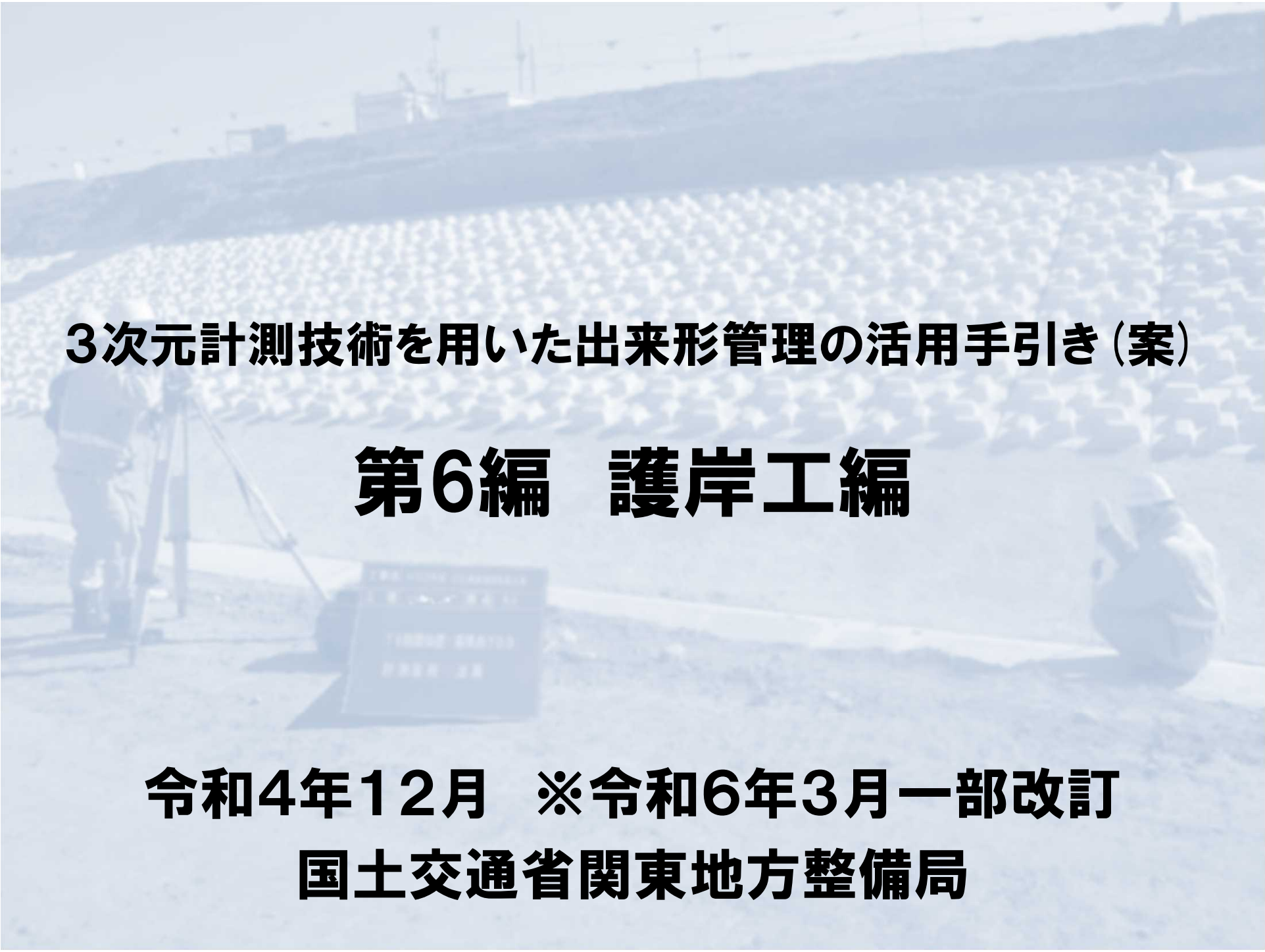




3次元計測技術を用いた出来形管理の活用手引き(案)

