

# ICT施工の対象工種の拡大に向けた取組 に基づく要領の改定（R4年度）

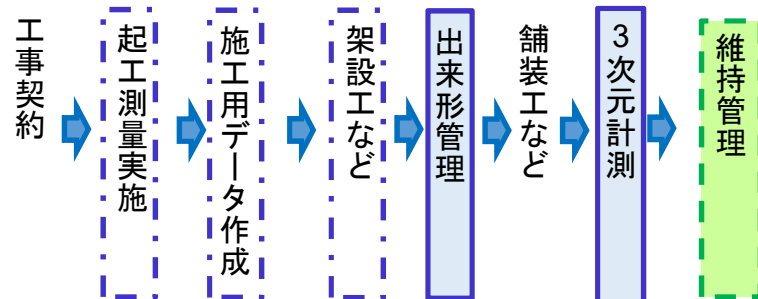
---

○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)(基礎工)				(橋梁上部工)	(基礎工拡大)
				ICT海上地盤改良工(床掘工・置換工)					
					小規模工事へ拡大 (小規模土工)				(暗渠工)
			民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大						

- 構造物(橋梁)の出来形管理にICTを活用し出来形管理について効率化を図るため、令和4年度に橋梁下部(橋脚・橋台)への適用拡大を実施
- 更なる拡大を行うため、令和4年度に橋梁上部工の出来形管理について試行工事による現場実証を行い、ICT活用工事として本運用を検討。

## 施工フロー



必要に応じ  
整備予定

対象範囲

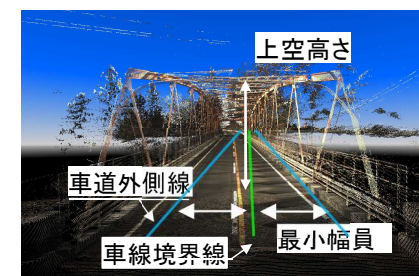
フローで囲みがないものは従来手法を想定

## イメージ

### ●3次元計測技術を活用した出来形管理

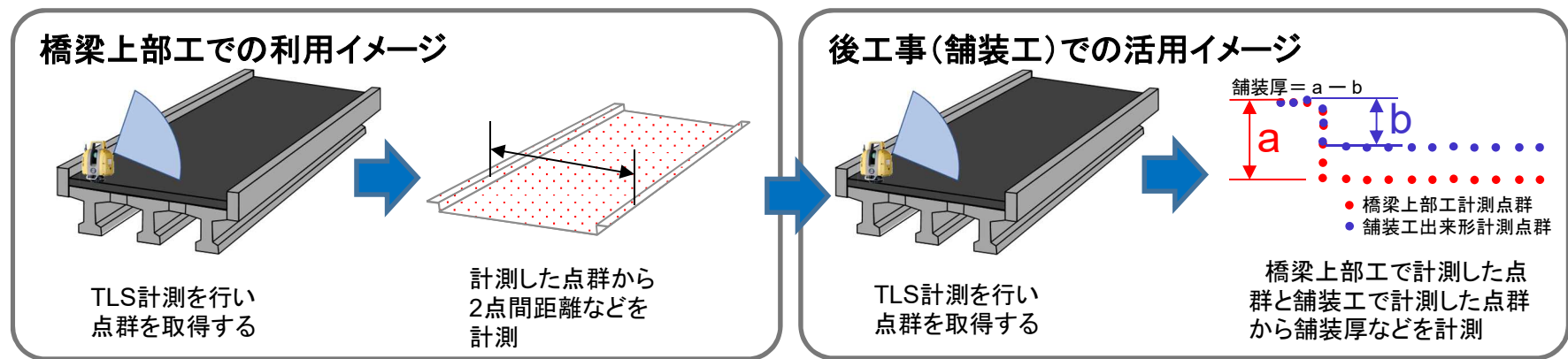


### ●竣工時の計測データの活用



## 【3次元計測技術を用いた出来形管理要領(橋梁上部工編)の概要】

橋梁上部工におけるコンクリート出来形管理について、3Dレーザースキャナーで計測した三次元点群データを活用し、出来形寸法を点群処理ソフトウェア上にて計測を行う手法である。また、TSやレーザートラック(※新技術)を利用し、測定箇所の端点を直接計測を行い寸法値を算出する手法(TS等光波方式を用いた出来形管理)も適用可能である。更に、後工事(舗装工)への活用も可能である。



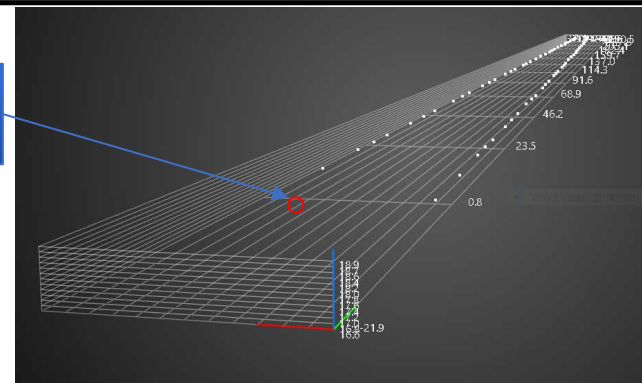
## ■R4年度の試行状況(6現場)

「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(橋梁上部工編)(試行案)」を用いた施行工事を実施し、試行案および技術の現場適用性を評価した。

(TSを用いた計測状況写真)



