

ICT活用工事事例報告について

工事名：平成28年度 浦山縦工外工事

工 期：H28.9.29~H29.3.31

施工者：朝野工業株式会社

1.工事場所

富山県黒部市浦山及び下立地内



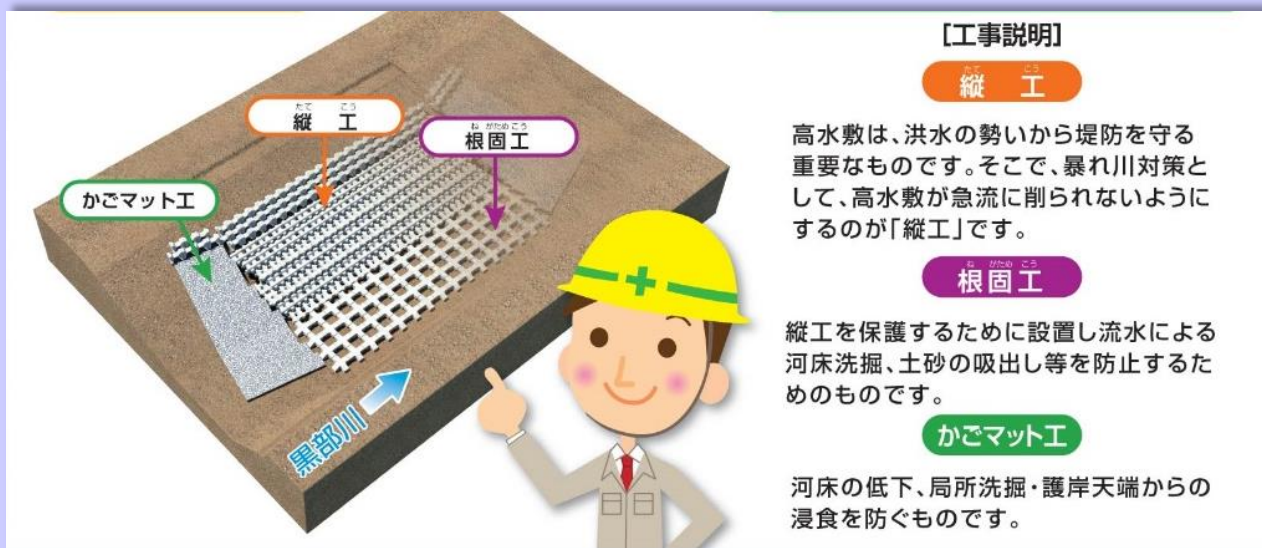
2.工事概要「浦山工区」

ICT全面活用

施工延長 L=86.34m（縦工+羽口工）

工事数量 掘削:24,300m³ 法面整形:1,060m² 基面整正:1,300m²

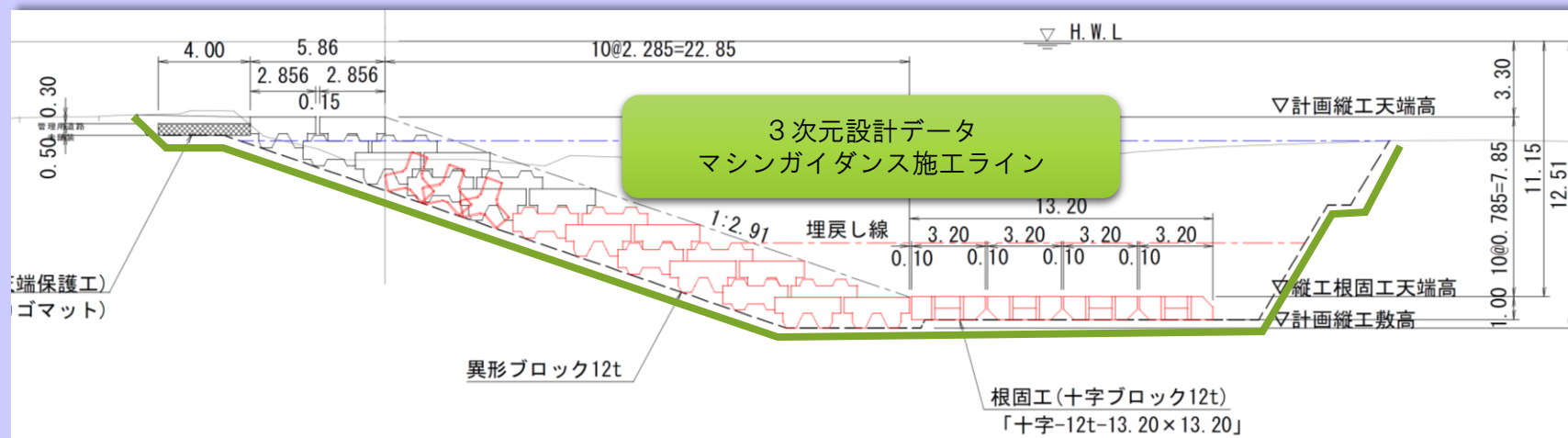
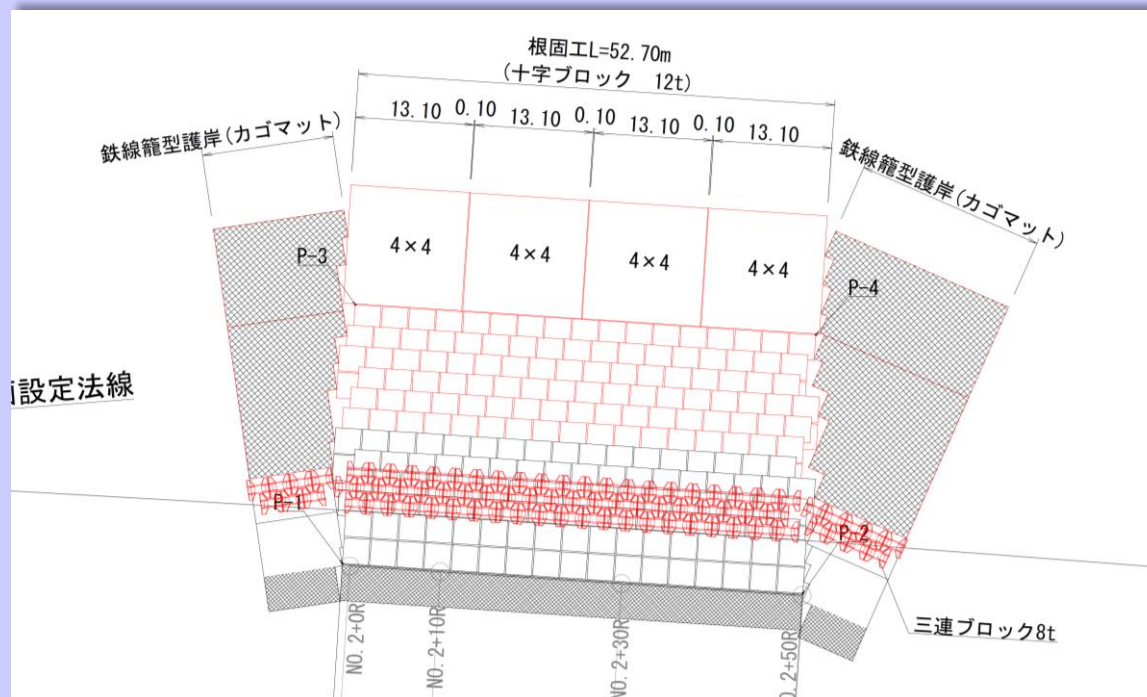
縦工(パラクロス12tブロック)204個据付 根固め工(12t十字ブロック)79個据付



ICT活用項目※全面活用（掘削工 法面整形工）

- ①3次元起工測量 → LS(レーザースキャン)
- ②3次元設計データ作成 → 外注
- ③ICT建設機械による施工(マシンガイダンスバックホウ) → 掘削工、法面整形工
- ④3次元出来形管理 → 外注（出来形測定、帳票作成）
- ⑤3次元データの納品 → 外注

