

(7) 3次元計測技術と出来形管理②

～単点計測技術と出来形管理～

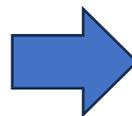
ICT活用工事における3次元出来形管理の種類



ICT活用工事の出来形管理手法には大きく分類して以下の4種類の手法があります。

A

多点計測技術を用いて
出来形管理範囲の点群座標を取得



面管理※1を行う
(面管理の規格値を使う)

B

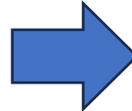
単点計測技術を用いて
出来形管理範囲について、出来形評価用
データ点密度※2満たすよう座標を取得



面管理を行う
(面管理の規格値を使う)

C

多点計測技術を用いて
出来形管理範囲の点群座標を取得



断面管理を行う
(従来の規格値を使う)

D

単点計測技術を用いて
出来形管理範囲の管理断面における
変化点(法肩、法尻など)座標を取得



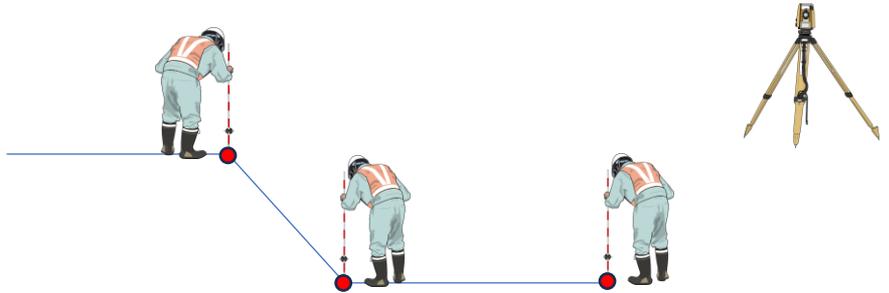
断面管理を行う
(従来の規格値を使う)

D 単点計測技術による断面管理の流れ(参考)

単点計測技術による
出来形計測



出来形管理図表(断面管理)
の作成



断面管理一覽表

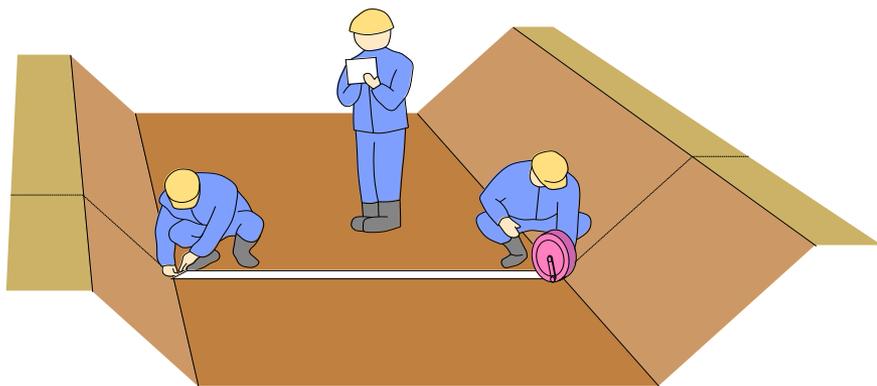
測点	断面1	断面2	断面3	断面4	断面5
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



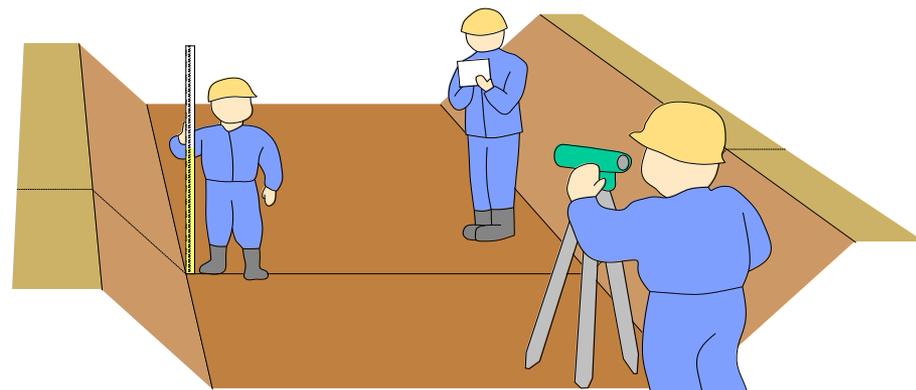
ここからは、TS出来形管理
について解説いたします

TS出来形管理とは

土木工事の施工出来形管理を行うために、従来での計測方法で使用する「レベル」や「巻尺」などに代わって、設計データと施工管理データを搭載したトータルステーション（TS）を利用して、出来形管理及び監督・検査を行うシステムである。



巻尺による幅計測

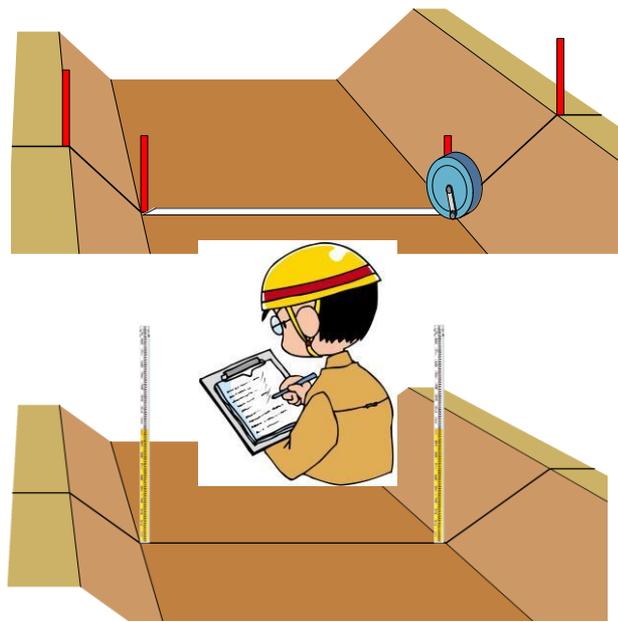
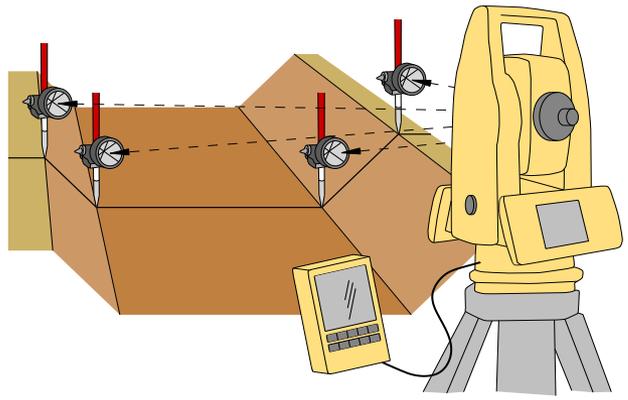


レベルによる高さ計測

Illustration of a worker in a yellow uniform and hard hat sitting at a laptop. A green arrow points from the '巻尺による幅計測' (width measurement with tape measure) illustration to a data table. Another green arrow points from the 'レベルによる高さ計測' (height measurement with level) illustration to the worker's head. The data table is a spreadsheet with multiple columns and rows, containing numerical data.