第6編 護岸工編

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

6. 護岸工編

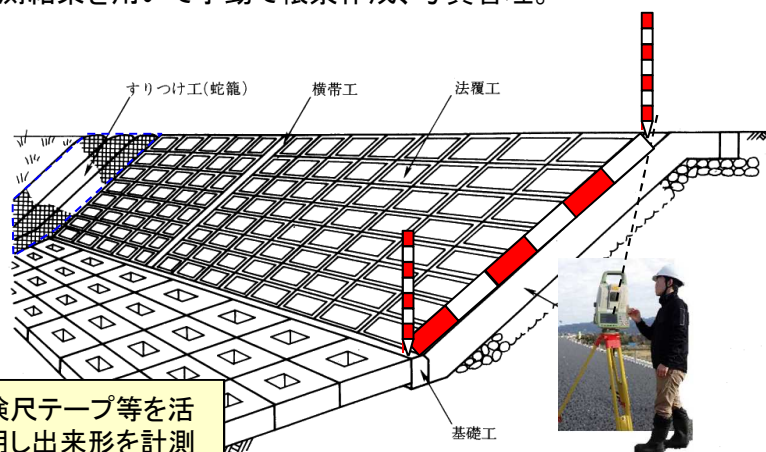
○出来形管理の変革イメージ

従来は、基準高・法長・幅・高さ・延長を**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**出来形計測**を実施することで、出来形管理の**省力化・省人化**を図る。

Before

検尺テープ等による出来形管理

- ・測定項目の寸法を検尺テープ等で計測。
- ・寸法の読み値で出来形を管理。
- ・計測結果を用いて手動で帳票作成、写真管理。



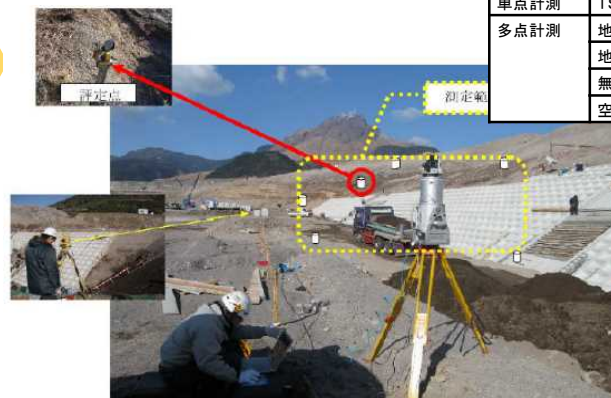
After

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6-1に記載

- ・3次元計測機器 (UAV等表6-1参照)を用いて出来形計測。
- ・取得した3次元データの差分を算出することで、出来形を管理。
- ・計測データをソフトに入れ込むことで、半自動で帳票作成。

表6-1 適用可能な3次元計測技術

計測内容	3次元計測技術 例
単点計測	TS等光波方式
多点計測	地上型レーザースキャナー
	地上移動体搭載型レーザースキャナー
	無人航空機搭載型レーザースキャナー
	空中写真測量 (UAV)



実施効果

- ・ 出来形計測時間の短縮
- ・ 出来形管理の写真撮影時に必要となる記載項目の削減(記載項目:約1/2)
- ・ 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
- ・ 作成した3次元モデルと出来形管理地点を重ね合わせることでにより複雑な構造を視覚的に把握可能

6. 護岸工編

○出来形管理基準及び規格値

3次元出来形計測の測定項目及び規格値は、2次元計測時と同様である。

3次元計測手法は、TS等光波方式を活用した**単点計測技術**、UAV・地上型レーザースキャナー等を活用した**多点計測技術**がある。3次元計測機器は、要求精度(表6-4参照)を満足するものを選定する。

Before

※コンクリートブロック工、緑化ブロック工、石積(張)工の例

1. 出来形管理基準及び規格値

表6-2 測定項目及び規格値

測定項目	規格値
基準高▽	±50mm
法長(ℓ<3m)	-50mm
法長(ℓ≥3m)	-100mm
厚さt1(ブロック積・張り)	-50
厚さt2(裏込)	-50
延長L	-200mm

