

3次元計測技術を用いた出来形計測要領
(案)

令和2年3月

国土交通省

目 次

第1章 総則	1
1-1 目的	1
1-2 適用の範囲	2
1-3 施工計画書	6
1-4 監督職員による監督の実施項目	8
1-5 検査職員による検査の実施項目	9
第2章 3次元計測技術による計測方法	10
2-1 機器構成	10
2-2 3次元計測技術本体の計測性能および精度管理	12
2-3 3次元設計データ作成ソフトウェア	13
2-4 出来形座標確認ソフトウェア	15
2-5 工事基準点の設置	16
第3章 3次元計測技術による起工測量	17
3-1 起工測量	17
第4章 3次元計測技術による出来形管理	18
4-1 3次元設計データの作成	18
4-2 3次元設計データの確認	19
4-3 3次元計測技術による出来形計測	21
4-4 出来形計測箇所	22
第5章 出来形管理資料の作成	23
5-1 出来形管理資料の作成	23
5-2 数量算出	24
5-3 電子成果品の作成規定	25
第6章 管理基準及び規格値等	27
6-1 出来形管理基準及び規格値	27
6-2 品質管理及び写真管理基準(案)	28

巻末資料

資料1 法枠工における出来形算出ガイド 29

資料2 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド 31

第1章 総則

1-1 目的

本要領は、3次元計測技術を用いて計測した3次元座標値から、出来形管理における測定項目の計測値を算出する方法について、効率的かつ正確に実施されるために、以下の事項について明確化することを主な目的として策定したものである。

- 1) 適用範囲
- 2) 適用技術の取扱い方法
- 3) 計測方法と出来形計測結果の計算方法

【解説】

工事の出来形管理は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の出来形管理基準に定められた工種毎の測定項目、測定基準、測定箇所により実測するものとされている。本要領においては、従来の出来形計測に用いられている水糸、巻尺、レベル等による測定方法に換える計測器具として、所定の性能を有する3次元計測技術を用いることとする。

本要領は、ICT活用工事において、既存の出来形管理基準が適応しない工種において、3次元計測技術を用いて計測した3次元座標値から測定項目（幅、法長、延長）の計測値を算出する方法について、出来形計測及び出来形管理・出来高算出が効率的かつ正確に実施されるために、適用範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

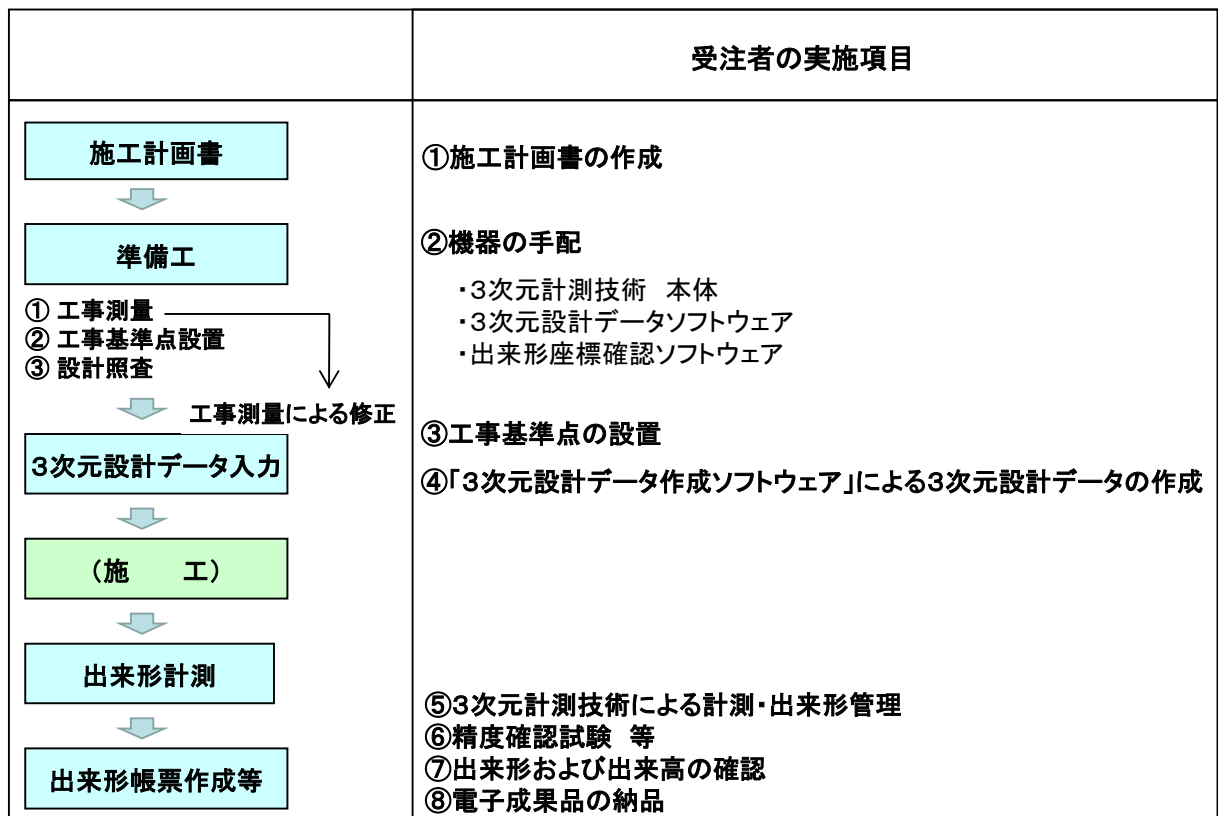


図 1-1 出来形管理の主な手順

1-2 適用の範囲

本要領は、所定の性能を有する3次元計測技術を用いて計測した3次元座標データから「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」で定める出来形の測定項目の実測値を算出する出来形計測作業に適用する。

【解説】

1) 適用工種

本要領は、ICT活用工事の出来形管理基準がない工種において、3次元計測技術を用いた出来形管理を実施するものである。監督職員と協議の上実施してよい。適用工種の例として表1-1にしめす。

表1-1 適用工種(例)

編	章	節	工種	対象とする出来形測定項目	対象外の出来形測定項目
共通編	一般施工	法面工	植生工、吹付工 (コンクリート) (モルタル)	法長 延長	厚さ
			法枠工 (現場打法枠工) (現場吹付法枠工)	法長、幅、 高さ、延長 枠中心間隔	
道路編	トンネル (NATM)	覆工	覆工コンクリート工	基準高、幅、 高さ、延長	厚さ

2) 適用する作業の範囲

本要領を適用する出来形管理の作業の範囲は、図1-1の実線部分(施工計画、準備工の一部、出来形計測、出来高算出、完成検査準備及び完成検査)である。3次元計測技術を用いることで計測作業の効率化が期待できるほか、急傾斜地への立ち入りを抑制し計測作業の安全性向上も期待できる。

これらの用途以外への利用を妨げるものではないが、従来方法の方が効率的な場合もあるため、現場状況に応じて適切に選択されたい。

なお、当該項目において、関連施工にて実施される下記の項目については、関連施工での実施をもって代替することができる。

- ◇ 工事基準点の設置
- ◇ 3次元設計データの作成
- ◇ 3次元設計データチェックシートの作成

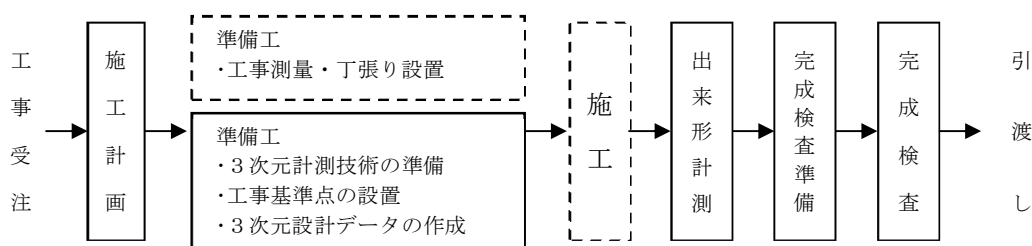


図1-2 本要領の対象となる業務の範囲

3) 計測技術

I C T活用工事において出来形計測等に用いられる主な3次元計測技術を、用いられている基本的な計測技術と計測方法で分類すると表1-2のようになる。

表1-2 3次元計測技術の分類

	単点計測	多点計測
光波測距技術を用いるもの	TS、ノンプリズム方式TS	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]
衛星測位技術を用いるもの	RTK-GNSS	
写真測量技術を用いるもの		空中写真測量(無人航空機)、ステレオ写真測量(地上移動体)
その他		施工履歴データ、音響測深器

