

i-Constructionの取り組み

中国地方建設技術開発交流会

国土交通省 国土技術政策総合研究所

国土技術政策総合研究所について



i-Construction

住宅・社会資本分野における唯一の国の研究機関として、
技術を原動力に、
現在そして将来にわたって
安全・安心で活力と魅力ある国土と社会の実現を目指しています。



横須賀庁舎



つくば(旭、立原庁舎)

1. i-Construction



ICTの全面的な活用 (ICT施工)

- 調査・測量、設計、施工、検査等のあらゆる建設生産プロセスにおいてICTを全面的に活用。
- 3次元データを活用するための15の新基準や積算基準を整備。
- 国の大規模土工は、発注者の指定でICTを活用。中小規模土工についても、受注者の希望でICT土工を実施可能。
- 全てのICT土工で、必要な費用の計上、工事成績評点で加点評価。

【建設現場におけるICT活用事例】

《3次元測量》



ドローン等を活用し、調査日数を削減

《3次元データ設計図》



3次元測量点群データと設計図面との差分から、施工量を自動算出

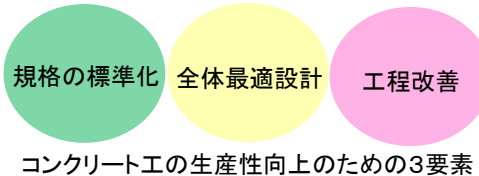
《ICT建機による施工》



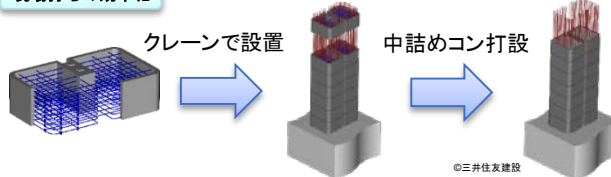
3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のICT化を実現。

全体最適の導入 (コンクリート工の規格の標準化等)

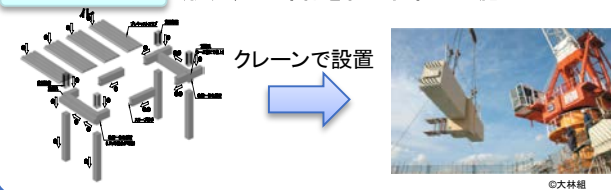
- 設計、発注、材料の調達、加工、組立等の一連の生産工程や、維持管理を含めたプロセス全体の最適化が図られるよう、**全体最適の考え方を導入**し、サプライチェーンの効率化、生産性向上を目指す。
- H28は機械式鉄筋定着および流動性を高めたコンクリートの活用についてガイドラインを策定。
- 部材の規格(サイズ等)の標準化により、プレキャスト製品やプレハブ鉄筋などの工場製作化を進め、コスト削減、生産性の向上を目指す。



現場打ちの効率化 (例) 鉄筋のプレハブ化、埋設型枠の活用

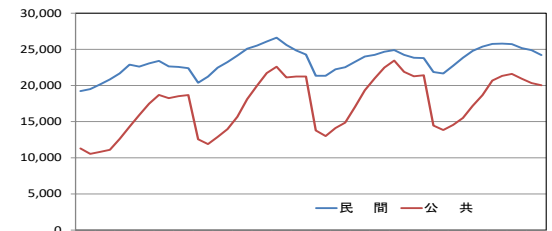


プレキャストの進 (例) 定型部材を組み合わせた施工

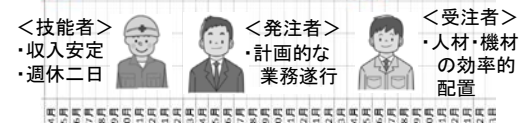
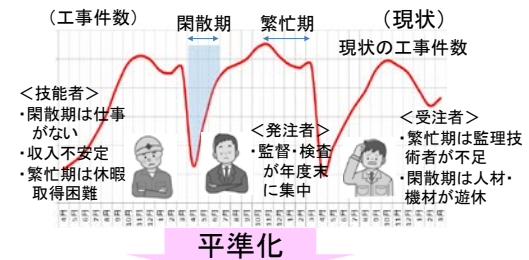


施工時期の平準化等

- 公共工事は第1四半期(4~6月)に工事量が少なく、偏りが激しい。
- 適正な工期を確保するための**2か年国債を設定**。H29当初予算において**ゼロ国債を初めて設定**。



出典:建設総合統計より算出



ICTの全面的な活用(ICT土工)

①ドローン等による3次元測量



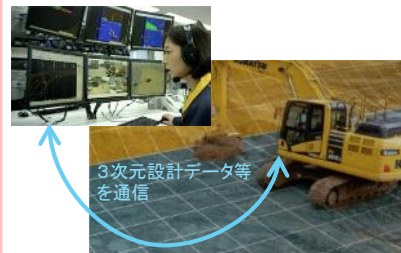
ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

②3次元測量データによる設計・施工計画



③ICT建設機械による施工

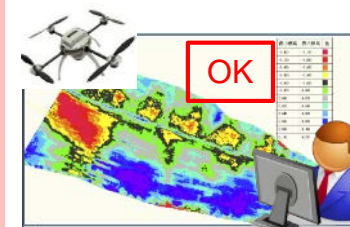
3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(*)を実施。



※IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

④検査の省力化

ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。



発注者

i-Construction

測量

設計・
施工計画

施工

検査

①

②

③

④

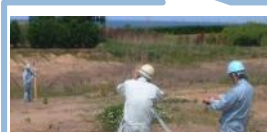
従来方法

測量

設計・
施工計画

施工

検査



測量の実施



設計図から施工土量を算出



設計図に合わせて丁張り設置



丁張りに合わせて施工



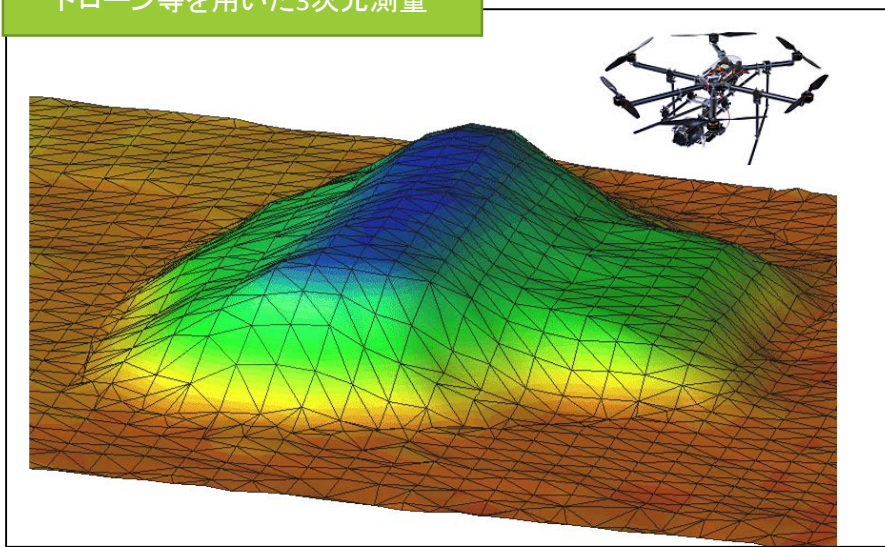
検測と施工を繰り返して整形



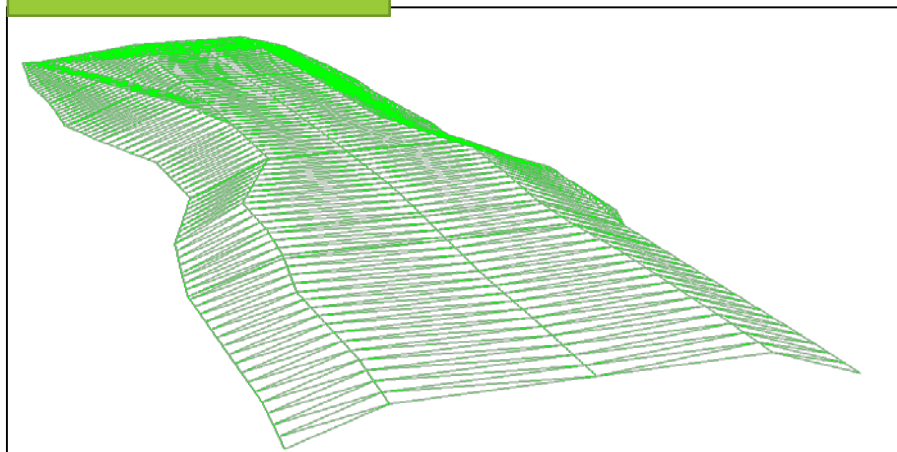
書類による検査

起工測量～出来形測量(概要)

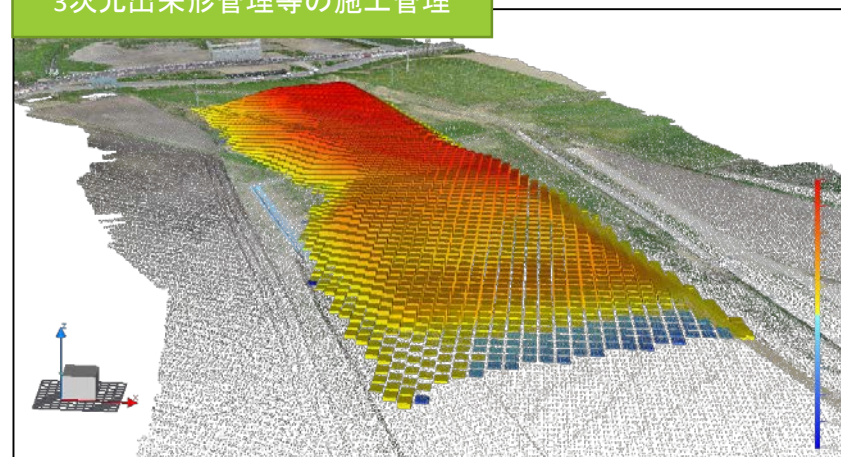
ドローン等を用いた3次元測量



3次元設計データ作成



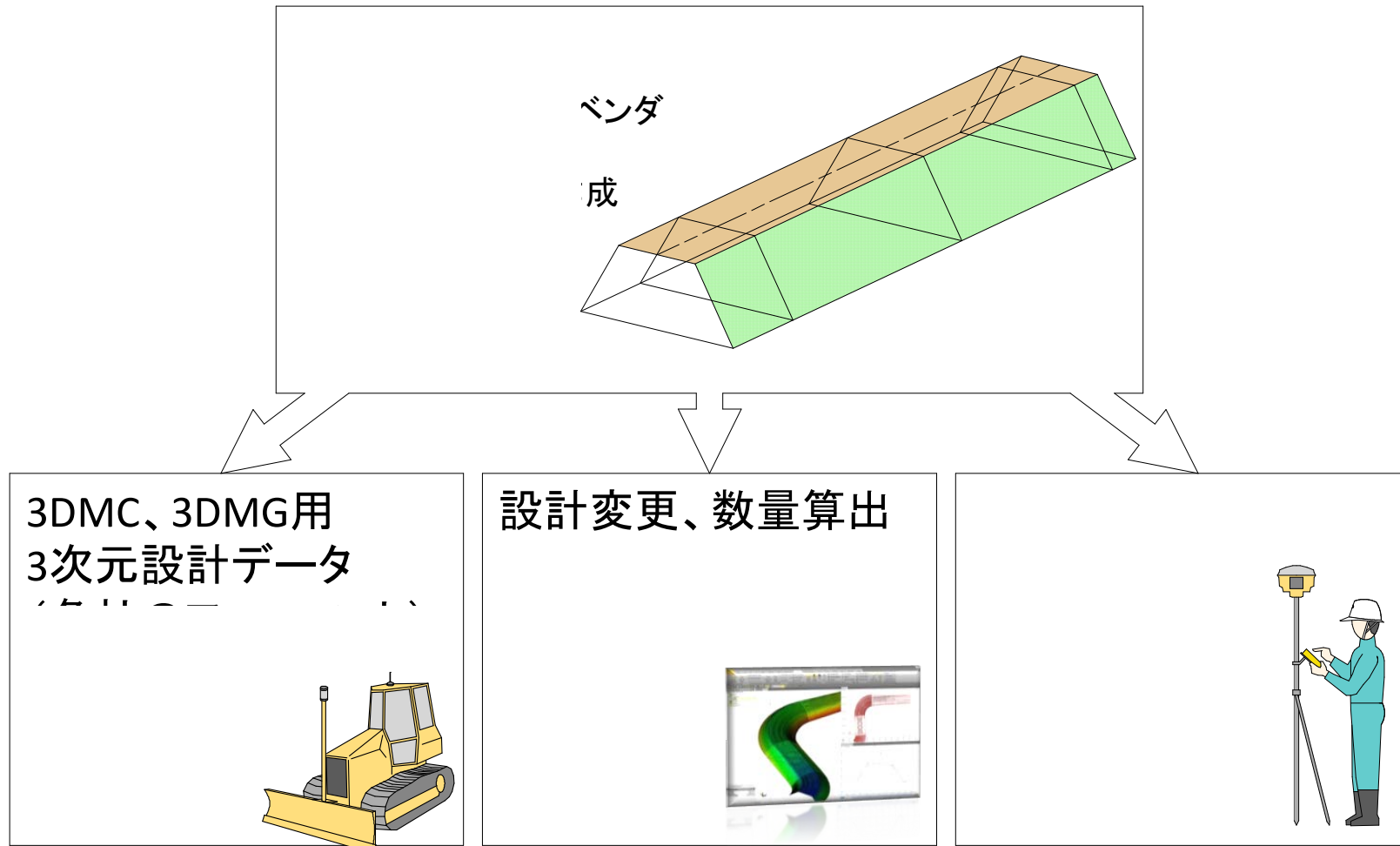
3次元出来形管理等の施工管理



↑
施工・出来形測量

事前の地形データが空中写真測量(UAV)等で計測されている場合は、空中写真測量(UAV)による出来形計測結果を用いて、出来形数量を算出

3次元データの利用用途



設計データを元に効率的な施工の実現

□ICT建機による施工

ICT建機のブルドーザやバックホウに施工用設計データを提供、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(誘導)されるので丁張りが不要



【ICT建機のブルドーザの液晶画面】
画面施工目標と自機の状態表示を行っている。
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)

平成28年6月7日撮影



【ICT建機のバックホウの液晶画面】
画面に施工目標と自機の状態表示を行っている。

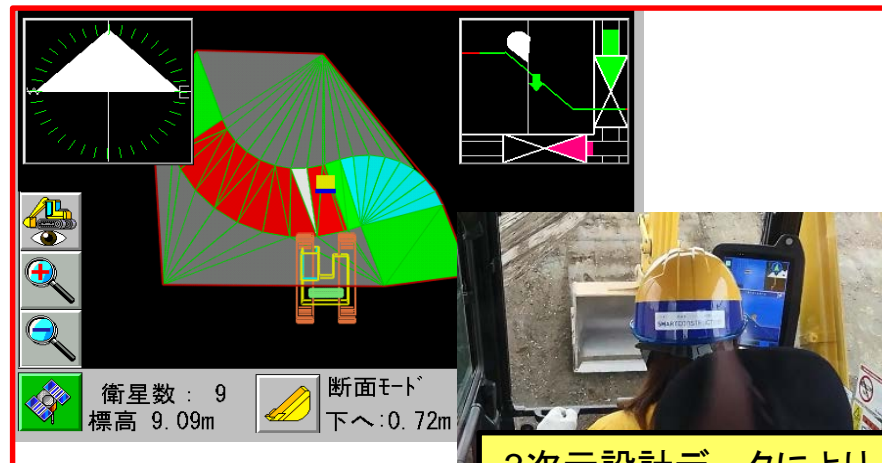
従前(丁張り必要)



丁張りが必要



ICT土工(丁張り不要)



3次元設計データにより
自動制御等が可能



- ICT土工の実施にあたり、ICT用の基準類を整備するとともに、発注時の総合評価や完成時の工事成績における加点評価等によりICT施工を促進
- 平成30年度においては、ICT土工については対象工事として発注した工事のうち、約6割の960件の工事でICT土工を実施し、**約3割の施工時間の短縮効果**を確認
- あわせて、**ICTに関する研修やベストプラクティスの共有**等により知見の蓄積や人材育成、モチベーションの向上等を促進

■ ICT施工の実施状況

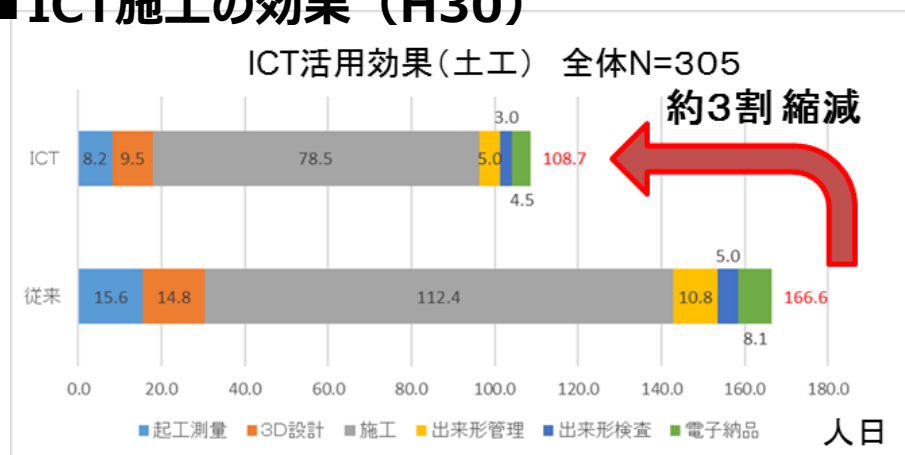
工種	平成28年度		平成29年度		平成30年度	
	公告工事	ICT実施	公告工事	ICT実施	公告工事	ICT実施
土工	1,625	584	1,952	815	1,675	960
舗装工	-	-	197	79	203	80
浚渫工	-	-	28	24	70	65

■ i-Constructionに関する研修

	H28年度	H29年度	H30年度
施工業者向け	281	356	348
発注者向け	363	373	472
合計※	644	729	820

※施工業者向けと発注者向けの重複箇所あり

■ ICT施工の効果 (H30)



■ ベストプラクティスの共有等

・i-Construction大賞(大臣表彰制度)の拡充



第2回表彰式(H31.1.21)開催

2. 貫徹に向けた取り組み

- 平成28年度の土工を皮切りに、主要工種から順次、ICT活用に向けた基準類を整備



H28	H29	H30	R1	R2以降
生産性革命元年	前進の年	深化の年	貫徹の年	
ICT土工				
	ICT舗装工 (H29アスファルト舗装・H30コンクリート舗装)			
	ICT浚渫工			
		ICT浚渫工 (河川)		
			ICT地盤改良工	
			ICT法面工	
			ICT付帯構造物設置工	
15基準 (新規9・改定6)	33基準 (新規15・改定18)	30基準 (新規13・改定17)	29基準 (新規14・改定15) 予定	

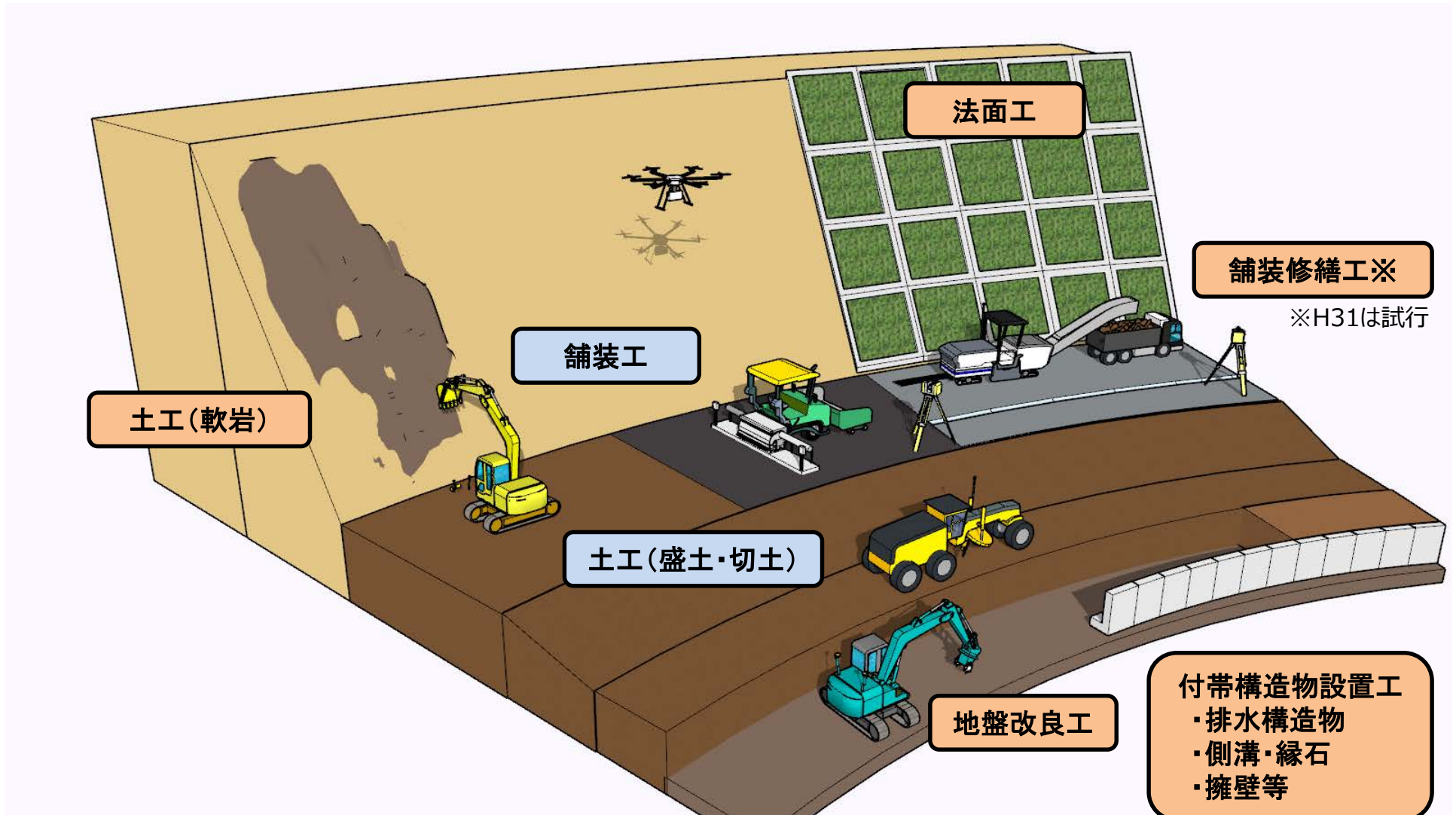
※測量分野については、平成30年度からICT活用拡大 (1基準を新規策定、1基準を改定)

※維持管理分野 (点検) については、平成30年度からICT活用拡大 (2基準を新規策定)


※建築分野 (官庁営繕) については、平成30年度からICT活用拡大 (1基準を新規策定、1基準を改定)


○ 工事現場で施工されるすべての工種にICTを活用し、生産性向上を図る取組を推進

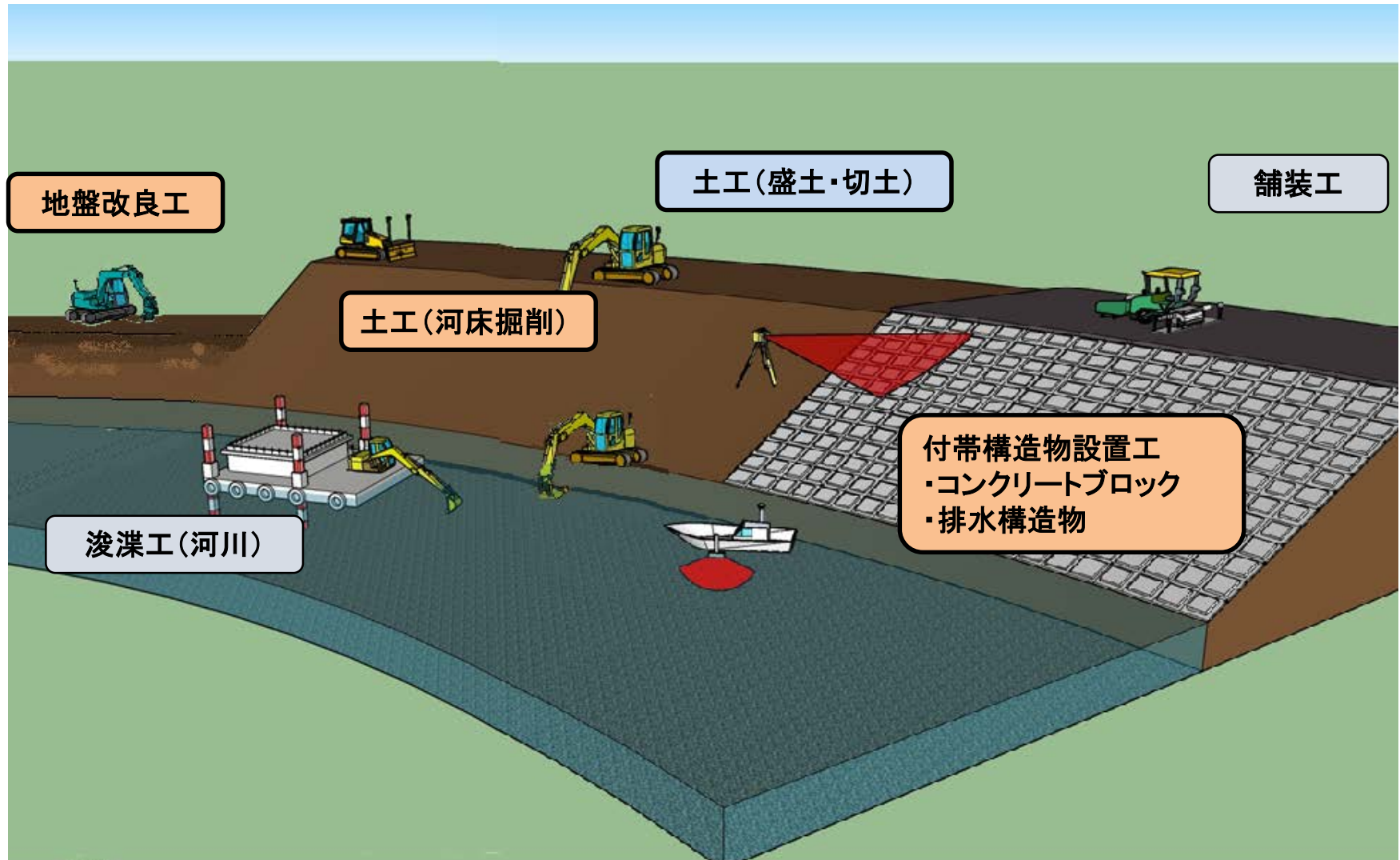
 : ICT導入済み
 : 今年度よりICT導入



○ 工事現場で施工されるすべての工種にICTを活用し、生産性向上を図る取組を推進

 : ICT導入済み

 : 来年度よりICT導入



- i-Constructionを一層促進し、平成31年の「貫徹」に向け、3次元データ等を活用した取組をリードする直轄事業を実施する事務所を決定。
- これにより、設計から維持管理までの先導的な3次元データの活用やICT等の新技術の導入を加速化。

① i-Constructionの取組を先導する「i-Constructionモデル事務所」 (全国10事務所)

- 調査・設計から維持管理までBIM/CIMを活用しつつ、3次元データの活用やICT等の新技術の導入を加速化させる『3次元情報活用モデル事業』を実施。
- 集中的かつ継続的に3次元データを利活用することで、事業の効率化を目指す。

② ICT-Full活用工事の実施や地域の取組をサポートを行う「i-Constructionサポート事務所」 (全国53事務所※)

- 国土交通省直轄事業において工事の大部分でICTを活用する『ICT-Full活用工事』の実施など、積極的な3次元データやICT等の新技術の活用を促進。
- 地方公共団体や地域企業のi-Constructionの取組をサポートする事務所として、i-Constructionの普及・拡大を図る。

※ モデル事務所を含む。

★ その他、全事務所において

- ICT土工をはじめとする建設分野におけるICTの活用拡大など、i-Constructionの原則実施を徹底し、国土交通省全体でi-Constructionの貫徹に向けた着実な取組を推進。

- 調査・設計から維持管理までBIM/CIMを活用しつつ、3次元データの活用やICT等の新技術の導入を加速化させる『3次元情報活用モデル事業』を実施
 - ➔ 継続的に3次元データを活用することで、業務プロセスの改善に取り組み、建設生産・管理システム全体の効率化に向けた不断の改善を図る



i-Constructionモデル事務所
事業全体を統合モデル管理

地形・地質モデル（調査、測量）

設計モデル（検討・調整）

施工モデル（属性付与）

VR等の最新機器の活用

現地確認（360°カメラ）

効果の検証、ノウハウの蓄積

モデル事務所	3次元情報活用モデル事業
小樽開発建設部	一般国道5号 倶知安余市道路
鳴瀬川総合開発工事事務所	鳴瀬川総合開発事業
信濃川河川事務所	大河津分水路改修事業
甲府河川国道事務所	新山梨環状道路
	甲府河川国道事務所
新丸山ダム工事事務所	新丸山ダム建設事業
豊岡河川国道事務所	円山川中郷遊水地整備事業（河川事業）
	北近畿豊岡自動車道 豊岡道路
岡山国道事務所	国道2号大樋橋西高架橋
松山河川国道事務所	松山外環状道路インター東線
立野ダム工事事務所	立野ダム本体建設事業
南部国道事務所	小祿道路

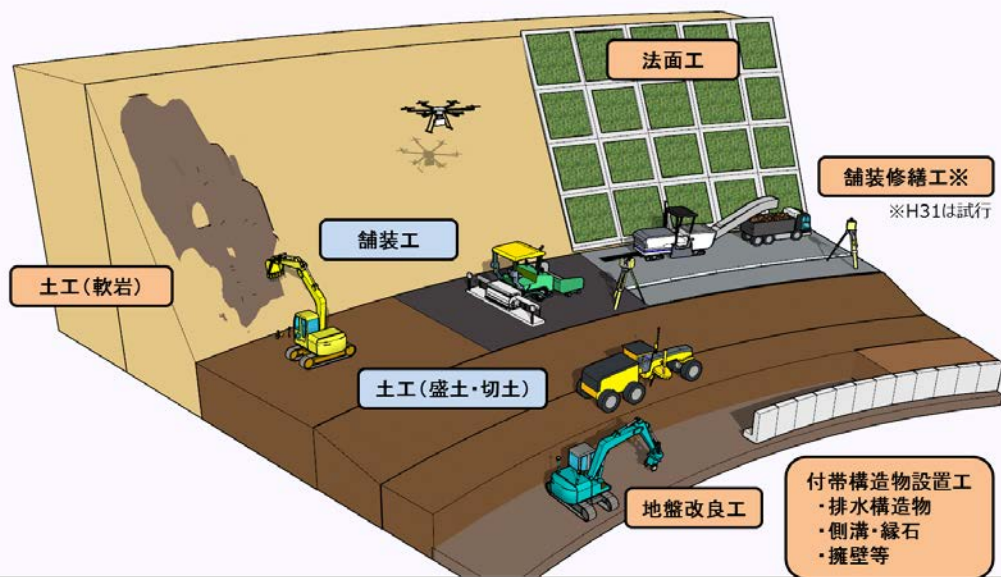
モデル事務所

サポート事務所
(モデル事務所を含む)

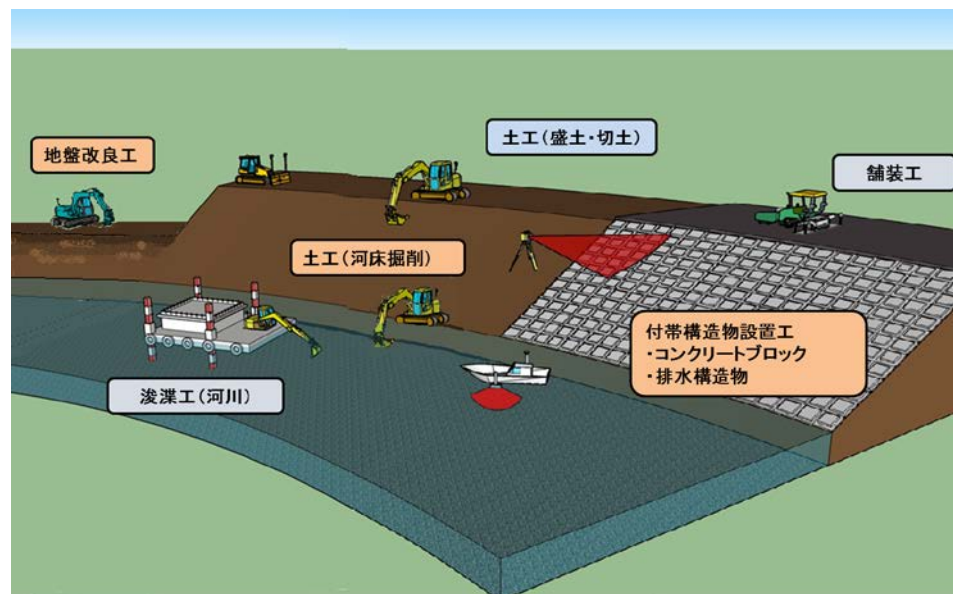


- 工事の大部分でICTを活用する『ICT-Full活用工事』を実施
 - ➔ 工事現場で施工される工種の大部分でICTを活用するため、工事全体の3D設計データを作成し、施工・出来形管理を3Dデータで実施
- 地方公共団体や地域企業のi-Constructionの取組をサポート

