

3次元データを用いた
港湾工事数量算出要領(基礎工編)
(令和3年4月版)

令和3年3月

国土交通省 港湾局

目 次

第 1 章 概説	1
1.1 はじめに	1
1.2 目的	2
1.3 本要領の構成	2
1.4 適用範囲と利用上の注意点	3
1.5 用語の解説	4
第 2 章 マルチビームを用いた起工測量によるデータの取得	7
2.1 作業工程	7
2.2 測量計画・準備	8
(1) 測量計画	8
(2) 作業手続き	9
2.3 艀装・テスト	10
(1) GNSS 精度確認	10
(2) 機器の取り付け（オフセット）	10
(3) 喫水確認	10
(4) パッチテスト	10
2.4 水深測量	11
(1) 水中音速度測定	11
(2) 測深およびデータ記録	11
(3) 再測深	11
2.5 計測基準	12
(1) 測地系	12
(2) 基準面	12
(3) 潮位	12
2.6 検測・精度管理	13
2.7 データ解析	13
(1) ノイズ除去処理	13
(2) 3次元データ解析時の留意点	13
2.8 データ管理	14
(1) 正データを用いた中央値の作成	14

(2) データの保存.....	14
(3) データの変換.....	15
第 3 章 3次元設計データの作成.....	16
3.1 目的.....	16
3.2 適用範囲.....	16
3.3 3次元設計モデルの構造.....	16
(1) 3次元海底地形モデル.....	16
(2) 縦断面形状.....	17
(3) 横断面形状.....	17
(4) 俯瞰図.....	17
3.4 3次元設計データの作成範囲.....	19
3.5 3次元設計データを作成する際の留意点.....	19
(1) 断面形状.....	19
(2) 横断面形状に反映する項目.....	19
(3) 設計データの単位系および桁数.....	19
3.6 3次元設計データの照査方法.....	20
第 4 章 基礎捨石工数量算出要領.....	21
4.1 数量算出項目.....	21
(1) 集計数値.....	21
(2) 材料割増率.....	21
(3) 数量計算の非控除.....	21
4.2 数量算出方法.....	22
(1) 3次元 CAD または GIS ソフト等を用いた数量計算方法.....	22
4.3 電子成果品の作成規定.....	24
(1) ファイル名の命名.....	24

第 1 章 概説

1.1 はじめに

国土交通省では、「ICT の全面的な活用」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産・管理システム全体の生産性向上を図り、もって魅力ある建設現場を目指す取組である i-Construction を進めており、港湾分野においても、計画・調査、測量・設計、施工計画・積算、施工・施工管理、検査、維持管理に至る一連の建設プロセスにおいて ICT を全面的に活用した情報の 3 次元化の一環として、新たに基準の整備を進めているところである。

「3次元データを用いた港湾工事数量算出要領（基礎工編）」（以下「本要領」という）は、基礎捨石工においてマルチビームを用いて、発注・施工数量等を算出する場合の、作業方法や必要な機器性能、機器精度、計測精度等について定めたものである。

1.2 目的

本要領は、基礎捨石工（捨石投入）においてマルチビームを用いて工事を発注、実施する場合の標準的な作業方法を定め、その規格の統一、成果の標準化および必要な精度の確保に資することを目的とする。

なお、本要領に記載のない項目については「港湾設計・測量・調査等業務共通仕様書（国土交通省港湾局）」に準ずるものとする。

1.3 本要領の構成

本要領は基礎捨石工（捨石投入）において起工時の深浅測量、基礎捨石工における石材投入量算出の簡素化を目的として、マルチビームを用いた深浅測量を実施する際の標準的な作業方法、使用する機器等および取得された3次元データを用いた石材投入量の算出方法に必要な事項を規定している。

なお、本要領の全体構成は、以下のとおりである。

① 全体概要

基礎捨石工（捨石投入）におけるマルチビームを用いた測量についての概説、本要領の構成等について説明している。

② マルチビームを用いた深浅測量によるデータの取得

基礎捨石工（捨石投入）において、マルチビームを用いた深浅測量（起工測量）を実施するにあたっての工程別作業区分および順序、作成手法、精度管理等、およびデータの取得方法について規定している。

