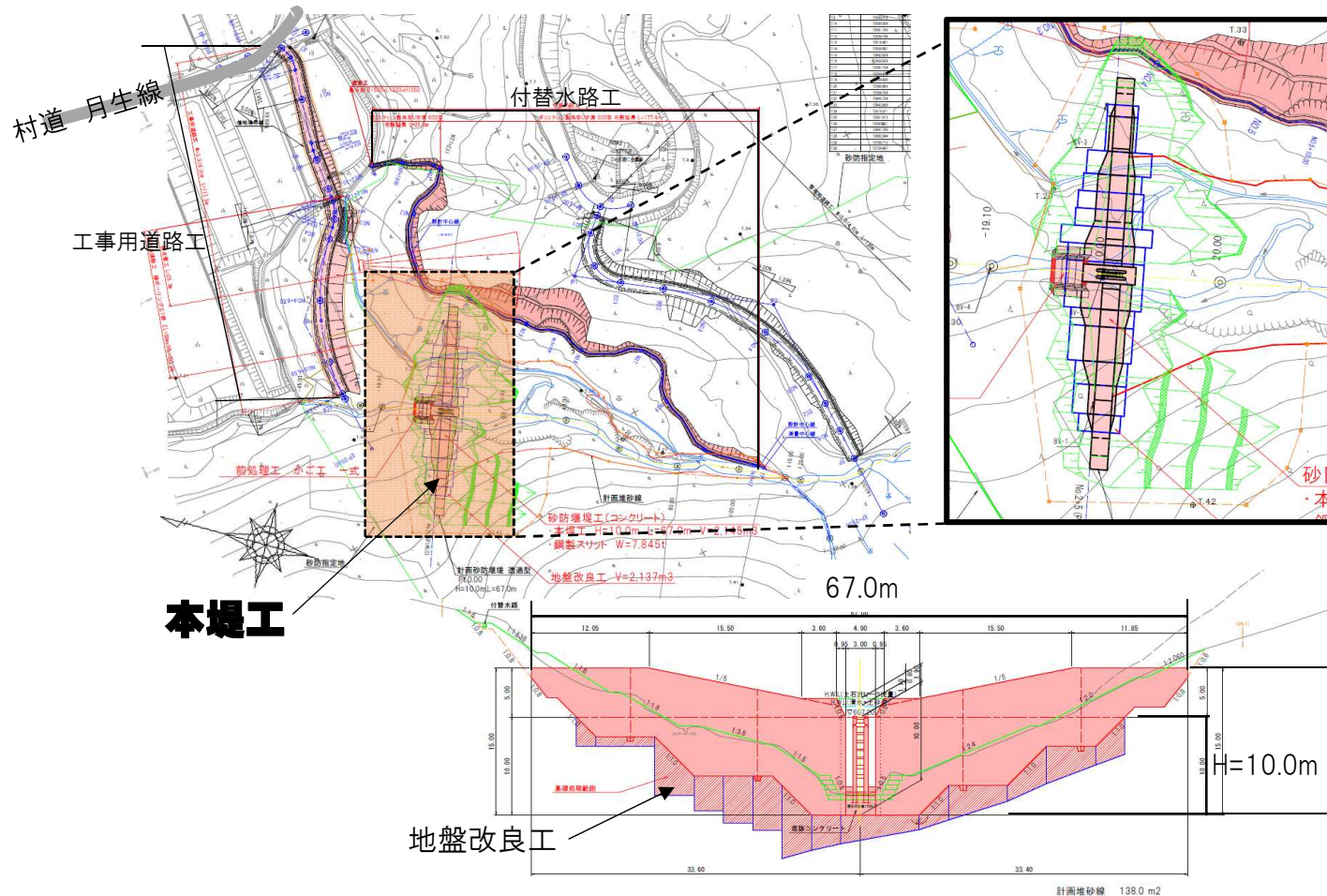
2020年2月20日  
長野県須坂建設事務所  
原 和義

# 1\_流域の概要 (砂)樽沢川 長野県上高井郡高山村 水中



## 2\_長野県におけるICTモデル事業 ~現場の概要~

|                        |  |
|------------------------|--|
| 工事名                    | 平成30年度防災・安全交付金(通常砂防)(緊急対策事業)・平成31年度国補通常砂防(事業間連携)(緊急対策事業)合併工事 |
| 砂防堰堤・掘削工(ICT)          | 6,100m <sup>3</sup>  |
| 法面整形(盛土部)<br>法面整形(切土部) | 1,270m <sup>2</sup><br>1,230m <sup>2</sup>                   |
| 地盤改良工                  | 2,137m <sup>3</sup>  |