ICT-Full活用工事 ～道路改良工事の例～



ICT-Full活用工事 ～河川改修工事の例～




 : ICT導入済み

 : 来年度よりICT導入

ICT土工基準類の解説


国土交通省 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

①ドローン等による3次元測量




ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

②3次元測量データによる設計・施工計画



3次元測量データ(現況地形)と設計図面との差分から、施工量(切り土、盛り土量)を自動算出。

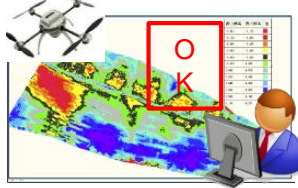
③ICT建設機械による施工



3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(*)を実施。

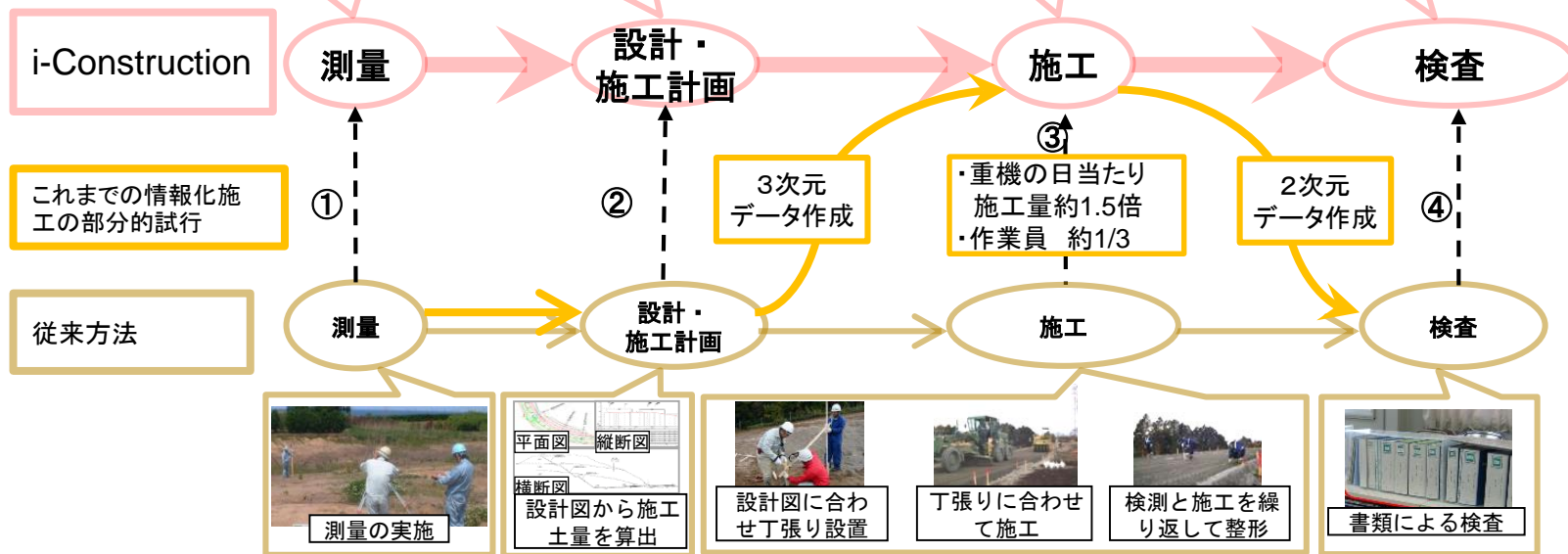
※IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

④検査の省力化



ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。

発注者



ICT活用工事(土工)とは

○施工プロセスの全ての段階(下記①～⑤)においてICT施工技術を全面的に活用する工事

施工プロセス	ICT施工技術
①3次元起工測量	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等光波方式を用いた起工測量 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
②3次元設計データ作成	
③ICT建設機械による施工	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 3) 3次元マシンガイダンスバックホウ機能をベースマシンに持つ地盤改良機
④3次元出来形管理等の施工管理	出来形管理:(3次元起工測量の1)～7)に同じ) 及び 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) その他の3次元計測技術を用いた出来形管理 品質管理:TS・GNSSを用いた締固め回数管理
⑤3次元データの納品・検査	

3次元起工測量



3次元設計データ作成



ICT建設機械による施工



3次元出来形管理等の施工管理

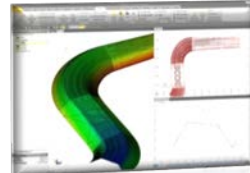


3次元データの納品と検査

UAV写真測量
レーザスキャナー等
を活用した
3D現況測量



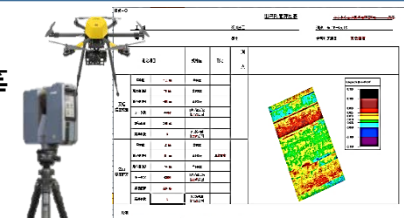
発注図書(図面)から
3D設計データ
を作成する



3Dマシンコントロール
3Dマシンガイダンス
を利用した施工



UAV写真測量
レーザスキャナー等
を活用した
出来形管理計測



作成、利用した
3Dデータの納品



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

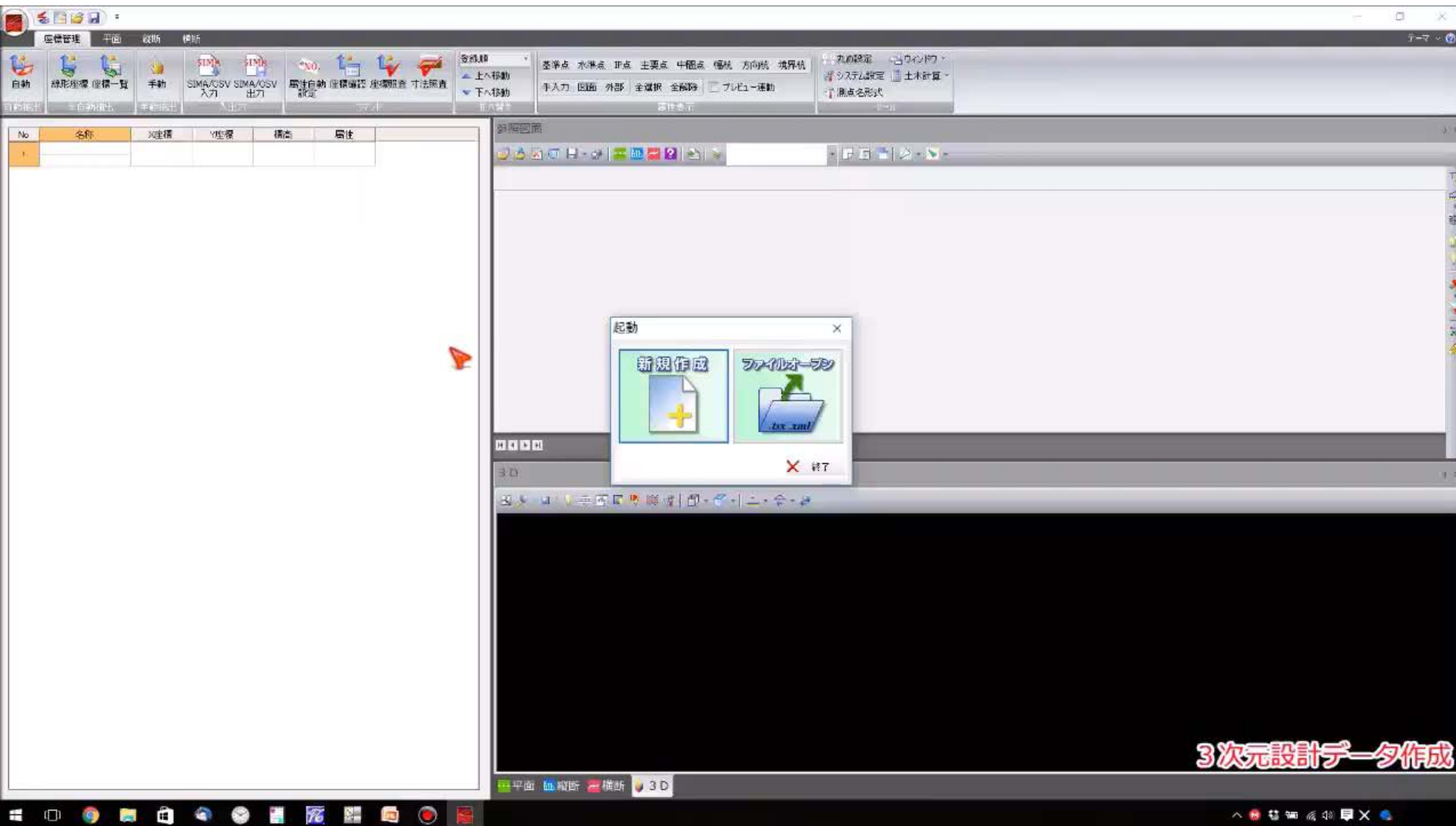
ポイント

- ・ 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

3次元設計データ作成



3次元設計データ作成

ICTブルドーザによる整地／ICTバックホウによる法面整形



3次元データの納品については別の講義で説明します。

ICT活用工事における適用技術の例

地上型レーザースキャナー



無人航空機を用いた空中写真測量



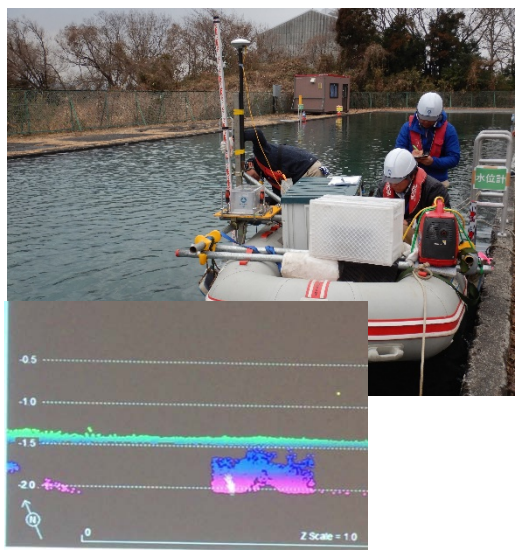
無人航空機搭載型レーザースキャナー



地上移動体搭載型レーザースキャナー



音響測深機器



IC建機の施工履歴データ



ICT活用工事(土工)に適用される要領類

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)

点群計測

TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)
 TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)
 TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
 TS(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)
 RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
 RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)

単点計測

出来形管理要領→主に施工者向け
 監督・検査要領→主に発注者向け

品質管理

TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領(案)
 TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理監督検査要領(案)

出来高管理

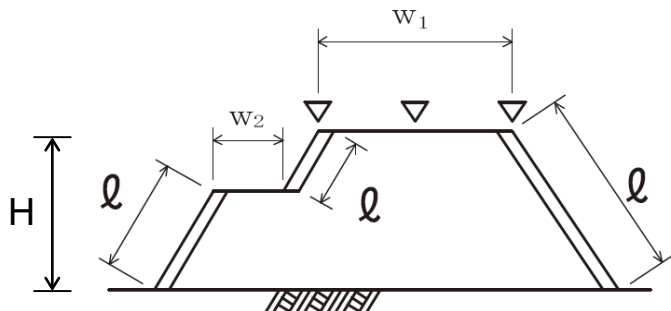
施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)
 ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来高算出要領(案)

ICT活用工事の特徴 [1] 出来形管理の基準

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 **新たな面的な管理基準・規格値の設定。**

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)：±50mm

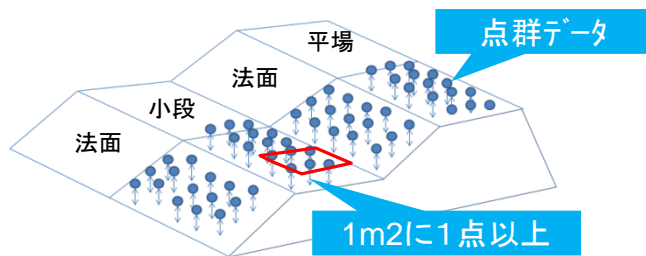
法長(l)：-100mm

幅(w)：-100mm

ICT活用工事

土工部

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/m²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：±50mm 全測点：±150mm

法面 平均値：±80mm 全測点：±190mm

※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

H31年度より

その他

ICT土工に関連工種として実施する付帯構造物、法面工（吹付け工）にTS等で得られる3次元計測データを用いた出来形管理手法が適用できる。

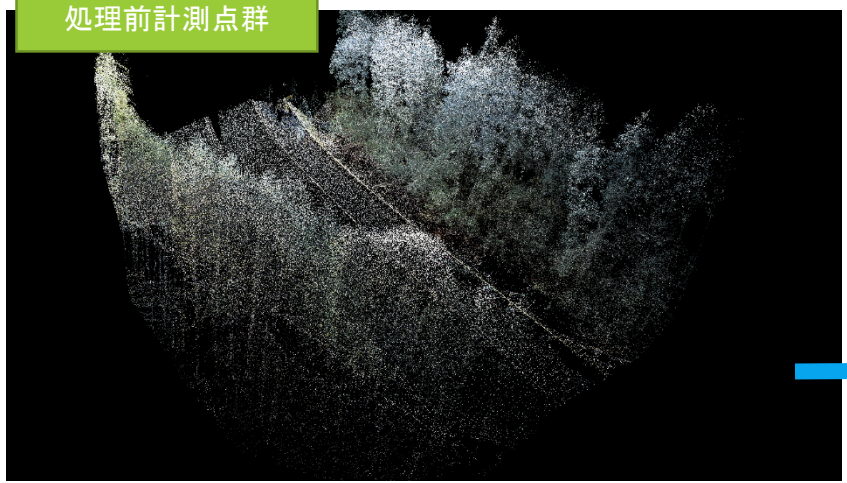
※) 代表管理断面における高さ、幅、長さを測定し評価

ICT活用工事の特徴 [2] 出来形計測等で使うデータ

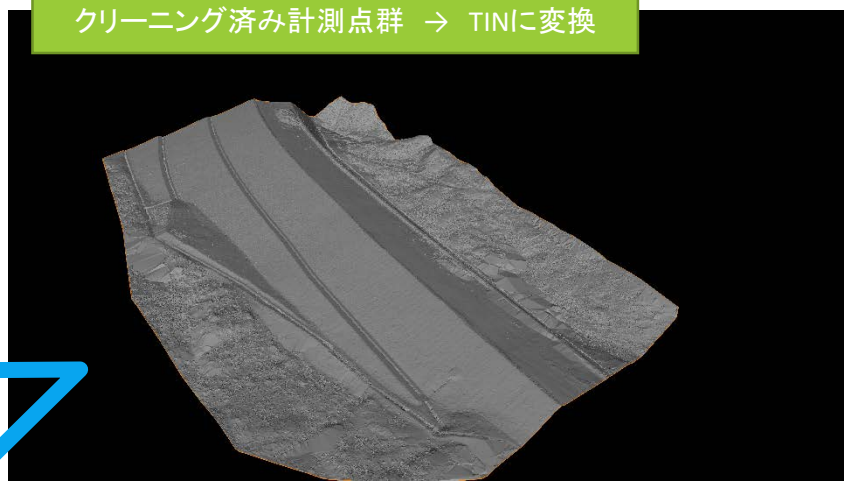
現場形状を、3次元計測技術により取得した3次元座標を持つ点群データで把握

点群データ取得からデータ処理の流れ(イメージ)

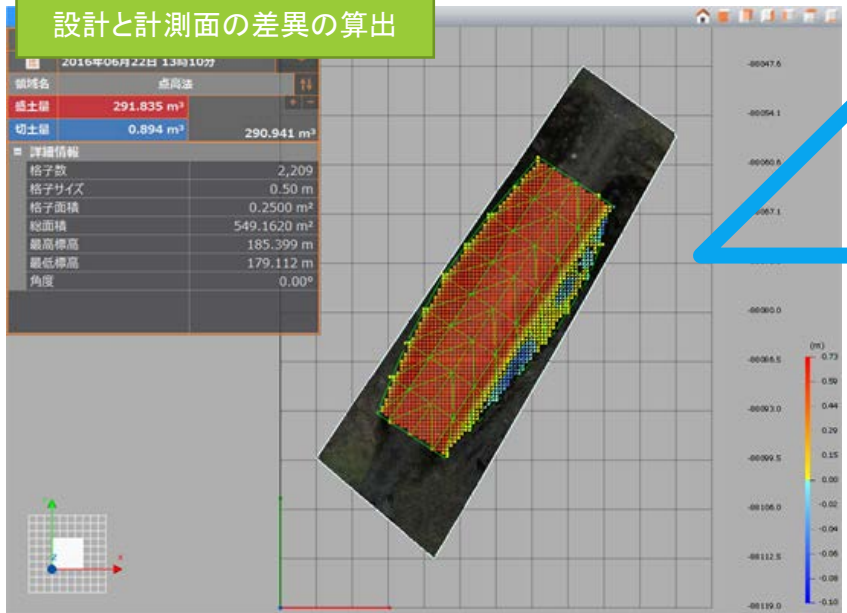
処理前計測点群



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

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 ★

測定項目	規格値		判定	測点
	平均値	最大値(差)		
天端標高較差	平均値	28.2mm	±50mm	
	最大値(差)	91mm	150mm	
	最小値(差)	-70mm	-150mm	
	データ数	343	1点/㎡以上(343点以上)	
	評価面積	343		
棄却点数	0	0.3%未満(1点以下)		
法面標高較差	平均値	40.2mm	±80mm	
	最大値(差)	153mm	190mm	
	最小値(差)	-76mm	-190mm	
	データ数	325	1点/㎡以上(325点以上)	
	評価面積	325		
棄却点数	0	0.3%未満(1点以下)		

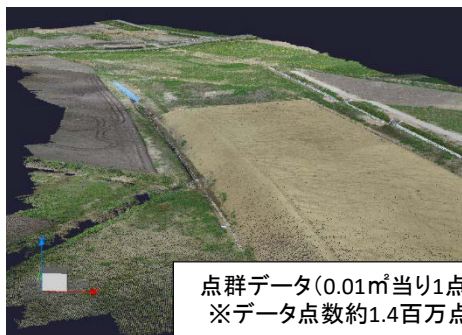
天端のばらつき	規格値の+20%以内のデータ数	343
	規格値の+50%以内のデータ数	340
法面のばらつき	規格値の+80%以内のデータ数	324
	規格値の+50%以内のデータ数	287

(m) 0.15, 0.12, 0.09, 0.06, 0.03, 0.00, -0.03, -0.06, -0.09, -0.12, -0.15

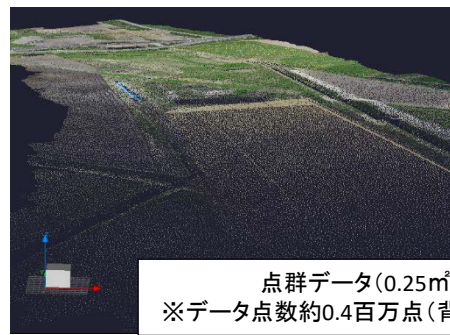
天端

3次元点群データの密度の規定

- 点群データの密度
 - ・ 出来形計測データ : 0.01㎡当り 1点以上 (100mm×100mmに1点)
 - ・ 数量算出岩線データ : 0.25㎡当り 1点以上 (500mm×500mmに1点)
 - ・ 起工測量計測データ : 0.25㎡当り 1点以上 (500mm×500mmに1点)
 - ・ 出来形評価用データ : 1㎡当り 1点以上



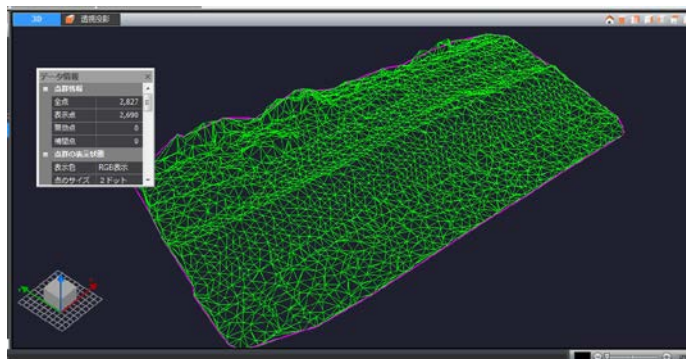
点群データ(0.01㎡当り1点)
※データ点数約1.4百万点



点群データ(0.25㎡当り1点)
※データ点数約0.4百万点(背景の黒が目立つ)

数量算出・電子納品に供するデータ形式

- 面データ作成
 - ・ 出来高等の数量は設計と現況の面データを使って算出する。
 - ・ 点群データを利用してTIN(不等三角網)を配して面データを作成する。



点群を結線したTINデータ
※ TINの結線については、実際の
地形に見合う形にする

出来形管理資料(出来形合否判定総括表)

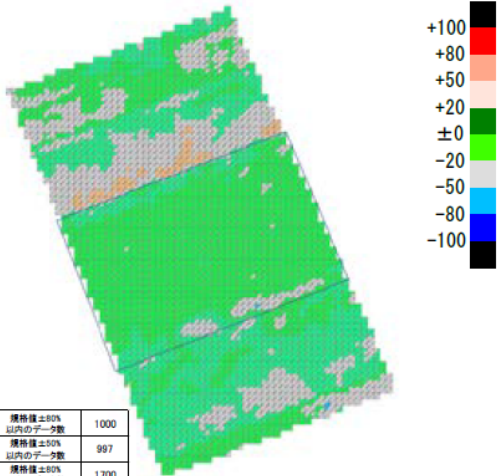
- 出来形評価用データと3次元設計データとを比較し、規格値以内かどうか自動判定
 - 標高差を着色したヒートマップとして表現。
 - 全点数の内0.3%は棄却可
 - 規格値±80%、±50%を表現し、バラツキの評価に利用

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種 道路土工 測点 No. 1~No. 3

種別 路体盛土工 合否判定結果 合格

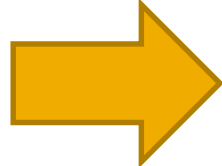
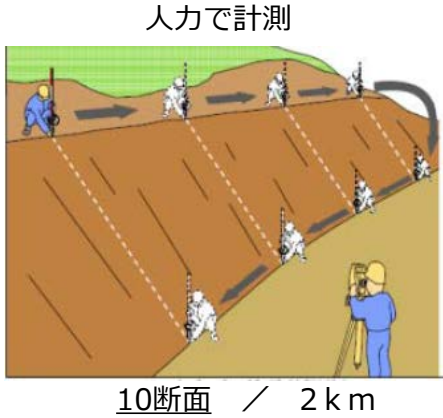
測定項目		規格値	判定	測点
天端 標高較差	平均値	-11 mm	±50 mm	
	最大値(差)	42 mm	150 mm	
	最小値(差)	-62 mm	-150 mm	
	データ数	1000 点	1点/㎡以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000 m ²		
	棄却点数	0 点	0.3%以下 (3点以下)	
法面 標高較差	平均値	7 mm	±80 mm	
	最大値(差)	92 mm	190 mm	
	最小値(差)	-60 mm	-190 mm	
	データ数	1700 点	1点/㎡以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700 m ²		
	棄却点数	0 点	0.3%以下 (5点以下)	

天端 の ばらつき	80%以内の割合	100.0%	規格値±50% 以上のデータ数	1000
	50%以内の割合	99.7%	規格値±50% 以内のデータ数	997
法面 の ばらつき	80%以内の割合	100.0%	規格値±80% 以上のデータ数	1700
	50%以内の割合	80.0%	規格値±80% 以内のデータ数	1360

ICT活用工事の特徴 [4] 検査方法

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



GNSローバーまたはTSで計測



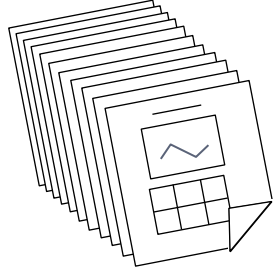
ヒートマップを見て、
標高の高い部分、低い
部分を計測

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)

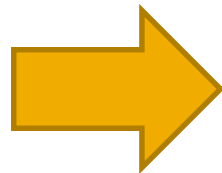
任意の数箇所のみ / 1現場

検査書類が大幅に削減

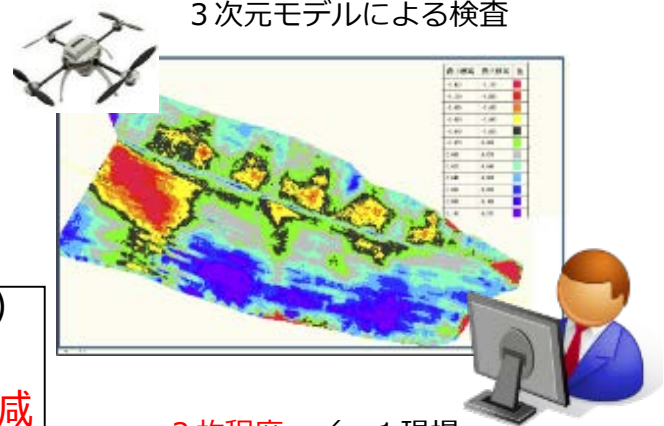
工事書類
(計測結果を手入力で作成)



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



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

2枚程度 / 1現場

通常工事とICT活用工事の監督・検査の相違点

ICT活用工事の監督・検査業務に必要な事項を、各種の『・・・を用いた出来形管理の監督・検査要領(〇〇工編)』に定めている。

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)

参考資料-1 通常工事と「空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理」の監督・検査の相違点比較一覧(道路土工)より

【監督関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理の監督・検査要領	備考
1. 施工計画書の受理		要領5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認 ①適用工種の確認 ②出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準等の確認 ③使用機器・ソフトウェアの確認 ④撮影計画	・空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理に関する記載事項を確認する。
2. 監督職員の確認事項		要領5-3 設計図書の3次元化の指示 ①設計図書の3次元化の指示	・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示する。
		要領5-4 工事基準点等の設置状況の把握 ①標定点および検証点の設置状況の把握	・空中写真測量(UAV)に利用する標定点および検証点について、指示した基準点をもとにして設置したものであること、また、精度管理が適正に行われていることを把握する。
		要領5-5 3次元設計データチェックシートの確認 ①3次元設計データチェックシートの確認	・3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」により確認する。必要により、根拠資料等の提出を求めることができる。
		要領5-6カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書の把握 ①カメラキャリブレーションの実施と精度確認試験結果の把握	・空中写真測量が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者からカメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書」を把握する。
		要領5-7 出来形管理状況の把握 ①出来形管理結果(出来形管理図表)による出来形管理状況の把握	・出来形管理図を確認し、出来形管理状況を把握する。

【検査関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理の監督・検査要領	備考
1. 出来形管理に関わる資料検査		要領6-1-2) 設計図書の3次元化に係る確認 ・設計図書の3次元化の実施について、工事打合せ簿により確認	・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書の3次元化の実施について工事打合せ簿で確認する。
		要領6-1-3) 空中写真測量に係る工事基準点等の測量結果等 ・空中写真測量(UAV)に利用する標定点および検証点の測量結果が提出されていることを工事打合せ簿により確認 要領6-1-4) 3次元設計データチェックシートの確認 ・「3次元設計データチェックシート」が提出され、監督職員が確認していることを、工事打合せ簿により確認	・空中写真測量(UAV)に利用する標定点および検証点について、受注者から測量結果が提出されていることを工事打合せ簿で確認する。 ・空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理では、監督職員による3次元設計データチェックシートの確認を工事打合せ簿で確認する。
2. 実施検査		要領6-1-5) 空中写真測量(UAV)に係るカメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書の確認 ・「カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書」が提出されていることを工事打合せ簿により確認	・空中写真測量が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者から「カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書」が提出されていることを工事打合せ簿で確認する。
		要領6-1-8) 電子成果品の確認 出来形管理や数量算出の結果等の電子成果品が提出され「工事完成図書」の電子納品等の要領で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認	・成果品は、出来形計測データ、3次元設計データ、計測点群データ、工事基準点および標定点データ、出来形管理資料である。
	品質管理・出来形管理写真管理基準	要領7-2 品質管理・出来形管理写真管理基準	・空中写真測量(UAV)による出来形の計測データは、データが連続的の相関を持ったデータかつ、施工全体の面的なデータであることから、最小限の確認を行うことで精度検証が可能のため、写真管理箇所を低減している。
	地方整備局土木工事検査技術基準(案)別表第2出来形寸法検査基準・メジャー等により実測による確認	要領6-2 出来形計測に係る実地検査 ・TS等による計測により確認	・空中写真測量(UAV)による出来形の計測データは、データが連続的の相関を持ったデータかつ、施工全体の面的なデータであることから、実地頻度を低減している。

工種	撮影位置	撮影頻度(枚/箇所)	提出頻度
舗装工	土質層の剥離	位置が変わる毎に1回(距離別)	代表箇所1枚
	法長	200m(又は1回(距離別))	代表箇所1枚
躯体土工	躯体の状況	200m(又は1回(距離別))	代表箇所1枚
	躯体の状況	躯体構造又は位置が変わる毎に1回(距離別の時)	代表箇所1枚
橋梁土工	橋脚	200m(又は1回(距離別))	代表箇所1枚
	橋脚	橋脚構造又は位置が変わる毎に1回(距離別の時)	代表箇所1枚

工種	撮影位置	撮影頻度(枚/箇所)	提出頻度
舗装工	土質層の剥離	位置が変わる毎に1回(距離別)	代表箇所1枚
	法長	200m(又は1回(距離別))	代表箇所1枚
躯体土工	躯体の状況	200m(又は1回(距離別))	代表箇所1枚
	躯体の状況	躯体構造又は位置が変わる毎に1回(距離別の時)	代表箇所1枚
橋梁土工	橋脚	200m(又は1回(距離別))	代表箇所1枚
	橋脚	橋脚構造又は位置が変わる毎に1回(距離別の時)	代表箇所1枚

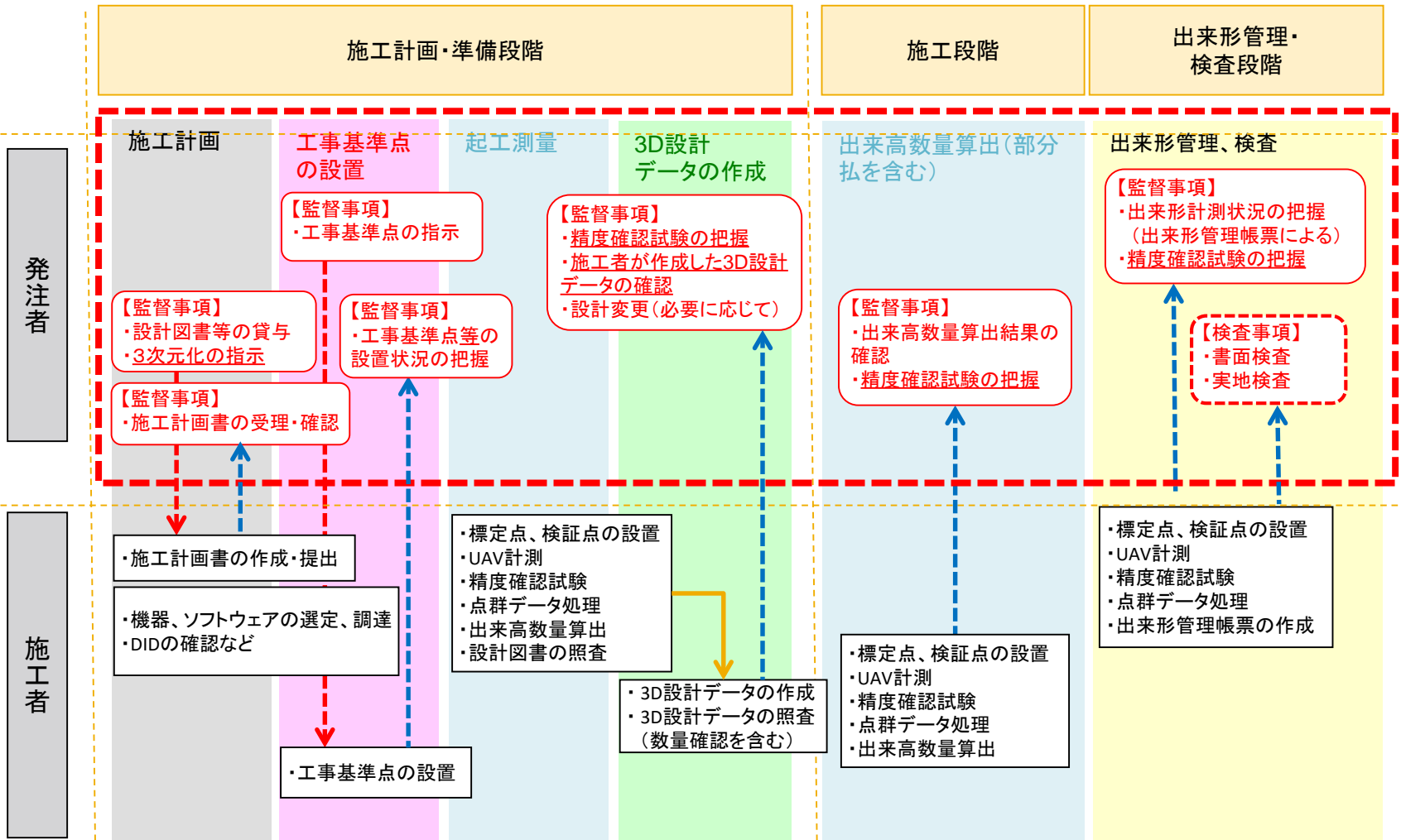
工種	検査内容	検査密度
共通	基準高、幅、法長	200mにつき1箇所(ただし施工延長200m以下の場合は2箇所以上)

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
道路土工	検査職員が指定する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1箇所

ICT活用工事(土工)の出来形管理の流れ

ICT活用工事(土工)の適応技術を用いた出来形管理を実施した場合の監督・検査方法は、従来と異なり、「・・・(適用技術)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)」に従って実施される。

例：空中写真測量(無人航空機)による出来形管理の場合



※詳細は、「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」を参照のこと。

例として、UAV写真測量を用いた出来形管理を実施した場合と、従来(TS出来形管理)との監督職員の実施項目の違いを示す。

監督職員の実施項目

従来(TS出来形管理)

