

# I C T 活用工事の手引き

平成30年4月1日

愛知県建設部(建築局除く)

## 目 次

1. ICT活用工事の実施協議	
(1) ICT施工を希望する場合の協議	.....P5
(2) ICT活用工事対象範囲の協議	.....P7
(3) 3次元起工測量(UAVによる写真測量等)	.....P8
(4) 3次元設計データ作成	.....P10
(5) ICT建機による施工(ICT施工機械での施工)	.....P11
(6) TS 出来形管理(断面管理)及び 3次元出来形管理等の施工管理	.....P13
(7) 3次元データを使った設計図書作成指示	.....P16
2. 機器ソフトウェア等の選定	
(1) 機器ソフトウェアの調達	.....P17
(2) UAV(ドローン)	.....P18
(3) デジタルカメラ	.....P19
(4) レーザスキャナ(LS)	.....P20
(5) パソコン及びソフトウェア	.....P21
(6) 電子納品の事前協議	.....P24
(7) 工事施工中の指示・協議	.....P25
3. 施工計画書(起工測量)	
(1) 適用(UAV)	.....P26
(2) 無人航空機(UAV)	.....P27
(3) デジタルカメラ(UAV)	.....P30
(4) ソフトウェア(UAV)	.....P32
(5) 撮影計画(UAV)	.....P33
(6) 適用(LS)	.....P35
(7) レーザスキャナ(LS)	.....P36
(8) ソフトウェア(LS)	.....P37
4. 工事基準点の設置	
(1) 工事基準点の指示	.....P38
(2) 工事基準点の設置	.....P39

5. 起工測量実施及び成果作成	
(1) 標定点・検証点の設置(UAV)	.....P40
(2) 標定点の設置(LS)	.....P42
(3) UAVによる起工測量の実施(UAV)	.....P43
(4) 空中写真測量の実施(UAV)	.....P43
(5) 計測点群データ作成(UAV)	.....P44
(6) 精度確認(UAV)	.....P46
(7) 起工測量計測データの作成(UAV)	.....P47
(8) LSの設置(LS)	.....P49
(9) LS測量の実施(LS)	.....P50
(10) 起工測量計測データの作成(LS)	.....P51
(11) 起工測量の成果	.....P52
6. 3次元設計データ	
(1) 3次元設計データの作成	.....P53
(2) 3次元設計データの確認	.....P55
7. 施工計画及び設計図書の照査の実施	.....P57
8. 施工計画書(工事編)	.....P58
9. ICT建設機械による施工	.....P59
10. 出来形管理	
(1) 出来形計測	.....P62
(2) 出来形管理帳票の作成	.....P65
(3) UAVによる出来形管理の写真管理	.....P67
(4) LSによる出来形管理の写真管理	.....P68
(5) 岩線計測(面管理)	.....P69
11. 設計変更協議	
(1) ICT土工の数量算出	.....P70
(2) 変更設計積算	.....P71
(3) 部分払い用出来高数量の算出	.....P72

12. 電子成果品

- (1) UAVによる出来形管理の電子成果品 .....P73
- (2) LSによる出来形管理の電子成果品 .....P74

13. 検査

- (1) 書類検査 .....P75
- (2) 実施検査 .....P76

別紙 ICT活用工事の手引き 参考資料集

- (1) 建設ICT活用計画書 .....P79
- (2) ICTの活用に係る見積り書の依頼について .....P80
- (3) 3次元設計データチェックシート .....P82

## 1 ICT活用工事の実施協議

### (1)ICT施工を希望する場合の協議

請負者は、発注者指定型以外の工事で、ICT活用工事を実施する希望がある場合は、「ICT活用工事計画書」(別紙-1)の7つの建設生産プロセスの内、実施する項目にチェックし監督員と協議を行う。

監督員は、本協議を受理・指示する。

#### <留意事項>

##### 1) 既契約工事のICT活用工事

平成30年度の暫定運用ではあるが、ICT活用工事の普及促進を図るため、既契約工事であっても請負者にICT施工の意思があれば、ICT活用工事とすることが出来る。

##### 2) ICT活用工事实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、LS等)が使用できない。
- ・出来形が流水の影響を受ける。
- ・水中掘削はICT建設機械による掘削歩掛の適用外

###### ② 掘削の大部分が岩である場合

- ・一般的なICT建設機械は岩掘削に対応していない
- ・岩掘削はICT建設機械による掘削歩掛の適用外

###### 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、LS等)が使用できない

###### ④ 谷部にあり衛星が捉えられない現場

- ・ICT建設機械、UAVの稼働に支障がある。

##### 3) ICT活用工事が実施できない土工類似工種

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。

###### ① 補強土壁の背面盛土工

###### ② 小規模土工

###### ③ 残土受入地などでの巻き出し厚を管理しない盛土

###### ④ 作業土工

###### 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)

4) その他留意が必要な現場

以下の現場についてはICT建設機械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、事業課及び、建設企画課・土木技術Gへ相談すること。

- ・ 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)

## 1 ICT活用工事の実施協議

### (2)ICT活用工事対象範囲の協議

請負者は、ICT活用工事における4つの建設生産プロセスについて、具体的施工内容と対象範囲を本手引き 1-(3)～1-(6)に基づき協議すること。

- 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建設機械による施工
- 4) TS出来形管理(断面管理)及び3次元出来形管理等の施工管理

請負者は、1)及び2)に関しては、見積を添付して協議すること。監督員は、本協議を受理・指示すること。

#### <留意事項>

##### ① 具体的内容と対象範囲

ICT活用工事の実施内容の内、4つの建設生産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・内容については協議する。

