

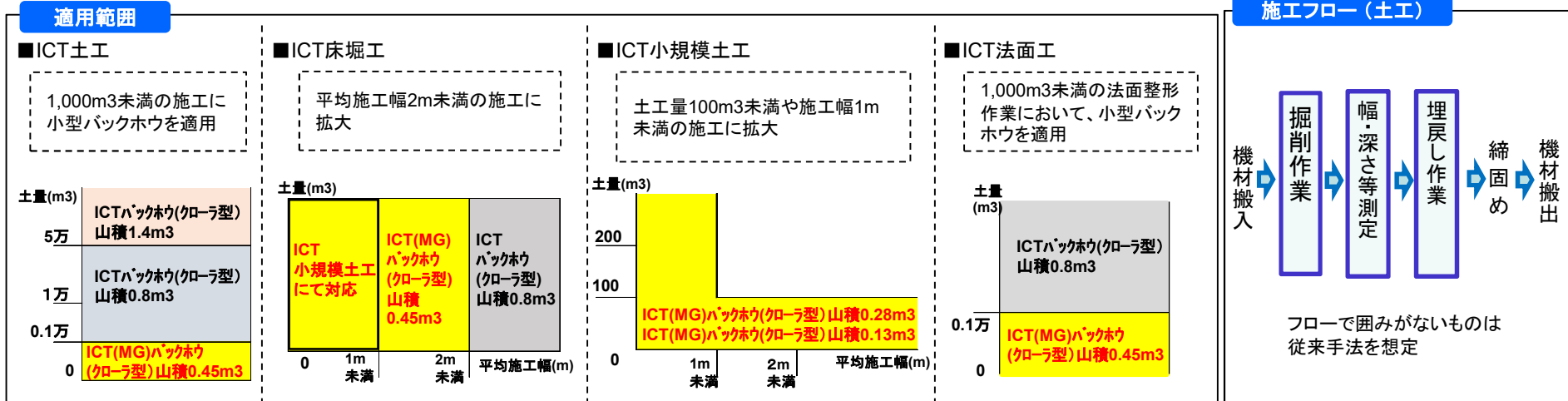
ICT施工の基準類の策定・改定の取組

i-Constructionに関する工種拡大

○国交省では、ICTの活用のための基準類を拡充してきており、構造物工へのICT活用を推進。
 ○今後、中小建設業がICTを活用しやすくなるように小規模工事への更なる適用拡大を検討

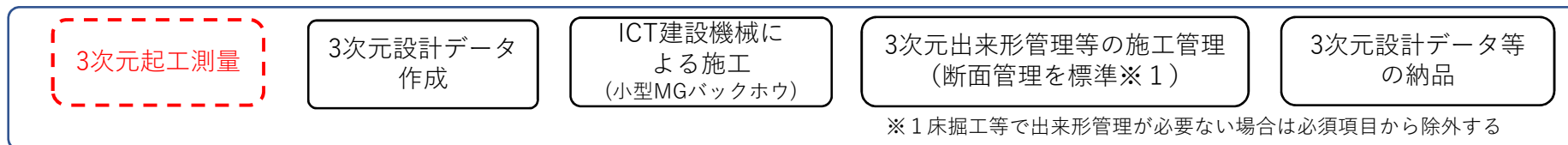
平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4年度	令和5年度 (予定)
ICT土工							
	ICT舗装工(平成29年度:アスファルト舗装、平成30年度:コンクリート舗装)						
	ICT浚渫工(港湾)						
	ICT浚渫工(河川)						
	ICT地盤改良工(令和元年度:浅層・中層混合処理、令和2年度:深層混合処理)						
	ICT法面工(令和元年度:吹付工、令和2年度:吹付法砕工)						
	ICT付帯構造物設置工						
	ICT舗装工(修繕工)						
	ICT基礎工・ブロック据付工(港湾)						
	ICT構造物工(橋脚・橋台)						
	ICT路盤工						
	ICT海上地盤改良工(床掘工・置換工)						
	ICT構造物工(橋梁上部)(基礎工)						
	小規模工事へ拡大(床掘工、小規模土工)						
	ICT構造物工(函渠工等)						
	小規模工事の適用拡大						
	民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大						

- 中小建設業が施工する現場は比較的小規模な現場が多いため、小規模な現場に対応したICT施工の導入が求められている。
- 都市部や市街地などの狭小現場でも小型のマシンガイダンス(MG)技術搭載バックホウを使うことでICT施工を可能とするICT実施要領等を策定。
- ICT施工により、丁張作業を行うことなく作業が行えるため、土工作业全体の迅速化、現場の補助員削減による安全性の向上等が期待できる。
- ICT土工・床堀工・小規模土工・法面工における出来形管理は、衛星測位(RTKGNSS)やトータルステーション(TS)等を活用した断面管理を標準とし、市販のモバイル端末を活用した面管理も活用可能とする。

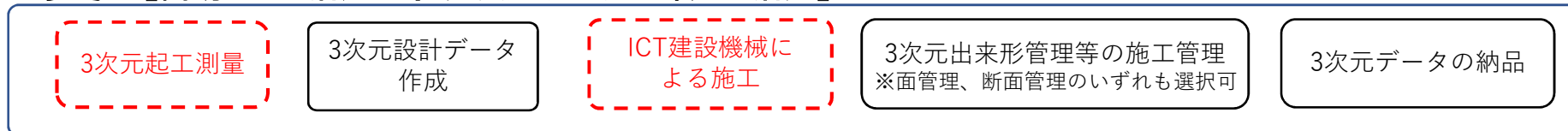


- 起工測量から電子納品までの全ての段階で3次元データ活用を必須としていたが、一部の段階で3次元データ活用を選択することが可能
- 出来形管理については、普及促進を図るため断面管理とし、面計測を実施する場合は導入が容易なモバイル端末を活用した出来形管理を追加導入

【小規模現場に対応したICTの活用】



<参考>【簡易型ICT活用工事(3次元データの部分的活用)】



必須項目

選択可能な項目

【ICT活用工事】

○起工測量から電子納品までの**全ての段階で**3次元データ活用を**必須**

【小規模現場に対応したICTの活用】

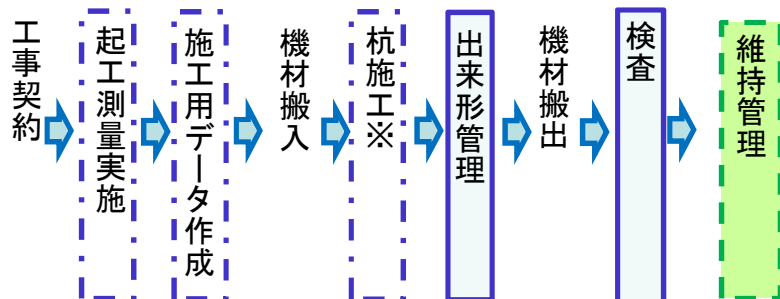
○起工測量から電子納品の**一部の段階で**3次元データ活用を**選択することが可能**であり、1点の加点とする。
 ※3次元設計データ作成、ICT建設機械の施工、3次元データの納品での活用は必須(3次元出来形管理は必須な工種のみ)
 ○モバイル端末等により**出来形計測(面計測)を行った場合は**、更に1点の加点
 ※従来の面計測技術も含まれます。

<参考>【簡易型ICT活用工事(3次元データの部分的活用)】

○起工測量から電子納品の**一部の段階で**3次元データ活用を**選択することが可能**であり、1点の加点とする。
 ※ただし、3次元設計データ作成、3次元出来形管理等の施工管理及び3次元データの納品での活用は必須

- 構造物の出来形管理等へICT施工を拡大するとともに、取得する3次元データを活用し維持管理分野の効率化を図る。
- 構造物工の関連工種として、基礎工の出来形管理に3次元計測技術を活用し、出来形計測時間の短縮(杭芯位置、杭径計測作業)を図る

施工フロー



必要に応じ整備予定
対象範囲

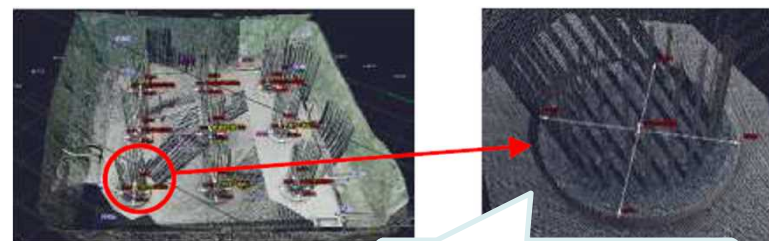
フローで囲みがないものは従来手法を想定
 ※今後、施工履歴データの活用が可能となる場合は要領化も検討

