

# ICT活用工事の手引き (UAVによる出来形管理編)

---

令和元年11月  
京都府 建設交通部

# 目次

- i-Constructionの概要
- i-Constructionの取り組み
- ICT活用工事の発注方法
- ICT活用工事の流れ
- ICT土工、ICT舗装工の基準類

## 1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達
2. 電子納品・電子検査の事前協議

## 2. ICT活用工事の設定

1. ICT施工希望の協議(施工者希望Ⅱ型)
2. 具体の工事内容及び対象範囲の協議
3. 3次元起工測量経費等の見積り提出依頼
4. 設計図書の3次元化
5. 活用効果調査及び施工合理化調査
6. 新技術活用計画書

## 4. 施工計画書(起工測量)

## 5. 工事基準点の設置

## 6. 起工測量・測量成果簿の作成

1. 起工測量
2. 精度確認試験の実施・結果の提出

## 7. 3次元設計データの作成

1. 3次元設計データの作成
2. 3次元設計データの照査

## 8. 設計図書の照査

## 9. 施工計画書(工事編)

## 10. 出来形管理

1. 出来形管理を行う場合の留意点
2. 出来形管理を行う場合の写真管理
3. 出来形管理帳票の作成
4. 出来形数量の算出
5. 数量算出(起工測量、岩線計測)

## 11. 電子成果品等

1. 出来形管理の電子成果品

## 12. 検査

1. 書面検査
2. 実地検査

## ■ その他

1. 岩線計測・計測データの作成
2. 土(岩)の分類の境界が変化した時の処理
3. 岩線計測データの取得方法
4. 部分払い用出来高計測

# i-Construction

## 今こそ生産性向上のチャンス

### □ 労働力過剰を背景とした生産性の低迷

- バブル崩壊後、建設投資が労働者の減少を上回って、ほぼ一貫して労働力過剰となり、省力化につながる建設現場の生産性向上が見送られてきた。

### □ 生産性向上が遅れている土工等の建設現場

- トンネルなどは、約50年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工やコンクリート工などは、改善の余地が残っている。(土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割が占める)(生産性は、対米比で約8割)

### □ 依然として多い建設現場の労働災害

- 全産業と比べて、2倍の死傷事故率(年間労働者の約0.5%(全産業約0.25%))

### □ 予想される労働力不足

- 技能労働者約340万人のうち、約110万人の高齢者が10年間で離職の予想

- 労働力過剰時代から労働力不足時代への変化が起こりつつある。
- 建設業界の世間からの評価が回復および安定的な経営環境が実現し始めている今こそ、抜本的な生産性向上に取り組む大きなチャンス

## プロセス全体の最適化

### □ ICT技術の全面的な活用

- 測量・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新までの全てのプロセスにおいてICT技術を導入

### □ 規格の標準化

- 寸法等の規格の標準化された部材の拡大

### □ 施工時期の平準化

- 2カ年国債の適正な設定等により、年間を通じた工事件数の平準化



## プロセス全体の最適化へ

従来: 施工段階の一部

今後: 調査・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新まで

## 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

3K  
きつい  
汚い  
危険



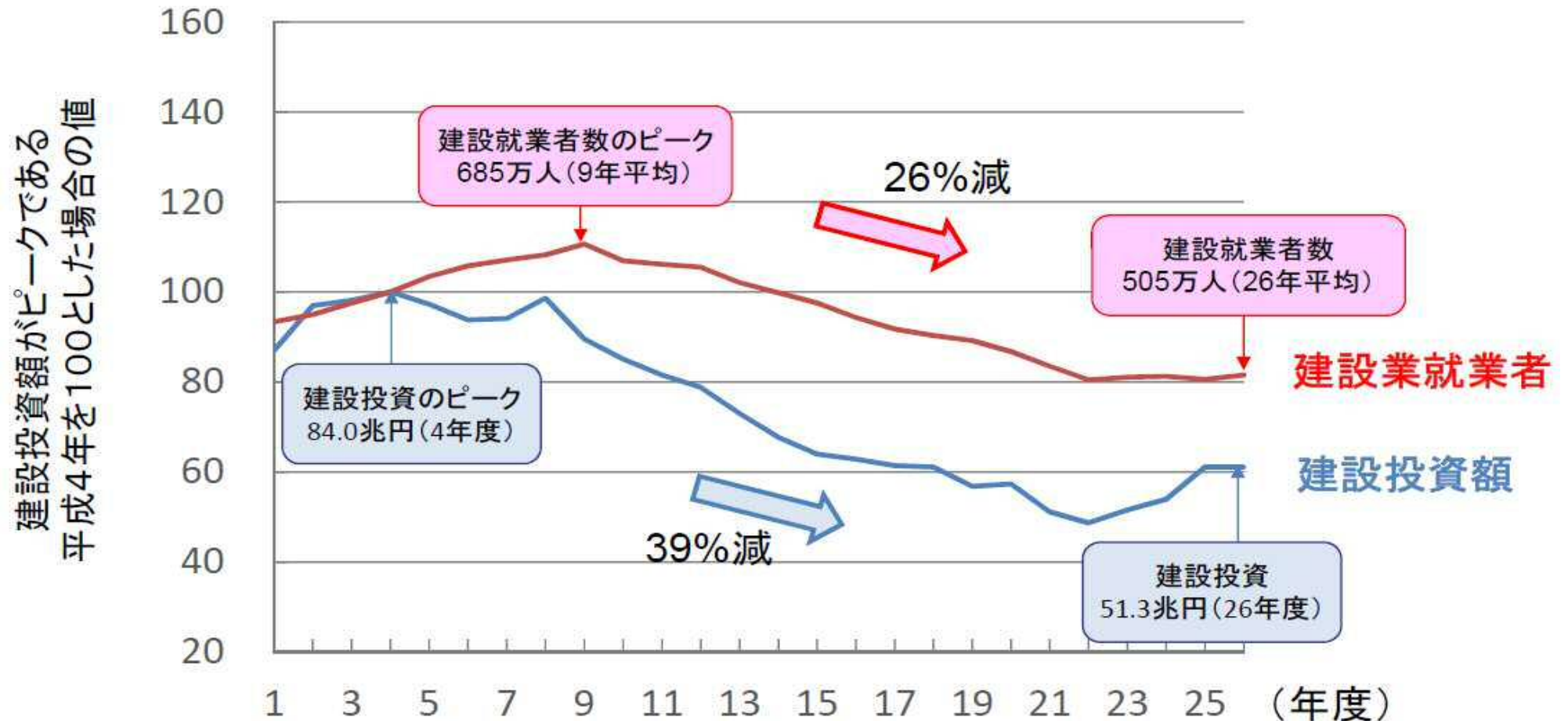
新3K  
給料  
休日  
希望

# i-Constructionの概要

## ① 労働力過剰を背景とした生産性の低迷

バブル崩壊後、建設投資が労働者減少を上回り、ほぼ一貫して労働力過剰となり、省力化につながる建設現場の生産性向上が見送られてきた。

建設投資額および建設業就業者の増減

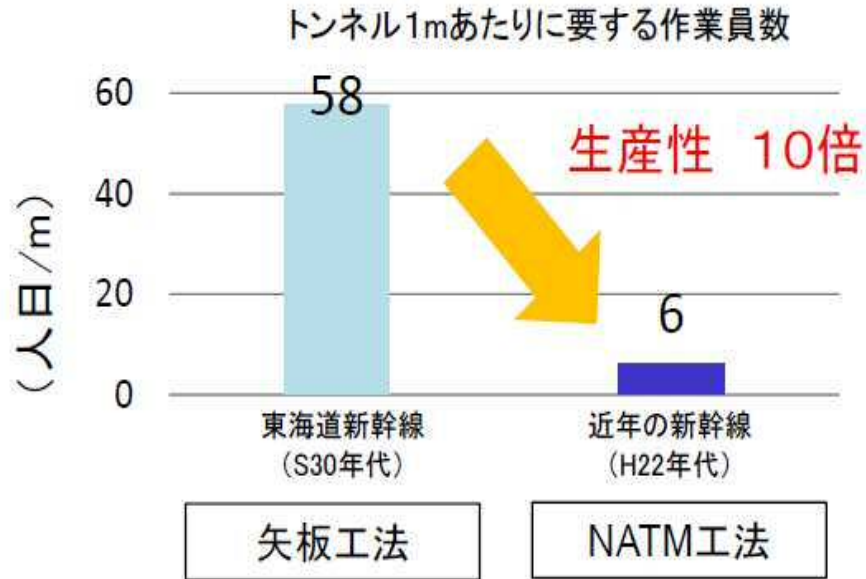




## ② 生産性向上が遅れている土工等建設現場

ダムやトンネルなどは、約50年間で生産性を最大10倍に向上。一方、土工やコンクリート工などは、改善の余地が残っている。

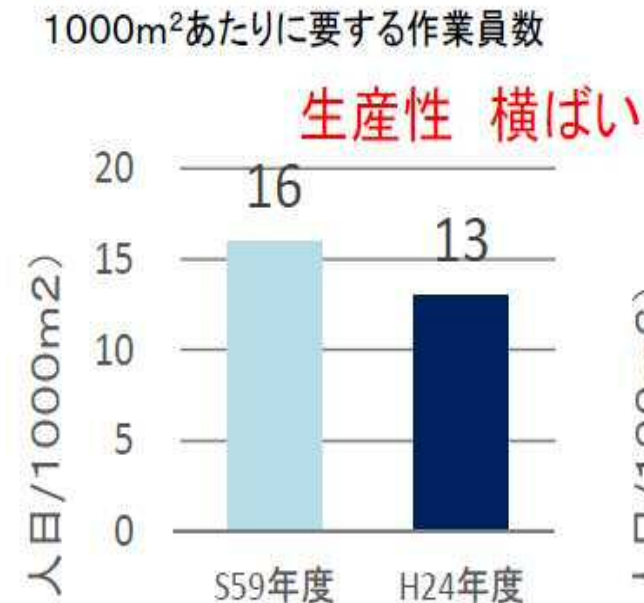
### ■ トンネル工事



出典: 日本建設業連合会 建設イノベーション

土工とコンクリート工で直轄工事の全技能労働者の約4割。

### ■ 土工



### ■ コンクリート工



標準歩掛より算出

## ③ 依然として多い建設現場の労働災害

全産業と比べて、2倍の死傷事故率(年間労働者の約0.5%(全産業約0.25%))。

### 死傷事故率の比較

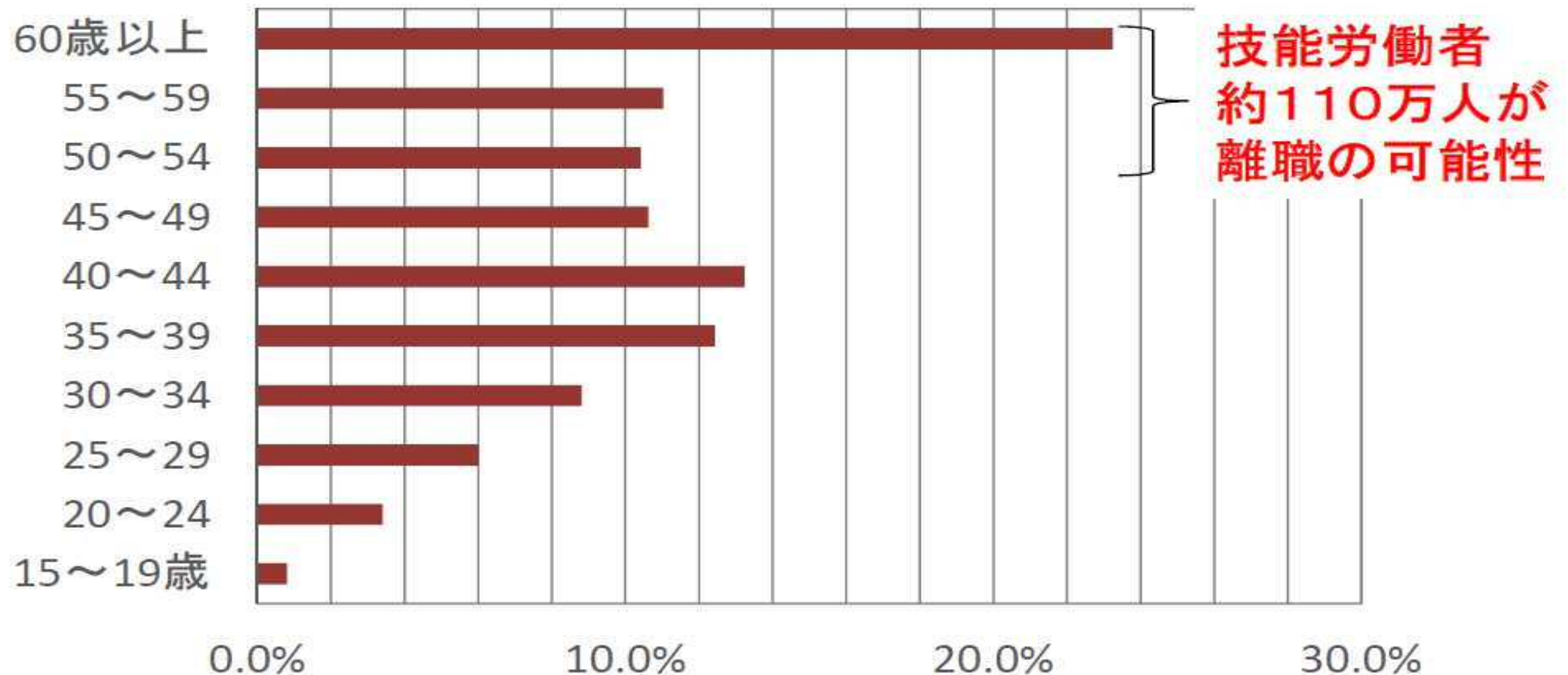


※千人率 = [ (年死傷者数 / 年平均労働者数) × 1,000 ]

## ④ 予想される労働力不足

技能労働者約340万人のうち、約110万人の高齢者が10年間で離職の予想。

2014年度 就業者年齢構成



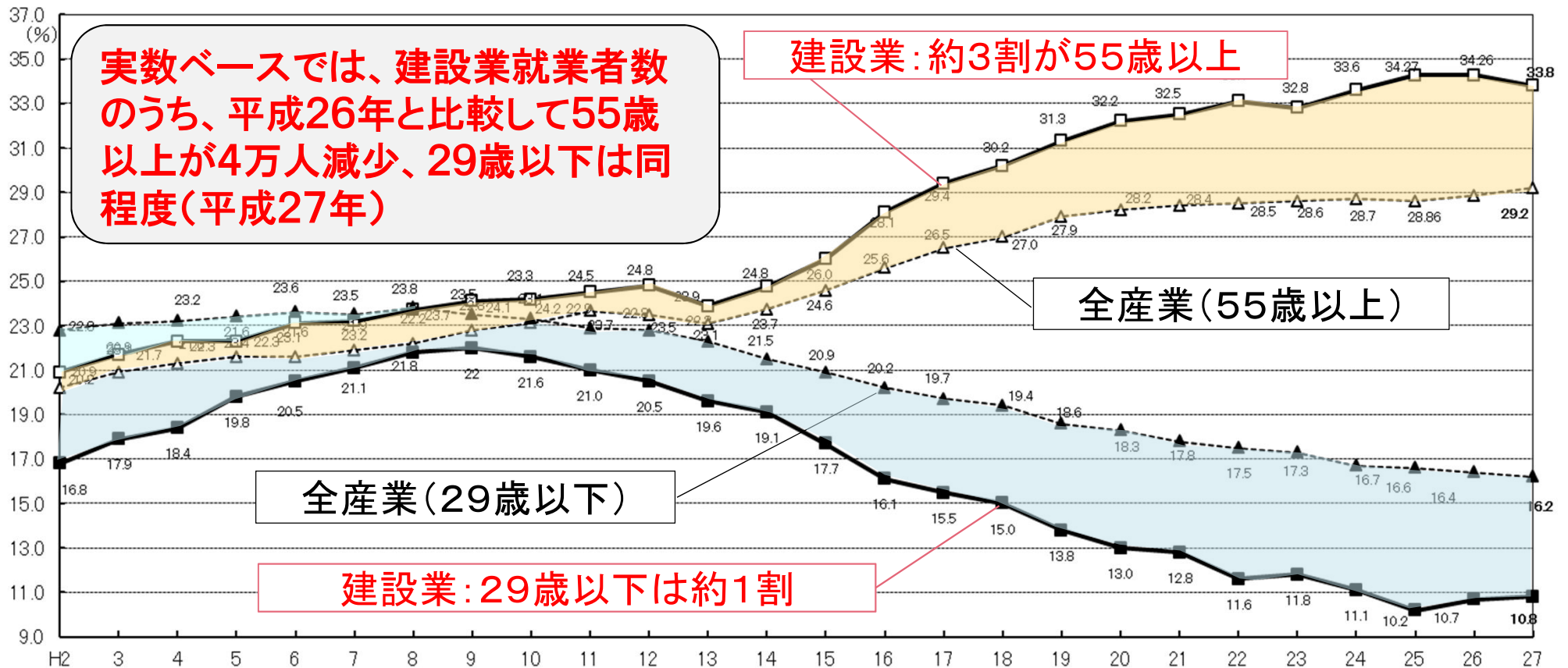
資料：(一社)日本建設業連合会「再生と進化に向けて」より作成

# i-Constructionの概要

## 高齢化が進行する中での次世代への技術継承

建設業就業者は、55歳以上が約34%、29歳以下が約11%と高齢化が進行し、次世代への技術承継が大きな課題。

高齢者及び若年者の建設業就業者数の増減



出典: 総務省「労働力調査」を基に国土交通省で算出



# i-Constructionの取り組み

## ① ICTの全面的な活用

測量・設計から施工・検査、さらには維持管理・更新までの全てのプロセスにおいてICT技術を導入。

### ①ドローン等による3次元測量

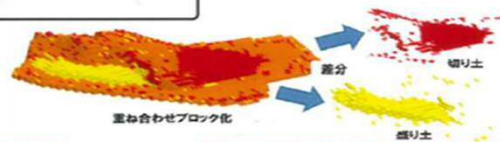


ドローン等による写真測量等により、短時間で面的(高密度)な3次元測量を実施。

### ②3次元測量データによる設計・施工計画



3次元測量データ(現況地形)と設計図面との差分から、施工量(切り土、盛り土量)を自動算出。



### ③ICT建設機械による施工

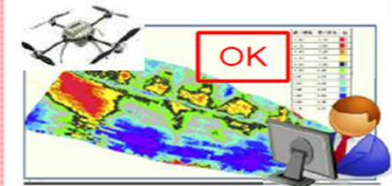
3次元設計データ等により、ICT建設機械を自動制御し、建設現場のIoT(\*)を実施。



※IoT(Internet of Things)とは、様々なモノにセンサーなどが付され、ネットワークにつながる状態のこと。

### ④検査の省力化

ドローン等による3次元測量を活用した検査等により、出来形の書類が不要となり、検査項目が半減。



発注者





# i-Constructionの取り組み

## ② 全体最適の導入

寸法等の規格が標準化された部材の拡大。

### ■ 現場打ちの効率化

目的	工法等の例
工場製作による効率化	鉄筋、型枠のプレハブ化 残存型枠(ハーフプレキャスト)
現場作業の効率化	鉄筋の配筋 ・機械式定着工法 コンクリート打設 ・高流動コンクリート

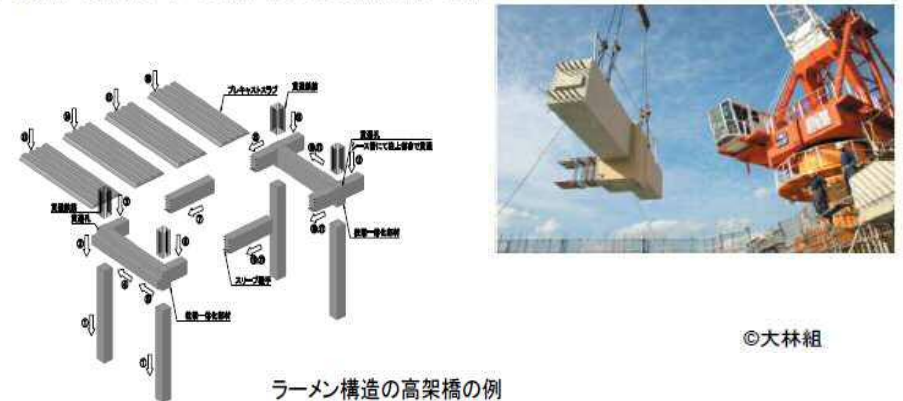
(例)鉄筋をプレハブ化、型枠をプレキャスト化することにより、型枠設置作業等をなくし施工



### ■ プレキャストの進化

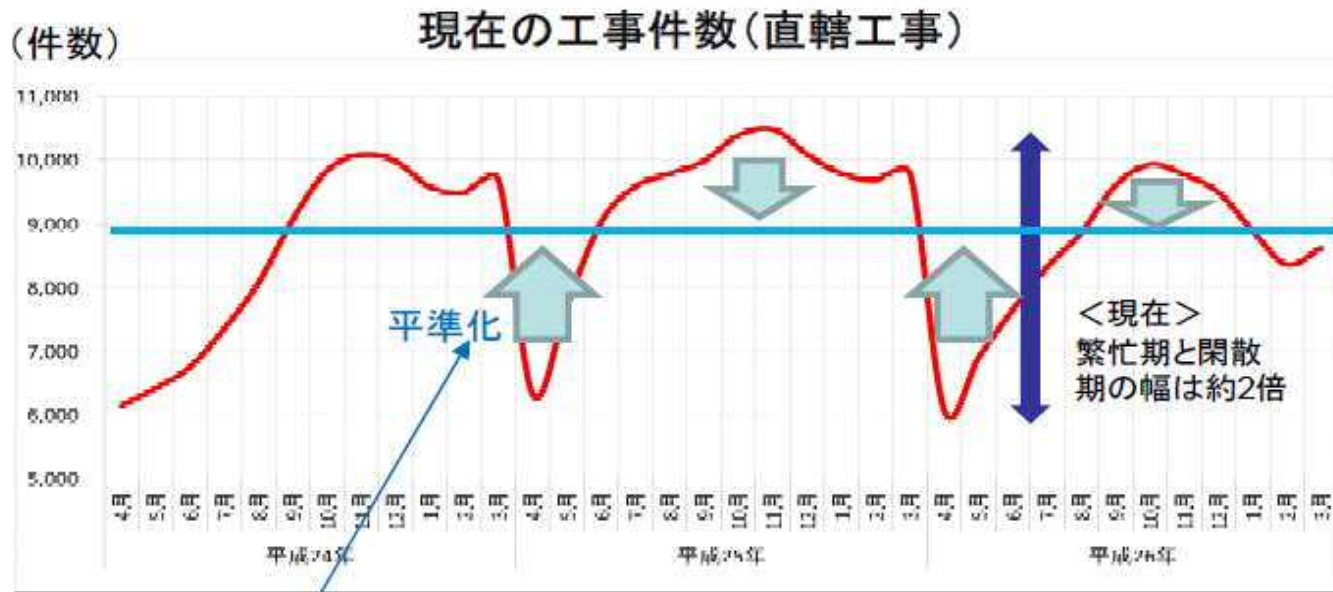
目的	工法等の例
工場製作における効率化	サイズの規格化
現場作業の効率化	部材を細分化する工法 部材を効率的に結合する工法

(例)各部材の規格(サイズ)を標準化し、定型部材を組み合わせて施工



## ③ 施工時期の平準化

2ヵ年国債の適正な設定等により、年間を通じた工事件数の平準化。



予算が単年度制度のため、年度末に工期末が集中し繁忙期となる一方、年度明けは閑散期となり、技能者の遊休(約50~60万人※)が発生。

### 平準化による効果

#### <労働者の処遇改善>

- ・年間を通じて収入が安定
- ・繁忙期が平準化されるので、休暇が取得しやすくなる

#### <企業の経営環境改善>

- ・ピークに合わせた機械保有が不要になり、維持コストが軽減

※ おしなべて技能者が作業不能日数(土日・祝日、雨天等)以外を働く(約17日/各月)として、工事費当たりの人工(人・日)の標準的なものから推計。

# i-Constructionの目指すもの

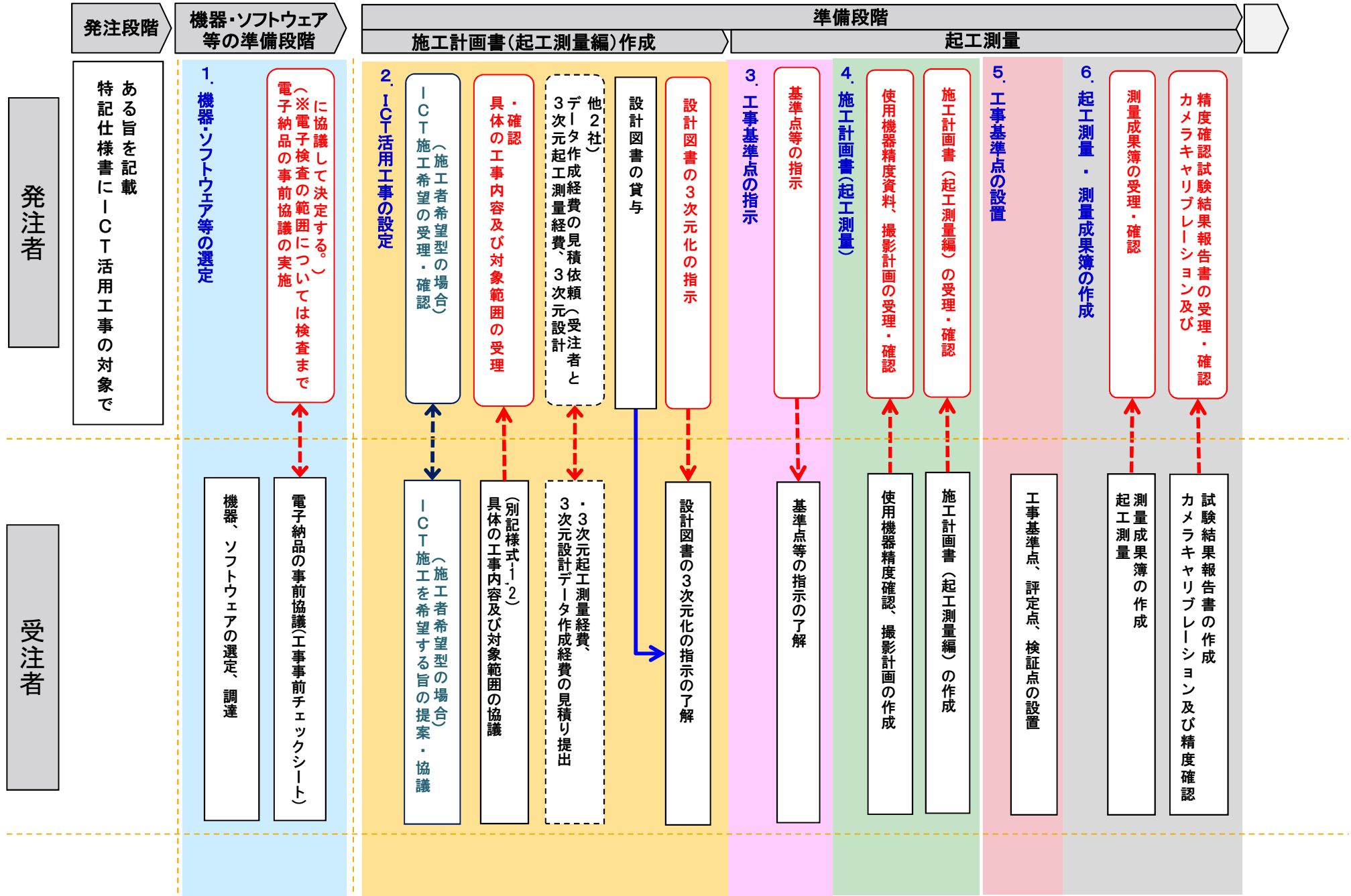
- ◆ 労働力過剰時代から**労働力不足時代へ変化**。
- ◆ 建設業界の世間からの評価が回復および安定的な経営環境が実現し始めている今こそ、**抜本的な生産性向上に取り組むチャンス**。