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。

##### ② 生産性向上と合理性の観点とは？

ICT活用工事の実施要領では、ICT活用の施工範囲を特に定めていないが、工事によっては全面的なICT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建設機械の使用
- ・従来よりも手間がかかるICT技術の使用

##### ③ 3次元データの納品について

ICT活用工事における建設生産プロセスの「3次元データの納品」に関しては、特に協議は必要ないが、UAVとLSを使用する場合には、成果品が違うため、留意すること。

## 1 ICT活用工事の実施協議

### (3) 3次元起工測量(UAVによる写真測量等)

請負者は、ICT活用工事の建設生産プロセス:1) 3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、契約変更の対象となるため、参考見積を添付して協議する。

#### <留意事項>

##### 1) 協議内容

- ① 起工測量の実施手段=UAV、LS、その他を選択する。
- ② 起工測量の範囲 = 範囲を示す平面図を添付して協議する。

##### 2) 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する。

###### ① UAV飛行条件の確認

国土交通省航空局HP(無人航空機の飛行ルール)

[http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_000003.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000003.html) 等関係法令・規定を遵守すること。

##### 3) 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

##### 4) レーザスキャナー(以下「LS」という。)等を使用する条件

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の制約により、UAV測量が不適当な場合はLS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LS、その他の手法が優位である場合は、LS、その他の手法を用いて良い。

いずれの場合も必要な資料(現場条件や経済性比較表)を添付し協議する。



5) UAVとLSの併用活用

UAVとLS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。

6) 参考見積り

1) 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変更協議の対象とする。

① 変更対象とする作業例

・UAV等による測量

② 変更対象に含まれない作業例

・基準点等の設置(従来の起工測量に含まれている。)

・ICT建設機械稼働のための基地局等の設置(ICT建機のシステム初期費に含まれている。)

・起工測量以外の完成時又は出来形管理の為の測量(間接費に含まれている。)

## 1 ICT活用工事の実施協議

### (4) 3次元設計データ作成

請負者は、ICT活用工事の建設生産プロセス:2) 3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、本件に関しては精算変更の対象となるため、参考見積を添付して協議する。

#### <留意事項>

##### 1) 協議内容(具体的内容と対象範囲)

###### ① 3次元設計の対象

1. ICT 建設機械による施工、若しくはTS(断面管理)及び3次元出来形管理を行うための設計データ作成範囲。
2. 対象を示す平面図等を添付して協議する。

##### 2) 参考見積

###### ① 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。

###### ② 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

(1、2、3とも、従来から間接費等に含まれているため)

##### 3) 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。

なおこれは、受注者が3次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。

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 ICT活用工事の実施協議

### (5)ICT建機による施工 (ICT施工機械での施工)

請負者は、ICT活用工事の建設生産プロセス:3)ICT建機による施工 (ICT施工機械での施工)について、具体的内容と対象範囲を協議する。

#### <留意事項>

##### 1) 協議内容

- ① ICT建設機械と土工の組合せ  
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。
- ② 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。

##### 2) ICT建機使用の合理性の確認

原則、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可否を判断すること。

例1) 残土受入地等の飛び地での小規模土工がある場合

※小規模な土工に関わらず、ICT建機の残土受入地への配置 (2パーティー編成)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ある場合。

※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>「積算基準及び歩掛表 愛知県建設部」の適用範囲(概要)

※砂防土工は、適用範囲外なので注意すること

##### 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4m以上の路体・路床(築堤)盛土が対象

##### 適用外工種

- ・施工幅員4m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

### 3) ICT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ICT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=ICTブルドーザ1台の配置

- ・切土(土砂)工事の場合=ICT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=ICT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ICT建機を配置すればよい。

### 4) ICT建機標準積算の機械構成

ICT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ICT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ICT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ことではない。

## 1 ICT活用工事の実施協議

### (6) TS出来形管理(断面管理)及び3次元出来形管理等の施工管理

請負者は、ICT 活用工事の建設精算プロセス:4)TS出来形管理(断面管理)及び3次元出来形管理等の施工管理について、具体的内容と対象範囲を協議する。

#### <留意事項>

##### 1) 協議内容

###### ① 出来形管理等の実施手段

UAV、LS、TS等を選択する。

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。

###### ② 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。

###### ③ 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。

##### 2) 具体的内容と対象範囲

###### 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。

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精算変更対象外)。

##### 3) 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行い、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おこなう。

ただし、4)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

・小段排水工、縦溝排水工、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おこなう。

注) 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

4) 不可視部分の出来形管理の特例

請負者は3)②の様な場合で、出来形管理のためにUAVやLS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のみ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。

5) 流水波浪影響下での出来形管理

以下の流水波浪影響下の現場については、出来形管理をどの様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1m<sup>2</sup>メッシュに区分けし、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. ICT活用工事の実施協議(1)3)に示す通り、上記項目①や②で巨石の割合が多い現場では、面管理事態が不適當な場合もある。

6) 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。

- ① 海岸養浜工
- ② 除石工
- ③ 河道掘削工

7) 土量管理のみ ICT 技術を使った出来高管理を行う場合

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 等により 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して生産性向上が図れるため、これを積極的に活用すること。

例えば、残土受け入れ地などで 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 ICT活用工事の実施協議

### (7) 3次元データを使った設計図書作成指示

監督員は、ICT活用工事対象範囲等の請負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。

発注者は、設計図書及び関連する測量・設計成果を請負者に貸与する。

発注者は、請負者に対し、以下について見積り依頼を行う。

- ① 3次元起工測量
- ② 3次元設計データ作成

#### <留意事項>

ICT活用工事は、発注方式にかかわらず当面の間は、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、当初設計は従来どおり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おこなう設計図書は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、②の実施が必須となるため、本指示にて同時に実施に関わる指示を行うことを基本とする。

