

I C T 活用工事の手引き

本手引きは、I C T 活用工事の円滑な進捗に寄与することを目的に、工事契約から完成までの、受注者の実施すべき内容と、発注者の監督・検査項目、及び双方の留意事項についてまとめたものです。

なお、本手引きは、「I C T 活用工事の手引き（案）（中部地方整備局企画部平成 28 年 12 月 6 日）」を参考に作成しています。

~~平成 30 年 1 月 1 日~~令和元年 9 月 1 日

三重県県土整備部

目 次

【序】	I C T活用工事について			
1)	I C T活用工事とは	.....	4	4
2)	三重県県土整備部におけるI C T活用工事試行要領 適用する要領・基準等	..... ..	4	4
1.	I C T活用工事の実施協議			
1.1	I C T活用工事を実施する希望がある場合の協議	.....	9	6
1.2	I C T活用工事対象範囲の協議	.....	10	8
1.2.1	3次元起工測量（U A Vによる写真測量等）	.....	11	9
1.2.2	3次元設計データ作成	.....	12	11
1.2.3	I C T建機による施工（I C T施工機械での施工）	.....	15	13
1.2.4	3次元出来形管理等の施工管理	.....	18	16
1.3	3次元データを使った設計図書作成指示	.....	21	19
2.	機器・ソフトウェア等の選定			
2.1	機器・ソフトウェアの調達	.....	22	20
2.1.1	U A V（ドローン）	.....	22	21
2.1.2	デジタルカメラ	.....	24	22
2.1.3	地上型レーザースキャナー（T L S）	.....	25	23
2.1.4	パソコン及びソフトウェア	.....	26	24
2.2	電子納品の事前協議	.....	29	26
2.3	工事施工中の指示・協議	.....	30	27
3.	施工計画書（起工測量）			
3.1	適用（U A V）	.....	33	28
3.2	使用機器・ソフトウェア（U A V）			
3.2.1	無人航空機（U A V）	.....	33	29
3.2.2	デジタルカメラ（U A V）	.....	35	30
3.2.3	ソフトウェア（U A V）	.....	37	34
3.3	撮影計画（U A V）	.....	38	35
3.4	適用（T L S）	.....	40	37
3.5	使用機器・ソフトウェア（T L S）			
3.5.1	地上型レーザースキャナー（T L S）	.....	40	38
3.5.2	ソフトウェア（T L S）	.....	41	39
4.	工事基準点の設置			
4.1	工事基準点の指示	.....	42	40
4.2	工事基準点の設置	.....	43	41
5.	起工測量実施及び成果作成			
5.1	標定点・検証点の設置			

5.1.1	標定点・検証点の設置 (UAV)	.....	44	42
5.1.2	標定点の設置 (TLS)	.....	45	43
5.2	UAVによる起工測量の実施 (UAV)	.....	46	44
5.2.1	空中写真測量の実施 (UAV)	.....	47	450
5.2.2	計測点群データ作成 (UAV)	.....	48	46
5.2.3	精度確認 (UAV)	.....	49	47
5.2.4	起工測量計測データの作成 (UAV)	.....	50	48
5.3	TLSによる起工測量の実施 (TLS)			
5.3.1	TLSの設置 (TLS)	.....	51	49
5.3.2	TLS測量の実施 (TLS)	.....	52	50
5.3.3	起工測量計測データの作成 (TLS)	.....	53	51
5.4	起工測量の成果	.....	54	52
6.	3次元設計データ			
6.1	3次元設計データの作成	.....	55	53
6.2	3次元設計データの確認	.....	57	55
7.	設計図書の照査	.....	59	57
8.	施工計画書 (工事編)	.....	60	58
9.	ICT建設機械による施工	.....	61	59
10.	3次元出来形管理			
10.1	出来形計測	.....	62	61
10.2	出来形管理帳票の作成	.....	65	63
10.3	出来形管理写真の撮影			
10.3.1	UAVによる出来形管理の写真管理	.....	67	65
10.3.2	TLSによる出来形管理の写真管理	.....	68	66
10.4	岩線計測	.....	69	67
11.	設計変更協議			
11.1	ICT土工の数量算出	.....	70	68
11.2	変更設計積算	.....	71	69
12.	電子成果品			
12.1	UAVによる出来形管理の電子成果品	.....	72	70
12.2	TLSによる出来形管理の電子成果品	.....	73	71
13.	検査			
13.1	書面検査	.....	74	72
13.2	実地検査	.....	75	73
様式-1	3次元設計データチェックシート	.....	76	74

ICT活用工事の手引き改定履歴
平成30年1月1日制定
令和元年9月1日一部改定

ICT活用工事について

1) ICT活用工事とは

- ・ICTとはInformation and Communication Technologyの略で「情報通信技術」。
- ・国土交通省が提唱するi-Construction(※)に基づき、ICTの活用を図るため、起工測量、設計図書の照査、施工、出来形管理、検査及び工事完成図や施工管理の記録及び関係書類について3次元データを活用する工事。

※i-Construction

建設現場における一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し、建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るとともに安全性の確保を推進する取り組み。

○i-Constructionの目指すもの

- ・一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善
- ・建設現場に携わる人の賃金の水準の向上を図るなど魅力ある建設現場に
- ・死亡事故ゼロを目指し、安全性が飛躍的に向上

~~2) 三重県県土整備部におけるICT活用工事試行要領~~

~~1 趣旨~~

~~今後、生産年齢人口が減少することが予想されている中、建設分野において、生産性向上は避けられない課題となっている。このため、建設現場における一人一人の生産性を向上させ、企業の経営環境を改善し、建設現場に携わる人の賃金水準の向上を図るとともに、安全性の確保を推進する必要がある。~~

~~本要領は、三重県県土整備部が発注する工事において、情報通信技術（ICT）の活用による効果や課題を検証するために行うICTを活用した工事について、必要な事項を定めるものとする。~~

~~2 ICTを活用した工事~~

~~2-1 概要~~

~~ICT活用工事とは、以下に示す①～⑤の施工プロセスのうち、全てもしくは一部においてICTを活用する工事である。~~

- ~~① 3次元起工測量~~
- ~~② 3次元設計データ作成~~
- ~~③ ICT建設機械による施工~~
- ~~④ 3次元出来形管理等の施工管理~~
- ~~⑤ 3次元データの納品~~

~~2-2 各段階におけるICTの活用の具体的な内容~~

~~ICTの活用の具体的な内容については、次の①～⑤によるものとする。~~

~~① 3次元起工測量~~

~~起工測量において、下記1)～3)の方法により3次元測量データを取得するために測量を行うものとする。~~

- ~~1) 空中写真測量（無人航空機）による起工測量~~
- ~~2) レーザースキャナーによる起工測量~~
- ~~3) その他の3次元計測技術による起工測量~~

~~② 3次元設計データ作成~~

~~設計図書や①で得られたデータを用いて、3次元出来形管理を行うための3次元設計データを作成する。~~

~~③ ICT建設機械による施工~~

~~②で得られた3次元設計データまたは施工用に作成した3次元データを用いて、下記1)～4)に示す技術（ICT建設機械）により施工を実施する。~~

- ~~1) 3次元マシンコントロール（ブルドーザ）技術~~
- ~~2) 3次元マシンコントロール（バックホウ）技術~~
- ~~3) 3次元マシンガイダンス（ブルドーザ）技術~~
- ~~4) 3次元マシンガイダンス（バックホウ）技術~~

~~④ 3次元出来形管理等の施工管理~~

~~工事完成物について、ICTを活用して施工管理を実施する。~~

~~＜出来形管理＞~~

~~下記1)～3)のいずれかの技術を用いた出来形管理を行うものとする。~~

- ~~1) 空中写真測量（無人航空機）による出来形管理技術（土工）~~
- ~~2) レーザースキャナーによる出来形管理技術（土工）~~
- ~~3) その他の3次元計測技術による出来形管理技術（土工）~~

~~＜品質管理＞~~

~~下記4)の技術を用いた品質管理を行うものとする。~~

- ~~4) TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理技術~~

~~⑤ 3次元データの納品~~

~~④により確認された3次元施工管理データを、工事完成図書として納品する。~~

~~3 対象とする工事~~

~~ICT活用工事は三重県県土整備部が発注する建設工事から、地域機関の長が選定するものとする。~~

~~4 対象とする工種~~

~~ICT活用工事においてICTの活用の対象となる工種は、河川、砂防、海岸及び道路工事等における概ね1,000m³以上の土工とする。~~

5 2) 適用する要領・基準等

ICT活用工事の実施にあたっては、三重県が定める建設工事関連諸規定のほか、（別表1）に掲げる要領・基準類を適用する。

3次元起工測量・3次元出来形管理等の施工管理については、「空中写真測量（無人航空機）」「地上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」「TS等光波方式」「TS（ノンプリズム方式）」「地上移動体搭載型レーザースキャナー」「RTK-GNSS」「その他3次元計測技術」による方法がある。

「ICT活用工事の手引き」では、このうち使用頻度の高い「空中写真測量（無人航空機）」「地上型レーザースキャナー」について解説を行い、「無人航空機搭載型レーザースキャナー」「TS等光波方式」「TS（ノンプリズム方式）」「地上移動体搭載型レーザースキャナー」「RTK-GNSS」についてはこれら以外の方法も含めて「その他」「等」と表現し、各方法の詳細は解説を省略している。

~~6 ICT活用工事の実施方法~~

~~地域機関は、以下の発注方式によりICT活用工事を発注する。~~

~~(1) 発注者指定型（発注者が選定した工事で、ICTの活用を義務づける工事）~~

~~受注者は、ICT活用工事の指定がある場合は、施工プロセスの全てもしくは一部においてICTを活用する工事を実施するものとする。~~

~~ただし、一部においてICTを活用する場合には、2-1①～③は必須とする。~~

~~なお、受注者は、ICTの活用内容等について発注者と「別紙」により協議するとともに、発注者が指定した活用範囲を提案により拡大することができる。~~

~~(2) 施工者希望型（発注者が選定した工事で、受注者の希望によりICTの活用が可能である工事）~~

~~受注者は、対象工事のうちICTを活用した工事を行う希望がある場合、発注者へ「別紙」により協議を行い、協議が整った場合にICT活用工事として実施することができる。~~

~~7 入札公告等への明示~~

~~ICT活用工事を発注する地域機関の長は、入札公告及び特記仕様書においてICT活用工事である旨を明示する。~~

~~8 経費の計上~~

~~(1) 発注者指定型のICT活用工事を発注する場合は、別表1の「積算基準（三重県県土整備部）」に基づき、工事発注時に必要な経費を計上する。~~

~~なお、発注者指定型で指定したICTの適用範囲の変更を行う場合は、別表1の「積算基準（三重県県土整備部）」に基づき、変更設計で精算する。~~

~~(2) 施工者希望型のICT活用工事を発注する場合は、当初発注時は従来施工の積算基準を用いることとし、ICTに関する経費は、ICT施工の積算基準に基づき変更設計で計上する。~~

~~(3) 3次元出来形管理等の施工管理および3次元データの納品に係る経費については、間接費に含まれることから計上しない。~~

~~9 工事成績評定における評価~~

~~(1) 発注者指定型~~

~~ICT活用工事を実施した場合、創意工夫における【施工】において加点評価する。~~

~~なお、受注者の責により指定した施工プロセスの全てあるいは一部において、ICTを活用できない場合は、契約時の条件が履行されないため、工事成績評定から減点する。~~

~~(2) 施工者希望型~~

~~2-1①～⑤の施工プロセスのうち、3つ以上の施工プロセスでICTを活用した場合、創意工夫における【施工】において加点評価する。~~

~~なお、受注者の責により提案した施工プロセスの全てあるいは一部において、ICTを活用できなかった場合は、契約時の条件としていないため、減点はしないものとする。~~

~~10 講習会等の実施~~

~~ICTを活用した工事の推進を目的として、発注者の求めにより官民等を対象とした現場見学会や講習会等を実施する場合は、受注者はこれに協力するものとする。~~

~~1.1 その他~~

~~受注者は、発注者がICT活用工事に対するアンケートを行う場合は、回答をすること。~~

~~また、この要領に定めない事項については、発注者及び受注者の協議により定めることができる。~~

~~附 則~~

~~この要領は、平成30年1月1日以降起案にかかるものから適用する。~~

(別表1) ICT活用工事に関する要領・基準類

種別	No	名称	
積算	1	積算基準 (三重県県土整備部)	三重県
調査 測量 設計	2	UAVを用いた公共測量マニュアル (案) ※UAV 測量マニュアル	国土地理院
	3	地上レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル (案)	国土地理院
	4	UAV搭載型レーザスキャナを用いた公共測量マニュアル (案)	国土地理院
	5	三重県 CALS 電子納品運用マニュアル	三重県
	6	LandXML1.2 に準じた 3次元設計データ交換標準(案) (同運用ガイドラインを含む)	国土技術政策総合研究所
施工 管理	7	三重県公共工事共通仕様書	三重県
	8	土木工事数量算出要領 (案)	国土交通省
	9	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) ※UAV 出来形管理要領	国土交通省
	10	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) ※TLS 出来形管理要領	国土交通省
	11	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)	国土交通省
	12	TS 等光波方式を用いた出来形管理要領 (土工編) (案)	国土交通省
	13	TS (ノンプリズム方式) を用いた出来形管理要領 (土工編) (案)	国土交通省
	14	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)	国土交通省
	15	RTK-GNSSを用いた出来形管理要領 (土工編) (案)	国土交通省
	16	TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領 (案) ※締固め管理要領	国土交通省
	17	施工履歴データによる土工の出来高算出要領 (案)	国土交通省
	18	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)	国土交通省
	19	ICTバックホウの情報化施工管理要領 (案) ※ICT バックホウ要領	中部技術事務所
	20	ICTブルドーザの情報化施工管理要領 (案) ※ICT ブルドーザ要領	中部技術事務所
21	ICT建設機械 精度確認要領(案)	国土交通省	
監督 検査	22	工事検査要領	三重県
	23	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) ※UAV 監督検査要領	国土交通省
	24	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)※TLS 監督検査要領	国土交通省
	25	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)	国土交通省
	26	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)	国土交通省
	27	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)	国土交通省
	28	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)	国土交通省
	29	RTK-GNSS を用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)(案)	国土交通省
	30	TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領 (案)	国土交通省
	31	建設工事成績評定要領	三重県
その他	32	ICT活用工事の手引き	三重県

注) ※について「ICT活用工事の手引き」本文で用いる略称を記載してある。

※注) 国土交通省等の要領についてはホームページ等で最新のものを確認すること。

国土交通省 hp : https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html

種別	No	名 称	
積算	1	積算基準（三重県県土整備部）	三重県
調査 測量 設計	2	UAVを用いた公共測量マニュアル（案）	国土地理院
	3	三重県 CALS 電子納品運用マニュアル	三重県
	4	3次元設計データ交換標準（同運用ガイドラインを含む）	国土地理院
施工 管理	5	三重県公共工事共通仕様書	三重県
	6	土木工事数量算出要領（案）	国土交通省
	7	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）	国土交通省
	8	レーザースキャナーを用いた出来形管理要領 （土工編）（案）	国土交通省
	9	TS を用いた出来形管理要領（土工編）国土交通省	国土交通省
	10	TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理要領 国土交通省	国土交通省
	11	ICTバックホウの情報化施工管理要領（案）	中部技術事務所
	12	ICTブルドーザの情報化施工管理要領（案）	中部技術事務所
	13	工事検査要領	三重県
監督 検査	14	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）	国土交通省
	15	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）	国土交通省
	16	TS を用いた出来形管理の監督・検査要領（河川土工編）	国土交通省
	17	TS を用いた出来形管理の監督・検査要領（道路土工編）	国土交通省
	18	TS・GNSS を用いた盛土の締固め管理の監督・検査要領	国土交通省
	19	建設工事成績評定要領	三重県
	20	ドローン運用・管理マニュアル	三重県
その他	21	ICT活用工事の手引き	三重県

