

資料-1

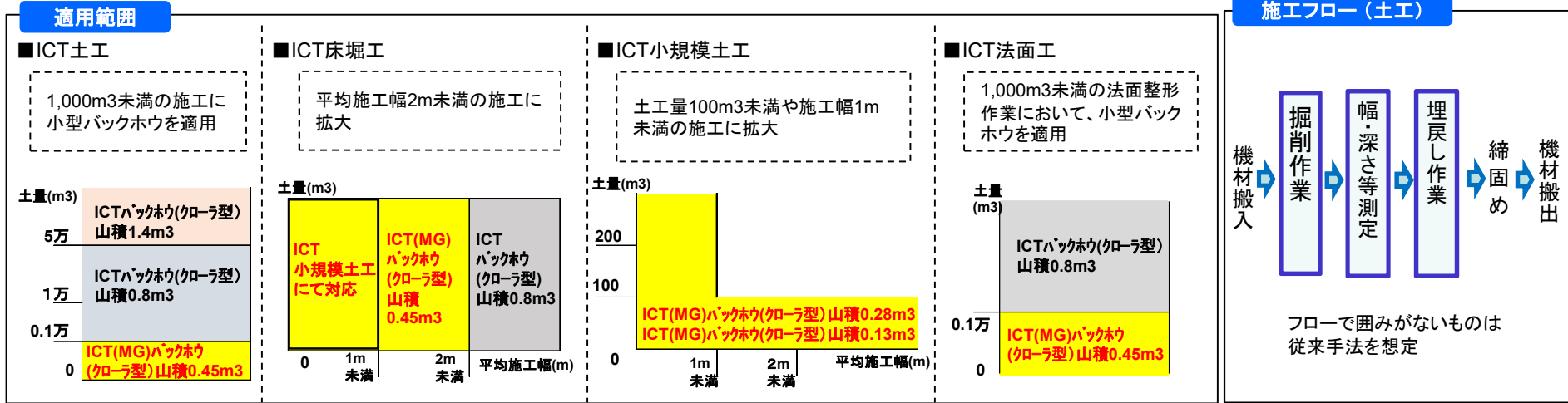
令和3年度の活動報告

i-Constructionに関する工種拡大

○国交省では、ICTの活用のための基準類を拡充してきており、構造物工へのICT活用を推進。
 ○今後、中小建設業がICTを活用しやすくなるように小規模工事への更なる適用拡大を検討

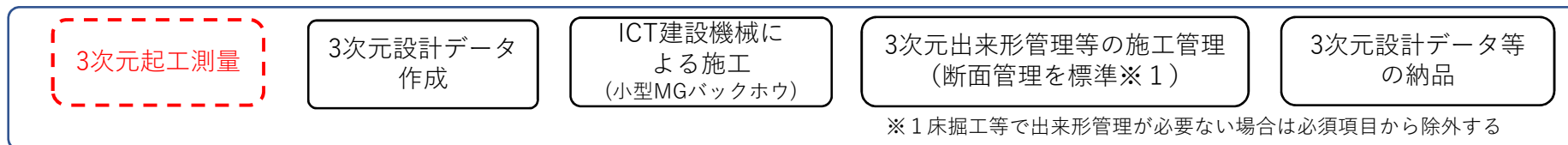
平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度 (予定)
ICT土工							
	ICT舗装工 (平成29年度:アスファルト舗装、平成30年度:コンクリート舗装)						
	ICT浚渫工 (港湾)						
	ICT浚渫工 (河川)						
	ICT地盤改良工 (令和元年度:浅層・中層混合処理、令和2年度:深層混合処理)						
	ICT法面工 (令和元年度:吹付工、令和2年度:吹付法砕工)						
	ICT付帯構造物設置工						
	ICT舗装工 (修繕工)						
	ICT基礎工・ブロック据付工 (港湾)						
	ICT構造物工 (橋脚・橋台)						
	ICT路盤工						
	ICT海上地盤改良工 (床掘工・置換工)						
	ICT構造物工 (橋梁上部) (基礎工)						
	小規模工事へ拡大 (床掘工、小規模土工)						
	ICT構造物工 (函渠工等)						
	小規模工事の適用拡大						
	民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大						