項目	値	単位	備考
幅	1.5	m	
高さ	2.0	m	
位置	10.0	m	
角度	45.0	°	
距離	5.0	m	
面積	3.0	m ²	
体積	15.0	m ³	
重量	150.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ	1.0	m	
傾斜	1:1		
勾配	5%		
角度	90.0	°	
距離	10.0	m	
面積	10.0	m ²	
体積	10.0	m ³	
重量	100.0	kg	
長さ	10.0	m	
直径	0.5	m	
半径	0.25	m	
高さ			

従来管理方法との違い

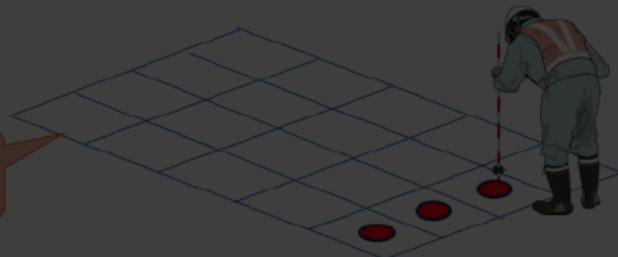
従来管理	T S 出来形管理
<p data-bbox="125 628 183 913">③ 出来形計測</p> <ul data-bbox="222 314 927 406" style="list-style-type: none">・ 巻尺、レベル測量により計測し、野帳に記録する 	<ul data-bbox="975 314 1700 406" style="list-style-type: none">・ 前作業の誘導後、続けて同位置の測量を実施する 
<p data-bbox="222 1135 1680 1235">従来方法は、幅、長さ、高さを図るのに対し、T S 出来形では、点の測量となるので作業負担は軽くなる。</p>	

□ TS等光波方式を用いた3次元出来形管理の種類

3次元出来形管理の種類には、以下の2パターンがあり、工種によって異なります。

 **取得座標値を用いて面管理をする。**
面的な規格値を利用

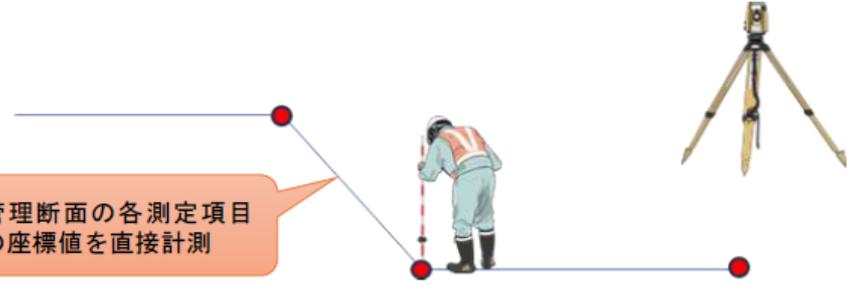
出来形評価用のグリッドサイズ



【適用工種】

- 土工
- 土工（1,000m³未満）、床掘、小規模土工、法面整形工
- 舗装工

 **取得座標値を用いて断面管理をする。**
従来の規格値を利用



管理断面の各測定項目の座標値を直接計測

- 【適用工種】
- 土工
 - 土工（1,000m³未満）、床掘、小規模土工、法面整形工
 - 舗装工
 - 路面切削工
 - 護岸工
 - 法面工
 - 基礎工
 - 擁壁工
 - 構造物工（橋脚・橋台）
 - 構造物工（橋梁上部）
 - 付帯道路施設工
 - 電線共同溝工
 - コンクリート堰堤工

設計データ作成

総括表

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)※R7.3月改定【国土交通省】
 総括表より(https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sosei_constplan_tk_000051.html)

工種	出来形 管理方法	ICT活用工事における適用範囲											
		実施事項(別紙1)										計測性能 及び 精度管理 (別紙2)	
		起工測量	出来形管理				その他3次元データ活用						
			設計データ作成 データ チェック	出来形 計測	計測点群 データ 処理	出来形 管理資料 の作成	部分 払い	岩線 計測	数量 算出	出来 ばえ 評価	表面 状態 把握		
土工	多点点測管理※1	○	○	↓	○	○	○	✓	✓	✓			□
	単点点測管理※2	○	○	↓	○		○	✓	✓	✓			□
舗装工	多点点測管理※1	○	○	↓	○	○	○			✓			□
	単点点測管理※2	○	○	↓	○		○						□
路面切削工	多点点測管理※1	○	○	↓	○	○	○			✓			□
	単点点測管理※2	○	○	↓	○		○						□

