

令和元年度 第1回 ふじのくにi-Construction推進支援協議会

日時：令和元年8月29日（木）15:00～17:00

場所：静岡県建設技術監理センター 2階研修室

議事次第

1. 開会挨拶

2. 議事

（1） ICT 施工の普及・工種拡大の最新動向

（2） ICT 活用工事の試行方針・実施状況

（3） ICT 活用工事の課題対応

- ・ 3次元計測データの活用
- ・ 普及啓発活動の推進
- ・ 出来形管理要領の改定

（4） ICT 活用による現場効率化

- ・ 測量業務の効率化
- ・ 現場管理の効率化

3. 情報提供

（1） 新技術交流イベント in Shizuoka 2019

4. 閉会

【資料一覧】

議事次第

出席者名簿

- P 1 資料 1 ICT 導入協議会資料（国土交通省）
- P17 資料 2 ICT 活用工事の試行方針・実施状況
- P19 資料 3 － 1 3次元計測データの活用（株式会社内田建設）
- P30 資料 3 － 2 3次元計測データの活用（静岡県建設コンサルタント協会・静岡県測量設計業協会）
- P37 資料 4 普及啓発活動の推進
- P39 資料 5 － 1 施工履歴データによる土工の出来形管理要領の改定
- P41 資料 5 － 2 静岡県施工履歴データによる土工の出来形管理要領改定案
- P57 資料 6 測量業務の効率化（株式会社フジヤマ）
- P67 資料 7 現場管理の効率化

	団体名等	所属・役職	氏名 (代理出席)	出欠
会長	静岡県	交通基盤部 建設支援局 建設技術企画課長	廣瀬 聡	○
関係団体	(特非) 静岡情報産業協会	事務局長	桜井 俊秀	×
	(一社) 静岡県地質調査業協会	副会長	土屋 靖司	○
	(一社) 静岡県建設コンサルタンツ協会	情報分科会 会長	田中 寛	○
		情報分科会	鈴木 健吾	○
	(一社) 静岡県測量設計業協会	技術委員会 委員長	亀谷 寧一	○
		技術委員会 委員	深民 泰弘	×
		技術委員会 特別委員	倉田 興治	○
	(一社) 静岡県建設業協会	常務理事	杉保 聡正	○
	(一社) 静岡県土木施工管理技士会	常務理事	杉山 芳久 (鈴木 伸司)	○
			西村 保徳	○
			長谷川 忠士	×
			落合 由弥	○
			片桐 一樹	×
			松浦 真明	○
	静岡県道路舗装協会	幹事	近松 則雄	○
		技術・広報委員長	大河原 仁	○
		事務局長	臼井 達也	×
	(一社) 静岡県設備協会	事業・研修委員会 委員長	乾 英俊	○
		事業・研修委員会 委員	鈴木 一雅	○
	(一社) 静岡県建築士事務所協会	理事	藤原 龍美	×
	(株) 浜名湖国際頭脳センター	代表取締役	森永 春二	×
		IT事業部長	八木 久弥	○
国	国土交通省 総合政策局 公共事業企画調整課	企画専門官	山下 尚	×
		課長補佐	二瓶 正康	○
	国土交通省 中部地方整備局	企画部 総括技術検査官	筒井 保博	○
		企画部 施工企画課 建設専門官	岩崎 哲也	×
	国土交通省 国土技術政策総合研究所 社会資本マネジメント研究センター	社会資本施工高度化研究室 室長	森川 博邦 (小塚 清)	○
県市町	土木行政事務電算化研究会	静岡市 建設局 土木部 技術政策課	河村 陽平	○
		浜松市 財務部 技術監理課	杉浦 章夫 (池島 伸彦)	○
		沼津市 建設部 道路建設課	大沼 絢嗣	○
		富士市 道路整備課	中島 章斗	○
	静岡県	交通基盤部 参事(建設技術監理センター所長)	池ヶ谷 規文	○
		交通基盤部 政策管理局 建設政策課	赤堀 一彦	○
		交通基盤部 建設支援局 工事検査課	出口 遵太郎	○
アドバイザー	(一社) 日本建設機械施工協会 施工技術総合研究所	研究第三部 次長	藤島 崇	○
		研究第三部 研究員	八木橋 宏和	○
	職業訓練法人全国建設産業教育訓練協会 富士教育訓練センター	専務理事	菅井 文明	○
		講師	花坂 弘之	○

	団体名等	所属・役職	氏名 (代理出席)	出欠
オブザーバー	協立電機（株）	第二エンジニアリング本部 土木システム部部长	道田 聡	×
		第二エンジニアリング本部 土木システム部部长代理	鍋田 忍	○
	(株) 豊富		松浦 真悟	×
	(株) サーベック	営業部 課長	森田 和秀	○
	Y D N (やんちゃな土木ネットワーク)	(株) 正治組	大矢 洋平	×
		(株) 藤本組	鈴木 祥哲	×
	(一社) オープンC A Dフォーマット評議会	(株) エムティシー	鶴木 裕一	×
	昭和設計（株）	部長	岩崎 幸也	○
	大鐘測量設計（株）	技術開発部 マネージャー	喜瀬川 敦	×
		技術開発課 課長	八木 一仁	○
	コマツカスタマーサポート（株）	中部カンパニー スマートコンストラクション推進部	山梨 浩	○
		中部カンパニー スマートコンストラクション推進部	奥津 和長	○
	(株) 建設システム	営業部 営業支援課 参事	榊原 平八	×
		営業部 営業支援課 主査	一瀬 真理	○
	(株) シーティーエス	浜松支店 支店長	中山 俊彦	○
		i-Construction推進チーム東海担当課長代理	酒井 満	×
	川田テクノシステム（株）	テクニカルイノベーションセンター Supervisor	尾畑 圭一	×
		エンジニアリング事業部 東京営業Gr 主任	益田 幸汰	○
	丸紅（株）	取締役本部長ソーシャルコミュニケーション部	紅林 眞実	×
	福井コンピュータ（株）	中部営業所 所長	末貞 頼章 (山崎 健太郎)	○
		中部営業所静岡オフィス 主任	海老 鋭之 (常重 貴俊)	○
	日立建機（株）	顧客ソリューション本部 事業企画センタ 事業開発部	小倉 弘	×
	日立建機日本（株）	中部支社 静岡支店	池本 嘉博 (菊川 靖久)	○
	西尾レントオール（株）	中部第二営業部	前田 祐弥	○
	日本キャピラー合同会社	広域営業事業部 情報化施工推進部 テクノロジーソリューション課	長野 孝之	×
		中部地区 静岡営業課長	相馬 伸康	○
	(株) 奥平測量設計事務所	代表取締役	奥平 慎太郎	○
	(株) 建設コンサルタントセンター	地理情報調査部 次長	中嶋 規人	○
		設計部 部長	吉本 慎二	○
	伸東測量設計（株）	空間情報部 部長	伊藤 邦浩	○
	太陽建機レンタル（株）	東日本広域営業部次長 アイ・コンストラクション推進室長	山田 曜児	○
	中日本航空（株）	調査測量事業本部	千田 良道	○
		静岡支店	高橋 弘	○
	I C Tアドバイザー (i-Construction中部ブロック推進本部)	(株) 山口土木	松尾 泰晴	○
		平井工業（株）	漆畑 充	○
		(有) アダプト	増田 慎司	×
		昭和設計（株）	藤田 嘉久	○
		(株) アースシフト	今村 裕之	○
		(株) アースシフト	佐藤 孝造	○
		(株) 内田建設	内田 翔	○
		鈴与建設（株）	内海 泰輔	○
		(株) フジヤマ	長谷川 翔大	○

I C T 導入協議会（第 9 回）

日時： 令和元年 7 月 11 日（木） 13：00～15：00

会場： 中央合同庁舎 3 号館 局議室

議 事 次 第

- | | |
|---------------------------|-------|
| 1. I C T 施工の普及拡大に向けた取組 | 資料－ 1 |
| 2. I C T 施工の対象工種の拡大に向けた取組 | 資料－ 2 |
| 3. 業協会等からの意見 | 資料－ 3 |
| 4. その他 | |
| ・ 安全対策関係の進め方 | 資料－ 4 |
| ・ 施工自動化に向けた研究開発等 | 資料－ 5 |

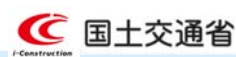
- | | |
|---------|--|
| 資料－ 1 | I C T 施工の普及拡大に向けた取組 |
| 資料－ 2 | I C T 施工の対象工種の拡大に向けた取組 |
| 資料－ 3 | 業協会等からの意見 |
| 資料－ 4 | 安全対策関係の進め方 |
| 資料－ 5 | 施工自動化に向けた研究開発等 |
| 参考資料－ 1 | I C T 活用における課題と対応事例 |
| 参考資料－ 2 | 建設現場の生産性を飛躍的に向上するための革新的技術の導入・活用
に関するプロジェクト「平成 30 年度試行結果に関する報告会」 |

ICT施工の普及拡大に向けた取組



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

ICT活用工事の実施状況



- H30年度は、直轄工事におけるICT活用工事の公告件数1,948件のうち約6割の1,105件で実施。
- 都道府県・政令市におけるICT土工の公告件数が2,428件、実施件数は523件に大幅に増加。

ICT施工実施状況

単位：件

工種	平成28年度		平成29年度		平成30年度	
	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施
土工	1,625	584	1,952	815	1,675	960
舗装工	—	—	201	79	203	80
浚渫工	—	—	28	24	62	57
浚渫工(河川)	—	—	—	—	8	8
合計	1,625	584	2,181	918	1,948	1,105
実施率	36%		42%		57%	

都道府県・政令市におけるICT施工実施状況

単位：件

	平成28年度	平成29年度		平成30年度	
	ICT実施件数	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施
土工	84	870	291	2,428	523
実施率		33%		22%	

・ICT土工	平成30年度 ICT土工対象工事		
	発注者指定型	施工者希望 I・II 型	合計
公告工事件数	189	1,486	1,675
うちICT実施工事件数	189	771	960
実施率	100%	52%	57%

・ICT舗装工	平成30年度 ICT舗装工対象工事		
	発注者指定型	施工者希望 I・II 型	合計
公告工事件数	14	189	203
うちICT実施工事件数	14	66	80
実施率	100%	35%	39%

・ICT浚渫工	平成30年度 ICT浚渫工対象工事		
	発注者指定型	施工者希望型	合計
公告工事件数	22	40	62
うちICT実施工事件数	22	35	57
実施率	100%	88%	92%

・ICT浚渫工(河川)	平成30年度 ICT浚渫工(河川)対象工事		
	発注者指定型	施工者希望 I・II 型	合計
公告工事件数	1	7	8
うちICT実施工事件数	1	7	8
実施率	100%	100%	100%

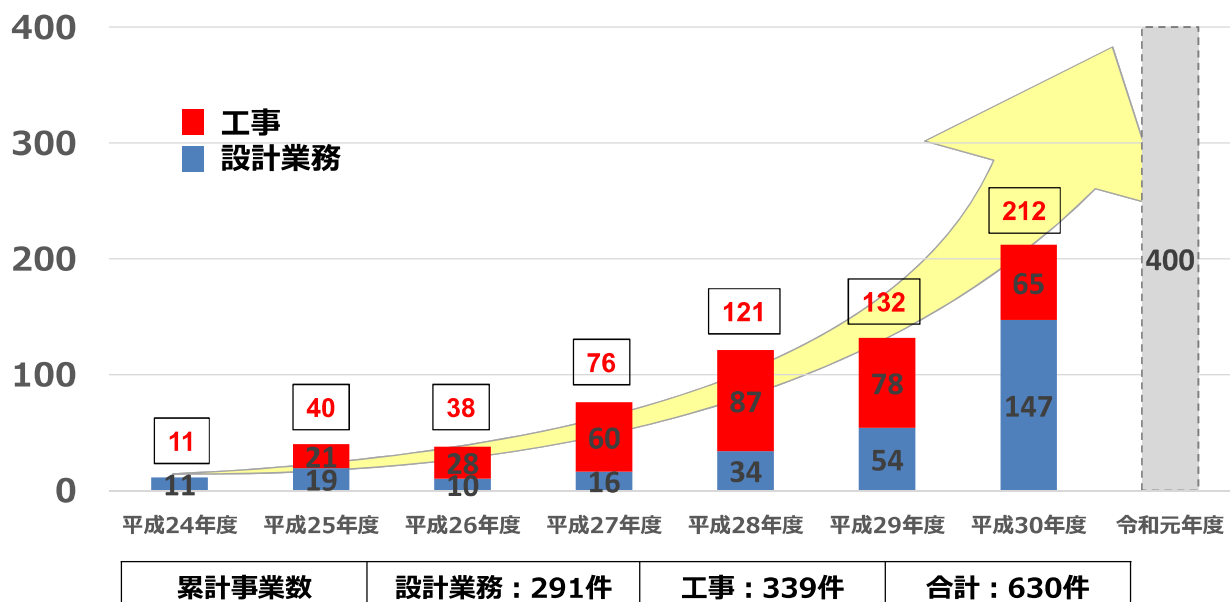
2

BIM/CIM活用業務・工事件数の推移

- 平成24年度から橋梁、ダム等を対象に3次元設計(BIM/CIM)を導入し、着実に増加。
- 平成30年度は、212件(設計業務:147件、工事:65件)で実施。
- 令和元年度は、**400件**(設計業務+工事)の実施を目標。

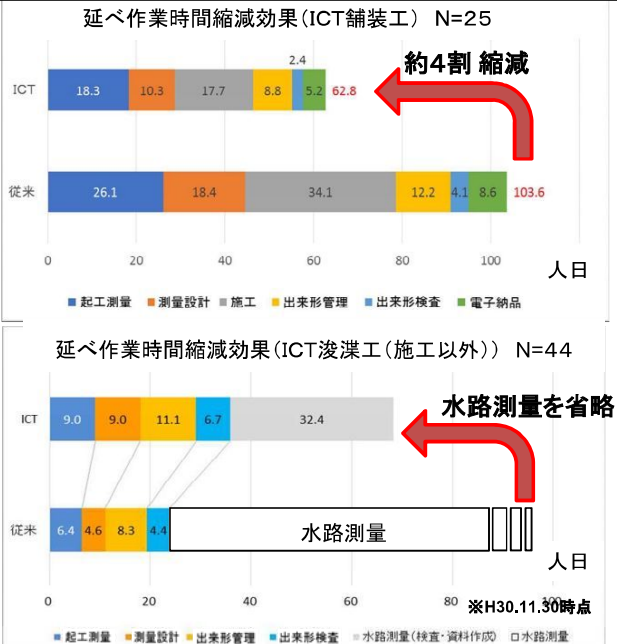
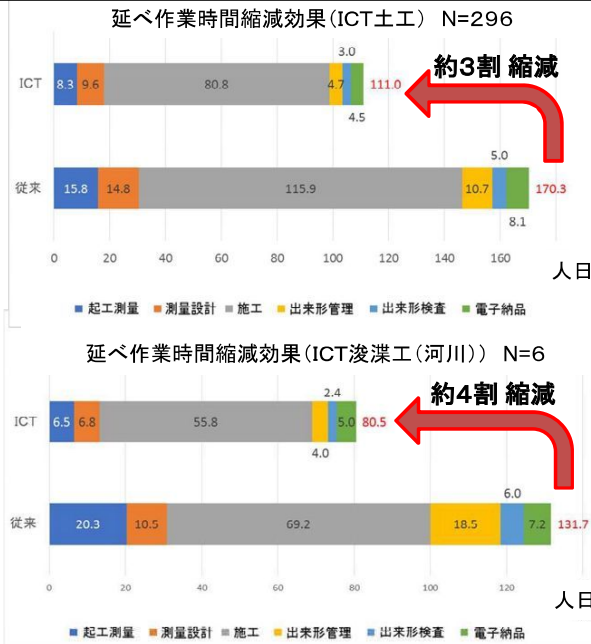
BIM/CIM活用業務・工事

(目標)



3

- ICT施工の対象となる起工測量から電子納品までの延べ作業時間について、土工では約3割、舗装工及び浚渫工（河川）では約4割の縮減効果がみられた。
- 浚渫工ではICTによる出来形測量により、別途実施する水路測量の省略が可能となった。
- ※現場作業の変化により、工事全体で技術者等の業務がどう変化しているか、実態調査・分析が必要



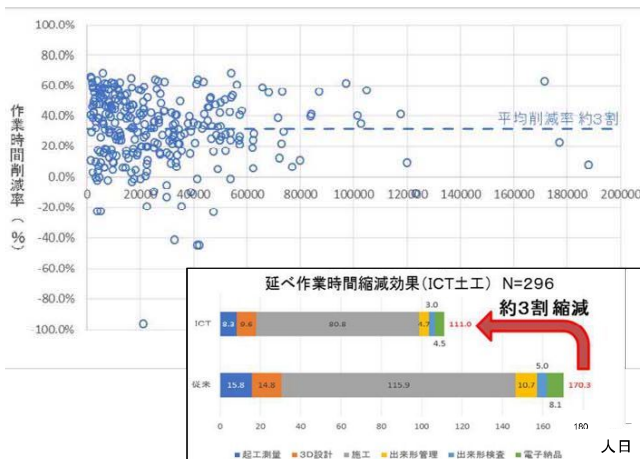
※ 活用効果は施工者へのアンケート調査結果の平均値として算出。
 ※ 従来の労務は施工者の想定値
 ※ 各作業が平行で行われる場合があるため、工事期間の削減率とは異なる。

4

H30年度ICT施工（土工）の分析①

- ICT施工の導入により土工では約3割の延べ作業時間の縮減効果がみられた。
- ICT導入による効果は施工規模に係わらず得られている。
- 全体では9割以上の工事において延べ作業時間の縮減効果が得られたが、縮減効果が得られなかった工事が約7%存在。
- 利用場面別では「3D設計」と「施工」において効果が得られなかった割合が高い。