- 中小建設業が施工する現場は比較的小規模な現場が多いため、小規模な現場に対応したICT施工の導入が求められている。
- 都市部や市街地などの狭小現場でも小型のマシンガイダンス(MG)技術搭載バックホウを使うことでICT施工を可能とするICT実施要領等を策定。
- ICT施工により、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の向上等が期待できる。
- ICT土工・床堀工・小規模土工・法面工における出来形管理は、衛星測位(RTKGNSS)やトータルステーション(TS)等を活用した断面管理を標準とし、市販のモバイル端末を活用した面管理も活用可能とする。

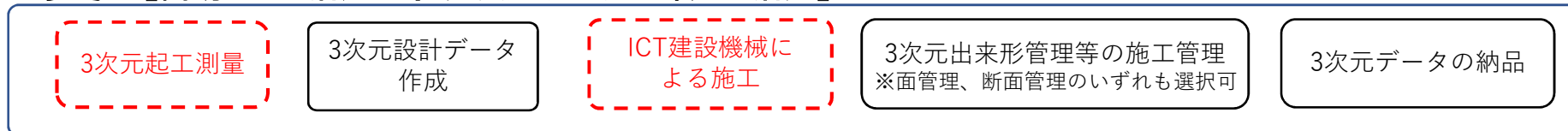


- 起工測量から電子納品までの全ての段階で3次元データ活用を必須としていたが、一部の段階で3次元データ活用を選択することが可能
- 出来形管理については、普及促進を図るため断面管理とし、面計測を実施する場合は導入が容易なモバイル端末を活用した出来形管理を追加導入

【小規模現場に対応したICTの活用】



<参考>【簡易型ICT活用工事(3次元データの部分的活用)】



必須項目

選択可能な項目

【ICT活用工事】

○起工測量から電子納品までの**全ての段階で**3次元データ活用を**必須**

【小規模現場に対応したICTの活用】

○起工測量から電子納品の**一部の段階で**3次元データ活用を**選択することが可能**であり、1点の加点とする。
 ※3次元設計データ作成、ICT建設機械の施工、3次元データの納品での活用は必須(3次元出来形管理は必須な工種のみ)
 ○モバイル端末等により**出来形計測(面計測)を行った場合は**、更に1点の加点
 ※従来の面計測技術も含まれます。

<参考>【簡易型ICT活用工事(3次元データの部分的活用)】

○起工測量から電子納品の**一部の段階で**3次元データ活用を**選択することが可能**であり、1点の加点とする。
 ※ただし、3次元設計データ作成、3次元出来形管理等の施工管理及び3次元データの納品での活用は必須

コストと生産性の両立を目指したICT機器の使い分けにより、現場規模に応じた効率的な導入環境を整備する

〈施工規模の大きい現場〉
(新設工事)

〈狭小箇所の現場〉
(都市部・修繕工事など)



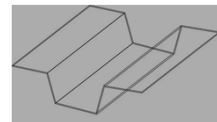
工事規模・内容によりICT機器を使い分け

対象部分の施工前地形

ICT活用工事では対象外とする

※ICT実施要領とは別に必要に応じて実施することは妨げない

工事の完成形・床掘・仮設等を作成



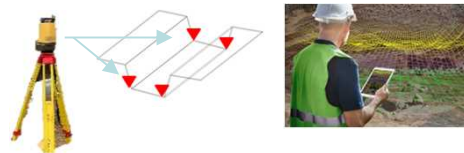
構造物設置のための床掘など、設計図書に明記の無い設計も対象
※チェックシートは不要

MG・脱着式MG等(選択)



