

# ICT普及促進WG(第3回)

---

令和3年12月27日  
国土交通省 総合政策局  
公共事業企画調整課

# 小規模な建設現場に対応した ICT施工技術の試行結果

---

# 前回WGの概要(令和3年10月6日開催)

- 第2回ICT普及促進WGを国土技術政策総合研究所 建設DX実験フィールドにて開催
- 小規模な建設現場に対応したICT施工技術として「小型バックホウマシンガイダンス技術」と「モバイル端末を活用した出来形計測技術」について試行を実施。

## <第2回 ICT普及促進WG 概要>

日時: 令和3年10月6日(水) 13:20~15:50

場所: 国総研 建設DX実験フィールド

議題

1. 第2回ワーキング概要説明
  - ・現場試行内容説明
  - ・建設DX フィールド概要説明
2. 小規模ICT施工技術の試行
  - ・**小型バックホウマシンガイダンス技術**
  - ・**モバイル端末を用いた出来形計測技術**
3. 質疑応答

### 【小型バックホウマシンガイダンス技術】



### 【モバイル端末を用いた出来形計測】



### 【建設DX実験フィールド】





## モバイル端末を用いた出来形計測(A)



GNSS端末+ARマーカー



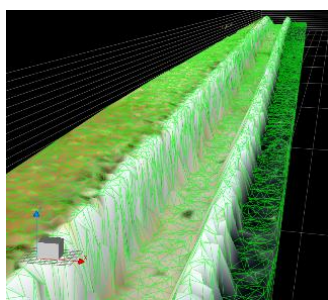
モバイル端末 (LiDER搭載)  
+スタビライザ



GNSS端末  
(標定点)

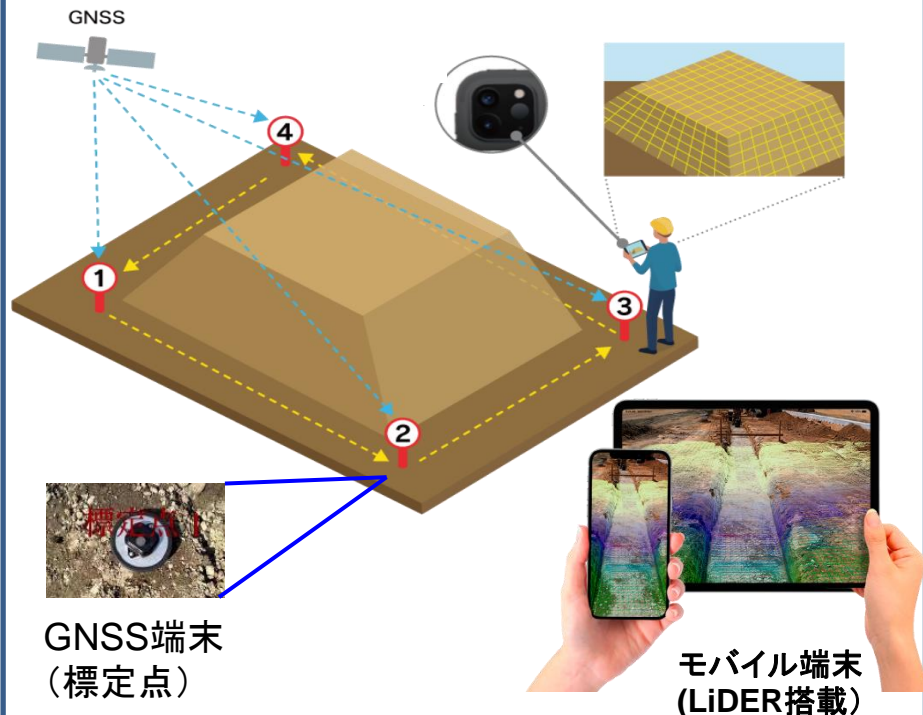


側溝計測



側溝計測データ  
(メッシュ)

## モバイル端末を用いた出来形計測(B)



GNSS端末  
(標定点)

モバイル端末  
(LiDER搭載)



ボックスカルバート計測データ

# 現場試行の結果

---

- 第2回ICT普及促進WGで試行した技術に対し、WG参加者にアンケート調査を実施
- 小規模な現場に対応したICT施工技術による試行をみていただき、WGの参加者方から意見をいただいた。

## ○アンケート調査概要

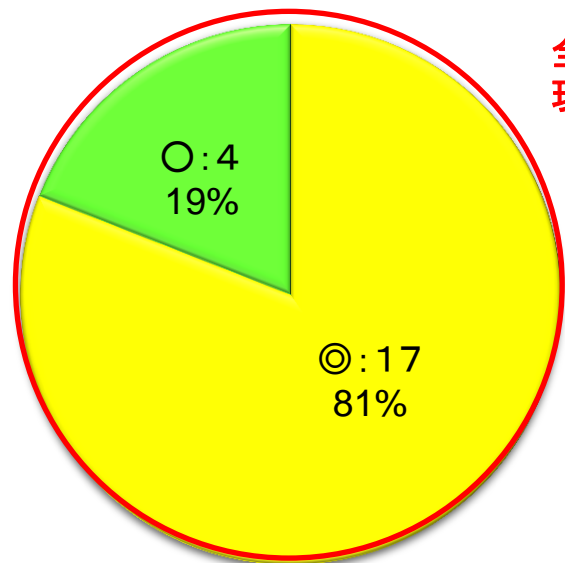
- ・調査期間 2021年10月7日(金)～10月31日(金)
- ・調査方法 メール
- ・調査対象者 第2回ICT普及促進WG 参加者
- ・設問内容
  - ①小規模な建設現場へ当該試行技術の現場実装について
  - ②試行技術を小規模な建設現場への現場実装した場合の有効性について
- ・回答内容 以下の4つの選択肢より選択し、その理由を記入

◎	十分な機能を有しており、現場への実装が可能である。
○	一部の機能に改善点が見受けられる。〈現場実装可能なレベル〉
△	改善点が多く、現場実装には機能の改善や技術開発が必要。
×	現場実装にふさわしくない

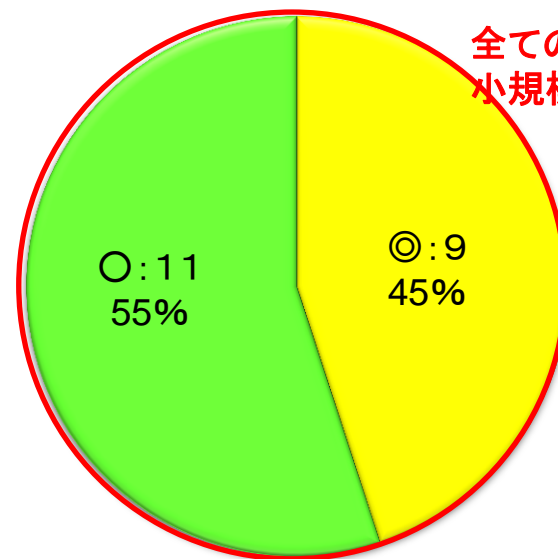
## ■ 自動追尾型TS等を活用した小型MGバックホウ

### ① 当該技術の確立性

### ② 当該技術の小規模現場での有効性



全ての回答者が  
現場実装可能



全ての回答者が  
小規模現場に有効

### 【評価した理由】

- ◎市場にある測量機器を用いた技術であることから、現場への実装が可能と思われる(8)
- ◎現地での作業が減少することから効果的(3)
- ◎小規模現場では手軽で活用しやすい(2)
- ◎位置情報の処理が適切であり、施工後にデータを活用することが可能なレベル
- ◎3D設計データを現地で作成できる(1)
- 通信面に不安あり(2)
- オペレータや刃先にいる補助作業員が計測点に刃先があることを確認できるのか疑問(1)