- 1) 施工計画書の受理・記載事項の確認
- 2) 基準点の指示
- 3) 工事基準点設置状況の把握
- 4) 基本設計データチェックシートの確認
- 5) 出来形管理状況の把握

UAV写真測量を用いた出来形管理

- ① 施工計画書の受理・記載事項の確認
- ② 基準点の指示
- ③ 設計図書の3次元化の指示
- ④ 工事基準点(標定点)等の設置状況の把握
※ SfMの利用にカメラ位置を直接計測できる手法を併用する場合は標定点の設置は不要
- ④-2 GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の把握
※ 出来形計測以外でGNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置した場合
- ⑤ 3次元設計データチェックシートの確認
- ⑥ 精度確認試験結果報告書の把握
- ⑦ 出来形管理状況の把握

- ※ 基本設計データとは、線形+横断形状で構成されるデータ
- ※ 3次元設計データとは、面(TIN等)+線形で構成されるデータ

- ※ 赤字は、従来(TS出来形管理)と異なる箇所。
- ※ 詳細は、「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」を参照のこと。

留意点

- 施工計画書の記載事項で適用工種、出来形計測箇所、適用する基準類、使用機器・ソフトウェア等を確認する。
- 設計図書の3次元化はICT活用工事の適用範囲が対象となる。ICT活用工事の適用範囲外の部分に関しては従来通り。
- GNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置した場合にはGNSSローバーの精度確認試験結果報告書の提出が必要となる。
- UAV写真測量では、計測毎に精度確認試験を行う必要がある。
- 出来形管理図表の表現方法(様式)が変更されている。

監督職員の実施項目の内容について

「監督職員の実施項目」を実施する段階はICT活用工事に共通している。
 一方、計測に用いる技術によって、監督職員の実施項目で内容の変わるものがある。

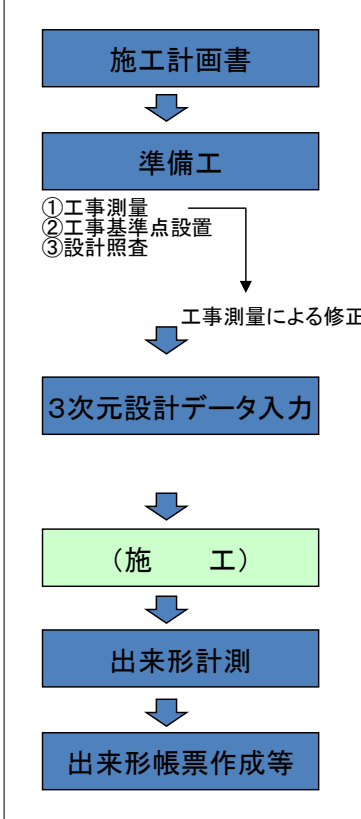
監督職員の実施項目は7段階

- ① 施工計画書の受理・記載事項の確認
- ② 基準点の指示
- ③ 設計図書の3次元化の指示
- ④ 工事基準点等の設置状況の把握
- ⑤ 3次元設計データ(または基本設計データ)チェックシートの確認
- ⑥ 精度確認試験結果報告書の把握
- ⑦ 出来形管理状況の確認

※内容の詳細は、各出来形管理の監督・検査要領を参照のこと。

【UAV写真測量を用いた場合】

- ①・・・撮影計画(撮影方法、計測性能、飛行の安全確保等)の確認が必要
- ⑥・・・カメラキャリブレーションの把握も必要

受注者の空中写真測量(UAV)による出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
 <pre> graph TD A[施工計画書] --> B[準備工] B --> C[3次元設計データ入力] C --> D["(施工)"] D --> E[出来形計測] E --> F[出来形帳票作成等] B -- "①工事測量 ②工事基準点設置 ③設計照査" --> C C -- "工事測量による修正" --> B </pre>	<ol style="list-style-type: none"> ① 施工計画書の受理・記載事項の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等 ・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載及び添付資料等により確認 ・撮影計画(撮影方法、計測性能、飛行の安全確保等) ② 基準点の指示 <ul style="list-style-type: none"> ・基準点の指示 ③ 設計図書の3次元化の指示 <ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示 ④ 工事基準点等の設置状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握 ・空中写真測量に必要な標定点および検証点の測量成果及び設置状況の把握 ⑤ 3次元設計データチェックシートの確認 <ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、3次元設計データチェックシートにより確認 ⑥ カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書の把握 ⑦ 出来形管理状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理図表の把握 <p style="text-align: center;">(通常工事の監督業務)</p>

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)より

監督職員の実施項目の内容について

「監督職員の実施項目」を実施する段階はICT活用工事に共通している。
 一方、計測に用いる技術によって、監督職員の実施項目で内容の変わるものがある。

監督職員の実施項目は7段階

- ① 施工計画書の受理・記載事項の確認
- ② 基準点の指示
- ③ 設計図書の内容の3次元化の指示
- ④ 工事基準点等の設置状況の把握
- ⑤ 3次元設計データ(または基本設計データ)チェックシートの確認
- ⑥ 精度確認試験結果報告書の把握
- ⑦ 出来形管理状況の確認

※内容の詳細は、各出来形管理の監督・検査要領を参照のこと。

【単点計測技術の場合】

・単点計測技術では出来形計測に標定点を必要としない。

➢ ④・・・標定点の設置状況の確認は不要

(工事基準点の確認のみ)

・単点計測技術の中には、面管理によらず従来の断面管理に利用できるものがある。

➢ ⑤・・・断面管理による出来形管理では、3次元設計データではなく基本設計データが用いられる。

※単点計測 → TS等光波方式など
 ※点群計測 → 地上型レーザー扫描仪など

受注者のTSによる出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
	<ol style="list-style-type: none"> ① 施工計画書の受理・記載事項の確認 ・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等 ・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載及び添付資料等により確認 ② 基準点の指示 ・基準点の指示 ③ 設計図書の3次元化の指示(面管理の場合) ・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理 ④ 工事基準点設置状況の把握 ・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握 ⑤ 基本設計データチェックシートの確認 ・基本設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、基本設計データ・チェックシートにより確認
受注者のTLSによる出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
	<ol style="list-style-type: none"> ① 施工計画書の受理・記載事項の確認 ・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等 ・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載及び添付資料等により確認 ② 基準点の指示 ・基準点の指示 ③ 設計図書の3次元化の指示 ・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを発注者に指示 ④ 工事基準点等の設置状況の把握 ・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握 ・TLSを用いた出来形計測に必要な標定点の測量成果及び設置状況の把握 ⑤ 3次元設計データチェックシートの確認 ・3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、3次元設計データ・チェックシートにより確認 <p style="text-align: center;">(通常工事の監督業務)</p> <ol style="list-style-type: none"> ⑥ 精度確認試験結果報告書の把握 ⑦ 出来形管理状況の確認 ・出来形管理図表の確認

(上) TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)より

(下) 地上型レーザー扫描仪を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)より

① 施工計画書の受理・記載事項の確認

- 適用技術を用いた出来形管理を実施する工種について、適用工種に該当していることを確認する。当該技術を用いた出来形管理の監督・検査要領(〇〇編)(案)の「表-1 適用工種」を参照。
(以下、当該技術を用いた出来形管理の監督・検査要領(〇〇編)(案)を「監督・検査要領」と記載する。)
 - 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値、出来形管理写真基準等が、監督・検査要領の確認規定(「7.管理基準及び規格値等」)に基づき記載されていることを確認する。
- ◆ 施工計画書に記載されたICT活用の適用区域・計測範囲が、協議で定めた区域・範囲に設定されていることを打ち合わせ簿等で確認する。

適用工種

表-1 適用工種

編	章	節	工種
共通編	土工	河川・海岸・砂防土工	掘削工
			盛土工

編	章	節	工種
共通編	土工	道路土工	掘削工
			路体盛土工
			路床盛土工

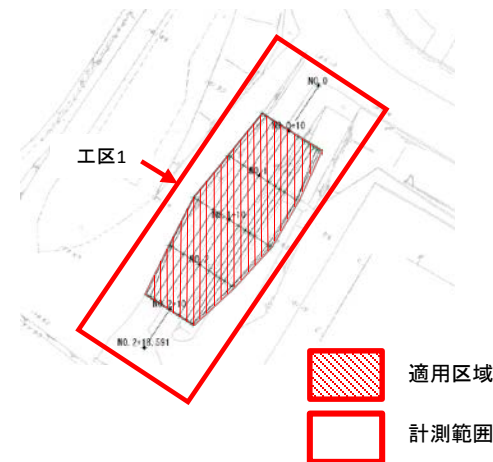
※ 空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)より

適用基準・規格値等

工種	測定項目	規格値	測定箇所
掘削工 (面管理の場合)	平均値	±50	
	標準偏差	±150	
	水平または積高較差	±70 ±160	

※上記は河川土工の例
「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の「1-2-3-2-2掘削工(面管理の場合)」より抜粋

適用区域、計測範囲(記載例)



工種	写真管理項目			概要
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度	
掘削工	土質等の判別	地質が変わる毎に1回 [掘削中]	代表箇所 各1枚	1-2-3-2 ・出来映えの撮影 ・TS等の設置状況と出来形計測対象点上のプリズムの設置状況(プリズムが必要な場合のみ)がわかるように撮影
	法長 ※右のいずれかで撮影する。	200m又は1施工箇所1回 [掘削後]		
		「TSを用いた出来形管理要領(土工編)」、「TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)」、「RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)」、レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)」、「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)」による場合は1工事に1回 [掘削後]		
		「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)」に基づき写真測量に用いた全ての画像を納品する場合には、写真管理に代えることが出来る。		

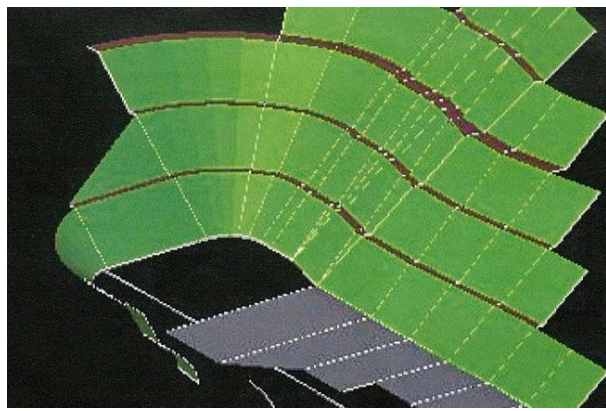
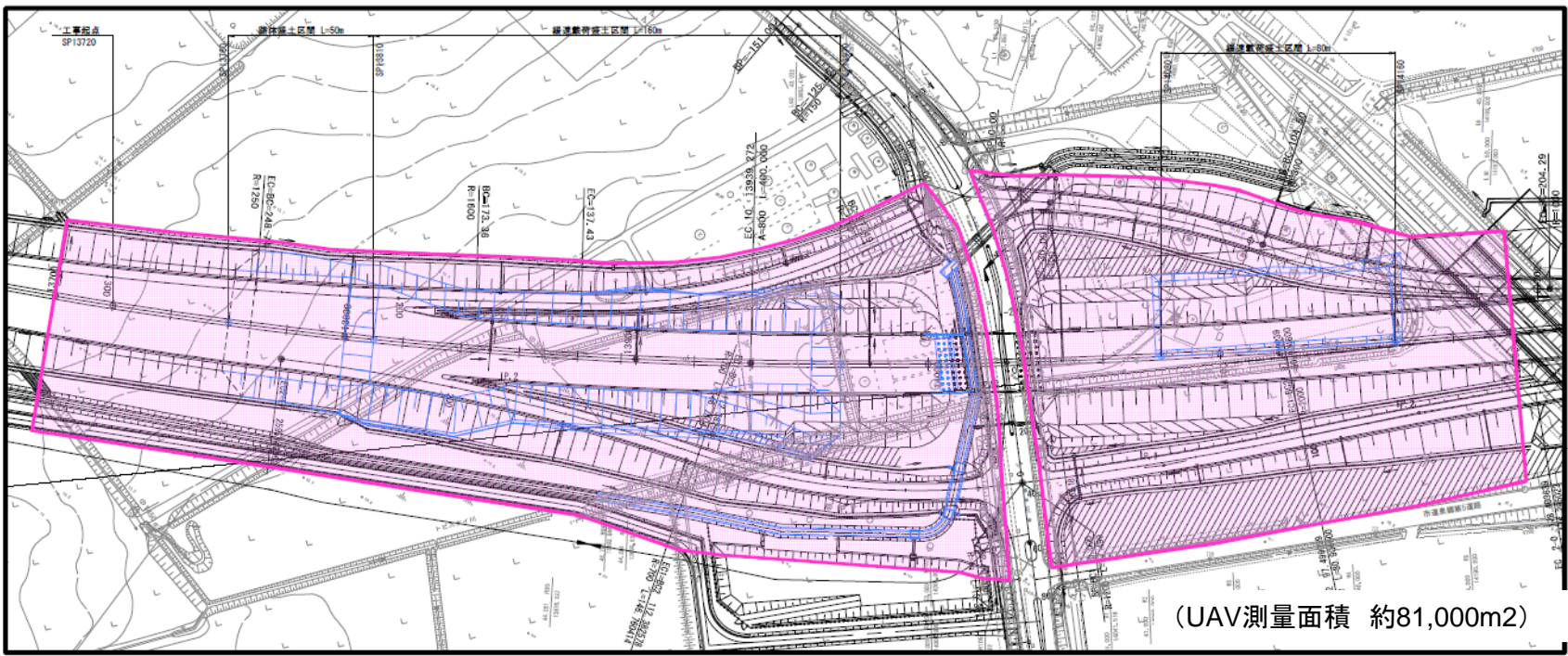
※上記は河川土工の例
「写真管理基準(案)」の「撮影箇所一覧表(出来形管理)」の「1-2-3-2掘削工」より

留意点

- ICT土工を部分的に適用する場合は、ICT土工の適用範囲以外については、従来通りの管理計画が必要。
- 計測範囲が適用区域を包含し、5m程度の余裕を持っている計画になっているか把握する。

【ICT活用の適用対象範囲の協議】

- 施工範囲全体を適用対象とする必要は無い。
- 生産性向上が目的であり、ICT活用は手段であることに留意。



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。)

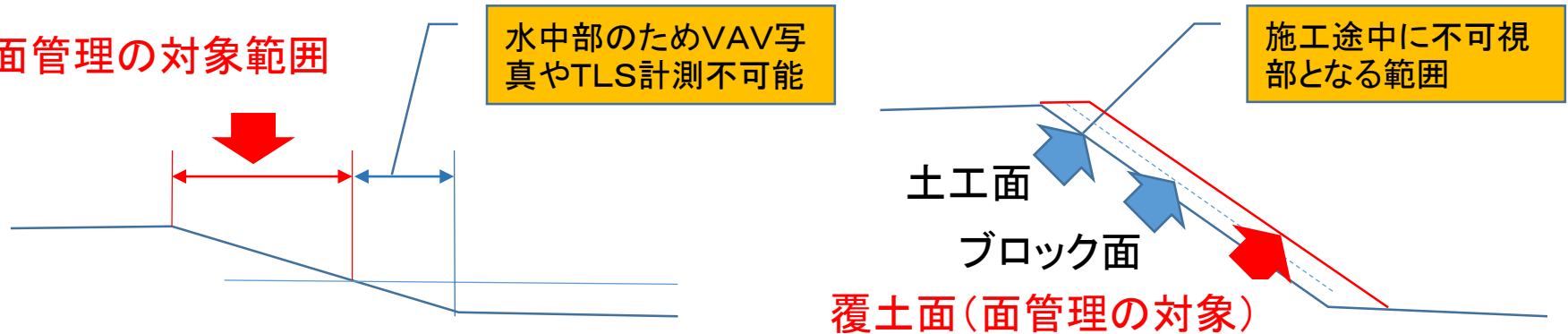
例えば、従前の施工でももともと法長管理をしていなかったような箇所(左図の法面の巻き込み等)は、管理断面を境に面管理の対象から外すことが考えられる。(この場合従前方式の管理も適用しない)

【ICT適用対象範囲の設定例】

< UAVやTLSの計測対象から除外した例 >

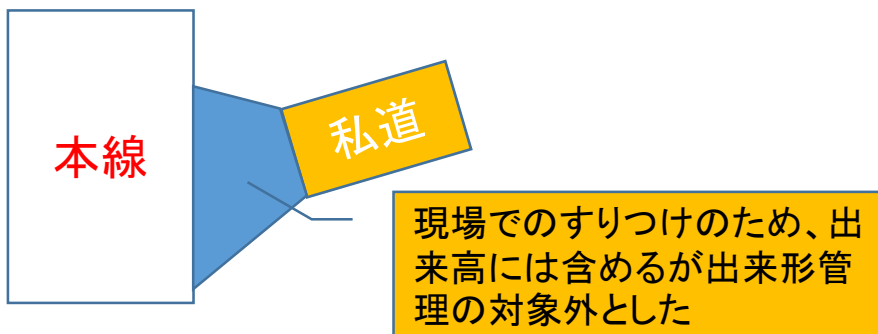
- 水中部になる部分
- ブロック張り等のあと施工を連続的に行うため、土工面の一括計測が困難な場合
- 軟岩などで滑らかな整形ができない法面

面管理の対象範囲



< UAVやTLSの計測対象から除外した例 >

- 現場すり付けが優先される(正確な3次元設計データを作成できない)範囲。
- 沈下が想定されるため、出来形を数量や厚み管理で行う範囲。



① 施工計画書の受理・記載事項の確認

3. 使用機器・ソフトウェアの確認【UAV写真測量の場合】

- UAV及びデジタルカメラ: 空中写真測量(UAV)のハードウェアとして有する計測精度が以下に示す性能と同等以上の計測性能や測定精度を有し、適正な保守点検が行われている機器であること。
- 使用するソフトウェア: 空中写真測量(UAV)のソフトウェアが「空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)」に規定した機能を有するものであること。

出来形管理を行う場合の計測性能・測定精度

計測性能	地上画素寸法が10mm/画素以内
測定精度	±50mm以内

ソフトウェア

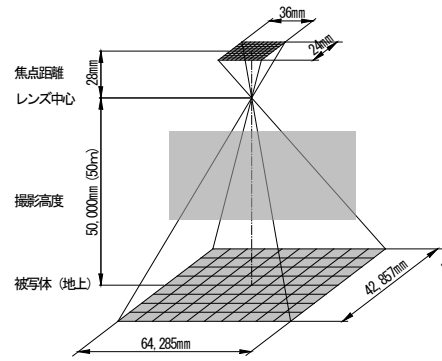
3次元設計データ作成ソフトウェア	メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書。 ソフトウェアのカタログ 空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理ソフトウェア UAV MASTER  空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理要領(土工編)に対応しています。
写真測量ソフトウェア	
点群処理ソフトウェア	
出来形帳票作成ソフトウェア	
出来高算出ソフトウェア	

UAV本体

保守点検
UAVの保守点検を実施したことを示す点検記録。製造元等による保守点検を1年に1回以上実施。

デジタルカメラ

計測性能	撮影計画に従って撮影する際の地上画素寸法が10mm/画素以内を確保できる記録画素数であることを示すメーカーカタログあるいは機器仕様書で確認する。
測定精度	必要な測定精度を満たす空中写真測量の結果であることを示す精度確認試験結果報告書が提出されていること。



※ 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) より

例: センサーサイズ: フルサイズ(36×24mm)
 画素数: 7360×4912(3600万画素)
 焦点距離: 28ミリ
 の仕様のデジカメで、撮影高度が50mの場合
 地上画素寸法 横1ピクセルあたり: 8.734mm < 10mm
 縦1ピクセルあたり: 8.724mm < 10mm

留意点

- UAV写真測量を用いる場合、精度確認試験結果報告書は施工計画段階では準備できず、計測毎に作成されることとなる。
- 地上画素寸法は、デジタルカメラのセンサーサイズ、画素数、焦点距離と撮影高度の関係から求められる。
- ソフトウェアのうち、帳票作成を行うソフトウェア及び数量算出を行うソフトウェアについては、機能の要求仕様を策定し、これに準拠したソフトウェアの情報を国総研HPで公表している。(H30末時点でICT土工編のみ)

この記載を確認
 ※写真測量ソフトウェアは除く

① 施工計画書の受理・記載事項の確認

3. 使用機器・ソフトウェアの確認【地上型レーザースキャナー(TLS)の場合】

- TLS本体:「JSIMA115 地上型レーザースキャナー性能確認に関するガイドライン」(日本測量機器工業会規格)に基づく試験成績表により計測範囲における座標測定精度が14mm以内であることを確認できる機器であること。または、TLSのハードウェアとして有する測定精度が以下に示す性能と同等以上の測定精度を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。
- 使用するソフトウェア:TLSで利用するソフトウェアが「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)」に規定した機能を有するものであること。

出来形管理を行う場合の測定精度

測定精度	計測範囲内で±20mm以内
色データ	色データの取得が可能であることが望ましい

※ 当該現場での計測最大距離において、10m以上離れた2つの評価点の点間距離の測定精度。

適正な精度管理

測定精度	必要な測定精度を満たすTLSを用いた計測結果であることを示す精度確認試験結果報告書が提出されていること
精度管理	TLS本体の保守点検を実施したことを示す点検記録。製造元が推奨する有効期限内

ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェア

点群処理ソフトウェア

出来形帳票作成ソフトウェア

出来高算出ソフトウェア

メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書。



※ 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) より

この記載を確認

留意点

- 精度確認試験は当該現場での使用から6か月以内に実施したものであること。
- ソフトウェアのうち、帳票作成を行うソフトウェア及び数量算出を行うソフトウェアについては、機能の要求仕様を策定し、これに準拠したソフトウェアの情報を国総研HPで公表している。(H30末時点でICT土工編のみ)

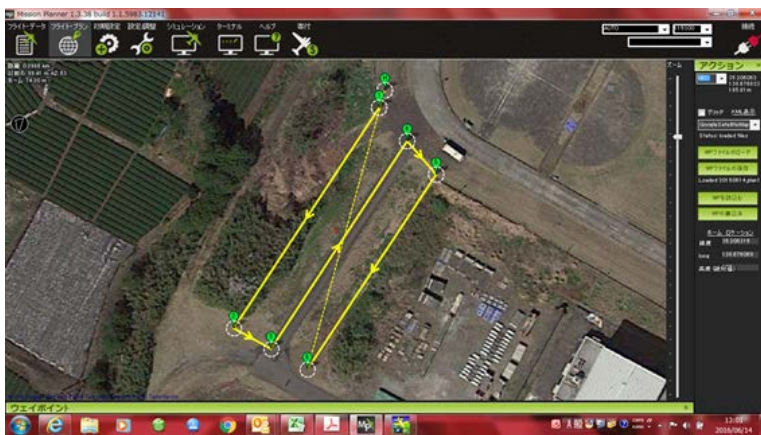
① 施工計画書の受理・記載事項の確認

【 UAV写真測量の場合のみ 】

4. 撮影計画①

- 撮影方法、計測性能、安全確保に関して、各撮影前(起工測量、岩線計測、出来高計測、出来形計測)に提出することが記載されているかを確認する。
- 計測性能・計測精度は提出された撮影計画で確認する。

計測前に提出する詳細撮影計画記載例



計測諸元	
対地高度	50m
オーバラップ率(計測方向)	90%
サイドラップ率(隣接方向)	60%
コース間隔	11.1m

被写体までの距離 (m)	50m
焦点距離 (mm)	28mm
水平撮影範囲 (m)	41.96m
垂直撮影範囲 (m)	27.86m
水平mm/画素	6.99mm/画素
垂直mm/画素	6.99mm/画素

留意点

- 地上画素寸法が、各計測における所定寸法以下となっているか
- 所定のラップ率(計測方向90%、隣接方向60%)は、写真測量を円滑に行うために必要です(実績値としての確認は不要です)。撮影区域の高低差が大きい場合、ラップ率は対地高度の小さい条件で設定されているか。
- 地上画素寸法は写真測量の精度に影響するため、所定の地上画素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度を計画する必要があります。撮影区域の高低差が大きい場合、地上画素寸法は対地高度の大きい条件で設定されているか。

基準

要領の記載内容									
ラップ率(計測方向)	90%								
ラップ率(隣接方向)	60%								
飛行高度	所定の地上画素寸法を確保できる高度								
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>計測種別</th> <th>地上画素寸法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>出来形計測</td> <td>10mm/画素</td> </tr> <tr> <td>起工測量/岩線計測</td> <td>20mm/画素</td> </tr> <tr> <td>出来高計測</td> <td>30mm/画素</td> </tr> </tbody> </table>	計測種別	地上画素寸法	出来形計測	10mm/画素	起工測量/岩線計測	20mm/画素	出来高計測	30mm/画素
	計測種別	地上画素寸法							
	出来形計測	10mm/画素							
起工測量/岩線計測	20mm/画素								
出来高計測	30mm/画素								

【H28の要領】
ラップ率が進行方向90%、隣接60%となるような飛行計画とする

OR

【H29の改訂内容】
(留意点として追加)
実施ラップ率(進行方向)が80%以上であることを確認できれば、飛行計画の規定によらなくてもよい。

① 施工計画書の受理・記載事項の確認

【UAV写真測量の場合のみ】

4. 撮影計画②

- 安全確保は、当該現場の飛行許可申請の必要性の確認されているか、必要な場合は許可・承認書の有無を確認

飛行予定区域の確認結果例

無人航空機の飛行の許可が必要となる空域 (以下の3項目のいずれかに該当する場合は申請が必要)		
1	空港などの周辺(進入表面等)の上空領域	該当なし
2	150m以上の高さの空域	該当なし
3	人口集中地区(DID地区)の上空	該当なし



図 静岡県富士市 DID地区と空港上空区域の分布 赤：DID地区(国土地理地図)
<http://maps.gsi.go.jp/#8/35.563512/140.339355/&base=std&ls=std%7D&id=2010%7Ckokuare&disp=11&lcd=kokuare&vsc=1j0i0u0f0&d=v>

無人航空機の飛行の方法 (以下の6項目のいずれかに該当する場合は申請が必要)		
1	夜間飛行	該当なし
2	目視外飛行	該当なし
3	30m未満の飛行	該当なし
4	イベント上空飛行	該当なし
5	危険物輸送	該当なし
6	物件投下	該当なし

飛行許可・承認書(例)

(参考様式) 第 号

無人航空機の飛行に係る許可・承認書

年 月 日付をもって申請のあった無人航空機の飛行について、航空法(昭和27年法律第231号)第132条ただし書及び第132条の2ただし書の規定により、下記のとおり、飛行の禁止空域において飛行することを許可し、及び飛行の方法によらずに飛行することを承認する。

記

許可及び承認事項:

許可等の期間:

無人航空機:

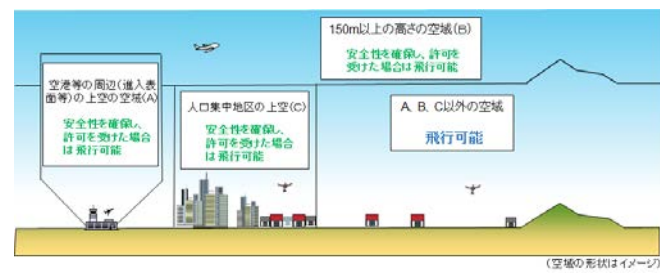
無人航空機を飛行させる者:

条 件:

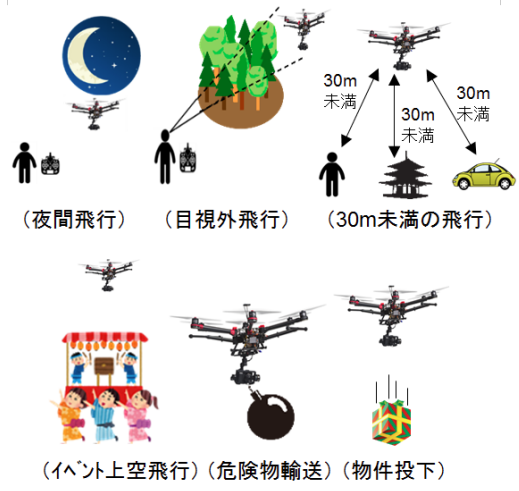
年 月 日

国土交通大臣(空港事務所長) 印

飛行の許可が必要となる空域



承認が必要となる飛行の方法



留意点

- 飛行予定区域は飛行許可が必要な空域かどうか、また、承認が必要な飛行の方法が確認されているかどうか
- 上記が必要な場合は飛行許可・承認書が添付されているか

① 施工計画書の受理・記載事項の確認

【 UAV写真測量の場合のみ】

◆ 安全確保

- 飛行マニュアル(安全運行マニュアル)が各段階の撮影飛行までに準備することが記載されていることを確認する。
- 飛行マニュアル(安全運行マニュアル)の提出時には、以下の記載事項が網羅されているか把握する。

飛行マニュアル(安全運行マニュアル)記載事項

(1) 無人航空機の点検・整備

- a) 機体の点検・整備の方法
- b) 機体の点検・整備の記録の作成方法

(2) 無人航空機を飛行させる者の訓練

- a) 知識及び能力を習得するための訓練方法
- b) 能力を維持させるための方法
- c) 飛行記録(訓練も含む。)の作成方法
- d) 無人航空機を飛行させる者が遵守しなければならない事項

(3) 無人航空機を飛行させる際の安全を確保するために必要な体制

- a) 飛行前の安全確認の方法
- b) 無人航空機を飛行させる際の安全管理体制
- c) 無人航空機の飛行による人の死傷、第三者の物件の損傷、飛行時における機体の紛失又は航空機との衝突若しくは接近事案といった非常時の対応及び連絡体制

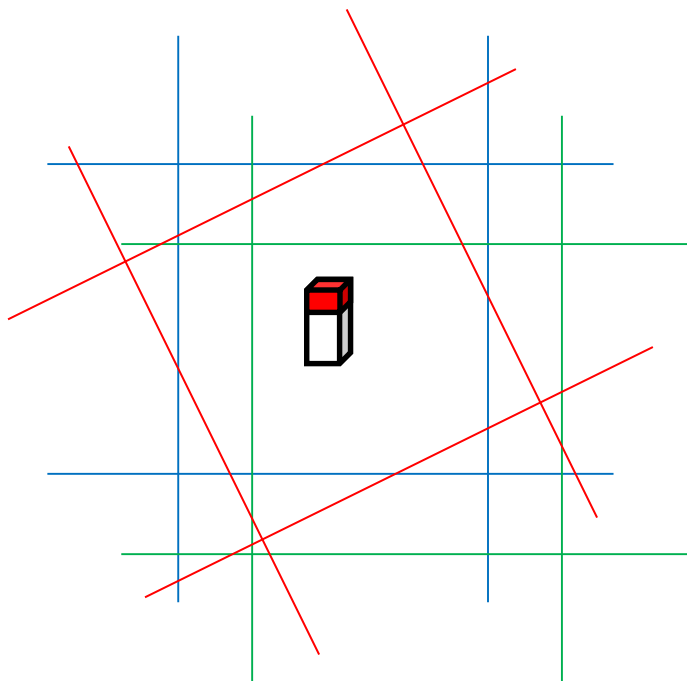
※「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」(国土交通省)により抜粋

留意点

- ICT土工を適用する場合は飛行許可申請の有無にかかわらず作成する必要がある。
- 飛行マニュアルの作成にあたっては、「公共測量におけるUAVの使用に関する安全基準(案)」を参照することを基本とするが、計測区域が現場内に限定できる場合は、最低2名以上での作業体制であること。

② 基準点の指示

- ▶ 従来通りです。
 - ▶ 監督職員は、工事に使用する基準点を受注者に指示する。
 - ▶ 基準点は、4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点も可）、もしくはこれと同等以上のものは国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。
 - ▶ 当該現場の座標系や、線形計算書等の座標測地系に留意し指示する。



測地系が違うことで座標値が大きく変わります。

日本測地系と世界測地系は東京付近で北西に約450m程ずれています。

また、現場ではローカル座標を使用することも有り、その場合は座標軸もずれている可能性があります。

後利用や周辺構造物との接合を考慮し、適切な座標系で指示することが重要です。

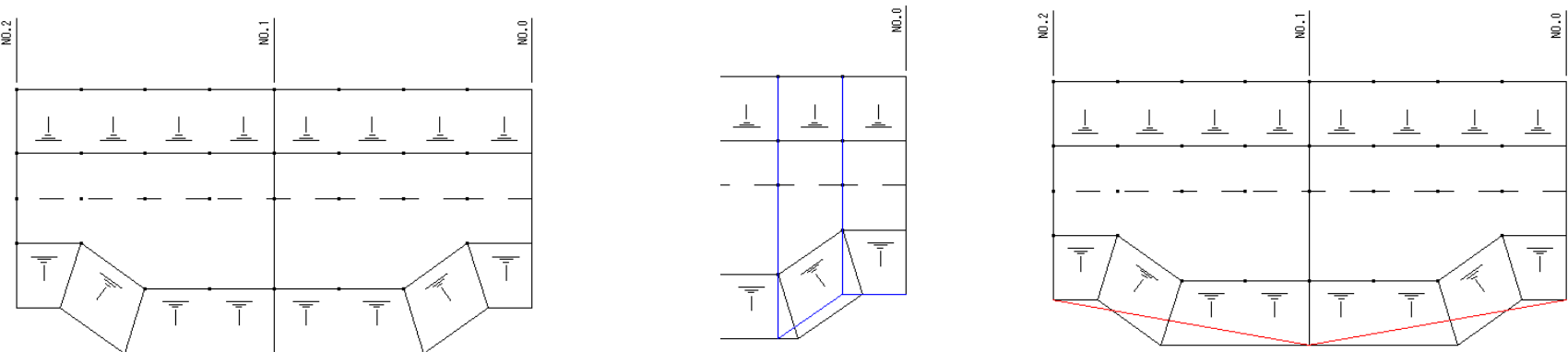
世界測地系
 # 日本測地系
 # ローカル座標

③設計図書の3次元化の指示

監督職員は、設計図書が2次元図面の場合、3次元設計データ(3次元の面的なデータ)に基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示する。