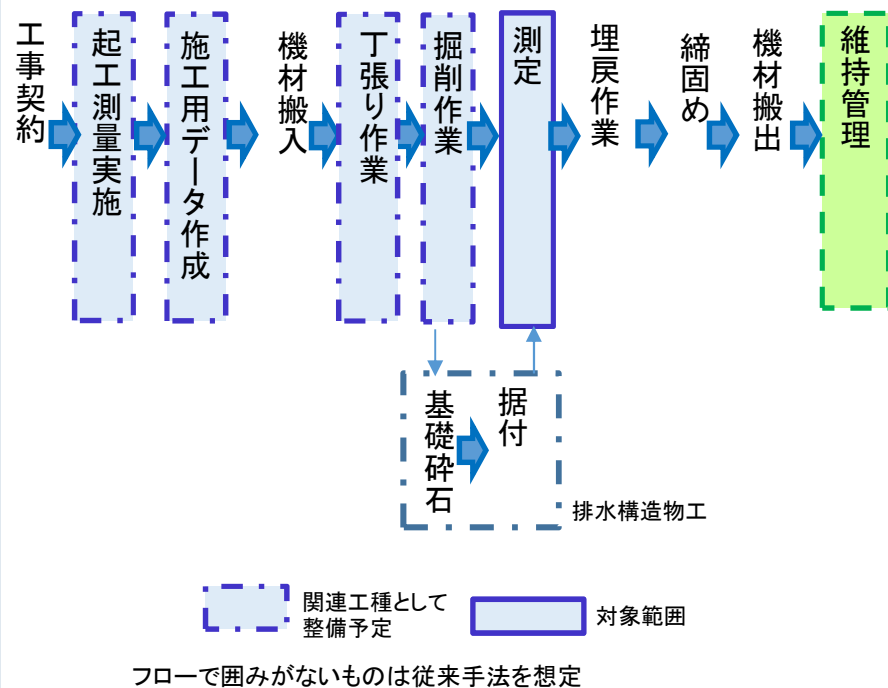
計測点



# 小規模現場へのICT適用拡大

- 中小企業にICT施工を普及させるため、令和4年度より小規模現場(土工)におけるICT施工の適用拡大を実施。
- モバイル端末を用いた3次元計測技術を用いた出来形管理手法の適用拡大をするため、令和4年度より運用を開始した小規模土工とあわせて実施する管渠、暗渠、管路工等について、適用拡大を実施

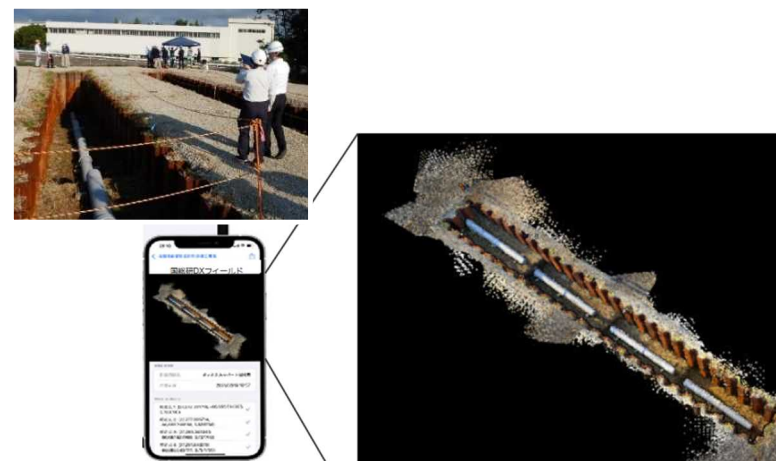
## 施工フロー



## イメージ

- 狭小箇所の現場(都市部・修繕工事など)

### 【モバイル端末を用いた構造物の出来形計測】



掘削後に据え付けた排水管の点群イメージ

## ■ 民間等からの提案概況及び対応予定

- ・R1年度は24件の提案があり、17件について基準類改定等で対応
- ・R2年度は21件の提案が有り、10について基準類改定等で対応
- ・R3年度は20件の提案があり、11件について年度内に基準類改定等で対応
- ・R4年度は17件の提案があり、6件について年度内に基準類改定等での対応を予定

提案年度	提案件数	対応状況・対応方針					
		対応済			年度内基準化(A)	年度内は対応しない(B) <sup>※1</sup>	要領化見送り(C、P)
		基準類改定	基準類の改定不要	ICT活用工事実施要領等にて対応			
R1	24	13	1	4	対応済	5	1
R2	21	9	2	1	対応済	8	1
R3	20	12	0	0	対応済	3	5
R4	17	6	0	0	8→6 <sup>※2</sup>	3→5 <sup>※2</sup>	6

※1: B評価となった提案については、技術的改良やバックデータの追加収集を行った上で、次年度に再度提案することができる。

※2: 第15回ICT導入協議会後の現場試行を踏まえて変更

## 対応方針

- A: 提案技術に実用性が認められるため、要領化を目指して検討を行うもの(今年度対応)
- A-: バックデータを収集し、実用性の確認結果を踏まえ、今年度、要領化の可否を検討するもの。
- B: 提案技術に実用性が認められるものの、今後要領化に必要なバックデータや現場実績の蓄積が必要
- C: 技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後技術開発・実現場での試行が必要なもの
- P: 主として出来形管理以外の用途でのICT活用提案であるため基準化の対象としないが、今後の開発動向を注視する

