

I C T 活用工事の手引き

(発注者向け)

令和4年3月暫定版

近畿地方整備局

はじめに

国土交通省が推進する **i-Construction** の一つとして、平成28年度より ICT活用工事が実施されている。ICT活用工事では、3次元設計データと、3次元計測技術、ICT施工、3次元出来形管理を組み合わせて利用することで作業の効率化が期待されている。

また、ICT活用工事の実施にあたって、ICT活用工事の実施要領、3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）に対応した監督・検査要領（案）が定められている。

この「ICT活用工事の手引き（発注者向け）」は、ICT活用工事に取り組む発注者支援として、これらの実施要領や出来形管理要領（案）に対する監督・検査要領等の解説と、これらの基準類では記載されていないICT活用工事に関する監督・検査を行う上での留意事項をとりまとめたものである。

<暫定版>

R03年度は、過年度までに作成されている手引きを整理し、ICT活用工事で実施されている工種や技術との対比を行うことで、既存資料の更新と今後の整備方針のとりまとめを行った。

ICT活用工事の適用工種や適用技術は、年々更新されていることから、本手引きも、定期的に更新されることが必要である。

体系図（利用場面・対象一覧）

ICT土	更新年度	利用場面	利用対象				関連要領類			
			発注時	施工前	施工中	検査納品	出来形管理※3	建設機械	実施方針	
手引	R1	ICT活用工事(土工・TLS編)における監督チェックポイント	○	○	○	○	○※1	土工ICTBH ICTBD	土工	
	H30	ICT活用工事の監督員の手引	○	○	○	○	○※1		土工	
	動画 テキスト	R2	実施範囲の協議	○	○	○	○			土工
		R2	施工計画書の確認	○	○	○	○			土工
		R2	設計データの確認	○	○	○	○			土工
	R2	実地検査（近畿版）	○	○	○	○			土工	
	ICT建設機械 の手引き	H29	マシンコントロール/マシンガイダンス技術（バックホウ編）の手引き【発注者用】	○	○	○	○		土工 ICTBH	
		H29	マシンコントロール技術(モーターグレーダ編)の手引き【発注者用】	○	○	○	○		舗装 ICTグレーダ	
		H29	マシンコントロール/マシンガイダンス技術（ブルドーザ編）の手引き【発注者用】	○	○	○	○		土工 ICTBD	
	現場対応集・事例集	R2 (R3)	ICT活用工事におけるQ&A集（現場対応集）※2	○	○	○	○	○	土工面管理 UAV、TLS	土工
R1		各プロセスにおける協議事例	○	○	○	○	○	土工面管理 UAV、TLS	土工	
H29		マシンコントロール/マシンガイダンスバックホウの現場対応集【発注者向け】	○	○	○	○	○	土工 ICTBH		
H29		マシンコントロールグレーダの現場対応集【発注者向け】	○	○	○	○	○	舗装 ICTグレーダ		
	H29	マシンコントロール/マシンガイダンスブルドーザの現場対応集【発注者向け】	○	○	○	○	○	土工 ICTBD		

※1：資料改定時に利用を想定

※2：現時点では受発注者共通資料となっているが、発注者向けに積算等のHP非公開Q&Aに付いても追加していく必要あり

目 次

第1編 手引き	1-1
1. ICT活用工事（土工・T L S編）における監督チェックポイント	1-2
2. ICT活用工事の監督員の手引	1-28
3. ICT 建設機械の手引き	1-83
3.1 マシンコントロール/マシンガイダンス技術（バックホウ編）の手引書【発注者用】	1-83
3.2 マシンコントロール技術（モータグレーダ編）の手引き【発注者用】	1-115
3.3 マシンコントロール/マシンガイダンス技術（ブルドーザ編）の手引書【発注者用】	1-144
第2編 現場対応集・事例集	2-1
1. ICT活用工事におけQ & A（現場対応集）	2-2
2. 各プロセスにおける協議事例	2-7
3. ICT建設機械の現場対応集	2-13
3.1 マシンコントロール/マシンガイダンスバックホウの現場対応集【発注者向け】	2-13
3.2 マシンコントロールグレーダの現場対応集【発注者向け】	2-30
3.3 マシンコントロール/マシンガイダンスブルドーザの現場対応集【発注者向け】	2-46

第1編 手引き

1. ICT活用工事（土工・TLS編）における監督チェックポイント

1. ICT活用工事（土工・TLS編）における監督チェックポイント

資料の構成と目次

構成

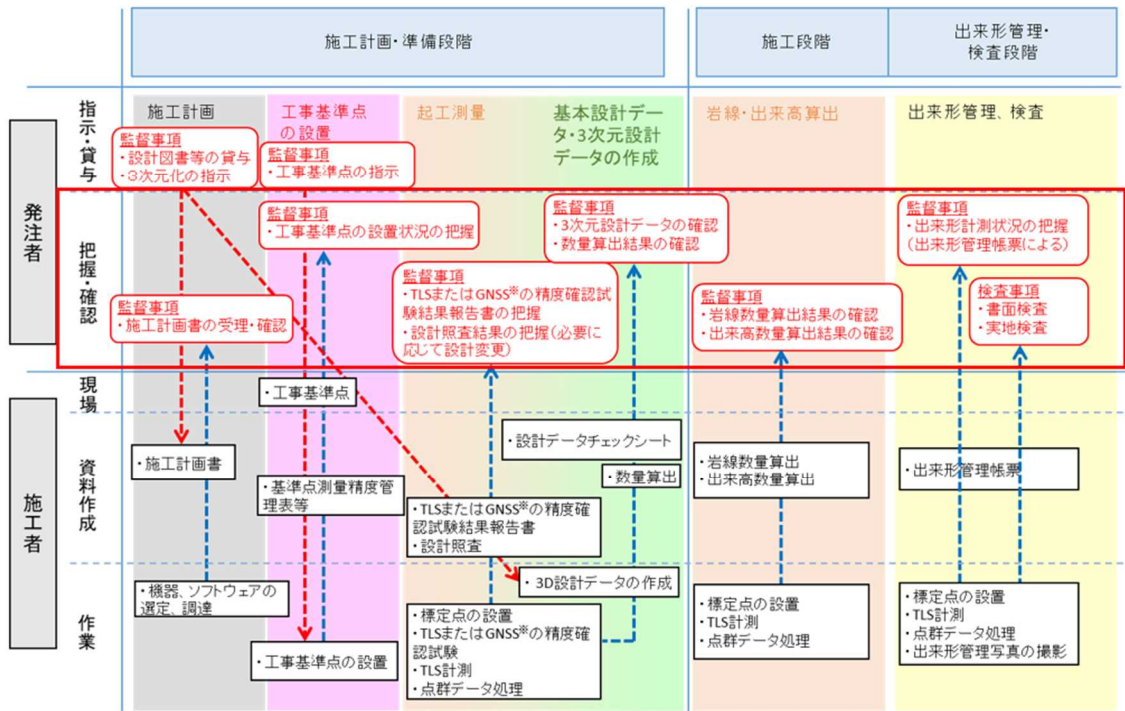
TLSを用いたICT活用工事（土工）の一連の流れと、施工計画から電子納品の監督・検査におけるチェックポイントをまとめたものである。

目次

【ICT活用工事における監督・検査のチェックポイント】	
□ TLSを用いたICT活用工事（土工）の流れ	P 2
□ 施工計画書の記載内容の解説とチェックポイント	P 3～P 16
□ 工事基準点の設置方法の解説とチェックポイント	P 17～P 18
□ 3次元設計データの確認方法の解説とチェックポイント	P 19～P 25
□ 起工測定の解説とチェックポイント	P 26～P 35
□ ICT建設機械の解説とチェックポイント	P 36～P 38
□ 出来形管理の解説とチェックポイント	P 39～P 45
□ 出来形検査の解説とチェックポイント	P 46～P 49

TLSを用いたICT活用工事（土工）の流れ

■ 施工計画段階から出来形管理・検査における受発注者間のやり取り



2

施工計画書の記載内容と主な記載事項

1) 適用工種

管理要領による適用工種に該当している工種を記載する。

2) 適用区域

3次元計測区域を行う範囲を記載する。

3) 出来形測定箇所・出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準

測定基準に基づいた管理基準を記載する。

4) 使用機器・ソフトウェア

必要な機能を有し適切に管理された機器及び必要な性能をもつソフトウェアであることを記載する。

① 機器構成

出来形管理で利用する機器及びソフトウェアを記載する。

② TLS本体

要領が要求している計測性能を有していること添付資料として提出する。

a：精度確認試験を実施し、その記録を提出する。b：メーカーが推奨する定期点検記録を添付する。

③ ソフトウェア

必要な機能を有するソフトウェアであることをカタログあるいはソフトウェア仕様書を、添付する。

④ 計測計画

使用する器機が有する計測性能に準拠した計測計画を記載する。（各計測前までの提出）

3

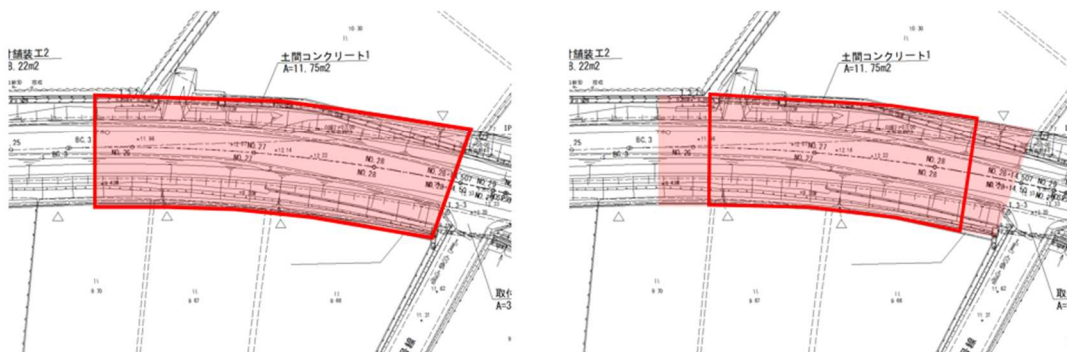
【施工計画書】適用工種

編	章節		条 (工種)	出来形測定項目	
第1編 共通編	第2章 土工	第4節 道路土工	第2条 掘削工	平場	標高較差
				法面 (小段含む)	水平または標高較差
			第3条 路体盛土工 第4条 路床盛土工	平場	標高較差
				法面 (小段含む)	標高較差
		第3節 河川・海岸・ 砂防工	第2条 掘削工	平場	標高較差
				法面 (小段含む)	水平または標高較差
第3条 盛土工	天端	標高較差			
	法面 4割く勾配	標高較差			
	4割く勾配 (小段含む)	標高較差			

4

【施工計画書】適用区域

- ICT活用工事の対象範囲を平面図や横断面図により明示する。部分的に実施する場合は、受発注者間で協議し決定する。



例① 工事範囲全体を適用範囲とする場合

例② 一部区間を適用除外とする場合

工事範囲
 ICT適用範囲

留意点

- ✓ 3次元設計データが作成できない部分（擦り付け部、ラウンディング部等）が適用範囲になっていないか確認する。
- ✓ 土工の次工程の影響により、T L S計測が複数回となる場合など面管理が非効率となる場合は従来手法による管理を考慮し、適用区域を協議する。

5

【施工計画書】 出来形測定箇所・規格値・出来形管理写真基準

- T L S 出来形管理要領を適用する工種に対応した基準を記載する。

出来形測定箇所、出来形管理基準及び規格値

工種	測定箇所	測定項目	規格値 (mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、注4	
	法面(小段含む)	水平または標高較差	±70	±160		
路体盛土工 路床盛土工	天端	標高較差	±50	±150	注1、注2、注3、注4	
	法面(小段含む)	標高較差	±80	±190		

※道路土工での記載例

出来形管理写真基準

区分	写真管理項目			概要
	撮影項目	撮影頻度 [時期]	提出頻度	
図面との不一致	図面と現地との不一致の写真	計測毎に1回 [発生時]	代表箇所各1枚	
工種	写真管理項目			概要
掘削工	土質の判別	地質が変わる毎に1回 [掘削中]	代表箇所各1枚	出来入れの撮影
	法長	1工事に1回 [掘削後]		
路体盛土工 路床盛土工	巻出し厚	200mに1回 [巻出し時] ※「締固め層厚分布図」を提出する場合は写真不要		出来入れの撮影
	締固め状況	転圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]		
	法長幅	1工事に1回 [施工後]		

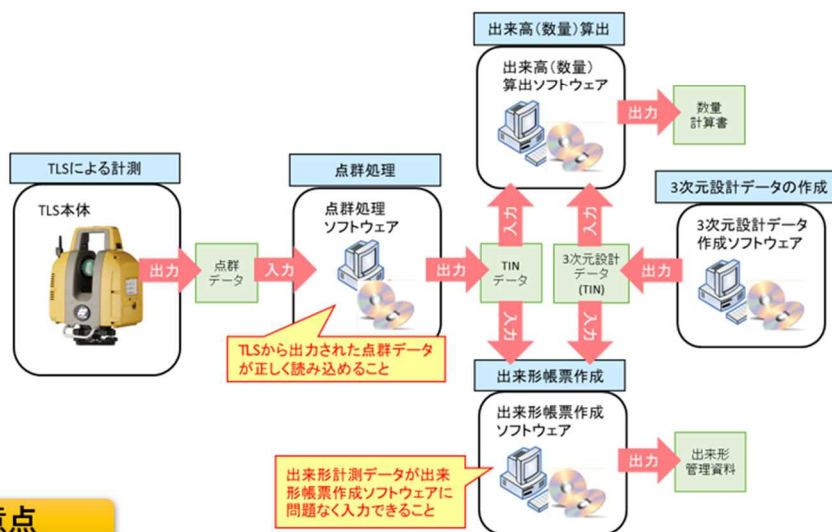
※道路土工での記載例

留意点

- ✓ 出来形管理基準は、平場部、天端部、法面部（小段含む）の計測箇所別に設定する。
- ✓ 写真管理基準は撮影項目や撮影頻度が従来から変更されている。
- ✓ 出来形管理写真基準に明確な記載は無いが、設計照査や数量算出の根拠となる起工測量及び岩線測量においても、代表箇所1回1枚の写真を撮影する。∴計測毎（起工測量、岩線測量、出来形測量）撮影

【施工計画書】 機器構成の確認

- T L S を用いた出来形管理に必要な機器・ソフトウェアは「T L S 本体」「点群処理ソフトウェア」「3次元設計データ作成ソフト」「出来形帳表作成ソフトウェア」「出来高（数量）算出ソフトウェア」である。



留意点

- ✓ 上記は、データの流れを大まかな機能に分割して示した事例である。
- ✓ 各ソフトウェアが別々のメーカー・ソフトウェアの場合と、一つのソフトウェアに複数の構成を包括している場合がある。

【施工計画書】 T L S本体の選定

- TLS本体は、計測精度が下表と同等以上且つ、適正な精度管理が行われていることを示す書類を添付する。

使用する機器（記載例）

種別	名称
TLS	〇〇〇

使用機器（記載例）



機体直径	229 (D) x 293 (H) x 412 (W) mm (ハンドル、基盤含む)
機体高	229mm (基盤取付位置からセンサー部中心まで)
機体重量	10.0kg (基盤、バッテリーを含む)
レーザークラス	Class 2 (標準モード)
測定距離	145m ~ 350m
スキャンスピード	最大120,000点/秒
点間隔	最大3.1mm (10m時)
距離精度	3.5mm (1%)

留意点

- ✓ 使用する機器：機器仕様が所定の精度と同等以上の性能を有していること。
- ✓ 実際の精度：計測方法に対する技術基準が未整備なため、現状では現地での実測により精度確認が必要。
- ✓ ハード的な機能の担保：メーカー推奨の保守点検を実施し、記録を提出されていることを確認する。

実際の精度

種別	座標測定精度
出来形計測	14mm以内
起工測量	7cm以内
岩線計測	7cm以内
部分払出来高	14cm以内

上記により確認可能な座標測定精度と使用範囲を超えて利用する場合、以下の測定精度の機器の利用が可能

項目	基準
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なこと (点群処理時に目視による選別で使用)
TLS計測精度	現場での計測により確認※次頁で解説

保守点検記録（例）

保守点検記録書 (例)

検査成績書

3次元レーザーセンサー

品名: 〇〇〇〇〇〇
機種番号: 〇〇〇〇〇〇
製造日: 2016年11月11日

点検内容: 点検項目、測定結果、判定結果、計測値

No.	検査項目	測定結果	判定結果	計測値
1	点検項目	測定結果	判定結果	計測値
2	点検項目	測定結果	判定結果	計測値

検査成績書は、点検項目、測定結果、判定結果、計測値を記載し、点検結果を記録する。点検結果は、点検項目、測定結果、判定結果、計測値を記載し、点検結果を記録する。

【施工計画書】 T L S本体の選定（精度確認試験）

- T L S で工事測量を実施するためには、下表の通り、計測毎に計測密度、要求精度が設定されている。
- 施工計画書には「精度確認試験結果報告書」を添付する。
※提出時に精度確認試験を実施できない場合は、精度確認試験の実実施計画の記載を報告書様式のみを提出し、試験結果報告書は試験実施後にすみやかに提出する。

計測種類	レーザー scanner		JSIMA115に基づく座標測定精度	計測時の密度設定 (メッシュの大きさ)
	要求精度	計測最大距離		
出来形計測	5cm以内 ※精度確認試験の要求精度は±2cm以内	精度確認試験の測定距離以内	14mm以内	1点以上/0.01m ² (10cm x 10cm) ※出来形評価用データは 1点以上/1m ² (1m x 1m)
起工測量	10cm以内		7cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)
岩線計測	10cm以内		7cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)
部分払出来高	20cm以内		14cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)

留意点

- ✓ 当該現場以外で、計測実施日の6ヵ月以内に実施した試験結果を提出してもよい。
- ✓ 計測を実施する日の6ヵ月以内の確認結果が必要となるため、それを過ぎて計測する場合は、再度精度確認試験を実施する。
- ✓ 精度確認試験では、精度確保が可能な最大計測距離を明示（最大距離の範囲内で計測する計画が必要）。

【施工計画書】 T L S本体の選定（精度確認試験）

- 使用前の精度確認は、現場の計測と同時にすることも可能だが、使用前に実施するのが望ましい。

精度確認試験結果報告書（例）

1. 計測器本体から被計測対象距離以上となる位置に2箇所以上の既知点を設置し、TLSによる計測結果から得られる既知点の点間距離を計測する。
2. 設置した検査点（基準点）をTSあるいはテープで計測する。
3. 上記1と2の計測結果を比較し、較差が20mm以内であることを確認し、精度確認試験結果報告書を作成する。

精度確認の対象機器 メーカー : 株式会社 測定装置名称 : TL540 測定装置の製造番号 : 000001	写真	①テープによる既知点の検出 計測方法 : ○ TSによる既知点距離 or TSによる既知点距離 計測結果 : 17.070m ② TLSによる検出														
検出機器（検出点を計測する測定機器） テープ : JIS1種1級（ガラス繊維製巻尺） <input checked="" type="checkbox"/> TS : 3級TS以上 <input checked="" type="checkbox"/> TS製 <input checked="" type="checkbox"/> (2級)	写真	③ TLSによる既知点の点間距離 (L) <table border="1"> <thead> <tr> <th>点</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z</th> <th>点間距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1点</td> <td>48044.706</td> <td>-11987.421</td> <td>17.870</td> <td rowspan="2">17.070m</td> </tr> <tr> <td>2点</td> <td>48060.775</td> <td>-11990.353</td> <td>17.902</td> </tr> </tbody> </table>	点	X	Y	Z	点間距離	1点	48044.706	-11987.421	17.870	17.070m	2点	48060.775	-11990.353	17.902
点	X	Y	Z	点間距離												
1点	48044.706	-11987.421	17.870	17.070m												
2点	48060.775	-11990.353	17.902													
測定記録 測定日 : 平成21年2月18日 測定条件 : 天候 晴 気象 涼 測定場所 : (株) シーズン 社内 資料ゲートにて	写真	④ 検出の検出（測定結果） レーザースキャナによる既知点距離 (L) : ... テープによる既知点距離 (L) 17.070m - 17.070m = 0.001m (1mm) < 公差 (標準値 20mm以内)														
精度確認方法 <input checked="" type="checkbox"/> 既知点の点間距離	写真															

留意点

- ✓ 試験状況の写真を撮影し、精度確認試験結果報告書に試験状況を記載する。
- ✓ 精度確認試験結果を指定された様式で正しく記載する。

10

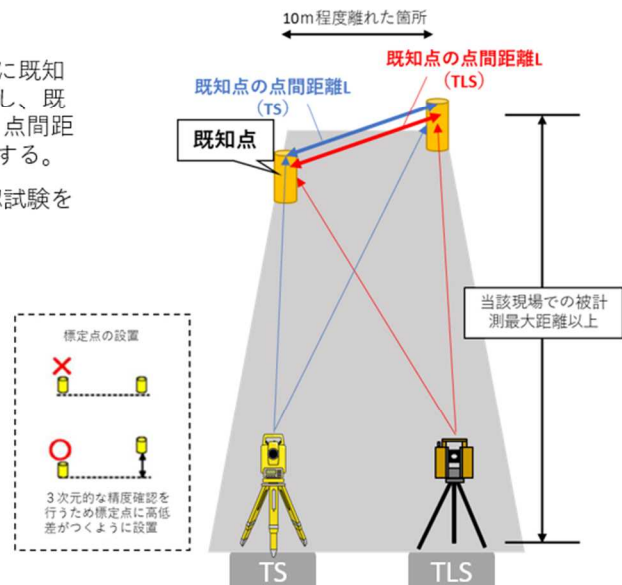
【施工計画書】 T L S本体の選定（精度確認試験）

精度確認試験を実施方法（点間距離）

※「地上型レーザースキャナを用いた出来形管理要領（舗装工種）（案）」の参考資料-4... TLSの精度確認試験手順書（案）に従うものとする

【点間距離の計測性能確認】

- 実際に利用する機器の計測最大距離以上の範囲に既知点を2箇所（10m程度離れた箇所）以上に配置し、既知点の距離とTLSによる計測結果から求められる点間距離との差が所定の要求精度以内であることを確認する。
- TLSを用いた計測を実施する前に上記の精度確認試験を実施し、その結果について提出する。



留意点

- ✓ 既知点間の距離はTSあるいはテープで計測する。
- ✓ 精度確認試験結果報告書（ひな形）に被計測最大距離以上で計測しているかの記載箇所はないため、任意様式、もしくは、精度確認試験結果報告書に追記する形で報告を求めると。

11

【施工計画書】ソフトウェアの選定

- 使用されるソフトウェアの名称及びメーカー名を記載する。
- T L S 出来形管理要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいは、仕様書を施工計画書に添付する。

使用するソフトウェア

種別	役割
3次元設計データ作成ソフトウェア	3D設計データの作成
点群処理ソフトウェア	不要点除去 点群密度の変更 点群からTINを作成
出来形帳票ソフトウェア	出来形帳票の作成
出来高(数量)算出ソフトウェア	3Dモデルから数量を算出

添付する書類

ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」
--------	--------------------------

ソフトウェアのカタログ



このような表記がTLSによる出来形管理要領に対応する機能を有する事を示します
※写真測量ソフトウェアは除く

留意点

- ✓ 要領に示される必要なソフトウェアが用意できているか、要領に記載されている機能を有しているか確認する。
- ✓ 複数のソフトウェアを組み合わせた処理が必要な場合があるため、入出力形式が各ソフトウェアで連携できるかを事前に確認する。
- ✓ 国土技術政策総合研究所のHP上で、ICT土工の出来形管理に規定する機能を有するソフトウェアを確認可能。

http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/ict_dokou/soft2.html

12

【施工計画書】計測計画（標定点の設置計画）

- T L S による計測結果を3次元座標へ変換するための標定点を設置する。
※後方交会法による機械設置機能を有するT L S の場合は、標定点は不要。

設置基準

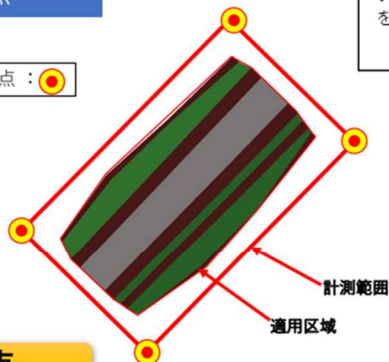
	要領の記載内容
標定点	計測対象箇所の最外周部に4点以上

設置方法

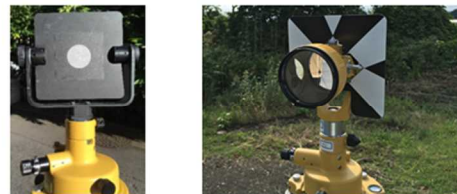
	要領の記載内容
測定方法 (右表のいずれかを選択)	4級基準点および3級水準点と同等以上
	T S による計測 ・3級 T S : T S から基準点及び標定点までの距離が100m以下 ・2級 T S : T S から基準点及び標定点までの距離が150m以下
	G N S S による計測 ・精度確認試験を実施(平面±20mm以内、標高±30mm以内)

標定点

標定点：●



使用する標定点



留意点

- ✓ 標定点はTLSを用いた出来形管理要領に従い設置する。
- ✓ 4級基準点及び3級水準点と同等以上の測量方法により設置する。
- ✓ 出来形計測時はT S を用いて設置(起工測量、岩線計測、出来高計測ではG N S S による計測も可能)する。

13

【施工計画書】計測計画（標定点の設置計画）

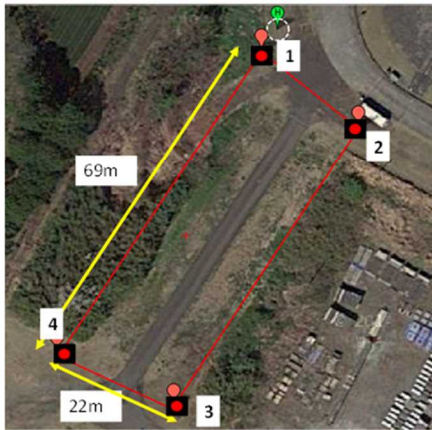
- 計画書作成段階では、施工計画に基づいて詳細な配置案を各計測前に提出することを記載する。

施工計画書記載例

本施工計画に基づいて以下の段階で標定点の設置計画を提出する

- ・ 起工測量
- ・ 岩線計測
- ・ 部分払出来高計測
- ・ 出来形計測

計測前に提出する詳細設置計画記載例



・ 標定点：4点
計測対象箇所の最外周部に4点



14

【チェックポイント】施工計画書の受理・記載事項の確認

1.提出される資料	項目	記載の有無	記載内容の確認方法	留意点及び留意事項	出典（H31.4版）
施工計画書	適用工程	<input type="checkbox"/> 適用工程が記載しているか	適用工程に該当しているか（ICTの全面的な活用に関する実施方針（最新版））や「土木工事施工管理基準及び規格係（最新版）」により確認する		TL05用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認 ① 適用工程の確認（P3）
	適用区域	<input type="checkbox"/> 適用区域が記載しているか（全面） <input type="checkbox"/> （起工測量、ICT施工、出来形管理）の範囲が全面は適用されている場合	各種計測項目（起工測量、ICT施工、出来形管理）の範囲が平面図等で明示されているか確認する	<input type="checkbox"/> 出典無し 施工計画書、計測が関係になる箇所を把握しているか	TL05用いた出来形管理要領（土工編H30） 1-5 施工計画書 ② 適用区域（P9） 4-1 3次元設計データの作成 ③ 3次元設計データの作成範囲（P30）
		<input type="checkbox"/> 適用区域が記載しているか（部分的） <input type="checkbox"/> （起工測量、ICT施工、出来形管理）の範囲が部分的に実施されている場合		<input type="checkbox"/> 出典無し 照り付け部など、3次元設計データ通りには施工出来ない場所はないか <input type="checkbox"/> 出典無し 3次元設計データの作成範囲について図面が明示しているか	
	出来形計測箇所	<input type="checkbox"/> 出来形管理箇所が記載しているか	<input type="checkbox"/> 「地上型レーザースキャナを用いた出来形管理要領（最新版）」により確認されている基準であるか <input type="checkbox"/> 出典無し 3次元計測を実施する範囲が図面等で明示されているか	<input type="checkbox"/> 出典無し 図等で決定した範囲となっているか	TL05用いた出来形管理要領（土工編H30） 1-5 施工計画書 ② 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格係、出来形管理写真基準（P9）
	規格係及び写真管理基準	<input type="checkbox"/> 出来形管理を実施する箇所も記載し、該当する出来形管理基準及び、規格係・出来形写真管理基準が記載しているか	「土木工事施工管理基準及び規格係（最新版）」、「写真管理基準（最新版）」により確認する		TL05用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 7-1 出来形管理基準及び規格係（P9） 7-2 品質管理及び出来形管理写真基準（P9）
	TLC本体についての記載	<input type="checkbox"/> TLC本体は必要な性能（色付ポイントの取得が簡単な）を有しているか	<input type="checkbox"/> ノーカラーカメラにより確認する		
<input type="checkbox"/> TLC本体は必要な性能（測定精度：計測範囲で±20mm）を有しているか		施工業者が提供される精度確認試験結果報告書により確認する。あるいは、JISMA118に基づく試験成績表により確認する。	<input type="checkbox"/> どのも選択できる場合は施工業者の任意である <input type="checkbox"/> 各種計測前までは提出されていない		②-2 TLC本体の計測性能及び精度管理（P15） 参考資料-4 TLCの精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書（P50-52） - 様式-2 精度確認試験結果報告書（P53-54）
<input type="checkbox"/> TLC本体は必要な性能（精度管理）を有しているか		ノーカラー測定ポイント設置範囲内を実施していることと記録が併付されているか確認する		<input type="checkbox"/> 現状では対応の取れた様式や試験方法は無いが、機器本体の精度確認のための確認が必要である	TL05用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認 ② 使用機器・ソフトウェアの確認 ⑤ TLC本体（P3） 5-6 精度確認試験結果報告書の取扱い（P5） 参考資料-3 精度確認試験結果報告書（P13-14）

起工測量、ICT施工、面的な出来形の対象範囲は必ずしも同じではないため、各計測項目別に施工者と書面により協議し、対象範囲を明確にする必要がある。

15

【チェックポイント】 施工計画書の受理・記載事項の確認

提出される資料	項目	記載の有無	内容の確認	留意点及び確認事項	出典 (H01.4様上)
施工計画書	3次元設計データ作成ソフトウェアについての記載	□ 地上型レーザースキャナを用いた出展形管理要領(本工編)に対応しています(などの記載が対応する機能を有することを示す)	□ 使用するソフトウェアの機能、性能等を確認できる資料(メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書等)は添付されているか確認する	□ 重要点①(入力)機能(座標系の選択、平面選択、断面選択、標高形状、垂直発射データの選択(入力)機能を有しているか □ 3次元設計データ等の確認機能、設計データ作成機能、3次元設計データ作成機能、座標変更機能、3次元設計データ出力機能を有しているか	TLSを用いた出展形管理要領(土工編H00) ②-1 機器構成 ② 必須必須ソフトウェア (P.13) ②-3 点群処理ソフトウェア (P.16-19)
	点群処理ソフトウェアについての記載	□ 地上型レーザースキャナを用いた出展形管理要領(本工編)に対応しています(などの記載が対応する機能を有することを示す)	□ 使用するソフトウェアの機能、性能等を確認できる資料(メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書等)は添付されているか確認する	□ 計測点群データを合成する機能を有しているか □ 点群密度を調整する(データの取り込み)機能を有しているか □ 点群から TIN データを作成する機能を有しているか	-2-1 機器構成 ③ 3次元設計データ作成ソフトウェア (P.20-21) ④ 3次元設計データ作成ソフトウェア (P.20-21) ⑤ 出展形編集作成ソフトウェア (P.13) ⑥ 出展形編集作成ソフトウェア (P.22-23) ⑦ 出展形編集作成ソフトウェア (P.13)
	出展形(数量)算出ソフトウェアについての記載	□ 地上型レーザースキャナを用いた出展形管理要領(本工編)に対応しています(などの記載が対応する機能を有することを示す)	□ 使用するソフトウェアの機能、性能等を確認できる資料(メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書等)は添付されているか確認する	□ 計測点群から作成した TIN データと 3次元設計データとの差から数量を算出する機能を有しているか	TLSを用いた出展形管理の監督・変更要領(土工編H00) ⑤-1 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 ②使用するソフトウェア (P.3-4)
	出展形編集作成ソフトウェアについての記載	□ 地上型レーザースキャナを用いた出展形管理要領(本工編)に対応しています(などの記載が対応する機能を有することを示す)	□ 使用するソフトウェアの機能、性能等を確認できる資料(メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書等)は添付されているか確認する	□ 3次元設計データ(契約図書)と出展形評価用データの各ポイントの離れ(偏差あるいは、水準偏差)により出展形の良否判定を行う機能を有しているか □ 評価結果及び設計形状の比較による出展形の良否判定が可能な出展形分布図を出力する機能を有しているか	

16

【工事基準点】 設置 (従来から変更なし)

- 使用する工事基準点は、監督職員に指示をうけた基準点を使用して設置する。
- 工事基準点は、国土交通省公共測量作業規定に基づいて設置し、測量成果、設置状況と配置箇所を提出する。

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(山間部では4級水準点を用いてもよい)



基準点測量概要

今回工事を行うにあたり、3級基準点 L34733、L34833 を使用し、4級水準点および3級水準点を測量し、標高水準点を計測し、測量結果を提出する。

測量は、以下の通りである。

点群番号	標高	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点	測点
1	4.4837	87	87	77	84	101	8	84877	8
2	4.4871	33	33	12	38	200	7	4.4811	8

基準点測量精度管理表(その1)

作業日	地域名	測量員	測量員	測量員	測量員	測量員	測量員	測量員	測量員
14873	〜 8733	0.0012	87	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012	0.0012

注意事項: 点群データは、観測終了後30日以内、または、測量結果を提出する場合は、再発行を行う。

留意点

- ✓ TLSによる計測において、標定点を効率的に計測できる位置にTSが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効。
- ✓ 座標管理となるICT施工の施工管理では、基準となる工事基準点の管理が重要である。

17

【チェックポイント】 工事基準点の設置状況の把握

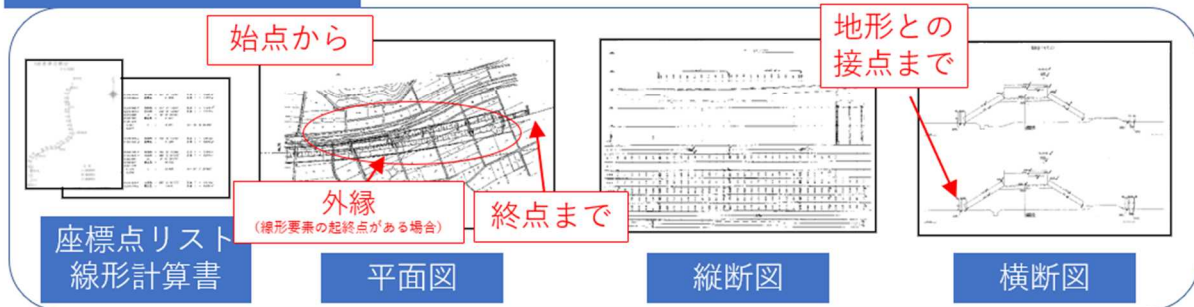
提出される資料	項目	記載の有無	記載内容の確認方法	留意点及び協議事項	出典
測量成果等	工事基準点	<input type="checkbox"/> 指示した工事基準点を使用しているか	<input type="checkbox"/> 提出無し 測量成果等にて工事基準点等の設置状況を把握する		TLSを用いた出来形管理要領（土工編H30） ・2-6 工事基準点の設置（P24）
		<input type="checkbox"/> 精度管理が適正に行われているか			
		<input type="checkbox"/> 測量成果、設置状況等、設置箇所 <input type="checkbox"/> 工事基準点の管理状況（保護柵の設置）を写真等により把握する			

18

【3次元設計データ】 作成の指示

- 3次元設計データ作成は、監督員の指示により実施する。
- 設計図書（平面図、縦断図、横断図）や線形計算書を基に、3次元設計データを作成する。

準備する資料



3次元設計データの要素データ作成

- ▶ 設計図書と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素を読み取って、作成する。

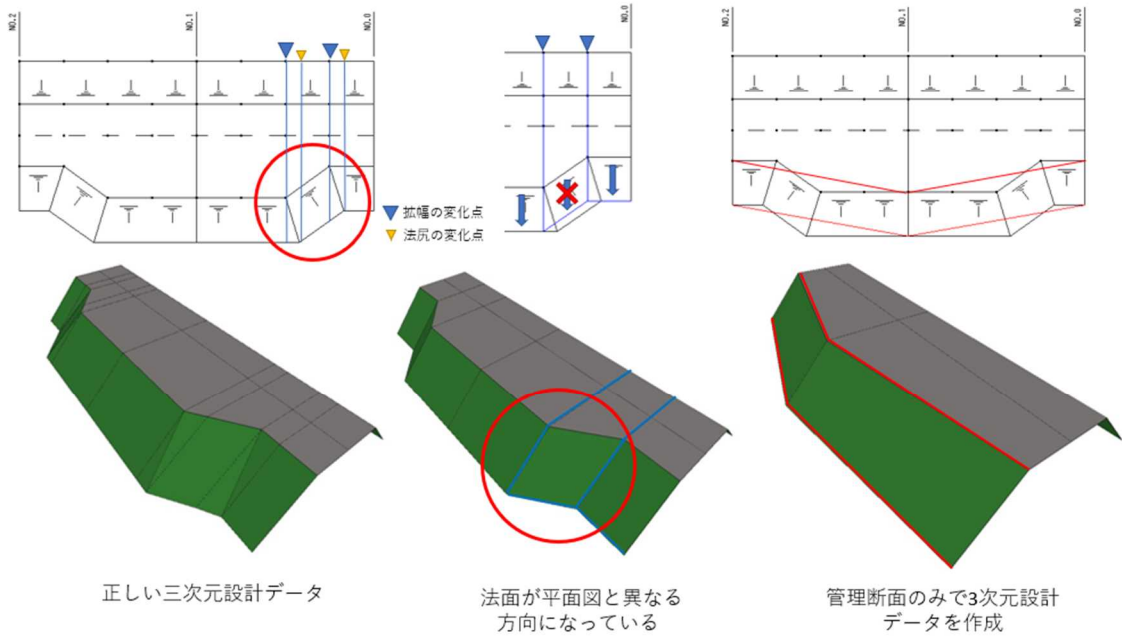
留意点

- ✓ 3次元設計データ作成に際して、作成範囲の協議を行う。←適用範囲の協議で定めた範囲
- ✓ 起工測量で取得した地形面を反映して作成すること。
- ✓ 線形の曲線区間においては、必要に応じて横断形状を作成した後にTINを設定する。（例えば、間隔5m毎の横断形状を作成した後にTINを設定する）。
- ✓ 3次元化にあたり、法面の向きや設計図書に含まれていない変化断面の作成に留意する。

19

【3次元設計データ】確認（留意点）

- ▶ 3次元データの作成にあたっては、拡幅の平面・縦断曲線の始終点等、管理断面以外の変化断面や法面の方向などに留意する必要があります。



20

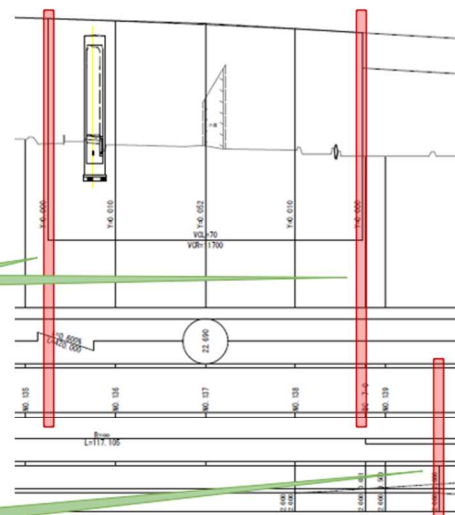
【3次元設計データ】確認（留意点）

その他、管理断面以外に作成する必要がある横断面

縦断曲線の変化点（開始点・終了点）
横断勾配変化点 等
に注意する必要があります。

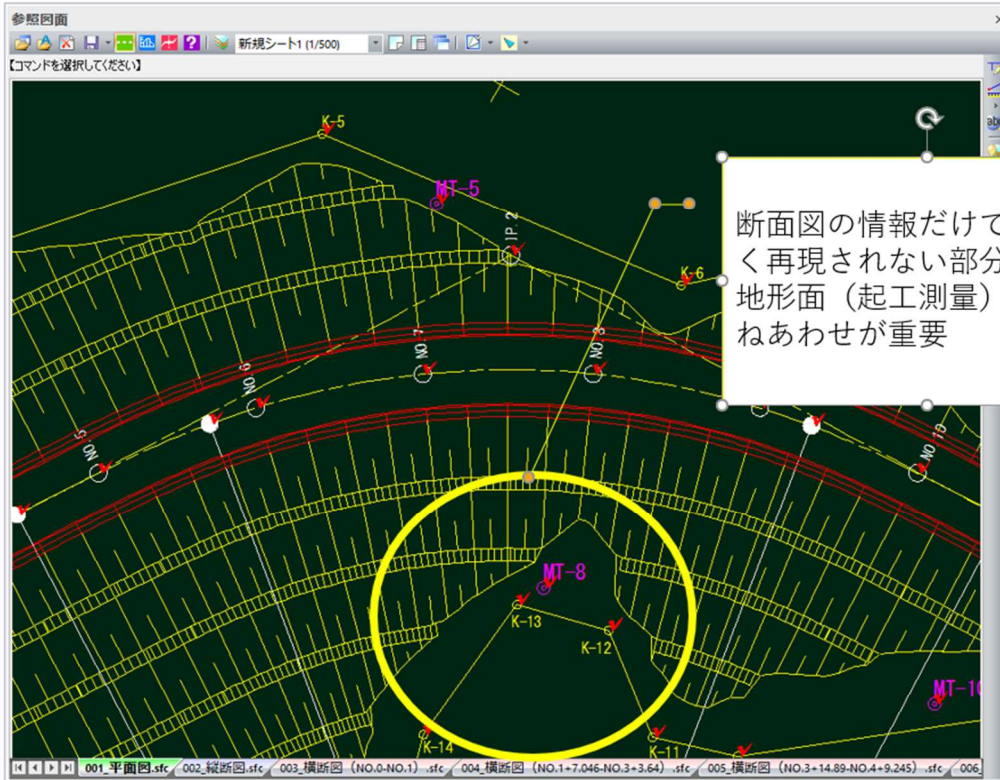
管理断面では無い縦断曲線変化点

管理断面では無い横断勾配変化点



21

【3次元設計データ】確認（留意点）



22

【3次元設計データ】チェックシートの確認

- 受注者から提出される「3次元設計データチェックシート」により、3次元設計データを確認する。
- データ作成の根拠資料は、受注者に請求することができる。

- ・ 工事基準点は、事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認する。
- ・ 平面図及び線形計算書と対比し、確認する。
- ・ 縦断面図と対比し、確認する。
- ・ ソフトウェア画面と対比し、設計図書の寸法にチェックを記入する。
- ・ 3次元設計データの入力要素と3次元設計データ（TIN）を重ねし、同一性が確認可能な3次元表示した図を提出する。

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	全長	・ 監督職員の提供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	全長	・ 起終点の座標は正しいか? ・ 変換点（誘引主要点）の座標は正しいか? ・ 曲線要素の種別・数値は正しいか?	
3) 縦断面線形	全長	・ 各測点の座標は正しいか? ・ 誘引起終点の測点・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	全長	・ 作成した出来形横断面形状の測点・数は適切か? ・ 基準高、幅、法長は正しいか? ・ 出来形計測対象点の記号が正しく付与されているか?	
5) 3次元設計データ	全長	・ 入力した2)～4)の箇所形状と出力する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「○」を記すこと。
 ※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。
 ・ 工事基準点資料（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）
 ・ 縦断面図（チェック入り）
 ・ 横断面図（チェック入り）
 ・ 3次元ビュー（ソフトウェアによる表示または印刷物）
 ※ 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。

留意点

- ✓ 寸法のチェックがソフトウェアなどで自動で行える場合（3次元設計データから横断面図を作成し、設計図書と重ね合わせて表示する等）はソフトウェアの出力結果でも良い。
- ✓ 入力した平面線形・縦断線形・出来形横断面形状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を3次元ビュー（ソフトウェアによる表示または印刷物）で確認する。

23

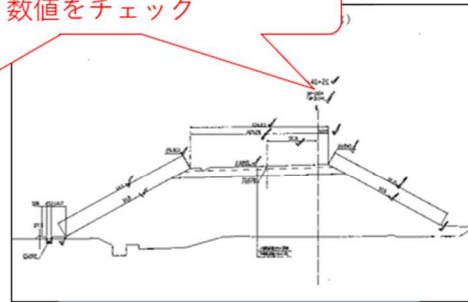
【3次元設計データ】チェックシート根拠資料の確認

根拠資料の例

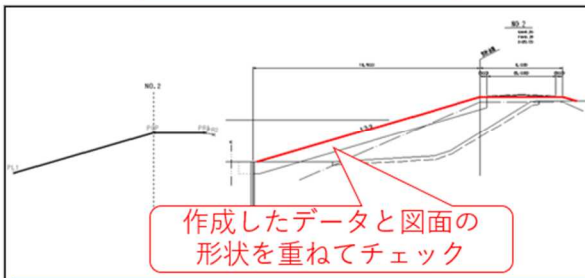
基準点成果表				世界座標表			
基点名	X座標	Y座標	高さ	基点名	X座標	Y座標	高さ
TF4	-103592.645	-53971.965	2級基準点	TF4	-104073.411	-53943.604	4級基準点
TF5	-106133.790	-55192.361	#	TF5	-104222.811	-53911.981	#
TF6	-102666.552	-53805.858	3級基準点	TF6	-104371.743	-53878.588	#
TF7	-102897.874	-53908.500	#	TF7	-104511.791	-53845.280	#
TF8	-104477.549	-53659.204	#	TF8	-104663.054	-53802.104	#
TF9	-104993.149	-54307.739	#	TF9	-104780.424	-54013.042	#
TF10	-105230.181	-54987.389	#	TF10	-104851.023	-54154.535	#
TF11	-105811.653	-55214.489	#	TF11	-104914.141	-54238.115	#
TF11L	-106294.412	-55308.723	#	TF11L	-105038.052	-54392.649	#
TF1	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TF12	-105043.204	-54539.888	#
TF2	-103102.553	-54001.759	#	TF13	-105069.858	-54688.396	#
TF3	-103279.147	-54036.884	#	TF14	-105138.964	-54823.046	#
TF4	-103416.969	-53999.420	#	TF15	-105261.039	-55007.716	#
TF5	-103497.830	-53978.296	#	TF16	-105361.012	-55160.314	#
TF1	-103671.867	-53983.149	#	TF17	-105486.259	-55218.834	#
TF2	-103787.779	-53983.672	#	TF18	-105675.712	-55271.866	#
TF3				TF19		5.171	#

基準点の確認 (例)

作成したデータと設計図面の
数値をチェック

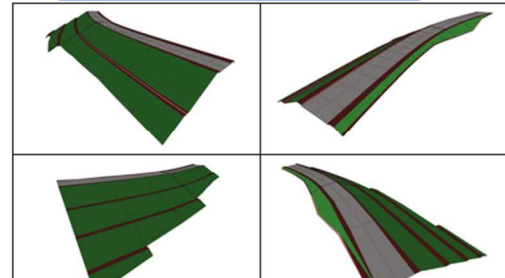


横断面の確認 (例)



データ重ね合わせによる横断面の確認 (例)

作成したデータと図面の
形状を重ねてチェック



ソフトウェアによる表示あるいは印刷物の
3次元ビューの確認 (例)

留意点

- ✓ 根拠資料：請求により提出。提出が必須ではない。

24

【チェックポイント】3次元設計データの確認



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、設計図書の3次元化を施工者に指示し、工事打ち合わせ簿に記録する。

提出される資料	項目	記載の有無	記載内容の確認方法	留意点及び留意事項	出典
基準点及び工事基準点	<input type="checkbox"/> 監督員の指示した基準点を使用しているか		(受注者に請求できる資料で確認できる)		
	<input type="checkbox"/> 工事基準点の名称は正しいか	<input type="checkbox"/>	工事基準点リスト (チェック入り)		
	<input type="checkbox"/> 標高は正しいか	<input type="checkbox"/>	標高計算または法線の中心点標高リスト (チェック入り)		
平面図形	<input type="checkbox"/> 起終点の標高は正しいか		(受注者に請求できる資料で確認できる)		TLSを用いた出来形管理要領 (土工編H30) ・4-2 3次元設計データの確認 (P32-33)
	<input type="checkbox"/> 変化点 (標高変化点) の標高は正しいか	<input type="checkbox"/>	平面図 (チェック入り)		
	<input type="checkbox"/> 曲線要素の標高・数値は正しいか	<input type="checkbox"/>			
3次元設計データ チェックシート	<input type="checkbox"/> 各測点の標高は正しいか		(受注者に請求できる資料で確認できる)		TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領 (土工編H30) ・5-5 3次元設計データチェックシートの確認 (P5) ・非常資料2 3次元設計データチェックシート及び検査結果資料 (P13-22)
	<input type="checkbox"/> 標高起終点の測点、標高は正しいか	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/> 断面変化点の測点、標高は正しいか	<input type="checkbox"/>	(受注者に請求できる資料で確認できる)	断面図 (チェック入り)	
断面図形	<input type="checkbox"/> 曲線要素は正しいか	<input type="checkbox"/>			
	<input type="checkbox"/> 作成した出来形断面図形の測点、数は適切か		(受注者に請求できる資料で確認できる)		
	<input type="checkbox"/> 基準高、幅、法長は正しいか	<input type="checkbox"/>	断面図 (チェック入り)		
3次元設計データ	<input type="checkbox"/> 入力した①～④の幾何学形状と出力する3次元設計データは同一となっているか		(受注者に請求できる資料で確認できる)	3次元ビュー (ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)	
設計変更が生じた場合	<input type="checkbox"/> 上記の項目にて、3次元設計データを変更しているか確認する	<input type="checkbox"/>			TLSを用いた出来形管理要領 (土工編H30) ・4-1 3次元設計データの作成⑦ 設計変更について (P31) ・4-2 3次元設計データの確認 (P32-33)

25

【起工測量】 標定点の設置

- T L Sによる計測結果を3次元座標へ変換するための標定点を設置する。
※後方交会法による機械設置機能を有するT L Sの場合は、標定点は不要。
- T L Sによる計測結果を3次元座標へ変換、または複数回の計測結果を標定点を用いて合成する場合は標定点を設置する。

設置基準		設置方法	
	要領の記載内容		要領の記載内容
標定点	計測対象箇所 の最外周部に4点以上		4級基準点および3級水準点と同等以上
標定点		測定方法 (右表のいずれかを選択)	T Sによる計測 ・3級T S : T Sから基準点及び標定点までの距離が100m以下 ・2級T S : T Sから基準点及び標定点までの距離が150m以下 G N S Sによる計測 ・精度確認試験を実施(平面±20mm以内、標高±30mm以内)

留意点

- ✓ 標定点はT L Sを用いた出来形管理要領に従い設置する。
- ✓ 4級基準点及び3級水準点と同等以上の測量方法により設置する。
- ✓ 標定点はT SあるいはG N S Sを用いて設置する。

使用する標定点

26

【起工測量】 標定点の設置計画

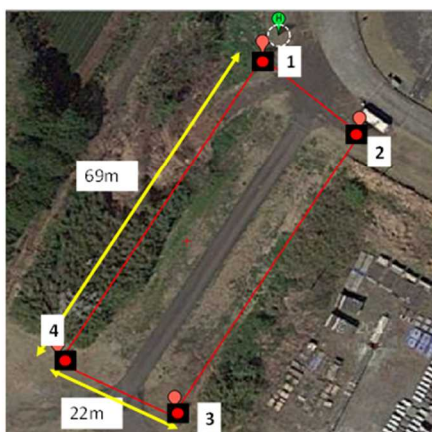
- 施工計画に基づいて詳細な配置案を各計測前に提出する。

施工計画書記載例

本施工計画に基づいて以下の段階で標定点の設置計画を提出する

- ・起工測量
- ・岩線計測
- ・部分払出来高計測
- ・出来形計測

計測前に提出する詳細設置計画記載例



- ・ 標定点：4点
計測対象箇所 の最外周部に4点

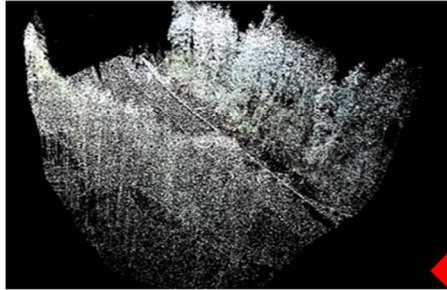


27

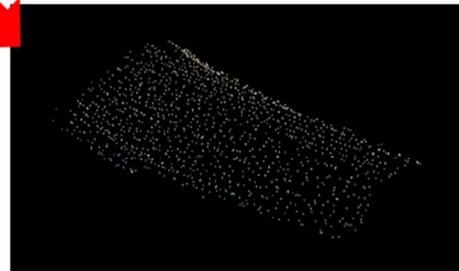
【起工測量・出来形計測】点群処理①

- T L S計測では、管理対象物以外の点群データも計測するため、不要な点を除去する。

不要点除去



計測点群（生データ）



不要点を除去した点群

留意点

- ✓ 除去方法はソフトウェアに組み込まれている機能や、手動での範囲選択等がある。
- ✓ 除去段階において、出来高・出来形管理に影響する点を故意に排除したり作成してはいけない。
- ✓ 出来高・出来形評価に求められている計測密度以下にならないように注意する。

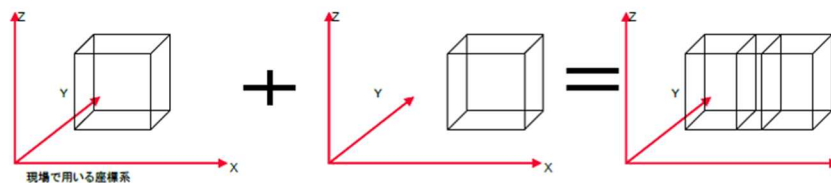
28

【起工測量・出来形計測】点群処理②

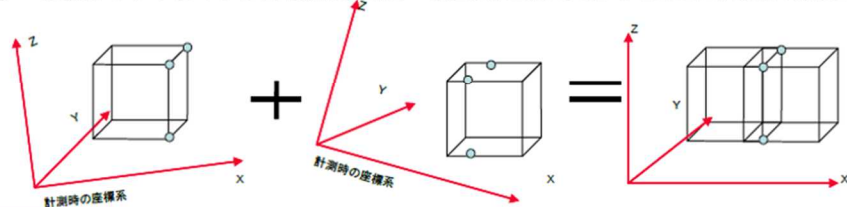
- T L Sによる計測では、現場での計測結果が複数ある場合に一つの計測点群データとして取りまとめる。まとめ方は主に2つの方法がある。

計測点群データの合成

- ① 各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果を一つの点群に合成



- ② 複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換



留意点

- ✓ 複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行う場合、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要
- ✓ データの合成に必要な標定点がスキャン内で3箇所以上で明確に認識できる。

29

【起工測量・出来形計測】点群処理③

- 全ての点群データを利用してもよいが、全てのデータを利用することでコンピュータの処理を著しく低下させてしまう場合は、類似の座標データから代表点を抽出して点群密度を各段階に必要な密度まで減らす。

密度調整

計測種類	レーザースキャナー		JSIMA115 に基づく 座標測定精度	計測時の密度設定 (メッシュの大きさ)
	要求精度	計測最大 距離		
出来形計測	5cm以内 ※精度確認試験の要求精度は±2cm以内	精度確認試験の測定距離以内	14mm以内	1点以上/0.01m ² (10cm x 10cm) ※出来形評価用データは 1点以上/1m ² (1m x 1m)
起工測量	10cm以内		7cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)
岩線計測	10cm以内		7cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)
部分払出来高	20cm以内		14cm以内	1点以上/0.25m ² (50cm x 50cm)

留意点

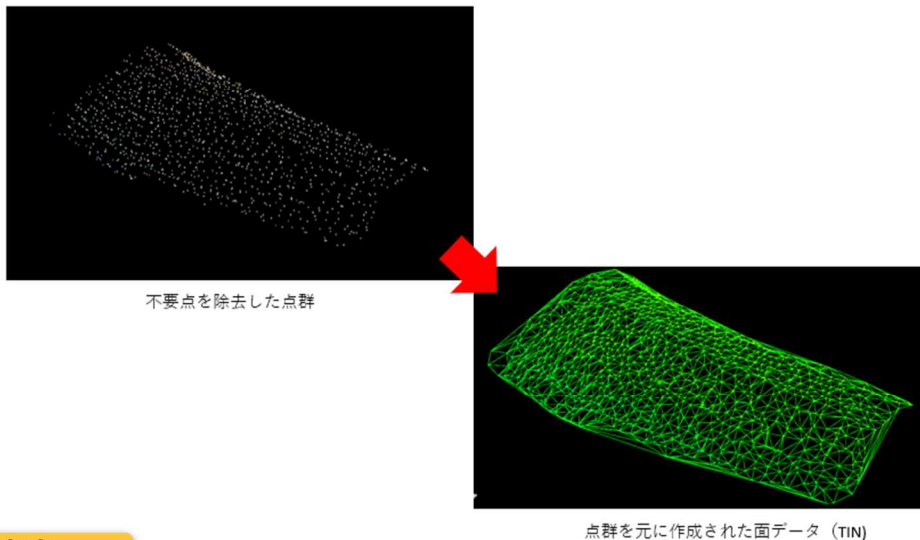
- ✓ 計測点群から必要な点を抽出することはできるが、平均処理等により点を生成してはいけない。(起工測量、岩線計測、部分払出来高のTIN作成時)
- ✓ 密度調整後の点群が出来高・出来形評価の基準となる。出来高においては密度調整後の点群を面データ化したものが数量算出時の納品データになる。

30

【起工測量・出来形計測】点群処理④

- 点群から自動でTINを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更してもよい。

面データの作成



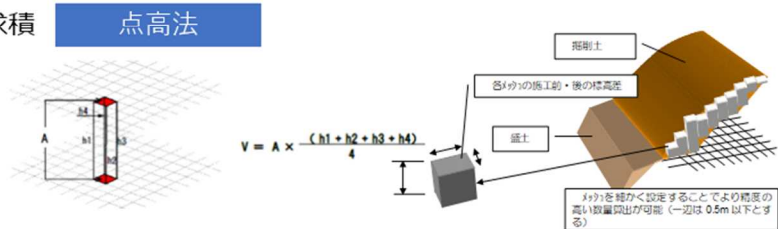
留意点

- ✓ 自動でTINを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更可能。
- ✓ 管理断面間隔より狭い範囲においては、点群座標が存在しない場合は、TINで補間してもよい。

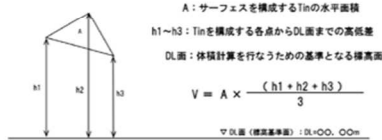
31

【起工測量・出来形計測】点群処理⑤

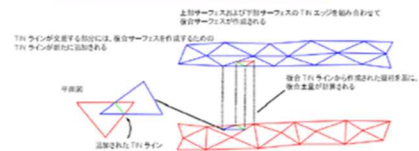
- 密度処理を行った点群から面 (T I N) を作成し、3次元設計データ (T I N) との差から数量算出を行う。
- 数量算出方法
 - ・ 平均断面法
 - ・ 点高法
 - ・ T I N分割等を用いた求積
 - ・ プリズモイダル法



TIN分割等を用いた求積



プリズモイダル法

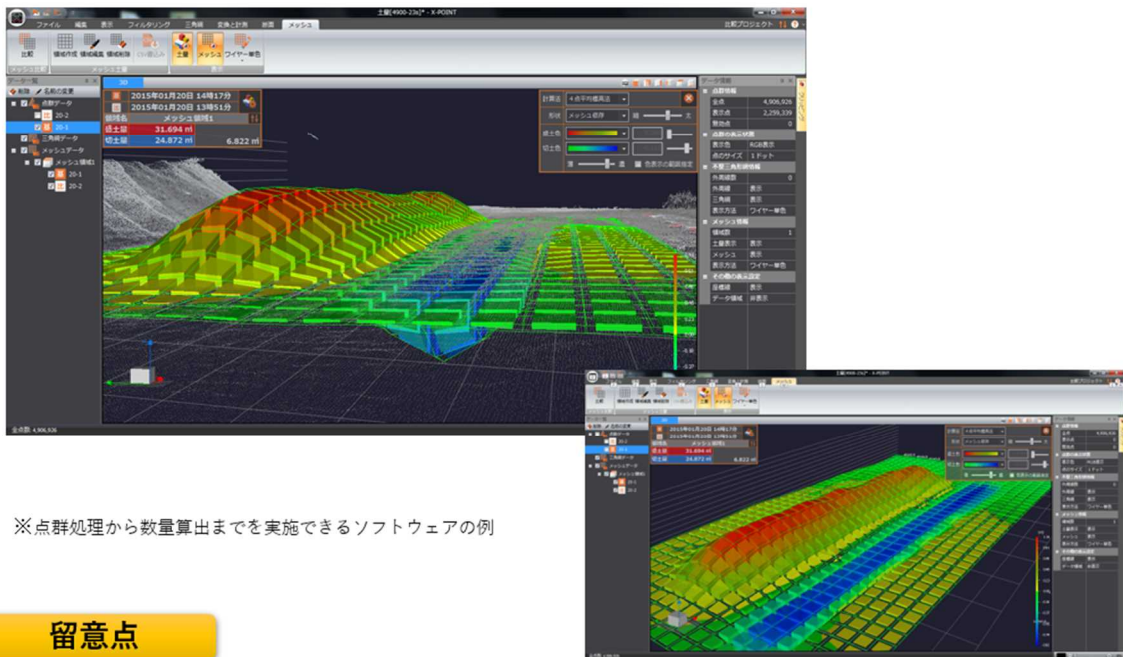


留意点

- ✓ 点高法を用いる場合はメッシュ間隔は50cm以内とし、4点平均法、1点法により求める。 32

【起工測量・出来形計測】点群処理⑥

数量算出作成 (例)



※点群処理から数量算出までを実施できるソフトウェアの例

留意点

- ✓ 施工範囲と数量が確認できる画面を出力する。 33

【チェックポイント】起工測量（精度確認試験結果報告書、数量算出結果の確認）

評価される資料	項目	記載の有無	記載内容の確認方法	留意点及び協議事項	出典	
精度確認試験結果報告書	要求精度	<input type="checkbox"/> 各測定項目の要求精度を満足しているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> どちらを採択するかは施工者の任意である <input type="checkbox"/> 各種計測前までに提出されていなければならない	TLSを用いた測量管理の監督・検査要領（土工編H30） ・5-1 施工計画書の受領・記載事項の確認 ③ 使用機器・ソフトウェアの確認 ④ TLS本体（P3） ・5-6 精度確認試験結果報告書の把握（P5） ・参考資料-3 精度確認試験結果報告書（P23-27）	
	計測範囲	<input type="checkbox"/> 測定機種と検定点までの計測範囲を記載しているか	<input type="checkbox"/> 施工者から提出される任意形式（計測範囲を記載したもの）、精度確認試験結果報告書あるいはJISMA115に基づく試験成績表により確認する			
	精度確認試験実施日	<input type="checkbox"/> 精度確認試験実施日から起工測量実施日まで6ヶ月以内であるか確認する。 ※①施工計画でも記載	<input type="checkbox"/>			
起工測量計画	施工計画あるいは計測計画	<input type="checkbox"/> 計測範囲及び距離は適切か	<input type="checkbox"/> 精度確認試験結果報告書と施工計画あるいは計測計画により確認する	<input type="checkbox"/> 精度確認試験により精度が担保されている計測範囲内で計測されているか	TLSを用いた測量管理要領（土工編H30） ・4-3 TLSによる測量計画 ① TLSの配置（P34）	
		<input type="checkbox"/> 検定点に関する記載の有無（検定点の計測に使用している基準点の座標は正しいか）	<input type="checkbox"/> 施工計画あるいは計測計画により確認する	<input type="checkbox"/> 座標を付与させるための中心位置が明確にできるターゲットを使用しているか	TLSを用いた測量管理要領（土工編H30） ・2-6 工事基準点の設置（P24） ・3-1 起工測量 ① 起工測量の実施（P25） ・4-3 TLSによる測量計画 ② 検定点の設置・計測（P34）	
		<input type="checkbox"/> 検定点は計測対象範囲を包括しているか（計測対象範囲の範囲外周部に4箇所以上設置しているか）		<input type="checkbox"/> GNSS本体は必要な計測機能を有しているか ※GNSSローバーを用いて検定点を設置する場合	<input type="checkbox"/> GNSSの精度確認試験結果報告書により確認する	TLSを用いた測量管理の監督・検査要領（土工編H30） ・5-4 工事基準点等の設置状況の把握（P5）
		<input type="checkbox"/> GNSS本体は必要な計測機能を有しているか ※GNSSローバーを用いて検定点を設置する場合	<input type="checkbox"/> GNSSの精度確認試験結果報告書により確認する		TLSを用いた測量管理要領（土工編H30） ・3-1 起工測量 ① 起工測量の実施（P25） TLSを用いた測量管理の監督・検査要領（土工編H30） ・5-4 工事基準点等の設置状況の把握（P5） ・参考資料-3 GNSS精度確認試験結果報告書（P25-27）	
起工測量の成果品	起工測量	<input type="checkbox"/> 起工測量の要求精度（1点/0.25m）以上の計測点が付与される設定で計測されているか	<input type="checkbox"/> 起工測量の成果品により確認する		TLSを用いた測量管理要領（土工編H30） ・3-1 起工測量 ① 起工測量の実施（P25）	
	計測範囲	<input type="checkbox"/> ※ 出力無し 計測範囲が平面図等で明示されているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 協議で定めた範囲を把握しているか		
	計測結果	<input type="checkbox"/> ※ 出力無し 現場地形等の写真と同等の地形が把握できるか	<input type="checkbox"/> 起工測量の成果品により確認する	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 不要点の除去を実施し、TIN配置が適切に実施されているか	TLSを用いた測量管理要領（土工編H30） ・3-1 起工測量 ② 起工測量計測データの作成（P25） ・2-3 点群処理ソフトウェア ① 計測データの不要点削除 ② 対象範囲外のデータ削除 ③ 点群密度の変更（データの縮引）（P16）
		<input type="checkbox"/> 点群に怪しい相関がないか	<input type="checkbox"/> 起工測量の成果品により確認する	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 適切なフィルタリングが実施されているか	・5-2 数量算出（P40-42）
	数量算出結果	<input type="checkbox"/> 数量計算結果及び数量算出方法	<input type="checkbox"/> 数量算出書により確認する	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 協議で決定した数量計算方法で算出されているか	TLSを用いた測量管理要領（土工編H30） ・3-1 起工測量 ② 起工測量計測データの作成（P25） ・4-1 3次元設計データの作成 ⑥ 数量算出（P31） ・5-2 数量算出（P40）

34

【チェックポイント】起工測量（設計照査・数量算出結果の把握（必要に応じ設計変更））

評価される資料	項目	記載の有無	記載内容の確認方法	留意点及び協議事項	出典
設計変更関係資料	設計照査 ※設計変更	<input type="checkbox"/> 橋主及び切土の地形の輝り付け部分が、巻取り図に含まれる現況地形と異ならないか	<input type="checkbox"/> 照査資料（平面、断面、橋脚図等）	<input type="checkbox"/> 起工測量結果と設計形状を示す3次元設計データと巻取り図と比較した結果により受渡者と協議する	TLSを用いた測量管理要領（土工編H30） ・3-1 起工測量（P25） ・4-1 3次元設計データの作成 ⑤ 地形情報（P30）
橋脚区分の橋脚情報	数量算出結果	地形測量（若狭計測）の成果品	<input type="checkbox"/> 地形測量（若狭計測）の要求精度（1点/0.25m）の計測点が付与される設定で計測されているか	<input type="checkbox"/> 地形測量（若狭計測）の成果品により確認する	<input type="checkbox"/> 不要点の除去を実施し、TIN配置が適切に実施されているか <input type="checkbox"/> 協議で決定した数量算出方法で算出されているか
		<input type="checkbox"/> 現場地形等の写真と同等の地形が確認できる把握できるか			
		<input type="checkbox"/> 数量計算方法は記載されているか			

35

【ICT建設機械】

- 施工に用いるICT建機の測位方法や仕様、機器構成に加え、導入時期は施工計画段階で十分な検討が必要。

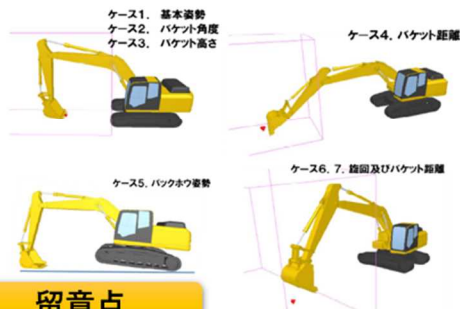
【出来形や出来高に施工履歴を利用する場合は以下が必須】

- ICT建機の精度確認は導入時に作業装置の位置精度の確認を行い記録する。
- 作業前にあらかじめ設置した既知点において座標確認を行い記録する。

作業装置の位置精度の確認

ケース	バケット標高位置	バケット角度	バケット距離	バケット向き	上部装置向き	備考
ケース 1	0m	0度	遠距離	水平	正面	比較基本姿勢
ケース 2	0m	60度	遠距離	水平	正面	バケット角度
ケース 3	1.5m	0度	遠距離	水平	正面	バケット高さ
ケース 4	0m	0度	遠距離	水平	正面	バケット距離
ケース 5	0m	0度	遠距離	7.5度	正面	バケット向き
ケース 6	0m	0度	遠距離	水平	90度	バケット向き
ケース 7	0m	0度	遠距離	水平	90度	上部装置向き

※パラメータの数値は、任意に設定してもよい。



留意点

- ✓ 精度確認は、出来形や出来高に施工履歴を利用する場合は必須。
- ✓ 通常施工で利用する場合は、実施の有無は施工者の判断によるが、日々の精度管理はミスや手戻り防止に有効である。

日々の精度確認

MG/バックホウ（施工精度）
バケット位置取得精度の確認方法

現場で随時的に精度を確認

三点座標を得た場合、本機を稼働し、バケット先端を既知点にある標で、本機とシステムとの座標を比較して確認する。

作業精度
X=0.000000
Y=0.000000
Z=0.000000

既知点座標
X=0.000000
Y=0.000000
Z=0.000000

例：日常点検のチェックシート（BH版）

【ICT建設機械】稼働率による精算

- 現場でのICT施工の実績により変更精算（発注時に25%あるいは50%、100%の場合）を実施するため、ICT建機の稼働率を日報等により算出する。

手順① ICT土工にかかるICT建設機械稼働率の算出

※ICT建設機械稼働率を算出するための根拠資料（日報等）を基に算出する。

$$\text{ICT建設機械による施工日・台数} \div \text{建設機械延べ使用台数} = \text{ICT建設機械稼働率（\%）}$$

※小数点第3位を切り捨て小数点第2位止とする。

例 ICT建設機械稼働率（ICT建設機械稼働率を算出するための根拠資料）

	合計	計	稼働率	〇月〇日	〇月〇日	〇月〇日	〇月〇日	〇月〇日	〇月〇日
ICT建設機械稼働実績	7	5	71%	1	1	休工	1	1	1
通常建設機械稼働実績		2	29%	0	1	休工	0	1	0

手順② 変更施工数量の算出

※施工数量 30,000m³の場合

<p>71%</p> <p>ICT施工数量 = 30,000m³ × 71%</p> <p>※施工数量 21,300m³</p>	+	<p>29%</p> <p>通常施工数量 = 30,000m³ × 29%</p> <p>※施工数量 8,700m³</p>
--	---	--

