

建 技 第 6 0 3 号
建 工 第 6 8 号
令 和 2 年 3 月 2 7 日

本庁各課及び各出先機関の長 様

交通基盤部 建設技術企画課長
工事検査課長

静岡県3次元計測技術を用いた出来形管理要領の策定について（通知）

このことについて、ICT活用工事に関する基準・要領等を策定したので
通知します。

記

1. 策定資料

静岡県3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）（令和2年3月）

2. その他

資料は、情報共有DB、ホームページにも掲載します。

担 当：建設技術企画課建設ICT推進班 芹澤
電話番号：054-221-2128
メー ル：gijyutsukanri@pref.shizuoka.lg.jp

静岡県
3次元計測技術を用いた
出来形管理要領（案）

令和2年3月

静岡県

<目次>

第1章 総則	1
1-1 目的	1
1-2 適用の範囲	1
1-3 用語の説明	1
1-4 本要領の記載のない事項	2
1-5 施工計画書	2
第2章 事前準備	3
2-1 機器構成	3
第3章 3次元計測技術を用いた出来形管理	4
3-1 適用の範囲	4
3-2 3次元計測技術による出来形計測	5
3-3 3次元計測技術の計測精度確認	6
3-4 出来形計測箇所と出来形計測結果の算出	8
3-5 出来形管理資料の作成	10
3-6 出来形管理基準及び規格値	12
第4章 出来形管理の監督検査	13
4-1 出来形計測に係わる実地検査	13

第1章 総則

1-1 目的

本要領は、3次元計測技術を用いて計測した3次元座標値から、出来形管理における測定項目の計測値を算出する方法について、効率的かつ正確に実施されるために、以下の事項について明確化することを主な目的として策定したものである。

- 1) 3次元計測技術を用いた出来形計測の基本的な取り扱いや計測方法
- 2) 計測データの処理方法
- 3) 出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値

1-2 適用の範囲

本要領は、受注者が行う3次元計測技術を用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。

【解説】

本管理要領で示す作業の範囲は、施工計画、準備工の一部、出来形計測及び完成検査準備・完成検査である。

1-3 用語の説明

【地上型レーザースキャナー（以下、T L S）】

地上型レーザースキャナー（Terrestrial Laser Scanner）の略。1台の機械で指定した範囲にレーザーを連続的に照射し、その反射波より対象物との相対位置（角度と距離）を面的に取得できる装置のことである。T Sのようにターゲットを照準して計測を行わないため、特定の変化点や位置を選択して計測することができない場合が多い。

【ステレオ写真測量】

ステレオ写真測量は、同一箇所を異なる位置から撮影した複数の写真（これをステレオ写真という）を用いて、写真測量の原理に基づき3次元座標値の取得が可能な作業である。

【地上写真測量（動画撮影型）】

地上写真測量（動画撮影型）では、被計測対象の地形の動画を撮影し、GNSSによる位置情報を付加した写真を抽出した後、写真測量ソフトウェアにより数値化を行い、生成された3次元データから出来形部分に対応した3次元モデルを抽出してデータ化し、起工面と比較を行えば、容易に土工の出来高数量を求めることができる。

1-4 本要領の記載のない事項

本要領に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

- 1) 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）
- 2) 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）
- 3) 地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出要領（案）

1-5 施工計画書

3次元計測技術を用いた出来形管理に活用する場合、機器構成と3次元計測技術の計測精度確認計画を施工計画書に記載する。

【解説】

(1) 機器構成

「2-1 機器構成」に示す3次元計測技術、点群データ処理ソフトウェアである旨記載する。

(2) 3次元計測技術の計測精度確認計画

3次元計測技術の精度の確認と確保を目的とした3次元計測技術の計測精度計画について示す（取得精度については「3-3 3次元計測技術の計測精度確認」を参照）。

第2章 事前準備

2-1 機器構成

本要領で用いる機器・システムは、下記のとおりである。

1) 3次元計測技術

- ・地上型レーザースキャナー
- ・ステレオ写真測量（地上移動体）
- ・地上写真測量（動画撮影型）

2) 点群データ処理ソフトウェア

3次元計測技術から、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェア

【解説】

(1) 3次元計測技術

本要領の対象となる3次元計測技術は、3次元座標や3次元点群が取得できる技術を対象とし、下記要領に定める所定の性能を有する技術を利用する。

< 3次元計測技術 >

- ・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）
- ・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）
- ・地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出要領（案）

