

2019.11.12

島根県松江市 くにびきメッセ

# ICT活用工事 (土工・舗装工等) に関する基準類の解説

---

国土技術政策総合研究所

社会資本マネジメント研究センター

社会資本施工高度化研究室

研究官 金森宗一郎

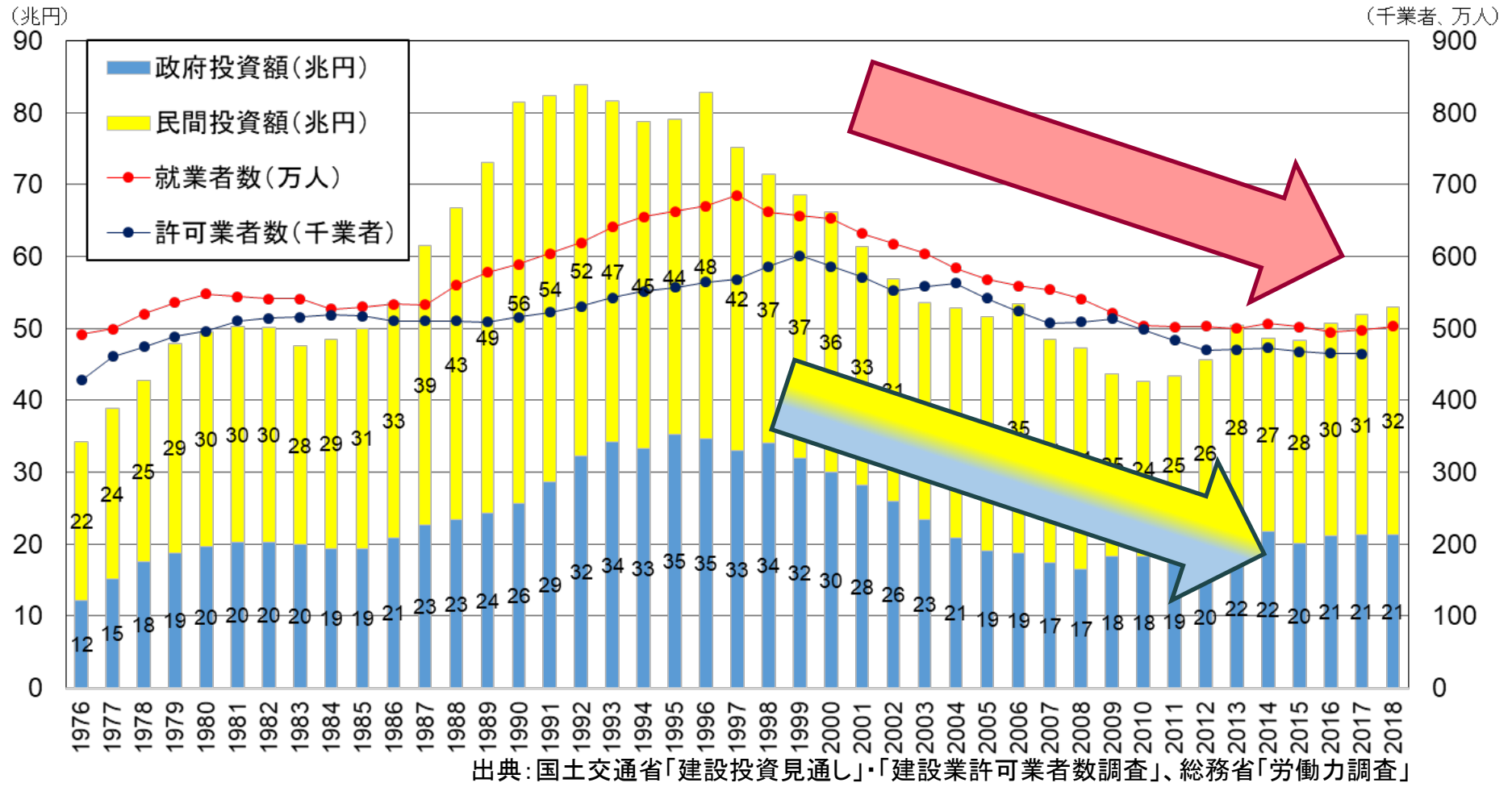
# お話しすること

1. はじめに ～建設産業の現状～
2. i-Construction
3. ICT活用工事について
4. ICT土工について
5. ICT舗装工について
6. ICT活用工事の改善 【H31(R1)年度基準類の改定】

# 1. はじめに

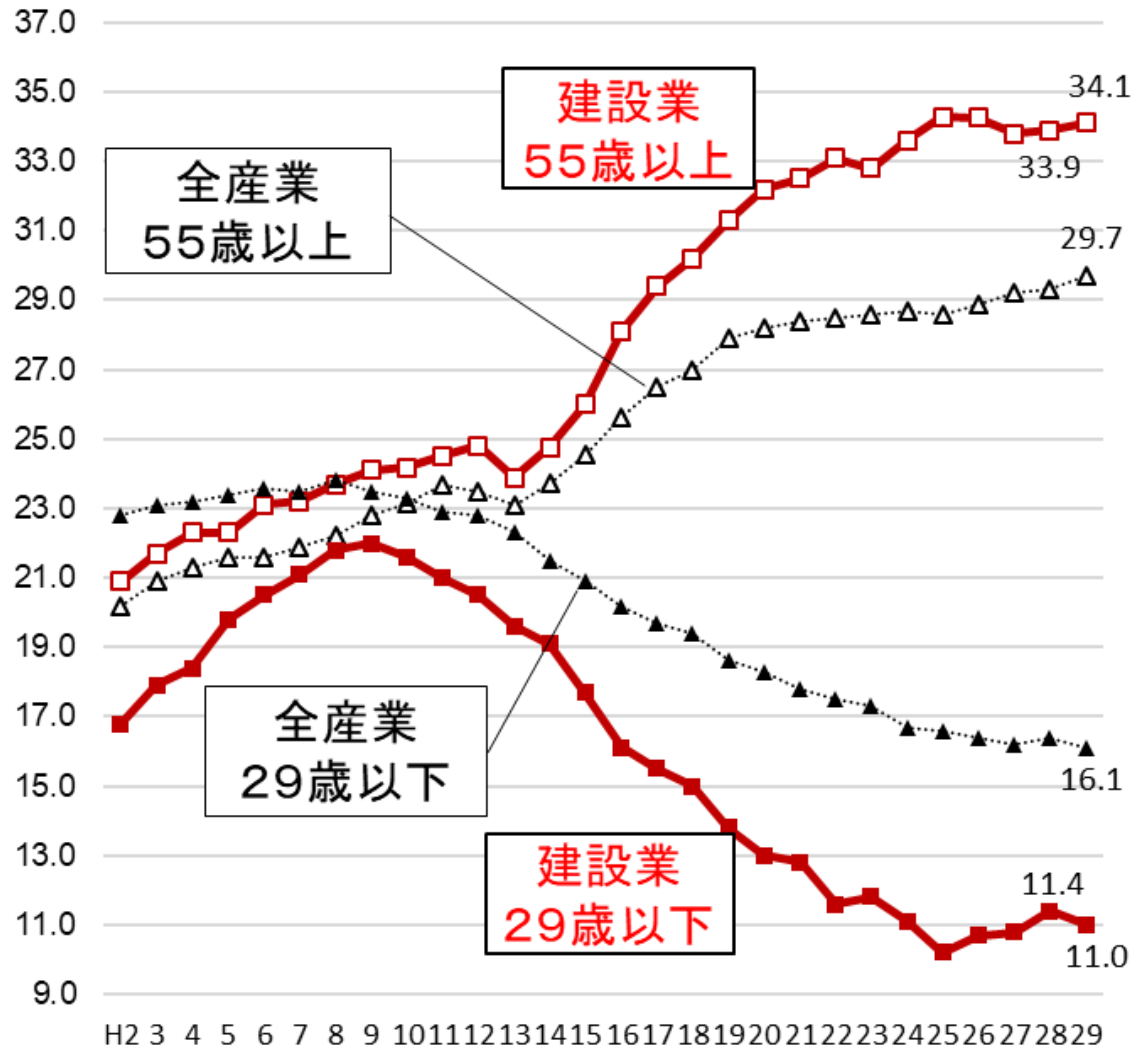
## ～建設産業の現状～

# 建設産業の現状 就業者数と投資額



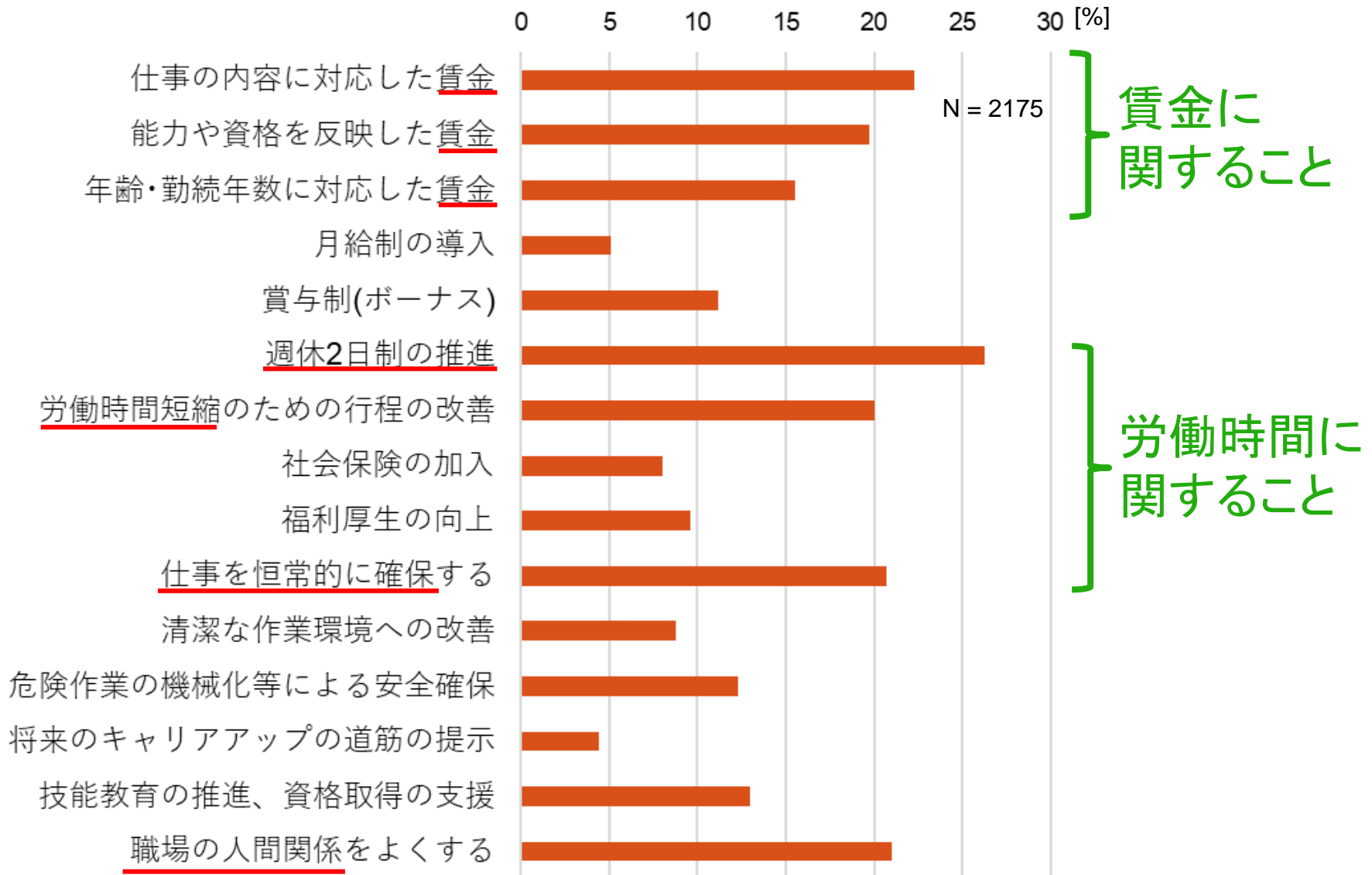
お金も人も減りつつある

# 建設産業の現状 就業者の年齢



総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出

就業者の高齢化 → 今後の担い手不足



出典:厚生労働省「建設業における雇用管理現状把握実態調査」

# 建設産業の現状 必要な対応

担い手減少への対応

担い手獲得の方策

生産性向上

賃金・労働  
時間の改善



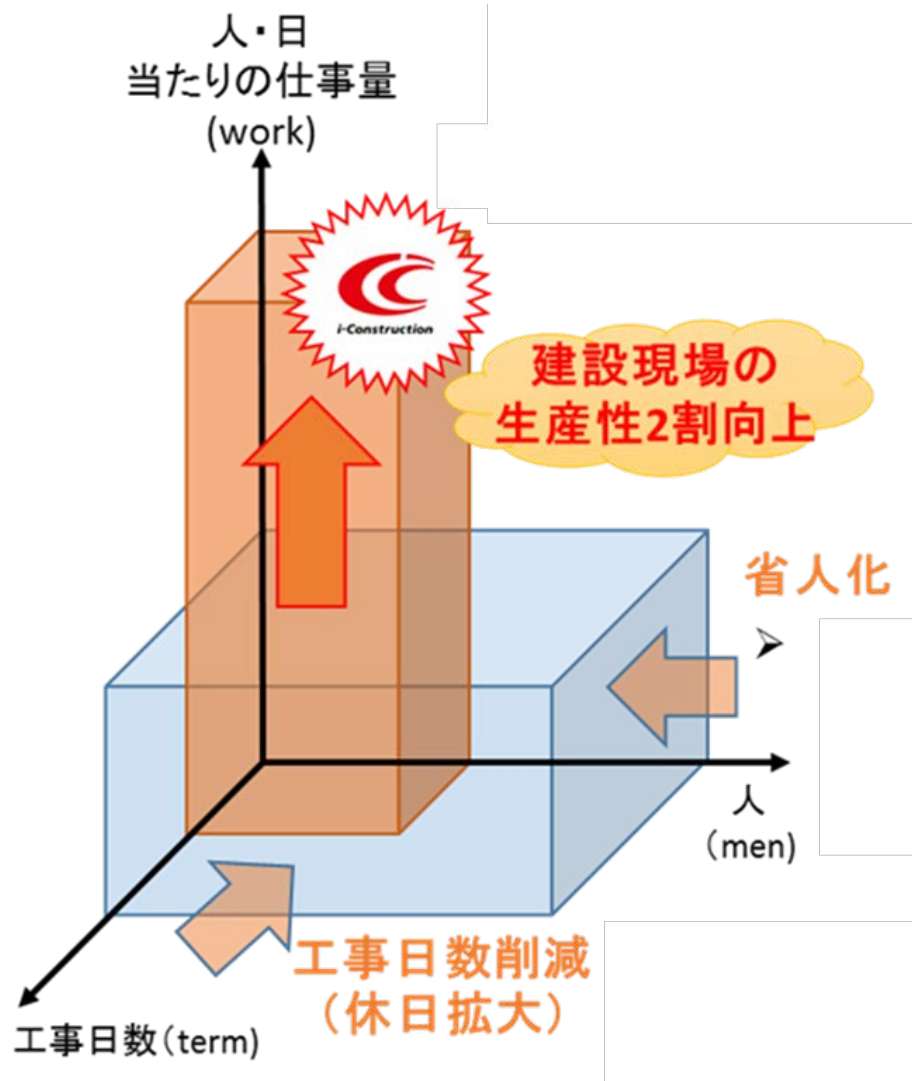
***i-Construction***

## 2. i-Construction



# i-Constructionの目的

出来高 = 人数 × 日数 × 生産性



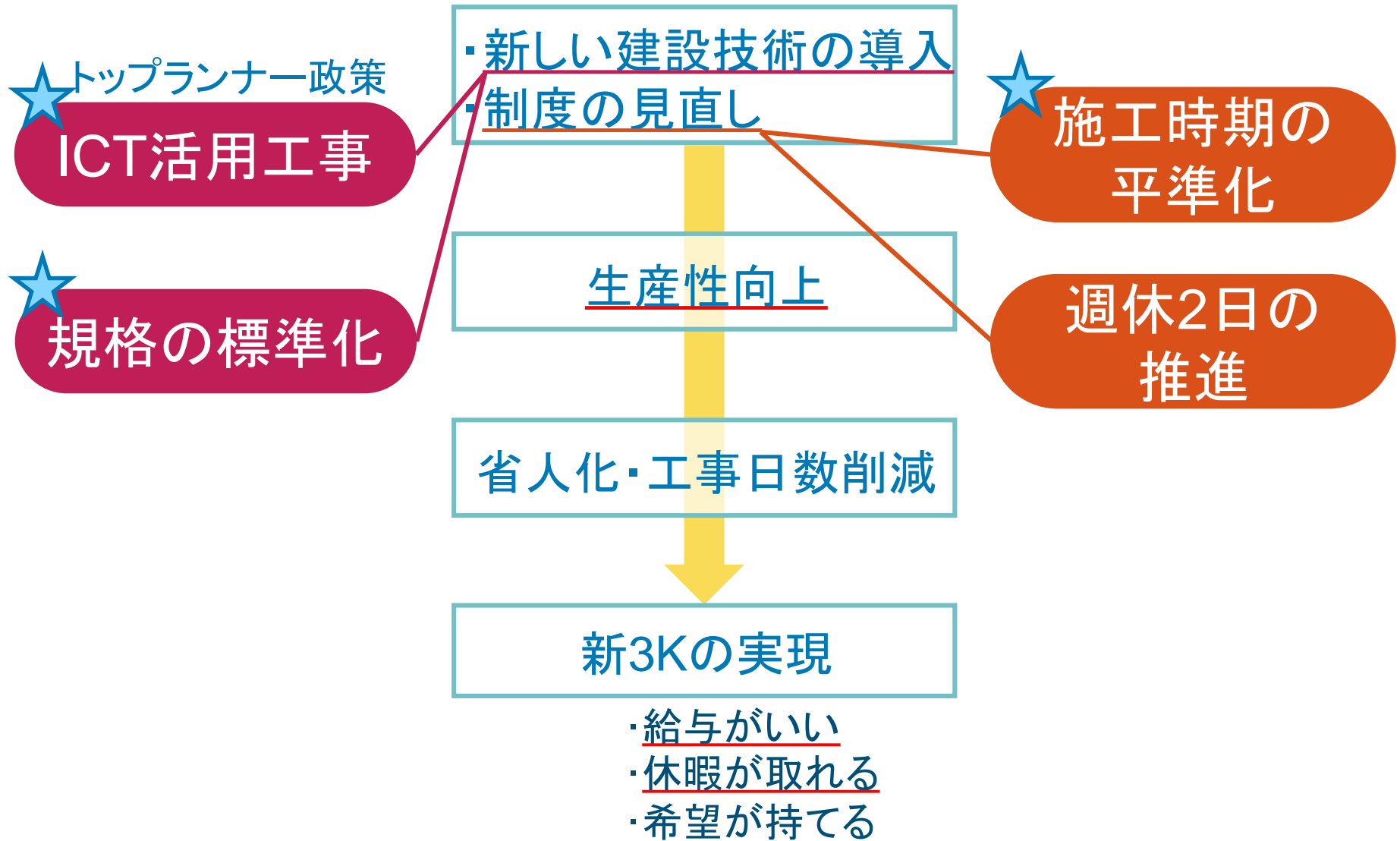
- ・新しい建設技術の導入
- ・制度の見直し

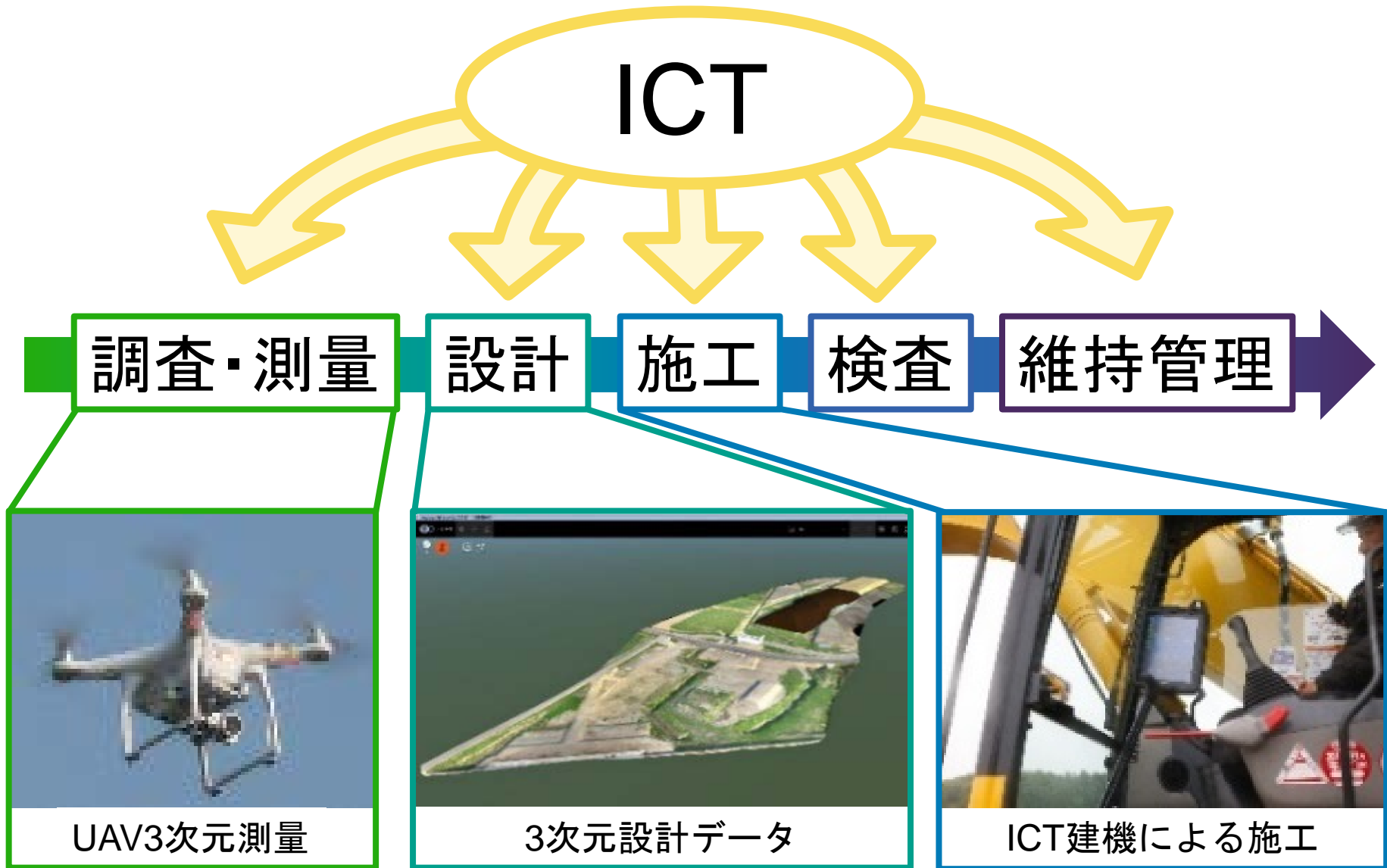
生産性向上

省人化・工事日数削減

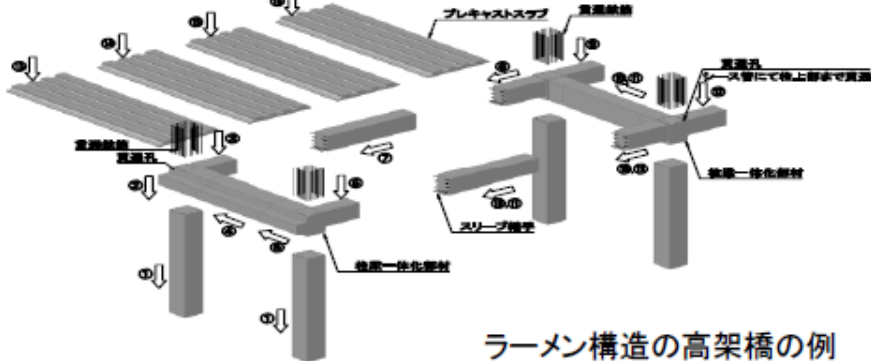
新3Kの実現

- ・給与がいい
- ・休暇が取れる
- ・希望が持てる



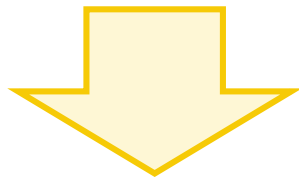


## プレキャスト



ラーメン構造の高架橋の例

部材を定型化し工場生産

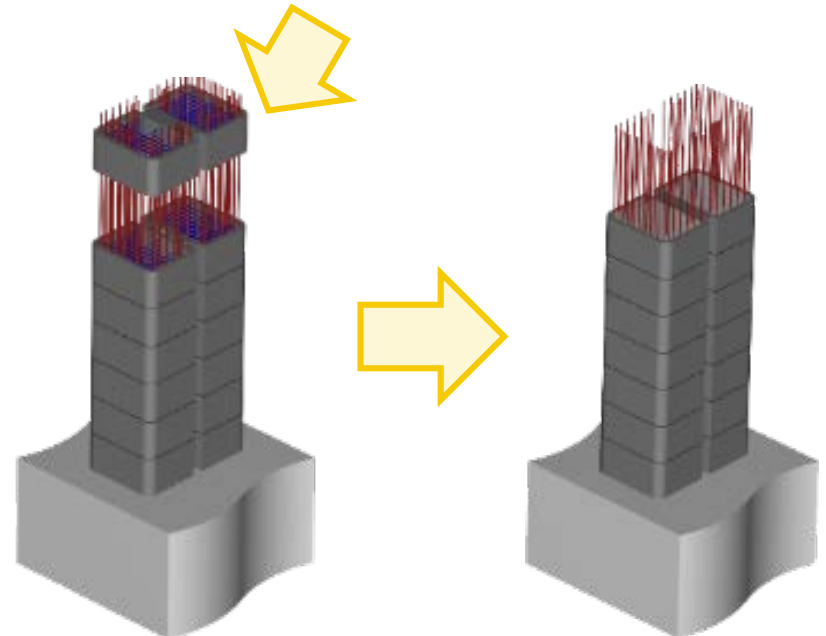


クレーンで組立て

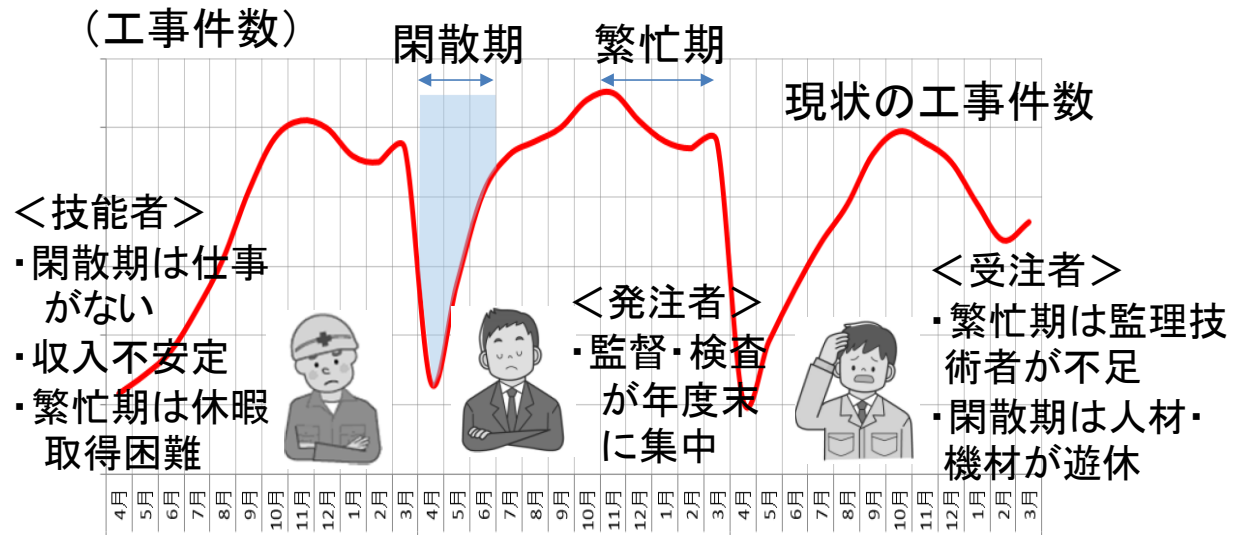
## ハーフプレキャスト



定型の型枠を工場生産

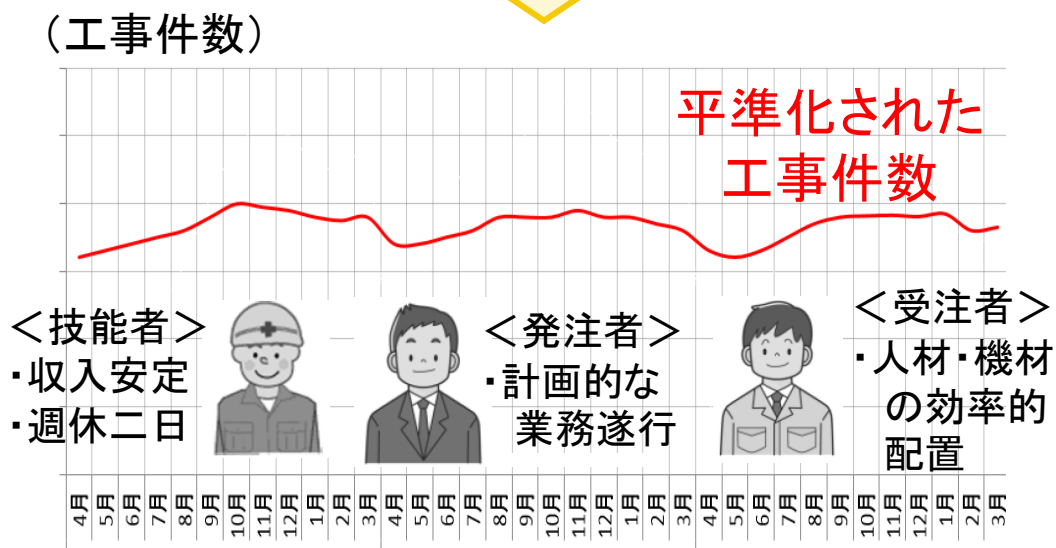


クレーンで設置後、中詰めコン打設



出典：建設総合統計より算出

## 単年度予算



## 複数年度予算

- ・2か年国債
- ・繰り越し制度の活用

## 必要経費の計上

現場閉所の状況に応じて  
**補正係数**を乗じる。

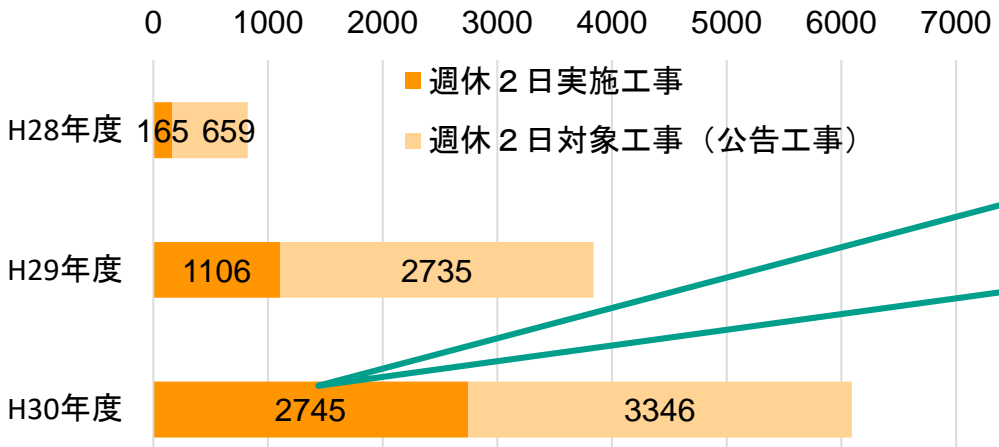
費目	4週6休	4週7休	4週8休
労務費	1.01	1.03	1.05
機械経費	1.01	1.03	1.04
共通仮設費	1.01	1.03	1.04
現場管理費	1.02	1.04	1.05