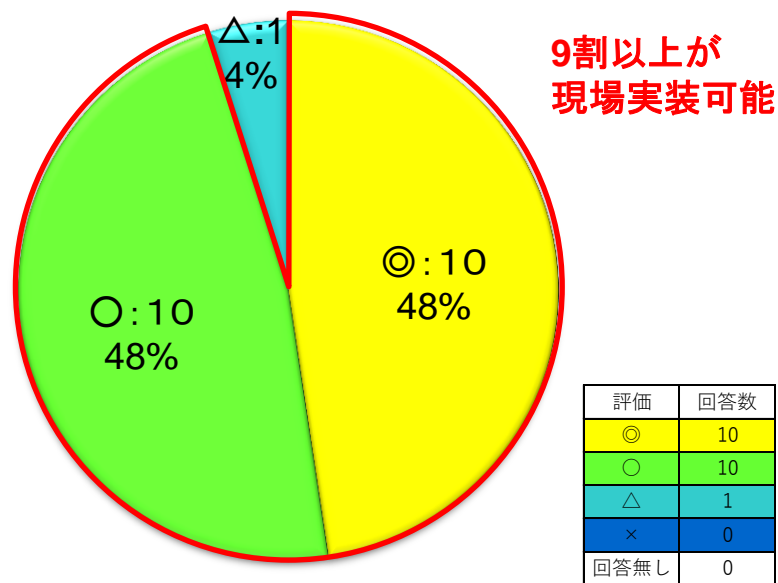
### 【評価した理由】

- ◎ICT建機を購入するより安価なため有効性は高い(4)
- ◎市場にある機器を使用しているためハードルが低い(2)
- ◎衛星測位の困難な場合があるため、光学測位によるガイダンスは非常に有効(1)
- ◎大がかりな設備や準備が不要であるため
- 小規模現場でも問題なく活用可能なのではないかと
- 修繕工事など現場合わせで施工する場合、手軽にICTによる生産性向上が可能である。
- 小型建機が活用できるのがよい(3)
- 作業員(高齢)の理解度を高めることが重要(2)

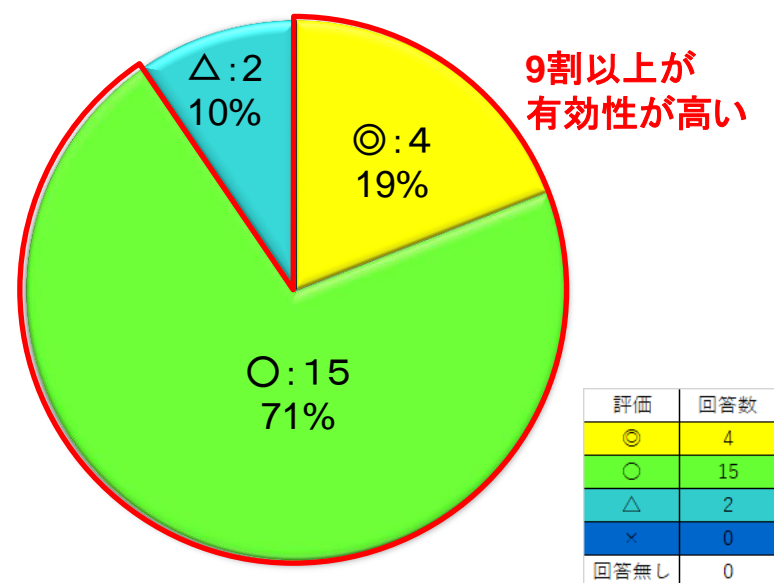


## ■GNSSを活用した小型MGバックホウ

### ①当該技術の確立性



### ②当該技術の小規模現場での有効性



### 【評価した理由】

- ◎後付けが可能であることから取り組みやすい(3)
- ◎既存している技術であるため、実装可能(2)
- ◎現場把握や重機操作の支援に効果的(2)
- ◎施工履歴データ等がリアルタイムで確認できる(1)
- 曲線部を含む工事の場合は3D設計データの作成(1)
- 建機特有の動作に追従できているか確認したい(1)
- 位置情報は活用可能なレベルと思われるが、それ以外の技術の妥当性が確認できない(1)
- △小規模ではシステムが重すぎると考えた(1)

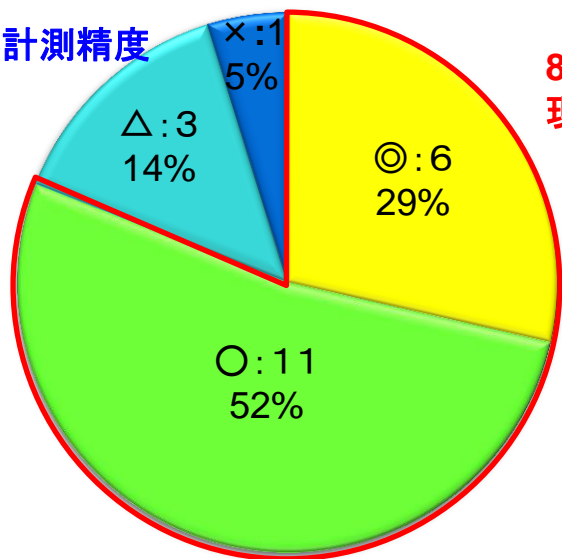
### 【評価した理由】

- ◎現状確立されている技術なので有効的な手段である(1)
- ◎丁張レスで掘削が可能な点等手軽に実施が可能(2)
- ◎リースでの普及も期待したい(1)
- ICT建機を購入するより安価なため有効性は高い(3)
- 既存の小型建機が活用できるのがよい(2)
- 有効な手段と理解したが効率性がわかりづらかった(1)
- 作業員(高齢)の理解度を高めることが重要(2)
- クラウドの金額がさがれば汎用性がある(1)
- △小規模現場では導入及び運用経費がかかりそう(2)

## ■モバイル端末を用いた出来形計測(A)

### ①当該技術の確立性

出来形計測精度に不安



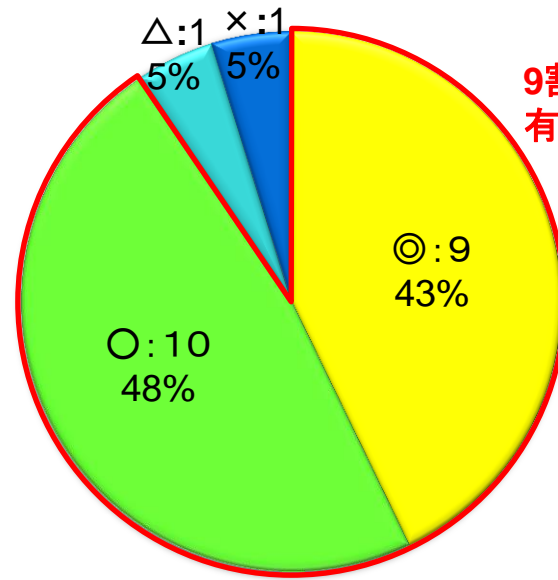
8割以上が現場実装可能

評価	回答数
◎	6
○	11
△	3
×	1
回答無し	0

#### 【評価した理由】

- ◎安価、容易に3Dデータが取得でき取組みやすい(3)
- ◎少ない構成機器である程度の精度にて測定できる(1)
- 精度確保の手法を明確化する必要がある。(1)
- 誤差の補正技術があれば、利便性が高まる(1)
- 現場作業員の理解度、実用性を高められれば良い(1)
- 日頃の出来高や進捗確認であれば、使いやすい(1)
- △測量の際の人的要因と距離による誤差がある(1)
- △点群データの最適な取得手法の検討や精度評価(1)
- ×LiDARスキャナの仕様が公開されていないため、精度が担保されていない(1)

