

3次元データを用いた
出来形管理要領（基礎工編）
（令和7年4月版）

令和7年3月

国土交通省 港湾局

目 次

第 1 章 総則	1
1.1 目的	1
1.2 適用範囲	3
(1) 測定方法	3
(2) 対象となる作業の範囲	3
1.3 用語の解説	5
1.4 施工計画	8
(1) 適用区域	8
(2) 出来形測量箇所、出来形管理基準・出来形管理写真基準	8
(3) 使用機器・ソフトウェア	8
(4) 測線計画	9
(5) 精度管理	9
第 2 章 マルチビームによる計測方法	11
2.1 出来形管理用精度管理	11
(1) 計測性能	11
(2) 精度検証	11
(3) 水中水準測量	11
2.2 3次元設計データ作成ソフトウェア	12
2.3 出来形管理資料作成	13
(1) 出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力	13
(2) 出来形分布図の作成	13
第 3 章 出来形管理	14
3.1 3次元設計データの作成	14
(1) 準備資料	14
(2) 3次元設計データの作成範囲	14
(3) 3次元設計データの要素データ作成	14
(4) 3次元設計データ（TIN）の作成	14

3.2 3次元設計データの確認.....	15
(1) 平面線形	15
(2) 縦断線形	15
(3) 出来形横断面形状.....	15
(4) 3次元設計データ.....	16
3.3 出来形測量	17
(1) 測線計画立案時の留意点	17
(2) マルチビーム測量の実施.....	17
(3) 計測点群データの作成に関する留意点.....	17
(4) 精度確認	17
3.4 出来形測量箇所	18
3.5 出来形の確認	19
(1) 天端高の確認方法.....	19
(2) 天端の平坦性の確認方法.....	19
(3) 天端幅・延長の確認方法.....	21
(4) 法面の確認方法.....	22
第 4 章 出来形管理資料の作成	23
4.1 出来形管理資料の作成.....	23
(1) 出来形管理図表.....	23
4.2 数量算出	25
4.3 電子成果品の作成規定.....	26
(1) ファイル名の命名.....	26
(2) 格納する点群データ.....	26
(3) 数量算出	27
第 5 章 管理基準等	28
5.1 出来形管理基準	28

第 1 章 総則

1.1 目的

本要領は、マルチビームによる出来形測量および 3 次元データによる基礎捨石工（捨石本均し、捨石荒均し）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) マルチビームを用いた出来形測量の基本的な取扱い方法や計測方法
- (2) 取得データの処理方法
- (3) 各工種における出来形管理の方法と具体的手順および出来形管理基準

【解 説】

本要領は、マルチビームによる基礎捨石工（捨石本均し、捨石荒均し）の出来形測量および出来形管理算出の方法を規定するものである。

3 次元データを用いた出来形管理とは、マルチビームによる出来形測量結果を 3 次元データ用のソフトウェアで数値化し、3 次元 CAD や GIS ソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握するものである。

マルチビームによる出来形測量は、被計測対象を深淺測量にて実施し、3 次元データ用のソフトウェアによる数値化を行い、3 次元 CAD や GIS ソフトウェアを用いて、出来形を面的に把握することが可能である。また、出来形測量により数量計算を行う場合には、出来形数量などを容易に算出することが可能となり、従来の施工管理の手間の大幅な削減と、詳細な水深や出来形の形状取得が可能である。

以上のように所定の性能を有したマルチビームおよび 3 次元データが扱えるソフトウェア等の利用の効果は大きいため、従来の出来形管理の方法とは異なる出来形測量手順や管理基準を明確に示す必要があり、とりまとめたものである。

受注者のマルチビームによる 出来形管理作業フロー	受注者の実施項目
<pre> graph TD A[施工計画] --> B[準備工] B --> C["①起工測量 ②設計照査"] C --> D[3次元設計データ入力] D --> E["(施工)"] E --> F[出来形計測] F --> G[出来形帳票作成等] </pre>	①施工計画書の作成 ②機器等の手配 ・マルチビーム等、機器 ・3次元データ処理ソフトウェア ・3次元設計データソフトウェア ・出来形帳票作成ソフトウェア ・数量算出ソフトウェア ③3次元設計データ作成ソフトウェアによる3次元設計データの作成 ④3次元設計データチェックシートの作成 ⑤精度確認および測深精度管理チェックシートの作成 ⑥マルチビームによる出来形測量 ⑦潜水土による水中水準測量※ ⑧マルチビームデータ処理ソフトによるデータ処理 ⑨出来形管理資料の作成 ⑩電子成果品の納品 ※「⑦潜水土による水中水準測量」は、施工途中や、「⑥マルチビームによる出来形測量」の実施前に行う場合もある。なお、施工途中に実施する場合は、施工が完了している地点で行うこと。

図- 1.1 出来形管理の主な手順

1.2 適用範囲

本要領は、受注者が行うマルチビームを用いた深淺測量の出来形測量および出来形管理（人力均しまたは水中バックホウ均しに限る）に適用する。

【解 説】

(1) 測定方法

本要領では、マルチビーム以外による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(起工測量)、出来形測量および完成検査準備・完成検査）である。しかし、マルチビーム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 における破線部分の「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、本要領は、マルチビームを日々の出来形把握、出来高把握等に活用することを何ら妨げない。