ICT施工による延べ作業時間縮減効果



ICT施工による延べ作業時間の縮減効果が得られた工事の割合（利用場面別）



5

○ ICTの各利用場面における労務増加の要因をアンケート調査より分析
→機器・ソフトウェアの使い方についてノウハウの向上・共有が重要

全 体	○一律にICTを導入するのみでは無く、効果的な部分に適切に活用出来るようにしてほしい。
起 工 測 量	○点群計測のため、(除草等により)地盤面を露出させる必要があった。 ○計測機器の適性により、測量実施が天候によって困難となる。(※1) 例: UAV写真測量は強風時に飛行が困難 レーザー扫描仪は降雨後の水面反射により計測困難 ○降雪地域では全面除雪が必要。(※2)
3 D 設 計 (施 工 用)	○3Dデータの作成には、工事契約時に提供された2D設計データのみでは不足するため、変化点すべての横断面の設計データを作ることとなった。 ○従来は施工者の裁量範囲であった擦付部分なども3D設計の対象としたことによりデータ作成に時間を要した。
施 工	○GNSSの受信状況により、作業時間や作業範囲が限定され待ち時間が発生。 ○ICT建機の配送待ちが発生。
出来形管理 出来形検査	○土質や施工法毎の数量算出が必要なため、従来手法による計測が必要。 ○※1※2(再掲)
電 子 納 品	○3D測量では撮影写真データや点群データなど、出来形管理の根拠データのボリュームが大きくデータ書き込みに時間を要する。

6

地方普及展開に向けた取組 現場支援型モデル事業

- ICT活用工事を、地方自治体発注工事等に広く普及を図るため、地方自治体発注工事をフィールドとして、現場支援型モデル事業を実施。
- 本事業では、地方自治体が設置する支援協議会の下、ICT活用を前提とした工程計画の立案支援、ICT運用のマネジメント指導等により、支援協議会参加者を含め広くICT導入効果を周知することで、ICT活用工事の普及を促進。

○令和元年度方針

- ・支援未経験の自治体を中心として、地整毎にモデル事業を実施
- ・「ICT導入時の計画立案」に関する支援を中心に実施※

※これまでの支援自治体へのフォローアップ調査によるとICT導入時の計画立案に関する指導・助言の要望が多い

主な支援概要

○ ICT導入計画の支援

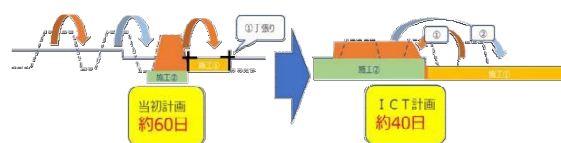
- ・現場条件を踏まえ、施工者とICTを活かせる工程計画の検討。

○ ICT導入の効果確認

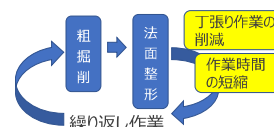
- ・ICT導入効果について、発注者・施工者に確認し課題の把握を行う。

○ ICT活用における課題と対応事例提供

- ・これまでのモデル事業において行った支援事例を踏まえ、ICT活用における課題と対応事例を取りまとめた。
- ・今年度モデル事業にて活用するとともに、サポート事務所を通じ情報提供する。



ICTを生かした効率的な広域施工計画を提案



丁張りレス施工の提案

7

○自治体発注工事(モデル事業として実施した19工事)において、ICT活用を実施した事例をもとに、発生しうる課題と対応事例を整理

場面	課題	チェック	対応事例
設計	想定形状	☐ B-②	①-①
	構造物	☐ B-③	①-②
	地形に沿わない設計	☐ L-①	
	正確な土量を出したい	☐ K-②	
数量算出	土質	☐ M-①	
	気候	☐ M-②	①-③
現場環境	既設部	☐ K-③	
	湧水	☐ A-②	
	敷入土	☐ H-②	
	軟弱	☐ J-①	
	埋設物	☐ J-②	
	軟弱地盤	☐ C-②	①-④
		☐ E-①	
		☐ S-②	
		☐ O-②	
		☐ R-②	
	☐ T-②	①-⑤	
	☐ O-③		

ICT活用場面

課題

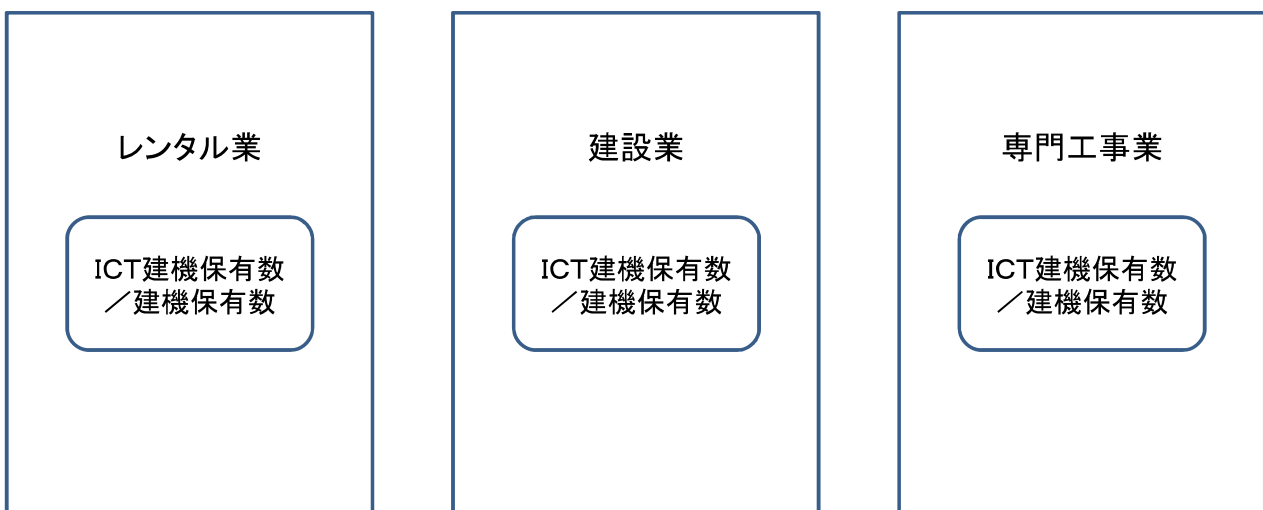
・課題に対応したモデル事業 ※「事例①-②」等

事例①: 現場環境の把握と設計データの連携
事例②: 土量算出の精度向上
事例③: 現場環境の把握と設計データの連携
事例④: 土量算出の精度向上
事例⑤: 現場環境の把握と設計データの連携
事例⑥: 土量算出の精度向上

8

ICT建機等の普及状況の把握

- ICT施工のさらなる普及拡大を図るため、ICT建設機械の普及状況を把握。
- ICT建設機械を保有する建設業、専門工事業、レンタル業の各業界団体の協力を得つつ、保有状況の調査を実施。



＜協力依頼先＞
(一社)日本建機レンタル協会

＜協力依頼先＞
(一社)日本建業連合会

＜協力依頼先＞
(一社)日本機械土工協会

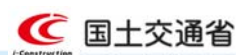
9

ICT施工の対象工種の拡大に向けた取組

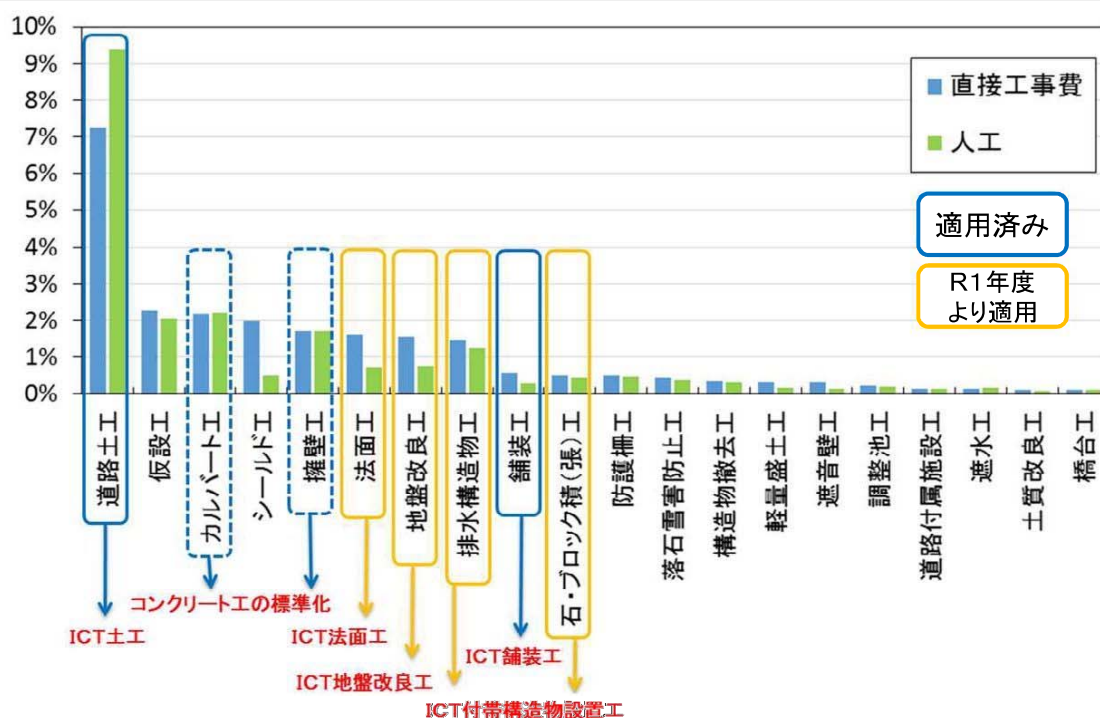


Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

道路改良工事の工種別内訳(直轄工事全体に占める割合)

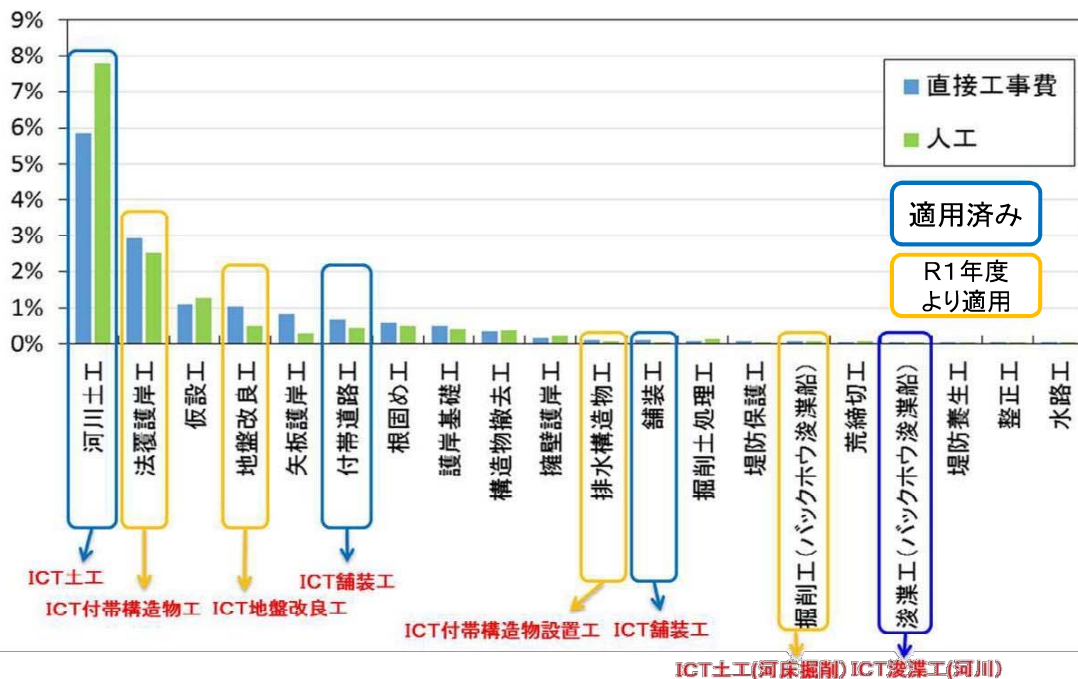


- 主たる工事区分の「道路改良」における工種別の内訳をみると、割合の大きな工種を中心に実施要領等を順次整備。
- 今年度は、法面工、地盤改良工、付帯構造物設置工へ適用を拡大。
- その他、BIM/CIMの活用による設計照査、施工計画検討、関係機関協議等の効率化を推進。



築堤・護岸工事の工種別内訳(直轄工事全体に占める割合)

- 主たる工事区分の「築堤・護岸工事」における工種別の内訳をみると道路改良工事と同様に割合の大きな工種を中心に実施要領等を順次整備。
- 今年度は、付帯構造物設置工、地盤改良工、ICT土工(河床掘削)へ適用を拡大。
- その他、BIM/CIMの適用拡大により効率化を推進。



12

i-Constructionに関する工種拡大

- 主要工種から順次、ICTの活用のための基準類を拡充。

平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度(予定)
ICT土工				
	ICT舗装工 (平成29年度: アスファルト舗装、平成30年度コンクリート舗装)			
	ICT浚渫工 (港湾)			
		ICT浚渫工 (河川)		
			ICT地盤改良工 (浅層・中層混合処理)	
			ICT法面工 (吹付工)	
			ICT付帯構造物設置工	
				ICT地盤改良工 (深層)
				ICT法面工 (吹付法枠工)
				ICT舗装工 (修繕工)
				ICT基礎工・ブロック据付工 (港湾)
				民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大

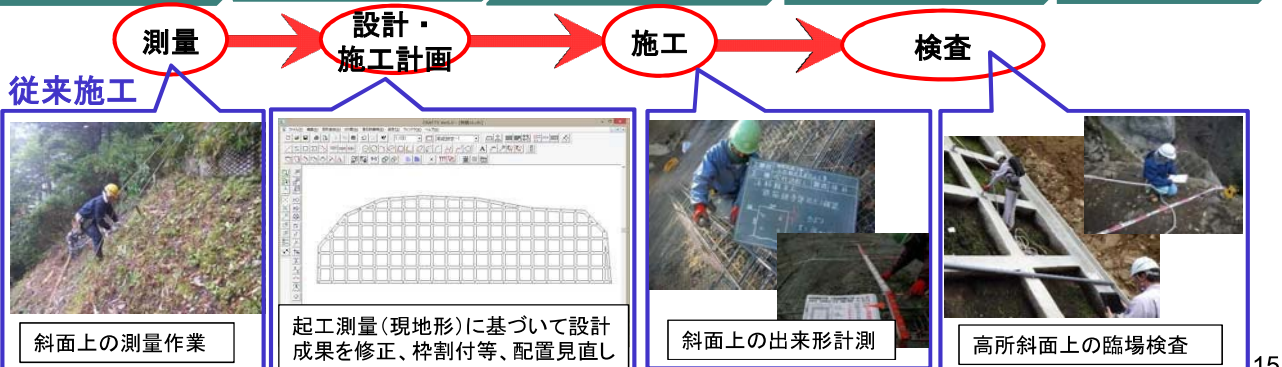
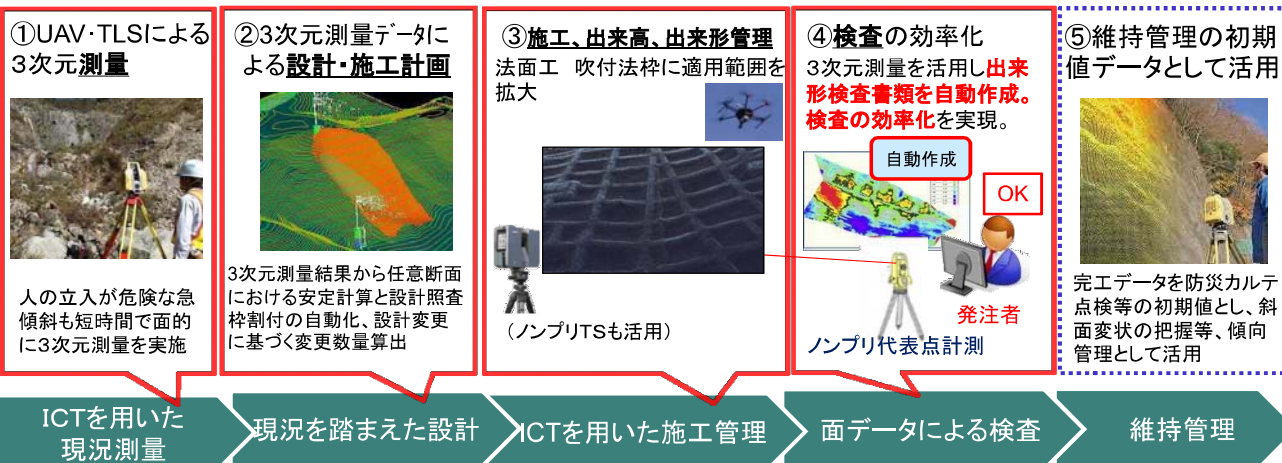
13

ICT活用

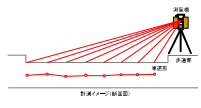


ICT法面工（吹付法枠工）取組イメージ

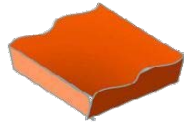
ICT活用



ICT活用

①ICTを活用した
事前測量

ICT活用により、交通規制を伴わず施工箇所の3次元測量を実施【安全性向上】

②3次元測量データ
による施工計画

3D測量結果から適切に切削深を決定し、正確な切削量を算出

③施工機械の情報を生いた、
施工、出来高、出来形計測の効率

④検査の効率化

代表点計測



発注者

3Dデータを用いた施工指示や施工機械への活用を実施
施工機械の位置や制御データ等を活用し、施工管理、出来高、出来形計測、帳票作成を効率化

・TLS、ノンプリTS等による事前データ取得

・施工量算出

・MC路面切削・As敷均し
・施工機械情報取得

・施工履歴データを活用した検査

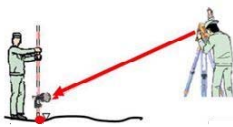
測量

施工計画

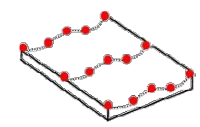
施工

検査

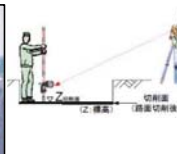
従来施工

①施工箇所の事前
測量

交通規制を行い管理断面の測量を実施

②断面測量による
施工計画

断面の測量をもとに切削深を決定



旧舗装面の切削

切削量計測

舗装の敷設



発注者



帳票作成 16

産学官連携による基準類策定にかかわる提案方法(案)

○新たなICT機器を活用し、又は既存のICT機器の活用範囲を拡大し、ICT活用工事の範囲を拡大する新たな・基準類をより早く整備するため、ICT施工の施工者およびICT機器のレンタル・メーカー等から基準類の提案を求める。

