

I C T 機器を用いた
測量マニュアル（ブロック据付工編）
（令和 7 年 4 月改定版）

令和 7 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	1
1.3 本マニュアルの構成	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 ICT 機器を用いた計測	7
2.1 作業工程	7
2.2 計測計画・準備	8
(1) 計測計画	8
(2) 作業手続き	8
2.3 機器の装備・設置およびテスト	9
(1) GNSS 精度確認	9
(2) 機器の取り付け	9
(3) マルチビームを用いた深淺測量を実施する場合における喫水確認とパッチテスト	9
2.4 計測基準	10
(1) 測地系	10
(2) 基準面	10
(3) 潮位	10
2.5 計測・撮影	11
(1) ブロック据付の完成形状の把握	11
(2) 消波ブロック据付（水上部）の出来形管理	11
2.6 検測・精度管理	12
(1) ブロック据付の完成形状の把握	12
(2) 消波ブロック据付（水上部）の出来形管理	12
2.7 データ解析	14
(1) データ解析	14
(2) UAV 写真測量における 3 次元形状復元計算	14
(3) ノイズ除去処理	14
(4) 計測データ編集時の留意点	14

2.8 データ管理	15
(1) 正データの作成.....	15
(2) データの保存.....	15
(3) データの変換.....	15
2.9 計測における留意事項.....	16
(1) 水中部（マルチビームを用いた深淺測量）.....	16
(2) 水上部（UAV を用いた計測）.....	17
(3) その他	19
第 3 章 3 次元設計データの作成	20
第 4 章 3 次元完成形状モデルの作成	21
4.1 目的	21
4.2 適用範囲	21
4.3 3 次元完成形状モデルの構造.....	21
(1) 3 次元完成形状モデル.....	21
(2) 俯瞰図	21
4.4 電子成果品の作成規定.....	22
(1) ファイル名の命名.....	22
(2) 格納する点群データ.....	22
第 5 章 維持管理（一般定期点検診断）への活用	24
5.1 適用範囲	24
5.2 劣化度判定	25
(1) 劣化度判定の内容.....	25
(2) 劣化度判定の方法.....	25
第 6 章 災害対応への活用	27
6.1 適用範囲	27
6.2 消波ブロック（水上部）の被災状況の確認方法.....	27
6.3 留意事項	28

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（ICT 土工）」等の施策を建設現場に導入することによって、建設生産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。

「ICT 機器を用いた測量マニュアル（ブロック据付工編）」（以下「本マニュアル」という）は、ブロック据付工における ICT 機器を用いた測量方法について、現在の技術を勘案した標準的な作業方法や計測性能、計測精度等について定めたものである。

1.2 目的

本マニュアルは、水中、水上でのブロック据付工において ICT 機器を用いた測定を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、成果の標準化を行い、必要な品質の確保に資することを目的とする。

本マニュアルで定める測量方法は、ブロック据付後の維持管理において完成形状を把握するためのデータを取得すること、および消波ブロック据付に係る出来形管理を行うためのデータを取得することを目的としたものである。

また、UAV を用いた計測により取得したデータについては、港湾施設の維持管理（一般定期点検診断）や災害対応への活用についても記載している。

なお、本マニュアルに記載のない項目については、『港湾工事共通仕様書 3. 港湾工事出来形管理基準』『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。

【解 説】

本マニュアルで取り上げる ICT 機器の大きな特徴は面的データの取得であり、取得した面的データをブロック据付状況（完成形状）の把握、および消波ブロック据付に係る出来形管理、ならびにそれらの記録に使用するものである。

光学機器、レーザー機器、音響機器のデータ取得機器、および空中、水上、水中、誘導、自律等の分類による搭載機器の状況、固定、移動、リアル、事後別のデータ取得システム、データ精度、形状確認、計測値等の目的別データ処理システム、キャリブレーション、測位システム等の一貫複合システムとして機能するため、これまでの個点抽出データによる把握に比較し、精度、品質の向上が大きく図れる。

本マニュアルでは、代表的な計測手法について記述し、本マニュアル以外の計測手法を用いる場合は、監督職員と対応を協議する。

1.3 本マニュアルの構成

本マニュアルは、根固ブロック据付工および被覆ブロック据付工については水中での据付、消波ブロック据付工については水中および水上での据付について、据付位置、形状、凹凸等の据付状況を ICT 機器を用いて計測する際の標準的な作業方法、管理計測項目、使用する機器等の必要な事項について規定している。

本マニュアルの全体構成は、以下のとおりである。

① 全体概要

ブロック据付工（根固ブロック据付、被覆ブロック据付、消波ブロック据付）における ICT 機器を用いた測量についての概説、本マニュアルの構成等について説明している。

② ICT 機器を用いた計測

ICT 機器を用いたブロック据付工の測量方法について規定している。

なお、計測機器の分類としては、以下の組み合わせによる。

- ・ ICT 計測機器：光学、レーザー、音響、水圧
- ・ 計測機搭載手段：船舶、UAV、ROV 等、航空機、水上（車上、人を含む）
- ・ 計測機：移動（誘導、自律）、固定
- ・ データ取得および解析方法：リアル静止、動画画像、リアルタイム計測、事後解析

③ 3次元形状モデルの作成

ICT 機器により取得された 3 次元計測データから、ブロック据付工における据付形状の把握および消波ブロック据付に係る出来形管理において必要な 3 次元形状モデルの作成方法について規定している。

④ 維持管理（一般定期点検診断）

ICT 機器を用いた測量により得られたデータによる消波工の維持管理（一般定期点検診断）の方法を説明している。

⑤ 災害対応への活用

ICT 機器を用いた測量により得られたデータによる、消波工の被災状況を把握する方法を説明している。

1.4 適用範囲と利用上の注意点

本マニュアルは、工事完了時においてブロック据付工のブロックの据付形状を把握するため、および消波ブロック据付に関しては、出来形管理を行うための ICT 機器による計測を前提としている。

使用する ICT 機器については、ブロック据付工の据付状況を適切に表現でき、また、消波ブロック据付に関しては水上部の出来形を適切に確認できる性能を保有する機器とする。

【解 説】

① 使用する機器

使用する ICT 機器は、ブロック据付後の維持管理において完成形状を把握するデータを適切に取得できる性能を保有する機器、消波ブロック据付については水上部の出来形管理を適切に取得できる性能を有する機器とする。

ただし、計測データを設計図書等として使用する場合など、他の目的、規定により本マニュアルに拠らない場合は、それぞれ精度・性能を満たすよう特記仕様書に示すことにより変更することができる。

なお、起工測量として海底地盤（捨石マウンド等）の測量を行う場合は、音響計測機器を使用することとし、計測方法については、「3次元データを用いた港湾工事数量算出要領(基礎工編)」を準用できる。

② UAV を用いた計測に関する他の基準類との関係

UAV を用いた計測について、本マニュアルに記載のない内容については、国土交通省国土地理院の「作業規程の準則」、「UAV 搭載型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル(案)」に従うものとする。

また、港湾施設の維持管理に係る点検（一般定期点検診断）に関しては、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」に示す点検診断の項目、劣化度の判定基準のうち、「移動、散乱、沈下」に係る項目に準ずるものとする（表- 1.1）。

表- 1.1 消波工の劣化度判定基準

対象施設	点検診断項目の分類	点検診断の項目	点 検 方 法	劣化度の判定基準
ケーソン式防波堤	Ⅱ類	消波工	移動、散乱、沈下 目視 ・消波工の天端、法面、法肩等の変形 ・消波ブロックの移動や散乱	a ☐ 点検単位長に亘り、消波工断面がブロック1層分以上、減少している。 b ☐ 点検単位長に亘り、消波工断面が減少している。（ブロック1層未満） c ☐ 消波ブロックの一部が移動（散乱・沈下）している。 d ☐ 変状なし。
		損傷、欠損	目視 ・消波ブロックの損傷、亀裂 ・欠損ブロックの個数	a ☐ 欠損しているブロックが1/4以上ある。 b ☐ aとcの中間的な変状がある。 c ☐ 欠損や部分的な変状があるブロックが複数個ある。 d ☐ 変状なし。

「港湾の施設の点検診断ガイドライン」より引用

③ 本マニュアル内で使用する表現

本マニュアルでは、構造物（ブロック）の据付状態や出来形を計測することを「計測」または「測量」という。

1.5 用語の解説

本マニュアルで使用する用語を以下に解説する。

【測位】

陸域、水域において測量等の調査作業、工事を実施する地点の位置の測定を行う作業をいう。その際、工事用基準点、港湾管理用基準面等の測量情報および利用する座標系情報が必要になるとともに、CIM 等に使用するデータでは GIS 管理できるように国際標準系の使用が絶対となる。

【3次元データ】

本マニュアルで使用する3次元データとは、水平位置に標高または水深値のZ値を加えたデータを指し、写真、レーザー、音響機器等で取得した点群データおよび単独で測定した点データをいう。さらに取得データを解析処理した、法線（平面線形、縦断線形）、出来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、土量計算、など設計図書に規定されている工事目的の数値データなどを指す。これらのデータが統一された空間座標系で利用される。

【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）、縦断図、横断図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。

【3次元点群データ】

ICT機器の内、写真、レーザー、音響機器等で計測したデータであり、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を平均値化し代表値として採択するなどの加工処理したデータのことである。

