

## i - Construction活用工事の現場報告

## 工 事 概 要

工 事 名	: 令和元年度（明許）道路改築事業（交付金・補正） 主要地方道長井飯豊線道路改良工事
施 工 場 所	: 山形県西置賜郡飯豊町大字手ノ子地内
工 期	: 自 令和2年 4月22日 至 令和3年 3月30日
発 注 者	: 山形県 置賜総合支庁建設部 西置賜道路計画課
受 注 者	: 樋口建設株式会社

## [ 施 工 位 置 ]



## 施工箇所

令和元年度（明許）道路改築事業（交付金・補正）  
主要地方道長井飯豊線道路改良工事

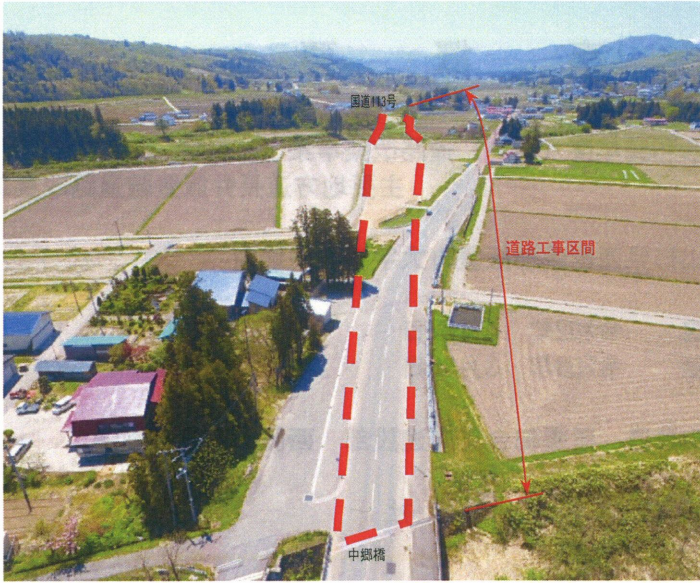
備考： 当該路線は、長井市中心部から飯豊町中心部を經由し飯豊町手ノ子地区を結ぶ道路であり、長井市から国道113号を經由し小国町へと通じる最短ルートの道路（手ノ子工区）です。





# 工 事 内 容

令和元年度 (主)長井飯豊線道路改良工事



## 道 路 土 工

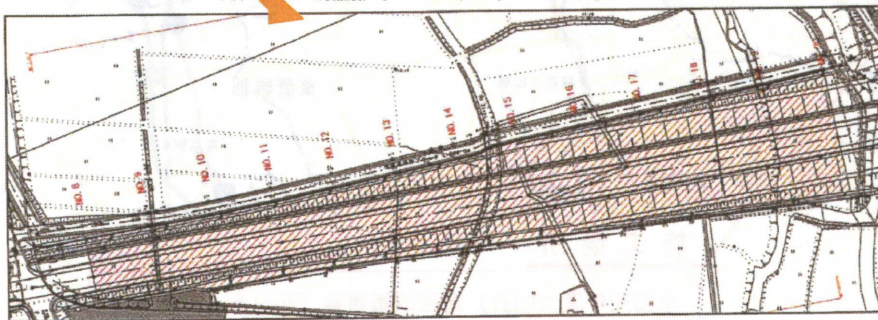
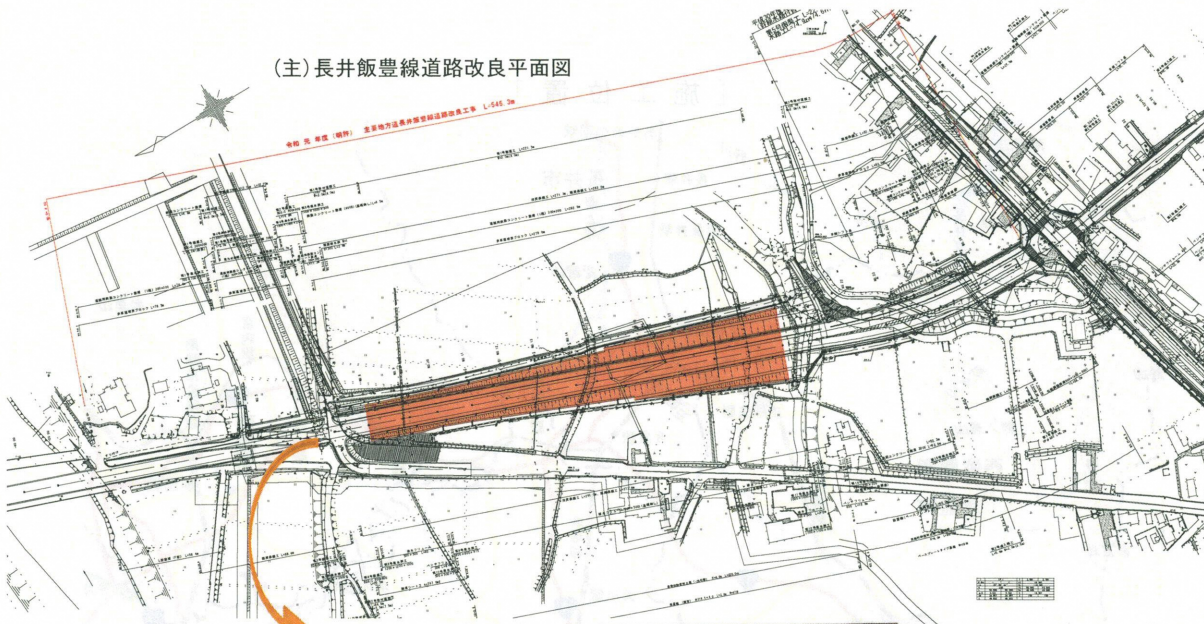
路体盛土工 (ICT)

