

**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)**

令和5年3月

国 土 交 通 省

はじめに

i-Construction 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、従来の巻尺、レベルあるいはTSを用いる方法に比べて、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。

本要領（案）を用いた監督・検査の実施にあたっては、本要領の主旨、記載内容をよく理解するとともに、実際の監督・検査にあたっては、「工事施工前における使用機器の精度の確認」、「既済部分検査及び完了検査実施時における出来形管理・品質の確認」を実施し、適切な管理の下での出来形計測データ等の取得及びトレーサビリティの確保、並びに規格値を満足した出来形計測データ等の取得を行うものとする。

今後、現場のニーズや本技術の目的に対し、更なる機能の開発等技術的発展が期待され、その場合、本要領についても開発された機能・仕様に合わせて改訂を行うこととしている。

なお、本要領は、施工者が行う施工管理に関する要領と併せて作成しており、施工管理については、「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案） 第5編 河川浚渫工編」を参照していただきたい。

目 次

1. 目 的	1
2. 音響測深機器のメリット	1
2-1 工事目的物の品質確保	1
2-2 業務の効率化	1
3. 要領の対象範囲	2
4. 用語の説明	2
5. 監督職員の実施項目	2
5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認	3
5-2 基準点の指示	4
5-3 設計図書 of 3次元化の指示	4
5-4 工事基準点等の設置状況の把握	4
5-5 3次元設計データチェックシートの確認	4
5-6 精度確認試験結果報告書および作動確認資料の把握	4
5-7 出来形管理状況の把握	5
6. 検査職員の実施項目	6
6-1 出来形計測に係わる書面検査	6
6-2 出来形計測に係わる実地検査	8
7. 管理基準及び規格値等	9
7-1 出来形管理基準及び規格値	9
7-2 品質管理及び出来形管理写真基準	9
.....	
(参考資料)	
参考資料-1	11
通常工事と「音響測深機器を用いた出来形管理」における監督・検査要領との相違 点比較一覧	
参考資料-2	12
3次元設計データチェックシート	
参考資料-3	13
精度確認試験結果報告書および作動確認資料	
参考資料-4	21
用語の説明	
参考資料-5	26
音響測深機器を用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果	

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)

1. 目的

本要領は、音響測深機器（マルチビーム測深機器およびシングルビーム測深機器）を用いた出来形管理に係わる監督・検査業務に必要な事項を定め、監督・検査業務の適切な実施や更なる効率化に資することを目的とする。

また、受注者に対しても、施工管理の各段階（工事測量、3次元設計データの作成、施工中の出来形確認・出来高確認、施工後の出来形確認・出来高確認、出来形管理帳票の作成）で、より作業の確実性や自動化・省力化が図られるように、出来形管理・出来高管理が効率的かつ正確に実施されるための適応範囲や具体的な実施方法、留意点等を示したものである。

2. 音響測深機器のメリット

音響測深機器を用いるメリットは、現状においては工事測量や出来形計測、数量算出など施工段階を中心としたメリットとなるが、今後、取得したデータの利活用による維持管理の効率化等、様々なメリットが期待される。（参考資料－5参照）

今回、音響測深機器の出来形計測の機能を踏まえた「音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領」策定による発注者における主なメリットは、以下のとおりである。

