

3次元計測技術を用いた出来形管理の活用手引き（案）

第2編 土工編

令和4年12月 ※令和6年3月一部改訂
国土交通省関東地方整備局

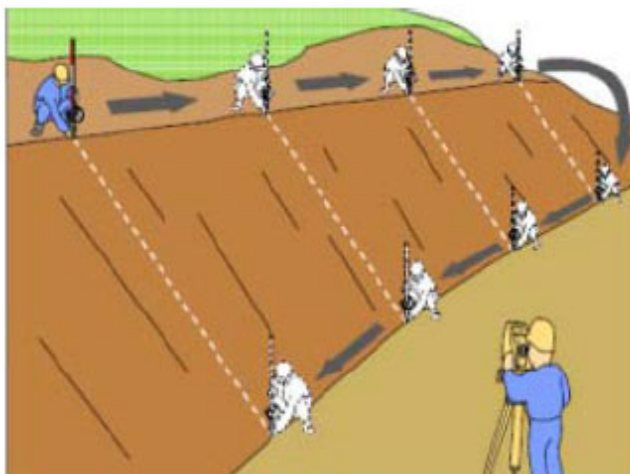
○出来形管理の变革イメージ

従来は、基準高・法長・幅を**検尺テープ等**により計測して出来形管理を実施していた。
⇒ICT活用工事により**3次元計測技術を用いた面管理**を実施することで、出来形管理の**省力化・省人化**を図る。

Before: 断面管理

検尺テープ等による出来形管理

- ・代表管理断面における高さ、幅、長さを検尺テープ等で計測。
- ・計測結果を用いて手動で帳票作成



After: 面管理

3次元計測技術による出来形管理※適用可能な計測技術は表2-5、6に記載

- ・出来形形状を3次元計測機器（TLS等）で取得した点群データから作成した面データと、3次元設計データとの差分で管理。
- ・ソフトウェアにより半自動で帳票作成。

地上型レーザースキャナー



実施効果

- ・従来の出来形管理手法では把握できなかった面的な出来形が管理可能
- ・施工中に出来形を管理でき、出来形の確認と修正のサイクルが迅速化
- ・施工現場の省力化（作業時間：約1/3倍※）
- ・面的な出来形管理に要する日数の短縮
- ・出来形管理帳票作成ソフトウェアによる出来形管理資料作成の短縮

※第15回ICT導入協議会資料（令和4年7月28日開催）を参照

○出来形管理基準及び規格値

3次元計測技術を用いた出来形管理では、採用する管理方法(断面管理もしくは面管理)に応じて測定項目や規格値が定められているため、注意が必要である。

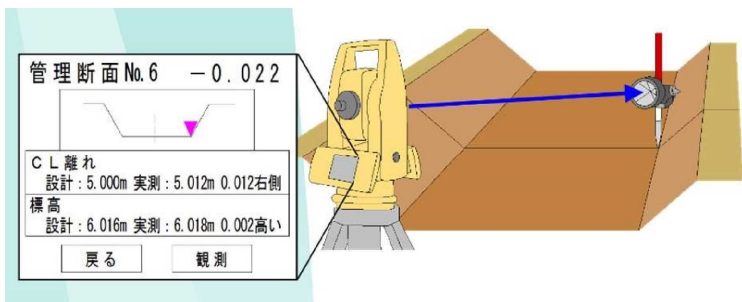
Before: 断面管理

※河川土工 盛土工の出来形管理基準及び規格値の例

表2-1 測定項目及び規格値

測定項目		規格値
基準高 ▽		-50mm
法長 l	$l < 5m$	-100mm
	$l \geq 5m$	法長-2%
幅 w_1, w_2		-100mm

表2-2 測定基準及び測定箇所

測定基準	● 施工延長40m(測点間隔25mの場合は50m)につき1箇所 ● 延長40m(又は50m)以下のものは1施工箇所につき2箇所 ● 基準高は各法肩で測定。 ただし、TS等光波方式またはRTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)の規定により測点による管理を行う場合は、設計図書の測点毎。基準高は掘削部の両端で測定
測定箇所	

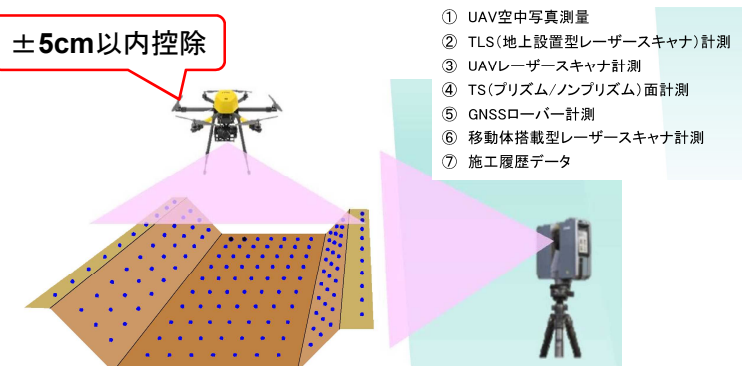
After: 面管理

※河川土工 盛土工の出来形管理基準及び規格値の例

表2-3 測定項目及び規格値

測定項目		規格値	
		平均値	個々の計算値
天端		-50mm	-150mm
法面	4割<勾配	-50mm	-170mm
	4割≥勾配(小段含む)	-60mm	-170mm