$V=15,800\text{m}^3$

路床盛土工 (ICT)

$V=4,000\text{m}^3$

(主)長井飯豊線道路改良平面図

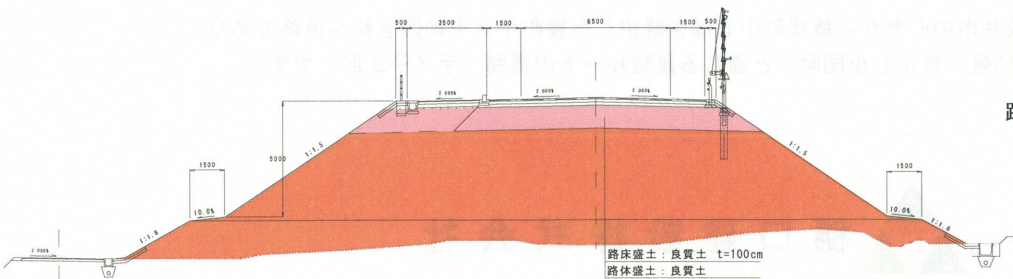


## 適 用 区 域

路体・路床盛土工 範囲図

施工区間 : No. 8~No. 20 測点でICT施工

ICT-盛土工  
(No. 8+0.00~No. 20+0.00)



路体・路床盛土工標準断面図

## I C T 活 用 に 至 っ た 経 緯

- ・ I C T 活 用 工 事 の 実 績 が 少 な い 当 社 で、 今 後 i-Construction が 取 り 入 れ ら れ る よ う に な る た め、 実 施 す る 事 と し た。
- ・ 当 現 場 に お い て、 施 工 延 長 が 長 い こ と や 盛 土 量 が 多 い た め 従 来 の 工 法 で 行 っ た 場 合 に、 丁 張 設 置 や 施 工 管 理 に 時 間 と 手 間 が 掛 か る と 思 わ れ た。

## I C T 活 用 工 事 の 施 工 プ ロ セ ス

I C T 活 用 工 事： 施 工 者 希 望 I 型

施 工 プ ロ セ ス		工 種 ・ 施 工 管 理	当 工 事 で 採 用 し た 技 術 名
①	3次元起工測量		地上型レーザースキャナーによる起工測量
②	3次元設計データ作成		測量業者にデータ作成を依頼
③	ICT建設機械による施工	路体盛土工 路床盛土工 法面整形工	3次元マシンコントロール 3次元マシンガイダンス
④	3次元出来形管理等の施工管理	出来形管理	地上型レーザースキャナーを用いた 出来形管理
		品質管理	TS・GNSSを用いた締固め管理
⑤	3次元データの納品		



# 3次元起工測量

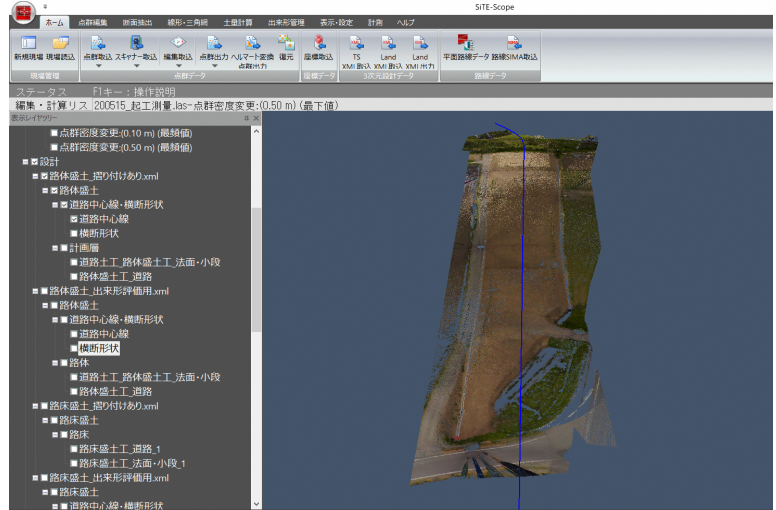


ドローン撮影：着工前時



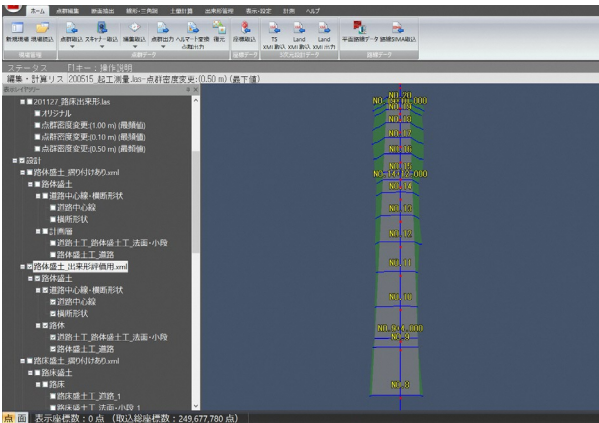
起工測量：地上型レーザースキャナー (GLS-2200)