ICT活用工事計画書

~~当該工事において、施工プロセスの各段階および作業内容において、ICTを活用する場合は、左端のチェック欄に「し」と記入する。~~

<input type="checkbox"/>	① 3次元起工測量	作業内容		採用する 技術番号 (参考)	1 空中写真測量（無人航空機）による起工測量 2 レーザスキャナ技術による起工測量 3 その他の3次元計測技術による起工測量
<input type="checkbox"/>	② 3次元設計データ作成				※3次元出来形管理に用いる3次元設計データの作成であり、ICT建設機械にのみ用いる3次元設計データは含まない。
<input type="checkbox"/>	③ ICT建設機械による施工	<input type="checkbox"/>	掘削工		1 3次元マシンコントロール（ブルドーザ）技術 2 3次元マシンコントロール（バックホウ）技術 3 3次元マシンガイダンス（ブルドーザ）技術 4 3次元マシンガイダンス（バックホウ）技術
<input type="checkbox"/>		盛土工			
<input type="checkbox"/>		路体盛土工			
<input type="checkbox"/>		路床盛土工			
<input type="checkbox"/>		法面整形工			
<input type="checkbox"/>	④ 3次元出来形管理等の施工管理	<input type="checkbox"/>	出来形		1 空中写真測量（無人航空機）による出来形管理技術（土工） 2 レーザスキャナによる出来形管理技術（土工） 3 その他の3次元計測技術による出来形管理技術（土工）
<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	品質		1 TS・GNSSによる締固め回数管理技術（土工）
<input type="checkbox"/>	⑤ 3次元データの納品				

~~注1) ICT活用工事の詳細については、追加特記仕様書によるものとする。~~

~~注2) 具体的な工事内容及び対象土工範囲については、契約後、施工計画の提出までに、発注者へ提案・協議し決定する。~~

1. ICT活用工事の実施協議

1.1 ICT活用工事を実施する希望がある場合の協議

○実施項目

受注者は、発注方式が施工者希望型の場合で、ICT活用工事を実施する希望がある場合は、**三重県県土整備部におけるICT活用工事試行要領の（別紙）「ICT活用工事計画書」（別紙）**に作業内容をチェックし協議を行う。

発注者は、本協議を受理・指示する。

○ICT活用工事試行要領

2 ICTを活用した工事

2-1 概要

ICT活用工事とは、以下に示す①～⑤の施工プロセスのうち、全てもしくは一部においてICTを活用する工事である。

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成
- ③ ICT建設機械による施工
- ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- ⑤ 3次元データの納品

●留意事項

ア) ICT活用工事実施に留意が必要な現場

以下の現場条件ではICT活用工事の実施に支障があるため留意すること。

①水中掘削が想定される現場

- ・想定している3次元測量技術（UAV、TLS等）が使用出来ない
→起工測量、出来形管理は従来方法とし、ICT建機による施工によりICTを活用することができる
→3次元出来形管理による施工管理をする場合は施工履歴データを用いた出来形管理等とすることができる
- ・出来形が流水の影響を受ける
→3次元出来形管理による施工管理をする場合は施工履歴データを用いた出来形管理等とすることができる
- ・水中掘削はICT建機による掘削歩掛の適用外
→必要に応じて協議により国土交通省の積算要領（ICT活用工事（河床等掘削）積算要領等）を用いることができる

②掘削の大部分が岩である場合

- ・一般的なICT建機は岩掘削に対応していない
- ・岩掘削はICT建機による掘削歩掛の適用外
→岩が露出するまではICT建機で施工し、岩については従来建機での施工とする。なお軟岩Iの法面整形は歩掛適用している

③起工測量時に積雪がある場合

- ・想定している3次元測量技術（UAV、TLS等）が使用出来ない

④谷部にあり衛星が捉えられない現場

- ・ICT建機、UAVの稼働に支障がある
→TLS自動追尾でのICT建機の活用や、協議を行いTLSでの測量ができる

イ) ICTの活用工事が実施出来ないと判断されやすい土工類似工種

以下の工種はICT活用工事の対象としないが、実施できるものと間違いやすいため注意が必要ならないと判断されやすいが、協議によりICTを活用することができることから留意すること。

①補強土壁の背面盛土工

→TS・GNSSによる締固め回数管理技術は利用可能

②小規模な土工

→3つ以上のプロセスを活用することによりインセンティブが付与（工事成績評定での加点）される

③残土受入地などでの巻き出し厚を管理しない盛土

→ICT技術を用いた土量管理は可能（本手引き 1.2.4.●留意事項キ）参照）

④作業土工

→必要に応じて国土交通省の積算要領（ICT活用工事（作業土工（床掘））積算要領）を用いることで実施は可能

~~⑤任意仮設の土工（出来形等を確認しないもの）~~

~~⑥準備工に含まれる土工（表土はぎ取り等）~~

ウ) その他留意が必要な現場

以下の現場についてはICT建機を使用する理由が限定的になることから、ICT活用工事として実施しようとする場合は、必要に応じて技術管理課まで相談すること。

①盛土において巻き出し厚を管理しない場合（海岸養浜工等）

②河川や砂防ダム等の堆積土砂の掘削工（除石工等）

1.2 ICT活用工事対象範囲の協議

○実施項目

受注者は、ICT活用工事における4つの施工プロセスについて、具体的施工内容と対象範囲を本手引き 1.2.1~1.2.4に基づき協議する。

- ① 3次元起工測量（UAVによる写真測量等）
 - ② 3次元設計データ作成
 - ③ ICT建機による施工（ICT施工機械での施工）
 - ④ 3次元出来形管理等の施工管理
- 発注者は、本協議を受理・指示する。

○ICT活用工事試行要領

6 ICT活用工事の実施方法

地域機関は、以下の発注方式によりICT活用工事を発注する。

(1) 発注者指定型（発注者が選定した工事で、ICTの活用を義務づける工事）

受注者は、ICT活用工事の指定がある場合は、施工プロセスの全てもしくは一部においてICTを活用する工事を実施するものとする。

ただし、一部においてICTを活用する場合には、2-1①~③は必須とする。

なお、受注者は、ICTの活用内容等について発注者と「別紙」により協議するとともに、発注者が指定した活用範囲を提案により拡大することができる。

(2) 施工者希望型（発注者が選定した工事で、受注者の希望によりICTの活用が可能である工事）

受注者は、対象工事のうちICTを活用した工事を行う希望がある場合、発注者へ「別紙」により協議を行い、協議が整った場合にICT活用工事として実施することができる。

●留意事項

ア) 具体的内容と対象範囲

ICT活用工事の実施内容のうち、4つの施工プロセスについては、生産性向上と合理性の観点で総合的に検討し、対象範囲・内容について協議する。

協議するそれぞれの対象範囲・内容については、一様ではないため注意する。

イ) 生産性向上と合理性の観点とは？

ICT活用工事試行要領ではICT活用を「①~⑤の施工プロセスのうち、全てもしくは一部においてICTを活用する工事」としているが、工事によってはICTの活用は合理性に欠け、建設現場の生産性向上に寄与しないものもある。

以下の様な現場では、ICT活用の対象範囲等について十分検討した上で協議する必要がある。

- ・規模が少ない土工でのICT建機の使用
- ・従来よりも手間がかかるICT技術の使用

ウ) 3次元データの納品について

ICT活用工事における施工プロセスの⑤「3次元データの納品」に関しては、特に協議は必要無いが、UAVとTLSを使用する場合は成果品が異なるため留意する。

1.2.1 3次元起工測量（UAVによる写真測量等）

○実施項目

受注者は、ICT活用工事の施工プロセス：①3次元起工測量（UAVによる写真測量等）について、具体的施工内容と対象範囲を協議する。

また、本件に関しては設計変更の対象とする。

受注者は、本工事の起工測量において、原則、下記1)の方法により、3次元測量データを取得するために測量を行うものとする。しかし、現場条件等により下記1)の方法が不適当な場合は、下記2)や3)～8)の方法により行うものとする。

- 1) 空中写真測量（無人航空機）による起工測量
- 2) 地上型レーザースキャナーによる起工測量
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた起工測量
- 4) トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた起工測量
- 5) RTK-GNSSを用いた起工測量
- 6) 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 7) 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 8) その他3次元計測技術による起工測量

費用について

(1) 発注者指定型

「3次元起工測量」に要する費用については、積算基準（三重県県土整備部）に基づき計上している。

(2) 施工者希望型

受注者が、契約後、発注者と協議を行い、協議が整った場合、設計変更の対象とし、「3次元起工測量」に要する費用については、積算基準（三重県県土整備部）に基づき計上することとする。

なお、「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」にかかる経費については、間接費に含まれることから別途計上しない。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~4~~-3-1

TLS 出来形管理要領 ~~4~~-3-1

UAV 測量マニュアル

公共測量における UAV の使用に関する安全基準（案）※以下「UAV 安全基準」という

- ① TS 等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ② TS（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ③ RTK-GNSSを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ④ 地上移動体搭載型 LSを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ⑤ 無人航空機搭載型 LSを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ⑦ その他

※上記①～⑦を以下「その他出来形管理要領」という

積算基準（三重県県土整備部）

●留意事項

ア) 協議内容

- ◇起工測量の実施手段

UAV、TLS、その他（トータルステーション等光波方式、トータルステーション（ノンプリズム方式）、RTK-GNSS、無人航空機搭載型レーザースキャナー、地上移動体搭載型レーザースキャナー、その他等）を選択する。

◇起工測量の範囲

範囲を示す平面図を添付して協議する。起工測量範囲については施工上必要な範囲とすること（本手引き 3.3●留意事項エ）オ）参照）。

イ) 具体的内容と対象範囲

起工測量手段を選ぶために、実際の現場条件に照らして以下を検討。

- ・ UAV飛行条件の確認

国交本省航空局HP（無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール）

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html

等、関係法令・規定を遵守する。

ウ) UAVによる航空測量実施が不適当な現場条件例

- ①伐採前の林地・草刈り前の草地
- ②流水のある河川の河床
- ③積雪

エ) TLS等を使用する条件

原則、3次元起工測量はUAVによる航空写真測量（以下「UAV測量」という）によることとするが、高圧電線直近で飛行する等場合や立木による現地盤不可視等の制約により、UAV測量が不適当な場合は、TLSやその他の手法を用いることができる。

また、経済性比較により、UAV測量よりTLSやその他の手法が優位である場合は、TLSやその他の手法を用いて良い（受注者の都合によりTLSやその他の手法を用いる場合は承諾扱い）。

いずれの場合も必要な資料（現場条件や経済性比較等）を添付し協議する。

オ) UAV~~等~~、TLS、その他の測量技術の併用活用

UAV~~等~~、TLS、その他の測量技術をそれぞれ使い分けて同じ現場で使用することが合理的な場合は、上項に準じた資料を添付し協議すること。

カ) 設計変更

- ・ 変更協議の対象

従来の起工測量に含まれておらず、3次元起工測量にのみ必要な作業については、変更協議の対象とする。

- ・ 変更対象とする作業例

- ① UAV、TLS等による測量
- ②①を補うために行うTS等による3次元測量

- ・ 変更対象に含まれない作業例

- ①基準点等の設置（従来の起工測量に含まれているもの）
- ②ICT建機稼働のための基地局等の設置（ICT建機のシステムの初期費に含まれる）
- ③起工測量以外の完成時又は出来形管理のための測量（間接費に含まれる）

1.2.2 3次元設計データ作成

○実施項目

受注者は、ICT活用工事の施工プロセス：②3次元設計データ作成について、具体的施工内容と対象範囲を協議する。

また、本件に関しては設計変更の対象とする。

受注者は、設計図書や3次元起工測量で得られたデータを用いて、3次元出来形管理を行うための3次元設計データを作成する。

費用について

(1) 発注者指定型

「3次元設計データ作成」に要する費用については、積算基準（三重県県土整備部）に基づき計上している。

(2) 施工者希望型

受注者が、契約後、発注者と協議を行い、協議が整った場合、設計変更の対象とし、「3次元設計データ作成」に要する費用については、積算基準（三重県県土整備部）に基づき計上することとする。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~4~~-1, ~~4~~5-2

TLS 出来形管理要領 ~~4~~-1, ~~4~~5-2

その他出来形管理要領

積算基準（三重県県土整備部）

●留意事項

i-Constructionの目指す土工の将来像は、3次元測量→3次元設計→3次元による施工、という一連の流れであるが、現状では3次元の設計ストックが足りないため、従来の2次元設計図面にて工事を発注し、受注者の手により、設計を3次元データ化する作業を行っている。

ICT活用工事では、この3次元データ化の作業について、将来像を見据えて「3次元設計データ作成」と呼んでいる。

実際には、当面の間は変更設計においても2次元図面で行わなければならない。

ア) 協議内容（具体的内容と対象範囲）

◇ 3次元設計の対象

- ・ ICT活用工事対象の土工のみ。
- ・ 対象を示す平面図を添付して協議する。

イ) 設計変更

・ 変更協議の対象

2次元から3次元設計化に必要な作業について変更協議の対象とする。

・ 変更対象に含まれない作業例

- ①設計図書の照査に関わる作業
- ②その他協議図面作成に関わる作業
- ③完成図書作成に関わる作業

(①②③とも、従来から間接費等に含まれている)

ウ) 土量の数量計算と積算区分

土工の積算上の作業区分を3次元的に算出する合理的な手法がまだ確立されておらず、従来手法の平均断面法に頼らざるを得ない状況を考慮して、基本は従来手法である測点間での平均断面法による土量の精算を行うものとする。

これは受注者が3次元的に土量計算を行って施工管理を行うことを妨げるものではない。
また、土工の積算上の作業区分分けが不要かつ土質区分も一定である等の理由により、ICT活用工事における3次元CADソフトを使用した計算手法を協議により選択することもできる。
なお、土量の数量計算に関しては、この段階で協議することが望ましい。

1.2.3 ICT建設機械による施工（ICT施工機械での施工）

○実施項目

受注者は、ICT活用工事の施工プロセス：③ICT建設機械による施工について、具体的な施工内容と対象範囲を協議する。

3次元設計データ作成で得られた3次元設計データまたは施工用に作成した3次元データを用いて、ICT建設機械により施工を実施する。

- 1) ブルドーザの排土板の位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分に基づき制御データを作成し、排土板を自動制御する3次元マシンコントロール技術を用いて、河川・砂防・道路土工の敷均しを実施する。
- 2) ブルドーザの排土板の位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分を表示し、排土板を誘導する3次元マシンガイダンス技術を用いて、河川・砂防・道路土工の敷均しを実施する。
- 3) バックホウのバケットの位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分に基づき制御データを作成し、バケットを自動制御する3次元マシンコントロール技術を用いて、河川・砂防・道路土工の掘削、法面整形を実施する。
- 4) バックホウのバケットの位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分を表示し、バケットを誘導する3次元マシンガイダンス技術を用いて、河川・砂防・道路土工の掘削、法面整形を実施する。

費用について

(1) 発注者指定型

「ICT建設機械による施工」に要する費用については、積算基準（三重県県土整備部）に基づき計上している。

(2) 施工者希望型

受注者が、契約後、発注者と協議を行い、協議が整った場合、設計変更の対象とし、「ICT建設機械による施工」に要する費用については、積算基準（三重県県土整備部）に基づき計上することとする。

【関係基準類】

ICT活用工事試行要領

積算基準（三重県県土整備部）

●留意事項

ア) 協議内容

◇ICT建機と土工の組合せ

従来建機も合わせた合理的な施工ワークを考慮。
生産性向上の視点が重要。

◇ICT建機による施工範囲

範囲を示す平面、横断図を添付して協議する。

イ) ICT建機使用の合理性の確認

ICT建機による施工対象工種については、バックホウによる掘削・法面整形、ブルドーザによる敷均しを対象とするが、以下の例に示す、現場条件・施工条件については、合理性の観点から実施の如何を判断すること。