③ 3次元設計データの作成

マルチビームにより取得された3次元測定データから、基礎捨石工（捨石投入）における設計図書作成、数量算出に必要な3次元設計データの作成方法について規定している。

④ 数量算出要領

起工時における基礎捨石投入量（純数量）算出の簡素化を目的として、マルチビームによる深浅測量等により取得された3次元データを用いた数量算出方法を規定している。

1.4 適用範囲と利用上の注意点

本要領は、基礎捨石工（捨石投入）の起工時において海底地形を面的に計測するため、マルチビーム測定を使用した深浅測量を前提としている。

使用するマルチビームについては、基礎捨石工（捨石投入）の数量を適切に算出できる性能を保有する機器とする。

なお、床掘工または置換工を伴う工事の場合には、床掘工または置換工（捨石投入直前の工種）の出来形測量は、ICT 基礎工の起工測量を兼ねるものとする。

【解説】

<出来形管理について>

基礎捨石工の出来形管理については、均し面の管理を行う必要が有るが、現状において均し面の面的な管理手法が確立されていないため、本要領では扱っていない。今後、試験工事等において必要なデータを取得、解析し、検証することが必要である。

なお、現地盤や既設の基礎捨石が陸上部まであり、基礎捨石工も陸上部までの施工となる場合には、数量計算を行う上で陸上部の地形を面的に計測することが必要となる。この陸上部の計測方法については、国土交通省における『「ICT の全面的活用」を実施する上での技術基準類』を準用できるものとする。

<床掘工または置換工を伴う工事について>

床掘工または置換工を伴う工事の場合には、床掘工または置換工（捨石投入直前の工種）の出来形測量は、ICT 基礎工の起工測量を兼ねるものとする。

なお、床掘工・置換工の出来形測量方法については、「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(海上地盤改良工：床掘工・置換工編)」を参照。

1.5 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のことを略した表現である。

【水深測量】

水域において深さの計測を行い、主に経緯度（もしくは位置座標）水深ファイル（以下「3次元データ」という）を作成する作業をいう。

【3次元データ】

本要領で使用する3次元データとは、位置・水深値の点群データ、法線（平面線形、縦断線形）、横断面形状を表記する目的のメッシュデータ、設計用CADデータ、数量計算など設計図書に規定されている工事目的の数値データ、視覚化するための面データに必要なTINデータなどを指す。これらデータが統一された空間座標系で利用される。

【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。

【3次元点群データ】

マルチビーム機器で測深したデータであり、平面的な位置（X, Y）と、深さ、あるいは高さ（Z）の3要素で構成された3次元データの集合体のこと。

【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】

3次元設計データとは、法線（平面線形、縦断線形）、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。

【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】

基礎工を実施する範囲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。

【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。

【TIN分割等を用いて求積する方法】

3次元設計データや起工測量結果から、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方法のこと。

【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のこと。

【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。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。

【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。

【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、さらに数量算出要領を満たす点密度に調整したポイントデータである。専ら数量の算出と数量算出資料に供する。

【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のこと、数量算出に利用する。

【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、さらに数量算出を行うための点密度に調整した点群データ、および当該点群にTINを配置し、3次元測量の結果を出力するソフトウェアである。

第 2 章 マルチビームを用いた起工測量によるデータの取得

2.1 作業工程

船上からのマルチビームを用いた測量の工程別作業区分および順序は、次のとおりとする。

- (1) 測量計画・準備
- (2) 艀装・テスト
- (3) 水深測量
- (4) 計測基準
- (5) 検測・精度管理
- (6) データ解析
- (7) データ管理

マルチビーム以外の測量機器、例えば海底設置型 3 次元スキャナー、音響計測機搭載型水中ドローン等を用いる場合は、本要領の適用外とする。

2.2 測量計画・準備

測量実施者は、作業の着手前に作業方法、使用する主要な機器、要員、日程等について適切な測量計画を立案し、これを発注者に提出する。測量計画を変更しようとする場合も同様とする。資料収集、現地調査が必要であれば行い、計測の精度を高めるよう準備する。

(1) 測量計画

測量計画は、測量区域の水深、海底地形、有効測深幅を考慮し、未測深が生じないように測線を設定するとともに、数量算出等において適切な地形再現ができる取得点密度（3点以上／1.0m 平面格子（達成率 99%以上））で測深できるよう、必要な範囲で重複する測線を設定する。

【解説】

<取得点密度>

取得点密度は、スワス角、水深、船速、周波数、重複度合いの組み合わせで決まってくる。船速は遅いほどデータの密度を高くすることができ、測深時の船速が速すぎると調査船の動揺で誤差が生じやすく、またデータ間隔が粗となるため、事前の測量計画時に船速上限を決めて、測深時に注意するものとする。ただし、潮流の激しい箇所、輻輳した航路、泊地等では、安全面から、むやみに船速を遅くすることはできない。このため必要な最低の船速を確保する必要がある場合、測線間隔を狭める等スワス幅の重複を考慮しつつ、取得点密度を確保可能な測深計画を策定する必要がある。