## 起工測量での点群データ作成

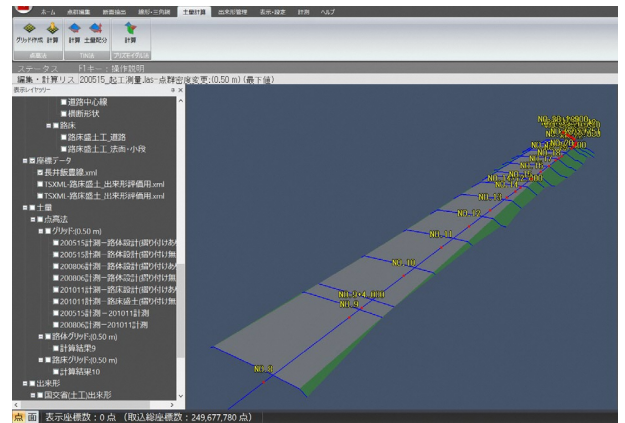


起工測量のデータ解析は業者に依頼

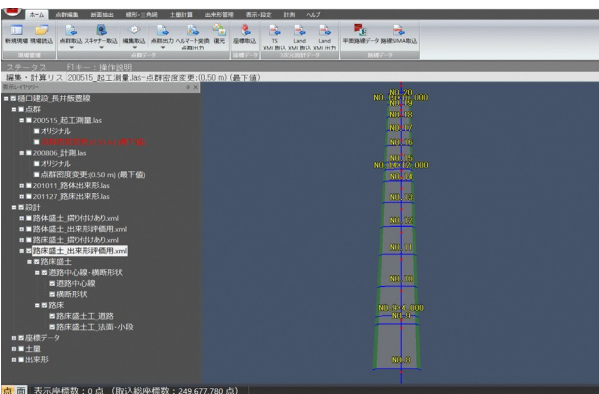
# 3次元設計データ作成



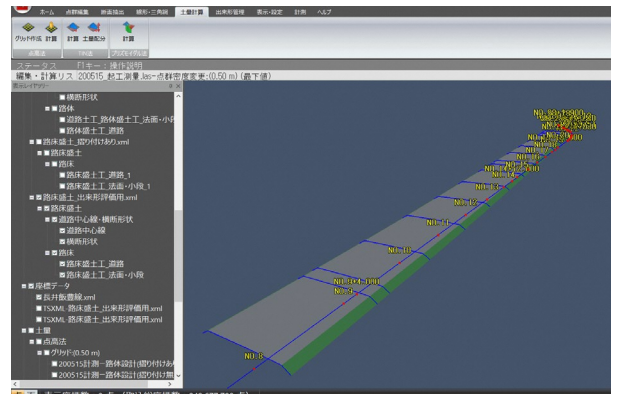
路体盛土工三次元設計データ



路体盛土工三次元設計データ



路床盛土工三次元設計データ



路床盛土工三次元設計データ

※ 三次元設計データの作成は、業者に依頼しました。



## 使用機器・ソフトウェア

当該工事において利用する機器およびソフトウェアについて、「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領」に定められた性能および機能を有するものを使用する。メーカーカタログ等は巻末に別途添付する。

種別	名称	規格 (バージョン等)	
地上型 レーザースキャナー	TOPCON GLS-2000		
3次元設計データ作成 ソフトウェア	SiTECH 3D 建設システム		
点群処理ソフトウェア	SiTE - Scope 建設システム		
出来形帳票 ソフトウェア ※帳票作成はExcel使用	SiTE - Scope デキスパート出来形管理システム Microsoft Excel		

### 地上型レーザースキャナ本体

項目	計測計画あるいは確認方法	要領の記載内容
測定精度	精度確認試験報告書に基づいて起工測量時、および出来形計測前に実施する。	計測範囲内で±20mm以内 ※当該現場での使用から12か月以内に実施したものであること。
精度管理 (TLS本体)	巻末に別途添付する。	TLS本体の保守点検記録。 製造元が推奨する有効期限内

### 地上型レーザースキャナー (TOPCON GLS-2000)

機体直径	228(D) x 293(W) x 412(H) mm (ハンドル、基盤含む)
器械高	226mm (基盤取付け面からミラー回転中心まで)
機体重量	10.0kg(基盤、バッテリーを含む)
レーザークラス	Class 3R(標準モード)
測定距離	40m~500m
スキャンスピード	最大120,000点/秒
点間隔	最小3.1mm (10m時)
距離精度	3.5mm (σ)
ターゲット測定精度	3.0mm