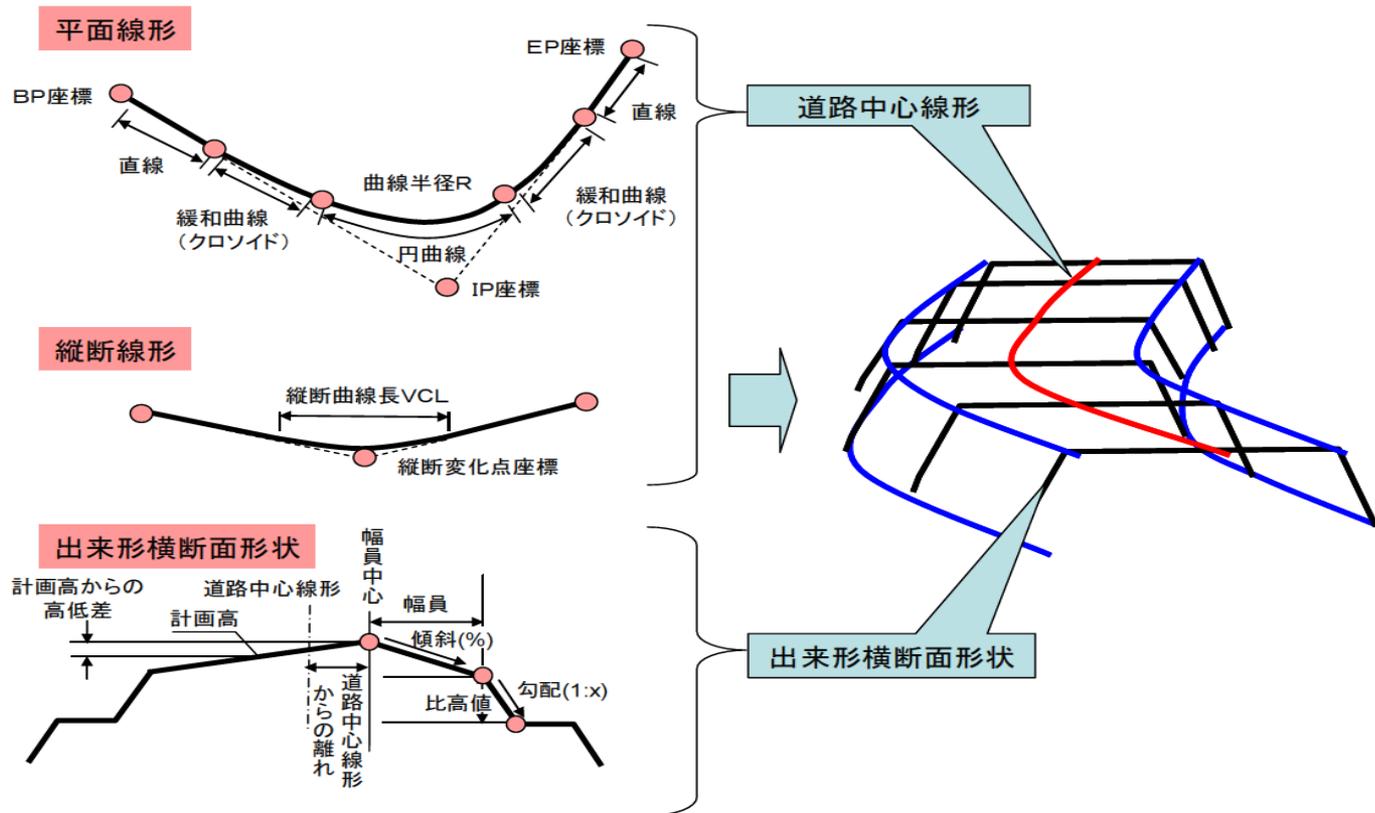


1.2 基本設計データの作成

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、監督職員から貸与された設計図書（平面図、縦断面図、横断面図等）や線形計算書等を基に基本設計データを作成する。

【解説】

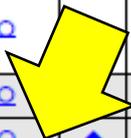
受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状、出来形管理対象の設定を行い、出来形管理用T S又はR TK-GNSSが取込み可能な基本設計データの作成を行う。以下に、基本設計データ作成時の留意事項を示す。



総括表

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)※R7.3月改定【国土交通省】
 総括表より(https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sosei_constplan_tk_000051.html)

工種	出来形管理方法	ICT活用工事における適用範囲										
		実施事項(別紙1)										
		起工測量	出来形管理				その他3次元データ活用					
設計データ作成	出来形計測		計測点群データ処理	出来形管理資料の作成	部分払い	岩線計測	数量算出	出来ばえ評価	表面状態把握			
法面工	多点計測管理※1	○	○	↓	○		○			✓		
	単点計測管理※2	○	○									
トンネル工	単点計測管理※2				○		○					
基礎工(矢板工・既製杭工・場所打杭工・鋼管矢板基礎工)	多点計測管理※1		○	↓	○		○					
	単点計測管理※2											
擁壁工	多点計測管理※1	○	○	↓	○		○			✓		
	単点計測管理※2	○										
構造物工(橋脚・橋台)	多点計測管理※1	○	○		○		○			✓	✓	✓
	単点計測管理※2	○										
土工(1,000m3未満)・ 床掘工・小規模土工・法面整形工	多点計測管理※1	○	○		○	○	○	✓	✓			
	単点計測管理※2	○	○	↓	○		○	✓	✓	✓		



(2) 土工 (1,000m³ 未満) ・床掘工・小規模土工・法面整形工

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成・出力することができること。

【解説】

断面での出来形管理及び数量算出を実現するためには、断面方向の基準あるいは出来形管理箇所目標値となる3次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な3次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。

1) 3次元設計データ等の作成機能

3次元設計データは、出来形管理すべき箇所を特定することができるものとする。中心線形データおよび横断形状データ、横断形状を示すデータ、3次元座標データ等で表現される。

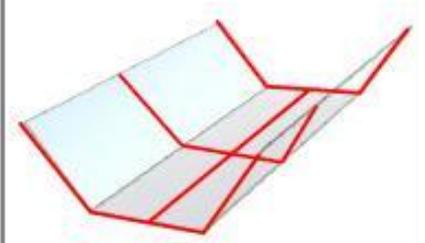
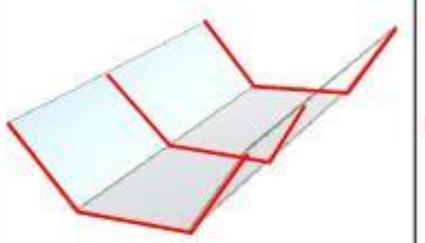
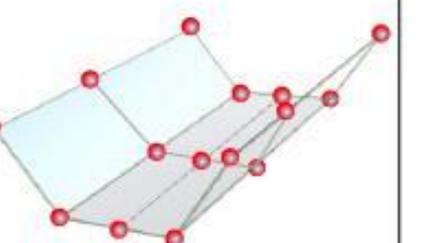
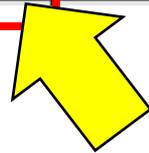
	主要線形+横断形状	横断形状	管理対象点
作成する3次元設計データのイメージ	 <p>赤線：作成する3次元設計データ</p>	 <p>赤線：作成する3次元設計データ</p>	 <p>●：作成する3次元設計データ</p>
主な利用対象	工事目的物が主要線形に沿って構築される形状等	工事目的物が線形に依存しない形状等	工事目的物を構成する端部位置が指定されている形状等

図2-5 作成する3次元設計データ (例)

設計データの照査

工種	出来形管理方法	ICT活用工事(別表)				
		実施事項(別表)				
		起工測量	出来形管理			
			設計データ作成	出来形計測	計測点群データ処理	
土工	多点計測管理※1	○	○	◆	○	○
	単点計測管理※2	○	○	◆	○	
舗装工	多点計測管理※1	○	○	◆	○	○
	単点計測管理※2	○	○	◆	○	
路面切削工	多点計測管理※1	○	○	◆	○	○
	単点計測管理※2	○	○	◆	○	
河川浚渫工	多点計測管理※1	○	○	◆	○	○
	単点計測管理※2	○				



3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)※R7.3月改定【国土交通省】
 総括表より(https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sosei_constplan_tk_000051.html)

土工 断面管理

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

基本設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び 工事基準点	全点	・ 監督職員の指示した基準点を使用しているか？	
		・ 工事基準点の名称は正しいか？	
		・ 座標は正しいか？	
2) 平面線形	全延長	・ 起終点の座標は正しいか？	
		・ 変化点（線形主要点）の座標は正しいか？	
		・ 曲線要素の種別・数値は正しいか？	
3) 縦断線形	全延長	・ 線形起終点の測点、標高は正しいか？	
		・ 縦断変化点の測点、標高は正しいか？	
		・ 曲線要素は正しいか？	
4) 出来形横断面 形状	全延長	・ 作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か？	
		・ 基準高、幅、法長は正しいか？	
		・ 出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか？	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

※2 該当項目のデータ入力が無い場合は、チェック結果欄に“-”と記すこと。

(様式)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____

受 注 者 名 : _____

作 成 者 : _____ 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック結果
1) 基準点及び 工事基準点	全点	・監督職員の指示した基準点を使用しているか?	
		・工事基準点の名称は正しいか?	
		・座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・起終点の座標は正しいか?	
		・変化点(線形主要点)の座標は正しいか?	
		・曲線要素の種別・数値は正しいか?	
		・各測点の座標は正しいか?	
3) 縦断線形	全延長	・線形起終点の測点、標高は正しいか?	
		・縦断変化点の測点、標高は正しいか?	
		・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形横断面 形状	全延長	・作成した出来形横断面形状の測点、数は適切か?	
		・基準高、幅、法長は正しいか?	
		・横断方向を示す起終点の座標は正しいか?	
5) 目標座標	全点	・座標は正しいか?	
6) 3次元設計 データ	全延長	・入力した2)～5)の入力結果が出来形管理対象箇所 の3次元設計データとなっているか? (工事全体との位置関係が正しいか)	