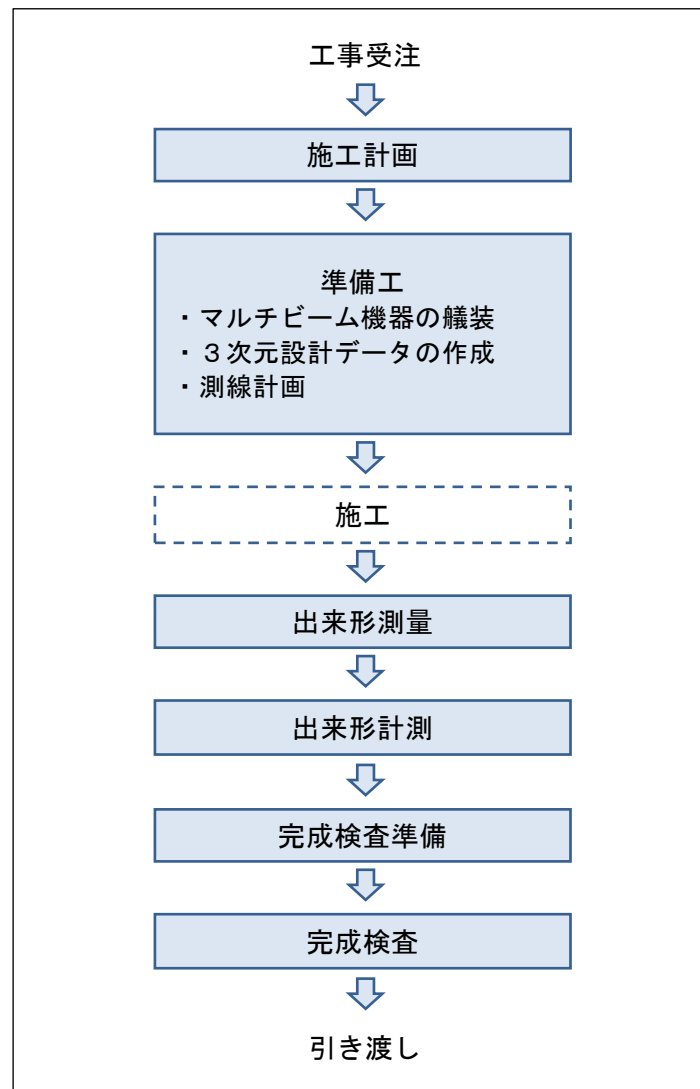


図- 1.2 本要領の対象となる業務の範囲

1.3 用語の解説

本要領で使用する用語を以下に解説する。

【マルチビーム】

マルチビームとは、ナロー（細かい）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システムを略した表現のことである。

【マルチビームを用いた出来形管理】

マルチビームを用いて深淺測量を実施し、3次元の海底形状を取得することで、出来形や数量を面的に把握、算出する管理手法である。

【3次元設計データ】

3次元設計データとは、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 データ】

TIN（不等辺三角網）とは、Triangulated 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。

【メッシュデータ】

メッシュデータとは、点群データを格子状に区切った単位で、その範囲における点群データのうち中央値、最浅値を採択するなどの加工処理したデータのことである。

【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、設計成果の数量計算書、平面図、縦断図およ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。

【法線】

基礎捨石工の延長法線などの平面位置の基準線のこと。平面線形と縦断線形で定義され、3次元設計データの構成要素の 1 つとなる。

【平面線形】

平面線形は、法線を構成する要素の 1 つで、法線の平面的な形状を表している。

【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）】

マルチビーム測量で計測した水深を示す3次元座標値の点群データ。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。

【出来形評価用点群データ（ポイントファイル）】

マルチビーム測量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。

【数量算出用点群データ（ポイントファイル）】

マルチビーム測量で計測した計測点群データから不要な点を削除し、さらに数量算出基準を満たす点密度に調整したポイントデータである。

【数量計測データ（TIN ファイル）】

数量算出用点群データを用いて、不等辺三角網の面の集合体とした面を構築したデータである。

【出来形管理資料】

3次元設計データと出来形評価用点群データを用いて、設計面と出来形評価用点群データの差分等、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（水深差等）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点群データの各平面格子および測点の差分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。

【点群処理ソフトウェア】

マルチビーム測量で算出した水深の3次元座標点群から魚群、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TINを配置し、3次元の出来形測量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点群データを入力することで、設計面と出来形評価用点群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。

【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。

【ヒートマップ】

個々の値のデータ行列、頻度を色で分類、強弱として表現した可視化されたグラフの一種。ヒートマップは、本要領最終頁の「(別紙) 出来形合否判定総括表 (案)」を参照。

1.4 施工計画

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) 適用区域

本要領による、3次元計測範囲、出来形管理を行う範囲を記載する。

(2) 出来形測量箇所、出来形管理基準および規格値・出来形管理写真基準

契約上必要な出来形測量を実施する出来形測量箇所を記載する。また、該当する出来形管理基準・出来形管理写真基準を記載する。

(3) 使用機器・ソフトウェア

マルチビームの機器構成および利用するソフトウェアを記載する。

(4) 測線計画

マルチビームによる深淺測量の測線計画を記載する。

(5) 精度管理

マルチビームによる深淺測量の精度管理方法を記載する。

(1) 適用区域

本要領により、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基礎捨石工範囲を示し、本要領による出来形管理範囲と「港湾工事共通仕様書 3. 港湾工事出来形管理基準」による出来形管理範囲を塗り分ける。3次元計測範囲は、基礎捨石工範囲を含め、法面および関連施設が近傍にあればそれを含む範囲、または、工事範囲外側で必要と考えられる範囲まで設定する。

(2) 出来形測量箇所、出来形管理基準・出来形管理写真基準

「設計図書」および「出来形管理基準」の測定基準にもとづいた出来形測量箇所を記載する。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、マルチビームを用いた出来形管理を行う範囲については、本要領にもとづく出来形管理基準を記載する。

(3) 使用機器・ソフトウェア

マルチビーム測量を用いた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機材（マルチビーム、GNSS、動揺補正装置等）およ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共に、その機能・性能などを確認できる資料を添付する。

<機器構成>

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

① マルチビーム測深機

使用するマルチビームについては、基礎捨石工結果を適切に表現できる性能を保有する機器とする。受注者は、使用するマルチビームの性能を記載するとともに、性能を確認できる資料およびマルチビームの保守点検記録を添付すること。

② ソフトウェア

受注者は、本要領に対応する機能を有するソフトウェアであることを示すメーカーのカatalog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。

