

3次元計測技術を用いた出来形管理の監督・検査要領
（構造物工（橋脚・橋台）編）
（案）

令和5年3月

国 土 交 通 省

目 次

1. 目 的	1
2. 3次元計測技術活用のメリット	1
2-1 工事目的物の品質確保	1
2-2 業務の効率化	1
3. 要領の対象範囲	1
4. 用語の説明	1
5. 監督職員の実施項目	2
5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認	2
5-2 基準点の指示	4
5-3 工事基準点等の設置状況の把握	5
5-4 性能確認試験結果の把握	5
5-5 精度確認試験結果の把握	5
5-6 出来形・出来ばえ管理状況の把握	5
6. 検査職員の実施項目	6
6-1 出来形計測に係わる書面検査	6
6-2 出来形計測に係わる実地検査	7
7. 管理基準及び規格値等	8
7-1 出来形管理基準及び規格値	8
7-2 品質管理及び出来形管理写真基準	8

.....

(参考資料)

参考資料-1	10
3次元設計データチェックシート	
参考資料-2	11
用語の説明	

ICT 構造物工における出来形管理の監督・検査要領(案)

1. 目的

本要領は、ICT 構造物工（橋梁下部工）において、3次元計測技術を用いて計測した3次元座標値から出来形管理項目（基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜き出来形（計画高・平面位置））の計測値を算出する方法について、出来形管理に係わる監督・検査業務に必要な事項を定め、監督・検査業務の適切な実施や更なる効率化に資することを目的とする。

2. 3次元計測技術活用のメリット

3次元計測技術を活用することによるメリットは、工事測量や出来形計測、数量算出など施工段階での計測作業の効率化や安全性向上を中心としたメリットとなる。

今回、3次元計測技術の機能を踏まえた「3次元計測技術を用いた出来形計測の監督・検査要領（構造物工（橋脚・橋台）編）（案）」策定による発注者における主なメリットは、以下のとおりである。

2-1 工事目的物の品質確保

- 1) 3次元計測技術を利用することで、安全で効率的に出来形の監督・検査が可能
・詳細（監督職員対応）については、「5-5 出来形管理状況の把握」を参照。

2-2 業務の効率化

- 1) 実地検査における計測作業を効率化
・詳細については、「6-2 出来形計測に係わる実地検査」を参照。
- 2) 写真管理基準の効率化が可能
・詳細については、「7-2 品質管理及び出来形管理写真基準」を参照。

3. 要領の対象範囲

本要領の対象範囲は、3次元計測技術を用いた出来形管理を対象とする。

4. 用語の説明

用語の説明の内容は、参考資料-2に示す。

5. 監督職員の実施項目

本要領を適用した3次元計測技術を用いた出来形管理の監督職員の実施項目は、以下の項目とする。

受注者の3次元計測技術による出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
<pre> graph TD A[施工計画書] --> B[準備工] B -- "(工事測量)" --> C[3次元設計データ入力] C -- "(工事測量による補正)" --> D["(施工)"] D -- "(工事測量)" --> B D --> E[出来形計測] E --> F[表面写真の撮影] F --> G[出来形帳票作成等] </pre>	<ol style="list-style-type: none"> ① 施工計画書の受理・記載事項の確認 <ul style="list-style-type: none"> ・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等 ・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載を確認 ・ひび割れ調査のための写真撮影距離、写真解像度及び性能確認試験の結果確認と協議 ② 基準点の指示 <ul style="list-style-type: none"> ・基準点の指示 ③ 設計図書の3次元化の指示 <ul style="list-style-type: none"> ・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示 ④ 工事基準点等の設置状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握 ・3次元計測技術を用いた出来形管理に必要な標定点の測量状況及び設置状況把握 ⑤ 3次元設計データチェックシートの確認 <ul style="list-style-type: none"> ・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、3次元設計データチェックシートにより確認 <p style="text-align: center;">(通常工事の監督業務)</p> <ol style="list-style-type: none"> ⑥ 精度確認試験結果(検証点精度)・出来ばえ評価資料(モデル・ビューアもしくは資料)・出来形表面の写真(モデル・ビューアもしくは資料)の把握 ⑦ 出来形管理状況の把握 <ul style="list-style-type: none"> ・出来形管理図表の確認