表2-4 測定基準及び測定箇所

測定基準	● 個々の計測値の規格値には計測精度として±50mmを含む ● 計測密度は1点/m²(平面投影面積当たり)以上 ● 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。
測定箇所	±5cm以内控除 

◆参考資料:標準的な出来形管理

ICT活用工事における出来形管理は、**標準的に面管理**を実施するものとするが、**施工現場の現場・環境条件により断面管理**を実施してもよい。

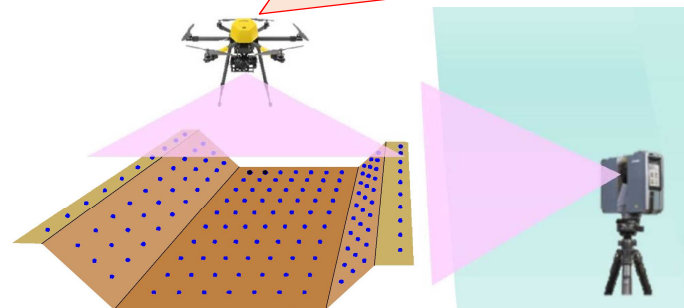
面管理(標準)

●適用条件:標準的な現場において実施

表2-5 計測技術の分類

多点計測
レーザースキャナー等
空中写真測量(UAV)等

3次元設計データと、3次元計測技術(レーザー、写真計測)を用いて一度に広範囲の計測を短時間で取得したデータを標高もしくは水平較差を面的に管理する。



断面管理を実施する場合

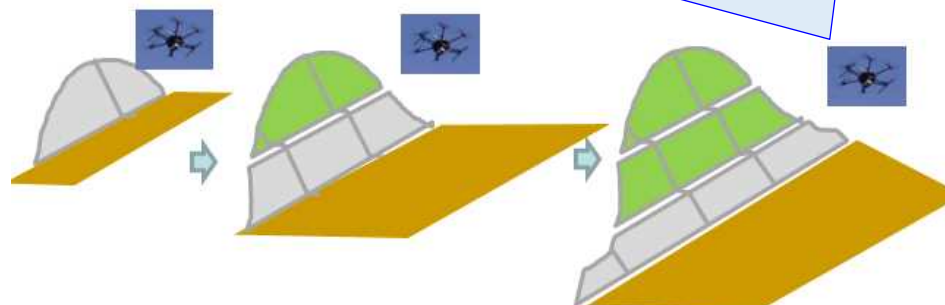
●適用条件:以下の現場・環境条件※に該当する場合に実施

- 出来形管理のタイミングが複数回にわたることにより一度の計測面積が限定される等、面管理が非効率になる場合
(例:多断面切土、築堤護岸等)
- 降雪・積雪によって面管理が実施できない場合

表2-6 計測技術の分類

単点計測
TS等光波方式
RTK・GNSS

斜面を切り下げながら、法面処理を行う場合、掘削後すぐに法枠、植生等の施工に入ることから、1段ごとに面管理を行わざるを得なくなる。→ 非効率なため断面管理を実施



○出来形管理方法：面管理における出来形管理

面管理は、面データを規定されたメッシュサイズに変換し、出来形評価用の面データと3次元設計データから作成したポイント同士により標高較差又は水平較差を算出して規格値との比較・判定を行う。

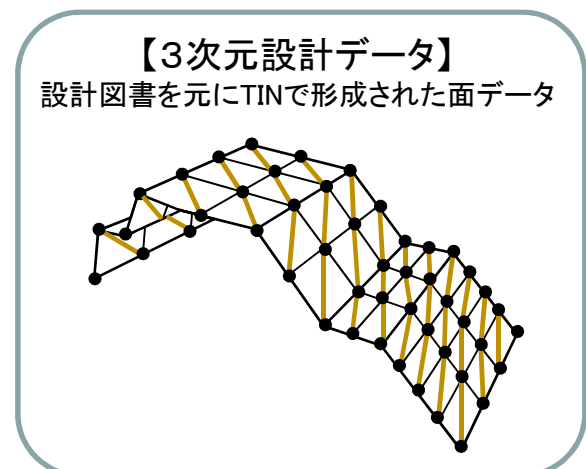
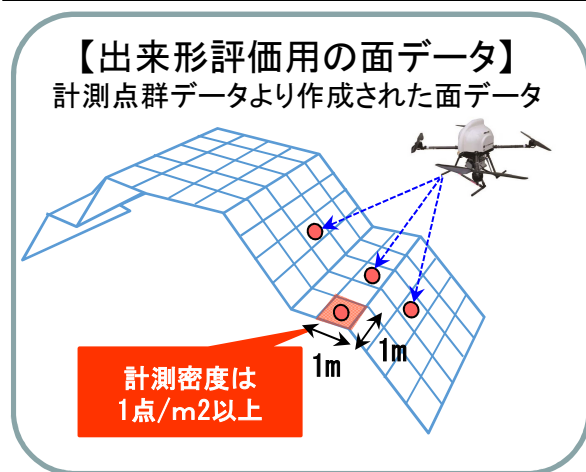