2.工事概要「浦山工区」



2.工事概要「下立工区」

施工延長 L=250m

工事数量 盛土:36,000m³ 床掘:6,300m³ 法面整形工:4,590m²
巨石据付:1,192個

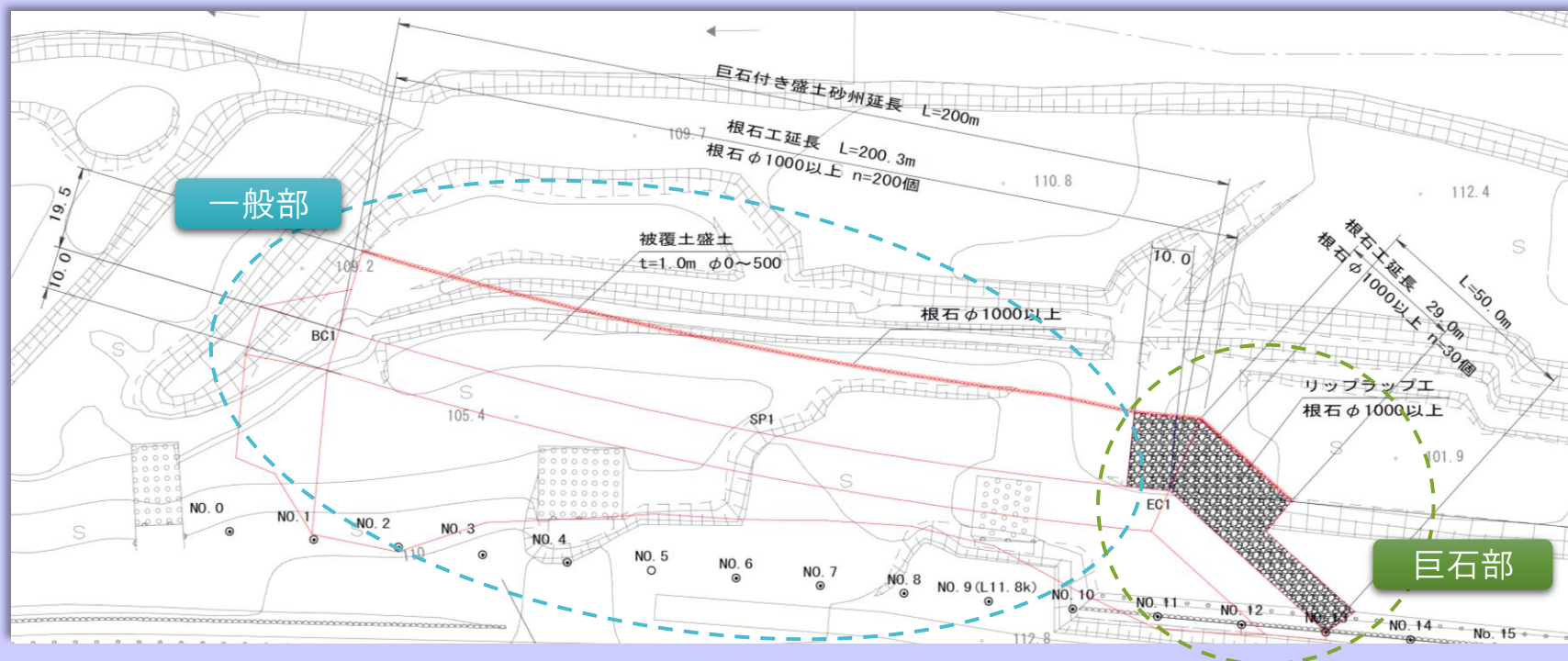


ICT活用項目（盛土、床掘、法面整形工、巨石据付工）

②3次元設計データ作成 → 外注

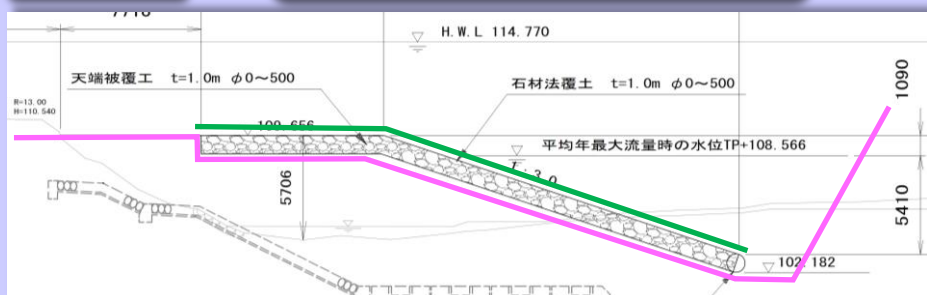
③ICT建設機械による施工(マシンガイダンスバックホウ) → 盛土、床掘、法面整形工、巨石据付工

2.工事概要「下立工区」



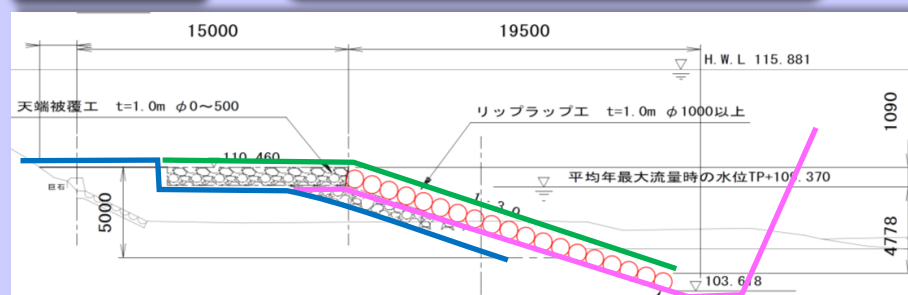
一般部

3次元設計データ
マシンガイダンス施工ライン



巨石部

3次元設計データ
マシンガイダンス施工ライン



3.実施したICT活用工事技術

「浦山工区」 受注者希望型

・対象工種・・・盛土:24,300m³ 法面整形工:1,060m³

・使用機械・・・バックホウ1.2m³級（下請け会社保有）

・技 術・・・マシンガイダンス（GNSS機器リース）

・使用期間・・・3カ月

・費 用・・・GNSS装置 150万円/月

・3次元起工測量・・・L S（1回）

・3次元出来形測定・・・L S（1回）

・費 用・・・起工測量 130万円
出来形測量 85万円
3次元設計データ 23万円



3.実施したICT活用工事技術

「下立工区」 受注者希望型

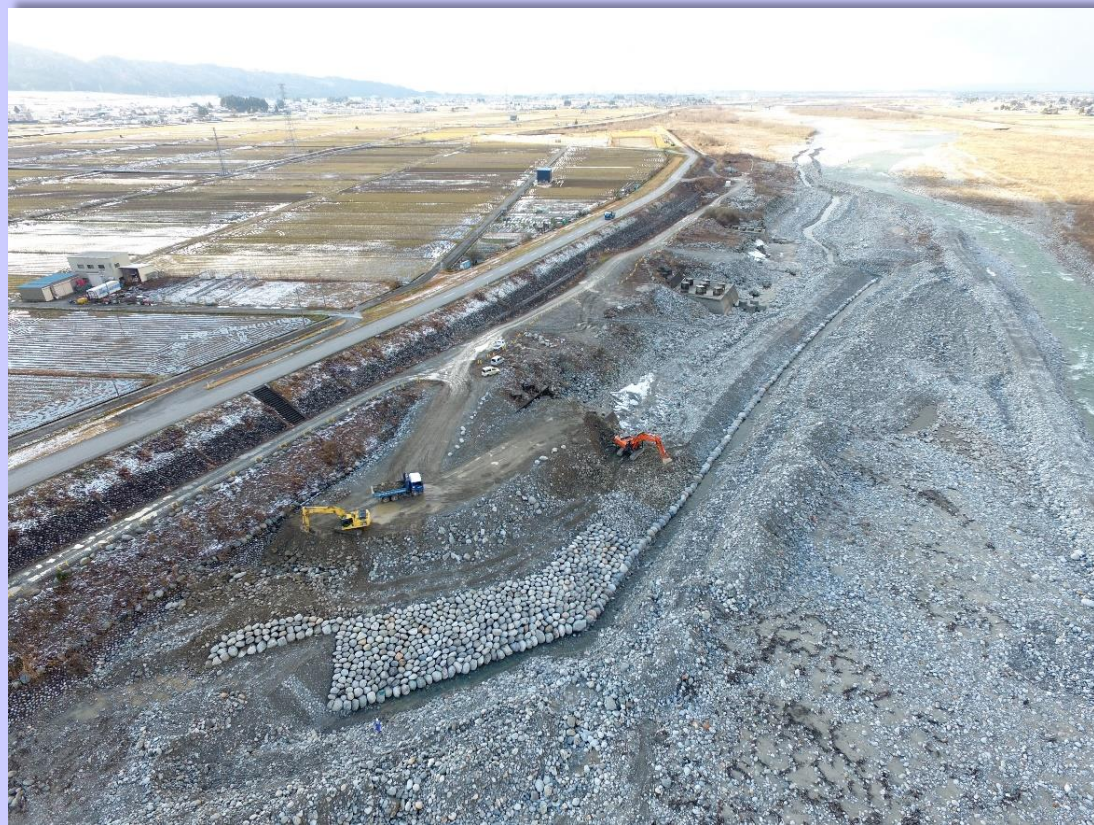
・対象工種・・・盛土:36,000m³ 床掘:6,300m³ 法面整形工:4,590m³ 巨石据付工:1197個

・使用機械・・・バックホウ1.2m³級（下請け会社保有）

・技 術・・・マシンガイダンス（GNSS機器リース）

・使用期間・・・3カ月

・費 用・・・GNSS装置 150万円/月
3次元設計データ 51万円



3.実施したICT活用工事技術

使用機器等詳細

測量/設計機器

項 目	所有者名	メーカー名	品 名
レーザースキャナー	(株)シーティーエス	TOPCON	GLS-2000
トータルステーション	朝野工業(株)	TOPCON	PS-105AF/J3D
3D点群処理システム	リース契約	福井コンピューター(株)	TREND-POINT Ver.4
出来形帳票ソフト	(株)シーティーエス	福井コンピューター(株)	TREND-POINT Ver.4
3D設計データ作成ソフト	(株)シーティーエス	福井コンピューター(株)	EX-TREND 武蔵

測量/設計業務

項 目	所有者名
3次元起工測量	(株)シーティーエス
3次元出来形観測	(株)シーティーエス
3次元設計データ作成	(株)シーティーエス

マシンガイダンス機器

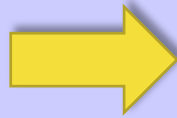
項 目	所有者名	メーカー名	品 名
1.2m3級バックホウ	中川運輸(株)	日立建機(株)	ZX350H-5B
GNSS機器	日立建機日本(株)	(株)ニコン・トリンプル	

マシンガイダンス業務

項 目	所有者名
河川土工	中川運輸(株)
GNSS機器取付、管理	日立建機日本(株)