例1) 残土受入地等の飛び地での小規模土工が有る場合

※小規模な土工にも関わらず、ICT建機の残土受入地への配置（2パーティ編成）が必要となり合理性に欠ける

例2) バックホウワークがメインの工事で小規模なブルワーク盛土が有る場合

※バックホウとブルの2台編成が必要となるが、ICTブルの配置は合理性に欠ける。

(参考) 積算要領基準上のICT土工の適用範囲 (概要)

A) 共通

適用工種

- ・機械施工 (片切掘削含む) が対象

適用外工種

- ・小規模土工、人力施工は対象外

B) 掘削

適用工種

- ・オープンカット工法のバックホウ掘削のみが対象
- ・片切掘削工法が対象
- ※土質は、土砂、岩塊・玉石が対象

適用外工種

- ・ブルドーザによる押土掘削は対象外
- ・岩 (軟岩以上) の掘削は対象外

C) 盛土

適用工種

- ・施工幅員 4 m 以上の路体・路床 (築堤) 盛土が対象

適用外工種

- ・施工幅員 4 m 未満の路体・路床 (築堤) 盛土は対象外

D) 法面整形

適用工種

- ・盛土部の法面整形が対象
- ※盛土の土質は、レキ質土、砂及び砂質土、粘性土が対象
- ・切土部の法面整形 (機械による切土整形) が対象
- ※切土部の土質は、レキ質土、砂及び砂質土、粘性土、軟岩 I が対象

適用外工種

- ・盛土部の法面保護工 (筋芝、植生筋) を同時施工する場合は対象外
- ・切土部の岩 (軟岩 II 以上) は対象外

●適用範囲外の工種への対応方針

※以下はあくまで標準積算上の原則論を示しており、従来建機も合わせた合理的な施工ワークや、生産性向上の視点を持って十分検討し、柔軟に対応する。

(切土)

① オープンカットをブル押土掘削で施工する場合

→ ICT 建機による施工優位性は仕上がり底面部分のみであり、法面整形は別途バックホウにより計上する点を考慮し、原則「承諾」扱いとし、オープンカットの押土掘削については従来施工での精算とする。ただし、ブル押土掘削で施工の方が合理的である場合は特別調査もしくは見積もりによる精算を実施することができる。

② 岩掘削を (削岩機付) バックホウで施工する場合

→ 岩区分の積算区分、出来形管理方法を十分検討した上で、特別調査もしくは見積りによる精算を実施することができる。

③ オープンカットの岩掘削をリッパ付ブルドーザで施工する場合

→ ①に準じ原則「承諾」扱いとし、リッパ付ブルドーザでの施工部分については従来施工での精算とすることができる。

(盛土)

④ 施工幅 4 m未満を I C Tブルドーザにより施工する場合

→「承諾」扱いとし、4 m未満については従来施工での精算とする。ただし、I C Tブルドーザで 4 m未満の盛土を施工の方が合理的である場合は特別調査もしくは見積もりによる精算を実施することができる。

(法面整形工)

⑤ 盛土の法面保護工（筋芝、植生筋）を同時施工する場合。

→従来積算では市場単価となっている点に留意して、特別調査もしくは見積もりによる精算を実施することができる。

(その他)

⑥ その他積算要領の適用外

→施工の妥当性を判断した上で、技術管理課に相談すること。

ウ) I C T建機の組合せ

1 現場にバックホウ、ブルドーザそれぞれを複数台配置する工事の場合、これらが全て I C T建機である必要は無い。

ただし、原則、最低限として以下の組合せは必要。

◇盛土（施工幅 4m 以上）工事の場合

I C Tブルドーザ 1 台の配置

◇切土（土砂）工事の場合

I C Tバックホウ 1 台の配置

◇（盛土あるいは切土の）法面整形の場合

I C Tバックホウ 1 台の配置

※バックホウは切土と法面整形がある現場の場合は最低 1 台の I C T建機を配置すればよい。

~~エ) I C T建機標準積算の機械構成~~

~~I C T建機による標準積算がある土工の工種について、盛土・法面整形に関しては、歩掛を構成する建機は全て I C T建機である。~~

~~一方、バックホウによる掘削については、1 / 4 の建機が I C T建機として歩掛が作られている。~~

~~なお、これらは実際の施工においても、標準積算の機械構成に合わせなければならないという事ではない I C T建機と従来建機の実際の使用割合に応じて土量を変更積算するものとする。~~

~~※施工において対象機種をすべて I C T建機で行わなくてもよい。~~

1.2.4 3次元出来形管理等の施工管理

○実施項目

受注者は、ICT活用工事の施工プロセス：④3次元出来形管理等の施工管理について、具体的施工内容と対象範囲を協議する。

工事完成物について、下記1)～8)のいずれかのICTを用いた出来形管理と9)のICTを用いた品質管理を行う。

- 1) 空中写真測量（無人航空機）による出来形管理技術（土工）
- 2) 地上型レーザースキャナーによる出来形管理技術（土工）
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた出来形管理
- 4) トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理
- 5) RTK-GNSSを用いた出来形管理
- 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
- 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
- 8) その他の3次元計測技術による出来形管理技術（土工）
- 9) TS・GNSSによる締固め回数管理技術（土工）

受注者は、河川・海岸・砂防・道路土工の品質管理（締固め度）について、「TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領」により実施する。砂置換法又はRI計法との併用による二重管理は実施しないものとする。

なお、本施工着手前及び盛土材料の土質が変わるごと、また、路体と路床のように品質管理基準が異なる場合に試験施工を行い、本施工で採用する締固め回数を設定すること。

受注者は、構造物が併設される箇所において、3次元出来形管理等による出来形管理を複数回実施するなど非効率になるような場合は、監督員と協議し、従来からの出来形管理（面管理でない場合）によることができる。

費用について

「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」にかかる経費については、間接費に含まれることから別途計上しない。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~2-1-3【解説】~~4-4
TLS 出来形管理要領 ~~2-1-3【解説】~~4-4
その他出来形管理要領
共通仕様書 建設工事施工管理基準（案）

●留意事項

ア) 協議内容

◇出来形管理等の実施手段

UAV、TLS、その他（トータルステーション等光波方式、トータルステーション（ノンプリズム方式）、RTK-GNSS、無人航空機搭載型レーザースキャナー、地上移動体搭載型レーザースキャナー、その他）を選択する。

対象によっては、従来の出来形管理に切り替えることも検討。

◇出来形管理手法とそれぞれの範囲

範囲を示す平面図、必要であれば横断図を添付して協議する。

◇品質管理範囲

盛土の締固めがある場合はTS・GNSSによる締固め範囲を協議する。

イ) 具体的内容の対象範囲

・ 3次元出来形管理を行う対象範囲

原則、構造物を除くICT活用工事の対象とする土工全ての出来形管理が対象範囲となるが、完成後、構造物等により不可視となる部分や、部分引き渡しがある場合などは、必要な部分について適切な時期にUAV等による出来形管理を行う。ただし、従来のTS出来形管理の方が優位性がある場合、3次元出来形管理は行わず従来手法とし、竣工直前に3次元出来形計測を行えばよい（例えば法面工などで段ごとの面管理が必要な場合）。

一般的にはUAV等による出来形管理を外注する場合、直営施工に比較して、費用が高額となるためその管理頻度などについても十分検討する必要がある（出来形管理については設計変更対象外）。

ウ) 完成後に構造物等により不可視となる部分の管理方法

・ 構造物が併設される土工（不可視部分）の出来形管理方法は以下とする。

①土工と一体施工が必要で土工の出来形確認がしづらいもの

◇盛土の石積み・ブロック積み等

◇盛土のもたれ擁壁等

※従来どおり構造物の完成段階において、構造物の出来形管理をおこない、土工の出来形管理は実施しない。

②土工の出来形が確認可能で構造物が大規模なもの

◇盛土のコンクリートブロック張り工等

◇切土の石積み・ブロック積み等

◇切土のもたれ擁壁等

※土工の出来形管理が必要であり、かつ構造物の施工前に出来形確認が可能なものは、土工完了段階でICT土工の出来形管理を行う。ただし、エ)の様な例外も認める。

③土工の出来形が確認可能だが構造物が小規模なもの

◇小段排水溝、縦溝排水溝、側溝工及び付随する張りコン等

◇防草コンクリートなど簡易な張りコンや張りブロック等

※ICT土工の出来形管理は省略し、構造物の出来形管理を行う。

・ 施工計画前段階で、出来形確認に支障が予想される以下の部分については、UAV等による出来形管理をどの段階でどこまで行うのかを協議しておく必要がある。

①部分引き渡し部分

②施工手順等により、確認できない部分が発生するもの

エ) 不可視部分の出来形管理の特例

受注者は、ウ)②の様な場合で、出来形管理のためにUAVやTLS等による出来形管理を複数回実施しなければならない時、不可視となる土工部分について協議によって従来の出来形管理手法に替えることが出来る。ただし、規格値も従来どおり（厳しい）となるため留意すること。なお、積雪等によりICT活用工事の出来形確認が出来ない場合も同様とする。

オ) ~~流水波浪影響下で~~除石工等が必要な場合の出来形管理

以下の~~流水波浪影響下~~除石工等が必要な場合の現場については、出来形管理をどのような形で実施するのか協議しておく必要がある。

- ① 河道掘削
- ② 砂防堰堤上流の除石工

なお、ICT活用工事における面管理による出来形管理は、対象の全ての面を1m2メッシュに区分し、そのメッシュ内の点群と規格値を比較して管理することであり、本手引き 1.1. ●留意事項ウ) に示すとおり、上記①や②で巨石の割合が多い現場では面管理自体が不適当な場合もある。この場合は出来形の対象範囲から外してもよい。

また、三重県公共工事共通仕様書建設工事施工管理(案)の出来形管理基準「共通編・土工・河川・海岸・砂防土工等・掘削工」の摘要に、掘削土砂の最大粒径が100mm以上の場合の取り扱いについて記載しているため留意すること。

カ) 3次元による施工管理(出来形管理と出来高管理)

出来形管理を面管理で実施できない現場であっても、土量検収等の出来高管理を3次元CADソフト等を用いた土量計測により実施する場合は、これをICT活用工事の5つの施工プロセス④: 3次元出来形管理として認めることが出来るため具体的内容と対象範囲を協議すること。

ただし、以下の工種において3次元CADソフト等を用いた土量計測により出来高管理のみを実施しようとする場合は、ICT建機の施工が必要かどうかについても十分検討すること(本手引き 1.1. ●留意事項ウ) 参照)。

- ① 海岸養浜工
- ② 除石工
- ③ 河道掘削工

キ) 土量管理のみICT技術を使った出来高管理を行う場合(参考)

数量算出要領の改定により、ICT活用工事に該当する、しないに関わらず、UAV等によるICT技術を使った3次元CADソフト等を用いた土量計測を実施することにより生産性向上が図れるため、積極的に活用を検討すること。

例えば、残土受入地などでICT建機を使用しない盛土現場、ダンプ検収などにより出来高管理をしていた現場で測量手間が省ける場合がある。

1.3 3次元データを使った設計図書作成指示

○実施項目

監督員は、ICT活用工事対象範囲等の受注者からの協議を受けて、3次元データを使った設計図書の作成指示を行う。

発注者監督員は、設計図書及び関連する測量・設計成果を受注者に貸与する。

発注者は、3次元設計データの作成に必要な詳細設計において作成したCADデータを受注者に貸与する。また、ICT活用工事を実施する上で有効と考えられる詳細設計等において作成した成果品と関連工事の完成図書は、積極的に受注者に貸与するものとする。

費用について

ICT活用工事の実施協議で決められた対象範囲以外で、監督員の指示に基づき「3次元起工測量」及び「3次元設計データ作成」を行った場合、これらの費用については、監督員と協議し、後日、設計変更の対象とする。

【関係基準類】

積算基準（三重県県土整備部）

●留意事項

ICT活用工事は、当面の間は、測量・設計を通じて3次元のデータが整備されていないことから、当初設計は従来通り2次元図面で契約している。

ICT活用工事の実施により、3次元起工測量データや3次元設計データが作成されるが、現状では変更契約を行う設計図書は2次元図面であることから、作成された3次元データを使って設計図書（2次元）を作成しなおす必要があり、本指示においてそれを実施する。

3次元データを使った設計図書の作成を行うためには、施工プロセス①及び②の実施が必須となるため、本指示にて①及び②の実施に関わる指示を行うことを基本とするが、施工プロセス①～④に関しては、既に本手引き1.2の協議を受けているため、その協議に対する回答（協議・指示）にて実施を指示してもよい。

施工プロセス①及び②の費用については、積算基準（三重県県土整備部）に基づき計上する。

ア) 指示内容

◇3次元データを使った設計図書の作成

本手引き1.2.1～1.2.4の協議を受けて、3次元データを使った設計図書の作成を指示する。

イ) 設計図書等の貸与

以下の設計図面関連データを事前に貸与する

- ・設計業務の電子成果品
- ・発注CAD図面データ
- ・測量データ（SIMAデータ等）

2. 機器・ソフトウェア等の選定

2.1 機器・ソフトウェアの調達

○実施項目

ICT活用工事実施において必要となる機器類及びソフトウェアは受注者が調達し、施工に必要なICT活用工事用データは受注者が作成する。

ICT活用工事で必要とされる、機器類及びソフトウェアの仕様等については、本手引き2.1.1.～2.1.4.を参考とすること。

施工プロセス①～⑤を実施するために使用するICT機器類は、受注者が調達すること。また、施工に必要なICT活用工事用データは、受注者が作成するものとする。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~1-4~~～6, ~~2-1~~～6 ~~4-2~~ 他

TLS 出来形管理要領 ~~1-4~~～6, ~~2-1~~～5 ~~4-2~~ 他

~~その他出来形管理要領~~

●留意事項

ア) UAV (ドローン)

イ) デジタルカメラ

UAV 出来形管理要領に規定される方法にて空中写真測量が行える機能を有すること。

ウ) パソコン

ソフトウェアの稼働するスペックが必要

エ) 地上型レーザースキャナー (TLS)

TLS 出来形管理要領に規定される方法にて3次元測量が行える機能を有すること。

オ) その他の計測機器

トータルステーション等光波方式、トータルステーション (ノンプリズム方式)、RTK-GNSS、無人航空機搭載型レーザースキャナー、地上移動体搭載型レーザースキャナー、その他各出来形管理要領に規定される方法にて3次元測量が行える機能を有すること。

カ) ソフトウェア

以下の機能を持ったソフトウェアが必要となる。

- ・写真測量ソフトウェア (UAV使用時)
- ・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
- ・3次元出来形帳票作成ソフトウェア
- ・出来高の数量算出ソフトウェア

2.1.1 UAV (ドローン)

○実施項目

UAV については以下の機能を有すること。

- (1) 撮影計画を満足する揚重能力及び飛行時間を確保できる
 - (2) 航空法に基づく無人飛行機の許可要件に準じている。
- また、以下性能を有するものを使用することを基本としている。
- (3) 利用を想定している非広域の地表風に耐えることができる。
 - (4) 撮影時の飛行姿勢、デジタルカメラの水平規正及び写角が確保できる。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 4-2-2
UAV 測量マニュアル 60
UAV 安全基準

●留意事項

ア) UAV : Unmanned Aerial ~~Vehicle~~ Vehicle

無人航空機 (通称: ドローン) マルチコプターともいう。

ICT活用工事では、UAV本体やUAVを操作するためのコントローラあるいは撮影計画ソフトウェア、カメラを固定するジンバルなどを備えたものが必要。

イ) 飛行許可申請で書類の一部を省略される機種

空港等の周辺の空域や人口集中地区の上空を飛行させる場合等、また、夜間や目視外等において無人航空機を飛行させる場合等には、国土交通大臣の許可や承認が必要だが、機体性能が確認されていることから、申請書類の一部を省略できる機種~~(2-6機種)~~が航空局HPに掲載。

○資料の一部を省略できる無人航空機

↓~~2-6~~申請書類の一部を省略できる機種については以下を参照

https://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000042.html

ウ) UAVの自律航行と手動航行

UAVには、所定のカメラ撮影ラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路及飛行高度を算出するソフトウェアを備えた「自律飛行」が出来る機種と、主にホビー用機種が相当するが、ラジコン同様にプロポ操作する「手動航行」しか出来ない機種がある。

