

ICT施工の基準類の策定・改定の取組

ICT施工の基準類の策定・改定の取組について

- R2年度のICT施工の工種拡大の取組み
- R2年度の産学官連携による基準作成の取組み
- 土木工事標準歩掛（R3年度新規制定）
- R3年度のICT施工の工種拡大の取組み予定
- R3年度の産学官連携による基準作成の取組み予定
- 技術基準のスリム化について

i-Constructionに関する工種拡大

○主要工種から順次、ICTの活用のための基準類を拡充。

平成28年度	平成29年度	平成30年度	令和元年度	令和2年度	令和3年度	令和4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)					
	民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大					

○ICT施工工種拡大に伴う基準類策定・改定(3工種)

※出来形管理要領等にて表示,軽微な改定除く

工種	対応	基準名
ICT構造物工	新規基準策定	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(橋脚・橋台編)(試行) ・3次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領(案)(橋脚・橋台編)(試行)
ICT路盤工	新規基準策定	<ul style="list-style-type: none"> ・加速度応答法を用いた路盤の締固め管理試行要領(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(案)
ICT海上地盤改良工 (床掘工・置換工)	新規基準策定	<ul style="list-style-type: none"> ・マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(海上地盤改良工:床掘工・置換工編) ・3次元データを用いた港湾工事数量算出要領(海上地盤改良工:床掘工・置換工編) ・3次元データを用いた出来形管理要領(海上地盤改良工:床掘工・置換工編) ・3次元データを用いた出来形管理の監督・検査要領(海上地盤改良工:床掘工・置換工編) ・ICT活用工事積算要領(海上地盤改良工:床掘工・置換工編)

○民間等の要望を踏まえた基準の策定・改定(産学官連携による基準作成の取組)

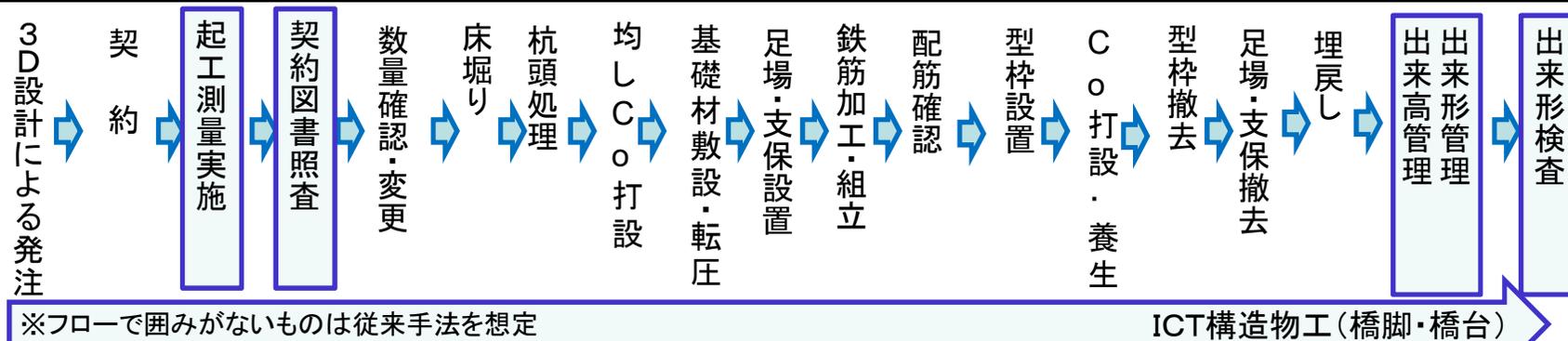
工種	対応	基準名
ICT土工	新規基準策定	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(土工編) 施工履歴データによる出来形管理の(土工編)を策定
ICT法面工	既存基準改定	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)(法面工編) 空中写真測量(無人航空機)での斜め撮影を可能とするための改定
ICT護岸工	既存基準改定	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)(護岸工編) 多点計測技術(UAV写真測量、地上レーザースキャナー等)の適用追加による改定

○土木工事標準歩掛(ICT関連)の新規制定

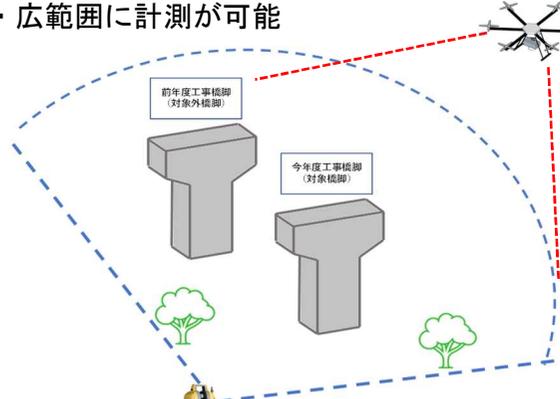
工種	対応	基準名
砂防土工(ICT)	新規基準策定	<ul style="list-style-type: none"> ・土木工事標準歩掛「砂防土工(ICT)」

【ICT構造物工(橋脚・橋台)(試行)】

- ・3次元計測技術を用いることで、広範囲に計測が行えるため、計測作業の効率化
- ・高所での計測作業の省力化による作業の安全性向上
- ・出来形・出来高を点群等電子データを利用してデスクトップ上で安全・迅速に実施
- ・R3年度に各地整で試行し、試行結果を踏まえて出来形管理要領としてとりまとめ、R4年度から本格導入する。

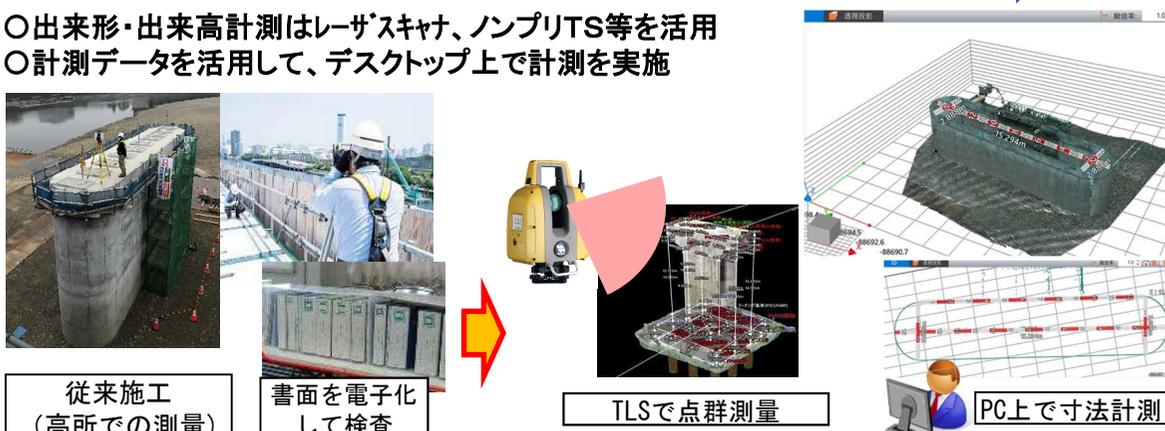


○起工計測にレーザスキャナやUAV等を活用
・広範囲に計測が可能



前年度工事橋脚 (対象外橋脚)
今年度工事橋脚 (対象橋脚)