## 工事成績評定

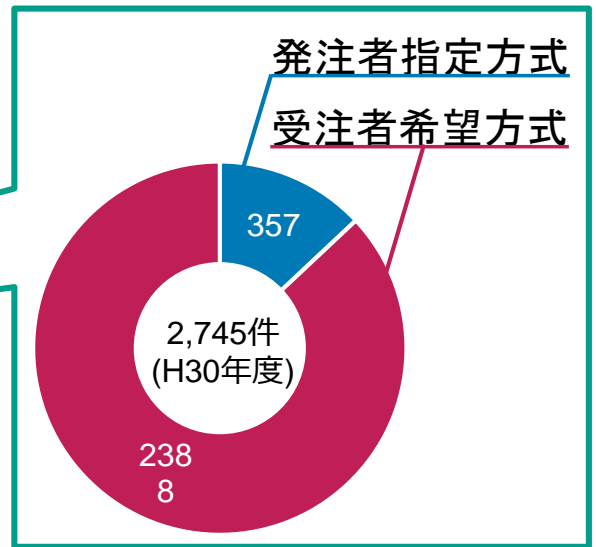
4週8休の工事について  
**「工程管理」**の項目で**加点**する。

## 適正な工期設定

- ・**工期設定支援システム**の活用
- ・**余裕期間制度**の活用



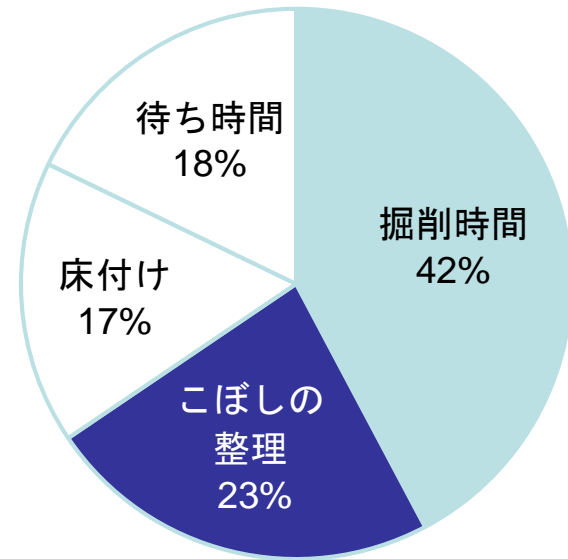
週休2日工事の実施状況 (直轄)



### 3. ICT活用工事について

# 掘削工のICT施工① 従来施工の調査

## 掘削・積込み



施工履歴システムより数量を取得

MCバックホウにより自動制御で施工  
→床付けを省略・待ち時間解消

- ➡ 1時間あたり、約20分の掘削時間増
- ➡ 運搬機械の増加が必要 ダンプ台数にして5台分  
(6tダンプを1台追加)



# 堀削工のICT施工② 導入の結果

## 改善前

日付	盛土(単位m3)			掘削(単位m3)		
	本日実績	累計	残	本日実績	累計	残
2017/02/06(月)	188	4,946	5,136	150	4,450	7,603
2017/02/05(日)	500	4,758	5,324	413	4,300	7,753
2017/02/04(土)	408	4,258	5,824	346	3,887	8,166
2017/02/03(金)	393	3,850	6,232	384	3,541	8,512
2017/02/02(木)	367	3,457	6,625	367	3,157	8,896

平均: 371m3

平均: 332m3

## 改善後

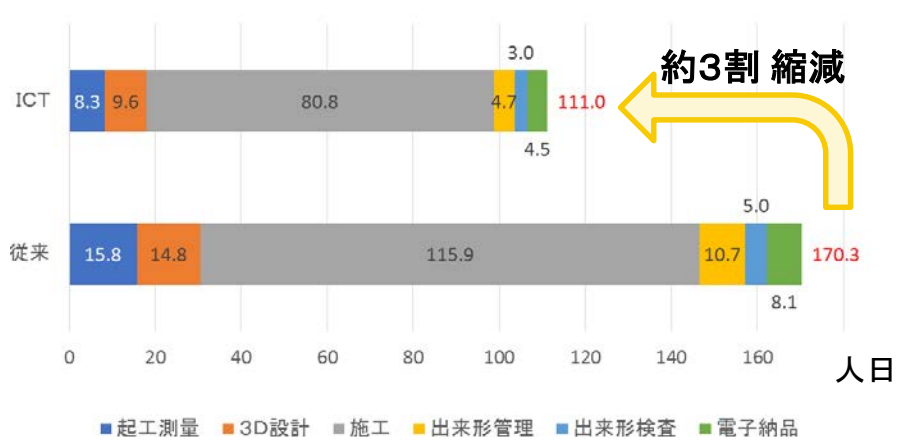
日付	盛土(単位m3)			掘削(単位m3)		
	本日実績	累計	残	本日実績	累計	残
2017/02/25(土)	459	10,337	-255	494	9,309	2,744
2017/02/24(金)	564	9,878	204	443	8,815	3,238
2017/02/22(水)	403	9,314	768	380	8,372	3,681
2017/02/21(火)	517	8,911	1,171	619	7,992	4,061
2017/02/20(月)	480	8,394	1,688	459	7,373	4,680

平均: 484m3

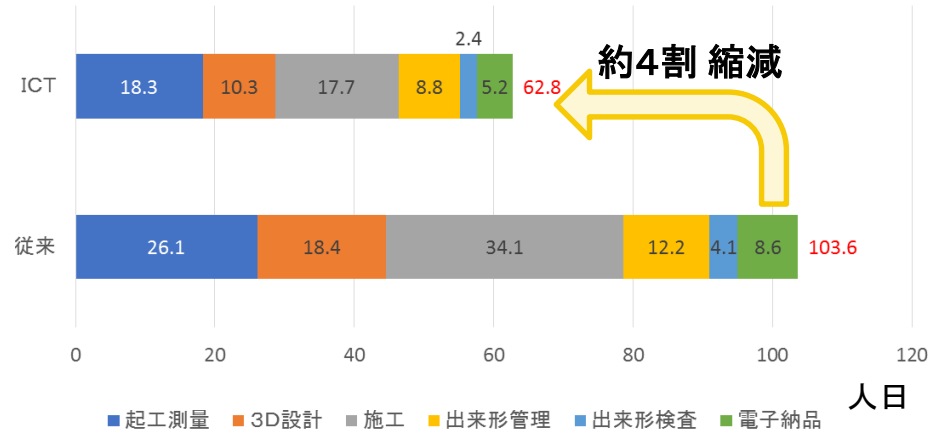
平均: 479m3

3割増

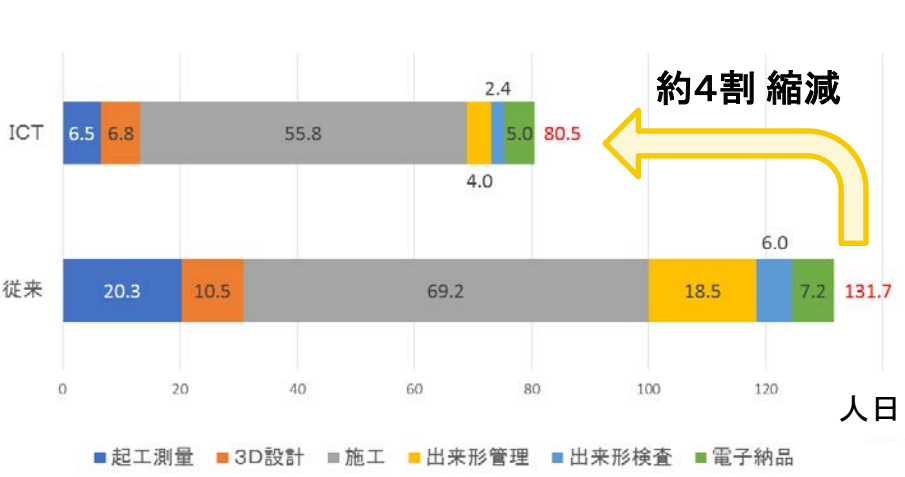
# ICT施工による作業時間の縮減



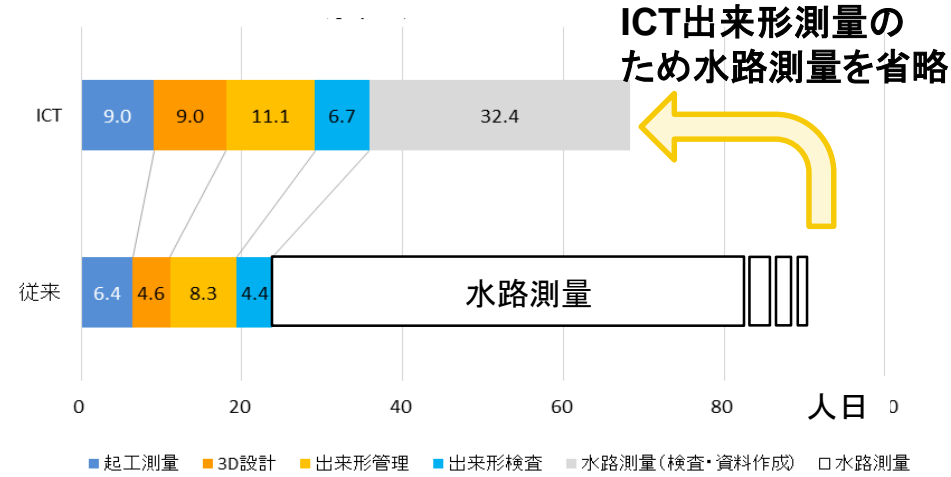
ICT土工 N=296



ICT舗装工 N=25

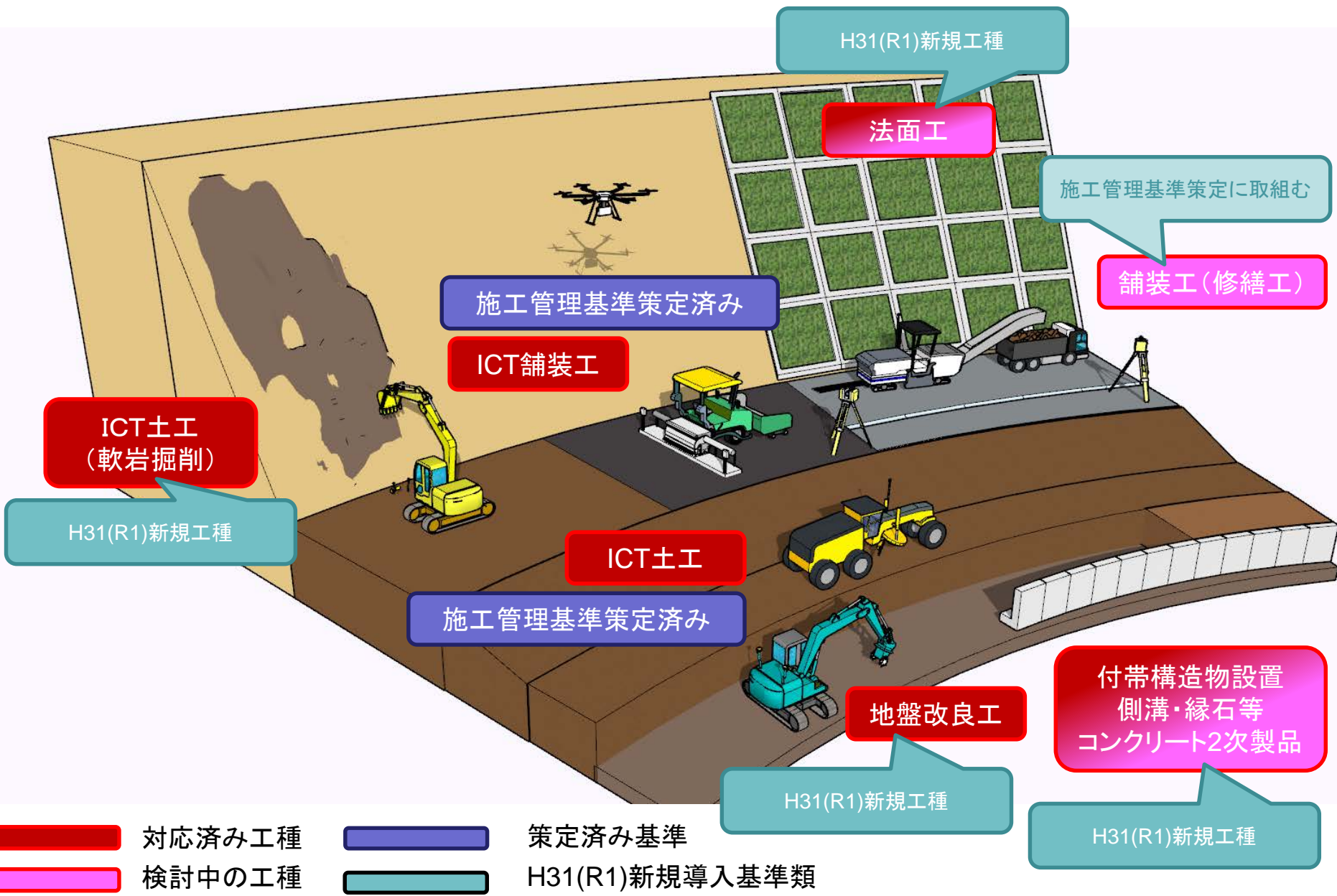


ICT浚渫工(河川) N=6

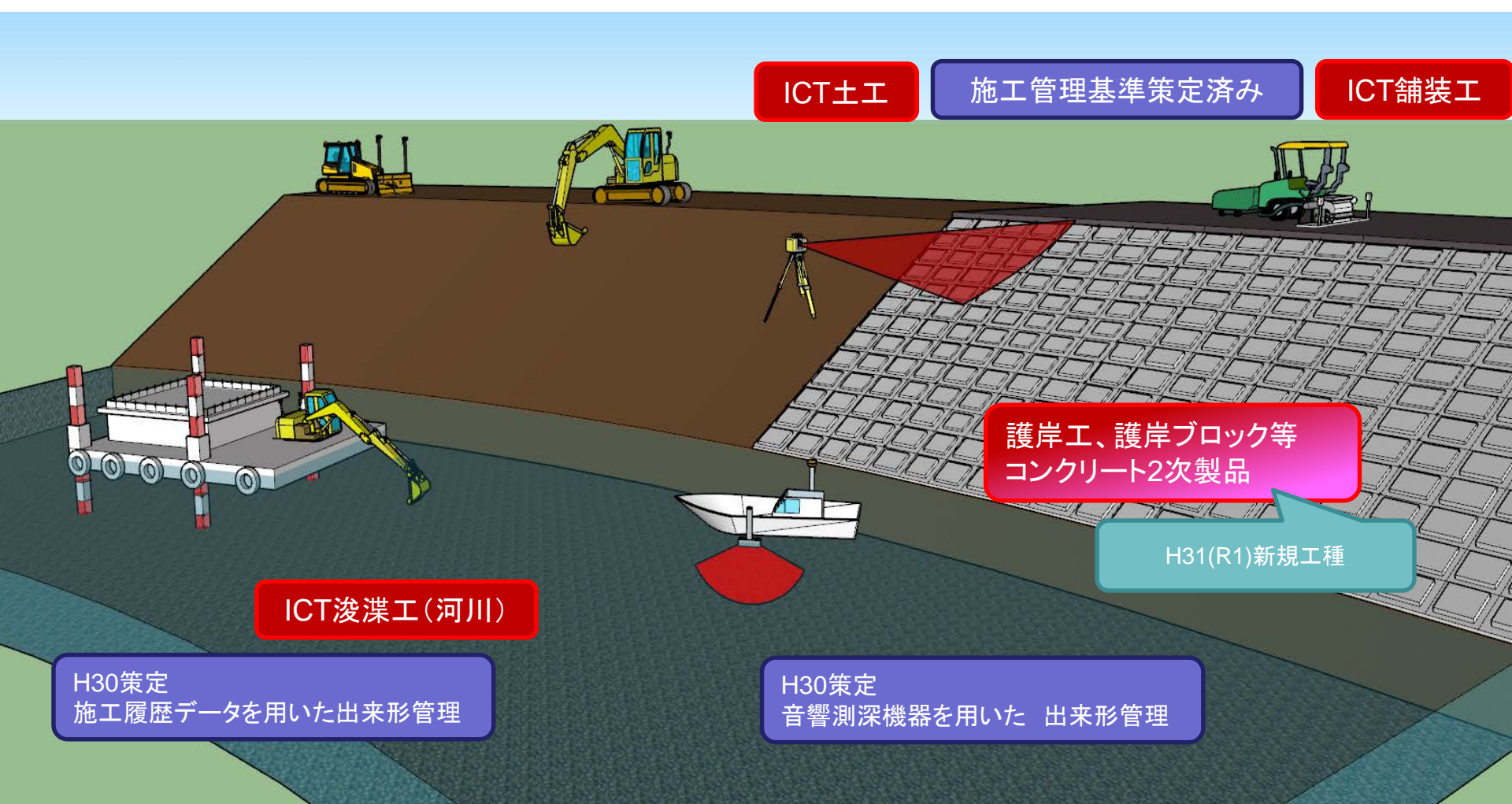


ICT浚渫工(施工以外) N=44


# 道路工事におけるICT施工の基準




# 河川工事におけるICT施工の基準



 対応済み工種

 策定済み基準

 検討中の工種

 H31(R1)新規導入基準類

# 工種拡大のための基準類拡充

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(予定)
<b>ICT土工</b>				
	<b>ICT舗装工</b> (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)			
	<b>ICT浚渫工</b> (港湾)			
	<b>ICT浚渫工</b> (河川)			
			<b>ICT地盤改良工</b> (浅層・中層混合処理)	
			<b>ICT法面工</b> (吹付工)	
			<b>ICT付帯構造物設置工</b>	
				<b>ICT地盤改良工</b> (深層)
				<b>ICT法面工</b> (吹付法砕工)
				<b>ICT舗装工</b> (修繕工)
				<b>ICT基礎工・ブロック据付工</b> (港湾)
				民間等の要望も踏まえ 更なる工種拡大

## 直轄工事

単位：件

工種	平成28年度		平成29年度		平成30年度	
	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施
土工	1,625	584	1,952	815	1,675	960
舗装工	—	—	201	79	203	80
浚渫工	—	—	28	24	62	57
浚渫工(河川)	—	—	—	—	8	8
合計	1,625	584	2,181	918	1,948	1,105
実施率	36%		42%		57%	

## 都道府県・政令市

単位：件

	平成28年度	平成29年度		平成30年度	
	I C T 実施件数	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施
土工	84	870	291	2,428	523
実施率		33%		22%	

地方自治体発注工事での実施率は低い

・ ICT 土工	平成30年度 ICT土工対象工事		
	発注者指定型	施工者希望 I・II 型	合計
公告工事件数	189	1,486	1,675
うちICT実施工事件数	189	771	960
実施率	100%	52%	57%

・ ICT 舗装工	平成30年度 ICT舗装工対象工事		
	発注者指定型	施工者希望 I・II 型	合計
公告工事件数	14	189	203
うちICT実施工事件数	14	66	80
実施率	100%	35%	39%

・ ICT 浚渫工	平成30年度 ICT浚渫工対象工事		
	発注者指定型	施工者希望型	合計
公告工事件数	22	40	62
うちICT実施工事件数	22	35	57
実施率	100%	88%	92%

・ ICT 浚渫工 (河川)	平成30年度 ICT浚渫工 (河川) 対象工事		
	発注者指定型	施工者希望 I・II 型	合計
公告工事件数	1	7	8
うちICT実施工事件数	1	7	8
実施率	100%	100%	100%

# 地方普及への課題

## ○ICT施工を学ぶ機会づくり・情報提供

- ・ICT施工講習会
- ・ICT活用ノウハウの共有

## ○ICTを活用できる環境

- ・ICT活用を求める工事の拡大
- ・自治体発注件数が多い工種でのICT活用

## ○ICT活用の目的と意識

- ・施工の流れとICT活用範囲
- ・地方自治体や地方の建設会社のICT活用メリット



# 地方普及への取組み①

## ICT導入時の計画立案支援

指導・助言の要望が多い

### ○ ICT導入計画の支援

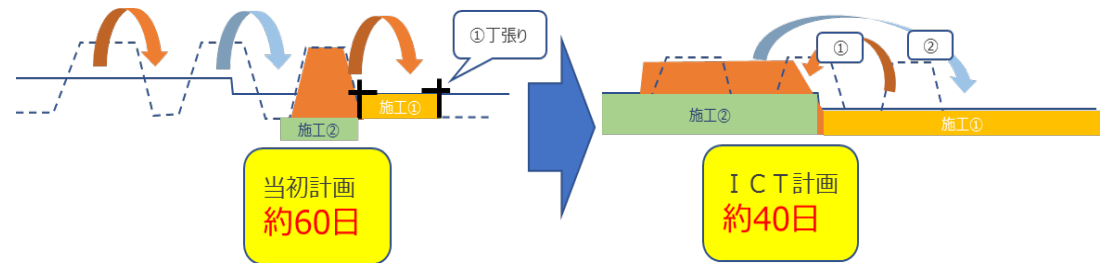
ICTを活かせる工程計画を  
施工者と検討

### ○ ICT導入の効果確認

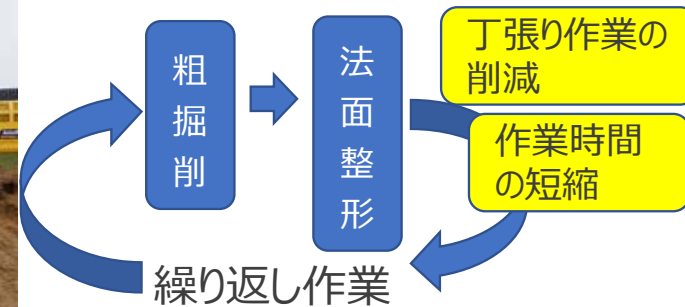
効果をシミュレートし  
発注者・施工者と共有

### ○ ICT活用における 課題と対応事例提供

サポート事務所を通じて  
情報提供



ICTを生かした効率的な広域施工計画



丁張りレス施工の提案

# 地方普及への取組み②

## ICT施工導入の補助金

ICT建設機械、計測機器、3D 設計ソフト等の初期費用の負担大

### ○ものづくり・商業・サービス高度連携促進事業

ICTシステム機器導入

補助率2/3以内、上限額1,000万

<https://www.chusho.meti.go.jp/keiei/sapoin/2019/190205mono.htm>

### ○サービス等生産性向上IT導入支援事業

ICTソフトウェア導入

補助率1/2以内、上限額50万

<https://www.it-hojo.jp/>

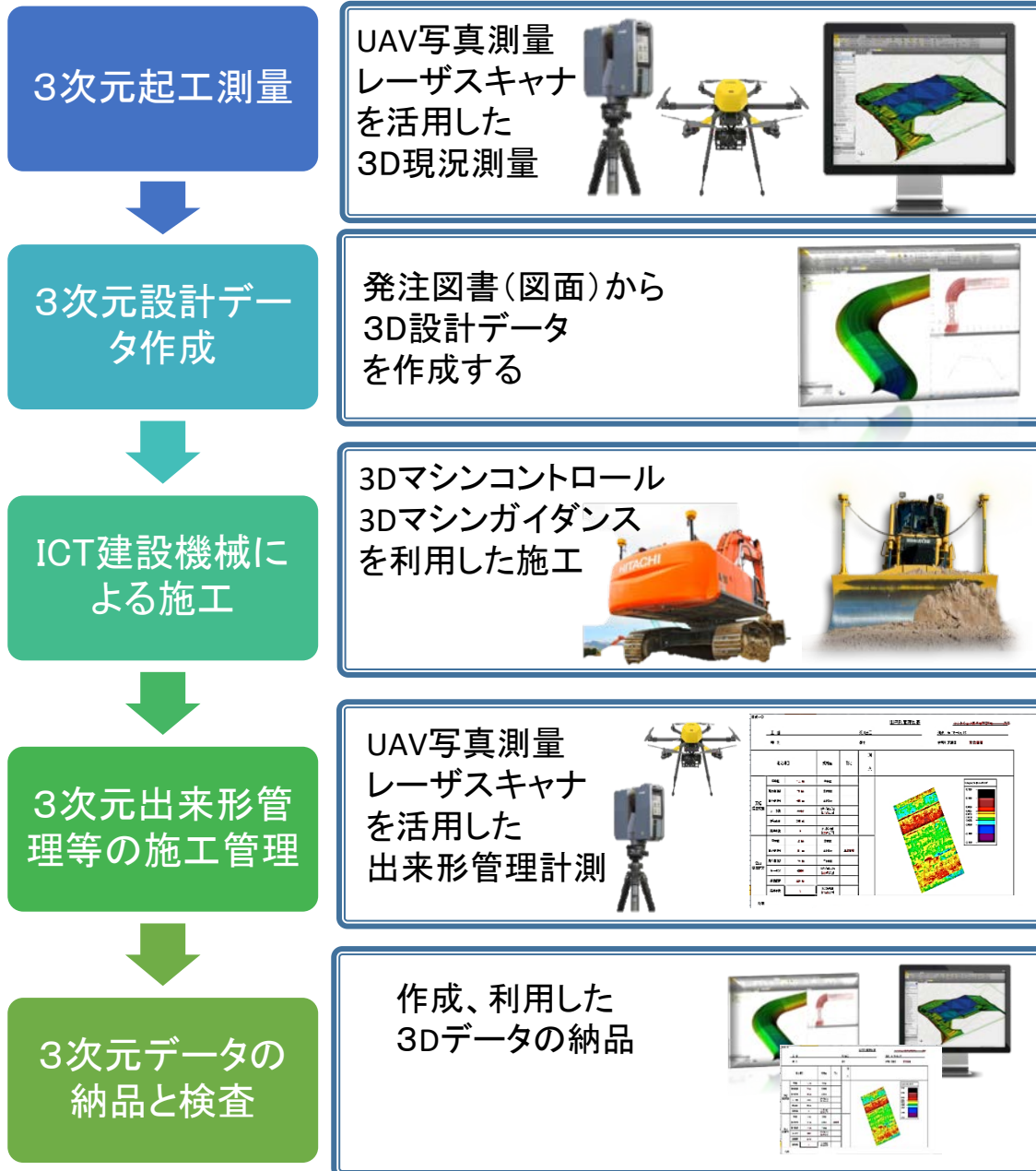
### ○人材開発支援助成金

労働者の技能実習・認定訓練

[https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou\\_roudou/koyou/kyufukin/d01-1.html](https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/koyou/kyufukin/d01-1.html)

## 4. ICT土エについて

# ICT土工の流れ



## ポイント

- ・ 要求精度の規定
- ・ 点密度の規定
- ・ 計測プロセスの規定
- ・ 精度確認手法の規定

## ポイント

- ・ 新たな出来形管理基準
- ・ 新たな出来形管理資料

## ポイント

- ・ 新たな納品形式
- ・ 書面確認事項
- ・ 実地検査の手法

# ICT土工におけるICT技術

施工プロセス	ICT施工技術
① 3次元起工 <b>測量</b>	1) 空中写真測量（無人航空機）を用いた起工測量 2) 地上型レーザースキャナーを用いた起工測量 3) トータルステーションを用いた起工測量 4) トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた起工測量 5) RTK-GNSSを用いた起工測量 6) 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量 7) 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量 8) その他の3次元計測技術を用いた起工測量
② 3次元設計データ作成	
③ ICT建設機械による <b>施工</b>	1) 3次元マシンコントロールまたは3次元マシンガイダンスブルドーザ 2) 3次元マシンコントロールまたは3次元マシンガイダンスバックホウ
④ 3次元出来形管理等の <b>施工管理</b>	出来形管理：（3次元起工測量に同じ。） 品質管理：TS・GNSSを用いた締固め回数管理
⑤ 3次元データの納品	

# ICT土工の基準類

## 出来形管理

空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）  
空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）  
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）  
地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）  
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要領（土工編）（案）  
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の監督・検査要領（土工編）（案）  
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要領（土工編）（案）  
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の監督・検査要領（土工編）（案）

T S等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）  
T S等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）  
T S（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）  
T S（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）  
R T K-G N S Sを用いた出来形管理要領（土工編）（案）  
R T K-G N S Sを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）