2-1 工事目的物の品質確保

1) 2次元データから3次元設計データを作成するため、図面の照査が確実

・詳細については、「5-5 3次元設計データチェックシートの確認」を参照。

2) 音響測深機器による出来形計測は面的な計測データとなるため、出来形が確実で確認が容易

・詳細（監督職員対応）については、「5-7 出来形管理状況の把握」を参照。

・詳細（検査職員対応）については、「6-1 出来形計測に係わる書面検査」を参照。

3) 出来形を面的に計測することによる品質確保

・詳細については、「7-1 出来形管理基準及び規格値」を参照。

4) 面的な計測結果を用いた図面の作成および数量算出による品質確保

・面的な計測結果（工事測量、出来形計測等）から図面作成や数量算出を行うため、設計変更内容が確実に反映され、再利用性の高い完成図が納品される。

2-2 業務の効率化

1) 3次元設計データの作成による図面の照査が効率化

・詳細については、「5-5 3次元設計データチェックシートの確認」を参照。

2) 実地検査における検査頻度を大幅に削減（ただし、出来形帳票作成ソフトウェア機能要求仕様書が配出され、対応したソフトウェアが導入されるまでは実地検査を行う）

3) 写真管理基準の効率化が可能

・詳細については、「7-2 品質管理及び出来形管理写真基準」を参照。

3. 要領の対象範囲

本要領の対象範囲は、3次元設計データを活用した音響測深機器を用いた河川浚渫工事における出来形管理を対象とする。

4. 用語の説明

用語の説明の内容は、参考資料－4に示す。

5. 監督職員の実施項目

本要領を適用した音響測深機器を用いた出来形管理についての監督職員の実施項目は、以下の項目とする。

受注者の音響測深機器による出来形管理作業フロー	監督職員の実施項目
<pre> graph TD A[施工計画書] --> B[準備工] B --> C[3次元設計データ入力] C --> D["(施工)"] D --> E[出来形計測] E --> F[出来形帳票作成等] E -- "工事測量による修正" --> B </pre> <p>・工事測量 ・工事基準点設置 ・設計照査</p>	<p>①施工計画書の受理・記載事項の確認 ・適用工種、出来形計測箇所、出来形管理基準・規格値・出来形管理写真基準等 ・使用機器・ソフトウェアについて施工計画書の記載を確認</p> <p>②基準点の指示 ・基準点の指示</p> <p>③設計図書の3次元化の指示 ・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示</p> <p>④工事基準点等の設置状況の把握 ・工事基準点の測量成果及び設置状況の把握</p> <p>⑤3次元設計データチェックシートの確認 ・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ことを、3次元設計データチェックシートにより確認</p> <p style="text-align: center;">(通常工事の監督業務)</p> <p>⑥精度確認試験結果報告書および作動確認資料の把握</p> <p>⑦出来形管理状況の把握 ・出来形管理図表の確認</p>

図－1 監督職員の実施項目

<本施工前及び工事施工中>

5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認

受注者から提出された施工計画書の記載内容及び添付資料をもとに、下記の事項について確認を行う。

1) 適用工種の確認

音響測深機器による出来形管理を実施する工種について表－1の適用工種に該当していることを確認する。

表－1 適用工種

編	章	節	工種
土木工事共通編	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

2) 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等の確認

本要領の「7. 管理基準及び規格値等」に基づき記載されていることを確認する。

3) 使用機器・ソフトウェアの確認

出来形管理に使用する音響測深機器及びソフトウェアについては、下記の項目および方法で確認する。

①音響測深機器

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や周辺機器等により大きく異なる。また、測定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、測定精度について、3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)河川浚渫工編「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」にて確認する(参考資料－3)

精度確認試験結果による x, y, z のそれぞれの較差が±100mm 以内

測定精度	精度確認については、3次元計測技術を用いた出来形管理要領(案)河川浚渫工編「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」に示す現場精度確認の記録により確認する。(参考資料－3)
------	---

②使用するソフトウェア

音響測深機器による出来形管理で利用するソフトウェアが「3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）河川浚渫工編」に必要なソフトウェアであることを確認すること。

3次元設計データ作成ソフトウェア	施工計画書において使用するソフトウェア（ソフトメーカー、ソフトウェア名、バージョン）を確認する。
水深測量ソフトウェア	
点群処理ソフトウェア	
出来形帳票作成ソフトウェア	
出来高算出ソフトウェア	

4) 測線計画

音響測深機器による計測が確実に計測できる測線計画となっているかを把握する。

航走方法	コース、航走速度、各航走レーンの計測点範囲の重複度の計画。
計測性能	計画した航走高度（水面高さ）におけるスワ幅。 計測点密度

5-2 基準点の指示

監督職員は、工事に使用する基準点を受注者に指示する。基準点は、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）、若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。

5-3 設計図書の3次元化の指示

監督職員は、設計図書が2次元図面の場合、3次元設計データ（3次元の面的なデータ）に基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示する。

5-4 工事基準点等の設置状況の把握

監督職員は、受注者から工事基準点に関する測量成果を受理した段階で、工事基準点が、指示した基準点をもとにして設置したものであること、また、精度管理が適正に行われていることを把握する。

