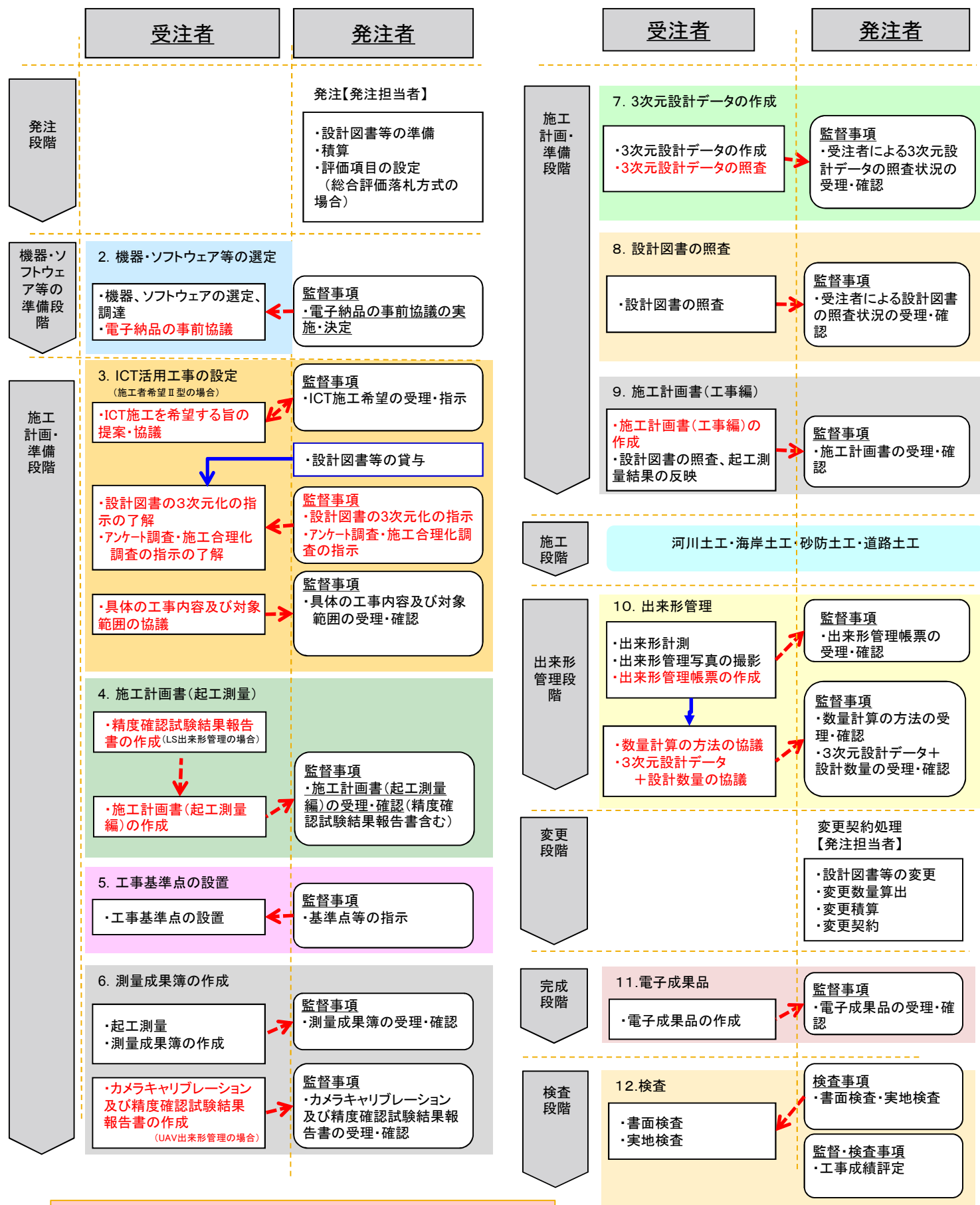


2. ICT活用工事の流れ (様式作成例集)



※赤字箇所の様式記入例を掲載

電子納品及び電子検査を円滑に行うため、工事着手時に、事前協議チェックシート(土木工事用)を活用し、次の事項について監督職員と受注者で事前協議し決定します。

ア)工事施工中の情報交換・共有方法(例:無償ビューワー付ファイルの提出の有無、発注者側の環境確認)