1.2 使用機器類の性能確認

TS等光波方式の計測に必要な機器類の性能などを確認します。

- (1) 精度管理の確認
- (2) 計測性能の確認

(1) 精度管理の確認

施工計画書に記載し、下記のいずれかの書類を提出

- ・ 検定機関が発行する有効な検定証明書
- ・ 測量機器メーカー等が発行する校正証明書

発行番号 TSC-230150
発行日 2023年6月26日

検定証明書

使用するTS名

品名 機器名称
機械番号 L23060

検査日 2023年6月26日
検査員 検査員名

社内検査の結果を下記の通りご報告致します。

No	種別	検査項目	測定結果	許容値
1	総合精度	再現性 水平位置	良	3mm(3σ)
		再現性 高度位置	良	6mm(3σ)
		位置精度 水平位置	良	±5mm
		位置精度 高度位置	良	±10mm
2	機構部	レーザー束心精度	良	1.0mm以下

(2) 計測性能の確認

TS等光波方式の計測性能等の確認方法については、「①計測性能を証明できる書類の提出（国土地理院登録品の場合等）」と「②精度確認試験の実施結果の提出（国土地理院登録品ではない場合）」に分類される。また、工種によっては計測性能に応じて管理できる出来形測定項目に制限があるため、留意が必要である。

①TS本体



3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)※R7.3月改定【国土交通省】
技術概要集より(https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sosei_constplan_tk_000051.html)

①計測性能を証明できる書類の提出（国土地理院登録品の場合）

→下記のいずれかの書類を提出

- 国土地理院3級以上の登録品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書。
- 国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格JSIMA101/102による適合区分B以上であることを証明する検査成績書等。

国土地理院認定3級TSの要求性能
公称測定精度：±(5mm+5ppm×D) ※
最小目盛値：20"以下
※D値は計測距離(m)、ppmは10⁻⁶



ただし、舗装工で利用する場合には以下のとおりとなる。

○出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれるが、表層・基層は含まれない場合

→国土地理院認定3級以上の登録品かつ
最小目盛値5"より高精度の機器であること

国土地理院認定3級TSの要求性能
公称測定精度：±(5mm+5ppm×D) ※
最小目盛値：最小目盛値：5"
※D値は計測距離(m)、ppmは10⁻⁶

○出来形測定項目に“厚さ”“標高較差”が含まれ、表層・基層も含む場合

→下記のいずれかの書類を提出

- 国土地理院1級以上の登録品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書。
- 国土地理院において、測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格JSIMA101/102による適合区分A以上であることを証明する検査成績書等。

②精度確認試験の実施結果の提出（国土地理院登録品ではない場合）

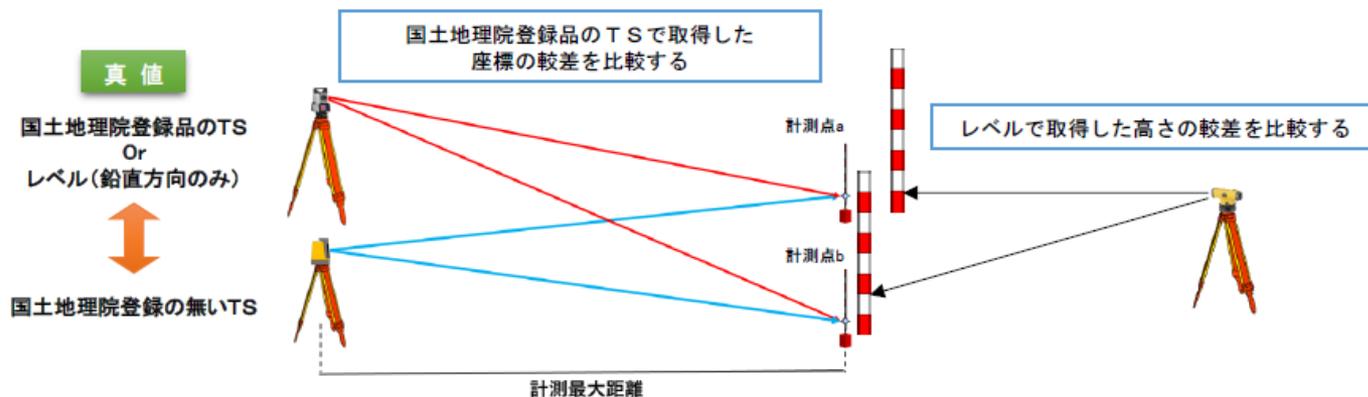
- 規格値による要求精度 5 mm 以上の場合：国土地理院認定 3 級以上（真値）とした精度確認を実施し、精度を満足していることを確認する。
 - 規格値による要求精度 5 mm 未満の場合：国土地理院認定 2 級以上（鉛直精度についてはレベルとの確認でもよい）を（真値）とした精度確認を実施し、精度を満足していることを確認する。
- ※規格値による要求精度の詳細については、「（巻末）適用工程・要求精度一覧」を参照のこと。

・実施時期：

現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

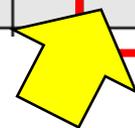
・実施方法：

- a. 計測点の設定：計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に 2 点以上の計測点を設定する。
- b. TS による計測（真値）：計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に、平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合、プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。プリズムを TS で視準し、3次元座標を計測する。
- c. 国土地理院で規定がない TS 等光波方式による計測：プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものは、プリズムを自動追尾する機能により 3次元座標を計測する。
- d. TS と国土地理院で規定がない TS 等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。



工種	出来形管理方法	ICT活用工事における適用範囲											計測性能及び精度管理(別紙2)	
		実施事項(別紙1)												
		起工測量	出来形管理				その他3次元データ活用				表面状態把握			
			設計データ作成 データチェック	出来形計測	計測点群データ処理	出来形管理資料の作成	部分払い	岩線計測	数量算出	出来ばえ評価				
土工	多点計測管理※1	○	○	↓	○	○	○	○	○	○	○	○	○	□
	単点計測管理※2	○	○	↓	○		○	○	○	○	○	○		
舗装工	多点計測管理※1	○	○	↓	○	○	○				○			□
	単点計測管理※2	○	○	↓	○		○				○			
路面切削工	多点計測管理※1	○	○	↓	○	○	○				○			□
	単点計測管理※2	○	○	↓	○		○				○			
河川浚渫工	多点計測管理※1	○	○	↓	○	○	○	○			○			□
	単点計測管理※2	○									○			
付帯構造物設置工	多点計測管理※1		○	↓	○		○							□
	単点計測管理※2													
表層安定処理等・固結工(中層混合処理)	その他管理※4		○	↓	○		○	○	○					□
固結工(スラリー攪拌工)・パーチカルドレン工・サンドコンパクションパイル工	その他管理※4		○	↓	○		○	○	○					□

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)※R7.3月改定【国土交通省】
 総括表より(https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sosei_constplan_tk_000051.html)