3次元計測機器の場合、厚さは従来手法(検尺テープ)にて実施する。

表6-3 測定基準及び測定箇所

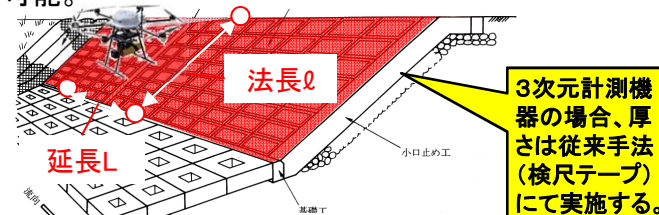
測定基準	● 施工延長40m(測点間隔25mの場合は50m)につき1箇所 ● 延長40m(又は50m)以下のものは1施工箇所につき2箇所 ● 厚さは上端部及び下端部の2箇所測定
測定箇所	

After

※コンクリートブロック工、緑化ブロック工、石積(張)工の例

1. 出来形管理基準及び規格値

- ・護岸工の測定項目及び規格値は**従来どおり**(表6-2参照)。
- ・護岸工の出来形計測は、「**単点計測**」と「**多点計測**」の、両方の計測技術が利用可能。



赤: 3次元計測にて出来形管理測

2. 要求精度

護岸工における単点計測および多点計測の計測時の要求精度は、表6-4を満足する必要がある。

表6-4 計測技術及び要求精度

計測技術	単点計測	多点計測
要求精度	【鉛直方向測定項目】 ・高さ・基準高⇒±10mm以内 【平面方向測定項目】 ・法長・延長・幅⇒±20mm以内	【鉛直・水平方向測定項目】 ・規格値-200mm(例: 延長)⇒±60mm以内 ・規格値-100mm(例: 法長ℓ≥3m)⇒±30mm以内 ・規格値±50mm(例: 基準高)⇒±15mm以内 ・規格値±30mm(例: 幅)⇒±10mm以内
計測密度	—	1点以上/0.0025m ² (0.05m×0.05mメッシュ)

参照元: 土木工事施工管理基準及び規格値(案) 令和4年3月 国土交通省 p. I -29,30

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案) 令和4年3月版 国土交通省 p.6-27、34、53

6. 護岸工編

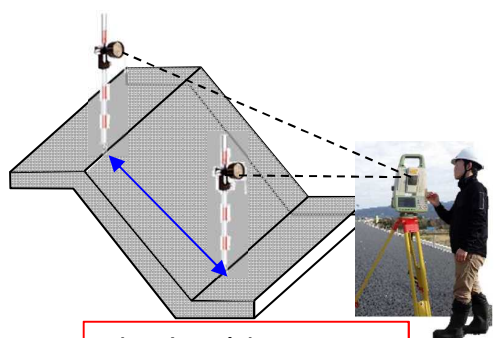
◆参考資料:3次元計測手法の選定

護岸工の出来形計測には、「**単点計測**」と「**多点計測**」の、両方の計測技術を利用可能。

- ・狭域範囲を計測:基準点の設置範囲が少なく、データ取得が短期間で実施可能 ⇒ **単点計測が有効**
- ・広域範囲を計測:広い範囲を短時間でデータの取得が実施可能 ⇒ **多点計測が有効**

表6-5 護岸工の出来形計測に用いる主な3次元計測技術(赤字:要領(案)で具体的な方法が示されている技術)

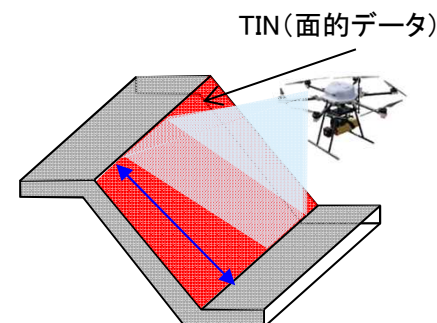
単点計測	多点計測
TS等光波方式 ※基準点を設け座標を取得し、ソフトウェア上で出来形を計測。	レーザースキャナー [地上型、無人航空機搭載型、地上移動体搭載型] ※面的に座標を取得し、ソフトウェア上でTINを作成し、ソフトウェア上で面の法長・高さ等の出来形を計測。
—	空中写真測量(UAV)