○提案を求める基準類の分類

1. 新たなICTを活用し、新たなICT工種として適用する、又は従来のICT工種に適用する新たな・基準類を提案するもの。
2. 既存のICTを活用し、新たなICT工種として適用する新たな・基準類を提案するもの。
3. 既存基準類の改定「カイゼン」案を提案するもの。

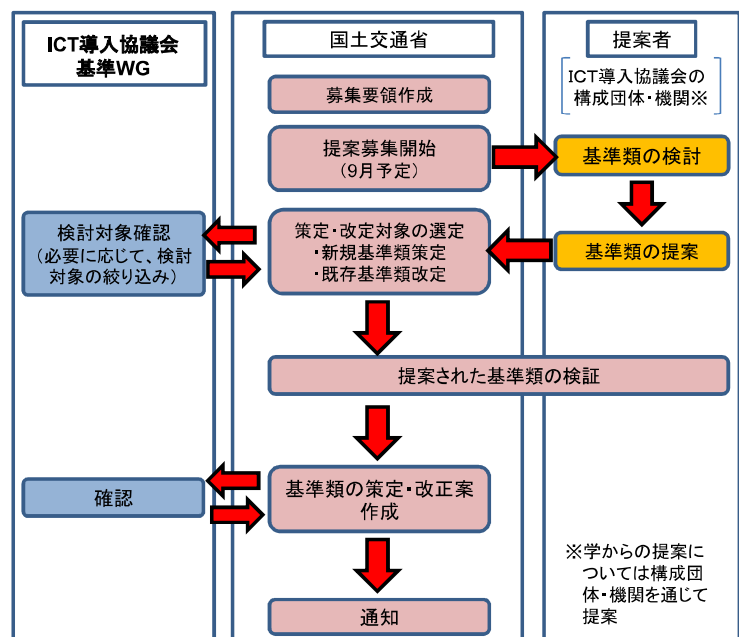
○提案者

1. ICT導入協議会の構成団体・機関

○提出書類等

1. 説明資料：適用されるICT機器に関する事項、提案する基準類とその設定方法の考え方、改定の場合は新旧対照表
2. 根拠資料：提案の根拠資料※、検証用の資料（現場検証データ等）
※作業日数・作業工数等の減少、手待ち・手戻りの減少など生産性向上が期待される事項の詳細説明及びこれらを示す根拠データ
※検証手続き中に生産性向上を確認するための追加データを求める場合がある。

提案から策定・改定までのフロー(案)



業協会等からの意見



Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

業団体の意見・要望①		
	意見・要望	
1	ICT施工に関わる人材育成について ・直轄工事、地方自治体発注者へのICT施工に関する教育の充実を要望 ・3Dデータにかかわる人材育成が必要 ・ICT施工にかかわるノウハウ蓄積が必要	(全国建設業協会) (全国建設産業連合会) (日本建設機械施工協会) (日本建設業連合会) (日本測量機器工業会)
2	ICT施工に資する監督・検査の合理化 ・ICT活用による遠隔地からの監督、施工管理について技術は進んでおり運用する制度・仕組みを要望 ・技術力や信用力の高い企業について、ICTによる自動記録・保存による新たな監督検査の検討を要望 ・施工履歴データ活用の拡大による出来高払いの推進 ・ICT活用工事の場合は提出書類の簡素化を要望(標準仕様は協議書類省略等) ・ICT活用工事おける納品データの肥大可への対応を要望 ・遠隔検査、電子承認などの導入可能性について今後議論を要望	(全国建設業協会) (日本機械土工協会) (日本建設機械施工協会) (日本建設業連合会) (日本測量機器工業会)
3	ICT安全対策への取組について ・ICT安全対策について、検討の流れが示され今後に期待。しかしながら検討期間も要することから、早期に取組が広まる施策を要望	(日本建設機械施工協会)
4	中小企業、自治体への支援、情報提供 ・ICT施工の実績を公開することで取組意識向上が期待できる ・中小企業への普及に向けた好事例、失敗事例に関する情報提供の要望	(日本建設機械施工協会) (日本道路建設業協会)

業団体の意見・要望②

	意見・要望	
5	積算、経費について ・3D出来形測量については高額な機器の使用や複数回計測などの場合に負担となるため実態に即した経費計上を要望 ・ICT活用工事において、5段階のうち部分活用でも柔軟に費用計上ができるように要望 ・ICT対応工事の実態を反映した適切な経費計上を要望 ・小規模工事における積算は、現場条件に応じた対応を要望 ・浚渫工(河川)では塩害の影響を踏まえた積算を要望 等	(全国建設業協会) (全国建設産業団体連合会) (全国中小建設業協会) (日本機械土工協会) (日本建設機械施工協会) (日本建設機械レンタル協会) (日本建設業連合会) (日本道路建設業協会)
6	ICT活用に関する補助・助成の拡充 ・ICT技能取得や資機材購入について、より使いやすい補助、助成制度創設	(全国建設業協会) (全国建設産業団体連合会)
7	ICT活用効果へのインセンティブ ・工事成績への加点を5段階全ての全面的活用のみでなく、個々の導入でも加点を要望 ・TSを用いた出来形管理(断面管理)は、ICT活用工事において対象外となるが、3Dデータを用いることからICT活用としての扱いを要望 ・3Dデータの内製化について、インセンティブなどの検討を要望 ・i-Constructionへの対応として、国交省で要件を明示した資格制度の確立や、要件を満たした企業・人材の評価を要望	(全国建設業協会) (全国建設産業団体連合会) (日本建設機械施工協会) (日本建設業連合会) (日本建設機械レンタル協会)

20

業団体の意見・要望③

	意見・要望	
8	3次元設計データに関する意見 ・発注時のCADデータについて、効率的な提供を要望 ・発注時のデータは完成形の3Dデータであり施工に即した3Dデータをその都度作成するため変更可能なデータで提供を要望 ・3D設計データ交換標準(案)の対応をソフトウェアメーカーが行っているので、技術基準類の制定時に意見交換を要望 等	(全国建設業協会) (日本建設機械施工協会) (日本建設機械レンタル協会) (日本建設業連合会) (日本測量機器工業会)
9	要領等の「カイゼン」意見 (20件) ・施工履歴データによる出来形管理対象拡大 ・ICT土工出来形管理手法の拡大要望 ・TLSの事前精度確認に関する期間の緩和要望 ・計測点群密度の緩和 ・要領の簡素化 等	(全国建設業協会) (日本建設機械施工協会) (日本建設機械レンタル協会) (日本建設業連合会) (日本測量機器工業会) (日本道路建設業協会)
10	その他 ・現行の監督検査要領を、全面的にICTを活用した場合に適した方法検討を提案 ・ICT活用拡大に向けて初めて取組むことを競争参加条件とした工事の実施提案 ・納品3Dデータの利活用について 等	(全国建設業協会) (全国中小建設業協会) (日本機械土工協会) (日本建設機械施工協会) (日本建設業連合会) (日本道路建設業協会)

21

安全対策関係の進め方



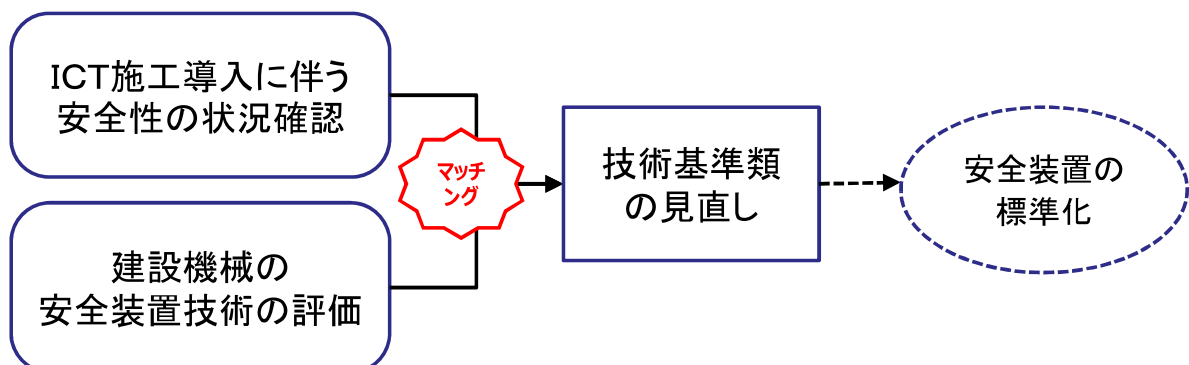
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism

ICT施工による安全対策に関する検討



■2019(令和元)年度の検討内容(案)

- ① ICT施工導入に伴う安全性の状況確認
→ 建設現場にICTを導入することによる現場安全性の動向を確認。
施工現場における安全面の効果や課題を抽出。
- ② 建設機械の安全装置技術の評価
→ 「建設機械の安全装置類」に関する要求水準を整理。
現場実証を行う等、技術検証を行ったうえで技術比較を実施。
- ③ 技術基準類の見直し検討
→ 「建設機械に関する技術指針」等の見直しを検討



【目的】

建設工事の施工にあたり望ましい建設機械について定め、これを使用することによって建設工事の効率化、省力化、高品質化、安全性の向上及び作業環境の改善を促進し、もって建設工事の円滑な実施を図ること。

- 平成3年10月8日付け建設省経機発第247号大臣官房技術審議官より各地方建設局長あて
- 最終改正 平成10年3月31日付け 建設省経機発第37号

【各論】**① 建設機械の操作方式**

バックホウ、移動式クレーン、ブルドーザ

② 建設機械の排出ガス

バックホウ、トラクタショベル、大型ブレーカ、コンクリート吹付機、ドリルジャンボ、ダンプトラック、トラックミキサ、ブルドーザ、発動発電機、空気圧縮機、油圧ユニット、ローラ、ホイールクレーン

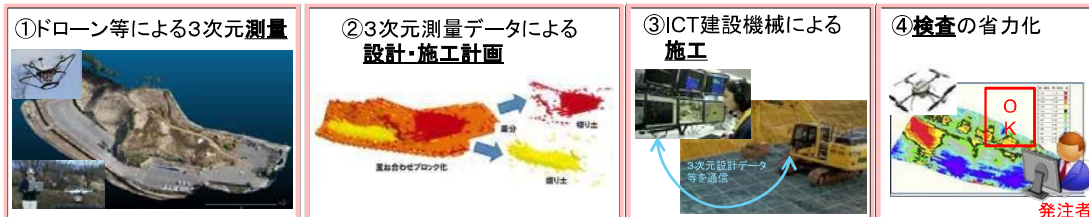
24

資料－5

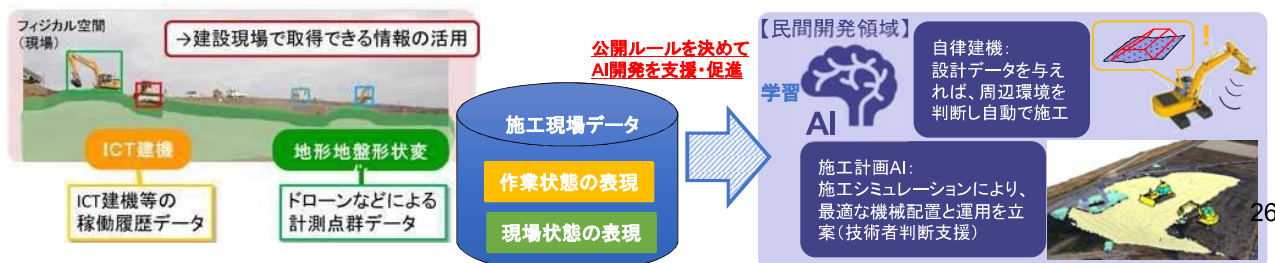
施工自動化に向けた研究開発等

- ・総合政策局 公共事業企画調整課
- ・国土技術政策総合研究所
社会資本マネジメント研究センター

- 国土交通省では、建設産業の生産性向上を目指して、施工現場へICT/ロボット技術等を導入し建設生産プロセスを3次元データで繋ぐ取組みを「i-Construction」ですすめてきた。



- 「i-Construction」の更なる推進のため、『官民研究開発投資拡大プログラム(PRISM)』の一環として、3D・4DデータやAIの活用による建設生産プロセスの高度化に取り組んでいる。
- 施工の自動化技術に関する民間の開発を促進するため、現場から収集したデータを共有活用して、施工現場向けのAI開発を促進する取組をすすめる。

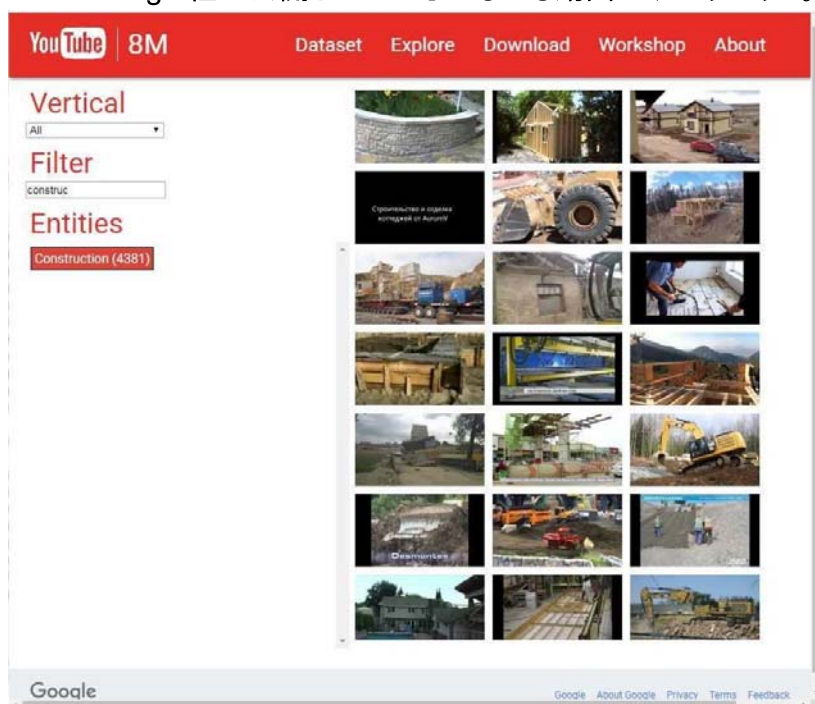


26

AI(機械学習)のためのデータセットの現状

現在、人工知能(AI)技術開発の進展により各種のデータセットが提供されている。

- Youtube8M
Google社が公開した800万にも上る動画のデータセット。



土木建設現場を定点カメラで撮影した映像は少なく、さらに、建設現場の物体検出のための機械学習に利用できるような、適切なアノテーション(ラベル付け)がされているものは揃っていない。

Youtube8M以外にも様々な画像のデータセットが提供されているが、建設現場での活用に効果の見込めるものはない。

27

◆データのラベル付け(案)

オブジェクトと動作のラベルを定義。Step by stepで種類を増やしていく。

□ オブジェクト

- ブルドーザ
- バックホウ
- ダンプトラック
- 作業員
- ローラー類
- グレーダ
- 不整地運搬車
- クレーン
- ...

□ 動作ラベルの区分(案)

- 停止中/作業中/移動中
- 旋回/掘削/放土/押土
- 整形作業/積込作業/エサ集め

◆データのフォーマット(案)

データ種類のレベルを定義。Step by stepで「ステージ(仮称)」を上げていく。

ステージ① 5分程度の動画

- Full-HD、30fps

ステージ② bounding box付

ステージ③ semantic segmentation付



◎ラベル付け や フォーマット等 について、パブリックコメントに付し、建設業界に適した定義を整理していく予定。

※例えば、データセットにおける協調領域/競争領域の境界に関する意見 など

◎協調領域であるデータセットの整備を官民連携の枠組みですすめていくことを想定。

28

ICT活用工事の試行方針・実施状況



ICT活用工事の発注方式（令和元年7月～）

	ICT導入型	受注者希望型（手上げ方式）
対象工事	土工（1,000m ³ 以上の <u>河床掘削工・除石工</u> を含む工事）	- 土工（ICT導入型の対象を除く1,000m³以上の掘削工・盛土工を含む工事） - 舗装工（2,000m²以上） - 浚渫工（港湾浚渫） <u>地盤改良工（安定処理工・中層混合処理工）</u>
発注方法	特記仕様書を添付 当初から <u>ICT積算により発注工事名にICT導入型</u> を含める	特記仕様書を添付 <u>当初は通常積算</u> により発注
実施方法	ICT活用工事の対象範囲と実施内容について協議 （やむを得ない事情により実施が困難となった場合は協議）	受注者がICT活用工事の実施を希望する場合、協議を行い契約変更 （協議を行わない場合、ICT活用工事は実施しない）
ICT活用内容	（土工・舗装工・地盤改良工）起工測量、設計データ作成、施工、出来形管理、納品のすべてのプロセス （浚渫工）起工測量、数量計算、出来形管理、納品のすべてのプロセス	

ICT土工の対象工事で実施する工種

	作業土工（床掘）	
対象工事	ICT土工の対象工事において 実施	
実施方法	受注者が希望する場合、対象範囲と実施内容について協議	
積算方法	ICT活用工事積算要領により費用計上	
活用内容	ICT建機による施工	

	法面工	付帯構造物設置工
対象工事	ICT土工の対象工事において 実施	
対象工種	・ 植生工 ・ 吹付工（コンクリート、モルタル）	・ コンクリートブロック工、緑化ブロック工、石積（張）工 ・ 基礎工（護岸） ・ 暗渠工、管渠工 ・ 側溝工（U型側溝、L型側溝、自由勾配側溝） ・ 縁石工
実施方法	受注者が希望する場合、対象範囲と実施内容について協議	
積算方法	積算は変更なし	
活用内容	3次元設計データとT S等光波等による計測技術を活用した出来形管理等の施工管理（ 施工管理基準は従来と同様 ）※ICT建機による施工なし	

2

ICT活用工事の実施件数

過年度実績

	工 種	発注方式	発注件数	実施件数
H28	土 工	希望型	154件	13件
	合 計		154件	13件
H29	土 工	希望型	152件	18件
	舗装工		22件	2件
	浚渫工		3件	2件
	合 計		177件	22件
H30	土 工	導入型	31件	31件
		希望型	148件	17件
	舗装工	希望型	46件	2件
	港 湾 浚渫工		6件	0件
	河 川 浚渫工		1件	1件
	合 計		232件	51件