4.ICT活用状況「浦山工区」

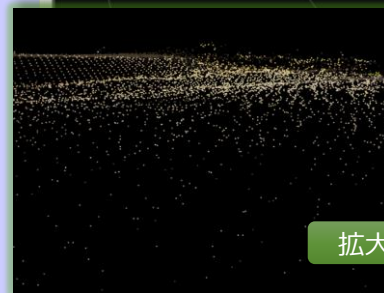
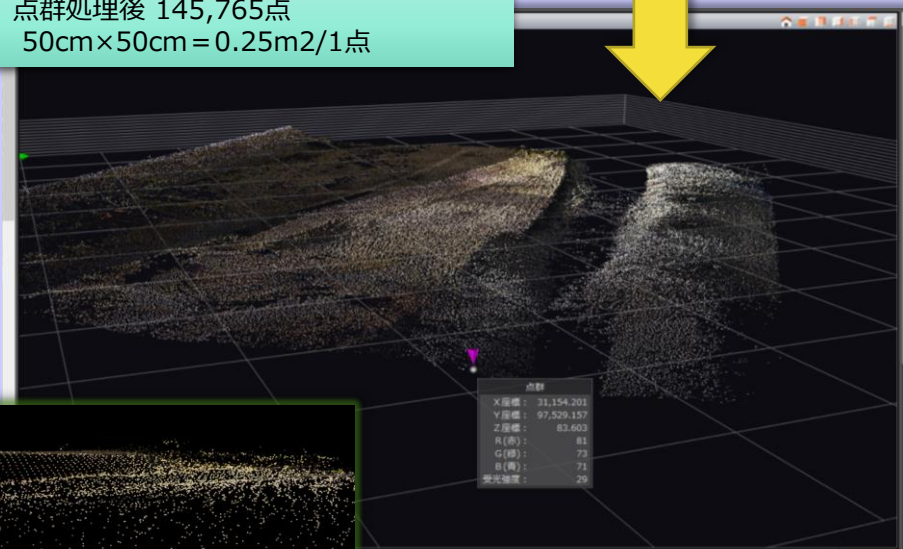
3次元起工測量



点群処理前 31,505,469点
6.5mmピッチで測定



点群処理後 145,765点
50cm×50cm=0.25m²/1点

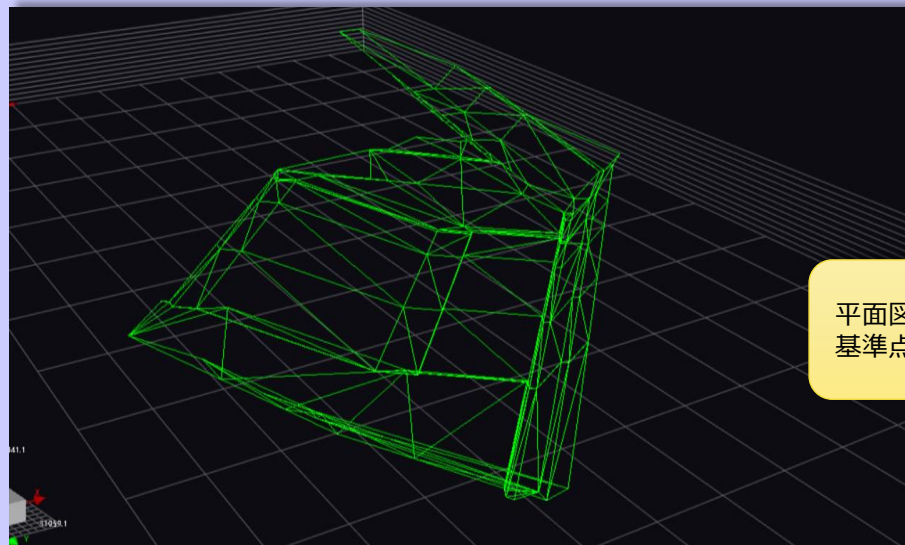
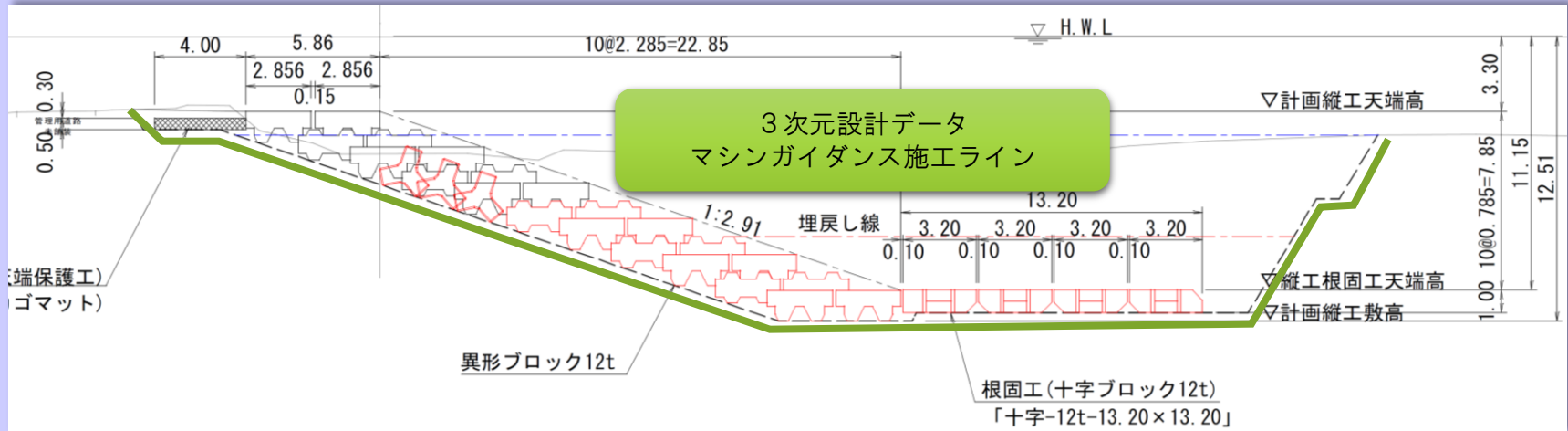


拡大画面

- ・現場測定日数→2日
- ・点群処理、現況取合い確認 →7日
- ・点群処理→起工測量では膨大な点を観測する為、不要点（草木等）も多くデータが重くなるので必要最低限まで観測点を減らす処理の事
- ・点群処理ソフトがあればできるが
スキル習得には時間がかかる。今回は外注

