

音響測深機器を用いた
出来形管理要領（河川浚渫工事編）
（案）

平成30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。

また、近年はレーザーで距離の測定を行えるトータルステーション以外にも、面的な広範囲の計測が容易なレーザースキャナー技術や無人航空機を用いた写真測量についても利用が進んでいる。そこで、情報化施工の項目のひとつとして、音響測深機器を利用した地形測量および出来形計測・出来高算出方法を整理した。この方法は、従来のレベルやレッド測深による方法に比べて、以下の優位性をもつ。

- (1) 河床掘削工や浚渫工等で実施される水中等の出来形計測作業は労力がかかるが、音響測深機器の活用により計測時間も短く、少ない人員で計測することができる。
- (2) 従来の計測手法では把握できなかった面的な地形形状および出来形が把握できる。一方、音響測深機器による計測では、従来のレベルやレッド測深に比べて以下の留意点がある。
- (3) 音響測深機器による計測では、音響測深機器本体やその周辺機器を統合したシステムにより計測されるため、現場においてシステム全体の精度管理を適切に行う必要がある。
- (4) 計測箇所をピンポイントに計測できない。

本管理要領を用いた施工管理の実施にあたっては、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、機器の適切な調達およ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発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、「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領（河川浚渫工事編）」を参照していただきたい。

目 次

第1章	総則	1
1-1	目的	1
1-2	適用の範囲	2
1-3	本管理要領に記載のない事項	3
1-4	用語の解説	4
1-5	施工計画書	9
1-6	監督職員による監督の実施項目	11
1-7	検査職員による検査の実施項目	12
第2章	音響測深機器による測定方法	13
2-1	機器構成	13
2-2	音響測深機器の艤装および作動確認	15
2-3	音響測深機器の計測性能及び精度管理	17
2-4	水深測量ソフトウェア	18
2-5	点群処理ソフトウェア	19
2-6	3次元設計データ作成ソフトウェア	23
2-7	出来形帳票作成ソフトウェア	25
2-8	工事基準点の設置	27
第3章	音響測深機器による工事測量	28
3-1	起工測量	28
3-2	部分払い用出来高計測	30
第4章	音響測深機器による出来形管理	31
4-1	3次元設計データの作成	31
4-2	3次元設計データの確認	33
4-3	音響測深機器による出来形計測	35
4-4	音響測深機器による出来形計測箇所	37
第5章	出来形管理資料の作成	38
5-1	出来形管理資料の作成	38
5-2	数量算出	41
5-3	電子成果品の作成規定	43
第6章	管理基準及び規格値等	45
6-1	出来形管理基準及び規格値	45
6-2	品質管理及び出来形管理写真基準	46
	参考資料	47
	参考資料-1 参考文献	47
	参考資料-2 3次元設計データチェックシート	48
	参考資料-3 3次元設計データの照査結果資料の一例	49
	参考資料-4 音響測深機器の精度確認試験実施手順書および試験結果報告書	53

第1章 総則

1-1 目的

本管理要領は、マルチビームおよびシングルビーム（以下、「音響測深機器」という）による深淺測量を用いた出来形計測および出来形管理が、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) 音響測深機器を用いた出来形計測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) 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】

本管理要領は、音響測深機器による深淺測量を用いた出来形計測および出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

音響測深機器による出来形計測は、被計測対象の地形を短時間かつ高密度に取得した出来形計測点群（3次元座標値）から、3次元CADや同様のソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理手間の大幅な削減と、詳細な地形や出来形の形状取得が可能で、従来のレベルやレッド測深による幅・延長の計測や、深さの計測は不要である。

以上のように音響測深機器および3次元データが扱えるソフトウェア等の利用効果は大きいですが、音響測深機器は計測対象点を指定した計測が出来ないことや降雨や波浪などの状況によっては計測できないこと、計測間隔が均一でないといった特徴、ソフトウェアを用いた大量の計測点群データの処理が必要なことから、従来のレベルやレッド測深による出来形管理の方法とは異なる出来形計測手順や管理基準を明確に示す必要がある。

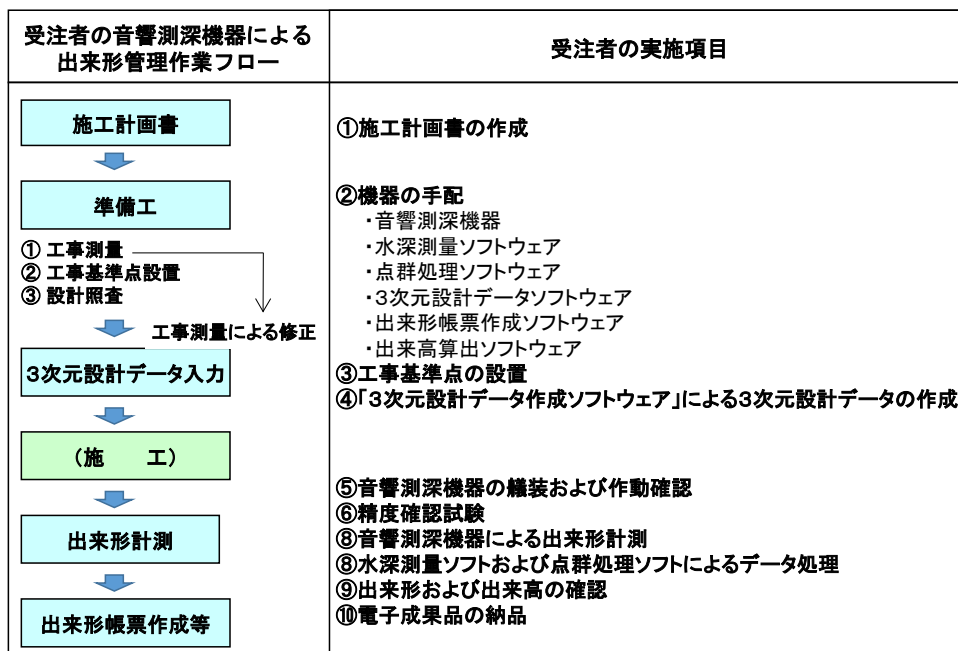


図 1-1 音響測深機器による計測の手順

1-2 適用の範囲

本管理要領は、受注者が行う音響測深機器による深淺測量を用いた出来形計測およ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、音響測深機器以外のTSやRTK-GNSS、地上型レーザースキャナー、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) 適用工種

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

表 1-1 適用工種区分

編	章	節	工種	摘要
共通編	一般施工	浚渫工 共通	浚渫船運転工 (バックホウ浚渫船) ※	
河川編	浚渫 (川)	浚渫工 (バックホウ 浚渫船)	浚渫船運転工	

(土木工事施工管理基準の工種区分より)

※グラブ浚渫船は対象外とする

3) 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、出来形計測および完成検査準備、完成検査)である。しかし、音響測深機器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、本管理要領は音響測深機器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。

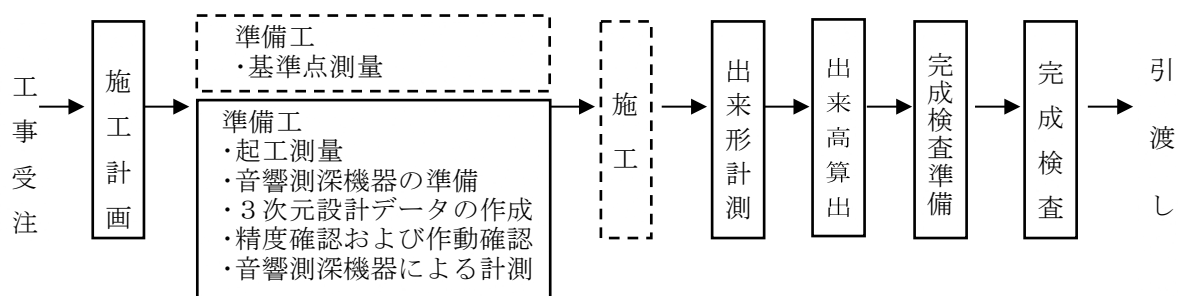


図 1-2 本管理要領の対象となる業務の範囲

1-3 本管理要領に記載のない事項

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(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) 「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) 「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編)(案)」(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ります。

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(案)」、「写真管理基準(案)」及び「土木工事数量算出要領(案)」で定められている基準に基づき、音響測深機器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。

1-4 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。

【音響測深機器】

ここでは、「音響測深機器」とは、ソナー（送受波器）や動揺計測装置、船を含めたシステム全体のことを指す（ただし、点群データ処理用のソフトウェアはこの中には含まない）。マルチ（シングル）ビームソナー本体を指す場合は、「音響測深機器本体」と表記する。

【マルチビーム】

マルチビームとは、ナロー（細い）マルチ（複数の）ビームによる測深が名前の由来であるナローマルチビーム測深システムのことであり、音響ビームを扇状に照射することで一度に多数の水深を面的に取得することができる。

ナローマルチビーム測深システムは測量船に艀装されたマルチビーム測深機本体、動揺計測装置、位置測位センサー（GNSS等）、音速度計、PC（計測に必要なソフトウェアを内蔵したもの）によって構成される（位置測位センサーにGNSSを使用する場合は、さらに地上に設置される固定局またはVRS受信機によって構成される。）。その原理は、位置測位センサーと動揺計測装置により測量船の位置と姿勢を、マルチビーム測深機により水底をスキャンしながら水底までの音波の反射方向と水底までの距離を計算し、これらの装置の関係付け（キャリブレーション）と計測データの解析により音波反射位置の水深を解析するものである。専ら起工測量、部分払い用出来高計測、出来形管理に供する。

【シングルビーム】

シングルビームとは、マルチビームとは異なりシングル（1本の）ビームにより測深する音響測深機器のことである。

シングルビーム測深システムはマルチビームの場合と異なり、測量船の進行に伴って線上に地形を計測することしかできない。また、動揺計測装置を装備しないために測量船の傾きを補正できず、常に反射波を船の真下として判断するため、実水深よりも深い値が計測されやすいことに注意が必要である。専ら起工測量に供する。

【TS】

トータルステーション（Total Station）の略。1台の機械で角度（鉛直角・水平角）と距離を同時に測定することができる電子式測距測角儀のことである。計測した角度と距離から未知点の座標計算を瞬時に行うことができ、計測データの記録および外部機器への出力ができる。

【音響測深機器を用いた出来形管理】

音響測深機器を用いて深淺測量を実施し、3次元の水底形状を取得することで、出来形や数量を面的に算出、把握する管理方法である。

【3次元設計データ】

3次元設計データとは、河川や堤防などの法線（平面線形、縦断線形）、出来形横断面形状およ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】

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。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。

【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、T I Nで表現されたデータである。図に3次元設計データを作成するために必要な構成要素を示す。

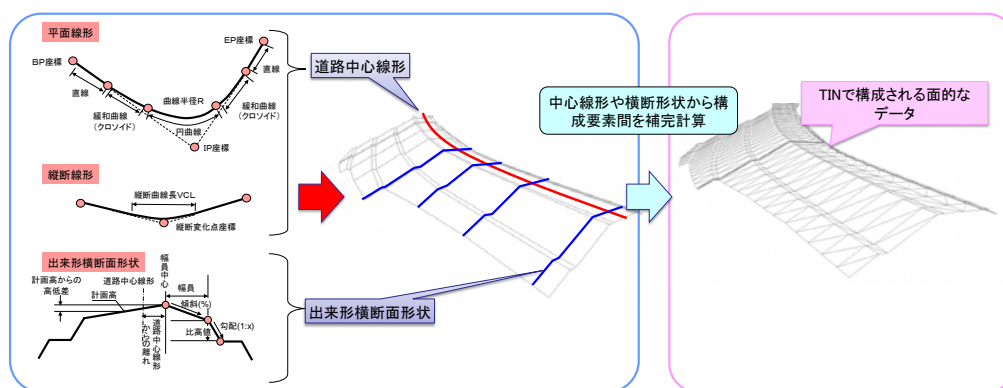


図 1-3 3次元設計データのイメージ (道路土工の場合)

【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、3次元設計データの一要素となる。

【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。

【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。

【出来形横断面形状】

平面線形に直交する断面での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。

【計測点群データ (ポイントファイル)】

音響測深機器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る。

【出来形評価用データ (ポイントファイル)】

音響測深機器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 (T I Nファイル)】

音響測深機器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 (T I Nファイル)】

音響測深機器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、およ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。

【水深測量ソフトウェア】

深淺測量機器本体による測深データや、GNSS等による位置測位データ、動揺計測装置による動揺データから、地形の座標値を算出するソフトウェアである。

【点群処理ソフトウェア】

音響測深機器を用いて計測した3次元座標点群から浮遊物や魚群、ノイズ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、および当該点群にT I N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】

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成、出力するソフトウェアである。

【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。

【オリジナルデータ】

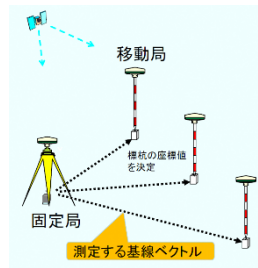
使用するソフトウェアから出力できるデータのことで、使用するソフトウェア独自のファイル形式あるいは、オープンなデータ交換形式となる。例えば、LandXMLは、2000年1月に米国にて公開された土木・測量業界におけるオープンなデータ交換形式である。

【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。

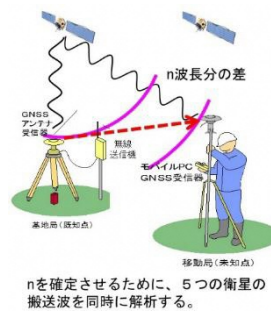
【キネマティック法】

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。



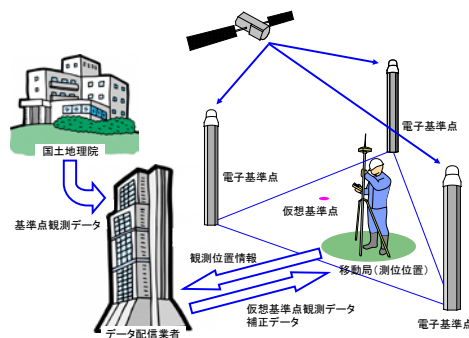
【RTK-GNSS】

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。



【VRS】

RTK-GNSSの基準局として公共の電子基準点を活用する方式で、移動局位置を求める対象範囲を包括する3点以上の電子基準点のデータから、測位現場付近にあると想定する基準局を仮想的に解析して、この仮想基準局の測位結果と基線ベクトルデータを解析して、移動局に無線通信する方式である。

【2周波GNSS】

GNSSの衛星から送信されてくる電波(搬送波)には、周波数の異なる2種類の電波(L1、L2)がある。L1、L2ともに受信し測位に用いることのできるGNSSを2周波GNSSと呼ぶ。