2.1.2 デジタルカメラ

○実施項目

デジタルカメラについては以下の機能を有すること。

- (1) 計測性能：地上画素寸法が1 cm/画素以内。
- (2) 撮影方法：インターバル撮影または遠隔でシャッター操作が出来る。

【関係基準類】

- UAV 出来形管理要領 4-2-2
- UAV 測量マニュアル 61～63

●留意事項

ア) UAVへのカメラ搭載

撮影可能時間も含めた総合判断により一体的に機材を選定する必要がある。

- ・高性能デジタルカメラ選択のメリット：◎とデメリット：▲
- ◎画素数が大きく高高度で撮影可能→撮影枚数減＝撮影時間減
- ▲大きく重いため搭載に大型UAVが必要→飛行時間が短い

イ) 地上画素寸法 起工測量と出来形管理では求める地上画素寸法が以下のとおり違うが、使用カメラが同一と仮定して、ここでは地上画素寸法1 cm/画素以内を求めている。

- ・起工測量：2 cm/画素以内
- ・出来形管理：1 cm/画素以内

ウ) UAV測量マニュアルとUAV出来形管理要領での仕様の違い※

UAV測量マニュアルではカメラの仕様として、単焦点レンズが指定されているなど細かい仕様規定があるが、ICT活用工事における起工測量及び出来形管理で使用するべきカメラについては、UAV出来形管理要領に記載されている計測性能を満たす機器であればよい。

よって、レンズについて言えば、ズームカメラでもよい。

※国総研HPのQAによる

エ) UAV一体型カメラ※

イ)と同様に、UAV出来形管理要領に記載されている計測性能および測定精度を満たす機器であればUAV付属(一体型)カメラでも、受注者の責任において使用出来る。

※国総研HPのQAによる

2.1.3 地上型レーザースキャナー（T L S）

○実施項目

地上型レーザースキャナー（T L S）については以下の機能を有すること。

- (1) 計測精度：計測範囲内で±2 c m以内
- (2) 色データ：色データの取得が可能なこと

【関係基準類】

TLS 出来形管理要領 4-2-2

●留意事項

ア) レーザースキャナーとは：

英 語：Terrestrial Laser Scanner / Laser Range Scanner / 3D scanner

日本語：地上型レーザースキャナー/レーザースキャナー / 測域センサー

計測対象に触れることなく地形や構造物の三次元データを取得可能なノンプリズムの計測機器。トータルステーション（T S）と同様に、光波測距儀と測角器械を用いて、距離と角度を計測する。T Sとの最大の違いは、計測周期であり、1秒間に数千～数十万点の情報を取得することが可能。計測距離は 100m～1000m以上まで多様。

イ) T L S用のソフトウェア

U A V航空写真測量とT L S測量に対応したソフトウェアは一部違うため使用ソフトの適用範囲も確認すること。

ウ) 計測精度

起工測量と出来形管理では計測精度が以下のとおり違うが、使用する T L Sが同一 と仮定して、ここでは計測精度±2 c m以内を求めている。

- ・起工測量：±10 c m以内
- ・出来形管理：± 2 c m以内

2.1.4 パソコン及びソフトウェア

○実施項目

ソフトウェアについては、以下の仕様を満たすこと。

また、パソコンについては、ソフトウェアが使用出来るスペックを確保すること。

■写真測量ソフトウェア（UAV測量のみ必要）

撮影した空中写真から空中写真測量および3次元図化を行い、地形や地物の座標値を算出するソフトウェア。

■点群処理ソフトウェア

TLSで取得した複数回の3次元点群の結合や、空中写真測量で算出した地形の3次元座標点群から樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェア。また、整理した3次元座標の点群データを、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータ、及び当該点群にTINを配置し、3次元の出来形計測結果を出力するソフトウェア。

■3次元設計データ作成ソフトウェア

出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成、出力するソフトウェア。

■3次元出来形帳票作成ソフトウェア

3次元設計データと出来形評価用データを入力することで、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理分布図（ヒートマップ）として出力することができるソフトウェア。

■出来高数量算出ソフトウェア

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ、あるいは、点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェア。

施工プロセス①～⑤の施工を実施するために使用するICT機器類は、受注者が調達すること。また、施工に必要なICT活用工事用データは、受注者が作成するものとする。使用するアプリケーション・ソフト、ファイル形式については、事前に監督員と協議するものとする。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 準2-1, -4～6

TLS 出来形管理要領 準2-1, -3～5

その他出来形管理要領

●留意事項

ア) TINデータとは

TIN（不等三角網）とは、triangulated irregular network の略。地形や出来形形状などの表面形状を3次元表示する、最も一般的なデジタルデータ構造。

イ) 点群データとは

3次元物体を、点の集合体で表したもの。

（拡大すると、デジタルカメラの画像のように「点」になる）

計測で得られた、3次元座標値で地形や地物を示す点群データ。

データ処理（不要な点の削除・点密度調整など）前のデータ。

CSVやLandXMLなどで出力される。

ウ) 出来形管理分布図（ヒートマップ）とは

3次元設計データと出来形計測データを用いて、各ポイントの標高較差（垂直離れ）を表した分布図。

エ) パソコン (PC)

UAV出来形管理要領、またはT L S出来形管理要領に規定された方法にて作業できるソフトウェアの推奨環境を参考とすること。

オ) ソフトウェア

~~必要な機能の全てに対応可能なソフトは現在開発中と聞いており個別機能で対応することになる。~~

ソフトウェアは、「LandXML1.2 に準じた 3次元設計データ交換標準(案)」の適用に対応でき、このデータ標準でのインポート、エクスポートの機能を有するもの。

または、LANDXML 形式、DXF 形式、DWG 形式に対応していること。

~~※以下は発注者が将来用意すべき環境として参考とすること。~~

① 3次元設計

平面線形図面、縦断図面、横断図面または各データより3次元設計データを作成する機能を有する。

② 3次元数量算出

3次元測量データより、UAV出来形管理要領、または、T L S出来形管理要領にて規定された方法で点データを作成し、出来形管理要領にて規定された方法にて3次元設計データとの差異を算出できる機能を有するもの。

③ 3次元出来形検査

UAV出来形管理要領、または、T L S出来形管理要領にて規定された出来形管理図表が作成できる機能を有すること。

なお、監督員の確認・把握及び検査員による検査が実施されることを想定してソフトウェアを選定することも重要となる。UAV出来形管理要領及びT L S出来形管理要領 ~~1-6、1-4-2~~ にある監督実施項目において確認・把握を受けるものでソフトによる作成が可能なものは以下のとおりである。

① 工事基準点の設置状況の把握

② 3次元設計データチェックシートの確認

- ◇ 工事基準点
- ◇ 線形計算書
- ◇ 平面線形 (平面図)
- ◇ 縦断線形 (縦断図)
- ◇ 横断図
- ◇ 3次元ビュー

③ カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告の把握

④ 出来形管理状況の把握

- ◇ 出来形分布図 (ヒートマップ等)

カ) 参考

OCF (Open CIM Forum) ホームページにて、参加ベンダーのソフトウェア対応について情報提供されている。

○国土交通省 「LandXML1.2 に準じた 3次元設計データ交換標準 (案)」 Ver. 1.2

対応ソフトウェア一覧

↓HPはこちら

<http://www.ocf.or.jp/cim/LandList.shtml>

国総研ホームページにも i-Construction 型出来形管理へ対応するソフトウェア を調査した結果がリスト化されている。

○i-Construction 型出来形管理対応ソフトウェア

↓HPはこちら

<http://ccwww.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/cals/des.html>

2.2 電子納品の事前協議

○実施項目

受注者は、工事に関する電子データの以下について、「電子納品チェックシート」を用いて協議を行う。

- ① 工事施工中の情報交換・共有方法
- ② 電子成果品とする対象書類
- ③ その他の事項

施工プロセス①～⑤の施工を実施するために使用するICT機器類は、受注者が調達すること。また、施工に必要なICT活用工事用データは、受注者が作成するものとする。

使用するアプリケーション・ソフト、ファイル形式については、事前に監督員と協議するものとする。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~4~~-1-6, 7

UAV 監督検査要領 5, 6

TLS 出来形管理要領 ~~4~~-1-6, 7

TLS 監督検査要領 5, 6

その他管出来形理要領

- ① 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）
- ② 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）
- ③ 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）
- ④ 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）
- ⑤ RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）（案）

※上記①～⑤を以下「その他監督検査要領」という

三重県 CALS 電子納品運用マニュアル

●留意事項

ア) 工事施工中の情報交換・共有方法

- ・環境確認

無償ビューアファイルの提出の有無等、受発注者間で環境を確認する。

イ) 電子成果品とする対象書類

- ・環境確認

使用するディスク、無償ビューアファイルの提出の有無等を確認する。

ウ) 段階確認の実施項目

段階確認の実施項目に関し、3Dによる確認・把握及び検査行為を行う場合は、UAV出来形管理要領及びLS出来形管理要領 ~~4~~-1-6【解説】に従って受注者により資機材を提供、資料の整備を行う。

2.3 工事施工中の指示・協議

○実施項目

受発注者は、本手引き 2.2.において、「電子納品チェックシート」を用いて協議を行った方法で、施工中の打合せ簿をやりとりする。

施工プロセス①～⑤の施工を実施するために使用するICT機器類は、受注者が調達すること。また、施工に必要なICT工事用データは、受注者が作成するものとする。

使用するアプリケーション・ソフト、ファイル形式については、事前に監督員と協議するものとする。

●留意事項

ア) 図面データの情報交換

基本的な打合せ簿のやりとりは従来通りとするが、図面データに関しては発注者側の環境が整うまでは、当面の間、2次元を基本とする。

イ) 受注者の対応

発注者から2次元CADで指示されたものを3次元化する必要がある場合は、付加的業務にて行い、別途設計変更の対象とする。

3. 施工計画書（起工測量）

3.1 適用（UAV）

○実施項目

受注者は、以下に留意し施工計画をまとめる。

- ・適用工種
- ・適用区域（3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲）
- ・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
- ・使用機器・ソフトウェア（計測性能等）
- ・撮影計画（撮影コース、重複度等）

★監督員は、受注者から提出された施工計画書を受領し、確認する。

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

- UAV 出来形管理要領 4-1-5
UAV 監督検査要領 5-1

●留意事項

ア) 適用工種

- ・~~適用工種に該当する工種については、UAV 出来形管理要領 2-1-1 「道路土工」のみならず 2-2-1 「河川・砂防土工」も該当する（要領の記入漏れ） 1-2 適用の範囲。~~
※国総研HPのQAによる

~~イ) 適用範囲~~

- ・本手引き 1.2 の協議内容に基づき、適用工種、適用区域、出来形計測箇所及び使用する出来形管理基準類を記載する。

~~ウ) イ) 立木伐採~~

- ・UAVによる航空写真測量にて起工測量を実施する場合は、起工測量の前に立木伐採を実施しなければならない。よって立木伐採の実施期間を考慮した施工計画が必要。
- ・立木伐採は現場作業であり、その前に施工計画書を提出する必要があることから、状況によっては起工測量とは別に施工計画書を提出することも検討すること。
- ・正確な地形測量を実施するには、伐採木の撤去や重機の撤去も必要となるが、3次元点群ソフトのフィルタリング機能を使えば、建機など不要なデータを除去することは可能。
- ・伐採処理のためのパイロット道路の設置等に伴い、現場が改変される場合でも、その後にUAVによる起工測量を実施しても問題はない（現場改変が設計変更を伴わない準備工の範疇という前提）。

3.2 使用機器・ソフトウェア（UAV）

3.2.1 無人航空機（UAV）

○実施項目

UAV に関して以下の資料を施工計画書に添付する。

- ・ 飛行マニュアル
「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」許可要件に準ずる
- ・ 保守点検記録
製造元等の点検（1回／年以上）
- ・ UAVの機能・性能を確認できる資料

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

- UAV 出来形管理要領 4-1-5, 4-2-1
- UAV 監督検査要領 5-1
- UAV 測量マニュアル 3
- UAV 安全基準

●留意事項

ア) 飛行マニュアル

- ・ UAV飛行条件の確認
国交本省航空局HP（無人航空機（ドローン・ラジコン機等）の飛行ルール）
http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html
等関係法令・規定を遵守する。
UAVの飛行は航空法等関係法令に従う必要がある。

- ・ 関係法令で許可・承認が必要となるもの

①許可が必要な空域

- ◇空港等周辺
- ◇人口集中地区（D I D地区）上空
- ◇地表から 150m 以上の上空

（D I D地区については国土地理院HP ↓にて確認できる）

<http://maps.gsi.go.jp/>

②承認が必要な飛行方法

- ◇夜間
- ◇目視外
- ◇人・車両・建物から 30m 未満
- ◇イベント上空

なお、上記は注意点を述べているものであり、必ず最新の関係法令等にて詳細を確認すること。

- ・ 関係法令により許可・承認が不要なもの

許可・承認が不要な飛行であっても、「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」許可要件に準じた飛行マニュアルを作成して、施工計画に添付する必要がある。

「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」が掲載されている国交省HP ↓

http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr10_000042.html

「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」概要 ↓

<http://www.mlit.go.jp/common/001110414.pdf>

「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」本文 ↓

<http://www.mlit.go.jp/common/001110202.pdf>

・UAV運航の安全基準

UAVの運航に関しては、UAV安全基準に基づき実施すること。

なお、同基準は以下の項目で構成されている。

- ①使用するUAVに関する条件
- ②UAVを使用した測量作業を行う場合に必要な体制
- ③情報管理やその体制
- ④あらかじめ準備等が必要な事項
- ⑤運航前に行うことが必要な事項
- ⑥運航するに当たっての留意事項

・UAVの事故情報の共有

航空局ではUAVの事故事例について以下のとおり公開しているため運航に際しては参考とすること。

~~○平成 27 年度 無人航空機に係る事故等の一覧 (国土交通省に報告のあったもの)~~

~~<http://www.mlit.go.jp/common/001125882.pdf>~~

~~○平成 28 年度 無人航空機に係る事故等の一覧 (国土交通省に報告のあったもの)~~

~~<http://www.mlit.go.jp/common/001132992.pdf>~~

○平成 29 年度 無人航空機に係る事故等の一覧 (国土交通省に報告のあったもの)

<http://www.mlit.go.jp/common/001219305.pdf>

○平成 30 年度 無人航空機に係る事故等の一覧 (国土交通省に報告のあったもの)

<http://www.mlit.go.jp/common/001238140.pdf>

・運航の現場条件

UAVを運航する上で現場条件も重要となってくる。以下を例として確認し、施工計画書に記載すること。

- ①作業範囲内、付近に第三者の建物及び第三者の車両などの物件の有無。
- ②磁場の強い鉄板、鉄橋など磁気を帯びやすいもの、高い構造物、高圧電線、携帯電話のアンテナの有無。
- ③離着陸が行える水平な箇所の有無
- ④上空視界が開け、GPSの受信が可能か確認する（離着陸する場所もGPSの受信が良好な場所にする）
- ⑤安全誘導員の必要性と必要な場合の配置位置の確認

・運航時の天候条件

UAV運航条件としての天候、特に風速条件に関しては、機材の性能、操縦者の技量によるところが大きく、また航行する上空の風速を正しく管理する手法も定められていないことから、基準類にも風速の管理方法に関する規定はない。

しかしながら、予期せぬ突風などによりUAVがコントロール不能となり第三者を巻き込む事故に発展する可能性もあるため、風速を含めた天候状況における、具体的な運航条件について施工計画に記載する必要がある。

イ) 風速条件

あくまでも目安として、災害協定等では風速10mまでがUAVの飛行可能な条件とされる場合が多いようである。風速10mを緊急時における航行の限界風速と理解し、風速計等を備えさせた上で運用を定めること。