本要領では、3次元計測技術のうち、以下の出来形管理要領(案)で定める性能を有する計測技術を対象とする。ただし、法面工に多点計測技術を用いる場合の要求精度は、巻末資料「資料1 法枠工における出来形算出ガイド 5. 法枠工における計測時の要求精度について」、法面工、トンネル工にノンプリズムによる単点計測を用いる場合は「資料2 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド」を参照のこと。なお、トンネル工はノンプリズムによる単点計測のみを対象とする。

- ・ TS等光波方式を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ・ TS(ノンプリズム方式)を用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ・ RTK-GNSSを用いた出来形管理要領(土工編)(案)
- ・ 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)
- ・ 地上移動体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)(案)
- ・ 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)

4) 測定項目

本要領では、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」の出来形管理基準に定められた測定項目のうち幅、法長、延長など寸法で規定される項目を対象とする。ただし、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」で計測方法が定められている項目(コア抜きあるいは削孔による厚さ計測等)は本要領の対象外とする。

5) 計測方法

「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」において、幅、法長、延長、高さ、枠中心間隔、基準高の出来形を対象に、所定の性能を有する3次元計測技術を用いて計測した3次元座標データから以下の方法により出来形測定項目の計測値を算出する。なお、3次元座標データをもとに算出した数値では管理に支障をきたす場合には、監督職員と協議の上、従来のレベル・巻尺等による実測を行う。

①出来形の計測値を算出するために用いる3次元座標データの取得方法

a) 単点計測技術を用いる場合

管理対象として計測する断面あるいは測線上において、計測項目の端部等の3次元座標を計測し、座標値を取得する。

b) 多点計測技術を用いる場合

多点計測技術で取得した計測点群から、計測する断面あるいは測線の±10cmの範囲内にある取得点群より任意に3次元座標を選択し、座標値を取得する。

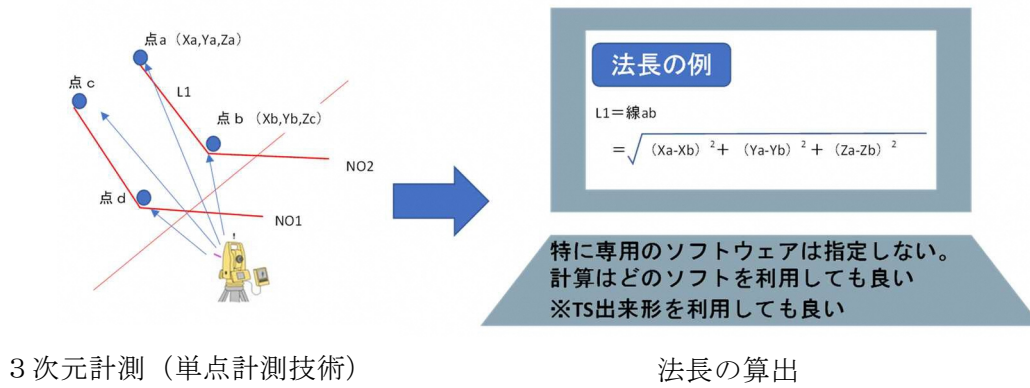


図 1-3 単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

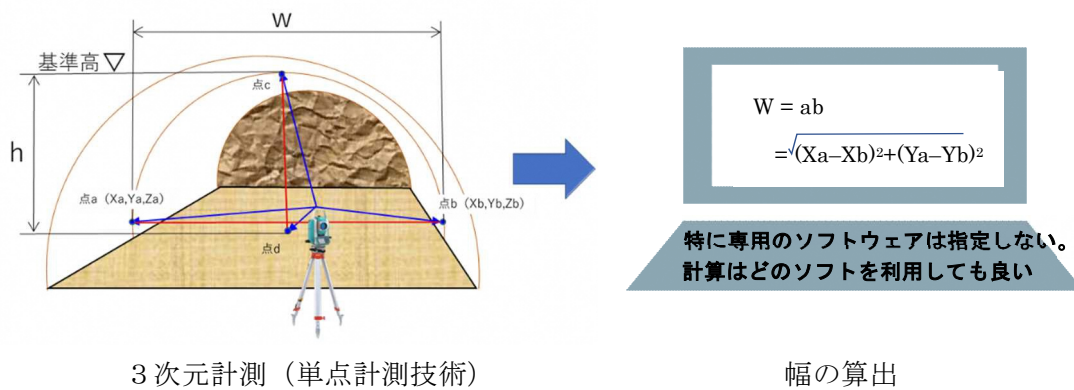


図 1-4 単点計測技術を用いる場合の出来形計測方法（トンネル内空）

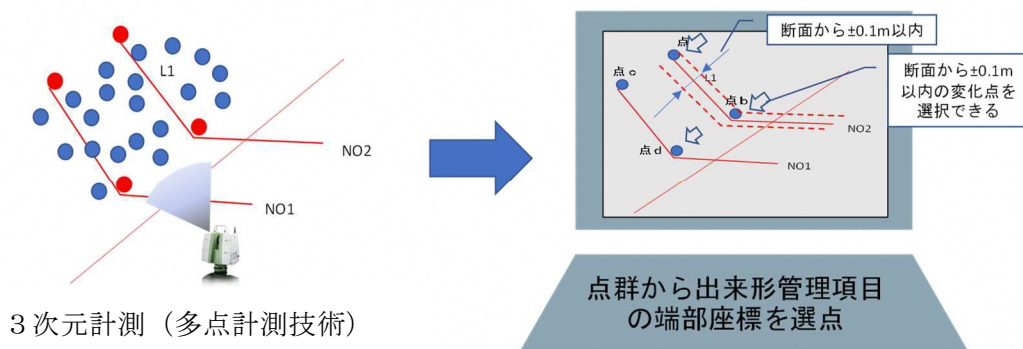


図 1-5 多点計測技術を用いる場合の出来形計測方法

②幅の算出方法

計測すべき断面上または測線上の幅を構成する、端部の2箇所の3次元座標間の水平距離を用いる。幅を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ水平距離の累積長さを幅とする。

③法長の算出方法

計測すべき断面上または測線上の法長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。法長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを法長とする。

④延長の算出方法

計測すべき測線上の延長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。延長を分割して計測する場合は、分割位置を含む3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。

⑤高さを算出する方法

計測すべき高さの端部を構成する2箇所を計測し、計測した3次元座標間の鉛直方向の差分、法枠工については斜距離を用いる。

⑥枠中心間隔を算出する方法

計測すべき枠の枠中心間隔を構成する2箇所を計測し、計測した3次元座標間の斜距離を用いる。

⑦基準高を算出する方法

計測すべき箇所の標高を用いる。

6) 延長計測に関する留意点

3次元座標をもとにした延長の算出は、計測した3次元座標の点間を連続的に直線で結んで算出するため、計測対象の曲線の形状によっては、実際の距離と異なる場合がある。そのため、延長の算出上支障がある場合は、監督職員と協議の上、従来手法で計測してもよい。

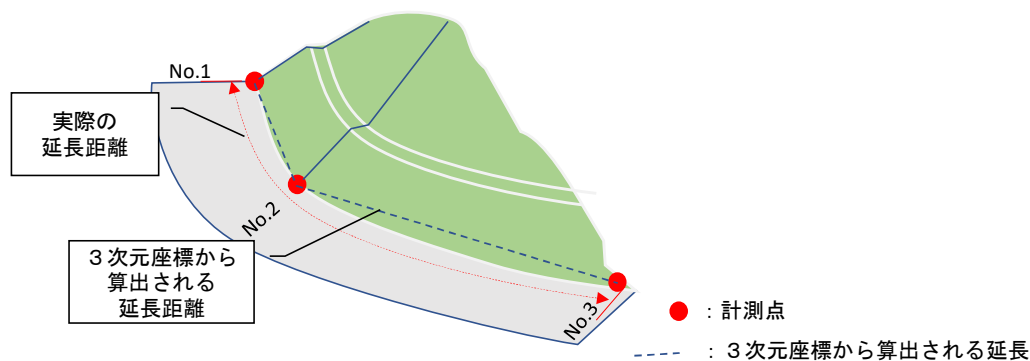


図 1-6 延長計測の留意事項

1-3 施工計画書

受注者は、施工計画書及び添付資料に次の事項を記載しなければならない。

1) 適用工種

本要領を用いて出来形計測・管理を行う工種および管理項目を記載する。

2) 適用区域

本要領による出来形計測範囲を記載する。

3) 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準(案)