## 品質管理

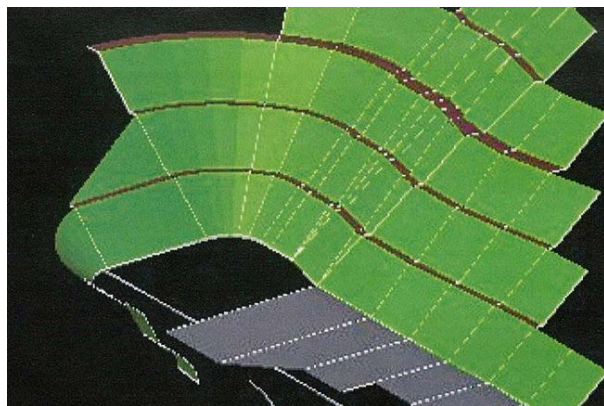
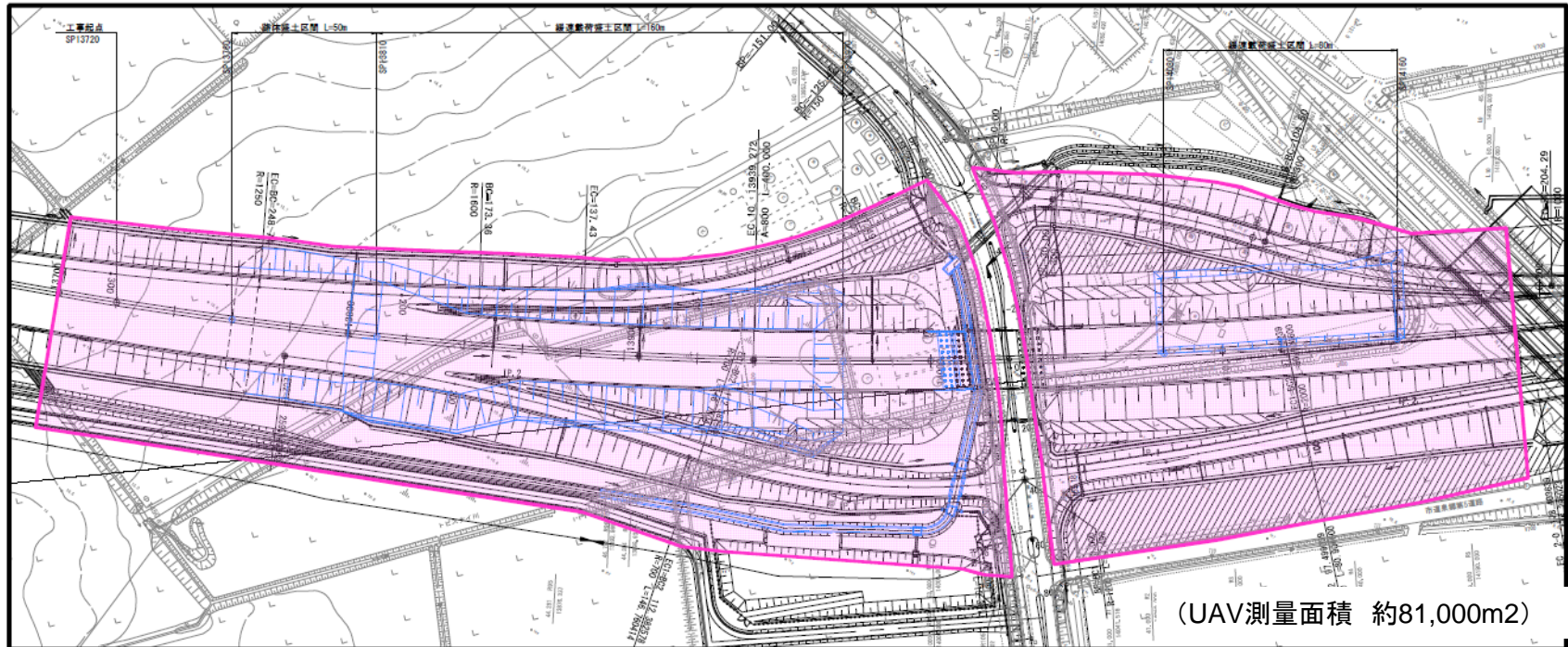
T S・G N S Sを用いた盛土の締固め管理要領（案）  
T S・G N S Sを用いた盛土の締固め管理監督検査要領（案）

## 出来高管理

施工履歴データによる土工の出来高算出要領（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）

# ICT土工の進め方① 施工範囲協議

■ **施工範囲全体を対象とする必要は無い**。施工計画書の提出までに ICT 施工を希望する旨の協議する際に、**ICT活用施工範囲図**により対象範囲を宣言



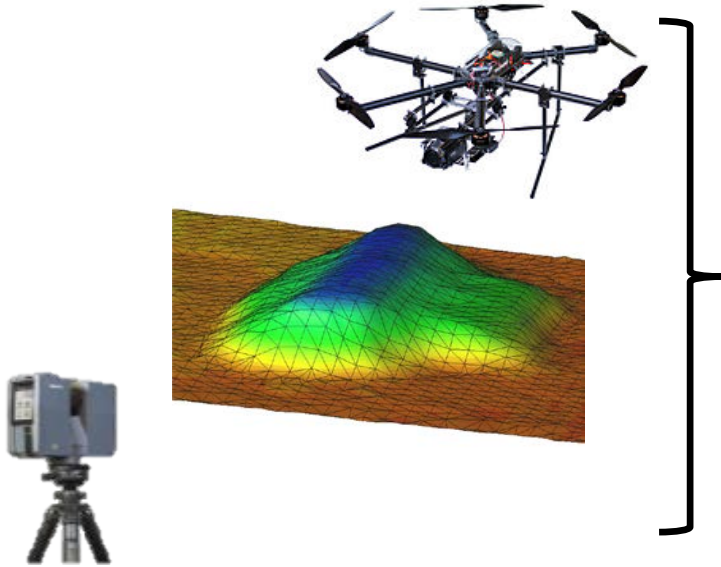
撮影範囲

(撮影範囲は、土工の実施工範囲だけでなく、前後区間や周囲の用地境界等、やや広めの計画としている。)

(※) 従前の施工で、**法長管理をしていなかったような箇所** (法面の巻き込み等) は、管理断面を境にそもそも面管理の対象から外すことが考えられる。  
 (この場合従前管理もしない)

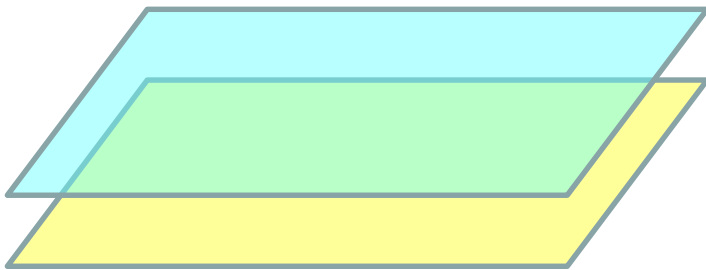
# ICT土工の進め方② 測量

## ■ICT施工における3次元測量



- ① 公共測量(地形測量など)
- ② 起工測量(工事前の地形状況把握)
- ③ 工事途中の出来高確認、数量算出
- ④ 出来形管理

- 工事前のデータと設計データ  
施工する数量を確認する
- 工事前後のデータ  
施工した数量(出来高)を知る
- 工事後のデータと設計データ  
施工精度(出来形)を知る

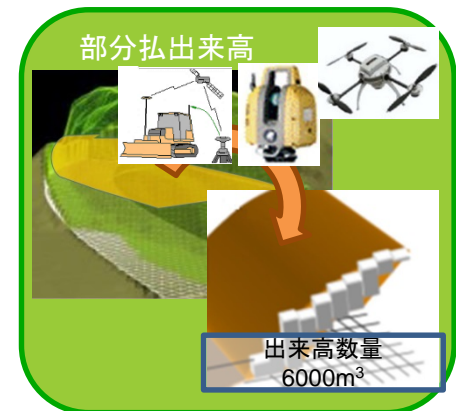
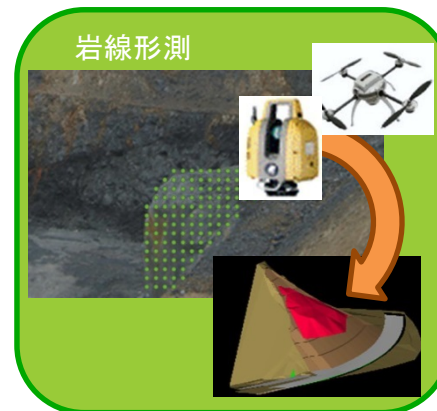
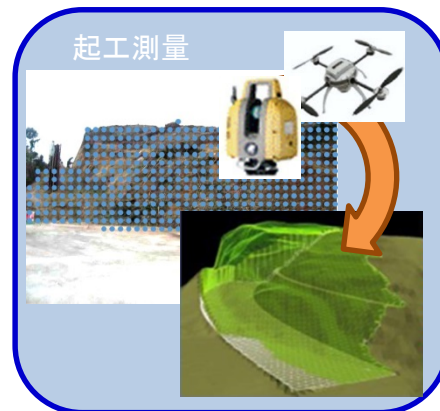
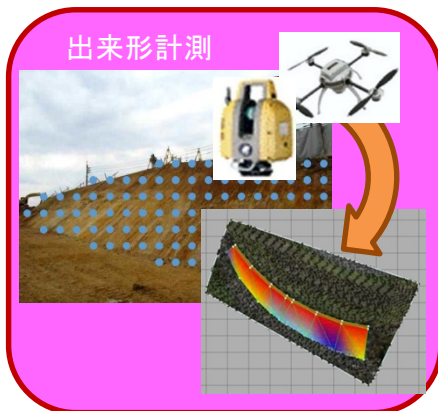




# ICT土工の進め方② 測量

## 要求精度

工種別	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ)  ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	±5cm以内	1cm/画素以内	±20mm以内	精度確認試験 の 測定距離以内	1点以上/1m <sup>2</sup> (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01m <sup>2</sup> (10cm×10cm) にて実施
起工測量	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内	精度確認試験は、 当該現場での計測最 大距離において、1 0m以上離れた2つ の評価点の点間距離 の測定精度で評価す る。	1点以上/0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上/0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	20cm以内	3cm/画素以内	20cm以内		1点以上/0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定



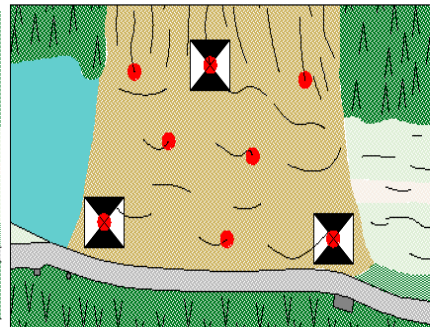
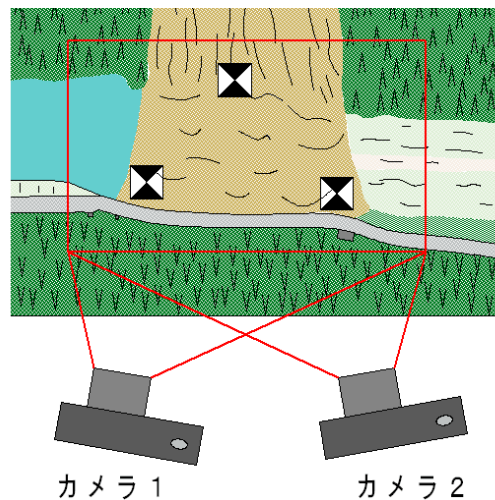
  部の画素寸法は、「⑧UAV出来形要領」1-3-1起工測量(P26)の『地上画素寸法は、別途定める「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」を参考に要求精度が0.1mであることを踏まえて適宜設定する。』を受け、「①UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」第59条撮影計画 運用基準 第7項(P40)より引用しています。

# ICT土工の進め方② 測量

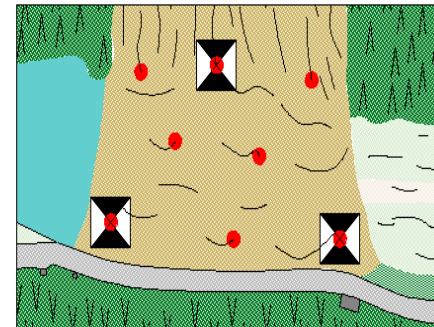
## 空中写真測量の手順(概要)

- デジタルカメラ画像を利用して測量する技術(デジタル写真測量)を指し、UAVに搭載したデジタルカメラで、空中から撮影する測量技術である。

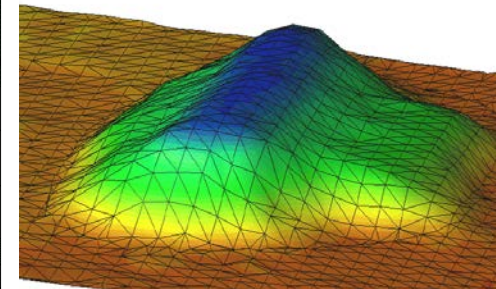
- ① 標定点を設置し  
解析ソフトで校正した  
デジカメでステレオ撮影
- ② ステレオデータから  
同一点を抽出
- ③ 標定点と抽出点の  
位置関係から座標を求める  
(点群データ)
- ④ 点群データから  
3D現況データを作成



カメラ1データ



カメラ2データ



# ICT土工の進め方② 測量

## 空中写真測量の計測プロセスの規定

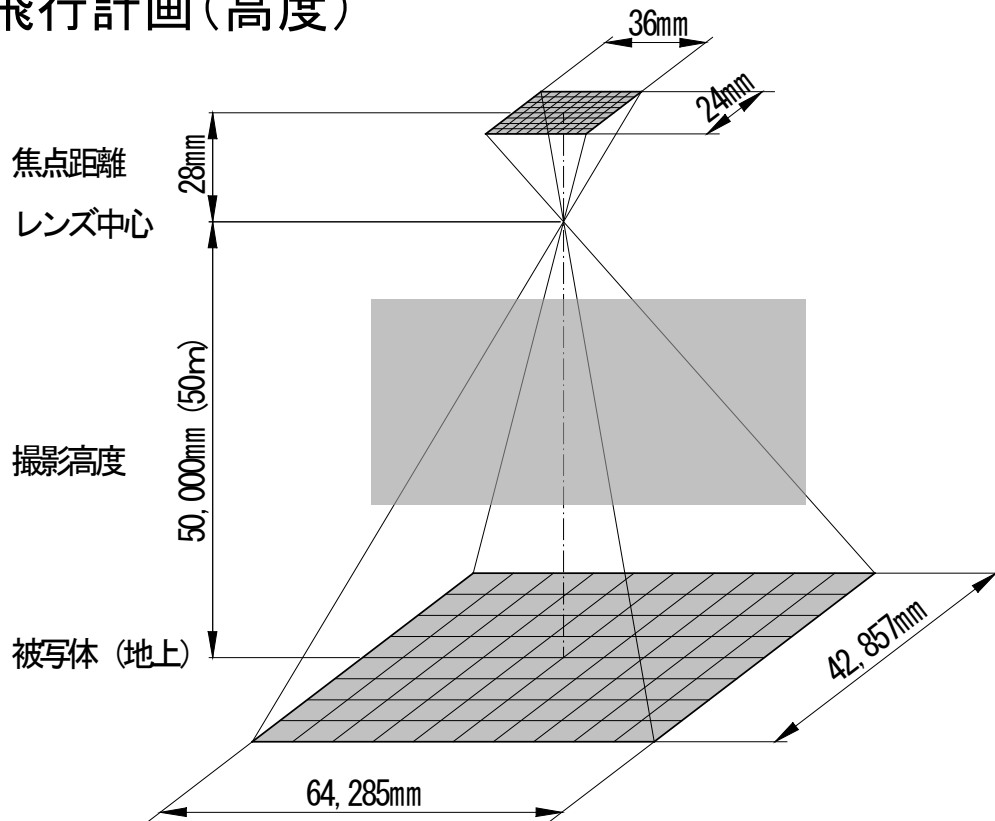
### ● デジカメの条件

計測性能：地上画素寸法が1cm/画素以内

測定精度：±5cm以内(精度確認試験を実施すること)

必要に応じて製造メーカー等による機能維持のための点検を実施すること。

### ● 飛行計画(高度)



#### ○ デジカメの仕様を

センサーサイズ35ミリ

画素数3600万

ピクセル 7360×4912

焦点距離28ミリとした場合

撮影高度：50mの場合

被写体倍率：1785.714

(焦点距離と高度の関係)

被写体横サイズ：64.285m

被写体縦サイズ：42.857m

被写体サイズをピクセルで割ると

1ピクセル横：8.734mm

1ピクセル縦：8.724mm ……1cm満足



このデジカメにおける  
最大高度は50m程度

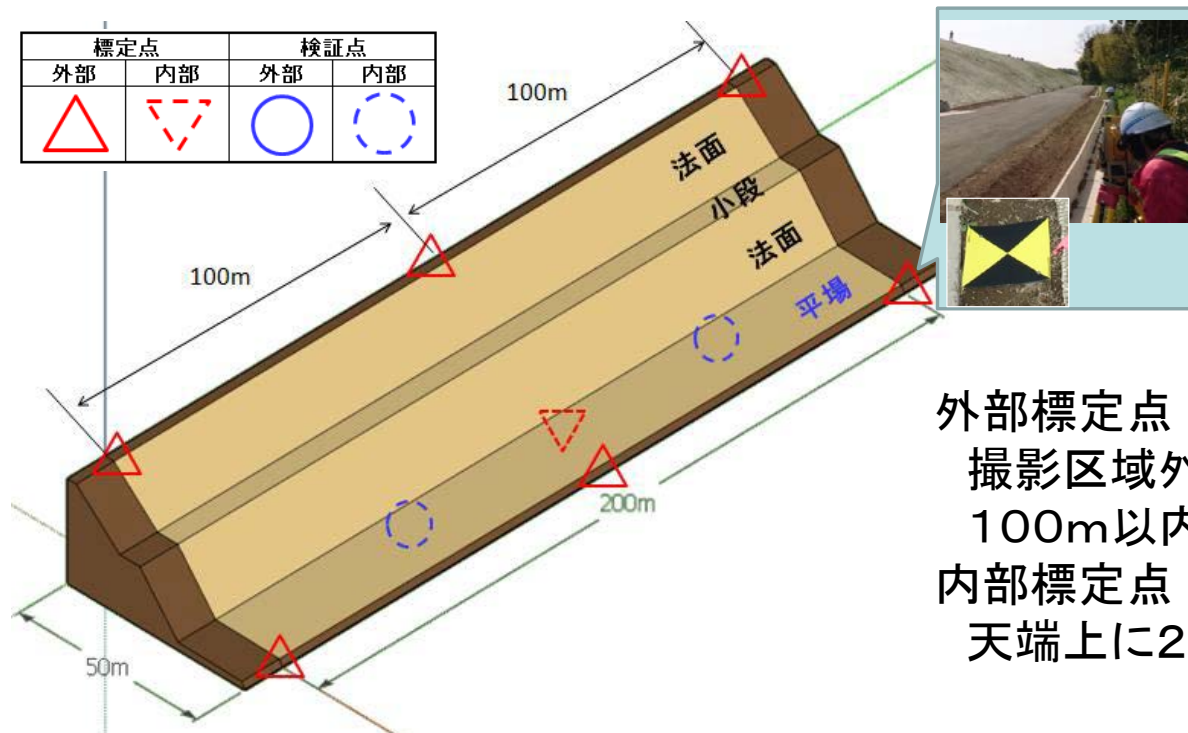
## 計測プロセスの規定

## ● 標定点の配置

- 撮影されたデジタル画像から現場座標と関連付けて点群データに測地座標を与えるために根拠となる既知点

## ● 検証点の配置

- 撮影されたデジタル画像から求めた点群データ座標の精度を確認するための点
- 天端上に200m間隔程度で設置



# ICT土工の進め方② 測量

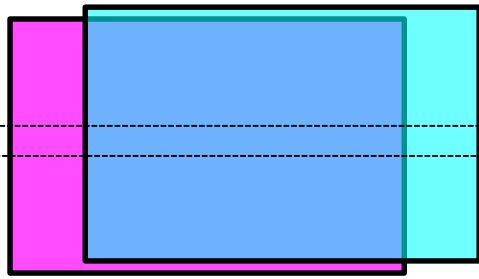
## 計測プロセスの規定

### ● ラップ率

点群データを求めるにはデジタル写真をステレオで撮影する必要がある。

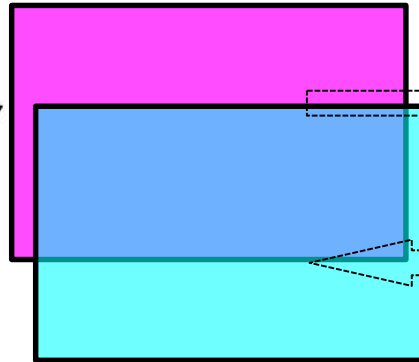
ステレオ写真は

進行方向 80%以上 隣接コース 60%以上 ラップすること



80%以上

UAVの飛行速度と、  
撮影間隔を決定



60%以上

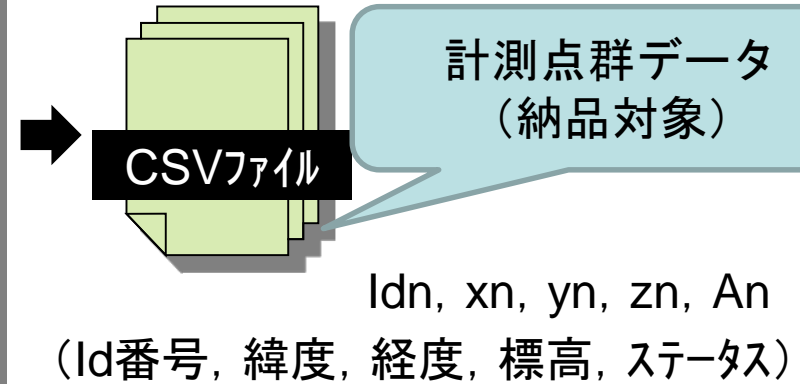
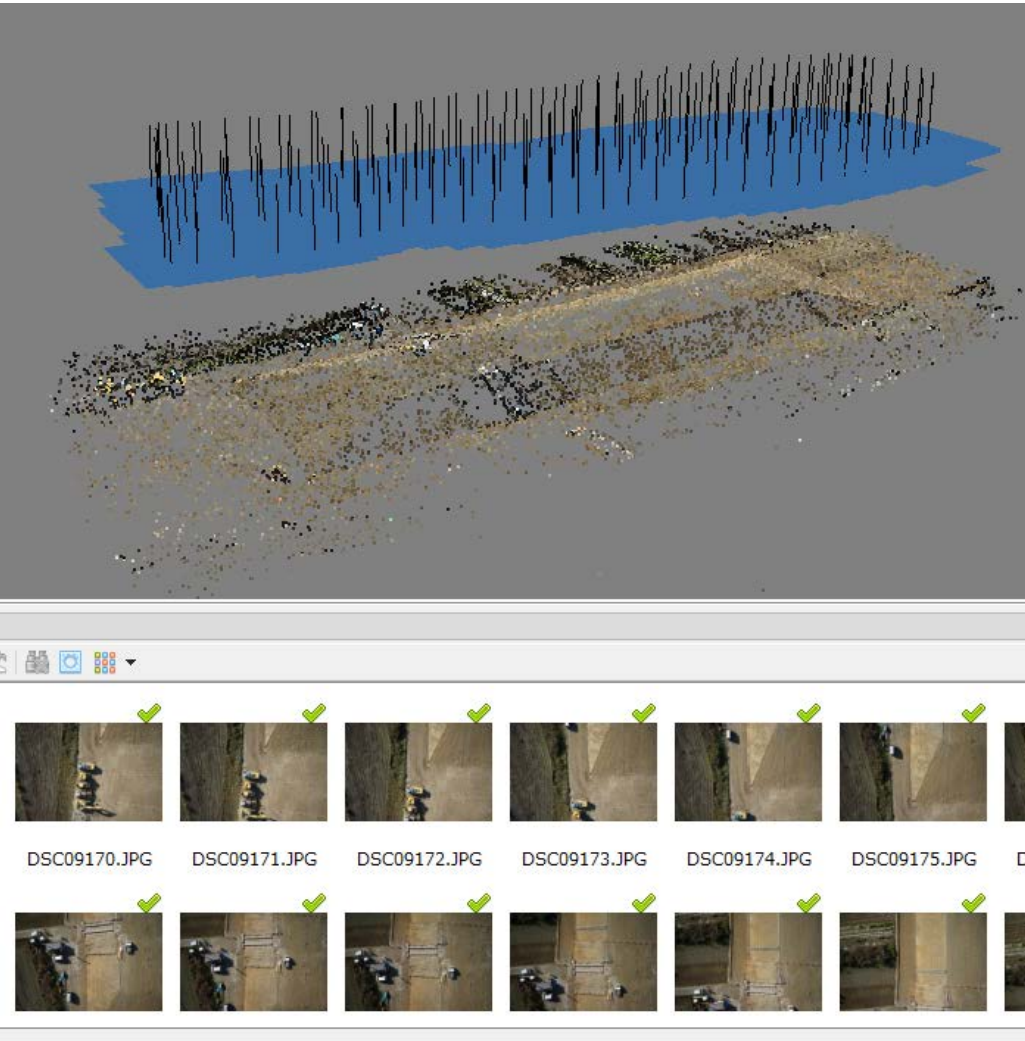
レーン間隔決定



この関係から、  
UAV速度、レーン間隔  
シャッター間隔  
を決定し、飛行計画に盛り込む

### 連続写真をsfmソフトに読み込み写真解析

- 写真に写しこませた実測済み標定点の座標を与えて誤差配分する。
- 測地座標を与えた点群データは「計測点群データ」として納品の対象



標定点 (モデル化  
に使用した座標)

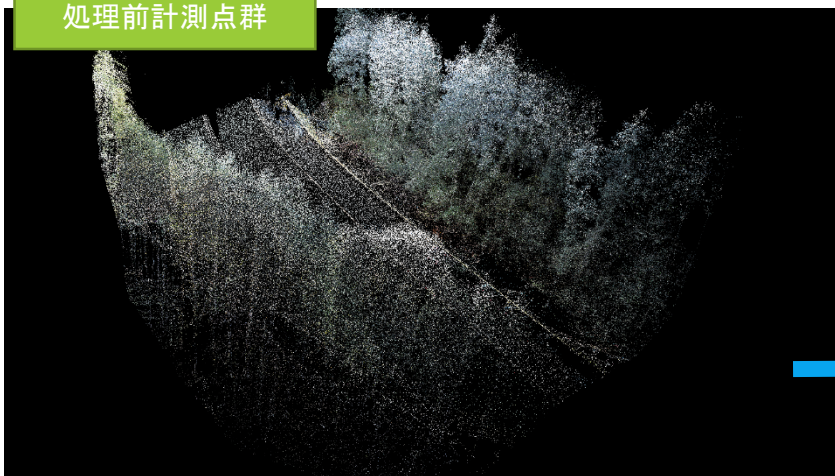


既知点座標入力

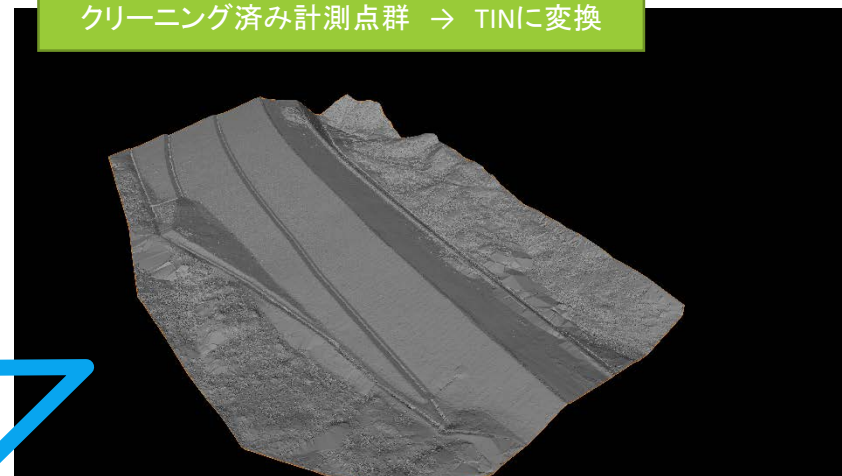
# ICT土工の進め方② 測量

## 点群データ取得からデータ処理の流れ(概要)

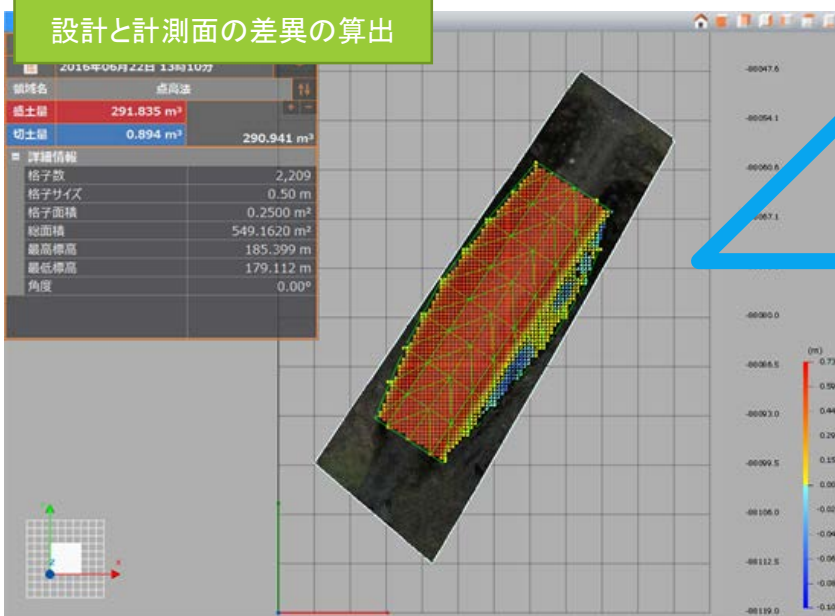
処理前計測点群



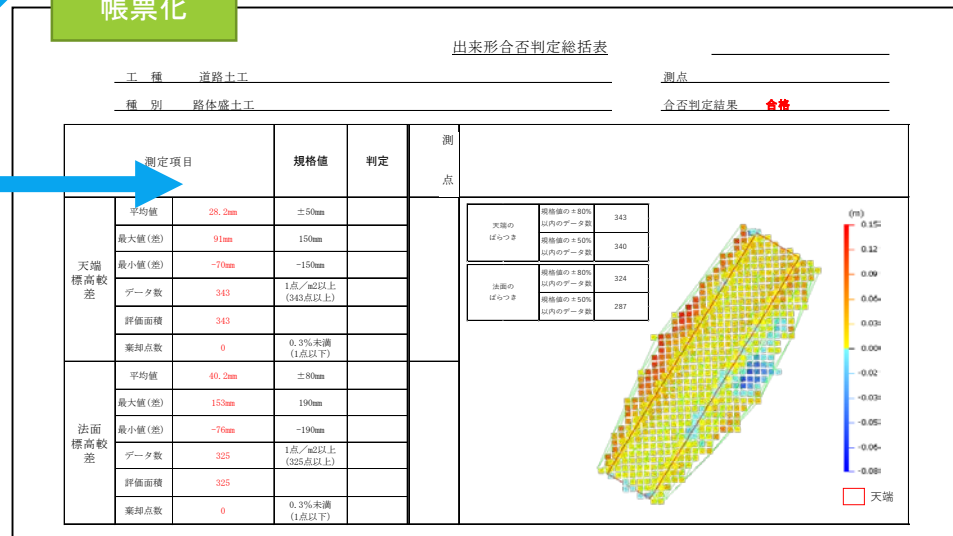
クリーニング済み計測点群 → TINに変換



設計と計測面の差異の算出



帳票化



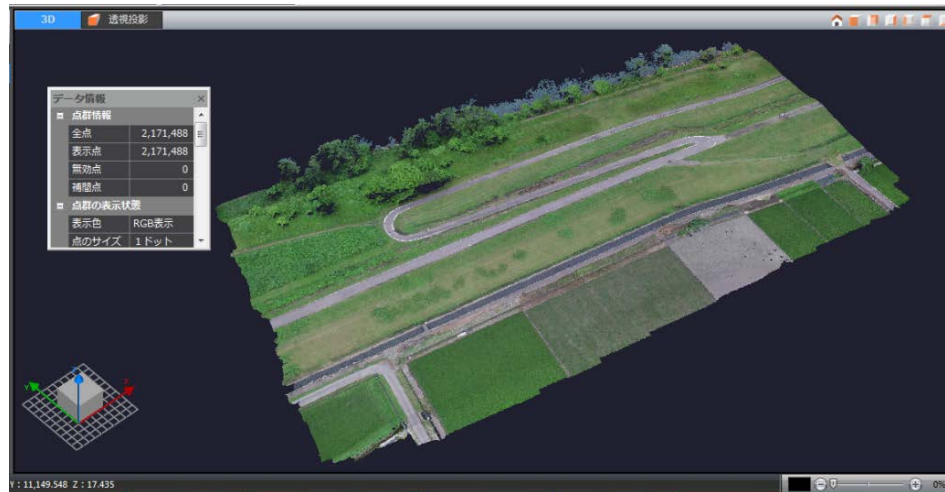
# ICT土工の進め方② 測量

## 点密度の規定

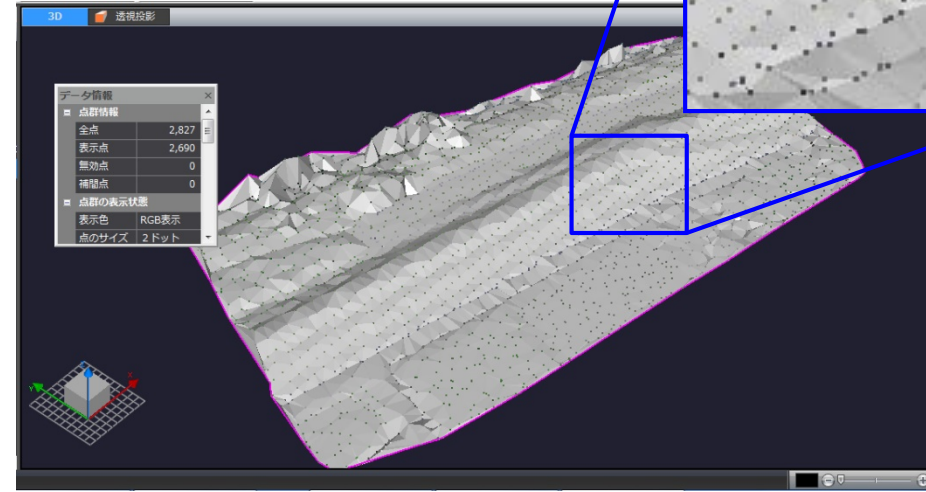
### ● 点群データの取得密度

- ・ 出来形計測データ : 0.01m<sup>2</sup>当り 1点以上 (10cm × 10cmに 1点)
- ・ 数量算出岩線データ : 0.25m<sup>2</sup>当り 1点以上 (50cm × 50cmに 1点)
- ・ 起工測量計測データ : 0.25m<sup>2</sup>当り 1点以上 (50cm × 50cmに 1点)
- ・ 出来形評価用データ : 1m<sup>2</sup>当り 1点以上