図2-1 必要となる面データのイメージ図

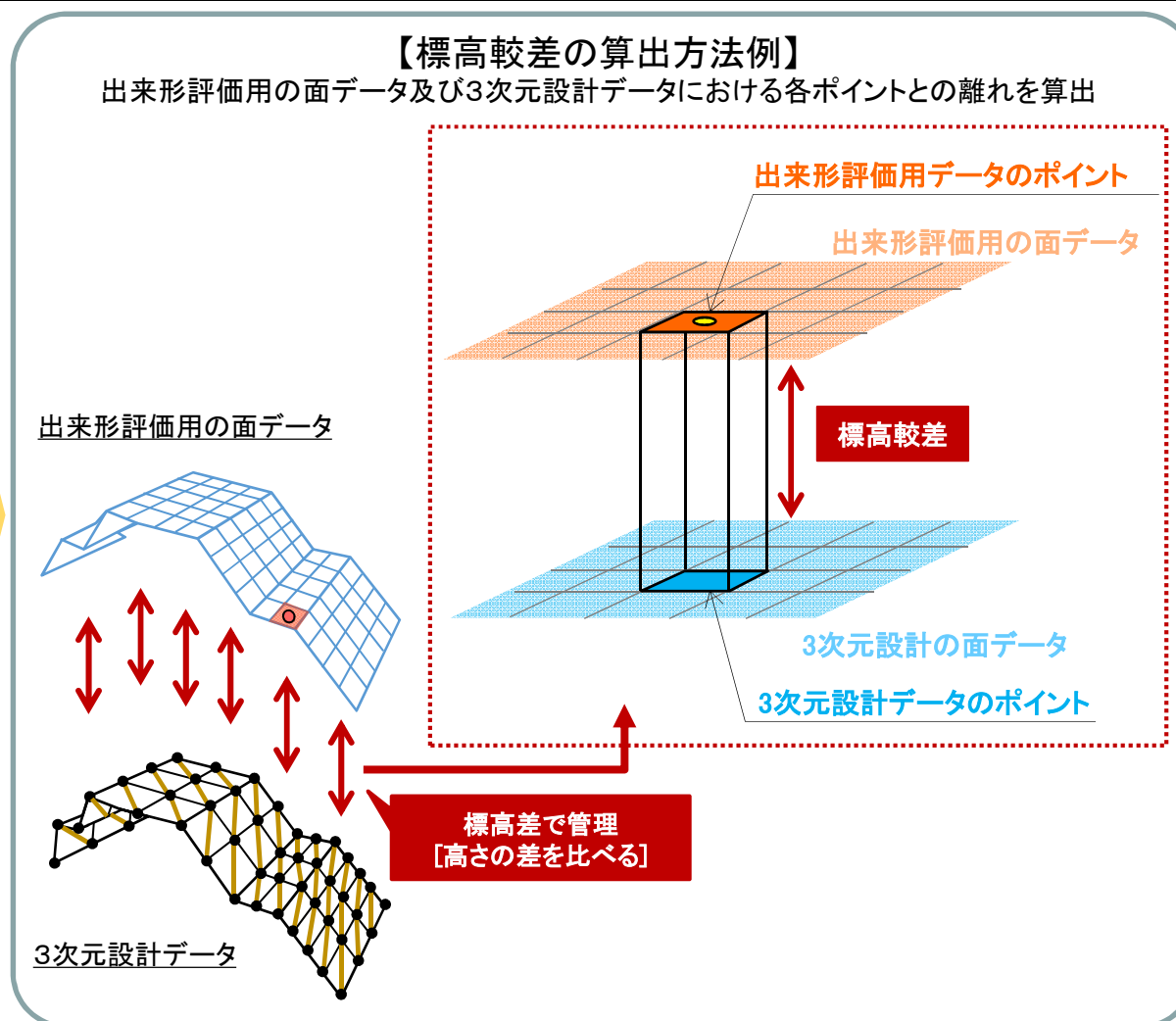


図2-2 標高較差・水平較差算出のイメージ図

2. 土工編

○出来形管理資料作成: 面管理における出来形管理

- ・作成した出来形管理図表により、個々の測定項目(平均値、最大値(差)、最小値(差)、データ数、評価面積、棄却点数)が規格値を満足しているか確認する。
- ・全ての測定項目が規格値を満足していた場合、出来形として合格となる。