イ)電子成果品とする対象書類(例:BD-Rの使用、無償ビューワー付ファイルの提出の有無)

ウ)その他の事項

事前協議チェックシート(例)

131

3.ICT活用工事の設定

【施工協議】

- ・施工者希望Ⅱ型の工事で契約した場合、受注者はICT施工の意志が有る場合に、契約後から施工計画書の提出までの間に**ICT施工を希望する旨の協議**をします。
 - ・協議する場合はICT活用計画書を添付します。
- ※施工者希望Ⅰ型の際に提出する「ICT活用工事計画書」と同様の表。

ICT活用計画書(例)

ICT施工技術の活用(ICT活用工事)【土工】

(工事名:〇〇〇〇工事)

会社名:〇〇〇〇建設(株)

当該工事の土工において、ICT施工技術を全ての施工プロセスの段階で活用する場合、「□全て活用する」のチェック欄に「■」と記入する。

チェック欄	施工プロセスの段階		適用技術・機種
□全て活用する	①3次元起工測量		・空中写真測量（無人航空機）を用いた起工測量 ・レーザースキャナーを用いた起工測量 ・トータルステーションを用いた起工測量 ・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 ・RTK-GNSSを用いた起工測量 ・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 ・その他の3次元計測技術を用いた起工測量 ※採用する具体的技術は受注後の協議により決定する。 ※複数以上の技術を組み合わせて採用しても良い。
	②3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を実施しなければならない。
	③ICT建設機械による施工	【作業工種】 ・掘削工 ・盛土工 ・路体盛土工 ・路床盛土工 ・法面整形工	・3次元MC または 3次元MG ブルドーザ ・3次元MC または 3次元MG バックホウ ※採用する機種及び活用作業工種・施工範囲については、受注後の協議により決定する。 ※当該工事に含まれる左記作業の工種のいずれかでICT建設機械を活用すれば良い。
	④3次元出来形管理等の施工管理		・空中写真測量（無人航空機）を用いた出来形管理 ・レーザースキャナーを用いた出来形管理 ・トータルステーションを用いた出来形管理 ・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 ・RTK-GNSSを用いた出来形管理 ・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 ・その他の3次元計測技術を用いた出来形管理 ※採用する具体的技術は受注後の協議により決定する。 ※複数以上の技術を組み合わせて採用しても良い。 ※「①3次元起工測量」で採用した技術と相違しても良い。
	⑤3次元データの納品		・TS・GNSSによる締固め回数管理 ※盛土の締固め作業が工事内容に含まれない場合は、本技術は本表の対象外とする。 ※現場条件等から、TS・GNSSによる締固め回数管理技術の実施が適さないと判断される場合は、従来手法（砂置換法、RI等）で管理することを認める。

- ・ ICT活用工事は、発注者指定型、施工者希望型にかかわらず、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、当初設計は従来通り2次元図面で契約します。
- ・ 工事契約後に監督職員から**契約図書の3次元化が指示**されます。
- ・ 設計図書のうち、平面線形、縦断線形、横断形状と、UAVやLSによる起工測量などによって得られた3次元地形データを使って、3次元設計データの作成します。
- ・ 受注者は、監督職員の求めにより、**見積りを提出**します（見積もりは**設計変更審査会等で審査**します）。
- ・ アンケート調査及び施工合理化調査を実施する場合がありますので、その際はご協力下さい。

[illegible]

- 受注者は、発注者指定型、施工者希望型にかかわらず、ICT活用工事の**具体の工事内容と対象範囲を協議**します。
- 具体の工事内容は、建設生産プロセスの**作業内容ごと**に採用する**技術の種類、技術名、使用する技術の概要**を記載します。
- 対象範囲は、採用した技術を適用する範囲(活用予定期間、活用予定区間・区域)を記載します。