R01 実施状況

工 種	発注方式	発注件数	実施件数
土 工	導入型	20件	17件
	希望型	48件	8件
舗装工	希望型	24件	0件
港 湾 浚 渫工		6件	0件
地 盤 改良工		0件	0件
合 計		98件	25件

※ 7月末速報値

3次元データの活用 (施工業者編)

株式会社 内田建設

3次元データの活用

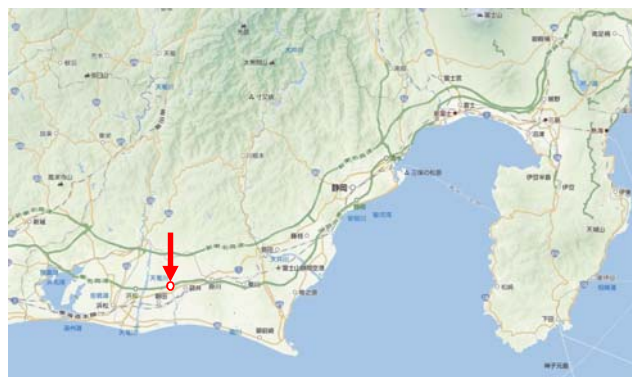
工事名

平成 30 年度 [第 30-K3664-01 号]

二級河川太田川広域河川改修事業 (防災・安全交付金)
工事 (河道掘削工) (ICT 導入型) **【11-05】**

工事個所

袋井市 横井地先



3次元データの活用

工事概要

施工延長	L = 1000m
掘削（ICT）	11400m ³
伐採除根	28400m ³
伐竹	13300m ³

3次元データの活用

現場の状況



3次元データの活用

・今回

特記仕様書

1 適用

本仕様書は平成30年度〔第30-K3664-01号〕二級河川太田川広域河川改修事業（防災・安全交付金）工事（河道掘削工）（ICT導入型）【11-05】（以下：本工事）に適用する。なお、本特記仕様書に記載のない事項については、土木共通仕様書を適用する。

2 3次元起工測量

本工事と並行し、航空レーザー測量による「二級河川太田川3次元計測データ（以下「3次元計測データ」）の作成」を実施している。このことから、本工事の起工測量に先立ち、3次元計測データが作成され、かつ本工事への使用が可能である場合は、3次元計測データを使用するものとする。その際は、本工事に計上している3次元起工測量（ICT土工）は減ずるものとする。

3 数量変更協議

各工種の設計数量に変更が生じた場合、または新規工種の追加が必要になった場合、発注者及び受注者協議のうえ、各数量を決定するものとする。



平成31年2月20日（水）
国土交通省 関東地方整備局
河川部

記者発表資料

関東リバースカイアイ(River-SKY-i)を創設 河川巡視、点検を人からドローンへ！！

～陸上・水中レーザードローンを用いた河川管理の効率化、高度化の試行を開始～

- 関東地方整備局では、三次元データによる河川管理等を本格的に導入するため、高度な専門的知見、技能を有し、ドローン（無人航空機(UAV)）による上空からのレーザー計測、状況監視、映像撮影などを担う専門の運用チーム「関東River-SKY-i」(関東リバースカイアイ)※を平成31年2月25日に創設し、河川管理の効率化、高度化を推進していきます。
※総勢：52名（ディレクター：22名、パイロット：30名）
- 2月25日(月)に、関東River-SKY-iの結成式を実施します。
また、2月25日(月)～28日(木)に、メンバーを対象としたドローンの飛行、計測の知識・技能を修得するための講習を実施します。

<報道関係の方へ>

結成式(2月25日(月))及びドローン飛行等実技(2月28日(木))について、現地に取材が可能です。（詳細は、別添参照）

- 陸上・水中レーザードローンを用いて、河川、砂防、ダム、海岸の実際の現場において計測等の試行を順次実施。
当面、鬼怒川（緊急対策プロジェクト）、ハッ場ダム、日光砂防、西湖海岸での計測を予定。
- また、全天候型ドローン、汎用ドローンも導入し、出水時の状況把握、通常の河川巡視における映像監視等による河川管理の効率化を試行。
- 平成31年2月から陸上・水中レーザードローン、全天候型ドローン、汎用ドローン等の資機材調達を順次開始。



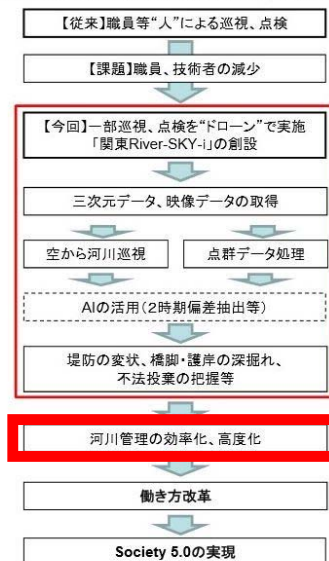
(ドローンによる河川巡視イメージ)

ドローンを用いた河川管理の効率化、高度化

国土交通省 関東地方整備局
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism Kanto Regional Development Bureau

- 職員等“人”が実施している河川巡視、点検等を“ドローン”で実施し効率化を図り、働き方改革を目指す。
- 陸上・水中レーザードローンで計測した点群データから堤防、河道の変状を把握し、維持管理の高度化を図る。

<河川管理における働き方改革、Society 5.0の実現>



<河川管理の効率化、高度化>



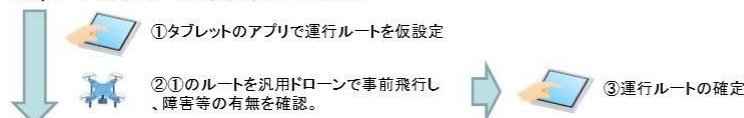
1

7

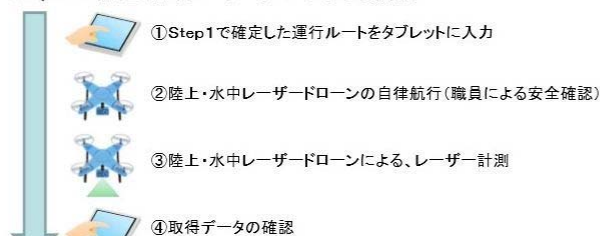
(参考)陸上・水中レーザードローンの運用イメージ

国土交通省 関東地方整備局
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism Kanto Regional Development Bureau

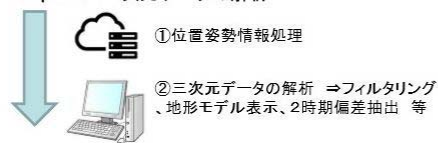
Step1 : 運行ルートの設定、プログラム化



Step2 : 陸上・水中レーザードローンによる計測



Step3 : 三次元データの解析



Step4 : 三次元データの活用

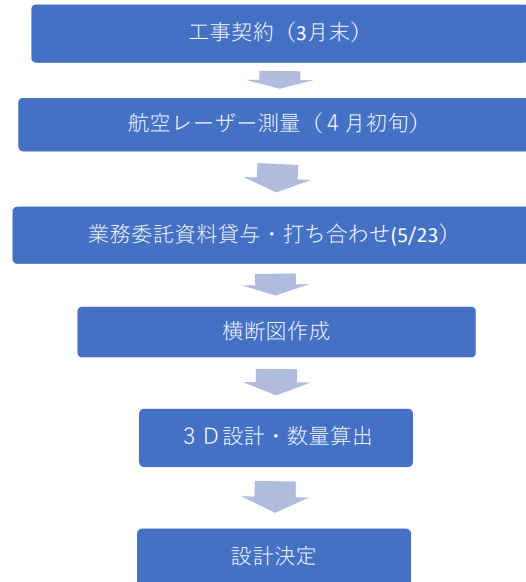


5

8

3次元データの活用

契約後の流れ（工期3月30日～8月31日）



3次元データの活用

打合せ内容

二級河川太田川河川改良工事に伴う測量
業務委託（航空レーザー測量）

令和元年5月23日

- ①航空レーザー測量の概要
- ②太田川業務の速報報告
- ③今後の成果作成
- ④ICT工事との連携について

3次元データの活用

提供データ

①オルソ画像	2019/05/28 7:29
②③詳細点群データ(RGB情報付与)_オリジナ...	2019/05/28 7:46
②③詳細点群データ_グラウンドデータ	2019/05/28 7:48
④基準点データ	2019/05/28 7:50
⑥0.5mメッシュデータ	2019/05/28 7:52
線形計算	2019/06/05 18:15

3次元データの活用

実務で感じた課題

- ①設計のための協議が必要
- ② 3次元設計データチェックシートの必要性
- ③ 3D設計では2D作成で、手戻りの部分が多い
- ④今後の航空レーザー更新時期
- ⑤航空グリーンレーザーのメリットは感じた
(でも起工測量とは?)
- ⑥今回のような事例で設計を早めるのに必要なこと
- ⑦その他

3次元データの活用

①設計のための協議が必要

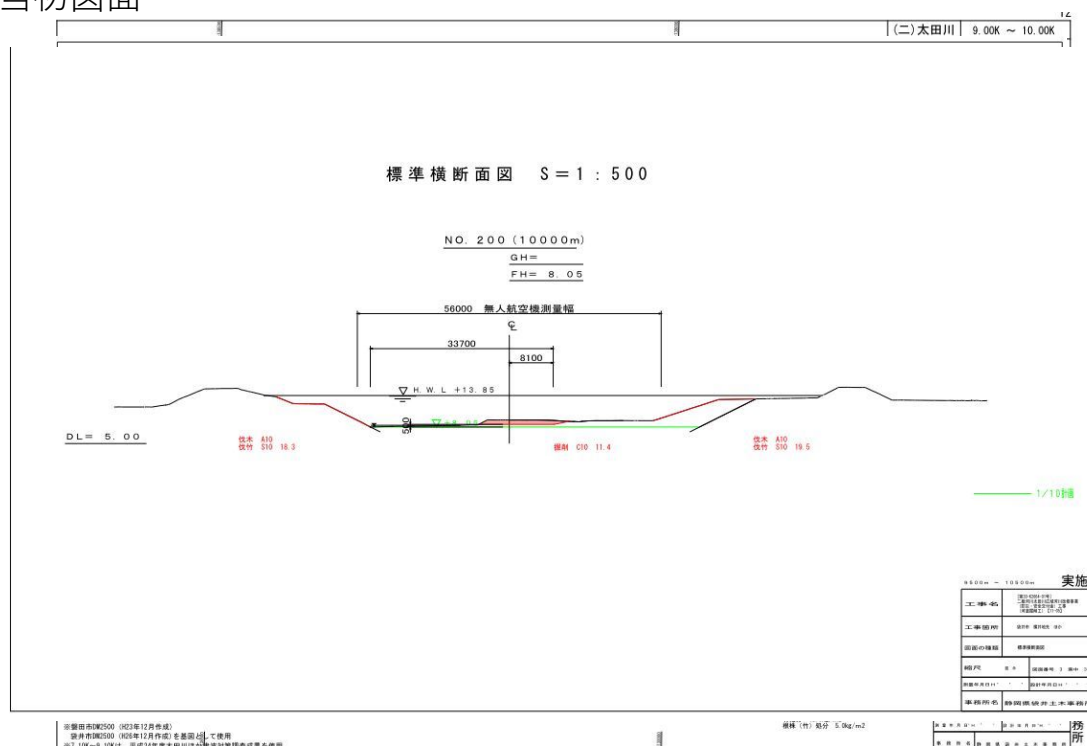
(2股河川での設計で標準横断1本L=1km V=11400m3では意図が不明・今回は協議会内で班長に方向を示していただいた)

工事延長 1 k m



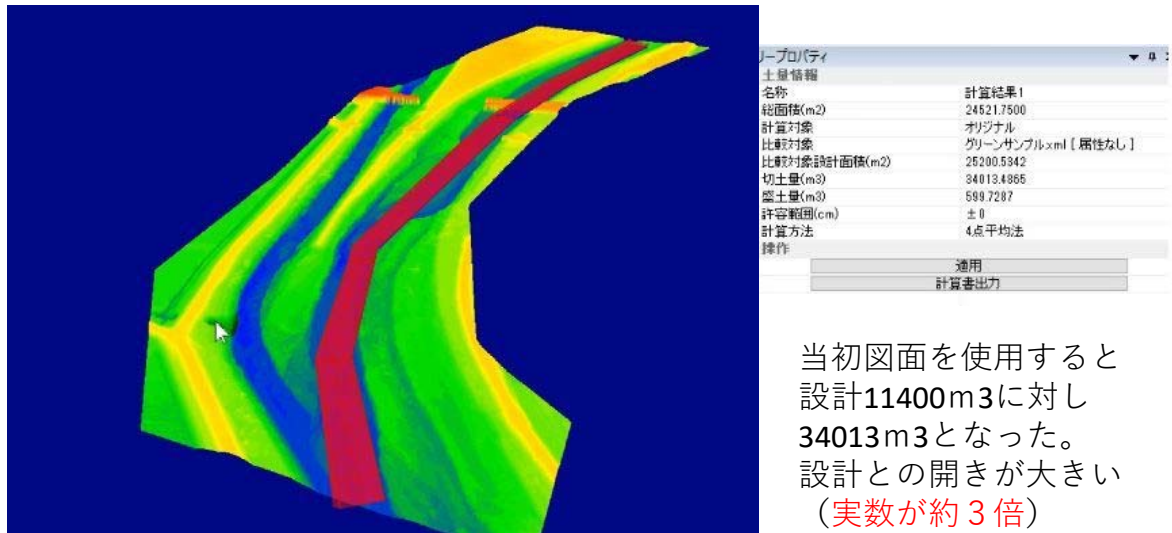
3次元データの活用

当初凶面



3次元データの活用

- 当初図面の3次元化での数量算出例



3次元データの活用

②3次元設計データチェックシートをチェックするための横断図づくりになった。チェックシートの検証機能を保持しつづけるためには今のところ必要？

→3D設計業務委託が工事発注されたときにもつながる話→3D設計済みのデータ照査は昨年末にもICTアドバイザー会議で話し出した内容

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか？ ・工事基準点の名称は正しいか？ ・座標は正しいか？ ・起終点の座標は正しいか？	☐ ☐ ☐ ☐
2) 平面線形	全延長	・変化点(線形主要点)の座標は正しいか？ ・曲線要素の種類・数値は正しいか？ ・各測点の座標は正しいか？	☐ ☐ ☐
3) 縦断線形	全延長	・線形起終点の測点、標高は正しいか？ ・縦断変化点の測点、標高は正しいか？ ・曲線要素は正しいか？	☐ ☐ ☐
4) 出来形横断面形状	全延長	・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？ ・基準高、幅、法長は正しいか？	☐ ☐
5) 3次元設計データ	全延長	・入力した2)～4)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか？	☐

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。
 ※2 受注者が監督職員に様式-1を提出した後、監督職員から様式-1を確認するための資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提示するものとする。
 ・工事基準点リスト(チェック入り)
 ・線形計算書(チェック入り)
 ・平面図(チェック入り)
 ・縦断図(チェック入り)
 ・縦断図(チェック入り)
 ・3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

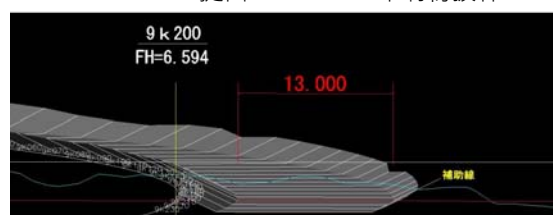
※添付資料については、上記以外にわかりやすいものがある場合は、これに替えることができる。

提出横断抜粋

9 k 200
FH=6.594



提出3Dビュー印刷物抜粋



3次元データの活用

② 3D上での手戻りの部分

現況形状に合わせた3D設計が難しい（手間かかる）

通常だと

座標・平面要素・線形要素入力

縦断要素入力

横断要素入力 断面が多いと大変、
延長変更もあると変更要素が多い

LANDXML出力

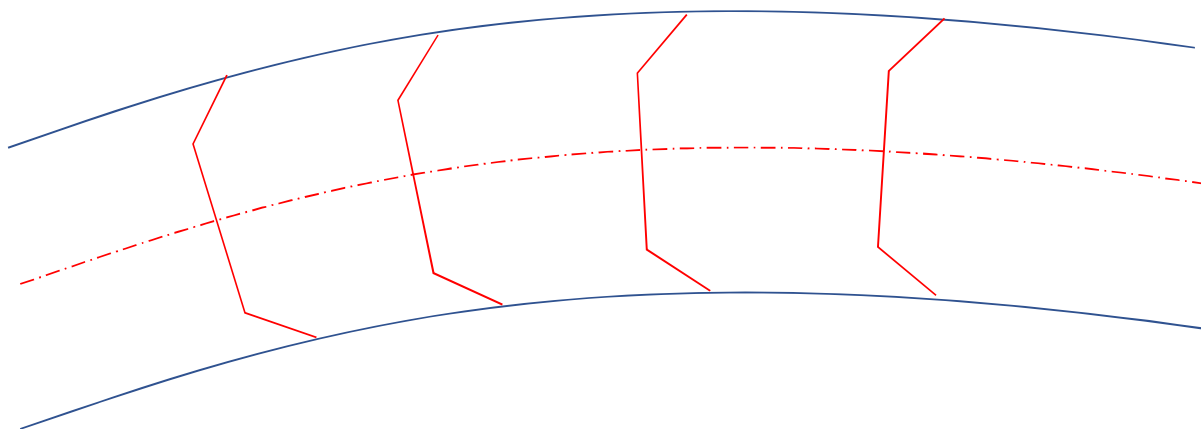
土量算出

横断図作成

土量合わせで
横断書き換え
ループ

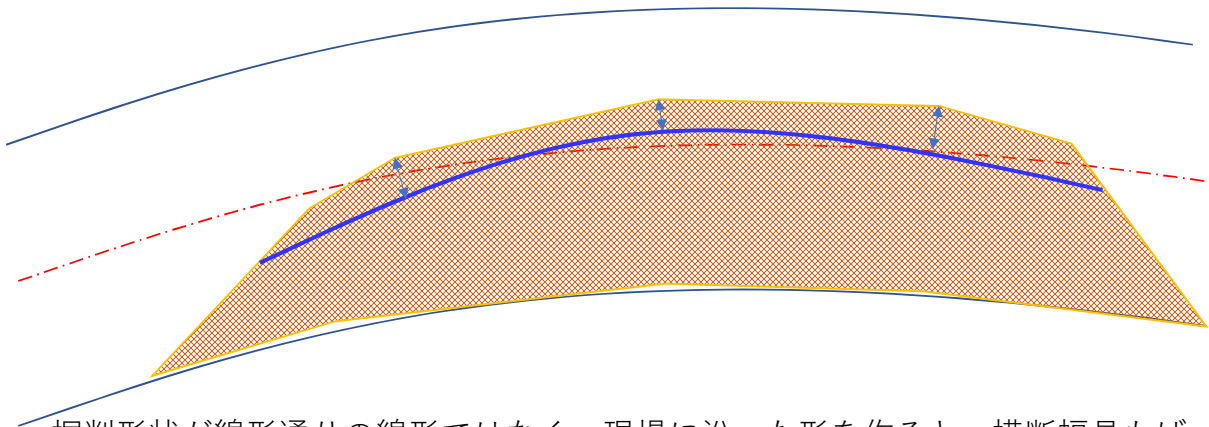
17

通常の3D設計は線形・縦断・横断入力



18

河道掘削の場合、線形ではなく堆積土（もとの滯筋）に沿った掘削形状になる必要がある。



掘削形状が線形通りの線形ではなく、現場に沿った形を作ると、横断幅員もばらつきやすく、設計の土量だけが決まっている状態（土量も延長も決まっていない）では、3次元の作り変えに2次元図面作成作業が繰返される