# 3\_地方普及展開に向けた取り組み～現場支援型モデル事業～

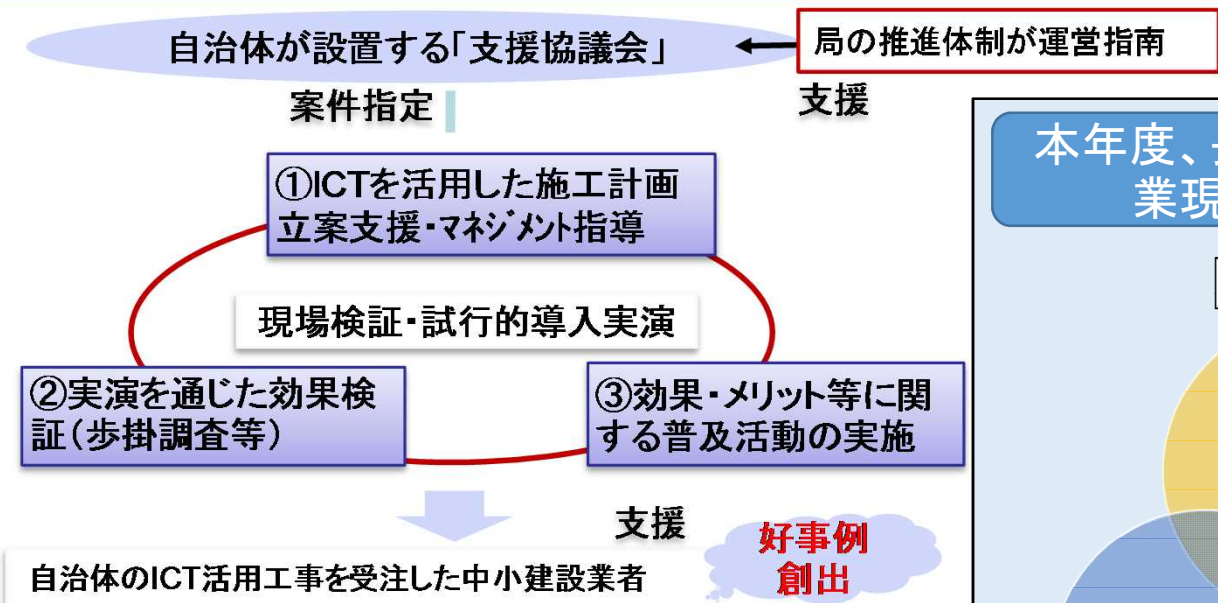
H29年度より、自治体への普及支援として開始

## 3-3. ①普及加速事業の概要

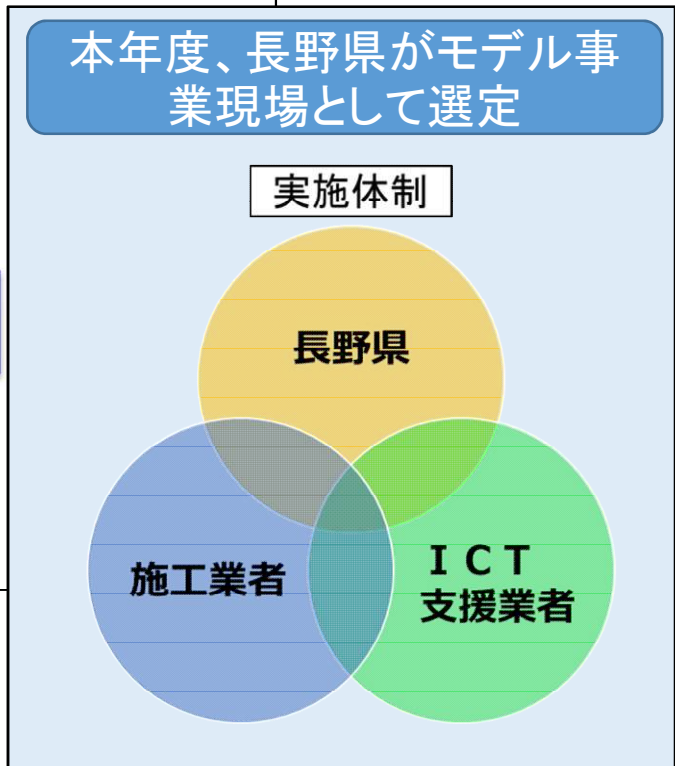
国土交通省

### 現場支援型モデル事業の実施

- 建設業全体の生産性向上のためにはICT土工の裾野を中小建設業者に拡大することが必要
- そうした業者は自治体の小規模工事の担い手であることから、初期投資がかかるICT土工のメリットを経営層が実感する機会の創出をすることが、なによりも重要