発注図(平面図)

設計図書を3次元化するには、拡幅の始終点の断面(変化断面)や法面の方向に留意する必要があります。



正しい3次元設計データ

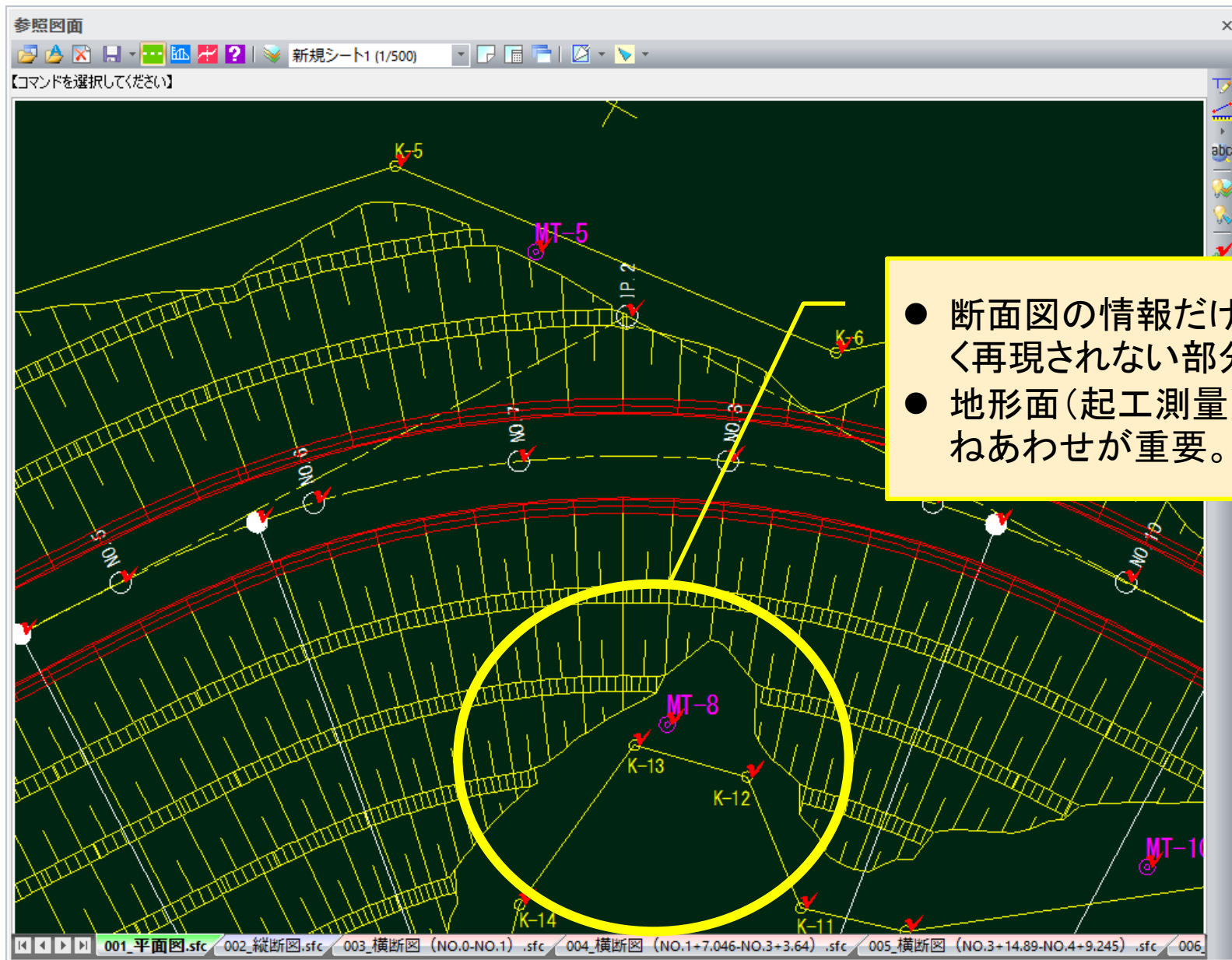
法面が平面図と異なる方向になっている

管理断面のみで3次元設計データを作成

留意点

- ICT土工の適用範囲について3次元化することを指示すること。作成範囲については、施工者と協議して定めてください。
- ICT土工の適用範囲については3次元設計データが契約図書に置き換わります。
- 3次元設計データには起工測量で得られた地形面が反映されるため、設計変更が必要になる可能性があります。
- 線形要素と横断形状が設計図書と一致していることが重要です。
- 管理断面以外の変化断面(拡幅部等)を作成することが重要です。

【3次元設計データの確認】



④ 工事基準点等の設置状況の把握

- ▶ 監督職員は、受注者から工事基準点に関する測量成果を受理した段階で、工事基準点が、指示した基準点をもとにして設置したものであること、また、精度管理が適正に行われていることを把握する。
- ▶ 標定点・検証点を利用する場合は、指示した基準点あるいは工事基準点をもとにして設置したものであることを把握する。
- ▶ なお、出来形計測以外(起工測量、岩線計測、部分払出来高)でGNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置した場合は、使用する機器の精度確認が適正に行われていることを「GNSSの精度確認試験結果報告書」で把握する。

工事基準点の精度

4級基準点および3級水準点、もしくはこれと同等以上



基準点測量概要

今回工事を行うにあたり、3級基準点 L147K5、L148K5 を使用し、4級基準点結合トラバース測量を実施し、標高水準平均計算により、新点座標を設定した。

結果は、以下の通りである。

路線名	起算点	測点数	観測回数	方向角	水平位置	
					閉合差	精度
1	Km	4.7	8.7	7.7	24.0	143.1
2	0.6717	13.7	13.7	12.7	38.7	200.7

項目	区分	単位	位
基準ベクトル成分		m	0.001

二 GNSS衛星の軌道情報は、放送局を標準とする。

三 スタティック法及び短縮スタティック法による基準解算では、原則としてPCV補正を行うものとする。

四 気象データの補正は、基準解算ソフトウェアで採用している標準天候によるものとする。

五 スタティック法による基準解算では、基準長が1.0キロメートル未満は1周波で行うことを標準とし、1.0キロメートル以上は2周波で行うものとする。

六 基準解算の観測点の精度と精度は、観測点とする既知点の精度と精度を入力し、観測点は、その点の精度とジオイド高から求めた値を入力する。以後の基準解算は、これによって求められた値を順次入力するものとする。

七 基準解算に使用するGNSS測量機の高さ角は、観測時に設定した受信高さ角とする。

(点検計算及び再測)

要する点検計算は、観測終了後に行うものとする。ただし、観測範囲を超えた場合は、再測を行う等

基準点測量精度管理表(その1) 世界測地系(測地成果2011)

路線番号	測点番号	路線長 (km)	内角数	辺数	水平位置 (m)		方向角 (°)	偏心	再測回数	観測標準差		平均計算
					閉合差	許容範囲				閉合差	許容範囲	
L147K5	~ K154	0.4817	8.7	7.7	6.027	0.272	0.613	0.252	-24	143		

測点番号	点検値		採用値		差
	距離	水準	距離	水準	

主要機器名称番号	
コンソールド-212	010007
永久標準の種別等	種別 数量 埋設種別
特記事項	

点検結果について、水平位置及び精度は、

5. 以下のとおりとする。

3級基準点の測量 $100m \sqrt{2S/\sqrt{N}}$

4級基準点の測量 $150m \sqrt{2S/\sqrt{N}}$

$10m \sqrt{2S/\sqrt{N}}$ $20m \sqrt{2S/\sqrt{N}}$

$100m \sqrt{2S/\sqrt{N}}$ $100m \sqrt{2S/\sqrt{N}}$

100mm 100mm

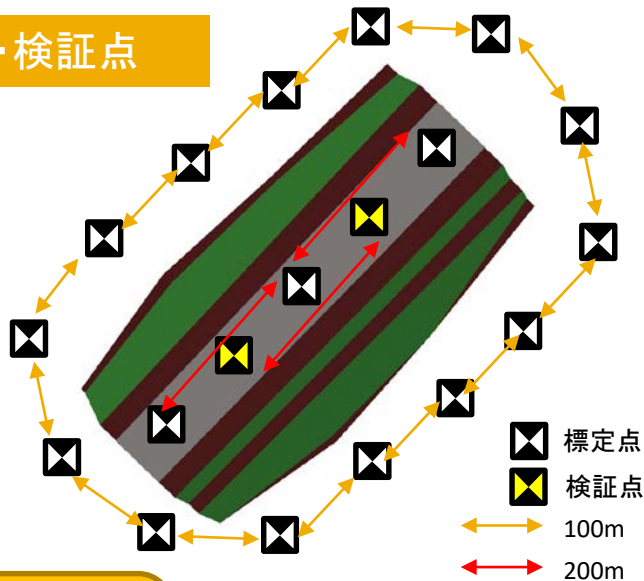
留意点

- ▶ 標定点・検証点については、基準点、工事基準点、または4級基準点及び3級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法で設置する。
- ▶ 工事基準点をもとにして標定点・検証点を設置する場合は、3級TSを利用する場合は100m以内、2級TSを利用する場合は150m以内(TS出来形における計測可能範囲を参照)で設置する。
- ▶ 標定点・検証点の設置状況については、標定点・検証点が正しく設置されているか写真(標定点・検証点、計測状況)で確認。
- ▶ 標定点・検証点については、測量成果簿の提出は必要ないが、座標値の提出は必要。

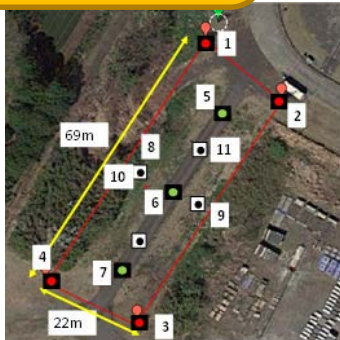
設置基準

	要領の記載内容
外部標定点	辺長100m間隔以内(内部含め4点)
内部標定点	辺長200m間隔以内
検証点	天端上 辺長200m間隔以内(最低2点)

標定点・検証点



写真でチェック

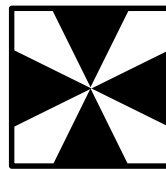


- 外部標定点：4点
 - 計測対象範囲を包含し、辺長100m以内
 - 内部標定点：3点
 - 辺長200m以内
 - 高高度標定点
 - 低高度標高点
 - 検証点
 - 検証点：4点
 - 外部標定点の中間に1点
- 合計：11点

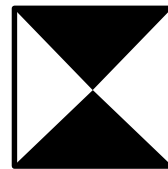
設置方法

	要領の記載内容
測定方法	4級基準点および3級水準点と同等以上 出来形以外ではRTK-GNSSの測位が可能
対空標識種別	四角の場合辺長、円形の場合直径が5画素以上とする 白黒を標準とするが状況により変更できる 標識は上空に向かって45度以上の視界を確保する 内部標定点及び検証点は地表面に設置することを基本とする

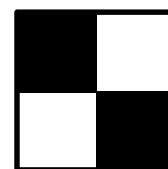
対空標識



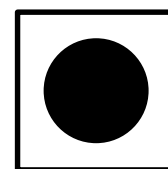
★型



X型



+型



○型

【H28の要領】

・4級基準点、3級水準点相当の精度を担保する手法(要求精度は水平1cm)
→事実上TSLしか利用不可



【H29の改訂内容】

・地理院のUAVマニュアルでも認められているRTK法(GNSSローバー)が採用できるように、要求精度を緩和(起工測量時)
水平±2cm、垂直±3cm

⑤ 3次元設計データチェックシートの確認

監督職員は、3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを、受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」により確認する。

必須提出物

様式-1 平成 年 月 日

工事名: _____
 受注会社名: _____
 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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? 	
5) 3次元設計データ	3次元	<ul style="list-style-type: none"> 入力した2)~4)の幾何形状と出力する3次元設計データは同一となっているか? 	

※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 受注者が監督職員に様式-1を提出した後、監督職員から様式-1を確認するための資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提出するものとする。

- 工事基準点リスト (チェック入り)
- 線形計算書 (チェック入り)
- 平面図 (チェック入り)
- 縦断面 (チェック入り)
- 横断面 (チェック入り)
- 3次元ビュー (ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

※ 添付資料については、上記以外にわかりやすいものがある場合は、これに替えることができる。

必要に応じて、3次元設計データと設計図書との照合のために、根拠資料の提出を求めることができる。

- 工事基準点リスト
- 線形計算書
- 平面図(チェック入)、縦断面図(チェック入)、横断面図(チェック入)
 ※3次元設計データと発注図面を重ねあわせた図でも良い
- 3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)等

・平面図(チェック入り) (例)

・横断面(重ね合わせ機能の利用) (例)

※法線の中心点座標リスト部分を拡大(チェック入り) (例)

測点名	X座標	Y座標	No.14	-134809.4265	21889.9576
SP1	-134785.1774	22195.4868	No.15	-134855.3776	21845.7977
No.1	-134780.7540	22178.8180	No.16	-134860.4386	21832.4372
BC1'	-134785.9803	22170.8021	No.17	-134854.6737	21820.1326
No.2	-134788.5313	22160.9888	No.18	-134848.1266	21808.9709
No.3	-134787.2100	22144.4508	No.19	-134839.9718	21798.7051
SP1'	-134726.7149	22143.6878	No.20	-134831.2922	21889.8054
No.4	-134717.2182	22127.1782	No.21	-134804.7129	21881.7340
CG1'	-134703.9888	22114.7668	SP1''	-134891.8681	21880.5476
No.5	-134706.2563	22109.2993	No.22	-134478.8614	21875.1251
No.6	-134689.6008	22091.2864	No.23	-134456.8191	21869.6348
BC2'	-134686.0275	22083.8162	No.24	-134437.0981	21865.4588
No.7	-134688.8140	22073.3008	No.25	-134417.1817	21862.3773
No.8	-134681.3047	22055.7090	No.26	-134397.3543	21860.3402
No.9	-134671.0232	22038.3551	No.27	-134377.3809	21860.2910
SP2'	-134668.0378	22030.8187	No.28	-134357.3880	21861.0316
No.10	-134659.9897	22018.8768	CG2'	-134344.0814	21863.1961
No.11	-134648.2280	22005.7033	No.12	-134635.7034	21990.0864
CG2'	-134635.7034	21990.0864	SP1''	-134705.1254	22144.4817
No.13	-134622.6833	21974.9333	SP2''	-134665.5100	22035.5037
BC3'	-134615.3687	21865.5856	SP3''	-134608.1789	21841.5822

出来形横断面形状

3次元設計データ

中心線形

※ 監督・検査要領(土工編)(案)の参考資料2-1又は2-2

留意点

- 設計図書と入力した要素(線形及び、横断面図)の整合性の確認のほか、3次元ビューで断面間の形状についてもチェックされていることを確認する必要がある。
- 根拠資料は必要に応じて提出を求めることができる。
- 確認時に3次元ビューを用いて設計図と一致しているかどうかを把握(面の向き、形状の全体イメージ)しておくことが望ましい。

⑥ 精度確認試験結果報告書の把握

監督職員は、受注者が実施した計測精度確認試験に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

◆ UAV空中写真測量の精度確認試験結果報告書の例

(様式-2)

平成28年 6月22日

工 事 名 : 施工研鑿土工事
 受 注 者 名 : 株式会社 研ニイワチ
 作 成 者 : 岩瀬 裕 印

カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書

・カメラキャリブレーションの実績記録

カメラキャリブレーション	平成28年 6月21日
実施年月	
作業機関名	株式会社トブコン
実施担当者	大谷 仁志
使用するデジタルカメラ	メーカー : SONY 測定装置名称 : ILCE-6000 SEL28F20 測定装置の製造番号 :

・精度確認試験結果 (概要)

精度確認試験実施年月	平成28年 6月21日
作業機関名	株式会社トブコン
実施担当者	大谷 仁志
測定条件	天候 曇り 気温 23℃
測定場所	施工研鑿研究所 施工研鑿土工事 Ⅰ区 1
検証機器 (検証点を計測する測定機器)	T S : 3級 T S 以上 □ TOPCON GPT-9005A (級別2級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差 最大 1.6cm

・精度確認試験結果 (詳細)

① 高値とする検証点の確認

計測方法: 既知点 (A) による座標値計測

	X	Y	Z
1 点群 (2-19-1)	16030.094	-88007.733	184.545
2 点群 (2-20-1)	16025.336	-88016.561	183.771
3 点群 (2-21-1)	16039.588	-88004.459	186.148
4 点群 (2-22-1)	16029.847	-88017.446	185.980

② 空中写真測量 (UAV) による計測結果

	X	Y	Z
1 点群 (2-19-1)	16030.987	-88007.739	184.347
2 点群 (2-20-1)	16025.333	-88016.567	183.787
3 点群 (2-21-1)	16039.587	-88004.438	186.144
4 点群 (2-22-1)	16029.850	-88017.448	185.990

③ 差の確認 (測定精度)

空中写真測量による計測結果 (X,Y,Z) — 高値とする検証点の座標値 (X,Y,Z)

	検証点の座標値較差		
	ΔX	ΔY	ΔZ
1 点群 (2-19-1)	-0.007	-0.004	0.002
2 点群 (2-20-1)	-0.003	-0.006	0.016
3 点群 (2-21-1)	-0.001	0.001	-0.004
4 点群 (2-22-1)	0.003	-0.002	0.010

X成分 (最大) — -0.007m (-0.7cm) 以内: 合格 (基準値 6cm 以内)
 Y成分 (最大) — -0.006m (-0.6cm) 以内: 合格 (基準値 6cm 以内)
 Z成分 (最大) — 0.016m (1.6cm) 以内: 合格 (基準値 6cm 以内)

留意点

- カメラキャリブレーションは実施されているか。
- UAVの計測による全ての検証点の座標の較差がX,Y,Zそれぞれ50mm以内であることを確認したか。
- 精度確認は計測対象毎(起工測量、岩線計測、出来形計測)に実施されているか。

⑥ 精度確認試験結果報告書の把握

▶ 監督職員は、受注者が実施した計測精度確認試験に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

◆ 地上型レーザースキャナーの精度確認試験結果報告書の例

(様式-2)

精度確認試験結果報告書

計測実施日：平成21年2月18日
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株) レーザー測量
精度 太郎 印


精度確認の対象機器 メーカー：(株)ABC社 測定装置名称：TLS420 測定装置の製造番号：R00891	写真 
検証機器 (標定点を計測する測定機器) <input checked="" type="checkbox"/> テープ：JIS1種1級 (ガラス繊維製巻尺) <input checked="" type="checkbox"/> ○○製 商品名：○○ <input type="checkbox"/> TS：3級TS以上 <input type="checkbox"/> SS製 ○○ (2級)	写真 
測定記録 測定期日：平成21年2月18日 測定条件：天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所：(株) レーザー測量 社内 資材ヤードにて	写真 
精度確認方法 <input checked="" type="checkbox"/> 既知点の座標間距離	

図 4-3 機器の動作状況と精度確認結果の事例

・精度確認試験結果 (詳細)

① テープによる検査点の確認




計測方法： テープ or TSによる座標間距離 or TSによる座標値計測
計測結果：17.070m

② TLSによる確認



中心を自動抽

	X	Y	Z	点間距離
1 点目	44044.700	-11987.621	17.870	17.071m
2 点目	44060.775	-11993.355	17.502	

③ 差の確認 (測定精度)
 TLSの計測結果による点間距離 (L') - テープによる実測距離 (L)
 17.071m - 17.070m = 0.001m (1mm) ; 合格 (基準値 20mm 以内)

図 4-4 機器の動作状況と精度確認結果の事例

留意点

- ▶ 「JSIMA115 地上型レーザースキャナー性能確認に関するガイドライン」(日本測量機器工業会規格)に基づく試験成績表により確認可能な座標測定精度と使用範囲内で利用することもできる。(この使用範囲を超えて利用する場合、現場での精度確認試験を行う。)
- ▶ 精度確認試験の実施日が利用前6ヶ月以内になっているかを確認する。

⑦ 出来形管理状況の確認

監督職員は、受注者の実施した出来形管理結果(出来形管理図表)を用いて、出来形管理状況を把握する。

作成帳票例(出来形管理図表)

様式-31-2

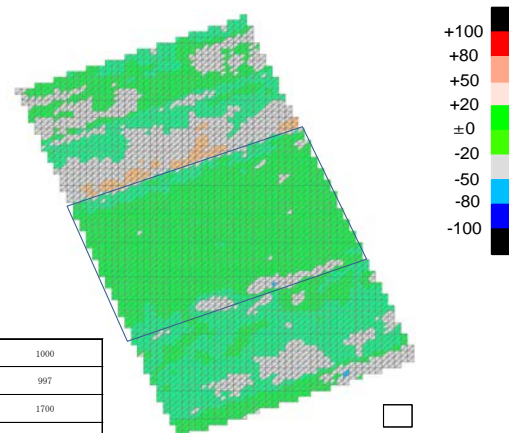
出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

工 種 道路土工 測点 No. 1~No. 3
 種 別 盛土 合否判定結果 異常値有

測定項目		規格値	判定
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/m ² 以上 (1000点以上)
	評価面積	1000m ²	
	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/m ³ 以上 (1700点以上)
	評価面積	1700m ²	
	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



凡例:

留意点

- 計測値が規格値内に入っているか。
- ヒートマップの範囲は正しいか。
- 規格値の異なる計測箇所が混在していないか。

例として、UAV写真測量を用いた出来形管理を実施した場合と、従来(TS出来形管理)との検査職員の実施項目の違いを示す。

検査職員の実施項目

従来(TS出来形管理)

- 1) 出来形計測に係わる書面検査
 - ・ 施工計画書の記載内容
 - ・ 工事基準点の測量結果等
 - ・ 基本設計データチェックシートの確認
 - ・ 「出来形管理図表」の確認
 - ・ 品質管理及び出来形管理写真の確認
 - ・ 電子成果品の確認
- 2) 出来形計測に係わる実地検査
 - ・ 検査職員が指定する管理断面の出来形検査

UAV写真測量を用いた出来形管理

- 空中写真測量(無人航空機)を用いた
- 1) 出来形計測に係わる書面検査
 - ・ 施工計画書の記載内容
 - ・ **設計図書**の3次元化に係わる確認
 - ・ 工事基準点(標定点)等の測量結果等
 - ・ **GNSSローバー**の精度確認試験結果報告書の確認
 - ※ 出来形計測以外でGNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置した場合
 - ・ **3次元設計データ**チェックシートの確認
 - ・ **精度確認試験結果報告書**の確認
 - ・ 「出来形管理図表」の確認
 - ・ 品質管理及び出来形管理写真の確認
 - ・ 電子成果品の確認
 - 2) 出来形計測に係わる実地検査
 - ・ **TS等**を用い、**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。

- ※ 基本設計データとは、線形+横断形状で構成されるデータ
- ※ 3次元設計データとは、面(TIN等)+線形で構成されるデータ

- ※ 赤字は、従来(TS出来形管理)と異なる箇所。
- ※ TS等とは、施工管理データが搭載された出来形管理TS、3次元設計データが搭載されたTS、3次元設計データが搭載されたRTK-GNSS等を指す。
- ※ 詳細は、「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」を参照のこと。

留意点

- 施工計画書の記載事項で適用工種、出来形計測箇所、適用する基準類、使用機器・ソフトウェア等を確認する。
- 設計図書の3次元化はICT活用工事の適用範囲が対象となる。
- GNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置した場合にはGNSSローバーの精度確認試験結果報告書の提出が必要となる。
- UAV写真測量では、計測毎に精度確認試験を行う必要がある。
- 出来形管理図表の表現方法(様式)が変更されている。

検査職員の実施項目の内容について

ICT活用工事の要領類を適用した出来形管理箇所における出来形検査の実施項目は、当面の間、下記に示すとおりとしている。

<出来形計測に係わる書面検査>

A. 工事打合せ簿で確認

①ICTを用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容

- ✓ 監督職員が実施した「施工計画書の受理・記載事項の確認結果」

②設計図書の3次元化に係わる確認

- ✓ 設計図書の3次元化の実施

③ICTを用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等

- ✓ 工事基準点や標定点測量結果が提出されていること

④3次元設計データチェックシートの確認

- ✓ 「3次元設計データチェックシート」が提出されていること

⑤ICTを用いた出来形管理に係わる精度確認試験結果報告書の確認

- ✓ 「精度確認試験結果報告書」が、提出されていること

※ UAV写真測量の場合は「カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書」

B. 書類・データの確認

⑥ICTを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

- ✓ 出来形管理図表により、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
- ✓ 各測定値の設計との離れの規格値に対する割合をプロットした分布図の凡例に従いバラツキを判定する

⑦品質管理及び出来形管理写真の確認

- ✓ 「7-2 品質管理及び出来形管理写真基準」に基づいて撮影されていること

⑧電子成果品の確認

- ✓ 出来形管理や数量算出の結果等の工事書類が「ICON」フォルダに格納されていること

検査職員の実施項目の内容について

ICT活用工事の要領類を適用した出来形管理箇所における出来形検査の実施項目は、当面の間、下記に示すとおりとしている。

<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。

※ 検査頻度は表－2のとおり。

なお、7－1出来形管理基準及び規格値に示す基準を適用できない場合は、従来手法による出来形管理基準及び規格値によることができる。

※ 「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の「1-2-3-2-1掘削工」、「1-2-3-3-1盛土工」、あるいは、「1-2-4-2-1掘削工」、「1-2-4-3-1路体盛土工、1－2－4－4－1路床盛土工」

表－2 検査頻度

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
河川土工	検査職員が指定する平場上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1断面
道路土工	検査職員が指定する平場上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1断面

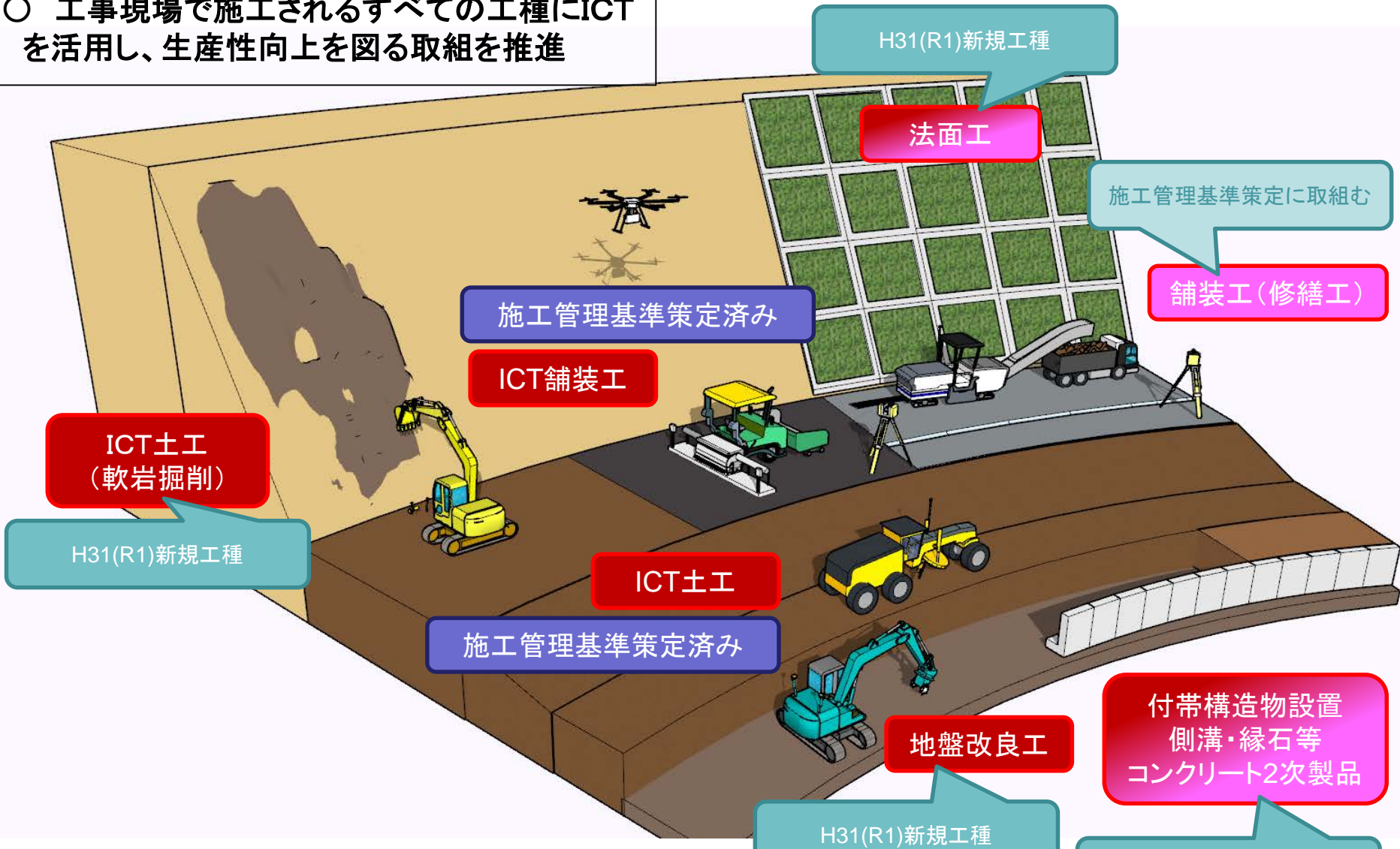
※ ここでいう断面とは厳格に管理断面を指すものではなく、概ね同一断面上の数か所の標高を計測することを想定している。

※ 監督・検査要領(土工編)(案)より

ICT基準類の解説 ～舗装工、浚渫工(河川)～

国土交通省 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

○ 工事現場で施工されるすべての工種にICTを活用し、生産性向上を図る取組を推進



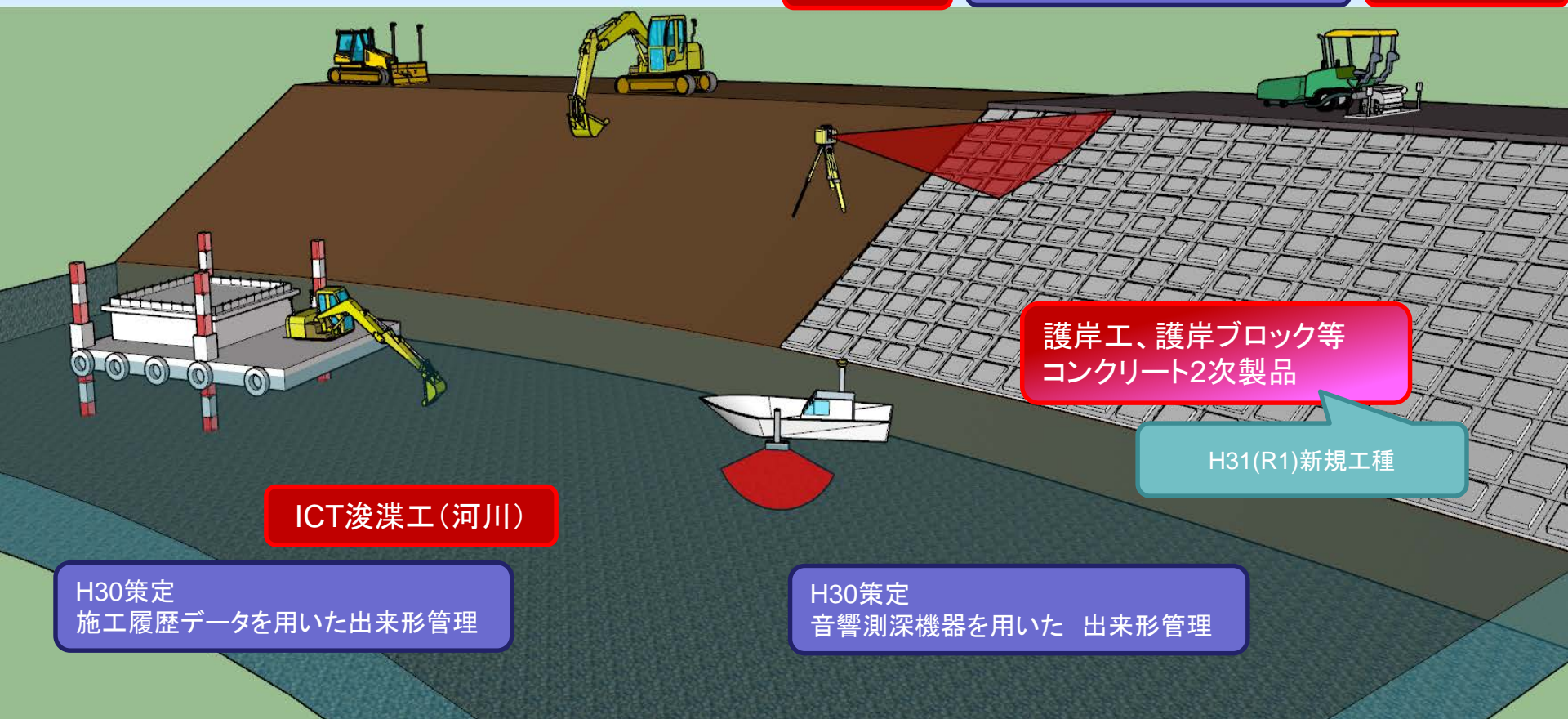
 対応済み工種	 策定済み基準
 検討中の工種	 H31(R1)新規導入基準類

○ 工事現場で施工されるすべての工種にICTを活用し、生産性向上を図る取組を推進

ICT土工

施工管理基準策定済み

ICT舗装工



護岸工、護岸ブロック等
コンクリート2次製品

H31(R1)新規工種

ICT浚渫工(河川)

H30策定
施工履歴データを用いた出来形管理

H30策定
音響測深機器を用いた 出来形管理

対応済み工種

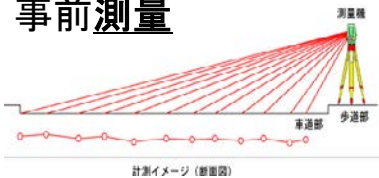
検討中の工種

策定済み基準

H31(R1)新規導入基準類

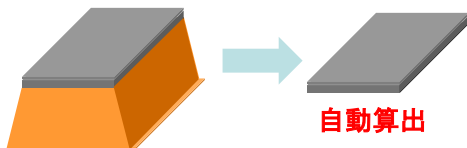
ICT舗装工の導入(H29.4~)