(2) 点群データ処理ソフトウェア

3次元計測技術を用いて取得する計測点群データは、不要な点も含まれる場合があることから、点群データ処理ソフトウェアは、このような不要な点を排除し、出来形に対応した点群データを抽出するためのソフトウェアである。また、3次元計測技術を用いて計測した3次元座標値から、出来形管理における測定項目の計測値を算出するソフトウェアである。

第3章 3次元計測技術を用いた出来形管理

3-1 適用の範囲

道路地下埋設物（管路工、プレキャストボックス工、ハンドホール工、ケーブル配管工）の出来形管理に適用する。

【解説】

(1) 適用工種

本要領により出来形管理を実施できる工種は以下のとおりとする。

編	章	節	条	枝番
道路編	電線共同溝	電線共同溝工	管路工（管路部） プレキャストボックス工 （特殊部）	
		付帯設備工	ハンドホール工※1	
	情報ボックス工	情報ボックス工	管路工（管路部）	
		付帯設備工	ハンドホール工※1	
	舗装	道路付属施設工	ケーブル配管工	
	道路維持	道路付属施設工	ケーブル配管工	
下水道編	下水道工事	開削工		管布設
		推進工		

※1 ハンドホール工の測定項目の厚さ、幅、高さは、極小な寸法の管理となる場合もあり、3次元計測技術を用いた出来形管理を実施することで非効率になる場合もあることに留意すること。

(2) 使用する計測技術

本要領では、3次元計測技術のうち、以下の出来形管理要領（案）で定める性能を有する計測技術を対象とする。

- ・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）
- ・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）
- ・地上写真測量（動画撮影型）を用いた土工の出来高算出要領（案）

3-2 3次元計測技術による出来形計測

受注者は、3次元計測技術を用いて出来形計測を行う。

1) 3次元計測技術の設置・計測

3次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する要領案の設置・計測手法に従う。

2) 3次元計測技術による計測の実施

出来形計測は、出来形管理の管理項目となる基準高や埋設深さ、延長を構成する端部の3次元座標を計測する。

表 3次元計測技術の測定密度（出来形管理の管理項目を構成する端部における密度）

工種	計測密度
埋設物工	0.0004 m ² あたりに1点以上

【解説】

3次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により測定精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

1) 3次元計測技術の扱い

3次元計測座標計測技術の扱いについては、各要領案に記載される計測方法および留意事項を満足すること。

2) 計測密度設定の留意点

多点計測技術を用いて出来形計測を行う場合は、出来形管理の管理項目となる基準高や埋設深さ、延長を構成する端部において、0.0004m²（0.02m×0.02mのメッシュ）あたりに1点以上の計測結果が得られる設定を行うこと。なお、この計測密度は、出来形管理の管理項目を構成する端部における密度であり、計測点群データのすべてがこの密度を満たす必要はない。

3-3 3次元計測技術の計測精度確認

受注者は、3次元計測技術の性能確認のため、出来形計測の実施前に、3次元計測技術の計測精度を確認する。計測精度を確認した記録については監督員に提出すること。

【解説】

(1) 3次元計測技術の計測精度

3次元計測技術の計測精度は、基準高を管理項目に含む場合は、平面座標±20mm 以内、標高差±10mm 以内とする。ただし、基準高を管理項目に含まない場合は、座標間距離差±10mm 以内のみの精度確認でもよい。

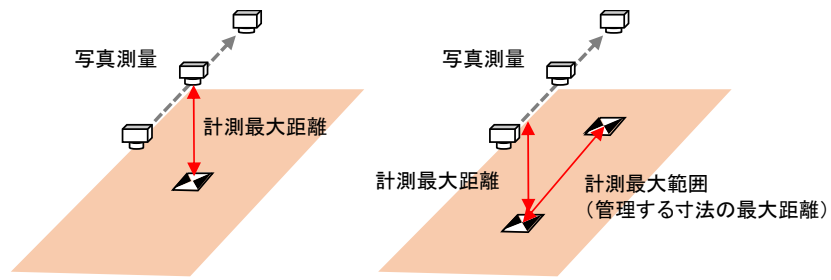
(2) 3次元計測技術の計測精度についての確認方法

使用する3次元計測技術の計測精度は、計測機器と計測対象までの距離が精度劣化の要因の1つとなるため、実際の計測時に想定される計測最大距離における精度を確認することが重要である。そのため、下記のとおり、精度確認を実施する。

