

RTK-GNSSを用いた
出来形管理要領（土工編）
（案）

平成29年3月

国土交通省

はじめに

情報化施工は、情報通信技術の適用により高効率・高精度な施工を実現するものであり、工事施工中においては、施工管理データの連続的な取得を可能とするものである。そのため、施工管理においては従来よりも多くの点で品質管理が可能となり、これまで以上の品質確保が期待される。

施工者においては、実施する施工管理にあつては、施工管理データの取得によりトレーサビリティが確保されるとともに、高精度の施工やデータ管理の簡略化・書類の作成に係る負荷の軽減等が可能となる。また、発注者においては、従来の監督職員による現場確認が施工管理データの数値チェック等で代替可能となるほか、検査職員による出来形・品質管理の規格値等の確認についても数値の自動チェックが今後可能となるなどの効果が期待される。

本要領は、RTK-GNSSを用いた出来形管理技術を土工に適用し、施工管理を面的に行う場合に必要な事項についてとりまとめたものであり、レーザースキャナーや空中写真測量で欠測があった場合の補足やそれに準じる小規模土工の測量を想定したものである。これらの用途以外への利用を妨げるものではないが、TSを用いた出来形管理要領等の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。

本管理要領を用いた施工管理の実施にあつては、本管理要領の主旨、記載内容をよく理解するとともに、実際の施工管理においては、機器の適切な調達及び管理等を行うとともに、適切な施工管理の下で施工を行うものとする。

今後、現場のニーズや本技術の活用目的に対し、更なる機能の開発等技術的發展が実現されることが期待され、その場合、本管理要領も適宜内容を改善していくこととしている。

なお、本管理要領は発注者が行う監督・検査に関する要領と併せて作成しており、監督・検査については、「RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領（土工編）」を参照していただきたい。

目 次

第1編 共通編	1
第1章 総則	1
第1節 総則	1
1-1-1 目的	1
1-1-2 適用の範囲	2
1-1-3 本管理要領（素案）に記載のない事項	3
1-1-4 用語の解説	4
1-1-5 施工計画書	11
1-1-6 監督職員による監督の実施項目	13
1-1-7 検査職員による検査の実施項目	14
第2節 出来形管理用RTK-GNSSによる測定方法	15
1-2-1 機器構成	15
1-2-2 出来形管理用RTK-GNSS本体の計測性能及び精度管理	17
1-2-3 出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアの機能	19
1-2-4 点群処理ソフトウェア	21
1-2-5 3次元設計データ作成ソフトウェア	24
1-2-6 出来形帳票作成ソフトウェア	26
1-2-7 工事基準点の設置	28
第3節 出来形管理用RTK-GNSSによる工事測量	29
1-3-1 起工測量	29
1-3-2 岩線計測	31
1-3-3 部分払い用出来高計測	33
第4節 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理	34
1-4-1 基本設計データの作成	34
1-4-2 基本設計データの確認	36
1-4-3 基本設計データの出来形管理用RTK-GNSSへの搭載	38
1-4-4 3次元設計データの作成（面管理の場合）	39
1-4-5 3次元設計データの確認（面管理の場合）	41
1-4-6 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測	43
1-4-7 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所	47
第5節 出来形管理資料の作成	48
1-5-1 出来形管理資料の作成	48
1-5-2 出来形管理資料の作成（面管理の場合）	49
1-5-3 数量算出（面管理の場合）	52
1-5-4 電子成果品の作成規定	54
1-5-5 電子成果品の作成規定（面管理の場合）	56
第6節 管理基準及び規格値等	58
1-6-1 出来形管理基準及び規格値	58

1-6-2 品質管理及び出来形管理写真基準	59
第2章 土工	60
第1節 道路土工	60
2-1-1 適用の範囲	60
2-1-2 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測	61
2-1-3 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所	62
2-1-4 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所（面管理の場合）	63
2-1-5 出来形管理基準及び規格値	65
2-1-6 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合）	66
2-1-7 品質管理及び出来形管理写真基準	68
第2節 河川・海岸・砂防土工	70
2-2-1 適用の範囲	70
2-2-2 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測	71
2-2-3 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所	72
2-2-4 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所（面管理の場合）	73
2-2-5 出来形管理基準及び規格値	74
2-2-6 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合）	76
2-2-7 品質管理及び出来形管理写真基準	78
第2編 参考資料	80
第1章 参考文献	80
第2章 3次元設計データチェックシート	81
第1節 道路土工	81
第2節 河川土工	83
第3章 3次元設計データの照査結果資料の一例	85
第1節 道路土工	85
第2節 河川土工	89
第4章 高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認ガイドライン	93

第1編 共通編

第1章 総則

第1節 総則

1-1-1 目的

本管理要領は、施工管理データを搭載したRTK-GNSS（以下、「出来形管理用RTK-GNSS」という。）による出来形管理が、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) 出来形管理用RTK-GNSSの基本的な取扱い方法や計測方法
- 2) 計測点群データの処理方法
- 3) 各工種における出来形管理の方法と具体的手順、出来形管理基準及び規格値

【解説】

本要領は、施工管理データ（基本設計データ及び出来形計測データ）を搭載したRTK法によるGNSS測量器（以下「RTK-GNSS」という。）を用いた出来形管理の方法を規定するものである。

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理は、計測した出来形計測点（道路中心線形または法線、法肩、法尻等）の3次元座標値から、幅、法長、高さ等を算出するので、従来の巻尺・レベルによる幅、長さ、高さ等の計測は不要である。また、出来形管理用RTK-GNSSに搭載する施工管理データは、3次元の設計データを持つために任意の横断面における丁張り設置や、出来形管理が効率的、正確に実施できる。さらに、情報が全て電子データであることから、ソフトウェアを用いて、計測から出来形帳票をデータの手入力なしに自動的に作成することが可能となり、帳票作成作業が効率化し、転記ミスを防止することができる。

以上のように出来形管理用RTK-GNSSの利用の効果は大きいですが、従来の巻尺・レベルによる出来形管理の方法とは異なることから、出来形管理用RTK-GNSSを用いた出来形管理を行うための手順や管理基準を明確に示す必要がある。

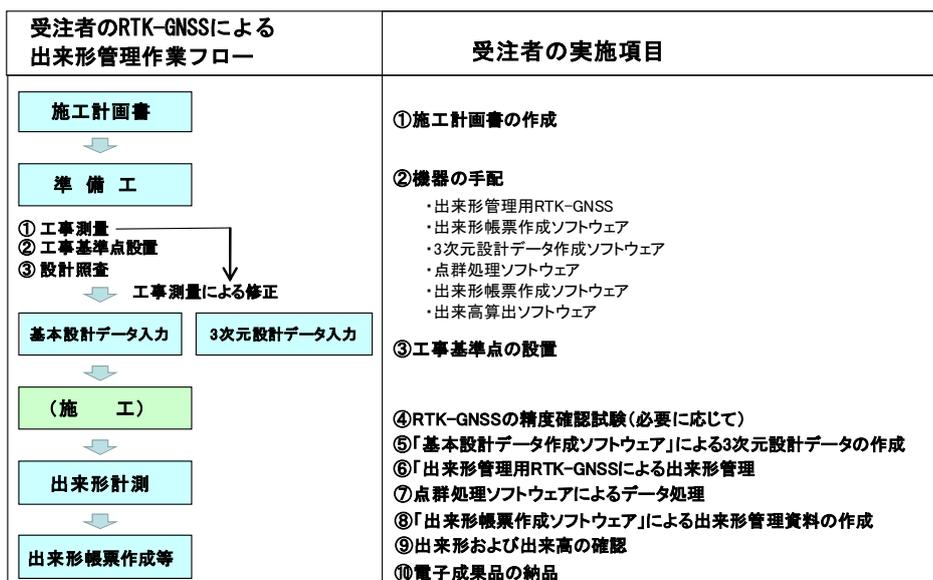


図 1-1 RTK-GNSSによる計測の手順

1-1-2 適用の範囲

本管理要領は、受注者が行うRTK-GNSSを用いた出来形計測及び出来形管理に適用する。

【解説】

1) 測定方法

本管理要領では、RTK-GNSS以外のTSやLS、空中写真測量(UAV)等による出来形の測定方法については対象外とする。

2) 対象となる作業の範囲

本管理要領で示す作業の範囲は、図1-2の実線部分(施工計画、準備工の一部、出来形計測及び完成検査準備、完成検査)である。しかし、RTK-GNSSを用いた出来形の把握、出来高の確認は施工全体の工程管理や全体マネジメントに有効であり、図1-2の破線部分(工事測量・丁張り設置、施工)においても、作業の効率化が期待できる。作業の効率化は情報化施工の目的に合致するものであり、本管理要領はRTK-GNSSを日々の出来形把握、出来高把握等の自主管理等に活用することを何ら妨げない。

また、レーザースキャナーや空中写真測量で欠測があった場合の補足やそれに準じる小規模土工の測量において、RTK-GNSSを用いて施工管理を面的に行う場合も対象とする。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。

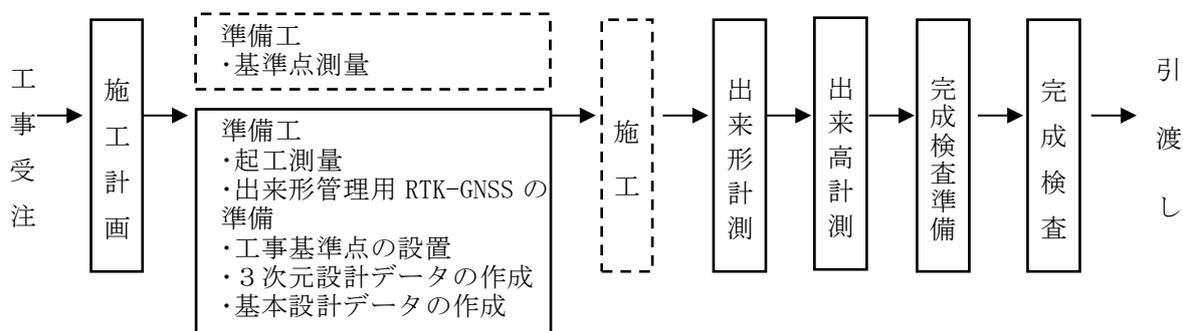


図 1-2 本管理要領の対象となる業務の範囲

1-1-3 本管理要領（素案）に記載のない事項

本管理要領に定められていない事項については、以下の基準によるものとする。

- 1) 「土木工事共通仕様書」（国土交通省各地方整備局）
- 2) 「土木工事施工管理基準及び規格値」（国土交通省各地方整備局）
- 3) 「写真管理基準(案)」（国土交通省各地方整備局）
- 4) 「土木工事数量算出要領(案)」（国土交通省各地方整備局）
- 5) 「工事完成図書電子納品等要領」（国土交通省）
- 6) 「国土交通省 公共測量作業規程」（国土交通省）
- 7) 「RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)」（国土交通省）

注1) 上記基準類の名称は各地方整備局で若干異なる。

注2) 「国土交通省 公共測量作業規程」（国土交通省）は、「作業規程の準則」を準用する。

【解説】

本管理要領は、「土木工事共通仕様書」、「土木工事施工管理基準及び規格値」、「写真管理基準(案)」及び「土木工事数量算出要領」で定められている基準に基づき、RTK-GNSSを用いた出来形管理の実施方法、管理基準等を規定するものとして位置づける。本管理要領に記載のない事項については関連する基準類に従うものとする。

1-1-4 用語の解説

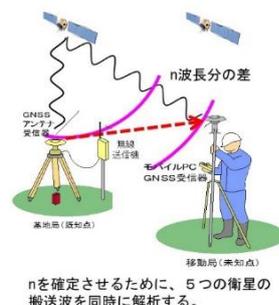
本管理要領で使用する用語を以下に解説する。

【GNSS (Global Navigation Satellite System/汎地球測位航法衛星システム)】

人工衛星からの信号を用いて位置を決定する衛星測位システムの総称。米国が運営する GPS 以外にも、ロシアで開発運用している GLONASS、ヨーロッパ連合で運用している Galileo、日本の準天頂衛星 (みちびき) も運用されている。

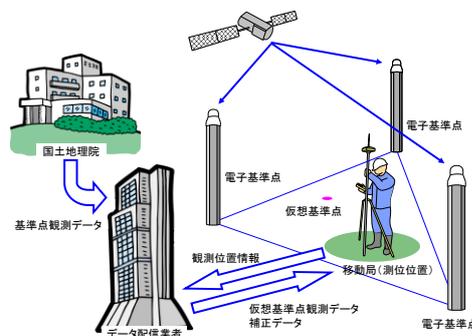
【RTK (リアルタイムキネマティック)】

RTKとは、リアルタイムキネマティックの略で、衛星測位から発信される搬送波を用いた計測手法である。既知点と移動局にGNSSのアンテナを設置し、既知点から移動局への基線ベクトル解析により、リアルタイムに移動局の座標を計算することができる。



【ネットワーク型RTK-GNSS】

RTK-GNSSで利用する基地局を仮想点として擬似的に作成することで、基地局の設置を削減した計測方法のこと。全国に設置された電子基準点のデータを元に、移動局の近隣に仮想的に基地局を作成し、基地局で受信するデータを模擬的に作成する。これを移動局に配信することでRTK-GNSSを実施可能となる。このため、既知点の設置とアンテナは不要だが、仮想基準点の模擬的な受信データ作成とデータ配信、通信料に関する契約が別途必要となる。

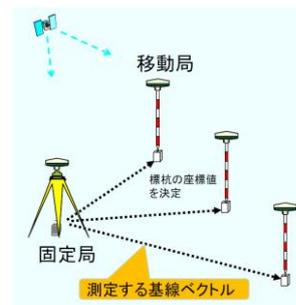


【キネマティック法】

キネマティック法とは、図のようにGNSS受信機を固定点に据付け (固定局)、他の1台を用いて他の観測点を移動 (移動局) しながら、固定点と観測点の相対位置 (基線ベクトル) を求める方法である。

【GNSSローバー】

ネットワーク型RTK法による単点観測法で用いるGNSS受信機を備えた計測機器。



【出来形管理用RTK-GNSS】

現場での出来形の計測や確認を行うために必要なRTK-GNSS、RTK-GNSS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RTK-GNSSソフトウェアの一式のことである。出来形管理用RTK-GNSSの性能については、本管理要領に示す機能及び性能を有していなければならない。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。

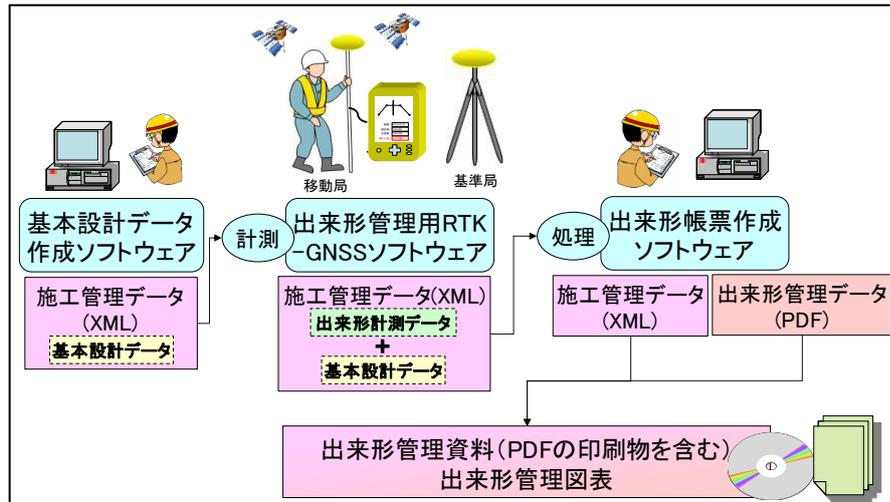


図 1-3 出来形管理用RTK-GNSSにおけるデータの流れ

【高さ補完機能】

高さ補完装置を用いて、鉛直方向の安定した計測値を得るための機能。

【epoch (エポック)】

1 観測当たりの測定データの周期 (取得数)。

通常、RTK 法による 3～4 級基準点測量を行う場合、1 秒毎に連続取得した 10 秒間で得られる 10 データの平均値を利用するが、これを、「10epoch 平均値」という。

【3次元設計データ】

3次元設計データとは、道路中心線形または法線 (平面線形、縦断線形)、出来形横断面形状、工事基準点情報及び利用する座標系情報など設計図書に規定されている工事目的物の形状とともに、それらを TIN などの面データで出力したものである。

【TINデータ】

TIN (不等三角網) とは、Triangular Irregular Network の略。TIN 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。TIN 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。TIN 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。

【3次元設計データの構成要素】

3次元設計データの構成要素は、主に、平面線形、縦断線形、横断面形状であり、これらの構成要素は、設計成果の線形計算書、平面図、縦断図及び横断図から仕上がり形状を抜粋することで、必要な情報を取得することができる。3次元設計データは、これらの構成要素を用いて面的な補間計算を行い、TIN で表現されたデータである。図 1-4 に 3次元設計データと作成するために必要な構成要素を示す。

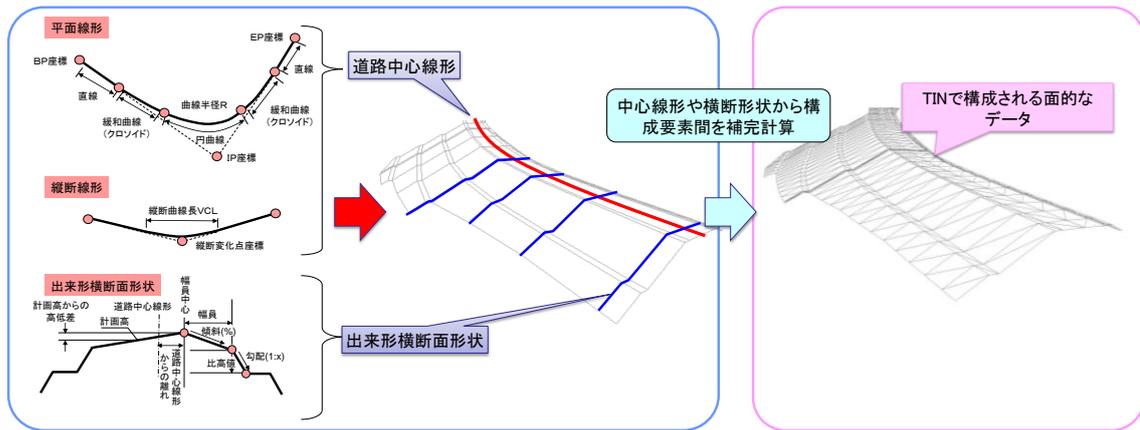


図 1-4 3次元設計データのイメージ（道路土工の場合）

【道路中心線形】

道路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一つとなる。

【法線】

堤防、河道及び構造物等の平面的な位置を示す線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、基本設計データの一要素となる。

【平面線形】

平面線形は、道路中心線形または法線を構成する要素の1つで、道路中心線形または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、道路中心線形または法線を構成する要素の1つで、道路中心線形または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、縦断曲線長または縦断曲線の半径で定義される。

【測点】

工事開始点からの平面線形上での延長距離の表現方法のひとつで、縦断計画高や構築形状の位置管理などに用いられる。（ex: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、舗装等の形状である。現行では、横断図として示されている。

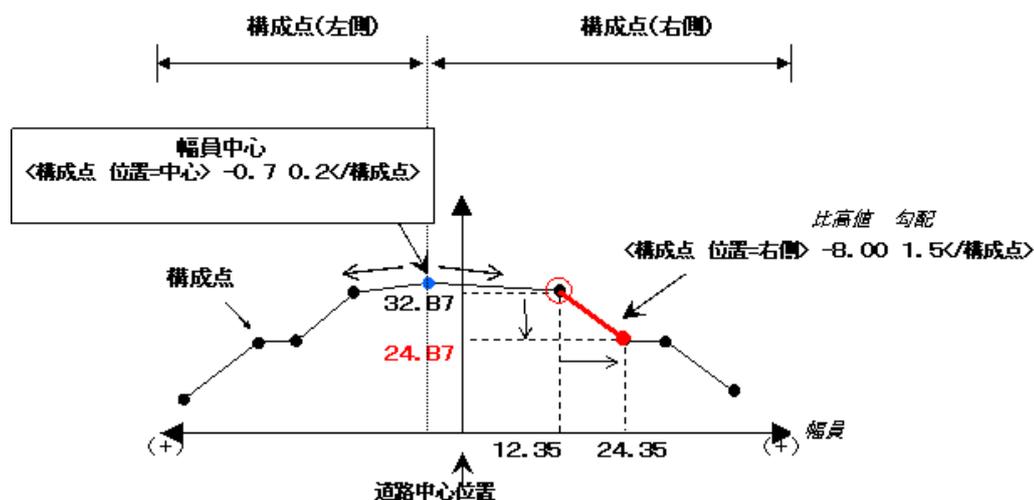


図 1-5 出来形横断形状

【出来形計測データ (XMLファイル)】

出来形管理用RTK-GNSSで計測した3次元座標値及び計測地点（法肩や法尻など）の記号を付加したデータのことをいう。出来形計測データと基本設計データとの対比により、出来形管理を行う。

出来形計測対象点の記号は、基本設計データ作成時に作成者により図1-6のように設定され、出来形計測時は出来形管理用RTK-GNSS上でこれを選択して利用する。

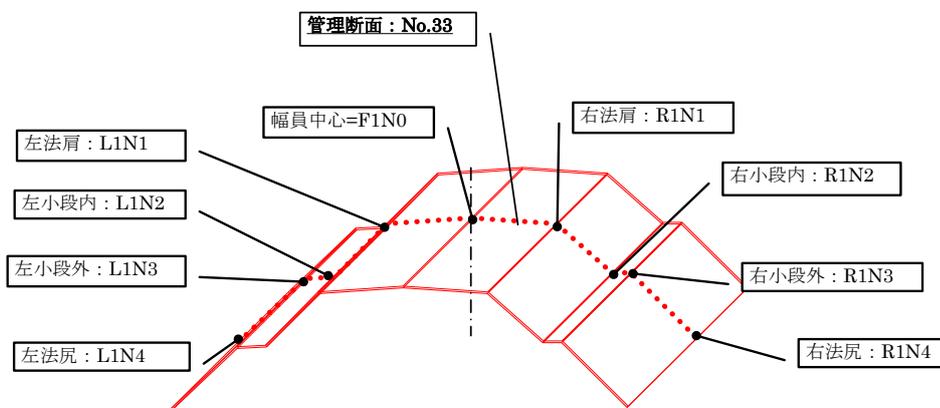


図 1-6 出来形計測時 出来形計測対象点の付け方 (例) (道路土工の場合)

【計測点群データ (ポイントファイル)】

出来形管理用RTK-GNSSでランダムに計測した地形や地物を示す3次元座標値の点群データ。CSVやLandXMLなどで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り、本要領では面管理を実施する際に利用する。

【施工管理データ (XMLファイル)】

施工管理データとは、本管理要領の出来形管理に必要なデータの総称であり、「基本設計データ」及び「出来形計測データ」のことをいう。

【出来形評価用データ（ポイントファイル）】

RTK-GNSS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）】

RTK-GNSS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）】

RTK-GNSS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。

【岩線計測データ（TINファイル）】

RTK-GNSS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岩区分境界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。

【出来形管理資料】

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の離れ等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値など）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは3次元モデルをいう。

【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。

【出来形管理用RTK-GNSSソフトウェア】

出来形管理用RTK-GNSSの情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）に搭載されたソフトウェア。基本設計データを入力することで、現場において効率的に出来形計測が行える情報を提供すると共に、計測結果を施工管理データ（基本設計データと出来形計測データのXML形式）として出力することができる。出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアは、「出来形管理用RTK-GNSS機能要求仕様書」に規定する機能を有していなければならないが、現時点で未策定であるために、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定する機能を有していればよいものとする。

【点群処理ソフトウェア】

RTK-GNSSを用いて計測した3次元座標点群から樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した3次元座標の点群を、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、及び当該点群にTINを配置し、3次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。

【3次元設計データ作成ソフトウェア】

RTK-GNSSを用いて計測した3次元座標点群から樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した3次元座標の点群を、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、及び当該点群にTINを配置し、3次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。

【出来形管理用RTK-GNSSソフトウェア】

出来形管理用RTK-GNSSの情報機器（データコレクタ、携帯可能なコンピュータ）に搭載されたソフトウェア。基本設計データを入力することで、現場において効率的に出来形計測が行える情報を提供すると共に、計測結果を施工管理データ（基本設計データと出来形計測データのXML形式）として出力することができる。出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアは、「出来形管理用RTK-GNSS機能要求仕様書」に規定する機能を有していなければならないが、現時点で未策定であるために、「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」に規定する機能を有していればよいものとする。