様式－9 工 事 打 合 せ 簿																	
発議者	☐ 発注者 ☒ 受注者	発議年月日	平成28年4月1日														
発議事項	☐ 指示 ☒ 協議 ☐ 通知 ☐ 承諾 ☐ 報告 ☐ 提出 ☐ その他 ()																
工事名	〇〇改良工事																
(内容) 添付資料のとおり、ICTを活用して土工の施工に関する具体の工事内容と対象範囲を協議します。																	
添付図 ー 葉、その他添付図書																	
処 理 ・ 回 答	発注者	上記について ☐指示 ☐承諾 ☐協議 ☐提出 ☒受理 します。 ☐その他 [年月日：															
	受注者	上記について ☐承諾 ☐協議 ☐提出 ☐報告 ☐受理 します。 ☐その他 [年月日：															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%; text-align: center; padding: 5px;">総 括 監督員</td> <td style="width: 25%; text-align: center; padding: 5px;">主 任 監督員</td> <td style="width: 25%; text-align: center; padding: 5px;">監督員</td> <td style="width: 25%;"></td> </tr> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;">現 場 代理人</td> <td style="width: 50%; text-align: center; padding: 5px;">主 任 (監 理) 技術者</td> </tr> <tr> <td style="height: 100px;"></td> <td></td> </tr> </table>						総 括 監督員	主 任 監督員	監督員						現 場 代理人	主 任 (監 理) 技術者		
総 括 監督員	主 任 監督員	監督員															
現 場 代理人	主 任 (監 理) 技術者																

4-1. 施工計画書(UAVによる起工測量の場合)

○UAVを使って起工測量を行う場合は、**使用機器・ソフトウェア**(UAV及び使用するデジタルカメラの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)と、**撮影計画**(空中写真の撮影コース及び重複度等)を記載します。

【使用機器・ソフトウェア】

機器構成

◆ UAV

- ▶ 「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施工計画書の添付資料として提出します。
- ▶ UAVの保守点検記録を添付します。

◆ デジタルカメラ

- ▶ 計測性能及び計測精度が下記と同等以上で、適切な点検管理が行われていることを示す書類を添付します。

・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

◆ ソフトウェア

- ▶ 出来形管理要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付します。

添付する書類

UAV	飛行マニュアル
	保守点検記録(製造元の点検(1回/年以上))
デジタルカメラ	メーカー推奨の定期点検
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

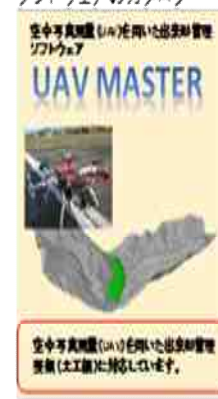
カタログ(例)

デジタルカメラのカタログ

一般仕様	
型式	フラッシュ内蔵レンズ交換式デジタルカメラ
使用レンズ	○○レンズ
撮像部	
撮像素子	CMOSセンサー
カメラ有効画素数	約2430万画素
総画素数	約2470万画素
静止画記録	
画像ファイル形式	JPEG、RAW
記録画素数	6000 x 4000(2400万画素)
画質モード	RAW、JPEGファイン、JPEGスタンダード

チェックポイント

ソフトウェアのカタログ



4-1. 施工計画書(UAVによる起工測量の場合)

【飛行／撮影計画】

- ▶ 空中写真測量の撮影コース及び重複度を記載します。
- ▶ 起工測量に利用する空中写真測量(UAV)については、以下の項目に留意し、撮影計画を作成し、施工計画書に添付します。

施工計画書に必要な項目

- ① 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を記載する。
- ② 算出に使用するソフトウェアの名称を記載する。
- 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を記載する。
- ④ 同一コースは、直線かつ等高度の撮影となるような計画を記載する。
- 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)以上設定した計画を記載する。
- ⑥ 対地高度は、50m程度を標準とし、地上画素寸法(1cm/画素以下)を確保出来ることを、使用するカメラの素子寸法及び画面距離から求めるものとし、撮影高度は、対地高度に撮影区域内の撮影基準面高を加えたものとした計画を記載する。