### ・ 画像データ



### ・ 点群処理データ



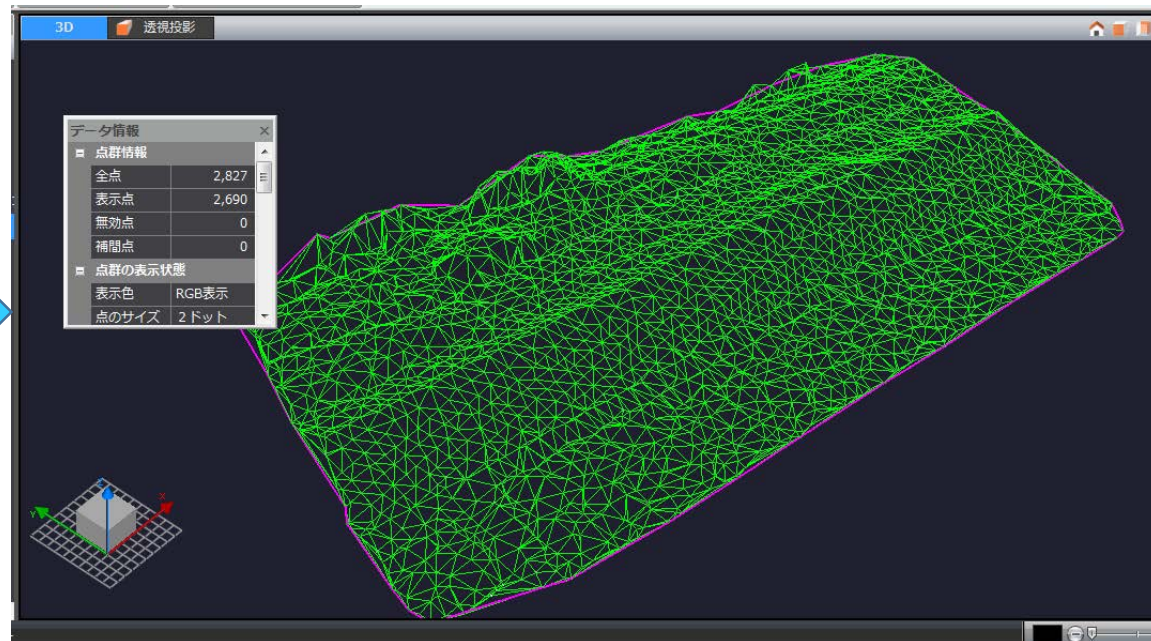
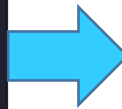
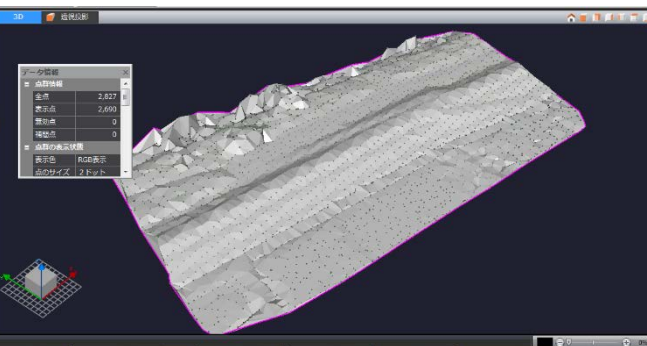


# ICT土工の進め方② 測量

## 数量算出・納品に供するデータ形式

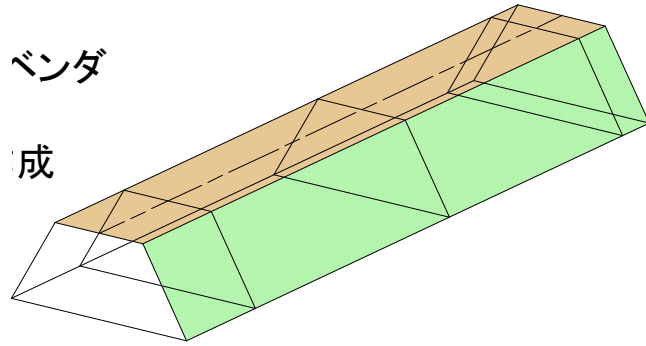
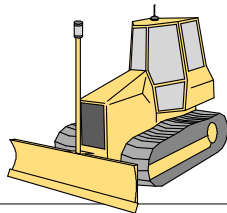
- 面データ作成
  - ・ 点群データを利用してTINを配して面データを作成する  
TINの結線については、  
実際の地形に見合うように修正する必要がある

- ・ 点群を結線したTINデータ

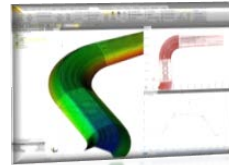


※資料提供：福井コンピュータ株

## 3次元データの利用用途

ベンダ  
成3DMC、3DMG用  
3次元設計データ

設計変更、数量算出



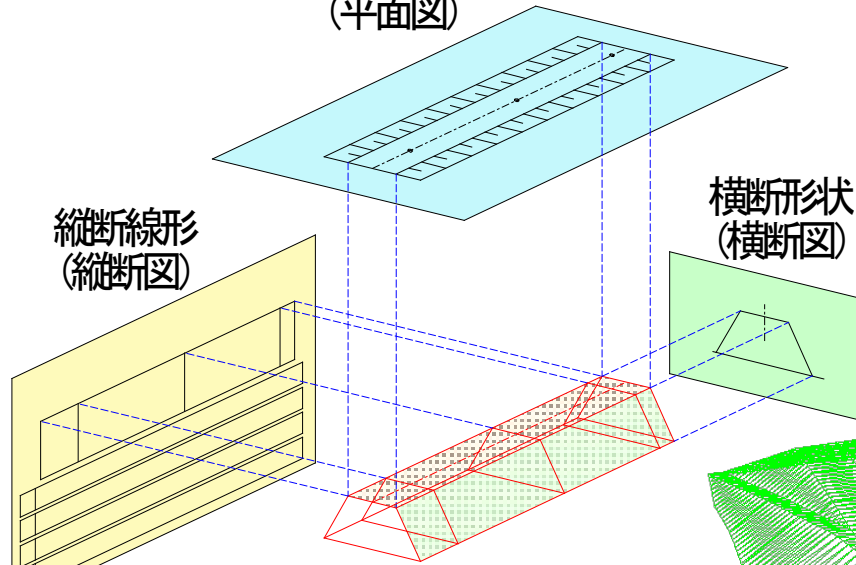
### 3次元設計データの作成概要

- 発注図を元に3次元設計データを作成

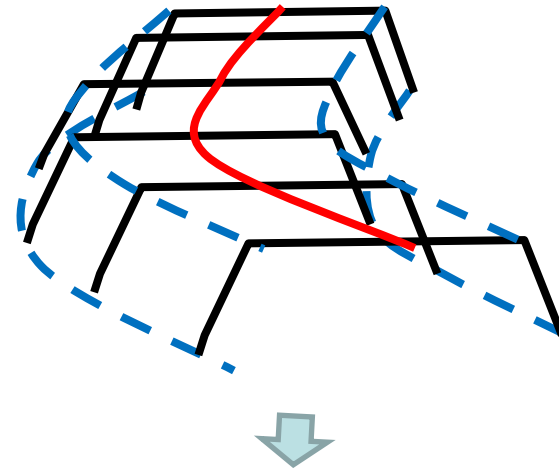
平面線形  
(平面図)

縦断線形  
(縦断図)

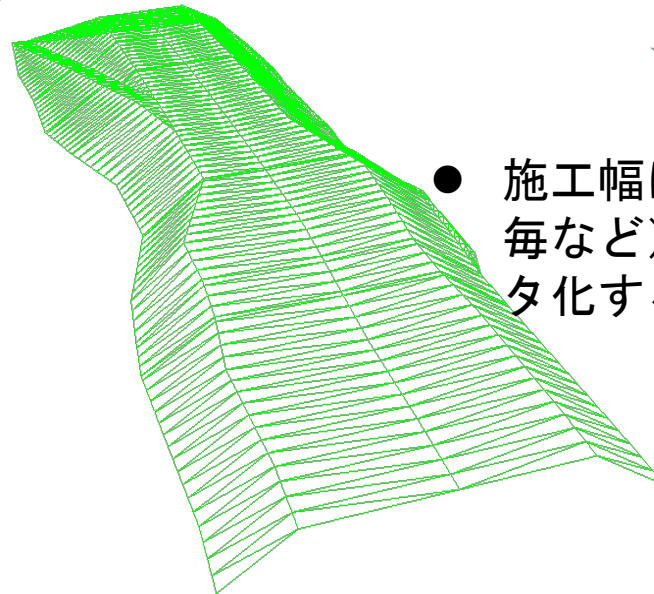
横断形状  
(横断図)



- 中心線形・横断形状からなるスケルトンデータ



- 施工幅に併せて横断（2～5m 毎など）を補完してTINデータ化する



# ICT土工の進め方③ 3次元設計データ作成

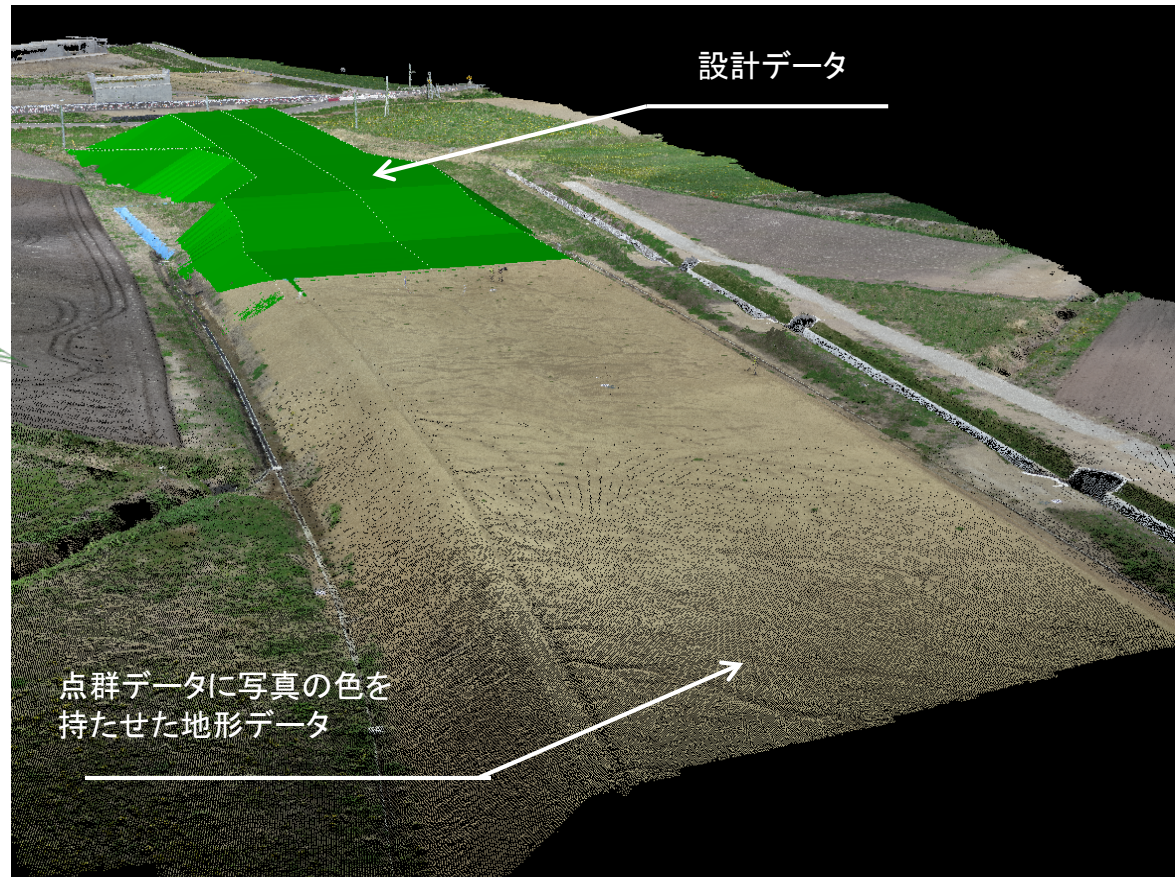
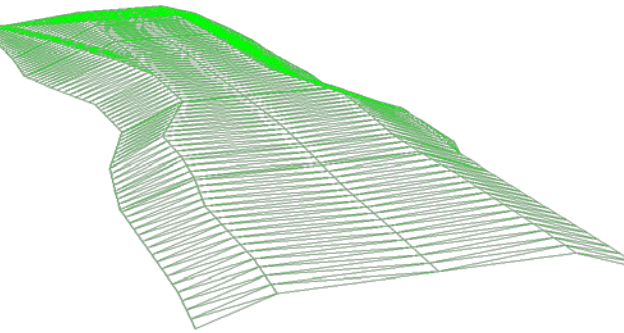
## 設計照査・現況地形との摺り合わせ

### □設計・地形データ結合

3次元設計データ作成ソフトウェアで、3D形状データ（設計データ）とUAV測量データ（地形データ）を重ね合わせ、3Dモデルとして完成させる。

### □設計照査

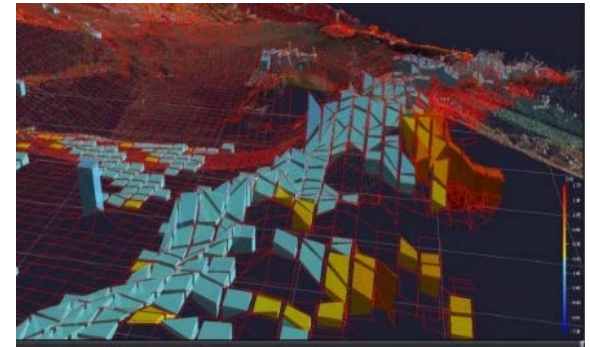
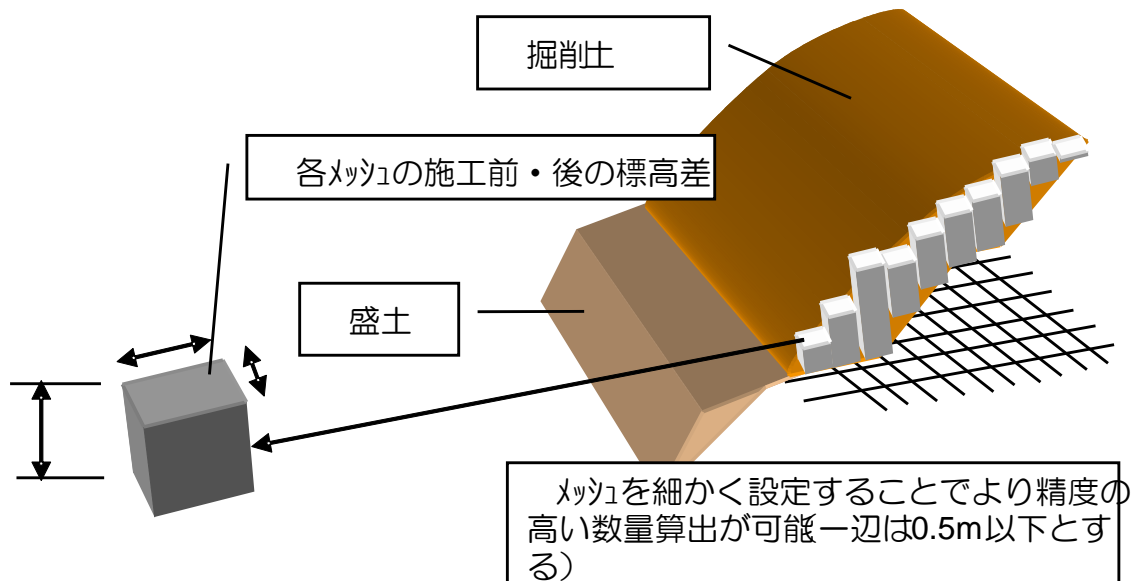
現地盤との摺り合わせ位置等を確認し、用地越境のチェック他設計照査作業として活用する。



# ICT土工の進め方④ 数量算出

出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データがLS等で計測されており、契約条件として認められている場合は、UAVやLSによる出来形計測結果を用いて、出来形数量の算出を行うことができます。

## 点高法による数量算出の条件と適用イメージ



受注者は、UAVやLSによる計測点群データを基に平均断面法または、3次元CADソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができます。

・数量計算方法については、監督職員と協議を行います。

※算出方法は ① 点高法、② TIN分割等を用いた求積、③ プリズモイダル法

## ICT建設機械による施工

建機位置情報設定

施工データ設定

施工

## □ICT建機の初期設定

ICT建機を現地搬入後、建機への位置情報が必要となるため、現場内の基準点を利用して建機刃先への座標及び標高を設定する。

基準点



刃先位置情報設定イメージ



# ICT土工の進め方⑤ ICT施工

## ICT建設機械による施工

建機位置情報設定

施工データ設定

施工

ICT建機のブルドーザやバックホウを現地搬入し、MG（マシンガイダンス）やMC（マシンコントロール）機能を用いて、現地施工を行う。3D施工データによりガイダンスされるので丁張りは不要



【ICT建機のブルドーザの液晶画面】  
画面左下に「↓0.182m」は仕上がり面に対して0.182m下げる。  
MC（マシンコントロール）の場合は、オペレータは前後進のみの操作で、ブレードは自動で上下する。



ICT建機による施工（ブルドーザとバックホウ）

6月7日撮影



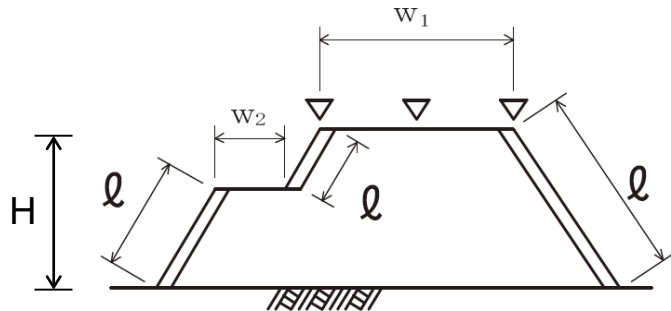
【ICT建機のバックホウの液晶画面】  
画面左下に「↑0.683m」は仕上がり面に対して0.683m上げる（盛土作業のため仕上がり面が原位置より上になっている）。

# ICT土工の進め方⑥ 出来型管理

3次元計測により計測された点群（多数の点）の標高データを使って、効率的な面的施工管理を実施（従来施工と同等以上の出来形品質を確保できる基準に基づき実行）

## 従来

既存の出来形管理基準では、代表管理断面において高さ、幅、長さを測定し評価



<例：道路土工（盛土工）>

測定基準：測定・評価は施工延長40m毎

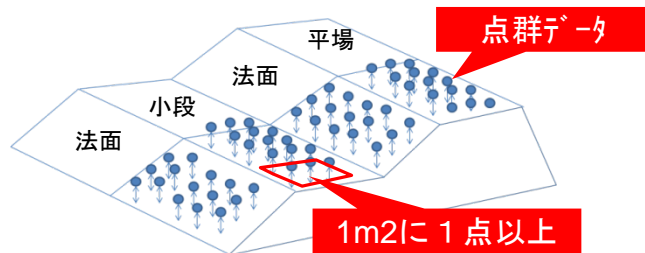
規格値：基準高(H)：±5cm

法長 (l)：-10cm

幅 (w)：-10cm

## ICT活用工事

UAVの写真測量等で得られる3次元点群データからなる面的な竣工形状で評価



<例：道路土工（盛土工）>

測定基準：測定密度は1点/m<sup>2</sup>以上、評価は平均値と全測点

規格値：設計面との標高較差（設計面との離れ）

平場 平均値：±5cm 全測点：±15cm

法面 平均値：±8cm 全測点：±19cm

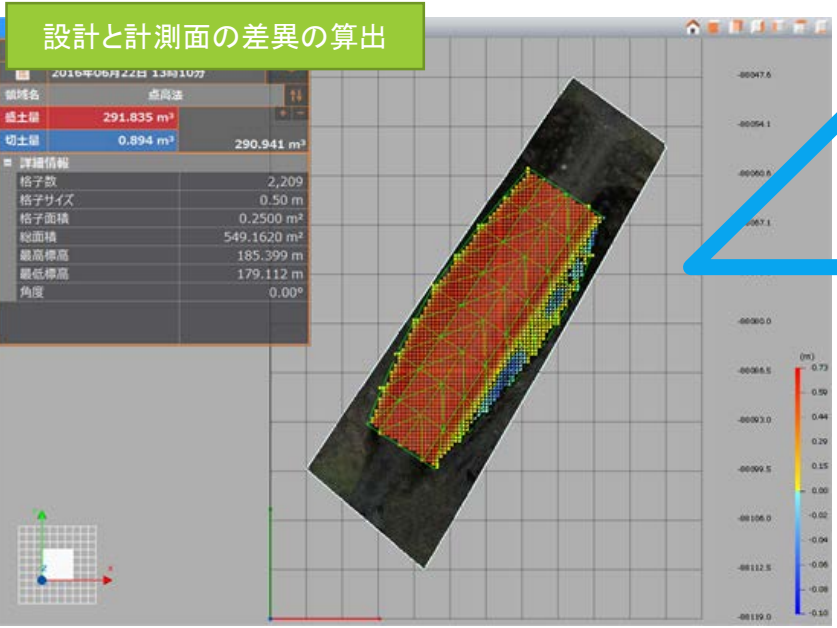
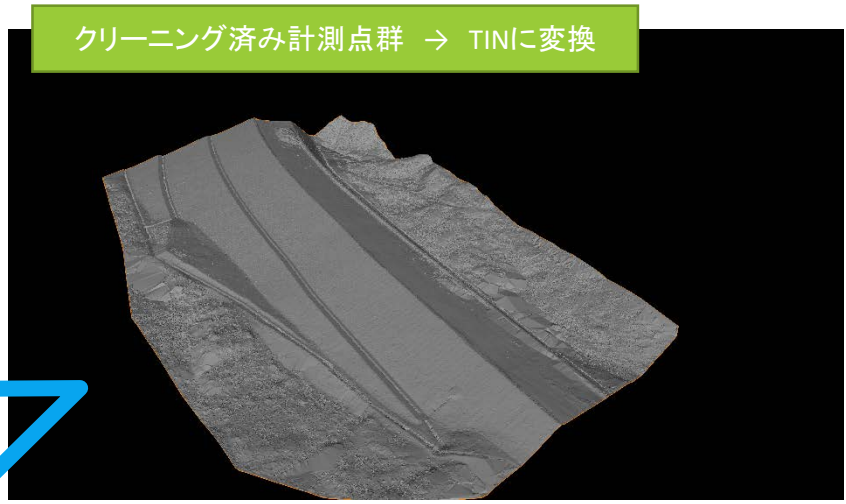
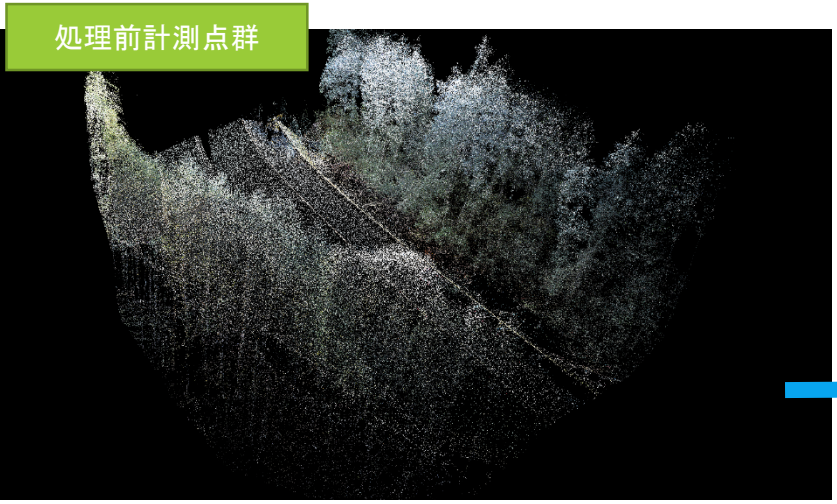
※法面には小段含む

従来と同等の出来形品質を確保できる面的な測定基準・規格値を設定



# ICT土工の進め方⑥ 出来型管理

## 点群データ取得からデータ処理の流れ(再掲)



帳票化

出来形合否判定総括表

工種 道路土工 測点 \_\_\_\_\_

種別 路体盛土工 合否判定結果 **合格**

測定項目	規格値	判定	測点
平均値	28.2mm	±50mm	
最大値(密)	91mm	150mm	
最小値(密)	-70mm	-150mm	
データ数	343	1点/±2以上 (343点以上)	
評価面積	343		
棄却点数	0	0.3%未満 (1点以下)	
平均値	40.2mm	±80mm	
最大値(密)	153mm	190mm	
最小値(密)	-76mm	-190mm	
データ数	325	1点/±2以上 (325点以上)	
評価面積	325		
棄却点数	0	0.3%未満 (1点以下)	

天端標高較差

規格値の+80%以内のデータ数	343
規格値の+50%以内のデータ数	340

法面標高較差

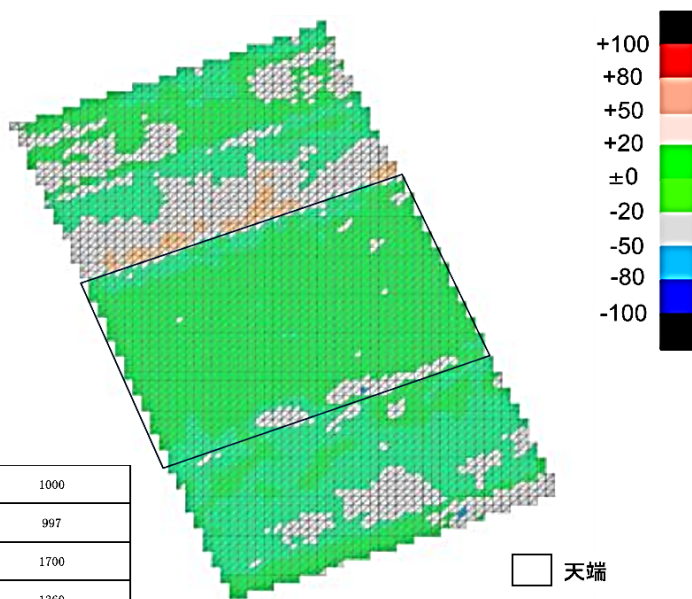
規格値の+80%以内のデータ数	324
規格値の+50%以内のデータ数	287

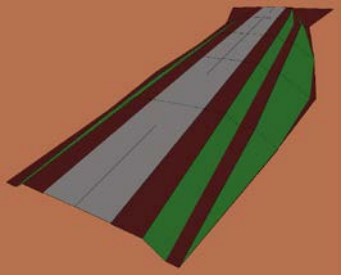
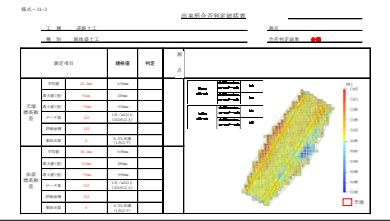
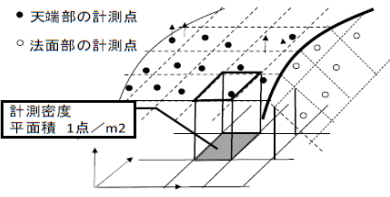
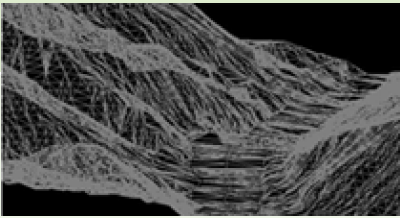
測点

A heatmap showing the elevation differences across the road surface. The color scale ranges from -0.08 to 0.15 meters. A red box indicates the '天端' (top edge).