5-5 3次元設計データチェックシートの確認

監督職員は、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ことを、受注者が確認し提出された「3次元設計データチェックシート」により確認する。

5-6 精度確認試験結果報告書および作動確認資料の把握

監督職員は、受注者が実施（音響測深機器による計測を実施する前に行う）した音響測深機器の測定精度に関する資料（参考資料-3参照）を受理した段階で、出来形管理に必要な測定精度を満たす結果であることを把握する。

5-7 出来形管理状況の把握

監督職員は、受注者の実施した出来形管理結果（出来形管理図表）を用いて出来形管理状況を把握する。

6. 検査職員の実施項目

本要領を適用した出来形管理箇所における出来形検査の実施項目は、当面の間、下記に示すとおりである。

<工事検査時>

6-1 出来形計測に係わる書面検査

1) 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

施工計画書に記載された出来形管理方法について、監督職員が実施した「施工計画書の受理・記載事項の確認結果」を工事打合せ簿で確認する。

(施工計画書に記載すべき具体的な事項については、本要領 5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認項目を参照)

2) 設計図書の3次元化に係わる確認

設計図書の3次元化の実施について、工事打合せ簿で確認する。

3) 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

出来形管理に利用する工事基準点について、受注者から測量結果が提出されていることを、工事打合せ簿で確認する。

4) 3次元設計データチェックシートの確認

3次元設計データが設計図書(工事測量の結果、修正が必要な場合は修正後のデータ)を基に正しく作成されていることを受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認する。

5) 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資料の確認

音響測深機器を用いた出来形計測が適正な測定精度を満たしているかについて、受注者が確認した「精度確認試験結果報告書」および「作動確認資料」が、提出されていることを工事打合せ簿で確認する。

6) 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

出来形管理図表について、出来形管理基準に定められた測定項目、測定頻度並びに規格値を満足しているか否かを確認する。

バラツキについては、各測定値の設計との離れの規格値に対する割合をプロットした分布図の凡例に従い判定する。

(※) 出来形管理要領によれば、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。
- ・ 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。

とされている。

7) 品質管理及び出来形管理写真の確認

「7-2 品質管理及び出来形管理写真基準」に基づいて撮影されていることを確認する。

8) 電子成果品の確認

出来形管理や数量算出の結果等の工事書類が、「工事完成図書の電子納品等要領」で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認する。

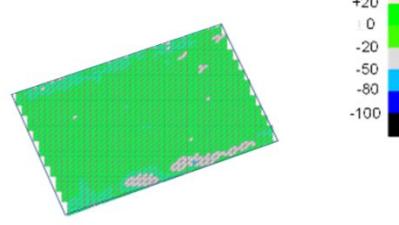
電子成果品	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3次元設計データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N)) ・ 出来形管理資料 (出来形管理図表 (P D F) または、ビューワー付き 3次元データ) ・ 音響測深機器による出来形評価用データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) ・ 音響測深機器による出来形計測データ (LandXML 等のオリジナルデータ (T I N)) ・ 音響測深機器による計測点群データ (CSV、LandXML、LAS 等のポイントファイル) ・ 工事基準点データ (CSV、LandXML、SIMA 等のポイントファイル)
-------	---

様式-31-2

出来形合否判定総括表

ソフトウェア製式仕様書Ver. 3.11 社

工 種 河川土工 測点 No. 1~No. 3
種 別 河床掘削 合否判定結果 合格

測定項目		規格値	判定	測点
天端 橋高収差	平均値	-11mm	±50mm	
	最大値(差)	42mm	±100mm	
	最小値(差)	-62mm	±100mm	
	データ数	1000	1点/㎡以上 (1000点以上)	
	評価面積	1000㎡		
	棄却点数	0	0.3%未満 (3点以下)	

天端の ばらつき	規格値の±10% 以内のデータ数	1000
	規格値の±50% 以内のデータ数	997

凡例:

図-2 作成帳票例 (出来形管理図表)