①レーザースキャナ等で事前測量



レーザースキャナ等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施

②ICT土工の3次元測量データによる設計・施工計画



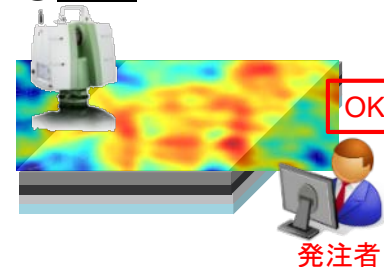
3次元設計データと事前測量結果の差分から、施工量を自動算出。

③ICTグレーダ等による施工

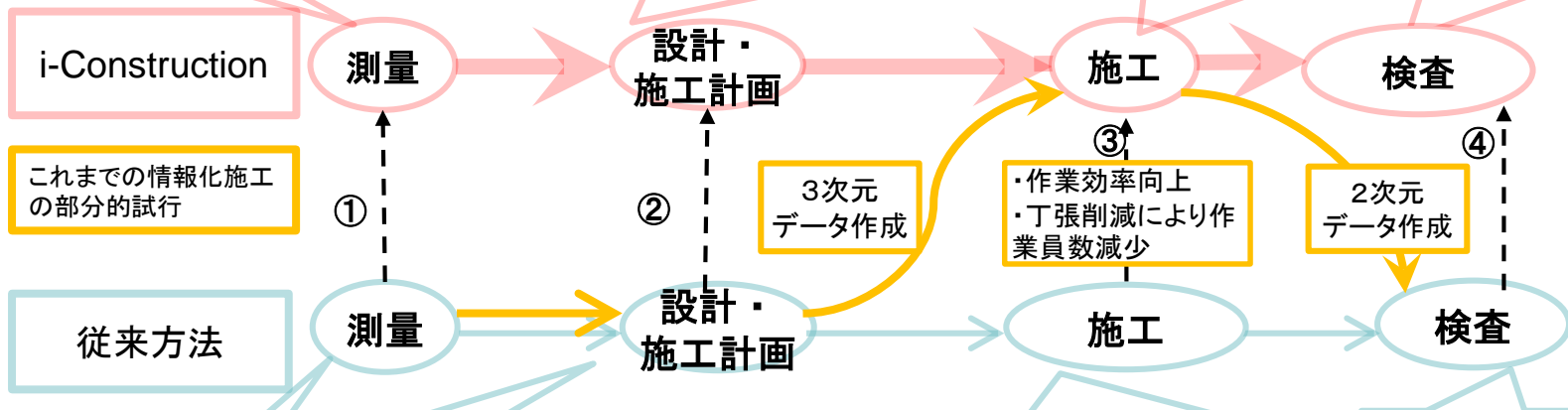


3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御

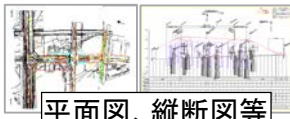
④検査の省力化



レーザースキャナ等のデータによる検査等で書類が半減



人手による測量



平面図、縦断図等
紙図面から
施工量算出



丁張り設置

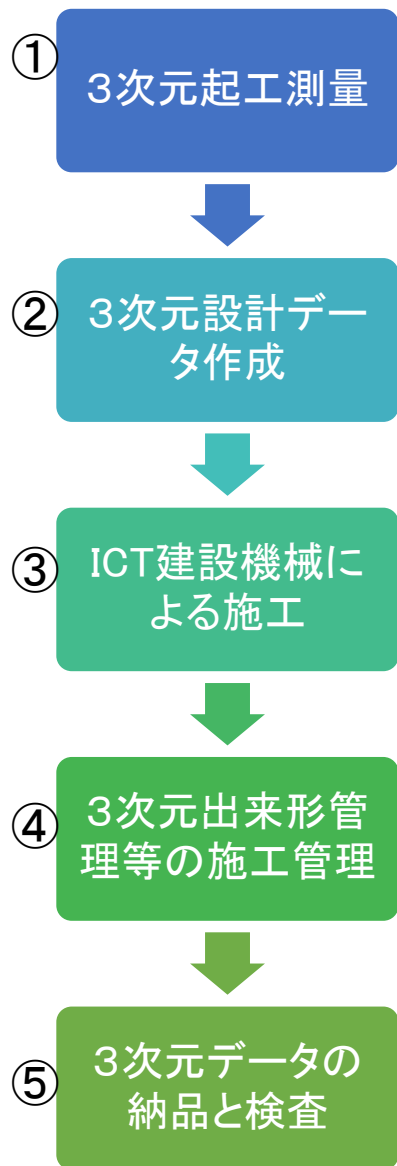


丁張りに
合わせ施工
検測と施工を繰
り返して整形



37抜きによる検査

- ICT土工同様、起工測量・各層の出来形管理を3次元計測して、ICT建設機械で施工
- ただし、ICT建設機械のターゲットは路盤の敷均し作業のみで、路盤の締固めや舗装は対象外



① 3次元起工測量

地上型レーザスキャナ・TS等を活用した3D現況測量

② 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

③ 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敷均し施工

(※)通常手法による路盤の締固め

④ 3次元出来形管理等の施工管理

地上型レーザスキャナ・TS等を活用した施工層の出来形管理・計測

⑤ 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

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活用工事(舗装工)とは

○施工プロセスの全ての段階(下記①～⑤)においてICT施工技術を全面的に活用する工事

施工プロセス	ICT施工技術
①3次元起工測量	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と用いた起工測量 5) その他の3次元計測技術を用いた起工測量
②3次元設計データ作成	
③ICT建設機械による施工	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
④3次元出来形管理等の施工管理	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。
⑤3次元データの納品	

適用される要領類(舗装工)

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)
 地上型移動体搭載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)

点群計測

TSを用いた出来形管理要領(舗装工事編)
 TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)
 TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(舗装工事編)
 TS(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)

単点計測

品質管理

出来高管理

適用工種

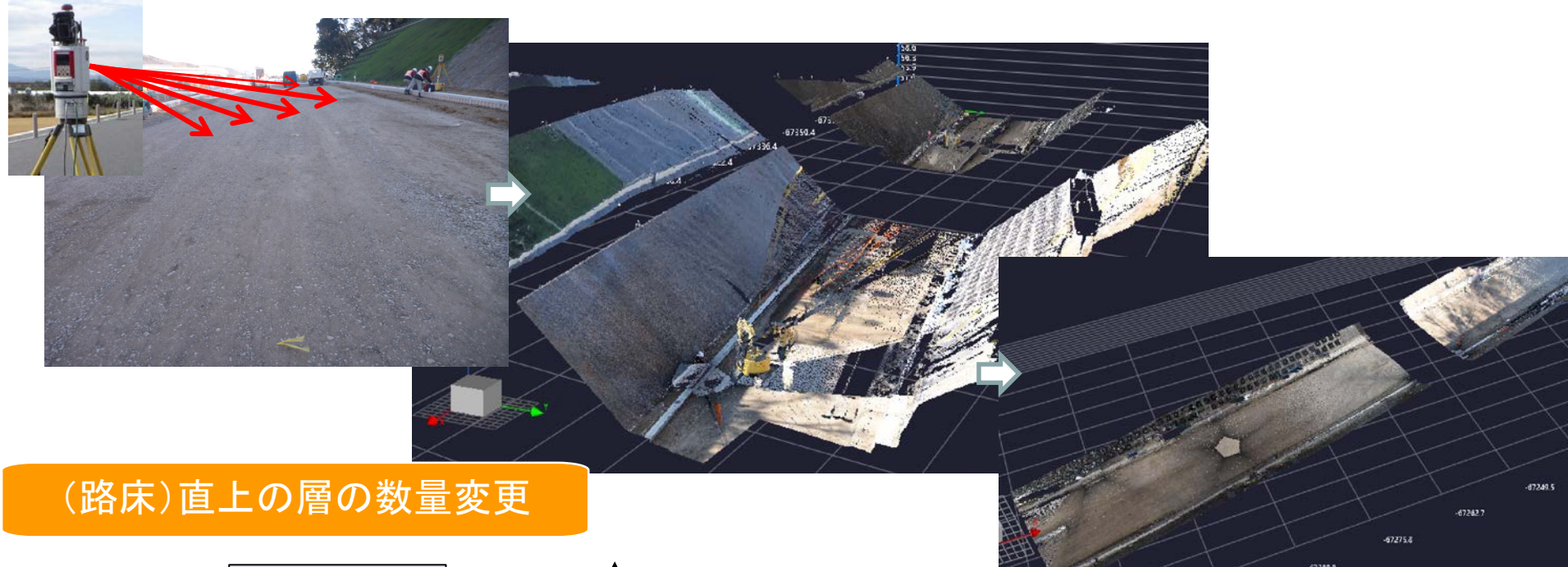
アスファルト舗装工	半たわみ性舗装工
排水性舗装工	透水性舗装工
グースアスファルト舗装工	コンクリート舗装工

- ICT土工同様、レーザースキャナー等で面的に現況を計測、所定の点密度にフィルタリング(間引き)
- 計測結果は設計照査(現況に応じた舗装構成見直しや直上の層の数量変更)に活用

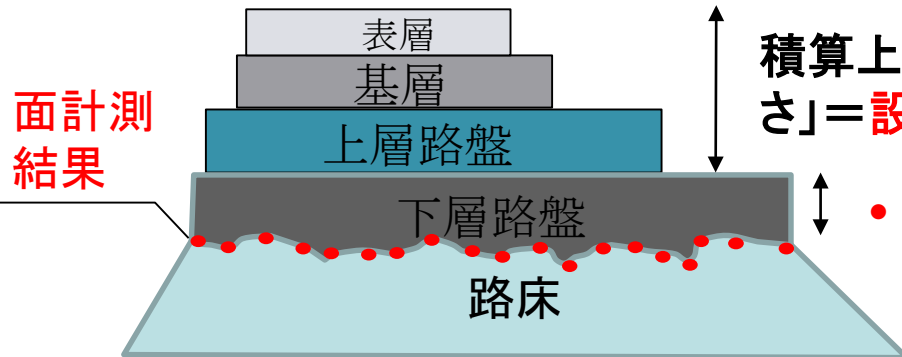
現況の面計測(レーザースキャナ等)



フィルタリング



(路床)直上の層の数量変更



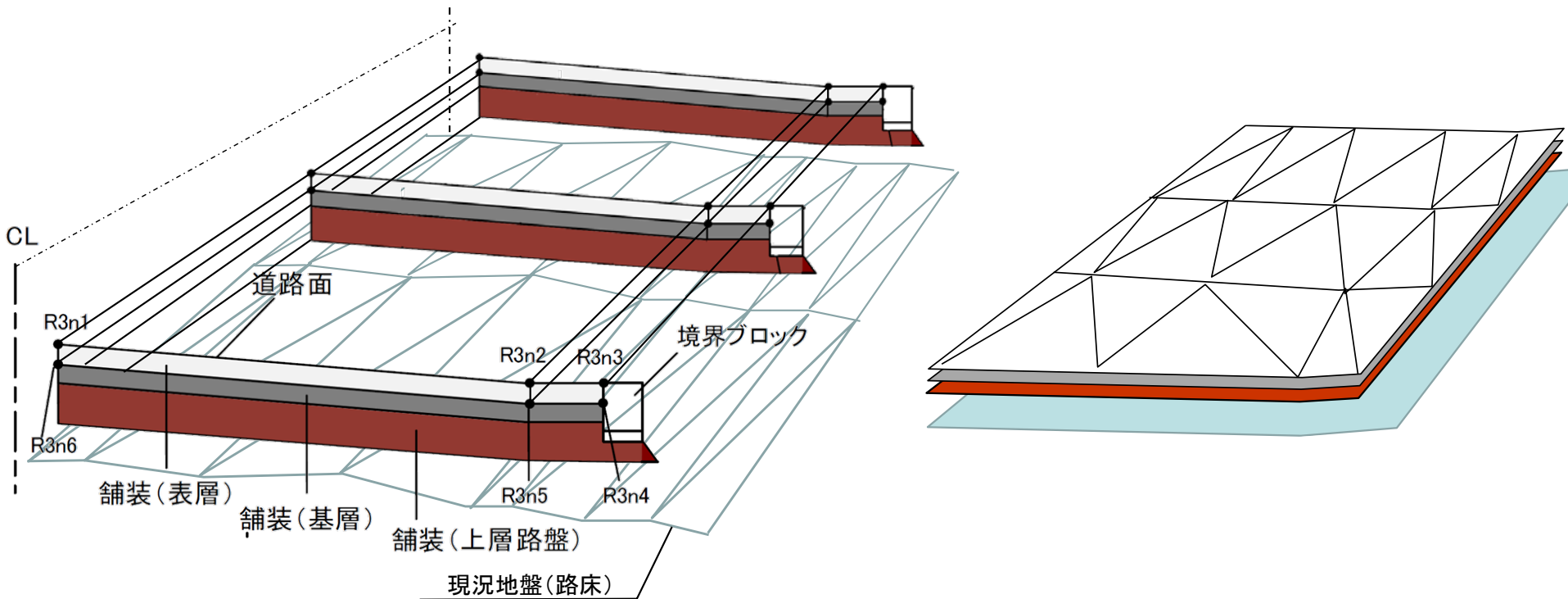
● 積算上の「平均厚さ」=体積/面積

- 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

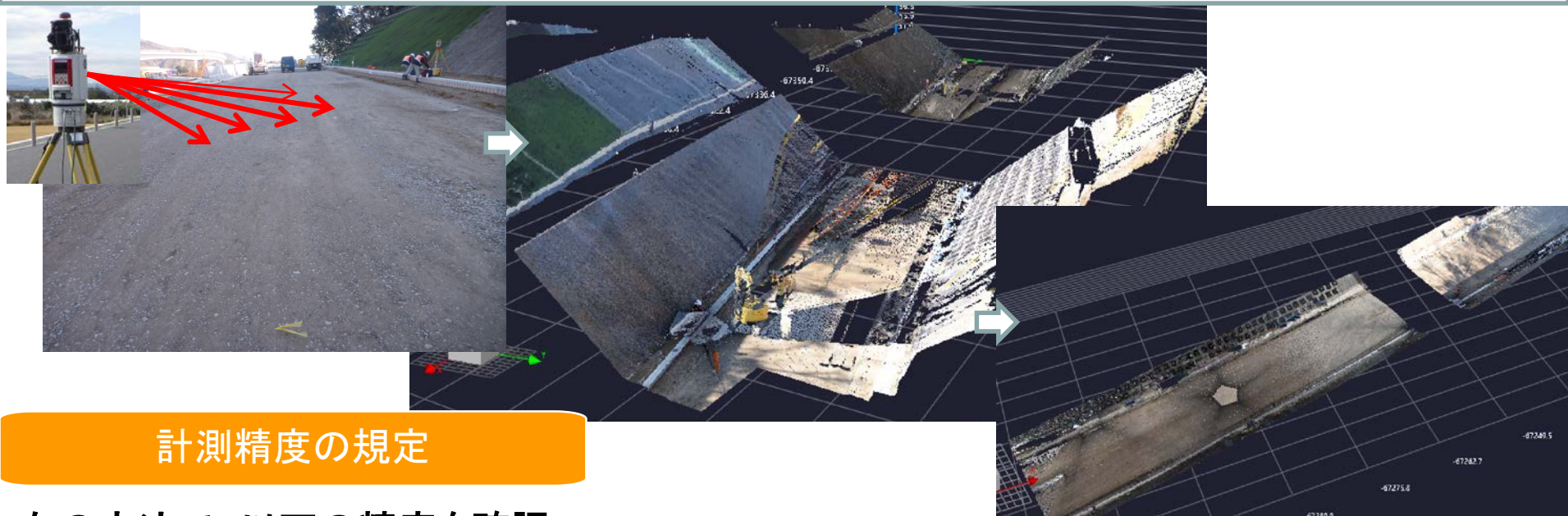


層毎のTINデータに変換



ICT舗装工の流れ④(3次元出来形管理-1)

- 各層毎にレーザースキャナー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㎡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】

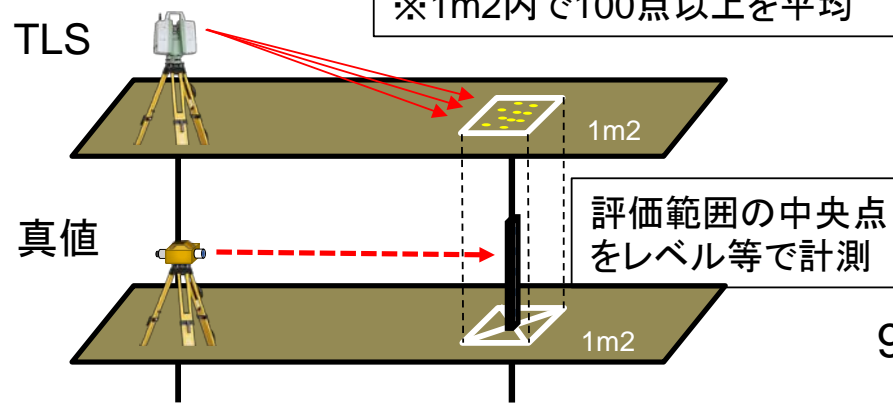
- ・路床表面 $\pm 20\text{mm}$ 以内
- ・下層~上層路盤表面 $\pm 10\text{mm}$ 以内
- ・基層~表層表面 $\pm 4\text{mm}$ 以内

【平面方向】

$\pm 20\text{mm}$ 以内

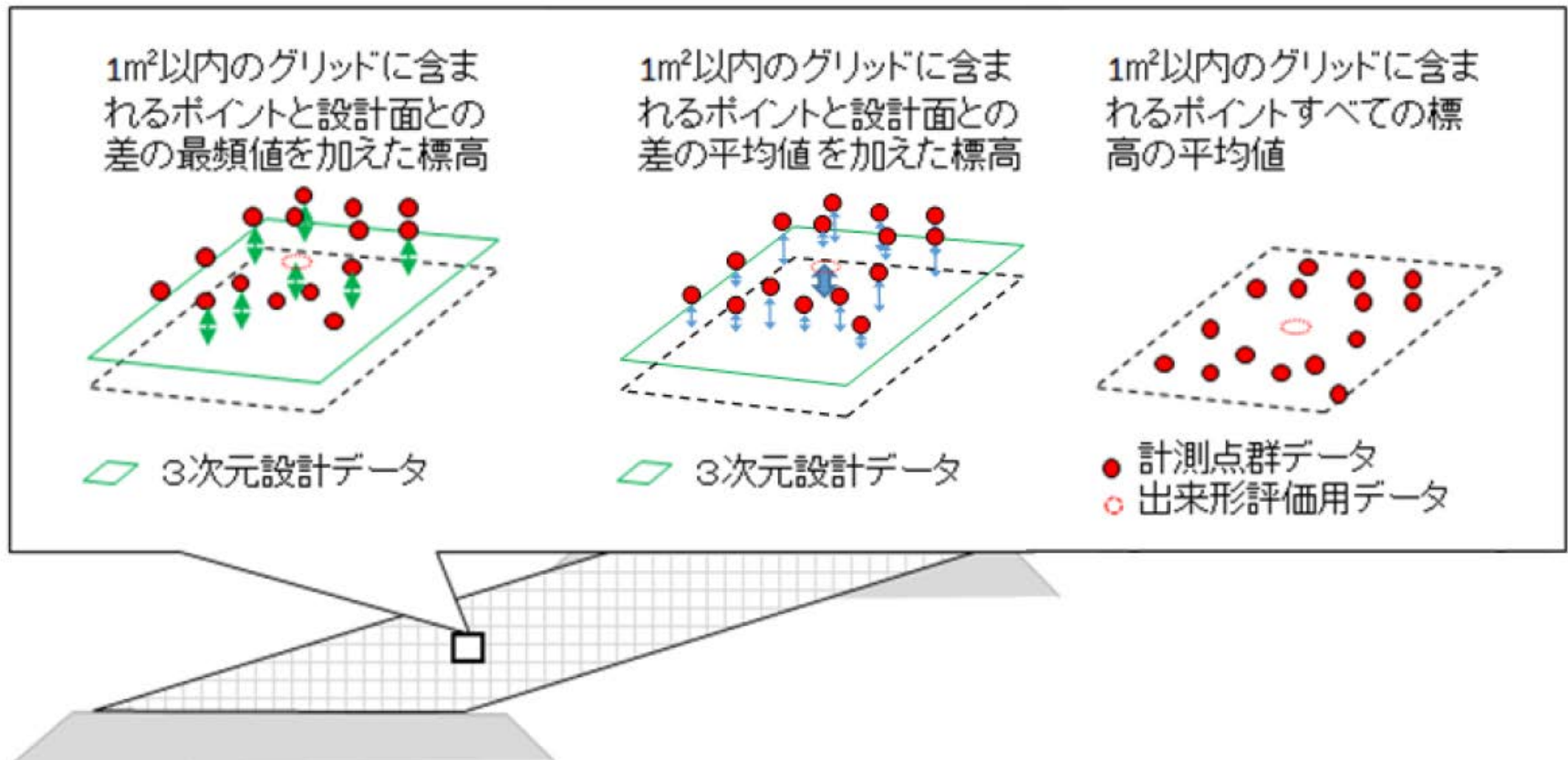
※ICT土工と同じ方法

TLS



- 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出来形評価密度(1点/m²)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3つの手法



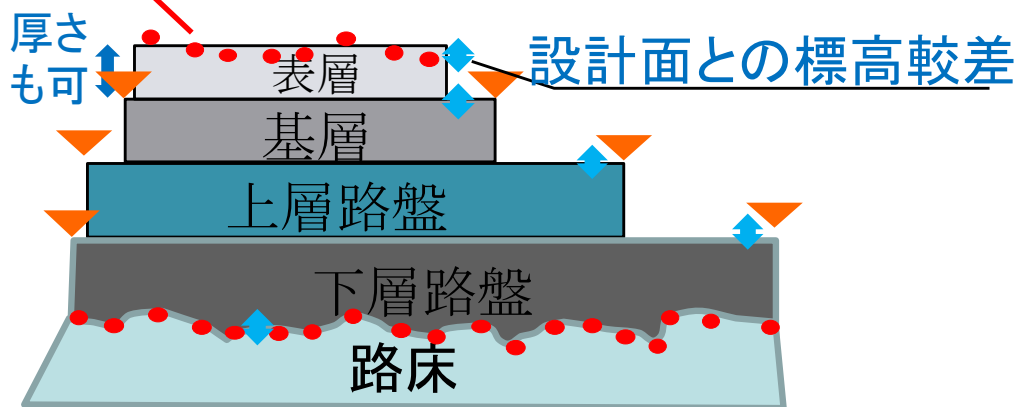
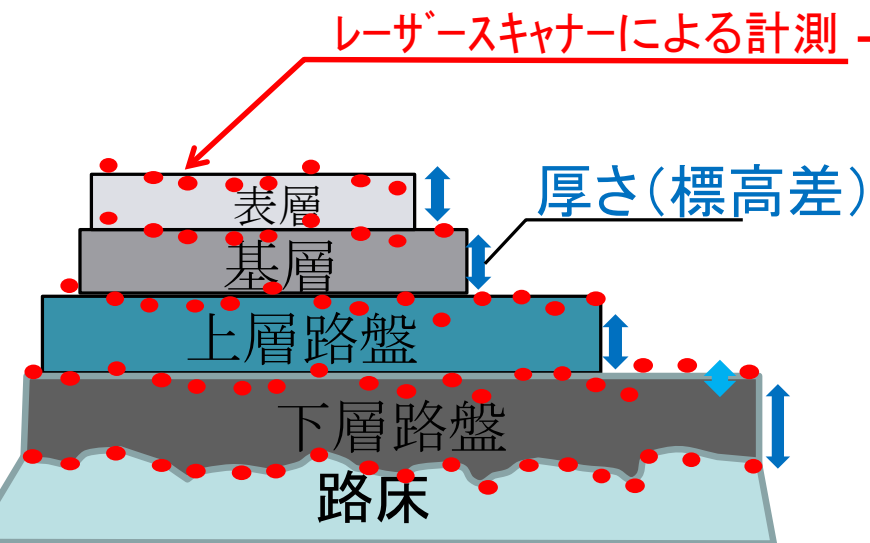
- 各層の出来形管理において、表層の管理(すなわち、表層の表面の計測)を除いては、レーザースキャナー以外での管理も許容される。
- 厚さは施工前後の表面の計測によりその標高差から算出されるが、厚さの代わりに設計面(=目標高さ)との標高較差により管理することも認められる。

①基本的な考え方

- 全て地上型レーザースキャナーで計測
- 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

- 地上型レーザースキャナー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



▼ TSによる計測

- 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」については、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	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
	単位 [mm]	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/m2以上	TLS	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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
	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	-24	-3	-4	1点/m2以上	TLS	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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
上層路盤	厚さあるいは標高較差	-54	-63	-8	-10	1点/m2以上	TLS	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・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
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/m2以上	TLS	<ul style="list-style-type: none"> ・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。

(※) 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舗装工の流れ④(3次元出来形管理-5)

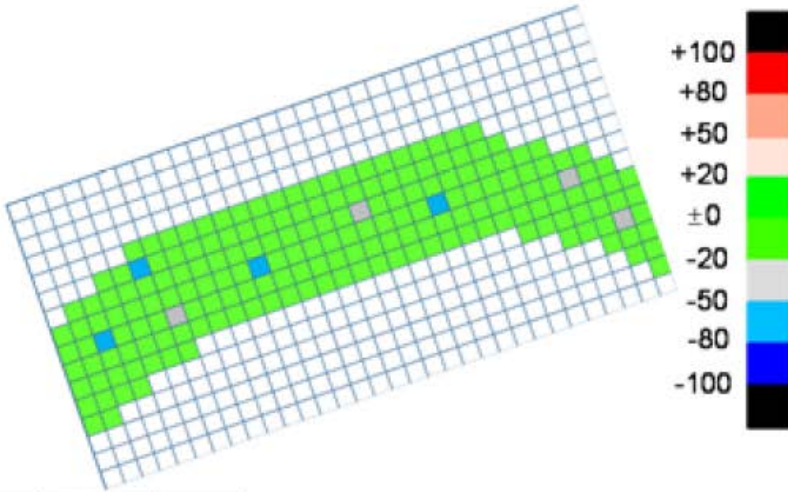
○ 出来形管理帳票については、ICT土工同様に、管理項目の処理結果とヒートマップ

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 ²			
	要検点数	0	0.3%未満 (21点以下)		

標高較差のばらつき	評価値の±20%以内のデータ数	7200
	評価値の±50%以内のデータ数	6400

凡例:

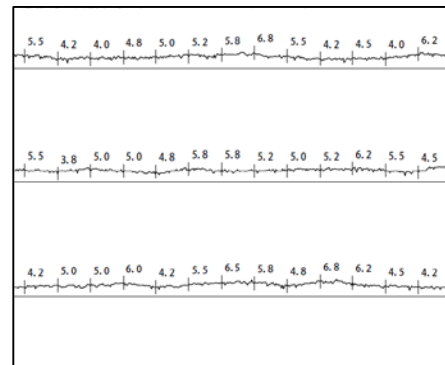
ICT舗装工の流れ④(3次元出来形管理-6)

○平坦性は、従来の3mプロフィールメーター等から計測する手法の他、計測点群データより算出することが出来る。

従来の方法

「出来形管理基準及び規格値」における舗装表層の平坦性指標(σ)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(現状)

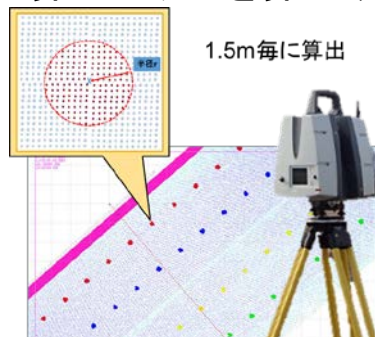


H31年度より

ICTでの管理方法

TLS等により得られる点群データから計算により σ を算出する方法を選択できる旨、出来形管理要領に追記。

点群データからの算出(改訂)



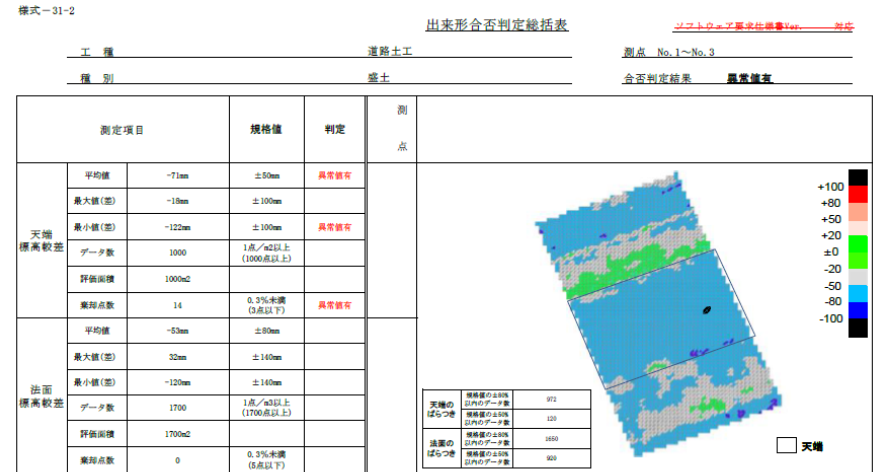
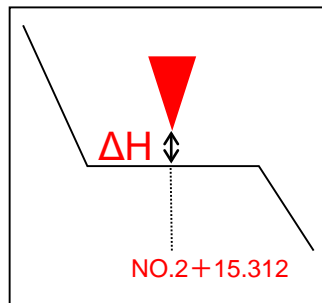
■ 確認する書類、実地検査の内容もICT土工と同様

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。



凡例:

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かを検査する。(中略) 検査頻度は表-2検査頻度のとおりとする。(中略)

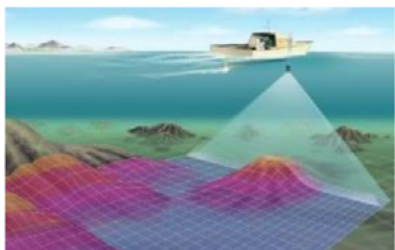
工種	計測箇所	確認項目	検査密度
舗装工	検査職員の指定する任意の箇所	基準高、厚さ または標高較差	1工事 1断面

※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

ICT浚渫工(河川)の導入(H30.4~)

①音響測深による起工測量

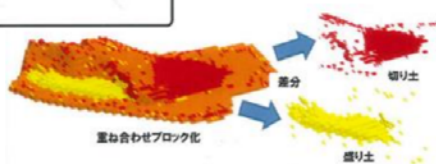
船舶等に搭載した音響測深機器(ナローマルチビーム等)により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。



②ICT浚渫工の3次元測量データによる設計・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、設計図面との差分から、施工量を自動算出。



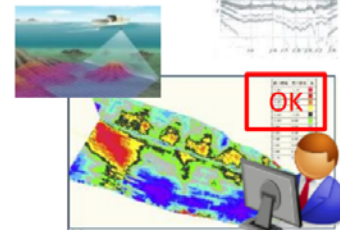
③ICT建設機械による施工

3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(*)を実施。



④検査の省力化

ICT建設機械の施工履歴データを活用した検査等により、出来形の書類が半減、品質管理に必要な物理検査の項目が激減。



検査官

i-Construction
ICT施工(浚渫工)

測量

設計・
施工計画

施工

検査

これまでの
情報化施工

①

②

3次元
データ作成

③
・重機の日当たり
施工量約1.1倍
・作業員 約3/4

2次元
データ作成

④

従来方法

測量

設計・
施工計画

施工

検査

レッド測深による起工測量



施工と検測を繰り返して整形



レッド測深による出来形確認



ICT活用工事(河川浚渫)とは

○施工プロセスの全ての段階(下記①～⑤)においてICT施工技術を全面的に活用する工事

施工プロセス	ICT施工技術
①3次元起工 測量	1) 音響測深機器を用いた起工測量 2) その他の3次元計測技術を用いた起工測量(※) (※)従来の断面管理においてTSを用いて測定し、計測点同士をTINで結合する方法で断面間を3次元的に補完することを含む。
②3次元設計 データ作成	
③ICT建設機 械による施工	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バックホウ
④3次元出来 形管理等の施 工管理	1) 音響測深機器を用いた出来形管理 2) 施工履歴データ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
⑤3次元デー タの納品	

適用される要領類(河川浚渫)

出来形管理

音響測深機器を用いた出来形管理要領(河川浚渫工事編)(案)
 音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編)(案)
 施工履歴データを用いた出来形管理要領(河川浚渫工事編)(案)
 施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編)(案)

品質管理

出来高管理

適用工種

【編】	【章】	【節】	【工種】
共通編	一般施工	浚渫工 共通	浚渫船運転工(バックホウ浚渫船)※
河川編	浚渫(川)	浚渫工(バックホウ浚渫船)	浚渫船運転工

※グラブ浚渫船は対象外とする
 (土木工事施工管理基準の工種区分より)