測深時に設定するスワス角は、投入数量を正確に把握する点群密度を確保するため 90° とし、3点以上／1.0m 平面格子（達成率 99%以上）の性能を満たせるように計画し、測深することとする。

（一般海域での運用基準）

- (1) 海底地形、水深を考慮し、測深作業が効率的に実施できるように計画する。
- (2) 航路、泊地、錨地、岸壁およびその付近においては、使用するナローマルチビーム測深機の有効測深幅および測量船の偏位を考慮して、未測深部分がないように計画する。この場合、有効測深線幅の 20%を重複させることが一般的である。
- (3) 岩礁、漁礁、沈船等海底障害物が存在する海域、もしくはその存在が想定される海域では、最浅部が明確に捕捉できるよう隣接測線が十分に重複する測線を計画する（片側のビーム幅 100%以上の重複率を推奨）。

「海洋調査技術マニュアルー深浅測量ー（(一社)海洋調査協会）」より転載

(2) 作業手続き

測量の実施に際しては、基礎捨石工事の海上作業の許可・届出、他の関係する法令に規定する許可や届出を提出する際に、併せて行う。施工中の計測は工事測量として、工事計画書に記載しておく。

その他に必要な事項については、「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編) (令和3年4月改定版)」を準用できる。ただし、水路測量に関する事項を除くものとする。

2.3 艀装・テスト

艀装とは、測量船にマルチビーム測定機器本体および周辺機器を装備、設置することをいい、計測中に取り付け位置が動くことの無いよう強固な固定が必要である。

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。

(1) GNSS 精度確認

水深測量時に使用する基準点測量、海上測位方法に関して、十分な精度を有していなければならない。

GNSS は測量実施前に精度確認を行い、「平成 14 年海上保安庁告示第 102 号」水路測量における測定又は調査の方法に関する告示の『水平位置の測定の誤差の限度』を満たしていることを確認しなければならない。

精度確認結果は、「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編) (令和 3 年 4 月改定版)」に示す GNSS 精度管理表に取りまとめる。

(2) 機器の取り付け (オフセット)

マルチビーム測定機器本体および周辺機器の位置関係を明確にし、測定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、「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編) (令和 3 年 4 月改定版)」に示すマルチビーム測定システム点検簿に記載する。艀装状況に変更があった場合、必ず再計測を行う。

(3) 喫水確認

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マルチビーム測深機で計測、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。

(4) パッチテスト

マルチビーム測深システムは、水面に対しできるだけ水平、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、必ず取付け誤差が発生する。この取付け角度の誤差 (以下「バイアス値」という) と各機器の収録遅延 (以下「レイテンシー」という) 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、測深中艀装状況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。

上記(1)～(4)において、その他に必要な事項については、「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編) (令和 3 年 4 月改定版)」を準用できる。ただし、水路測量に係る事項を除くものとする。

2.4 水深測量

水深測量とは、測量船に艀装したマルチビームを用いた深浅測量をいい、次工程の作業に必要な3次元データの作成を含むものとする。

測深の計測基準面は、港湾管理用基準面 C.D.L を原則とする。

位置座標の測地系は、世界測地系を使用するものとする。

(1) 水中音速度測定

水中音速度の測定は、水中音速度計による測定を基本とする。

測定位置については、測量海域の中央付近で可能な限り深い地点とし、海況が変化する海域では適切に測定点を配置することが望ましい。なお、測定は一日作業で1回以上行うものとし、計測位置の記録も同時に残しておくこと。

(2) 測深およびデータ記録

マルチビーム測深機による測深データや、GNSSによる海上測位データ、動揺計測装置による動揺データは、互いに時間的な同期をとり、収録用ソフトウェアによりPCに保存する。

(3) 再測深

測定データの測定範囲を確認し、未測定箇所等が確認された場合や、測定データノイズ等エラーデータが多く含まれる場合は、再測定を実施する。

上記(1)～(3)において、その他に必要な事項については、「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編)(令和3年4月改定版)」を準用できる。ただし、水路測量に関する事項を除くものとする。

2.5 計測基準

マルチビームを用いた3次元データ取得を行うにあたっては、測地系、基準面、潮位の設定を行うものとする。

(1) 測地系

測量成果は、世界測地系により作成するものとする。

(2) 基準面

適用する基準面は、港湾管理用基準面 C. D. L とする。

なお、基礎捨石工で使用している基準面と同一基準面を適用するのが原則である。

(3) 潮位

使用する潮位データは、当該港湾における常設検潮所の有無により異なる。

① 常設検潮所がある場合

常設検潮所の観測データを潮位データとして使用することを基本とする。動作不良（故障中）など常設検潮所のデータが使用できない場合は、臨時検潮所を設置する。

② 常設検潮所が無い場合

簡易検潮器を使用した臨時検潮所を設置し、測量期間中の潮位の連続観測を行い補正値として使用する。

2.6 検測・精度管理

マルチビームを用いた深浅測量の測定結果を検定するために、音響ビームの重複部のデータによる比較や、照査線（各測深線と交差する測深線）を計画し交差するデータとの比較検証を行い、規定の精度を確認するものとする。