【計測点群データ（ポイントファイル）】

光学、レーザー、音響等の計測機器で計測した 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。

【点群処理ソフトウェア】

計測点群データからノイズ等の不良なデータ点を除外するソフトウェアである。また整理した 3 次元座標の点群から TIN を配置し、3 次元測量結果を出力するソフトウェアである。

【オリジナルデータ】

計測機器で使用するソフトウェアから出力できるデータのことでソースデータともいう。取得機器独自のフォーマットを持つことが多い。次作業の点群処理ソフトウェアで使用可能なオープンなデータ交換形式を採用し出力することが望ましい。

【UAV】

UAV（Unmanned Aerial Vehicle）とは無人航空機のことである。

【UAV を用いた計測】

本マニュアルにおける UAV を用いた計測とは、UAV 写真測量、UAV レーザー計測のことをいう。

ここで、UAV 写真測量とは、UAV に搭載したカメラにより空中写真を撮影し、撮影データから 3 次元点群データを作成することをいう。

また、UAV レーザー計測とは、UAV に搭載したレーザー（近赤外レーザー、グリーンレーザー）測距装置により 3 次元点群データを取得することをいう。

【工事基準点】

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

【標定点】

空中写真と測量の基準となる基準点および工事基準点と対応づけするために必要となる位置座標を持つ点であり、基準点あるいは、工事基準点上といった既設点や、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を用いる。空中写真測量(UAV)の計測結果を現場座標系に変換するために使用する位置座標である。

【検証点】

空中写真によって取得した位置座標の計測精度を確認するために必要となる位置座標を持つ点であり、基準点および工事基準点を用いて測量した座標値を用いる。空中写真測量(UAV)の計測精度を確認するために、検証点における空中写真測量の算出結果と真値となる既知点あるいは測量した座標値を比較する。なお、検証点は、空中写真測量から得られる位置座標の確認に利用するため、空中写真測量の標定点として利用しない点である。

【3次元形状復元計算】

3次元形状復元計算とは、撮影した空中写真および標定点を用いて、空中写真の外部標定要素および空中写真に撮像された地点の位置座標を求め、地形・地物の3次元形状を復元し、オリジナルデータを作成する作業のことをいう。

【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。

【マルチビームを用いた深浅測量】

船やボートに複数の音響ビームを同時送波することができる音響測深機（マルチビームソナー）を取り付け、一度に広範囲の水中地形を計測する測量のことで、ナローマルチビーム深浅測量とも呼ばれる。

【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のこと。

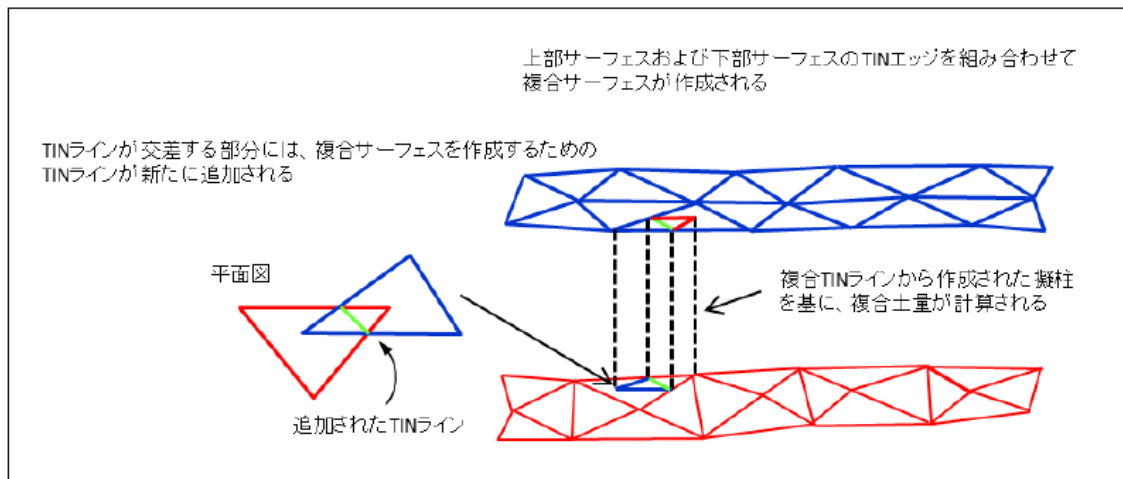


図- 1.1 プリズモイダル法の概念図

第 2 章 ICT 機器を用いた計測

本章では、ICT 機器を用いたブロック据付工（根固ブロック据付、被覆ブロック据付、消波ブロック据付）の測量方法について規定する。

本マニュアルで定める測量方法は、ブロック据付後の維持管理において完成形状を把握するため、および消波ブロック据付については水上部の出来形管理を行うためのデータを取得することを目的とする手法である。

2.1 作業工程

ICT 機器を用いた計測の工程別作業区分および順序は、次のとおりとする。

- (1) 計測計画・準備
- (2) 機器の装備・設置およびテスト
- (3) 計測基準
- (4) 計測・撮影
- (5) 検測・精度管理
- (6) データ解析
- (7) データ管理

2.2 計測計画・準備

計測実施者は、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計測計画を立案し、これを発注者に提出する。計測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) 計測計画

対象とするブロックの計測計画は、対象物との距離、高さ（標高、水深）、対象物の形状、地形等、必要な計測域を考慮し、未計測が生じないように機器および測線等を設定するとともに、完成形状の把握および出来形管理が適切に実施できるデータを取得できるよう、必要な範囲で重複する測線や、往復測線を設定する。

(2) 作業手続き

水中および水上での計測に際しては、それぞれ事前に工事の許可・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、計測内容で特記すべき事項を併せて提出する。また、地方条例や各団体等によって定められた同意・承諾等を遵守して、その履行に適切な対応を行う。

さらに、作業の実施にあたっては、区域を管轄する関係機関や関係者への作業内容、作業方法および作業工程の周知を行う必要がある。

2.3 機器の装備・設置およびテスト

ICT 計測機器本体および周辺機器の装備・設置は、計測中に支障が生じないように確実に行うことが必要である。

装備・設置完了後は各機器の作動確認とテスト計測を行い、各機器の正常動作を確認する。

(1) GNSS 精度確認

使用する GNSS 機器は、測量時に計測機器の測位のため使用する基準点測量、空中および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。

(2) 機器の取り付け

船舶や UAV に計測機器を取り付ける場合は、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様に機器を取り付けるものとし、取り付け状況に変更があった場合、必ず再計測を行う。

(3) マルチビームを用いた深浅測量を実施する場合における喫水確認とパッチテスト

① 喫水確認方法

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)とし反射板をつり下げ数 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。また、標尺での計測や取り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。

＜喫水確認に際しての留意点＞

喫水の確認に使用する索は、事前に検尺を行い伸縮のないことを確認したものを使用する。また確認作業実施海域は、計測海域の近傍で出来るだけ静穏な場所を選び動揺による誤差が生じないように留意する必要がある。

② パッチテスト

水深測定用の音響計測システムでは、受発信機を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、計測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。

2.4 計測基準

ICT 機器を用いた計測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、ブロック据付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

マルチビームを用いた深浅測量において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值として使用する。

なお、臨時検潮所の設置にあたっては、発注者と協議し、詳細を決定するものとする。

2.5 計測・撮影

ブロック据付の完成形状の把握を目的とする場合については、完成形状が適切に把握できるデータの取得を目的に、マルチビームを用いた深浅測量、UAV を用いた計測を実施する。

また、消波ブロック据付（水上部）の出来形計測を目的とする場合には、出来形管理が適切に実施できるデータの取得を目的に、UAV を用いた計測を実施する。

(1) ブロック据付の完成形状の把握

「ブロック据付の完成形状の把握」を目的とする場合については、以下の計測を行うものとする。

マルチビームにより深浅測量を実施する場合は、「マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）」に示す測量方法を準用することができる。

UAV を用いた計測を実施する場合は、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」第2編 第4章 1－2 空中写真測量（UAV）、または同1－5 無人航空機搭載型レーザースキャナ（UAV レーザー）を準用することができる。

取得点密度は、ブロック据付の完成形状を適切に把握できると考えられる「25 点以上/1.0m 平面格子」とする。

なお、水際部（水上部と水中部の境目）において、海象条件等により上記の取得点密度の確保が困難な場合には、監督職員と対応を協議する。

(2) 消波ブロック据付（水上部）の出来形管理

「消波ブロック据付（水上部）の出来形管理」を目的とする場合については、UAV を用いた計測によるものとする。

UAV を用いた計測は、「作業規程の準則」、「UAV 搭載型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」に従うものとする。

なお、UAV 写真測量における地上画素寸法、UAV レーザー計測における点密度は、表- 2.1 ～表- 2.2 に示すとおりとする。

2.6 検測・精度管理

ICT 機器を用いた測定結果を検定するために、検証点や照査線等を用いたデータの比較検証を行い、規定の精度を確認するものとする。

(1) ブロック据付の完成形状の把握

① 水中部

水中部の検測・精度管理については、「マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編)」を参考とするものとし、実施結果を参考資料－１の「測深精度管理チェックシート」に記録する。