### ②当該技術の小規模現場での有効性



9割以上が有効性が高い

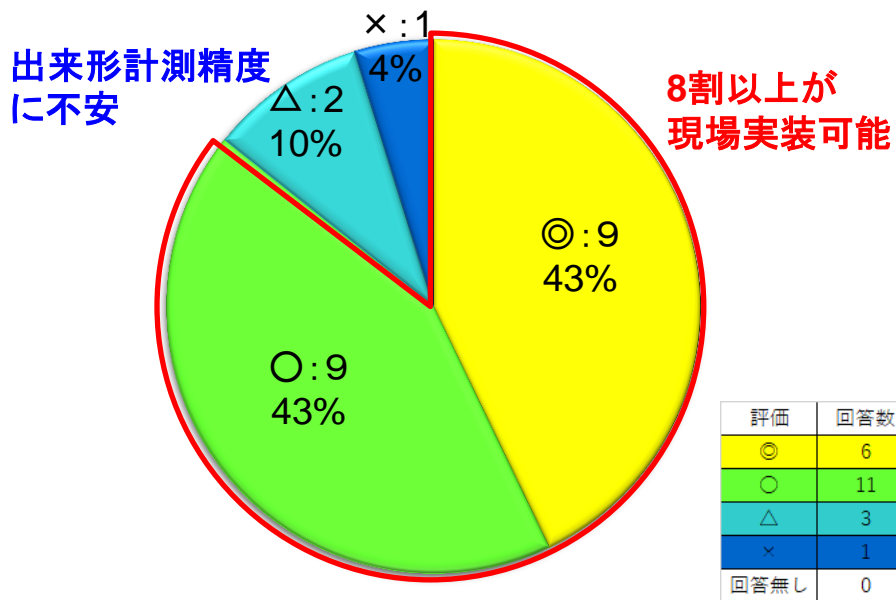
評価	回答数
◎	9
○	10
△	1
×	1
回答無し	0

#### 【評価した理由】

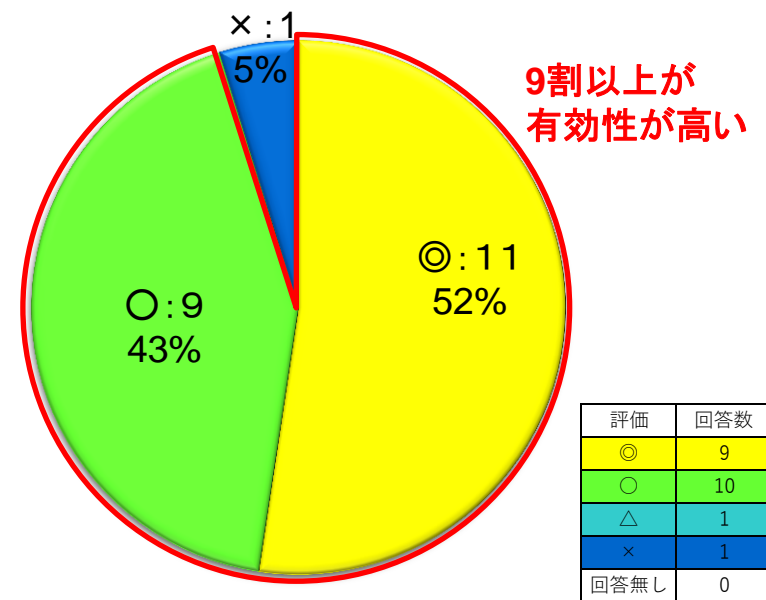
- ◎小規模現場ならば有効(6)
- ◎夜間施工での使用や、短時間で準備計測が可能(1)
- スマホ等で簡便に点群データを取得できる(4)
- 1人でも測量が可能であり、人員の有効活用や採算面で効果がある(1)
- 日頃の出来高や進捗確認であれば使いやすい(1)
- アプリの利用料が中小企業には少し高額である(2)
- △使用する場面や用途が限定的となるのではない(1)
- ×精度が担保されていない(1)

## ■モバイル端末を用いた出来形計測(B)

### ①当該技術の確立性



### ②当該技術の小規模現場での有効性



### 【評価した理由】

- ◎安価で簡易に3Dデータが取得でき、取組みやすい(7)
- ◎別会社のレーザも利用可能であり汎用性が高い(2)
- ◎少ない構成機器である程度の精度にて測定できる(1)
- ある程度の精度があり手軽に計測が可能(1)
- 仮置土等の体積を把握するのに有効(1)
- 日頃の出来高や進捗確認であれば、使いやすい(1)
- 建設業者との共同開発につき、有効性は感じた。(1)
- △点群データの最適な取得手法の検討や精度評価(1)
- ×LiDARスキャナの仕様が公開されていないため、精度が担保されていない(1)

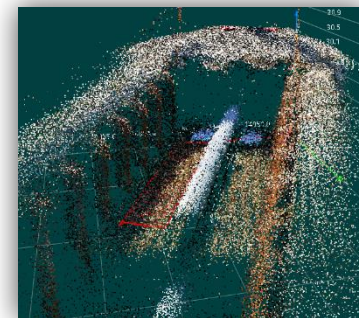
### 【評価した理由】

- ◎小規模現場ならば有効(7)
- ◎衛生電波が入らない場合でもTSを使った3次元測量が可能(2)
- ◎すでに実施例もあるようで今後も実績を通じて改良が進んで行くように思う(1)
- アプリの利用料が中小企業には少し高額である(2)
- 1人でも測量が可能であり、人員の有効活用や採算面で効果がある(1)
- 日頃の出来高や進捗確認であれば使いやすい(1)
- ×精度が担保されていない(1)

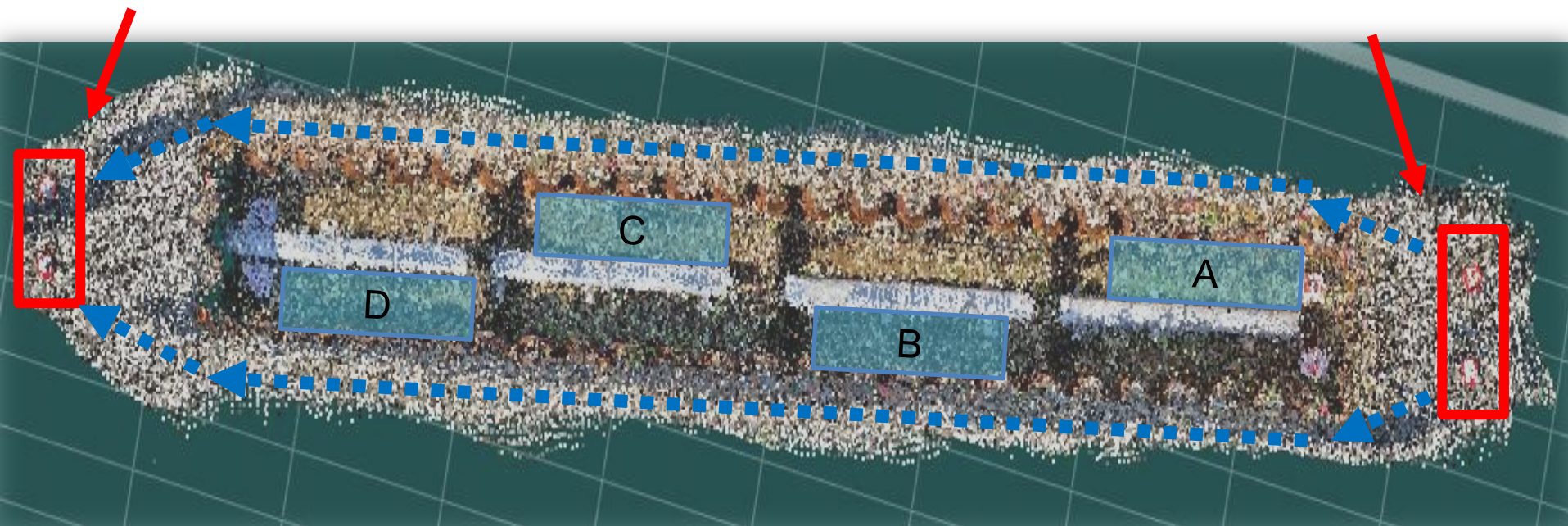
## ■モバイル端末を用いた出来形計測(A)

### ●計測概要

- 深さが異なる任意の評価エリアを4か所設定(A~D)  
A: GL-1.000、B: GL-1.500、C: GL-2.000、D: GL-2.500
- 地上型レーザースキャナーで計測した結果を設計データとして設定
- 掘削底面部のレーザースキャナー計測値との差分を評価