検測・精度管理については、「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル(浚渫工編)（令和3年4月改定版）」を参考とするものとし、実施結果を同マニュアルの別紙「測深精度管理チェックシート（案）－計測精度管理表（照査線による検測結果）」に記録する。

2.7 データ解析

水中音速度計測結果、潮位観測結果を適用し補正を行った後、電氣的ノイズや水中浮遊物、魚群等のエラーデータを除去した上で、海底地形を適切に表現した点群データを作成するものとする。

(1) ノイズ除去処理

ノイズには音響的、電氣的なもの他、浮遊物、魚群、泡など海中を浮遊する物体などがある。ノイズの除去は、解析ソフト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、最終的にはプロファイル表示し手作業による除去作業を行う必要がある。判断に迷う記録については画像等を残し他測線の記録などから総合的に判断する。

(2) 3次元データ解析時の留意点

各種補正データが正しく作成できている事が重要であるとともに、マルチビーム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事が必要である。

2.8 データ管理

マルチビームを用いた深浅測量データは、測線毎に補正とノイズ処理を行った深浅測量結果を対象海域全体で取りまとめ、水平位置と水深を記録した点群データとして保存する。正データ（3次元点群データ）のほか、水中音速度や潮位などの各種補正データ、オフセット値、パッチテスト結果などを取りまとめ保存するものとする。

(1) 正データを用いた中央値の作成

測線毎に、補正とノイズ処理を行った深浅測量結果を対象海域全体で取りまとめ水平位置と水深を記録した点群データとして保存する。点群データは、捨石投入量計算に供するに十分な密度であること等を確認した後、1点/1.0m平面格子の点群データを作成する。

基礎捨石投入量計算に使用する場合の取得点密度および点群データ作成の留意点について以下に示す。

- ① 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 3 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）。
- ② 海象条件や特殊な地形などの諸条件により、取得点密度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。
- ③ 1.0m 平面格子内において『中央値』を抽出し、1点/1.0m 平面格子の点群データを作成する。なお、中央値の抽出が困難な 3 点未満の平面格子については、周囲の抽出点データから空間解析等により補間できるものとする。

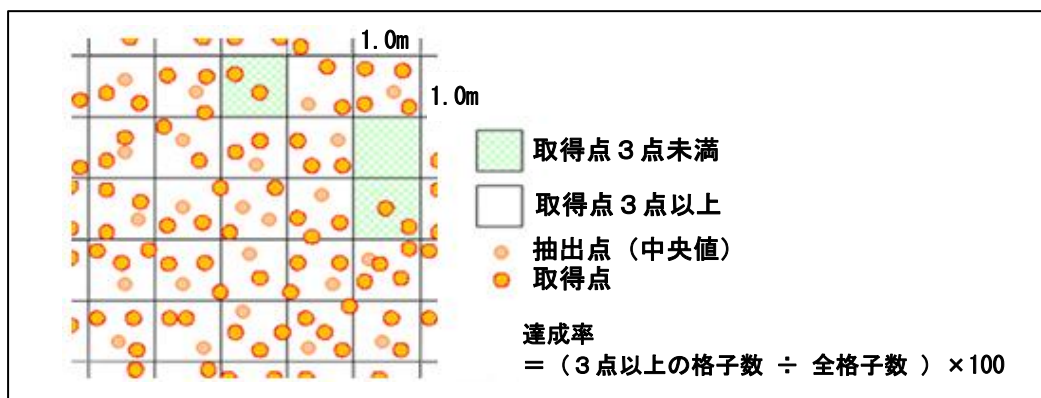


図- 2.1 データ密度の考え方（基礎捨石投入量計算）

(2) データの保存

正データ（3次元点群データ）のほか、水中音速度や潮位などの各種補正データ、オフセット値、パッチテスト結果などを取りまとめ、保存するものとする。

(3) データの変換

正データ（3次元点群データ）は、数量算出で一般的に使用されるソフトウェアで読み込み可能な形式と想定される平面位置 (X, Y) と、基準面からの深さ (Z) を記録したスペース区切り、あるいはカンマ区切りのテキスト形式で保存するものとする。

