

情報化施工技術の活用ガイドライン
【補足版】

令和2年3月

北海道農政部農村振興局事業調整課

情報化施工技術の活用ガイドライン

【補足版】

目次

第 1 章	総論編	—————	P 1
第 2 章	施工実践編	—————	P 3
第 3 章	参考資料編	—————	P 5

- ・ 施工事例の紹介
- ・ MC バックホウ 施工履歴データの取得等 Q&A
- ・ 研修会資料
- ・ 農林水産省・国土交通省の各基準等
- ・ 出来形計測事例

※追加様式※

- 様式－6 「バケット位置の取得精度」記録シート（対象技術：ICT バックホウ）
- 様式－7 日常点検のチェック項目（対象技術；ICT バックホウ）
- 様式－8 「ブレード位置の取得精度」記録シート（対象技術：ICTブルドーザ）
- 様式－9 日常点検のチェック項目（対象技術；ICTブルドーザ）

第1章 総論編

(1) 基本的な考え方

情報化施工技術は、情報通信技術（ICT）を工事の測量、施工、出来形管理等に活用することにより、従来の施工技術と比べ高い生産性と施工品質の実現が期待される施工システムであり、道営農業農村整備事業等の工事においても活用を図るものとする。

情報化施工を行う場合は、「情報化施工技術の活用ガイドライン」（農林水産省農村振興局整備部設計課）、国土交通省による各種要領等（「ICTの全面的活用」を実施する上での技術基準類）によるものとし、記載の無い部分等については適宜「補足版(北海道農政部事業調整課)」によるものとする。

- 農政部発注の農業農村整備事業のうち、（土工・区画整理・暗渠排水）工種に適用する。
- 施工規模について、制限等は設けない。
- 土工・区画整理は農林水産省制定「情報化施工技術の活用ガイドライン」による。
- 暗渠排水工について、農業土木工事共通仕様書・農業土木工事施工管理基準に基づいて施工等を行う事とするが、出来形管理について測定頻度を下記のとおり低減する。
 - 次の項目を出来形管理の対象として試行。
 - ①デイリーキャリブレーション後の最初の1渠線について上・下流を測定。
（100m以上にあつては上・中・下流）
 - ②1施工日における予定渠線数の2分の1の施工後の1渠線について上・下流を測定。
（100m以上にあつては上・中・下流）
 - ※1施工日における予定渠線数が10本の場合、6本目を測定ただし、ICT建機の施工履歴ログの精度管理可能な場合はこの限りではない。
- 情報化施工に関する基準・指針等については第3章参考資料編「関係要領（技術基準類）等」に掲載のとおり。

(2) 情報化施工技術の種類

1. マシンコントロール（MC）／マシンガイダンス（MG）によるICT建設機械施工技術（MC／MG技術）～「MCバックホウ技術」の追加

MC技術は、自動追尾型TSやGNSSなどの位置測定装置を用いて建設機械の位置情報を測定し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分に基づき、掘削バケットの高さを自動制御するシステムである。

(3) 情報化施工技術の適用方法

①工事の発注形式

発注者指定型、受注者希望型に加え『施工承諾型』を追加。

※施工承諾型

受注者の施工承諾の申出によって情報化施工技術を活用する工事。

②適用範囲

ア. UAV 出来形管理技術及びT L S 出来形管理技術

適用工種の表中「施工規模」について、規模要件は問わない。

工 種		出来形管理項目	備考
暗渠排水工事	吸水渠工 集水渠工 連絡渠工	掘削高 疎水材の高さ 施工延長 吸水渠間隔	

イ. 出来形管理用T S技術

適用工種の「施工規模」については規模要件を問わない。

工 種	備考
暗渠排水工事	吸水渠工 集水渠工 連絡渠工

ウ. MC/MG技術

適用工種の「施工規模」については規模要件を問わない。

工 種		出来形管理項目	備考
暗渠排水工事	吸水渠工 集水渠工 連絡渠工	掘削高 施工延長 吸水渠間隔	

③情報化施工技術を適用した場合の評価

工事において情報化施工技術を適用した場合は、「請負工事成績評定」の考査項目「5. 創意工夫」における「施工関係」で下記の条件の場合に評価する。

(1) TS(トータルステーション)による出来形管理を実施した場合、次の項目で評価。

「1 2. 出来形または品質の計測、集計、管理図等に関する工夫」

※TSによる出来形管理等の場合のみ評価。

※TSによる出来形管理等：3次元計測技術を用いた出来形管理をいう。

(2) ICT 建機による施工を行った場合、次の項目で評価。

「1 4. ICT(情報通信技術)を活用した情報化施工を取り入れた工事」

※「全面的な」とは工事工程の一連を行った場合。

(3) 全面的な ICT 活用工事を実施の場合、下記の両方で評価。

「1 2. 出来形または品質の計測、集計、管理図等に関する工夫」

「1 4. ICT(情報通信技術)を活用した情報化施工を取り入れた工事」

※「全面的な」とは起工測量から施工・出来形管理までの一連の作業を行った場合。

(4) 費用の計上

「施工承諾型」の場合は、情報化施工に係る費用を別途計上しない。

第2章 施工実施編

(1) 暗渠排水施工管理等

暗渠排水の施工管理は北海道農業土木工事共通仕様書・北海道農業土木工事施工管理基準に基づいて行う。出来形管理は、施工が掘削高による管理となるため、出来形管理についても掘削深さを掘削高に替えて管理する。

(2) MC バックホウによる施工

MCバックホウの施工精度については、過去の施工データより良好な結果が得られており、日常の機器精度の確認（デイリーキャリブレーション）を行うことで施工精度を確保することが可能となる。ICT バックホウのバケット位置については「様式6」により取得精度の確認を行う。日常点検としては「様式7」のチェック項目を行い、施工精度を確保する。

(3) 施工履歴について

施工履歴データを活用した出来形管理を調査したところ、掘削痕跡として、渠間・延長を管理することは可能と判断できる（平面）。しかし、掘削高のデータ処理（バックホウの刃先の軌跡など）については、高度な情報化施工技術の習熟技術者でなければ難しいことが判明したことから、現時点での汎用化は難しい状況である。特に暗渠排水工においては、バックホウの掘削床幅が20cmであるため施工履歴データが記録される点の間隔50cmより狭い場合が多いため、これらについても高さデータのノイズ除去など高度なデータ処理作業が必要となる。

(4) 出来形管理

バックホウ掘削履歴データを用いて出来形管理を行うには、単位面積当たりのデータ取得点数の確保をはじめ、データ処理等に係る高度な技術や知識・習熟度が必要であり、現時点での活用は難しいと判断する。将来的には、施工履歴データを暗渠排水工におけるバックホウ掘削の出来形管理に活用する可能性も見込めるため、施工履歴データを有効活用するために今後も取得データの処理手法、出来形計測箇所数の削減、要領の検討など、施工管理データを出来形管理に活用するための検討・調査が必要である。

ただし、国土交通省より「施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）」（平成30年3月・国土交通省）及び「施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）（案）」（平成30年3月・国土交通省）が制定されていることから、ICT建機の施工履歴データを用いてこれら要領等を満足する場合は適用しても良い。加えて、ICT施工に係る要領等をすべて満足していなくても、出来形計測の方法や履歴データの整理が適切かつ可能な場合は、監督員と協議し、施工履歴データの活用を行ってもよい。