③ 必要な計測性能および測深精度

- ・ 計測性能（取得点密度）：数量算出では3点／1.0m平面格子以上、
出来形管理では25点／1.0m平面格子以上（達成率99%以上）
- ・ 測深精度：「平成14年海上保安庁告示第102号」で定める精度とする。ただし、水路測量に係る事項を除くものとする。

なお、詳細については「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（基礎工編）」または協議内容等による。

海象条件や特殊な地形などの諸条件より、上記の精度・性能を満たすことができなかった場合は、監督職員と対応を協議する。

(4) 測線計画

受注者は、以下の必要な計測性能（取得点密度）および測深精度が確保できるよう測線計画を立案し、施工計画書内に整理して提出すること。

- ・ フットプリント
- ・ 測線の重複率

なお、捨石量や出来形を正確に把握する点群密度を確保するため、測深時のスワス角は90°～120°に設定するものとし、測深時のレンジ設定および発振間隔を決定した上で、計測にはエラーデータも含まれることも考慮し、必要密度（数量算出では3点／1.0m平面格子以上、出来形管理では25点／1.0m以上平面格子）を満たせるよう重複幅、船速の上限を決定する。

(5) 精度管理

受注者は、マルチビームによる深浅測量の精度管理の方法について記載する。

【解 説】

＜取得点密度＞

出来形管理に供するデータは、測量海域の全域に1.0m平面格子をかけ、その総平面格子数の99%以上の平面格子において25点以上の取得点密度が担保されていること（達成率99%以上）を確認する。

取得点密度の考え方を図-1.3に示す。なお、取得点密度の詳細は「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（基礎工編）2.8.1 データ解析」を参照。

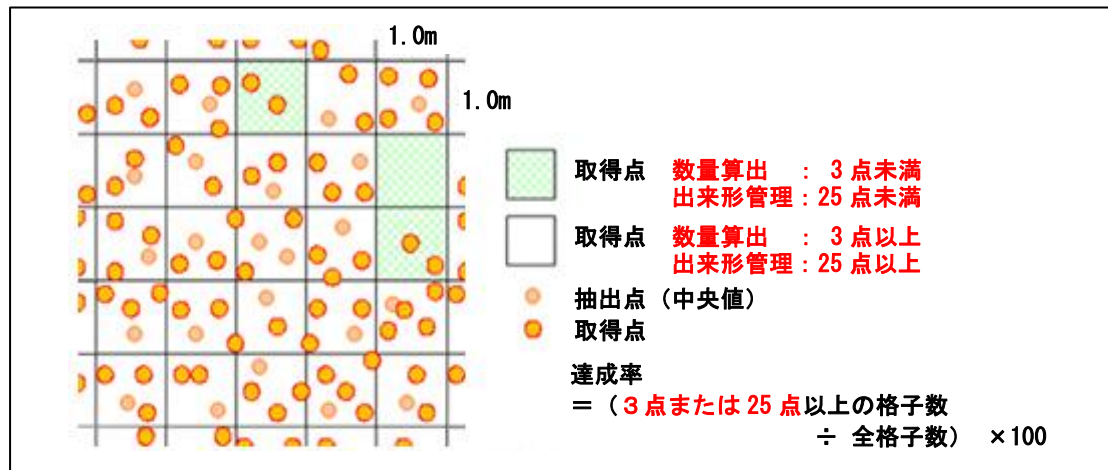


図- 1.3 取得点密度の考え方

<測深精度>

測深精度は、「平成 14 年海上保安庁告示第 102 号」で定める精度とする。ただし、水路測量に関する事項を除く。

第 2 章 マルチビームによる計測方法

2.1 出来形管理用精度管理

3次元データによる出来形測量で利用するマルチビームは、下記の測定精度と同等以上の計測性能を有し、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、本要領にもとづいて出来形管理を行う場合は、利用するマルチビームの性能について監督職員に提出すること。以下に、マルチビームの性能基準を示す。

- ・ 計測性能（取得点密度）：1.0m 平面格子に 25 点以上
- ・ 測深精度：「平成 14 年海上保安庁告示第 102 号」で定める精度とする。ただし、水路測量に係る事項を除くものとする。

(1) 計測性能

使用するマルチビームの計測性能については、下記に記載された性能を有するものとする。

- ・ 取得点密度は、1.0m 平面格子に 25 点以上（達成率 99%以上）を確保できること。
- ・ 測深精度は、「平成 14 年海上保安庁告示第 102 号」で定める精度とする。ただし、水路測量に係る事項を除くものとする。

受注者は、計測性能について、マルチビームの性能を確認できる資料およびマルチビームの保守点検記録を提出することとする。

ただし、海象条件や特殊な地形などの諸条件より、上記の精度・性能を満たすことが難しいと判断される場合は、特記仕様書にて変更することができる。

(2) 精度検証

精度検証の詳細は、「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル（基礎工編） 2.6 検測・精度管理」を参照。

(3) 水中水準測量

基礎捨石工の天端の設計水深と工事後の水深を比較するため、天端の任意の 1 点以上において潜水士による水中水準測量を行うものとする。

2.2 3次元設計データ作成ソフトウェア

3次元設計データを作成する際には、出来形管理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る以下の機能を有するソフトウェアを用いること。

- (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3次元測量データを用いた数量計算を行う場合には、3次元設計データを作成でき、面的な出来形管理および出来形測量により数量計算を行う場合には、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、海底地形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「TINデータ」のことを示す。

ソフトウェアの各機能については、「3次元データを用いた出来形管理要領(浚渫工編)」を参考とする。ただし、水路測量に係る事項を除くものとする。

2.3 出来形管理資料作成

本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点群データと基準水深との差分や3次元設計データの面データとの差分を算出し、出来形管理基準上の管理項目の計算結果（天端および法面の水深差）と出来形の良否の評価結果、およ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】

出来形の良否判定は、3次元設計面と出来形評価用点群データの各平面格子および TIN との差分（水深差等）により行う。

出来形帳票作成ソフトウェアは、出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力と出来形分布図の作成ができるものとする。

