

分類	②施工管理
----	-------

課題名	ICT活用工事（法面工）による施工管理			
工事名	令和3年度利賀ダム工事用道路法面対策工事			
施工業者名	株式会社 藤井組			
担当技術者名	藤原 昌章			
工事場所	南砺市利賀村地内			
工期	令和4年5月19日～令和5年1月25日			
工事概要	道路改良	1式	鉄筋挿入工	N=540本
	掘削工	V=2,500m <sup>3</sup>	排水構造物工	L=102m
	法面整形工	A=1,270m <sup>2</sup>	集排水* -リグ* 工	L=187m
	防草ネット	A=101m <sup>2</sup>	構造物取壊し工	1式
	残土処理工	V=2,500m <sup>3</sup>	仮設工	1式
	法枠工	L=1,702m		

## 1.はじめに

本工事は、南砺市利賀村地内において、令和3年8月に法面の表層崩壊が発生した利賀ダム工事用道路の法面対策工事を行うものである。主となる工種が法面工であったため、ICT活用工事（法面工）にて施工を行った。全国的にみても活用実績の少ないICT活用工事（法面工）であるため、活用方法について報告する。

【着工前】



【令和4年12月】



## 2. ICT活用工事（法面工）とは

ICT活用工事（法面工）は、他のICT活用工事と同じくICT施工技術を全面的に活用する工事であるが、他の工種では『ICT建設機械による施工』となっている③段階の施工プロセスが、法面工においては『該当無し』となる。

### 【ICT活用工事（法面工）実施要領より抜粋】

#### 1. ICT活用工事

##### 1-1 概要

ICT活用工事とは、施工プロセス全ての段階において、以下に示すICT施工技術を全面的に活用する工事である。

また、次の①②④⑤の全ての段階でICT施工技術を活用することをICT活用工事（法面工）とする。また、「ICT法面工」という略称を用いることがある。

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ 該当無し
- ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑤ 3次元データの納品

### 3.対象工種

ICT活用工事（法面工）の対象工種は右のとおり。  
本工事では吹付工：モルタル吹付と、吹付法砕工が  
対象工種となる。

【ICT活用工事（法面工）実施要領より抜粋】→

#### (1) 対象工種

ICT活用工事の対象は、工事工種体系ツリーにおける下記の工種とする。

- 1) 植生工：（種子散布）  
（張芝）  
（筋芝）  
（市松芝）  
（植生シート）  
（植生マット）  
（植生筋）  
（人工張芝）  
（植生穴）  
植生工：（植生基材吹付）  
（客土吹付）  
吹付工：（コンクリート吹付）  
（モルタル吹付）  
吹付法砕工

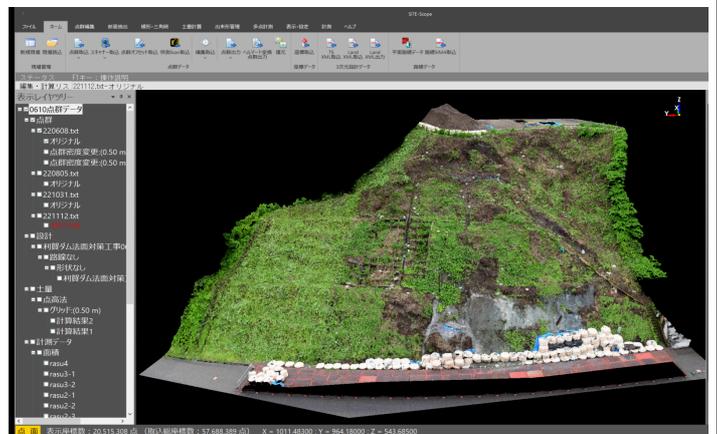
### 4. 現場で実施した内容

#### ① 3次元起工測量

##### 【UAVを活用した起工測量の実施】

工事箇所は崩壊法面であり、非常に複雑な地形であった。UAVを活用した3次元起工測量を実施することにより、現地の地形を正確に把握し、次に報告する3次元設計データ作成と合わせて、工事の施工管理に広く活用することができた。