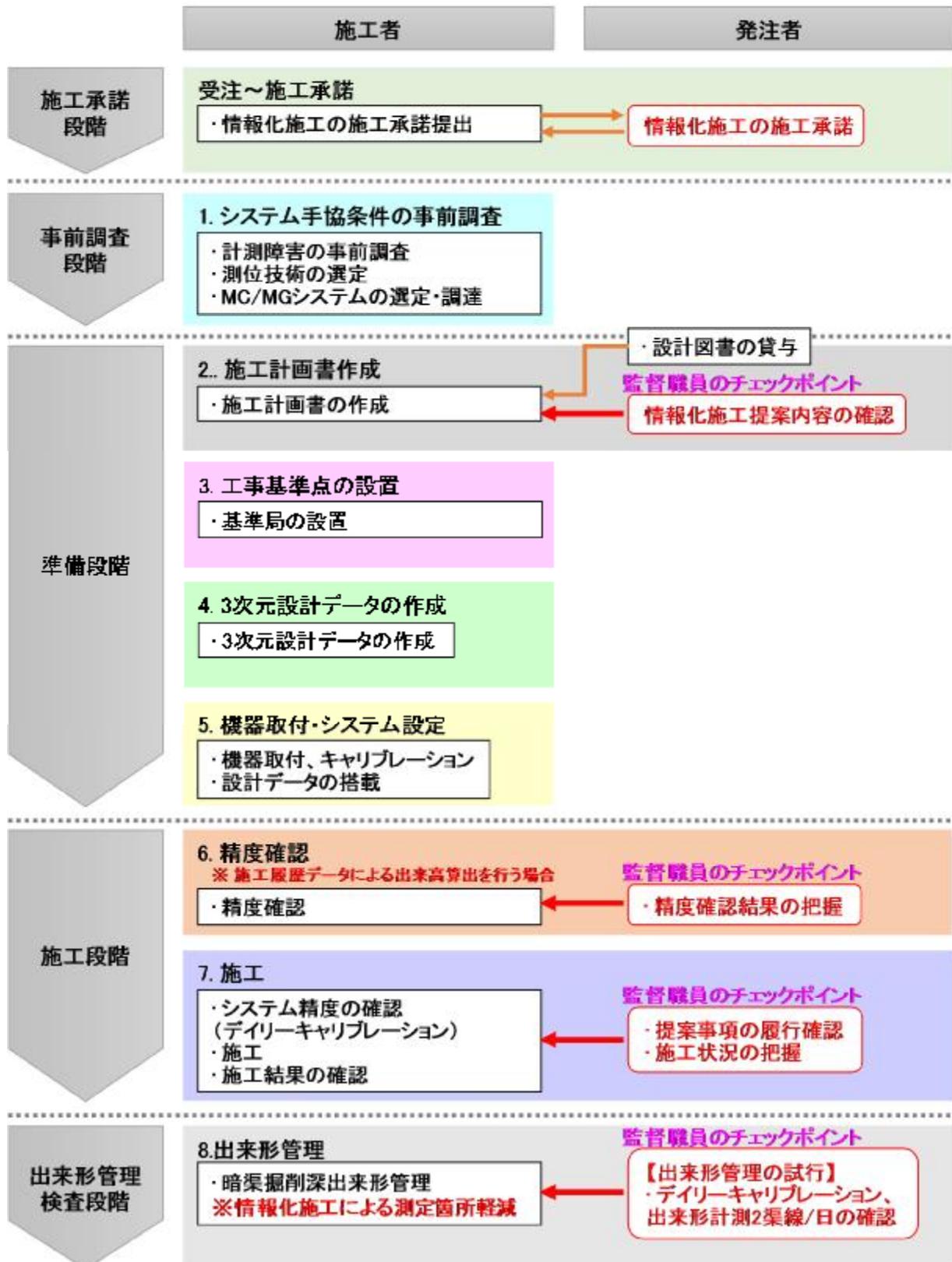
【暗渠排水工の出来形管理の試行】

暗渠排水工掘削における掘削深（施工深）の出来形管理基準・規格値は±50mmである。出来形管理データ（データ数：n=144）を検証した結果、規格値の50%（±25mm）内に実測値が収まり、測位精度、デイリーキャリブレーション精度を踏まえると、ICT施工の施工精度の高さが確認できた。このことから、暗渠排水掘削にかかる出来形管理基準の計測頻度については、次の項目を出来形管理の対象として試行する。

- ① デイリーキャリブレーション後の最初の1渠線について上・下流を測定。
(100m以上にあつては上・中・下流)
- ② 1施工日における予定渠線数の2分の1の施工後の1渠線について上・下流を測定。
(100m以上にあつては上・中・下流)

※1施工日における予定渠線数が10本の場合、6本目を測定

MC バックホウを用いた暗渠排水施工の流れ



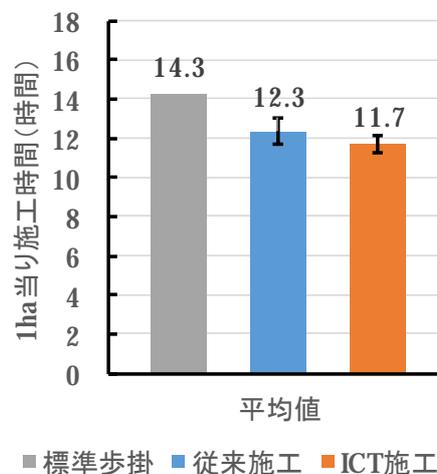
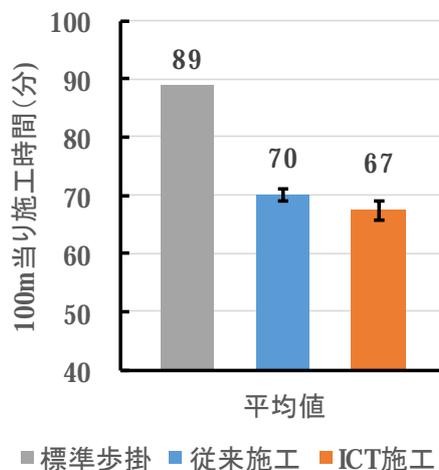
第3章 参考資料編

(1) 施工事例集

施工圃場の土壌条件（下層土が粘質土等）などの圃場条件、バックホウオペレーターの技量等によって、施工速度は変化する。そのため、ICT施工と従来施工を単純に比較できないが、平成30年～令和元年施工の6地区の平均歩掛データを比較した。なお、6地区はいずれも畑総事業であり、水田地帯の圃場整備事業の事例（トレンチャーとバックホウの比較）は除外した。

ICT施工による暗渠排水掘削の100m当り作業時間は67分となり、従来施工に比べ4%下回っており、施工時間の短縮が期待される。さらに、丁張りの設置が不要になるので丁張りに係る人員の削減、過掘り防止による補助作業員の削減効果も見込むことができるとともに、安全性の確保にもつながる。

暗渠排水 バックホウ掘削
(スリムバケット)



※グラフのエラーバーは標準偏差を示す。

暗渠排水 バックホウ		掘削(スリムバケット)						
		100m当り施工時間(分)			1ha当り施工時間(時間)			
地区名		標準歩掛	従来施工	ICT施工	標準歩掛	従来施工	ICT施工	
H30	Na地区		71.6	64.3		13.52	10.93	
	Me地区		-	67.3		-	11.70	
	Hi地区		70.6	69.1		11.94	11.50	
R1	Simo地区		70.0	67.3		12.09	12.19	
	Me地区		69.5	68.7		12.08	11.85	
	Shimi地区		69.0	67.9		12.08	11.93	
平均値			88.8	70.2	67.4	14.27	12.3	11.7

【基本統計量】

	標準歩掛	従来施工	ICT施工	標準歩掛	従来施工	ICT施工
平均値		70.17	67.42		12.34	11.68
標準誤差		0.46	0.69		0.29	0.18
中央値(メジアン)		70.05	67.60		12.08	11.78
標準偏差		1.04	1.70		0.66	0.44
分散		1.08	2.90		0.43	0.19
範囲		2.69	4.81		1.58	1.26
最小		68.96	64.29		11.94	10.93
最大		71.65	69.09		13.52	12.19
合計		350.83	404.54		61.72	70.10
標本数		5	6		5	6

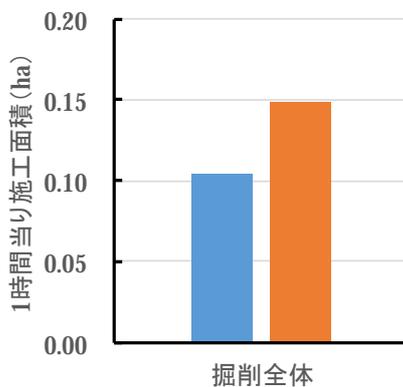
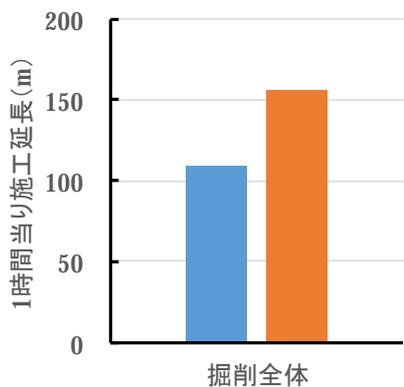
NO	H30-5-2	振興局・出張所	空知総合振興局 東部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	美唄市・経営体・大富第2
		受注・受託社名	砂子組

ICT施工と従来施工との比較

【平成30年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】 経営体 大富第2地区 42工区

作業工種	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	集水渠	12.3	27.0		
		吸水渠	150.7			
	トレンチャー	吸水渠		202.8		
		掘削全体	108.8	155.9	0.104	0.149

暗渠排水 ICT施工～バックホウ 従来施工～吸水渠・レンチャー＋集水渠・バックホウ



■ ICT施工 ■ 従来施工

■ ICT施工 ■ 従来施工

現場の声（砂子組）

- ・ 丁張や水系の設置がないため施工スペースを省力化できる。
- ・ クラウドサービスの活用により、ICT建機の稼働状況や各種集計が確認できる。
- ・ 熟練オペレーターでなくても高品質な施工ができる。

NO	H30-5-3	振興局・出張所	空知総合振興局 東部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	美唄市・経営体・北美唄
		受注・受託社名	砂子組