ICT河川浚渫の施工と3次元出来形管理

□ 施工履歴データを用いた出来形管理の手順と主な基準の例

(※) 出来形管理の計測方法として点群データを採用できるように「面管理」の概念導入

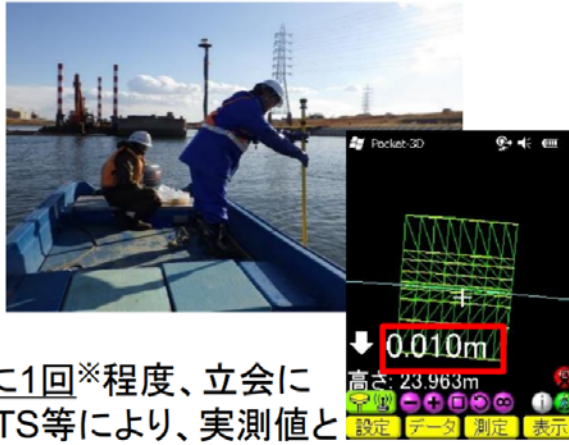
ICT建機のバケット軌跡記録機能を使い、掘削と同時に出来形管理を実施

データ改ざん等の抑止として、段階確認を立会で実施

完成検査(実地)における実測は、段階確認の実施状況の検査※に代え省略



メモカードやクラウド経由でICT建機から取り出し



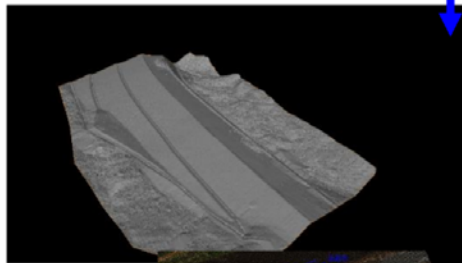
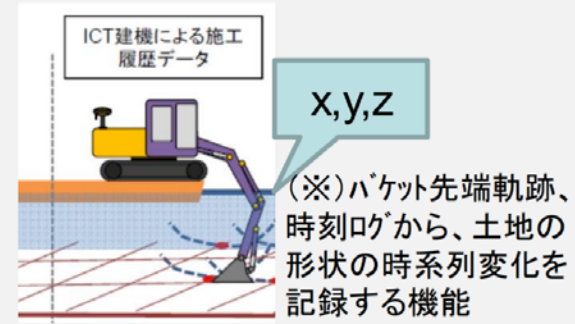
1工事に1回※程度、立会においてTS等により、実測値と設計値を比較し、規格値に入っているかを確認

(従来)

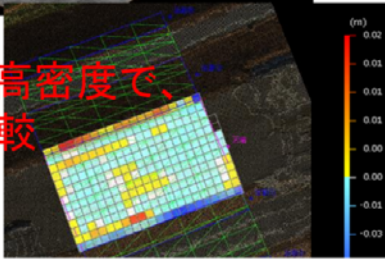
200mに1箇所
基準高、幅、深さ、延長

不要

【参考：施工履歴データ】

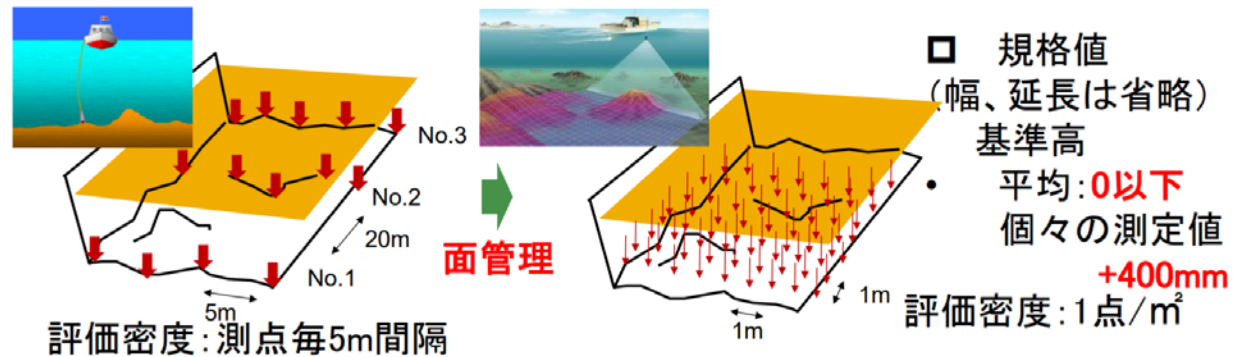


1点/m²の高密度で、設計値と比較



(従来)
測点毎に1箇所
基準高、幅、深さ、延長

【主な技術基準(出来形管理基準及び規格値)】



R1年度 ICT施工改正基準類の解説

国土交通省 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

1. 実施方針の制定・改定(概要)
2. 工種の拡大
 - 2-1:ICT土工(河床等掘削・軟岩・床掘)
 - 2-2:ICT付帯構造物設置工(縁石・側溝工)
 - 2-3:ICT付帯構造物設置工(護岸工)
 - 2-4:ICT法面工(吹付工)
 - 2-5:ICT地盤改良工(安定処理・中層安定処理)
3. 技術基準類のカイゼン
 - 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)
(計測点群データを利用した平坦性の算出)
 - 3-2: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の規定明確化)

平成31年4月1日付 通知

国官技第404号
国総公第120号
平成31年4月1日

各地方整備局 企画部長 殿
北海道開発局 事業振興部長 殿

大臣官房技術調査課長
総合政策局公共事業企画調整課長

i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」の貫徹について

i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」の取り組みの貫徹を図るべく、別紙「ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針」に基づき、一層の普及推進を図られたい。

なお、「i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」の深化について」（平成30年4月2日付け国官技第328号、国総公第96号）は廃止する。

また、「情報化施工技術の一般化・実用化の推進について」（平成25年5月14日付け国官技第23号、国総公第18号）は、ICTの全面的な活用を推進する工種への適用はしないものとする。

また、本通達は、平成31年4月1日以降に契約の手続きを開始する業務及び工事において適用するものとする。

国技建管第21号
国技建調第9号
国総施安第6号
平成31年4月1日

各地方整備局 企画部長 殿
北海道開発局 事業振興部長 殿

大臣官房 技術調査課 建設システム管理企画室長
建設技術調整室長
総合政策局 公共事業企画調整課 施工安全企画室長

i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」の実施について

「i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」の貫徹について」（平成31年4月1日付け国官技第404号、国総公第120号）により、ICTの全面的な活用の推進に関する実施方針を定めたところである。

平成31年4月1日以降に入札契約手続きを開始する「ICTの全面的な活用」に関する測量、地質調査及び設計、あるいは平成31年4月1日以降に入札契約手続きを開始する「ICTの全面的な活用」に関する工事にあたっては、別紙-1「UAV等を用いた公共測量実施要領」、別紙-2「土工の3次元設計実施要領」、別紙-3「3次元地形データ作成業務実施要領」、別紙-4「ICT活用工事（土工）実施要領」、別紙-5「ICT活用工事、CIM活用業務・工事の見積り書の依頼について」、別紙-6「ICT活用工事（土工）積算要領」、別紙-7「ICT活用工事（舗装工）実施要領」、別紙-8「ICT活用工事（舗装工）積算要領」、別紙-9「CIM活用業務実施要領」、別紙-10「CIM活用工事実施要領」、別紙-11「ICT活用工事（河川渡渉）実施要領」、別紙-12「ICT活用工事（河川渡渉）積算要領」、別紙-13「定期点検における点検支援技術活用業務実施要領」、別紙-14「ICT活用工事（河床等掘削）積算要領」、別紙-15「ICT活用工事（作業土工（床掘））実施要領」、別紙-16「ICT活用工事（作業土工（床掘））積算要領」、別紙-17「ICT活用工事（付帯構造物設置工）実施要領」、別紙-18「ICT活用工事（付帯構造物設置工）積算要領」、別紙-19「ICT活用工事（法面工）実施要領」、別紙-20「ICT活用工事（法面工）積算要領」、別紙-21「ICT活用工事（地盤改良工）実施要領」、別紙-22「ICT活用工事（地盤改良工（安定処理））積算要領」及び別紙-23「ICT活用工事（地盤改良工（中層混合処理））積算要領」に基づき実施されたい。

なお、「i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」の実施について」（平成30年4月2日付け国技建管第21号、国技建調第9号、国総施安第6号）及び「CIM活用業務及び工事における実施内容について」（平成29年11月17日付け国技建管第28号）については廃止する。

国官技第462号
国総公第124号
平成31年4月1日

各地方整備局企画部長 殿
北海道開発局事業振興部長 殿
沖縄総合事務局開発建設部長 殿

国土交通省大臣官房技術調査課長
国土交通省総合政策局公共事業企画調整課長
(公 印 省 略)

i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」に係る技術基準類について

i-Constructionにおける「ICTの全面的な活用」を実施する上での技術基準類について、別添のとおり改定、策定及び名称変更するので通知する。

別紙-1～別紙-23

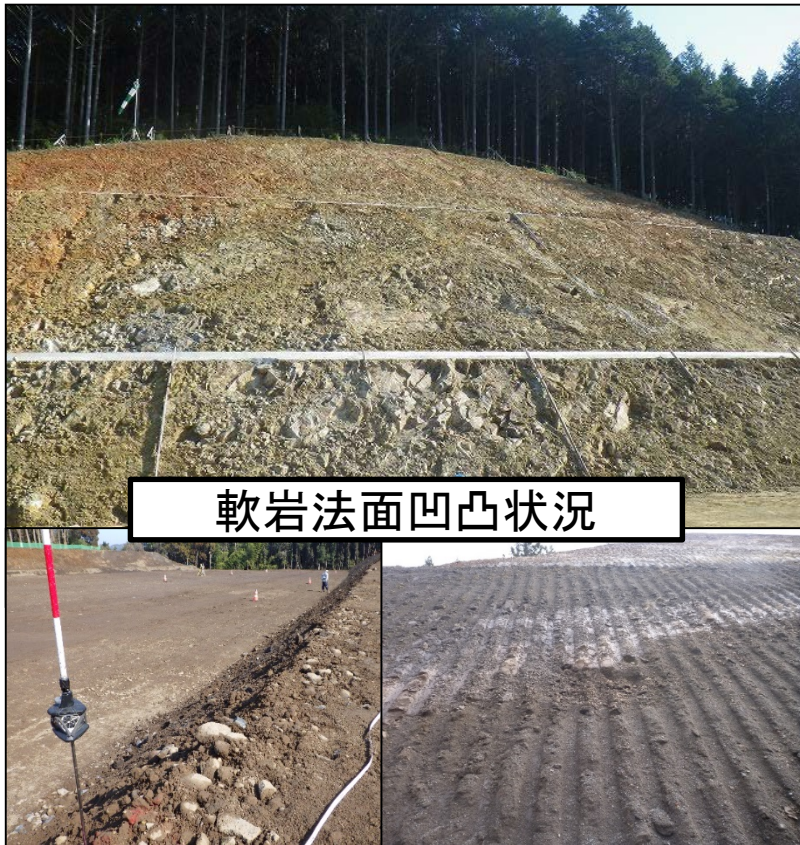
別添と
別紙01～別紙26

1. 実施方針の制定・改定

別紙	文書名		概要
4	ICT活用工事(土工)実施要領	改	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤改良工、付帯構造物設置工、法面工及び作業土工(床掘)の実施方法の追加 ・施工履歴データを用いた出来形管理(河床掘削)の追加
14	ICT活用工事(河床等掘削)積算要領	新	<ul style="list-style-type: none"> ・河床掘削にICT施工を適用する際の積算方法を規定
15	ICT活用工事(作業土工(床掘))実施要領	新	<ul style="list-style-type: none"> ・作業土工でICT施工をする際の規定。ICT土工の関連工種として実施することなどが規定されている。 ・出来形管理は該当なし ・作業土工にICT施工を適用する際の積算方法を規定
16	ICT活用工事(作業土工(床掘))積算要領		
17	ICT活用工事(付帯構造物設置工)実施要領	新	<ul style="list-style-type: none"> ・付帯構造物設置工で3次元設計データと3次元計測技術を用いて出来形管理する際の規定。ICT土工の関連工種として実施することなどが規定されている。 ・ICT施工は該当なし ・付帯構造物設置工の3次元データによる出来形管理を実施する際の積算方法を規定
18	ICT活用工事(付帯構造物設置工)積算要領		
19	ICT活用工事(法面工(吹付工))実施要領	新	<ul style="list-style-type: none"> ・法面工(吹付工)で3次元設計データと3次元計測技術を用いて出来形管理する際の規定。ICT土工の関連工種として実施することなどが規定されている。 ・ICT施工は該当なし ・法面工(吹付工)の3次元データによる出来形管理を実施する際の積算方法を規定
20	ICT活用工事(法面工(吹付工))積算要領		
21	ICT活用工事(地盤改良工)実施要領	新	<ul style="list-style-type: none"> ・地盤改良工に用いる3DMG/3DMCバックホウの施工履歴による出来形管理を受注者が行う場合の発注方式や適用範囲を規定 ・地盤改良工に、ICT施工および3次元データによる出来形管理を実施する際の積算方法を規定
22	ICT活用工事(地盤改良工(安定処理))積算要領		
23	ICT活用工事(地盤改良工(中層混合処理))積算要領		

2-1 ICT土工(軟岩)(別紙4)

- 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存在す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)



軟岩法面凹凸状況

○ 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

2-1 ICT土工(床掘)(別紙4)

○ 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



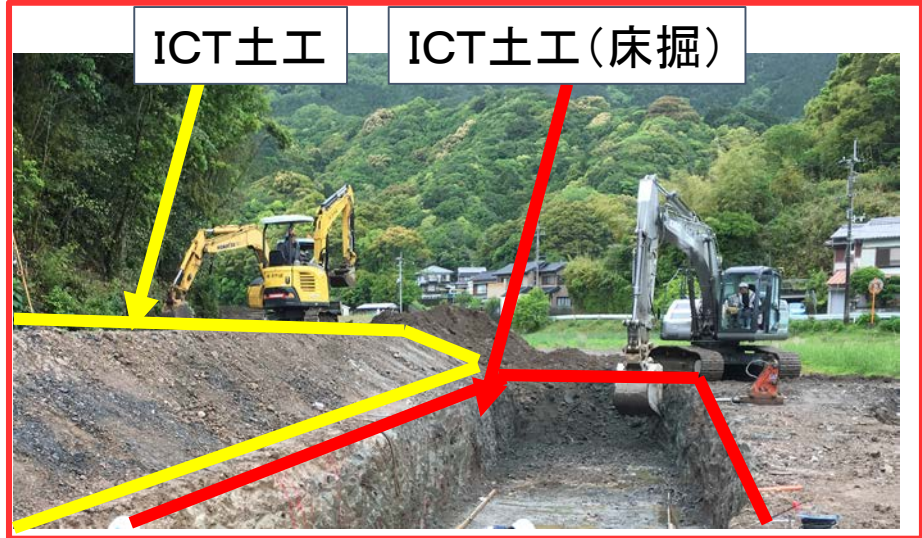
短時間で施工箇所の3次元測量を実施

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



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活用工事(付帯構造物設置工)について
～TS等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)の解説～

ICT施工技術の具体的内容

■記載箇所：別紙-17 ICT活用工事（付帯構造物設置工）実施要領

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活用工事 の対象工種

■記載箇所：別紙-17 ICT活用工事(付帯構造物設置工)実施要領

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

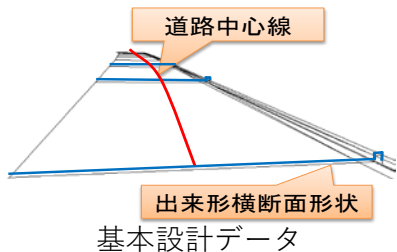
出典：土木施工の実際と解説(改訂6版)より

計測概要

T S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。

- ・ T S等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)
- ・ 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)(案)

3次元設計データ



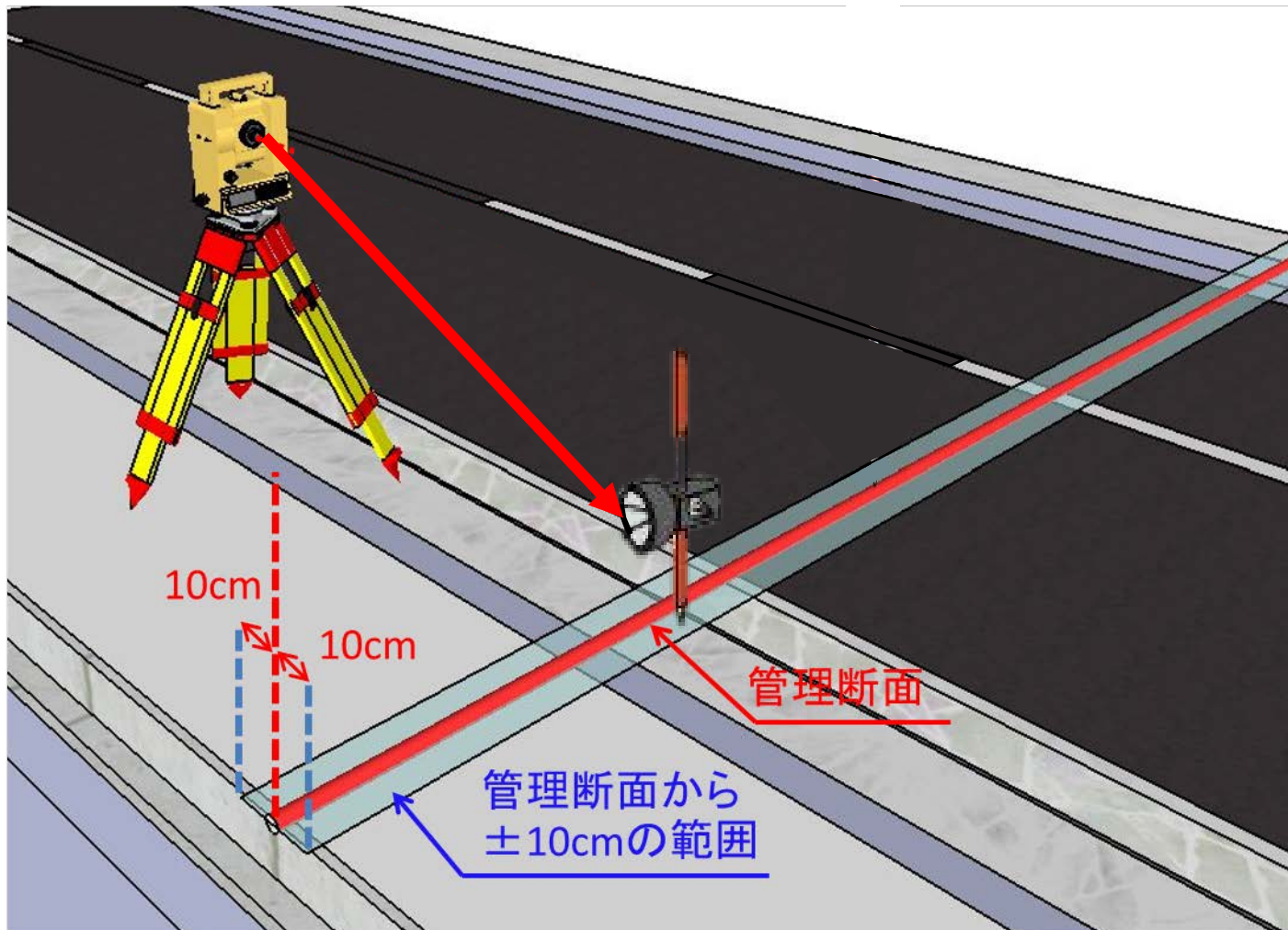
計測



出来形評価

測定項目	基準高 H6			基準高 H8		
	規格値	±90	mm	規格値	±90	mm
社会的規格値	±24		mm	±24		mm
測点又は区別	設計値	実測値	差	設計値	実測値	差
HW	3.828	3.830	+2	3.728	3.741	+13
HW	4.028	4.031	+3	4.228	4.230	+2
HW	4.828	4.825	-3	4.728	4.724	-4
HW	4.887	4.887	0	5.187	5.189	+2
HW	2.878	2.878	0	2.778	2.772	-6
HW	3.028	3.030	+2	3.228	3.230	+2

出来形管理帳票



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

適用の範囲

■ T S等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)(以下、要領(案))記載箇所：1-2適用の範囲

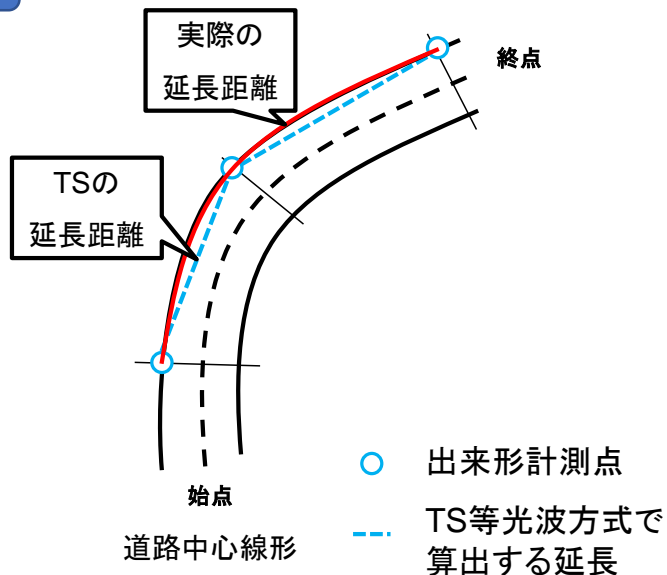
表 適用工種区分

編	章節		条(工種)	適用対象とする 出来形測定項目	対象外の 出来形測定項目
第3編 土木工事 共通編	第2章 一般施工	第3節 共通的工種	5条(縁石工)	延長	
			29条(側溝工)	基準高 延長	
			29条(暗渠工)	基準高 幅 深さ 延長	
第7編 河川海岸編	第1章 堤防・護岸	第12節 排水構造物工	3条(側溝工)	基準高 延長	
			5条(管渠工)	基準高 幅 深さ 延長	
		第14節 付帯道路工	8条(側溝工)	基準高 延長	
			10条(縁石工)	延長	
第8編 砂防編	第1章 砂防堰堤	第12節 付帯道路工	8条(側溝工)	基準高 延長	
			10条(縁石工)	延長	
第10編 道路編	第1章 道路改良	第10節 排水構造物工 (小型水路工)	3条(側溝工)	基準高 延長	
			4条(管渠工)	基準高 幅 深さ 延長	
			6条(地下排水工)	延長	
	第2章 舗装	第5節 排水構造物工 (路面排水工)	3条(側溝工)	基準高、延長	
			4条(管渠工)	基準高 幅 深さ 延長	
			6条(地下排水工)	延長	
			8条(排水工(小段排水・縦排水))	基準高 延長	
			9条(排水性舗装用路肩排水工(導水管))	基準高 延長	
		縁石工	縁石工(縁石・アスカープ)	延長	
第7編	第14章 道路維持	第5節 排水構造物工	3条(側溝工)	基準高 延長	
			4条(管渠工)	基準高 幅 深さ 延長	
			6条(地下排水工)	延長	
			8条(排水工)	基準高 延長	
	第16章 道路修繕	第6節 排水構造物工	3条(側溝工)	基準高 延長	
			4条(管渠工)	基準高 幅 深さ 延長	
			6条(地下排水工)	延長	
			8条(排水工)	基準高 延長	
		第7節 縁石工	3条(縁石工)	延長	

- 留意事項
- ・ 延長の管理は、本要領における延長の算出は、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。延長の算出上支障がある場合は、監督職員との協議の上、従来手法で計測することが可能。
 - ・ 出来形管理の管理対象については、監督職員との協議の上、T S等光波方式以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

適用範囲の留意事項

延長

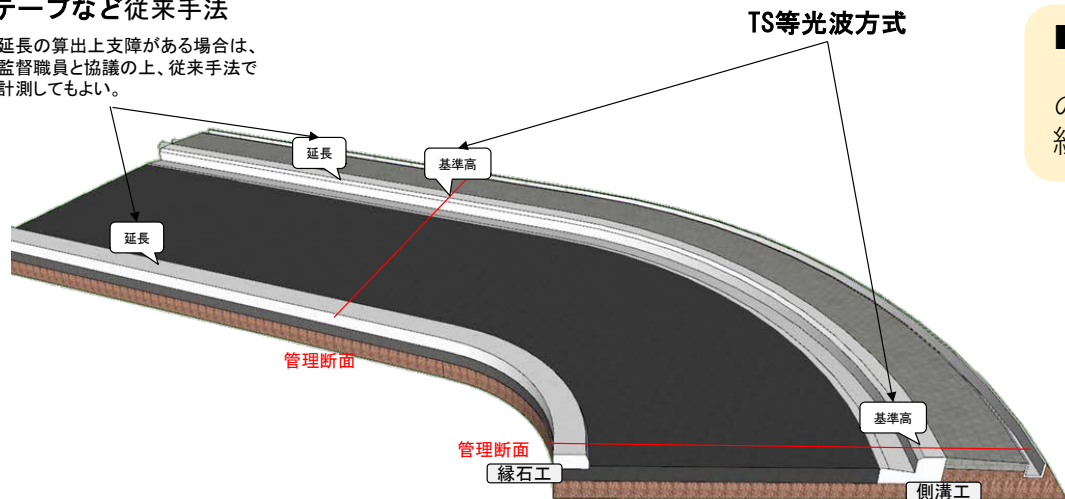


■留意事項

・延長の管理は、本要領における延長の算出は、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

テープなど従来手法

延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。



■留意事項

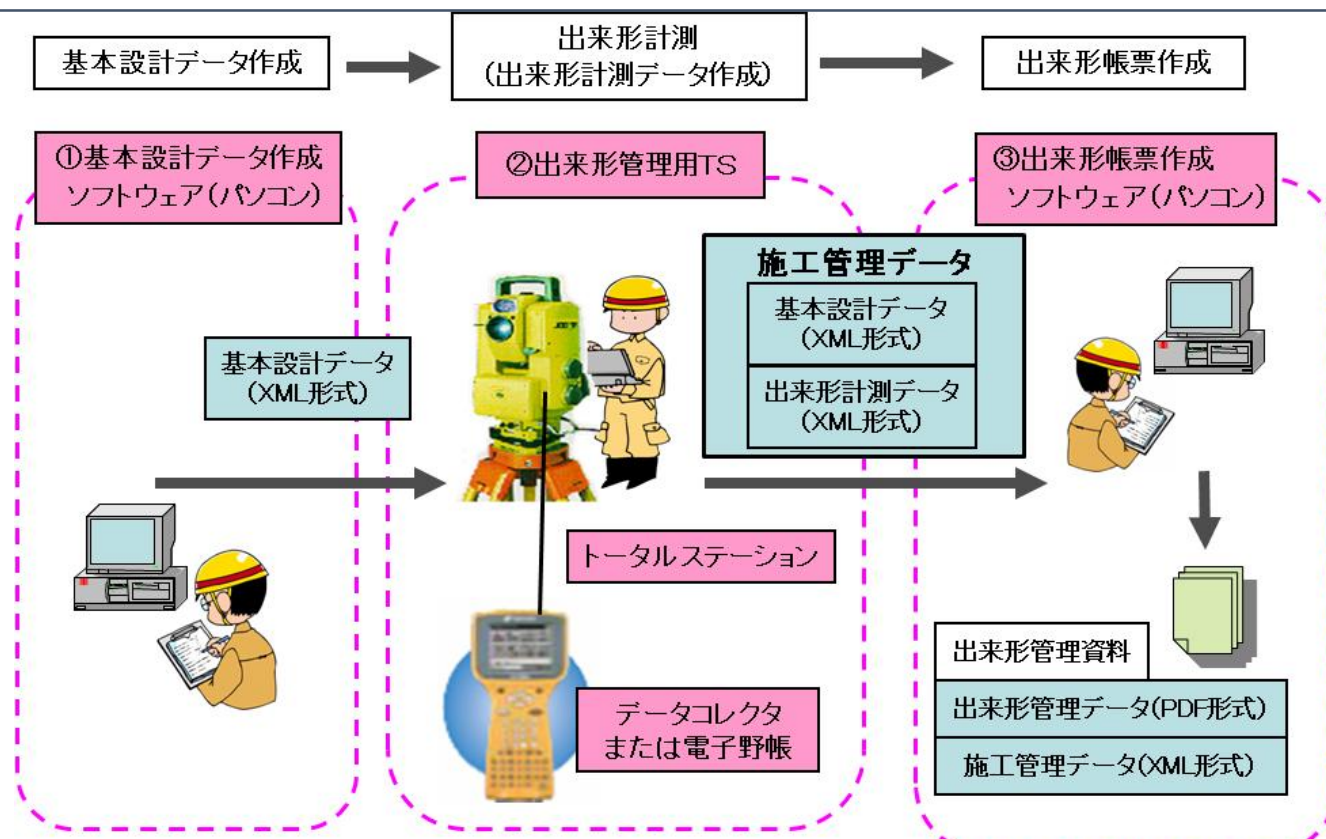
・出来形管理の管理対象については、監督職員との協議の上、TS等光波方式以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

機器構成 (ソフトウェア)

■要領(案)記載内容(記載箇所: 2-1 機器構成)

本管理要領で用いる出来形管理用TSによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。

- 1) 基本設計データ作成ソフトウェア
- 2) 出来形管理用TS (ハードウェア及びソフトウェア)
- 3) 出来形帳票作成ソフトウェア



■留意事項
 ・出来形管理用TSソフトウェアは、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書(舗装工事編)(案)」に規定する機能を有している必要があります。また、「出来形帳票作成ソフトウェア」については、別途定める「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書(舗装工事編)(案)」に規定する性能

機器構成 (出来形管理用 T S)

■要領(案)記載内容(記載箇所: 2-2 出来形管理用 T S 本体の計測性能及び精度管理)
 本管理要領で用いるトータルステーション(以下「出来形管理用 T S」という)は、**国土地理院認定3級と同等以上の測定精度**を有し、**適正な精度管理が行われている機器**であること。ただし、舗装工の層厚管理に出来形管理用 T S を用いる場合で表層、基層を除く場合は、鉛直角の最小目盛値が5"またはこれより高精度であること。また、舗装工の層厚管理に出来形管理用 T S を用いる場合で表層、基層を含める場合は、国土地理院認定1級と同等以上の測定精度を有し高度角自動補正装置が搭載され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、本管理要領に基づいて出来形管理を行う場合は、利用する T S の性能について、監督職員の承諾を受けること。

項目	確認方法
計測性能	・表層と基層の標高較差管理をしない場合 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カタログあるいは機器仕様書。※2※3 ・表層と基層の標高較差管理をする場合 国土地理院1級以上の認定品であることを示すメーカーカタログあるいは機器仕様書。
精度管理	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

※2 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る。(この場合、国土地理院による登録は不要)

※3 国土地理院で規定が無い T S 等光波方式を利用する場合は、**別途参考資料に示す精度確認試験を実施**し、その記録を提出する。

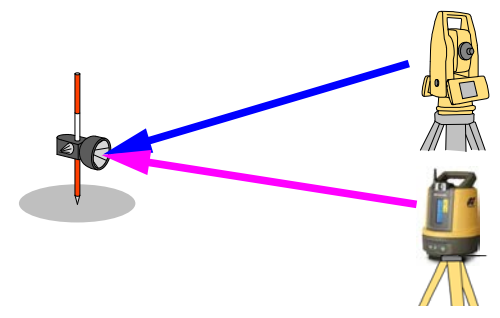


図 精度確認試験イメージ

■留意事項
 ・国土地理院の認定がない機種についても、本要領にて別途示す精度確認試験を実施し、規定値以内の精度を確認することで使用することができます。

出来形管理箇所

■要領(案)記載内容(記載箇所: 5-5 出来形管理用TSによる出来形計測)

受注者は施工完了後に、出来形管理用TSでの計測により、出来形計測点での基準高、幅、深さ、延長の管理を行う。

- 1) 出来形管理用TSの設置
- 2) 出来形計測

出来形管理用TSの設置

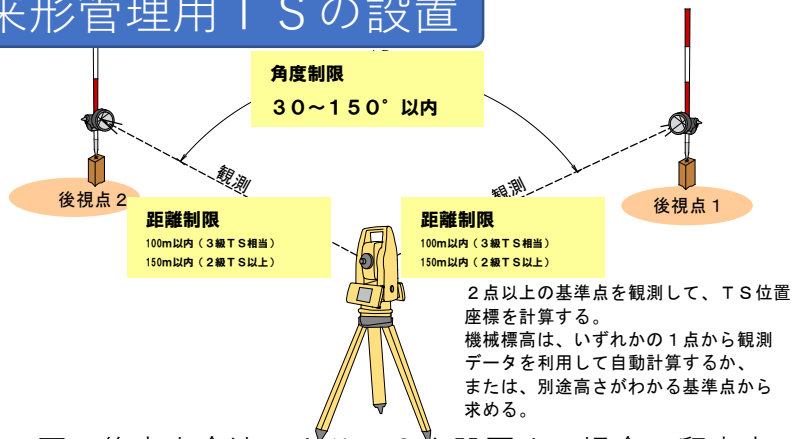


図 後方交会法によりTSを設置する場合の留意点

■留意事項

・出来形管理用TSの設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にて出来形管理用TSを設置することとする。ただし、**出来形管理用TSと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から100m以内(1級2級TSは150m以内)**とし、**後方交会法においては、2点の工事基準点の挟角は30°~150°以内**とする。

■留意事項

・出来形計測時のTSと計測点までの視準距離の制限値を、使用するTSの級、工種、出来形管理項目に係わらず、**一律100m**とする。

出来形計測

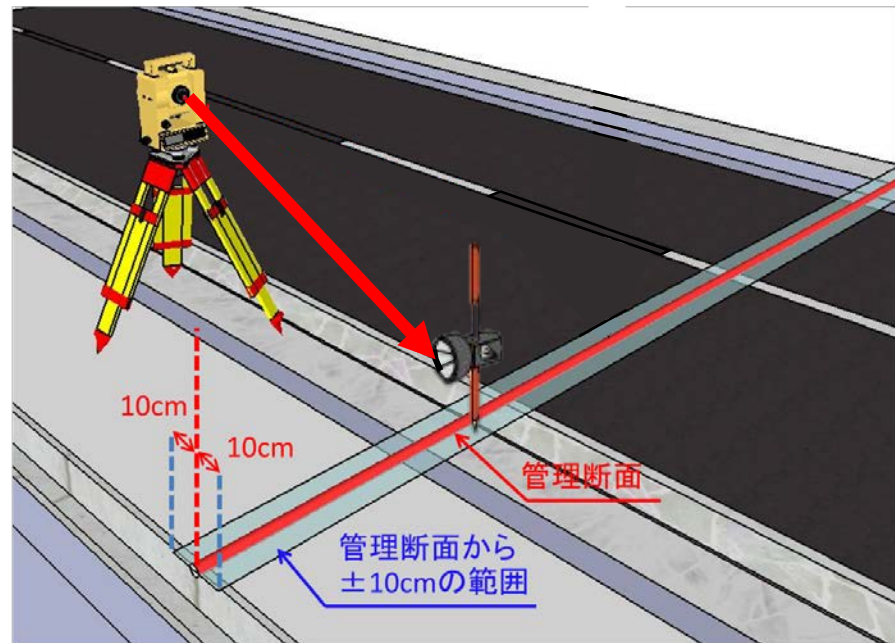


図 管理断面からの離れに関する規定

■留意事項

・出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面として入力したラインから、**延長方向に±10cm以内の範囲内**になるよう、計測を行うこと。