【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】

3次元設計データと出来形評価用データを入力することで、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理資料として出力することができる。

【出来高算出ソフトウェア】

起工測量結果と、3次元設計データ作成ソフトウェアで作成した3次元設計データ、あるいは点群処理ソフトウェアで算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

【面管理用帳票作成ソフトウェア】

3次元設計データと出来形評価用データを入力することで、設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れの算出と良否の判定が行える情報を提供するとともに、計測結果を出来形管理資料として出力することができる。

【ローカライゼーション（座標変換）】

GNSS座標系を現場座標系に変換すること。現場座標系とGNSS座標系の間にはズレがあるが、ローカライゼーションを実施することで、GNSS座標を現場座標へ変換するテーブルが作成され、以降は、GNSS座標の計測値より自動的に現場座標の計測値が得られる。

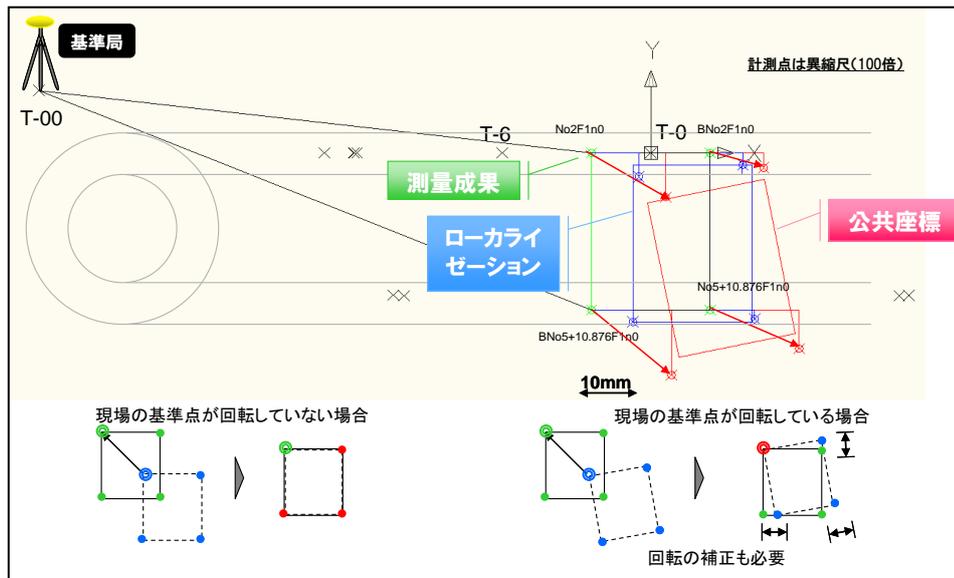


図 1-7 ローカライゼーションのイメージ

【面管理】

面管理とは、出来形管理の計測範囲において、1m 間隔以下（1 点/m² 以上）の点密度が確保できる出来形計測を行い、3次元設計データと計測した各ポイントのとの離れを算出し、出来形の良否を面的に判定する管理手法である。

【オリジナルデータ】

使用するソフトウェアから出力できるデータのことで、使用するソフトウェア独自のファイル形式あるいは、オープンなデータ交換形式となる。例えば、LandXML は、2000 年 1 月に米国にて公開された土木・測量業界におけるオープンなデータ交換形式である。

【基準点】

測定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。

1-1-5 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

適用工種に該当する工種を記載する。適用工種は、「2-1-1 適用の範囲」を参照されたい。

2) 適用区域（面管理する場合）

本管理要領による、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管理箇所を記載する。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

出来形管理用RTK-GNSS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。

【解説】

1) 適用工種

本管理要領による適用工種に該当している工種を記載する。

2) 適用区域

本管理要領により、3次元計測を行う範囲を明記する。また、平面図上に当該工事の土工範囲を示し、本管理要領による出来形管理範囲と「土木工事施工管理基準及び規格値」による出来形管理範囲を塗り分ける。

3次元計測範囲は土工部分を周囲に5m程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としてもよい。

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

「設計図書」及び「出来形管理基準及び規格値」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。

また、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理部分については、本管理要領に基づく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

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理を正確に実施するためには、必要な性能を有し適正に管理された出来形管理用RTK-GNSS及び必要かつ確実な機能を有するソフトウェアを利用することが必要である。受注者は、施工計画書に使用する機器構成を記載するとともに、その機能・性能などを確認できる資料を添付する。

①機器構成

受注者は、本管理要領を適用する出来形管理で利用する機器及びソフトウェアについて、施工計画書に記載する。

②出来形管理用RTK-GNSS本体

受注者は、出来形管理用RTK-GNSSのハードウェアとして有する計測精度が国土院認定1級（2周波）と同等以上かつ、出来形管理に必要な鉛直精度を満たす計測性能を有し、適正な精度管理が行われていることを、施工計画書の添付資料として提出する。

国土地理院認定 1 級（2 周波） と同等以上	公称測定精度：±（20mm+2×10 ⁻⁶ ×D） 最小解析値：1mm
----------------------------	---

計測距離 500m の場合、±（20mm+2×10⁻⁶×500m）=±21mm の誤差となる。

出来形管理に必要な要求精度	4 級基準点と同等以上の基準点との較差が 平面 20mm 以内、鉛直 10mm 以内 (面管理を実施する場合は鉛直 30mm 以内)
---------------	--

- a. R T K - G N S S の計測精度が国土地理院による 1 級（2 周波）と同等以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書を添付する。（国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA113 による 1 級（2 周波）以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の 1 級（2 周波）同等以上であることが明記されている場合は、1 級（2 周波）と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。）
- b. 出来形管理に必要な鉛直精度を満たしていることを示す精度確認結果として、測量機器メーカーの発行する検査成績書（1 年以内）を添付する。検査成績書（1 年以内）に代えて、「高さ補完機能付き R T K - G N S S 測量機の精度確認ガイドライン」で確認した結果（1 年以内）を添付してもよい。なお、確認した結果の提出は、施工計画書作成段階ではなく、計測を開始するまででよい。
- c. R T K - G N S S の精度管理が適正に行われていることを証明するために、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカー等が発行する有効な校正証明書を添付する。（「国土交通省 公共測量作業規程」参照）
- d. 高さ補完機能がレーザー光を利用する場合、JIS C 6802 に定められるレーザー製品の安全基準を守った製品であること

③ソフトウェア

受注者は、本要領により利用する「出来形管理用 R T K - G N S S ソフトウェア」については、別途定める「出来形管理用 R T K - G N S S 機能要求仕様書【未策定】」に規定する性能を有するソフトウェアであることを、また、「基本設計データ作成ソフトウェア」及び「出来形帳票作成ソフトウェア」については、別途定める「R T K - G N S S による出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書【未策定】」※に規定する性能を有するソフトウェアであることを示すメーカーのカタログあるいはソフトウェア仕様書を、施工計画書の添付資料として提出する。

※：「R T K - G N S S による出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」は未策定であるため、機能として同じものになると考えられる「T S による出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」で代替する。

1-1-6 監督職員による監督の実施項目

本管理要領を適用した、出来形管理用RTK-GNSSにおける監督職員の実施項目は、「RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領」の「5 監督職員の実施項目」による。

【解説】

監督職員は、本管理要領に記載されている内容を確認及び把握をするために立会し、または資料等の提示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、監督職員による本管理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。

- 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（面管理実施時のみ）
- 4) 工事基準点等の設置状況の把握
- 5) 3次元設計データチェックシートの確認
- 6) 高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェック結果報告書の把握
（面管理の場合は不要）
- 7) 出来形管理状況の把握

1-1-7 検査職員による検査の実施項目

本管理要領を適用した、出来形管理用RTK-GNSSにおける監督職員の実施項目は、「RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領」の「6 検査職員の実施項目」による。

【解説】

本管理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、出来形数量の算出においても、本管理要領で算出された数量を用いてよいものとする。

受注者は、当該技術検査について、監督職員による監督の実施項目の規定を準用する。

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

- ・出来形管理用RTK-GNSSに係わる施工計画書の記載内容
- ・設計図書の3次元化に係わる確認（面管理実施時のみ）
- ・出来形管理用RTK-GNSS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
- ・高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェック結果報告書の把握
- ・出来形管理用RTK-GNSSに係わる「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・電子成果品の確認

2) 出来形計測に係わる実地検査

- ・検査職員が任意に指定する箇所の出来形検査

第2節 出来形管理用RTK-GNSSによる測定方法

1-2-1 機器構成

本管理要領で用いる出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理のシステムは、以下の機器で構成される。

- 1) 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）
- 2) 点群処理ソフトウェア（面的管理の場合）
- 3) 基本設計データ作成ソフトウェア
- 4) 出来形帳票作成ソフトウェア
- 5) 出来高算出ソフトウェア

【解説】

図1-8にRTK-GNSS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) 出来形管理用RTK-GNSS（ハードウェア及びソフトウェア）

出来形管理用RTK-GNSSは、3) で作成した基本設計データを用い、現場での出来形計測、出来形の良否判定が可能な設計と出来形の差を表示、出来形計測データの記録と出力を行う装置である。なお、高さ補完機能として、高さ補完機能を持つ高さ補完装置が別途付属する場合がある。

2) 点群処理ソフトウェア

出来形管理用RTK-GNSSで取得した複数回の3次元点群の結合や、3次元座標の点群から樹木や草木、建設機械や仮設備等の不要な点を除外するソフトウェアである。また、整理した3次元座標の点群にTIN（不等三角網）を配置し、3次元の出来形計測結果を出力するソフトウェアである。なお、ソフトウェアを動作するためのパソコンは、性能によっては、データ処理に膨大な時間を要する場合もあるため、ソフトウェアの推奨動作環境（CPU, GPU, メモリなど）に留意すること。

3) 基本設計データ作成ソフトウェア

基本設計データ作成ソフトウェアは、発注者から提示された設計図書等を基に、出来形管理用RTK-GNSSに搭載可能な基本設計データを作成するソフトウェアである。作成した基本設計データは、通信あるいは記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載することができる。

4) 出来形帳票作成ソフトウェア

3) で作成した3次元設計データ・基本設計データ作成ソフトウェアと、2) で算出した出来形評価用データの各ポイントの離れを算出することで、出来形の良否判定が可能な出来形分布図などを作成するソフトウェアである。

5) 面管理用出来形帳票作成ソフトウェア

4) で作成した3次元設計データと、2) で計測した出来形結果を比較することで、出来形の良否判定が可能な出来形分布図などを作成するソフトウェアである。

6) 出来高算出ソフトウェア

別途計測した起工測量結果と、3) で作成した3次元設計データ、あるいは、2) で算出した出来形結果を用いて出来高を算出するソフトウェアである。

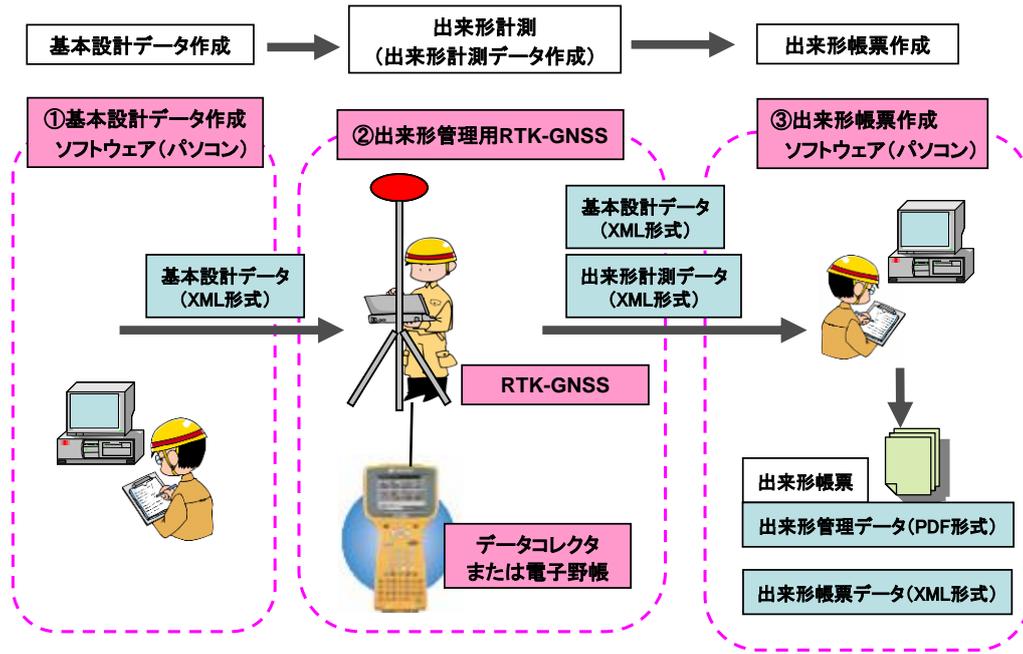


図 1-8 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理機器の構成例

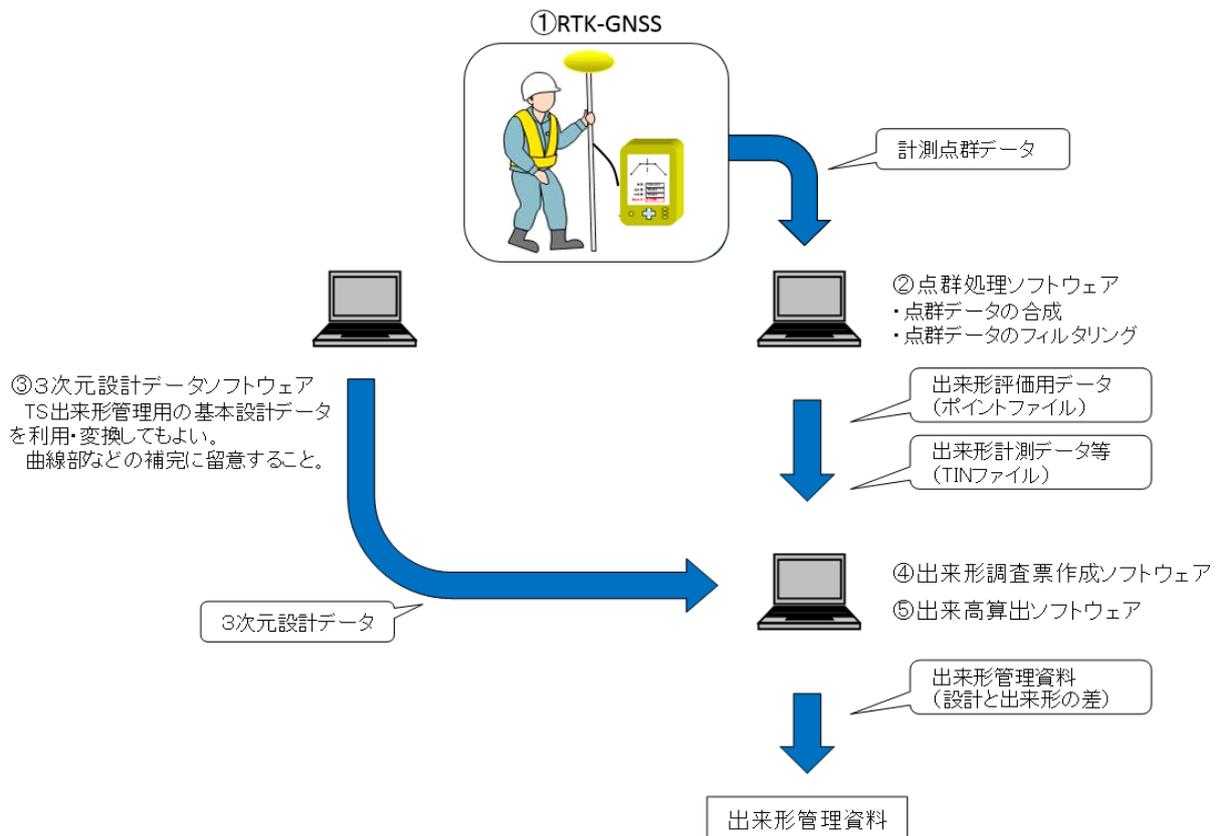


図 1-9 出来形管理用TSによる出来形管理機械の構成例 (面的管理の場合)

1-2-2 出来形管理用RTK-GNSS本体の計測性能及び精度管理

出来形管理用RTK-GNSSは、国土地理院認定1級（2周波）と同等以上の性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。受注者は、本管理要領に基づいて出来形管理を行う場合は、利用するRTK-GNSSの性能について、監督職員に提出すること。以下に、1級（2周波）の性能基準（「国土交通省公共測量作業規程」による）と出来形管理に必要な高さ精度を示す。

公称測定精度：±(20mm+2×10⁻⁶×D) 最小解析値：1mm

計測距離500mの場合は、±(20mm+2×10⁻⁶×500m) = ±21mmの誤差となる。

出来形管理に必要な鉛直精度（鉛直方向±10mm以内）

（面管理を実施する場合は鉛直 30mm以内）

【解説】

1) 計測性能

「国土交通省公共測量作業規程」では、3～4級基準点測量及び応用測量に使用する機器の一つに1級（2周波）または2級（1周波）GNSS測量機があげられている。一方、GNSS測量機の製品提供企業が掲げる仕様では、RTK法への対応は1級（2周波）のみとなっている。よって、出来形管理の計測精度を確保するため、出来形管理用RTK-GNSS本体（GNSS測量機本体）は、1級あるいは同等以上の計測性能を有することとする。

RTK-GNSSの計測性能は、国土地理院1級の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、及びこれに準ずる日本測量機器工業会規格JSIMA113による1級同等以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の1級同等以上であることが明記されている場合は1級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。

2) 鉛直方向への計測性能

土工の出来形管理に必要な計測性能（鉛直方向±10mm以内）が確保できることを、国土交通省または第三者機関等が係わる検証データで整理されていること。（面管理を実施する場合は1)の規定のみでよい）

3) 精度管理

GNSS測量機の精度管理が適正に行われていることは、検定機関が発行する有効な検定証明書あるいは測量機器メーカーが発行する有効な校正証明書で確認することができる。

高さ補完機能の精度管理が適正に行われていることを証明する公的な検定制度及び校正証明書等が無い場合、測量機器メーカーが発行する検査成績書（1年以内）で確認することができる。検査成績書（1年以内）に代えて、「高さ補完機能を有するRTK-GNSS測量機の精度確認ガイドライン」で確認してもよい。

発行日 2014年3月13日

検査成績書

高さ補完機能測量機

品名：●●●●-●●●

機械番号：AA-BBB

検査日：2014年3月13日

社内検査の結果、下記の通り合格したことを証明致します。

NO.	検査項目	測定結果	許容値
1	高さ分解能	良	1"
2	自動補正範囲	良	±3°

会社名 (株)●●● ■■■部 責任者 印 検査者 印

図 1-10 検査成績書(高さ補完機能部分)

1-2-3 出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアの機能

本要領で用いる出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアは、「出来形管理用RTK-GNSS機能要求仕様書【検討中】」に規定された機能及び性能を有していなければならない。

【解説】

本要領に基づく出来形管理は、事前に作成した基本設計データを用い、従来の準備作業（出来形管理箇所を示す杭の座標計算や杭の事前設置作業）なしに出来形計測が実施可能で、現場での出来形計測と同時に出来形の良否判定ができることが特徴である。

これらを実現するためには、事前に基本設計データを搭載し、現場で出来形計測データの取得と出来形確認を行う出来形管理用RTK-GNSSが必要となる。

「出来形管理用RTK-GNSS機能要求仕様書【検討中】」は、本要領に基づいて出来形確認を行うため、出来形管理用RTK-GNSSソフトウェアが有すべき機能を規定したものである。以下に、必要とする機能を示す。

- | | |
|--------------------------------|------------------------|
| (1) 施工管理データの読み込み機能 | (9) 観測状態確認機能 |
| (2) RTK-GNSSの基準局及びローカライゼーション機能 | (10) 出来形計測データの登録機能 |
| (3) 線形データの切替え選択機能 | (11) 出来形計測データの取得漏れ確認機能 |
| (4) 基本設計データの確認機能 | (12) 監督・検査現場立会い確認機能 |
| (5) RTK-GNSSとの通信設定確認機能 | (13) 施工管理データの書出し機能 |
| (6) 初期化手順と較差確認機能 | (14) 評価結果の報告 |
| (7) 任意断面での出来形管理機能 | (15) 高さ補完機能の動作状況確認機能* |
| (8) 管理断面での出来形管理機能 | (16) 計測可能範囲の設定機能 |

図1-11は、(8)管理断面での出来形管理機能の例を示している。左図のように、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測と同時に基本設計データとの高さの差が確認できる。また、右図のように、法長、幅等の長さを構成する点が既に計測済みである場合は、これについても確認できる機能を有している。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、これらの出来形計測データを出来形計測対象点（法肩や法尻等）を識別して記録することが可能であり、このことにより計測後に自動的に帳票作成が可能である。

※「RTK-GNSSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」は未策定であるため、機能として同じものになると考えられる「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」で代替するが、RTK-GNSS特有の機能（上記(2)、(5)、(6)、(9)、(15)）については、別途確認すること。

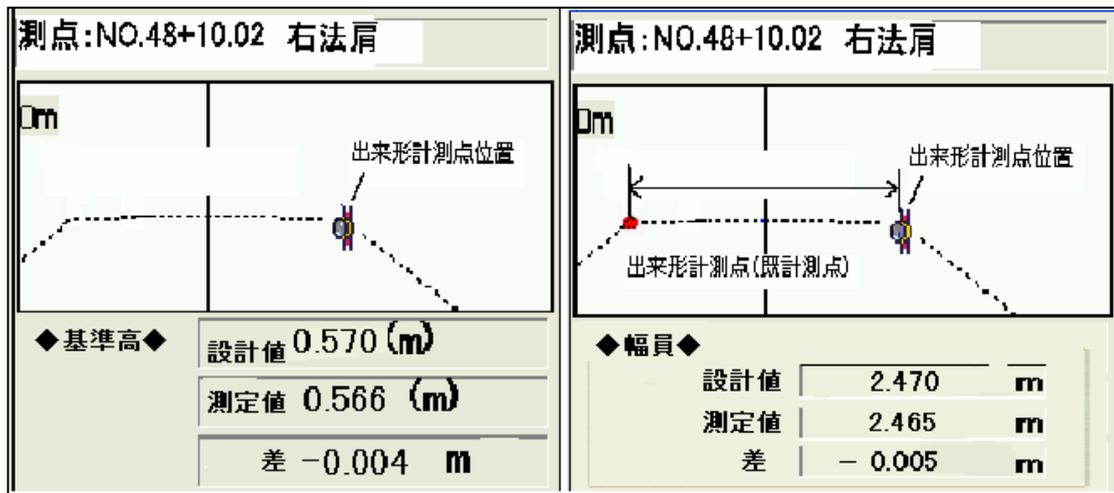


図 1-1-1 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形確認画面例

※状況により機能が停止する場合に限る。

1-2-4 点群処理ソフトウェア

本管理要領で利用する点群処理ソフトウェアは、計測点群データから樹木や草木、仮設構造物などの出来形とは関係のない不要点を除外する機能や、3次元の出来形評価用データ及び出来形計測データを出力する機能を有していなければならない。

【解説】

RTK-GNSSの特徴は、広範囲の3次元座標点群を測定することが可能な点である。また、計測箇所に直接RTK-GNSSを置いていき計測するため確実にデータの取得が可能である。しかし、大量の点群を取得するには、時間かかることと、点密度もLS等に比べて少ない。以下に本管理要領に基づくデータ処理の概念とデータ処理に必要な主な機能を示す。

1) 計測データの不要点削除

①対象範囲外のデータ削除

RTK-GNSSの計測は取得範囲をランダムに計測するために、被計測対象物以外の構造物のデータを含んでいる。計測結果から不要な計測データを削除する作業を行う。

削除の方法は、点群処理ソフトウェアを用い、計測点群データの3次元的な鳥瞰図を見ながら、対象範囲外のデータかどうかを目視確認し、選択、削除する方法が一般的である。



図 1-12 対象範囲外のデータ削除

②点群密度の変更（データの間引き）

RTK-GNSSの特徴としては、計測箇所を目的に応じて選択できる。すべての計測点群データを利用してもよいが、全ての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密度を減らす作業を行ってもよい。

出来形計測データについては、1m²あたり1点以上、数量算出に用いる岩線計測データ及び起工測量計測データについては、0.25m²あたり1点以上、出来形評価用データとしては1m²あたり1点以上の点密度が確保できる程度まで点群密度を減らしてよい。密度の変更方法は、用途によって様々な手法が開発されているが、座標値を変更するような処理をとってはならない。例えば、平面範囲（例えば出来形評価の計測密度である1m²以内で鉛直方向の最下点や中央値を抽出することはよいが、平均処理を行ってはならない（出来形評価用データで以下のグリッドデータ化による場合は除く）。

