

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1157

March 2021

港湾分野でのマルチビーム測量の効率化と施工履歴データを用いた海上地盤改良工の出来形管理の導入に関する検討

吉野拓之・櫻井義夫・坂田憲治

Examination of Efficiency of Multibeam Surveying in Harbor Areas and Introduction of Finished Form Management on Marine Ground Improvement Work with Construction History Data

YOSHINO Takuyuki, SAKURAI Yoshio, SAKATA Kenji

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

港湾分野でのマルチビーム測量の効率化と施工履歴データを用いた海上地盤改良工の出来形管理の導入に関する検討

吉野拓之*・櫻井義夫**・坂田憲治***

要 旨

港湾分野のICT施工においては、浚渫工において、3次元データを活用したマルチビームを用いた深淺測量に関するマニュアル類について、随時改定がされている。令和2年4月の改定では、スワス角・重複率の設定について、複数の設定組合せで測量した点群データから計測した浚渫土量での土量差の比較検討結果をもとに、スワス角 90° が $90^\circ \sim 120^\circ$ に緩和されている。

他方、ICT浚渫工（河川）では、ICT建設機械等の適用により、水中部での出来形管理に施工履歴データを用いて、データ管理の簡略化などの効率化が図られているところであるが、試行工事を開始しているICT海上地盤改良工でも同様に、水中部での出来形管理に施工履歴データを用いることが可能であれば、作業の効率化が期待される。

このような状況のもと、本資料では、スワス角・重複率の設定について、計測した水深値での水深差の比較を行い、さらなる設定緩和の可能性について検討を行うとともに、港湾分野のICT海上地盤改良工（床掘工）での施工履歴データを用いた出来形管理の適用について、グラブバケットの精度管理の方法や施工履歴データの記録方法など、その導入に向けた検討すべき課題等を明らかにして整理を行った。

キーワード：マルチビーム測量，重複率，海上地盤改良工，床掘工，施工履歴データ

* 港湾研究部	港湾施工システム・保全研究室	交流研究員（若築建設株式会社）
** 港湾研究部	港湾施工システム・保全研究室	室長
*** 港湾研究部	港湾施工システム・保全研究室	主任研究官

〒239-0826 横須賀市長瀬3-1-1 国土交通省国土技術政策総合研究所
電話：046-844-5019 Fax：046-842-9265 e-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

Examination of Efficiency of Multibeam Surveying in Harbor Areas and Introduction of Finished Form Management on Marine Ground Improvement Work with Construction History Data

YOSHINO Takuyuki*
SAKURAI Yoshio**
SAKATA Kenji**

Synopsis

In ICT dredging work (ports) in the port field, manuals on shallow surveys with multi-beams utilizing 3D data are revised from time to time. In the revision of April 2020, with regard to the setting of the swath angle and overlap rate, the swath angle of 90° was relaxed to 90° to 120°, based on the results of a comparative study of the difference in the amount of dredged soil measured from point cloud data measured with multiple setting combinations.

In addition, by applying equipment such as ICT construction machinery, construction history data is used to manage the finished product in underwater areas. Efficiency improvement, such as data management simplification, is also planned for ICT dredging (rivers). Similarly, in ongoing trial construction of ICT offshore ground improvement, if it is possible to use construction history data for the management of finished products in underwater areas, it is expected to improve the work efficiency.

Therefore, this paper compares the water depth difference between measured water depth values and examines the possibility of further relaxing the setting of the overlap rate and swath angle. In addition, this paper clarifies issues such as ICT offshore ground improvement work (floor excavation work) for the application of finished form management using construction history in the port field.

Key Words: Multi-beam survey, Duplication rate, Maritime ground improvement work, Floor digger,
Construction history data

* Visiting Researcher, Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department, NILIM (WAKACHIKU CONSTRUCTION Co., Ltd.)

** Head, Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department, NILIM

*** Senior Researcher, Port Construction Systems and Management Division, Port and Harbor Department, NILIM

National Institute for Land and Infrastructure Management, Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism
3-1-1 Nagase, Yokosuka, 239-0826 Japan
Phone: +81-46-844-5019 Fax: +81-46-842-9265 E-mail: ysk.nil-kikaku@ml.mlit.go.jp

目 次

1. はじめに	1
1.1 背景と目的	1
1.2 構成	1
2. 港湾分野におけるICT技術活用	2
2.1 ICT技術活用の現状	2
2.2 港湾分野におけるICT技術活用	4
3. マルチビーム測定の効率化の検討	8
3.1 ICT浚渫工（港湾）に関する要領類の改定の経緯と既往の検討	8
3.2 水深データによるスワス角・重複率の設定緩和の検討	11
4. 港湾分野での施工履歴データを用いた出来形管理の課題等の整理	21
4.1 施工履歴データを用いた出来形管理の現状	21
4.2 港湾分野でのICT施工に関するヒアリング調査と意見の整理	23
4.3 施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等の整理	25
5. おわりに	30
謝辞	30
参考文献	30
付録A マルチビーム測深データについて計測した水深値の比較表	32

1. はじめに

1.1 背景と目的

建設業の労働人口は、減少している状況にある。建設業就業者数は、1997年度（平成9年度）の685万人をピークとして、2010年度（平成22年度）には498万人まで減少したが、近年は500万人程度で推移して、2020年（令和2年）12月時点では497万人となっている¹⁾。また、近年の建設業就業者の割合は、55歳以上の人口が約35%であるのに対して、29歳以下の若年層が約11%と低い割合となっている²⁾。

この就業者の高齢化の進行と離職者による労働人口の減少に歯止めを掛けるため、若年層就業者の確保や次世代への技術の継承などが今後の重要な課題であり²⁾、国土交通省では、調査・測量から設計、施工、検査、維持管理・更新までのすべての建設生産プロセスでICT（情報通信技術）等を活用する取り組みとしてi-Constructionを推進し、2025年度（令和7年度）までに建設現場の生産性を2割向上させることを目指すこととされた³⁾。

そして、2016年度（平成28年度）に、i-Constructionの最初の導入工種として、国が行う大規模な土工について、原則としてICTを全面的に適用することとなった。

港湾分野におけるi-Constructionの取り組みについては、陸上分野のICT土工に続き、2017年度（平成29年度）よりICT浚渫工（港湾）が開始されている。

ICTの全面的活用を図るため、起工測量、設計図書の照査、施工、出来形管理、検査および工事完成図や施工管理の記録および関係書類について、3次元データを活用したマルチビームを用いた深淺測量を実施している。

ICT浚渫工（港湾）に関するマニュアル・要領類については、試行工事の実施状況やアンケート調査結果、実施工での取得データの整理・分析を行い、随時改定が行われている。

令和2年4月の改定では、既報⁴⁾のスラス角・重複率の設定について、複数の設定組合せで測量した点群データから計測した浚渫土量での土量差の比較により、スラス角90°が90°～120°に緩和されている。

また、ICT建設機械等の適用により、水中部での出来形管理に施工履歴データを用いて、データ管理の簡略化などの効率化がICT浚渫工（河川）では図られており、試行工事を開始しているICT海上地盤改良工（床掘工）でも同様に、水中部での出来形管理に施工履歴データを用いることが可能であれば、作業の効率化が期待される。

このような状況のもと本検討では、既報⁴⁾の浚渫土量での比較に代わり、各測点での水深値を用いた検討を行

うこととした。マルチビーム測量で設定する重複率は現状100%が基準だが、スラス角の改定と同様に重複率でも、測量の航行距離・作業時間の削減、点群データの取得量・データ処理作業量の削減などの効率化が期待できる。

実証実験等での測量した点群データから計測した水深値での水深差の比較により、マルチビーム測量のスラス角・重複率の設定緩和の検討、および工事関係者へのヒアリング調査での意見など、港湾分野での施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けて、ICT海上地盤改良工（床掘工）について課題等を明らかにして、整理を行うものである。

1.2 構成

本検討の構成を図-1.1に示す。

第1章では、背景と目的、構成について記載する。

第2章では、港湾分野におけるICT技術活用として、建設業全体のICT技術活用の現状を説明したうえで、港湾分野におけるICT技術活用について記載する。

第3章では、マルチビーム測量の効率化の検討として、要領類の改定の経緯と既往の検討、および水深データによるスラス角・重複率の設定緩和の検討について記載する。

第4章では、港湾分野での施工履歴データを用いた出来形管理の課題等の整理として、施工履歴データを用いた出来形管理の現状、港湾分野でのICT施工に関するヒアリング調査と意見の整理、および施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等の整理について記載する。

第5章では、本検討のまとめについて記載する。

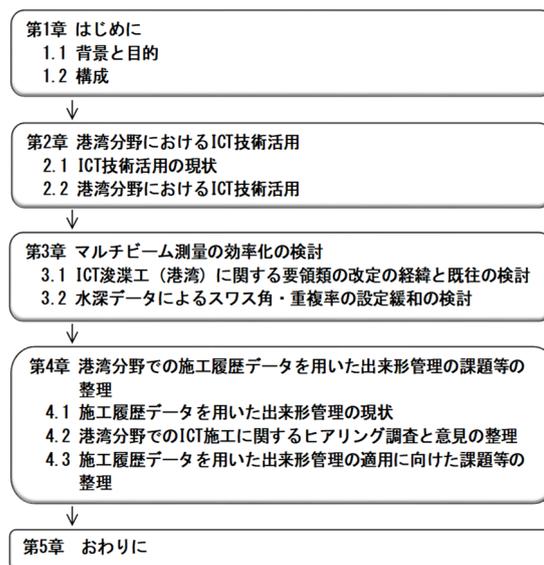


図-1.1 本検討の構成

2. 港湾分野における ICT 技術活用

2.1 ICT 技術活用の現状

図-2.1 に示すとおり、建設業においては、i-Construction に関する工種の拡大を進めており、2016 年度（平成 28 年度）の ICT 土工をはじめに順次、ICT 施工の対象工種で活用するためのマニュアル・基準類を整備している。

国土交通省では、2016 年度（平成 28 年度）からの陸上分野の ICT 土工をはじめに、ICT 施工の工種を拡大している。2019 年度（令和元年度）では、表-2.1 示す工種においては、国土交通省直轄工事における ICT 活用工事の公告件数 2,710 件のうち、約 8 割の 2,132 件の工事で ICT 技術の活用が実施されている。

2016年度 平成28年度	2017年度 平成29年度	2018年度 平成30年度	2019年度 令和元年度	2020年度 令和2年度	2021年度 令和3年度(予定)
ICT土工					
	ICT舗装工(平成29年度:アスファルト舗装、平成30年度コンクリート舗装)				
	ICT浚渫工(港湾)				
		ICT浚渫工(河川)			
			ICT地盤改良工(浅層・中層混合処理)		
			ICT法面工(吹付工)		
			ICT付帯構造物設置工		
				ICT地盤改良工(深層)	
				ICT法面工(吹付法枠工)	
				ICT舗装工(修繕工)	
				ICT基礎工・ブロック据付工(港湾)	
				ICT構造物工	
				ICT路盤工	
				ICT海上地盤改良工(床掘工・置換工)	
				民間等の要望も踏まえ更なる工種拡大	

出典：ICT 導入協議会 第 11 回資料-資料 2

図-2.1 ICT 施工に関する工種の拡大⁵⁾

表-2.1 直轄工事での ICT 実施件数および実施率⁶⁾

単位：件

工種	2016年度(H28d)		2017年度(H29d)		2018年度(H30d)		2019年度(R1d)	
	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施
土工	1625	584	1952	815	1675	960	2246	1799
工種実施率	-	-	-	-	-	-	80%	
舗装工	-	-	201	79	203	80	340	233
工種実施率	-	-	-	-	-	-	69%	
浚渫工(港湾)	-	-	28	24	62	57	63	57
工種実施率	-	-	-	-	-	-	90%	
浚渫工(河川)	-	-	-	-	8	8	39	34
工種実施率	-	-	-	-	-	-	87%	
地盤改良工	-	-	-	-	-	-	22	9
工種実施率	-	-	-	-	-	-	41%	
合計	1625	584	2181	918	1948	1105	2710	2132
年度実施率	36%		42%		57%		79%	

出典：ICT 導入協議会 第 11 回資料-資料 1

表-2.2 都道府県・政令市での ICT 実施件数および実施率⁶⁾

単位：件

工種	2016年度(H28d)	2017年度(H29d)		2018年度(H30d)		2019年度(R1d)	
	公告件数	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施	公告件数	うちICT実施
土工	84	870	291	2428	523	3970	1136
実施率	—	33%		22%		29%	

出典：ICT 導入協議会 第 11 回資料-資料 1

表-2.2 に示すとおり、都道府県・政令市における ICT 活用工事の実施状況については、ICT 土工の公告件数が 2016 年度（平成 28 年度）84 件での開始から、2019 年度（令和元年度）では 3,970 件に増加し、実施件数も前年の 523 件から 1,136 件と約 2 倍に増加している。

陸上分野に関する各工種における ICT 施工の状況については、以下に示すとおりである。

ICT 土工については、2016 年度（平成 28 年度）より ICT 活用工事の最初の取り組みとして、導入が開始された。ICT 土工では、従来から現場作業において行われている、多くの人手による現地測量や丁張り設置などの工程について、新技術を活用することにより効率化させている。具体的には、ドローンなどの無人航空機（UAV）やレーザースキャナーなどによる測量から、3 次元データを取得して施工数量の算出や、丁張り設置作業が不要な ICT 建設機械による 3 次元設計データを活用した施工を実施している⁷⁾。

ICT 舗装工（アスファルト舗装）は、2017 年度（平成 29 年度）より導入が開始された。ICT 舗装工では、レーザースキャナー等により事前測量を行い、ICT 土工での 3 次元測量データを用いて、施工数量を算出するなど設計・施工計画を行い、施工においては 3 次元設計データ等により、ICT グレーダー等の ICT 建設機械による自動制御で施工し、事前測量での 3 次元設計データと出来形管理データの差を面的な評価により、検査が実施されている⁸⁾。

ICT 浚渫工（河川）については、2018 年度（平成 30 年度）より導入が開始された。ICT 浚渫工（河川）では、船舶等に搭載した音響測深機（ナローマルチビーム等）による起工測量を行い、3 次元測量データ（現況地形）を活用し、設計図面との差から施工数量を算出し、測量から施工管理、出来形確認、検査まで 3 次元データを活用したバックホウ浚渫船による浚渫作業を行っている。バックホウ浚渫船については、マシンガイダンス（MG）やマシンコントロール（MC）を整備した ICT 建設機械であるバックホウを搭載しており、浚渫作業時のバケット軌跡記録機能を使い、リアルタイムでの施工履歴データを用いた出来形管理を行うこととなっている⁸⁾。

また、2019 年度（令和元年度）からは、ICT 地盤改良工、ICT 法面工、ICT 付帯構造物設置工の 3 工種の導入が開始されている。

ICT 地盤改良工（浅層・中層混合処理）については、ICT 土工と同様に起工測量を行い、2 次元設計データをもとに 3 次元 MG 設計データを作成し、ICT の活用により施工範囲等の測量・区割りの目印設置作業を省略している。施工においては、ICT 地盤改良機械により施工履歴データを用いた施工・出来高、出来形計測や検査時の実測作業を省略した効率化が行われている⁹⁾。また、ICT 地盤改良工（深層）が 2020 年度（令和 2 年度）より導入されている。

ICT 法面工（吹付工）については、人の立ち入りが危険な急斜面でも無人航空機（UAV）やレーザースキャナーなどにより 3 次元測量を行い、3 次元測量データから吹付面の照査に基づく、現況を踏まえた変更数量を算出し、面データを活用した出来形管理や検査を実施している⁹⁾。

ICT 付帯構造物設置工については、ICT 土工と合わせた設計・施工計画により 3 次元設計データを作成し、土工と付帯構造物それぞれに利用可能な 3 次元データによる施工・出来高、出来形管理や 3 次元データによる検査にて効率化が行われている⁹⁾。