受注者は、実現場での計測と同様の条件となるように、実際に使用する機器と計測対象の計測距離が、実現場での使用時の最大距離以上（計測最大距離）となる条件にて計測を行う。基準高を管理項目に含む場合（平面座標、標高差の確認）は、検測のための既知点を1箇所配置し、既知点を3次元計測技術により計測する。基準高を管理項目に含まない場合（座標間距離差の確認）は、実現場で管理する最大寸法以上となる箇所（計測最大範囲）に検測のための既知点を2箇所配置し、既知点を3次元計測技術により計測する。

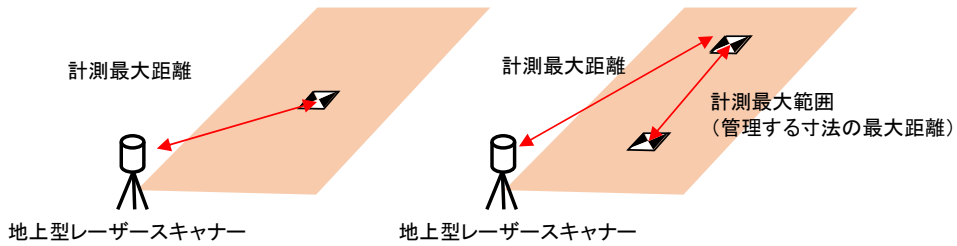
上記の計測結果から求められた座標とTSによる計測結果の差異が所定の精度以内であるかを確認する。

精度確認の標準的な検証条件および精度各方法を図に示す。



平面座標および標高差の確認方法

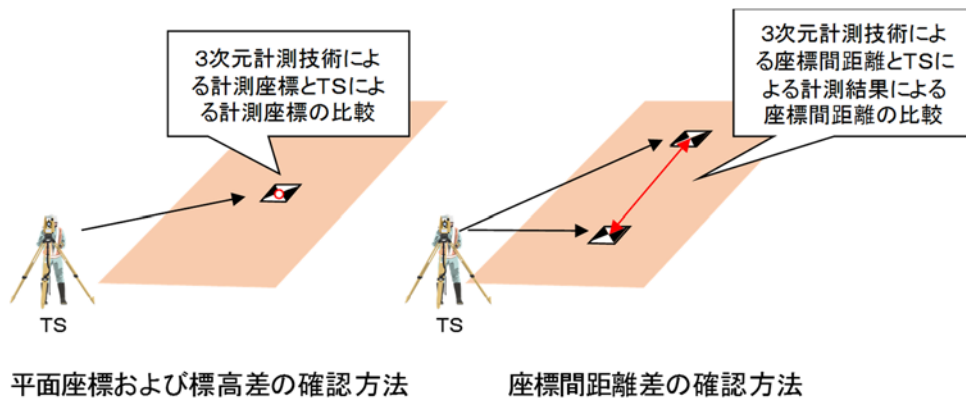
座標間距離差の確認方法



平面座標および標高差の確認方法

座標間距離差の確認方法

図 精度確認試験の検証条件 (例)



平面座標および標高差の確認方法

座標間距離差の確認方法

図 精度確認試験の精度比較方法

(3) 3次元計測技術の精度の確認結果

3次元計測技術の精度の確認結果は、利用する3次元計測技術の計測性能を証明するものとして、別紙様式—1 精度確認試験結果報告書を提出する。

3-4 出来形計測箇所と出来形計測結果の算出

3次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値」で示すとおりとする。ただし、基準高や埋設深さ、延長の端部となる点を3次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。

