

別紙 3 計測性能および精度管理

別紙 3 計測性能および精度管理

目次

第 1 章 浚渫工	1
1.1 面管理	1
1.1.1 計測性能および精度管理	1
第 2 章 基礎工	4
2.1 面管理	4
2.1.1 計測性能および精度管理	4
2.2 施工履歴データを用いた管理	5
2.2.1 計測性能および精度管理	5
第 3 章 ブロック据付工	6
3.1 面管理	6
3.1.1 計測性能および精度管理	6
3.2 ブロック据付の完成形状の把握	8
3.2.1 計測性能・精度管理	8
第 4 章 海上地盤改良工（床掘工・置換工）	9
4.1 面管理	9
4.1.1 計測性能および精度管理	9
4.2 施工履歴データを用いた管理	10
4.2.1 計測性能および精度管理	10
第 5 章 本体工（ケーソン据付工）	11
5.1 施工管理システムを用いた管理	11
5.1.1 計測性能および精度管理	11

第1章 浚渫工

1.1 面管理

1.1.1 計測性能および精度管理

マルチビーム測深に関する以下の計測性能の確認、精度管理を行わなければならない。

(1) GNSS 精度確認

- ・「平成 14 年海上保安庁告示第 102 号」水路測量における測定また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』による。

(2) 測深データの精度確認

- ・検測（水路測量業務準則施行細則）における測深精度の検証）
- ・精度管理

(3) 取得点密度

3 点以上/1.0m 平面格子、達成率 99%以上（CUBE 処理によらない）

5 点以上/1 グリッド、達成率 95%以上（CUBE 処理による）

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。

【解説】

(1) GNSS 精度確認

測深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また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。

なお、浚渫工において CUBE 処理を行う場合は、原則としてネットワーク型 RTK 法または後処理キネマティック法もしくは同等以上の測定精度の手法を用いなければならない。

精度確認の結果は、本要領の「巻末資料」（資料 2）に示す様式「GNSS 精度確認結果」に取りまとめる。

【参考】

本章では使用する GNSS の測位方法について規定していない。しかし、出来形管理基準を満たすためには最終点群データが適切に再現可能な精度が確保できる測位精度を有するシステムを使用する必要がある。使用する GNSS 機器は、使用にあたり発注者の承諾を事前に受けることが一般的である。

(2) 測深データの精度確認

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。

① 検測

i) データの検証方法

収録データの検証は、「水路測量業務準則施行細則」で定められた測深精度の検証方法のとおりとし、測定誤差の限度は、「平成 14 年 海上保安庁告示第 102 号」で定められたとおりとする。照査線の間隔は、測深線間隔の 15 倍を標準とする。ただし、海象条件や特殊な地形などの諸条件により、基準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。

「水路測量業務準則施行細則」における測深精度の検証の方法を示す。

第 8 章 水深測量

第 2 節 測深の方法

3. スワス音響測深機

- (1) スワス音響測深機の精度は、第 1 項第 2 号の基本性能を満たすとともに次の精度を満たすものとする。

ハ ビームフォーミングによる測深精度は砂地の平坦な海底を利用して測量船を停船させ 200 ピング以上を取得し、そのビーム毎の水深の平均から標準偏差を算出し、標準偏差の 2 倍(誤差)の値が告示別表二の事項「水深」の項目「深さの測定の誤差の限度」以内であること。

第 3 節 測深作業

3. スワス音響測深機

- (4) スワス音響測深機による測深作業は、第 1 号および本号の規定によるほか次による。
- イ 現地作業における測深精度を検証するため、起伏のある海域において、左右のビームが 100%重複するように 2 本の平行な測深線（井桁のような測深線）を走行（以下「井桁走行」という）し、1 日 1 回以上データを取得するものとする。ただし送受波機が船底装備となっている場合は、測量作業毎に最低 1 回の実施でよい。

② 精度管理

i) バイアス値の算出

バイアス値は、パッチテストにより求める。パッチテストは複数の測深結果を統計的に処理し、重複する箇所での地形再現性からバイアス値を求めるものである。

なお、浚渫工において CUBE 処理を行う場合には、送受波器の各種バイアス値が 0.01 度位まで求められていなければならない。

パッチテストにより求められたバイアス値は、マルチビーム測深システム点検簿に記入すると共に解析ソフトウェアに入力し適用する。

ii) 測深値の補正用データ

マルチビーム測深機により測深したデータについては、海上測位データとの関係づけ、水中音速度、潮位、動揺データ等で補正を行うため、必要な精度で必要な情報が取得されていなければならない。各測深点データを標準化するデータ解析には、解析ソフトウェアを使用するが、測深データおよび測深時の補正データがソフトウェア上に適切に読み込まれていることを確認する必要がある。

iii) 測深精度管理チェックシートの作成

各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に「測深精度管理チェックシート」を作成する。測深精度管理チェックシートには、GNSS 精度確認結果、マルチビーム測深システム点検簿（オフセット値、パッチテスト結果等を含む）、各種補正記録簿（音速度測定記録、検潮記録）、測深精度管理表（照査線による検測結果）を添付するものとする。