② 水上部

精度検証は、以下の資料に従い精度の検証を実施し、実施結果を参考資料－２ および参考資料－３の「精度確認試験結果報告書」に記録する。

なお、UAV 写真測量における地上画素寸法や要求精度、UAV レーザー計測における要求点密度や要求精度については、以下の要領を参照して決定すること。

- ・「作業規程の準則」
- ・「UAV 搭載型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」

(2) 消波ブロック据付（水上部）の出来形管理

精度検証は、以下の資料に従い精度の検証を実施し、実施結果を参考資料－２ および参考資料－３の「精度確認試験結果報告書」の様式にもとづき記録する。

- ・「作業規程の準則」
- ・「UAV 搭載型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」

なお、UAV 写真測量における地上画素寸法や要求精度、UAV レーザー計測における要求点密度や要求精度は、表－ 2.1～表－ 2.2 のとおりとする。

① UAV 写真測量

UAV 写真測量を行う場合の位置精度は、「作業規程の準則」にもとづき表－ 2.1 のとおりとし、位置精度 0.05m 以内、地上画素寸法 0.01m 以内を標準とする。標準以外の位置精度等を採用する場合は、監督職員と協議を行い決定する。

取得点密度は、表－ 2.2 に示す UAV レーザー計測の要求点密度と同等の「100 点／㎡以上」とするが、これにより難しい場合には、監督職員と協議を行い決定する。

表- 2.1 位置精度と地上画素寸法

位置精度	地上画素寸法	備 考
0.05m 以内	0.01m 以内	標準とする
0.10m 以内	0.02m 以内	
0.20m 以内	0.03m 以内	

作業規程の準則 第4編 地形測量および写真測量（三次元点群測量） 第3章 UAV 写真点群測量

② UAV レーザー計測

UAV レーザー計測を行う場合の点密度と位置精度は、「UAV 搭載型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」にもとづき、表- 2.2 を標準とする。

なお、これにより難しい場合には、監督職員と協議を行い決定する。

表- 2.2 要求点密度と精度

点密度	精度（標準値）
100 点／m ² 以上	全ての調整用基準点における較差±5cm 以内

「UAV 搭載型レーザースキャナを用いた公共測量マニュアル（案）」

2.7 データ解析

計測結果の補正を行った後、ノイズ等のエラーデータを除去した上で、地形を適切に表現した3次元点群データを作成するものとする。

(1) データ解析

各方法により取得したデータは、解析ソフトを用いて補正やノイズ除去を行い、3次元点群データを作成する。

(2) UAV 写真測量における3次元形状復元計算

UAV 写真測量における3次元復元計算は、「作業規程の準則」にもとづき実施するものとする。

3次元点群データは、撮影した画像および標定点データを用いて、3次元形状復元計算ソフトを用いて作成する。

(3) ノイズ除去処理

ノイズの除去は、ある程度は解析ソフトにより統計的に除去することが出来るが、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。

(4) 計測データ編集時の留意点

各種補正データが正しく作成できている事が重要であると共に、ICT 計測機器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必要である。

2.8 データ管理

ICT 機器を用いた収録データは、測線毎に補正とノイズ処理を行った計測データ結果を対象区域全体でとりまとめ、水平位置と高さを記録した3次元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、各種補正データなどをとりまとめ保存するものとする。

(1) 正データの作成

ブロック据付工の据付状況の把握には、ICT 機器を用いた計測による全取得データを使用する。

現状の地形計測時には測線毎に、補正とノイズ処理を行った計測結果を対象区域全体でとりまとめ水平位置と高さを記録した3次元点群データとして保存する。3次元点群データは、ブロック据付工に供するに十分な密度であることを確認する。

取得点密度確認の留意点について以下に示す。

- ① 「ブロック据付の完成形状の把握」を目的とする場合については、計測対象の全域に1.0m 平面格子をかけ、その総平面格子数において25 点以上の取得点密度が担保されていること。
- ② UAV を用いた計測による「消波ブロック据付（水上部）の出来形管理」を目的とする場合については、計測対象の全域に1.0m 平面格子をかけ、その総平面格子数において100 点以上の取得点密度が担保されていること。
- ③ 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。
- ④ 縦断図、横断図により凹凸等の形状を面的に把握するのに支障がない場合は、監督職員と対応を協議したうえで管理図面とする。

(2) データの保存

収録オリジナルデータ（3次元点群データ）のほか、各種補正データなどをメタデータとしてとりまとめ、保存するものとする。

(3) データの変換

収録データ（3次元点群データ）は、一般的に使用される点群処理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、基準面からの高さ（Z）（3次元設計データに使用する際は、水深値にはZ に－（マイナス）符号を加える必要がある。）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、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。

2.9 計測における留意事項

ICT 機器を用いたブロック据付工（根固ブロック据付、被覆ブロック据付、消波ブロック据付）の計測にあたっては、以下に示す事項に留意する。

(1) 水中部（マルチビームを用いた深浅測量）

○ 測線方向および船速

防波堤等の構造物計測時の測線方向は、構造物と平行を基本とする。また、取得する3次元点群データの密度を高めるため、船速を極力低速にし、進行方向のデータギャップを小さくする。ただし、安全が確保出来る範囲の船速は保持する。

○ 構造物への音響ビームの集約

可能な限り、水面付近までの構造物の形状を把握するため、スワス方向・角度の可変が可能なマルチビーム機種は、構造物へビームを集約し、高密度な3次元点群データを取得する。測深イメージを図- 2.1 に示す。

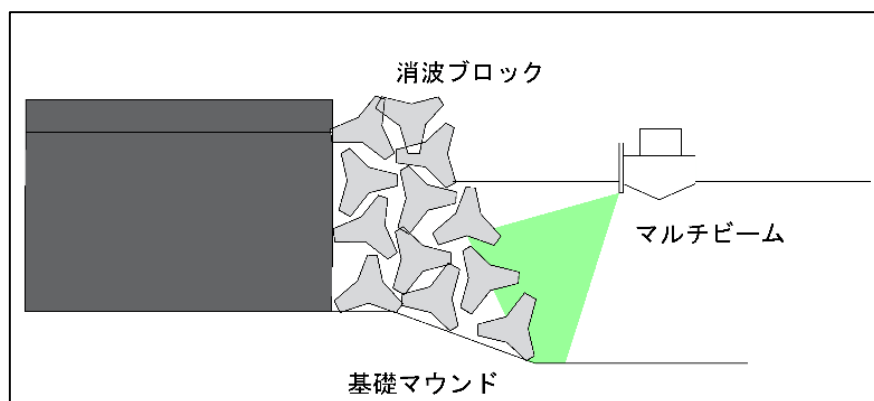


図- 2.1 スワス方向・角度を調整した測深（イメージ）

(2) 水上部 (UAV を用いた計測)

① UAV 写真測量

i) 撮影計画

UAV 写真測量の撮影コースの方向は、計測対象範囲の形状を鑑みて、コース数の少ない方向を選定するが、比高の大きい場合や撮影日の風向にも影響される。

防波堤等のように、側面がある構造物の場合や消波ブロック等の複雑な構造物がある場合は、垂直写真だけでは側面の点密度が不足すること、および位置精度向上が期待されることから、斜め写真の撮影を加えて実施することを推奨する。

斜め写真は垂直写真と同一対象物を海側から撮影できるコースを設定し、写真の中心に対象施設が撮影されるようにする。

斜め撮影の同一コース内の隣接空中写真間は 80%以上、コース間隔は 60%以上とする。高度は垂直写真と斜め写真の地上画素寸法が概ね同等となるようにカメラの角度および高度を計算して設定する。なお、撮影においては単コース撮影では誤差が大きく出る傾向があることと、消波ブロックで 3次元の再現性が劣ることから、複数コースによる撮影を標準とする。

また、図- 2.2 に示すように、少なくとも 1 枚以上の空中写真が対象範囲の外側で撮影されるように計画する。地上画素寸法については、3次元データの利用目的や要求精度を考慮し、他の基準類などを参照し決定することができる。なお、海面は 3次元データ作成の際に障害となるため、図- 2.3 に示すように 1 枚の写真に写る水域部の割合は、極力少なくする。

UAV 撮影時の写真データの記録方式については、RAW 撮影を推奨とするが、JPEG 形式で記録しても良い。

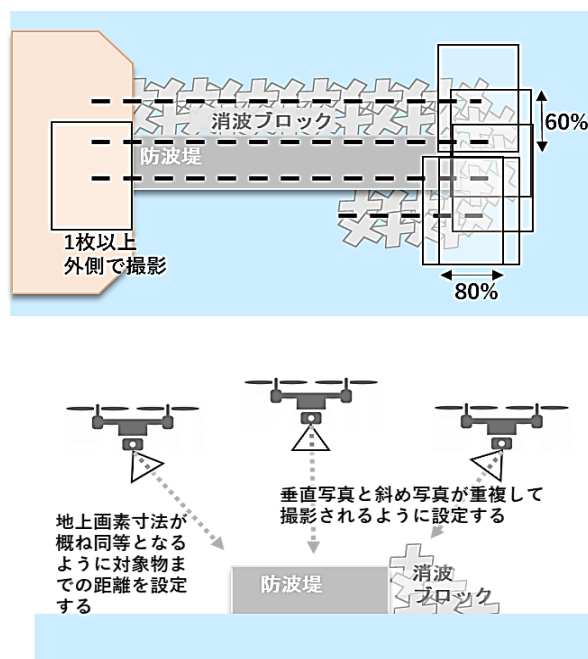


図- 2.2 空中写真の撮影計画イメージ



※左の写真の方が1枚の写真に水部が少なく、望ましい

図- 2.3 空中写真の撮影例（水域部の割合）

ii) 標定点・検証点の設置

国土交通省国土地理院の「作業規程の準則」では、「標定点は、計測対象範囲を囲むように配置する点（外側標定点）および計測対象範囲内に配置する点（内側標定点）で構成する。」とされているが、作業の効率性・安全性の向上の観点から、消波ブロック据付（水上部）においては、「標定点は、100m 以内毎に防波堤幅の両端 2 列に外側標定点とその内側に 1 点の内側標定点を配置することを標準とする。また、検証点は 200m 間隔以内で最低 2 点以上設けることを標準とする。なお、検証点は標定点とは別に設置する必要がある。これらの標定点および検証点消波ブロック上には配置しないことも可とする。」