小型建機0.1m³級～0.45級

TS等・モバイル端末等の3次元計測技術による管理



単点計測

多点計測

or

断面管理

面的管理

or

・見積りで計上

・ICT建機を現場状況に応じて導入
※小型建機対応の積算要領整備

・出来形管理の最適化

小規模土工の出来形管理要領(新規)

・TS等を用いた断面管理(座標による)を標準とする。
・モバイル端末等を利用した面的計測・管理も選択可能

新設:【3次元計測技術を用いた出来形管理要領(小規模土工編)(案)】

・1工事当りの土工作業の取り扱い土量※が1,000m³未満の土工(ICT土工(小規模施工)・床掘工・小規模土工・法面工)における出来形管理において、従来の計測技術に加えて簡易な面的計測手法を適用可能とする。



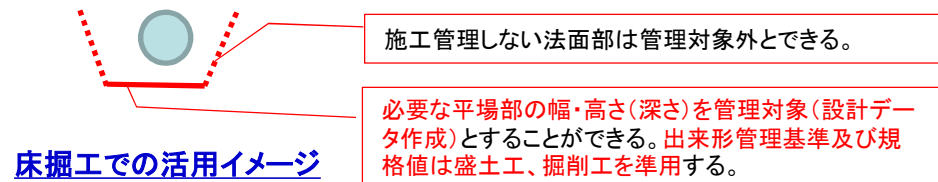
土工(1,000m³未満)の出来形管理要領案

■概要: TSやRTK-GNSSを用いた単点計測を用いた断面管理の他、要求精度を満たすことが確認された面的計測手法を用いた面管理による出来形管理を行うことができる。

・対象工種: 1,000m³未満の土工(ICT土工(小規模施工)・床掘工・小規模土工・法面工)を対象とする。

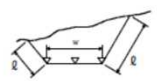
編	章	節	工種
共通編	土工	道路土工	掘削工
			路体盛土工 路床盛土工
		河川・海岸・砂防土工	掘削工
			盛土工

(「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の工種区分より)



床掘工での活用イメージ

断面管理の場合

測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
基準高▽	±50	施工延長40m(測点間隔25mの場合は50m)につき1箇所、延長40m(又は50m)以下のものは1施工箇所につき2箇所。	
法長ℓ	ℓ<5m	ただし、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)土工編 計測技術(断面管理の場合)」の規定により測点による管理を行う場合は、設計図書	
	ℓ≥5m	の測点毎。基準高は、道路中心線及び端部で測定。	
幅w	-100		

出来形管理基準及び規格値は従来と同じ

面的管理の場合

※土工の面管理を準用する

測定項目	規格値	測定基準	測定箇所	
平均値	個々の計測値		<p>1. 3次元データによる出来形管理において「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)土工編 多点計測技術(面管理の場合)」に基づき出来形管理を面管理で実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。</p> <p>2. 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。</p> <p>3. 計測は平場面と法面(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。</p> <p>4. 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。</p> <p>5. 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。</p> 	
平場	標高較差	±50		±150
法面(小段含む)	水平または標高較差	±70		±160
法面(軟岩1)	水平または標高較差	±70		±330

施工幅1m未満では評価グリッドサイズを0.25m²以内とする。

- ・小規模土工においてTSを用いた3次元計測技術を用いた出来形管理を行う(単点計測技術:断面管理)

■計測機器

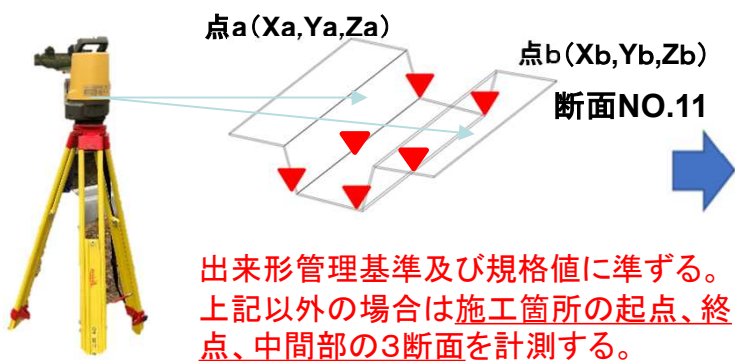
TS等(3級TS以上)※

TS(ノンプリズム方式)※

RTK-GNSS(VRS方式を含む)※

※要求精度:平面±2cm、鉛直±1cm(TS出来形と同等以上とする)