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・写真管理基準(案)を記載する。

4) 使用機器

3次元計測技術の種別および計測性能を記載する。

計測性能および適正な精度管理の実施記録を提出する。

5) ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアについて記載する。

出来形座標確認ソフトウェアについて記載する。

【解説】

1) 適用工種

本要領を適用する工種を記載する。

2) 適用区域

本要領により、出来形計測を行う範囲を明記する。

3) 出来形計測箇所、出来形管理基準及び規格値・写真管理基準(案)

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値(案)」の測定基準に基づいた出来形計測箇所を記載する。自主管理するための任意の計測箇所については、記載不要である。

4) 使用機器

本要領に基づいて利用する3次元計測技術の種別とその計測性能を記載する。計測性能については、各計測技術が該当する下記の要領で定められた性能を記載する。

また、利用する技術が、必要な性能を有し、かつ適正な精度管理が実施されていることを示す資料を提出する。具体的には、各要領で定める計測性能および精度管理の項目を参照すること。

< 3次元計測技術に関する管理要領 >

- ・ T S 等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・ T S（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・ RTK-GNSSを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・ 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）
- ・ 地上移動体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）（案）
- ・ 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）

5) ソフトウェア

受注者は3次元設計データを作成するソフトウェアについて、本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カタログや仕様書を添付資料として提出する。

また、受注者は3次元座標確認ソフトウェアについて、本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カタログや仕様書を添付資料として提出する。

上記以外に、3次元座標から長さを求めるソフトウェアおよび出来形管理帳票を作成するソフトウェアについては規定しないため記載不要とする。

1-4 監督職員による監督の実施項目

本要領を適用した、出来形管理における監督職員の実施項目は、「3次元計測技術を用いた出来形計測に関する監督・検査要領(案)」の「5. 監督職員の実施項目」による。

【解説】

監督職員は、本要領に記載されている内容を確認及び把握するために立会し、または資料等の提出を請求できるものとし、受注者はこれに協力しなければならない。

受注者は、監督職員による本要領に記載されている内容を確認、把握、及び立会する上で必要な準備、人員及び資機材等の提供並びに写真その他資料の整備をするものとする。

監督職員の実施項目は下記に示すとおりである。ただし、関連施工にて実施される下記の項目については、関連施工での実施をもって代替することができる。

- 1) 施工計画書の受理・記載事項の確認
- 2) 基準点の指示
- 3) 設計図書の3次元化の指示
- 4) 工事基準点設置状況の把握
- 6) 3次元設計データチェックシートの確認
- 7) 出来形管理状況の把握

1-5 検査職員による検査の実施項目

本要領を適用した、出来形管理における検査職員の実施項目は、「3次元計測技術を用いた出来形計測に関する監督・検査要領（案）」の「6. 検査職員の実施項目」による。

【解説】

検査職員は、本要領の実施に係る工事実施状況の検査では、施工計画書等の書類により監督職員との所定の手続きを経て、出来形管理を実施したかを検査する。

出来形の検査に関して、出来形管理資料の記載事項の検査を行う。また、実地検査においては、本要領で示す使用機器を用いて検査職員が指定する箇所の出来形検査を行うことができる。

さらに、多点計測技術を用いた出来形管理を実施している場合には、3次元点群と計測すべき断面位置を対比できる出来形座標確認ソフトウェアを利用し、コンピュータ上で抽出した3次元座標から算出した出来形管理値の検査により代替することができる。

なお、出来形数量の算出においても、本要領で算出された出来形値を用いて良いものとする。検査職員の実施項目は下記に示すとおりである。

1) 出来形計測に係わる書面検査

- ・出来形管理に係わる施工計画書の記載内容
(3次元計測技術の計測性能および精度管理に関する報告書については、各計測技術が該当する管理要領（案）に記載されたものとする。)
- ・設計図書の3次元化に係わる確認※
- ・出来形管理に係わる工事基準点の測量結果等※
- ・3次元設計データチェックシートの確認※
- ・利用する3次元計測技術の計測性能および精度管理に係わる報告書の確認
- ・「出来形管理図表」の確認
- ・品質管理及び出来形管理写真の確認
- ・電子成果品の確認

※関連施工にて実施される下記の項目については、関連施工での実施をもって代替することができる。

2) 出来形計測に係わる実地検査

3次元計測技術あるいは従来手法により検査職員が任意に指定する箇所の出来形検査を実施する。

ただし、受注者が、多点計測技術を用いて出来形計測を行っている場合は、3次元点群と計測すべき断面位置を対比できる出来形座標確認ソフトウェアを利用し、コンピュータ上で抽出した3次元座標を用いて出来形管理値の算出を行った結果で検査することができる。

第2章 3次元計測技術による計測方法

2-1 機器構成

本要領で用いる出来形管理では以下の機器を必須とする。下記以外に利用するソフトウェアについては任意に選定することができる。

- 1) 3次元計測技術本体
- 2) 3次元設計データ作成ソフトウェア
- 3) 出来形座標確認ソフトウェア

【解説】

図2-1に3次元計測技術を用いた出来形管理で利用する機器の標準的な構成を示す。

1) 3次元計測技術

本要領では、国土交通省が定めるICT活用工事で認められている計測技術（以下の要領案等）で定める所定の性能を有する3次元測量技術を利用する。

＜3次元計測技術＞

- ・TS等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・TS（ノンプリズム方式）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・RTK-GNSSを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・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）
- ・地上移動体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）（案）
- ・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）

2) 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。また、「TS等光波方式による出来形管理（土工編）（案）」で規定する基本設計データ作成ソフトウェアを用いても良い。

3) 出来形座標確認ソフトウェア

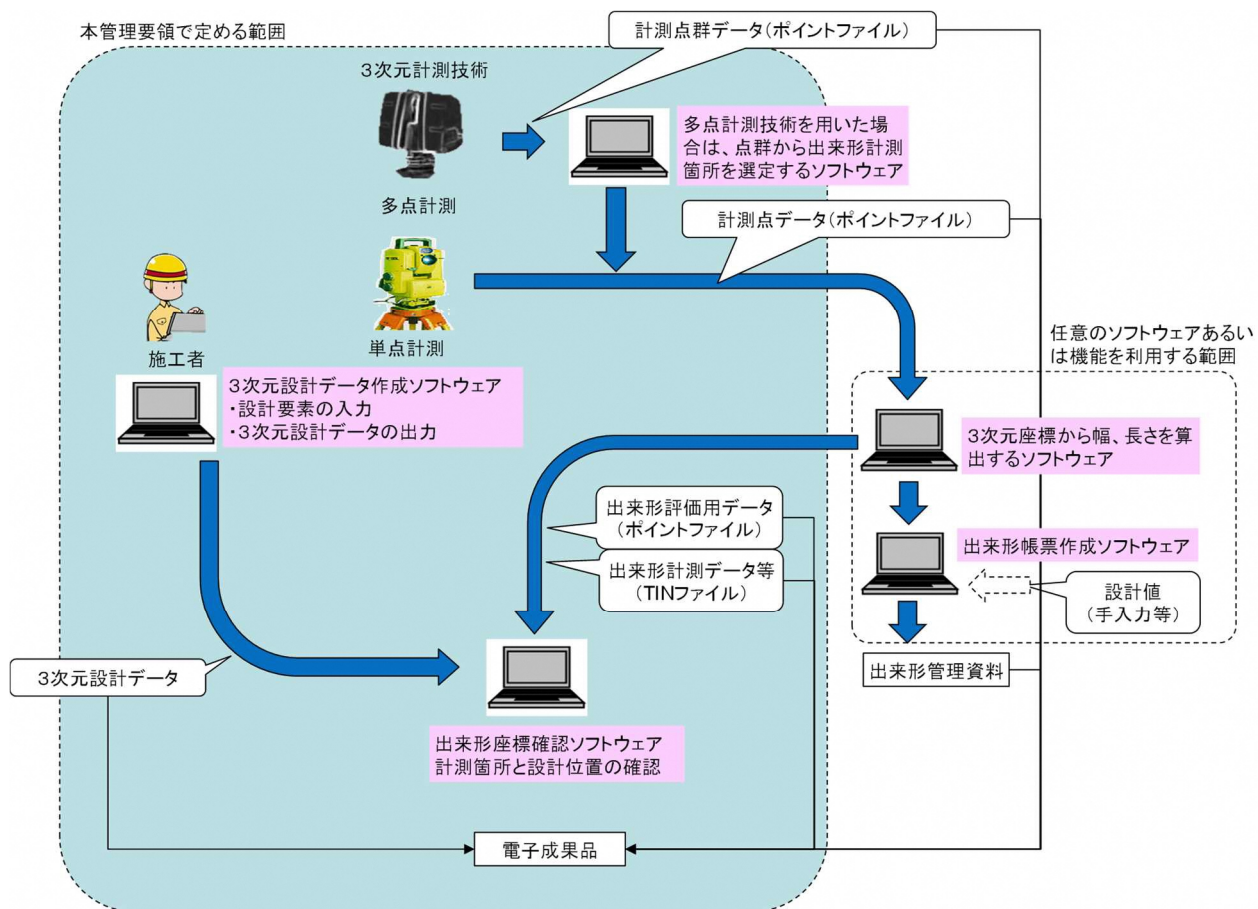
出来形計測箇所の良否判定が可能な出来形計測箇所と3次元設計データを同時に確認できるソフトウェアである。