【3次元起工測量成果】→



#### ② 3次元設計データ作成

##### 【3次元設計データの活用】

法砕工施工基面の3次元設計データを作成することにより、以下の活用が図れた。

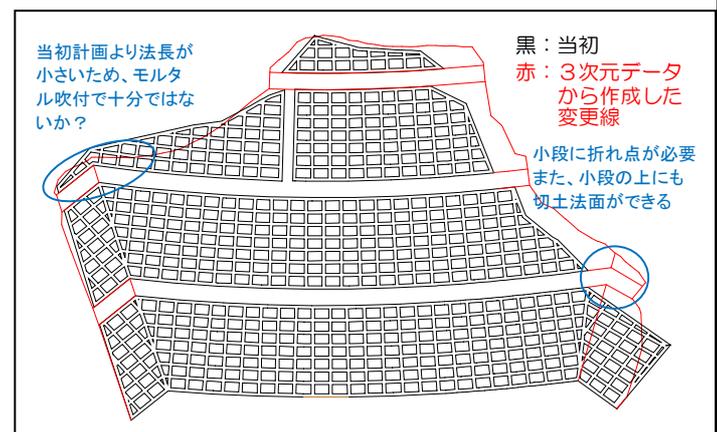
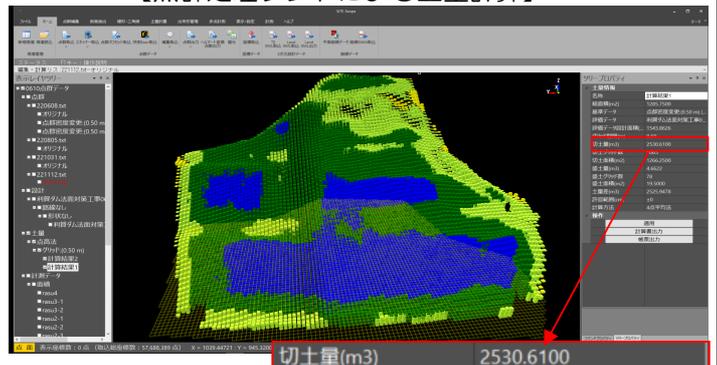
##### 《正確な切土数量の把握》

3次元起工測量データと3次元設計データを対比することにより、実際の切土数量を把握できた。これにより、切土数量が当初設計の2,900m<sup>3</sup>から、実際の2,500m<sup>3</sup>に変更となった。

##### 《着手前に正確な法面の形状を把握》

3次元起工測量データと3次元設計データを対比することにより、切土工の着手前に実際現地に構築される切土法面の形状を正確に把握することができた。これにより、事前に変更箇所を協議し、切土工を着手してからの手戻りや協議の待ち時間も無く施工を進めることができて、工程短縮につながった。

##### 【点群処理ソフトによる土量計算】

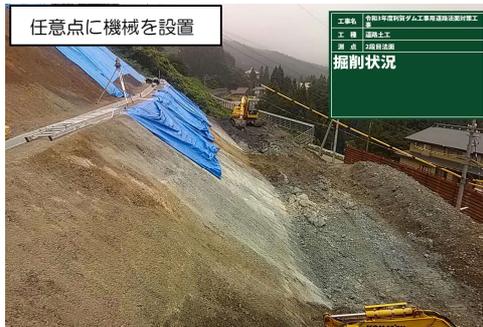


## ② 3次元設計データ作成

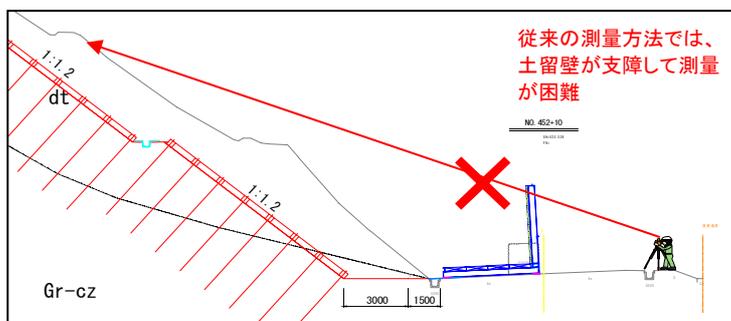
### 《3次元設計データを活用した切土の測量管理》

施工箇所は全線が、単曲線と緩和曲線のカーブ区間の内側に位置した。通常の測量管理では10m毎の測点しか測量しないため、途中の区間は重機運転手の感覚により施工することが多いが、3次元設計データを活用して切土の測量管理を実施したため、任意の測点で細かく測量を実施し、誤差の少ない法面工施工基面を構築できた。また、従来の測量方法では、設置済の土留壁が支障して測量が困難であったが、3次元設計データを活用した測量管理であったため、任意の機械点から測量することが可能であった。