■計測手順



$$l = \text{線}ab$$

$$= \sqrt{(X_a - X_b)^2 + (Y_a - Y_b)^2 + (Z_a - Z_b)^2}$$

特に専用のソフトウェアは指定しない。
計算はどのソフトを利用しても良い。

出来形管理データ

図表-10 測定結果一覧表

断面	測点	X座標	Y座標	Z座標	距離
断面11	11-1	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-2	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-3	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-4	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-5	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-6	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-7	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-8	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-9	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-10	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-11	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-12	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-13	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-14	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-15	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-16	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-17	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-18	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-19	100.000	100.000	100.000	100.000
断面11	11-20	100.000	100.000	100.000	100.000

設計データ+計測座標

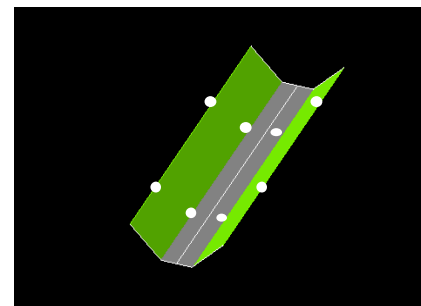


図-1 単点計測技術を用いた出来形計測方法

■期待される効果

- ・出来形計測の効率化(出来形計測のワンマン化)
- ・安全性の向上(出来形計測時の人員が削減される)
- ・出来形管理資料作成の省力化(将来は帳票作成の自動化)

・小規模土工においてモバイル端末等を用いた3次元計測技術により出来形管理を追加
(多点計測技術:面的管理又は断面管理)

■計測機器

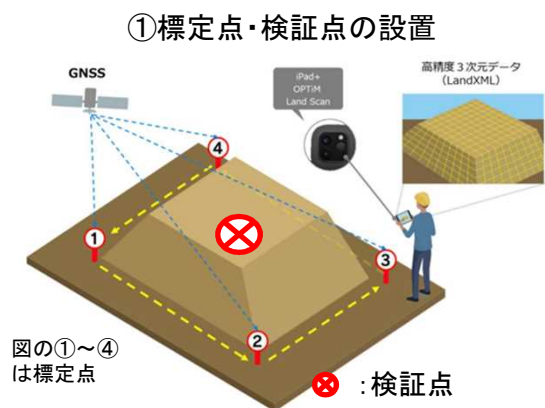
LiDARなどのセンサが搭載されたモバイル端末等※¹
ICT土工で利用される計測技術(UAV写真測量・TLS等)※²

※¹:精度確認において、±5cm以内の計測精度を確保できる手法を確認すること

※²:ICT土工の精度管理手法に準ずる

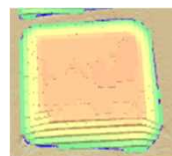
要求精度:±50mm(検証点において)

■計測手順



検証点(1箇所以上)で計測精度を確認する。
※:標定点の設置精度が確保されている場合は標定点の精度確認により検証点での確認を代替できる。

②計測点の取得

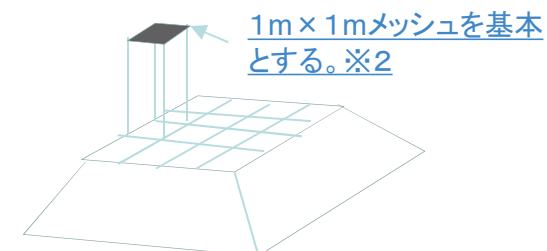


<面的評価>
面的な評価を行う場合は、
0.1m×0.1mに1点以上を取得
(土工編と同じ)