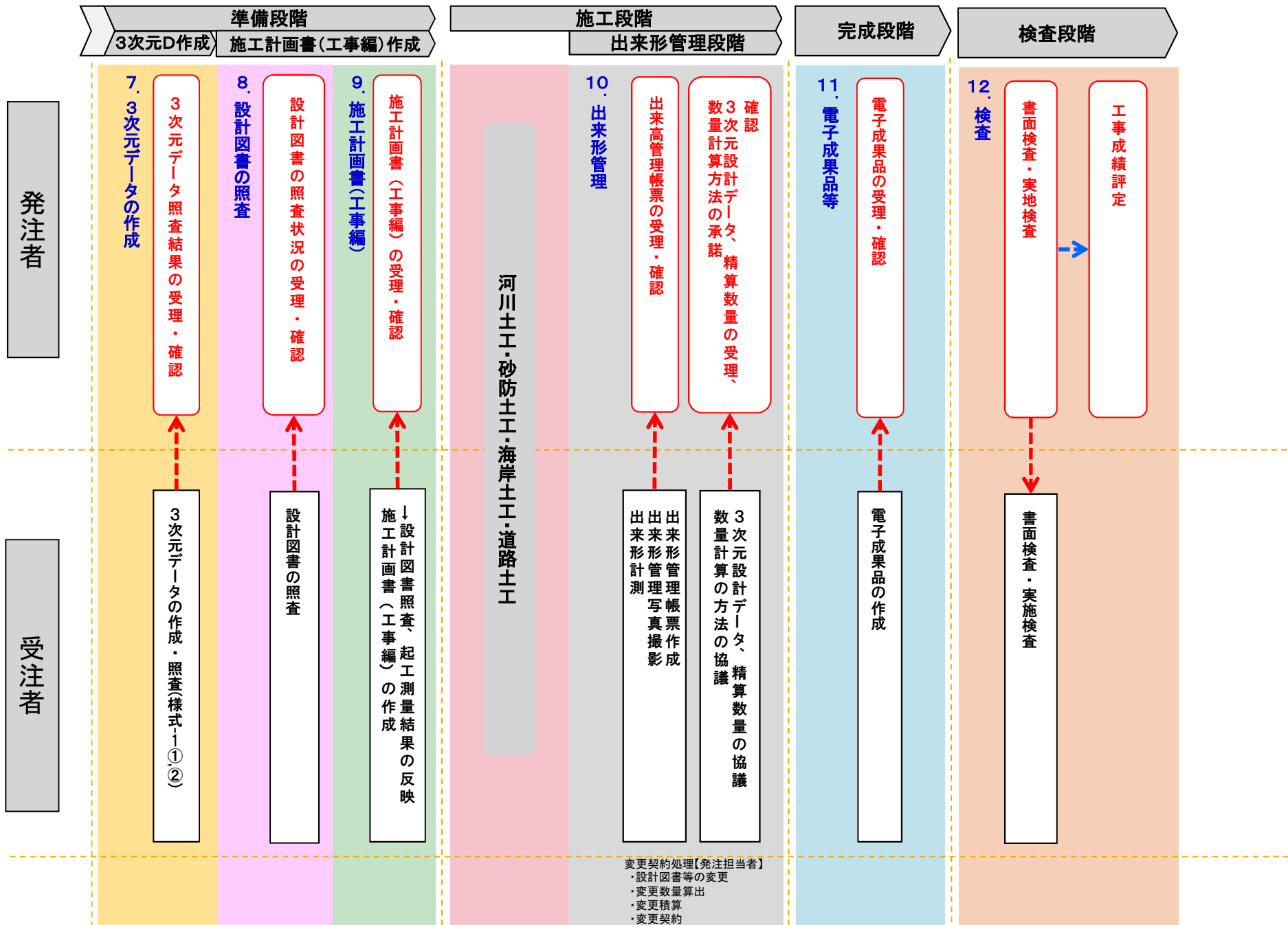
## i-Construction の目指すもの

- ◆ 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
- ◆ 「きつい、危険、きたない」から「給与、休暇、希望」を目指して

# ICT活用工事の流れ(1/2)



# ICT活用工事の流れ(2/2)





# ICT土工、ICT舗装工の基準類(1/2)

- 監督職員へ提出する書類様式はすべて基準に記載。

		名称	新規	改訂	本文参照先(URL)
調査・測量、設計	①	UAVを用いた公共測量マニュアル(案)		○	<a href="http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/related.html">http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/related.html</a>
	②	3次元設計データ交換標準(同運用ガイドラインを含む)		○	
	3	地上レーザースキャナーを用いた公共測量マニュアル(案)	○		
ICT土工 施工	④	ICTの全面的な活用の実施方針		○	
	⑤	土木工事施工管理基準(案)(出来形管理基準及び規格値)		○	
	⑥	写真管理基準(案)		○	
	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)		○	
	8	ステレオ写真測量(地上移動体)による土工の出来形算出要領(案)	○		
	9	TSを用いた出来形管理要領(土工編)		○	
	10	TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)	○		
	11	RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)	○		
	12	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)	○		
	13	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)		○	
	14	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)		○	
	⑮	TS・GNSSを用いた盛土の締固め管理要領		○	

○: UAVを用いた出来形管理に関する基準類

# ICT土工、ICT舗装工の基準類(2/2)

		名称	新規	改訂	本文参照先(URL)
ICT土工	検査	16		○	<a href="http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/related.html">http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/related.html</a>
		17		○	
		18		○	
		19		○	
		20		○	
		21		○	
	積算基準	22		○	<a href="http://www.mlit.go.jp/common/001146585.pdf">http://www.mlit.go.jp/common/001146585.pdf</a>
ICT舗装工	施工	23		○	<a href="http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/related.html">http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/i-construction/related.html</a>
		24		○	
		25		○	
		26		○	
		27		○	
		28		○	
	検査	29		○	
		30		○	
		31		○	
		32		○	
	積算基準	33		○	<a href="http://www.mlit.go.jp/common/001146585.pdf">http://www.mlit.go.jp/common/001146585.pdf</a>

○: UAVを用いた出来形管理に関する基準類

# 1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

▶ 機器・ソフトウェア等の選定の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機器構成、仕様の確認</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要な機器構成、仕様の確認</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">機器・ソフトウェアの選定・調達</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・必要な機能の取捨選択</li> </ul>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">電子納品の事前協議</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電子納品の事前協議の作成</li> <li>電子検査の範囲については検査までに協議を行い決定する。</li> </ul>	電子納品の事前協議の実施・決定

- ▶ UAVを用いた出来形管理に必要な機器・ソフトウェアは、「UAV」・「写真測量ソフトウェア」・「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」です。
- ▶ 要領・基準等に準拠した適切な機器・ソフトウェアを選定し、出来形計測精度及び機器やソフトウェア間の互換性を確保します。
- ▶ 機器・ソフトウェアは測量機器販売店やリース・レンタル店、施工関連のソフトウェアメーカー等より、購入またはリース・レンタルにより調達します。
- ▶ 各メーカーによって機器・ソフトウェアの操作性・機能・コストが異なることから、事前に各メーカーのカタログ、HPなどから情報収集し、またはデモ等のサービスを利用し、操作性や機能を事前に確認します。
- ▶ 電子納品及び電子検査を円滑に行うため、監督職員と受注者で事前協議し決定します。

# 1-1. 機器・ソフトウェア等の選定・調達

## 機器構成、仕様確認時の留意点

3次元設計データの作成

①パソコン



②3次元設計データ作成ソフトウェア



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)等に準拠

③データ記録媒体(USBフラッシュメモリ等)



UAV, TLS等による起工測量及び出来形計測

④計測機器本体



UAV



TLS



TS



RTK-GNSS



UAVレーザー



ステレオ写真測量(出来高数量算出のみ)

出来形帳票作成

①パソコン



⑤写真測量ソフトウェア

⑥点群処理ソフトウェア



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)等に準拠

出来形帳票作成  
出来高の数量算出

①パソコン



⑦出来形帳票作成ソフトウェア

⑧出来形の数量算出ソフトウェア

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)に準拠

## 2. ICT活用工事の設定

- ▶ ICT活用工事の設定に係る実務内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
ICT施工を希望する旨の提案・協議(施工者希望型のみ)	・ICT施工を希望する旨の協議の作成	・ICT施工希望の受理・指示
↓		
具体の工事内容及び対象範囲の協議	・具体の工事内容及び対象範囲の協議の作成	・具体の工事内容及び対象範囲の受理・確認
↓		
3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出	・見積り書の作成	・3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出依頼(受注者与其他2社へ依頼)
↓		
設計図書の3次元化の指示		・設計図書の3次元化の指示 起工測量(UAV) 3次元設計データ(3次元設計データがない場合)

- ▶ **受注者希望型のICT活用工事**では、契約後、施工計画書の提出までに、ICT施工を希望する場合には希望する旨の書類を作成し、協議します。
- ▶ 発注者指定型及びICT施工を実施することとなった受注者希望型のICT活用工事では、ICT活用の具体の工事内容と対象範囲を記載した書類を作成し、協議します。
- ▶ ICT活用工事では、契約した設計図書が3次元化していない場合は、契約後に発注者より3次元の設計図書の作成を指示します。
- ▶ 発注者から3次元起工測量経費、3次元設計データ作成経費の見積り提出の依頼があるので、受注者は見積り書を作成し、提出します。



# 2-1. ICT施工希望の協議(受注者希望型)

## ICT施工を希望する旨の協議

- 受注者希望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施工を希望する旨を協議します。
- 協議の際は、「ICT施工技術の活用(ICT活用工事)別記様式-1、2」を添付し発注者・受注者間で記載内容を確認し合意します。

様式-9 工事打合せ簿													
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者 <input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成29年4月1日										
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ( )												
工事名	〇〇改良工事												
(内容) 添付のICT施工技術の活用計画書のとおり、ICTを活用して土工の施工を実施したいので協議します。													
添付図 ー 葉、その他添付図書													
処理	発注者	上記について <input type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input checked="" type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 ( ) 年月日:											
	受注者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 ( ) 年月日:											
<table border="1"> <tr> <td>総括監督員</td> <td>主任監督員</td> <td>監督員</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		総括監督員	主任監督員	監督員				<table border="1"> <tr> <td>現場代理人</td> <td>主任(監理)技術者</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> </tr> </table>		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												

別記様式-1

## 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施工技術を活用する各段階のチェック欄に「■」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
<input type="checkbox"/>	①3次元起工測量	<ul style="list-style-type: none"> <li>空中写真測量(無人航空機)を用いた起工測量</li> <li>レーザースキャナを用いた起工測量</li> <li>トータルステーションを用いた起工測量</li> <li>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</li> <li>RTK-GNSSを用いた起工測量</li> <li>無人航空機搭載型レーザースキャナを用いた起工測量</li> <li>その他の3次元計測技術を用いた起工測量</li> </ul> ※採用する具体的な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で採用しても良い。
<input type="checkbox"/>	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。
<input type="checkbox"/>	③ICT建設機械による施工	【作業工種】 ・掘削工 ・盛土工 ・路床盛土工 ・路面整形工 ・3次元MC または 3次元MG プルドーザ ・3次元MC または 3次元MG バックホウ ※採用する機種及び適用作業工種・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。
<input type="checkbox"/>	④3次元出来形管理等の施工管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>空中写真測量(無人航空機)を用いた出来形管理</li> <li>レーザースキャナを用いた出来形管理</li> <li>トータルステーションを用いた出来形管理</li> <li>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</li> <li>RTK-GNSSを用いた出来形管理</li> <li>無人航空機搭載型レーザースキャナを用いた出来形管理</li> <li>その他の3次元計測技術を用いた出来形管理</li> </ul> ※採用する具体的な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で採用しても良い。 ※「①3次元起工測量」で採用した技術と併用しても良い。
<input type="checkbox"/>	⑤3次元データの検品	・TS-GNSSによる締め回教管理 ※盛土の締固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による締め回数管理技術の実施が適さないと思われる場合は、従来手法(砂置療法、R1等)で管理することを認める。

# 2-1. ICT施工希望の協議(受注者希望型)

ICT受注者希望型（※別記様式-1（土工）、別記様式-2（舗装））の注意事項  
ICT施工を活用する施工プロセスの段階①～⑤のチェック欄に「■」と記入する

別記様式-2

## ICT施工技術の活用(ICT活用工事)【舗装】

(工事名:○○○○工事)

会社名:○○○○建設(株)

当該工事の土工において、ICT施工技術を活用する各段階のチェック欄に「■」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
■	①3次元起工測量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レーザースキャナーを用いた起工測量</li> <li>・トータルステーションを用いた起工測量</li> <li>・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</li> <li>・その他の3次元計測技術を用いた起工測量</li> </ul> ※採用する具体的な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】 ・路盤工 <ul style="list-style-type: none"> <li>・3次元MC モーターグレーダ</li> <li>・3次元MC ブルドーザ</li> </ul> ※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。
■	④3次元出来形管理等の施工管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>・レーザースキャナーを用いた出来形管理</li> <li>・トータルステーションを用いた出来形管理</li> <li>・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</li> <li>・その他の3次元計測技術を用いた出来形管理</li> </ul> ※採用する具体的な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	

ICT施工技術を活用する各段階のチェック欄に「■」と記入し、各段階のICT活用状況に応じて加点を行う。



# 2-2. 具体の工事内容対象範囲の協議

## 具体の工事内容及び対象範囲の協議

◆ 受注者は、発注者指定型、受注者希望型にかかわらず、受注者からICT活用工事の**具体の工事内容と対象範囲**を協議します。【特記仕様書】

➤ 具体の工事内容とは、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等です。

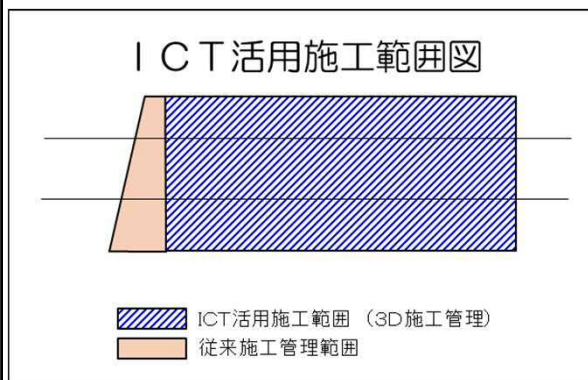
➤ 対象範囲とは、採用した技術を適用する範囲(活用予定期間、活用予定区間・区域)です。

添付書類のイメージ

### ICT活用施工の概要

- 3次元測量方法  
.....
- ICT建機による施工内容  
盛土 .....  
法面 .....
- ICT活用工事範囲の考え方  
.....

(施工計画書レベルではない)



平面図を色分けしたもの

様式-9 工事打合せ簿						
発議者	<input type="checkbox"/> 発注者	<input checked="" type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年4月1日		
発議事項	<input type="checkbox"/> 指示 <input checked="" type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ( )					
工事名	○○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 <input type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input checked="" type="checkbox"/> その他 [ 設計変更の対象とします。 ] 年月日:				
	受注者	上記について <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。 <input type="checkbox"/> その他 [ ] 年月日:				
		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

# 2-4. 設計図書の3次元化

## 設計図書の3次元化の指示

- ICT活用工事は、発注者指定型、受注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次元化を指示します。
- 受注者は、設計図書のうち、平面線形、縦断線形、横断形状と、UAVによる3次元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。

**【3次元設計データ交換標準(同運用ガイドラインを含む)】**

様式-9

### 工事打合せ簿

発議者	<input checked="" type="checkbox"/> 発注者	<input type="checkbox"/> 受注者	発議年月日	平成28年4月1日	
発議事項	<input checked="" type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 通知 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> その他 ( )				
工事名	〇〇改良工事				
(内容) 設計図書のうち、平面線形、縦断線形、横断形状等と、3次元起工測量を行って取得した3次元地形データを使って、土工の3次元設計データの作成を追加する。  なお、3次元起工測量の範囲は以下の通りとする。 ・縦断方向は、工事区間の起点より-20mより工事区間の終点より+20mまでの範囲とする。 ・横断方向は、官民境界より民地側に+5mまでの範囲とする。 ・橋梁設置区間については、官民境界点上で計画路面高さに3mを加えた位置から、下方向かつ民地方向に+30度に下ろした範囲までとする。					
<div style="border: 1px solid red; padding: 5px; display: inline-block;">           本指示内容は変更契約と対象とする。            〇〇千円(直接人件費、税抜き)を見込んでいます。   <b style="color: red;">概算金額を記載</b> </div>					
添付図 ー 葉、その他添付図書					
処理	発注者	上記について <input type="checkbox"/> 指示 <input type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 受理 します。			
		<input type="checkbox"/> その他 [ ] 年月日:			
回答	受注者	上記について <input checked="" type="checkbox"/> 承諾 <input type="checkbox"/> 協議 <input type="checkbox"/> 提出 <input type="checkbox"/> 報告 <input type="checkbox"/> 受理 します。			
		<input type="checkbox"/> その他 [ ] 年月日:			
		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. 施工計画書(起工測量)

## ▶ 施工計画書(起工測量編)時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
使用機器精度確認資料、 撮影計画の作成	・使用機器精度確認資料、撮影計画の作成	・使用機器精度確認資料、撮影計画の確認
施工計画書(起工測量編)の 作成	・施工計画書(起工測量編)の作成	・施工計画書(起工測量編)の受理・確認

- ▶ 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)を施工計画書に記載し発注者に提出します。【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)(近畿地方整備局)】
- ▶ 施工計画書には、使用するシステムの機能および精度が要領に準拠していることを確認できる資料(メーカーカタログ等)を添付します。



# 4. 施工計画書(起工測量)

## ▶ 施工計画書(起工測量編)の記載事項

### 1) 適用工種

適用工種に該当している工種を記載する。

### 2) 適用範囲

3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

### 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

契約上必要な出来形計測を実施する出来形計測箇所を記載する。

また、該当する出来形管理基準及び規格値・出来形管理写真基準を記載する。

### 4) 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を記載する。

### 5) 撮影計画

空中写真測量の撮影コース及び重複度等を記載する。

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)(近畿地方整備局)を参照

# 4. 施工計画書 (起工測量)

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)を記載されます。

## 機器構成、仕様確認時の留意点

【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)(近畿地方整備局)】

### 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。

Check !

- 計測性能: 表-1を参照
- 測定精度: 表-1を参照...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	〇〇レンズ
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

ソフトウェアのカタログ



表-1

計測内容	計測性能 (地上画素寸法)	測定精度
起工測量時	2cm/画素以内	±100mm以内
岩線計測時	2cm/画素以内	±100mm以内
部分払い用出来高計測時	3cm/画素以内	±200mm以内
出来形計測時	1cm/画素以内	±50mm以内

# 4. 施工計画書 (起工測量)

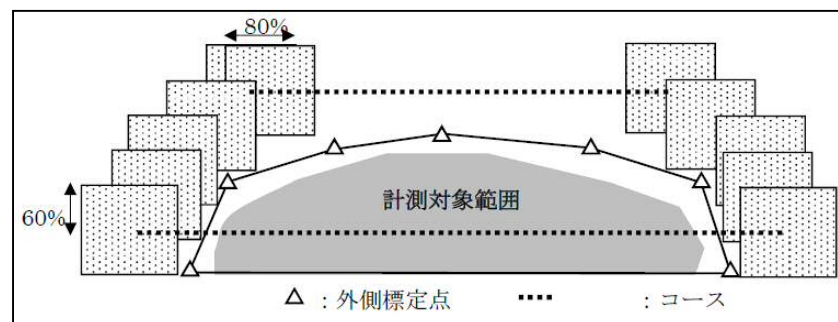
## 撮影計画の留意点

- ▶ 空中写真測量の撮影コース及び重複度等の記載の有無を**確認**します。
- ▶ 起工測量に利用する従来型UAVについては、以下の項目に留意し、撮影計画を作成し、施工計画書に添付されているか**確認**します。

- 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。なお、所定のラップ率については、進行方向のラップ率**90%以上**であることを示す飛行計画、または、飛行後に進行方向ラップ率**80%以上**を確認するための確認方法、**いずれかを記載**すること。
- 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した計画を記載する。
- 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(出来形計測時1cm/画素以内、起工測量・岩線計測時2cm/画素以内、部分払い出来高計測時3cm/画素以内)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。

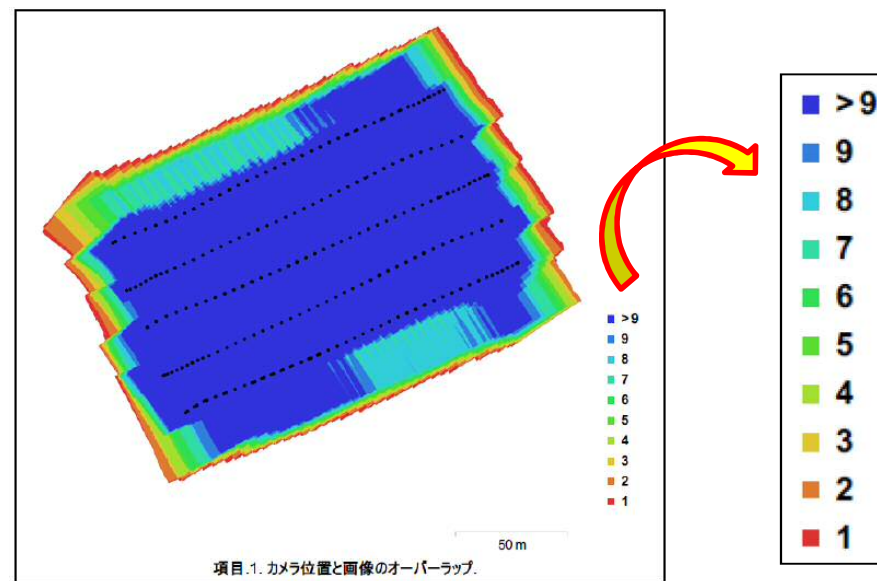
## 空中写真の重複度

- 空中写真の重複度は、同一コース内の隣接空中写真間で実際のラップ率を確認しない場合は90%以上、確認する場合は80%以上とし、隣接コースの空中写真間で60%以上と規定されています。



撮影する写真のイメージ(撮影後に実際の写真重複度を確認できる場合)

- **実際のラップ率値**とは、撮影された写真から求められたラップ率のことで、確認方法は、例えば**ソフトウェアのレポート**として、**計測対象範囲のモデル化に利用されている写真のラップ率や、ラップした枚数で確認できる(下図の確認例)**こと等が考えられる。



写真のオーバーラップの確認例



# 4. 施工計画書(起工測量)

## <航空法に基づく許可条件>

### 改正航空法

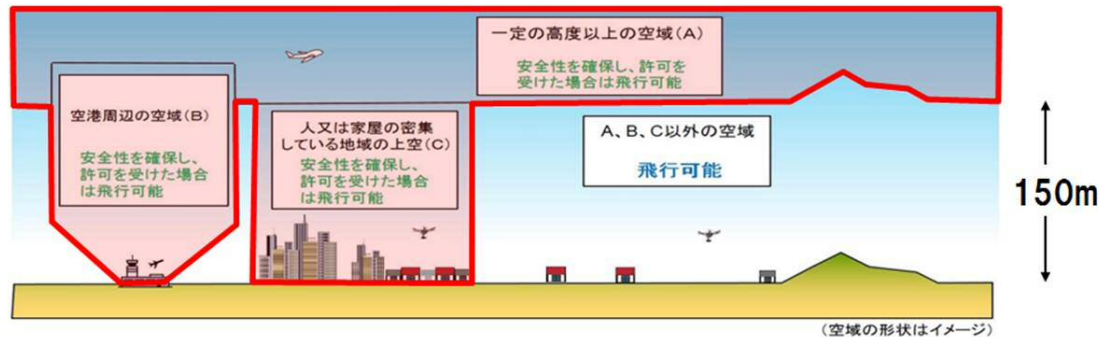
「無人航空機」を明確に位置づけ、飛行できる空域と飛行方法を制限。  
(平成27年9月11日公布、12月19日施行)

#### 航空法改正の概要

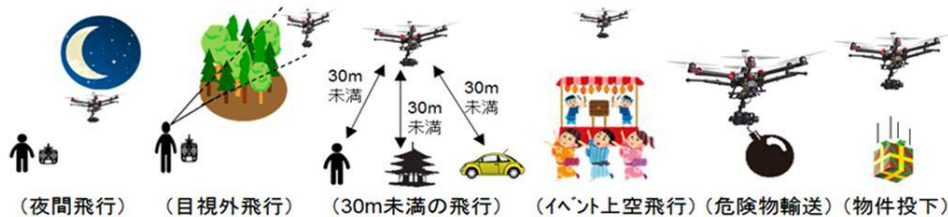
国土地理院

#### ● 国土交通大臣の許可が必要な空域

(航空局WEBサイトより)



#### ● 国土交通大臣の承認が必要な飛行方法



#### 航空法改正の概要

国土地理院

#### ● 空港周辺

国土交通省(航空局)のWEBサイト



[http://www.mlit.go.jp/koku/koku\\_tk10\\_000004.html](http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk10_000004.html)

#### ● 人口集中地区

地理院地図



<http://www.gsi.go.jp/chizujoho/chizujoho40043.html>

#### 航空法改正の概要

国土地理院

#### ● 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/common/001110202.pdf>

- ✓ 氏名及び住所
- ✓ 使用する機体の製造者、名称、重量など
- ✓ 飛行の目的、日時、経路、高度など
- ✓ 飛行禁止空域/方法で飛行させる理由
- ✓ 使用する機体の機能、性能
- ✓ 飛行させる者の経歴、知識、能力
- ✓ 整備している作業マニュアルを添付
- ✓ その他(保険への加入状況など)