6-2 出来形計測に係わる実地検査

検査職員は、施工管理データが搭載された出来形管理用T S等を用いて、現地で自らが指定した箇所の出来形計測を行い、3次元設計データの設計面と実測値との標高差が規格値内であるかを検査する。（ただし、出来形帳票作成ソフトウェアの機能要求仕様書が配出され、計測データの改ざん防止や信憑性の確認可能なソフトウェアが現場導入されるまで期間とする）。

検査頻度は表-2のとおりとする。（ここでいう断面とは厳格に管理断面を指すものではなく、概ね同一断面上の数か所の標高を計測することを想定している。）

なお、7-1 出来形管理基準及び規格値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（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。

表-2 検査頻度

工 種	計測箇所	確認内容	検査頻度
浚渫船運転工 (バックホウ浚渫船)	検査職員が指定する浚渫範囲の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差	1工事につき1断面

7. 管理基準及び規格値等

7-1 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。

規格値は、「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。

なお、管理基準及び規格値に関する留意点としては、以下の項目がある。

- ①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。

7-2 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、「写真管理基準（案）」に定められたものとする。

参 考 資 料

参考資料－1 通常工事と「音響測深機器を用いた出来形管理」の監督・検査の相違点比較一覧

参考資料－2 3次元設計データチェックシート

参考資料－3 精度確認試験結果報告書および作動確認資料

参考資料－4 用語の説明

参考資料－5 音響測深機器を用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果

参考資料－1 通常工事と「音響測深機器を用いた出来形管理」の監督・検査の相違点比較一覧

【監督関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領	備考
1. 施工計画書の受理		要領5-1 施工計画書の受理・記載事項の確認 ①適用工種の確認 ②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等の確認 ③使用機器・ソフトウェアの確認 ④計測計画	・音響測深機器を用いた出来形管理に関する記載事項を確認する。
2. 監督職員の確認事項		要領5-3 設計図書の3次元化の指示 ①設計図書の3次元化の指示	・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書を3次元化することを受注者に指示する。
		要領5-5 3次元設計データチェックシートの確認 ①3次元設計データチェックシートの確認	・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ことを、受注者が確認した「3次元設計データチェックシート」により確認する。
		要領5-6 精度確認試験結果報告書の把握 ①精度確認試験結果報告書及び作動確認資料	・音響測深機器を用いた計測結果が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者が実施した「精度確認試験結果報告書及び作動確認資料」を把握する。
		要領5-7 出来形管理状況の把握 ①音響測深機器による出来形管理結果(出来形管理資料)による出来形管理状況の把握	・出来形管理図を確認し、出来形管理状況を把握する。

【検査関係】

項目	通常工事における監督・検査基準等	音響測深機器を用いた出来形管理の監督・検査要領	備考														
1. 出来形管理に関わる資料検査		要領6-1-2) 設計図書の3次元化に係わる確認 ・設計図書の3次元化について、工事打合せ簿により確認	・3次元設計データに基づいた設計照査や出来形管理、数量算出結果を受け取るために、設計図書の3次元化の実施について工事打合せ簿で確認する。														
		要領6-1-4) 3次元設計データチェックシートの確認 ・「3次元設計データチェックシート」が提出され、監督職員が確認していることを、工事打合せ簿により確認	・音響測深機器を用いた出来形管理では、監督職員による「3次元設計データチェックシート」の確認を工事打合せ簿で確認する。														
		要領6-1-5) 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及び作動確認資料の把握 ・「精度確認試験結果報告書及び作動確認資料」が提出されていることを工事打合せ簿により確認	・音響測深機器を用いた計測結果が適正な計測精度を満たしているかについて、受注者から「精度確認試験結果報告書及び作動確認資料」が提出されていることを工事打合せ簿で確認する。														
		要領6-1-8) 電子成果品の確認 ・出来形管理や数量算出の結果等の電子成果品が提出され、「工事完成図書」の電子納品等要領で定める「ICON」フォルダに格納されていることを確認	・成果品は、出来形計測データ、3次元設計データ、計測点群データ、工事基準点データ、出来形管理資料である。														
2. 実地検査	地方整備局土木工事検査技術基準(案)別表第2出来形寸法検査基準 ・レベル・巻尺等により実測による確認 <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>工 程</th> <th>検査内容</th> <th>検査密度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>河川 浚渫(川)</td> <td>基準高、幅、深さ、延長</td> <td>200mにつき1箇所(ただし、施工延長200m以下の場合は2箇所以上)</td> </tr> </tbody> </table>	工 程	検査内容	検査密度	河川 浚渫(川)	基準高、幅、深さ、延長	200mにつき1箇所(ただし、施工延長200m以下の場合は2箇所以上)	要領6-2 出来形計測に係わる実地検査 ・TS等による計測により確認 <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>工 程</th> <th>計測箇所</th> <th>確認内容</th> <th>検査頻度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>浚渫船運転工 (バックホウ浚渫船)</td> <td>検査職員が指定する浚渫範囲の任意の箇所</td> <td>3次元設計データの設計面と実測値との標高較差</td> <td>1工事につき1断面</td> </tr> </tbody> </table>	工 程	計測箇所	確認内容	検査頻度	浚渫船運転工 (バックホウ浚渫船)	検査職員が指定する浚渫範囲の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差	1工事につき1断面	・音響測深機器による出来形の計測データは連続的の相関を持ったデータかつ、施工全体の面的なデータであることから、実地頻度を低減している。
工 程	検査内容	検査密度															
河川 浚渫(川)	基準高、幅、深さ、延長	200mにつき1箇所(ただし、施工延長200m以下の場合は2箇所以上)															
工 程	計測箇所	確認内容	検査頻度														
浚渫船運転工 (バックホウ浚渫船)	検査職員が指定する浚渫範囲の任意の箇所	3次元設計データの設計面と実測値との標高較差	1工事につき1断面														