※計上割合を乗じた値は四捨五入した数値とし、数値は当初積算の準ずるものとする。

留意点

- ✓ ICT建設機械稼働率を算出するための根拠資料が確認できない場合は、ICT建機の稼働率は全施工量の25%とする。

【チェックポイント】ICT施工（施工計画書の確認、積算資料の確認）

提出される資料	項目	記載の有無	記載内容の確認方法	確認内容及び該当事項	出典
施工計画書	ICT建設機械	<input type="checkbox"/> 導入するICT建設機械の機器構成、測位方法がわかる形で記載しているか ※乗注者指定の場合は、乗注内容との適合も確認する必要がある	<input type="checkbox"/> ICT施工手前は施工計画書、メーカソフトウェア等により確認する ※施工履歴を用いた出来形・出来高管理では必須		ICT建設機械精度確認要領 (H31) - 3.1 施工計画書の記載 (1) ICT施工計画書 (P8)
	基準点の配置	<input type="checkbox"/> 4級基準点と2級水準点を有する点もしくは同精度以上の点を基準点としているか	<input type="checkbox"/> 基準点の配置がわかる資料（平面）があるか確認する ※施工履歴を用いた出来形・出来高管理では必須		ICT建設機械精度確認要領 (H31) - 3.1 施工計画書の記載 (2) 作業装置位置の計測精度確認計画 (P8) - 3.5 基準点の設置計画 (P10)
	作業装置位置の計測精度確認計画	<input type="checkbox"/> 施工手前は取得精度も確認しているか	<input type="checkbox"/> 作業装置位置の計測精度確認計画は記載されているか（乗注者は請求できる資料） 「○○位置の取得精度」記録シート ※施工履歴を用いた出来形・出来高管理では必須		ICT建設機械精度確認要領 (H31) - 3.5 作業装置の位置情報精度確認 (P14-18) - 添付資料 様式-1 (P20, P22)
	日々の精度確認	<input type="checkbox"/> 日々の精度確認を行う方法を記載し、「作業点数のチェックシート」の必要資料が提出されているか	<input type="checkbox"/> ICT施工手前は施工計画書に併付されている「作業点数のチェックシート」を提出する ※施工履歴を用いた出来形・出来高管理では必須		ICT建設機械精度確認要領 (H31) - 3.5 施工期間中の確認事項 (P19) - 添付資料 様式-2 日々のチェック項目 (P21, P23)
ICT建機の稼働率も記載した日報 ※ICT施工の実績により変更箇所を行う場合	<input type="checkbox"/> 現場でのICT建機の稼働	<input type="checkbox"/> 通常建機とICT建機の使用日が記載されているか	<input type="checkbox"/> 工事完了時は提出される施工者の日報により確認する		別紙-6 ICT活用工事（土工）積算要領 (H31) - 3.5 施工期間中の確認事項 (P19) - 4-1-2 変更箇所 (2) ICT土工におけるICT建設機械稼働率の算出 (P3) - 3.6※ (参考資料) 箇所 (ICT)における箇所 1. 当初箇所 2 変更箇所(※)までの共れ2) 変更箇所 (P3-4 等)

ICT建機の稼働率を担保する資料が確認できない場合は、ICT建設機械の稼働率を一律25%とする。

38

【出来形計測】出来形管理基準及び規格値

工種	測定箇所	測定項目	規格値 (mm)		測定基準	測定箇所	
			平均値	個々の計測値			
河川土工	掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1.注2、注3、注4	
		法面 (小段を含む)	水平または標高較差	±70	±160		
	盛土工	天端	標高較差	-50	-150	注1.注2、注3、注4	
法面	4割<勾配※	標高較差	-50	-170			
法面 (小段を含む)	4割≧勾配※		-60	-170			
道路土工	掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1.注2、注3、注4	
		法面 (小段を含む)	水平または標高較差	±70	±160		
		法面 (軟岩I) (小段を含む)	水平または標高較差	±70	±330		
	路肩盛土工 路床盛土工	天端	標高較差	±50	±50	注1.注2、注3、注4	
法面 (小段を含む)	標高較差	±80	±190				

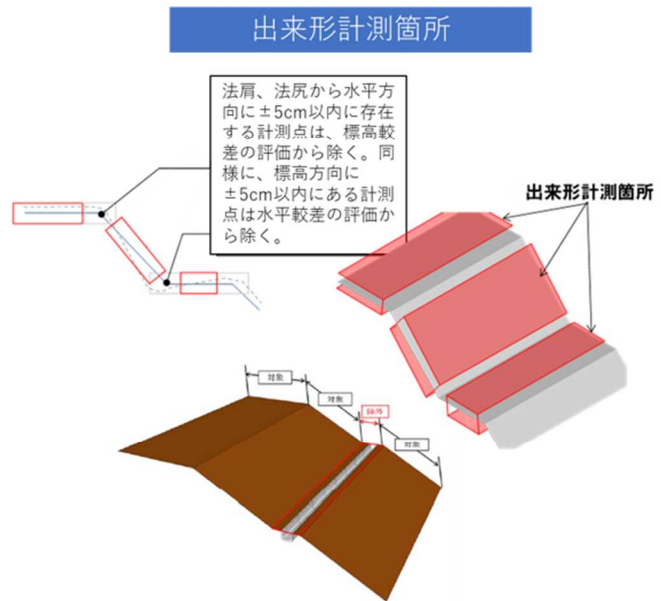
注1：3次元設計データによる出来形管理を実施する場合に適用する。（詳細は土木工事施工管理基準及び規格値（H31）を参照）
 注2：個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。
 注3：計測は天端面（掘削の場合は平場面）と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で設計面との標高較差または、水平較差を算出する。計測密度は1点/m²（平面投影面積当たり）以上とする。
 注4：法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。
 注5：評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。

※ここでの勾配は、鉛直方向の長さ1に対する水平方向の長さXをX割と表したものを。

39

【出来形計測】 出来形計測箇所

- 出来形計測箇所は、下図に示す通りとする。
- 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10cmメッシュに1点以上の出来形座標値を取得すること。
- 法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は評価から除く。
- TLSによる出来形管理で計測する3次元座標は、平場面、天端面、法面の全ての範囲で3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。
- また、法面の小段部に、側溝工などの構造物が設置されるなど土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は、小段部に設置する工種の出来形管理基準及び規格値によることができ、小段自体の出来形管理は省略が可能。このとき小段をはさんだ両側の法面は連続とみななくてもよいし、別の法面として評価してもよい。
- 土工部の法肩、法尻や変化点または現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など、土木工事施工管理基準によらない場合、監督職員と協議のうえ、対象外とすることができる。



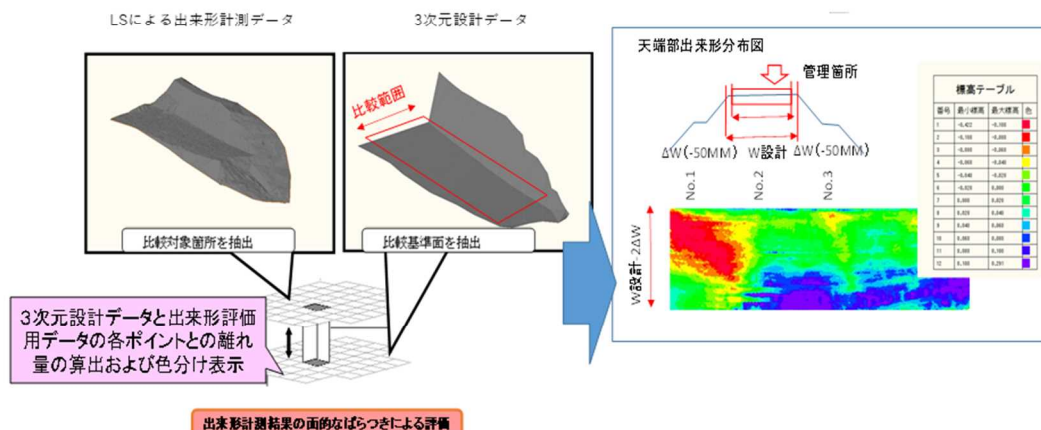
留意点

- ✓ 設計の法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点を標高較差の評価から除外する。
- ✓ 同じく鉛直方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。

40

【出来形計測】 出来形管理資料の作成

- 3次元設計データと出来形評価用データ（1点以上/1㎡）を用いて、管理要領で定める出来形管理資料を作成し、監督職員に提出すること。
- 出来形管理資料とは、出来形管理図表を指す。
- 出来形管理図票は、出来形確認箇所（平場、天端、法面）ごとに作成する。
- 納品方法は、「PDF」または「ビューワー付き3次元データ」。



留意点

- ✓ 作成した帳表の合否判定を確認する。

41

【出来形計測】出来形管理図表（出来形帳票）の確認

- 3次元設計データと出来形評価用データ（1点以上/m）を用いて、管理要領で定める出来形管理資料を作成し、監督職員に提出する。

作成帳票例（出来形管理図表）

・ 平均値
・ 最大値
・ 最小値
・ データ数
・ 評価面積
・ 棄却点数

を表形式で整理

・ 離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%～+100%の範囲で結果を色分け。

・ 色の凡例を明示。

・ ±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。

・ データのポイント毎に結果をプロット。

規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数を明示することが望ましい。

留意点

※規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した側でも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

- ✓ 3次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）により出来形の良否判定を行う。
- ✓ 出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果を表形式で、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図を明示する。

【出来形管理】品質管理及び出来形管理写真基準

▶ T L S 出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点が異なる。

- ①撮影頻度の変更
- ②黒板への記載項目の軽減

従来手法の出来形管理写真基準

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度 [時期]	提出頻度
掘削工	法長	200m又は1施工箇所に1回 [掘削後]	代表箇所各1枚
[道路] 路体盛土工 路床盛土工 [河川] 盛土工	法長 幅	200m又は1施工箇所に1回 [施工後]	代表箇所各1枚

TLSを用いた出来形管理写真基準

(※下表のほか、施工状況撮影も追加あり)

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	土質の判別	地質が変わる毎に1回 [掘削中]	代表箇所各1枚	出来残えの撮影
	法長	1工事に1回 [掘削後]		
路体盛土工 路床盛土工	巻出し厚	200mに1回 [巻出し時] ※「締固め層厚分布図」を提出する場合は写真不要		出来残えの撮影
	締固め状況	断圧機械又は地質が変わる毎に1回 [締固め時]		
	法長 幅	1工事に1回 [施工後]		

黒板への記載項目

- 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・左右の範囲) ←追加
- ④ 出来形計測点(測点・箇所) ←軽減
- ⑤ 設計寸法 ←軽減
- ⑥ 実測寸法 ←軽減
- ⑦ 略図 ←軽減

工事名: ○○工事
撮影日: ○年○月○日
撮影項目: 河川土工(盛土工)
NO.4～NO.6 天端面

出来形管理写真(例)

留意点

- ✓ 出来形管理写真基準に明確な記載は無いが、計測毎（起工測量、岩線測量、出来形計測）に代表箇所1回1枚の写真を撮影する。(P.6参照)

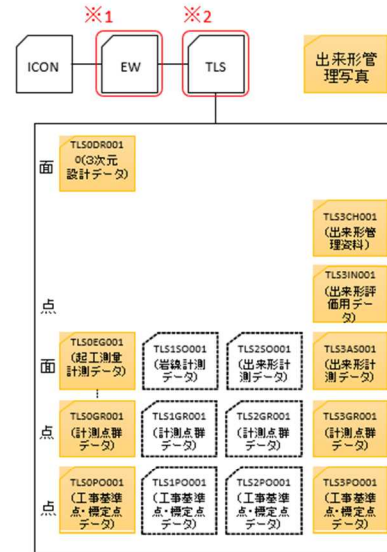
【出来形管理】 電子成果品

- 電子成果品として、以下のデータを「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納する。

- ①3次元設計データ
- ②出来形管理資料
- ③TLSによる出来形評価用データ
 - ・1m²に1点以上の密度に間引いた点群データ (CSV、LandXML、LAS等のポイントデータ)
- ④TLSによる出来形計測データ
 - ・不要点を削除した点群データから作成したTINデータ (LandXML等のオリジナルデータ)
- ⑤TLSによる計測点群データ
 - ・不要点を削除した点群データ (CSV、LandXML、LAS等のポイントデータ)
- ⑥工事基準点および標定点データ

※1：工種（土工）を示した「EW」をのサブフォルダを作成する
 (例) 舗装工の場合、各層の名称を示したサブフォルダを作成する
 現況地形 「ES」
 下層路盤 「GL」など

※2：計測機器の名称を記載する



留意点

- ✓ 標定点データについては、起工測量、岩線計測、部分払い計測、出来形計測等、それぞれの標定点データを提出する。
- ✓ 格納するファイル名は、TLSを用いた出来形管理資料が特定できる名称とする。
- ✓ 出来形測量時のデータだけでなく、起工測量等の全データが対象となっている。

起工測量 岩線測量 部分払い測量 出来形計測

44

【チェックポイント】 出来形計測

確認される資料	項目	記載の有無	記載内容の確認	留意点及び留意事項	出典
精度確認試験結果報告書	要求精度	<input type="checkbox"/> 各測点項目の要求精度を満足しているか	<input type="checkbox"/>		TLSを用いた出来形管理の要件・取次要領 (土工編#30) ・5-1 施工計画書の受発・配管等の確認②) 使用機器・ソフトウェアの確認③) TLS本体 (P3) ・5-6 精度確認試験結果報告書の把握 (P5) ・参考資料-2 精度確認試験結果報告書 (P23-24)
	計測最大距離	<input type="checkbox"/> 測定機械と検定点までの最大距離を空気にしているか	<input type="checkbox"/> 施工業者が提出される仕様書 (最大計測距離を記載したもの)・精度確認試験結果報告書あるいは、JISMA119に基づく試験成績表により確認する	<input type="checkbox"/> ・ご自身の選択する場合は施工業者の任意である ・各層計測前までに提出されていなければならない	
	精度確認試験結果	<input type="checkbox"/> 精度確認試験結果から出来形計測実施日から6ヶ月以内であるか ※④施工計画でも記載	<input type="checkbox"/>		
出来形計測計画	施工計画あるいは計測計画	<input type="checkbox"/> 計測範囲及び計測距離は適切か	<input type="checkbox"/> 精度確認試験結果報告書と施工計画あるいは計測計画により確認する	<input type="checkbox"/> 精度確認試験により精度が担保されている計測範囲内で計測されているか	TLSを用いた出来形管理要件 (土工編#30) ・4-3 TLSによる出来形計測②) TLSの配置 (P24)
		<input type="checkbox"/> 標定点に関する記載の有無 (標定点の計測に使用している基準点の標高は正しいか)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 標高を付与するための中心位置が明確にできるターゲットを使用しているか	TLSを用いた出来形管理要件 (土工編#30) ・2-6 工事基準点の設置 (P24) ・4-3 TLSによる出来形計測②) 標定点の設置・計測 (P24)
		<input type="checkbox"/> 標定点は計測対象範囲を包括しているか (計測対象箇所の外周部に4箇所以上設置しているか)	<input type="checkbox"/> 施工計画あるいは計測計画により確認する		TLSを用いた出来形管理の要件・取次要領 (土工編#30) ・5-4 工事基準点等の設置状況の把握 (P5)
出来形計測結果の成果品	出来形計測	<input type="checkbox"/> 出来形計測の要求密度 (1点/001m ²) 以上の計測点が得られる設定で計測されているか	<input type="checkbox"/>		TLSを用いた出来形管理の要件・取次要領 (土工編#30) ・4-3 TLSによる出来形計測②) 出来形計測の留意点 (P24-P25) ・4-4 TLSによる出来形計測箇所 (P26) ・6-1 出来形管理基準点及び検核点 (P46-47)
	計測範囲	<input type="checkbox"/> 計測範囲が平面図等で明示されているか	<input type="checkbox"/> 出来形計測の成果品により確認する	<input type="checkbox"/> 協議で定められた範囲を網羅しているか	
		<input type="checkbox"/> 現況地形等の平均と同等の地形が把握できているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 不要点を除去し、TIN配置が適切に実施されているか	TLSを用いた出来形管理要件 (土工編#30) ・5-7 出来形管理状況の把握 (P5) ・6-1 出来形計測に係る留意点⑥) TLSを用いた出来形管理に係る「出来形管理図表」の確認 (P6)
		<input type="checkbox"/> 点群に著しい粗密がないか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 適切なフィルタリングが実施されているか	
	計測結果	<input type="checkbox"/> 出来形計測範囲内で検核点を満たしているか	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> 測定項目が記載されているか	<input type="checkbox"/> 出来形計測結果の成果品として結果により確認する	<input type="checkbox"/> 協議で定められた項目を網羅しているか	

起工測量や出来高計測等から6ヶ月以上経過している場合は、新たに精度確認試験を実施しなければならないため、要確認。

45

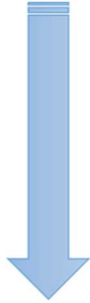
【出来形検査】 検査職員の実施項目

■ 検査員の確認項目

書面検査
(施工管理・出来形管理・品質管理等)

・ 工事目的物が契約図書に定められた出来形や品質が確保できているかを確認

- ・ 施工計画書の記載内容の確認
- ・ 設計図書の3次元化に係る確認
- ・ 工事基準点等の測量結果等の確認
- ・ 3次元設計データチェックシートの確認
- ・ 使用した測量機器の精度確認試験結果報告書の確認
- ・ 出来形管理図表（出来形帳表）の確認



実地検査
(出来形確認・出来ばえ)

・ 現地に出向き実測値を計測して規格値を満足するかを確認
 ・ 出来映えはどうかを確認

46

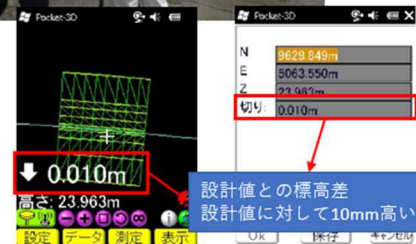
【出来形検査】 検査職員の実施項目

- 検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用T S等を用いて、現地で自らが指定した箇所（1工事につき1断面）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ことを検査する。（ただし、出来形帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書が配出され、計測データの改ざん防止や信憑性の確認可能なソフトウェアが現場導入されるまでの期間とする）
- なお、新基準を適用できない場合は、従来の代表断面における幅、法長、基準高などの設計値と実測値の比較による検査を行ってもよいこととする。ただし、検査頻度は、代表断面1断面とする。

検査職員による実地検査のイメージ

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

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



留意点

- ✓ 概ね同一断面上の数力所の標高を計測する。

47

【チェックポイント】出来形管理（検査）

提出される資料	項目	記載内容の確認方法	出典
工事打合せ簿	施工計画書	<input type="checkbox"/> 施工計画書に記載された出来形管理方法について、監督員が実施した「施工計画書の受理・記載事項の確認結果」を工事打合せ簿で確認したか	TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-1 出来形計測に係わる書面検査1）TLSを用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容（P6）
	3次元設計データ	<input type="checkbox"/> 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したか	TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-1 出来形計測に係わる書面検査2）設計図書の3次元化に係わる確認（P6）
	3次元計測	<input type="checkbox"/> 出来形管理に利用する工事基準点や標定点について、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したか	TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-1 出来形計測に係わる書面検査3）TLSを用いた出来形に係わる工事基準点等の測量結果等（P6）
	3次元設計データチェックシート	<input type="checkbox"/> 3次元設計データが設計図書（工事測量の結果、修正が必要な場合は修正後のデータ）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および〔監督職員が請求している場合のみ〕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）、縦断面図（チェック入り）、横断面図（チェック入り）」が提出されていることを、工事打合せ簿で確認したか	TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-1 出来形計測に係わる書面検査4）3次元設計データチェックシートの確認（P6）
	精度確認試験結果報告書	<input type="checkbox"/> TLSを用いた出来形計測が5桁な測定精度を満たしているかについて、受注者が確認した「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したか	TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-1 出来形計測に係わる書面検査5）TLS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（P6）
出来形管理図表	出来形管理結果	<input type="checkbox"/> 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したか	TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-1 出来形計測に係わる書面検査6）TLSを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認（P6）
		<input type="checkbox"/> バラツキについては、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判定されていることを確認したか	
品質管理結果及び出来形管理写真	品質管理及び出来形管理写真基準	<input type="checkbox"/> 「写真管理基準（案）」に基づいて撮影されていることを確認したか TLSを用いた出来形管理の写真撮影方法は、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・左右の範囲）を小黒板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略しても良い。	TLSを用いた出来形管理要領（土工編H30） ・6-2 品質管理及び出来形管理写真基準（P48） TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-1 出来形計測に係わる書面検査7）品質管理及び出来形管理写真の確認（P7） 7-2 品質管理及び出来形管理写真基準（P9） 写真管理基準（案）H31 ・2-3 情報化施工及び3次元データによる施工管理（P1）等

48

【チェックポイント】出来形管理（検査）

提出される資料	項目	記載内容の確認方法	出典
電子納品ファイル	ICONフォルダ OTHERSフォルダ	<input type="checkbox"/> 3次元設計データや出来形管理資料、出来形評価用データ、各測量時の計測点群データ、測量計測データ、工事基準点及び標定点データが「ICON」フォルダに格納されていることを確認したか その他工事帳票等の工事書類が「OTHERS」フォルダに格納されていることを確認したか	TLSを用いた出来形管理要領（土工編H30） ・5-3 電子成果品の作成規定（P43-45） TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-1 出来形計測に係わる書面検査8）電子成果品の確認（P7） 電子納品等運用ガイドライン【土木工事編H31】 ・5.7 i-Construction成果【ICON】（P31） ・5.8 工事帳票【PLAN】【MEET】【OTHERS】（P31）
施工管理データ搭載の出来形管理用TS等	現地検査	<input type="checkbox"/> 1工事につき1断面（管理断面を指すものではなく、概ね一断面上の数力所の標高計測）をし、設計面と実測面の標高差が規格値内であるか	TLSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編H30） 6-2 出来形計測に係わる実地検査（P8）

49

2. ICT活用工事の監督員の手引

2. ICT活用工事の監督員の手引

ICT活用工事の監督員の手引き (H30年度)

一般社団法人 日本建設機械施工協会

1

目 次

1. 基礎編	
1-1. ICT活用工事の関連要領の一覧	P4～P6
1-2. ICT活用工事(土工)の利用可能技術の一覧(ICT機械)	P7
1-3. ICT活用工事(土工)の利用可能技術の一覧(計測器機)	P8～P9
1-4. ICT活用工事で利用する3次元設計データ	P10
1-5. ICTの全面的な活用と各プロセスの効果	P11～P16
1-6. ICT活用工事の適用効果	P17～P23
2. 実務編	
2-1. 監督職員の実施項目と留意事項	P25～P57
2-2. 検査職員の実施項目と留意事項	P58～P64
2-3. ICT活用工事(土工)で利用する代表的な計測技術	P65～P76
2-4. 必要書類と提出のタイミング(土工編)	P77～P89
①TS等光波方式	
②空中写真測量(UAV)	
③地上型LS	
④無人航空機搭載型LS	
⑤TS(ノンプリズム方式)	
⑥地上移動体搭載型LS	
2-5. 3次元設計データ作成と出来形対象範囲についての留意事項	P90～P100
2-6. 監督事項に係るQ&A	P101～P105

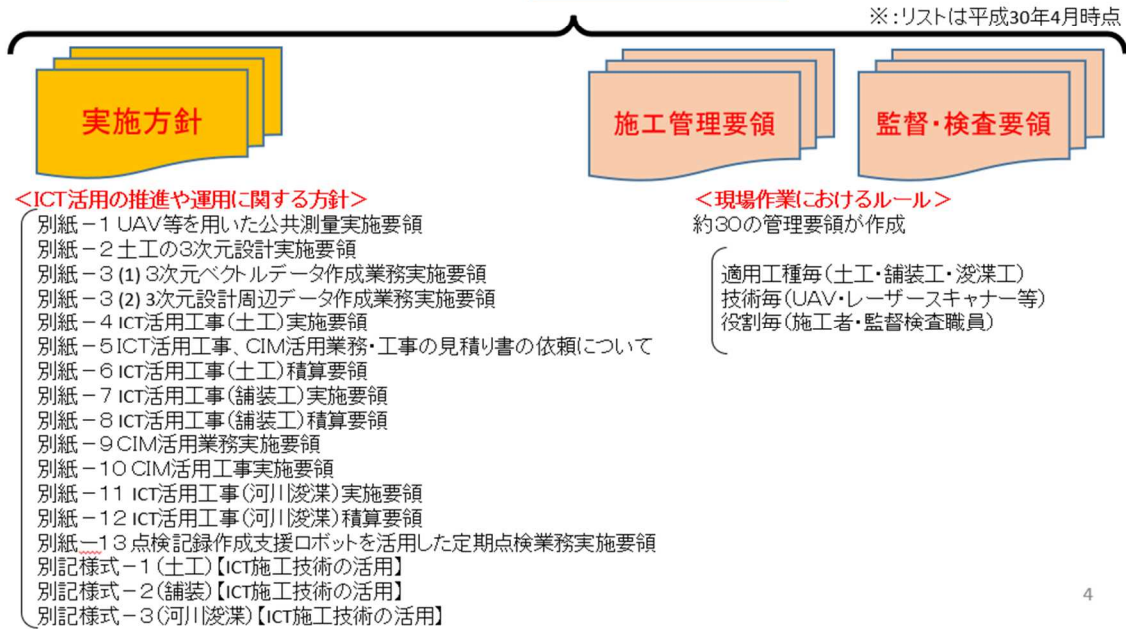
2

1. 基礎編

- 1-1. ICT活用工事の関連要領の一覧
- 1-2. ICT活用工事(土工)の利用可能技術の一覧(ICT機械)
- 1-3. ICT活用工事(土工)の利用可能技術の一覧(計測器機)
- 1-4. ICT活用工事で利用する3次元設計データ
- 1-5. ICTの全面的な活用と各プロセスの効果
- 1-6. ICT活用工事の適用効果

3

1-1 ICT活用工事の関連要領一覧



1-1 H30年度 ICT活用工事関連の実施方針

別紙/別記様式	タイトル	記載内容
別紙-1	UAV等を用いた公共測量実施要領	ICT活用工事及びCIM活用工事に関連する測量(公共測量)業務を対象とする。ICT活用工事の起工、出来形測量は別紙要領に実施方針と施工管理要領による。測量業務の発注方式、業務後の積算(別紙定める「測量業務積算基準及び測量業務標準歩掛」による)などが記載されている。
別紙-2	土工の3次元設計実施要領	ICT活用工事に関連する設計業務で、道路詳細設計、築堤詳細設計、護岸詳細設計の結果として「LandXML1.2」に準じた3次元設計データ交換標準案を作成する業務を対象とする。業務費の積算(4kmあたりなど)が記載されている。
別紙-3 (1)	3次元ベクトルデータ作成業務実施要領	CIM活用業務/活用工事に関連する測量で実施する空中写真測量を対象。測量結果を地形・地物の高さを含む3次元ベクトルデータ(数値地形図)として作成することが記載されている。
別紙-3 (2)	3次元設計周辺データ作成業務実施要領	ICT活用工事及びCIM活用工事に関連する詳細設計時に実施する路線測量、現地測量を対象。橋梁、トンネル、河川構造物、ダム等の大規模構造物の施工予定箇所周辺の地形点群(1点/0.25m2or1点/0.01m2)で取得、納品することが記載されている。
別紙-4	ICT活用工事(土工)実施要領	ICT活用工事(土工)の定義と実施内容を示した。発注方式、仕様書の記載例が示されている。仕様書の記載例に、工事内容及び対象範囲は監督職員との協議することや、適用外とする場合の条件などが記載されている。また、積算としては、3次元設計データ作成は見積もりによること、別紙-6による積算に準拠することが記載されている。
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	ICT/CIM活用に係る見積書の依頼は必ず書面にて依頼することとなるため、ICT活用に係る歩掛り(〇工/〇㎡)、施工単価(㎡辺り規模)の取扱いの依頼書の記載方法、CIM活用業務に係る歩掛り(モデル作成、更新)、貸貸借費用(作成、更新、編集に係る)取扱いなどの依頼書の例が記載されている。
別紙-6	ICT活用工事(土工)積算要領	ICT活用工事の土工及び法面整形の計上項目(ICT建設機械経費、ICT建設機械経費加算額、ICT建設機械経費)と保守点検費の算出方法及び、発注方式別の施工数量における積算方法、変更施工数量の算出方法が記載されている。
別紙-7	ICT活用工事(舗装工)実施要領	ICT舗装工施工プロセスの全段階においての具体的な内容や積算方法、発注方式と入札公告及び特記仕様書の記載例及びICT活用工事実施推進のための措置と留意点、調査の指示などを記載している。
別紙-8	ICT活用工事(舗装工)積算要領	ICT舗装工の計上項目(ICT建設機械経費加算額、システム初期費、3次元データ作成費)と保守点検費の算出方法が記載されている。
別紙-9	CIM活用業務実施要領	CIM活用業務業務プロセス(調査・計画・設計)の各段階においての内容や発注方式と入札公告及び特記仕様書の記載例や積算方法、実施後の効果検証と推進のための措置方法が記載されているほか、詳細設計業務においてCIMを活用する場合の実施内容の項目設定方法が記載されている。
別紙-10	CIM活用工事実施要領	CIM活用工事施工プロセスの各段階においてのCIM導入内容や発注方式と入札公告及び特記仕様書の記載例や積算方法、実施後の効果検証と推進のための措置方法が記載されているほか、CIM活用活用工事の実施内容の項目設定方法が記載されている。
別紙-11	ICT活用工事(河川浚渫)実施要領	ICT河川浚渫工施工プロセスの全段階においての具体的な内容や積算方法、発注方式と入札公告及び特記仕様書の記載例及びICT活用工事実施推進のための措置と留意点、調査の指示などを記載している。
別紙-12	ICT活用工事(河川浚渫)積算要領	ICT河川浚渫工の計上項目(ICT建設機械経費加算額、システム初期費、3次元データ作成費)と保守点検費の算出方法が記載されている。
別紙-13	点検記録作成支援ロボットを活用した定期点検業務実施要領	点検記録作成支援ロボット活用業務のユースケースと受発注者間で決定内容や入札公告及び特記仕様書の記載例及び、点検記録作成支援ロボットの活用に向けた推進のための措置や調査の指示などが記載されている。
別記様式-1	(土工)【ICT施工技術の活用】	対象工事において、各施工プロセスで採用するICT技術の選定様式
別記様式-2	(舗装)【ICT施工技術の活用】	対象工事において、各施工プロセスで採用するICT技術の選定様式
別記様式-3	(河川浚渫)【ICT施工技術の活用】	対象工事において、各施工プロセスで採用するICT技術の選定様式

1-1 H30年度 ICT活用工事関連の要領

H30年度 JCMAテキストより

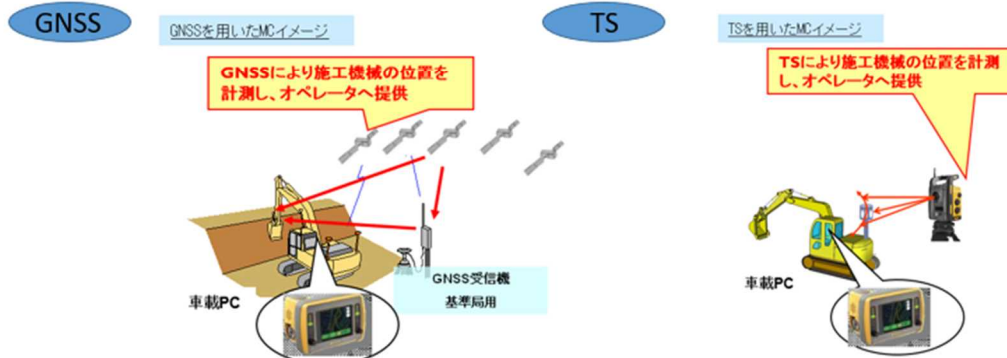
工種	UAV	LS	TS	その他	種別	タイトル	発刊	新/改	
土工	○	○			要領	空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	H30.3	改定	
					監督検査	空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	〃	〃	
	○	○			要領	無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	〃	〃	
					監督検査	無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	〃	〃	
		TLS			要領	地上型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	〃	〃	
					監督検査	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)	〃	〃	
		移動 TLS			要領	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)	〃	新規	
					監督検査	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)	〃	〃	
				P	要領	TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	〃	改定	
					監督検査	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)(案)	〃	〃	
				NP	要領	TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)	〃	〃	
					監督検査	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)	〃	〃	
					GNSS	要領	RTK-GNSSを用いた盛土の出来形管理要領(土工編)(案)	〃	〃
						監督検査	RTK-GNSSを用いた盛土の出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	〃	〃
					履歴	要領	施工履歴データによる土工の出来形管理要領(案)	H28.3	継続
						監督検査	施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(案)	H29.3	〃
					S写真	要領	ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来形管理要領(案)	〃	〃
						監督検査	ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来形管理の監督・検査要領(案)	〃	〃
				盛土	要領	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領	〃	〃	
					監督検査	TS・GNSSを用いた盛土の締固め監督検査要領	〃	〃	
舗装		TLS			要領	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)	H30.3	改定	
					監督検査	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)	〃	〃	
		移動 TLS				要領	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)	〃	新規
						監督検査	地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)	〃	〃
				P		要領	TS等光波方式を用いた出来形管理要領(舗装工事編)(案)	〃	改定
						監督検査	TS等光波方式を用いた出来形管理の監督・検査要領(舗装工事編)(案)	〃	〃
				NP		要領	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)(案)	〃	〃
						監督検査	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)(案)	〃	〃
河川 浚渫					履歴	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)	〃	新規	
					監督検査	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)	〃	〃	
					要領	音響測深器を用いた出来形管理要領(河川浚渫工事編)(案)	〃	〃	
					監督検査	音響測深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)	〃	〃	

6

1-2 ICT活用工事(土工)の利用可能技術の一覧(ICT機械)

①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
バックホウ	ブルドーザ	ローラー	GNSS or TS	3D	MC (マシンコントロール)	作業機的位置を計算、システムが油圧を制御し作業機を自動でコントロール
			GNSS or TS	3D	MG (マシンガイダンス)	作業機的位置を計算し、表示・誘導するシステム
			TS		簡易型3DMG (マシンガイダンス)	刃先に専用の出力を取り付け、TSで刃先位置を計測し表示・誘導するシステム
				2D	簡易型2DMG (マシンガイダンス)	センサーや画面を取り付け、2Dマシンガイダンスとして使用することが出来るシステム
					自動制御	設定した高さや深さの範囲で自動停止するシステム
			GNSS or TS	3D	MC (マシンコントロール)	作業機的位置を計算、システムが油圧を制御し作業機を自動でコントロール
			GNSS or TS	2D	閉回路の管理システム	閉回路の機械の走行軌跡を計測し、閉回路の図面をリアルタイムに画面に表示することが出来るシステム

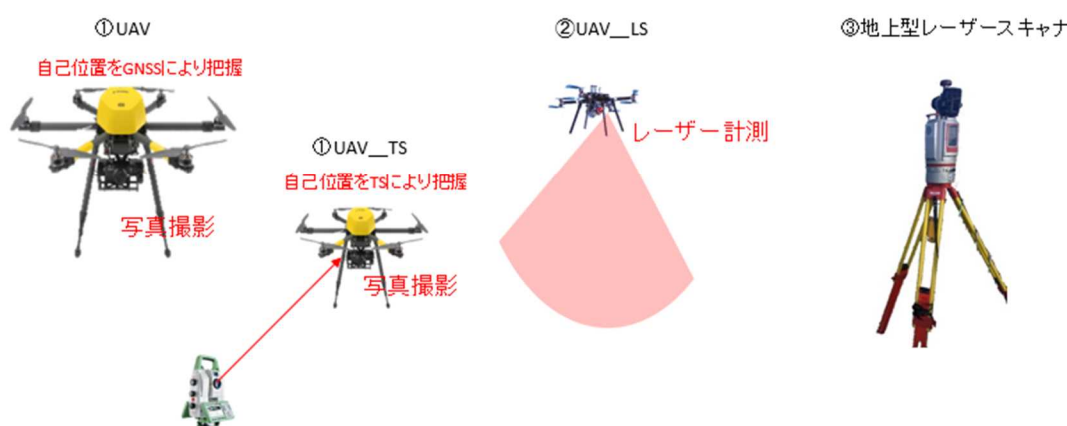
□ 計測位置の計算



7

1-3 ICT活用工事の利用可能技術の一覧(計測器機)

①	主な技術	特徴	留意点
①	空中写真測量 (UAV) ・ (UAV_TS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測時間が短い ・ 広範囲を短時間で計測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 強風や雨などの天候により計測できない ・ 航空法の規定により利用できない地域がある ・ 計測結果の解析に多少の時間がかかる ・ 高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない(UAV_TSの場合は、影響ない) ・ 計測対象に障害物が隠れかぶさっている場合は計測できない
②	無人航空機搭載型レーザースキャナ (UAV_LS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測時間が短い ・ 広範囲を短時間で計測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 強風や雨などの天候により計測できない ・ 航空法の規定により利用できない地域がある ・ 高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない ・ 計測対象に障害物が隠れかぶさっている場合は計測できない
③	地上型レーザースキャナ (TLS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TS_NPと比べて計測時間が短い ・ UAVと比べて計測結果を早急に確認することができる ・ 多少の風であれば計測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ カーブが多い場合や盛土(高さがある)の場合、設置角度が増える ・ 障害物がある場合、隠れる部分は計測できない



8

1-3 ICT活用工事の利用可能技術の一覧(計測器機)

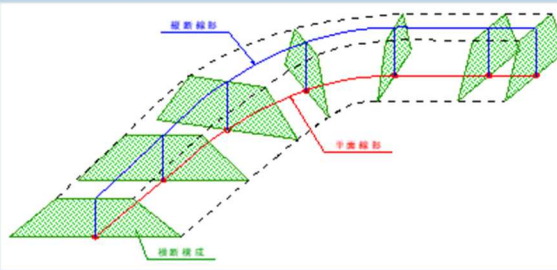
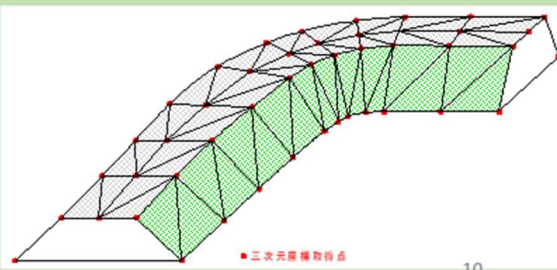
④	地上移動型レーザースキャナ (MLS)	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測時間が短い ・ UAVと比べて計測結果を早急に確認することができる ・ 多少の風であれば計測可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 障害物がある場合、隠れる部分は計測できない
⑤	TS (ノンプリズム方式) (TS_NP) (面計測 ^{*)})	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測結果を早急に確認することができる ・ 多少の風であれば計測可能 ・ 計測対象範囲も精度よく、点数も指定して計測が可能 ・ 不要な削除の手間が軽減される 	<ul style="list-style-type: none"> ・ TLSと比べて計測時間が長い ・ カーブや盛土の場合、設置角度が増える ・ 障害物がある場合、隠れる部分は計測できない
⑥	TS等光波方式 (変位点計測+面計測 ^{*)})	<ul style="list-style-type: none"> ・ 変位点を計測しTINを作成することで計測対象の削減が可能(変位点のみ) ・ 多少の風、雨であれば計測可能 ・ 筆跡の拭きの必要がない(従来と同じ) 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 変位点計測による数値算出は点群による数値算出に比べて精度が劣る ・ 必要点数も人力作業により取得するための、労力がかかる※0.25㎡に1点の場合
⑦	RTK_GNSS (面計測 ^{*)})	<ul style="list-style-type: none"> ・ 多少の風、雨であれば計測可能 ・ 機械の故障が不要 ・ 草木の丈が高い場合、筆跡の拭きの必要がない 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 必要点数も人力作業により取得するための、労力がかかる ・ 高圧線等の電波障害が予想されるエリアは計測できない ・ マルチパスがある場合、計測不可となる場合がある

*キャンダムに地形の形状も取得



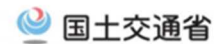
9

1-4 ICT活用工事で利用する3次元設計データ

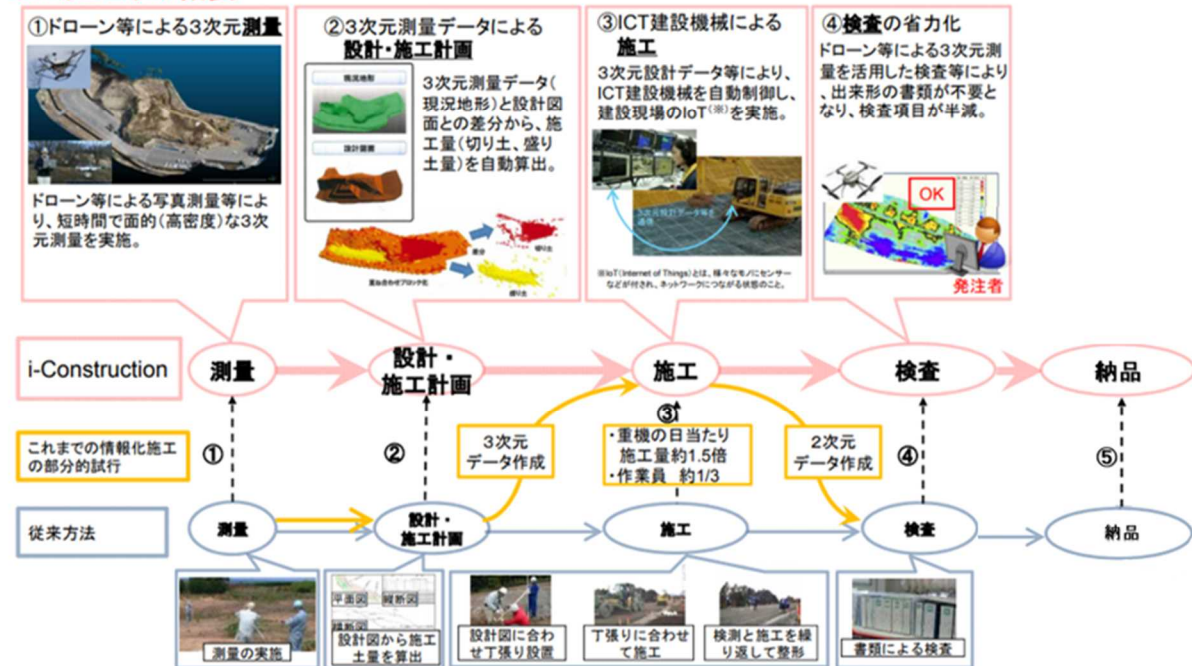
路線データ (用途: TS出来形計測等)	TINデータ (用途: ICT活用)
特徴① 平面、縦断線形、横断構成など、設計情報を数値化して設計データを構成する。(道路や河川築堤など) →三次元設計データに必要な情報が全て揃っていること。 →設計情報が施工にそのまま利用できること。 →設計変更がある場合でも、設計変更の情報が数値化出来ること。	特徴① 平面、縦断などの線形が設定されていない場合にも適用できる。(駐車場や広場など) 特徴② 三次元座標を有する三角形の面の集合体のデータで三次元設計データが構成される。 →TINを構成する点の三次元座標がある。または三次元座標が取得できる。 →施工精度を向上させるためには、細かいTINを構成させる必要がある。 →測量により求めた三次元座標を利用することが出来る。
特徴② 路線データ作成後に、設計データ作成アプリの機能でTINデータに変換できる。 →部分的な変更を行いやすい。	
	

1-5 ICT(土工)の全面的な活用

ICTの全面的な活用



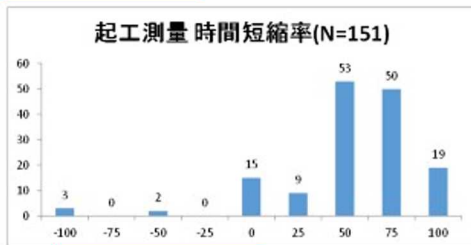
ICT(土工)の概要



1-5. 3次元計測器を使用した起工測量の効果



導入効果



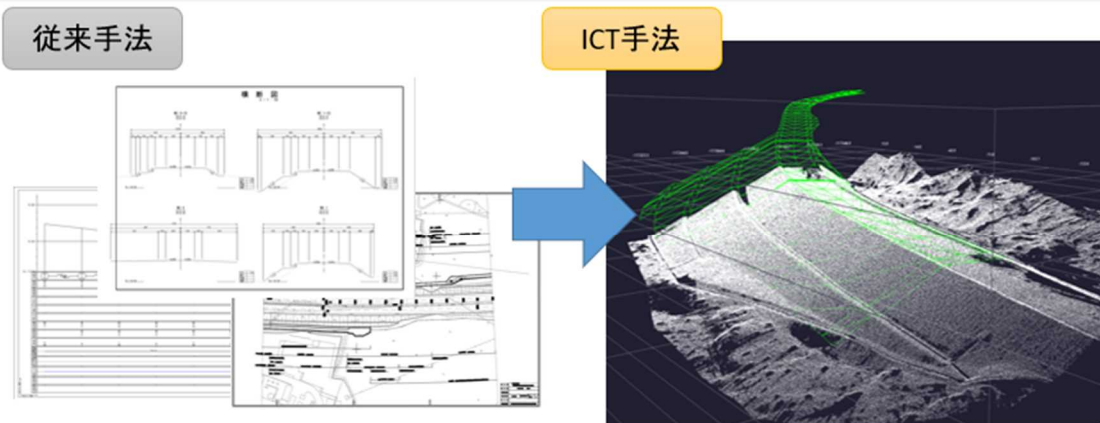
- 平均 50.0 %削減 (N=151)
- 従来手法 平均日数 6.0 日
- ICT 施工 平均日数 3.0 日 ※平均面積 22,772 m²

■時間短縮・人工削減以外の具体的な効果

- 現況測量の省力化
- 面的な地形の3Dデータを活用した詳細・正確な設計照査
- 施工検討開始時期の早期化
- 地形と写真の立体可視化による工事関係者への説明等の高度化

12

1-5. 3次元設計データ作成による効果



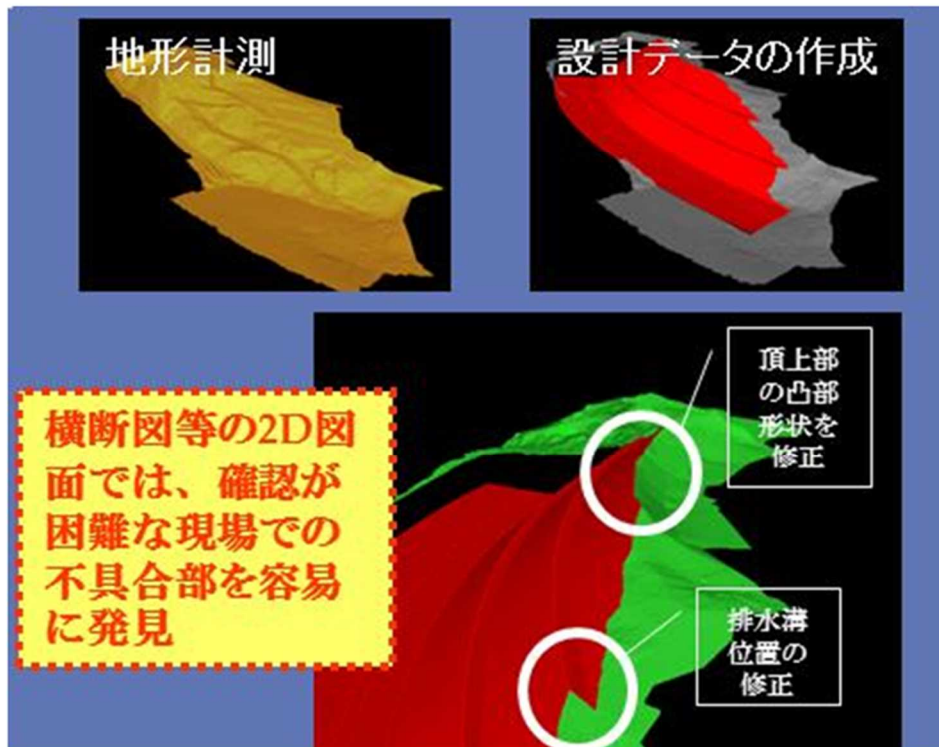
■時間短縮・人工削減以外の具体的な効果

- 切土量や盛土量の算出の自動化
- 設計照査の効率化
- 切土量や盛土量の算出精度の向上
- 3D地形・設計データを用いた施工シミュレーションによる施工計画の正確性向上
- ICT建設機械を制御するための3次元設計データ作成作業の効率化
- 3Dモデルを用いた事前の施工時の干渉チェック※次頁参照

13

1-5. 3次元設計データ作成による効果

点群データを取るだけで効果は無い⇒活用することが目的



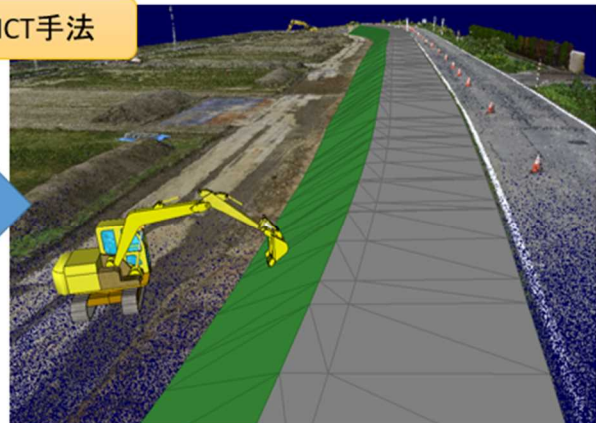
14

1-5. ICT建機による施工の効果

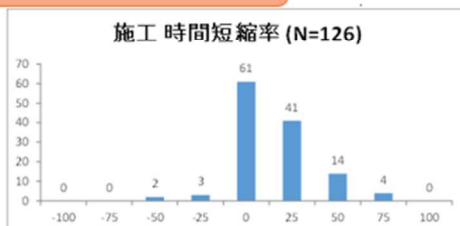
従来手法



ICT手法



導入効果



- 平均 9.9% 削減 (N=126)
- 従来手法 平均日数 117.9 日 (標準日当たり施工量から算出)
- ICT 施工 平均日数 111.2 日 ※ 平均土量 30,844 m³

■ 時間短縮・人工削減以外の具体的な効果

- 出来形のバラツキ低減による仕上げ作業の効率化
- 施工の安全性向上
- 作業人員の削減丁張設置作業の省略・軽減
- オペレータへの施工指示作業の省力化
- ICT建機の稼働履歴データを用いた工事の進捗把握の効率化

15

1-5. 3次元計測器を使用した出来形計測の効果

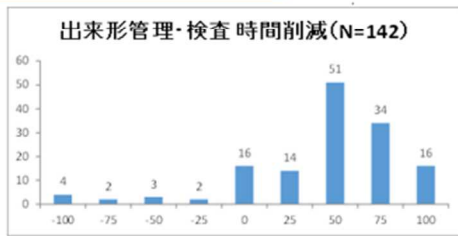
従来手法




ICT手法




導入効果



- 平均 45.2% 削減 (N=142)
- 従来手法 平均日数 6.2 日
- ICT 施工 平均日数 3.4 日 ※平均面積 22,772 m²

■ 時間短縮・人工縮減以外の具体的な効果


- 出来形計測作業の効率化
- 既済部分検査の効率化
- 3次元測量技術を活用した検査による実地検査用の出来形の書類の削減
- 3次元測量技術を活用した検査による実地検査の一部省略
- 書類検査用の出来形管理の書類の大幅削減

1-5. ICTの全面的な活用の適用効果事例(沖縄県)


現場概要		施工上の課題
施工数量	掘削工: 28,400m ³ 法面整形工: 3,300m ²	①磁気探査実施要領により掘削深さ50cm、100cm、200cm毎に磁気探査を実施する。 ②搬出経路の道幅が狭くダンプのすれ違い区間が限られる。
主な工種	道路土工(掘削工・法面整形工)	

施工方法のカイゼン①

従来手順



改善手順



MCBHの待機時間 大幅削減

従来	磁気探査	掘削	磁気探査作業時間
改善	磁気探査	掘削	3DMCBH作業時間

施工方法のカイゼン②

搬出量1.6倍

3台体制だと積込用BHの待機時間が1時間あたり約20分程度

すれ違い回数を少なくするため、6台を3グループに分けて運用

3台	15	30
4台		
5台		
6台		

- ダンプ No.1
- ダンプ No.2
- ダンプ No.3
- ダンプ No.4
- ダンプ No.5
- ダンプ No.6
- ダンプ入れ替え
- BH待機時間

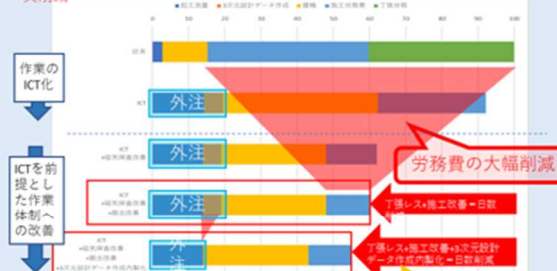
コスト効果

【コスト算出条件】

- 試算：掘削・法面整形を対象
- 施工日数：実績値と施工者聞き取り調査による
- 出来形計測は含んでいない

コスト削減理由

- ・丁張レスによる労務費の大幅削減
- ・施工方法のカイゼンによる施工能力の拡大
- ・3次元設計データ作成の内製化による外注費削減



作業のICT化

ICTを前提とした作業体制への改善

従来

ICT

最大45%削減

労務費 88%→20% 68%削減

※ICT+磁気探査改善+搬出改善より算出

1-5. ICTの全面的な活用の適用効果事例(茨城県①)

現場概要		施工上の課題
施工数量	掘削工: 17,200m ³ 路体盛土工: 37,600m ³ 法面整形(切土部): 1,500m ² 法面整形(盛土部): 6,460m ²	 <p>宅地の造成には法長は短い延長が長い法面整形作業が必要となり丁張り設置と施工に多大な労力がかかる。</p>
主な工程	宅地造成(盛土工・法面整形工)	

施工方法のカイゼン



従来建機による施工

施工時間(延長20m当たり)
従来パック材: 172分



ICT建機による施工

施工時間(延長20m当たり)
ICTパック材: 89分



ICT+従来建機による施工

施工時間(延長20m当たり)
ICTパック材: 29分※目印5個分
従来パック材: 57分
計: 86分

※熟練オペレータだったため、モニターを見ながらではなく、目印法面を見て作業した方が操作性が良好であった。
※ICT建機の早期返却も期待できる。

コスト効果

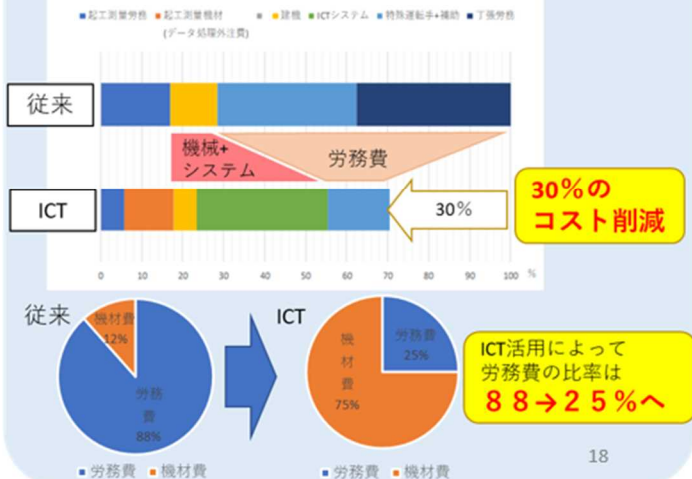
コスト削減理由

- 3次元設計データの内製化
- 丁張レスによる労務費の大幅削減

【コスト算出条件】

- 試算: 法面整形を対象
- 施工日数: 効果検証時の施工数量より算出
- 出来形計測は含んでいない

D街区でのコスト割合比較 ※概算



1-5. ICTの全面的な活用の適用効果事例(茨城県②)

現場概要		施工上の課題
施工数量	掘削工: 18,480m ³ 路体盛土工: 22,900m ³	 <p>施工エリア内に、大小様々な仮置き土11個が存在している。仮置き土を取り除きながら、再度、敷均し締固めに利用する。当該現場の上空に高圧線が存在する。</p>
主な工程	宅地造成(盛土工・法面整形工)	

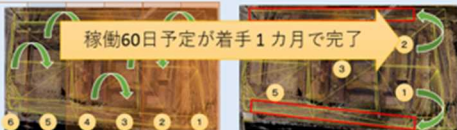
施工方法のカイゼン

① ICTを利用した数量算出を行い設計変更



3D求積結果は従来と比べ93%と少なかった。設計変更および搬入土量の調整を行った。

② 工程の変更およびICT導入による工期短縮



稼働60日予定が着手1カ月で完了

※当初工程では精度確保の為、小規模ロットでの施工計画。変更工程では広いエリアを確保し、ICTで精度を向上。
※広域施工が可能となり、重機搬入台数制限が無くなった。

コスト効果

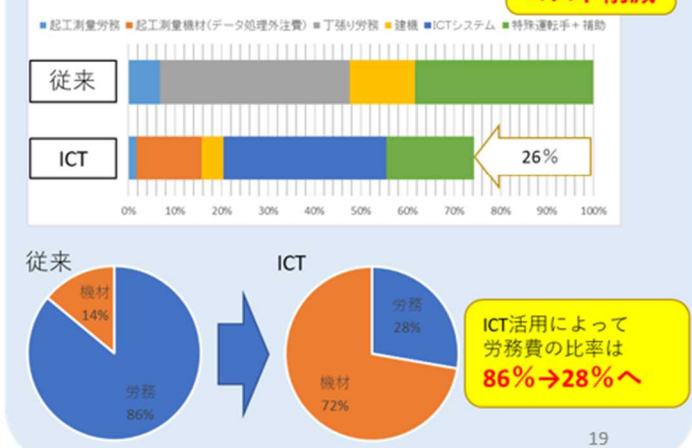
コスト削減理由

- 丁張レスによる労務費の大幅削減
- 施工日数削減による建機・労務費削減

【コスト算出条件】

- 試算: 掘削・路体盛土を対象
- 施工日数: 効果検証時の施工数量より算出
- 出来形計測は含んでいない

F街区でのコスト割合比較 ※概算



1-5. ICTの全面的な活用の適用効果事例(岐阜県)

現場概要		施工上の課題
施工数量	路体盛土工: 1,200㎡ 路床盛土工: 1,700㎡ 法面整形工: 840㎡	 擁壁と路体の下部まで施工完了済み。 盛土のリフト高は2m未満で、法面整形量は多くはない。 盛土は他現場からの供給、日当たり搬入土量の調整が必要
主な工種	盛土工・法面整形工	

施工方法のカイゼン

① 他現場からの供給土を仮置き土へ変更



土の供給元による制約を無くし、常にMCブルドーザーが稼働する状況とした。

② ICT建機導入による工期短縮



- ※ ICT建機による施工にて、日数の削減効果は39日から31日へと8日(21%)の日数削減
- ※ ICT建機による施工にて、人工数の短縮効果は105人から56人へと49人(47%)の人工数削減

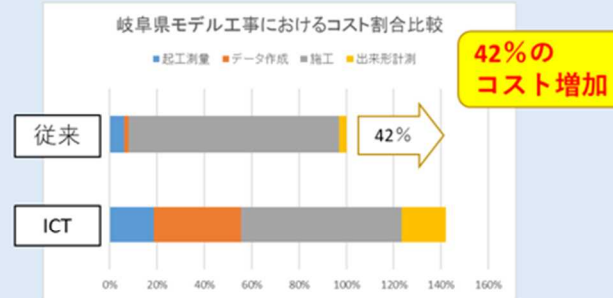
コスト効果

コスト増加理由

- ▶ 設計データ作成による外注費用増加
- ▶ 起工測量・出来形計測における費用の増加

【コスト算出条件】

- ・ 試算：盛土・法面整形を対象
- ・ 施工日数：聞き取り調査結果より算出



今後の課題

施工による削減効果は得られているが、起工測量・出来形計測にてコストが増加。
※ 施工者による三次元設計データ作成の内製化によるコスト削減を図る。
※ 起工測量・出来形計測においては、延長340m、17断面をUAVによる計測を行った。すべての計測をICTで行わず従来方法による計測も視野に入れ、費用対効果が得られるかどうかを検討・判断する。

20

1-5. ICTの全面的な活用の適用効果事例(秋田県)

現場概要		施工上の課題
施工数量	掘削工: 13,200㎡ 法面整形(切土部): 2,110㎡ 施工延長: 100m 幅: 6(8.5)m	 砂地で崩れやすく切土高さを少しずつ下げるため、丁張設置やスラント確認をこまめに実施する必要がある。また、幅員が比較的狭いため、機械を増やすことは難しく、ダンプ台数増も限界がある。
主な工種	道路改良(掘削工・法面整形工)	

施工方法のカイゼン

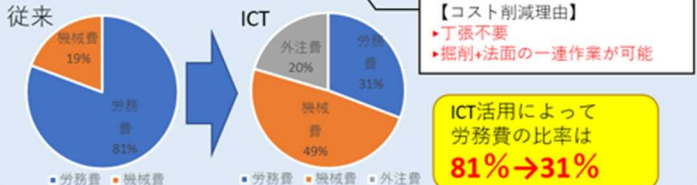
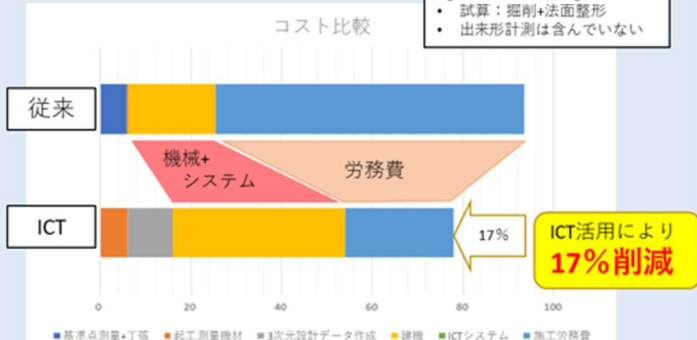


カイゼン①：ICT建機による施工
カイゼン②：全体最適化※

※ ICTの能力、残土量等を考慮した最適なダンプ台数を検討



コスト効果



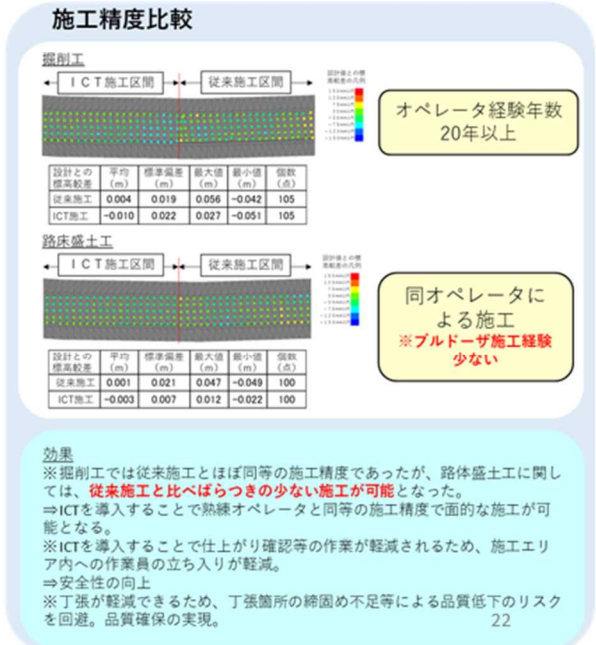
【コスト削減理由】

- ▶ 丁張不要
- ▶ 掘削+法面の一連作業が可能

ICT活用によって
労務費の比率は
81%→31%

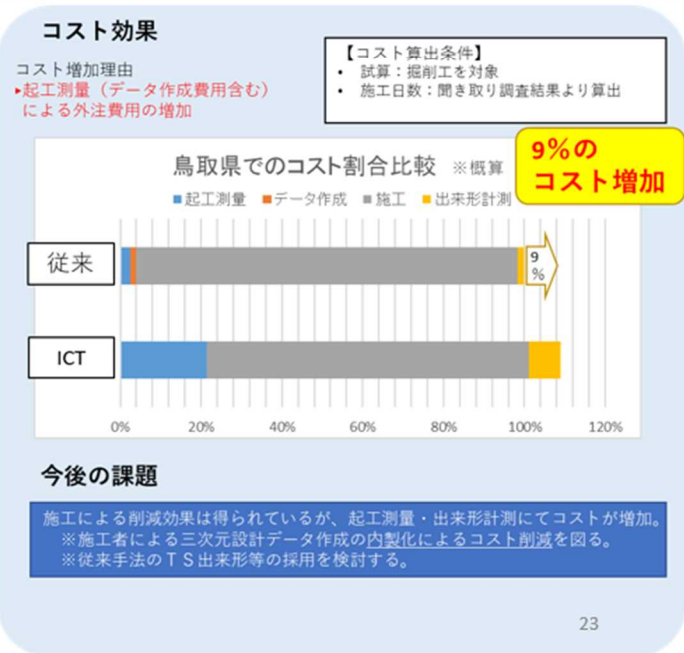
1-5. ICTの全面的な活用の適用効果事例(新潟県)

現場概要		施工上の課題
施工数量	施工延長:334m 路床盛土工:1,600㎡ 路体盛土工:590㎡ 掘削工:1,100㎡	現場周辺が田畑ということもあり、掘削後、水が出やすく、掘削・路床盛土を数10mごとに繰り返し実施する必要がある。 ※削道部のみICT適用
主な工種	道路改良(掘削工・盛土工)	



1-5. ICTの全面的な活用の適用効果事例(鳥取県)

現場概要		施工上の課題
施工数量	掘削工:11,641㎡ 施工延長:325m	①ブロックマット先行中床掘で水位が上がっている。 ②掘削後、湧水により隣接する川と同水位まで上がって来る影響で、施工延長全体の水を一度に抜き切ることができず、大型土嚢による水止め、排水処理が必要。
主な工種	河川掘削(掘削工)	



2. 実務編

- 2-1. 監督職員の実施項目と留意事項
- 2-2. 検査職員の実施項目と留意事項
- 2-3. ICT活用工事(土工)で利用する代表的な計測技術
- 2-4. 必要書類と提出のタイミング(土工編)
 - ①TS等光波方式
 - ②空中写真測量(UAV)
 - ③地上型LS
 - ④無人航空機搭載型LS
 - ⑤TS(ノンプリズム方式)
 - ⑥地上移動体搭載型LS
- 2-5. 3次元設計データ作成と出来形対象範囲についての留意事項
- 2-6. 監督事項に係るQ&A

24

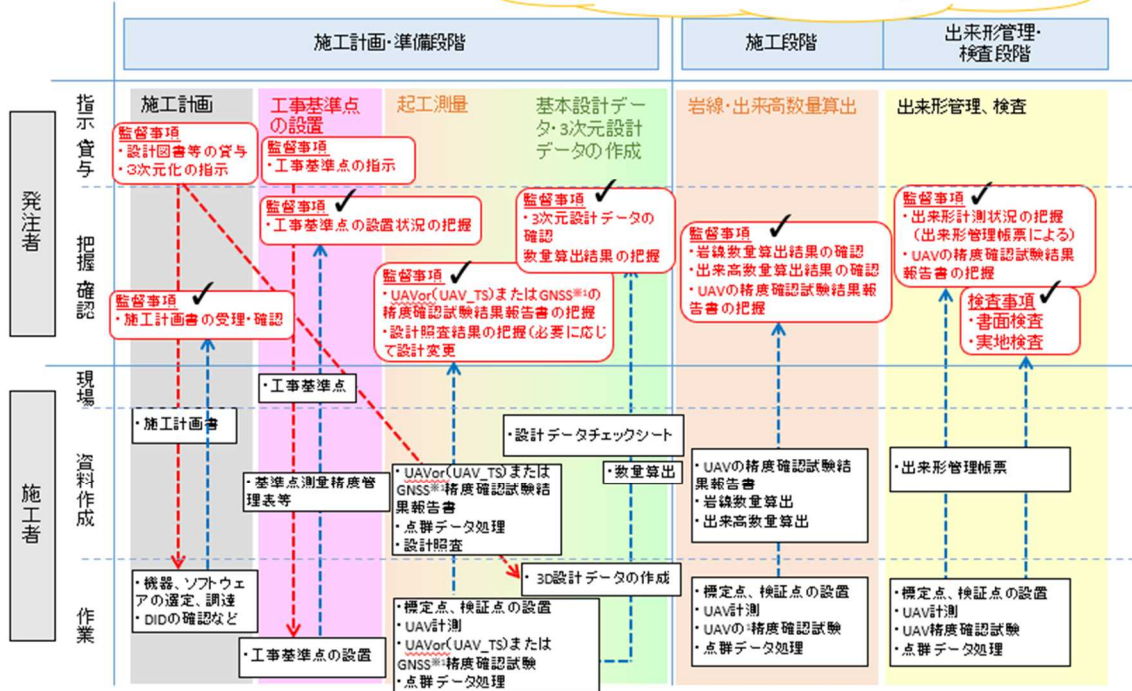
2-1. 監督員の実施項目と留意事項(UAV編)

25

1. 必要書類と提出のタイミング: ③空中写真測量(UAV)

▶ 出来形管理の流れ

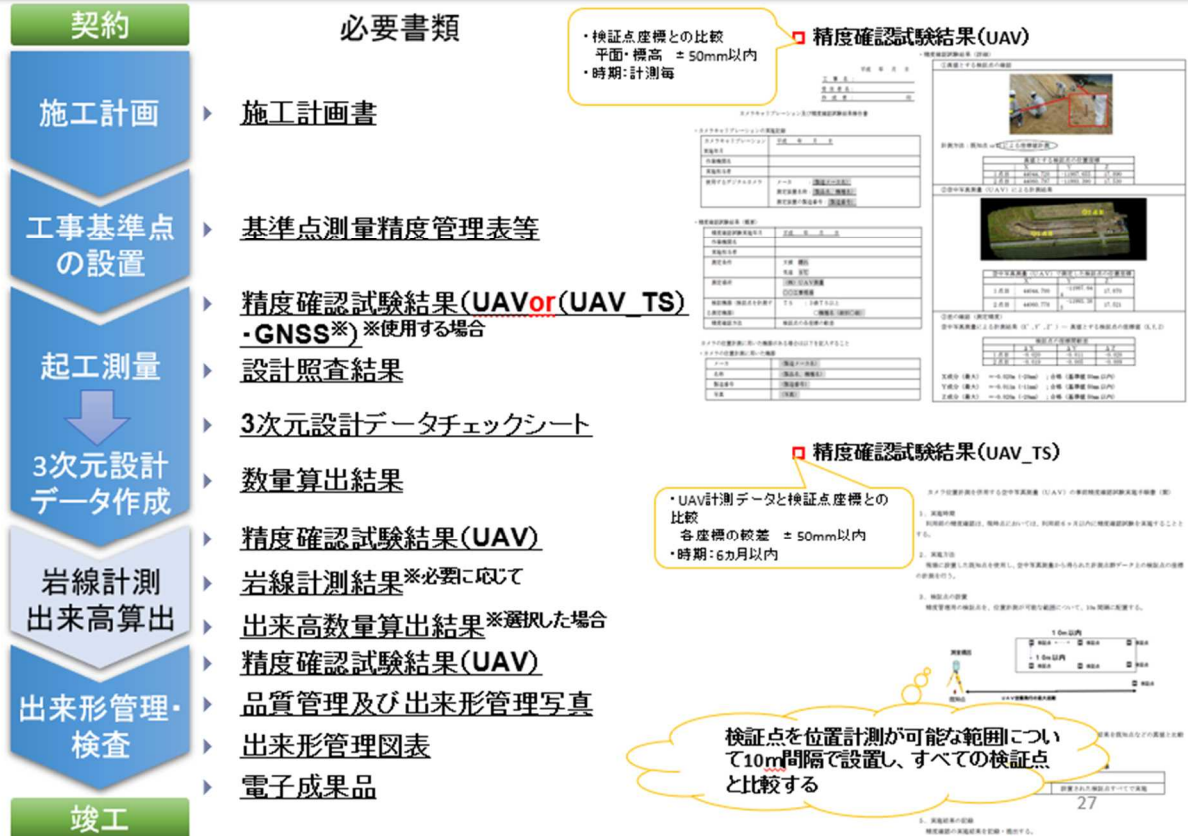
カメラ位置計測を併用する空中写真測量を実施する場合は、利用前6ヵ月以内に要領記載の精度確認試験を実施すること(UAV_TS)



※1 使用する場合
✓ 提出書類の確認

※詳細は、「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)」を参照のこと。

2. 必要書類と提出のタイミング: ③空中写真測量(UAV)



