

第2回

秋田県 ICT 活用土工実証検討会

平成29年3月17日(金) 10:00～

秋田河川国道事務所 大会議室

司会:秋田河川国道事務所 建設専門官

一 次 第 一

1. あいさつ

- ・秋田河川国道事務所 事業対策官 嶋津 君雄
- ・(一社)東北測量設計協会 技術委員会副委員長 伊藤 隆喜

2. 討議

1. 平成28年度の取組について [秋田河国 茨島出張所長] 資料-1
2. 実証検討結果等
 - ①測量設計関係 [(株)ウヌマ地域総研] 資料-2
 - ②施工関係
 - ・遊佐象潟道路 [(株)三浦組(西目)] 資料-2
 - ・雄物川下流 [秋田振興建設(株)] 資料-3
 - ・子吉川 [長田建設(株)] 資料-4
3. 秋田県の取組について [秋田県 技術管理課副主幹] 資料-5
4. 秋田県内の i-Construction 推進に向けて [秋田河国 工務第二課専門官]
～プラットフォームとしての役割～ 資料-6
5. 今後の取組について [秋田河国 工務第一課長] 資料-7

3. 意見交換

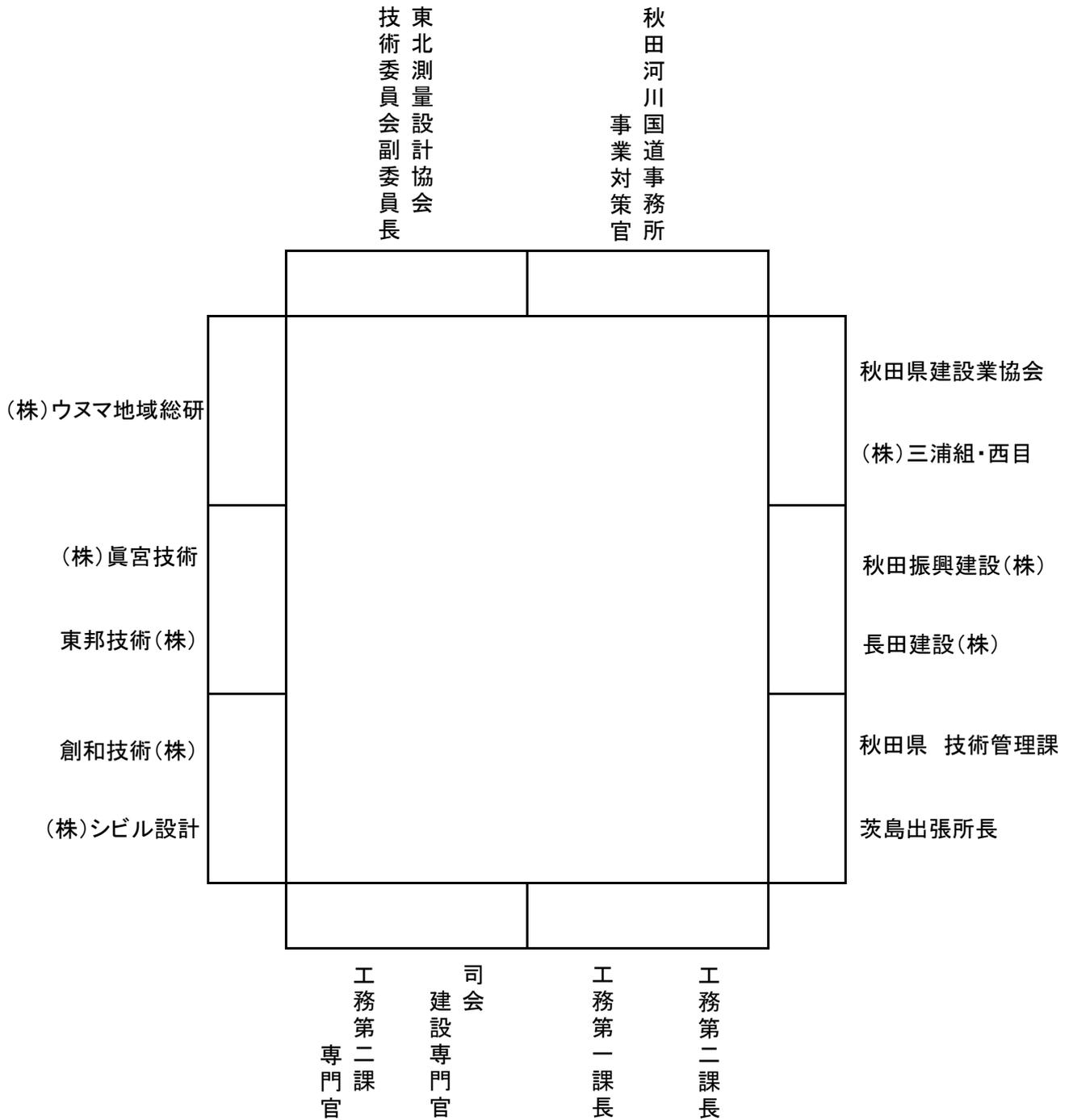
4. 閉会

第2回 秋田ICT活用土工実証検討会 出席者名簿

所属(会社・団体名称)	部 署	役 職	氏 名	備 考
秋田河川国道事務所		事業対策官	嶋津 君雄	
東北測量設計協会	技術委員会	副委員長	伊藤 隆喜	
秋田県建設業協会	業務課	課長補佐	今野 真弥	
(株)ウヌマ地域総研	事業部	本部長	熊谷 敬喜	
〃	事業部	部長代理	佐藤 俊之	
〃	事業部	課長	鈴木 暁	
(株)眞宮技術	技術部		細田 薫	
東邦技術(株)	道路部	部長	伊藤 誉志広	
創和技術(株)	調査部	課長補佐	田中 克尚	
(株)シビル設計	秋田支店	課長	工藤 良紀	
(株)三浦組	工事部	次長	今野 直樹	
秋田振興建設(株)	工事部	工事係長	町田 和紀	
長田建設(株)	土木部		齋藤 昌浩	
秋田県	建設部技術管理課	副主幹	清水 陽子	
秋田河川国道事務所		建設専門官	長濱谷 和典	司会
〃	工務第一課	課長	岸野 実	
〃	工務第二課	課長	岡本 守	
〃	〃	専門官	小坂 茂	
〃	茨島出張所	所長	金子 光義	

第2回 秋田県ICT活用土工実証検討会

配席図



秋田県 ICT 活用土工実証検討会の取組(平成28年度)

(1) ICT 活用土工 に関する調査・研究 (実証結果の中間成果)

実証ステップ	実証内容		実証結果(中間とりまとめ)			
	実証項目	実証ケース	精度差	判定	考 察	
①UAVによる3次元測量	A.植生の影響	・caseA-1: 除草前	+10cm (植生の影響による精度低下)	×	○撮影開始前の建機・資材の移動・除草・抜根は必須。 ○地上解像度2cmの撮影高度で、起工測量の要求精度を十分に確保している。 ○但し、植生や起伏のある地形は補正必要。 ○高低差の激しい起伏のある地形では一部データを取得出来ない箇所があり、作業規定通りのラップ率が必要。	
		・caseA-2: 除草後		◎		
	B.UAV作業規定緩和の可能性把握					
	①撮影高度	・caseB-①-1: 高度50m、地上解像度1cm(出来形管理)	◎	+10~20cm (一部(植生箇所)精度差有り)		○
		・caseB-①-2: 高度100m、地上解像度2cm(起工測量)				
	②撮影ラップ率	・caseB-②-1: ラップ率90%×横60%	◎	データの抜けが大きい		×
・caseB-②-2: ラップ率70%×横40%						
②3次元設計・施工計画	・UAV3次元測量に基づく3次元設計の実施 ・ソフトウェア別の試行 ・施工サイドとのデータの共有(ICT建設機械等)		・可視化による情報の共有。 →3次元設計データを3次元ビューアで表示して、任意の視点(360°)からデザインレビューが可能。 ・設計品質の向上 →施工量(切土、盛土)の正確な算出が可能。 ・アシスト機能で施工精度、施工速度の向上につながった。(熟練オペは更に速度向上) ・軟弱地盤でバックホウを使用した施工を行うには、建機を単座に保つため熟練の技術を要する。			
③ICT建設機械による施工	・ICT建設機械による施工(油圧シャベル、ブルドーザ) ・一般土質以外での作業効率の把握					
④出来形管理	3次元出来形管理 ①空中写真測量(UAV)による出来形管理 ②レーザースカナによる出来形管理		施工完了後に検証実施			

(2) 土木技術者向けの研修会開催

■にかほ会場(道路改良工事現場)

開催日:平成28年10月6日(木)

参加者:土木技術者150名(国県市町職員65名、民間会社85名)

■秋田会場(河川堤防工事現場)

開催日:平成28年11月17日(木)~18日(金)

参加者:土木技術者130名(国県市町職員40名、民間会社90名)



ICT 建機のデモ



事務所職員によるパネルプレゼンテーション

[公開内容]

- ・UAV や赤外線レーザースカナによる三次元測量技術デモ
- ・三次元測量・三次元設計の概要や手法に関する実施研修
- ・ICT 建機のデモ及び操作実施研修
- ・i-Construction 概要に関するパネルプレゼンテーション

(3) 担手育成(県内の高校生を対象とした見学会)

■仁賀保会場 : 50名(西目高校)

■秋田会場 : 120名

(金足農業高校、秋田工業高校、大曲工業高校)



高校生見学状況(ドローンによる撮影)

(4) マスコミ媒体を通じた市民への情報発信

平成28年10月7日 河北新報

平成28年10月7日 秋田魁新報

(1)秋田県 ICT 土工活用実証検討委員会



委員会開催状況



事務局会議の状況

(2)土木技術者向け研修会の状況



3次元測量ブース



ICT建機のデモ

(3)担手育成(高校生を対象とした見学会)



説明状況①



説明状況②

ICT施工に関する感想

工事名	関地区道路改良工事〔ICT 施工協議〕		施工者	(株)三浦組 (西目)	
場 所：秋田県にかほ市象潟町 工 期：H28. 7. 16～H29. 1. 27 契 約 額：¥96,660 千円 工事概要：作業土工 1 式、場所打杭工 15 本 橋台躯体工 1 基、工事用道路工 1 式 作業ヤード整備工 1 式	 <p>ICT 建機による BD 敷均し</p>	 <p>技術者向け研修会の様子</p>	 <p>施工場所</p>		
	測量(着工前・出来形)・設計段階		施工段階		
使用機材	ドローン、3D レーザー ((一社) 東北測量設計協会)		ブルドーザー8t 級、バックホウ 0.45m3 級〔コマツ〕		
実施結果	<ul style="list-style-type: none"> ■現場作業の時間短縮は、通常の地上作業より格段に短く出来る。(作業範囲が大きいほど差が出る。) ■3次元データを扱うのでそれからの図化が省け、効率良い。 ■ドローンやレーザースキャナーによる3次元測量の通常設計業務での適用性や有効性を確認出来た。 ■3次元設計モデルが出来てしまえば、あっという間に土工量を高精度に算出可能となり、大幅に手間が省ける。 		<ul style="list-style-type: none"> ■丁張り掛けの手間が縮減した。 ■補助作業員が必要ないため、安全性が向上した。 ■経験の少ない運転手でも、仕上げ作業が出来た。 		
課題等	<ul style="list-style-type: none"> ■天候に大きく左右される。(雨、雪、風…等) ■現場作業が短縮した分、内作業が増加した。 ■ICT 建機にデータを渡すための共通フォーマットの統一など ■標定点・検証点観測、ラップ率の緩和。 ■現時点で3次元設計に対応しているソフトメーカーや工種(道路・堤防)に限定される。 ■起工測量や出来形測量が独立して発注されるとなれば、地域の測量会社等の取り組みも加速するし、参加機会も増加する。 		<ul style="list-style-type: none"> ■ICT 建機の確保が非常に難しい。 ■一時中止で工期延期となった場合、重機リース料がかかり増しとなる可能性がある。 ■建機メーカーのサポートがないと難しい。 ■価格が高い。 ■擦り付け部の施工は、熟練運転手の技術が必要。(3次元設計が難しい。) 		

ICT施工に関する感想

工事名	雄物川下流繁地区築堤工事(施工者希望 I 型)		施工者	秋田振興建設(株)
場 所 : 秋田市雄和繁地内 工 期 : H28. 8. 26~H29. 3. 24 契 約 額 : ¥238, 680千円 工 事 概 要 : 築堤盛土工 35, 400m ³ 法面整形工 6, 540m ²	 <p>ICT建機による築堤盛土状況</p>	 <p>高校生を対象とした見学会の様子</p>	 <p>施工場所</p>	
	測量(着工前・出来形)・設計段階		施工段階	
使用機材	測量(LS・UAV)は外注、設計は指導を受けて自社で実施		マシンコントロールBD、マシンコントロールBH、GPS転圧管理振動ローラー【コマツ】	
実施結果	<ul style="list-style-type: none"> ■ 従来工法と比較して、外業日数は大幅に短縮できた。 ■ 点群データ作成、3次元設計データ作成などの内業日数(土木一般世話役)は、技術習得に要した時間もあるため、在来工法より大きくなった。 ■ 3次元データにより施工の仕上がりが容易にイメージする事が可能となった。 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 経験の浅いオペレータでも均一な敷均し厚の確保や正確な法面勾配の削り取りが可能。 ■ 建機廻りでの作業員の配置が不要になり施工の安全性が向上。 ■ 丁張作業による建機作業中止は無くなる。(建機稼働時の作業能力は従来工法とほぼ同等) 	
課題等	<ul style="list-style-type: none"> ■ 3次元設計データも基図となる横断図の作成(平面図と横断図の整合作業など)に多くの時間を要してしまうこと。 ■ 着手測量及び出来形計測が積雪期となる場合は、全面的な除雪が必要になるので採用には問題が伴うこと。 		<ul style="list-style-type: none"> ■ 本施工の盛土工では土質改良(現地混合)やDT運搬経路の地元配慮の問題もあるため、BD機能のフル活用には至っていない。 ■ 法面整形における土質に応じて生じる法面を叩く作業には自動制御は不向き。 ■ GNSS受信機(トップコンあるいはコントリブ)によって建機メーカーが統一される不安があるため、現時点では自社持ち機械のICT化には踏み切りにくい。 	

ICT施工に関する感想

<p>工事名</p>	<p>H28子吉川本荘地区外掘削・堤防強化工事(施工者希望Ⅱ型)</p>		<p>施工者</p>	<p>長田建設(株)</p>
<p>場 所 : 由利本荘市水林～久保田地内 工 期 : H28.9.10～H29.2.20 契 約 額 : ￥116,640千円 工 事 概 要 : 河道掘削 V=8,600m³</p>	 <p>ICT建機による河道掘削状況</p>	 <p>ICTバックホウの操作状況(設定状況)</p>		
	<p>測量(着工前・出来形)・設計段階</p>		<p>施工段階</p>	
<p>使用機材</p>	<p>着工前・出来形測量測定機: TRIMBLE GX 3D (ニコン・トリニブル) 点群処理ソフトウェア: TRIMBLE Realworksソフトウェア (ニコン・トリニブル) 3次元設計データ作成: Ex-Trend武蔵 (福井コンピュータ) 出来高算出ソフトウェア: KomConnect (コマツ)</p>		<p>3DMCバックホウ: PC-200i-10 (0.8m³級) (コマツ)</p>	
<p>実施結果</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ICT活用に伴う書類提出についてまだ経験が無く周囲にも判る人がいないため、作成に苦慮した。 ■取引のある複数の地元測量業者に3Dデータ作業依頼したが、繁忙期であったため断られ、工程も考慮し重機リース会社に作業を一括で依頼した。(ICTに対応できる測量業者の把握不足があった) 		<ul style="list-style-type: none"> ■丁張設置作業が不要となり、現場の時間ロスが軽減される。 ■掘削作業中の補助員が不要で、重機と作業員の事故低下。 ■経験の浅いオペレーターでも熟練者と同等の仕上がりとなる。 ■従来施工に比べ、測量、計算ミスの心配が無く精度が良くなる。 ■ICT建機の操作に慣れると、効率よく作業できる。 ■土量や仕上がり状況が、PC・スマートフォンでリアルタイムに把握できる。 ■ICTの最新技術を活用することで、建設現場のイメージアップにつながり、現場がスマートで魅力的になる。 	
<p>課題等</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■河川の水位上昇により掘削面に水溜まりが生じ、3DLSによる出来形測量のデータ取得が出来ない箇所が生じたため、一部を従来方法により出来形管理を実施した。 ■設計データの切り替え操作に専門業者が必要である。 ■起工測量及び3D出来形計測でも専用機器や専門知識が必要となり、今後も専門業者に依頼することとなる。 ■3D出来形計測についても、起工測量と同等の費用が掛かる。 		<ul style="list-style-type: none"> ■モニター画面に目を取られて機械運転時に危険を感じるがあった。(川岸付近など) ■3DMC機械は仙台より運搬され、コストが非常に掛かる。 ■小規模な現場でも活用できれば、効率化につながるが、ICT建機のリース料・3D設計データ作成などの価格が高く、活用できる現場は限られる。 ■ICT活用に伴う、施工精度、生産性、安全性の向上を期待し、今後ICT活用土工の積極的な導入を視野に入れている。 	

平成28年度

秋田県 I C T活用土工実証検討

【第1弾 遊佐象潟道路】

報告書（案）

平成29年3月

秋田県 I C T活用土工実証検討会

『ICT土工実証ケース毎評価』

実証ステップ	実証内容		実証結果	
	実証項目	実証ケース	精度差	判定
①UAVによる3次元測量	A. 植生の影響	・case1: 除草前	+10cm (植生の影響による精度低下)	×
		・case2: 除草後		◎
	B. UAV作業規定緩和の可能性把握			
②3次元設計・施工計画	①撮影高度	・caseB-①-1: 高度 50m、地上解像度 1cm(出来形管理)		◎
		・caseB-①-2: 高度 100m、地上解像度 2cm(起工測量)	+10~20cm (一部(植生箇所)精度差有り)	○
		・caseB-②-1: ラップ率 縦90%-横60% ・caseB-②-2: ラップ率 縦70%-横40%		◎
③ICT建設機械による施工	②撮影ラップ率	・caseB-③-1: 対象地外周を包含する外部標定点設置	データの抜けが大きい	×
		・caseB-③-2: 対象地外周に外部標定点設置		◎
		・caseB-③-2: 対象地外周に外部標定点設置		○
④検査	3次元出来形管理 ・出来形合判定 ・出来形数量の算出	①レーザースキャナによる出来形管理		◎
		②空中写真測量(UAV)による出来形管理 高度50m、地上解像度1cm(出来形管理)	±5cm (一部精度低下)	○
⑤ICT建設機械による施工	③外部標定点の設置位置	・UAV3次元測量に基づく3次元測量の実施		
		・ソフトウェア別の試行		
		・施工サイドとのデータの共有 (ICT建設機械など)		
⑥検査	④外部標定点の設置位置	・ICT建設機械による施工(油圧ジャベル、ブルドーザ)		
		・一般土質以外での作業効率の把握		
⑦検査	⑤外部標定点の設置位置	・可視化による情報の共有化。 →3次元設計データを3次元ビューアで表示して、任意の視点(360°)からデザインビューが可能。 ・設計品質の向上 →施工量(切土、盛土)の正確な算出が可能。 ・対象範囲が広範囲で点群データが大きくなるため、処理能力の優れるPC環境の整備が必要。 (今回使用したPC: CPU3.4GHz、64ビット、メモリ32.0GB) ・アシスト機能で施工精度、施工速度の向上につながった。(熟練のオペは更に速度向上)		
		・LS・UAVによる出来形測量から、本工事の出来形は管理規定を満たす結果であった。		
		○ 但し、UAV計測はLS計測に比べ植生や日陰、斜面、構造物の箇所で+10~20cmの差異が生じ、精度が劣る傾向となった。 ○ LS計測により本工事における盛土量は1,400m ³ (1,387m ³)、切土量は3,200m ³ (3,202m ³)となった。		

—目次—

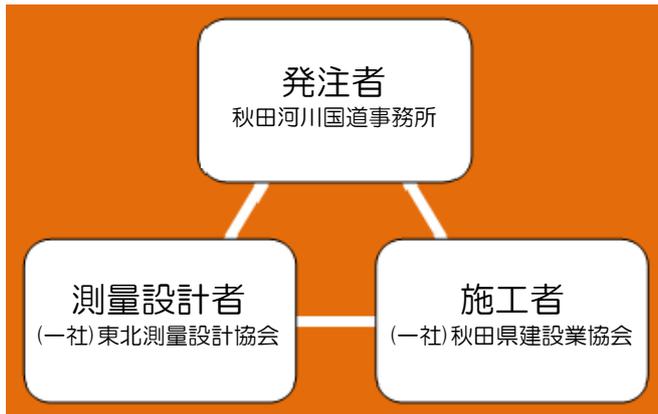
1. 秋田県 I C T活用土工実証検討会 概要	1
1.1. 目的	1
1.2. 組織体制	1
1.3. 実証内容	2
.3.1. 遊佐象潟道路	2
2. 取組報告	4
2.1. 3次元測量	4
.1.1. 実証内容	4
.1.2. 実証結果	5
2.2. 3次元設計・施工計画	11
.2.1. 実証内容	11
.2.2. 実証結果	12
2.3. I C T建設機械による施工	14
.3.1. 実証内容	14
.3.2. 実証結果	15
2.4. 3次元出来形管理	18
.4.1. 実証内容	18
.4.2. 実証結果	20
3. I C T活用土工の推進に向けて	34

1. 秋田県 ICT 活用土工実証検討会 概要

1.1. 目的

- 秋田県内における i-Construction 推進に向け、UAV を用いた測量技術・ICT 建機活用による土工実証を「発注者・測量設計者・施工者」が連携・協力して試行的取り組みを実施します。
- 得られた成果とノウハウを共有して組織の PR を図り、県内 i-Construction のプラットフォームとしての役割を果たすものです。

1.2. 組織体制



- 秋田河川国道事務所 工務第二課
〒010-0951 秋田市山王一丁目 10-29
Tel. 018-864-2287 (直通)
- (一社)東北測量設計協会
〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町
3丁目 6-17 (勾当台さのやビル 6F)
Tel. 022-263-0922
- (一社)秋田県建設業協会
〒010-0951 秋田県秋田市山王 4-3-10
Tel. 018-823-5495

第1弾 遊佐象潟道路

■期間

平成 28 年 8 月～10 月
(現場公開：10 月 6 日)

■場所

秋田県にかほ市
市の沢川橋下部工事現場

■内容

道路土工 (ヤード造成)