ウ) 保守点検記録

- ・ 1回/1年の点検

新品購入から1年未満の場合はその証明書類をもって、保守点検記録証明書類に換えることができる。

- ・ メーカーの定期点検

メーカーによっては定期点検のサービスを行っていないものもあるため、保守点検記録については製造元あるいは代理店等による定期点検でも可とする。

なお、購入後1年未満であれば上記定期点検はなくとも良いこととする。

エ) UAVの機能・性能を確認できる資料とは

- ・ 必要な機能・性能が記載されているカタログ等

オ) UAVによる起工測量と必要な測量資格

対象測量の精度等にもよるが、一般的規模の土工現場において起工測量は公共測量に該当しないため、実施者は測量業法のいうところの業者登録や測量士などの資格も不要である。

なお、現在はUAVを飛行させる上での民間資格は存在するが国家資格はない。

カ) 保険加入

受注者は、UAV測量作業における万一の事故に対応できるよう、事故が発生した場合の損害を補える保険に加入し、保険内容について施工計画書に記載すること。

3.2.2 デジタルカメラ（UAV）

○実施項目

デジタルカメラに関して以下の資料を施工計画書に添付する。

- ・以下の計測性能及び測定精度
 - ◇計測性能：地上画素寸法が1cm/画素以内
 - ◇測定精度：±5cm以内・・・精度確認試験を行う
 - ◇撮影方法：インターバル撮影または遠隔でシャッター操作が出来る
- ・機能維持のための点検記録
 - メーカー等によるセンサーの清掃及び機能確認等の点検記録
- ・デジタルカメラの機能・性能を確認できる資料

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

- UAV 出来形管理要領 ~~4-1-5~~, ~~4-2-1~~～3
- UAV 監督検査要領 5-1
- UAV 測量マニュアル ~~3-2-5-63~~

●留意事項

ア) 計測性能及び測定精度

- ・地上解像度は以下要素を元に計算される。
 - ◇カメラの性能
 - 「焦点距離」、「センサーサイズ」及び「カメラ解像度」
 - ◇UAVの性能
 - 飛行高度
- ・撮影方法
 - インターバル撮影または遠隔でシャッター操作が出来ることを証明する資料をオ)で添付する。

イ) 計測性能

起工測量と出来形管理では求める地上画素寸法が以下のとおり違うが、施工計画書（起工測量）では、起工測量と出来形管理について記述する必要があり、使用カメラが同一として、ここでは計測性能1cm/画素以内を求めている。

- ・起工測量：2cm/画素以内
- ・出来形管理：1cm/画素以内

ウ) 測定精度

起工測量と出来形管理では計測精度が以下のとおり違うが、施工計画書（起工測量）では、起工測量と出来形管理について記述する必要があり、厳しい計測精度である±5cm以内を求めている。

- ・起工測量：±10cm以内
- ・出来形管理：±5cm以内

エ) 機能維持のための点検記録

新品購入から1年未満の場合はその証明書類をもって、点検記録証明書類に換えることができる。

- オ) デジタルカメラの機能・性能を確認できる資料とは
- ・必要な機能・性能が記載されているカタログ等

3.2.3 ソフトウェア（UAV）

○実施項目

ソフトウェアに関して以下の資料を施工計画書に添付する。

- ・メーカーカタログ又はソフトウェア仕様等
（必要な性能を有することを証明するもの）

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~4~~-1-5, ~~4~~-2-1

UAV 監督検査要領 5-1

●留意事項

ア) ソフトウェア

- ・写真測量ソフトウェア（UAV使用時）
- ・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
- ・3次元出来形帳票作成ソフトウェア
- ・出来高の数量算出ソフトウェア

以上については、本手引き 2.1.4. 参照

イ) 自動航行ソフトウェア

UAVの自動航行を行う場合は、自動航行の際に使用するソフトウェアについてもUAVやデジカメとセットで検討し、施工計画書に記載する。

3.3 撮影計画 (UAV)

○実施項目

以下に留意し撮影計画を立案し、施工計画書に必要資料を添付する。

①以下の所定のラップ率、地上解像度が確保できる飛行経路及び飛行高度の算出結果

◇進行方向のラップ率は90%

◇隣接コースとのラップ率は60%

(留意点)

実施ラップ率(進行方向)が80%以上であることを確認できれば、飛行計画の規定によらなくてもよい。

②算出に使用するソフトウェアの名称

③標定点の外観及び設置位置、標定点位置の測定方法を示した設置計画

④同一コースは、直線かつ等高度の撮影となるようした計画する。

⑤撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低1モデル(2枚の空中写真の組み合わせ)以上とする。

⑥対地高度は、50m程度を標準とし、要求精度を満足する地上画素寸法を確保でき、使用するカメラの素子寸法及び画面距離から求める。

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 4-1-5, 4-3-1, 4-4-3

UAV 監督検査要領 5-1

UAV 安全基準

●留意事項

ア) 撮影計画の注意点(補足)

- ・長大法面がある場合など、現場に高低差があり、等高度での一度の撮影ではICT活用全体の地上画素寸法が確保できない場合は、飛行を数回に分けることを検討すること。
- ・山間部の場合、GNSS電波の補足ができないこともあるため、自動航行ができなくなることから、手動航行の準備をすること。
- ・UAVの揚重能力、バッテリーの持続時間も計画に大きく影響するため留意すること。

イ) ラップ率を確認する資料*

~~写真測量ソフトウェアでラップ率を確認することはできないこともあり、ラップ率を確認する資料について、受注者に提出の義務は無い~~によっては、進行方向のラップ率を算出可能なものがあるので、それを使用すること。それ以外では、モデル化に利用した写真を重ね合わせて、実際にラップした枚数にて確認する方法が想定されるが、具体的な方法については発注者との協議をすること。また、これら以外の確認方法を実施する場合も、発注者への協議をすること。

※国総研HPのQAによる

ウ) 地上画素寸法

起工測量と出来形管理では求める地上画素寸法が以下のとおり違うが、使用カメラが同一として、ここでは計測性能1cm/画素以内を求めている。

- ・起工測量 : 2cm/画素以内
- ・出来形管理 : 1cm/画素以内

エ) 3次元計測範囲

土工部分を周囲に5 m程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。
しかし、隣接地域の飛行制約等の理由により最小限の計測範囲とする場合もある。

オ) 施工部分が湾曲する場合の計測範囲

施工部分が湾曲する場合、施工部分全体を1枚の長方形に収めようとする、施工に必要な範囲も含まれてしまい、過大な計測範囲となる。飛行計画を工夫するなどし、適切な計測範囲とすること。

3.4 適用 (T L S)

○実施項目

受注者は、以下に留意し施工計画をまとめる。

- ・適用工種
- ・適用区域 (3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲)
- ・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
- ・使用機器・ソフトウェア (計測性能等)

★監督員は、受注者から提出された施工計画書を受領し、確認する。

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

TLS 出来形管理要領 ~~4~~-1-5

TLS 監督検査要領 5-1

●留意事項

ア) ~~適用工種~~*

- ・適用工種に該当する工種については、~~UAV出来形管理要領 2-1-1「道路土工」のみならず 2-2-1「河川・砂防土工」も該当する。~~

~~※国総研HPのQAによる~~

~~イ) 適用範囲~~

- ・本手引き 1.2 の協議内容に基づき、適用工種、適用区域、出来形計測箇所及び使用する出来形管理基準類を記載する。

~~ウ) 伊) その他~~

- ・起工測量のみならず、出来形管理部分についてもこの時に施工計画書に記載する。

3.5 使用機器・ソフトウェア（T L S）

3.5.1 地上型レーザースキャナー（T L S）

○実施項目

T L Sに関して以下の資料を施工計画書に添付する。

- ・以下の測定精度に関する資料
 - ◇測定精度：計測範囲内で±2cm以内
 - ◇色データ：色データの取得が可能なこと
- ・精度管理のための点検記録
 - メーカー推奨定期点検を実施した記録
- ・T L Sの機能・性能を確認できる資料

精度確認試験については、T L Sの精度確認試験実施手順書（案）に基づき実施し、以下を作成する。

- ・精度確認試験結果報告書

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

TLS 出来形管理要領 4-1-5, 4-2-2, 第2編第4章

TLS 監督検査要領 5-1

●留意事項

ア) 測定精度

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

イ) 点検記録

利用前6ヶ月以内に上記手順書と同様の手法で定期点検を実施している場合、実施した確認結果を提出する。

ウ) 計測精度

起工測量と出来形管理では計測精度が以下のとおり違うが、施工計画書（起工測量）では、起工測量と出来形管理について記述する必要があるが、厳しい計測精度である計測精度 ±2cm以内を求めている。

- ・起工測量：±10cm以内
- ・出来形管理：±2cm以内

3.5.2 ソフトウェア (T L S)

○実施項目

ソフトウェアに関して以下の資料を施工計画書に添付する。

- ・メーカーカタログ又はソフトウェア仕様等（必要な性能を有することを証明するもの）

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

TLS 出来形管理要領 ~~4~~-1-5, ~~4~~-2-1

TLS 監督検査要領 5-1

●留意事項

ア) 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
- ・3次元出来形帳票作成ソフトウェア
- ・出来高の数量算出ソフトウェア

以上については、本手引き 2.1.4. 参照

4. 工事基準点の設置

4.1 工事基準点の指示

○実施項目

監督員は、基準点等（三角点・水準点）の指示を行う。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~4~~-2-7

TLS 出来形管理要領 ~~4~~-2-6

その他出来形管理要領

UAV 監督検査要領 5-2

TLS 監督検査要領 5-2

その他監督検査要領

●留意事項

ア) 施工計画書

3. 施工計画書（起工測量）の作成には工事基準点が必要となるため、支障のない限り、契約後直ちに指示すること。

4.2 工事基準点の設置

○実施項目

受注者は、発注者の指示した基準点を使用して工事基準点を設置する。起工測量・出来形管理で使用する工事基準点は測量成果、設置状況と配置箇所を監督員に提出する。

工事基準点の精度管理は4級基準点、3級水準点（山間部では4級水準点を用いても良い）と同等以上。

UAVおよびTLSによる起工測量・出来形管理では、精度を確保するため、次の斜距離が3級TSを用いる場合で100m以内、2級TSを用いる場合で150m以内でなければならない。

- (1) TSの設置位置から工事基準点までの距離（TS設置時）
- (2) TSの設置位置から標定点までの距離
- (3) TSの設置位置から検証点までの距離

★監督員は、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。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 4-2-7

TLS 出来形管理要領 4-2-6

その他出来形管理要領

UAV 監督検査要領 5-2, 4

TLS 監督検査要領 5-2, 4

その他監督検査要領

UAV 測量マニュアル 56

●留意事項

ア) 法線設置完了時の段階確認

築堤・護岸における「法線設置完了時」の段階確認については、UAV監督検査要領及びTLS監督検査要領の参考資料-2（3次元設計データチェックシート及び照査結果資料 1-1 河川土工）の平面図（チェック入り）（例）に示す法線の中心点座標（チェック入り）等の資料を使用して、机上により監督員が確認することで段階確認とみなす。

イ) 監督員による「確認」と「把握」

（用語定義：三重県建設工事監督要領）

確認・・・契約図書に示された事項について、監督員が臨場若しくは関係資料により、監督員がその内容について契約図書との適合を確かめることをいう。

把握・・・・監督員が臨場若しくは受注者が提出又は提示した資料により施工状況、使用材料、提出資料の内容等について、監督員が契約図書との適合を自ら認識しておくことをいい、受注者に対して認めるものではない。

ウ) 任意基準点の使用

基準点測量未実施等の理由により、発注者が任意の基準点の設置を指示した場合は、任意座標による工事基準点を設置し施工することができる。

5. 起工測量実施及び成果作成

5.1 標定点・検証点の設置

5.1.1 標定点・検証点の設置 (UAV)

○実施項目

受注者は、TSにより以下のとおり、対空標識を使った標定点および検証点を設置する。

・要求精度：最大誤差 0.1m 以内

(1)外部標定点：撮影区域外縁に 100m

(2)内部標定点：天端上に 200m

(3)検証点：天端上に 200m

} 左記以内の間隔で適宜決定

標定点・検証点の精度管理は4級基準点、3級水準点と同等以上。

★監督員は、標定点や検証点が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、また、精度管理が適正におこなわれていることを把握する。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~1-2-7, 1-3-1, 1-4-3~~

UAV 測量マニュアル 51, 52, 53, ~~55, 56~~, 57, 59

UAV 監督検査要領 5-4

●留意事項

ア) 標定点・検証点について※

標定点及び検証点の設置についてはUAV出来形管理要領、UAV測量マニュアルに記載はあるが、当面は国総研HPのQAに示される設置方法に従う。

設置するポイントは以下となる。

◇検証点は外部、内部の違いはない。

◇起工測量と出来形管理で要求精度が違うが、標定点距離は変えない。

標定点・検証点の配置については国総研 HP ↓参照

<http://ccwww.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/cals/pdf/kensyouten.pdf>

※国総研HPのQAによる

イ) 天端 工事着手前には天端が無い場合もあるため、起工測量時の内部標定点及び検証点は将来の天端付近のなるべく平らな箇所に設置する。

ウ) 検証点※

・既存の基準点や工事基準点を使用しても良い。

・検証点は標定点と兼ねることは出来ない。

・標定点と検証点の設置間隔が適正であれば、標定点と検証点を入れ替えてもよい。

※国総研HPのQAによる

エ) 対空標識※

対空標識の大きさについてはUAV測量マニュアル ~~56~~16 条に、「辺長は 1.5 画素以上」とあり、1cm/1 画素精度の場合では ~~5cm 四角以上でいいとされているが、5cm では小さすぎて見落としの可能性があり、センターも判りづらいため、~~最低 15cm 四角以上、2cm/1 画素精度の場合で、最低 30cm 四角以上が必要という意見もあり、ラミネート加工のしやすい A3 サイズ(420mm×297)を考慮して 25cm 四角くらいが妥当である。

※OCFメンバーからの確認事項

5.1.2 標定点の設置 (T L S)

○実施項目

受注者は、計測対象範囲の最外周部に、標定点をT Sを用いて4箇所以上設置する。
標定点の精度管理は、4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点を用いても良い）と同等。

【関係基準類】

TLS 出来形管理要 準2-2, 準4-3

●留意事項

ア) T L Sの標定点とは？

- ・ T L Sで計測した相対形状を 3次元座標に変換する際に用いる座標点。
- ・ 基準点あるいは工事基準点と対応付けするために、基準点あるいは工事基準点からT S等によって測量する。

イ) 基本事項

- ・ 使用予定のT L Sを考慮して、工事基準点を設置すること。

ウ) 要求精度

- ・ 起工測量と出来形管理では要求精度が違う。

エ) T L Sの特性

- ・ T L S本体にT Sと同様にターゲット計測による後方交会法による位置決め機能を有している場合は、標定点を設置せず計測できる。この場合、ターゲットは基準点あるいは工事基準点上に設置する。
- ・ T L Sは機種により、計測可能距離が、100m～1000mまで差がある。
- ・ 標定点は、複数回の計測結果を合成する際に標定点が必要な場合に用いる。

5.2 UAVによる起工測量の実施（UAV）

○実施項目

受注者は、以下に留意しUAVによる起工測量を実施する。

(1) 計測密度：0.25m² (50cm×50cm メッシュ) あたり 1 点以上

(2) 要求精度：最大誤差 0.1m 以内

↓

(3) 地上画素寸法：2 cm/画素以内（適宜決定）

3次元起工測量

本工事の起工測量において、下記1)～~~7~~8)の方法により、3次元測量データを取得するために測量を行うものとする。

- 1) 空中写真測量（無人航空機）による起工測量
- 2) 地上型レーザースキャナーによる起工測量
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた起工測量
- 4) トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた起工測量
- 5) RTK-GNSSを用いた起工測量
- 6) 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 7) 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 8) その他3次元計測技術による起工測量