イメージ

●3次元計測技術を活用した出来形管理



TLSを用いた場所打ち杭の出来形計測

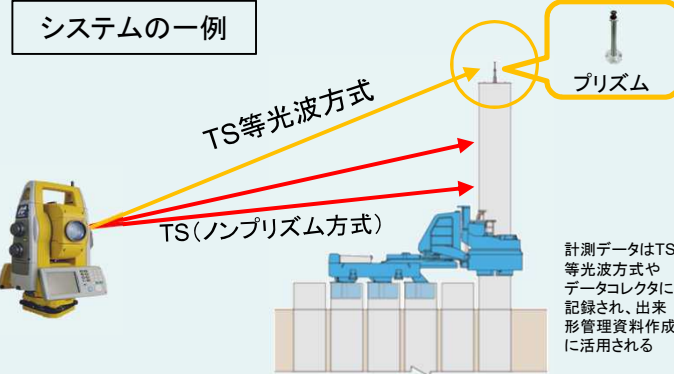






点群から出来形を確認

【3次元計測技術を用いた出来形管理要領(基礎工(矢板工・既製杭工・場所打杭工)編)】

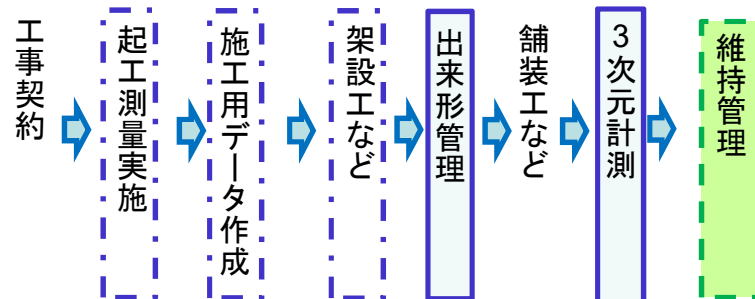
- ・矢板・既製杭についてTS等光波方式を用いた出来形管理を新たに認める
(民間提案のあった施工履歴データを用いた出来形管理手法に用いられている要素技術はTS等光波方式であったため、より広く活用できる要領となるよう、TS等光波方式についての要領とした。)
- ・場所打ち杭についてTLS等の3次元計測技術を用いた出来形管理を新たに認める。

■適用工種および出来形管理方法

適用対象工種・工法	施工方法	新たな出来形管理方法
<p>TS等光波方式</p> <p>矢板工・既製杭工</p>	<p>圧入工法で施工するもの</p>	<p>TS等光波方式が記録するデータを用いて基準高・変位量・偏心量・傾斜を管理</p> <p>システムの一例</p>  <p>計測データはTS等光波方式やデータコレクタに記録され、出来形管理資料作成に活用される</p>  
<p>TLS(面計測)</p> <p>TS等光波方式(単点計測)</p> <p>場所打杭工</p>	<p>場所打ち杭工全て</p>	<p>TLSで計測した点群、またはTS等光波方式で計測した単点計測座標で杭径・基準高・偏心量を管理</p>  

- 構造物の出来形管理等へICT施工を拡大するとともに、取得する3次元データを活用し維持管理分野の効率化を図る。
- 構造物工の関連工種として、上部工の出来形管理に3次元計測技術を活用し、出来形計測時間の短縮を図る
- 竣工時の3次元計測データの維持管理への活用を検討

施工フロー



必要に応じ
整備予定

対象範囲

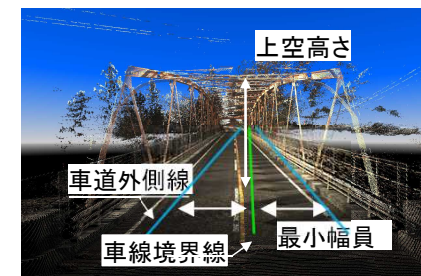
フローで囲みがないものは従来手法を想定

イメージ

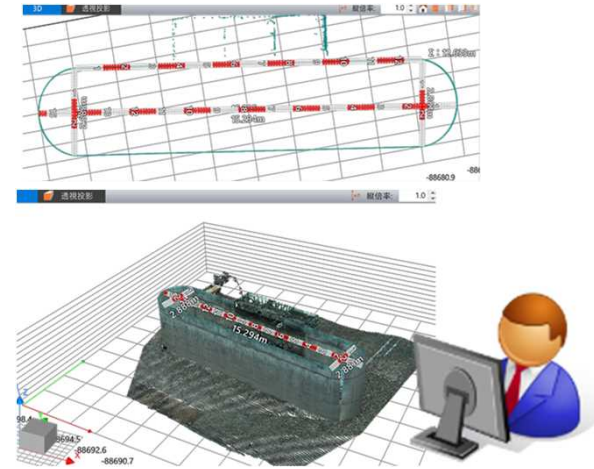
●3次元計測技術を活用した出来形管理



●竣工時の計測データの活用



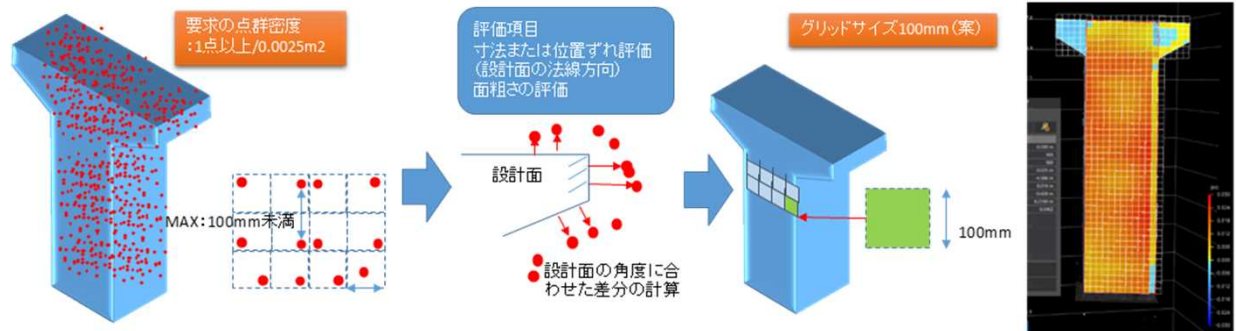
多点計測技術を用いた出来形管理
 多点計測技術を用い計測した点群を利用し寸法管理を実施する。規格値は従来管理と同じとする。



できばえ管理
 評価を行う面の設計面の法線方向での差分を算出しヒートマップにて評価する。

※最低4方向からの点群取得が必要

ヒートマップの色分布の範囲と色分けの基準を追記(5mm刻み)



ひび割れ管理
 面管理で取得できる写真データを活用したひび割れ調査

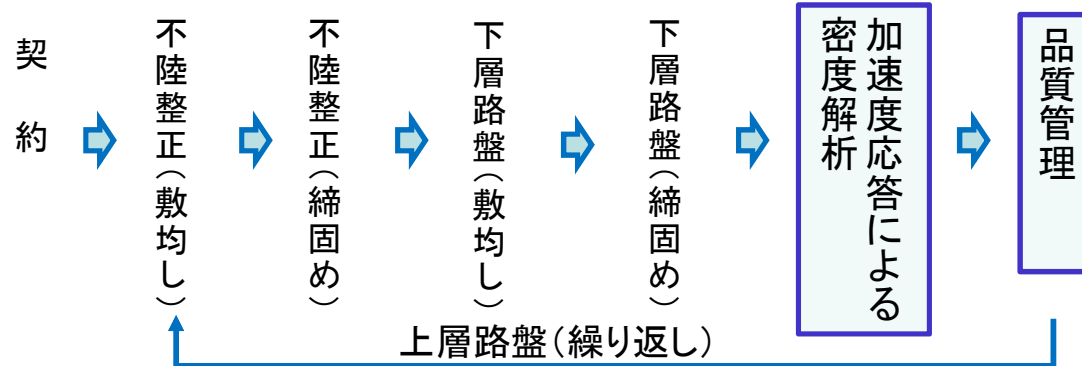
ひび割れ管理および電子納品方法を記載



1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	16
17	18	19	20
21	22	23	24
25	26	27	28
29	30	31	32
33	34	35	36

【ICT路盤工（加速度応答による密度管理）】

- ・締固め密度を面的に把握することによる品質の向上
- ・現場密度試験（砂置換法）の省略による試験・分析作業の効率化
- ・R3年度に各地整で試行し、試行結果を踏まえて品質管理要領としてとりまとめる。