(1) 出来形管理基準上の管理項目の計算結果の出力

3次元設計データから管理を行うべき範囲（天端、法面）を抽出する。

出来形評価用点群データとして以下を出力し、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。

- ・ 「中央値」を代表値とした 1.0m 平面格子データ（天端）
- ・ 「中央値」を代表値とした 10cm 平面格子から作成した TIN データ（法面）
- ・ 1.0m 平面格子のデータ数（取得点密度）

(2) 出来形分布図の作成

3次元設計データから管理を行うべき範囲（天端、法面）を抽出する。

3次元設計データと出来形評価用点群データの差分（水深差）の計算結果を出来形評価用点群データの平面格子および測点毎に分布図として表示する。

分布図に記載すべき情報としては、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。

- ・ 天端の平坦性の平面図
- ・ 天端幅・延長の平面図
- ・ 法面の3次元図

規定値以内と規定値外を区別するヒートマップとして、出来形評価用点群データの平面格子や TIN をプロットするとともに、色の凡例を明示する。

第 3 章 出来形管理

3.1 3次元設計データの作成

受注者は、工事の発注図書に 3 次元設計データの作成が示されている場合や、監督職員から設計図書の 3 次元化の指示があった場合には、発注者から貸与された設計図書（平面図、縦断図、横断図等）等を基に 3 次元設計データを作成する。

【解 説】

受注者は、工事の発注図書に 3 次元設計データの作成が示されている場合や、監督職員から設計図書の 3 次元化の指示があった場合には、出来形管理で利用する平面線形、縦断線形、横断線形の設定を行い、出来形評価用点群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、横断図等と数量計算書等である。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、浚渫工事範囲の底面および法面（余掘を含む）の範囲、または、工事範囲外側で必要と考えられる範囲まで設定する。

(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）から作成する。出来形横断面形状の作成は、マルチビームを実施する範囲で全ての管理断面およ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。

(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 は不等辺三角網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 TIN を設定する（例えば、間隔 5m 毎の横断形状を作成した後に TIN を設定する）。

3.2 3次元設計データの確認

受注者は、3次元設計データを作成した場合には、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)～(4)の情報について、設計図書（平面図、縦断面図、横断面図等）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) 平面線形
- (2) 縦断線形
- (3) 出来形横断面形状
- (4) 3次元設計データ

【解 説】

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

3次元設計データの照合とは、3次元設計データが設計図書を基に正しく作成されているものであることを確認することである。

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

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

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

なお、3次元設計データチェックシートの詳細は、「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル（基礎工編） 参考資料ー2」を参考とする。

(1) 平面線形

平面線形は、構造物の起終点、各測点および変化点（断面変化点）の平面座標と曲線要素について、平面図および数量計算書等と対比し、確認する。

(2) 縦断線形

縦断線形は、線形の起終点、各測点および変化点の標高と曲線要素について、縦断面図と対比し確認する。

(3) 出来形横断面形状

出来形横断面形状は、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面図について対比を行うこと。確認方法は、ソフトウェア画面上で対比し、設計図書の寸法記載

箇所にチェックを記入する方法や、3次元設計データから横断面図を作成し、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。

なお、横断線設定間隔は発注時の深浅測量図のメッシュ間隔を基本とする。

(4) 3次元設計データ

マルチビーム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（縦断形状、横断形状データ）と3次元設計データ（TIN）を重ね合わせ、同一性が確認可能な3次元表示した図を提出する。

3.3 出来形測量

受注者は、マルチビームを用いて、出来形測量を行う。

(1) 測線計画の立案

所定の重複率に留意の上、測線計画を立案する。

(2) マルチビーム測量の実施

マルチビーム測量の実施にあたっては、「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(基礎工編)」にそって安全に留意して行う。

(3) 計測点群データの作成

マルチビーム測量にて計測した水深データから、ソフトウェアを使用し、算出した水深の3次元座標の計測点群データから、以下の3次元の出来形評価用点群データを作成する。

【天端】1.0m 平面格子内データの「中央値」、【法面】10 cm平面格子内の「中央値」

(4) 精度確認

機器の設定が的確に行われていること、各種補正データが適切に反映されていることを確認するための精度管理を行う。

【解 説】

作業方法と作業上の留意点を以下に示す。

(1) 測線計画立案時の留意点

計測密度を満足する重複率を設定する。また、未測域が発生しないようにする。

捨石の数量、出来形を正確に把握する点群密度を確保するため、測深時のスワス角は45～60°（全角 90～120°）に設定するものとし、測深時のレンジ設定および発振間隔を決定した上で、エラーデータも含まれることも考慮し、必要密度（25 点以上／1.0m 平面格子、達成率 99%以上）を満たせるよう重複幅、船速の上限を決定する。

(2) マルチビーム測量の実施

「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル（基礎工編）」に沿って実施する。

(3) 計測点群データの作成に関する留意点

マルチビームのキャリブレーションの結果は、計測精度に影響を与えるため留意する。

(4) 精度確認

「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル（基礎工編） 2.6 検測・精度管理」に沿って実施し、その記録を測深精度管理チェックシートに記載する。

なお、測深精度管理チェックシートの詳細は、「同マニュアルの参考資料－1」を参考とする。

精度確認の結果、必要な精度を満たさない場合は、マルチビーム測深を再度実施する。

3.4 出来形測量箇所

本要領にもとづく出来形計測範囲は、施工範囲および基礎捨石工を実施するにあたって海底の形状に影響を与えた範囲（施工範囲およびその周囲の外法尻から約 30m の範囲）とする。

【解 説】

マルチビームによる出来形管理で計測する 3 次元座標は、基礎捨石工については天端、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。

3.5 出来形の確認

受注者は、3次元設計データと出来形評価用点群データを用いて、以下の項目を確認する。

- (1) 水中水準測量で計測した水深値と天端設計水深との差分による天端高の評価結果。
- (2) 出来形測量により得られた天端の平坦性の評価結果。
- (3) 出来形測量により得られた天端幅・延長の評価結果。
- (4) 出来形測量により得られた法面の TIN と、3次元設計データとの差の評価結果。