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~1~~3-1, ~~1~~4-3

●留意事項

ア) 地上画素寸法

起工測量と出来形管理では求める地上画素寸法が以下のとおり違う。

- ・起工測量：2 cm/画素以内
- ・出来形管理：1 cm/画素以内

5.2.1 空中写真測量の実施（UAV）

○実施項目

受注者は、以下のとおりUAVを用いた起工測量を実施する。

(1) 撮影飛行の留意点

撮影対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などがある場合は、地形面のデータが取得できないため、可能な限り地形面が露出している状況での計測を行う。

また、以下の条件では適正な計測が行えない

- ・ 強風や突風の恐れのある気象条件
- ・ 写真が鮮明に撮れないなど暗い場合
- ・ 日差しが強く影部が鮮明に撮れない場合
- ・ 草や木などで地面が覆われている場合

(2) 自動航行を行わない場合の留意点

計測精度を確保するための所定の条件は以下を標準と~~します~~する。

- ・ 同一コースは、直線かつ等高線の撮影となるように飛行する
- ・ 撮影区域を完全にカバーするため、撮影コースの始めと終わりの撮影区域外をそれぞれ最低1モデル（2枚の空中写真の組み合わせ）以上形成できるように飛行する

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~4-3~~

UAV 測量マニュアル ~~62,64～67~~

UAV 安全基準

●留意事項

ア) UAV安全基準

UAV安全基準に基づき測量を実施すること。

5.2.2 計測点群データ作成 (UAV)

○実施項目

受注者は、撮影した空中写真、標定点座標及びデジタルカメラのキャリブレーション結果を元に、写真測量ソフトを用いて計測点群データの作成を行う。

計測点群データを作成するに際し、UAVの飛行ログデータを使用したデータ処理が行える場合は利用可能。

・カメラキャリブレーション

カメラキャリブレーションには以下の2つを用いることができる。

◇独立したキャリブレーション

◇セルフキャリブレーション

カメラキャリブレーションの結果は、計測精度に影響を与えるため留意する。

★監督員は同報告書を把握する。

★検査員は同結果を確認する。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~1~~-1-6~7, ~~1~~-2-3, ~~1~~-3-1, ~~1~~-4-3

UAV 測量マニュアル ~~61, 63, 69, 70~~

●留意事項

ア) UAVの飛行ログデータ

写真測量では撮影したそれぞれの撮影位置座標が重要であり、写真に位置座標が付与されない場合、撮影位置は未知のパラメータとしてカメラ座標を算出しなければならない。しかし、UAVの飛行ログデータを使って写真に位置座標を付与することで、撮影位置を推定し、計算効率を高めることができる。写真測量ソフトによっては飛行ログデータが無ければ計算がうまくいかないものもある。

イ) カメラキャリブレーションとは

レンズのひずみや焦点距離によって画像にひずみが現れるものを補正すること（四角いものを撮っても四角く写らないものを補正すること）。

もともと航空写真測量においても、キャリブレーションは実施されていたが、従来は高額で精度の良い専用カメラを使用し、専門の技術者が実施してきたため、特に問題とならなかった。しかし、UAVによる空中写真測量では汎用性カメラを使用することなどから、カメラキャリブレーションが重要としている。

ウ) セルフキャリブレーション※

写真測量ソフトにセルフキャリブレーションの機能がある場合はセルフキャリブレーションに換えることができる。

※国総研HPのQAによる

エ) 三次元形状復元・三次元形状復元計算

UAV測量マニュアルでは点群データとその作成の一過程について三次元復元と三次元形状復元計算と表現している（69, 70条）。起工測量段階では、UAV出来形管理要領でいう、計測点群データとその作成と同意と考えて良い。

5.2.3 精度確認 (UAV)

○実施項目

受注者は、計測点群データを作成する際、計測点群データ上の検証点の座標と、本手引き5.1.1で計測した検証点座標の真値を比較し、x, y, z それぞれ要求精度±10cm以内であることを確認する。

精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトでの処理を再度実施するなどの前のステップに戻って再度実施する。

精度確認については、空中写真測量 (UAV) の精度確認試験実施手順書 (案) に基づき実施し以下を作成する。

- ・カメラキャリブレーションおよび精度確認試験結果報告書

★監督員は同報告書を把握する。

★検査員は同結果を確認する。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~1-4-3~~、~~第2編4章~~第6章参考資料—4

UAV 測量マニュアル ~~7267~~

●留意事項

ア) 要求精度

- ・起工測量と出来形管理では要求精度が違う。
よって手順書の精度確認基準も違うため注意する。

イ) 標定点の残差*

UAV測量マニュアル第 ~~7267~~ 条に標定点の残差についての記述があるが、UAV出来形管理要領で実施する起工測量及び出来形管理に関しては、標定点の残差の確認は不要。

※国総研HPのQAによる

5.2.4 起工測量計測データの作成 (UAV)

○実施項目

受注者は、計測点群データを元に、点群処理ソフトを用いて以下の不要点を削除し、T I Nで表現される起工測量計測データを作成する。

①対象範囲外のデータ削除 (フィルタリング)

◇被計測対象物以外の構造物データを削除する。

◇除去する3次元座標はその後の作業に影響するため注意が必要。

②点群密度の変更 (データの間引き)

◇計測密度 0.25m² (50cm×50cm メッシュ)あたり1点以上を限度に点群密度を減らしても良い。

点群処理データソフトにより自動でT I Nを配置した時、現場の地形と異なる場合は、T I Nの結合方法を手動で変更しても良い。^{※1}

管理断面間隔より狭い範囲において、点群座標が存在しない場合は、T I Nで補完しても良い。^{※2}

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~1-2-4, 1-3-1, 1-4-3~~

UAV 測量マニュアル ~~69-71~~65, 66

●留意事項

ア) ※1: 点群~しても良い。とは?

→例えば四角形の対角線を繋いで四角形の中に三角形を2つ作る場合 (□←この様にT I Nを作る場合)、どの対角線を繋ぐかによって2通りの方法がある。

自動でT I N作成したものが、現地の地形を現していない場合は手作業によってT I Nを作り直すことも可能という意味。

イ) ※2: 管理~しても良い。とは?

→例えば重機などのシルエットをフィルタリングして点群データを削除した場合、穴が開いた状態では不都合であるため、周りのT I Nから補完すること。

ウ) 主要なSfMソフトウェア

①ContextCapture (Acute3D 社 フランス)

②Pix4D mapper (Pix4D 社 スイス)

③PhotoScan (Agisoft 社 ロシア)

これら点群処理ソフト (写真測量ソフト) の自動処理アルゴリズムは公開されていない (=ブラックボックス)。

C I Mに強いソフトは自動で間引きをさせた際に、起伏の多い部分 (構造物周り) については高密度で点群を残すなどソフトによって自動処理方法に特性がある。

エ) SfMとは?

SfM: Structure from Motion は、複数枚の画像の対応点の抽出を自動化し、画像の撮影位置や被写体の三次元形状復元を容易にした技術。カメラのレンズキャリブレーションも自動化。

オ) 数値編集

UAV測量マニュアルではフィルタリングや間引き作業について「数値編集」と表現している (74条)。

5.3 TLSによる起工測量の実施 (TLS)

5.3.1 TLSの設置 (TLS)

○実施項目

受注者は、以下のとおり TLS を用いた起工測量を実施する。

(1) 計測精度

- ・計測密度：0.25m²(50cm×50cm メッシュ)あたり1点以上
- ・)要求精度：最大誤差±10cm以内

(2) TLSは以下に留意して設置する。

- ・効率的にデータ取得できる
- ・レーザーと被計測対象物ができるだけ正対した位置関係
- ・急傾斜地や軟弱地を避け振動のない地盤上

(3) TLS計測の注意点

- ・TLSの入射角が著しく低い場合は精度低下する
- ・1回の計測で不可視となる範囲がある場合は補完できる計測位置を選定
- ・計測密度を不用意に上げると作業効率が落ちる

3次元起工測量

受注者は、本工事の起工測量において、下記1)～8)の方法により、3次元測量データを取得するために測量を行うものとする。

- 1) 空中写真測量(無人航空機)による起工測量
- 2) 地上型レーザースキャナーによる起工測量
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた起工測量
- 4) トータルステーション(ノンプリズム方式)を用いた起工測量
- 5) RTK-GNSSを用いた起工測量
- 6) 無人航空機搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 7) 地上移動体搭載型レーザースキャナーを用いた起工測量
- 8) その他3次元計測技術による起工測量

【関係基準類】

TLS 出来形管理要領 4-3-1, 4-4-3

●留意事項

ア) TLSの入射角 実証実験結果では・・・

200mで入射角が10度の場合、水平精度±20mm、高さでは±50mm程度の精度の低下が見られる。

⇒入射角が小さくなる場合は、TLSの設置位置を高くする、TLSの位置を変更するなどの配慮が必要。

イ) 計測精度 起工測量と出来形管理では計測精度が以下のとおり違う。

- ・起工測量：±10cm以内
- ・出来形管理：±2cm以内

5.3.2 TLS測量の実施（TLS）

○実施項目

受注者は、以下のとおりTLSを用いた起工測量を実施する。

(1) 測定時の留意点

計測範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などがある場合は、地形面のデータが取得できないため、可能な限り地形面が露出している状況での計測を行う。

また、以下の条件では適正な計測が行えない。

- ・雨や霧、雪などレーザーが乱反射してしまう様な気象
- ・計測対象範囲とレーザー光の入射角が極端に低下する場合
- ・強風などで土埃などが大量に舞っている場合
- ・草や木などで地面が覆われている場所

TLS計測で利用するレーザークラスに応じた使用上の対策を講じるとともに、安全性に十分考慮する。

【関係基準類】

TLS 出来形管理要領 4-3

●留意事項

ア) TLSの使用条件

TLSはUAVに比較して立木があっても計測が可能であるが、立木の密度が多い場合は利用しない方がよい。

5.3.3 起工測量計測データの作成 (T L S)

○実施項目

受注者は、計測点群データを元に、点群処理ソフトを用いて以下の不要点を削除し、T I N で表現される起工測量計測データを作成する。

①対象範囲外のデータ削除 (フィルタリング)

◇被計測対象物以外の構造物データを削除する。

◇除去する3次元座標はその後の作業に影響するため注意が必要。

②点群密度の変更 (データの間引き)

◇計測密度 0.25m² (50cm×50cm メッシュ)あたり1点以上を限度に点群密度を減らしても良い。

点群処理データソフトにより自動でT I Nを配置した時、現場の地形と異なる場合は、T I Nの結合方法を手動で変更しても良い。^{※1}

管理断面間隔より狭い範囲において、点群座標が存在しない場合は、T I Nで補完しても良い。^{※2}

【関係基準類】

TLS 出来形管理要領 4-2-3

●留意事項

ア) ※1: 点群～しても良い。とは?

→例えば四角形の対角線を繋いで四角形の中に三角形を2つ作る場合 (□←この様にT I Nを作る場合)、どの対角線を繋ぐかによって2通りの方法がある。

自動でT I N作成したものが、現地の地形を表していない場合は手作業によってT I Nを作り直すことも可能という意味。

イ) ※2: 管理～しても良い。とは?

→例えば重機などのデータをフィルタリングして点群データを削除したため、穴が開いた状態において回りのT I Nから補完すること。

ウ) 精度管理

精度確認については、3.5.1 参照。

5.4 起工測量の成果

○実施項目

受注者は、起工測量の成果として以下を提出し、完成時には電子成果品として納入すること。

① UAVによる起工測量

- (1) 起工測量計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (起工面 TIN))
- (2) 計測点群データ (CSV, LandXML 等のポイントファイル (生点群データ))
- (3) 工事基準点及び標定点データ (CSV, LandXML 等のポイントファイル)
- (4) 空中写真測量 (UAV) で撮影したデジタル写真 (jpg)
- (5) 工事基準点及び標定点、検証点を表した網図
- (6) その他資料 (例: 使用機器の利用状況写真、飛行計画に沿って撮影したことの証明資料) 等

② TLS、その他による起工測量

①の項目に全てに対し、以下項目のみ読み替える

- (4') 起工測量の状況写真
- (6') その他資料 (例: 使用機器の利用状況写真) 等

★監督員は工事基準点等の設置状況を把握

【関係基準類】

共通仕様書 1-1-43

UAV 出来形管理要領 ~~4~~-5-3

TLS 出来形管理要領 ~~4~~-5-3

その他出来形管理要領

UAV 監督検査要領 5-4

TLS 監督検査要領 5-4

その他監督検査要領

●留意事項

ア) 監督員の把握内容

工事基準点のみならず、標定点、検証点が指示した基準点あるいは工事基準点を元にして設置したものであることを確認する。

イ) UAV出来形管理要領に基づく成果品*

UAV出来形管理要領に基づき実施する起工測量及び出来形管理で納品が必要となる成果とは、同要領に定められたもののみでよく、UAV測量マニュアルで示す。成果品は必要無い。また、標定点・検証点について測量成果報告書の提出も不要。

※国総研HPのQAによる

6. 3次元設計データ

6.1 3次元設計データの作成

○実施項目

受注者は、以下の手順で3次元設計データ作成ソフトを使用して、2次元設計から3次元設計データの作成を行う。

①準備資料

- ・設計図書の平面図、縦断図、断面図、中心点座標リスト（線形計算書）

②3次元設計範囲

- ・中心線については起終点より外縁に線形要素がある場合はその範囲まで
- ・横断図は構造物と地形の接点まで

③3次元設計データの要素データ作成

- ・工事基準点等の入力
- ・①の幾何形状要素をソフトに入力
（中心線座標、R、クロソイドパラメータ、縦断曲線長、横断形状等）
- ・作成する横断図は全ての管理断面及び断面変化点
（管理断面：測点横断、断面変化点：拡幅部の起終点、切盛変化点等）

④要素データ→3次元設計データ（T I N）の作成

- ・曲線部分は管理断面間を細分化した補完断面データを作成の後、T I N化

⑤起工測量計測データの合成

- ・④に対して地形データを合成
- ・現場不一致が生じた場合は発注者と協議する

⑥数量算出

- ・出来高の数量算出ソフトを使用して土量計算を行う

⑦積算区分の境界情報

- ・土の積算区分についても算出する

3次元設計データ作成

受注者は、設計図書やUAVによる起工測量等で得られたデータを用いて、3次元出来形管理を行うための3次元設計データを作成する。

- ①～⑤で使用するICT機器に入力した3次元設計データを監督員に提出すること。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 1-2-5, 1-4-1, 1-5-2, 1-5-3

TLS 出来形管理要領 1-2-4, 1-4-1, 1-5-2, 1-5-3

その他出来形管理要領

●留意事項

ア) 3次元設計する対象

本手引き 1.2.2. ●留意事項ア) による。

イ) 施工要素データの入力支援機能

3次元設計データ作成ソフトによっては、入力を簡素化する以下の機能を有するものもある。

- ・線形データ（S I M Aデータ）の取込機能

S I M Aデータがあれば座標を手入力する必要はない。

- ・C A D図面の取込機能

既に座標データを持っている2次元C A Dデータを読み込めば、図面を構成している線種や点をマウス操作で認識させることにより読み込みが可能。

ウ) 補完断面

従来の2次元設計図では、測点(20mピッチ)毎に横断図(管理断面)があったが、3次元設計データ作成ソフトでは、管理断面以外に断面変化点等に対して、出来形横断面形状を作成する必要がある。

管理断面以外で作成が必要な断面変化点(道路の例)

◇道路の幅員、横断勾配の変化点

◇法面形状の変化点(切り盛り境、構造物との接合部)