- 自治体のICT活用工事をフィールドにICT活用好事例を創出



H29.3.7 ICT導入協議会資料より抜粋(国土交通省)

## 4\_本事業におけるICT活用計画(案)

| ICT活用プロセス               | 現場環境<br>その他条件   | 課題(懸念事項)   | 選定ICT技術(案)   |
|-------------------------|---|--|--|
| <b>1</b> 3次元起工測量        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高低差がある</li> <li>・山間部である</li> <li>・自社計測予定</li> </ul>                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高低差の画素寸法への影響</li> <li>・UAV計測時のGNSS電波の捕捉が可能か</li> </ul>           | 左記の影響がない場合UAVとし、影響がある場合は地上型レーザースキャナによる計測                                       |
| <b>2</b> 3次元設計データの作成    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・堰堤の設計</li> <li>・自社作成</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>・変化点を取得する必要がある</li> <li>・現況との擦り付け</li> </ul>                      | 左記の留意点を考慮し、作成を実施する   |
| <b>3</b> ICT建機による施工     | <ul style="list-style-type: none"> <li>・山間部</li> <li>・自社保有機械使用予定</li> <li>・周辺の木の影響</li> <li>・地盤改良が必要</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・GNSSの影響</li> <li>・ICT建機をレンタルする場合、地盤改良のタイミングに合わせる必要がある</li> </ul> | GNSSの影響が懸念されるため、TSタイプもしくは、マルチGNSSタイプの建機を使用することが望ましいが、自社で建機を保有しているため、まずは自社機械で施工 |
| <b>4</b> 3次元出来形管理等の施工管理 | <ul style="list-style-type: none"> <li>・高低差がある</li> <li>・自社計測予定</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・堰堤の急こう配や高低差をうまく取得できるか</li> </ul>                                 | 左記の影響がない場合は、面計測・面管理とし、影響が生じる場合はTS出来形管理もしくは従来管理とする                              |
| 3次元データの納品               |   |  | 3次元で実施した内容を納品する  |