【解 説】

天端高、天端の平坦性、天端幅・延長、法面を確認することをもって出来形管理とする。

(1) 天端高の確認方法

任意の1点以上で行った水中水準測量の結果と設計水深の差を計算する。差が以下の場合に合格とする。ここで「+」は設計値より浅いこと、「-」は設計値より深いことを示し、以降も同様とする。

- ・ 捨石本均し：±5cm 以内
- ・ 捨石荒均し：±50cm 以内

(2) 天端の平坦性の確認方法

天端の平坦性の確認には、天端区域内の計測点群データを抽出して使用する。抽出した計測点群データから 1.0m 平面格子を作成して、天端の平坦性を検査する。平面格子の代表値は「中央値」とする。

基準水深を、天端に位置する全ての 1.0m 平面格子の水深代表値（中央値）のヒストグラムから求めた最頻値とする（図- 3.1）。ヒストグラムの階級の幅は 1cm とする。

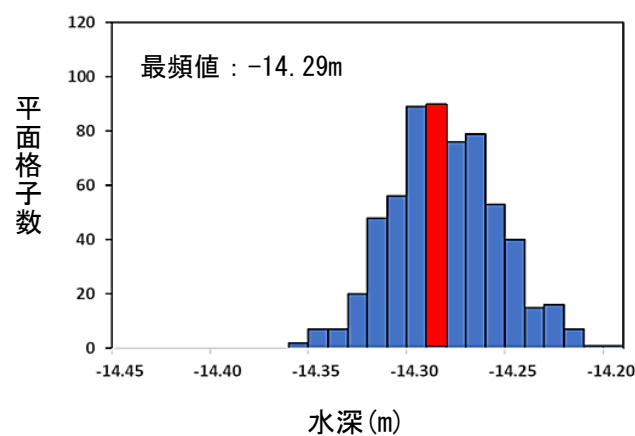


図- 3.1 天端の全平面格子水深のヒストグラムと最頻値

基準水深と各平面格子水深の差を図- 3.2 のように求め、以下の規定値の達成率（規定値達成平面格子数／全平面格子数）を計算する。達成率が 80%以上で合格とする。

- ・ 捨石本均し：±5cm 以内
- ・ 捨石荒均し：±50cm 以内

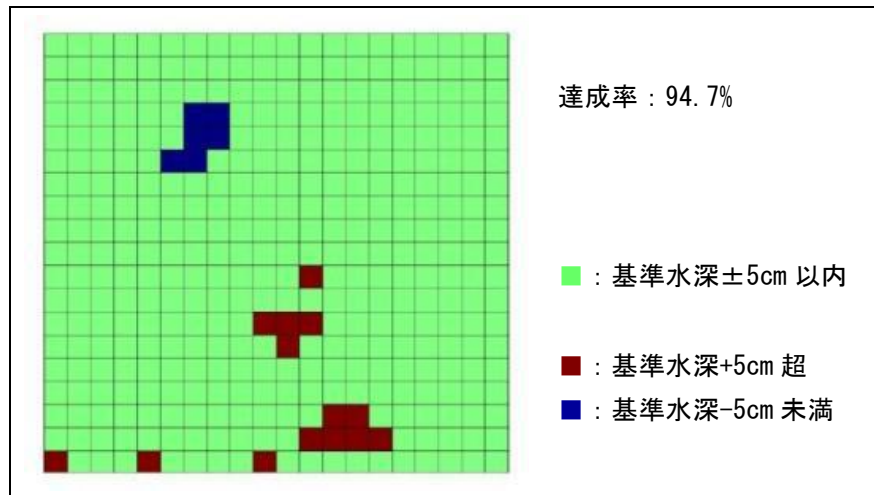


図- 3.2 基準水深（最頻値）との差分（捨石本均し）

(3) 天端幅・延長の確認方法

平坦性の確認で作成した差分 1.0m 平面格子から、図- 3.3 のように天端区域端の平面格子を抽出する。以下の規定値の達成率（規定値達成平面格子数／全平面格子数）を計算する。達成率が 80%以上で合格とする。

- ・ 捨石本均し：±5cm 以内
- ・ 捨石荒均し：±50cm 以内

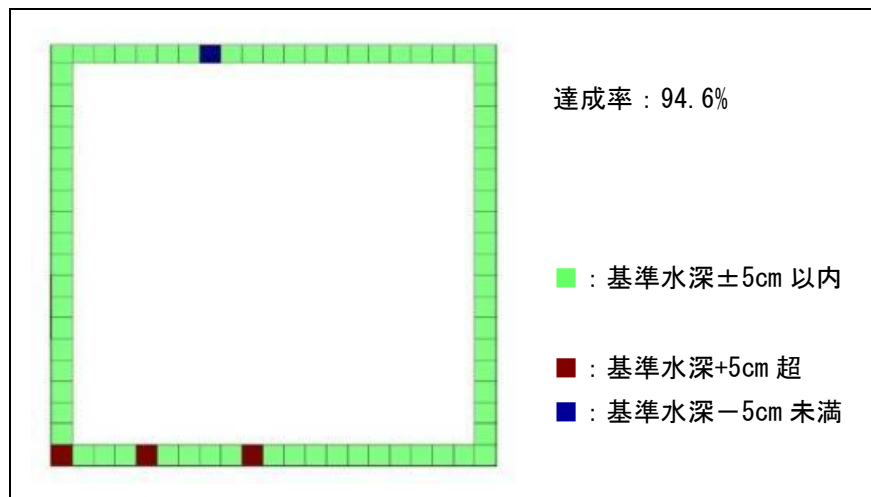


図- 3.3 幅・延長評価

天端の端部の平面格子に関しては、天端外縁で切り取られた平面格子の部分の 1 辺が 10cm 以上の場合（図- 3.4 の左図）、青の平面格子を幅・延長の検査に使用する。1 辺が 10cm 未満の場合（図- 3.4 の右図）、それより 1 つ内側の青の平面格子を幅・延長の検査に使用する。