## T L Sによる計測

### ① T L Sの設置

地上型レーザーキャナーの計測は、15箇所を設置し計測を行う。設置箇所については、「地上型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）」に準じ、計測対象物に対してできるだけ正対した位置に設置するものとする。なお現地での作業日数は1日程度とする。

### ② T L S計測の実施

T L Sを用いた計測では、下表の必要な計測点が取得できるように、計測密度を設定し計測する。

	本業務（実施計画）	要領の記載内容
起工測量	0.25m <sup>2</sup> あたり1点以上	0.25m <sup>2</sup> あたり1点以上
出来形計測	0.01m <sup>2</sup> あたり1点以上	0.01m <sup>2</sup> あたり1点以上

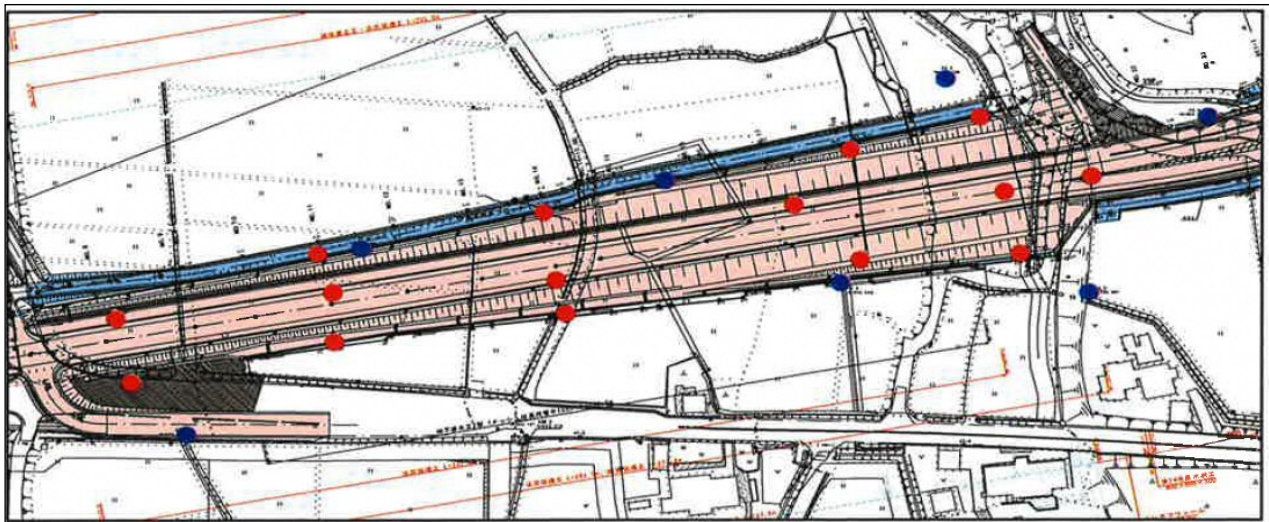
### ③ 標定点の設置・計測

レーザーキャナーの計測に使用する標定点は、「地上型レーザーキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）」に準じ、標定点を用いてT L Sによる計測結果を3次元座標へ変換、あるいは複数回の計測結果を標定点を用いて合成する場合は、標定点を設置する。標定点は工事基準点からT Sを用いて計測を行う。その際T Sから基準点及び標定点までの距離が100m以下（3級T Sの場合）あるいは150m以下（2級T Sの場合）とする。また、標定点はT L Sによる出来形計測中は動かないように固定する。

	本業務（実施計画）	要領の記載内容
標定点 設置方法	標定点は工事基準点からT Sを用いて計測を行う。	標定点は工事基準点からT Sを用いて計測を行う。

### T L S及び標定点の配置計画

○=T L S配置 15箇所  
○=標定点配置 7箇所





# I C T 建 設 機 械

	機 械 名	ブルドーザ
	規 格	KOMATSU 9t級
	台 数	1台
	使用工種	路体・路床盛土工（敷均し）
	使用時期	令和2年 7月～11月
	適 用	3次元マシンコントロール（MC）
	機 械 名	バックホウ
	規 格	KOMATSU（クレーン仕様）0.8m <sup>3</sup> 級
	台 数	1台
	使用工種	路体・路床盛土工（敷均し・法面整形）
	使用時期	令和2年 7月～12月
	適 用	3次元マシンガイダンス（MG）
	機 械 名	タイヤローラ
	規 格	酒井重工業 TZ701 8～15t級
	台 数	1台
	使用工種	路体・路床盛土工（転圧）
	使用時期	令和2年 7月～12月
	適 用	G N S S（締固め回数管理）