参考資料－2 3次元設計データチェックシート

(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	3次元	・ 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 該当項目のデータ入力がない場合は、チェック結果欄に“－”と記すこと。

参考資料－3 精度確認試験結果報告書および作動確認資料

(様式－2)

G N S S 精度確認結果 (平面位置利用時)

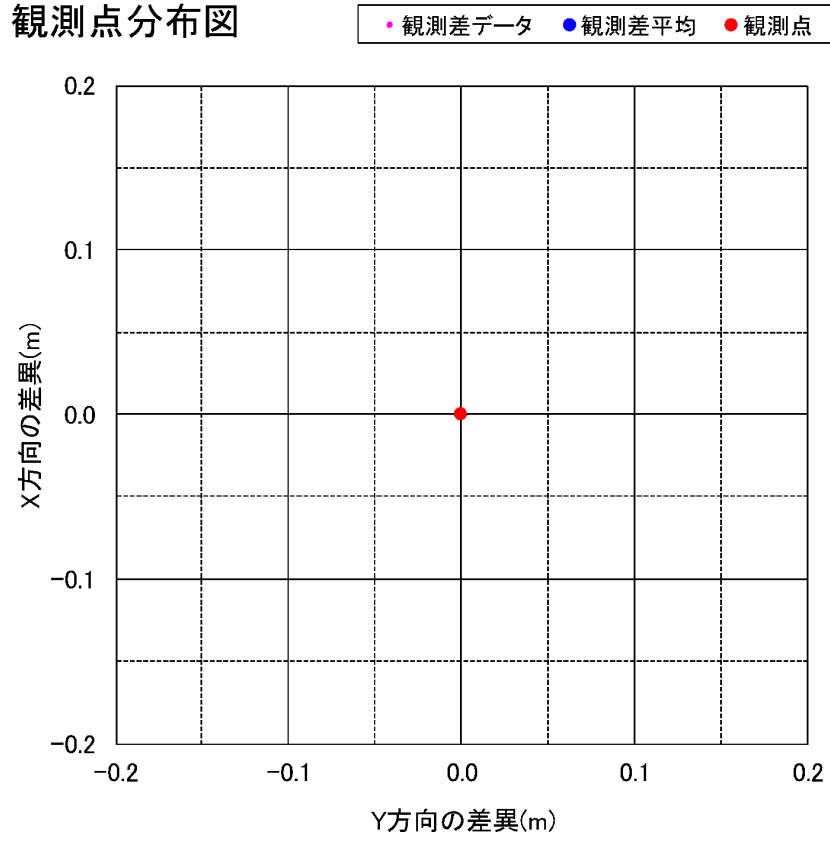
GNSS精度確認結果

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



G N S S 精度確認結果 (平面位置及び標高利用時)