R4年度も試行を継続

- ・加速度応答法の密度計測精度（路盤材・現場条件別に検証）
- ・品質管理規格値（面管理）の検討
- ・計測効率やコストの確認

※フローで囲みがないものは従来手法を想定

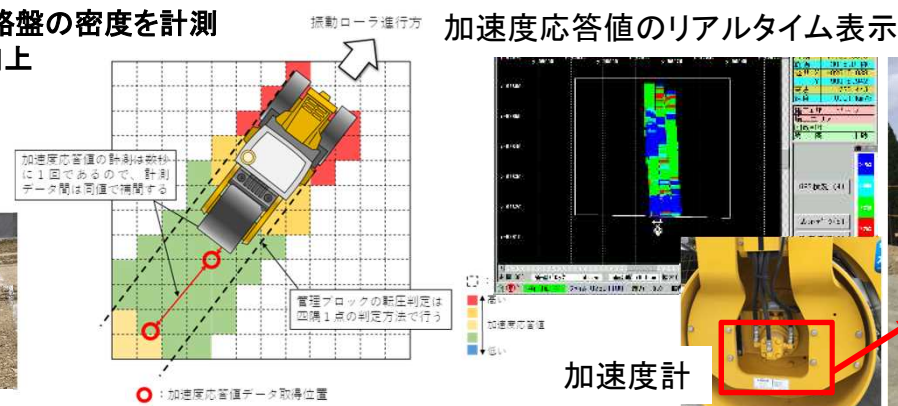
ICT路盤工（加速度応答による密度管理）

- 振動ローラに取付た加速度計により路盤の密度を計測
- 面的に路盤の密度管理でき品質が向上



（従来施工）

砂置換による密度管理（部分的な管理）



（ICT施工） 加速度応答値による密度管理（面管理）



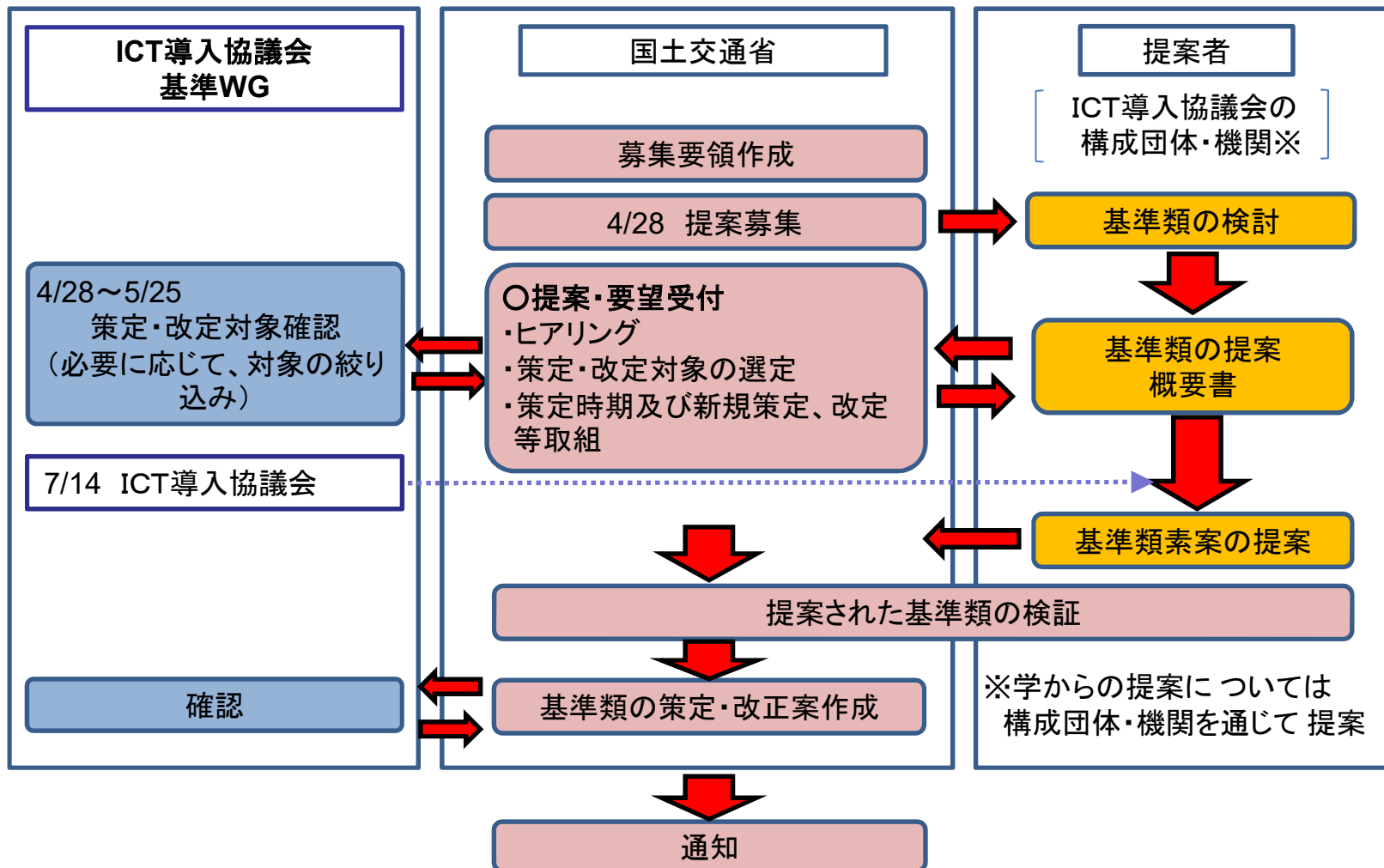
GNSSアンテナ

GNSS受信機

- ・ICT施工工種拡大に伴い策定した基準
- ・加速度応答法を用いた路盤の締固め管理試行要領（試行案）
- ・加速度応答法を用いた路盤の締固め管理の監督・検査試行要領（試行案）

民間等の要望を踏まえた基準の策定・改定

- R1年度よりICT施工の基準に対する、民間提案を募集
- 今年度も4月～5月にかけて民間提案の募集を実施
- R3年度は20件の提案があり、11件について年度内に基準類改定等に対応予定



対応方針

- A: 今年度対応(提案技術に実用性が認められると同時に、要領化に必要なバックデータの蓄積が満たされている。
あるいは業界ニーズが高いため今年度から検討に着手するもの)
- B: 来年度以降対応(提案技術に実用性が認められるものの、今後要領化に必要なバックデータや現場実績の蓄積が必要)
- C: 技術開発・現場導入がなされた段階で再度提案を受け付ける(技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後技術開発・現場での試行必要)
- D: 民間提案制度の対象外

1. 出来形管理に関する提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案団 体	提案の概要	要検討内容	対応方針	
出来形計測	① 建設機械の 施工装置位 置履歴(ローラ)	土工	適用 拡大	R1	日建連	・路体あるいは路床において、振動ローラの走行軌跡軌跡(施工履歴データを、当該路体・路床の出来形データとする提案	●施工履歴データと出来形計測データとの比較検証	A	・土工編に追加
				R2	日建連				
				R3	JCMA				
R3				日建連					
	② 写真測量	・路面 切削工 ・切削 オーバー レイ工の 路面切 削	カイ ゼン	R3	道建協	・写真測量技術を用いて路面切削の出来形を計測することを認める	●バックデータに基づき適用性を検討 ●「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)第3編第4章2節2-3ステレオ写真測量(断面管理の場合)」の追加を検討	A	・路面切削工編に追加
	③-1 UAV写真	土工	カイ ゼン	R3	日建連	・高低差のある場所において等対地高度での撮影を認める(現状、平場においては等高度撮影のみ可能)	●バックデータに基づき適用可否を検討 ●「3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)」の改定を検討	A	・土工編に追加

1. 出来形管理に関する提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案 団体	提案の概要	要検討内容	対応方針
出来形計測	TLS	橋梁上部工	適用拡大	R3	日建連	・橋梁上部工においてTLSで計測した三次元点群データから橋梁の断面形状を自動抽出し出来形管理を行うことを認める	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータに基づき適用可否を検討 ●「3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)」の改定を検討 	A ・「構造物工編(上部工)」の新規策定にあわせ対応
	レーザートラッカー	橋梁上部工(床板工)	適用拡大	R3	日建連	・橋梁上部工においてレーザートラッカー(端点計測とTLSのような面計測が可能な光波式測定器)で床板の出来形を計測することを認める		
	③-2 空中写真測量(無人航空機)	土工	カイゼン	R2	日建連	・計測対象面に対してUAV搭載カメラを斜めに設置する撮影手法を認める	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータ収集・計測精度確認 ●斜め撮影の場合のラップ率の考え方の整理 	A ・土工編に追加
	④ GNSS	土工	適用拡大	R3	JCMA	・GNSSでカメラ位置を計測しながら撮影した動画から点群を生成し出来形管理に使用することを認める	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータに基づき適用可否を検討 ●「地上写真測量(動画撮影型)を用いた土工の出来高算出要領(案)令和2年3月」の出来形管理要領化を検討 	A ・土工編に追加

1. 出来形管理に関する提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案 団体	提案の概要	要検討内容	対応方針
出来形計測	⑤ ノンプリズム TS等	トンネル吹付工	適用拡大	R3	日建連	<ul style="list-style-type: none"> ・ノンプリズムTS・レーザー距離計等を用いて吹付前後の計測を行い、吹付け厚を確認することを認める。 ・従来の検査孔の削孔による厚さ確認を省略する。 	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータに基づき適用可否を検討 ●「3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)第10編トンネル工編」の適用範囲に吹付け厚を追加することを検討 	A ↓ B ・データ収集・精度検証を実施し要領化を検討 ↓ 所要の精度を満足しなかったため、要因を含め、来年度も継続
	⑥ 施工履歴データ(杭打機)	矢板工 既製杭工	適用拡大	R3	JCMA	<ul style="list-style-type: none"> ・矢板工・既製杭工において、施工履歴データやTS計測により、貫入深度・変位・傾斜等の出来形管理を行うことを認める 	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータに基づき適用可否を検討 ●「3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)」に矢板工・既製杭工を追加することを検討 	A ・構造物工編(基礎工)を新規に策定
	⑦ 擁壁工TLS出来形	擁壁工	適用拡大	R3	島根県建設業協会	<ul style="list-style-type: none"> ・擁壁工(プレキャスト擁壁、場所打擁壁工、補強土壁工)の出来形管理をTLSで実施することを認める ・規格値は現行基準と同じ 	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータに基づき基準化の可能性を検討 ●出来形が平坦面になるプレキャスト擁壁工・場所打ち擁壁工について、橋梁下部工(試行案)と同じ考え方にに基づき試行案作成を検討 ●補強土壁についてはTS出来形管理を検討 	A ・擁壁工編を新規に策定