UAV 写真測量の計測手法のうち、RTK 方式、ネットワーク型 RTK 方式、PPK 方式、自動追尾型トータルステーション方式を活用し、撮影時のカメラの位置情報を取得することが可能な場合は、標定点の配置は任意とすることができる。なお、検証点については、200m 間隔以内に最低 2 点以上設けて精度を評価するものとする。

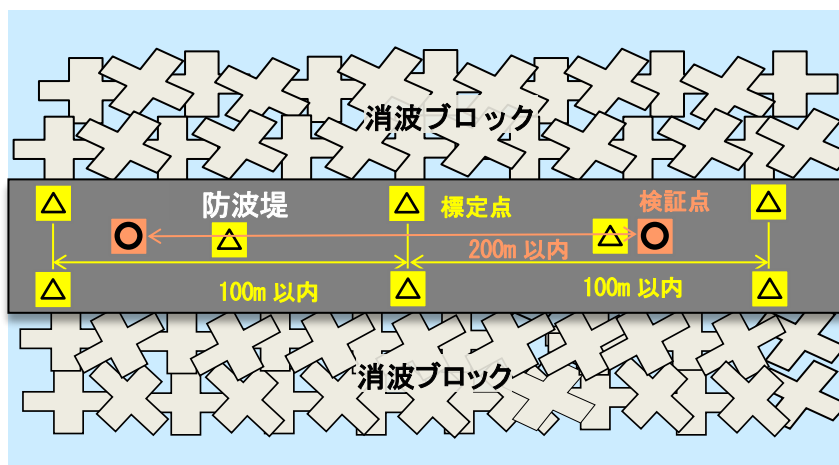


図- 2.4 UAV 写真測量 標定点と検証点の設置イメージ

② UAV レーザー計測

UAV レーザー計測は、近赤外レーザーとグリーンレーザーと 2 種類に大別でき、いずれも UAV 写真測量とほぼ同等の精度で、水上部の構造物の計測が可能である。

近赤外レーザーの計測点密度や設置する調整点数などの決定については、使用する機器のスペックや、他の基準類を参照し決定すること。なお、検証点については、200m 間隔以内に最低 2 点以上設けることを標準とする。調整点を使用する場合や検証点の設置個所は防波堤天端上とし、消波ブロック上の設置は省略可とする。

水際部の計測においては、水上部および水際部の 3 次元点群データを同時に計測する UAV 搭載型グリーンレーザー計測器を用いることを推奨する。なお、グリーンレーザー計測では水質（濁り）や気象条件（波浪、砕波など）による影響を受けることから、事前に確認したうえで、計測作業を行うこと。また、グリーンレーザー計測器は水上部と水際部を同時に計測することができることから、計測点密度や調整点および検証点の配置については、水上部の内容に従って実施すること。

(3) その他

i) 水際部（水上部と水中部の境目）での計測方法

水中部のマルチビーム測深は満潮時に実施し、水上部の UAV を用いた計測は干潮時に実施する等、潮位差を利用して、可能な限り水際部の計測範囲を重複させ、シームレスに取得データを結合できるようにする。

また、マルチビーム測深と UAV を用いた計測で得られる 3 次元点群データ密度に差があることから、マルチビーム測深においては、測深時の船速を極力低速にして進行方向のデータギャップを小さくさせることや、構造物へビームを集約して高密度なデータを取得するよう、留意する必要がある。

第 3 章 3次元設計データの作成

ブロック据付工における3次元設計データは、「3次元データを用いた出来形管理要領（ブロック据付工編） 第3章 出来形管理 3.1 3次元設計データの作成」に準じて作成するものとする。

なお、3次元設計データの詳細なチェックについては、参考資料－4の「3次元設計データチェックシート」に示す項目に従って実施するものとする。

第 4 章 3 次元完成形状モデルの作成

4.1 目的

取得された 3 次元点群データから、3 次元 CAD 等のソフトウェアを使用したブロック据付工事における据付形状の把握において必要な 3 次元完成形状モデルを作成することを目的とする。

4.2 適用範囲

ブロック据付工事において、完成後の維持管理に必要な 3 次元完成形状モデルを作成する際に適用する。(対象工事において、完成形状となる場合のみに適用)

4.3 3 次元完成形状モデルの構造

3 次元完成形状モデルの構成要素は、3 次元完成形状モデルおよび俯瞰図等で構成され、工事の完成段階において作成する。

(1) 3 次元完成形状モデル

工事完成時に工事範囲およびその周辺区域においては、本マニュアル「第 2 章」の規定に従った ICT 機器を用いた測量を実施し、3 次元完成形状モデルを構築する。

(2) 俯瞰図

設計データの 3 次元表示として、完成時の俯瞰図を 3 次元完成形状モデルから作成する。

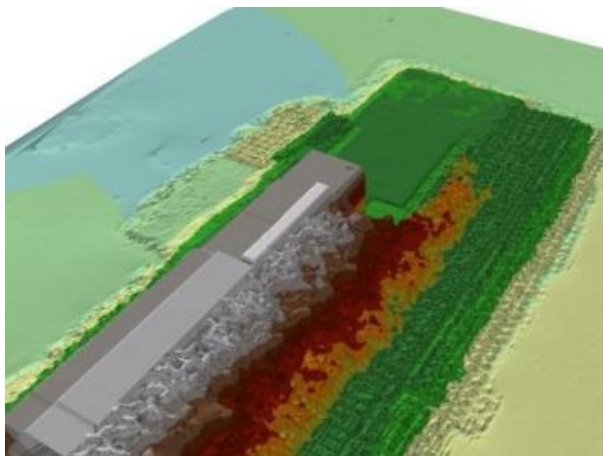


図- 4.1 俯瞰図のイメージ

4.4 電子成果品の作成規定

本マニュアルにもとづいて作成する 3 次元完成形状モデルに係る電子成果品は、以下のとおりとする。

- ・ 完成形状確認資料（俯瞰図(PDF)、ビューワー付き 3 次元データ※）
- ・ ICT 機器による完成形状測量の計測点群データ
(CSV、J-LandXML 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、ICT 機器を用いた完成形状確認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】

本マニュアル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。本マニュアル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

本マニュアル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。

なお、表- 4.1 に示す機器以外を使用する場合には、使用した機器により、「3 次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）」に示される「電子成果品の作成規定」の内容を準用してファイル名等を命名するものとし、同要領（案）にも記載されていない機器を使用する場合には、監督職員と協議し、承諾を得るものとする。

(2) 格納する点群データ

格納する 3 次元点群データの並び順は、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。

表- 4.1 ファイルの命名規則

(マルチビームによる深淺測量)

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	WS	001	-	・ 完成形状確認資料 (俯瞰図(PDF)、ビューワー付き3次元データ)	MBOWS001. 拡張子
MB	0	WD	001	-	・ マルチビームを用いた深淺測量による完成形状測量の計測点群データ (CSV、J-LandXML 等のポイントファイル)	MBOWD001. 拡張子

(UAV 写真測量) ※

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内 容	記 入 例
UAV	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)	UAVODR001Z. 拡張子
UAV	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)	UAVOCH001. 拡張子
UAV	0	GR	001	-	・ UAV を用いた出来形計測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)	UAVOGR001. 拡張子
UAV	0	AS	001	-	・ UAV を用いた出来形計測による出来形評価用データ (J-LandXML 等のオリジナルデータ：TIN ファイル)	UAVOAS001. 拡張子

(UAV レーザー計測) ※

計測機器	整理番号	図面種類	番号	改訂履歴	内 容	記 入 例
ULS	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)	ULSODR001Z. 拡張子
ULS	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)	ULSOCH001. 拡張子
ULS	0	GR	001	-	・ UAV を用いた出来形計測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)	ULSOGR001. 拡張子
ULS	0	AS	001	-	・ UAV を用いた出来形計測による出来形評価用データ (J-LandXML 等のオリジナルデータ：TIN ファイル)	ULSOAS001. 拡張子

※ 消波ブロック据付(水上部)の3次元完成形状モデルについては、UAV 写真測量または UAV レーザー計測による出来形計測結果を使用する。
 なお、UAV 写真測量または UAV レーザー計測による出来形計測については、「3次元データを用いた出来形管理要領(ブロック据付工編)」を参照する。