土工

1. 計測性能及び精度管理

1.1 TS等光波方式

出来形管理用TSは、国土地理院認定3級と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、利用するTSの性能について監督職員の承諾を受けること。以下に、3級TSの性能基準（「国土交通省 公共測量作業規程」による）を示す。

計測	計測性能	測定精度
起工測量、 岩線計測	公称測定精度： $\pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\times D)$ 以下** 最小目盛値20"以下	国土地理院で規定がない場合： 【鉛直方向】 ±10mm以内 【平面方向】 ±20mm以内
部分払い 出来高計測	※D値は計測距離(m)、ppmは 10^{-6}	
出来形計測	例：計測距離100mの場合は、 $\pm(5\text{mm}+5\times 10^{-6}\times 100\text{m})=\pm 5.5\text{mm}$ の誤差となる。	

【解説】

1) 計測性能

「国土交通省 公共測量作業規程」では、4級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに3級TSがあげられている。出来形管理の測定精度を確保するため、出来形管理用TS本体は、3級以上あるいは、同等以上の計測性能を有することとする。

TSの計測性能は、国土地理院3級以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格JSIMA101/102による適合区分B以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の3級以上であることが明記されている場合は3級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。

国土地理院で規定がないTS等光波方式を利用する場合は、精度確認試験を実施し、その記録を提出する。

2) 精度管理

TSの精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書で確認することができる。

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)※R7.3月改定【国土交通省】
別紙2より

(https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sos_ei_constplan_tk_000051.html)

第1章 断面管理の場合

1. 計測性能及び精度管理

土工(1,000m³未満)

受注者は、利用する3次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

計測	測定精度	計測密度
起工測量・岩線計測 部分払い出来高計測 ・TS等光波方式 ※1, ※4 ・RTK-GNSS ※2 ・TS (ノンプリズム方式)	【鉛直方向】 ±30mm 以内 【平面方向】 ±20mm 以内 精度確認試験による	すべての対象箇所
出来形計測 (単点計測技術) ・TS等光波方式 ※1, ※4 ・RTK-GNSS ※3 ・TS (ノンプリズム方式)	【鉛直方向】 ±10mm 以内 【平面方向】 ±20mm 以内 精度確認試験による	

※1：単点計測技術において、国土地理院が認定する3級TS以上の性能を有することが明確な場合は、その計測性能及び適正な精度管理の実施記録により精度確認資料とすることができる(精度確認試験を省略する)。

※2：単点計測技術において、国土地理院が認定する2級GNSS以上の性能を有することが明確な場合は、その計測性能及び適正な精度管理の実施記録により精度確認資料とすることができる(精度確認試験を省略する)。

※3：RTK-GNSSを断面管理の出来形計測(単点計測)に用いる場合、要求精度が「【鉛直方向】 ±10mm 以内」と厳しく、また、GNSSの受信状況は現場毎に変動するため、2級GNSS以上の性能を示す記録があっても精度確認試験を省略できない。

※4：国土地理院で規定がないTS等光波方式あるいは上記の性能を明示できない場合は、精度確認試験により、上記の性能を確認する。

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)※R7.3月改定【国土交通省】
別紙2より(https://www.mlit.go.jp/tec/constplan/sosei_constplan_tk_000051.html)

参考資料-6 国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書

国土地理院で規定がないT S等光波方式の事前精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

精度確認試験は、現場の計測と同時に実施することも可能であるが、利用までにその精度確認試験を行うことが望ましい。

受注者は、本精度確認により、国土地理院で規定がないT S等光波方式にて所要の計測値が得られる場合に限り、これを確認した計測条件、計測距離の範囲内で、国土地理院で規定がないT S等光波方式を出来形計測に適用することができる。

2. 実施方法

①計測点の設定

計測機器本体から被計測対象の最大計測距離以上となる位置に2点以上の計測点を設定する。

②T Sによる計測

計測点にプリズムを設置する。プリズムを付けるピンポールには、先端が平らなものを用い、ピンポール先端が路面の窪みに刺さらないようにする。ピンポールの下に平滑で小さいプレートを設置してもよい。この場合プレートの厚みを高さ計測値から差し引く。

プリズムをT Sで視準し3次元座標を計測する。

③国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測

プリズム方式による計測完了後、望遠鏡のないタイプのものはプリズムを自動追尾する機能により3次元座標を計測する。

3. 評価基準

T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式で計測した計測結果を比較し、その差が適正であることを確認する。

表1-10 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	精度確認基準	備考
T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の計測座標値の較差	平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±10mm 以内	現場内2箇所以上

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

(様式)

精度確認試験結果報告書

〇〇年〇〇月〇〇日

工 事 名 : _____
受 注 者 名 : _____
作 成 者 : _____ 印

(1) 試験概要

測定日	〇〇年〇〇月〇〇日
測定条件	天候：晴れ 気温：8℃
測定場所	(株)〇〇〇〇構内道路改修工事にて
精度確認の対象機器	メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：ABC-123 測定装置の製造番号：ABC0123
検証機器（真値を計測する測定機器）	T S 機種名：〇〇〇（級別：〇級）
精度確認方法	・T Sと国土地理院で規定がないT S等光波方式の、検証点の各座標の較差
検証機器と検証点との距離	〇〇m

(2) 精度確認試験結果

検証点名：〇〇〇〇

		x 座標	y 座標	z 座標
①真値の計測結果 (x, y, z)	1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
	2 点目	44060.797	-11993.390	17.530
②国土地理院で規定がないT S等光波方式による計測結果 (x', y', z')	1 点目	44044.722	-11987.656	17.893
	2 点目	44060.802	-11993.394	17.533
③差の確認（測定精度） (x', y', z') - (x, y, z)	1 点目	0.002	0.001	0.003
	2 点目	0.005	0.004	0.003

x 成分（最大）=0.005m (5mm)；合格（基準値±20mm 以内）

y 成分（最大）=0.004m (4mm)；合格（基準値±20mm 以内）

z 成分（最大）=0.003m (3mm)；合格（基準値±10mm 以内）

精度確認試験の手順や様式は……

総括表

工種	出来形管理方法	ICT活用工事における適用範囲										3次元計測技術(技術概要)										精度確認・出来形算出ガイド			
		実施事項(別紙1)										計測性能及び精度管理(別紙2)	UAV	TLS	地上移動体搭載型LS	無人航空機搭載型LS	音響測深機器	施工履歴データ	地上写真測量	モバイル端末	TS(ノンプリ)		TS等光波方式	RTK-GNSS	ICT機器の最先計測機能
		出来形管理					その他3次元データ活用																		
		総工測量	設計データ作成 データチェック	出来形計測	計測点群データ処理	出来形管理資料の作成	部分払い	岩盤計測	数量算出	出来ばえ評価	表面状態把握														
土工	多点計測管理 ^{※1}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
	単点計測管理 ^{※2}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
舗装工	多点計測管理 ^{※1}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
	単点計測管理 ^{※2}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
路面切削工	多点計測管理 ^{※1}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
	単点計測管理 ^{※2}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
河川浚渫工	多点計測管理 ^{※1}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
	単点計測管理 ^{※2}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
付帯構造物設置工	多点計測管理 ^{※1}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
	単点計測管理 ^{※2}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■
表層安定処理等・ 表層改良等	その他管理 ^{※4}	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	■