<断面評価>
取得点群から、断面部のデータを抽出して断面管理を行うことができる。
ただし、データ抽出箇所付近で5cm間隔以下の点群がある場合に限る

多点計測技術:面的管理又は断面管理

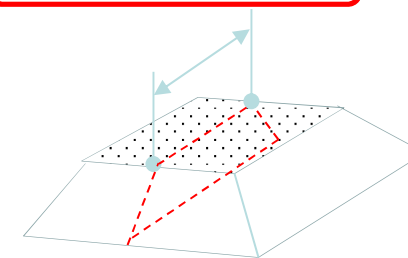
面的管理の場合



1m²(1m×1m)以内のグリッドに1点の代表点を抽出(ICT土工の基準を準用)

※¹:設計面の端部(50mm)の点群データは除外する
※²:施工幅1m未満の場合は0.25m²(0.5m×0.5m)以内を利用

断面管理の場合



断面上(±10cm以内)のデータを選択して寸法管理することができる。
または、エッジ部分を抽出し、寸法管理することができる。

図-2 簡易な面的計測技術を用いる場合出来形計測方法

■期待される効果

- ・機材が汎用品であり低コストで入手しやすい
- ・測量用の専門機材が不要で準備や操作が容易である

・標定点・検証点の設置方法は各技術の特徴を踏まえて設定する。

システム
の特徴
や仕組
みの
把握

【精度確認試験】
検証点(2箇所以上)
±50mm以内

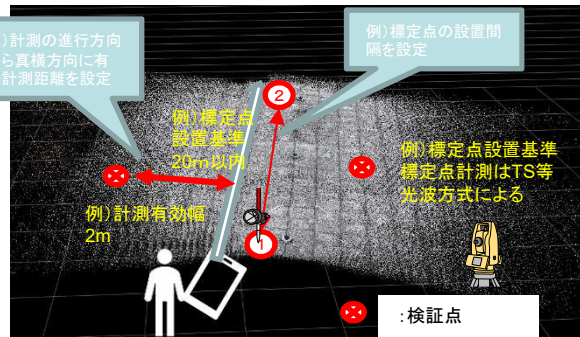
標定点の設置基準(精度、頻度、間隔)を技術の特徴を踏まえて設定する。
⇒計測時の留意点を明示する。

計測

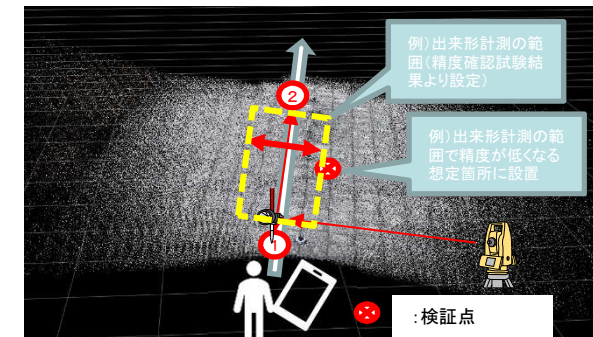
【現場での精度確認】
検証点(1箇所以上)
±50mm以内

精度確認で定めた計測手順・条件で実施
検証点(任意の1箇所以上)で精度を確認

・新たなシステムの開発・導入を妨げない様、精度確認試験を幅広く設定している。

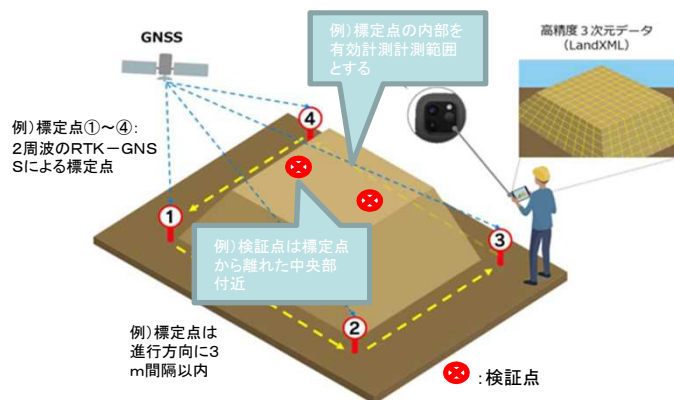


標定点をTS等光波方式により設置する方法(例)