## 1. 出来形管理に関する提案・要望

	適用ICT	適用工種等	提案区分	提案年度	提案団体	提案の概要	検討結果	要領改定方針
出来形計測	① ノンプリズムTS等	トンネル工 (吹付厚管理)	適用拡大	R3	日建連	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ノンプリズムTS・レーザー距離計等を用いて吹付前後の計測を行い、吹付け厚を確認することを認める。</li> <li>・従来の検査孔の削孔による厚さ確認を省略する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●年度内に実現場における試行を実施予定(2月を予定)</li> </ul>	B  ・従来手法と比較して所要の精度が得られることが確認できた場合は来年度以降の基準化を検討
				R4	日建連			
	② バックパック型レーザーキャナ	土工等	カイゼン	R4	JCMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>・バックパック型レーザーキャナを用いた土工等の面的出来形管理を認める。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●国総研DXフィールドでの試行により、土工の面的な出来形管理に必要な精度を満足することが確認された</li> </ul>	A  ・「3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)」の土工の出来形管理(面管理)に適用可能な技術として追記する。



# R4民間提案による基準類作成の提案内容と対応(案)

	適用ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案 団体	提案の概要	検討結果	要領改定方針	
出 来 形 計 測	③ TS等光波方式	土工	適用 拡大	R4	JCMA	・土工・舗装工の面的 出来形管理に、車輪 付きプリズムとこれを 自動追尾するTSを用 いることを認める。	●試験ヤードにおける精 度確認試験により、土工 の出来形管理(断面管 理)の要求精度を満足す ることが確認された。	A	・「3次元計測技術を用 いた出来形計測要 領(案)」の土工の出 来形管理(断面管理) に適用可能な技術と して追記する。
	④ 地上型レー ザースキャナ (TLS)	函渠工 (本体 工) ・場所 打函渠 工	適用 拡大	R4	日建連	・内空構造を持つ函 渠等の構造物の基 礎、外周、内空、天 端などをTLSでス キャンし、点群から 管理断面の形状を 抽出し、出来形を断 面管理することを認 める。	●国総研DXフィールド での試行により、TLS を用いた函渠工の出 来形管理(断面管理) に必要な精度を満 足することが確認され た。 ●ただし要求精度に対 する余裕がわずかで あるため、今後、追加 の試行によりバック データを収集し、所要 の精度が得られるこ とを確認する。	B	・追加の試行により バックデータを蓄積し た上で、従来手法と 比較して所要の精度 が得られることが確 認できた場合は来年 度以降の基準化を検 討。
	⑤ モバイル端末 (Lidar付きス マートフォン等)	小規模 土工	カイ ゼン	R4	JCMA	・小規模土工における 精度管理方法は GNSSを用いた座標 付けを行う技術につ いて記載されている ・検証点を用いて座標 付けを行う方式につ いては記載が無いた め、この精度管理方 法を要領に追記する。	●現場における精度確 認により、小規模土工 の出来形管理(面管理) の要求精度を満足す ることが確認された。	A	・現行要領で、既に提 案手法を土工の面管 理に用いることが認 められているが、「事 前精度確認試験ガイ ドライン及び報告書」 の作例例が示されて いないため、これを追 記する。



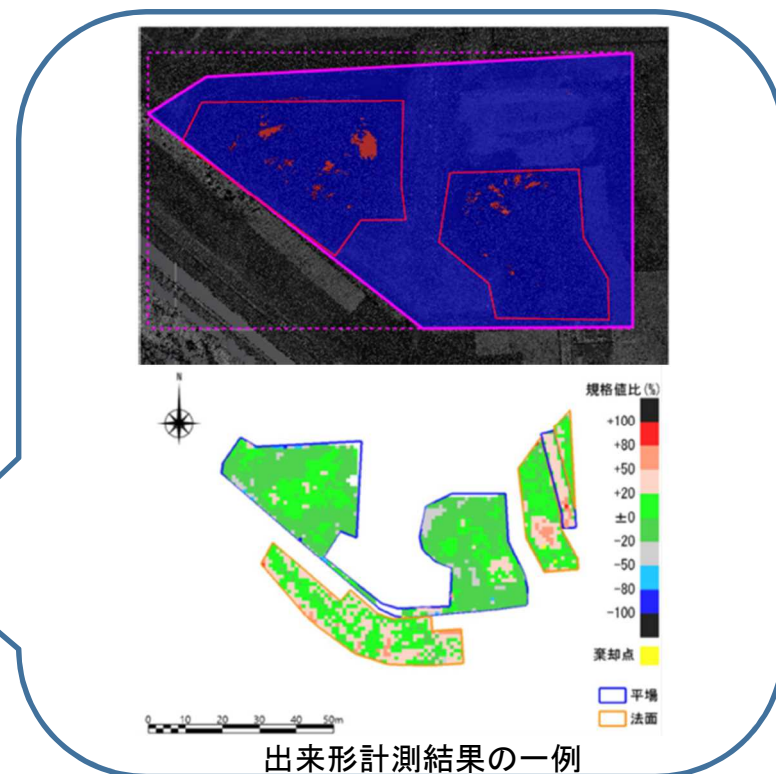
# R4民間提案による基準類作成の提案内容と対応(案)