19

3次元データの活用

- ④今後の航空レーザーデータの更新時期（河川内は変化が激しい。S P D Bで施工完了部分は業者更新をかけていくが、隣接工区の発注は2019/4データのまま）

その後も同じ特記仕様書の導入工事が発注され続けている

- ⑤航空グリーンレーザーのメリットはしっかりと感じた（水面下データの取得、伐採前のグランドデータの取得）が、グランドデータを検証するのが起工測量ではないか？？アナログに検証するべきなのか？？

3次元データの活用

- ⑥今回のように設計がなかなか定まらないことを減らすには・・・
（伐採数量を確定できず、土量が決まらないことで延長と幅員の変更幅が大きすぎて取り掛かりに時間を要した。）

事前に横断を切るだけの業務も必要？発注数量が3倍にならないためにも数量確認の目安だけでも・・・

- ⑦ その他（データ活用と別内容ですが）県の5-6ha以上の起工測量積算基準がない。今回の現場は1kmで計測しようとする10ha以上ある。

3次元データの活用

ご清聴ありがとうございました

白 紙

3次元データへの対応

静岡県建設コンサルタンツ協会
静岡県測量設計業協会

協会の概要

- 静岡県コンサルタンツ協会
 - 36社が加盟
- 静岡県 測量設計業協会
 - 62社が加盟
- 道路・橋・トンネル・公園・ダムや下水道など社会基盤となる施設を完成させるための企画・計画・調査・設計および施工監理と、すべての段階に関わり、国・県・市・町などの技術的パートナーとして活躍する技術者集団

※ 加盟社数は重複あり

3次元データ取得の取組み

- 3次元データ計測機器の保有台数
 - 車載レーザー：2社、2台（6社）
 - UAVレーザー：2社、2台（6社）
 - 地上レーザー：17社、18台（20社）
 - UAV：27社、50台（27社）
 - シングル／マルチビーム深淺測量機器
：3社、7台（5社）
- （ ）値は対応可能社数を表す

陸、空、水中の3次元計測に対応

ICT施工、BIM/CIMの取組み

- 3次元データ対応のソフト導入
 - A社、建設関連ソフトウェアパッケージ
 - K社、3次元設計対応V-CAD
 - 3D点群処理ソフト など

ICT施工、BIM/CIMに対応するため、
ソフト、設備の導入と

社員教育に取り組み中！

3次元設計の事例

3次元設計の手順

① 3 D 点群からTINデータの作成

②座標・平面要素・線形要素入力

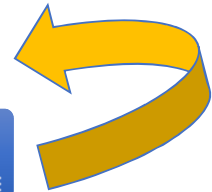
③縦断要素入力

④横断要素入力

⑤土量算出

⑥ L A N D XML 出力

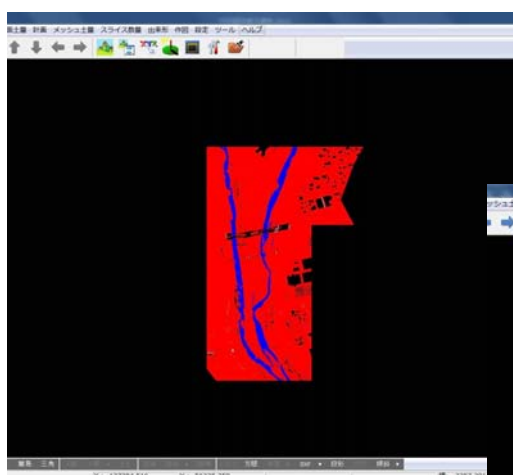
土量合わせで
縦・横断書き
換えループ



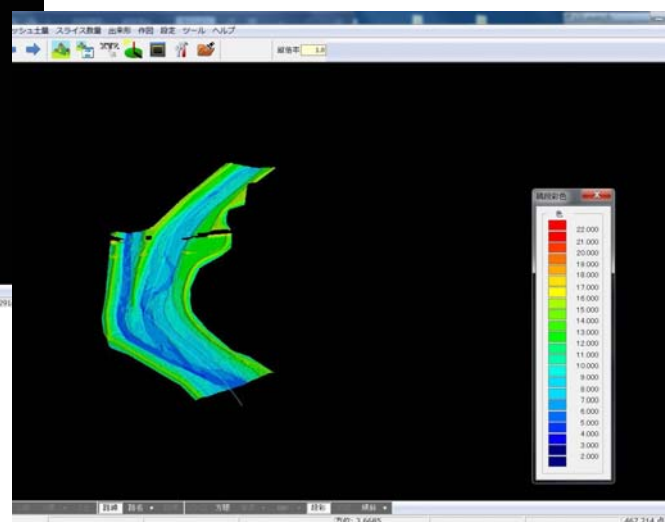
建設系ソフトとの違いは、1本のソフトで作業が完結すること！

5

① 3 D 点群からTINデータの作成



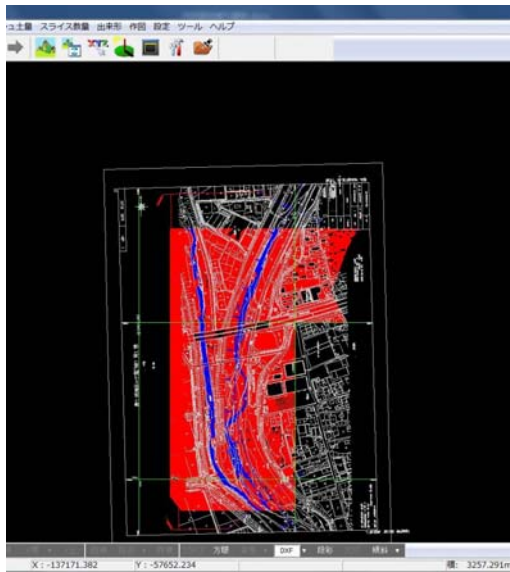
LASデータの読み込み



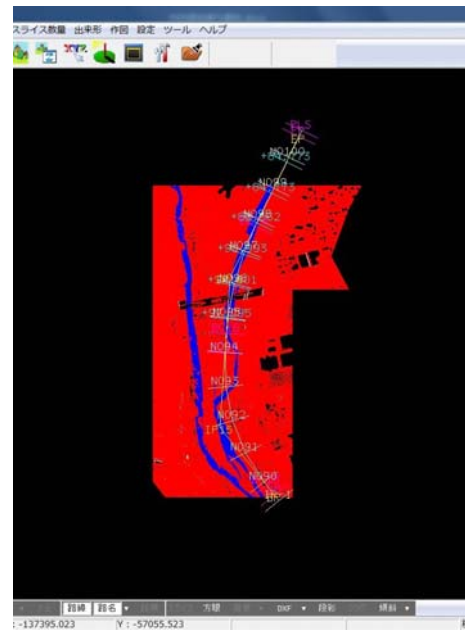
段彩図による地形確認

②座標・平面要素・線形要素入力

計画平面図を背景に取り込み、座標値を取得

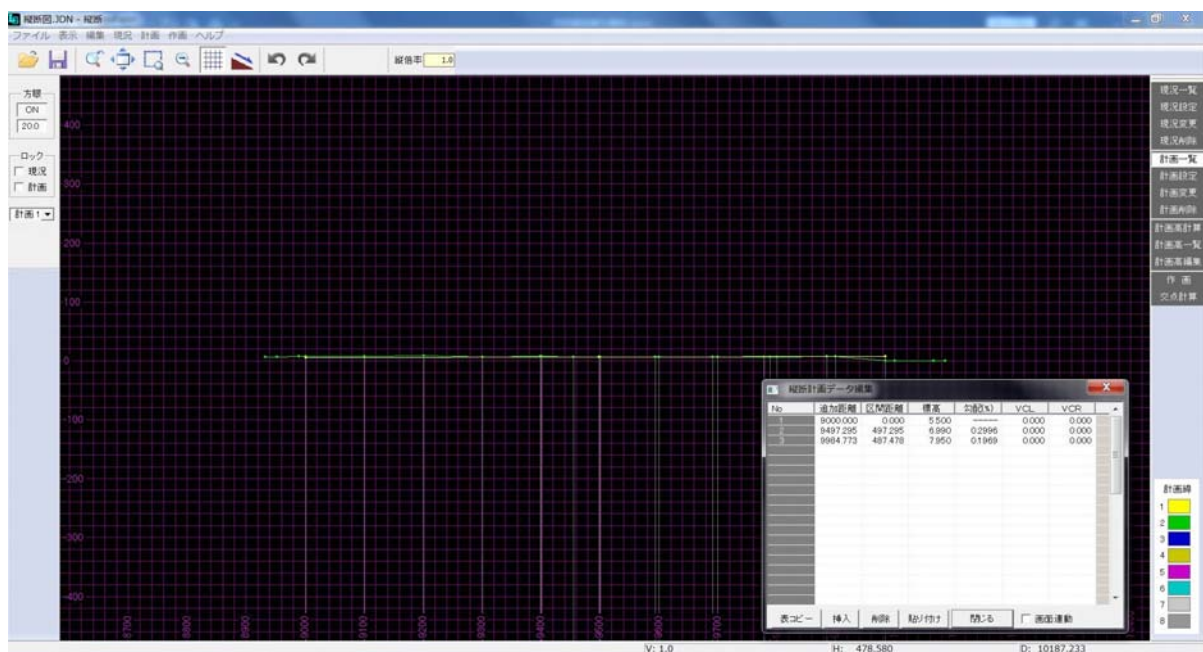


平面図データの取り込み

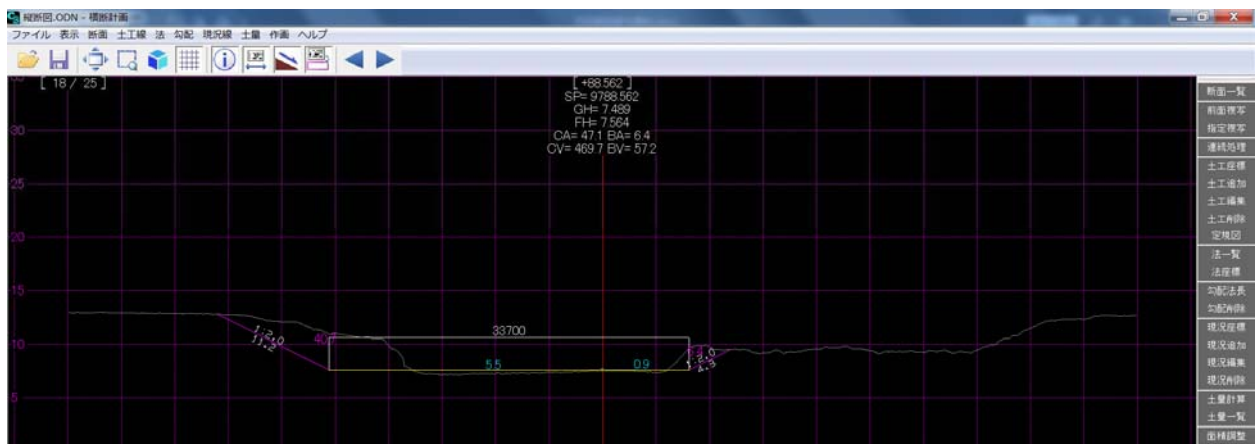


平面線形の復元

③縦断要素入力



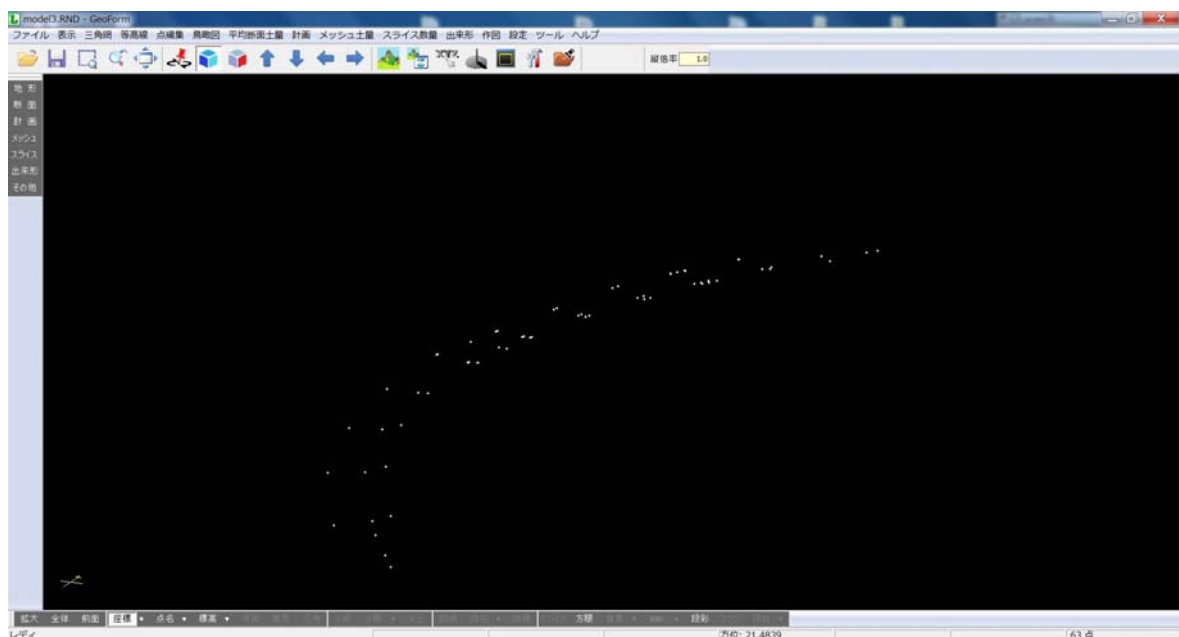
④横断要素入力、⑤土量算出



- 掘削幅の設定
- 土量計算
- 土量調整のための掘削幅等の変更トライアルを繰り返す

※ トライアル計算のための横断図を作成する
2Dデータが必要になる！

⑥LANDXML出力



3D点群による確認

3次元データへの対応

協会は、

3次元測量、ICT施工、BIM/CIM等に
積極的に取り組んでいます。

普及啓発活動の推進



ICTマイレージプログラムの概要

目的

建設業者間でのICTの普及啓発活動の取組の推進

制度概要

以下の活動について、実施報告書の作成・県への提出により、総合評価の評価等において活用する

- ・ 自社工事での他社の職員に対する臨場や見学等による研修・講習
- ・ 他社工事への技術的な相談への対応等の指導や支援

対象者	静岡県建設工事入札参加資格を持つ者
対象工事	静岡県交通基盤部・経済産業部が発注する建設工事で、I C T活用工事として実施する工事
対象内容	・ 起工測量や3次元設計データ作成、出来形管理計測、出来形管理資料作成における現場作業やデータ処理 ・ ICT建設機械による施工における機材のセットアップや現場作業

マイレージの登録手順

報告書の作成・確認

受注者が発注者に書類を提出し確認を受けます。確認後、報告書は返却します。

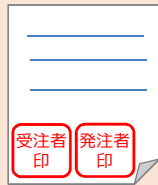
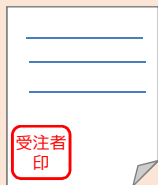
自社受注工事における研修・講習

実施者
(受注者)

発注者

書類の作成・提出

書類の確認



他社受注工事における指導・支援

実施者

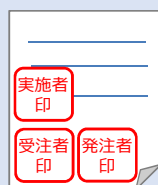
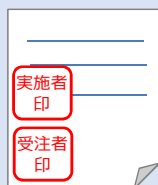
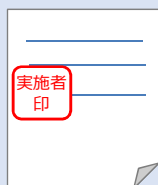
受注者

発注者

書類の作成

書類の提出

書類の確認



報告書の提出

総合評価落札方式の事前審査登録の申請書の添付書類として提出します。



事前登録
根拠書類

報告書

年度当初に申請



静岡県建設技術監理センター
による審査・確認



施工履歴データによる 土工の出来形管理要領の改定

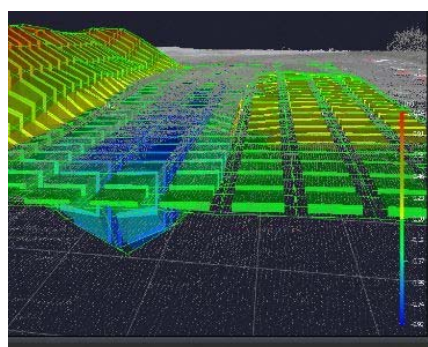
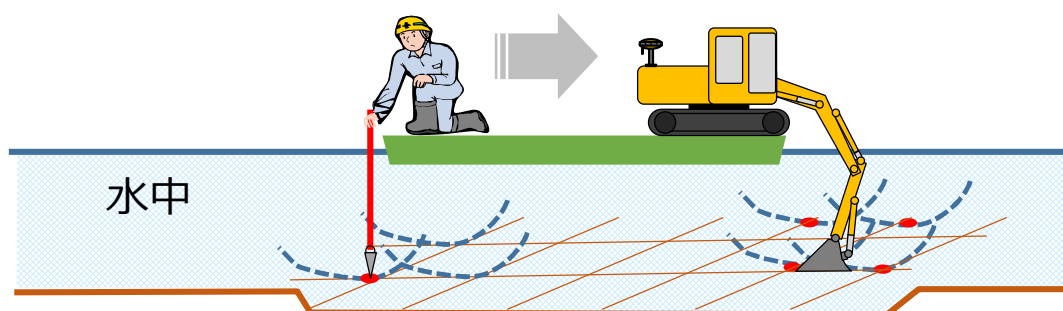