撮影計画の例

撮影計画

1) 撮影方法

2) 計測性能

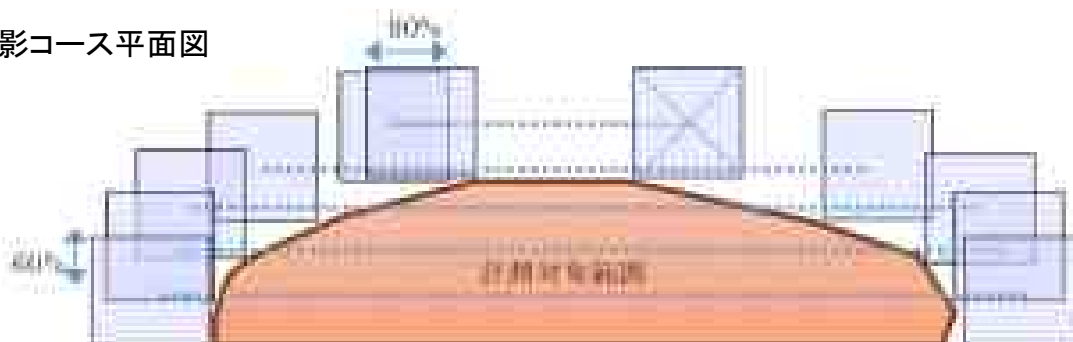
地上画素数	2cm/1画素(カメラ画素数(2400万画素)で飛行高度50mの場合)
-------	-------------------------------------

3) 安全管理

起工測量の測定精度は10cm以内
(出来形管理要領)

空中写真の重複度

撮影コース平面図



空中写真の重複度は、三次元点群データの要求精度にかかわらず同一コース内の隣接空中写真間で90%以上、隣接コースの空中写真間で60%以上と規定されています。

4-1. 施工計画書(UAVによる起工測量の場合)

【標定点配置・対空標識設置】

標定点を施工範囲を参考に撮影範囲を取り囲むように配置し、GNSS測量機器を用いて標定点上に対空標識を設置する。



図1 標定点配置計画(例)

【飛行計画作成】

標定点配置計画を基にUAVの飛行経路を計画する。飛行前に現地踏査を行い経路付近の建造物等を再確認し、必要に応じて計画修正する。



(赤点: 外周線形変化点)
(緑点: 飛行経路折り返し点)

図2 飛行経路計画(例)

4-1. 施工計画書(UAVによる起工測量の場合)

【飛行／撮影計画(申請が必要な場合)】

飛行許可が必要となる空域か

必要となる場合は、許可申請書を作成し、国土交通省航空局に提出。

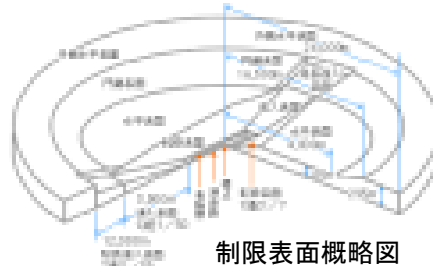


平成22年の国勢調査結果による人口集中地区の上空
(出展: 地理院地図)

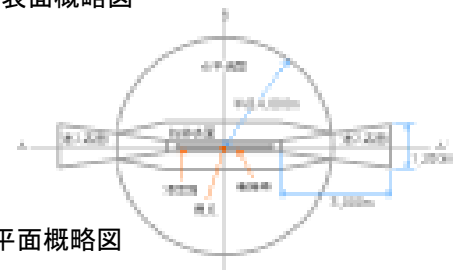
撮影区域が人口密集区域で無い場合でも周囲が人口集中地区の場合、UAVが風に流されたり不慮の事故が起きた場合を考慮すること。