- ①UAV による 3 次元測量
- ②3 次元設計・施工計画
- ③ICT 建設機械による施工
- ④検査の省力化

■参加企業

(株)三浦組、(株)眞宮技術、東邦技術(株)
創和技術(株)、(株)ウヌマ地域総研
(株)シビル設計

■協力団体

(一社)由利建設業協会、秋田県、にかほ市



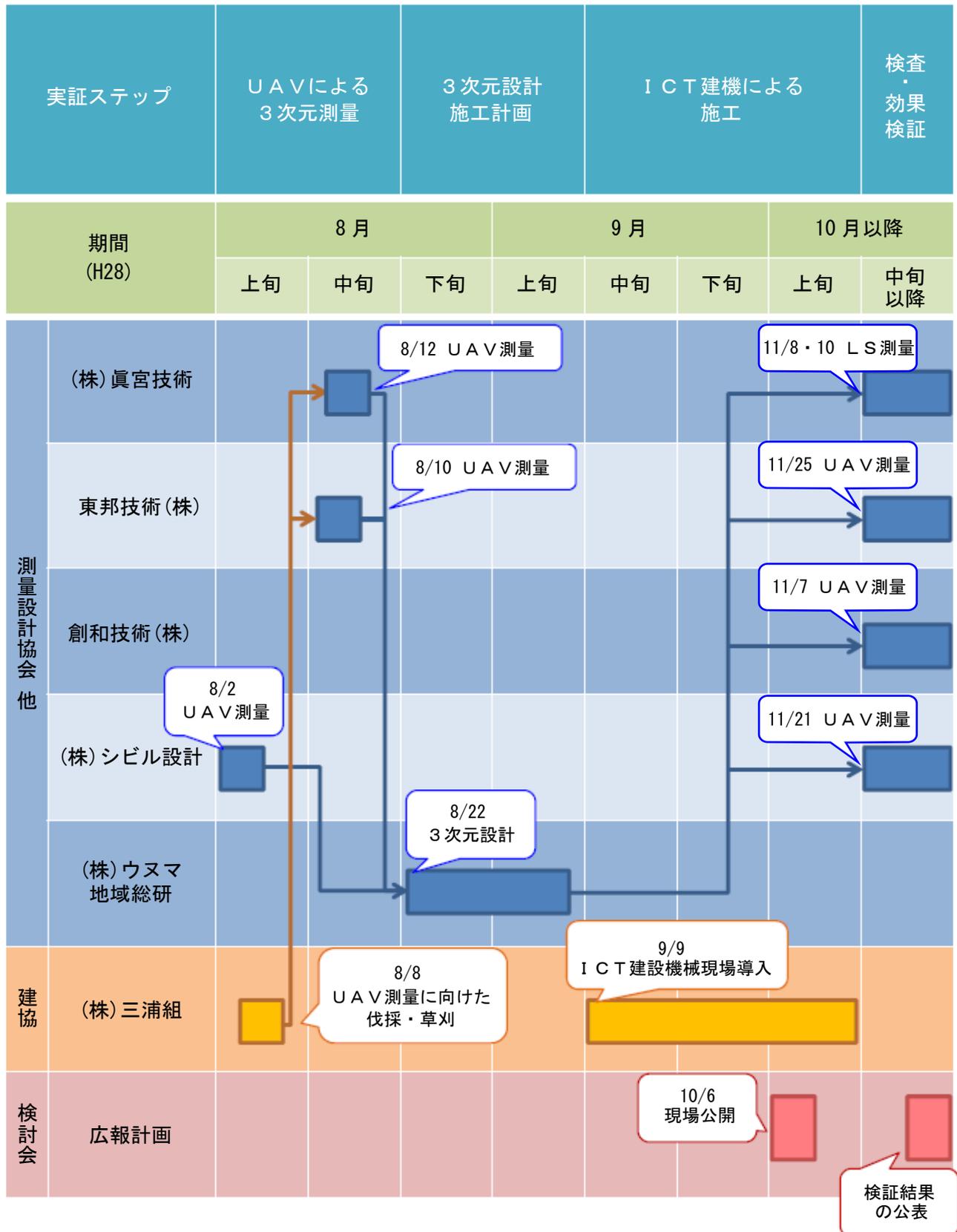
1.3. 実証内容

1.3.1. 遊佐象潟道路

1) 実証ケース

実証ステップ	実証内容	
	実証項目	実証ケース
① UAVによる 3次元測量	A. 植生の影響	・ case1 : 除草前
		・ case2 : 除草後
	B. UAV作業規定緩和の可能性把握	
	①撮影高度	・ caseB-①-1 : 高度 50m、地上解像度 1cm (出来形管理)
		・ caseB-①-2 : 高度 100m、地上解像度 2cm (起工測量)
	②撮影ラップ率	・ caseB-②-1 : ラップ率 縦 90%-横 60%
		・ caseB-②-2 : ラップ率 縦 70%-横 40%
③外部標定点の設置位置	・ caseB-③-1 : 対象地外周を包含する 外部標定点設置	
	・ caseB-③-2 : 対象地外周に外部標定点設置	
② 3次元設計・ 施工計画	<ul style="list-style-type: none"> ・ UAV 3次元測量に基づく 3次元測量の実施 ・ ソフトウェア別の試行 ・ 施工サイドとのデータの共有 (ICT 建設機械など) 	
③ ICT建設機械 による施工	<ul style="list-style-type: none"> ・ ICT 建設機械による施工 (油圧シャベル、ブルドーザ) ・ 一般土質以外での作業効率の把握 	
④検査	3次元出来形管理 <ul style="list-style-type: none"> ・ 出来形合否判定 ・ 出来形数量の算出 	①レーザースキャナー (LS) による出来形管理
		②空中写真測量 (UAV) による出来形管理 高度 50m、地上解像度 1cm (出来形管理)

2) 実証スケジュール



2.1.2. 実証結果

1) 実証別評価

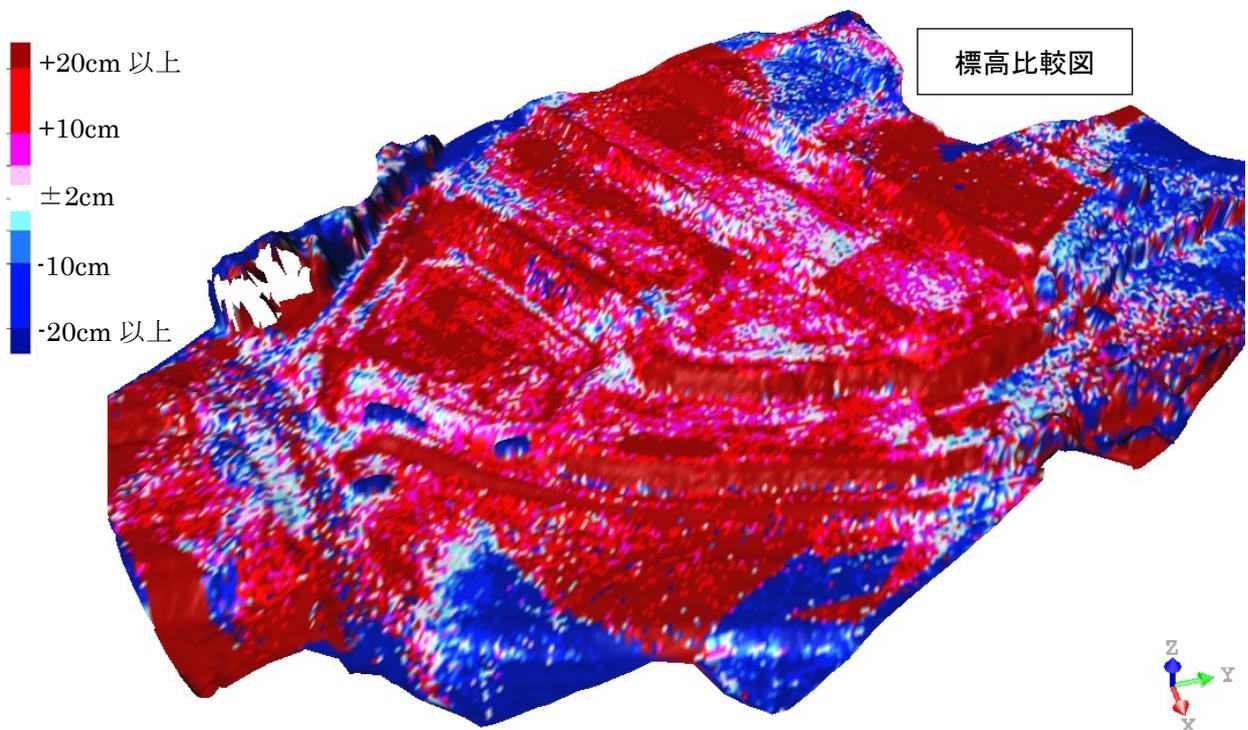
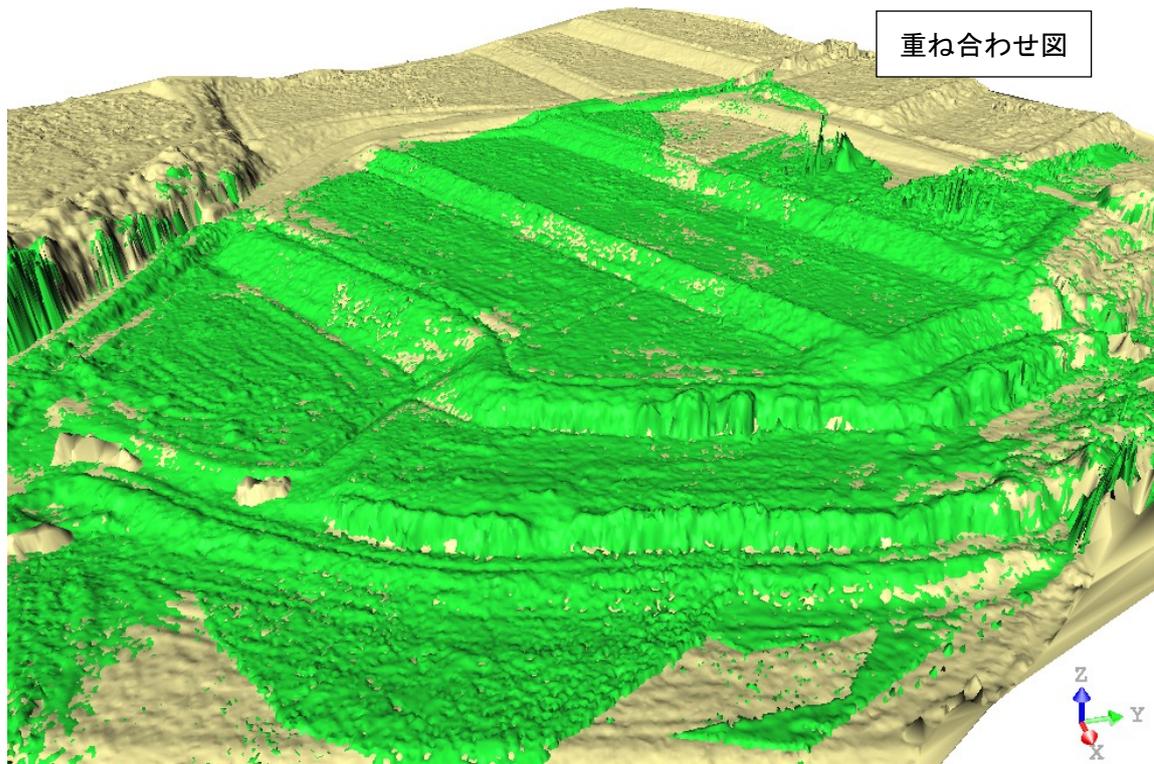
(1) 実証ケース

実証ステップ	実証内容
①UAVによる 3次元測量	<p>A. 植生の影響</p> <p>除草前と除草後の比較により植生状況の影響について確認する。</p> <ul style="list-style-type: none">・ caseA-1 : 除草前・ caseA-2 : 除草後 <p>B. UAV作業規定による3次元測量の実践と作業規定の緩和の可能性把握</p> <p>①作業規定の緩和：撮影高度(要求精度：0.10m)</p> <ul style="list-style-type: none">・ caseB-①-1 : 地上解像度 0.01m → 高度 50m・ caseB-①-2 : 地上解像度 0.02m → 高度 100m <p>②作業規定の緩和：撮影ラップ率(要求精度：0.10m)</p> <ul style="list-style-type: none">・ caseB-②-1 : ラップ率縦 90%×横 60%・ caseB-②-2 : ラップ率縦 70%×横 40% <p>③作業規定の緩和：外部標定点の設置位置(要求精度：0.10m)</p> <ul style="list-style-type: none">・ caseB-③-1 : 対象地外周に外部標定点設置・ caseB-③-2 : 対象地外周を包含する外部標定点設置 <p>※Bにおける「-1」は作業規定に準拠、「-2」は作業規定の緩和。</p>

(2) 実証結果

A. 植生の影響

caseA-1：除草前（黄緑色）、caseA-2：除草後（黄土色）



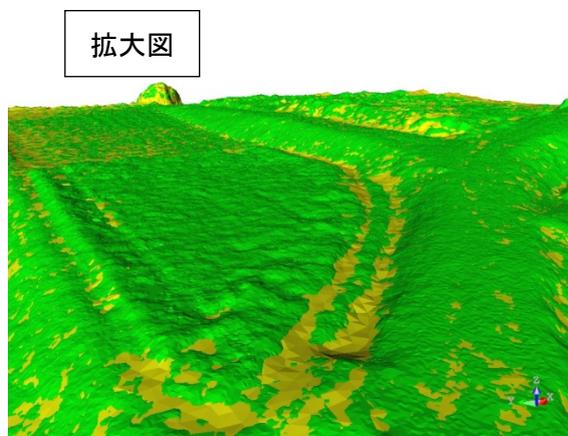
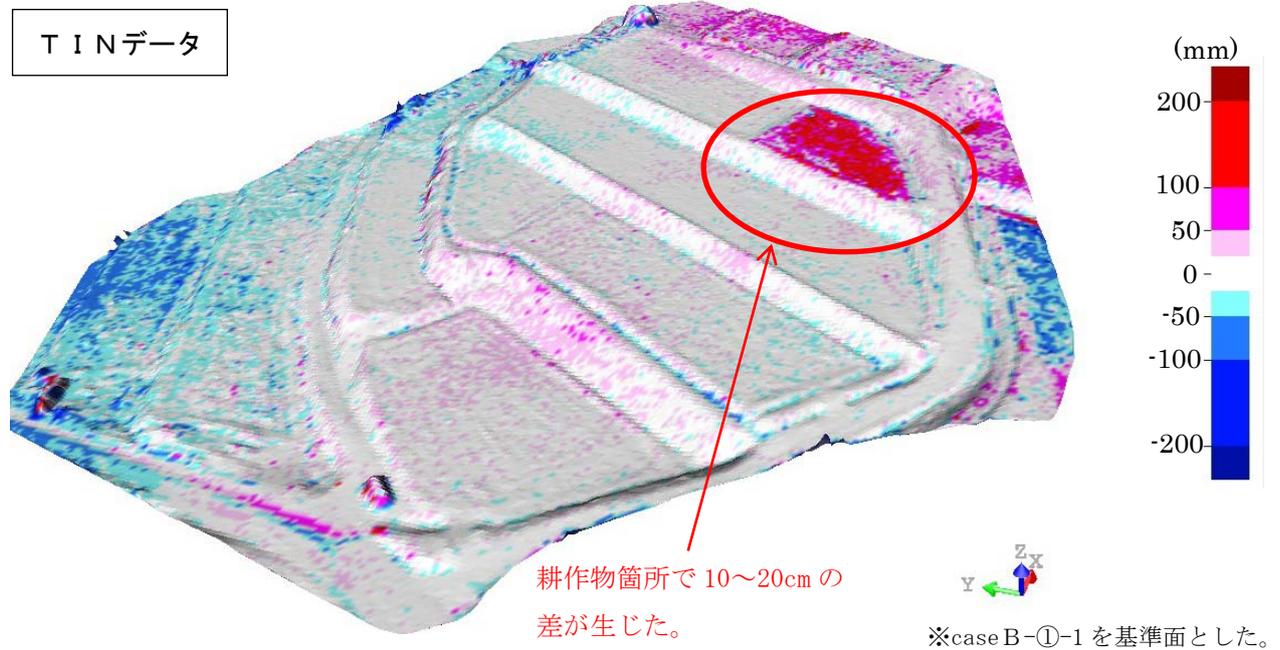
- caseA-1（除草前）のデータは caseA-2（除草後）と比較して凹凸が多く、標高的にも caseA-1（除草前）が全体的に 10cm 以上高い結果となった。

B. UAV作業規定による3次元測量の実践と作業規定の緩和の可能性

①作業規定の緩和：撮影高度（要求精度：0.10m）

caseB-①-1：高度 50m 地上解像度 9.0mm/pix ラップ率 90%・60%

caseB-①-2：高度 100m 地上解像度 21.0mm/pix ラップ率 90%・60%での比較



黄色：caseB-①-1

緑色：caseB-①-2



【考察】

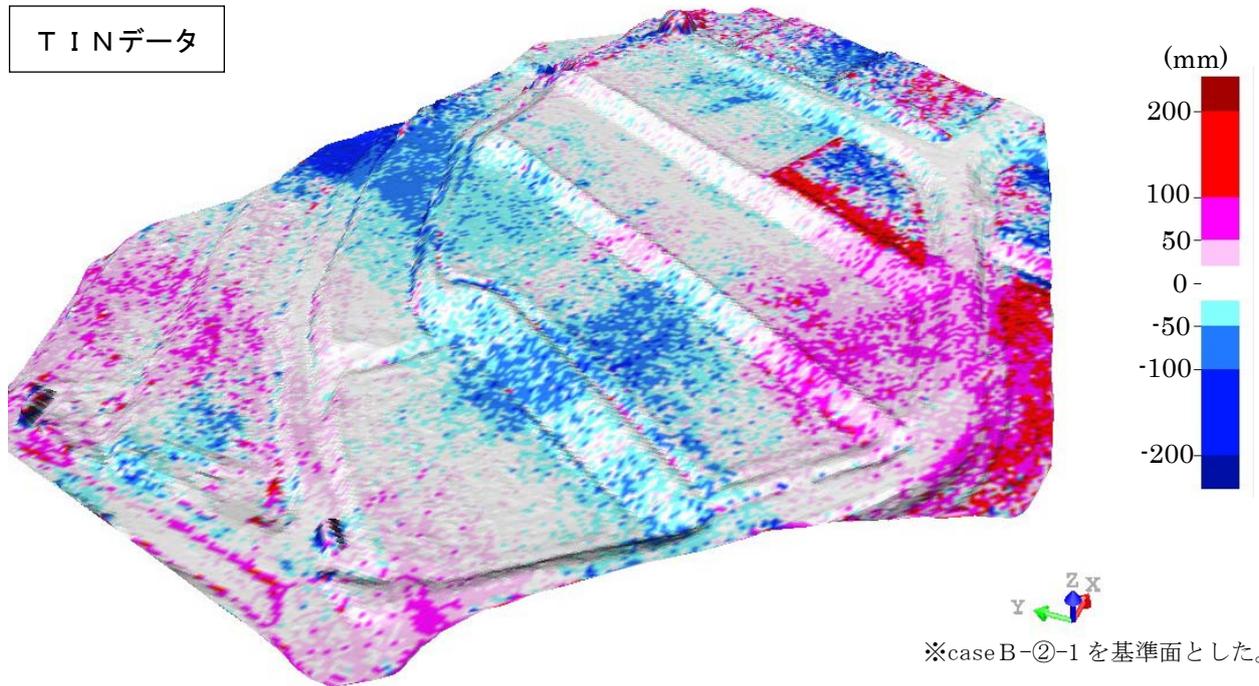
- 起工測量の場合、地上解像度 2cm の撮影高度で十分な精度が確保されている。
- 起工時、耕作地がある場合は補正が必要である。

②作業規定の緩和：撮影ラップ率(要求精度：0.10m)

caseB-②-1：高度 50m 地上解像度 9.0mm/pix ラップ率 90%・60%

caseB-②-2：高度 50m 地上解像度 9.0mm/pix ラップ率 70%・40%での比較

T I Nデータ



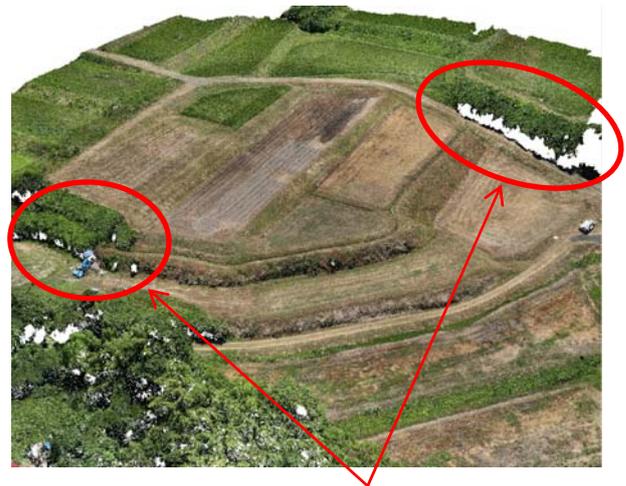
- ・一定の箇所で差が大きくなっているとみられるが、概ね-10~10cm 以内であった。

点群データ

caseB-②-1 (ラップ率 90%・60%)



caseB-②-1 (ラップ率 70%・40%)



データの抜けが大きい。

【考察】

- ラップ率が低いと、特に起伏の大きいところでデータの抜けが生じる可能性があると考えられる。

③標定点移転の検証(要求精度: 0.10m)

caseB-③-1: 外周を包含する外部標定点の追加

caseB-③-2: 対象地外周に外部標定点設置

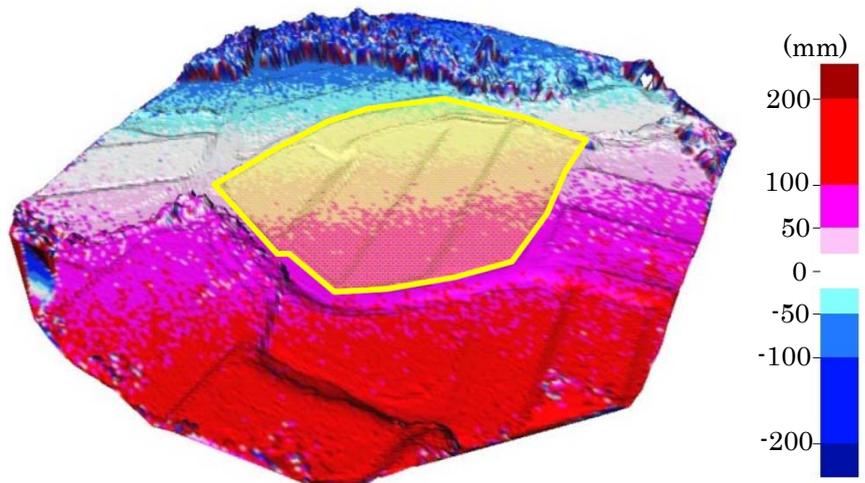
caseB-③-1



caseB-③-2



比較



※caseB-③-1を基準面とした。

【考察】

- データの解析・比較を行った結果、外周を包含するために追加した外部標定点(TT3、TT4)に影響され、外縁部で測定値に開きがあったが、対象地では差が最大+100mmであった。
- 両方のケースで起工測量の要求精度を確保している。