【動揺計測装置】

測量船のロール・ピッチの2成分の傾きをリアルタイムで計測する。マルチビームによる面的計測の場合、風や波浪による測量船の揺れは、測深データに大きく反映されてしまうため、このような影響を補正するために動揺計測装置を設置する必要がある。

【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。

【スワス角】

マルチビーム測深システムが扇状に発信する音響ビームの横方向への広がり具合を示す角度のことをいう。

【スワス幅】

マルチビーム測深システムにおける計測対象面を水平な水底面とした場合のスワス角内の音響ビームによって計測される横方向の幅のことをいう。

【音速度計】

水中での音速度は圧力、温度、塩分の影響を受け、計測位置によっても異なる。音響測深では、計測位置ごとの水中音速度をリアルタイムで計測し、計測結果を補正する必要がある。

【位置測位センサー】

測量船の位置をリアルタイムで計測する装置。基本的には、GNSSを用いることが多いが、TSの利用を妨げるものではない。

【方位センサー】

測量船の航行方位（ヨー）をリアルタイムで計測する装置。動揺計測装置と同じく、マルチビームによる計測データを補正するために必要となる。

【艙装】

艙装とは、測量船に音響測深機器本体及び周辺機器を装備、設置することをいう。音響測深機器本体および周辺機器の位置関係を明確にし、計測中も位置関係は変化しないように機器を取り付ける必要がある。

【等角度測深・等密度測深】

マルチビームの場合、一度に数百本の音響ビームを扇状に照射するが、音響ビーム1本1本の照射間隔の設定には大きく分けて2種類ある。等角度測深は、スワス角を音響ビームの数だけ均等な角度に配分した角度で照射する。

等密度測深は、スワス幅全域を音響ビームの数だけ等間隔に配分するような角度で照射する。

1-5 施工計画書

受注者は、施工計画書およ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、「1-2 適用の範囲」を参照されたい。

2) 適用区域

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

「2-1 機器構成」に示す音響測深機器の機器構成及び利用するソフトウェアを記載する。

5) 測線計画

音響測深機器による深淺測量の測線経路、測線の計測範囲の重複率等を記載する。

【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) 適用区域及

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浚渫範囲を示し、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次元計測範囲は浚渫部分を周囲に5m程度広げた範囲を基本とし、施工エリア全体としても良い。

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、音響測深機器を用いた出来形管理を行う範囲については、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

音響測深機器を用いた出来形管理を効率的かつ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機器（音響測深機器本体、位置測位センサー、方位センサー、動揺計測装置、音速度計）や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共に、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 音響測深機器

受注者は、出来形管理用に利用する音響測深機器を構成する機器（音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサー、音速度計）の性能を記載する。

- a. 音響測深機器の計測性能は使用している音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサー等により大きく異なる。また、計測精度に関する仕様の記載方法も標準化されていない。このため、本管理要領では、参考資料－４の「音響測深機器の精度確認試験実施手順書」に示す精度確認試験を実施し、所要の精度を満足する機器を確認試験と同じ艱装状態にて、使用できることとする。

③ ソフトウェア

受注者は、本管理要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示す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。

5) 測線計画

受注者は、本管理要領により利用する音響測深機器については以下の項目に留意し、測線計画を作成することとする。

- ・所定の測深精度、取得点密度及び測線の重複率が確保できる測深経路の算出結果（４－３ 音響測深機器による出来形計測 参照）
- ・基本的には、計測区域を完全にカバーするよう測深コースを設定する。

やむをえず未計測となる箇所が発生する場合は、「４－３ 音響測深機器による出来形計測」に規定する計測点密度が得られるよう、従来の測深方法（TS、レベル、レッド測深を用いた方法）による計測で補間することができる。

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、音響測深機器による出来形管理における監督職員の実施項目は、「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編) (案)」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、又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
- 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) 音響測深機器の精度確認試験結果報告書および作動確認に係わる資料の把握
- 7) 出来形管理状況の把握

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、音響測深機器による出来形管理における検査職員の実施項目は、「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編) (案)」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良いものとする。

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

- ・音響測深機器を用いた出来形管理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
- ・音響測深機器を用いた出来形管理に係わる工事基準点等の測量結果等
- ・3次元設計データチェックシートの確認
- ・音響測深機器を用いた出来形管理に係わる精度確認試験結果報告書および作動確認に係わる資料の確認
- ・音響測深機器を用いた出来形管理に係わる「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

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章 音響測深機器による測定方法

2-1 機器構成

本管理要領で用いる音響測深機器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) 音響測深機器本体
- 2) 動揺計測装置
- 3) 方位センサー
- 4) 位置測位センサー
- 5) 音速度計
- 6) P C
- 7) 水深測量ソフトウェア
- 8) 測量船
- 9) 点群処理ソフトウェア
- 10) 3次元設計データ作成ソフトウェア
- 11) 出来形帳票作成ソフトウェア
- 12) 出来高算出ソフトウェア

【解説】

図 2-1 に音響測深機器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) 音響測深機器

音響測深機器は、測量船の喫水位置に取り付けられ、そのソナーヘッド部から発信した音波が水底で反射されて戻ってくるまでの時間を測定することにより地形までの水深を計測することができる装置である。

2) 動揺計測装置

測量線の傾き（ロール角、ピッチ角）を計測するための装置。水上では揺れや傾きにより音波の発信方向にずれが生じてしまうため、その揺れや傾きを検知して、計測した結果を補正する必要がある。動揺計測装置は、船の動揺の中心付近、あるいは送受波器近くに送受波器と向きを揃えて艀装することが望ましい。シングルビームによる測深の場合は不要。

3) 方位センサー

測量船の向き（ヨー角）を計測するための装置。送受波器と向きを揃えて艀装する。シングルビームによる測深の場合は不要。

4) 位置測位センサー

測量船の現在地を計測するための装置。G N S Sを利用する場合は、送受波器近く、天空を確保できる場所に艀装する。T Sを利用することも可能である。

5) 音速度計

水中での音速度を計測するための装置である。この装置により計測出来ない場合は、事前に協議の上、圧力、水温、塩分から計算により音速度を算出し使用することもできる。

6) P C

上記 1)～5)の機器による取得データ（測量船の位置情報や計測済みの領域など）をモニター上に反映させ、計測をすすめながら計測漏れがないか確認することができるように、P Cを測量船に搭載する。測量船が無人機の場合には船上に搭載せず、陸上で使用することもある。

7) 水深測量ソフトウェア

水深測量ソフトウェアは、深淺測量機器本体による測深データや、GNSS 等による位置測位データ、動揺計測装置による動揺データの収録およびデータ解析を行い、地形の座標値を算出できるものとする。

8) 測量船

上記 1)～6)の機器を艀装し、航行するための船舶が必要となる。

9) 点群処理ソフトウェア

音響測深機器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浮遊物や魚影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T I N (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。

10) 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データ作成ソフトウェアは、出来形管理や数量算出の基準となる設計形状を示す3次元設計データを作成・出力するソフトウェアである。

11) 出来形帳票作成ソフトウェア

10)で作成した3次元設計データと、9)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。

12) 出来高算出ソフトウェア

別途計測した起工測量結果と、10)で作成した3次元設計データ、あるいは、9)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。

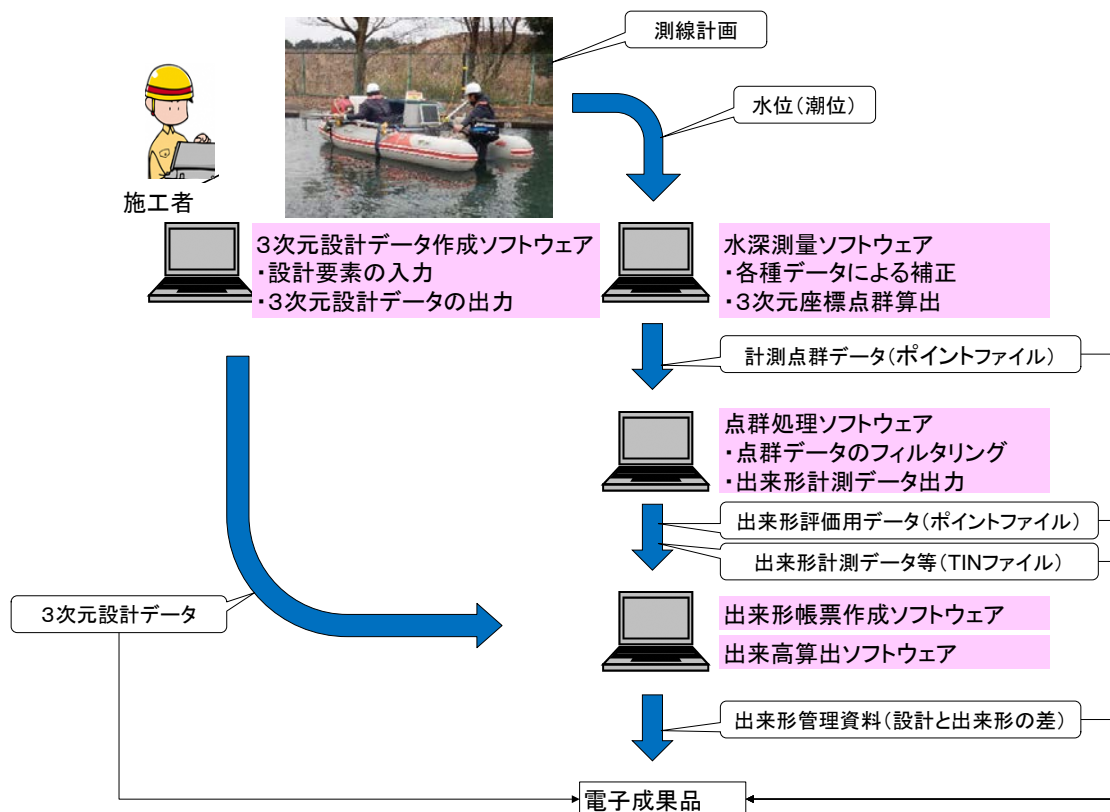


図 2-1 音響測深機器による出来形管理機器の構成例

2-2 音響測深機器の艀装および作動確認

音響測深機器による深浅測量では、現地にて測量船への艀装を行うことになる。測量船に音響測深機や周辺機器を艀装する際には、各機器の位置関係を明確にし、計測中に取り付け位置が動くことの無いよう強固に固定するものとする。

艀装完了後は各機器の作動確認と測量船の航走によるテスト計測を行い、各機器の正常動作を確認する。艀装および作動確認の実施項目は下記に示すとおりである。

- 1) 機器の取り付け（オフセット）
- 2) 喫水確認
- 3) パッチテスト

一体型やリモコンボートによる音響測深機器の場合は、上記の限りではない。

【解説】

1) 機器の取り付け（オフセット）

音響測深機器本体及び周辺機器の位置関係を明確にし、計測中も位置関係は変化しない様に機器を取り付けるものとする。計測したオフセット値は、音響測深機器点検簿に記載する。1日1回実施することを基本とし、艀装状況に変更があった場合必ずオフセット値の計測をやり直すこととする。一体型の場合は、位置関係が変化しない機器の箇所については、カタログ値を音響測深機器点検簿に記載する。

- ・各機器は、ロープ等で固定して回転しない様にし、ケーブルの干渉等にも注意すること。艀装状況に変更があった場合（緩み等があり艀装し直した場合、喫水を換えた場合、ソナーヘッドの向きを変えた場合など）は、必ず計測をやり直すものとする。
- ・水平方向位置は、音響測深機器本体や周辺機器、水深測量ソフトウェアで規定されている位置を基準とし、相対位置は、1mmまで計測する。計測結果は、水深測量ソフトウェアに入力するとともに、音響測深機器点検簿に記載しデータ処理時に適切に用いられていることを確認する。
- ・鉛直方向位置は、基準は水面とし、相対位置は10mmまで計測する。計測結果は水深測量ソフトウェアに入力するとともに、深浅測量点検簿に記載しデータ処理時に適切に適用されていることを確認する。
- ・機器の取り付け位置は、水深測量ソフトウェアへの入力により測深結果の補正に適用されていることを確認する。

2) 喫水確認

水面位置からソナーヘッドまでの喫水の確認は、バーチェックにより行うものとする。水面を基準（0m）とし反射板を吊り下げ数mで固定し、ソナーヘッドから反射板の距離を音響測深機で計測、記録する。水面を基準とした吊り下げ長から計測したソナーヘッドと反射板の距離を減じたものが喫水値となる。この作業を3回行いその平均値により喫水値の確認を行う。また、標尺での計測や取付けパイプに付した喫水目盛りを読み取るなども同時に行う。これらの作業は1日1回実施することを基本とする。一体型やリモコンボート型の音響測深機器の場合で、位置関係や重量が変化しないものについては、判明している喫水値を利用してもよい。

3) パッチテスト

音響測深機器は、水面に対し出来るだけ、水平、垂直に艀装することを基本とするが、船の形状や、固定時の固定ワイヤー等の張り具合により必ず取り付け誤差が発生する。この音響測深機器の送受波器の取り付け角度のずれ（以下、バイアス値）と各機器の収録遅延（以下レイテンシー）を求めるために、パッチテストを行うこととする。パッチテストは、1日1回実施することを基本とし、測深中艀装状態に変化がないことが前提であり、変化があった場合は必ず再計測を行う。なお、シングルビームソナーの場合は、実施しなくてよい。

① パッチテストの種類と方法

以下に示すバイアス値とレイテンシーをパッチテストにより求めることとする。

<バイアス値>

Roll（ロール）：船の進行方向に対して横方向の取り付け角度

Pitch（ピッチ）：船の進行方向の取り付け角度

Yaw（ヨー）：進行方向に対する送受波器の向き

Latency（レイテンシー）：遅延時間

（機器に対してデータ転送などを要求してから、返送されるまでの収録遅延）

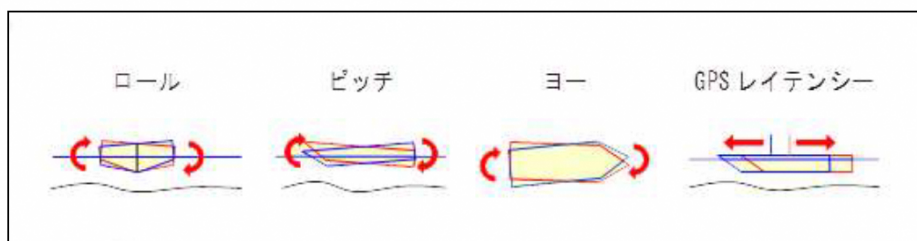


図 2-2 パッチテストの種類

② パッチテストの計測条件

パッチテストは以下の条件で計測することが望ましい。

<バイアス値ごとのパッチテスト概要>

バイアス値	海域	走り方
ロール	斜度が1%未満	同じ測線を同じ速度で往復
ピッチ	斜度が5%以上	同じ測線を同じ速度で往復
ヨー	斜度が5%以上	平行な測線を同じ速度で同じ方向に1本ずつ
レイテンシー	斜度が5%以上	同じ測線を同じ方向に、速度を倍以上変えて1本ずつ