精度確認試験結果(UAV)
・検証点座標との比較
平面・標高 ±50mm以内
・時期:計測毎

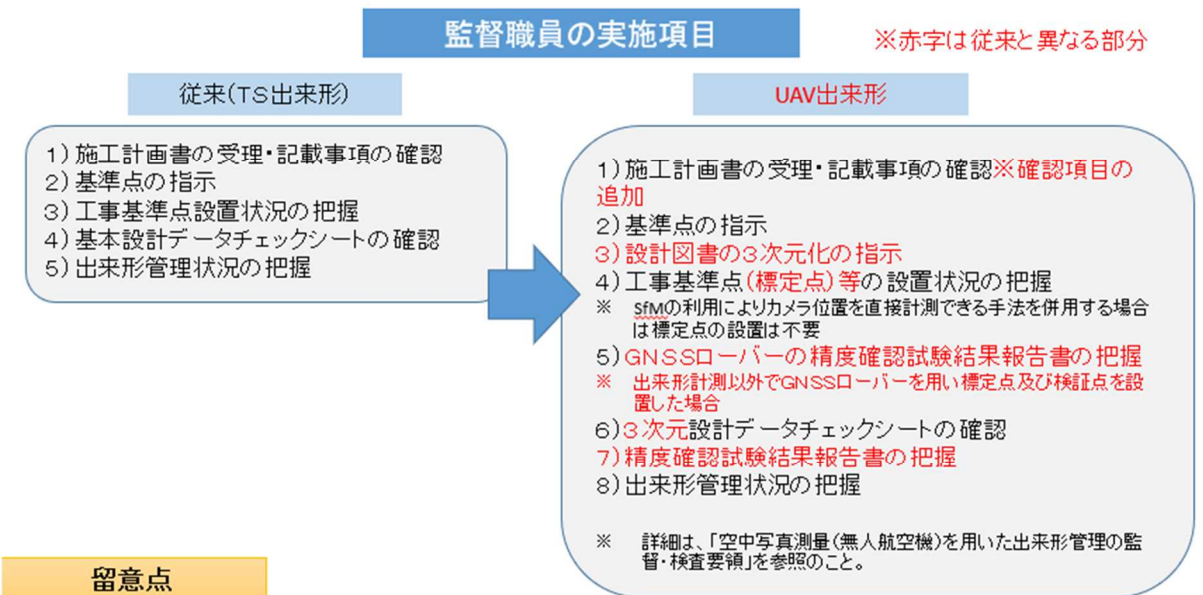
項目	内容
精度確認試験結果(UAV)	精度確認試験結果(UAV)の報告書
精度確認試験結果(UAV_TS)	精度確認試験結果(UAV_TS)の報告書

精度確認試験結果(UAV_TS)
・UAV計測データと検証点座標との比較
各座標の較差 ±50mm以内
・時期:6ヵ月以内

検証点を位置計測が可能な範囲について10m間隔で設置し、すべての検証点と比較する

3. 監督職員の実施項目

- ▶ UAV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、「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」に従って実施される。

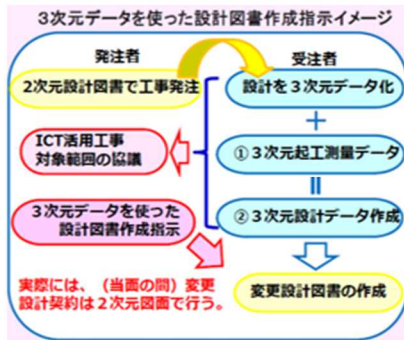


留意点

- ▶ 契約図書(土工部分のみ)が3次元に置き換えられる。これに伴う付属構造物等の変更に関しては、従来通りとする。
- ▶ 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
- ▶ UAVには計測精度の担保がないため、計測毎に精度確認試験を行う必要がある。
- ▶ GNSSローバーの精度確認試験結果報告書については、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に提出が必要となる。

4. 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。
- ▶ 工事契約後に監督職員から契約図書の3次元化を指示する。
- ▶ 受注者は、設計図書のうち平面線形、縦断線形、横断形状と3次元起工測量によって得られた3次元地形データを使って、3次元設計データの作成を行う。
- ▶ 数量の算出方法については、受発注者間の協議の上決定する。



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、施工者と協議し決定する。
- ▶ 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となる。
- ▶ 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る。

記載例②

(工事内容及び対象範囲の協議)

発注者	受注者	発注年月日	平成●●●●
発注事項	設計	発注内容	設計

工事打合せ簿

発注者	受注者	発注年月日	平成●●●●
発注事項	設計	発注内容	設計

工事名: ●●●●工事

(内容)

下記の①～④について、対象範囲を協議します。

- ① 3次元起工測量
 - ・起工測量の実施手段: UAV
 - ・起工測量の実施範囲: 設計図書で指定された範囲
 - ・UAVの飛行条件の調整: UAVの飛行条件を調整し、飛行条件を最適化する。
- ② 3次元設計データの作成
 - ・3次元設計の実施範囲: 設計図書(平面図)の範囲
 - ③ 1次元設計データによる工事
 - ・1次元設計データによる工事: 1次元設計データによる工事
 - ・1次元設計データによる工事: 1次元設計データによる工事
 - ④ 3次元設計データによる工事
 - ・3次元設計データによる工事: 3次元設計データによる工事

【工事内容・対象範囲に関する協議事項の事例(設計)】

対象範囲(平面図)

対象範囲(地形断面図)

上記について 〇了解・〇協議・〇通知・●受理 します。

〇その他 ()

平成●●●●

上記について 〇了解・〇協議・〇提出・〇報告・〇提出 します。

〇その他 ()

平成 年 月 日

注) 別紙を要する場合は、発注者が現場代理人等に口頭又は、工事打合せで指示したときは、速やかに設計書を交付すること。

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

工 事 名 称 _____ 年度 第 ____ 月 日

発注者名称 _____

受注者名称 _____

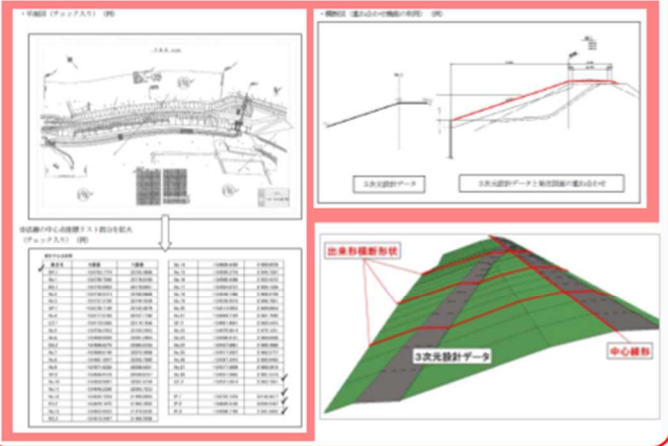
3次元設計データチェックシート

項目	内容	チェック 結果
1) 基本設計 作業書等	<ul style="list-style-type: none"> 1) 設計書の作成した基本書を作成しているか 2) 作業書等の作成が完了しているか 3) 図面が正しいか 	
2) 3次元データ	<ul style="list-style-type: none"> 1) 設計書の3次元データが作成されているか 2) 図面との整合性が取れているか 3) 図面との整合性が取れているか 	
3) 3次元データ	<ul style="list-style-type: none"> 1) 設計書の3次元データが作成されているか 2) 図面との整合性が取れているか 3) 図面との整合性が取れているか 	
4) 3次元データ	<ul style="list-style-type: none"> 1) 設計書の3次元データが作成されているか 2) 図面との整合性が取れているか 3) 図面との整合性が取れているか 	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に「○」を記すこと。
 ※2 受注者が監督職員様式-1を提出した際、監督職員から様式-1を提出するための資料の提出があった場合は、受注者は以下の資料等を必ず提出するものとする。
 ① 工事標準リスト（チェック表）
 ・ 標準断面（チェック表）
 ・ 標準線形（チェック表）
 ・ 標準断面（チェック表）
 ・ 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
 ※ 資料資料については、上記以外に何かしら追加がある場合は、ここに書き添えること
 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。

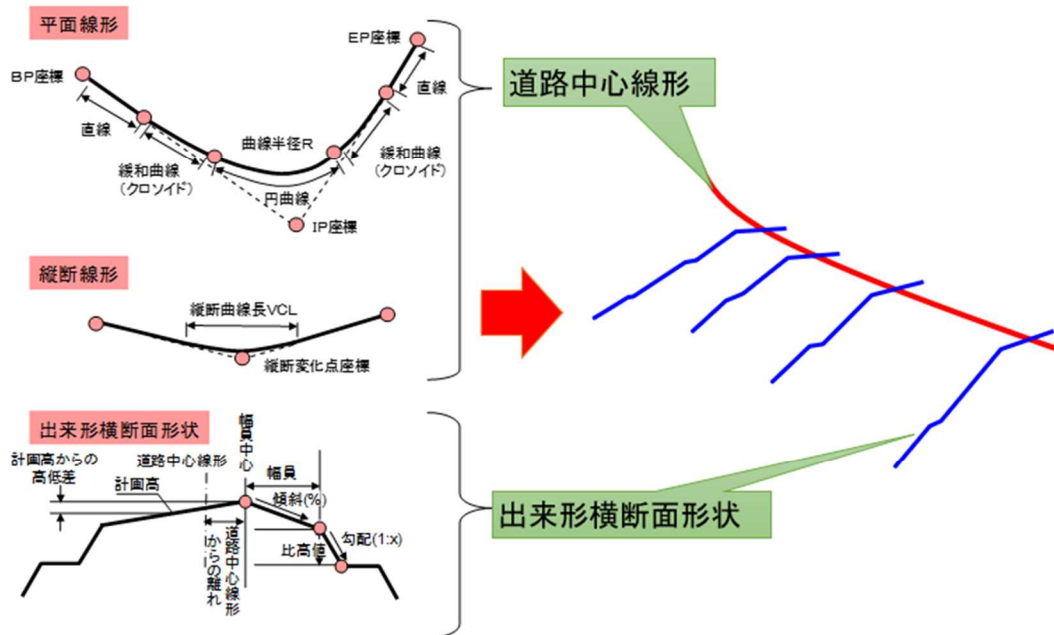
- ・ 工事標準点リスト
- ・ 線形計算書
- ・ 平面図(チェック入)、縦断面(チェック入)、横断面(チェック入)
 ※3次元設計データと発注図面を重ねあわせた図でも良い
- ・ 3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)等



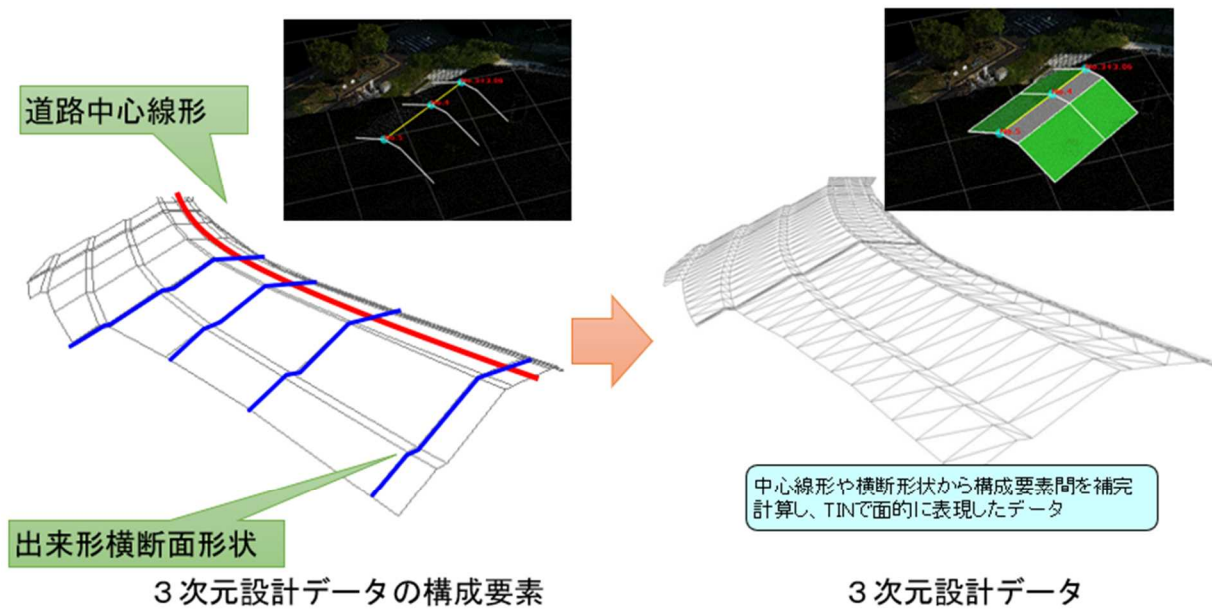
留意点

- ▶ 設計図書と入力した要素(線形及び、横断面)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。
- ▶ 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. 3次元設計データチェックシートの確認(作成手順)(参考)



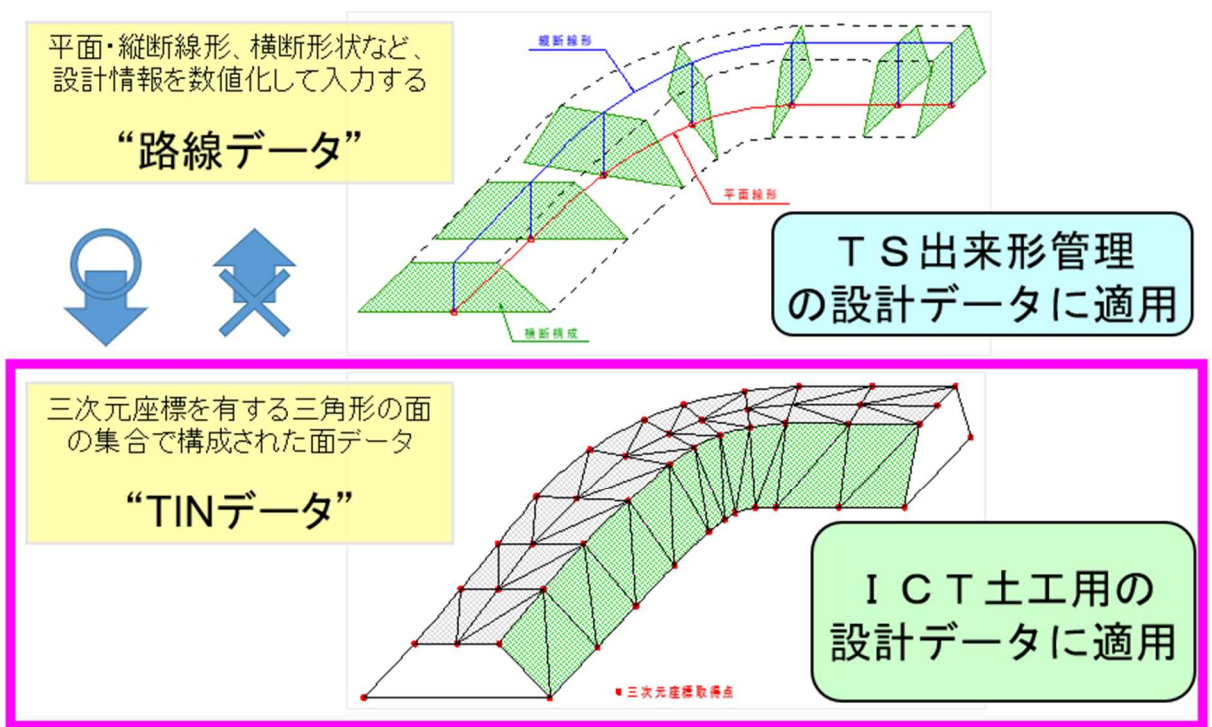
7. 3次元設計データチェックシートの確認(作成手順)(参考)



※どちらも3次元モデルを表現する手法である。利用用途に合わせて選定されている。

32

8. 3次元設計データチェックシートの確認(作成手順)(参考)

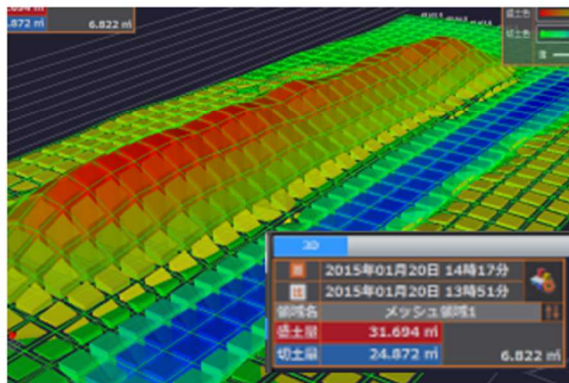


33

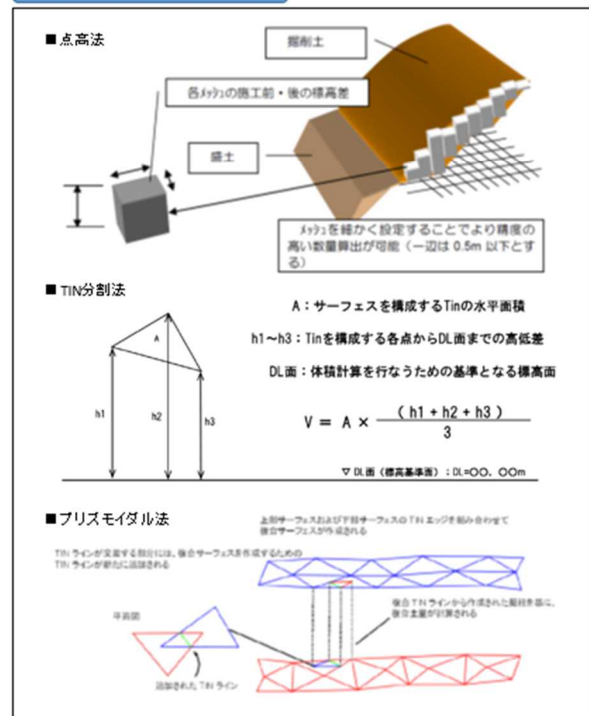
9. 数量算出方法(参考)

(例:土工の場合)

	要求精度	UAV	レーザー スキャナー	必要な点群密度 (メッシュの大きさ)
		地上画素寸法	計測最大距離	
起工 測量	10cm 以内	2cm/ 画素以内	精度確認試験の 測定距離以内 ※要求精度内であることを確認する 精度試験を行う	1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測精度は上記 以上を確保する設定
部分 払出 来高	20cm 以内	3cm/ 画素以内		
岩区 分	10cm 以内	2cm/ 画素以内		
出来 来高	5cm 以内	1cm/ 画素以内	2cm 以内	出来形計測データ を利用する 1点以上/0.01㎡



要領記載の体積計算方法標準



10. 施工計画書の記載内容の主な記載項目(土工編)(解説)

▶ 主な記載項目

1) 適用工種

管理要領による適用工種に該当している工種を記載する。

2) 適用区域

3次元計測区域を行う範囲の記載する。

3) 出来形管理箇所・出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準

測定基準に元づいた管理基準を記載する。

4) 使用機器・ソフトウェア

必要な機能を有し適切に管理された機器及び必要な性能をもつソフトウェアであることを記載する。

① 機器構成

出来形管理で利用する機器及びソフトウェアを記載する。

②: 使用機器本体 ※1

要領が要求している計測性能を有していること添付資料として提出する。

a: 精度確認試験を実施し、その記録を提出する ※3。 b: メーカーが推奨する定期点検記録を添付する。

③: ソフトウェア

必要な機能を有するソフトウェアであることをカタログあるいはソフトウェア仕様書を、添付資料する。

5) 飛行計画+安全飛行マニュアル ※2

要領記載事項に留意した計測計画を作成し提出する。

- 各要領で特に変わらない
- ※1 使用する機器により内容が異なる
- ※2 UAVとUAV_LSのみ
- ※3 提出時期及び頻度は要領による

11. 施工計画書の確認(適用工種、適用規格、適用範囲)

1. UAVによる出来形管理を実施する工種について、下表の適用工種に該当していることを確認する。
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規定に基づき記載されていることを確認する。
3. 適用区域、計測範囲は打ち合わせ簿等の協議により定められた区域、範囲が設定されていることを確認する。

適用工種				適用基準・規格		適用区域、計測範囲(記載例)	
編	章	節	工種	工種	規格値	適用区域	計測範囲
共通編	土工	道路土工	掘削工	掘削工	掘削工		
			路体盛土工	路体盛土工	路体盛土工		
			路床盛土工	路床盛土工	路床盛土工		
		河川・海岸・砂防土工	掘削工	掘削工	掘削工		
			盛土工	盛土工	盛土工		
			盛土工	盛土工	盛土工		

区分	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度(時期)	提出頻度
施工状況	掘削と掘削と掘削との不一致の写真	撮影毎に1回(養生時)	写真測量に使用したすべての画像 *ICOMフォルダに格納

工種	写真管理項目		
	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
	決壊決断	撮影毎に1回(掘削後)	写真測量に使用したすべての画像 *ICOMフォルダに格納
[道路] 路体盛土工 路床盛土工	養生工事	200mに1回(養生時)	代表箇所 各1枚
	締固め	転圧機械又は地質が変わる毎に1回(締固めの時)	
[河川] 盛土工	決壊決断 橋(決断)	撮影毎に1回(施工後)	写真測量に使用したすべての画像 *ICOMフォルダに格納

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。

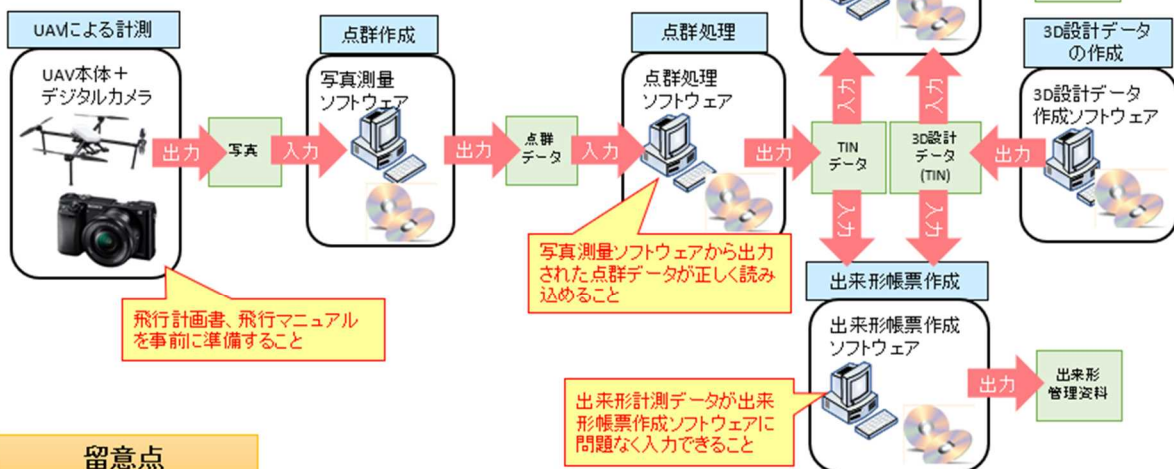
36

12. 施工計画書の確認(機器構成)(解説)

- > UAVの出来形管理に必要な機器・ソフトウェアは、「UAV本体」・「デジタルカメラ」・「写真測量ソフトウェア」・「点群処理ソフトウェア」・「3次元設計データ作成ソフトウェア」・「出来形帳票作成ソフトウェア」・「出来高算出ソフトウェア」。
- > 要領・基準等に準拠した適切な機器・ソフトウェアを選定することが必要となる。
- > ソフトウェア間で接続が可能な機器・ソフトウェアを選定・調達すること。

機器・ソフトウェア間のデータの流れと確認する互換性

UAV・ソフトウェア間、各ソフトウェア間の互換性



留意点

【機器選定(手配)】

- > 各ソフトウェアが稼働する性能を有したPCを準備する必要がある。
- > 必要なハードウェア、ソフトウェアの構成を確認すること。

37

13. 施工計画書の確認(使用機器、ソフトウェア)

4. 使用機器・ソフトウェアの確認

- 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(土工編)」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・計測精度		ソフトウェア	
計測性能	地上画素寸法が1cm/画素以内	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。
計測精度	±5cm以内		
UAV本体		デジタルカメラ	
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。	計測性能	メーカーカタログあるいは機器仕様書。要求性能を満たすか否かは撮影計画で確認する。
		計測精度	精度確認試験結果の実施と提出時期。精度の判定は試験結果の提出時に確認。
		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	

この記載を確認
※写真測量ソフトウェアは除く

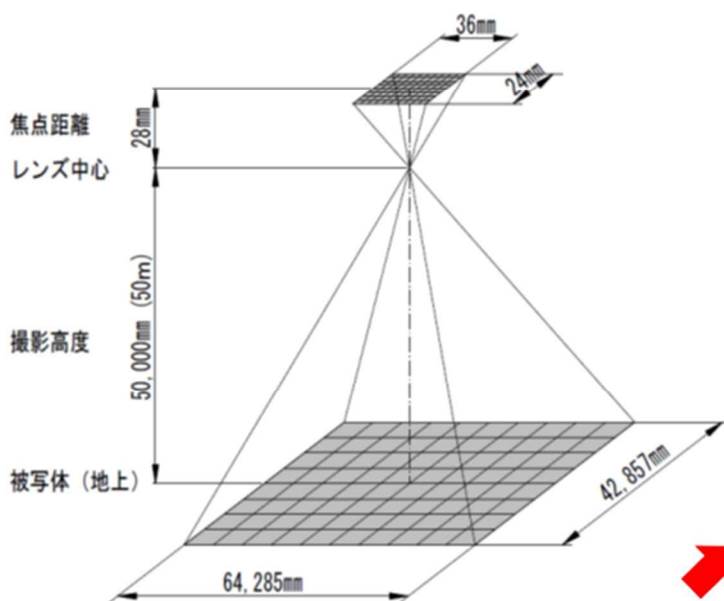
留意点

- 魚眼レンズ等、曲面歪の大きいレンズは避けることが望ましい。
- 空中写真測量(UAV)を用いて起工測量、岩線計測、出来高計測を行う場合は、それぞれに利用機器・ソフトウェアを記載する。
- 施工計画段階では、精度確認試験結果は準備できないため、計測毎に作成される。
- デジタルカメラの解像度(縦画素数、横画素数)の確認を実施する。
- ソフトウェアの機能については機能要求仕様書の策定が進められている。(H29年度以降)

38

14. 施工計画書の確認(使用機器、ソフトウェア)(解説)

地上画素寸法と撮影高度の関係



○デジカメの仕様を
センサーサイズ35ミリ
画素数3600万
ピクセル 7360×4912
焦点距離28ミリとした場合

撮影高度: 50mの場合
被写体倍率: 1785.714
(焦点距離と高度の関係)

被写体横サイズ: 64.285m
被写体縦サイズ: 42.857m

被写体サイズをピクセルで割ると
1ピクセル横: 8.734mm
1ピクセル縦: 8.724mm

要求精度10mmを満足する

因みに、10mmになる限界高度は57.244m

この記載を確認

39

15. 施工計画書の確認(撮影計画①)

5. 撮影計画①

- 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する。

飛行予定区域の確認結果例

飛行予定区域の確認結果例

飛行許可・承認書(例)

飛行許可・承認書(例)

飛行の許可が必要となる空域

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

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

40

16. 施工計画書の確認(撮影計画②)

5. 撮影計画②

- 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

計測前に提出する詳細撮影計画記載例

基準

要領の記載内容									
ラップ率(計測方向)	90%または80%※								
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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <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								

※80%以上で撮影する場合は飛行後にラップ率80%以上であることを証明する方法が記載されているか確認する。

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%または80%、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。

17. 施工計画書の確認(撮影計画③)

5. 撮影計画③

- UAVによる計測結果を3次元座標へ変換するための標定点と、精度確認用の検証点の設置計画が要領に準拠していることを確認する。

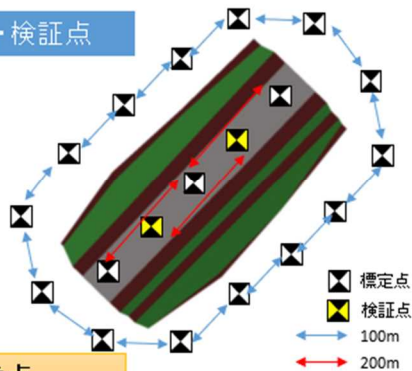
設置基準

	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)

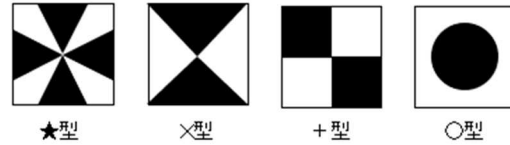
設置方法

	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
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

標定点・検証点



対空標識



留意点

- > 標定点・検証点はUAVを用いた出来形管理要領に従い配置する必要がある。
- > 検証点は、UAVを用いた出来形管理要領に従い設置点数を設定する必要がある。
- > 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が必要となる。

42

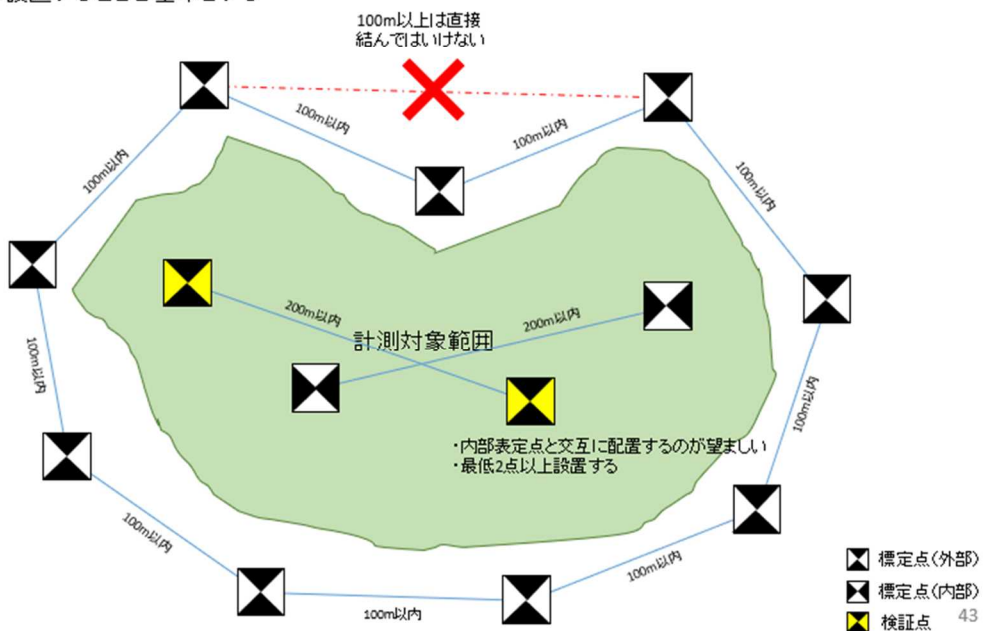
18. 施工計画書の確認(標定点・検証点の設置)(解説)

標定点の配置

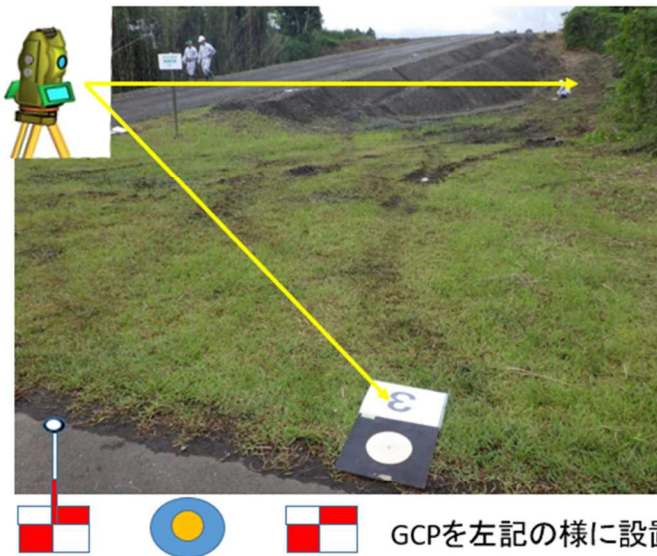
- 外部標定点
撮影区域外周に100m間隔以内で設置
- 内部標定点
天端上に200m間隔以内で設置
地表面に設置することを基本とする

検証点の配置

- 天端上に200m間隔以内で設置
内部標定点と交互に配置する事が望ましい
最低2点以上設置する
地表面に設置することを基本とする

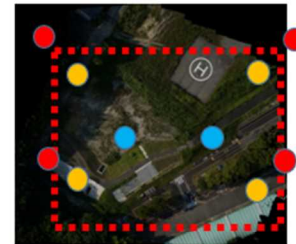


19. 施工計画書の確認(標定点・検証点の計測方法)(参考)



標定点(GCP)は写真測量で作成したモデルに座標(X・Y・Z)を与える役割がある。

計測エリアの外側に外部標定として100M以内毎
計測エリアに内側に内部標定として100M以内毎
検証点として2点以上200M以内毎に設置



GCPを左記の様に設置してTSを使い座標を付与

<重要事項>

標定点および検証点の計測については、4級基準点および3級水準点と同等の以上の精度が得られる計測方法。あるいは、TS出来形に準拠した計測が必要。H29年度より、起工測量および出来高部分払いの地形測量では、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緩和された。要求精度は水平±2cm、垂直±3cm。

44

20. 施工計画書の確認(撮影計画④)

6. 撮影計画④

- 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

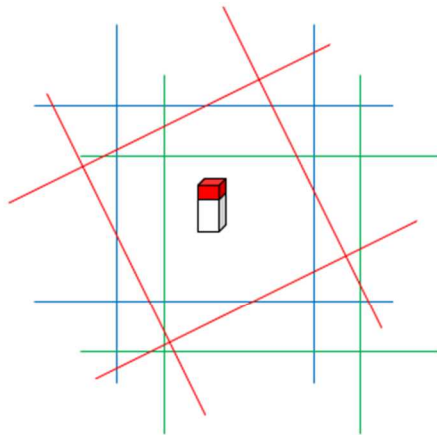
留意点

- > 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。
- > 要資格ではない。
- > 無人航空機を10時間以上操縦した経験を有していることを確認する。

45

21. 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。



■ 世界測地系 ■ 日本測地系 ■ ローカル座標

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。

22. 工事基準点の設置状況の把握

- ▶ 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。

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

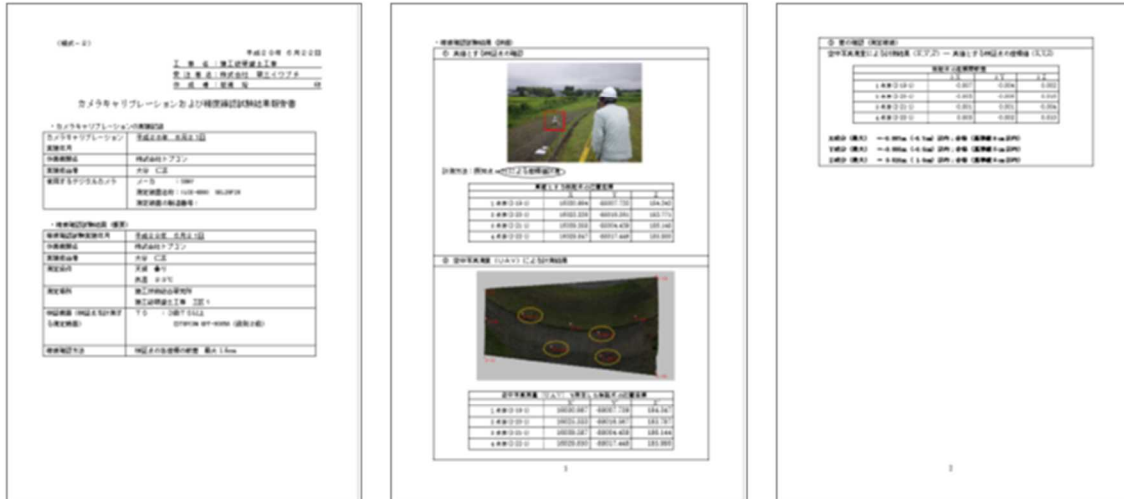


留意点

- ▶ 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。⁴⁷
- ▶ 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。

23. 精度確認試験結果報告書の確認

- ▶ 監督職員は、受注者が実施したUAVの計測精度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。



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。

48

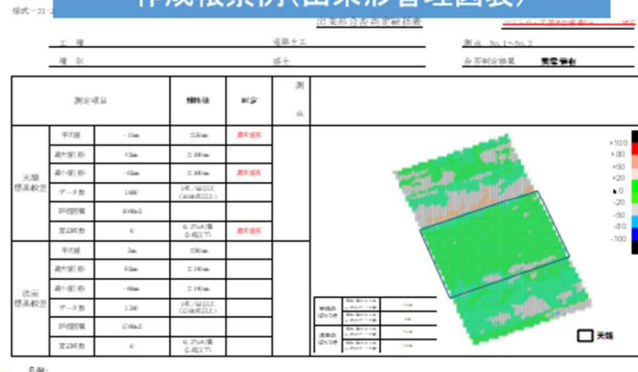
24. 出来形管理図表の確認

- ▶ 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。
- ▶ 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する。

バラつきについては、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判例に従い判定する。

(※)出来形管理要領によれば、分布図が具備すべき情報として、以下のとおりとする。
 ・離れの計算結果の規格値に対する割合を示すヒートマップとして-100%~+100%の範囲で出来形評価用データのポイント毎に結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示
 ・±50%の前後、±80%の前後が区別出来るように別の色で明示
 ・規格値の範囲外については、-100%~+100%の範囲とは別の色で明示
 ・発注者の求めに応じて規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。とされている。

作成帳票例(出来形管理図表)

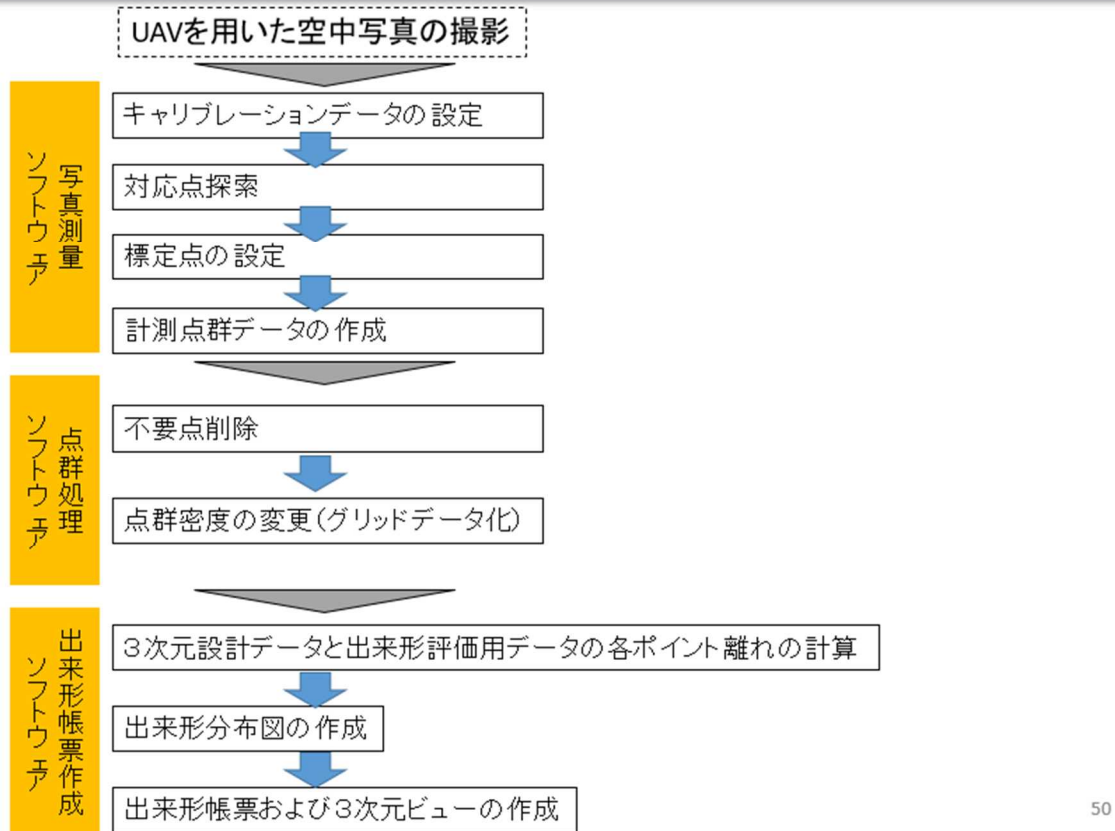


留意点

- ▶ 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。

49

25. 出来形管理図表作成までの流れ(参考)



26. UAVを用いた空中写真の撮影(参考)

出来形計測



27. 写真測量ソフトウェアの処理(参考)

撮影画像の取込

キャリブレーションデータの設定

ステレオマッチング (対応点探索)

標定点の設定

計測点群データの作成

■写真測量時の撮影画像の歪み等を補正するためのパラメータを設定

【手順】

- ・撮影画像の歪み量、レンズの中心位置等のパラメータを補正する数値を入力する。

CPU: xeon 3.3GHz
メモリ: 8G

作業時間(解像度2400万画素)
カメラキャリブレーション作業 約10分

28. 写真測量ソフトウェアの処理(参考)

撮影画像の取込

キャリブレーションデータの設定

ステレオマッチング (対応点探索)

標定点の設定

計測点群データの作成

■写真測量で復元した3次元形状への現場座標の関連付け

【手順】

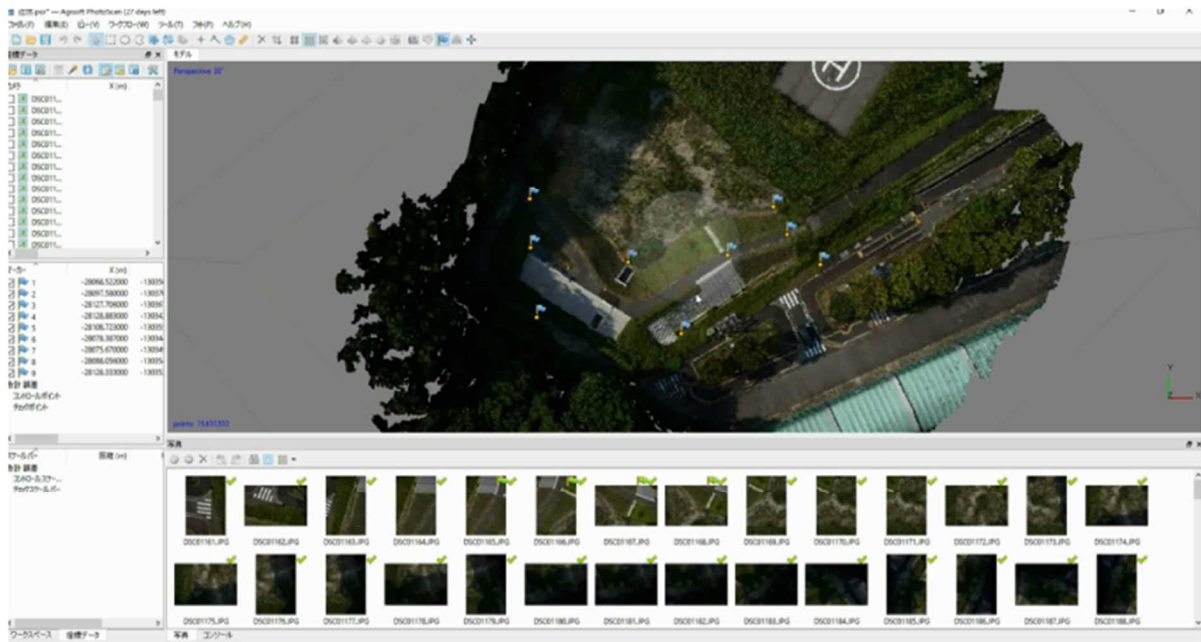
- ・TSを用いて計測した標定点の座標値のCSVファイルを取込む。
- ・取込んだ写真内の標定点に、マーカーを設定する。

CPU: xeon 3.3GHz
メモリ: 8G

作業時間(解像度2400万画素 写真枚数174枚の場合)
標定点設定作業 約40分

29. 写真測量ソフトウェアの処理(参考)

計測点群データの作成



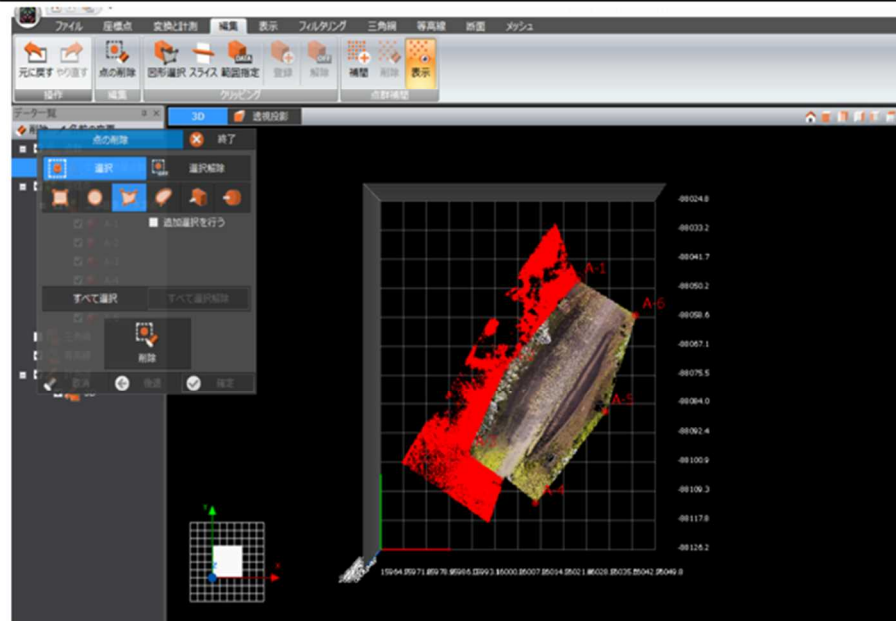
54

30. 点群処理ソフトウェアの処理(参考)

不要点削除

点群密度の変更(グリッドデータ化)

■対象範囲外のデータや建設機械、草木などの不要な点を削除
【手順】
・不要となる点群を指定し、削除する。

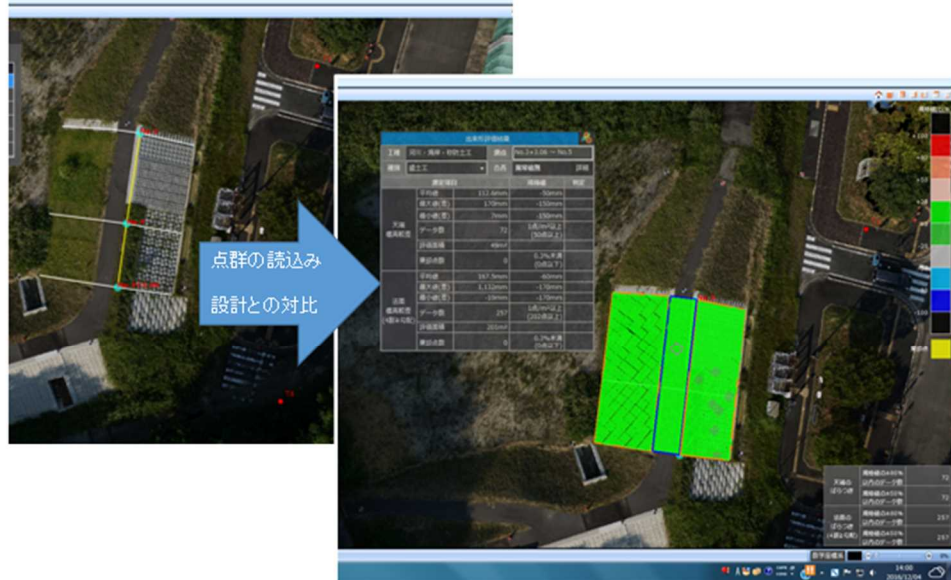


55

31. 出来形帳票作成ソフトウェアの処理(参考)



- ③次元設計データと出来形評価用データの各ポイント離れを計算し、出来形分布図の作成
- 【手順】
- ・③次元設計データと出来形評価用データを選択し、各ポイントにおける標高較差を算出する。
 - ・出来形評価用データのポイントごとの標高較差を色分表示で示す。

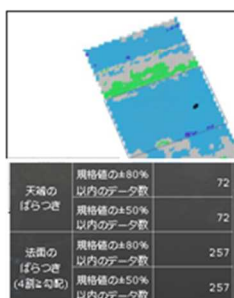


56

32. 出来形帳票作成ソフトウェアの処理(参考)



- 出来形管理資料となる出来形管理図表の作成
- 【手順】
- ・設計面と出来形評価用の各ポイントの離れ等の計算結果から出来形管理資料に必要な測定項目の計算結果、良否の判定、出来形分布図を整理した帳票を作成する。
 - ・なお、上記の測定項目の計算結果を表示できる③次元モデルのビューファイルでもよい。



模式-0

出来形管理図表

工 種 河川・海洋・堤防土工

観 点 NO. 15~NO. 16

種 別 盛土工

合算判定結果 合格

測定項目	規格値		判定
	平均値	最大値(%)	
天端 台座較差	平均値	-5mm	-50mm
	最大値(%)	17mm	-100mm
	最小値(%)	-60mm	-100mm
	データ数	268	1点/±80%以上 (268点以上)
法面 台座較差	平均値	200±2	0.3%未満 (1点以下)
	最大値(%)		
	最小値(%)		
	データ数		

凡例:

色分け表示は、規格値に対して、50%以内、80%以内が判断できる表示(評価対象点数の8割が含まれる部分で評価)

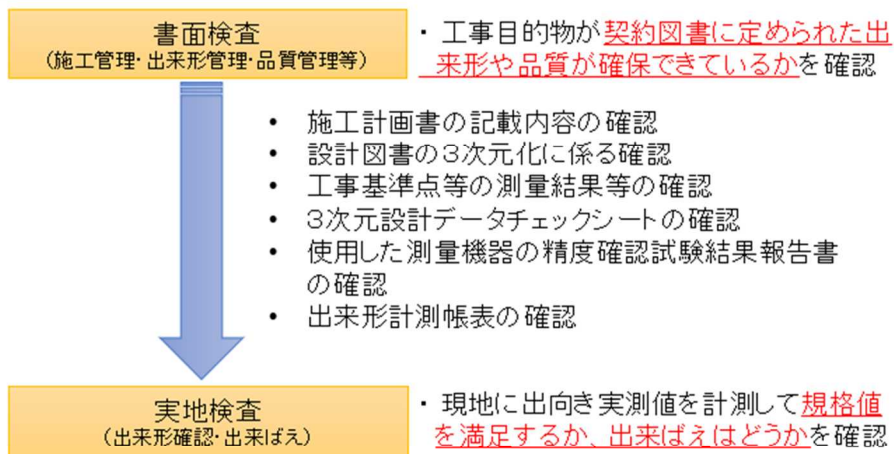
57

2-2. 検査職員の実施項目と留意事項

58

1. 検査職員の実施項目(書類・実地検査)

■ 検査職員の確認項目



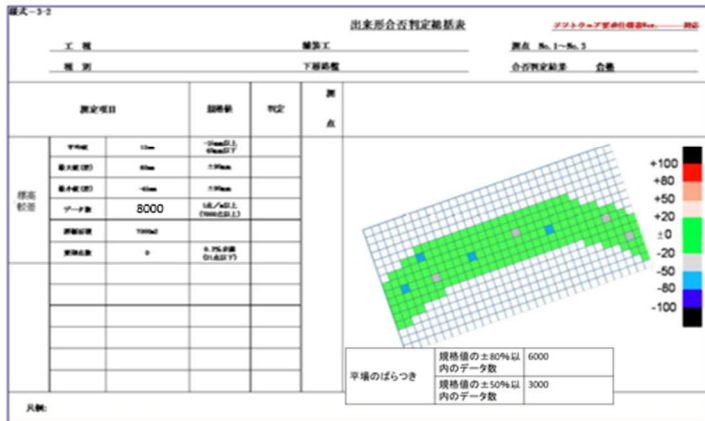
59

2. 検査職員の実施項目(書面検査①)

■ 検査員の書面検査

- UAV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。
 - ・ バラツキについては、各測定値の設計値と実測値の差をプロットした分布図の凡例に従い判定
 - ・ 具体には分布図及び計測点の個数から判断。また、規格値の±80%以内のデータ数、±50%以内のデータ数が、総データ数の概ね8割以上か否かで判断する。

作成帳票例(出来形管理図表)



<例1>
 総データ数:1000点
 規格値:100mm
 ①規格値の±80%以内のデータ:988点
 ②規格値の±50%以内のデータ:810点
 上記の場合、
 ②±50mm以内のデータ数が:810点
 つまり、総データ数の8割が±50mm以内に収まっている(ばらつきが少ない)
 ⇒概ね規格値の±50%以内の結果である

<例2>
 総データ数:1000点
 規格値:100mm
 ①規格値の±80%以内のデータ:950点
 ②規格値の±50%以内のデータ:600点
 上記の場合、
 ①±80mm以内のデータ数が:950点
 つまり、総データ数の8割が±80mm以内に収まっている(±50mmは満たしていない)
 ⇒概ね規格値の±80%以内の結果である

60

3. 検査職員の実施項目(書面検査②)

■ 検査員の書面検査

- 品質管理及び出来形管理写真の確認

「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を確認。

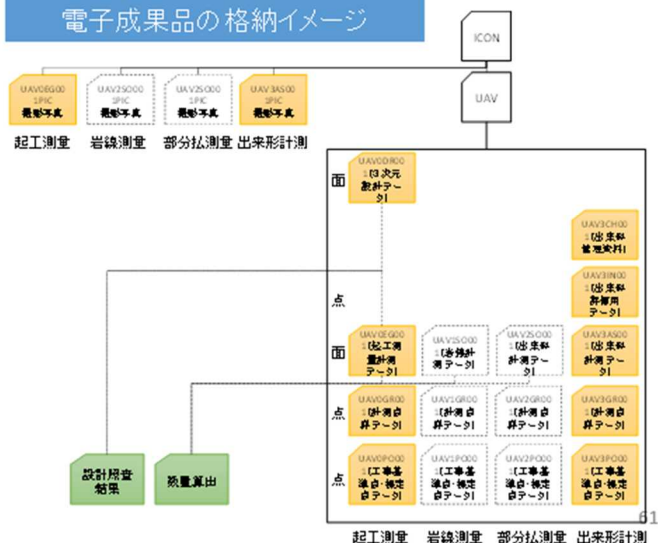
- 電子成果品の確認

出来形管理や数量算出の結果等の工事書類(電子成果品)が、「工事完成図書」の電子納品等要領で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認する。

電子成果品の種類をファイル命名規則

電子成果品	ファイル命名規則					
	計測機器	数値番号	測定種類	番号	改定履歴	記入例
・3次元設計データ LandXML等のオリジナルデータ(TB)	TLS	0	DR	001~	~	TL500R001Z.拡張子
・出来形管理資料 出来形管理資料(PDF)または、ビューワー付き3次元データ	TLS	0	CH	001~	~	TL500CH001.拡張子
・TLSによる出来形計測データ CSV、LandXML、LASのポイントファイル	TLS	0	IN	001~	~	TL500IN001.拡張子
・TLSによる起工測量計測データ LandXML等のオリジナルデータ(TB)	TLS	0	EG	001~	~	TL500EG001.拡張子
・TLSによる岩線計測データ LandXML等のオリジナルデータ(TB)	TLS	0	SO	001~	~	TL500SO001.拡張子
・TLSによる出来形計測データ LandXML等のオリジナルデータ(TB)	TLS	0	AS	001~	~	TL500AS001.拡張子
・TLSによる計測点群データ CSV、LandXML、LASのポイントファイル	TLS	0	GR	001~	~	TL500GR001.拡張子
・工事基準点及び指定点データ CSV、LandXML、SMAのポイントファイル	TLS	0	PO	001~	~	TL500PO001.拡張子

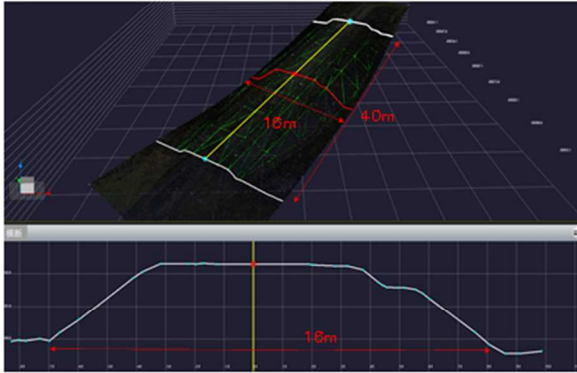
電子成果品の格納イメージ



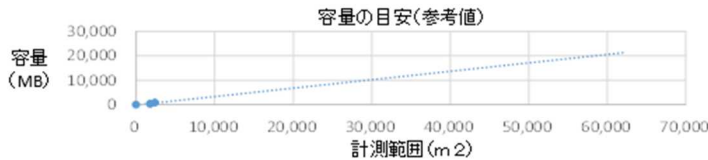
4. 検査職員の実施項目(書面検査②)電子納品の事例

条件:計測範囲:延長60m×幅30m・・・出来形範囲を包括する範囲
 =約1800m²(計測範囲)

出来形評価範囲:延長40m、幅16m(天端、法面含む最大幅)の盛土の場合
 =約640m²(評価範囲)、



2400m²で900MB(国総研 資料)を加味した推定値



電子製品	データ容量	備考
3次元設計データ (LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	20KB	
出来形管理資料 (出来形管理図表(PDF)または、ビュー付き3次元データ)	144KB	PDF
空中写真測量(UAV)による出来形評価用データ (CSV、LandXML等のポイントファイル)	24KB	天端部343点 法面部325
空中写真測量(UAV)による出来形計測データ (LandXML等のオリジナルデータ(TIN))	9.78 MB	
空中写真測量(UAV)による計測点群データ(CSV、LandXML等のポイントファイル)	4.84 MB	10cmメッシュ 107,624点
工事基準点および標定点データ(CSV、LandXML等のポイントファイル)	585B	
空中写真測量(UAV)で撮影したデジタル写真(jpgファイル)	416 MB	写真60枚
合計	約430MB	

62

5. 検査職員の実施項目(実地検査)

■ 検査員の実地検査(出来形計測)

- 検査員は、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。(ただし、出来形帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書が配出され、計測データの改ざん防止や信憑性の確認可能なソフトウェアが現場導入されるまで期間とする)。
- 検査頻度は以下のとおり。(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)TS等を用いた実測値の計測は、1回の計測結果あるいは、複数回の計測結果を用いて算出してもよい。
- 新基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

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

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

検査職員による実地検査のイメージ



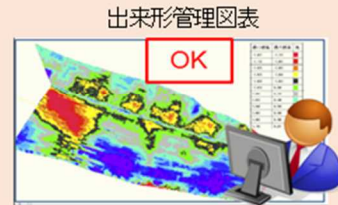
63

6. 検査職員の実施項目(実地検査)(手順例)

■ 検査員の実地検査(確認手順の例)

● 書面検査時

検査員は、電子納品物から出来形管理データを表示させて、**自らが指定した箇所の3次元設計データの設計面の位置並びに標高、受注者が計測した出来形管理値の計測結果をメモする。**



● 実施検査時

検査員は、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と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。



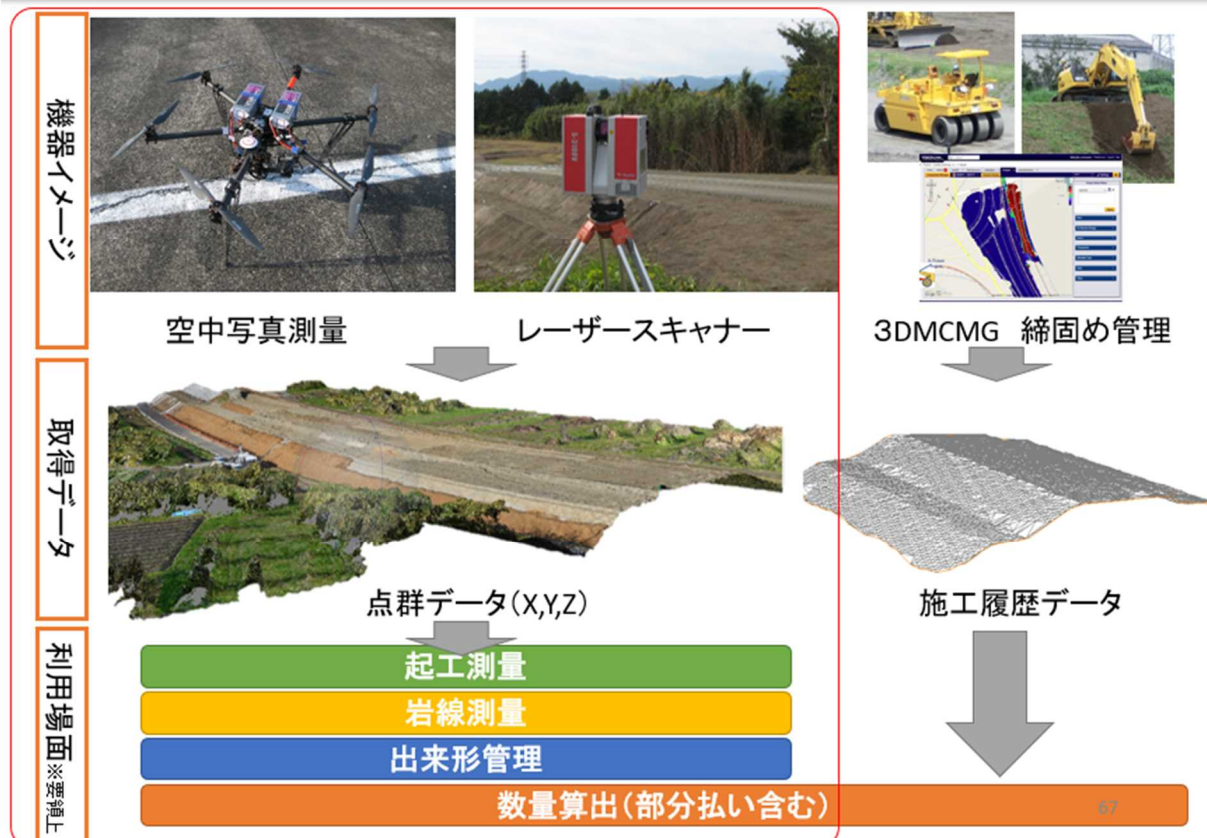
2-3. ICT活用工事(土工)で利用する代表的な計測技術

1. i-Construction (ICT活用工事)におけるプロセスと対応技術

プロセスの段階	作業内容	技術名
① 3次元起工測量		1. 空中写真測量（無人航空機） 2. 地上型レーザースキャナ 3. その他の3次元計測技術 無人航空機搭載型レーザー測量 地上移動型レーザー測量 音響探査・TS等・RTK-GNSS
② 3次元設計データ作成		
③ ICT建設機械による施工	土工 舗装工 浚渫工 （バツクホウ） 浚渫工（港湾）	1. 3次元マシンコントロール・マシンガイダンス技術 （土工：バックホウ・ブルドーザ） 2. 3次元マシンコントロール技術 （舗装工：モーターグレーダ・ブルドーザ） 3. 3次元マシンコントロール・マシンガイダンス技術 （浚渫工：バックホウ）
④ 3次元出来形管理等の施工管理	出来形・出来高 品質	1. 空中写真測量（無人航空機）（土工） 2. 地上型レーザースキャナ（土工・舗装工） 3. その他の3次元計測技術 無人化航空機搭載型レーザー測量 地上移動型レーザー測量 音響探査・TS等・RTK-GNSS ステレオ写真（出来高のみ） 施工履歴（浚渫工・土工の出来形） 4. TS/GNSSによる締固め回数管理技術
⑤ 3次元データの納品		

66

2. i-Constructionで対象としている計測技術の主な利用場面



67

3. ICT土工で利用する代表的な計測技術

空中写真測量技術

UAV(無人航空機)にデジタルカメラを搭載し、空中から撮影した写真解析により測量を行う技術

① UAV(無人航空機)の種類は多様

ラジコンヘリコプター、マルチコプター、固定翼形式等



主流

② UAVの飛行には制限。

(飛行高度、飛行可能エリア等)

- 無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール
<申請が必要となる飛行>



③ 測量精度を確保するためのルール。

(写真のラップ率(重なり)、カメラ解像度、標定点の最適な配置等)

レーザースキャナー(LS)技術

レーザースキャナー本体から連続発射するレーザーの向きと距離により測量を行う技術。

① 計測距離や計測性能等で多様な機種
近距離型、遠距離型、分解能等



地上型(TLSはH28年度より)

② 車載型、UAV搭載などもある。

i-Construction(H28)では地上型を利用。



↑移動測量技術(H30年度より精度検証試験が必須)

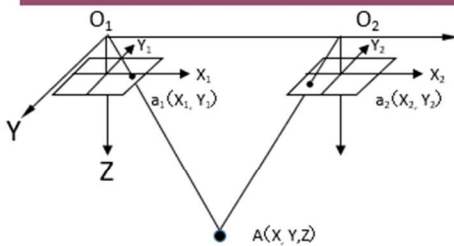
③ 測量精度を確保するためのルール。

(計測距離、角度分解能)

68

4. 空中写真測量(無人航空機)の原理や利用動向

計測機器の原理(イメージ)



・無人航空機を用いて上空から撮影された連続する空中写真を用いて、対象範囲のステレオモデルの作成や地上の測地座標への変換等を行い地形や地物の3次元の座標値を抽出する計測方法

・空中写真測量自体は、測量の分野では、既に数値地図作成などに利用されてきた。

・これまでの写真測量は、航空機の利用や専用カメラ、図化機などの機材や専門の知識が必要であった。

・近年のドローンの普及や、容易な写真測量ソフトウェアの開発などにより、注目されている。

必要な機材

UAV(Unmanned Aerial Vehicle)



写真測量ソフトウェア



Agisoft



現場検証、保存



農業 生育状況把握



出典 PIX4D HP

文化財や遺跡の形状取得



出典 PHOTOSCAN HP

69

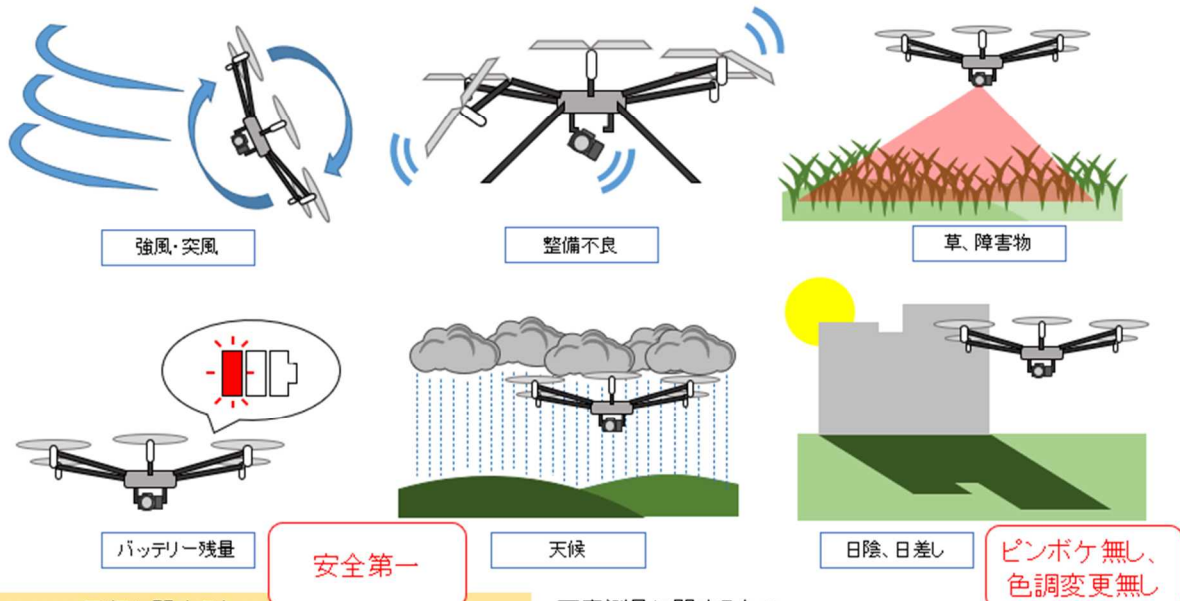
5. 空中写真測量(無人航空機)とICT土工での利用の流れ



6. UAV使用上の留意点

(例:土工の場合)

- ▶ UAVによる撮影飛行は、施工計画書の撮影計画及び飛行マニュアルにしたがって実施する。
 - ▶ 撮影計画に記載された飛行ルート、高度、ラップ率とする。
 - ▶ 飛行マニュアルに記載された留意事項を順守する。



UAVの飛行に関するもの

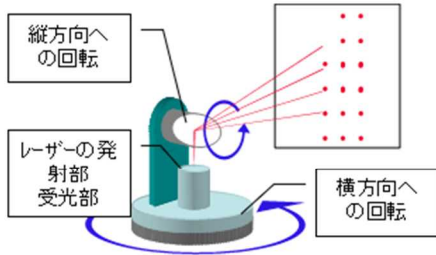
- ❑ 飛行前点検等、飛行前にUAVの点検。
- ❑ 飛行区域内の安全管理を行う。

写真測量に関するもの

- ❑ 資材や機材 (ダンプトラックや仮設設備)
- ❑ 特徴のない色彩の写真。(例:晴天時の影(黒)など)
- ❑ 揺らぎのある写真。(例:草木が風で揺れるなど)

7. レーザースキャナーの原理と利用動向

計測機器の原理(イメージ)



- 指定範囲を自動で高速に計測。原理は、レーザー距離計を自動で連続的に移動させながら角度、距離を計測する。
- 開発から約20年の技術で、新たな計測機器として注目。
- 製品仕様の記載ルールや精度検証方法などについての標準化が検討中。⇒H28年度に試験方法が規定された。
- 移動体搭載式のレーザースキャナーによる移動計測など応用例が多数。⇒H30年度より利用可能(精度確認が必須)。

必要な機材



文化財や遺跡の形状取得

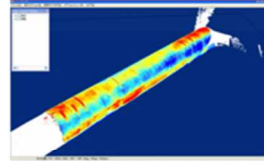


市街の3Dマップ作成

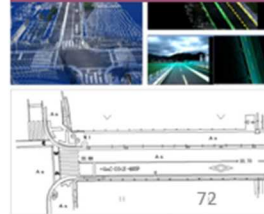


UAV搭載式の計測装置など

トンネル内空形状測定

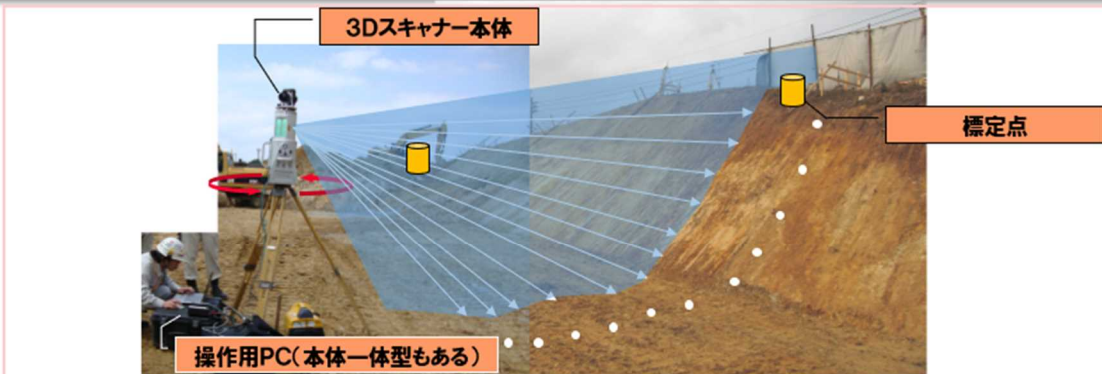


道路台帳作成

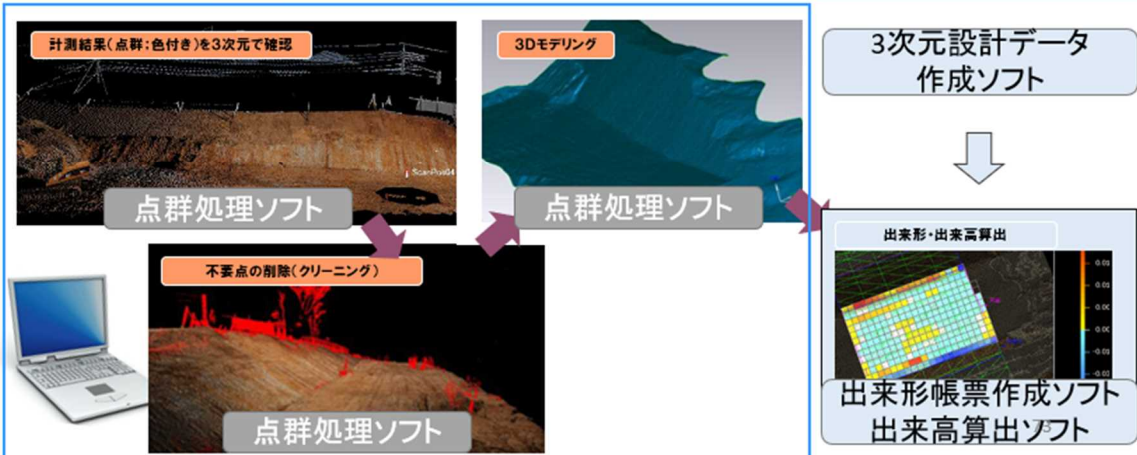


8. レーザースキャナー(TLS)の計測概要ICT土工での利用の流れ

現場計測

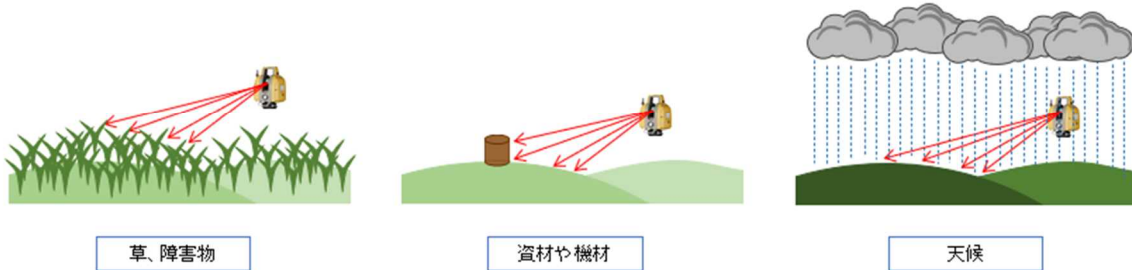


データ処理



9. TLS使用上の留意点

- ▶ TLSによる計測は、施工計画書の計測計画にしたがって実施する。
 - ▶ 計測計画で定めた設置頻度、計測密度で実施する。



- 資材や機材
(ダンプトラックや仮設設備)
- 天候
(例: 雨、雪、霧)
- レーザが当たる角度
(例: 角度が浅いと精度が低下)