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、水面下はマイナス、水面上はプラス表記とする。

【解 説】

マルチビームで計測したデータ X, Y, Z の取扱いについて、留意点を以下に示す。

<平面位置 X, Y>

日本国内の測量で使用される測量座標は、X 軸を縦軸、Y 軸を横軸としている。

CAD 等で扱う縦軸が Y 軸、横軸が X 軸の数学座標とは異なるため注意が必要。

<深さ Z>

深浅測量で扱う水深値 Z には±（プラスマイナス）を示す符号は付記されない。

3次元設計モデルに使用する際は、Z に－（マイナス）符号を加える必要がある。

第 3 章 3次元設計データの作成

3.1 目的

取得された3次元データから、3次元CAD等のソフトウェアを使用した基礎捨石工（捨石投入）における数量算出において必要な3次元設計データを作成することを目的とする。

3次元設計データを使用し、以下の事項について検討を行う。

- ・ 基礎捨石工事設計
- ・ 基礎捨石投入量の算出

3.2 適用範囲

基礎捨石工事の設計・施工段階での発注図書作成、施工計画、施工管理に必要な3次元設計データを作成する際に適用する。

3.3 3次元設計モデルの構造

3次元設計モデルの構成要素は、3次元海底地形モデル(不等辺三角網モデル：TINモデル)、縦断面形状、横断面形状、および俯瞰図等で構成され、設計から施工の段階において作成する。

(1) 3次元海底地形モデル

<設計段階>

- ① 工事範囲およびその周辺海域においては、本要領 第2章の規定に従ったマルチビームによる深淺測量を実施し、測深して構築されたフィルタリング済みのランダムデータから、現状の海底地形をモデル化した「現状の海底地形のTIN」を構築する。構築された「現状の海底地形のTIN」から、現況の縦断面形状、横断面形状、および俯瞰図等を構築する。
- ② 設計成果の平面図、縦断図、横断図から仕上がり形状を抜粋し、必要な情報を取得する。なお、基礎捨石工事範囲の外側は、必要に応じた範囲、精度で現状の海底地形のTINデータと接合し合成する。生成された「基礎捨石工事の仕上がり形状の3次元海底地形モデル」から、仕上りの縦断面形状、および横断面形状、および俯瞰図等を構築する。

*上記の2種類の3次元設計モデルから、TIN分割等を用いて求積する方法、プリズモイダル法で数量計算を実施し、発注数量が算出される。

<施工段階>

- ③ 施工前に工事範囲およびその周辺海域においては、本要領 第2章の規定に従ったマルチビームによる深浅測量（起工測量）を実施し、「施工前の海底地形の TIN」を構築する。構築された「施工前の海底地形の TIN」から、施工前の縦断面形状、横断面形状および俯瞰図等を構築する。

*上記の「施工前の海底地形の TIN」および、発注者から貸与された「基礎捨石工事の仕上がり形状の3次元海底地形モデル」から、TIN 分割等を用いて求積する方法、プリズモイダル法で数量計算を実施し、設計図書の数量と比較検証を行い、さらに工事計画等を立案する。

(2) 縦断面形状

- ・ 基礎捨石投入範囲の中心に工事法線を設定し、これを縦断線として設定する。
- ・ 「基礎捨石工事の仕上がり形状の3次元海底地形モデル」と「現状の3次元海底地形モデル」から、仕上がり形状および、現況の縦断面形状を構築する（設計段階）。
- ・ 「施工前の3次元海底地形モデル」から、施工前の縦断面形状を構築する。

(3) 横断面形状

- ・ 工事法線に直交した横断線を構築する。なお、横断線の設定間隔は、平均断面法による数量計算が的確に行え、捨石形状が把握できる間隔とする。
- ・ 「基礎捨石工事の仕上がり形状の3次元海底地形モデル」と「現状の3次元海底地形モデル」から、仕上がりおよび現況の横断面形状を構築する（設計段階）。
- ・ 「施工前の3次元海底地形モデル」から、施工前の横断面形状を構築する。
- ・ 横断面形状データは、既設構造物、法面、天端高および天端幅を含む。