精度確認に用いる既知点の計測は工事基準点あるいは工事基準点からTS等光波方式による計測とする。

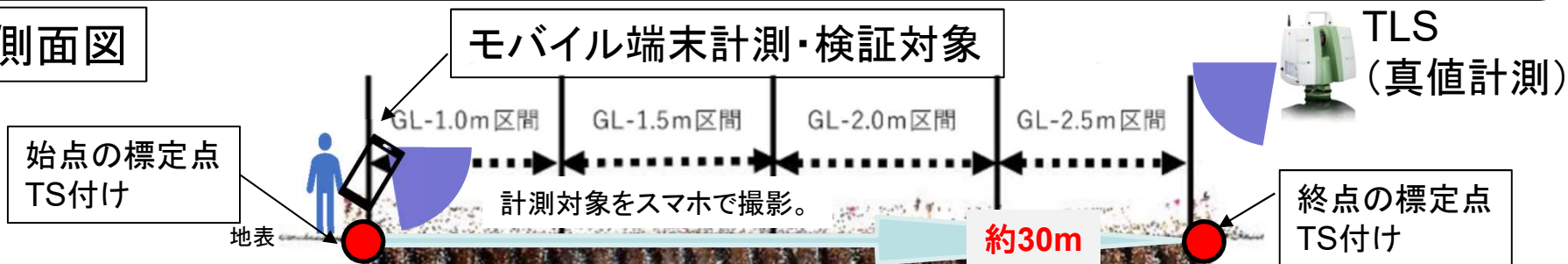
2箇所以上の標定点精度を確認する場合は検証点での確認に代替できる。
要求精度±50mm以内



標定点をRTK-GNSS等により設置する方法(例)

Lidar機能を有する端末による計測手法について、対応予定工種(土工掘削床掘)について精度検証を行った。DXフィールド内に標定点(TS)を配置し、本技術とTLSで計測した点群(メッシュ)の標高を比較した。

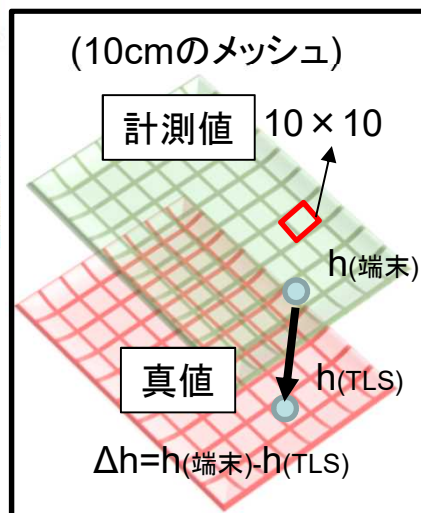
側面図



上面図

計測①

計測②



地表からの深さ	1.0m	1.5m	2.0m	2.5m
真値からの差の平均 (n=356, Δ=計測値-真値)	+2mm	+29mm	+38mm	+50mm
標準偏差	0.82mm	3.67mm	11.26mm	10.18mm

・モバイル端末計測の誤差は、計測対象までの距離に比例する傾向がある。深いほど、誤差が生じやすい。

(→精度確認試験でシステムの特徴を把握し、精度確保できる計測計画に反映させる)

・各技術の特徴を踏まえ、5cmの精度を確保できるような標定点の設置方法や間隔、計測の手順について定めておく必要がある。

(→精度確認試験時に確認させることとする。上記結果では、計測有効距離2m、標定点設置間隔30m以内等)