2) メリット

- ・カラーで広範囲な地形形状を取得でき、従来の測量に比べ全体像の把握がしやすい。
- ・標定点及び検証点の設置・計測も含め現地での作業を短期で終了できる。
- ・急傾斜・崖等、危険箇所の計測を安全に行うことができる。
- ・大規模な現場に関しては、作業効率が大幅に向上すると思われる。

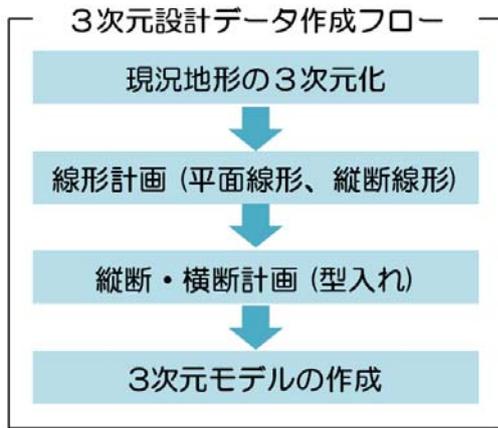
3) 課題

- ・撮影開始前に撮影エリアに存在する建機・資材などの移動及び除草・抜根などを行い、地表面をあらわにしておく必要がある。
- ・雨天・強風など天候に左右されるため撮影日程が前後する場合がある。
(冬期間は大雪・強風、測量時の除雪作業、低温下でのバッテリー性能の低下などが危惧されるため作業自体が困難と予想される)。
- ・機械が繊細すぎて壊れやすい。(墜落、雨水、ホコリ)
- ・解析に時間がかかるため小規模な現場では従来の測量と作業効率があまり変わらないと思われる。

2.2. 3次元設計・施工計画

2.2.1. 実証内容

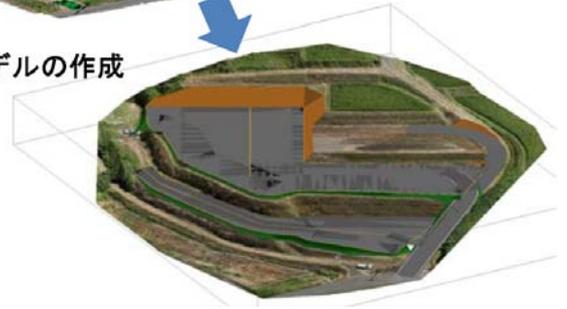
ステップ① 3次元設計データ作成



3次元現況地形



3次元設計モデルの作成

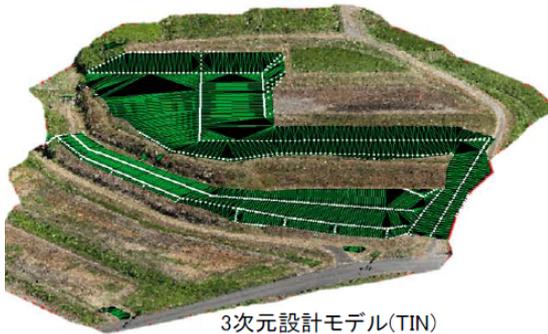


ステップ② 施工量の自動算出

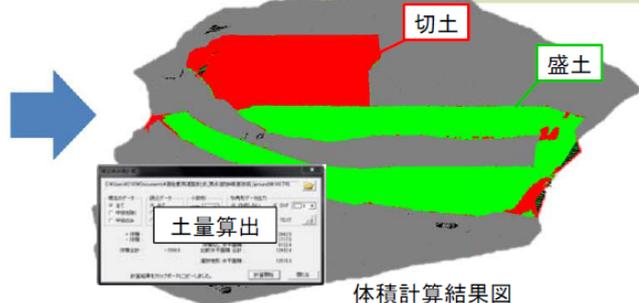
- 現況と計画のTINモデル※の差分から施工量を自動算出
- TINモデルをベースとした三角網モデルでの精密網体積計算

※3次元点群データの点を結び、交差しない三角形の面で構成したモデル。

TINモデルイメージ



3次元設計モデル(TIN)

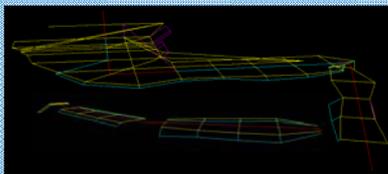


体積計算結果図

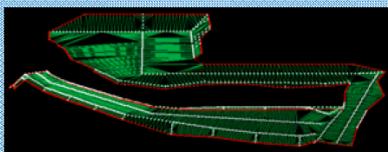
ステップ③ 施工量の自動算出

- 3次元設計データから共通のファイル形式(LandXML)にデータを変換

3次元設計データ



☒ スケルトンモデル



☒ サーフェスモデル

LandXML(Ver.1.2)データ



2.2.2. 実証結果

1) メリット

- ・可視化による情報の共有化。
 - 3次元設計データを3次元ビューアで表示して、任意の視点（360°）からデザインレビューが可能。
 - 3次元データであるため、実際の形状を回転しながら確認できるため素人に対しても分かりやすい。
- ・設計品質の向上。
 - 3次元CAD上で施工量（切土、盛土）の正確な算出が可能。
（TINモデルによる精密網体積計算法、メッシュ法…等）
- ・一連作業（測量～設計～施工）のトータルコストの縮減。
 - 現時点で設計プロセスはコスト増であるが、事業一連でデータ（LandXML）を共有できるためトータルコストの縮減が可能。

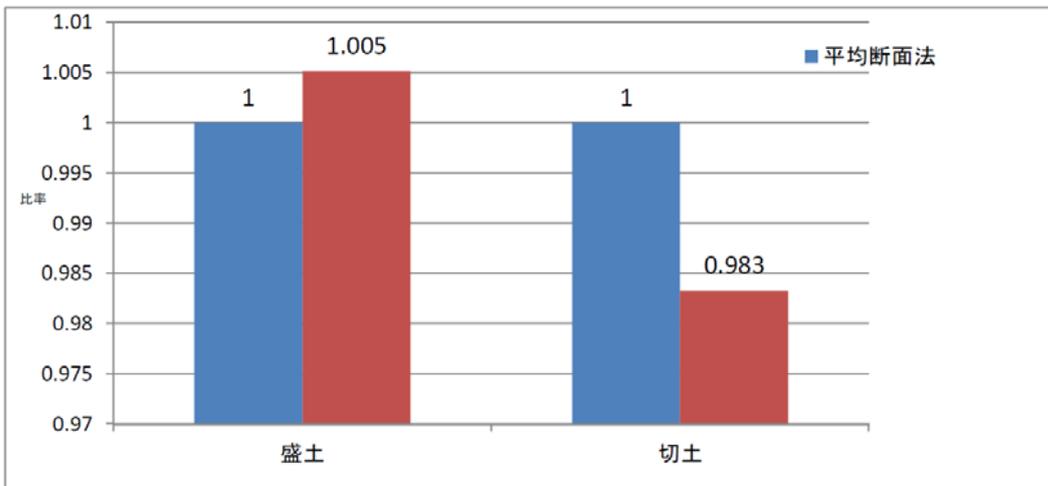
2) 課題

- ・現時点では、3次元地形に直接計画を型入れする手法をとっていないため、2次元設計よりも労力やコストが掛かり増しする。（従来通りの2次元設計を実施して、ベース図面を作成してから3次元CADで計画型入れを実施）
- ・3次元地形データは等間隔の均一的なデータであるため、設計時のコントロールポイントとなる舗装端部や構造物端部などを特定していない場合があることに留意が必要である。
- ・あらゆる法面に対する直角方向の線形データが必要となり、多数の設計中心線の設定が必要となる。
- ・対象範囲が広範囲で点群データが莫大になるとデータ量が大きくなるため、処理能力の優れたPC環境整備が必要。（今回使用したPC：CPU3.4GHz、64ビット、メモリ32.0GB）
- ・現在、道路設計用のソフトが主流であるため、今後は他分野に対応した3次元設計ソフトの開発が必要。（道路や河川堤防など、計画断面が定型の線ものであれば応用可能）
- ・3次元設計のノウハウの教育・習得（若手の育成）や、ソフトウェアに長けた人材の育成が必要。

3D設計によるメリット例

・設計品質の向上。

→3次元CAD上で施工量(切土、盛土)の正確な算出が可能。



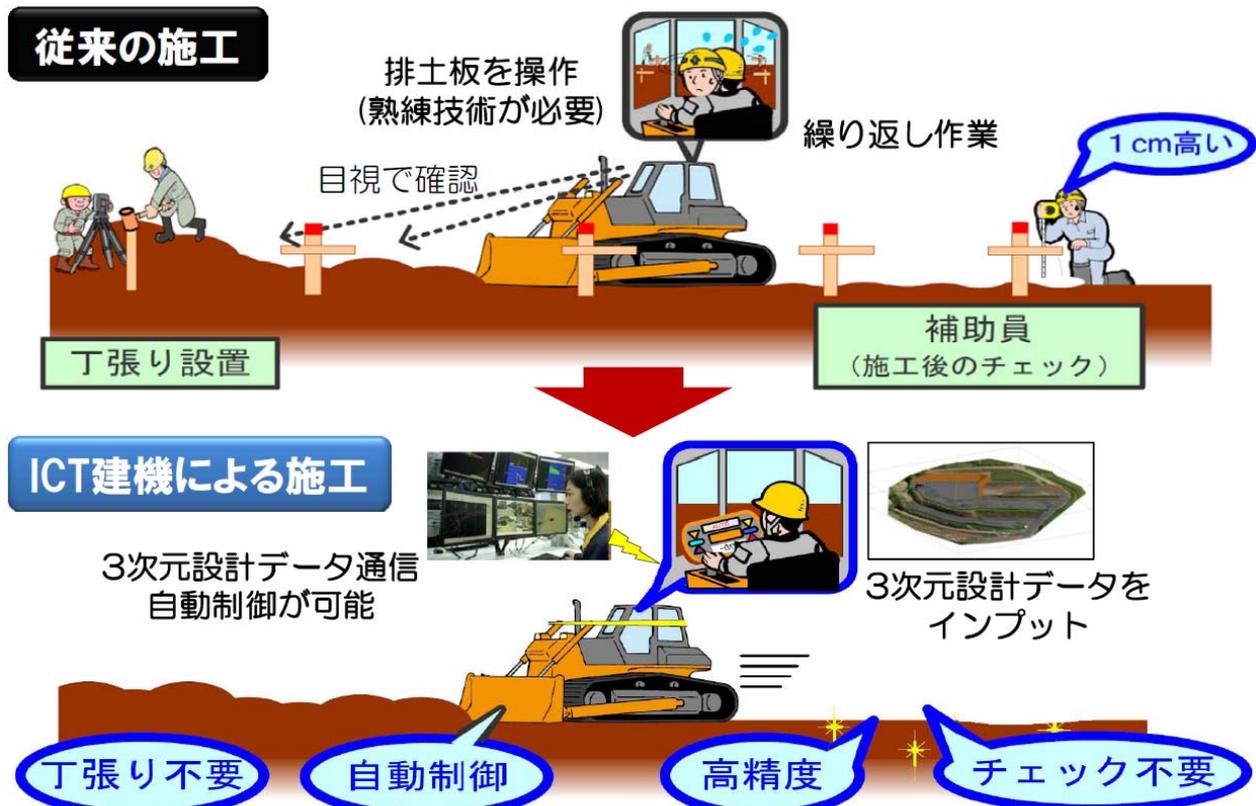
土工計算の精度向上

	盛土量		切土量		適用
	土量(m ³)	比率	土量(m ³)	比率	
平均断面法	1593.5	1	3246.8	1	従来の土工計算方法
TIN分割等を用いて求積する方法	1601.7	1.005	3192.6	0.983	3次元データによる計算方法
差分	8.2	0.005	-54.2	-0.017	

※差分が多いほど現況地形の起伏を反映した土工計算となることがいえる。

2.3. ICT建設機械による施工

2.3.1. 実証内容



出典:国土交通省 i-Construction委員会資料

ICT建機による施工のメリット

■施工効率向上■

3次元データをもとに施工するため、丁張りや敷き均し回数、検測回数が減り、工期短縮が可能です。

■安全性向上■

建設機械の周辺での測量や作業指示、作業補助が削減され、安全に作業を行えます。

■施工精度向上■

3次元データをもとに建機を制御するため、オペレーターの技術に左右されずに施工できます。

2.3.2. 実証結果

1) ICT 建機で施工した運転手の感想



乗る前は・・・

技術員をしているため、ほとんど重機に乗る機会がありません。
ブルドーザに初めて乗る事になりました。

乗ってみて・・・

前進、後進の操作だけで、ブルドーザのブレードが自動で動き簡単に整地できました。丁張り掛けしなくても現場ができあがった。

職種：技術員 21歳



乗る前は・・・

普段は作業員として、仕事を行っています。たまにバックホウを動かす程度なので、整形など出来ないのが不安・・・

乗ってみて・・・

運転アシスト機能で経験の浅い私でも、熟練運転手同等の精度で整地、整形をすることができた。運転に自信が持てた。(でもICT建機だからなあ・・・)

職種：作業員 35歳



乗ってみて・・・

最初は設定や、モニター操作も面倒で“こんなもの”と思っていたが、慣れると“これは良い”に考えが変わりました。アシスト機能で掘り過ぎを気にせず、思いっきり作業ができた。すごい時代が来た！！

職種：熟練運転手 63歳

2) メリット

- ・ 丁張り掛け等の手間が少なくなるので、工事全体の管理に尽力できる。
- ・ アシスト機能で施工精度、施工速度の向上につながった。(熟練オペは更に速度向上)
- ・ ある程度の操作が出来る運転手は、熟練運転手同等の仕上がりが期待できる。
(バックホウ、ブルドーザ)
- ・ 従来の丁張り掛けのミス(ヒューマンエラー)や、施工中に丁張りが動いてやり直しなどの心配がなく、安心して施工ができる。
- ・ 重機周りの補助作業員を削減できるので、安全性向上、労務費低減が可能。
- ・ 設計面より過掘をしないため、安心して作業できる。
- ・ アシスト機能ON、OFFがボタン一つで切り換えできるので用途に合わせた使用が可能。
- ・ インターネット上で施工の進捗率や、重機がどこで作業しているかを確認できるため、管理上便利。
- ・ ブルドーザの操作はオートモードにセットすると、排土板が自動で動くため、土を運ぶことだけ考えればいいので、周りを見る余裕もでき、補助作業員もいらないため、安全かつ、誰でも簡単に整地できる。
- ・ 無駄な動きを抑制できるので、CO₂の削減が期待できる。(地球温暖化対策)

3) 課題

- ・ ICT建設機械の設定や操作に慣れるまで時間がかかる。
- ・ 現時点で建機を確保できない。(在庫が薄い)
- ・ 起動操作を含め、従来の建設機械よりも起動に時間がかかる。
- ・ 建機のリース価格が高い。
- ・ 擦り付け部分などアシスト操作では整形できない部分が生じるため熟練の技術が必要となる。
- ・ アシスト機能で施工行う場合、熟練の技術が身につかない。
- ・ 軟弱地盤でバックホウを使用した施工を行うには、建機を水平に保つため熟練の技術を要する。
- ・ キャリブレーション(起動操作)を確実に行わないと誤差が生じる。
- ・ 機械任せのため、何かのエラーや入力ミスがあった場合間違っただまま作り上げてしまう。
- ・ バケットの破損(凹み等)したまま施工すると誤差を持ったまま施工することになる。
- ・ ICT 建機が故障したときの代替え、修理の対応は従来建機のようにはいかない。
- ・ 現時点では建機メーカーに頼らないと、データ取り込みや施工ができない。

参考：ICT 建機の経費（1ヶ月あたりのリース料他）

建機種類/工種	規格	費用 (運搬、サービス・サポート料含む)	通常建機 との比較
BH（掘削・法面整形）	0.4m ³ 油圧ショベル (PC128USi)	1,600 千円/月	10 倍程度
BD（盛土）	D37クラスブルドーザ (D37PXi)	1,900 千円/月	8 倍程度
初期費用	現場確認、操作教育	200 千円/月	—

※上記経費は初月での費用であることに留意すること。

4) 広報活動の展開



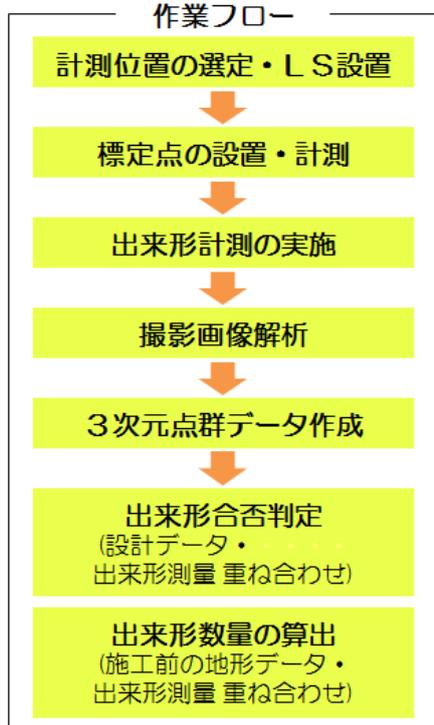
現場入口にPR看板設置



現場代理人と監督職員の勉強会（主催：秋田県由利地域振興局、講師（株）三浦組）

2.4. 3次元出来形管理

2.4.1. 実証内容



出来形計測における要求精度

	計測の精度	計測密度
UAVによる出来形計測	誤差±5cm以内	10cmメッシュに1点以上
LSによる出来形計測	誤差±2cm以内 ※	10cmメッシュに1点以上

※LSは事前に精度確認試験を実施し、精度が±2cm以内であることが確認された機器を使用すること。

計測位置の選定・LS設置



LSの設置状況

標定点の設置・計測



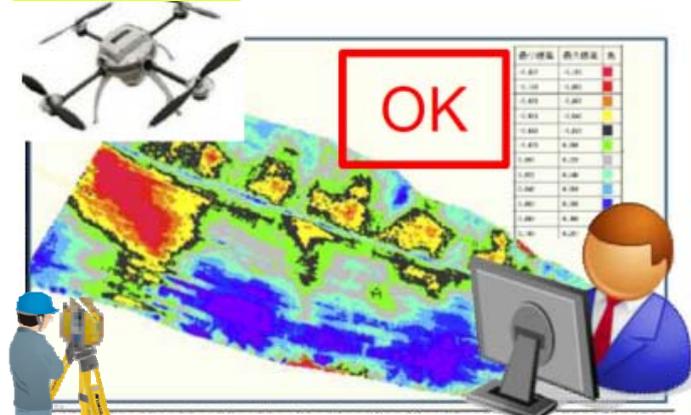
標定点設置状況

出来形測量の実施



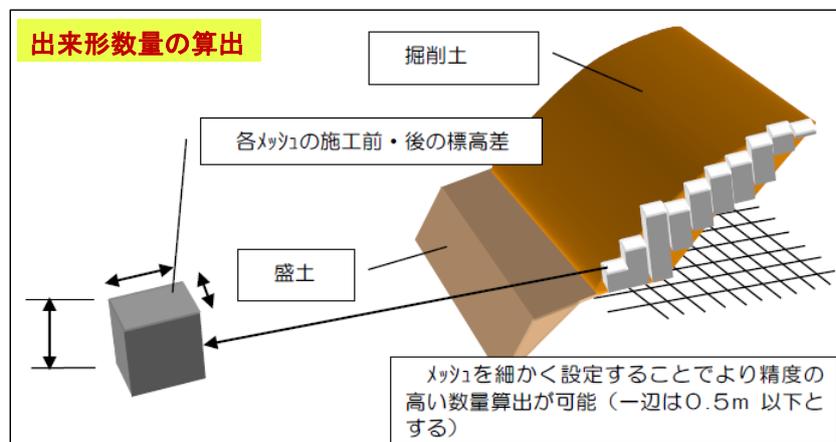
LSによる出来形測量

出来形合否判定 (出来形管理図の作成)



出典：国土交通省 i-Construction 委員会 報告書

出来形数量の算出

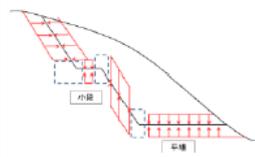
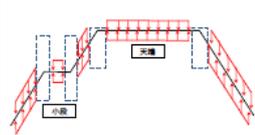


出典：国土交通省 出来形管理要領(土工編)(案)

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くてはならない。

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(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	天端	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、 注4	
路床盛土工	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。

出典：出来形管理要領(土工編)(案)

2.4.2. 実証結果

1) 実証別評価

(1) 実証ケース

実証ステップ	実証内容	
④検査	3次元出来形管理 ・出来形合否判定 ・出来形数量の算出	①レーザースキャナー(LS)による出来形管理
		②空中写真測量(UAV)による出来形管理 高度 50m、地上解像度 1cm(出来形管理)

(2) 実証結果

3次元出来形管理 総括表

出来形合否判定

様式-31-2 (出来形管理要領(土工編))

工種：道路土工

比較対象		平場	法面
LS (真宮技術)	掘削工	○	○
	盛土工	○	○
UAV① (東邦技術)	掘削工	○	○
	盛土工	○	○
UAV② (創和技術)	掘削工	○	○
	盛土工	○	○

出来形数量の算出

比較対象	盛土量	切土量	備考
LS	1,386.892m ³	3,202.121m ³	採用値
UAV①	1,426.005m ³	3,171.404m ³	
UAV②	1,488.600m ³	3,269.072m ³	

出来形合否判定総括表

工種	道路土工	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
平場 標高較差	平均値	-7.0mm	
	最大値(差)	140mm	
	最小値(差)	-144mm	
	データ数	1,292	
	評価面積	1,240m ²	
	棄却点数	3	
	平均値	-1.4mm	
法面 標高較差	最大値(差)	146mm	
	最小値(差)	-153mm	
	データ数	282	
	評価面積	232m ²	
	棄却点数	0	
	規格値	±50mm	
	規格値	±150mm	
規格値	±150mm		
規格値	1点/m ² 以上 (1,241点以上)		
規格値	0.3%未満 (3点以下)		
規格値	±70mm		
規格値	±160mm		
規格値	±160mm		
規格値	1点/m ² 以上 (233点以上)		
規格値	0.3%未満 (0点以下)		