【合格例】 個々の測定値が全て規格値内を満足している。				出来形可否判定総括表		道路土工 路体盛土工の例	
土工		道路土工		測点	N	測点	N
種別		路体盛土工		合否判定結果			
測定項目		規格値		判定	測点	【出来形分布図: ヒートマップ】	
天端 標高較差	平均値	-11 mm	±50 mm			【不合格例】 個々の測定値に対して規格値を満足していない項目がある。 +100 +80 +50 +20 ±0 -20 -50 -80 -100	
	最大値(差)	42 mm	150 mm				
	最小値(差)	-62 mm	-150 mm				
	データ数	1000 点	1点/㎡以上 (1000点以上)				
	評価面積	1000 m ²					
	棄却点数	0 点	0.3%以下 (3点以下)				
天端 標高較差	平均値	-60 mm	±50 mm	規格値外		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%の範囲で出来形評価用データのポイントごとに結果を示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示する。 +100 +80 +50 +20 ±0 -20 -50 -80 -100	
	最大値(差)	42 mm	150 mm				
	最小値(差)	-62 mm	-150 mm				
	データ数	1000 点	1点/㎡以上 (1000点以上)				
	評価面積	1000 m ²					
	棄却点数	6 点	0.3%以下 (3点以下)	規格値外			

【確認項目(不合格例)】

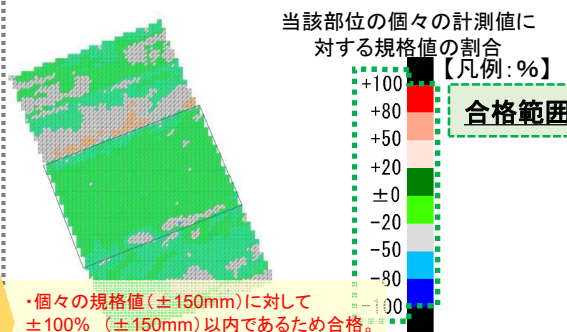
- 平均値: 取得データ数(今回の場合は1,000点取得)の平均値であり、規格値(±50mm)以下になっていかを確認
⇒今回の場合 規格値外(測定値-60mm)となっているため、不合格となる。
- 最大値(差): 取得データ数(今回の場合は1,000点取得)の最大値であり、規格値(+150mm)以下になっているかを確認
⇒今回の場合、規格値外(測定値+42mm)となっているため、合格
- 最小値(差): 取得データ数(今回の場合は1,000点取得)の最小値であり、規格値(-150mm)以下になっているかを確認
⇒今回の場合、規格値内(測定値-62mm)となっているため、合格
- データ数: 判定に必要なデータ数であり、規格値(1,000点以上)のデータ数がとれているかを確認※
⇒今回の場合、規格値(1,000点以上)のデータ数となっているため、合格
※2点当たり1点以上のデータが必要であり、評価面積(施工面積)が1,000m²のため、1,000点以上のデータが必要
- 評価面積: 判定評価に必要な面積=施工面積
- 棄却点数: 異常値等除外してもよいデータ数であり、規格値(0.3%以下(3点以下))になっているかを確認
⇒今回の場合、規格値外(棄却点数6点)となっているため、不合格となる。

- ・左記6項目全てを確認。全て規格値を満足していることを確認。
- ・一つでも規格値外の項目があると不合格となる。

【出来形管理分布図の合否判定方法】

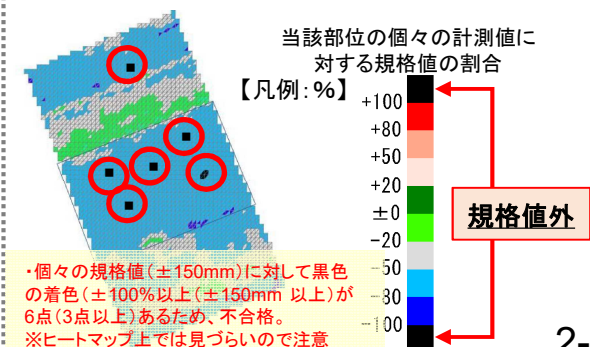
合格の判定条件

- 規定値±100%以下: 下図凡例の赤～青色範囲
- データ数1点/㎡以上
- 棄却点数0.3%以下



不合格の判定条件: 規格値外

- 規定値±100%超過: 下図凡例の黒色範囲
- データ数1点/㎡未満
- 棄却点数0.3%超過

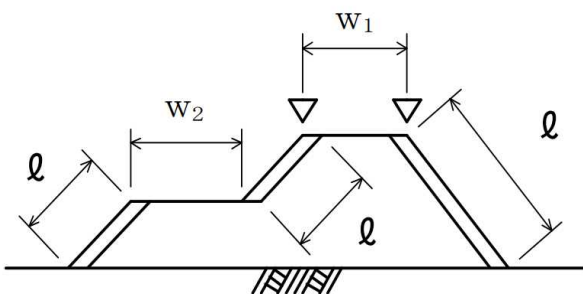


○出来形管理方法と出来形管理資料作成：断面管理における出来形管理

- ・断面管理では測定項目毎(基準高、法長、幅)に計測し規格値を満足しているかを確認する。
- ・全ての測定項目が規格値を満足していた場合、出来形として合格となる。