(4) 俯瞰図

設計データの3次元表示は、以下の要素を含む俯瞰図を各段階の3次元モデルから作成する。

- ・ 設計時の海底地盤地形
- ・ 仕上がり形状の海底地盤地形
- ・ 施工前の海底地盤地形

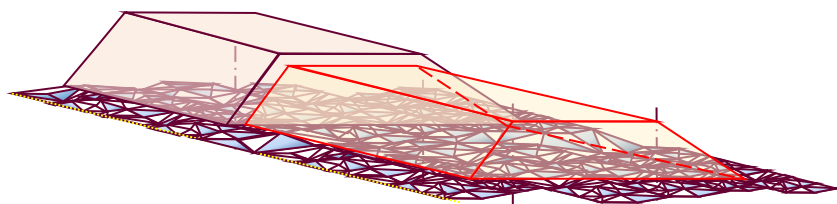


図- 3.1 俯瞰図のイメージ

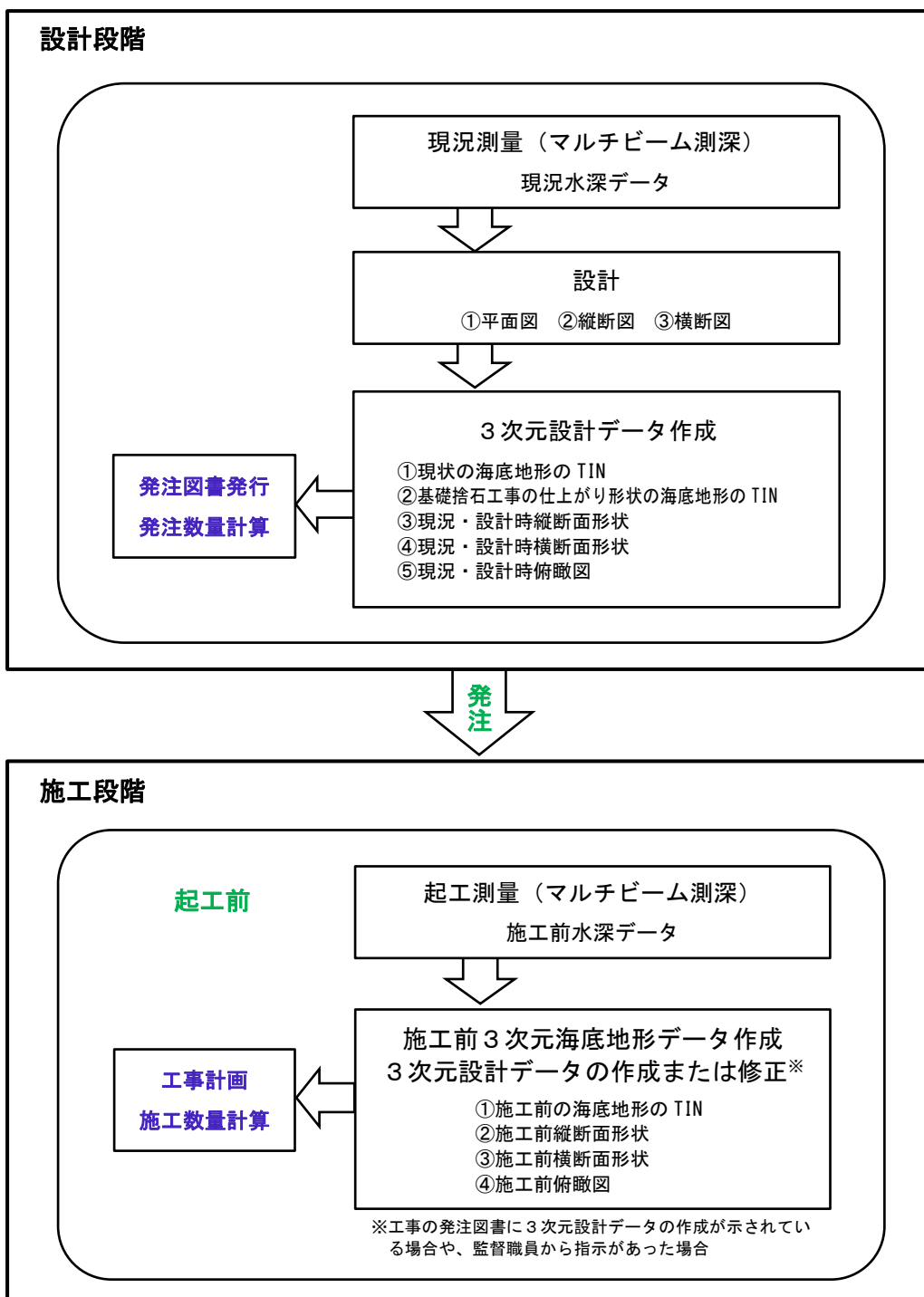


図- 3.2 3次元設計データ作成のフローチャート

3.4 3次元設計データの作成範囲

3次元海底地形モデルからの縦断面形状、横断面形状および俯瞰図等の作成範囲は、最低限、基礎捨石工を行う範囲を含むこととし、元々の海底地盤の形状を考慮して設定する。

3.5 3次元設計データを作成する際の留意点

基礎捨石数量等を算出するための地形モデルを作成し、各設計データの基準値に合致した有効桁数を設定する。

(1) 断面形状

地形モデルは断面地形の再現性を配慮した空間分解能を有することが重要である。特に、法尻・法肩やケーソンフーチング等を有する場合は、これらの形状が確実に表現できるように、高密度の3次元海底地形モデルを構築しなければならない(1.0m空間分解能)。