	適用ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案 団体	提案の概要	検討結果	要領改定方針	
出来形計測	⑥ TLS-GNSS (GNSSを 搭載した TLS)	土工	カイ ゼン	R4	道建 協	・TLSの上部に2基のGNSSを搭載したものの(TLS-GNSS)を用いることで、出来形計測を標定点無しで行うことを認める。	●試験ヤードにおける精度確認試験により、土工の出来形管理(面管理)の要求精度を満足することが確認された。	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)」の土工の出来形管理(面管理)に適用可能な技術として追記する。</li> <li>・TLS-GNSSの計測精度を現場毎に確認するための試験方法を要領に追記。</li> </ul>
	⑦ 施工履歴 データ(MC 切削機)	路面切 削工	カイ ゼン	R4	道建 協	・施工履歴がとれない人孔の周囲やR部拡幅部、又は施工の起終点など、人力ハツリやミニ切削機にて施工する範囲については、現状TSでの出来形計測が求められているが、これを省略することを認める(従来施工では、これらの範囲の出来形管理は不要であるため)	<ul style="list-style-type: none"> <li>●試行工事において、ICT切削機による切削不可区間の直前・直後の施工履歴データがリアルタイムに確認できるため、切削不足が未然に防止されることが確認された。</li> <li>・ICT切削機の切削不可区間は、切削済み区間の出来形に擦り付けて施工されるため、切削不足が生じにくい。</li> </ul>	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工履歴での出来形管理が困難な箇所については、施工中の切削深さのリアルタイム把握が可能なシステムに限り、TSでの補間計測は不要とする。</li> <li>・その代替として、従来の出来形管理を併用することとする。</li> </ul>
	⑧ 高精度 GNSS	土工	カイ ゼン	R4	JCMA	・高精度GNSS(GPS、GLONASS、Galileo、準天頂等の複数種のGNSS信号を利用でき解析方法を改良した高精度GNSS)を用いる場合は、所要の精度を満足することを前提に、土工の断面管理への適用を認める。	●試験ヤードにおける精度確認試験により、土工の出来形管理(断面管理)の要求精度を満足することが確認された	A	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土工の出来形管理(断面管理)への適用を認める。</li> <li>・高精度GNSSが土工の断面管理に必要な精度(zの平均誤差<math>+2\sigma \leq \pm 10\text{mm}</math>)を満足することを現場毎に確認するための試験方法を追記</li> </ul>

## ②バックパック式LSを用いた計測

### ■要領改定の概要

- ・バックパック型レーザースキャナーを「地上移動体レーザースキャナー」の一技術として位置づけ。



### ■期待される効果

- ・TSが移動体に付属するプリズムを自動追尾し一定スパンで計測できるので、多点計測が簡便化する。
- ・起工測量や面的な出来形管理が経済的かつ迅速に実施できる。

## ③ 移動型プリズムと自動追尾機能付きTSを用いた計測

### ■要領改定の概要

- ・TS等光波方式での出来形計測時に使用するプリズムに対し、移動機構を付加したものを「地上移動体搭載型プリズム」と記載する。
- ・地上移動体搭載型プリズムを用いたTS等光波方式での計測方法を追記



### ■期待される効果

- ・TSが移動体に付属するプリズムを自動追尾し一定スパンで計測できるので、多点計測が簡便化する。
- ・起工測量や面的な出来形管理が経済的かつ迅速に実施できる。

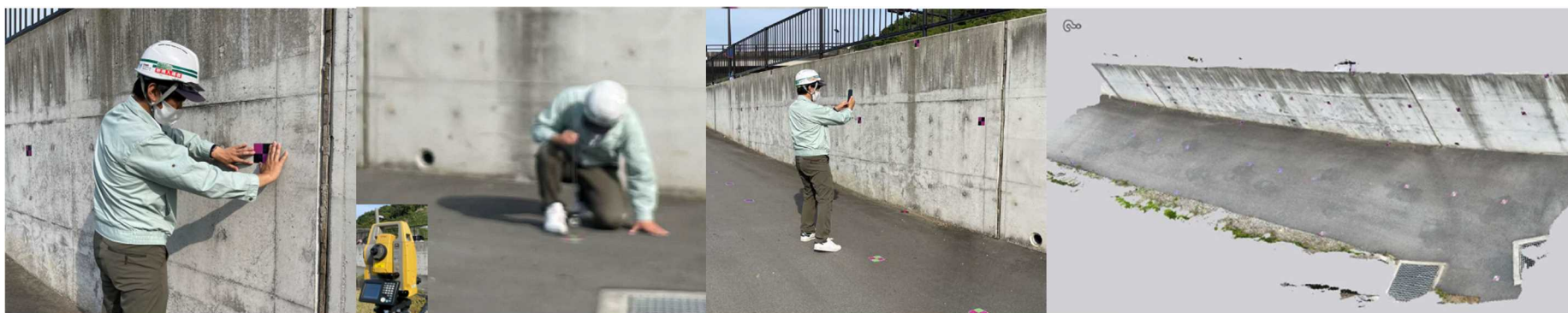


## ⑤ モバイル端末を利用した3次元計測手法の提案

### ■提案の概要

・GNSSを用いる手法以外に、TSを用いて標定点・検証点の座標を計測(TS併用タイプ)し、モバイル端末にて計測した点群に座標を与える手法についても明記。

### 【モバイル端末(TS併用タイプ)の計測手順】



標定点の設置

標定点の座標計測(TS使用)

モバイル端末で計測

計測結果の確認

### ■期待される効果

・TSで標定点を設置する計測手法について、事前精度確認により現場精度確認を簡素化  
→TS併用タイプのモバイル端末計測アプリケーションについても適用が認められ、ユーザーの拡大が期待できる。