図 2-3 パッチテストの計測条件

2-3 音響測深機器の計測性能及び精度管理

音響測深機器による出来形計測で利用する音響測深機器は下記の測定精度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、利用する音響測深機器の性能について、監督職員に提出すること。以下に、出来形管理で利用する音響測深機器に要求される性能基準を示す。

測定精度：±100mm 以内

(カタログ記載に加え、参考資料-4 音響測深機器の精度確認試験実施手順書および試験結果報告書による現場確認を行うこと。)

【解説】

1) 計測性能

音響測深機器の計測性能は多様であることと、使用している音響測深機器や動揺計測装置が高精度であるほど高価格となる傾向もあり、各現場の状況に併せて適用可能な機器を選定することが重要となる。また、音響測深機器の一体としての計測性能について、現状では定められた機器仕様の記述様式、機器検定手法がないことから、利用前に以下の確認を行うこととする。

- ・測線計画を満足する音響測深機器および周辺機器であること。
- ・所定の重複率、点密度が確保できる音響測深機器およびソフトウェアであること。

2) 精度管理

音響測深機器の構成機器の管理が適正に行われていることを確認するため、現地での精度管理を実施する。現状では、公的な制度管理の仕組みが存在しないことから、参考資料-4「音響測深機器の精度確認試験実施手順書及び試験結果報告書」に記載の手順にて精度確認試験を行い、測定精度が所定の精度以内（出来形管理の場合は±100mm 以内）であることを確認し、その結果について提出する。

2-4 水深測量ソフトウェア

本管理要領で用いる水深測量ソフトウェアは、深淺測量機器本体による測深データや、GNSS 等による位置測位データ、動揺計測装置による動揺データの収録およびデータ解析を行い、地形の座標値を算出できるものとする。

【解説】

音響測深機器の取得データから3次元出来形形状を算出するためには、ソフトウェアによる後処理が必要となる。

1) 水中音速度測定結果の反映

深淺測量を実施するためには、水中音速度の補正をかける必要があることから、一日作業で1回以上、水中音速度の測定を実施し、水深測量ソフトウェアに取り込み適用すること。また、その結果について、別紙様式-6を用いて提出する。

なお、この方法で計測できない場合は、事前に協議の上、圧力、水温、塩分から計算により音速度を算出し、使用することもできる。

2) ノイズ除去処理

ノイズには音響的、電氣的なもののほか、浮遊物、魚群、泡など水中を浮遊する物体などがある。ノイズの除去は、使用するソフトウェアにより統計的にある程度削除することができるが、統計的な処理では、限界があるため、最終的には、手作業による除去作業を行う必要がある。

3) 水深編集時の留意点

各種補正データが正しく作成できていることが重要であると共に、音響測深における特徴的な誤差要因である現象が発生していないことを特に注意して確認する必要がある。

また、ノイズ除去によりデータ数が減少しても、必要データ数が確保されていることが重要である。

4) 標高算出の基準

地形の座標の標高値を求めるための基準は、水位（潮位）あるいは、位置測位データとする。現地に簡易な水位計を設置する場合は、監督職員から指示を受けた基準点あるいは、工事基準点を使用して標高値を設置するものとし、水位計の標高値を計測する場合は基準点からTS、水位計からTSまでの計測距離（斜距離）についての制限を、3級TSは100m以内（2級TSは150m）とする。

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浮遊物や魚影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】

音響測深機器の特徴は、短時間に大量の3次元座標点群を測定することが可能な点である。しかし、取得される大量の点群には出来形管理には関係のない部分の地形や浮遊物、魚影などの不要な点やノイズなどが含まれており、必要な計測データだけを抽出することが必要となる。不要点の排除にあたっては、不要な点のみを抽出し、本来の出来形データまで削除しないように配慮する必要がある。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

音響測深機器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。そこで、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。

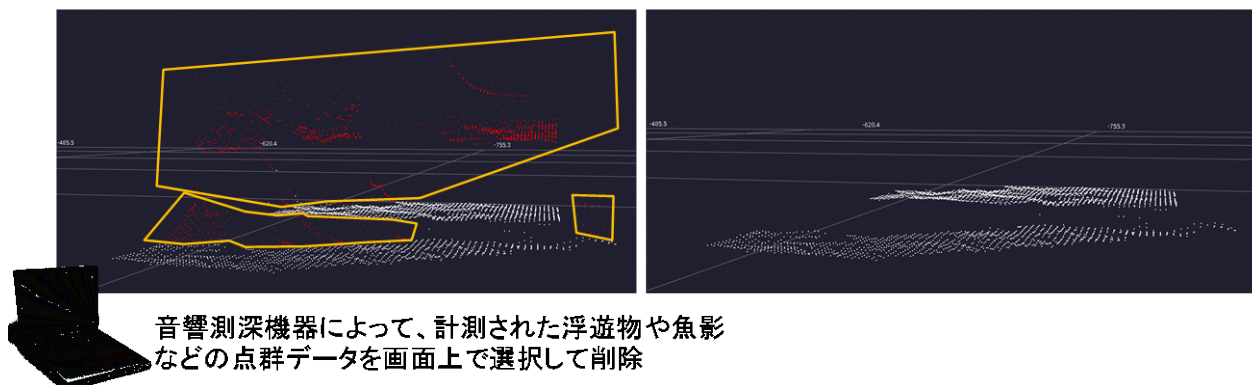


図 2-4 対象範囲外のデータ削除

②点群密度の変更（データの間引き）

音響測深機器の特徴としては、近距離の計測結果は密となり遠距離では粗となる場合がある。すべての計測点群データを利用しても良いが、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良い。

出来形計測データについては、 1m^2 あたり 1 点以上、数量算出に用いる起工測量計測データ（シングルビームによる起工測量を除く）については、 0.25m^2 あたり 1 点以上、出来形評価用データとしては 1m^2 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良い。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 1m^2 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、1 m²あたり1点程度のデータとすることができる。この場合、以下の方式によることができる。

- ・計測対象面について1 m²（1 m×1 mの平面正方形）以内のグリッドを設定し、グリッドの中央あるいは格子点に評価点(x,y)を設置する。評価点の標高値は、評価点を中心とする1 m²以内の実計測点と設計面との差の最頻値または差の平均値を、設計値に加算した値を用いる。

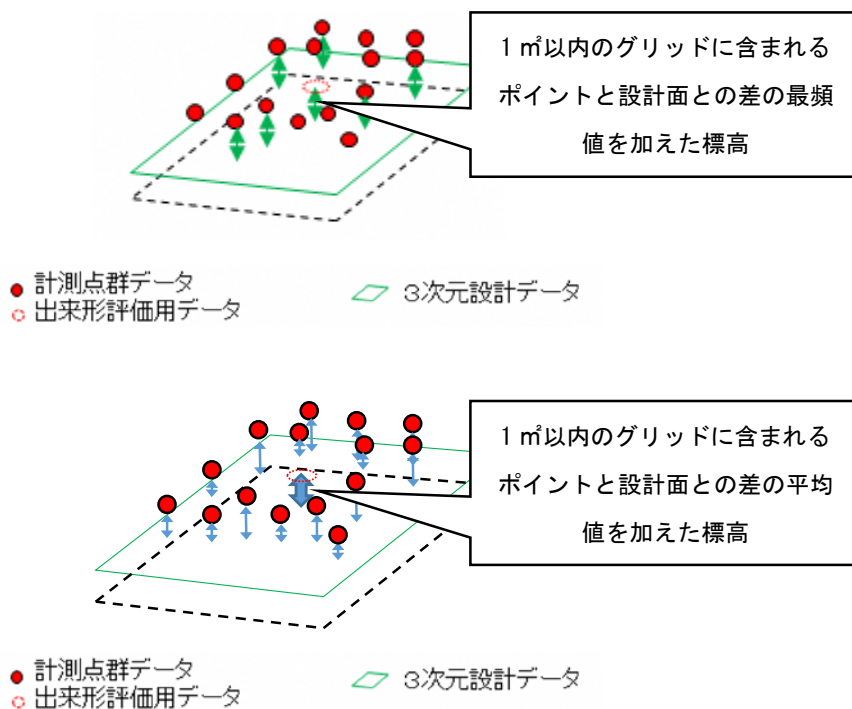


図 2-5 グリッドデータ化のイメージ

あるいは、以下を用いることもできる。

- ・最近隣法

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。

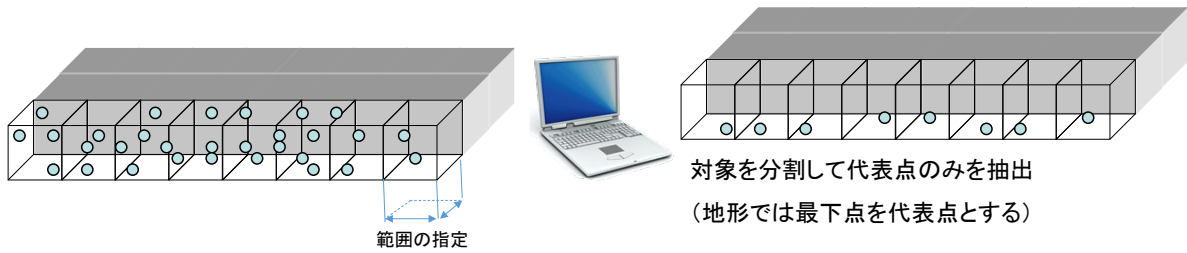


図 2-6 点群データの密度を均一にする方法 (例)

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。複数スキャンのまとめ方については、大きく2つの方法がある。

①各スキャンで個別の3次元座標に変換した結果をひとつの点群に合成

各スキャンで調整用基準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。

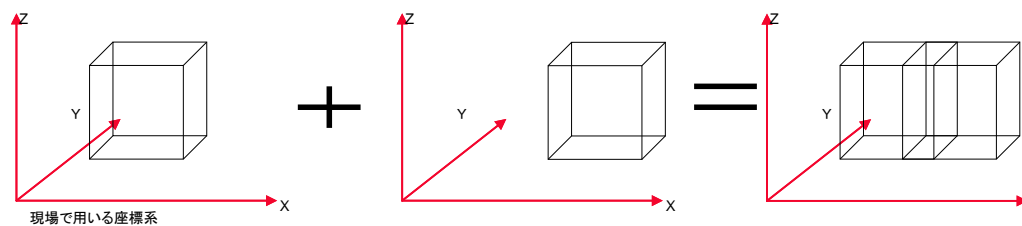


図 2-7 現場座標系に変換された結果を合成する方法

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調整用基準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)。

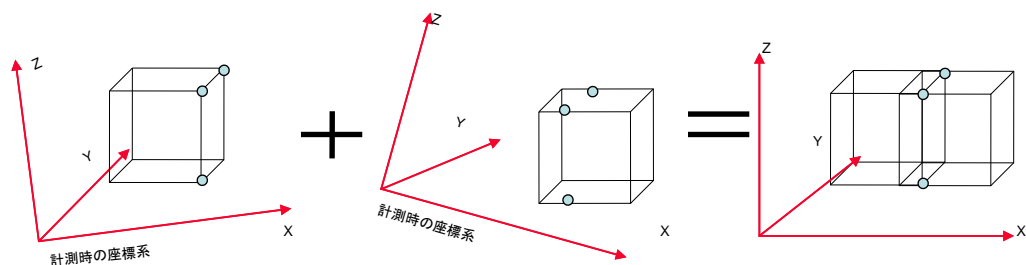


図 2-8 複数のスキャンに含まれる調整用基準点を基準に合成する方法

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

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良い。

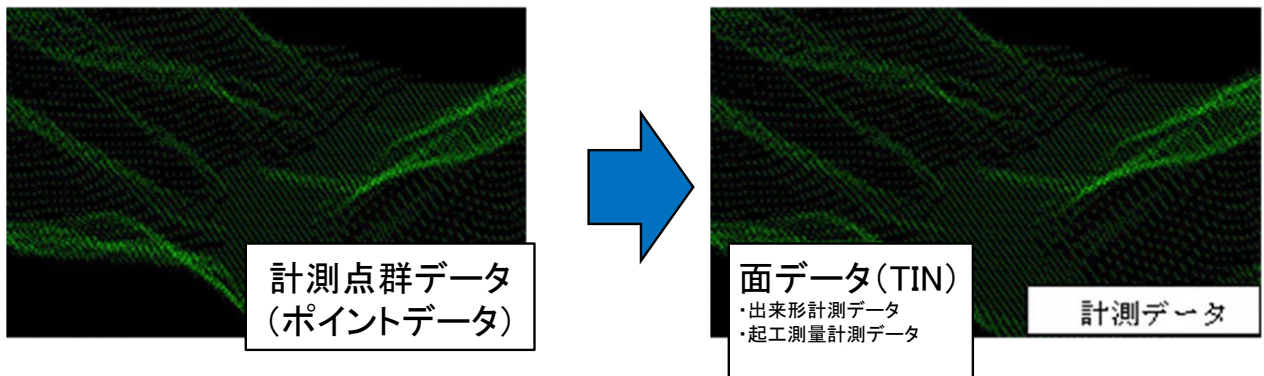


図 2-9 計測点群データをT I Nデータに変換する方法

2-6 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】

面的な出来形管理およ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。

2-7 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。特に、音響測深機器による計測では、変化点を特定した計測ができないことから、従来の幅員や法長、端部の基準高さという管理項目での良否判定法では比較できない。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）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を抽出する。
- ② 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）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する。
- ③ 「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。

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を抽出する。
- ② 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「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
 - ・ 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表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、正負を逆転した側に規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