1. 出来形管理に関する提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案団 体	提案の概要	要検討内容	対応方針
出来形計測	空中写真測量 (無人航空機)	土工	カイゼン	R1	JCMA	・UAV写真計測時、使用するカメラのレンズにより、UAV写真撮影時の縦断・横断ラップ率を緩和する	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータを蓄積(カメラのレンズ仕様・ラップ率と精度の関係) ●所要の精度が認められる場合は要領(案)に追記 	B ・今後データの蓄積が必要
	空中写真測量 (無人航空機)	舗装工	適用拡大	R1	日建連	・舗装の出来形(面管理)にUAV写真の適用を認める	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータを蓄積(黒舗装・路盤における精度検証) ●所要の精度が認められる場合は「空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理要領(舗装工編)(案)」の新設を検討 	B ・今後データの蓄積が必要
				R2	道建協			
無人航空機搭載型レーザー スキャナ	土工	カイゼン	R2	日建連	・UAVレーザーには2周波GNSSを搭載することが基準で定められているが、GNSSを搭載していない機体であっても、SLAM機能を持つUAVを許容する	<ul style="list-style-type: none"> ●技術開発・現場導入 ●現行手法との計測精度比較 	B ・今後データの蓄積が必要	

1. 出来形管理に関する提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案団 体	提案の概要	要検討内容	対応方針
出来形計測	地上設置型レーザー扫描仪	トンネル	適用拡大	R2	日建連	・TLSによるトンネル覆工の出来形(幅・基準高)の断面管理への適用を認める	<ul style="list-style-type: none"> ●技術開発・現場導入 ●現行手法との計測精度比較 	B ・「レーザー扫描仪を用いた出来形管理の試行要領(案)(トンネル編)平成29年3月国土交通省」で対応
	ステレオ写真測量(地上移動体)	土工	適用拡大	R2	JCMA	・バックホウに搭載したステレオカメラを土工の出来形管理に用いることを認める	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータを蓄積(ステレオカメラの出来形計測精度) ●所要の精度を満足する場合は、「ステレオ写真測量(地上移動体)を用いた土工の出来高算出要領(案)」の改定を検討 	B ・今後データの蓄積が必要
	TLS	吹付工	適用拡大	R3	島根県建設業協会	<ul style="list-style-type: none"> ・法面工(吹付工)の「厚さ」の出来形管理をTLSで実施することを認める ・吹付前後で2回計測 ・規格値は現行基準と同じ 	●バックデータに基づき基準化の可能性を検討	B ・今後データの蓄積が必要 ・現行手法との精度比較・作業性比較・点群から厚さを採寸する解析手法の妥当性の検証が必要
	3次元出来形	アンカー工	適用拡大	R3	島根県建設業協会	<ul style="list-style-type: none"> ・アンカー工の「配置誤差d」の出来形管理をTLSで実施することを認める ・規格値は現行基準と同じ 	●バックデータに基づき基準化の可能性を検討	B ・今後データの蓄積が必要 ・現行手法との精度比較・作業性比較・点群から配置誤差dを計算する手法の妥当性の検証が必要

1. 出来形管理に関する提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案 団体	提案の概要	要検討内容	対応方針
出来形計測	地上設置型 レーザース キャナー	トンネル	適用 拡大	R3	全建	・TLSおよびセント ルの3Dモデルを用 いたトンネル覆工厚 の厚さ管理への適 用を認める	<ul style="list-style-type: none"> ●技術開発・現場導入 ●現行手法との計測精 度比較 	C ・技術開発・現場導入 がなされた段階で再度 提案を受け付ける

2. 出来高管理に関する提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案 団体	提案の概要	要検討内容	対応方針
出来高計測	⑧ TLS	軽量盛 土工	カイ ゼン	R3	島根 建設業 協会	・軽量盛土工の出来 高算出について、 3次元計測技術を用 いた出来高数量算 出の適用を認める	—	A ・土工編に追加

3. 品質管理方法に関する提案・要望

	適用 ICT	適用工種等	提案区分	提案年度	提案団体	提案の概要	要検討内容	対応方針
画像による粒度管理	画像解析	CSGダム(骨材粒度)	新技術	R1	日建連	<ul style="list-style-type: none"> 画像粒度モニタリングで品質管理を行う。 品質変動を検知した場合粒度試験により、粒度を確認する(一律の抜き取り確認から、品質変動時のみ粒度試験を実施することを提案) 	<ul style="list-style-type: none"> 従来手法と同等の管理水準であることが確認できる場合は、ダム工事における品質管理手法として試行要領を策定 	B ・今後データの蓄積が必要
舗装転圧温度管理	赤外線式温度計	舗装工	新技術	R2	JCMA	<ul style="list-style-type: none"> 舗装合材の初期転圧時の温度管理を、ロードローラに搭載した温度センサーによる表面温度にて実施することにより、人力による内部温度計測作業を省略する 	<ul style="list-style-type: none"> バックデータを蓄積(表面温度・外気温・風速・内部温度等の関係) バックデータに基づき、表面温度から内部温度を換算する式と、表面温度を用いた温度管理手法を確立 	B ・今後データの蓄積が必要

4. 遠隔臨場についての提案・要望

	適用 ICT	適用工種等	提案区分	提案年度	提案団体	提案の概要	要検討内容	対応方針
遠隔臨場	Webカメラ	臨場(鉄筋工)	新技術	R2	日建連	<ul style="list-style-type: none"> 現場で組立てた鉄筋の配筋状況を撮影し、その画像から実際の鉄筋径、配筋間隔を判定。 その判定結果をウェブカメラ等で確認できるようにすることで遠隔での配筋検査を実現する。 	<ul style="list-style-type: none"> 技術開発を推進する 所要の計測精度が得られるようになった段階で、バックデータとともに報告いただき、出来形管理への適用を検討 	B ・鉄筋計測システムの精度を示すデータが必要

5. その他提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案 団体	提案の概要	要検討内容	対応方針	
その他	文言の修正	全体	文言 修正	R3	測技協	・現行の要領の表現が不明瞭な箇所について文言を修正	—	A	・要領の文言を修正
	無人航空機を活用した空中写真測量・地上設置型レーザーキャナー他	土工 (玉石・転石)	適用 拡大	R1 R2	JCMA	・土工掘削(面による管理)の出来形管理基準に、転石や玉石混じりの規格値を新設。	●規格値の緩和は行わない(転石・玉石の規格値を緩和した場合、後工程(吹付け・ブロック張り等)でのコスト増が懸念されるため)	B	・今後データの蓄積が必要 ・転石・玉石の抜け落ち箇所について、要補修・補修不要の判断を行った事例(判断の考え方、判断の根拠となった数値等)のデータが蓄積された段階で、要領の改訂の要否を検討する。
	建設機械の施工装置位置履歴(出来高・出来形計測)	土工 (水中部)	カイゼン	R1 R2	JCMA	・水中部での掘削工の出来形管理基準において、設計下限値無しを選択ができるように基準を緩和	●規格値が上下限となっているのは護岸の洗掘防止等のためと考えられる(下限規格値の撤廃は困難) ●水中部の出来形のばらつきの実態を調査	B	・今後データの蓄積が必要 ・バックデータが蓄積された段階で規格値改訂の可否を検討
	遠隔臨場	全体	その他	R3	日建連	・「建設現場の遠隔臨場に関する試行要領(案) R3.3大臣官房技術調査課」において、通信速度制限の「下り最大50Mbps」を「下り最大10Mbps」に緩和する		C	・必要通信速度の根拠となるデータが蓄積された段階で再度提案を受け付ける

5. その他提案・要望

	適用 ICT	適用 工種等	提案 区分	提案 年度	提案 団体	提案の概要	要検討内容	対応方針	
その他	GNSS	土工	その他	R3	群馬建設業協会	・ICT活用工事においては「原則面管理を行う」という規定があるが、ICT施工を行う場合であっても出来形を断面管理することも許容すべき。	—	A	・断面管理を標準とする小規模工事の区分を新設
	Co2排出量 カウント	全体	その他	R3	JCMA	・建設事業におけるCO2 排出量の計測・評価手法を定めてほしい	—	C	・提案意見を今後の施策検討の参考とする
	ダンプ 運行管理	土工	その他	R3	JCMA	・ダンプ等の運行管理システムから得られるデータを発注者が集約・一元管理するプラットフォーム等の検討	—	C	・提案意見を今後の施策検討の参考とする
	TLS	家屋調査	その他	R3	全建	・工事前の家屋調査において、現場近くに空き家があり所有者と連絡がつかない場合、敷地に立ち入らず実施できるTLSでの家屋調査を認める	—	D	・TLSでは家屋調査で必要となる建物の傾斜計測の精度が不足しており、ひび割れ状況も計測が困難であるためTLSの適用は困難と判断