※現在「ICT建機による施工」のまで進行中

## 5\_3次元起工測量の実施

事前確認により、測量箇所の勾配が激しく高低差があるため、UAV測量で基準を満たす高度で撮影しようとする、立木のほうが高度より高く接触してしまう恐れがあった。



平地はUAVで測定



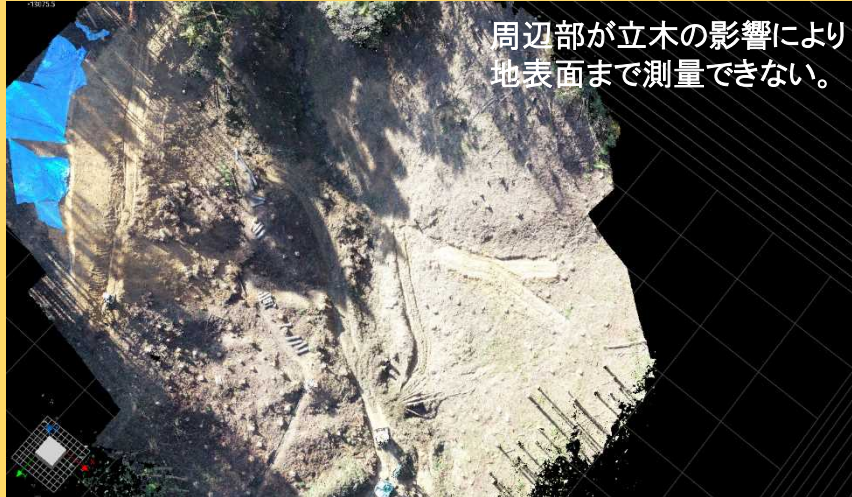
袖部などの高所はTLSを用いて測定



各々の計測機器の利点をうまく融合させて、現況を取得

## 6\_3次元起工測量の実施 点郡合成

UAVでの取得点群



TLSでの取得点群



合成した点群



### 【起工測量所要人工の比較】

#### ◆従来

外業: 2人 × 6日 = 12人日

内業: 1人 × 3日 = 3人日

#### ◆3次元起工測量

外業: 2人 × 1日 = 2人日

内業: 1人 × 0.5日 = 0.5人日

## 7\_3次元起工測量の実施【GNSS取得状況の確認】

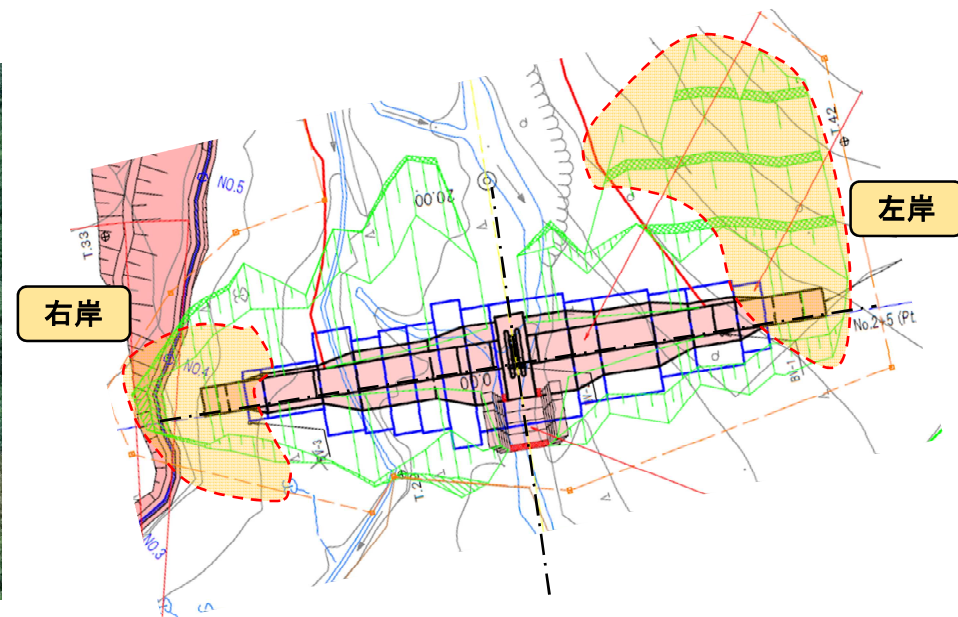
現場のGNSS取得状況を把握するために、  
起工測量前にGNSSローバーによる確認を実施した



- 11:40頃から12:10頃は、左岸側の切り出し位置付近(最も掘削標高の高い位置)以外はFIXした。
- 14:15から14:50頃は、衛星は上空に存在しているが、FIXしない。(施工範囲全般)
- 現地の状況以外に、時間帯による受信制限があることが判明
- 衛星状況の良い時間帯でも、切り出し位置は難しい可能性が高い。

※FIX解(ベクトル解析の解が定まった状態)。つまりFIXしている場合というのは、安定して位置情報が取得できている状態

### 切り出し位置





# 8\_【衛星状況の確認】

「Trimble GNSS Planning」(サイト)にて衛星状況の確認を実施

| System: active | Selected | Healthy |
|----------------|----------|---------|
| GPS            | 30       | 30      |
| GLONASS        | 22       | 22      |
| Galileo        | 22       | 22      |
| BeiDou         | 44       | 44      |
| QZSS           | 4        | 4       |
| IRNSS          | 7        | 7       |

所有しているものが、どの種類の衛星を取得できるか選択します。今回の場合、GPSとGLONASSになりますので、この二つ以外のチェックは外します。

| System: active | Selected | Healthy |
|----------------|----------|---------|
| GPS            | 30       | 30      |
| GLONASS        | 22       | 22      |
| Galileo        | 0        | 22      |
| BeiDou         | 0        | 44      |
| QZSS           | 0        | 4       |
| IRNSS          | 0        | 7       |

Settings

Latitude: N 36° 39' 17.6"

Longitude: E 138° 7' 19.8"