○出来形・出来高計測はレーザスキャナ、ノンリTS等を活用
○計測データを活用して、デスクトップ上で計測を実施

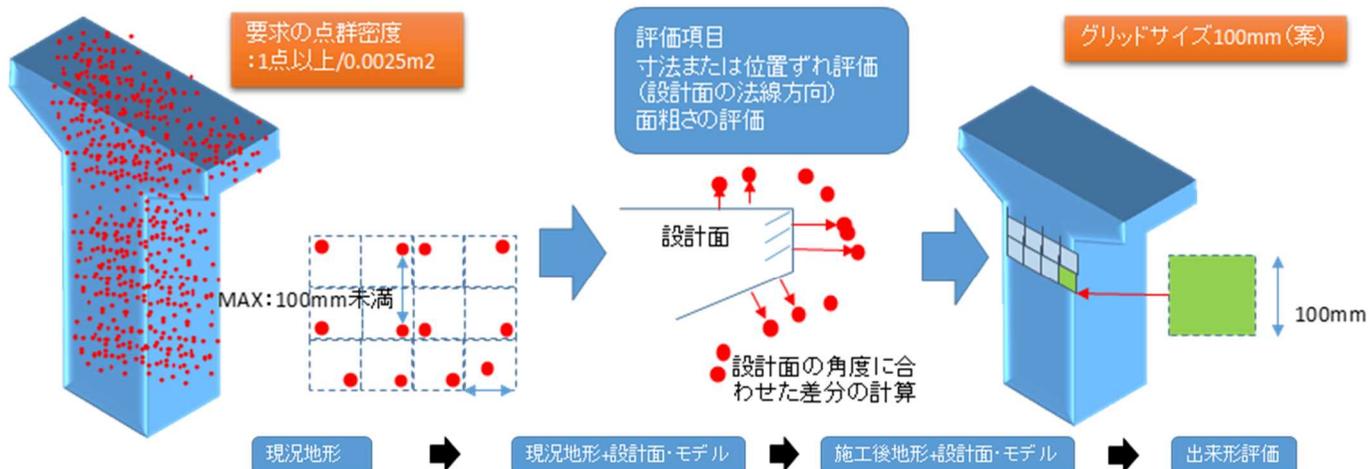


従来施工 (高所での測量) → 書面を電子化して検査 → TLSで点群測量 → PC上で寸法計測

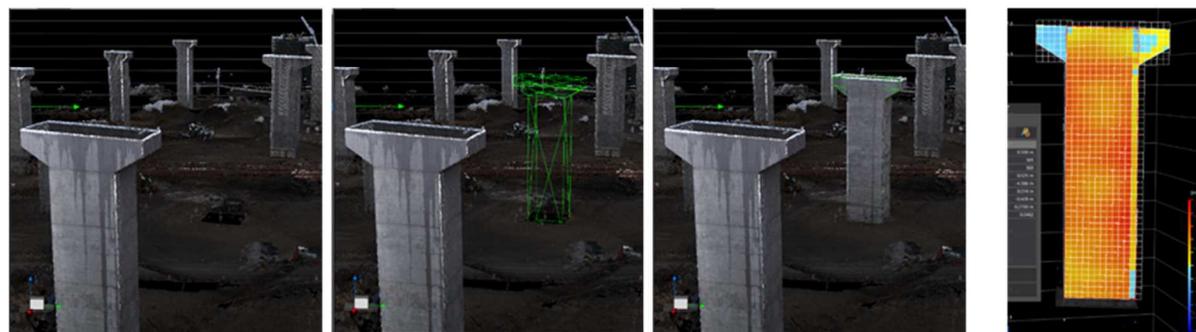
- ・ICT施工工種拡大に伴い策定した基準
- 3次元計測技術を用いた出来形管理要領(橋脚・橋台編)(試行)
- 3次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領(橋脚・橋台編)(試行)

R3年度に試行を実施

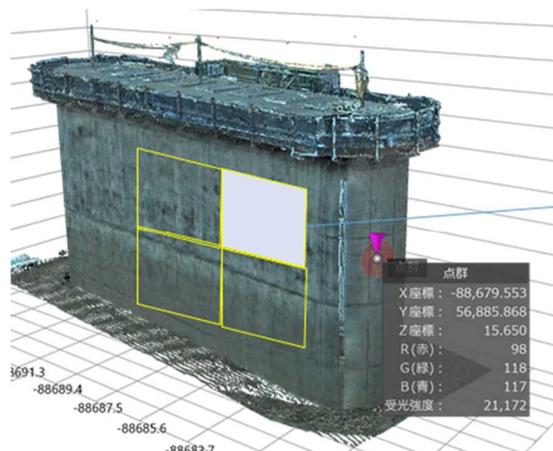
- ・3次元出来形計測費用と従来の出来形管理費用との比較検証
- ・面管理による出来形管理の更なる効率化や維持管理への活用を検証