74

10. 空中写真測量とレーザスキャナーの特徴比較 (例: 土工の場合)

	UAVを用いた写真測量		地上型レーザスキャナー
	UAVの飛行	写真測量	
技術的な特徴	<ul style="list-style-type: none"> □ UAVの利用により、広範囲を短時間に飛行可能。 □ 自動航行を利用することで、確実な写真撮影が可能。 □ 計測範囲が広く、起伏の多い場所(LSでは複数回の器械設置が必要)で優位 □ 標定点と検証点を設置、計測する必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> □ 上空から広範囲の写真を撮影できる。 □ 上空からの写真により、地上からの写真では見えにくい箇所も撮影できる。 □ 複数枚の写真から同一箇所を確認できる必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> □ 測定機器から視通できること。 □ レーザの反射が得られる距離内であること。 □ 器械から見えない範囲を網羅するために数回の計測が必要(表側と裏側など)。 □ 地表面が見える程度の隙間があれば草木があっても地表面を計測可能。 □ 器械設置回数が少ない場合は優位 □ 標定点はTS出来形管理と同様の基準点を利用可能
計測を阻害する条件	<ul style="list-style-type: none"> □ 電波障害 (例: 遠隔操縦の妨害) (例: GNSS電波の受信不良) □ 天候 (例: 風、雨、雪、霧など) □ 飛行制限区域 (例: DID地区、鉄塔、公共施設など) 	<ul style="list-style-type: none"> □ 資材や機材 (ダンプトラックや仮設設備) □ 特徴のない色彩の写真。 (例: 晴天時の影(黒)など) □ 揺らぎのある写真。 (例: 草木が風で揺れるなど) □ 角度によって色具合が異なる画像。 (例: 夕刻の反射光など) □ 写真の状態 (例: ピンボケ、歪みなど) 	<ul style="list-style-type: none"> □ 資材や機材 (ダンプトラックや仮設設備) □ 天候 (例: 雨、雪、霧) □ レーザが当たる角度 (例: 角度が浅いと精度が低下)
データ処理と精度確認	<ul style="list-style-type: none"> □ 写真から点群データを生成する専用ソフトウェアが必要 □ 計測精度はデータ解析(点群データ作成後に判明) 		<ul style="list-style-type: none"> □ 事前の精度確認により、計測精度は担保されている。

75

利用場面ごとに要求される計測精度が異なる。

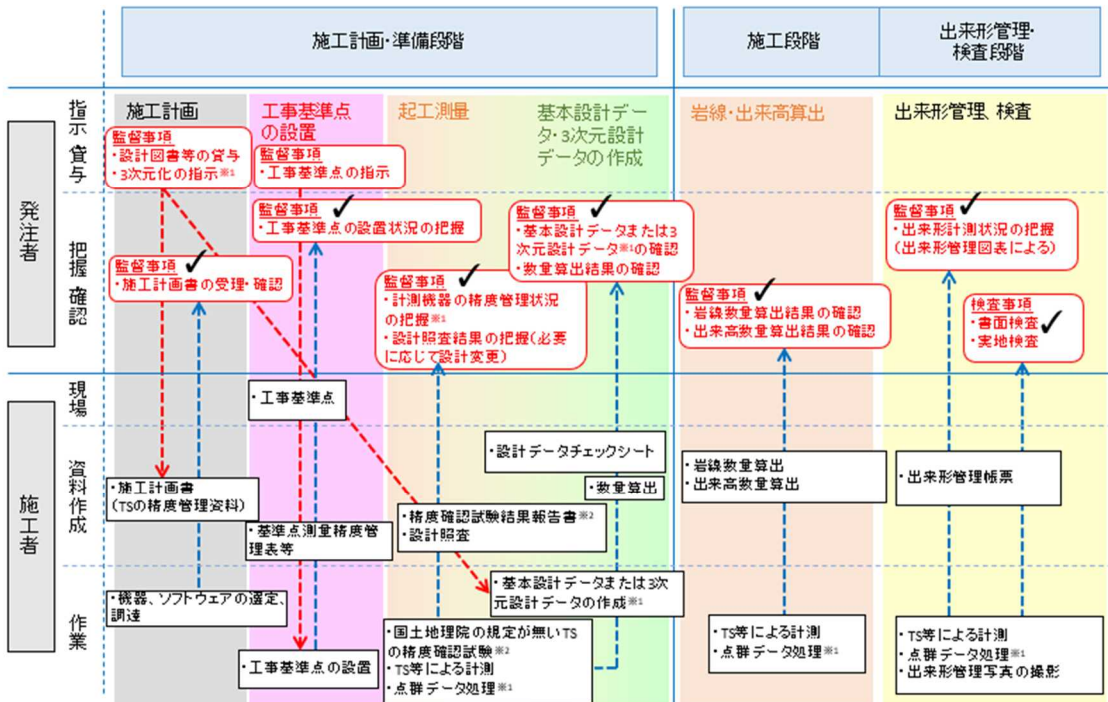
工種別	要求精度	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ) ※計測時の密度設定
		精度確認の基準	地上画素寸法	精度確認の基準	計測最大距離	
出来形計測	5cm以内	5cm以内	1cm/画素以内	2cm以内	精度確認試験の測定距離以内	1点以上/1㎡ (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01㎡ (10cm×10cm)に設定
起工測量	10cm以内	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	10cm以内	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	20cm以内	20cm以内	3cm/画素以内	20cm以内		1点以上/0.25㎡ (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定

2-4. 必要書類と提出のタイミング(土工編)

- ①TS等光波方式
- ②空中写真測量(UAV)
- ③地上型LS
- ④無人航空機搭載型LS
- ⑤TS(ノンプリズム方式)
- ⑥地上移動体搭載型LS

1. 必要書類と提出のタイミング: ①TS等光波方式

▶ 出来形管理の流れ

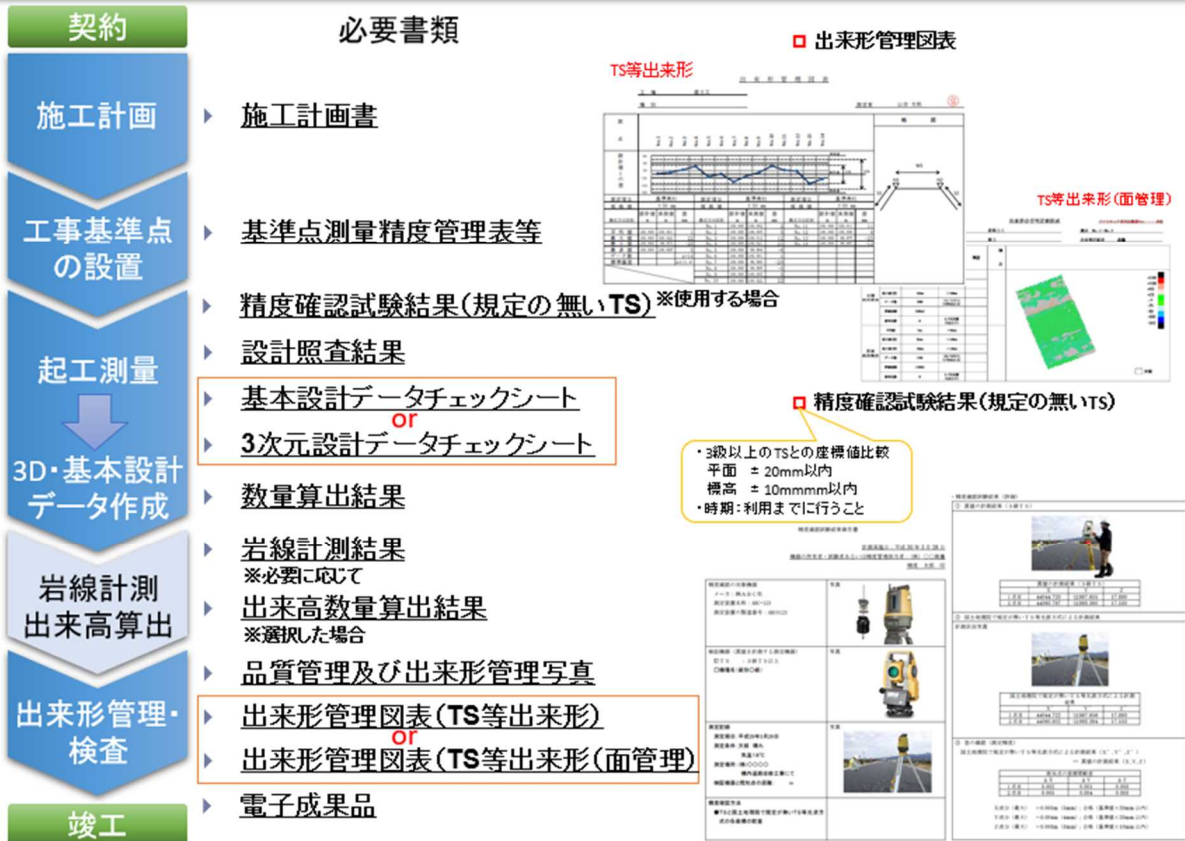


※1 面管理の場合 ※2 使用する場合

✓ 提出書類の確認

※詳細は、「TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)(案)」を参照のこと。

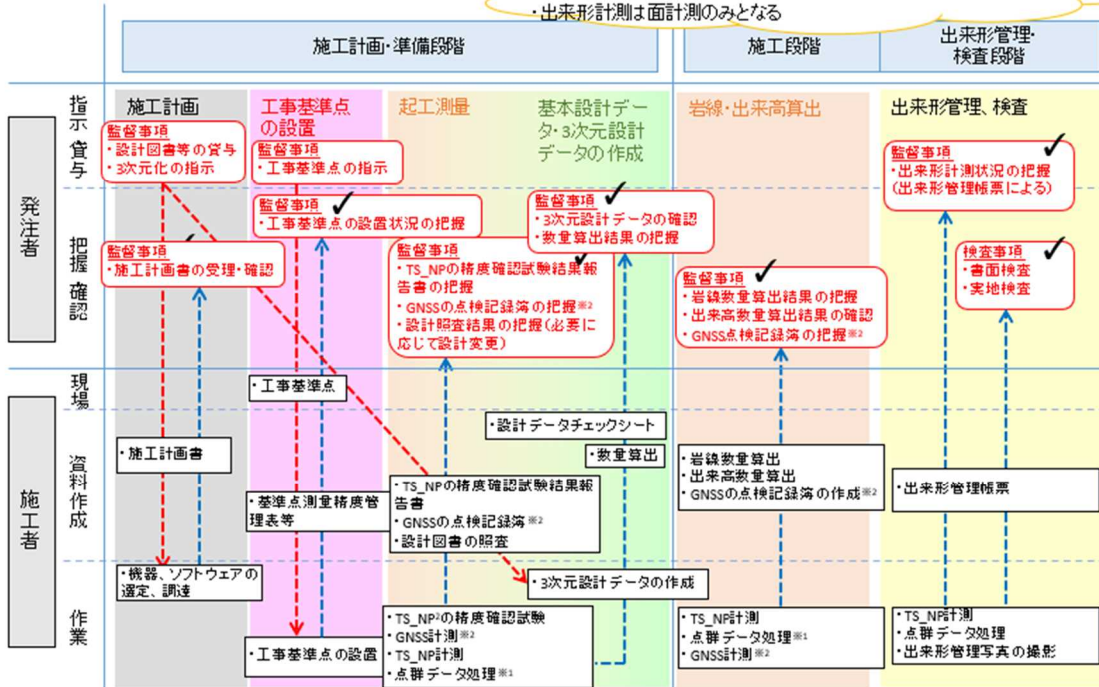
2. 必要書類と提出のタイミング: ①TS等光波方式



3. 必要書類と提出のタイミング: ②TS(ノンプリズム方式)(TS_NP)

▶ 出来形管理の流れ

- ・起工測量・岩線測量、出来高計測の際基準点の設置はGNSS観測が認められている
- ・起工測量、岩線計測、出来高計測は断面計測も認められている
- ・出来形計測は面計測のみとなる



※1 ランダムに地形の形状を把握する場合 ※2 使用する場合
 ✓ 提出書類の確認

※詳細は、「TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)」を参照のこと。

4. 必要書類と提出のタイミング: ②TS(ノンプリズム方式)(TS_NP)



- 必要書類**
- ▶ 施工計画書
 - ▶ 基準点測量精度管理表等
 - ▶ 精度確認試験結果(TS_NP)
 - ▶ 点検記録簿(GNSS) ※使用する場合
 - ▶ 設計照査結果
 - ▶ 3次元設計データチェックシート
 - ▶ 数量算出結果
 - ▶ 点検記録簿(GNSS) ※使用する場合
 - ▶ 岩線計測結果 ※必要に応じて
 - ▶ 出来高数量算出結果 ※選択した場合
 - ▶ 品質管理及び出来形管理写真
 - ▶ 出来形管理図表
 - ▶ 電子成果品

□ GNSSによる観測地の点検記録簿

・工事基準点等の既知点との座標値比較
 平面 ± 20mm以内
 標高 ± 30mm以内
 ・時期:計測毎の開始と終了時

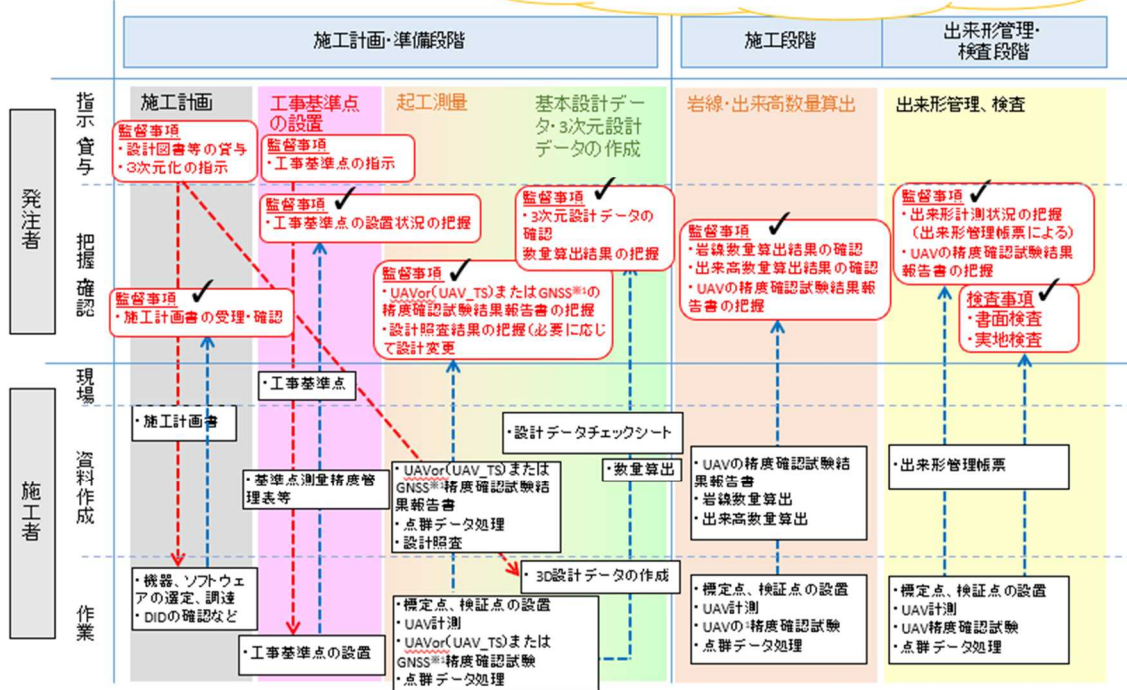
□ 精度確認試験結果(ノンプリズム方式)

・3級以上のTSとの座標値比較
 平面・標高 ± 20mm以内
 ・時期:利用までに行うこと

5. 必要書類と提出のタイミング：③空中写真測量 (UAV)

▶ 出来形管理の流れ

カメラ位置計測を併用する空中写真測量を実施する場合は、利用前6ヵ月以内に要領記載の精度確認試験を実施すること(UAV_TS)



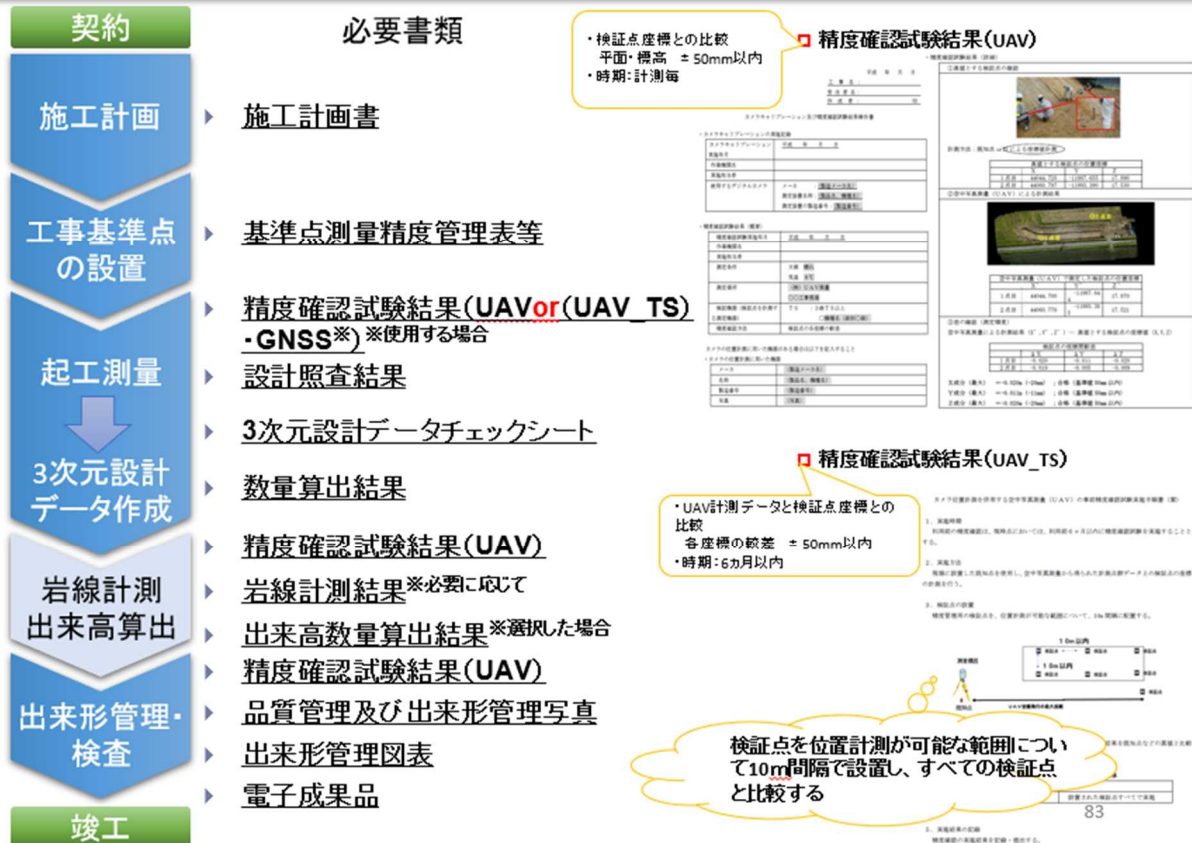
※1 使用する場合

✓ 提出書類の確認

※詳細は、「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)」を参照のこと。

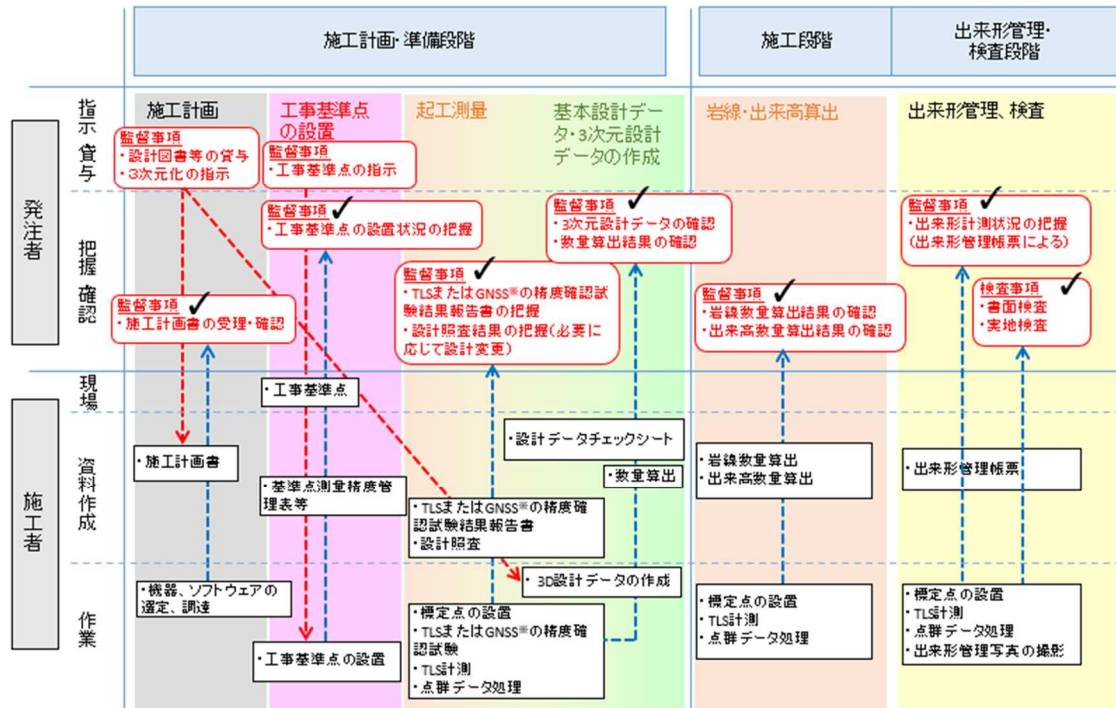
82

6. 必要書類と提出のタイミング：③空中写真測量 (UAV)



7. 必要書類と提出のタイミング：④地上型LS

▶ 出来形管理の流れ



✓ 提出書類の確認

※詳細は、「レーザー スキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)(案)」を参照のこと。

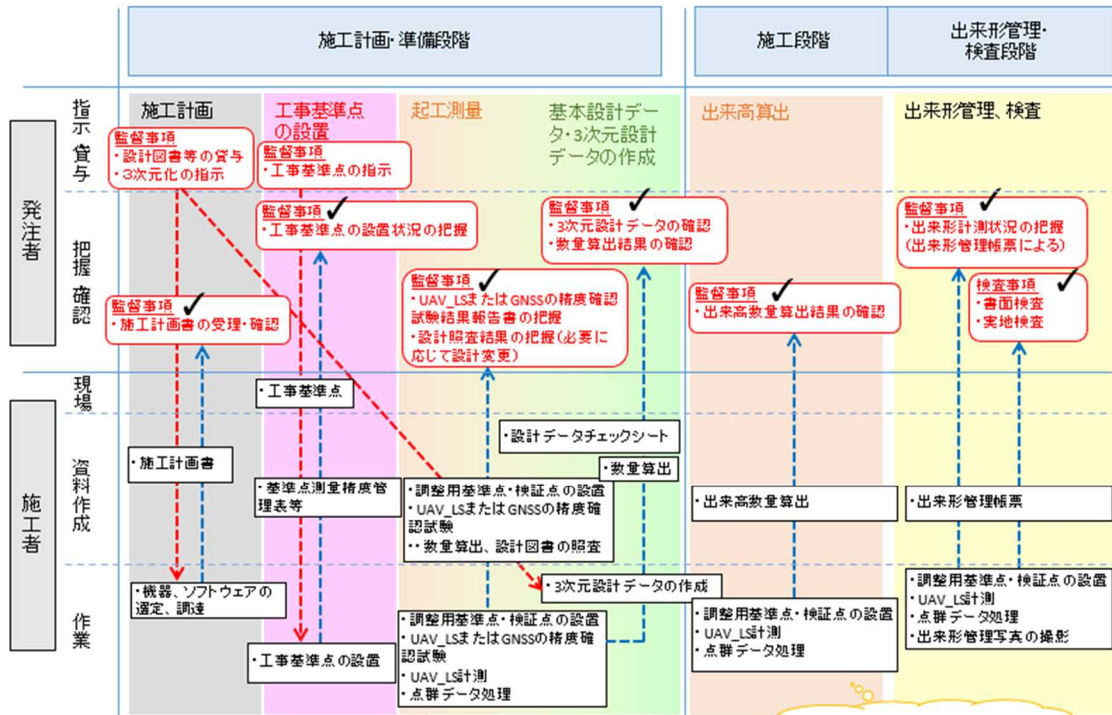
84

8. 必要書類と提出のタイミング：④地上型LS



9. 必要書類と提出のタイミング：⑤無人航空機搭載型LS(UAV_LS)

▶ 出来形管理の流れ



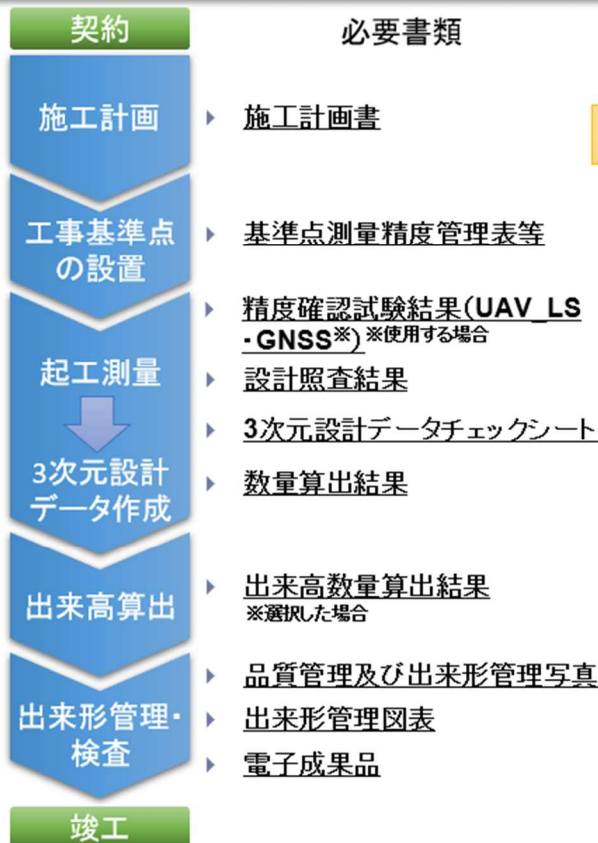
UAV_LSは岩線計測は対応外となる

✓ 提出書類の確認

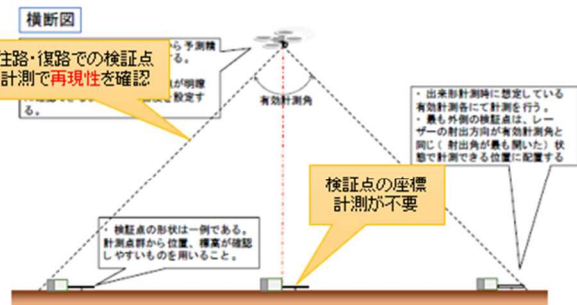
※詳細は、「無人航空機搭載型レーザー扫描仪を用いた出来形管理要領(土工編)(案)」を参照のこと。

86

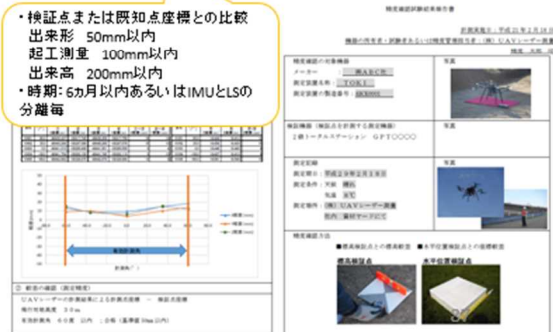
10. 必要書類と提出のタイミング：⑤無人航空機搭載型LS(UAV_LS)



□ 調整用基準点・検証点設置例

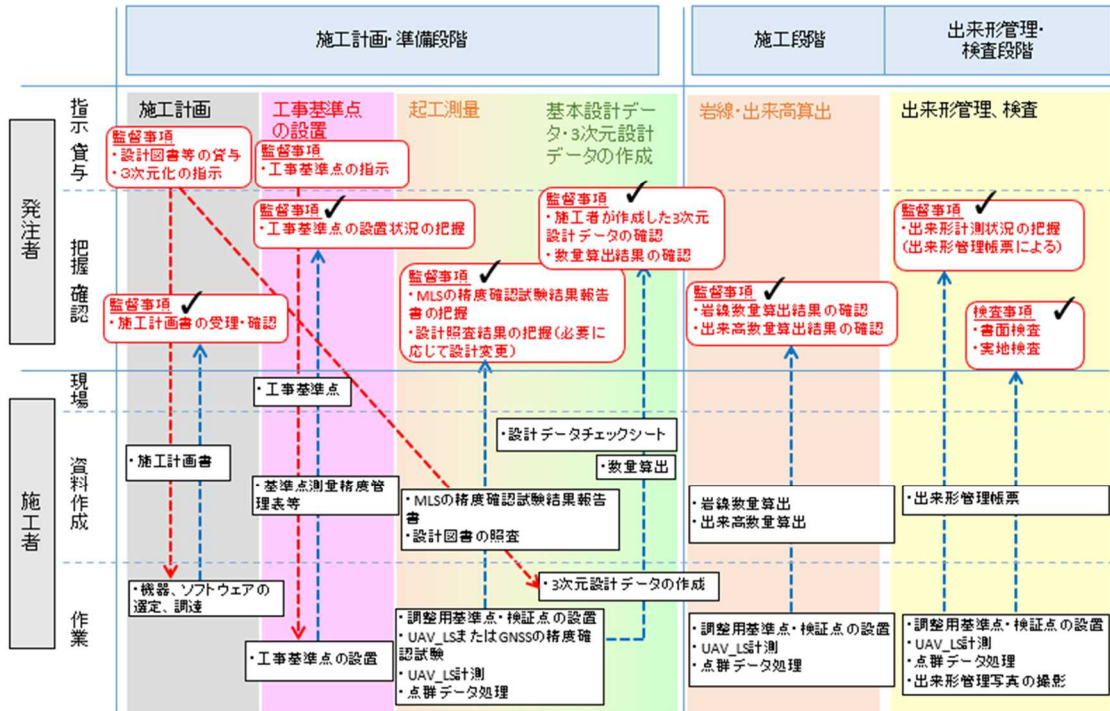


□ 精度確認試験結果(UAV_LS)



11. 必要書類と提出のタイミング：⑥地上移動体搭載型LS (MLS)

▶ 出来形管理の流れ



✓ 提出書類の確認 ※詳細は、「地上移動体搭載型レーザー Scanner を用いた出来形管理要領(土工編)(案)」を参照のこと。 88

12. 必要書類と提出のタイミング：⑥地上移動体搭載型LS (MLS)

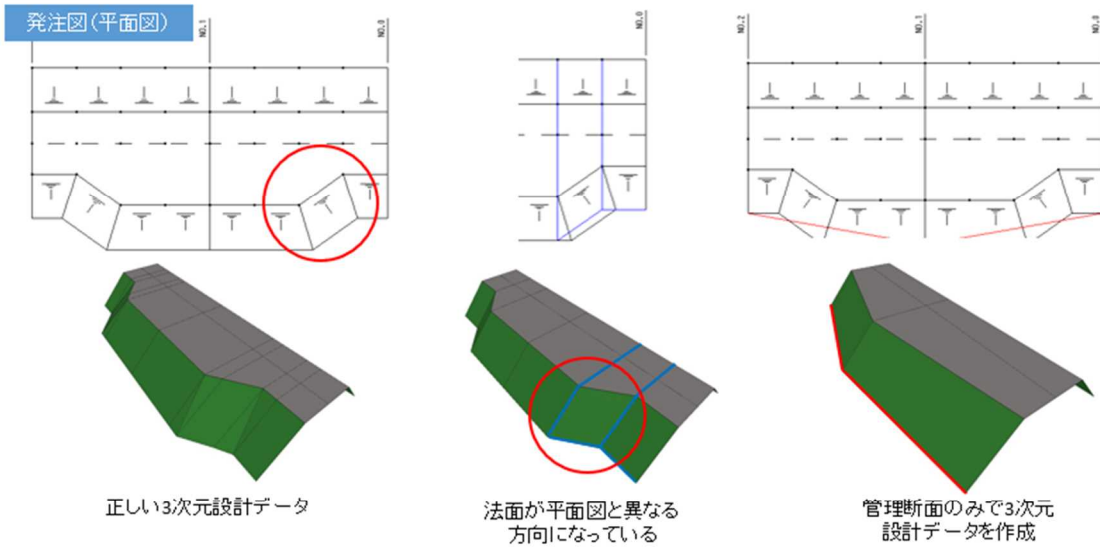


2-5. 3次元設計データ作成留意事項

90

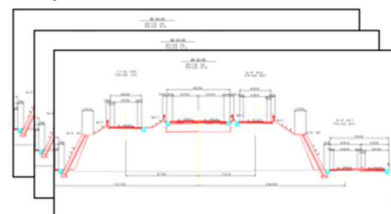
1. 3次元設計データ作成の留意点

① 設計図書を3次元化する際には、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る。



② ①の場合に管理断面以外の変化断面を作成する必要がある。

新たな断面の追加

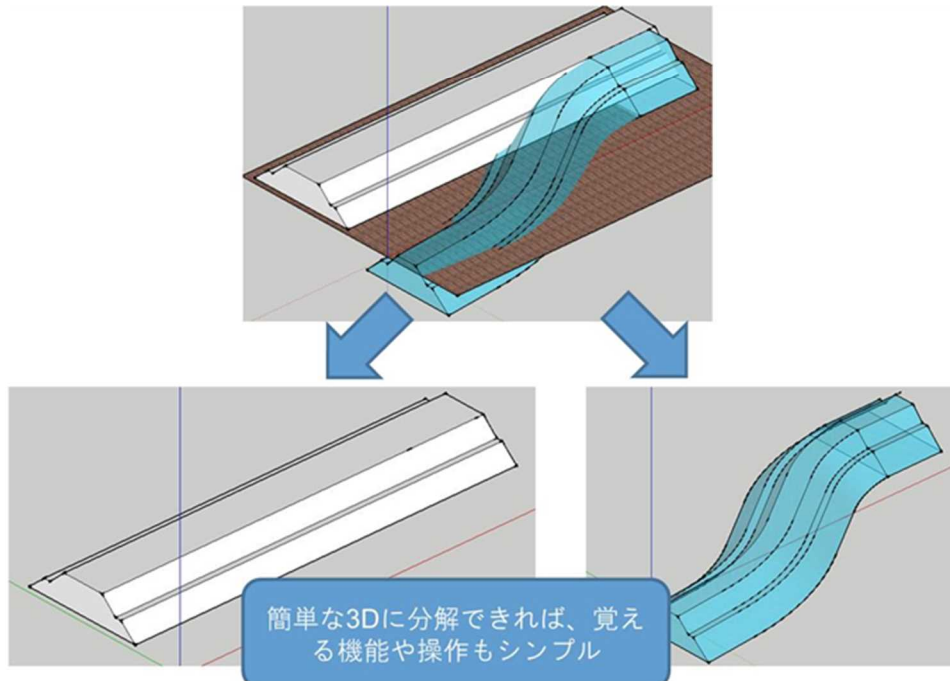


91

2. 3次元設計データ作成の留意点

参考：複雑な3次元設計データの作り方

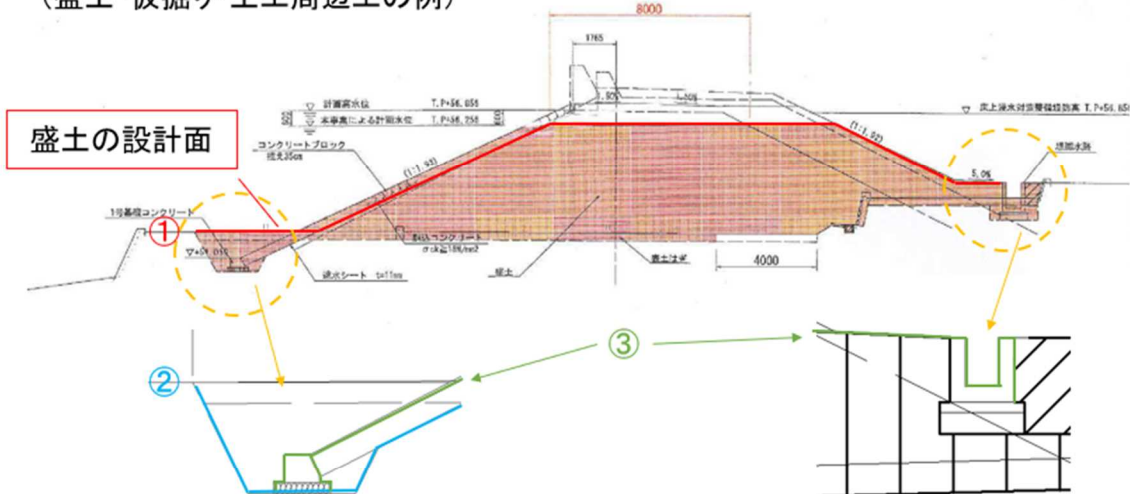
- 複雑な3次元設計データは、分割してつくる場合もある。
- ▶ 設計が複雑な3次元形状をしている場合(ランプ部等)単純な形状に分割して3次元設計データを作成する



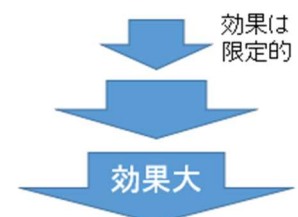
92

3. 3次元設計データ作成の留意点

- どの工種まで3次元化すればよいのか？
(盛土・仮掘り・土工周辺工の例)

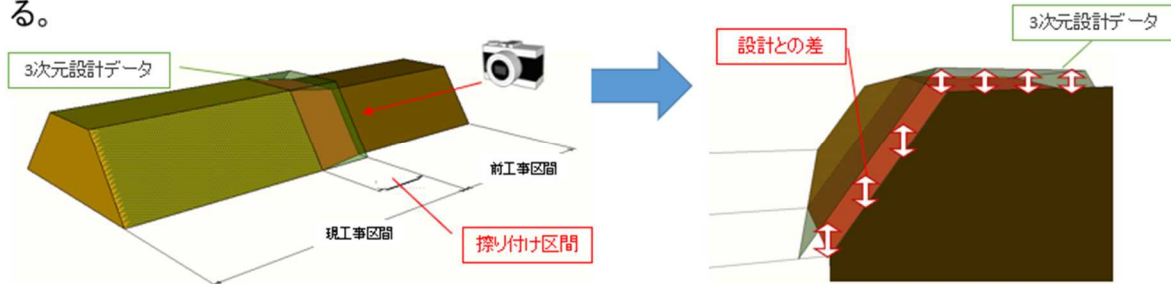


- ① 出来形対象工種のみ作成していれば、出来形対応は可能
- ② 仮掘りは出来形の対象ではないが、作成しておいてバックホウに搭載できれば丁張レスでの施工が可能
- ③ 従来管理の場合でも3次元設計データを作成しておくことで、丁張り設置作業が効率化(位置出し誘導や高さの指示が可能)

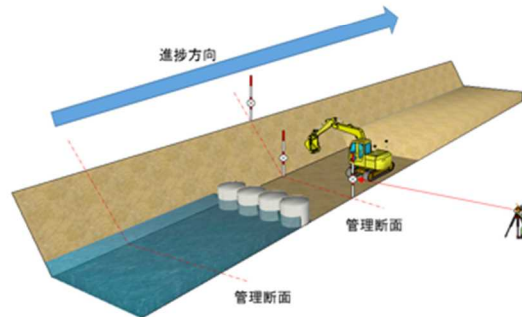


4. 出来形対象範囲の協議

- ・ 摺り付け部や、前工事との連節部など、現場での摺り付けが優先される箇所の設計データは出来形と一致しないことも多いため、協議により出来形管理対象から除外することができる。



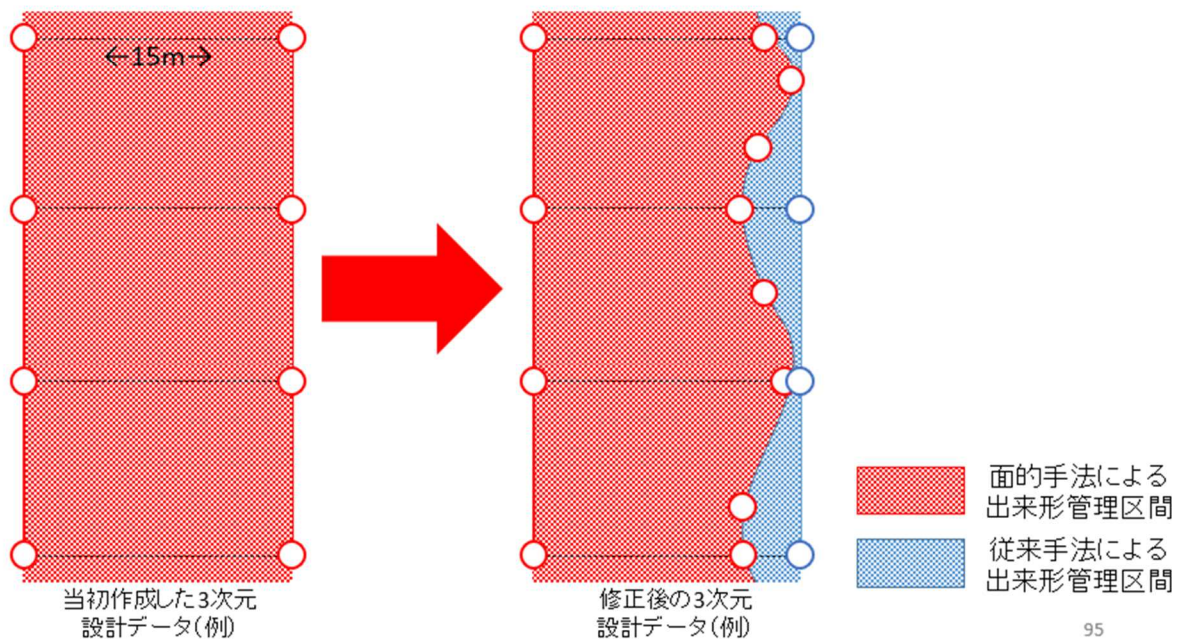
- ・ **施工後の出来形が水中部となる場合(A)**
湧水が予想される工事で区間毎に水止め処置を行い、施工完了毎に水止めを外していく施工では仕上がり面が浸水する為、面的管理が難しいので従来(TS)出来形を適用する。



94

5. 出来形対象範囲の協議

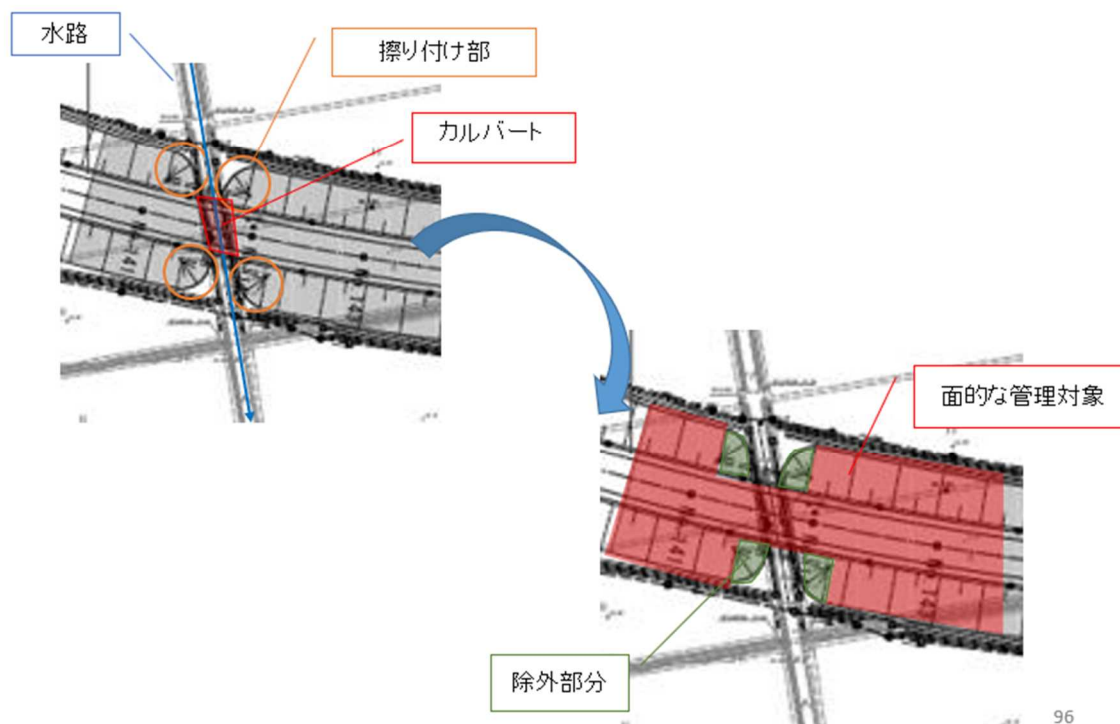
- ・ **施工後の出来形が水中部となる場合(B)**
河床部を含む掘削工事で、河川により浸食されている部分は面的手法による出来形管理が困難なため、変化点毎に座標点を設置し、面的手法による出来形管理範と、従来手法による出来形管理範囲を分けて出来形管理を実施した。



95

7. 出来形対象範囲の協議

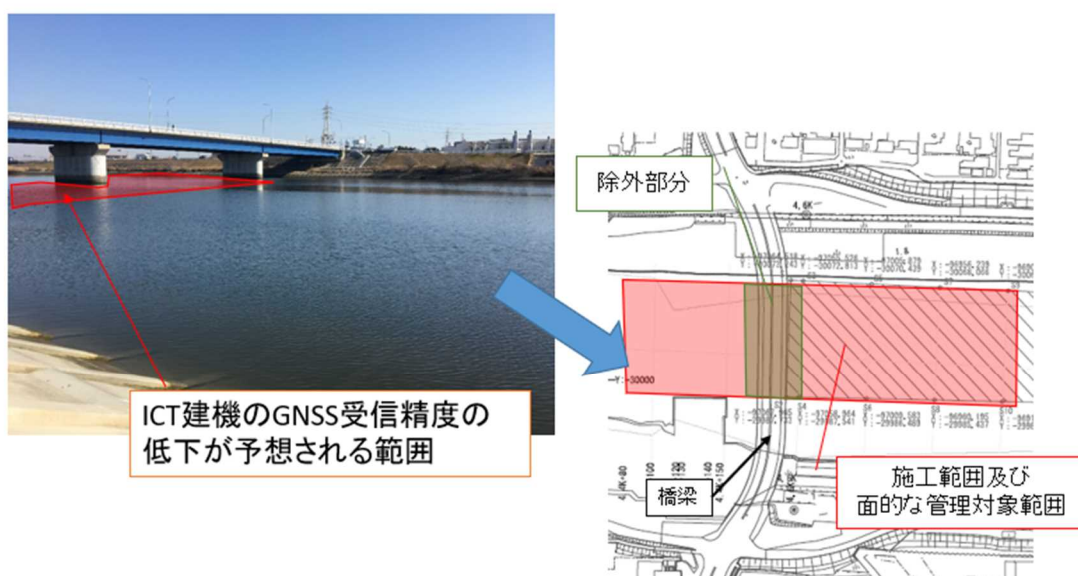
- 構造物や前後の施工区間までの擦り付け部等は、正確な3次元設計データの作成が困難なため、面的な管理を実施するか協議が必要。



96

8. 出来形対象範囲の協議

- 施工履歴データを用いた出来形管理を行う場合
橋梁や既存構造物付近、高圧線の影響で、GNSSの受信精度の低下やマルチパスとなり、ICT建機の精度が著しく低下することが予想される区間は、面的な管理を実施するか協議が必要。

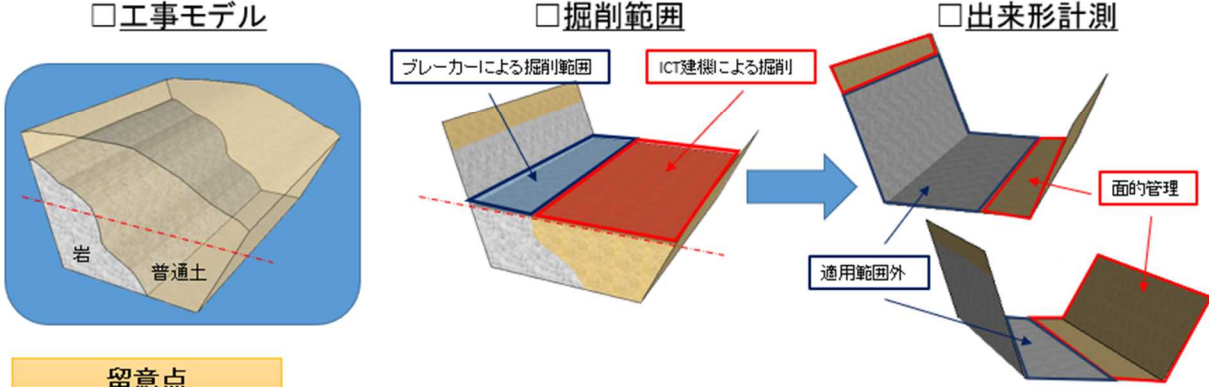


97

9. 出来形対象範囲の協議

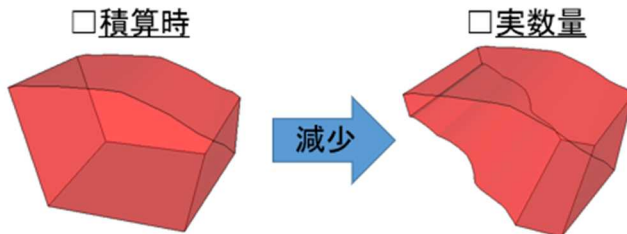
岩線計測は従来(TS)計測も可能

- 施工途中に岩が発生した際の対応(出来形計測)
通常のブレイカー掘削で施工した際の、出来形の面計測は行なえないので、適用範囲外となる。



留意点

積算時に計上していたICT建機による施工数量が減少するので、施工数量の変更が必要。



施工量(m³) ÷ 日当たり標準作業量(m³/日)

施工日数	割合
20日未満	100%
20日以上60日未満	50%
60日以上	25%

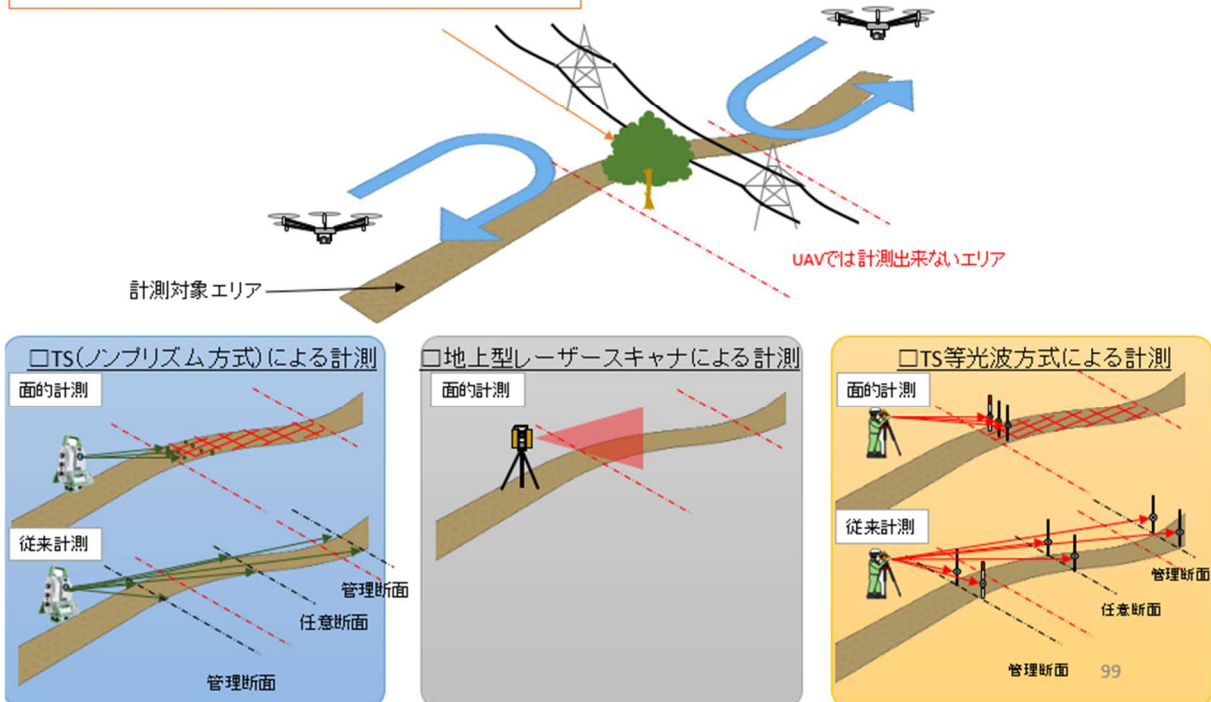
※ICTの全面活用に関する実施方針 別紙-6より

98

10. 起工測量時の計測範囲、計測方法の協議

- 空中写真測量を用いた起工測量を実施した際に、一部計測出来ない箇所(高圧線・橋梁・草木等)の補足計測方法

計測エリアに覆いかぶさっているが伐開対象ではない障害物や高圧線



11. その他利用上の留意点

① GNSSを利用する場合

衛星の電波を受信できないと十分な精度が得られないため、以下の現場条件の場合に利用できない可能性がある。

- 1) 上空が開けていない: 高い木、建物は電波受信の障害物となる。
- 2) 建物や看板、山の稜線などは衛星電波の反射の原因となる。
- 3) 高圧送電線などの混信妨害は観測の影響を及ぼす原因となる。

高圧送電線のある現場事例



利用可能技術の選択肢が限定されてしまう

施工延長に沿って高圧送電線があり電波障害が予想されるため、計測器機はUAVではなく地上型LSを採用し、施工にはTS誘導によるICT建機を採用した。

- ② 空中写真測量を実施する場合は計測対象面の草木を伐開し、裸地にする必要がある。
- ③ 地上型LSによる計測を実施する場合、計測対象物の形状次第では器械設置個所を限定されることや、設置回数が増えることがあるため、工事基準点設置の際に器械の特性と形状を鑑みた基準点配置が必要となる。

100

2-6. 監督事項に係るQ&A

101

1. 監督事項に係るQ&A

Q1. どのような条件の場合に、3次元出来形管理除外区間となる？

A1.

- ① 面管理が非効率となる場合
 - ・ 下層の施工完了を待った後に面計測を実施すると、上層の施工できないため進捗があがらない。
- ② 3次元設計データ通りに施工できない場合
 - ・ ラウンディング、小堤部。
 - ・ 現況及び隣接工区との擦り付け区間。
 - ・ 岩掘削が発生した場合。
 - ・ 施工面が流水の影響を受ける。
- ③ 仕上がった面に重機や工事車両の往来があり形状が崩れる場合
 - ※ 工程の組み方次第では効率よく面計測できる場合があるため、施工計画の立案時に協議が必要。

102

2. 監督事項に係るQ&A

Q2. 契約図書となる3次元設計データとは？

A2. ICT活用工事で使用される3次元設計データは、

- ① 路線データ
- ② 出来形用TINデータ
- ③ 建機施工用TINデータ

主に3種類の3次元設計データを使用して施工していますが、
契約図書となる3次元設計データは
②出来形用TINデータとなります。

[補足]

- ① 路線データの活用方法
→ 電子丁張りに使用することで、位置出しや丁張掛けに使用しています。
- ② 建機施工用TINデータの活用方法
→ 仕上がり形状以外や面管理対象外の施工時に使用しています。

103

3. 監督事項に係るQ&A

Q4. 施工プロセスの④で出来形計測にTS出来形(従来評価)を実施することができる?

A4. 平成30年度に発出された“実施方針 別紙-7”に「面効率が非効率となる場合は面管理を適用しなくてもよい。ただし、完成検査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。」という記述があり、これを採用するか協議が必要となります。

Q5. 境界部に立木などがあり、現場を囲うように工事基準点を設置出来ない場合の対処方法は?

A5. 施工エリアの内側に設置可能です。採用した出来形計測器を効率よく計測できるように配置することが重要となります。

104

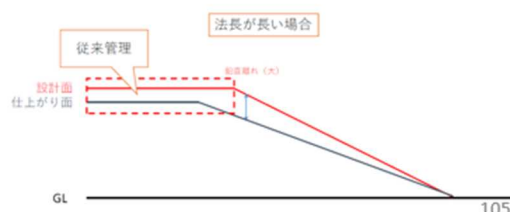
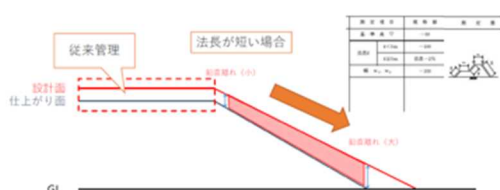
4. 監督事項に係るQ&A

Q6. 実地検査の検査箇所はどのように決める?

A6. 基本的には1工事につき1断面、平場・天端上の任意の箇所です。法面部のみ面管理対象の現場では平場から計測できる範囲で検査することができます。

Q7. 面管理では法長が担保されていないのでは?

A7. 標高較差の取得密度@10cmというところで、法長が不足している場合、または長い場合、設計面に対しての評価する点の離れが大きくなるため最大最小値の規格値に収まっているとしても、平均値の規格値をクリアすることが難しくなる可能性がございます。ヒートマップで表現すると、法肩尻部が規格値の〇%の色分けで表示されますので設計に対しての仕上がり面の高い低いが一見することができます。

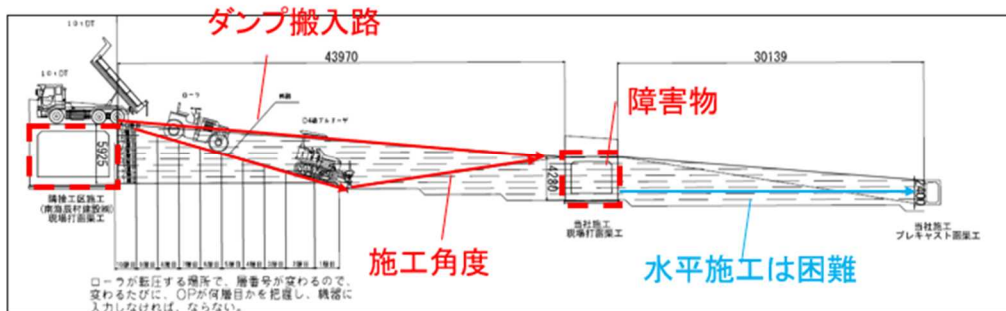


3. 監督事項に係るQ&A

Q3. GNSSの締め回数管理が現場条件に適していない場合の対処方法は？

A3. 例 盛土材投入場所が限られ、投入口から施工基盤までの高低差もあるため、押土する距離が長くなり水平に施工するのが困難となる。また、障害物を乗り越えるための斜路を作り、ダンプトラックの搬入路を確保する必要があった。

斜路は場所によって層が変化するため機器の操作が煩雑になり施工性が落ち合理的でないため、砂置換による品質管理を採用した。



3. ICT 建設機械の手引き

3. ICT 建設機械の手引き

3.1 マシンコントロール/マシンガイダンス技術（バックホウ編）の手引書【発注者用】

**マシンコントロール／
マシンガイダンス技術
（バックホウ編）の手引書
【発注者用】**

平成30年2月

基礎編

1. MC/MG技術(バックホウ)の概要
2. MC/MG技術(バックホウ)の機器構成
3. MC/MG技術で利用される測位技術
4. 準拠する要領、基準等、適用工種
5. MC/MG技術(バックホウ)導入のメリット
6. MC/MG技術(バックホウ)導入の主要5パート

1.① マシンコントロール技術 (バックホウ) の概要

- ▶ マシンコントロール(以下、「MC」という。)技術とは、自動追尾式TSやGNSSなどの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分に基づき、操作を半自動制御するシステムです。

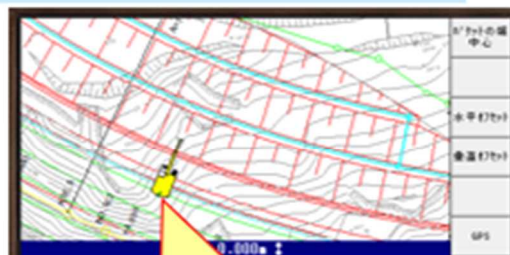
TSを用いたMCイメージ



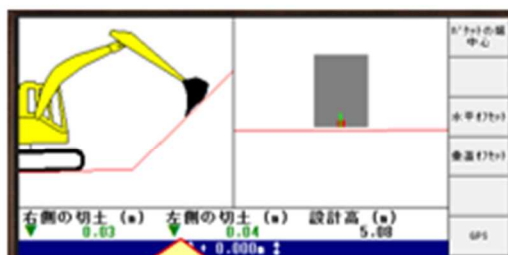
GNSSを用いたMCイメージ



車載PC画面イメージ ※各メーカーにより異なる



車載PCに搭載された設計データに対する施工機械位置をリアルタイムに提供



現在位置の切り出し位置や設計データに対するバケット位置の差分(切土目標値)をリアルタイムに提供

MCって何？



MC(バックホウ)技術を用いた施工イメージ

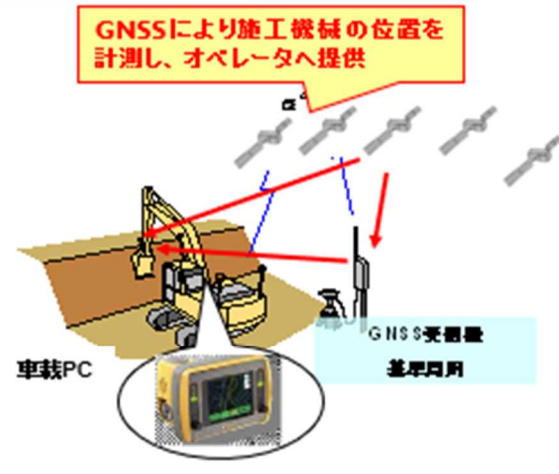
1.② マシンガイダンス技術 (バックホウ) の概要

- ▶ マシンガイダンス(以下、「MG」という。)技術とは、自動追尾式TSやGNSSなどの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分をオペレータへ提供するシステムです。

TSを用いたMCイメージ



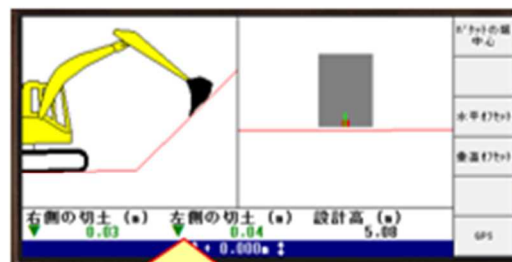
GNSSを用いたMCイメージ



車載PC画面イメージ ※各メーカーにより異なる

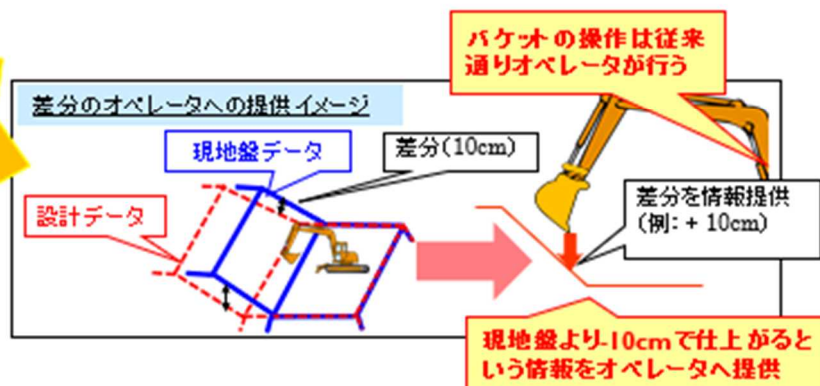


車載PCに搭載された設計データに対する施工機械位置をリアルタイムに提供



現在位置の切り出し位置や設計データに対するバケツ位置の差分(切土目標値)をリアルタイムに提供

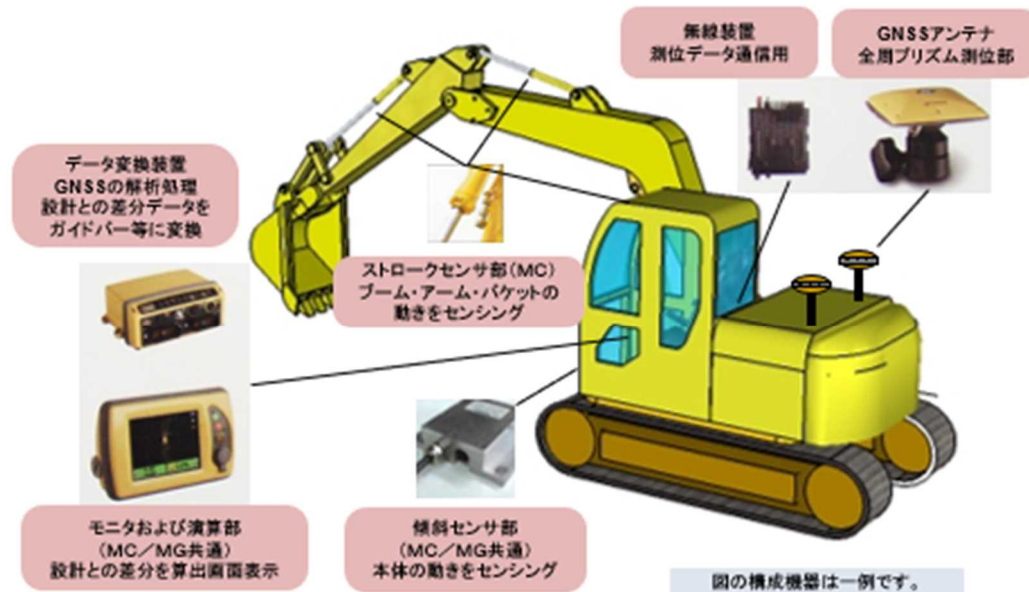
MCとは
ここが
違う!