Height: 998 m

Elevation cutoff: 0

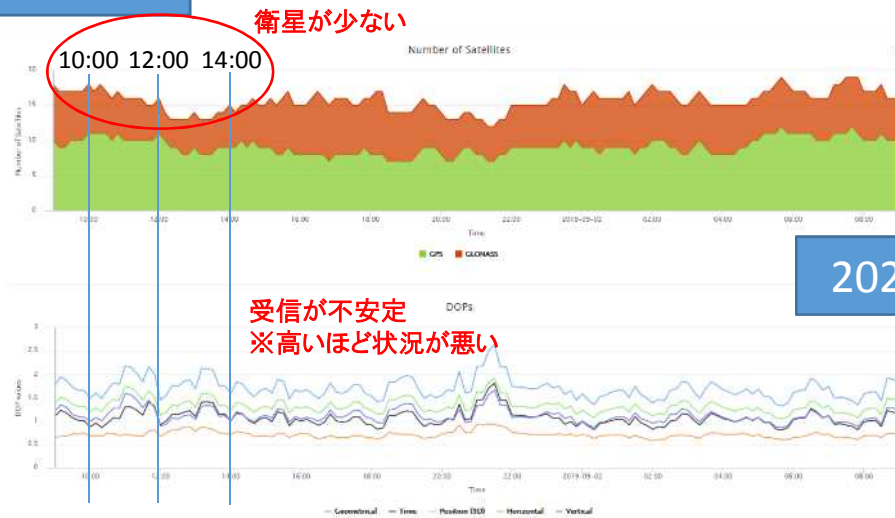
Day: 2020/01/01 Today

Start time: 09:00 UTC+09:00

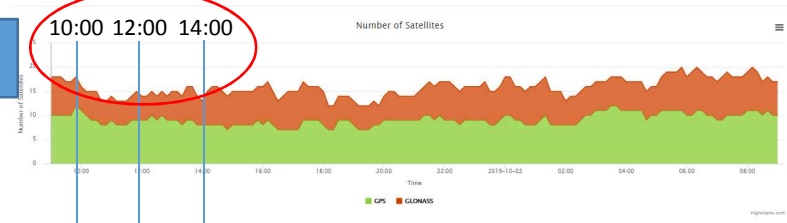
Period (hours): 24

Time zone: (UTC+09:00) Osaka, Sapporo, Tokyo

2019.9



2019.10



2020.1



一番作業を行いたい時間帯が安定しない

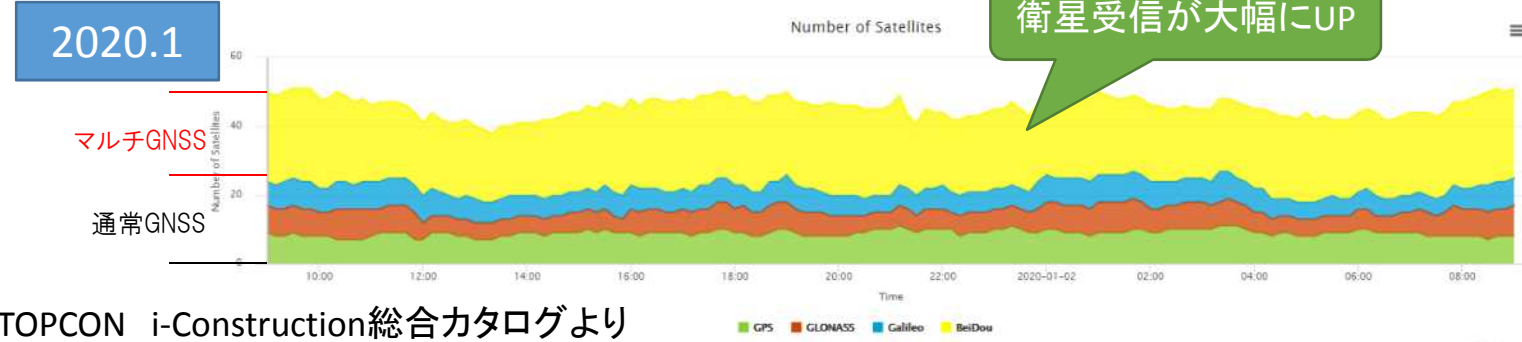
# 9 \_\_GNSS取得状況の確認を踏まえて～ICT建機による施工の再検討～

## 課題

- ◆ 安定して情報が取得できる(FIX解)時間帯が少なく、切り出し位置での使用は難しい。  
※GPSとGLONASSのみの情報を取得できる受信機(ICT建機)を使用する場合

## 対策

- ◆ マルチGNSSタイプの受信機対応建機の導入。  
※GPSとGLONASSに加え、準天頂、中国のBeiDou、EUのGalileo等が取得できるもの  
マルチGNSSタイプの受信機対応建機を使用することで、取得できる衛星の数が増えるため当該現場でも効果を発揮することを期待している。(導入予定)



TOPCON i-Construction総合カタログより

**マルチGNSS対応**

X-53xは、GPS、GLONASS、QZSS、BeiDou、Galileoの信号を受信することが可能です。受信可能な衛星数の増加により、上空視界の確保できない現場、例えば山間部等においても安定かつ高精度な施工が可能です。

**各社油圧ショベルに対応したマシンコントロール** ※

制御の核となるバルブコントローラーを後付けすることができるため、お持ちの資産を有効に活用できます。お客様のニーズに合わせて、3D-MGから3D-MCへアップグレードが可能で、高い生産性を実現します。