## 出来形管理資料(出来形合否判定総括表)の自動生成

- 出来形評価用データと3次元設計データとを比較し、規格値以内かどうか自動判定
  - 標高差を着色したヒートマップとして表現。
  - 全点数の内0.3%は棄却可
  - 規格値±80%、±50%を表現し、バラツキの評価に利用

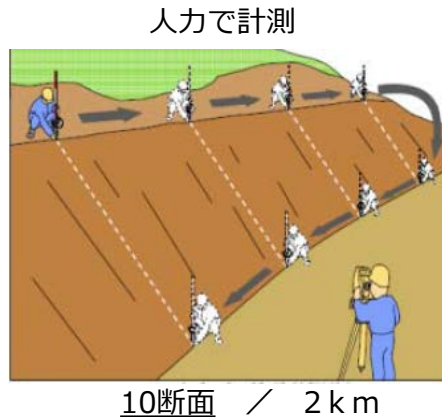
出来形合否判定総括表					ソフトウェア要求仕様書Ver. _____ 対応	
工種		道路土工			測点 No. 1~No. 3	
種別		盛土			合否判定結果 <b>異常値有</b>	
測定項目		規格値	判定	測点		
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm	異常値有		
	最大値(差)	42mm	±100mm			
	最小値(差)	-62mm	±100mm	異常値有		
	データ数	1000	1点/m2以上 (1000点以上)			
	評価面積	1000m2				
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	異常値有		
法面 標高較差	平均値	7mm	±80mm			
	最大値(差)	92mm	±140mm			
	最小値(差)	-60mm	±140mm			
	データ数	1700	1点/m3以上 (1700点以上)			
	評価面積	1700m2				
	棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)			
天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000				
	規格値の±50% 以内のデータ数	997				
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700				
	規格値の±50% 以内のデータ数	1360				

データ名	概要	データのイメージ
3次元設計データ	道路中心線軽又は法線（平面線形、縦断線形）、出来形横断面形状、工事基準点及び利用する座標系情報など設計図書に規定されている工事目的物の形状とともに、それらをTINなどの面データで出力したもの。（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	
出来形管理資料	3次元設計データと出来形評価用データ用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ等の出来形管理基準上の項目計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形用データの各ポイント離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは3次元モデルをいう。（出来形図表（PDF）または、ビュー付き3次元データ）	 
出来形評価用データ	計測点群データから不要な点を削除し、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータ。（CSV、LandXML等のポイントファル）	
出来形計測データ	計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合として出来形地形としての面を構成したデータ。（LandXML等のオリジナルデータ（T I N））	

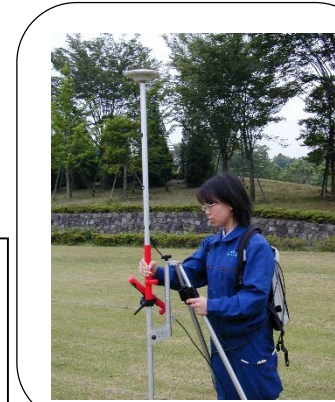
# ICT土工の進め方⑧ 検査

ICT機器を活用し、3次元モデルを用いた検査に対応するように要領・基準を改定。  
⇒受発注者双方にとって、検査の大幅な省力化を図る。

## 検査日数が大幅に短縮



## GNSSローバーまたはTSで計測



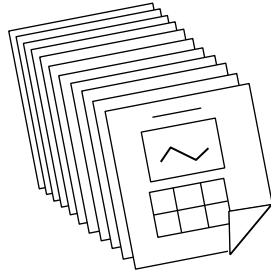
ヒートマップを見て、  
標高の高い部分、低い  
部分を計測

任意の数箇所のみ / 1現場

監督・検査要領（土工編）  
（案）等の導入により、  
検査にかかる日数が  
約1/5に短縮  
(2kmの工事の場合 10日→2日へ)

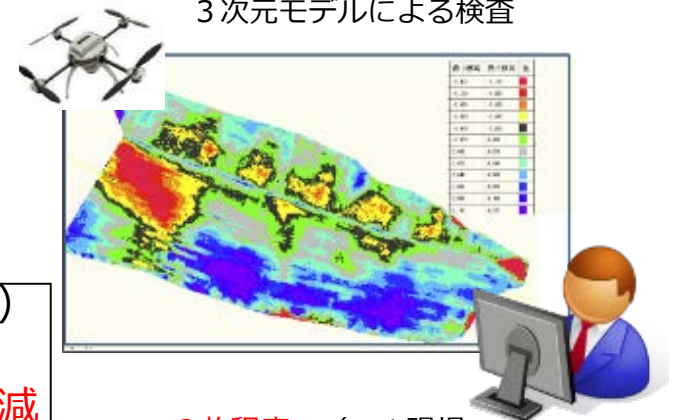
## 検査書類が大幅に削減

工事書類  
(計測結果を手入力で作成)



受注者  
(設計と完成形の比較図表)  
50枚 / 2km

## 3次元モデルによる検査



2枚程度 / 1現場

監督・検査要領（土工編）  
（案）等の導入により、  
検査書類が2/50に削減

# ICT土工の進め方⑧ 検査

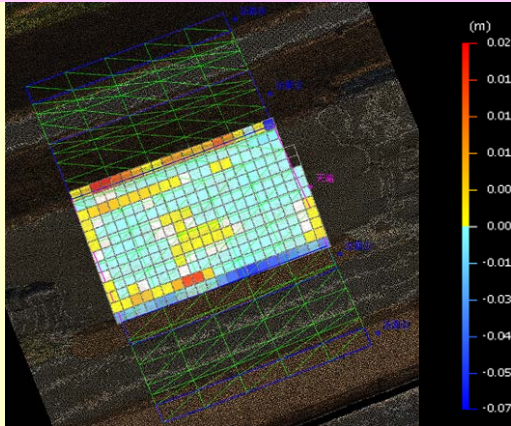
表 出来形計測に係わる実地検査の検査頻度

計測箇所	確認内容	検査頻度
検査職員が指定する平場にあるいは天端上の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差または水平較差	1工事につき任意の数箇所

GNSSローバーでの実地検査イメージ



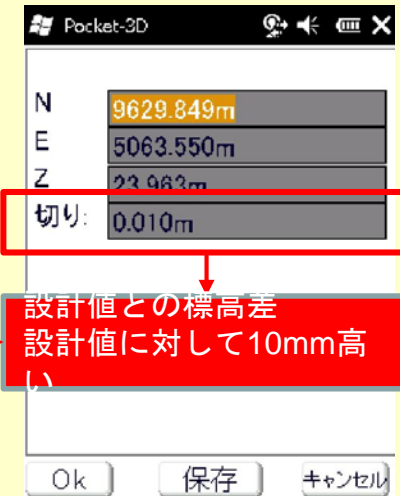
施工者より提出された出来形帳票の確認



検査官が任意の検査箇所を決め、GNSSを設置し、座標を取得する



設計データ(面データ)との高さの比較



## 5. ICT舗装工について

# ICT舗装工の流れ

3次元起工  
測量

地上型レーザースキャナ等を用いて、現況地盤を面的に計測

3次元設計  
データ作成

発注図書(図面)から3D設計データを作成する

ICT建設機械  
による施工

3Dマシンコントロールを利用した路盤の敷均し

(※)通常手法による路盤の締固め

3次元出来形  
管理等の施工管理

地上型レーザースキャナ等を用いた出来形計測と出来形管理

測点	高さ	傾斜	備考
1	1.2	0.5%	
2	1.5	1.0%	
3	1.8	1.5%	
4	2.1	2.0%	
5	2.4	2.5%	
6	2.7	3.0%	
7	3.0	3.5%	
8	3.3	4.0%	
9	3.6	4.5%	
10	3.9	5.0%	
11	4.2	5.5%	
12	4.5	6.0%	
13	4.8	6.5%	
14	5.1	7.0%	
15	5.4	7.5%	
16	5.7	8.0%	
17	6.0	8.5%	
18	6.3	9.0%	
19	6.6	9.5%	
20	6.9	10.0%	

3次元データの  
納品と検査

作成、利用した3Dデータの納品

ICT建設機械  
(路盤工)による施工

通常手法(ア  
スファルト舗装)  
による施工

下層  
路盤

上層  
路盤

アス  
ファ  
ルト  
基  
層

ア  
ス  
ファ  
ルト  
表  
層

# ICT舗装工におけるICT技術

施工プロセス	ICT施工技術
① 3次元起工 <b>測量</b>	1) 地上型レーザースキャナーを用いた起工測量 2) トータルステーション等光波方式を用いた起工測量 3) トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた起工測量 4) 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量 5) その他の3次元計測技術を用いた起工測量
② 3次元設計データ作成	
③ ICT建設機械による <b>施工</b>	1) 3次元マシンコントロールモーターグレーダ 2) 3次元マシンコントロールブルドーザ
④ 3次元出来形管理等の <b>施工管理</b>	出来形管理：（3次元起工測量に同じ。） なお、表層については、面管理を実施するものとし、表層以外については、従来手法での管理を実施してもよい。
⑤ 3次元データの納品	



# ICT舗装工の基準類

## 出来形管理

地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）

地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）

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要領（舗装工事編）（案）

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の監督・検査要領（舗装工事編）（案）

T S（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理要領（舗装工事編）

T S（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）

T S等光波方式を用いた出来形管理要領（舗装工事編）

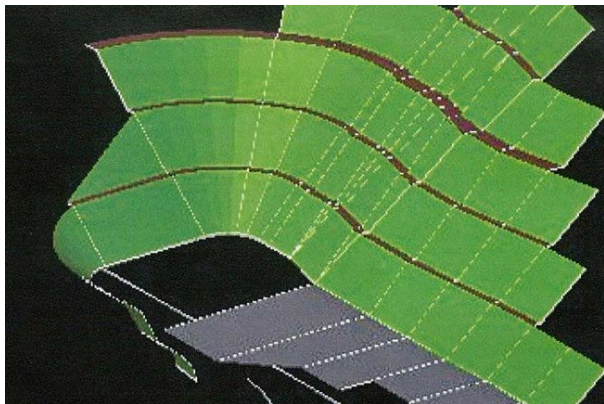
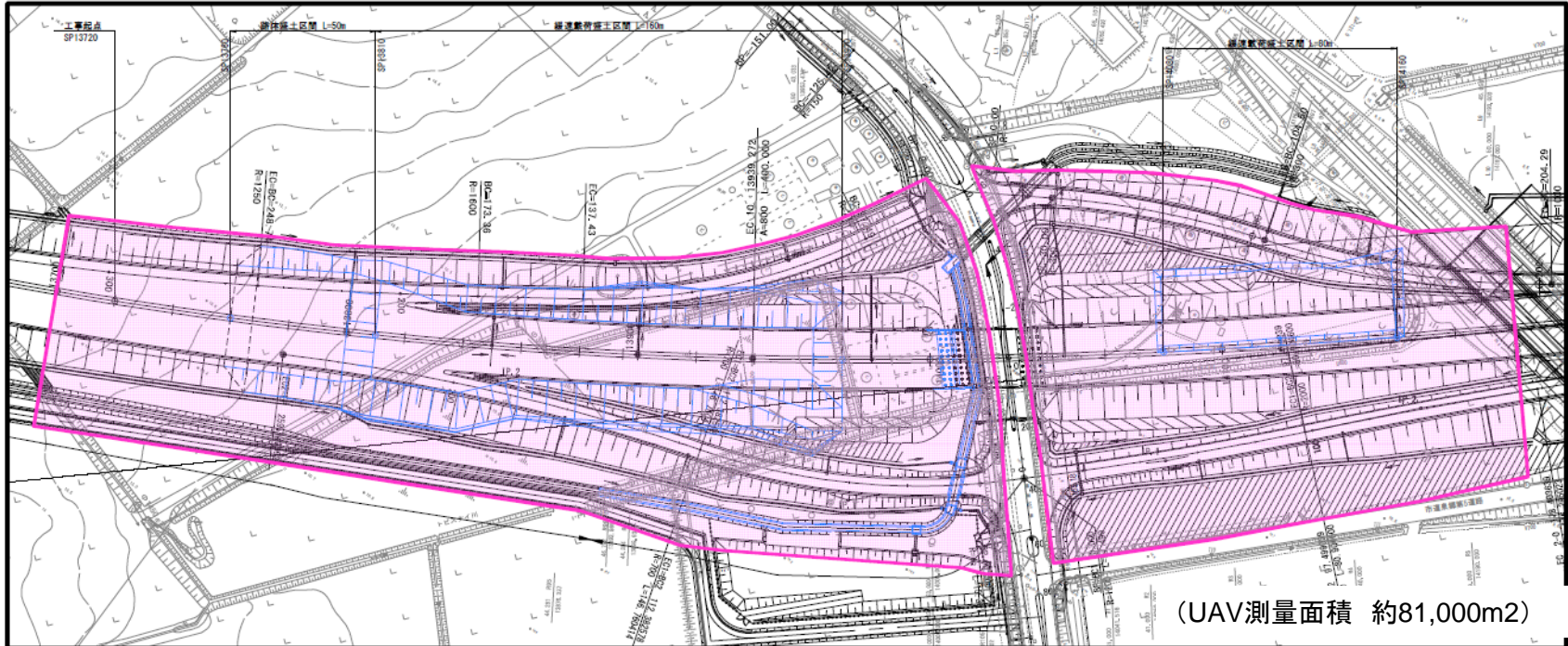
T S等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）

## 品質管理

## 出来高管理

# ICT舗装工の進め方① 施工範囲協議

■ **施工範囲全体を対象とする必要は無い**。施工計画書の提出までにICT施工を希望する旨の協議する際に、**ICT活用施工範囲図**により対象範囲を宣言



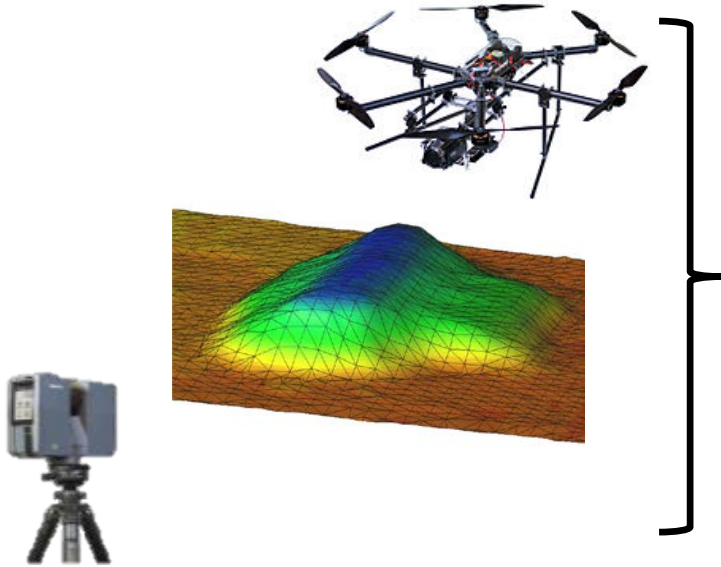
撮影範囲

(撮影範囲は、舗装工の実施工範囲だけでなく、前後区間や周囲の用地境界等、やや広めの計画としている。)

(※) 従前の施工で、**法長管理をしていなかったような箇所**（法面の巻き込み等）は、管理断面を境にそもそも面管理の対象から外すことが考えられる。  
(この場合従前管理もしない)

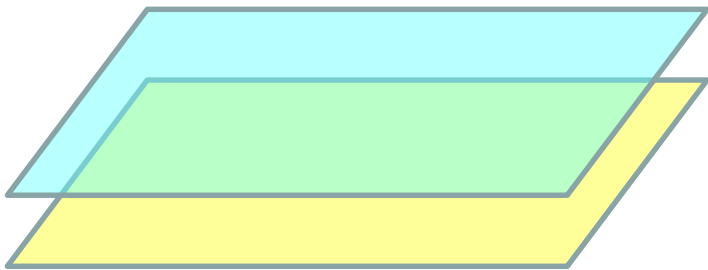
# ICT舗装工の進め方② 測量

## ■ICT施工における3次元測量



- ① 公共測量(地形測量など)
- ② 起工測量(工事前の地形状況把握)
- ③ 工事途中の出来高確認、数量算出
- ④ 出来形管理

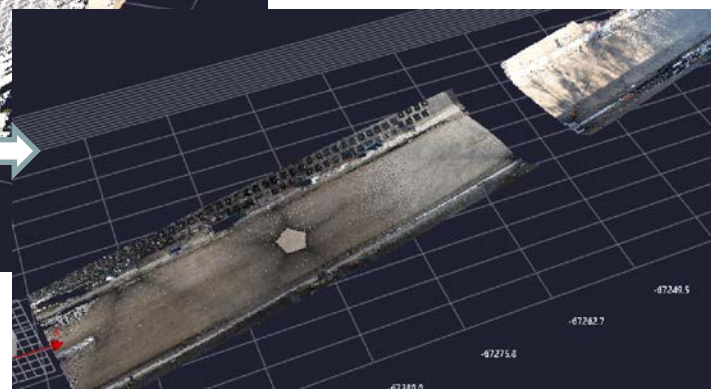
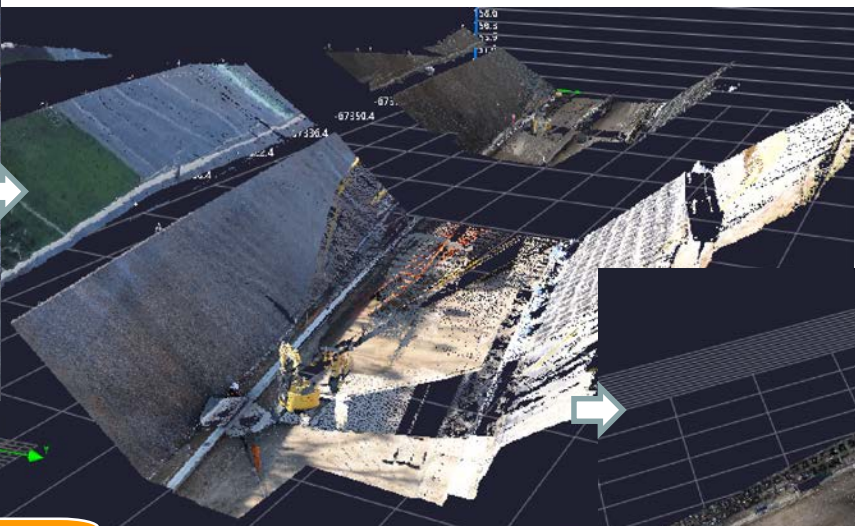
- 工事前のデータと設計データ  
施工する数量を確認する
- 工事前後のデータ  
施工した数量(出来高)を知る
- 工事後のデータと設計データ  
施工精度(出来形)を知る



# ICT舗装工の進め方② 測量

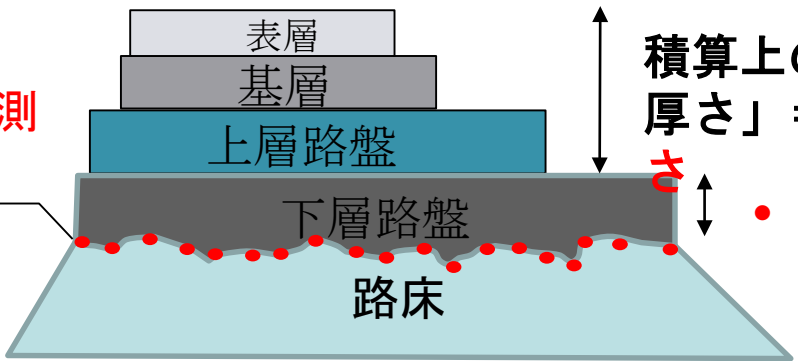
現況の面計測(レーザースキャナ等)

フィルタリング(間引き)



(路床)直上の層の数量変更

面計測結果



積算上の「平均厚さ」=設計厚さ

• 積算上の「平均厚さ」=体積/面積

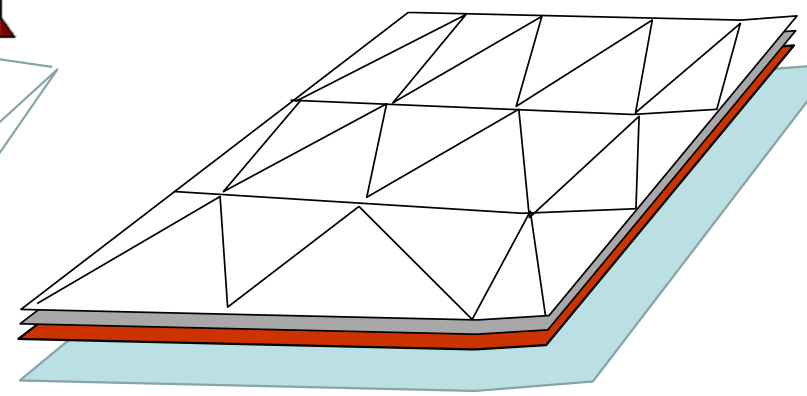
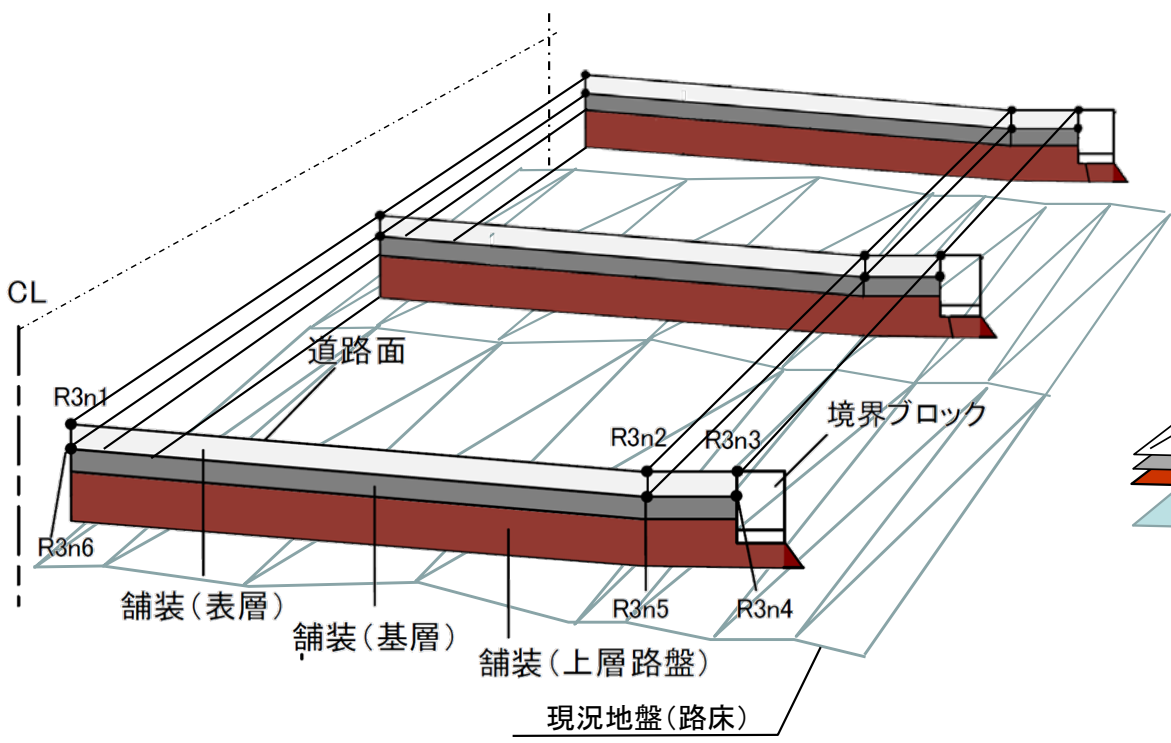
# ICT舗装工の進め方③ 3次元設計データ作成