所定の様式に記載し、空港事務所  
または航空局担当窓口へ提出

# 5. 工事基準点の設置

## ▶ 工事基準点設置時の実施内容と解説事項

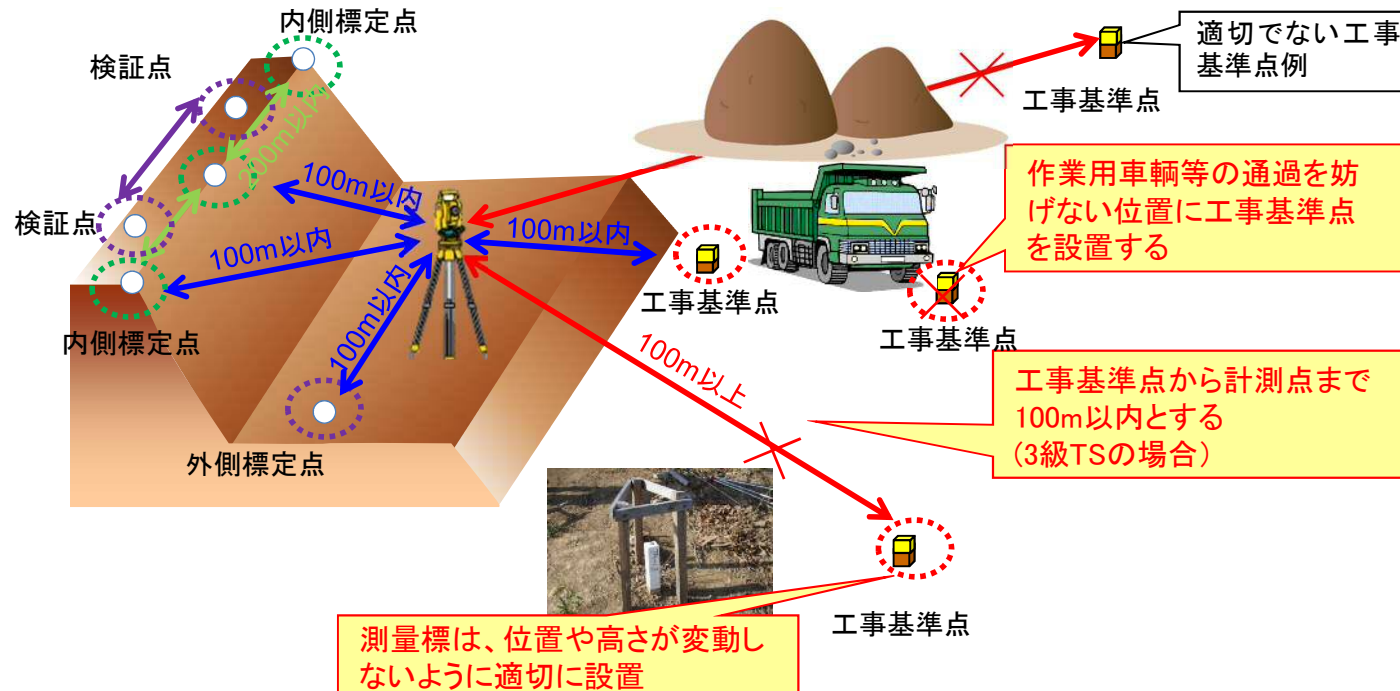
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
	<b>3. 工事基準点の指示</b> ・基準点等の指示の了解	<b>3. 工事基準点の指示</b> ・基準点等の指示
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">工事基準点の設置</div>	・既設の基準点の検測 ・工事基準点の設置 ・標定点・検証点または調整用基準点の設置	
(GNSSローバーを使用する場合) <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の作成</div>	・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の作成	・GNSSローバーの精度確認試験結果報告書の受理・確認

- ▶ UAVを用いた出来形管理では、工事基準点の3次元座標値から幅、長さ等を算出するため、出来形計測の精度を確保のため工事基準点の精度確保が重要です。
- ▶ 出来形計測が効率的に計測できる位置にTSが設置可能なように工事基準点を複数設置しておくことが有効です。
- ▶ 標定点等を計測する場合は、基準点からTSまでの距離と、標定点等からTSまでの計測距離(斜距離)についての制限は、3級TSを利用する場合は100m以内(2級TSは150m)です。
- ▶ GNSSローバーの精度確認試験は、出来形計測以外(起工測量、岩線計測、部分払出来高)でGNSSローバーを用い標定点及び検証点を設置する場合に必要です。



# 5. 工事基準点の設置

## 工事基準点の設置時の留意点



- ・UAVによる出来形管理では、出来形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

### UAVによる出来形管理で利用するTSを確認して、工事基準点等を配置する。

- ・検証点は、既設の基準点や工事基準点を用いることができます。
- ・検証点は、標定点と兼ねることはできません。

### 出来形計測以外(起工、岩線、部分払)はGNSSローバーで標定点、検証点の設置が可能。

- ・GNSSローバーの精度確認試験が必要。

ワンポイント

# 5. 工事基準点の設置

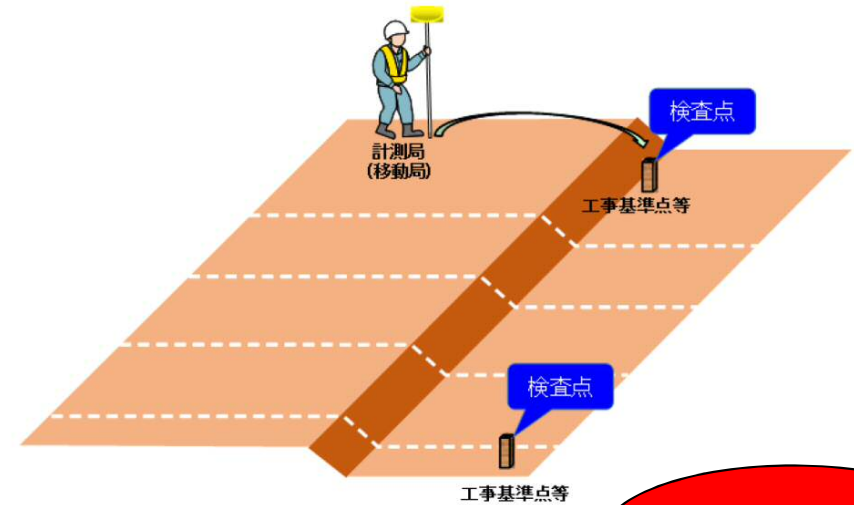
## GNSSローバーによる標定点等の設置を行う場合 GNSS精度確認試験の留意点

GNSSの計測精度が測量全体の精度に影響するため、現場に設置した2箇所の既知点を使用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点の座標と既知点座標を比較し精度点検を行う。

### 【測定精度】

平面座標 ±20mm以内  
標高差 ±30mm以内

- ▶ 実施時期
  - ▶ 利用までに精度確認試験を行い、実施結果を提出します。
- ▶ 実施方法
  - ▶ 現場内の2箇所以上の既知点を利用し、GNSSによる計測結果から得られる既知点の座標を計測します。
- ▶ 検査点の設置
  - ▶ 真値となる座標値は、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します。
- ▶ 評価基準
  - ▶ GNSS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。



評定点等の信頼度を担保します

(様式-3) 精度確認試験結果報告書

計測実施日: 平成21年  
機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者: (株) 精度

精度確認の対象機器 メーカー: 西ABC社 測定装置名称: GNSS2000 測定装置の製造番号: R00891	写真
検証機器 (真値を計測する測定機器) RTS: 3級RTS以上 機種名 (級別○級)	写真
測定記録 測定期日: 平成21年2月18日 測定条件: 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所: (株) ○○測量 現場にて	写真
精度確認方法 ■既知点の各座標の較差	

・精度確認試験結果 (詳細)

① 真値の計測結果

計測方法: 既知点RTSによる座標値計測

	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.655	17.890
2点目	44060.797	-11993.390	17.530

② GNSSによる計測結果

RTK法またはネットワークRTK法で測定した位置座標

	X'	Y'	Z'
1点目	44044.700	-11987.644	17.870
2点目	44060.778	-11993.385	17.521

③ 差の確認 (測定精度)

GNSSによる計測結果 (X', Y', Z') - 真値とする検証点の座標値 (X, Y, Z)

	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	-0.020	-0.011	-0.020
2点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分 (最大) = -0.020m (-2cm) ; 合格 (基準値±2cm以内)  
Y成分 (最大) = -0.011m (-1.1cm) ; 合格 (基準値±2cm以内)  
Z成分 (最大) = -0.020m (-2cm) ; 合格 (基準値±3cm以内)

# 6. 起工測量・測量成果簿の作成

▶ 測量成果簿の作成時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
起工測量 測量成果簿の作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・現況地盤の確認</li> <li>・施工量の算出</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・測量成果簿の受理・確認  <small>工事基準点の精度管理状況の確認                      工事基準点の配置状況の確認</small> </li> </ul>
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の 作成	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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の作成</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・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の受理・確認</li> </ul>

- ▶ 工事基準点の測量、設置に係わる資料(測量成果と配置状況)を提出します。
- ▶ UAVによる出来形管理の場合には、カメラキャリブレーション(事前使用デジタルカメラを用いて、撮影画像の歪み量、レンズ中心位置等のパラメータを把握する作業)及び精度確認試験結果報告書を作成し、提出します。

**ワンポイント**

・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の作成は、**UAV空中写真測量で計測毎**に作成し提出が必要です。

# 6-1. 起工測量

## 面的な地形測量時の留意点

- ▶ 着工前の現場形状を把握するための起工測量を面的な地形測量が可能な空中写真測量(UAV)を用いて実施します。
- ▶ 面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、設計形状を示す3次元設計データについて、監督職員との協議を行い、契約図書として位置付けます。
- ▶ 測定精度は、10cm以内とし、計測密度は0.25m<sup>2</sup>(50cm×50cmメッシュ)あたり1点以上とします。

### ワンポイント

・設計照査のために、伐採後に地形測量を実施します。

## 面的な地形測量の計測データ作成時の留意点

- ▶ 自動でTINを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、TINの結合方法を手動で変更可能です。
- ▶ ・管理断面間隔より狭い範囲においては、点群座標が存在しない場合は、TINで補完することもできます。

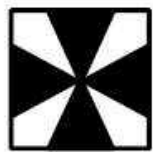
### ワンポイント

・UAVで計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、TINで表現される起工測量計測データを作成します。

# 6-1. 起工測量

## 標定点及び検証点の設置・計測の留意点

- ▶ 計測精度を確保するための標定点の設置の条件は、「UAVを用いた公共測量マニュアル(案)」(国土地理院)(以下UAVマニュアルとする)における要求精度を参考とし、以下を標準とします。
  - ▶ **標定点は**、計測対象範囲を包括するように**外側標定点として撮影区域外縁に100m以内の間隔となるように設置**するとともに、**内側標定点として天端上に200m間隔程度を目安に設置**します。
  - ▶ **検証点については**、UAVマニュアルにおける検証点として**天端上に200m以内の間隔となるように設置**します。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましく、計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置します。精度確認用の検証点は、標定点として利用できません。
- ▶ 出来形計測での標定点及び検証点の計測については、4級基準点及び3級水準点と同等以上の精度が得られる計測方法をとります
- ▶ 出来形計測以外(起工測量、岩線計測、部分払出来高)については、上記計測方法によらなくてもよいものとし、各計測精度以内であればよいものとし、なお、GNSSローバーの利用も可能ですが、GNSSローバーの計測精度が測量全体の精度に影響するため「5. 工事基準点の設置 GNSSローバーによる標定点等の設置を行う場合」により精度確認試験を実施するものとし、



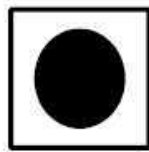
★型



X型

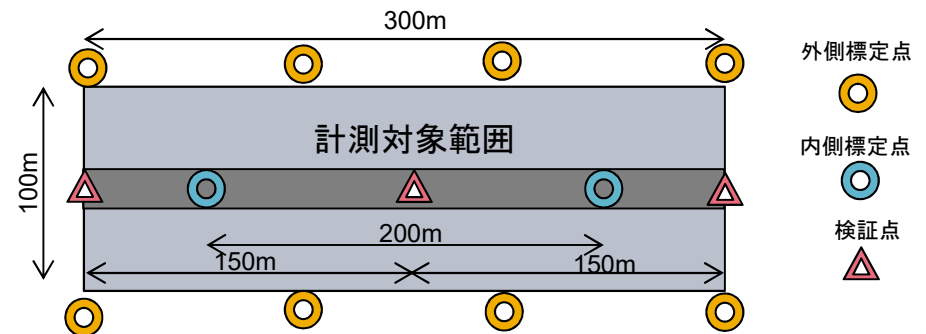


+型



○型

対空標識(標定点・検証点)の例



### ワンポイント

- ・標定点および検証点は基準点、あるいは工事基準点からTSを用いて計測を行います。
- ・標定点および検証点は従来型UAVによる出来形計測中に動かないように固定します。



# 6-1. 起工測量

## SfM(Structure from Motion)の利用の留意点

▶ SfM(Structure from Motion)の利用においてカメラ位置を直接計測できる手法を併用する場合は、標定点の設置は不要とすることができます。その場合、「カメラ位置計測を併用する従来型UAVの事前精度確認試験実施手順書(案)」により機器の検証を行うものとします。

### ● 実施時期

▶ 利用前6ヶ月以内に実施する。

### ● 実施方法

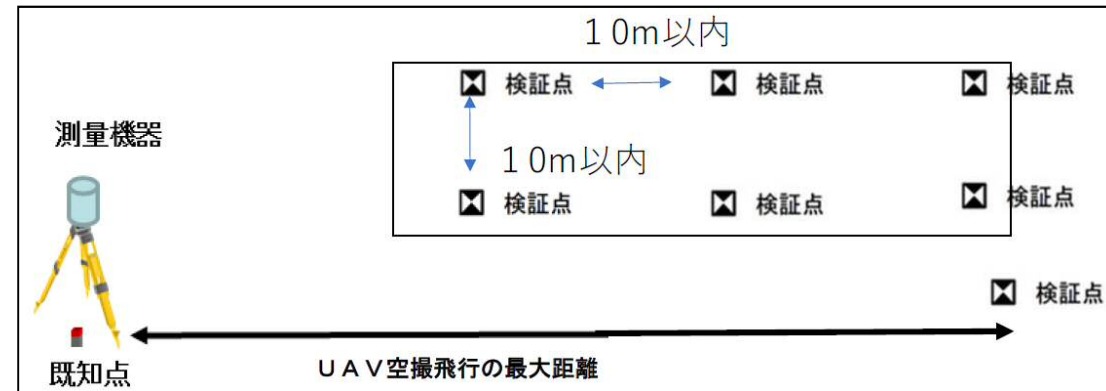
▶ 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標の計測を行う。

### ● 検証点の設置

▶ 精度管理用の検証点を、位置計測が可能な範囲について、10m 間隔に配置する。

### ● 評価基準

▶ カメラ位置計測を併用するUAV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する。



— 検証点の設置イメージ —

比較方法	精度確認基準	備考
各座標値の較差	±5cm 以下	設置された検証点すべてで実施

(様式-4)

平成 年 月 日

工 事 名 : \_\_\_\_\_  
 受 注 者 名 : \_\_\_\_\_  
 作 業 場 所 : \_\_\_\_\_

カメラ位置計測を併用する空中写真測量 (UAV) の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

・カメラキャリブレーションの実験記録

カメラキャリブレーション	平成 年 月 日
実験年月	
作業機名	
実験担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー : [製品名(一歩追加)] 測定装置名称 : [製品名(機種名)] 測定装置の製造番号 : [製造番号]

・精度確認試験結果 (概要)

精度確認試験実験年月	平成 年 月 日
作業機名	
実験担当者	
測定条件	天候 晴 ☐ 曇 ☐ 雨 ☐ 気象 晴 ☐ 曇 ☐ 雨 ☐
測定場所	☐ (陸) UAV測量 ☐ (水) 工事現場
検証機器 (検証点を計測する測定機器)	T S : 3 級 T S 以上 ☐ (機種名(識別ID))
精度確認方法	検証点の各座標の較差

・カメラの位置計測に用いた機器

メーカー	[製品名(一歩追加)]
名称	[製品名(機種名)]
製造番号	[製造番号]
写真	[写真]

取得したデータの信頼度を担保します

# 6-1. 起工測量

## 空中写真測量の実施時の留意点

### ①撮影飛行

UAVによる計測では、計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得できません。このため、可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測を行います。また、次のような条件では適正な計測が行えないので十分気をつけます。

- 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 → 植生が繁茂して空中写真に地面が写らないような場所では、取得する標高データが不足します。

### ②自動航行を行わない場合の留意点

自動航行を行わない場合の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します。
- 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します。

#### ワンポイント

・空中写真測量の実施にあたっては、航空法に基づく「無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領」の許可要件に準じた飛行マニュアルを作成し、マニュアルに沿って安全に留意して行います。

# 6-1. 起工測量

## 計測点群データの作成時の留意点

### ①撮影飛写真測量ソフトウェアに関する留意事項

- 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、留意します。
- 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、利用することもできます。

### ②点群処理ソフトウェアに関する留意事項

- 処理する3次元座標は、出来形管理結果に影響するため、不要点除去時には留意します。

#### ワンポイント

・UAVにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェアに読み込み、地形や地物の座標値を算出し、算出した地形の3次元座標の点群から不要点等を除去し、3次元の計測点群データを作成します。

## 精度確認時の留意点

精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェア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します。

#### ワンポイント

・UAVにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェアに読み込み、地形や地物の座標値を算出し、算出した地形の3次元座標の点群から不要点等を除去し、3次元の計測点群データを作成します。

# 6-1. 起工測量

## 3次元計測技術による起工測量の成果品

○成果品は、以下の構成で作成されて提出されます。

- 3次元計測技術による起工測量計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- 3次元計測技術による計測点群データ(CSV, LandXML等のポイントファイル)
- 工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)  
(標定点データは、航空写真測量(UAV)の場合)
- 3次元計測技術による起工測量の状況写真  
(UAVは撮影した写真)
- 工事基準点及び標定点、検証点を表した網図  
(標定点は航空写真測量(UAV)、検証点は航空写真測量(UAV)の場合)
- 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

# 6-2. 精度確認試験の実施・結果の提出

## 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う。

【測定精度(起工測量)】

各座標値の較差±10cm以内

取得したデータの信頼度を担保します

工 事 名: \_\_\_\_\_ 平成 年 月 日  
 受注会社名: \_\_\_\_\_  
 作 成 者: \_\_\_\_\_ 印

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

・カメラキャリブレーションの実施記録

カメラキャリブレーション実施年月	平成 年 月 日
作業機関名	
実施担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー: [製造メーカー名] 測定装置名称: [製品名、機種名] 測定装置の製造番号: [製造番号]

・精度確認試験結果(概要)

精度確認試験実施年月	平成 年 月 日
作業機関名	
実施担当者	
測定条件	天候 晴れ 気温 8℃
測定場所	(特) UAV測量 ○○工事現場
検証機器(検証点を計測する測定機器)	TS : 3級TS以上 <input type="checkbox"/> 機種名(級別)○級
精度確認方法	検証点の各座標の較差

・精度確認試験結果(詳細)

①真値とする検証点の確認



計測方法: 既知点orTSによる座標値計測

	真値とする検証点の位置座標		
	X	Y	Z
1点目	44044.720	-11987.655	17.890
2点目	44060.797	-11993.390	17.530

②空中写真測量(UAV)による計測結果



空中写真測量(UAV)で測定した検証点の位置座標

	X'	Y'	Z'
1点目	44044.700	-11987.644	17.870
2点目	44060.778	-11993.385	17.521

③差の確認(測定精度)

空中写真測量による計測結果(X',Y',Z') - 真値とする検証点の座標値(X,Y,Z)

	検証点の座標間較差		
	ΔX	ΔY	ΔZ
1点目	-0.020	-0.011	-0.020
2点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分(最大) = -0.020m (-20mm) 以内; 合格(基準値10cm以内)  
 Y成分(最大) = -0.011m (-11mm) 以内; 合格(基準値10cm以内)  
 Z成分(最大) = -0.020m (-20mm) 以内; 合格(基準値10cm以内)

### 実施時期

- 写真測量ソフトウェアから計測点データを算出する際に行います。
- 本精度確認は空中写真測量(UAV)により計測毎行います。**

### 実施方法

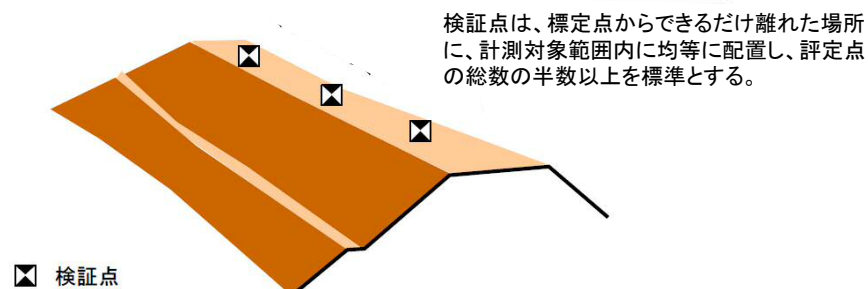
- 現場に設置した既知点を使用し、空中写真測量から得られた計測点群データ上の検証点の座標を計測します。

### 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。



精度確認試験の配置イメージ図

【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)(近畿地方整備局)】



# 7. 3次元設計データの作成

## ▶ 3次元設計データの作成時の実施内容と解説事項

フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
3次元設計データの作成 または修正	・3次元設計データの作成	
↓		
3次元設計データの照査	・3次元設計データの照査	・3次元設計データの照査結果の受理・ 確認

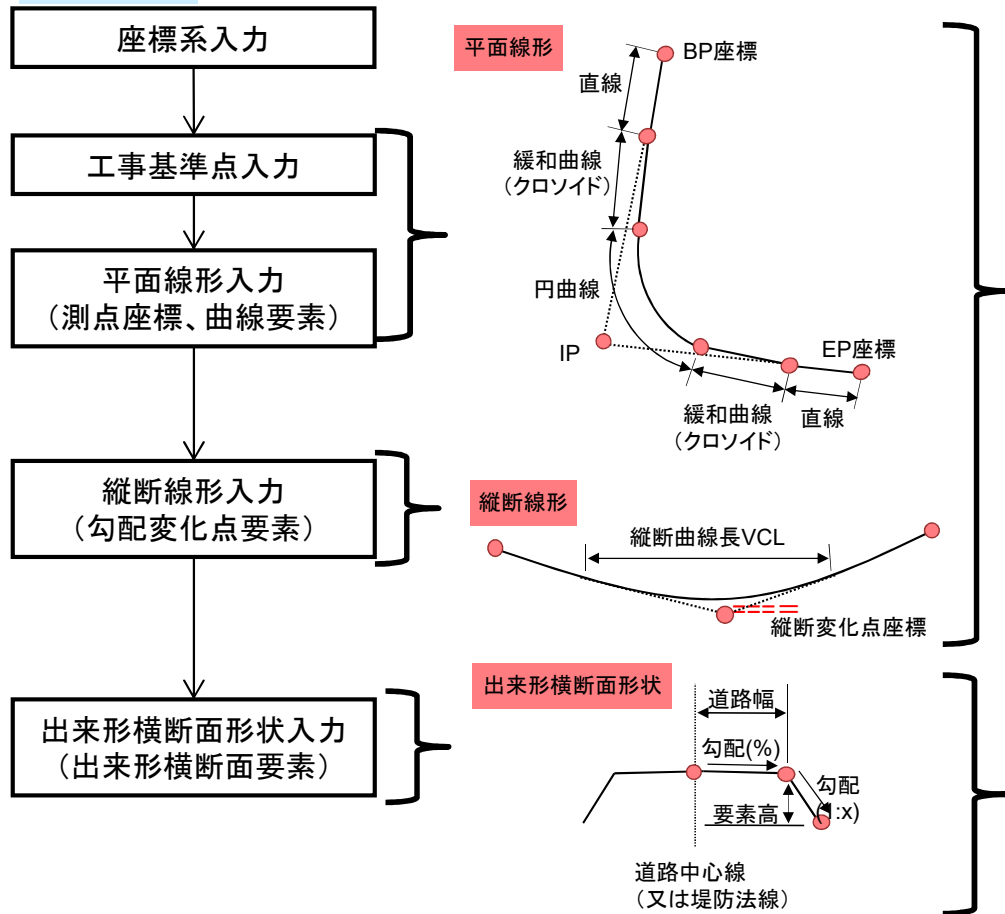
- ▶ 3次元設計データ作成ソフトウェアを用いて、設計図書・基準点設置結果に基づき3次元設計データを作成します。
- ▶ 3次元設計データ作成の作業量は、現場条件(施工延長、変化点等)により異なります。

**【3次元設計データ交換標準(同運用ガイドラインを含む)(社会資本マネジメント研究センター)】**

# 7-1. 3次元設計データの作成

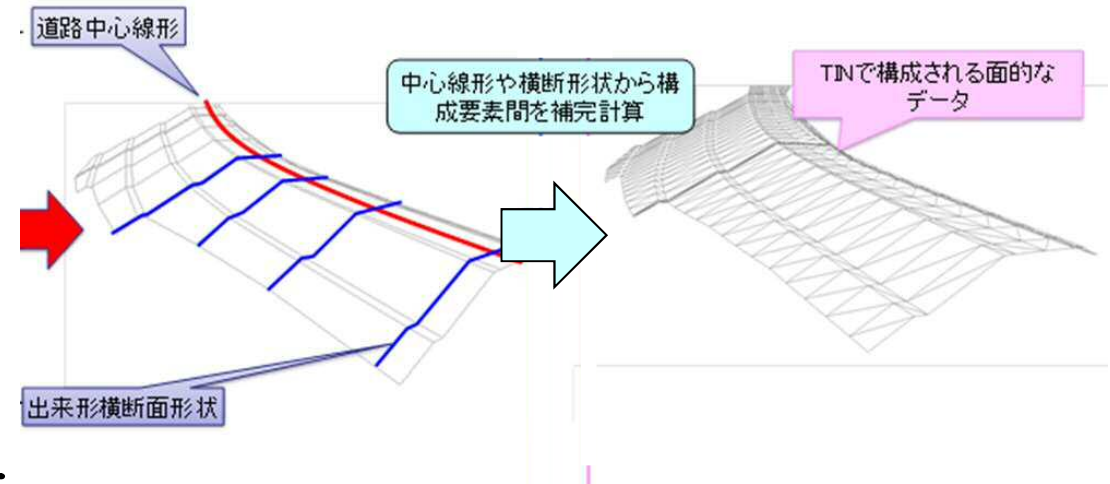
## 3次元設計データの作成手順とイメージ

### 作成手順



※作成方法の詳細は、次ページ以降を参照してください。  
 また、本作成手順はICT設計データ変換ソフト( (社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所より無償で入手)を用いた場合の例です。

### 3次元設計データイメージ



### 参考

#### 道路中心線形データが詳細設計等で納品されている場合について

- ・3次元設計データ作成ソフトウェアは道路中心線形データの読み込みが可能です。
- ・道路中心線形データを読み込む場合、平面線形入力作業および縦断線形入力作業の簡略化が可能です。

# 7-1. 3次元設計データの作成

## 座標系入力イメージ

- ▶ 工事で基準とする座標系を入力します。

座標系の設定

基準とする座標系: CRS1 名称変更

測地系

日本測地系 2000 (新測地系)  日本測地系 (旧測地系) 測地系選択

水平座標系

平面直角座標系 9: 第IX系 水平座標系選択

標高基準面

基準面名: TP 例) TP, YP, AP

東京湾平均海面(T.P.)との高低差: 0 m 例) -0.8402 (Y.P.: 利根川)

-1.1344 (A.P.: 荒川・中川・利根川)

鉛直座標系

標高(標高基準面からの高さ) 入力  楕円体高

キャンセル 閉じる

※以降、サンプル画面は、ICT設計データ変換ソフト( (社)日本建設機械化協会 施工技術総合研究所より無償で入手)の画面を貼付

# 7-1. 3次元設計データの作成

## 工事基準点入力イメージ

- TS設置時に利用する工事基準点座標を測量結果や平面図等から入力します。

測量結果、平面図からの入力項目

①基準点,水準点の設定

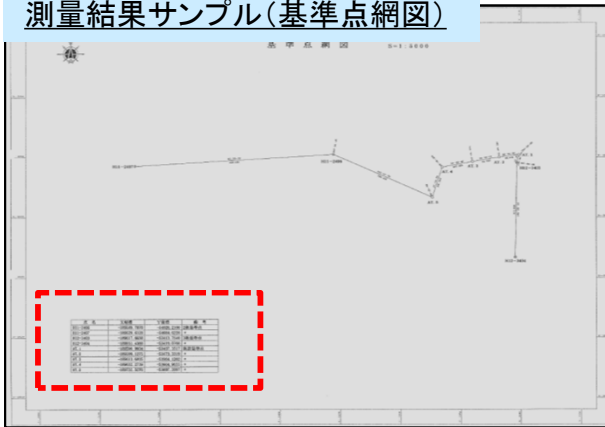
No.1:基準点(X,Y,Z)

.....

T-1 :水準点(X,Y,Z)

.....