4.ICT活用状況「浦山工区」

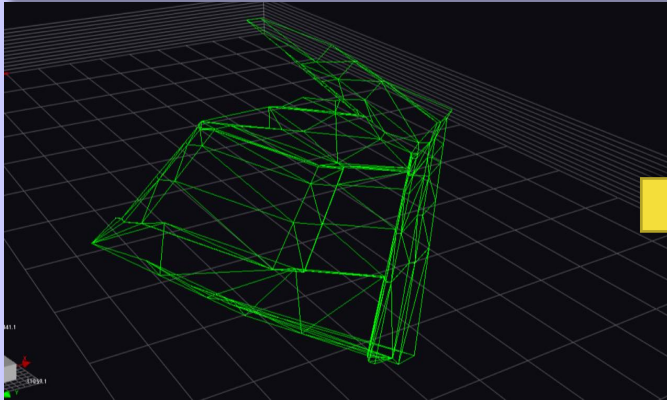
3次元設計データ作成



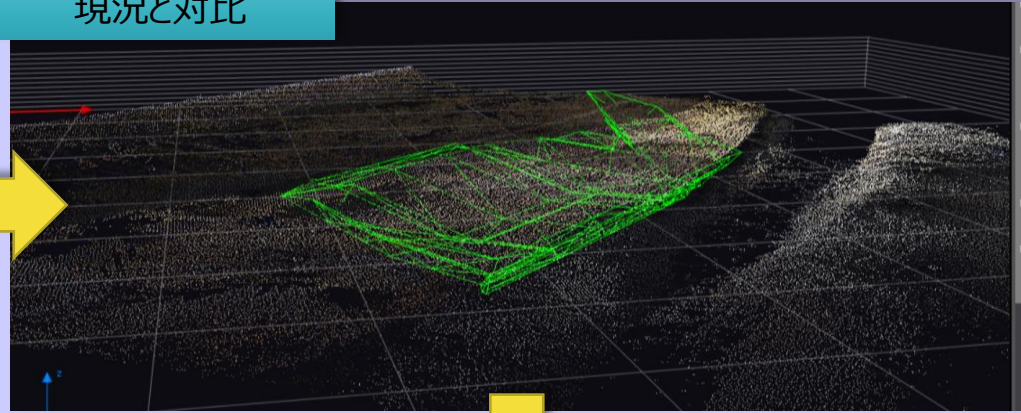
平面図、縦断図、横断図、
基準点座標より作成

4.ICT活用状況「浦山工区」

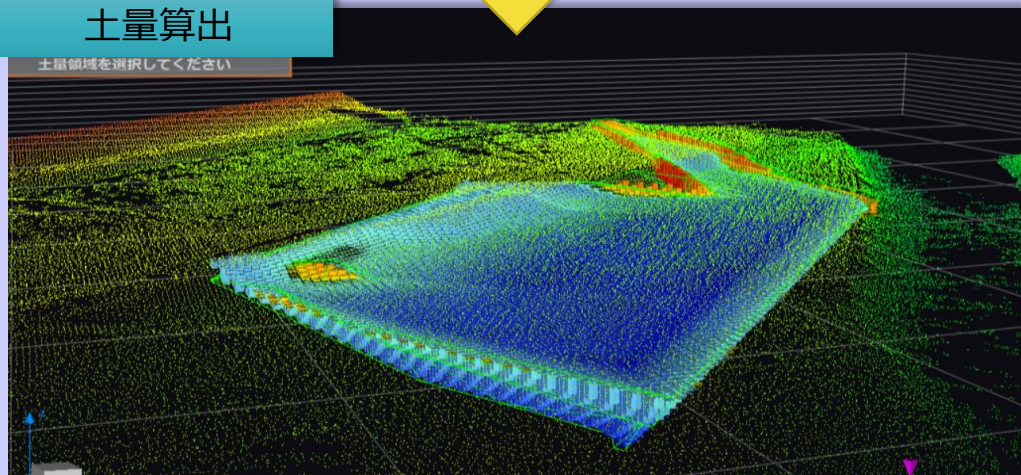
3次元設計データ作成



現況と対比



土量算出



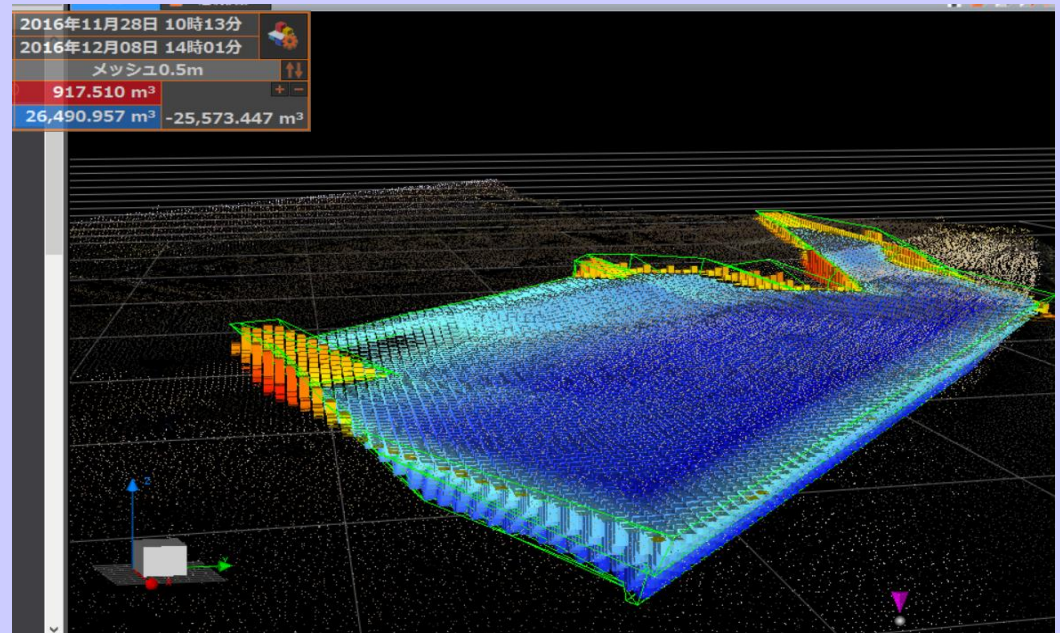
- ・3次元設計データ作成→10日
- ・データ作成費 15,000円/1断面

4.ICT活用状況「浦山工区」

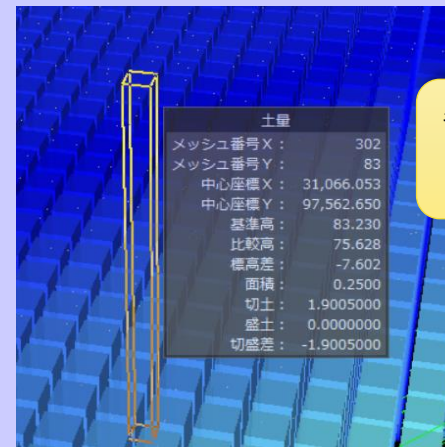
土量集計

各メッシュ（50cm×50cm）ごとに3次元起工測量で得た現況地盤と3次元設計データの標高差で切土、盛土土量を算出

全メッシュを集計して施工土量を算出



50cm×50cmのメッシュごとに土量算出

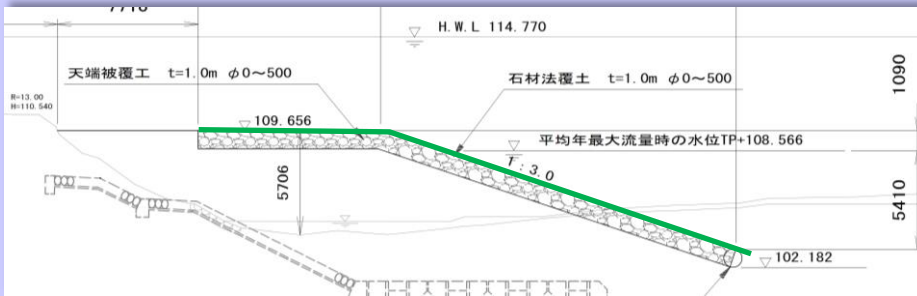


各メッシュ毎の土量詳細
メッシュ番号x302,y83
切土1.9m3

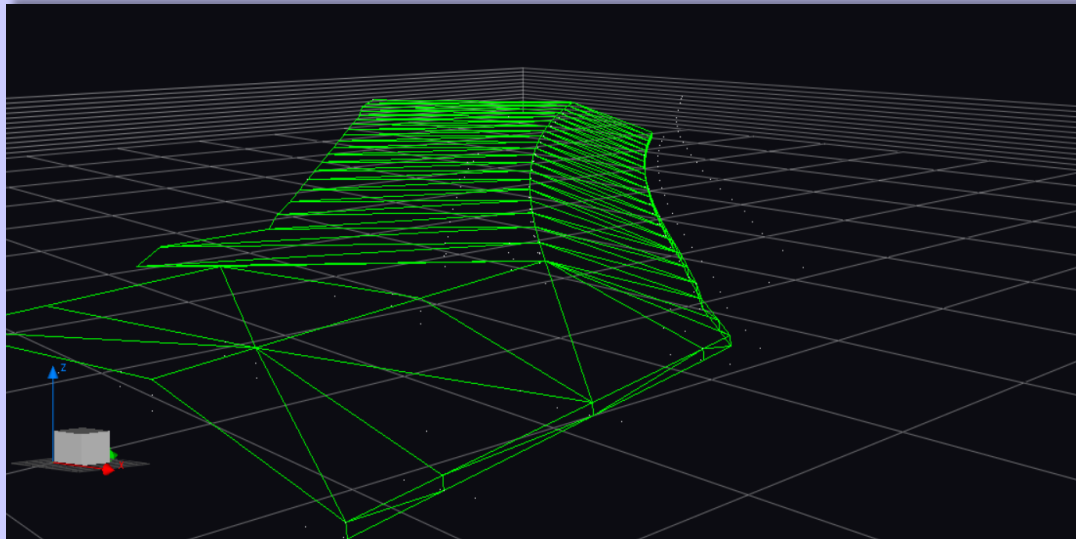
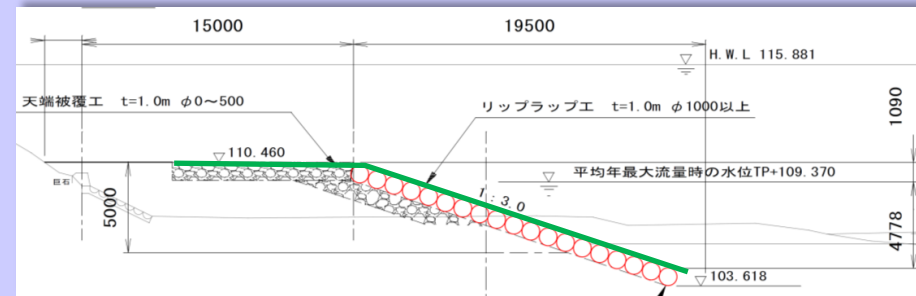
4.ICT活用状況「下立工区」

3次元設計データ作成（仕上げ面）

一般部



巨石部



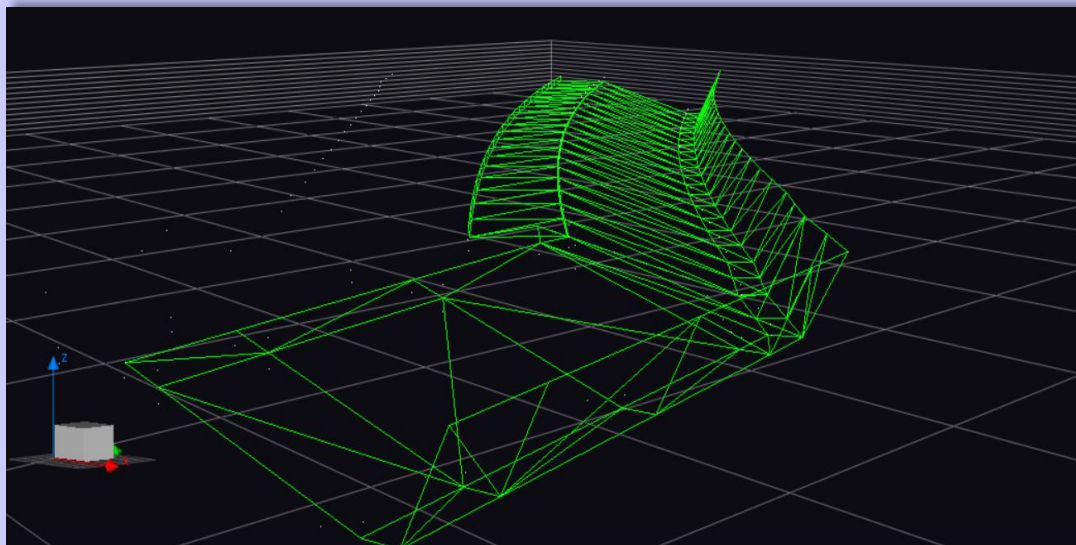
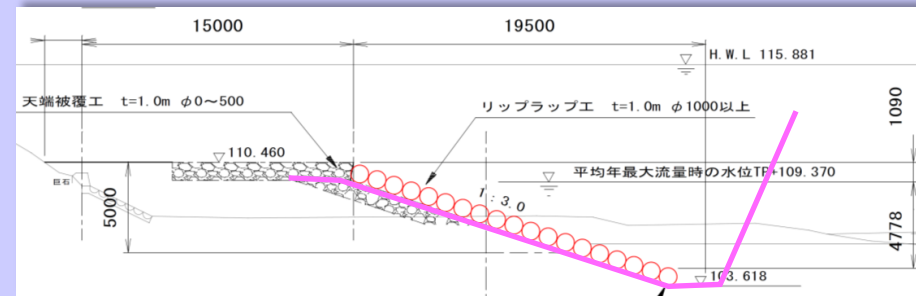
4.ICT活用状況 「下立工区」

3次元設計データ作成 (土工1)