(2) 横断面形状に反映する項目

- ・ 現況地盤、設計断面
- ・ 既に据付けられたケーソン等構造物

(3) 設計データの単位系および桁数

- ・ 平面座標 (m) : 小数3位止めを原則 四捨五入
- ・ 水深 (m) : 小数2位止めを原則 四捨五入
- ・ 距離 (m) : 小数2位止めを原則 四捨五入
- ・ 体積 (m³) : 小数1位止めを原則 四捨五入

3.6 3次元設計データの照査方法

3次元設計データの照査方法の概要は、以下の2点とする。

- (1) 3次元設計データを3次元ビューアで表示し、その外観を目視で点検する。
- (2) 2次元の設計図書（平面図、縦断図、および横断図）と照合して点検する。

なお、照査は、上記(1)および(2)の点検を実施することを基本とするが、2次元の図面と3次元データの両方を、同一の3次元CAD設計ソフトウェアを使用して作成した場合は、両者の整合性が取れていると評価されるので、(2)の点検を省略しても良いものとする。

一方、3次元CAD設計ソフトウェアで作成した2次元図面を、汎用CAD等に変更するなど、複数のソフトを用いた場合は、必ずしも3次元モデルと2次元図面が一致する保証がないことから、両方の点検が必要である。

その他の必要な事項については、「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編) (令和3年4月改定版)」を参考とできる。ただし、水路測量に係る事項を除くものとする。

第 4 章 基礎捨石工数量算出要領

4.1 数量算出項目

基礎捨石投入量は、純数量を対象とする。余盛厚が必要な場合には、別途考慮する。

(1) 集計数位

表- 4.1 基礎捨石工 集計数位

種別 (レベル3)	細別 (レベル4)	内 容		単 位	数 位	摘 要
基礎捨石工	基礎捨石	捨石投入	捨石量	m ³	1位止め を原則と する	四捨五入
	捨石本均し・捨石荒均し	捨石本均し・捨石荒均し	均し面積	m ²		
	捨石本均し・捨石荒均し (海岸)	捨石本均し・捨石荒均し (海岸)	均し面積	m ²		

(出典)「港湾土木請負工事積算基準 令和2年度改訂版」

(2) 材料割増率

表- 4.2 基礎捨石工 材料割増率

種別 (レベル3)	材 料		割増率	摘 要	
基礎捨石工	基礎捨石	普通地盤、床掘地盤 置換地盤、盛砂地盤	30%		
		軟弱地盤	捨石層厚 3m 以上	40%	
			捨石層厚 3m 未満	50%	

(出典)「港湾土木請負工事積算基準 令和2年度改訂版」

(3) 数量計算の非控除

表- 4.3 基礎捨石工 数量計算の非控除

細別 (レベル3)	細別 (レベル4)	内 容	控除しないもの
基礎捨石工	基礎捨石	捨石	外径 0.5m 未満の管類およびこれに相当するもの 杭類 (コンクリート杭、鋼杭、木杭、鋼矢板等)

(出典)「港湾土木請負工事積算基準 令和2年度改訂版」

4.2 数量算出方法

3次元データを用いた数量算出は、3次元CAD又はGISソフト等を用いた以下の方式によることを標準とする。

(1) 3次元CADまたはGISソフト等を用いた数量計算方法

3次元データを用いた基礎工の基礎捨石投入量計算は、マルチビーム測深で取得された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。ただし、TINにより求める方法以外の方法により土量計算を行う場合や、マルチビーム測深で正しく水深を捉えられず、標準の点密度の取得が困難な場合には、監督職員と対応を協議する。