第 5 章 維持管理（一般定期点検診断）への活用

5.1 適用範囲

ICT 機器を用いた測量により得られたデータを活用して消波工の維持管理（一般定期点検診断）を行う場合に適用する。

なお、ここでの ICT 機器を用いた測量とは、UAV 写真測量および UAV レーザー計測のことをいう。

また、点検位置は、原則として水上部を対象とする。

「港湾の施設の点検診断ガイドライン」では、点検診断においては、効率性、客観性を重視し、新技術の活用を積極的に検討することが望ましいとされている。

これをふまえ、ここでは、ICT 機器を用いた測量（UAV 写真測量および UAV レーザー計測）により消波工の一般定期点検診断を行う場合の方法を記載している。

なお、点検位置については、UAV を用いた計測となることから、原則として水上部を対象とする。UAV レーザー計測のうち、グリーンレーザーを用いる計測の場合には、水中部の消波工も計測できる可能性があるが、消波工の点検診断に係る水中部の計測精度についての知見が十分ではないことから、原則として水中部は対象としないこととする。

5.2 劣化度判定

UAV を用いた計測により得られたデータを用いて消波工の維持管理に係る点検（一般定期点検診断）を行う場合の劣化度判定の内容および方法を以下に示す。

(1) 劣化度判定の内容

当該データにより劣化度判定を行う点検診断項目は、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」に示される消波工の移動、散乱、沈下とする。

(2) 劣化度判定の方法

劣化度の判定は、点検単位長毎に現況の消波工の3次元モデル（TIN）と3次元設計データにより算出した換算沈下量を算出して行う。

(1) 劣化度判定の内容

ICT 機器を用いた測量の方法により得られたデータを用いて消波工の維持管理に係る点検（一般定期点検診断）を行う場合の点検診断の項目および劣化度の判定基準は、「港湾の施設の点検診断ガイドライン」に示される消波工の移動、散乱、沈下に関する事項を準用する（表－5.1 参照）。

表－5.1 消波工の点検診断の項目および劣化度の判定基準

対象施設	点検診断項目の分類	点検診断の項目	点検方法	劣化度の判定基準
ケーソン式防波堤	Ⅱ類	消波工	移動、散乱、沈下	a ☐ 点検単位長に亘り、消波工断面がブロック1層分以上、減少している。
				b ☐ 点検単位長に亘り、消波工断面が減少している。（ブロック1層未満）
				c ☐ 消波ブロックの一部が移動（散乱・沈下）している。
				d ☐ 変状なし。
		損傷、欠損	目視 ・消波ブロックの損傷、亀裂 ・欠損ブロックの個数	a ☐ 欠損しているブロックが1/4以上ある。
				b ☐ aとcの中間的な変状がある。
				c ☐ 欠損や部分的な変状があるブロックが複数個ある。
				d ☐ 変状なし。

「港湾の施設の点検診断ガイドライン」より引用

(2) 劣化度判定の方法

劣化度の判定は、点検単位長毎に現況の消波工の3次元モデル（TIN）と3次元設計データにより、プリズモイダル法を用いて3次元設計データに対する現況の消波ブロックの体積を算出し、そこから求めた換算沈下量により劣化度判定を行う。

沈下量の算出方法（イメージ）は、図－5.1に示すとおりである。

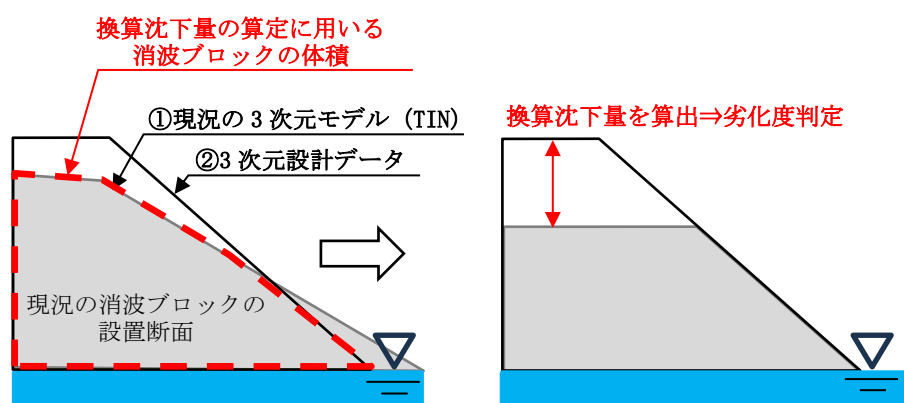


図- 5.1 沈下量の算出方法（イメージ）

ICT 機器を用いた測量の方法により得られたデータによる劣化度判定は、表- 5.2 に示す判定基準によるものとする。

なお、表中の消波ブロックの「1 層分」とは、ブロックメーカーのカタログ等に表示される 2 層厚の 1/2 とする。

表- 5.2 換算沈下量による劣化度の判定基準

劣化度	換算沈下量による劣化度の判定基準	劣化度の判定基準（点検診断がトライン）
a	換算沈下量が、消波ブロック 1 層分（2 層厚の 1/2）以上	点検単位長にわたり、消波工断面がブロック 1 層分以上、減少している。
b	換算沈下量が 0.5m 以上、消波ブロック 1 層分未満	点検単位長にわたり、消波工断面が減少している（ブロック 1 層未満）
c	換算沈下量が 0m 以上 0.5m 未満	消波ブロックの一部が移動（散乱・沈下）している
d	換算沈下量が 0m 未満	変状なし

第 6 章 災害対応への活用

6.1 適用範囲

ICT 機器を用いた測量により得られたデータを活用して消波工の災害時において、被災状況を確認する場合に適用する。

なお、ここでいう ICT 機器を用いた測量とは、UAV 写真測量および UAV レーザー計測のことをいう。

また、被災状況の確認位置は、原則として水上部を対象とする。

ICT 機器を用いた測量（UAV 写真測量および UAV レーザー計測）により消波工の被災状況の確認を行う場合には、事前に監督職員と協議を行うこと。

被災状況の確認位置については、UAV を用いた計測となることから、原則として水上部を対象とする。

UAV レーザー計測のうち、グリーンレーザーを用いる計測の場合には、水中部の消波工も計測できる可能性があるため、取得データの精度に留意した上で水中部のデータを活用することができる。

なお、水中部の消波工についてマルチビームの計測データがあり、水上部の UAV を用いた計測により得られたデータとあわせて被災状況の確認に使用する場合には、事前に水中部を含めた被災状況の確認の方法等について監督職員と対応を協議する。

6.2 消波ブロック（水上部）の被災状況の確認方法

UAV を用いた計測により得られたデータによる消波工の被災状況の確認は、3 次元モデル（TIN や点群）等を利用して行う。

被災後において、消波ブロックの被災後の 3 次元モデル（TIN や点群）と被災前 3 次元モデル（TIN や点群）や 3 次元設計データを用いることにより、被災の状況を視覚的に確認することができる。

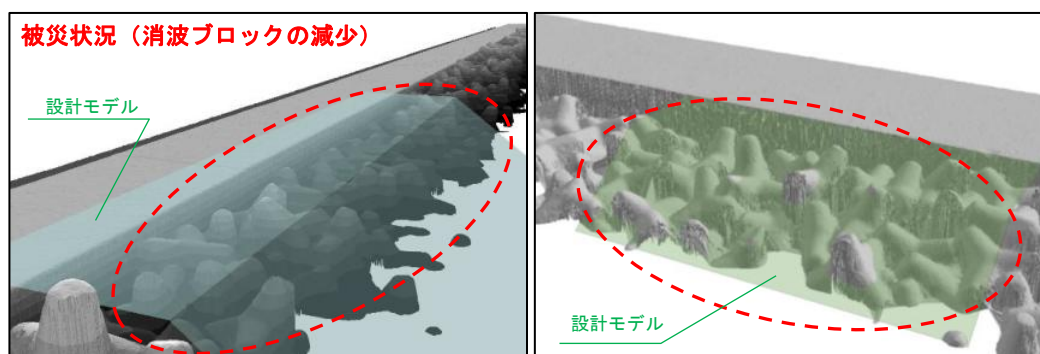


図- 6.1 3次元データを用いた被災状況図（イメージ）

6.3 留意事項

プレート境界で発生する大規模地震時には、地殻変動により広域的に基準点が動くことが考えられる。基準点が動いた場合には補正が必要となるため、マルチビームで取得した座標が衛星から直接測位した絶対座標か、既存の基準点から計測した相対座標かを記録し、相対座標の場合は参照基準局の座標を再測量や補正パラメータによって補正する必要がある。

【参考】

地震や火山活動に伴う座標・標高補正（非定常）

<https://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun40037.html>

参 考 資 料

参考資料－１ 測深精度管理チェックシート

参考資料－２ カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書

参考資料－３ 精度確認試験結果報告書

参考資料－４ ３次元設計データチェックシート

参考資料－１ 測深精度管理チェックシート

(様式－１)

表－ 6.1 測深精度管理チェックシート（案）の様式と記載例

【測深測量精度管理チェックシート(案)】 マルチビームを用いた測深測量マニュアル(建設工種)

工事名:

品質証明者:

印

(期間: 年 月 日 ~ 年 月 日)