さらに、2021 年度（令和 3 年度）からは、ICT 構造物工、ICT 路盤工の 2 工種の導入開始が予定されている。

ICT 構造物工については、3 次元測量データによる現況地形と BIM/CIM による 3 次元構造物設計データを用いた施工計画を行い、施工管理ではドローン等による形状取得が可能となり、ICT 建設機械による 3 次元データを用いた出来形計測の効率化を図る。また、検査については、ステレオカメラによる遠隔からの配筋検査として、システムによる撮影で鉄筋間隔・鉄筋径の確認や、クラウドを活用することで検査結果を遠隔からリアルタイムで確認するなど、PC 上での寸法計測により検査の省力化実現を目指す。さらに、橋脚等構造物周辺部を含めた点群データなど、維持管理に必要なデータを ICT 技術の活用により取得して、維持管理分野での効率化を図ることとされている¹⁰⁾。

ICT 路盤工については、ICT 建設機械（振動ローラー）に取り付けた加速度計および走行記録により、施工箇所を面全体で密度管理し、従来の砂置換法による密度管理で実施していた計測作業や分析時間を短縮するものである¹¹⁾。

2.2 港湾分野における ICT 技術活用

港湾分野における ICT 技術活用については、2016 年度（平成 28 年度）から「港湾における ICT 導入検討委員会」での取り組みにおいて、導入への検討が進められ図-2.1 に示したとおり、2017 年度（平成 29 年度）からは ICT 浚渫工（港湾）、2020 年度（令和 2 年度）からは ICT 基礎工、ICT ブロック据付工、ICT 本体工が、2021 年度（令和 3 年度）からは ICT 海上地盤改良工が予定されている。

以下に、港湾における ICT 導入検討委員会での資料を参考に、港湾分野に関する工種別の ICT 施工の状況について述べる。

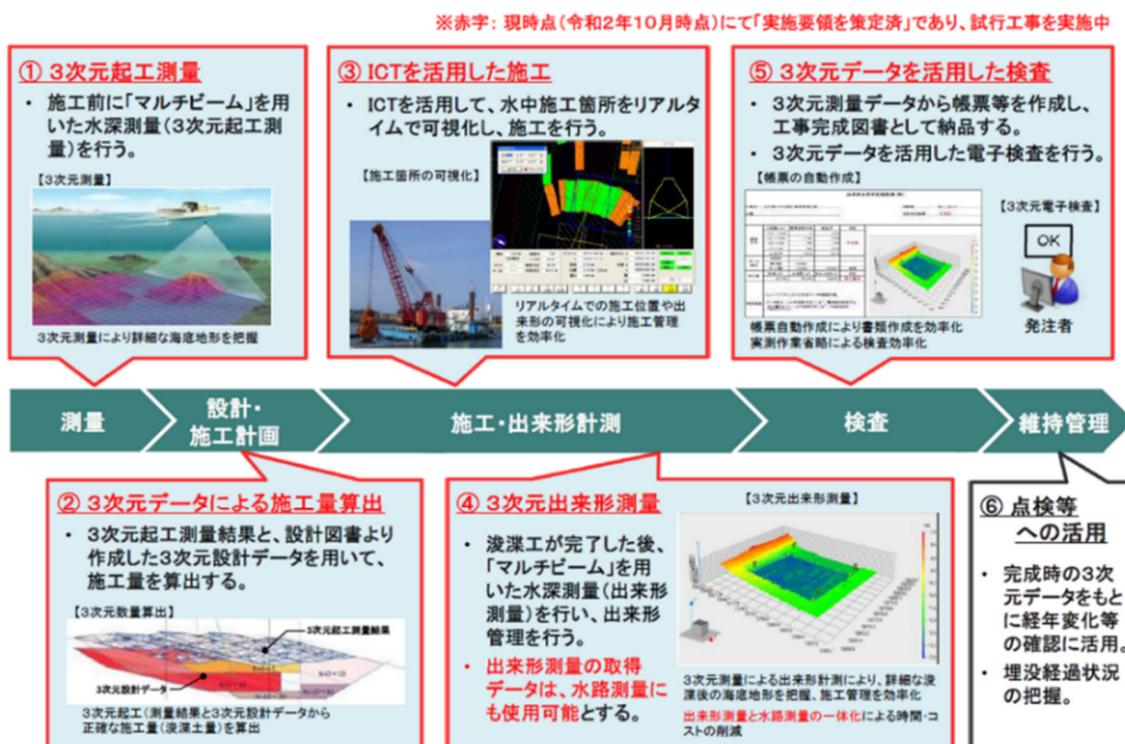
(1) ICT 浚渫工（港湾）

ICT 浚渫工（港湾）については、港湾分野における建設プロセスにおいて、ICT を全面的に導入するための初期の取り組みとして、浚渫工事にて 3 次元データを一貫

して使用できるよう新たな基準が整備され、2017 年度（平成 29 年度）から導入が開始された。

ICT 浚渫工（港湾）における建設生産プロセスでの各段階における ICT の活用内容は、次の 5 項目となっている（図-2.2 参照）。

- ①3 次元起工測量では、受注者は本工事の起工測量（深淺測量）において、マルチビーム測深システムにより測量を行う。
- ②3 次元数量計算では、マルチビーム測量結果を用いた数量計算を行う場合には、3 次元データを用いた港湾工事数量算出要領（浚渫工編）（令和 2 年 4 月改定版）に基づいて行う。
- ③ICT を活用した施工では、3 次元起工測量により得られた 3 次元データを用いて、ICT を活用した施工を行う。
- ④3 次元出来形測量では、受注者は本工事の浚渫工が完了した後、マルチビームを用いた水深測量（出来形測量）を行い、出来形管理を行う。
- ⑤3 次元データの納品では、3 次元数量計算により確認された 3 次元施工確認データを、工事完成図書として納品する。



出典：港湾における i-Construction 推進委員会（第 1 回）、資料 1

図-2.2 ICT 浚渫工（港湾）の実施概要（令和 2 年度～）¹²⁾

(2) ICT 基礎工

ICT 基礎工については、捨石投入・均しを ICT 活用対象として、2018 年度（平成 30 年度）よりモデル工事を実施、2020 年度（令和 2 年度）から試行工事を開始している。

具体的には、①3 次元起工測量、②3 次元データによる施工量算出、③ICT を活用した施工、④3 次元出来形測量、⑤3 次元データを活用した検査、⑥点検等への活用を ICT 浚渫工（港湾）と同様に行っている。なお、各プロセスの要領の検討が進められており、3 次元数量計算では、（基礎工編）の数量算出要領に基づいて行い、ICT 施工を実施することとなっている。

また、捨石均しにおける出来形管理基準の要領については、検討が進められている（図-2.3 参照）。

(3) ICT ブロック据付工

ICT ブロック据付工については、2020 年度（令和 2 年度）から試行工事を開始している。被覆ブロック、根固ブロック、消波ブロック（水中部、陸上部）を ICT 活用対象として、2018 年度（平成 30 年度）よりモデル工事を実施、建設生産プロセスでの各段階における各種要領案を検討してきた。しかしながら、ブロック据付工の出来形管理項目は「据付延長のみ」であり、ICT を使用した精緻な管理は求められていない。また、ICT による点群データを用いた管理には、データ取得や処理作業に時間

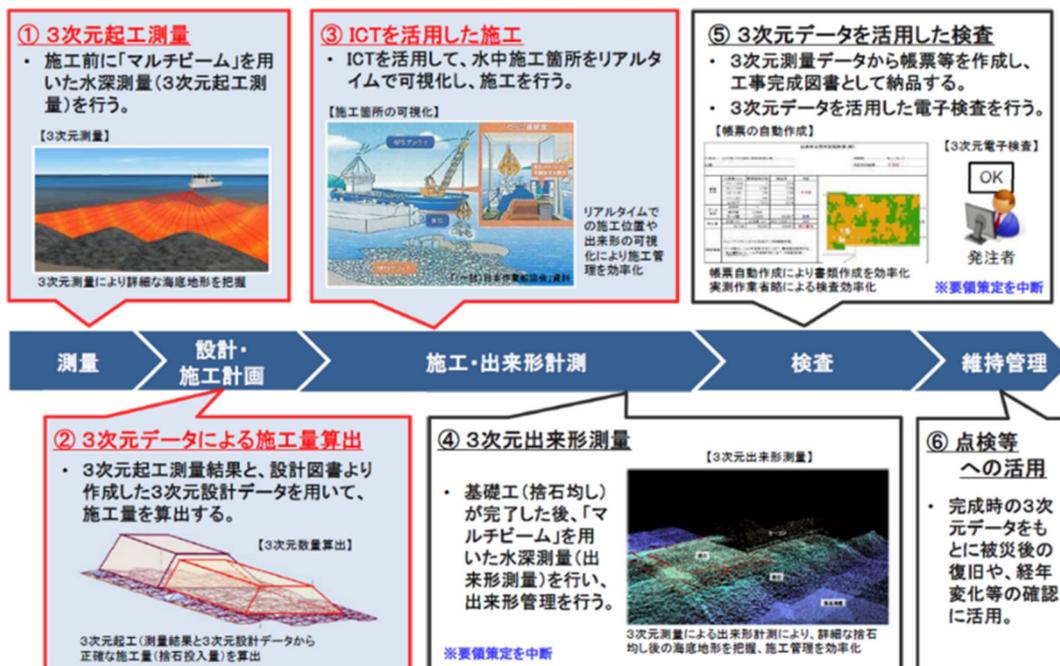
が掛かることを考慮して、数量計算と出来形管理を除いて要領を策定している。

ICT ブロック据付工での活用内容については、次の段階が該当する。①ICT を活用した施工、③3 次元データの納品については、ICT 浚渫工（港湾）と同様に行い、②3 次元測量では、受注者は工事が完了した後、完成状況の把握のため、ICT 機器を用いた測量マニュアル（ブロック据付工編）に基づき 3 次元測量を行い、ICT 施工を実施する（図-2.4 参照）。

(4) ICT 本体工

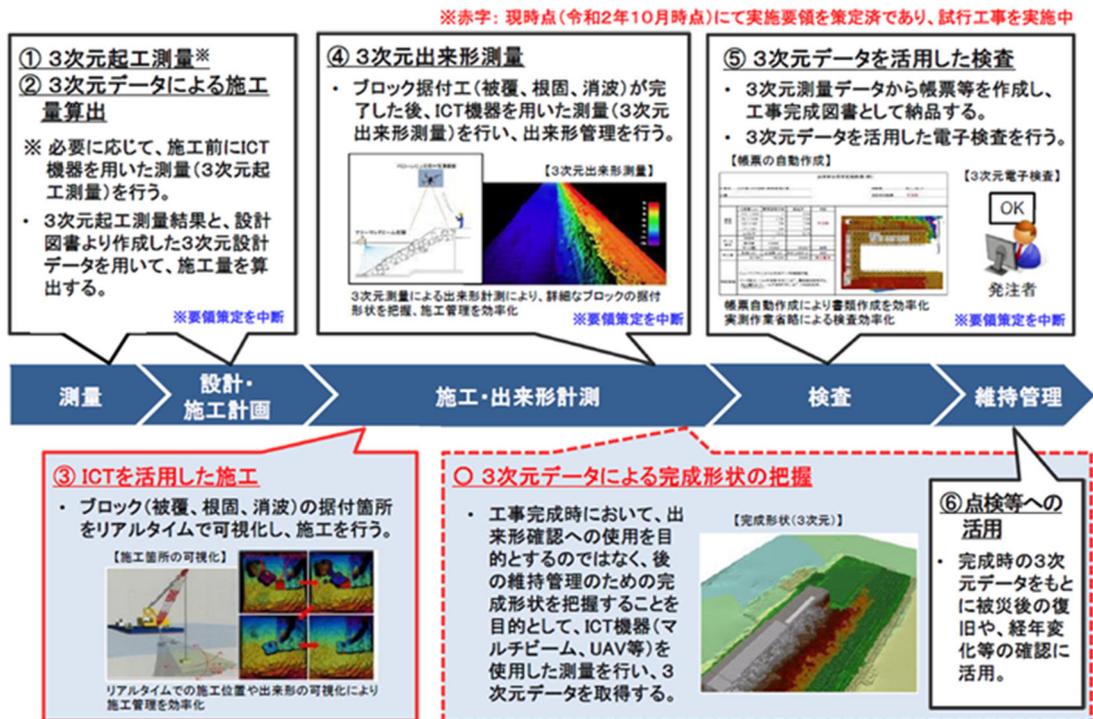
ICT 本体工については、2020 年度（令和 2 年度）からケーソン据付を対象として、モデル工事を開始している。モデル工事におけるアンケート調査や関係者へのヒアリング調査での意見・要望などにより、ICT 本体工（ケーソン据付システム）の推進に向けての課題・対応策等の検討が行われている（図-2.5 参照）。

※赤字：現時点(令和2年10月時点)にて実施要領を策定済みであり、試行工事を実施中



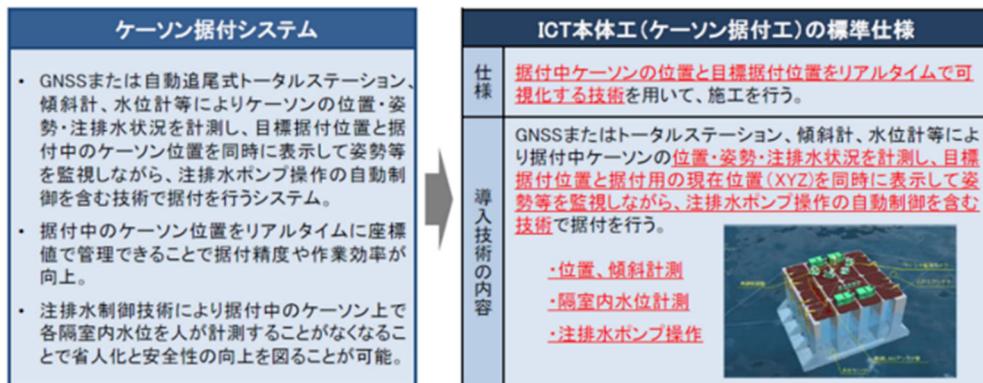
出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第 5 回委員会資料 資料 1

図-2.3 ICT 基礎工 試行工事の実施概要（令和 2 年度～）¹³⁾



出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第5回委員会資料 資料1

図-2.4 ICTブロック据付工 試行工事の実施概要(令和2年度～)¹³⁾



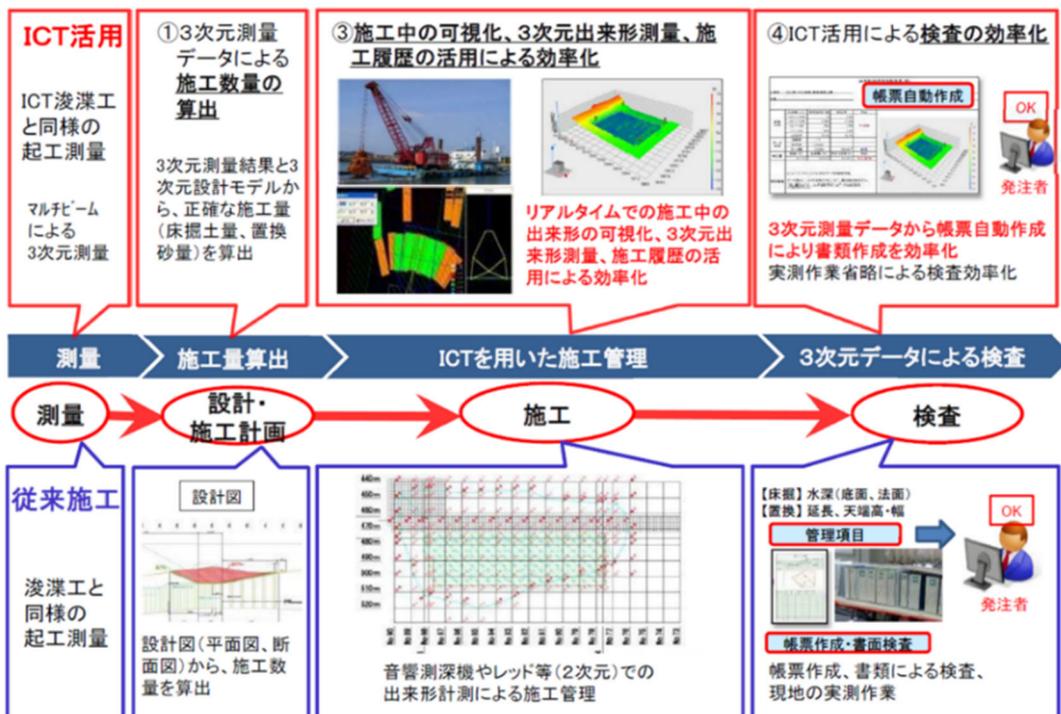
出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第5回委員会資料 資料1