ARマーカ―



ARマーカ―

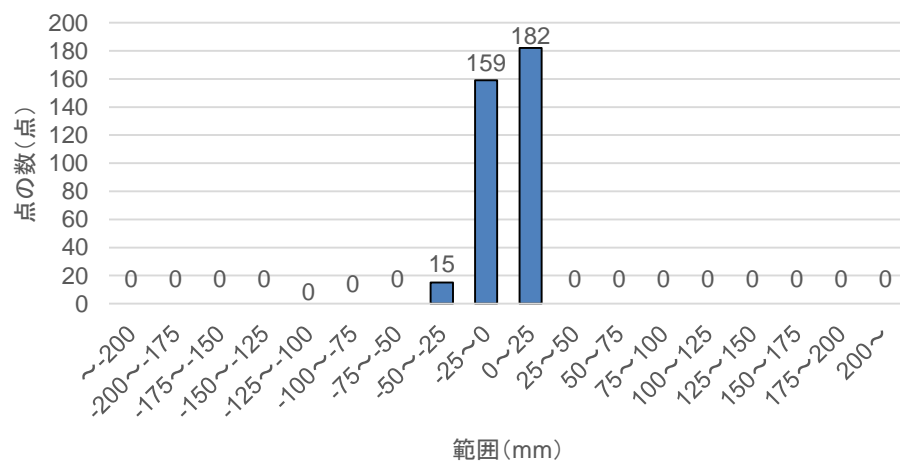
計測経路: 

## ■モバイル端末を用いた出来形計測(A)

10cm×10cmメッシュ 点群密度:2,600点/m<sup>2</sup>

### ■ヒストグラム

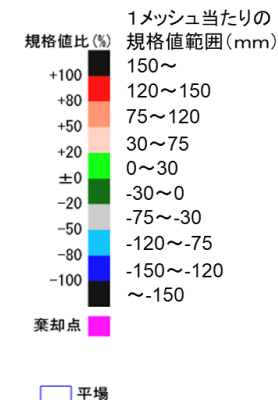
評価結果ヒストグラム (10cmメッシュ)



### ■出来形判定

測定項目		
標高較差	平均値	-3.3mm
	最大値(差)	17mm
	最小値(差)	-41mm
標準偏差	$\sigma$	8.5mm
	$2\sigma$	17.1mm

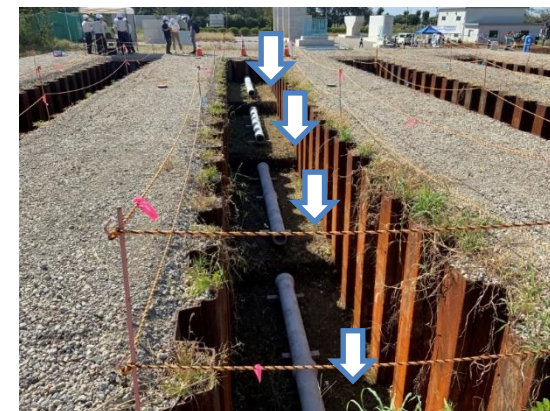
### ■ヒートマップ



## ■モバイル端末を用いた出来形計測(B)

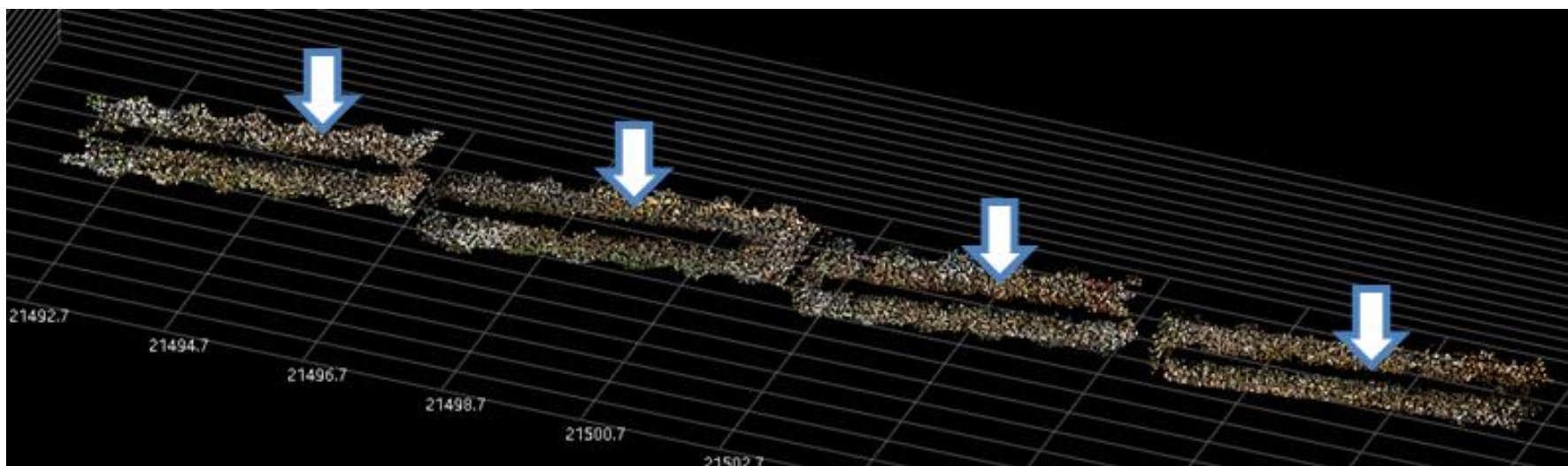
### 計測概要

- 深さが異なる任意の評価エリアを4か所設定(A~D)  
A: GL-1.000、B: GL-1.500、C: GL-2.000、D: GL-2.500
- 地上型レーザースキャナーで計測した結果を設計データとして設定
- 掘削底面部のレーザースキャナー計測値との差分を評価



計測対象構造物

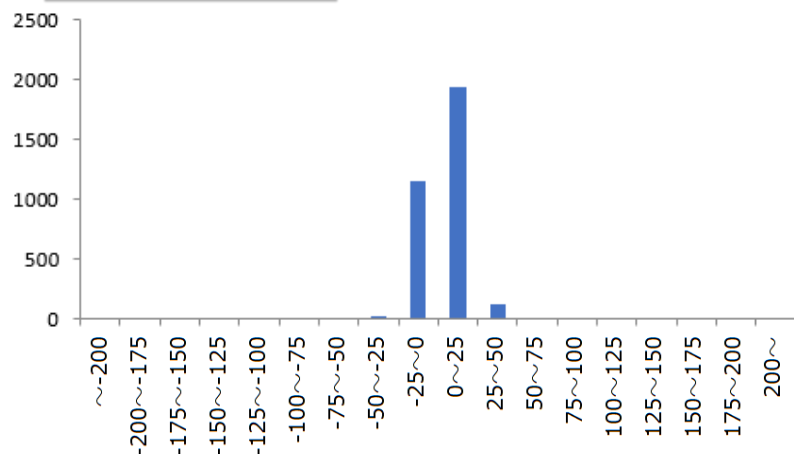
Geo Scan(GNSS)で取得した点群



## ■モバイル端末を用いた出来形計測(B)

TS 10cm×10cmメッシュ 点群密度:5,180点/m<sup>2</sup>  
 (TSで測定した既知点(標定点)にGNSSマーカを設置して測定)

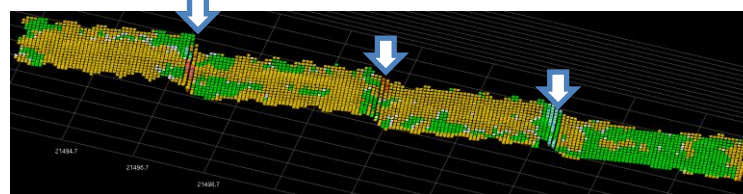
### ■ヒストグラム



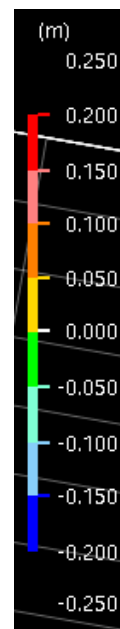
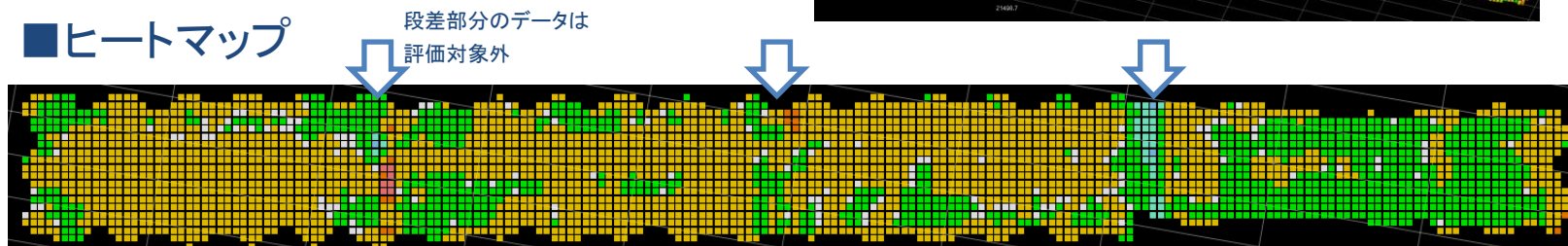
### ■出来形判定