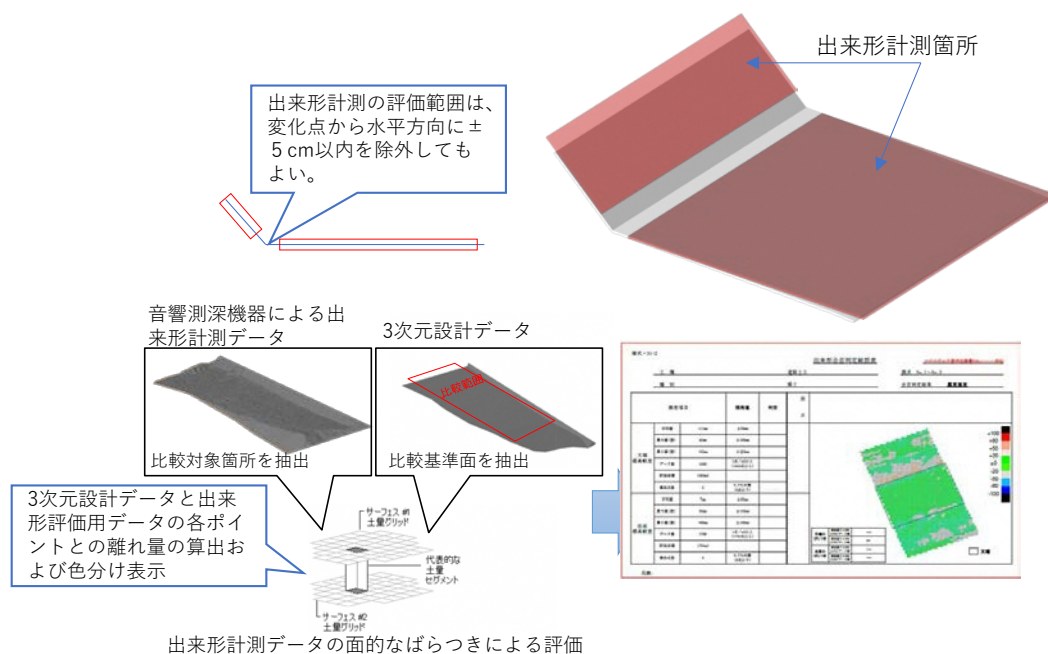


図 2-10 面的な出来形管理分布図のイメージ

2-8 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、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】

音響測深機器による出来形管理では、現場に設置された工事基準点を用いて3次元座標値への変換を行う。このため、出来形の計測精度を確保するためには、現場内に4級基準点又は、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良い）、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。

第3章 音響測深機器による工事測量

3-1 起工測量

1) 起工測量の実施

受注者は、設計照査のために浚渫箇所の地形測量を実施する。計測密度は 0.25 m^2 ($0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ メッシュ) あたり1点以上とする。なお、起工測量時のその他の実施事項については、「4-3 音響測深機器による出来形計測」を準用するものとし、「3) 精度確認」については $\pm 100\text{ mm}$ 以内であればよい。

ただし、シングルビームによる起工測量を行う場合の計測密度については、延長方向においては従来の管理断面間隔の半分程度以内、横断方向においては従来の測定間隔の半分程度以内の間隔で地形測量したものを、起工測量の計測点群データとして用いてよい。

2) 起工測量計測データの作成

受注者は、音響測深機器で計測した現況地形の計測点群データから不要な点を削除し、T I N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、「2-5 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音響測深機器を用いて実施する。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

起工測量時の測定精度は、 x 、 y 、 z それぞれ 100 mm 以内とし、計測密度は 0.25 m^2 ($0.5\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ メッシュ) あたり1点以上とする。その他の実施事項および作業上の留意点については、「4-3 音響測深機器による出来形計測」を参照されたい。

ただし、シングルビームを用いる場合の計測密度は上記によらず、例えば従来の断面管理が「管理断面間隔が 20 m 、横断方向の測点間隔が 5 m 」であれば、「管理断面間隔がおおよそ 10 m 程度以内、横断方向の測点間隔がおおよそ 2.5 m 程度以内」としてシングルビームによる起工測量を実施してもよいものとする。

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T I Nを配置し、起工測量計測データを作成する。自動でT I Nを配置した場合に、現場の地形と異なる場合は、T I Nの結合方法を手動で変更してもよい。また、管理断面間隔より狭い範囲においては、点群座標が存在しない場合は、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T I Nで補間してもよいものとする。

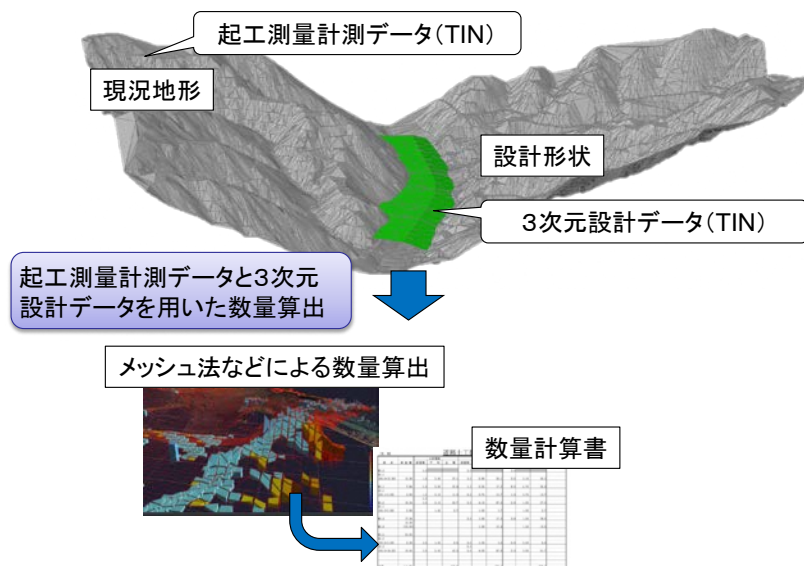


図 3-1 設計照査のための数量算出イメージ

3-2 部分払い出来高計測

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音響測深機器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「4-3 音響測深機器による出来形計測」を準用することを基本とするが、簡便な数量算出方法として、計測に基づく算出値を100%計上しない場合、「3) 精度確認」の精度は±200mm以内であればよい。計測密度は0.25 m² (0.5m×0.5mメッシュあたり1点以上とする。このときの部分払い出来高算出結果については、算出値の9割を上限に計上してもよいこととする。

【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。

1) 部分払い出来高計測の実施

部分払い出来高計測の実施時の測定精度は、x, y, zそれぞれ200mm以内とし、計測密度は0.25 m² (0.5m×0.5mメッシュ)あたり1点以上とする。なお、その他の作業方法と作業上の留意点については、「4-3 音響測深機器による出来形計測」を参照されたい。

第4章 音響測深機器による出来形管理

4-1 3次元設計データの作成

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

【解説】

受注者は、出来形管理で利用する工事基準点、平面線形、縦断線形、出来形横断面形状の設定を行い、出来形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、音響測深機器による深淺測量を実施する範囲で全ての管理断面及び断面変化点について作成する。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

音響測深機器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、浚渫形状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。

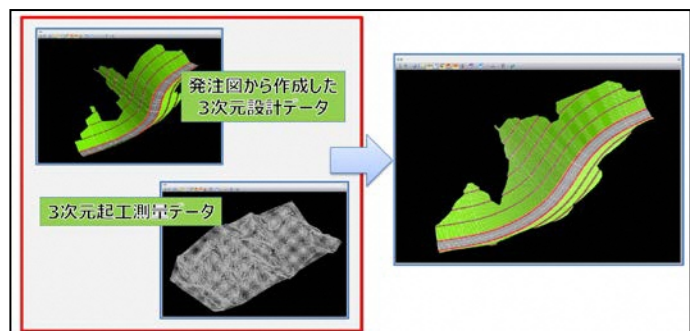


図 4-1 3次元データの重畳イメージ

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「5-2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。

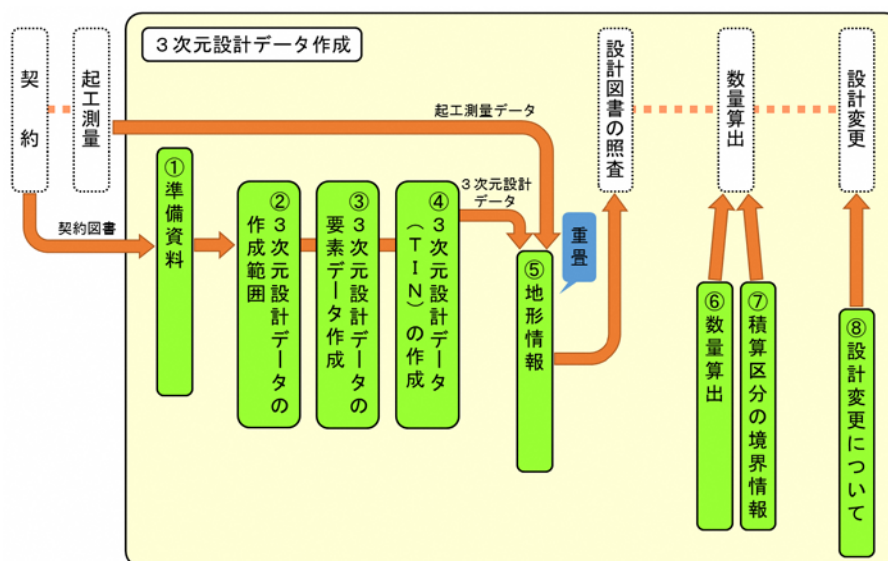


図 4-2 3次元データの流れ

4-2 3次元設計データの確認

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

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

【解説】

3次元設計データの間違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および照査結果資料（河川工事においては法線の中心点座標リスト、平面図、縦断図、横断図のチェック入り）（参考資料-2、3参照）に記載する。

また、受注者は、前述の資料の他、3次元設計データと設計図書との照合のための資料を整備・保管するとともに、監督職員から3次元設計データのチェックシートを確認するための資料請求があった場合は、確認できる資料を提示するものとする。

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

確認項目を以下に示す。照合は、設計図書と3次元設計データ作成ソフトウェアの入力画面の数値又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、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

音響測深機器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（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。

4-3 音響測深機器による出来形計測

受注者は、音響測深機器を用いて、出来形計測を行う。

1) 測線計画

音響測深機器は、音響測深機器本体、動揺計測装置の性能に応じて精度が左右されるため、事前確認により要求精度を確保できる範囲で、測線計画を立案する。

2) 音響測深機器の艤装および作動確認

音響測深機器を構成する音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサーの取り付けおよび作動確認を行う。また、計測前に水中音速度の測定を計測範囲の最深部において、実施する。

3) 精度確認

音響測深機器の測定精度は、鉛直方向については、井桁測線による水深差による確認あるいは、検証点における標高差による精度確認、平面方向については、既知点とGNSSの平面位置を比較する精度確認を行い、x, y, zそれぞれ±100mm以内であることを確認する。

4) 音響測深機器による計測の実施

音響測深機器による出来形計測は、計測対象範囲内で1m² (1m×1mメッシュ) あたり1点以上の計測点が得られる設定で計測を行う。

【解説】

音響測深機器による計測は、音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサーの組み合わせによる3次元データ計測となるため、複合的な要因により計測精度が決まる。位置測位センサーのGNSSの性能は、衛星の捕捉状況、機体のノイズ成分の影響により精度が低下する恐れがある。動揺計測装置および方位センサーは音波発信時の姿勢角に影響し、計測データの精度低下の原因となる。ロール、ピッチ成分は主に標高精度に影響し、ヘディング成分は、水平精度に影響する。また、音響測深機器本体は、ビームの拡散角の大きさが測距精度に影響する。このような精度低下の要因に留意した上で測線計画の立案することが重要となる。

1) 測線計画

音響測深機器で使用する音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサーの性能に応じて計測諸元を作成し測線計画を立案する。

- ・測線計画は、測量区域の水深、地形、有効測深幅を考慮し、未計測が生じないように測線を設定するとともに、河川浚渫工事の出来形管理等において適切な地形再現ができる取得点密度で計測できるように、必要な範囲で重複する測線を設定する。

- ・測深データの相対的な精度の確保と計測データが欠測しないよう、計測コース間のラップは20%以上を目標とし、必ず隣接するコースに重なりがあるように、測線計測を立案する。

- ・音響測深機器本体、動揺計測装置、位置測位センサー、方位センサーの性能およびスワス角、スワス幅については、計測最大水深において、要求精度>予測精度となるように決定すること。

- ・航走速度は、計測点密度に影響するため、音響測深機器本体の性能により決定する。

2) 音響測深機器の艤装および作動確認

「2-2 音響測深機器の艤装および作動確認」に示す内容について、実施し確認する。

3) 精度確認

「参考資料－４ 音響測深機器の精度確認試験実施手順書および試験結果報告書」に示す精度確認方法により、測定精度を確認する。

4) 音響測深機器による計測の実施

出来形計測のための航走は測線計画に基づき実施する。

5) 欠測・未計測箇所の補間

測線計画に基づいて計測したにも関わらず欠測箇所が存在したり、やむをえず未計測となった箇所については、 1 m^2 ($1\text{ m}\times 1\text{ m}$ メッシュ) あたり 1 点以上の計測点が得られるよう、従来の測深方法 (TS、レベル、レッド測深を用いた方法) による計測で、補間することができる。

6) 出来形計測の留意点

音響測深機器による計測の場合は、次の条件によって機器の故障や適正な計測が行えない可能性があるので十分気をつけること。

- ・ 降雨などにより計測機器が濡れてしまう場合
- ・ 降雨後などで川の流れが急速になっている場合
- ・ 強風により安定して航走できない場合
- ・ 河口付近などで、波浪の影響が大きいため安定して航走できない場合
- ・ 浅瀬や水底からの突出物などの障害物が多く、測量船や音響測深機に接触する恐れがある場所

4-4 音響測深機器による出来形計測箇所

音響測深機器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、変化点から水平方向にそれぞれ±50mm以内に存在する計測点は評価から外しても良い。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。

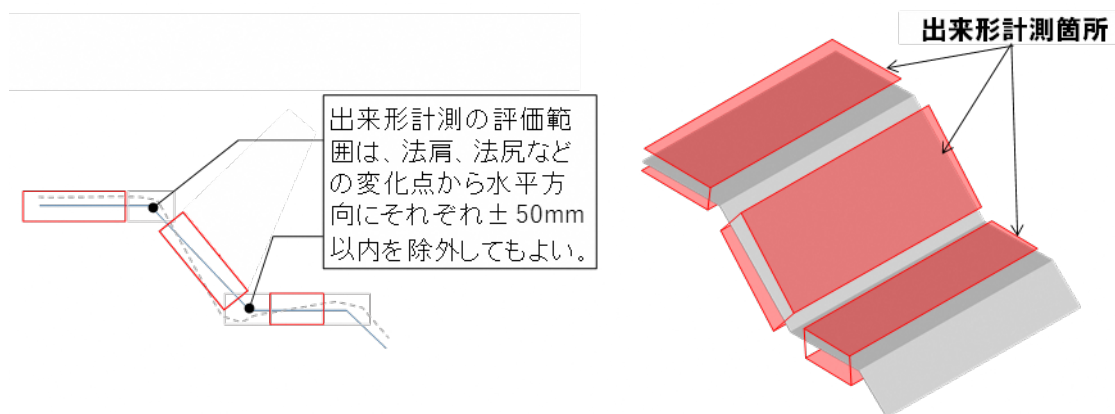


図 4-3 出来形計測箇所

【解説】

上図に示すとおり、音響測深機器による出来形管理で計測する3次元座標は、平場面、法面の全ての範囲で3次元座標値を取得し、出来形計測データを作成する。

第5章 出来形管理資料の作成

5-1 出来形管理資料の作成

受注者は、3次元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ワーファイルを作成する。出来形確認箇所（平場、法面）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次元設計面と出来形評価用データの各ポイントとの離れ（標高較差）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（当該部位の平均値に対する規格値）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（当該部位の個々の計測値に対する規格値）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（当該部位の個々の計測値に対する規格値）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）：棄却点を含む全データ数
- ・評価面積
- ・棄却点数（規格値を外れたデータ個数と規格値（データ数の0.3%以内）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ついては、不合格の内容が各項目で確認できる様、棄却点も含め表示すること。