計測点の座標から、ソフトウェア上で法長を算出



図6-1 単点計測イメージ図(法長計測の場合)



取得した点群データをもとにソフトウェア上でTINデータを作成し、法長等を算出



図6-2 多点計測イメージ図

6. 護岸工編

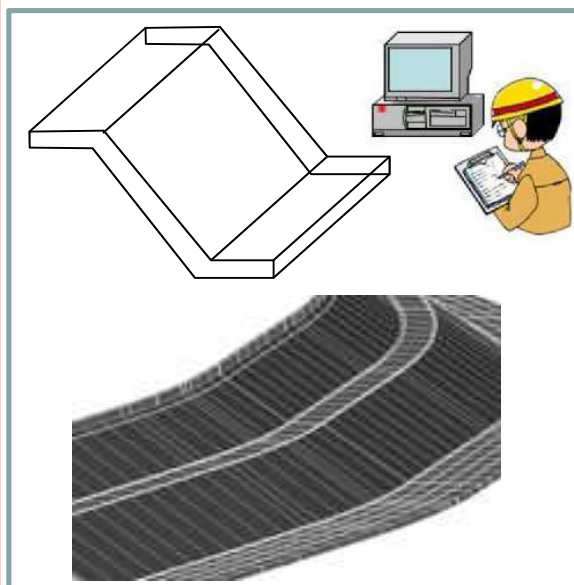
○出来形管理方法と出来形管理資料作成：単点計測技術を用いた出来形管理

単点計測の出来形管理は、**3次元設計データ**と3次元計測機器(TS等)で取得した**出来形計測データ**との差分を算出し、**規格値以内**か判定する。その結果を**出来形管理資料**として作成する。

※3次元設計データが無い場合

①3次元設計データ作成

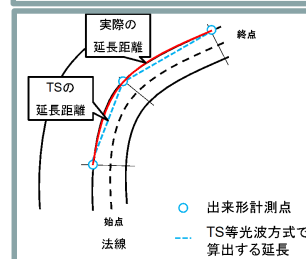
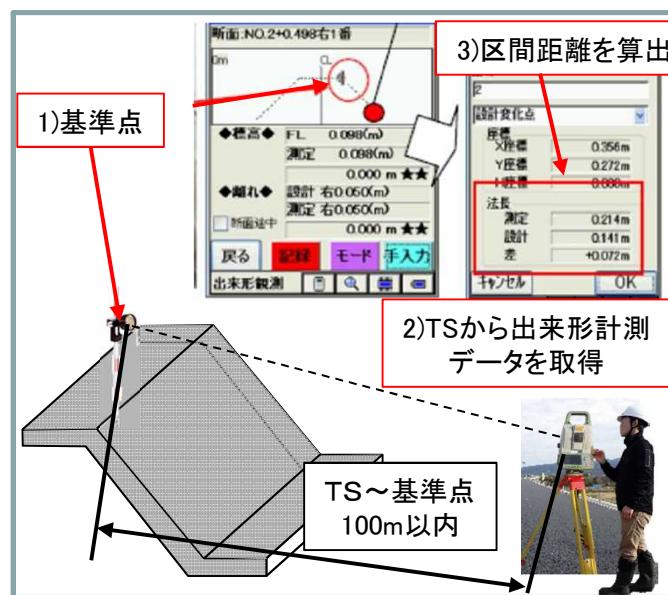
設計図書を基に、TSに取り込み可能な3次元設計データを作成。