出来形計測

1.2 出来形計測箇所

《道路土工》

土工

3次元計測技術による出来形管理における出来形計測箇所は、図2-11、図2-12に示すとおりとする。

計測する横断面は、基本設計データとして作成した管理断面とし、各断面の全ての計測対象点について、3次元座標を取得する。また、受注者の定めた出来形計測点を適宜設定する。

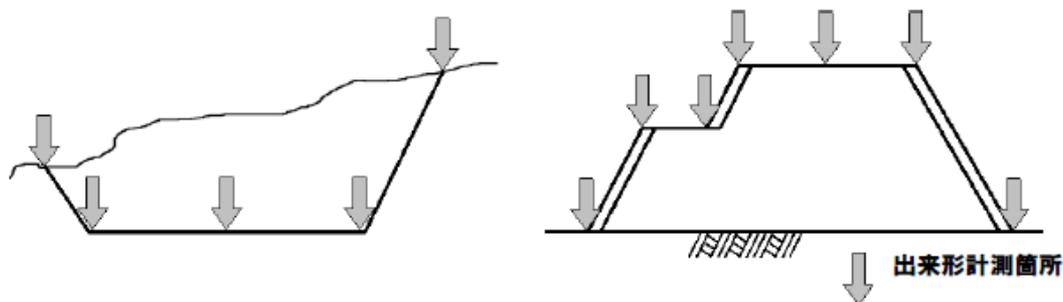


図2-11 道路土工における出来形計測箇所

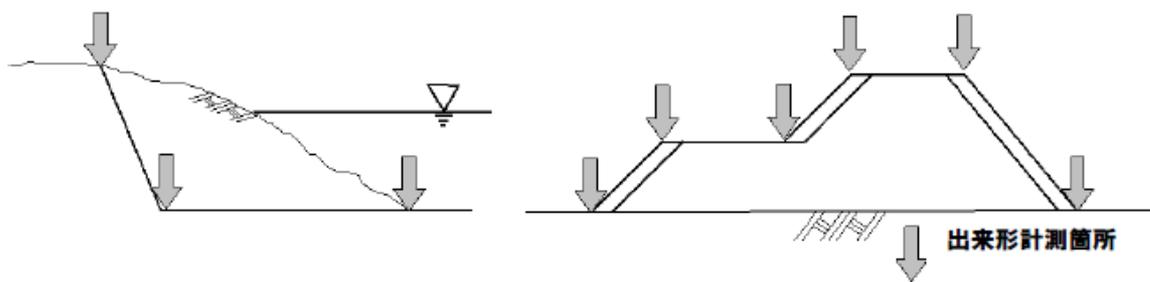


図2-12 河川・海岸・砂防工における出来形計測箇所

【解説】

上図に示す全ての箇所では3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。計測する管理断面は、基本設計データとして作成されている全ての管理断面である。

土工(1,000m³未満)

1.1.2 出来形計測箇所

3次元計測技術による出来形管理における出来形計測箇所は、本管理手法を用いる工種および出来形管理基準及び規格値のとおりとする。以下に出来形計測箇所（例）を示す。

計測する横断面または計測箇所は、3次元設計データとして作成した管理断面あるいは管理箇所とし、全ての計測対象点について、3次元座標を取得する。

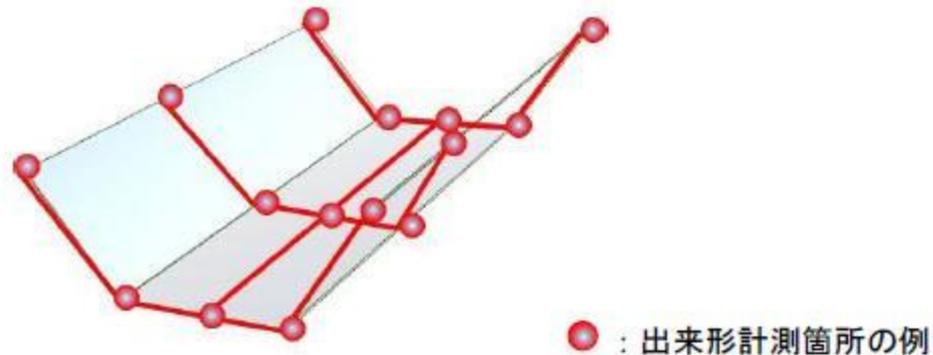


図2-38 出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、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次元座標を取得し、出来形計測結果を算出する。

出来形計測(土工の場合)