施工履歴データによる土工の出来形管理要領

出来形管理・検査の効率化のため、ICT建設機械で取得することができる施工中の作業状況の記録データ（施工履歴データ）を用いた出来形管理手法を規定

従来手法

ICT活用



出来形管理について【改定案】

適用範囲

土工のうち、河川土工における掘削工の河床掘削工または河床整正工、及び、砂防土工における掘削工の除石工の出来形管理に適用する。

編	章	節	工種	摘要
共通編	土工	河川土工	掘削工	河床掘削工または河床整正工
		砂防土工	掘削工	除石工

出来形管理資料

空中写真測量（無人航空機）・地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理資料の作成と同様の方法で作成する。



出来形管理基準及び規格値

出来形管理基準及び規格値は下表のとおりとし、**改定で法面の基準を追加する。**
測定値はすべて規格値を満足しなければならない。

工種	測定箇所	測定項目	規格値	
			平均値	個々の計測値
掘削工	平場	標高較差	+0	±300
	法面	水平または標高較差	±70	±300

※個々の計測値に対する規格値は99.7%が規格値に入ればよい

2

出来形管理・監督検査の効率化【改定案】



**静岡県
施工履歴データによる
土工の出来形管理要領（案）**

令和元年〇月

静岡県交通基盤部

<目次>

第1章 総則	1
1-1 目的	1
1-2 適用の範囲	1
1-3 用語の説明	1
1-4 本要領の記載のない事項	2
1-5 施工計画書	2
第2章 事前準備	4
2-1 機器構成	4
第3章 施工履歴データによる土工の出来形管理	5
3-1 適用の範囲	5
3-2 車載PCの設定	5
3-3 作業装置の計測精度確認	5
3-4 施工履歴データの取出し	8
3-5 施工履歴データのスクリーニング	9
3-6 出来形管理資料の作成	10
3-7 出来形管理基準及び規格値	11
第4章 出来形管理の監督検査	12
4-1 出来形計測に係わる実地検査	12

第1章 総則

1-1 目的

本要領は、ICT建設機械から取得した施工履歴データによる出来形計測及び出来形管理が、効率的かつ正確に実施されるために、以下の事項について明確化することを主な目的として策定したものである。

- 1) 施工履歴データを用いた出来形計測の基本的な取り扱いや計測方法
- 2) 取得データの処理方法
- 3) 出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値

1-2 適用の範囲

本要領は、受注者が行う施工履歴データによる出来形計測及び出来形管理に適用する。

【解説】

本管理要領で示す作業の範囲は、施工計画、準備工の一部、出来形計測及び完成検査準備・完成検査である。

1-3 用語の説明

【ICT建設機械】 ICT建設機械とは、一般には以下に示す3D、2Dの建設機械の総称として用いるが、本要領では、施工中の建設機械の作業装置位置の3次元座標を取得することができる3DMC、3DMGを搭載した建設機械を「ICT建設機械」という。なお、2DMC、2DMGについては、施工中の作業装置の3次元座標を取得することができないため、本要領を適用した施工履歴データによる土量の出来形管理には使用できないが、現場での使用を妨げるものではない。

【車載PC】 MC、MG技術の一部の機器であり、作業装置の位置に基づき、定量的な操作支援情報を連続的に提供する機能のほか、作業装置位置の3次元座標をリアルタイムに取得し、施工履歴データとして記録、保存及び出力できるものをいう。

【点群データ処理ソフトウェア】 施工履歴データから、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェアをいう。

【ICTブルドーザ】 3DMC・3DMGを搭載したブルドーザをいう。

【3DMC・3DMGブルドーザ】 作業装置下端または履帯下面の3次元座標をTSまたはGNSSによる測位から求めて建設機械本体に搭載するMC・MG用の3次元設計データと比較した結果で作業装置の高さや傾きを自動制御(MC)、またはモニターによりガイダンス(MG)するブルドーザをいう。

【2 DMC・2 DMGブルドーザ】 回転レーザーから照射されるレーザー光をブルドーザ作業装置に設置した受光器で捉えることによって、作業装置高さをレーザー面にあわせて自動制御（MC）、またはモニターによりガイダンス（MG）するブルドーザをいう。

【I C Tバックホウ】 3 DMC・3 DMGを搭載したバックホウをいう

【3 DMGバックホウ】 作業装置先端の3次元座標を建設機械本体に搭載する3次元設計データと比較し、その結果をモニターによりガイダンス（MG）するバックホウをいう。測位は、バックホウ背面に取り付けたG N S S アンテナまたはT S ターゲットとブーム、アーム、バケット、本体に取り付けた傾斜センサ等の情報から 作業装置先端の座標を計算する。

【2 DMGバックホウ】 ブーム、アーム、バケットに装着したスロープセンサーによりバックホウの姿勢を求めて、基準位置（切り出し位置）からセットした設計断面形状（法面勾配等）とバケットの位置関係をガイダンスモニターに表示するバックホウをいう。

【施工履歴データ】

I C T建設機械の車載P Cのログファイルに記録された、施工中のI C T建設機械作業装置位置の3次元座標、取得時刻、その他機械の状態等の記録をいう。

【操作支援システム】 I C T建設機械に搭載されている、作業装置の自動制御やモニターによりオペレータへの操作支援を行うとともに、作業装置位置の3次元座標や建設機械の作業状態の情報を記録しているシステムをいう。

1－4 本要領の記載のない事項

本要領に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

- 1) 空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- 2) 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）

1－5 施工計画書

施工履歴データを出来形管理に活用する場合、機器構成と作業装置位置の計測精度確認計画を施工計画書に記載する。

【解説】

（1）機器構成

「2－1 機器構成」に示すI C T建設機械、車載P C、点群データ処理ソフトウェアであ

る旨記載する。

(2) 作業装置位置の計測精度確認計画

作業装置位置精度の確認と確保を目的とした作業装置位置の計測精度計画について示す
(取得精度については「2-2 作業装置位置の取得制度」、計画の詳細は、「3-3 作業装置
の計測精度確認」を参照)。

第2章 事前準備

2-1 機器構成

本要領で用いる機器・システムは、下記のとおりである。

1) ICT建設機械

ICTバックホウは次のデータを取得するセンサ、機器等で構成することを標準とする。

- ・ ICT建設機械本体の3次元位置（X、Y、Z）
- ・ ICT建設機械本体の向き（方位）
- ・ ICT建設機械本体の傾斜（ピッチング、ローリング）
- ・ ICT建設機械作業機装置の相対角度（アーム・ブーム・バケット）

ICTブルドーザは次のデータを取得するセンサ、機器等で構成することを標準とする。

- ・ 作業装置または履帯下面の3次元位置（X、Y、Z）
- ・ 作業装置の傾斜

2) 車載PC

MC、MG技術の一部として作業装置の位置に基づき、定量的な操作支援情報を連続的に提供する機能のほか、作業装置位置の3次元座標をリアルタイムに取得し、施工履歴データとして記録、保存及び出力できるものとする。

3) 点群データ処理ソフトウェア

施工履歴データから、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェア

【解説】

(1) ICT建設機械、車載PC

本要領の対象となるICT建設機械は、TSやRTK-GNSSにより作業装置の位置を把握している、いわゆる3DMG技術や3DMC技術と呼ばれる技術を搭載しているものを対象とし、2Dは対象としない。こうしたICT建設機械は、作業装置の自動制御、オペレータへの操作支援を行うため、施工中は作業装置位置の3次元座標をリアルタイムに取得している。この3次元座標は、取得時刻や機械の状態等の情報とともに車載PCに施工履歴データとして記録、保存されている。施工履歴データは、車載PCからUSB等の記録メディアにコピーして使用する。

(2) 点群データ処理ソフトウェア

施工履歴データの点群データには、ICT建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。点群データ処理ソフトウェアは、このような不要な点を排除し、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェアである。

第3章 施工履歴データによる土工の出来形管理

3-1 適用の範囲

土工のうち、河川土工における掘削工の河床掘削工または河床整正工、及び、砂防土工における掘削工の除石工の出来形管理に適用する。

【解説】

(1) 適用工種

本要領により出来形管理を実施できる工種は以下のとおりとする。

編	章	節	工種	摘要
共通編	土工	河川土工	掘削工	河床掘削工または 河床整正工
		砂防土工	掘削工	除石工

(2) 使用する建設機械

本要領を適用するためには、以下のICT建設機械を使用する必要がある。

- ・ 3DMCまたは3DMGブルドーザ
- ・ 3DMCまたは3DMGバックホウ

(3) 施工履歴データと建設機械との関係

施工履歴データにより出来形を算出するためには、箇所毎に、利用されるICT建設機械が異なる事が考えられるので、ICT建設機械毎に施工履歴データを取得し、「3-5 施工履歴データのスクリーニング」に従い、適切に処理すること。

3-2 車載PCの設定

受注者は、施工履歴データを記録できるよう、施工前にICT建設機械の車載PC設定を行う。

【解説】

施工履歴データを記録するためには、施工前に操作支援システムの設定が必要な場合がある。

設定方法は、MC・MGメーカーやデータの取得方法により異なるため、施工前にメーカー等に確認し、操作支援システムを設定しておく必要がある

3-3 作業装置の計測精度確認

受注者は、MC・MG技術の性能確認のため、掘削又は敷均し工着手前に、作業装置位置の計測精度を確認する。

【解説】

(1) 作業装置位置の取得精度の範囲

作業装置の位置（標高）の取得精度は、標高較差 $\pm 100\text{mm}$ 以下とすること。

(2) 作業装置位置の取得精度低下の要因

作業装置位置の取得精度は、次の要因により変化する。

- ① R T K-G N S S の位置精度（平面： $\pm 10\text{mm}$ 、標高： $\pm 20\text{mm}$ ）
- ② R T K-G N S S および角度センサ位置間の寸法計測誤差
- ③ 角度センサによる出力精度
- ④ ソフト処理上の丸め誤差
- ⑤ 機械ガタ（刃先の磨耗を含む）
- ⑥ 衛星配置や周辺障害物などの計測時の条件

上記の要因、特に①、②及び③の汎用機械に対してシステム取付けを主体に想定していること、使用期間などによる⑤汎用機械のガタが、作業装置位置の計測精度に影響を与える。これらの要因は、MC・MG技術を搭載した建設機械毎に、作業装置位置の計測精度が異なることを示す。

(3) 作業装置位置精度が変化する条件

ブルドーザの場合、実際の施工では、オペレータが作業装置（ブレード）に対して様々な操作を実施するため、これを考慮したブレード位置精度を予め確認しておく必要がある。また、バックホウの場合、フィールド試験により、バケット位置精度（標高）は、バケット角度、バックホウ姿勢（ピッチ）の違い等で取得される位置精度が異なることが判明している。実際の掘削工では、異なるバケット角度、バックホウ姿勢、バケット位置高さの組み合わせにより操作されるため、これを考慮したバケット位置精度を予め確認しておく必要がある。

(4) 作業装置位置の計測精度についての確認方法

1) バックホウの場合

施工前に、I C Tバックホウによるテスト作業を行い、テスト面の検測から取得したデータを用いて位置精度を確認する。テスト作業は、 $5\text{m} \times 5\text{m}$ 程度の範囲で実施する。検測はT Sにより計測し、16点以上とする。

なお、テスト作業は、施工範囲内の任意の箇所で実施することを想定している。テスト作業を目的として、テスト作業ヤードを別途設ける場合は、位置精度の確認のための施工履歴データの取出しが可能か、事前に確認しておく必要がある。

バケット位置の検測例を図3-1に示す。

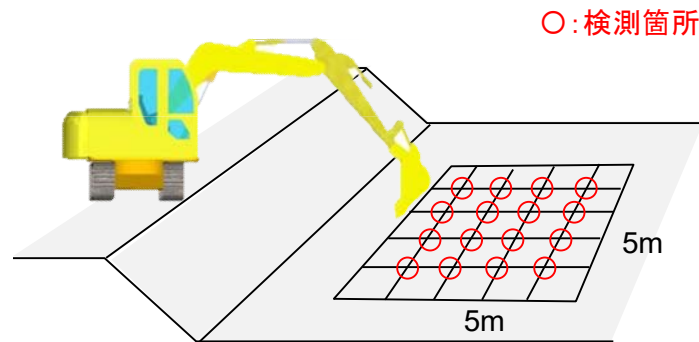


図 3-1 テスト走行による検測例（バックホウ）

2) ブルドーザの場合

施工前に、ICTブルドーザによるテスト走行を行い、テスト面の検測から取得したデータを用いて位置精度を確認する。テスト走行は、異なる2方向で作業装置角度を変えて実施すること。検測はTSにより計測し、検測箇所は2方向の走行を含めて、延べ12箇所以上とする。

なお、テスト作業は、施工範囲内の任意の箇所で実施することを想定している。テスト作業を目的として、テスト作業ヤードを別途設ける場合は、位置精度の確認のための施工履歴データの取出しが可能か、事前に確認しておく必要がある。

検測例を図3-2に示す。

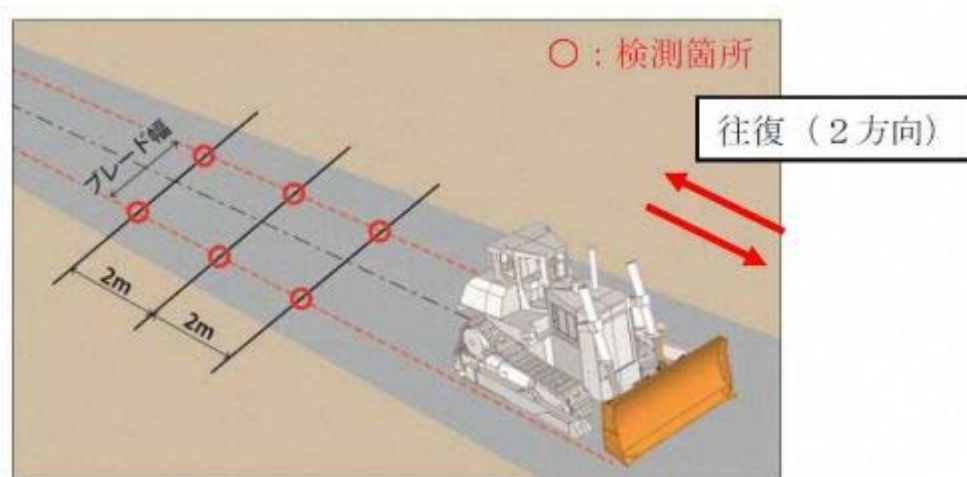


図 3-2 テスト走行による検測例（ブルドーザ）

(5) 作業装置位置精度の確認結果

作業装置位置精度の確認結果は、利用するICT建設機械の計測性能を証明するものとして、監督員に提出する。本要領の添付資料（様式-1）に、作業装置位置の取得精度に関する精度確認試験結果報告書を示す。

3-4 施工履歴データの取出し

受注者は、I C T建設機械の車載P Cから、記録媒体への保存やクラウドシステムからのダウンロード等により、施工履歴データを取り出す。

【解説】

受注者は、I C T建設機械の車載P CからU S B等の記録媒体への保存やクラウドシステムからのダウンロード等により、施工履歴データを記録する。

施工履歴データの取だし方法を以下に示すが、MC・MGメーカーにより異なるため、事前にメーカーに確認し、操作手順やファイル名等を確認しておく。

1) 施工履歴データがクラウドサーバーに保存されている場合

①クラウドサーバーからダウンロードする。

2) 施工履歴データが車載P Cに自動的に保存されている場合

①施工後に車載P CからU S Bメモリー等へ施工履歴データをコピーする。

3) 施工履歴データが車載P Cの保存ボタンを押した場合のみ保存される場合

①出来高部分の盛土層・法面整形の施工時に、車載P Cのデータ記録ボタンを押す。

②施工後に車載P CからU S Bメモリー等へ施工履歴データをコピーする。

なお、施工履歴データは初期データの時点でグリッド処理が完了している場合には、グリッド処理されたデータを使用して良い。

3-5 施工履歴データのスクリーニング

受注者は、取得した施工履歴データから3次元座標、記録時刻等の点群データを抽出する。受注者は、点群データ処理ソフトウェアを使用し、点群データから出来形部分と関係のない不要点を削除後、出来形評価用データを作成する。

【解説】

1) スクリーニング

施工履歴データの点群データには、ICT建設機械の小移動や旋回、作業装置等の上げ下げなどで記録された不要な点も含まれる。このため、点群処理ソフトウェアを用いて不要な点を排除し、出来形部分に対応した点群データのみを抽出する。出来形部分に対応した点群データのみを抽出するため、出来形部分に1m×1m程度のグリッドを設定し、任意のグリッド毎に代表点の抽出を行い、出来形評価用データを作成する。

① ICTバックホウ

出来高を算出する施工箇所のバケットの3次元座標（点群データ）のうち、現況地形より掘削されたデータかつ、標高が最低のデータを任意のグリッドごとに抽出する。

② ICTブルドーザ

○履帯下面の軌跡データが記録できる場合

出来高を算出する最終盛土層の施工中に得られた履帯下面の3次元座標（点群データ）のうち、最終時刻のデータを任意のグリッドごとに抽出する。

○履帯下面の軌跡データが記録できない場合

出来高を算出する最終盛土層の施工中に得られた作業装置下端の軌跡データのうち、最終時刻のデータ（又は標高が最低のデータ）を任意のグリッドごとに抽出する。

3-6 出来形管理資料の作成

受注者は、3次元設計データと施工履歴データを用いて、本要領で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督員に提出すること。

1) 出来形管理図表

3次元設計データと施工履歴データを用いて、設計面と施工履歴データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び接帰依面と施工履歴データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる3次元モデルのビューアファイルを作成する。

【解説】

出来形管理資料は、「空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）」または「地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）」の出来形管理資料の作成と同様の方法で、出来形評価用データとして、施工履歴データを用いて作成する。