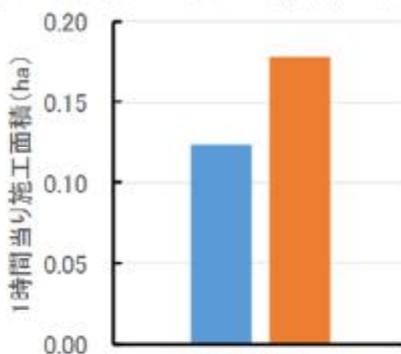
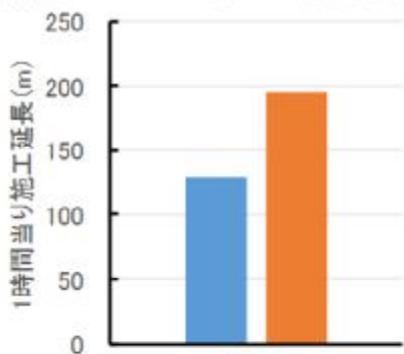
ICT施工と従来施工との比較

【平成30年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】

経営体 北美唄地区 41工区

作業工種	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	集水渠・給水管	30.9	39.3		
		吸水渠	188.8			
	トレンチャー	吸水渠		202.8		
		掘削全体	128.2	195.8	0.123	0.178

暗渠排水 ICT施工～バックホウ 従来施工～吸水渠・レンチャー＋集水渠・バックホウ



■ ICT施工 ■ 従来施工

■ ICT施工 ■ 従来施工



MCバックホウによる吸水渠掘削



運転席のモニター画面で仕上がり状況確認

現場の声（砂子組）

- ・ 丁張や水系の設置がないため施工スペースを省力化できる。
- ・ クラウドサービスの活用により、ICT建機の稼働状況や各種集計が確認できる。
- ・ 熟練オペレーターでなくても高品質な施工ができる。

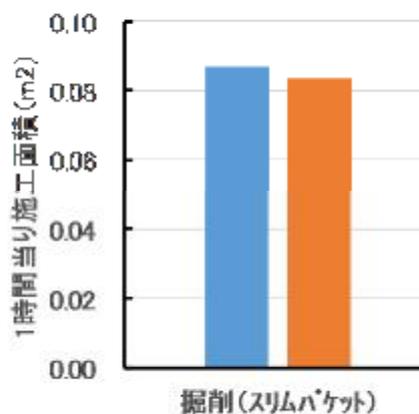
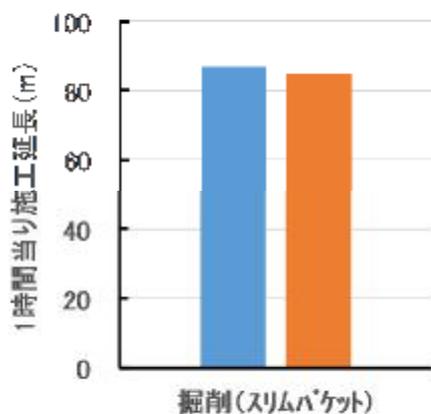
NO	H30-5-7	振興局・出張所	上川総合振興局 南部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	上富良野町・経営体・東中第1
		受注・受託社名	大北・高橋JV

ICT施工と従来施工との比較

【平成30年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】 経営体 東中第1地区 42工区

作業工程	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	掘削(スリムバケット)	86.8	84.9	0.087	0.084

暗渠排水



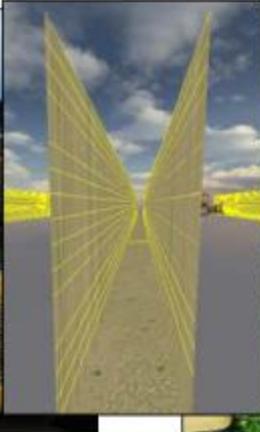
■ ICT施工 ■ 従来施工

■ ICT施工 ■ 従来施工

吸水渠断面の3D施工データ



MCバックホウによる吸水渠掘削



RTK基地局

現場の声 (大北・高橋JV)

- ・バックホウでの法面整形作業に3Dデータを元に作業するため、補助作業員がなくなった。
- ・MC機を使用しているため過掘り等がなく、精度が向上した。
- ・バックホウでの法面整形作業時に補助作業員がなくなったため、重機との接触事故のリスクがない。
- ・受益者へのデータ提供により、今後の営農に役立つ。

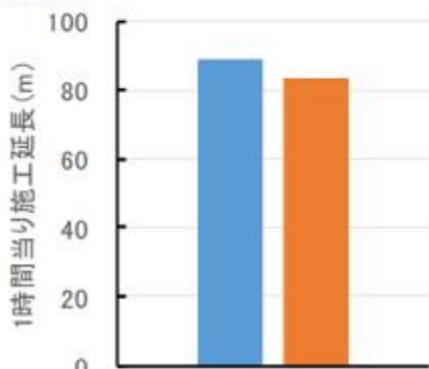
NO	H30	振興局・出張所	十勝総合振興局 南部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	芽室町・畑地帯（育成）・芽室北第3外2
		受注・受託社名	桐谷・橋本川島JV

ICT施工と従来施工との比較

【平成30年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】 **畑地帯（育成） 芽室北第3外2地区 71工区**

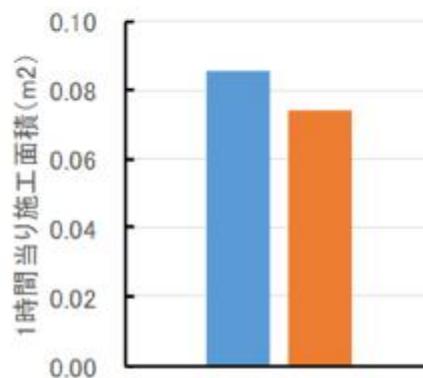
作業工程	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	掘削(スリムバケット)	89.2	83.7	0.085	0.074

暗渠排水



掘削(スリムバケット)

■ ICT施工 ■ 従来施工



掘削(スリムバケット)

■ ICT施工 ■ 従来施工



日常点検（位置座標の確認）



ICT施工 現地研修会

現場の声（桐谷・橋本川島JM）

- ・掘削床高（標高）で仕上がるため、従来と比べて施工精度は向上した。
- ・掘削深を作業員が計測しなくてよい分、合図等を行うために重機に近づくことが無くなったため、接触事故等の安全向上となった。

NO	R1-5-2	振興局・出張所	空知総合振興局 東部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	美唄市・経営体・大富第2
		受注・受託社名	砂子組

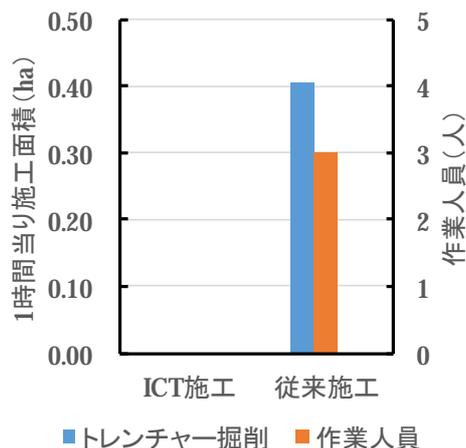
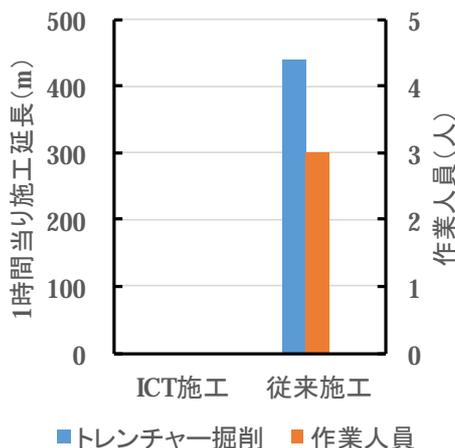
ICT施工と従来施工との比較

【令和元年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】

経営体 大富第2地区 41工区

作業工種	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	トレンチャー	掘削	-	440.0	-	0.407
	BH+	疎水材投入	-	146.7	-	0.136
	不整地運搬車 ブルドーザ	埋戻し	-	528.0	-	0.488

作業内容	人工数(人)		施工延長(一人当たりm/h)	
	ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
掘削	-	3	-	146.7



現場の声 (砂子組)

- ・ 補助作業員が必要ないため、ICT建機の作業半径内は無人となり、安全性が高い。
- ・ 熟練オペレーターでなくても、高品質な施工ができる。
- ・ 丁張や水系の設置がないため、施工スペースを省力化できる。
- ・ クラウドサービスの活用により、ICT建機の稼働状況や各種集計が確認できる。

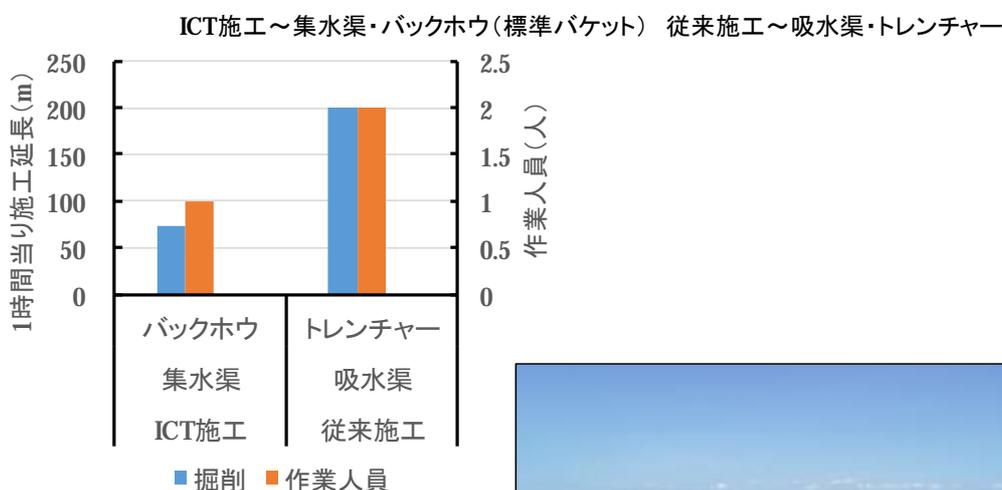
NO	R1-5-4	振興局・出張所	空知総合振興局 東部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	美唄市・経営体・北美唄 42工区
		受注・受託社名	砂子組