ただし、「TS等光波方式による出来形管理（土工編）（案）」で規定する出来形管理用TSおよび出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用TSを利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

4) その他

本要領を用いて計測した3次元座標から幅、法長、延長を算出するソフトウェアおよび出来形管理結果を帳票として整理するソフトウェア、数量算出を行うソフトウェアは任意とする。

「TS等光波方式による出来形管理（土工編）（案）」で規定する出来形管理用TSおよび出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成することもできる。



※多点計測技術を利用する場合は、計測点群データから出来形計測に利用する点を選定し計測点データを生成する。

※計測点データのうち出来形評価用に用いたデータを納品する（計測点データと同一でも良い）。

図 2 - 1 3次元計測技術による出来形管理機器の構成例

2-2 3次元計測技術本体の計測性能および精度管理

受注者は、本要領で用いる3次元計測技術について、所定の計測性能を有し、かつ適正な精度管理が行われていることを確認し、監督職員に提出する。

【解説】

1) 利用できる3次元計測技術と計測性能

本要領では、下記に示す要領案で規定される計測性能を有するものとする。

＜3次元計測技術＞

- ・TS等光波を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・TS（ノンプリ）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・RTK-GNSSを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・地上レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・地上移動体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）（案）
- ・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）

2) 計測性能および精度管理

受注者は、利用前に、利用する技術に該当する要領の規定に準じて、所定の計測性能および適正な精度管理が行われていることを確認し、その記録について監督職員に提出する。

2-3 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成・出力することができ、以下の機能を有することとする。

- 1) 3次元設計データ等の要素読込（入力）機能
- 2) 3次元設計データ等の確認機能
- 3) 設計面データの作成機能
- 4) 3次元設計データの作成機能
- 5) 座標系の変換機能
- 6) 3次元設計データの出力機能

【解説】

3次元座標を用いた出来形管理及び数量算出を実現するためには、基準となる3次元設計データを作成でき、作成した設計データと設計図面との照合確認が可能な3次元設計データ作成ソフトウェアが必要となる。ここでいう3次元設計データは、中心（法線）線形データ、横断形状データ、及び構造物の表面形状を表現する面データから構成される。

1) 3次元設計データ等の要素読込（入力）機能

①座標系の選択機能

3次元設計データの座標系を選択する機能。

②平面線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の平面線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、直線区間（開始点、終了点）と曲線区間（開始点、I P点、終了点）等で定義される。

③縦断線形の読込（入力）機能

設計図面に示される法線の縦断線形を読込（入力）できる機能。なお、線形の幾何要素は、縦断勾配変化点の累加距離、標高、縦断曲線長（または縦断曲線半径）で定義される。

④横断形状の読込（入力）機能

設計図面に示される横断形状を読込（入力）できる機能。なお、横断形状の幾何要素は、中心線形（平面線形）を基準に、センターからの離れ距離（起点からの終点に向け右側を+、左側を-）と勾配（あるいは比高）などで定義される。

⑤現況地形データの読込（入力）機能

起工測量で得られた計測点群データあるいは面データを読込（入力）できる機能。

2) 3次元設計データ等の確認機能

上記1)で読み込んだ（入力した）中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）、横断形状データと出力する3次元設計データを重畳し、同一性を確認するために入力値比較や3次元表示が確認できる機能。

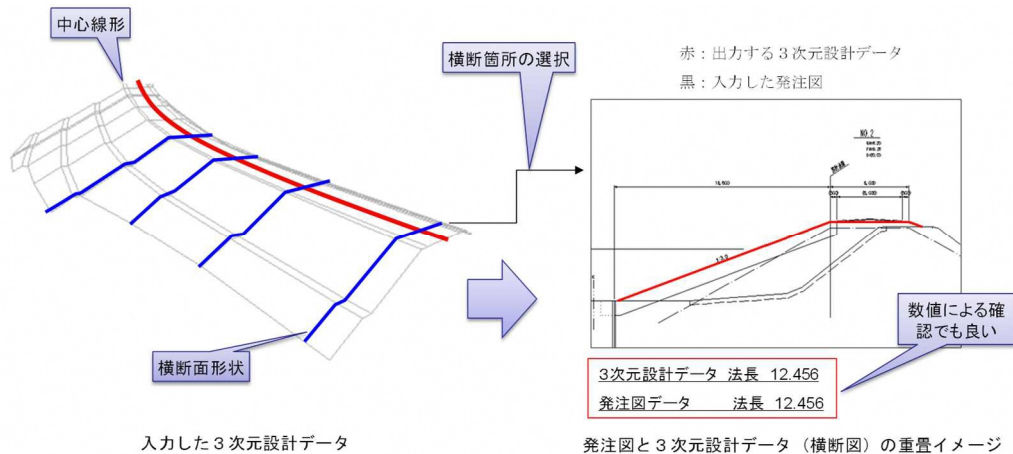


図 2-2 3次元設計データと計測技術による出来形管理機器の構成例

3) 面データの作成機能

上記 1) ②③④で読み込んだ（入力した）3次元設計データの幾何要素から構造物表面の面データを作成する機能。本要領でいう面データは、T I N（不等辺三角網）データとする。

4) 3次元設計データの作成機能

上記 3) で作成した面データと 1)⑤で読み込んだ起工測量データに基づき、3次元設計データを作成する機能。

5) 座標系の変換機能

3次元設計データを、上記 1) ①で選択した座標系に変換する機能。

6) 3次元設計データの出力機能

上記 1) 及び 3) ～5) で読み込み・作成・変換した3次元設計データを構成要素ごとに出力する機能。なお、出力形式は、中心線形データ（平面線形データ、縦断線形データ）及び横断面形状データは TS-XML 形式又は LandXML 形式とし、面データは LandXML 形式または使用するソフトウェアのオリジナルフォーマットとする。また、全ての構成要素を一つのファイルに出力してもよい。

（例：3次元設計データのうち、中心線形データ及び横断面形状データを Alignments セクション、面データを TIN セクションに記述し、一つの LandXML 形式ファイルで出力。）

2-4 出来形座標確認ソフトウェア

出来形座標確認ソフトウェアは、出来形として計測した座標が出来形を管理すべき断面上にあることが確認できる機能を有していなければならない。

【解説】

本要領では以下の機能を備えた出来形座標確認ソフトウェアを利用する。また、下記 1) から 3) の機能はそれぞれ独立したソフトウェアとして利用することができる。

ただし、「TS 等光波方式による出来形管理（土工編）（案）」で規定する出来形管理用 TS および出来形帳票作成ソフトウェアを用いて出来形管理資料を作成する場合は出来形座標確認ソフトウェアは不要とする（出来形管理用 TS を利用する場合は、管理断面上のみ計測可能なため）。

1) 3次元設計データを読み込む機能

作成した3次元設計データを読み込んで表示する機能を有すること。また、表示機能には3次元モデルとして回転、移動、拡大と縮小できる機能に加えて、平面図ビューを含むこととする。