○ 発注図面の与条件から、現況地盤の高さに応じて必要に応じて舗装構成を見直し、層毎に3次元設計データを作成

発注図から層毎の3次元設計データ作成

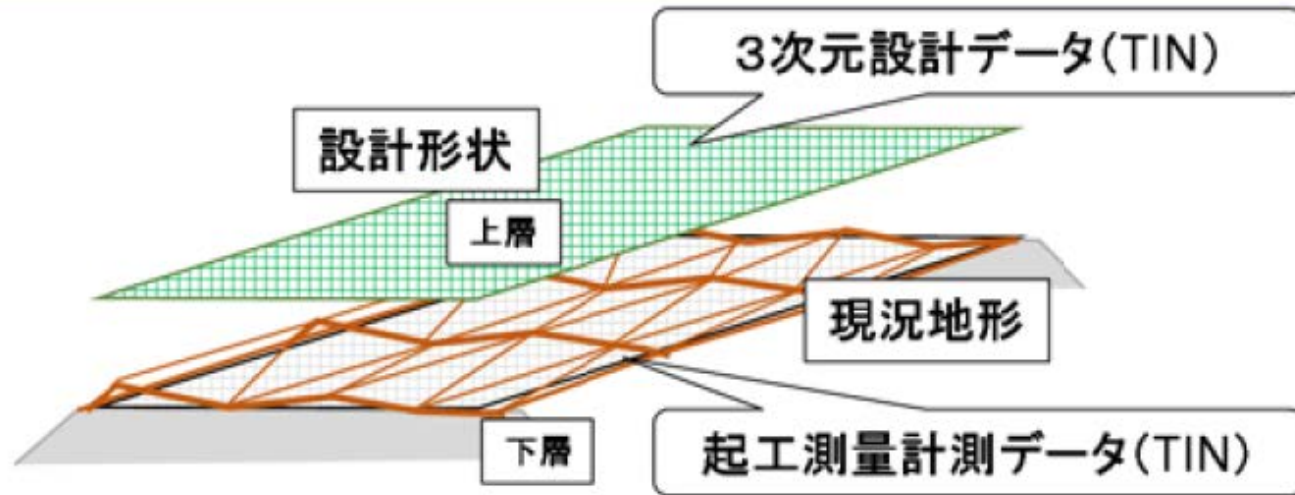


層毎のTINデータに変換



# ICT舗装工の進め方④ 数量算出

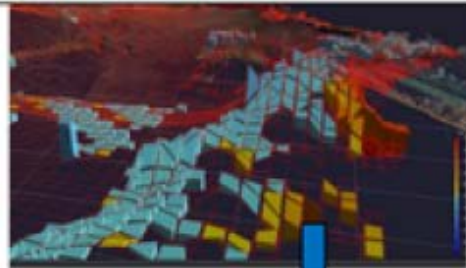
起工測量の 計測データ と 3次元設計データ から数量算出



起工測量計測データと3次元設計データを用いた数量算出



メッシュ法などによる数量算出



平均厚さの算出



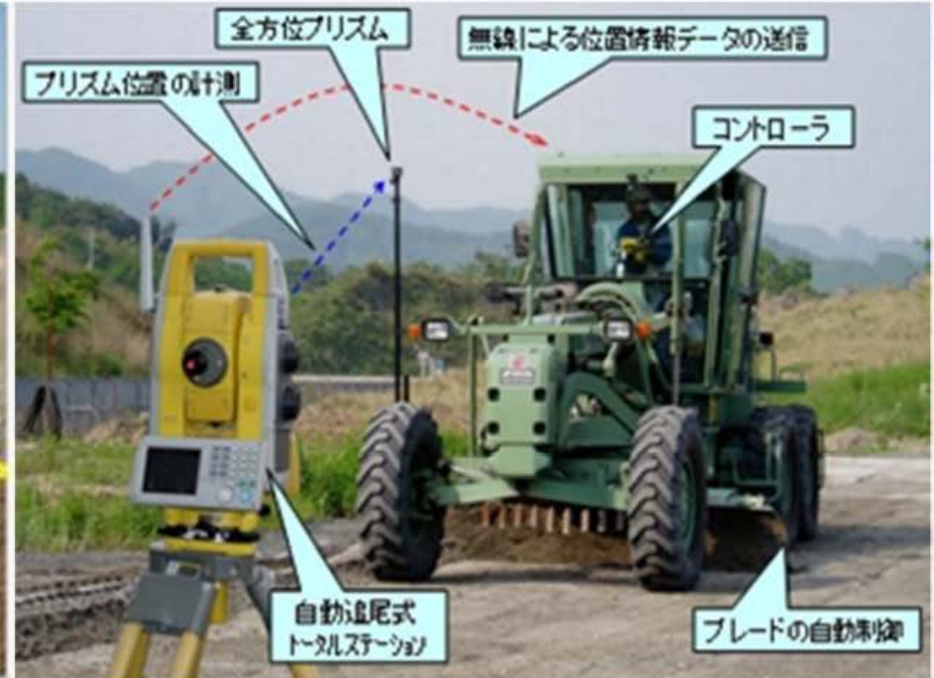
区画番号	面積	平均厚さ	体積
1	100.00	0.10	10.00
2	200.00	0.15	30.00
3	300.00	0.20	60.00
4	400.00	0.25	100.00
5	500.00	0.30	150.00
6	600.00	0.35	210.00
7	700.00	0.40	280.00
8	800.00	0.45	360.00
9	900.00	0.50	450.00
10	1000.00	0.55	550.00
11	1100.00	0.60	660.00
12	1200.00	0.65	780.00
13	1300.00	0.70	910.00
14	1400.00	0.75	1050.00
15	1500.00	0.80	1200.00
16	1600.00	0.85	1360.00
17	1700.00	0.90	1530.00
18	1800.00	0.95	1710.00
19	1900.00	1.00	1900.00
20	2000.00	1.05	2100.00
21	2100.00	1.10	2310.00
22	2200.00	1.15	2530.00
23	2300.00	1.20	2760.00
24	2400.00	1.25	3000.00
25	2500.00	1.30	3250.00
26	2600.00	1.35	3510.00
27	2700.00	1.40	3780.00
28	2800.00	1.45	4060.00
29	2900.00	1.50	4350.00
30	3000.00	1.55	4650.00
31	3100.00	1.60	4960.00
32	3200.00	1.65	5280.00
33	3300.00	1.70	5610.00
34	3400.00	1.75	5950.00
35	3500.00	1.80	6300.00
36	3600.00	1.85	6660.00
37	3700.00	1.90	7030.00
38	3800.00	1.95	7410.00
39	3900.00	2.00	7800.00
40	4000.00	2.05	8200.00
41	4100.00	2.10	8610.00
42	4200.00	2.15	9030.00
43	4300.00	2.20	9460.00
44	4400.00	2.25	9900.00
45	4500.00	2.30	10350.00
46	4600.00	2.35	10810.00
47	4700.00	2.40	11280.00
48	4800.00	2.45	11760.00
49	4900.00	2.50	12250.00
50	5000.00	2.55	12750.00
51	5100.00	2.60	13260.00
52	5200.00	2.65	13780.00
53	5300.00	2.70	14310.00
54	5400.00	2.75	14850.00
55	5500.00	2.80	15400.00
56	5600.00	2.85	15960.00
57	5700.00	2.90	16530.00
58	5800.00	2.95	17110.00
59	5900.00	3.00	17700.00
60	6000.00	3.05	18300.00
61	6100.00	3.10	18910.00
62	6200.00	3.15	19530.00
63	6300.00	3.20	20160.00
64	6400.00	3.25	20800.00
65	6500.00	3.30	21450.00
66	6600.00	3.35	22110.00
67	6700.00	3.40	22780.00
68	6800.00	3.45	23460.00
69	6900.00	3.50	24150.00
70	7000.00	3.55	24850.00
71	7100.00	3.60	25560.00
72	7200.00	3.65	26280.00
73	7300.00	3.70	27010.00
74	7400.00	3.75	27750.00
75	7500.00	3.80	28500.00
76	7600.00	3.85	29260.00
77	7700.00	3.90	30030.00
78	7800.00	3.95	30810.00
79	7900.00	4.00	31600.00
80	8000.00	4.05	32400.00
81	8100.00	4.10	33210.00
82	8200.00	4.15	34030.00
83	8300.00	4.20	34860.00
84	8400.00	4.25	35700.00
85	8500.00	4.30	36550.00
86	8600.00	4.35	37410.00
87	8700.00	4.40	38280.00
88	8800.00	4.45	39160.00
89	8900.00	4.50	40050.00
90	9000.00	4.55	40950.00
91	9100.00	4.60	41860.00
92	9200.00	4.65	42780.00
93	9300.00	4.70	43710.00
94	9400.00	4.75	44650.00
95	9500.00	4.80	45600.00
96	9600.00	4.85	46560.00
97	9700.00	4.90	47530.00
98	9800.00	4.95	48510.00
99	9900.00	5.00	49500.00
100	10000.00	5.05	50500.00
101	10100.00	5.10	51510.00
102	10200.00	5.15	52530.00
103	10300.00	5.20	53560.00
104	10400.00	5.25	54600.00
105	10500.00	5.30	55650.00
106	10600.00	5.35	56710.00
107	10700.00	5.40	57780.00
108	10800.00	5.45	58860.00
109	10900.00	5.50	59950.00
110	11000.00	5.55	61050.00
111	11100.00	5.60	62160.00
112	11200.00	5.65	63280.00
113	11300.00	5.70	64410.00
114	11400.00	5.75	65550.00
115	11500.00	5.80	66700.00
116	11600.00	5.85	67860.00
117	11700.00	5.90	69030.00
118	11800.00	5.95	70210.00
119	11900.00	6.00	71400.00
120	12000.00	6.05	72600.00
121	12100.00	6.10	73810.00
122	12200.00	6.15	75030.00
123	12300.00	6.20	76260.00
124	12400.00	6.25	77500.00
125	12500.00	6.30	78750.00
126	12600.00	6.35	80010.00
127	12700.00	6.40	81280.00
128	12800.00	6.45	82560.00
129	12900.00	6.50	83850.00
130	13000.00	6.55	85150.00
131	13100.00	6.60	86460.00
132	13200.00	6.65	87780.00
133	13300.00	6.70	89110.00
134	13400.00	6.75	90450.00
135	13500.00	6.80	91800.00
136	13600.00	6.85	93160.00
137	13700.00	6.90	94530.00
138	13800.00	6.95	95910.00
139	13900.00	7.00	97300.00
140	14000.00	7.05	98700.00
141	14100.00	7.10	100110.00
142	14200.00	7.15	101530.00
143	14300.00	7.20	102960.00
144	14400.00	7.25	104400.00
145	14500.00	7.30	105850.00
146	14600.00	7.35	107310.00
147	14700.00	7.40	108780.00
148	14800.00	7.45	110260.00
149	14900.00	7.50	111750.00
150	15000.00	7.55	113250.00
151	15100.00	7.60	114760.00
152	15200.00	7.65	116280.00
153	15300.00	7.70	117810.00
154	15400.00	7.75	119350.00
155	15500.00	7.80	120900.00
156	15600.00	7.85	122460.00
157	15700.00	7.90	124030.00
158	15800.00	7.95	125610.00
159	15900.00	8.00	127200.00
160	16000.00	8.05	128800.00
161	16100.00	8.10	130410.00
162	16200.00	8.15	132030.00
163	16300.00	8.20	133660.00
164	16400.00	8.25	135300.00
165	16500.00	8.30	136950.00
166	16600.00	8.35	138610.00
167	16700.00	8.40	140280.00
168	16800.00	8.45	141960.00
169	16900.00	8.50	143650.00
170	17000.00	8.55	145350.00
171	17100.00	8.60	147060.00
172	17200.00	8.65	148780.00
173	17300.00	8.70	150510.00
174	17400.00	8.75	152250.00
175	17500.00	8.80	154000.00
176	17600.00	8.85	155760.00
177	17700.00	8.90	157530.00
178	17800.00	8.95	159310.00
179	17900.00	9.00	161100.00
180	18000.00	9.05	162900.00
181	18100.00	9.10	164710.00
182	18200.00	9.15	166530.00
183	18300.00	9.20	168360.00
184	18400.00	9.25	170200.00
185	18500.00	9.30	172050.00
186	18600.00	9.35	173910.00
187	18700.00	9.40	175780.00
188	18800.00	9.45	177660.00
189	18900.00	9.50	179560.00
190	19000.00	9.55	181470.00
191	19100.00	9.60	183390.00
192	19200.00	9.65	185320.00
193	19300.00	9.70	187260.00
194	19400.00	9.75	189210.00
195	19500.00	9.80	191170.00
196	19600.00	9.85	193140.00
197	19700.00	9.90	195120.00
198	19800.00	9.95	197110.00
199	19900.00	10.00	199110.00
200	20000.00	10.05	201120.00
201	20100.00	10.10	203140.00
202	20200.00	10.15	205170.00
203	20300.00	10.20	207210.00
204	20400.00	10.25	209260.00
205	20500.00	10.30	211320.00
206	20600.00	10.35	213390.00
207	20700.00	10.40	215470.00
208	20800.00	10.45	217560.00
209	20900.00	10.50	219660.00
210	21000.00	10.55	221770.00
211	21100.00	10.60	223890.00
212	21200.00	10.65	226020.00
213	21300.00	10.70	228160.00
214	21400.00	10.75	230310.00
215	21500.00	10.80	232470.00
216	21600.00	10.85	234640.00
217	21700.00	10.90	236820.00
218	21800.00	10.95	239010.00
219	21900.00	11.00	241210.00
220	22000.00	11.05	243420.00
221	22100.00	11.10	245640.00
222	22200.00	11.15	247870.00
223	22300.00	11.20	250110.00
224	22400.00	11.25	252360.00
225	22500.00	11.30	254620.00
226	22600.00	11.35	256890.00
227	22700.00	11.40	259170.00
228	22800.00	11.45	261460.00
229	22900.00	11.50	263760.00
230	23000.00	11.55	266070.00
231	23100.00	11.60	268390.00
232	23200.00	11.65	270720.00
233	23300.00	11.70	273060.00
234	23400.00	11.75	275410.00
235	23500.00	11.80	277770.00
236	23600.00	11.85	280140.00
237	23700.00	11.90	282520.00
238	23800.00	11.95	284910.00
239	23900.00	12.00	287310.00
240	24000.00	12.05	289720.00
241	24100.00	12.10	292140.00
242	24200.00	12.15	294570.00
243	24300.00	12.20	297010.00</

### ◆3次元MCモーターグレーダもしくは3次元MCブルドーザ

モーターグレーダもしくはブルドーザの排土板の位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分に基づき制御データを作成し、排土板を自動制御する3次元マシンコントロール技術を用いて、敷均しを実施する。



MCブルドーザ



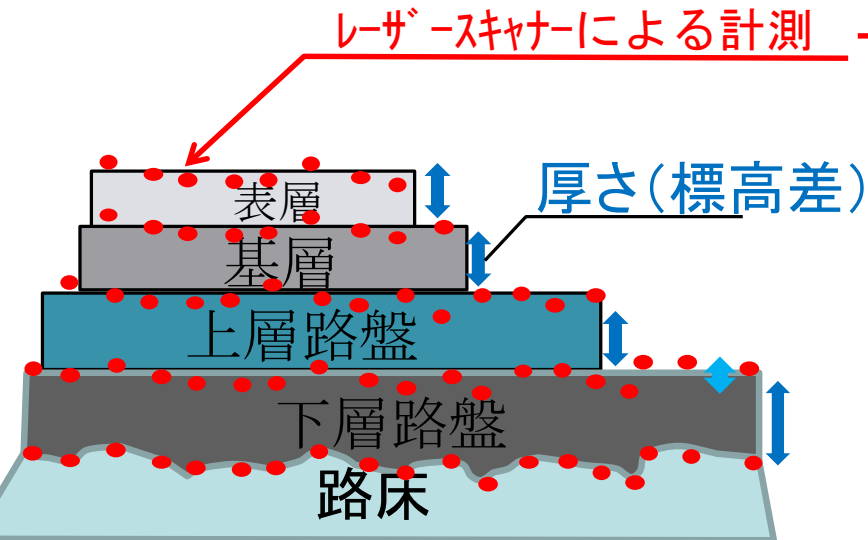
MCモーターグレーダ

# ICT舗装工の進め方⑥ 出来型管理

- 各層の出来形管理において、表層の管理(すなわち、表層の表面と基層の表面の計測)を除いては、レーザー scanner 以外での管理も許容される。
- 厚さは施工前後の表面の計測によりその標高差から算出されるが、厚さの代わりに設計面(=目標高さ)との標高較差により管理することも認められる。

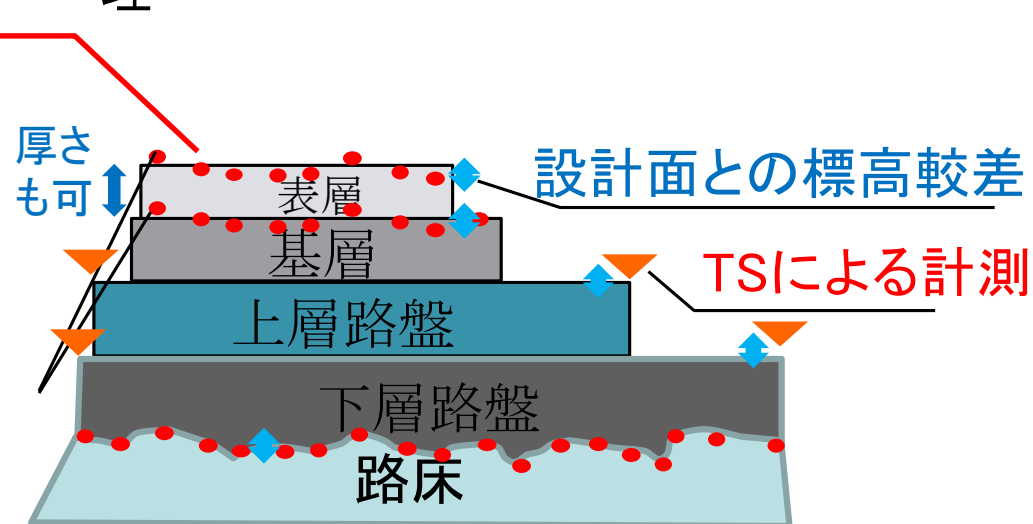
## ① 基本的な考え方

- 全て地上型レーザー scanner で計測
- 厚さは施工前後の **実測の標高差** で算出



## ② 厚さを標高較差で管理

- 地上型レーザー scanner は表層及び基層の計測にのみ利用
- 厚さに代え **設計面との標高較差** で管理

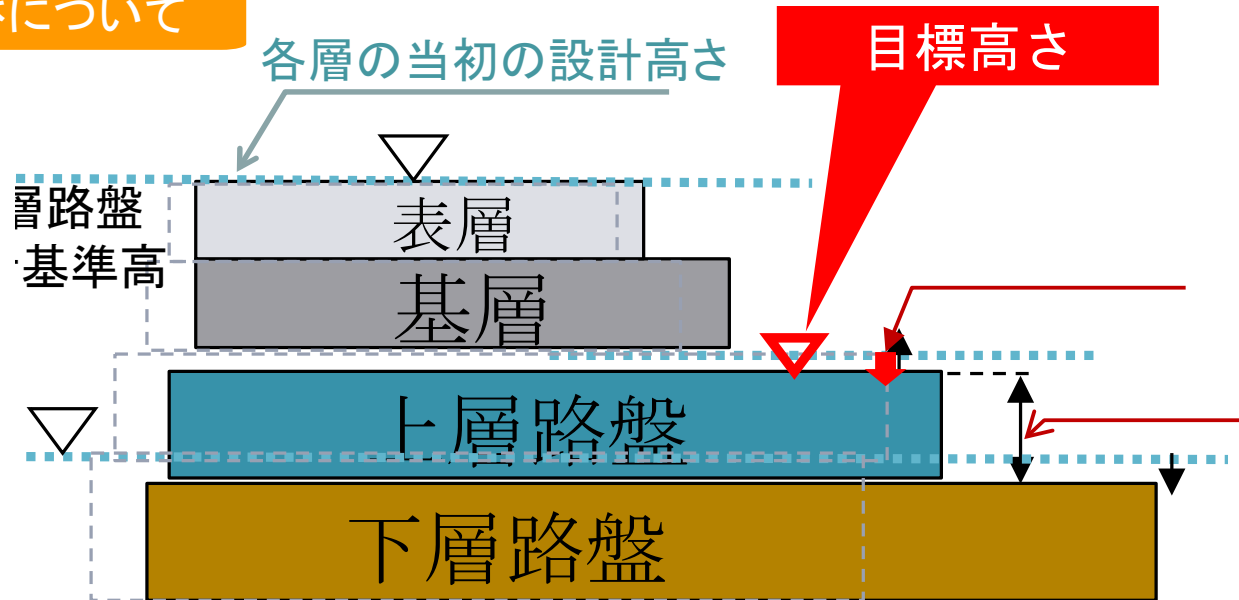




# ICT舗装工の進め方⑥ 出来型管理

- 目標高さとは、3次元設計データに対して直下層の施工結果を反映し、各層の施工の都度、設計厚さの範囲内で設計面の標高を修正して定める高さ
- 直下層の目標高さ（①）との標高較差の平均値（②）を設計データに加減した結果が、当該層の「目標高さ」

## 目標高さについて



## 【上層路盤の管理を例に】

1: 基準高の計測結果から設計との較差の平均②を算出



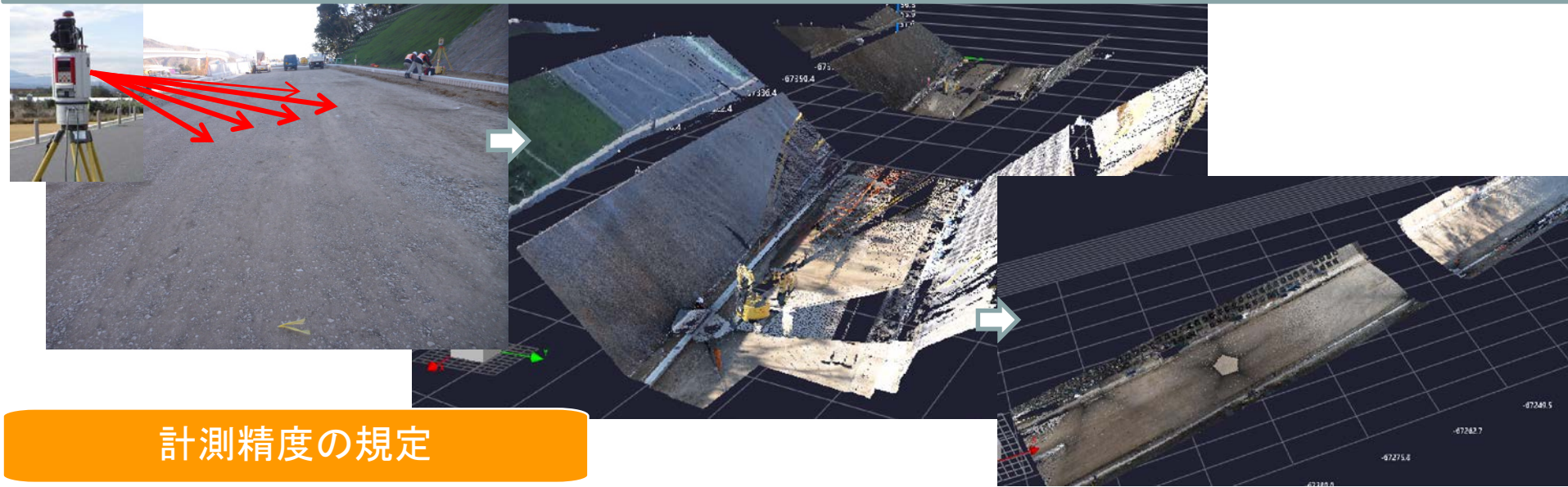
2: 下層路盤の「設計」基準高①に上層路盤の設計厚さを加えたものが上層路盤の「当初」の設計高さ



3: 上層路盤の「当初」の設計高さ①に②を加えたものが上層路盤の「目標高さ」

# ICT舗装工の進め方⑥ 出来型管理

- 各層毎にレーザー scanner 等で面的に現況を計測、起工測量同様にフィルタリング等の処理
- 出来形管理の計測精度については、対象層毎に20mm~4mmと設定される。
- 発注者に提出する精度確認手法は、1 m<sup>2</sup>の中の計測値の標高の平均で評価



## 計測精度の規定

右の方法で、以下の精度を確認

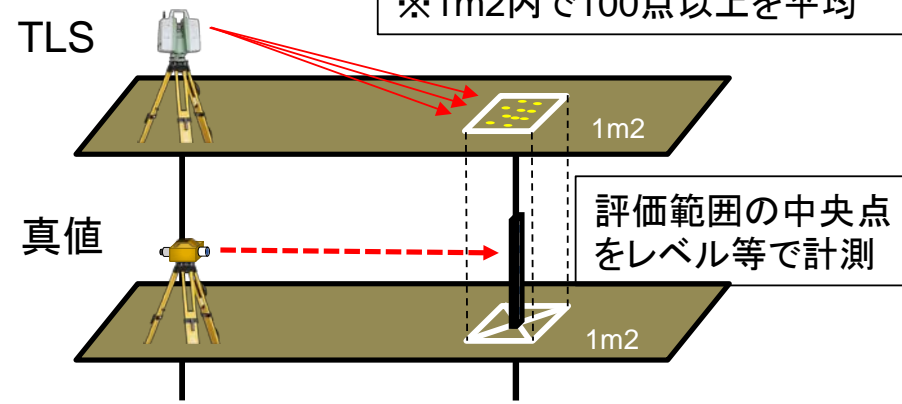
### 【鉛直方向】

- ・路床表面 ±20mm以内
- ・下層～上層路盤表面 ±10mm以内
- ・基層～表層表面 ±4mm以内

### 【平面方向】

±20mm以内

TLS

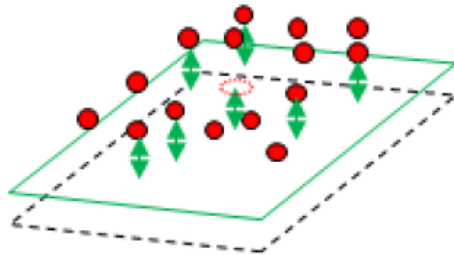


# ICT舗装工の進め方⑥ 出来型管理

- 地上型レーザースキャナーの計測結果をグリッド処理して評価密度(1点/m<sup>2</sup>)とする。
- 厚さの評価を採用する場合は下層のグリッド標高との比較、  
目標高さとの標高較差での評価を採用する場合は設計データのグリッド標高と比較する。

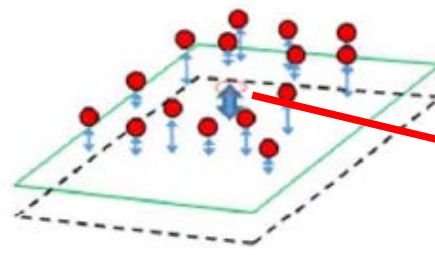
## グリッドデータ化の手法

1m<sup>2</sup>以内のグリッドに含まれるポイントと設計面との差の最頻値を加えた標高



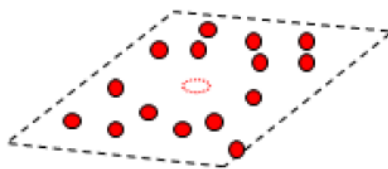
◇ 3次元設計データ

1m<sup>2</sup>以内のグリッドに含まれるポイントと設計面との差の平均値を加えた標高



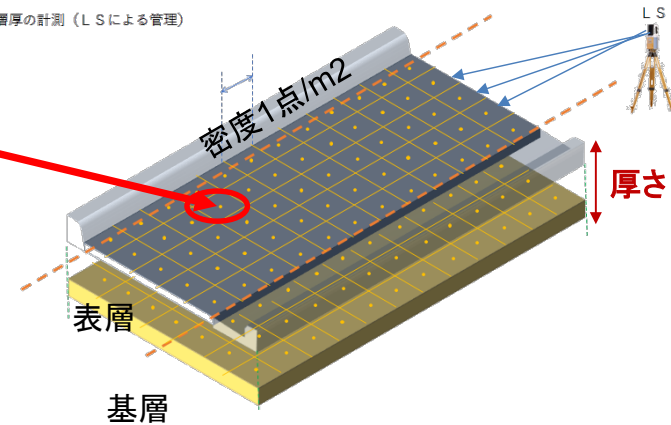
◇ 3次元設計データ

1m<sup>2</sup>以内のグリッドに含まれるポイントすべての標高の平均値



- 計測点群データ
- 出来形評価用データ

層厚の計測 (LSによる管理)



# ICT舗装工の進め方⑥ 出来型管理

- 評価密度が格段に増えたのを受けて「個々の測定値」の規格値を見直し
- 管理項目として「幅」は、厚さの評価密度が増えたことにより省略（例外あり）

工種	計測箇所 単位[mm]	個々の測定値		全点平均		計測密度および 測定間隔	計測手法	備考
		中規模	小規模	中規模	小規模以下			
表層	厚さあるいは標高較差	-17	-20	-2	-3	1点/m <sup>2</sup> 以上	TLS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・標高較差は、直下層の目標高さ+直下層の標高較差平均値+設計厚さから求まる高さとの差</li> <li>・個々の計測値の規格値には計測精度として±4mmが含まれている</li> </ul>
	平坦性			2.4以下		1.5m毎	3mプロファイルメーター等	
基層	厚さあるいは標高較差	-20	-25	-3	-4	1点/m <sup>2</sup> 以上	TLS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・標高較差は、直下層の目標高さ+直下層の標高較差平均値+設計厚さから求まる高さとの差</li> <li>・個々の計測値の規格値には計測精度として±4mmが含まれている</li> </ul>
上層路盤	厚さあるいは標高較差	-54	-63	-8	-10	1点/m <sup>2</sup> 以上	TLS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・標高較差は、直下層の目標高さ+直下層の標高較差平均値+設計厚さから求まる高さとの差</li> <li>・個々の計測値の規格値には計測精度として±10mmが含まれている</li> </ul>
下層路盤	厚さあるいは標高較差	±90		-15以上 40以下	-15以上 50以下	1点/m <sup>2</sup> 以上	TLS	<ul style="list-style-type: none"> <li>・個々の計測値の規格値には計測精度として±10mmが含まれている。</li> </ul>

(※) 個々の測定値に対する規格値は、99.7%が規格値に入ればよいものとする。

# ICT舗装工の進め方⑥ 出来型管理

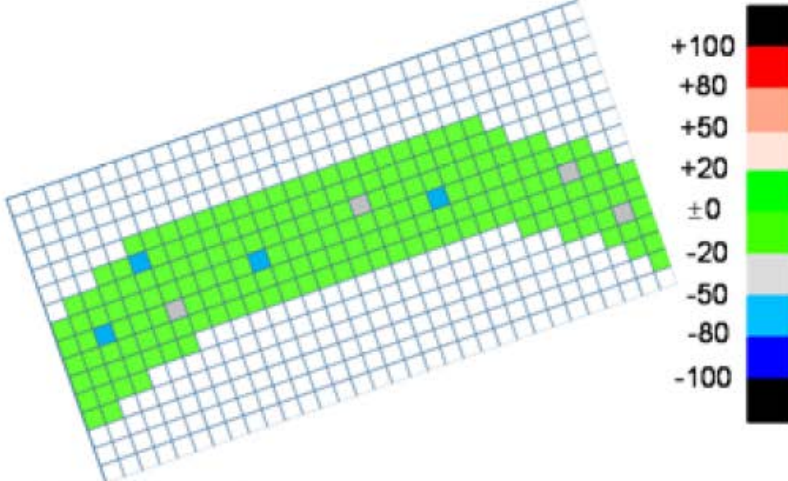
- 出来形管理帳票については、ICT舗装工同様に、管理項目の処理結果とヒートマップを載せる

様式-3-2

出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver.——対応

工 種	舗装工	測点 No. 1~No. 3
種 別	下層路盤	合否判定結果 合格

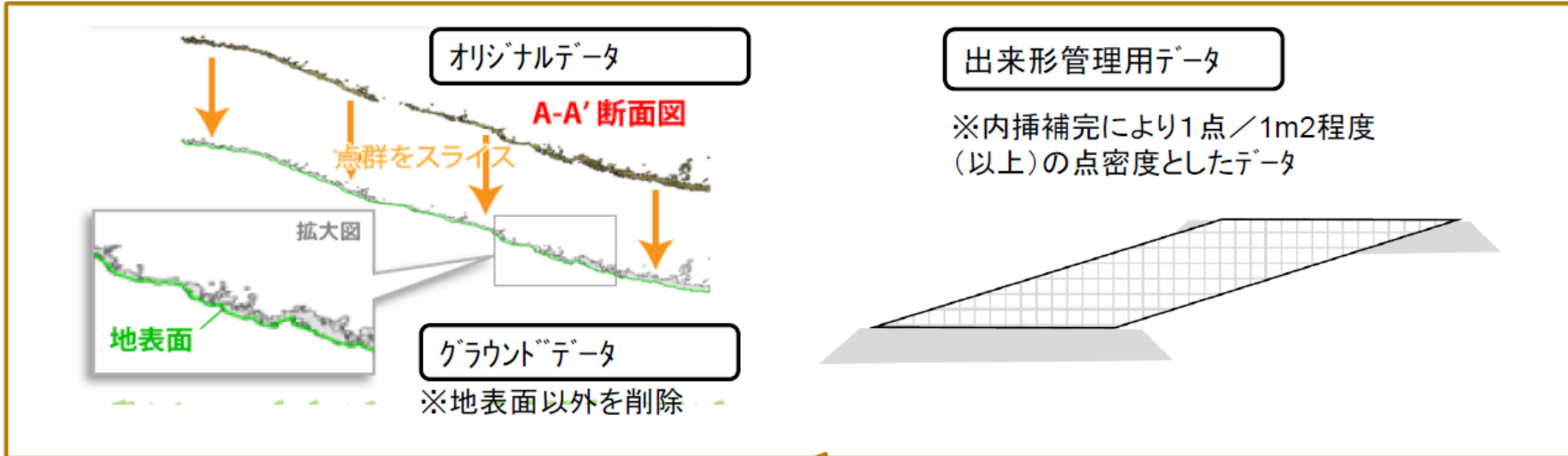
	測定項目	規格値	判定	測点	
標高 較差	平均値	12mm	-15mm以上 40mm以下		
	最大値(差)	60mm	±90mm		
	最小値(差)	-45mm	±90mm		
	データ数	8000	1点/m以上 (7000点以上)		
	評価面積	7000m <sup>2</sup>			
	要項点数	0	0.3%未満 (1点以下)		

標高較差の ヒートマップ	評価範囲の±25% 以下のデータ数	7200
	評価範囲の±50% 以下のデータ数	6400

凡例:

# ICT舗装工の進め方⑦ 3次元データ納品

- ◆以下のデータについてテキストファイル(CSV等)で納品する。
- ◆あわせて、データ内容及び構造、参照系を示した文章を付す。



それぞれの点群データをテキストファイルで納品

ファイル構造: ldn, xn, yn, zn, An

ldn: ID 番号 (Id)

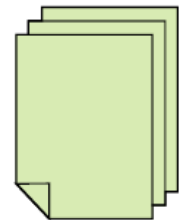
xn: 計測点座標値 (x) yn: 計測点座標値 (y) zn: 標高値 (z)

An: 地表面属性値 (A)

メッシュデータの場合のみ、格子間隔内にグラウンドデータが存在する場合は1、しない場合は0 を記載

データ内容及び構造、  
参照系を示した文書

記述例



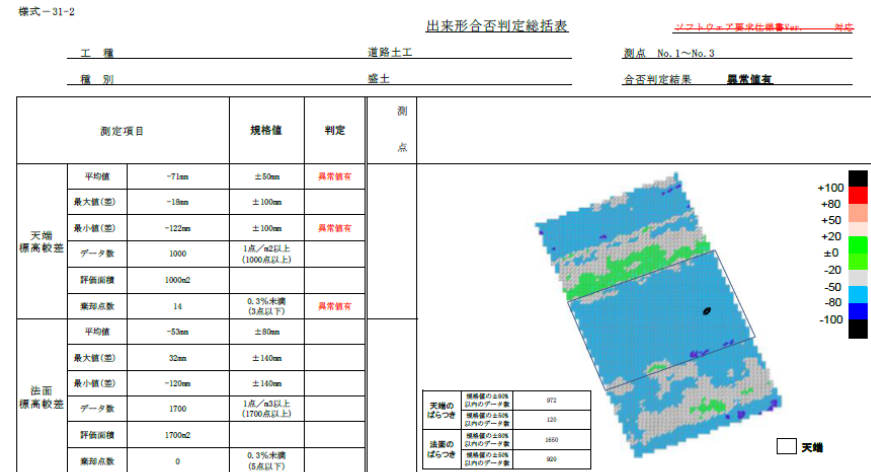
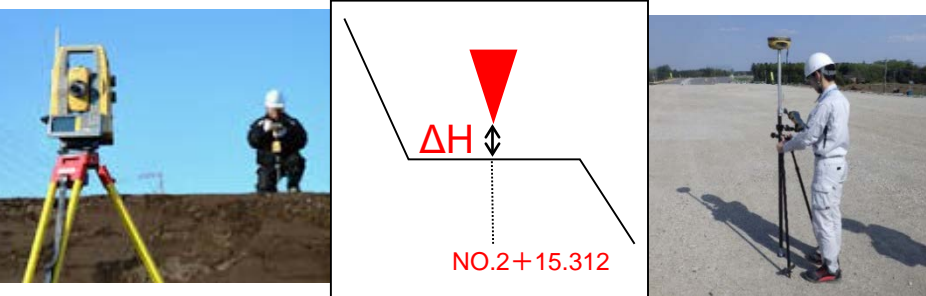
# ICT舗装工の進め方⑧ 検査

## 書面検査の確認内容の概要

- 監督職員の確認・把握内容を確認
  - 施工計画書、3次元化の実施、3次元設計データチェックシート、精度確認結果報告書
- 出来形管理図表について、出来形管理基準に定められた測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認
- 分布図の凡例に従いバラツキ判定(成績評定)

## 実地検査の確認内容の概要

- 検査職員は、現地では出来形管理用TSやGNSSローバーの誘導機能を使用して、自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの設計面と実測値との標高差が規格値内であるかを検査する。



### 6-2 出来形計測に係わる実地検査

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、現地で自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの目標高さを実測値との標高差あるいは、設計厚さと実測厚さとの差が規格値内であることを検査する。(中略) 検査頻度は表-2検査頻度のとおりとする。(中略)

工種	計測箇所	確認項目	検査密度
舗装工	検査職員の指定する任意の箇所	基準高、厚さ または標高較差	1工事 1断面

※基準高は、設計図書に表層の基準高が規定されている場合に実施  
 ※厚さは、同一平面における直下層の高さとの差  
 ※標高較差は、3次元設計データの設計面と実測値との標高差