図－1 監督職員の実施項目

<本施工前及び工事施工中>

5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認

受注者から提出された施工計画書の記載内容及び添付資料をもとに、下記の事項について確認を行う。

1) 適用工種の確認

本要領では、ICT構造物工（橋脚・橋台）において、3次元計測技術を用いて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にしめす。

表－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
道路編	橋梁下部	橋台工	橋台躯体工	基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・胸壁の高さ・天端長・敷長 胸壁間距離 支間長及び中心線の変位 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置）	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度）
		R C 橋脚工	橋脚躯体工（張出式）	基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・天端長・敷長	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度）
			橋脚躯体工（重力式）	橋脚中心間距離 支間長及び中心線の変位	
			橋脚躯体工（半重力式）	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置）	
橋脚躯体工（ラーメン式）	基準高・厚さ・天端幅・敷幅 高さ・長さ 橋脚中心間距離 支間長及び中心線の変位 支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（計画高・平面位置）	支承部アンカーボルトの箱抜き規格値（鉛直度）			

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等の確認

本要領の「7. 管理基準及び規格値等」に基づき記載されていることを確認する。

3) 使用機器・ソフトウェアの確認

出来形管理に使用する3次元計測技術本体及びソフトウェアについては、下記の項目及び方法で確認する。

① 3次元計測技術本体

本要領では以下の出来形管理要領（案）で定める所定の性能を有する3次元計測技術を利用することができる。また、利用する3次元計測技術は「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（構造物工（橋脚・橋台）編）（案）」で定める「計測性能及び精度管理」を満足する機器であること。

《土工編》

- ・ T S等光波方式
- ・ 空中写真測量（UAV）
- ・ 地上型レーザースキャナー
- ・ 無人航空機搭載型 L S

表－2 計測性能及び精度管理

計測	測定精度	計測密度
起工測量 (多点計測技術) ・空中写真測量(UAV) ・TLS ・無人航空機搭載型LS	【鉛直方向・平面方向】 ±100mm 以内	1 点以上/0.25 m ² (0.5m×0.5m メッシュ)
出来形計測 (多点計測技術) ・空中写真測量(UAV) ・TLS ・無人航空機搭載型LS	【鉛直方向・平面方向】 規格値 50mm の場合: ±16mm 以内 30mm の場合: ±10mm 以内 20mm の場合: ± 7mm 以内 10mm の場合: ± 3mm 以内	1 点以上/0.0025 m ² (0.05m×0.05m メッシュ)

②使用するソフトウェア

3次元計測技術を用いた出来形管理は、従来の断面における厚さ・高さ・長さなどの寸法値において3次元計測技術を用いて計測した3次元座標の点間距離から算出する手法である。出来形座標確認ソフトウェアについて、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領 第13編 構造物工(橋脚・橋台)編」に必要とするソフトウェアであることを確認する。

また、出来ばえとしての評価が可能な分布図を出力する機能を有している出来ばえ評価用ソフトウェアについても、出来形座標確認ソフトウェアと同様に確認を行うこと。

上記以外に、3次元座標から長さを求めるソフトウェア及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。

3次元設計データソフトウェア	施工計画書に使用するソフトウェア(ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン)を確認
点群処理ソフトウェア	
出来形帳票作成ソフトウェア	
出来高算出ソフトウェア	
出来ばえ評価ソフトウェア	

5-2 基準点の指示

監督職員は、工事に使用する基準点を受注者に指示する。基準点は、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。

5-3 工事基準点等の設置状況の把握

監督職員は、受注者から工事基準点に関する測量成果を受理した段階で、工事基準点が、指示した基準点をもとにして設置したものであること、また、精度管理が適正に行われていることを把握する。