## ⑥ GNSS-TLSを用いた出来形計測

■要領改定の概要  
 ・TLSの両端に2基のGNSSを搭載した「GNSS搭載TLS」等の、点群計測時の自己位置を直接計測できるTLSを用いる場合の手法を追記。



### ■期待される効果

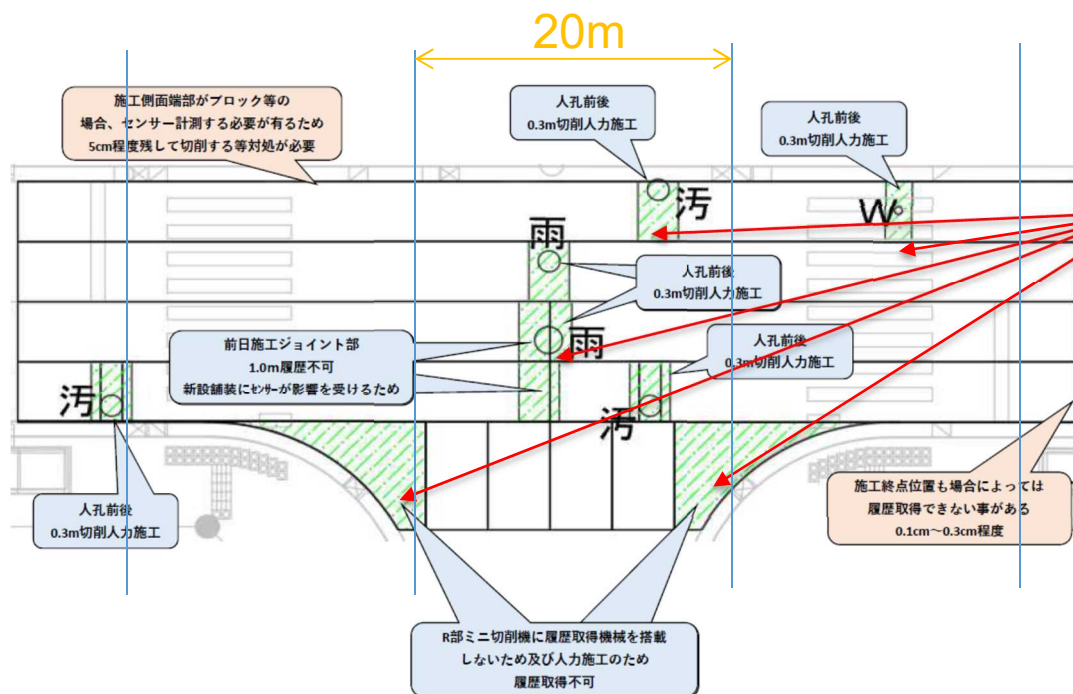
計測作業工数の削減(TLS用の標定点(反射板等のターゲット)設置作業の省略)

日施工量	路盤工 (ICT) 1,350 m <sup>2</sup> /日・層 W3.0m×L450m	舗装工 (平均幅員3m超) 2,300 m <sup>2</sup> /日・層 W3.0m×L760m	1測点あたりの条件
既存手法	260分 (13回計測)	400分 (20回計測)	<ul style="list-style-type: none"> <li>人員：2人</li> <li>時間：約20分</li> <li>TLS点群データ有効半径：20m</li> </ul>
TLS-GNSS	65分 (13回計測)	100分 (20回計測)	<ul style="list-style-type: none"> <li>人員：1人</li> <li>時間：約5分</li> <li>TLS点群データ有効半径：20m</li> </ul>
効果	87.5% 削減		

## ⑦ICT切削における施工履歴取得手法(ICT切削工)

### ■要領改定の概要

- ・路面切削機で施工できず人力ハツリやミニ切削機にて施工する範囲(人孔の周囲、R部拡幅部、施工の起終点など)について、従来管理手法で計測で代替できることを明記。



ICT切削機で工履歴データが計測できない範囲

・現状、これらの範囲は全てTSを用いて出来形計測データを補間している

→これらの範囲については従来管理手法(水系下がり管理)で出来形を管理することで、出来形管理にかかる作業工数の軽減が期待できる。

【備考】従来施工においては、人孔付近やR部等の出来形管理は管理断面と交差する場合についてのみ実施。ICT施工においてもこの考え方を踏襲。

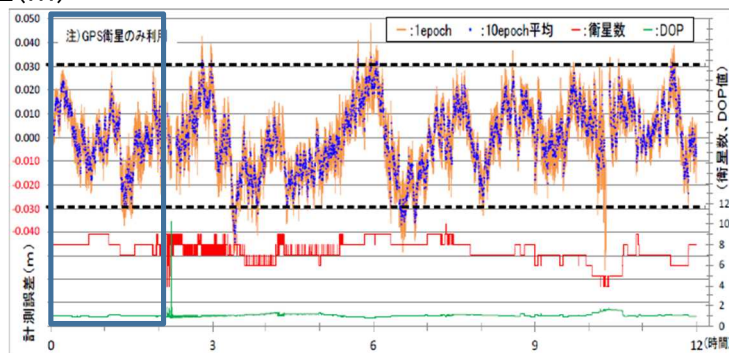
## ⑧高精度GNSSを用いた出来形管理(断面管理)