ICT施工と従来施工との比較

【令和元年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】 経営体 北美唄地区 42工区

作業工種	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	集水渠	73.6	-	-	-
	トレンチャー	吸水渠	-	200.0	-	0.200
	BH+	疎水材投入	-	73.6	-	0.070
	不整地運搬車		-	368.0	-	0.350
	ブルドーザ		埋戻し	-	368.0	-

作業内容	人工数(人)		施工延長(一人当たりm/h)	
	ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
掘削	1	2	73.6	100.0



客土小運搬位置の割り出し

現場の声 (砂子組)

- ・ 補助作業員が必要ないため、ICT建機の作業半径内は無となり、安全性が高い。
- ・ 熟練オペレーターでなくても、高品質な施工ができる。
- ・ 丁張や水系の設置がないため、施工スペースを省力化できる。
- ・ クラウドサービスの活用により、ICT建機の稼働状況や各種集計が確認できる。

NO	R1-7-2	振興局・出張所	オホーツク総合振興局 中部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	北見市・畑地帯（育成）・北見北2
		受注・受託社名	三和・三九・オホーツクエンバイロメントJV

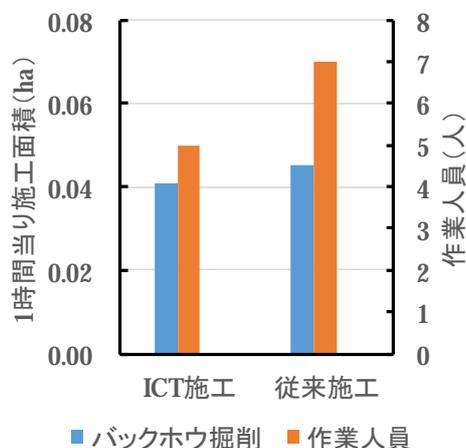
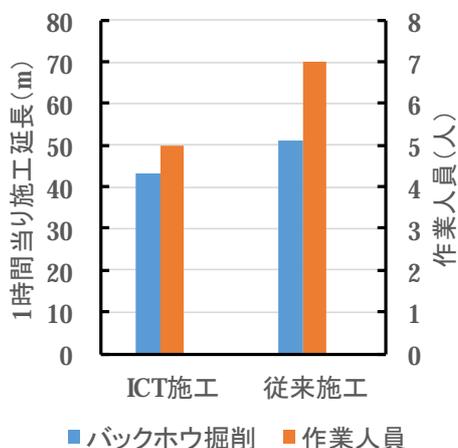
ICT施工と従来施工との比較

【令和元年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】

畑地帯(育成) 北見北2地区 61工区

作業工種	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	掘削	43.2	51.1	0.041	0.045
	BH+ 不整地運搬車	疎水材投入	-	84.3	-	0.079
	ブルドーザ	埋戻し	-	88.9	-	0.083

作業内容	人工数(人)		施工延長(一人当たりm/h)	
	ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
掘削	5	7	8.6	7.3



現場の声（三和・三九・オホーツクエンバイロメントJV）

- ・バケット付近での作業が無くなったため、安全性が向上した。
- ・人工勾配の掘削作業の精度が向上した。

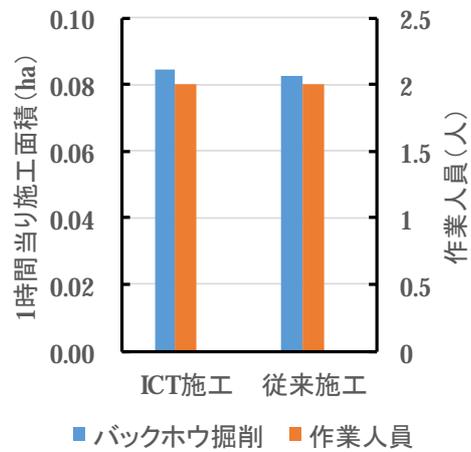
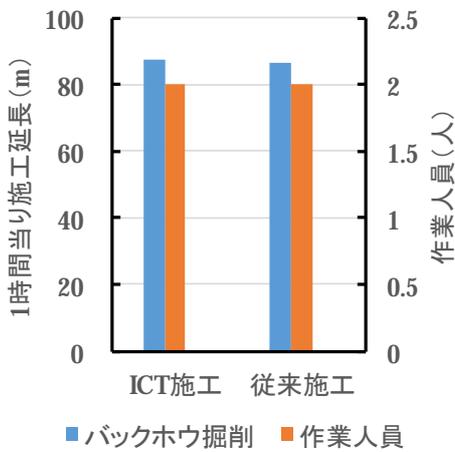
NO	R1-7-6	振興局・出張所	十勝総合振興局 南部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	芽室町・畑地帯（育成）・芽室北第3
		受注・受託社名	桐谷・橋本川島JV

ICT施工と従来施工との比較

【令和元年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】 畑地帯(育成) 芽室北第3地区 61工区

作業工種	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	掘削(スリムバケット)	87.3	86.3	0.084	0.083

作業内容	人工数(人)		施工延長(一人当たりm/h)	
	ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
掘削	2	2	43.7	43.2



MGバックホウによる掘削



固定局設置

現場の声（桐谷・橋本川島JV）

- ・ 作業深を作業員が合図する必要がないため、接触事故の危険性がなくなった。
- ・ データ管理されているため、掘削底面を過掘りすることがなくなった。
- ・ 区画整理工（勾配修正）の面積が大きい圃場では、効率化が図られると思われる。

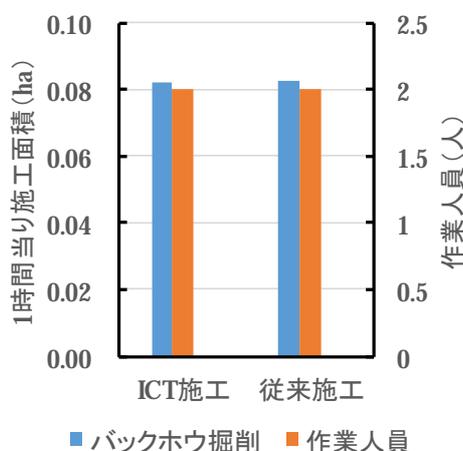
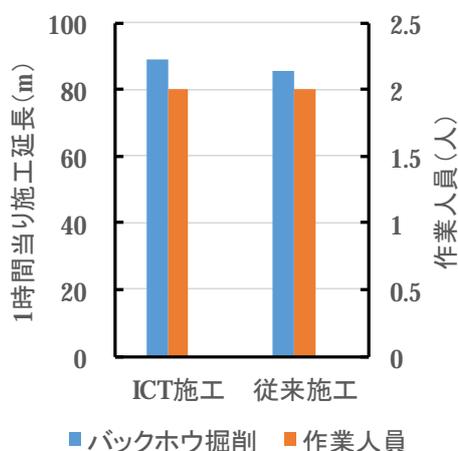
NO	R1-8-1	振興局・出張所	十勝総合振興局 南部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	清水町・畑地帯(育成)・下佐幌人舞
		受注・受託社名	桐谷・橋本川島JV

ICT施工と従来施工との比較

【令和元年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】 畑地帯(育成) 下佐幌人舞地区 61工区

作業工種	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	掘削(スリムバケット)	89.1	85.7	0.082	0.083

作業内容	人工数(人)		施工延長(一人当たりm/h)	
	ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
掘削	2	2	44.5	42.8



キャリブレーションIMU調整



キャリブレーション状況

現場の声 (桐谷・橋本川島JV)