建設生産プロセス1)及び2)に関しては積算基準がないため、本指示と同時に正式見積を依頼する。

#### 1) 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。

#### 2) 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

#### 3) 見積り依頼

発注者は、別紙-2を参考に見積りを依頼する。

見積りは施工者への1社見積りでよい。



## 2 機器・ソフトウェアの選定

### (1) 機器・ソフトウェアの調達

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請負者が調達し、施工に必要な ICT 活用工事用データは請負者が作成する。

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

#### <留意事項>

##### 1) UAV

##### 2) 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。

##### 3) パソコン

ソフトウェアの稼働するスペックが必要

##### 4) レーザスキャナ (LS)

LS 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。

##### 5) 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 機器・ソフトウェアの選定

### (2) UAV(ドローン)

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飛行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。

#### <留意事項>

- 1) UAV: Unmanned Aerial 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

- 2) 飛行許可申請で書類の一部を省力される機種

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(26機種)が航空局 HP に掲載されている。

○資料の一部を省略できる無人航空機

<http://www.mlit.go.jp/common/001113194.pdf>

- 3) 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び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 機器・ソフトウェアの選定

### (3) デジタルカメラ

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1cm/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

#### <留意事項>

##### 1) 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

##### 2) 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いがあるが、使用カメラが同一と仮定して、ここでは地上画素寸法 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

##### 3) 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。

##### 4) UAV一体型カメラ

2)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、請負者の責任において使用出来る。

## 2 機器・ソフトウェアの選定

### (4) レーザスキャナ(LS)

レーザスキャナ(LS)については以下の機能を有すること。

- ① 計測精度＝計測範囲で±2cm以内
- ② 色データ＝色データの取得が可能なこと

#### <留意事項>

##### 1) レーザスキャナーとは

計測対象に触れることなく地形や構造物の3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(TS)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。TS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～1,000m以上まで多様。

##### 2) LS用のソフトウェア

UAV航空写真測量とLS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。

##### 3) 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いがあるが、使用するLSが同一と仮定して、ここでは、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

## 2 機器・ソフトウェアの選定

### (5) パソコン及びソフトウェア

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。

#### ① 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。

#### ② 点群処理ソフトウェア

LS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 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。

#### ④ 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出来るソフトウェア。

#### ⑤ 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。

### <留意事項>

#### 1) TINデータとは

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

#### 2) 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。

3) 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、各ポイントの標高格差(垂直離れ)を表した分布図。

4) パソコン(PC)

UAV出来形管理要領、またはLS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。

※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。

- ・OS Windows7(64bit)以上
- ・CPU Corei7 以上
- ・メモリ 32GB
- ・ストレージ SSD(1TB 以上)
- ・グラフィックカード OpenGL4.0 以上 DirectX11.0 以上
- ・ビデオメモリ 2GB 以上
- ・光学式ドライブ ブルーレイディスクの読込・書込が可能であること

5) 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ないため、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、LS 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、LS 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・把握及び検査員におけ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 LS 出来形管理要領にある監督実施項目において確認・把握をうけるものでソフトによる作成が可能なものは以下。

- ・工事基準点の設置状況の把握
- ・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次元レビュー)
- ・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
- ・出来形管理状況の把握  
(出来形分布図(ヒートマップ等))

6) 参考情報

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.1.0 対応ソフトウェア一覧

<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

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

## 2 機器・ソフトウェアの選定

### (6) 電子納品の事前協議

請負者は、工事に関する電子データの以下について、「事前協議チェックシート(土木工事用)」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

#### <留意事項>

- 1) 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。
- 2) 電子成果品とする対象書類
  - ・環境確認
  - BD-R の仕様、無償ビューアファイルの提出の有無等を確認する。
- 3) 監督検査の実施項目
  - 監督・検査の実施項目に関し、3D による確認・把握及び検査行為をおこなう場合は、UAV 出来形管理要領および LS 出来形管理要領に従って請負者により資機材を提供、資料の整備をおこなう。



## 2 機器・ソフトウェアの選定

### (7) 工事施工中の指示・協議

請負者は、(6)「事前協議チェックシート(土木工事用)」を用いて協議をおこなった方法で、施工中の打合せ簿をやりとりする。

#### <留意事項>

##### 1) 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どおりとするが、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。

##### 2) 請負者の対応

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

### 3. 施工計画書(起工測量)

#### (1) 適用(UAV)

請負者は、以下に留意し施工計画をまとめる。

- ・適用工種
- ・適用範囲(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、請負者から提出された施工計画書を受取り、確認する。

#### <留意事項>

##### 1) 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「道路土工」のみならず「河川・海岸・砂防土工」も該当する。

##### 2) 適用範囲

「1(2)ICT活用工事対象範囲の協議」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。

##### 3) 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(現場改変が精算変更を伴わない準備工の範疇という前提)。

### 3. 施工計画書(起工測量)

#### (2) 無人航空機(UAV)

UAV に関しては、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・承認の審査実施要領」許可基準に準ずる。
- 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

#### <留意事項>

##### 1) 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](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(DID 地区)上空
- 地表から 150m 以上の上空

##### 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有る。

「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」

[http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_fr10\\_000042.html](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
- ② UAV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 運航するにあたっての留意事項

・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>

・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、鉄橋など時期を帯びやすいもの、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。

## 2) 風速条件

あくまでも目安として、災害協定等では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、風速計等を備えた上で運用を定めること。