曲線区間については、Rの大きさや法面の長さによって、間隔を考慮の上、補完断面を追加挿入する必要がある。

6.2 3次元設計データの確認

○実施項目

受注者は3次元設計データの作成後に以下について元設計と照合し、監督員に3次元設計データチェックシート（様式-1）を提出する。

①基準点および工事基準点（全点）

②平面線形（全延長）

③縦断線形（全延長）

④出来形横断面形状（全ての元設計断面）

・出来形管理項目である幅、基準高、法長を対比確認する。

・確認方法は以下の2点

◇3次元設計についてソフトウェアの画面上と、設計図書（2次元）を比較

◇3次元設計から該当部分の横断面図を作成し、設計図書（2次元）と比較

⑤3次元設計データ（全延長）

・3次元データの入力要素（中心線形データ等）と3次元設計データ（TIN）を重畳し同一性を確認

また、監督員からチェックシートを確認するための資料の請求があった場合は以下の資料を速やかに提出する。

・工事基準点リスト（チェック入り）

・線形計算書（チェック入り）

・平面図（チェック入り）

・縦断図（チェック入り）

・横断図（チェック入り）

・3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）

※これら以上にわかりやすいものがあれば、これに換えることができる。

★監職員は3次元設計データチェックシートについて確認する。

状況によっては上記根拠資料についても確認する。

①～⑤で使用するICT機器に入力した3次元設計データを監督員に提出すること。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~4-4-2, 4-5-3, 第2編第2章第6章参考資料-2~~

TLS 出来形管理要領 ~~4-4-2, 4-5-3, 第2編第2章第6章参考資料-2~~

その他出来形管理要領

UAV 監督検査要領 5-5, 参考資料 2

TLS 監督検査要領 5-5, 参考資料 2

その他監督検査要領

●留意事項

ア) チェック欄の記入

3次元設計については、作成する受注者の責任においてチェックをおこない、その確認のために、チェックシートのチェック欄に○を記入する。根拠資料のチェック記入に関しても同様。

イ) 3次元ビューでも確認

3次元設計データ作成ソフトでは、入力結果を立体視することが可能（ビューア機能）となっている。このため、本機能を活用することにより3次元設計データが正しく入力されているか目視により確認が可能。

ソフトメーカーからは、無償ビューア付ファイルを作成するソフトが販売されている。

ウ) 補完断面の確認

受注者は、元設計（２次元設計）には無かった出来形横断面（横断図）を作成するが、土工の変化点◇道路の幅員、横断勾配の変化点、◇法面形状の変化点（切り盛り境、構造物との接合部）（本手引き 6.1●留意事項 ウ）参照）に関しては、構造上の問題点にならないように十分検討の上、作成する必要がある。

7. 設計図書の照査

○実施項目

受注者は作成した3次元設計データから横断図を作成し、設計図書と重ね合わせるなどし、不備や不整合が無いことを照査し、結果を報告する。

★発注者はその照査結果を確認する。

【関係基準類】

契約書第18条4項

UAV 出来形管理要領 4-2

TLS 出来形管理要領 4-2

その他出来形管理要領

●留意事項

ア) 照査報告と確認

受注者は、起工測量データを合成した結果、現場不一致が生じた場合は、従来通り設計照査の一環として監督員に関連資料を紙データで提出し、確認を受ける。

I C T活用工事では従来施工とは違い、3次元設計化した段階で測点間も含めた、全ての現場不一致が判明することに留意する。

イ) 現場不一致 → 修正設計

以下を例とする比較的大きな設計修正が予測される場合は、発注者は直ちに方針を決定する必要がある。

- ・用地境界等を犯す可能性があるもの
- ・擁壁などの構造物が必要となる、あるいは既設計構造物の形状が変わる
- ・小段が増えるなどして、排水計画が変わる

発注者は早急に設計方針を示す必要があり、設計に時間がかかるなど、方針決定に時間がかかる場合は、結果が出るまでの一時的な方針等も早い段階で示すこと。

8. 施工計画書（工事編）

○実施項目

受注者は、以下について施工計画書にまとめる。

- ・ I C T 建設機械に関する事項（掘削・敷均し計画、バケット・ブレード等位置の計測精度確認計画、盛土の締固め回数管理）

本工事の土工施工範囲の全てで適用することとし、具体的な工事内容及び対象範囲を監督員と協議するものとする。なお、実施内容等については施工計画書に記載するものとする。

【関係基準類】

- UAV 出来形管理要領 4-1-5
- UAV 監督検査要領 5-1
- TLS 出来形管理要領 4-1-5
- TLS 監督検査要領 5-1
- その他出来形管理要領
- その他監督検査要領
- ICT バックホウ要領 3.5.6, 3.5.11
- ICT ブルドーザ要領 3.4.5, 3.4.10
- 締固め管理要領 2.3

●留意事項

ア) I C T 建設機械に関する事項

- ・ 掘削・敷均し計画
MC・MGシステムの機器構成と提供情報について施工計画書に記載する。
- ・ バケット・ブレード位置の計測精度確認計画
バケット位置精度の確認計画について施工計画書に記載する。

イ) 盛土の締固め回数管理技術を使用する場合は、システムメーカー、型番、機器構成等を施工計画書に記載する。

ウ) 現場組織表

- ・ I C T 建機開発メーカー、リースメーカーについては、施工体制台帳に記載しないため、I C T 機器のトラブル時に速やかな対応が必要な場合は、「現場組織表」に記載する。

9. ICT建設機械による施工

○実施項目

受注者は、ICT建設機械に関して、以下に留意して施工する。

- ・GNSS基準局の設置、ローライゼーションの実施
- ・ICT建設機械のバケット・ブレード位置精度の確認
- ・日常点検の実施
- ・掘削時の土質条件

★監督員は、精度確認結果を把握する。（鉛直較差±50mm以下）

ICT建設機械による施工

3次元データ作成で得られた3次元設計データまたは施工用に作成した3次元データを用いて、ICT建設機械により施工を実施する。

- 1) ブルドーザの排土板の位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分に基づき制御データを作成し、排土板を自動制御する3次元マシンコントロール技術を用いて、河川・砂防・道路土工の敷均しを実施する。（※）
- 2) ブルドーザの排土板の位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分を表示し、排土板を誘導する3次元マシンガイダンス技術を用いて、河川・砂防・道路土工の敷均しを実施する。（※）
- 3) バックホウのバケットの位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分に基づき制御データを作成し、バケットを自動制御する3次元マシンコントロール技術を用いて、河川・砂防・道路土工の掘削、法面整形を実施する。（※）
- 4) バックホウのバケットの位置・標高をリアルタイムに取得し、ICT建設機械による施工用データとの差分を表示し、バケットを誘導する3次元マシンガイダンス技術を用いて、河川・砂防・道路土工の掘削、法面整形を実施する。（※）

【関係基準類】

ICTバックホウ要領 3.5.1～3.5.12, 3.6.2, 1.3, 3.7

ICTブルドーザ要領 3.4.1～3.4.11, 3.5.2, 1.3, 3.6

ICT建設機械 精度確認要領(案) 3.8.1, 3.8.2

●留意事項

ア) 「ICT建設機械による施工」の実施事項

「ICT建設機械による施工」の実施事項は、「ICTバックホウ要領、ICTブルドーザ要領」の規程に基づき実施する。ただし「ICTバックホウ要領」3.5.11 バケット位置精度の確認、「ICTブルドーザ要領」3.4.10 ブレード位置精度の確認は「ICT建設機械 精度確認要領」などを参考に行う。

イ) ICT建設機械により施工を行う範囲

本手引き 1.2.3. ●留意事項アの範囲とする。

ウ) GNSS基準局の設置

自動追尾TS及びRTK-GNSSの基準局は、施工精度を確保する目的から3次元座標が与えられている位置（基準点）に設置することが重要であり、この基準点の設置については、3級以上または同等の工事基準点を利用するか、これらの工事基準点から測量により求めた基準点を利用する。

なお、ネットワーク型RTK-GNSSを採用する現場では、基準局は不要。

エ) ローカライゼーションの実施

ICT建設機械による施工は、設計データの座標に従って施工を進めることとなり、現場での基準となる位置は、現場に設置した工事基準点となる。この工事基準点は、TSにより設置されていることが一般的である。

一方、GNSS測位によるICT建設機械により施工する場合には、GNSS測量値に頼ることとなるが、TS測量とGNSS測量にはそれぞれに測量精度や誤差が異なるため、お互いの測量結果が整合する可能性が少ない。

このため、GNSSによる測量結果を、現地に設置した基準点の座標をローカライゼーション(局地化、座標変換)することで、GNSS取得値が現地に整合して、精度の良い施工が可能となる。

オ) バケット・ブレード位置精度の確認(着手前)

ICT建設機械による施工精度を確保するため、施工着手前にバケット・ブレードの位置精度の確認を行う。

バケット・ブレード位置精度の評価方法は、MC・MGのモニターから提供されるバケット位置と、TSにより取得されるバケット位置の較差を算出し、全ての条件における較差が標高で±50mm以下であれば、出来形管理規格値を満足できる所要の性能を確保していると判断する。

受注者は、精度確認結果を監督員に提示できるよう、資料として整備・保管する。

カ) 日常点検の実施

1) バケット・ブレード位置精度の確認(日々)

バケット・ブレードの位置精度は、連続的な作業による作業装置の摩耗、機械ガタの変化等により、精度が低下する可能性がある。このため、施工間中は原則として日々『バケット・ブレード位置精度の確認』を実施する。

精度確認の方法は、3次元座標を持つ現地杭に作業装置をあわせる方法がある。

受注者は、点検結果を監督員に提示できるよう、資料として整備・保管する。

2) 機器類の点検

MC・MG技術を構成するセンサー、ケーブル等は、連続的な掘削及び敷均し作業により、故障、断線といったトラブルの発生が想定されるため、日常的にこれらの状態を確認する必要がある。

受注者は、点検結果を監督員に提示できるよう、資料として整備・保管する。

キ) ICT建設機械による掘削時の土質条件

一般的にICTバックホウ、ブルドーザによる掘削では土砂を標準としている。軟岩等が確認された場合には、ICT建設機械で掘削ができない。

一般にICTバックホウを用いた掘削工の対象土質は、バケットで施工する土砂(レキ質土、砂及び砂質土、粘性土)を標準としており、ブレードで施工する軟岩の掘削には対応していない。(軟岩Iの法面整形工には対応)

~~設計面をICT建機で施工できない場合には、3次元出来形管理が適用できなくなり、従来の出来形管理を行う必要がある。~~

ク) 現場での注意事項

MC、MGを過信し、モニターを注視しすぎて周囲への注意が散漫にならないように注意する。MC、MGともにモニターを見続ける必要はない。

10. 3次元出来形管理

10.1 出来形計測

○実施項目

受注者は、UAV、TLS、その他の3次元計測技術により出来形を計測し、3次元点群データを作成する。

下記1)～8)のいずれかのICTを用いた出来形管理と9)のICTを用いた品質管理を行う。

- 1) 空中写真測量（無人航空機）による出来形管理技術（土工）
- 2) 地上型レーザースキャナーによる出来形管理技術（土工）
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた出来形管理技術（土工）
- 4) トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理技術（土工）
- 5) RTK-GNSSを用いた出来形管理技術（土工）
- 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技術（土工）
- 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技術（土工）
- 8) その他の3次元計測技術による出来形管理技術（土工）
- 9) TS・GNSSによる締固め回数管理技術（土工）

受注者は、構造物が併設される箇所において、出来形管理を複数回実施するなど非効率になるような場合は、監督員と協議し、従来からの出来形管理（面管理でない場合）によることができる。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~1-4-3~~, ~~2-1-3~~, ~~2-2-3~~4-4

TLS 出来形管理要領 ~~1-4-3~~, ~~2-1-3~~, ~~2-2-3~~4-4

その他出来形管理要領

締固め管理要領 3-1～5

●留意事項

ア) 出来形計測を行う範囲

本手引き 1.2.4 の対象範囲とする。

イ) UAV、TLSによる出来形計測

- ・出来形計測は、起工測量と要求精度が異なる点に留意する。
★UAVによる計測の場合、監督員は、受注者から「精度確認試験結果報告書」の提出を受け、必要な測定精度（±5cm 以内）を満たすことを確認する。
- ・それ以外の項目は本手引き 5.2. 及び 5.3. を参照のこと。
- ・計測は1点以上/0.01m²（10cm×10cm）の計測密度で行う。
- ・出来形評価用データとして、計測データから1点/m²の点群データを抽出する。
- ・出来形評価用データの抽出方法は、UAV、TLS要領で、点密度の変更、グリッドデータ化など種々の方法が認められているが、点群処理ソフトウェアの機能を用いて抽出すれば問題ない。参考までにトレンドポイントでは、中心線形に沿って1mメッシュを設定し、メッシュ内に存在する計測点の全てについて設計値との鉛直較差を計算し、最も較差が小さい計測点を、出来形評価用データとして抽出している。
- ・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ことになっているが、これは法肩、法尻付近では計測誤差により、実際には法面を捉えている計測値を、規格値が厳しい平場として評価してしまう可能性があるため。

ウ) その他の3次元計測技術

- 出来形管理を複数回に分けて実施するなど、狭い範囲を計測する場合は、監督員と協議し、以下に示す方法で計測しても良い。

1. 計測精度 ±50mm とする。

2. 計測技術

1) TS (プリズム方式)

施工計画書に以下の根拠資料を添付する。

- i) 計測性能：国土地理院認定3級以上の機種¹⁾の証明(書類、カタログ等)(3級以上の機種であれば精度確認は省略できる)
- ii) 精度管理：校正証明書、検査成績書等、適正な精度管理が行われていることを証明する書類(有効期限内)

2) TS (ノンプリズム方式)

計測範囲内で鉛直精度±20mm、平面精度±20mm 以内の性能の機器を利用

施工計画書に以下の根拠資料を添付する。

- i) 計測性能：別添様式3による精度確認試験結果
計測精度の方法・要求精度は、T L S 要領と同様。
- ii) 精度管理：校正証明書、検査成績書等、適正な精度管理が行われていることを証明する書類(有効期限内)

3) RTK法、ネットワーク型RTK法

施工計画書に以下の根拠資料を添付する。

- i) 計測性能：国土地理院認定機種であることが分かる書類、カタログ(1級(2周波)と同等以上の性能を有する機器を使用)
- ii) 精度管理：校正証明書、検査成績書等、適正な精度管理が行われていることを証明する書類(有効期限内)

3. 計測方法(点密度)

- 出来形評価用データ：1点/(1m×1m)以内。
出来形計測データの取得を経ず、出来形評価表データを直接計測して良い。
- 完成数量算出に用いる出来形計測データ：1点/(10cm×10cm)以内
- 数量算出に用いる起工測量データ等：1点/(50cm×50cm)以内

4. 計測方法(計測距離)

- TS (プリズム)：3級TS相当は100m、2級TS相当は150m
- TS (ノンプリ)：計測距離は、精度確認試験の確認距離以内
- RTK法、ネットワーク型RTK法：
基準局から3,000m以内、RTK法の場合は計測毎に点検が必要

10.2 出来形管理帳票の作成

○実施項目

受注者は、3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形管理図表を作成する。

★監督員は、出来形管理図表を用いて、出来形管理状況を把握する。

工事完成物について、下記1)～8)のいずれかのICTを用いた出来形管理と9)のICTを用いた品質管理を行う。

- 1) 空中写真測量（無人航空機）による出来形管理技術（土工）
- 2) 地上型レーザースキャナーによる出来形管理技術（土工）
- 3) トータルステーション等光波方式を用いた出来形管理技術（土工）
- 4) トータルステーション（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理技術（土工）
- 5) RTK-GNSSを用いた出来形管理技術（土工）
- 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技術（土工）
- 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技術（土工）
- 8) その他の3次元計測技術による出来形管理技術（土工）
- 9) TS・GNSSによる締固め回数管理技術（土工）

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ~~1-5-1~~ , ~~2-1-4~~ , ~~2-2-4~~ , ~~1-2-4~~

TLS 出来形管理要領 ~~1-5-1~~ , ~~2-1-4~~ , ~~2-2-4~~

その他出来形管理要領

締固め管理要領 3-1～5

共通仕様書 建設工事施工管理(案)

●留意事項

ア) 出来形評価用データ

- ・出来形評価用データは、出来形計測データから点群密度を変更し、1点/1m²の計測データを抽出する。
- ・点群密度の変更方法は、UAV、TLS要領で種々の方法が規定されているが、点群処理ソフトウェアの機能を利用すれば問題ない。
- ・ソフトウェアによっては、1mメッシュ内に存在する計測点の全てについて設計値との鉛直較差を計算し、最も較差が小さい計測点を出来形評価用データとしているものもある。（抽出されなかった計測点の規格値との比較は行われていない）
- ・出来形計測データの全計測点について、規格値を満足しているか確認するためには、出来形帳票作成ソフトウェアの計測密度（メッシュ）を小さく設定する。