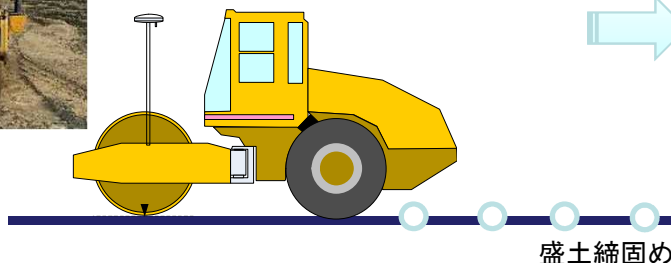
① 施工履歴データを用いた出来形管理(ICTローラ)

【3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)】【施工履歴データを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編(案))】
 ・盛土天端に対して、ローラの施工履歴データを用いた出来形管理を可能にする

■概要

盛土天端等の出来形管理について、GNSSを搭載したローラを使用し、締め固め施工中のローラ転圧輪の走行軌跡(施工履歴データという)を取得することで、盛土天端等の面的な出来形を計測・管理する。既存のICTバックホウ・ICTブルドーザを対象とした施工履歴データを用いた出来形管理要領では適用が難しかった盛土天端についても施工履歴による出来形管理が可能となり、利便性が向上する。

位置情報を取得できるローラにより施工履歴データを計測



施工履歴データを記録し
出来形管理に使用

工事情報			合否鑑定結果	
測定項目	規格値	判定	測点	
天端	平均値			
	最大値			
	最小値			
	データ数			
法面	平均値			
	最大値			
	最小値			
	データ数			
鉛直較差				
	評価面積			
	棄却点数			

ヒートマップ

■期待される効果

- ・盛土天端の施工履歴による出来形管理が可能
- ・施工履歴データを用いた出来形管理に適用可能

※課題：施工履歴データを使った出来形管理の精度確認と効果検証

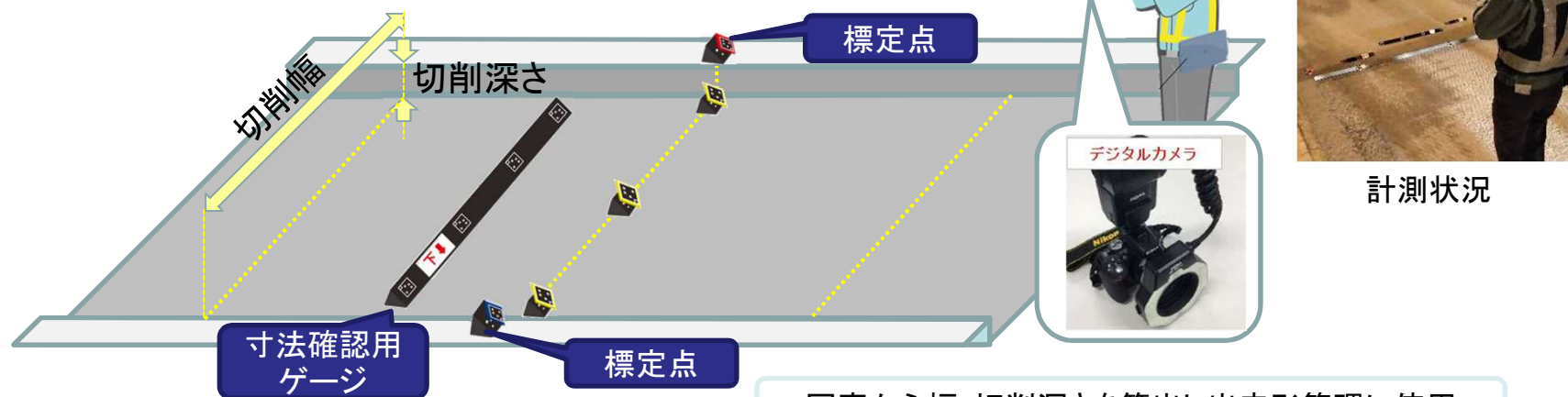
② ステレオ写真測量を用いた路面切削工の出来形管理

【3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案） 路面切削工編】改定

- ・路面切削工において、写真測量を用いた出来形管理を可能にする

■概要

これまでレベル計測や水系下がり量管理、メジャー計測によって行われてきた路面切削工における切削深さ・幅の計測を、デジタルカメラで複数の観測点から撮影して得た2次元画像を解析して寸法・形状を求める写真測量技術を用いて出来形管理を行う手法を適用可能とする。寸法確認用のゲージを映り込ませることで精度を向上させる。



写真から幅・切削深さを算出し出来形管理に使用

■期待される効果

- ・出来形計測の効率化（出来形計測のワンマン化）
- ・安全性の向上（出来形計測時、共用車線側に近づく人員が削減される）
- ・出来形管理資料作成の省力化（帳票作成の自動化）

※課題：出来形計測精度の確認（従来手法と同等の精度を担保できることをバックデータから確認）
計測結果を三次元座標に変換して納品する計算手法の実装

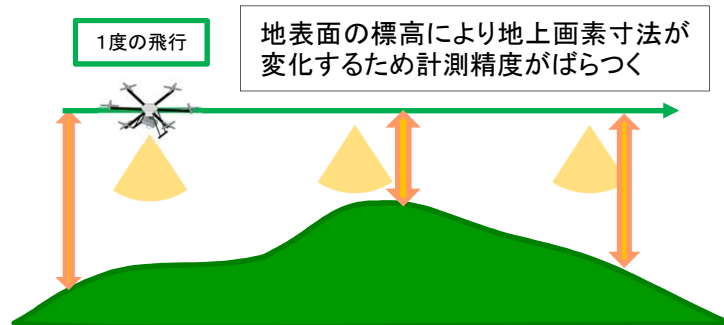
③ 等対地高度撮影手法の要領化

UAV写真測量について、従来の計測方法に加えて、以下の計測手法を適用可能にすることを検討

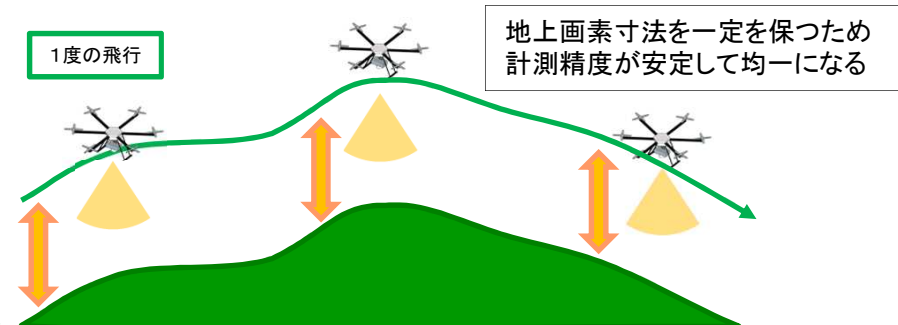
- ①起伏の大きい山間部などを撮影する場合、「対地高度を一定とする撮影手法」も可能にする
- ②加えてカメラを斜めに向けて飛行する手法を可能とする

③-1

従来の計測方法：直線かつ**等高度の撮影**

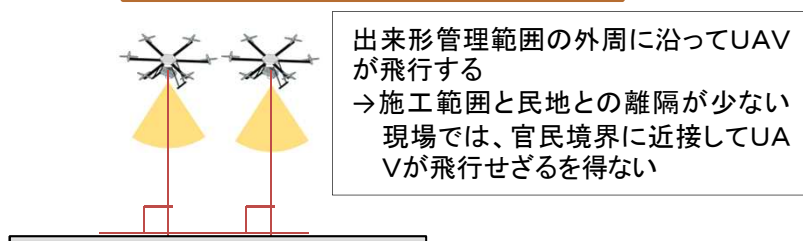


新たに検討する計測方法：**対地高度を一定とした撮影**



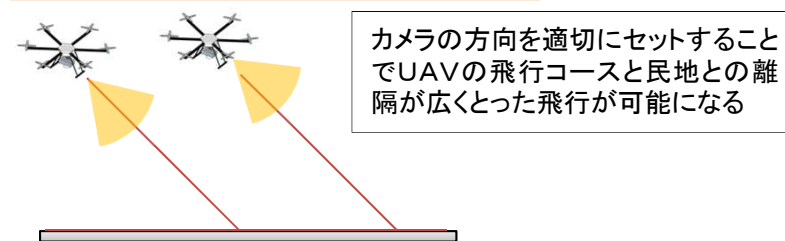
③-2

従来の計測方法：**鉛直下方撮影**



従来の空中写真撮影方法
※地表面に対して直角に写真撮影をする。

新たに検討する計測方法：**斜め撮影**



平面に対し斜めに構えた状態での撮影

■期待される効果

- ・対地高度を一定とした撮影により、起伏の大きい山間部などを撮影する場合の計測精度のばらつきが低減する
- ・斜め撮影により、出来形計測対象範囲の内側を飛行できるようになり、民地等との離隔を十分に保てるようになる