## 3) 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。

## 4) 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

## 5) 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、下内は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。

## 6) 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. 施工計画書(起工測量)

#### (3) デジタルカメラ(UAV)

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。

- 1) 以下の計測性能及び測定精度
  - ① 計測性能:地上画素寸法が1cm/画素以内
  - ② 測定精度:±5cm以内・・・精度確認試験を行う
  - ③ 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
- 2) 機能維持のための点検記録  
メーカー等によるセンサの清掃及び機能確認等の点検記録
- 3) デジタルカメラの機能・性能を確認できる資料

#### <留意事項>

- 1) 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
  - ① 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」
  - ② UAVの性能  
飛行速度
  - ・撮影方法  
インターバル撮影又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5)で添付する。
- 2) 計測性能

起工測量とは出来形管理では求める地上画素寸法が以下のとおり違いがあるが、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

3) 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いがあるが、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

4) 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。

5) 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. 施工計画書(起工測量)

#### (4)ソフトウェア(UAV)

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)

#### <留意事項>

##### 1) ソフトウェア

- ① 写真測量ソフトウェア(UAV使用時)
- ② 点群処理ソフトウェア
- ③ 3次元設計データ作成ソフトウェア
- ④ 3次元出来形帳票作成ソフトウェア
- ⑤ 出来高の数量算出ソフトウェア

以上については、本手引きを参照のこと。

##### 2) 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. 施工計画書(起工測量)

#### (5) 撮影計画(UAV)

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%以上、ラップ率を確認する場合は80%以上
  - ・隣接コースとのラップ率は60%以上
- 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にした計画とする。
- 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枚の空中写真の組合せ)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出来、使用するカメラの素子寸法及び画面距離から求める。

#### <留意事項>

##### 1) 撮影計画の注意点(補足)

- ① 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モデル全体の地上画素寸法が確保できない場合は、飛行を数回にわけるとを検討すること。
- ② 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。
- ③ 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。

##### 2) 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出来ないこともあり、ラップ率を確認する資料については請負者に提出の義務は無い。

ただし、進行方向のラップ率を80%以上とした場合は、「空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理要領」を参考にラップ率を確認した資料を提出すること。

3) 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いがあるが、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

4) 3次元計測範囲

土工部分を周囲に5m 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。

### 3. 施工計画書(起工測量)

#### (6) 適用(LS)

請負者は、以下に留意し施工計画をまとめる。

- ① 適用工種
- ② 適用区域(3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲)
- ③ 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
- ④ 使用機器・ソフトウェア(計測性能 等)

※監督員は、請負者から提出された施工計画書を受理し、確認する。

#### <留意事項>

##### 1) 適用工種

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

##### 2) 適用範囲

本手引き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。

##### 3) 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. 施工計画書(起工測量)

#### (7)レーザスキャナー(LS)

LSに関して以下の資料を施工計画書に添付する。

- ① 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・・・精度確認試験を行う
  - ・色データ:色データの取得が可能なこと
- ② 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
- ③ LSの機能・性能を確認できる資料  
精度確認試験については、LS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。
  - ① 精度確認試験結果報告書

#### <留意事項>

##### 1) 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。

##### 2) 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。

##### 3) 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いがあるが、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. 施工計画書(起工測量)

#### (8)ソフトウェア(LS)

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)

#### <留意事項>

##### 1) 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、本手引きを参照のこと。

#### 4. 工事基準点の設置

##### (1) 工事基準点の指示

監督員は、基準点等(三角点・水準点)の指示を行う。

<留意事項>

##### 1) 施工計画書

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. 工事基準点の設置

##### (2) 工事基準点の設置

請負者は、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及びLSによる起工測量・出来形管理では、制度を確保するため、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150 m 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おこなわれていることを把握する。

##### <留意事項>

##### 1) 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 LS 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。

##### 2) 監督員による「確認」と「把握」(用語定義)

「確認」…契約図書に示された事項について、監督員等が臨場若しくは請負者が提出した資料により、監督員がその内容について契約図書との適合を確かめ、請負者に対して認めることをいう。

「把握」…監督員が臨場若しくは請負者が提出又は、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、請負者に対して認めるものではない。

## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (1) 標定点・検証点の設置(UAV)

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:撮影区域外に 100m | } 左記以内の間隔で適宜決定 |
| ② 内部標定点:天端上に 200m   |                |
| ③ 検証点 :天端上に 200m    |                |

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基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こと。

#### <留意事項>

##### 1) 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こと。

設置するポイントは以下となる。

- ① 検証点は外部、内部の違いはない。
- ② 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を参照のこと。

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

##### 2) 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。

##### 3) 検証点

- ① 既存の基準点や工事基準点を使用しても良い。
- ② 検証点は標定点と兼ねることは出来ない。
- ③ 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。



#### 4) 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 条に、「辺長は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す可能性があり、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(420 mm×297 mm)を考慮して25cm四角くらいが妥当である。

## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (2) 標定点の設置(LS)

請負者は、計測対象範囲の最外周部に、標定点をTS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。

#### <留意事項>

##### 1) LSの標定点とは

- ① LS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
- ② 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TS等によって測量する。

##### 2) 基本事項

仕様予定のLSを考慮して、工事基準点を設置すること。

##### 3) 要求精度

起工測量と出来形管理では要求精度が違う。

##### 4) LSの特性

- ① LS本体にTS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。
- ② LSは機種により、計測可能距離が、100～1,000mまで差がある。
- ③ 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. 起工測量実施及び成果作成