- ・点群データを用いた構造物の位置および出来形管理を試行し検証

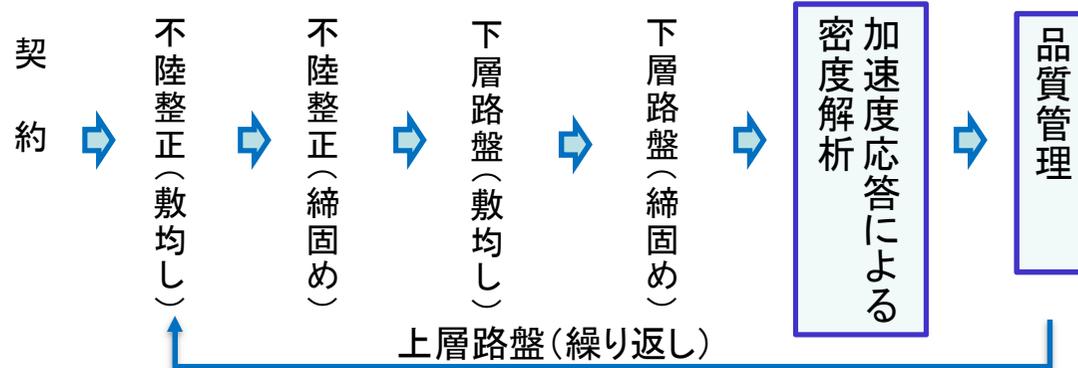


- ・面管理で取得できる写真データを活用したひび割れ調査を試行し検証



【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、R4年度から本格導入する。



R3年度に試行を実施

- ・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

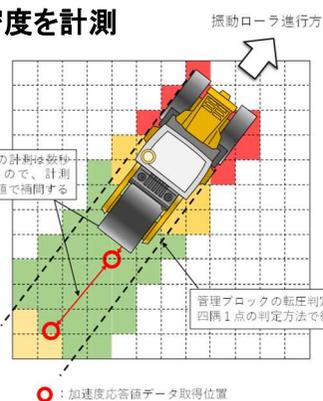
ICT路盤工(加速度応答による密度管理)

- 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



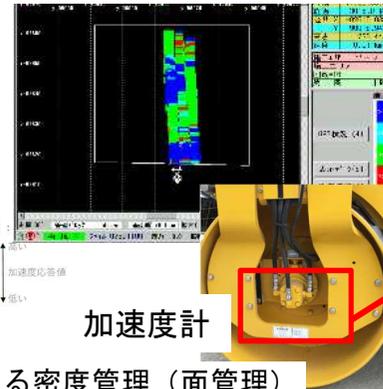
(従来施工)

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)

加速度応答値のリアルタイム表示



加速度計



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(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(案)

【ICT海上地盤改良工(床掘工・置換工)】

- ・3次元測量により正確な施工数量を算出
- ・施工中の可視化によりリアルタイムで施工位置や出来形が把握できるため施工が効率化
- ・3次元測量データからの帳票作成、実測作業省略により検査を効率化

測量

施工量算出

ICTを用いた施工管理

3次元データによる検査

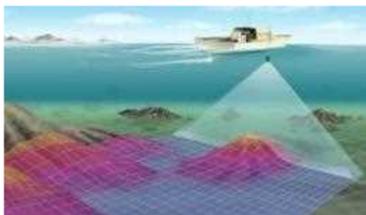
測量

設計・
施工計画

施工

検査

○マルチビームソナーによる3次元起工測量

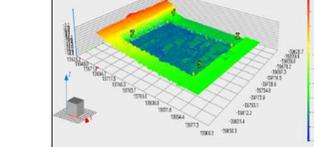
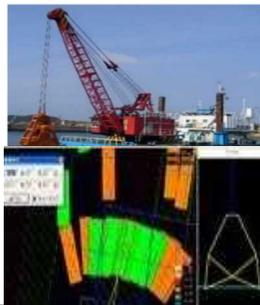