測量結果サンプル(基準点網図)

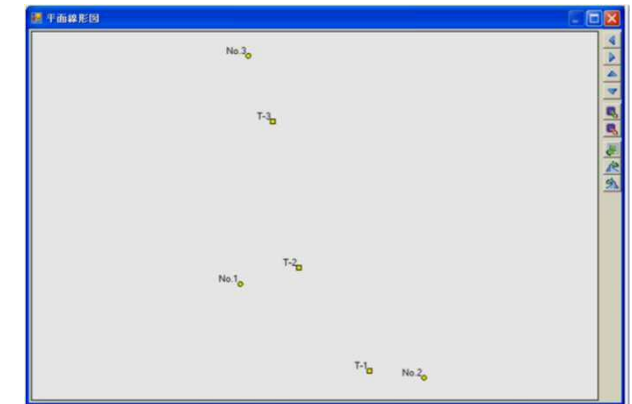


入力

入力画面サンプル

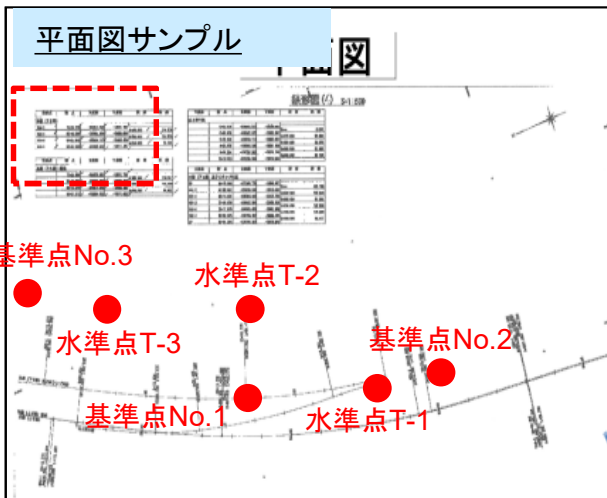
The screenshot shows two input panels. The top panel is for '基準点の種類: 2級基準点' (Benchmark type: 2nd class benchmark). It has fields for 'X座標: 183.917', 'Y座標: 28137.243', and '標高: 127.7'. The bottom panel is for '水準点' (Leveling point). It has a field for '標高: 84.917' and a table for '水準点の位置' (Leveling point position) with columns for 'X座標' and 'Y座標', containing values '-83.917' and '28537.243'. A yellow box with the text '入力' (Input) has arrows pointing to the '標高' fields in both panels.

表示

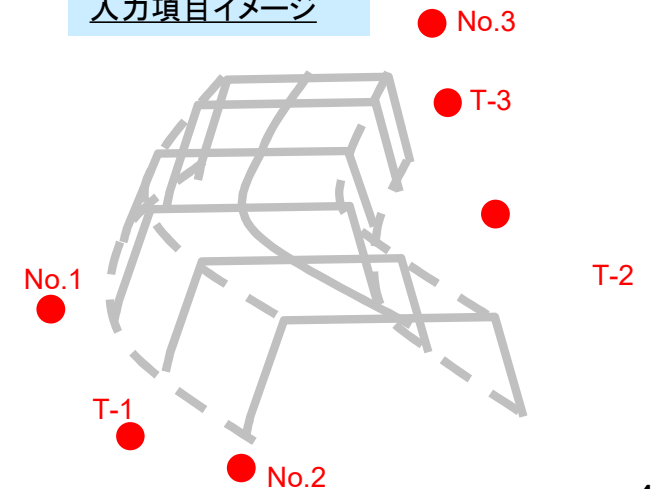


工事基準点入力後画面(サンプル)

平面図サンプル



入力項目イメージ

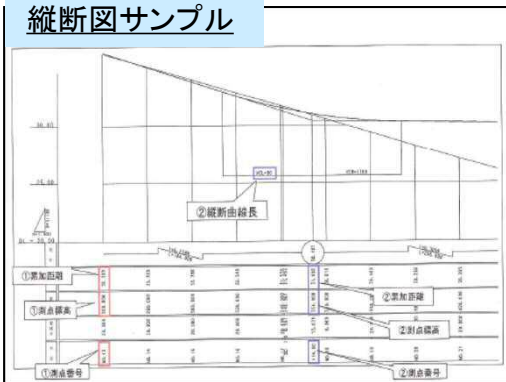


# 7-1. 3次元設計データの作成

## 平面線形入力イメージ

- ▶ 線形計算書や平面図を参照し、平面線形要素を入力します。

### 縦断面図サンプル



### 入力画面サンプル

縦断面線形名: 縦断面線形1

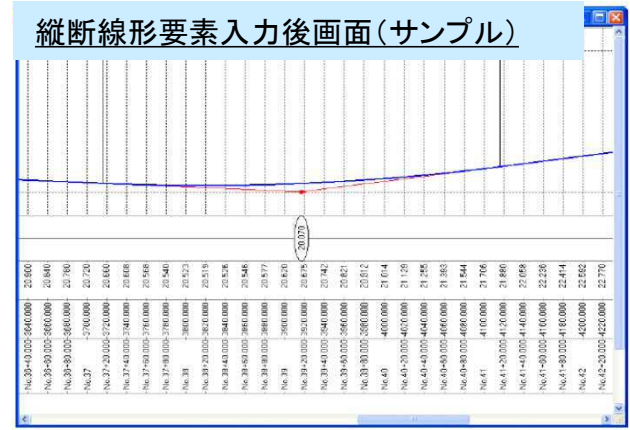
公配実化点・縦断面曲線長の設定

起点 変化点	実長 累加距離	割合 変化点位置	縦断面曲線長 VCL
No.19+40.000	1940	26	0
No.39+16.667	3916.667	20.07	400
No.49+20.000	4920	29	0

計高の確認

測点	累加距離	計高
No.38	3800	20.523
No.38+20.000	3820	20.519
No.38+40.000	3840	20.526
No.38+60.000	3860	20.546
No.38+80.000	3880	20.577
No.39	3900	20.620
No.39+20.000	3920	20.676
No.39+40.000	3940	20.742
No.39+60.000	3960	20.821
No.39+80.000	3980	20.912
No.40	4000	21.014
No.40+20.000	4020	21.129
No.40+40.000	4040	21.266
No.40+60.000	4060	21.393
No.40+80.000	4080	21.544
No.41	4100	21.706

入力



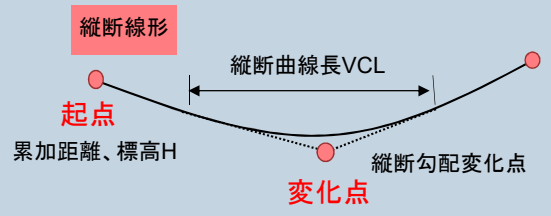
### 入力項目イメージ



高さが与えられ、縦断面方向の壁が構築される。

### 縦断面図からの入力項目

- ① 起点の設定  
起点: 累加距離、標高
- ② 変化点の設定  
変化点: 累加距離、標高H、縦断面曲線長VCL





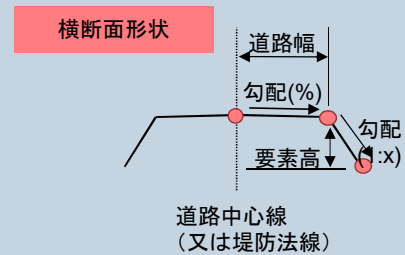
# 7-1. 3次元設計データの作成

## 横断線形入力イメージ

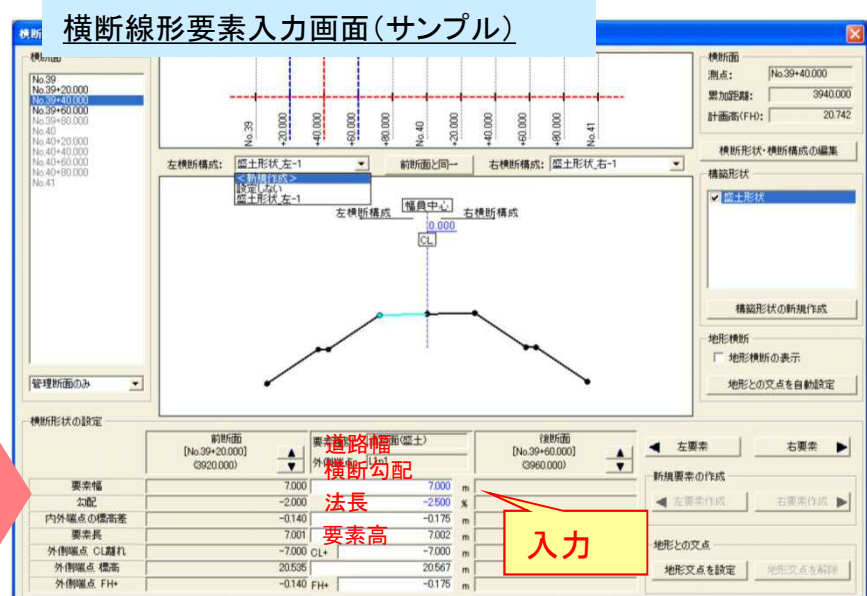
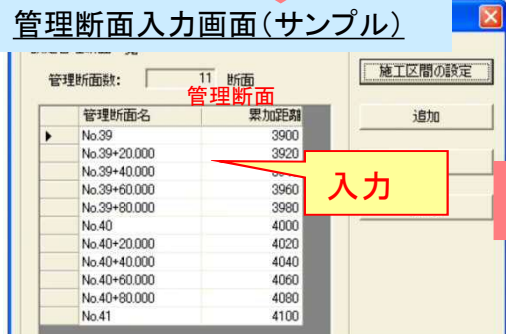
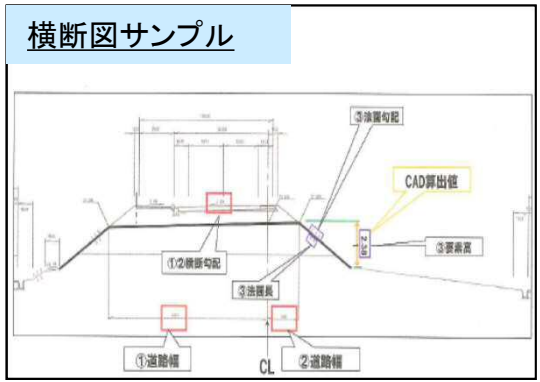
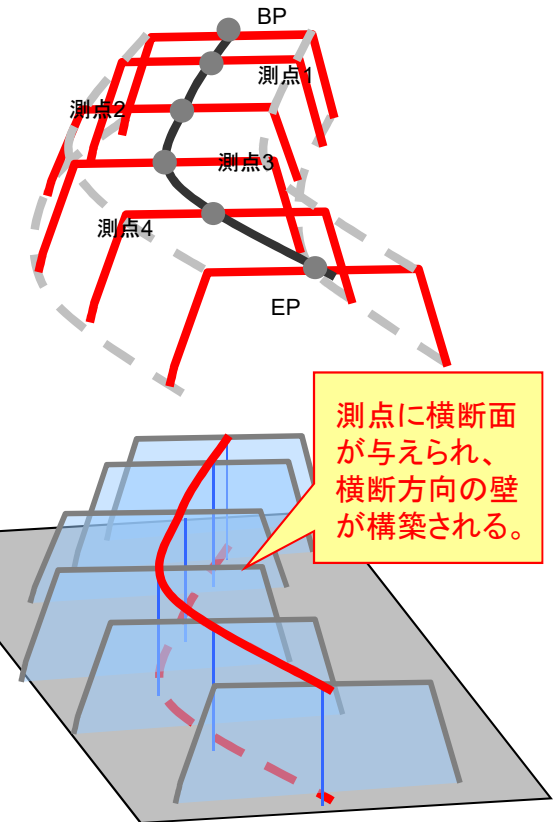
- ▶ 管理断面を設定します。
- ▶ 横断図を参照し、中心線からの横断距離、高低差を取得します。
- ▶ 横断面形状(幅、基準高、法長)を設定します。

### 横断面図からの入力項目

- ①道路面の設定  
道路幅、横断勾配
- ②法面の設定  
法長、法面勾配、要素高



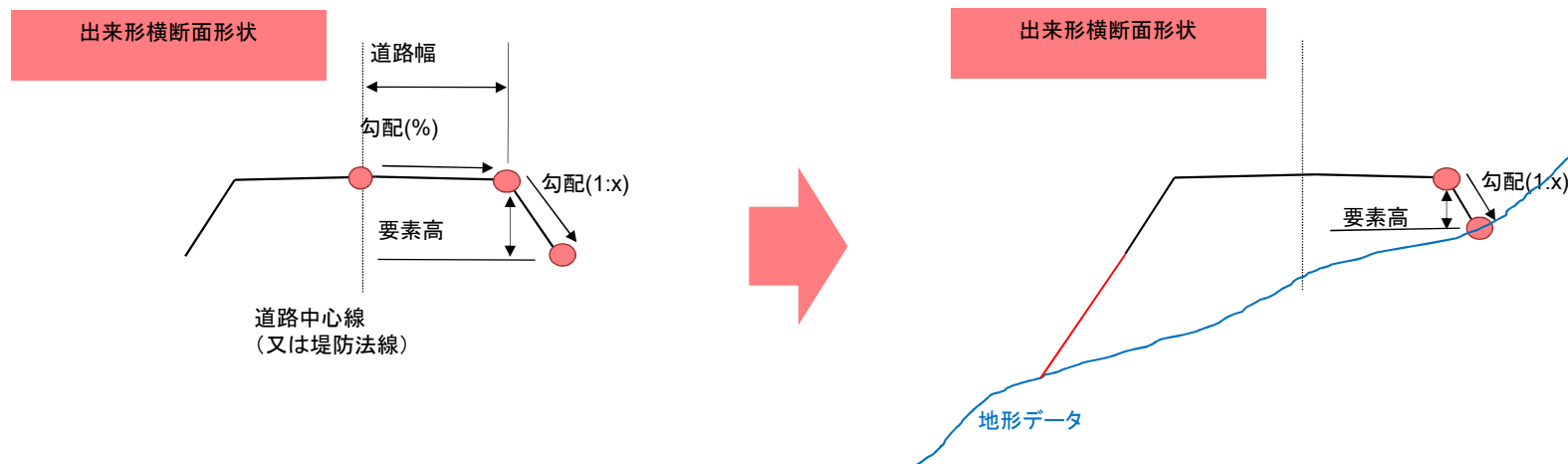
### 入力項目イメージ



# 7-1. 3次元設計データの作成

## 起工測量成果の取込イメージ

- ▶ 3次元起工測量で取得した地形データを取込  
ます。
- ▶ 横断面図を参照し、地表面の位置似合わせて横  
断面形状(幅、基準高、法長)を調整します。
- ▶ 必要に応じて、小段の延伸や縮小、すりつけな  
どを調整します。



# 7-1. 3次元設計データの作成

## 参考 CAD図面取込機能を利用した施工管理用3次元データの作成

・CAD図面の取込機能を有する基本設計データ作成ソフトウェアを用いる場合、基本設計データの作成作業が省力化されます。

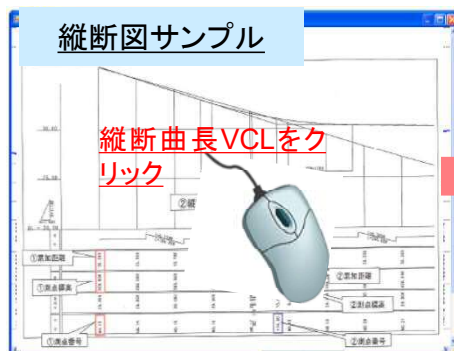
## 設計図面(平面図・縦断図・横断図)の取り込みイメージ

### 2次元CAD図面

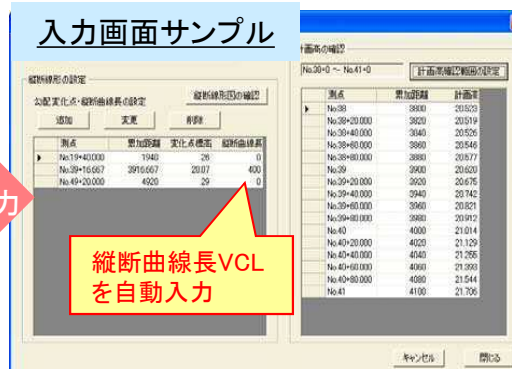


読込

3次元設計データ作成ソフトウェア  
(CAD図面の取込み機能有り)



入力



# 7-2. 3次元設計データの照査

## 3次元設計データの照査イメージ

- ▶ 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する。
- ▶ UAVやTLS等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)(近畿地方整備局)」、「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(案)(土工編)(舗装工事編)(近畿地方整備局)」等に掲載されているチェックシートに従うこと。

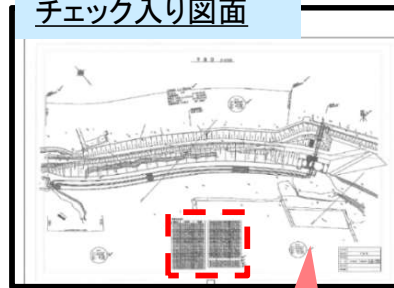
参考URL:

- ▶ [http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei\\_constplan\\_tk\\_000031.html](http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/sosei_constplan_tk_000031.html)

紙図面・2次元CADデータ上で記載内容を目視確認



チェック入り図面



拡大表示

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? ・起終点の座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・変換点(線形主要点)の座標は正しいか? ・曲線要素の種類・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	・線形起終点の座標、標高は正しいか? ・縦断変換点の座標、標高は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形断面形状	全延長	・作成した出来形断面形状の測点、数は適切か?	
5) 3次元設計データ	3次元	・基準値、縦、法長は正しいか? ・入力した2)~4)の断面形状と出力する3次元設計データは同一となっているか?	

チェック部分

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

チェックシート

参考資料2-1 3次元設計データチェックシート及び照査結果資料(河川土工編)  
(様式-1)

平成 年 月 日

工事名: \_\_\_\_\_

受注者名: \_\_\_\_\_

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? ・起終点の座標は正しいか?	
2) 平面線形	全延長	・変換点(線形主要点)の座標は正しいか? ・曲線要素の種類・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	・線形起終点の座標、標高は正しいか? ・縦断変換点の座標、標高は正しいか? ・曲線要素は正しいか?	
4) 出来形断面形状	全延長	・作成した出来形断面形状の測点、数は適切か?	
5) 3次元設計データ	3次元	・基準値、縦、法長は正しいか? ・入力した2)~4)の断面形状と出力する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の提出を求めた場合は、受注者は以下の資料等を速やかに提示すること。  
・工事基準点リスト(チェック入り)

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

# 7-2. 3次元設計データ作成の照査

## 3次元設計データチェックシートの提出の留意点

【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)  
(近畿地方整備局)】

### ○受注者の確認事項

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)を重畳し、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。

(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。



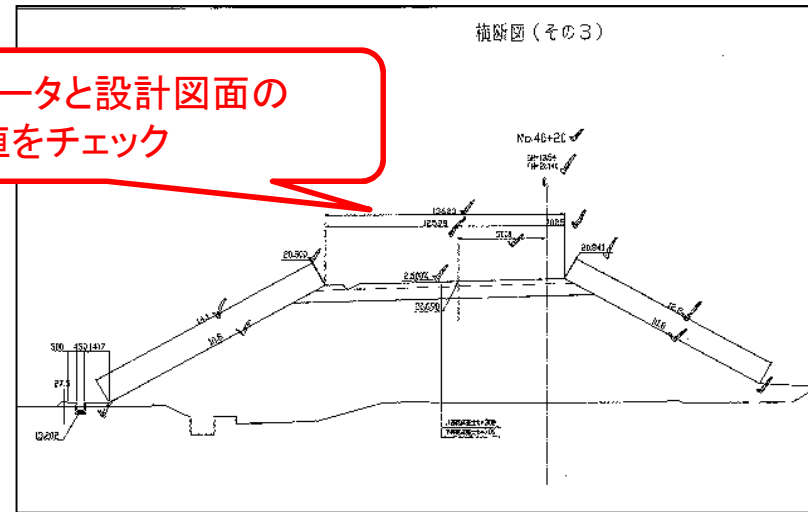
# 7-2. 3次元設計データ作成の照査

基準点の確認(例)

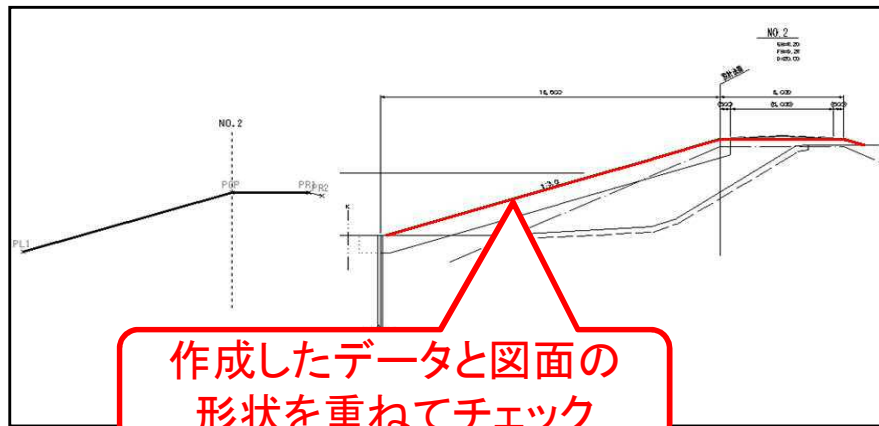
測点名	X座標	Y座標	備考	測点名	X座標	Y座標
千4	-103592.645	-53971.965	2級基準点	TF4	-104073.411	-53902.104
千5	-106133.790	-55192.361	〃	TF5	-104222.811	-53902.104
KP6/6L	-102566.552	-53805.858	3級基準点	TF6	-104371.743	-53902.104
KP0/7L	-102897.874	-53908.500	〃	TF7	-104511.791	-53902.104
KP6/8R	-104477.348	-53669.206	〃	TF8	-104665.056	-53902.104
KP4/9L	-104993.148	-54307.238	〃	TF9	-104780.424	-54013.042
KP2/10L	-105230.181	-54987.389	〃	TF10	-104853.023	-54154.538
KP8/10L	-105811.653	-55214.489	〃	TF11	-104914.141	-54238.118
KP4/11L	-106294.412	-55308.723	〃	TG1	-105038.052	-54392.640
TE1	-102958.485	-53948.860	4級基準点	TG2	-105043.204	-54539.800
TE2	-103102.553	-54001.759	〃	TG3	-105069.858	-54689.960
TE3	-103279.147	-54006.884	〃	TG4	-105138.964	-54823.046
TE4	-103416.596	-53999.420	〃	TH1	-105267.033	-55067.216
TE5	-103497.830	-53978.296	〃	TH2	-105361.017	-55160.314
TF1	-103671.867	-53983.149	〃	TH3	-105486.259	-55218.934
TF2	-103757.779	-53993.677	〃	TH4	-105675.217	-55221.966
TF3	-103925.787	-53973.651	〃	TJ1	-105975.513	-55186.171

作成したデータと設計図面の  
数値をチェック

横断面の確認(例)

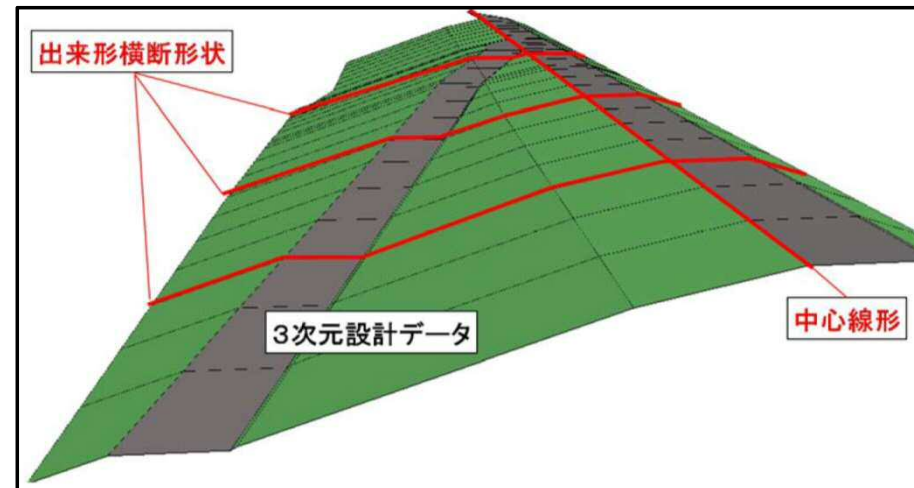


データ重ね合わせによる横断面の確認(例)



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)



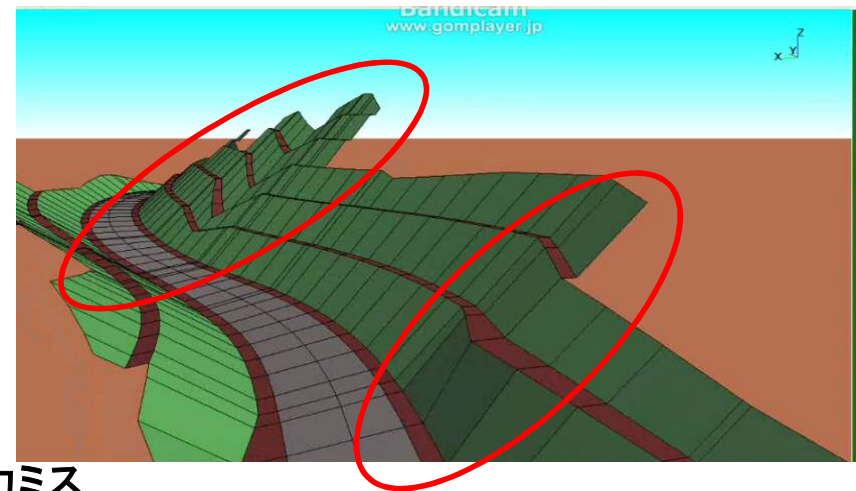
## 7-2. 3次元設計データの照査

### 3次元ビューでの確認例

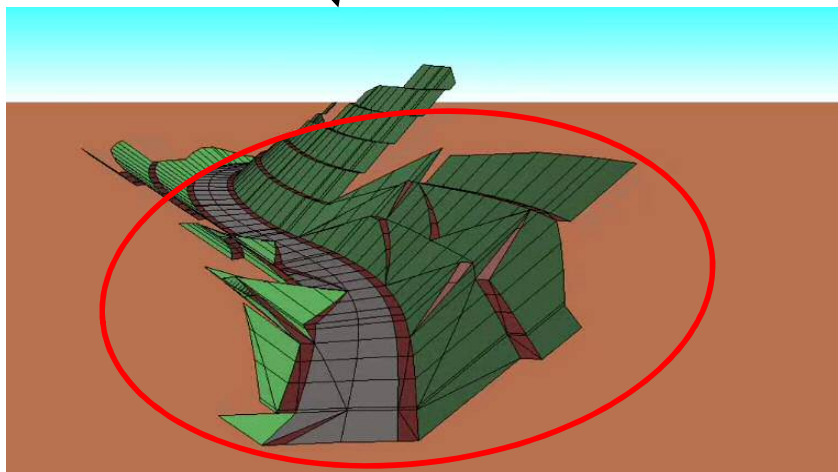
- ▶ 3次元設計データ作成ソフトには、入力結果を立体視することが可能(ビューワ機能)となっています。このため、本機能を活用することにより3次元設計データが正しく入力されているか確認が可能です。
- ▶ なお、3次元設計データ作成ソフトメーカーからは、無償ビューワー付ファイルを作成するソフトが販売されています。