様式-31-2

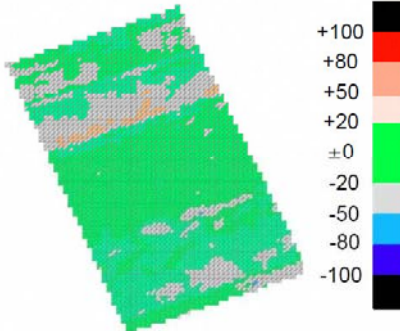
出 来 形 合 否 判 定 総 括 表									
工 種 河川・海岸・砂防土工					測 点				
種 別 掘削工					合否判定結果 合格				
測 定 項 目			規 格 値	判 定	社内規格値	判 定	測 点		
平場 標高較差	平均値	-12mm	設計値以下						
	最大値	290mm	±300						
	最小値	-251mm	±300						
	データ数	4035							
	評価面積	4035㎡							
	棄却点数	3	0.3%未満 (3点以下)						
							</		

図 3-3 出来形管理図表 作成例（合格の場合）

3－7 出来形管理基準及び規格値

出来形管理基準及び規格値は下表のとおりとし、測定値はすべて規格値を満足しなければならない。

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	
			平均値	個々の計測値
掘削工	平場	標高較差	+0	±300
	法面	水平または 標高較差	±70	±300

【解説】

本要領におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

第4章 出来形管理の監督検査

4-1 出来形計測に係わる実地検査

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの設計面と実測値との標高差が規格値内であるかを検査する。

なお、段階確認を実施した場合には、段階確認の実施状況を確認することで、実地検査を省略する。

検査頻度は、下表のとおりとする。

表 検査頻度

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
掘削工	施工履歴データによる出来形管理を実施する範囲のうち、検査員が指定する任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差	1 工事につき 1 断面

【解説】

断面とは、管理断面を指すものではなく、おおむね同一断面上の数か所を計測することを想定している。

実地検査では、1工事につき任意の数か所で出来形計測を行い、3次元設計データの設計面と施工履歴データの値との標高較差を算出し、3-7 出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」の規格値を満たしているかを確認する。

段階確認では、表4-1の取扱いにより、1断面の確認を行うものとする。この場合、図3-3の出来形管理図表は、すべての施工が完了しなければ、平均値の算出ができないことから、完成時の書面検査で確認する。

表4-1 施工管理基準

施工管理基準	本要領での取扱い
設計値	3次元設計データの設計面の値
実測値	施工履歴データの値
規格値	個々の計測値の規格値
検査測定値	検査での実測値

(様式－１)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：平成 29 年 2 月 18 日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) 施工履歴

精度 太郎 印

精度確認の対象機器 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：SR420 測定装置の製造番号：SN00022	写真 
検証機器（検測点を計測する測定機器） TS：3級TS以上 ☐SS製 ☐〇〇（2級）	写真 
測定記録 測定期日：平成29年2月18日 測定条件：天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所：(株) 施工履歴 現場内にて 精度検証対象機器と既知点の距離： 〇m	写真 
精度確認方法 TSによる検測点との標高較差	

鉛直方向の精度確認試験結果（詳細）

(1) 施工履歴データの取得による確認



(2) TS による検査点の確認



(3) 差の確認（鉛直方向の測定精度）

施工履歴データの取得による計測標高 — TS による計測標高

点名	施工履歴データの取得による計測標高 (m)	TS による計測標高 (m)	差異 (mm) (基準±100mm 以内)
検測①	180.555	180.500	+55
検測②	180.540	180.545	-5
検測③	180.538	180.500	+38
...			

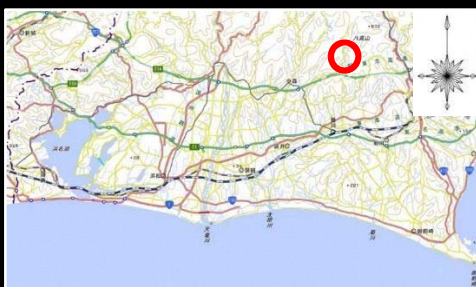
ICT活用による現場効率化

～ 測量業務編 ～

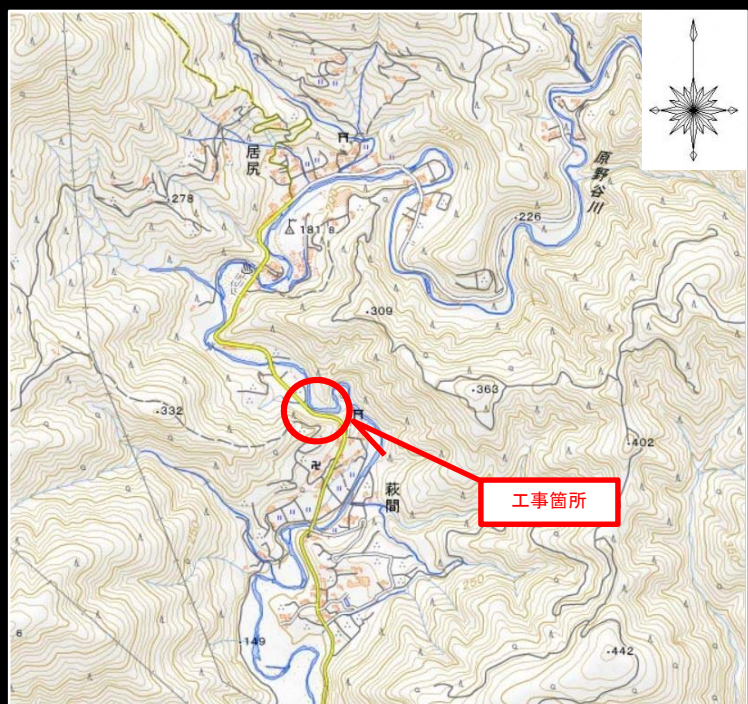
令和元年度 5月20日～5月21日の豪雨による
斜面崩壊の復旧に伴う測量設計電算帳票業務

発注者：袋井土木事務所
受注者：株式会社 フジヤマ

1. 業務概要・位置図



【業務箇所】
静岡県掛川市萩間



【参照：地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp>)】

1. 業務概要・被災状況



【オルソ画像】

【鳥瞰写真】



2. 計測機器・UAVレーザ計測システム



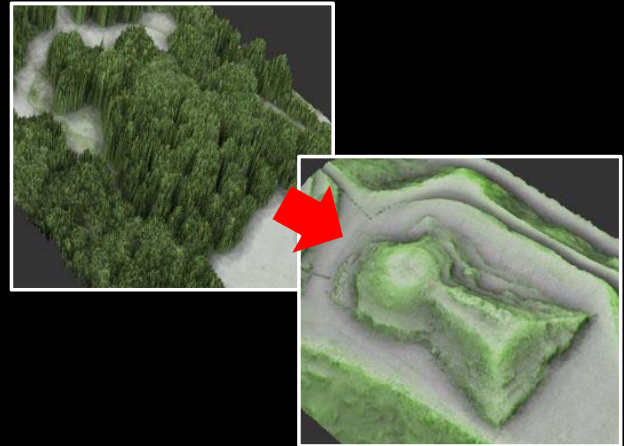
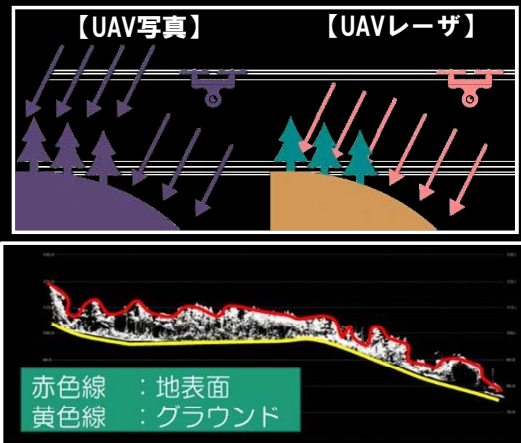
【 MATRICE 600 Pro 】



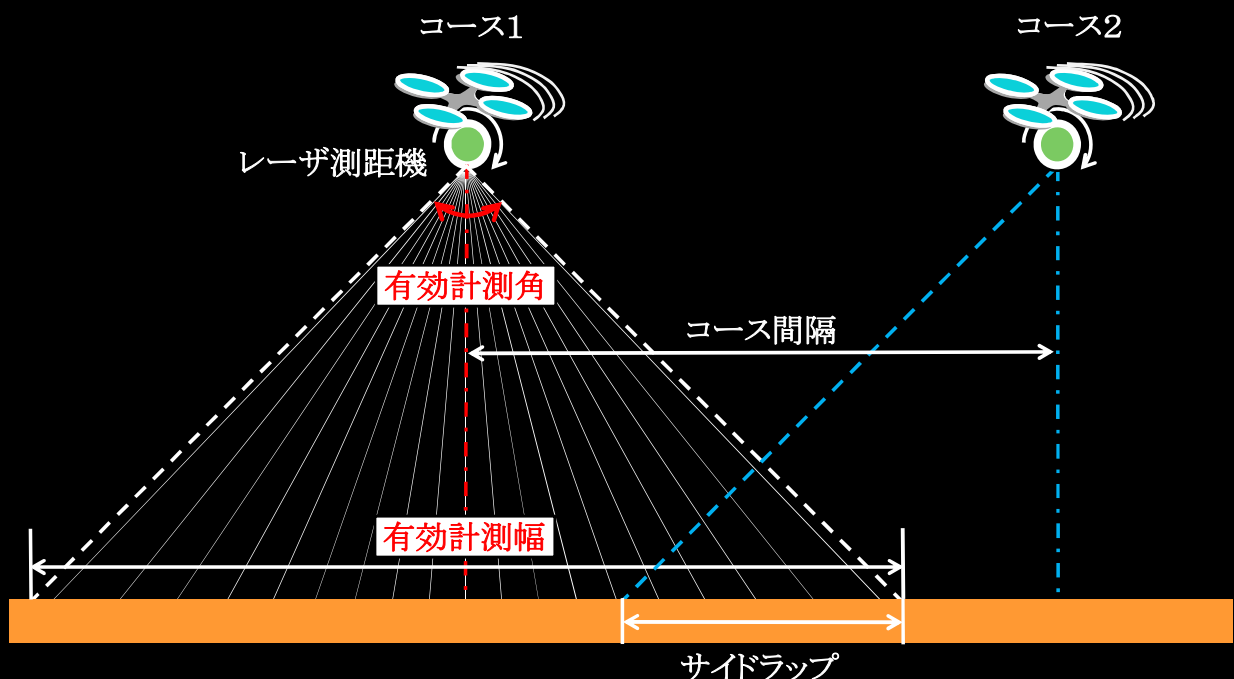
【 mini-VUX-1UAV 】

3. UAVレーザ計測概要・・・①

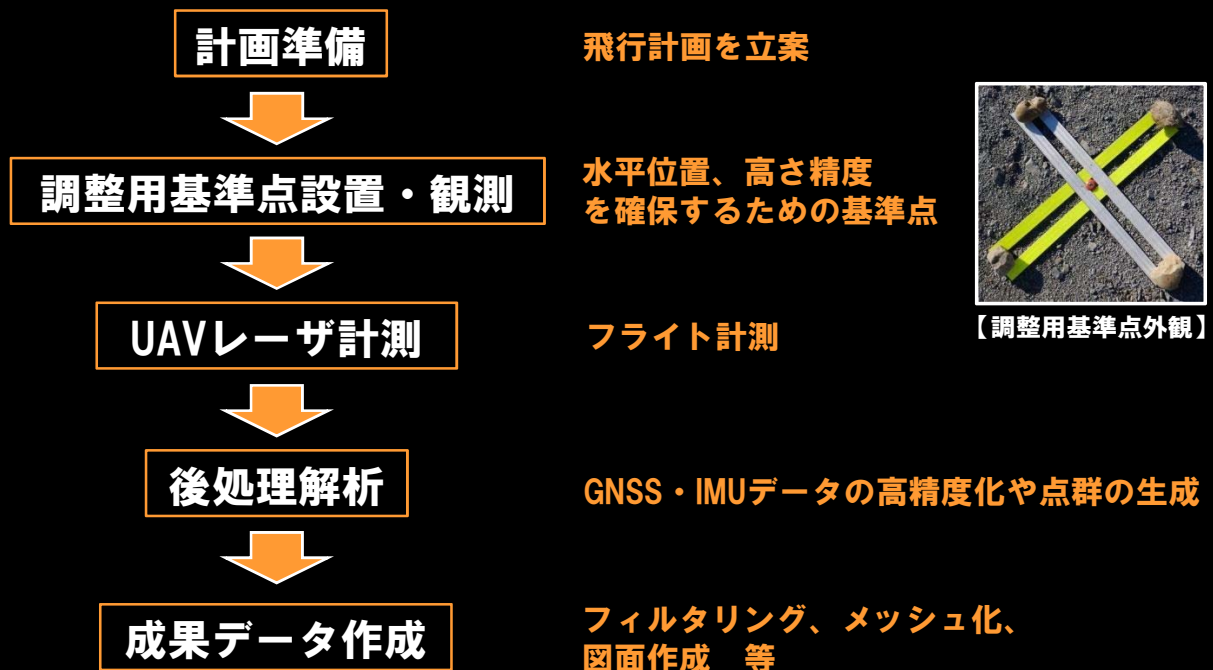
- ・ UAVにレーザスキャナ及びGNSS/IMUを搭載し、レーザスキャナにより対象物までのレーザ光の到達時間より距離を計測
- ・ 樹木が生い茂る環境下においても、レーザを照射することで地盤面（グラウンド）データを取得することが可能



3. UAVレーザ計測概要・・・②



4. UAVレーザ計測の流れ



5. タイムテーブル

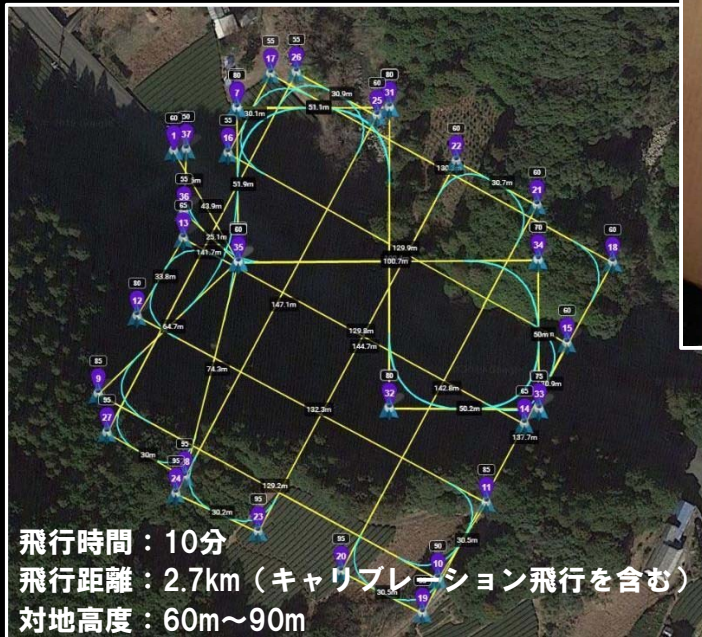
日 SUN	月 MON	火 TUE	水 WED	木 THU	金 FRI	土 SAT
5/19	20 豪雨	21	22	23 要請及び 現地踏査	24 UAVレーザ 計測	25
26	27 点群データ送付	28	29	30	31	6/1
2	3	4	5 TS補測	6	7 平面図等作成	8