3次元測量により詳細な海底地形を把握

○3次元測量データによる施工数量の算出

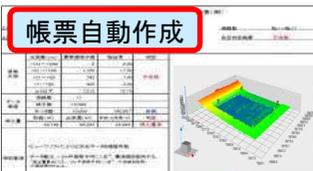
3次元測量結果と3次元設計モデルから、正確な施工量(床掘土量、置換砂量)を算出

○施工中の可視化、3次元出来形測量、施工履歴の活用による効率化



リアルタイムでの施工中の出来形の可視化、3次元出来形測量、施工履歴の活用による効率化

○ICT活用による検査の効率化

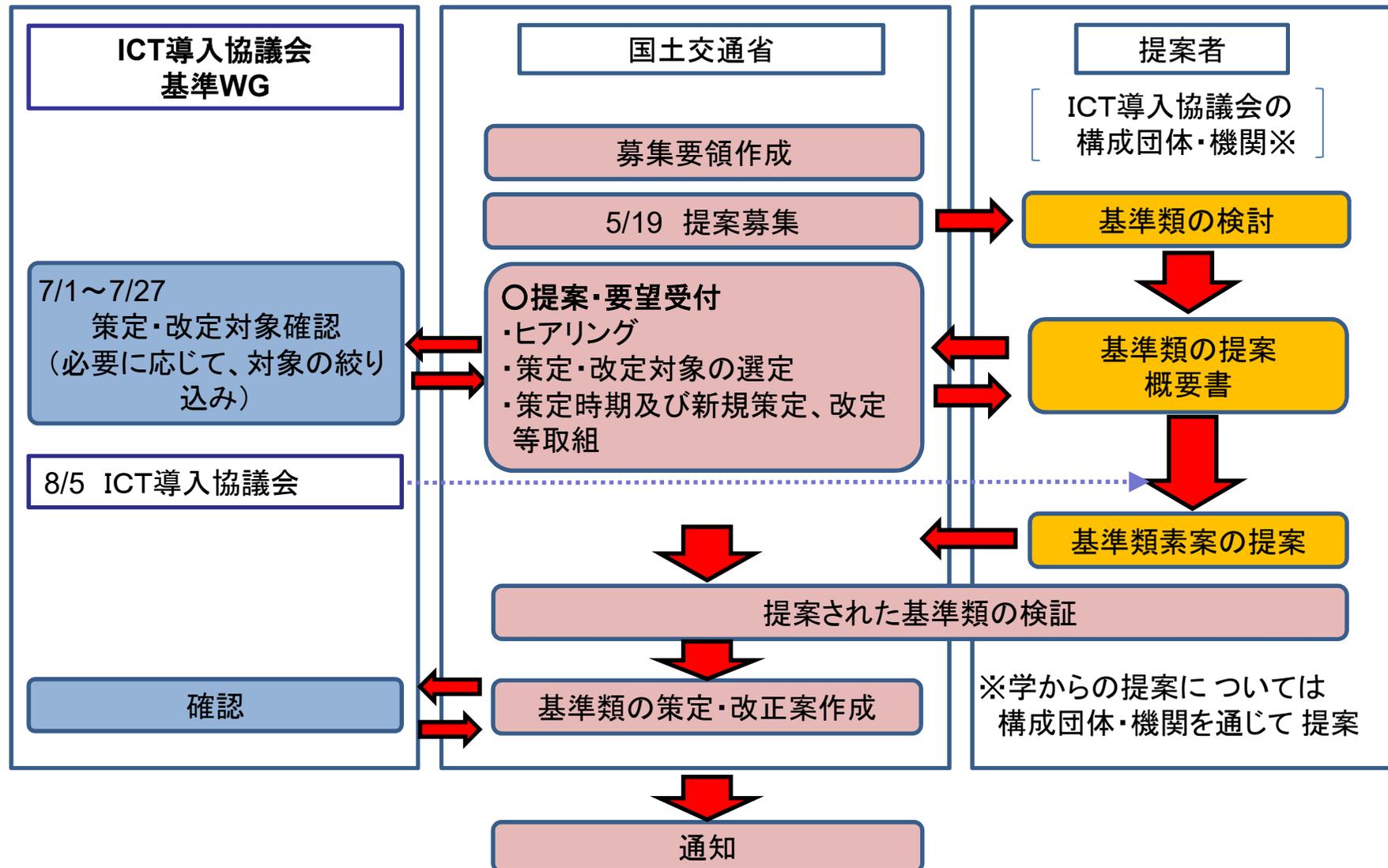


3次元測量データから帳票自動作成により書類作成を効率化
実測作業省略による検査効率化

- ・ICT施工工種拡大に伴い策定した基準
 - マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(海上地盤改良工:床掘工・置換工編)
 - 3次元データを用いた港湾工事数量算出要領(海上地盤改良工:床掘工・置換工編)
 - 3次元データを用いた出来形管理要領(海上地盤改良工:床掘工・置換工編)
 - 3次元データを用いた出来形管理の監督・検査要領(海上地盤改良工:床掘工・置換工編)
 - ICT活用工事積算要領(海上地盤改良工:床掘工・置換工編)

R2年度 産学官連携による基準作成の取組

- R1年度よりICT施工の基準に対する、民間提案を募集
- R2年度は5月～6月にかけて民間提案の募集を実施

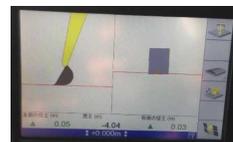


【3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)(土工編) 策定】

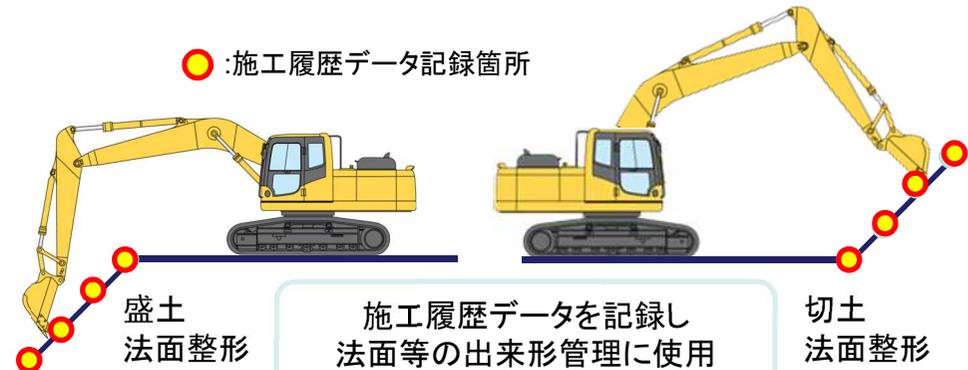
- ・ ICT土工での施工履歴を用いた出来形管理を可能とする提案
- ・ 施工履歴を用いた出来形管理要領(土工編)を策定する

■ 策定概要

ICT建設機械の刃先データ等の施工履歴データを用いた出来形管理を通常の土工事において、実施できるように改訂する。



ICTバックホウの刃先等の施工履歴データを記録



■ 策定の効果

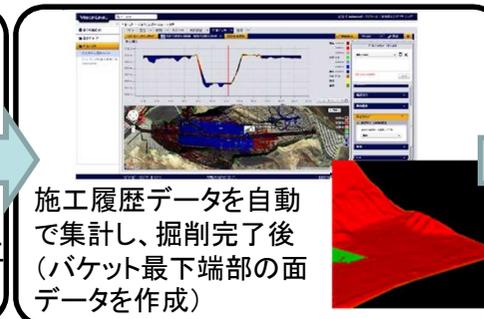
- ・ 出来形計測時間短縮 (ICTバックホウの施工履歴データをそのまま出来形管理に利用)
- ・ 面的な出来形確認による、施工の手戻りの防止

■ 技術概要

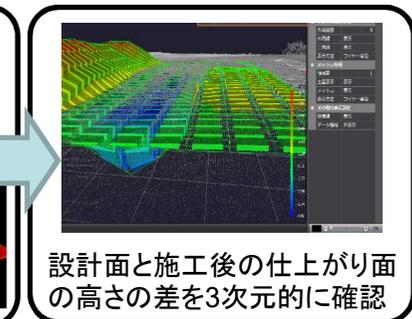
ICT建設機械で取得し記録した刃先等の位置座標の施工履歴データを用いて、出来形のデータを作成し出来形管理を行う技術



ICT建設機械で刃先等の施工履歴データを取得し記録



施工履歴データを自動で集計し、掘削完了後 (バケット最下端部の面データを作成)



設計面と施工後の仕上がり面の高さの差を3次元的に確認

■ 構成機器(例)

- ・ 施工中の作業装置位置をリアルタイムに計測・記録する機能を有するICT建設機械
- ・ TS等光波方式の計測機器(日常の出来形確認用)

日常の出来形確認

施工日毎に3点以上の割合で、出来形が面管理の規格値を満足していることを**TS等光波方式**で確認するとともに、結果を記録・提出する。計測点は、当日の施工範囲内に偏り無く配置する。



【3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)(法面工編) 改定】

【3次元計測技術を用いた出来形計測要領(案)(護岸工編) 改定】

- ・UAV写真測量についてカメラを計測対象の斜面に正対させた状態での斜め撮影を行う提案
- ・護岸工での多点計測技術(UAV写真測量、レーザースキャナー等)の適用を提案

■改定概要

- ・斜面に正対した空中写真を撮影することにより、点群解析時の精度を向上させるよう改定。
(護岸工・法枠工における運用)
- ・護岸工での多点計測技術の適用技術追加による改定(現在はTS、TSノンプリ等の単点計測技術のみ)

■改定の効果

- ・法枠工等、高低差の大きい構造物の出来形計測の迅速化および直立面を有する構造物等の出来形の計測精度向上
- ・多点計測技術による計測作業の効率化(護岸工)