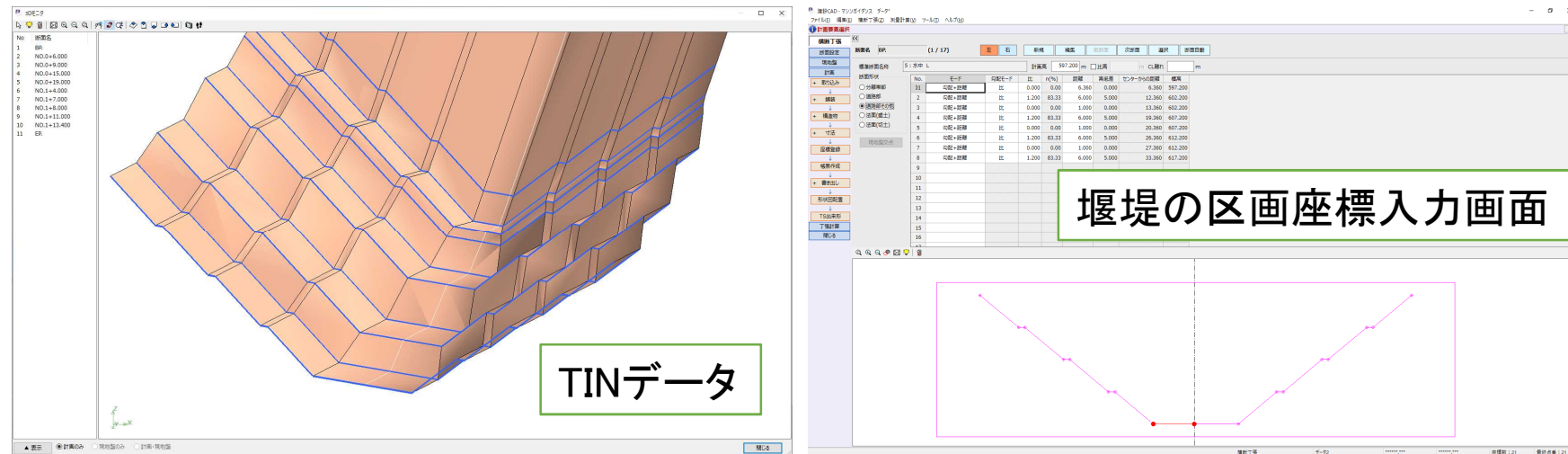


**システム構成**

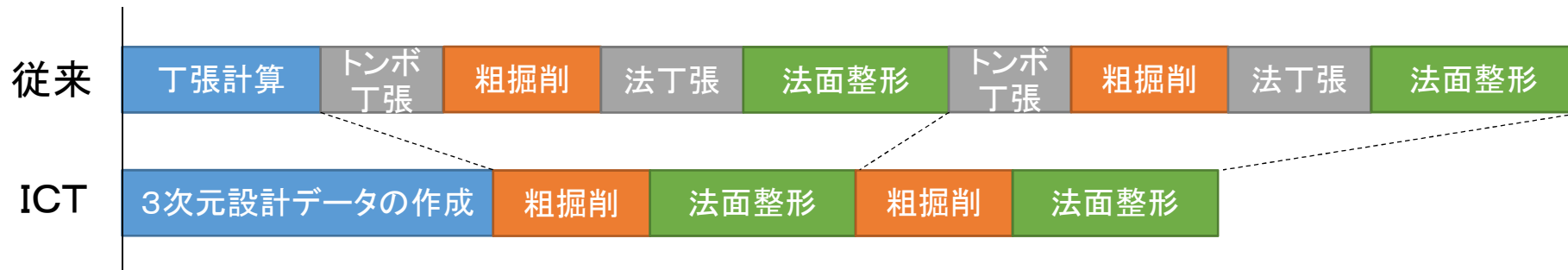
※ 3D-MC 対応については、近日発売の予定です。  
※ 3D-MC 取付可能機種につきましては、お問い合わせください。

# 10\_\_3次元設計データの作成

堰堤の設計データについては、道路の設計のように路線・縦断・横断情報を入力するわけではないため、**掘削の際に小段を設ける・掘削勾配が変わる**など考慮してTINデータを作成。また、**地盤改良があるため区画割りを図面から読取り、考慮する必要がある。**