・暗渠排水掘削の蛇行、掘削面の床の精度が向上した。

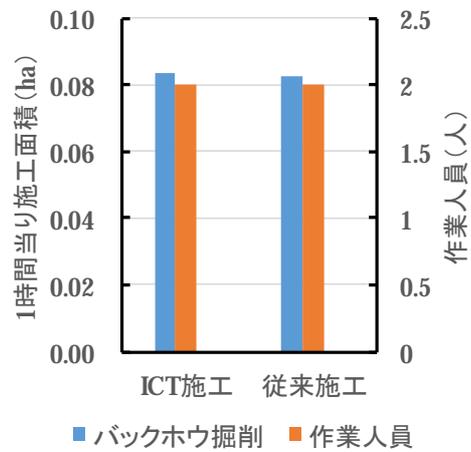
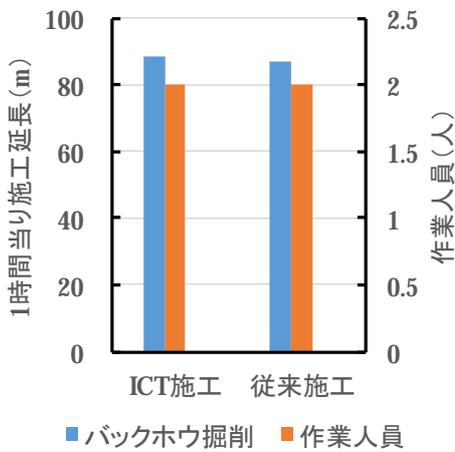
NO	R1-8-2	振興局・出張所	十勝総合振興局 南部耕地出張所
工種	暗渠排水工	町村・事業・地区名	清水町・畑地帯（育成）・清水松沢
		受注・受託社名	桐谷・橋本川島JV

ICT施工と従来施工との比較

【令和元年度 ICT施工歩掛調査結果総括表】 畑地帯(育成) 清水松沢地区 61工区

作業工種	使用機械	作業内容	施工延長(m/h)		施工面積(ha/h)	
			ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
暗渠排水	バックホウ	掘削(スリムパケット)	88.4	87.0	0.084	0.083

作業内容	人工数(人)		施工延長(一人当たりm/h)	
	ICT施工	従来施工	ICT施工	従来施工
掘削	2	2	44.2	43.5



MGバックホウによる掘削



固定局設置

現場の声（桐谷・橋本川島JV）

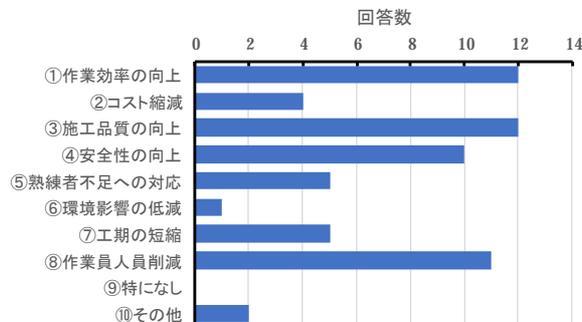
- ・ MCにより暗渠掘削床面の過掘等（凹凸）が無くなったため、精度が向上した。

(2) 施工業者アンケート調査結果

情報化施工導入のメリットは、効率、品質、安全性の向上、作業員人員削減などである。一方、デメリットは、経費増加、技術者養成・データ作成の負担などである。

オペレーター不足、技術力維持のため、今後も情報化施工に取り組むとする回答が多い。

Q. ICT 導入効果についてお答えください。



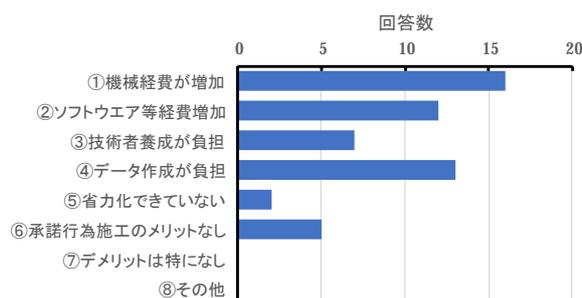
Q. 今後も、承諾行為の場合でも情報化施工には取り組んでいきますか？



Q. 今後も、承諾行為の場合でも情報化施工に取り組む理由は？



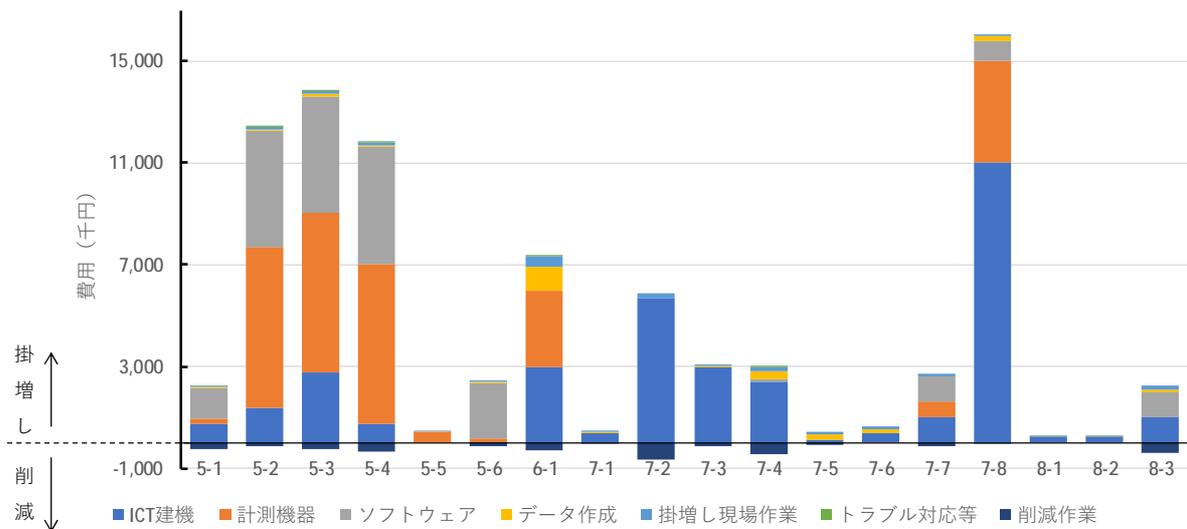
Q. ICT 導入のデメリットについてお答えください。



掛かり増し経費のうち、ICT建機の割合は49%、計測機器は19%、ソフトウェアは20%、人件費は12%となり、ICT建機の割合が最大となった。掛かり増し経費に対する削減作業分経費の比は5.8%となった。経費の実態としては「直営にて実施」や「すべて外注」によるなど、受注者によってバラツキが大きく、統計処理が困難であった。

現時点ではICT建機やソフトウェアが高額なため、丁張設置や掘削合図作業の省力化の度合は小さいが、情報化施工による施工量の増加にともない、1工区当り掛かり増し経費の割合軽減が期待される。

今後、掛かり増し経費を含めた積算を実施するためには、歩掛調査に加え、経费率調査も必要である。



(3) 出来形計測事例 (ICT 施工出来形値と設計値の比較)

暗渠排水工の ICT 施工出来形計測の事例を示す。

ICT 建機の位置情報を把握するための RTK-GNSS の測位精度は、水平方向±20~30mm、鉛直方向で±30~50mm 程度とされている。また、ICT 建機の日々の精度確保のためのデイリーキャリブレーション精度 (測定較差) は、x 座標、y 座標、標高とも±50mm である。

暗渠排水工掘削における掘削深 (施工深) の出来形管理基準・規格値は±50mm である。

芽室北第3地区、北見北地区の出来形計測結果より、設計値と出来形値 (TS またはレベル) の差 Δh ($\Delta h =$ 出来形値 (TS・レベル計測) - 設計値) を求め、規格値と比較した。

北見北地区 (データ数: n=16)、芽室北第3地区 14-2 圃場 (データ数: n=82)、芽室北第3地区 21-1 圃場 (データ数: n=46) のデータを検証した結果、全て規格値の 50% (±25mm) 内に実測値が収まり、測位精度、デイリーキャリブレーション精度を踏まえると、ICT 施工の施工精度の高さが確認できた。

ICT 施工では、デイリーキャリブレーションによって施工精度が確保され、その施工精度は良好であり、出来形管理の簡素化につながる。

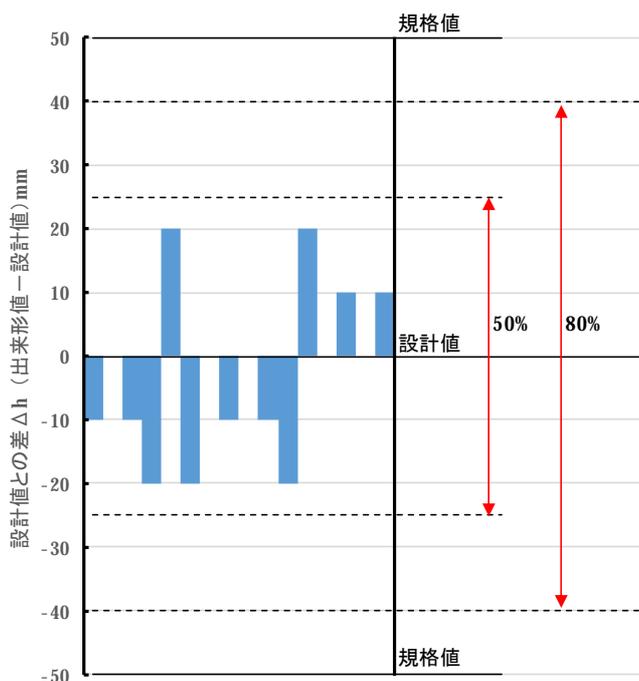


図 北見北地区・設計値との差 (Δh)