③グリッドデータ化

出来形評価用データとしては、点群密度の変更による方法の他に、内挿により格子状に加工することにより、1m²あたり1点程度のデータとすることができる。この場合以下のいずれかの方式によることができる

- ・再近隣法

グリッド点から最も近い点の標高値を採用。

- ・平均法

内挿するグリッドからある検索範囲内にある計測点群データの標高の平均値を標高値として採用。このとき検索範囲はグリッド格子間隔の2倍程度を限度とする。

- ・T I N法

計測点群データから発生させたT I Nを用いて、平面座標として内挿するグリッドが含まれる三角形上の標高値を採用。

- ・逆距離加重法

計測点群データ各点から一定距離内の各点群に対し、グリッドまでの距離に応じた重みを付けて内挿する方法。一定距離については、はグリッド格子間隔の2倍程度を限度とする。

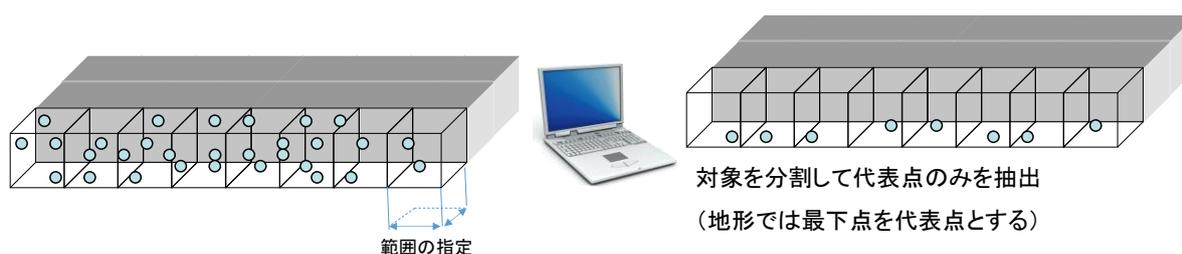


図 1-13 点群データの密度を均一にする方法 (例)

2) 計測点群データの合成

現場での計測結果が複数ある場合にひとつの計測点群データとして取りまとめる。複数スキヤンのまとめ方については、大きく2つの方法がある。

①各スキヤンで個別の3次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成

各スキヤンで標定点や基準点等を利用して3次元座標へ変換しておき、単純に計測点座標群を合成する。

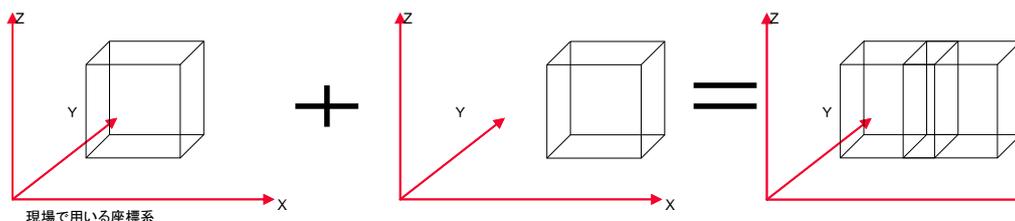


図 1-14 現場座標系に変換された結果を合成する方法

②複数スキャン内の特徴点を用いて合成を行ったのちに3次元座標に変換

複数のスキャンで共通に取得されている特徴点や標定点を基準に点群を合成する手法である。各スキャンから同じ特徴点を抽出してマッチングさせる。この手法では、特徴点の抽出時のずれや計測誤差により、合成時のゆがみなどが生じる場合などもあることから実施時には注意が必要である(合成時の誤差や偏差について、各ソフトウェアで解析する機能などがあるので参照する)。

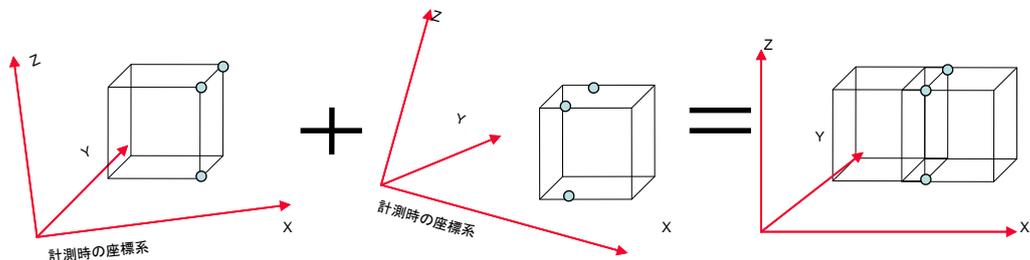


図 1-15 複数のスキャンに含まれる標定点を基準に合成する方法

3) 面データ (出来形計測データ、起工測量計測データ) の作成

計測点群データの不要点削除が終了した点群を対象にT I N (不等三角網) を配置し、地形や岩区分境界あるいは出来形の面データを作成する。自動でT I Nを配置した場合に、現場の出来形形状と異なる場合は、T I Nの結合方法を手動で変更してもよい。

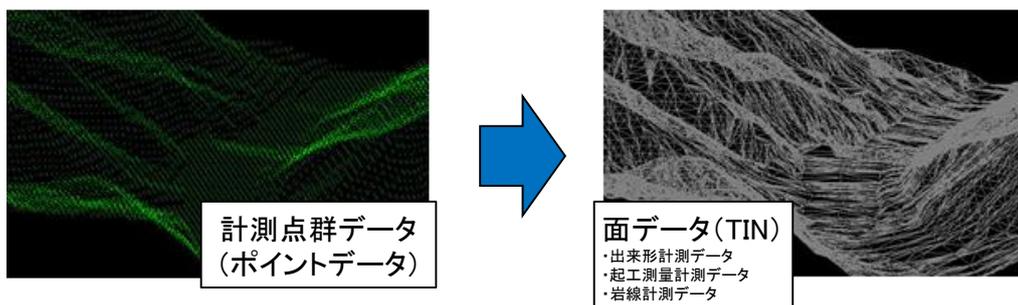


図 1-16 計測点群データをT I Nデータに変換する方法

1-2-5 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】

面的な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、中心線形データ、横断形状データ、及び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「T I Nデータ」で表現される。

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。

3) 設計面データの作成機能

上記1)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設計の面データを作成する機能。本管理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)で読み込んだ設計面データと起工測量データに基づく、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)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4)～5)で作成・変換した3次元設計データを LandXML 形式や使用するソフトウェア等のオリジナルデータで出力する機能。

1-2-6 出来形帳票作成ソフトウェア

本管理要領で利用する出来形帳票作成ソフトウェアは、取得した出来形評価用データと3次元設計データの面データとの離れを算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計形状の比較による出来形の良否判定が可能な出来形分布図を出力する機能を有していなければならない。

【解説】

3次元のポイントデータによる出来形評価用データと3次元設計データを重ねて表示することで出来形の良否判定を行う。このことから、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（標高較差あるいは水平較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び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図上にプロットした分布図を整理した帳票（出来形管理図表）、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる3次元モデルのビューアファイルを出来形管理資料として出力する。

1) 出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力

① 3次元設計データから管理を行うべき範囲（平場、天端、法面（小段含む）の部位別）を抽出する。

② 部位別に3次元設計データと出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）を計算し、平均値、最大値、最小値、データ数、評価面積及び棄却点数を出力する。標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出し、水平較差は、当該ポイントを含み、中心線形に直行する平面で設計面の横断を見たとき、かつ「法面や構造物の位置をコントロールする線形」に直交する平面上で設計面の横断を見たとき、当該ポイントと同一標高値の横断上の点との距離として算出する。

ここで「法面や構造物の位置をコントロールする線形」とは、道路中心、幅員中心、堤防法線、並びに法肩や法尻及び道路端部を結ぶ線形のことをいう。

③ 「1-5-1 出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を満足する項目を表形式で印刷、または3次元モデルの属性情報として表示する。

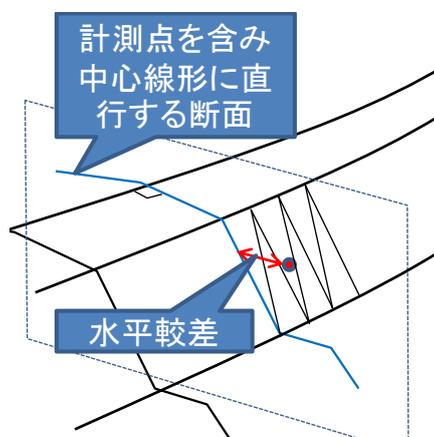


図 1-17 水平較差の算出ロジックのイメージ

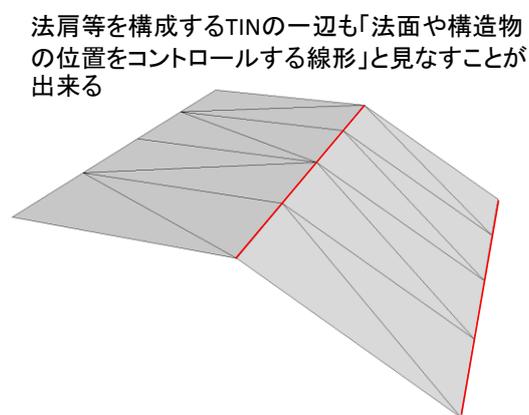


図 1-18 位置をコントロールする線形

2) 出来形分布図

- ① 3次元設計データから管理を行うべき範囲（平場、天端、法面（小段含む）の部位別）を抽出する。
- ② 部位別に3次元設計データと出来形評価用データの離れの計算結果を出来形評価用データのポイント毎に分布図として表示する。
- ③ 分布図が具備すべき情報としては「1-5-1 出来形管理資料の作成」にある出来形管理図表の様式を参考として、以下のとおりとする。
 - ・ 評価範囲全体が含まれる平面図（部位別に別葉とする）。
 - ・ 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毎に結果を示す色をプロットするとともに、色の判例を明示する。
 - ・ ±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示する。
 - ・ 規格値の範囲外については、-100%～+100%の範囲とは別の色で明示する。
 - ・ 発注者の求めに応じて規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示できることが望ましい。
 - ・ 規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した例として規格値が存在するものとして、表示することが望ましい。
 - ・ DOP値とは、GPS衛星の位置によって左右され、測位精度の劣化の程度を表す数値。小さいほど精度が高いことを示す。

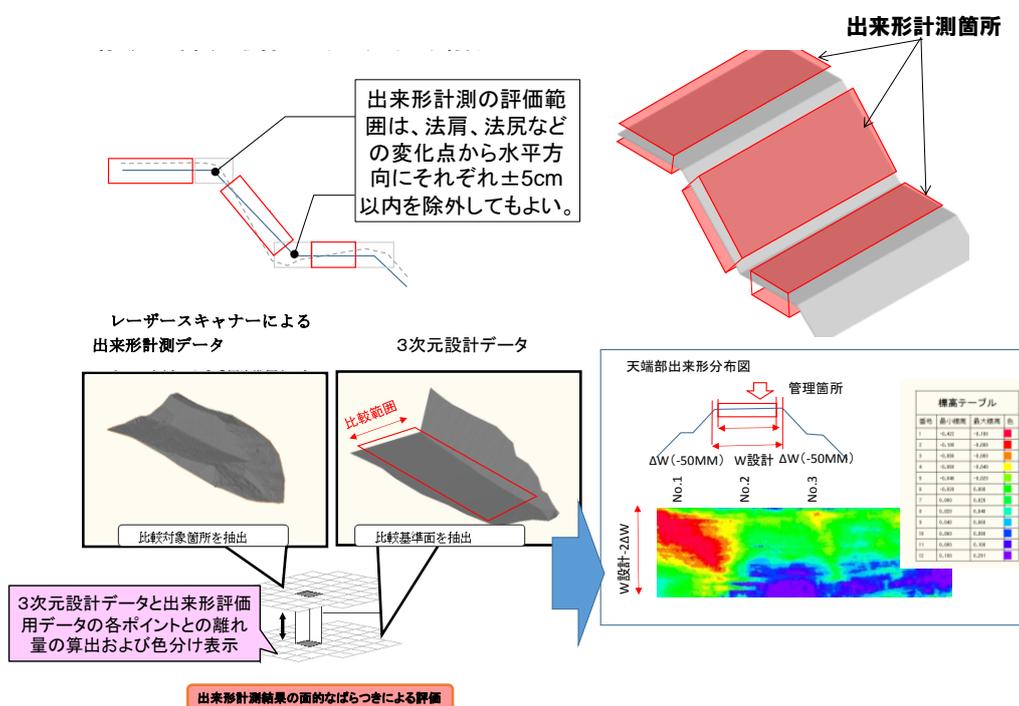


図 1-19 面的な出来形管理分布図のイメージ

1-2-7 工事基準点の設置

本管理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、「1-3-4 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測」に記述している出来形計測方法に留意して配置し、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】

出来形管理用RTK-GNSS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計測精度の管理を行いながら3次元座標値を取得し、この座標値から幅、長さ等を算出する。このため、出来形の計測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。

工事基準点の設置時の留意点としては、「1-3-4 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測」に記述する出来形計測が効率的に実施できる位置に工事基準点を設置しておくことである。

工事基準点をGNSS測量機を利用して設置する際の留意点としては、高い計測精度が得られる条件下で設置（座標を計測）することである。GNSS測量機によるRTK法は、広域の絶対値としては基準点測量が行える高い計測精度を有しているが、施工現場内の隣接する工事基準点といった狭域の相対値としては計測精度は高くない。施工現場内の工事基準点の設置精度は、以降の全てのRTK-GNSSによる計測作業の計測精度に影響を与えるため、高い計測精度で設置する必要がある。GNSS測量機を用いたRTK法による測量で設置する場合、気象条件や衛星配置の状況で計測精度が変化するため、DOP値が小さい状態（計測精度が良い状態）の計測値を採用することが望まれる。ただし、DOP値の大小が計測精度の高低と一致しない場合もあるため、計測精度を得るための工夫が望まれる。例えば、通常の3～4級基準点測量では、10秒間の計測（10epoch 平均値）を計測用と確認用の2回行い差が少なければ計測用の計測値を採用することになっているが、工事基準点設置地には、更に計測回数を増やすとともに、複数の10epoch 平均値の更に平均値を採用することが考えられる。この場合、同じ箇所が続けて計測して同じ時間帯の複数の計測値を得るより、他の計測箇所を計測し1巡してから計測して違う時間帯の複数の計測値を得る方が、平準化による計測誤差の低減効果が期待できる。

なお、「国土交通省公共測量作業規程」基準点測量のRTK法を参考とし、GNSS基準局とGNSS計測局との基線長距離（斜距離）は500m以内を標準とする。なお、高さ補完機能について別途距離制限がある場合は、制限内での計測とすること。

第3節 出来形管理用RTK-GNSSによる工事測量

1-3-1 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の地盤の地形測量を実施する。管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、地形変化点の座標を取得する。断面上ではなくランダムに地形の形状を取得する場合は0.25m²（50cm×50cmメッシュ）あたり1点以上とする。なお、起工測量のその他の実施事項は、「1-4-3 RTK-GNSSによる出来形計測」を準用する。

2) 起工測量計測データの作成

受注者は、出来形管理用RTK-GNSSで計測した現況地形の計測点群データからTINで表現される起工測量計測データを作成する。データ処理方法は、「1-2-4 点群処理ソフトウェア」の手順を参照されたい。

【解説】

本管理要領では、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計測が可能な出来形管理用RTK-GNSSを用いて実施する。面的なデータを使用した設計照査を実施する際は、当該工事の設計形状を示す3次元設計データについて、監督職員との協議を行い、設計図書として位置付ける。

1) 起工測量の実施

管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、地形変化点の座標を取得する。断面上ではなくランダムに地形の形状を取得する場合はその計測密度は0.25m²（50cm×50cmメッシュ）あたり1点以上とする。また、標定点は4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点相当）と同等の測量方法により計測する。その他の実施事項及び作業上の留意点については、「1-4-5 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測」を参照されたい。

2) 起工測量計測データの作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にTINを配置し、起工測量計測データを作成する。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してもよい。また、管理断面間隔より狭い範囲においては、変化点の座標を用いることにより、数量算出において平均断面法と同等の計算結果が得られるようにTINで補間してもよいものとする。

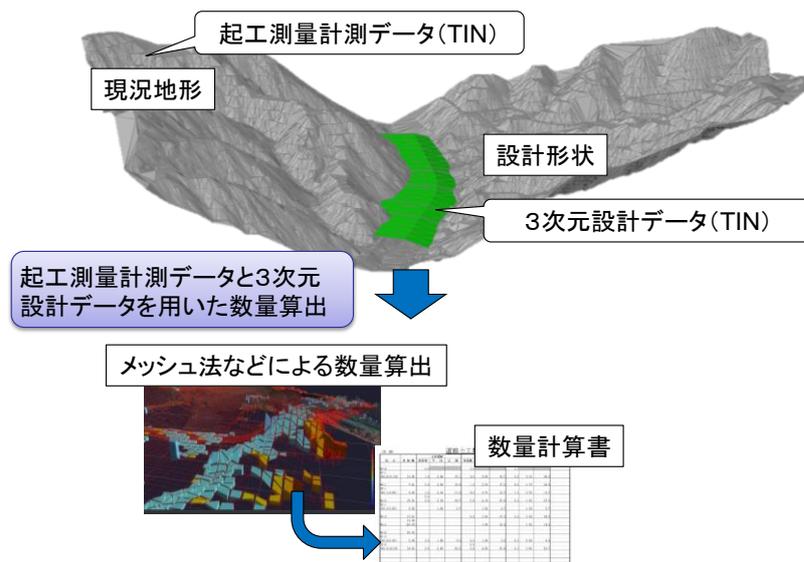


図 1-20 設計照査のための数量算出イメージ

1-3-2 岩線計測

1) 線計測の実施

受注者は、設計変更のために必要に応じて岩質の境界面について地形測量を実施する。管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、岩質変化箇所の座標を取得する。断面上ではなく境界面の形状を直接取得する場合は岩線計測の測定精度は10cm以内とし、計測密度は0.25m²（50cm×50cmメッシュ）あたり1点以上とする。なお、岩線形測のその他の実施事項は、「1-4-3 RTK-GNSSによる出来形計測」を準用する。

2) 岩線計測データの作成

受注者は、RTK-GNSS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する。データ処理方法は、「1-2-4 点群処理ソフトウェア」の手順を参照されたい。

【解説】

本管理要領では、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RTK-GNSSを用いて実施する。面的なデータを使用した設計変更の根拠資料とする際には、当該工事の設計形状を示す3次元設計データについて、監督職員との協議を行い、設計図書として位置付ける。

1) 岩線計測の実施

管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、岩質変化箇所の座標を取得する。境界面を露出させるなど、境界面の形状を直接取得できる状況で、断面上ではなくランダムに地形の形状を取得する場合には、その計測密度は0.25m²（50cm×50cmメッシュ）あたり1点以上とする。また、標定点は4級基準点及び3級水準点（山間部では4級水準点相当）と同等の測量方法により計測する。その他の実施事項及び作業上の留意点については、「1-4-5 RTK-GNSSによる出来形計測」を参照されたい。

2) 岩線計測データの作成

受注者は、計測した点群座標の不要点削除が終了した計測点群データを対象にTINを配置し、岩線計測データを作成する。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してもよい。また、管理断面間隔より狭い範囲においては、変化点の座標を用いることにより、数量算出において平均断面法と同等の計算結果が得られるようにTINで補間してもよいものとする。

岩線計測データのもととなる計測点群データについては、下記図に示すように、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してもよい。

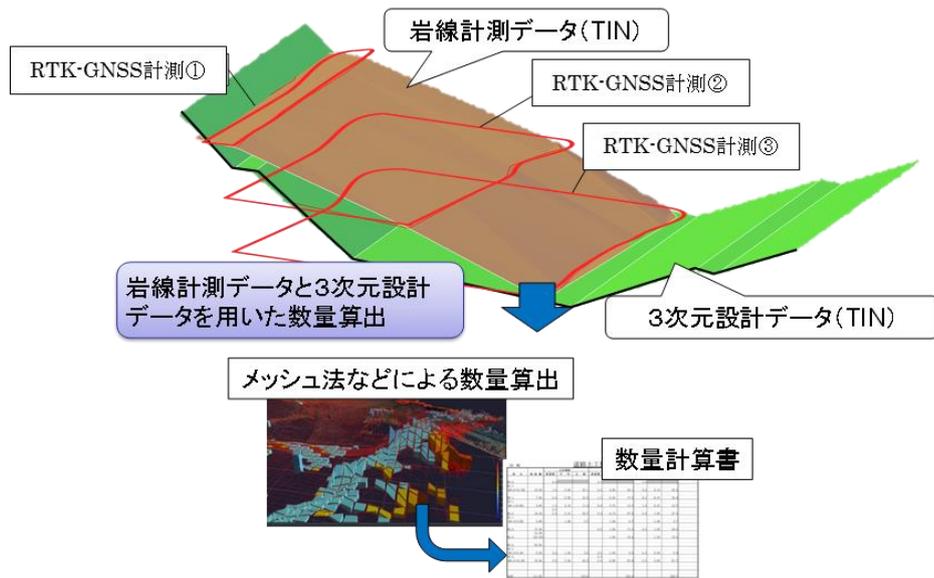


図 1-2 1 設計変更（岩区分）のための数量算出イメージ

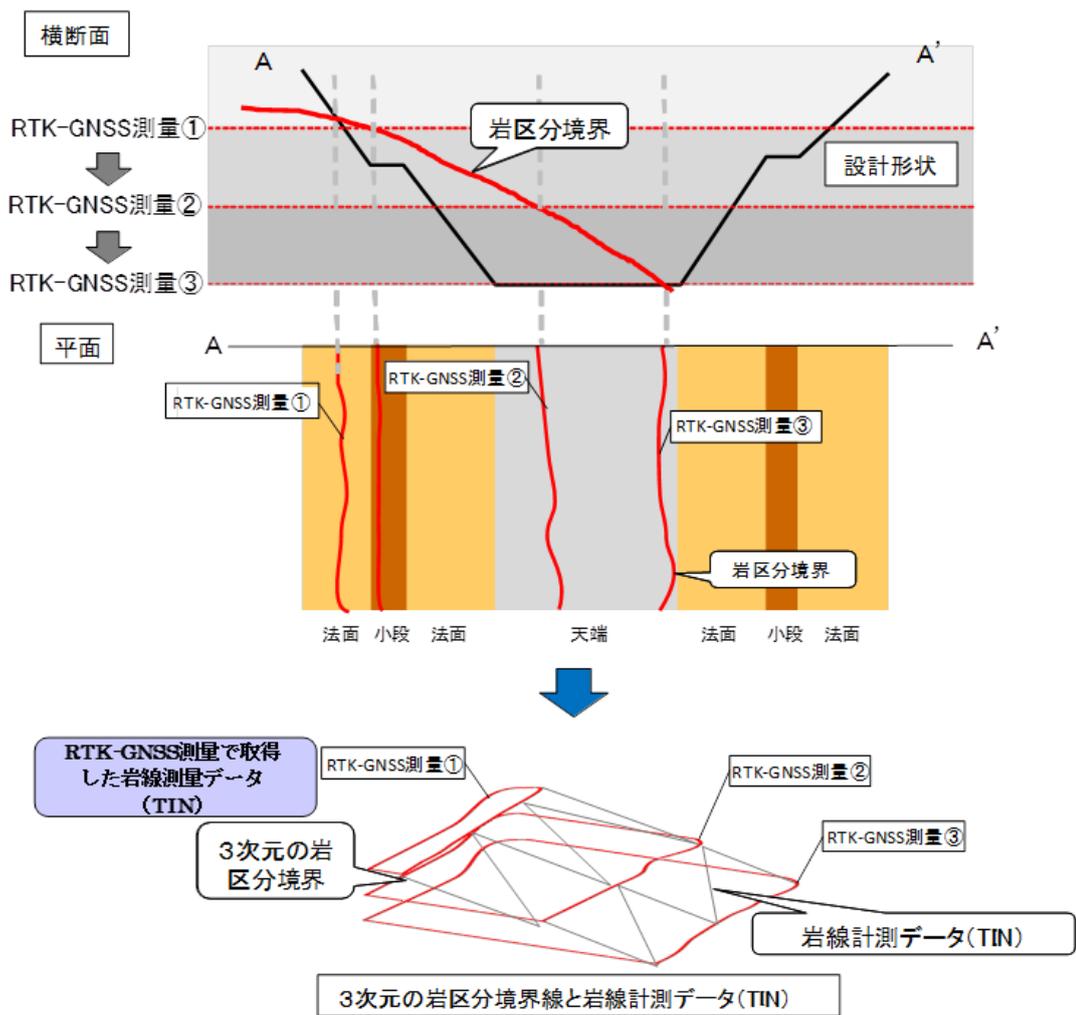


図 1-2 2 RTK-GNSSで取得する岩区分境界のイメージ

1-3-3 部分払い用出来高計測

1) 部分払い出来高計測の実施

受注者は、出来高部分払い方式を選択した場合で、簡便な数量算出方法としてRTK-GNSSによる地形測量を利用できる。この場合、出来高計測の実施事項は「1-4-3 RTK-GNSSによる出来形計測」を準用し、管理断面及びそれ以外の任意の測点における断面について、法肩、法尻、その他地形変化点の座標を取得するか、断面上ではなくランダムに地形の形状を取得する場合は、計測密度を0.25m²（50cm×50cmメッシュ）あたり1点以上とする。その上で、1-5-2 数量算出（面管理の場合）の規定を準用して数量を算出する。