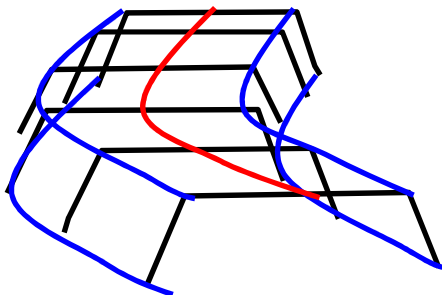
【出来形計測データ】

各断面における計測対象点の3次元座標を取得



【3次元設計データ※】

設計図書を元に作成された3次元の設計データ



※単点計測時にTSに読みこむ3次元設計データは、基本設計データとも呼ぶ。

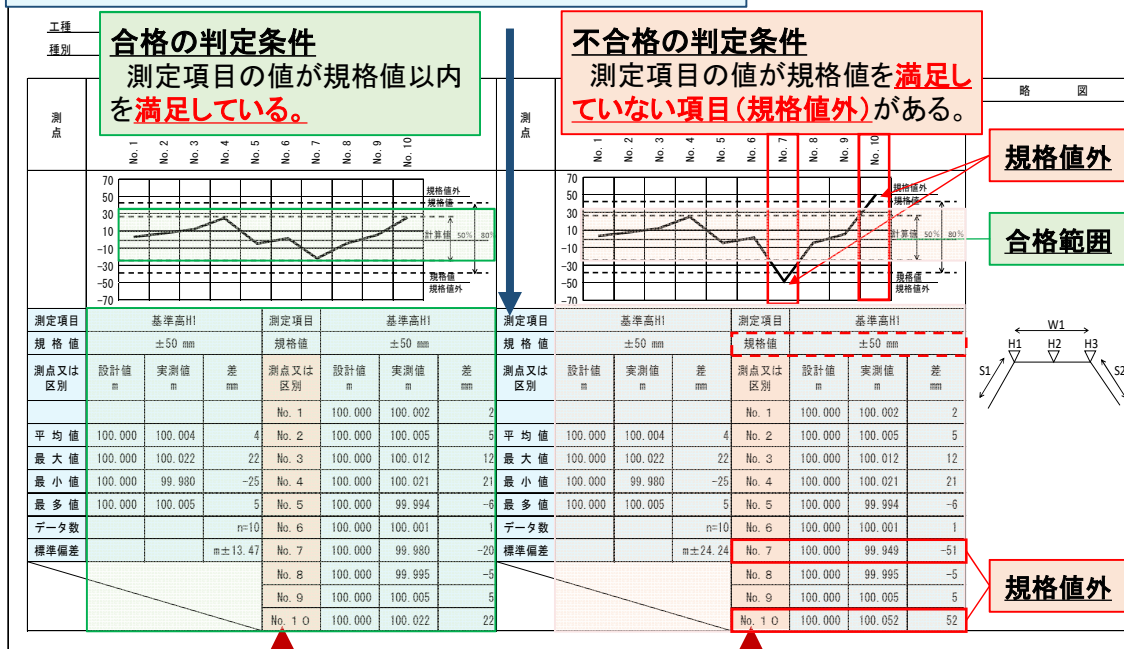
図2-3 必要となる段面データのイメージ図

【断面管理における出来形管理・出来形管理資料の作成】

出来形計測データ及び3次元設計データより、各規格値との比較・判定を行い、「出来形帳票作成ソフトウェア」等を用いて出来形管理資料を作成する。

【測定項目】

基準高H・法長S・幅Wの規格値に対して比較・判定を行う。



【測定基準】

「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)土工編 計測技術(断面管理の場合)」の規定により測点による管理を行う場合は、設計図書の測点毎で比較・判定を行う。

図2-4 出来形管理表(路体盛土工作成例)

2. 土工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー（1）



2. 土工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー (2)