一般部



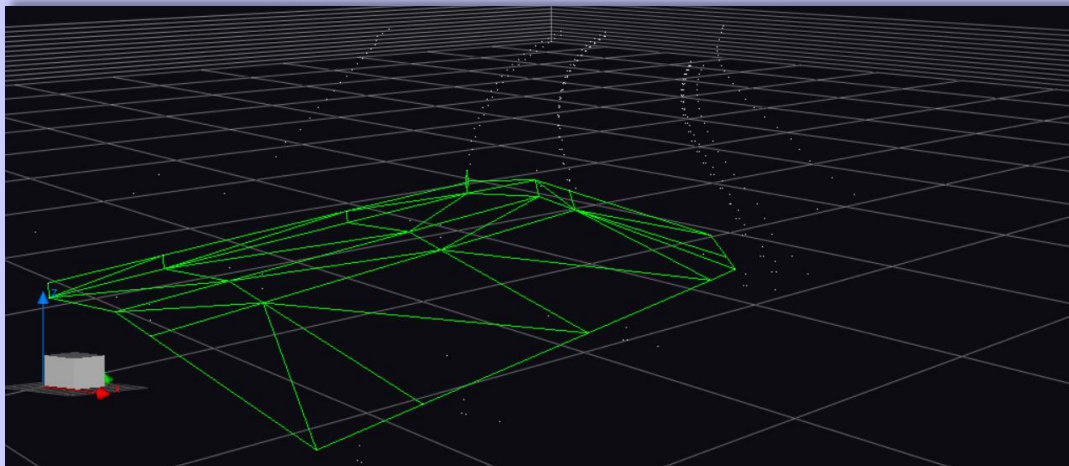
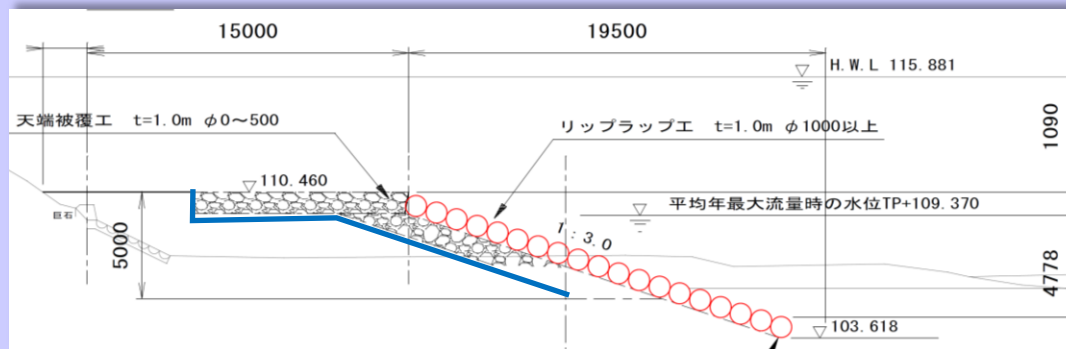
巨石部