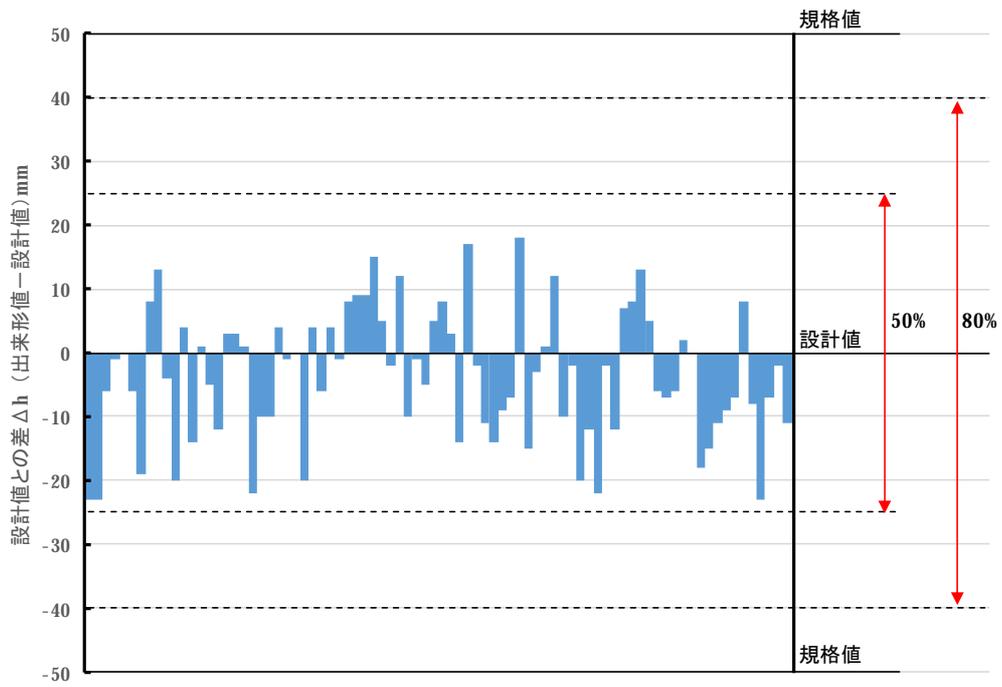


図 芽室北第3地区 14-2 圃場・設計値との差 (Δh)

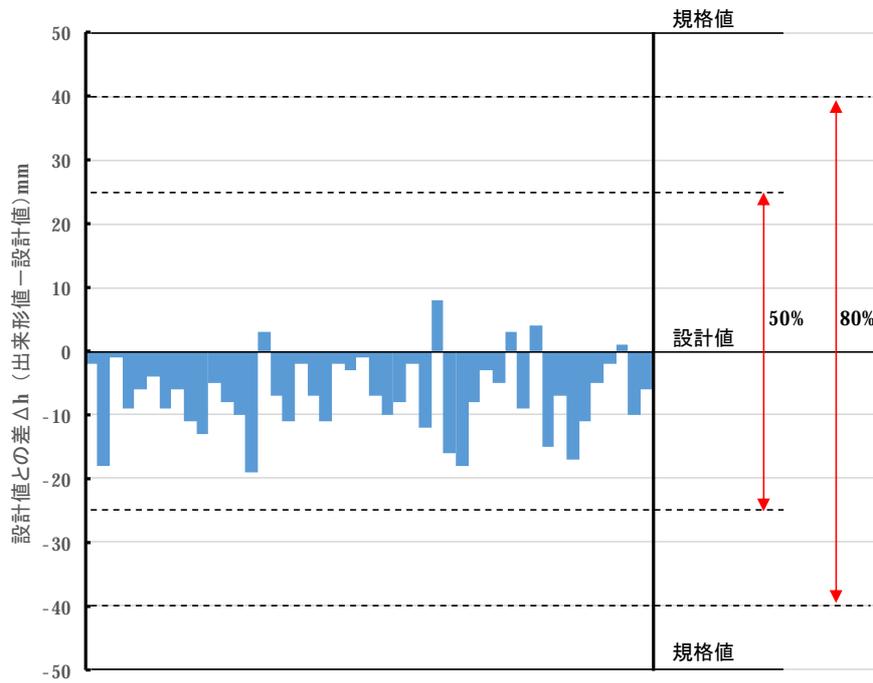


図 芽室北第3地区 21-1 圃場・設計値との差 (Δh)

(4) MC バックホウ 施工履歴データの取得等 Q&A

施工履歴データの活用等にむけ、コマツカスタマーサポート株式会社の協力により Q&A 形式で整理した。

Q 施工履歴データとは何ですか？

A ICT 建機の作業装置（コマツの場合：バックホウはバケット刃先、ブルドーザは履帯の下）の施工中の軌跡を記録することができます。この施工中の軌跡の 3D 形状を施工履歴データといいます。

コマツの ICT 建機から出力できる施工履歴データはスマコンアプリを通じてダウンロードを行うことができ、点群ではなく 0.5m メッシュ化された LandXml 形式（面データ）です。

※スマコンアプリ：コマツが開発した WEB 上で確認ができる進捗管理アプリ

※LandXml：土木・測量業界において 3D 設計データや線形等の様式で作成された、汎用的なデータ交換フォーマット

Q バックホウの施工履歴データはバケット刃先のどの位置の軌跡ですか？

A バケット刃先のデータは、バケットの左、中央、右の 3 点から選択が可能です。施工時は自動選択にすると IMU で傾きを感知し、3 点のうち最下点のデータを採用し、過掘りを防ぎます。

Q 暗渠のバックホウ掘削の施工履歴データは、1 日の施工で同じ 0.5m メッシュ上に複数の Z がある場合、その日の最下点の Z が保存されているのでしょうか？

A 時間帯が異なり、同じ 0.5m メッシュ上に複数の Z がある場合、最新の設計面に近い Z が保存されます。例えば、設計高（標高）=10m の箇所を“10 時に掘削した Z=10.52 m”と“16 時に掘削した Z=9.98m”があった場合、Z=9.98m が実績に反映されます。

Q 施工履歴データの取得は 0.5m メッシュちょうどの X,Y のみでしょうか、それともジャストポイントの X,Y が無い場合は周囲を含めた平均化等の処理を行っているのでしょうか？

A X,Y は 0.5m メッシュのジャストポイントのみの反映です。Z に関してはグリッドデータを逆距離加重法^{*1}で算出しています。

Q 施工履歴データを暗渠排水の出来形管理に活用できますか？

A 暗渠排水の出来形管理に施工履歴データを活用するには次の課題が考えられます。

①施工履歴データの点密度は 0.5m メッシュですが、暗渠の床幅は 0.2m なのでヒートマップの規格（1m² 当り 1 点以上）を満足する場合は少ないです。

②施工履歴データの取得箇所が暗渠の末端部とは限らないため、暗渠の設計延長を示す場合も満足しません。

③設計暗渠の本数によりますが、従来の出来形測定では半数以上としているので、1 圃場で数十本の結果を算出することになるため、ヒートマップ処理が大変です。

Q 暗渠掘削敷高（バケット掘削底面、最下点）の抽出は簡単にできますか？

A 最下点を抽出することはできますが、床幅が狭いので、設計値どおりの値で抽出されとは限りません。

Q 施工履歴データに設計幅 0.2m、設計面±0.05m 以上のエラー値が含まれる場合、データ除去作業に必要な労力について教えてください。

A 上記の内容での点群の抽出作業はスマホアプリから実績データのダウンロード、ソフトへの取り込み、処理などを実施してもおおよそ1時間見ていればできる作業内容かと思えます。使用ソフトは福井コンピュータ、トレンドポイントで実施した場合です。

Q 通信システムが 5G となった場合、施工履歴データの点密度は増えますか？

A 0.5m メッシュで変わりません。ICT 建機のモニターを遠隔操作で表示した際、モニター情報がスムーズに表示されるようになります。

Q 施工履歴データの取得は、MC（マシンコントロール）建機の MG（マシンガイダンス）建機の両方可能でしょうか？

A 施工履歴データの取得は、MC 建機でも MG 建機でも可能です。

Q M 地区で吸水渠下流端（集水渠と合流点）で 3D 設計データの設計範囲外の施工履歴データがありました。設計範囲外の場合でも施工履歴データは記録されますか？

A 設計範囲外も記録されることはありますが、0.5m メッシュの関係で、履歴データとして狙った範囲内で抽出ができる保証はありません。

Q 設計領域外ではマシンコントロール（MC）を解除したのかもしれませんが、MC を解除した場合でも施工履歴データは記録されますか？

A 施工履歴データとして記録されません。

※ コマツの ICT 建機は MC・MG のどちらにも対応しており、MC を解除し、MG で施工していた場合でも施工履歴データは記録されます。

Q オペレーターはバケットの目印で掘削しているので実際に 0.2~0.3m 過掘りになることはありえません。施工履歴データで、敷高が設計値よりも 0.3m 深くなっていた原因として想定されることはありますか？