○発注者（監督職員及び検査職員）と施工業者の実施内容一覧表

実施フロー	段階	発注者	行為	受注者	実施内容
①施工計画書作成	着手時	監督職員	受理 ←	施工業者	①施工計画書を受理 ②記載事項の確認
	検査時	検査職員	確認 →	施工業者	3次元計測技術を用いた出来形管理に係わる施工計画書の記載内容
②工事基準点設置	着手時	監督職員	指示 →	施工業者	基準点の指示
	着手時	監督職員	報告 ←	施工業者	工事基準点等の設置状況の把握
	検査時	検査職員	確認 →	施工業者	3次元計測技術を用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等
③工事測量（起工測量）	着手時	監督職員	受理 ←	施工業者	精度確認試験結果報告書の把握
	検査時	検査職員	確認 →	施工業者	精度確認試験結果報告書の確認
④3次元設計データ作成	着手時	監督職員	指示 →	施工業者	設計図書の3次元化の指示
	着手時	監督職員	受理 ←	施工業者	3次元設計データチェックシートの確認
	検査時	検査職員	確認 →	施工業者	①設計図書の3次元化に関わる確認 ②3次元設計データチェックシートの確認
⑤出来形管理資料作成	着手時	監督職員	受理 ←	施工業者	精度確認試験結果報告書の把握
	検査時	監督職員	受理 ←	施工業者	出来形管理資料（出来形管理図表）を用いた出来形管理状況の把握
	検査時	検査職員	確認 →	施工業者	①3次元計測技術を用いた出来形管理に関わる精度確認試験結果報告書の確認 ②3次元計測技術を用いた出来形管理に関わる出来形管理資料の確認
⑥電子成果品納品	検査時	検査職員	確認 →	施工業者	①品質管理および出来形管理写真の確認 ②電子成果品の確認 ③検査職員が任意に指定する箇所の出来形検査

2. 土工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー (3)

① 施工計画書作成

施工計画書に次の事項を記載。

1) 適用区域

3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲。

2) 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管理箇所。
- ・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。

3) 使用機器・ソフトウェア

3次元計測技術の計測性能、機器構成及び利用するソフトウェア。

4) 使用する3次元計測技術による計測に関わる事項

- ・上記の1)～3)以外に各3次元計測技術に別途定める事項。
- ・3次元計測技術によって内容が異なるため、各工種で定める各計測技術。



出来形管理の範囲は、3次元計測機器で計測する場合、広範囲を計測可能だが、実施に当たっては受発注者間で十分協議の上、実施する。

② 工事基準点設置

- ・出来形管理で利用する工事基準点を設置。
- ・出来形管理で利用する工事基準点の設置は、「国土交通省 公共測量作業規程」に基づいて実施し、測量成果、設置状況と配置箇所を提出する。



工事基準点等を含む測点を計測する際は、計測機器の設置箇所から目視可能な場合においても、計測機器が測点を認識できない場合があるため留意する。

段階	発注者	行為	受注者	実施内容
着手時	監督職員	指示 →	施工業者	基準点の指示
着手時	監督職員	報告 ←	施工業者	工事基準点等の設置状況の把握
検査時	検査職員	確認 →	施工業者	3次元計測技術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

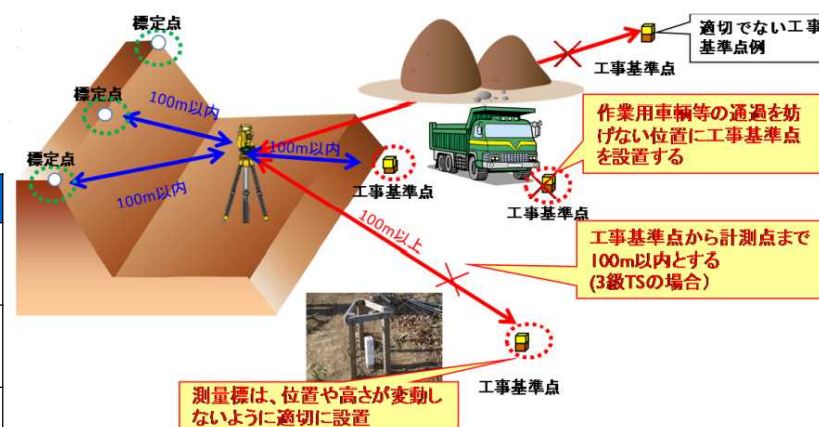


図2-5 適正な場所に工事基準点を設置

2. 土工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー（4）

※現況地形データが無い場合

③ 工事測量(起工測量)