②出来形計測

TS等を用いた、出来形計測により、出来形計測データを取得。

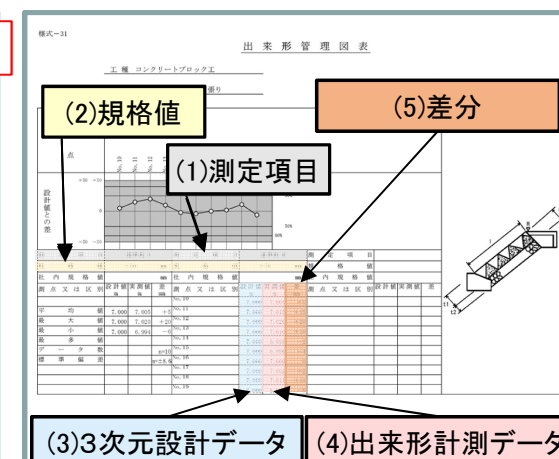
出来形は、基準点の区間距離を算出したものである。



【曲線延長計測の場合】
実際の距離と異なり、算出上支障がある場合には、従来手法で計測してもよい（左図参照）。

③出来形管理資料作成

3次元設計データと出来形計測データを基に出来形管理資料を作成。



【出来形計測(例)】

項目	内容
(1)測定項目	基準高
(2)規格値	±50mm
(3)3次元設計データ	7.000m
(4)出来形計測データ	7.010m
(5)差分	+10mm ※(4)-(3)
(6)評価	合格 ※(2)>(5)のため

6. 護岸工編

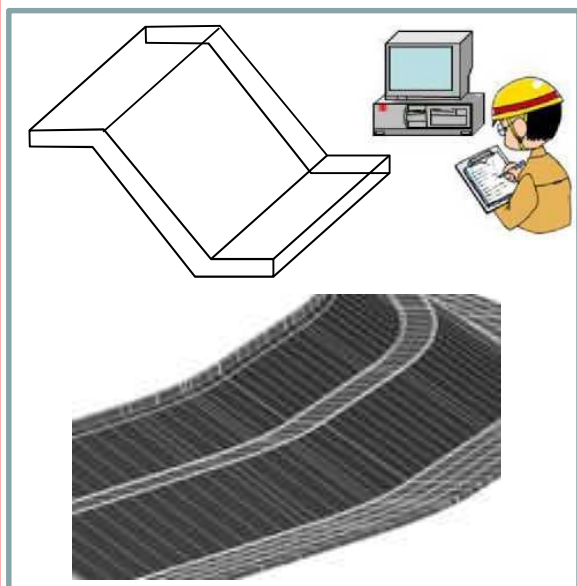
○出来形管理方法と出来形管理資料作成：多点計測技術を用いた出来形管理

多点計測の出来形管理は3次元計測技術より取得した点群データから所定の法長等を算出する。
3次元設計データとの差分を抽出する。その結果を**出来形管理資料**として作成する。