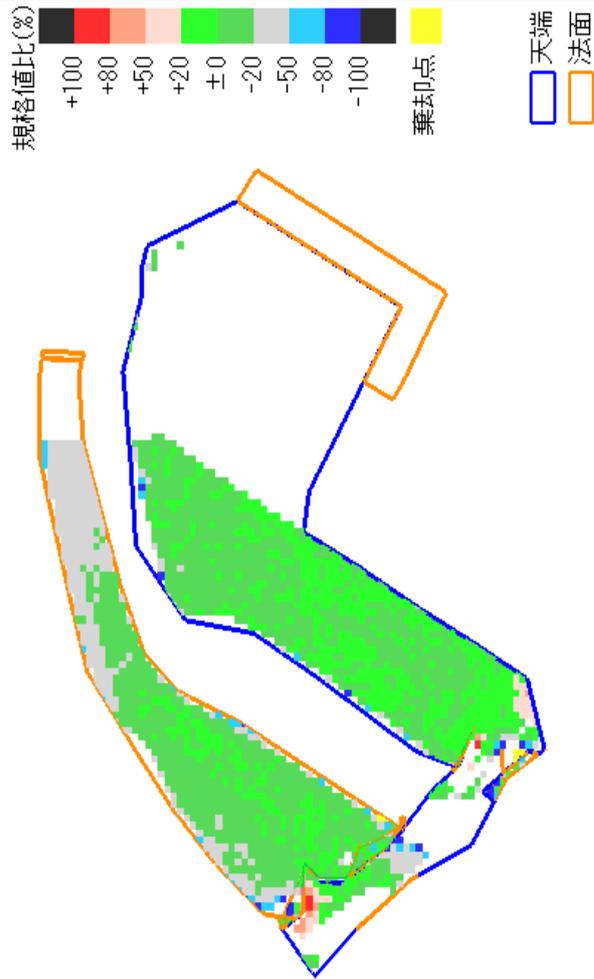
規格値比(%)	+100	+80	+50	+20	±0	-20	-50	-80	-100	棄却点
平場										

平場のばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1,290 (99.8%)	規格値の±80% 以内のデータ数	279 (98.9%)
法面のばらつき	規格値の±50% 以内のデータ数	1,281 (99.1%)	規格値の±50% 以内のデータ数	273 (96.8%)

出来形合否判定総括表

工程種	道路土工	測点
種別	路体盛土工	合否判定結果 異常値無

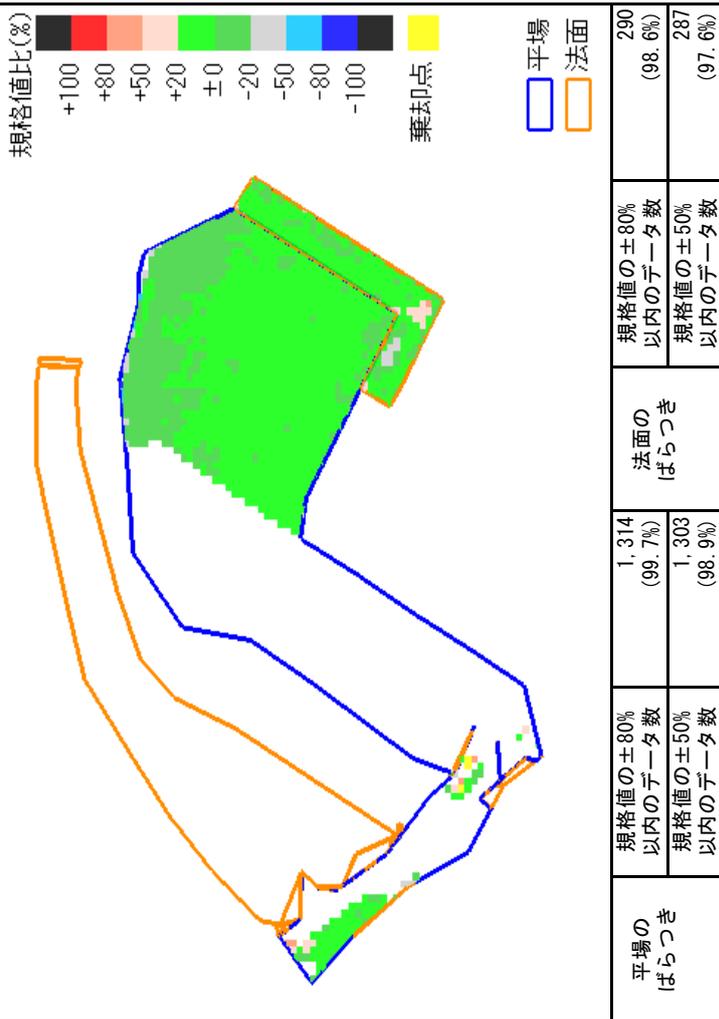
測定項目		規格値	判定		
天端 標高較差	平均値	-4.9mm			
	最大値(差)	139mm	±50mm		
	最小値(差)	-145mm	±150mm		
	データ数	1,232	±150mm		
	評価面積	1,187m ²	1点/m ² 以上 (1,188点以上)		
	棄却点数	3	0.3%未満 (3点以下)		
	平均値	-28.4mm	±80mm		
法面 標高較差	最大値(差)	116mm	±190mm		
	最小値(差)	-175mm	±190mm		
	データ数	980	1点/m ² 以上 (912点以上)		
	評価面積	911m ²	0.3%未満 (2点以下)		
	棄却点数	2			
	天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数 1,219 (98.9%)	規格値の±80% 以内のデータ数 1,197 (97.2%)	法面の ばらつき	規格値の±50% 以内のデータ数 970 (99.0%)
	法面の ばらつき	規格値の±50% 以内のデータ数 1,197 (97.2%)	規格値の±50% 以内のデータ数 939 (95.8%)		



出来形合否判定総括表

工種	道路土工	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
平場 標高較差	平均値	-1.7mm	
	最大値(差)	144mm	
	最小値(差)	-150mm	
	データ数	1,318	
	評価面積	1,251m ²	
	棄却点数	3	
法面 標高較差	平均値	1.0mm	
	最大値(差)	135mm	
	最小値(差)	-159mm	
	データ数	294	
	評価面積	235m ²	
	棄却点数	0	



平場の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1,314 (99.7%)	法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	290 (98.6%)
	規格値の±50% 以内のデータ数	1,303 (98.9%)		規格値の±50% 以内のデータ数	287 (97.6%)

出来形合否判定総括表

工種	道路土工	測点
種別	路体盛土工	合否判定結果 異常値無

測定項目		規格値	判定
天端 標高較差	平均値	-4.1mm	
	最大値(差)	140mm	±50mm
	最小値(差)	-149mm	±150mm
	データ数	1,282	±150mm
	評価面積	1,225m ²	1点/m ² 以上 (1,226点以上)
	棄却点数	3	0.3%未満 (3点以下)
法面 標高較差	平均値	-29.5mm	±80mm
	最大値(差)	148mm	±190mm
	最小値(差)	-190mm	±190mm
	データ数	1,009	1点/m ² 以上 (914点以上)
	評価面積	913m ²	0.3%未満 (3点以下)
	棄却点数	3	

天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1,255 (97.9%)	法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	997 (98.8%)
	規格値の±50% 以内のデータ数	1,201 (93.7%)		規格値の±50% 以内のデータ数	957 (94.8%)

出来形合否判定総括表

工種	道路土工	測点
種別	掘削工	合否判定結果
		異常値無

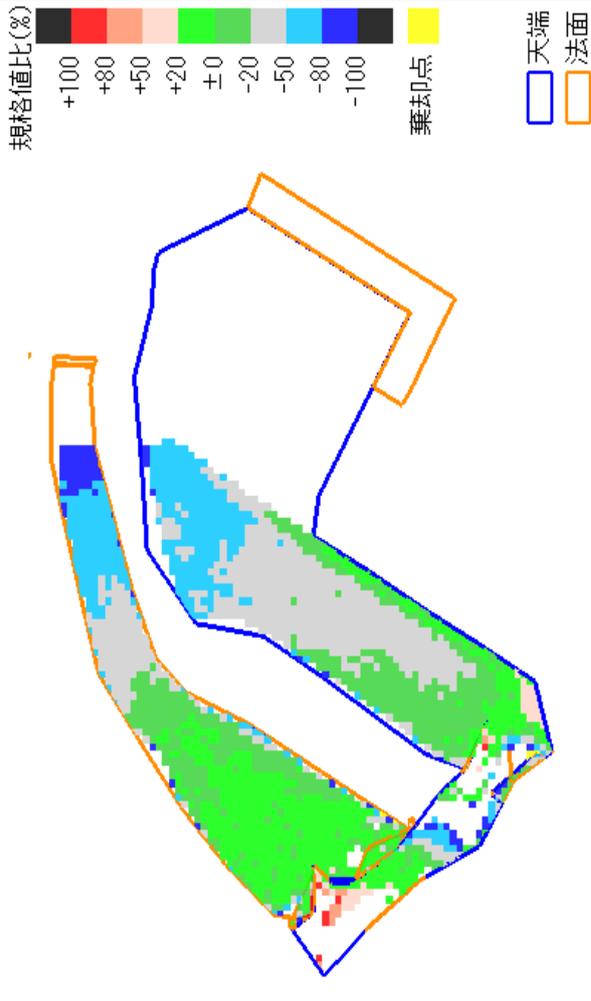
測定項目		規格値	判定
平場 標高較差	平均値	-47.8mm	
	最大値(差)	150mm	
	最小値(差)	-145mm	
	データ数	1,287	
	評価面積	1,235m ²	
	棄却点数	3	
	平均値	-8.0mm	
法面 標高較差	最大値(差)	131mm	
	最小値(差)	-153mm	
	データ数	304	
	評価面積	238m ²	
	棄却点数	0	
	平均値	1,254 (97.4%)	規格値の±80% 以内のデータ数
	最大値(差)	928 (72.1%)	規格値の±50% 以内のデータ数
最小値(差)	300 (98.7%)	規格値の±80% 以内のデータ数	
データ数	292 (96.1%)	規格値の±50% 以内のデータ数	



出来形合否判定総括表

工種	道路土工	測点
種別	路体盛土工	合否判定結果
		異常値無

測定項目		規格値	判定
天端 標高較差	平均値	-37.9mm	
	最大値(差)	145mm	
	最小値(差)	-150mm	
	データ数	1,272	
	評価面積	1,214m ²	
	棄却点数	3	
法面 標高較差	平均値	-38.1mm	
	最大値(差)	190mm	
	最小値(差)	-190mm	
	データ数	1,017	
	評価面積	924m ²	
	棄却点数	3	

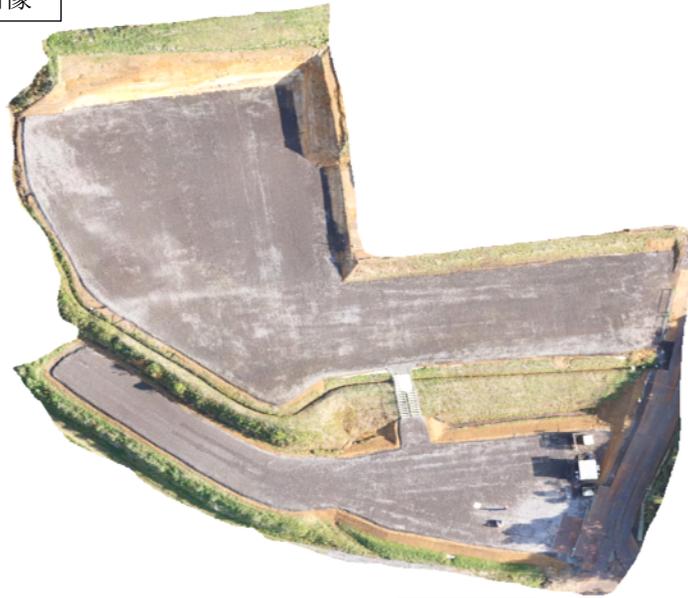


天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1,243 (97.7%)	規格値の±80% 以内のデータ数	953 (93.7%)
	規格値の±50% 以内のデータ数	994 (78.1%)	規格値の±50% 以内のデータ数	809 (79.5%)

計測方法比較

L S 出来形計測と U A V 出来形計測 (U A V ①-case1) での比較

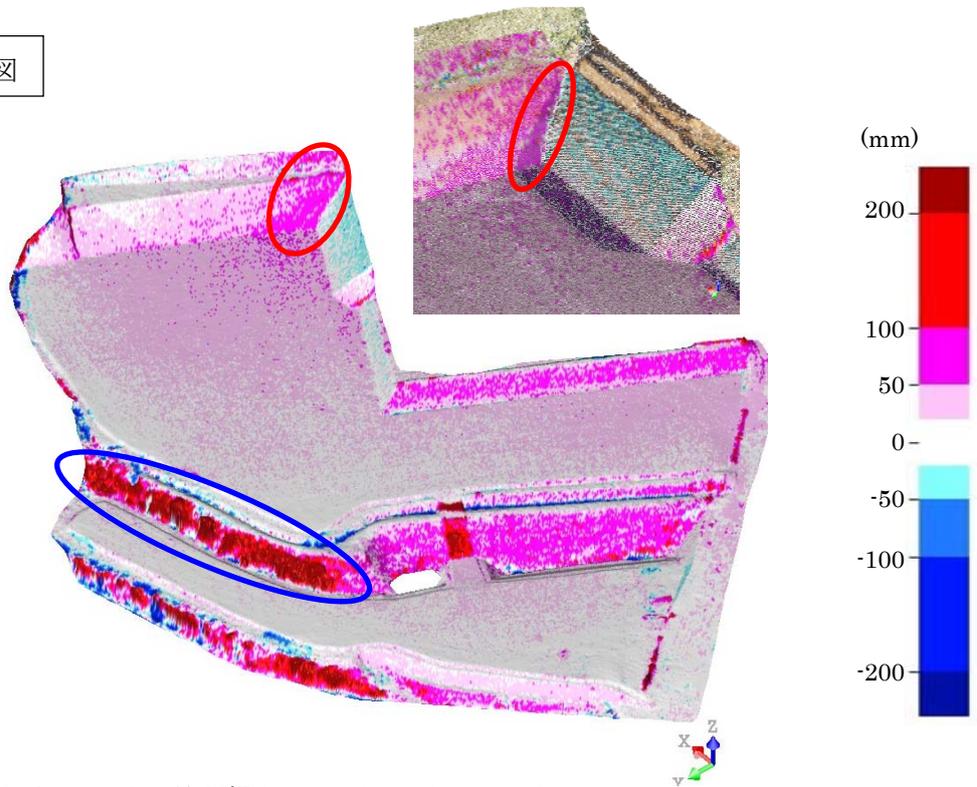
オルソ画像



拡大図

撮影写真の日陰が影響か？

比較図



【考察】

- 整地・法面整形部においては、差が概ね±5cm に収まっていた。
- 赤丸部は+10cm の差があり、撮影写真の日陰が原因か。
- 青丸部は+20cm の差があり、植生が原因と考えられる。
- 日陰や傾斜、構造物がある箇所では誤差が確認できた。

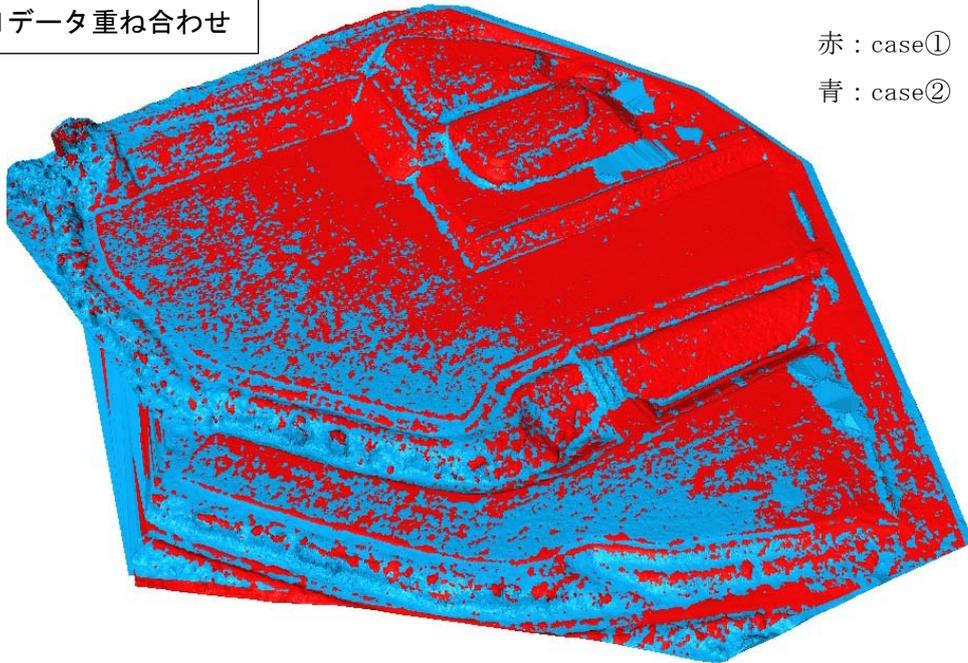
UAV作業規定による3次元出来形測量の実践と作業規定の緩和の可能性把握

① 作業規定の緩和：撮影高度（要求精度：0.05m）

case①：高度 40m 地上解像度 0.01m以下 ラップ率 90%・60%

case②：高度 80m 地上解像度 0.02m以下 ラップ率 90%・60%での比較

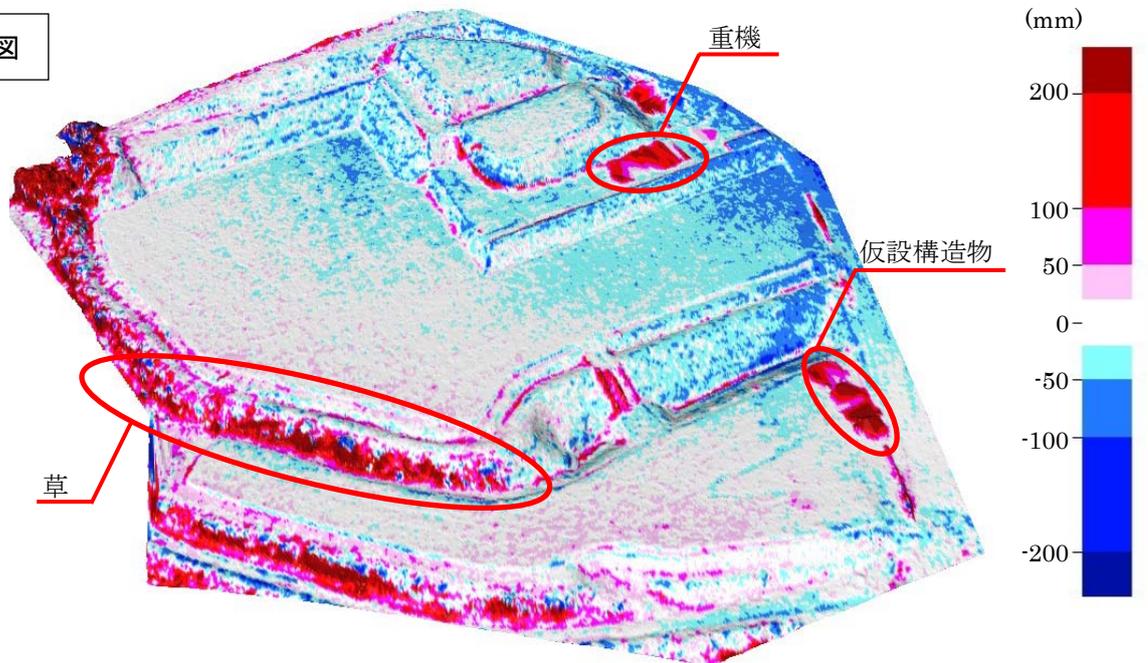
TINデータ重ね合わせ



赤：case①

青：case②

比較図



【考察】

○概ね 5～10cm の誤差となった。

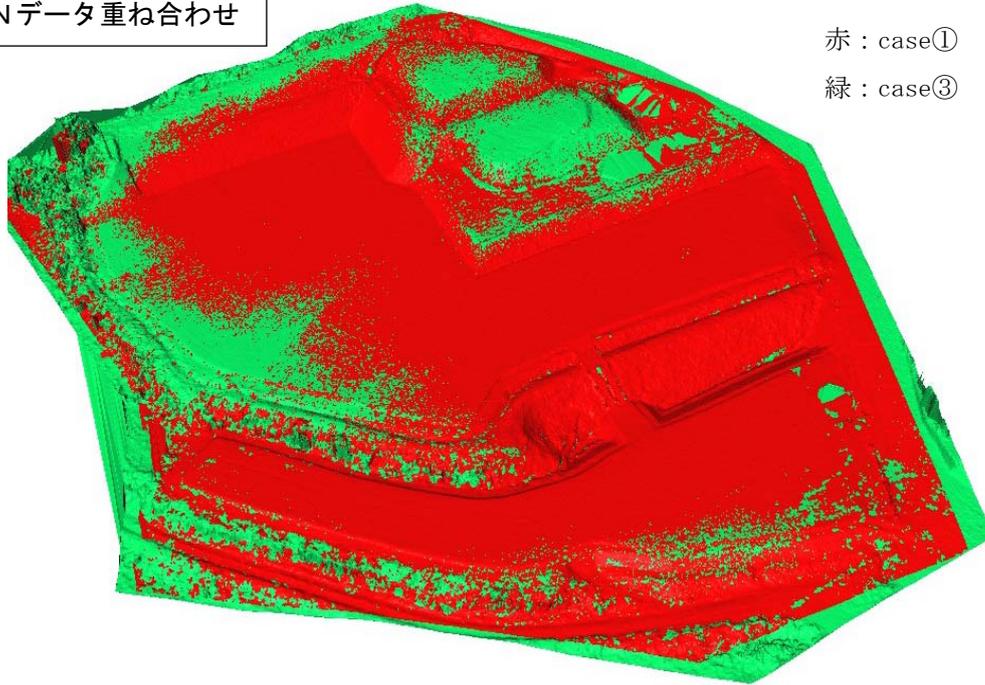
○一部で+10～20cm の誤差が見られ、植生や仮設構造物、重機などによる影響と考えられる。