図-2.5 ICT本体工 モデル工事の実施概要¹³⁾

(5) ICT海上地盤改良工(床掘工・置換工)

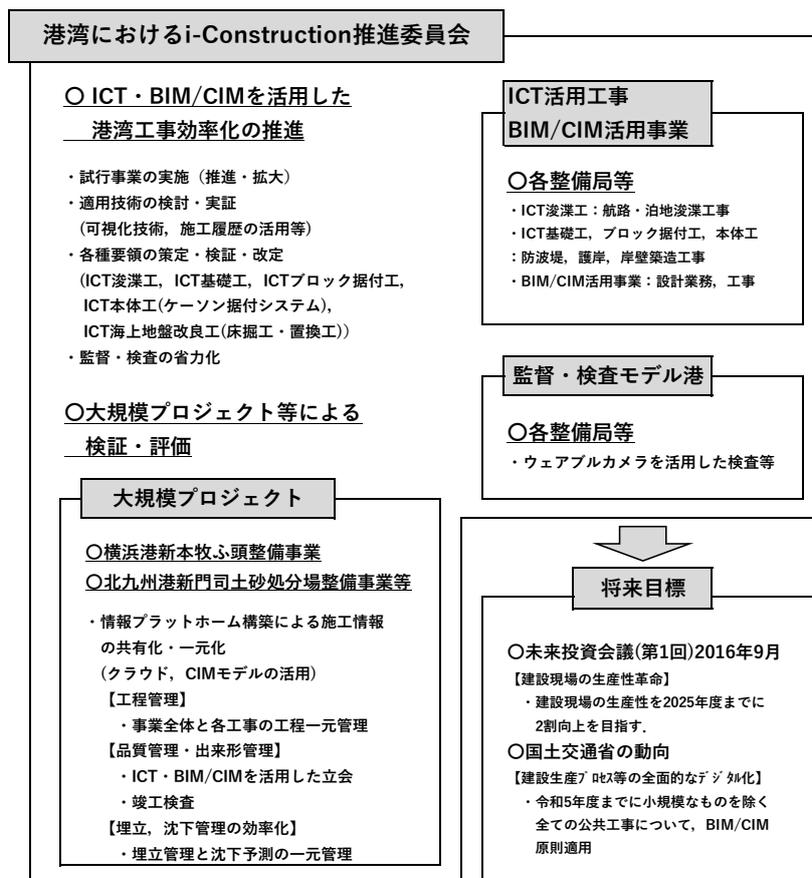
ICT海上地盤改良工(床掘工・置換工)については、2021年度(令和3年度)より開始が予定されている。ICT浚渫工と同様に、起工測量としてマルチビームによる3次元測量を行い、3次元測量データと3次元設計モデルから施工数量(床掘土量、置換砂量)を算出する。ICTを用いた施工管理では、リアルタイムでの施工中の出来形の可視化、3次元出来形測量、施工履歴データの活用による効率化を図り、実測作業を省略した3次元データによる検査を目指している(図-2.6参照)。

以上、工種別のICT施工の状況について述べたが、それらの導入検討については、「港湾におけるICT導入検討委員会」で検討などがされ、2020年度(令和2年度)からは、i-Constructionの推進による効率化を大規模プロジェクト等で実証しながら、技術の適用性を評価することを目的に、名称が「港湾におけるi-Construction推進委員会」に変更され、検討が進められている。その中で港湾におけるi-Constructionの取組内容については、図-2.7に示すとおり、取りまとめを行っている。



出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第5回委員会資料 資料1

図-2.6 ICT 海上地盤改良工 実施イメージ図¹³⁾



出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第5回委員会資料 資料1

図-2.7 港湾における i-Construction の取組内容(案)(2020年度(令和2年度)～)¹³⁾

3. マルチビーム測量の効率化の検討

3.1 ICT 浚渫工（港湾）に関する要領類の改定の経緯と既往の検討

(1) ICT 活用における基準類の動向

ICT 浚渫工（港湾）を導入するにあたり、ICT 活用における基準の整備について、3次元データを一貫して使用できるよう、調査、設計、検査の各段階において、基準類が整備され、その成果物などについても変更されている。ICT 導入から近年の動き（ロードマップ）を表-3.1に示す。また、ICT 導入後と導入前の基準・成果物等の

整備された事項を表-3.2に示す。各段階での概要は以下の①～④のとおりである。

- ①調査・測量（水深測量）については、測量管理の効率化・精度向上や成果品数が削減された。
- ②設計・施工計画・積算（発注図書作成）については、発注図書の削減や数量算出の効率化がされた。
- ③施工・施工管理（出来形管理）については、出来形管理の効率化や精度向上がされた。
- ④検査（竣工検査）（海上保安庁検測）については、検査の効率化（3次元可視化）や検査書類の削減がされた。

表-3.1 ICT 浚渫工（港湾）における ICT 活用推進ロードマップ¹³⁾

工種	項目	2016年度(平成28年度)	2017年度(平成29年度)	2018年度(平成30年度)	2019年度(令和元年度)	2020年度(令和2年度)
ICT 浚渫工 (港湾)	測量 設計	-	-	・マルチビームを活用した深淺測量の本格運用		
	施工	・モデル工事(測量のみ)の実施	・試行工事(測量のみ)の実施	・ICT浚渫工(測量のみ)の本格運用 (WTO・A等級は「発注者指定型」、B・C等級は「施工者希望型」)		・ICT浚渫工(施工のICT化)の本格運用 (WTO・A等級は「発注者指定型」) (B・C等級は「施工者希望型」)
		-	-	・モデル工事(施工のICT化)の実施 (3次元データ活用、リアルタイムでの施工状況の可視化)	・試行工事(施工のICT化)の実施	
	要領 基準	・測量マニュアル、 出来形要領、検査要領(案)の 整備	・測量マニュアル、 出来形要領、検査要領(案)の 検証・改定	-	-	-
		・積算要領(案)(測量のみ)の 整備	・積算要領(案)(測量のみ)の 検証・改定	・積算要領(案)(施工部分)の 整備	・積算要領(案)(施工部分)の 検証・改定	-
・実施方針(案)の整備		・実施方針(案)の検証・改定	・実施方針(案)の検証・改定 (施工部分の追加)	-	-	

出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第5回委員会資料 資料1

表-3.2 ICT 活用における基準・成果物等の整備¹⁴⁾

段階	ICT導入後（2017年(平成29年)4月～）			ICT導入前		
	概要	基準等	成果物・検査等	概要	基準等	成果物・検査等
調査・測量 (水深測量)	マルチビーム音響測深機による測深（3次元データ）	・マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編)（水深測量）	・3次元でのデータ出力図等（水深俯瞰図等）	シングルビーム又はマルチビーム音響測深機による測深	・業務仕様書（共通、特記）	・水深図等（2次元図面）
設計・施工計画 ・積算 (発注図書作成)	3次元測量データによる図面作成および検討（3次元の現況図と計画図からの浚渫土量算出/等）	・3次元データを用いた港湾工事数量算出要領(浚渫工編) ・港湾請負工事積算基準(改定)	・3次元データ・出力図 ・数量算出データ（3次元）	平面図・断面図等（2次元）の作成、図面による検討（平均断面法での浚渫土量算出等）	港湾請負工事積算基準	・発注図面（2次元） ・数量計算書（平均断面法）
施工・施工管理 (出来形管理)	施工者が3次元データ（基準に準拠した独自システム等含）にて出来形を管理（施工前、施工中適時）	・3次元データを用いた出来形管理要領(浚渫工編)	・3次元データ・出力図（出来形管理図表、浚渫土量）	基準等をふまえ、施工者が独自の方法（3次元測深含）にて出来形を管理（施工前、施工中適時）	工事仕様書（共通、特記）	・出来形管理図表（2次元）
検査 (竣工検査) (海上保安庁検測)	マルチビーム音響測深機での測深(3次元データ)による検査	・3次元データを用いた出来形管理の監督・検査要領(浚渫工編)	・3次元データ・出力図を活用した電子検査(机上検査)	音響測深機による2次元又は3次元測深による検査	・<竣工> 工事仕様書（共通、特記） 監督・検査事務処理要領 ・<海保> 水路測量業務準則	・<竣工> 書類検査（出来形） ・<竣工、海保> 現地検測（任意箇所）

出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第2回委員会資料 資料1

なお、ICT 浚渫工（港湾）については、2017 年度（平成 29 年度）から ICT 活用工事の実施に係る要領類として、表-3.3 に示す要領が整備され、現在令和 2 年 4 月改定版が運用されている。各種要領類については、試行工事結果の整理・分析（アンケート結果、取得データ等）や関係者へのヒアリング、実証実験等のフォローアップ調査結果などをもとに、改定が行われている。

また、さらなる ICT 推進に向けて課題の抽出・整理、対応策の検討も行われている。

表-3.3 ICT 浚渫工（港湾）の実施に係る要領類
（令和 2 年 4 月改定版）

ICT 浚渫工（港湾）の実施に係る要領類 （令和2年4月改定版）
1. マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）
2. 3次元データを用いた港湾工事数量算出要領（浚渫工編）
3. 3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工編）
4. 3次元データを用いた出来形管理の監督・検査要領（浚渫工編）

マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）の改定の経緯については、以下の 3.1(2) に示す。

(2) マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）の改定の経緯

マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）（以下、深浅測量マニュアル）における基準の計測性能（取得点密度）、測深精度、スワス角の改定の経緯について、以下に示す。

a) 計測性能（取得点密度）の改定

マルチビームでの測量計画では、測量区域について水深、海底地形、有効測深幅などを考慮し、未測深が生じないように測線を設定する必要がある。2017 年度（平成 29 年度）の深浅測量マニュアルでは、浚渫工の出来形管理等において適切な地形再現ができる計測性能（取得点密度）の設定を、「0.5m 平面格子に 3 点以上、達成率 90% 以上、ただし 3 点未満の平面格子が連続してはならない」とされていた。達成率については、測量時の海象条件や各測量機器の誤差等により、測量精度や密度への影響が考えられるため、基準が設けられている。

しかしながら、計測性能（取得点密度）については、試行工事でのアンケート結果では、浚渫工に要求される精度から考えると、0.5m 平面格子に 3 点以上のデータ取得は過剰ではないかなど意見が挙げられた。

このため、2018 年度（平成 30 年度）基準緩和の改訂では、0.5m 平面格子では 3 点未満の連続箇所が発生してしまう箇所が相当数あること、浚渫土量計算に用いる平

面格子サイズについては、平坦な地形を対象とする限りでは、平面格子サイズ 0.5m と 1m との土量計算結果に大きな差がないこと、水深 100m までの水路測量業務では、平面サイズ 1m で 1 点以上を採用していることなどの理由から、「1.0m 平面格子に 3 点以上、達成率 90% 以上、ただし、3 点未満の平面格子が連続してはならない」とすることとされた。

また、2019 年度（令和元年度）の改訂では、既報¹⁶⁾により土量差も従来の平均断面法との誤差に比べ小さいことが確認できたことから、達成格子の連続が厳しい条件となっていることより、未達成連続の条件をなくし、未達成エリアが極力広くならないように、「1.0m 平面格子に 3 点以上、達成率 99% 以上」とすることとされた。

このように開始当初の基準から試行工事を踏まえて、検証やアンケート結果により、図-3.1 のとおり改定が行われている。



出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第 7 回委員会資料 資料 1

図-3.1 計測性能（取得点密度）の改定¹³⁾¹⁵⁾

b) 測深精度の改定

マルチビーム測量での精度を確認するためには、音響ビームの重複部のデータによる比較や、井桁測線を計画し、直交するデータとの比較検証を行い、精度を確認する必要がある。2017 年度（平成 29 年度）の深浅測量マニュアルでは、この直交するデータにおける重複部の水深差での精度確認の基準が、「誤差±10cm、達成率 100%」とされていた。

しかしながら、試行工事でのアンケート結果では、検測・精度管理の±10cm は水路業務法に定められた水路測量の基準と比べて、かなり厳しくなり満足することが難

しく、水路測量の基準と同じでよいのではないかなどの意見が挙げられた。

このため、2018年度（平成30年度）基準緩和の改訂では、ICT 浚渫工（港湾）においては、出来形計測だけでなく測深データを用いて土量計算も行うことから、より高い測深精度が要求されること、試行工事の結果、特殊な条件の工事箇所を除けば、±10 cmの達成率90%以上をほぼ満足しており、測深機の持つ精度（エラー発生率約5%）を考慮しても、達成率90%以上を許容範囲とすることが妥当であることなどの理由から、「±10cm, 達成率90%以上」とすることとされた。

さらに、2019年度（令和元年度）の改訂では、試行工事のアンケート結果等をふまえ、生産性向上の観点から、基本的に水路測量の基準にあわせた見直しを行い、測定誤差の限度は、「平成14年度海上保安庁告示第102号」で定められたとおりとすることとされた。また、海域に応じた水路測量での算定式による水深の深さの測定の誤差の限度が、式(1)のとおり定められており、水域区分については、表-3.4のとおりである。なお、水路測量に該当する深浅測量については、海上保安庁の「水路測量業務準則」および「水路測量業務準則施行細則」に準ずるものとされている。

誤差の限度 = $[a^2 + (bd)^2]^{1/2}$ …… 式(1)

- ・ d : 水深 (m を単位とする)
- ・ a および b : 表-3.4 のとおり

表-3.4 水域区分における算定式で適用する数値表¹⁷⁾

水域区分	a	b
特級	0.25m	0.0075
一 a 級	0.5m	0.013
一 b 級	0.5m	0.013

出典：海上保安庁海洋情報部監修水路測量関係規則集

このように開始当初の基準から、検証やアンケート結果により、図-3.2のとおり改定が行われている。

測深精度

2017年度 (H29d)	①誤差 ±10cm ②達成率 100%
---------------	------------------------

・ 達成率を、基準②100%→90%に改定



2018年度 (H30d)	①誤差 ±10cm ②達成率 90%
---------------	-----------------------

・ 誤差を、基準①±10cm→水路測量基準に改定
・ 達成率を、基準②削除に改定



2019年度 (R1d)	①海上保安庁の水路測量基準に合わせる (式(1), 表-3.4参照)
--------------	------------------------------------

出典：港湾における ICT 導入検討委員会 第7回委員会資料 資料1

図-3.2 測深精度の改定¹³⁾¹⁵⁾

c) スワス角の改定

マルチビーム測量を行う際に設定するスワス角については、一般的な測量機器では 10° ~ 160° までの計測が可能であるものの、2017年度（平成29年度）の深浅測量マニュアルでは、取得点密度 3 点/1.0m 平面格子を要する測深の場合、スワス角は 90° に設定するものとされていた（図-3.3 参照）。