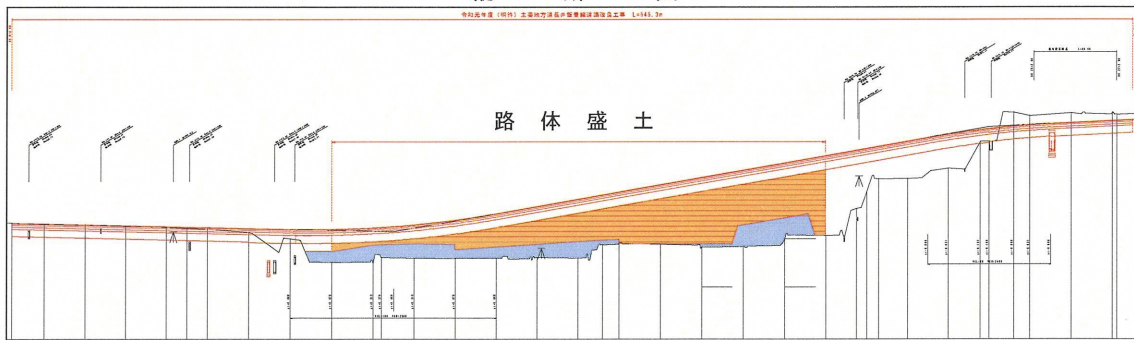
## I C T 建設機械（ブルドーザ）

路 体 盛 土 工 ・ 3次元マシンコントロール（MC）

盛土工：敷均し

（排土板の高さ・勾配を自動制御する）

縦 断 図



路体盛土：敷均し



路体盛土：完了

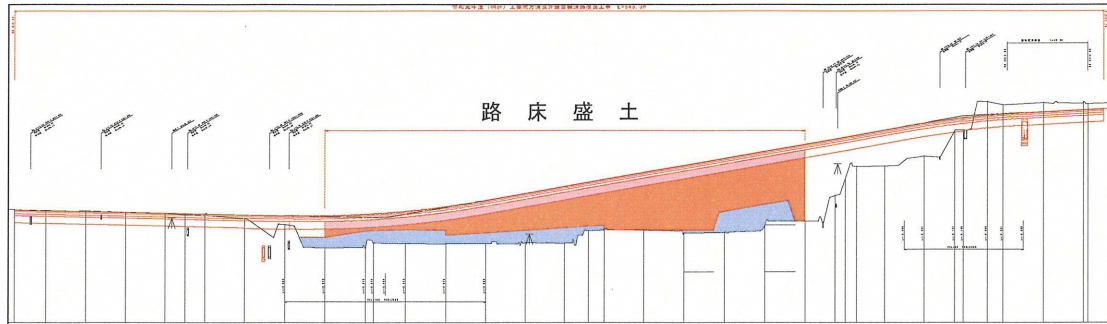


## ICT 建設機械(ブルドーザ)

路床盛土工 ・ 3次元マシンコントロール (MC)

盛土工：敷均し (排土板の高さ・勾配を自動制御する)

縦断図



路床盛土：敷均し



路床盛土：完了

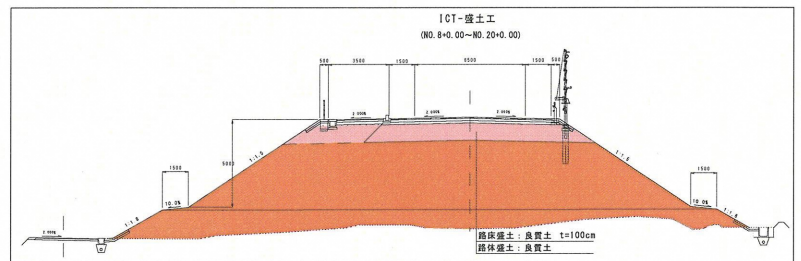
## ICT 建設機械(バックホウ)

路体・路床盛土工 ・ 3次元マシンガイダンス (MG)

盛土工：法面整形 (設計・現地盤データとの差分をモニタに表示する)