【解説】

出来高部分払いについては、精度を落として算出数量を控除してでも、簡便な方法を望む意見があり、精度確認方法のみ規定することとした。算出値の9割の根拠はH27実験値による。

第4節 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理

1-4-1 基本設計データの作成

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、発注者から貸与された設計図書（平面図、縦断面図、横断面図等）や線形計算書等を基に基本設計データ（面管理を行う場合は3次元設計データ）を作成する。

【解説】

受注者は、基本設計データ作成ソフトウェアを用いて、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断面線形、出来形横断面形状の設定を行い出来形管理用RTK-GNSSが取込み可能な基本設計データの作成を行う。以下に、基本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、縦断面図、横断面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) 基本設計データの作成範囲

基本設計データの作成範囲は、工事起点から工事終点とし、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、及び余盛りや法面保護堤（盛土法肩部に法面の雨水侵食防止のために構築する小堤）等を実施する場合については、監督職員との協議を行い、その結果を基本設計データの作成に反映させる。

3) 基本設計データの作成

基本設計データの作成は、設計図書（平面図、縦断面図、横断面図）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・縦断面曲線長、横断面形状等）を読み取って、基本設計データ作成ソフトウェアにデータ入力する。

出来形横断面形状の作成は、図面に記載されている全ての管理断面及び断面変化点（拡幅などの開始・終了断面や切土から盛土への変更する断面）について作成する。

基本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基本設計データが出来形の良否判定の基準となることから、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。

工事基準点については、「1-2-7 工事基準点の設置」で監督職員に提出した工事基準点を全て入力すること。

4) 3次元設計データ（TIN）の作成

入力した要素データを基に面的な3次元設計データ（TIN）を作成する。TINは3角の平面の集合体であるため、曲線部では管理断面の間を細かい断面に分割して3次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては必要に応じて横断面形状を作成した後にTINを設定する（例えば、間隔5m毎の横断面形状を作成した後にTINを設定する）。

5) 地形情報

R T K - G N S S 等による起工測量結果を 3 次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した基本設計データと重畳し比較した上で、盛土及び切土と地形の擦付け部分が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、監督職員との協議を行い、その結果を基本設計データの作成に反映させる。

6) 数量算出

成した 3 次元設計データは、契約図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。3 次元設計データは、に基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「1 - 5 - 3 数量算出」を参照のこと。

7) 設計変更について

設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、3 次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の 3 次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の基本設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

8) 積算区分の境界情報

数量算出に 3 次元設計データは、を利用する場合には、積算区分の境界面について、面データを作成する。管理断面間隔より十分狭い範囲においては、T I N で補間してもよいものとする。

1-4-2 基本設計データの確認

受注者は、基本設計データの作成後に、基本設計データの以下の1)～4)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、監督職員に基本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基本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、作成した基本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

【解説】

基本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、受注者は基本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。

基本設計データの照合とは、基本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。基本設計データと設計図書の照合結果については、本管理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の中心点座標リスト、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）（第2編 第2章 及び第3章参照）に記載する。

また、受注者は、前述の資料の他、基本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、監督職員から基本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、速やかに基本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、設計図書と基本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。

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、基本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確認する方法等を用いて実施する。また、出来形横断面形状に付与する出来形計測対象点の記号が基本設計データ作成ソフトウェアによって作成されていることを、出力図面またはソフトウェア画面上で確認すること。

5) 3次元設計データ

RTK-GNSSを用いた出来形管理の該当区間の3次元設計データの入力要素（工事基準点、中心線形データや横断形状データ）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する。

1-4-3 基本設計データの出来形管理用RTK-GNSSへの搭載

受注者は、基本設計データを出来形管理用RTK-GNSSへ搭載する。

【解説】

設計データ作成ソフトウェアから出力した基本設計データを、通信あるいは記憶媒体を通して出来形管理用RTK-GNSSに搭載する。

出来形計測の実施前には、出来形管理用RTK-GNSSを用い、出来形計測対象となる基本設計データが搭載されていることを確認しておく必要がある。

1-4-4 3次元設計データの作成（面管理の場合）

面管理をする場合、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、出来形評価用データとの比較が可能な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、及び余盛りや法面保護堤（盛土法肩部に法面の雨水侵食防止のために構築する小堤）等を実施する場合については、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、出来形管理用RTK-GNSS計測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・終了断面や切土から盛土への変更する断面）について作成する。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。

4) 3次元設計データ（T I N）の作成

入力した要素データを基に面的な3次元設計データ（T I N）を作成する。T I Nは三角形の平面の集合体であるため、曲線部では管理断面の間を細かい断面に分割して3次元設計データ化する必要がある。このため、線形の曲線区間においては必要に応じて横断形状を作成した後にT I Nを設定する（例えば、間隔5m毎の横断形状を作成した後にT I Nを設定する）。

5) 地形情報

出来形管理用T Sによる起工測量結果を3次元設計データ作成ソフトウェアに読み込み、作成した3次元設計データと重畳し比較した上で、盛土及び切土と地形の擦付け部分が発注図に含まれる現況地形と異なる場合については、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。

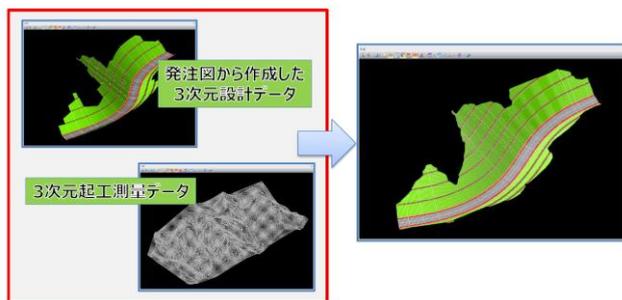


図 1-23 データの重畳のイメージ

6) 数量算出

作成した3次元設計データは、契約図書として位置付けられるものであるため、数量を再計算しておく必要がある。3次元設計データに基づく数量計算結果が当初数量と変更があった場合は、設計変更の対象となる。工事数量の算出方法は「1-5-3数量算出」を参照のこと。

7) 積算区分の境界情報

数量算出に3次元設計データを利用する場合には、積算区分の境界面について、岩線計測データ等の面データを作成する。管理断面間隔より十分狭い範囲においては、T I Nで補間してもよいものとする。

8) 設計変更について

設計変更で設計形状に変更があった場合は、その都度、3次元設計データを編集し変更を行う。このとき、最新の3次元設計データの変更理由、変更内容、変更後の3次元設計データファイル名は確実に管理しておくこと。

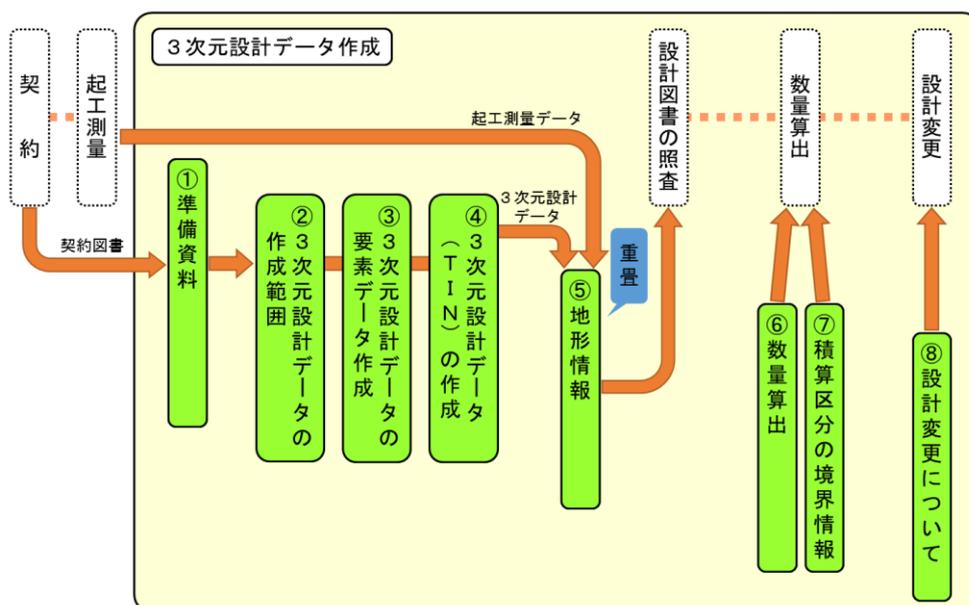


図 1-24 3次元設計データの流れ

1-4-5 3次元設計データの確認（面管理の場合）

面管理をする場合、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ひ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、本管理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の中心点座標リスト、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）（第2編 第2章及び第3章参照）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次元石器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。

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、出来形管理項目の幅（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

ら横断図を作成し、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。

5) 3次元設計データ

RTK-GNSS を用いた出来形管理の該当区間の3次元設計データの入力要素（中心線形データや横断形状データ）と3次元設計データ（T I N）を重畳し、同一性が確認可能な3次元表示した図を提出する。

1-4-6 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測

受注者は、出来形管理用RTK-GNSSを設置し、出来形計測を行う。

1) 出来形管理用RTK-GNSSの基準局の設置

出来形管理用RTK-GNSSで利用する基準局は、工事基準点上に設置すること。任意の未知点に設置する必要がある場合には、測量を実施して工事基準点とするか、後方交会法のように任意の点に設置した後で必要な位置情報を取得する機能を利用すること。

なお、ネットワーク型RTK-GNSSの移動局のみで測位する場合はこの限りでない。

2) ローカライゼーション

GNSS座標系と現場座標系にズレがある場合、ローカライゼーションを行うこと。

3) 出来形計測

出来形計測の実施にあたっては、誤差を確認しながら行うこと。

面管理の場合の出来形計測は、1m²（平均投影面積）あたり1点以上の出来形評価用データを直接計測する。

【解説】

必要な位置情報を取得する機器は、基線長が長くなると無線通信等が不安定となりやすいので、障害物、障害電波などの無いことを留意する必要がある。無線通信距離は条件により大きく変わるが、GNSS測量機に一般的に搭載されている免許不要の無線通信方式の場合、良好な無線通信距離のおおよその目安は、通常で500m程度、条件が良いと1km程度である。

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

1) 基準局の定義

ここで言う基準局とは、RTK-GNSSの基準局、または高さ補完装置としての基準局とする。

2) GNSS基準局設置の留意点

1. 出来形計測点を効率的に取得できる位置に基準局を設置すること。（例：無線通信が障害物に阻害されにくい高台、基準局のカバーエリアを十分利用できる工区中央）
2. 工事基準点は、3次元設計データや基本設計データに登録されている点を用いること。
3. 基準局及び移動局は傾きがないように正しく設置すること。
4. 計測中に基準局が動かないように確実に設置すること。
5. 設定時に単純な誤りをおかすことが多いので、注意すること。
6. 上空の遮蔽物やビル等による反射波（マルチパス）の影響に注意すること。
7. 別途高さ補完機能を供するメーカーの保証する条件に従って行うこと。

3) ローカライゼーションの留意点

1. GNSS座標系と現場座標系にズレがある現場では、座標系を合わせるためのローカライゼーションを実施する必要がある。出来形値（幅、法長）は2点間の相対距離で求まるが、出来形値（標高）は現場座標系で行う必要がある。また、RTK-GNSS測量機器の導入効果を得るために、丁張り設置など日々の位置出し作業等でも活用する観点からも、座標系にズレがある場合はローカライゼーションを行う必要がある。
2. ローカライゼーションは、工事基準点の計測・登録した際の計測誤差の影響を受けることになる（図1-25）。そのため、ローカライゼーションは計測精度を確保できた条件で行う必要がある。よって、DOP値が小さい状態で、通常の計測時間である10秒間よりも長時

間の計測を行うことが望まれる。

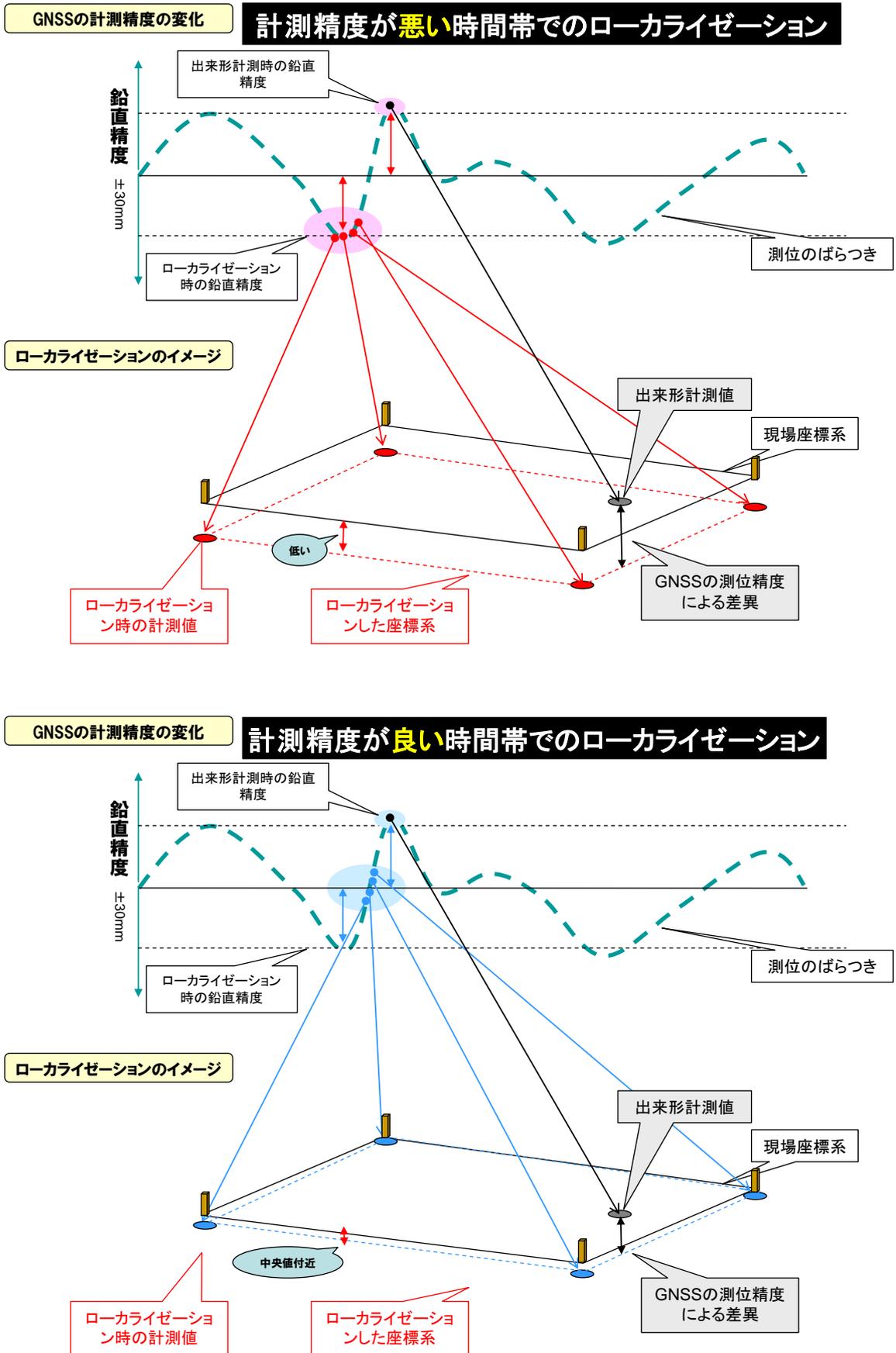


図 1-25 ローカライゼーションの留意点

4) 出来形計測の手順と留意点

各工種に関する事項は、各節に記載の「出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測」を参照されたい。

1. 工事基準点上で初期化を行い、初期化直後のその工事基準点の計測値に大きな誤差が無いことを確認（既知点確認）する。初期化誤差が水平方向 20mm 以上または鉛直方向 10mm 以上（面管理の場合は 30mm 以上）ある場合は、再度、初期化を行う（図 1-26）。高さ補完機能を有する RTK-GNSS の場合、鉛直方向の計測は高さ補完機能により安定した計測値が得られることから、「高さ補完機能を有する RTK-GNSS 測量機の精度確認ガイドライン」により必要な計測精度の確保が確認された範囲で利用する限り、鉛直方向で 10mm を大きく超える誤差は発生し難いが、万一、発生した場合、再度、初期化しても改善しない可能性が高い。その場合、原因として考えられる工事基準点や機器設置のミスや接触による移動なども念頭に対処する必要がある。

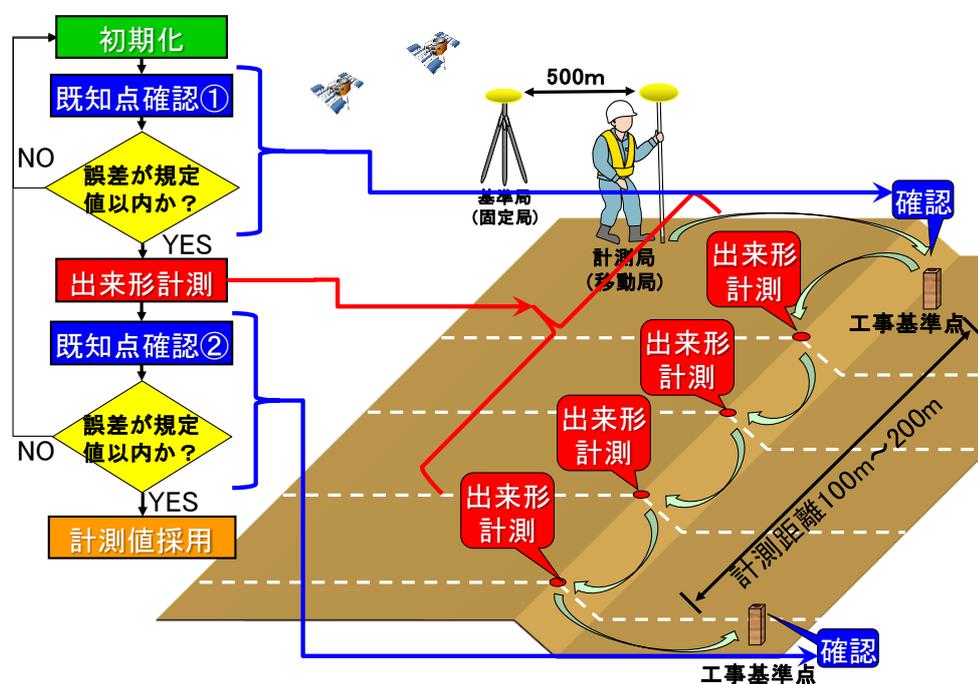


図 1-26 初期化と計測の手順

2. 出来形計測を行う管理断面と出来形計測対象点の指定を行う。出来形管理用 RTK-GNSS を用い、基本設計データに登録されている計測対象の管理断面の測点名と出来形計測対象点（道路中心線形または法線や法肩等）の選択を行う。
3. 出来形計測対象点に移動局を設置した上で、「国土交通省公共測量作業規程」の路線測量に準拠し FIX 解を得てから 10epoch 以上を計測する。なお、「国土交通省公共測量作業規程」の路線測量に準拠すれば計測精度の確認用に 2 セット計測して比較し、較差が小さい場合は計測値を採用することとなっているが、実証実験結果を見ると直ぐに確認した場合は 2 セット間の較差が小さく、また、他点の計測を 1 巡した後で再計測する方法では作業効率が悪くなるため、出来形管理用 RTK-GNSS での出来形計測では、1 セットとする代わりに精度確認用として計測後に工事基準点で誤差の確認（既知点確認）を行うこととする（図 1-26）。万一、計測精度が悪化している場合に、それまでの計

測作業で得た計測値は計測精度がある状態で得たデータか判断できないため採用せず、再度、計測する必要がある。よって、以降の出来形の計測作業で計測の手戻りを少なくするため、一定の計測間隔あるいは時間間隔で初期化を行うことが望ましい。RTK-GNSSの場合、望ましい計測間隔の目安は100～200m程度、時間間隔は30～1時間程度である。

4. 出来形管理用RTK-GNSSでは、管理断面上の出来形計測点の誘導が可能なので、現行の出来形管理に必要な準備測量（管理断面上の杭や目串などの設置）を事前に行わずとも計測できる。また、出来形管理用RTK-GNSSは、法長、幅、基準高等を算出する機能を有しているため、測定者は、計測後すぐに設計値と計測値との差を確認できる。さらに、出来形管理用RTK-GNSSでは、出来形計測は断面毎ではなく、作業効率を考えて自由に設定することができる。その際、出来形計測点1つで判定できるもの場合（基準高さ）は、高さ判定表示確認が可能である。出来形計測点2つで判定できるもの場合（幅、法長）は、出来形計測点と辺を構成するもう一点が取得済みであるかを表示し、取得済みの時は長さの判定を行うことが可能である。
5. 計測した座標データに対して、計測点の種別（出来形計測対象点、品質証明のために計測した点、任意断面での出来形計測点、面管理としての計測点）を入力または選択する必要がある。
6. 出来形管理用RTK-GNSSで確認した出来形計測データの記録を行う。出来形計測データは、各点の計測後に出来形計測対象点とともに記録する必要がある。

上記 2.～6. を繰り返して計測し、必要に応じて 1. や 2) を実施する。

7. 出来形計測を円滑に行うために、計測の実施前に、衛星配置の予測ソフトウェアなどを用いて計測可能時間等を確認しておくことが望ましい。衛星の配置予測ソフトウェアは、測量機器メーカーHPなどで入手可能である。ただし、現場の状況（周辺の山、谷、ビル）で衛星捕捉状況が変化するので、これらを十分に考慮して計測計画を立てること。

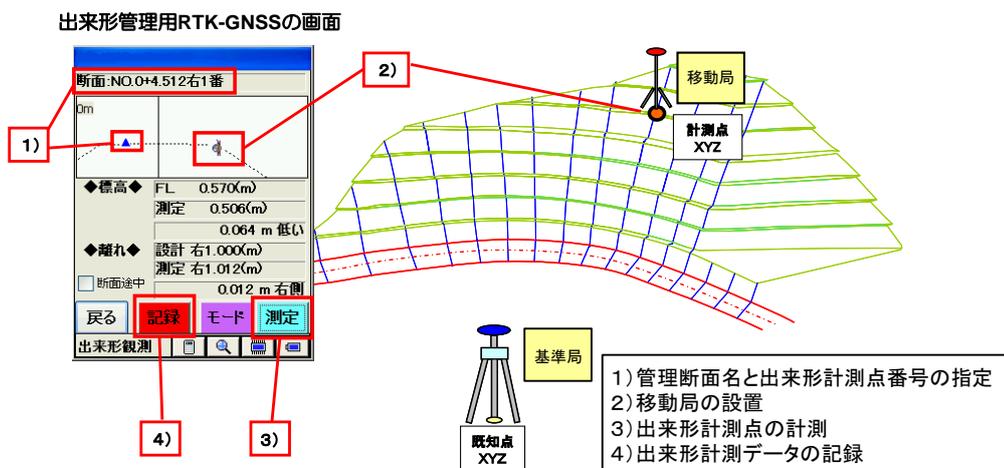


図 1-27 現場における作業手順例

8. 面管理の場合の出来形評価用データは、点密度を1m間隔以内（1点/m²以上）で概ね等間隔で得られるよう計測する。

1-4-7 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所

本管理要領に基づく出来形計測範囲は、「2-1-3 RTK-GNSSによる出来形計測箇所」及び「2-2-3 RTK-GNSSによる出来形計測箇所」を参照されたい。

【解説】

詳細は、各節に記載の「RTK-GNSSによる出来形計測箇所」の記載を参照されたい。

第5節 出来形管理資料の作成

1-5-1 出来形管理資料の作成

受注者は、基本設計データと出来形評価用データを用いて、本管理要領で定める以下の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】