【曲線区間の切土法面】



【従来の測量方法】



## ③ 3次元出来形管理等の施工管理

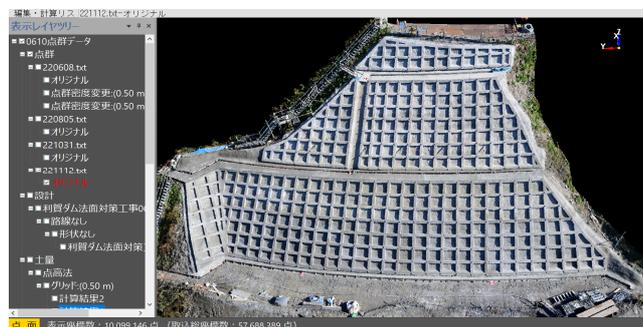
### 【UAVを活用した出来形測量の実施】

法面工の出来形管理を実施するため、ラス張り施工完了時、及び吹付法枠工施工完了時にUAVを活用して出来形測量を実施した。

【ラス張り完了時 点群データ】



【吹付法枠工完了時 点群データ】



### 【UAVを活用した出来形測量の準備】

法枠工の出来形測量を実施するため、測定箇所、点群で確認できる大きさ（5cm程度）でマーキングを実施した。

【測定箇所をマーキング】



【マーキング箇所の点群】



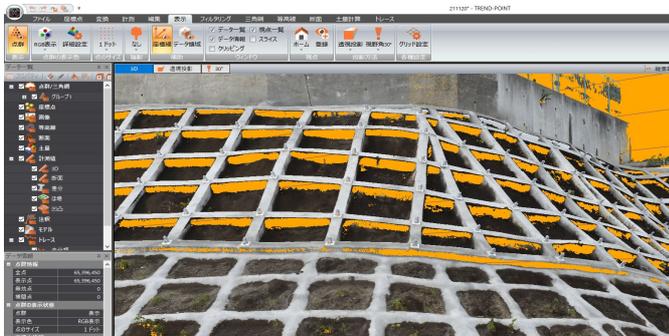
### ③ 3次元出来形管理等の施工管理

#### 【UAVを活用した吹付法枠工出来形測量の注意点】

吹付法枠工の出来形測量の注意点として、通常の土工で実施するように構造物の真上からUAVにより写真を撮影した場合、法枠下面の点群が取得できないことが懸念された。対策として、UAVによる撮影を、上空からと側面からの2回実施し、法枠下面の点群も取得することができた。