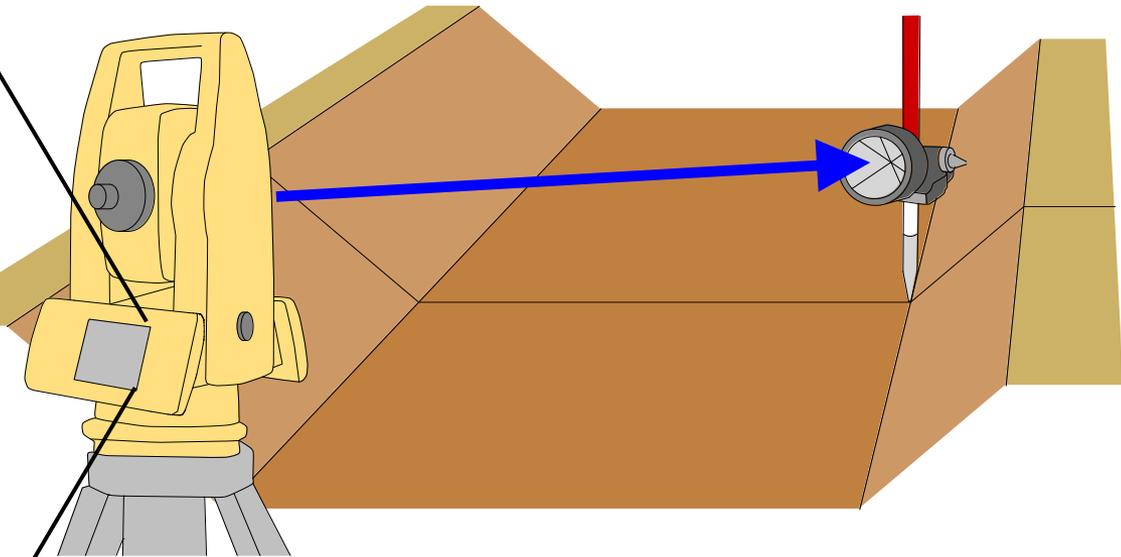


管理断面 No. 6 - 0.022

C L 離れ
設計 : 5.000m 実測 : 5.012m 0.012右側

標高
設計 : 6.016m 実測 : 6.018m 0.002高い

戻る 観測



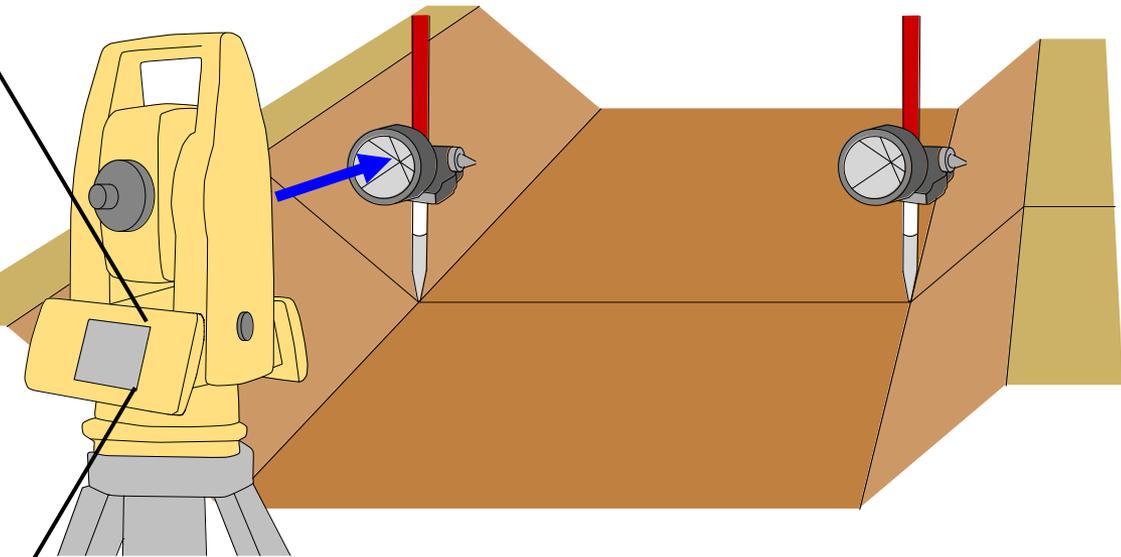
出来形計測(土工の場合)



管理断面 No.6 0.010

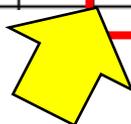
幅員
設計 : 6.000m 実測 : 6.012m 0.012広い

戻る 観測



総括表

工種	出来形管理方法	ICT活用工事における適用範囲												
		実施事項(別紙1)										計測性能及び精度管理(別紙2)		
		起工測量	出来形管理				その他3次元データ活用							
			設計データ作成	出来形計測	計測点群データ処理	出来形管理資料の作成	部分払い	岩線計測	数量算出	出来ばえ評価	表面状態把握			
土工	多点計測普通※1	○	○	↓	○	○	○	○	✓	✓	✓			□
	単点計測普通※2	○	○	↓	○		○	○	✓	✓	✓			
舗装工	多点計測普通※1	○	○	↓	○	○	○				✓			□
	単点計測普通※2	○	○	↓	○		○							
路面切削工	多点計測普通※1	○	○	↓	○	○	○				✓			□
	単点計測普通※2	○	○	↓	○		○							
河川浚渫工	多点計測普通※1	○	○	↓	○	○	○	○	✓		✓			□
	単点計測普通※2	○									✓			



管理帳票作成

総括表

工種	出来形管理方法	ICT活用工事における適用範囲										
		実施事項(別紙1)									計測性能及び精度管理(別紙2)	
		起工測量	出来形管理				その他3次元データ活用					
			設計データ作成 データチェック	出来形計測	計測点群データ処理	出来形管理資料の作成	部分払い	岩線計測	数量算出	出来ばえ評価		表面状態把握
土工	多量計測管理※1	○	○	↓	○	○	○	✓	✓	✓		□
	単量計測管理※2	○	○	↓	○		○	✓	✓	✓		
舗装工	多量計測管理※1	○	○	↓	○	○	○			✓		□
	単量計測管理※2	○	○	↓	○		○					
路面切削工	多量計測管理※1	○	○	↓	○	○	○			✓		□
	単量計測管理※2	○	○	↓	○		○					
河川浚渫工	多量計測管理※1	○	○	↓	○	○	○	✓		✓		□
	単量計測管理※2	○								✓		



1.2 出来形管理資料の作成

受注者は、基本設計データと出来形計測データを用いて、設計図書に義務付けられた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職員に提出すること。

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理図表を指す。

受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、対象とする工種について現行の帳票類と同様の書式で、帳票を自動作成、保存、印刷ができる。また、「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」を用いて出来形管理結果による横断図作成ができる場合は、完成図や出来形報告書の全てあるいは、一部の図面として利用することができる。

これらの資料作成に「基本設計データ作成ソフトウェア」又は「出来形帳票作成ソフトウェア」と出来形計測データを使うことによって、現行手法の図面の修正や測定数値のキーボード手入力が不要となるため、作業の省力化、入力ミスの削減が期待できる。

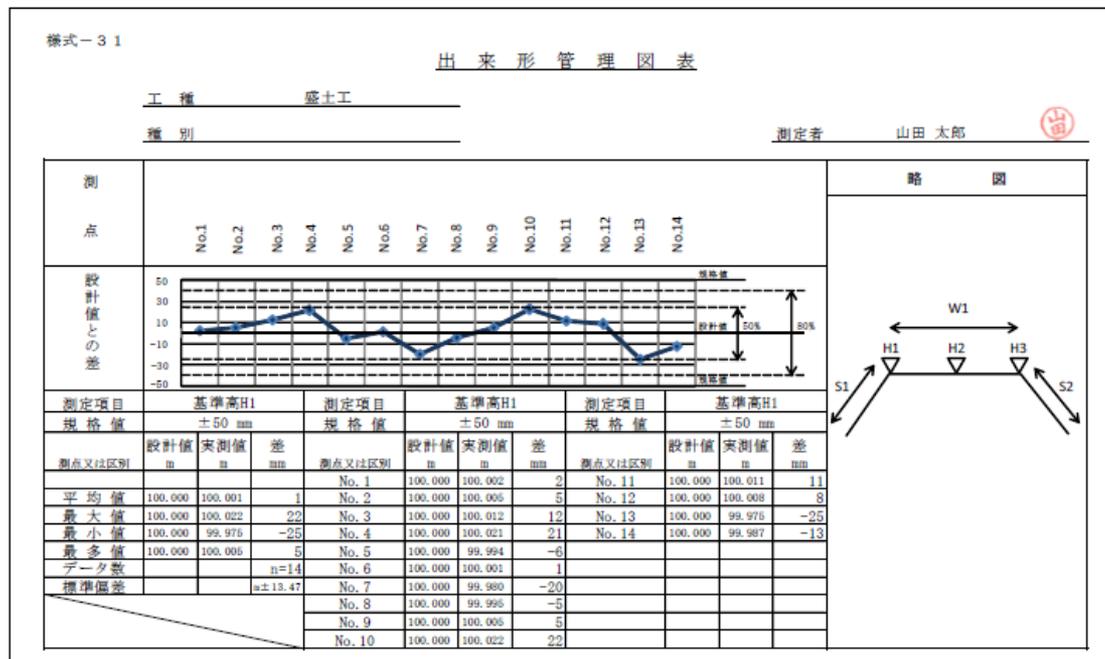


図 2-4 3 出来形管理図表 作成例

【土工】の場合

2.2 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、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職員に提出すること。