※ 3次元設計データが無い場合

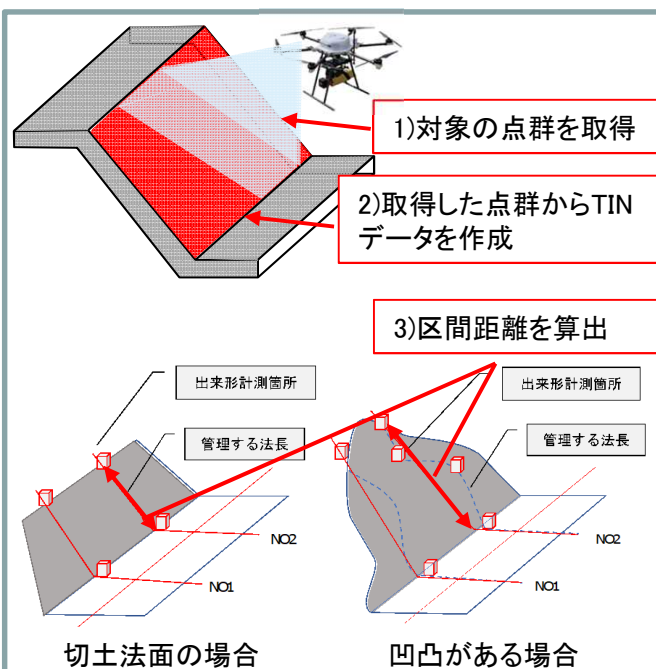
① 3次元設計データ作成

設計図書を基に、ソフトウェア上に取り込み可能な3次元設計データを作成



② 出来形計測

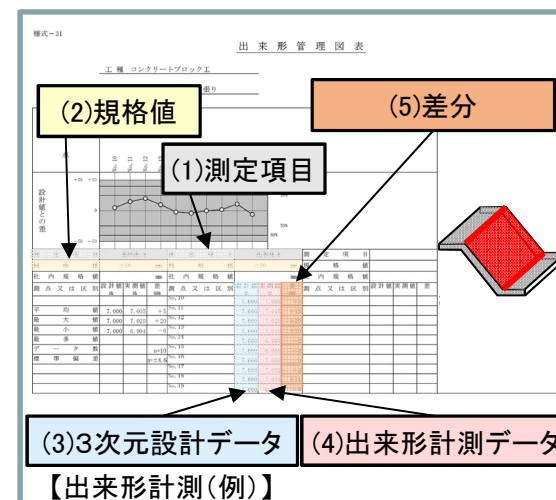
対象構造物の座標を面的に計測し、TINを作成。
出来形は、ソフトウェア上で出来形計測点の
区間距離を算出、及び3次元設計データとの差
分を抽出。



【所定の密度で計測が困難な場合(例 支障物あり)】
施工後の写真で補完することが可能。

③ 出来形管理資料作成

3次元設計データと出来形計測データを
基に出来形管理資料を作成。



項目	内容
(1)測定項目	法長(ℓ<3m)
(2)規格値	-50mm
(3)3次元設計データ	2.500m
(4)出来形計測データ	2.502m
(5)差分	-2mm ※(4)-(3)
(6)評価	合格 ※(2)<(5)のため

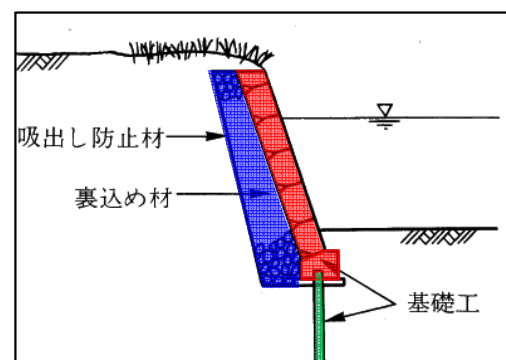
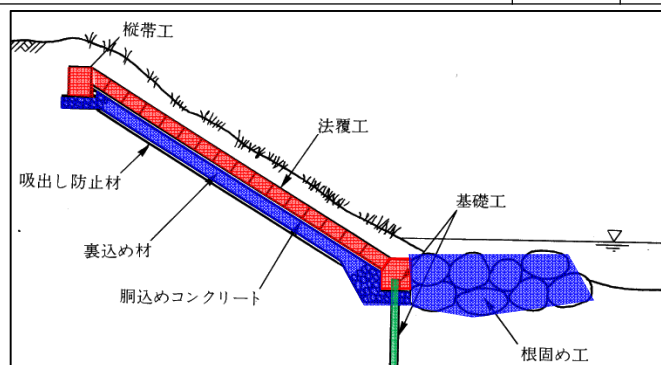
6. 護岸工編

◆参考資料:3次元出来形計測の対象工種

「3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案) 第6編 護岸工編」にて、適用されている工種は、表6-6に示す。裏込め材の厚さ等は、3次元計測機器の測定精度では、管理に支障をきたすため、監督職員と協議の上、従来の検尺テープ等による管理を行ってもよい。