◆ **3次元設計データの作成は、従来施工ではなかった準備作業として必要となるが、丁張設置作業や位置出し準備など削減されることにより、施工時への効果が大きい**

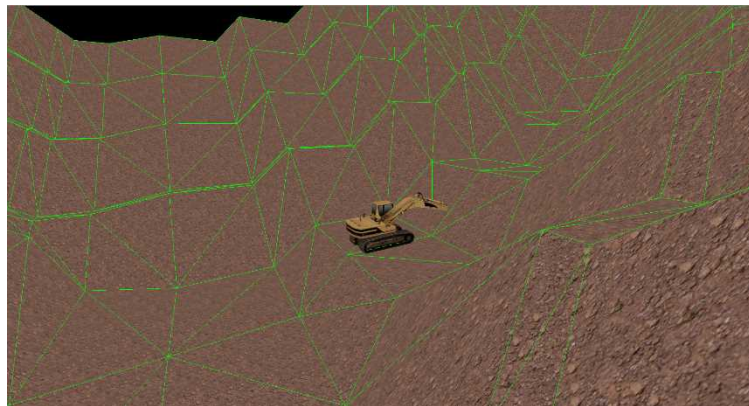


## 11 ICT建機による施工～現在の状況～



### 堰堤周辺の掘削・法面整形部分

- ◆ 従来施工を実施しているが、**3次元設計データを、位置確認や丁張設置等に活用**



### 堰堤掘削および法面整形＋地盤改良部分

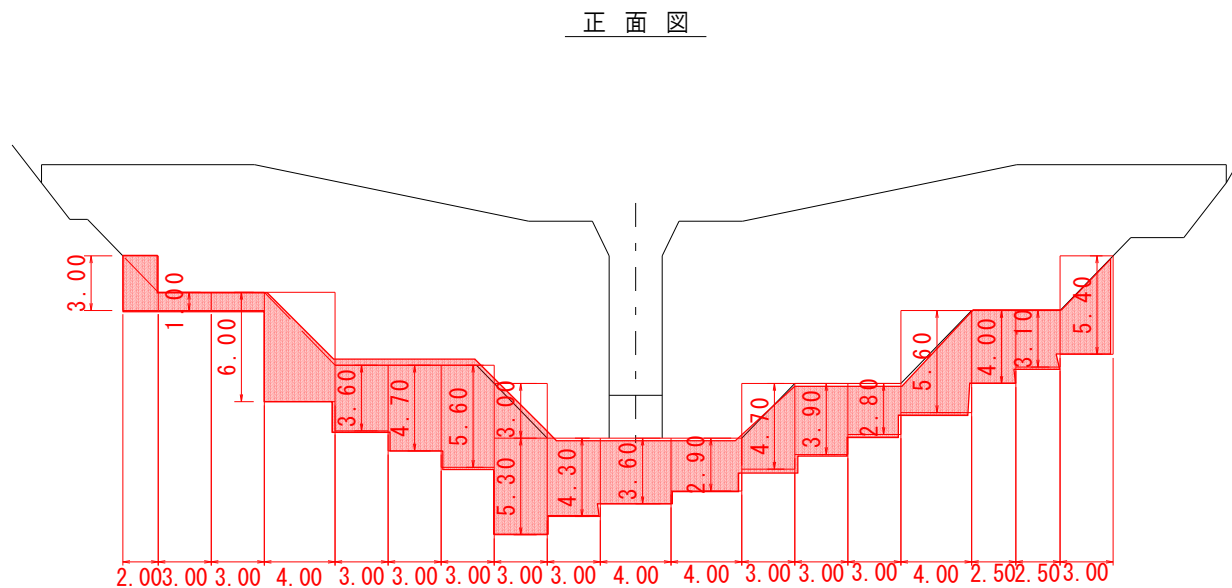
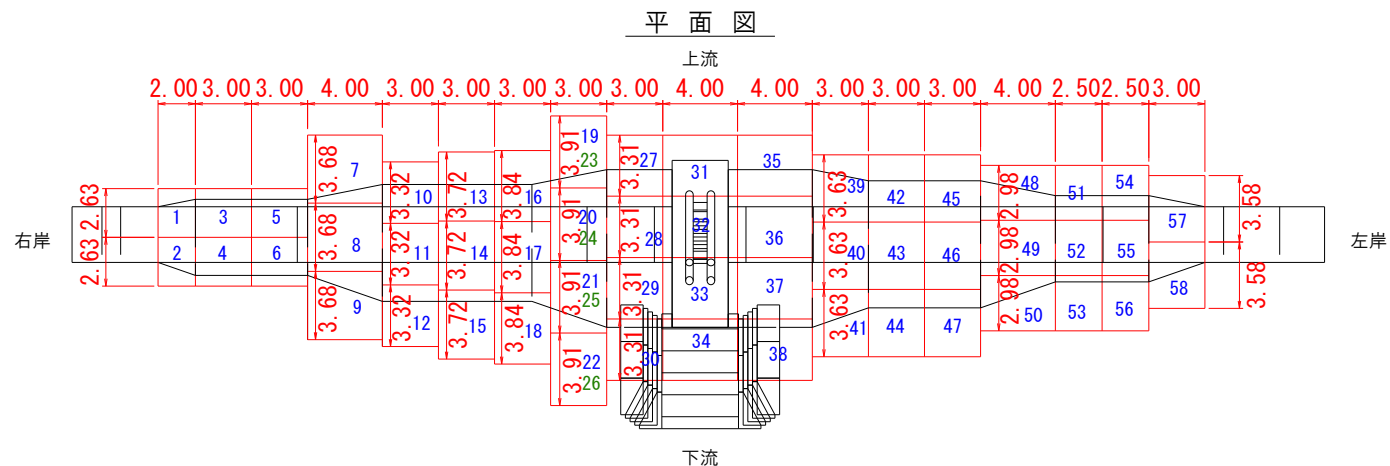
- ◆ マルチGNSS受信機を使用した施工をR2.3月より予定
- ◆ 本堤掘削と地盤改良を同時に施工