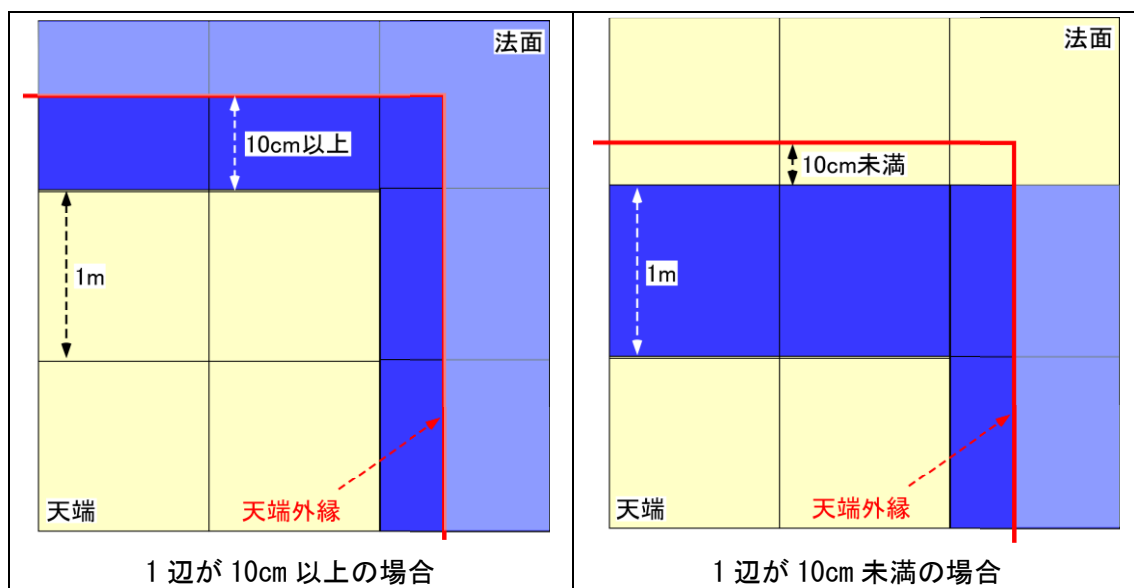


図- 3.4 天端の端部の平面格子の取り扱い

(4) 法面の確認方法

法面の検査確認には、マルチビーム測深により取得された3次元点群データのうち、法面区域内のデータを抽出して使用する。抽出した3次元点群データから「中央値」を代表値とした10cm平面格子データを作成する。グリッドの抜けの部分は補間する。作成した平面格子からTINを作成し、これを3次元設計データのTINと比較する方法を法面の検査の標準とする。

計算した差分のTINより、以下の規定値の達成率（規定値達成TIN数／全TIN数）を計算する。達成率が80%以上で合格とする。

- ・ 法面の法線方向の差分値（図- 3.5）：±50cm以内

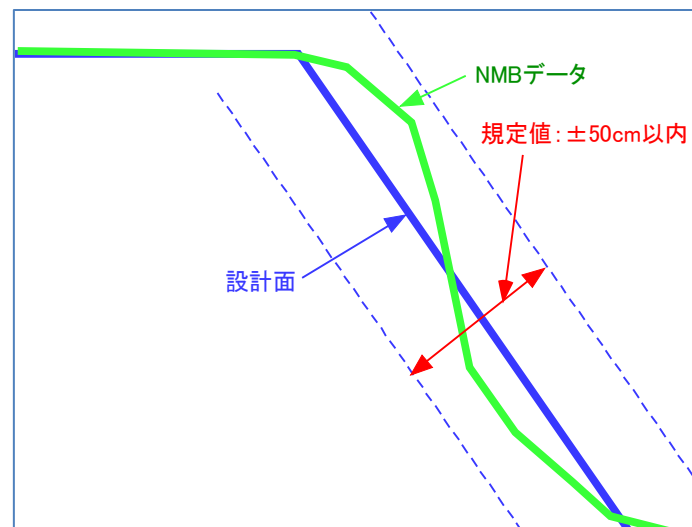


図- 3.5 法面の法線方向の差分

法面の法線方向の差分値 S は、プリズモイダル法（「4.2 数量算出」参照）等で算出した差分値 D に対して設計面の傾斜角 θ で補正する。補正式は以下のとおりである。

$$S = D \times \cos\theta$$

S : 法面の法線方向の差分、 D : 水深差分値、 θ : 設計面の傾斜角

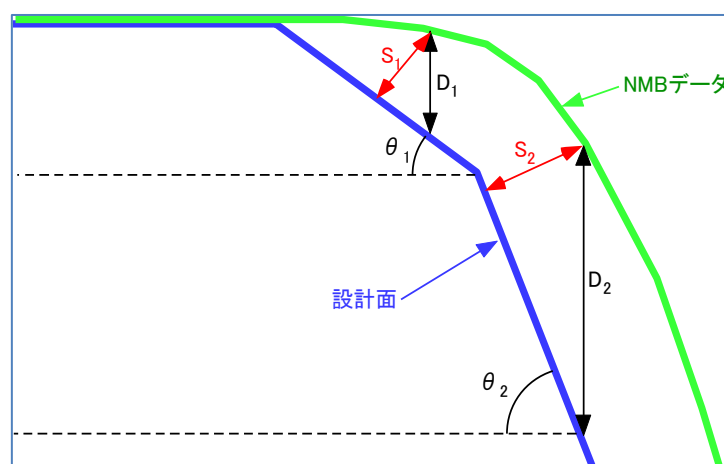


図- 3.6 法面の法線方向の差分計算の概念

第 4 章 出来形管理資料の作成

4.1 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点群データを用いて、本要領で定める以下の出来形管理資料を作成し、作成した出来形管理資料を監督職員に提出する。