表6-6 3次元出来形計測の対象工種

工種	対象とする測定項目					対象外の測定項目
	基準高	幅	高さ	法長	延長	
基礎工(護岸)(現場打)	○	○	○		○	
基礎工(護岸)(プレキャスト)	○				○	
コンクリートブロック工(コンクリートブロック積・張)	○			○	○	厚さ(ブロック積・張、裏込)
コンクリートブロック工(連節ブロック張)	○			○	○	
コンクリートブロック工(天端保護ブロック)	○	○			○	
緑化ブロック	○			○	○	厚さ(ブロック積、裏込)
石積(張)	○			○	○	厚さ(石積・張、裏込)
護岸付属物工(横帯工、小口止、縦帯工、巻止工等)		○	○			
海岸コンクリートブロック工	○			○	○	厚さ
コンクリート被覆工	○			○	○	厚さ、裏込め材厚



- 3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案) 第6編 護岸工編に記載 例:凹凸ブロックの場合従来と同様に平になる箇所を計測する。
- 従来手法での出来形管理を実施。例:裏込、根固めブロック、多自然護岸工(かごマット)、羽口工(じゃかご)
- 他の3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案) に記載 例:土工、基礎工(矢板)

6. 護岸工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー（1）

国土交通省
関東地方整備局



6. 護岸工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー (2) 国土交通省 関東地方整備局

○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
③3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
④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
⑤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

6. 護岸工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー (3) 国土交通省 関東地方整備局

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

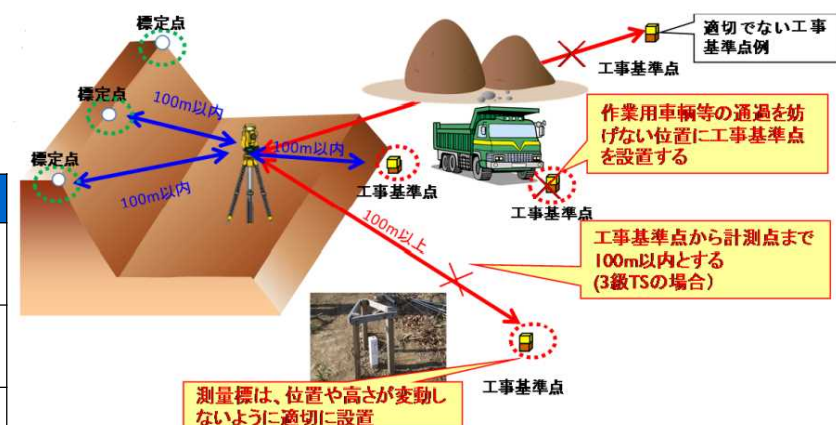


図6-3 適正な場所に工事基準点を設置

6. 護岸工編:3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー(4)