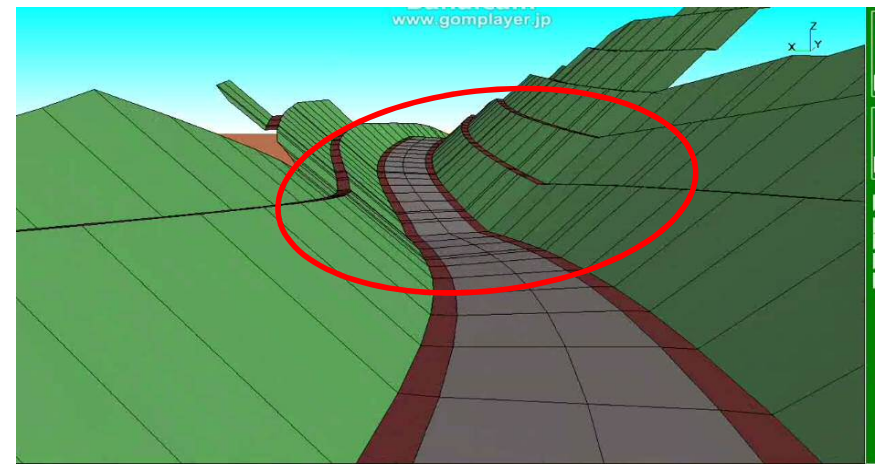
入力ミス  
(横断データ)



入力ミス  
(構成点データ)



入力ミス  
(縦断データ)



# 8. 設計図書の照査

## ▶ 設計図書の照査時の実施内容と解説事項

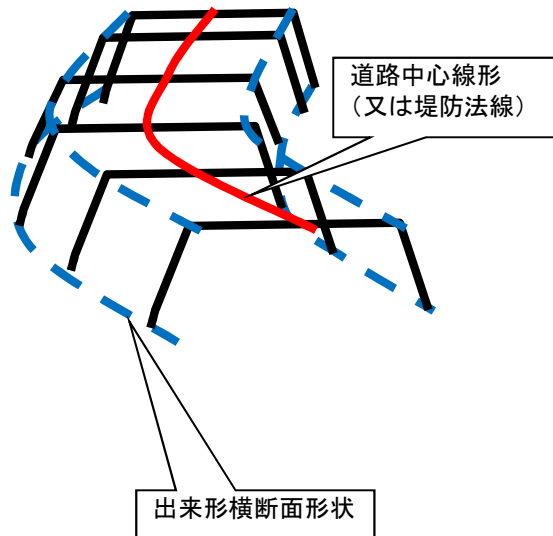
フロー	受注者の実務内容	監督職員の実務内容
		<ul style="list-style-type: none"> <li>・設計図面(線形計算書・平面図・縦断面図・横断面図)の貸与</li> <li>・3次元設計データの貸与 ※3次元設計データを発注者から提供する場合のみ</li> </ul>
<div data-bbox="199 775 728 847" style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">設計図書等の照査</div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従来の設計図書の照査</li> <li>・当該工事現場の仕上がり計上の確定</li> <li>・当該工事現場の出来形管理箇所確定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・受注者による設計図書の照査状況の受理・確認</li> </ul>

- ▶ 受注者は照査に必要な設計図書を入手し、設計図書に不備や不整合が無いことを照査します。

# 8. 設計図書の照査

## 3次元設計データの作成に必要なデータ

3次元設計データイメージ

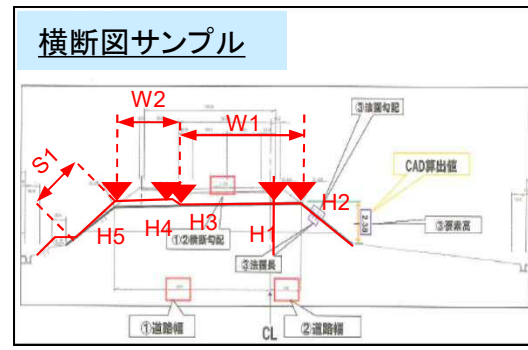
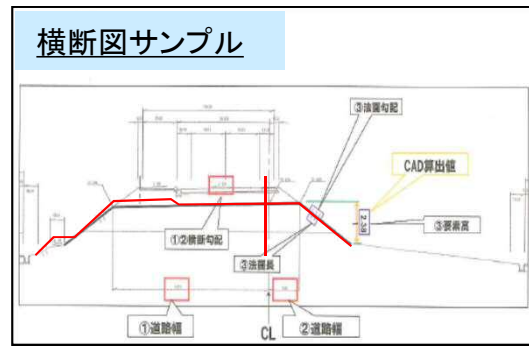
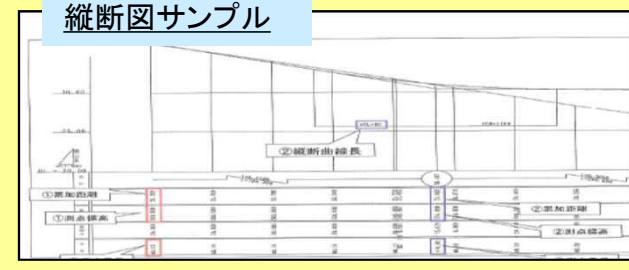


横断面図と直交する中心線のデータを確定

線形計算書サンプル

① 路線名	② 地内の変換
③ 主要点名	④ 主要点名
⑤ 主要点名	⑥ 主要点名

NO	点名	ステーション	追加距離	X
0001	IFL	-1 + 10.000	-482.8969	-52513.6078
0010	RA1	-2 + 3.0000	-383.8959	-52513.4778
0011	RA2	-1 + 15.1212	-44.8348	-52618.8417
0012	RA3	2 + 52.1212	262.1212	-52614.0436
0013	RA4	1 + 27.1212	137.1212	-52614.1485
	路線中心-R 1			-52614.0740
	道路中心-R 2			-52614.2310



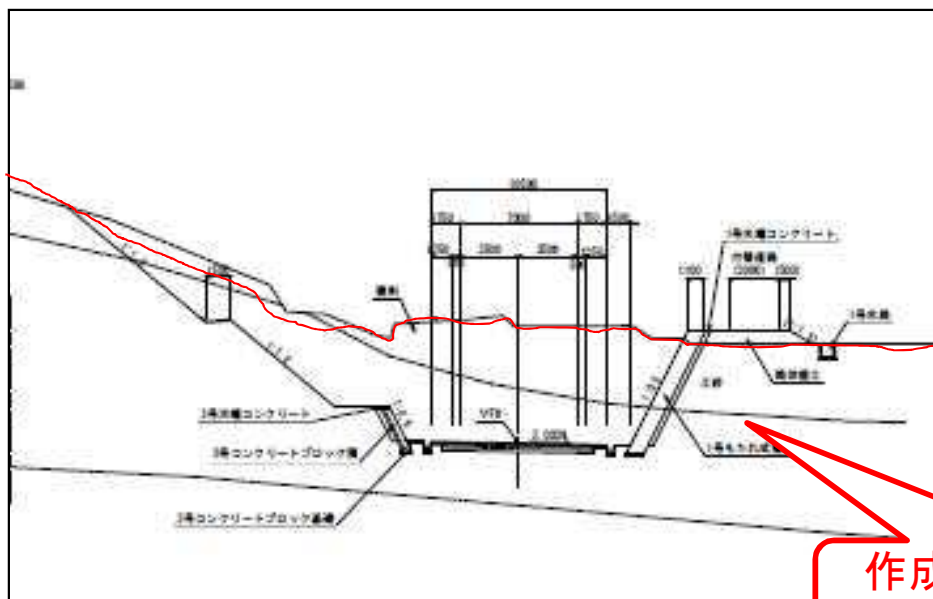
**ワンポイント** 丁張り設置に必要な情報と同じです。

# 8. 設計図書の照査

## 3次元設計データから横断図を作成し照査するイメージ

- ▶ 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て照査します。
  - ▶ 現地盤線の横断形状が一致しているか？
  - ▶ 工事で構築する横断形状が一致しているか？

データ重ね合わせによる横断図の確認イメージ(例)



作成したデータと図面の  
形状を重ねて照査します

ワンポイント

・詳細な3次元データ(現況地形)を反映することで、設計照査の精度向上や不具合や手戻り防止につながります。



# 9. 施工計画書(工事編)

## ■ 施工計画書(工事編)への記載事項

- 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。
- 利用するUAV・ソフトウェア等。
- UAV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。
  - 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の精度を適正に管理していることを証明する保守点検記録等
- ICT建設機械(MC・MG使用機械、機器仕様等)

### <添付する書類>

UAV	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 飛行マニュアル</li><li>▪ 保守点検記録 (製造元の点検(1回/年以上))</li></ul>
デジタルカメラ	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ メーカー推奨の定期点検</li></ul>
ソフトウェア	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ 「メーカーカタログ」または「ソフトウェア仕様書」</li></ul>

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	〇〇レンズ
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

ソフトウェアのカタログ



# 10. 出来形管理

## ■ 出来形管理時の実施内容

- 受注者は、出来形計測箇所をUAVによって出来形管理を行い、出来形管理帳票を作成して提出。

出来形計測



出来形管理写真の撮影



出来形管理帳票の作成

- UAVによる出来形計測で3次元座標値を取得して出来形計測データを作成
- 写真管理基準(案)に基づく出来形管理写真の撮影
- 3次元設計用データ及び出来形評価用データにより出来形管理図表を作成して提出

- 受注者は、出来形数量の算出にあたっての数量計算の方法、3次元設計データ及び設計数量について協議。

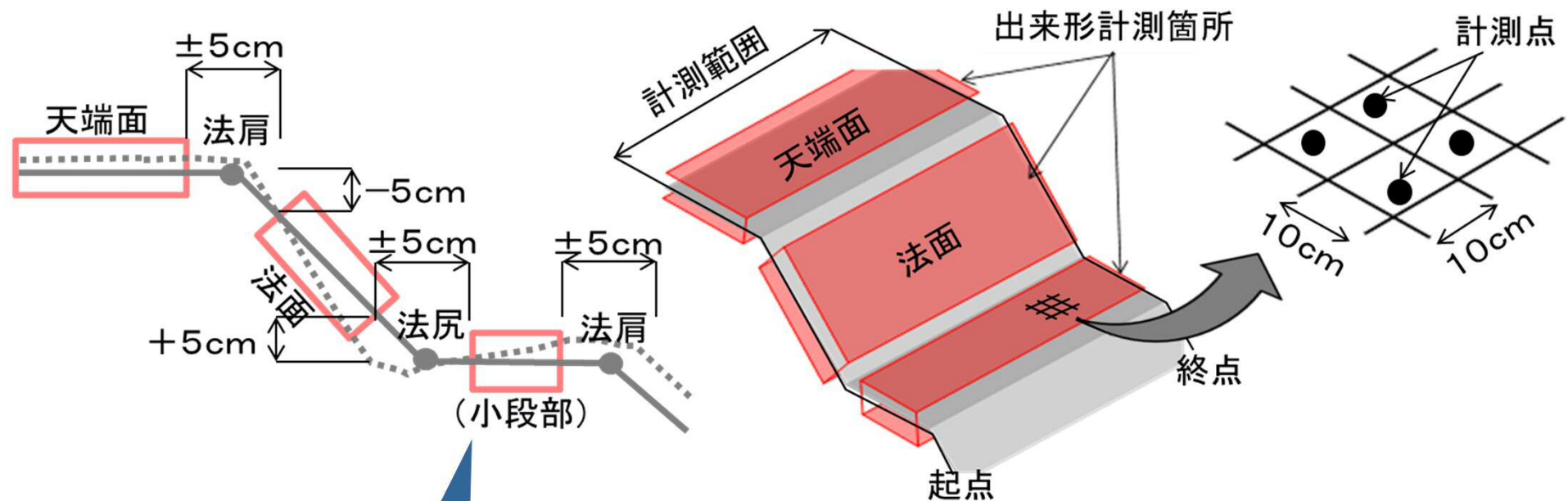
- 数量計算の方法
- 3次元設計データ及び設計数量の協議

- 出来形数量算出用の面データ作成方法及びで出来形数量の算出にあたって数量計算の方法を協議

# 10. 出来形管理

## 出来形計測箇所及び範囲

- **計測範囲**は、3次元設計データに記述されている**管理断面の起点から終点**とし、**天端面**（掘削の場合は平場面）と**法面**（小段含む）の**全面**。
- 全ての範囲で**10cmメッシュ**に**1点以上の出来形座標値**を取得し、**設計面と標高較差**または**水平較差**を算出。
- **法肩、法尻から水平方向に±5cm以内**に存在する計測点は、**標高較差の評価から除外**。同様に、**標高方向に±5cm以内**にある計測点は、**水平較差の評価から除外**。

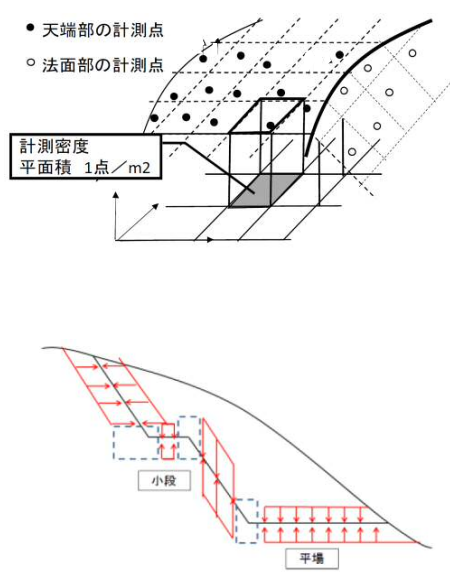
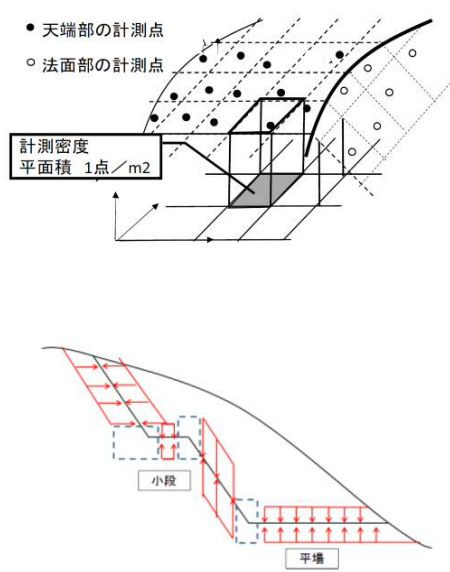


- ・ 法面の小段部に側溝工などの構造物が設置されるなど土工面が露出していない場合、小段部の出来形管理は小段部に設置する工種の出来形管理基準及び規格値によることが可能。

# 10. 出来形管理

## 出来形管理基準及び規格値(土工)

### ● 掘削工(河川・海岸・砂防土工及び道路土工)

工種	測定項目	規格値		測定基準	測定箇所	
		平均値	個々の計測値			
河川・海岸・砂防土工	掘削工 (面管理の場合)	平場	標高較差	±50	±150	<p>1. 3次元データによる出来形管理において「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)」、または「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)」等に基づき出来形管理を実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。</p> <p>2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。</p> <p>3. 計測は平場面と法面(小段を含む)の全面とし、全ての点で設計面との標高較差または水平較差を算出する。計測密度は1点/m<sup>2</sup>(平面投影面積当たり)以上とする。</p> <p>4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。</p> <p>5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。</p> 
		法面 (小段含む)	水平または標高較差	±70	±160	
		法面 (軟岩Ⅰ)	水平または標高較差	±70	±330	
道路土工	掘削工 (面管理の場合)	平場	標高較差	±50	±150	<p>1. 3次元データによる出来形管理において「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)」、または「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)」等に基づき出来形管理を実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。</p> <p>2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。</p> <p>3. 計測は平場面と法面(小段を含む)の全面とし、全ての点で設計面との標高較差または水平較差を算出する。計測密度は1点/m<sup>2</sup>(平面投影面積当たり)以上とする。</p> <p>4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。同様に、標高方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。</p> <p>5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。</p> 
		法面 (小段含む)	水平または標高較差	±70	±160	
		法面 (軟岩Ⅰ)	水平または標高較差	±70	±330	

# 10. 出来形管理

## 出来形管理基準及び規格値(土工)

### ● 盛土工等(河川・海岸・砂防土工及び道路土工)

工種		測定項目		規格値		測定基準	測定箇所
				平均値	個々の計測値		
河川・海岸・砂防土工	盛土工 (面管理の場合)	天端	標高較差	-50	-150	1. 3次元データによる出来形管理において「レーザースキャナーを用いた出来形管理要領(土工編)」、または「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)」等に基づき出来形管理を実施する場合、その他本基準に規定する計測精度・計測密度を満たす計測方法により出来形管理を実施する場合に適用する。  2. 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmが含まれている。  3. 計測は天端面と法面(小段を含む)の全面とし、全ての点で設計面との標高較差を算出する。計測密度は1点/m <sup>2</sup> (平面投影面積当たり)以上とする。  4. 法肩、法尻から水平方向に±5cm以内に存在する計測点は、標高較差の評価から除く。  5. 評価する範囲は、連続する一つの面とすることを基本とする。規格値が変わる場合は、評価区間を分割するか、あるいは規格値の条件の最も厳しい値を採用する。  ※ ただし、ここでの「勾配」は、鉛直方向の長さ1に対する水平方向の長さXをX割と表したものの。	
		法面 4割<勾配	標高較差	-50	-170		
		法面 4割≥勾配 (小段含む)	標高較差	-60	-170		
道路土工	路体盛土工 路床盛土工 (面管理の場合)	天端	標高較差	±50	±150		
		法面 (小段含む)	標高較差	±80	±190		



## ポイント

### ■ 3次元計測による出来形管理

① 出来形計測箇所及び範囲

断面管理から面管理へ

② 出来形管理基準値

2つの規格値管理(平均値と個々の計測値)

③ 法面の測定項目

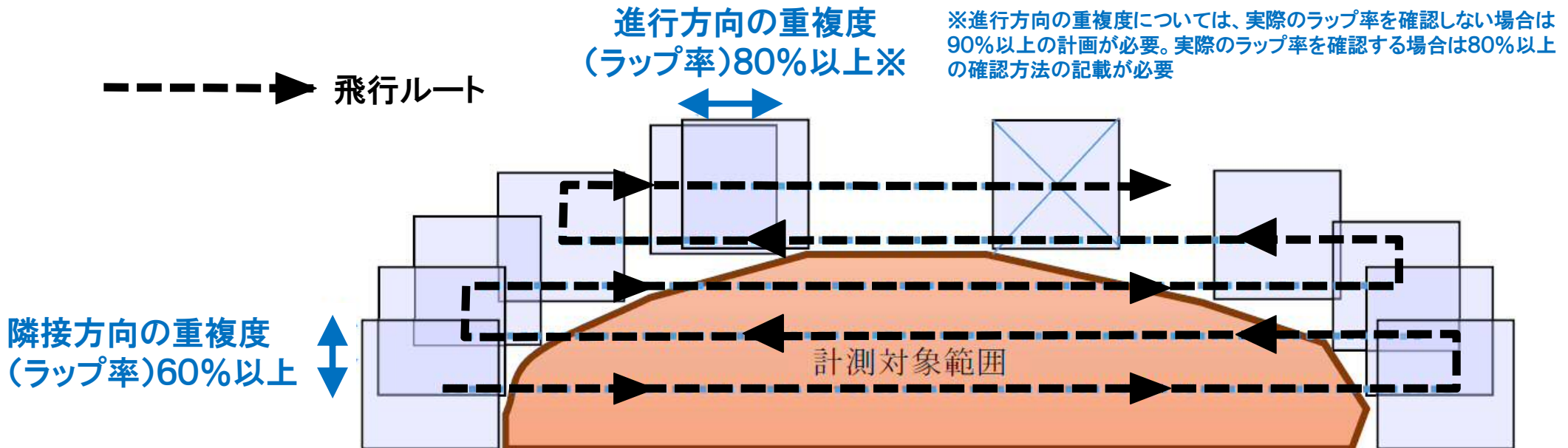
法長から水平較差または標高較差へ

# 10-1. 出来形管理を行う場合の留意点

## ■ 撮影計画立案

- **所定の計測条件を満足する**(重複度ラップ率、地上画素寸法が確保できる飛行経路  
および飛行高度を算出するソフトウェアの使用)**飛行計画の立案**。
- 高低差があり、等高度での一度の撮影ができない(モデル全体の地上画素寸法が確保できない)場合は、飛行を数回に分けることを検討。
- 山間部の場合は、GNSS電波の補足ができないこともあるため、自動航行できなくなることも想定して手動航行を準備。

計測条件	
対地高度	50m程度
地上画素数	1cm/画素以下
進行方向の重複度(ラップ率)	80%以上※
隣接方向の重複度(ラップ率)	60%以上



# 10-1. 出来形管理を行う場合の留意点

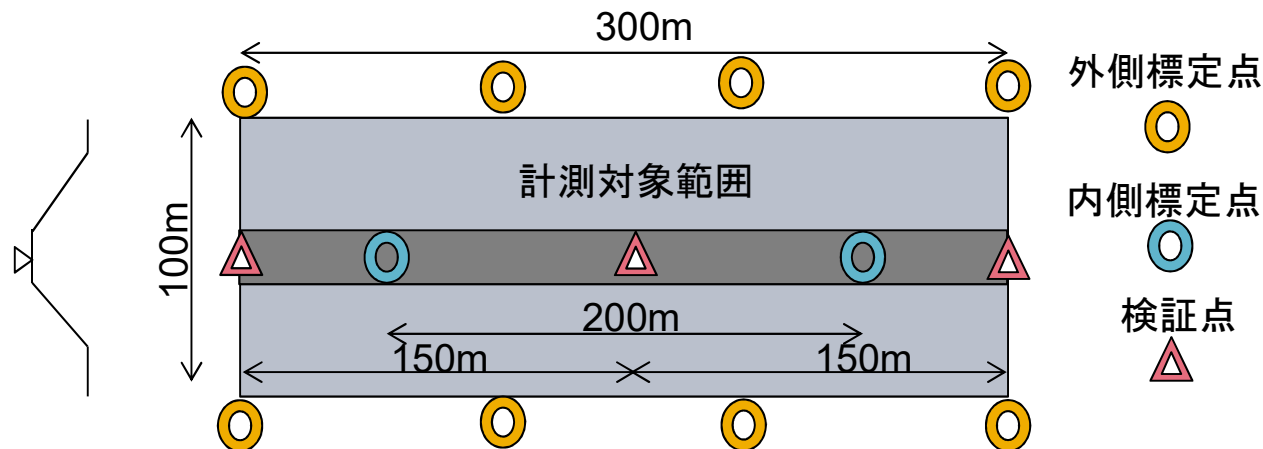
## 計測精度を確保するための標定点・検証点の設置・計測

### <設置条件>

- **外側標定点**は、計測対象範囲を囲むように、**隣接する外側標定点間の距離を100m以内の間隔**となるよう設置。
- **内側標定点**は、**各標定点と200m以内の間隔**となるよう設置。
- **検証点**は、**天端上に200m以内の間隔**となるよう**設置**。標定点として設置したものと交互になるようにすることが望ましく、計測範囲が狭い場合については、最低2箇所設置。**精度確認用の検証点は、標定点として利用できません。**

### <計測方法>

- **標定点及び検証点は、所定の精度(4級基準点及び3級水準点と同等以上)が得られるようトータルステーション(TS)を用いて計測。**



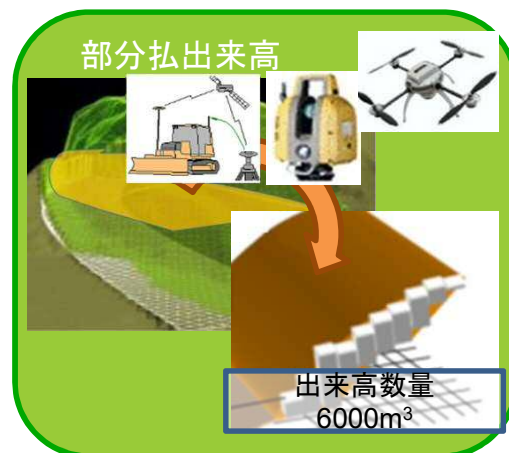
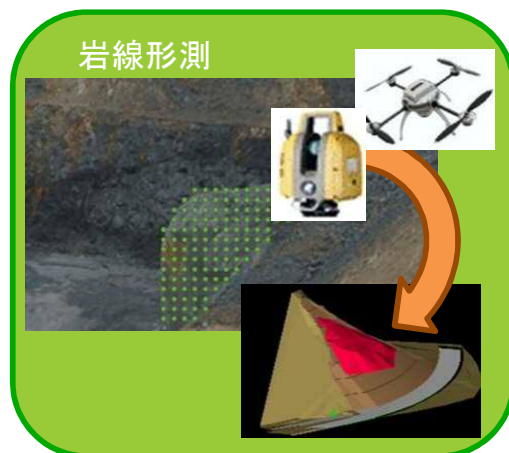
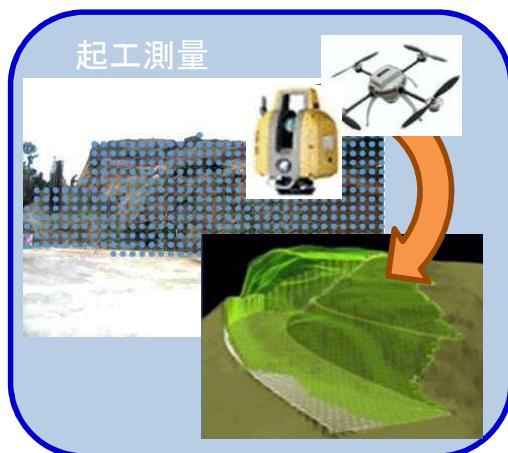
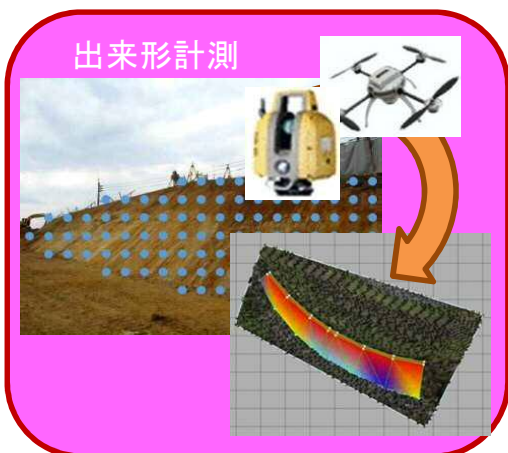
※ 標定点とは、空中写真と測量の基準となる基準点および工事基準点と対応付けするために必要となる位置座標を持つ点。

※ 検証点とは、空中写真によって取得した位置座標の計測精度を確認するために必要となる位置座標を持つ点。

# 10-1. 出来形管理を行う場合の留意点

## 要求精度

工種別	UAV		レーザースキャナー		評価に必要な点群密度 (メッシュの大きさ)  ※計測時の密度設定
	要求精度 精度確認	地上画素寸法	要求精度 精度確認	計測最大距離	
出来形計測	±5cm以内	1cm/画素以内	±20mm以内	精度確認試験の 測定距離以内	1点以上/1m <sup>2</sup> (1m×1m) ※出来形計測時は1点以上/0.01m <sup>2</sup> (10cm×10cm) にて実施
起工測量	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内	精度確認試験は、 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で評価する。	1点以上/0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
岩線計測	10cm以内	2cm/画素以内	10cm以内		1点以上/0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定
部分払出来高	20cm以内	3cm/画素以内	20cm以内		1点以上/0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cm) ※計測密度は上記以上を確保する設定



# 10-1. 出来形管理を行う場合の留意点

## ■ 空中写真測量の実施時の留意点

### <撮影飛行>

- 航空法に基づく許可要件に準じた飛行マニュアルを作成
  - ⇒ 無人航空機の飛行に関する許可・承認の審査要領
- 可能な限り出来形の地形面が露出している状況での計測
  - ⇒ 計測対象範囲に作業員や仮設構造物、建設機械などが配置されている場合は、地形面のデータが取得不可能
- 次のような条件では適正な計測が行えないので留意
  - ⇒ 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