■技術概要

UAVに搭載したカメラを計測対象の斜面に正対させた斜め撮影を行う場合、対地高度が所要の地上画素寸法を超えないよう保つよう撮影が行える技術

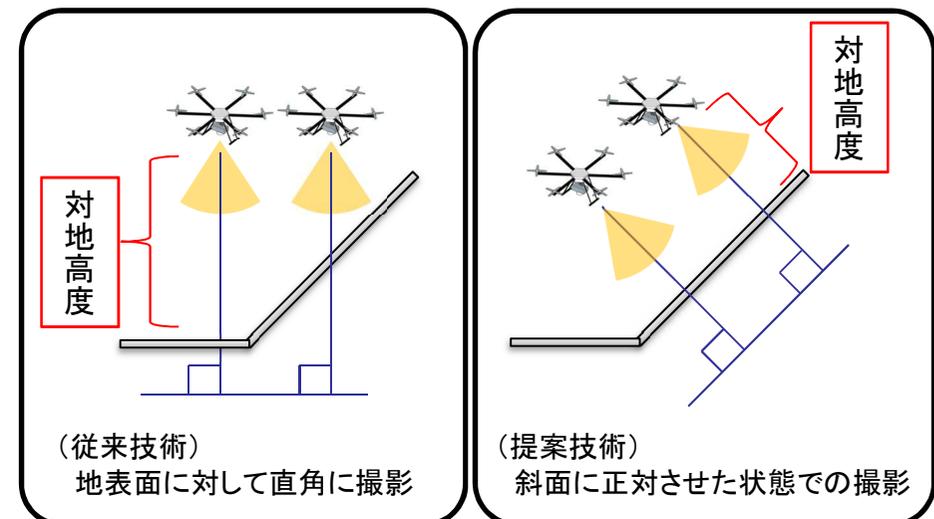
■構成機器(例)

(法面工)

- ・無人航空機

(護岸工)

- ・無人航空機
- ・地上型レーザースキャナー
- ・地上移動体搭載型レーザースキャナー
- ・無人航空機搭載型レーザースキャナー



「砂防土工（ICT）」を新規に制定

【工法概要】

ICT施工対応型のバックホウを使用して、砂防（本堰堤、副堰堤、床固め、帯工、水叩き、側壁、護岸）における土工（土砂等の掘削）を行う工法。

【改定概要】

○日当り標準作業量

[地山の掘削積込み作業]