① TIN分割等を用いて求積する方法

3次元設計データや深浅測量（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。

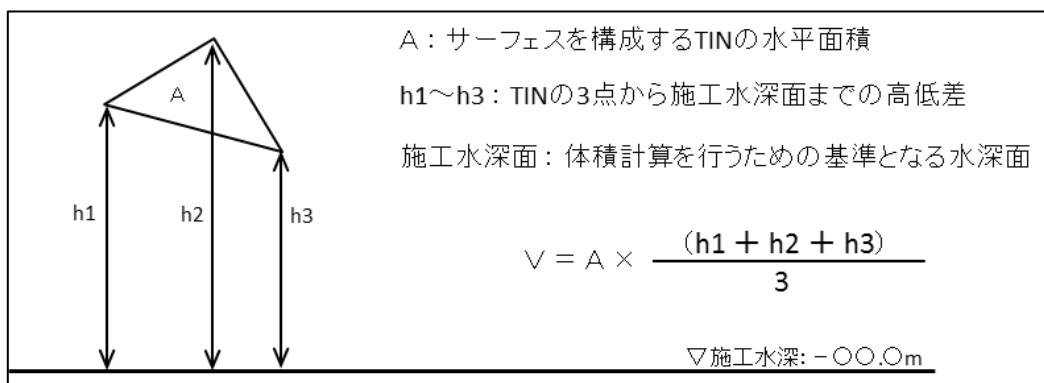


図- 4.1 TIN分割等を用いて求積する方法の概念図

② プリズモイダル法

3次元設計データや深浅測量（起工測量）、出来形測量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高低差に基づき複合した面データの水深を計算する。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水深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。

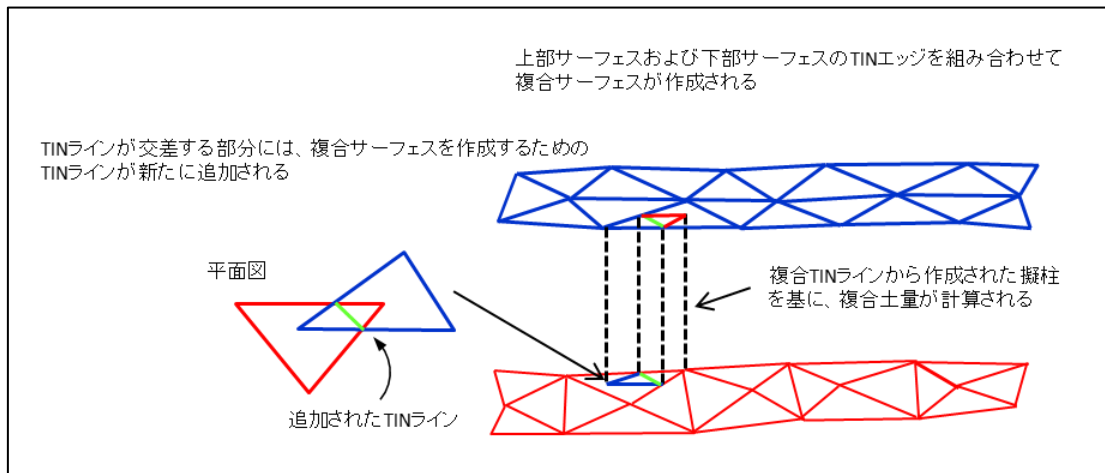


図- 4.2 プリズモイダル法の概念図

【解 説】

<数量計算の手法>

TINによる数量計算手法には、前述にて規定した①、②の2つの手法があり、これらは数量計算をする際のモデル形状の違いにより、その手法が異なっており、使い分けることができる。

① TIN 分割等を用いて求積する方法

TIN モデルとある一定面（平面） との間のボリューム計算を行う場合に用いる手法である。例えば、現況地形と計画地形（施工水深） との間の数量計算を行うことができる。

② プリズモイダル法

TIN モデル同士の間でのボリューム計算を行う場合に用いる手法である。

例えば、起工測量地形と竣工測量地形との間の数量計算を行うことができる。

なお、ある基準面を設定すれば、①の手法により、起工測量地形と竣工測量地形との間の数量計算を行うことも可能である。

（例）起工測量地形⇔竣工測量地形の数量

$$= (\text{起工測量地形：ある基準面の数量}) - (\text{竣工測量地形：ある基準面の数量})$$

注) 3次元CAD またはGIS ソフト等で算出困難な形状や、複雑な算出方法を要する場合は、発注者との協議により、発注図書に合わせた平均断面法による数量計算を行うことができる。

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)
- ・ 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) ※1
- ・ 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)
- ・ 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)
- ・ 数量総括表および数量計算箇所表示図、俯瞰図
(PDF、ビューワー付き3次元データ※2)

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数量算出資料が特定できるように記入する。

※1 起工測量の計測点群データについては、データが大きく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。

※2 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。

【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- 4.4 に示す内容を必ず記入すること。

表- 4.4 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)	MBODR001Z. 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)	MBOHR001. 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)	MBOEP001. 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)	MBOEG001. 拡張子
MB	0	VL	001	-	・ 数量総括表および数量計算箇所表示図、俯瞰図 (PDF、ビューワー付き3次元データ)	MBOVL001. 拡張子