### <自動航行が行えない場合の留意点>

- 計測精度を確保するための所定の条件
  - ⇒ 同一コースは、直線かつ等高線の撮影となるように飛行
  - ⇒ 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



# 10-1. 出来形管理を行う場合の留意点

## 計測点群データの作成

UAVにて撮影した空中写真を写真測量ソフトウェアに読み込み

地形や地物の座標値を算出

点群処理ソフトウェアを用いて算出した地形の3次元座標の点群から不要点等を除去

3次元の計測点群データを作成

精度確認

3次元の計測点群データの完成

撮影飛写真測量ソフトウェアに関する留意事項

- 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、留意します。
- 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、利用することもできます。

・ 精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、写真測量ソフトウェア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。

## ポイント

### ■ UAVによる出来形管理

所定の出来形計測精度を確保するために

- ① 計測条件を満足する飛行計画の立案
  - ・ 対地高度、重複度ラップ率、地上画素寸法など
- ② 設置条件に基づく標定点・検証点の設置
  - ・ 外側標定点、内側標定点、検証点の間隔や位置
- ③ 標定点及び検証点の計測
  - ・ 所定の精度(4級基準点及び3級水準点と同等以上)が得られるようTSを用いた計測
- ④ 使用機器の性能確認
  - ・ カメラキャリブレーション及び精度確認試験の実施

# 10-2. 出来形管理を行う場合の写真管理

## 出来形写真管理基準(UAV)

### ● 河川・海岸・砂防土工及び道路土工

区 分		写真管理項目		
		撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
施工状況	図面との不一致	図面と現地との不一致 の写真	撮影毎に1回 [発生時]	写真測量に使用したす べての画像
工 種		写真管理項目		
		撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
【河川・海岸・砂防土工】 掘削工		土質等の判別	地質が変わる毎に1回 [掘削中]	代表箇所 各1枚
【道路土工】 掘削工		法長(法面)	撮影毎に1回 [掘削後]	写真測量に使用したす べての画像
【河川・海岸・砂防土工】 盛土工 【道路土工】 路体盛土工 路床盛土工		巻出し厚	200mに1回 [巻出し時]	代表箇所 各1枚
		締固め状況	転圧機械又は地質が 変わる毎に1回 [締固め時]	
		法長(法面) 幅(天端)	撮影毎に1回 [施工後]	写真測量に使用したす べての画像

## 10-3. 出来形管理帳票の作成

### ■ 出来形管理帳票(出来形管理図表)作成の流れ

空中写真測量(UAV)による計測点群データ



出来形評価用データの抽出



3次元設計データと出来形評価用データの各ポイントの  
離れ量を算出



出来形管理帳票(出来形管理図表)の作成

# 10-3. 出来形管理帳票の作成

## 出来形評価用データの抽出

全ての計測点群データを用いることでコンピュータの処理を著しく低下させてしまう場合は、類似の座標データから代表点を抽出して点群データを減らすことが可能

### ● 計測点群データ(1点以上/0.01m<sup>2</sup>)

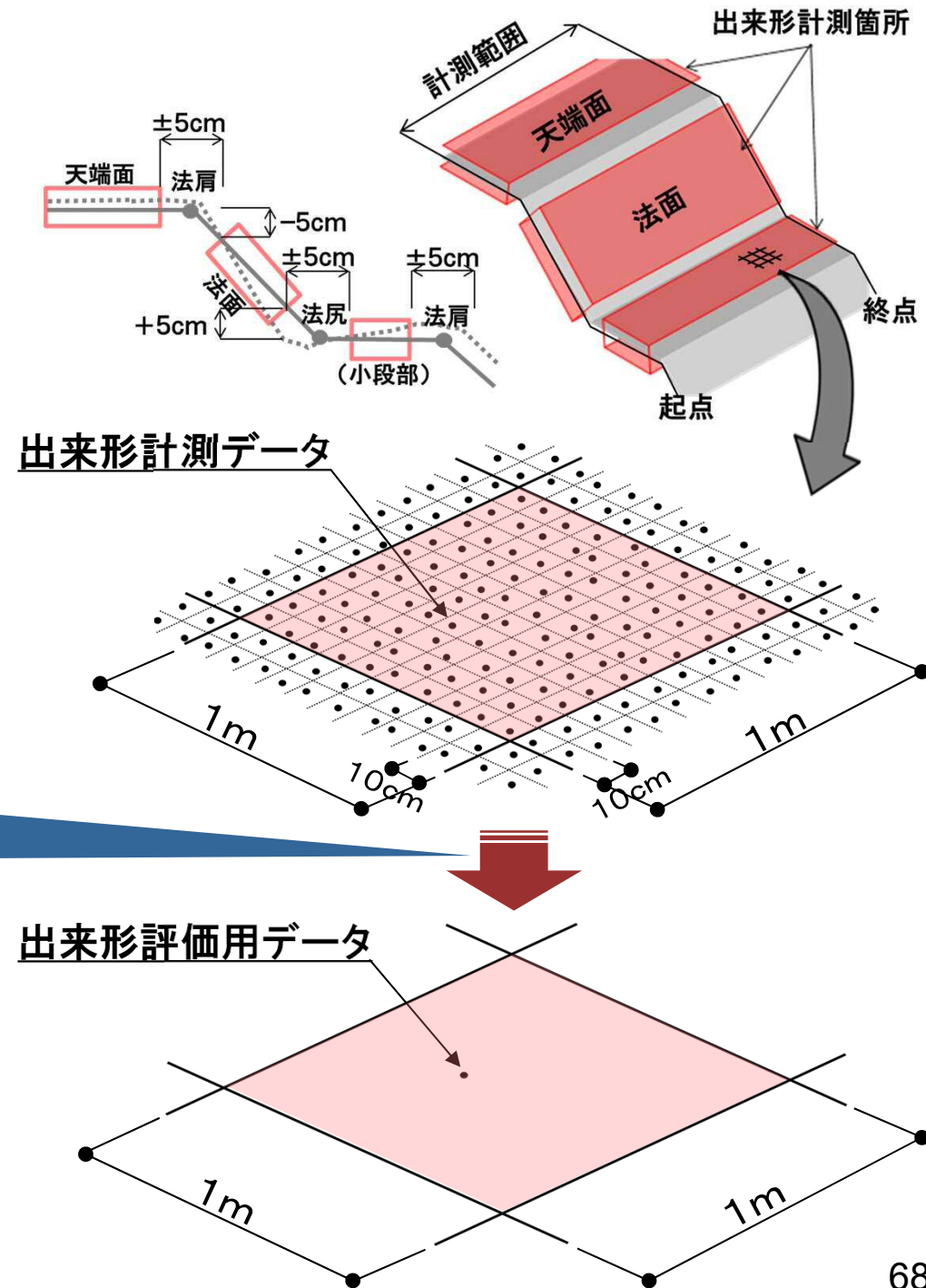
#### 点群密度の変更による方法

- ・ 鉛直方向の最下点
- ・ 中央値の抽出 など

#### グリットデータ化による方法

- ・ 最近隣法
- ・ 平均法
- ・ TIN法
- ・ 逆距離加重法

### ● 出来形評価用データ(1点以上/1m<sup>2</sup>)







# 10-3. 出来形管理帳票の作成

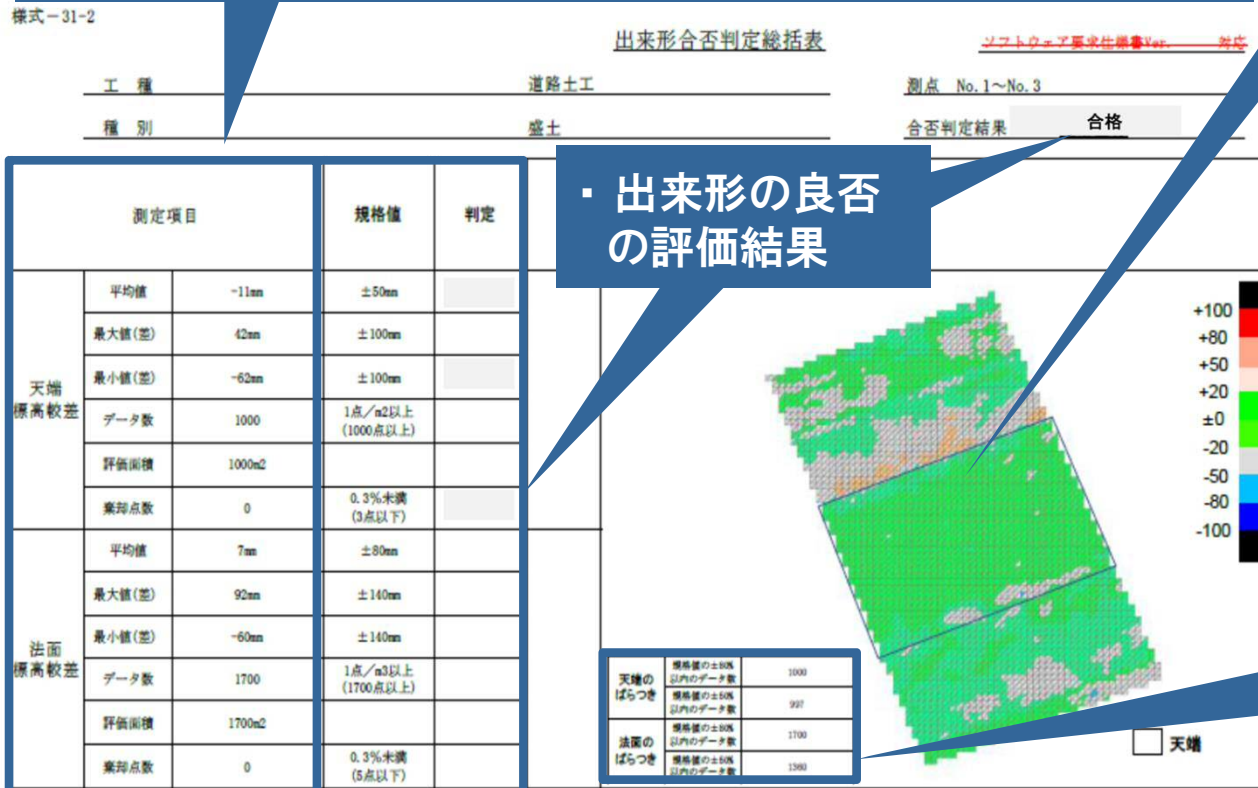
## 出来形管理帳票の作成

- 帳票(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。
- 標高較差あるいは水平較差(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)により出来形の良否を判断。

### <作成帳票例(出来形管理図表)>

- ・ 出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表形式で整理(平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積、棄却点数)

- ・ 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



- ・ 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%の範囲で結果を色分け区分
- ・ ±50%の前後、±80%の前後が区別できるように色別
- ・ 規格値の範囲外は、±100%の範囲とは別の色で明示

- ・ 規格値の50%以内及び規格値の80%以内に収まっている計測点の個数を明示

## ■ 出来形管理帳票の作成

### ① 出来形評価用データの抽出

- ・ 点群計測データから**出来形評価用データを抽出**

### ② 出来形管理基準上の管理項目

- ・ **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

### ③ 規格値に対する割合を示すヒートマップの作成

- ・ **±50%及び±80%の前後、規格値の範囲外を**区別できる色で**明示**

### ④ ばらつきが判断できる計測点の個数

- ・ **規格値の50%以内及び規格値の80%以内に**収まっている**計測点の個数を明示**

# 10-4.出来高数量の算出

## ■ 数量算出用に用いる面データの作成

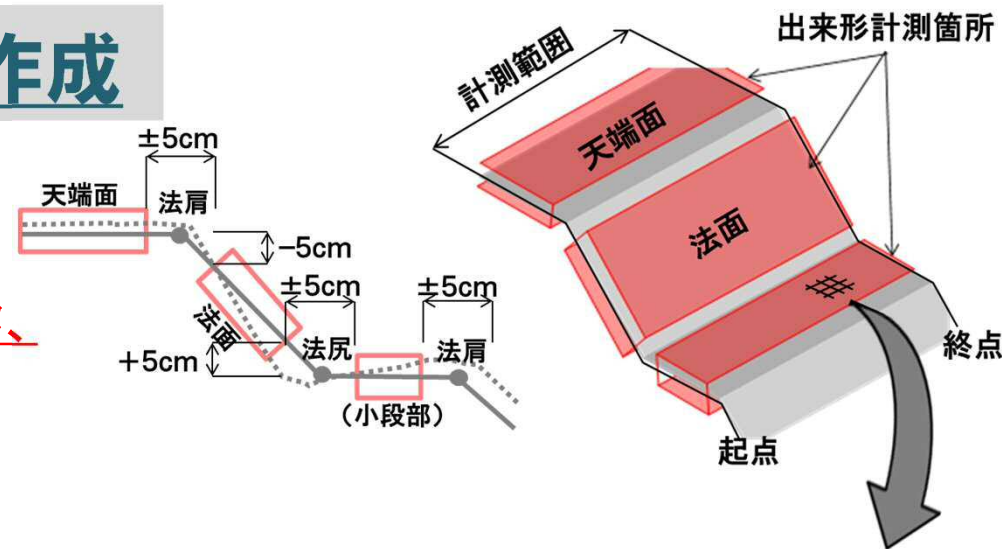
- 数量算出用に用いる面データ(出来形計測データ、岩線計測データ及び起工測量データ)の作成(1点以上/0.25m<sup>2</sup>)



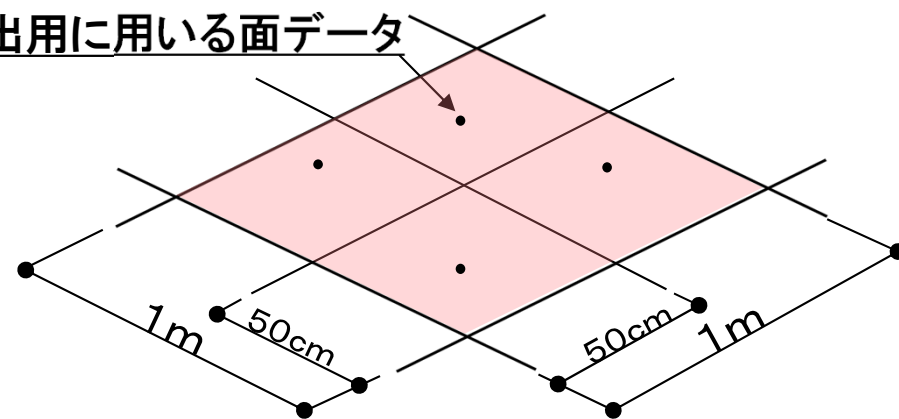
- 出来高数量の算出(監督職員と協議)

計測点群データを基に平均断面法や3次元CADソフトウェア等を用いた方式により出来高数量を算出<標準とする数量計算方法>

- ・ 点高法(四点平均法、1点法)
- ・ TIN分割等を用いた求積
- ・ プリズモイダル法



数量算出用に用いる面データ

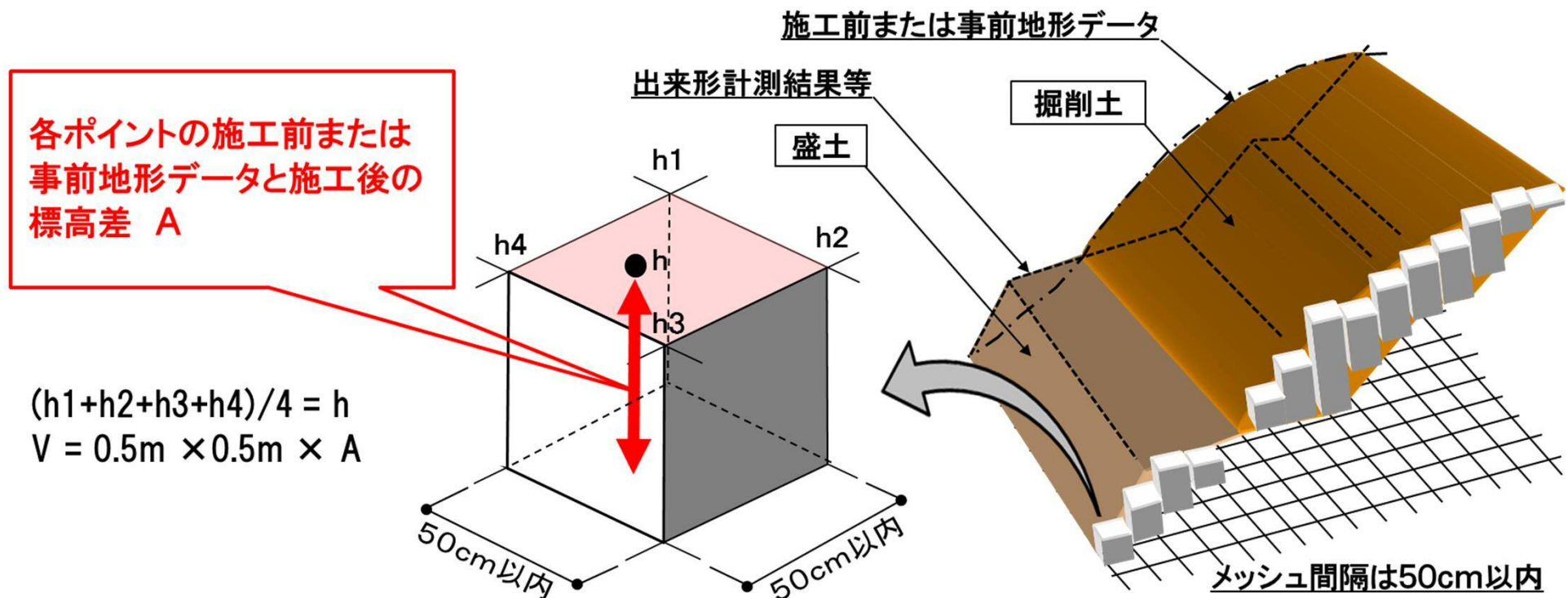


# 10-4.出来高数量の算出

## 出来形計測結果等を用いた出来高数量の算出

- 契約条件として認められている場合は、計測点群データを基に平均断面法や3次元CADソフトウェア等を用いた方式により出来高数量の算出が可能。
- 出来形計測と同位置において、UAVやTLS等で計測した施工前あるいは事前の地形データと出来形計測結果等(出来形計測データ、起工測量計測データ、岩線計測データ)を用いて出来高数量を算出。

＜点高法(四点平均法)による出来高数量算出の条件と適用イメージ＞



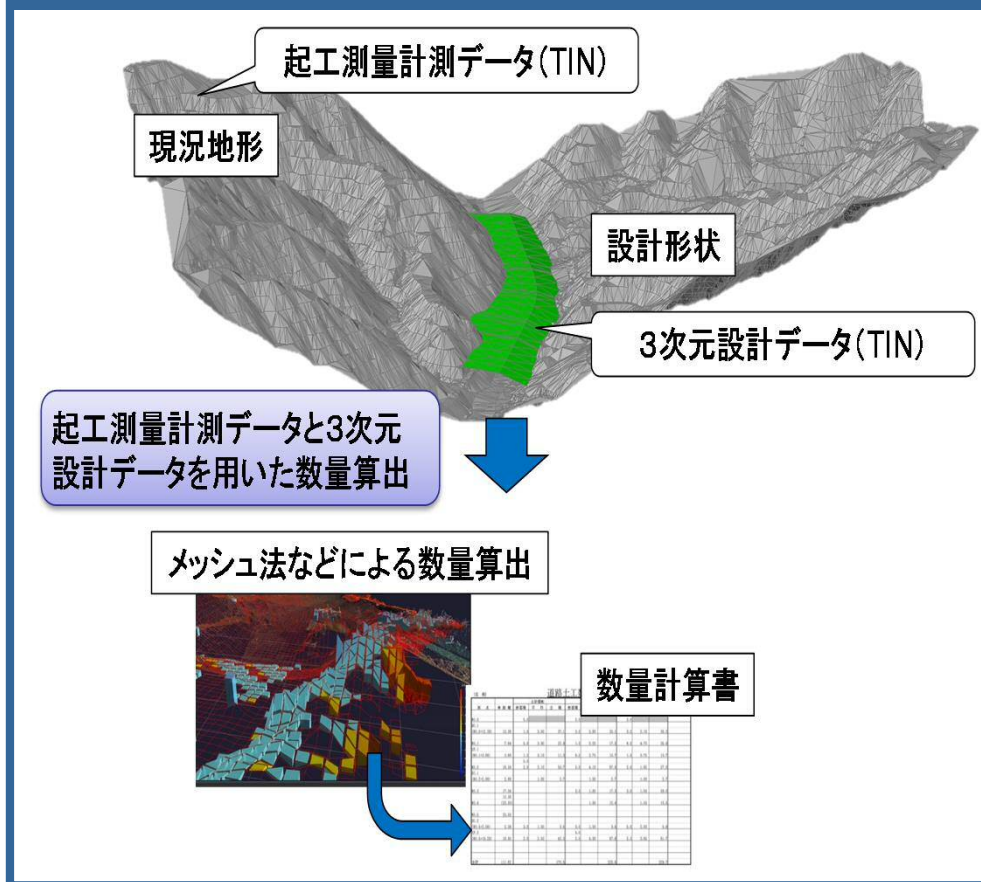


# 10-5.数量算出(起工測量、岩線計測)

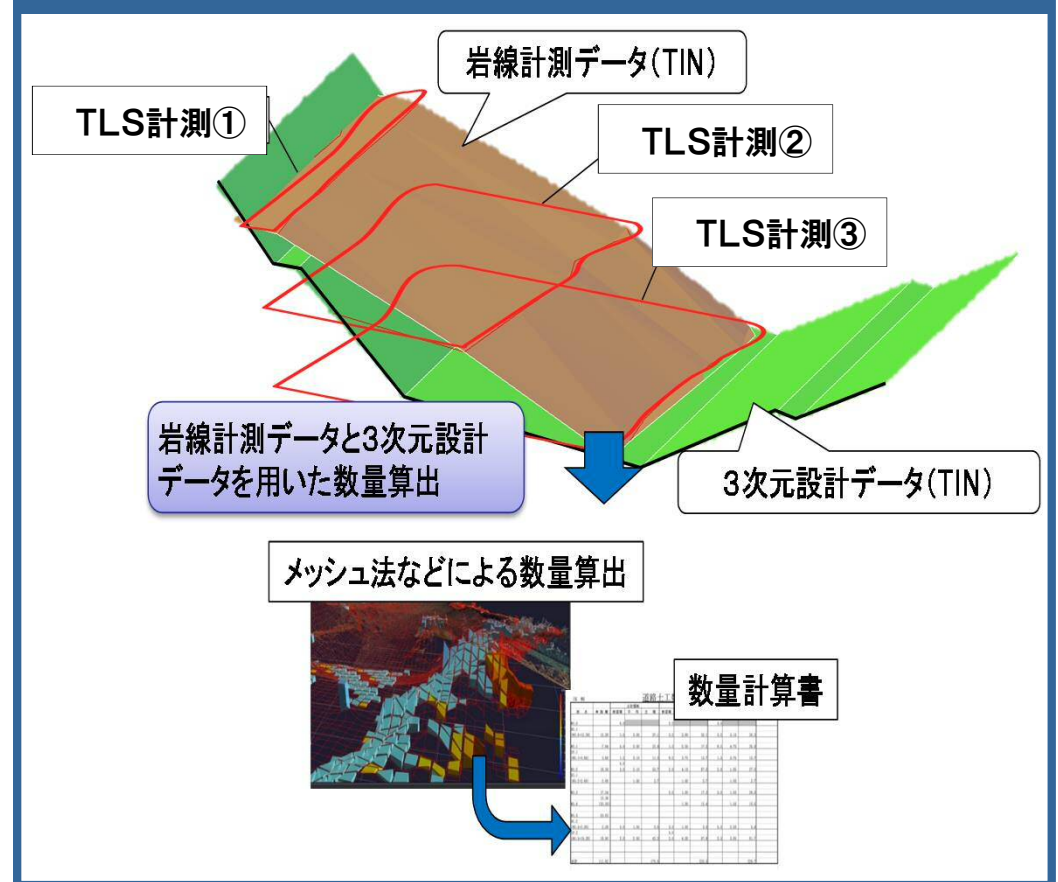
## 設計照査及び設計変更(岩区分)のための数量算出

- 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
- 出来形数量は、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により算出

### 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



## ポイント

### ■ 出来形数量の算出

#### ① 数量算出用に用いる面データ

- ・ 出来形計測データ、起工測量計測データ、岩線計測データの作成

#### ② 数量算出方法

- ・ 監督職員と協議

#### ③ 出来形数量の算出

- ・ 現況地形や数量算出用に用いる面データからなる2つの面データにより出来形数量を算出

# 11. 電子成果品等

## 電子成果品等

### <電子成果品>

- 受注者は、**電子成果品**(UAVによる出来形管や数量算出の結果等の工事書類)を「工事完成図書」の電子納品等要領で定める「**ICON**」フォルダに格納して提出。