④ 地上写真測量(動画撮影型)を用いた出来形管理

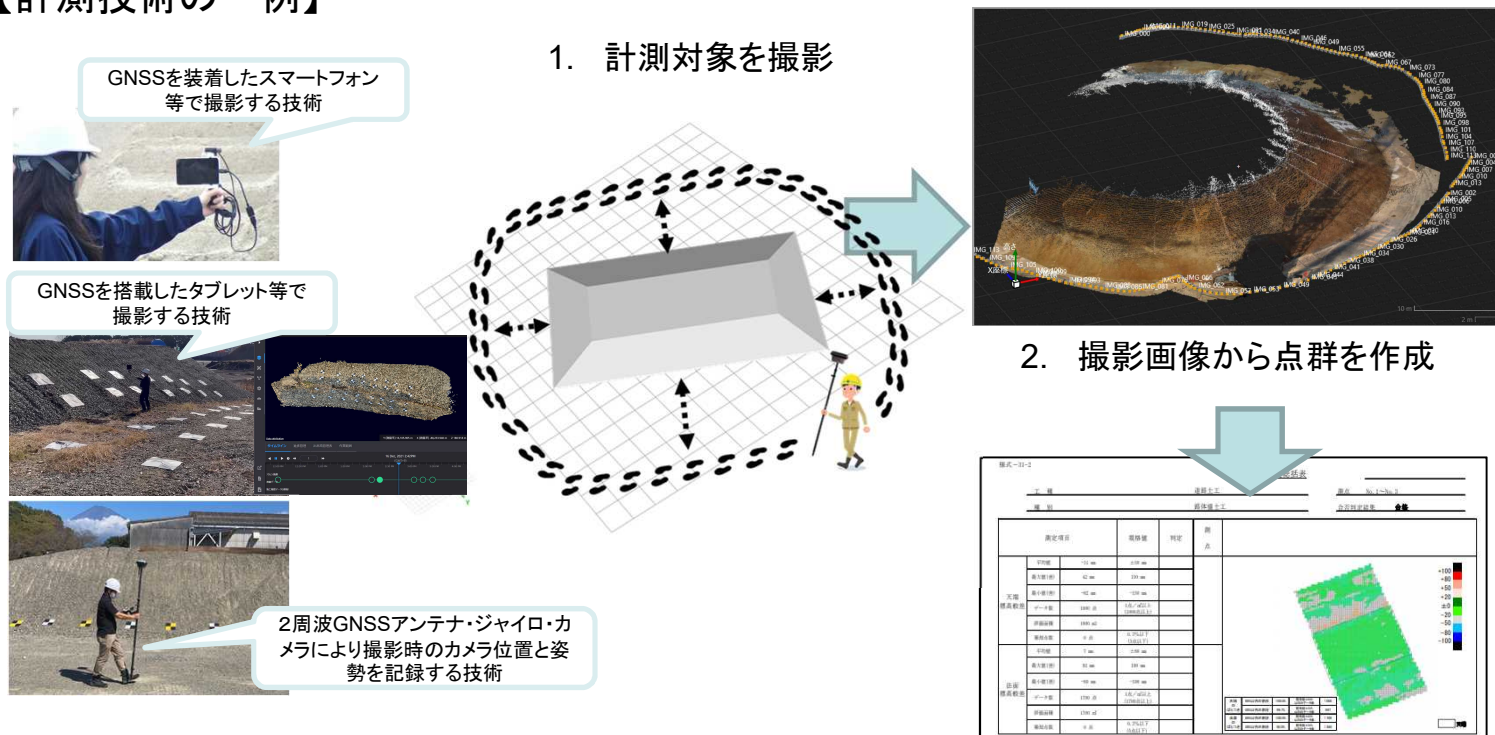
【3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)】

- ・通常の土工事において、地上写真測量を用いた出来形管理を可能にする
- ・動画撮影による計測、写真測量による計測のいずれも適用可能とする
- ・検証点において所要の精度を有することを条件に使用可能とする

現在、出来高管理を対象に地上写真測量を適用できる状況となっているが、通常の土工事において、地上写真測量を用いた出来形管理が実施できるように改定する。

【計測技術の一例】

1. 計測対象を撮影



GNSSを装着したスマートフォン等で撮影する技術

GNSSを搭載したタブレット等で撮影する技術

2周波GNSSアンテナ・ジャイロ・カメラにより撮影時のカメラ位置と姿勢を記録する技術

2. 撮影画像から点群を作成

3. 出来形評価(ヒートマップ)

測定項目	規格値	測定	備考
全長	100.00	100.00	
全幅	50.00	50.00	
断面形状	100.00	100.00	
傾斜率	100.00	100.00	
傾斜角	0.00	0.000000	
傾斜率	0.00	0.000000	
断面形状	100.00	100.00	
傾斜率	100.00	100.00	
傾斜角	0.00	0.000000	
傾斜率	0.00	0.000000	

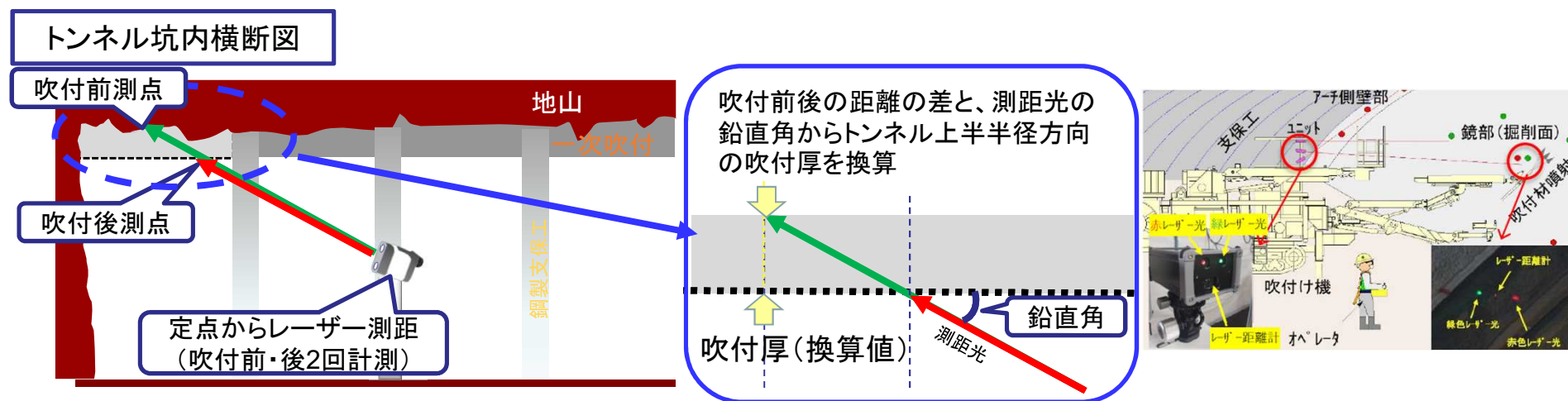
期待できる効果

- 計測時間の短縮(準備時間、設置時間等)
- 計測における制限が少ない(気象、現場条件等)

⑤ ノンプリズムTS等によるトンネル吹付厚の出来形管理

■概要

NATMトンネルの一次吹付の厚さ管理は、削孔を行いメジャによる吹付厚実測が行われてきたが、ノンプリズムTS等を用いてトンネル中央付近に設けた定点から吹付前の地山および吹付後の壁面までの距離計を計測し、これらの距離差から吹付厚を把握し、出来形管理に用いる。



■適用工種

編	章	節	工種	対象とする出来形測定項目	対象外の出来形測定項目
道路編	トンネル (NATM)	支保工	吹付工	吹付け厚さ	
		覆工	覆工コンクリート工	基準高、幅、高さ、延長	厚さ

■今後の検討方針

本技術を用いた吹付厚の出来形管理手法には所要の精度を満足しなかったため、精度が得られなかった要因を含め、来年度も継続してバックデータを蓄積し、適用可否を検討する。