【解説】

(データ取得間隔)
マルチビームを使用して測量計画を立案する場合、特に対象水域の水深、成果の分解能（メッシュサイズ）、計測の目的（精度）を考慮し、有効測深幅を設定することが重要である。
近年一般化しているスペックのマルチビームは、1 スワスが 256 本の音響ビームからなり、測深時に 1 ビームが等角度モード（ソナーヘッドを中心とした等角度で計測）、等間隔モード（海底面において等距離で計測）の選択ができるようになっている。さらにスワス角は 10°~160° まで調整可能となっている。
本マニュアルに示す取得点密度 3 点/1.0m 平面格子を要する測深の場合、スワス角は 90° に設定するものとする。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（3 点/1.0m 平面格子）を満たせるよう重複幅、船速の上限を決定する。

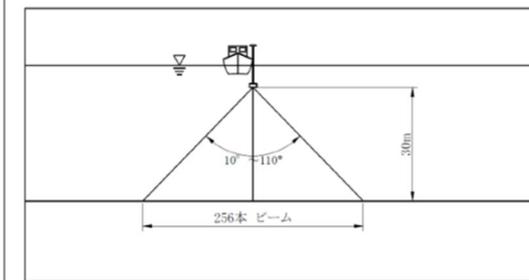


図-1.2 測深データのイメージ

出典：マルチビーム測量を用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）(案)

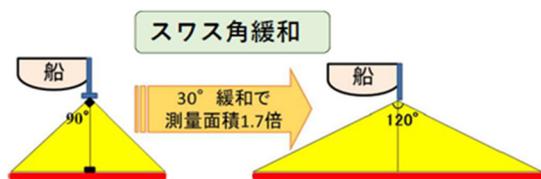
図-3.3 データ取得間隔：スワス角の設定について¹⁸⁾

その後のマルチビーム測量の関係者へのヒアリング調査での結果から、現場測量での航行距離・作業時間の削減、

点群データの取得量・データ処理作業量の削減などを行うことにより、作業の効率化が期待できることが意見として挙げられた。

このような状況を受け既報⁴⁾では、過去の納品された完成工事の測量データや、施工中の浚渫工事において複数のスワス角・重複率の組合せでのマルチビーム測量の実証実験を実施した。それらの測量した点群データから計測した浚渫土量での土量差の比較により、基準の設定緩和が可能であることが示されている。

その検討結果も踏まえ、令和2年4月改定の深淺測量マニュアルでは、マルチビーム測量を行う際に設定するスワス角が90°から90°～120°に緩和されている(図-3.4～3.5参照)。



出典：国土技術政策総合研究所資料 No.1103

図-3.4 スワス角設定緩和のイメージ図⁴⁾

3.2 水深データによるスワス角・重複率の設定緩和の検討

既報⁴⁾では、複数のスワス角・重複率の組合せでの、マルチビーム測量の実証実験で測量した点群データから計測した浚渫土量での土量差の比較により、基準の設定緩和について検証を行っている。

その結果は表-3.5のとおりであり、その成果は前記3.1(4)c)スワス角の改定で述べたとおり、スワス角90°～120°の設定緩和に活用されている。

表-3.5 既報の浚渫土量での比較検証結果⁴⁾

スワス角 重複率	ソフトウェア：A			ソフトウェア：B		
	検証土量 m3	基準との 土量差m3	基準との 増減率	検証土量 m3	基準との 土量差m3	基準との 増減率
0 90° 100%	196,984	0	0%	196,655	0	0%
1 90° 42%	197,035	51	0.03%	196,691	36	0.02%
2 90° 60%	197,141	157	0.08%	196,679	24	0.01%
3 120° 24%	196,944	-40	-0.02%	196,604	-51	-0.03%
4 120° 60%	196,146	-838	-0.43%	195,836	-819	-0.42%
5 120° 100%	196,410	-574	-0.29%	196,054	-601	-0.31%
6 130° 20%	196,597	-387	-0.20%	196,283	-372	-0.19%
7 130° 60%	196,333	-651	-0.33%	195,766	-889	-0.45%
8 130° 100%	195,958	-1,026	-0.52%	195,562	-1,093	-0.56%

出典：国土技術政策総合研究所資料 No.1103

本節では、浚渫土量での比較に代わり各測点での水深値を用いて、スワス角・重複率の設定緩和に関わる検討を行うこととした。これは、浚渫工で重要とされる航行船舶の安全水深確保や、浚渫作業後に実施する水路測量を考慮して、水深値での誤差について検証を行うものである。

(1) 効率化に向けた検証

マルチビーム測量において設定する重複率については、現状では設定値100%が基準となっている。しかしながら、前記3.1(4)c)スワス角の改定と同様に、重複率についても現地測量での航行距離・作業時間の削減、点群データの取得量・データ処理作業量の削減などによる効率化が期待できるため、検証を行うこととした。

なお、一般社団法人海洋調査協会発行の「海洋調査技術マニュアルー深淺測量ー」において、スワス測深における測線計画等の準備についての記載では、図-3.6のとおり、岩礁、漁礁、沈船等海底障害物が存在する海域などでは、100%以上の重複率が推奨されているものの、航路、泊地、錨地岸壁などの海域においては、20%の重複が一般的とされている。

【解説】

(データ取得間隔)
マルチビームを使用して測量計画を立案する場合、特に対象水域の水深、成果の分解能(メッシュサイズ)、計測の目的(精度)を考慮し、有効測深幅を設定することが重要である。
近年一般化しているスペックのマルチビームは、1スワスが256本の音響ビームからなり、測深時に1ビームが等角度モード(ソナーヘッドを中心とした等角度で計測)、等間隔モード(海底面において等距離で計測)の選択ができるようになっている。さらにスワス角は10°～160°まで調整可能となっている。
本マニュアルに示す取得点密度3点以上/1.0m平面格子(達成率99%以上)を要する測深の場合、スワス角は90°～120°に設定するものとする。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(3点以上/1.0m平面格子(達成率99%以上))を満たせるよう重複率、船速の上限を決定する。

図-1.2 測深データのイメージ

出典：マルチビーム測量を用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編)

(令和2年4月改定版)

図-3.5 データ取得間隔：スワス角の設定について¹⁹⁾

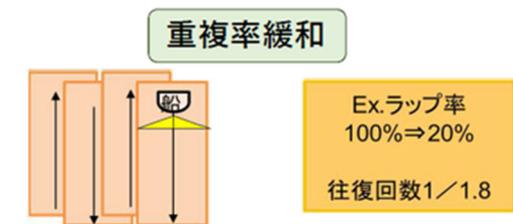
(一般海域での運用基準)
 (1)海底地形、水深を考慮し、測深作業が効率的に実施できるように計画する。
 (2)航路、泊地、錨地、岸壁およびその付近においては、使用するナローマルチビーム測深機の有効測深幅および測量船の偏位を考慮して、未測深部分がないように計画する。この場合、有効測深幅の20%を重複させることが一般的である。
 (3)岩礁、漁礁、沈船等海底障害物が存在する海域、もしくはその存在が想定される海域では、最浅部が明確に捕捉できるように隣接測線が十分に重複する測線を計画する(片側のビーム幅100%以上の重複率を推奨)。

出典：海洋調査技術マニュアルー深浅測量ー

図-3.6 スワス測深における測線計画 19-20)

(2) 重複率などの設定緩和の検証

重複率を現状基準の100%から20%に設定緩和することを目指して、すでに基準が緩和されているスワス角の違いも含めて、水深データによる比較検証を行うこととした(図-3.7参照)。



出典：国土技術政策総合研究所資料 No.1103

図-3.7 重複率設定緩和のイメージ図 4)

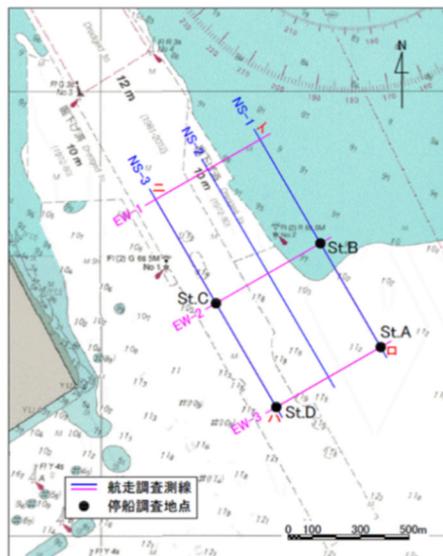
a) 検証方法：改善可否の判断基準

スワス角・重複率の設定について、複数の組合せでのマルチビーム測深データを用いて、計測した水深値の差の比較により検証を行った。

検証結果からの改善可否の判断基準として、前記 3.1

(4) b) 測深精度の改定で示した、表-3.4 の式 (1) の海上保安庁告示の水路測量での算定式による水深の深さの測定の誤差の限度、およびマルチビーム測深と従来方法のシングルビーム測深での水深差の範囲内であるならば、重複率の設定緩和が可能であるものと判断することとした。検証結果の判断基準とした考え方を以下に示す。

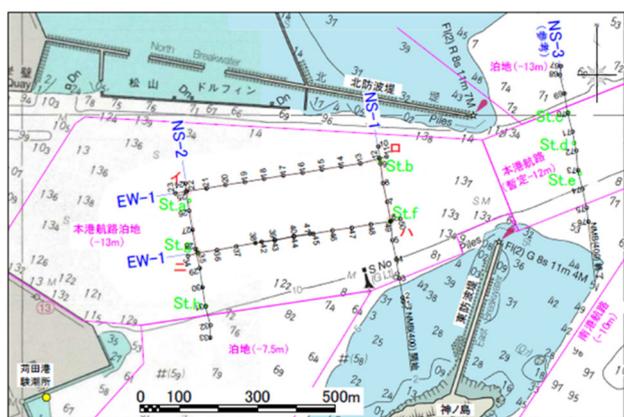
東京湾(特級海域)6測線と荻田港(一a級海域)5測線で実施した現地調査での深浅測量の結果から、全11測線の総測点数2,334点において、同一測点でのマルチビーム測深とシングルビーム測深での水深値の差を比較して、誤差の比較を行った(図-3.8~3.10、表-3.6参照)。



出典：平成30年度港湾分野における情報通信技術等の活用に関する

検討業務報告書(海底面判定に関する現地試験)

図-3.8 2018年度(平成30年度)東京湾
現地調査位置図・測線図(特級海域) 21)



出典：令和元年度港湾分野における情報通信技術等の活用促進に関する

検討業務報告書(海底面判定に関する現地試験)

図-3.9 2019年度(令和元年度)荻田港
現地調査位置図・測線図(一a級海域) 22)

また、表-3.6に示した東京湾と荻田港の2つの海域での調査位置における誤差については、表-3.4の海上保安庁告示の水路測量での水深の深さの測定の誤差の限度が、式(1)により以下のとおり、東京湾0.27m、荻田港0.53mと算定される。

・東京湾(特定海域)【a=0.25m b=0.0075 d=水深13.4m】

$$\text{測定誤差限度} = [a^2 + (bd)^2]^{1/2} = 0.27\text{m}$$

・荻田港(一a級海域)【a=0.50m b=0.013 d=水深13.1m】

$$\text{測定誤差限度} = [a^2 + (bd)^2]^{1/2} = 0.53\text{m}$$

表-3.6 マルチビーム測深とシングルビーム測深での計測水深差の比較表

年度	測地-測線	測点数	最も浅い水深差	最も深い水深差	水深差の平均値	水深差の絶対値	MB-SB測深の具体的な差	特級海域での誤差限度	a級海域での誤差限度	
1	H30d 東京湾-EW-1	122	0.22	-0.23	-0.04	0.04	0.10	0.27	-	
2	H30d 東京湾-EW-2	123	0.11	-0.05	-0.04	0.04	0.10	0.27	-	
3	H30d 東京湾-EW-3	119	0.07	-0.01	-0.03	0.03	0.10	0.27	-	
4	H30d 東京湾-NS-1	218	0.09	-0.01	-0.04	0.04	0.10	0.27	-	
5	H30d 東京湾-NS-2	221	0.09	-0.03	-0.02	0.02	0.10	0.27	-	
6	H30d 東京湾-NS-3	221	0.28	-0.24	-0.02	0.02	0.10	0.27	-	
7	R1d 河田港-EW-1	308	0.08	-0.16	0.05	0.05	0.10	-	0.53	
8	R1d 河田港-EW-2	318	0.15	-0.14	0.03	0.03	0.10	-	0.53	
9	R1d 河田港-NS-1	251	0.17	-0.22	-0.04	0.04	0.10	-	0.53	
10	R1d 河田港-NS-2	191	0.27	-0.21	0.03	0.03	0.10	-	0.53	
11	R1d 河田港-NS-3	242	0.31	-0.33	-0.03	0.03	0.10	-	0.53	
総測点数		2334								

※備考・最も浅い水深差：測点毎の水深差でマルチビーム測深が最も浅くなった差
 ・最も深い水深差：測点毎の水深差でマルチビーム測深が最も深くなった差
 ・水深差の平均値：測点毎の水深差の平均値
 ・水深差の絶対値：測点毎の水深差の絶対値

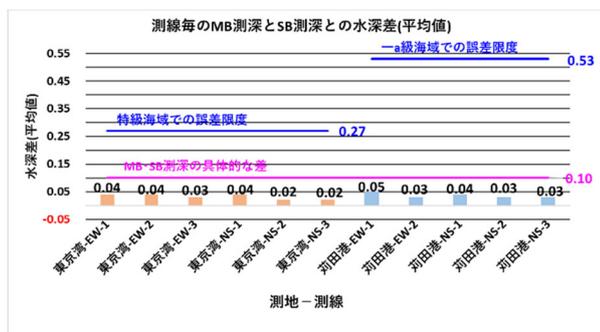


図-3.10 マルチビーム測深とシングルビーム測深での計測水深差の比較図

その結果、全 11 測線において水深差は、平均すると ±0.05m 以下であった。また、最も浅い水深差および最も深い水深差においては、0.1m を超える水深差の測点も計測されたが、水路測量の誤差の限度である東京湾の 0.27m、河田港の 0.53m よりもかなり小さく、これについては、ごく僅かな点数であったため、影響はないものと判断した。

なお、既報²³⁾において、実証実験からマルチビーム測深とシングルビーム測深での観測海底面の具体的な水深差は、±0.1m 程度との調査結果が示されているが、マルチビーム測深とシングルビーム測深の平均値の差は数 cm となった。

この検証により、2 つの海域におけるマルチビーム測深とシングルビーム測深での水深差の平均は、±0.1m 未満であることを確認することができた。

b) 検証方法：複数のスワス角・重複率の設定組合せでの比較

スワス角・重複率の設定の組合せは、スワス角は令和 2 年 4 月に改定された 90° ~120° より、90°、120° の

2 種類とし、重複率は 100%、60%、20% の 3 種類とした。

今回の検証では、水深差で比較検討をすることから、比較対象とする基準値(ベンチマーク)を、スワス角 90° 重複率 100% とする組合せと、スワス角 120° 重複率 100% とする組合せの 2 パターンとして、それぞれ他の 5 通りの組合せとの計測した水深差の比較検証を行った(表-3.7、図-3.11~3.12 参照)。

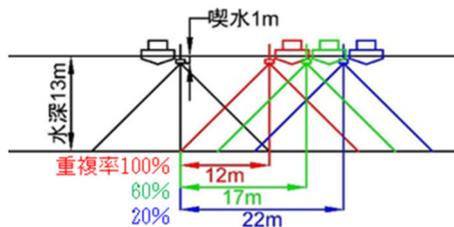
表-3.7 スワス角・重複率の設定組合せ

1. 基準値：90° 100%

組合せ	スワス角	重複率	測線間隔
1	90°	20%	22m
2	90°	60%	17m
基準値	90°	100%	12m
3	120°	20%	37m
4	120°	60%	29m
5	120°	100%	21m