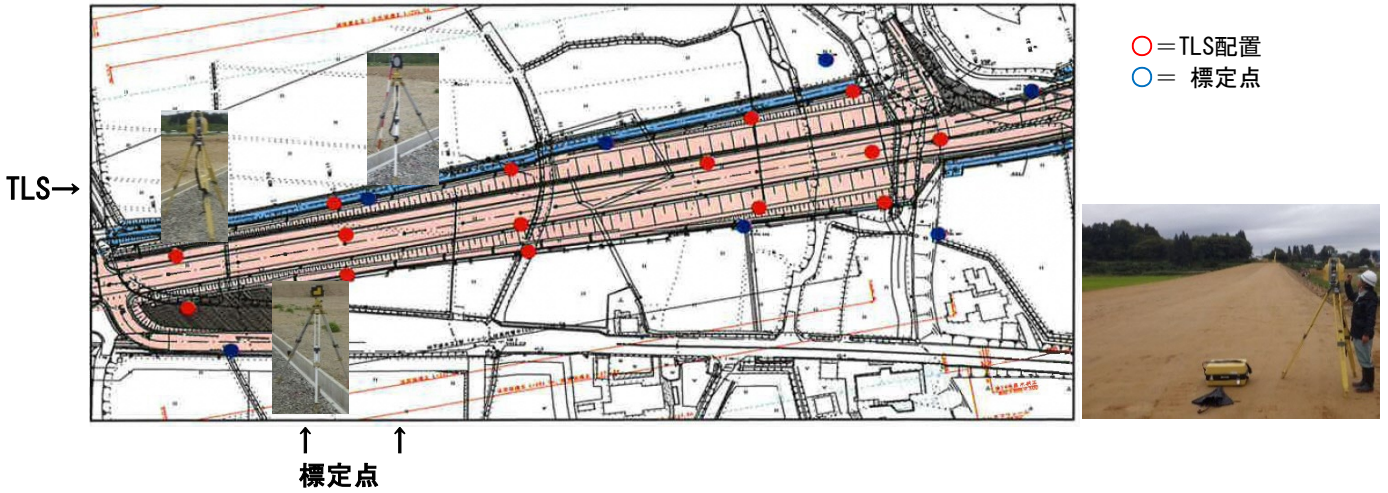
盛土：法面整形



盛土全景  
ドローン撮影



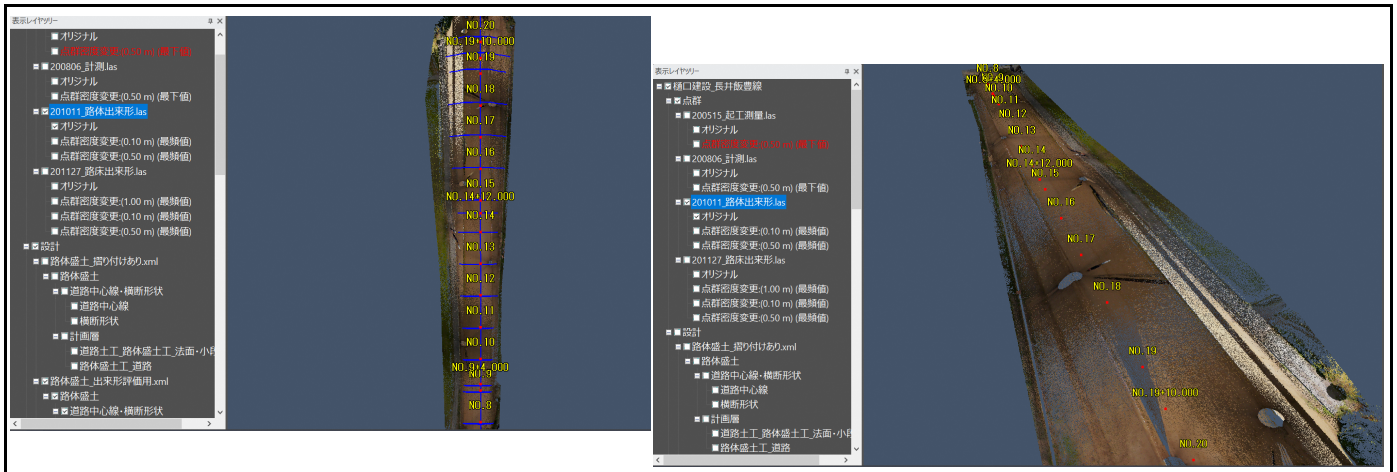
# 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理①



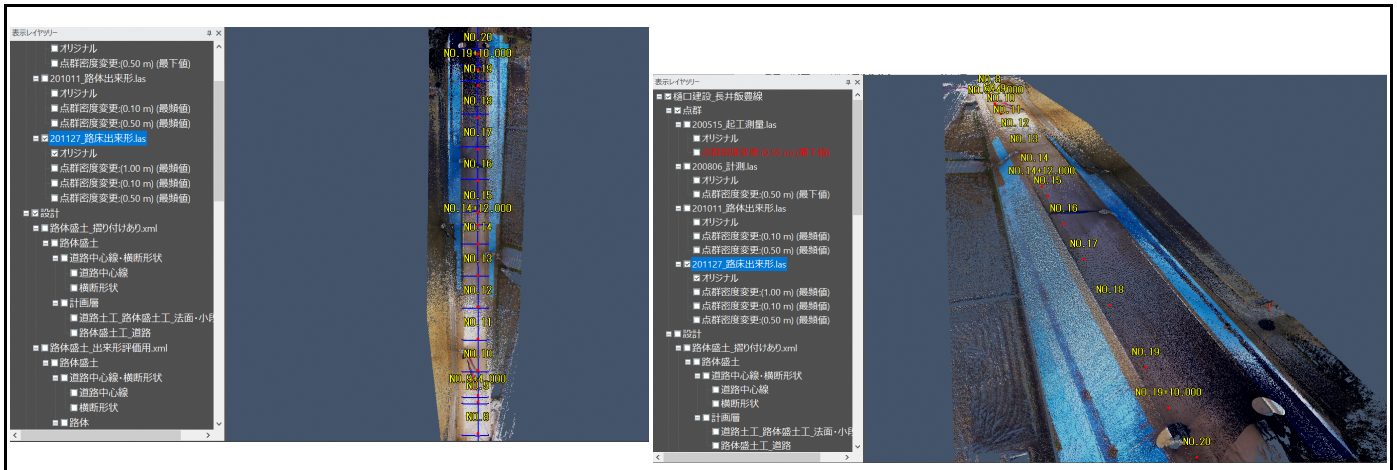
- ・ 地上型スキャン: TLSを12箇所を実施しましたが、1日で測定完了する事が出来ました。  
(路体・路床盛土共に1日)
- ・ 1箇所の測定で約20分くらいかかりました。
- ・ 標定点 (座標・基準高) を用いてT L Sによる計測結果を3次元座標へ変換する、また複数回の計測結果を標定点を用いて合成する。