【作業時間（外業）】

- ・ UAVレーザ計測：約5時間（作業員：3名）
- ・ TS補測：約4時間（作業員：2名）

6. UAVレーザ計測

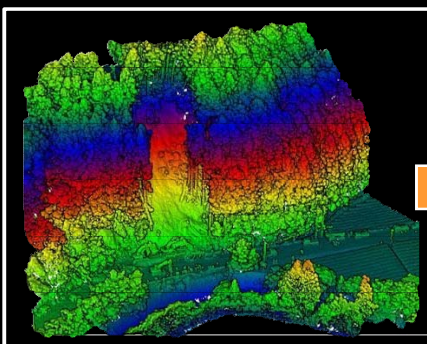
【飛行計画】



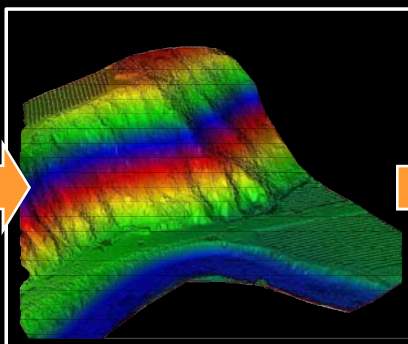
【データ収録PC画面】

レーザデータはPCで収録。
取得状況をリアルタイムで確認可能。

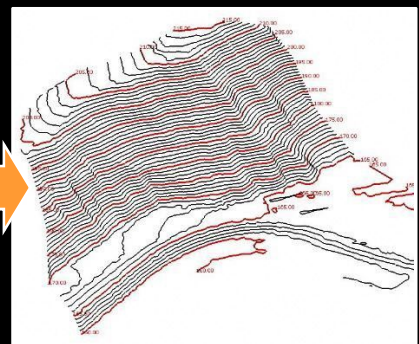
7. 3次元点群データ



【オリジナルデータ】



【グラウンドデータ】

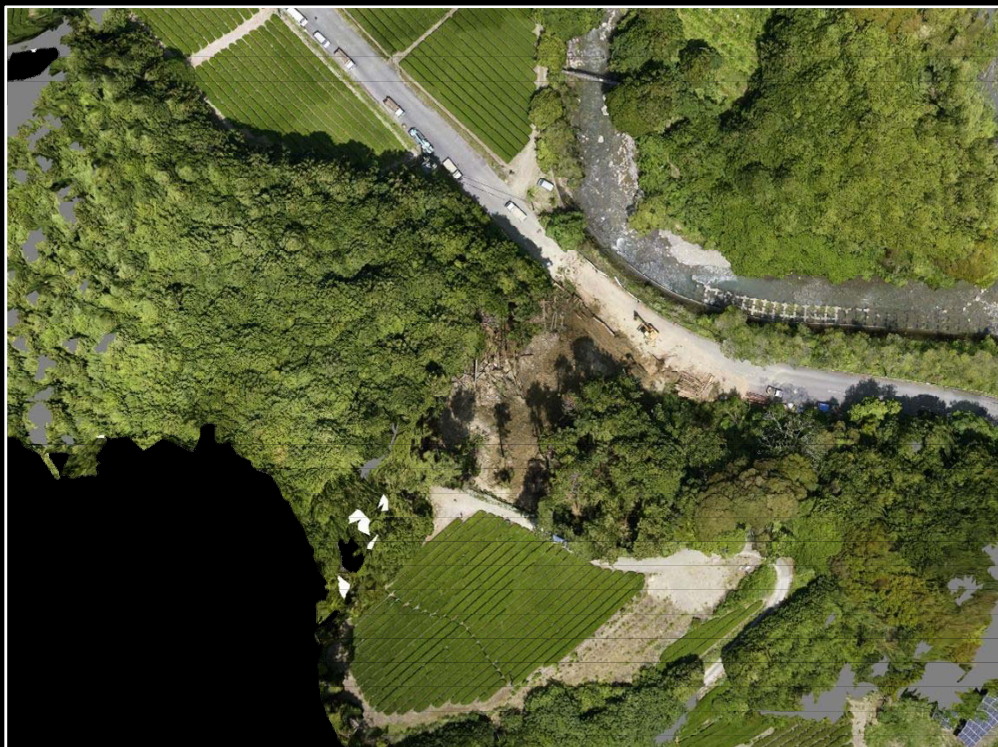


【等高線データ】

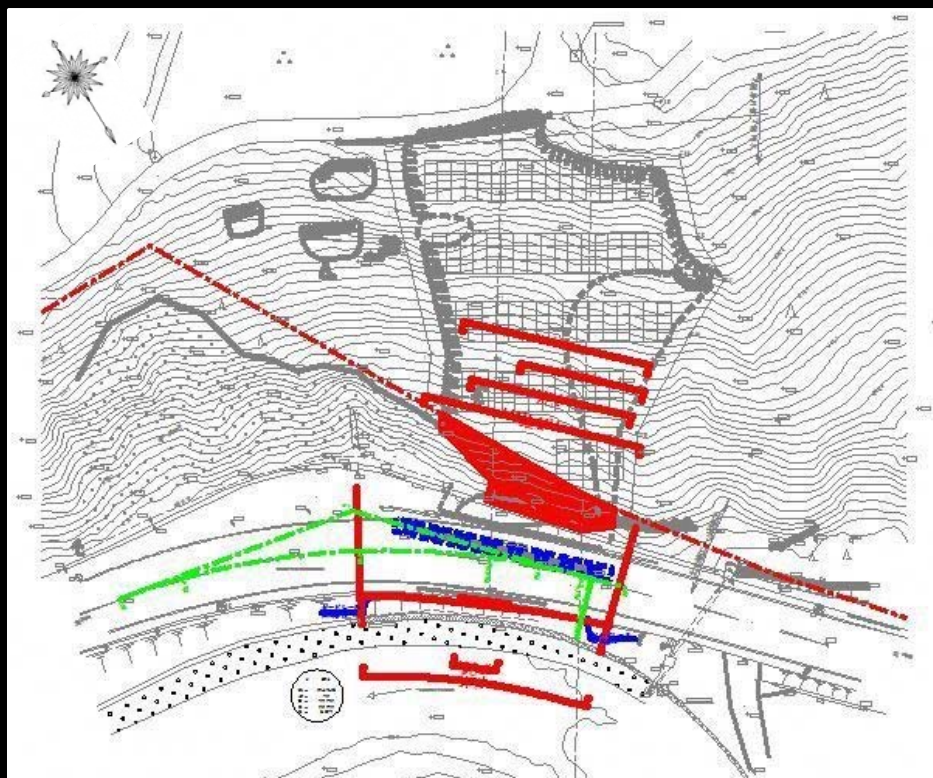
【作業時間】

- ・ 後処理解析：約3時間
- ・ 点群データ処理：約3時間

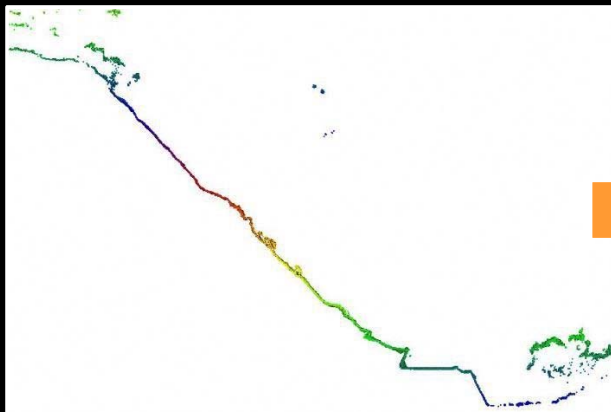
8. オルソ画像データ



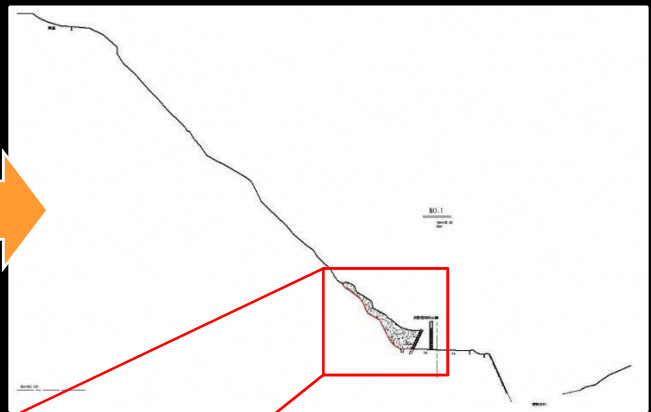
9. 平面図



10. 横断面図



【点群データ抽出】



【横断面図】



MMSデータから抽出

被災前にMMSで取得した3次元点群データと重ね合わせることで被災状況を把握可能

11. レーザと写真の比較

【出来形管理要領における違い】

	レーザ	写真
飛行速度	4～5m/秒	1～3m/秒
1フライトあたりの計測	400m×400m	200m×150m
計測精度	5～10cm	5～10cm
調整用基準点数（400m四方）	4点（4隅）	18点～20点
点群処理時間（400m四方）	計測後1時間～3時間	計測後3時間～8時間
樹木下データ	取得可能	取得不可

※現場状況、計測機器により異なる

12. 利点と弱点・・UAVレーザ計測の利点

- ・ 航空レーザに比べ、低対地高度で計測が行えるため、**高密度、高精細なデータ取得**が期待できる
- ・ 人の立ち入り困難地（災害地等）のデータ取得が可能
- ・ 樹木下のデータ取得が可能であり、**林地部・山間部**に効果的
- ・ UAV写真に比べ、取得データ容量が軽く、処理時間が短い
- ・ UAV写真に比べ、調整用基準点（標定点）の点数が少ない
- ・ 点群データを取得しておくことで、机上で対応できることが多い（追加の横断面図作成、2時期の比較 等）

12. 利点と弱点・・UAVレーザ計測の弱点

- ・ 樹木下のデータ取得が可能だが、下草が生い茂る箇所はデータ取得が困難



【 データ取得可能 】

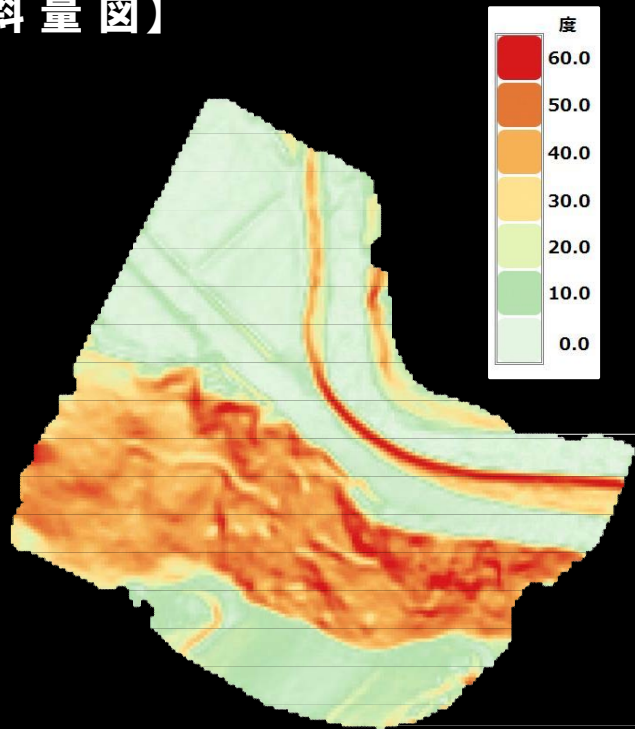


【 データ取得が困難 】

- ・ オーバーハング地形、濡れたアスファルト等は点群データが取得しづらい
- ・ 林地部・山間部の計測に効果的だが、離発着場所の確保が難しく、樹木と重なり飛行中の機体が見えなくなる。
- ・ UAV写真計測機器と比べると、機材が高価である

参考 付加価値のある図面の作成

【傾斜量図】



白 紙

現場管理の効率化



埋設物の位置情報に関する検討

施工・施工管理

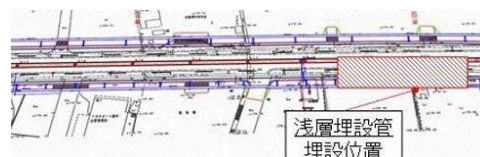
不可視部分の3次元点群データの取得



位置情報（3次元座標）
の取得

維持管理・後利用

埋設物確認への活用



ICT建機のデータへの活用



調査内容

調査目的

埋設工事を対象に現地調査を実施し、**作業時間・計測精度**や**現場適用性**を確認

- ・ 計測精度や作業時間は、新たな計測技術と従来の計測技術を比較し、評価
- ・ 現場適用性は、取得したデータの有用性や関係者へのヒアリングにより評価

調査内容

■ 工事内容

- ・ ガス管の管路新設工事
- ・ 土被り 約 60 cm
- ・ 管径 50 mm
- ・ 施工延長 約 30 m



■ 計測手法

- A レーザースキャナー
- B GNSSを用いた写真測量技術①
- C GNSSを用いた写真測量技術②



レーザースキャナー



GNSSを用いた写真測量技術②

2

計測結果 A レーザースキャナー

全景



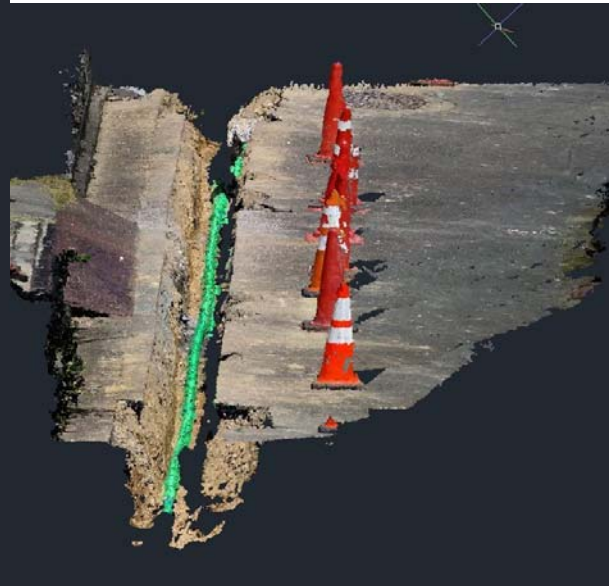
近景



計測結果 B GNSSを用いた写真測量技術①



低密度（後処理なし）

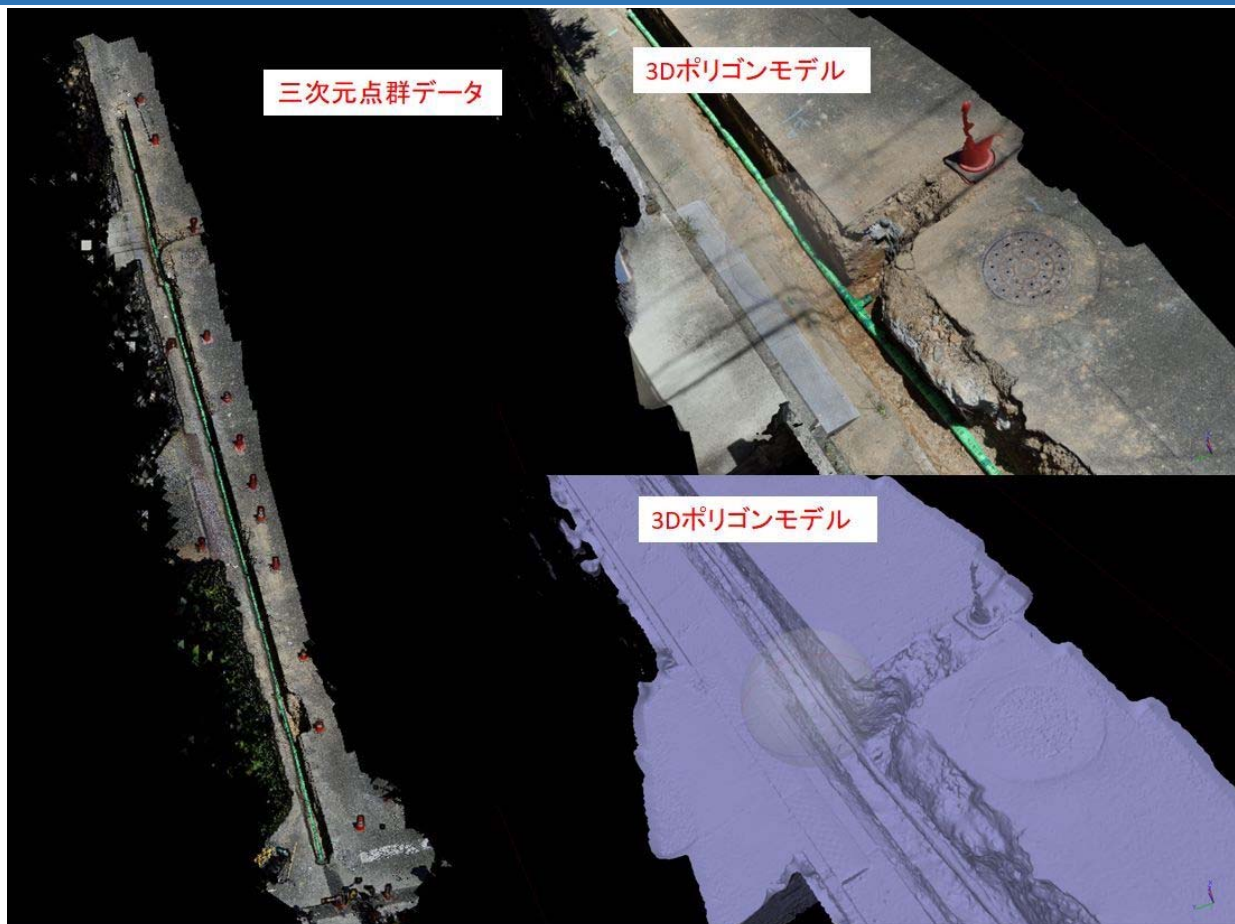


高密度（後処理あり）

※現時点の製品版は、低密度のみ自動的な写真解析に対応

4

計測結果 C GNSSを用いた写真測量技術②



調査結果 作業時間

作業時間



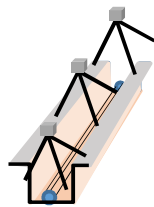
A レーザースキャナー



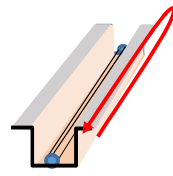
B GNSSを用いた写真測量技術①



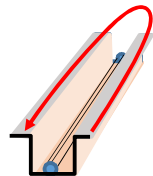
C GNSSを用いた写真測量技術②



レーザースキャナーは、管路始点、中間点、終点の3か所で盛替えて計測+標定点の設置・計測



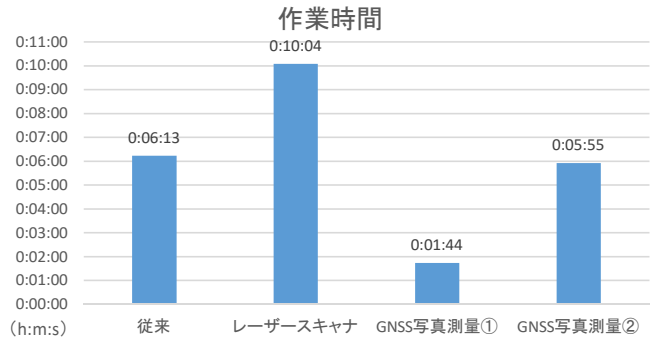
GNSSを用いた写真測量技術は、管路脇を歩きながら（往復）、上部から写真撮影し、計測



GNSSを用いた写真測量技術は、管路脇を歩きながら（往復）、上部から写真撮影し、計測+標定点の設置・計測

■計測時間の比較結果

計測手法	作業時間	人員
従来	6:13	2
レーザースキャナ	10:04	2
GNSS写真測量①	1:44	1
GNSS写真測量②	5:55	1



※埋設深さ4箇所、延長1箇所

現場での計測作業時間は、早い技術で約2分、最大約10分程度であり、従来手法の約6分と比較し、さほど変わらないか、早い時間となった。

写真測量を利用する技術については、写真測量の後処理が必要である。

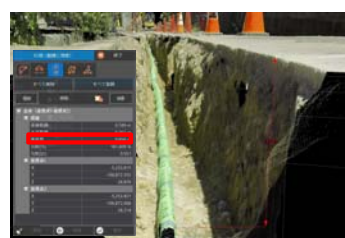
6

調査結果 計測精度

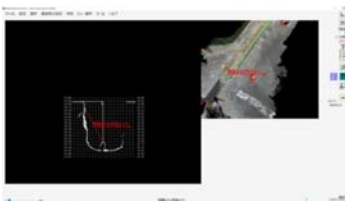
計測精度



従来手法による埋設深さの計測



点群データから埋設深さ計測



点群データから埋設深さ計測

■埋設深さ

検証箇所	従来手法	レーザースキャナー	GNSS写真測量①	GNSS写真測量②
検証点①	0.653m	0.656m (+3mm)	—	0.650m (-3mm)
検証点②	0.633m	0.641m (+7mm)	0.661m (+28mm)	0.620m (-13mm)
検証点③	0.624m	0.628m (+4mm)	0.651m (+27mm)	0.620m (-4mm)
検証点④	0.605m	0.609m (+4mm)	—	0.600m (-5mm)

※ () 内の数値は、従来手法との差異

計測精度について、従来手法と比較すると、差異は3mm～28mmであった。