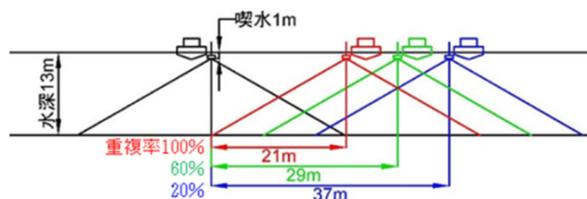
2. 基準値：120° 100%

組合せ	スワス角	重複率	測線間隔
1	90°	20%	22m
2	90°	60%	17m
3	90°	100%	12m
4	120°	20%	37m
5	120°	60%	29m
基準値	120°	100%	21m



出典：令和元年度港湾分野における情報通信技術等の活用促進に関する検討業務報告書(海底面判定に関する現地試験)

図-3.11 スワス角 90°での測線間隔イメージ図²²⁾



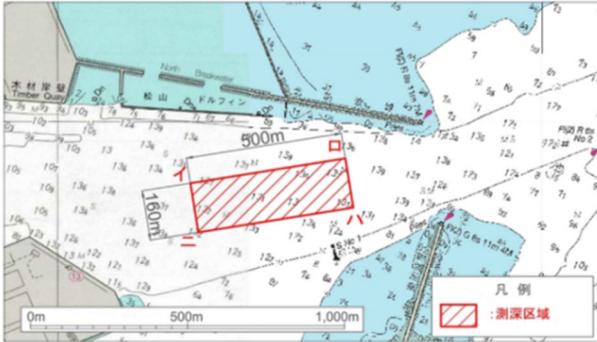
出典：令和元年度港湾分野における情報通信技術等の活用促進に関する検討業務報告書(海底面判定に関する現地試験)

図-3.12 スワス角 120°での測線間隔イメージ図²²⁾

c) 荇田港での測深データの検証

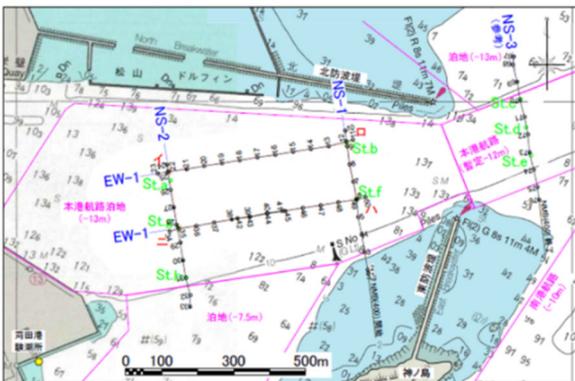
荇田港において実施した、6通りのスワス角・重複率の設定の組合せでのマルチビーム測深データについて、計測した水深値の比較検証を行った。

測深区域は500m×160mの範囲として、各方向20m間隔で測線を設置し全234測点にて計測を行った(図-3.13~3.14参照)。



出典：令和元年度港湾分野における情報通信技術等の活用促進に関する検討業務報告書(海底面判定に関する現地試験)

図-3.13 荇田港測深区域図(500m×160m)²²⁾



出典：令和元年度港湾分野における情報通信技術等の活用促進に関する検討業務報告書(海底面判定に関する現地試験)

図-3.14 荇田港測深区域測線図(500m×160m)²²⁾

スワス角・重複率の設定の組合せは表-3.7のとおりで、スワス角90° 重複率100%およびスワス角120° 重複率100%の設定で計測した水深値を比較対象の基準値(ベンチマーク)として、それぞれ他の5通りの組合せとの計測した水深差の比較検証を行った。

なお、一a級海域である荇田港での測深海域における、海上保安庁告示による水路測量での水深(13.1m)の測定誤差の限度は、算定式(1)ならび表-3.4により0.53mである。

荇田港での浚渫作業後の出来形測量データについて、比較検証した測深結果の度数分布図を以下に示す。

また、水深差の表記については、比較基準値よりもマイナス側は水深が深い測点数、プラス側は水深が浅い測点数を示している(図-3.15~3.26参照)。

なお具体的マルチビーム測深データについて計測した水深値については、付録A表-A.1~表-A.8に示す。

1. 基準値：スワス角90° 重複率100%での比較検証

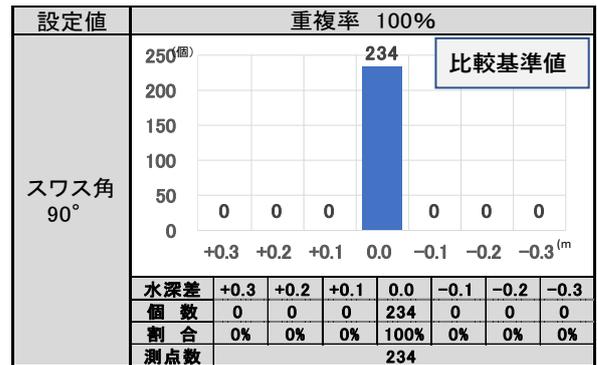


図-3.15 基準値：スワス角90° 重複率100%での度数分布図

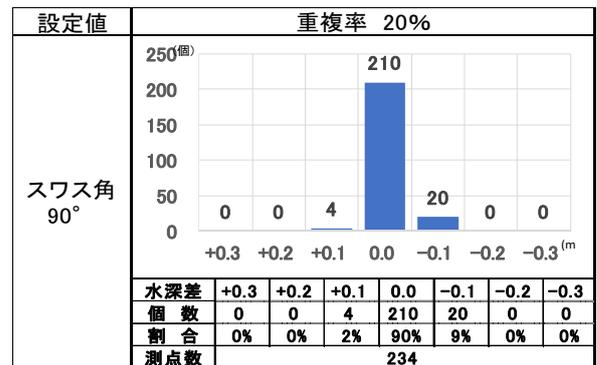


図-3.16 スワス角90° 重複率20%での度数分布図

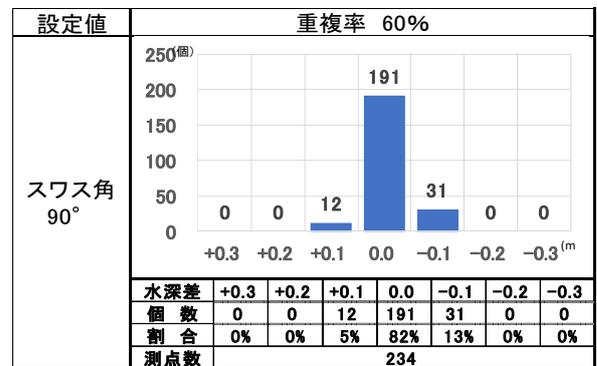


図-3.17 スワス角90° 重複率60%での度数分布図

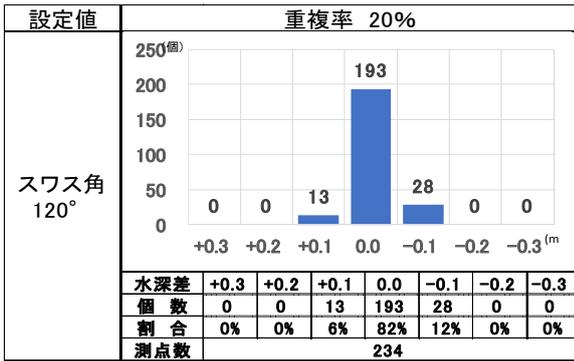


図-3.18 スワス角 120° 重複率 20%での度数分布図

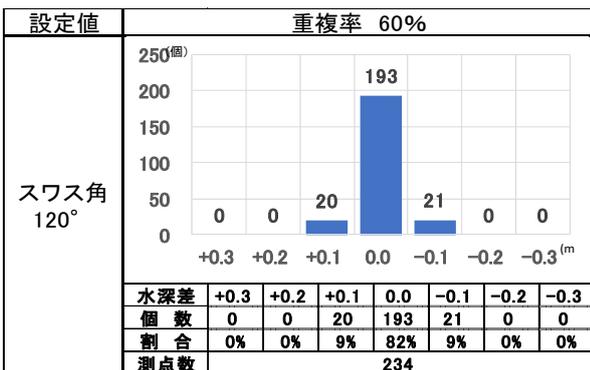


図-3.19 スワス角 120° 重複率 60%での度数分布図

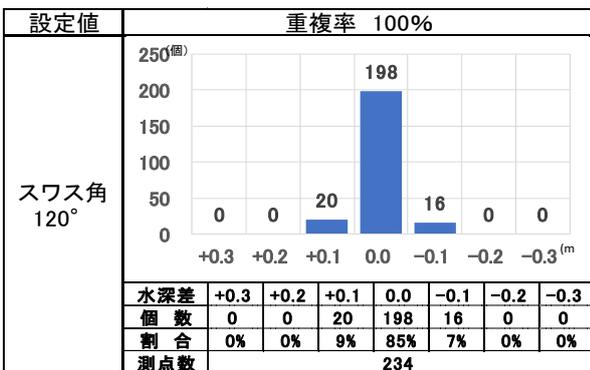


図-3.20 スワス角 120° 重複率 100%での度数分布図

2. 基準値：スワス角 120° 重複率 100%での比較検証



図-3.21 基準値：スワス角 120° 重複率 100%での度数分布図

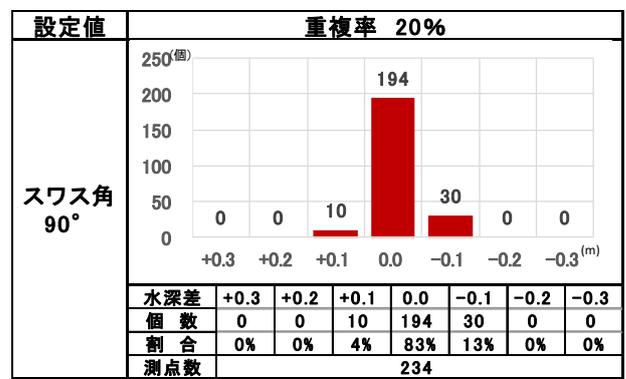


図-3.22 スワス角 90° 重複率 20%での度数分布図

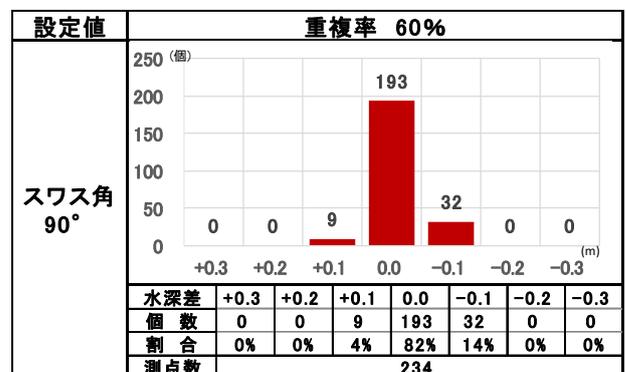


図-3.23 スワス角 90° 重複率 60%での度数分布図

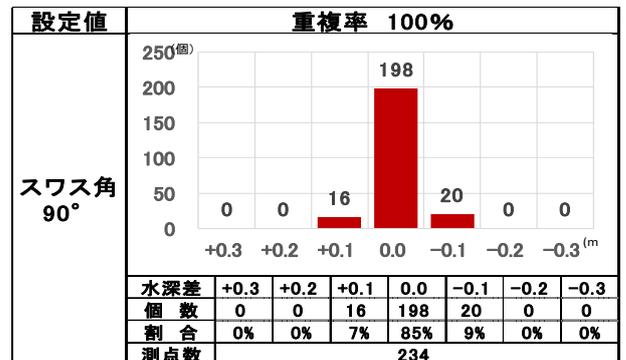


図-3.24 スワス角 90° 重複率 100%での度数分布図

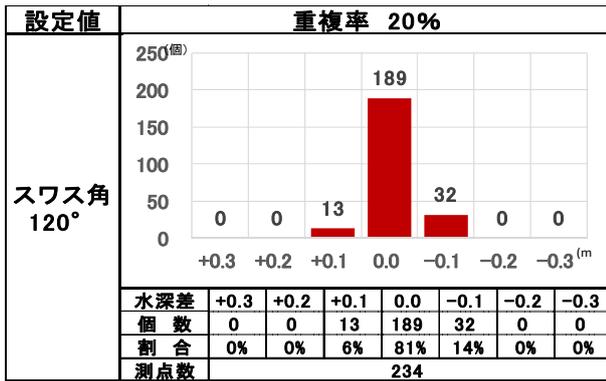


図-3.25 スワス角 120°重複率 20%での度数分布図

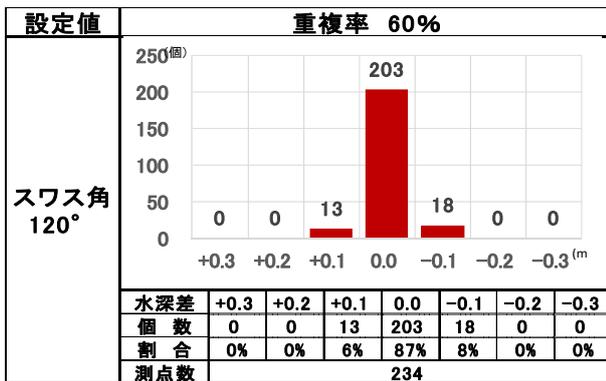
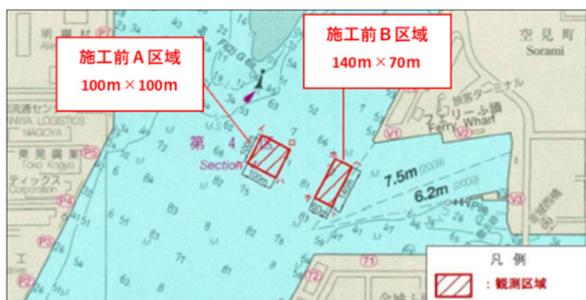


図-3.26 スワス角 120°重複率 60%での度数分布図

荻田港での計測した水深値での検証では、2パターンの比較対象とした基準値(ベンチマーク)での水深差は、スワス角・重複率のすべての組合せで±0.1mの範囲内の差となり、マルチビーム測深において影響のある水深差ではないことを確認することができた。

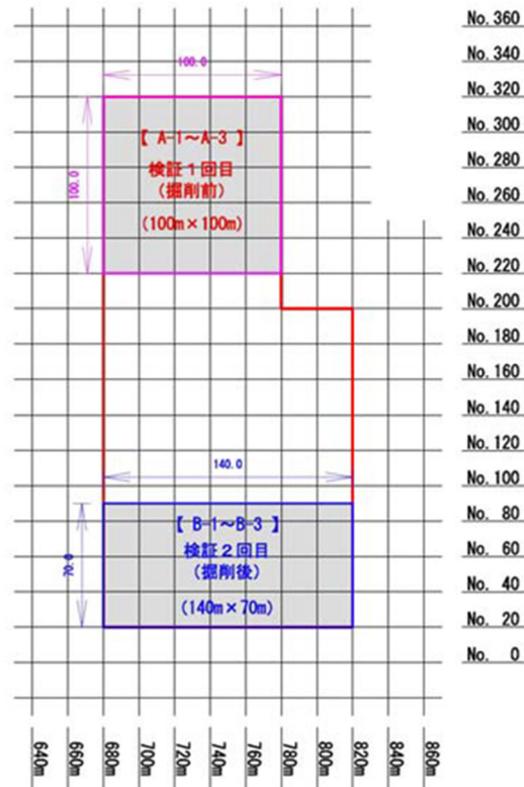
d) 名古屋港庄内川泊地での測深データの検証
名古屋港庄内川泊地においては、2箇所の測深区域について計測した水深値の比較検証を行った(図-3.27 参照)。