②作業規定の緩和：撮影ラップ率(要求精度)

case①：高度 40m 要求精度 0.05m ラップ率 90%・60%

case③：高度 40m 要求精度 0.05m ラップ率 70%・40%での比較

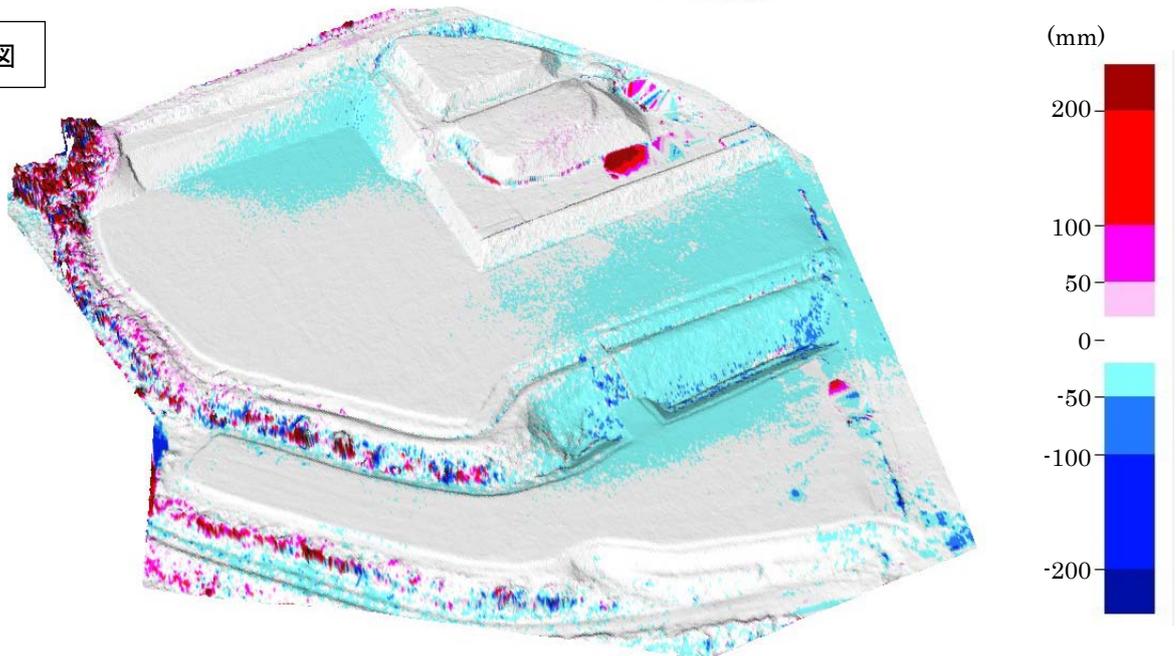
T I Nデータ重ね合わせ



赤：case①

緑：case③

比較図



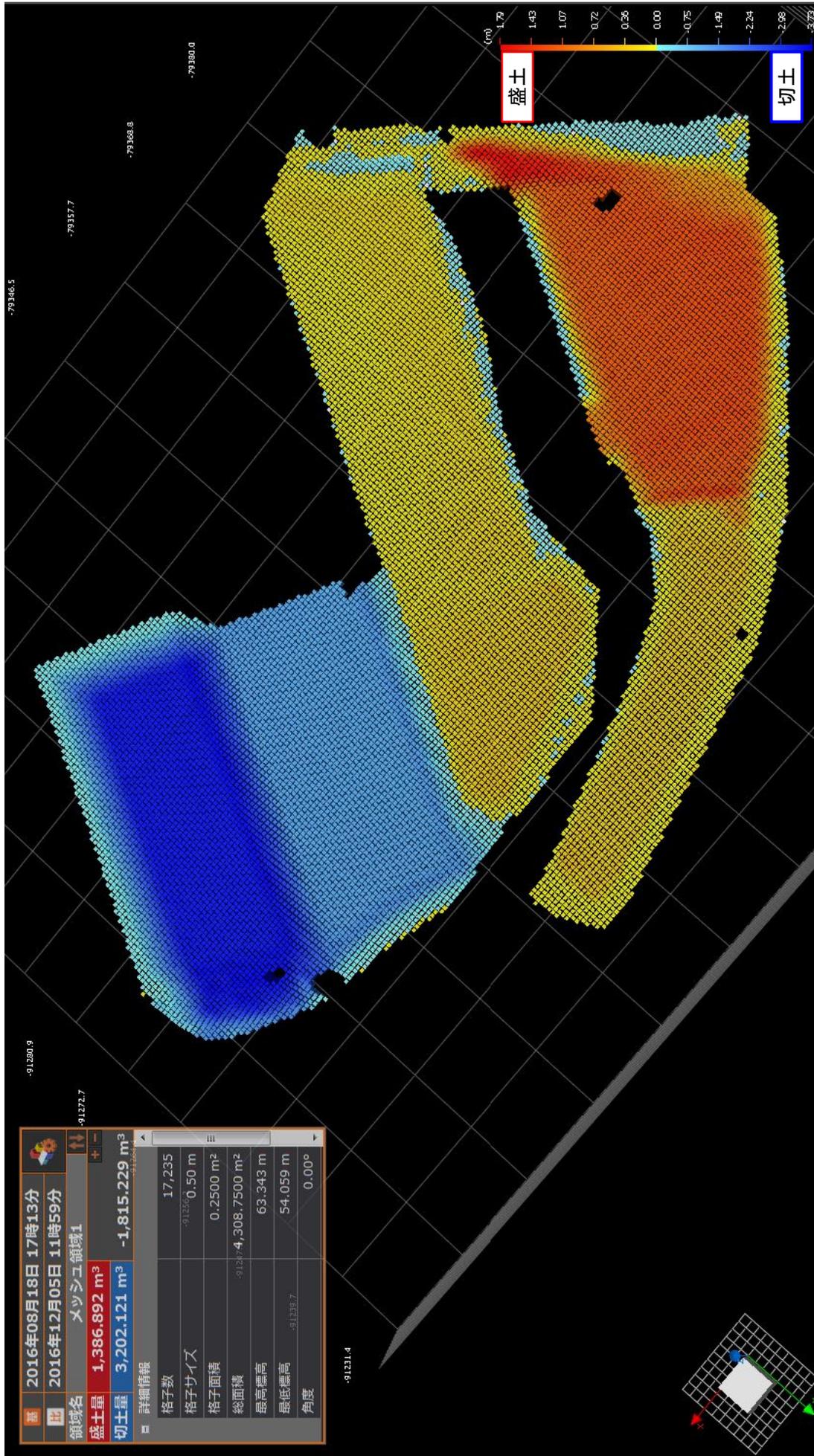
※case B-②-1 を基準面とした。

【考察】

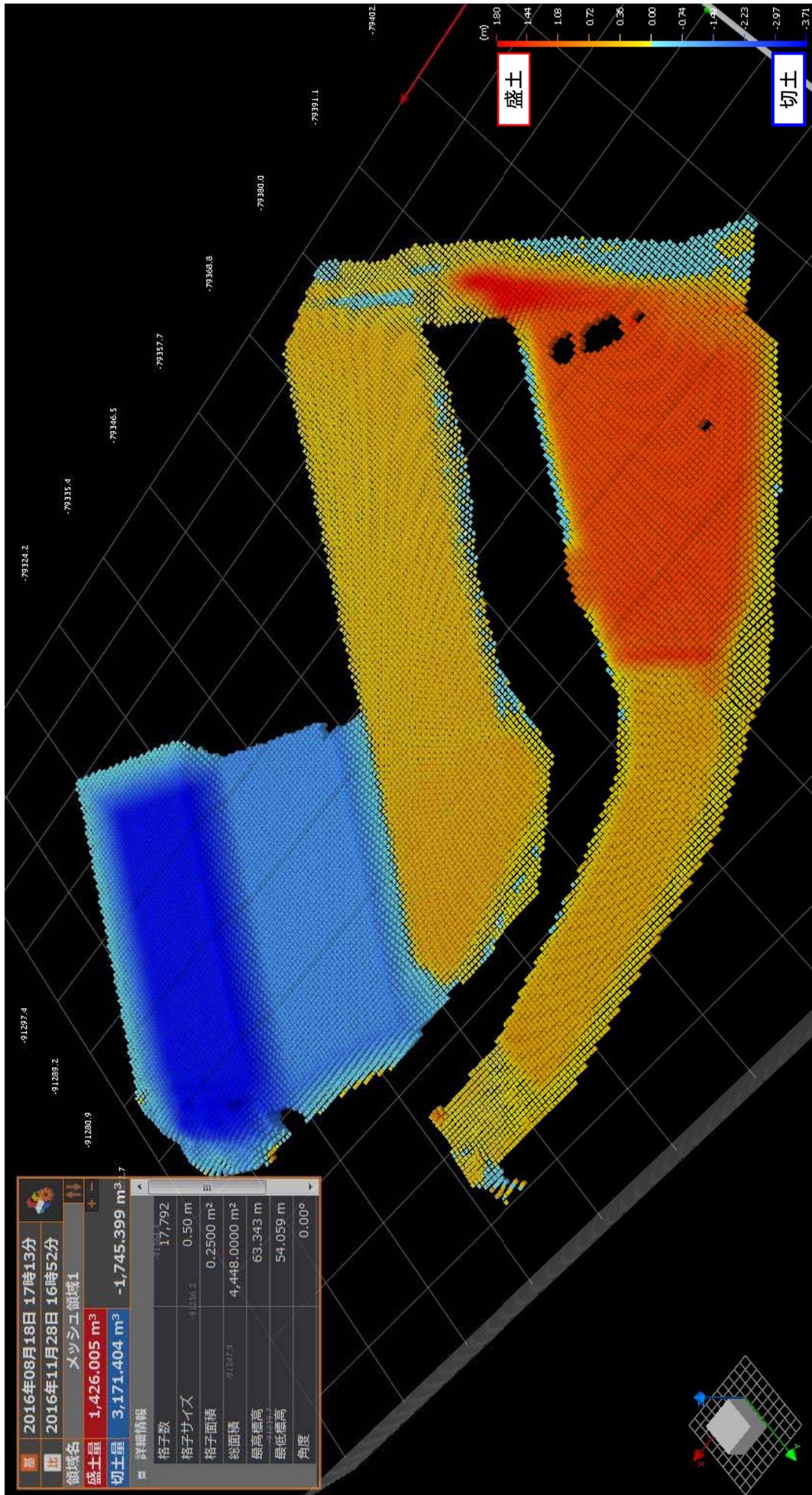
○概ね 0～5cm の誤差となった。

○誤差が偏った箇所にあることから、検証点の配点によるものと考えられる。

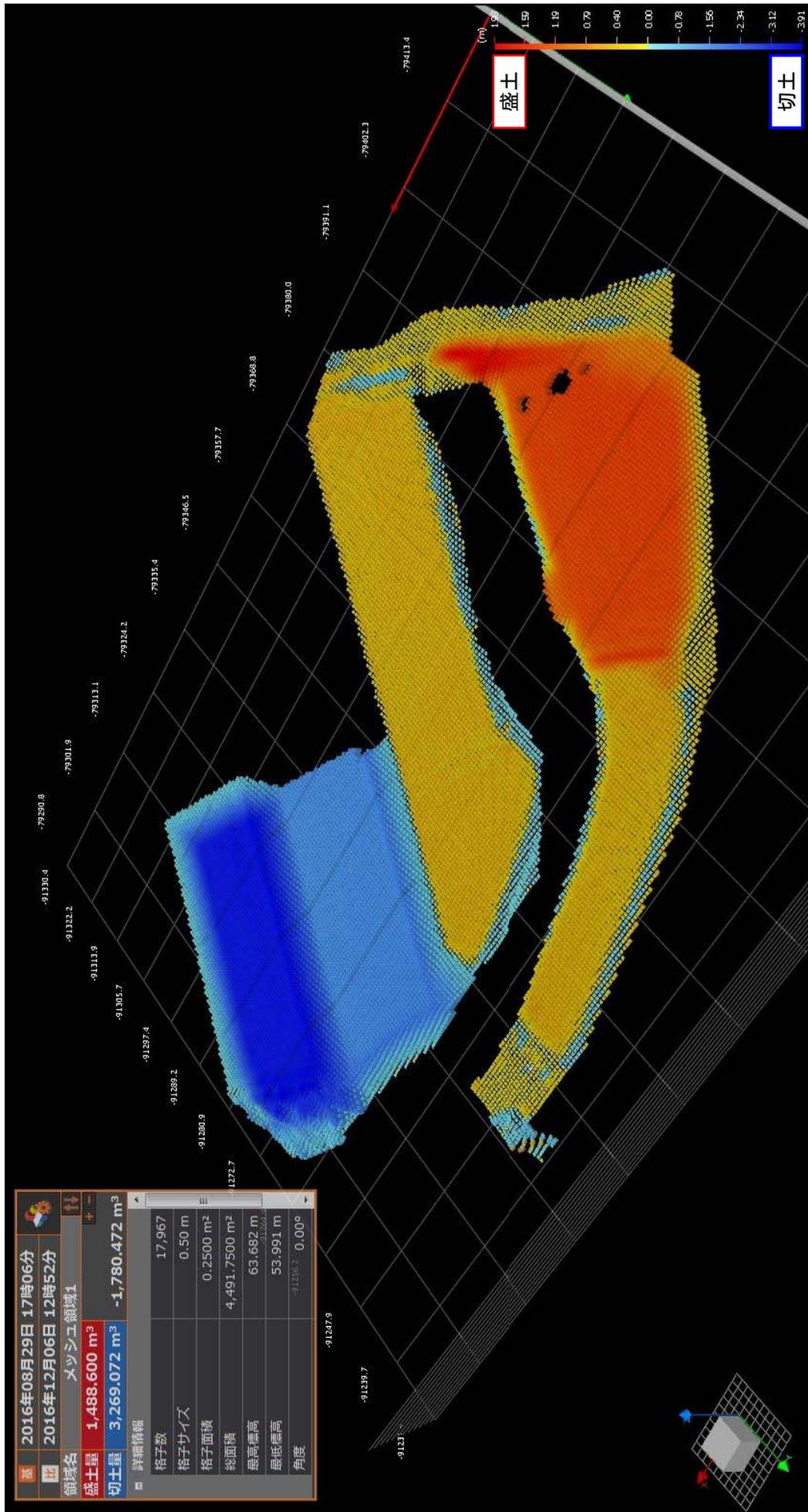
出来形数量の算出 — LS (起工測量と出来形測量より)



出来形数量の算出 — UAV① (起工測量と出来形測量より)



出来形数量の算出 — UAV② (起工測量と出来形測量より)



2) メリット

- ・LS 計測と UAV 計測の実施結果より、出来形合否判定結果が相違することなく、両者とも出来形計測に有効な手法であること、さらに従来の手法に比べ現場作業が省力化されるものである。
- ・出来形合否判定機能を有する解析ソフトによる自動判定の結果、対象範囲全体を工種別に判定結果を出力するため、出来形管理資料の削減や、視覚的判断が容易となる。
- ・解析ソフトによって施工前の 3 次元地形データと 3 次元出来形データを重ね合わせるによる 3 次元土量算出が可能であり、土量計算書等の資料の削減が図られる。
- ・LS 計測は計測実施自体が天候等の左右されやすい UAV に比べ、計画的な現地計測が可能である。
- ・LS 計測は日陰や植生等に影響を受けやすい UAV に比べ、取得精度が高く、信頼性・確実性が高いものである。

3) 課題

- ・施工中の設計変更に伴う 3 次元設計データの修正作業が必要であるものの、現場合せ等での設計変更を必要としない細部修正箇所に対する ICT 活用土工としての適用範囲の判断が求められる。
- ・出来形合否判定が計測・解析後に把握されるものであり、現場で確認できない不安さがある。
- ・出来形管理図（ヒートマップ）に基づく合否判定手法に対する妥当性判断や理解度に課題がある。
- ・出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有した解析ソフトが必須である。
- ・LS 計測は、信頼性・確実性が高い反面、設備費が高騰となる。
- ・天候不良及び天候変化が生じやすい冬期での UAV 計測は、現地調査の実効性や、取得画像からの解析に課題を有する。

3. ICT活用土工の推進に向けて

1) 参加企業からの意見

以下の内容について、参加企業からの意見について次頁に整理する。

- 取組前の感想
- 取組後の感想
- 取組による良かったこと
- 今後の課題・問題点
- ICT活用土工の推進に向けて

	測量(起工測量・出来形測量)	設計	施工
取組前の感想	<ul style="list-style-type: none"> ○ICT施工としてUAV測量を行う事への不安があった。 ○UAVによる空中写真測量の実施や飛行させるための要領・基準を熟知不足であった。 ○UAV飛行実績時間が十分でなかったため、精度確保に不安があった。 ○要領に沿った内容(精度・提出物・標定点検証点配点)ができるか不安だった。 ○中程度の性能のUAVを用いて空中測量できるか不安があった。 ○標高差が5m程度ある地形だったため、飛行ルート設定などが不安だった。 	<ul style="list-style-type: none"> ○3次元設計は、初めての試みで、設計データの完成形がイメージできず出来上がるか不安だった。 ○いくつかの3次元設計CADソフトを有していたが、どれが適しているか不安であった。 	<ul style="list-style-type: none"> ○技術員(21歳):技術員をしているため、ほとんど重機に乗る機会がありません。ブルドーザに初めて乗る事になりました。 ○作業員(35歳):普段は作業員として、仕事を行っています。たまにバックホウを動かす程度なので、整形など出来ないのでは不安・・・ ○熟練運転手(63歳):最初は設定や、モニター操作も面倒で“こんなもの”と思っていた。
取組後の感想	<ul style="list-style-type: none"> ○現地作業について、実際UAV測量を実施してみると、スムーズに行えたと思う。(標定点設置等の事前作業は別として) ○天候に左右されやすく、大型機でないと安定した飛行・空撮が難しい。 ○3次元化の処理に時間を要する(当社ではまだ実績が少ないため) ○写真の枚数が多いのではないかと、工夫の必要があると思われる。 ○機械が繊細すぎて、故障しやすい(雨、落下等) ○何度かやって、内容が把握できた。 ○UAVは短時間な飛行撮影で終わるが、標定点検証点の観測に時間を要する。 ○LSの計測結果は正確ではあるがUAVと比較すると計測に時間が掛かる。 ○UAV測量は初めてだったが、安全管理や安全運行のためのチェックリストなど慣れない作業はあったが、UAVの飛行自体は問題なく行えた。 ○標高の低い地点を基準に飛行高を設定したため、標高の高いところではラップ率などが下がってしまったところがでてしまい、飛行ルート設定の難しさを感じた。 	<ul style="list-style-type: none"> ○3次元設計は通常設計よりも手間がかかることを実感した。 ○3次元設計では3次元地形データから設計コントロールポイントをジャストポイントで特定することが困難であることが把握できた。 ○実動で使用するにより3次元設計CADの特徴把握ができた。 ○3次元地形データがあることにより、地形起伏に応じた設計データが必要となることが把握できた。 ○取付部や端部での設計データ生成に予想以上の設計断面を必要とした。 	<ul style="list-style-type: none"> ○技術員(21歳):前進、後進の操作だけで、ブルドーザのブレードが自動で動き簡単に整地できました。丁張り掛けなくても現場ができあがった。 ○作業員(35歳):運転アシスト機能で経験の浅い私でも、熟練運転手同等の精度で整地、整形をすることができた。運転に自信が持てた。(でもICT建機だからなあ・・・) ○熟練運転手(63歳):慣れると“これは良い”に考えが変わりました。アシスト機能で掘り過ぎを気にせず、思いっきり作業ができた。すごい時代が来た！！
取組による良かったこと	<ul style="list-style-type: none"> ○現場作業の時間短縮は、通常の地上作業より格段に短くできる。 ○気象条件等が良ければ、十分日数短縮等効果は期待できる。 ○UAVによる計測は、短時間で3次元データを取得でき効率良かった。 ○3次元データで扱うのでそれからの凶化が省け、効率良い。 ○現場公開などがマスコミにも取り上げられ、高校生や行政などに取り組みを知ってもらうことができた。 ○UAV測量のためのフィールドを提供して頂けた。 ○UAVやレーザースキャナが通常設計業務での適用性や有効性を確認できた。 ○ICT施工の実務としての流れが経験できて良かった。 ○操縦者の習熟度を向上させることで、作業効率が飛躍的に上がる確証を得た。 ○点群データと共にオルソ画像も生成出来るため関係者に見せやすい。 ○複数の会社がUAVやレーザースキャナで同じ場所での計測したため比較が可能であった。 ○初めての試みであり、若手も含め参画したメンバーの良い勉強の機会となった。(旬なiconに触れる機会の提供) 	<ul style="list-style-type: none"> ○3次元設計モデルが完成すればその後の数量計算等の作業が簡略化される。 ○3次元設計により設計内容を視覚的に照査することができる。 ○CIMへの取り組み(本格的な3次元設計)に向け3次元設計に携わることができ有益であった。 	<ul style="list-style-type: none"> ○丁張り掛け等の手間が少なくなるので、工事全体の管理に尽力できる。 ○アシスト機能で施工精度、施工速度の向上につながった。 ○ある程度の操作が出来る運転手は、熟練運転手同等の仕上がりが期待できる。(バックホウ、ブルドーザ) ○丁張り掛けのミスや施工中に丁張りが動いてやり直しなどの心配がなく安心して施工ができる。 ○重機周りの補助作業員を削減できるので、安全性向上、労務費低減が可能。 ○設計面より過掘をしないため、安心して作業できる。 ○アシスト機能ON、OFFがボタン一つで切り換えできるので用途に合わせた使用が可能。 ○インターネット上で施工の進捗率や、重機がどこで作業しているかを確認できるため、管理上便利。 ○ブルドーザの操作はオートモードにセットすると、排土板が自動で動くため、土を運ぶことだけ考えればいいので、周りを見る余裕もでき、補助作業員もいらぬため、安全かつ、誰でも簡単に整地できる。 ○無駄な動きを抑制できるので、CO2の削減が期待できる。
今後の課題や問題点	<ul style="list-style-type: none"> ○天候に大きく左右されるため工程がずれる場合がある。地形による影等によっても不具合が生じ、環境に左右されやすい。 ○UAVは施工範囲境界ギリギリのデータが伐開、除草状況により不鮮明となる。範囲外に設置した標定も写りづらい場合がある。 ○現地作業が短縮した分、内作業が増加した。また、データが大量にあるため処理を行う時間が使用するパソコンの能力に大きく左右される。 ○写真画像の点群処理においては「解析ソフトの解析精度」と「測量で求められる要求精度」の関係がブラックボックスであるため、今後も精度検証をしていく必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ○施工段階における設計変更や現場対応に対する柔軟なデータ作成に課題がある。 ○ICT建機とのデータの互換性など、要領・基準等では網羅されないブラックボックスがあることも把握された。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ICT建設機械の設定や操作に慣れるまで時間がかかる。 ○起動操作を含め、従来の建設機械よりも起動に時間がかかる。 ○擦り付け部分などアシスト操作では整形できない部分が生じるため熟練の技術が必要となる。 ○軟弱地盤でバックホウを使用した施工を行うには、機械足場の確保や、建機を水平に保つために、熟練の技術を要する。 ○キャリブレーション(起動操作)を確実に行わないと誤差が生じる。 ○機械任せのため入力ミス等があった場合間違っただま作り上げてしまう。 ○バケットの破損したまま施工すると誤差を持ったまま施工することになる。
ICT推進に向けて	<ul style="list-style-type: none"> ○建機メーカーで一連の流れで作業が行えるのに対し、測量会社として何が出来るか、ICT建機が必須なので、建機メーカーの主導になり不安が残る。 ○標定点・検証点観測、ラップ率の基準・要領の緩和 ○ICT活用の推進のため、もしばらく試験フィールドの提供を望む。(季節ごとの飛行条件等の実績検証による、精度確保、機械性能確認、操縦技術の向上) ○測量に関しては、確実に生産性が向上すると思われ、普及していくことを望む。 ○起工測量や出来形測量が独立して発注されることになれば、地域の測量会社等の取組みも加速し、参加機会も増加する。 ○経験を重ねることで、地元測量会社でも十分対応可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ○現時点で3次元設計に対応しているソフトは道路、堤防の工種に限定される。 ○ICT土工を適用できる現場条件が限定的である。(標準断面発注工事や単純断面、直線線形な条件) ○ICT建機にデータを渡すための確実な共通フォーマットの統一など。 ○3D設計は人的資源の課題や専用ソフトが高価であるなど、現時点で敷居が高い。小規模企業への補助制度の充実も必要ではないか。 	<ul style="list-style-type: none"> ○現時点で建機を確保できない。(在庫が薄い) ○建機のリース価格が高い。 ○アシスト機能で施工行う場合、熟練の技術が身につかない。 ○ICT建機が故障したときの代替え、修理の対応は従来建機のようにはいかない。 ○現時点では建機メーカーに頼らないと、データ取り込みや施工ができない。