A GNSS そのものの誤差、本体が動いていることによる誤差によると想定されます。施工モーション速度を上げる（油圧ショベルのバケツの動きを速く動かす）と精度も落ちます。施工モーション速度と精度はほぼ反比例すると考えて頂いて構いません。また、RTK-GNSS の補正信号が FIX していない場合（精度低下時）、MC・MG ともに必要な精度での制御が効かないため、作業精度も施工実績データの内容も保証できません。

Q スクリーンショットによる出来形管理の可能性についてお伺いします。まず、モニターでスクリーンショットは可能ですか？

A 建機オペレーターの方でモニターのスクリーンショットはできませんが、スマコンアプリを閲覧できる端末(PC、タブレットなど)でモニターのスクリーンショットは可能です。

※ PC上でスマコンアプリを操作し、建機モニターを画像にする際は、PCの[ダウンロード]フォルダにPNGファイルとして保存されます。タブレット上でスマコンアプリを操作した際は、タブレットのスクリーンショット機能をご活用ください。

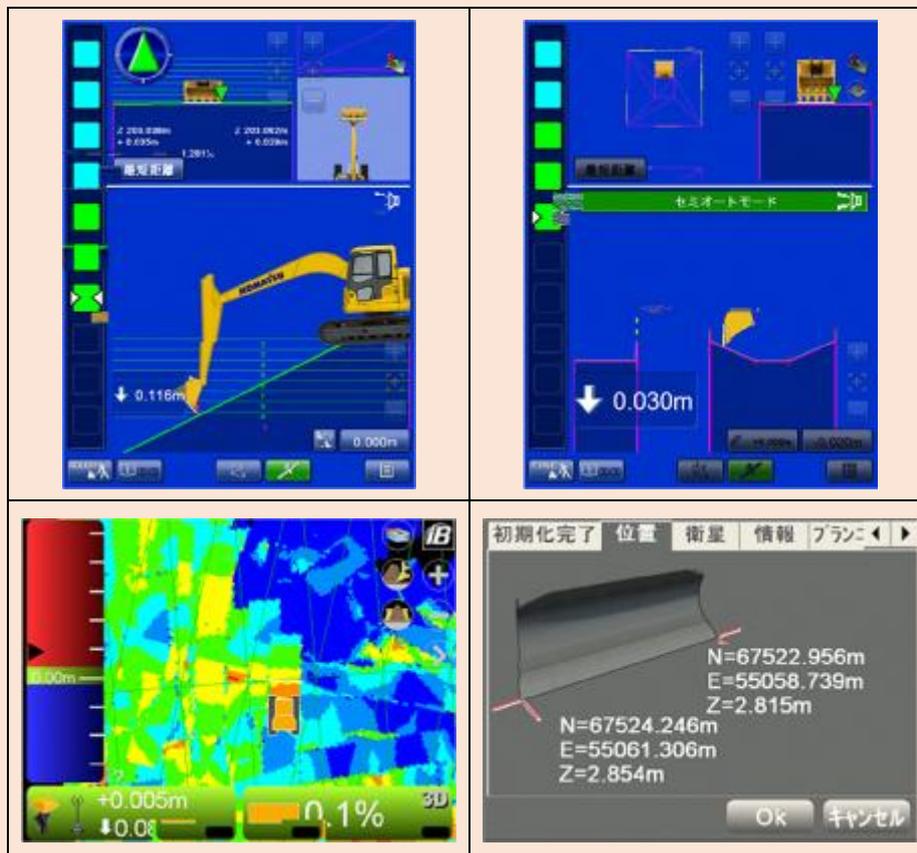


写真 アプリ閲覧端末でのスクリーンショット

Q 建機モニターでバケット刃先の位置情報が表示できますか？

A バケット刃先の位置情報はこのように表示可能です。



写真 建機モニターでのバケット刃先の位置情報の表示

Q 施工モーション速度と精度の関係で、どの程度であれば良い、良くないなどの速度はありますか？

A オペレーターによって施工方法が異なるため、特に取り決めはありません。ちなみに、MC(マシンコントロール)の速度の設定も可能です。

Q RTK-GNSS 測定精度低下 (FIX しない場合) は、オペレーターがモニターで把握できますか？

A 添付資料の写真のように、精度が低下した場合、建機モニターに明示されます。



写真 建機モニターでの警告の表示

※1：グリッドデータ化

グリッドデータ化には、次のような手法がある。

- ・ **逆距離加重法**：計測点群データ各点から一定距離内の各点群に対し、グリッドまでの距離に応じた重みを付けて内挿する方法。一定距離については、グリッド格子間隔の2倍程度を限度とする。
- ・ **最近隣法**：グリッド点から最も近い点の標高値を採用
- ・ **平均法**：内挿するグリッドからある検索範囲内にある計測点群データの標高の平均値を標高値として採用。このとき検索範囲はグリッド格子間隔の2倍程度を限度とする。
- ・ **T I N法**：計測点群データから発生させたT I Nを用いて、平面座標として内挿するグリッドが含まれる三角形上の標高値を採用

※施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）（国土交通省・平成30年3月）より引用

(5) 関係要領（技術基準類）等

要領関係	
平成31年度向け「ICTの全面的活用」を実施する上での技術基準類 ※該当分抜粋	
H31.4.1 登録	
要領	内容
ICT建設機械 精度確認要領(案) H31.4.1 策定	ICT建設機械を用いて出来高・出来形管理を実施する際の精度を確保する手法を定めたものです。
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)	土工における無人航空機による空中写真測量を用いた出来形管理の監督・検査手法を定めたものです。
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)	土工における無人航空機による空中写真測量を用いた出来形管理手法を定めたものです。
地上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)(案)	土工における地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査手法を定めたものです。
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)	土工における地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理手法を定めたものです。
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)(案)	土工における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手法を定めたものです。
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)(案)	土工における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・検査手法を定めたものです。
TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	土工におけるトータルステーション等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査手法を定めたものです。
TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	土工におけるトータルステーション等光波方式を用いた出来形管理手法を定めたものです。
TS(ノンプリ)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	土工におけるTS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理の監督・検査手法を定めたものです。
TS(ノンプリ)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	土工におけるTS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理手法を定めたものです。
施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編)(案)	河川浚渫工事における施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査手法を定めたものです。
施工履歴データを用いた出来形管理要領(河川浚渫工事編)(案)	河川浚渫工事における施工履歴データを用いた出来形管理手法を定めたものです。
地上移動体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)(案) H31.4.1 改定	土工における地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査手法を定めたものです。
地上移動体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)(案) H31.4.1 改定	土工における地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の手法を定めたものです。
RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	土工におけるRTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査手法を定めたものです。
RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)(案)	土工におけるRTK-GNSSを用いた出来形管理手法を定めたものです。
TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理監督検査要領(案)	土工におけるTS・GNSSを用いた盛土の締固めの監督・検査手法を定めたものです。
TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領(案) H31.4.1 改定	土工におけるTS・GNSSを用いた盛土の締固めの管理手法を定めたものです。
施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案) H31.4.1 改定	ICT建設機械から取得した施工履歴データによる土工の出来高算出方法を定めたものです。
ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来高算出要領(案)	自己位置を把握できる状況でのステレオ写真測量による土工の出来高算出方法を定めたものです。
3次元計測技術を用いた出来形計測の監督・検査要領(案) H31.4.1 策定	3次元計測技術を用いて出来形計測を行う際の監督・検査手法を定めたものです。
3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案) H31.4.1 策定	3次元計測技術を用いて出来形計測を行う手法を定めたものです。

<p>ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針</p> <p>別紙-1 UAV等を用いた公共測量実施要領 別紙-2 土工の3次元設計実施要領 別紙-3 (1) 3次元ベクトルデータ作成業務実施要領 別紙-3 (2) 3次元設計周辺データ作成業務実施要領 別紙-4 ICT活用工事(土工)実施要領 別紙-5 ICT活用工事、CIM活用業務・工事の見積り書の依頼について 別紙-6 ICT活用工事(土工)積算要領 別紙-7 ICT活用工事(舗装工)実施要領 別紙-8 ICT活用工事(舗装工)積算要領 別紙-9 CIM活用業務実施要領 別紙-10 CIM活用工事実施要領 別紙-11 ICT活用工事(河川浚渫)実施要領 別紙-12 ICT活用工事(河川浚渫)積算要領 別紙-13 定期点検における点検支援技術活用業務実施要領 別紙-14 ICT活用工事(河床等掘削)積算要領 別紙-15 ICT活用工事(作業土工(床掘))実施要領 別紙-16 ICT活用工事(作業土工(床掘))積算要領 別紙-17 ICT活用工事(付帯構造物設置工)実施要領 別紙-18 ICT活用工事(付帯構造物設置工)積算要領 別紙-19 ICT活用工事(法面工)実施要領 別紙-20 ICT活用工事(法面工)積算要領 別紙-21 ICT活用工事(地盤改良工)実施要領 別紙-22 ICT活用工事(地盤改良工(安定処理))積算要領 別紙-23 ICT活用工事(地盤改良工(中層混合処理))積算要領 (別添-1) CIM活用項目における実施内容の記載例 (別添-2) CIM実施計画書 別記様式-1(土工)【ICT施工技術の活用】 別記様式-2(舗装)【ICT施工技術の活用】 別記様式-3(河川浚渫)【ICT施工技術の活用】</p> <p>別紙1～23の一式ダウンロード(平成31年4月1日以降適用)</p> <p>正誤表(平成31年4月4日)</p>	<p>「ICT技術の全面的な活用」の推進に関する実施方針の具体的措置について定めたものです。</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------