出来形管理図表は、出来形を確認する箇所（天端、法面）毎に作成し、以下の情報について記載する。

- ・ 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次元モデルの俯瞰図。

【解 説】

天端高、天端の平坦性、天端幅・延長、法面を検査することをもって出来形管理とする。それを取りまとめたものを出来形管理資料とし、作成例を別紙に示す。

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。

「出来形帳票作成ソフトウェア」は、本要領が対象とする工種について本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。

出来形管理図表は、出来形確認箇所（天端、法面）毎に作成する。

(1) 出来形管理図表

3次元設計面と出来形評価用点群データの各平面格子および TIN の差分（天端および法面の水深差）により出来形の良否判定を行う。出来形管理図表とは、出来形管理基準上の管理項目の計算結果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点群データの各平面格子および測点の差分を評価範囲の平面上にプロットした出来形分布図を明示したものである。

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は以下のとおりとする。

- ・ 水中水準測量で計測した水深値と天端設計水深との差分による評価結果
- ・ 出来形測量により得られた天端の平坦性（「中央値」を代表値とする 1.0m 平面格子）の評価結果
- ・ 出来形測量により得られた天端幅・延長（天端の端部における「中央値」を代表値とする 1.0m 平面格子）の評価結果
- ・ 出来形測量により得られた法面の TIN と、3次元設計データとの差の評価結果
- ・ データ数（1.0m 平面格子データ内のデータ数）と計測性能（取得点密度）との良否評価結果

出来形分布図に記載する項目は、以下のとおりとする。

- ・ 天端の平坦性の平面図
- ・ 天端幅・延長の平面図
- ・ 法面の 3 次元図

規定値以内と規定値外を区別するヒートマップとして、出来形評価用点群データの平面格子や TIN をプロットするとともに、色の凡例を明示する。

4.2 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水深データがマルチビーム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、マルチビーム等による出来形測量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】

出来形測量により数量計算を行う場合には、数量計算方法について、監督職員と協議を行うこととし、マルチビーム測深により取得された3次元点群データのうち、1.0m 平面格子内のデータの中央値を抽出して作成された TIN により求める方法を標準とする。

<TIN 分割等を用いて求積する方法>

3次元設計データや深淺測量（起工測量）結果から、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、施工水深値にて施工水深面を設定し、各 TIN の水平投影面積と、TIN を構成する各点から施工水深面までの高低差の平均（平均高低差）を乗じた体積を総和する。

<プリズモイダル法>

起工測量結果、出来形計測結果等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する。次に各面データから、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を形成し、この三角網の結節点の位置での標高差にもと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ので、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する方法。

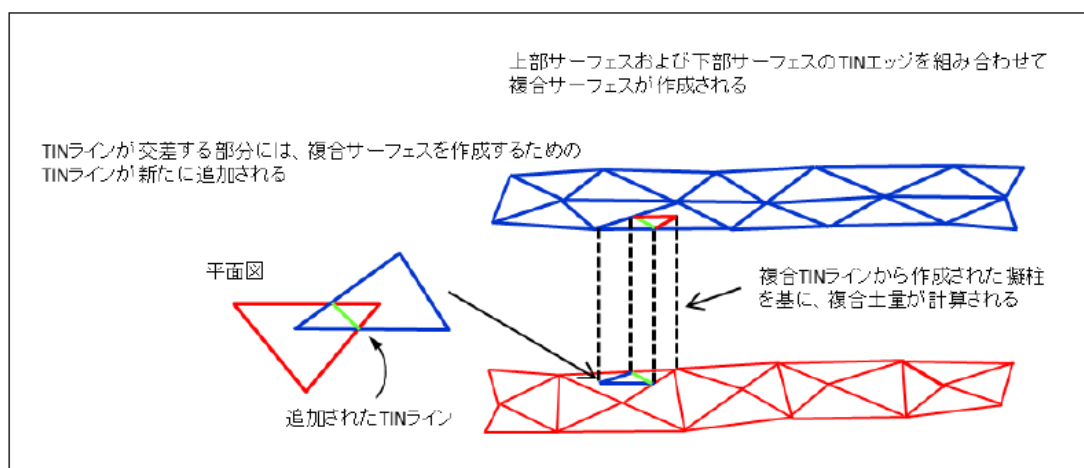


図- 4.1 プリズモイダル法の概念図

4.3 電子成果品の作成規定

本要領にもとづいて作成する電子成果品は、以下のとおりとする。

- ・ 3次元設計データ（J-LandXML等のオリジナルデータ：TINファイル）
- ・ 出来形管理資料（出来形管理図表(PDF)、ビューワー付き3次元データ※）
- ・ マルチビームによる出来形評価用点群データ
(CSV、J-LandXML等のポイントファイル)
- ・ マルチビームによる出来形測定の計測点群データ
(CSV、J-LandXML等のポイントファイル)
- ・ 出来形合否判定総括表および天端の平坦性の評価箇所表示図、法面の俯瞰図
(PDF、ビューワー付き3次元データ※)

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、マルチビームを用いた出来形管理資料が特定できるように記入する。

※ビューワー付き3次元データについては、必要に応じて作成する

【解 説】

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

(1) ファイル名の命名

本要領にもと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、表- 4.1 に示す内容を必ず記入すること。

(2) 格納する点群データ

この際の保存するデータは、世界測地系で、データの並び順は、数学座標の X, Y（測量座標の Y, X）, Z とし、Z は C. D. L= ±0 を基準として、基準下はマイナス、基準上はプラス表記とする。