測定項目		
標高較差	平均値	4.1mm
	最大値(差)	69mm
	最小値(差)	-70mm
標準偏差	$\sigma$	11.4mm
	$2\sigma$	22.9mm

### ■ヒートマップ(クォータービュー)



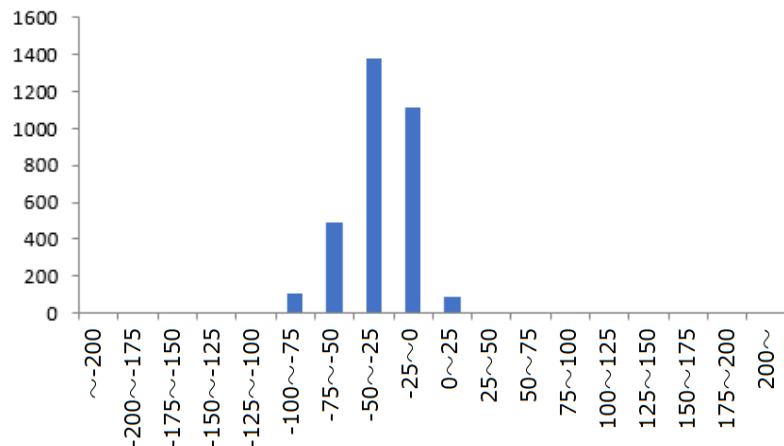
### ■ヒートマップ



## ■モバイル端末を用いた出来形計測(B)

GNSS 10cm×10cmメッシュ 点群密度:4,520点/m<sup>2</sup>  
 (GNSSマーカを単独で設置して測定)

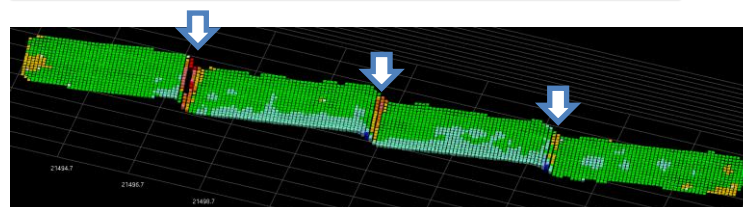
### ■ヒストグラム



### ■出来形判定

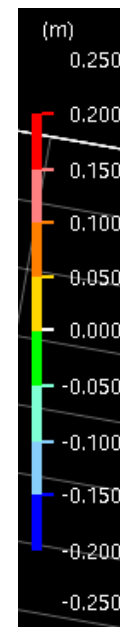
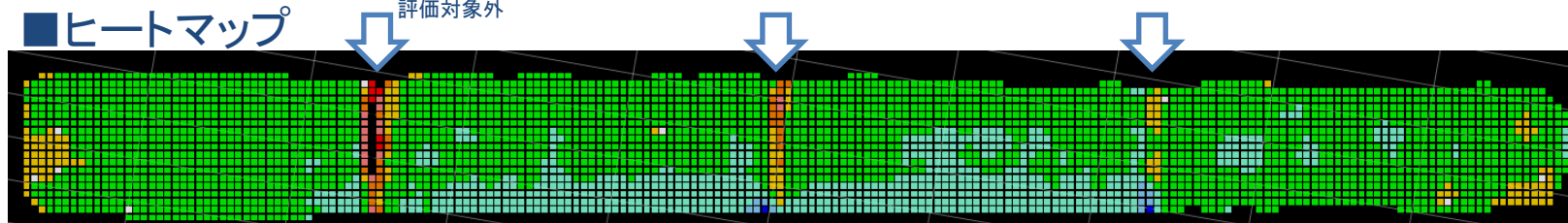
測定項目		
標高較差	平均値	-32.6mm
	最大値(差)	59mm
	最小値(差)	-149mm
標準偏差	$\sigma$	20.4mm
	$2\sigma$	40.8mm

### ■ヒートマップ(クォータービュー)



段差部分のデータは  
評価対象外

### ■ヒートマップ





## 1. 小型MGバックホウについて

- 試行した2技術ともに、技術の確立性は高く現場実装が可能なレベルに達している。
- 小型建機が活用でき、ICT建機を購入するより安価なため有効性は高い。

## 2. モバイル端末を活用した出来形計測技術について

- 試行した2技術ともに、ICT土工における計測精度が確保できており、現場での使用が可能
- モバイル端末で点群データが取得でき、小規模な現場では有効性は高い。



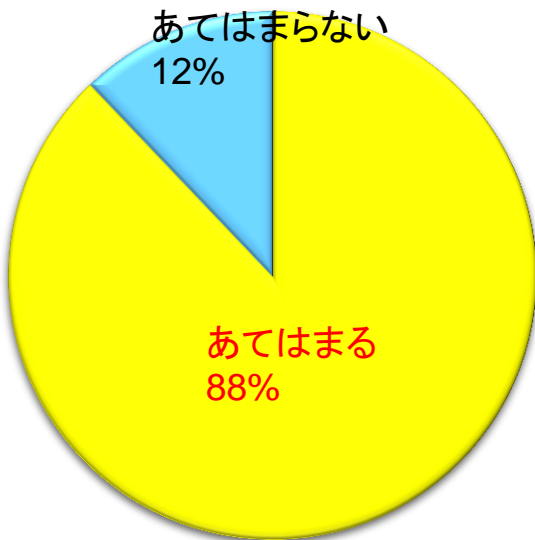
「小型MGバックホウ」及び「モバイル端末を活用した出来形計測技術」の2技術とも小規模施工現場への導入を図る。

# 小規模現場への導入について

---

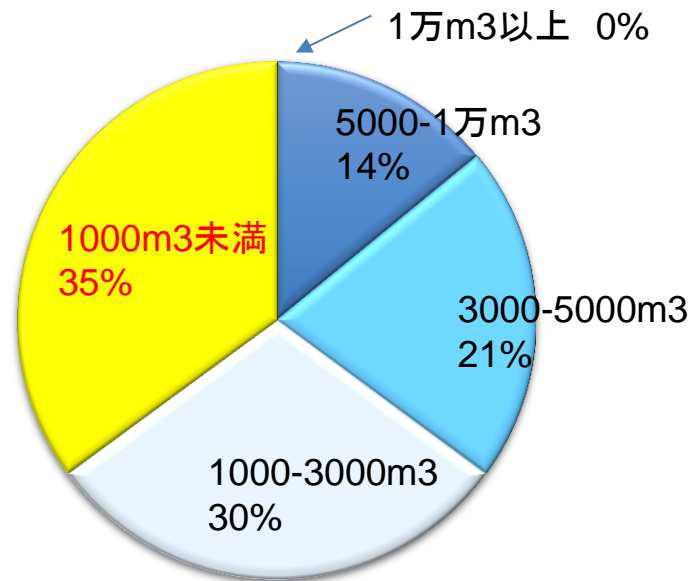
- 国と比べ小規模工事が多い地方自治体へのアンケートによると、土工量が少ないとICT施工が割に合わないという意見がある。
- 土工量が1万m<sup>3</sup>以上では割に合わないという意見はないが、土工量が少なくなるほど、ICT施工が割に合わないとの意見が多く寄せられている