出来形確認箇所（平場、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%の前後が区別出来るように別の色で明示
- ・ 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
- ・ 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。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する。

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ワー付き 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。

・ 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、正負を逆転した側にも規格値が存在するものとして表示することが望ましい。

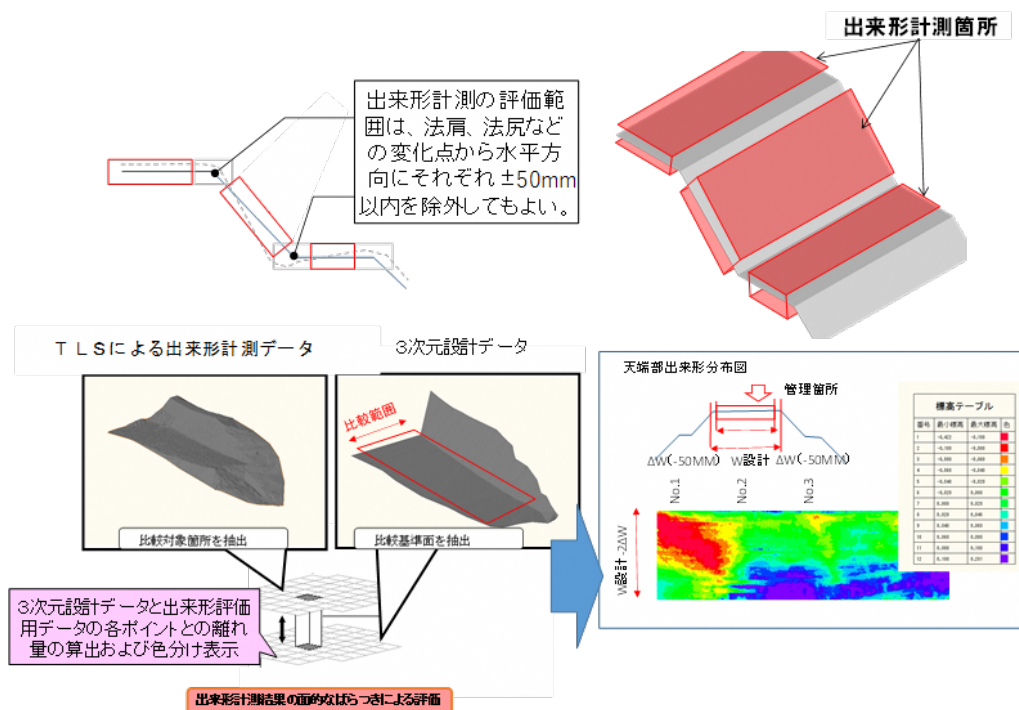


図 5-1 出来形管理図表 作成の流れ

出来形合否判定総括表

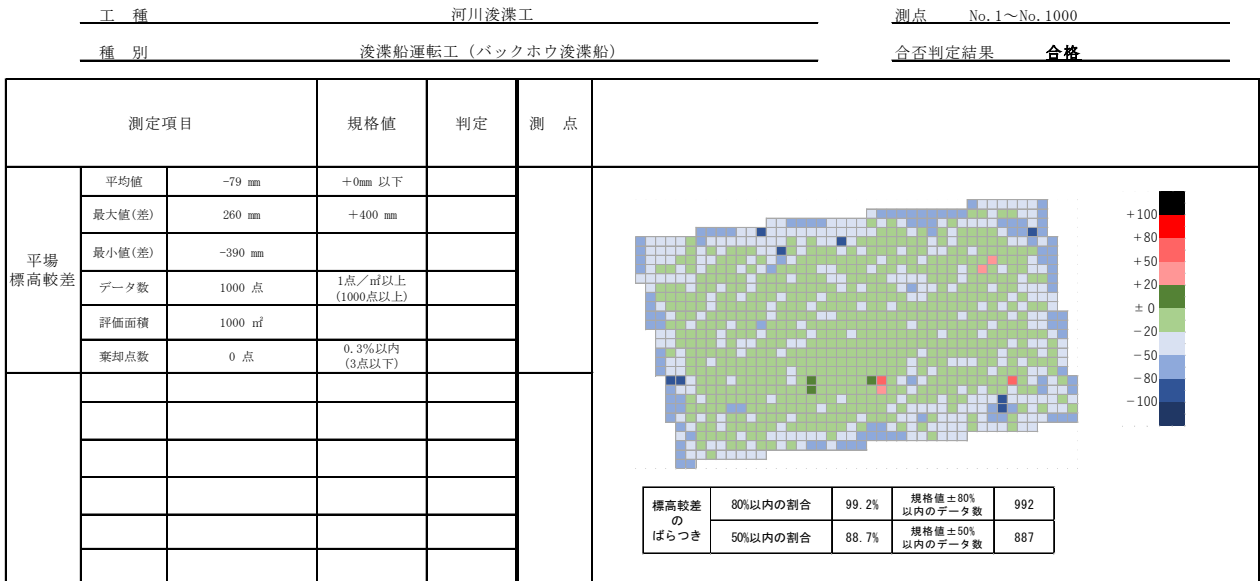


図 5-2 出来形管理図表 作成例 (合格の場合)

出来形合否判定総括表

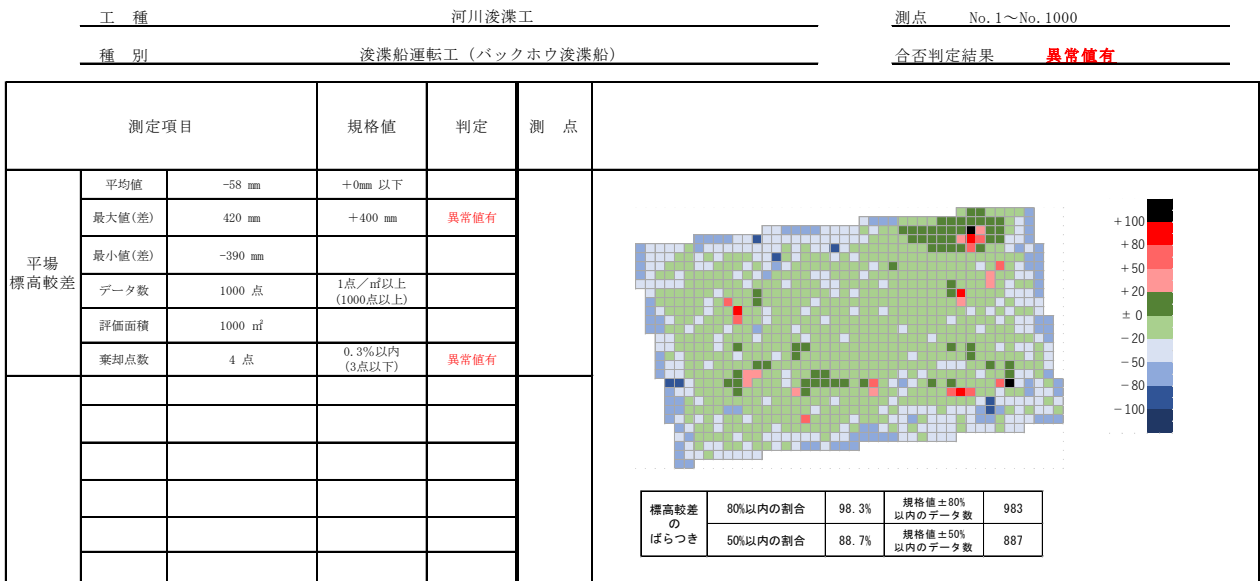


図 5-3 出来形管理図表 作成例 (異常値有の場合)

5-2 数量算出

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音響測深機器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、音響測深機器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、音響測深機器を用いた計測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。

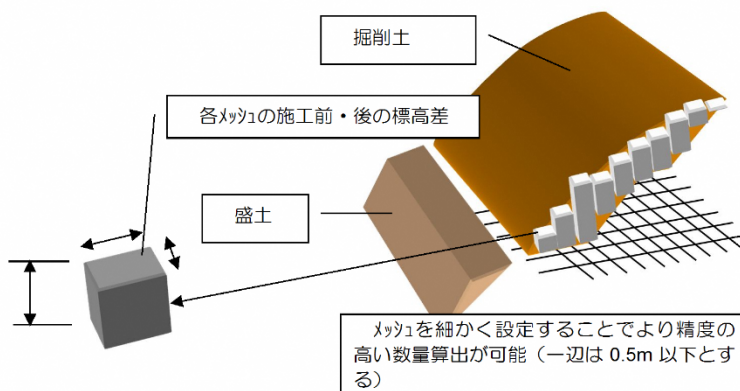


図 5-4 点高法による数量算出の条件と適用イメージ

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0.5m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

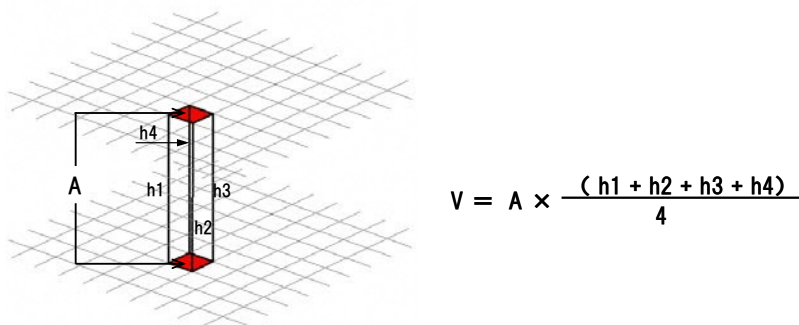


図 5-5 点高法による数量算出

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）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。

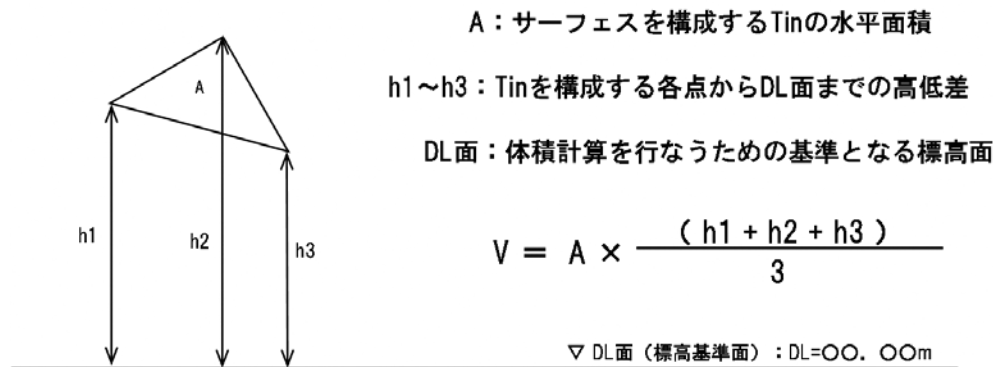


図 5-6 TIN分割等を用いた求積による数量算出

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）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を作成される。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の。

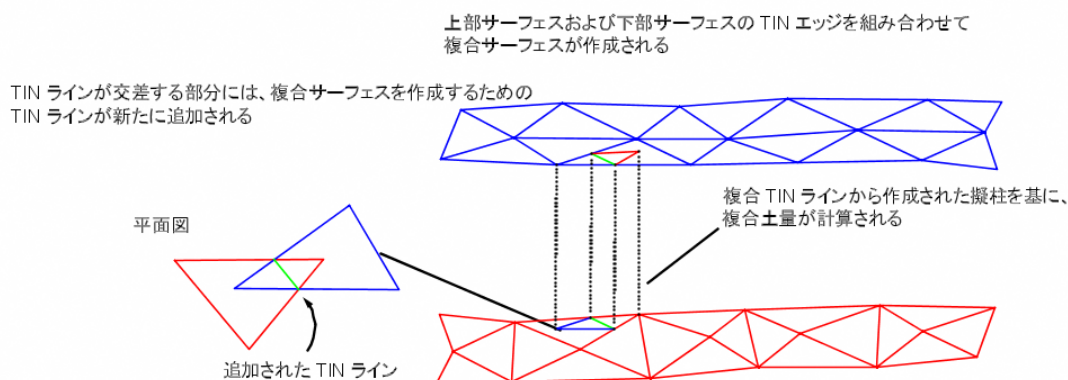


図 5-7 プリズモイダル法による数量算出

5-3 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。

- ・ 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 (P D F) または、ビューワー付き 3次元データ)
- ・ 音響測深機器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)
- ・ 音響測深機器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))
- ・ 音響測深機器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、音響測深機器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、次の規定に従い格納すること。

- ① I C O Nフォルダに工種 (浚渫工) を示した「D R」のサブフォルダを作成する。
 - ②①の下層に計測機器の名称を記したサブフォルダを作成し格納する。
 - ③サブフォルダの名称は、表 5-1 に示す計測機器に記載の文字列を利用すること。
 - ④格納するファイル名は、表 5-1 に示す命名規則に従うこと。
 - ⑤-1 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、合成したデータのファイル名は、主となる計測機器の名称を用い、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ格納する。
 - ⑤-2 合成前の各計測機器の計測データは、それぞれの計測機器名称を記した各サブフォルダを、②で作成した主となる計測機器の名称を記したサブフォルダへ別途作成し、格納する。
- 参考として、図 5-8 に T S を欠測補間に用いた場合のフォルダ構成例を示す。
- ⑥設計変更等で設計図書に変更が生じた場合は、3次元設計データを変更するが、当初の3次元設計データと、変更後の3次元設計データを全て納品すること。
 - ⑦整理番号は、ファイル番号をより詳細に区分する必要がある場合に使用するが、通常は0でよい。
 - ⑧出来形管理資料をビューワー付き3次元データで納品する場合で、ビューワーとデータが複数のファイルで構成される場合は、全てをZIP方式により圧縮し、拡張子を「ZIP」として、次表の命名規則に従い納品すること。