### (3) UAVによる起工測量の実施(UAV)

請負者は、以下に留意しUAVによる起工測量を実施する。

- ① 計測密度:0.25m<sup>2</sup>(50 cm×50 cm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:2cm/画素以内(適宜決定)

#### <留意事項>

##### 1) 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いかのとおり違う

- ① 起工測量:2cm/画素以内
- ② 出来形管理:1cm/画素以内

## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (4) 空中写真測量の実施(UAV)

請負者は、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。

- ・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枚の空中写真の組合せ)以上形成できるように飛行する。

#### <留意事項>

##### 1) UAV 安全基準

UAV 安全基準に基づき測量を実施すること。

## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (5) 計測点群データ作成(UAV)

請負者は、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。

#### ① 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つを用いることが出来る。

- ・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。

#### <留意事項>

##### 1) 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ロ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。

##### 2) 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門のカメラを使用し、専門の技術者が実施してきたため、特に問題にならなかった。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なる。

3) 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。

4) 3次元形状復元・3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3次元復元と3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. 起工測量実施及び成果作成

### (6) 精度確認(UAV)

請負者は、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「標定点・検証点の設置(UAV)」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±10 cm以内であることを確認する。

精度確認の結果、必要な制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。

#### <留意事項>

##### 1) 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こと。

##### 2) 標定点の残差

UAV 測量マニュアル第 72 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。

## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (7) 起工測量計測データの作成(UAV)

請負者は、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、TIN 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 0.25m<sup>2</sup>(50 cm×50 cm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 TIN を配置した時、現場の地形と異なる場合は、TIN の結合方法を手動で変更しても良い。(※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、TIN で補完しても良い。(※2)

#### <留意事項>

- 1) ※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 TIN 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 TIN 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 TIN を作り直すことも可能という意味。

- 2) ※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 TIN から補完すること。

- 3) 主要な SfM ソフトウェア

- ① ContexCapture (Acute3D 社 フランス)
- ② Pix4D mapper (Pix4D 社 スイス)
- ③ PhotoScan (Agisoft 社 ロシア)

これら点群ソフトは自動で間引きさせた際に、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。

4) 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3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。

5) 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。(第74条)



## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (8) LS の設置 (LS)

請負者は、以下の通り LS を用いた起工測量を実施する。

- ① 計測精度
  - ・計測密度: 0.25m<sup>2</sup> (50 cm × 50 cmメッシュ)あたり 1 点以上
  - ・要求精度: 最大誤差 ± 10 cm以内
- ② LS 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 LS 計測の注意点
  - ・LS 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。

#### <留意事項>

##### 1) LS の入射角

国の実証実験結果より、200m で入射角が 10 度の場合、水平精度 ± 20 mm、高さでは ± 50 mm程度の精度の低下が見られる。

##### 2) 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異なる。

- ・起工測量: ± 10 cm以内
- ・出来形管理: ± 2 cm以内

## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (9) LS 測量の実施 (LS)

請負者は、以下のとおり LS 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、雪などレーザが乱反射してしまう様な気象
- ・計測対象範囲とレーザ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

LS 計測で利用するレーザ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。

#### <留意事項>

##### 1) LS の使用条件

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

## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (10) 起工測量計測データの作成(LS)

請負者は、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、TIN 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 0.25m<sup>2</sup>(50 cm×50 cm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 TIN を配置した時、現場の地形と異なる場合は、TIN の結合方法を手動で変更しても良い。(※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、TIN で補完しても良い。(※2)

#### <留意事項>

- 1) ※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 TIN 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 TIN 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 TIN を作り直すことも可能という意味。

- 2) ※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 TIN から補完すること。

- 3) 精度管理

起工測量と出来形管理では計測精度が以下のとおり異なる。

- ・起工測量:±10 cm以内
- ・出来形管理:±2 cm以内

## 5. 起工測量実施及び成果作成

### (11) 起工測量の成果

請負者は、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 LSによる起工測量

①の項目全てに対し、以下の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

### <留意事項>

#### 1) 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。

#### 2) 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。

## 6. 3次元設計データ

### (1) 3次元設計データの作成

請負者は、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)
- ② 3次元設計範囲
  - ・中心線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
- ③ 3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(TIN)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、TIN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

#### <留意事項>

##### 1) 3次元設計する対象

・ICT 建設機械による施工、若しくはTS(断面管理)及び3次元出来形管理を行うための設計データ作成範囲。

##### 2) 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(SIMA データ)の取込機能

SIMA データがあれば座標を手入力する必要はない。

- CAD 図面の取込機能

既に座標データを持っている2次元 CAD 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。

### 3) 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、横断購買の変化点
- 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、間隔を考慮した上で、補完断面を追加挿入する必要がある。

## 6. 3次元設計データ

### (2) 3次元設計データの確認

請負者は、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(別紙3)を提出する。

- ① 基準点及び工事基準点(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図を作成し設計図書(2次元)と比較

### ⑤ 3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に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。

※監督員は、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。

### <留意事項>

#### 1) チェック欄の記入

3次元設計については、作成する請負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。

#### 2) 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次元設計デビュー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。

### 3) 補完断面の確認

請負者は、元設計(2次元設計)には無かった出来形横断面(横断面図)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)に関しては、構造上の問題点とならぬよう十分検討の上作成すること。



## 7. 施工計画及び設計図書の照査の実施

請負者は作成した3次元設計データ及び起工測量データをもとに、3次元数量算出により切盛土量を算出し、土量配分計画を検討するなど、3次元データの施工計画への反映を実施する。

また、3次元データをもとに設計図書の照査を行い、不備や不整合が無いことを確認し、結果を報告する。

※監督員はその照査結果を確認すること。

### <留意事項>

#### 1) 照査報告と確認

請負者は、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、従来どお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、確認を受けること。