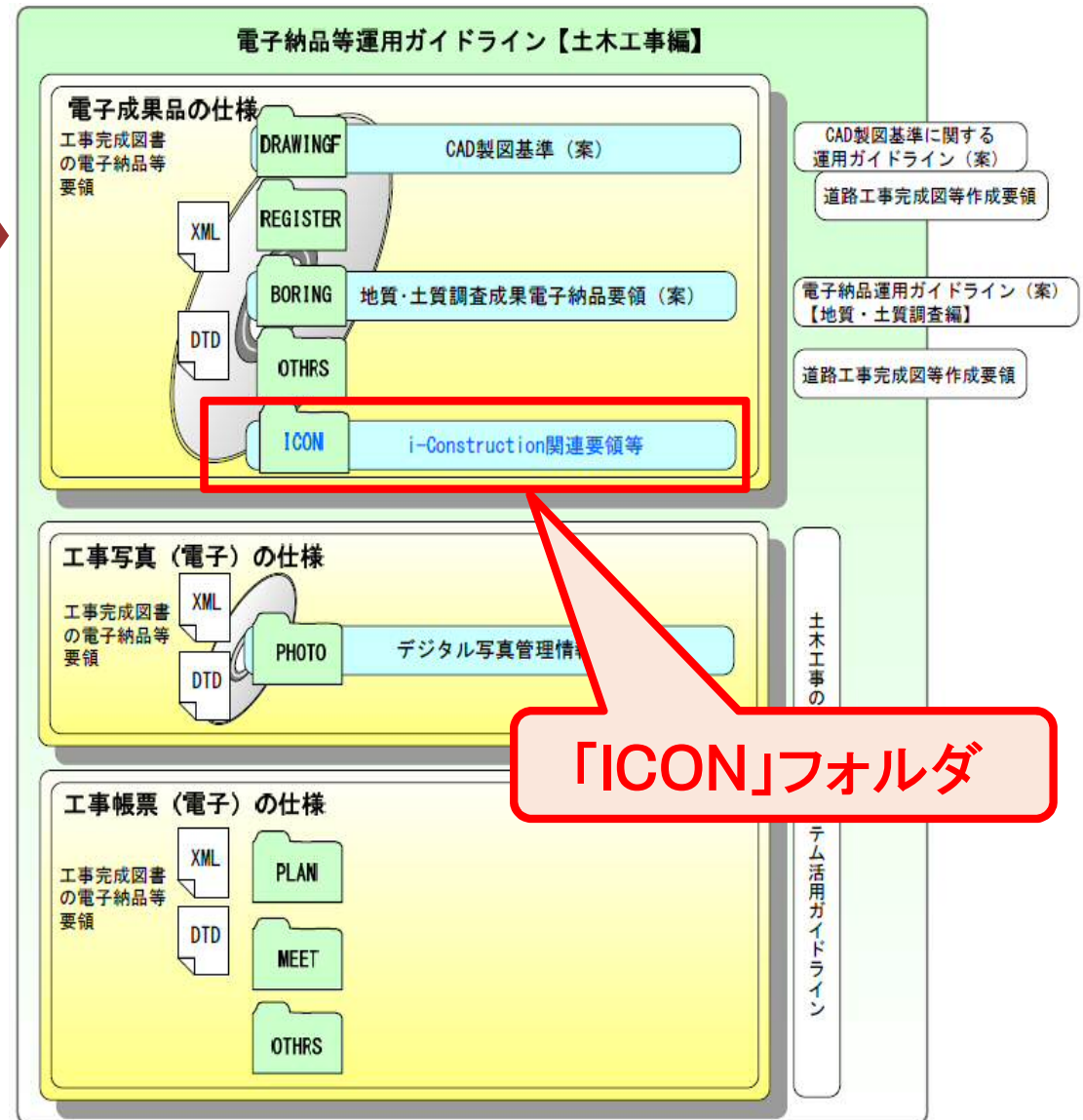
### <活用効果調査>

- 受注者は、ICT活用技術で施工した結果の**活用効果調査**を作成して提出。

### <施工合理化調査表>

- 発注者から指示がある場合、受注者は、**施工合理化調査表**を作成して提出。

### 電子納品等運用ガイドライン【土木工事編】



# 11-1. 出来形管理の電子成果品

## ■ 出来形管理の電子成果品

- 「ICON」フォルダに格納するファイル名は、空中写真測量(UAV)を用いた出来形管理資料が特定できるように記入。

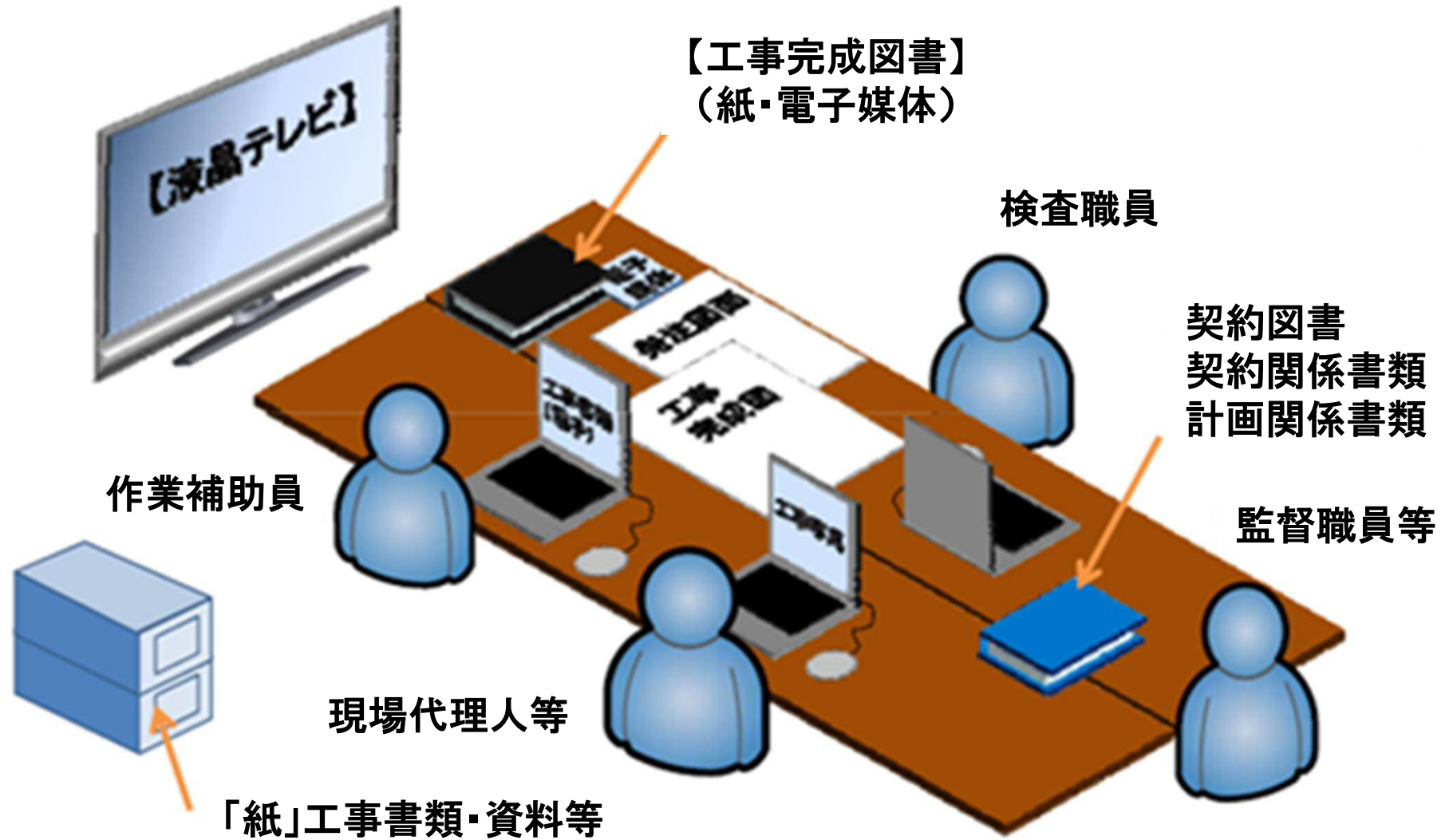
### ＜UAVによる出来形管理の電子成果品一覧＞

電子成果品	ファイル命名規則					
	計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	記入例
① 3次元設計データ LandXML等のオリジナルデータ(TIN)	UAV	0	DR	001～	0～Z	UAV0DR001Z.拡張子
② 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	UAV	0	CH	001～	—	UAV0CH001.拡張子
③ 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	UAV	0	IN	001～	—	UAV0IN001.拡張子
④ 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)	UAV	0	EG	001～	—	UAV0EG001.拡張子
⑤ 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)	UAV	0	SO	001～	—	UAV0SO001.拡張子
⑥ 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)	UAV	0	AS	001～	—	UAV0AS001.拡張子
⑦ 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	UAV	0	GR	001～	—	UAV0GR001.拡張子
⑧ 工事基準点および評定点データ CSV、LandXML等のポイントファイル	UAV	0	PO	001～	—	UAV0PO001.拡張子
⑨ 空中写真測量(UAV)で撮影したデジタル写真 jpgファイル						UAV0AS001PIC.jpg (出来形計測の例)

# 12. 検査

## ■ 検査職員の検査

＜検査体制・検査イメージ＞





# 12-1. 書面検査

## ■ 検査職員の書面検査

- UAVを用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容

施工計画書に記載された出来形管理方法について、監督職員が実施した「施工計画書の受理・記載事項の確認結果」を**工事打合せ簿**で確認。

- 設計図書の3次元化に係わる確認

設計図書の3次元化の実施について、指示に対する**工事打合せ簿**で確認。

- UAV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

出来形管理に利用する工事基準点や標定点について、受注者から測量結果が提出されていることを**工事打合せ簿**で確認。

- 3次元設計データチェックシートの確認

3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されていることを受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」が提出されていることを**工事打合せ簿**で確認。

- UAV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

UAVを用いた出来形計測が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者が確認した「精度確認試験結果報告書」が提出されていることを**工事打合せ簿**で確認。

# 12-1. 書面検査

## ■ 検査職員の書面検査

### ● UAVを用いた出来形管理に係わる「出来形管理図表」の確認

出来形管理図表について、出来形管理基準に定められた**測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認。**

**ばらつき**については、各測定値の設計との離れの規格値に対する割合をプロットした**分布図の凡例に従い判定。**

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種	道路土工	測点	No. 1~No. 3
種別	盛土	合否判定結果	合格

測定項目		規格値	判定	測点
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm	
	最大値(差)	42mm	±150mm	
	最小値(差)	-62mm	±150mm	
	データ数	1000	1点/m2以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000m2		
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	
標高較差	平均値	7mm	±80mm	
	最大値(差)	92mm	±190mm	
	最小値(差)	-60mm	±190mm	
	データ数	1700	1点/m2以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700m2		
	棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)	

天端のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	1000
	規格値の±50%以内のデータ数	997
法面のばらつき	規格値の±80%以内のデータ数	1700
	規格値の±50%以内のデータ数	1380

出来形管理基準に定められた**測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認。**

**ばらつき**は、分布図の凡例に従い判定。

凡例:

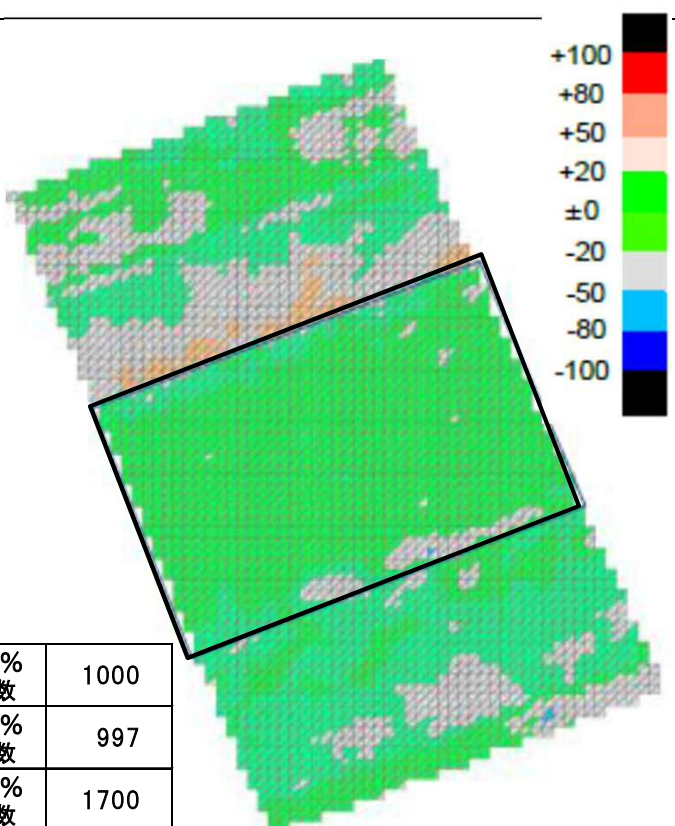
# 12-1. 書面検査

## <出来形管理図表 作成例 (合格の場合)>

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種	道路土工	測点	No. 1~No. 3
種別	盛土	合否判定結果	合格

測定項目		規格値	判定	測点										
天端 標高較差	平均値	-11mm	±50mm											
	最大値(差)	42mm	±150mm											
	最小値(差)	-62mm	±150mm											
	データ数	1000	1点/m2以上 (1000点以上)											
	評価面積	1000m2												
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)											
法面 標高較差	平均値	7mm	±80mm	<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 10px; margin-right: 5px;"></div> <span>天端</span> </div> <table border="1" style="margin-top: 10px;"> <tr> <td rowspan="2">天端の ばらつき</td> <td>規格値の±80% 以内のデータ数</td> <td>1000</td> </tr> <tr> <td>規格値の±50% 以内のデータ数</td> <td>997</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">法面の ばらつき</td> <td>規格値の±80% 以内のデータ数</td> <td>1700</td> </tr> <tr> <td>規格値の±50% 以内のデータ数</td> <td>1380</td> </tr> </table>	天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000	規格値の±50% 以内のデータ数	997	法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700	規格値の±50% 以内のデータ数	1380
	天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1000											
		規格値の±50% 以内のデータ数	997											
	法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1700											
		規格値の±50% 以内のデータ数	1380											
	最大値(差)	92mm	±190mm											
最小値(差)	-60mm	±190mm												
データ数	1700	1点/m2以上 (1700点以上)												
評価面積	1700m2													
棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)												

凡例:

# 12-1. 書面検査

## <出来形管理図表 作成例 (異常値有の場合)>

様式-31-2

出来形合否判定総括表

工種	道路土工	測点	No. 1~No. 3
種別	盛土	合否判定結果	異常値有

測定項目		規格値	判定	測点
天端 標高較差	平均値	-71mm	±50mm	異常値有
	最大値(差)	-18mm	±150mm	
	最小値(差)	-122mm	±150mm	
	データ数	1000	1点/m <sup>2</sup> 以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000m <sup>2</sup>		
	棄却点数	14	0.3%未満 (3点以下)	異常値有
法面 標高較差	平均値	-53mm	±80mm	
	最大値(差)	32mm	±190mm	
	最小値(差)	-120mm	±190mm	
	データ数	1700	1点/m <sup>2</sup> 以上 (1700点以上)	
	評価面積	1700m <sup>2</sup>		
	棄却点数	0	0.3%未満 (5点以下)	

□ 天端

天端の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	972
	規格値の±50% 以内のデータ数	120
法面の ばらつき	規格値の±80% 以内のデータ数	1650
	規格値の±50% 以内のデータ数	920

凡例:

# 12-1. 書面検査

## ■ 検査職員の書面検査

- 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します。

- 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、「工事完成図書」の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認します。

	UAVによる出来形管理の場合
電子 成 果 品	① 3次元設計データ LandXML等のオリジナルデータ(TIN)
	② 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
	③ 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
	④ 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)
	⑤ 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)
	⑥ 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)
	⑦ 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
	⑧ 工事基準点および評定点データ CSV、LandXML等のポイントファイル
	⑨ 空中写真測量(UAV)で撮影したデジタル写真 jpgファイル



## 12-2. 実地検査

### ■ 検査職員の実地検査（出来形計測）

- 施工管理データが搭載された出来形管理用TS等を用いて、**現地で自らが指定した概ね同一断面上の数カ所の標高を計測。**
- 3次元データの**設計面と実測値との標高差が規格値内にあるかを検査。**
- 新基準を適用できない場合は、従来の代表断面における基準高、幅、法長などの設計値と実測値の比較による検査を行ってもよいが、**検査頻度は代表1断面のみ。**

工種	計測箇所	確認内容	検査頻度
河川・海岸・砂防土工 道路土工	検査職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

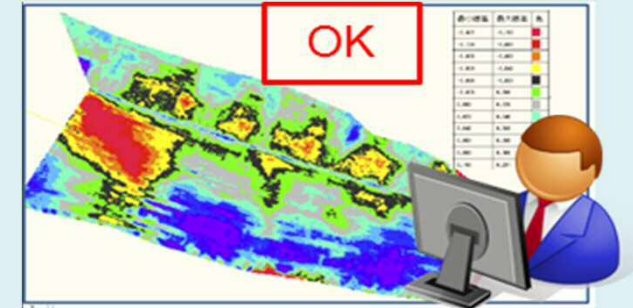
# 12-2. 実地検査

## ■ 検査職員の実地検査（確認手順の例）

### ● 書面検査時

検査職員は、電子納品物から出来形管理データを表示させて、**自らが指定した箇所の3次元設計データの設計面の位置並びに標高、受注者が計測した出来形管理値の計測結果をメモします。**

出来形管理図表



### ● 実地検査時

検査職員は、現地では**出来形管理用TSやGNSSローバーの誘導機能を使用して、自らが指定した箇所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かを検査します。**

ただし、TS出来形用の基本設計データを作成する必要はありません。

出来形管理用TS



GNSSローバー



※ 場合によっては、確認手順が逆となる場合もあります。

# 12-2. 実地検査

## 出来形管理用TSを用いた実地検査

### ● TSによる出来形計測 (任意断面イメージ)

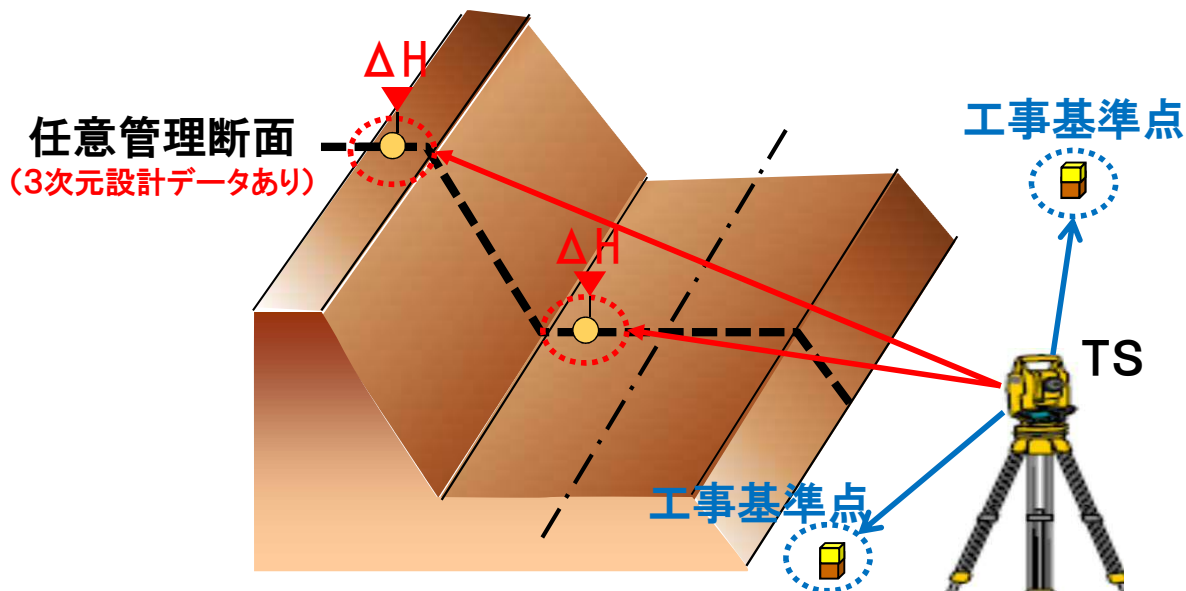
任意点での高さの差が確認できる機能

- ① 計測箇所 of 断面位置
- ② 任意計測断面の**設計値を自動算出**
- ③ 計測箇所における**設計高さとの差**

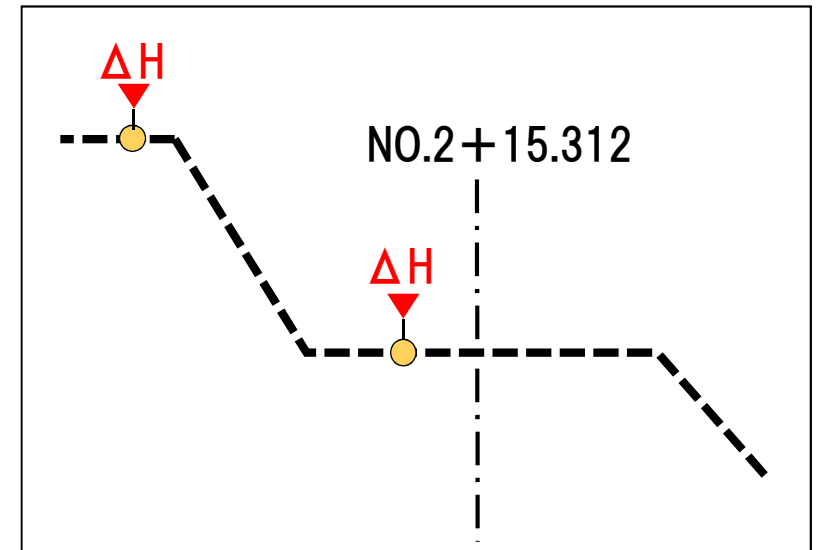
<計測イメージ写真>



<任意の点で出来形計測イメージ>



任意管理断面 (3次元設計データあり)



# 12-2. 実地検査

## GNSSローバーを用いた実地検査

### ● GNSSローバーによる出来形計測（任意断面イメージ）

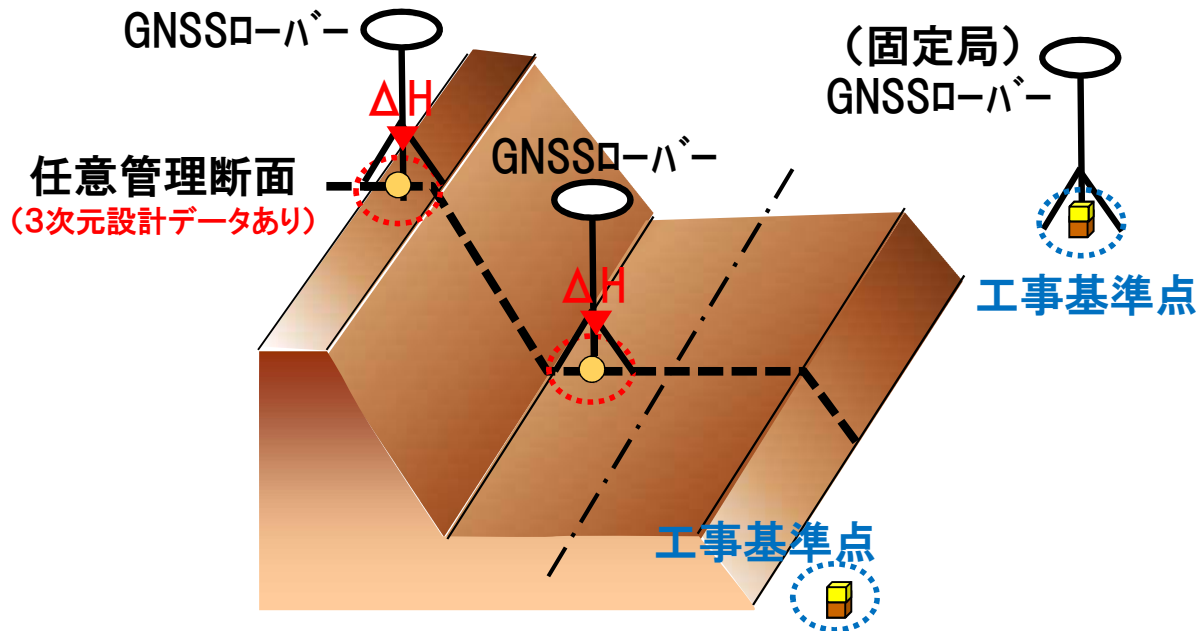
任意点での高さの差が確認できる機能

- ① 計測箇所の断面位置
- ② 任意計測断面の**設計値を自動算出**
- ③ 計測箇所における**設計高さとの差**

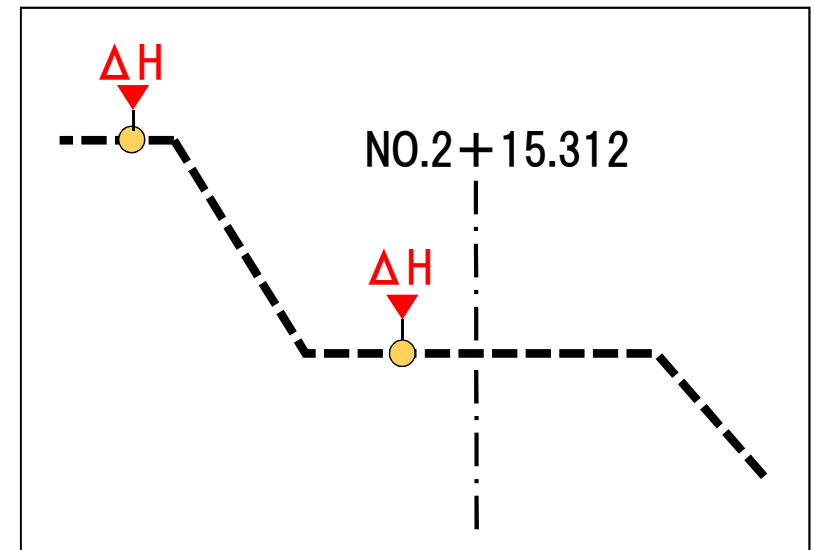
<計測イメージ写真>



<任意の点で出来形計測イメージ>



任意管理断面（3次元設計データあり）



## 12-2. 実地検査

### GNSSローバーを工事検査で利用する際の留意事項

- RTK法又はネットワーク型RTK法を使用する場合には、公共測量の「作業規程の準則」第4編第2章の路線測量(線形決定又は横断測量)に定める方法を準用し、**FIX解が安定して得られることを確認**

#### <できる限り使用を避ける環境>

- 森林の中の道路、ダム擁壁の近傍、谷底など、十分な上空視界が確保できない場合
- FIX解が安定して得られない場合

#### <使用できない環境>

- FIX解が得られない場合

- なお、使用衛星については、GPSに加えてGLONASS、準天頂衛星も使用することが望ましい

※ 「FIX解」とは、位置が一定の信頼度で求まっている解のこと。これが安定的に得られている場合、求められた位置がより確からしいものであると考えてよいとなっています。なお、このほかにFLOAT解がありますが、これは暫定的な解でFIX解と比べて信頼度が劣るため、ここでは用いていません。FIX解が得られているかどうかは、**受信機に明示**されます。



## ■ 岩線計測・計測データの作成

- 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・TLS等を用いて実施

### ＜岩線計測の留意点＞

- 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、受注者は監督職員との協議を行い、設計図書として位置付。
- 測定精度は、10cm以内とし、計測密度は0.25m<sup>2</sup>(50cm×50cmメッシュ)あたり1点以上。



- UAV・TLS等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

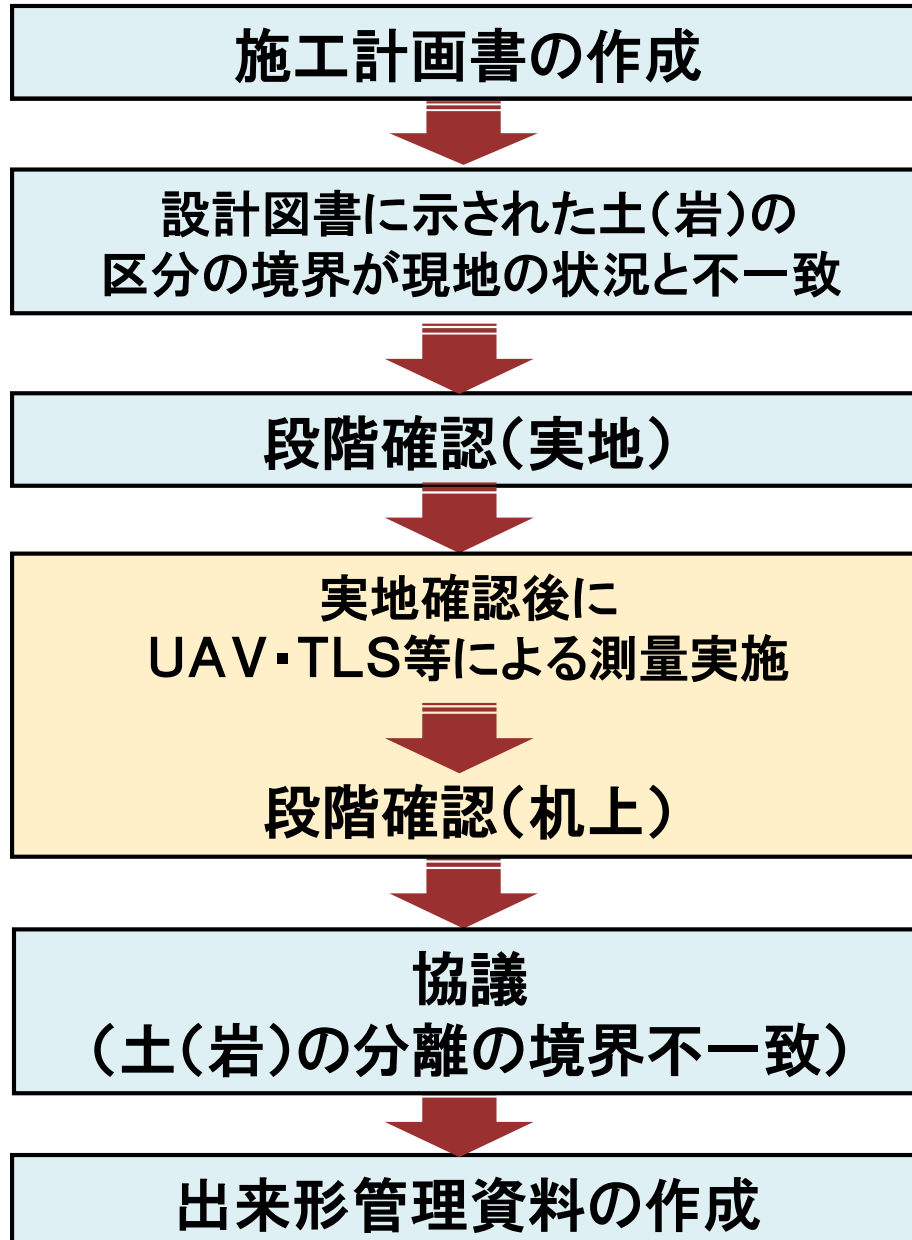
### ＜岩線計測データ作成の留意点＞

- 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。
- 管理断面間隔より狭い範囲においては、点群座標が存在しない場合は、TINで補完が可能。
- 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可能。