2) 出来形計測点データの読み込み機能

計測した3次元座標データ（単点計測の出来形計測点あるいは多点計測の点群データから出来形計測箇所を選点した出来形計測点の座標データ）を読み込む機能を有すること。

3) 出来形管理を行った箇所が計測すべき断面上にあることが確認できる機能

出来形計測点と3次元設計データを重ねて表示することで出来形計測箇所の適否が確認できる機能を有すること。

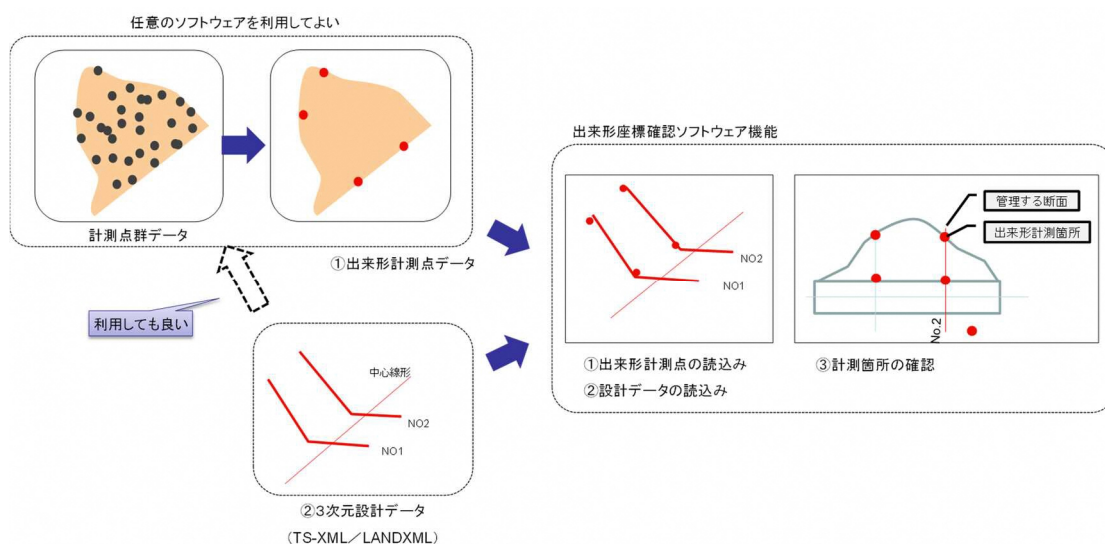


図 2-3 出来形座標確認ソフトウェアの適用範囲と機能

2-5 工事基準点の設置

本要領に基づく出来形管理で利用する工事基準点は、監督職員に指示を受けた基準点を使用して設置する。

出来形管理で利用する工事基準点の設置にあたっては、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監督職員に提出して使用する。

【解説】

本要領による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて3次元座標値への変換を行う。このため、出来形の測定精度を確保するためには、現場内に4級基準点または、3級水準点と同等以上として設置した工事基準点の精度管理が重要である。工事基準点の精度は、「国土交通省公共測量作業規程」の路線測量を参考にし、これに準じた。

工事基準点の設置に際し、受注者は、監督職員から指示を受けた基準点を使用することとする。なお、監督職員から受注者に指示した4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点を用いてもよい）、もしくはこれと同等以上のものは、国土地理院が管理していなくても基準点として扱う。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

第3章 3次元計測技術による起工測量

3-1 起工測量

1) 起工測量の実施

受注者は、設計照査のために、伐採後もしくは法面清掃後の地盤の地形測量を実施する。実施方法については下記要領を準用する。

- ・ TS（ノンプリ）を用いた出来形管理要領（土工編）（案）
- ・ 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）
- ・ 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）（案）
- ・ 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）
- ・ 地上移動体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）（案）

第4章 3次元計測技術による出来形管理

4-1 3次元設計データの作成

受注者は、発注者から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等を基に3次元設計データを作成する。

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形計測点との比較が可能な3次元設計データの作成を行う。以下に、3次元設計データ作成時の留意事項を示す。

1) 準備資料

3次元設計データの作成に必要な準備資料は、設計図書の平面図、縦断図、横断図等と線形計算書等である。準備資料の記載内容に3次元設計データの作成において不足等がある場合は、監督職員に報告し資料提供を依頼する。また、隣接する他工事との調整も必要に応じて行うこと。

2) 3次元設計データの作成範囲

3次元設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点及びその外縁に線形要素の起終点がある場合はその範囲までとし、横断方向は構築物と地形との接点までの範囲とする。設計照査段階で取得した現況地形が発注図に含まれる現況地形と異なる場合、監督職員との協議を行い、その結果を3次元設計データの作成に反映させる。

3) 3次元設計データの要素データ作成

3次元設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断図、横断図）と線形計算書に示される情報から幾何形状の要素（要素の始点や終点の座標・半径・クロソイドパラメータ・縦断曲線長、横断形状等）を読み取って作成する。出来形横断面形状の作成は、3次元座標計測による出来形管理を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面）について作成する。ただし、自然法面や吹付け面などの場合は、出来形横断の詳細形状ではなく、出来形横断面の方向を示す形状を作成するだけでも良い。

3次元設計データの作成にあたっては、設計図書を基に作成したデータが出来形の良否判定の基準となる事から、当該工事の設計形状を示すデータについて、監督職員の承諾なしに変更・修正を加えてはならない。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

4) 法枠工における3次元設計データの扱いについて

現状、現地合わせによる施工を行っている法枠工の3次元設計データを作成することが困難であるために、出来形計測時に用いる設計値は従来通りとし、3次元設計データの作成は必須としない。

4-2 3次元設計データの確認

受注者は、3次元設計データの作成後に、3次元設計データの以下の1)～5)の情報について、設計図書（平面図、縦断図、横断図等）や線形計算書等と照合するとともに、監督職員に3次元設計データチェックシートを提出する。また、設計図書を基に作成した3次元設計データが出来形の良否判定の基準となることから、監督職員との協議を行い、作成した3次元設計データを設計図書として位置付ける。

- 1) 工事基準点
- 2) 平面線形
- 3) 縦断線形
- 4) 出来形横断面形状
- 5) 3次元設計データ

【解説】

3次元設計データの間違いは出来形管理に致命的な影響を与えるので、受注者は3次元設計データが設計図書と照合しているかの確認を必ず行うこと。

3次元設計データの照合とは、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ものであることを確認することである。3次元設計データと設計図書の照合結果については、本要領のチェックシート及び照査結果資料（道路工事においては線形計算書、河川工事においては法線を中心点座標リスト、その他共通の資料として平面図、縦断図、横断図のチェック入り）（参考資料-2、参考資料-3 参照）に記載する。また、受注者は、前述の資料の他、3次元設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から3次元設計データのチェックシートを確認するための資料請求があった場合は、確認できる資料を提示するものとする。

さらに、設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、3次元設計データを変更し、確認資料を作成する。

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と3次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値または出力図面と対比して行う。

なお、当該項目において、関連施工にて実施している場合は、関連施工での実施をもって代替することができる。

1) 工事基準点

工事基準点は、名称、座標を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、確認する。

2) 平面線形

平面線形は、線形の起終点、各測点及び変化点（線形主要点）の平面座標と曲線要素について、平面図及び線形計算書と対比し、確認する。

3) 縦断線形

縦断線形は、線形の起終点、各測点及び変化点の標高と曲線要素について、縦断図と対比し、確認する。

4) 出来形横断面形状

出来形横断面形状は、出来形形状の幅（小段幅も含む）、基準高、法長を対比し、確認する。設計図書に含まれる全ての横断図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面上

で対比し、設計図書の寸法記載箇所にチェックを記入する方法や、3次元設計データから横断面を作成し、設計図書と重ね合わせて確認する方法等を用いて実施する。

ただし、自然法面や吹付け面などの場合は、出来形横断の詳細形状（法面および小段等）の作成およびチェックは不要とする。

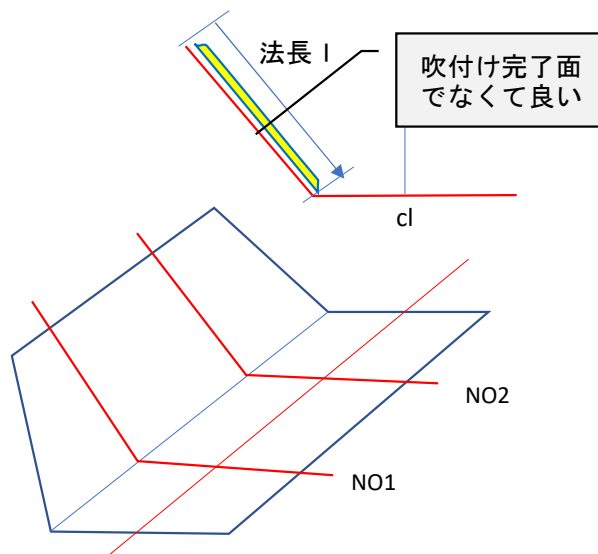


図4-1 作成する3次元設計データ
(※吹付け工では、基面の設計データでも良い)

4-3 3次元計測技術による出来形計測

受注者は、3次元計測技術を用いて出来形計測を行う。

1) 3次元計測技術の設置・計測

3次元計測技術の設置・計測については、利用する各技術が該当する要領案の設置・計測手法に従う。

2) 3次元計測技術による計測の実施

出来形計測は、出来形管理の管理項目となる幅や法長、延長、高さの端部、枠中心間隔、基準高の3次元座標を計測する。

【解説】

3次元計測技術による計測では、対象物との位置関係により計測精度に違いが生じる場合があるため、精度の高い計測結果を得るためには精度の低下要因となる計測条件を可能な限り排除する計測計画が重要となる。