# 7. H31(R1)年度 基準類の改定



# ICT土工 (河床等掘削)

① ICT土工と同様の起工測量、TSや船舶を用いた断面での起工測量も活用



② ICT活用による設計・施工計画



起工測量による3次元測量データ(現況地形)を活用し設計

③ ICT建機による施工・出来高、出来形計測の効率化



施工履歴データによる出来高、出来形管理

標準

標高較差	平場
規格値(平均値) ±50mm	法面
±70mm	
規格値(個々計測値) ±300mm	

④ ICTの活用による検査の効率化



施工履歴データから帳票自動作成により書類作成を効率化  
実測作業省略による検査効率化



測量

設計・  
施工計画

施工

検査

従来施工



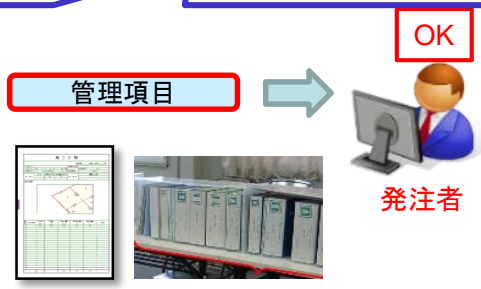
土工と同様の起工測量



設計図から、施工数量を算出

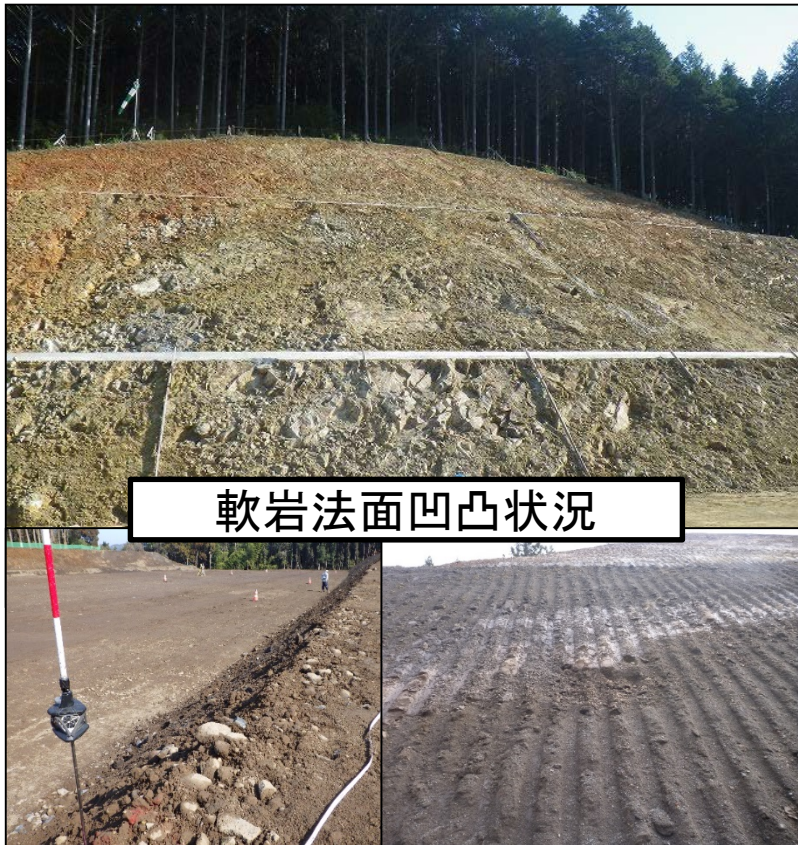


施工と検測を繰り返して整形



帳票作成・書面検査  
帳票作成、書類による検査、巻き尺等による実測作業

- ICT土工に軟岩に対応した「出来形管理基準」を整備。
  - ・ 平滑な整形が困難な軟岩がある掘削法面において適応する管理基準値を規定。
- ・ 切土工事において法面に転石や岩がある場合、平滑な仕上げが困難である。
- ・ 土質を考慮した管理基準に対する要望が多かった。(ICT施工アンケート調査より)



○ 軟岩等の掘削現場（従来の断面管理実施）で面的な出来形の実態を把握し管理基準値を設定。

- ICT土工(軟岩) 「出来形管理基準値」  
法面 (軟岩 I) 水平又は標高較差
  - ・ 規格値 (平均値) ±70mm
  - ・ 規格値 (個々計測値) ±330mm

# ICT土工（床掘）

○ ICT活用 土工と合わせて3D設計データを作成し、床掘施工に活用。

## ①ICT土工の測量



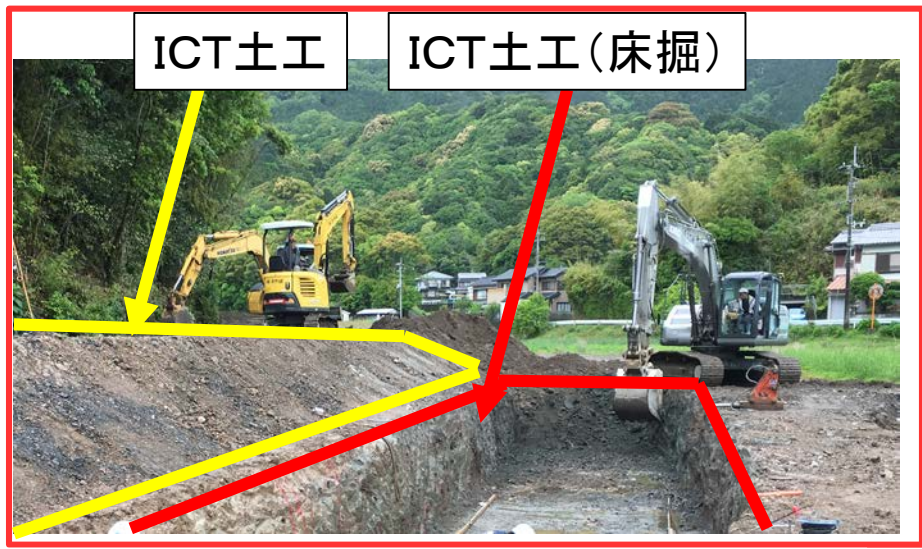
短時間で施工箇所の3次元測量を実施

## ②土工と合わせた設計・施工計画

点群データに写真の色を持たせた地形データ



土工（目的物）と作業土工についても3D設計を作成



ICT土工

ICT土工（床掘）

起工測量

床掘を含めた3D設計

ICTを用いた作業土工

測量

設計・  
施工計画

施工

従来施工



- ・床掘は作業土工であり出来形管理は不要。
- ・3D設計データとICT建機の適用で生産性向上が期待される。

# ICT付帯構造物設置工（縁石・側溝工）

## ① 3次元起工測量

ICT土工と同じ

## ② 3次元設計データ作成

①で計測した測量データ等と、発注者が貸与する発注図データを用いて、3次元出来形管理を行うための3次元設計データを作成する。3次元設計データ作成はICT土工と合わせて行うが、ICT付帯構造物設置工の施工管理においては、3次元設計データとして、3次元座標を用いた線形データも活用できる。TIN形式でのデータ作成は必須としない。

■ ICT活用工事（付帯構造物設置工）積算要領：3次元設計データの作成を必要とする場合に計上するものとし、必要額を適正に積み上げるものとする。

## ③ 該当無し (ICT建設機械による施工)

付帯構造物設置工においては、該当なし

## ④ 3次元出来形管理等の 施工管理

付帯構造物設置工の施工管理において、下記に示す方法により、出来形管理を実施する。

### (1) 出来形管理

下記1) 2) の技術から選択（複数以上可）して、出来形管理を行うものとする。

#### 1) トータルステーション等光波方式を用いた出来形管理

#### 2) トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理

#### 3) その他の3次元計測技術を用いた出来形管理

なお、監督職員との協議の上で他の計測技術による出来形管理を行っても良い。

### (2) 出来形管理基準および規格値

出来形管理基準および規格値については、**現行の基準および規格値**を用いる。

### (3) 出来形管理帳票

**現行の出来形管理帳票、出来高整理資料を作成**する。また、出来形の3次元計測結果が計測（管理）すべき断面上あるいは測線上にあることを示す適用工種の3次元設計データあるいは平面図を提出することとする。

## ⑤ 3次元データの納品

3次元施工管理データを、工事完成図書として電子納品する。

ICT土工等における関連施工種とするため、ICT付帯構造物設置工単独での発注は行わない。

# ICT付帯構造物設置工（縁石・側溝工）

## ICT活用工事 の対象工種

ICT活用工事の対象工事（発注工種）は工事種別(21種別)のうち、「一般土木工事」、「アスファルト舗装工事」、「セメント・コンクリート舗装工事」、「法面処理工事」、及び「維持修繕工事」原則とし、下記に該当する工事とする。

- ・側溝工（プレキャストU型側溝）（L型側溝）（自由勾配側溝）
- ・管渠工
- ・暗渠工
- ・縁石工（縁石・アスカーブ）



側溝工（U型側溝）



縁石工（縁石）



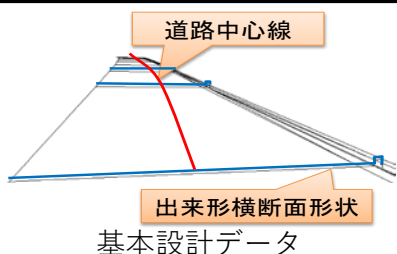
管渠工

出典：土木施工の実際と解説（改訂6版）より

# ICT付帯構造物設置工（縁石・側溝工）

## 計測概要

### 3次元設計データ



### 計測



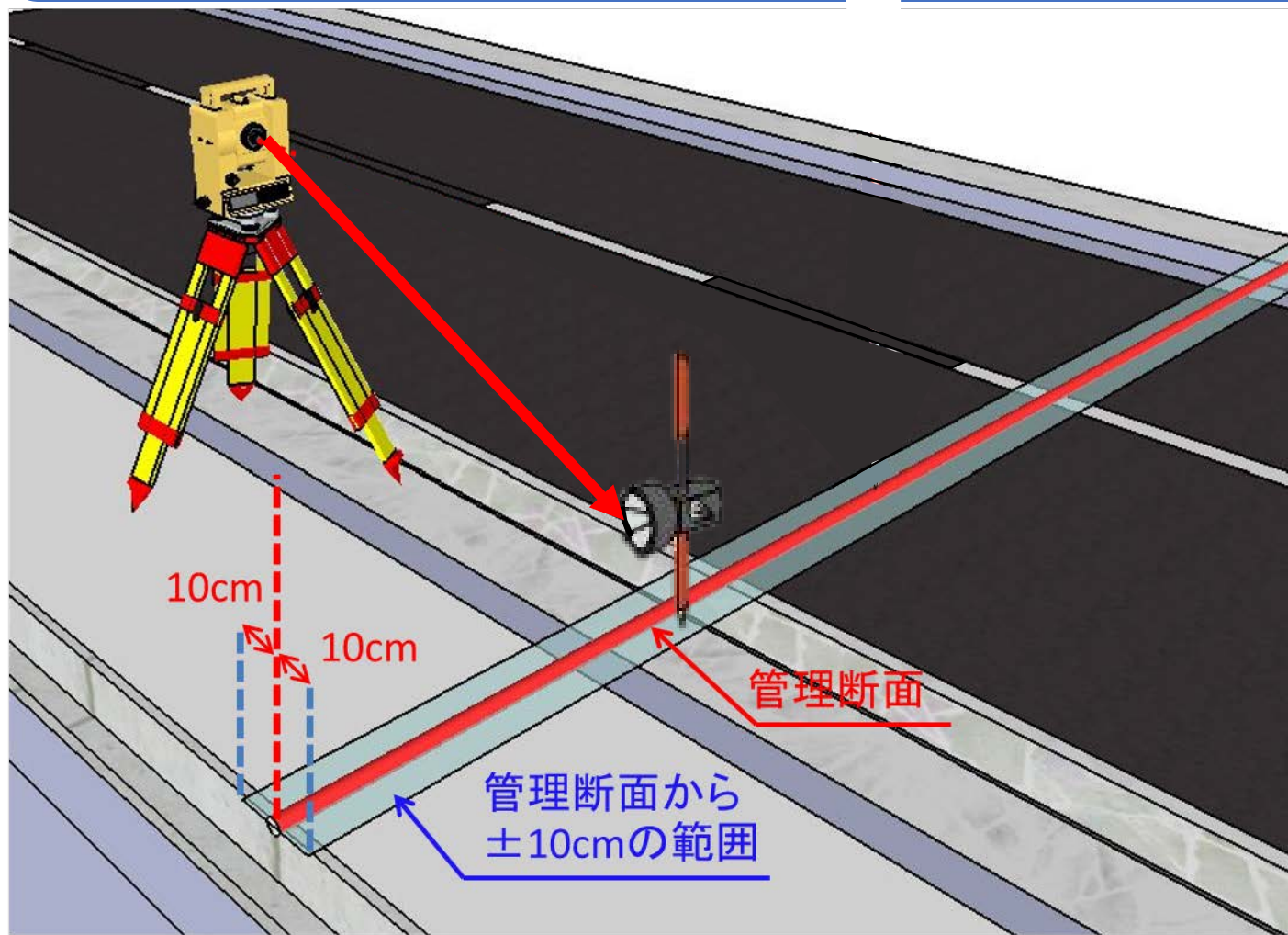
### 出来形評価

測定項目	基準高 HS			基準高 HB		
	規格値	±00	mm	規格値	±00	mm
社内規格値	±04		mm	±04		mm
測点又は区別	設計値	実測値	差	設計値	実測値	差
HS78	3.820	3.836	+0	3.720	3.741	+0.10
HS79	4.028	4.031	+0	4.210	4.210	+0
HS79	4.828	4.825	-0	4.728	4.724	-0
HS79	4.887	4.887	0	5.187	5.189	+0
HS79	2.878	2.878	-0	2.778	2.772	-0
HS79	0.020	0.020	+0	0.020	0.020	+0

出来形管理帳票

TS等光波方式を用いた出来形管理は、トータルステーションなどの光波方式の計測機器を用いて、計測した座標値により従来の出来形管理項目を算出することで出来形管理を行うものである。関連する要領は、下記のとおりである。

- ・ TS等光波方式を用いた出来形管理要領（舗装工事編）（案）
- ・ TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（舗装工事編）（案）



# ICT付帯構造物設置工（縁石・側溝工）

## 計測概要



側溝工の例（例）



管理測点

管理対象

設計値との差異

プリズムの位置

# ICT付帯構造物設置工（護岸工）

ICT付帯構造物設置工はICT土工の関連施工工種として実施することとする。

## ① 3次元起工測量

ICT土工と同じ

## ② 3次元設計データ作成

①で計測した測量データ等と、発注者が貸与する発注図データを用いて、3次元出来形管理を行うための3次元設計データを作成する。3次元設計データ作成はICT土工と合わせて行うが、ICT付帯構造物設置工の施工管理においては、3次元設計データとして、3次元座標を用いた線形データも活用できる。TIN形式でのデータ作成は必須としない。

■ICT活用工事（付帯構造物設置工）積算要領：3次元設計データの作成を必要とする場合に計上するものとし、必要額を適正に積み上げるものとする。

## ③ 該当無し (ICT建設機械による施工)

付帯構造物設置工においては、該当なし

## ④ 3次元出来形管理等の 施工管理

付帯構造物設置工の施工管理において、下記に示す方法により、出来形管理を実施する。

### (1) 出来形管理

下記1)2)の技術から選択(複数以上可)して、出来形管理を行うものとする。

#### 1)トータルステーション等光波方式を用いた出来形管理

#### 2)トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理

#### 3)その他の3次元計測技術を用いた出来形管理

なお、監督職員との協議の上で他の計測技術による出来形管理を行っても良い。

### (2) 出来形管理基準および規格値

出来形管理基準および規格値については、**現行の基準および規格値**を用いる。

### (3) 出来形管理帳票

**現行の出来形管理帳票、出来高整理資料を作成**する。また、出来形の3次元計測結果が計測(管理)すべき断面上あるいは測線上にあることを示す適用工種の3次元設計データあるいは平面図を提出することとする。

## ⑤ 3次元データの納品

3次元施工管理データを、工事完成図書として電子納品する。

## ICT活用工事の 実施方法

ICT土工における関連施工種とするため、ICT付帯構造物設置工単独での発注は行わない。



# ICT付帯構造物設置工（護岸工）

ICT活用工事の対象工事(発注工種)は工事種別(21種別)のうち、「一般土木工事」、「アスファルト舗装工事」、「セメント・コンクリート舗装工事」、「法面処理工事」、及び「維持修繕工事」原則とし、下記に該当する工事とする。

- ・コンクリートブロック工（コンクリートブロック積）  
（コンクリートブロック張）  
（連節ブロック張）  
（天端保護ブロック）
- ・緑化ブロック工
- ・石積（張）工
- ・基礎工（護岸）（現場打基礎）
- ・基礎工（護岸）（プレキャスト基礎）
- ・海岸コンクリートブロック工
- ・コンクリート被覆工
- ・護岸付属物工



護岸付属物工（横帯工）



コンクリートブロック工  
（コンクリートブロック張）



コンクリートブロック工  
（コンクリートブロック積）



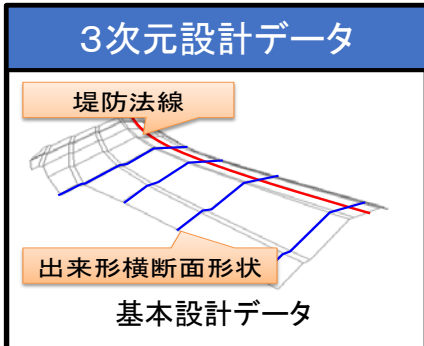
基礎工（護岸）  
（プレキャスト）

# ICT付帯構造物設置工（護岸工）

## 計測概要

TS等光波方式を用いた出来形管理は、トータルステーションなどの光波方式の計測機器を用いて、計測した座標値により従来の出来形管理項目を算出することで出来形管理を行うものである。関連する要領は、下記のとおりである。

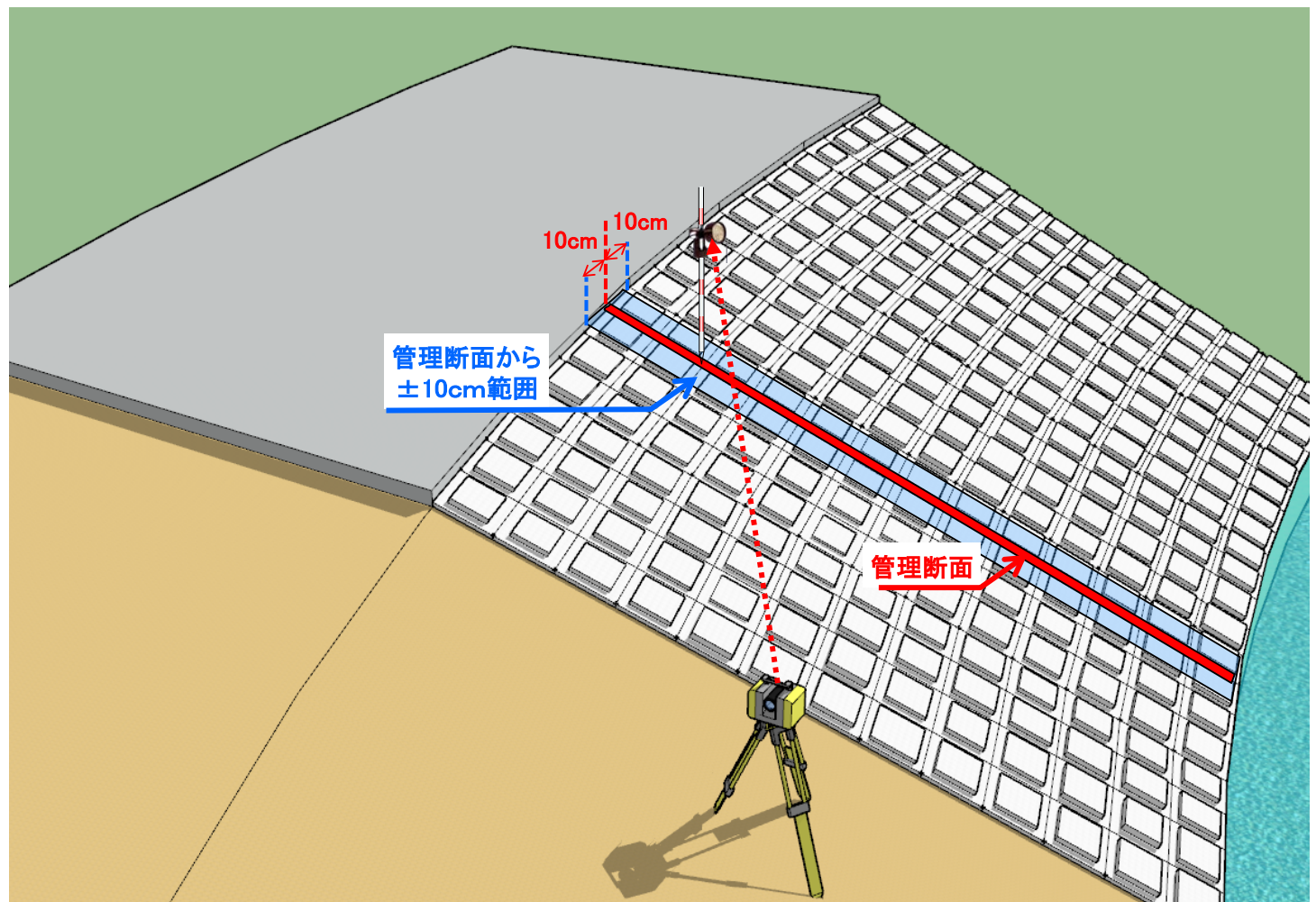
- ・ TS等光波方式を用いた出来形管理要領（護岸工編）（案）
- ・ TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領（護岸工編）（案）



### 出来形評価

測定項目	基準高 H5			法長 S1		
	設計値	実測値	差	設計値	実測値	差
規格値	-50	mm		-50	mm	
社内規格値	-40	mm		-40	mm	
測点又は区別	設計値	実測値	差	設計値	実測値	差
NO.36	9.445	9.440	-5	4.079	4.079	0
NO.37	9.487	9.489	+2	4.113	4.113	0
NO.38	9.489	9.498	+9	4.114	4.114	0
NO.39	9.510	9.519	+9	4.103	4.103	0
NO.40	9.591	9.547	-44	4.097	4.097	0
NO.41	9.592	9.590	-2	3.971	3.971	0

出来形管理帳票



# ICT付帯構造物設置工（護岸工）



護岸基礎工（例）

Management Point List:

- NO.36 (Management Point)
- 全管理点 (All Management Points)
- L1n4 (Management Target)  
H = 9.467  
-0.004 (Difference from Design Value)

Diagram Labels:

- 管理測点 (Management Point)
- 管理対象 (Management Target)
- 設計値との差異 (Difference from Design Value)
- プリズムの位置 (Prism Position)

Bottom Bar:

- 詳細 (Details)
- 削除 (Delete)
- 形状選択 (Shape Selection)

## ■ ICT法面工（吹付工）の実施方法

ICT法面工（吹付工）はICT土工の関連施工工種として実施することとする。

ICT土工の関連施工工種とするため、**ICT法面工（吹付工）単独では実施できない。**

## ■ ICT法面工（吹付工）対象工種

ICT活用工事の対象は、工事工種体系ツリーにおける下記の工種

植生工：（種子吹付工）

（張芝）

（筋芝）

（市松芝）

（植生シート）

（植生マット）

（植生筋）

（人工張芝）

（植生穴）

植生工：（植生基材吹付）

（客土吹付）

吹付工：（コンクリート吹付）

（モルタル吹付）

ICT活用工事  
（法面工（吹付工））実施要領  
P.4 2. ICT活用工事の実施方法

3次元計測技術を用いた出来形計測の監督・検査要領（案）  
P.2 1) 適用工種の確認

編	章	節	工種	対象とする出来形測定項目	対象外の出来形測定項目
共通編	一般施工	法面工	植生工 吹付工 （コンクリート） （モルタル）	法長 延長	厚さ

## ■ ICT法面工（吹付工）の計測技術

3次元計測技術のうち、ICT法面工（吹付工）では以下の計測技術を対象とする。

- ・ TS
- ・ ノンプリズム方式TS
- ・ RTK-GNSS
- ・ 地上型スキャナー
- ・ 地上移動体搭載型レーザースキャナー

3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)  
P.2 2) 計測技術



TS・ノンプリズム方式TS



RTK-GNSS



地上型レーザースキャナ



地上移動体搭載型レーザースキャナ



空中写真測量/  
無人航空機搭載型レーザースキャナ



施工履歴データ



音響測深器

# ICT法面工（吹付工）

## ■ ICT法面工（吹付工）の計測方法

「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」において、法長、延長の出来形を対象に、所定の性能を有する3次元計測技術を用いて計測した3次元座標データから以下の方法により出来形の計測値を算出する。なお、3次元座標データをもとに算出した数値では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

### ① 出来形の計測値を算出に用いる3次元座標データの取得方法

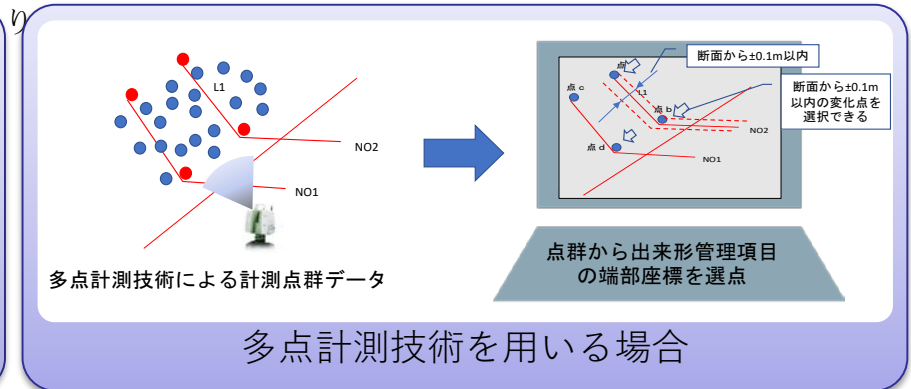
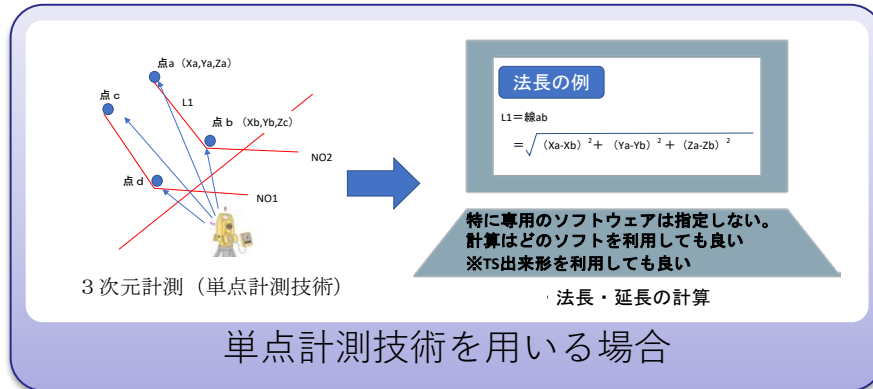
#### a) 単点計測技術を用いる場合

管理対象として計測する断面あるいは側線上において、計測項目の端部等の3次元座標を計測し、座標値を取得する。

#### b) 多点計測技術を用いる場合

多点計測技術で取得した計測点群から、計測する断面あるいは測線の±10cmの範囲内にある取得点群より任意に3次元座標を選択し、座標値を取得する。

※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幅や長さ、延長を構成する端部に



### ② 法長の算出方法

計測すべき断面上の法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。法長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを法長とする。

### ③ 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。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

# ICT法面工（吹付工）

## ■ 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及び規格値(案)」に定められたものとする。

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及び規格値(案)」で定められたものとする。また、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」で計測方法が定められている項目（コア抜きによる厚さ計測等）は本要領の対象外とする。

単位：mm

編	章	節	条	枝番	工 種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所	備 考								
3	2	3	6		吹付工 (コンクリート) (モルタル)	法長 $\epsilon$	$\epsilon < 3\text{m}$	-50	施工延長 40mにつき1箇所、40m以下のものは1施工箇所につき2箇所。 200㎡につき1箇所以上、200㎡以下は2箇所をせん孔により測定。									
							$\epsilon \geq 3\text{m}$	-100										
						厚さ $t$	$t < 5\text{cm}$	-10										
							$t \geq 5\text{cm}$	-20										
						但し、吹付面に凹凸がある場合の最小吹付厚は、設計厚の50%以上とし、平均厚は設計厚以上。						延長 L	-200	1施工箇所毎				
						3	2	3				7	1	植生工 (種子散布工) (張芝工) (筋芝工) (市松芝工) (植生シート工) (植生マット工) (植生籠工) (人工張芝工) (植生穴工)	切土 法長 $\epsilon$	$\epsilon < 5\text{m}$	-200	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。
$\epsilon \geq 5\text{m}$	法長の-4%																	
盛土 法長 $\epsilon$	$\epsilon < 5\text{m}$	-100																
	$\epsilon \geq 5\text{m}$	法長の-2%																
但し、吹付面に凹凸がある場合の最小吹付厚は、設計厚の50%以上とし、平均厚は設計厚以上。									延長 L	-200	1施工箇所毎							
3	2	3	7	2	植生工 (植生基材吹付工) (客土吹付工)				法長 $\epsilon$	$\epsilon < 5\text{m}$	-200				施工延長 40mにつき1箇所、40m以下のものは1施工箇所につき2箇所。 施工面積 200㎡につき1箇所、面積 200㎡以下のものは、1施工箇所につき2箇所。 検査孔により測定。			
						$\epsilon \geq 5\text{m}$	法長の-4%											
						厚さ $t$	$t < 5\text{cm}$	-10										
							$t \geq 5\text{cm}$	-20										
						但し、吹付面に凹凸がある場合の最小吹付厚は、設計厚の50%以上とし、平均厚は設計厚以上。						延長 L	-200	1施工箇所毎				

## ■ 品質管理及び写真管理基準(案)

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及び規格値(案)」に定められたものとする。

本要領に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1) 写真管理項目（撮影項目、撮影頻度〔時期〕、提出頻度）

出来形の写真管理項目は、「写真管理基準(案)」による。

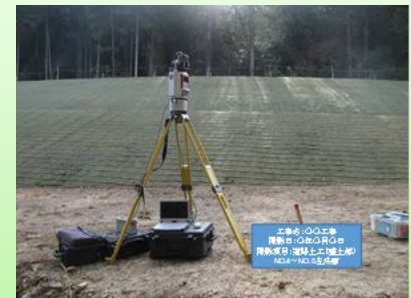
2) 撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるよう被写体とともに写しこむものとする。

① 工事名

② 工種等

③ 出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）




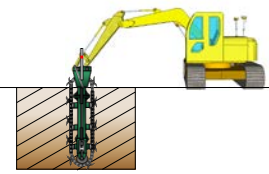

# ICT地盤改良工（安定処理・中層安定処理）

## ■ ICT地盤改良工の対象工法

- ・適用工種は表層安定処理と路床安定処理（表層安定処理等とよぶ）および中層混合処理
- ・適用工法は、上記工種のバックホウをベースマシンとするもので、施工履歴データを記録できるもの。
- ・ただし、要領（案）で求める機能をICT地盤改良機械が有しており、かつ要領（案）に記載の精度確認試験で所要の精度を満足する場合は、要領（案）を適用可能