### ■提案の概要

- ・土工の出来形断面管理に用いるICTとして現時点ではTS及び高さ補間機能付きGNSSが記載されている。
- ・近年、RTK解析エンジンや取得衛星数が改善した製品が市販されるようになり、GNSSの高さ計測精度が向上。
- ・±10mm以内の高さ計測精度を有するGNSS(高精度GNSS)を用いる場合も、土工の断面管理に追記。

【2013年時点のGNSS計測精度(12時間連続観測データ)】

$\Delta z$ (m)

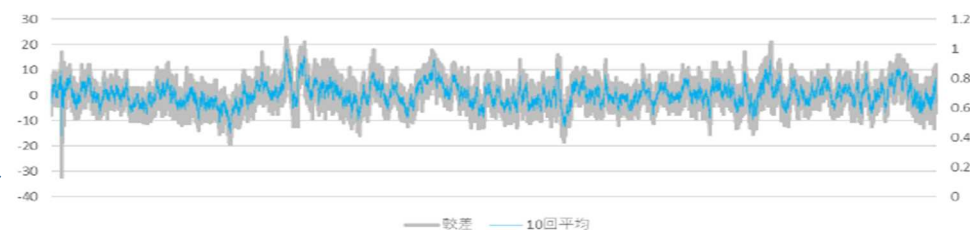


約30分～2時間周期で高さ計測誤差( $\Delta z$ )が±3cm程度生じている

出典:土木技術資料55-11(2013)衛星測位技術「RTK-GNSS」の出来形管理への適用に向けた計測精度確保の方策

【2022年の実験結果(高精度GNSSを使用した12時間連続観測データ)】

$\Delta z$ (mm)



高さ計測誤差( $\Delta z$ )が低減している

### ■期待される効果

- ・断面管理における出来形計測作業の簡便化・効率化



# 既存要領に関するフォローアップ調査結果 に基づく要領の改定

---

## ■要領改定の概要

- ・TSで計測する時のターゲットとして用いるプリズムは、ポールを鉛直に立てた状態で使用することが原則であるが、ポールが傾いた状態であっても計測が可能な「傾斜補正機能付きプリズム」が近年開発された。
- ・「傾斜補正機能付きプリズム」を、事前精度確認試験で要求精度を満足する計測条件(傾斜角)を確認した上で、この傾斜角の範囲内で、土工(面管理・断面管理)、舗装工(面管理・断面管理)に使用する。



ポールの傾斜を計測し  
3次元座標計測値を補正



精度確認試験実施状況

# 既存要領フォローアップ : 基礎工編(既製杭工)

## ■要領改定の概要

- ・R3年度の検討により、既製杭工(圧入工法)については、杭天端にプリズムを設置することで、TSを用いた基準高の出来形管理が可能であることが確認された。
- ・しかし、既製杭工(圧入工法)のうち、既製杭の天端に圧入装置(ヤットコ)を挿入し荷重をかける工法については、プリズムが設置出来ず、ICT出来形管理の適用が困難であった。
- ・杭側面にプリズムを設置する手法や、打ち下げ装置上部にプリズムを設置して出来形管理を行う手法が開発されたため、現場施行を実施した上で、出来形計測方法の一例として追記した。

基礎工編 第2章 適用の範囲

## ■ICT既製杭工の課題



プリズム

### 【現行手法】

既製杭の天端にプリズムを設置しこれをTSで計測することで基準高を管理する手法



### 【課題】

既製杭の天端に荷重をかけて圧入する工種(鋼管矢板・回転工法)や、既製杭の内部に掘削機を入れる工法(中掘工法)は、天端にプリズムが設置できないためICTによる管理が困難

新たな出来形管理手法の一例として追記

## ■改定内容

### 8) 計測方法(既製杭工・鋼管矢板基礎工)

既製杭打設完了時点で、下図に示す箇所をTS等光波方式およびTS(ノンプリズム方式)で計測し、基準高、偏心量を算出する。杭径は従来どおり材料検収時の実測による。

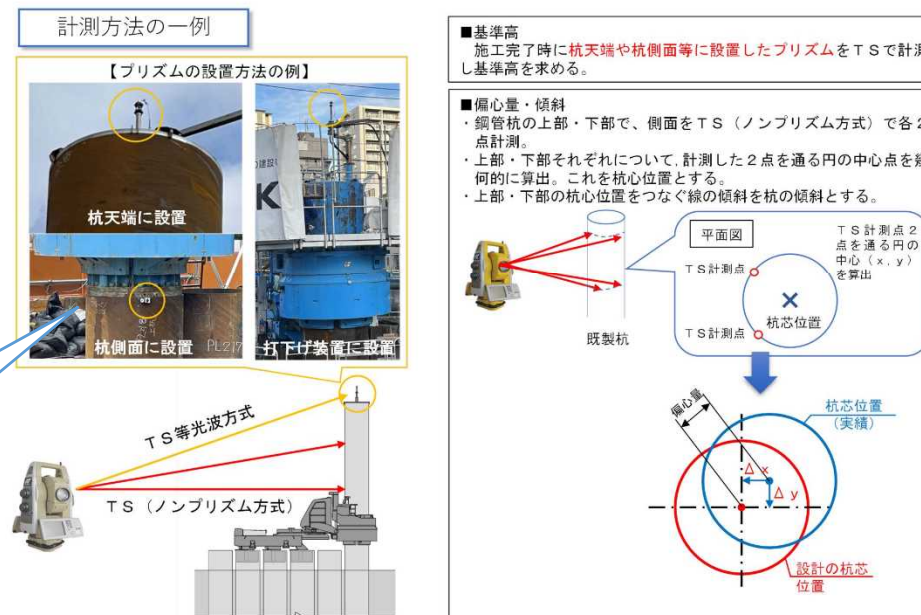


図11-9 計測方法の例と基準高・偏心量・傾斜の算出方法(例)