【竣工】 マルチビームを用いた測深測量が適切に行われ、測深結果が必要精度を満たしていることを確認する。

確認項目	確認資料	確認内容	確認結果		備考
			確認日	確認者	
1. 使用するGNSSの測位精度	GNSS精度確認結果	実際に使用した機器である	/		
		観測基準点の既知座標値と観測平均座標値の差が示されている	/		
		最終成果を作成するに当たり十分な精度を有している	/		
		必要な時間、データ数が観測されている	/		
		記入に漏れがない	/		
2. 測深機器の取付状況	マルチビームシステム点検簿	マルチビーム測深機および周辺機器が適切に構築されている	/		
		各計測機器の位置関係が適切に計測・記録されている	/		
		パッチテスト結果が正しく記録されている	/		
		必要水深までの計測が出来ている	/		
3. 水中音速度の計測結果	水中音速度測定簿	グラフがなめらかで異常値が含まれていない	/		
		適切な間隔で記録が計測されている	/		
		作業開始時刻から終了時刻までの記録が記入されている	/		
4. 潮位記録	潮位記録	港海管理者が定める港海管理用基準面からの潮位である	/		
		潮位変動がなめらかで有り、極端な変動(スライク的なエラー)や副運動が無い	/		
		適切な間隔で検測が行われている	/		
5. 測深精度	検測(測深精度)管理表	検測との差が船上保安庁告示102号に定められた公差以内である	/		

表- 6.2 測深精度管理チェックシート（案）に添付する資料（1/8）

「1. GNSS 精度確認結果」①

1. GNSS精度確認結果

作業実施日 : 年 月 日

作業実施者 :

使用機器名称 :

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。

	世界測地 X	世界測地 Y
既知点座標		
平均値座標		
(観測平均)-(既知)		

観測点分布図

• 観測差データ ● 観測差平均 ● 観測点

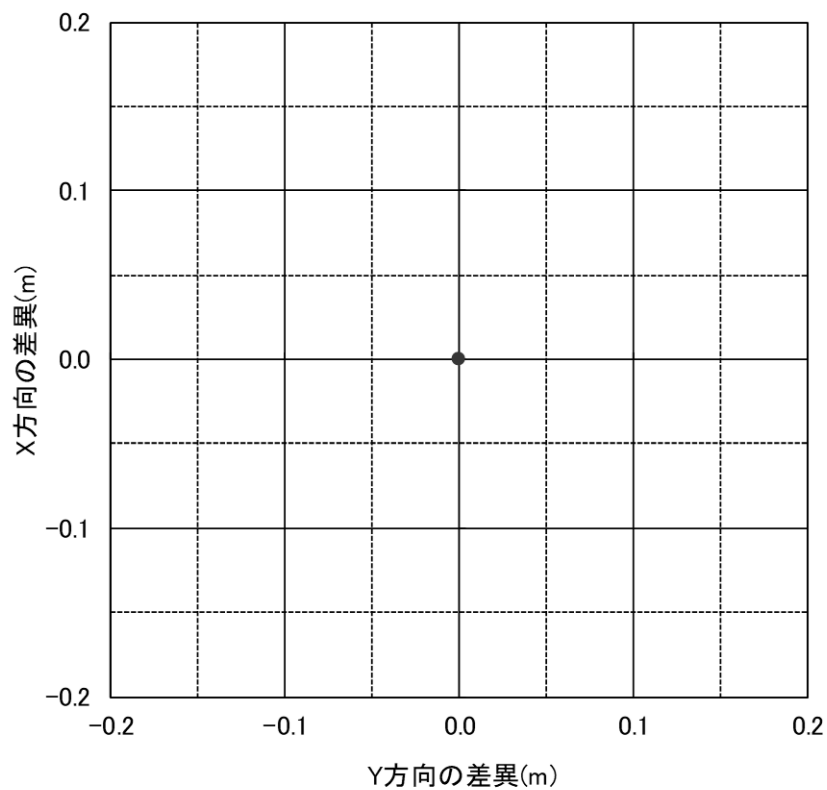


表- 6.2 測深精度管理チェックシート（案）に添付する資料（2/8）
「1. GNSS 精度確認結果」②

取得データ一覧

[illegible]

表- 6.2 測深精度管理チェックシート（案）に添付する資料（3/8）

「2. マルチビーム測深システム点検簿」

2. マルチビーム測深システム点検簿

工 事 名 : _____
 実施年月日 : _____

インストレーションの測定

各機器の艀装状況 (installation offsets)

単位:m	前方(X)	右舷(Y)	下方(Z)
水中ヘッド			
動揺計測装置			
RTK-GNSS			

※右舷がX軸、前方がY軸のプラス方向

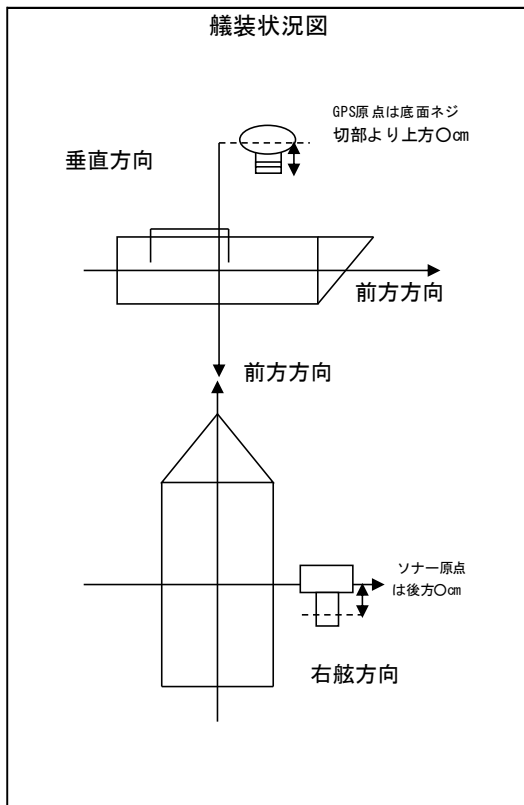
慣性ジャイロ Instlation1

単位:m	前方(X)	右舷(Y)	下方(Z)
動揺計測装置⇒基準アンテナ			

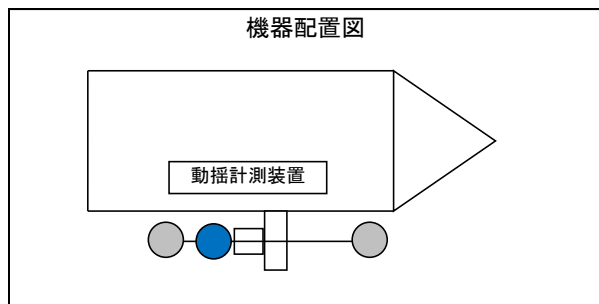
※慣性ジャイロは前方がX軸、右舷がY軸のプラス方向

慣性ジャイロ Instlation2

単位:m	前方または右舷
基準アンテナ⇒第2アンテナ	



機器配置図



<メモ>

表- 6.2 測深精度管理チェックシート（案）に添付する資料（4/8）
「3. 音速度測定簿」

3. 音速度測定簿

日 付： 年 月 日

記帳者：〇〇 〇〇

[illegible]

表- 6.2 測深精度管理チェックシート（案）に添付する資料（5/8）

「4. 検潮記録簿」

4. 検潮記録簿										
年 月 日		時刻	潮高(m)		時刻	潮高(m)		時刻	潮高(m)	
潮位基準面			観測値	校正値		観測値	校正値		観測値	校正値
T.P.=±0.00 (m)		5:00	0.53	0.52	10:00	-0.71	-0.71	15:00		
		5:10	0.50	0.49	10:10	-0.72	-0.72	15:10		
		5:20	0.46	0.45	10:20	-0.73	-0.72	15:20		
時刻	潮高(m)	5:30	0.42	0.41	10:30	-0.73	-0.72	15:30		
0:00		5:40	0.37	0.37	10:40	-0.71	-0.71	15:40		
1:00		5:50	0.31	0.32	10:50	-0.71	-0.70	15:50		
2:00		6:00	0.27	0.28	11:00	-0.70	-0.69	16:00		
3:00		6:10	0.22	0.23	11:10	-0.67	-0.67	16:10		
4:00		6:20	0.18	0.18	11:20	-0.65	-0.65	16:20		
5:00		6:30	0.13	0.13	11:30	-0.63	-0.63	16:30		
6:00		6:40	0.06	0.07	11:40	-0.60	-0.60	16:40		
7:00		6:50	0.02	0.02	11:50	-0.56	-0.56	16:50		
8:00		7:00	-0.04	-0.03	12:00	-0.53	-0.53	17:00		
9:00		7:10	-0.09	-0.09	12:10	-0.49	-0.49	17:10		
10:00		7:20	-0.14	-0.14	12:20	-0.45	-0.45	17:20		
11:00		7:30	-0.21	-0.19	12:30	-0.39	-0.40	17:30		
12:00		7:40	-0.25	-0.24	12:40	-0.34	-0.35	17:40		
13:00		7:50	-0.29	-0.29	12:50	-0.29	-0.30	17:50		
14:00		8:00	-0.34	-0.34	13:00	-0.24	-0.25	18:00		
15:00		8:10	-0.38	-0.39	13:10	-0.20	-0.20	18:10		
16:00		8:20	-0.43	-0.43	13:20	-0.15	-0.14	18:20		
17:00		8:30	-0.48	-0.48	13:30	-0.09	-0.09	18:30		
18:00		8:40	-0.51	-0.52	13:40	-0.04	-0.03	18:40		
19:00		8:50	-0.55	-0.55	13:50	0.03	0.03	18:50		
20:00		9:00	-0.58	-0.59	14:00	0.08	0.08	19:00		
21:00		9:10	-0.62	-0.62	14:10	0.13	0.14	19:10		
22:00		9:20	-0.64	-0.64	14:20	0.19	0.20	19:20		
23:00		9:30	-0.67	-0.67	14:30	0.26	0.25	19:30		
計		9:40	-0.69	-0.68	14:40	0.32	0.31	19:40		
平均		9:50	-0.69	-0.70	14:50	0.36	0.36	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
株
式
会
社