4.ICT活用状況「下立工区」

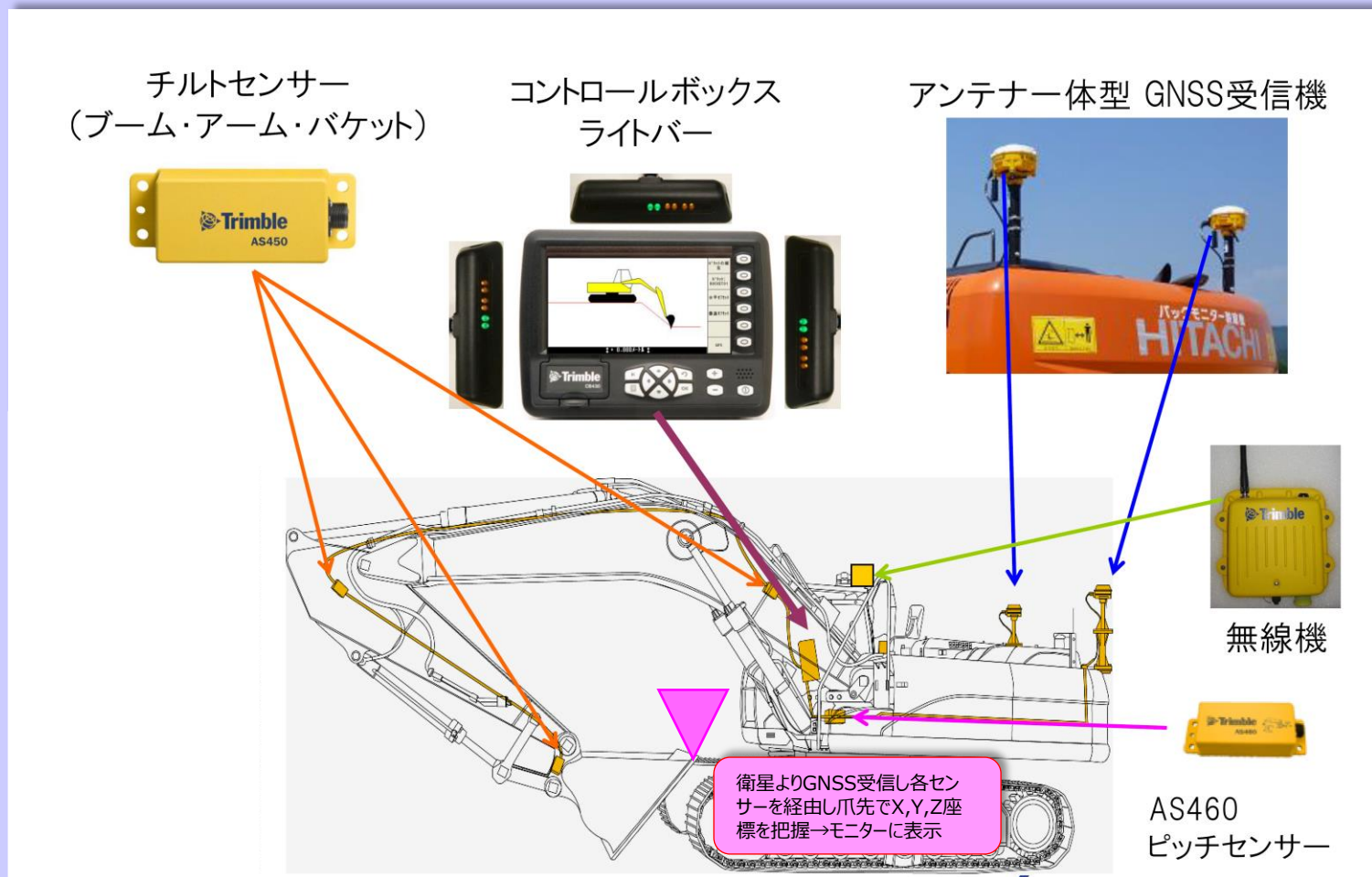
3次元設計データ作成（土工2）

巨石部



4.ICT活用状況 「浦山工区」「下立工区」

ICT建設機械による施工



4.ICT活用状況 「浦山工区」「下立工区」

ICT建設機械による施工

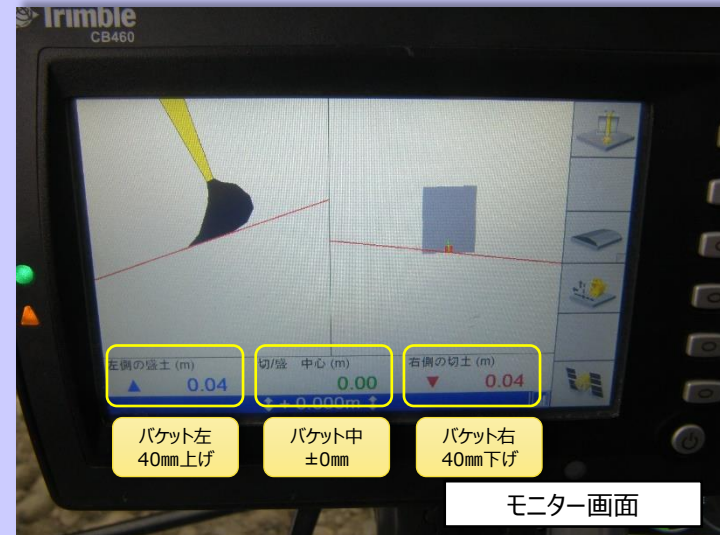
施工前の確認（毎朝）

- ・衛星位置情報の確認
- ・バックホウ爪は少しずつ減るので
実測値を入力
新品時 25cm
1週間後 18cm



4.ICT活用状況

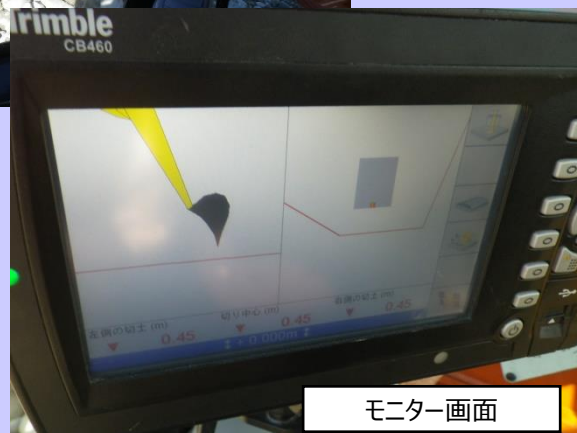
ICT建設機械による施工「浦山工区」



4.ICT活用状況

ICT建設機械による施工「下立工区」

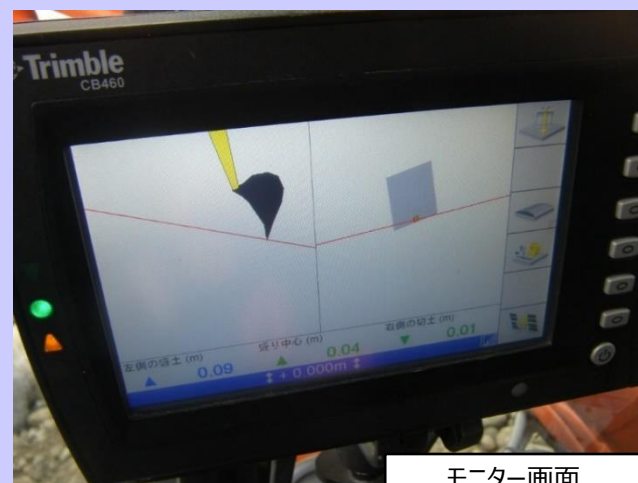
掘削



モニター画面



巨石据付

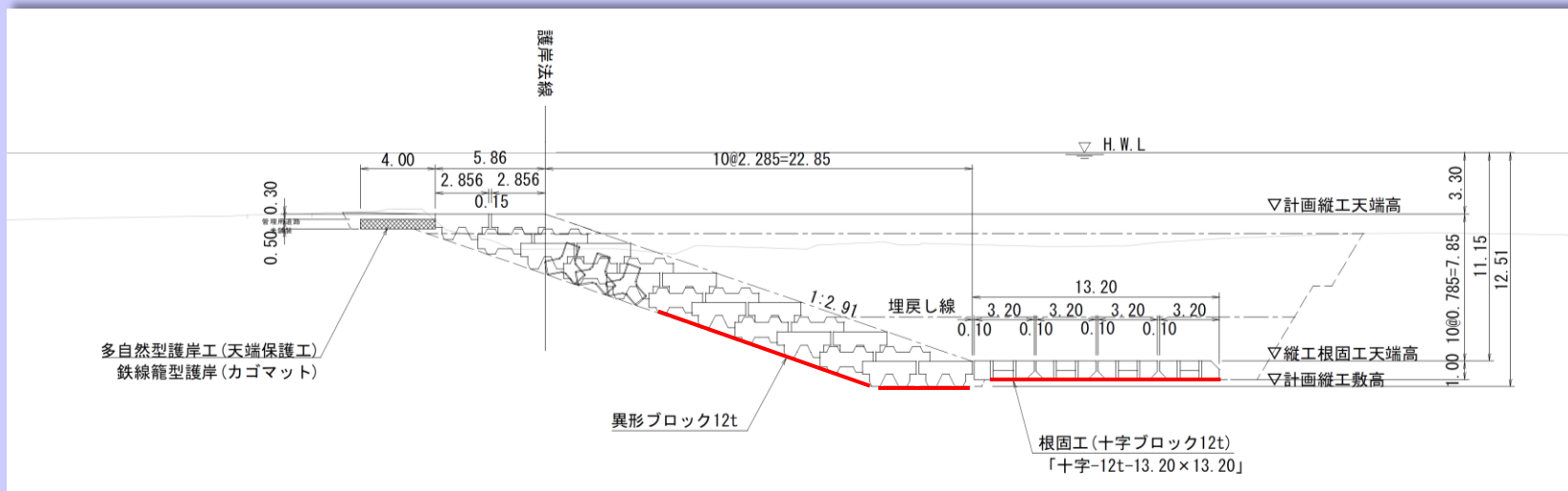
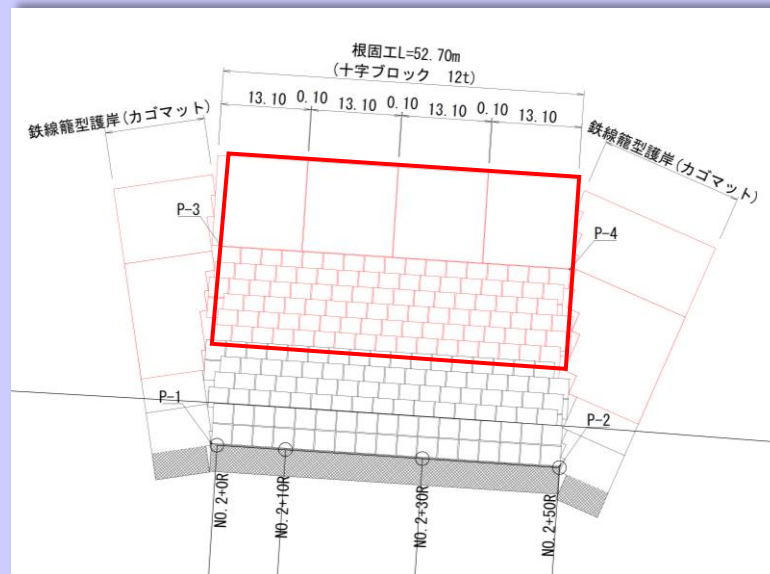


モニター画面

5.出来形観測

LSによる測定範囲

- ・測定範囲、測定面を事前に協議
- ・今回はブロック据付面を管理
NO.2~NO.2+50

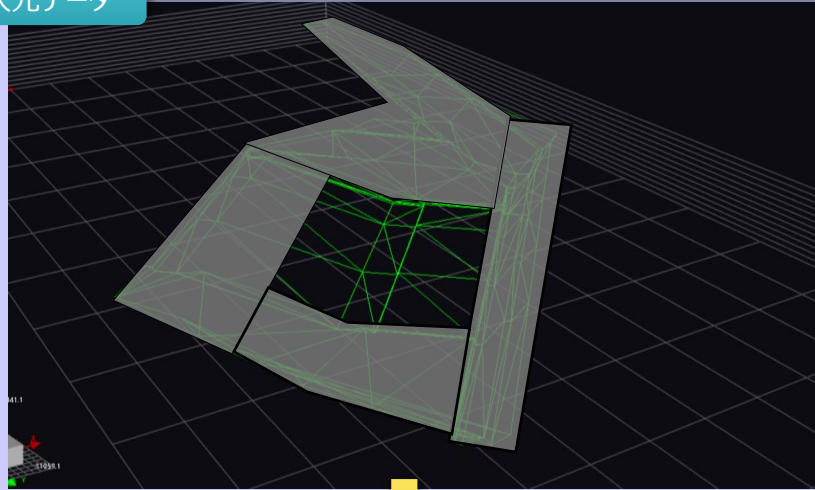


5.出来形観測

出来形用3次元設計データ

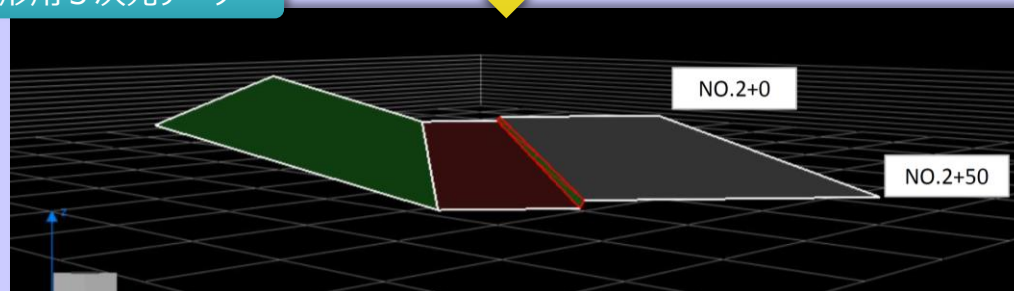
土量用3次元データ

LS測定データは3次元設計データと自動対比するので管理面以外は削除



出来形用3次元データ

設計データのある場所で平均値や最大最小値を評価



5.出来形観測

LSによる出来形観測

- ・出来形測定ポイントは全4箇所。測定箇所内に段差があり裏面が測定できない為
- ・1カ所当たりの観測時間は20～30分程度
- ・降雨、降雪時は測定不可
- ・湧水があり平場は3cm程度水に浸かっている箇所あり



5.出来形観測

3次元出来形管理基準

法面の規格値は個々(1.0m×1.0mメッシュ)で±160mm、全平均で±70mm
 平場の規格値は個々(1.0m×1.0mメッシュ)で±150mm、全平均で±50mm
 法尻、法肩から水平・垂直方向に5cmの範囲は除外する。

レーザースキャンを用いた出来形管理要領（案）より抜粋

LSによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとし、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は評価から外しても良い。計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得すること。

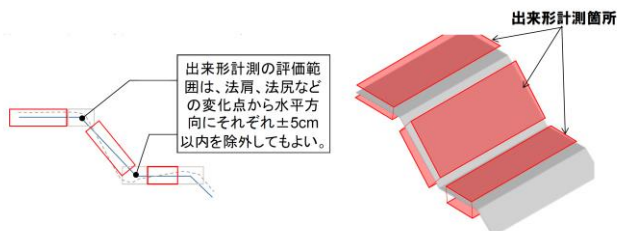


図 出来形計測箇所

法尻部詳細

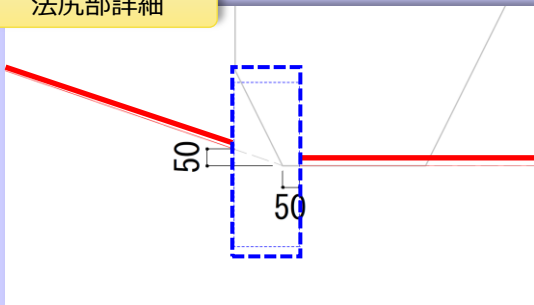


表 出来形管理基準及び規格値

工種	測定箇所	測定項目	規格値(mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	水平または 標高較差	±70	±160		
路体盛土工 路床盛土工	天端	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
	法面(小段含む)	標高較差	±80	±190		

注1：個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。

注2：計測は天端面（掘削の場合は平場面）と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で設計面との標高較差または、水平較差を算出する。計測密度は1点/m²（平面投影面積当たり）以上とする。

注3：法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。

注4：評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。

5.出来形観測

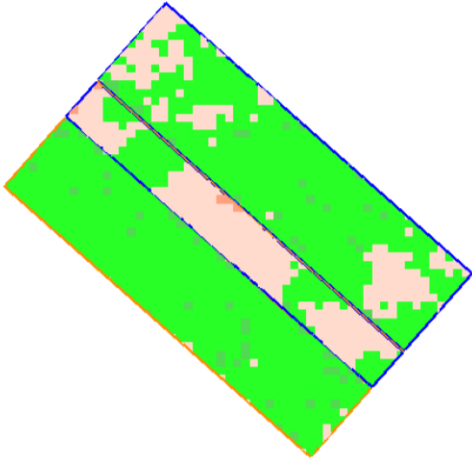
3次元出来形管理図

湧水等で出来形観測面が浸っている場合は観測できないとの事であったが今回は観測できた。

法面部 規格値（個々） $\pm 160\text{mm}$ 平均較差 $\pm 70\text{mm}$
 実測値（個々）最大 64mm 、最小 -105mm 平均較差 1.4mm