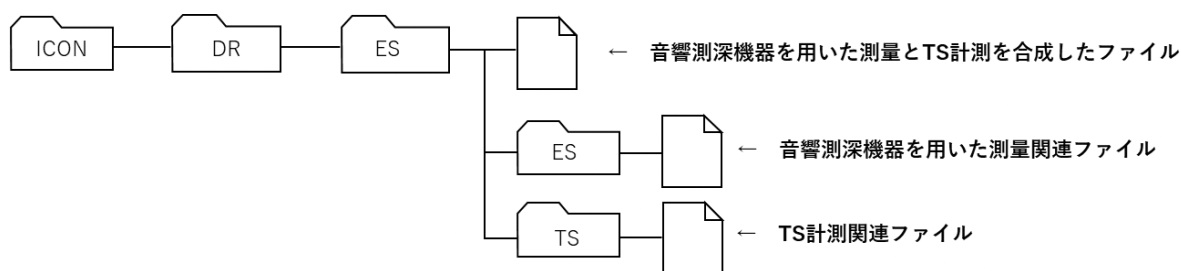


図 5-8 音響測深機器を用いた測量を主としTSにて欠測補間した場合のフォルダ構成例

表 5-1 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
ES	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))	ES0DR001Z. 拡張子
ES	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)	ES0CH001. 拡張子
ES	0	IN	001 ~	—	・音響測深機器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)	ES0IN001. 拡張子
ES	0	EG	001 ~	—	・音響測深機器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))	ES0EG001. 拡張子
ES	0	AS	001 ~	—	・音響測深機器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))	ES0AS001. 拡張子
ES	0	GR	001 ~	—	・音響測深機器による計測点群データ (CSV、LAS、LandXML等のポイントファイル)	ES0GR001. 拡張子
ES	0	PO	001 ~	—	・工事基準点データ (CSV、LandXML、SIMA等のポイントファイル)	ES0PO001. 拡張子

2) データ形式

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、格子間隔内に起工測量または出来形または出来高の計測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、LandXML、LAS 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 T I Nファイル)

第6章 管理基準及び規格値等

6-1 出来形管理基準及び規格値

本管理要領に基づく出来形管理基準及び規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」に定められたものとし、測定値はすべて規格値を満足しなくてはならない。

【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、延長とは異なり、平場面、法面の全面の標高較差とする。

変化点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いてもよい。

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、法面の全面で規格値との比較・判定を行う。

3) 規格値

規格値は、「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「3-2-16-3-3 浚渫船運転工（面管理の場合）」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。

なお、上記「土木工事施工管理基準及び規格値（案）」の「3-2-16-3-3 浚渫船運転工（面管理の場合）」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及び規格値（案）」の「3-2-16-3-2 浚渫船運転工」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「延長方向は、設計図書により指定された測点毎。横断方向は5m毎」と定められているが、音響測深機器を用いた出来形管理の場合、平場面、法面の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、法面の全面（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。

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、「写真管理基準(案)」による。

参考資料

参考資料－1 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) 「土木工事数量算出要領(案)」(国土交通省各地方整備局)
- 5) 「工事完成図書の電子納品等要領」(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) 「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領(河川浚渫工事編)(案)」(国土交通省)

(様式－１)

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
- ・ 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）

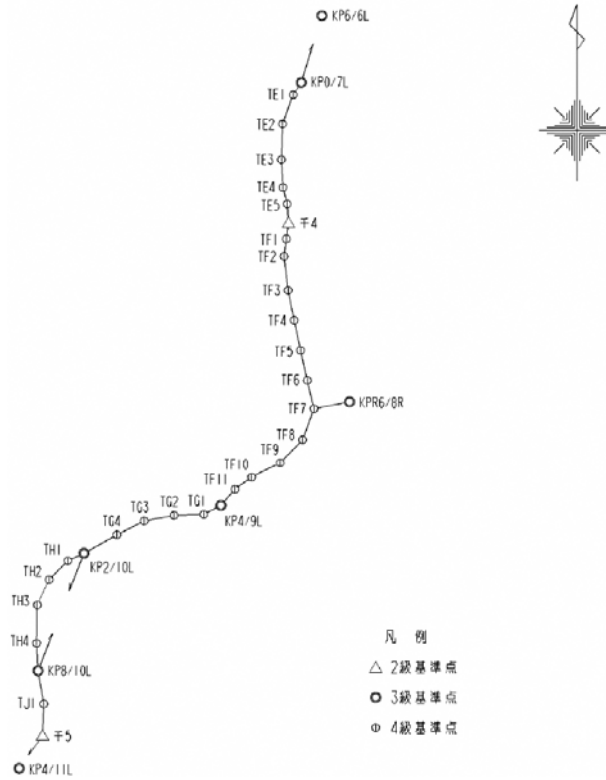
※ 添付資料については、上記以外にわかりやすいものがある場合は、これに替えることができる。

参考資料-3 3次元設計データの照査結果資料の一例

・工事基準点リスト (チェック入り)

4級基準点網図

S=1:25000

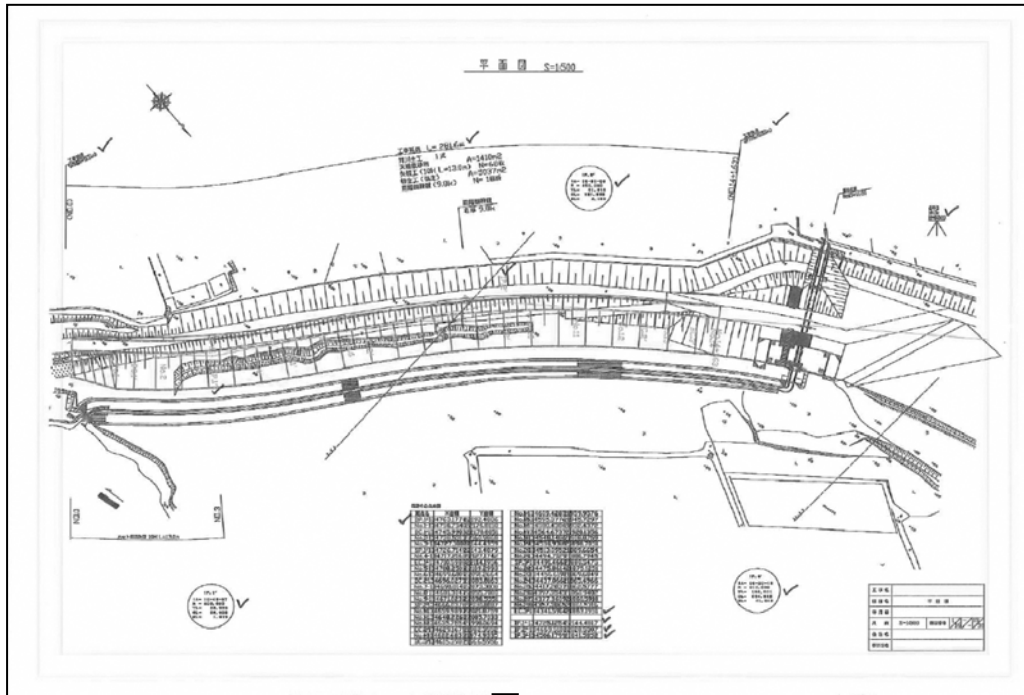


基準点成果表

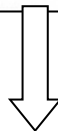
世界測地系

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 ✓	〃	T.J1 ✓	-105975.513 ✓	-55186.171 ✓	〃

・平面図（チェック入り）（例）



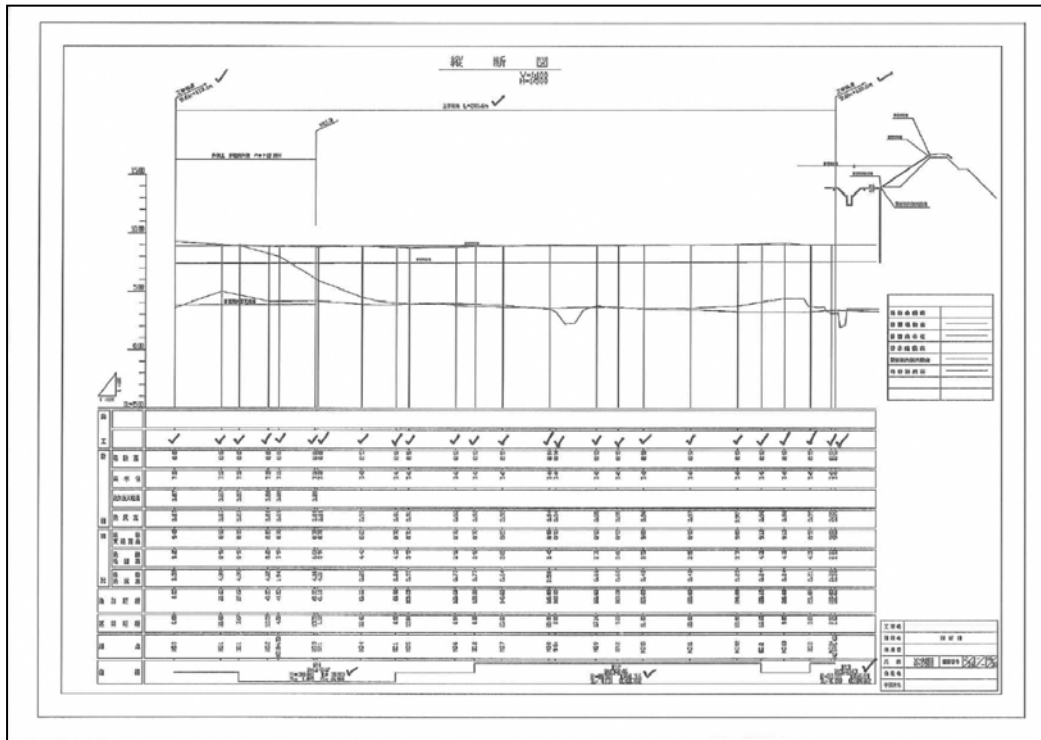
※法線の中心点座標リスト部分を拡大
（チェック入り）（例）



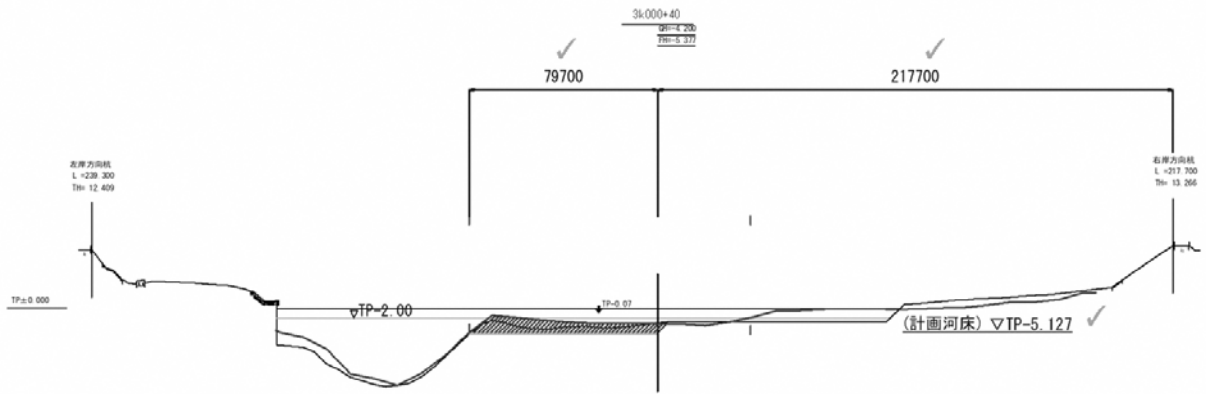
設計中心点座標

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

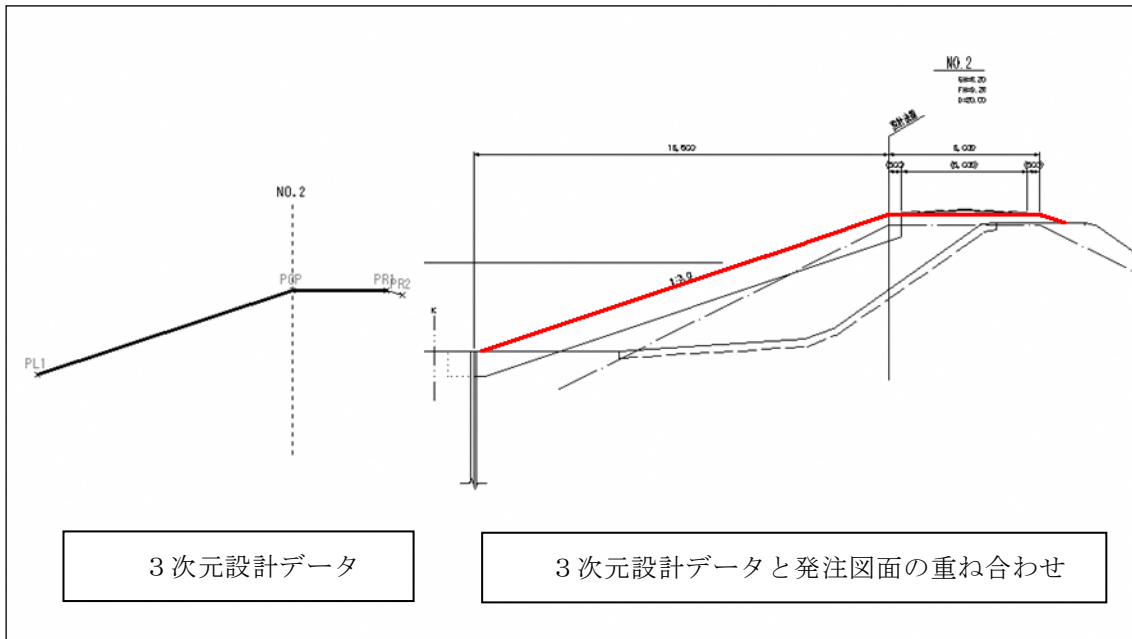
・縦断面図（チェック入り）（例）



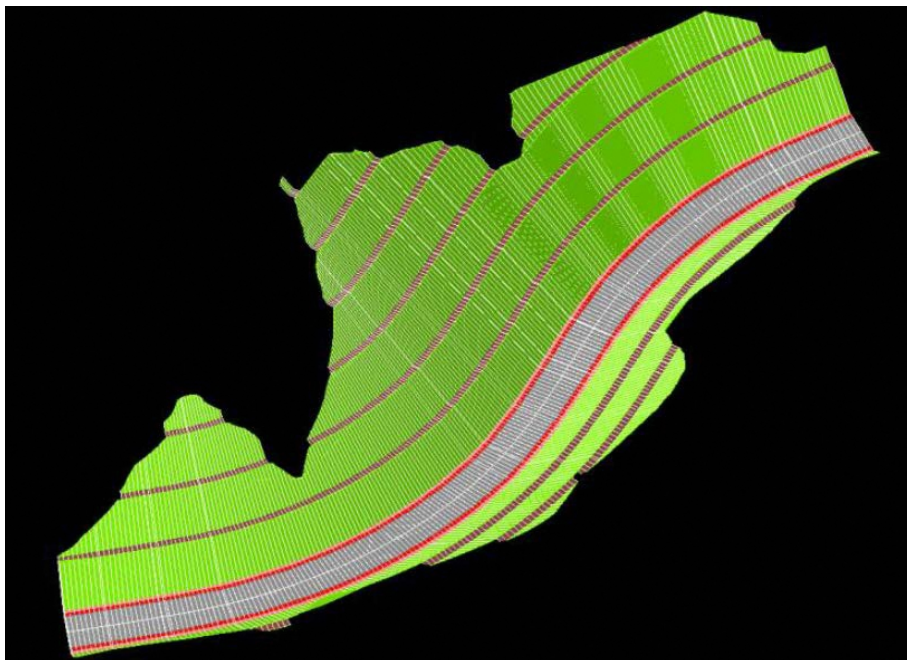
・横断面図（チェック入り）（例）



- ・ 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）



参考資料－4 音響測深機器の精度確認試験実施手順書および試験結果報告書

現場における音響測深機器の測定精度を確認するために、鉛直方向については、井桁測線による水深差による確認あるいは、検証点における標高差による精度確認を行う。平面方向については、既知点と GNSS の平面位置を比較する精度確認を行う。