1) 3次元計測技術の扱い

3次元計測座標計測技術の扱いについては、各要領案に記載される計測方法および留意事項を満足すること。ただし、単点計測技術あるいは多点計測技術毎に事前精度確認の有無、検証点での精度確認の有無が異なるため、利用技術に応じた精度管理方法に留意すること。

2) 計測密度設定の留意点

多点計測技術を用いる場合は、出来形管理の管理項目となる幅や長さ、延長、高さの端部、枠中心間隔、基準高において、 0.0025m^2 ($0.05\text{m} \times 0.05\text{m}$ のメッシュ) あたりに1点以上の計測結果が得られる設定を行うこと。

3) 法枠工における留意点

多点計測技術を用いる場合は、点群が取得できていない部分について、施工後の出来形を示す写真で補完することができる。

4) トンネル工における留意点

トンネル工の覆工コンクリート工における幅、高さの計測にあたって、計測機器と計測対象との距離が計測精度に影響することを踏まえ、計測精度が確保できる範囲を事前の精度確認により把握し、計測計画を作成する。

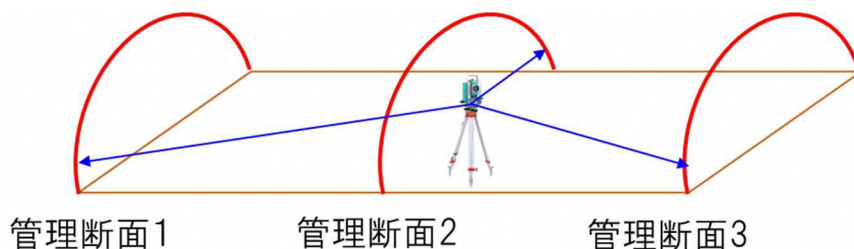


図4-2 トンネル工における管理断面と事前精度確認の例

4-4 出来形計測箇所

3次元計測技術による出来形管理における出来形管理項目は、「出来形管理基準及び規格値(案)」で示すとおりとする。ただし、幅、法長、延長、高さの端部、枠中心間隔、基準高となる点を3次元計測技術で計測し、座標間の距離により算出することができる。

【解説】

図4-3に示すとおり、3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所のすべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。

3次元座標から出来形を算出するソフトウェアおよび出来形管理帳票を作成するソフトウェアは任意のソフトウェアを利用することができる。なお、法枠工における幅、高さの算出方法については巻末資料「資料1 法枠工における出来形算出ガイド」を参照のこと。

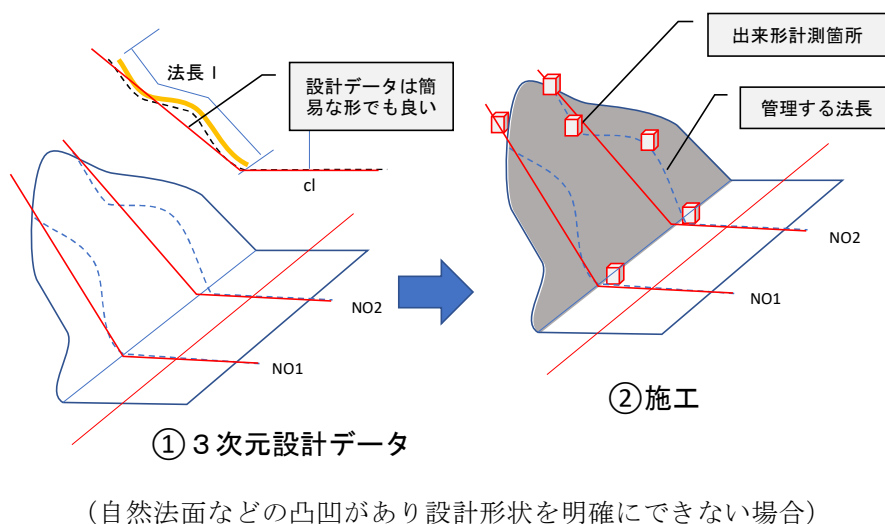
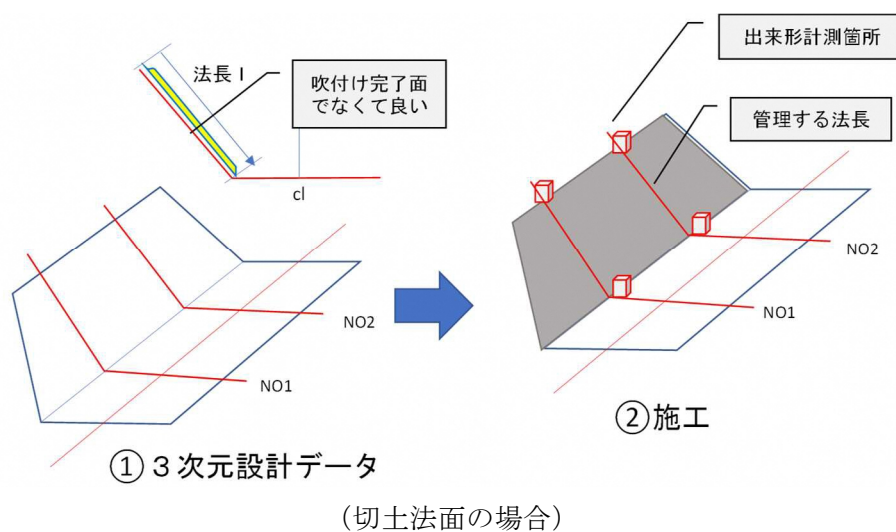


図4-3 出来形計測箇所

第5章 出来形管理資料の作成

5-1 出来形管理資料の作成

受注者は、3次元座標を用いて出来形寸法を算出し、出来形管理資料を作成する。作成した出来形管理資料は監督職員に提出すること。

【解説】

1) 出来形管理帳票

「出来形帳票」は、「土木工事共通仕様書」に定める帳票を自動あるいは手動で作成する。

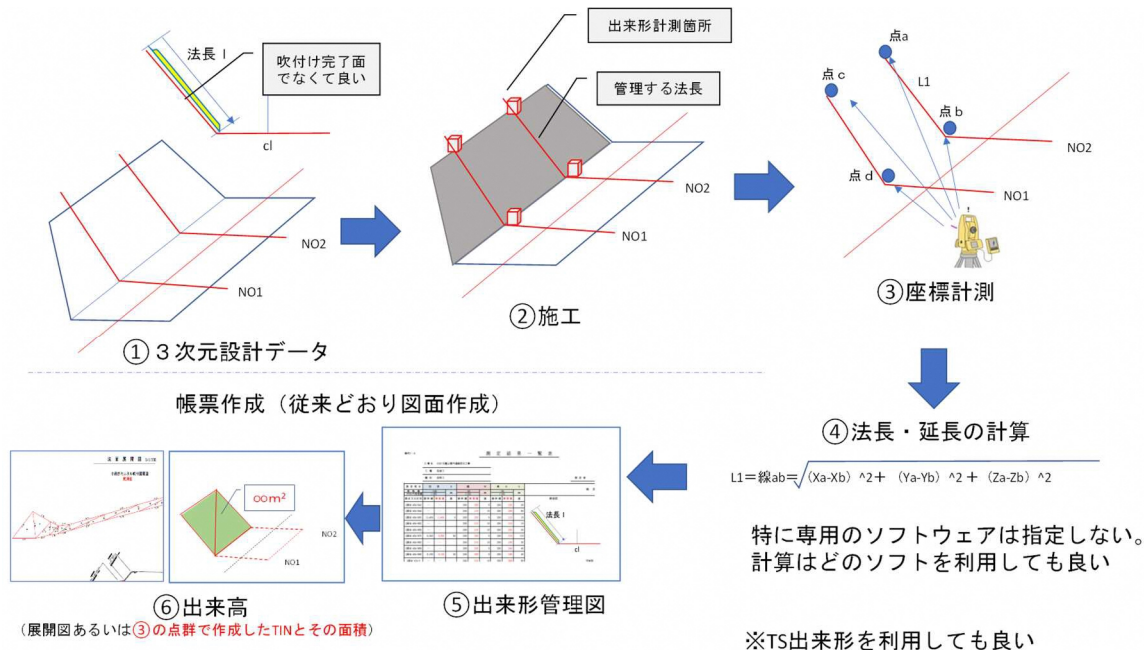


図5-1 出来形計測箇所と出来形値の算出・出来形帳票作成の流れ

2) 出来形計測位置の一覧

出来形計測箇所が計測すべき断面上または測線上で計測されていることを示す資料を添付すること。3次元設計データに計測箇所を表示した平面図あるいは、これを確認できるビューワ付3次元モデルファイルでも良い。