砂防土工（通常施工）と比較すると、日当り標準作業量が向上

○使用機械

- ・バックホウ 標準型・**ICT施工対応型**・超低騒音型・クレーン機能付き
排出ガス対策型（2011年規制）山積0.8m³ 吊能力2.9t



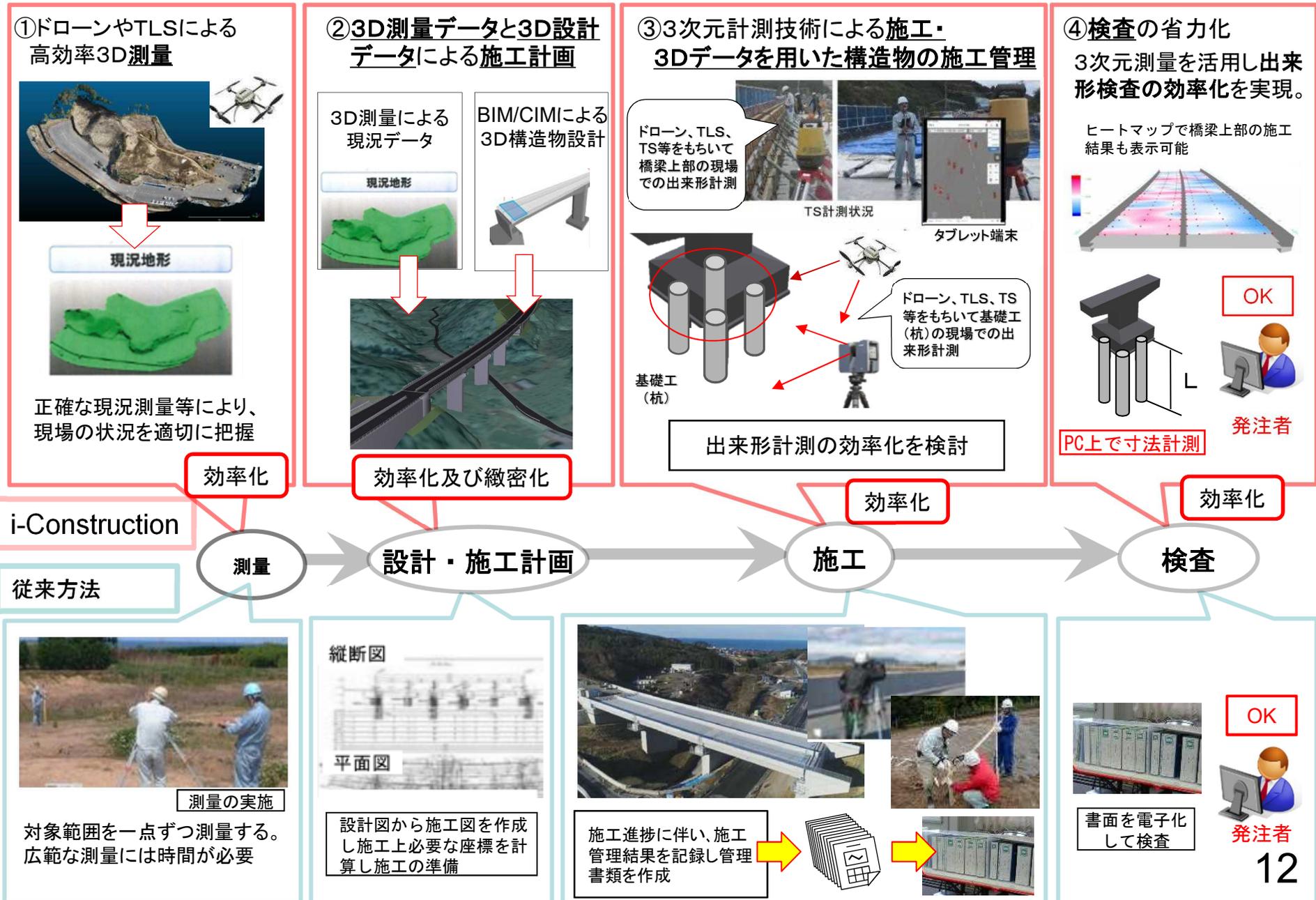
全体状況



掘削状況



運転席（モニター画面）

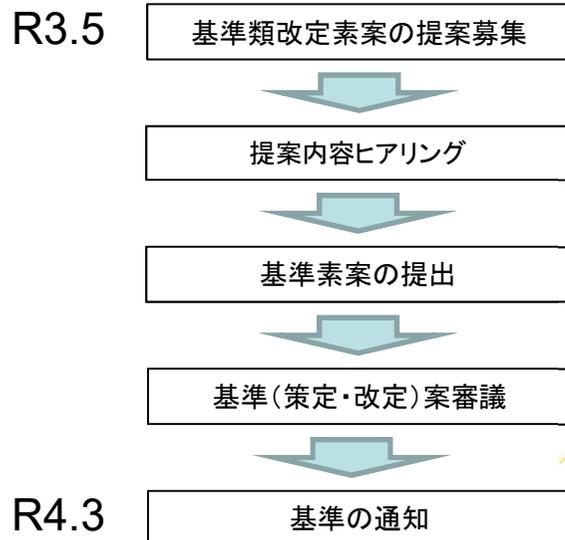


R3年度 産学官連携による基準作成の取組(継続)

- ・R1及びR2年度の提案について、R2年度までに25件が対応済み。
- ・R3年度以降も残りの提案21件について継続して対応を実施。
- ・基準類改定の民間提案の募集はR3年度も継続して実施。

提案年度	提案件数	対応状況・対応方針(R3.2.26現在)			R3年度以降 対応予定
		対応済			
		基準類改定	基準類の改定不要	ICT活用工事実施要領等にて対応	
R1	24	12	1	4	7
R2	21	4	2	1	14

●R3年度 産学官連携による基準作成 スケジュール(予定)



・R2年度 提案による基準改定の事例
【施工履歴データを用いた出来形管理のイメージ(バックホウの例)】



・ICT導入の隘路となる基準について、実装・検証の状況とともに策定・改定を継続

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	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、振動ローラの稼働軌跡データを、当該路体・路床の出来形データとする提案	●技術開発 (重機の傾斜を補正できる高精度なローラ下面位置計測技術の開発)	C	・ICTローラの技術開発が必要 ・実用化された段階でバックデータの収集を実施
	空中写真測量(無人航空機)	土工	カイゼン	R2	日建連	・平面に対してUAV搭載カメラを斜めに設置する撮影手法を認める	●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	B	・今後、データの蓄積が必要
	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	●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)	構造物工	適用拡大	R2	全建協	・将来的な要望として、構造物の面管理基準を新設し、UAV写真等の適用を認める	●バックデータ収集・計測精度確認 ●各工種の面的な出来形の施工実態を把握 ●面管理規格値新設の検討 ●「UAV写真出来形管理要領(構造物編)」の新設を検討	A	・点群データを用いた構造物の出来形管理手法の基準化

対応方針

- A: 来年度も継続対応(今年度、要領化に着手したものの、引き続き検証が必要)
- 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: 来年度以降対応(技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後実用性等の確認が必要)

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	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				
	地上設置型レーザー スキャナー	トンネル	適用拡大	R2	日建連	・地上設置型レーザー スキャナーの、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"> ●バックデータを蓄積(トンネルにおける計測精度検証) ●「3次元計測技術を用いた出来管理要領(案)」の改定(TLSを適用可能とする) 	B	・今後、データの蓄積が必要
地上移動体搭載型 レーザー スキャナー	トンネル	適用拡大	R1 R2	日建連	・地上移動体搭載型 レーザー スキャナーで、 トンネル覆工の厚さを 面的に管理する	<ul style="list-style-type: none"> ●バックデータを蓄積(覆工の出来形計測精度検証) ●面管理規格値新設のための覆工の面的な出来形計測を実施し、施工のばらつきを把握 ●覆工厚さ面管理の規格値新設・管理基準策定の必要性を検討する 	C	<ul style="list-style-type: none"> ・面管理規格値新設のための検討が必要 ・今後、データの蓄積が必要 	

対応方針

- A: 来年度も継続対応(今年度、要領化に着手したものの、引き続き検証が必要)
- 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: 来年度以降対応(技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後実用性等の確認が必要)

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	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	●SLAM機能を用いた場合の計測精度に関するバックデータの収集し、所要の精度を満足する場合、適用可能技術として要領等に追記	B ・今後、データの蓄積が必要
	RTK-GNSS、ネットワーク型GNSS(UAV 写真測量実施時の標定点・検証点設置)	土工	カイゼン	R2	全建協	・標定点・検証点の設置にRTK-GNSS,NW型RTK-GNSSを用いることを認める。 ・検証点の設置点数低減	●検証点に関する規定は公共測量作業規定を準用しているため、早期の変更は困難 ●バックデータを蓄積(RTK-GNSS等を用いた基準点計測精度が3級水準測量等と同等の精度を有しているか) ●3級水準点測量と同等の精度があれば「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	B ・今後、データの蓄積が必要
	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。	●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)を用いた土工の出高算出要領(案)」の改定を検討	B ・今後、データの蓄積が必要

対応方針

- A: 来年度も継続対応(今年度、要領化に着手したものの、引き続き検証が必要)
- 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: 来年度以降対応(技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後実用性等の確認が必要)

2. 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 令和2年度の補正PRISMで画像解析の精度等、データを取得して検証する予定。その結果により、試行要領策定を検討する
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

対応方針

- A: 来年度も継続対応(今年度、要領化に着手したものの、引き続き検証が必要)
- 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: 来年度以降対応(技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後実用性等の確認が必要)

3. 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(コンクリートプラント)	新技術	R2	日建連	生コン工場における圧縮強度試験立会確認業務を、Webカメラなどを利用したICT化を行い、遠隔においても確認できるシステムを構築することにより、移動時間が不要とする	<ul style="list-style-type: none"> ・本年度の遠隔立会の試行現場において実施を検討 ・試行結果のとりまとめ時に試行要領の改善提案を受け付ける 	A	試行段階であり、改善提案を受ける
	Webカメラ	臨場(基礎処理工の削孔)	新技術	R2	日建連	基礎処理工でのボーリング削孔長の確認(検尺)を、現場臨場ではなく、Webカメラを用いて事務所のパソコン画面やタブレットで確認できる遠隔臨場とする。		A	試行段階であり、改善提案を受ける
	Webカメラ	臨場(鉄筋工)	新技術	R2	日建連	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、配筋間隔を判定する。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く。その段階で、出来形管理への適用を認めることを検討する。 	B	鉄筋計測システムの精度を示すデータが必要