MG(バックホウ)技術を用いた施工イメージ

2.① マシンコントロール技術(バックホウ)の機器構成

- MCのバックホウでは、ブーム・アーム・バケット・本体の傾きをセンシングするセンサが必要です。(センサが内蔵されているものと、されていないものがあります。)
- バックホウは回転作業を行うことが多いため、向きを特定するために測位アンテナを2基設置しているのが一般的です(次頁の、シングルタイプもあります。)



参考 機器構成について

- メーカーによっては、ストロークセンサや傾斜センサ等のセンサ類を重機に標準搭載している場合もある。

参考 適用機種について

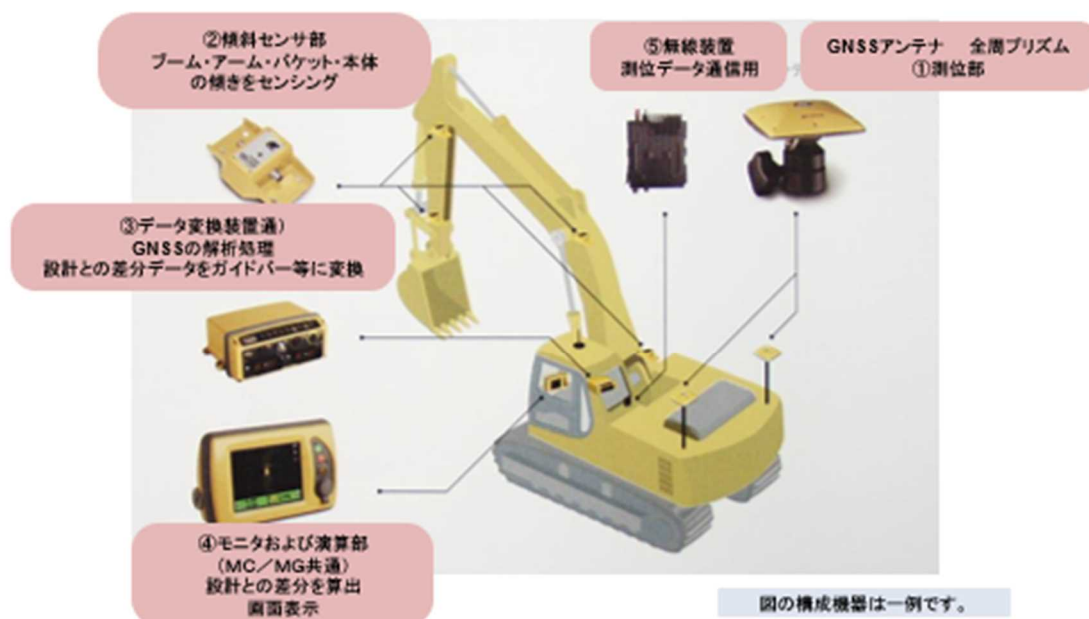
- MCバックホウは、油圧を自動制御する必要があるため、MC対応仕様のバックホウを調達する必要があります。
- MCバックホウは向きを特定するために2基のアンテナを設置していますが、小旋回型などではアンテナを取り付ける位置が無い場合もあります。
- 小型のバックホウでは、作業中の機械のゆれが大きくなるため、安定したコントロール機能が発揮されにくい場合があります。

留意点 センサ等を取り付ける場合の留意点

- バックホウの作業によっては、振動や負荷がかかり、剥離や亀裂等が発生する場合もあるため、GNSSやセンサの取り付け位置は、十分強度(ブラケット補強等)がある箇所へ設置してください。

2.② マシンガイダンス技術(バックホウ)の機器構成

- ・ MGのバックホウでは、ブーム・アーム・バケット・本体の傾きをセンシングするセンサを設置する必要があります。
- ・ バックホウは回転作業を行うことが多いため、向きを特定するために測位アンテナを2基設置しているのが一般的です(次頁の、シングルタイプもあります)。



参考 機器構成について

- ・メーカーによっては、③と④を一体化している場合や、②を重機に標準搭載している場合もある。

参考 適用機種について

- ・MGバックホウは、重機への制御を行わないことから、基本的には全てのバックホウに搭載可能です。
- ・MGバックホウは向きを特定するために2基のアンテナを設置していますが、小旋回型などではアンテナを取り付ける位置が無い場合もあります。
- ・小型のバックホウでは、作業中の機械のゆれが大きくなるため、安定したガイダンス機能が発揮されにくい場合があります。

留意点 センサ等の取り付け位置について

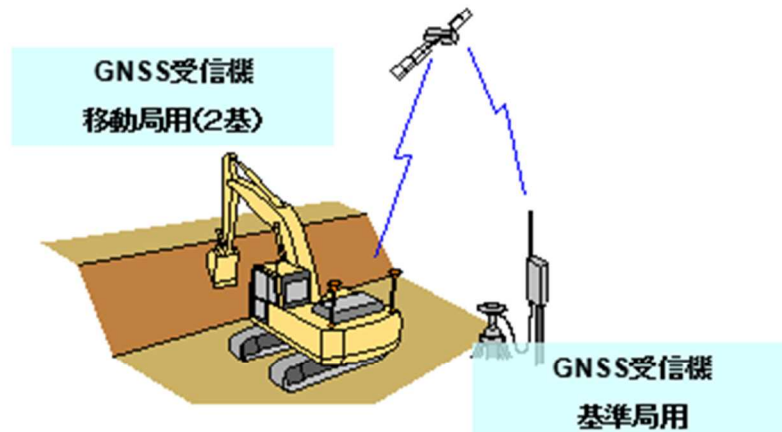
- ・バックホウの作業によっては、振動や負荷がかかり、剥離や亀裂等が発生する場合もあるため、GNSSやセンサの取り付け位置は、十分強度(ブラケット補強等)がある箇所へ設置してください。

3. MC/MG技術で利用される測位技術

▶ 位置計測技術(例)

【RTK-GNSS 2基タイプ】

建設機械に取り付けたアンテナ(2基)の座標をRTK-GNSSを用いて計測します。RTK-GNSSの基準局(あるいはVRSによる仮想基準局)から補正データを無線装置(VRSの場合は携帯通信)等で受け取る必要があります。補正データは複数の機械に配信可能で、アンテナを搭載した移動局側を複数稼働させることができます。



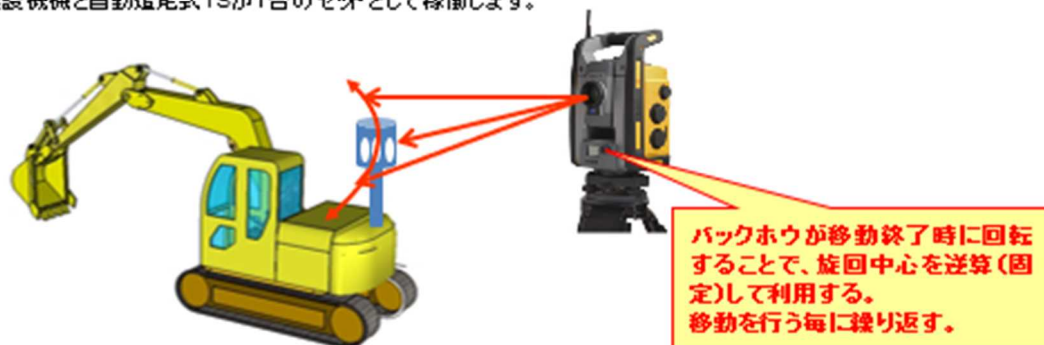
【測位技術のシングルタイプ】

バックホウは回転作業を行うことが多いため、バックホウの向きを特定するためにアンテナを2つ搭載して向きを特定するシステムが一般的です。

しかし、自動追尾式TSの活用や移動の少ない作業では測位部を1つにしたタイプでのマシンガイダンスやマシンコントロールを実施することが可能となっています。

【自動追尾式TS・GNSS 1基タイプ】

建設機械側に取り付けた全周プリズムを自動追尾式TSが追尾して連続的に全周プリズムの位置を計測(あるいはGNSSアンテナにより計測)します。計測結果は無線で建設機械に転送されます。自動追尾式TSの場合は、建設機械と自動追尾式TSが1台のセットとして稼働します。



参考

測位技術の選択について

- 測位技術については、当該工事の現場条件(山間地での衛星の捕捉状況、無線障害の有無)と作業期間、当該作業以外で利用する測位技術の活用などを考慮して選定する。
- MC/MGバックホウでは、3次元座標や3次元設計データを利用しない2Dタイプもあります(一定勾配や丁張りとの併用は便利)。ただし、ICT活用工事(土工)の対象機械ではありません。

4. 準拠する要領、基準等、適用工種

▶ 準拠する要領・基準等

- ▶ MC/MG技術を用いた施工の施工管理要領、監督・検査要領等は策定されていません。
- ▶ MC/MG技術を用いた施工では、従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル((財)国土技術研究センター)」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省各地方整備局)」等の従来通りの土工の施工管理要領・監督検査要領に準じて実施されます。
- ▶ MC/MG技術に関する機器・ソフトウェア等の必要要件も統一されていません。
- ▶ ICT活用工事で出来高部分払いを利用する場合は、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」に準じて精度確認を行う必要があります。
- ▶ 2Dあるいは3Dでは用いるシステムに違いがあります(ICT活用工事では3Dを利用する必要があります)。

▶ 適用工種

□ ICT活用工事(土工)での適用工種

(1)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とする。

1)河川土工、海岸土工、砂防土工

掘削工/盛土工/法面整形工

2)道路土工

掘削工/路体盛土工/路床盛土工/法面整形工

《表-1 ICT活用工事と適用工種》

段階	技術名	対象作業	建設機械	適用工種		監督・検査 施工管理	備考
				河川土工	道路土工		
ICT建設機械 による施工	3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 3次元マシンガイダンス (ブルドーザ)技術	まきだし 敷均し 掘削 整形	ブルドーザ	○	○		
	3次元マシンコントロール (バックホウ)技術 3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術	掘削 整形	バックホウ	○	○		

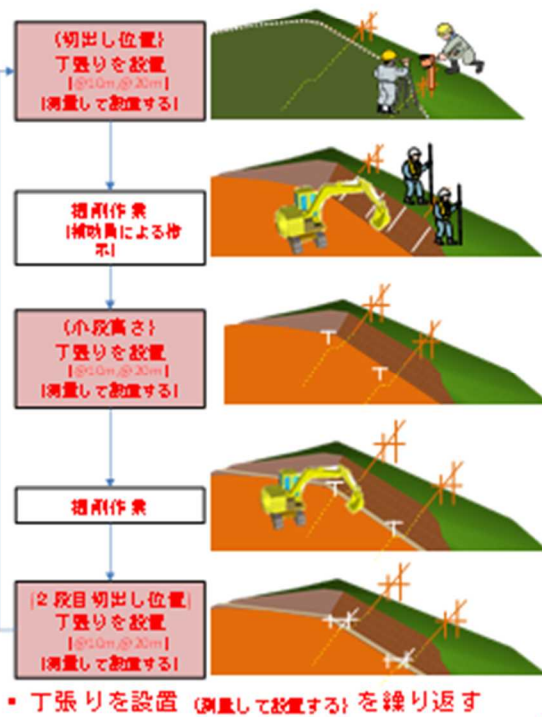
□ ICT活用工事(土工)以外での適用工種

MC/MGバックホウは、造成工事、溝掘削工、浚渫工、小規模な敷均しなどにも有効活用できる。

5.① マシンコントロール技術 (バックホウ) 導入のメリット

▶ 丁張り削減、検測作業削減、施工作業の簡素化による施工の効率化

【従来手法】



【MC技術】



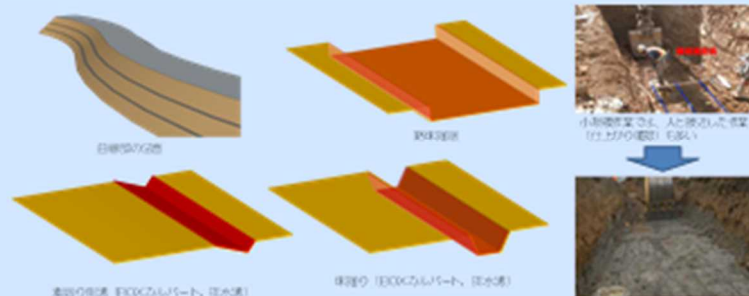
※ MGとの違い

- ・ MCではオペレータの技能に関わらず刃先が設計面より下に下がらないので過掘りを防止できる

参考

MC(バックホウ)技術の活用場面について

様々なデータを作成することで用途は多彩、小規模現場でも効果を発揮

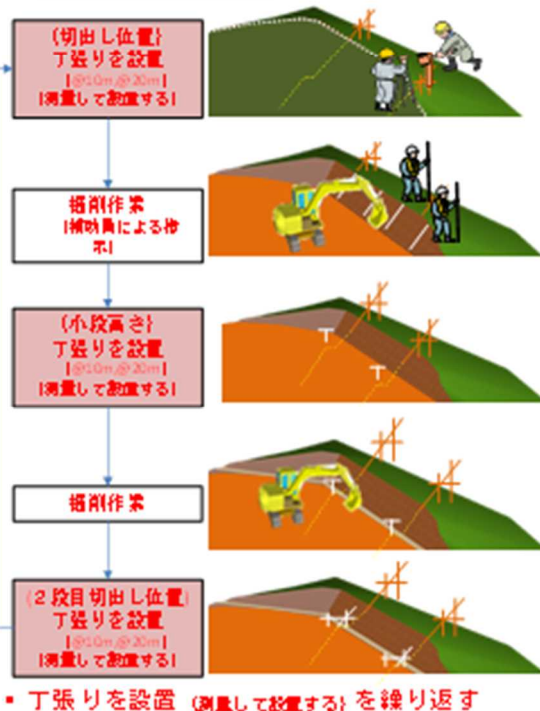


MCバックホウはデータ作成次第で活用場面が広がる。法面だけでなく、様々な3次元データを作成して効果的に活用することが重要。

5.② マシンガイダンス技術 (バックホウ) 導入のメリット

▶ 丁張り削減、検測作業削減、施工作業の簡素化による施工の効率化

【従来手法】



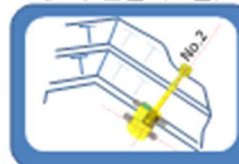
【MG技術】

MGを用いることで
丁張りの業務が無くても
モニタ画面に丁張りが存在(全面)。



モニタ画面 (平面)

モニタ画面 (横断)



- 丁張り作業の**人件費**、**丁張り材料費を削減**。
- **掘削の指示(丁張りなどの盛取り替え)待ち**、**勾配の仕上がり確認時間削減**。バックホウの作業時間が増加。結果的に**効率的な作業**が実現。
- MGの活用で**準備作業(丁張り計算・丁張り設置)**は**1度法でも多度法でもほぼ変わらない作業**になり、**複雑な法面**でも**効果**を發揮!

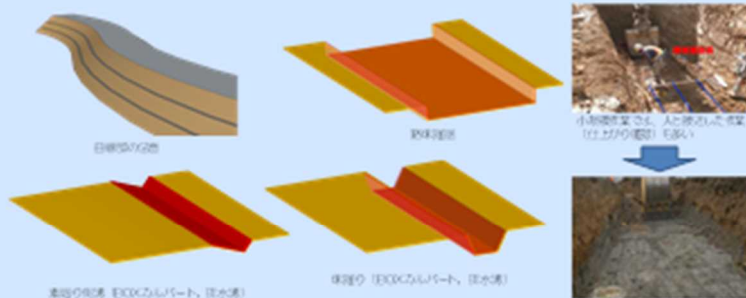
※ MCとの違い

- ・ MGでは操作はオペレータの技能による。

参考

MG(バックホウ)技術の活用場面について

様々なデータを作成することで用途は多彩、小規模現場でも効果を発揮



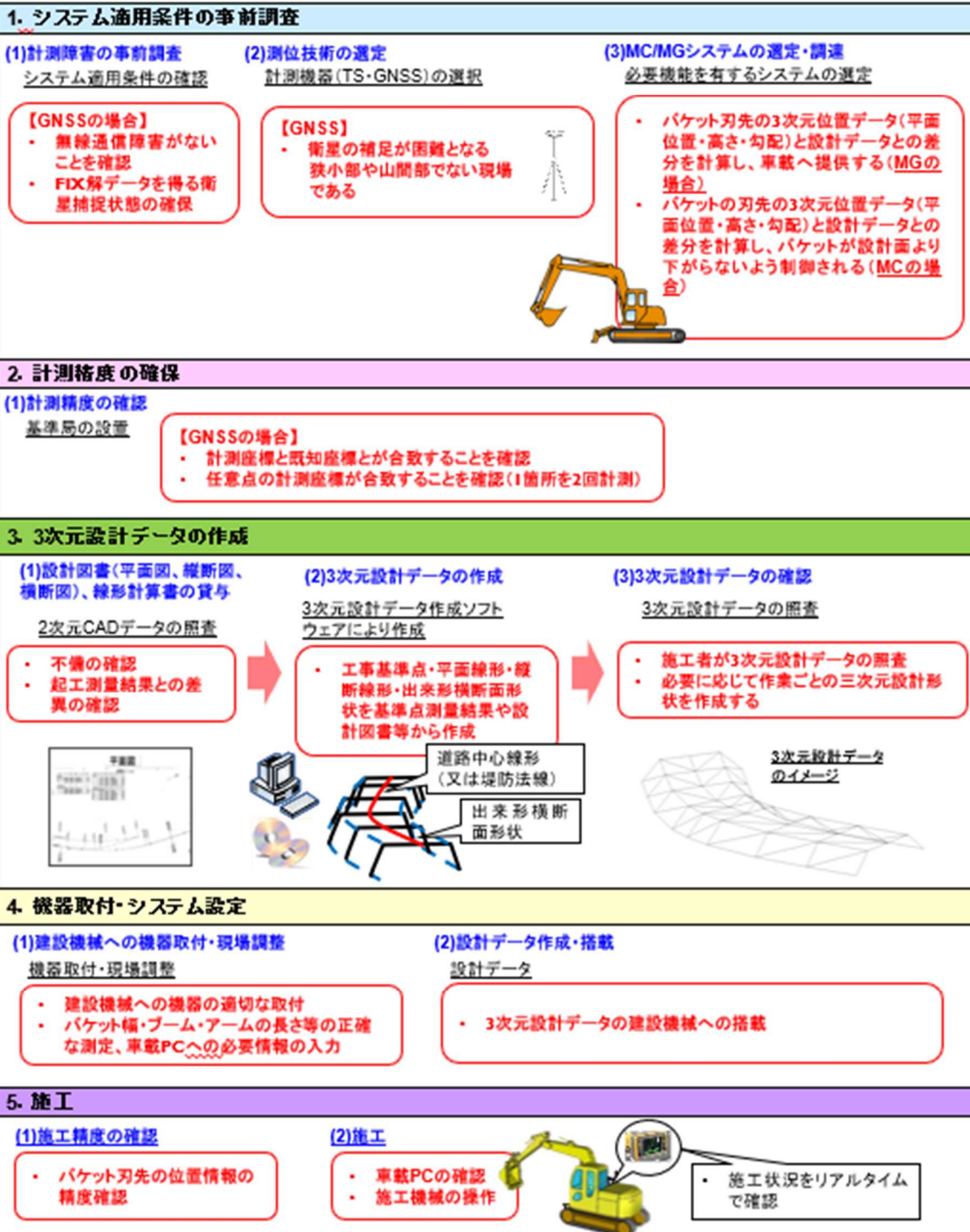
MGバックホウはデータ作成次第で活用場面が広がる。法面だけでなく、様々な3次元データを作成して効果的に活用することが重要。

様々なアタッチメントでも利用できる



6. MC/MG技術 (バックホウ) 導入の主要5パート

- ▶ MC/MG技術を用いた施工では以下の主要5パートの適切な実施により、施工精度を確保することができます。



実務編

1. MC/MG技術(バックホウ)を用いた施工の流れ
2. システム適用条件の事前調査時の実務内容
3. 施工時の実務内容

1. MC/MG技術(バックホウ)を用いた施工の流れ



2. システム適用条件の事前調査時の実務内容

▶ 施工計画時の実施内容と解説事項

本書の記載範囲

フロー	施工者の 実務内容	監督職員 の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">施工計画書の作成</div>	<ul style="list-style-type: none"> 施工計画書の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 提案事項の確認(解説①)P15

解説①：提案事項の確認【監督職員】

～2.MCシステム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ 施工者がMC/MG技術を利用するための特別な記載は必要ありません。ただし、発注者指定あるいは技術提案などでMC/MGの導入を提案している場合は、提案している内容と利用するシステムが合致しているか確認します。
- ▶ また、発注者指定あるいは技術提案などでMC/MGの導入を提案している場合、利用するシステムの特徴や現場の制約条件から、現場の一部で利用する場合もありますので、利用範囲(利用工種)についても確認します。

※利用範囲に制限を設ける場合は、施工前の協議で受発注者で確認しておくとい良いでしょう。

- ▶ ICT活用工事(土工)で出来高部分払いを利用する場合は、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」に準じて実施する必要があります。

施工計画書の内容で確認

施工者は、「土木工事共通仕様書 1-1-4 施工計画書」の規定に基づき、使用する施工機械に関する情報を記載します。

ポイント①

施工者が任意で利用する場合、MC/MG(バックホウ)として特別に記載する項目はありません。

ポイント②

技術提案などで、MC/MG技術の利用を提案している場合は、添付資料として、システムの機能(2Dあるいは3D)および精度が確認できる資料(メーカパンフレット等)を確認しておきます。MC/MG技術で利用する測位技術について、性能の証明は不要です。

ポイント③

ICT活用工事(土工)では、3Dシステムを活用した施工が求められている
ICT活用工事(土工)においても、施工の効率化が見込まれる範囲で技術利用を推進することが求められています。

チェックポイント

技術提案事項の確認について

- (1)発注者指定あるいは提案事項の目的と機能が合致しているか
- 利用するシステムは、2Dシステム(設計データを搭載しないタイプ)と3Dシステム(3次元設計データを搭載)で、提案事項と合致している。
 - 現場条件に適した測位技術を利用している。
 - 利用するシステムのカタログや仕様書がある(推奨事項)。
システムの機能や仕様を把握したり、現場で、提案事項が稼働しているかを判断する際の参考として、カタログや仕様書があると便利です。
- (2)利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か
- 現場の制限から適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。
RTK-GNSSの衛星が補足できない箇所、橋梁などで振動や揺れがある場所。
 - 利用するシステムを効率的に利用するために適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。
狭隘な箇所や、既に丁張りが設置されている場所など
- ※利用範囲に制限を設ける場合は、施工前の協議で受発注者で確認しておくとい良いでしょう。

解説②：作業装置位置の計測精度の確認方法

- ▶ 「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」により出来高を算出する場合は、刃先の精度確認を実施する必要があります。

(4) 作業装置位置の計測精度についての確認方法

1) バックホウの場合

バケット位置精度の標準的な確認方法を表3-2、図3-2に示す。

また、バケット位置精度の評価方法は、マシンガイダンス技術から提供されるバケット位置と、TSIにより取得されるバケット位置の較差を算出し、全て条件における較差が、標高で $\pm 50\text{mm}$ 以内であれば、所要の性能を確保していると判断する。また、参考までに、平面位置(X座標、Y座標の合成)は、その平均値が較差 50mm 以内であることを確認する。 ※「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」より抜粋

表3-2 バケット位置精度

	パラメータ (目標値) *			試験数	備考
	バケット 標高位置	バケット 角度	バックホウ 姿勢		
Case 1	0m	0度	0度	8点以上 (バケット距離: 2条件、 本体向き: 2条件とすると 全32データ)	バケット角度
Case 2	0m	-60度	0度		
Case 3	0m	60度	0度		バックホウ姿勢 (ピッチ)
Case 4	0m	0度	2.5度		
Case 5	0m	0度	5.0度		バケット高さ
Case 6	0m	0度	7.5度		
Case 7	1m	0度	0度		
Case 8	2m	0度	0度		

※パラメータの数値は、任意に設定してもよい。



図3-2 バケット位置精度の標準的な確認方法

様式-1)

発行箇所
平成 年 月 日
作成者:

「バケット位置の取得精度」記録シート (対象技術: 3Dバックホウ)

試験 ケース	パラメータ(目標値)			バケット 標高位置 (7桁)	①マシンガイダンス位置			②精度確認機器(TSI)			較差 (②-①)		標高較差 確認結果 ($\pm 50\text{mm}$ 以内)
	バケット 標高位置	バケット 角度	バックホウ 姿勢		北経度	東経度	標高	北経度	東経度	標高	平均値	最大	
Case1													
Case2													
Case3													
Case4													
Case5													
Case6													
Case7													
Case8													
備考													

※標高較差が $\pm 50\text{mm}$ 以内の場合、チェック印を付してOKとする。

チェックポイント

精度確認の結果について

- 様式-1)による計測結果が、標高較差で $\pm 50\text{mm}$ 、平面位置は平均値が $\pm 50\text{mm}$ 以内であることを確認する。

3. 施工時の実務内容

▶ 施工時の実施内容と解説事項

フロー	施工者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">始業前点検</div> <div style="text-align: center;">↓</div>	<ul style="list-style-type: none"> • 施工精度の確認・対処 	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">施工</div>	<ul style="list-style-type: none"> • 施工状況・結果の確認 	<p style="color: red; text-align: center;">本書の記載範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> • 技術提案事項の実施を確認 (解説①)P18,19 • 施工状況の把握 (解説②)P20,21

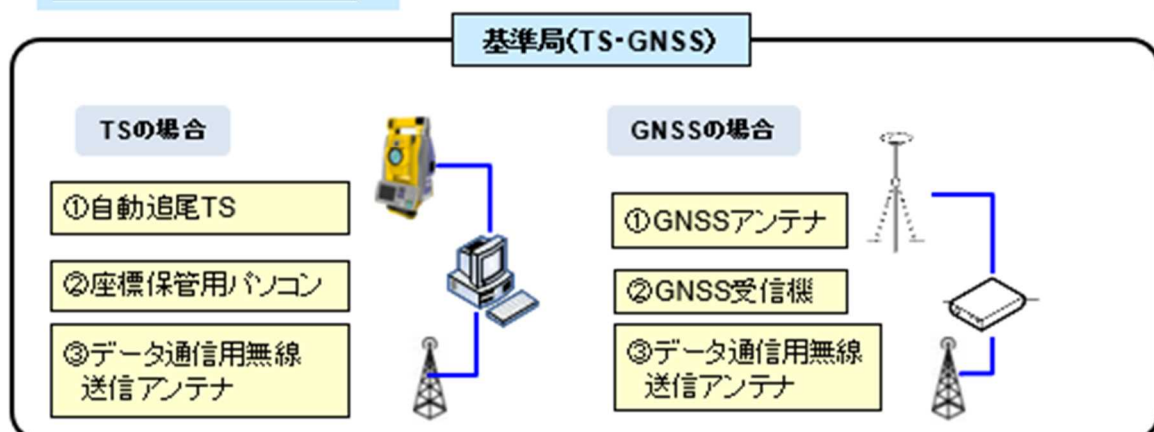
解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】1/2

～6.施工時の実務内容～

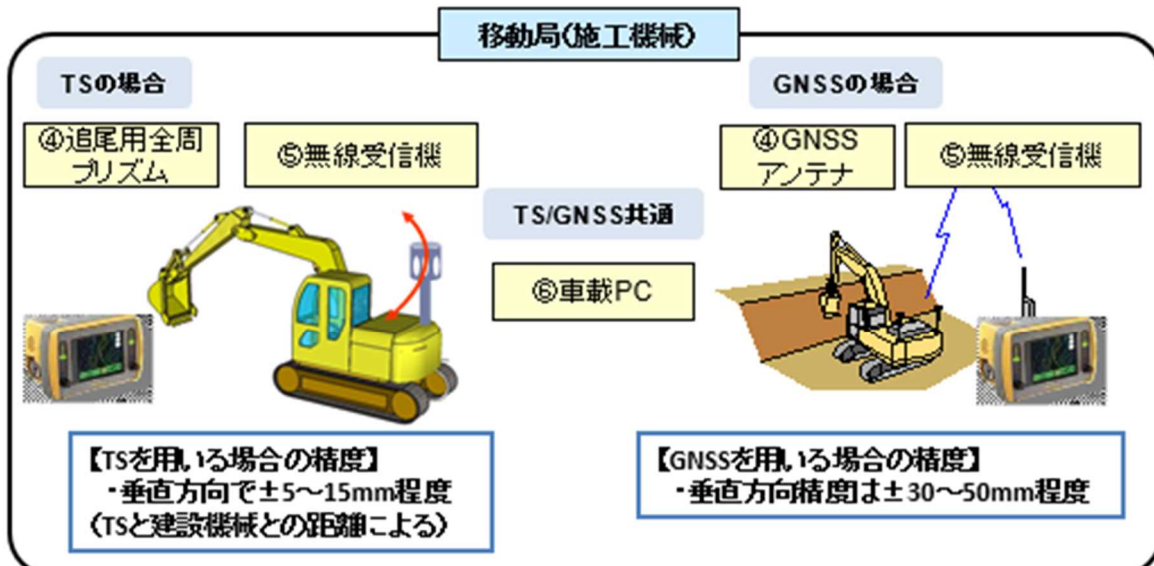
- ▶ MC/MG技術を用いた施工に必要な機器・ソフトウェアは、「基準局」・「移動局」に大きく分類されます。
- ▶ MC/MGシステムは、測位技術にTSを用いるシステムとRTK-GNSSを用いるシステムとがあり、それぞれ機器構成が異なります。
- ▶ システムの機器構成については、メーカーや機種毎に異なるため、施工計画書に記載される構成と比較します。

MC/MGシステムの機器構成

MC/MGシステムの機器構成



※TSで、計測したデータを「②座標保管用パソコン」を介さずに直接移動局へ伝達可能なもの、「③データ通信用無線送信アンテナ」が内蔵されたものがある。



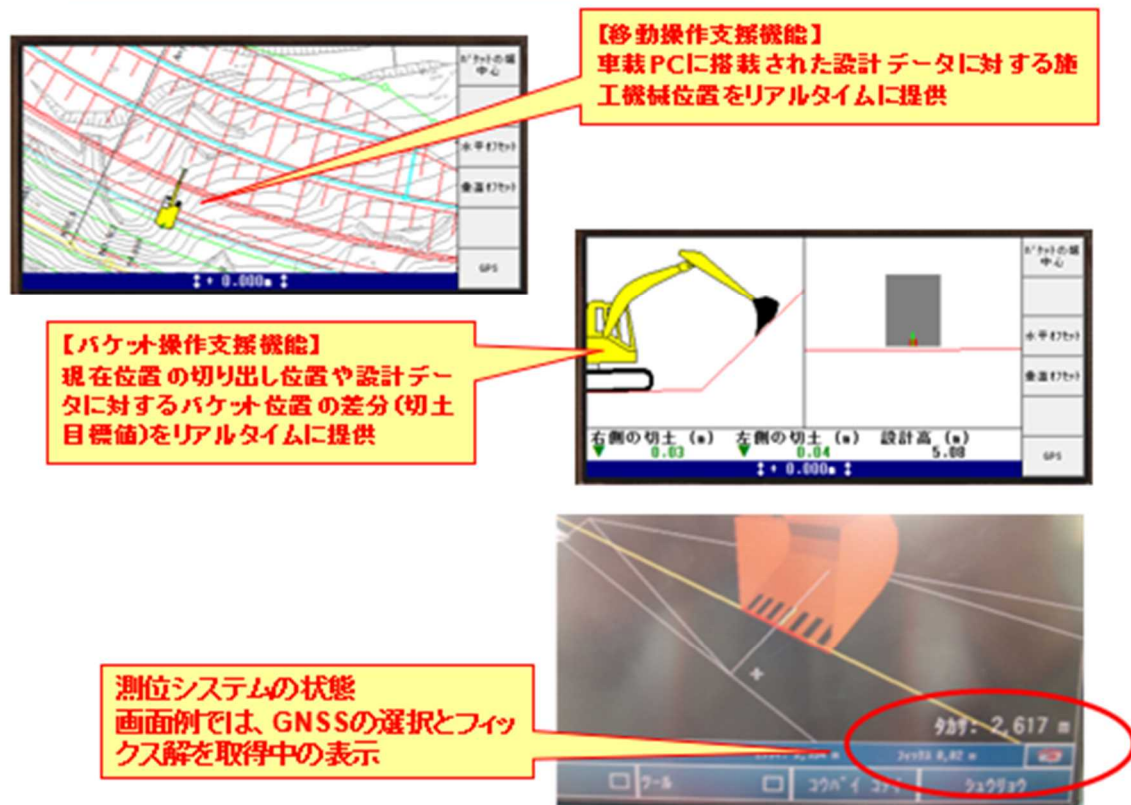
解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】2/2

～6.施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの稼働状況(2D又は3D)をシステム画面などで確認します。

システム画面の稼働状況の確認例 ※各メーカーにより異なるので詳細はカタログなどで確認

車載PC画面イメージ【MG/MC(バックホウ)】 ※各メーカーにより異なる



チェックポイント

技術提案事項の確認方法について

- (1) 施工計画書に記載したシステム構成が設置されているか
 - 2Dシステムでは画面上で断面図、3Dシステムでは画面上で3次元設計データが確認できます。
 - 施工計画書に添付されているカタログなどと比べる。ただし、システムの改良が急速に進んでおり、簡略化、小型化されている場合もあるので、詳細は、利用者に確認する。
- (2) 確実に稼働している
 - システムの画面で、設計と計測値、設計値と計測値との差がリアルタイムに表示されている。
 - システムの画面で、利用している測位技術が適正に稼働していることが表示されている。

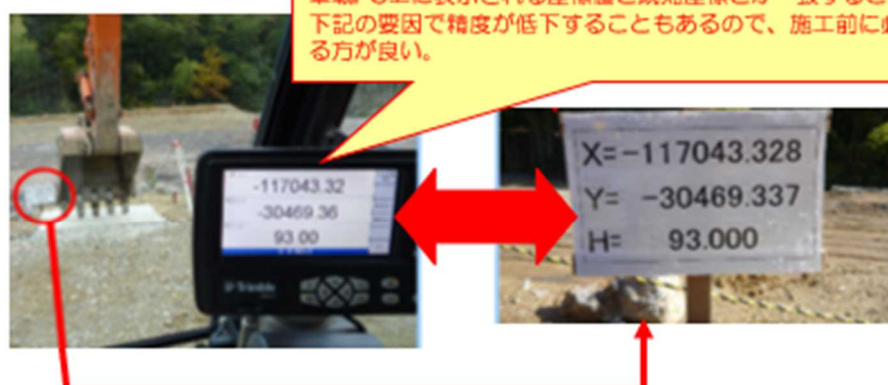
解説②：施工状況の把握【監督職員】1/2

～6.施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの計測精度が管理されていることを把握します。
- ▶ 施工中、施工後に施工状況を把握します。

施工精度の管理状況(日常点検)の把握方法

施工精度の簡易確認(例)



移動局(建設機械)側の精度が変化する要因例

- (1) バケット刃先の摩耗によるバケット寸法の変化
- (2) 建設機械のピン支承の摩耗による機械ガタの増加
- (3) 全周周プリズム(GNSSアンテナ)のねじの緩み、変形による設置位置のずれ、故障等
- (4) 無線受信アンテナのねじの緩み、変形による故障等
- (5) センサのねじの緩み、変形による設置位置のずれ、故障等
- (6) 機器取付用ケーブルの緩み、損傷等

チェックポイント

施工状況の把握方法について

- (1) 利用している基準点は正確か
 - TSやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。
工事基準点の設置、成果の提出手法は従来方法と同じです。
- (2) システムの精度管理状況は適正か
 - 作業前に、工事基準点などを利用した確認を実施している。
システムの精度は、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやバケット刃先の摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。全てを組み合わせた状態で、精度管理を行う必要があります。
 - 機械のがたつき、変形などが生じていない。

解説②：施工状況の把握【監督職員】 2/2

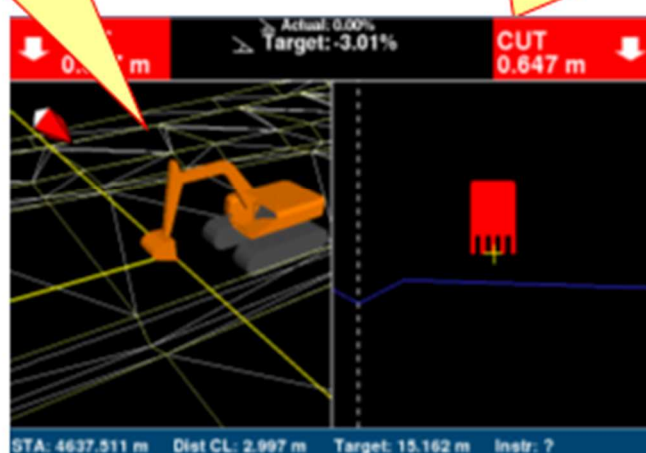
～6. 施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの稼働状況と施工結果をシステム画面などで確認します。
- ▶ 比較対象となっている3次元設計データの内容を把握しておく。



システム画面の稼働状況の確認例 ※各メーカーにより異なるので詳細はカタログなどで確認

設計の3D形状も確認できる。
背景に設計の平面図を入れることも可能

車載PCに表示される座標値を確認
(バケットの左右で表示される場合が多い)
○画面例では設計-647mm)



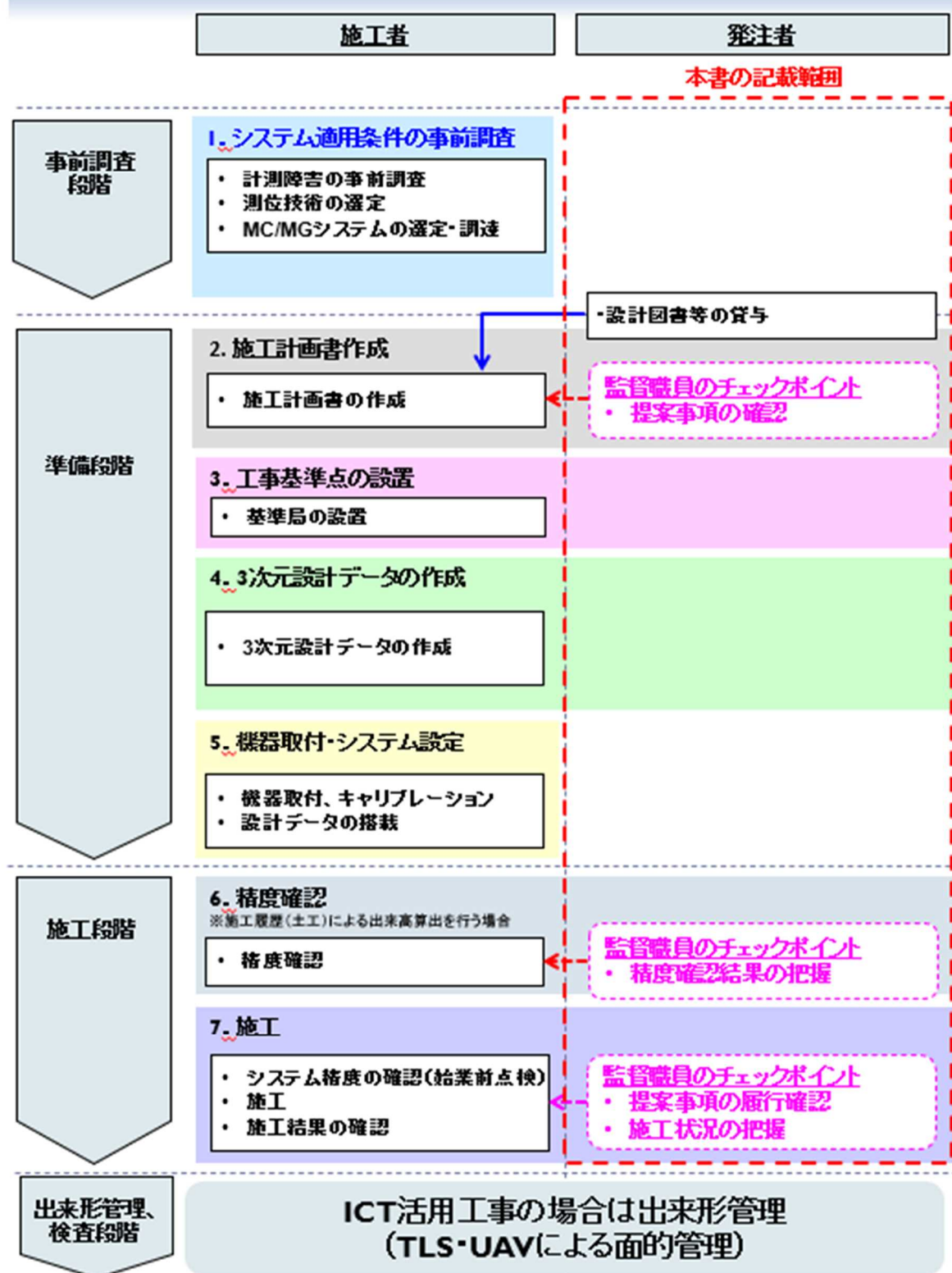
2Dシステムと3Dシステムの設計データの違い(イメージ)

項目	3Dバックホウ	2Dバックホウ
設計データ	3次元設計データを作成します 	2次元的な形状を作成します。 

巻末資料

1. 施工の流れ
2. チェックリスト

1. MC/MG技術 (バックホウ) を用いた施工の流れ



2. チェックリスト一覧

施工計画時の実務内容	
技術提案事項の確認について	
①提案事項の目的と機能が合致しているか	<input type="checkbox"/> 利用するシステムは、2Dシステム(設計データを搭載しないタイプ)と3Dシステム(3次元設計データを搭載)で、提案事項と合致している。
	<input type="checkbox"/> ICT活用工事(土工)では3Dシステムを利用する。
②利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か	<input type="checkbox"/> 利用するシステムが、MCあるいはMG、2Dあるいは3Dで、提案事項と合致している。MCは建設機械の一部を自動制御します。MGは操作は全てオペレータです。
	<input type="checkbox"/> 利用するシステムのカタログや仕様書がある(推奨事項)。システムの機能や仕様を把握したり、現場で、提案事項が稼働しているかを判断する際の参考として、カタログや仕様書があると便利です。
②利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か	
<input type="checkbox"/> 現場の制限から適用範囲を限定されている場合は、その理由を明記している。RTK-GNSSの衛星が補足できない箇所、橋梁などで振動や揺れがある場所。	
施工状況の把握方法について	
①施工状況の確認方法が明確か	<input type="checkbox"/> 施工状況を確認する別の方法が示されている。 例:チェックのための基準点を設けて、始業時に確認する。
出来高の算出方法について	
①施工履歴を用いた出来高算出方法が適切か	<input type="checkbox"/> 「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」を用いた出来高算出を行う場合は、事前に精度確認を行うことが記載されているか確認する。
施工時の実務内容	
技術提案事項の確認方法について	
①施工計画書に記載したシステム構成が設置されているか	<input type="checkbox"/> システムに必要な機器が設置されている。 施工計画書に添付されているカタログなどと比べる。ただし、システムの改良が急速に進んでおり、簡略化、小型化されている場合もあるので、詳細は、利用者に確認する。
②確実に稼働している	<input type="checkbox"/> システムの両面で、設計と計測値、設計値と計測値との差がリアルタイムに表示されている。
	<input type="checkbox"/> システムの両面で、利用している測位技術が適正に稼働していることが表示されている。
	<input type="checkbox"/> MC施工では、作業中にオペレータがブレードの上下操作をしなくてもブレードが自動的に制御されている。
施工状況の把握方法について	
①利用している基準点は正確か	<input type="checkbox"/> TSやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。 工事基準点の設置、成果の提出手法は従来方法と同じです。
②システムの精度管理状況は適正か	<input type="checkbox"/> 作業前に、工事基準点などを利用した確認を実施している。 システムの精度は、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやブレードの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。全てを組み合わせた状態で、精度管理を行う必要があります。
	<input type="checkbox"/> 機械のがたつき、変形などが生じていない。
出来高の算出方法について	
①適切な精度で計測されているか	<input type="checkbox"/> 精度確認が実施されているか
	<input type="checkbox"/> 施工履歴が確実に記録・保管されているか

参考資料

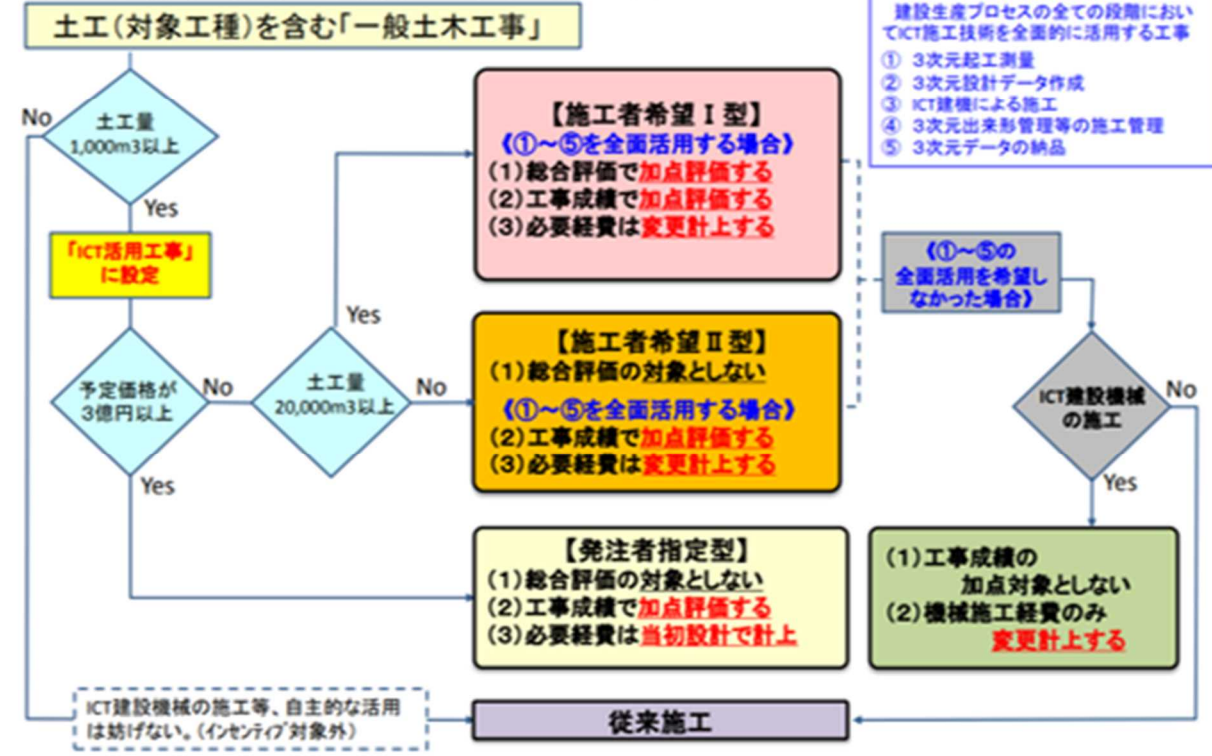
1. ICT活用工事【土工】の実施方針
2. 情報化施工機器調達に関する支援制度
3. 用語集

【参考資料】1. ICT活用工事【土工】の実施方針

ICT活用工事【土工】の実施方針

ICT施工技術の活用促進

※関東地方整備局の場合。地方整備局により異なる場合がある



出展：第2回 ICT導入協議会資料【資料-1-2】ICT活用工事の実施方針についてより抜粋

【参考資料】2. 情報化施工機器調達に関する支援制度

- ▶ 補助金(対象:ICT建設機械)
 - ・ 省エネルギー型建設機械導入補助事業
参考URL: <http://www.eco-kenki.jp/>
- ▶ 融資
(対象:建設機械本体)
 - ・ 環境・エネルギー対策資金(排出ガス・地球温暖化対策)
参考URL: https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html
(対象:後付けICT機器)
 - ・ IT活用促進資金
参考URL: https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html
- ▶ 税制(対象:すべての機器)
 - ・ 中小企業等経営強化法
参考URL: <http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/>

【参考資料】2 ①. 建設機械関係の「補助金」

ICTを搭載した建設機械の購入に際して各種への補助金が利用できます。内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30.1.26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考	
補助金	省エネルギー型建設機械導入補助事業(地球温暖化対策)	低燃費型(3つ星以上)のICT・ハイブリッド・電気駆動の建機	購入	(一財)製造科学技術センター	経済産業省	ICTとのセット販売された建機本体 ※H29予算:14.1億円 ※H30予算:12.7億円 ※H30.1.26時点執行率は75% ※H28年度は768件
	http://www.eco-kenki.jp/					
	サービス等生産性向上IT導入支援事業	ITツールのソフト本体、クラウドサービス、導入教育費用他	購入	民間団体等(事務局)公募中(1/19~2/15)	経済産業省	ソフトウェアのみ ※H28補正:100億円 ICT土工のソフト導入にあたっての活用実績 →208件(1次公募分) ※H29補正:500億円
	http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf					
	ものづくり・商業・サービス経営力向上支援事業	生産性向上に資する投資計画	購入	民間団体等(事務局)公募中(1/5~1/24)	中小企業庁	投資計画に記載した機械設備等(建機本体の購入は除く) ※H28補正:763億円 ※H29補正:1000億円
	http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf					

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】2 ②. 建設機械関係の「税制優遇」

建設機械関係の国税、地方税の減免あるいは固定資産税減免、法人税減免を受け取れる可能性があります。

内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30.1.26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考
税制優遇	生産性向上の実現のための臨時措置法(仮称)	生産性が年平均1%以上向上する建設機械、情報化施工機器等	導入促進計画を策定した市町村	中小企業庁	先端設備等導入計画を市町村に認定された機械設備等
	中小企業等経営強化法 www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/index.html		市町村		
	中小企業経営強化税制 www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/index.html	法人税、所得税、法人住民税、事業税	国(法人税、所得税)、都道府県(法人住民税、事業税)、市町村(法人住民税)		※H29末時点 経営力向上計画を認定件数 →1000件以上
	中小企業投資促進税制 www.chusho.meti.go.jp/zaimu/zeisei/2014/tyuusyoutokigyoutousisokusinzeisei.htm	建設機械、情報化施工機器等			

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】2 ③. 建設機械関係の「融資」

建設機械関係の融資が受け取れる可能性があります。
内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30.1.26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考	
融資	環境・エネルギー対策資金(排出ガス対策・地球温暖化対策)	オフロード法基準適合車、低炭素型・低燃費型建機	購入	日本政策金融公庫	中小企業庁	※貸付限度: 7億2千万円 (中小企業事業) 7千2百万円 (国民生活事業) ※貸付期間:20年以内 ※貸付対象: 環境対策型建設機械の購入 情報化施工機器の購入・貸借
	https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html					
	IT活用促進資金(企業活力強化貸し付け)	情報化施工機器(建機本体除く)等	購入、貸借	日本政策金融公庫	中小企業庁	
	https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html					

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】3. 用語集 1/2

用語	内容
TS	トータルステーション(Total Station)の略。1台の機械で角度(鉛直角・水平角)と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀のことである。計測した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行うことができ、計測データの記録及び外部機器への出力ができる。
出来形管理用TS	現場での出来形の計測や確認を行うために必要なTS、TSIに接続された情報機器(データコレクタ、携帯可能なコンピュータ)、及び情報機器に搭載する出来形管理用TSソフトウェアの一式のことである。
基本設計データ	基本設計データとは、設計図書に規定されている工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報及び利用する座標系情報などのことである。基本設計データは、設計成果の線形計算書、平面図、縦断面図及び横断面図から3次元データ化したもので、(1)道路中心線形又は法線(平面線形、縦断線形)、(2)出来形横断面形状で構成される。
3次元設計データ	TIN(triangulated irregular network)(不等三角網)データと呼ばれ、「マシンコントロール(MC)/マシンガイダンス(MG)技術」でシステムに搭載する電子データ。
道路中心線形	道路の基準となる線形のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。
法線	堤防、河道及び構造物等の平面的な位置を示す線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。
平面線形	平面線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の平面的な形状を表している。平面線形の要素は、道路中心線形の場合、直線、円曲線、緩和曲線(クロノイド)で構成され、それぞれ端部の平面座標、要素長、回転方向、曲線半径、クロノイドのパラメータで定義される。
縦断線形	縦断線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の縦断的な形状を表している。縦断形状を表す数値データは縦断図に示されており、縦断線形の要素は、道路中心線形の場合、縦断勾配変位点の起点からの距離と標高、勾配、縦断曲線長又は縦断曲線の半径で定義される。
出来形横断面形状	平面線形に直交する断面での、土工仕上がり、法面等の形状である。現行では、横断面図として示されている。
出来形計測データ	出来形管理用TSで計測した3次元座標値及び計測地点(法肩や法尻など)の記号を付加したデータのことをいう。出来形計測データと基本設計データとの対比により、出来形管理を行う。

【参考資料】3. 用語集 2/2

用語	内容
基本設計データ作成ソフトウェア	従来の紙図面等から判読できる道路中心線形又は法線、横断形状等の数値を入力することで、基本設計データを作成することができるソフトウェアの総称。
GNSS	GPS(米)、GLONASS(露)、GALILEO(EU)、北斗(中国)など、人工衛星を利用した測位システムの総称。 情報化施工にて取り扱うGNSSは、移動局の位置座標を正確に測定する必要があることから、リアルキネマティック(RTK-GNSS)測位手法を基本とする。
RTK-GNSS(リアルタイムキネマティック)	計測位置のGNSS(移動局)と、既知点に設置したGNSS(基準局)の2台を用いて、実時間(リアルタイム)で基線解析を行うことで、より高精度に計測位置の座標を取得できる装置。
3次元設計データ	「マシンコントロール(MC)/マシンガイダンス(MG)技術」でシステムに搭載する電子データ。
XML	eXtensible Markup Languageの略称。 コンピュータ言語の一種。

3.2 マシンコントロール技術（モータグレーダ編）の手引き【発注者用】

マシンコントロール技術 (モータグレーダ編)の手引き 【発注者用】

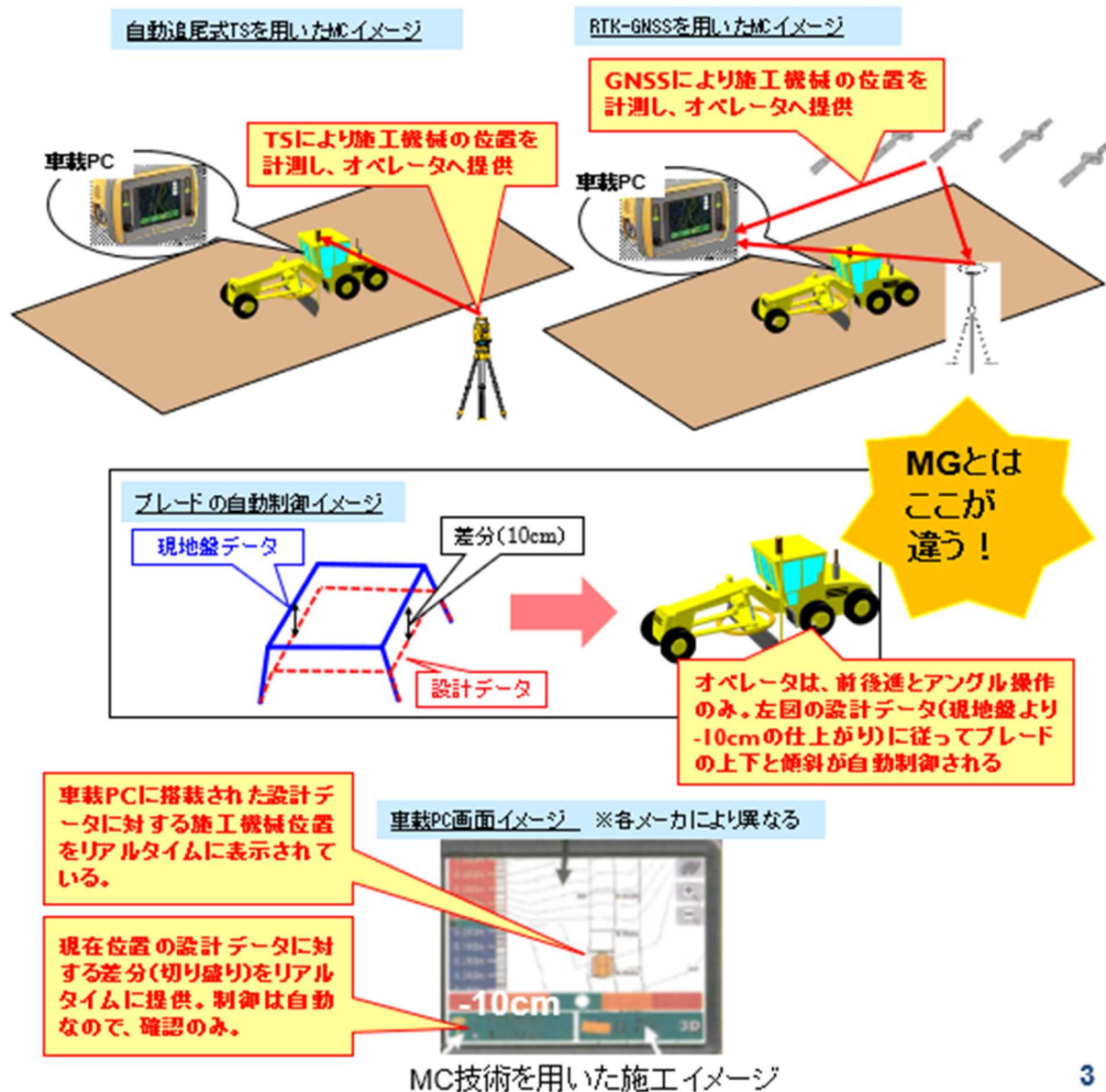
平成30年2月

基礎編

1. マシンコントロール技術(モータグレーダ)の概要
2. マシンコントロール技術(モータグレーダ)の機器構成
3. MC技術で利用される測位技術
4. 準拠する要領、基準等、適用工種
5. マシンコントロール技術(モータグレーダ)導入のメリット
6. マシンコントロール技術(モータグレーダ)導入の主要5パート

1. マシンコントロール技術 (モータグレーダ) の概要

- マシンコントロール(以下、「MC」という。)技術とは、自動追尾式のTS(トータルステーション)やGNSS(汎全地測位航法衛星システム)などの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分に基づき、ブレードの高さ・勾配を自動制御するシステムです。
- オペレータ画面には設計との差が表示されており、施工状況を確認しながら施工します。ブレードの上下は自動化されておりオペレータの作業は左右への排土と前後進のみです。自動制御は手元スイッチでON/OFFが可能です。



2. マシンコントロール技術 (モータグレーダ) の機器構成例

- ▶ 建設機械への搭載 (例)
- ▶ MCグレーダ

	自動追尾TS方式	RTK-GNSS + 高さ補完的方式
構成例	<p>自動追尾TS方式の構成例。基準局にはデータ通信用無線通信機、自動追尾式TS、データ通信用コンピュータ、電源装置およびケーブル類が接続されている。移動局には電源装置およびケーブル類、機械検出センサー、自動制御装置、モニタおよび作業用ソフトウェア、データ通信用無線通信機が搭載されている。</p>	<p>RTK-GNSS + 高さ補完的方式の構成例。基準局にはGNSSアンテナ、GNSSデータ解析装置、電源装置およびケーブル類が接続されている。移動局にはGNSSアンテナ、GNSSデータ解析装置、高さ制御補助装置、電源装置およびケーブル類、機械検出センサー、自動制御装置、モニタおよび作業用ソフトウェアが搭載されている。</p>
メリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ 自動追尾式TSを用いることで、3次元座標を計測可能で、機器構成がシンプル。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ RTK-GNSSで平面位置を計測し、高さをレーザーなどの補完装置で計測する。 ・ RTK-GNSSを利用することで、他の建設機械のMCやMGとの併用などを行うことが可能であり、複数台のMC/MGを利用する際などは便利。
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> ・ TSとの視通ができない場合は、自動追尾TSの設置位置を変える必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ RTK-GNSSの基準点以外に、レーザー計測機器の設置も必要。

3. MC技術で利用される測位技術

▶ 位置計測技術(例)

【自動追尾式TS】

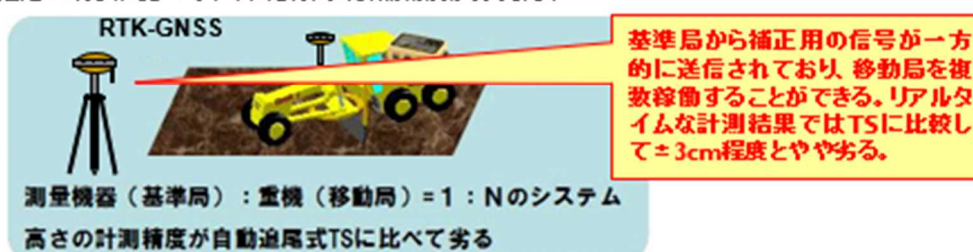
建設機械側に取り付けた全周プリズムを自動追尾式TSが追尾し、連続的に全周プリズムの位置を計測します。計測結果は無線で建設機械に転送されます。この方式では、自動追尾式TSに建設機械が1台のセットとして稼働します。



【RTK-GNSS】

建設機械に取り付けたアンテナ位置の座標をRTK-GNSSを用いて計測します。RTK-GNSSの基準局から補正データを無線装置等で受け取る必要があります。補正データは複数の機械に配信可能で、アンテナを搭載した移動局側を複数稼働させることができます。

自動追尾TS方式に比べてやや高さ方向の計測精度が劣ります。



【ネットワーク型RTK-GNSS】

RTK-GNSSの基準局から送信される補正データを、携帯電話やインターネット通信を介して提供する方式。国土地理院が整備している電子基準点を用い、建設機械の近辺に仮定の基準局を設定し、仮定の基準点で得られる受信データの補正データを提供します。建設機械側のシステムはRTK-GNSSと同じで良い。基準点の代わりに、仮想基準点データを受信する受信機、データを作成・配信するベンダーとの契約と通信料が必要となります。

精度は、RTK-GNSSと同程度であり、自動追尾TS方式に比べてやや高さ方向の計測精度が劣ります。

【RTK-GNSS+レーザー装置による高さの補完】

RTK-GNSSの高さ方向の精度を自動追尾式TS程度まで向上させるために、レーザー技術による補完を行う技術である。本技術の利用により、複数の建設機械を同時にかつ高精度にマシンコントロールすることが可能となります。



参考 測位技術の選択について

- 測位技術については、当該工事の現場条件(山間地での衛星の捕捉状況、無線障害の有無)と作業期間、当該作業以外で利用する測位技術の活用などを考慮して選定する。
- 施工に必要な精度に応じて適切な測位技術を選択すること。

4. 準拠する要領、基準等、適用工種

▶ 準拠する要領・基準等

- ▶ MC技術を用いた施工の施工管理要領、監督・検査要領等は策定されていません。
- ▶ MC技術を用いた施工では、従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル((財)国土技術研究センター)」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省各地方整備局)」等の従来通りの土工の施工管理要領・監督検査要領に準じて実施されます。
- ▶ MC技術に関する機器・ソフトウェア等の必要要件も統一されていません。

▶ 適用工種

□ ICT活用工事(舗装)での適用工種

《表-1 ICT活用工事と適用工種》

段階	技術名	対象作業	建設機械	適用		監督・検査 施工管理	備考
				新設	修繕		
3次元起工測量/ 3次元出来形管理等 施工管理	レーザースキャナーによる起工測量/出来形管理技術	測量 出来形計測 出来形管理	-	○	○	①、②、③	
	トータルステーションによる起工測量/出来形管理技術(舗装工事)	測量 出来形計測 出来形管理	-	○	△	④、⑤	表層には原則適用しない。
	トータルステーション(ノンプリズム方式)による起工測量/出来形管理技術(舗装工事)	測量 出来形計測 出来形管理	-	○	△	①、②	レーザースキャナーの要領を準用
ICT建設機械による施工	3次元マシンコントロール(モータグレーダ)技術 3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術	まさだし 敷均し 整形	モータグレーダ ブルドーザ	○	-		

【凡例】○:適用可能、△:一部適用可能、-:適用外

《表-2 ICT活用工事の対象工種種別》

工事区分	工種	種別
・舗装 ・水門	舗装工	・アスファルト舗装工 ・半たわみ性舗装工
・築堤・護岸 ・堤防護岸 ・砂防堰堤	付帯道路工	・排水性舗装工 ・透水性舗装工 ・グースアスファルト舗装工

□ ICT活用工事(舗装)以外での適用工種

MCグレーダは、空港舗装、駐車場整備、グラウンド整備などにも有効活用できる。

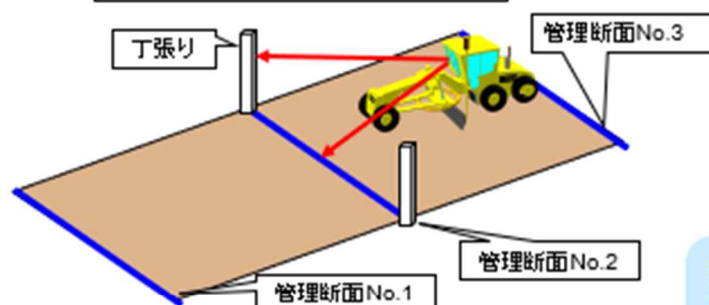
5. マシンコントロール技術 (モータグレーダ) 導入のメリット 1/2

- ▶ 丁張り削減、検測作業削減、施工作業の簡素化による施工の効率化

【従来手法】

従来施工イメージ

オペレータは、丁張り及び施工状況を目視確認しながら建設機械を操作



検測状況

設計高さからのオフセットを適宜確認



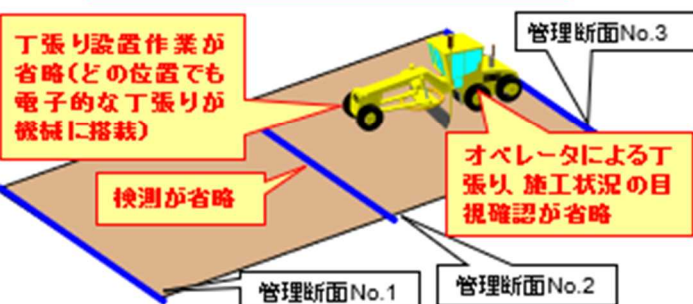
現状

- ・検測に労力・時間を要する。
- ・施工時間がオペレータの技能に左右される。
- ・検測者は重機付近の作業で危険

【MC技術】

MC技術を用いた施工イメージ

オペレータの操作は、切盛調整、前後進のみ
※ ブレードは設計データに応じて自動制御

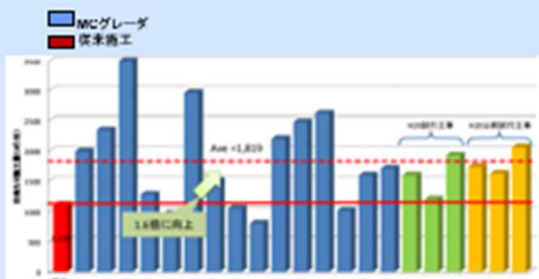


メリット

- ・丁張り設置、検測作業の省略により施工が効率化する。
- ・オペレータによる丁張り、施工状況の目視確認の省略により、施工時間がオペレータの技能に左右されず、施工が効率化する。
- ・重機付近の作業員を削減でき、安全性が向上

参考

MC(グレーダ)技術と従来施工との施工量の比較



【日当たり施工量の増加量】

- ・ 標準: 1,110m²
- ・ 平均: 1,819m²

効率的に利用すれば施工量が大幅に増加

出典:情報化施工推進会議 第8回会議資料
資料4 直轄工事における情報化施工の試験施工
(平成21年度 調査結果)(情報化施工推進会議)

※「ICT活用工事(新築工)実施要領(H29.3)」ではMCのグレーダは標準能力の1.2倍を見込んでいる。

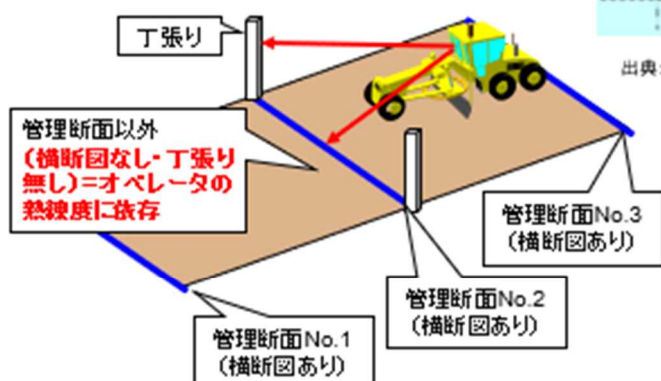
5. マシンコントロール技術 (モータグレーダ) 導入のメリット 2/2

- 面的で高精度な施工品質の容易な確保

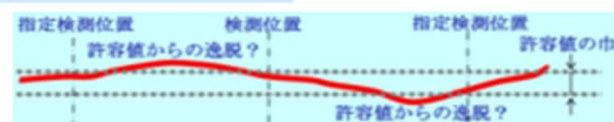
【従来手法】

従来の施工イメージ

オペレータは、管理断面の設計値(丁張り)を目標に施工を実施



仕上り面と許容値との関係



出典: 情報化施工の普及推進(第3回)セミナー(近畿地方整備局)

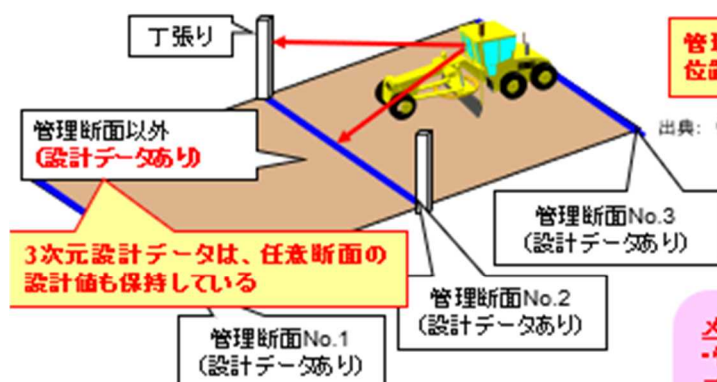
現状

・管理断面(検測位置)の施工品質は確保されるが、管理断面ではない部分の施工品質は不明である。(管理されていない)

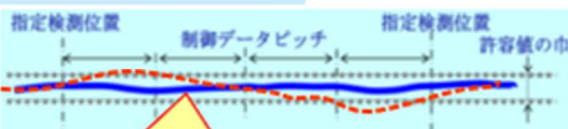
【MC技術】

MC技術を用いた施工イメージ

【MC】
車載PCIに搭載された3次元設計データのとおり施工を実施



仕上り面と許容値との関係



管理断面(検測位置)以外の部分でも検測位置と変わらない施工制度が実現する

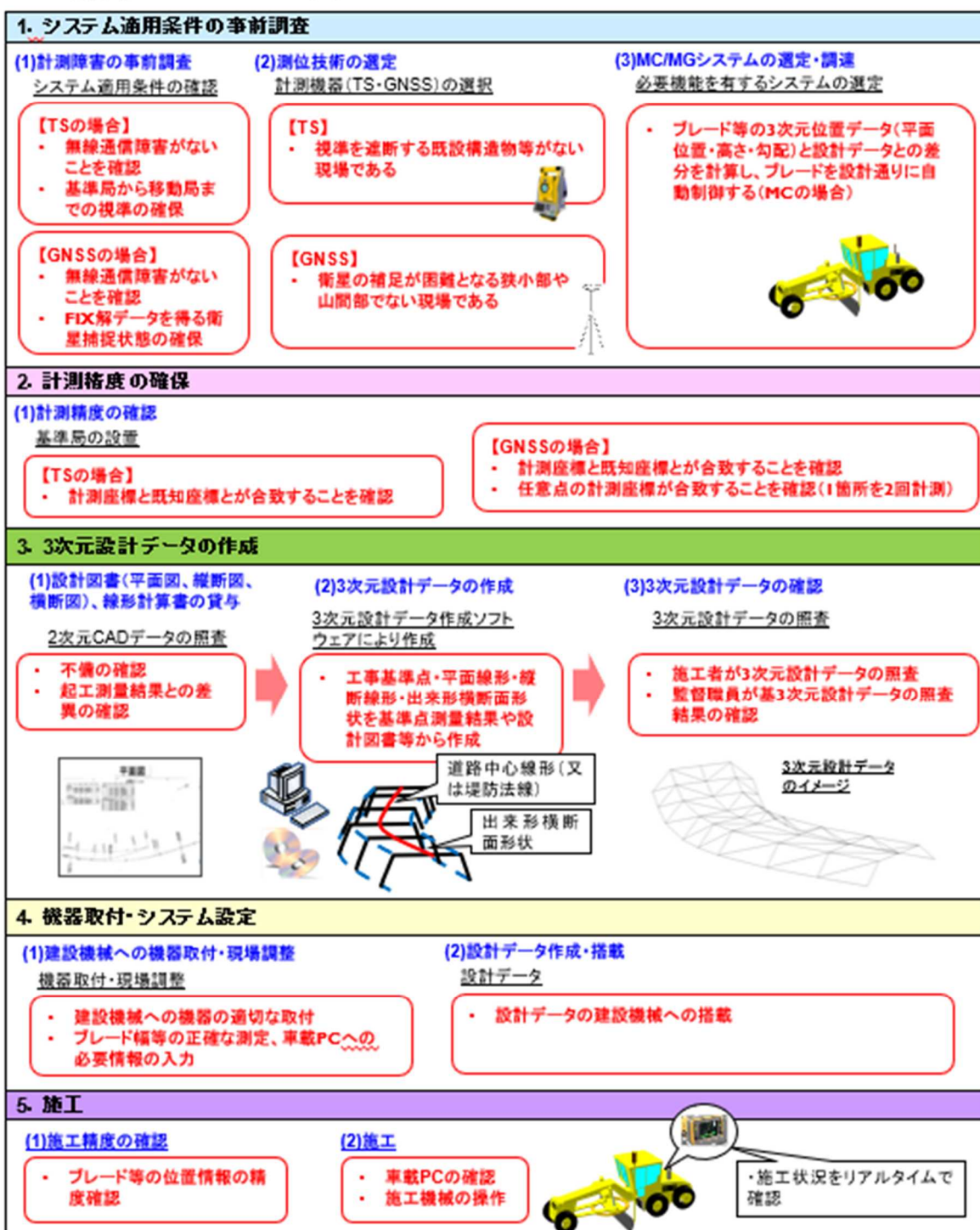
出典: 情報化施工の普及推進(第3回)セミナー(近畿地方整備局)

メリット

・管理断面ではない部分も設計データに基づき施工されるため、施工品質が容易に確保できる。(面的な品質確保)
・オペレータの技能に依存せず、効率的に高精度な作業を実現できる。(MCの場合)

6. マシンコントロール技術(モータグレーダ)導入の主要5パート

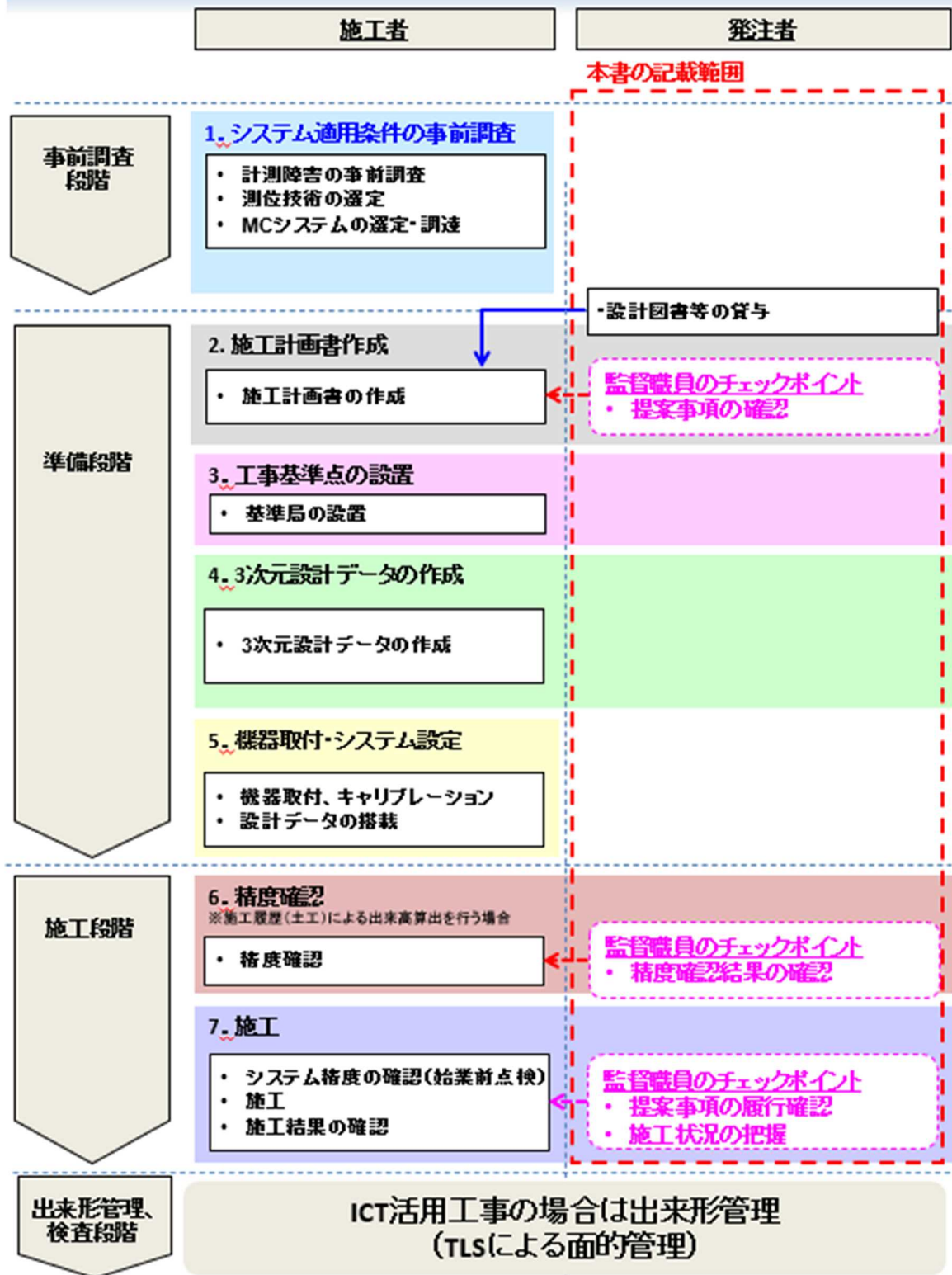
- ▶ MC技術を用いた施工では以下の主要5パートの適切な実施により、施工精度を確保することができます。