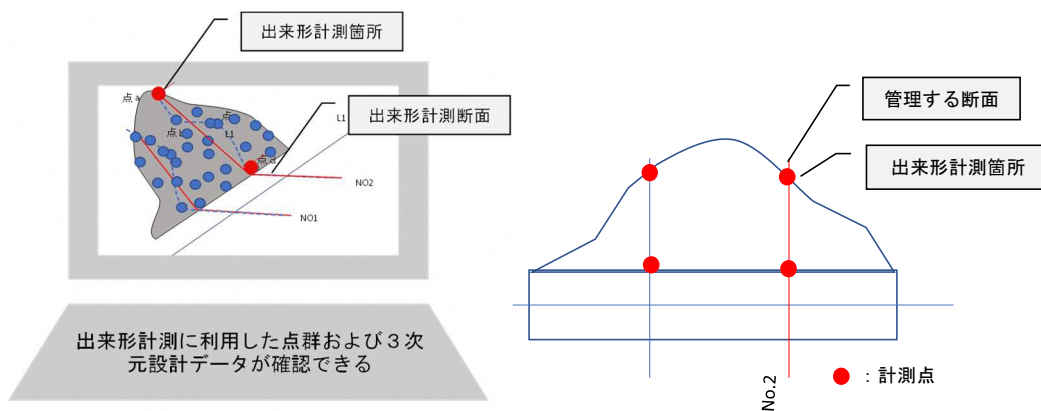


図5-2 3次元での確認機能（左）と平面図での確認機能（右）

5-2 数量算出

受注者は本要領で算出された出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いて展開図を作成し、数量算出を行うことができる。

また、施工前あるいは事前の地形データが3次元座標等で計測されており、設計面積として3次元座標で構成される面の数量が契約条件として認められている場合は、3次元計測座標による出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いた出来形面による数量の算出を行うことができる。

【解説】

受注者は、3次元計測座標を用いた出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いて展開図を作成し、数量算出を行う。

ただし、施工前あるいは事前の地形データが3次元座標等で計測されており、設計数量が3次元座標で構成される面（T I N）等の算出結果で認められている場合は、出来形計測結果等（起工測量結果を含む）においても同様に計測結果の3次元座標にT I Nを配置し、3次元CADソフトウェア等を用いた方式によりその面積を算出することができる。

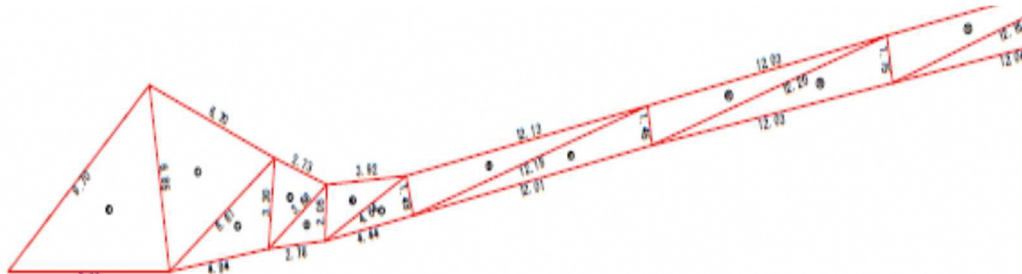


図5-3 出来形計測結果等（起工測量結果を含む）を用いて展開図を作成した面積計算方法

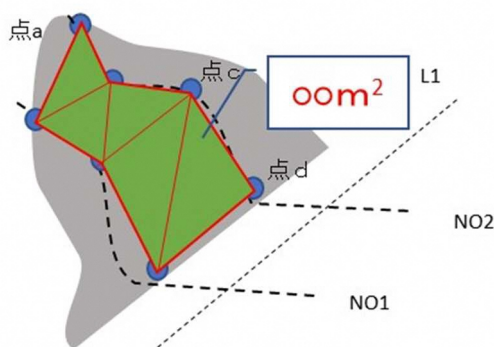


図5-4 3次元座標を用いたT I Nによる面積計算方法

5-3 電子成果品の作成規定

本要領に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。

- ・ 3次元設計データ※1 (LandXML または TS-XML、オリジナルフォーマット等)
(※1 3次元設計データは、中心線形データ、横断形状データ、面データとする)
- ・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) または、ビューワー付き3次元データ)
- ・ 3次元計測技術による出来形評価用データ※2 (CSV、LandXML、LAS等のポイントファイル)
- ・ 3次元計測技術による出来形計測データ※2 (LandXML または、オリジナルフォーマットの TINデータ)
- ・ 3次元計測技術による計測点群データ※2 (CSV、LandXML、LAS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、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」フォルダに格納する。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する。

※2について、TS出来形管理を実施した場合は3次元設計データに出来形実測値が含まれるため提出は不用。

【解説】

本要領の電子成果品の作成規定は、「工事完成図書の電子納品等要領」の規定の範囲内で定めている。本要領で規定する以外の事項は、「工事完成図書の電子納品等要領」による。

1) ファイル名の命名

本要領に基づいて作成した電子成果品が特定できるようにするため、次の規定に従い格納すること。

① I C O Nフォルダに3次元計測技術を用いた出来形計測を行った工種を示すサブフォルダを作成する。

※法面工・吹付け工は「SP」、法枠工は「CW」、トンネル工は「TC」とする。

② ①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。

サブフォルダの計測機器名称は、各要領案の記載を準用する。

③サブフォルダの名称は、表5-1に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。

④格納するファイル名は、表5-1に示す命名規則に従うこと。

⑤設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、3次元設計データを変更するが、当初の3次元設計データと、変更後の3次元設計データを全て納品すること。

⑥整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は0でよい。

⑦出来形管理資料をビューワー付き3次元データで納品する場合で、ビューワーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをZIP方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、次表の命名規則に従い納品すること。

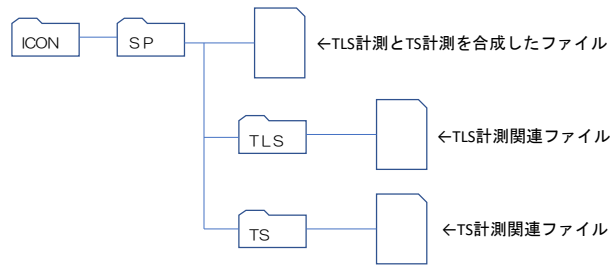


図 5-5 フォルダ構成例

表 5-1 ファイルの命名規則

計測機器	対象層	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
TLS	ES~PU	0	DR	001~	0~Z	・ 3次元設計データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N))	TLSGLODR001Z. 拡張子
TLS	ES~PU	0	CH	001~	-	・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) または、ビューワー付き 3次元データ)	TLSGLOCH001. 拡張子
TLS	ES~PU	0	IN	001~	-	・ TLS 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)	TLSGLOIN001. 拡張子
TLS	ES~PU	0	EG	001~	-	・ TLS による起工測量計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N))	TLSGLOEG001. 拡張子
TLS	ES~PU	0	AS	001~	-	・ TLS による出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N))	TLSGLOAS001. 拡張子
TLS	ES~PU	0	GR	001~	-	・ TLS による計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル)	TLSGLOGR001. 拡張子
TLS	ES~PU	0	PO	001~	-	・ 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)	TLSGLOPO001. 拡張子

※多点計測技術を用いた場合は、計測点群データから出来形の算出用に選点した点群を出来形評価用データとして納品する。
 ※単点計測技術を用いた場合は、計測点群データと出来形評価用データは同一でも良い。

2) データ形式

計測点群データをテキストファイルで納品する場合は、別途定める「航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマ (平成 26 年国土地理院)」と同様の記述順とし、「地理空間データ製品仕様書作成マニュアル (平成 26 年度国土地理院)」に沿って、データ内容及び構造、参照系を示した文書 (PDF) で付すこと。

航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマによると、データレコード構成の記述順は以下のとおりとなる。