出来形管理資料とは、出来形管理図表を指す。

受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領が対象とする工種について現行の帳票類と同様の書式で、帳票を自動作成、保存、印刷ができる。

また、「基本設計データ作成ソフトウェア」または「出来形帳票作成ソフトウェア」を用いて出来形管理結果による横断図作成ができる場合は、完成図や出来形報告書の全てあるいは、一部の図面として利用することができる。

これらの資料作成に「基本設計データ作成ソフトウェア」または「出来形帳票作成ソフトウェア」と出来形計測データを使うことによって、現行手法の図面の修正や測定数値のキーボード手入力が不要となるため、作業の省力化、入力ミスの削減が期待できる。

出来形管理資料の作成例を図1-28に示す。

様式-31

出来形管理図表

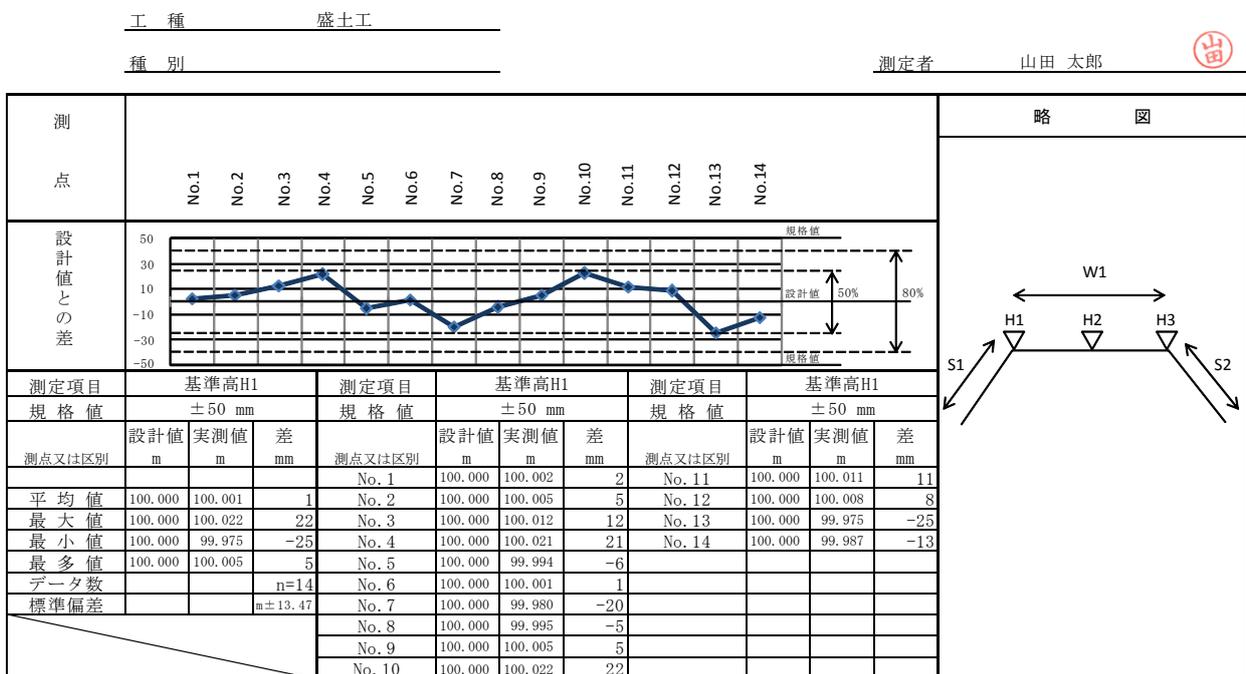


図 1-28 出来形管理図表 作成例

1-5-2 出来形管理資料の作成（面管理の場合）

受注者は、基本設計データと出来形評価用データを用いて、本管理要領で定める以下の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。

1) 出来形管理図表

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等の出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差の平均値等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と出来形評価用データの各ポイントの離れを表した分布図を整理した帳票、もしくは属性情報として出来形管理基準上の管理項目の計算結果を表示できる3次元モデルのビューアファイルを作成する。出来形確認箇所（平場、天端、法面（小段含む））ごとに作成する。

【解説】

出来形管理資料とは、出来形管理基準の管理項目に対する測定結果をとりまとめたものであり、作成例を図に示す。受注者は、出来形管理資料を「出来形帳票作成ソフトウェア」により作成すること。「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本管理要領が対象とする工種について本管理要領で定める帳票を自動作成、保存、印刷ができるものとする。

1) 出来形管理図表

3次元設計面と計測点群データの各ポイントとの離れ（標高較差あるいは水平較差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理基準上の管理項目の計算結果（標高較差あるいは水平較差の平均値及び最大較差等）と出来形の良否の評価結果、及び設計面と計測点群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を明示したものであること。

出来形管理基準上の管理項目から出来形の良否を評価する情報として、

- ・ 平均値（算出結果と規格値（当該部位における平均値規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く平均値
- ・ 最大値（算出結果と規格値（当該部位における任意箇所規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最大
- ・ 最小値（算出結果と規格値（当該部位における任意箇所規格値）及び良否評価結果）：棄却点を除く最小
- ・ データ数（算出結果と規格値（計測密度下限値と評価面積から計算）及び良否評価結果）：棄却点を含む
- ・ 評価面積
- ・ 棄却点数（算出結果と規格値（全数規格値に対して0.3%までは棄却可能）及び良否結果）：全棄却点数を表形式で整理する。良否評価結果については、規格値を外れている場合は「異常値有」等の表現にて明示する。また、出来形が不合格の場合においては、不合格の内容が各項目で確認できるよう表示すること。

出来形確認箇所（天端、法面）ごとに作成する。分布図が具備すべき情報としては、以下のとおりとする。

- ・ 離れの計算結果の規格値に対する割合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毎に結果示す色をプロットするとともに、色の凡例を明示。

- ・ ±50%の前後、±80%の前後が区別できるように別の色で明示。
- ・ 規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した例として規格値が存在するものとして、表示することが望ましい。
- ・ 規格値の範囲外については、-100%~+100%の範囲とは別の色で明示。

電子検査において、属性情報により本様式の表示内容を満足するビュー付き3次元モデルファイルによる納品に代えることもできる。いずれの場合も、従来の出来形管理図表(様式31)の提出に代えることができる。

- ・ 発注者の求めに応じて規格値の50%以内に収まっている計測点の個数、規格値の80%以内に収まっている計測点の個数について図中の任意の箇所に明示することが望ましい。標高較差は、各ポイントの標高値と、平面座標と同じ設計面上の設計標高値との差分として算出し、水平較差は、当該ポイントを含み、かつ「法面や構造物の位置をコントロールする線形」に直交する平面上で設計面の横断を見たとき、当該ポイントと同一標高値の横断上の点との距離として算出する。
- ・ 規格値が正負いずれかしか設定されていない工種についても、正負を逆転した例として規格値が存在するものとして、表示することが望ましい。ここで「法面や構造物の位置をコントロールする線形」とは、道路中心、幅員中心、堤防法線、並びに法肩や法尻及び道路端部を結ぶ線形のことをいう。

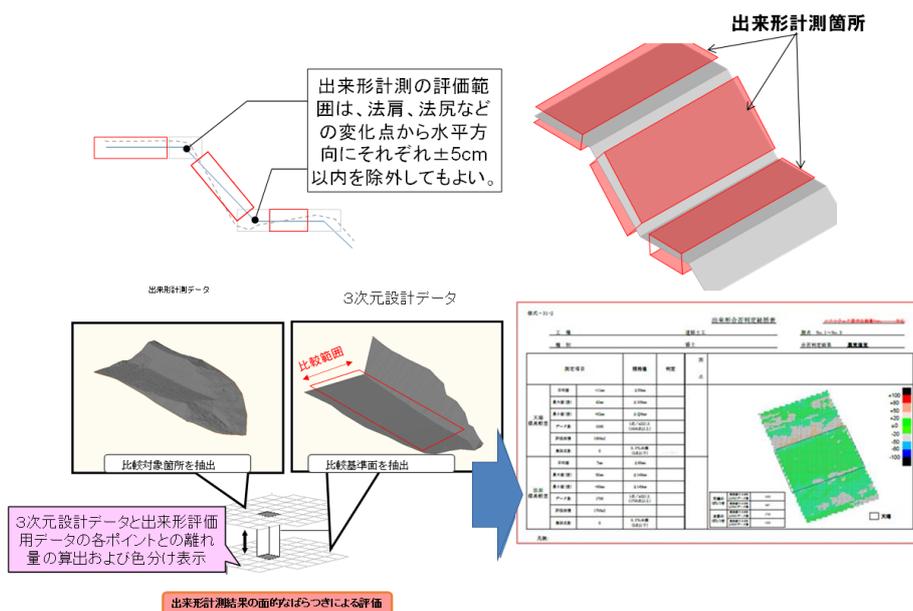


図 1-29 出来形管理図表 作成の流れ

出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

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

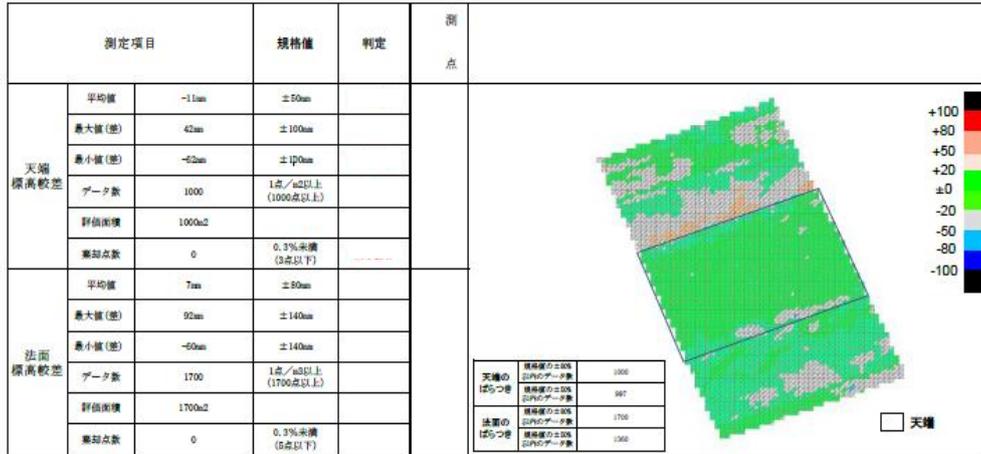


図 1-30 出来形管理図表 作成例 (合格の場合)

出来形合否判定総括表

ソフトウェア要求仕様書Ver. 対応

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

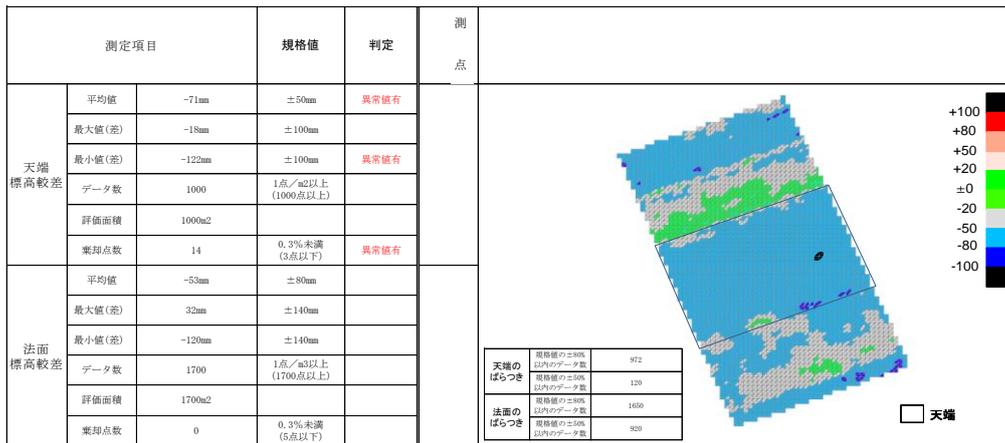


図 1-31 出来形管理図表 作成例 (異常値有の場合)

1-5-3 数量算出（面管理の場合）

出来形計測と同位置において、施工前あるいは事前の地形データが出来形管理用RTK-GNSS等で計測されており、契約条件として認められている場合は、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測結果を用いて出来形数量の算出を行うことができる。

【解説】

受注者は、出来形管理用RTK-GNSSによる計測点群データを基に平均断面法または、3次元CADソフトウェア等を用いた方式により数量算出を行うことができる。

数量計算方法については、監督職員と協議を行うこととし、3次元設計データや出来形計測データ等の面データから3次元CADソフトウェア等を用いた方式による主な体積算出方法は以下を標準とする。

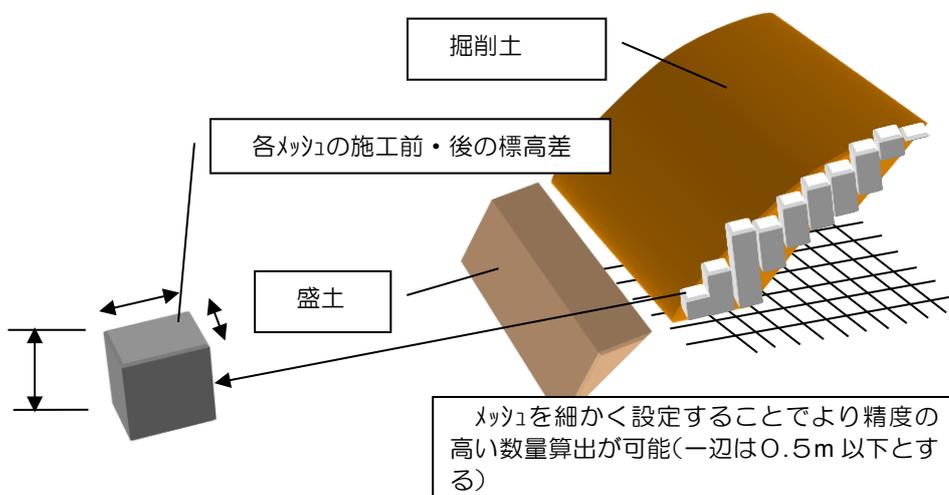


図 1-3 2 点高法による数量算出の条件と適用イメージ

① 点高法

現況地形や出来形測量結果等の（出来形計測データ、起工測量計測データ）からなる2つの面に重ね合わせたメッシュ（等間隔）交点で標高を算出し、標高差にメッシュ間隔の面積を乗じたものを総和したもの。メッシュ間隔は50cm以内とし、標高差の算出としては、以下の方法が挙げられる。

- ・ 四点平均法：メッシュ交点の四隅の標高差を平均する方法（下図のとおり）。
- ・ 1点法：メッシュ交点を中心とする辺長がメッシュ間隔の正方形を底面とし、当該メッシュ交点の標高差を乗じて算出する方法。

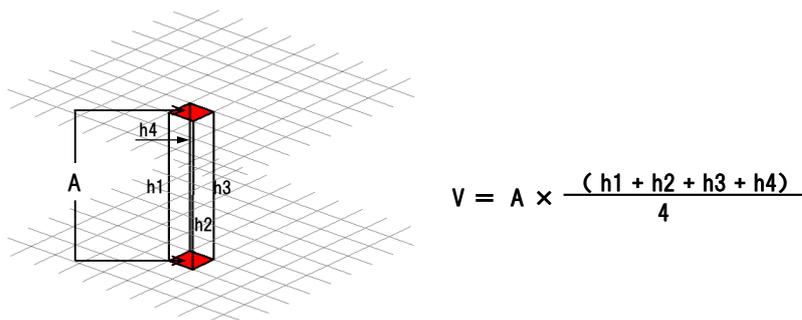


図 1-3 3 点高法による数量算出

② TIN分割等を用いた求積

現況地形や出来形計測結果等（出来形計測データ、起工測量計測データ、岩線計測データ）からそれぞれの面データとしてTINからなる面データを作成したうえで、ある一定の標高値にてDL面（標高基準面）を設定し、各TINの水平面積と、TINを構成する各点からDL面までの高低差を求めて三角形毎に平均し、その平均高低差と平面積を乗じた体積を総和したものである。

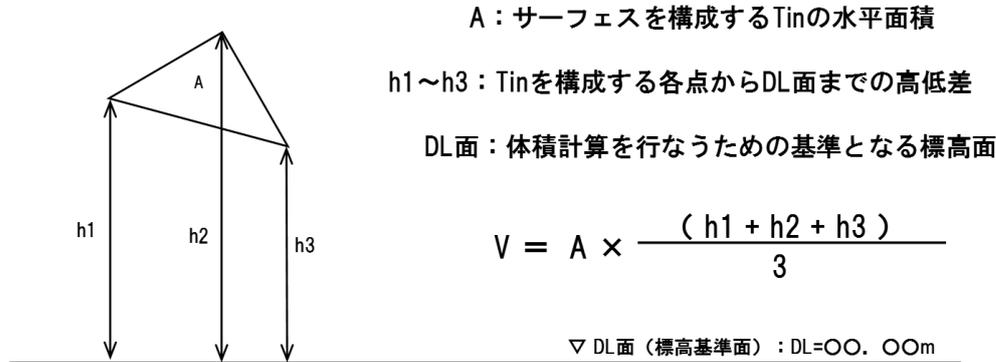


図 1-3 4 TIN分割等を用いた求積による数量算出

③ プリズモイダル法

現況地形や出来形計測結果等（出来形計測データ、起工測量計測データ、岩線計測データ）からそれぞれの面データとしてTINからなる面データを作成し、面データのポイントの位置を互いの面データに投影し、各面データは本来の自身が持つポイントと相手のポイントを合わせたポイント位置により新たな三角網が形成され、この三角網の結節点の位置での標高差に基づき複合した面データの標高を計算する。面データの各TINを構成する点をそれぞれの面データに投影すると、各面データに同じ水平位置で標高の異なる点が作成される。その作成された点で再度面データを構築し、三角形水平面積と高低差を乗じた体積を総和したもの。

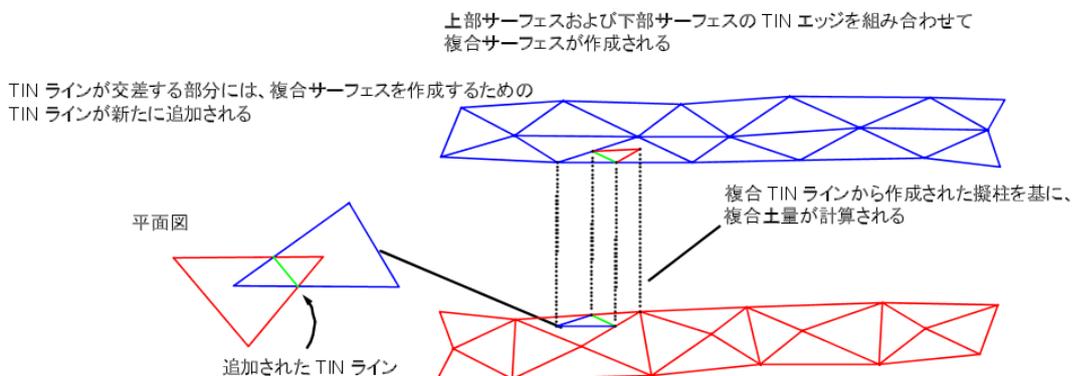


図 1-3 5 プリズモイダル法による数量算出

1-5-4 電子成果品の作成規定

本管理要領に基づいて作成する電子成果品は、以下のとおり。

- ・ 施工管理データ (XML 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「OTHRs」フォルダに格納する。その他管理ファイル (OTHRs.XML) の管理項目については、「工事完成図書の電子納品等要領」に従い出来形管理用 T S を用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理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。本管理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) その他管理ファイル (OTHRs.XML)

本管理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、その他管理ファイル (OTHRs.XML) の管理項目は、次表に示す内容を必ず記入すること。

表 1-1 その他管理項目

分類・項目名		記入内容	データ表現	文字数	記入者	必要度		
サブフォルダ情報※	その他サブフォルダ名	作成したその他サブフォルダ名 (ORG001~nnn) を記入する。	半角英数大文字	6 固定	<input type="checkbox"/>	◎		
	その他サブフォルダ日本語名	「RTK-GNSS 出来形管理」と記入する。	全角文字 半角英数字	127	<input type="checkbox"/>	◎		
	資料情報※	資料名	「RTK-GNSS 出来形管理資料」と記入する。	全角文字 半角英数字	127	<input type="checkbox"/>	◎	
		オリジナルファイル情報※	シリアル番号	シリアル番号は 1 より開始する。電子媒体を通して、一連のまとまった資料についてユニークであれば、中抜けしても良い。2 番目を、“00002” の様に 0 を付けて表現してはいけない。	半角数字	5	<input type="checkbox"/>	◎
			オリジナルファイル名	オリジナルファイル名を拡張子を含めて記入する。	半角英数大文字	12	<input type="checkbox"/>	◎
			オリジナルファイル日本語名	「RTK-GNSS 施工管理データ mm」と記入する。 mm：英数字 2 文字	全角文字 半角英数字	127	<input type="checkbox"/>	◎
			オリジナルファイル作成ソフトウェアバージョン情報	格納したオリジナルファイルの作成ソフトウェア名とバージョン情報を記入する。	全角文字 半角英数字	127	<input type="checkbox"/>	◎
			オリジナルファイル内容	オリジナルファイルの内容、もしくはオリジナルファイルに示されていることを記入する。	全角文字 半角英数字	127	<input type="checkbox"/>	◎
			その他	受注者説明文	受注者側で特記すべき事項がある場合は記入する。	全角文字 半角英数字	127	<input type="checkbox"/>
	発注者説明文	発注者側で特記すべき事項がある場合(発注者から指示を受けた場合)は記入する。		全角文字 半角英数字	127	<input type="checkbox"/>	△	
	予備	「RTK-GNSS を用いた出来形管理要領 (案) (土工編)平成 28 年 3 月」と記入		全角文字 半角英数字	127	<input type="checkbox"/>	◎	
ソフトメーカ用 TAG		ソフトウェアメーカが管理のために使用する。(複数記入可)	全角文字 半角英数字	127	<input checked="" type="checkbox"/>	△		

全角文字と半角英数字が混在している項目については、全角の文字数を示しており、半角英数字 2 文字で全角文字 1 文字に相当する。表に示している文字数以内で記入する。

「その他サブフォルダ日本語名」、「資料名」、「オリジナルファイル日本語名」で用いられている

「TS」は半角英数大文字で記載すること。また、「予備」で用いられている括弧及び数字は、半角英数字で記載すること。

【記入者】□：電子成果品作成者が記入する項目。

▲：電子成果品作成支援ツール等が固定値を自動的に記入する項目。

【必要度】◎：必須記入。

○：条件付き必須記入。（データが分かる場合は必ず記入する）

△：任意記入。原則として空欄。特記すべき事項があれば記入する。

※ 複数ある場合にはこの項を必要な回数繰り返す。

表 1-1 その他管理項目の「その他サブフォルダ日本語名」、「オリジナルファイル情報」及び「予備」の【必要度】については、「工事完成図書電子納品等要領」と異なり、本管理要領では◎（必須記入）としているので注意すること。

「オリジナルファイル日本語名」の通し番号（mm）は、01からの連番を原則とするが、やむを得ない理由である場合は中抜け（欠番）してもよい。

「予備」には、本管理要領のタイトル名を発行年月まで記入すること。

その他管理ファイル（OTHR.S.XML）の出力例を以下に示す。

四角囲いのゴシック強調表記は、本管理要領で規定している記入例、ゴシック強調表記は出来形管理用GNSSを用いた出来形管理資料が特定できるように具体的に記入することが望ましい項目を示している。

```
<?xml version="1.0" encoding="Shift_JIS"?>
<!DOCTYPE othrsdata SYSTEM "OTHR.S05.DTD">
<othrsdata DTD_version="05">
<サブフォルダ情報>
  <その他サブフォルダ名>ORG001</その他サブフォルダ名>
  <その他サブフォルダ日本語名>GNSS 出来形管理</その他サブフォルダ日本語名>
  <その他資料情報>
    <資料名>GNSS 出来形管理資料</資料名>
  <オリジナルファイル情報>
    <シリアル番号>1</シリアル番号>
    <オリジナルファイル名>ORG01_01.xml</オリジナルファイル名>
    <オリジナルファイル日本語名>GNSS 施工管理データ 01</オリジナルファイル日本語名>
    <オリジナルファイル作成ソフトウェアバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
    </オリジナルファイル作成ソフトウェアバージョン情報>
    <オリジナルファイル内容>○○線形のGNSS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
  </オリジナルファイル情報>
  <オリジナルファイル情報>
    <シリアル番号>2</シリアル番号>
    <オリジナルファイル名>ORG02_01.xml</オリジナルファイル名>
    <オリジナルファイル日本語名>GNSS 施工管理データ 02</オリジナルファイル日本語名>
    <オリジナルファイル作成ソフトウェアバージョン情報>出来形管理データ作成ソフトウェア 2010
    </オリジナルファイル作成ソフトウェアバージョン情報>
    <オリジナルファイル内容>□□線形のGNSS 施工管理データ</オリジナルファイル内容>
  </オリジナルファイル情報>
  <その他>
<受注者説明文>△△△△</受注者説明文>
  <発注者説明文>☆☆☆</発注者説明文>
  <予備>GNSS を用いた出来形管理要領(土工編)平成 29 年 3 月</予備>
  </その他>
  </その他資料情報>
</サブフォルダ情報>
<ソフトウェア用TAG>ソフトウェアメーカーが管理のために使用する。(複数入力可)</ソフトウェア用TAG>
</othrsdata>
```