表- 4.1 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
MB	0	DR	001	0~Z	・ 3次元設計データ (J-LandXML 等のオリジナルデータ : TIN ファイル)	MB0DR001Z. 拡張子
MB	0	CH	001	-	・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (PDF)、ビューワー付き 3次元データ)	MB0CH001. 拡張子
MB	0	GR	001	-	・ マルチビームによる出来形測量の計測点群データ (CSV、J-LandXML 等のポイントファイル)	MB0GR001. 拡張子
MB	0	IN	001	-	・ マルチビームによる出来形評価用点群データ (CSV、J-LandXML 等のポイントファイル)	MB0IN001. 拡張子
MB	0	HR	001	-	・ マルチビームによる起工測量の計測点群データ (CSV、J-LandXML 等のポイントファイル)	MB0HR001. 拡張子
MB	0	EP	001		・ マルチビームによる起工測量の数量計算用点群データ (CSV、J-LandXML 等のポイントファイル)	MB0EP001. 拡張子
MB	0	AP	001	-	・ マルチビームによる出来形測量の数量計算用点群データ (CSV、J-LandXML 等のポイントファイル)	MB0AP001. 拡張子
MB	0	EG	001	-	・ マルチビームによる起工測量の数量計測データ (J-LandXML 等のオリジナルデータ : TIN ファイル)	MB0EG001. 拡張子
MB	0	AS	001	-	・ マルチビームによる出来形測量の数量計測データ (J-LandXML 等のオリジナルデータ : TIN ファイル)	MB0AS001. 拡張子
MB	0	VL	001	-	・ 数量総括表および土量計算箇所表示図、俯瞰図 (PDF、ビューワー付き 3次元データ等)	MB0VL001. 拡張子

(3) 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。

なお、起工測量の計測点群データについては、データが大きき電子媒体に収納が困難な場合は、監督職員と対応を協議する。ビューワー付き 3次元データについては、必要に応じて作成・提出する。

- ・ マルチビームによる起工測量の計測点群データ
(CSV ファイル等のポイントファイル)
- ・ マルチビームによる起工測量の数量計算用点群データ
(CSV、LandXML 等のポイントファイル)
- ・ マルチビームによる起工測量の数量計測データ
(LandXML 等のオリジナルデータ : TIN ファイル)
- ・ マルチビームによる出来形測量の数量計算用点群データ
(CSV ファイル等のポイントファイル)
- ・ マルチビームによる出来形測量の数量計測データ
(LandXML 等のオリジナルデータ : TIN ファイル)
- ・ 数量総括表および数量計算箇所表示図 (PDF または、ビューワー付き 3次元データ)

第 5 章 管理基準等

5.1 出来形管理基準

本要領にもとづく出来形管理基準は、設計水深を満足しなくてはならない。

【解 説】

本要領にもとづく出来形管理基準は 表- 5.1 のとおりとし、測定値はすべて許容範囲を満足しなくてはならない。

表- 5.1 出来形管理基準

工種	管理項目	計測方法	採用する点群データ	測深単位	結果の整理方法	許容範囲	備 考
基礎 捨石工	天端高	潜水土による1箇所以上の水準測量		1 cm	出来形管理資料として整理 (別紙参照)	〈捨石本均し〉 ±5cm 〈捨石荒均し〉 ±50cm	+ : 設計値より浅いこと - : 設計値より深いこと
		マルチビームによる深淺測量	1.0m 平面格子内に1点、中央値	1cm	出来形管理資料として整理 (別紙参照)	〈捨石本均し〉 ±5cm 〈捨石荒均し〉 ±50cm	達成率 80%以上 + : 基準値(1.0m 平面格子の最頻値)より浅いこと - : 基準値(1.0m 平面格子の最頻値)より深いこと
	天端幅・延長	マルチビームによる深淺測量	境界部の1.0m 平面格子内に1点、中央値	1cm	出来形管理資料として整理 (別紙参照)	〈捨石本均し〉 ±5cm 〈捨石荒均し〉 ±50cm	達成率 80%以上 + : 基準値(1.0m 平面格子の最頻値)より浅いこと - : 基準値(1.0m 平面格子の最頻値)より深いこと
	法面	(マルチビーム計測データ法肩または法尻直角方向の測線座標を入れ、勾配を確認する。)	「中央値」を代表値とした10cm 平面格子から作成したTIN	10cm		±50cm	達成率 80%以上 + : 設計値より浅いこと - : 設計値より深いこと

(別 紙)

出来形合否判定総括表 (例)

工事名	〇〇港 (〇〇地区) 防波堤築造工事	測線数	No. 1～No. 17
工種		合否判定結果	合格

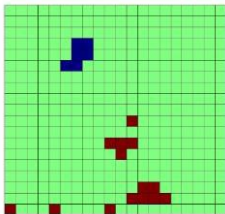
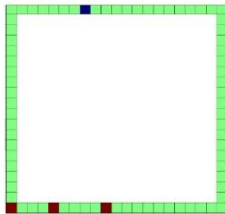
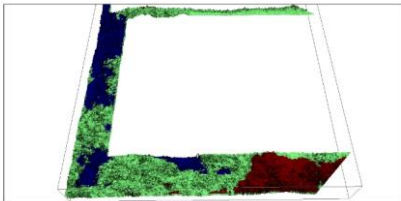
天端高	天端水深	水準測量	水深差(cm)	判定	天端の平坦性		■ 基準水深±5cm以内 ■ 基準水深+5cm超 ■ 基準水深-5cm未満			
		-14.30	-14.29	1.0				合格		
1m格子	最頻値	-14.29								
		格子数	比率							
天端 平坦性	±規定値内	360	94.7%	合格	天端の幅・延長		■ 基準水深±5cm以内 ■ 基準水深+5cm超 ■ 基準水深-5cm未満			
	+規定値超	14	3.7%							
	-規定値未満	6	1.6%							
		格子数	比率							
天端 幅・延長	±規定値内	70	94.6%	合格				法面形状		■ 基準水深±50cm以内 ■ 基準水深+50cm超 ■ 基準水深-50cm未満
	+規定値超	3	4.1%							
	-規定値未満	1	1.4%							
		TIN数	比率							
法面形状	±規定値内	80	95.2%	合格	データ数等					
	+規定値超	1	1.2%							
	-規定値未満	3	3.6%							
	格子数	800		合格						
	データ数	795	99.4%							
特記事項										

図- 5.1 出来形管理図表の様式および記載例