チェックシートについては、本要領の「参考資料」（資料 2）に示す様式「測深精度管理チェックシート」を参照すること。

(3) 取得点密度

取得点密度は、表 1.1-1 のとおりとする。

なお、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。

表 1.1-1 CUBE 水深のグリッドサイズ

工種	管理区分	処理区分	取得点密度
浚渫工	面管理	CUBE 処理によらない	3 点以上/1.0m 平面格子 達成率 99%以上
		CUBE 処理による	5 点以上/1 グリッド ※グリッドサイズは下表参照 達成率 95%以上

※CUBE 水深のグリッドサイズ

水深区分	グリッドサイズ
0～10m	0.25m
10～20m	0.5m
20～30m	1.0m

第2章 基礎工

2.1 面管理

2.1.1 計測性能および精度管理

マルチビーム測深に関する以下の計測性能の確認、精度管理を行わなければならない。

(1) GNSS 精度確認

- ・「平成14年海上保安庁告示第102号」水路測量における測定また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』による。

(2) 測深データの精度確認

(3) 取得点密度

3点以上/1.0m 平面格子、達成率99%以上

【解説】

計測性能および精度管理の詳細は、「第1章 浚渫工」を参照のこと。

ただし、「(2) 測深データの精度確認」については、水路測量に係る事項を除くものとする。

2.2 施工履歴データを用いた管理

2.2.1 計測性能および精度管理

施工履歴データによる出来形計測で利用する重錘式均し機の施工管理システムは、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、本要領にもとづいて出来形管理を行う場合は、利用する施工履歴データの精度について、監督職員に提出する。

以下に、出来形管理で利用する施工履歴データに要求される精度基準を示す。

【施工管理システムの計測精度】鉛直(z)：±20mm 以内

【解説】

(1) 計測性能

計測位置の取得精度は、下記の要因等により変化すると考えられている。

- ・自動追尾式 TS の位置精度
- ・自動追尾式 TS および計測対象物の寸法計測誤差
- ・プリズムの取付け不良およびガタツキ
- ・ソフト処理上の丸め誤差

様々な誤差要因が考えられるため、現場における計測精度確認試験により精度管理を行う必要がある。重錘式均し機の施工管理システムの管理が適正に行われていることを確認するため、着工前に本要領の「参考資料」(資料 4) に示す様式「計測精度確認試験実施手順書および試験結果報告書」に従い、計測精度確認試験(キャリブレーション)を実施し、その結果について、様式「計測精度確認試験結果報告書」を用いて記録する。記録結果は、監督職員の求めに応じ提出できるように保管する。

なお、自動追尾式 TS 本体は国土地理院 3 級以上あるいは、同等以上の計測性能を有することとする。自動追尾式 TS の計測性能は、国土地理院 3 級以上の認定品であることを示すメーカーのカタログあるいは機器仕様書で確認することができる。また、国土地理院において測量機器の検定機関として登録された第三者機関の発行する検定証明書、およびこれに準ずる日本測量機器工業会規格 JSIMA101/102 による適合区分 B 以上であることを証明する検査成績書等により、国土地理院が定める測量機器分類の 3 級以上であることが明記されている場合は 3 級と同等以上と見なすことができ、国土地理院による登録は不要である。

国土地理院で規定がない自動追尾式 TS を利用する場合は、本要領の「参考資料」(資料 4) に示す様式「自動追尾式 TS の計測精度確認試験実施手順書および試験結果報告書」に示す計測精度確認試験を実施し、その結果については、様式「自動追尾式 TS の計測精度確認試験結果報告書」を用いて記録する。記録結果は監督職員に提出する。

(2) 精度管理

自動追尾式 TS の精度管理が適正に行われていることを確認する書類を提出する。

例えばメーカーの推奨期間内に実施されたうえで第三者機関が発行する有効な試験成績書または検査成績書、あるいはメーカーが発行する校正証明書で確認することができる。

第3章 ブロック据付工

3.1 面管理

3.1.1 計測性能および精度管理

消波ブロック据付工の出来形管理で利用する UAV を用いた計測では、下記の計測性能を有し、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 UAV を用いた計測を実施するための機器の性能について監督職員に提出すること。以下に、計測性能を示す。

【UAV 写真測量の場合（標準）】

- ・点密度 : 100 点／㎡以上
- ・位置精度 : 0.05m 以内
- ・地上画素寸法 : 0.01m 以内

【UAV レーザー計測の場合（標準）】

- ・点密度 : 100 点／㎡以上
- ・位置精度 : ±5cm（全ての調整用基準点における較差）

【解説】

(1) 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、実施結果を本要領の「参考資料」（資料 3）に示す様式「精度確認試験結果報告書」に記録する。