# 既存要領フォローアップ : 基礎工編(既製杭工)

## ■ 要領改定の概要

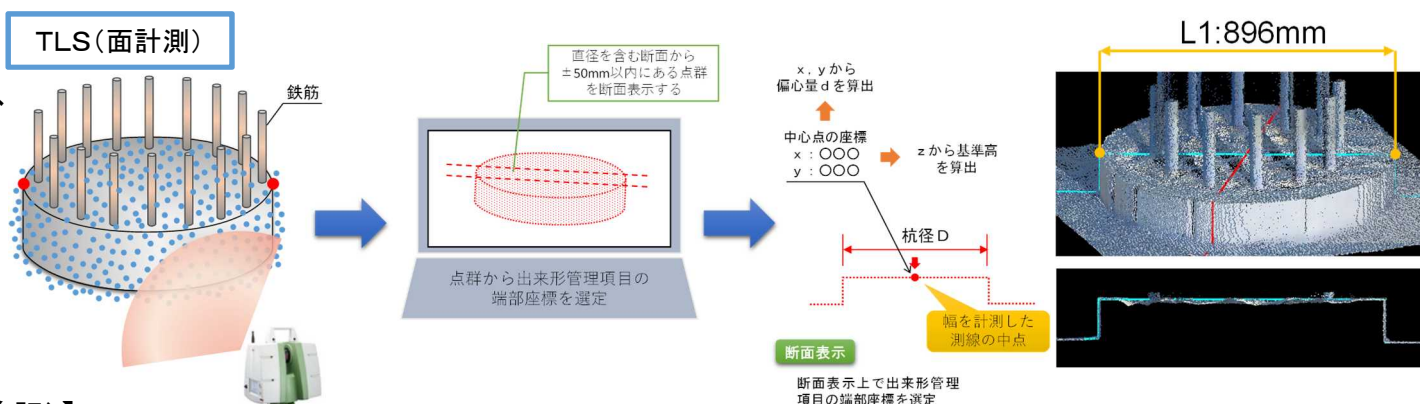
・点群データから杭径を算出するデータ処理方法として、杭頭の点群を縦断面表示して杭径等を採寸する方法に加えて、より効率的な新たな解析手法を追記する。

### 基礎工編 第2章 適用の範囲

#### 【現行のデータ処理方法】

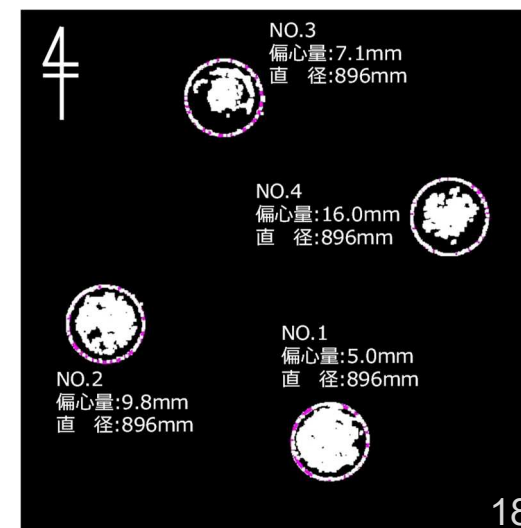
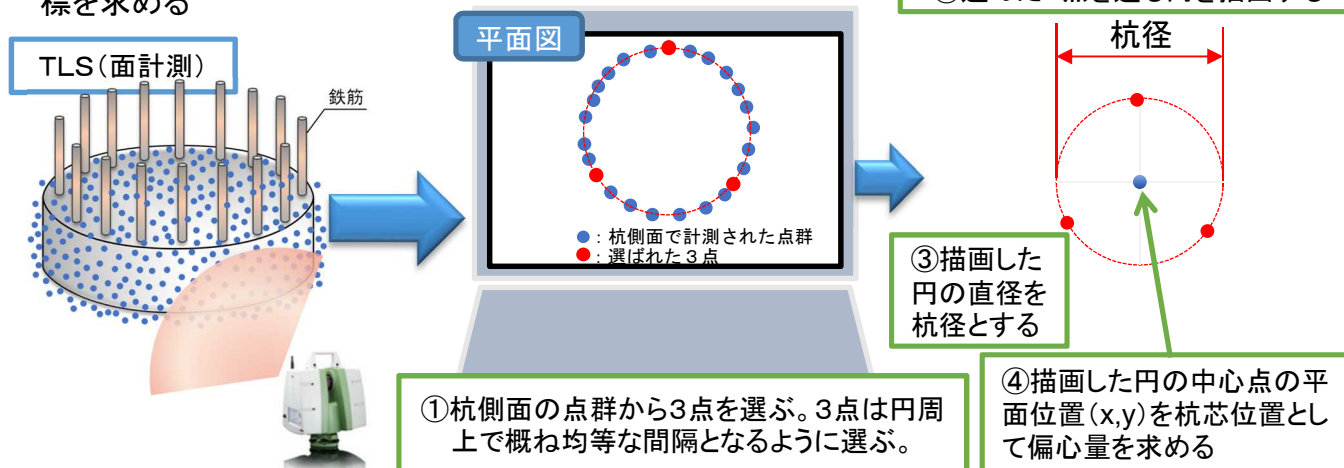
点群データを縦断方向(橋軸方向)、横断方向の断面で切り出し、杭径・偏心量を計測