ICT技術(UAV・LS)の活用①

「秋田県ICT活用土工実証検討会」

【ICT活用土工における適用(UAV撮影・LS計測)】

※平成28年度取組を踏まえて作成したものである。

項目		UAV撮影	LS計測
技術概要	特徴メリット	安全に広範囲を早く撮影できる。 撮影した画像から点群データを生成する。	精度の高い3次元点群データを計測できる。
	設備費用(参考事例値)	300万円程度～	1,200万円程度
	計測最少人数※安全管理等を除く人数	2名	2名

ICT技術の適用に向けた課題

適用条件	○気象条件 ・降雨、降雪時 ・強風、突風時	作業工程が延滞、機体故障	問題無し ※従来の現場測量の条件下と同様である。
	○飛行許可申請条件 ・飛行許可が困難な場合 ・申請手続きに時間を要する場合	飛行不可、作業工程が延滞	問題無し
	○通信条件 ・携帯電話が受信できない場所 ・鉄塔等による妨害電波のある場合	自動飛行が不可 ※自動飛行プログラミングはネット環境下での対応である。	問題無し ※一部基準点測量時に支障あり。
	○地形等条件 ・樹木等による影が生じやすい場所 ・植生が繁茂している場所 ・高低差が著しい傾斜部が多い地形	データ欠損、対象物の精度低下	問題無し ※計測手法での工夫が必要である。
	○積雪条件 ・対象物が積雪によって表面に出していない。	対象物(土工等)が撮影不可 ※積雪を撮影し、解析困難となる。	対象物(土工等)が測定不可 ※積雪を計測する。
	○要求精度条件	精度確保に信頼性が低い ※誤差要因が不明な部分もあり、事前に誤差を解消できない場合もある。 ※ただし、検証点精度等は問題無し。	問題無し ※対象物を直接計測するため、高精度の点群データを入手できる。

ICT技術(UAV・LS)の活用②

「秋田県ICT活用土工実証検討会」

ICT技術のメリット:安全で迅速に3次元地形データを取得・生成(横断面作成、数量規模算定)
地形が目視できる画像の取得(広報・説明資料、画像データ備蓄)

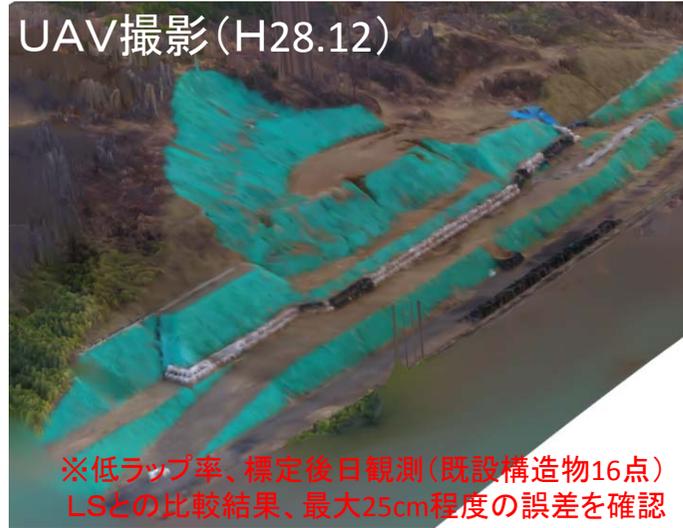
【災害調査における活用】

道路法面の崩壊現場



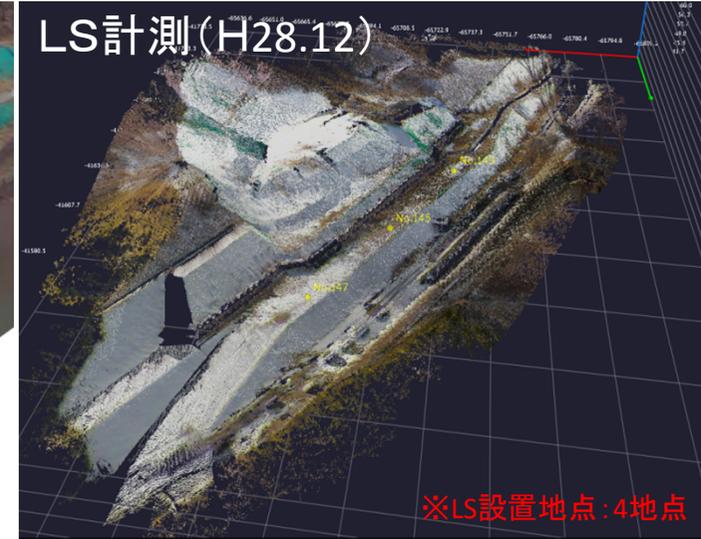
→ ICT技術の活用(UAV撮影、LS計測)

UAV撮影(H28.12)



※低ラップ率、標定後目視測(既設構造物16点)
LSとの比較結果、最大25cm程度の誤差を確認

LS計測(H28.12)



※LS設置地点:4地点

堤防決壊等の緊急復旧が必要な現場ではより効果を発揮

.....面的に3次元データの取得、画像取得



子吉川(石沢川合流部)
H23.6.24発生災害
被災状況確認の様子



子吉川(石沢川合流部)
H23.6.24発生災害
仮復旧作業の様子

雪崩れ災害への適用
LS計測は、積雪時工事現場においてで排雪が必要である。一方で、積雪を計測できることから雪崩れ災害等における雪崩れ規模の算定が可能となる。

ICT技術(UAV・LS)の活用③

「秋田県ICT活用土工実証検討会」

【工事管理】 工事の進捗を視覚的に管理するため、工事期間中における**定点・定期撮影**



第2弾 雄物川下流繋地区工事現場



第2弾 雄物川下流繋地区工事現場



第1弾 遊佐象湯道路工事現場

【広報活動】

UAVから撮影された画像は、各種広報資料として活用される。
ICT技術の紹介を通じた将来の担い手に対する広報活動



撮影を体験



実機を見ながら説明を聞く

マスコミ



UAVによる記念撮影

平成28年度

秋田県 I C T活用土工実証検討

【第2弾 雄物川下流繋地区築堤工事】

報告書（案）

平成29年3月

秋田県 I C T活用土工実証検討会

平成26年10月14日撮影

雄物川下流繋地区築堤工事

ICT活用土工施工 中間報告

平成29年3月24日

秋田振興建設株式会社

工事概要

工事名	雄物川下流繋地区築堤工事
工事場所	秋田市雄和繋地内
工期	H28.8.26~H29.3.24
受注者	秋田振興建設（株）
発注方式	施工者希望Ⅰ型（総合評価段階における提案）
ICT対象工種	築堤盛土工35,400m ³ 、法面整形工6,540m ²
ICT活用項目	①3次元起工測量：レーザースキャナ計測、UAV計測 ②3次元設計データ作成：3次元出来形管理に用いるデータ ③ICT建機：3次元マシンコントロールBD 3次元マシンコントロールBH ④出来形管理：レーザースキャナ計測、UAV計測



雄物川下流繋地区築堤工事_秋田振興建設株式会社

ICT建機

◇導入した建機

工種	ICT建機	従来建機	建機の調達方法
盛土工	KOMATSU D65PXi 1台	KOMATSU D65PX-17 1台	ICT建機はリース契約
法面整形工	KOMATSU PC200i 1台	KOMATSU PC200-10 1台	ICT建機はリース契約

◇ICT建機の経費(1ヶ月あたりのリース料)

建機種類	ICT建機 ※サポート費含み	従来建機との比較
BD【盛土工】	1,895,000-／月	約 220%
BH【法面整形工】	1,215,000-／月	約 273%
GNSS固定局機器	255,000-／月	BD、BH共有
初回のみ付帯費用	221,000-	確認、教育、ローカライゼーション



ICT施工の流れ「起工測量」

レーザースキャナー



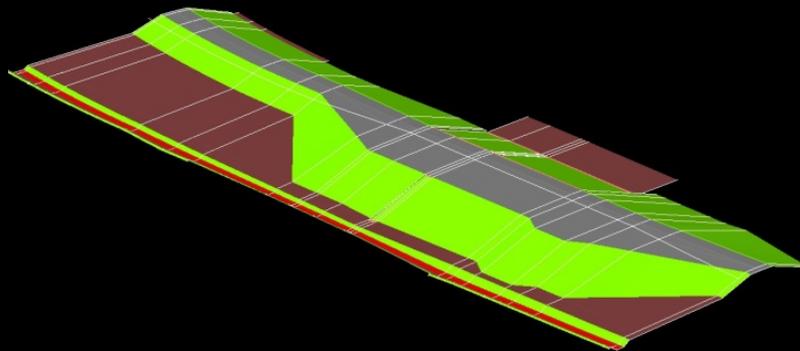
UAV(ドローン)



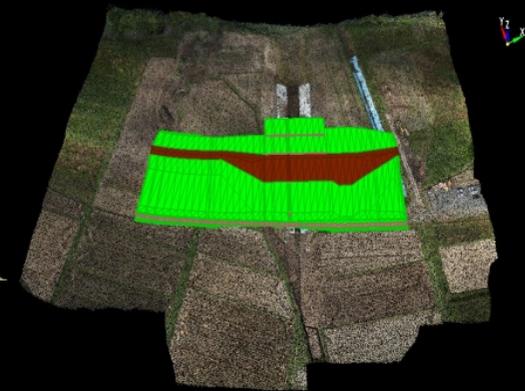
現況点群データ



三次元設計データ



現況・設計重ね合わせ



ICT施工の流れ「施工」

基準局設置



ディリーキャリブレーション



設計データ読み込み



施工



ICT施工の流れ「出来形管理」

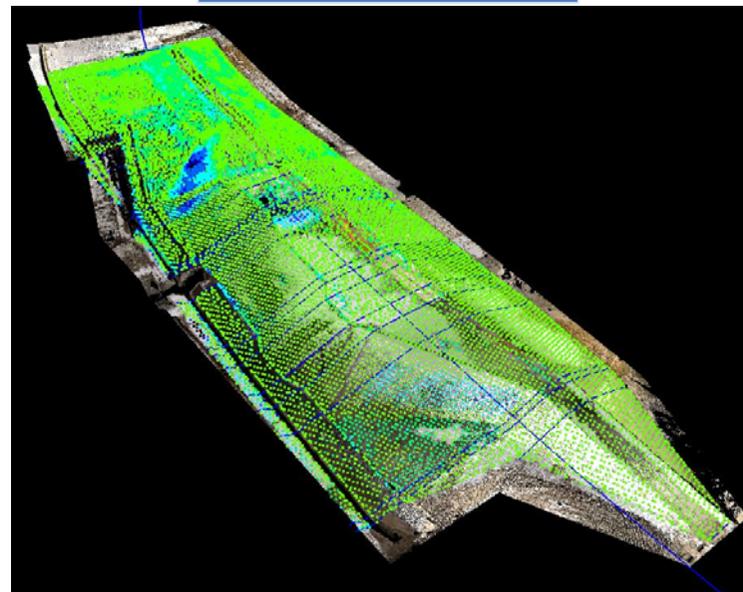
出来形計測状況 (LS)



点群データ

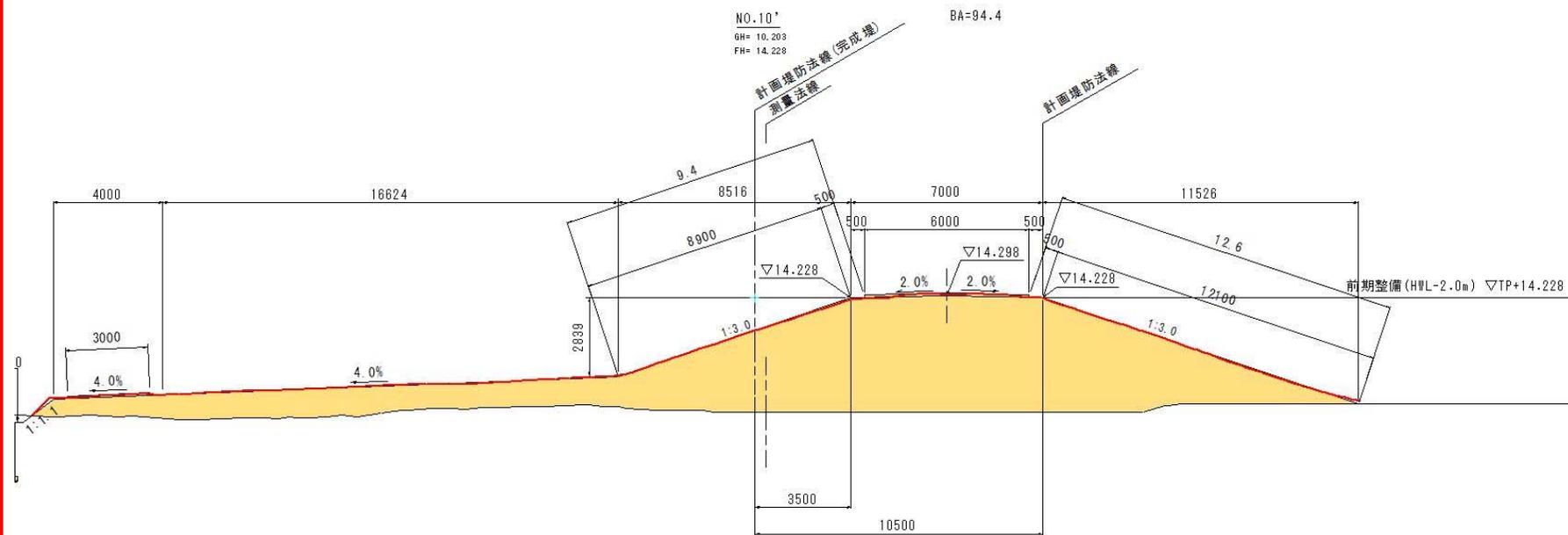


点群データと3D設計図
の重ね合わせ



ICT施工の流れ「出来形管理」

点群データ横断面図 重ね合わせ



ICT土工の長所と短所（従来工法との比較）

項目	長所	短所	備考及び対応策
起工時測量	<ul style="list-style-type: none"> 大幅に外業日数が短縮（7日→3.5日）LS 	<ul style="list-style-type: none"> 計測時期が積雪期となる場合は全面的な除雪が必要になる 計測範囲は除草、伐採をし範囲外へ搬出する必要がある 	
3D設計	<ul style="list-style-type: none"> 現況点群データと三次元設計データを重ね合わせるにより、複雑な形状でも容易に土量を算出できる 	<ul style="list-style-type: none"> 2次元データから3次元データへの変換とチェックに多大な時間を要した 	設計業務における3次元データ化や技術の習熟により大幅に削減可能
作業効率	<ul style="list-style-type: none"> 丁張が不要なため建機の一時的中断の必要がない 法面仕上げの糸張り作業の必要がない オペレーターの技量にとらわれず作業できる ベテランのオペレーターでも機能を十分理解し使いこなせる。（絶賛していた） 	<ul style="list-style-type: none"> 基準局の設置や建機のセットアップなど、日々の管理を要する 	今回工事では盛土材料の供給が制約されたため、建機能力を十分に発揮できなかった
工程管理	<ul style="list-style-type: none"> 丁張が不要なため建機の一時的中断の必要がない 	<ul style="list-style-type: none"> 土工が完成した状態で出来形計測する必要があり、護岸や張芝等、次工程の作業の開始時期が遅れる 	<ul style="list-style-type: none"> 部分的にトータルステーションで対応可能 張芝が完了している状態で出来形計測出来ないか検証中。
安全管理	<ul style="list-style-type: none"> 建機の手元人員が大幅に減少 	<ul style="list-style-type: none"> オペレーターがモニターに気を取られる 	
出来形管理	<ul style="list-style-type: none"> 大幅に外業日数が短縮 	<ul style="list-style-type: none"> 計測時期が積雪期となる場合は全面的な除雪が必要になる 	<ul style="list-style-type: none"> 工程計画で早期に出来形管理が必要になる箇所は部分的にトータルステーションで対応可能

施工実績を踏まえた今後の課題

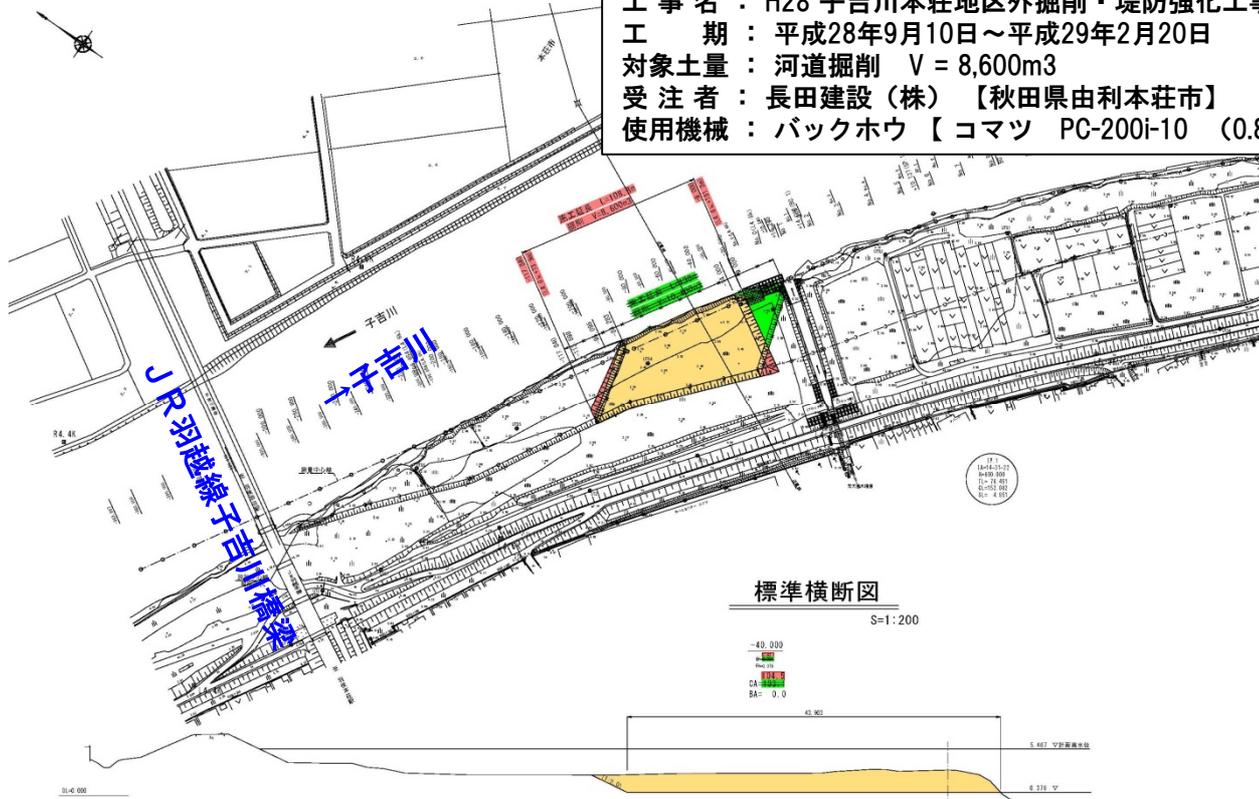
- 起工測量は立木伐採、除草をして範囲外へ搬出する事が必要。
 - ➡ 工事受注後、早期に除草作業等を開始できる工程計画。
- 3D設計データ作成にかかる内業日数が多大になる。
 - ➡ 業務委託段階でICT施工を前提としたデータ作成で大幅に削減可能。
- 建機リース料が高額なため、建機性能をフルに活用する環境づくりが必要である。
 - ➡ 施工時期(積雪期を避ける)、施工ヤード(盛土材料のストック)など、現場条件に則したきめ細かい工事設計が望まれる。
- GNN受信機(トプコン或いはニコトリンブル)によって建機メーカーが統一される不安がある。
 - ➡ 各メーカーを併用して作業できるか検証が必要。
これにより複数のリース会社からの取り寄せが可能になる。
- 出来形管理は全体計測が基本で、大きなクリティカルになる場合がある。
 - ➡ 部分的なTS管理などで対応可能。

【H 2 8 子吉川本莊地区外掘削・堤防強化工事】
受注者　：　長田建設（株）

平成 2 9 年 3 月 1 7 日

工事概要及び施工状況写真

工事名： H28 子吉川本荘地区外掘削・堤防強化工事
工期： 平成28年9月10日～平成29年2月20日
対象土量： 河道掘削 V = 8,600m³
受注者： 長田建設（株）【秋田県由利本荘市】
使用機械： バックホウ【コマツ PC-200i-10（0.8m³級）】