標定点を利用する場合は、指示した基準点あるいは工事基準点をもとにして設置したものであることを把握する。

5-4 性能確認試験結果の把握

監督職員は、受注者が行う性能確認試験の結果（0.2mm 相当のひびが確認できる計測対象に対して、写真計測技術を用いて複数の距離から撮影を行い、従来手法と各距離から撮影された写真を比較した結果および比較により決定した解像度・撮影距離）を確認の上、受注者と協議を行い、写真をひび割れ調査の代替とできるかどうかの決定を行う。

5-5 精度確認試験結果の把握

監督職員は、受注者が実施する3次元計測技術の計測性能あるいは精度管理に関する資料を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

5-6 出来形・出来ばえ管理状況の把握

監督職員は、受注者の実施した出来形管理結果（出来形管理図表及びビューアー付き3次元データ）及び出来ばえ評価資料（各面毎の算出結果及び分布図がわかるモデル・ビューアーもしくは各面毎に分割した資料）を用いて出来形・出来ばえ管理状況を把握する。

6. 検査職員の実施項目

本要領を適用した出来形管理箇所における出来形検査の実施項目は、当面の間、下記に示すとおりである。

<工事検査時>

6-1 出来形計測に係わる書面検査

1) 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

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する。

(施工計画書に記載すべき具体的な事項については、本要領「5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認」項目を参照)

2) 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

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する。

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。

3) 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

3次元計測技術が適正な測定精度を満たしていることを、各技術が該当する施工管理要領(案)に規定する報告書が提出されていることを工事打合せ簿で確認する。

4) 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する。

また、出来形座標確認ソフトウェアを用いて出来形として計測した座標が出来形管理すべき断面上にあることを確認する。

5) 品質管理及び出来形管理写真の確認

「7-2 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する。

6) 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する。

電子成果品	<ul style="list-style-type: none">・ BIM/CIM データ※1 (※1 発注図書に含まれる場合)・ 3次元設計データ (LandXML等のオリジナルデータ (TIN))・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF) 及びビューアー付き3次元データ)・ 出来ばえ評価資料 (モデルもしくはビューアーファイルまたは各面毎に分割した資料)・ 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)・ 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)・ 出来形表面の写真 (モデルもしくはビューアーファイルまたは撮影箇所の分かる資料)・ 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)
-------	--

6-2 出来形計測に係わる実地検査

検査職員は、3次元計測技術を用いて、現地で自らが指定した項目（基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜き出来形（計画高・平面位置））を構成する端部の座標計測を行い、2点の座標間の距離を算出することによって設計値と計測値の差が規格値内であるかを検査する。また、多点計測技術を用いる場合、計測点群を利用して各項目を管理することで実地検査を代替できる。座標間の距離の算出手法は以下のとおりとする。

①計測点群を利用して各項目を管理する場合

多点計測技術で取得した出来形の計測点群を利用して基準高・厚さ・天端幅・敷幅・高さ・胸壁の高さ・長さ・天端長・敷長・胸壁間距離・橋脚中心間距離・支間長及び中心の変位・支承部アンカーボルトの箱抜き出来形（計画高・平面位置）の管理をする場合は、計測点群上で計測する断面あるいは測線の座標を任意に選点し、下記の算出方法に沿って出来形値を求める。

②構造物工における多点計測技術を用いた場合の基準高の算出方法

計測すべき基準高の計測位置を計測点群データから選定する。この時、出来形管理すべき箇所を示す平面位置座標と同位置にある実在点より選点する。

出来形管理すべき平面位置の設計基準高と選定した出来形座標の高さの値から出来形を評価する。

③構造物工における多点計測技術を用いた場合の水平距離の算出方法（天端幅・敷幅・天端長・敷長・長さ・胸壁間距離・橋脚中心間距離）

例えば、計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所の端部を構成する2箇所を選定し、寸法表示箇所に対する水平距離として算出する。また、端部を構成する2箇所は、端部を構成する面上から選点し、補助線等を用いて計測しても良い。