対応方針

- A: 来年度も継続対応(今年度、要領化に着手したものの、引き続き検証が必要)
- 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: 来年度以降対応(技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後実用性等の確認が必要)

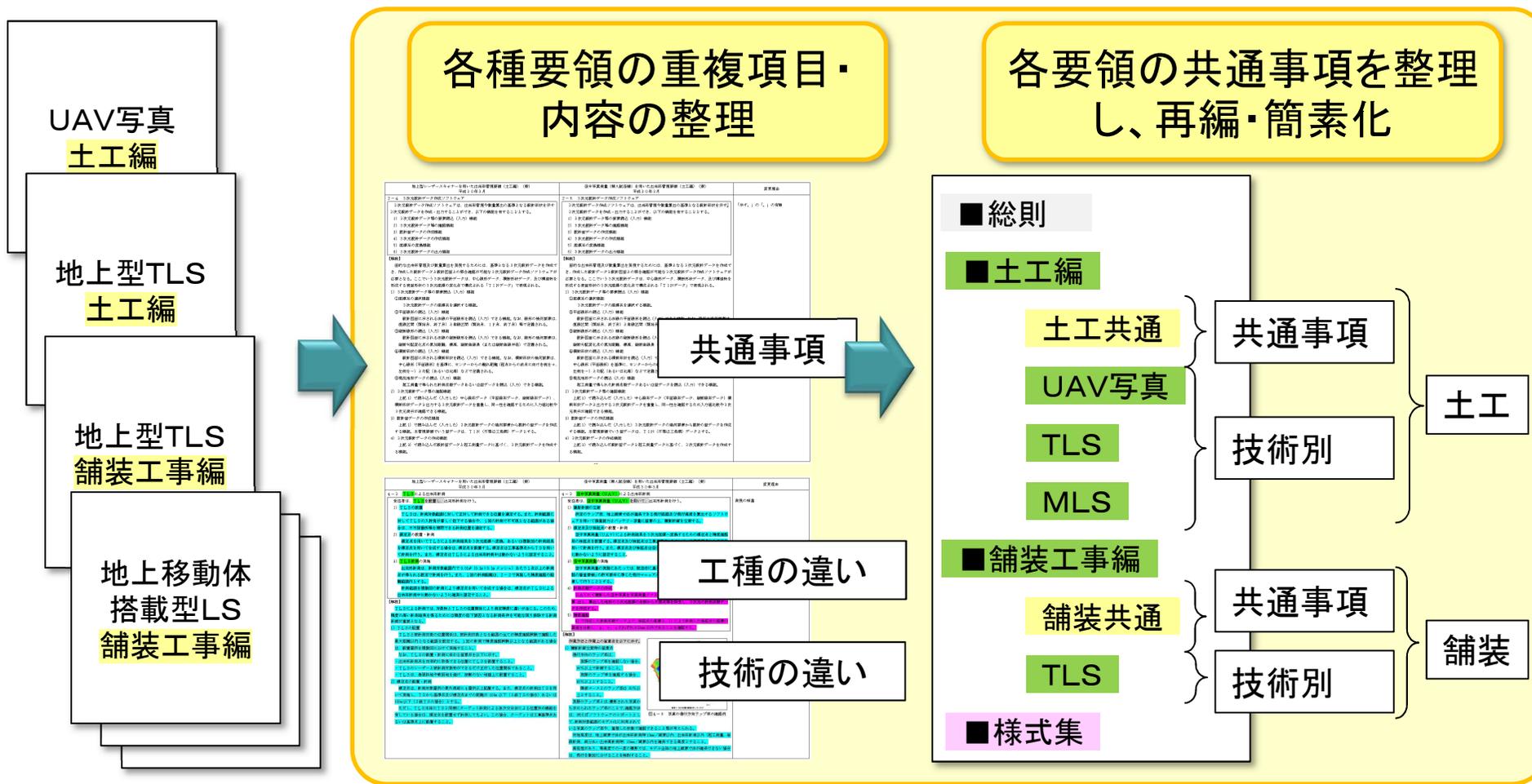
4. その他提案・要望

	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	
面管理規格値	・無人航空機を活用した空中写真測量等 ・地上設置型レーザースキャナー 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。	(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)	B	・今後データの蓄積が必要
	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は出来な いか。	●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

対応方針

- A: 来年度も継続対応(今年度、要領化に着手したものの、引き続き検証が必要)
- 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: 来年度以降対応(技術が開発段階あるいは検証途上であり、今後実用性等の確認が必要)

- 工種拡大や計測技術の追加により、多くの出来形管理要領(約1150頁)がある。
- 利用者の読みやすさ、使いやすさ、改訂のしやすさを考慮し、令和3年度向けに技術基準類の構成を見直し、頁数を約3割(約800ページ)へ減らしスリム化を図る。



既存の出来形管理要領(案)と再編版の対応表

既存の出来形管理要領(案)		再編版 3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)			
		(本文)		(参考資料・様式集)	
		1編	総則	1編	総則
1	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)	2編	土工編 (施工履歴データを用いた出来形管理要領追記)	2編	土工編(参考資料・様式集)
2	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)				
3	TS等光波方式を用いた出来形管理の出来形管理要領(土工編)(案)				
4	TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)				
5	RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)				
6	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)				
7	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)				
8	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)	3編	舗装工事編	3編	舗装工事編(参考資料・様式集)
9	TS等光波方式を用いた出来形管理の出来形管理要領(舗装工事編)(案)				
10	TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理の出来形管理要領(舗装工事編)(案)				
11	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)				
12	施工履歴データを用いた出来形管理要領(路面切削工事編)(案)	4編	路面切削工事編	4編	路面切削工事編(参考資料・様式集)
13	音響測深機器を用いた出来形管理要領(河川浚渫工事編)(案)	5編	河川浚渫工事編	5編	河川浚渫工事編(参考資料・様式集)
14	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)				
15	TS等光波方式を用いた出来形管理の出来形管理要領(護岸工編)(案)	6編	護岸工編 (UAV・TLS等の出来形管理要領追記)	6編	護岸工編(参考資料・様式集)
16	施工履歴データを用いた出来形管理要領(表層安定処理等・中層地盤改良工事編)(案)	7編	表層安定処理等・中層地盤改良工事編	7編	表層安定処理等・中層地盤改良工事編(参考資料・様式集)
17	施工履歴データを用いた出来形管理要領(スラリー攪拌工編)(案)	8編	スラリー攪拌工編	8編	固結スラリー攪拌工編(参考資料・様式集)
18	3次元計測技術を用いた計測要領(案)	9編	法面工編 (UAV斜め撮影の追記)	9編	法面工編(参考資料・様式集)
		10編	トンネル工編	10編	トンネル工編(参考資料・様式集)
		11編	橋脚・橋台編	11編	橋脚・橋台編(参考資料・様式集)