参考資料

<p>MC/MG 技術(ブルドーザ編)の手引き【施工者用】 MC/MG 技術(ブルドーザ編)の手引き【発注者用】 MC/MG 技術(バックホウ編)の手引き【施工者用】 MC/MG 技術(バックホウ編)の手引き【発注者用】</p>	<p>情報化施工普及推進の取り組み 国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------

現地研修会の開催状況（発注者側の知識習得）

現地研修会① ～ 水田整備(大区画化)

研修内容：①低コスト農地整備推進実証事業の説明

②スマートコントラクションアプリを用いた3次元設計データの活用方法

日時場所：H30年7月31日 13:00～16:00、上川南部・東中第1地区

参加者：振興局、土地改良区職員等 約60名

主催及び講師：上川南部耕地出張所、コマツカスタマサポート(株)、大北・高橋JV現場代理人
現場代理人からの聞き取り内容

- ・ICT施工機械D65PXi(21t級)を2台使用、機械リース代金はおおよそ200万円/台/月、レーザーBDの約2倍の金額。
- ・運転手の習熟度は、2人のうち1人はD30(6t級)従来機で作業が出来る程度、もう1人は初めてのBD整地作業で、現時点で2週間程度の経験。
- ・2週間程度であるが普通に作業を行える程度。工期終わり頃には完全に習熟してと思われる。
- ・今回は、コマツのサポートに設計データ入力を含み保守管理を一式で依頼した。
- ・高さ設定はマニュアル設定も可能なので、土の状態等で加減でき、高さ管理は、あくまでブレード下面で設定している。
- ・コックピット内のモニターと同じ画像が、代理人手元のiPadで確認でき、平面画像のカラー表示色(赤→黄→緑(100%))で完成度合いがわかり認識しやすい。

現地研修会② ～ 水田整備(暗渠排水)

研修内容：①ICT建機による暗渠排水工の施工

日時場所：H30年8月28日 13:00～16:00、空知東部・北美唄地区

参加者：振興局、土地改良区職員等 約20名

主催及び講師：空知東部耕地出張所、(株)砂子組現場代理人

現場代理人からの聞き取り内容

- ・暗渠用スリムバケットは、アタッチメントがセンターに着いておらず片寄せになっているため、ガイダンスでの施工は不可能なため、今回は暗渠用標準バケットを使用。
- ・3D座標データをマシンにセットしたが、掘削深は反応するが、旋回についてはガイダンスが効かない。
- ・セットする座標は、バケット下面両端位置(暗渠バケットの場合幅20cm)のため、ラインから外れると過掘りが発生する(入力データを標準バケット幅など広めの仮想値でセットしたほうが良かったかもしれない)。
- ・ただ、オペレーターの熟度や配線の形しだいでトレンチャーの施工スピードに追いつけるかもしれない。
- ・試験的に行っているなので、これから違うオペレーターも乗せてみて作業性や得意不得意含め試してみる。

現地研修会 ③ ～ 畑地整備(暗渠排水)

研修内容：①農業土木工事におけるICT施工について
②ICT暗渠排水(施工計画、現地研修)

日時場所：H30年10月23日 13:30～16:00、十勝南部・芽室北第3地区、北部・中士幌1

参加者：振興局職員等

主催及び講師：十勝南部耕地出張所、(株)矢野、(株)共成レンテム、桐谷・橋本川島JV現場
代理人

現場代理人からの聞き取り内容

オペレーターからは、勤と丁張りによる作業の施工に比べ、過堀にならないなど施工も早く
且つ楽になっているとのこと。デメリットはデータ管理などに人員が一人張り付かなければなら
ないこと。

現地研修会 ④ ～ 畑地整備

研修内容：ICT施工に係る説明会および情報化施工現地研修

日時場所：令和元年8月22日 9:30～12:00、十勝南部耕地出張所

参加者：十勝総合振興局整備課・出張所、土地連、農政部、帯広農業高校・士幌高校 約38名

主催及び講師：十勝総合振興局南部耕地出張所

研修講師：ICT概要説明～事業調整課川崎主任、農業施設管理課杉原主査

現地：実際にICT建機を稼働させ、施工状況を見学してもらう。

施工状況をリアルタイムで近隣に設置したパソコン・モニターで確認。日々の進捗管理を
実感してもらった。

以下、今後の施工予定を施工業者から聞き取り

- ・ICTブルで改良山成を実施予定。丁張りの設置はしない。
- ・ICTバックホウで暗渠排水施工を予定。UAV測量により3次元データ作成。出来形測定はTS。
- ・ICTブルで小沢埋め立てを予定。念のため、丁張りは設置する。

現地研修会 ⑤ ～ 畑地整備

研修内容：ICT施工に係る説明会および情報化施工現地研修

日時場所：令和元年8月30日 9:00～12:00、オホーツク中部耕地出張所

参加者：オホーツク総合振興局整備課・出張所、施工業者、農業近代化技術研究センター、
農政部 約24名

主催及び講師：オホーツク総合振興局整備課

研修講師：ICT概要説明～事業調整課川崎主任

現地：実際にICT建機を稼働させ、施工状況を見学してもらう。

運転席モニターにて施工状況をリアルタイムで確認。※前日までの降雨で実際の
掘削作業は行えなかった。

以下、今後の施工予定などを施工業者から聞き取り

- ・ICTバックホウで暗渠排水施工を予定。UAV測量により3次元データ作成。
出来形測定は実測(TS等は使用しない)

解説②：測位技術の選定【施工者】

～2.システム適用条件の事前調査時の実務内容～

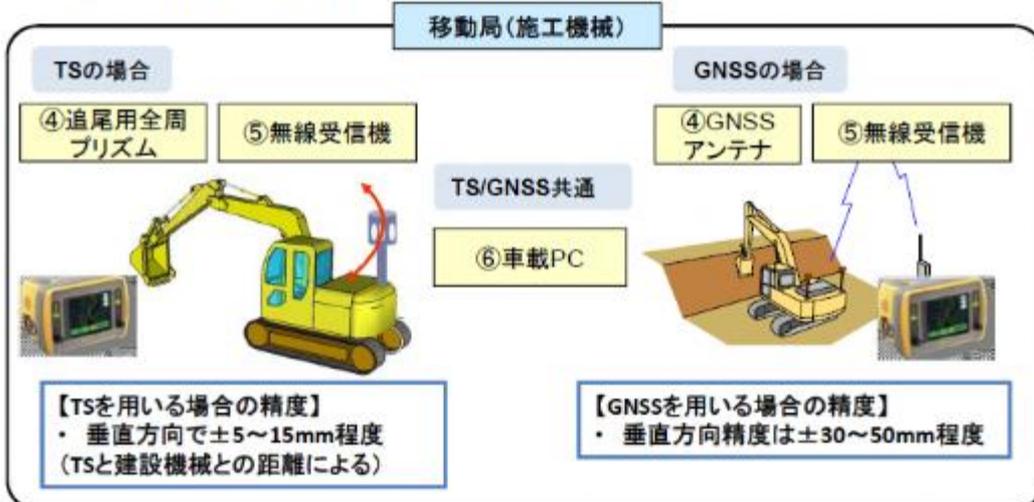
- ▶ MC/MG技術を用いた施工に必要な機器・ソフトウェアは、「基準局」・「移動局」に大きく分類され、システム販売・レンタル業者では機器・ソフトウェアを一つのシステム単位で製品としています。(以下、機器・ソフトウェアを総称して「MC/MGシステム」という。)
- ▶ MC/MGシステムは、測位技術にTSを用いるシステムとGNSSを用いるシステムとがあり、それぞれ機器構成が異なります。

MC/MGバックホウのシステム機器構成

MC/MGシステムの機器構成



※TSで、計測したデータを「②座標変換用パソコン」を介さずに直接移動局へ伝達可能なもの、「③データ通信用無線送信アンテナ」が内蔵されたものがある。



※移動局は施工機械と各機器とをセットで購入・レンタルする方法、各機器のみを購入・レンタルし保有済みの施工機械に取り付ける方法とがある。(MCの場合は建機側もMC対応機種に限られる) 16

出典：国土交通省近畿地方整備局近畿技術事務所ホームページより

情報化施工普及推進の取り組み～MC MG ブルドーザ技術の手引【施工者用】(平成30年2月)

<https://www.kkr.mlit.go.jp/kingi/ict/h3002-03.pdf>

様式－6 ICT建設機械 精度確認要領（案）（国土交通省・平成31年4月）より引用

様式－7 ICT建設機械 精度確認要領（案）（国土交通省・平成31年4月）より引用

様式－8 ICT建設機械 精度確認要領（案）（国土交通省・平成31年4月）より引用

様式－9 ICT建設機械 精度確認要領（案）（国土交通省・平成31年4月）より引用