杭頭中央付近の点群を4点以上抽出し、これらの標高の平均値から基準高を求める



#### 【新たなデータ処理方法(R5. 3追記)】

杭頭の点群を水平断面で切り出し、CADの標準的な機能(3点円弧描画機能)により、円形の点群の直径・中心点座標を求める

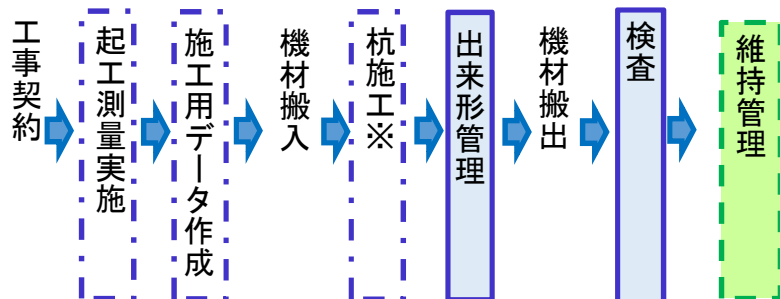


# ICT施工の対象工種の拡大に向けた取組 に基づく試行要領の作成（R5試行）

---

- 構造物の出来形管理等へICT施工を拡大し、令和4年度より、矢板工・既製杭工について適用。
- 基礎工の更なる拡大<基礎工(矢板工・既製杭工)>を行い、出来形計測時間の短縮(杭芯位置、杭径計測作業)を図る。

## 施工フロー



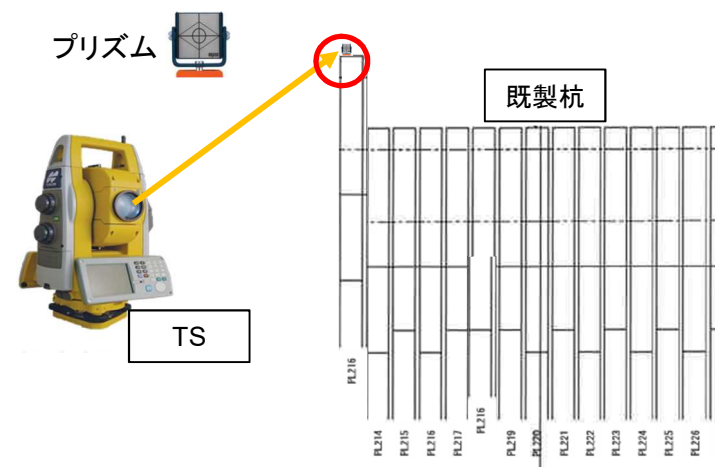
必要に応じ  
整備予定

対象範囲

フローで囲みがないものは従来手法を想定  
※今後、施工履歴データの活用が可能となる場合は要領化も検討

## イメージ

### ●3次元計測技術を活用した出来形管理



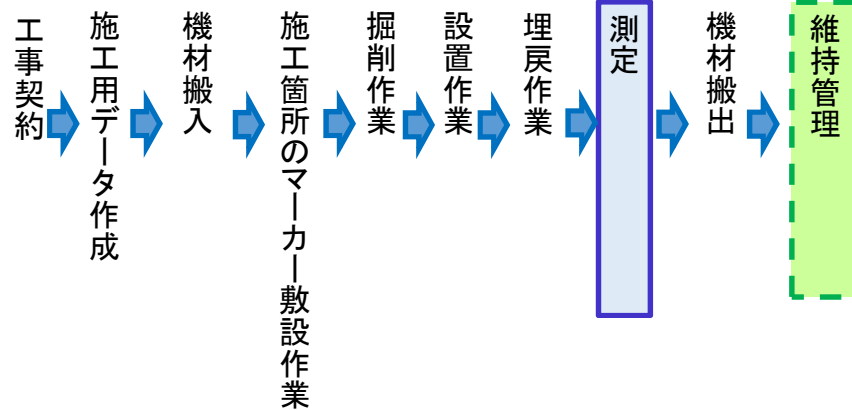
適用拡大

- ・ 既製杭工 (中掘工法)
- ・ 既製杭工 (回転工法)
- ・ 鋼管矢板基礎工 (圧入工法)



- 令和5年度より道路付属構造物工におけるICT出来形管理の適用拡大を試行的に実施。【地上型レーザースキャナーやモバイル端末を用いた出来形管理】

## 施工フロー



フローで囲みがないものは従来手法を想定

## イメージ

- 道路に付属する構造物の計測(維持・修繕工事など)

【TLS・モバイル端末を用いた構造物の出来形計測】



掘削後に据え付けた排水管の点群イメージ



- 令和5年度より電線共同溝におけるICT出来形管理の適用拡大を試行的に実施。【モバイル端末を用いた出来形管理等】
- 出来形計測結果を3次元座標で残すことで以下のメリットが期待
  - ・掘削後の点群を取得することで、掘削土量を確認できる(出来高管理への活用)
  - ・出来形計測データを3次元の埋設完成図として記録。維持管理・台帳管理への活用も期待
  - ・次工事の試掘回数の削減、掘削時の埋設物破壊等の事故軽減
  - ・埋設物工に関連する各作業で色付き点群の取得により不可視部の写真管理の負担軽減