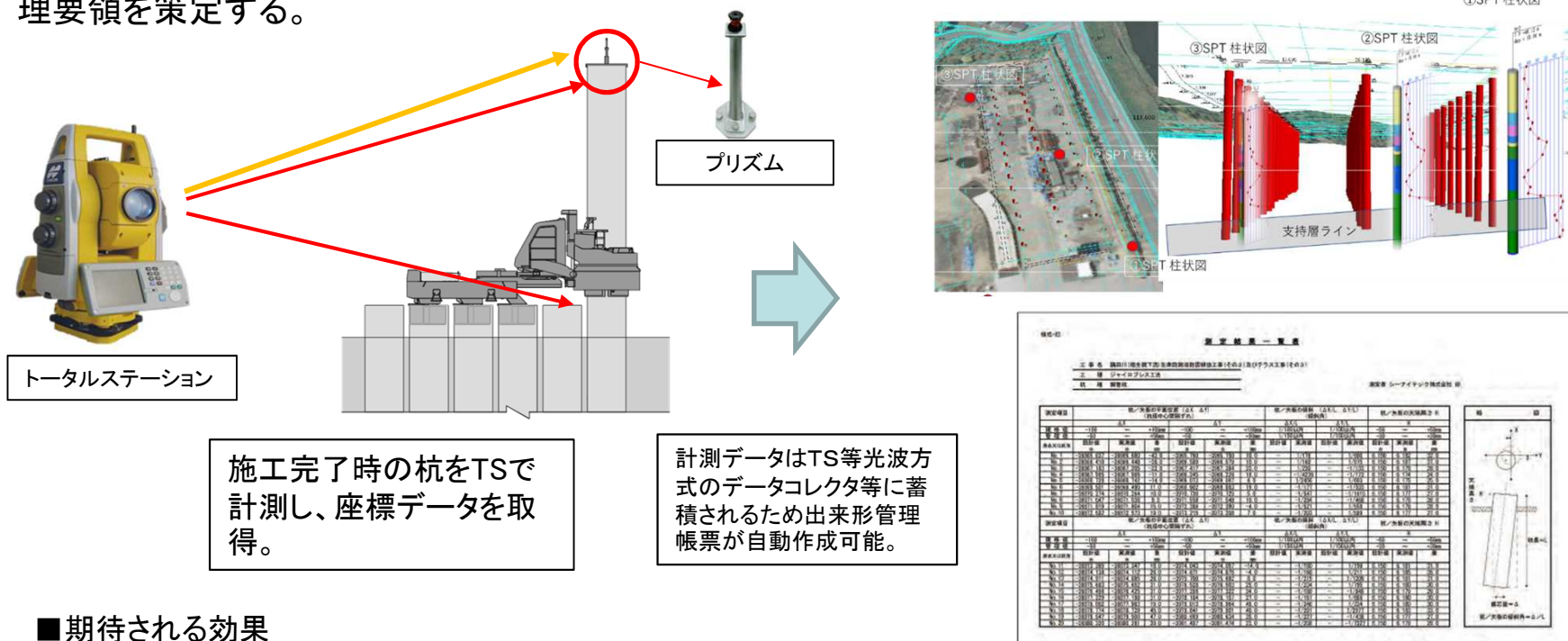
⑥ 施工履歴データを用いた出来形管理

【3次元計測技術を用いた出来形管理要領】

・基礎工(仮設工)において、TS等光波方式を用いた出来形管理を可能にする

■概要

矢板工・既製杭工(鋼管杭工、鋼管矢板工、鋼矢板工)についてのTS等光波方式を用いた出来形管理要領を策定する。



■期待される効果

- ①次元計測システムによる施工管理
 - 杭打設位置や傾斜のナビゲーションによる施工効率向上、省技能化
 - 出来形管理の省略(施工履歴データによる)
- ②施工履歴データを用いた出来形管理帳票の作成
 - 出来形管理資料作成作業の省力化

出来形帳票(例)

⑦ TLS・TS等による擁壁工の出来形管理

擁壁工（プレキャスト擁壁、場所打擁壁工、補強土壁工）の出来形管理（断面管理）をTLSまたはTS等を用いて行うことを可能にする。

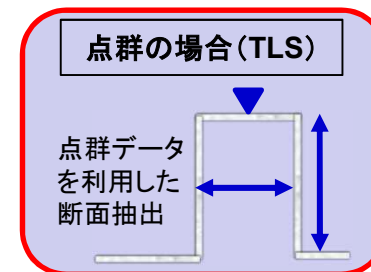
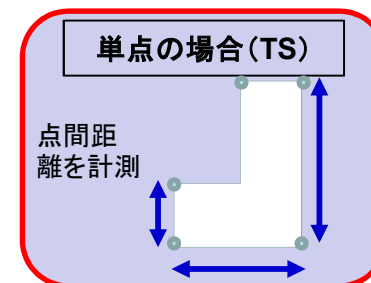
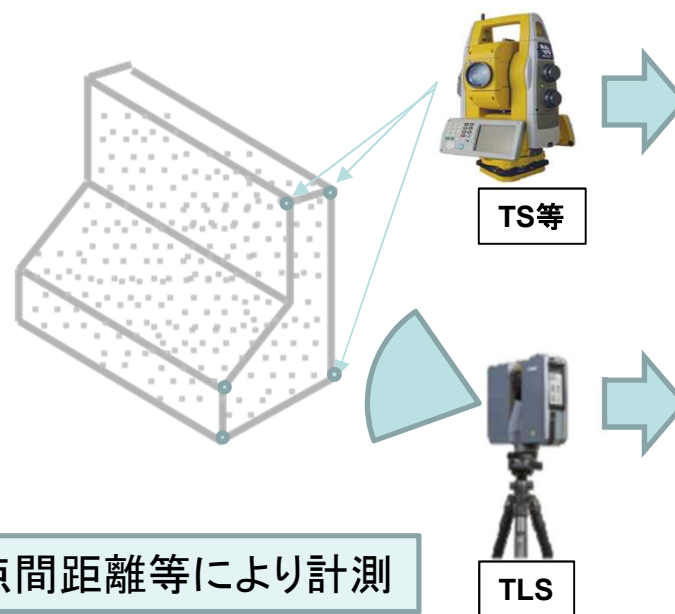
■概要

擁壁工で行う断面管理の計測を、TLSまたはTS等で計測した点で代替する。

工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所	
〔一般事項〕 場所打擁壁工	基準高 ∇	±50	施工延長40m（測点間隔25mの場合は50m）につき1ヶ所、延長40m（又は50m）以下のものは1施工箇所につき2ヶ所。		
	厚さ t	-20			
	高さ差 Δ	-50			
	幅 w_1, w_2	-30			
	高さ h	$h < 3m$			-50
		$h \geq 3m$			-100
延長 L	-200	1施工箇所毎			

規格値は現行基準と同様

幅・高さ・基準高等管理項目について点間距離等により計測



■期待される効果

- ・出来形管理における状況写真類の削減
- ・出来形計測にかかる人員の削減
- ・出来形計測及び帳票作成にかかる時間の削減

⑧ 軽量盛土工へ拡大

■適用する対象工種

- ・軽量盛土工

■出来形管理

- ・軽量盛土工の出来形管理(面管理)に多点計測技術で計測した点群データを用いることを追加

■出来高管理

- ・軽量盛土工の数量算出に対して、多点計測技術で計測した点群データで出来高数量を算出することを認める。

■期待できる効果

- ・軽量盛土工の出来形管理の効率化、出来形計測時の高所作業の省略による安全性向上
- ・軽量盛土工の出来高数量算出の精度向上、迅速化。

■従来の出来形管理方法

- ・管理断面毎に軽量盛土工の出来形をレベル・テープ等で計測し従来の断面管理に用いる。



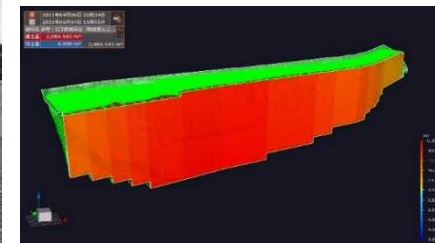
■多点計測技術を用いた出来形管理方法

- ・多点計測技術を用いて出来形の点群を計測し、出来形管理(面管理の場合)にて管理(土工編と同じ)



■多点計測技術を用いた出来高管理方法

- ・多点計測技術を用いて計測した出来形の点群から点群処理ソフト、数量算出ソフト等で出来高を算出(土工編と同じ)



■ 出来形管理要領等のフォローアップを実施した結果、以下について改定を行う

工種	改定箇所	改定内容
ICT地盤改良工(固結工(スラリー攪拌工)編)	出来形管理資料の作成	<ul style="list-style-type: none"> ・施工管理データグラフと施工管理データ表を「施工管理データ帳票」に統一 ・施工管理データ帳票の例として、施工管理データグラフ、施工管理データ表を例示
	精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書	<ul style="list-style-type: none"> ・精度確認の実施手順のうち、精度確認を実施する手順を修正
ICT地盤改良工(表層安定処理工等・中層地盤改良工事編)	ICT地盤改良工の対象機種	<ul style="list-style-type: none"> ・適用工法を「バックホウをベースマシンとするもので、施工履歴データを記録できるもの」と定義を明確化
実施要領 舗装工(修繕工)	対象工種	<ul style="list-style-type: none"> ・路面切削工へ適用拡大 ※切削オーバーレイ工のみを対象としていた

ICT施工を現場に導入する場合、工事関係書類を作成するが、必要とする書類が多く、施工者の負担になっている状況である。
必要となる提出書類を精査し、簡素化を図ることで施工管理全体の省力化を図る

ICT施工導入から5年が経過し、導入当初は書面で確認が必要な書類について、webで確認できるもの、簡素化できるものなどがあり、施工者の負担軽減の観点から、提出書類の簡素化を図るものとする。