【測定精度】

鉛直方向 $\pm 100\text{mm}$ 以内（起工測量に利用する場合は $\pm 100\text{mm}$ 以内、
部分払い用出来高計測に利用する場合は $\pm 200\text{mm}$ 以内）

平面方向 $\pm 100\text{mm}$ 以内（起工測量に利用する場合は $\pm 100\text{mm}$ 以内、
部分払い用出来高計測に利用する場合は $\pm 200\text{mm}$ 以内）

【解説】

受注者は、利用する機器の特徴を十分に把握した上で、鉛直方向および平面方向の精度確認を実施する。精度確認方法は、参考資料－4 音響測深機器の精度確認試験実施手順書（案）を参照して実施すること。

音響測深機器の精度確認試験実施手順書（案）

1. 実施時期

利用前の精度確認は、現場の計測と同時にすることも可能であるが、利用前にその精度確認試験を行うことが望ましい。現時点においては、艀装して装着するシステムを利用する場合は、艀装ごとに精度確認試験を実施する必要があるが、一体型の場合は、暫定案として利用前6ヶ月以内に精度確認試験を実施することとする。

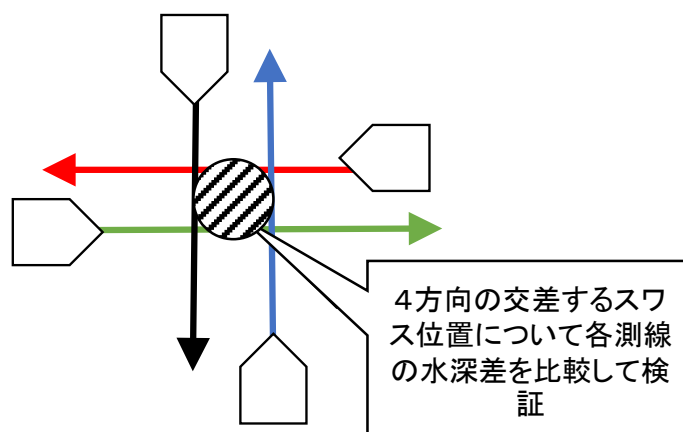
2. 実施方法

音響測深機器の測定精度は、以下の手順にて精度確認試験を行い、測定精度が±100mm 以内であることを確認する。鉛直精度については、a. あるいは b. の試験方法、平面精度については、c. の方法(必要に応じて d. の方法も加える)で確認することとする。測定精度の確認は、1日1回実施すること。

a. 井桁測線による水深差による精度確認（鉛直精度）

井桁測線は左右のビームが 100%重複するように2本の平行な測深線及びそれに直交する2本の測深線を設定し、このデータにおける重複部の水深差を比較することで確認することとする。また、バーチェック（反射物を一定の深さに吊り下げた状態で、ソナーヘッドから距離を確認する）による計測精度の確認も行うものとする。重複している測線の点データは、完全に同じ位置を計測しているものではないため、出来形管理に必要な分解能のメッシュサイズで、比較検証する。確認結果は、別紙様式 - 3にとりまとめることとする。

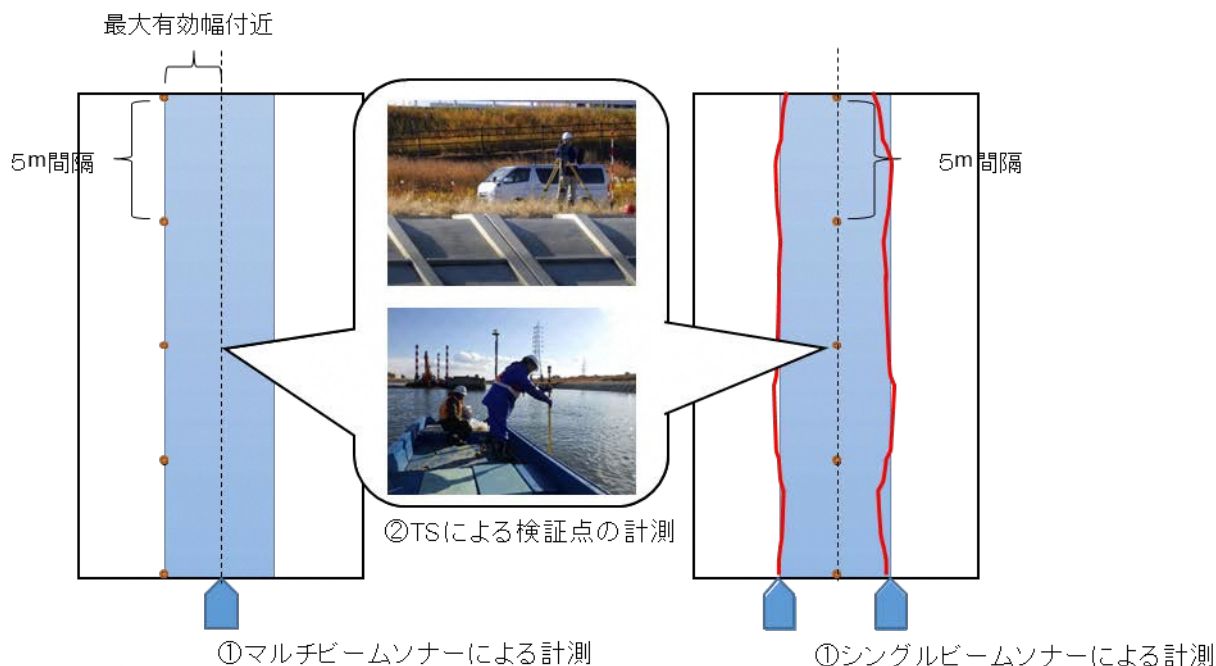
検測は、出来形計測箇所近傍の適切な場所（斜面部や凹凸の激しい場所は避ける）で行う。



b. 検証点における標高差による精度確認（鉛直精度）

精度確認の方法は、精度検証用の検証点を現場に5m間隔で5箇所設置し、検証点と音響測深機器の位置関係が横断方向の最大有効幅となるような測線上で計測する。検測で得られた計測点群データと真値の座標を比較することで確認することとする。検証点の計測は、基準点あるいは、工事基準上などの既知点の座標値や、基準点及び工事基準点を用いて測量した座標値を利用する。確認結果は、別紙様式 - 4にとりまとめることとする。なお、シングルビームでの確認時は、検証点の付近に2つの測線を設置し、得られた計測点群データを内挿し、検証点との標高較差を算

出する。



c. 位置精度確認（平面精度）

水深測量時に使用するGNSSは、十分な精度を有している必要があることから、既知点を設置し、既知点の座標とGNSSの計測結果との差が所要の精度以内であることを確認する。

精度確認の方法は既設基準点における事前チェックとし、観測時間は10分以上、収録間隔は1回/秒以上で行う。観測結果は、別紙様式-2のGNSS精度管理表に取りまとめることとする。

なお、TS等光波方式を利用する場合は、上記の確認は不要とし、国土地理院認定3級と同等以上の計測精度を有し、適正な精度管理が行われている機器であることを確認する。確認方法は、別途定める「TS等光波方式を用いた出来形管理要領（土工編）（案）」の「2-3 出来形管理用TS本体の計測性能及び精度管理」を参照すること。

d. 位置精度確認（鉛直精度）

音響測深機器による深淺測量の基準面を水面とせず、測位の標高を利用する場合は、位置測位センサーの平面精度のc.の確認に加えて、既知点の座標との鉛直方向の差を確認すること。GNSSの標高値の測定精度は±30mm以内とする。また、その結果について、別紙様式-2を用いて提出する。

3. 評価基準

音響測深機器による計測結果を前掲2の精度確認結果と比較し、その差が適正であることを確認する。

表－ 4－ 1 精度確認試験での精度確認基準

比較方法	用途と精度確認基準
標高較差	起工測量 ±100mm 以内 出来形部分払い ±200mm 以内 出来形計測 ±100mm 以内
平面較差	起工測量 ±100mm 以内 出来形部分払い ±200mm 以内 出来形計測 ±100mm 以内

4. 実施結果の記録

精度確認の実施結果を記録・提出する。

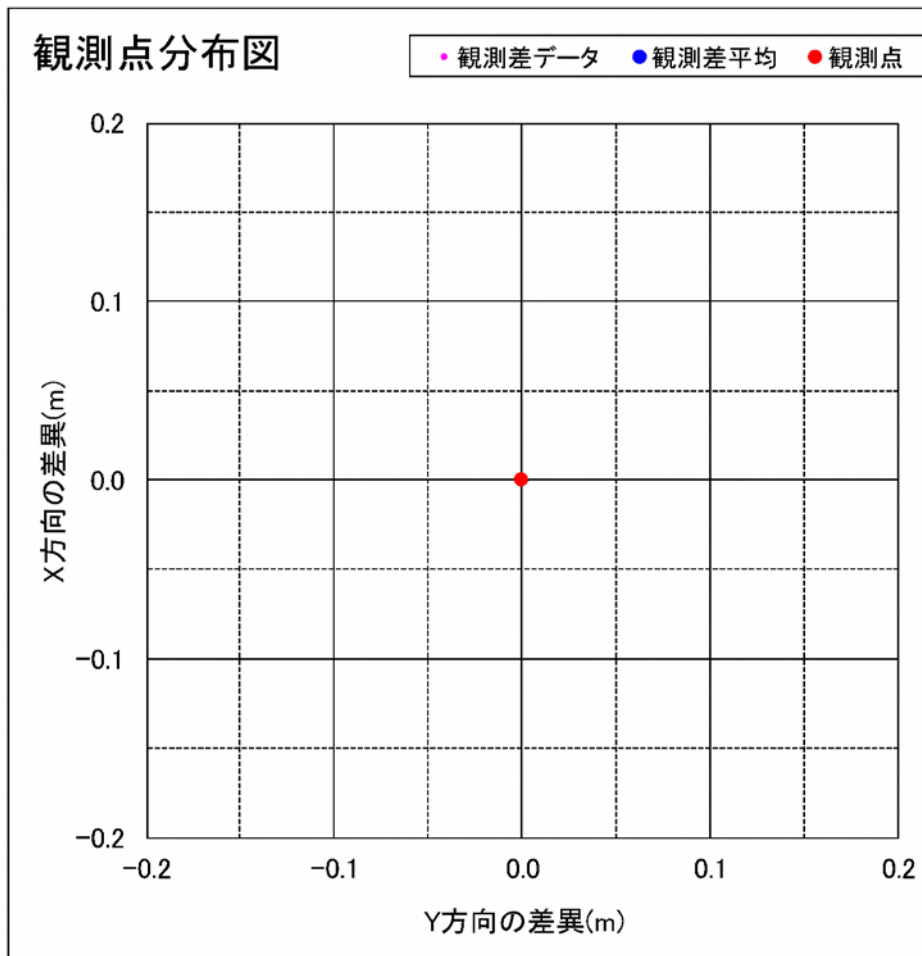
GNSS精度確認結果

平成〇〇年×月×日 実施

基準点「〇〇」において、使用するGNSSを設置し観測を実施した。
データの取得は1秒毎に、600個(10分間)のデータを取得した。
下表により、GNSSによる観測は本測量の精度を満たしている。

〇〇	世界測地 X	世界測地 Y
既知点座標	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇
平均値座標	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇
(観測平均)-(既知)	-〇.〇〇〇	+〇.〇〇〇

観測点分布図



GNSS精度確認結果

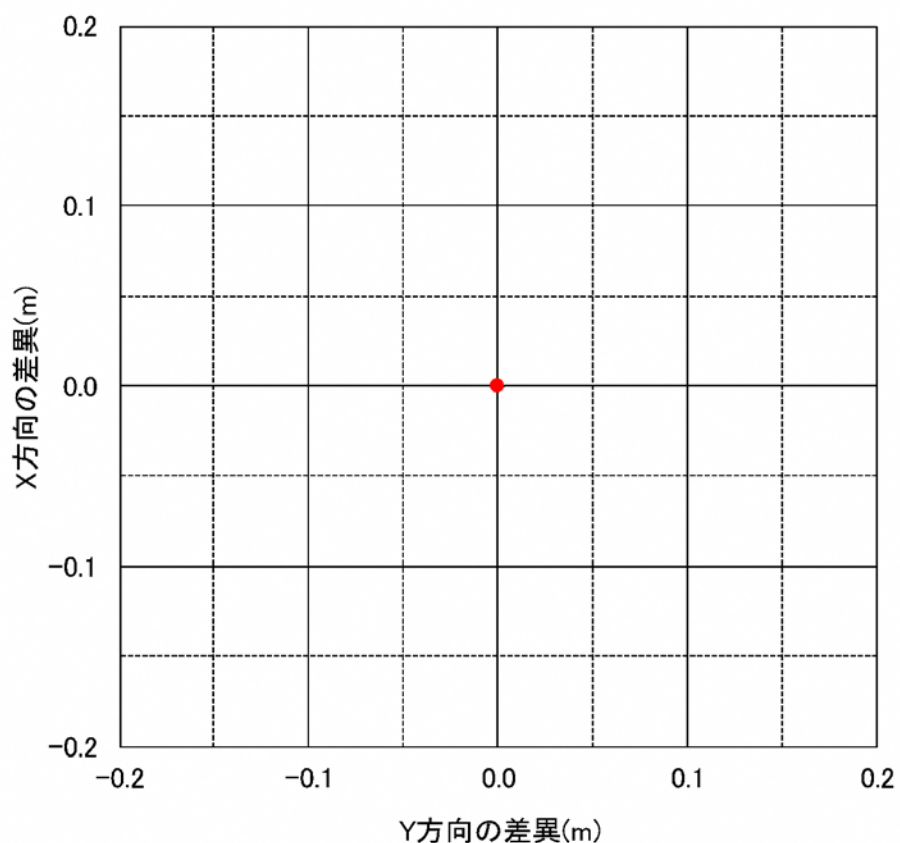
平成〇〇年×月×日 実施

基準点「〇〇」において、使用するGNSSを設置し観測を実施した。
データの取得は1秒毎に、600個（10分間）のデータを取得した。
下表により、GNSSによる観測は本測量の精度を満たしている。