ファイル構造: Idn, xn, yn, zn, An

Idn: ID 番号 (Id)

xn: 計測点座標値 (x) ... 本要領では m 単位で mm まで記載

yn: 計測点座標値 (y) ... 本要領では m 単位で mm まで記載

zn: 標高値 (z) ... 本要領では m 単位で mm まで記載

An: 地表面属性値 (A) ... メッシュデータの場合のみ、格子間隔内にグラウンドデータが存在する場合は 1, しない場合は 0 を記載

3) データ内容及び構造、参照系を示した文書

2) について記述順を変える場合や、レコード構成を省略する場合は、地理空間データ製品仕様書作成マニュアルに沿って作成された航空レーザー測量製品仕様書応用スキーマを参考に、データレコード構成を説明する文書を PDF で作成すること。

第6章 管理基準及び規格値等

6-1 出来形管理基準及び規格値

本要領に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」に定められたものとする。

【解説】

本要領による出来形計測では、従来の出来形管理の計測方法をテープや巻尺から3次元座標に変更したものである。よって、出来形管理基準および規格値は従来どおり「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」で定められたものとする。また、「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」で計測方法が定められている項目（コア抜きによる厚さ計測等）は本要領の対象外とする。

6-2 品質管理及び写真管理基準(案)

本要領に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1) 写真管理項目（撮影項目、撮影頻度〔時期〕、提出頻度）

出来形の写真管理項目は、「写真管理基準(案)」による。

2) 撮影方法

撮影にあたっては、次の項目を記載した小黒板を文字が判読できるように被写体とともに写しこむものとする。

① 工事名

② 工種等

③ 出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

参考として、図6-1に写真撮影例を示す。

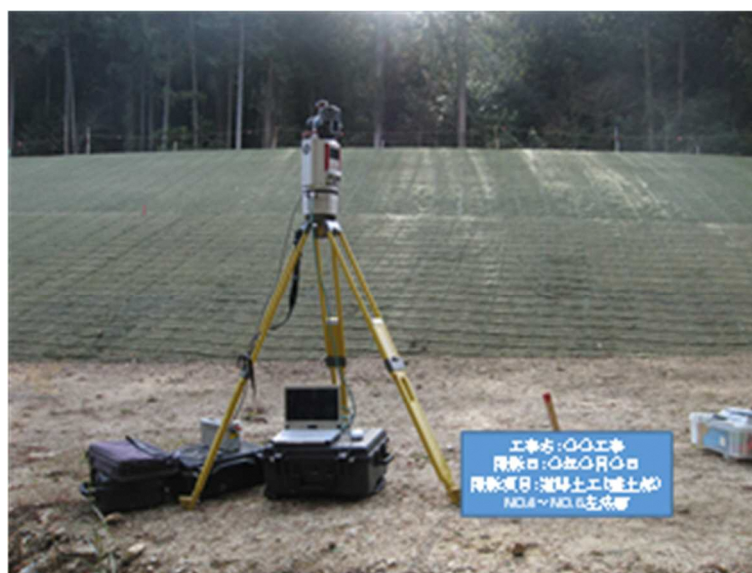


図6-1 写真撮影例

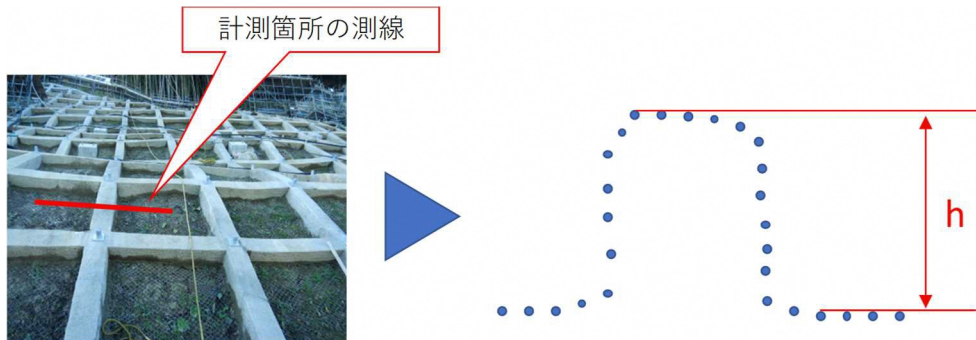
参 考 资 料

資料 1 法枠工における出来形算出ガイド

法枠工にて3次元計測技術による出来形管理を行う場合は管理対象箇所すべての箇所で3次元座標値を取得し、出来形計測結果を算出する。同時に出来形計測結果の算出に使用した3次元座標値を残し、計測箇所を確認できるようにする。

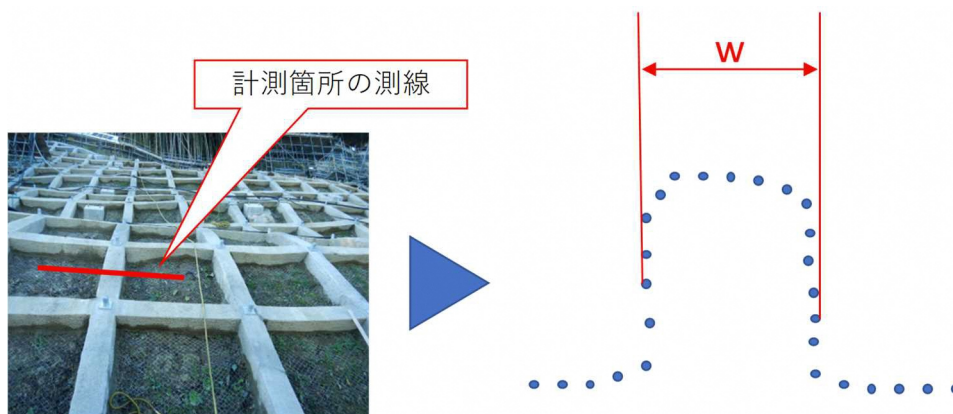
1. 法枠工における多点計測技術を用いた場合の高さの算出方法

計測箇所の法枠に直交する測線から±5cmの範囲内で高さの端部を構成する2箇所を計測し、法枠に対する鉛直距離を算出する。



2. 法枠工における多点計測技術を用いた場合の幅の算出方法

計測箇所の法枠に直交する測線から±5cmの範囲内で幅の端部を構成する2箇所を計測し、法枠に対する水平距離を算出する。



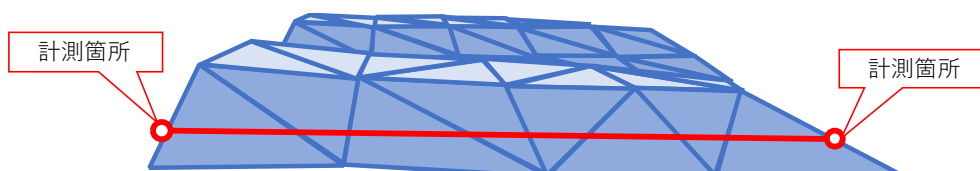
3. 法枠工における多点計測技術を用いた場合の枠中心間隔の算出方法

計測箇所の端部を構成する2箇所を計測し、法枠に対する点間距離を算出する。



4. 法枠工における多点計測技術を用いた場合の法長、延長の算出方法

計測すべき測線上の法長もしくは延長を構成する端部の2箇所の3次元座標間の斜距離を用いる。2箇所以上の計測箇所を指定し分割もしくは、計測箇所2箇所の道のり距離（点群を含んだ斜距離）で計測する際には、1辺の長さを枠中心間隔以上にし、3次元座標を結んだ斜距離の累積長さを延長とする。



5. 法枠工における計測時の要求精度について

各管理項目における精度検証は、事前精度確認ではなく、計測時に設置した検証に使用する点の2点間距離を計測するものとし、要求精度は参考表1、精度確認方法については参考表2を参照のこと。

参考表1

測定項目		規格値	要求精度
法長 ℓ	$\ell < 10\text{m}$	-100mm	30mm 以下
	$\ell \geq 10\text{m}$	-200mm	
幅 w		-30mm	10mm 以下
高さ h		-30mm	
枠中心間隔 a		$\pm 100\text{mm}$	30mm 以下
延長 L		-200mm	

参考表2

計測技術		事前確認試験	検証点
単点計測	TS	× (級による)	×
	ノンプリ	○	×
多点計測技術	TLS、UAV等	×	○

資料2 ノンプリズムによる単点計測における出来形算出ガイド

法枠工、法面吹付け工、覆工コンクリート工にてノンプリ計測による出来形管理を行う場合は、TSを用いた出来形管理要領で利用する2級または3級TSと同等の計測性能を満たす事とし、事前精度確認にて下記の要求精度を確認すること。

■要求精度

計測最大距離で、TSによるプリズム計測での計測値と、ノンプリズムによる計測値との差が平面方向（X、Y）、鉛直方向（Z）それぞれ以下の表の値となること。

参考表3

規格値	要求精度
200mm	±20mm
100mm	±10mm
50mm	±5mm