■土工量が少ないとICT施工は割に合わない？



土工量が少ないと割に合わない		割合
1	当てはまる	88%
2	当てはまらない	12%
	計	100%

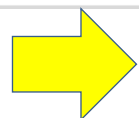
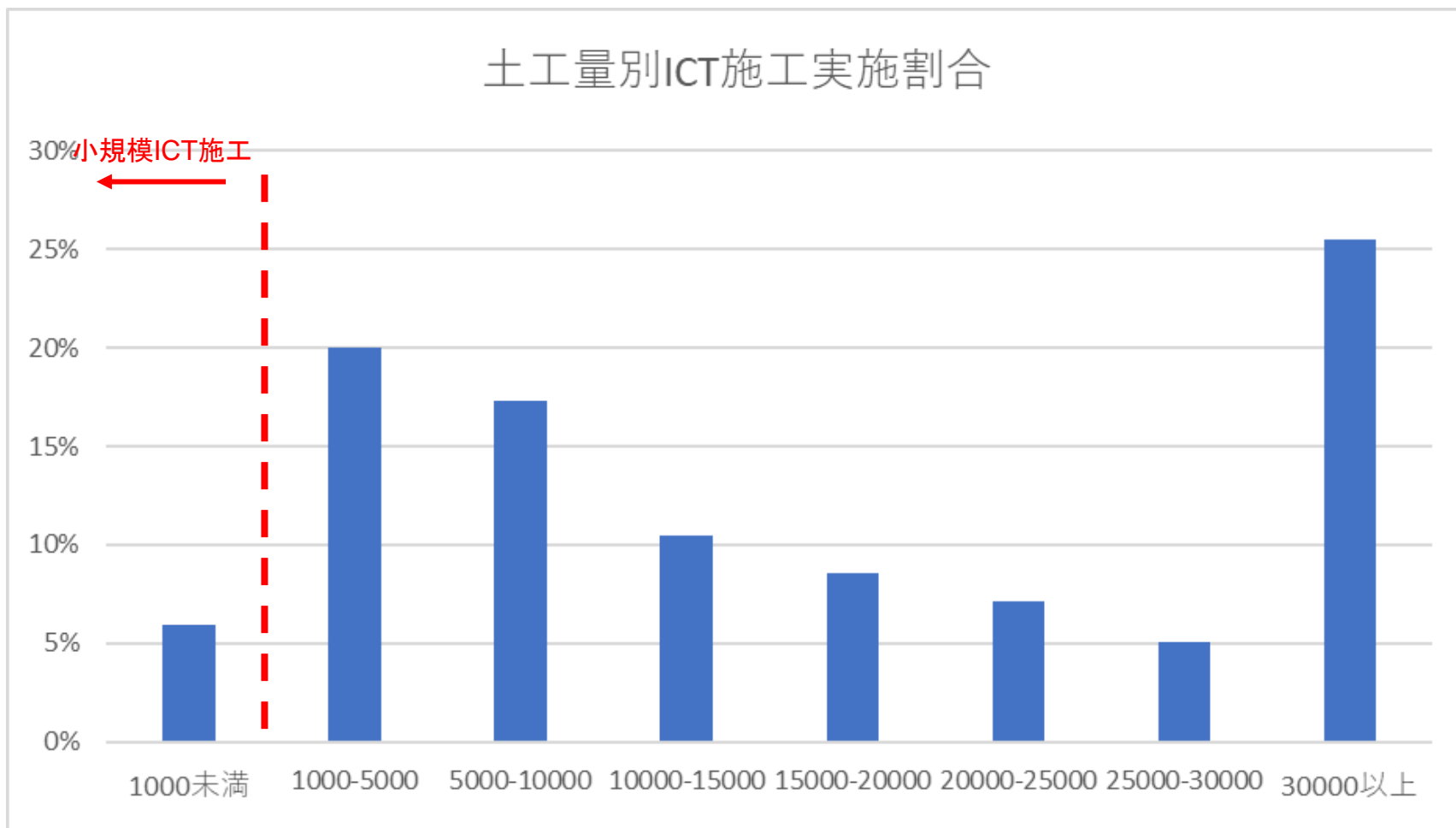
■割に合わない工事規模(土工量)は？



割に合わない工事規模		割合
1	土工量が5万m <sup>3</sup> 以上	0%
2	1万m <sup>3</sup> 以上～5万m <sup>3</sup> 未満	0%
3	5千m <sup>3</sup> 以上～1万m <sup>3</sup> 未満	14%
4	3千m <sup>3</sup> 以上～5千m <sup>3</sup> 未満	21%
5	1千m <sup>3</sup> 以上～3千m <sup>3</sup> 未満	30%
6	1千m <sup>3</sup> 未満	35%
	計	100%

○国土交通省直轄工事において、ICT施工を実施している現場のうち1000m<sup>3</sup>未満の現場の占める割合は約6%。

## 土工量別ICT施工実施割合



地方自治体からの意見及び、直轄工事の実施状況を考慮し、小規模現場ICT施工技術の適用範囲を1000m<sup>3</sup>以下とする。

## 【ICT土工(小規模施工)・床掘工・小規模土工】

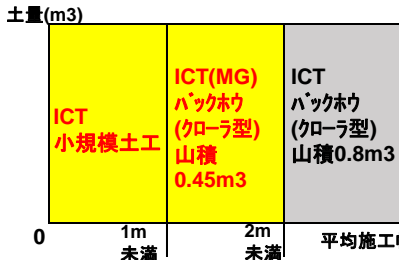
- ・マシンガイダンス技術搭載の小型バックホウを用いることで、施工性が向上
- ・丁張作業を行うことなく作業が行えるため、土工作业全体の迅速化、現場の補助員削減による安全性向上
- ・出来形管理はRTKGNSSやTS等を活用した断面管理を標準とし、モバイル端末を活用した面管理も活用可能
- ・土工量1,000m<sup>3</sup>未満の土工(小規模施工)・床掘工・小規模土工を対象とし、ICT施工の普及を促進

### 適用範囲

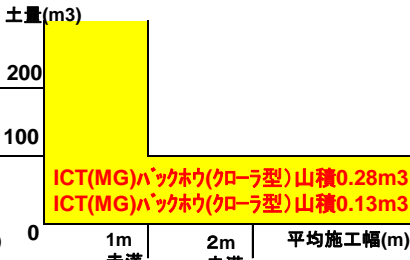
#### ■ICT土工(小規模施工)

土工量(m <sup>3</sup> )	ICTバックホウ(クローラ型) 山積
5万	山積1.4m <sup>3</sup>
1万	山積0.8m <sup>3</sup>
0.1万	ICT(MG)バックホウ(クローラ型) 山積0.45m <sup>3</sup>
0	ICT(MG)バックホウ(クローラ型) 山積0.45m <sup>3</sup>

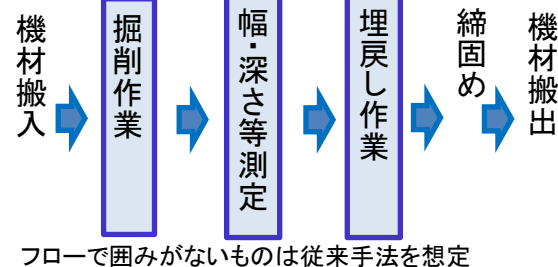
#### ■ICT床掘工



#### ■ICT小規模土工



### 施工フロー



- 機械施工に小型MGバックホウを活用
- 現場状況により施工方法を選択

#### GNSSを活用した小型MGバックホウ



#### 自動追尾型TS等を活用した小型MGバックホウ



- 出来形・出来高計測はRTKGNSSやTS等による断面管理を標準
- 面管理を行う場合はTLSなどの従来面管理手法に加え、モバイル端末を活用可能

#### 断面管理



RTKGNSSやTS等による出来形管理

#### 面管理



モバイル端末

- ・ICT施工工種拡大に伴い策定する基準

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(土工(小規模施工)・床掘工・小規模土工)

3次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工(小規模施工)・床掘工・小規模土工)