〇〇	世界測地 X	世界測地 Y	世界測地 Z
既知点座標	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇
平均値座標	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇	〇〇, 〇〇〇.〇〇〇
(観測平均)-(既知)	-〇.〇〇〇	+〇.〇〇〇	+〇.〇〇〇

観測点分布図

● 観測差データ
 ● 観測差平均
 ● 観測点



(様式-3)

音響測深機器精度管理表

音響測深機精度管理表				
実施測線 Co.○○○		点検者: ○○ ○○		
出合差制限: ±10cm				
始点からの距離	水深		差分	判定
	本測	検測	本測-検測	
15			0.000	
20			0.000	
25			0.000	
30			0.000	
35			0.000	
40			0.000	
45			0.000	
50			0.000	
55			0.000	
60			0.000	
65			0.000	
70			0.000	
75			0.000	
80			0.000	
85			0.000	
90			0.000	
95			0.000	
100			0.000	
105			0.000	
110			0.000	
115			0.000	
120			0.000	
125			0.000	
130			0.000	
135			0.000	
140			0.000	
145			0.000	
150			0.000	
155			0.000	
160			0.000	
165			0.000	
170			0.000	
175			0.000	
180			0.000	
185			0.000	
190			0.000	
195			0.000	
200			0.000	
205			0.000	
210			0.000	
215			0.000	
220			0.000	
225			0.000	
230			0.000	
235			0.000	
240			0.000	
245			0.000	
250			0.000	
255			0.000	
260			0.000	
265			0.000	

(様式－４)

検証点による精度確認試験結果報告書

計測実施日：平成30年3月31日

機器の所有者・試験者あるいは精度管理担当者：(株)音響測深測量〇〇会社

精度 太郎 印

精度確認の対象機器 音響測深機器本体：〇〇〇 動揺計測装置：〇〇〇 位置測位センサー：〇〇〇 方位センサー：〇〇〇	写真
検証機器 <input type="checkbox"/> T S : 3級 T S 以上 <input type="checkbox"/> S S 製 〇〇 (2級)	写真
測定記録 測定期日：平成30年3月31日 測定条件：天候 晴れ 気温 13℃ 測定場所：〇〇工事現場内 現場にて	写真
精度確認方法 ■ 検証点との標高較差	

・精度確認試験結果（詳細）

① 真値とする検証点の確認

計測方法：TSによる座標値計測



真値で測定した検証点の標高

Z (m)	
1点目	17.890
2点目	17.950
3点目	17.885
4点目	17.911
5点目	17.930

水平調整用基準点							標高調整用基準点						
点名	X座標	Y座標	標高	点間距離	計測角	較差	点名	X座標	Y座標	標高	点間距離	計測角	較差
H01	48439.010	-39208.030	18.468	61.5	64.0	0.031	V01	48439.168	-39212.883	18.423	62.2	64.2	-0.013
H02	48439.327	-39217.745	18.425	51.8	59.9	0.014	V02	48439.470	-39222.120	18.424	52.9	60.5	0.012
H03	48439.613	-39226.517	18.432	43.0	55.1	0.000	V03	48439.760	-39231.017	18.431	44.0	55.7	0.008
H04	48439.932	-39236.291	18.436	33.2	47.9	0.020	V04	48440.101	-39241.477	18.438	33.6	48.2	-0.003
H05	48440.284	-39247.068	18.445	22.4	36.8	0.010	V05	48440.461	-39252.499	18.454	22.5	36.9	0.019
H06	48440.642	-39258.046	18.466	11.5	20.9	0.013	V06	48440.827	-39263.713	18.459	11.3	20.7	0.010
H07	48441.016	-39269.496	18.455	0.0	0.0	0.017	V07	48441.196	-39275.016	18.446	0.0	0.0	0.006
H08	48441.385	-39280.804	18.431	-11.3	-20.7	0.010	V08	48441.573	-39286.573	18.431	-11.6	-21.1	0.001
H09	48441.754	-39292.109	18.435	-22.6	-37.0	0.010	V09	48441.945	-39297.961	18.427	-23.0	-37.4	0.008
H10	48442.140	-39303.955	18.411	-34.5	-49.0	0.019	V10	48442.326	-39309.638	18.378	-34.6	-49.1	-0.003
H11	48442.513	-39315.386	18.360	-45.9	-56.8	0.013	V11	48442.698	-39321.039	18.356	-46.0	-56.9	-0.006
H12	48442.892	-39326.975	18.403	-57.5	-62.5	0.009	V12	48443.077	-39332.642	18.561	-57.7	-62.5	-0.002
H13	48443.270	-39338.582	18.837	-69.1	-66.5	0.029	V13	48443.456	-39344.264	19.121	-69.3	-66.6	-0.046

② 音響測深機器による計測結果

計測方法：マルチビームソナー



音響測深機器で測定した検証点の標高	
	Z' (m)
1点目	17.900
2点目	17.900
3点目	17.850
4点目	17.940
5点目	17.870

③ 差の確認 (測定精度)

音響測深機器による計測結果 (X', Y', Z') — 真値とする検証点の座標値 (X, Y, Z)

音響測深機器で測定した検証点の標高の差		基準
	ΔZ (m)	ΔZ
1点目	0.01	±0.1m 以内 ±100m 以内
2点目	-0.05	
3点目	-0.005	
4点目	0.029	
5点目	-0.060	

音響測深機器点検簿

工事名: _____

実施年月日: _____

データ入力設定 (Hypack設定)

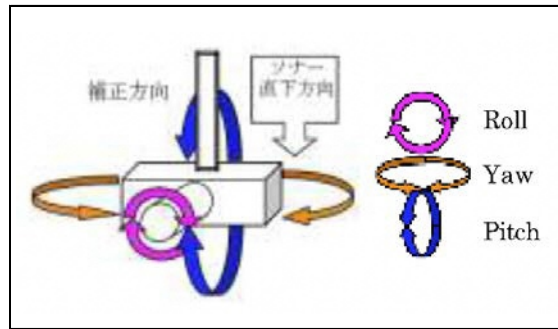
入力機器	port	IP

パッチテスト結果 (単位°)

月 日	Roll	Pitch	Yaw
/			
/			
/			
/			
/			

Sonic設定

入力機器	port	IP



RTK-GNSS設定

入力機器	port	チェック

インストレーションの測定

各機器の艙装状況 (Hypack installation offsets)

単位: m	star(X)	for(Y)	ver(Z)

※HypackはstarがX軸、forがY軸のプラス方向

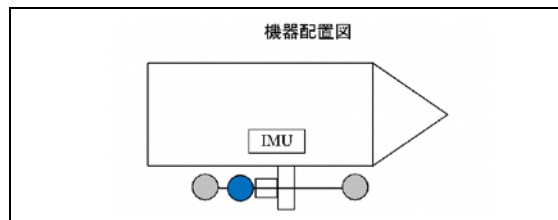
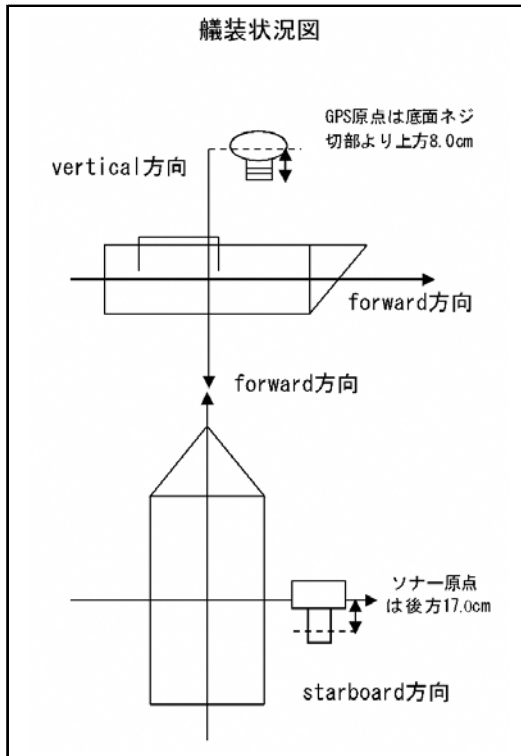
POS/MV Instlation1

単位: m	star(X)	for(Y)	ver(Z)

※POSはforがX軸、starがY軸のプラス方向

POS/MV Instlation2

単位: m	for

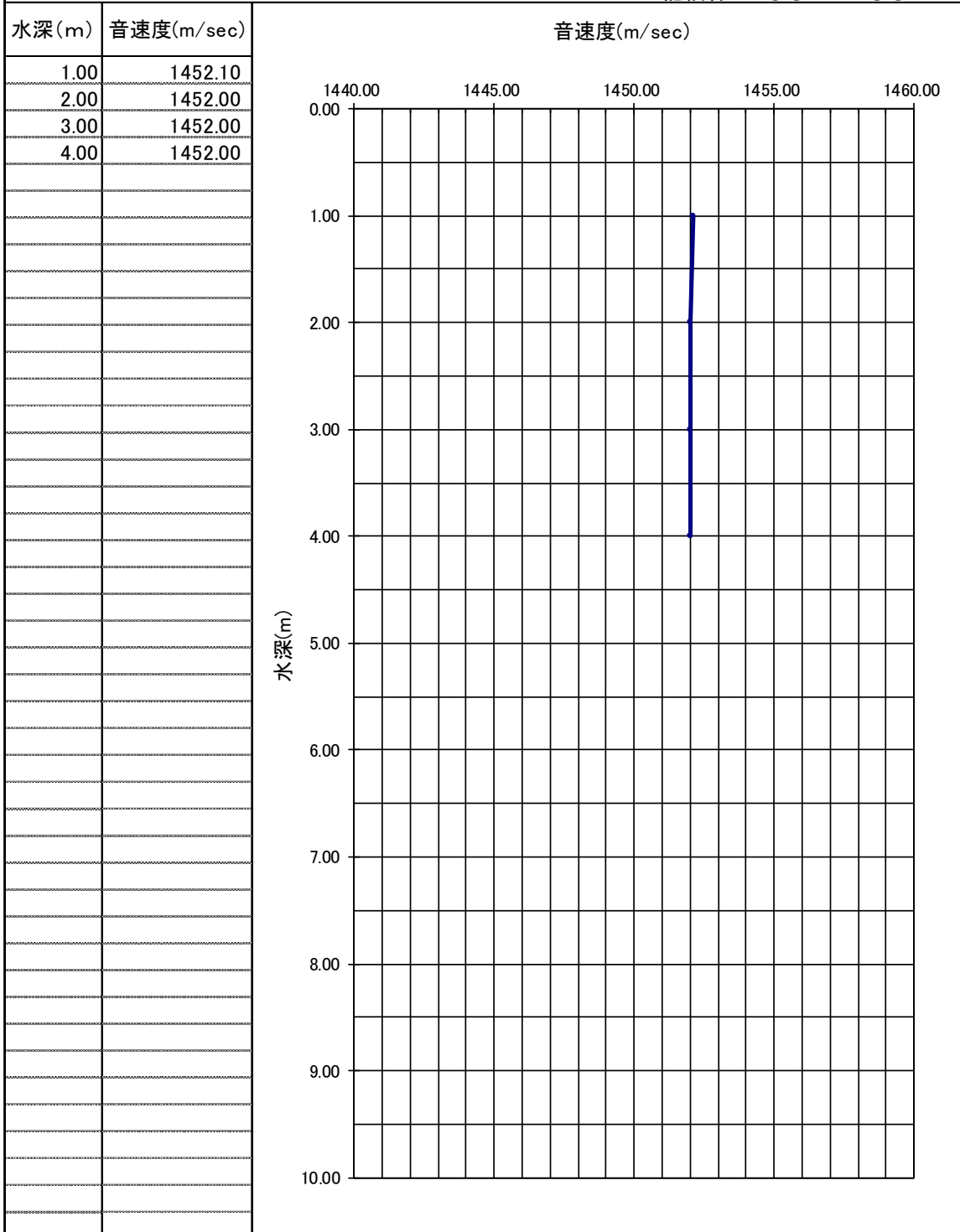


音速度測定簿

現場名 ○○工事

日付 平成○○年○月○日

記帳者 ○○ ○○



(様式 - 7)

水位記録簿

水位記録簿									
平成〇〇年×月×日		水位高 (m)		時刻		水位高 (m)		時刻	
水位基準面		観測値	校正值	時刻	観測値	校正值	時刻	観測値	校正值
T.P. = ±0.00 (m)		5:00		10:00		15:00			
		5:10		10:10		15:10			
		5:20		10:20		15:20			
時刻	水位高 (m)	5:30		10:30		15:30			
0:00		5:40		10:40		15:40			
1:00		5:50		10:50		15:50			
2:00		6:00		11:00		16:00			
3:00		6:10		11:10		16:10			
4:00		6:20		11:20		16:20			
5:00		6:30		11:30		16:30			
6:00		6:40		11:40		16:40			
7:00		6:50		11:50		16:50			
8:00		7:00		12:00		17:00			
9:00		7:10		12:10		17:10			
10:00		7:20		12:20		17:20			
11:00		7:30		12:30		17:30			
12:00		7:40		12:40		17:40			
13:00		7:50		12:50		17:50			
14:00		8:00		13:00		18:00			
15:00		8:10		13:10		18:10			
16:00		8:20		13:20		18:20			
17:00		8:30		13:30		18:30			
18:00		8:40		13:40		18:40			
19:00		8:50		13:50		18:50			
20:00		9:00		14:00		19:00			
21:00		9:10		14:10		19:10			
22:00		9:20		14:20		19:20			
23:00		9:30		14:30		19:30			
計	0	9:40		14:40		19:40			
平均		9:50		14:50		19:50			
高 潮		h	m	m	低 潮		h	m	m
		h	m	m			h	m	m
MEMO				読取者	〇〇	校正者	× ×		
現場名: 〇〇地形測量 検潮所: △△検潮所									

〇〇〇〇株式会社

第2版（平成30年8月8日 誤字修正）