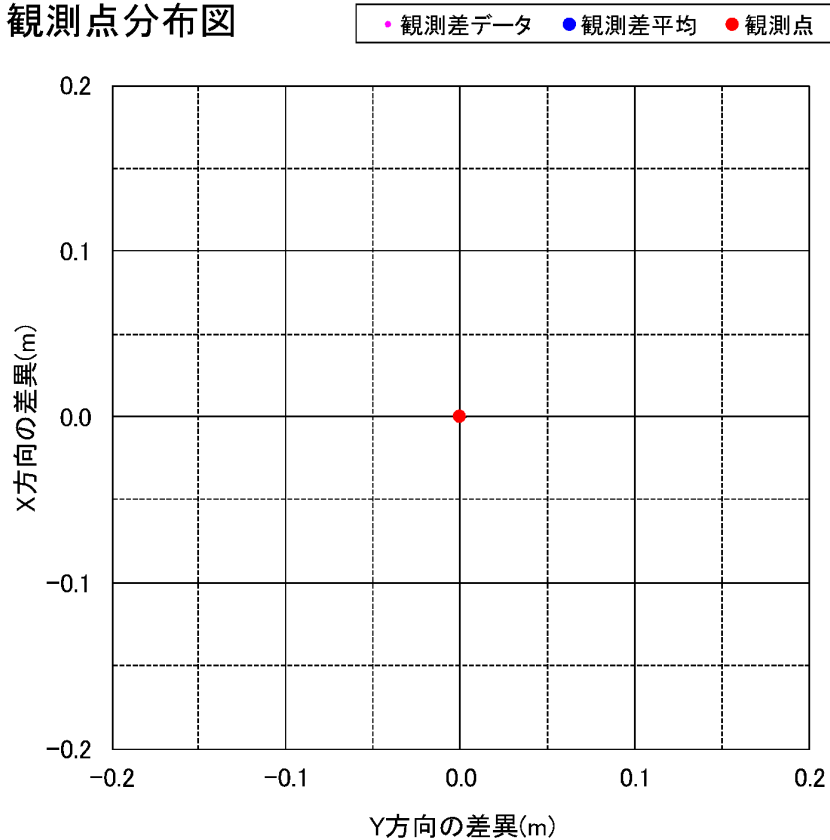
GNSS精度確認結果

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



(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 3 0 年 3 月 3 1 日 測定条件：天候 晴れ 気温 1 3 ℃ 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

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	

(様式-5)

音響測深機器点検簿

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)

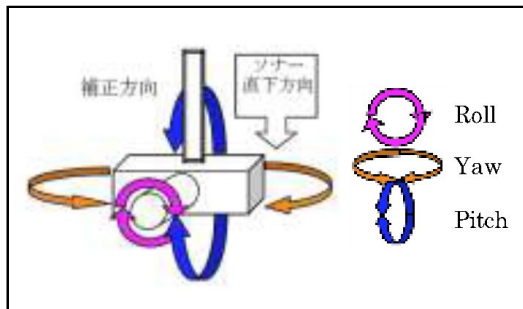
入力機器	port	IP

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

各機器の艀装状況 (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

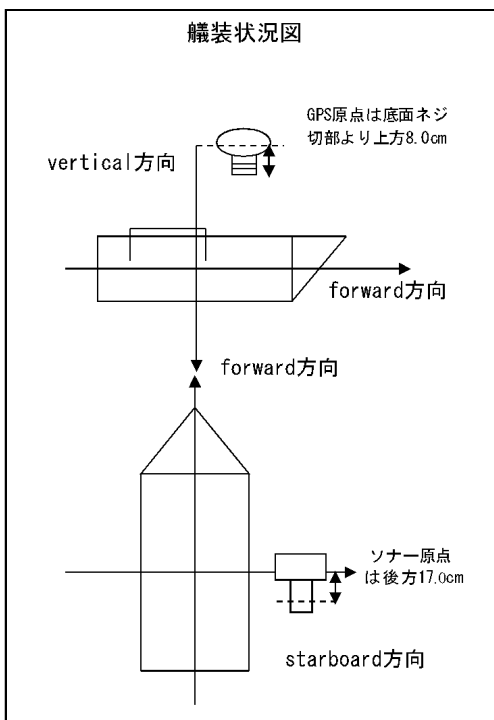
POS/MV Instlation 1

単位: m	star(X)	for(Y)	ver(Z)