- ・「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 3.1-1～表 3.1-2 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 3.1-1 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 3.1-2 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 3.1-1 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 3.1-2 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 3.1-2 要求点密度と精度

点密度	精度（標準値）
100 点／㎡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）」

3.2 ブロック据付の完成形状の把握

3.2.1 計測性能・精度管理

ブロック据付工の完成形状の把握におけるマルチビーム計測または UAV を用いた計測では、下記の計測性能を有し、適正な精度管理が行われている機器であること。

【解説】

(1) 水中部

水中部の計測性能・精度管理については、「第 1 章 浚渫工」を参考とするものとし、実施結果を本要領の「参考資料」（資料 2）に示す様式「測深精度管理チェックシート」に記録する。

ただし、水路測量に係る事項を除くものとする。

(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、実施結果を本要領の「参考資料」（資料 3）に示す様式「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）」

第4章 海上地盤改良工（床掘工・置換工）

4.1 面管理

4.1.1 計測性能および精度管理

マルチビーム測深に関する以下の計測性能の確認、精度管理を行わなければならない。

(1) GNSS 精度確認

「平成 14 年海上保安庁告示第 102 号」水路測量における測定また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』による。

(2) 測深データの精度確認

(3) 取得点密度

3 点以上/1.0m 平面格子、達成率 99%以上

【解説】

計測性能および精度管理の詳細は、「第 1 章 浚渫工」を参照のこと。

ただし、「(2) 測深データの精度確認」については、水路測量に係る事項を除くものとする。

4.2 施工履歴データを用いた管理

4.2.1 計測性能および精度管理

使用するグラブ浚渫船本体は下記の測位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、利用する出来形管理データの精度について、監督職員に提出する。

精度が確保できない場合には、他の機器で再確認するか、従来の管理方法の採用を検討する。

【施工管理システムの計測精度】

施工管理システムにおける水平位置の精度は、海上地盤改良工に係るマルチビーム計測における GNSS の水平位置の精度を準じるものとし、「平成 14 年海上保安庁告示第 102 号」水路測量における測定また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』による。

【解説】

(1) 計測性能

グラブ浚渫船の位置の計測精度は、下記の要因等により変化すると考えられている。

- ・ RTK-GNSS の位置精度
- ・ ソフト処理上の丸め誤差

様々な誤差要因が考えられるため、現場における計測精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

(2) 精度管理

グラブ浚渫船の施工管理システムの管理が適正に行われていることを確認するため、着工前に本要領の「参考資料」（資料 5）に示す様式「計測精度確認試験実施手順書および試験結果報告書」に従い、計測精度確認試験（キャリブレーション）を実施し、その結果については、様式「計測精度確認試験結果報告書」を用いて記録する。結果については、監督職員の求めに応じ提出できるように保管する。

なお、施工管理システムに係る計測機器は、例えば、メーカーの推奨期間内に実施されたうえで第三者機関が発行する有効な試験成績書または検査成績書、あるいはメーカーが発行する校正証明書、その他製造メーカーによる機器の作動点検等の記録で確認することができる。

第5章 本體工（ケーソン据付工）

5.1 施工管理システムを用いた管理

5.1.1 計測性能および精度管理

出来形管理データによる出来形計測で利用する ICT 機器本体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、本要領にもとづいて出来形管理を行う場合は、利用する出来形管理データの精度について、監督職員に提出する。以下に、出来形管理で利用する出来形管理データに要求される精度基準を示す。

- ・ TS : 平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±20mm 以内
- ・ GNSS : 平面座標 ±20mm 以内 標高差 ±30mm 以内

精度が確保できない場合には、他の機器で再確認するか、従来の管理方法の採用を検討する。

注) 国土交通省 公共測量作業規程参照

【解説】

(1) 計測性能

ICT 機器の位置の計測精度は、下記の要因等により変化すると考えられている。

- ① TS または RTK-GNSS の位置精度
- ② TS、RTK-GNSS および角度センサー位置間の寸法計測誤差
- ③ 角度センサーによる出力精度
- ④ ソフト処理上の丸め誤差

様々な誤差要因が考えられるため、現場における計測精度確認試験により精度管理を行う必要がある。

(2) 精度管理

ICT 機器の管理が適正に行われていることを確認する書類を提出する。例えば、メーカーの推奨期間内に実施されたうえで第三者機関が発行する有効な試験成績書または検査成績書、あるいはメーカーが発行する校正証明書、その他製造メーカーによる機器の作動点検等の記録で確認することができる。

(3) 事前の計測精度確認

ICT 機器を用いた施工に着手する前に、本要領の「参考資料」（資料 6）に示す様式「計測精度確認試験実施手順書および試験結果報告書」に従って計測精度確認試験を実施し、その結果については、様式「計測精度確認試験結果報告書」を用いて記録し、提出する。