④構造物工における多点計測技術を用いた場合の鉛直方向の差分の算出方法（厚さ・胸壁の高さ・高さ・支承部アンカーボルトの箱抜き出来形（計画高））

計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所の端部を構成する2箇所を計測し、寸法表示箇所に対する鉛直方向の差分を算出する。

⑤構造物工における多点計測技術を用いた場合の支間長及び中心線の変位を算出する方法

計測すべき橋軸方向の中央・両端部及び寸法表示箇所を構成する端部の2箇所を計測し、計測した3次元座標間の水平距離を用いる。中心線の変位については、構造物設計中心点座標と点群上の構造物中心座標の斜距離を用いる。

また、標高補正・球面補正等補正が必要な場合については、支間長においては管理対象外とする。

⑥支承部アンカーボルトの箱抜き出来形（平面位置）を算出する方法

点群に補助線を引き、孔の中心位置を計測し、孔の設計中心位置座標との斜距離を用いる。

7. 管理基準及び規格値等

7-1 出来形管理基準及び規格値

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し、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

7-2 品質管理及び出来形管理写真基準

本要領に関する工事写真の撮影は、「写真管理基準（案）」に定められたものとする。ただし、各計測箇所を点群上で記録し、ビューアーで確認ができる場合は、出来形計測状況を1工事1枚撮影することとする。

なお、撮影の留意点としては、以下の項目がある。

- ① 出来形管理状況の写真は、3次元計測技術の設置状況が分かるものとする。
- ② 被写体として写しこむ小黑板については、工事名・工種等・出来形計測点（測点・箇所）を記述し、設計寸法・実測寸法・略図については省略してよい。
- ③ 各計測箇所を示すビューアーがない場合は、各計測箇所が計測すべき断面上や測線上にあることを示す資料（補助線や補助面と計測点の位置関係がわかる画面キャプチャなどでもよい）を提出すること。
- ④ 従来管理による計測箇所および項目は、従来どおり写真管理を行う。



図－2 写真撮影例

参 考 資 料

参考資料－1 3次元設計データチェックシート

参考資料－2 用語の説明

参考資料－1 3次元設計データチェックシート

(様式-1)

令和〇〇年〇〇月〇〇日

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？	
2) 3次元設計 データ	全点	・ 入力した設計座標値と出力する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 該当項目のデータ入力がない場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

参考資料－２ 用語の説明

【３次元計測技術】

本管理要領においては、３次元座標の単点あるいは多点を計測する技術の総称とする。

【T I N】

T I N（不等三角網）とは、Triangular Irregular Network の略。T I Nは、地形や出来形形状などの表面形状を３次元座標の変化点標高データで補間する最も一般的なデジタルデータ構造である。T I Nは、多くの点を３次元上の直線で繋いで三角形を構築するものである。T I Nは、構造物を形成する表面形状の３次元座標の変化点で構成される。

【法線】

出来形管理の基準となる線形のこと。平面線形と縦断線形で定義され、３次元設計データの構成要素の１つとなる。

【平面線形】

平面線形は、法線を構成する要素の１つで、法線の平面的な形状を表している。道路中心線形の場合、線形計算書に記載された幾何形状を表す数値データでモデル化している。平面線形の幾何要素は、道路中心線形の場合、直線、円曲線、緩和曲線（クロソイド）で構成され、それぞれ端部の平面座標、要素長、回転方向、曲線半径、クロソイドのパラメータで定義される。

【縦断線形】

縦断線形は、法線を構成する要素の１つで、法線の縦断的な形状を表している。縦断形状を表す数値データは縦断図に示されており、縦断線形の幾何要素は、道路中心線形の場合、縦断勾配変位点の起点からの距離と標高、勾配、縦断曲線長又は縦断曲線の半径で定義される。