# 各県の取組・意見

---

**埼玉県**

---



# 埼玉県における ICT活用工事 の取組み事例

## <紹介事例>

- ・事例①：調節池整備事業における ICT地盤改良工
- ・事例②：潜水作業を不要とした灌漑用湖底における袋型根固設置工



令和3年12月27日（月）  
埼玉県 県土整備部 建設管理課



工事名 総I除)河川改修(国庫補助)工事(水谷調節池地盤改良工)  
工事場所 一級河川柳瀬川/富士見市水子地内  
工期 令和3年4月16日~令和4年2月末日  
工事大要 掘削工、施工機足場造成工、処分工、

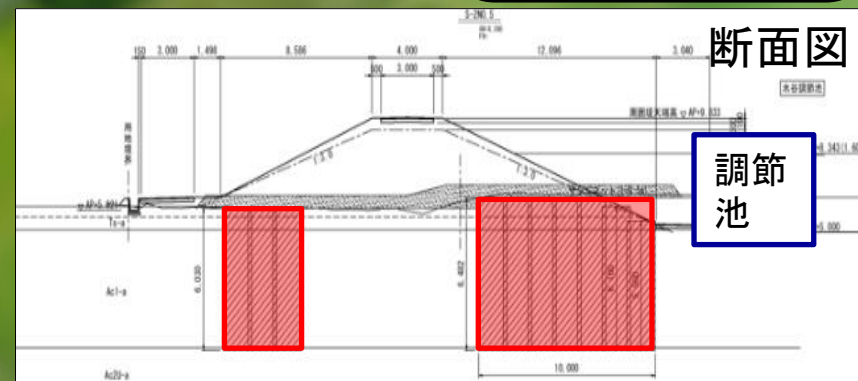
**ICT地盤改良工（深層混合処理 改良長  $L = 6.0 \sim 6.4\text{m}$ 、  
 $\Phi = 1,600\text{mm}$ ）**

施工者	(株)関東建設	その4工区	225本
	初雁興業(株)	その5工区	232本
	(株)中里組	その6工区	216本
	合計		671本

同一工種で施工本数が多いため、ICT施工により効率化を図ることとした

## 深層混合処理工法

比較的深い部分を原位置で改良する  
軟弱な地盤内に固化材を添加し、固化材と改良対象土を強制的に攪拌混合し、強固な地盤を造成する工法



改良長  $L = 6.0 \sim 6.4\text{m}$ 、 $\Phi = 1,600\text{mm}$

施工範囲  
全体概況



← 柳瀬川

中学校

住宅街

その6 株中里組

その5 初雁興業(株)

その4 株関東建設

# プラント設備 建機配置状況

小学校



ICT建機

セメントサイロ 2基

発電機

グラウトポンプ

施工管理室

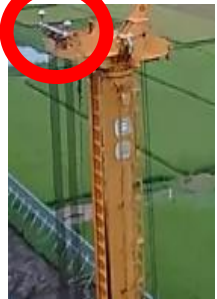
スラリープラント

水槽

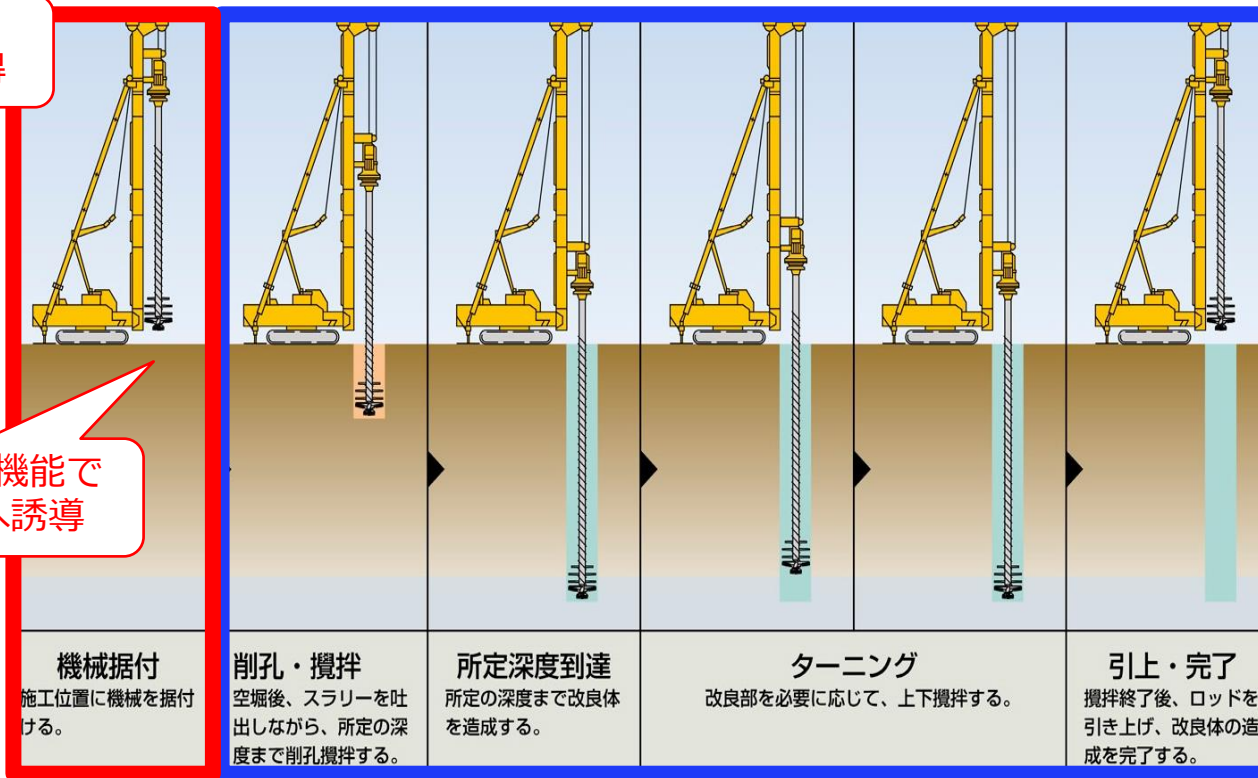
柳瀬川

## 施工の流れ

GPSにより  
位置情報取得



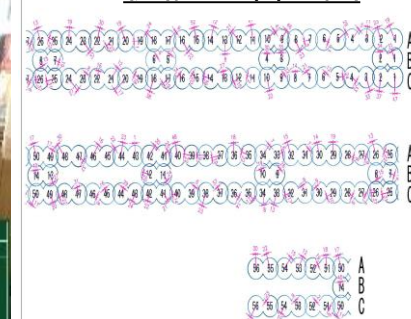
ガイダンス機能で  
施工位置へ誘導



モニター画面でリアルタイムで施工深度、速度、回転数、スラリー量等を随時管理



### 杭偏芯管理図



## ICT地盤改良機械を用いた施工の特性と効果（省人化 **省**、時短 **短**）

- (1) 改良箇所的位置出し作業の効率化 **省** **短**
- (2) 施工ミス等の減少による手戻り防止 **短**
- (3) 施工精度の向上による立会い確認回数の低減と写真管理の簡素化 **省** **短**
- (4) 出来形計測確認の省力化（出来形確認のための掘起し作業の省略） **省** **短**
- (5) 施工記録（出来形管理資料）の効率化 **短**



現場の効率化により「長時間労働の改善、週休二日の促進に繋がる」という声も！

## 現場見学会、講習会の開催（令和3年11月5日(金)）

- ・ 主催：県土整備部 建設管理課、川越県土整備事務所
- ・ 施工者：(株)関東建設、初雁興業(株)、中里組(株)
- ・ 参加者：県、さいたま市等の職員 約50名
- ・ 内容：座学、マシンガイダンス（MG）による効率性等を実技等により確認