【解説】

図に示すとおり、3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。

3次元座標から出来形を算出するソフトウェアおよび出来形管理帳票を作成するソフトウェアは任意のソフトウェアを利用することができる。なお、埋設土工における基準高や埋設深さ、延長の算出方法については巻末資料「参考資料1 埋設土工における出来形算出ガイド」を参照のこと。

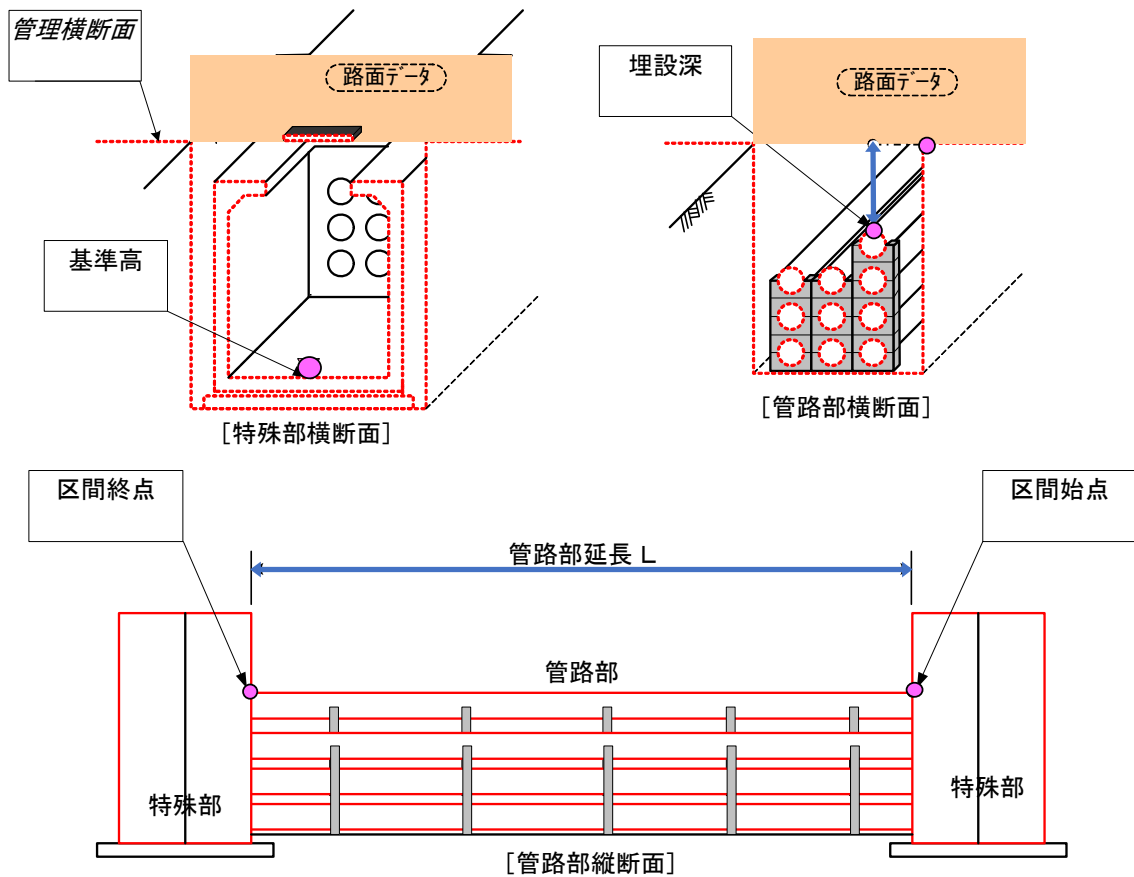


図 出来形計測箇所

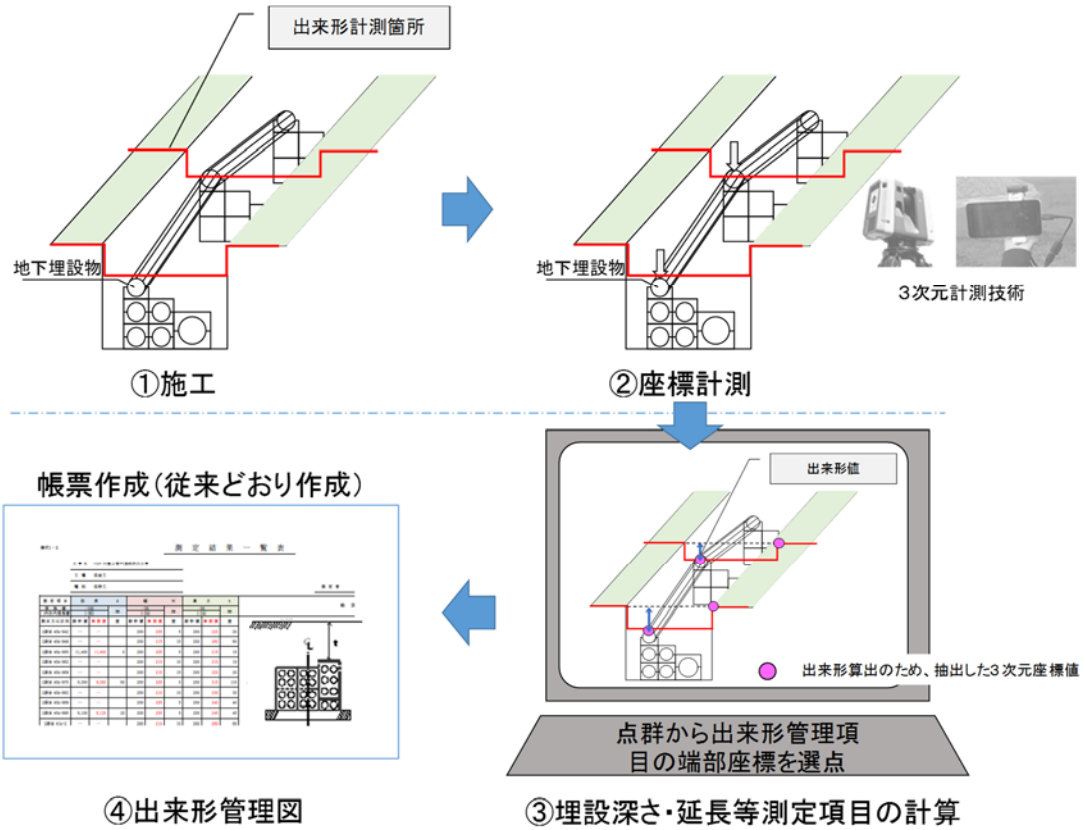


図 出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

3-5 出来形管理資料の作成

受注者は、3次元座標を用いて出来形寸法を算出し、本要領で定める以下の出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督員に提出すること。

1) 出来形管理帳票

3次元計測技術で計測した座標値を用いて、基準高や埋設深さ、延長などの寸法等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果を作成する。

2) 出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき断面上（埋設物工の場合は測定基準で定められた箇所）で計測されていることを示す資料を添付すること。計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューア付3次元モデルファイルでも良い。

【解説】

1) 出来形管理帳票

「出来形管理帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

2) 出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき断面上（埋設物工事の場合は測定基準で定められた箇所）で計測されていることを示す資料を添付すること。計測箇所を表示した平面位置、寸法値が記載されている資料、あるいは、これを確認できるビューア付3次元モデルファイルでも良い。