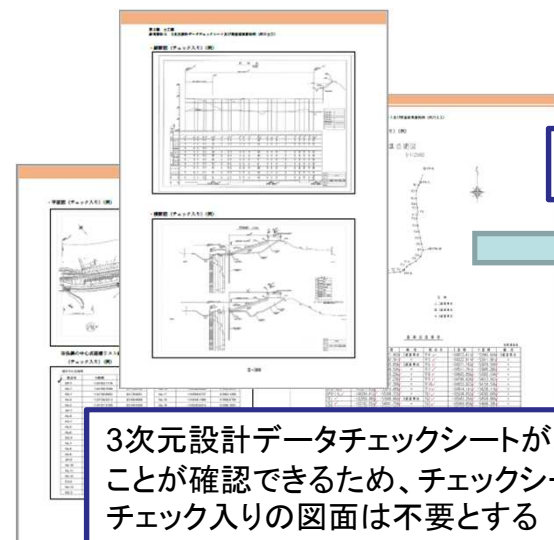
メーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書

3次元設計データチェックシート
チェック入り図面



簡素化

メーカーHPで確認できることから不要。
使用するソフトウェア名称のみ記載する



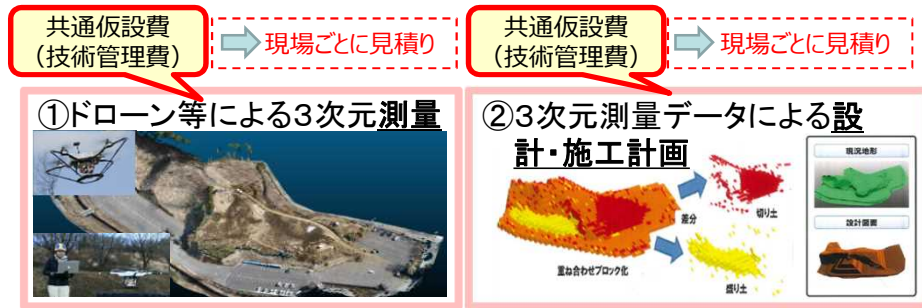
不要

3次元設計データチェックシートがあればチェックしたことが確認できるため、チェックシートのみを作成し、チェック入りの図面は不要とする



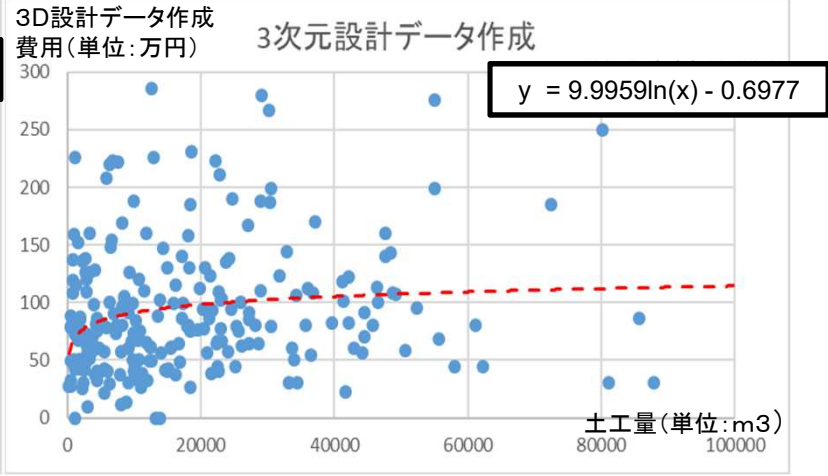
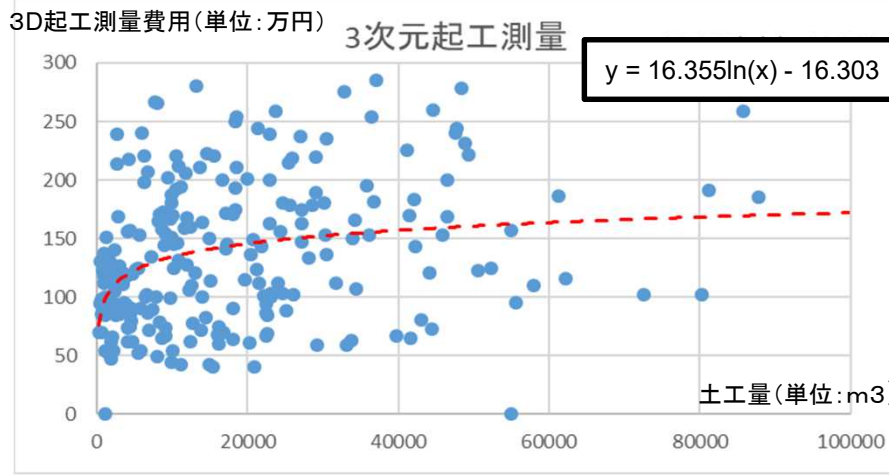
書類の簡素化に関しては、来年度も継続して省力化の検討を実施する。

- ICT施工に伴う3次元起工測量、3次元設計データ作成の積算について、原則として見積徴収による積上げとしているが、見積の妥当性を判断するにあたり参考となる見積り参考資料を令和2年度に作成
- 施工現場の実態にあわせ、見積り参考資料の算定式を改定



(現行)

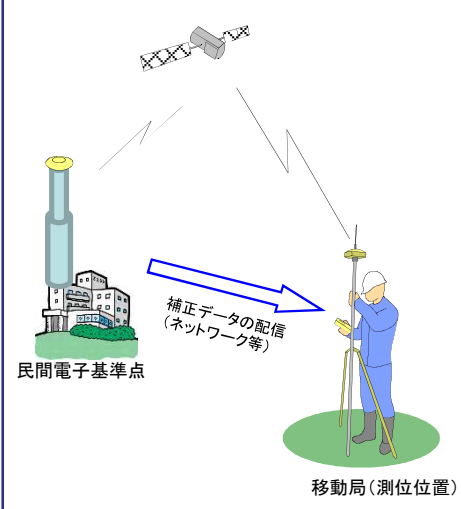
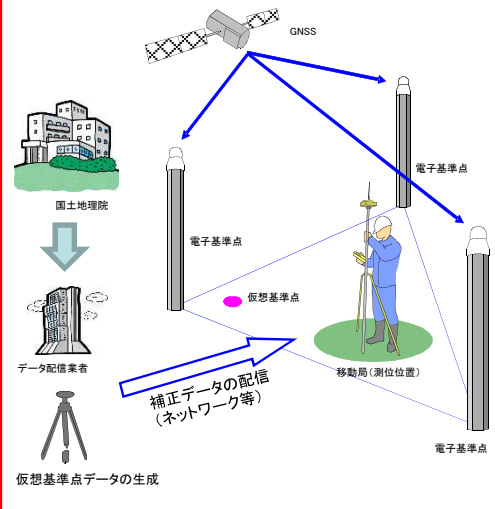
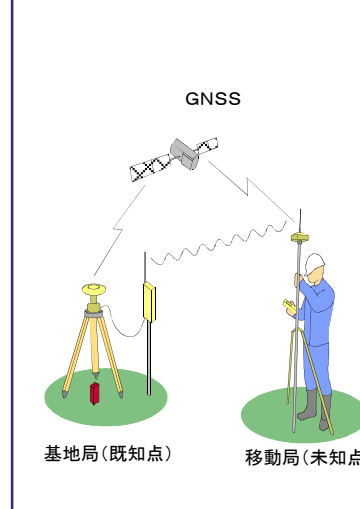

項目	計上項目	積算方法
① 3次元起工測量	共通仮設費	見積徴収による積上げ
② 3次元設計データ作成		



算定式による見積費用	土工量	起工測量費用	3次元設計データ作成費用
	1,000m ³	97万円	68万円
	5,000m ³	123万円	84万円
	10,000m ³	134万円	91万円
	30,000m ³	152万円	102万円

国土地理院ではR2より民間電子基準点の認定を実施している。A級、B級の民間電子基準点についてはICT施工に必要な精度を満たしていることから、ICT活用工事においても活用を図ることとする

R4追加

	衛星測位による計測		光波による計測
RTK-GNSS (民間電子基準点A,B級)	RTK-GNSS (VRS方式)	RTK-GNSS	TS・TS等(自動追尾式)
 <p>民間電子基準点</p> <p>補正データの配信 (ネットワーク等)</p> <p>移動局(測位位置)</p>	 <p>GNSS</p> <p>電子基準点</p> <p>電子基準点</p> <p>電子基準点</p> <p>仮想基準点</p> <p>移動局(測位位置)</p> <p>電子基準点</p> <p>国土地理院</p> <p>データ配信業者</p> <p>仮想基準点データの生成</p> <p>補正データの配信 (ネットワーク等)</p>	 <p>GNSS</p> <p>基地局(既知点)</p> <p>移動局(未知点)</p>	
民間電子基準点(A,B級)からの補正データ配信	電子基準点(国土地理院:1300か箇所)を利用した仮想基準点の計算と補正データ配信	基準点の現場設置	基準点からの直接計測

総則の用語集に、民間電子基準点についての説明を追記する。