出来形管理箇所

■要領(案)記載内容(記載箇所: 5-6 出来形管理用TSによる出来形計測箇所)

本管理要領に基づく出来形管理における出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」に定められたとおりとする。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、施工者の定めた出来形計測点を適宜設定する。

表 工種別のTSによる出来形管理項目

凡例 - : 管理項目無し, ○出来形管理用TSで管理可能, ×出来形管理用TSで管理不可

工種	出来形管理項目				
	延長	基準高	深さ	幅	厚さ
縁石工 道路付属物工	○	-	-	-	-
側溝工 排水構造物工 排水工	○	○	-	-	-
暗渠工 管渠工 地下排水工	○	○	○	○	-
排水性舗装用路肩排水工	○	○	-	-	-

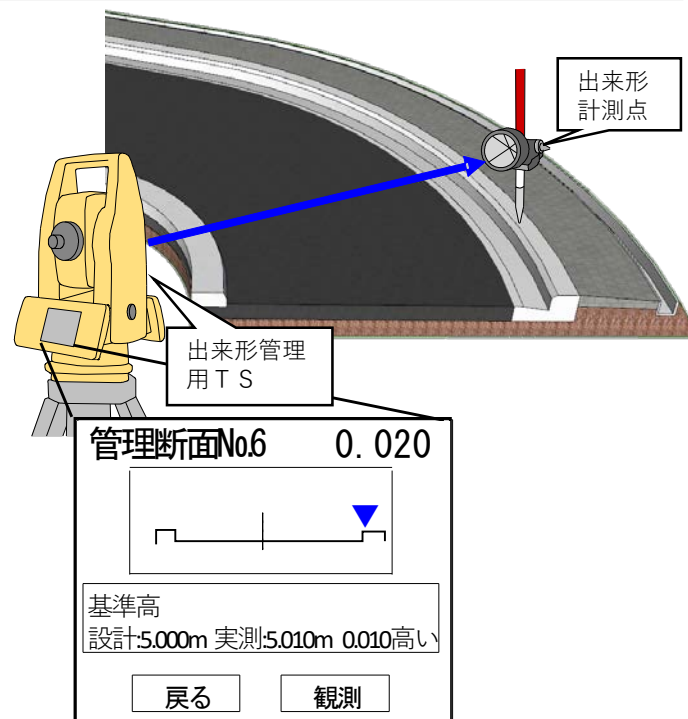
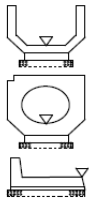


図 TSによる出来形管理イメージ

出来形管理基準および規格値 (案)

■要領 (案) 記載内容 (記載箇所: 7-1 出来形管理基準及び規格値)
 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同様とする。

	出来形管理項目	規格値	測定基準	測定箇所		出来形管理項目	規格値	測定基準	測定箇所
側溝工	基準高	±30	施工延長40m(測点間隔25mの場合は50m)につき1ヶ所、施工延長40m(又は50m)以下のものは1施工箇所		縁石	延長	-200	1ヶ所/1施工箇所	
	延長L	-200	1ヶ所/1施工箇所						

品質管理及び出来形管理写真基準

■要領 (案) 記載内容 (記載箇所: 7-2 品質管理及び出来形管理写真基準)

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

③TS設置位置 (後方交合法の場合は、参照した2つの工事基準点を記載すること。)

④出来形計測点 (測点・箇所)



ICT活用工事(付帯構造物設置工)について
～TS等光波方式を用いた出来形管理要領(護岸工編)(案)の解説～

2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

ICT施工技術の 具体的内容

■記載箇所:別紙—17 ICT活用工事(付帯構造物設置工)実施要領

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。

2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

ICT活用工事の 対象工種

■記載箇所:別紙-17 ICT活用工事(付帯構造物設置工)実施要領

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)



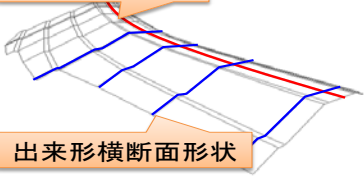
基礎工(護岸)
(プレキャスト)

2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

計測概要

3次元設計データ

堤防法線



出来形横断面形状

基本設計データ

計測



出来形管理用TSを用いた計測

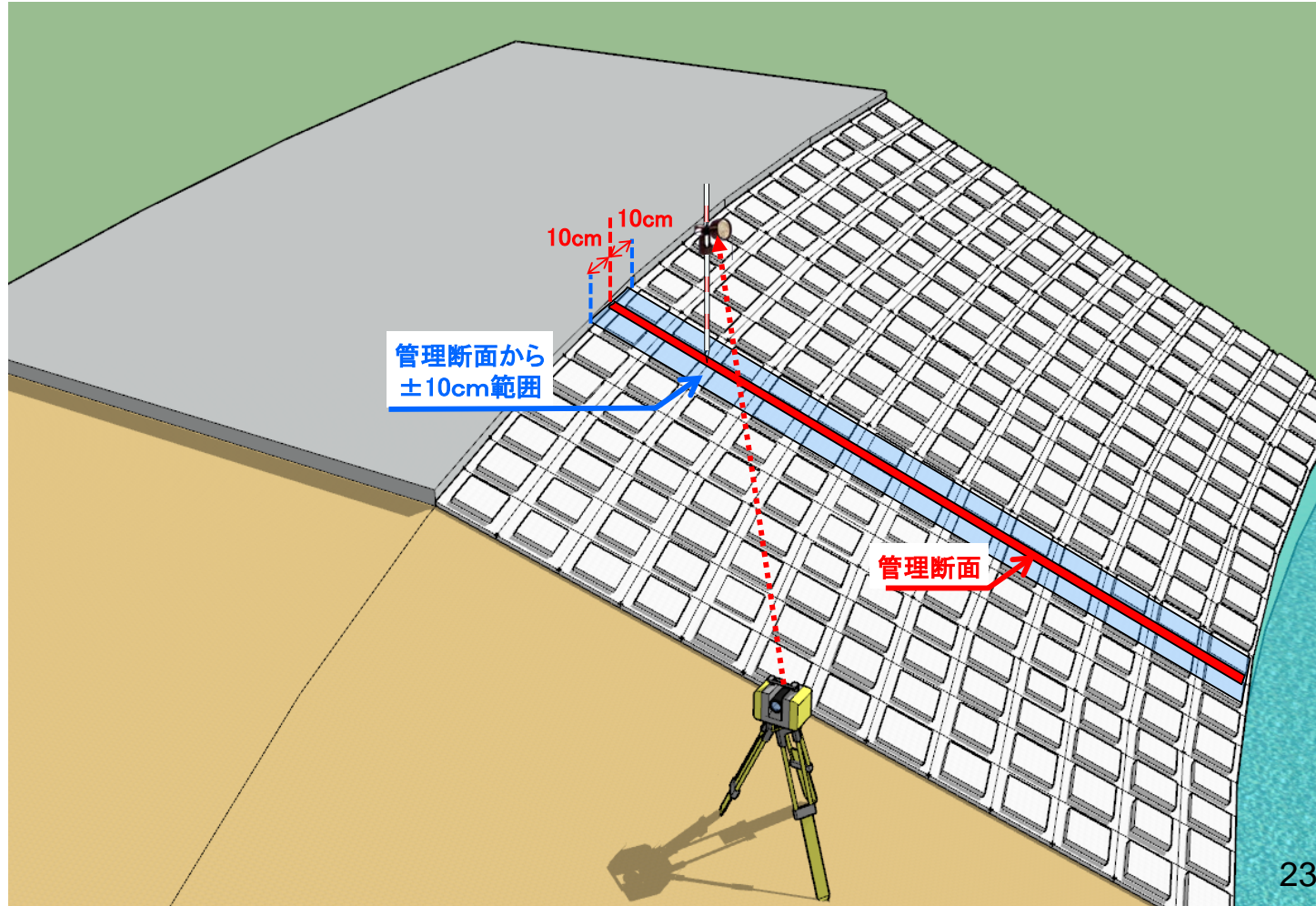
出来形評価

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
測点	mm	mm	mm	mm	mm	mm
測点	9.445	9.440	-5	4.070	4.070	0
測点	9.487	9.489	+2	4.113	4.113	0
測点	9.489	9.498	+9	4.114	4.114	0
測点	9.510	9.519	+9	4.103	4.103	0
測点	9.591	9.547	-44	4.097	4.097	0
測点	9.592	9.591	-1	3.971	3.971	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)





護岸基礎工(例)



←

管理測点

NO.36

全管理点

管理対象

L1n4

H = 9.467

-0.004

設計値との差異

プリズムの位置

L1n4 L1n3

L1n7

All

Front

詳細

削除

形状選択

2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

適用の範囲

■TS等光波方式を用いた出来形管理要領(護岸工編)(案)(以下、要領(案))記載箇所:1-2適用の範囲

表 適用工種区分

編	章	節	条(工種)	適用対象とする 出来形測定項目	対象外の 出来形測定項目
第3編 土木工事共通編	第2章 一般施工	第4節 基礎工	第3条-1 基礎工(護岸)(現場打)	基準高 幅 高さ 延長	
			第3条-2 基礎工(護岸)(プレキャスト)	基準高 延長	
		第5節 石・ブロック積(張)工	第3条-1 コンクリートブロック工 (コンクリートブロック積(張))	基準高 法長 延長	厚さ(ブロック積張) 厚さ(裏込)
			第3条-2 コンクリートブロック工 (連節ブロック張)	基準高 法長 延長	
			第3条-3 コンクリートブロック工 (天端保護ブロック)	基準高 法長 延長	
			第4条 緑化ブロック工	基準高 法長 延長	厚さ(ブロック) 厚さ(裏込)
			第5条 石積(張)工	基準高 法長 延長	厚さ(石積・張) 厚さ(裏込)
第6編 河川編	第1章 築堤護岸工	第7条 法覆護岸工	第4条 護岸付属物工	幅 高さ	
第7編 河川海岸 編	第1章 堤防・護岸	第6節 護岸工	第4条 海岸コンクリートブロック工	基準高 法長 延長	厚さ
			第5条 コンクリート被覆工	基準高 法長 延長	厚さ 裏込材厚

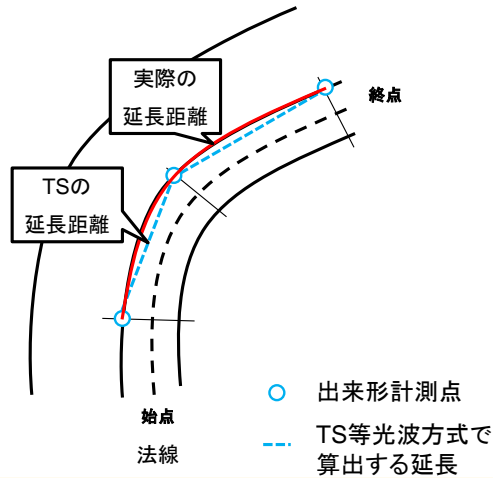
留意事項

- ・厚さの管理は、本要領の対象外。プレキャストのコンクリートブロックを用いた護岸工事など、事前の材料確認で厚さを計測している場合は、監督職員との協議の上、厚さの計測を省略することが可能。
- ・延長の管理は、本要領における延長の算出は、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。延長の算出上支障がある場合は、監督職員との協議の上、従来手法で計測することが可能。
- ・出来形管理の管理対象については、監督職員との協議の上、TS等光波方式以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

適用範囲の留意事項

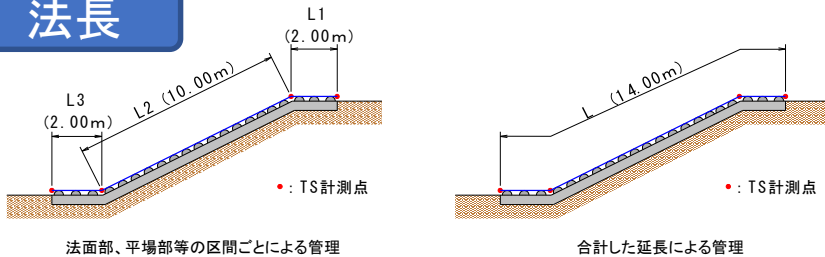
延長



■留意事項

・延長の管理は、本要領における延長の算出は、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

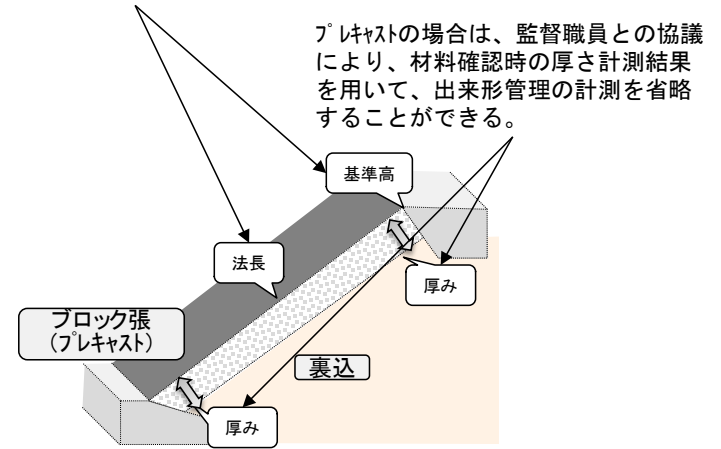
法長



■留意事項

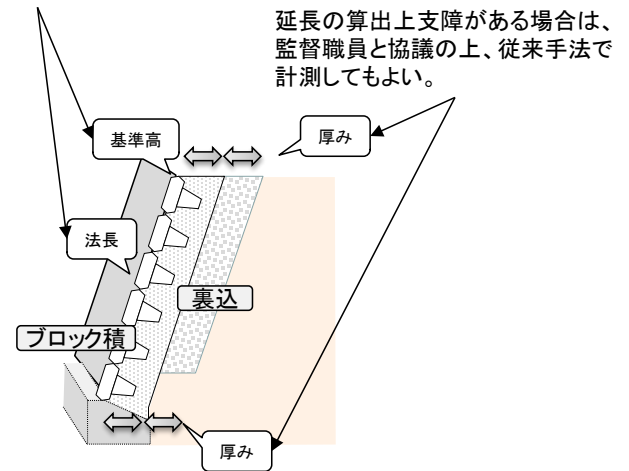
・法長の管理は、設計図書において区分された長さが明示されていて、現場にて正確な断面変化位置を確認可能な工種に対して適用することを基本とするものとする。

TS等光波方式



TS等光波方式

標尺など従来手法



■留意事項

・出来形管理の管理対象については、監督職員との協議の上、TS等光波方式以外の従来手法との組み合わせによる出来形管理を実施してもよい。

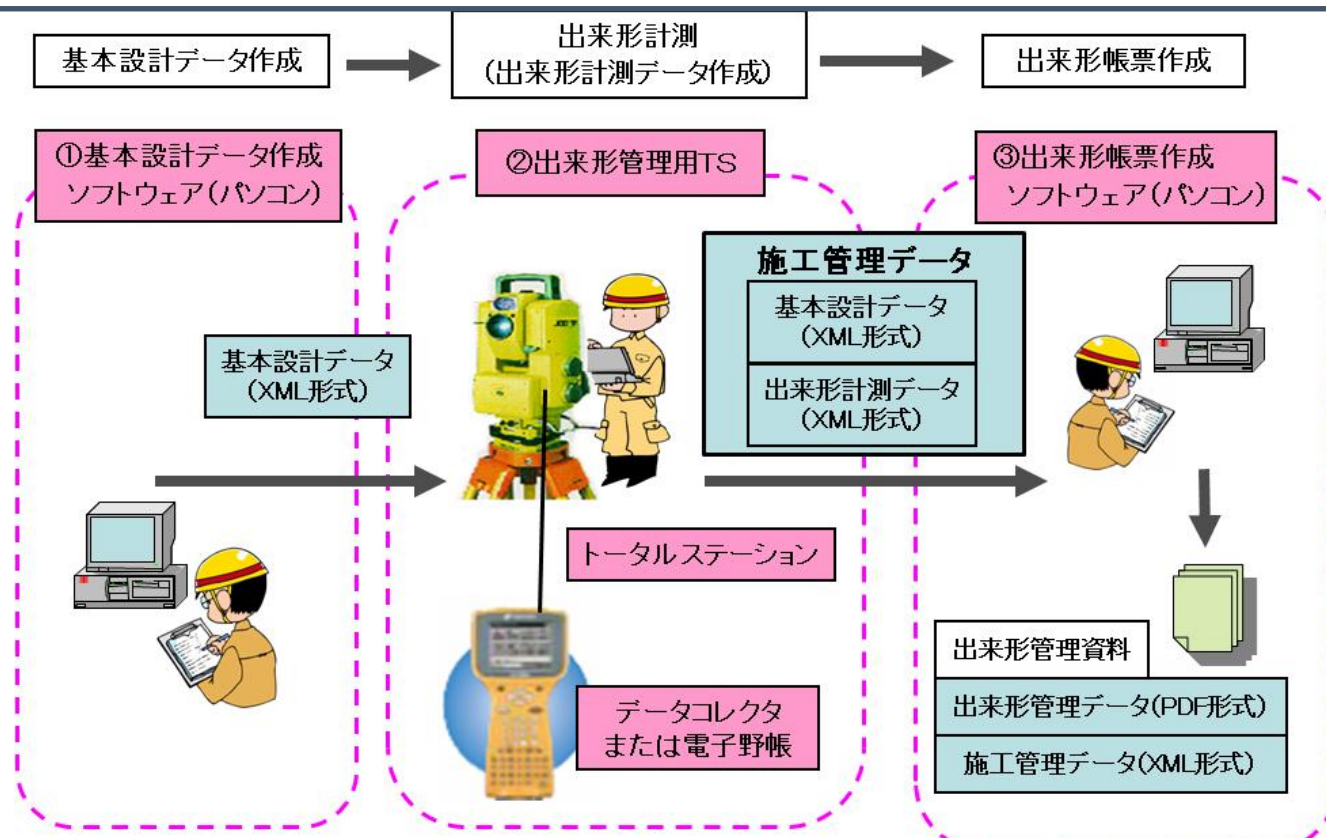
2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

機器構成(ソフトウェア)

■要領(案)記載内容(記載箇所:2-1機器構成)

本管理要領で用いる出来形管理用TSによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。

- 1) 基本設計データ作成ソフトウェア
- 2) 出来形管理用TS(ハードウェア及びソフトウェア)
- 3) 出来形帳票作成ソフトウェア



■留意事項

・出来形管理用TSソフトウェアは、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書(護岸工編)(案)」に規定する機能を有している必要があります。また、「出来形帳票作成ソフトウェア」については、別途定める「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書(護岸工編)(案)」に規定する性能

2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

機器構成(出来形管理用TS)

■要領(案)記載内容(記載箇所:2-2出来形管理用TS本体の計測性能及び精度管理)

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、本管理要領に基づいて出来形管理を行う場合は、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。

公称測定精度: $\pm(5\text{mm} + 5\text{ppm} \times D^{\ast})$ 以下

最小目盛値20"以下

※: D値は計測距離(m)、ppmは 10^{-6}

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。

項目	確認方法
計測性能	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カタログあるいは機器仕様書。※2※3
精度管理	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

※2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る。(この場合、国土地理院による登録は不要)

※3国土地理院で規定が無いTS等光波方式を利用する場合は、**別途参考資料に示す精度確認試験を実施**し、その記録を提出する。

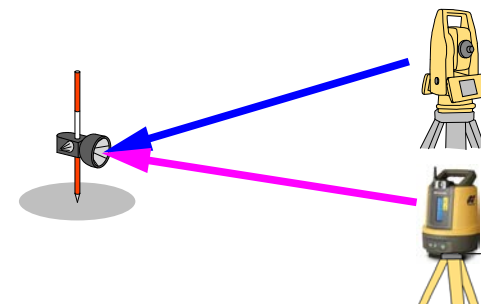


図 精度確認試験イメージ

■留意事項
 ・国土地理院の認定がない機種についても、本要領にて別途示す精度確認試験を実施し、規定値以内の精度を確認することで使用することができます。

2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

出来形管理箇所

■要領(案)記載内容(記載箇所:3-4出来形管理用TSによる出来形計測)

受注者は施工完了後に、出来形管理用TSでの計測により、出来形計測点での基準高、幅、法長、高さ、延長の管理を行う。

- 1) 出来形管理用TSの設置
- 2) 出来形計測

出来形管理用TSの設置

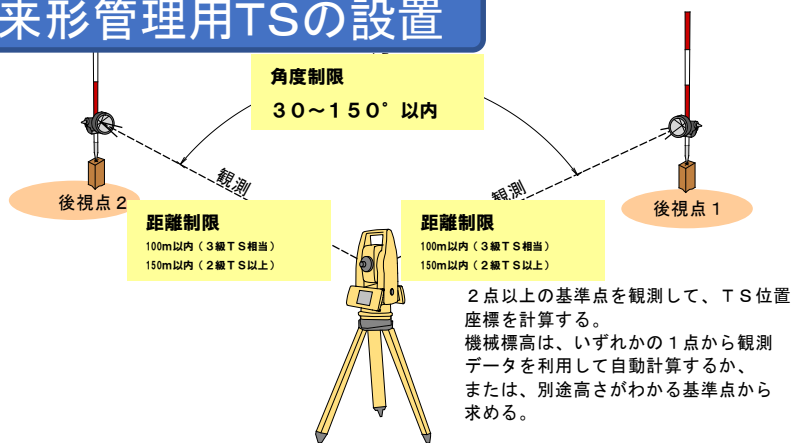


図 後方交会法によりTSを設置する場合の留意点

■留意事項

・出来形管理用TSの設置時には、工事基準点にプリズムを設置して計測する。本管理要領では、作業性を考慮して、工事基準点上及び後方交会法にて出来形管理用TSを設置することとする。ただし、出来形管理用TSと工事基準点の距離については、測定精度確保の観点から100m以内(1級2級TSは150m以内)とし、後方交会法においては、2点の工事基準点の挟角は30°~150°以内とする。

■留意事項

・出来形計測時のTSと計測点までの視準距離の制限値を、使用するTSの級、工種、出来形管理項目に係わらず、一律100mとする。

出来形計測

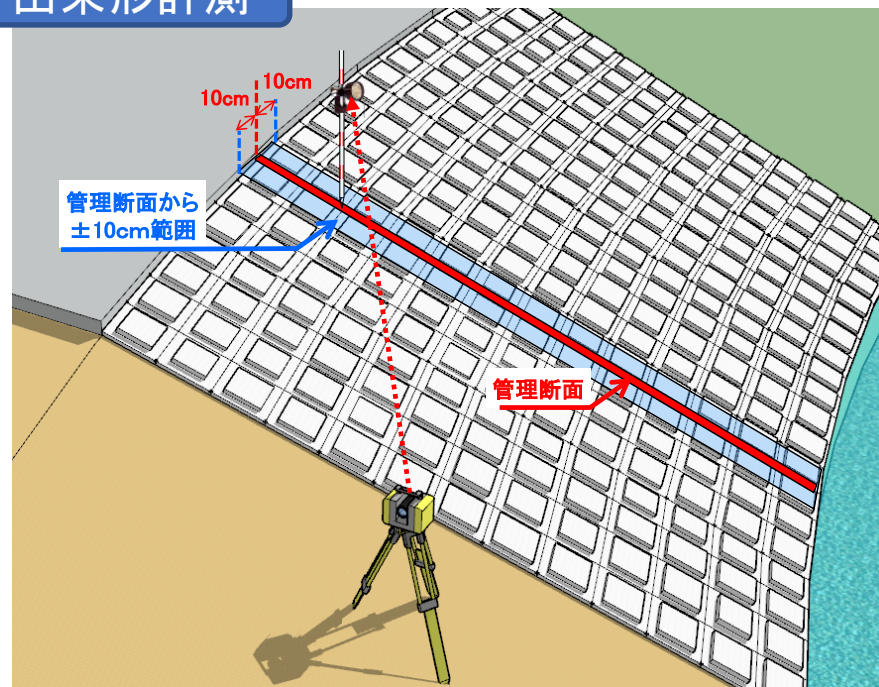


図 管理断面からの離れに関する規定

■留意事項

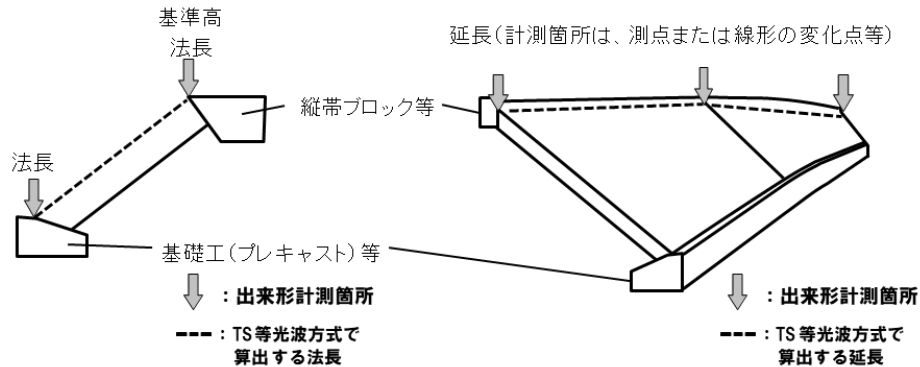
・出来形計測を行う箇所が、基本設計データに管理断面とし29て入力したラインから、延長方向に±10cm以内の範囲内になるよう、計測を行うこと。

2-3 ICT付帯構造物設置工(護岸工)(別紙17,18)

出来形管理箇所

■要領(案)記載内容(記載箇所:3-5 出来形管理用TSによる出来形計測箇所)

本管理要領に基づく出来形管理における出来形計測箇所は、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」に定められたとおりとする。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、施工者の定めた出来形計測点を適宜設定する。



コンクリートブロック工の基準高、法長の計測箇所(例) コンクリートブロック工の延長の計測箇所(例)

表 工種別のTSによる出来形管理項目

工種	出来形管理項目					
	基準高	法長	厚さ	延長	高さ	幅
コンクリートブロック工 (ブロック積)(ブロック張)						
緑化ブロック	○	○	×	○	-	-
石積(張)	○	○	×	○	-	-
海岸コンクリートブロック工						
コンクリート被覆工						
コンクリートブロック工 (連節ブロック張)	○	○	-	○	-	-
コンクリートブロック工 (天端保護ブロック)	○	-	-	○	-	○
基礎工(護岸) (現場打)	○	-	-	○	○	○
基礎工(護岸) (プレキャスト)	○	-	-	○	-	-
護岸付属物工	-	-	-	-	○	○

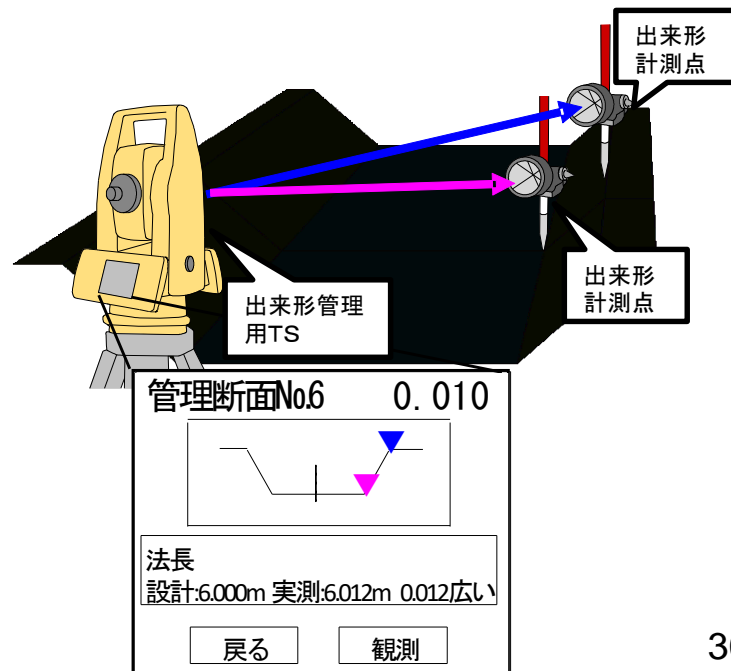



図 TSによる出来形管理イメージ



ICT活用工事（法面工）について
～ 3次元計測技術を用いた出来形計測要領（案）の解説～

2-4 ICT法面工(吹付工)(別紙19,20)

■ 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)

別紙-19 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

2-4 ICT法面工(吹付工)(別紙19,20)

■ 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ー



地上移動体搭載型レーザースキャナー



空中写真測量/
無人航空機搭載型レーザースキャナー



施工履歴データ



音響測深器

2-4 ICT法面工(吹付工)(別紙19,20)

■ 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

3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)
P.3 4) 計測方法

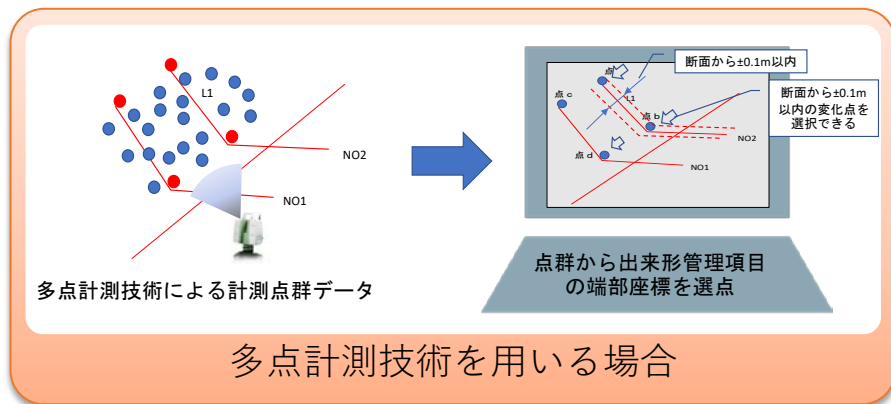
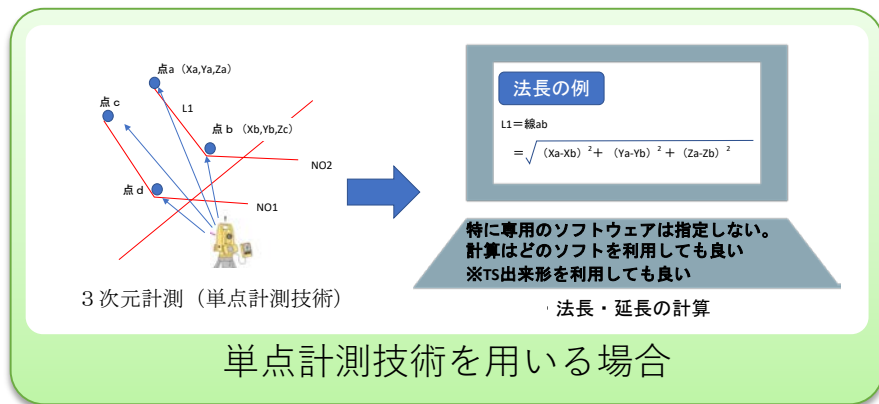
a) 単点計測技術を用いる場合

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おいて、 $0.0025m^2$ ($0.05m \times 0.05m$ のメッシュ)あたりに1点以上の計測結果が得られる設定を行うこと。



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

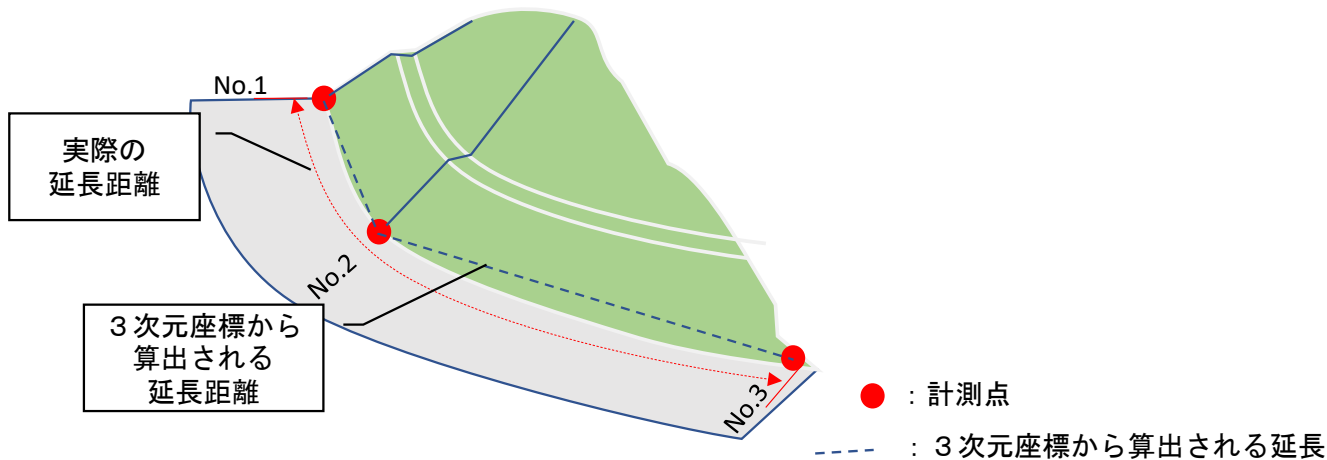
計測すべき測線上の延長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