1-5-5 電子成果品の作成規定（面管理の場合）

本管理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（LandXML等のオリジナルデータ（T I N））
- ・ 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）
- ・ 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形評価用データ（CSV、LAS、LandXML等のポイントファイル）
- ・ 出来形管理用RTK-GNSS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））
- ・ 出来形管理用RTK-GNSSによる計測点群データ（CSV、LAS、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、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、RTK-GNSSを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

【解説】

本管理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。本管理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

本管理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、ICONフォルダに計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し、格納するファイル名は、次表に示す内容を必ず記入すること。サブフォルダの名称は、次表の計測機器に記載の名称を利用すること。

欠測補間として他の計測機器で計測したデータを合成した場合は、主となる計測機器の名称を用いる。

表 1-2 ファイルの命名規則

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内容	記入例
GNSS	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））	GNSS0DR001Z. 拡張子
GNSS	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）	GNSS0CH001. 拡張子
GNSS	0	IN	001～	—	・ RTK-GNSSによる出来形評価用データ（CSV、LAS、LandXML等のポイントファイル）	GNSS0IN001. 拡張子
GNSS	0	EG	001～	—	・ RTK-GNSS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））	GNSS0EG001. 拡張子
GNSS	0	SO	001～	—	・ RTK-GNSSによる岩線計測データ（LandXML等のオリジナルデータ（T I N））	GNSS0SO001. 拡張子
GNSS	0	AS	001～	—	・ RTK-GNSS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））	GNSS0AS001. 拡張子
GNSS	0	GR	001～	—	・ RTK-GNSSによる計測点群データ（CSV、LAS、LandXML等のポイントファイル）	GNSS0GR001. 拡張子
GNSS	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）	GNSS0PO001. 拡張子

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)・・・本管理要領では m 単位で mm まで記載

yn：計測点座標値 (y)・・・本管理要領では m 単位で mm まで記載

zn：標高値 (z)・・・本管理要領では 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。

4) 数量算出

数量算出に利用した場合は、以下についても電子成果品として提出すること。

- ・起工測量時の計測点群データ（CSV、LAS、LandXML ファイル等のポイントファイル）
- ・起工測量計測データ（LandXML ファイル等の TIN ファイル）
- ・岩線を計測した計測点群データ（CSV、LAS、LandXML ファイル等のポイントファイル）
- ・岩線計測データ（LandXML ファイル等の TIN ファイル）

第6節 管理基準及び規格値等

1-6-1 出来形管理基準及び規格値

本管理要領に基づく出来形管理基準及び規格値は、「2-1-5 出来形管理基準及び規格値」及び「2-2-5 出来形管理基準及び規格値」を参照されたい。

【解説】

詳細は、各節に記載の「出来形管理基準及び規格値」の記載を参照されたい。

1-6-2 品質管理及び出来形管理写真基準

本管理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）

工事写真の撮影管理項目は、「2-1-7 品質管理及び出来形管理写真基準」または「2-2-5 品質管理及び出来形管理写真基準」を参照されたい。出来形管理以外の施工状況及び品質管理等に係わる工事写真の撮影管理項目については、「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)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 基準局設置位置（基準局を設置した工事基準点、または未知点に設置した際に参照した工事基準点を記載すること。）
- ④ 出来形計測範囲（始点側測点～終点側測点）

【解説】

工種に限定した記載事項については、各節に記載の「出来形管理写真基準」を参照されたい。現行の「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)では、工事写真の撮影方法として、被写体として写しこむ小黒板に ①工事名、②工種等、③測点(位置)、④設計寸法、⑤実測寸法、⑥略図の必要事項を記載することとしている。出来形管理写真では、設計寸法と実測寸法の対比を行い、出来形の確認ができるよう撮影されている。

「写真管理基準(案)」では留意事項として、不可視となる出来形部分については、出来形寸法が確認できるよう、特に注意して撮影することとされており、出来形寸法を確認するためのリボンテープやピンポール等の写しこんだ写真が撮影されている。しかし、出来映えを確認する写真は必要であるが、出来形管理用RTK-GNSSを用いた出来形管理ではテープ等を用いて長さを計測する作業の必要がないことからリボンテープやピンポール等を写しこんだ出来形寸法を確認する写真は基本的に必要ない。ただし、出来形計測対象点上の移動局の設置状況がわかるものとし、特に移動局については、計測箇所上に正しく設置されていることがわかるように遠景・近景等の工夫により撮影すること。

第2章 土工

第1節 道路土工

2-1-1 適用の範囲

道路土工のうち掘削工、路体盛土工、路床盛土工における出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理に適用する。

【解説】

1) 適用工種

適用工種を現行の土木工事施工管理基準における分類で示すと、表 2-1 のとおりである。

表 2-1 適用工種区分

編	章	節	工種
共通編	土工	道路土工	掘削工
			路体盛土工 路床盛土工

(土木工事施工管理基準の工種区分より)

2-1-2 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測

本管理要領に基づく出来形計測方法は、「第1編 1-4-6 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測」を参照されたい。また、1回の計測距離については、事前に実施する精度確認の範囲内であること。

計測範囲を複数回の計測により標定点を用いて合成する場合は、標定点が出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測中に動かないように確実に固定すること。

【解説】

詳細は、「第1編 1-4-6 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測」の記載を参照されたい。

2-1-3 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとする。

計測する横断面は、基本設計データに記述されている管理断面とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得すること。

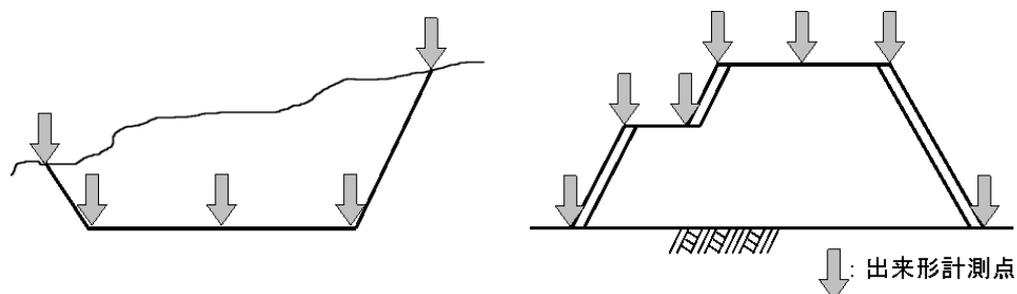


図 2-1 出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理で計測する3次元座標は、道路中心、道路端部、法面小段、法肩、法尻とし、全ての箇所では3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。計測する管理断面は、基本設計データとして作成されている全ての管理断面である。

2-1-4 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所（面管理の場合）

面管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとし、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は評価から外してもよい。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始点から終点とし、全ての範囲で1mメッシュに1点以上の出来形座標値を取得すること。

3次元データによる出来形管理において、土工部の法肩、法尻や変化点又は現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など土木工事施工管理基準（出来形管理基準及び規格値）によらない場合は、監督職員と協議のうえ、対象外とすることができる。

なお、出来形評価を経ずに出来形計測結果を数量算出に用いる範囲においては、1mメッシュに1点以上計測に加えて、法肩、法尻の変化点を追加的に計測すること。

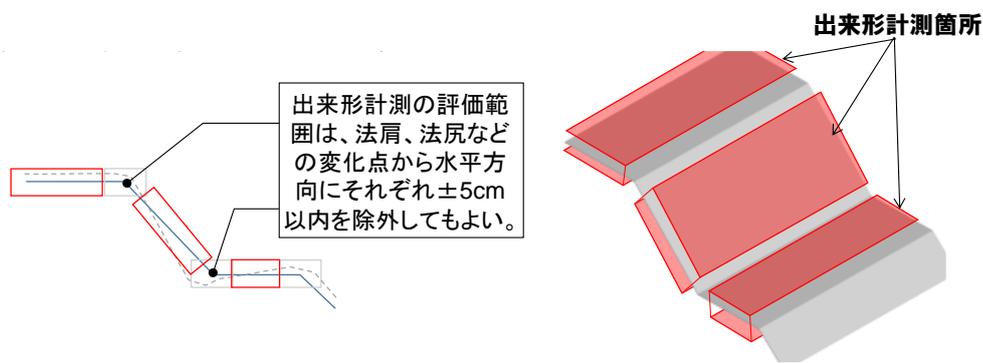


図 2-2 出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理で計測する3次元座標は、道路中心、道路端部、法面小段、法肩、法尻とし、全ての箇所ですべての3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

また、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でき、小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき、小段を挟んだ両側の法面は、連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は、RTK-GNSSが、法肩、法尻の変化点を取得しやすいことを鑑み、本規定により、評価範囲内、外のどちらとしてもさしつかえない。

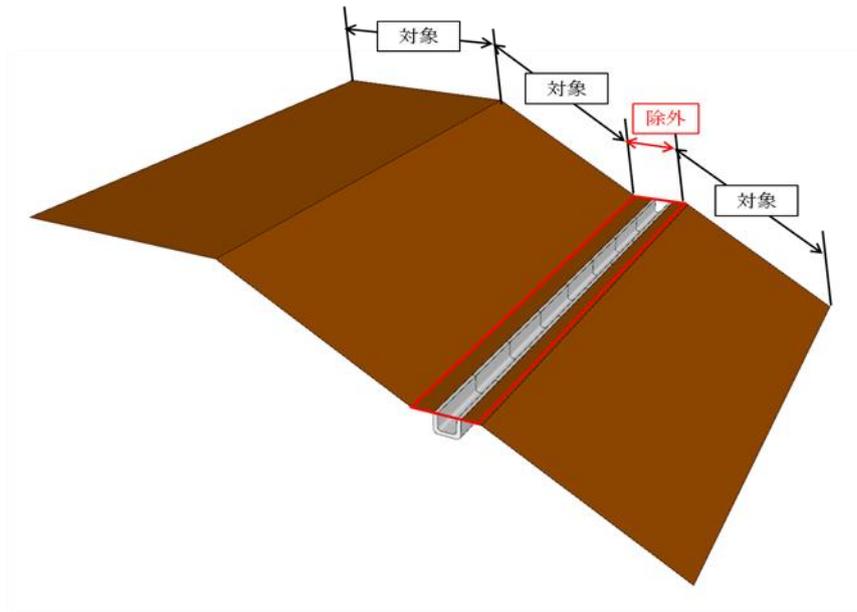
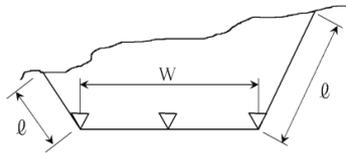
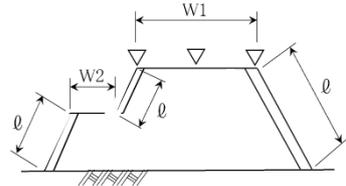


図 2-3 構造物が設置されている小段

2-1-5 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下表のとおりとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

表 2-2 出来形管理基準及び規格値

工種	測定項目	規格値	測定基準	測定箇所	
掘削工	基準高 ∇	± 50	設計図書の測点毎。 基準高は、道路中心線及び端部で測定。		
	法長	$l < 5m$			-200
		$l \geq 5m$			法長-4%
	幅 W	-100			
路体盛土工 路床盛土工	基準高 ∇	± 50	設計図書の測点毎。 基準高は、道路中心線及び端部で測定。		
	法長	$l < 5m$			-100
		$l \geq 5m$			法長-2%
	幅 W1、W2	-100			

【解説】

1) 測定箇所

測定箇所は、現行の土木工事施工管理基準に定められた基準高、法長、幅と同じであり、基本設計データに記述されている管理断面上の基準高、法長、幅とする。

ここで管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に $\pm 10cm$ の範囲を管理断面上とする。この理由は、出来形管理用RTK-GNSSで計測局を出来形計測箇所に精緻に誘導する作業の効率と、図2-4に示す管理断面上の出来形計測点誤差が及ぼす長さ誤差を考慮しているためである。また、管理断面に対して $\pm 10cm$ の誤差では、幅員、法長の長さの誤差は0.5%（2mの幅員・法長の場合1cmの誤差）以下であり実務上問題ないと判断できるためである。

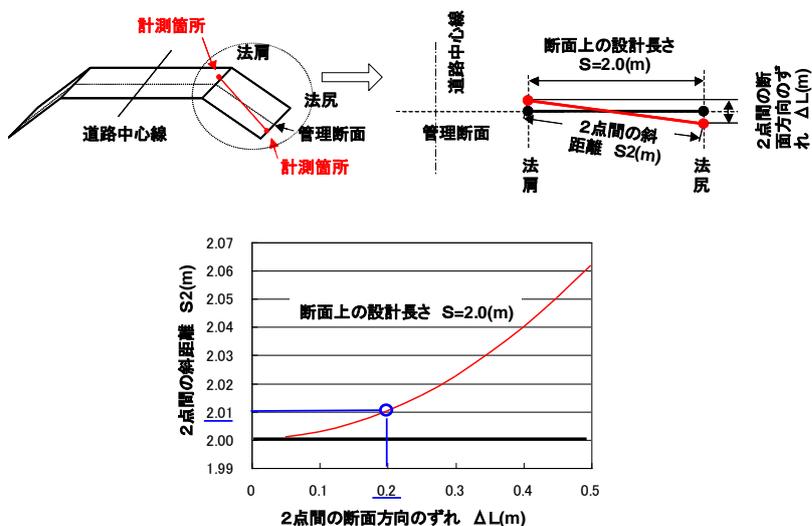


図 2-4 管理断面上の出来形計測点誤差が及ぼす長さ誤差の影響範囲

2-1-6 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合）

面管理の場合の出来形管理基準及び規格値は下表のとおりとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

表 2-3 出来形管理基準及び規格値

工種	測定箇所	測定項目	規格値(mm)		測定基準	測定箇所
			平均値	個々の計測値		
掘削工	平場	標高較差	±50	±150	注1、注2 注3、注4	
	法面(小段含む)	水平または標高較差	±70	±160		
路体盛土工 路床盛土工	天端	標高較差	±50	±150	注1、注2 注3、注4	
	法面(小段含む)	標高較差	±80	±190		

注1：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。

注2：計測は天端面（掘削の場合は平場面）と法面（小段を含む）の全面とし、全ての点で計測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/m²（平面投影面積当たり）以上とする。

注3：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。

注4：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。

【解説】

1) 測定箇所

定箇所は、現行の土木工事施工管理基準に定められた基準高、法長、幅とは異なり、平場面、天端面、法面（小段含む）の全面の標高較差または、水平較差とする。掘削工の法面の場合、勾配が1割より緩い場合は標高較差で管理するのが望ましい。

法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は標高較差の評価から除く。同様に鉛直方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。

また、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できる。

2) 測定値算出

① 標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、3次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、平場面、天端面、法面（小段含む）の全面で規格値との比較・判定を行う。

② 水平較差の測定値を算出する方法

水平較差は、3次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの水平方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、法面（小段含む）の全面で規格値との比較・判定を行う。

3) 規格値

規格値は、本管理要領の「2-1-4 出来形管理基準及び規格値」に記載されているものを利用することとする。出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

また、一連の評価範囲において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こととする。

なお、上記「2-1-4 出来形管理基準及び規格値」に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準（案）」の「1-2-4-2-1 掘削工」、「1-2-4-3-1 路体盛土工、1-2-4-4-1 路床盛土工」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

4) 測定基準

現行の土木工事施工管理基準の測定基準には「施工延長40mにつき1箇所、延長40m以下のは1施工箇所に2箇所」と定められているが、出来形管理用RTK-GNSSを用いた出来形管理の場合、平場面、天端面、法面（小段含む）全面で計測したデータがあることから、測定基準を「平場面、天端面、法面（小段含む）の全面（1m²（平面投影面積）あたり1点以上）」とし、面的によりの確な出来形管理を行うものである。

2-1-7 品質管理及び出来形管理写真基準

本管理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）

工事写真の撮影管理項目は、下表のとおりとする。出来形管理以外の施工状況及び品質管理等に係わる工事写真の撮影管理項目については、「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)による。

2) 撮影方法

撮影にあたっては、「1-6-2 品質管理及び出来形管理写真基準」を参照されたい。

表 2-4 写真撮影箇所一覧表※

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻
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
	法長(法面)	1工事に1回[掘削後]	
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)	1工事に1回[掘削後]	

【面管理の場合】

区分		写真管理項目		
		撮影項目	撮影頻度	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	計測毎に1回[発生時] ※	代表箇所 各1枚

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
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
	法長(法面)	1工事に1回[掘削後]※	
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)	1工事に1回[掘削後]	

※斜体文字は、RTK-GNSSによる出来形管理の適用で、「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)を適用しない部分

【解説】

参考として、図 2-5 に写真撮影例を示す。



図 2-5 写真撮影例

第2節 河川・海岸・砂防土工

2-2-1 適用の範囲

河川・海岸・砂防土工のうち掘削工、盛土工における出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理に適用する。

【解説】

1) 適用工種

適用工種を現行の土木工事施工管理基準における分類で示すと、表 2-5 のとおりである。

表 2-5 適用工種区分

編	章	節	工種
共通編	土工	河川・海岸・砂防土工	掘削工
			盛土工

(土木工事施工管理基準の工種区分より)

2-2-2 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測

本管理要領に基づく出来形計測方法は「1-4-3 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測」を参照されたい。

【解説】

詳細は、「1-4-5 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測」の記載を参照されたい。

2-2-3 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとする。

計測する横断面は、基本設計データに記述されている管理断面とし、各横断面の全ての出来形計測対象点について3次元座標値を取得すること。

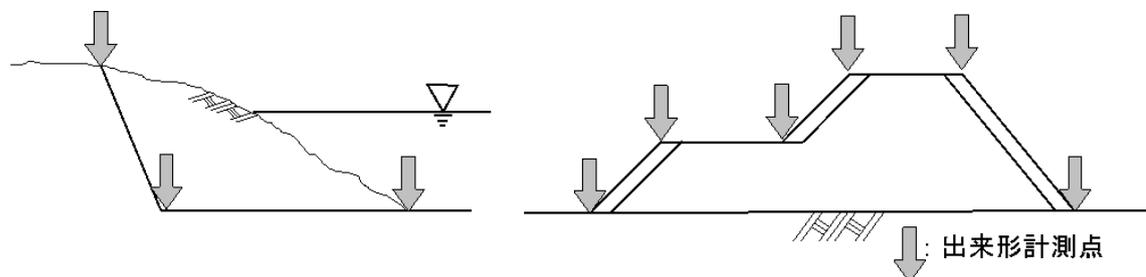


図 2-6 出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理で計測する3次元座標は、平場面、天端面、法面（小段含む）の全ての範囲で3次元座標値を取得し、出来形評価用データを作成する。

計測する管理断面は、基本設計データとして作成されている全ての管理断面である。

2-2-4 出来形管理用RTK-GNSSによる出来形計測箇所（面管理の場合）

出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理における出来形計測箇所は、下図に示すとおりとし、法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は評価から外してもよい。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始点から終点とし、全ての範囲で1mメッシュに1点以上の出来形座標値を取得すること。

3次元データによる出来形管理において、土工部の法肩、法尻や変化点又は現地地形等の摺り合わせが必要な箇所など土木工事施工管理基準（出来形管理基準及び規格値）によらない場合は、監督職員と協議のうえ、対象外とすることができる。

なお、出来形評価を経ずに出来形計測結果を数量算出に用いる範囲においては、1mメッシュに1点以上計測に加えて、法肩、法尻の変化点を追加的に計測すること。

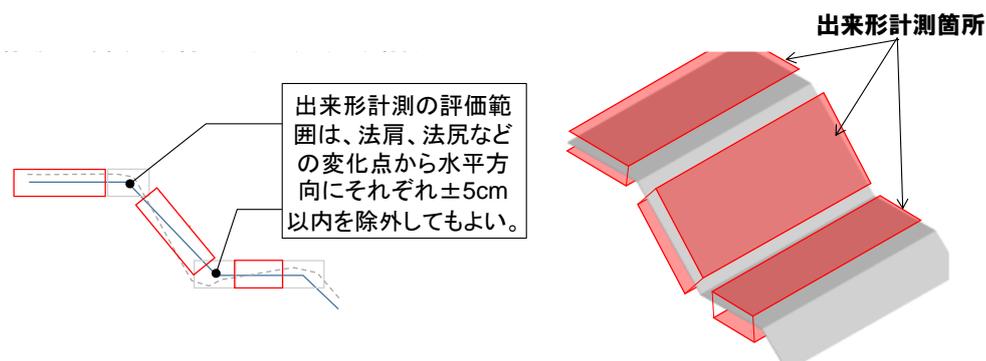


図 2-7 面管理における出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、出来形管理用RTK-GNSSによる出来形管理で計測する3次元座標は、平場面、天端面、法面（小段含む）の全ての範囲で3次元座標値を取得し、出来形評価用データを作成する。また、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でき、小段自体の出来形管理は省略してもよい。このとき、小段を挟んだ両側の法面は、連続とみなしてもよいし、別の法面として評価してもよい。

法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は、RTK-GNSSが、法肩、法尻の変化点を取得しやすいことを鑑み、本規定により、評価範囲内、外のどちらとしてもさしつかえない。

2-2-5 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下表のとおりとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

表 2-6 出来形管理基準及び規格値

工種	測定項目	規格値(mm)	測定基準	測定箇所	
掘削工	基準高 ▽	±50	設計図書の測点毎。 基準高は掘削部の両端で測定。		
	法長	ℓ < 5m			-200
		ℓ ≥ 5m			法長-4%
盛土工	基準高 ▽	-50	設計図書の測点毎。 基準高は各法肩で測定。		
法長	ℓ < 5m	-100			
	ℓ ≥ 5m	法長-2%			
幅 W1、W2		-100			

【解説】

1) 測定箇所

測定箇所は、現行の土木工事施工管理基準に定められた基準高、法長、幅と同じであり、基本設計データに記述されている管理断面上の基準高、法長、幅とする。

ここで管理断面上とは、管理断面に対して直角方向に±10cmの範囲を管理断面上とする。この理由は、出来形管理用RTK-GNSSで計測局を出来形計測箇所に精緻に誘導する作業の効率と、図2-8に示す管理断面上の出来形計測点誤差が及ぼす長さ誤差を考慮しているためである。また、管理断面に対して±10cmの誤差では、幅、法長の長さの誤差は0.5%（2mの幅・法長の場合1cmの誤差）以下であり実務上問題ないと判断できるためである。

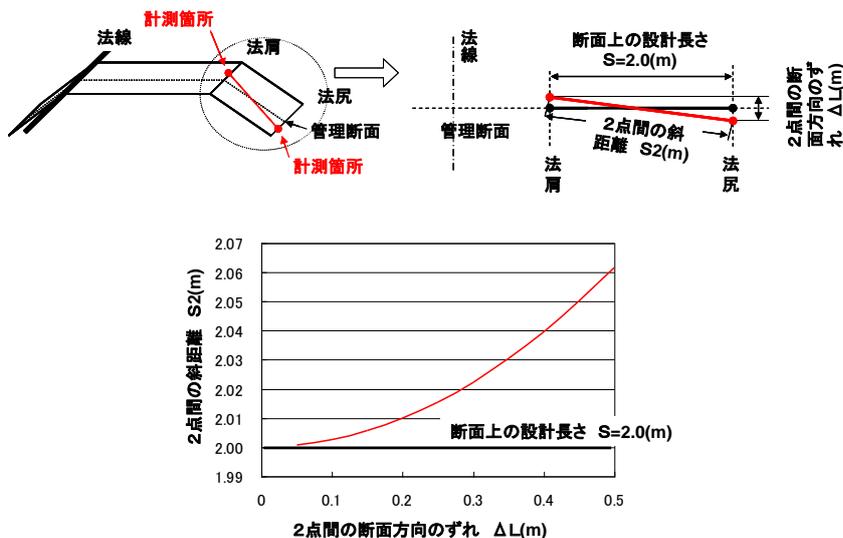


図 2-8 管理断面上の出来形計測点誤差が及ぼす長さ誤差の影響範囲

2) 測定値算出

①基準高（標高）の測定値を3次元座標値から算出する方法

基準高（標高）は、3次元座標値の標高座標（Z座標）の値を用い、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