制限空域か

空港周辺では航空機が安全に離着陸を行うために設定された空域を制限空域といい、UAVもこの空域より高い飛行は禁止。



制限表面概略図



制限表面の平面概略図

出展 国土交通省東京航空局WEBサイト
<http://www.cab.mlit.go.jp/tcab/info/02.html>

飛行許可が必要となる空域とは

- (A) 150m以上の高さの空域
- (B) 空港等の周辺(進入表面等)の上空の空域
- (C) 人口集中地区の上空 → 上記に該当する項目がある場合は**飛行許可が必要**。
→ 上記のいずれにも該当しない場合は飛行可能。



出展: 国土交通省航空局WEBサイト

様式11

平成 年 月 日

無人航空機の飛行に関する許可・承認申請書

届 出

姓 名

及び住所

(捺印)

前記第1項の届出に基づき、国土交通省航空局の審査による許可及び承認(以下「許可・承認」という)を受けるため、下記の通り申請します。

飛行の目的	☐ 試験	☐ 調査	☐ 測量	☐ 撮影
	☐ 監視	☐ 警備	☐ 消防	☐ 救急
	☐ 防災	☐ 防犯	☐ 防衛	☐ 防犯
	☐ 防犯	☐ 防犯	☐ 防犯	☐ 防犯

許可承認手続(国土交通省航空局)

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

4-2.施工計画書(LSによる起工測量の場合)

OLSを使って起工測量を行う場合は、**使用機器・ソフトウェア**(LSの計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア)を記載します。

また、**精度確認試験**を実施して、**結果報告書**を作成します。

【使用機器・ソフトウェア】

機器構成

◆出来形管理用LS本体

- ▶ 計測精度が下記と同等以上で、適正な精度管理が行われていることを示す書類を添付します。

- ・測定精度: 計測範囲内で±20 mm以内
(起工測量及び岩線確認に利用する場合は±100mm以内)
- ・色データ: 色データの取得が可能なこと
(点群処理時に目視による選別するために利用する)

◆ソフトウェア

- ▶ 本出来形管理要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書に添付します。

添付する書類

LS計測精度	現場で精度確認を実施し、結果報告書を作成し添付
LS精度管理	メーカー推奨の定期点検を実施
ソフトウェア	「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」

カタログ(例)



精度確認試験結果報告書(例)



6.精度確認試験の実施・結果の提出 (UAVによる出来形管理を行う場合)

カメラキャリブレーションおよび精度確認試験の留意点

現場における空中写真測量(UAV)の測定精度を確認するために、現場に設置した2箇所の既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標と既知点座標を比較し精度確認試験を行い、その結果を報告書にまとめ、提出します。

【測定精度】

各座標値の較差±5cm以内

実施時期

- ▶ 写真測量ソフトウェアから計測点群データを算出する際に行います。
- ▶ 本精度確認は空中真測量(UAV)による計測ごとに行います。

実施方法

- ▶ 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標を計測します。

検証点の設置

- ▶ 真値となる座標は、基準点 あるいは、工事基準上などの 既知点の座標値や、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。

評価基準

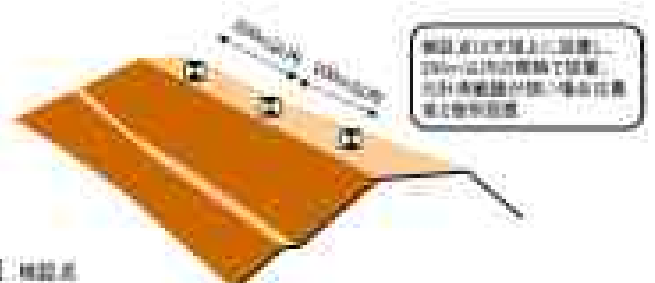
- ▶ 空中写真による計測結果を既知点などの真値と比較し、その差が適正であることを確認します。

カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書(例)