着工前



完成

工事概要及び施工状況写真



起工測量（レーザー・スキャナー）



技術指導状況



モニター操作状況



精度確認状況



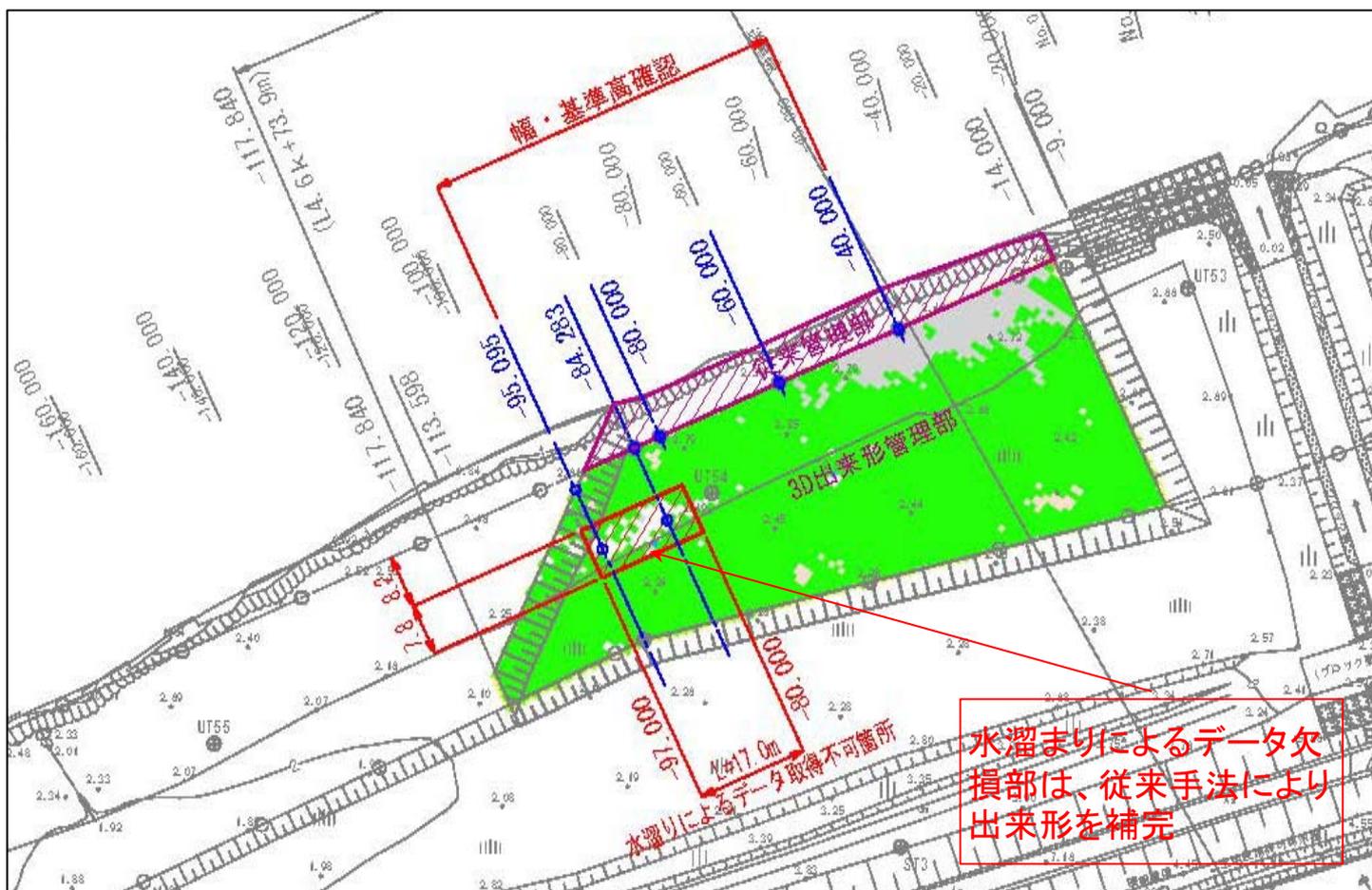
掘削状況



出来形測量（レーザー・スキャナー）

「ICT活用土工」活用現場の声

項 目	内 容
① 施工前に不安に思ったこと	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>長く従来施工にて行ってきたため、丁張りが無い状態で本当に仕上がるのか心配だった。</u> ● <u>重機オペレーターが、ICT建機のモニター画面の操作等を受け入れてくれるか心配だった。</u>
② 施工して見たらどうだった (上記①に対して)	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>仕上がりは非常に良好で、丁張り設置に伴う測量ミス・計算ミスの心配が無くなった。</u> ● <u>当初はICT建機のモニター画面の操作に戸惑ったが、すぐに慣れ、効率よく作業できるようになった。</u>
③ すごく良かった点	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>施工中の丁張設置作業が不要となり、現場職員の労力が軽減される。</u> ● <u>施工中の丁張設置作業が不要なため、現場の時間ロスが少ない。</u> ● <u>掘削作業中の補助作業員が不要となり、重機と作業員の接触事故の心配が無くなる。</u> ● <u>経験の浅いオペレーターでも熟練者と同等の仕上がりとなり、問題なく現場で活用できる。</u> ● <u>特に法面の施工は、熟練者の確保に苦慮する中、今後は若手オペレーターでも対応できると思われる。</u> ● <u>従来施工に比べ、土工事の掘削・法面整形等の精度が良くなり、高品質のものができると思う。</u>
④ まあまあ良かった点	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>掘削土量・仕上り具合などの全体の状況が、パソコン又はスマートフォン等でリアルタイムに把握することが出来る。</u> ● <u>ICTの最新技術を活用することで、建設現場のイメージアップにつながり、現場がスマートで魅力的になる。</u>
⑤ 課題や良くなかった点	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>モニター画面に目を取られて機械運転時に危険を感じる事があった。(川岸付近など)</u> ● <u>設計データの切り替えおよび、操作に専門業者(重機メーカー)が必要である。</u> ● <u>3DMC機械(バックホウ)を導入するに当たり、仙台より重機を運搬する事となり、運搬コストが非常にかかった。</u> ● <u>起工測量及び3D出来形計測に当たり、専用機器や専門知識が必要となり、今後も専門業者に依頼することとなる。</u> ● <u>3D出来形計測についても、起工測量と同等の費用が掛かる。</u> ● <u>水溜まりによるデータ欠損部は、従来手法やTSにより出来形を補完する必要があった。</u>
⑥ 今後、ICT活用土工を行うことについて	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>ICT活用に伴う、施工精度、生産性、安全性の向上を期待し、今後、ICT活用土工の積極的な導入を視野に入れている。</u> ● <u>小規模な現場でも活用できれば、非常に効率化につながると思われるが、ICT建機のリース料・3D設計データ作成などの価格が高く、活用できる現場は限られてくると思われる。</u>
⑦ 今回のICT活用にあたって困ったこと	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>ICT活用に伴う提出書類について、まだ経験が無く、周囲にも判る人がいないため、作成に苦慮している。</u> ● <u>当初、3Dデータ及び3D設計データをこれまで取引のある複数の地元測量業者に作業依頼したが、繁忙期であったため断られ、作業工程も考慮し重機リース会社に一括で依頼、作業を実施することになった(ICTに対応できる測量業者の把握不足があった)。</u>



～ 従来手法による掘削幅・掘削高の確認 ～



検査区分	確認・立会
工種	河川土工
種別	掘削工
細別	掘削(ICT建設機械)
検測内容	出来形確認
位置	本荘工区 No.0-84.283m
内容説明	3D出来形管理のデータ取得不可箇所を従来の管理方法により確認 W=36.839m(36.900)+61



検査区分	確認・立会
工種	河川土工
種別	掘削工
細別	掘削(ICT建設機械)
検測内容	出来形確認
位置	本荘工区
内容説明	3D出来形管理のデータ取得不可箇所を従来の管理方法により確認 No.0-95.095 No.0-84.283 各2点(計3点) ※結果別紙

第2回秋田県 ICT 活用土工実証検討会
平成29年3月17日(金) 10:00～
秋田河川国道事務所 大会議室

秋田県におけるICT活用工事について

人材育成

「建設ICT講習会」を開催します。

試行工事

平成29年度から「ICT活用試行工事」を実施します。

情報共有

ICT活用工事に関係する技術の検証を勉強会で実施します。

1 講習会等

県から国開催のICT土工活用工事見学会へ25名の職員派遣

H28.10.6 遊佐象潟道路 12名参加

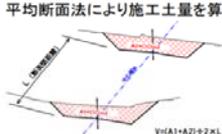
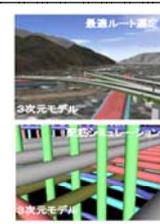
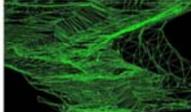
H28.11.18 秋田市雄和新波地区河川土工工事 13名参加

時期	題名/内容/場所	講師	対象者	実施予算の想定
講習会 5月 24日	建設ICT講習会 ICTの概要、具体の現場 秋田県市町村会館	国土交通省(予定) 秋田県 (一社)日本建設機械施 工協会東北支部	発注者(農林部・建設部) 受注者(測量・設計会社) 受注者(施工会社)	1会場 200名程度
先進地 派遣 6月	ICT先進地研修 ICTの現場における実習 (コマツIoTセンター)予定	コマツIoTセンター 宮城県黒川郡大郷 町	発注者(建設部) ICT活用試行工事担当者	10名程度
説明会 9月	積算基準説明会 仕様書及び積算基準のICT 基準、歩掛関係の説明	秋田県	発注者(農林部・建設部) (以下、予定) 受注者(測量・設計会社) 受注者(施工会社)	3会場 (100名以上)
研修 6月	ICT技術研修(仮称) [Photg-CAD] 自治研修所	JACIC 東北地方センター (予定)	発注者(建設部)の災害担当者	20名程度
研修 10～ 11月	ICT技術研修(仮称) [応用編] 自治研修所	秋田県 (一社)日本建設機械施 工協会東北支部	発注者(建設部)のICT活用試 行工事の監督職員	20～30名 程度

2 ICT活用工事の定義

国では次表の①～⑤全てを履行することを「ICT活用工事」と定義していますが、秋田県は、いずれかの段階を実施出来れば「ICT活用工事」として運用します。

当面の間、秋田県が実施する“i-con”

	測量	設計	工事	成果品
従前	 (2次元の平面図)	平均断面法により施工土量を算出  VH(A1+A2)+2ML	<施工現場>  従来 目標で確認 繰り出し作業 補助員 竣工後のメンテナンス <検査>  施工延長200mにつき1ヶ所検査 書類による検査	 (2次元の平面図)
i-con	レーザースキャナ UAV  ナローマルチビーム 3次元測量点群データの取得	鉄道ルート選定  3次元モデル化 3次元CADによる設計	情報化施工  高精度 自動制御 建設現場のIoT ※ <施工現場> ・建設現場のIoT ※	 (3次元測量点群データ)
	① 3次元測量	② CIM (3次元)	③ 建設現場のIoT	④ 出来形管理 ⑤ 3次元納品

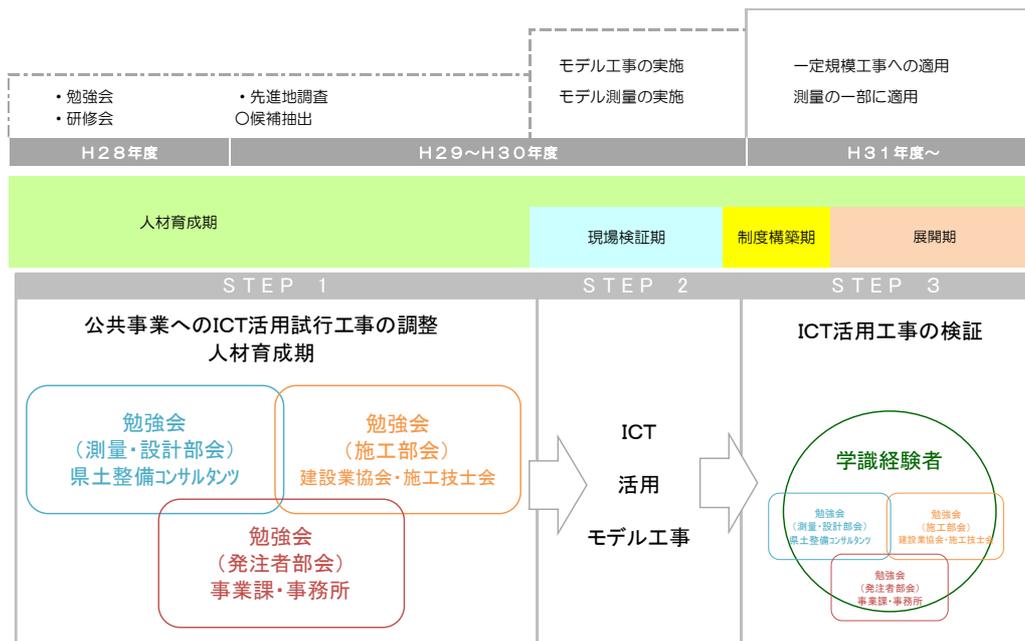
3 勉強会

H29.3.10 現在

	部会名	委員所属	開催日
勉強会	測量・設計部会 (5名)	秋田県県土整備コンサルタンツ協会	平成 28 年 11 月 7 日 平成 28 年 12 月 9 日 平成 29 年 3 月 23 日(予定)
	施工部会 (10名)	秋田県建設業協会 秋田県土木施工管理技士会	平成 29 年 1 月 24 日 平成 29 年 3 月 23 日(予定)
	発注者部会	県職員 (ICT活用試行工事の担当者)	H29開催予定

勉強会の方針

- 1) 部会は「測量・設計」「施工」「発注者」を設ける。
- 2) 基本は、各部会の開催とするが、必要に応じて合同部会を開催する。
- 3) 当初の委員は、各協会の推薦又は技術管理課の選考とする。
- 4) 委員は、検討内容に応じて拡充することができる。
- 5) 最終段階には、学識経験者の意見を反映させるための組織に進展する。



今後の展開イメージ

建設業の生産性向上と担い手確保・育成に関する取組について

秋田県議会建設委員会提出資料

平成29年2月16日

技術管理課

1 概要

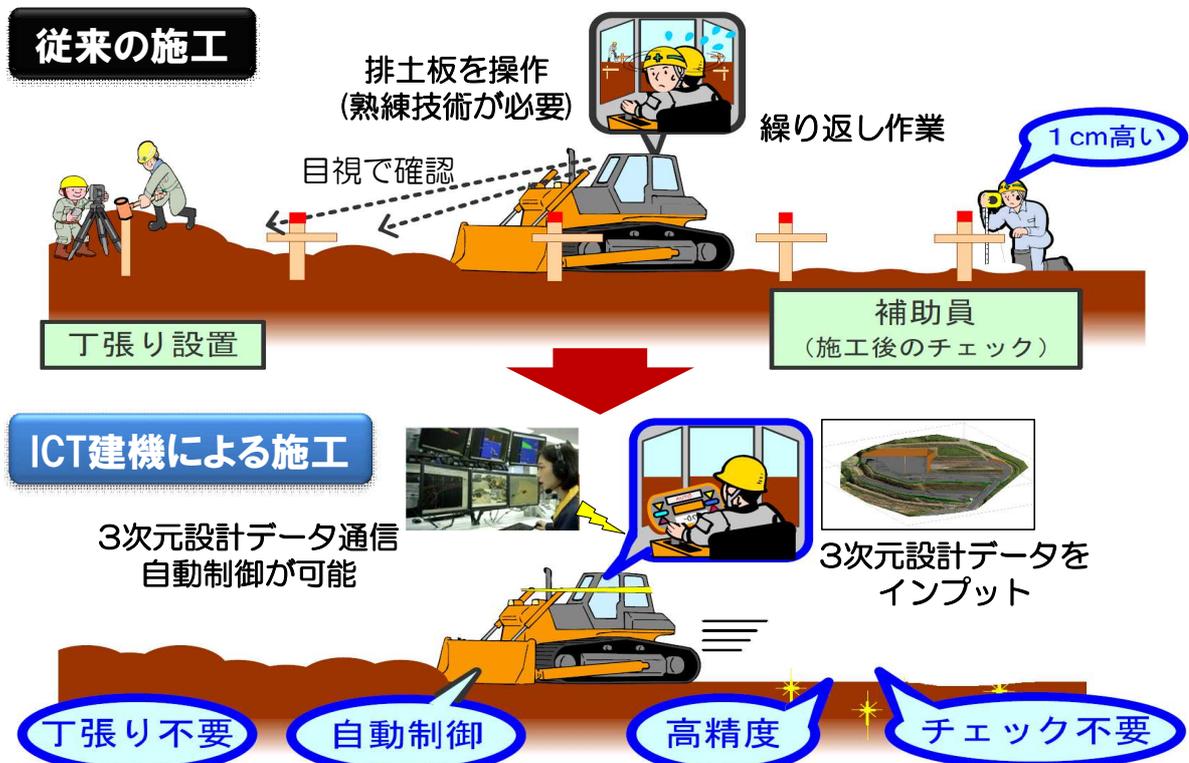
- 本県建設業においては、従事者の高齢化や若年層の減少に伴う担い手不足が懸念されており、建設業の生産性向上や将来を見据えた担い手の確保・育成が喫緊の課題となっている。
- このため県では、これまでの担い手確保・育成に取り組む企業へのインセンティブの付与や若手技術者のキャリアアップへの支援等に加え、今年度から建設業審議会において、今後の推進方策についての議論を進めているところである。
- こうした中、建設業の生産性向上や担い手の確保・育成に向けた事業面からの取組として、次の試行工事の実施や施工時期等の平準化に向けた新たな制度を創設する。

2 試行工事の実施

(1) ICT土工（生産性向上）

- ・建設業の生産性向上及び魅力ある建設業の実現を目的に、ICT建機※を活用した試行工事を実施

※ICT建機とは：情報通信技術（Information and Communication Technology）を活用し、自動制御が可能な建設機械



出典：国土交通省 i-Construction委員会資料

ICT建機を活用した施工イメージ

(2) 完全週休二日制（担い手確保・育成）

- ・建設業への入職しやすい環境づくりを目的に、土日祝日を休暇とする完全週休二日制試行工事を実施

(3) 女性技術者登用（担い手確保・育成）

- ・建設業への女性への入職促進や、就労継続に向けた環境整備を推進するため、女性技術者の配置を入札参加要件とする試行工事を実施

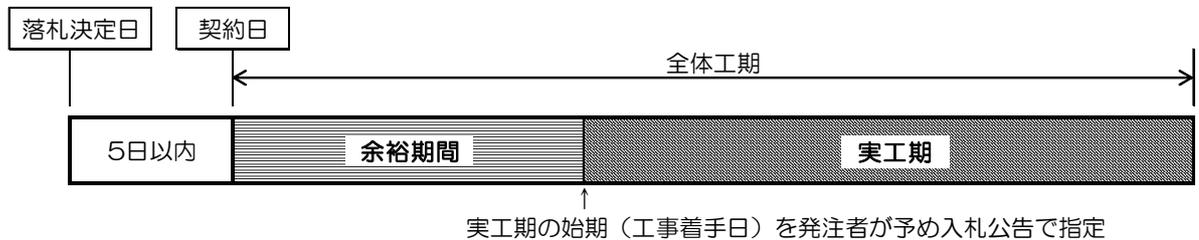
3 施工時期等の平準化に関する取組

- ・年度内の工事量の偏りを解消し、年間を通じた工事量の安定化を図るため、年度当初における工事の早期発注や債務負担行為の活用等に加え、新たに「余裕期間制度」を導入する。
- ・本制度の活用により、柔軟な工期設定を通じて受注者が建設資材や労働者などを確保できるようになり、受注者側の観点から平準化が図られることになる。

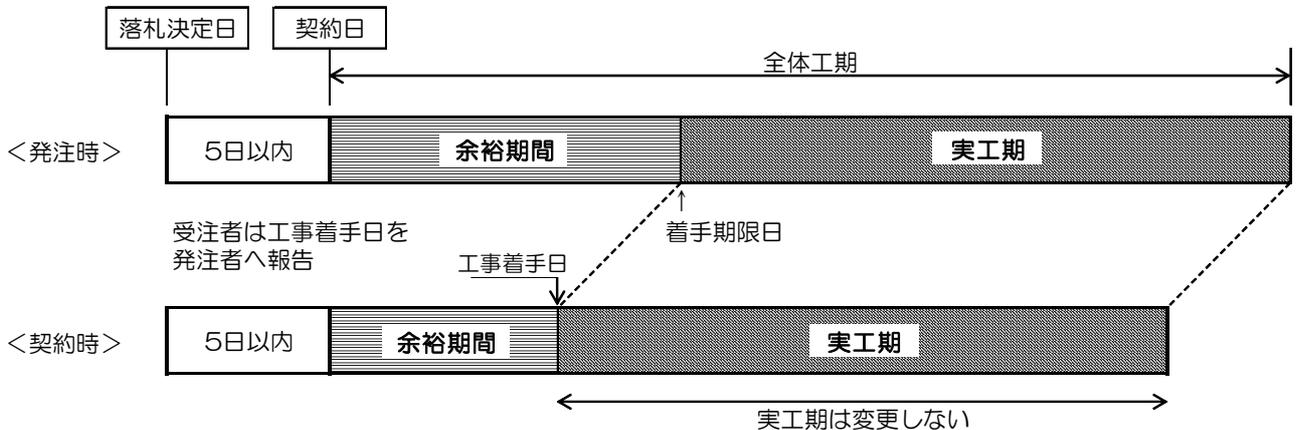
余裕期間のタイプ

- ・発注者指定方式：発注者があらかじめ工事着手日を指定する方式
- ・任意着手方式：受注者が着手期限日までの余裕期間内に工事着手日を選択できる方式

・発注者指定方式のイメージ



・任意着手方式のイメージ



秋田 i-Construction

ICT活用土工実証検討会

- ・秋田県建設業協会
- ・東北測量設計協会
- ・秋田河川国道事務所

■ 目的

- 秋田県内におけるi-Construction推進に向け、UAVを用いた測量技術・ICT建機活用による土工実証を「発注者・測量設計者・施工者」が連携・協力して試行的取り組みを実施します。
- 得られた成果とノウハウを共有して組織のPRを図り、県内i-Constructionのプラットフォームとしての役割を果たすものです。

■ 活動内容

- (1) i-Construction を実行するための調査、検討等。
- (2) 各種業界との意見交換やヒアリングを通じた情報収集及びデータの蓄積・共有に関する活動。
- (3) i-Construction 技術の周知活動。(講習会、現場見学会等)
- (4) i-Construction の技術支援、広報活動。

■ 開催状況

平成28年8月6日

- 第1回 ICT活用土工実証検討会
- ・[検討会資料\(全体実証計画 等\)](#)

平成28年10月6日

- 現場公開(遊佐象潟道路:関地区道路改良工事現場)
- ・[チラシ](#)
- ・[i-Construction \(ICT土工\)説明パネル](#)
- ・[公開状況写真](#)

平成28年11月17日～18日

- 現場公開(雄物川下流:繋地区築堤工事現場)
- ・[チラシ](#)
- ・[公開状況写真](#)

平成29年3月17日

- 第2回 ICT活用土工実証検討会
- ・[検討会資料\(実証結果:測量・設計・施工 等\)](#)

■ i-Construction の技術支援の体制

秋田県内の i-Construction 推進のための支援体制として、本検討会の関係機関(秋田県建設業協会、東北測量設計協会、秋田県、秋田河川国道事務所)を中心とした、

[「秋田 i-Construction プラットフォーム」](#)

を設置し、i-Construction の実施にあたっての技術支援を行っていきます。



国土交通省 東北地方整備局 秋田河川国道事務所
〒010-0951 秋田県秋田市山王1丁目10-29
電話:018-823-4167(代表)
[各課への直通電話はこちら](#)
MAIL:thr-akita01@mlit.go.jp

- ① [リンク・著作権・プライバシーポリシー](#)
- ② [お問い合わせ](#)
- ③ [モバイルサイト](#)

携帯サイト



Copyright (c)秋田河川国道事務所. All rights reserved.

秋田 i-Construction

■ 秋田i-Constructionプラットフォーム



■ 秋田河川国道事務所 工務第二課

〒010-0951 秋田市山王一丁目10-29
Tel. 018-864-2287 (直通)

■ (一社)東北測量設計協会

〒980-0014 宮城県仙台市青葉区本町
3丁目6-17 (勾当台さのやビル6F)
Tel. 022-263-0922

■ (一社)秋田県建設業協会

〒010-0951 秋田県秋田市山王4-3-10
Tel. 018-823-5495

■ ICT活用工事実証検討結果

○ノウハウ集(※準備中)

[・ICT土工留意点\(良かったこと、困ったこと\)](#)

[・ICT技術の活用\(応用編\)](#)

■ ICT活用工事実施工事(秋田県内)

[・平成28年度](#)



国土交通省 東北地方整備局 秋田河川国道事務所

〒010-0951 秋田県秋田市山王1丁目10-29

電話:018-823-4167(代表)

[各課への直通電話はこちら](#)

MAIL:thr-akita01@mlit.go.jp

[リンク・著作権・プライバシーポリシー](#)

[お問い合わせ](#)

[モバイルサイト](#)

携帯サイト



Copyright (c)秋田河川国道事務所. All rights reserved.