②法長・幅の測定値を3次元座標値から算出する方法

法長は、計測した2点間の斜距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

幅は、計測した2点間の水平距離の算出値を測定値とし、管理断面上の設計値と測定値の対比で規格値との比較・判定を行う。

3) 規格値

規格値は、現行の土木工事施工管理基準に定められたものと同様とする。

4) 測定基準

現行の土木工事施工管理基準の測定基準には「施工延長40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所に2箇所」と定められているが、出来形管理用RTK-GNSSの場合、各測点で計測したデータがあり、また、出来形帳票作成ソフトで自動的に帳票作成が行えることから、測定基準を「設計図書の測点毎」とし、作業量を増加させずに、よりの確な出来形管理を行うものである。

2-2-6 出来形管理基準及び規格値（面管理の場合）

出来形管理基準及び規格値は下表のとおりとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

表 2-7 出来形管理基準及び規格値（面管理）

工種	測定箇所		測定項目	規格値(mm)		測定基準	測定箇所
				平均値	個々の計測値		
掘削工	平場		標高較差	±50	±150	注1、注2 注3、注4	
	法面(小段含む)		水平または標高較差	±70	±160		
盛土工	天端		標高較差	-50	-150	注1、注2 注3、注4	
	法面	4割<勾配※	標高較差	-50	-170		
	法面(小段含む)	4割≥勾配※		-60	-170		

注1：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。

注2：計測は天端面（掘削の場合は平場面）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/m²（平面投影面積当たり）以上とする。

注3：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。

注4：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。

※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。

1) 測定箇所

測定箇所は、現行の土木工事施工管理基準に定められた基準高、法長、幅とは異なり、平場面、天端面、法面（小段含む）の全面の標高較差または、水平較差とする。掘削工の法面の場合、勾配が1割より緩い場合は標高較差で管理するのが望ましい。

法肩、法尻から水平方向にそれぞれ±5cm以内に存在する計測点は標高較差の評価から除く。同様に鉛直方向に±5cm以内にある計測点は水平較差の評価から除く。

また、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できる。

2) 測定値算出

① 標高較差の測定値を算出する方法

標高較差は、3次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの鉛直方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、平場面、天端面、法面（小段含む）の全面で規格値との比較・判定を行う。

② 水平較差の測定値を算出する方法

水平較差は、3次元設計データの設計面と出来形評価用データの各ポイントとの水平方向の離れを用い、平均値や個々の計測値の最大値、最小値を算出し、法面（小段含む）の全面で規格値との比較・判定を行う。

3) 規格値

規格値は、本管理要領の「2-2-4 出来形管理基準及び規格値」に記載されているものを利用することとする。出来形管理基準及び規格値に示される「個々の計測値」は、すべての測定値が規格値を満足しなくてはならない。本管理要領におけるすべての測定値が規格値を満足するとは、出来形評価用データのうち、99.7%が「個々の計測値」の規格値を満たすものをいう。

また、一連の評価範囲において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こととする。

なお、7-1 出来形管理基準及び規格値に示す基準を適用できない場合は、「土木工事施工管理基準（案）」の「1-2-3-2-1 掘削工」、「1-2-3-3-1 盛土工」に示される出来形管理基準及び規格値によることができる。

4) 測定基準

現行の土木工事施工管理基準の測定基準には「施工延長40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所に2箇所」と定められているが、RTK-GNSSを用いた出来形管理の場合、平場面、天端面、法面（小段含む）全面で計測したデータがあることから、測定基準を「平場面、天端面、法面（小段含む）の全面（1m²（平面投影面積）あたり1点以上）」とし、面的によりの確な出来形管理を行うものである。

2-2-7 品質管理及び出来形管理写真基準

本管理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）工事写真の撮影管理項目は、下表のとおりとする。出来形管理以外の施工状況及び品質管理等に係わる工事写真の撮影管理項目については、「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)による。

2) 撮影方法

撮影にあたっては、「1-6-2 品質管理及び出来形管理写真基準」を参照されたい。

表 2-8 写真撮影箇所一覧表※

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
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
	法長(法面)	1工事に1回[掘削後]※	
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)	1工事に1回[掘削後]※	

【面管理の場合】

区分		写真管理項目		
		撮影項目	撮影頻度	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]※	代表箇所各1枚

工種	写真管理項目		
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度
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
	法長(法面)	1工事に1回[掘削後]※	
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)	1工事に1回[掘削後]※	

※斜体文字は、RTK-GNSSによる出来形管理の適用で、「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)を適用しない部分

【解説】

参考として、図 2-9 に写真撮影例を示す。



図 2-9 写真撮影例

第2編 参考資料

第1章 参考文献

- 1) 「土木工事共通仕様書」(国土交通省各地方整備局)
- 2) 「土木工事施工管理基準及び規格値(案)」(国土交通省各地方整備局)
- 3) 「写真管理基準(案)」(国土交通省各地方整備局)
- 4) 「工事完成図書の電子納品等要領」(国土交通省)
- 5) 「土木工事数量算出要領(案)」(国土交通省各地方整備局)
- 6) 「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ交換標準(案)」
(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
- 7) 「TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(河川土工編)」(国土交通省)
- 8) 「TSを用いた出来形管理の監督・検査要領(道路土工編)」(国土交通省)
- 9) 「出来形管理用トータルステーション機能要求仕様書」
(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
- 10) 「TSによる出来形管理に用いる施工管理データ作成・帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書」(国土交通省 国土技術政策総合研究所 高度情報化研究センター 情報基盤研究室)
- 11) 「国土交通省 公共測量作業規程」(国土交通省)
- 12) 「RTK-GNSSを用いた出来形管理の監督・検査要領(土工編)」(国土交通省)
- 13) 「高さ補完機能を有するRTK-GNSS測量機の精度確認ガイドライン【策定中】」
(国土技術政策総合研究所 社会資本施工高度化研究センター 社会資本施工高度化研究室)

第2章 3次元設計データチェックシート

第1節 道路土工

(様式-1-1)

平成 年 月 日

工事名： _____

受注者名： _____

作成者： _____ 印

基本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？	
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？	

※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）
- ・ 横断図（チェック入り）

※ 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。

(様式－１－２)

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？	
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。

第2節 河川土工

(様式-2-1)

平成 年 月 日

工事名 : _____

受注者名 : _____

作成者 : _____ 印

基本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?	

※ 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)
- ・ 法線の中心点座標リスト (チェック入り)
- ・ 平面図 (チェック入り)
- ・ 縦断図 (チェック入り)
- ・ 横断図 (チェック入り)

※ 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。

(様式－２－２)

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？	
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？	
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）
- ・ 法線の中心点座標リスト（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。

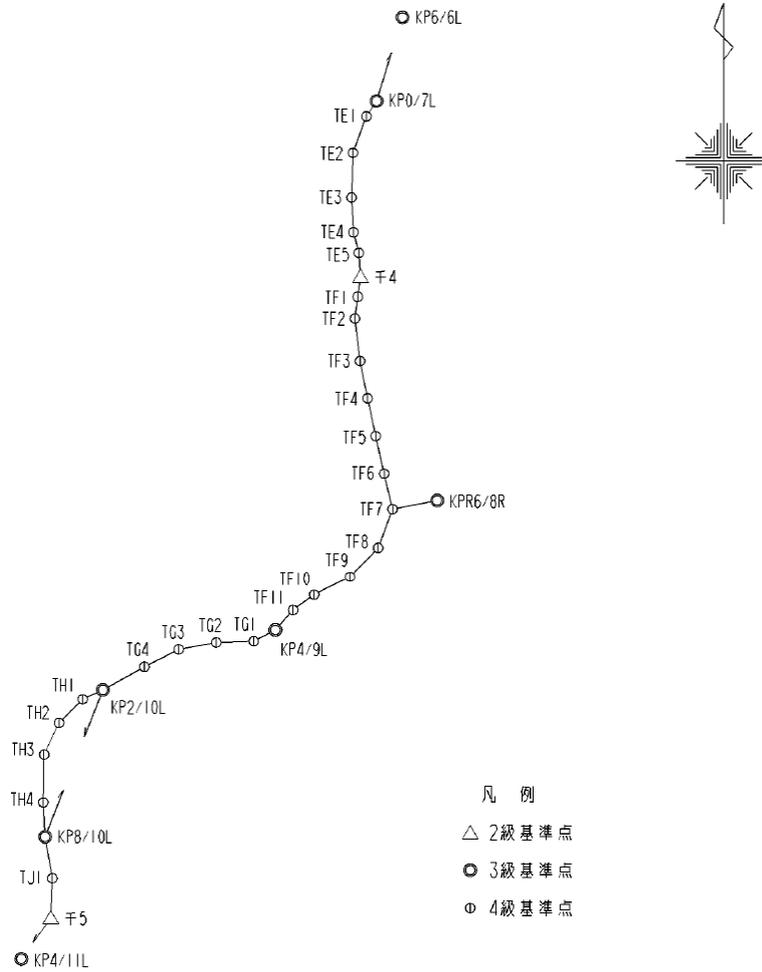
第3章 3次元設計データの照査結果資料の一例

第1節 道路土工

- ・工事基準点リスト (チェック入り)

4級基準点網図

S=1:25000



基準点成果表

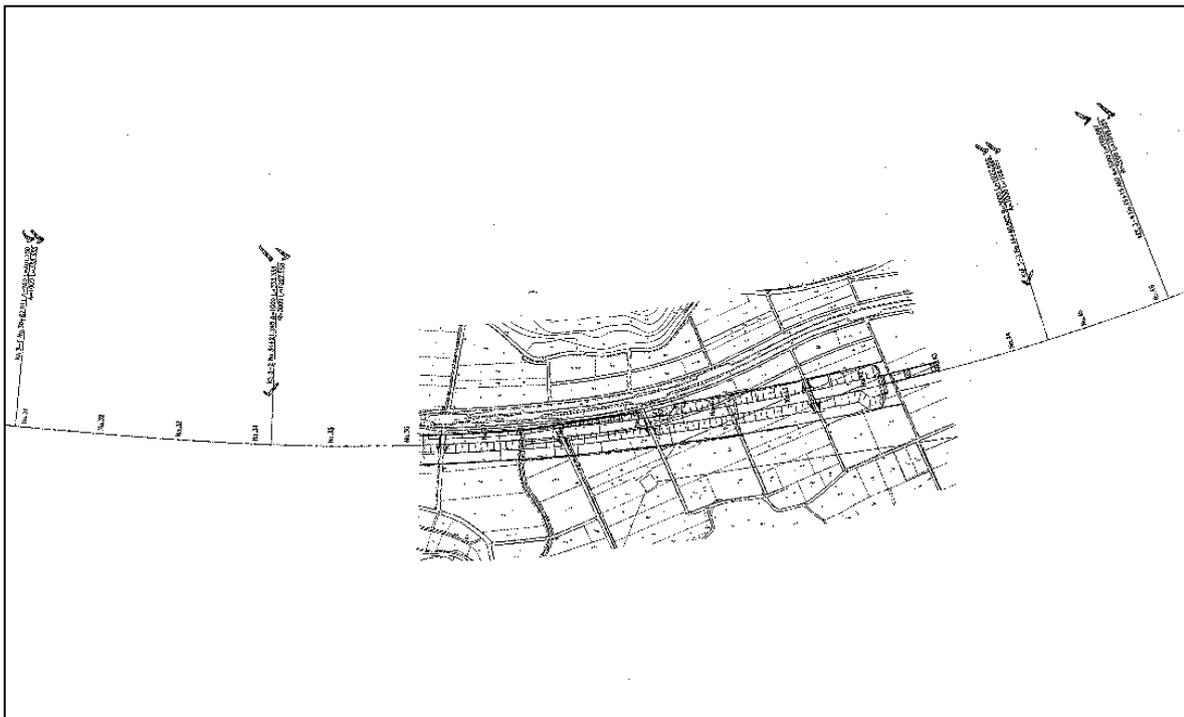
				世界測地系			
測点名	X 座標	Y 座標	備考	測点名	X 座標	Y 座標	備考
千4 ✓	-103592.645 ✓	-53971.965 ✓	2級基準点	TF4 ✓	-104073.411 ✓	-53943.604 ✓	4級基準点
千5 ✓	-106133.790 ✓	-55192.361 ✓	〃	TF5 ✓	-104222.811 ✓	-53911.981 ✓	〃
KP6/6L ✓	-102566.552 ✓	-53805.858 ✓	3級基準点	TF6 ✓	-104371.743 ✓	-53878.598 ✓	〃
KP0/7L ✓	-102897.874 ✓	-53908.500 ✓	〃	TF7 ✓	-104511.791 ✓	-53845.280 ✓	〃
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 ✓	-54392.649 ✓	〃
TE1 ✓	-102958.485 ✓	-53948.860 ✓	4級基準点	TG2 ✓	-105043.204 ✓	-54539.888 ✓	〃
TE2 ✓	-103102.553 ✓	-54001.759 ✓	〃	TG3 ✓	-105069.858 ✓	-54688.396 ✓	〃
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 ✓	〃	TJI ✓	-105975.513 ✓	-55186.171 ✓	〃

・線形計算書 (チェック入り) (例)

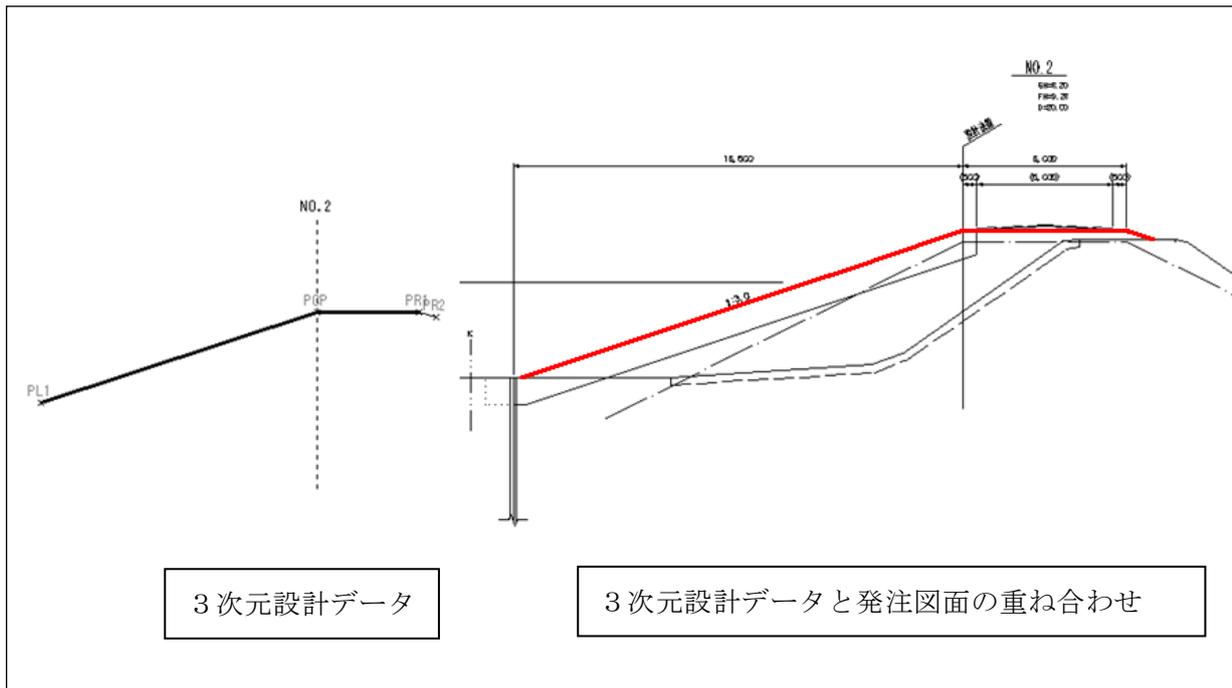
線形計算書

要素番号	1	直線					
BP	: X =	-87,422.0000	Y =	42,916.0000	方向角 =	357° 19' 14.6661"	測点 0 + 0.0000
BC1	: X =	-87,400.5562	Y =	42,914.9965	要素長 =	21.4672	測点 1 + 1.4672
要素番号	2	円(左曲がり)					
BC1	: X =	-87,400.5562	Y =	42,914.9965	方向角 =	357° 19' 14.6661"	測点 1 + 1.4672
EC1	: X =	-87,378.1512	Y =	42,876.2809	方向角 =	258° 36' 16.6569"	測点 3 + 2.8173
IP	: X =	-87,372.6270	Y =	42,913.6895	IA =	98° 42' 58.0092"	
S.P	: X =	-87,382.7562	Y =	42,905.7863	要素長 =	41.3501	
M	: X =	-87,401.6781	Y =	42,891.0228			
	R =	24.0000	L =	41.3501	C =	36.4221	IA = 98° 42' 58.0092"
	TL =	27.9598	SL =	12.8477			
要素番号	3	直線					
EC1	: X =	-87,378.1512	Y =	42,876.2809	方向角 =	258° 36' 16.6569"	測点 3 + 2.8173
BC2	: X =	-87,386.2592	Y =	42,846.0530	要素長 =	41.0369	測点 5 + 3.8542
要素番号	4	円(右曲がり)					
BC2	: X =	-87,386.2592	Y =	42,846.0530	方向角 =	258° 36' 16.6569"	測点 5 + 3.8542
EC2	: X =	-87,365.8523	Y =	42,816.4520	方向角 =	350° 33' 36.7373"	測点 7 + 3.9774
IP	: X =	-87,391.3702	Y =	42,820.6947	IA =	91° 57' 20.0805"	
S.P	: X =	-87,382.3348	Y =	42,826.9237	要素長 =	40.1232	
M	: X =	-87,361.7520	Y =	42,841.1135			
	R =	25.0000	L =	40.1232	C =	35.9535	IA = 91° 57' 20.0805"
	TL =	25.8682	SL =	10.9745			
要素番号	5	直線					
EC2	: X =	-87,365.8523	Y =	42,816.4520	方向角 =	350° 33' 36.7373"	測点 7 + 3.9774
BC3	: X =	-87,363.8225	Y =	42,816.1146	要素長 =	2.0576	測点 7 + 6.0350

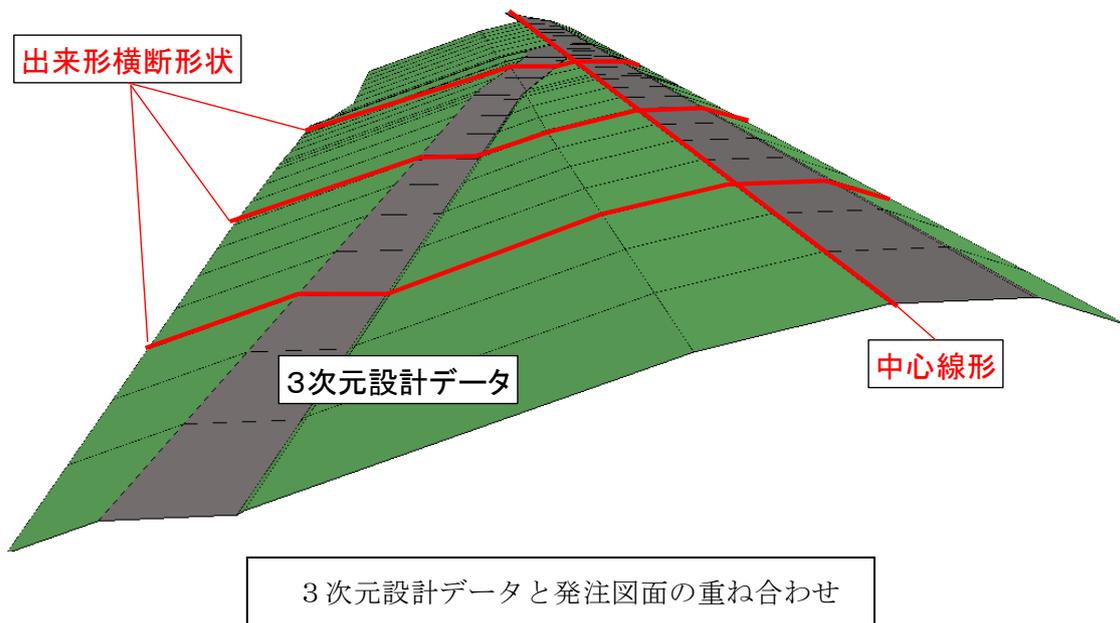
・平面図 (チェック入り) (例)



・横断面図（重ね合わせ機能の利用）（例）



・3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）（例）

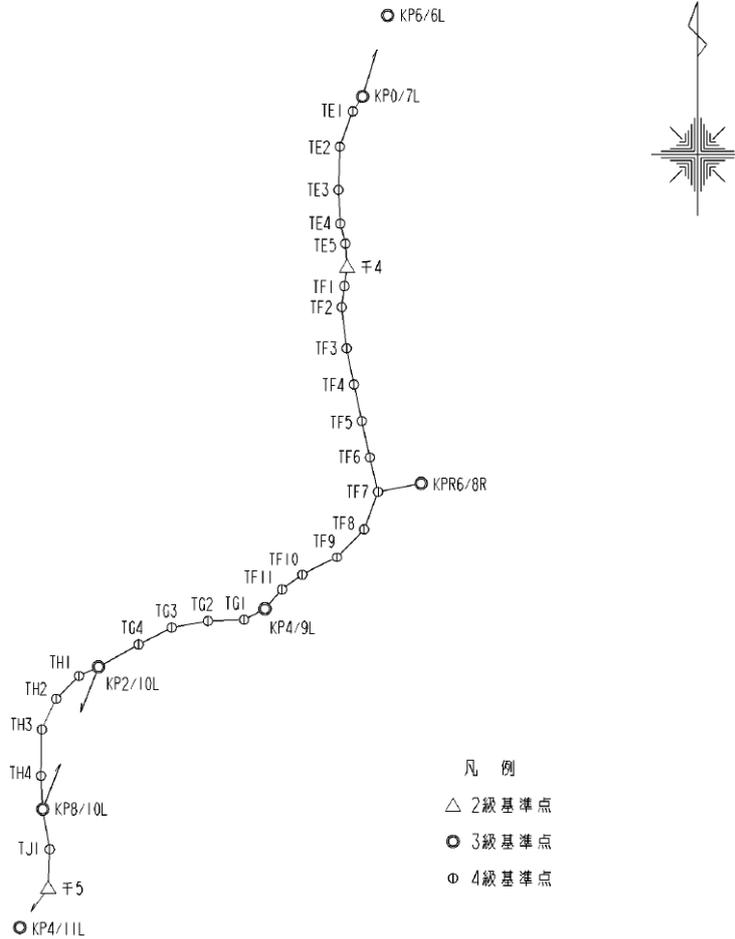


第2節 河川土工

・工事基準点リスト (チェック入り)