1) 起工測量の実施

- ・着工前の現場形状を把握するための起工測量を実施。
- ・起工測量時の測定精度及び計測密度は、各計測技術で定める「計測性能及び精度管理」による。



工事測量(起工測量)を面的に実施すれば、後日PC上で細部形状等の確認したい箇所を閲覧・計測できる。

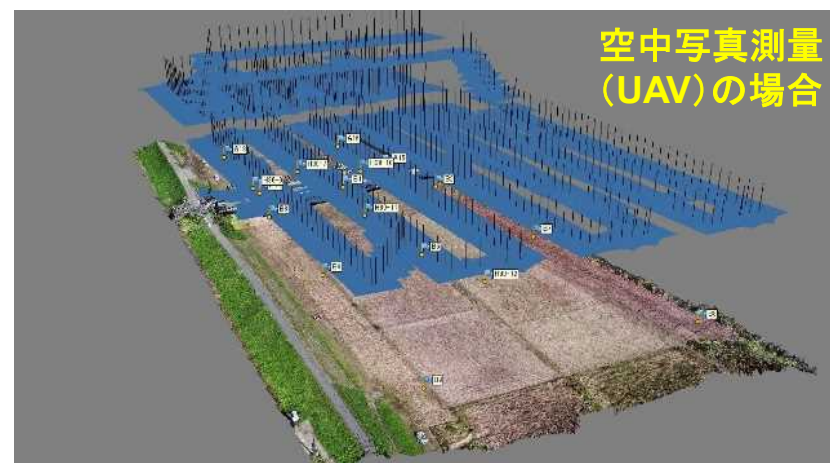


図2-6 起工測量実施例

2) 起工測量計測データの作成

3次元計測技術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。

段階	発注者	行為	受注者	実施内容
着手時	監督職員	受理 ←	施工業者	精度確認試験結果報告書の把握
検査時	検査職員	確認 →	施工業者	精度確認試験結果報告書の確認

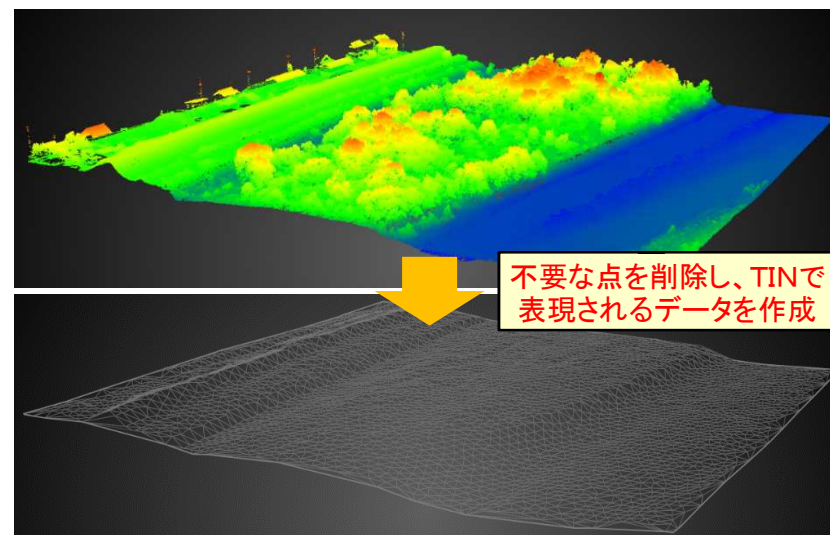


図2-7 起工測量計測データ作成事例

2. 土工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー (5)