【×点群取得の失敗例】

黄色い部分は点群が取得できていない

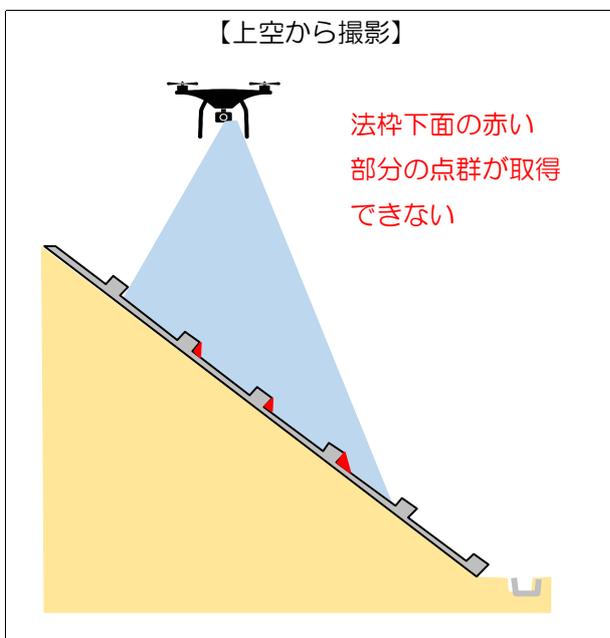


【○今回撮影して取得した点群】

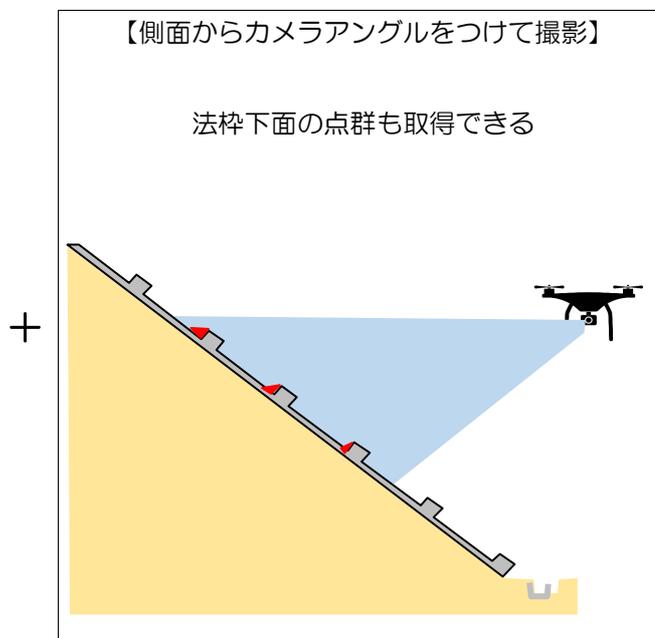
法枠下面も点群が取得できている



【上空から撮影】



【側面からカメラアングルをつけて撮影】



写真を撮影するUAVは、UAVの操作とカメラ操作が独立して、2人でそれぞれ操作可能な機械を使用することにより、側面からカメラアングルをつけて撮影することができた。



【写真撮影に使用したUAV】

UAVとカメラが独立してそれぞれ操作可能



【撮影状況】

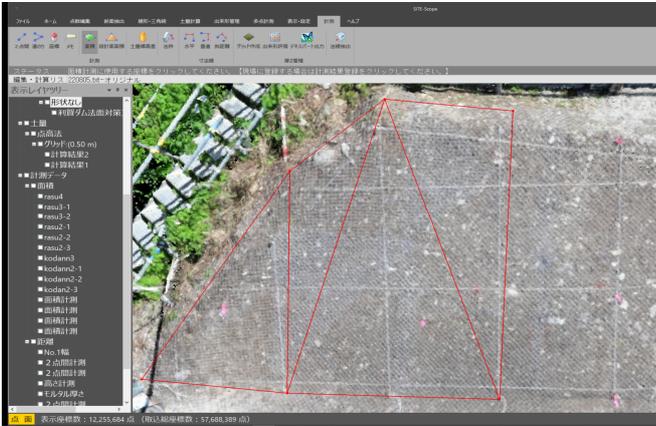
側面から撮影するため、UAVとカメラを2人でそれぞれ操縦

### ③ 3次元出来形管理等の施工管理

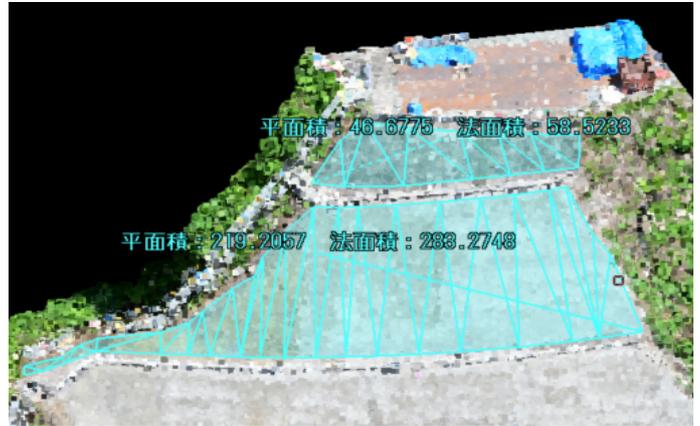
#### 【点群からラス張り工施工面積を計測】

3次元出来形測量により取得した点群から、ラス張り工の施工面積を計測する。点群処理ソフトの画像から、ラス張り工の施工端部を順次選択することにより、法面施工面毎の施工面積が簡単に計測することができる。