UAV・TLS等とは、  
UAV(空中写真測量(無人航空機))、  
地上型レーザースキャナー、  
TS(面管理)、  
RTK-GNSS、  
無人航空機搭載型レーザースキャナー  
をいう

# その他 2. 土(岩)の分類の境界が変化した時の処理

## ■ 土(岩)の分類の境界が変化した時の処理



- 岩線計測データの取得方法を記載
- 「土木工事監督技術基準(案)」に基づき臨場等による段階確認を実施
- 臨場等による土(岩)の変化位置(変化位置のマーキング)及び土(岩)の質の確認
- UAV・TLS等による場合の段階確認は、実地と机上の2回に分けて確認
- 確認した変化位置のマーキングの位置・高さを含め施工管理記録と写真にて確認
- 確認結果を基に、段階確認にて確認した土(岩)の区分の境界位置について協議
- 出来形管理図表、図面、写真等の提出

# その他 2. 土(岩)の分類の境界が変化した時の処理

## < 施工計画書 >

- 土(岩)の分類の境界が変化した時の岩線計測データの取得方法(施工管理記録や写真撮影など)を記載

## < 段階確認(実地) >

岩線の確認方法	土(岩)の変化位置を確認	土(岩)の質の確認
UAV・TLS等による測量	確認した変化位置にマーキングを設置	シュミットハンマーなどで確認
TSによる測量	TSにより位置と高さを確認	
従来測量	レベルとテープ等により、高さとCLからの離れを確認	

## < 段階確認(机上) >

岩線の確認方法	土(岩)の変化位置を確認
UAV・TLS等による測量	確認した変化位置にマーキング位置・高さを含めた確認

UAV・TLS等とは、  
 UAV(空中写真測量(無人航空機))、  
 地上型レーザースキャナー、  
 TS(面管理)、  
 RTK-GNSS、  
 無人航空機搭載型レーザースキャナー  
 をいう

## ポイント

### ■ 土(岩)の分類の境界が変化した時の処理

UAV・TLS等による測量の場合、2回に分けて段階確認

① **段階確認(実地)の実施**

⇒ 確認した土(岩)の変化位置のマーキング  
設置や土(岩)の質を確認

② **段階確認(机上)の実施**

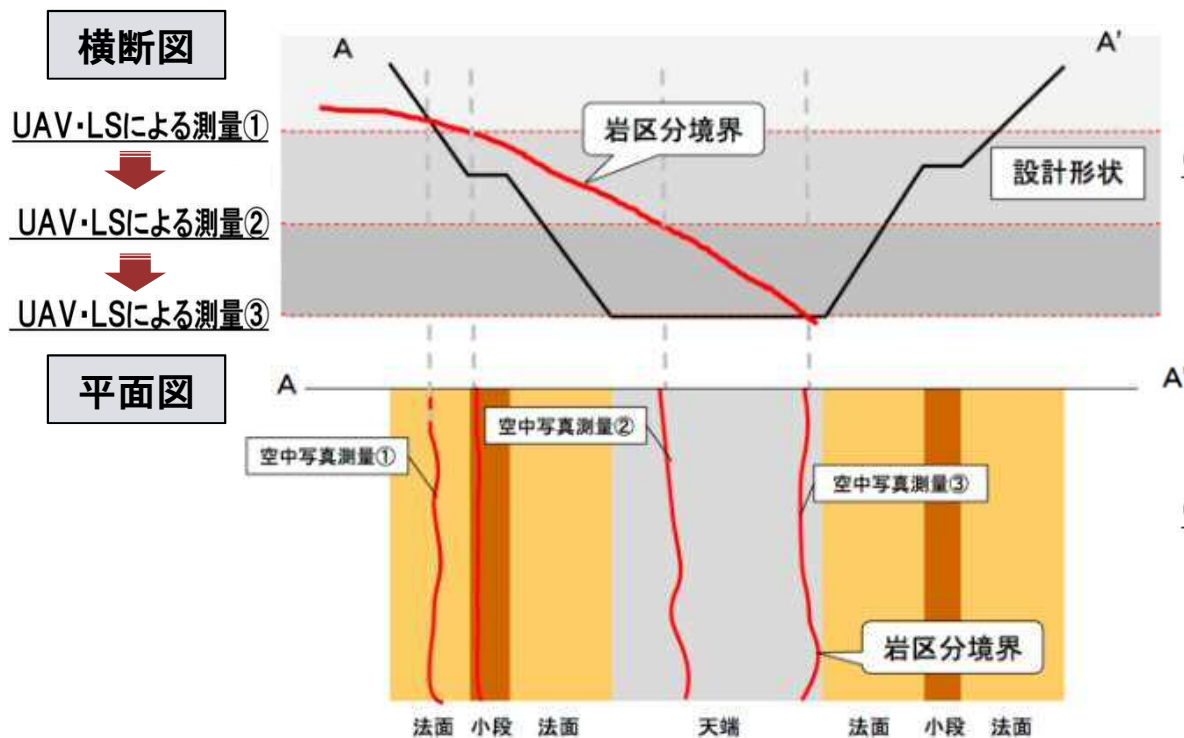
⇒ UAV・TLS等による測量で取得した変化位置のマーキングの位置・高さを含め、施工管理記録と写真にて確認

# その他 3. 岩線計測データの取得方法

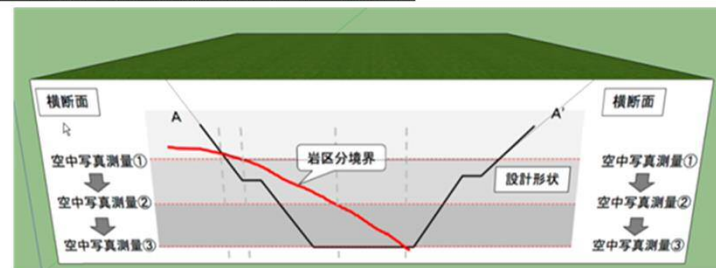
## 岩線計測データの取得方法 例1

### <取得方法の例1>

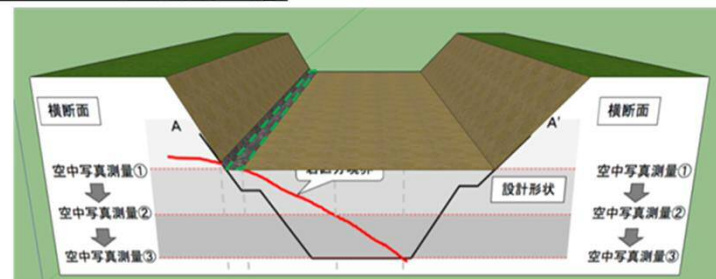
- ・ 水平に盤下げし、その都度、UAV・TLS等による測量にて土(岩)の分類の境界線を取得。
- ・ スライス状に得られた境界線データを角(エッジ面)にしてつなぎ合わせて土(岩)の分類の境界面データを取得



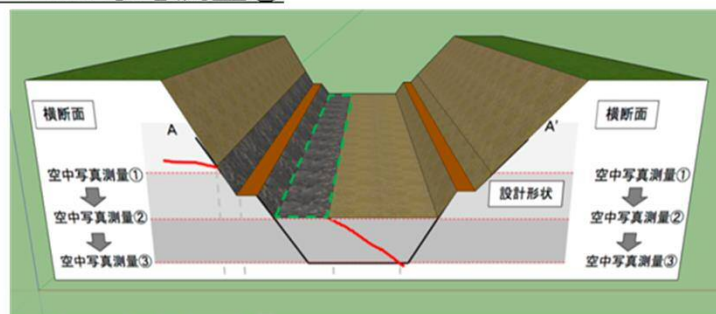
### ● UAV・LSによる測量・起工測量



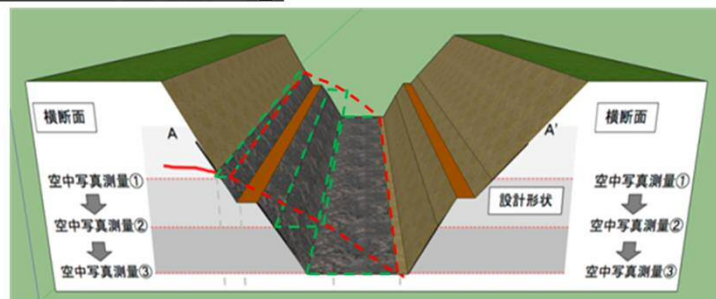
### ● UAV・LSによる測量①



### ● UAV・LSによる測量②



### ● UAV・LSによる測量③

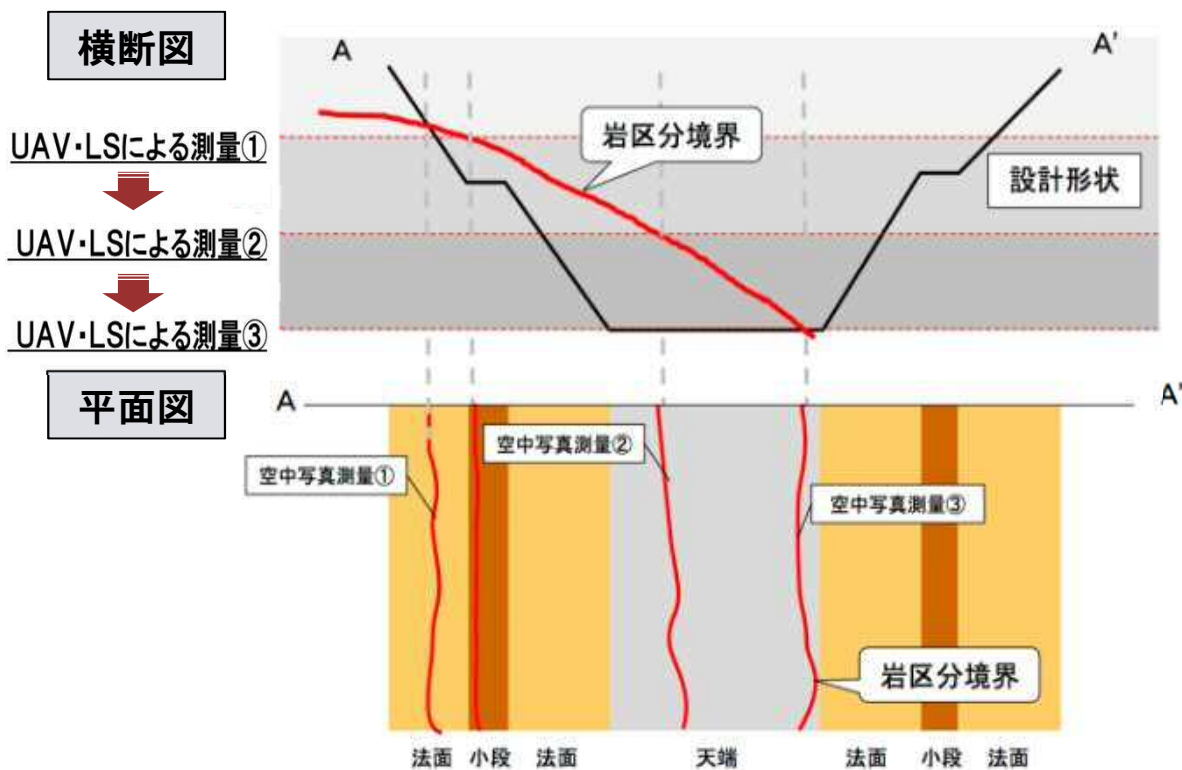




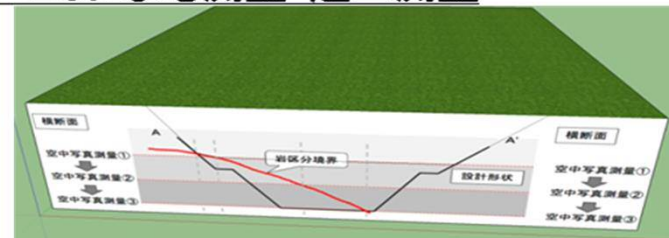
## 岩線計測データの取得方法 例2

### ＜取得方法の例2＞

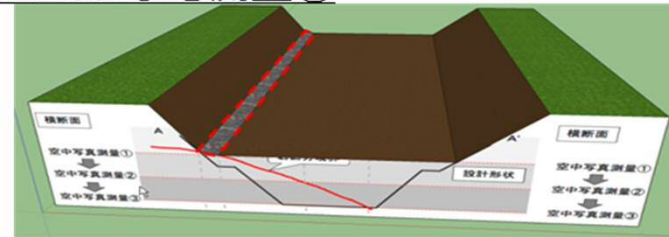
- ・ 盤下げして岩面を表出し、その都度、UAV・TLS等による測量にて土(岩)の分類の境界面データを取得。
- ・ 岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを取得。



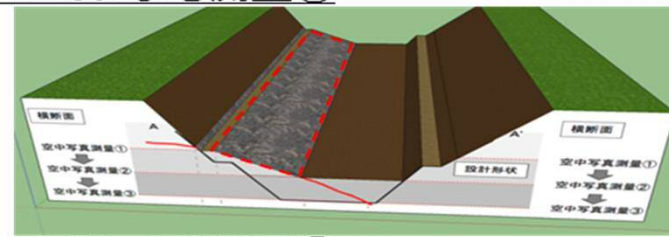
### ● UAV・LSによる測量・起工測量



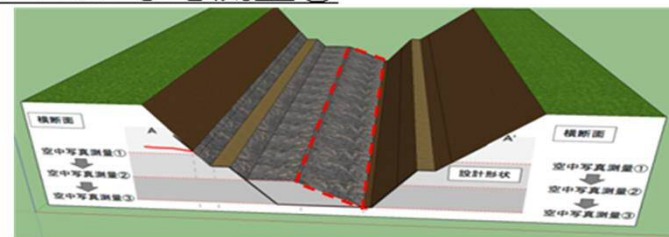
### ● UAV・LSによる測量①



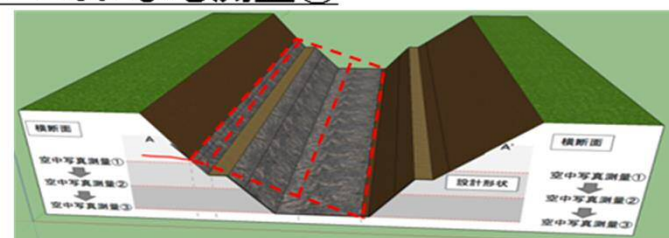
### ● UAV・LSによる測量②



### ● UAV・LSによる測量③



### ● UAV・LSによる測量④

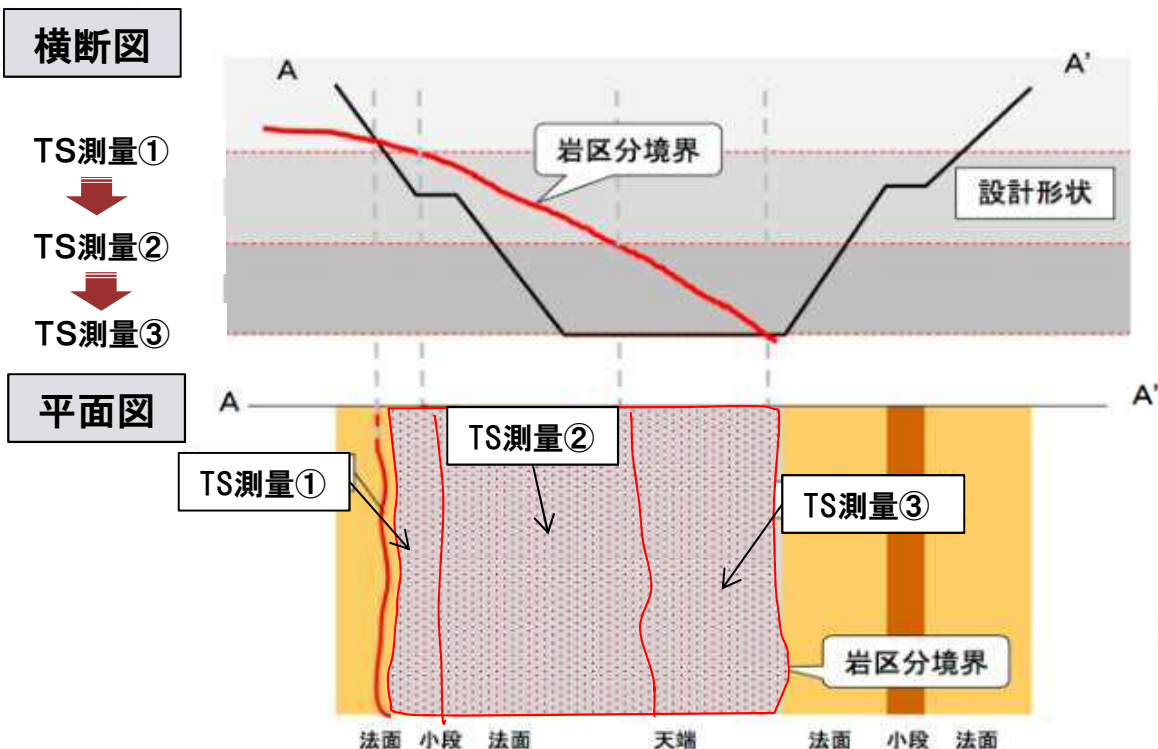


# その他 3. 岩線計測データの取得方法

## ■ 岩線計測データの取得方法 例3

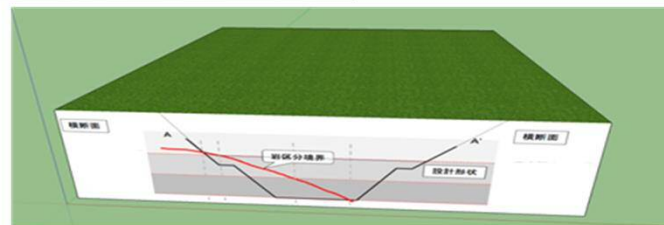
### <取得方法の例3>

- ・ 盤下げて岩面を表出し、その都度TS測量にて土(岩)の分類の境界面データを取得。
- ・ 岩面データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを取得。

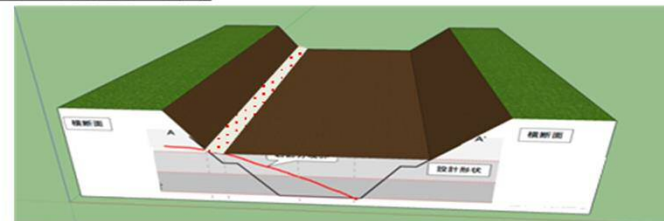


※ TS測量による場合は、UAV・TLS測量と同様に測定精度は10cm以内、計測密度は0.25m<sup>2</sup>(50cm×50cm)あたり1点以上。

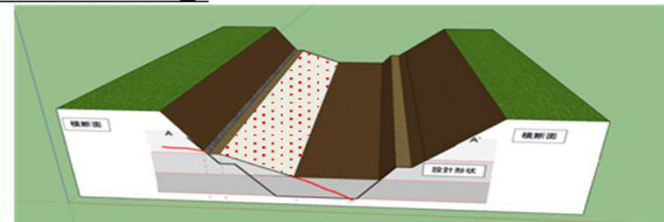
### ● TSによる測量・起工測量



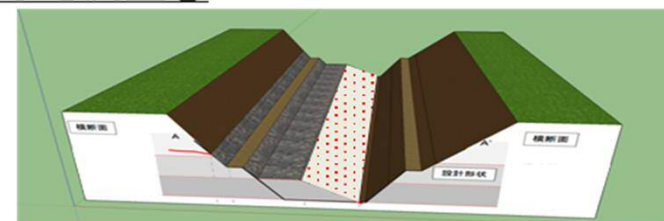
### ● TSによる測量①



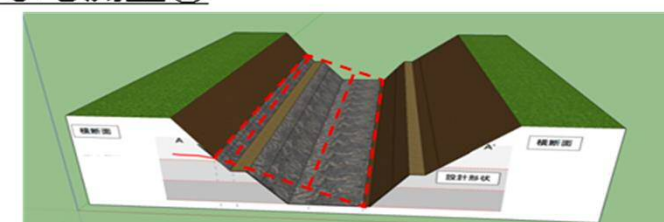
### ● TSによる測量②



### ● TSによる測量③



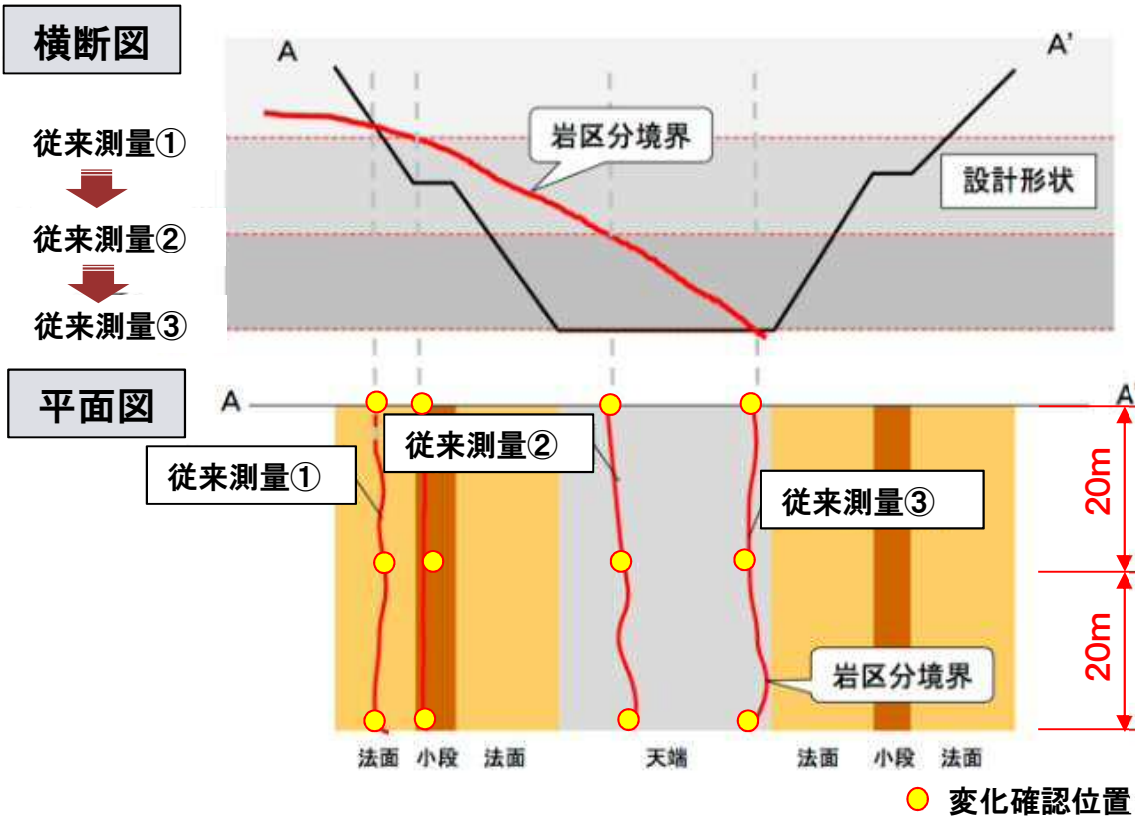
### ● TSによる測量④



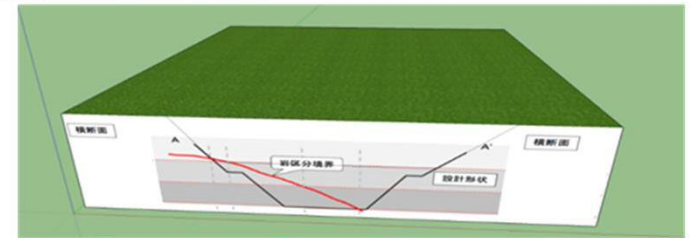
## 岩線計測データの取得方法 例4

### ＜取得方法の例4＞

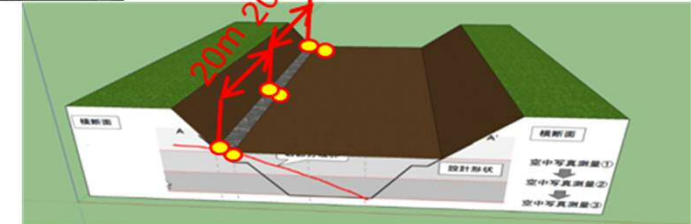
- ・ 盤下げして岩面を表出し、その都度従来の測量方法(TSまたはレベルとテープ)で横断方向の岩線データを取得。
- ・ 横断方向の岩線データをつなぎ合わせて一つの土(岩)の分類の境界面データを取得。



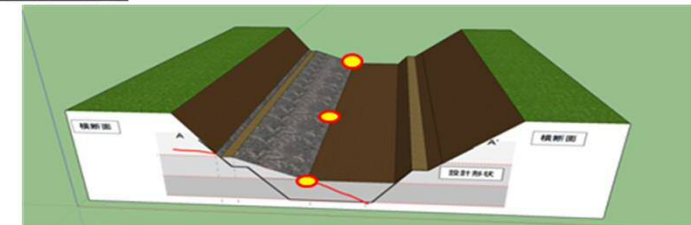
### ● 従来測量・起工測量



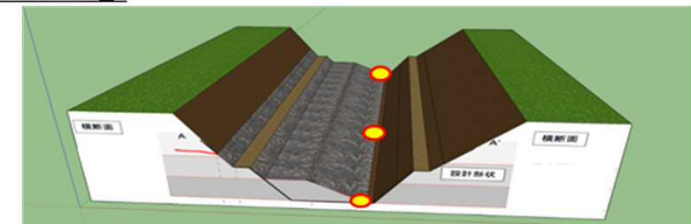
### ● 従来測量①



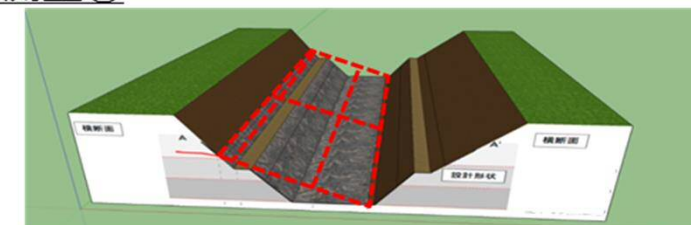
### ● 従来測量②



### ● 従来測量③



### ● 従来測量④





## ■ 部分払いにおける出来高数量の取り扱い

- 部分払い方式を選択した場合、簡便な数量算出方法としてUAVによる地形測量の利用が可能。
- 部分払いにおける出来高数量算出結果については、算出値の9割を上限に計上。

算出例： UAV計測で、**10,000m<sup>3</sup>**の出来高数量を確認

→ 10,000m<sup>3</sup> × **9割** = 9,000m<sup>3</sup>の出来高数量を計上

→ 9,000m<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**)

### <簡便な数量算出方法の精度確認>

検証点	天端上400m以内の間隔
測定精度	20cm以内
計測密度	1点以上/0.25m <sup>2</sup> (50cm×50cmメッシュ)
地上画素寸法	3cm/1画素以内