③ICT活用土工の留意点

○：第1弾遊佐象潟道路からの意見 ■：第2弾雄物川下流繋地区からの意見

	測量(起工測量・出来形測量)	設計	施工
取組前の感想	<p>○ICT施工としてUAV測量を行う事への不安があった。 ○UAVによる空中写真測量の実施や飛行させるための要領・基準を熟知不足であった。 ○UAV飛行実績時間が十分でなかったため、精度確保に不安があった。 ○要領に沿った内容(精度・提出物・標定点検証点配点)ができるか不安だった。 ○中程度の性能のUAVを用いて空中測量できるか不安があった。 ○標高差が5m程度ある地形だったため、飛行ルート設定などが不安だった。</p>	<p>○3次元設計は、初めての試みで、設計データの完成形がイメージできず出来上がるか不安だった。 ○いくつかの3次元設計CADソフトを有していたが、どれが適しているか不安であった。</p>	<p>○技術員(21歳):技術員をしているため、ほとんど重機に乗る機会がありません。ブルドーザに初めて乗る事になりました。 ○作業員(35歳):普段は作業員として、仕事を行っています。たまにバックホウを動かす程度なので、整形など出来ないのが不安・・・ ○熟練運転手(63歳):最初は設定や、モニター操作も面倒で“こんなもの”と思っていた。</p>
取組後の感想	<p>○現地作業について、実際UAV測量を実施してみると、スムーズに行えたと思う。(標定点設置等の事前作業は別として) ○天候に左右されやすく、大型機でないと安定した飛行・空撮が難しい。 ○3次元化の処理に時間を要する(当社ではまだ実績が少ないため) ○写真の枚数が多いのではないかと、工夫の必要があると思われる。 ○機械が繊細すぎて、故障しやすい(雨、落下等) ○何度かやって、内容が把握できた。 ○UAVは短時間な飛行撮影で終わるが、標定点検証点の観測に時間を要する。 ○LSの計測結果は正確ではあるがUAVと比較すると計測に時間が掛かる。 ○UAV測量は初めてだったが、安全管理や安全運行のためのチェックリストなど慣れない作業はあったが、UAVの飛行自体は問題なく行えた。 ○標高の低い地点を基準に飛行高を設定したため、標高の高いところではラップ率など下がってしまったところがでしまい、飛行ルート設定の難しさを感じた。</p>	<p>○3次元設計は通常設計よりも手間がかかることを実感した。 ○3次元設計では3次元地形データから設計コントロールポイントをジャストポイントで特定することが困難であることが把握できた。 ○実動で使用することにより3次元設計CADの特徴把握ができた。 ○3次元地形データがあることにより、地形起伏に応じた設計データが必要となることが把握できた。 ○取付部や端部での設計データ生成に予想以上の設計断面を必要とした。</p>	<p>○技術員(21歳):前進、後進の操作だけで、ブルドーザのブレードが自動で動き簡単に整地できました。丁張り掛けしなくても現場ができ上がった。 ○作業員(35歳):運転アシスト機能で経験の浅い私でも、熟練運転手同等の精度で整地、整形をすることができた。運転に自信が持てた。(でもICT建機だからなあ・・・) ○熟練運転手(63歳):慣れると“これは良い”に考えが変わりました。アシスト機能で掘り過ぎを気にせず、思いっきり作業ができた。すごい時代が来た！！</p>
取組による良かったこと	<p>○現場作業の時間短縮は、通常の地上作業より格段に短くできる。 ○気象条件等が良ければ、十分日数短縮等効果は期待できる。 ○UAVによる計測は、短時間で3次元データを取得でき効率良かった。 ○3次元データで扱うのでそれからの図化が省け、効率良い。 ○現場公開などがマスコミにも取り上げられ、高校生や行政などに取り組みを知ってもらうことができた。 ○UAV測量のためのフィールドを提供して頂けた。 ○UAVやレーザースキャナが通常設計業務での適用性や有効性を確認できた。 ○ICT施工の実務としての流れが経験できて良かった。 ○操縦者の習熟度を向上させることで、作業効率が飛躍的に上がる確証を得た。 ○点群データと共にオルソ画像も生成出来るため関係者に見せやすい。 ○複数の会社がUAVやレーザースキャナで同じ場所での計測したため比較が可能であった。 ○初めての試みであり、若手も含め参画したメンバーの良い勉強の機会となった。(旬なi-conに触れる機会の提供) ■従来工法を比較して、外業日数は大幅に短縮できた。</p>	<p>○3次元設計モデルが完成すればその後の数量計算等の作業が簡略化される。 ○3次元設計により設計内容を視覚的に照査することができる。 ○CIMへの取り組み(本格的な3次元設計)に向け3次元設計に携わることができ有益であった。 ■3次元データにより施工の仕上がりが容易にイメージする事が可能となった。</p>	<p>○丁張り掛け等の手間が少なくなるので、工事全体の管理に尽力できる。 ○アシスト機能で施工精度、施工速度の向上につながった。 ○ある程度の操作が出来る運転手は、熟練運転手同等の仕上がりが期待できる。(バックホウ、ブルドーザ) ○丁張り掛けのミスや施工中に丁張りが動いてやり直しなどの心配がなく安心して施工ができる。 ○重機周りの補助作業員を削減できるので、安全性向上、労務費低減が可能。 ○設計面より過掘をしないため、安心して作業できる。 ○アシスト機能ON、OFFがボタン一つで切り換えできるので用途に合わせた使用が可能。 ○インターネット上で施工の進捗率や、重機がどこで作業しているかを確認できるため、管理上便利。 ○ブルドーザの操作はオートモードにセットすると、排土板が自動で動くため、土を運ぶことだけ考えればいいので、周りを見る余裕もでき、補助作業員もいらぬため、安全かつ、誰でも簡単に整地できる。 ○無駄な動きを抑制できるので、CO2の削減が期待できる。 ■経験の浅いオペレーターでも均一な敷均し厚の確保や正確な法面勾配の削り取りが可能。 ■建機廻りでの作業員の配置が不要になり施工の安全性が向上。 ■丁張作業による建機作業中止は無くなる。(建機稼働時の作業能力は従来工法とほぼ同等)</p>
今後の課題や問題点	<p>○天候に大きく左右されるため工程がずれる場合がある。地形による影等によっても不具合が生じ、環境に左右されやすい。 ○UAVは施工範囲境界ギリギリのデータが伐開、除草状況により不鮮明となる。範囲外に設置した標定も写りづらい場合がある。 ○現地作業が短縮した分、内作業が増加した。また、データが大量にあるため処理を行う時間が使用するパソコンの能力に大きく左右される。 ○写真画像の点群処理においては「解析ソフトの解析精度」と「測量で求められる要求精度」の関係がブラックボックスであるため、今後も精度検証をしていく必要がある。 ■着手測量が積雪期となる場合は、全面的な除雪が必要になるので採用には問題が伴うこと。</p>	<p>○施工段階における設計変更や現場対応に対する柔軟なデータ作成に課題がある。 ○ICT建機とのデータの互換性など、要領・基準等では網羅されないブラックボックスがあることも把握された。 ■点群データ作成、3次元設計データ作成などの内業日数は、技術習得に要した時間もあるため、在来工法より大きくなった。 ■3次元設計データも基図となる横断図の作成(平面図と横断図の整合作業など)に多くの時間を要してしまうこと。</p>	<p>○ICT建設機械の設定や操作に慣れるまで時間がかかる。 ○起動操作を含め、従来の建設機械よりも起動に時間がかかる。 ○擦り付け部分などアシスト操作では整形できない部分が生じるため熟練の技術が必要となる。 ○軟弱地盤でバックホウを使用した施工を行うには、機械足場の確保や、建機を水平に保つために、熟練の技術を要する。 ○キャリブレーション(起動操作)を確実に行わないと誤差が生じる。 ○機械任せのため入力ミス等があった場合間違っただま作り上げてしまう。 ○バケットの破損したまま施工すると誤差を持ったまま施工することになる。 ■法面整形における土質に応じて生じる法面を叩く作業には自動制御は不向き。 ■本施工の盛土工では土質改良(現地混合)やDT運搬経路の地元配慮の問題もあるため、BD機能のフル活用には至っていない。</p>
ICT推進に向けて	<p>○建機メーカーで一連の流れで作業が行えるのに対し、測量会社として何が出来るか、ICT建機が必須なので、建機メーカーの主導になり不安が残る。 ○標定点・検証点観測、ラップ率の基準・要領の緩和 ○ICT活用の推進のため、もう少し試験フィールドの提供を望む。(季節ごとの飛行条件等の実績検証による、精度確保、機械性能確認、操縦技術の向上) ○測量に関しては、確実に生産性が向上すると思われ、普及していくことを望む。 ○起工測量や出来形測量が独立して発注されるのであれば、地域の測量会社等の取組みも加速し、参加機会も増加する。 ○経験を重ねることで、地元測量会社でも十分対応可能。</p>	<p>○現時点で3次元設計に対応しているソフトは道路、堤防の工種に限定される。 ○ICT土工を適用できる現場条件が限定的である。(標準断面発注工事や単純断面、直線線形な条件) ○ICT建機にデータを渡すための確実な共通フォーマットの統一など。 ○3D設計は人的資源の課題や専用ソフトが高価であるなど、現時点で敷居が高い。小規模企業への補助制度の充実も必要ではないか。</p>	<p>○現時点で建機を確保できない。(在庫が薄い) ○建機のリース価格が高い。 ○アシスト機能で施工行う場合、熟練の技術が身につかない。 ○ICT建機が故障したときの代替え、修理の対応は従来建機のようにはいかない。 ○現時点では建機メーカーに頼らないと、データ取り込みや施工ができない。 ■GNSS受信機(トプコン或いはニコントリプル)によって建機メーカーが統一されているのが、これまでの実績であるため、現時点では自社持ち機械のICT化には踏み切りにくい。</p>

■ ICT活用工事実施工事

【平成28年度】

- ① 工事名: 関地区道路改良工事 (遊佐象潟道路)
受注者: (株)三浦組
【3次元測量(UAV、LS)】
UAV: 東邦技術(株)、創和技術(株)、シビル設計
LS: (株)眞宮技術
【3次元設計】
: (株)ウヌマ地域総研
【ICT土工(MCブルドーザー、MCバックホウ)】
: (株)三浦組
【出来形管理(UAV、LS)】
UAV: 東邦技術(株)、創和技術(株)
LS: (株)眞宮技術

- ② 工事名: 雄物川下流繋地区築堤工事
受注者: 秋田振興建設(株)
【3次元測量(UAV、LS)】
: (株)眞宮技術
【3次元設計】
: 秋田振興建設(株)
【ICT土工(MCブルドーザー、MCバックホウ、GPS転圧管理振動ローラー)】
: 秋田振興建設(株)
【出来形管理(UAV、LS)】
: (株)眞宮技術

- ③ 工事名: 子吉川本荘地区外掘削・堤防強化工事
受注者: 長田建設(株)
【3次元測量(LS)】
: (株)眞宮技術
【3次元設計】
: 県外業者
【ICT土工(MCバックホウ)】
: 長田建設(株)
【出来形管理(LS)】
: (株)眞宮技術



国土交通省 東北地方整備局 秋田河川国道事務所
〒010-0951 秋田県秋田市山王1丁目10-29
電話:018-823-4167(代表)
[各課への直通電話はこちら](#)
MAIL:thr-akita01@mlit.go.jp

- [リンク・著作権・プライバシーポリシー](#)
- [お問い合わせ](#)
- [モバイルサイト](#)

携帯サイト



Copyright (c)秋田河川国道事務所. All rights reserved.

秋田県ICT活用土工実証検討会 今後の取組について

【平成29年度対象工事】

- ・秋田河川国道事務所におけるICT土工対象候補工事 : 14件 ※H29. 3. 17時点
 - ①施工者希望Ⅰ型 : 4件 (河川:3件 道路:1件)
 - ②施工者希望Ⅱ型 : 10件 (河川:1件 道路:9件)

【実証・検討内容】

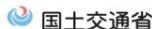
- ・平成28年度実証検討において課題となった事項の検証
- ・生産性向上に関する効果検証
測量～施工検査までの各段階における定量的、定性的効果検証

【i-Construction推進】

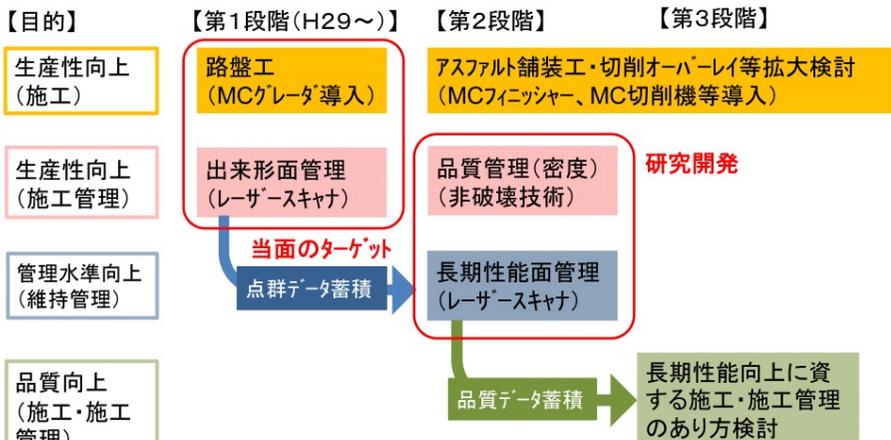
- ・秋田県内のi-Construction推進のプラットフォームとしての役割
 - ①技術の周知活動(研修会の実施等)
 - ②技術支援、広報活動(現場見学会等)

最近の動向(1)

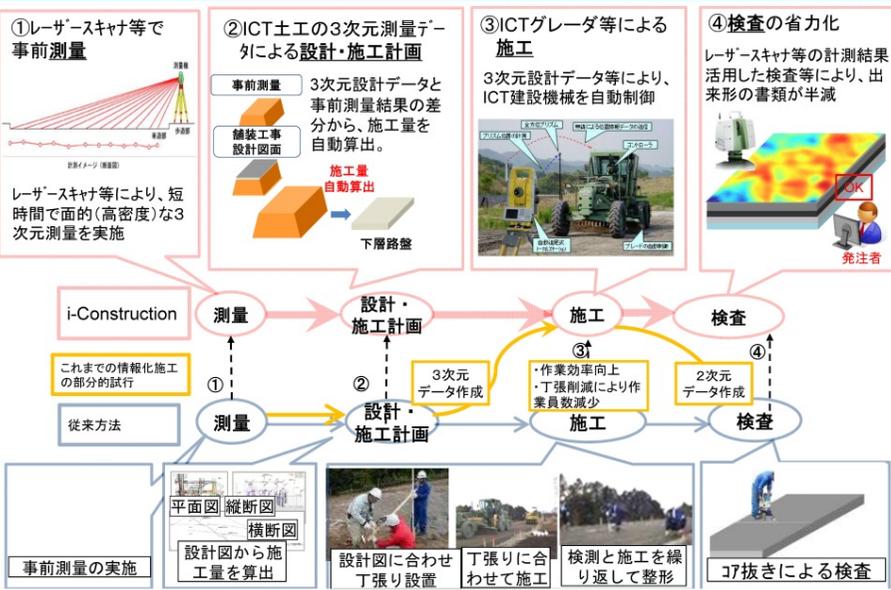
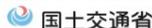
1-1: 施策(ICT舗装工)の対象



事業フェーズ(施工から維持管理)や目的(効率化から品質向上)に応じて段階的に取り組みを進める。



1-2: (第1段階)路盤工及び舗装工事の出来形管理の効率化



平成29年3月7日 ICT導入協議会資料より

平成29年3月8日
建設通信新聞

国土省 ICT施工の工種拡大

舗装工にも展開 施工効率化で生産性向上

国土交通省は、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新に至る各段階で根本的な生産性の向上を図る「i-Construction(アイ・コンストラクション)」を加速させる。工種の拡大として、先導的に取り組むべき土工に続き、舗装工にICT(情報通信技術)を導入する。7日の「ICT導入協議会(議長・建山和由立命館大教授)で新たに「ICT舗装工」を打ち出した。

ICT舗装工で新設・改訂する10の技術基準類

基準名	改訂/新設
電子納品に関する規定「i-Construction」に関する電子納品参考資料	改訂
電子納品に関する規定「写真管理基準(案)」	改訂
ICTの全面的な活用の実施方針	改訂
土木工事数量算出要領(案)	改訂
土木工事施工管理基準(案)	改訂
(出来形管理基準および規格値)	改訂
地方整備局土木工事検査技術基準(案)	改訂
既済部分検査技術基準(案)および同解説	改訂
レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装編)(案)	新設
TSを用いた出来形管理要領(舗装編)	改訂
レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督検査要領(舗装編)(案)	新設
TSを用いた出来形管理の監督検査要領(舗装編)(案)	改訂

ICT舗装工は、昨年4月「位置付付」となる。からスタートさせたICT土工(土工へのICTの全面的な活用)の事例(面的な3次元測量)の舗装工パージョンと量の実施から、3次元測量

データによる設計施工計画、ICT建機による施工(3次元設計データによる建機の自動制御)、レーザースキャナーによる計測データを活用した検査の省力化に至るまで、生産プロセスの各段階にICTを導入する。路盤工や舗装工事の出来形管理の効率化として、測量の省力化とICT建機による施工(丁張り設置の省略、操作性の向上)で工期の短縮や省人化、あるいは品質管理の高度化を狙う。

データによる出来形管理といった施工や施工管理データに「ICT舗装工」の導入に踏み出すとともに、第2段階・第3段階として長期的な品質管理への展開を見込む。ICT建機の導入によって、施工しながら施工データを記録。IoT(モノ)のインターネットの導入で施工記録(3次元データ)を供用後、モニタリングに活用していることも想定。施工段階で蓄積されるデータを維持管理の段階へと引き継いでいくこと(加色)の3つに区分、工

「最終的に検査の省力化や、維持管理フェーズにおける管理水準の向上につなげていく方針だ。」

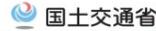
「これは新設の舗装工事に対しては、必要となる10の技術基準類を新設・改訂する。発注方法は、ICT土工と同様に「発注者指定型(工事成積で加色)」「施工者希望型(総合評価・工事成積)の型」の標準的な施工方法との比較でI・II段階となる見込み。」

「新たな積算基準として、ICT建機のリース料(従来は機材からの増額分)やICT建機の初期導入の経費を追加。機械まわりの補助業務の省力化や効率化に伴う日当たりの施工量の増加で労務費は減少するが、結果として従来の標準的な施工方法との比較でI・II段階となる見込み。」

□ 最近の動向(2)

平成29年3月8日
建設通信新聞

2-1:ICT土工の「カイゼン」について



- 基準改訂の例(空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領)
 - ・ ラップ率や標定点計測方法の緩和により更なる効率化を図る

ラップ率の緩和



ラップ率(90%)

対空標識

【現行の規定】
ラップ率が進行方向90%、隣接60%となるような飛行計画とする

【改定案】
実施ラップ率(進行方向)が80%以上であればよい。

標定点の設置・計測規定の緩和



【現行の規定】
・4級基準点、3級水準点相当の精度で計測

【改定案】
・横断測量相当の精度で良い(標高誤差±3cm)(※)

(※)起工測量・出来高部分払いに対する要求精度のみの規定緩和

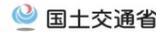
【効果】(※)延長約1kmの出来形管理(外業)

- ・ 現行:約120分(飛行速度1m/s,4測線)
- ・ 改定:約70分(飛行速度2m/s,4測線)

【効果】(※)延長約1kmの起工測量(外業)

- ・ 現行:約250分(TS使用)
- ・ 改定:約170分(GNSSローバー使用)

2-1:ICT土工の「カイゼン」について

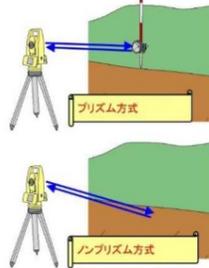


- 小規模工事へ適用拡大するために対象技術を拡大の例
 - ・ すでに普及が進んでいるTS(トータルステーション)等をICT土工の対象として明確化
 - ・ 点密度の規定をレーザーสキャナ等と比べて緩和

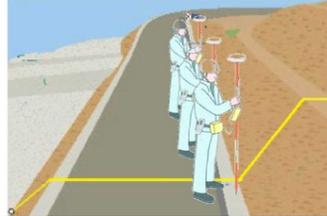
TS(トータルステーション)



TS(ノンプリズム方式)



GNSSローバー



ICT土工のカイゼンで12の基準類を新設・改訂

基準名	改訂/新設
TSを用いた出来形管理要領(土工編)	改訂
TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)	新設
RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)	新設
TSを用いた出来形の監督検査要領(土工編)	改訂
TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形の監督検査要領(土工編)	新設
RTK-GNSSを用いた出来形の監督検査要領(土工編)	新設
地上レーザースキャナーを用いた公共測量マニュアル(案)	新設
ステレオ写真測量(地上移動体)による土工の出来高算出要領(案)	新設
無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)	新設
TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領	改訂
無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)	新設
TS・GNSSを用いた盛土の締固め監督検査要領	改訂

国土交通省は、昨年4月にスタートしたICT土工の「カイゼン」を行う。直轄工(情報通信技術)活用工事(情報通信技術)活用工事

12基準類を新設・改訂

ICT土工 継続して「カイゼン」

国土交通省は、昨年4月にスタートしたICT土工の「カイゼン」を行う。直轄工(情報通信技術)活用工事(情報通信技術)活用工事

対応する15の基準類のうち、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」など、6つの基準類を改訂する一方で、小規模土工や新技術への対応として、新たに12の基準類を新設・改訂する。

現場での実践を踏まえた基準の改訂として、3次元での起工測量や出来形管理に使う「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)」を見直す。要に定める地上解像度や、ラップ率といった規定が厳しいことで、逆に生産性を損ねてしまっているとの指摘もあることから、その規定を緩和。

合わせて、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」や「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)」を修正することで、さらなる効率化を図る。

この15の基準類の改訂とは別に、新たに12の基準類を新設・改訂。小規模土工への対応として、既に普及が進んでいるTS(トータルステーション)やGNSSローバーといった適用機材(対象技術)をICT土工の対象として明確化するとともに、急速に活用が進むレーザースキャナー搭載型UAVに対応する測量マニュアル(案)や出来形管理要領といった基準類を新たに整備する。

現場での実践を踏まえた継続的な「カイゼン」で、ICT土工の普及拡大を狙う。