出典：平成 31 年度名古屋港庄内川泊地浚渫工事マルチビームを用いた
深浅測量 (ICT 浚渫工) 施工現場における検証実験結果

図-3.27 名古屋港庄内川泊地
測深区域図(施工前 A 区域・施工後 B 区域)²⁴⁾

2 箇所の測深区域については、施工前の範囲である A 区域 100m×100m と施工後の範囲である B 区域 140m×70m で、各方向 20m 間隔で測線を設置し、A 区域では 36 測点、B 区域では 32 測点において計測を行った(図-3.28 参照)。



出典：平成 31 年度名古屋港庄内川泊地浚渫工事マルチビームを用いた
深浅測量 (ICT 浚渫工) 施工現場における検証実験結果

図-3.28 名古屋港庄内川泊地測深区域測線図
(施工前 A 区域・施工後 B 区域)²⁴⁾

名古屋港庄内川泊地での比較検証においても、荻田港での検証方法と同様に、スワス角 90° 重複率 100%およびスワス角 120° 重複率 100%の設定で計測した水深値を比較対象の基準値(ベンチマーク)として、それぞれ他の 5 通りの組合せとの計測した水深差の比較検証を行った。

なお、一 a 級海域である名古屋港庄内川泊地での測深海域における、海上保安庁告示による水路測量での水深の深さの測定の誤差の限度は、算定式(1)ならびに表-3.4により、水深(7.2m)の A 区域では 0.51m、水深(8.7m)の B 区域では 0.51m である。

施工前の範囲である A 区域についての、比較検証した測深結果の度数分布図を以下に示す

(図-3.29~3.40 参照)。

また、水深差の表記については、比較基準値よりもマイナス側は水深が深い測点数、プラス側は水深が浅い測点数を示している。

なお具体のマルチビーム測深データについて計測した水深値については、付録A表-A.9、表-A.11に示す。

1. 基準値：スワス角 90° 重複率 100%での比較検証

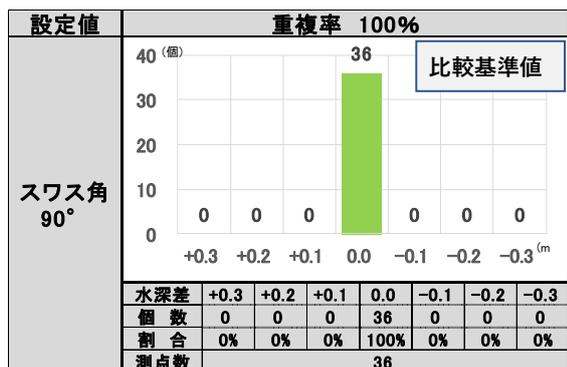


図-3.29 基準値：スワス角 90°重複率 100%での度数分布図

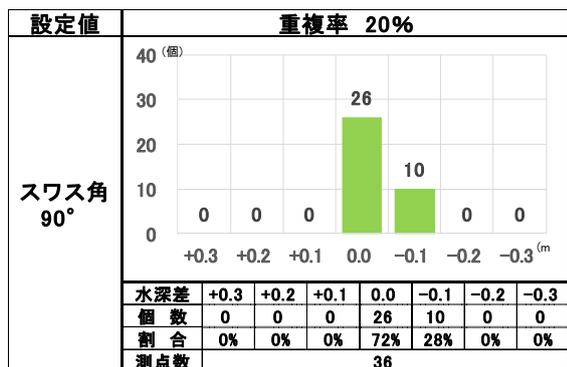


図-3.30 スワス角 90°重複率 20%での度数分布図

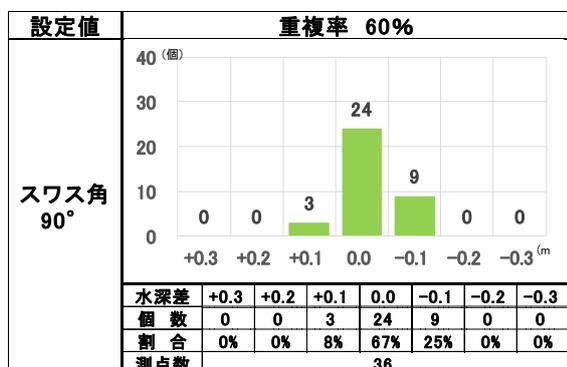


図-3.31 スワス角 90°重複率 60%での度数分布図

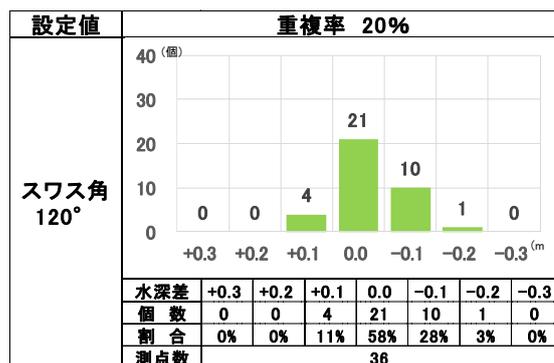


図-3.32 スワス角 120°重複率 20%での度数分布図

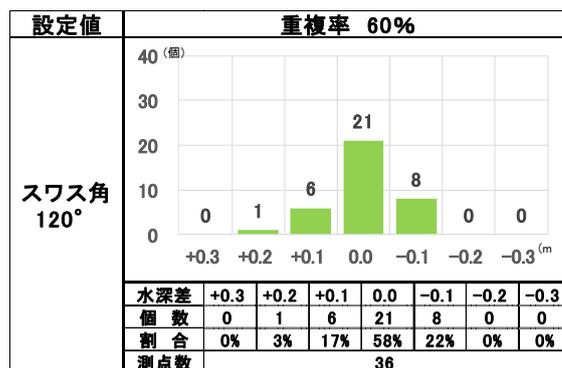


図-3.33 スワス角 120°重複率 60%での度数分布図

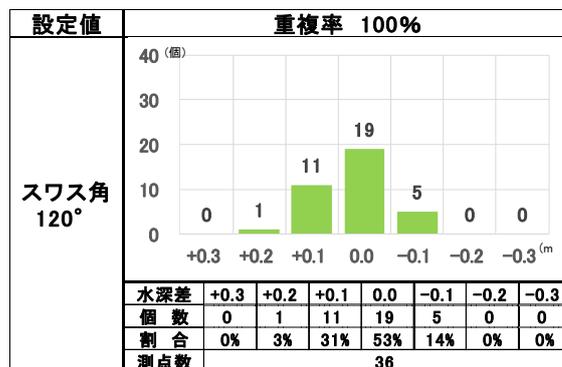


図-3.34 スワス角 120°重複率 100%での度数分布図

2. 基準値：スワス角 120° 重複率 100%での比較検証

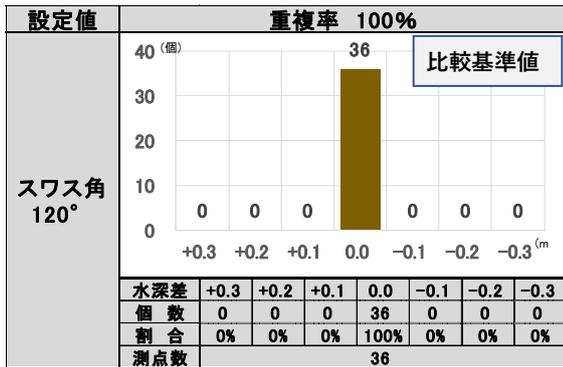


図-3.35 基準値：スワス角 120°重複率 100%での度数分布図

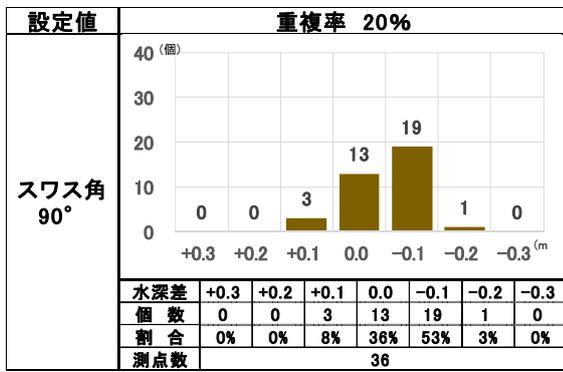


図-3.36 スワス角 90°重複率 20%での度数分布図

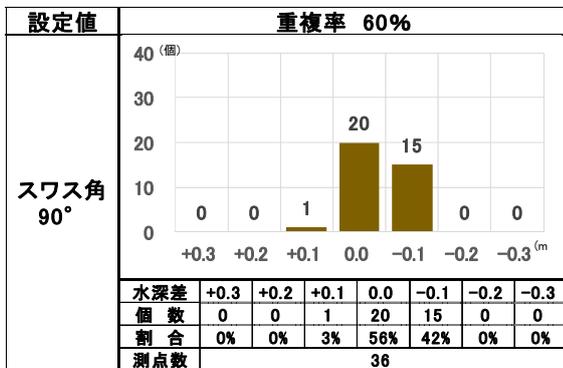


図-3.37 スワス角 90°重複率 60%での度数分布図

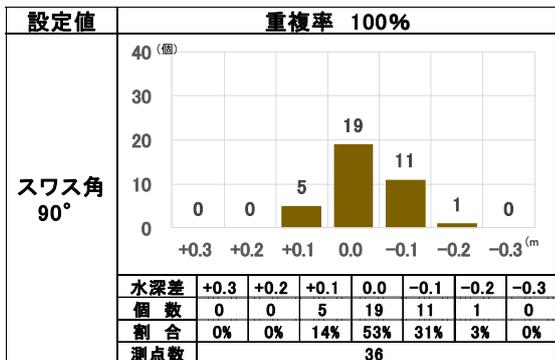


図-3.38 スワス角 90°重複率 100%での度数分布図

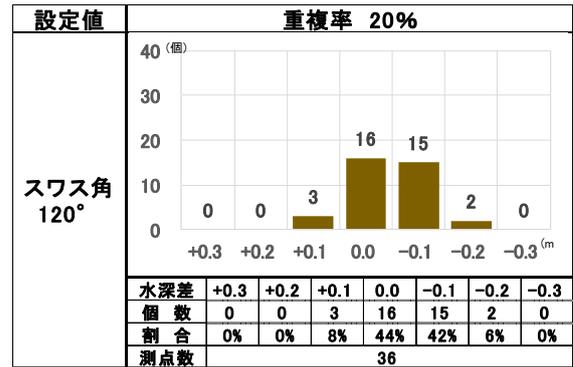


図-3.39 スワス角 120°重複率 20%での度数分布図

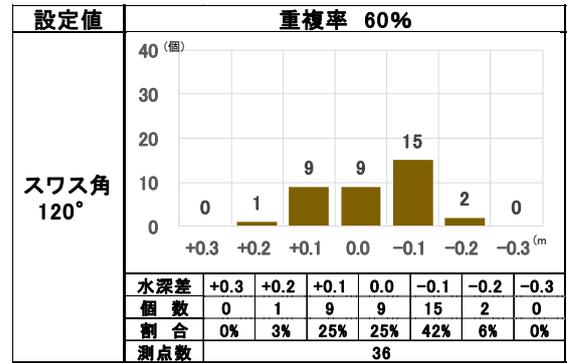


図-3.40 スワス角 120°重複率 60%での度数分布図

A 区域での計測した水深値での検証では、2 パターンの比較対象とした基準値(ベンチマーク)での水深差は、スワス角・重複率の各組合せともに基準値との差は、ほとんどの測点で±0.1m となった。また、一部の測点で±0.2m の差となったが、ごく僅かな点数でありマルチビーム測深において、影響のあるものではないと想料される。