国土交通省
関東地方整備局

※3次元設計データが無い場合

③ 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。

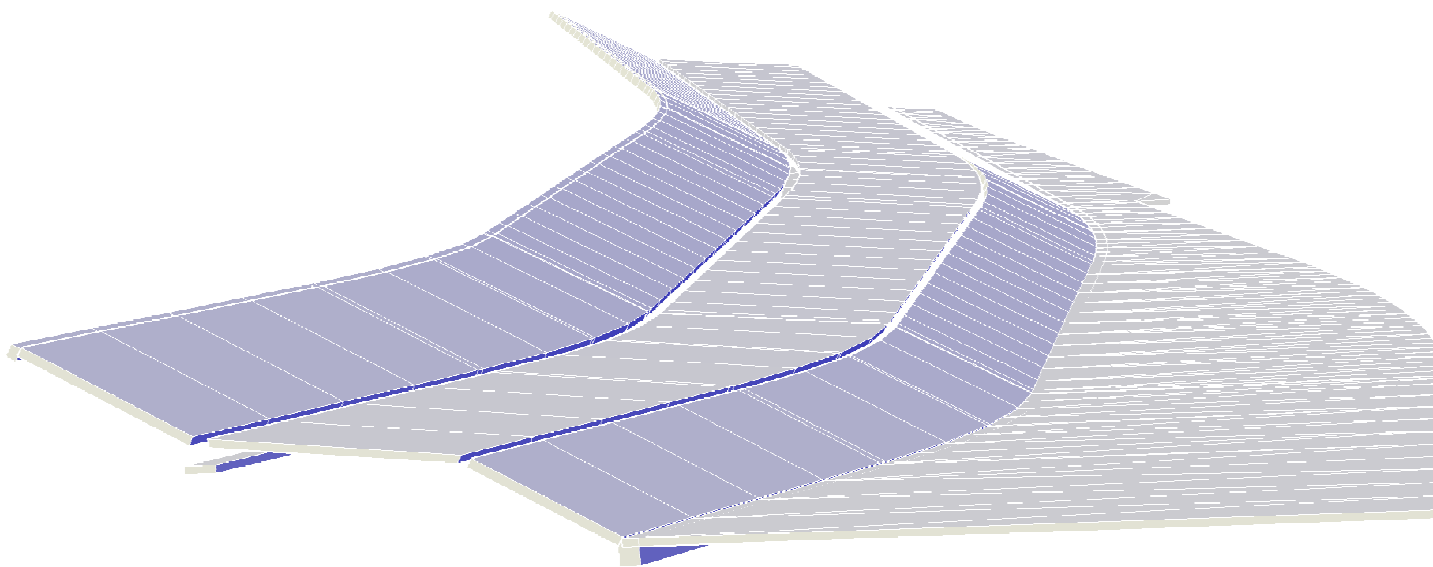


図6-4 3次元設計データの作成事例

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

6. 護岸工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー (5) 国土交通省 関東地方整備局

④ 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計測データを用いて、設計図書に義務付けられた出来形管理資料を作成。

【測定基準】

3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)護岸工編 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。



3次元計測機器の活用における留意点は、計測後にその場でデータ確認が困難

コンクリートブロック工
コンクリートブロック張りの例

出来形管理図表

工種 コンクリートブロック工

種別 コンクリートブロック張り

測定者 印

【測定項目】

基準高H・法長L・厚さ(ブロック積張)t1・厚さ(裏込)t2・延長Lの規格値に対して比較・判定を行う。



図6-5 出来形管理帳票(コンクリートブロック工作成例)

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. 護岸工編：3次元計測技術を用いた出来形管理の実施フロー (6) 国土交通省 関東地方整備局

⑤ 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。

- ① 3次元設計データ(LandXML又はTS-XML、オリジナルフォーマット等)
- 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)
- ③ 3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)
- ④ 3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)
- ⑤ 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。

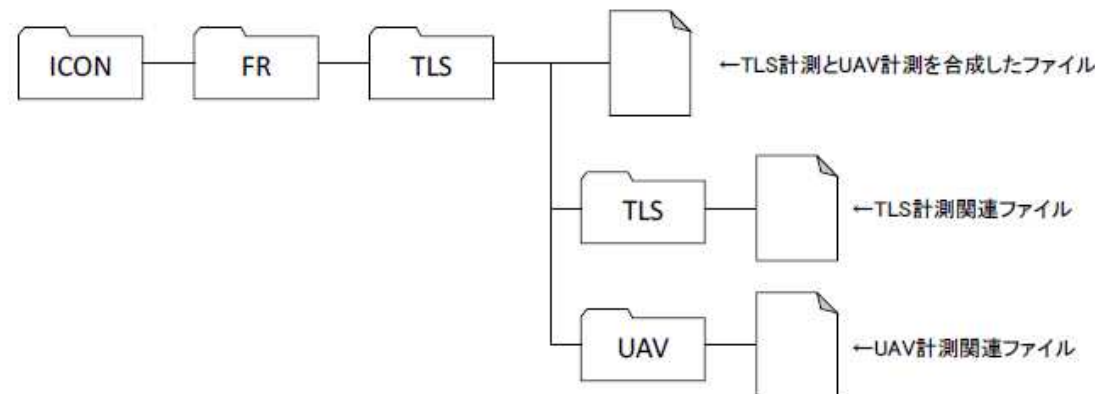


図6-6 フォルダ構成例

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