ICT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こと。

#### 2) 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、監督員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。

監督員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)

請負者は、以下について施工計画書にまとめること。

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

### <留意事項>

#### 1) ICT建設機械に関する事項

##### ① 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こと。

##### ② 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こと。

#### 2) 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、型番、機器構成等を施工計画書に記載すること。

#### 3) 現場組織表

ICT建機開発メーカ、リースについては、施工体制台帳に記載しないため、ICT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

請負者は、ICT建設機械に関して、以下に留意して施工すること。

- ① GNSS基準局の設置、ローカライゼーションの実施
- ② ICT建設機械のバケット・ブレード位置精度の確認
- ③ 日常点検の実施
- ④ 掘削時の土質条件

※監督員は、精度確認結果を把握すること。(鉛直較差±50 mm以下)

### <留意事項>

#### 1) 「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。

「ICTバックホウ要領」、「ICTブルドーザ要領」は、i-Conに関連した改定は行われておらず、従来の運用を変更するものではない。

#### 2) ICT 建設機械により施工を行う範囲

本手引き 1. (5). 1)協議内容の範囲とする。

#### 3) 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。

#### 4) 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。

5) 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±50 mm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。

請負者は、点検結果を監督員に提示できるよう、資料として整備・保管すること。

6) 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、施工期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。

請負者は、点検結果を監督員に提示できるよう、資料として整備・保管すること。

② 機器類の点検

MC・MG技術を構成するセンサ、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。

請負者は、点検結果を監督員に提示できるよう、資料として整備・保管すること。

7) 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  
レーカー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  
整形工には対応可)

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。

8) 現場での注意事項

MC、MGを過信したり、モニタ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こと。(MC、MGともにモニタを見続ける  
必要はない。)

## 10. 出来形管理

### (1) 出来形計測

請負者は、UAV、LS、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。

なお、TS 出来形管理(断面管理)による場合は、「TS を用いた出来形管理要領」に基づき、各管理断面の計測対象点について3次元座標値を取得すること。

#### <留意事項>

##### 1) 出来形計測を行う範囲

本手引き「1.(6).1)」に示す対象範囲とする。

##### 2) UAV、LSによる出来形計測

- ① 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、請負者から「精度確認試験結果報告書」の提出を受け、必要な測定精度(±5 cm以内)を満たすことを確認する。
- ② それ以外の項目は本手引き「5. 起工測量実施及び成果作成」を参照のこと。
- ③ 計測は1点以上/0.01m<sup>2</sup>(10 cm×10 cm)の計測密度で行う。
- ④ 出来形評価用データとして、計測データから1点/m<sup>2</sup> の点群データを抽出する。
- ⑤ 出来形評価用データの抽出方法は、UAV、LS 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。
- ⑥ 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。

### 3) 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 ±50 mmとする。

② 計測技術

○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こと。

- i) 計測性能: 国土地理院認定3級以上の機種 of 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)

○TS(ノンプリズム方式)

計測範囲内で鉛直精度±20 mm、平面精度±20 mm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: 精度確認試験結果  
計測精度の方法・要求精度はLS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)

○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こと。

- 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/(10 cm×10 cm)以内

・数量算出に用いる起工測量データ等:

1点/(50 cm×50 cm)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. 出来形管理

### (2) 出来形管理帳票の作成

請負者は、3次元出来形管理(面管理)により管理を行う場合は、3次元設計データと出来形評価用データを用いて、出来形合否判定総括表(出来形管理図表)を作成する。

なお、TS 出来形管理(断面管理)により管理を行う場合は、「TS を用いた出来形管理要領」に従って、出来形管理資料を作成する。

※監督員は、出来形合否判定総括表(出来形管理図表)等を用いて出来形管理状況を把握すること。

#### <留意事項(面管理)>

##### 1) 出来形評価用データ

- ① 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/1m<sup>2</sup>の計測データを抽出する。
- ② 点群密度の変更方法は、UAV、LS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。
- ③ 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)
- ④ 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。

##### 2) 出来形管理帳票の作成

- ① 出来形管理用ソフトウェアを利用し、出来形合否判定総括表(出来形管理図表)を作成する。
- ② 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。
- ③ 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。
- ④ 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。

- 3) 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。
- 4) 出来形管理の把握方法
  - ① UAV(LS)等、面管理による監督検査要領では、「監督員は、請負者の実施した出来形合否判定総括表(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、現地での立会はない。ただし、TS出来形管理(断面管理)では、1工事1回、監督員が立会により把握すること。
  - ② 面管理による場合は、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。
- 5) 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. 出来形管理

### (3) UAVによる出来形管理の写真管理

請負者は、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」で求められる写真に代えることができる。

#### <留意事項>

##### 1) 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」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要領 1-5-3 電子成果品の作成規定」に示す「ICON」フォルダに格納されるものとする。

##### 2) 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黒板は不要。

##### 3) 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、「撮影毎」の意味。

## 10. 出来形管理

### (4) LSによる出来形管理の写真管理

LS出来形管理を実施する場合、現行の「写真管理基準」(愛知県建設部)と比較して、以下の点が異なる。

- ① 撮影頻度の変更
- ② 黒板への記載項目の軽減

#### <留意事項>

LS出来形管理を実施する場合、従来と比較して、以下の点が異なる。

##### 1) 撮影頻度の変更

現行の「写真管理基準」(愛知県建設部)では、撮影頻度は、100m又は1施工箇所につき1回となっている。

LS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。

##### 2) 黒板への記載項目の軽減

現行の「写真管理基準」(愛知県建設部)では、工事写真の撮影方法として、被写体として写し込む小黒板に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。