表- 6.2 測深精度管理チェックシート（案）に添付する資料（6/8）

「5. マルチビーム測深精度管理表」①

マルチビーム測深精度確認表（照査線）				
実施測線	Co. ○○	点検者: ○○ ○○		
測定誤差の限度：海上保安庁告示第102号のとおり				
始点からの距離	水深		較差	判定
	本測	照査線	本測-照査線	
15	-5.140	-5.240	0.10	OK
20	-6.740	-6.709	-0.03	OK
25	-7.940	-7.876	-0.06	OK
30	-8.740	-8.763	0.02	OK
35	-9.140	-9.138	0.00	OK
40	-9.340	-9.335	-0.01	OK
45	-9.540	-9.514	-0.03	OK
50	-9.640	-9.641	0.00	OK
55	-9.740	-9.773	0.03	OK
60	-9.840	-9.913	0.07	OK
65	-10.140	-10.134	-0.01	OK
70	-10.540	-10.521	-0.02	OK
75	-11.040	-11.067	0.03	OK
80	-11.840	-11.806	-0.03	OK
85	-12.740	-12.710	-0.03	OK
90	-13.740	-13.747	0.01	OK
95	-14.640	-14.633	-0.01	OK
100	-14.940	-14.997	0.06	OK
105	-15.140	-15.215	0.08	OK
110	-15.140	-15.262	0.12	OK
115	-15.240	-15.367	0.13	OK
120	-15.340	-15.405	0.06	OK
125	-15.440	-15.489	0.05	OK
130	-15.540	-15.595	0.06	OK
135	-15.640	-15.667	0.03	OK
140	-15.640	-15.666	0.03	OK
145	-15.640	-15.709	0.07	OK
150	-15.640	-15.770	0.13	OK
155	-15.740	-15.795	0.06	OK
160	-15.740	-15.809	0.07	OK
165	-15.740	-15.861	0.12	OK
170	-15.840	-15.905	0.06	OK
175	-15.840	-15.890	0.05	OK
180	-15.840	-15.919	0.08	OK
185	-15.840	-15.950	0.11	OK
190	-16.040	-16.052	0.01	OK
195	-16.040	-16.080	0.04	OK
200	-16.140	-16.162	0.02	OK
205	-16.140	-16.185	0.05	OK
210	-16.140	-16.192	0.05	OK
215	-16.140	-16.209	0.07	OK
220	-16.240	-16.260	0.02	OK
225	-16.240	-16.256	0.02	OK
230	-16.240	-16.262	0.02	OK
235	-16.240	-16.335	0.09	OK
240	-16.340	-16.419	0.08	OK
245	-16.540	-16.524	-0.02	OK
250	-16.540	-16.580	0.04	OK
255	-16.540	-16.580	0.04	OK
260	-16.640	-16.684	0.04	OK
265	-16.640	-16.710	0.07	OK

表- 6.2 測深精度管理チェックシート（案）に添付する資料（7/8）

「5. マルチビーム測深精度管理表」②

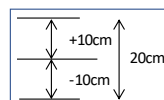
マルチビーム測深機精度管理表（井桁計測）

実施日： ○○○○年○○月○○日
格子間隔： 0.5m

実施測線： 測線1 測線2
測線3 測線4

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
0	0.05	0.16	0.09	0.04	0.13	0.14	0.14	0.16	0.05	0.02	0.16	0.03	0.10	0.11	0.11	0.05	0.23	0.11	0.11	0.16	0.09
1	0.10	0.11	0.13	0.04	0.10	0.06	0.14	0.14	0.09	0.14	0.11	0.09	0.12	0.18	0.14	0.16	0.17	0.12	0.17	0.05	0.11
2	0.14	0.16	0.04	0.16	0.03	0.08	0.04	0.14	0.11	0.13	0.11	0.08	0.25	0.11	0.04	0.14	0.05	0.04	0.11	0.09	0.09
3	0.11	0.11	0.15	0.12	0.17	0.13	0.15	0.14	0.12	0.11	0.06	0.17	0.04	0.15	0.17	0.15	0.04	0.10	0.17	0.17	0.14
4	0.04	0.13	0.08	0.12	0.08	0.14	0.17	0.17	0.14	0.14	0.11	0.12	0.14	0.07	0.14	0.17	0.05	0.01	0.07	0.11	0.15
5	0.13	0.13	0.00	0.12	0.08	0.15	0.16	0.14	0.12	0.13	0.10	0.05	0.18	0.09	0.05	0.05	0.05	0.11	0.05	0.03	0.08
6	0.06	0.09	0.08	0.14	0.10	0.14	0.06	0.11	0.10	0.11	0.06	0.23	0.10	0.07	0.04	0.08	0.17	0.12	0.15	0.12	0.03
7	0.07	0.14	0.12	0.06	0.15	0.07	0.17	0.12	0.09	0.14	0.07	0.07	0.08	0.05	0.03	0.06	0.16	0.13	0.07	0.12	0.09
8	0.05	0.14	0.09	0.13	0.06	0.04	0.17	0.14	0.10	0.29	0.06	0.13	0.10	0.17	0.12	0.10	0.17	0.16	0.11	0.10	0.12
9	0.09	0.04	0.10	0.03	0.05	0.11	0.13	0.15	0.12	0.14	0.11	0.16	0.06	0.13	0.08	0.11	0.09	0.12	0.08	0.13	0.11
10	0.24	0.14	0.13	0.13	0.16	0.06	0.13	0.14	0.15	0.09	0.12	0.15	0.14	0.09	0.14	0.11	0.14	0.06	0.18	0.10	0.21
11	0.14	0.13	0.13	0.09	0.16	0.17	0.18	0.13	0.15	0.09	0.14	0.07	0.14	0.11	0.12	0.10	0.05	0.07	0.13	0.05	0.10
12	0.12	0.09	0.12	0.17	0.14	0.15	0.12	0.15	0.15	0.10	0.07	0.08	0.11	0.16	0.15	0.08	0.18	0.08	0.15	0.12	0.14
13	0.18	0.17	0.15	0.08	0.18	0.12	0.17	0.12	0.09	0.13	0.18	0.11	0.07	0.12	0.05	0.14	0.05	0.14	0.14	0.14	0.09
14	0.07	0.07	0.14	0.13	0.12	0.16	0.15	0.10	0.06	0.09	0.09	0.16	0.10	0.17	0.14	0.07	0.05	0.17	0.14	0.15	0.12
15	0.11	0.14	0.11	0.12	0.17	0.13	0.11	0.12	0.13	0.07	0.10	0.13	0.14	0.07	0.12	0.14	0.12	0.14	0.10	0.11	0.09
16	0.14	0.11	0.10	0.08	0.14	0.11	0.04	0.16	0.18	0.07	0.11	0.14	0.07	0.12	0.18	0.11	0.09	0.12	0.18	0.13	0.17
17	0.11	0.05	0.18	0.07	0.17	0.11	0.14	0.06	0.13	0.17	0.12	0.06	0.07	0.14	0.15	0.18	0.14	0.18	0.07	0.14	0.15
18	0.14	0.11	0.16	0.04	0.27	0.14	0.15	0.08	0.12	0.12	0.08	0.11	0.12	0.04	0.11	0.13	0.09	0.15	0.14	0.29	0.19
19	0.14	0.12	0.09	0.16	0.06	0.15	0.05	0.13	0.14	0.09	0.03	0.16	0.13	0.11	0.14	0.05	0.08	0.15	0.07	0.08	0.11
20	0.16	0.11	0.17	0.16	0.17	0.10	0.06	0.12	0.15	0.08	0.12	0.07	0.21	0.22	0.22	0.06	0.11	0.05	0.13	0.06	0.12

評価基準 ±10 cm 達成率90%以上



 = 基準を満たす
 = 基準を満たさない

格子数 21×21=441

達成率 430/441=97.5%

(合格)