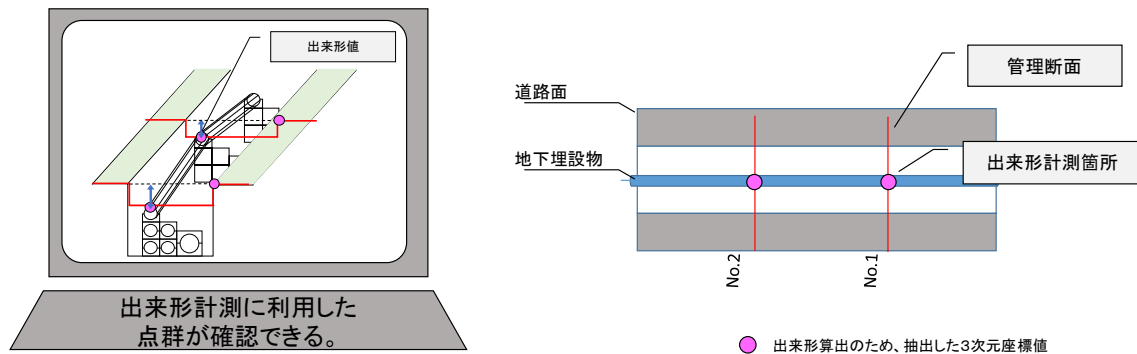


図 3次元での確認（左）と平面図での確認（右）

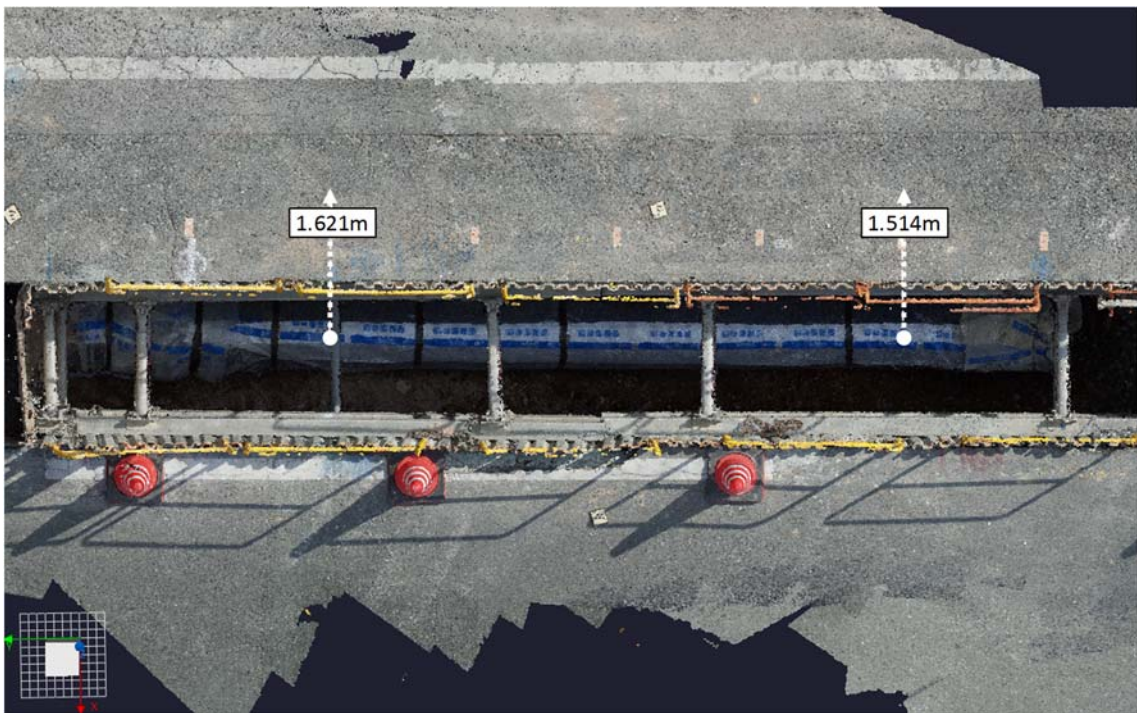


図 出来形計測位置（平面位置）の一覧（作成例）

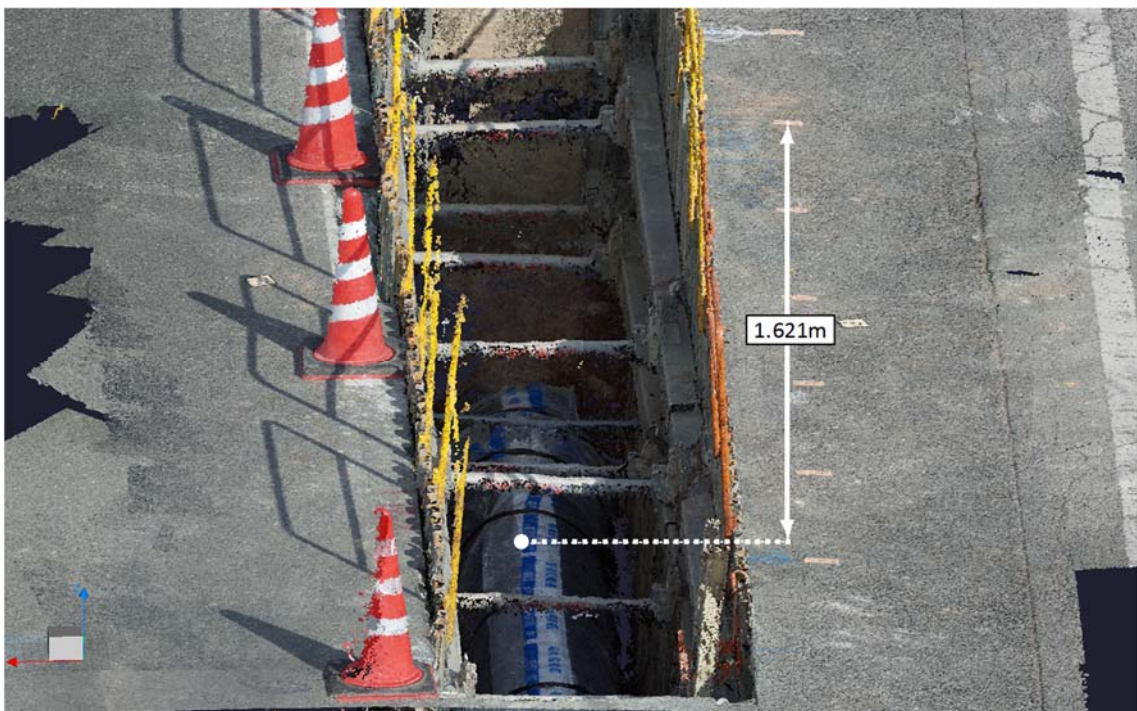


図 出来形計測位置（寸法値）の一覧（作成例）

3-6 出来形管理基準及び規格値

本要領に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準」に定められたものとする。

【解説】

本要領による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から3次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準および規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準」で定められたものとする。