2-4 ICT法面工(吹付工)(別紙19,20)

■ ICT法面工(吹付工)の延長計測に関する留意点

3次元座標をもとにした延長の算出は、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、**延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。**

3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)
P.4 5) 延長計測に関する留意点

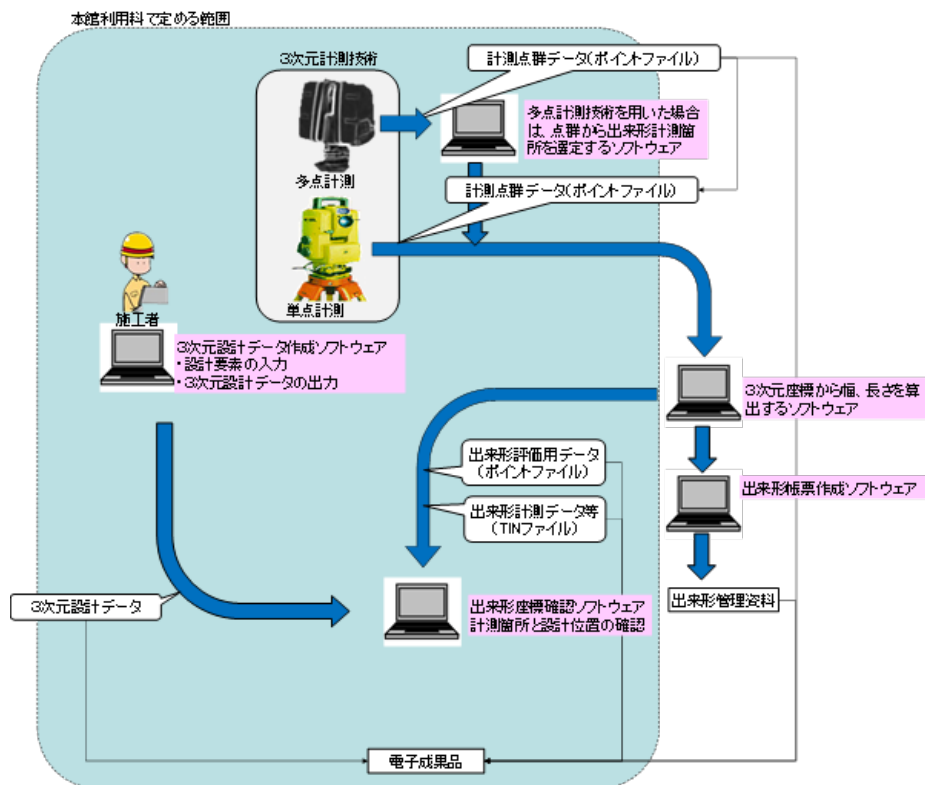


2-4 ICT法面工(吹付工)(別紙19,20)

■要領(案)記載内容(記載箇所:2-1 機器構成)

本管理要領で用いる出来形管理用では以下の機器を必須とする。

- 1) 3次元計測技術本体
- 2) 3次元設計データ作成ソフトウェア
- 3) 出来形座標確認ソフトウェア



その他

本要領を用いて計測した3次元座標から幅、法長、延長を算出するソフトウェアおよび出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア、数量算出を行うソフトウェアは任意とする。「TS等光波方式による出来形管理(土工編)(案)」で規定する出来形管理用TSおよび出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成することもできる。

■ 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 ℓ	ℓ < 3m	-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。										
							ℓ ≥ 3m	-100											
						厚 さ t	t < 5cm	-10											
							t ≥ 5cm	-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) (植生筋工) (人工張芝工) (植生穴工)	切 土 法 長 ℓ	ℓ < 5m	-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。										
							ℓ ≥ 5m	法長の-4%											
						盛 土 法 長 ℓ	ℓ < 5m	-100											
							ℓ ≥ 5m	法長の-2%											
						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 ℓ	ℓ < 5m	-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。	
ℓ ≥ 5m	法長の-4%																		
厚 さ t	t < 5cm	-10																	
	t ≥ 5cm	-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。

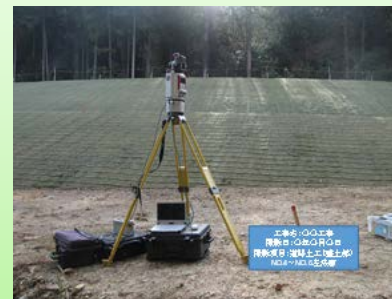
本要領に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

- 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に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活用工事（地盤改良工）について

～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)～



■ 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

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) P.2~p.3

適用対象工法

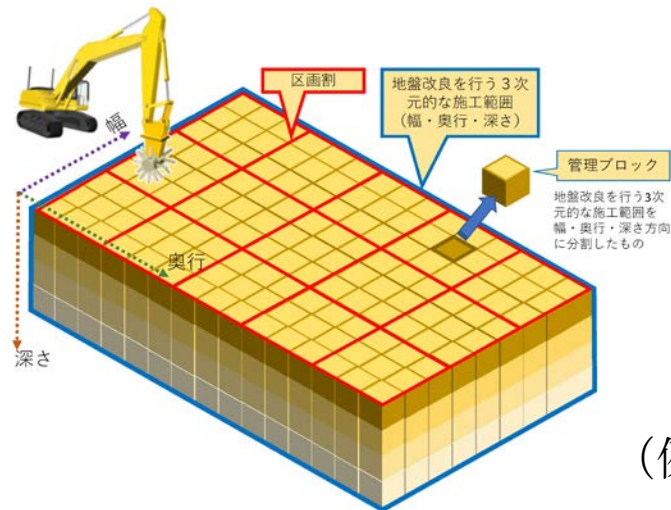
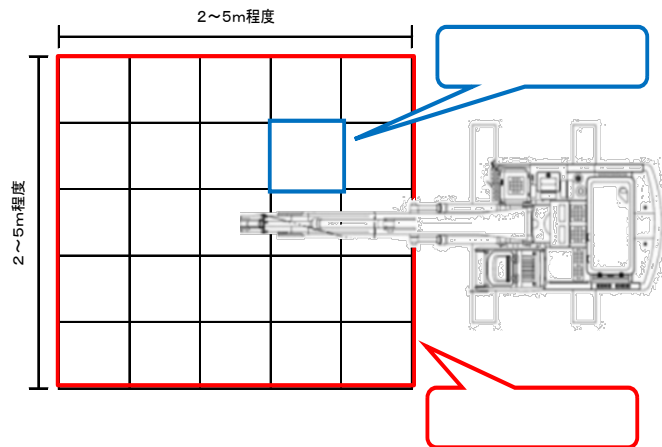
適用工種区分

適用対象工種・工法	概要図	施工方法	改良材	改良深度
表層安定処理等 <small>(施工履歴データで改良範囲を記録できるもの)</small>		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
固結工 (中層混合処理) <small>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)</small>		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
固結工 (中層混合処理) <small>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)</small>		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
道路編	道路 改良	地盤 改良工	固結工 (中層混合処理)
			舗装 舗装

■地盤改良設計データ

- ・地盤改良設計データとは、設計図書に示されている地盤改良を行う3次元的施工範囲を下图のように分割したデータ
- ・分割された領域を「管理ブロック」と呼ぶ
- ・地盤改良設計データは、ICT地盤改良機械の車載コンピュータに入力され、攪拌装置の施工位置への誘導（ガイダンスと呼ぶ）や施工範囲・深さの管理に用いられる



(例)

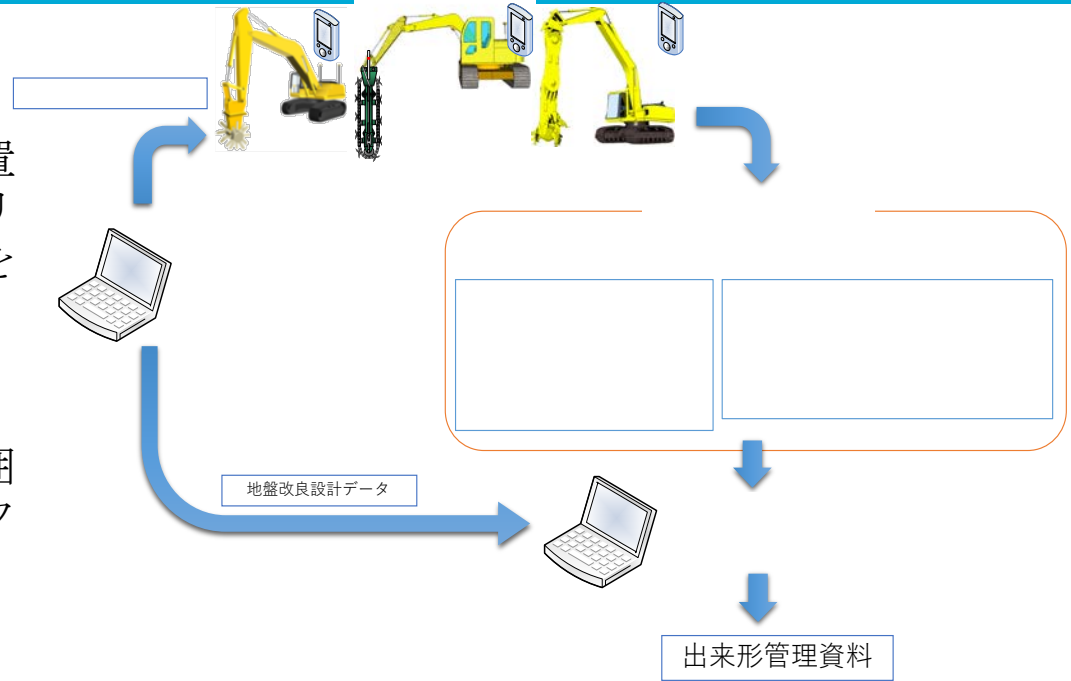
■管理ブロックのサイズ

管理ブロックの矩形または円形サイズは、攪拌装置の幅と奥行きサイズよりも小さい任意のサイズに設定される。深さ方向の分割長さは、攪拌回数と改良材注入量を管理する単位に応じた任意の長さで設定される。

攪拌方法	管理ブロックサイズ		
	幅または直径	奥行または直径	深さ(厚さ)
バックホウ式	バケット幅以下	バケット幅以下	バケット幅以下
トレンチャ式	トレンチャの幅以下	トレンチャの奥行以下	改良深さと同じ(分割しなくてもよい)
ロータリー式 (縦回転・矩形改良)	攪拌翼の幅以下	攪拌翼の奥行以下	1m以下
ロータリー式 (横回転・円形改良)	攪拌翼の直径以下	攪拌翼の直径以下	1m以下

■ ICT地盤改良機械の機器構成

- 1) ICT地盤改良機械本体
 施工中の施工履歴データ（攪拌装置軌跡データと施工管理データ）をリアルタイムに計測・記録する機能を有するICT地盤改良機械
- 2) 出来形帳票作成ソフトウェア
 施工履歴データを用いて、改良範囲図および施工管理図を作成するソフトウェア



■ ICT地盤改良機械による改良済み範囲の判定方法

- ・ 矩形改良の場合、「『攪拌装置の有効な攪拌範囲』が、各管理ブロックの上面および底面の四隅の点全てを1回以上通過した場合に当該管理ブロックが攪拌された」と判定する。
- ・ 円形改良の場合、「『攪拌装置の有効な攪拌範囲』が、各管理ブロックの上面および底面の円周上の4点すべてを1回以上通過した場合に当該管理ブロックが攪拌された」と判定する。ここで、円周上の4点は円周を4等分する位置に設定される。
- ・ 上記の機能で攪拌されたと判定された管理ブロックは、施工中リアルタイムで車載モニタに表示される。→改良漏れの防止

■ ICT地盤改良機械の事前精度確認試験

- ・ 攪拌装置の位置計測精度を確保するため、「要領(案)参考資料-3 精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に従い、施工着手前に精度確認試験を行う。
- ・ ICT地盤改良機械の攪拌装置の位置計測精度をTS等による計測値との比較により施工開始前に確認する。

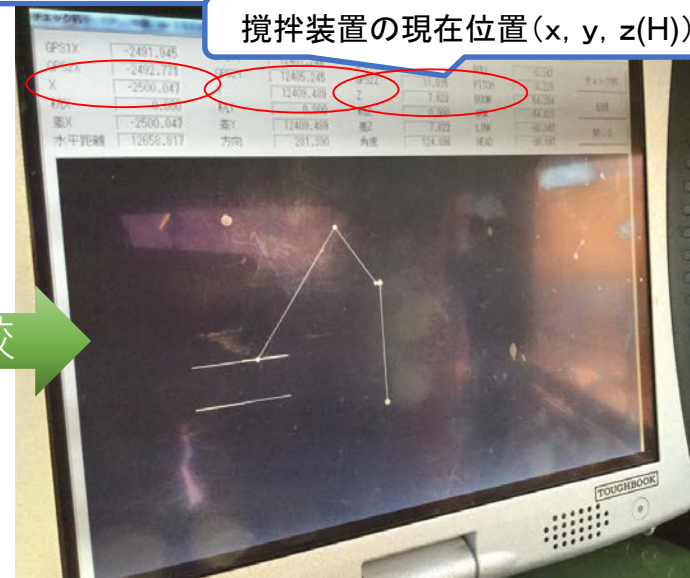
精度確認試験方法の一例

- ・ ICT地盤改良機械の組立て、キャリブレーション完了後、ICTで記録する攪拌翼の位置(x,y,z(H))を記録
- ・ 同時にTSで攪拌翼の位置(x,y,z(H))を計測
- ・ (x,y,z(H))の各成分の差異が±100mm以内であれば要領(案)を適用可能

Z: 標高、基準点からの座標高さ
H: 施工基面からの相対的な深さ



攪拌装置の現在位置(x, y, z(H))の表示



- ・ 攪拌翼先端の中央をTSにて計測
- ・ X, Y, Z (H)を記録

- ・ TSで計測したX, Y, Z (H)と、ICTで計測したX, Y, Z (H)との差を記録
- ・ 各成分の差が±100mm以内であれば合格

■ 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

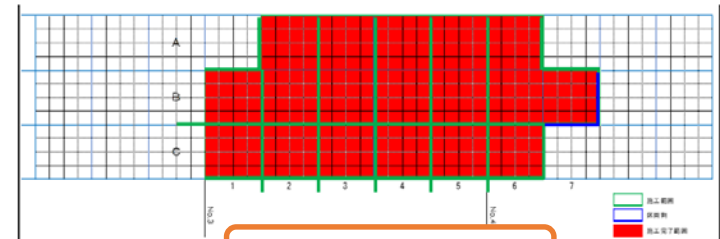
工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所	工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所
路床安定処理工	基準高 ∇	± 50	延長40m毎に1ヶ所の割で測定。基準高は、道路中心線及び端部で測定。厚さは中心線及び端部で測定。		表層安定処理工 (ICT施工の場合)	基準高 ∇	特記仕様書に明示	施工延長10mにつき、1測点当たり5点以上測定。	
	施工厚さ t	-50	延長40m毎に1ヶ所の割で測定。基準高は、道路中心線及び端部で測定。厚さは中心線及び端部で測定。			法長 l	-500		
	幅 w	-100				天端幅 w	-300	「施工履歴データを用いた出来形管理要領(表層安定処理・中層地盤改良工事編)(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)	
	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 ∇	設計値以上	1,000 m^3 ~4,000 m^3 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			1,000 m^3 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	〇〇〇〇〇築造工事	発注会社名	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

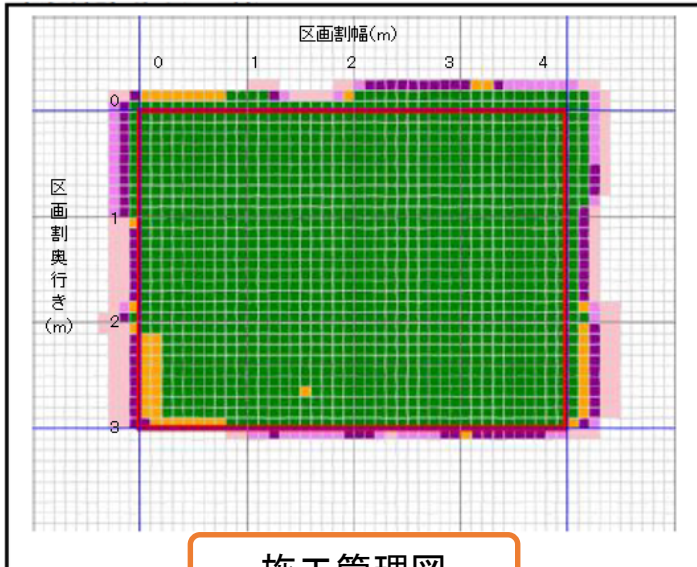
■ 出来形管理資料

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	〇〇〇〇〇築造工事	受注会社名	〇〇〇〇〇株式会社	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

■ 出来形管理写真基準

中層混合処理

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。

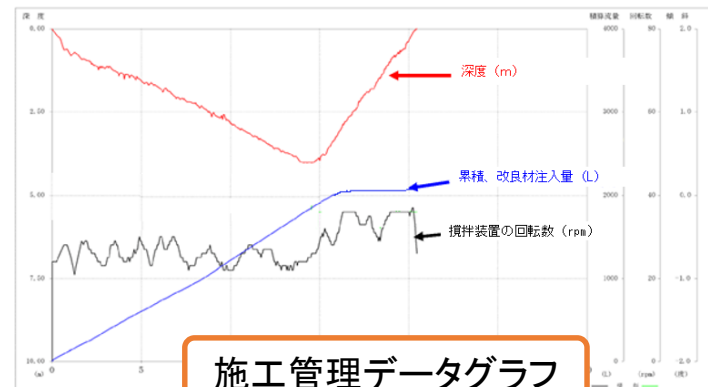
【省略できる出来形管理に関わる写真管理項目の例】

- 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	〇〇〇〇〇築造工事	受注会社名	〇〇〇〇〇株式会社	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舗装工の計測方法のカイゼンについて

3-1 ICT舗装工の計測効率の改善

各種要領の改定 (カイゼン)

○ 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)

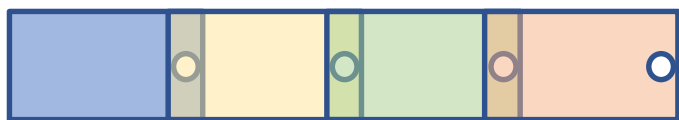
1. T L S直下の点群抜けを許容する旨、出来形管理要領へ追記。
 - ・地上型レーザースキャナー (T L S) により舗装面等を計測する場合、機器直下部の半径数mにおいて点群が取得できないため、盛り替え回数が増加し生産性向上の阻害要因となっていた。
 - ・舗装工の施工手法から、機器直下部分のみ施工精度が悪化することはない。

・ **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。**

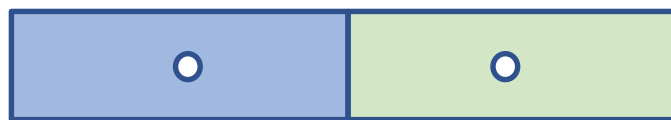
実際のスキャンイメージ



改定前のスキャン例



改定後のスキャン例



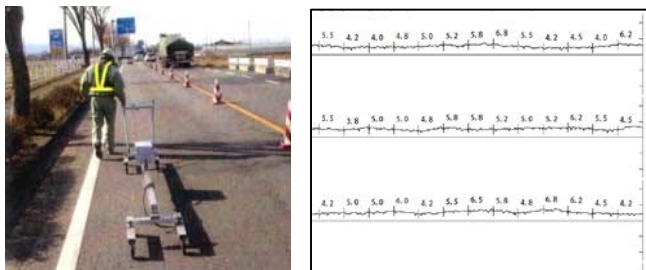
改定ポイント

□ : 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 σ 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 (σ) 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)

改定ポイント

1.5m毎に算出

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

課題：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る。

対策：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ため、T L S直下の点群抜けを許容する旨を、出来形管理要領に記載する。

対象要領：

① 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）

- 要領（案）記載内容 -

T L Sによる出来形計測

T L S計測の実施

出来形計測は、計測対象範囲内で0.01m²（0.1m×0.1mメッシュ）あたり1点以上の計測点を得られる設定で計測を行う。また、1回の計測距離は、2-2で実施した精度確認の距離範囲内とする。

（ただしT L S直下の欠測は許容する。）

出来形計測箇所

T L Sによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとする。計測範囲は、3次元設計データに記述されている管理断面の始点から終点とし、全ての範囲で0.1mメッシュに1点以上の出来形座標値を取得すること。（ただしT L S直下の欠測は許容する。）

・厚さあるいは標高較差管理におけるT L S直下の欠測の取り扱い

T L S直下は計測機器の特性により直下の一定範囲の点群が取得できない。よって厚さあるいは標高較差管理においては欠測部を含む一定範囲を除外してもよい。なお、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。

3-1 ICT舗装工の計測効率の改善

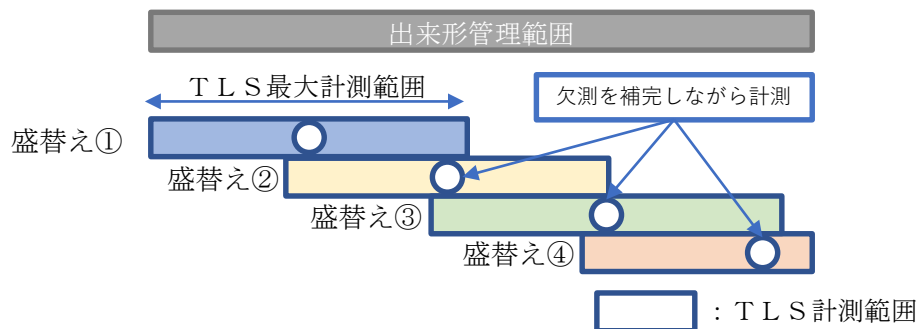
地上型レーザースキャナー直下欠測の許容

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。

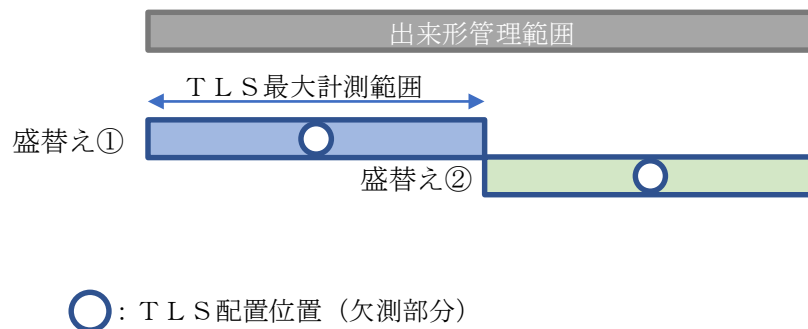
- 前年度計測イメージ -

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。

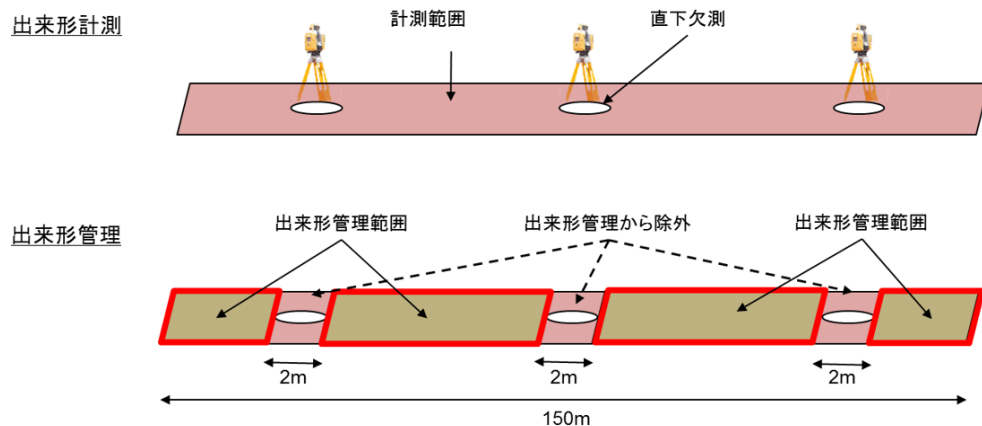
改定前のスキャン例



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

課題：「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（ σ ）を計測するためには、3mプロファイルメーターを用いて路面上を歩行する必要があった。

対策：T L S等により得られる点群データから計算により σ を算出する方法を選択できる旨を、出来形管理要領に追記。

対象要領：

- ① 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）
- ② 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）

- 要領（案）記載内容 -

出来形帳票作成ソフトウェア

-出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力

平坦性は、従来の3mプロファイルメーター等から計測する手法の他、計測点群データより算出することができる。

-出来形分布図

平坦性については、従来の様式を使用する。点群から算出する場合、平坦性は従来の3mプロファイルメーターによる手法に相当するデータを計測点群から抽出し、整理する

出来形管理資料の作成

-出来形管理図表 - 平坦性

平坦性は従来どおり測定し、結果を提出する。点群から算出する場合、平坦性は従来の3mプロファイルメーターによる手法に相当するデータを計測点群から抽出し、整理する。

管理基準及び規格値

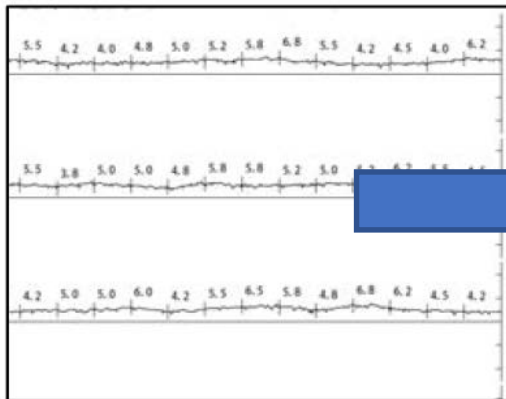
-出来形管理基準及び規格値

平坦性については、従来どおり測定を行う。なお、計測点群データを用いて平坦性算出を行ってもよい。

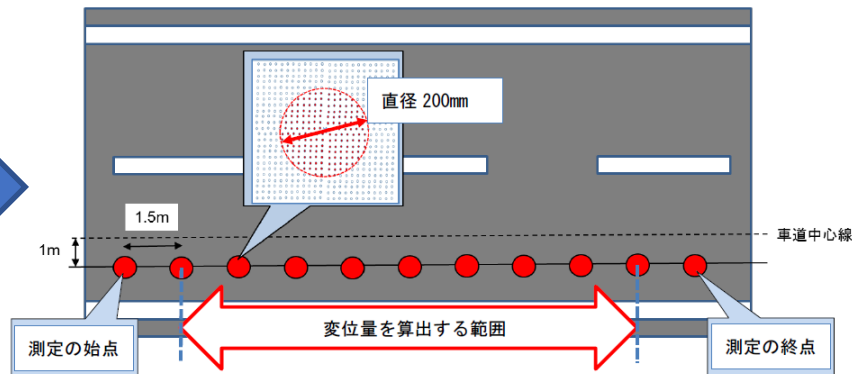
3-1 ICT舗装工の計測効率の改善

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						
工事名	〇〇舗装工事					
測定開始点	No〇〇					
測定終了点	No〇〇					
倒線距離	〇〇m					
シート番号	1/1					
測定日	〇〇#〇〇月〇〇日					
測定No	測定点座標(m)			標高値(m)	変位量(mm)	変位量の2乗(mm ²)
	x	y	z			
始点	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
1	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
2	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
3	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
4	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
5	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
6	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
7	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
8	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
9	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
10	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
11	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
12	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
13	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
終点	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇〇〇	〇〇	〇〇
データ数	13			計	〇〇	〇〇
平坦性(mm)	〇〇					
備考	〇〇〇					

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 σ を算出できる。

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

σ : 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について
～モバイルマッピングシステムの活用～

3-2 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

①主要機器の構成

システムを構成する主要機器と計測の仕組みを掲載する。



※1

車両に固定した位置姿勢特定システム

※2

車両に搭載した座標取得装置(レーザースキャナ)、カメラ等

※3

取得したデータを処理するシステム類

※4

地上移動体の位置および姿勢を特定する機器の仕様と精度を記載

②主要機器の精度

GNSS	周波数及び台数	2周波×2台	※4
IMU	姿勢精度	ロール、ピッチ角：〇〇deg ヘッディング：〇〇deg	
走行軌跡	計測レート	〇〇Hz/sec	
カメラ	個数・解像度	〇個 (〇Mpixel)	
	カラー	Grey	
レーザー	垂直解像度	〇〇deg	※5
	視野角度	〇〇°	
	取得点数	〇〇万点/sec	
	最大距離	〇〇m	
	スキャン速度	〇〇回転/sec	
	反射輝度の取得	可 or 不可	
	ビーム径	〇mm	
ビームクラス	クラス〇		
精度	車両自己位置の正確度	水平〇m、高さ〇m	
	レーザー点群の位置正確度	〇mm (GNSS 受信時)	
その他			

※5

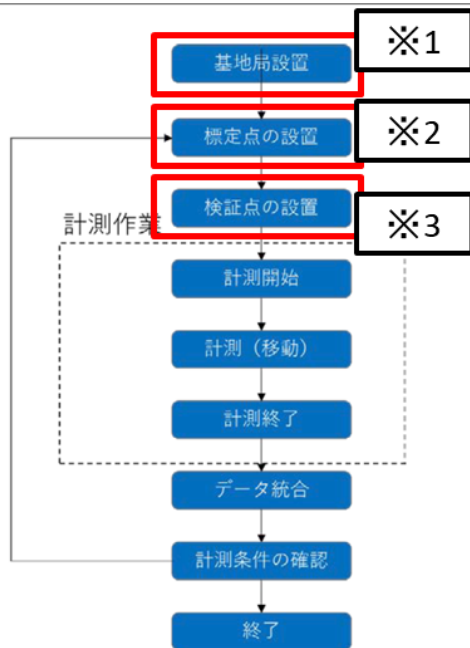
地上移動体に搭載するレーザースキャナの仕様と精度を記載

3-2 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

①計測手順

フロー



※1

位置を補正するため、基地局を設置

※2

位置を調整するための点

※3

【土工の場合】

精度確認用の**検証点**を配置する

【舗装工の場合】

精度確認用の**検査面・検証点**を設置する。
検査面は計測対象面上に1㎡の範囲を設定する。

②計測の留意点

移動体の点検

- 計測前に車体・スキャナ本体・GNSS・IMUの取り付けに緩みがないか確認
- …

計測時の留意点

- 衛星数の確認
- GNSSの受信状態（DOP値）の確認
- …

③計測マニュアルの作成・添付

上記①と②を含めた計測のマニュアルが整備・添付されていること。

有り

3-2 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

車載したLSにて進行方向に対して横向きにレーザー計測を行う。また、自己位置と方位はGNSSとIMUの組合せにより求める。

本システムを用いる場合は、**水平位置・標高を調整するための標定点の間隔**についての条件が追加となる

要求精度に対して最も不利になるような以下の条件を設定する。

＜条件①＞

水平位置、標高を調整するための標定点において、GNSS衛星の受信数やDOP値などを参照してGNSS衛星の受信障害がない場合を条件に現場状況に応じて適切な間隔で配置する。

土工例) 要求精度の±50mmに対しては、0mに2点以上設置する。

舗装工例) 要求精度(鉛直±4mm、水平10mm)に対しては、0mに2点以上設置する。

＜条件②＞

計測面への入射角が小さくなるほど精度が低下する傾向がある。また、距離に応じて点群密度も粗くなる。

土工例) 要求精度の±50mmに対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅〇〇m以内とする。

舗装工例) 要求精度(鉛直±4mm、水平10mm)に対しては、移動体の真横方向に対して最大計測可能幅〇〇m以内とする。

＜条件③＞

車の走行速度が速いほど進行方向の点群密度が粗くなる。

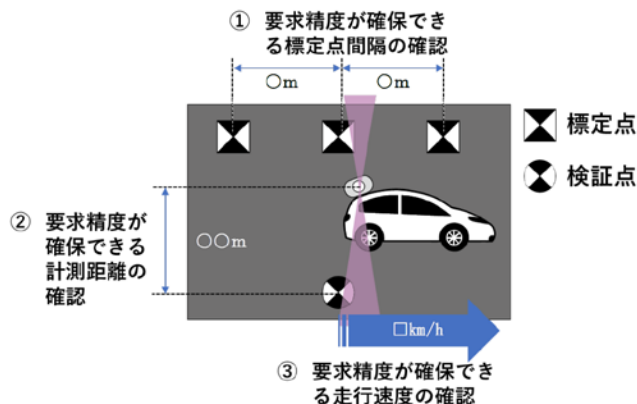
土工例) 要求精度の±50mmに対しては、時速□km/hで走行する。

舗装工例) 要求精度(鉛直±4mm、水平10mm)に対しては、時速□km/hで走行する。

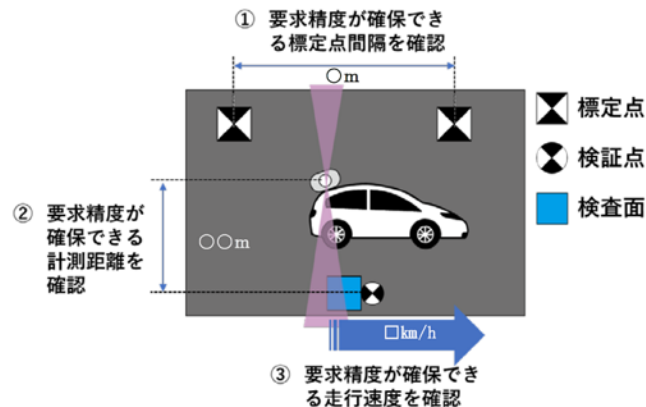
実際の計測はこの条件以内で実施する

検査面・検証点等は計測中に動かないようにする

土工の精度確認試験における確認の範囲



舗装工の精度確認試験における確認の範囲



例)