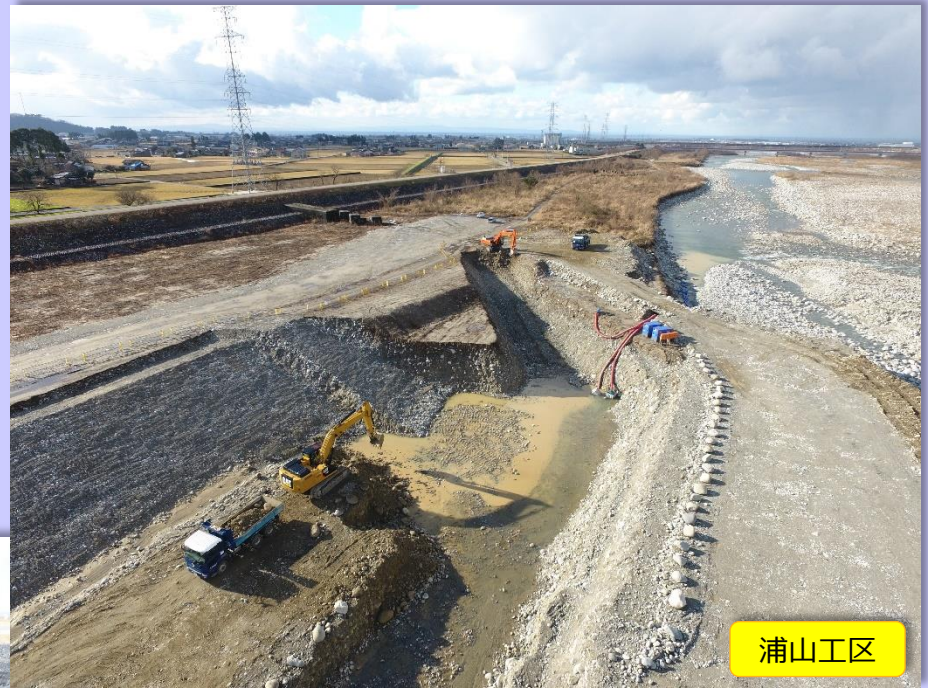
平場部 規格値（個々） $\pm 150\text{mm}$ 平均較差 $\pm 50\text{mm}$
 実測値（個々）最大 128mm 、最小 -90mm 平均較差 25.3mm

出来形合否判定総括表

工種		河川・海岸・砂防土工		測点	
種別		掘削工		合否判定結果	異常値無
測定項目		規格値	判定	 規格値比(%) +100 +80 +50 +20 ± 0 -20 -50 -80 -100 棄却点 平場 法面	
平場 標高較差	平均値	25.3mm	$\pm 50\text{mm}$		
	最大値(差)	128mm	$\pm 150\text{mm}$		
	最小値(差)	-90mm	$\pm 150\text{mm}$		
	データ数	1,054	1点/m ² 以上 (912点以上)		
	評価面積	911m ²			
	棄却点数	1	0.3%未満 (3点以下)		
法面 標高較差	平均値	1.4mm	$\pm 70\text{mm}$		
	最大値(差)	64mm	$\pm 160\text{mm}$		
	最小値(差)	-105mm	$\pm 160\text{mm}$		
	データ数	700	1点/m ² 以上 (569点以上)		
	評価面積	568m ²			
	棄却点数	0	0.3%未満 (2点以下)		
平場の ばらつき		規格値の $\pm 80\%$ 以内のデータ数	1,053 (99.9%)	法面の ばらつき	
		規格値の $\pm 50\%$ 以内のデータ数	1,042 (98.9%)		
		規格値の $\pm 80\%$ 以内のデータ数	700 (100.0%)		
		規格値の $\pm 50\%$ 以内のデータ数	698 (99.7%)		

6.ICT導入効果について

- ①施工性
- ②精度・品質
- ③安全性
- ④工夫した点
- ⑤苦勞した点、問題点等



6.ICT導入効果について

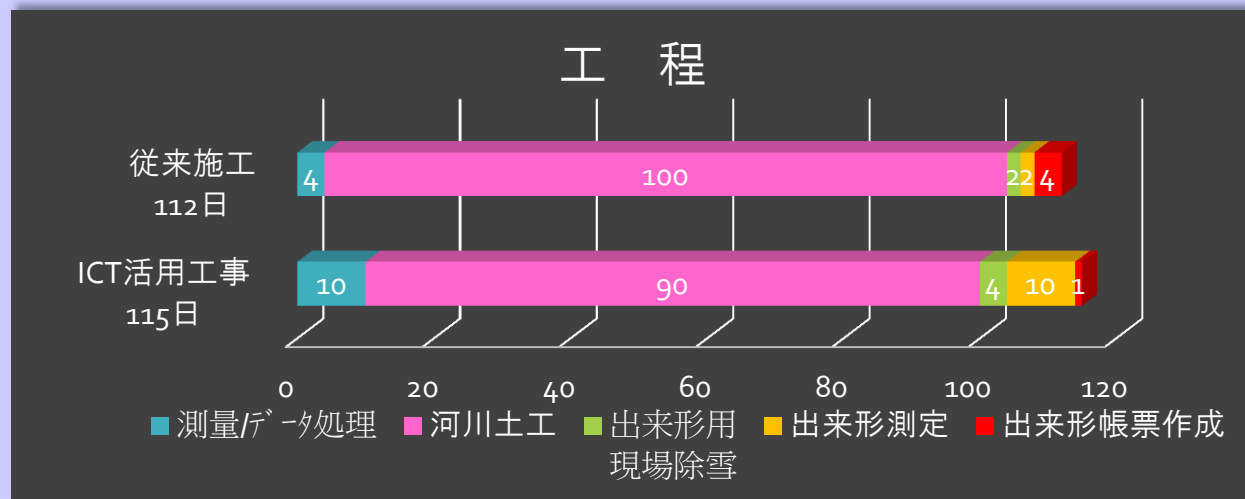
①施工性

- ・ 施工前に3D画像で職員、作業員と完成イメージを共有できる事により、施工上の問題点や改善点の議論を深める事ができる。
- ・ 丁張設置レス、出来形確認（高さ、法線）頻度減少により職員の数が減らせる。従来施工の場合もう一人必要であった。
- ・ マシンガイダンスの操作はバックホウの運転経験があれば誰でもできる。
- ・ 従来はオペレーターや職員が丁張間を目視で確認していたが、重機内のモニターで確認できる事により、運転席から降りたり、作業の一時中断が無くなった。
- ・ 丁張設置待ち、出来形確認待ち、運転席から降りての丁張確認等が無くなった事により日当り施工量が5～10%増した。
- ・ 今回は2.6km離れた箇所を同時施工で行ったが、丁張や高さ確認作業が低減された事により、頻繁に移動を繰り返す事も無かった。

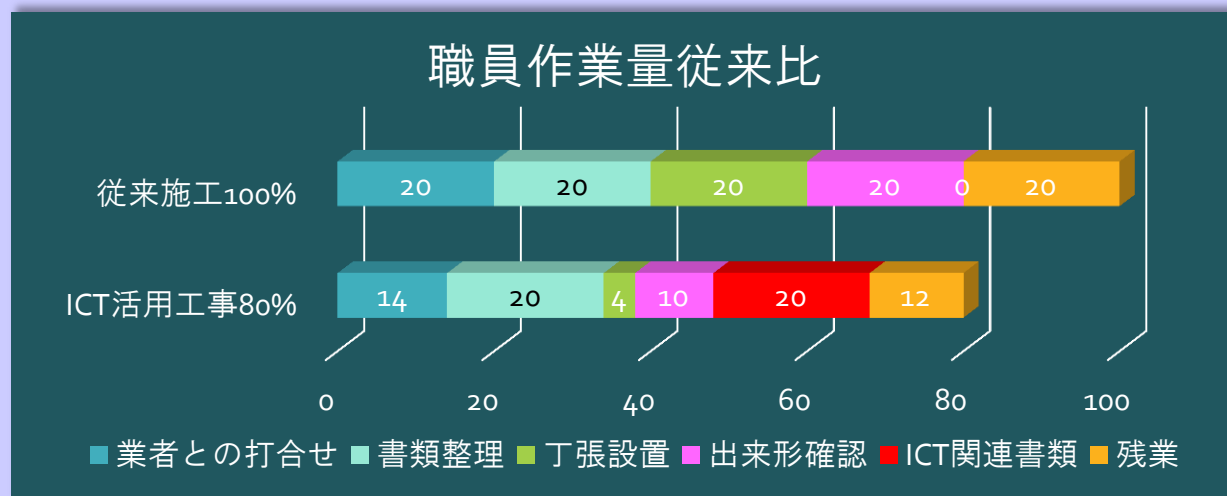
6.ICT導入効果について

①施工性 従来施工との対比

測量、出来形観測は従来より日数がかかるが日当り施工量は10%程度上昇する。今回トータル日数はあまり変わらないが、工期が長い場合は短縮になると思われる。



現場での業務が減った事により他の仕事ができる時間が増えたので残業が減る。
2割程負担が低減した。



6.ICT導入効果について

②精度・品質

- ・ 土量算出については従来の平均断面法より精度が向上する。
- ・ 従来丁張間の施工は目視であった為、オペレータの技量により丁張付近に比べ丁張間には精度が劣る事があったが、全箇所品質の高い仕上がりとなる。
- ・ 施工面が分かる事により、過掘や掘残し修正の為の手戻り作業が減少

従来施工



精度が劣る

6.ICT導入効果について

③安全性

- 切土面、小段設置箇所での丁張設置や出来形測定が無くなる事で転落のリスクが減る。
- 掘削高等確認の為の、重機周辺での作業が減ることにより重機との接触リスクが減る。また掘削箇所周辺での浮石落下や土砂崩壊による災害リスクも減る。
- 丁張設置や高さ確認頻度が減ることにより測量機器や丁張材を抱えて、そこへ行くまでに起こる転倒等のリスクが減る。