LS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)を小黒板に記載し、設計寸法、実測寸法、略図は省略してもよい。

## 10. 出来形管理

### (5) 岩線計測(面管理)

請負者は、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LSを用いて実施する。

UAVやLS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。

#### <留意事項>

##### 1) 計測方法

- ① 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。
- ② 測定精度は10 cm以内とし、計測密度は0.25m<sup>2</sup>(50 cm×50 cmメッシュ)あたり1点以上。
- ③ 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。
- ④ 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。
- ⑤ 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。

##### 2) 土(岩)変化位置確認(段階確認)

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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)質(シュミットハンマー等)で確認をしていたが、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

### (1) ICT土工の数量算出

請負者は、従来の平均断面法または、UAV、LS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こと。

- ① 点高法
- ② TIN分割等を用いた求積
- ③ プリズモイダル法

#### <留意事項>

##### 1) 数量算出方法の協議

- ・本手引き「1. (4) 3次元設計データ作成」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. (4) 3次元設計データ作成」<留意事項>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. 設計変更協議

### (2) 変更設計積算

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

- 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

#### <留意事項>

##### 1) 3次元起工測量

- ・本手引き「1. (3) 3次元起工測量」の協議内容に基づき精算変更する。
- ・見積りによる変更となる。

##### 2) 3次元設計データ作成

- ・本手引き「1. (4) 3次元設計データ作成」の協議内容に基づき精算変更する。
- ・見積りによる変更となる。

##### 3) ICT建機による施工

- ・本手引き「1. (5) ICT建機による施工」の協議内容に基づき、ICT土工積算要領により変更する。ただし、砂防土工は対象外。

## 11. 設計変更協議

### (3) 部分払い用出来高数量の算出

請負者は、ICTを活用して簡易土量を把握している場合は、そのデータを活用して得られた算出数量に9割を乗じた数量を、施工履歴を用いた出来高数量とすることができる。

#### <留意事項>

- 1) 出来高計測に基づく算出値を 100%計上しない場合、精度を落とした簡単な算出方法を利用できる。
- 2) 簡便な算出方法は、部分払いの出来高算出のみ使用することができる。  
例) UAV計測又はLS計測で、10,000m<sup>3</sup> の出来高を確認。  
⇒10,000 m<sup>3</sup> × 9割 = 9,000m<sup>3</sup> の出来高を計上  
⇒9,000 m<sup>3</sup> × 単価 = 設計額  
⇒設計額 × 落札率 = 請負代金相当額  
⇒請負代金相当額 × 9/10 = 部分支払い額 (8,000m<sup>3</sup> 相当)
- 3) 簡便な数量算出方法の精度確認については、検証点は天端上 400m 以内の間隔とし、精度は±200 mm以内であれば良い。計測密度は 0.25m<sup>2</sup> (50 cm × 50 cmメッシュ)あたり1点以上。
- 4) 地上画素寸法は、要求精度が 0.2m であることを踏まえて適宜設定。(3 cm/画素以内)
- 5) 施工履歴データを用いる場合は、「施工履歴データによる土工の出来高算出要領(案)」により算出。(ICT 建設機械から取得した施工履歴データ使用)



## 12. 電子成果品

### (1) UAVによる出来形管理の電子成果品

請負者は、UAV や LS 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)が、「愛知県電子納品運用ガイドライン(案)(土木編)」で定める「ICON」フォルダに格納して提出すること。

#### <留意事項>

##### 1) 電子納品

- ① 協議により、Blu-ray ディスクの使用が可能。
- ② 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 程度と予想されている。(現場条件及び計測状況により増減)
- ③ 現状の発注者の環境では成果が確認できないため、請負者のサポートが必要。
- ④ 完成図は、従来どおりに作成して提出。

##### 2) 通常電子納品成果物と同様にチェックしエラーのないことを確認する。

##### 3) 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))	UAV0DR001Z.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、ビュー付き3次元データ)	UAV0CH001.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))	UAV0EG001.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))	UAV0SO001.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))	UAV0AS001.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)	UAV0GR001.拡張子
UAV	0	PO	001～	-	・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)	UAV0PO001.拡張子

## 12. 電子成果品

### (2)LS による出来形管理の電子成果品

請負者は、UAV や LS 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)が、「愛知県電子納品運用ガイドライン(案)(土木編)」で定める「ICON」フォルダに格納して提出すること。

#### <留意事項>

##### 1) 電子納品

- ① 協議により、Blu-ray ディスクの使用が可能。
- ② 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 程度と予想されている。(現場条件及び計測状況により増減)
- ③ 現状の発注者の環境では成果が確認できないため、請負者のサポートが必要。
- ④ 完成図等は2Dも提出。

##### 2) 通常電子納品成果物と同様にチェックしエラーのないことを確認する。

##### 3) 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
LS	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))	LS0DR001Z.拡張子
LS	0	CH	001～	-	・出来形管理資料(出来形管理図表(PDF)または、ビュー付き3次元データ)	LS0CH001.拡張子
LS	0	IN	001～	-	・LS による出来形評価用データ(CSV、LandXML 等のポイントファイル)	LS0IN001.拡張子
LS	0	EG	001～	-	・LS による起工測量計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN))	LS0EG001.拡張子
LS	0	SO	001～	-	・LS による岩線計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN))	LS0SO001.拡張子
LS	0	AS	001～	-	・LS による出来形計測データ(LandXML 等のオリジナルデータ(TIN))	LS0AS001.拡張子
LS	0	GR	001～	-	・LS による計測点群データ(CSV、LandXML 等のポイントファイル)	LS0GR001.拡張子
LS	0	PO	001～	-	・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)	LS0PO001.拡張子