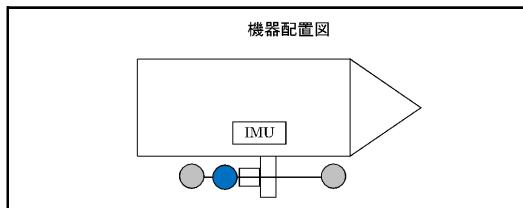
※POSはforがX軸、starがY軸のプラス方向

POS/MV Instlation 2

単位: m	for



機器配置図



(様式 - 7)

水位記録簿

水位記録簿										
平成〇〇年×月×日		時刻	水位高(m)		時刻	水位高(m)		時刻	水位高(m)	
水位基準面			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			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				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

参考資料－４ 用語の説明

本要領で使用する用語を以下に解説する

【音響測深機器】

「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しています（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」と呼ぶ。

【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。

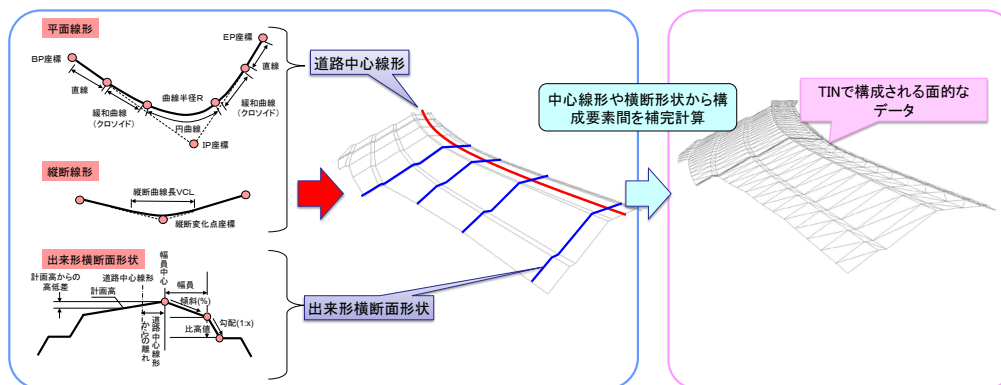
【TIN】

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。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、TIN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。



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（TIN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（TIN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】

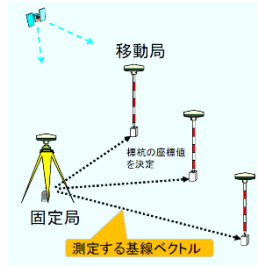
使用するソフトウェアから出力できるデータのことで、使用するソフトウェア独自のファイル形式あるいは、オープンなデータ交換形式となる。例えば、LandXMLは、2000年1月に米国にて公開された土木・測量業界におけるオープンなデータ交換形式である。

【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。

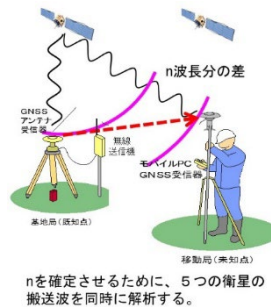
【キネマティック法】

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。



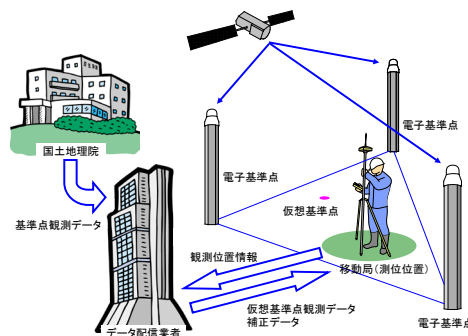
【RTK-GNSS】

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。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。

【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。

【艀装】

艀装とは、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。

参考資料－5 音響測深機器を用いた出来形管理の活用により期待される機能と導入効果