### 適用対象工法

### 適用工種区分

適用対象工種・工法	概要図	施工方法	改良材	改良深度
<b>表層安定処理等</b> （施工履歴データで改良範囲を記録できるもの）		改良材を必要量均等に散布し、攪拌装置を用いて所定の改良深度まで掘り起こし、改良材と原地盤の攪拌混合を行う。	粉体	最大 2m程度
<b>固結工 （中層混合処理）</b> トレンチャ式混合 （施工履歴データで改良範囲を記録できるもの）		改良材を吐出しながらトレンチャ式攪拌装置を鉛直方向に回転させ、攪拌装置を所定の深度まで貫入させる。その状態で攪拌装置を平面方向に動かし全面を改良する。	粉体 スラリー	最大 13m程度
<b>固結工 （中層混合処理）</b> ロータリー式混合 （施工履歴データで改良範囲を記録できるもの）		改良材を吐出しながら攪拌翼を縦方向または横方向に回転させ、攪拌装置を所定の深度まで貫入させた後引き抜く。この動作を繰り返して全面を改良する。	スラリー	最大 13m程度

編 章 節			工 種
共通編	一般 施工	地盤 改良工	路床安定処理工
			固結工 （中層混合処理）
河川編	築堤・ 護岸	地盤 改良工	表層安定処理工
			固結工 （中層混合処理）
河川 海岸編	樋門・ 樋管	地盤 改良工	固結工 （中層混合処理）
			表層安定処理工
砂防編	堤防・ 護岸	地盤 改良工	固結工 （中層混合処理）
			固結工 （中層混合処理）
道路編	斜面 対策	地下 遮断工	固結工 （中層混合処理）
			路床安定処理工
	道路 改良	地盤 改良工	固結工 （中層混合処理）
	舗装	地盤 改良工	路床安定処理工



# ICT地盤改良工（安定処理・中層安定処理）

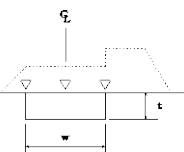
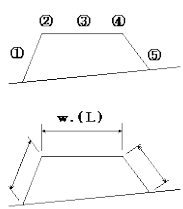
## ■ ICT地盤改良機械を用いた出来形管理方法

- ・全体改良範囲図を用いて、（実測は不要）
- ・基準高についてはこれまでどおり、TS等幅 $w$ 、延長 $L$ を確認によって計測・管理を行う。
- ・施工厚さ $t$ は全体改良範囲図で施工範囲全面が着色されていることをもって確認する。

## ■ 出来形管理基準及び規格値

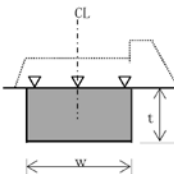
### 表層安定処理等

#### ・全体改良範囲図

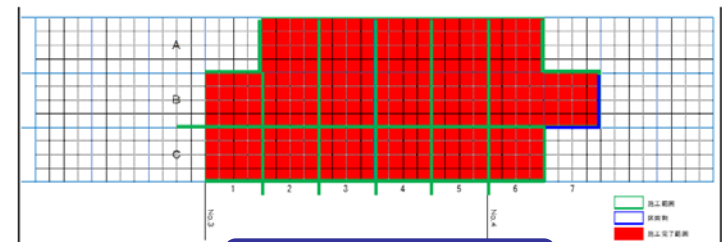
工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所	工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
路床安定処理工	基準高 $\nabla$	$\pm 50$	延長40m毎に1ヶ所の割で測定。基準高は、道路中心線及び端部で測定。厚さは中心線及び端部で測定。		表層安定処理工 (ICT施工の場合)	基準高 $\nabla$	特記仕様書に明示	施工延長10mにつき、1測点当たり5点以上測定。	
	施工厚さ $t$	-50	延長40m毎に1ヶ所の割で測定。基準高は、道路中心線及び端部で測定。厚さは中心線及び端部で測定。			法長 $l$	-500	「施工履歴データを用いた出来形管理要領（表層安定処理・中層地盤改良工事編）（案）」に記載の全体改良平面図を用いて天端幅 $w$ 、天端延長 $L$ を確認（実測は不要）	
	幅 $w$	-100	「施工履歴データを用いた出来形管理要領（表層安定処理等・中層地盤改良工事編）（案）」による管理の場合は、全体改良範囲図を用いて、施工厚さ $t$ 、天端幅 $w$ 、天端延長 $L$ を確認（実測は不要）。			天端幅 $w$	-300		
	延長 $L$	-200				天端延長 $L$	-500		

### 中層混合処理

#### ・全体改良範囲図

工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
固結工 (中層混合処理)	基準高 $\nabla$	設計値以上	1,000m <sup>3</sup> ～4,000m <sup>3</sup> につき1ヶ所、又は施工延長40m（測点間隔25mの場合は50m）につき1ヶ所。	
	施工厚さ $t$	設計値以上	1,000m <sup>3</sup> 以下、又は施工延長40m（50m）以下のものは1施工箇所につき2ヶ所。施工厚さは施工時の改良深度確認を出来形とする。	
	幅 $w$	設計値以上	「施工履歴データを用いた出来形管理要領（表層安定処理等・中層地盤改良工事編）（案）」による管理の場合は、全体改良範囲図を用いて、施工厚さ $t$ 、幅 $w$ 、延長 $L$ を確認（実測は不要）。	
	延長 $L$	設計値以上		

工事件名	〇〇〇〇〇〇築造工事	受注会社名	〇〇〇〇〇〇株式会社	工期	自 0000/00/00 至 0000/00/00
施工範囲			ICT地盤改良機械名		
No.3+0 ~ -No.4+8			〇〇〇〇〇工法		



全体改良範囲図

# ICT地盤改良工（安定処理・中層安定処理）

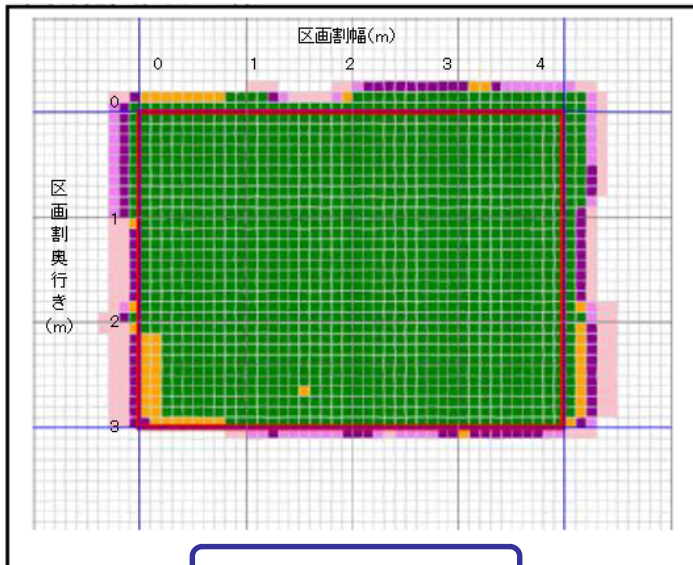
## 出来形管理資料

### 中層混合処理

- ・ 施工管理図 または 施工管理データグラフ

工事件名	〇〇〇〇築造工事	受注会社名	〇〇〇〇株式会社	工期	自 0000/00/00 至 0000/00/00
------	----------	-------	----------	----	------------------------------

- ・ 施工日
- ・ 施工開始・終了時刻
- ・ 区画割番号（全体改良範囲図で対応する位置が分かるもの）
- ・ ICT地盤改良機械名（地盤改良機械本体とICTの名称が別の場合、それぞれ記入）
- ・ 攪拌装置の寸法（幅・奥行き・深さ）
- ・ 区画割サイズ（幅・奥行き・深さ）
- ・ 施工箇所（STA.No等）
- ・ 区画割の改良土量
- ・ 改良厚（設計値）
- ・ 攪拌時間
- ・ 区画割ごとの累積改良材注入量（施工管理値）
- ・ 区画割ごとの累積攪拌回数またはチェーン累積移動距離（施工管理値）



施工管理図

## 中層混合処理写真基準

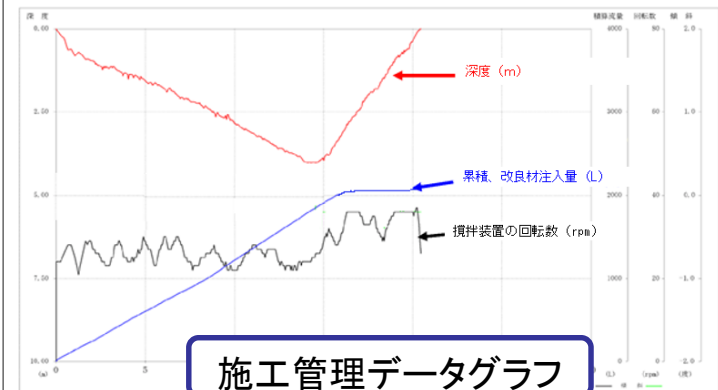
工事写真の撮影管理項目は、「写真管理基準(案)」によるが、全体改良範囲図に加えて施工管理図または施工管理データグラフを提出する場合は、出来形管理に関わる写真管理を省略できる。

【省略できる出来形管理に関わる写真管理項目の例】

- ① 施工前の区画割の現地へのマーキング状況の写真
  - ② 施工基面への攪拌装置の0セット時の写真
  - ③ 残尺計測状況写真
  - ④ 区画割ごとの出来形写真(改良位置, 改良厚, 改良幅, 改良延長について)
- ※「写真管理基準(案)」が改定前のため平成31年度時点では省略は行わない。（改定後省略可）

工事件名	〇〇〇〇築造工事	受注会社名	〇〇〇〇株式会社	工期	自 0000/00/00 至 0000/00/00
------	----------	-------	----------	----	------------------------------

区画割番号：A-24  
累積改良材注入量：2591L  
累積攪拌回数：10400回



施工管理データグラフ

# ICT舗装工の計測効率の改善

## ○ 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（舗装工事編）

1. T L S直下の点群抜けを許容する旨、出来形管理要領へ追記。
  - ・地上型レーザースキャナー（T L S）により舗装面等を計測する場合、機器直下部の半径数mにおいて点群が取得できないため、盛り替え回数が増加し生産性向上の阻害要因となっていた。
  - ・舗装工の施工手法から、機器直下部分のみ施工精度が悪化することはない。
- ・改定の効果：**最大で従来より2倍の効率でT L S出来形計測が可能となる。**

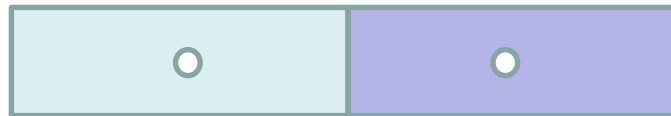
実際のスキャンイメージ



改定前のスキャン例



改定後のスキャン例

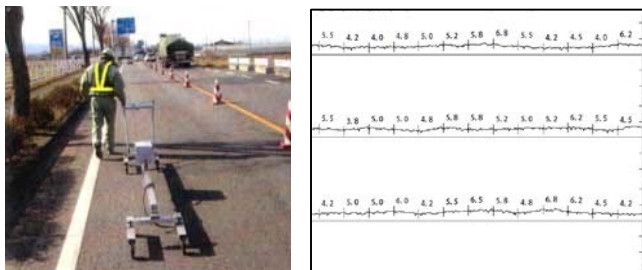


□ : TLS計測範囲 ○ : TLS直下点群欠測

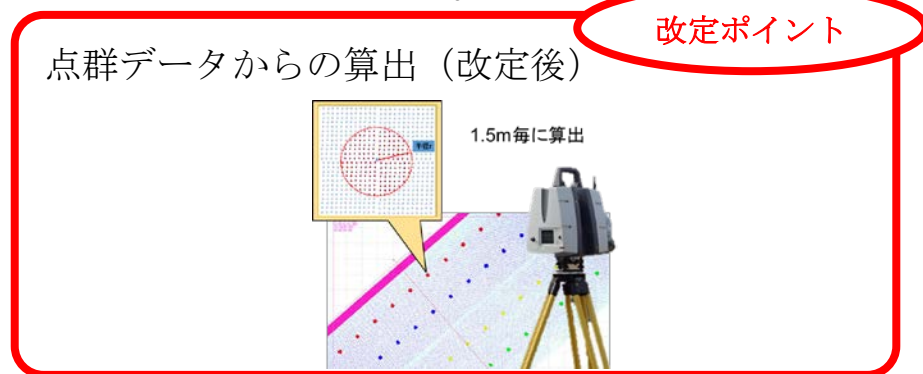
2. **T L S等により得られる点群データから計算により $\sigma$ を算出する**方法を選択できる旨、出来形管理要領に追記。

- ・「出来形管理基準及び規格値（案）」における舗装表層の平坦性指標（ $\sigma$ ）を計測するためには、3mプロフィールメーターを曳いて路面上を歩行する必要があった。

プロフィールメータによる計測（改定前）



点群データからの算出（改定後）



# 3-1 ICT舗装工の計測効率の改善

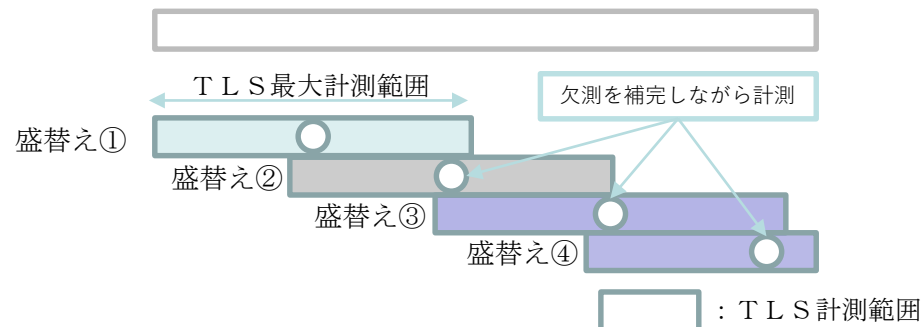
## 地上型レーザースキャナー直下欠測の許容

改定効果：T L S直下の欠測を補完するため、計測回数を増やして欠測部分を補完していたが、欠測が許容される事により、T L Sの最大距離で計測が可能となり、従来より最大二倍の効率で、T L S出来形計測が可能となる。

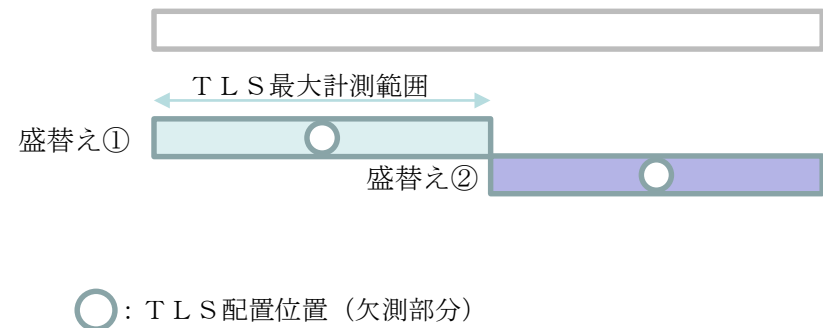
### - 前年度計測イメージ -

改定前は最大計測距離の半径毎に盛替えを行い、T L S直下点群欠測部分を補完する必要があった。改定後は最大計測距離の直径毎に盛替えが可能となり、計測範囲が拡大された。

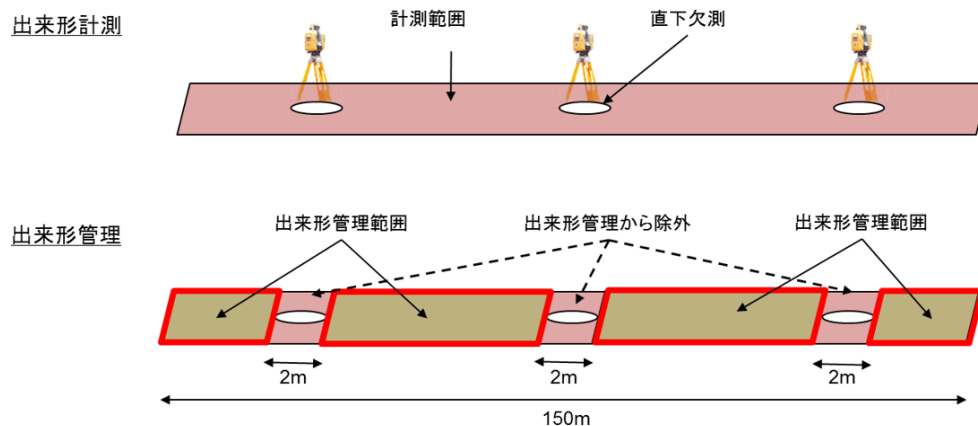
#### 改定前のスキャン例



#### 改定後のスキャン例



#### 欠測部における除外範囲



欠測部を含む一定範囲を除外しても良いが、設計面に対する除外範囲の割合が**10%を超えないものとする。**

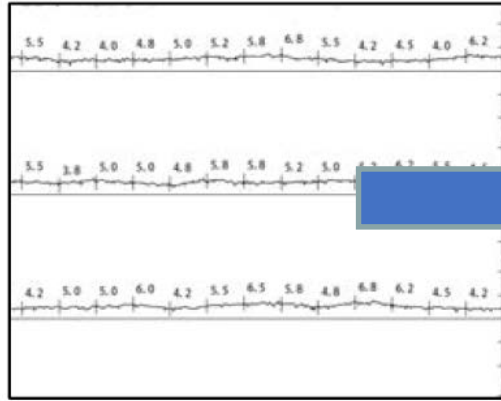
除外割合の算出方法：

$$\text{延長 } 150 \text{ m の場合} \\ (2 \text{ m} + 2 \text{ m} + 2 \text{ m}) \div 150 \text{ m} = 4 \%$$

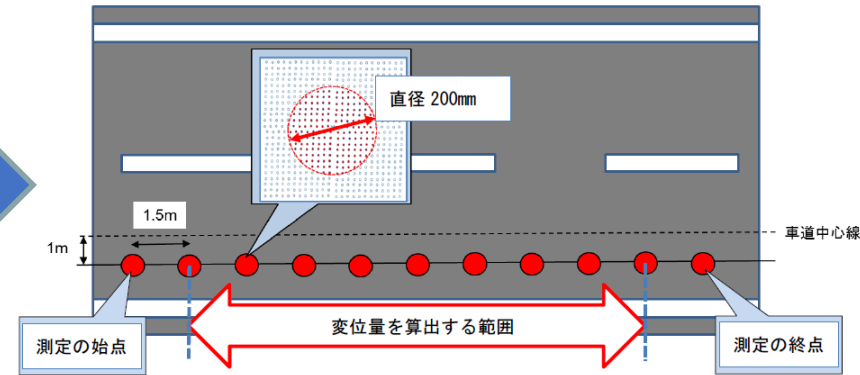
# 3-1 ICT舗装工の計測効率の改善

## 計測点群データを利用した平坦性の算出

### 従来手法における平坦性の計測



### 計測点群データを利用した平坦性の算出



平坦性管理

平坦性管理						
工事名 ○○舗装工事						
測定開始点 No○○						
測定終了点 No○○						
倒線距離 ○○m						
シート番号 1/1						
測定日 ○○年○○月○○日						
測定No	測定点座標(m)			標高値(m)	変位量(mm)	変位量の2乗(mm <sup>2</sup> )
	x	y	z			
始点	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
1	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
2	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
3	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
4	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
5	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
6	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
7	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
8	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
9	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
10	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
11	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
12	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
13	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
終点	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○	○○○○○
データ数	13			計	○○○	○○○
平坦性(mm)	○○○					
備考						
○○○						

点群から算出した場合の平坦性管理表 作成例

参考資料 計測点群データを用いた平坦性算出

従来法の3mプロフィールメーターなどでの測定方法を踏襲し、計測点群データにおいて車道中心線から1m離れた計測ライン上にて、始点より延長1.5m毎の箇所を中心として直径200mmの円形範囲内に入る点群を選択し、選択された点群の平均標高を当該箇所の標高値とする。計測ライン上で得られた延長1.5m毎の標高値を用いて以下の式により平坦性 $\sigma$ を算出できる。

$$\sigma = \sqrt{\left\{ \sum x^2 - (\sum x)^2 / n \right\} / (n-1)}$$

$\sigma$  : 平坦性

$x$  : 変位量 (k番目の標高値に対するk-1番目とk+1番目の標高値の平均値との差分)

$n$  : 変位量データ数

# ICT土工・舗装工の計測技術の拡張

## モバイルマッピングシステムの活用

### <追記事項>

- 地上移動体搭載型レーザースキャナの技術として、モバイルマッピングシステム(MMS)を追記
- GNSSとIMUの組み合わせ**における精度確認手法を明確にした

### <対象要領>

- 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の監督・検査要領(土工編)(案)
- 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要領(土工編)(案)
- 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の監督・検査要領(舗装工編)(案)
- 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要領(舗装工編)(案)

## - 要領(案)記載内容 -

### 用語の解説

#### 【モバイル・マッピング・システム(MMS)】

MMSは、車両にGNSSアンテナ、レーザースキャナー、カメラなどの機器を搭載し、走行しながら道路や周辺の3次元座標データと画像データを取得できる車載型計測システムです。公共測量作業規程の準則では車載写真レーザー測量と規定されています。

### 主要機器の構成およびシステム概要

①主要機器の構成	
GNSS	高精度のGNSSアンテナ、RTK方式、DGPS方式
レーザースキャナー	2D/3D方式、スキャン範囲が広い方式
カメラ	高画質、広視野角、夜間撮影可能な方式
計算機	高性能のコンピュータ、大容量ストレージ
ソフトウェア	点雲処理、画像処理、GIS連携のソフトウェア
その他	GNSSアンテナ、レーザースキャナー、カメラ、計算機、ソフトウェアの接続ケーブル、電源ケーブル、冷却ファン、GPSアンテナ、GNSSアンテナ、GNSSアンテナ、GNSSアンテナ

### 計測手順と留意事項



### 精度確認試験概要・条件(例)

精度確認試験結果報告書

<p>①試験概要</p> <p>試験目的: 車載型モバイルマッピングシステムの精度確認</p> <p>試験項目: 点雲データの精度、画像データの精度</p> <p>試験方法: 標準的な道路を走行し、点雲データと画像データを取得する</p>		<p>②試験条件</p> <p>試験場所: 標準的な道路</p> <p>試験時間: 1時間</p> <p>試験速度: 30km/h</p> <p>試験回数: 5回</p>	<p>③試験結果</p> <p>点雲データの精度: ±2cm</p> <p>画像データの精度: ±1cm</p> <p>試験結果の概要: 試験結果は良好であり、精度確認に合格した</p>
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	---------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------

# 3次元出来形管理の要件緩和

## ICT土工

「受注者は、河川・海岸・砂防・道路土工の出来形管理については、面管理で行うこととするが、出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合は、監督職員との協議の上、1)～8)を適用することなく、管理断面による出来形管理を行ってもよい。ただし、完成検査直前の工事竣工段階の地形について面管理に準じた出来形計測を行い、⑤によって納品するものとする。

「i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」の実施について」別紙－4「ICT活用工事(土工)実施要領」

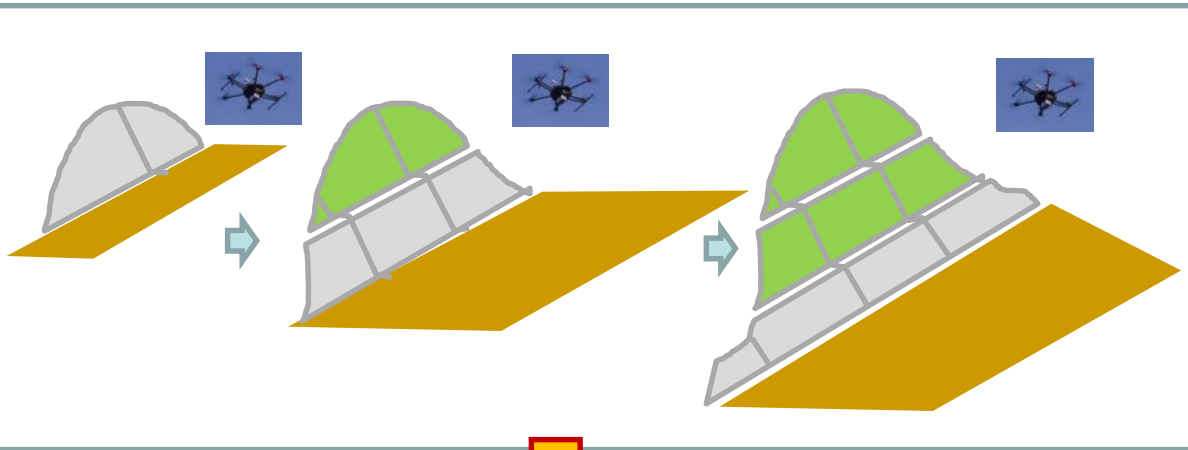
## ICT舗装工

「なお表層については、面管理を実施するものとするが、出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合は、監督職員との協議の上、1)～5)を適用することなく、従来手法（出来形管理基準上で当該基準に基づく管理項目）での出来形管理を行ってもよい。ただし、完成検査直前の工事竣工段階の地形について面管理に準じた出来形計測を行い、⑤によって納品するものとする。表層以外については、従来手法（出来形管理基準上で当該基準に基づく管理項目）での管理を実施してもよい。」

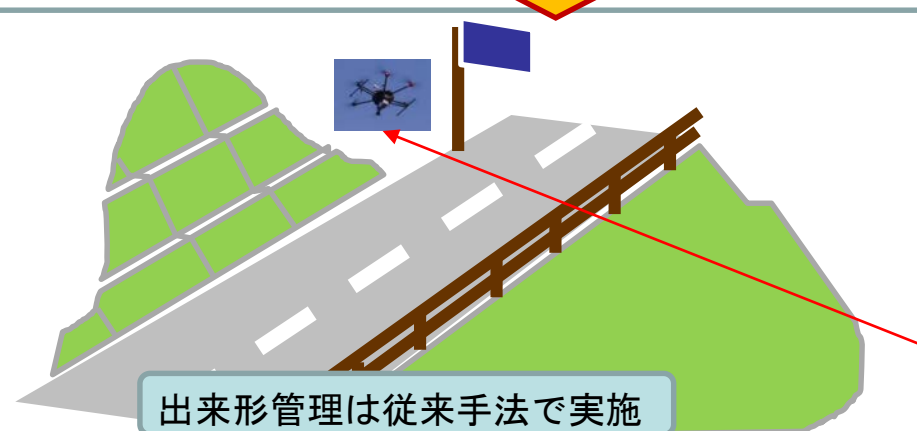
「i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」の実施について」別紙－7「ICT活用工事(舗装工)実施要領」

# 3次元出来形管理の要件緩和

- 3次元出来形管理については、一度に広範囲の計測を短時間に実施することに生産性向上の面から優位性があるが、段取り次第では、3次元か従来手法かによらず、出来形管理を小ロットで行わざるを得ず、3次元出来形管理の優位性が発揮できない状況があった。
- このような場合、従前は3次元出来形管理が必須要件であったがために、優位性が無い状況においても実施無ければならなかったが、竣工直前の出来形計測(つまり出来形管理には用いない)を3次元計測で行い納品することを明示的に選択できることとした。



例) 斜面を切り下げながら、法面処理を行う場合、掘削後すぐに法枠、あるいは植生等の施工に入ることから、1段ごとに面管理を行わざるを得なくなる。このような場合で、**従来のTS出来形管理**の方が**時間的にも優位性**がある場合が考えられる。



出来形管理は従来手法で実施

一方、i-Constructionの理念として、3次元データの流通により、工事という単一プロセスの効率化だけでなく、建設生産プロセス全体の効率化があり、竣工直前の3次元(出来形)計測結果を残すことそのものの優位性はある。

竣工直前の3次元出来形計測を行い、納品する。  
(3次元出来形管理は免除)



# まとめ

# 基準類について

## 基準類を読みみたいとき



Google

国土交通省 ICT施工

すべて ニュース 画像 地図 動画 もっと見る 設定 ツール

約 428,000 件 (0.42 秒)

**建設施工・建設機械：ICTの全面的な活用 - 国土交通省**  
[www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei\\_constplan\\_tk\\_000031](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031) ▼  
 今後、我が国において生産年齢人口が減少することが予想されている中、建設分野において、生産性向上は避けられない課題です。国土交通省においては、建設現場における生産性を向上させ、魅力ある建設現場を目指す新しい取組であるi-Constructionを...

他の人はこちらも検索

- ict施工 デメリット
- ict活用工事 施工計画書
- i-construction 国土交通省
- ict活用工事の手引き 中部地方整備局
- 建設 ict 課題
- 地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)

<sup>[PDF]</sup> ICT 土工 - 国土交通省 関東地方整備局  
[www.ktr.mlit.go.jp/ktr\\_content/content](http://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content) ▼  
 2016/03/03 - ICT活用工事（土工）の積算 ICT施工技術の活用促進 路体（築堤）盛土（15,000m<sup>3</sup>）の場合の試算 機械経費・労務費・その他経費 省力化による減 ICT建機の導入による増 ICT建機の普及による減 ICT建機の投資に目合う 積算基準を

[http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei\\_constplan\\_tk\\_000031.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html)

# 基準類について

## 基準類について疑問があるとき



Google 施工高度化研

すべて ニュース 地図 画像 ショッピング もっと見る 設定 ツール

約 5,700,000 件 (0.40 秒)

**社会資本施工高度化研究室 | HOME**  
[www.nilim.go.jp](http://www.nilim.go.jp) > lab > pfg ▼  
 社会資本施工高度化研究室のホームページ | 社会資本施工高度化研究室は社会資本整備における施工の高度化と生産性の向上を実現するため、建設生産プロセスへのICT（情報通信技術）の全面的な導入のための手法や基準等の研究を行っています。

**i-Construction ICT土工**  
 社会資本施工高度化研究室 > 研究分野 > i-Construction > ICT土工  
 ...

**ICT土工**  
 社会資本施工高度化研究室 > 研究分野 > i-Construction > ICT土工  
 ...

**i-Construction**  
 社会資本施工高度化研究室のホームページ | 社会資本施工高度化研究室は ...  
 ...

**研究者**  
 研究者. 社会資本施工高度化研究室の研究者と各担当領域をご紹介します  
 ...

**社会資本施工高度化研究室 | ...**  
 社会資本施工高度化研究室の「更新情報」を掲載しています。・研究成 ...

**ICT土工 Q&A集**  
 社会資本施工高度化研究室 > 研究分野 > i-Construction > ICT土工  
 ...

[nilim.go.jp](http://www.nilim.go.jp) からの検索結果 »

<http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/index.html>

問い合わせ: [nil-actd@mlit.go.jp](mailto:nil-actd@mlit.go.jp)

ご清聴ありがとうございました。