## 13. 検査

### (1) 書類検査

検査員は書類検査時には、パソコンを使って、納品された電子成果品を確認する。

#### <留意事項>

##### 1) 出来形計測の確認

工事打合せ簿等で以下を確認する。

- ① UAV や LS を用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容
- ② 設計図書の3次元化に係わる確認
- ③ UAVやLS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
- ④ 3次元設計データチェックシートの確認
- ⑤ UAVやLS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

##### 2) 出来形管理図表の確認

- ① 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。
- ② ばらつきの判断はその工事の主たる工種において行う。
- ③ ICT土工にてばらつきを判断する場合は以下のとおり。
  - ・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。
  - ・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。

##### 3) 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。

##### 4) 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、「愛知県電子納品運用ガイドライン(案)(土木編)」で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認。

## 13. 検査

### (2) 実地検査

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。

#### <留意事項>

##### 1) 実地検査

- ① 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。
- ② 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。
- ③ 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	確認内容	検査頻度
河川土工	検査員が指定する平場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又は水平較差	1工事につき1断面

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
道路土工	検査員が指定する平場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又は水平較差	1工事につき1断面

##### 2) 検査に使用する計測機器等の準備について

- ① 基本的には請負者が用意するものとし、TSを使用する。請負者で用意が可能ならGNSSローバーでもよい。
- ② 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。

##### 3) 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 書類検査時に、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、請負者と調整すること。

- 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で探索。
- 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②から繰り返し確認。

# ICT活用工事の手引き

## 参考資料集

別紙 - 1 建設ICT活用計画書

別紙 - 2 見積依頼書

別紙 - 3 3次元設計データチェックシート

## 建設ICT活用計画書

当該工事において、建設生産プロセスの各段階において、土工施工範囲の全てでICT活用する場合は、左端のチェック欄に「■」と記入する。

建設精算プロセスの段階		作業内容		採用する 技術番号 (参考)	技術番号・技術名
<input type="checkbox"/>	3次元起工測量	/			1 空中写真測量(UAV)による起工測量 2 レーザ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
<input type="checkbox"/>	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"/>	3D データによる施工計画、もしくは設計図書照査				
<input type="checkbox"/>	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 5 3次元マシンコントロール(グレーダ)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"/>	路盤工		
<input type="checkbox"/>	TS出来形管理(断面管理)	<input type="checkbox"/>	出来形		1 TS出来形管理(断面管理)
<input type="checkbox"/>	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(UAV)による出来形管理技術(土工) 2 レーザ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)
		<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"/>	3次元データの納品	/			

注1) ICT活用工事の詳細については、ICT 活用工事実施要領によるものとする。

注2) 土工施工範囲の全てで活用する場合は、建設ICT活用計画書様式の建設生産プロセスの段階チェック欄に「■」と記入する。

注3) 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。

注4) ICT 建設機械にのみ用いる 3次元設計データとは、作成した出来形管理用 3次元設計データから建機施工用に加工・変換するデータ

ICTの活用に係る見積り書の依頼について

【ICT活用工事については、以下を適用する。】

1. 工事費の調査を指示する場合、対象内容の決定は発注者が行い、依頼種別を明確にすること。
2. 設計条件等を明示(場合によっては図面を添付)して、次の依頼書(必ず書面にて依頼)を参考に実施するものとする。なお、見積り書には、提出日付、単価適用年月日、納入場所、見積り有効期限等の記載があることを確認すること。

平成〇〇年〇〇月〇〇日

〇〇建設 株式会社 殿

〇〇建設事務所長

見積り依頼書

表記について、下記条件により見積りを依頼します。  
なお、提出時の宛名は、〇〇建設事務所長としてください。

記

<共通事項>

- |             |  |
|-------------|--|
| 1. 業務名      | 〇〇〇〇工事                                   |
| 2. 路河川名     | 〇〇〇〇〇〇〇〇〇〇                               |
| 3. 見積り内容・条件 | 別紙のとおり                                   |
| 4. 見積り提出期限  | 平成〇〇年〇〇月〇〇日                              |
| 5. 提出方法     | 来所、郵送の別を明記すること。(原則、来所とする)                |
| 6. 問い合わせ    | 〇〇建設事務所〇〇〇〇課〇〇〇G 担当者〇〇 〇〇<br>連絡先〇〇〇〇〇〇〇〇 |



## 見積り内容・条件 記載例

### <3次元起工測量の場合>

3次元起工測量について下記内容・条件について見積りを作成してください。

1. 調査対象範囲
2. 単価適用年月日
3. 納入場所及び調査方法
4. 見積り有効期限
5. 3次元起工測量に要した費用(経費含む)  
⇒内訳が詳細にわかるように作成をしてください。(歩掛形式をお願いします)

### <3次元設計データの作成の場合>

3次元設計データ作成について下記内容・条件について見積りを作成してください。

1. 調査対象範囲
2. 単価適用年月日
3. 納入場所及び調査方法
4. 見積り有効期限
5. 3次元設計データ作成に要した費用(経費含む)  
⇒内訳が詳細にわかるように作成をしてください。(歩掛形式をお願いします)

(様式-1)

平成 年 月 日

工 事 名: \_\_\_\_\_

請 負 者 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「○」を記入すること

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

- ・工事基準点リスト(チェック入り)
- ・線形計算書(チェック入り)
- ・平面図(チェック入り)
- ・縦断図(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。