## T L Sによる三次元データ

### ○ 路体盛土工



### ○ 路床盛土工



# 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理②

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種	道路土工	測点	No.8~No.20
種別	路床盛土工	合否判定結果	異常値無

測定項目	規格値	判定	社内目標値	判定	測点	ヒートマップ
天端 標高較差	平均値	34mm	±50		±40	
	最大値	84mm	±150		±120	
	最小値	-38mm	±150		±120	
	データ数	4353	1点/m <sup>2</sup> 以上 (4353点以上)			
	評価面積	4353m <sup>2</sup>				
	棄却点数	0	0.3%以内 (13点以下)			
法面 標高較差	平均値	-16mm	±80		±64	
	最大値	137mm	±190		±152	
	最小値	-85mm	±190		±152	
	データ数	2399	1点/m <sup>2</sup> 以上 (2399点以上)			
	評価面積	2399m <sup>2</sup>				
	棄却点数	0	0.3%以内 (7点以下)			

※ヒートマップは棄却点を含む全データを表示

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種	道路土工	測点	No.8 ~ No.20
種別	路床盛土工	合否判定結果	異常値無

測定項目	規格値	判定	社内目標値	判定	測点	ヒートマップ
天端 標高較差	平均値	15mm	±50		±40	
	最大値	48mm	±150		±120	
	最小値	-38mm	±150		±120	
	データ数	2833	1点/m <sup>2</sup> 以上 (2833点以上)			
	評価面積	2833m <sup>2</sup>				
	棄却点数	0	0.3%以内 (8点以下)			
法面 標高較差	平均値	-29mm	±80		±64	
	最大値	35mm	±190		±152	
	最小値	-92mm	±190		±152	
	データ数	363	1点/m <sup>2</sup> 以上 (363点以上)			
	評価面積	363m <sup>2</sup>				
	棄却点数	0	0.3%以内 (1点以下)			

※ヒートマップは棄却点を含む全データを表示

- ・ 3次元設計データと出来形測定データとの標高較差により合否判定を行います。
- ・ 出来形管理基準値の規格値に対し80%を社内目標値として設定し判定を実施した。