イ) 出来形管理帳票の作成

- ・出来形管理用ソフトウェアを利用し、出来形管理図表を作成する。
- ・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が、全データ数の0.3%までは規格値外であっても棄却可能。
- ・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。
- ・出来形管理表のバックデータとして、出来形計測データ（点群データ）、3次元設計データ（TINデータ）、UAVで撮影したデジタル写真等が電子納品の対象となっている。

ウ) 出来形管理の社内規格値

社内規格値、社内目標値は、従来どおり設定できる。

エ) 出来形管理の把握方法

- 従来のTS出来形管理では、1工事1回、監督員が立会により把握することとしていたが、UAV（TLS）監督検査要領では、「監督員は、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。」と規定されており、現地での立会は必要ない。
- UAV（TLS）出来形管理要領では、出来形管理資料は監督員に提出することと規定されているが、従来通り監督員から請求があった場合に提示すればよい。
- 従前の横断的管理とは異なる考え方であり、幅・高さは管理しなくて良い。

オ) 転石等が発現した場合の措置

- 出来形管理対象範囲において、転石が発現する等、施工途中のやむを得ない理由により規格値を満足できない場合は、監督員と協議し、範囲を指定して出来形管理対象範囲から除外して良い。

10.3 出来形管理写真の撮影

10.3.1 UAVによる出来形管理の写真管理

○実施項目

受注者は、UAV要領を用いた施工管理では、法長、幅の撮影項目については、空中写真測量（UAV）で撮影した写真を納品することで、現行の「写真管理基準（案）」で求められる写真に代えることができる。

【関係基準類】

共通仕様書 写真管理基準(案)

UAV 出来形管理要領 ~~5-3, 6-2, 2-1-5, 2-2-5~~

●留意事項

ア) 撮影項目

本管理要領を用いた施工管理の実施にあたっては、法長、幅の撮影項目については、空中写真測量（UAV）で撮影した写真を納品することで、現行の「写真管理基準（案）」で求められる写真に代えることができる。

なお、空中写真測量（UAV）で撮影した写真は、「UAV **出来形管理**要領~~1-5-3~~ 電子成果品の作成規定」に準拠してファイルやサブフォルダを作成し、監督員と協議のうえ、作成した「ICON」フォルダに格納されるものとする。

イ) 撮影方法

法長、幅の撮影項目については、空中写真測量（UAV）に代えることができるため、被写体として写し込む小黑板は不要。

~~ウ) 撮影頻度~~

~~UAV管理要領に記載されている撮影頻度が「撮影毎に1回」という表現がわかりにくい
が、「撮影毎」の意味。~~

10.3.2 T L Sによる出来形管理の写真管理

○実施項目

T L S 出来形管理を実施する場合、現行の「写真管理基準(案)」と比較して、以下の点異なる。

- ①撮影頻度の変更
- ②黑板への記載項目の軽減

【関係基準類】

共通仕様書 写真管理基準(案)

T L S 出来形管理要領 1-6-2 , ~~2-1-5~~ , ~~2-2-5~~

●留意事項

T L S 出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点異なる。

ア) 撮影頻度の変更

現行の「写真管理基準(案)」では、撮影頻度は200m又は1施工箇所毎に1回となっている。

T L S を用いた出来形管理の写真撮影頻度は、測定毎に1回となっている。

イ) 黑板への記載項目の軽減

現行の「写真管理基準(案)」では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黑板に ①工事名、②工種等、③測点(位置)、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載することとしている。

出来形管理写真では、設計寸法と実測寸法の対比を行い、出来形の確認ができるよう撮影されている。

T L S 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 測点～終点測点・左右の範囲)を小黑板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略してもよい。

10.4 岩線計測

○実施項目

受注者は、設計変更のために必要な場合は、岩区分の境界を把握するための岩線計測を、面的な地形計測が可能なUAVやTLSを用いて実施する。

UAVやTLSで計測した岩線の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される岩線計測データを作成する。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 ㊦3-2

TLS 出来形管理要領 ㊦3-2

その他出来形管理要領

●留意事項

ア) 計測方法

- ・面的なデータを使用して設計変更の根拠資料とする際は、設計形状を示す3次元設計データについて、監督員との協議を行い、設計図書として位置付ける。
- ・測定精度は、10cm以内とし、計測密度は0.25m²(50cm×50cmメッシュ)あたり1点以上。
- ・自動でTINを配置した場合に、現場の出来形計測と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更可能。
- ・別の計測日の計測点群データをそれぞれ重畳して1つの岩線計測データを作成することもできる。
- ・UAV等での3D計測が困難であれば、従来の手法で計測をして、TINで補完することを認めている。

イ) 土(岩)変化位置確認(段階確認)

- ・土(岩)質の確認と、変化位置の確認箇所のマーキング方法は従来と変わりなし。
- ・マーキングは、UAVで撮影した写真上で判読できるように設置する。
- ・従来の段階確認では、臨場にて土(岩)の変化位置(TS等で計測)、土(岩)の質(シュミットハンマーなど)で確認していたが、UAV等による計測では、変化位置の確認は、後日机上で行う。

11. 設計変更協議

11.1 ICT土工の数量算出

○実施項目

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

なお、後者については以下の数量算出方法について監督員と協議する。

- ① 点高法
- ② TIN分割等を用いた求積
- ③ プリズモイダル法

土量の数量算出については、従来通り土木工事数量算出要領（案）に基づく、横断面による平均断面法を用いて算出すること。

なお、土質の変化や、片切掘削・オープン掘削などの区別に土工数量を算出する必要がない場合は、同要領（案）に基づく3次元CADソフト等を用いた法式にて算出することができる。

【関係基準類】

UAV 出来形管理要領 4-5-2

TLS 出来形管理要領 4-5-2

その他出来形管理要領

数量算出要領

●留意事項

ア) 数量算出方法の協議

- ・ 本手引き 1.2.2 の協議時に同時に協議しておくことも可能。
- ・ 留意事項に関しては、本手引き 1.2.2 ●留意事項ウ) 参照。
- ・ 3Dにて土量計算した場合の計算根拠は、ソフトの計算結果の打ち出しを想定。無い場合は PrintScreen のアウトプット資料でも可。

11.2 変更設計積算

○実施項目

ICT活用工事においては、以下の3つの施工プロセスについて設計変更の対象とする。

- ①3次元起工測量
- ②3次元設計データ作成
- ③ICT建設機械による施工

○ICT活用工事試行要領

8 経費の計上

- (1) 発注者指定型のICT活用工事を発注する場合は、別表1の「積算基準（三重県県土整備部）」に基づき、工事発注時に必要な経費を計上する。
なお、発注者指定型で指定したICTの適用範囲の変更を行う場合は、別表1の「積算基準（三重県県土整備部）」に基づき、変更設計で精算する。
- (2) 施工者希望型のICT活用工事を発注する場合は、当初発注時は従来施工の積算基準を用いることとし、ICTに関する経費は、ICT施工の積算基準に基づき変更設計で計上する。
- (3) 3次元出来形管理等の施工管理および3次元データの納品に係る経費については、間接費に含まれることから計上しない。

【関係基準類】

ICT活用工事試行要領
積算基準（三重県県土整備部）

●留意事項

ア) 3次元起工測量

本手引き 1.2.1.の協議内容に基づき設計変更する。

イ) 3次元設計データ作成

本手引き 1.2.2.の協議内容に基づき設計変更する。

ウ) ICT 建機による施工

本手引き 1.2.3.の協議内容に基づき設計変更する。

12. 電子成果品

12.1 UAVによる出来形管理の電子成果品

○実施項目

受注者は、UAVやTLSによる出来形管理では、出来形管理や数量算出の結果等の工事書類（電子成果品）をルート直下に作成した「ICON」フォルダに格納して提出する。

3次元データの納品

- ・3次元出来形管理等により確認された3次元施工管理データを、工事完成図書として納品する。

【関係基準類】

三重県CALS電子納品運用マニュアル

UAV 出来形管理要領 4-5-3

●留意事項

ア) 電子納品

- ・協議により、Blurayディスクの使用が可能。
- ・ICT活用工事を対象とした納品物の容量は、国総研の試算では、延長 1,000m×幅 60m で、20GB程度と予想。（現場条件及び計測状況により増減）
- ・現状の発注者の環境では成果が確認できないため、受注者のサポートが必要。
- ・完成図は、従来どおりに作成して提出。

イ) 通常の電子納品成果物と同様にチェックエラーのないことを確認する。

ウ) 納品ファイル（ICONフォルダに格納）

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
UAV	0	DR	001～	0～Z	・3次元設計データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	UAVODR001Z. 拡張子
UAV	0	CH	001～	—	・出来形管理資料（出来形管理図表（PDF）または、ビューワー付き3次元データ）	UAVOCH001. 拡張子
UAV	0	IN	001～	—	・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）	UAV0IN001. 拡張子
UAV	0	EG	001～	—	・空中写真測量（UAV）による起工測量計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	UAVOEG001. 拡張子
UAV	0	SO	001～	—	・空中写真測量（UAV）による岩線計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（TIN））	UAVOS0001. 拡張子
UAV	0	AS	001～	—	・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））	UAVOAS001. 拡張子
UAV	0	GR	001～	—	・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）	UAVOGR001. 拡張子
UAV	0	PO	001～	—	・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）	UAVOP0001. 拡張子

12.2 TLSによる出来形管理の電子成果品

○実施項目

受注者は、UAVやTLSによる出来形管理では、出来形管理や数量算出の結果等の工事書類（電子成果品）をルート直下に作成した「ICON」フォルダに格納して提出する。

3次元データの納品

- ・3次元出来形管理等により確認された3次元施工管理データを、工事完成図書として納品する。

【関係基準類】

三重県 CALS 電子納品運用マニュアル

TLS 出来形管理要領 4-5-3

●留意事項

ア) 電子納品

- ・協議により、Blu-rayディスクの使用が可能。
- ・ICT活用工事を対象とした納品物の容量は、国総研の試算では、延長 1,000m×幅 60mで、20GB程度と予想。(現場条件及び計測状況により増減)
- ~~・現状の発注者の環境では成果が確認できないため、受注者のサポートが必要。~~
- ・完成図は、従来どおりに作成して提出。

イ) 通常電子納品成果物と同様にチェックシエラーのないことを確認する。

ウ) 納品ファイル（ICONフォルダに格納）

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
TLS	0	DR	001～	0～Z	・3次元設計データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN))	LSODR001Z. 拡張子
TLS	0	CH	001～	—	・出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) または、ビューワー付き3次元データ)	LSOCH001. 拡張子
TLS	0	IN	001～	—	TLSによる出来形評価用データ (CSV、LandXML等のポイントファイル)	LSOIN001. 拡張子
TLS	0	EG	001～	—	TLSによる起工測量計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN))	LSOEG001. 拡張子
TLS	0	S0	001～	—	TLSによる岩線計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN))	LSOS0001. 拡張子
TLS	0	AS	001～	—	TLSによる出来形計測データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN))	LSOAS001. 拡張子
TLS	0	GR	001～	—	TLSによる計測点群データ (CSV、LandXML等のポイントファイル)	LSOGR001. 拡張子
TLS	0	P0	001～	—	・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)	LSOP0001. 拡張子

13. 検査

13.1 書面検査

○実施項目

検査員は、書面検査時には、パソコンを使って、納品された電子成果品等を確認する。

【関係基準類】

UAV 監督検査要領 6-1

TLS 監督検査要領 6-1

その他監督検査要領

共通仕様書 建設工事施工管理(案)

●留意事項

ア) 出来形計測の確認

工事打合せ簿で以下を確認する。

- ・ UAVやTLSを用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容
- ・ 設計図書の3次元化に係わる確認
- ・ UAVやTLSを用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等
- ・ 3次元設計データチェックシートの確認
- ・ UAVや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

イ) 出来形管理図表の確認

- ・ 出来形管理図表について、測定項目や規格値を満足しているか否かを確認する。
- ・ ばらつきの判断はその工事の主たる工種において行う。
- ・ ICT土工にてばらつきを判断する場合は以下のとおり。
 - ①規格値の±50%以内のデータが全データ数の8割以上存在する場合、ばらつきが50%以下と判断する。
 - ②規格値の±80%以内のデータ数が全データ数の8割以上存在する場合、ばらつきが80%以下と判断する。なお、データ数は出来形合否判定総括表（ヒートマップ）に記載されたデータ数を用い、計算は手計算で行う。

ウ) 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。

エ) 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、「ICON」フォルダに格納されていることを確認。

オ) アンケート調査票、施工合理化調査表、新技術活用計画書等の確認

- ・ アンケート調査票、施工合理化調査表、新技術活用計画書等が、提出されていることを工事打合せ簿で確認。
- ・ ICT活用工事については、簡易アンケートの提出義務がある。

13.2 実地検査

○実施項目

検査員は、現地で設計値と実測値を計測して規格値以内であるか確認する。

【関係基準類】

UAV 監督検査要領 6-2

TLS 監督検査要領 6-2

その他監督検査要領

共通仕様書 建設工事施工管理(案)

土木工事検査基準

●留意事項

ア) 実地検査

- ・検査員は、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。
- ・検査において実値計測されたデータは出来高管理帳票等に反映させる必要は無い。
- ・計測は平場のみで、法面では計測しない。法長の計測は不要。

検査の頻度は以下のとおり。

工種	計測箇所	確認方法	検査頻度
河川土工	検査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	確認方法	検査頻度
道路土工	検査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

イ) 検査に使用する計測機器等の準備について

- ・基本的には受注者が用意するものとし、TSを使用する。受注者で用意が可能ならGNSSローバーでもよい。
- ・TSで計測したXY座標を元に、PC上で3D設計値のZ（設計値）を算出して、Z（計測値）と比較を行う。TS出来形用の基本設計データの作成は必要ない。

ウ) 実地検査の手順

- ・実地検査の手順は、以下を参考に実施する。
 - ① 書面検査時に、任意の断面から平場或いは天端の数点の「位置座標（X、Y）」と3次元設計データの設計面の「標高（Z）」を確認。
なお、TSの場合は、器械位置算出のため、近接する工事基準点が必要であるため、監督員は工事基準点を検査終了時まで使用できる状態にしておくよう、受注者と調整。
 - ② 実地検査で、①で確認した位置座標を、TSのターゲットを動かすことにより探索。
 - ③ ①で確認した位置座標付近で標高を確認。（管理は1mメッシュに1点）
 - ④ 確認した設計面の標高と比較して、標高差が規格値内か確認。
 - ⑤ 数点について、②から繰り返し確認。

(様式－１)

令和 年 月 日

工 事 名 : _____
 受注会社名 : _____
 作 成 者 : _____ 印

3次元設計データチェックシート

項 目	対 象	内 容	チェック 結果
1) 基準点及び 工事基準点	全点	・ 監督員の指示した基準点を使用しているか？	
		・ 工事基準点の名称は正しいか？	
		・ 座標は正しいか？	
2) 平面線形	全延長	・ 起終点の座標は正しいか？	
		・ 変化点（線形主要点）の座標は正しいか？	
		・ 曲線要素の種別・数値は正しいか？	
		・ 各測点の座標は正しいか？	
3) 縦断線形	全延長	・ 線形起終点の測点、標高は正しいか？	
		・ 縦断変化点の測点、標高は正しいか？	
		・ 曲線要素は正しいか？	
4) 出来形横断面 形状	全延長	・ 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？	
5) 3次元設計デ ータ	全延長	・ 入力した2)～4)の幾何形状と出力する3次元設 計データは同一となっているか？	

※1 各チェック項目について、チェック結果欄に“○”と記すこと。

※2 受注者が監督員に様式－1を提出した後、監督員から様式－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示するものとする。

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

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