【出来形横断面形状】

平面線形に直交する断面での、土工仕上がり、法面等の形状である。現行では、横断図として示されている。

【測点】

工事開始点からの道路平面線形上の延長距離の表現方法の１つで、縦断計画高や道路構築形状の位置管理などに用いられる。（例：No. 20+12. 623）

【累加距離標】

路線等に沿った始点からの水平距離（標）。各測点間の距離（短距離）を順次合計していき、追加距離を加えることで、各点における累加距離標を求める。

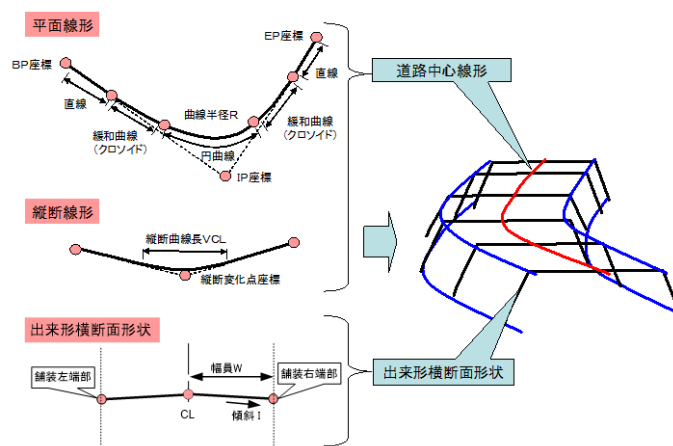
【出来形管理用 T S】

現場での出来形の計測や確認を行うために必要な T S、T S に接続された情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）、及び情報機器に搭載する出来形管理用 T S ソフトウェアの一式のことである。広義の意味で、周辺ソフトウェア（基本設計データ作成ソフトウェア、出来形帳票作成ソフトウェア）も含めて称する場合もある。

【基本設計データ（XML ファイル）】

基本設計データとは、設計図書に規定されている工事目的物の形状、出来形管理対象項目、工事基準点情報及び利用する座標系情報などである。また、施工管理データから現場での出来形計測で得られる情報を除いたデータである。下図に基本設計データの幾何形状のイメー

ジを示す。基本設計データの幾何形状とは、設計成果の線形計算書、平面図、縦断面図及び横断面図から仕上がり形状を抜粋し、3次元形状データ化したもので、(1)道路中心線形または法線（平面線形、縦断線形）、(2)出来形横断面形状で構成される。



【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、出来形管理で計測した座標が設計図書で示す計測すべき断面上にあることを確認するソフトウェアである。

【基本設計データ作成ソフトウェア】

従来の紙図面等から判読できる道路中心線形または法線、横断形状等の数値を入力することで、施工管理データのうちの基本設計データを作成することができるソフトウェアの総称。

【計測点群データ（ポイントファイル）】

3次元計測技術で計測した地形を示す3次元座標値の計測点群データ。CSV や LandXML、LAS など出力される点群処理ソフトウェアなどでのデータ処理前のポイントのデータである。

【出来形評価用データ（ポイントファイル）】

3次元計測技術で計測した計測点群データから不要な点を削除し、さらに出来形管理基準を満たす点密度に調整したポイントデータである。専ら出来形の評価と出来形管理資料に供する。

【出来形計測データ（TINファイル）】

3次元計測技術で計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として出来形地形としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

【起工測量計測データ（TINファイル）】

3次元計測技術で計測した計測点群データから不要な点を削除し、不等三角網の面の集合体として着工前の地形としての面を構築したデータのことをいう。数量算出に利用する。

【出来形管理データ（PDFファイル）】

「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成する「出来形管理図表」のことをいう。「出来形帳票作成ソフトウェア」で作成する出来形帳票はPDF形式で出力することができる。

【出来形帳票作成ソフトウェア】

基本設計データと出来形計測データから、工事完成検査のための出来形管理資料の自動作成と出来形帳票データ（PDFファイル）の出力が可能なソフトウェアの総称。

【基準点】

測量の基準とするために設置された国土地理院が管理する三角点・水準点である。

【工事基準点】

監督職員より指示された基準点を基に、受注者が施工及び施工管理のために現場及びその周辺に設置する基準点をいう。

【標定点】

TLSで計測した相対形状を3次元座標に変換する際に用いる座標点である。基準点あるいは工事基準点と対応付けするために、基準点あるいは工事基準点からTS等によって測量する。