続いて、施工後の範囲である B 区域について、比較検証した測深結果の度数分布図を以下に示す

(図-3.41~3.52 参照)。

なお具体的マルチビーム測深データについて計測した水深値については、付録 A 表-A.10, 表-A.12 に示す。

1. 基準値：スワス角 90° 重複率 100%での比較検証

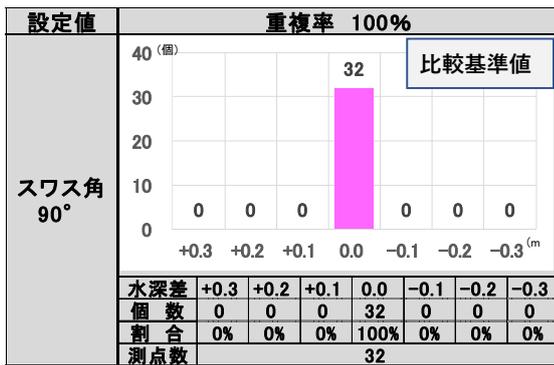


図-3.41 基準値：スワス角 90° 重複率 100%での度数分布図

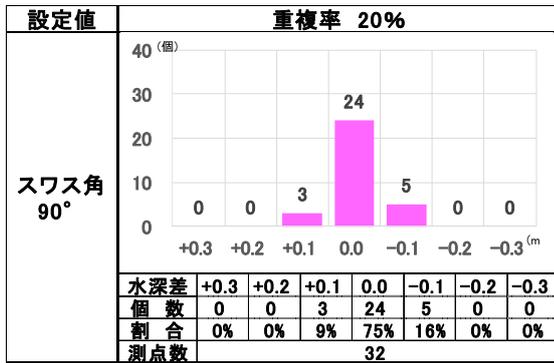


図-3.42 スワス角 90° 重複率 20%での度数分布図

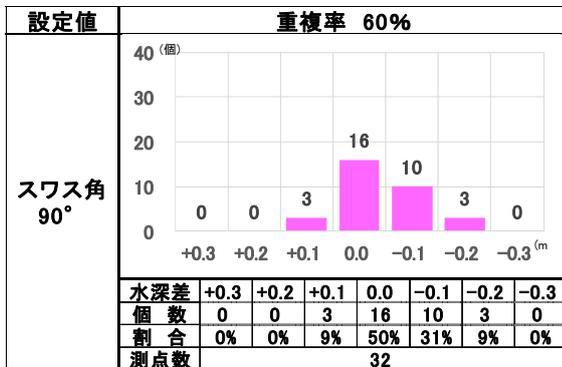


図-3.43 スワス角 90° 重複率 60%での度数分布図

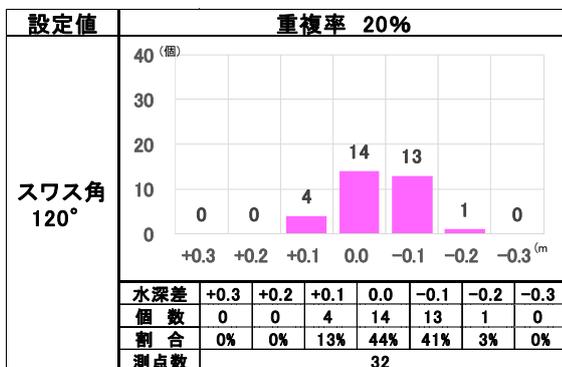


図-3.44 スワス角 120° 重複率 20%での度数分布図

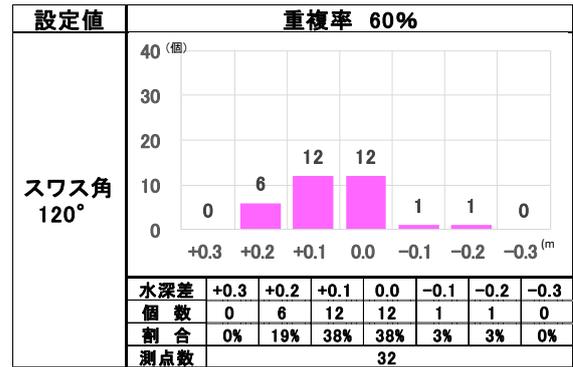


図-3.45 スワス角 120° 重複率 60%での度数分布図

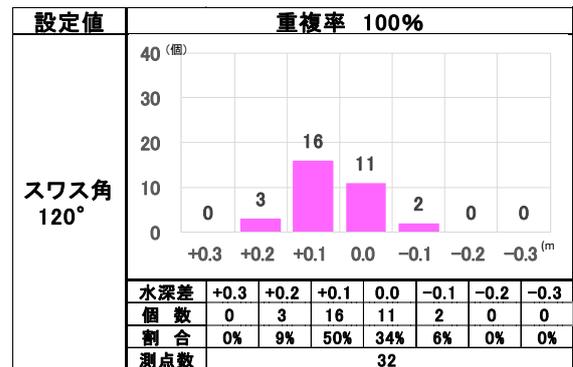


図-3.46 スワス角 120° 重複率 100%での度数分布図

2. 基準値：スワス角 120° 重複率 100%での比較検証

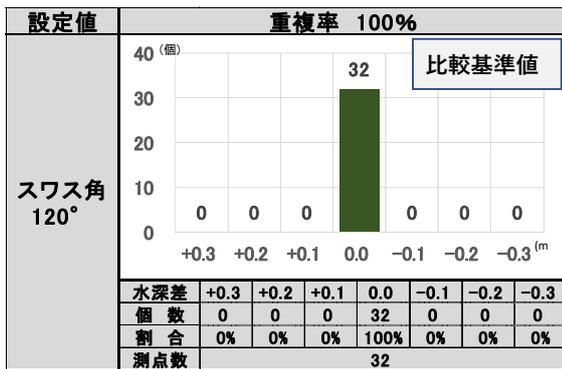


図-3.47 基準値：スワス角 120°重複率 100%での度数分布図

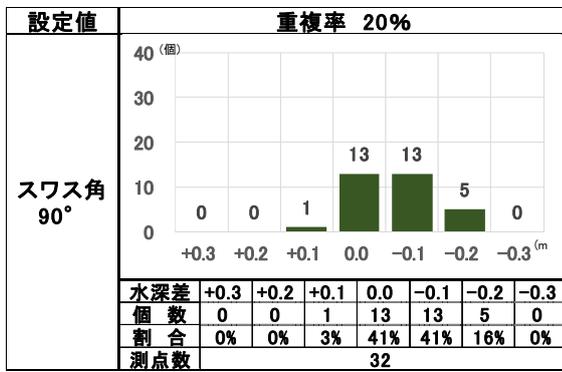


図-3.48 スワス角 90°重複率 20%での度数分布図

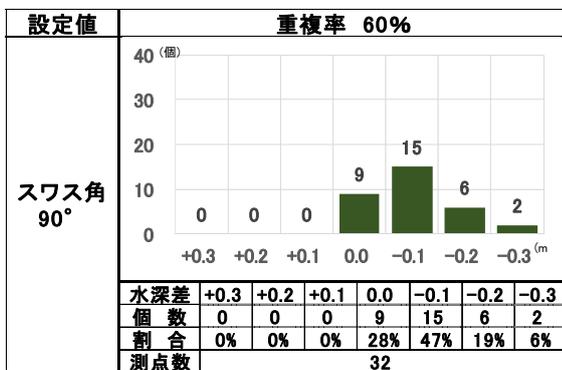


図-3.49 スワス角 90°重複率 60%での度数分布図

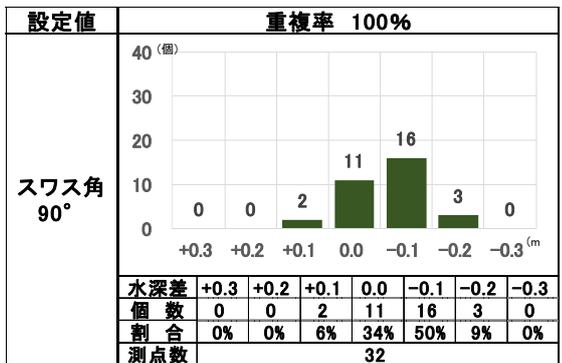


図-3.50 スワス角 90°重複率 100%での度数分布図

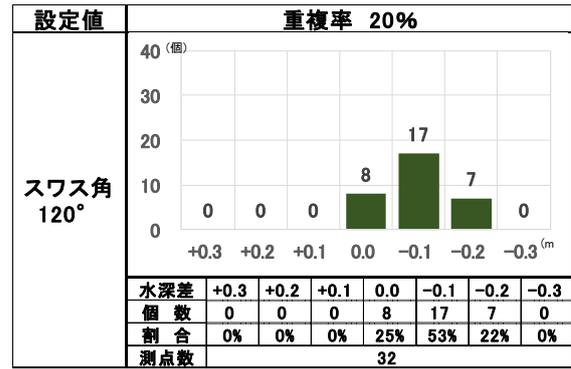


図-3.51 スワス角 120°重複率 20%での度数分布図

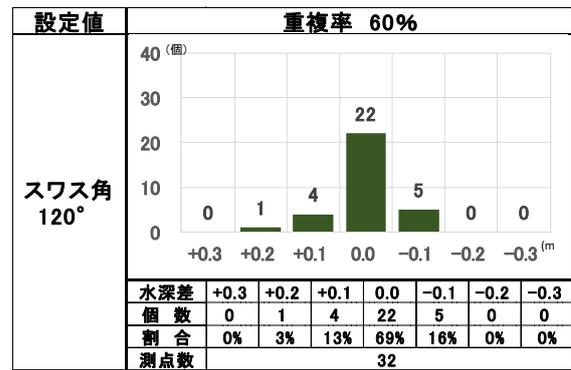


図-3.52 スワス角 120°重複率 60%での度数分布図

B 区域での計測した水深値での検証では、2 パターンの比較対象とした基準値(ベンチマーク)での水深差は、スワス角・重複率の各組合せともに基準値との差は、ほとんどの測点で±0.1m となった。また、一部の測点で±0.2m, 最大で-0.3m の差となったが、施工前の範囲である A 区域と同様に、ごく僅かな点数でありマルチビーム測深において、影響のあるものではないと料される。

A 区域・B 区域とも水深差については、荻田港に比べて比較した測点数が少ないが、一部の測点で±0.1m を超えるバラツキがみられた。また、測深海域での算定式による水深の深さの測定の誤差の限度 0.51m との差については、すべての測点で限度を下回る結果となった。

(3) 重複率などの設定緩和の検証結果

港湾分野でのマルチビーム測量の重複率の設定緩和については、前記 3.2 (2)に示したとおり、荻田港の測深データの検証結果では、海上保安庁告示による水路測量での水深の深さの測定の誤差の限度、およびマルチビーム測深とシングルビーム測深での水深差を超えない結果となった。また、名古屋港庄内川泊地の検証結果では、水深の誤差の限度は超えていないが、一部の測点で±0.1m を超えるバラツキがみられた。これについては、少

数であり影響は少ないものと判断した。

以上の結果から、重複率を100%から20%に設定を緩和することは可能であり、現場測量での航行距離・作業時間の削減、点群データの取得量・データ処理作業量の削減などによる、作業の効率化が期待できる。

なお、重複率の設定緩和については、測深区域が想定した水深よりも現地が浅い場合や、測線航走時の測量船の偏移量が大きい場合では、未測域の発生により補測が必要となり、結果として測深時間の短縮に繋がらない可能性がある。そのため事前測量計画において、現地の水深や当日の気象・海象状況を十分考慮して、測量方法を計画する必要があることに留意がいる。

4. 港湾分野での施工履歴データを用いた出来形管理の課題等の整理

4.1 施工履歴データを用いた出来形管理の現状

(1) 港湾分野について

港湾分野では、ICT 海上地盤改良工について試行工事が行われているが、まだ管理基準類が整備されておらず、類似する工種である ICT 浚渫工（港湾）で用いている「3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工編）」に準ずるものとされている。

しかしながら、ICT 浚渫工（港湾）では、航行船舶の安全水深確保や浚渫作業後の水路測量の実施が重要となるが、ICT 海上地盤改良工では、防波堤等構造物を築造する断面の軟弱土を支持層まで掘削し、良質な置換材を投入することにより地盤を改良するものであることから、国土交通省港湾局編集の港湾工事共通仕様書（平成 31 年 3 月）²⁵⁾において、出来形管理基準が定められており、表-4.1 に示すとおり異なっている。

表-4.1 工種別出来形管理基準の比較 ²⁵⁾

	浚渫工（港湾）	海上地盤改良工（床掘工）
出来形管理基準	+0 - 規定しない 又は特記仕様書による	±30 cm 又は特記仕様書による

出典：港湾工事共通仕様書（平成 31 年 3 月）

また、浚渫工との施工目的の違いから、海上地盤改良工での ICT 管理においては、「3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工編）」に準ずる出来形管理を行うことが、必ずしも生産性の向上につながらないのではないかと、の意見もある。

(2) 陸上分野について

陸上分野での ICT 活用工種においては、ICT 浚渫工（河川）、ICT 地盤改良工などで施工履歴データを用いた出来形管理が適用されている。

この出来形管理では、ICT 建設機械等の情報化施工を適用することにより、建設機械本体や作業装置の位置情報を定量的かつ連続的に取得・提供を行い、施工箇所の位置出しや丁張り設置の削減をすることが出来るものである（図-4.1～4.3 参照）。

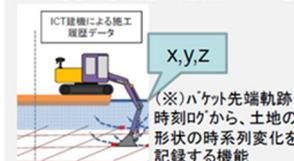


出典：i-Construction 推進コンソーシアム第 4 回企画委員会 資料 1

図-4.1 ICT 浚渫工（河川）のイメージ図 ⁹⁾

完成検査（実地）における実測は、段階確認の実施状況の検査※に代え省略

（従来）
200mに1箇所
基準高、幅、深さ、
延長 【参考：施工履歴データ】



出典：工種拡大 ICT 浚渫工（河川）

図-4.2 施工履歴データのイメージ図 ²⁶⁾



出典：i-Construction 推進コンソーシアム第 4 回企画委員会 資料 1

図-4.3 ICT 地盤改良工のイメージ図 ⁹⁾

建設機械では、ICT 技術機器のマシンガイダンス (MG) やマシンコントロール (MC) を搭載することで、施工中の軌跡となる施工管理データを施工履歴データとして記録することが出来る。この施工履歴データを用いることにより、施工データ管理の簡略化、提出書類の作成手間削減など効率化された高精度な施工が可能となる。

ICT 浚渫工 (河川) では、現地目視が出来ない水中部での出来形管理に施工履歴データが用いられている。

MG・MC によるバックホウ浚渫では、仕上げ作業時にバックホウの爪先で高さがわかるため、水中でも精度の高い施工が可能となる。また、施工しやすく精度がよくなり余掘りを抑え、作業日数の短縮、省人化につながる (図-4.4~4.6 参照)。

(3) 工種別の ICT 技術の活用状況の比較

以上の前記 4.1 (1) (2) をもとに、港湾分野と陸上分野における ICT 技術の活用状況に関しては、ICT 浚渫工 (港湾)、ICT 海上地盤改良工 (床掘工) および ICT 浚渫工 (河川) の 3 工種について、ICT 建設機械、機器構成、ICT 技術内容・操作支援システム、出来形管理方法や作業装置の精度確認方法などの項目について、取りまとめたものを表 4.2 に示す。



出典：施工履歴データを用いた出来形管理要領 (河川浚渫工事編) (案)
(平成 30 年 3 月)

図-4.4 ICT バックホウの適用範囲例²⁷⁾



図-4.5 バックホウ浚渫船



図-4.6 バックホウ搭載 ICT 機器

表-4.2 工種別の ICT 技術の活用状況の比較

項目	ICT浚渫工（港湾）	ICT海上地盤改良工（床掘工）	ICT浚渫工（河川）
1 該当分野	港湾分野	同左	陸上分野
2 ICT施工導入開始	2017年度（平成29年度）	2021年度（令和3年度）予定	2018年度（平成30年度）
3 ICT建設機械	グラブ浚渫船	同左	バックホウ浚渫船
4 ICT機器構成	ICT建設機械本体、グラブ浚渫船施工管理・支援システム（作業船位置や掘削位置・状態、海底形状などをリアルタイム表示）、シングルビームソナー（水中ソナー等で海底地形を把握）	同左	ICT建設機械本体、車載PC、点群処理ソフトウェア、3次元設計データ作成ソフトウェア、出来形帳票作成ソフトウェア、出来高算出ソフトウェア
5 ICT技術	浚渫施工管理システム・水中ソナー	同左	マシンガイダンス（MG） マシンコントロール（MC）
6 ICT技術内容・操作支援システム	・マルチビーム測量により取得した施工位置の現地盤の地形情報とグラブ浚渫船の位置や作業状況、掘削部の海底形状などを管理用PC画面にリアルタイムで3次元表示するシステム ・海底地形ソナー等を併用することで、掘削部の海底形状などの変化を確認できる	同左	・ICT建設機械に搭載されている、作業装置の自動制御やモニターによりオペレータへの操作支援を行うとともに、作業装置位置の3次元座標や建設機械の作業状態の情報を記録しているシステム ・測位はバックホウ背面に取り付けたGNSSアンテナまたはTSターゲットとブーム、アーム、バケット、本体に取り付けた傾斜センサ等の情報から作業装置先端の座標を計算する
7 従来の施工方法	作業船位置はGNSSによる平面図の2次元データで確認、掘削深さはグラブバケットの吊りワイヤーロープの長さでの管理やレッド測深により確認、シングルビーム測量	同左	・人力によるレッド測深で一点ずつ深さを確認、平面図・縦断横断断面図から施工数量を算出、施工管理は掘削後のレッド検測を繰返し出来形確認
8 ICTでの出来形管理方法	・3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工編） ・マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）	・3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工編）に準ずる ・マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（床掘・置換工編）案 ※令和2年北九州港湾・空港整備事務所	施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編） ※グラブ浚渫船は除く
9 出来形管理基準 ※基準高	+0 -規定しない、又は特記仕様書による	±30cm 又は特記仕様書による	平均：0以下 個々の測定値：+400mm
10 作業装置の精度確認方法	マルチビームを用いた深浅測量での出来形管理を基本とするため該当なし	グラブ浚渫船について精度確認方法を定めた要領等は整備されていない ※グラブバケットは浚渫船ブームよりワイヤーロープで吊るされているため、掘削時の位置情報管理が困難	ICT建設機械精度確認要領（案）によるバックホウの作業装置の位置情報管理を行う
11 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	同上	グラブ浚渫船の施工履歴データに関する管理基準等の要領類は整備されていない	・静止状態での作業装置位置の取得精度（水平・標高）：各±50mm以内 ・テスト作業による作業装置位置の取得精度（標高）：±100mm以内

4.2 港湾分野での ICT 施工に関するヒアリング調査と意見の整理

港湾分野においては、ICT 浚渫工（河川）と同様に、水中部での施工履歴データを用いた出来形管理が適用できれば、作業の効率化が期待できる。

このため、港湾分野における ICT 技術のさらなる効率化への意見などの把握のため、ICT 浚渫工（港湾）での活用状況、使用機材・技術の構成・精度・性能、技術の課題、マルチビーム測量の活用状況などについてのヒアリング結果も活用することとした。ヒアリング調査は、国土技術政策総合研究所の検討業務の一環として、機器メーカー2社および施工関連業者6社にご協力いただき、2020年（令和2年）9月14日～10月6日に実施されたものである。

ヒアリング調査での代表的な意見などについて、(1) ICT 浚渫工（港湾）での活用状況、(2) 施工中でのマルチビーム活用状況、(3) ICT 海上地盤改良工（床掘工）での ICT 管理の3項目について、整理・取りまとめた結果を以下に示す。