4級基準点網図

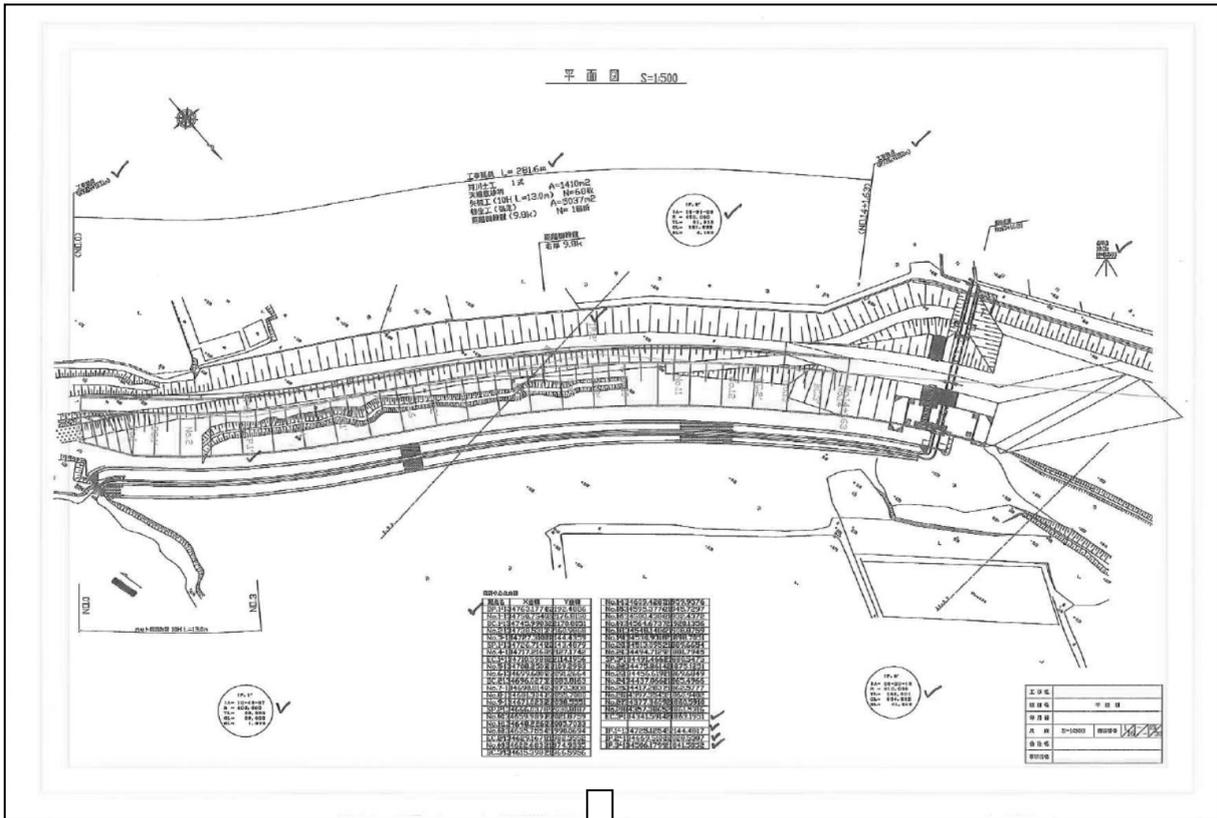
S=1:25000



基準点成果表

				世界測地系			
測点名	X 座標	Y 座標	備考	測点名	X 座標	Y 座標	備考
千4 ✓	-103592.645 ✓	-53971.965 ✓	2級基準点	TF4 ✓	-104073.411 ✓	-53943.604 ✓	4級基準点
千5 ✓	-106133.790 ✓	-55192.361 ✓	〃	TF5 ✓	-104222.811 ✓	-53911.981 ✓	〃
KP6/6L ✓	-102566.552 ✓	-53805.858 ✓	3級基準点	TF6 ✓	-104371.743 ✓	-53878.598 ✓	〃
KP0/7L ✓	-102897.874 ✓	-53908.500 ✓	〃	TF7 ✓	-104511.791 ✓	-53845.280 ✓	〃
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 ✓	-54392.649 ✓	〃
TE1 ✓	-102958.485 ✓	-53948.860 ✓	4級基準点	TG2 ✓	-105043.204 ✓	-54539.888 ✓	〃
TE2 ✓	-103102.553 ✓	-54001.759 ✓	〃	TG3 ✓	-105069.858 ✓	-54688.396 ✓	〃
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 ✓	〃	TJI ✓	-105975.513 ✓	-55186.171 ✓	〃

・平面図（チェック入り）（例）



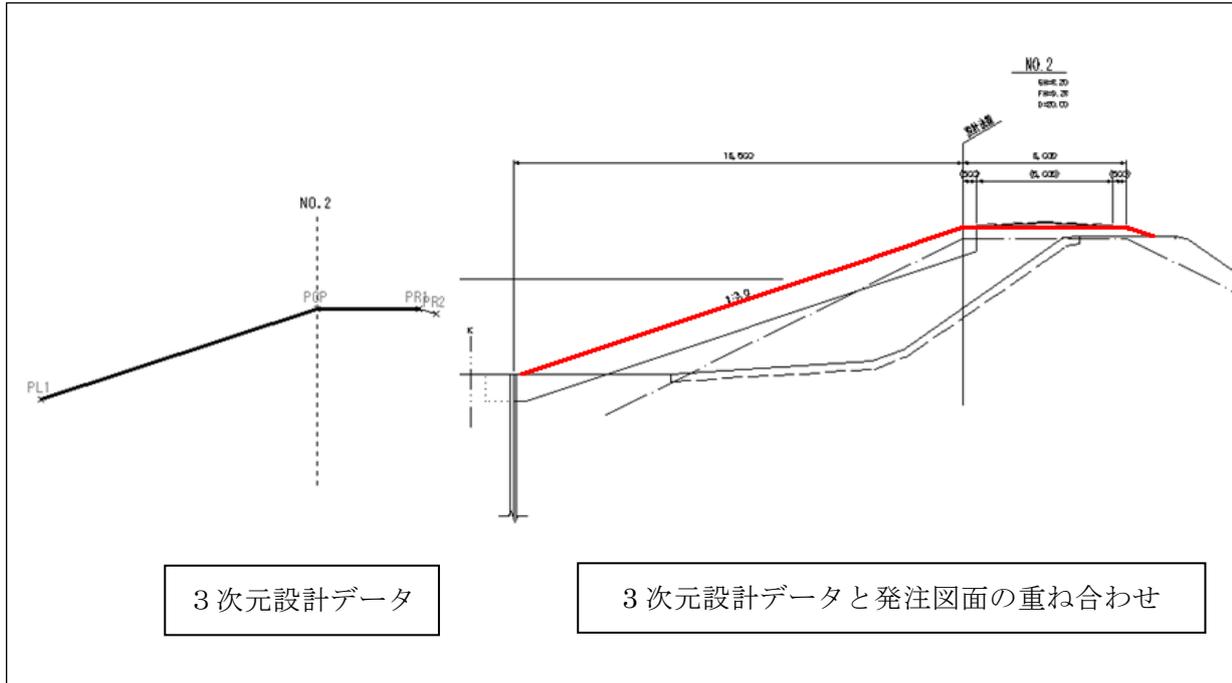
※法線の中心点座標リスト部分を拡大
（チェック入り）（例）



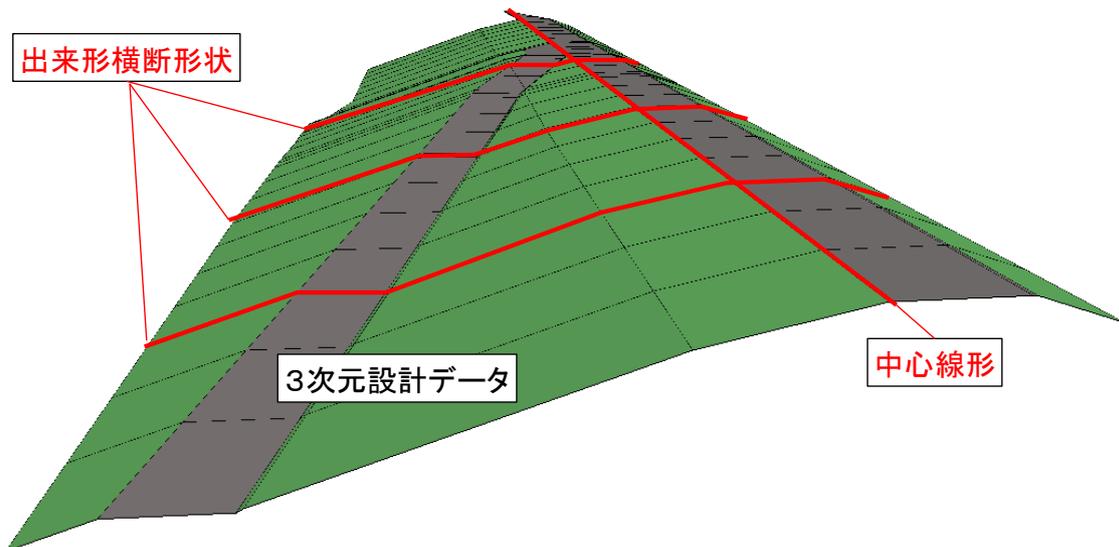
設計中心点座標

測点名	X座標	Y座標	No.	X座標	Y座標
BP.1'	-134763.1774	22192.4886	No.14	-134609.4285	21959.9576
No.1	-134750.7540	22176.8150	No.15	-134595.3776	21945.7297
BC.1'	-134745.9903	22170.8051	No.16	-134580.4386	21932.4372
No.2	-134738.5313	22160.9868	No.17	-134564.6737	21920.1356
No.3	-134727.3100	22144.4359	No.18	-134548.1486	21908.8759
SP.1'	-134726.7149	22143.4879	No.19	-134530.9318	21898.7051
No.4	-134717.2162	22127.1742	No.20	-134513.0952	21889.6654
EC.1'	-134710.5988	22114.1956	No.21	-134494.7129	21881.7945
No.5	-134708.2503	22109.2993	SP.3'	-134491.4661	21880.5475
No.6	-134699.6009	22091.2664	No.22	-134475.8614	21875.1251
BC.2'	-134696.0275	22083.8163	No.23	-134456.6191	21869.6849
No.7	-134690.8140	22073.3008	No.24	-134437.0661	21865.4966
No.8	-134681.3047	22055.7080	No.25	-134417.2837	21862.5777
No.9	-134671.0232	22038.5551	No.26	-134397.3543	21860.9402
SP.2'	-134666.0378	22030.8187	No.27	-134377.3609	21860.5910
No.10	-134659.9897	22021.8759	No.28	-134357.3865	21861.5316
No.11	-134648.2260	22005.7033	EC.3'	-134341.5914	21863.1951
No.12	-134635.7554	21990.0694	IP.1'	-134725.1254	22144.4817
EC.2'	-134629.1675	21982.3552	IP.2'	-134669.5100	22028.5307
No.13	-134622.6833	21974.9335	IP.3'	-134506.1799	21841.5852
BC.3'	-134615.3987	21966.5956			

・横断図（重ね合わせ機能の利用）（例）



・3次元ビュー（ソフトウェアによる表示あるいは印刷物）（例）



平成 年 月 日

工事名： _____

受注会社名： _____

作成者： _____ 印

高さ補完機能付きRTK-GNSS測量機の精度確認チェック結果報告書

メーカー： _____

製品型番： _____

製造番号 発光側： _____

受光側： _____

表-1 チェック表

チェック対象	視準距離 高低差 (m)	高さ計測点(m) (小数点第3位(mm単位)まで記入)		高さ計測値の 差(mm)	規定値 (判断基準)	確認 結果
		レベル (またはTS)	RTK-GNSS	③ (=②-①)		
		① Z座標	② Z座標			
+側/-側 (上下限±5m)	水平距離	レベル / T S			「高さ計測値の 差(③欄)」 が、全て±10mm 以内か?	
	高低差					
本事前確認を実施した箇所 (例：設置した、または後方交会した工事基準点)						
高さ補完装置のキャリブレーションの有無						

- 1) 「視準距離」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した距離を記入する。
- 2) 「高低差」は「RTK-GNSS、TS、巻き尺」等を利用して計測した高低差を±を付けて記入する。
- 3) 「確認結果」欄は、「高さ計測値の差 ③」欄の全ての値が「規定値(判断基準)」の記載を満足することを確認した場合に“○”と記入する。

<参考>

土工の出来形管理基準の規格値（高さ方向）は、±5cm以内（河川盛土は-5cm以上）である。規格値内に収めるためには、施工精度と計測精度（施工誤差と計測誤差）の合計値を収める必要がある。

規模の小さな工事も含めて広く普及を図ることを掲げている「TSを用いた出来形管理」では、計測精度を±1cm以内にすべく、3級TSで100m（2級TSで150m）の計測距離制限を設けており、求められる施工精度は従前の施工と同等としている。

RTK-GNSSは、規模の大きな現場において高い作業効率をもたらす反面、衛星を用いた測量技術特有の性質があり、利用に際しては、その特徴をよく把握して使用する必要がある。

そこで、以下に、RTK-GNSSを用いた出来形管理に際しての留意点を記載する。

1. RTK-GNSSの特徴

受注者は、RTK-GNSSの効果のみならず、次のようなリスクも含めた特徴をよく理解した上で、現場導入の可否、当該現場導入による効果の有無を確認する必要がある。

1) 計測値の再現性が劣る

RTK-GNSSは、同じ地点を同じ状態で計測しても、衛星や大気の変動等により、出来形管理上は無視できないほど大きく異なる計測値を示す場合がある。

2) 計測精度が求められる鉛直方向の精度が劣る

土工の出来形管理では、水平方向（幅、法長）より鉛直方向（高さ）の規格値の方が厳しく、より高い計測精度が求められるが、一般的に、RTK-GNSSの鉛直方向の誤差は水平方向の1.5倍の大きさである。

つまり、鉛直方向の計測精度を注意深く管理する必要があり高さ補完機能を利用する必要がある。

3) 現場周辺の影響を受ける

RTK-GNSSは、衛星を利用した測位技術のため、計測には5基以上（GPSとGLONASSを併用する場合は6基以上）から受信する必要があり、上空に遮蔽物があると、計測不可能となる場合がある。また、ビル等による反射波（マルチパス）がある場合も、計測不可能となる場合がある。

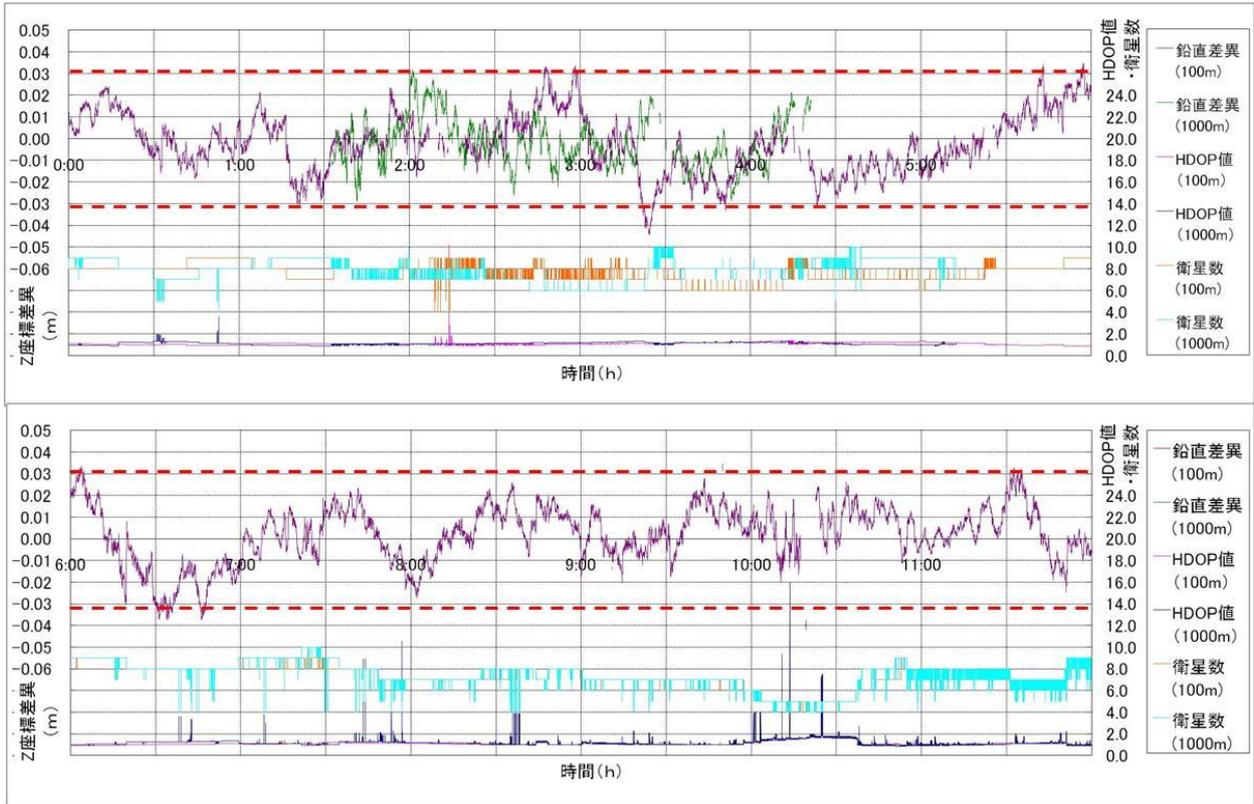
4) 衛星の移動の影響を受ける

衛星は移動することから、時間帯により受信可能な衛星数が増減したり、ある方角に偏った配置になり、遮蔽物の影響も受け、計測不可能となる時間帯が発生する場合がある。

【解説】

1) 計測値の再現性と計測精度

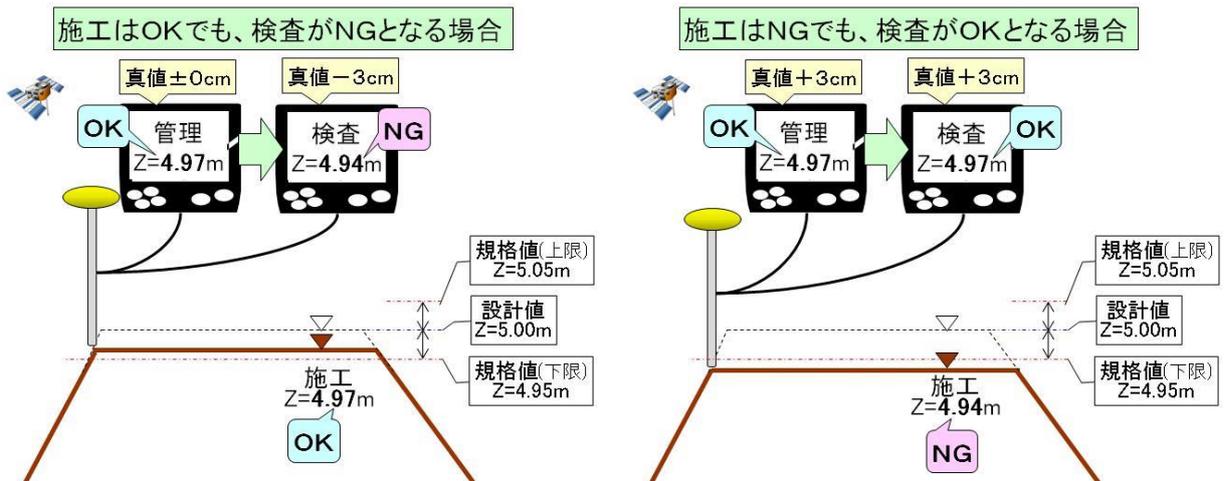
RTK-GNSSは固定点に設置し計測しても、衛星の移動などの影響で、刻々と計測値が変動し、その変動幅は、10epoch 平均値で鉛直方向が約±3cm、水平方向が約±2cm程度である。



参考図 1-1 RTK-GNSSによる固定位置での計測結果（鉛直方向／12時間連続）

つまり、施工管理の計測値と検査時の計測値で、最大6cmの差が生じる可能性がある。

例えば、高さ（鉛直）方向をみると、施工結果と規格値の差が3cm管理で計測した際には高さ（鉛直方向）の真値に対し+3cmの計測値を、検査の際には真値に対し-3cmの計測値を取得した場合、施工管理と検査で6cmの計測差が生じてしまう場合も想定される。



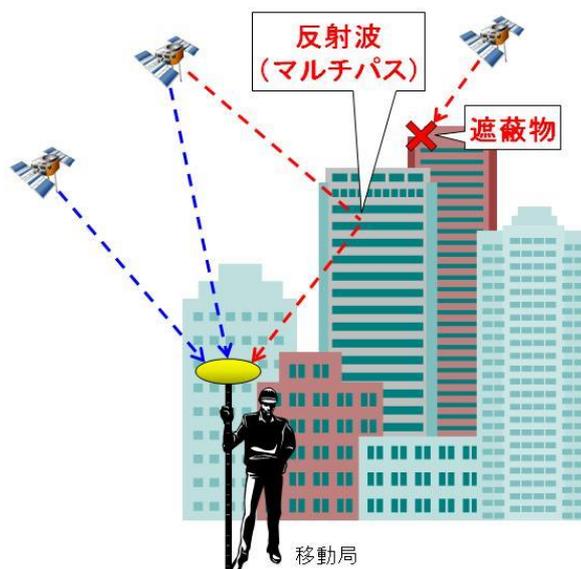
参考図 1-2 RTK-GNSSによる計測誤差による懸念

2) 衛星捕捉環境

なお、研究における1実験データに過ぎないが、「天空が開けた場所で、初期化後10分程度の短時間計測を繰り返す」という条件で17回観測して取得した10epoch平均値の鉛直方向の誤差は、最大で約17mmあったが、96.4%のデータが±10mm未満であり、土工の出来形管理の実用レベルと言える。ただし、10分程度で初期化を繰り返すと作業効率上の問題があるため、計測精度と作業効率のバランスを考慮する必要がある。

RTK-GNSSは、計測値を得るために5基以上の衛星（GPSとGLONASSを併用する場合は6基以上）を捕捉する必要があり、衛星数が多い方が安定して計測を行える。そのため、森林やビル等の上空に遮蔽物がある場合、その影響を考慮する必要がある。また、衛星は移動するため、多くの衛星を捕捉可能な時間帯に計測を行うことが望まれる。そのため、事前に衛星軌跡予測ソフトウェア等を用い、捕捉可能な衛星数を予測することが望まれる。

また、森林やビルなどの遮蔽物によって5基以上の衛星を捕捉できない場合や、ビル等による反射波（マルチパス）がある場合、計測不可能となる場合があるため、事前に現場で周辺状況を確認する必要がある。衛星軌跡予測ソフトウェアには、遮蔽物を設定して捕捉可能な衛星数を予測することが可能なものもある。

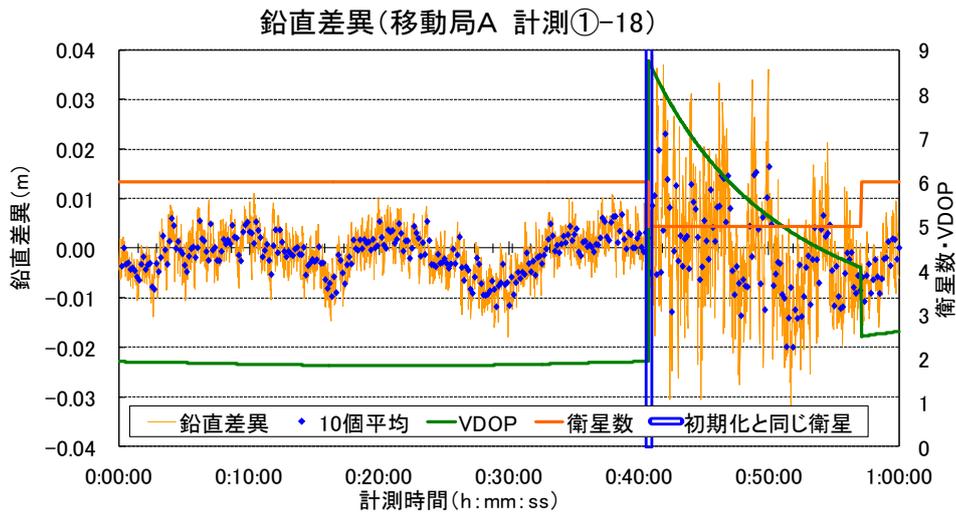


参考図 1-3 LSの精度確認方法

3) 衛星の移動の影響

衛星は移動することから、時間の経過とともに受信可能な衛星数が増減する。また、そのことにより、ある方角に偏った配置になる場合もある。特に、遮蔽物がある環境では、衛星の移動によって計測不可能となる時間帯が発生する場合があるため、衛星軌跡予測ソフトウェア等を用い、良い時間帯を予測しておくことが必要である。

なお、受信衛星数が増減（特に減）した後は、計測精度が大きく悪化する場合があるため、その場合は、再度、初期化することが望まれる。



参考図 1-4 受信衛星数の変動による計測誤差の変動状況の一例

2. 現地検査時の対応

検査時の現場における出来形検測で、高さの規格値を超過した場合、その場で、レベルまたはTSにより再計測を行い確認する。

【解説】

RTK-GNSSの場合、土工の出来形管理に必要な計測精度1 cm (鉛直方向) から見ると、同一地点で同一箇所の再計測に対する計測値の再現性が無いため、施工管理時の計測値が規格値内であったとしても、真値が規格値付近であれば、検査時の計測値は規格値を超過する懸念がある。しかも、長時間で見ると計測値(10epoch 平均値)は大きく変動するが、短時間では変動が小さいため、直ぐの再計測による確認には向かない。

その場合、高さ方向の計測精度が高いレベルまたはTSで再計測し確認することが考えられる。