#### 【点群処理ソフトの画像から施工端部を選択】



#### 【施工面毎の施工面積が計測できる】



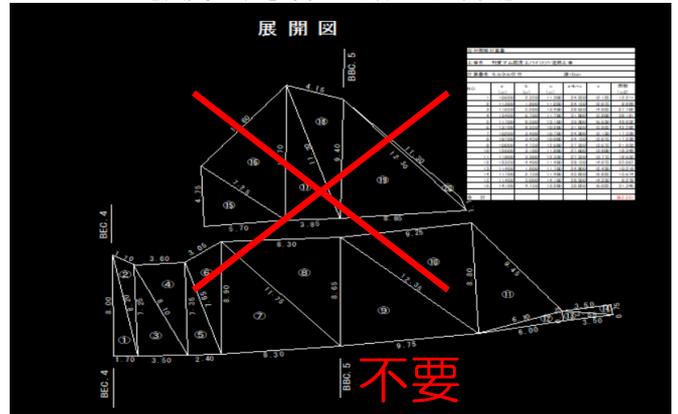
従来工法でラス張り工や法枠工の施工面積を計測する場合は、法面工2～3名と職員が現地で斜長を計測することにより展開図を作成し、ヘロンの公式より面積を求めるが、計測に多くの時間と労力が必要であり、計測間違いにより再計測が必要となる場合も多い。また、監督員の立会においても、出来形計測時と同様の人員が必要となり、監督員が現地法面で立会する必要がある。

ICT活用工事で施工することにより、出来形計測にかかる人員と時間を減少し、安全に精度良く施工面積を計測することができる。

#### 【従来工法の施工面積計測、立会状況】



#### 【展開図、計算書の作成が不要】

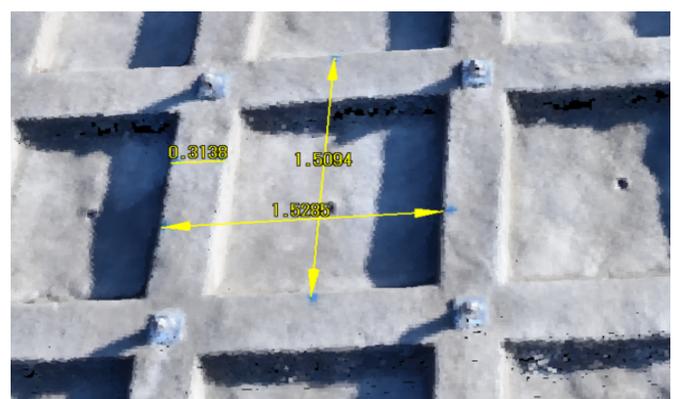


#### 【点群から吹付法枠工の出来形を計測】

吹付法枠工の幅、枠中心間隔の出来形は、点群処理ソフトの画像から、事前にマーキングしておいた箇所の点間距離を計測することにより実測する。

パソコン画面での机上確認となるため、親綱撤去後の完成検査においても、全ての測点で出来形が実測できる。

#### 【マーキングの点間距離を計測】



### ③ 3次元出来形管理等の施工管理

#### 【点群から吹付法枠工の出来形を計測】

吹付法枠工の高さと、枠内モルタル吹付の厚さの計測は、ラス張り工施工完了時の点群データと、吹付法枠工施工完了時の点群データの両方を用いて計測する。両方の点群データを表示した状態で、点群処理ソフトの専用コマンド『法枠』を使用することにより、任意の断面を抽出し、断面内の高さ、厚さを計測することができる。

従来の現場で実施していた出来形計測は、検査用に設けた検査孔の箇所ではしか計測できなかったが、3次元出来形管理では出来形を視覚的に面として確認し、出来形が最小となる箇所で計測することもできる。