講習会



現場見学会



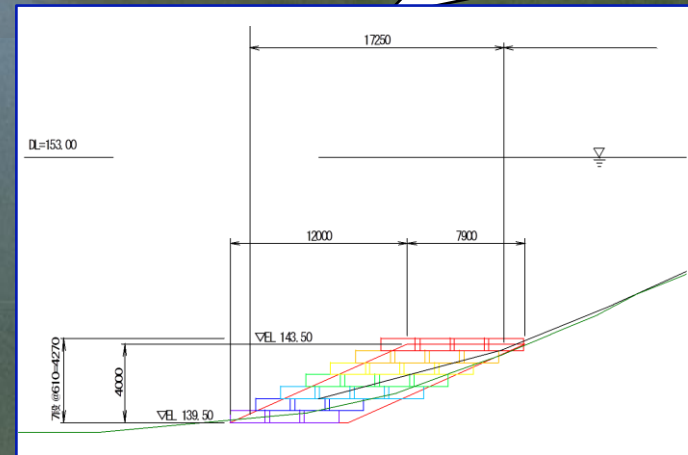
拡大

工事名 総I除) 1円第101号堤体耐震対策工事  
工事場所 大里郡寄居町大字末野地内  
工期 令和元年9月30日～令和2年6月19日  
工事内容 **袋詰根固工 (ICT) N=625袋、**  
斜樋管防護工 1式、  
仮設工 (台船、引船及び揚錨線運転等)  
施工者 古郡建設(株)

水を抜かずため池の耐震補強工事を行うという施工条件のもと、施工の安全性、精度の高い施工が求められたことからICTにより施工

## 施工手順

- ・水中三次元測量を行い、袋詰根固材の設置数量を確認
- ・マシンガイダンスシステムの機能を搭載したクレーンにより袋詰根固材を設置
- ・一段毎に水中三次元測量を行い、設置位置の確認し、次段の設置位置を決定



# 事例②：潜水作業を不要とした灌漑用湖底における袋型

## 取組み概要

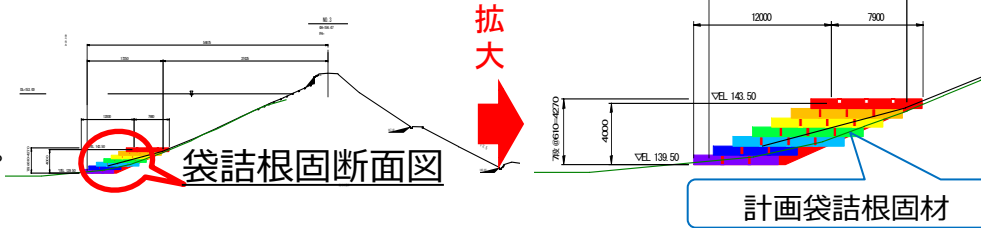
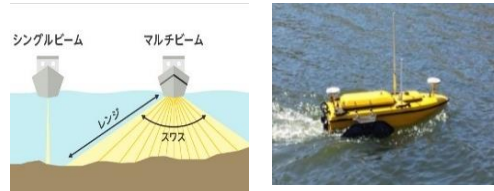
湖に浮かべたクレーン用台船に設置した**マシンガイダンストータルシステム**を構築し袋詰根固材(4t)を設置

### 1) マルチビーム測深の採用

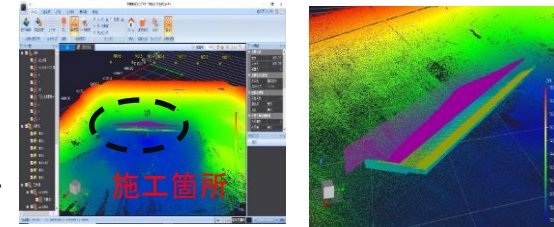
#### ◎湖底の詳細点群データを取得

- ・マルチビーム装着小型ラジコンボートによる深浅測量システムによる湖底を隙間なく測深し詳細な3次元データ取得。

#### マルチビームを用いた深浅測量



#### 現況測量結果を点群処理後3D設計を重ねる



### 2) マシンガイダンストータルシステムによる施工

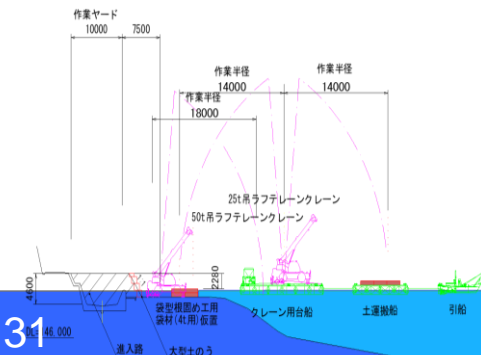
#### ◎正確な設置の実現

- ・湖の湖底工事は、潜水作業になる。マシンガイダンスシステムは、陸上作業と同様であり時間的制約が無く安全である。マシンガイダンスシステムの機能を搭載したクレーンで、施工管理のトータルシステムを構築したことで計画位置、設置位置との差異を把握しながらの正確な施工が可能あり、袋詰根固材設置完了した箇所には記録が残るシステムとなる。
- ・完了後、マルチビーム出来形計測を行い、計画形状である整積を確認し満足する結果を得た。

#### 施工断面図 (袋詰根固工)

#### 袋詰根固工 設置状況

#### クレーン運転席 ガイダンス画面





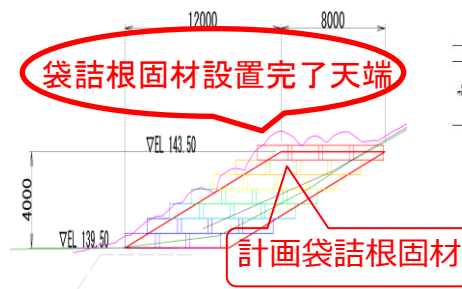
# 事例②：潜水作業を不要とした灌漑用湖底における袋型

## 取組み結果、まとめ

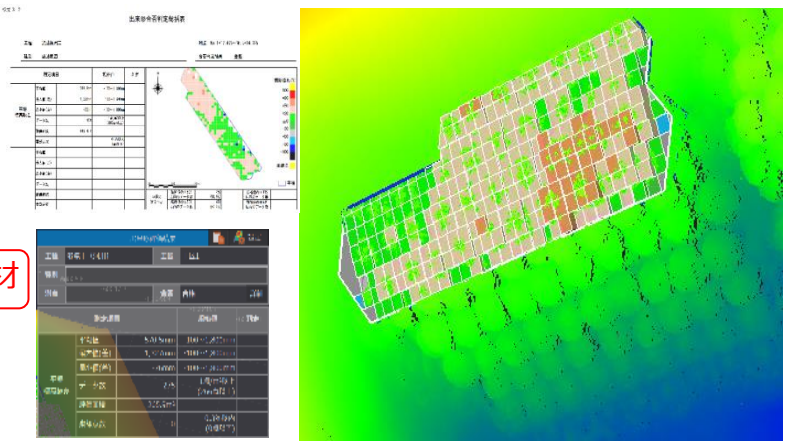
### 【取組の結果】

- ICT施工により従来の潜水工法より安全、コンパクトな設備の実現
- マルチビーム深浅測量により湖底の隙間ない測探。詳細3次元データの迅速な取得
- 3次元データを参考にマシンガイダンストータルシステムを構築し、MGモニターから情報を得ながら手戻りなく計画位置に袋詰根固材の設置可能となり施工期間の短縮

袋根固材出来形図



判定に用いられるヒートマップ



施工日数比較表

ICT MGシステムにより 工程短縮 約10日減

日数	1	5	10	15	20	25	30	施工日数
ICT施工	[Red bar from 1 to 22]							22日
潜水夫施工	[Black bar from 1 to 32]							

### 【まとめ】

水深10m以上では、水中作業時間が限定されるが、マシンガイダンスシステム利用により作業時間の制約が無く作業効率が向上! このことから・・・

ICT MGトータルシステムにより工事期間短縮、完全週休二日制の達成!!

# 事例②：潜水作業を不要とした灌漑用湖底における袋型

## 普及促進に向けた各種取り組み

ICTマシンガイダンスシステム施工により生産性向上による改善を周知

- ICT施工による水中でのマシンガイダンストータルシステムは、作業に制約がからず、生産性の効率化や安全性の向上貢献できるシステムである。

埼玉県農村整備事業に携わる職員見学会

地元自治体職員現場見学会

高校生インターシップ



各種業界新聞に取り上げられ生産性向上を周知