※3次元設計データが無い場合

④ 3次元設計データ作成

出来形評価用データとの比較が可能な3次元設計データを設計図書を基に作成すると共に、3次元設計データチェックシートを作成。

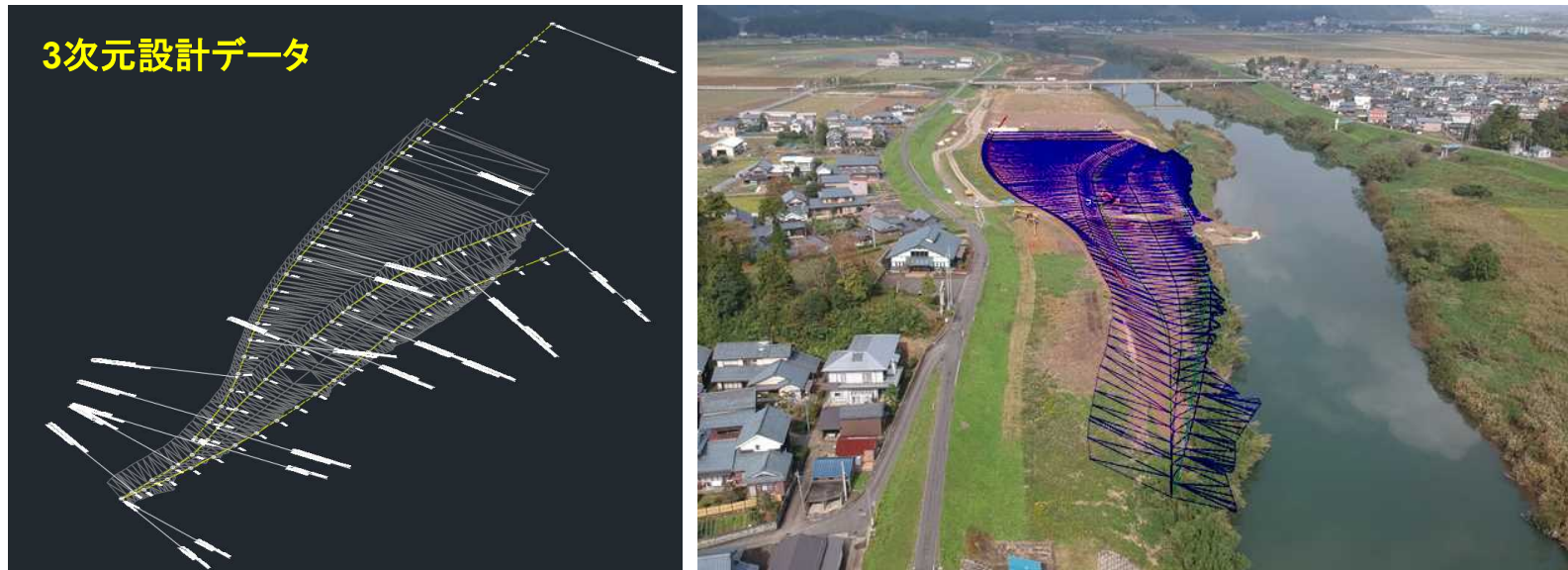


図2-8 設計図書から3次元設計データの作成事例

段階	発注者	行為	受注者	実施内容
着手時	監督職員	指示 →	施工業者	設計図書の3次元化の指示
着手時	監督職員	受理 ←	施工業者	3次元設計データチェックシートの確認
検査時	検査職員	確認 →	施工業者	①設計図書の3次元化に関わる確認 ②3次元設計データチェックシートの確認

2. 土工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー（6）

⑤ 出来形管理資料作成

1) 出来形計測の実施

出来形管理を実施するために、施工後に所定の測定精度及び計測密度を満足した出来形計測を実施。

2) 出来形評価用データ等の作成

3次元設計データと出来形評価用データを用いて、設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れを表した分布図を整理し、出来形管理帳票(図表)を作成。



3次元計測機器の活用した面管理における特徴を以下へ示す。

- ・計測後、その場でデータ確認が困難
- ・現道工事で規制時間の制限がある場合、規制解放後でも計測可能

道路土工 路体盛土工の例



図2-9 出来形管理帳票の作成(合格の場合の事例)

段階	発注者	行為	受注者	実施内容
着手時	監督職員	受理 ←	施工業者	精度確認試験結果報告書の把握
検査時	監督職員	受理 ←	施工業者	出来形管理資料(出来形管理図表)を用いた出来形管理状況の把握
検査時	検査職員	確認 →	施工業者	①3次元計測技術を用いた出来形管理に関わる精度確認試験結果報告書の確認 ②3次元計測技術を用いた出来形管理に関わる出来形管理資料の確認

⑥電子成果品納品(3次元データの納品)



出来形管理における書類作成等の事務作業が、
全て電子データとなるため生産性の向上へ寄
与できる。

本管理要領(案)に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。

- ①3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)又は、ビューアー付き3次元データ)
- ③3次元計測技術 による出来形評価用データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ④3次元計測技術 による出来形計測データ(LandXML等のオリジナルデータ(TIN))
- ⑤3次元計測技術 による計測点群データ(CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ⑥工事基準点及び標定点データ(CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)

電子成果品は、「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。
格納するファイル名は、3次元計測技術を用いた出来形管理資料が特定できるように記入。

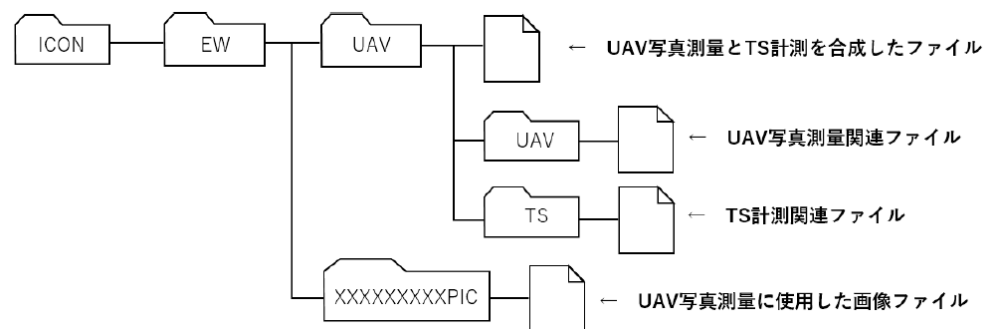


図2-10 空中写真測量(UAV)を主としTSにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

段階	発注者	行為	受注者	実施内容
検査時	検査職員	確認 →	施工業者	①品質管理および出来形管理写真の確認 ②電子成果品の確認 ③検査職員が任意に指定する箇所の出来形検査