【ラス張り工完了時のデータを開いた状態で】

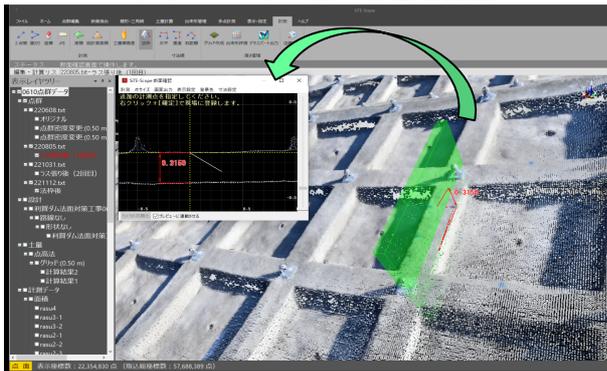


【法枠工施工完了時のデータを開く】

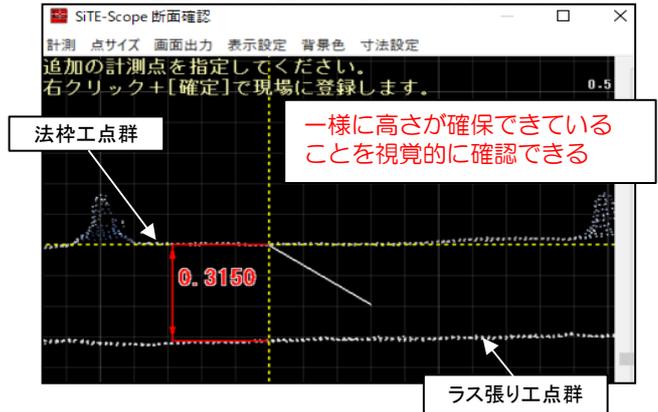


+

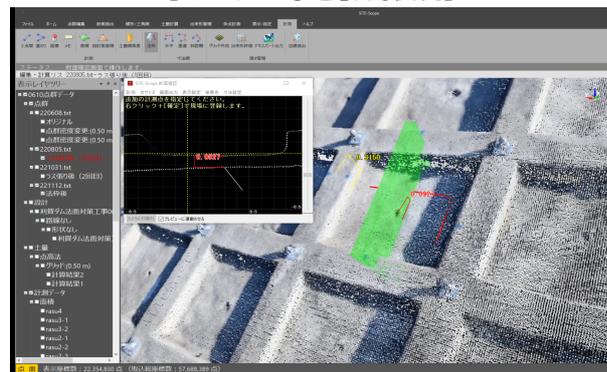
【専用コマンドで法枠断面を抽出】



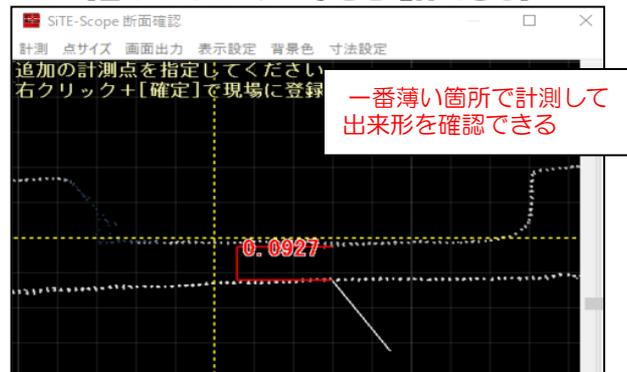
【抽出した断面上で法枠高さを計測】



【モルタル厚さ計測状況】



【面としてモルタル厚さを確認できる】



## 5.まとめ

ICT活用工事（法面工）の活用は、綿密な施工計画の立案や工程の短縮、安全で正確な出来形の計測など、従来工法より優れた面が多くある。積極的に活用するべきだと感じたが、今回の現場のように、逆巻施工で複数回にわたり3次元出来形測量を実施する場合などの現場条件をどのように設計に反映していくかが、今後の課題だと考える。現場は来年度も施工予定です。無事故で竣工できるよう安全に留意して鋭意施工に努めますので、引き続き皆様からのご指導ご鞭撻の程、よろしくお願い致します。