6.ICT導入効果について

④工夫した点

バックホウ先端の位置情報がリアルタイムで表示されるので、3Dデータの無い仮締切、排水掘でも利用した。従来なら頻繁に高さの確認が必要であったがオペレータに施工高を指示するだけで施工でき職員の負担が軽減できた。

仮締切



排水掘



モニターで指示した高さを確認しながら施工

6.ICT導入効果について

⑤苦労した点、問題点等

3次元起工測量

施工箇所に雑木等ある場合、現況地盤が測定できず、またLS測量前には現場を囲む基準点が必要であり、事前に伐作業が必要。伐木協議を速やかに行わないと全体の工程に影響する。

LS測量前の基準点配置、測量後のフィルタリング、3次元設計データと現況データの整合確認等で10日程度必要でその間手待ちとなる。

伐木前



伐木後



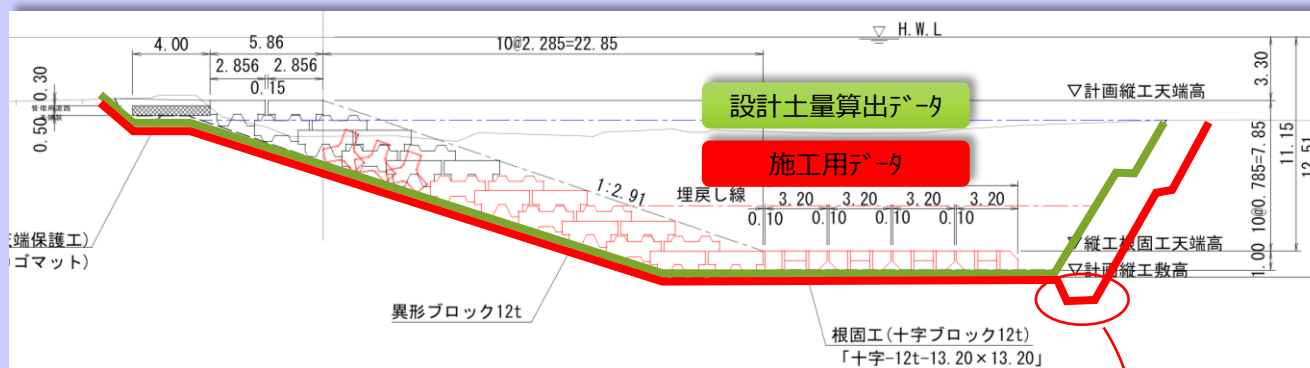
6.ICT導入効果について

⑤苦労した点、問題点等

3次元設計データ

施工前に設計データを作成するが、土質の変化や、湧水等で掘削勾配、構造物からの余裕幅を変更する場合、新たにデータの作成が必要となり速やかな対応が難しい。事前の施工計画をこれまで以上に綿密に行う必要がある。

仮排水設置等により、みなしで施工断面を設計断面より変更して施工する場合、設計土量算出用と別に施工用の3次元データが必要



設計に反映されない余掘分が土量集計される為、土量算出用データとして使用できない

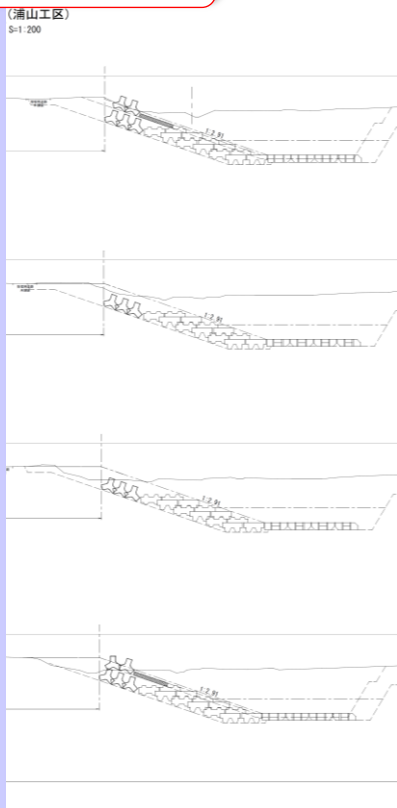
6.ICT導入効果について

⑤苦労した点、問題点等

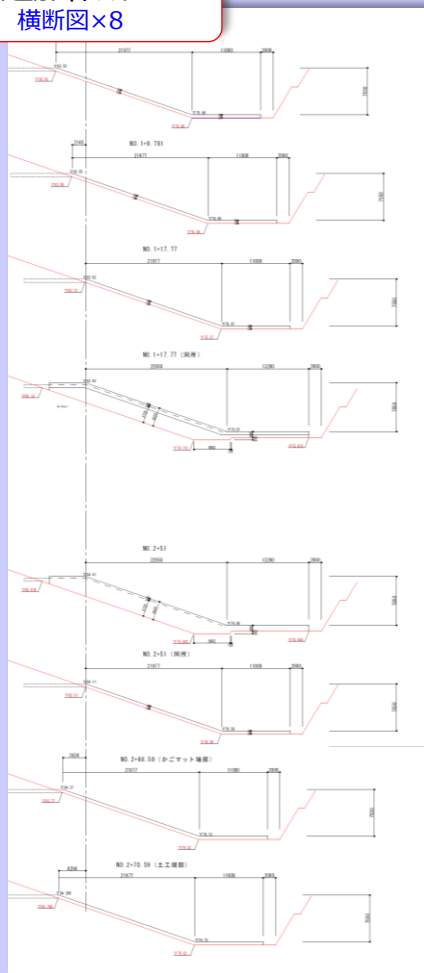
3次元設計データ

断面変化点毎に横断図が必要である。発注図に無い場合は作成しなければならない。
今回発注横断図は4本 設計データ作成に必要な横断図12本
3次元設計データが発注図としてあれば良いと思う。

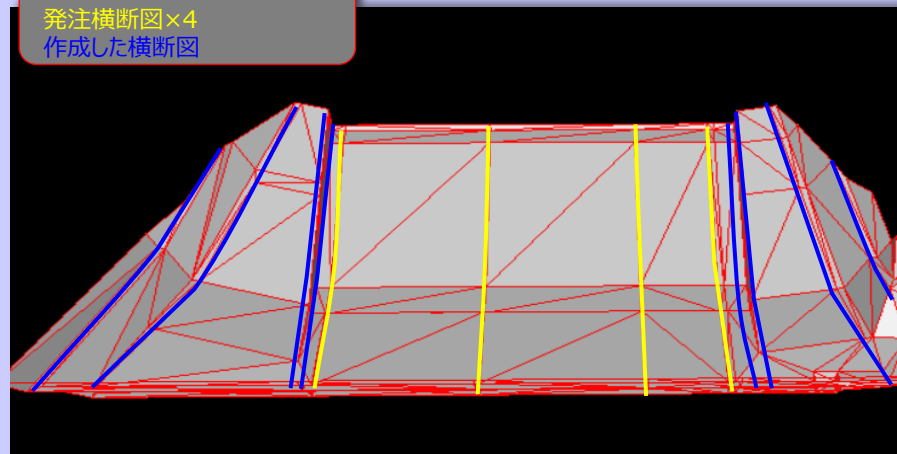
発注図 横断図×4



追加作成 横断図×8



3次元設計データ 発注横断図×4 作成した横断図



6.ICT導入効果について

⑤苦労した点、問題点等

3次元出来形観測

出来形観測後、点群処理、帳票作成まで1週間程度必要である。従来施工なら出来形測定、出来形写真は2日で終え次工程に移れた。

出来形管理は面で行う為、観測面の除雪が必要で、また除雪時に測定面を傷めない様に配慮が必要である。今回は除雪時に足跡で法面を傷めたので観測前に再度法面整形を行った。

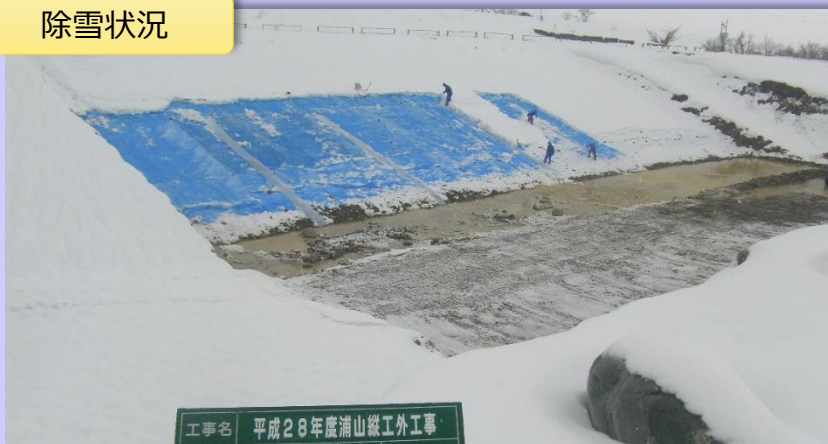
降雨や降雪時に出来形測定できないので、天候により工程が遅れる。

今回は週間天気予報で1日だけ晴れの日があり、以降1週間は雪予報であった為、前日に総出で除雪した。

湧水等で観測面が水に浸かっている場合観測できない。

今回は3cm程度浸かっていたが観測できた。（4箇所から測定したので場所により反射する所があったのか？）

除雪状況



湧水状況



7.終わりに

今回初めてICT活用工事を担当しました。
最初は難しそうだと思ってましたが、慣れれば誰でもできると思います。

3次元設計データ作成など難しい事もありますが、丁張設置・出来形確認の省力化によりトータルで考えたら有用な技術だと思います。

現場オペレータも従来より仕事がしやすいとのことでした。

まだ工事半ばですが、発注者・協力会社の皆さんと力をあわせて竣工まで無事故で工事を進めていきたいと思っています。

ご清聴ありがとうございました。