※赤字 R3年度 新規・改定に伴い追記した事項

- 再編版の「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)」には、付属資料として「対象工種および対象技術一覧/各技術の作業フローと再編版要領目次との対応」を備えており、「対象工種および対象技術一覧/各技術の作業フローと再編版要領目次との対応」と「再編版要領」をリンクすることにより、対象となる工種や使用される技術から作業フローへ、さらには作業フローから再編版要領の記載箇所へリンクすることができる。

対象工種および対象技術一覧/ 各技術の作業フローと再編版要領目次との対応

再編版要領本文

3次元計測技術を用いた出来形管理要領
対象工種および対象技術一覧

工種	技術	UAV	TLS	地上移動型 計測機	無人航空機 搭載型計測機	TLS/地上型 計測機	TLS/地上型 計測機	RTK-GNSS	音響測深 装置	地上型測 深装置
土工	掘削	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	埋戻	○	○	○	○	○	○	○	○	○
構築	基礎	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	躯体	○	○	○	○	○	○	○	○	○
路面切削	切削	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	埋戻	○	○	○	○	○	○	○	○	○
護岸	護岸	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	防波	○	○	○	○	○	○	○	○	○
表層安定処理等 ・中層地盤改良	表層安定	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	地盤改良	○	○	○	○	○	○	○	○	○
橋脚工 (スクリュー掘削)	橋脚	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	掘削	○	○	○	○	○	○	○	○	○
法面工	法面	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	掘削	○	○	○	○	○	○	○	○	○
トンネル工	トンネル	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	掘削	○	○	○	○	○	○	○	○	○

※工種内の技術名をクリックすると、各要領の作業フローに移動します

【土工】空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理要領の作業フローに対応した目次

作業フロー

- ① 施工計画書
- ② 準備工
- ③ 3次元起工測量
- ④ 3次元設計データ作成
- ⑤ (施工)
- ⑥ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑦ 3次元データの納品

出来形管理要領(案)目次 (UAV部分抜粋)

第2編 土工編

第1章 本管理要領(案)に記載のない事項

第2章 適用の範囲

第3章 3次元計測技術を用いた出来形管理に必要な実施事項

第1節 施工計画書

第2節 工事基準点の設置

第3節 工事測量(起工測量) (面管理の場合)

3-1 工事測量(起工測量)

第4節 3次元設計データ・基本設計データ

4-1 3次元設計データ作成(面管理の場合)

4-1-1 3次元設計データ作成ソフトウェア

4-1-2 3次元設計データの作成

4-1-3 3次元設計データの確認

第5節 その他の計測

5-1 部分払い用出来高計測(面管理の場合)

5-3 若縁計測(面管理の場合)

第6節 出来形管理

6-1 出来形管理(面管理の場合)

6-1-1 出来形機要件作成ソフトウェア

6-1-2 出来形計測

6-1-3 出来形計測箇所

6-1-4 出来形管理資料の作成

第4章 3次元計測技術別の計測手順と実施事項

第1節 多点計測技術(面管理の場合)

1-1 各技術の計測における共通事項

1-1-1 機器構成

1-1-2 計測点群データ処理

1-2 空中写真測量(UAV)

1-2-1 出来形管理の主な手順

1-2-2 機器構成

1-2-3 計測ソフトウェア

1-2-4 計測性能及び精度管理

1-2-5 出来形管理

第5章 出来形管理基準及び飛行時間確保に関する事項

第1節 出来形管理基準(面管理の場合)

第6章 数量算出

第7章 出来形管理写真基準(面管理の場合)

第1節 出来形管理写真基準

第8章 出来形管理データ管理(面管理の場合)

第1節 出来形管理データ管理

■ 参考資料

第2編 土工編
第4章 3次元計測技術別の計測手順と実施事項
多点計測技術(面管理の場合) 空中写真測量(UAV)

1-2-4 計測性能及び精度管理

空中写真測量(UAV)による出来形計測で利用するUAV及びデジタルカメラは、下記の測定精度と同等以上の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領(案)に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するUAV及びデジタルカメラの性能について監督職員に提出すること。以下に、UAV及びデジタルカメラの性能基準を示す。

計測	計測性能	測定精度	計測密度
起工測量	地上面素寸法 20mm/画素以内	【鉛直方向・平面方向】 ±100mm以内	1点以上/0.25㎡(0.5m×0.5mメッシュ)
部分払い	地上面素寸法 30mm/画素以内	【鉛直方向・平面方向】 ±200mm以内	1点以上/0.25㎡(0.5m×0.5mメッシュ)
出来高計測	地上面素寸法 10mm/画素以内	【鉛直方向・平面方向】 ±50mm以内	出来形計測用 1点以上/1㎡(1m×1mメッシュ)

なお、地上面素寸法は、上記を基本とするが、現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合は、任意の地上面素寸法にて計測してもよい。
(カタログ記載に加え、「参考資料-6 空中写真測量(UAV)の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」による現場確認を行うこと)

【解説】

1) 計測性能

デジタルカメラの計測性能については、必要な精度を満たす地上面素寸法を確保できる画素数を有すること。ただし現場精度確認において必要な測定精度を確保することが確認できる場合には、上記の地上面素寸法とは異なる性能のデジタルカメラを用いることができる。また、使用するデジタルカメラは、インターバル撮影又は、遠隔でシャッター操作ができる機能を有することとする(動画ではなく連続静止画像撮影に対応していること)。また、UAVの計測性能については、以下の性能及び機能を有することとする。

- ・撮影計画を満足する揚力及び飛行時間を確保できる機体であること。
- ・航空法に基づく無人飛行機の許可要件に準じた機体であること。

※「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた機体性能を有するとともに、当該機体に関する飛行マニュアルを整備しておくこと。

- ・所定のラップ率、地上面素寸法が確保できる飛行経路及び飛行高度の算出するソフトウェアを有すること。

UAV及びデジタルカメラについては、製造メーカー等による保守点検を実施する。点検の