実務編

1. MC技術(モータグレーダ)を用いた施工の流れ
2. MCシステム適用条件の事前調査時の実務内容
3. 機器取付・システム設定時の実務内容
4. MCシステム計測精度確認時の実務内容
5. 3次元設計データ作成時の実務内容
6. 施工時の実務内容

1. MC技術(モータグレーダ)を用いた施工の流れ



2. システム適用条件の事前調査時の実務内容

▶ 施工計画時の実施内容と解説事項

本書の記載範囲

フロー	施工者の 実務内容	監督職員 の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 施工計画書の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 施工計画書の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 提案事項の確認(解説①)P13

解説①：提案事項の確認【監督職員】

～2.MCシステム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ 施工者がMC技術を利用するための特別な記載は必要ありません。ただし、発注者指定あるいは技術提案などでMCの導入を提案している場合は、提案している内容と利用するシステムが合致しているか確認します。
- ▶ また、発注者指定あるいは技術提案などでMCの導入を提案している場合、利用するシステムの特徴や現場の制約条件から、現場の一部で利用する場合もありますので、利用範囲(利用工種)についても確認します。

※利用範囲に制限を設ける場合は、施工前の協議で受発注者で確認しておくとい良いでしょう。

施工計画書の内容で確認

施工者は、「土木工事共通仕様書 1-1-4 施工計画書」の規定に基づき、使用する施工機械に関する情報を記載します。

ポイント①

施工者が任意で利用する場合、MC(グレーダ)として特別に記載する項目はありません。

ポイント②

技術提案などで、MC技術の利用を提案している場合は、選定したMCシステムのメーカー、型番、構成機器の記載の有無を確認します。また、添付資料として、システムの機能および精度が確認できる資料(メーカーパンフレット等)を確認しておきます。

チェックポイント

技術提案事項の確認について

- (1)発注者指定あるいは提案事項の目的と機能が合致しているか
- ICT活用工事(舗装工)では、3Dシステム(モータグレーダあるいはモータグレーダ)を活用した施工が求められている。
 - 目的の精度に応じた測位技術を利用している。
自動追尾TSの計測精度は鉛直方向で±5～15mm程度、RTK-GNSSの計測精度は鉛直方向で±30～50mm程度発生します。RTK-GNSSの場合は、高さ精度を高める補完技術の有無も確認します。
 - 利用するシステムのカタログや仕様書がある(推奨事項)。
システムの機能や仕様を把握したり、現場で、提案事項が稼働しているかを判断する際の参考として、カタログや仕様書があると便利です。
- (2)利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か
- 現場の制限がある場合は適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。
橋梁などで振動や揺れがある場所。
- ※利用範囲に制限を設ける場合は、施工前の協議で受発注者で確認しておくとい良いでしょう。

6. 施工時の実務内容

▶ 施工時の実施内容と解説事項

フロー	施工者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">始業前点検</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工精度の確認・対処 	
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">施工</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工状況・結果の確認 	<div style="border: 2px dashed red; padding: 5px;"> <p style="color: red; text-align: center; margin: 0;">本書の記載範囲</p> <ul style="list-style-type: none"> ・技術提案事項の実施を確認 (解説①)P15, P16 ・施工状況の把握 (解説②)P17, P18 </div>

解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】1/2

～6. 施工時の実務内容～

- ▶ MC技術を用いた施工に必要な機器・ソフトウェアは、「基準局」・「移動局」に大きく分類されます。
- ▶ MCシステムは、測位技術にTSを用いるシステムとRTK-GNSSを用いるシステムとがあり、それぞれ機器構成が異なります。
- ▶ システムの機器構成については、メーカーや機種毎に異なるため、施工計画書に記載される構成と比較します。

MCシステムの機器構成

MCシステムの機器構成(TSの例)



※TSで、計測したデータを「②座標変換用パソコン」を介さずに直接移動局へ伝達可能なもの、「③データ通信用無線送信アンテナ」が内蔵されたものがある。

※ 移動局は施工機械と各機器とをセットで購入・レンタルする方法、各機器のみを購入・レンタルし保有済みの施工機械に取り付ける方法とがある。

MCシステムの機器構成(GNSSの例)



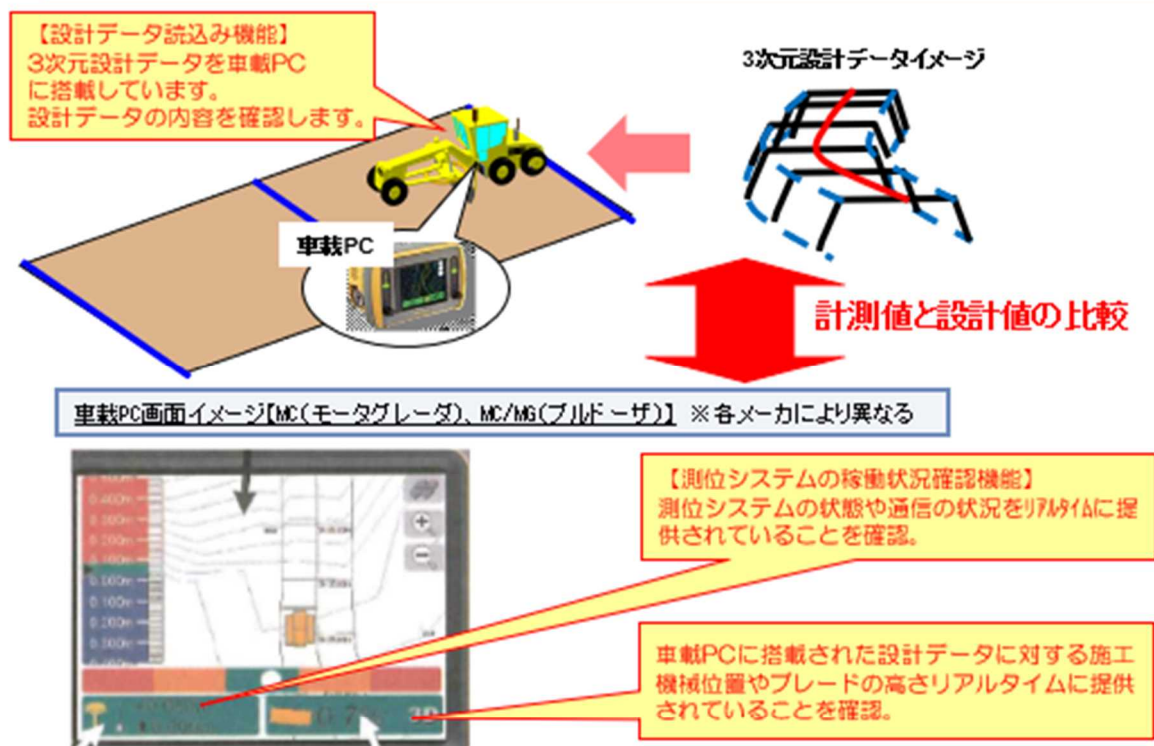
※ 高精度な施工を求められるモータグレーダ作業では、GNSS(高さ精度±30mm程度)の他に高さ精度を補完する装置を付加して用いることが多い

解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】2/2

～6.施工時の実務内容～

- ▶ MCシステムの稼働状況をシステム画面などで確認します。

システム画面の稼働状況の確認例 ※各メーカーのより異なるので詳細はカタログなどで確認



チェックポイント

技術提案事項の確認方法について

- (1) 施工計画書に記載したシステム構成が設置されているか
- システムに必要な機器が設置されている。
 - 施工計画書に添付されているカタログなどと比べる。ただし、システムの改良が急速に進んでおり、簡略化、小型化されている場合もあるので、詳細は、利用者に確認する。
- (2) 確実に稼働している
- システムの画面で、設計と計測値、設計値と計測値との差がリアルタイムに表示されている。
 - システムの画面で、利用している測位技術が適正に稼働していることが表示されている。
 - MC施工では、作業中にオペレータがブレードの上下操作をしなくてもブレードが自動的に制御されている。

解説②：施工状況の把握【監督職員】1/2

～6. 施工時の実務内容～

- ▶ MCシステムの計測精度が管理されていることを把握します。
- ▶ 施工中、施工後に施工状況を把握します。

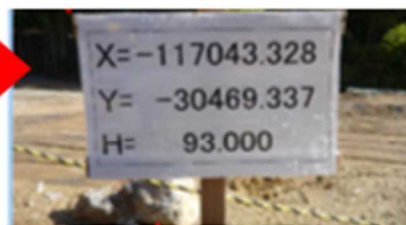
施工精度の管理状況の把握方法

施工精度の簡易確認(例)

車載PC上で座標表示



車載PC上に表示される座標値と既知座標値とが一致することを確認
下記の要因で精度が低下することもあるので、施工前に必ず確認する方が良い。



移動局(建設機械)側の精度が変化する要因例

- (1) ブレード等の摩耗によるブレード等寸法の変化
- (2) 建設機械のピン支承の摩耗による機械ガタの増加
- (3) 全周周プリズム(GNSSアンテナ)のねじの緩み、変形による設置位置のずれ、故障等
- (4) 無線受信アンテナのねじの緩み、変形による故障等
- (5) センサのねじの緩み、変形による設置位置のずれ、故障等
- (6) 機器取付用ケーブルの緩み、損傷等

チェックポイント

施工状況の把握方法について

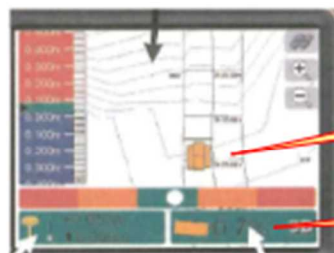
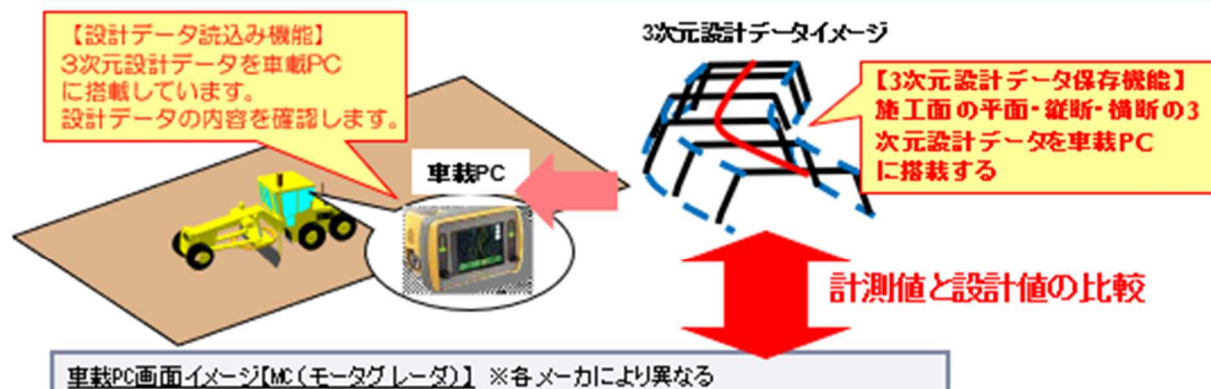
- (1) 利用している基準点は正確か
 - TSやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。
工事基準点の設置、成果の提出手法は従来方法と同じです。
- (2) システムの精度管理状況は適正か
 - 作業前に、工事基準点などを利用した確認を実施している。
システムの精度は、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやブレードの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。全てを組み合わせた状態で、精度管理を行う必要があります。
 - 機械のがたつき、変形などが生じていない。

解説②：施工状況の把握【監督職員】2/2

～6. 施工時の実務内容～

- ▶ MCシステムの稼働状況と施工結果をシステム画面などで確認します。
- ▶ 比較対象となっている3次元設計データの内容を把握しておく。

システム画面の稼働状況の確認例 ※各メーカーのより異なるので詳細はカタログなどで確認



【移動操作支援機能】
車載PCに搭載された設計データに対する施工機械位置をリアルタイムに提供

【ブレード操作支援機能】
現在位置の設計データに対する差分(切り盛り)をリアルタイムに提供

システムでの施工結果を確かめる方法

TS出来形を用いる場合(TS以外に、あらかじめ設置している丁張りと比較する方法も有効)



ポイント：MC(モータグレーダ)を導入するだけで、高精度な施工が実現するわけではありません。

チェックポイント

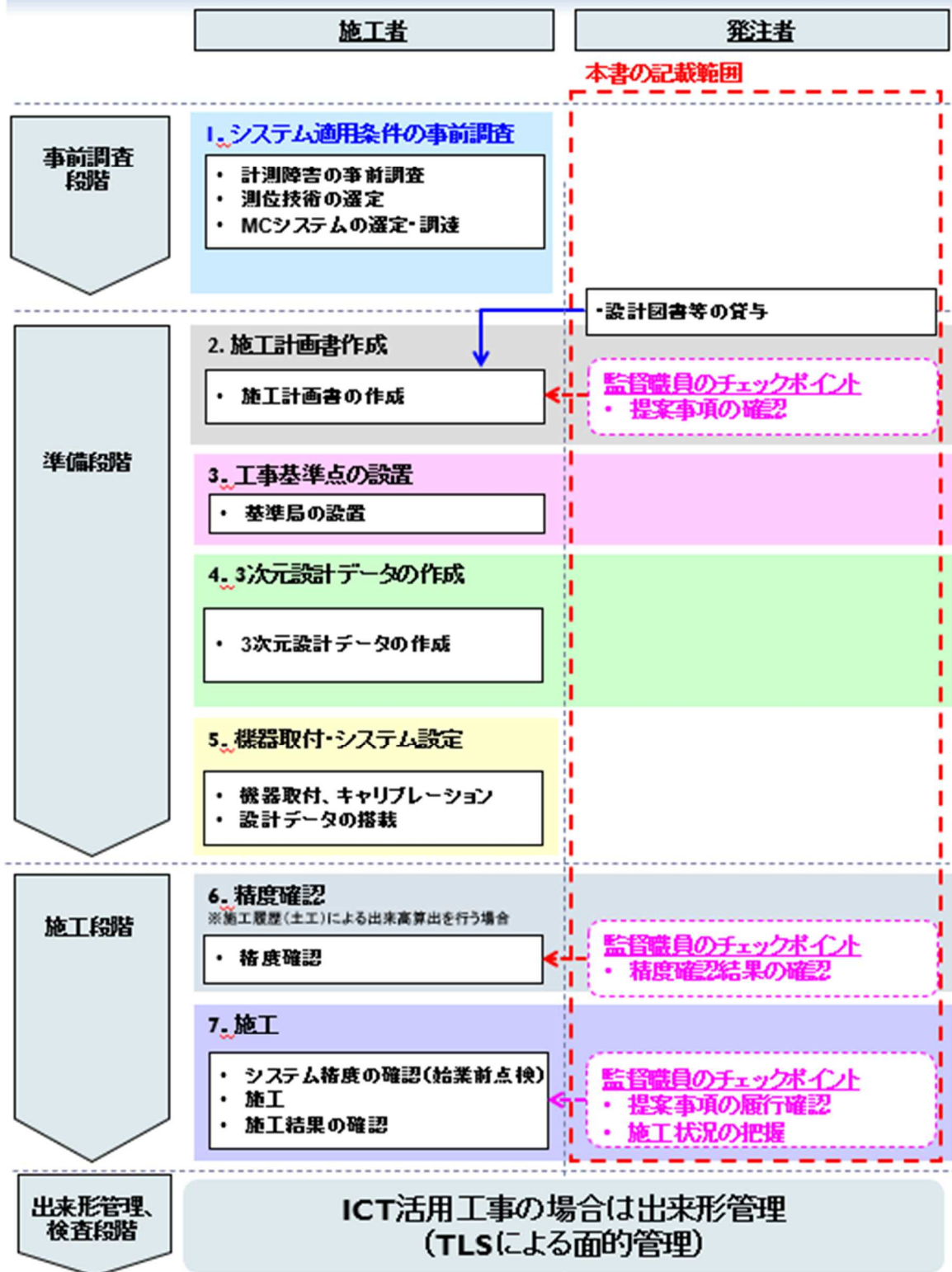
施工結果の把握方法について

- (1) 施工状況は適正か
- 当該施工日の目標値が明確である。
 - 施工目標値に対して、所定の精度で施工されている。
 - 目視結果で施工にムラがない。

巻末資料

1. 施工の流れ
2. チェックリスト

1. MC技術を用いた施工の流れ



2. チェックリスト一覧

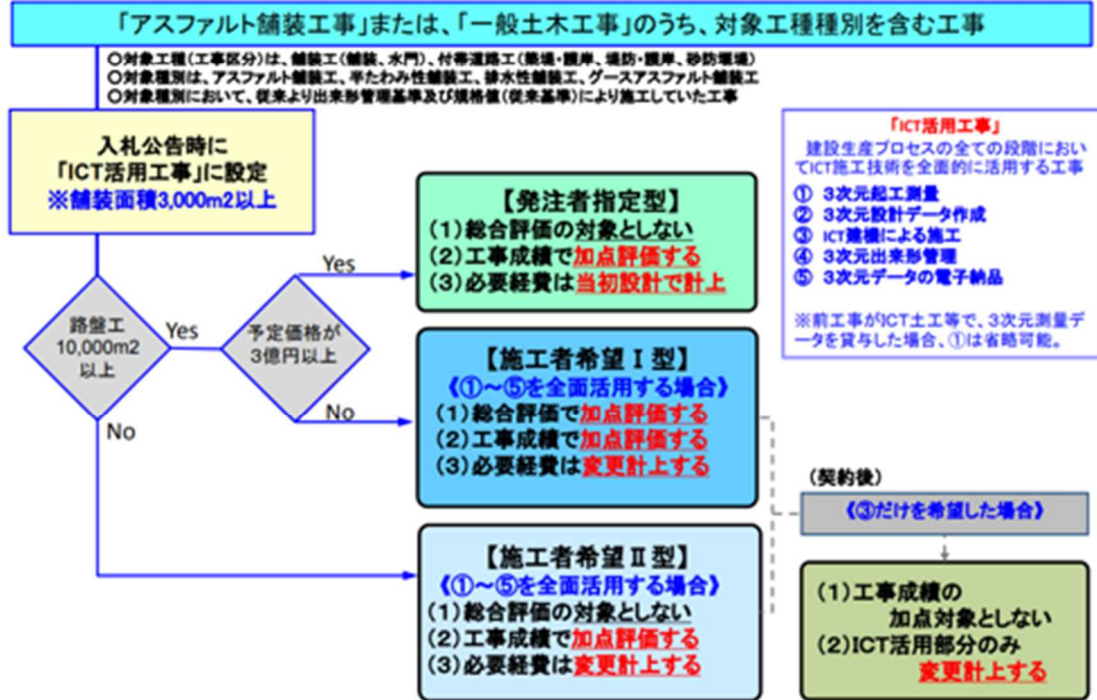
施工計画時の実施内容		
技術提案事項の確認について		
①提案事項の目的を機軸が合致しているか	<input type="checkbox"/>	ICT活用工事（舗装工）では、3Dシステム（モータグレーダあるいはブルドーザ）を活用した施工が求められている。
	<input type="checkbox"/>	目的の精度に応じた測位技術を利用している。 自動追尾ISの計測精度は軸方向で $\pm 5\sim 15\text{mm}$ 程度、RTK-GNSSの計測精度は軸方向で $\pm 30\sim 50\text{mm}$ 程度発生します。 RTK-GNSSの場合は、補完装置を併用することで高さの精度が向上します。
	<input type="checkbox"/>	利用するシステムが、MCあるいはMGで、提案事項と合致している。MCは建設機械の一部を制御します。MGは操作が全てオペレータです。
	<input type="checkbox"/>	利用するシステムのカatalogや仕様書がある（提案事項）。システムの機軸や仕様を把握したり、現場で、提案事項が稼働しているかを判断する際の参考として、Catalogや仕様書があると便利です。
②利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か	<input type="checkbox"/>	現場の制限から適正範囲を限定している。また、その理由を明記している。 橋梁などで振動や揺れがある場所。
	<input type="checkbox"/>	利用するシステムを効率的に利用するために適正範囲を限定している。また、その理由を明記している。狭い箇所や、既に丁張りが設置されている場所など
施工状況の把握方法について		
①施工状況の確認方法が明確か	<input type="checkbox"/>	施工に指示、施工状況を確認する方法が記載されている。 例：設計データは盛土の最終仕上げ面で作成する。このため、当該施工日の作業指示は「1層の仕上げ厚さ30cm×残りの層数分」として指示し、MC/MGシステムのダイヤルで目標値を設定する。 現場では、当該目標値との差が0～+5cmとなるように仕上げる。仕上げは、当該施工日の実施範囲のうち3カ所を実施する。
	<input type="checkbox"/>	施工状況を確認する別の方法が示されている。 例：基準点での確認を行うことが明記されている。 初期段階で丁張りとのクロスチェックを実施する など ISを利用して確認する。
施工時の実施内容		
技術提案事項の確認方法について		
①施工計画書に記載したシステム構成が設置されている	<input type="checkbox"/>	システムに必要な機器が設置されている。 施工計画書に添付されているCatalogなどと比べる。ただし、システムの改良が急速に進んでおり、軽微化、小型化されている場合もあるので、詳細は、利用者に確認する。
	<input type="checkbox"/>	システムの画面で、設計と計測値、設計値と計測値との差がリアルタイム表示されている。
		システムの画面で、利用している測位技術が適正に稼働していることが表示されている。
②提案の稼働している	<input type="checkbox"/>	MC施工では、作業中オペレータがブレードの上下作業をしなくてもブレードが自動的に制御されている。
施工状況の把握方法について		
①利用している基準点は正確か	<input type="checkbox"/>	ISやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。 工事基準点の設置、成果の提出方法は従来方法と同じです。
	②システムの精度管理状況は適正か	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>		機械のがたつき、変形などが生じていない。
施工結果の把握方法について		
①施工状況は適正か	<input type="checkbox"/>	当該施工日の目標値が明確である。
	<input type="checkbox"/>	施工目標に対して、所定の精度で施工されている。
	<input type="checkbox"/>	目標結果で施工にムラがない。

参考資料

1. ICT活用工事【舗装工】の実施方針
2. 情報化施工機器調達に関する支援制度
3. 用語集

【参考資料】1. ICT活用工事【舗装工】の実施方針

ICT舗装工の実施方針



出展：近畿地方整備局

「ICT活用工事の拡大に向けた取り組み～ICT舗装等の公告工事～」記者発表資料より抜粋

【参考資料】2. 情報化施工機器調達に関する支援制度

- ▶ 補助金(対象:ICT建設機械)
 - ・ 省エネルギー型建設機械導入補助事業
参考URL: <http://www.eco-kenki.jp/>
- ▶ 融資
(対象:建設機械本体)
 - ・ 環境・エネルギー対策資金(排出ガス・地球温暖化対策)
参考URL: https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html
(対象:後付けICT機器)
 - ・ IT活用促進資金
参考URL: https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html
- ▶ 税制(対象:すべての機器)
 - ・ 中小企業等経営強化法
参考URL: <http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/>

【参考資料】2 ①. 建設機械関係の「補助金」

ICTを搭載した建設機械の購入に際して各種への補助金が利用できます。内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30.1.26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考	
補助金	省エネルギー型建設機械導入補助事業(地球温暖化対策)	低燃費型(3つ星以上)のICT・ハイブリッド・電気駆動の建機	購入	(一財)製造科学技術センター	経済産業省	ICTとのセット販売された建機本体 ※H29予算:14.1億円 ※H30予算:12.7億円 ※H30.1.26時点執行率は75% ※H28年度は768件
	http://www.eco-kenki.jp/					
	サービス等生産性向上IT導入支援事業	ITツールのソフト本体、クラウドサービス、導入教育費用他	購入	民間団体等(事務局公募中)(1/19~2/15)	経済産業省	ソフトウェアのみ ※H28補正:100億円 ICT土工のソフト導入にあたっての活用実績 →208件(1次公募分) ※H29補正:500億円
	http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf					
	ものづくり・商業・サービス経営力向上支援事業	生産性向上に資する投資計画	購入	民間団体等(事務局公募中)(1/5~1/24)	中小企業庁	投資計画に記載した機械設備等(建機本体の購入は除く) ※H28補正:763億円 ※H29補正:1000億円
	http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf					

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】2 ②. 建設機械関係の「税制優遇」

建設機械関係の国税、地方税の減免あるいは固定資産税減免、法人税減免を受け取れる可能性があります。

内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30. 1. 26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考
税制優遇	生産性向上の実現のための臨時措置法(仮称)	生産性が年平均1%以上向上する建設機械、情報化施工機器等	導入促進計画を策定した市町村	中小企業庁	先端設備等導入計画を市町村に認定された機械設備等
	中小企業等経営強化法		市町村		※H29末時点 経営力向上計画を認定件数 →1000件以上
	中小企業経営強化税制	法人税、所得税、都道府県(法人住民税、事業税)、市町村(法人住民税)	www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/index.html		
	中小企業投資促進税制	建設機械、情報化施工機器等			

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】2 ③. 建設機械関係の「融資」

建設機械関係の融資が受け取れる可能性があります。
内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30.1.26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考	
融資	環境・エネルギー対策資金(排出ガス対策・地球温暖化対策)	オフロード法基準適合車、低炭素型・低燃費型建機	購入	日本政策金融公庫	中小企業庁	※貸付限度: 7億2千万円 (中小企業事業) 7千2百万円 (国民生活事業) ※貸付期間:20年以内 ※貸付対象: 環境対策型建設機械の購入 情報化施工機器の購入・貸借
	https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html	IT活用促進資金(企業活力強化貸し付け)	情報化施工機器(建機本体除く)等	購入、貸借	日本政策金融公庫	
	https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html					

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】3. 用語集 1/2

用語	内容
TS	トータルステーション(Total Station)の略。1台の機械で角度(鉛直角・水平角)と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀のことである。計測した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行うことができ、計測データの記録及び外部機器への出力ができる。
出来形管理用TS	現場での出来形の計測や確認を行うために必要なTS、TSに接続された情報機器(データコレクタ、携帯可能なコンピュータ)、及び情報機器に搭載する出来形管理用TSソフトウェアの一式のことである。
基本設計データ	基本設計データとは、設計図書に規定されている工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報及び利用する座標系情報などのことである。基本設計データは、設計成果の線形計算書、平面図、縦断面図及び横断面図から3次元データ化したもので、(1)道路中心線形又は法線(平面線形、縦断線形)、(2)出来形横断面形状で構成される。
3次元設計データ	TIN(triangulated irregular network)(不等三角網)データと呼ばれ、「マシンコントロール(MC)/マシンガイダンス(MG)技術」でシステムに搭載する電子データ。
道路中心線形	道路の基準となる線形のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。
法線	堤防、河道及び構造物等の平面的な位置を示す線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。
平面線形	平面線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の平面的な形状を表している。平面線形の要素は、道路中心線形の場合、直線、円曲線、緩和曲線(クロノイド)で構成され、それぞれ端部の平面座標、要素長、回転方向、曲線半径、クロノイドのパラメータで定義される。
縦断線形	縦断線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の縦断的な形状を表している。縦断形状を表す数値データは縦断面図に示されており、縦断線形の要素は、道路中心線形の場合、縦断勾配変位点の起点からの距離と標高、勾配、縦断曲線長又は縦断曲線の半径で定義される。
出来形横断面形状	平面線形に直交する断面での、路盤工仕上がり形状である。現行では、横断面図として示されている。

【参考資料】3. 用語集 2/2

用語	内容
基本設計データ作成ソフトウェア	従来の紙図面等から判読できる道路中心線形又は法線、横断形状等の数値を入力することで、基本設計データを作成することができるソフトウェアの総称。
GNSS	GPS(米)、GLONASS(露)、GALILEO(EU)、北斗(中国)など、人工衛星を利用した測位システムの総称。 情報化施工にて取り扱うGNSSは、移動局の位置座標を正確に測定する必要があることから、リアルキネマティック(RTK-GNSS)測位手法を基本とする。
RTK-GNSS(リアルタイムキネマティック)	計測位置のGNSS(移動局)と、既知点に設置したGNSS(基準局)の2台を用いて、実時間(リアルタイム)で基線解析を行うことで、より高精度に計測位置の座標を取得できる装置。
XML	<u>eXtensible Markup Language</u> の略称。 コンピュータ言語の一種。

3.3 マシンコントロール/マシンガイダンス技術（ブルドーザ編）の手引書【発注者用】

**マシンコントロール／
マシンガイダンス技術
(ブルドーザ編)の手引き
【発注者用】**

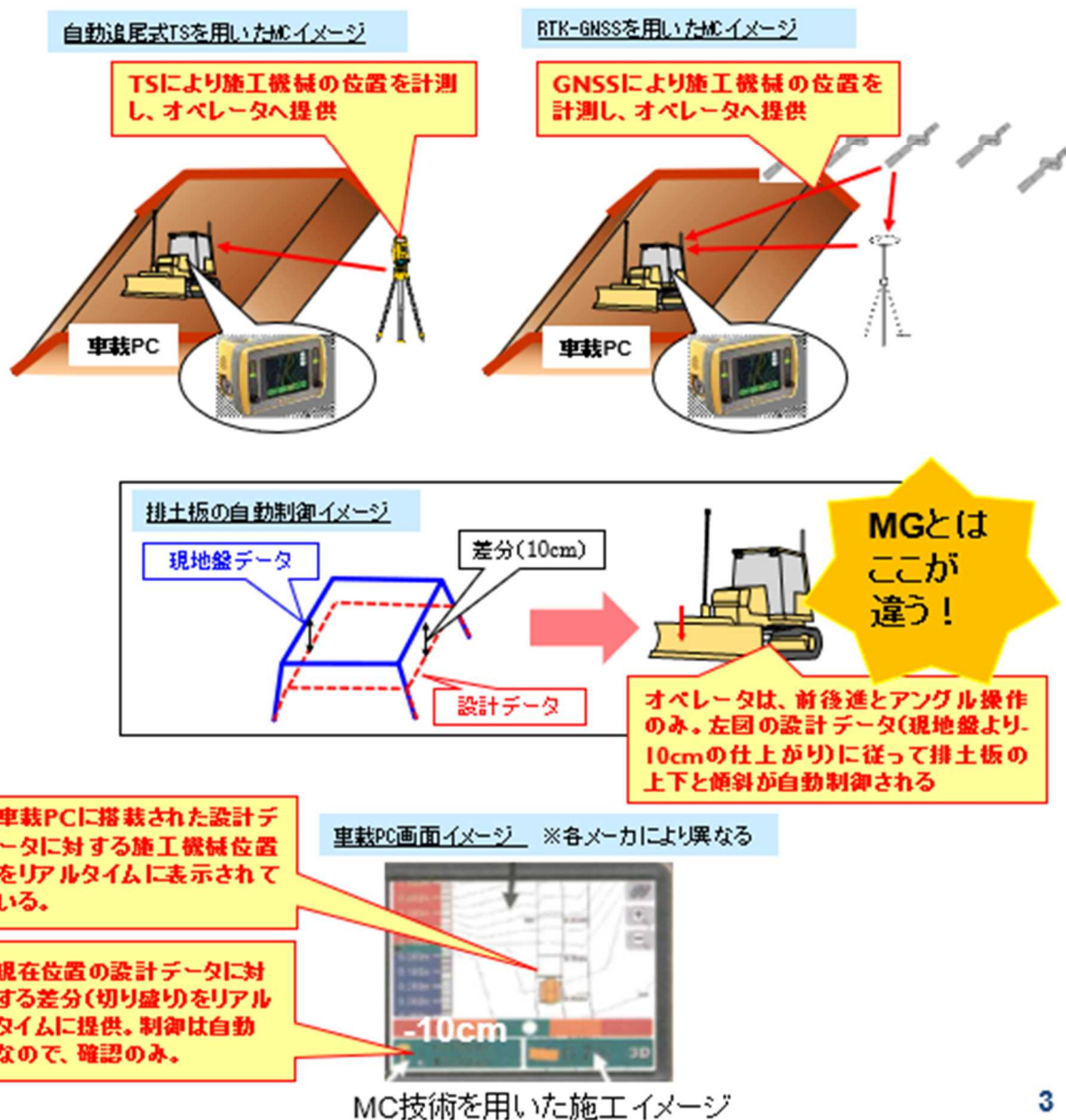
平成30年2月

基礎編

1. MC/MG技術(ブルドーザ)の概要
2. MC/MG技術(ブルドーザ)の構成例
3. MC/MG技術で利用される測位技術
4. 準拠する要領、基準等、適用工種
5. MC/MG技術(ブルドーザ)導入のメリット
6. MC/MG技術(ブルドーザ)導入の主要5パート

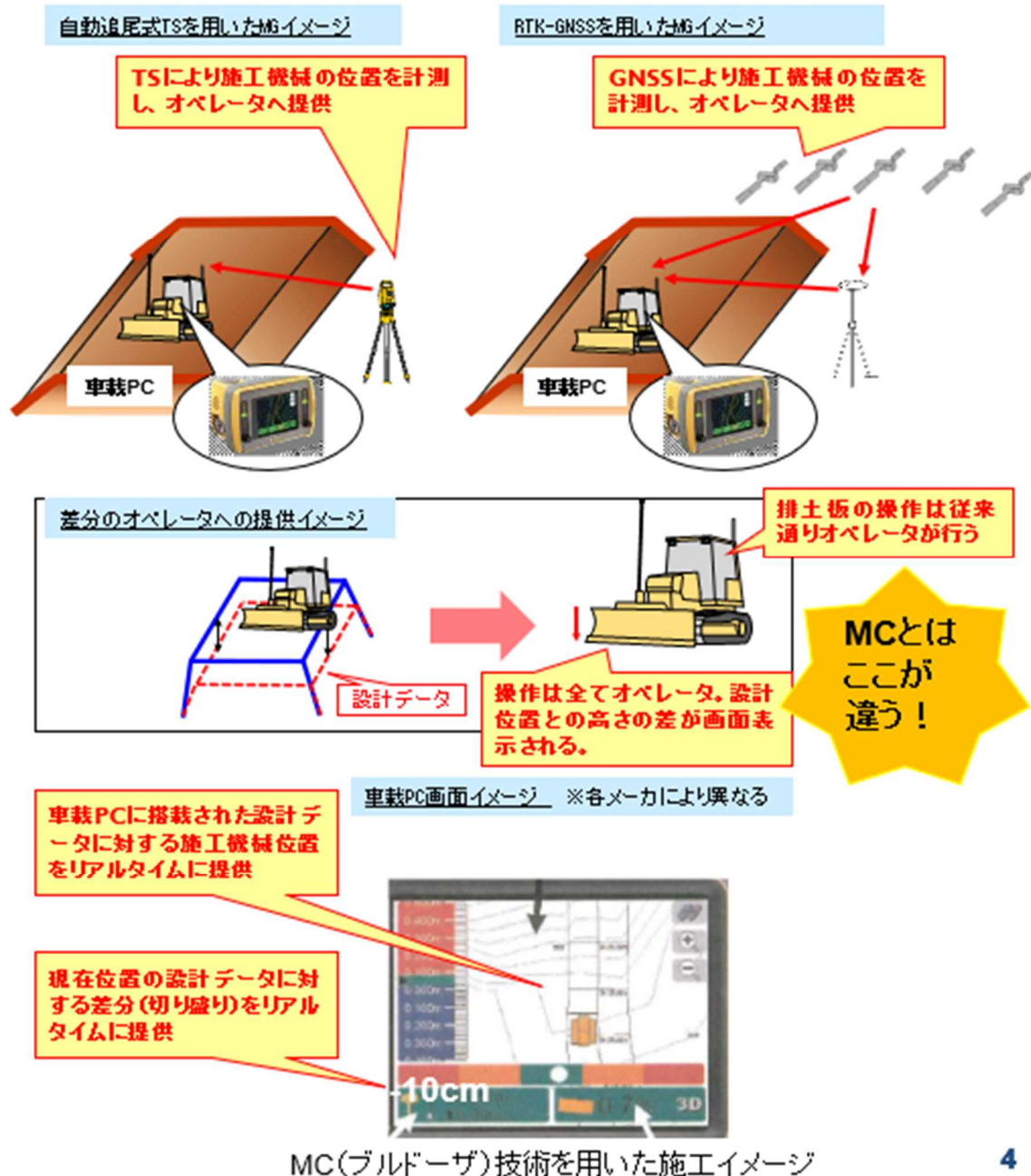
1. ①マシンコントロール技術 (ブルドーザ) の概要

- マシンコントロール(以下、「MC」という。)技術とは、自動追尾式のTS(トータルステーション)やGNSS(汎全地測位航法衛星システム)などの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分に基づき、排土板の高さ・勾配を自動制御するシステムです。
- オペレータ画面には設計との差が表示されており、施工状況を確認しながら施工します。排土板の上下は自動化されておりオペレータの作業は左右への排土と前後進のみです。自動制御は手元スイッチでON/OFFが可能です。



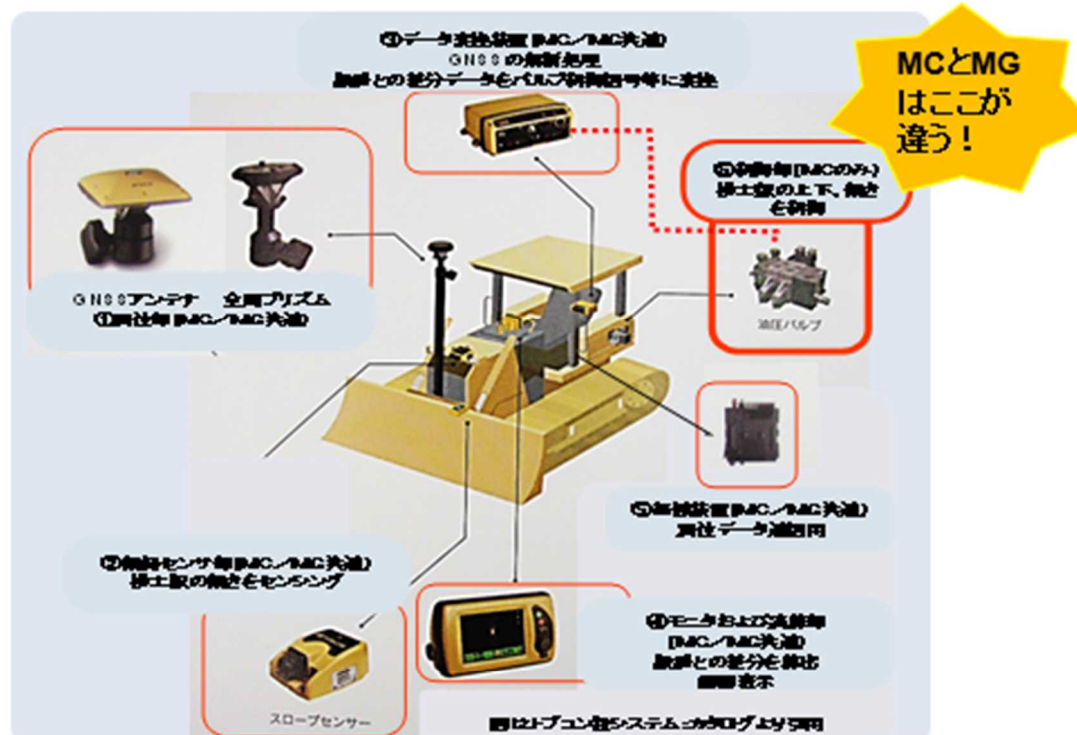
1. ②マシンガイダンス技術 (ブルドーザ) の概要

- マシンガイダンス(以下、「MG」という。)技術とは、自動追尾式TSやGNSSなどの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分をオペレータへ提供するシステムです。**操作は全て従来のブルドーザと同様です。**



2. MCとMG技術 (ブルドーザ) の機器構成の違い

- MCとMGの違いは、測位結果と設計データとの差から算出される標高差と傾きの差を、油圧の自動制御に利用するかどうかの違いです。
- MCでは、油圧を自動制御するためにブルドーザの油圧バルブに電気信号を送って制御を行います。MGでは、制御は行ないません。



参考 センサ等を標準搭載した器械について

- メーカーによっては、③と④を一体化している場合や、②を重機に標準搭載している場合もある。
- 油圧バルブについても、既にMCコントローラとの通信部を標準搭載している場合もある。

参考 油圧バルブへの接続について

- MC/MGのシステムは、現状では同様のシステムが用いられていることが多いです。ですので、油圧バルブに接続するかどうかの違いになります。
- 油圧バルブは、電磁バルブと呼ばれる電気信号で制御されているタイプが必要です。最近のブルドーザは電磁バルブが一般的ですが、古いタイプの場合は確認が必要です。
- 電磁バルブでも、制御信号のフォーマットなどが不適合な場合は安全な制御ができない場合があります。システムメーカーに、機種・型式・製造番号などを連絡し、確実にMC化できるか確認しておくとい良いでしょう。

3. MC/MG技術 (ブルドーザ) で利用される測位技術

▶ 位置計測技術 (例)

【自動追尾式TS】

建設機械側に取り付けられた全周プリズムを自動追尾式TSが追尾し、連続的に全周プリズムの位置を計測します。計測結果は無線で建設機械に転送されます。この方式では、自動追尾式TSに建設機械が1台のセットとして稼働します。



【RTK-GNSS】

建設機械に取り付けられたアンテナ位置の座標をRTK-GNSSを用いて計測します。RTK-GNSSの基準局から補正データを無線装置等で受け取る必要があります。補正データは複数の機械に配信可能で、アンテナを搭載した移動局側を複数稼働させることができます。

自動追尾TS方式に比べてやや高さ方向の計測精度が劣ります。



【ネットワーク型RTK-GNSS】

RTK-GNSSの基準局から送信される補正データを、携帯電話やインターネット通信を介して提供する方式。国土地理院が整備している電子基準点を用い、建設機械の近辺に仮定の基準局を設定し、仮定の基準点で得られる受信データの補正データを提供します。建設機械側のシステムはRTK-GNSSと同じで良い。基準点の代わりに、仮想基準点データを受信する受信機、データを作成・配信するベンダーとの契約と通信料が必要となります。

精度は、RTK-GNSSと同程度であり、自動追尾TS方式に比べてやや高さ方向の計測精度が劣ります。

【RTK-GNSS + レーザ装置による高さの補完】

RTK-GNSSの高さ方向の精度を自動追尾式TS程度まで向上させるために、レーザー技術による補完を行う技術である。本技術の利用により、複数の建設機械を同時にかつ高精度にマシンコントロールすることが可能となります。



参考 測位技術の選択について

- 測位技術については、当該工事の現場条件(山間地での衛星の捕捉状況、無線障害の有無)と作業期間、当該作業以外で利用する測位技術の活用などを考慮して選定する。
- 施工に必要な精度に応じて適切な測位技術を選択すること。

4. 準拠する要領、基準等、適用工種

▶ **準拠する要領・基準等**

- ▶ MC/MG技術を用いた施工の施工管理要領、監督・検査要領等は策定されていません。
- ▶ MC/MG技術を用いた施工では、従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル(財)国土技術研究センター」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省各地方整備局)」等の従来通りの土工の施工管理要領・監督検査要領に準じて実施されます。
- ▶ MC/MG技術に関する機器・ソフトウェア等の必要要件も統一されていません。

▶ **適用作業**□ **ICT活用工事(土工)での適用工種**

(1)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とする。

- 1)河川土工、海岸土工、砂防土工
盛土工
- 2)道路土工
路体盛土工/路床盛土工

《表-1 ICT活用工事と適用工種》

段階	技術名	対象作業	建設機械	適用工種		監督・検査 施工管理	備考
				河川土工	道路土工		
ICT建設機械 による施工	3次元マシンコントロール(ブルドーザ)技術 3次元マシンガイダンス(ブルドーザ)技術	まきだし 敷均し 掘削 整形	ブルドーザ	○	○		
	3次元マシンコントロール(バックホウ)技術 3次元マシンガイダンス(バックホウ)技術	掘削 整形	バックホウ	○	○		

□ **ICT活用工事(土工)以外での適用工種**

MC/MGブルドーザは、造成工事、駐車場整備、緩斜面の法面整形、小規模な敷均しなどにも有効活用できる。

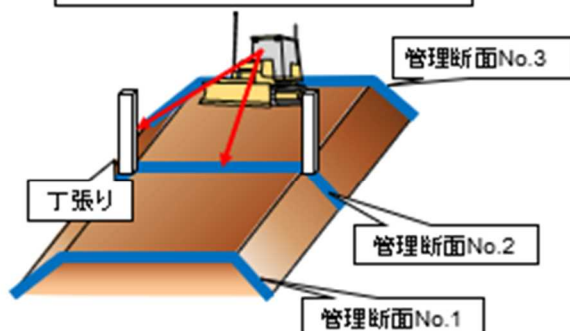
5. MC/MG技術 (ブルドーザ) 導入のメリット 1/2

- ▶ 丁張り削減、検測作業削減、施工作業の簡素化による施工の効率化

【従来手法】

従来の施工イメージ

オペレータは、丁張り及び施工状況を目視確認しながら建設機械を操作



検測状況

設計高さからのオフセットを適宜確認



現状

- ・検測に労力・時間を要する。
- ・施工時間がオペレータの技能に左右される。
- ・検測者は重機付近の作業で危険

【MC/MG技術】

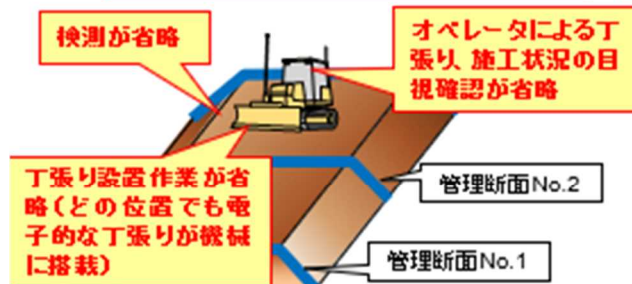
MC/MG技術を用いた施工イメージ

【MCの場合】

オペレータの操作は、切盛調整、前後進のみ
※排土板は設計データに応じて自動制御

【MGの場合】

オペレータは、車載モニタより提供される設計データとの差分に応じて建設機械を操作



メリット

- ・丁張り設置、検測作業の省略により施工が効率化する。
- ・オペレータによる丁張り 施工状況の目視確認の省略により、施工時間がオペレータの技能に左右されず、施工が効率化する。
- ・重機付近の作業員を削減でき、安全性が向上

参考

MC(ブルドーザ)技術と従来施工との施工量の比較



【日当たり施工量の増加量】

- ・A現場: 540m³/日 ⇒ 650m³/日
- ・B現場: 540m³/日 ⇒ 840m³/日
- ・C現場: 560m³/日 ⇒ 954m³/日
- ・D現場: 560m³/日 ⇒ 749m³/日

効率的に利用すれば施工量が大幅に増加
(1.5倍に向上)

出典: 情報化施工推進会議 第8回会議資料

資料4 直轄工事における情報化施工の試験施工(平成21年度 調査結果)
(情報化施工推進会議)

※「ICT活用工事(土工)実施要領(H28.3)」ではMCのブルドーザは標準能力の1.2倍を見込んでいる。

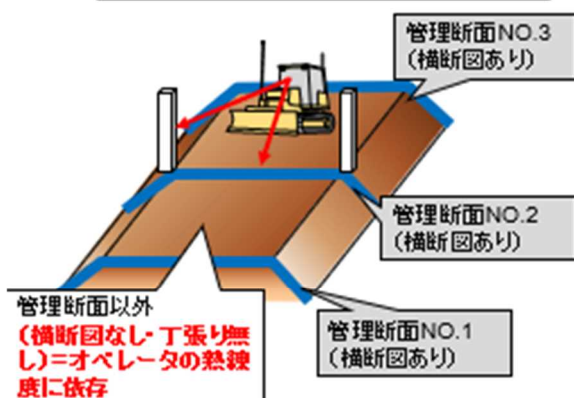
5. MC/MG技術 (ブルドーザ) 導入のメリット 2/2

- 面的で高精度な施工品質の容易な確保

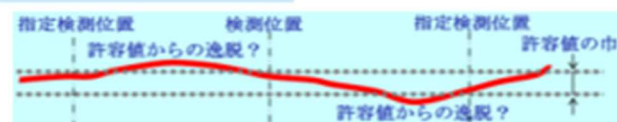
【従来手法】

従来の施工イメージ

オペレータは、管理断面の設計値(丁張り)を目標に施工を実施



仕上り面と許容値との関係



出典: 情報化施工の普及推進(第3回)セミナー(近畿地方整備局)

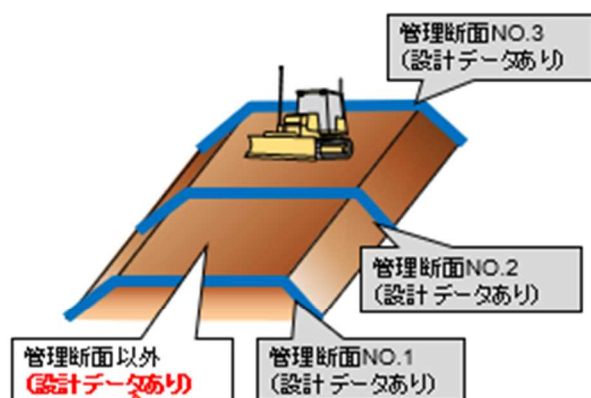
現状

・管理断面(検測位置)の施工品質は確保されるが、管理断面ではない部分の施工品質は不明である。(管理されていない)

【MC/MG技術】

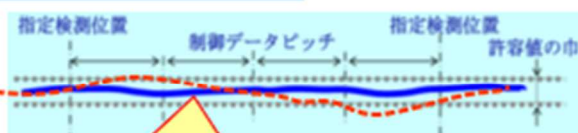
MC/MG技術を用いた施工イメージ

【MC/MG共通】
車載PCに搭載された3次元設計データのおりに施工を実施



3次元設計データは、任意断面の設計値も保持している

仕上り面と許容値との関係



管理断面(検測位置)以外の部分でも検測位置と変わらない施工制度が実現する

出典: 情報化施工の普及推進(第3回)セミナー(近畿地方整備局)

メリット

・管理断面ではない部分も設計データに基づき施工されるため、施工品質が容易に確保できる。(面的な品質確保)
・オペレータの技能に依存せず、効率的に高精度な作業を実現できる。(MCの場合)

6. MC/MG技術 (ブルドーザ) 導入の主要5パート

- ▶ MC/MG技術を用いた施工では以下の主要5パートの適切な実施により、施工精度を確保することができます。

1. システム適用条件の事前調査		
<p>(1)計測障害の事前調査 システム適用条件の確認</p> <p>【TSの場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> 無線通信障害がないことを確認 基準局から移動局までの視準の確保 <p>【GNSSの場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> 無線通信障害がないことを確認 FIX解データを得る衛星捕捉状態の確保 	<p>(2)測位技術の選定 計測機器(TS・GNSS)の選択</p> <p>【TS】</p> <ul style="list-style-type: none"> 視準を遮断する既設構造物等がない現場である <p>【GNSS】</p> <ul style="list-style-type: none"> 衛星の補足が困難となる狭小部や山間部でない現場である 	<p>(3)MC/MGシステムの選定・調達 必要機能を有するシステムの選定</p> <ul style="list-style-type: none"> 排土板等の3次元位置データ(平面位置・高さ・勾配)と設計データとの差分を計算し、排土板を設計通りに自動制御する(MCの場合) 排土板等の3次元位置データ(平面位置・高さ・勾配)と設計データとの差分を計算し、車載へ提供する(MGの場合)
2. 計測精度の確保		
<p>(1)計測精度の確認 基準局の設置</p> <p>【TSの場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> 計測座標と既知座標とが合致することを確認 <p>【GNSSの場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> 計測座標と既知座標とが合致することを確認 任意点の計測座標が合致することを確認(1箇所を2回計測) 		
3. 3次元設計データの作成		
<p>(1)設計図書(平面図、縦断面図、横断面図)、線形計算書の貸与</p> <p>2次元CADデータの照査</p> <ul style="list-style-type: none"> 不備の確認 起工測量結果との差異の確認 	<p>(2)3次元設計データの作成 3次元設計データ作成ソフトウェアにより作成</p> <p>工事基準点・平面線形・縦断面線形・出来形横断面形状を基準点測量結果や設計図書等から作成</p> <p>道路中心線形(又は堤防法線) 出来形横断面形状</p>	<p>(3)3次元設計データの確認 3次元設計データの照査</p> <ul style="list-style-type: none"> 施工者が3次元設計データの照査 監督職員が3次元設計データの照査結果の確認 <p>3次元設計データのイメージ</p>
4. 機器取付・システム設定		
<p>(1)建設機械への機器取付・現場調整 機器取付・現場調整</p> <ul style="list-style-type: none"> 建設機械への機器の適切な取付 排土板幅等の正確な測定、車載PCへの必要情報の入力 	<p>(2)設計データ作成・搭載 設計データ</p> <ul style="list-style-type: none"> 設計データの建設機械への搭載 	
5. 施工		
<p>(1)施工精度の確認</p> <ul style="list-style-type: none"> 排土板等の位置情報の精度確認 	<p>(2)施工</p> <ul style="list-style-type: none"> 車載PCの確認 施工機械の操作 	<p>施工状況をリアルタイムで確認</p>

実務編

1. MC/MG技術(ブルドーザ)を用いた施工の流れ
2. MCシステム適用条件の事前調査時の実務内容
3. 機器取付・システム設定時の実務内容
4. MCシステム計測精度確認時の実務内容
5. 3次元設計データ作成時の実務内容
6. 施工時の実務内容

1. MC/MG技術 (ブルドーザ) を用いた施工の流れ



2. システム適用条件の事前調査時の実務内容

- ▶ 施工計画時の実施内容と解説事項

本書の記載範囲

フロー	施工者の 実務内容	監督職員 の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 施工計画書の作成 </div>	<ul style="list-style-type: none"> 施工計画書の作成 	<ul style="list-style-type: none"> 提案事項の確認(解説①)P14

解説①：提案事項の確認【監督職員】

～2.MCシステム適用条件の事前調査時の実務内容～

- ▶ 施工者がMC/MG技術を利用するための特別な記載は必要ありません。ただし、発注者指定あるいは技術提案などでMC/MGの導入を提案している場合は、提案している内容と利用するシステムが合致しているか確認します。
- ▶ また、発注者指定あるいは技術提案などでMC/MGの導入を提案している場合、利用するシステムの特徴や現場の制約条件から、現場の一部で利用する場合もありますので、利用範囲(利用工種)についても確認します。

※利用範囲に制限を設ける場合は、施工前の協議で受発注者で確認しておくとい良いでしょう。

- ▶ ICT活用工事で出来高部分払いを利用する場合は、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」に準じて精度確認を行う必要があります。

施工計画書の内容で確認

施工者は、「土木工事共通仕様書 1-1-4 施工計画書」の規定に基づき、使用する施工機械に関する情報を記載します。

ポイント①

施工者が任意で利用する場合、MC/MG(ブルドーザ)として特別に記載する項目はありません。

ポイント②

技術提案などで、MC/MG技術の利用を提案している場合は、添付資料として、システムの機能(2Dあるいは3D)および精度が確認できる資料(メーカーパンフレット等)を確認しておきます。

MC/MG技術で利用する測位技術について、性能の証明は不要です。

ポイント③

ICT活用工事(土工)では、3Dシステムを活用した施工が求められている

ICT活用工事(土工)においても、施工の効率化が見込まれる範囲で技術利用を推進することが求められています。

チェックポイント

技術提案事項の確認について

- (1)発注者指定あるいは提案事項の目的と機能が合致しているか
 - 利用するシステムは、2Dシステム(設計データを搭載しないタイプ)と3Dシステム(3次元設計データを搭載)で、提案事項と合致している。
 - 現場条件に適した測位技術を利用している。
 - 利用するシステムのカタログや仕様書がある(推奨事項)。
システムの機能や仕様を把握したり、現場で、提案事項が稼働しているかを判断する際の参考として、カタログや仕様書があると便利です。
 - (2)利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か
 - 現場の制限から適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。
RTK-GNSSの衛星が補足できない箇所、橋梁などで振動や揺れがある場所。
 - 利用するシステムを効率的に利用する為に適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。
狭隘な箇所や、既に丁張りが設置されている場所など
- ※利用範囲に制限を設ける場合は、施工前の協議で受発注者で確認しておくとい良いでしょう。

解説②：作業装置位置の計測精度の確認方法 1/2

(4)作業装置位置の計測精度についての確認方法

2)ブルドーザの場合

作業装置位置の精度確認は、現場条件に合わせて、以下のいずれかの方法で行う。

- MC/MG技術の情報とTS計測による取得情報との作業装置位置の較差
MC/MG技術より提供される作業装置位置とTSIにより取得される作業装置位置との較差により取得精度の確認を行う。作業装置位置の精度の確認方法を図3-3に示す。計測は、ブルドーザの作業装置角度を変更し、3回(6ヶ所)以上行い、計測箇所は、往復を含め、延べ6箇所以上とする。

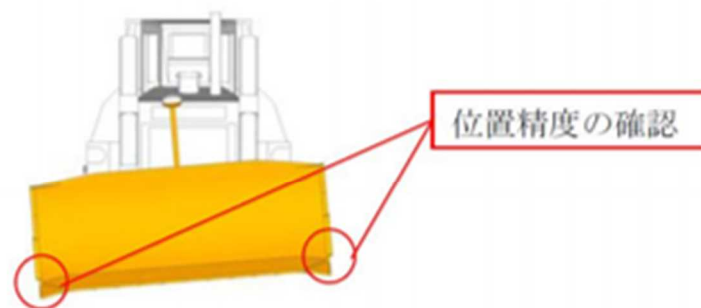


図3-3 ブルドーザの作業装置位置の精度の確認方法

• テスト走行による検測

施工前に、ICTブルドーザによるテスト走行を行い、テスト面の検測から取得したデータを用いて位置精度を取得する。現況地形のデータをMC/MGシステムに搭載したブルドーザを走行し、作業装置の左右端の2点以上を検測する。さらに、テスト走行は、異なる2方向(例えば逆向き)で作業装置角度を変えて実施すること。検測はTSIにより計測し、検測箇所は2方向の走行を含めて、延べ12箇所以上とする。テスト走行による検測図を図3-4に示す。

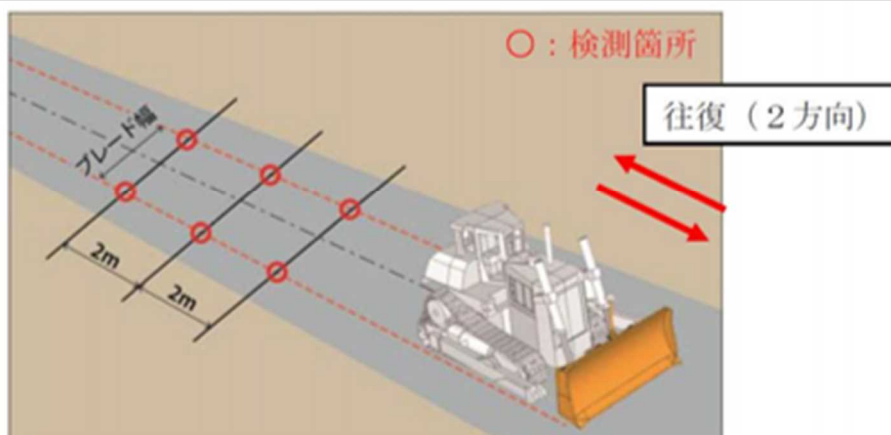


図3-4 テスト走行による検測例

解説②：作業装置位置の計測精度の確認方法 2/2

(様式-2)

平成 年 月 日
作成者： 印

「ブレード位置の取得精度」記録シート (対象技術：ICTブルドーザ)

試験 No.	パラメータ(目標値)		内容						較差 (②-①)		規格値	標高較差 確認結果 (規格値以内) ②2
	ブルドーザ位 置	ブレード 角度	①MC-MG技術 ①1			②精度検出機器(TS)			平面位置	標高		
			北座標	東座標	標高	北座標	東座標	標高				
No. 1	°	度										
No. 2	°	度										
No. 3	°	度										
No. 4	°	度										
No. 5	°	度										
No. 6	°	度										
	備考		平均値									

① アウトセタによる検出を行う場合は、「標高(設計値)」のみを入力する。
 ② 標高較差が規格値以内であれば、チェック結果欄に“○”と記すこと。

チェックポイント

精度確認の結果について

- 様式-2による計測結果が、標高較差で±50mm以内であることを確認する。

6. 施工時の実務内容

▶ 施工時の実施内容と解説事項

本書の記載範囲

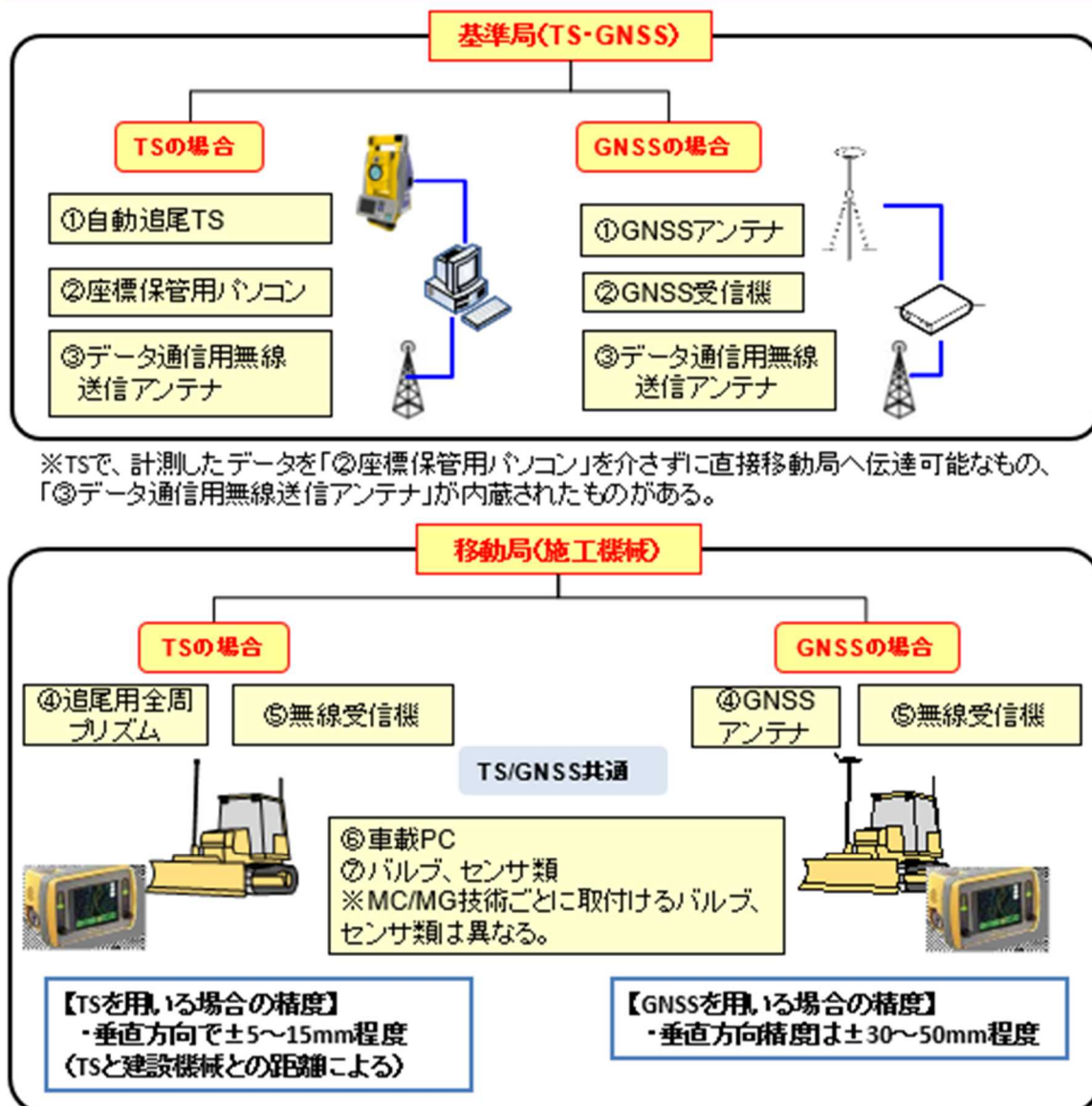
フロー	施工者の実務内容	監督職員の 実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">始業前点検</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工精度の確認・対処 	
<div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">施工</div>	<ul style="list-style-type: none"> ・施工状況・結果の確認 	<ul style="list-style-type: none"> ・技術提案事項の実施を確認 (解説①)P18、P19 ・施工状況の把握 (解説②)P20、P21

解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】1/2

～6. 施工時の実務内容～

- ▶ MC/MG技術を用いた施工に必要な機器・ソフトウェアは、「基準局」「移動局」に大きく分類されます。
- ▶ MC/MGシステムは、測位技術にTSを用いるシステムとRTK-GNSSを用いるシステムとがあり、それぞれ機器構成が異なります。
- ▶ システムの機器構成については、メーカーや機種毎に異なるため、施工計画書に記載される構成と比較します。

MC/MGシステムの機器構成

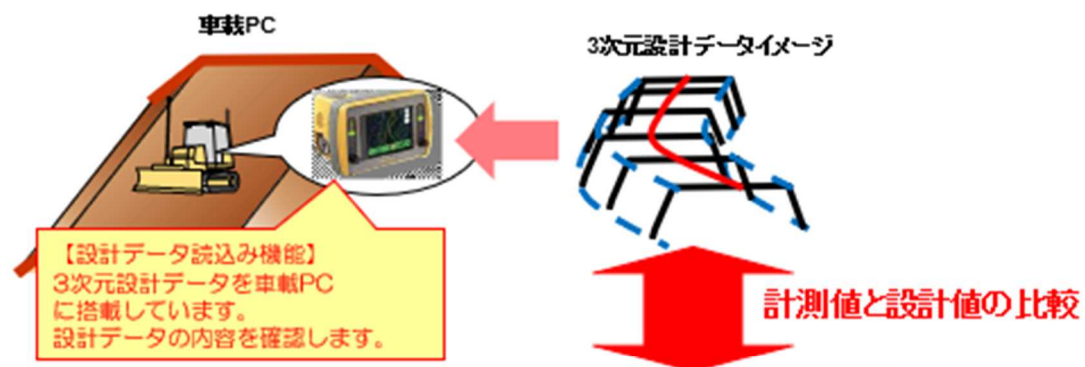


解説①：技術提案事項の実施を確認【監督職員】2/2

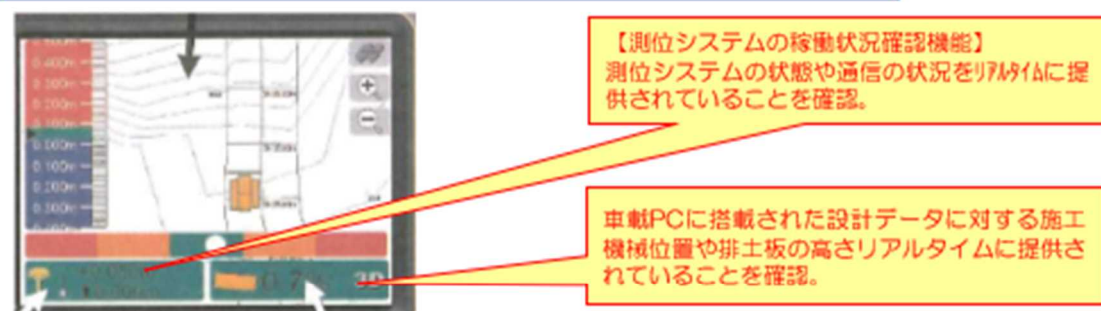
～6. 施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの稼働状況をシステム画面などで確認します。

システム画面の稼働状況の確認例 ※各メーカーのより異なるので詳細はカタログなどで確認



車載PC画面イメージ【MC(モータグレーダ)、MC/MG(ブルドーザ)】 ※各メーカーにより異なる



チェックポイント

技術提案事項の確認方法について

- (1) 施工計画書に記載したシステム構成が設置されているか
- システムに必要な機器が設置されている。
 - 施工計画書に添付されているカタログなどと比べる。ただし、システムの改良が急速に進んでおり、簡略化、小型化されている場合もあるので、詳細は、利用者に確認する。
- (2) 確実に稼働している
- システムの画面で、設計と計測値、設計値と計測値との差がリアルタイムに表示されている。
 - システムの画面で、利用している測位技術が適正に稼働していることが表示されている。
 - MC施工では、作業中にオペレータが排土板の上下操作をしなくても排土板が自動的に制御されている。

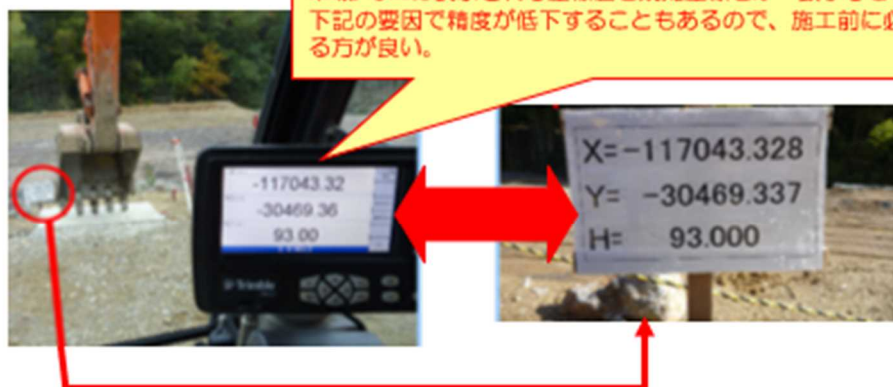
解説②：施工状況の把握【監督職員】1/2

～6. 施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの計測精度が管理されていることを把握します。
- ▶ 施工中、施工後に施工状況を把握します。

施工精度の管理状況の把握方法

施工精度の簡易確認(例)



移動局(建設機械)側の精度が変化する要因例

- (1) 排土板等の摩耗による排土板等寸法の変化
- (2) 建設機械のピン支承の摩耗による機械ガタの増加
- (3) 全周周プリズム(GNSSアンテナ)のねじの緩み、変形による設置位置のずれ、故障等
- (4) 無線受信アンテナのねじの緩み、変形による故障等
- (5) センサのねじの緩み、変形による設置位置のずれ、故障等
- (6) 機器取付用ケーブルの緩み、損傷等

チェックポイント

施工状況の把握方法について

- (1) 利用している基準点は正確か
 - TSやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。
工事基準点の設置、成果の提出手法は従来方法と同じです。
- (2) システムの精度管理状況は適正か
 - 作業前に、工事基準点などを利用した確認を実施している。
システムの精度は、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきや排土板の摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。全てを組み合わせた状態で、精度管理を行う必要があります。
 - 機械のがたつき、変形などが生じていない。

解説②：施工状況の把握【監督職員】 2/2

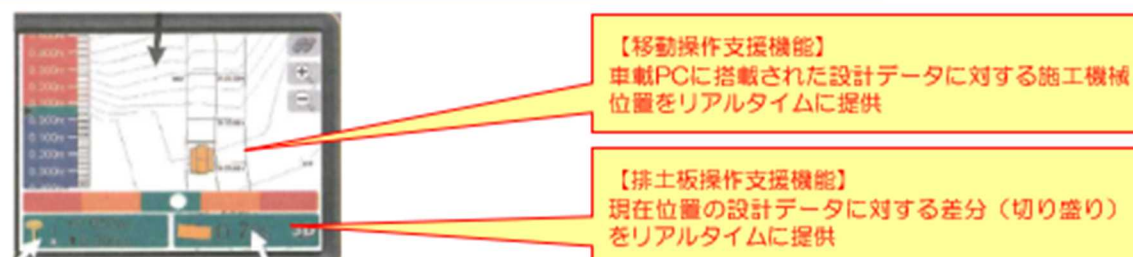
～6. 施工時の実務内容～

- ▶ MC/MGシステムの稼働状況と施工結果をシステム画面などで確認します。
- ▶ 比較対象となっている3次元設計データの内容を把握しておく。

システム画面の稼働状況の確認例 ※各メーカーのより異なるので詳細はカタログなどで確認



車載PC画面イメージ【MC(モータグレーダ)、MC/MG(ブルドーザ)】 ※各メーカーにより異なる



システムでの施工結果を確かめる方法

TS出来形を用いる場合(TS以外に、あらかじめ設置している丁張りと比較する方法も有効)