取得したデータの信頼度を担保します



確認試験の配置イメージ



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)P26

7.3 次元設計データの照査

【3次元設計データの照査】

- ▶ **設計図書と3次元設計データとを照合**し、設計図書の不備および入力ミス等がないかを確認します。
- ▶ UAVやLSによる出来形管理では、**3次元設計データに不備があると、出来形計測値の精度管理ができなくなります。**
- ▶ 確認項目は、「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(案)(土工編)[H28.3](国土交通省)」、「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(案)(土工編)[H28.3](国土交通省)」に掲載されている**チェックシート**に従い、チェックシートを監督職員へ提出します。

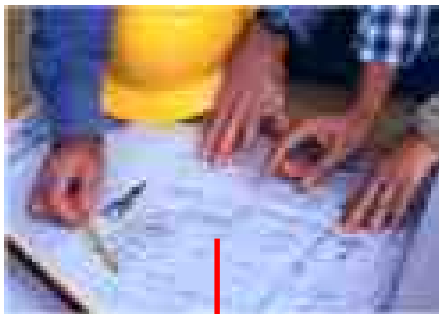
【参考URL】

<http://www.mlit.go.jp/common/001124403.pdf><http://www.mlit.go.jp/common/001124405.pdf>

照査イメージ

紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認

基本設計データ作成ソフトウェア上で入力データを目視確認

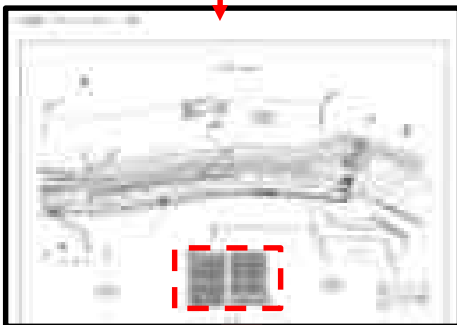


データの整合性を確認

比較



チェック入り図面



拡大表示

項目	内容	確認
1. 橋脚	橋脚の位置、形状、寸法	○
2. 橋梁	橋梁の位置、形状、寸法	○
3. 橋脚基礎	橋脚基礎の位置、形状、寸法	○
4. 橋梁基礎	橋梁基礎の位置、形状、寸法	○
5. 橋脚・橋梁の接続部	橋脚・橋梁の接続部の位置、形状、寸法	○
6. 橋脚・橋梁の接続部の補修	橋脚・橋梁の接続部の補修の位置、形状、寸法	○
7. 橋脚・橋梁の接続部の補修の完了	橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の位置、形状、寸法	○
8. 橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認	橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の位置、形状、寸法	○
9. 橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の完了	橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の完了の位置、形状、寸法	○
10. 橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の完了の確認	橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の完了の確認の位置、形状、寸法	○

チェック部分

チェックシート

項目	内容	確認
1. 橋脚	橋脚の位置、形状、寸法	○
2. 橋梁	橋梁の位置、形状、寸法	○
3. 橋脚基礎	橋脚基礎の位置、形状、寸法	○
4. 橋梁基礎	橋梁基礎の位置、形状、寸法	○
5. 橋脚・橋梁の接続部	橋脚・橋梁の接続部の位置、形状、寸法	○
6. 橋脚・橋梁の接続部の補修	橋脚・橋梁の接続部の補修の位置、形状、寸法	○
7. 橋脚・橋梁の接続部の補修の完了	橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の位置、形状、寸法	○
8. 橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認	橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の位置、形状、寸法	○
9. 橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の完了	橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の完了の位置、形状、寸法	○
10. 橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の完了の確認	橋脚・橋梁の接続部の補修の完了の確認の完了の確認の位置、形状、寸法	○

3次元設計データと2次元CADデータとの各データに相違がないことを確認し、チェックシートを監督職員へ提出します

7.3次元設計データの照査

【3次元設計データチェックシートの提出】

(様式－1)

平成 年 月 日

工事名:

受注会社名:

作成者: 印

3次元設計データチェックシート

項目	対象	内容	チェック 結果
1) 基準点及び 工事基準点	全点	・監督職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?	
		・出来形計測対象点の記号が正しく付与できているか?	
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 受注者が監督職員に様式－1を提出した後、監督職員から様式－1を確認するための資料の請求があった場合は、受注者は以下の資料等を速やかに**提示**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)
- ・横断面図(チェック入り)
- ・3次元ビュー(ソフトウェアによる表示あるいは印刷物)

※ 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。

工事基準点は、事前に監督職員に提出している工事基準点の測量結果と対比し、確認します。

平面図及び線形計算書と対比し、確認します。

縦断図と対比し、確認します。

・ソフトウェア画面と対比し、設計図書の管理項目の箇所と寸法にチェックを記入します。
・3次元設計データから横断面図を作成し、設計図書と重ね合わせて確認します。

・3次元設計データの入力要素と3次元設計データ(TIN)を重ね、同一性が確認可能な3次元表示した図を提出します。

3次元設計データと設計図書の照合に用いた資料は整備・保管し、監督職員から資料請求があった場合には、速やかに**提示**します。

7.3 次元設計データの照査

【3次元設計データチェックシートの提出(提示のみ)】

基準点の確認(例)

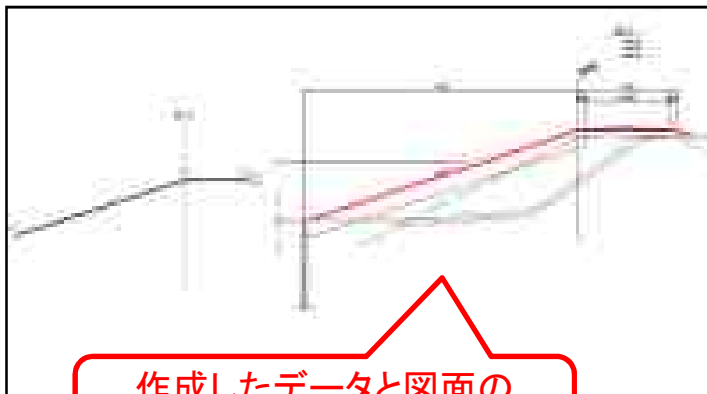


作成したデータと設計図面の
数値をチェック

横断面図の確認(例)

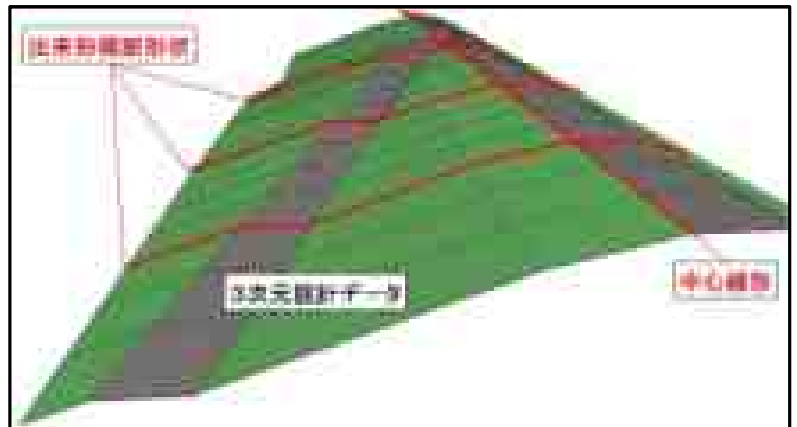


データ重ね合わせによる横断面図の確認(例)



作成したデータと図面の
形状を重ねてチェック

ソフトウェアによる表示あるいは印刷物の3次元ビューの確認(例)



9. 施工計画書(工事編)の作成

【施工計画書(工事編)への記載】

- ▶ 適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・出来形写真管理基準を記載します。
- ▶ 利用するUAV・LS・ソフトウェア等を記載します。
- ▶ UAVまたはLSによる出来形管理の選定の際に確認した以下の資料等を添付します。
 - ・ソフトウェアの有する機能が記載されたメーカーパンフレット等
 - ・UAVやLSの精度を適正に管理していることを証明する検定書あるいは校正証明書