【解説】

1) 出来形管理帳票

「出来形帳票」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。

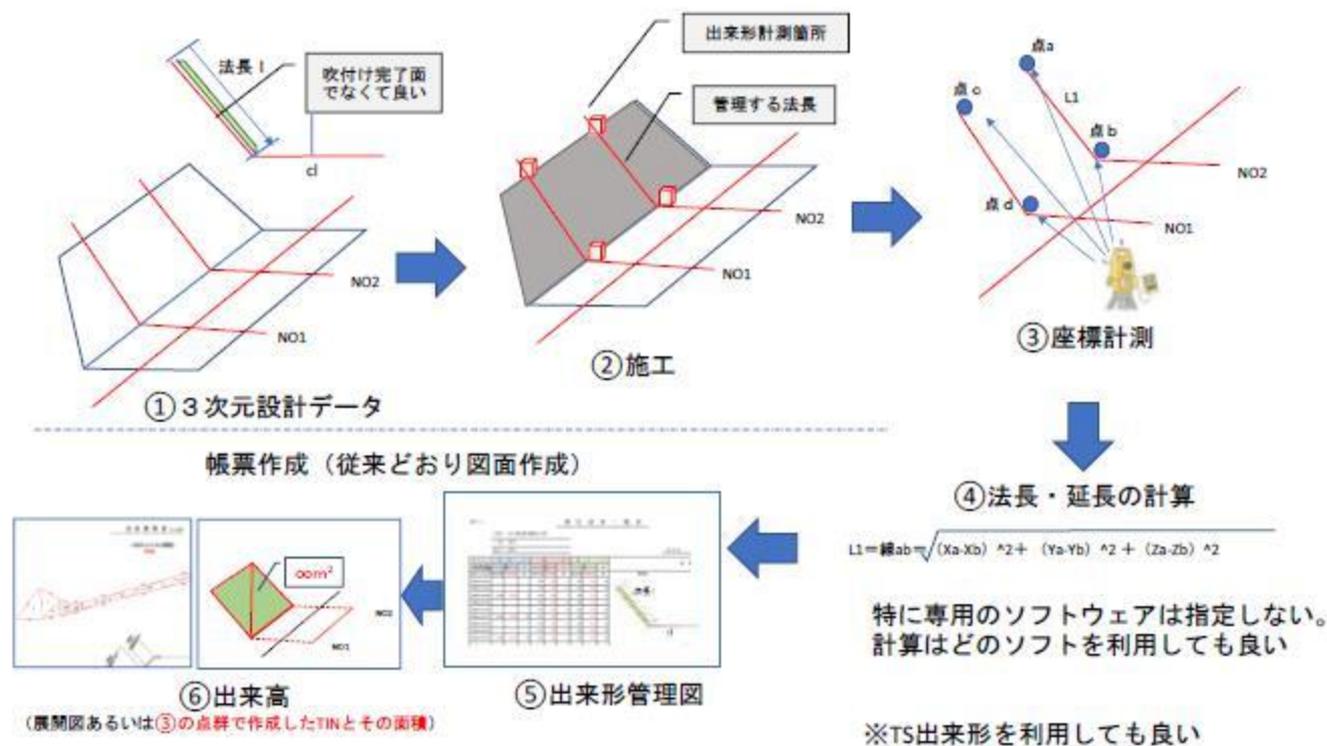


図 2-5 2 出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

[法面工] の場合



自治体のICT活用工事には
TSが向いている

<自治体工事>

- ・大規模な工事が少ない
- ・様々な工種が入り混じっている



施工手順や施工環境、作業効率などの状況によっては、面管理の実施が難しい場合もあります。
そのような場合は、無理に適用する必要はありません。

④ 3次元出来形管理等の施工管理

1-4③による工事の施工管理において、下記(1)(2)に示す方法により、出来形管理及び品質管理を実施する。

(1) 出来形管理

下記1)～12)から選択(複数以上可)して、出来形管理を行うものとする。出来形管理にあたっては、標準的に面管理を実施するものとするが、施工現場の環境条件により面的な計測のほか、管理断面及び変化点の計測による出来形管理を選択してもICT活用モデル工事とする。

- 1) 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理
- 2) 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理
- 3) 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
- 4) 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
- 5) TS等光波方式を用いた出来形管理
- 6) TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理
- 7) RTK-GNSSを用いた出来形管理
- 8) 施工履歴データを用いた出来形管理(河床掘削)
- 9) 施工履歴データを用いた出来形管理(地盤改良工)
- 10) 施工履歴データを用いた出来形管理(土工)
- 11) 地上写真測量を用いた出来形管理
- 12) その他の3次元計測技術を用いた出来形管理

<自治体工事>

- ・プロセスの選択ができる



TSだけでICT活用工事が出てしまいます

施工プロセス	ICT活用モデル工事	簡易型 ICT活用モデル工事
①3次元起工測量	必須	選択(任意)
②3次元設計データ作成	必須	必須
③ICT建設機械による施工	必須	選択(任意)
④3次元出来形管理等の 施工管理	必須	必須
⑤3次元データの納品	必須	必須

<自治体工事>

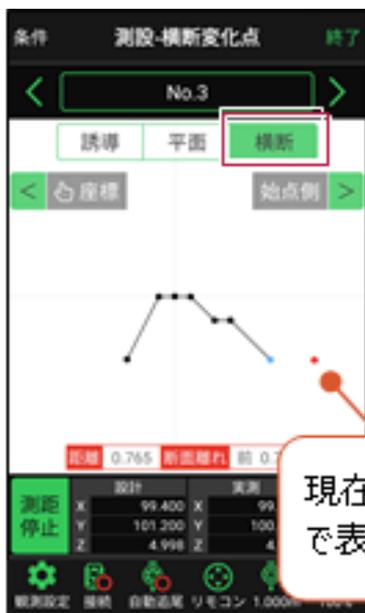
・TSはほぼ皆さん持っているICT技術



用途は出来形管理だけではない

測設機能で丁張を打つ

横断面図上の座標点に誘導してくれます。



現在位置が「赤丸」
で表示されます。

3次元計測でのやり方

- ・設計データから丁張を設置する断面を選ぶ
- ・基準杭の位置を決める
- ・方向杭の位置を決める
- ・斜めヌキの位置に印をつける
- ・丁張版を釘で打つ

簡単！
3次元設計データがあればOK

※何よりCLの任意の位置から直交する断面位置を、即座に計算して出してくれる！



<自治体工事>

・ICT建機の使用期間が短く、
費用対効果が低い傾向に



TS自動追尾機能があれば、通常建機がICT化

- ◆ 杭ナビLN-150 をそのままマシンガイダンスのセンサとして利用可能。
※LN-150のソフトウェアアップデート(有償オプション)が別途必要
- ◆ 小型のショベルにも使える



出典:TOPCONホームページ

(<https://www.topconpositioning.asia/jp/ja/products/brand/topcon/excavator-system/>)

小規模工事のICT施工に最適な 普段使いのローコスト3DMG

iDig+準平くんの組み合わせでICT施工に活用が可能で、無理なくICT建機を導入することができます。



手持ちの小型建機に後付けし、中小規模土工向けの3Dマシンガイダンスとして活用できます。

いきなり全面的なICT活用工事を実施するのではなく身近な作業を効率化することから始めることができます。