ポイント：MC(ブルドーザ)を導入するだけで、高精度な施工が実現するわけではありません。

チェックポイント

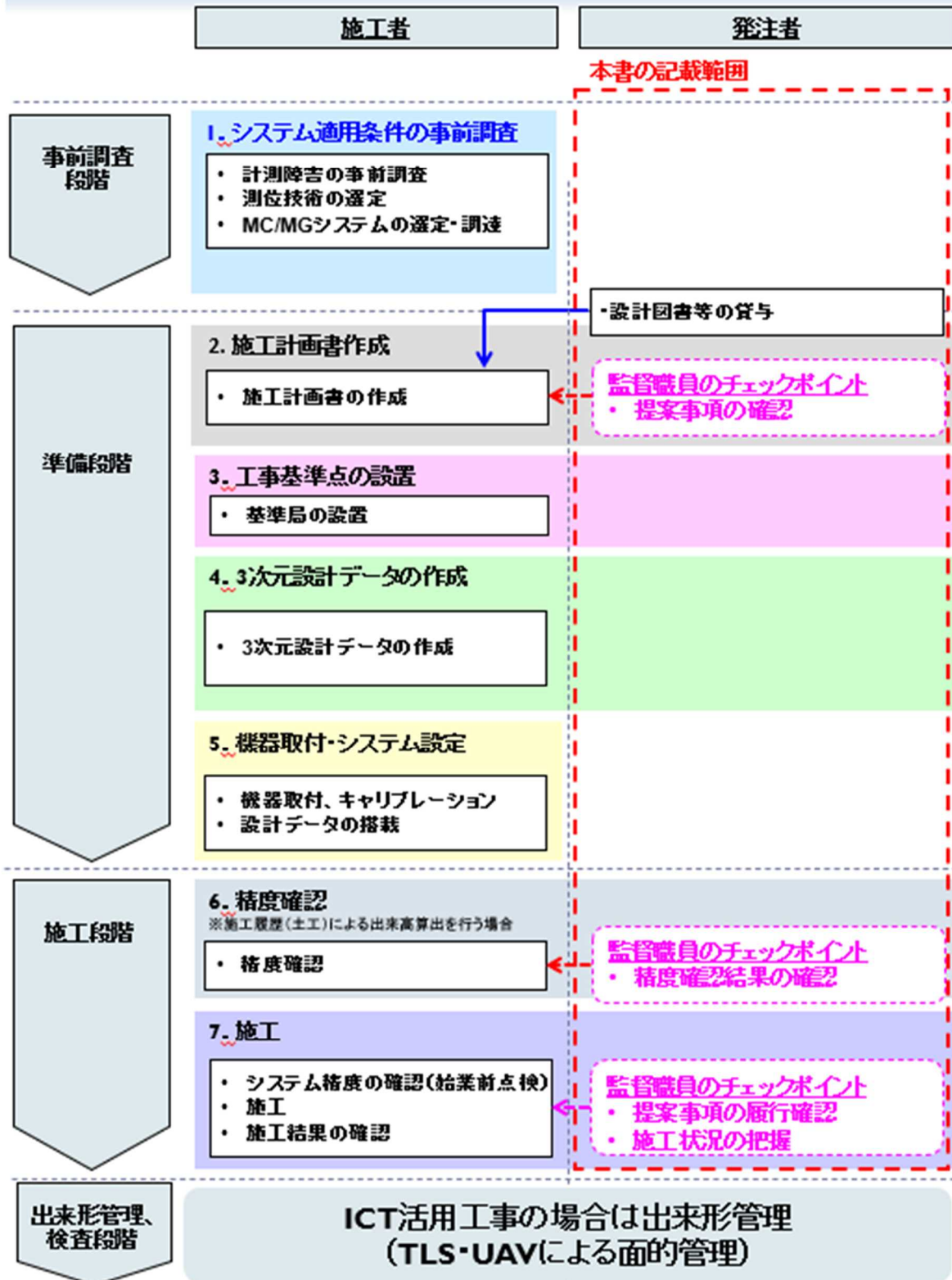
施工結果の把握方法について

- (1) 施工状況は適正か
- 当該施工日の目標値が明確である。
 - 施工目標値に対して、所定の精度で施工されている。
 - 目視結果で施工にムラがない。

巻末資料

1. 施工の流れ
2. チェックリスト

1. MC/MG技術を用いた施工の流れ



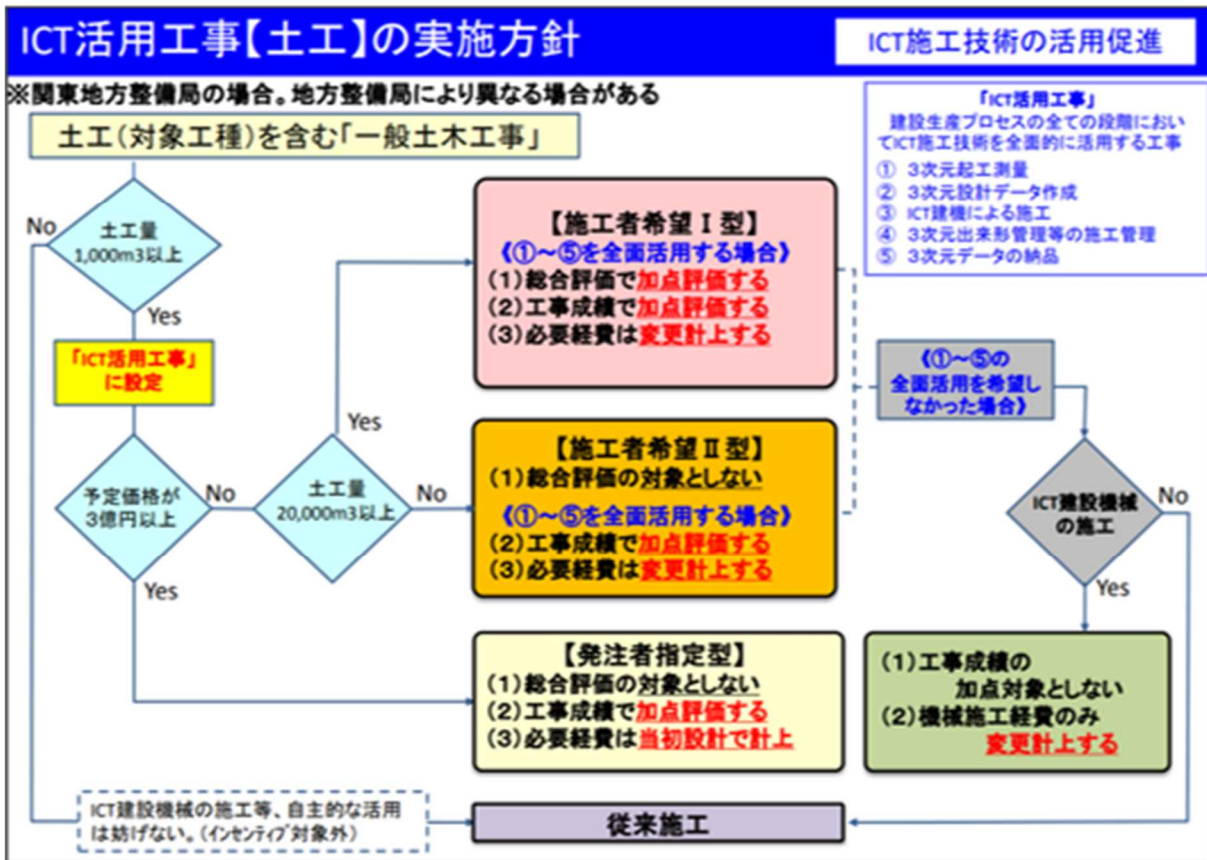
2. チェックリスト一覧

施工計画時の実務内容	
技術提案事項の確認について	
①提案事項の目的と機能が合致しているか	<input type="checkbox"/> 利用するシステムは、2Dシステム(設計データを搭載しないタイプ)と3Dシステム(3次元設計データを搭載)で、提案事項と合致している。 目的の精度に応じた測位技術を利用している。 <input type="checkbox"/> 自動追尾TSの計測精度は鉛直方向で±5~15mm程度、RTK-GNSSの計測精度は鉛直方向で±30~50mm程度発生します。
②利用範囲が示されているか、利用範囲が限定されている場合はその理由が明確か	<input type="checkbox"/> 利用するシステムが、MCあるいはMGで、提案事項と合致している。MCは建設機械の一部を自動制御します。MGは操作は全てオペレータです。 <input type="checkbox"/> 利用するシステムのカタログや仕様書がある(推奨事項)。システムの機能や仕様を把握したり、現場で、提案事項が稼働しているかを判断する際の参考として、カタログや仕様書があると便利です。 <input type="checkbox"/> 現場の制限から適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。RTK-GNSSの衛星が補足できない箇所、橋梁などで振動や揺れがある場所。 <input type="checkbox"/> 利用するシステムを効率的に利用するために適用範囲を限定している。また、その理由を明記している。狭い箇所や、既に丁張りが設置されている場所など
施工状況の把握方法について	
①施工状況の確認方法が明確か	<input type="checkbox"/> 施工の指示、施工状況を確認する方法が記載されている。 例:設計データは盛土の最終仕上げ面で作成する。このため、当該施工日の作業指示は“1層の仕上がり厚さ30cm×残りの層数分”として指示し、MC/MGシステムのダイヤルで目標値を設定する。 現場では、当該目標値との差が0~+5cmとなるように仕上げる。仕上げは、当該施工日の実施範囲のうち3カ所を実施する。 <input type="checkbox"/> 施工状況を確認する別の方法が示されている。 例:チェックのための目印(丁張り)を数カ所に設置する。 TS出来形を利用して確認する。 <input type="checkbox"/> 締切後の施工管理は従来どおり、高さや厚さの管理を行うことが記載されている。
施工時の実務内容	
技術提案事項の確認方法について	
①施工計画書に記載したシステム構成が設置されているか	<input type="checkbox"/> システムに必要な機器が設置されている。 <input type="checkbox"/> 施工計画書に添付されているカタログなどと比べる。ただし、システムの改良が急速に進んでおり、簡略化、小型化されている場合もあるので、詳細は、利用者に確認する。
②確実に稼働している	<input type="checkbox"/> システムの画面で、設計と計測値、設計値と計測値との差がリアルタイムに表示されている。 <input type="checkbox"/> システムの画面で、利用している測位技術が適正に稼働していることが表示されている。 <input type="checkbox"/> MC施工では、作業中にオペレータがブレードの上下操作をしなくてもブレードが自動的に制御されている。
施工状況の把握方法について	
①利用している基準点は正確か	<input type="checkbox"/> TSやRTK-GNSSの基準局は工事基準点を利用して設置されている。 <input type="checkbox"/> 工事基準点の設置、成果の提出方法は従来方法と同じです。
②システムの精度管理状況は適正か	<input type="checkbox"/> 作業前に、工事基準点などを利用した確認を実施している。 システムの精度は、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやブレードの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。全てを組み合わせた状態で、精度管理を行う必要があります。 <input type="checkbox"/> 機械のがたつき、変形などが生じていない。
施工結果の把握方法について	
①施工状況は適正か	<input type="checkbox"/> 当該施工日の目標値が明確である。 <input type="checkbox"/> 施工目標値に対して、所定の精度で施工されている。 <input type="checkbox"/> 目標結果で施工にムラがない。

参考資料

1. ICT活用工事【土工】の実施方針
2. 情報化施工機器調達に関する支援制度
3. 用語集

【参考資料】1. ICT活用工事【土工】の実施方針



出展：第2回 ICT導入協議会資料 「【資料-1-2】ICT活用工事の実施方針について」より抜粋

【参考資料】2. 情報化施工機器調達に関する支援制度

- ▶ 補助金(対象:ICT建設機械)
 - ・ 省エネルギー型建設機械導入補助事業
参考URL: <http://www.eco-kenki.jp/>
- ▶ 融資
(対象:建設機械本体)
 - ・ 環境・エネルギー対策資金(排出ガス・地球温暖化対策)
参考URL: https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html
(対象:後付けICT機器)
 - ・ IT活用促進資金
参考URL: https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html
- ▶ 税制(対象:すべての機器)
 - ・ 中小企業等経営強化法
参考URL: <http://www.chusho.meti.go.jp/keiei/kyoka/>

【参考資料】2 ①. 建設機械関係の「補助金」

ICTを搭載した建設機械の購入に際して各種への補助金が利用できません。内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30.1.26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考	
補助金	省エネルギー型建設機械導入補助事業(地球温暖化対策)	低燃費型(3つ星以上)のICT・ハイブリッド・電気駆動の建機	購入	(一財)製造科学技術センター	経済産業省	ICTとのセット販売された建機本体 ※H29予算:14.1億円 ※H30予算:12.7億円 ※H30.1.26時点執行率は75% ※H28年度は768件
	http://www.eco-kenki.jp/					
	サービス等生産性向上IT導入支援事業	ITツールのソフト本体、クラウドサービス、導入教育費用他	購入	民間団体等 [事務局公募中] (1/19~2/15)	経済産業省	ソフトウェアのみ ※H28補正:100億円 ICT土工のソフト導入にあたっての活用実績 →208件(1次公募分) ※H29補正:500億円
	http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf					
	ものづくり・商業・サービス経営力向上支援事業	生産性向上に資する投資計画	購入	民間団体等 [事務局公募中] (1/5~1/24)	中小企業庁	投資計画に記載した機械設備等(建機本体の購入は除く) ※H28補正:763億円 ※H29補正:1000億円
	http://www.meti.go.jp/main/yosan/yosan_fy2017/hosei/pdf/pr_hosei.pdf					

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】2 ②. 建設機械関係の「税制優遇」

建設機械関係の国税、地方税の減免あるいは固定資産税減免、法人税減免を受け取れる可能性があります。

内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30.1.26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考
税制優遇	生産性向上の実現のための臨時措置法(仮称)	生産性が年平均1%以上向上する建設機械、情報化施工機器等	導入促進計画を策定した市町村	中小企業庁	先端設備等導入計画を市町村に認定された機械設備等
	中小企業等経営強化法		市町村		※H29末時点 経営力向上計画を認定件数 →1000件以上
	中小企業経営強化税制	法人税、所得税、法人住民税、事業税	国(法人税、所得税)、都道府県(法人住民税、事業税)、市町村(法人住民税)		
	中小企業投資促進税制	建設機械、情報化施工機器等			

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】2 ③. 建設機械関係の「融資」

建設機械関係の融資が受け取れる可能性があります。
内容や時期については適宜更新されているので各HPで確認が必要です。

ICT建設機械関係の補助金・低利融資・税制優遇制度の例

H30. 1. 26現在

区分	制度	対象	実施機関	所管省庁	備考	
融資	環境・エネルギー対策資金(排出ガス対策・地球温暖化対策)	オフロード法基準適合車、低炭素型・低燃費型建機	購入	日本政策金融公庫	中小企業庁	※貸付限度: 7億2千万円 (中小企業事業) 7千2百万円 (国民生活事業) ※貸付期間: 20年以内 ※貸付対象: 環境対策型建設機械の購入 情報化施工機器の購入・貸借
	https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/15_kankyoutaisaku.html					
	IT活用促進資金(企業活力強化貸し付け)	情報化施工機器(建機本体除く)等	購入、貸借	日本政策金融公庫	中小企業庁	
	https://www.jfc.go.jp/n/finance/search/11_itsikin_m.html					

※上記の制度の概要については近畿地整HPで公開されています。

➡ <http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/index.html>

【参考資料】3. 用語集 1/2

用語	内容
TS	トータルステーション(Total Station)の略。1台の機械で角度(鉛直角・水平角)と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀のことである。計測した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行うことができ、計測データの記録及び外部機器への出力ができる。
出来形管理用TS	現場での出来形の計測や確認を行うために必要なTS、TSに接続された情報機器(データコレクタ、携帯可能なコンピュータ)、及び情報機器に搭載する出来形管理用TSソフトウェアの一式のことである。
基本設計データ	基本設計データとは、設計図書に規定されている工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報及び利用する座標系情報などのことである。基本設計データは、設計成果の線形計算書、平面図、縦断図及び横断図から3次元データ化したもので、(1)道路中心線形又は法線(平面線形、縦断線形)、(2)出来形横断面形状で構成される。
3次元設計データ	TIN(triangulated irregular network)(不等三角網)データと呼ばれ、「マシンコントロール(MC)/マシンガイダンス(MG)技術」でシステムに搭載する電子データ。
道路中心線形	道路の基準となる線形のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。
法線	堤防、河道及び構造物等の平面的な位置を示す線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。
平面線形	平面線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の平面的な形状を表している。平面線形の要素は、道路中心線形の場合、直線、円曲線、緩和曲線(クロノイド)で構成され、それぞれ端部の平面座標、要素長、回転方向、曲線半径、クロノイドのパラメータで定義される。
縦断線形	縦断線形は、道路中心線形又は法線を構成する要素の1つで、道路中心線形又は法線の縦断的な形状を表している。縦断形状を表す数値データは縦断図に示されており、縦断線形の要素は、道路中心線形の場合、縦断勾配変位点の起点からの距離と標高、勾配、縦断曲線長又は縦断曲線の半径で定義される。
出来形横断面形状	平面線形に直交する断面での、土工仕上がり、法面等の形状である。現行では、横断図として示されている。

【参考資料】3. 用語集 2/2

用語	内容
基本設計データ作成ソフトウェア	従来の紙図面等から判読できる道路中心線形又は法線、横断形状等の数値を入力することで、基本設計データを作成することができるソフトウェアの総称。
GNSS	GPS(米)、GLONASS(露)、GALILEO(EU)、北斗(中国)など、人工衛星を利用した測位システムの総称。 情報化施工にて取り扱うGNSSは、移動局の位置座標を正確に測定する必要があることから、リアルキネマティック(RTK-GNSS)測位手法を基本とする。
RTK-GNSS(リアルタイムキネマティック)	計測位置のGNSS(移動局)と、既知点に設置したGNSS(基準局)の2台を用いて、実時間(リアルタイム)で基線解析を行うことで、より高精度に計測位置の座標を取得できる装置。
3次元設計データ	「マシンコントロール(MC)/マシンガイダンス(MG)技術」でシステムに搭載する電子データ。
XML	eXtensible Markup Languageの略称。 コンピュータ言語の一種。

第2編 現場対応集・事例集

2. ICT活用工事におけQ & A（現場対応集）

ICT活用工事における 現場対応集

近畿地方整備局 近畿技術事務所

ICT活用工事におけるQ&A集

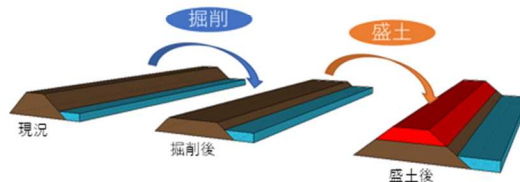
該当工種：土工

出来形計測

Q1. 現況への擦り付け仕上げ部の管理手法の協議

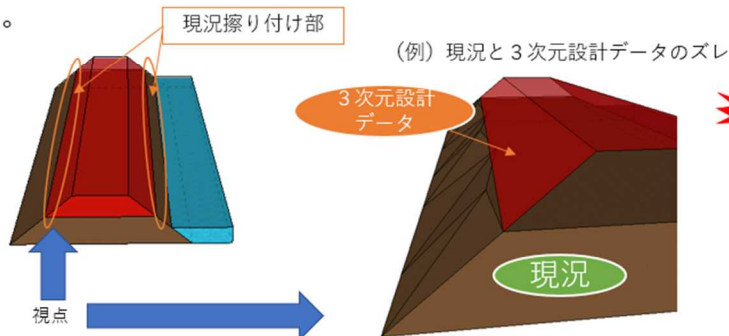
■現場条件

- ・堤防の災害復旧工事
災害により破損した堤防を掘削し、再度、盛土し復旧する工事



・発生する課題

盛土後の最終出来形形状の法尻部は現況擦り付けとなるため、3次元設計通り施工することが困難な場合がある。そのため、出来形計測に面的な管理手法を実施した場合に不合格となる可能性がある。



法尻部の施工は現況に合わせて施工するため3次元設計データ通りに施工できないが、出来形の計測結果は3次元設計データと比較するため、ズレが生じる場合がある。

ICT活用工事におけるQ&A集

該当工種：土工

出来形計測

Q1. 現況擦り付け仕上げ部の管理手法の協議

A1.

①面管理と従来手法による複合管理とする。

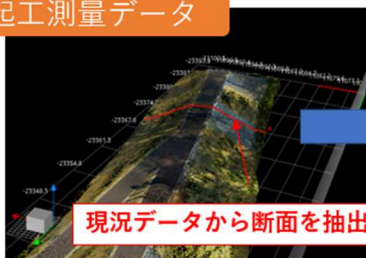
天端のみを面管理とし、法面は従来手法（レベル・テープ）による管理を実施する。
さらに、竣工前に出来形計測に要求される手法により計測した点群データを納品する※。
※出典 「別紙-4 【特記仕様書】記載例 ④3次元出来形管理等の施工管理」

②従来手法（TS）により出来形計測を実施する。

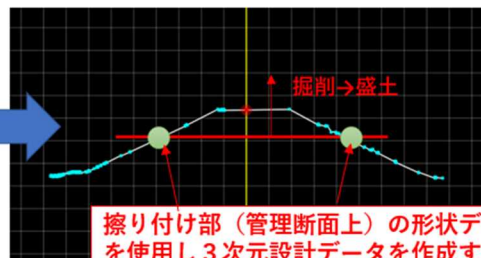
TSによる出来形計測方法は、変化点を計測し2点間距離を算出するため、法面部（法肩、法尻）を計測すると、自動的に天端も計測される。天端に面管理を用いる必要が無いため、従来手法（TS）のみ出来形計測とする。

③起工測量データから法尻部（擦り付け部）の現況データを抜き出して、現況に合わせた3次元設計データを作成し、面管理を実施する。

起工測量データ



現況データから断面を抽出



擦り付け部（管理断面上）の形状データを使用し3次元設計データを作成する

ICT活用工事におけるQ&A集

該当工種：土工

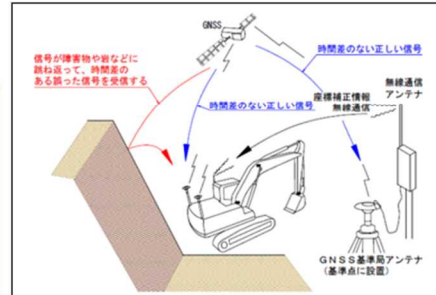
ICT施工

Q2. 電波の受信感度が悪くICT建機の精度があがらない

■現場条件

- ・山間部などにより、GNSSの測位情報が低下し、ICT建機による施工が困難である。

GNSS機器のアンテナは衛星からの電波を直接受信するのみではなく、山間部法面やビル群により反射された電波も受信してしまう。その結果、反射した電波は直接受信した電波よりも遅い時間となるため速くにいる状態と誤認識してしまう「マルチパス」という現象が発生してしまう。このマルチパスにより衛星から受信した電波による自己位置の算出精度が劣化してしまい、ICT施工における精度劣化の原因となる。また、木が生い茂っている場合もGNSSアンテナによる受信状態が悪くなり計測精度の劣化が懸念される。



マルチパスによる測位精度の低下

■対応策

- ・TSタイプのICT建機を利用する。
ICT建機に360度プリズムを搭載し、自動追尾機能を有したトータルステーションにより、自己位置の算出を行う。
- ・移動時には建機が向いている方向が変わってしまうため、作業前に左右に旋回を行い再設定を行う。
- ・木が生い茂っている場合は、マルチGNSSを利用することにより、自己位置の算出精度を向上させることができる。



TSタイプのICT建設機械

装備しているプリズム

ICT活用工事におけるQ&A集

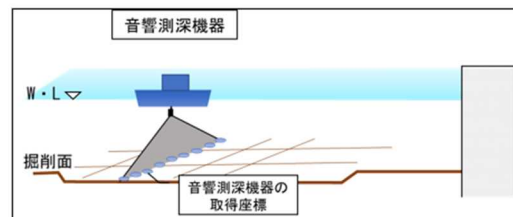
該当工種：土工

出来形計測

Q3. 浚渫工、河道掘削工における点群取得方法

■現場条件

- ・施工範囲が深い場所であれば広範囲に計測ができ、作業時間の短縮が期待できる。しかし施工範囲が浅い場所である場合、狭い範囲の計測しかできず、音響測深機器を乗せたボートの航路を密に設定しなければならず、計測時間が多くかかってしまう



音響測深機器による点群取得イメージ

■対応策

- ・ICT建機にて取得できる施工履歴データを活用することにより、掘削面の点群データとして利活用する。
- ・音響測深機器による計測を実施せずに水中部の出来形が取得できるため、作業の効率化、生産性向上の向上が期待されている。



ICT活用工事におけるQ&A集

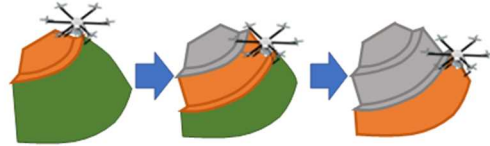
該当工種：土工

出来形計測

Q4. 切土工事における法面保護を複数回実施する場合のICT活用方法

■現場条件

- 掘削を行った後に法枠の保護を行う工事。法面保護は複数回実施する。
土工面の出来形管理をICTでする場合、土工面の出来形を取り終わるまでは、次の作業に従事できなくなり、着手が遅れてしまう留意点がある



複数段にまたがる土工面の出来形取得

■対応策

◆すべてのステップを実施する場合

- 現場条件等から、3次元出来形管理（面管理）が非効率と判断される場合は、竣工直前の出来形計測を実施する事により、3次元出来形管理は免除される。
- その場合、従来手法（TS等光波方式を用いた出来形管理等）で管理することが認められている。

◆すべてのステップを実施しない場合

- ICT部分活用を実施し、出来形管理は従来手法にて行う

その他 5. 参考:ICT活用工事の必須要件(3次元出来形管理)の緩和 国土交通省

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

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

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

竣工直前の3次元出来形計測を行い、納品する。
(3次元出来形管理は免除)

出来形管理は従来手法で実施

2. 各プロセスにおける協議事例

2. 各プロセスにおける協議事例

【協議事例】 3次元設計データ作成 (面的な出来形対象範囲の選定協議)

【現場条件】

- ・ 現地盤に安定処理工を施し道路を拡幅する工事（下層路盤含む）。
- ・ ICT対象工事は、路床盛土・路体盛土・法面整形。
- ・ 下層路盤は通常施工は通常施工で施工前に整形作業を行う。
- ・ 土工の出来形計測時の法肩部分は小堤（50cm幅）のような形状となる。
- ・ 盛土の法面整形工は厚みの管理値がある。

□横断図 (ICT対象エリア)



□横断図 (土小堤と厚み管理)



□状況写真 (土工完成時)

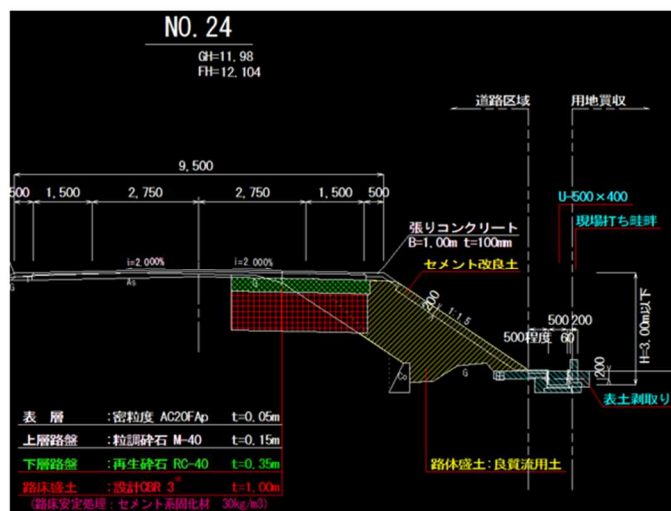


土小堤

【協議事例】 3次元設計データ作成 (面的な出来形対象範囲の選定協議)

【施工者からの協議事項】

- ・ 法面整形 (ICT) では厚みの算出は認められていないため、出来形対象範囲から外すべきである。
- ・ 土工の出来形計測後に路床盛土の天端部の整形作業を行い、厚みの出来形計測 (従来計測) を実施する。路床盛土に面管理を実施するため、2度、路床盛土の出来形を計測を実施することになる。そのため、路床盛土部の従来管理を希望する。
- ・ 小堤のような天端部の幅は50cm程度と狭小のため、1m²に1点 (100点中の1点の代表点) の評価ができない。そのため、面管理の対象範囲から除外し従来管理を希望する。



1

【協議事例】 3次元設計データ作成 (面的な出来形対象範囲の選定協議)

【対応案】

- ・ 厚みの管理値については工事写真により規格値を満足していることを確認する。法面はセメント改良土の施工後の形状に対して面管理を実施する。
- ・ 下層路盤を ICT 施工とし面管理を実施する。あるいは、通常施工から変更することなく面的な管理手法と断面管理手法の2重管理となるため従来管理とする。
- ・ 50cm角のグリッドデータによる出来形評価は可能であるため、面的な管理手法とする。あるいは、面管理対象範囲から除外し、従来管理手法とする。

2

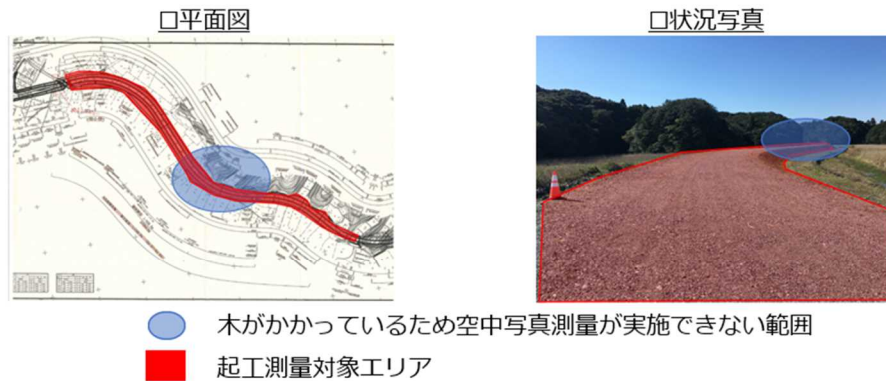
【協議事例】 起工測量

【現場条件】

- ・ 施工延長 = 800mのプレロード工法による掘削及び覆土工事。
- ・ 起工測量対象エリアの上部に一部区間、木がかかっているが伐開対象ではない。

【発生する課題】

- ・ 空中写真測量により起工測量を実施する場合、木がかかっている区間の計測ができない。
- ・ 地上型レーザースキャナ及びトータルステーション（ノンプリ計測）による計測を実施する場合、施工延長が非常に長い為、機械の盛替え回数が増え手間を要する。



【施工者からの協議事項】

- ・ 地上型レーザースキャナによる起工測量では手間がかかるため、空中写真測量により計測したい。そのため木がかかっている区間を伐開対象としてほしい。

3

【協議事例】 起工測量

【対応案】

- ① 空中写真測量が実施できない範囲をTSを用いて補間計測する。
- ② 伐開対象範囲とする。

【①TSを用いた補間計測の解説】

□出来形管理要領の記載箇所

- ・ 空中写真測量（UAV）を用いた出来形管理要領 第3章 3-1 起工測量 2) 起工測量計測データの作成
- ・ TS等光波方式を用いた出来形管理要領 第2章 2-4 点群処理ソフトウェア（面管理の場合） 2) 計測点群データの作成

伐開対象外の為、点群の取得ができるかが不明

UAV写真測量の結果の点群にTSを用いて計測した座標点の追加しても良い。

管理断面間隔より狭い範囲でTSによる計測を合成する事で代用可能。

TS等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）

2-4 点群処理ソフトウェア（面管理の場合）

2) 計測点群データの作成

被計測対象範囲を複数回の計測、または他の計測機器も用いて計測した場合は、各計測データを合成し、1つの計測点群データとすることができる。合成の方法は各計測で標定点や基準点等を利用して現場の3次元座標へ変換しておき、単純に計測点群データを合成する。

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）

第3章 空中写真測量（UAV）による工事測量

3-1 起工測量

2) 起工測量計測データの作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にTINを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でTINを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更してもよい。また、管理断面間隔より狭い範囲においては、点群座標が存在しない場合は、数量算出において平均断面法と同等の計算結果が得られるようにTINで補間してもよいものとする。

4

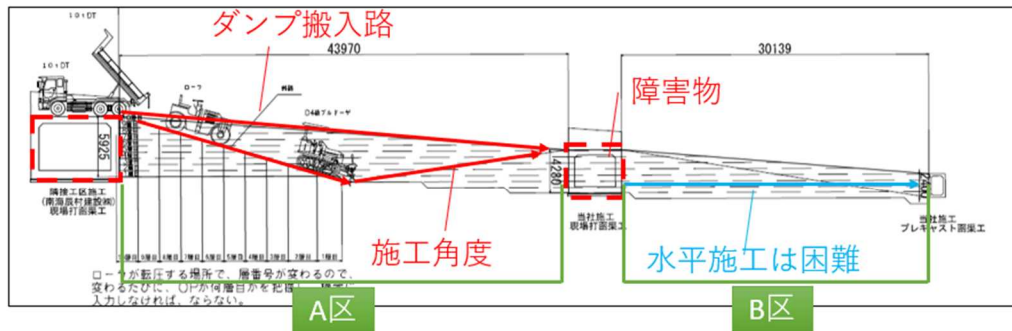
【協議事例】 ICT施工

【現場条件】

- ・ 盛土施工への振動ローラー・GNSSによる締固め管理システムの導入。
- ・ 施工箇所が函渠工、補強土壁工に挟まれており、盛土材の投入場所が限定され、施工方向が限定される。
- ・ 投入場所は函渠工の上であり、盛土施工基盤まで高低差があるため押土する距離が長くなる。

【発生する課題】

- ・ ダンプトラックが施工箇所まで近づきたいが、A区に函渠工を乗り越えるための斜路を作る必要があるため、B区の水平施工が困難となる。
- ・ 転圧回数を確認する際、何層目を施工しているのかの確認が必要となり、転圧管理システムの機器操作が煩雑となる。



【施工者からの協議事項】

- ・ 施工性が落ち合理的ではないため、従来手法（砂置換）による締固め度の測定を行い、品質管理を行う。

5

【協議事例】 ICT施工

【対応案】

- ・ 従来手法（砂置換）による品質管理を行う。
- ・ 層が変わるごとに機器の設定を変える必要があるが、それほど機器の操作が煩雑になるとは考えずらいため、締固め回数管理手法により品質管理を行う。

6

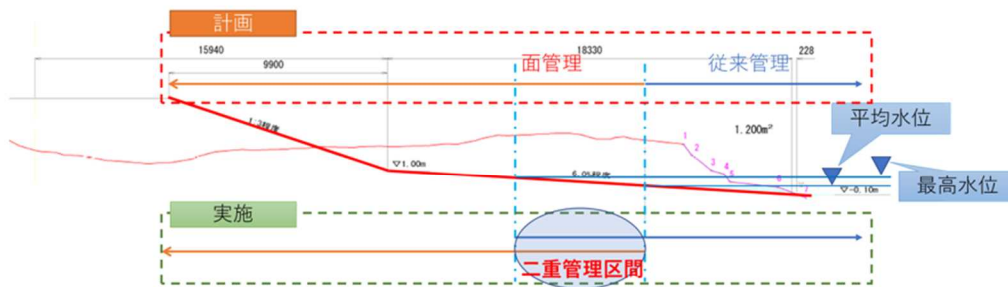
【協議事例】 出来形計測

【現場条件】

- ・ 水中部を含む掘削工事。
- ・ 平均水位を境界とし、地上部は面管理、水中部は従来手法を用いた出来形管理とする。
- ・ 面管理の対象区間の施工数量を、ICT積算の対象範囲としている。

【発生する課題】

- ・ 平均水位を境界とした場合、面管理の対象範囲が施工期間中に水による浸食を受けることが考えられる。
- ・ 施工者としては、水による浸食を懸念するため、最高水位の範囲まで従来手法を用いた出来形管理を実施するため、2重管理区間が発生する。
- ・ 水中部の施工にもICT建機を使用するため、積算数量と実際のICT施工数量に差異が生じる。



【施工者からの協議事項】

- ・ 面管理と従来管理の境界を設定する際の水位は最高水位としていただきたい。
- ・ 河道流域を確保するため、水中部の施工にICT建機を使用して確実な施工を行う。そのため、ICT積算の範囲は掘削数量の全てとしていただきたい。

【協議事例】 出来形計測

【対応案】

- ・ 2重管理を実施することは生産性向上の観点に寄与していないため、最高水位を境界位置とする。
- ・ 水中部を施工履歴データを用いた出来形手法を用いる。
- ・ 河床部の施工ではICT施工ほどの精度は必要ではないが、河道流域の確保という観点では必要な能力であるため、掘削数量の全てにICT積算を実施する。

3. ICT建設機械の現場対応集

3. ICT建設機械の現場対応集

3.1 マシンコントロール/マシンガイダンスバックホウの現場対応集【発注者向け】

マシンコントロール／
マシンガイダンスバックホウの
現場対応集
[発注者向け]

平成30年2月

はじめに

国土交通省では、平成 25 年度より 10,000m³以上の土工を含む直轄工事で「TS を用いた出来形管理(土工編)」を使用原則化すると共に、①「TS を用いた出来形管理(土工編)(10,000m³ 未満の土工)」、②「MC(モータグレーダ)技術」、③「MC/MG(ブルドーザ)技術」、④「MG(バックホウ)技術」、⑤「TS・GNSS による締固め管理技術」の5つの情報化施工技術を今後5ヶ年の一般化推進技術と位置づけて更なる普及促進に取り組んできました。

更に、H28 年度からは ICT 活用工事(土工)において MC/MG(3D)の活用を加速させています。

ICT 施工技術の普及・推進に向けては、利用者が高度・高機能な技術を使いこなし、トラブルへの迅速な対応や機能の応用など、技術の持つ能力を最大限に活かすノウハウを修得することが不可欠です。

本現場対応集は、情報化施工技術の特徴を活かすノウハウの一部として、3D の MC/MG システムを基準としてこれまでの試験施工結果から、現場でのトラブル対応や工夫をとりまとめたものです。

また、「MC/MG(バックホウ)技術」については、技術の革新や機能の改良が進んでおり、本書でとりまとめた課題、課題への対応方法も適宜変わっていくことが想定されますが、本書は平成 29 年度時点の調査結果を元に、事例として整理しております。

目 次

1. 現場対応集の構成と使い方	1
2. 提案事項や指定事項の履行確認ポイント.....	2
2.1 施工計画書の受理段階	2
2.1.1 利用するシステムの構成について	2
2.1.2 MC/MG システムの性能について.....	3
2.1.3 利用する測位システムの違いについて	4
2.1.4 自動追尾式 TS の利用条件について	5
2.1.5 RTK-GNSS の利用条件について	5
2.1.6 無線通信の利用条件について.....	6
2.2 現場での活用段階.....	7
2.2.1 稼働状況の確認方法について.....	7
3. 施工状況の把握のポイント	8
3.1 施工計画書の受理段階	8
3.1.1 利用できる設計データについて	8
3.1.2 設計データの扱いについて.....	9
3.2 現場での活用段階.....	10
3.2.1 作業状況の確認方法について.....	10
3.2.2 施工精度の把握について.....	11
4. 円滑な現場導入の支援	12
4.1 現場でのトラブル事例.....	12
4.2 情報化施工に関する良くある質問例	12
4.2.1 MC/MG システムの適用条件について	12
4.2.2 情報化施工のメリット(建設現場).....	12
4.2.3 情報化施工のメリット(施工者)	13
4.2.4 MC/MG バックホウ導入のメリット(発注者).....	13
4.2.5 情報化施工の技術情報.....	13
4.2.6 MC/MG(バックホウ)を行う際の要領等	13
4.2.7 MC/MG(バックホウ)行う際の要領等	14
4.2.8 MC/MG(バックホウ)の導入時の発注者の効果.....	14

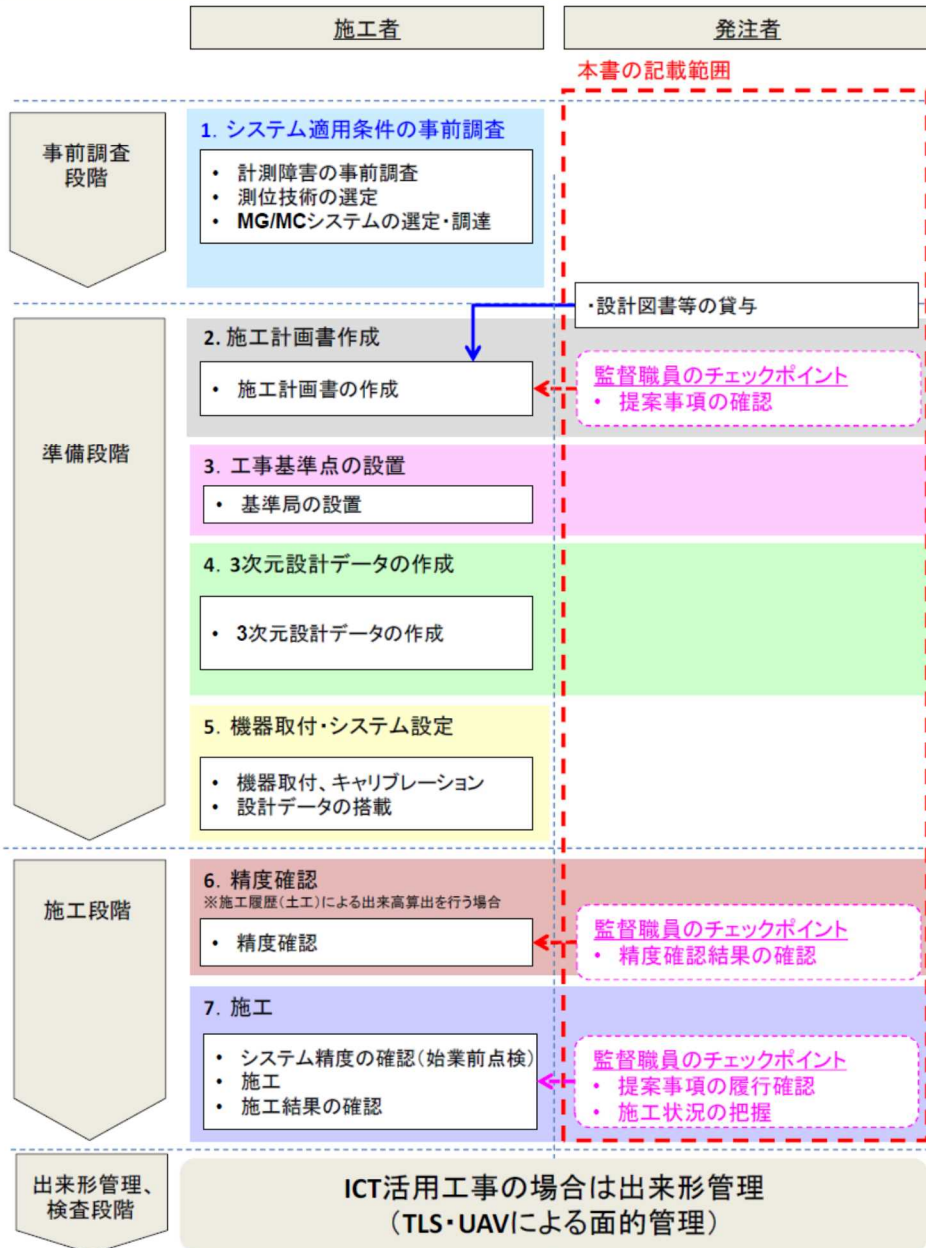
1. 現場対応集の構成と使い方

MC/MG 技術(バックホウ)は、設計データを搭載したバックホウにより、丁張りの削減を可能とする技術である。

本技術は施工者が利用する技術であり、本技術の利用に対する要領等は整備されていない。このため、品質確保や技術提案で導入されている場合の履行確認の観点から、情報化施工技術の導入や効果を阻害せずに、導入技術の確認や施工状況を把握する方法が必要である。

本書の構成は、下記の施工の流れに沿って、MC/MG 技術の違いや見分け方、丁張りが無い現場状況下での施工状況の把握、現場での円滑な導入の支援について、留意点と事例で構成されている。

1. MG/MC (バックホウ) 技術を用いた施工の流れ



本書の構成

2. 提案事項や指定事項の履行確認ポイント

2.1 施工計画書の受理段階

2.1.1 利用するシステムの構成について

記号	施工計画 ①	質問者分類	発注者	質問種別	システムの種別や構成
質問：Q					技術提案で「3DMC/MG(バックホウ)技術」を利用することとなっていますが、「3DMC/MG(バックホウ)技術」システムとはどのようなシステムですか？また、利用するシステムの概略構成、利用される測位技術について知りたい。
回答：A					<p>① MCとは</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> マシンコントロール(以下、「MC」という。)技術とは、自動追尾式 TS や GNSS などの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分をオペレータへ提供し、操作を半自動制御するシステムです。 <input type="checkbox"/> MC では刃先が設計面より下に下がらないため、オペレータの技能に関わらず過掘りを防止できます。 <p>② MGとは</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> マシンガイダンス(以下、「MG」という。)技術とは、自動追尾式 TS や GNSS などの位置計測装置を用いて建設機械の位置情報を計測し、施工箇所の設計データと現地盤データとの差分をオペレータへ提供するシステムです。 <input type="checkbox"/> MG とはマシンガイダンスシステムであり、設計データと計測データの差分をモニタなどに表示するだけで、操作は全てオペレータが行うシステムです。 <p>③ メーカーについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 平成 29 年度現在、3DMC/MG(バックホウ)システムとして、市販・レンタルされているシステムは、コマツ、キャタピラー、日立建機、コベルコといった建設機械メーカーの他に、トプコン、ニコン・トリプル、ライカ等の計測機器メーカーが開発しています。 <input type="checkbox"/> システムの開発状況は平成 29 年度時点です。今後、新機種や開発メーカー等も増えていくと想定されます。 <input type="checkbox"/> 上記の他、簡易なシステムとして出来形管理で利用するシステムを応用したシステムも市販あるいはレンタルされています。 (例:E三・S(カナモト)、快速ナビ(建設システム)) <p>④ 利用する測位技術について</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 「MC/MG(バックホウ)技術」は掘削・法面整形等に利用されています。また、バックホウは旋回作業を行うため、向きの特が必要になることから RTK-GNSS(アンテナ2基)が一般的に用いられています。 <input type="checkbox"/> 特定のメーカーになりますが、アンテナ 1 基および自動追尾 TS にも対応している場合もあります。 <p>【MC システムの機器構成例】</p> <p>・最新のTSでは、①、②、③を内蔵した一体型もあります。</p>
					<p>【留意点】</p> <p>※ システムの開発状況は平成 29 年度時点です。今後、新機種やメーカー等も増えていくと想定されます。</p>

2.1.2 MC/MG システムの性能について

記号	施工計画 ②		
質問者分類	発注者	質問種別	システムの違いは何か
質問:Q	MC/MG システムに、性能や機能で大きな違いがありますか？		
回答:A	<p>・平成 29 年度現在、「MC/MG(バックホウ)技術」システムで、メーカーの違いや機種の違いによって施工精度に影響を与える大きな差はありません。</p> <p>・施工精度に大きく影響するのは、利用する測位技術です。</p> <p>・平成 29 年度現在、3DMC/MG(バックホウ)システムとして、市販・レンタルされているシステムは、コマツ、キャタピラー、日立建機、コベルコといった建設機械メーカーの他に、トプコン、ニコン・トリンプル、ライカ等の計測機器メーカーが開発しています。</p> <p>システムの開発状況は平成 29 年度時点です。今後、新機種や開発メーカー等も増えていくと想定されます。</p> <p>この他、簡易なシステムとして出来形管理で利用するシステムを応用したシステムも市販あるいはレンタルされており、小規模工事で短期間の利用に限定される場合は検討をお勧めします。 (例:E三・S(カナモト), 快速ナビ(建設システム))</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>↑建設システムホームページより抜粋 (快速ナビをバックホウに搭載)</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>↑カナモトカタログより抜粋 E三・S</p> </div> </div> <p>※簡易なシステムでは、バケットに直接プリズムを装着している場合もあり、大規模な掘削作業時には不向きな場合もあります。用途に適した機材を調達することが重要です。</p> <p>【TS を用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> 垂直方向で±5～15mm 程度(施工条件や TS と建設機械との距離による)。</p> <p>【RTK-GNSS を用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> 垂直方向精度は±30～50mm 程度。</p>		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG の施工精度は、測位技術とセンサ類の精度の他、システムとしての情報通信遅れ、重機のがたつきなどに影響を受けます。 ・ 高精度な測位技術を選ぶだけで高精度な施工ができる訳ではありません。 		

2.1.3 利用する測位システムの違いについて

記号	施工計画 ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位システムの違いは何か
質問:Q	提案されている測位システムで、要求している施工精度が確保できるのか不安です。測位技術単体の計測精度を教えてください。		
回答:A	<p>・MC/MG 技術を用いた施工では、建設機械の位置を測る技術(測位技術)の適切な選定が重要です。</p> <p>・測位技術には、自動追尾式トータルステーション(TS)と RTK-GNSS があり、下記の特徴を踏まえて施工者が選定します。</p> <p>・MC/MG 技術では、下記の測位結果と設計値との差分によりバケットの高さを制御しているため、計測精度以上の施工精度は得られません。</p> <p>①施工精度について</p> <p>【TSを用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> 垂直方向で±5～15mm 程度(施工条件や TS と建設機械との距離による)</p> <p>【RTK-GNSSを用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> 垂直方向精度は±30～50mm 程度</p> <p>②計測可能範囲と活用台数について</p> <p>【TSを用いる場合の条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 基準局(TS)から建設機械までの距離制限は 250m 程度 (機種や現場条件に左右されます)。</p> <p><input type="checkbox"/> 基準局(TS)と移動局(建設機械)は 1 対 1 の組み合わせとなる</p> <p>【RTK-GNSSを用いる場合の条件】</p> <p><input type="checkbox"/> RTK-GNSS 基準局から建設機械までの距離制限は 2km 程度 (ただし、無線通信の方式、現場条件により変わります) (基準局から移動局の距離の違いによる測位精度の変化はほとんどありません)</p> <p><input type="checkbox"/> 基準局(GNSS)1 台で現場内の複数の建設機械を制御可能</p>		
【補足説明】	<p>MC/MG の活用においては、計測機器に関する公的な校正証明書や検定証を添付する必要はありません。ただし、MC/MG 技術では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやバケットの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。利用機器単体の精度に加えて、トータルでの精度を確保する方法を計画しているかがポイントです。</p> <p>例えば、</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 作業前に現場に設置している基準点を用いてクロスチェックを行う ・ 施工前に、従来手法で設置した丁張りとの比較検証を行う ・ 施工中、施工後に、TS 等を用いて検測を行う <p>等</p> <p>【参考】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG や締固め管理に使用する TS は出来形管理にも使用することができます。しかし、出来形管理に使用する TS は MC/MG や締固め管理には使用できない(自動追尾機能が無い場合や追尾速度が遅い)ものがある。 		

2.1.4 自動追尾式 TS の利用条件について

記号	施工計画 ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC/MG バックホウの自動追尾式 TS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>・ 自動追尾式 TS では、TS 本体から発信するレーザーが MC/MG バックホウに設置したプリズムによって反射する光を検知して追尾しています。したがって、レーザーが遮断される状況が発生すると自動追尾による計測ができなくなります。</p> <p>・ また、自動追尾式 TS は精密機器で、自己位置からの向きや角度から対象物の位置を算出しています。したがって、TS 本体が揺れたり傾いたりする場所では正確な計測ができません。</p> <p>【レーザーが遮断される条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 激しい降雨や降雪、濃霧 (TS から発信するレーザー光が拡散してしまう)。 <input type="checkbox"/> ダンプ等が TS とバックホウの間を頻繁に通行し、レーザーを遮断する。 <p>【TS の正確な計測ができない条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 軟弱地盤上等で、重機の通行や作業の影響により TS 設置箇所が揺れる場所、あるいは変形する場所。 <input type="checkbox"/> 橋梁の梁上などの揺れがある場所。 <input type="checkbox"/> 凍上などで利用する基準点に変位が起こる場所。 		
【補足説明】			

2.1.5 RTK-GNSS の利用条件について

記号	施工計画 ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC/MG バックホウの RTK-GNSS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>・ RTK-GNSS では、利用可能な衛星が5個以上、RTK-GNSS の基準局からの補正データを受信できる範囲である必要があります。</p> <p>【衛星が補足できる個数や時間が制限される条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 山間部や市街地(高層ビルの中)などの場合 (利用可能な衛星が5つ以上配置されている必要があります。また、衛星の配置状況により5つ以上の衛星がある場合でも高精度な位置計測が困難な場合もあります。衛星の配置状況を示す指標として DOP 値があり、DOP 値が低いほど衛星の配置状況が良い状態です。) <input type="checkbox"/> 高層構造物の近く (RTK-GNSS の場合は、周辺に高い構造物があると反射波によるマルチパスの影響を受ける場合もあります。マルチパスの影響を受けている場合は、計測が不安定になり、精度が確保できません。) 		
【補足説明】			
<p>RTK-GNSS を利用する場合は衛星状況について、無料のシミュレーションソフトを利用して確認できます。 (http://www.nikon-trimble.co.jp/support/index.html)</p> <p>・ マルチパスの影響の有無を確認する方法はありませんが、壁や構造物から離れると計測精度が安定する場合は、マルチパスの影響を受けている可能性が考えられます。</p>			

2.1.6 無線通信の利用条件について

記号	施工計画 ー ③		
質問者分類	発注者	質問種別	無線通信による適用障害
質問:Q	無線の通信状況で「MC/MG(バックホウ)技術」が適用しにくい条件はありますか？		
回答:A	<p>・ MC/MG(バックホウ)では、RTK-GNSS からバックホウの間、自動追尾 TS からバックホウの間で測位位置に関する情報を無線通信しています。無線通信が混信や通信障害をおこす場合は、測位ができないためシステムが適切に稼働できません。</p> <p>・ 「MC/MG(バックホウ)技術」とバックホウの通信は、免許や申請の不要な、特定省電力無線が多く利用されています。本無線は、通信障害の無い場所では 1km 程度の通信が可能ですが、無線の出力が小さいため、周辺環境の影響を受けやすい特徴を持っています。</p> <p>【無線通信の障害が発生しやすい、あるいは無線通信の発生要因】</p> <p><input type="checkbox"/> 違法無線などの高出力な無線が発信されている。</p> <p><input type="checkbox"/> 類似のシステムなどで、同周波数帯の無線が多数利用されている。</p> <p><input type="checkbox"/> 高压電線や変電所周辺。</p> <p><input type="checkbox"/> 障害物などで無線通信が遮断されている。</p> <p><input type="checkbox"/> 空港や航空基地周辺。</p> <p><対応例></p> <p>※ 無線通信障害が多い場所では、免許や申請が必要な高出力な無線を利用する。</p> <p>※ 無線通信は、距離は離れると急激に出力が減衰します。RTK-GNSS 基準局とバックホウ、TS とバックホウの距離を短くすることで対応できる場合もあります。</p>		
【補足説明】	無線通信の良否を分析する方法について、専用の解析装置で電波の分布を調査する方法もありますが、上記のような無線は時間帯などによって大きく変化します。また、無線は目に見えないため、実際に工事を想定している時間帯に利用する無線機を活用して通信状況を事前に確認できます。		

2.2 現場での活用段階

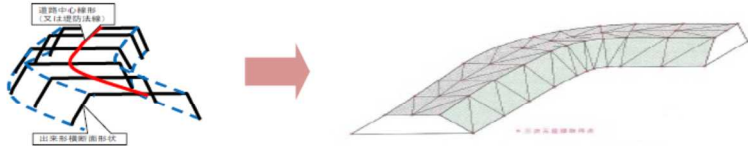
2.2.1 稼働状況の確認方法について

記号	施工段階 ①		
質問者分類	発注者	質問種別	システムは適正に稼働しているか
質問:Q	技術提案された「MC/MG(バックホウ)技術」が現地で利用されているか確かめる方法がありますか。		
回答:A	<p>・「MC/MG(バックホウ)技術」では稼働中にオペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています。この表示内容とバケットの上下の動きを確認することでMGシステムが稼働していることを確かめることができます。</p> <p>【システムの稼働を確かめる方法】</p> <p><input type="checkbox"/> MC/MGシステムではオペレータ席のモニタに、測位システムの状況が表示されています。</p> <p><表示例></p> <p>例えば、RTK-GNSS形式の場合は“RTK-GNSS”が選択されており、かつ“FIX”となっています(下図では右下のアンテナマークの部分に衛星が表示:RTK-GNSS が選択。その左側に“フィックス”と記載されています)。</p>  <p>【設計データとの差を確認する方法】</p> <p><input type="checkbox"/> オペレータ席のモニタには、設計データとバケットの差や向きが表示されています。バケットの上下操作・旋回操作をおこなうと、モニタ表示の差も変化します。</p> <p><表示例></p> <p>例えば、作業中は現在位置と方向に対する設計勾配や現在位置のバケットの傾きや、設計高さとの差が表示されています(下図では、バケットの左右端部での設計値との差が表示されています)。</p>  <p>※ システムの精度については、既知点座標での検測や、出来形管理用TSとの比較により確かめることができます。</p>		
【留意点】	<p>※ システムの稼働の有無を確認する画面内の表示については、機種別の説明書などにより確認してください。</p> <p>※ また、以下は、適正な施工結果を得るための留意事項です。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの精度管理は適切に実施されているか(作業前の精度確認の実施状況) ・ 適切な設計データが入力されているか(適用範囲に対応した設計データの入力) ・ 施工結果が、要求品質に対して十分な精度を満足していることをチェックしているか 		

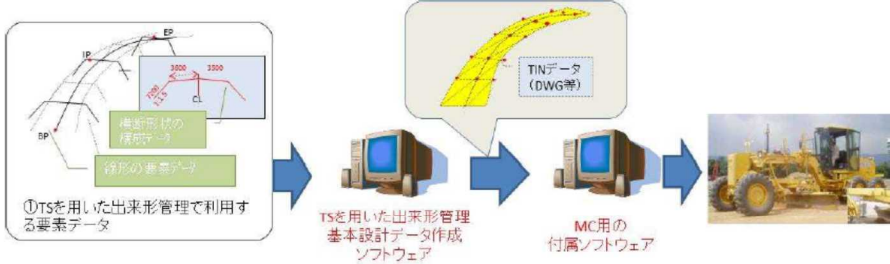
3. 施工状況の把握のポイント

3.1 施工計画書の受理段階

3.1.1 利用できる設計データについて


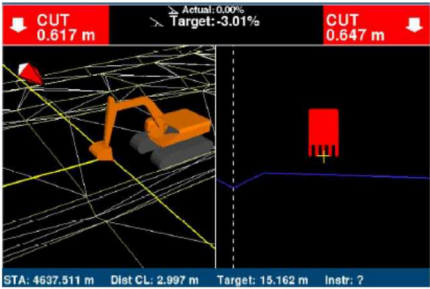
記号	施工計画 ①		
質問者分類	発注者	質問種別	データ作成
質問:Q	「MC/MG(バックホウ)技術」に搭載されている設計データはどのようなデータですか		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG(バックホウ)に関して、データ提出の義務はありません。 ・ データの作成範囲、方法については、施工の段取りや施工者のノウハウにより異なります。 ・ 「MC/MG(バックホウ)技術」に搭載する設計データの作成例は、以下のパターンです。 <p>【3次元の面形状で構成される設計データの場合】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> この方法では、設計形状の変化点(3次元座標)を頂点とした TIN と呼ばれる不等三角網の集合体として基本設計データが表現されます。 <input type="checkbox"/> 線形構造物にも適用が可能です。この場合、下図の様に、曲線部分では横断図を密なピッチで作成し、細かな TIN データに変換するなどの工夫が必要です。 		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 「MC/MG(バックホウ)技術」システムでは稼働中はオペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています。しかし、設計データとしてどのようなデータが入力されているかを把握していなければ、施工状況の良否や進捗の把握に活用することはできません。 		

3.1.2 設計データの扱いについて

記号	施工段階 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	データ作成
質問:Q	3次元設計データについて、TSを用いた出来形管理で利用する基本設計データとの違いはありますか？また、MC/MG(バックホウ)用の設計データの作成上の規則はありますか？		
回答:A	<p>①TSを用いた出来形管理で用いる基本設計データの利用について</p> <ul style="list-style-type: none"> 平成25年度時点においては、TSを用いた基本設計データをMC/MGシステムで読込む機能は実装されていません。したがって、基本的には、別途作成が必要です。 TSを用いた出来形管理は、目的構造物の最終形状を表現しています。TS出来形と同じ形状の場合に、TSを用いた出来形管理のソフトウェアの一部ではMC/MG向けのTINと呼ばれる面データを出力可能なソフトウェアが開発・販売されています。  <p>②MC/MG(バックホウ)用に関する設計データ作成上の規則について</p> <ul style="list-style-type: none"> 「MC/MG(バックホウ)技術」について、設計データの作成ルールはありません。 ただし、「MC/MG(バックホウ)技術」の活用とは別に施工結果を確認する施工管理は必ず必要です。 		
【補足説明】			
<p>①TSによる出来形管理にて作成した基本設計データのMC/MG(バックホウ)技術での使用について</p> <p>※ TSによる出来形管理にて作成した基本設計データをそのままMC/MG(バックホウ)技術で用いることはできませんが、メーカーによってはMC/MG向けにデータ変換できる場合があります。</p> <p>②MC/MG用の設計データ作成ルールについて</p> <p>※ 路線データ形式あるいはTINによる面データ形式で作成します。</p> <p>※ 余盛りを反映する場合や、施工範囲に余裕を持たせるなど、設計形状がデータ作成者の手順や段取りによって変わります。</p>			

3.2 現場での活用段階

3.2.1 作業状況の確認方法について

記号	施工段階 ①		
質問者分類	発注者	質問種別	仕上がりの確認
質問:Q	現場で「MC/MG(バックホウ)技術」の施工結果を確かめる方法はありませんか。		
回答:A	<p>主に以下の様な事例があります。参考にしてください。</p> <p>【従来と同様の施工管理を行う方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 「MC/MG(バックホウ)技術」の施工現場においても、従来の施工管理同様、「河川土工マニュアル(財)国土技術研究センター」、「道路土工指針(社)日本道路協会」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて施工されるので、施工管理も従来と同様に実施されます。 □ この他、TSを用いた出来形管理を導入している場合は、これを利用することで、任意箇所の出来形も容易に確かめられます。 <p>【簡易的に現場での仕上がりを把握する方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 「MC/MG(バックホウ)技術」による法面勾配や掘削高さについては、オペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています(下図参照)。あくまで撒出し施工状況ですが、簡易的に仕上がり状況について結果を把握できます。 <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p style="text-align: center;">車載 PC 画面イメージ例 「MG (バックホウ) 技術」</p>		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ・ 仕上がり状況の把握については従来の監督行為と同様であり、MC/MG 施工の導入により施工管理方法や基準に変更はありません。 		

3.2.2 施工精度の把握について

記号	施工段階 ①		
質問者分類	発注者	質問種別	作業状況
質問:Q	「MC/MG(バックホウ)技術」の精度管理状況を確認する方法はありますか		
回答:A	<p>・「MC/MG(バックホウ)技術」の導入は施工者の任意ですので、監督職員は施工結果(所定の出来形)を把握することが重要です。施工途中で、計測精度や施工者が行う精度管理に疑義が生じた場合は、以下の方法で精度管理状況を確認することができます。</p> <p>【利用している工事基準点の確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 測量成果簿により、現場で利用されている工事基準点の設置状況を確認します。 <input type="checkbox"/> 工事基準点が不動点として設置されているかを確認します。 <input type="checkbox"/> 自動追尾 TS や RTK-GNSS の基準局が正しく設置(水平・基準点上)されているかを確認します。 <input type="checkbox"/> 基準局が、揺れや振動の影響がない場所に設置されているかを確認します。 <p>【計測精度の確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 「MC/MG(バックホウ)技術」で得られる座標と現場基準点とのクロスチェックを行うことでシステムの計測精度を確認できます(精度管理について、ICT 導入普及研究会のホームページに掲載されている様式も参考にできます)。 <input type="checkbox"/> 上記資料では基準点との差が±5cm 程度が目標値とされています。 <div style="text-align: center;"> <p>施工精度の簡易確認状況</p> <p>車載PC上に表示される座標値と既知座標とが一致することを確認</p> <p>現場内に座標が変化しない杭等(既知座標)を設置</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;"> <p>測定記録(例)</p> <p>1/23 ΔX, ΔY, ΔZ=(10.13,23) 判定OK</p> <p>1/24 ΔX, ΔY, ΔZ=(13.15,20) 判定OK</p> <p>...</p> <p>...</p> </div> </div>		
【補足説明】	<p>精度管理についての資料提出は不要ですが、MC/MG 技術では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のがたつきやバケットの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。施工者は、利用機器単体の精度に加えてトータルでの精度を行うことが重要です。</p> <p>下記は、施工者が行う日々の精度管理の事例です。</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 作業前に現場に設置している基準点を用いてクロスチェックを行う ※ 施工前に、従来手法で設置した丁張りとの比較検証を行う ※ 施工中、施工後に、TS 等を用いて検測を行う 等 		

4. 円滑な現場導入の支援

ここでは、現場での円滑な運用の情報提供として、施工者が遭遇したトラブル事例や対応、工夫、質問などを掲載しています。

4.1 現場でのトラブル事例

(1) MC/MG と TS で 3 次元設計データを併用する方法

記号	トラブル - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	その他
質問:Q	TS 出来形管理の基本設計データを使って MC/MG 用のデータに利用すれば効率的ではないか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ TS 出来形管理の基本設計データが工事の完成形状を対象にしているのに対して、MC/MG 用の設計データは、施工途中あるいは完成形状に仕上がる為の施工余裕などを含んだ形状となっています。 ・ 当該工事の出来形の完成形状と、MC/MG 施工の目標値が一致する場合は利用できることがあります。ただし、この場合でも、TS 出来形管理用ソフトウェアを利用して面データに変換して利用する必要があります。 ・ ソフトウェアによっては、TS 出来形管理における基本設計データ(3次元設計データ)を MG(バックホウ)技術で使用する 3次元設計データ(landXML や DWG 形式)に変換できるものがあります。 		
【補足説明】			

4.2 情報化施工に関する良くある質問例

4.2.1 MC/MG システムの適用条件について

記号	施工計画 - ③		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術の特徴と適用範囲
質問:Q	MC/MG(バックホウ)が上手く利用できないとの報告を受けました。どのような理由が考えられますか？		
回答:A	<p>MC/MG システムの不具合としては、以下の事項が考えられます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 測位技術の不具合 <input type="checkbox"/> 無線通信の不具合 <input type="checkbox"/> システム本体の不具合(センサの破損、ケーブルの断絶、演算部の故障等) <p>・ 測位技術、無線通信の不具合については、現場条件に要因がある場合もあるので、現場対応集の「測位技術について」、「無線通信について」を参照してください。</p> <p>※ システム本体の不具合については、メーカーへの問い合わせが必要です。</p>		

4.2.2 情報化施工のメリット (建設現場)

記号	質問 - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG(バックホウ)にはどんな種類がありますか？種類と効果について教えてください。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来の 2 次元 CAD データの設計図面ではなく、情報化施工では 3 次元設計データを使用します。情報化施工機器を用いることで、丁張り設置や検測を必要とせずに 3 次元設計データどおり施工・施工管理が可能となります。 ・ また、丁張り設置や検測作業が削減されることで建設機械と作業員との接触事故等が減少し、現場の安全性が向上します。 		

4.2.3 情報化施工のメリット（施工者）

記号	質問	－	②
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	情報化施工を導入することによる施工者のメリットは何ですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工者側では、情報化施工の導入により、現場作業の効率化(工期短縮・省人化)、オペレータの熟練度に左右されない品質の確保、オペレータの作業負担の軽減が実現されます。 		

4.2.4 MC/MG バックホウ導入のメリット（発注者）

記号	質問	－	③
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG バックホウを導入することによる発注者のメリットは何ですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG バックホウでは、3次元の設計データを利用し、従来の管理断面以外でも高精度な施工を容易に実現できます。熟練オペレータが減少する昨今の状況において、従来と同等以上の施工品質を容易に確保できる技術と考えることができます。 		

4.2.5 情報化施工の技術情報

記号	質問	－	④
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	情報化施工を勉強したいのですが何か良いテキストはないですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 情報化施工技術は日々進歩しています。最新情報は国土交通省のホームページ等をご確認ください。 (参考 URL) <input type="checkbox"/> 国土交通省: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html <input type="checkbox"/> 近畿地方整備局: http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/sekou/jyohoka_index.htm <input type="checkbox"/> 国土技術政策総合研究所: http://www.nilim.go.jp/ts/index.html <p>※ その他の地方整備局等のホームページにも情報化施工の技術情報等が掲載されています。</p>		

4.2.6 MC/MG（バックホウ）を行う際の要領等

記号	質問	－	⑤
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG(バックホウ)を行う際に準拠する要領等はあるのですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG(バックホウ)による施工管理要領、監督・検査要領等は策定されていません。従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル((財)国土技術研究センター)」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて実施してください。 ・ 出来高部分払いとして、3DMC/MG(バックホウ)刃先の施工履歴を用いる場合は、国土交通省が定める管理要領に沿った精度確認、データ処理を行う必要があります。 		

4.2.7 MC/MG（バックホウ）行う際の要領等

記号	質問 - ⑥		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG(バックホウ)の監督はどのようにするのですか。通常の施工との違いはありますか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG(バックホウ)では、従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル((財)国土技術研究センター)」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて施工されますので、監督事項は従来と同様です。 ・ 技術提案事項で 3DMC/MG の活用が実施されている場合は、提案事項の履行確認として実施する必要があります。 ・ 出来高部分払いとして、3DMC/MG(バックホウ)刃先の施工履歴を用いる場合は、国土交通省が定める管理要領に沿った精度確認、データ処理を行う必要があります。 		

4.2.8 MC/MG（バックホウ）の導入時の発注者の効果

記号	質問 - ⑦		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	技術提案で MC/MG バックホウを行うことにより施工精度が向上するとのことでした。どのようなシステムで、どれくらい施工精度が向上するのでしょうか。また、施工精度の確認方法はどのようにするのでしょうか		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG は、3次元設計データとの比較から指示どおりのバケット高さ、勾配での施工(操作)を支援していますが、作業中に材料が不足したり、手動操作による操作も並行して行えます。したがって、必ずしも MC/MG を導入するだけでは精度向上が実現する訳ではありません。 ・ 出来映えや施工の出来形については、ICT 活用工事で指定されている施工管理要領に沿って、施工結果を判定することが必要です。 		

マシンコントロールグレーダの
現場対応集
[発注者向け]

平成30年2月

はじめに

国土交通省では、平成 25 年度より 10,000m³ 以上の土工を含む直轄工事で「TSを用いた出来形管理(土工編)」を使用原則化すると共に、①「TS を用いた出来形管理(土工編)(10,000m³ 未満の土工)」、②「MC(モータグレーダ)技術」、③「MC/MG(ブルドーザ)技術」、④「MG(バックホウ)技術」、⑤「TS・GNSS による締固め管理技術」の5つの情報化施工技術を今後5ヶ年の一般化推進技術と位置づけて更なる普及促進に取り組んできました。

更に、H28 年度からは ICT 活用工事(土工)において MC/MG(3D)の活用が始まり、H29 年度からは ICT 活用工事(舗装工)で MC/MG(3D)が適用されるなど普及促進が加速しています。

ICT 施工技術の普及・推進に向けては、利用者が高度・高機能な技術を使いこなし、トラブルへの迅速な対応や機能の応用など、技術の持つ能力を最大限に活かすノウハウを修得することが不可欠です。本現場対応集は、情報化施工技術の特徴を活かすノウハウの一部として、これまでの試験施工結果から、現場でのトラブル対応や工夫をとりまとめたものです。

また、「MC(モータグレーダ)技術」については、技術の革新や機能の改良が進んでおり、本書でとりまとめた課題、課題への対応方法も適宜変わっていくことが想定されますが、本書は平成 29 年度時点の調査結果を元に、事例として整理しております。