表- 6.2 測深精度管理チェックシート（案）に添付する資料（8/8）

「5. マルチビーム測深精度管理表」③

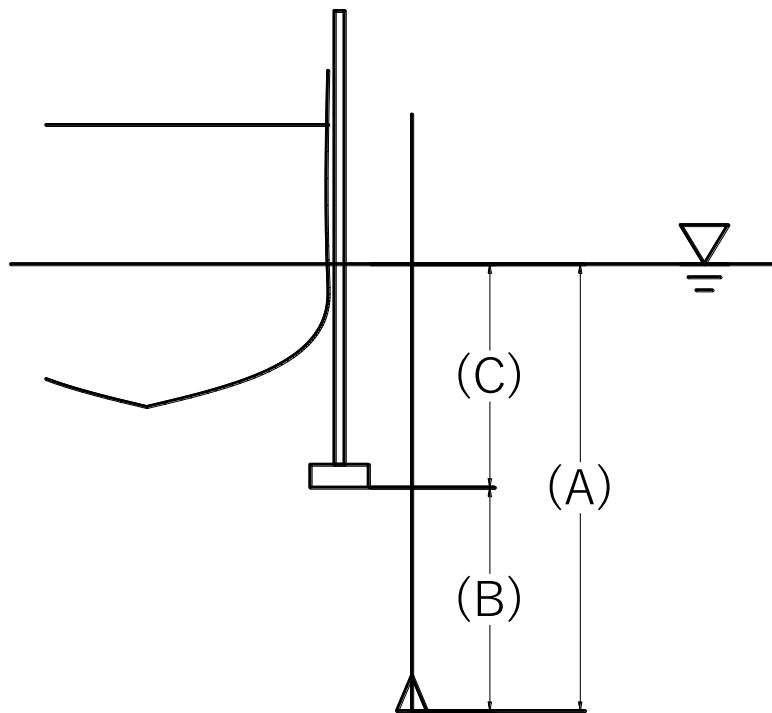
バーチェックによる喫水測定表

実施日：〇〇〇〇年 〇〇月 〇〇日

実施者：〇〇 〇〇

- ・（A）バーチェック板（反射物）を垂下させ、水面を基準としたときの長さを読み取る。
- ・（b）同時にマルチビーム測深機のスワス断面状に表示されている、バーチェック板のソナーヘッドからの長さを読み取る。
- ・（B）同じ計測を3回行い、平均値を算出する
- ・垂下長（A）から平均値（B）を引いた値を喫水値（C）とする。

	（A） 垂下長	（b） 計測値	喫水値（C）＝垂下長（A）－計測値平均（B） $(C) = (A) - (B)$ $= 2.00 - 0.85$ $= 1.15 \text{ (m)}$
1 回目	2.00 m	0.86 m	
2 回目		0.85 m	
3 回目		0.84 m	
平均（B）		0.85 m	喫水（C）： 1.15 m



参考資料－２ カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書

(様式－２)

日 付： 年 月 日

工 事 名： _____

受注機関： _____

作 成 者： _____

カメラキャリブレーション及び精度確認試験結果報告書

(１) カメラキャリブレーションの実施記録

カメラキャリブレーション実施年月	年 月 日
作業機関名	
実施担当者	
使用するデジタルカメラ	メーカー：(製造メーカー名) 測定装置名称：(製品名、機種名) 測定装置の製造番号：(製造番号)

(２) 精度確認試験結果(概要)

精度確認試験実施年月	年 月 日
作業機関名	
実施担当者	
測定条件	天候 晴れ 気温 8℃
測定場所	(株) UAV測量 〇〇工事現場
検証機器(検証点を計測する測定機器)	T S：3級T S以上 □機種名(級別〇級)
精度確認方法	検証点の各座標の較差

(３) カメラの位置計測に用いた機器

カメラの位置計測に用いた機器がある場合は以下を記入すること

メーカー	(製造メーカー名)
名称	(製品名、機種名)
製造番号	(製造番号)
写真	(写真)

(4) 精度確認試験結果 (詳細)

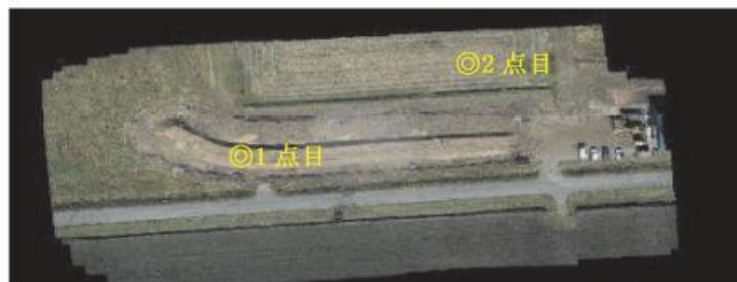
① 真値とする検証点の確認



計測方法：既知点 or TSによる座標値計測

真値とする検証点の位置座標			
	X	Y	Z
1 点目	44044.720	-11987.655	17.890
2 点目	44060.797	-11993.390	17.530

② 空中写真測量 (UAV) による計測結果



空中写真測量 (UAV) で測定した検証点の位置座標			
	X'	Y'	Z'
1 点目	44044.700	-11987.644	17.870
2 点目	44060.778	-11993.385	17.521

③ 差の確認 (測定精度)

空中写真測量による計測結果 (X' , Y' , Z') — 真値とする検証点の座標値 (X, Y, Z)

検証点の座標間較差			
	ΔX	ΔY	ΔZ
1 点目	-0.020	-0.011	-0.020
2 点目	-0.019	-0.005	-0.009

X成分 (最大) = -0.020m (-20mm) 以内 ; 合格 (基準値 50mm 以内)

Y成分 (最大) = -0.011m (-11mm) 以内 ; 合格 (基準値 50mm 以内)

Z成分 (最大) = -0.020m (-20mm) 以内 ; 合格 (基準値 50mm 以内)

参考資料－３ 精度確認試験結果報告書

(様式－３)

日 付： 年 月 日
工 事 名： _____
受注機関： _____
作 成 者： _____

精度確認試験結果報告書

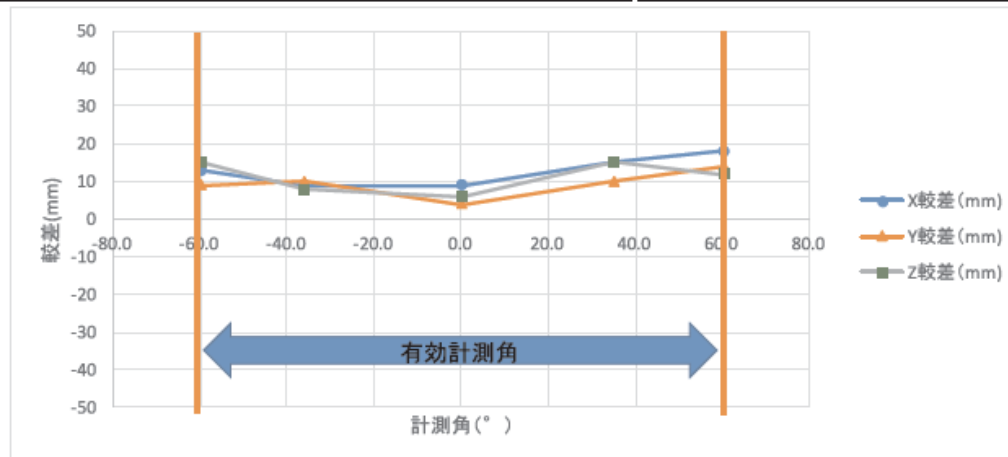
精度確認の対象機器 メーカー： 株ABC社 測定装置名称： TOKI 測定装置の製造番号： NNK0001	写真 
検証機器（検証点を計測する測定機器） 2級トータルステーション GPT〇〇〇〇	写真
測定記録 測定期日： 令和2年2月18日 測定条件： 天候 晴れ 気温 8℃ 測定場所： (株)UAVレーザー測量 社内 資材ヤードにて	写真 
精度確認方法 ■標高検証点との標高較差 標高検証点  ■水平位置検証点との座標較差 水平位置検証点 	

・精度確認試験結果（詳細）

① 検証点の計測結果

飛行対地高度：30m

水平位置検証点								標高検証点							
点名	計測角 (°)	往路		復路		往路と復路の較差		点名	計測角 (°)	往路		復路		往路と復路の較差	
		① X座標(m)	② Y座標(m)	③ X座標(m)	④ Y座標(m)	①-③ X較差(mm)	②-④ Y較差(mm)			⑤ Z座標(m)	⑥ Z座標(m)	⑤-⑥ Z較差(mm)			
KH01	60.0	48439,327	-39217,745	48439,309	-39217,759	18	14	KV01	60.0	18,424		18,412		12	
KH02	35.0	48440,284	-39247,068	48440,269	-39247,078	15	10	KV02	35.0	18,454		18,439		15	
KH03	0.0	48441,010	-39269,496	48441,001	-39269,500	9	4	KV03	0.0	18,446		18,440		6	
KH04	-36.0	48441,754	-39292,109	48441,745	-39292,119	9	10	KV04	-36.0	18,427		18,419		8	
KH05	-60.0	48442,892	-39326,975	48442,879	-39326,984	13	9	KV05	-60.0	18,561		18,546		15	



② 較差の確認（測定精度）

UAVレーザの計測結果による計測点座標 — 調整用基準点座標

飛行対地高度 30m

有効計測角 60度 以内 ; 合格（基準値±50mm 以内）

参考資料－４ ３次元設計データチェックシート

(様式－４)

日 付： 年 月 日
 工 事 名： _____
 受注機関： _____
 作 成 者： _____

３次元設計データチェックシート（案）

項 目	対 象	内 容	点 検 結 果
1) 平面線形	全延長	①起点・終点の座標は正しいか	
		②変化点の座標は正しいか	
		③その他、構造物等の座標は正しいか	
2) 縦断線形	全延長	①起点・終点の高さは正しいか	
		②変化点の高さは正しいか	
		③その他、構造物等の高さは正しいか	
3) 横断形状	全延長	①起点・終点の位置は正しいか	
		②作成した横断形状は正確に反映されているか	
		③天端幅、高さ、勾配は正しいか	
4) ３次元 設計データ	３次元	①入力した 1)～3)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○または×を記すこと。

※2 上記を確認した際に用いた下記資料もあわせて提出すること。

- ・数量算出断面資料
- ・平面図
- ・縦断図
- ・横断図

※上記以外に分かりやすい資料がある場合は、これに替えることができる。