自動追尾型TSを用いたマシンガイダンス、マシンコントロールの導入も検討している

# 12\_\_2次元のICT建機の活用 地盤改良工（基準高さ位置からの深さ確認）

当該現場では、地盤改良をエルニード工法で実施。



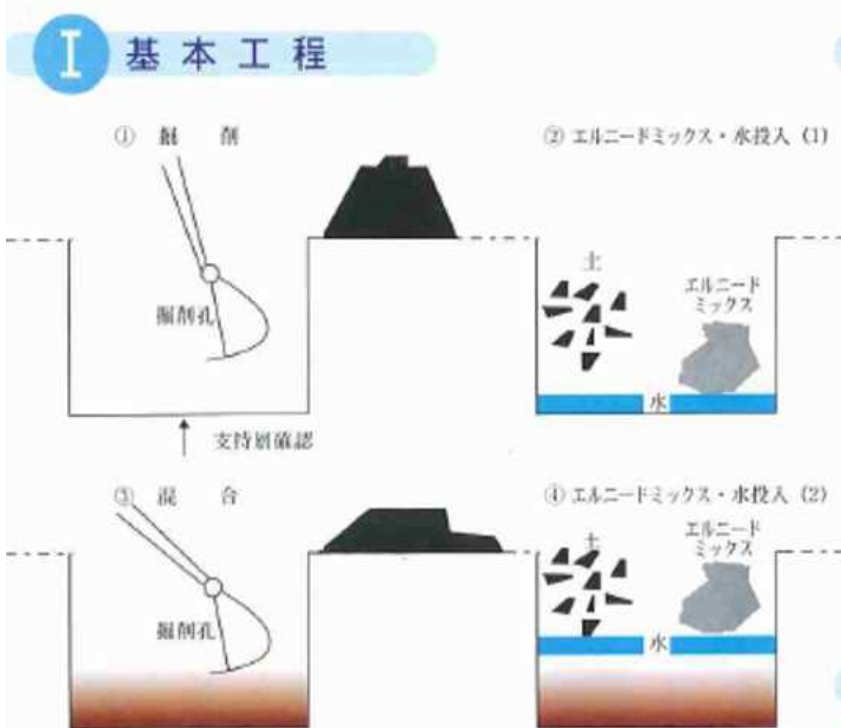
# 13\_\_2次元のICT建機の活用

## エルニード工法とは

エルニード工法は、目視にて混合状況や支持層を確認できるため、品質向上を目的とした技術である。

※スラリー系機械攪拌式ブロック状地盤改良工法

原地盤の土とセメント系固化材とを特殊バケットを用いて混合攪拌



- ◆ 地盤改良機(ベース BH0.8m3級排対型クレーン仕様)を用いる
- ◆ 6m程までの地山を垂直に掘り、改良する
- ◆ 深さの確認については、切土勾配が垂直となり深さの計測が危険であるため実施できないことから、地盤改良機のセンサーを利用し、高さ(深さ)改良寸法を管理する
- ◆ 掘削前に改良場所(幅、長さ)をマーキングし、地盤改良機のリーチセンサーをゼロセットする。合わせて、高さを丁張またはレベルにてバケット高さを直接計測しセットする
- ◆ センサーのチェックは機械毎に施工前に実施する。(キャリブレーション)
- ◆ 地盤改良機を移動した場合は再度それぞれの位置を再セットし改良を実施する
- ◆ センサーのセット時、及び掘削完了時の確認により、改良深を確認する
- ◆ 改良後の強度確認は現地採取したコアによる一軸圧縮強度試験結果から判断する

## 14\_\_当該工事におけるICT活用事例報告のまとめ

---

◆起伏や支障物が多く、狭隘な地形でのICT活用工事は、通常のICT活用工事よりも留意すべき点が多い。

- GNSS等(衛星)の取得状況には特に留意が必要
- 設計段階でICT活用工事が可能かどうか調査が必要

◆現場の環境に合わせて柔軟に対応することにより、砂防工事特有の危険作業の軽減(急斜面での丁張設置等)や時間短縮などに期待しております。