施工計画書(工事編) 記載例



施工計画記載例: <http://www.cbr.mlit.go.jp/kensetsu-ict/ict-proposal.html#04>

10.出来形管理

【出来形管理帳票の作成】

- ▶ 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います。
- ▶ 出来形管理基準上の管理項目の計算結果と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを評価範囲の平面上にプロットした分布図にて明示します。
- ▶ 出来形管理図表は、出来形確認箇所(平場、天端、法面)ごとに作成します。

作成帳票例(出来形管理図表)



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

を表形式で整理

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

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

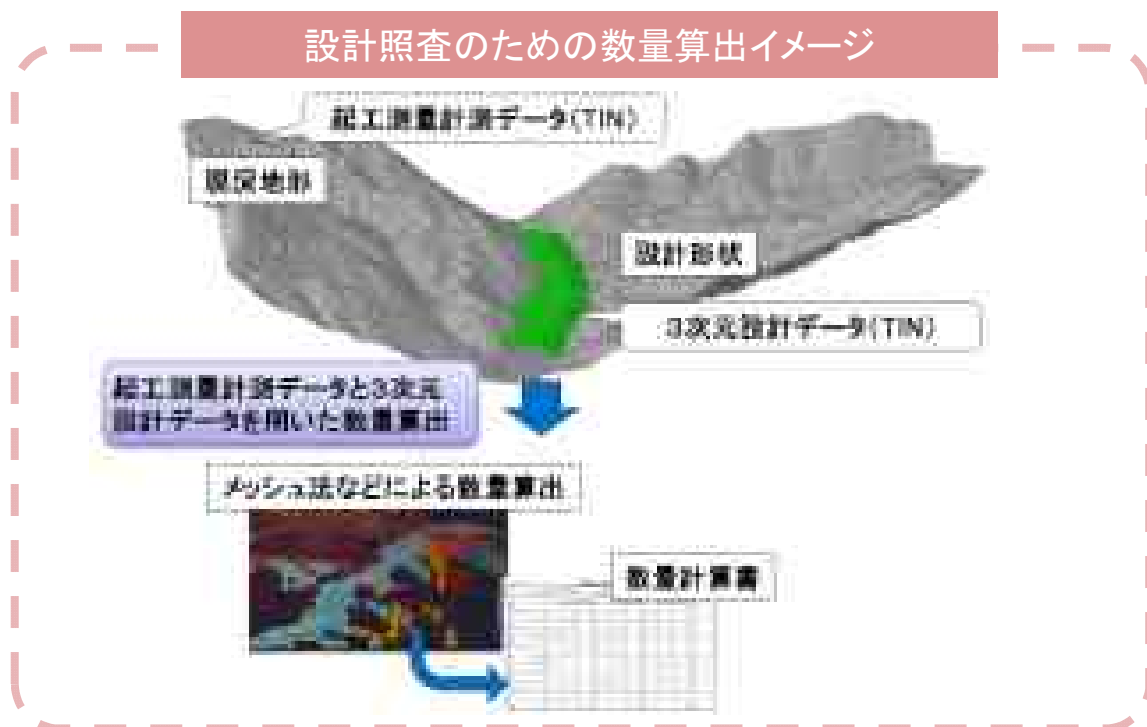
・±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。

・データのポイント毎に結果をプロット。

【数量計算の方法と設計数量の協議】

- ▶ 取得した起工測量計測データ、岩線計測データ(どちらもTINデータ)と、3次元設計データ(TINデータ)から数量算出を行います。
- ▶ 数量の算出方法は、平均断面法または、3次元CADソフトウェア等を用いた方法があります。
- ▶ 数量計算方法については、監督職員と協議を行います。
※標準とする体積算出方法は、
① 点高法、② TIN分割等を用いた求積、③ プリズモイダル法

設計照査のための数量算出イメージ



設計変更(岩区分)のための数量算出イメージ