第4章 出来形管理の監督検査

4-1 出来形計測に係わる実地検査

検査員は、3次元計測技術の計測結果を用いて、自らが指定した箇所の出来形計測を行い、計測値が規格値内であることを検査する。

【解説】

本要領による出来形計測では、任意の3次元座標の計測が可能となることから、計測結果を用いて検査を行うこととし、実施検査を省略する。

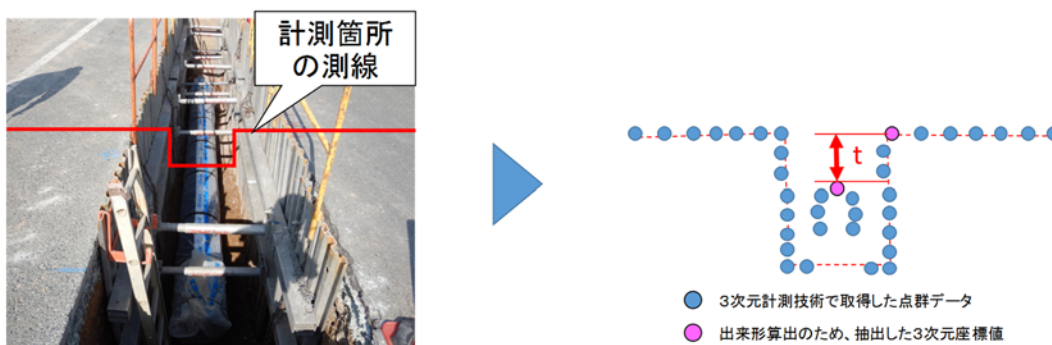
段階確認においても同様に現場計測を省略することができるものとするが、この場合、精度確認や計測状況の立会等の監督員の臨場を1回程度受けることを要件とする。

参考資料 1 埋設工における出来形算出ガイド

埋設物工にて3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所
で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用
した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