# G N S S を用いた締固め回数管理①

※ 本施工に入る前に、試験盛土を実施し所定の密度が得られる転圧回数を決める。  
 当現場の場合、路体盛土・路床盛土があるため、試験盛土を2回実施した。

試験盛土

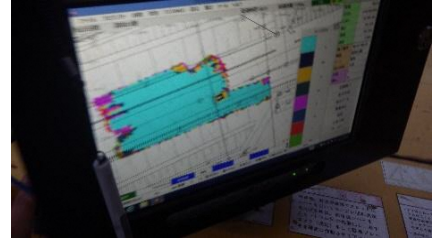
品質管理



2回転圧状況



立会：現場密度試験



8回転圧状況



立会：基準高確認

※ 試験盛土の結果、当現場では

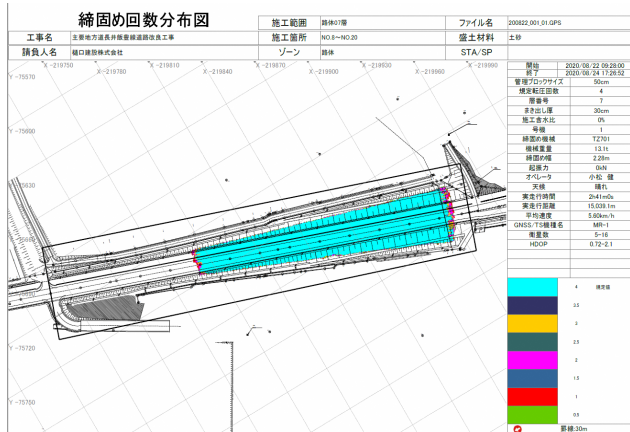
- 路体盛土： 4回
- 路床盛土： 6回

と定めた。

# G N S S を用いた締固め回数管理②

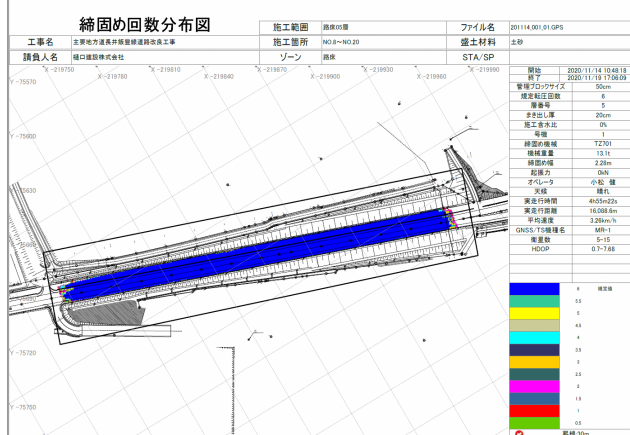
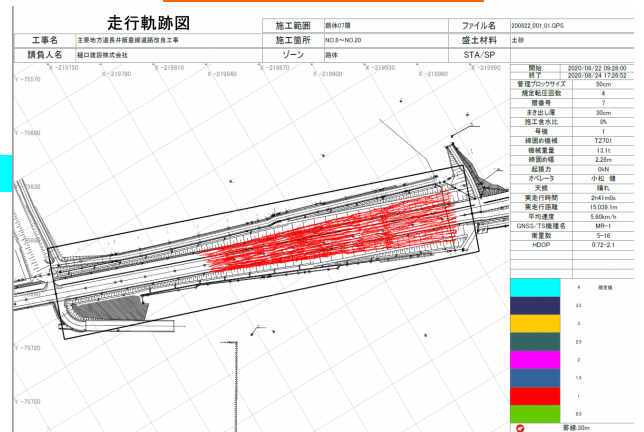
締固め回数分布図

走行軌跡図



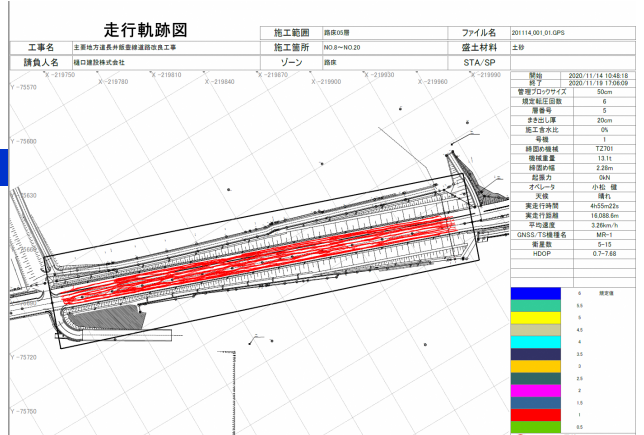
路体盛土

転圧回数  
4回



路床盛土

転圧回数  
6回



転圧管理システムで自動作成されるもので、  
 転圧範囲の全面を確実に規定回数だけ締固めたことを各色に確認するための日常管理帳票。

締固め回数分布図と対となって自動作成されるもので、  
 締固め回数分布図の信頼性およびデータ改ざんの有無を確認するための日常管理帳票。

## 従来施工方法との比較①

### 丁張設置

従来施工

施工延長	丁張設置数	盛土法面丁張	丁張数	1日当り設置数	人夫
240m	10m当り2箇所+小段	22	$(15+1) \times 4+22=126$	20	30



ICT施工

三次元マシンガイダンス(MG)・マシンコントロール(MC)で施工することで丁張設置作業なし

※ 確認用の丁張設置は必要

## 従来施工方法との比較②

### 出来形管理

従来施工

	施工延長	基準高	法長	幅	測点箇所数(小段・法面平積も含)	測定日数
路体盛土	240m	施工延長40mにつき1ヶ所			66	3
路床盛土	240m	施工延長40mにつき1ヶ所			76	4



ICT施工

地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理を行い2日

※ 路体盛土TLSで1日、路床盛土TLSで1日の計測で2日間。

※ 1点あたり0.01m<sup>2</sup>で計測を行い1m<sup>2</sup>/点あたりの出来形評価とし、面として管理することで精度の良い出来形管理となった。

### 品質管理

従来施工

	道路土工	現場密度の測定	測点数	測定日数	人夫
路体盛土	15,800m <sup>3</sup>	面積500以上1000未満m <sup>2</sup>	10	35	35
路床盛土	4,000m <sup>3</sup>	面積500以上1000未満m <sup>2</sup>	10	13	13

・当現場では、RI計器を用いた盛土の締固め管理とした。

・日平均当りで考慮した場合、面積500以上1000未満m<sup>2</sup>とする。



ICT施工

TS・GNSSを用いた締固め回数管理(転圧管理システム)

※ 締固め管理システムで自動作成された転圧管理帳票の管理のみ。

※ 部分的な品質管理ではなく、施工面積全体の管理を行うため従来より、精度の高い品質管理となった。



## I C T を 活 用 し て み て の 感 想

- ・ 初めて盛土工事の I C T 活用工事であったが、施工範囲が広い程活用工事の効果が得られると感じた。また効率的に品質の良い施工ができた。
- ・ 丁張設置が不要となり、作業人員の削減や現場での待ち時間の削減により、施工が効率化された。
- ・ オペレータは丁張を気にする事なく操作ができ、検測作業も削減できた為、安全性が向上された。
- ・ 天候や時間帯によって G P S の入りが悪く作業を一時中断せざるをえない時があった。

## 今 後 の I C T 活 用 へ の 課 題

- ・ I C T 施工をしていくうえで、ソフトを扱う人材（3次元設計データの作成やデータ処理作業等）の確保、内業作業をする人材の育成が必要である。
- ・ 機器・ソフトウェア等の設備を整えるための投資が必要。