目 次

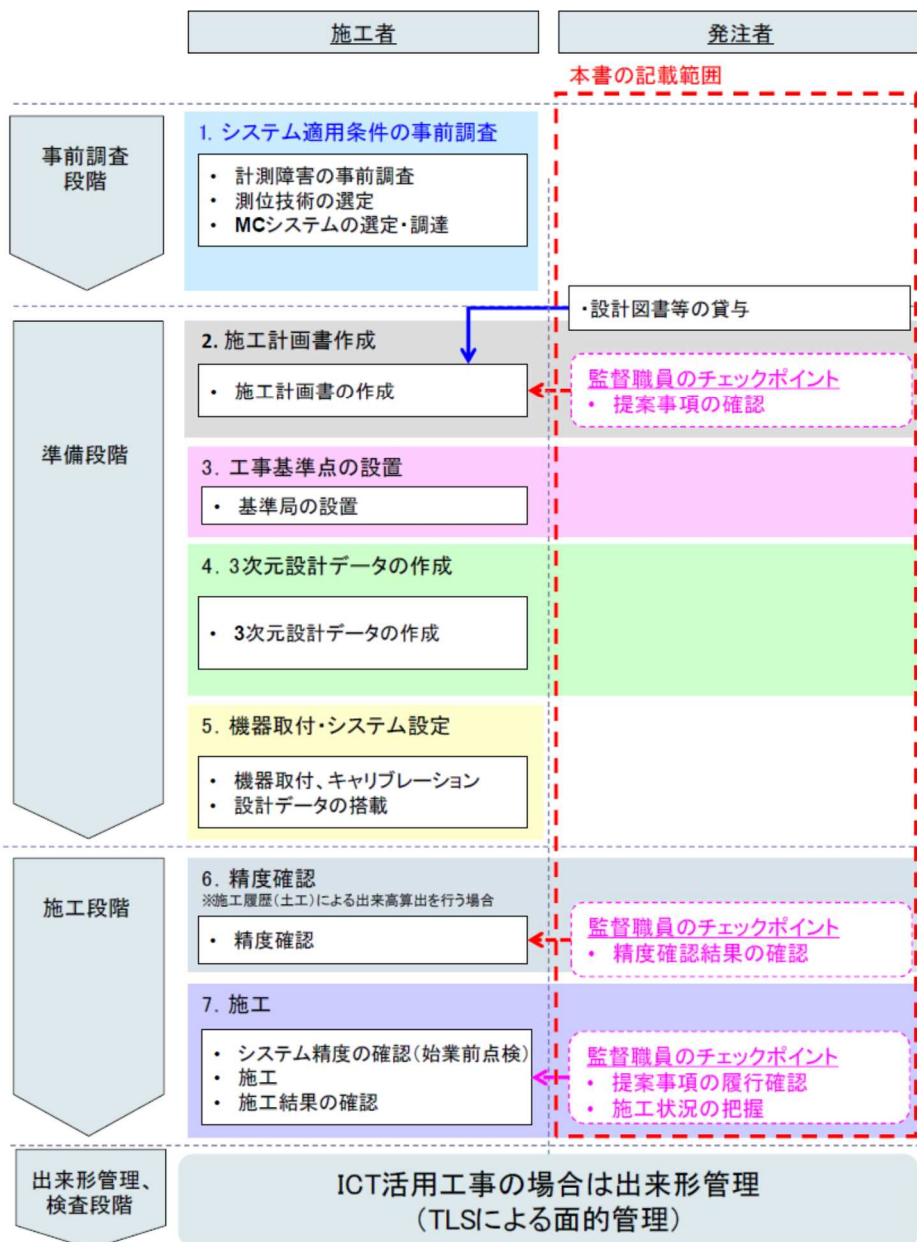
1.	現場対応集の構成と使い方	1
2.	提案事項や指定事項の履行確認ポイント	2
2.1	施工計画書の受理段階【MC（モータグレーダ）共通】	2
2.1.1	利用するシステムの構成について	2
2.1.2	システムの性能について	3
2.1.3	利用する測位システムの違いについて	4
2.1.4	自動追尾式 TS の利用条件について	5
2.1.5	RTK-GNSS の利用条件について	5
2.1.6	無線通信の利用条件について	6
2.2	現場での活用段階【MC（モータグレーダ）】	7
2.2.1	稼働状況の確認方法について	7
3.	施工状況の把握のポイント	8
3.1	施工計画書の受理段階【MC（モータグレーダ）】	8
3.1.1	利用できる設計データについて	8
3.2	現場での活用段階	9
3.2.1	作業状況の確認方法について	9
3.2.2	施工精度の把握について	10
4.	円滑な現場導入の支援	11
4.1	現場でのトラブル事例	11
4.1.1	MC 対応型重機への機器の取付方【MC（モータグレーダ）】	11
4.1.2	MC と TS で 3 次元設計データを併用する方法【MC（モータグレーダ）】	11
4.2	情報化施工に関する良くある質問（例）	12
4.2.1	適用条件について【MC（モータグレーダ）】	12
4.2.2	MC（モータグレーダ）の導入メリット（建設現場）	12
4.2.3	MC（モータグレーダ）の導入メリット（施工者）	12
4.2.4	情報化施工の技術情報	13
4.2.5	MC（モータグレーダ）施工を行う際の要領等	13
4.2.6	MC（モータグレーダ）施工を行う際の要領等	13
4.2.7	MC（モータグレーダ）の導入時の施工精度向上について	13

1. 現場対応集の構成と使い方

「MC(モータグレーダ)技術」は、「3次元設計データ」を搭載したモータグレーダにより敷均し作業を行うことで、丁張りの削減を可能とし、オペレータによる複雑な操作なしでブレードを自動制御して高精度な施工を実現するものです。

本技術は、現場作業の効率化・省人化の実現に多大な効果を発揮する技術です。しかし、本技術導入時に、最大の効果を得るためには、これまでとは違った準備作業や、運用体制を確立する必要がある等、多くのノウハウが必要となります。

本技術は施工者が利用する技術であり、発注者より本技術の利用に対して制限を受ける事項はありません。しかし、履行の確認や品質確保の観点から、受・発注者で導入技術の確認や施工状況の把握を行う必要があります。これらを踏まえ、本書では、「MC(モータグレーダ)技術」適用時の主要5パートについて、現場調査に基づき運用上の留意点や対応例を整理しました。






本書の構成

2. 提案事項や指定事項の履行確認ポイント

2.1 施工計画書の受理段階【MC（モータグレーダ）共通】

2.1.1 利用するシステムの構成について

記号	施工計画 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	システムの種別や構成
質問:Q	施工者から、MC(モータグレーダ)を使用する技術提案がありました。MC(モータグレーダ)とはどのようなシステムですか？また、システムの概略構成、利用される測位技術について知りたい。		
回答:A	<p>①MCとMGの違いについて</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC とはマシンコントロールシステムであり、設計データと計測データの差分から制御信号を作成し、重機の油圧バルブを自動制御して、作業装置(ブレードの上下)を自動制御します。 □ MC(モータグレーダ)では、走行することによりブレードの上下と傾きが自動制御されます。オペレータはそれ以外の操作(前後進、左右旋回、ブレードの回転と左右張り出し)を行います。 □ MG とはマシンガイダンスシステムであり、設計データと計測データの差分をモニタなどに表示するだけで、操作は全てオペレータが行うシステムです。 <p>②メーカについて</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 平成 29 年度現在、MC(モータグレーダ)技術として市販、レンタルされているものは、「トプコン」、「ニコン・トリプル」、「ライカジオシステムズ」等の計測機器メーカ製、「ジオサーフ」等のソフトウェアメーカ製のものです。この他、建設機械にセンサ等を標準搭載しているものもあります(CAT・コマツ等)。 <p>③利用する測位技術について</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 「MC(モータグレーダ)技術」は、盛土の敷均し工に利用されています。このため、測位技術としては、RTK-GNSS(一般的に高さ精度は±3cm 程度)が用いられることが多いです。RTK-GNSS が適用できない現場では、自動追尾式 TS が用いられることもあります。 □ 最近、仕上げ精度が高い路盤整形工などに利用される場合もあります。この場合には、レーザによる高精度な高さ計測技術等を組み合わせて利用する場合もあります。 <p>④MC(モータグレーダ)システムの機器構成例</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">MCシステムの機器構成(TSの例)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">基準局(TS)</p> <p>TSの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ①自動追尾TS ②座標交換用パソコン ③データ通信用無線送信アンテナ </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">移動局(施工機械)</p> <p>TSの場合</p> <ul style="list-style-type: none"> ④追尾用全周プリズム ⑤無線受信機 <div style="text-align: center;">  </div> <ul style="list-style-type: none"> ⑥車載PC ⑦バルブ、センサ類 ※ MC技術ごとに取付けるバルブ、センサ類は異なる。 <p style="font-size: small;">【TSを用いる場合の精度】 ・垂直方向で±5～15mm程度 (TSと建設機械との距離による)</p> </div> </div> <p style="font-size: x-small;">※TSで、計測したデータを「②座標交換用パソコン」を介さず「③データ通信用無線送信アンテナ」が内蔵されたものがある。 ※移動局は施工機械と各機器とをセットで購入・レンタルする方法、各機器のみを購入・レンタルし保有済みの施工機械に取り付ける方法がある。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center; font-weight: bold;">MCシステムの機器構成(GNSSの例)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>RTK-GNSS</p> <p>測量機器(基準局): 垂測=1:Nのシステム</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>+</p> <p>レーザによる 精度補完機能</p> <p>高精度を自動追尾TSに向上させる 装置</p> </div> </div> <p style="font-size: x-small;">※ 高精度な施工を求められるモータグレーダ作業では、GNSS(高さ精度±30mm程度)の他に高さ精度を補完する装置を付加して用いることが多い</p> </div>		
<p>【留意点】</p> <p>※ 最近では、MC(モータグレーダ)を路盤整形に利用されることもあります。モータグレーダは、ブレードが機械の先端に装着されており、機械の傾きの影響を受けやすく高精度な整形作業が難しいのですが、MC の装着により、高精度な作業への適用が可能となっています。</p>			

2.1.2 システムの性能について

記号	施工計画 - ②		
質問者分類	発注者	質問種別	システムの違いは何か
質問:Q	MCシステムに、性能や機能で大きな違いがありますか？		
回答:A	<p>・平成 29 年度現在、MC(モータグレーダ)システムで、メーカーの違いや機種の違いによって施工精度に影響を与える大きな差はありません。</p> <p>・施工精度に大きく影響するのは、利用する測位技術です。</p> <p>・機種によっては高速移動に対応できるものもありますが、施工効率や精度に対する直接的な変化は確認されていません。</p> <p>・H29 年度現在、MC(モータグレーダ)システムとして市販、レンタルされているシステムは、トプコン、ニコン・トリニプル、ライカ等のメーカーが開発しています。この他、コマツやキャタピラーなどの建設機械メーカーが、センサ等を標準搭載した器械を販売しています。</p> <p>【TSを用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> 垂直方向で±5～15mm 程度(施工条件や TS と建設機械との距離による)。</p> <p>【RTK-GNSSを用いる場合の精度】</p> <p><input type="checkbox"/> RTK-GNSS だけでは垂直方向精度は±30～50mm 程度。</p> <p><input type="checkbox"/> 高い精度も求められる路盤工などでは、高さを補完するシステムを利用します。</p> <p>MCシステムの機器構成(GNSSの例)</p>  <p>測量機器(基準局):重機=1:Nのシステム</p> <p>レーザーによる精度補完機能 高精度を自動追尾 TS並に向上させる装置</p>		
【補足説明】	<p>【MC(モータグレーダ)の施工精度に影響を与える因子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「測位技術とセンサ類の精度」の他、「システムとしての情報通信速度」、「油圧制御バルブの制御」、「重機のガタつき」などです。 ・高精度な測位技術を選ぶだけで高精度な施工ができる訳ではありません。 		

2.1.3 利用する測位システムの違いについて

記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位システムの違いは何か
質問:Q	提案されている測位技術で、施工の要求精度が確保できるのか不安です。測位技術単体の計測精度を知りたい。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC(モータグレーダ)を用いた施工では、建設機械の位置を測る技術(測位技術)の適切な選定が重要です。 ・ 測位技術には、自動追尾式トータルステーション(TS)とRTK-GNSSがあり、下記の特徴を踏まえて、施工者が選定します。 ・ MC(モータグレーダ)では、計測精度以上の施工精度は得られません。 <p>①施工精度について</p> <p>【RTK-GNSS を用いる場合の精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 垂直方向精度は±30～50mm 程度 <p>【自動追尾式 TS を用いる場合の精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 垂直方向で±5～15mm 程度(施工条件や TS と建設機械との距離による) <p>②計測可能範囲と活用台数について</p> <p>【自動追尾式 TS を用いる場合の条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 基準局(TS)から建設機械までの距離制限は 250m 程度(機種や現場条件に左右されます)。 <input type="checkbox"/> 基準局(TS)と移動局(建設機械)は 1 対 1 の組み合わせとなる <p>【RTK-GNSS を用いる場合の条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> RTK-GNSS 基準局から建設機械までの距離制限は 1km 程度(カタログ等では数 km と記載されている場合もあります)。(ただし、無線通信の方式、現場条件により変わります)(基準局から移動局の距離の違いによる測位精度の変化はほとんどありません) <input type="checkbox"/> 基準局(GNSS) 1 台で現場内の複数の建設機械を制御可能 		
<p>【補足説明】</p> <p>※ MC の活用においては、計測機器に関する公的な校正証明書や検定証を添付する必要はありません。ただし、MC 技術では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のガタつきやブレードの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。利用機器単体の精度に加えて、トータルでの精度を確保する方法を計画しているかがポイントです。</p> <p>【精度確保方法(例)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 作業前に現場に設置している基準点を用いてクロスチェックを行う ※ 施工前に、従来手法で設置した丁張りとの比較検証を行う ※ 施工中、施工後に、TS 等を用いて検測を行う等 <p>【参考】</p> <p>※ MC や締固め管理に使用する TS は出来形管理にも使用することができます。しかし、出来形管理に使用する TS は MC や締固め管理には使用できないものもあります(自動追尾機能が無い場合や追尾速度が遅い)。</p>			

2.1.4 自動追尾式 TS の利用条件について

記号	施工計画 - ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC(モータグレーダ)で利用する自動追尾式 TS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>・ 自動追尾式 TS では、TS 本体から発信するレーザが「MC(モータグレーダ)技術」に設置したプリズムによって反射する光を検知して追尾しています。したがって、レーザが遮断される状況が発生すると自動追尾による計測ができなくなります。</p> <p>・ また、自動追尾式 TS は精密機器で、自己位置からの向きや角度から対象物の位置を算出しています。したがって、TS 本体が揺れたり傾いたりする場所では正確な計測ができません。</p> <p>【レーザが遮断される条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 激しい降雨や降雪、濃霧(TS から発信するレーザ光が拡散してしまう)。</p> <p><input type="checkbox"/> ダンプ等が TS とモータグレーダの間を頻繁に通行し、レーザを遮断する。</p> <p>【TS の正確な計測ができない条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 軟弱地盤上等で、重機の通行や作業の影響により TS 設置箇所が揺れる場所、あるいは変形する場所。</p> <p><input type="checkbox"/> 橋梁の梁上などの揺れがある場所。</p> <p><input type="checkbox"/> 凍上などで利用する基準点に変位が起こる場所。</p>		
【補足説明】			

2.1.5 RTK-GNSS の利用条件について

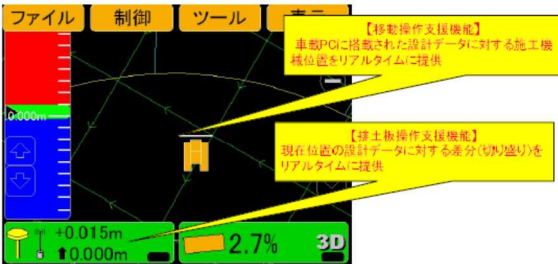
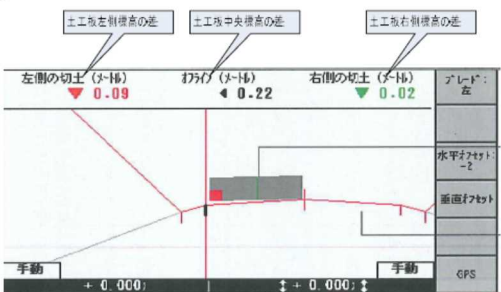
記号	施工計画 - ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC(モータグレーダ)で利用する RTK-GNSS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>RTK-GNSS では、利用可能な衛星が5個以上、かつ RTK-GNSS の基準局からの補正データを受信できる範囲に重機がある必要があります。</p> <p>【衛星が補足できる個数や時間が制限される条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 山間部や市街地(高層ビルの中)などの場合。 仰角 30 度以上に利用可能な衛星が5つ以上配置されている必要があります。また、5つ以上の衛星が作業時間中連続して捉えている必要があります。)</p> <p><input type="checkbox"/> 高層構造物の近く RTK-GNSS の場合は、周辺に高い構造物があると反射波によるマルチパスの影響を受ける場合もあります。マルチパスの影響を受けている場合は、計測が不安定になり、精度が確保できません。</p>		
【補足説明】			

2.1.6 無線通信の利用条件について

記号	施工計画 - ③		
質問者分類	発注者	質問種別	無線通信による適用障害
質問:Q	MC(モータグレーダ)が、無線通信状況で適用し難い条件はありますか？		
回答:A	<p>MC(モータグレーダ)では、RTK-GNSS からモータグレーダの間、自動追尾 TS からモータグレーダの間で測位位置に関する情報を無線通信しています。無線通信が混信や通信障害をおこす場合は、測位ができないためシステムが適切に稼働できません。</p> <p>MC(モータグレーダ)とモータグレーダの通信は、免許や申請の不要な、特定省電力無線が多く利用されています。本無線は、通信障害の無い場所では 1km 程度の通信が可能です。無線の出力が小さいため、周辺環境の影響を受けやすい特徴を持っています。</p> <p>【無線通信の障害が発生しやすい、あるいは無線通信の発生要因】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 違法無線などの高出力な無線が発信されている。 <input type="checkbox"/> 類似のシステムなどで、同周波数帯の無線が多数利用されている。 <input type="checkbox"/> 高压電線や変電所周辺。 <input type="checkbox"/> 障害物などで無線通信が遮断されている。 <input type="checkbox"/> 空港や航空基地周辺。 <p>【対応例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 無線通信障害が多い場所では、免許や申請が必要な高出力な無線を利用する。 ※ 無線通信は、距離が離れると急激に出力が減衰します。RTK-GNSS 基準局とモータグレーダ、TS とモータグレーダの距離を短くすることで対応できる場合もあります。 		
【補足説明】			
<ul style="list-style-type: none"> ※ 無線通信の良否を分析する方法について、専用の解析装置で電波の分布を調査する方法もありますが、上記のような無線は時間帯などによって大きく変化します。また、無線は目に見えないため、実際に工事を想定している時間帯に利用する無線機を活用して通信状況を事前に確認できます。 			

2.2 現場での活用段階【MC（モータグレーダ）】

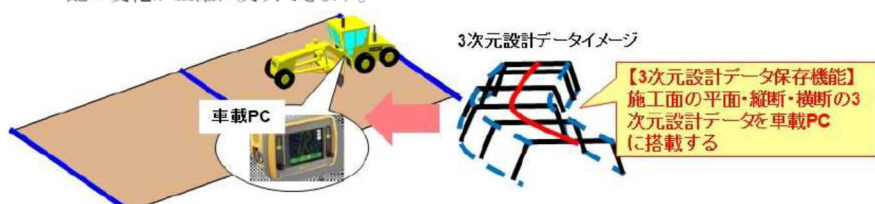
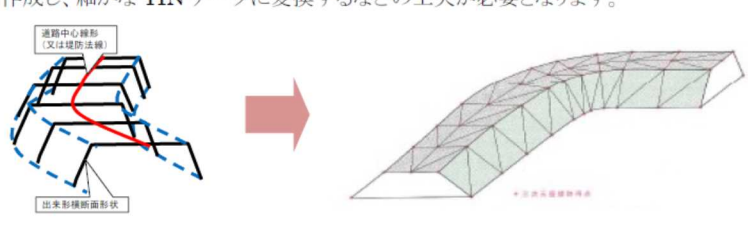
2.2.1 稼働状況の確認方法について

記号	施工段階 - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	システムは適正に稼働しているか
質問:Q	技術提案されたMC(モータグレーダ)技術が利用されているか現地で確かめる方法はありますか。		
回答:A	<p>MC(モータグレーダ)システムでは稼働中にオペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています。この表示内容とブレードの上下の動きを確認することでMCシステムが稼働していることを確かめることができます。</p> <p>【現場でシステムの稼働を確かめる方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MCシステムではオペレータ席のモニタに、測位システムの状況が表示されています。 <p><表示例></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 自動追尾式TSの場合は“追尾中”、RTK-GNSS形式の場合は“FIX”となっています(下図では左下のアンテナマークの部分に“FIX”と表示され、緑色になっています)。  <p>【現場で設計データとの差を確認する方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ オペレータ席のモニタには、設計データとブレードの差が表示されています。ブレードの上下操作をおこなうと、モニタ表示の差も変化します。 <p><表示例></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 例えば、作業中は現在位置と進行方向に対する設計勾配や現在位置のブレードの傾きや、設計高さとブレード高さの差が表示されています(下図では、ブレードの左右端部での設計値との差が表示されています)。施工範囲内で停止し、ブレードの上下を行うとこの左右の値が変化します。  <p>※ システムの精度については、既知点座標での検測や、TS との比較により確かめることができます。</p>		
【留意点】	<p>※ 情報化施工技術は高精度な敷き均しを支援する道具です。システムの稼働の有無を確認する画面内の表示については、機種別の説明書などにより確認してください。</p> <p>また、以下は、適正な施工結果を得るための留意事項です。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの精度管理は適切に実施されているか(作業前の精度確認の実施状況) ・ 適切な設計データが入力されているか(適用範囲に対応した設計データの入力) ・ 施工結果が、要求品質に対して十分な精度を満足していることをチェックしているか 		

3. 施工状況の把握のポイント

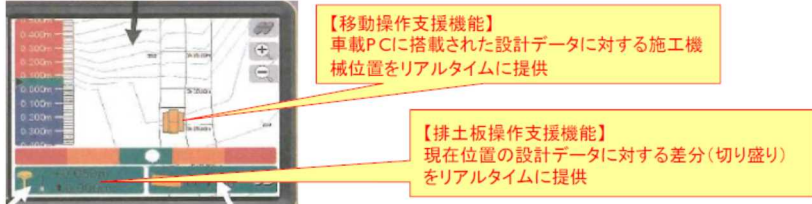
3.1 施工計画書の受理段階【MC（モータグレーダ）】

3.1.1 利用できる設計データについて

記号	施工計画 ①		
質問者分類	発注者	質問種別	データ作成
質問:Q	MC(モータグレーダ)システムに搭載されている設計データはどのようなデータですか		
回答:A	<p>【はじめに】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ MC(モータグレーダ)で使用する MC 用設計データ(3次元設計データ)の提出義務はありません。 ※ データの作成範囲、方法については、施工の段取りや施工者のノウハウにより異なります。 ※ MC(モータグレーダ)に搭載する設計データとしては、大きく以下の2つのパターンがあります。 <p>【①線形と横断要素で構成される設計データの場合】</p> <p>□ この方法では、線形に沿った横断形状が逐次演算で求められ、線形に沿った横断方向内の設計値と計測値の算出が行われます。主に、道路等の線形構造物に適しています。横断勾配の変化が正確に反映できます。</p>  <ul style="list-style-type: none"> ※ この場合、線形に対して直交する横断面(横断方向の寸法)が必要となります。 ※ このため、横断図は、測点だけでなく、全ての断面変化点が必要となります。 <p>【②3次元の面形状で構成される設計データの場合】</p> <p>この方法では、設計形状の変化点(3次元座標)を頂点とした TIN と呼ばれる不等三角網の集合体として基本設計データが表現されます。主にグラウンドや駐車場などの広い面積の表現に適しています。</p> <p>線形構造物にも適用が可能です。この場合、下図のように、曲線部分では横断図を密なピッチで作成し、細かな TIN データに変換するなどの工夫が必要となります。</p> 		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ※ MC(モータグレーダ)システムでは稼働中はオペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています。しかし、設計データとしてどのようなデータが入力されているかを把握していなければ、施工状況の良否や進捗の把握に活用することはできません。 		

3.2 現場での活用段階

3.2.1 作業状況の確認方法について

記号	施工段階 ①		
質問者分類	発注者	質問種別	仕上りの確認
質問:Q	現場でMC(モータグレーダ)による施工結果を確かめる方法がありますか。		
回答:A	<p>主に以下の様な事例があります。参考にしてください。</p> <p>【施工管理を行う方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MC(モータグレーダ)により施工を行う現場においても、従来と同様に、「河川土工マニュアル((財)国土技術研究センター)」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の管理要領等に準じて施工されます。このため、施工管理も従来と同様に実施されます。 <input type="checkbox"/> ICT 活用工事(舗装工)では、地上型レーザースキャナーを用いた面的な出来形管理を適用することができます。 <p>【簡易的に現場での仕上がりを把握する方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MC(モータグレーダ)による撒き出し高さについては、オペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています(下図参照)。あくまで撒出し施工状況ですが、簡易的に仕上がり状況について結果を把握できます。 <div style="display: flex; align-items: center;">  </div> <p style="text-align: center;">※ 上図のモニタ表示は、開発メーカー等により異なります</p>		
【補足説明】	<ul style="list-style-type: none"> ※ 路盤整形工は、敷均し、締固め作業ですので施工管理段階では締固め完了後の管理となり、施工途中は敷均し厚さ、最終層は仕上がり標高が施工管理値となります。 ※ また、監督職員が行う「仕上がり状況の把握」も、従前の監督行為と同じであり、MC(モータグレーダ)施工の導入によっても施工管理方法や基準に変更はありません。 		

3.2.2 施工精度の把握について

記号	施工段階 ①		
質問者分類	発注者	質問種別	作業状況
質問:Q	MC(モータグレーダ)システムの精度管理状況を確認する方法はありますか		
回答:A	<p>【はじめに】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC(モータグレーダ)の導入は、施工者の任意ですので、監督職員は、従来どおり施工結果(所定の敷均し厚さであること)を把握することが重要となります。 □ 施工中で、MC(モータグレーダ)の計測精度や、施工者が行なっているMC(モータグレーダ)の精度管理に疑義が生じた場合は、以下の方法で精度管理状況を確認することをお勧めします。 <p>【利用している工事基準点の確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ 測量成果簿により、現場で利用されている工事基準点の設置状況を確認します。 □ 工事基準点が不動点として設置されているかを確認します。 □ 自動追尾 TS や RTK-GNSS の基準局が正しく設置(水平・基準点上)されているかを確認します。 □ 基準局が、揺れや振動の影響がない場所に設置されているかを確認します。 <p>【計測精度の確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC(モータグレーダ)で得られる座標と現場基準点とのクロスチェックを行うことで、システムの計測精度を確認できます(精度管理について、ICT 導入普及研究会のホームページで掲載されている様式も参考にできます)。 <div style="text-align: center;"> <p>施工精度の簡易確認状況</p> <p>車載PC上で座標表示</p> <p>車載PC上に表示される座標値と既知座標とが一致することを確認</p> </div> <p>【補足説明】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 精度管理についての資料提出は不要ですが、MC(モータグレーダ)では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のガタつきやブレードの摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。 ※ 施工者は、利用機器単体の精度に加えてトータルでの精度を行うことが重要です。 <p>【日々の精度管理(例)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 作業前に現場に設置している基準点を用いてクロスチェックを行う ※ 施工前に、従来手法で設置した丁張りとの比較検証を行う ※ 施工中、施工後に、TS 等を用いて検測を行う 等 		

4. 円滑な現場導入の支援

ここでは、現場での円滑な運用の情報提供として、施工者が遭遇したトラブル事例や対応・工夫、発注者からの質問を掲載しています。

4.1 現場でのトラブル事例

4.1.1 MC 対応型重機への機器の取付方【MC（モータグレーダ）】

記号	トラブル - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	その他
質問:Q	現場の機械を改造して MC(モータグレーダ)施工ができるのですか。		
回答:A	<p>①既存機械の MC 化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 所有の重機が MC 対応型(油圧制御に電磁バルブが搭載されており、電磁バルブの仕様について情報化施工機器開発メーカーと情報共有されている)であれば、MC 機器のセンサ類を装着するだけで対応でき、重機の改造は不要となります。 ・ ただし、所有の重機が MC 対応型でない場合(油圧制御に電磁バルブが搭載されていなくても、電磁バルブの仕様について情報化施工機器開発メーカーと情報共有されている)、所有の重機に関連機器を外付けすることは以下の理由から困難な状況です。(平成 24 年 3 月時点) <ul style="list-style-type: none"> □ 「MC(モータグレーダ)技術」ではブレードを自動制御するため、油圧バルブを電気信号で制御する必要があります。 □ 油圧制御システムの改造は、慎重かつ高度な取り扱いが求められることに加え、取り付け位置の制約、配管の加工、配線の複雑さなどもあって、車載 PC、センサ、GNSS 受信機または全周ブリズム等の取り付けと比較し作業上大きな負担が必要となります(専用の電磁バルブを製作する場合には、さらに高額な費用が発生すると共に、重機の改造に該当するため、製造メーカーの補償対象外となる場合もあります)。 <p>②機器やシステムの取り付け</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MC 対応型以外の建設機械に機器を取り付ける場合、電磁バルブの仕様の確認が必要となることから、建設機械の購入またはシステム開発メーカーなどのサポートを受けて、装着する必要があります(リース・レンタルの場合は、機械の改造に対する契約も必要となる場合があります)。 		
【補足説明】			

4.1.2 MC と TS で 3 次元設計データを併用する方法【MC（モータグレーダ）】

記号	トラブル - ③		
質問者分類	発注者	質問種別	その他
質問:Q	TS 出来形管理の基本設計データを MC 用の設計データに利用すれば効率的ではないか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ TS 出来形管理の基本設計データが工事の完成形状を対象にしているのに対し、MC 用の設計データ(3 次元設計データ)は、施工途中あるいは完成形状に仕上がる為の施工余裕代を含んだ形状となります。 ・ 当該工事の出来形の完成形状と、MC 施工の目標値が一致する場合は利用できます。 ・ なお、この 3 次元設計データに変換できるソフトウェアとは、TS 出来形管理用の基本設計データを 3 次元設計データ(LandXML 形式や DWG 形式)に変換できるソフトウェアを指します。 		
【補足説明】			

4.2 情報化施工に関する良くある質問（例）

4.2.1 適用条件について【MC（モータグレーダ）】

記号	施工計画 - ③		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術の特徴と適用範囲
質問:Q	MC(モータグレーダ)が利用できないとの報告を受けました。どのような理由が考えられますか？		
回答:A	<p>MC(モータグレーダ)の不具合としては、次の事項が想定されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 測位技術の不具合 <input type="checkbox"/> 無線通信の不具合 <input type="checkbox"/> システム本体の不具合(センサの破損、ケーブルの断絶、演算部の故障等) <p>・ 測位技術、無線通信の不具合は、現場環境に要因がある場合もあるので、本書の「測位技術について」、「無線通信について」を参照してください。</p> <p>・ システム本体の不具合は、開発メーカーへの問い合わせが必要です。</p>		

4.2.2 MC（モータグレーダ）の導入メリット（建設現場）

記号	質問 - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC(モータグレーダ)には、どのような効果があるのかを知りたい。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来の2次元CADデータの設計図面ではなく、MC(モータグレーダ)では3次元設計データを使用します。 ・ このため、MC(モータグレーダ)では、施工上では丁張りや検測を必要とせず、水平位置や高さの情報を持つ3次元設計データどおりの効率的な施工が可能となります。 ・ MC(モータグレーダ)を導入することで、丁張り設置や検測作業が削減されるため、MC(モータグレーダ)の導入効果としては、建設機械と作業員との接触事故等が減少する観点での、安全性の向上が期待できます。 		

4.2.3 MC（モータグレーダ）の導入メリット（施工者）

記号	質問 - ②		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC(モータグレーダ)を導入することによる施工者のメリットは何ですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工者は、MC(モータグレーダ)の導入により、現場作業の効率化(工期短縮・省人化)、オペレータの熟練度に左右されない品質の確保、オペレータの作業負担の軽減が実現されます。 ・ また、MC(モータグレーダ)を導入することで、総合評価落札方式における評価及び請負工事成績評定における評価の向上が期待できます。 		

4.2.4 情報化施工の技術情報

記号	質問	— ③	
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	情報化施工全般を勉強したいのですが、何か良いテキストはないですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 情報化施工技術は日々進歩しています。 ・ 最新情報は国土交通省のホームページ等をご確認ください。 (参考 URL) ※その他の地方整備局のホームページ等にも掲載されています。 国土交通省: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html 近畿地方整備局: http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/sekou/jyohoka_index.htm 国土技術政策総合研究所: http://www.nilim.go.jp/ts/index.html		

4.2.5 MC (モータグレーダ) 施工を行う際の要領等

記号	質問	— ④	
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC (モータグレーダ) 施工を行う際に、準拠する要領等はあるのですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC(モータグレーダ)に関わる施工管理要領等は策定されていません。(平成 29 年度現在) ・ 従来の施工のとおり「河川土工マニュアル(財)国土技術研究センター」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて実施してください。 		

4.2.6 MC (モータグレーダ) 施工を行う際の要領等

記号	質問	— ⑤	
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC の監督はどのようにするのですか。通常の施工との違いはありますか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC(モータグレーダ)に関わる監督・検査要領等は策定されていません。(平成 29 年度現在) ・ 従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル(財)国土技術研究センター」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて施工されますので、監督行為も従来と同じです。 ・ 施工管理については、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)を適用出来ます。この場合は同監督・検査要領(舗装工事編)を参照してください。 		

4.2.7 MC (モータグレーダ) の導入時の施工精度向上について

記号	質問	— ⑥	
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	技術提案で MC(モータグレーダ) 施工を行うことにより施工精度が向上するとのことでした。どのようなシステムで、どれくらい施工精度が向上するのでしょうか。また、施工精度の確認方法はどのようにするのでしょうか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC(モータグレーダ)では、3次元設計データとおりのブレード高さ、勾配での施工を行います。ただし、路盤材が不足した場合など、手動操作による操作も並行して行えますので、MC(モータグレーダ)を導入するだけでは精度向上は実現するとは言い切れません。 ・ なお、施工品質は、締固めとセットで監督すべき事項と考えます。 		

マシンコントロール／
マシンガイダンスブルドーザの
現場対応集
[発注者向け]

平成30年2月

はじめに

国土交通省では、平成 25 年度より 10,000 m³以上の土工を含む直轄工事で「TSを用いた出来形管理(土工編)」を使用原則化すると共に、①「TS を用いた出来形管理(土工編)(10,000m³ 未満の土工)」、②「MC(モータグレーダ)技術」、③「MC/MG(ブルドーザ)技術」、④「MG(バックホウ)技術」、⑤「TS・GNSS による締固め管理技術」の5つの情報化施工技術を今後5ヶ年の一般化推進技術と位置づけて更なる普及促進に取り組んできました。

更に、H28 年度からは ICT 活用工事において MC/MG(3D)の活用を加速させています。

情報化施工技術の普及・推進に向けては、利用者が高度・高機能な技術を使いこなし、トラブルへの迅速な対応や機能の応用など、技術の持つ能力を最大限に活かすノウハウを修得することが不可欠です。

本現場対応集は、情報化施工技術の特徴を活かすノウハウの一部として、これまでの試験施工結果から、現場でのトラブル対応や工夫をとりまとめたものです。

また、「MC/MG(ブルドーザ)技術」については、技術の革新や機能の改良が進んでおり、本書でとりまとめた課題、課題への対応方法も適宜変わっていくことが想定されますが、本書は平成 29 年度時点の調査結果を元に、事例として整理しております。

目 次

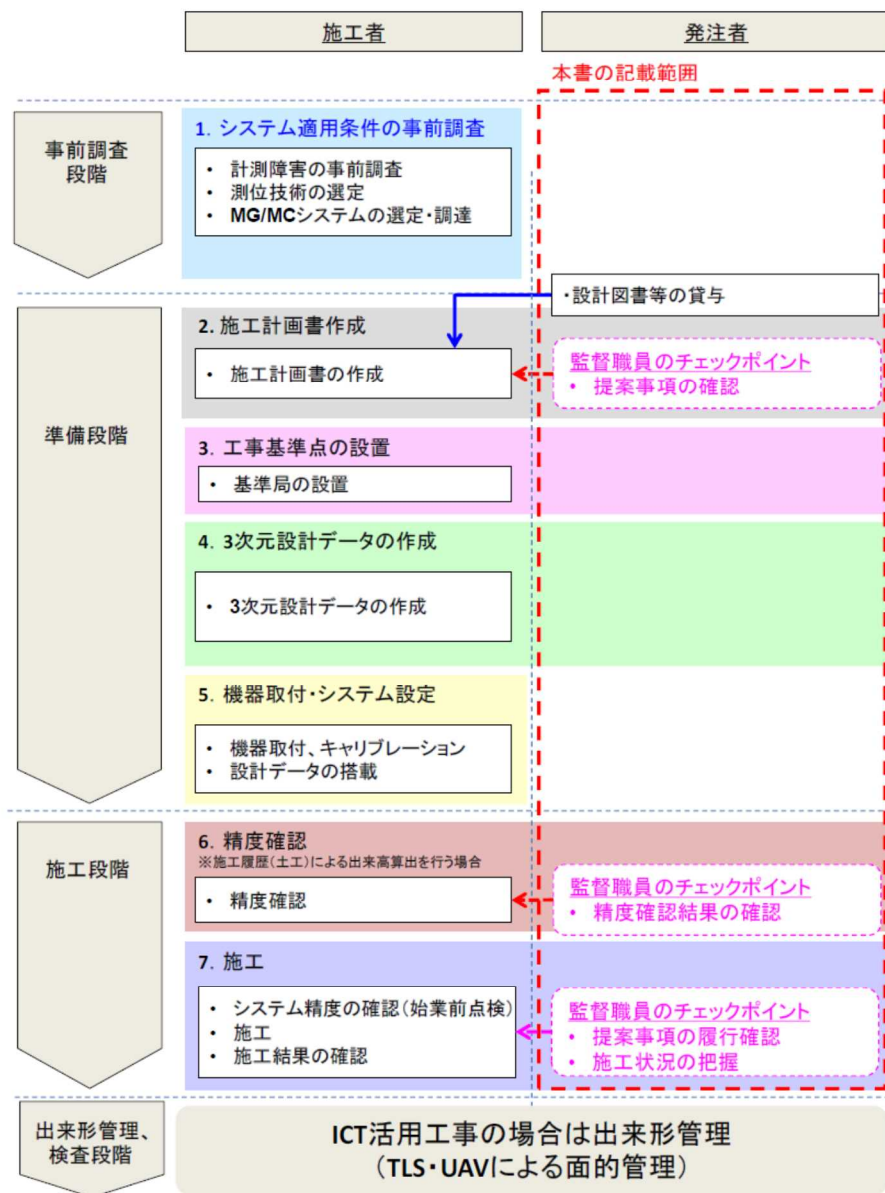
1.	現場対応集の構成と使い方	1
2.	提案事項や指定事項の履行確認ポイント	2
2.1	施工計画書の受理段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】	2
2.1.1	利用するシステムの構成について	2
2.1.2	システムの性能について	3
2.1.3	利用する測位システムの違いについて	4
2.1.4	自動追尾式 TS の利用条件について	5
2.1.5	RTK-GNSS の利用条件について	5
2.1.6	無線通信の利用条件について	6
2.2	現場での活用段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】	7
2.2.1	稼働状況の確認方法について	7
3.	施工状況の把握のポイント	8
3.1	施工計画書の受理段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】	8
3.1.1	利用できる設計データについて	8
3.1.2	設計データの扱いについて	9
3.2	現場での活用段階	10
3.2.1	作業状況の確認方法について	10
3.2.2	施工精度の把握について	11
4.	円滑な現場導入の支援	12
4.1	現場でのトラブル事例	12
4.1.1	MC 対応型重機への機器の取付方【MC（ブルドーザ）】	12
4.1.2	MC と TS で 3 次元設計データを併用する方法【MC/MG（ブルドーザ）共通】	12
4.2	情報化施工に関する良くある質問（例）	13
4.2.1	適用条件について【MC/MG（ブルドーザ）共通】	13
4.2.2	MC/MG（ブルドーザ）の導入メリット（建設現場）	13
4.2.3	MC/MG（ブルドーザ）の導入メリット（施工者）	13
4.2.4	MC/MG（ブルドーザ）導入メリット（発注者）	13
4.2.5	情報化施工の技術情報	14
4.2.6	MC/MG（ブルドーザ）施工を行う際の要領等	14
4.2.7	MC/MG（ブルドーザ）施工を行う際の要領等	14
4.2.8	MC/MG（ブルドーザ）の導入時の施工精度向上について	14

1. 現場対応集の構成と使い方

「MC/MG(ブルドーザ)技術」は、設計データを搭載したブルドーザにより、丁張りの削減を可能とする技術です。また、MC(ブルドーザ)では、オペレータの複雑な操作無しに高精度な施工を実現可能です。

本技術は施工者が利用する技術であり、本技術の利用に対する要領等の整備はされていません。しかし、品質確保や技術提案で導入されている場合の履行確認の観点から、情報化施工技術の導入や効果を阻害せずに、導入技術の確認や施工状況を把握する方法が必要です。

本書の構成は、下記の施工の流れに沿って、「MC/MG(ブルドーザ)技術」の違いや見分け方、丁張りが無い現場状況下での施工状況の把握、現場での円滑な導入の支援について、留意点と事例で構成しています。



本書の構成

2. 提案事項や指定事項の履行確認ポイント

2.1 施工計画書の受理段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】

2.1.1 利用するシステムの構成について

記号	施工計画 - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	システムの種別や構成
質問:Q	施工者から、MC/MG(ブルドーザ)を使用する技術提案がありましたが、MC/MG(ブルドーザ)とはどのようなシステムですか？また、システムの概略構成、利用される測位技術について知りたい。		
回答:A	<p>①MCとMGの違いについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MCとはマシンコントロールシステムであり、設計データと計測データの差分から制御信号を作成し、重機の油圧バルブを自動制御して、作業装置(排土板の上下)を自動制御します。 <input type="checkbox"/> MC(ブルドーザ)では、走行することにより排土板の上下と傾きが自動制御されます。オペレータはそれ以外の操作(前後進、左右旋回、排土板の回転と左右張り出し)を行います。 <input type="checkbox"/> MGとはマシンガイダンスシステムであり、設計データと計測データの差分をモニタなどに表示するだけで、操作は全てオペレータが行うシステムです。 <p>②メーカについて</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 平成26年度現在、MC/MG(ブルドーザ)技術として市販、レンタルされているものは、「トプコン」、「ニコン・トリンプル」、「ライカジオシステムズ」等の計測機器メーカ製、「ジオサーフ」等のソフトウェアメーカ製のものです。この他、建設機械にセンサ等を標準搭載しているものもあります。(CAT・コマツ等) <p>③利用する測位技術について</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 「MC/MG(ブルドーザ)技術」は、盛土の敷均し工に利用されています。このため、測位技術としては、RTK-GNSS(一般的に高さ精度は±3cm程度)が用いられることが多いです。RTK-GNSSが適用できない現場では、自動追尾式TSが用いられることもあります。 <input type="checkbox"/> 最近、仕上げ精度が高い路盤整形工などに利用される場合もあります。この場合には、レーザによる高精度な高さ計測技術等を組み合わせて利用する場合もあります。 <p>④MC/MG(ブルドーザ)システムの機器構成例</p> <p>※最近では、①、②、③を自動追尾式TS本体に内蔵した一体型もあります。</p> <p>※MCでは、施工機械の油圧バルブを制御する必要があり、油圧バルブの種類(建機の型式、年式)により、システムの接続ができない場合があります。</p> <p>【留意点】</p> <p>※最近では、MC(ブルドーザ)を路盤整形に利用されることもあります。ブルドーザは、排土板が機械の先端に装着されており、機械の傾きの影響を受けやすく高精度な整形作業が難しいのですが、MCの装着により、高精度な作業への適用が可能となっています。</p>		

2.1.2 システムの性能について

記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	システムの違いは何か
質問:Q	MCシステムに、性能や機能で大きな違いがありますか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・平成29年度現在、MC/MG(ブルドーザ)システムで、メーカーの違いや機種の違いによって施工精度に影響を与える大きな差はありません。 ・施工精度に大きく影響するのは、利用する測位技術です。 ・機種によっては高速移動に対応できるものもありますが、施工効率や精度に対する直接的な変化は確認されていません。 ・H29年度現在、MC/MG(ブルドーザ)システムとして市販、レンタルされているシステムは、トブコン、ニコン・トリプル、ライカ等のメーカーが開発しています。この他、コマツやキャタピラーなどの建設機械メーカーが、センサ等を標準搭載した器械を販売しています。 <p>【TSを用いる場合の精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 垂直方向で±5～15mm程度(施工条件やTSと建設機械との距離による)。 <p>【RTK-GNSSを用いる場合の精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 垂直方向精度は±30～50mm程度。 		
<p>【補足説明】</p> <p>※【MC(ブルドーザ)の施工精度に影響を与える因子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・「測位技術とセンサ類の精度」の他、「システムとしての情報通信速度」、「油圧制御バルブの制御」、「重機のガタつき」などです。 ・高精度な測位技術を選ぶだけで高精度な施工ができる訳ではありません。 <p>※【MG(ブルドーザ)の施工精度に影響を与える因子】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・オペレータ自らが排土板を操作するシステムであるため、基本は、「オペレータの操作経験」と「オペレータのMG施工への慣れ」などです。 ・オペレータは、従来のトンボ丁張り・ポールに変わり、どこの場所でも、操作支援情報を受けられることが可能となるため、「オペレータのMG施工への慣れ」が大きな因子になると考えます。 ・「測位技術とセンサ類の精度」の他、「システムとしての情報通信速度」、「重機のガタつき」などの影響を受けます。 			

2.1.3 利用する測位システムの違いについて

記号	施工計画 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位システムの違いは何か
質問:Q	提案されている測位技術で、施工の要求精度が確保できるのか不安です。測位技術単体の計測精度を知りたい。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG(ブルドーザ)を用いた施工では、建設機械の位置を測る技術(測位技術)の適切な選定が重要です。 ・ 測位技術には、自動追尾式トータルステーション(TS)とRTK-GNSSがあり、下記の特徴を踏まえて、施工者が選定します。 ・ MC/MG(ブルドーザ)では、計測精度以上の施工精度は得られません。 <p>①施工精度について</p> <p>【RTK-GNSS を用いる場合の精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 垂直方向精度は±30～50mm 程度 <p>【自動追尾式 TS を用いる場合の精度】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 垂直方向で±5～15mm 程度(施工条件や TS と建設機械との距離による) <p>②計測可能範囲と活用台数について</p> <p>【自動追尾式 TS を用いる場合の条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 基準局(TS)から建設機械までの距離制限は 250m 程度。(機種や現場条件に左右されます)。 <input type="checkbox"/> 基準局(TS)と移動局(建設機械)は 1 対 1 の組み合わせとなる。 <p>【RTK-GNSS を用いる場合の条件】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> RTK-GNSS 基準局から建設機械までの距離制限は 1km 程度(カタログ等では数 km と記載されている場合もあります。) <p>(ただし、無線通信の方式、現場条件により変わります)</p> <p>(基準局から移動局の距離の違いによる測位精度の変化はほとんどありません)</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 基準局(GNSS) 1 台で現場内の複数の建設機械を制御可能 		
<p>【補足説明】</p> <p>※MC/MG の活用においては、計測機器に関する公的な校正証明書や検定証を添付する必要はありません。ただし、MC/MG 技術では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のガタつきや排土板の摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。利用機器単体の精度に加えて、トータルでの精度を確保する方法を計画しているかがポイントです。</p> <p>【精度確保方法(例)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※作業前に現場に設置している基準点を用いてクロスチェックを行う ※施工前に、従来手法で設置した丁張りとの比較検証を行う ※施工中、施工後に、TS 等を用いて検測を行う等 <p>【参考】</p> <p>※MC/MG や締固め管理に使用する TS は出来形管理にも使用することができます。しかし、出来形管理に使用する TS は MC/MG や締固め管理には使用できないものもあります(自動追尾機能が無い場合や追尾速度が遅い)。</p>			

2.1.4 自動追尾式 TS の利用条件について

記号	施工計画 - ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)で利用する自動追尾式 TS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>・ 自動追尾式 TS では、TS 本体から発信するレーザーが「MC/MG(ブルドーザ)技術」に設置したプリズムによって反射する光を検知して追尾しています。したがって、レーザーが遮断される状況が発生すると自動追尾による計測ができなくなります。</p> <p>・ また、自動追尾式 TS は精密機器で、自己位置からの向きや角度から対象物の位置を算出しています。したがって、TS 本体が揺れたり傾いたりする場所では正確な計測ができません。</p> <p>【レーザーが遮断される条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 激しい降雨や降雪、濃霧 (TS から発信するレーザー光が拡散してしまう)。</p> <p><input type="checkbox"/> ダンプ等が TS とブルドーザの間を頻繁に通行し、レーザーを遮断する。</p> <p>【TS の正確な計測ができない条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 軟弱地盤上等で、重機の通行や作業の影響により TS 設置箇所が揺れる場所、あるいは変形する場所。</p> <p><input type="checkbox"/> 橋梁の梁上などの揺れがある場所。</p> <p><input type="checkbox"/> 凍上などで利用する基準点に変位が起こる場所。</p>		
【補足説明】			

2.1.5 RTK-GNSS の利用条件について

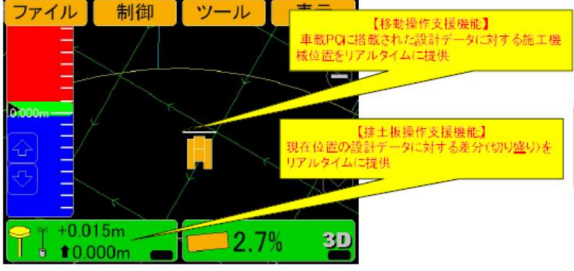

記号	施工計画 - ②		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術による適用障害
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)で利用する RTK-GNSS が適用できない現場条件はありますか？		
回答:A	<p>RTK-GNSS では、利用可能な衛星が5個以上、かつ RTK-GNSS の基準局からの補正データを受信できる範囲に重機がある必要があります。</p> <p>【衛星が補足できる個数や時間が制限される条件】</p> <p><input type="checkbox"/> 山間部や市街地(高層ビルの中)などの場合。 仰角 30 度以上に利用可能な衛星が5つ以上配置されている必要があります。また、5つ以上の衛星が作業時間中連続して捉えている必要があります。)</p> <p><input type="checkbox"/> 高層構造物の近く RTK-GNSS の場合は、周辺に高い構造物があると反射波によるマルチパスの影響を受ける場合もあります。マルチパスの影響を受けている場合は、計測が不安定になり、精度が確保できません。</p>		
【補足説明】			

2.1.6 無線通信の利用条件について

記号	施工計画 - ③		
質問者分類	発注者	質問種別	無線通信による適用障害
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)が、無線通信状況で適用し難い条件はありますか？		
回答:A	<p>MC/MG(ブルドーザ)では、RTK-GNSSからブルドーザの間、自動追尾 TSからブルドーザの間で測位位置に関する情報を無線通信しています。無線通信が混信や通信障害をおこす場合は、測位ができないためシステムが適切に稼働できません。</p> <p>MC/MG(ブルドーザ)とブルドーザの通信は、免許や申請の不要な、特定省電力無線が多く利用されています。本無線は、通信障害の無い場所では1km程度の通信が可能です。無線の出力が小さいため、周辺環境の影響を受けやすい特徴を持っています。</p> <p>【無線通信の障害が発生しやすい、あるいは無線通信の発生要因】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 違法無線などの高出力な無線が発信されている。 <input type="checkbox"/> 類似のシステムなどで、同周波数帯の無線が多数利用されている。 <input type="checkbox"/> 高圧電線や変電所周辺。 <input type="checkbox"/> 障害物などで無線通信が遮断されている。 <input type="checkbox"/> 空港や航空基地周辺。 <p>【対応例】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ 無線通信障害が多い場所では、免許や申請が必要な高出力な無線を利用する。 ※ 無線通信は、距離が離れると急激に出力が減衰します。RTK-GNSS 基準局とブルドーザ、TSとブルドーザの距離を短くすることで対応できる場合もあります。 		
【補足説明】	<p>※無線通信の良否を分析する方法について、専用の解析装置で電波の分布を調査する方法もありますが、上記のような無線は時間帯などによって大きく変化します。また、無線は目に見えないため、実際に工事を想定している時間帯に利用する無線機を活用して通信状況を事前に確認できます。</p>		

2.2 現場での活用段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】

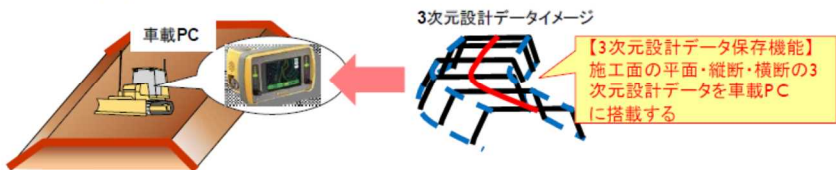
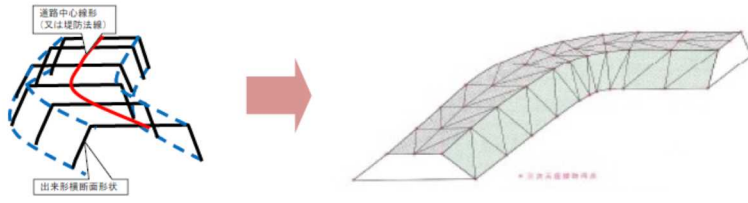
2.2.1 稼働状況の確認方法について

記号	施工段階 - ①	質問者分類	発注者	質問種別	システムは適正に稼働しているか
質問:Q	技術提案された MC/MG(ブルドーザ)技術が利用されているか現地で確かめる方法はありませんか。				
回答:A	<p>MC(ブルドーザ)システムでは稼働中にオペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています。この表示内容と排土板の上下の動きを確認することで MC システムが稼働していることを確かめることができます。</p> <p>【現場でシステムの稼働を確かめる方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC システムではオペレータ席のモニタに、測位システムの状況が表示されています。 <p><表示例></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 自動追尾式 TS の場合は“追尾中”、RTK-GNSS 形式の場合は“FIX”となっています（下図では左下のアンテナマークの部分に“FIX”と表示され、緑色になっています）。  <p>【現場で設計データとの差を確認する方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ オペレータ席のモニタには、設計データと排土板の差が表示されています。排土板の上下操作をおこなうと、モニタ表示の差も変化します。 <p><表示例></p> <ul style="list-style-type: none"> □ 例えば、作業中は現在位置と進行方向に対する設計勾配や現在位置の排土板の傾きや、設計高さとの差が表示されています（下図では、排土板の左右端部での設計値との差が表示されています）。施工範囲内で停止し、排土板の上下を行うとこの左右の値が変化します。  <p>※ システムの精度については、既知点座標での検測や、出来形管理用 TS との比較により確かめることができます。</p>				
【留意点】					
<p>※情報化施工技術は高精度な敷き均しを支援する道具です。システムの稼働の有無を確認する画面内の表示については、機種別の説明書などにより確認してください。</p> <p>また、以下は、適正な施工結果を得るための留意事項です。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ システムの精度管理は適切に実施されているか(作業前の精度確認の実施状況) ・ 適切な設計データが入力されているか(適用範囲に対応した設計データの入力) ・ 施工結果が、要求品質に対して十分な精度を満足していることをチェックしているか 					

3. 施工状況の把握のポイント

3.1 施工計画書の受理段階【MC/MG（ブルドーザ）共通】

3.1.1 利用できる設計データについて

記号	施工計画 - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	データ作成
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)システムに搭載されている設計データはどのようなデータですか		
回答:A	<p>【はじめに】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※ MC/MG(ブルドーザ)で使用するMC/MG用設計データ(3次元設計データ)の提出義務はありません。 ※ データの作成範囲、方法については、施工の段取りや施工者のノウハウにより異なります。 ※ MC(ブルドーザ)に搭載する設計データとしては、大きく以下の2つのパターンがあります。 <p>【①線形と横断要素で構成される設計データの場合】</p> <p><input type="checkbox"/> この方法では、線形に沿った横断形状が逐次演算で求められ、線形に沿った横断方向内の設計値と計測値の算出が行われます。主に、道路等の線形構造物に適しています。横断勾配の変化が正確に反映できます。</p> <div style="text-align: center;">  <p>3次元設計データイメージ</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ※ この場合、線形に対して直交する横断面(横断方向の寸法)が必要となります。 ※ このため、横断図は、測点だけでなく、全ての断面変化点で必要となります。 <p>【②3次元の面形状で構成される設計データの場合】</p> <p>この方法では、設計形状の変化点(3次元座標)を頂点としたTINと呼ばれる不等三角網の集合体として基本設計データが表現されます。主にグラウンドや駐車場などの広い面積の表現に適しています。</p> <p>線形構造物にも適用が可能です。この場合、下図の様に、曲線部分では横断図を密なピッチで作成し、細かなTINデータに変換するなどの工夫が必要となります。</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>【補足説明】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※MC/MG(ブルドーザ)システムでは稼働中はオペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています。しかし、設計データとしてどのようなデータが入力されているかを把握していなければ、施工状況の良否や進捗の把握に活用することはできません。 		

3.1.2 設計データの扱いについて

記号	施工段階 - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	データ作成
質問:Q	3次元設計データについて、TSを用いた出来形管理で利用する基本設計データとの違いはありますか？また、MC/MG(ブルドーザ)用の設計データの作成上の規則はありますか？		
回答:A	<p>①TSを用いた出来形管理で用いる基本設計データの利用について</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> H25年現在においては、TSを用いた出来形管理技術で用いる基本設計データを直接MC/MG(ブルドーザ)システムが読み込む機能は実装されていません。したがって、基本的には、別途作成が必要です。 <input type="checkbox"/> TSを用いた出来形管理は、目的構造物の最終形状を表現していますが、MC/MG(ブルドーザ)は施工途中の敷均し形状(層)を設計データとして利用しています。 <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 3次元設計データには、出来形の検査を対象とした形状と施工途中の丁張りを代替する形状があります。TS出来形は前者の形状を対象としているのに対し、MC/MGでは多くの場合後者のデータが用いられています。 <input type="checkbox"/> MC/MGの3次元設計データは、施工手順や作業の段取りに合わせて用いられるため、最終的な検査対象の3次元形状がそのまま利用できる場面は多くありません。 <div style="text-align: center;"> </div> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> さらに、施工段階では作業の為に幅方向への余裕(施工時は大きめの敷均しを行い整形作業で削る)などを設定します(データの範囲外にMC/MG機械が達すると制御データ範囲外となりMCやMG機能が作動しない場合がある)。 <div style="text-align: center;"> </div> <p>②MC/MG(ブルドーザ)用設計データ作成上の規則について</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MC/MG(ブルドーザ)について、設計データの作成ルールはありません。ただし、MC/MG(ブルドーザ)活用とは別に施工結果を確認する施工管理は必ず必要です。 		

【補足説明】

①TSによる出来形管理にて作成した基本設計データのMC/MG技術での使用について

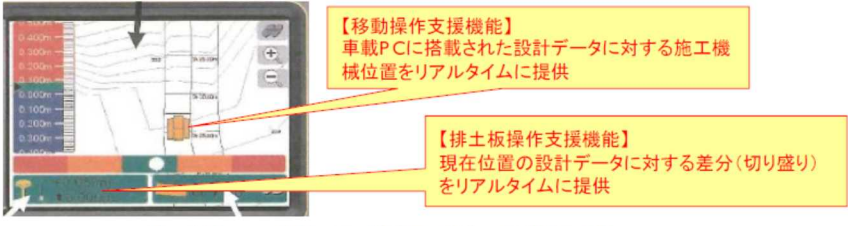
- ・ TSによる出来形管理にて作成した基本設計データをそのまま、MC/MG(ブルドーザ)で用いることはできませんが、メーカーによってはMC/MG向けにデータ変換できる場合があります(メーカーのオプション機能)。

②MC/MG用の設計データ作成ルールについて


- ・ 路線データ形式やTINによる面データのデータ形式が異なります。
- ・ 上記以外に、余盛りを反映する場合や、施工範囲に余裕を持たせるなど、設計形状がデータ作成者の手順や段取りによって変わります。

3.2 現場での活用段階

3.2.1 作業状況の確認方法について

記号	施工段階 ①		
質問者分類	発注者	質問種別	仕上りの確認
質問:Q	現場で MC/MG (ブルドーザ) による施工結果を確かめる方法はありませんか。		
回答:A	<p>主に以下の様な事例があります。参考にしてください。</p> <p>【従来と同様の施工管理を行う方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC/MG (ブルドーザ) により施工を行う現場においても、従来と同様に、「河川土工マニュアル(財)国土技術研究センター」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の管理要領等に準じて施工されます。このため、施工管理も従来と同様に実施されます。 □ 出来形管理に TS を用いた出来形管理を導入している場合は(10,000m³以上の土工を含む工事では既に一般化)、これの利用により、任意箇所が出来形も容易に確かめられます。 <p>【簡易的に現場での仕上がりを把握する方法】</p> <ul style="list-style-type: none"> □ MC/MG (ブルドーザ) による撒き出し高さについては、オペレータ席のモニタに測位システムの稼働状況、設計データとの高さの差が表示されています(下図参照)。あくまで撒出し施工状況ですが、簡易的に仕上がり状況について結果を把握できます。 <div style="text-align: center;">  <p>※ 上図のモニタ表示は、開発メーカー等により異なります</p> </div>		
【補足説明】	<p>※路盤整形工は、敷均し、締固め作業ですので施工管理段階では締固め完了後の管理となり、施工途中は敷均し厚さ、最終層は仕上がり標高が施工管理値となります。</p> <p>※また、監督職員が行う「仕上がり状況の把握」も、従前の監督行為と同じであり、MC/MG (ブルドーザ) 施工の導入によっても施工管理方法や基準に変更はありません。</p>		

3.2.2 施工精度の把握について

記号	施工段階 - ①																						
質問者分類	発注者	質問種別	作業状況																				
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)システムの精度管理状況を確認する方法はありますか																						
回答:A	<p>【はじめに】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MC/MG(ブルドーザ)の導入は、施工者の任意ですので、監督職員は、従来どおり施工結果(所定の敷均し厚さであること)を把握することが重要となります。 <input type="checkbox"/> 施工途中で、MC/MG(ブルドーザ)の計測精度や、施工者が行なっているMC/MG(ブルドーザ)の精度管理に疑義が生じた場合は、以下の方法で精度管理状況を確認することをお勧めします。 <p>【利用している工事基準点の確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 測量成果簿により、現場で利用されている工事基準点の設置状況を確認します。 <input type="checkbox"/> 工事基準点が不動点として設置されているかを確認します。 <input type="checkbox"/> 自動追尾TSやRTK-GNSSの基準局が正しく設置(水平・基準点上)されているかを確認します。 <input type="checkbox"/> 基準局が、揺れや振動の影響がない場所に設置されているかを確認します。 <p>【計測精度の確認】</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> MC/MG(ブルドーザ)で得られる座標と現場基準点とのクロスチェックを行うことで、システムの計測精度を確認できます(精度管理について、ICT導入普及研究会のホームページに掲載されている様式も参考にできます)。 <p style="text-align: center; background-color: #e0f0ff;">施工精度の簡易確認状況</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">  <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td colspan="4">測定記録(例)</td> </tr> <tr> <td>1/23</td> <td>ΔX, ΔY, ΔZ=</td> <td>(10.13.23)</td> <td>判定OK</td> </tr> <tr> <td>1/24</td> <td>ΔX, ΔY, ΔZ=</td> <td>(13.15.20)</td> <td>判定OK</td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>...</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> </div>			測定記録(例)				1/23	ΔX, ΔY, ΔZ=	(10.13.23)	判定OK	1/24	ΔX, ΔY, ΔZ=	(13.15.20)	判定OK			
測定記録(例)																							
1/23	ΔX, ΔY, ΔZ=	(10.13.23)	判定OK																				
1/24	ΔX, ΔY, ΔZ=	(13.15.20)	判定OK																				
...																							
...																							
【補足説明】	<p>※精度管理についての資料提出は不要ですが、MC/MG(ブルドーザ)では、測位技術の精度、傾斜計などのセンサ精度、機械のガタつきや排土板の摩耗や損耗などが施工誤差の要因となります。</p> <p>施工者は、利用機器単体の精度に加えてトータルでの精度を行うことが重要です。</p> <p>【日々の精度管理(例)】</p> <ul style="list-style-type: none"> ※作業前に現場に設置している基準点を用いてクロスチェックを行う ※施工前に、従来手法で設置した丁張りとの比較検証を行う ※施工中、施工後に、TS等を用いて検測を行う 等 																						

4. 円滑な現場導入の支援

ここでは、現場での円滑な運用の情報提供として、施工者が遭遇したトラブル事例や対応・工夫、発注者からの質問を掲載しています。

4.1 現場でのトラブル事例

4.1.1 MC 対応型重機への機器の取付方【MC（ブルドーザ）】

記号	トラブル - ①		
質問者分類	発注者	質問種別	その他
質問:Q	現場の機械を改造して MC(ブルドーザ) 施工ができるのですか。		
回答:A	<p>①既存機械のMC化</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 所有の重機が MC 対応型(油圧制御に電磁バルブが搭載されており、電磁バルブの仕様について情報化施工機器開発メーカと情報共有されている)であれば、MC 機器のセンサ類を装着するだけで対応でき、重機の改造は不要となります。 ・ ただし、所有の重機が MC 対応型でない場合(油圧制御に電磁バルブが搭載されていない)、電磁バルブの仕様について情報化施工機器開発メーカと情報共有されている)、所有の重機に関連機器を外付けすることは以下の理由から困難な状況です(平成 24 年 3 月時点)。 <ul style="list-style-type: none"> □ 「MC(ブルドーザ)技術」では排土板を自動制御するため、油圧バルブを電気信号で制御する必要があります。 □ 油圧制御システムの改造は、慎重かつ高度な取り扱いが求められることに加え、取り付け位置の制約、配管の加工、配線の複雑さなどもあって、車載 PC、センサ、GNSS 受信機または全周プリズム等の取り付けと比較し作業上大きな負担が必要となります(専用の電磁バルブを製作する場合には、さらに高額な費用が発生すると共に、重機の改造に該当するため、製造メーカの補償対象外となる場合もあります)。 <p>②器やシステムの取り付け</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MC 対応型以外の建設機械に機器を取り付ける場合、電磁バルブの仕様の確認などが必要となることから、建設機械の購入またはシステム開発メーカなどのサポートを受けて、装着する必要があります(リース・レンタルの場合は、機械の改造に対する契約も必要となる場合があります)。 		
【補足説明】			
【既存機械のMG化について】			
※ MG(ブルドーザ)の場合は、所有の重機に関連機器を外付けすることで比較的容易に可能です。ただし、センサを設置するための架台等の溶接などが必要となる場合もあります。			

4.1.2 MC と TS で 3 次元設計データを併用する方法【MC/MG（ブルドーザ）共通】

記号	トラブル - ③		
質問者分類	発注者	質問種別	その他
質問:Q	TS 出来形管理の基本設計データを MC 用の設計データに利用すれば効率的ではないか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ TS 出来形管理の基本設計データが工事の完成形状を対象にしているのに対し、MC 用の設計データ(3 次元設計データ)は、施工途中あるいは完成形状に仕上がる為の施工余裕代を含んだ形状となります。 ・ 当該工事の出来形の完成形状と、MC 施工の目標値が一致する場合は利用できます。ただし、この場合でも、基本設計データを 3 次元設計データに変換できるソフトウェアは多くありません(平成 25 年度末時点)。 ・ なお、この 3 次元設計データに変換できるソフトウェアとは、TS 出来形管理用の基本設計データを 3 次元設計データ(LandXML 形式や DWG 形式)に変換できるソフトウェアを指します。 		
【補足説明】			

4.2 情報化施工に関する良くある質問（例）

4.2.1 適用条件について【MC/MG（ブルドーザ）共通】

記号	施工計画 ー ③		
質問者分類	発注者	質問種別	測位技術の特徴と適用範囲
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)が利用できないとの報告を受けました。どのような理由が考えられますか？		
回答:A	<p>MC/MG(ブルドーザ)の不具合としては、次の事項が想定されます。</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> 測位技術の不具合 <input type="checkbox"/> 無線通信の不具合 <input type="checkbox"/> システム本体の不具合(センサの破損、ケーブルの断絶、演算部の故障等) <p>・ 測位技術、無線通信の不具合は、現場環境に要因がある場合もあるので、本書の「測位技術について」、「無線通信について」を参照してください。</p> <p>・ システム本体の不具合は、開発メーカーへの問い合わせが必要です。</p>		

4.2.2 MC/MG（ブルドーザ）の導入メリット（建設現場）

記号	質問 ー ①		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)には、どのような効果があるのかを知りたい。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従来の2次元CADデータの設計図面ではなく、MC/MG(ブルドーザ)では3次元設計データを使用します。 ・ このため、MC(ブルドーザ)では、施工上では丁張りや検測を必要とせずに、水平位置や高さの情報を持つ3次元設計データごとの効率的な施工が可能となります。 ・ 一方、MG(ブルドーザ)では、施工上では丁張りや検測を必要とせずに、施工範囲の全ての位置で3次元設計データとの標高差が得られるため、従来よりも密にオペレータへ提供されます。 ・ MC/MG(ブルドーザ)ともに、丁張り設置や検測作業が削減されるため、MC/MG(ブルドーザ)の導入効果としては、建設機械と作業員との接触事故等が減少する観点での、安全性の向上が期待できます。 		

4.2.3 MC/MG（ブルドーザ）の導入メリット（施工者）

記号	質問 ー ②		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)を導入することによる施工者のメリットは何ですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 施工者は、MC/MG(ブルドーザ)の導入により、現場作業の効率化(工期短縮・省人化)、オペレータの熟練度に左右されない品質の確保、オペレータの作業負担の軽減が実現されます。 ・ また、MC/MG(ブルドーザ)を導入することで、総合評価落札方式における評価及び請負工事成績評定における評価の向上が期待できます。 		

4.2.4 MC/MG（ブルドーザ）導入メリット（発注者）

記号	質問 ー ③		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG(ブルドーザ)を導入することによる発注者のメリットは何ですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG(ブルドーザ)では、3次元設計データを利用し、従来の管理断面以外でも高精度な施工を容易に実現できます。 ・ 敷均し工の精度向上(バラつき削減)が、盛土の品質向上にどの程度寄与するのかは今後の研究課題ですが、熟練オペレータが減少する昨今の状況において、従来と同等以上の施工品質を容易に確保できる技術と考えます。 ・ また、将来的には施工の効率化が積算に反映されることとなり、工期の短縮やコスト削減にも寄与すると考えられています。 		

4.2.5 情報化施工の技術情報

記号	質問 - ④		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	情報化施工全般を勉強したいのですが、何か良いテキストはないですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ 情報化施工技術は日々進歩しています。 ・ 最新情報は国土交通省のホームページ等をご確認ください。 (参考 URL) ※その他の地方整備局のホームページ等にも掲載されています。 国土交通省: http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000017.html 近畿地方整備局: http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/sekou/jyohoka_index.htm 国土技術政策総合研究所: http://www.nilim.go.jp/ts/index.html		

4.2.6 MC/MG (ブルドーザ) 施工を行う際の要領等

記号	質問 - ⑤		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG (ブルドーザ) 施工を行う際に、準拠する要領等はあるのですか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG (ブルドーザ) に関わる施工管理要領等は策定されていません(平成 25 年度末現在)。 ・ 従来の施工のとおり「河川土工マニュアル(財)国土技術研究センター」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて実施してください。 		

4.2.7 MC/MG (ブルドーザ) 施工を行う際の要領等

記号	質問 - ⑥		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	MC/MG の監督はどのようにするのですか。通常の施工との違いはありますか。		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC/MG (ブルドーザ) に関わる監督・検査要領等は策定されていません(平成 25 年度末現在)。 ・ 従来の施工のとおり、「河川土工マニュアル(財)国土技術研究センター」、「道路土工指針((社)日本道路協会)」、「土木工事施工管理基準及び規格値(国土交通省)」等の土工の要領等に準じて施工されますので、監督行為も従来と同じです。 		

4.2.8 MC/MG (ブルドーザ) の導入時の施工精度向上について

記号	質問 - ⑦		
質問者分類	発注者	質問種別	
質問:Q	技術提案で MC/MG (ブルドーザ) 施工を行うことにより施工精度が向上するとのことでした。どのようなシステムで、どれくらい施工精度が向上するのでしょうか。また、施工精度の確認方法はどのようにするのでしょうか？		
回答:A	<ul style="list-style-type: none"> ・ MC (ブルドーザ) では、3次元設計データどおりの排土板高さ、勾配での施工を行います。ただし、盛土材が不足した場合など、手動操作による操作も並行して行えますので、MC (ブルドーザ) を導入するだけでは精度向上は実現するとは言い切れません。 ・ また、MG (ブルドーザ) では、3次元設計データに従った排土板の標高差を常時オペレータへ提供します。排土板の操作はオペレータが行いますので、MG (ブルドーザ) を導入するだけでは精度向上は実現するとは言い切れません。 ・ なお、施工品質は、締固めとセットで監督すべき事項と考えます。 		