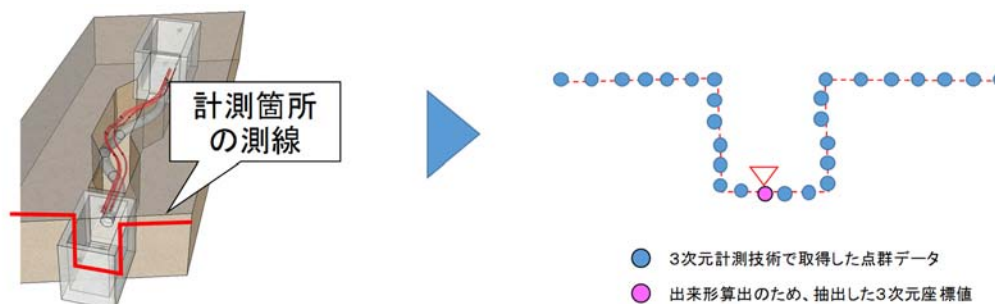
1. 埋設物工における3次元計測技術を用いた場合の埋設深さの算出方法

管理対象の埋設深さを構成する2箇所を計測し、鉛直距離を算出する。



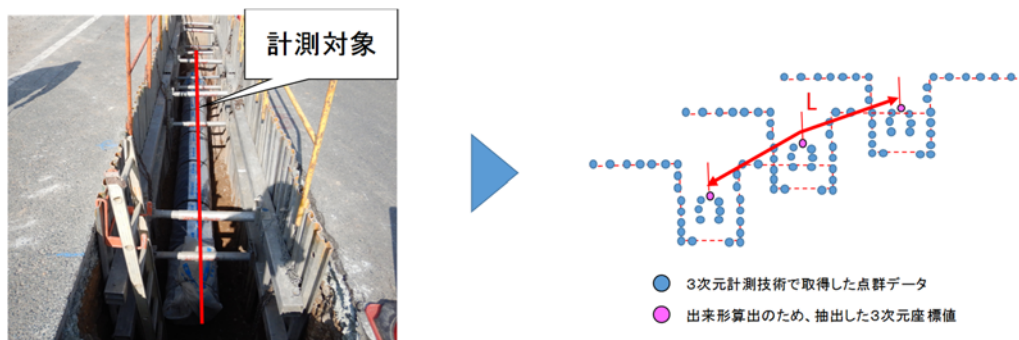
2. 埋設物工における3次元計測技術を用いた場合の基準高の算出方法

管理対象の基準高を構成する1箇所を計測し、基準高を算出する。



3. 埋設物工における3次元計測技術を用いた場合の延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。分割して計測する場合は、設置する埋設管の延長程度の変化点ごとに計測し、3次元座標を
結んだ斜距離の累積長さを延長とする。





(様式－1)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：令和2年〇月〇日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) 3次元技術

精度 太郎 印

<p>精度確認の対象機器</p> <p>メーカー： <u>A社</u></p> <p>測定装置名称：<u>GG223</u></p> <p>測定装置の製造番号：<u>SN00010</u></p>	<p>写真</p> 
<p>検証機器（検測点を計測する測定機器）</p> <p>TS：3級TS以上</p> <p><input type="checkbox"/> S S 製 <input checked="" type="checkbox"/> O O （2級）</p>	<p>写真</p> 
<p>測定記録</p> <p>測定期日：<u>令和2年2月23日</u></p> <p>測定条件：天候 <u>晴れ</u></p> <p> 気温 <u>10℃</u></p> <p>測定場所：<u>(株) 3次元技術</u></p> <p> <u>現場内にて</u></p> <p>精度検証対象機器と既知点の距離：<u>〇m</u></p>	<p>写真</p>
<p>精度確認方法</p> <p>TSによる検測点との差</p>	

精度確認試験結果

(1) 3次元計測技術による確認



計測結果

X 座標	Y 座標	Z 座標

(2) TS による検査点の確認



計測結果

X 座標	Y 座標	Z 座標

(3) 差の確認 (測定精度)

< 基準高を管理項目に含む場合 >

3次元計測技術による計測座標 — TS による計測座標

	ΔX	ΔY	ΔZ
較差 (m)			
基準	0.020m 以内	0.020 m 以内	0.010 m 以内

< 基準高を管理項目に含まない場合 >

3次元計測技術による座標間距離 — TS による計測結果による座標間距離

	$\sqrt{(\Delta X^2 + \Delta Y^2 + \Delta Z^2)}$
較差 (m)	
基準	0.020m 以内