(1) ICT 浚渫工（港湾）での活用状況

使用している ICT 活用技術に関する、概要、機材・技術構成、機材技術の精度・性能、施工中の測深頻度、使用時の課題等についての意見を整理した結果は、表-4.3のとおりである。

表-4.3 ICT 浚渫工（港湾）での活用状況

1. 機器メーカーからの意見
①ICT活用技術の概要について ・海底地形探知ソナー施工管理システム ・グラブ浚渫作業船システム
②使用機材・技術構成について ・シングルビームソナー（販売代理） ・施工管理ソフトウェア（自社開発） ・GNSS装置類
③使用機材・技術の精度・性能について ・測深精度：5cm～10cm ・測位精度：アンテナ位置で水平1cm垂直2cm
④施工中の測深頻度について ・水中ソナーでの測深はリアルタイムで可能
⑤技術使用時の課題等について ・グラブバケットや気泡(あぶく)がある場合は不可
2. 施工関連業者からの意見
①ICT活用技術の概要について ・グラブ浚渫船施工管理用のシステム類を使用 （自社開発、レンタル、外注等） ※掘削位置・深さ確認、掘残し箇所の把握が可能
②使用機材・技術構成について ・シングルビームソナー（自社保有、レンタル等） ・施工管理ソフトウェア（自社開発、レンタル等） ・GNSS装置類（自社保有、レンタル等） ・マルチビーム測深機器（自社保有、レンタル等） ・潮位計
③使用機材・技術の精度・性能について ・測深精度・浚渫位置等は各グラブ浚渫船の搭載機器により異なる ・機材取付位置や取付時間等も各グラブ浚渫船により異なる
④施工中の測深頻度について ・水中ソナーでの測深はリアルタイムに実施可能 ・マルチビームでの測深は解析時間を要するため、週一回や施工中 数回、施工後などの実施で頻度は少ない ・測深管理装置のみでなく、従来方法のレッド測深を併用してい る浚渫船もある
⑤技術使用時の課題等について ・水中ソナーは浚渫直後に気泡(あぶく)が多いと困難だが、マルチ ビームより濁りに強い ・マルチビームは濁りに弱いため、浚渫中や濁りの酷い水域には 適さない

(2) 施工中でのマルチビーム活用状況

ICT 浚渫工（港湾）の施工中でのマルチビーム活用の事例、課題、課題への対応などについての意見を整理した結果は、表-4.4 のとおりである。

表-4.4 施工中でのマルチビーム活用状況

1. 機器メーカーからの意見
①施工中でのマルチビーム活用の事例について ・将来的には検討も考えているが、現状ではコスト面、リアル タイム性など解析処理に問題がある
②施工中でのマルチビーム活用の課題について ・一般的に施工中の浚渫箇所の測深は、汚濁防止枠や気泡等が 支障となりできない ・施工中の浚渫船はスパッド等で固定係留されており、移動測定 式のマルチビームは適さない ・測深後のノイズ処理が必要であり、リアルタイム性が課題で ある
③課題への対応について ・将来的に検討する可能性あり
④その他 ・現状ではマルチビームよりシングルビームに関して、性能面・ スピード面での改良を進めている
2. 施工関連業者からの意見
①施工中でのマルチビーム活用の事例について ・施工中の出来形確認測量にて使用、測量頻度は浚渫時1列完了 後や週一回などで実施（自社保有機器） ・浚渫時のグラブバケット深度確認として、初期段階で測量 実施、詳細な解析はせず掘跡を確認している ・浚渫初期段階に余掘深さの決定のために実施、また水中ソナー での測深との比較のために実施 ・測量船を使用せず、グラブ浚渫船の後方にマルチビームを設置 しての測量を実施
②施工中でのマルチビーム活用の課題について ・シングルビームに比べて艀装作業や解析処理に時間が掛かる、 また船舶毎に艀装の方法が変わる ・濁りのある箇所での測量には適さない ・ノイズ処理等のデータ解析には専門的な作業があり、知識と 手間が必要となる
③課題への対応について ・測量機器類の小型化・無人化・耐久性の向上 ・現地での取得データを別働の解析班へ転送し、分担作業により 解析時間を短縮する ・AIによる解析時間の短縮技術の開発
④その他 ・広範囲の浚渫ではマルチビーム測量を分割し、部分竣工で水路 測量も対応できると船の拘束が短縮できる ・マルチビームによる起工測量と水路測量については、自社測量 ではなく専門測量会社への外注となる

(3) ICT 海上地盤改良工（床掘工）での ICT 管理

ICT 浚渫工（港湾）での ICT 技術を用いた施工管理に
ついて、施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川
浚渫工事編）（案）²⁷⁾で実施する ICT 建設機械（バック
ホウ）の精度確認に関して、グラブ浚渫船での実施など
についての意見を整理した結果は、表-4.5 のとおりであ
る。

表-4.5 ICT 海上地盤改良工(床掘工)での ICT 管理

1. 機器メーカーからの意見	2. 施工関連業者からの意見	
<p>①浚渫技術での施工管理について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・シングルビームソナーのデータを施工履歴として回収し3D化することは可能、実証実験の価値あり ・シングルビームソナーで1mピッチの施工管理データの取得は可能、施工履歴とすることも可能かも ・浚渫施工管理システムでは、事前測量結果を入力することにより土量計算を行うことが可能 	<p>①浚渫技術での施工管理について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・浚渫の目的が土量排出であれば、施工履歴データの出来形管理への適用は可能ではないか ・ソナー等の精度が担保できれば、施工履歴データとして使用することは可能ではないか ・測定データが正しく取得できれば、出来形評価、土量計算ができることはICT浚渫工で実証済み ・施工履歴から面を定義し、体積を計算することは可能であると考えられる ・施工履歴(刃先だけ、水中ソナー等)と今までのシングルビームソナーとマルチビームソナーで出来形を比較により検証してはどうか ・ソナーによるデータ取得を行い、施工履歴データとして確認する検証は可能ではないか、データ取得できれば数量算出は可能ではないか ・浚渫施工管理システムだけではバケットの倒れ・傾きによる掘り残しが発生するため、浚渫施工管理システムの施工履歴だけでは無理ではないか ・水中ソナーでは施工中の掘り残しがないかを確認する目的であることが多いので、高精度を担保するのは困難ではないか ・各浚渫船で施工管理システム、ソフトウェアおよびデータ保存形式が異なり、一律管理ができない ・船舶によってはグラブバケットの深度を取得せず、平面管理のみの浚渫船もある ・浚渫施工管理システムだけではグラブバケットの傾き・倒れが把握できないため、掘り残しはでると思われる ・施工管理装置のソナーで施工履歴データを取得したとしても、キックスパッド式のグラブ浚渫船では取得データの後、蹴り上げによる盛り上がりができる ・グラブ浚渫船の施工管理システムでは、施工中に地盤によっては崩れるなど掘削形状が変化することがあり、施工履歴では海底形状が正しく表せないのではないかと 	<p>②河川浚渫工編で実施するICT建設機械の精度確認に関してグラブ浚渫船での実施について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・精度確認は岸壁上で行ったりしている。日々は海上でRTK-GNSSを活用してできると考える ・グラブバケットからこぼれ落ちたり、崩れ込みによる埋まりで底面深度が確保できないのではないかと ・現状使用機材・技術は掘り残し確認が目的のため、施工履歴データとしての精度管理がされていない ・施工時に目的意識を持ちデータ採取する必要があり、ソナーの補正もどこまでおこなっているか浚渫船毎に異なる ・浚渫施工管理システムでは水中におけるグラブバケットの姿勢が把握できない。(回転、転倒、傾き等)また、深度の精度確認が困難である ・ワイヤーロープで吊るグラブバケットの位置精度は、バケットの倒れ・転倒があり刃先の管理がバックホウのバケット先端のように管理できない ・水中ソナーでデータ取得していない理由はレッド測深で計測した方が早い ・汚濁防止枠の中で水中ソナーのデータ取得は濁りが収まるのを待つ必要がある ・グラブバケットの位置管理をする浚渫施工管理システムではバケットの傾き・倒れを把握できないため、掘り残し管理が仕切れない
<p>②河川浚渫工編で実施するICT建設機械の精度確認に関してグラブ浚渫船での実施について</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水中ソナーでは水温補正により精度はよくなるが、床掘工±30cmの精度との整合性は実証実験での確認が必要 ・通常の精度確認方法ではパーチェックを実施 		
<p>③その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バックホウ浚渫船での捨石均しの施工管理を水中ソナーで行った実績あり、船に対し直角に計れば精度よく施工管理が可能(ソナーと実測誤差2~3cm程度) 		<p>③その他</p> <ul style="list-style-type: none"> ・試行工事では床掘工について、浚渫工編の出来形管理要領が準用されていた。当該要領は水路測量を伴う「浚渫工」に適用されるものであり、許容範囲の異なる「床掘工」に適用した場合、過剰な精度を要求され、ICT活用の趣旨である生産性の向上に反する ・マルチビームで考えると次工程に繋がるところで解析時間が問題となるので、施工履歴データが使用できれば作業は効率化できる

以上のように、工事関係者等へのヒアリング調査により、ICT 浚渫工(港湾)での ICT 技術やマルチビーム測量の活用状況、ICT 海上地盤改良工(床掘工)での ICT 管理などについて、様々な意見を取りまとめた。これらをもとに 4.3 では、港湾分野での施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等の整理を行うこととした。

4.3 施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等の整理

本節では、ICT 海上地盤改良工(床掘工)を例として、港湾分野での施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等の整理を行うこととした。

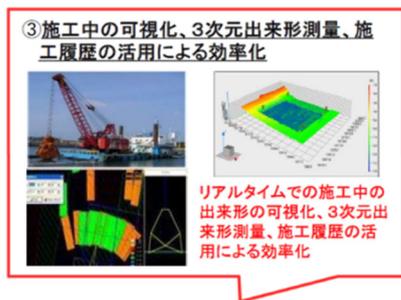
以下(1)では、工種別の出来形管理の状況の比較、(2)では、施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等の整理、(3)では、施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等への対応に向けてとして述べる。

(1) 工種別の出来形管理の状況の比較

ICT 浚渫工(河川)では、施工履歴データを用いた出来形管理要領(河川浚渫工事編)(案)²⁷⁾により、バックホウ浚渫船による出来形管理を実施している。また、使用するバックホウやその他の使用機器・ソフトウェア等については、ICT 建設機械精度確認要領(案)(平成 31 年 3 月)²⁸⁾(以下、精度確認要領(案))に従い、精度管

理の実施や必要な機能・性能の確認を実施している。

ICT 浚渫工（港湾）では、施工管理において各グラブ浚渫船で使用される施工管理システム、ソフトウェア、シングルビームソナー（水中ソナー等）などで構成されるグラブ浚渫船施工管理・支援システム類（以下、浚渫施工管理システム）を活用した施工管理により、グラブバケットの位置や掘削箇所の位置・深さ等のデータをリアルタイムで可視化して、図-4.7 に示すとおり作業の効率化が図られている。



出典：i-Construction 推進コンソーシアム第4回企画委員会 資料1

図-4.7 ICT 技術を用いた施工管理のイメージ図⁹⁾

なお、ICT 浚渫工（港湾）では、マルチビームを用いた深浅測量での出来形管理を基本とするため、施工履歴データを用いた出来形管理は行われていない。

一方で、ICT 海上地盤改良工（床掘工）では、グラブ浚渫船での施工において、浚渫施工管理システムを使用して作業が行われている。海上地盤改良工についても、今後の ICT 活用工事の工種拡大により、さらなる ICT 技術の活用が予定されており、施工管理・出来形管理等での作業の効率化が求められる。

海上地盤改良工（床掘工）での ICT 技術の活用として、施工履歴データを用いた出来形管理の適用により期待で

きる効果を以下に示す。

- ・現場での出来形確認が施工履歴データによる数値の確認で可能となる。
- ・施工履歴データを連続的に取得することにより面的な多数点での管理が可能となる。
- ・取得した施工履歴データによるデータ管理・提出書類の簡略化・作業負担の軽減が可能となる。

ICT 海上地盤改良工（床掘工）においても、水深や潮流など河川と施工条件が異なるが、グラブ浚渫船の精度確認要領類の整備ができれば、ICT 浚渫工（河川）と同様に施工履歴データを用いた出来形管理による効率化が期待される。表-4.6 では、工種別の施工履歴データを用いた出来形管理に関して、メリット・デメリットについて整理した結果を示す。

(2) 施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等の整理

ICT 海上地盤改良工（床掘工）でのグラブ浚渫船施工と、ICT 浚渫工（河川）でのバックホウ浚渫船施工との違いによる、施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等については、表-4.7 に示すとおり課題①～③における工種での異なる点に関して整理を行った。

- 課題① 施工履歴データを取得するグラブバケットの精度管理方法について
- 課題② ICT 建設機械の日々の精度確認方法について
- 課題③ 施工履歴データの記録方法・種類について

表-4.6 工種別の施工履歴データを用いた出来形管理の比較

項目	ICT浚渫工（港湾）	ICT海上地盤改良工（床掘工）	ICT浚渫工（河川）
ICT管理に関する要領類	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工種） ・マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（浚渫工種） 	<ul style="list-style-type: none"> ・3次元データを用いた出来形管理要領（浚渫工種）に準ずる ・マルチビームを用いた深浅測量マニュアル（床掘・置換工種）案 ※令和2年北九州港湾・空港整備事務所	<ul style="list-style-type: none"> ・施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工種） ※グラブ浚渫船は除く
施工履歴データを用いた出来形管理のメリット	マルチビームを用いた深浅測量での出来形管理を基本とするため該当なし	要領類は整備されていない ※施工履歴データを用いた出来形管理が可能となれば、ICT浚渫工（河川）と同様にメリットがある	<ul style="list-style-type: none"> ・従来の測線での管理では把握できなかった面的な出来形管理ができる ・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が効率化できる ・施工中に出来形を把握することができ、出来形の確認と修正施工のサイクルが迅速化できる
施工履歴データを用いた出来形管理のデメリット	同上	要領類は整備されていない ※施工履歴データを用いた出来形管理が可能となれば、ICT浚渫工（河川）と同様にデメリットがある	<ul style="list-style-type: none"> ・ICT建設機械の作業装置の位置は、GNSS や各種センサ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

表-4.7 施工履歴データを用いた出来形管理の課題等の整理

項目	ICT海上地盤改良工（床掘工）	ICT浚渫工（河川）
課題① 施工履歴データを取得する グラブバケットの精度管理 方法	<p>グラブ浚渫船においては、精度管理方法の要領類は整備されていない</p> <p>※ICT浚渫工（河川）のバックホウのように、施工履歴データを出来形管理に用いるためには、グラブ浚渫船のグラブバケットの精度確認方法の整備が必要である</p>	<p>バックホウ浚渫においては、ICT建設機械精度確認要領（案）により実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・精度確認試験実施手順書および試験結果報告書により確認を実施 ・作業装置位置の計測精度確認のため、出来形管理範囲を着工前にテスト作業による精度確認試験を実施する ・作業期間中の精度を管理する目的で、静止状態での精度確認を日々実施する
課題② ICT建設機械の日々の精度 確認方法	<p>グラブ浚渫船においては、日々の精度確認方法の要領類は整備されていない</p> <p>※ICT浚渫工（河川）のバックホウのように、施工履歴データを出来形管理に用いるためには、グラブ浚渫船の日々の精度確認方法の整備が必要である</p>	<p>バックホウ浚渫においては、ICT建設機械精度確認要領（案）により実施する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・各作業日の施工開始前に、作業装置位置の計測精度が x, y, z の各成分とも±50mm 以下であることを確認する <p>※確認方法の例は以下のとおり</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ICT建設機械によって出力される作業装置位置の3次元座標とトータルステーションやGNSS等の測位技術によって計測した作業位置装置の3次元座標とを比較する 2. ICT建設機械の作業装置を3次元座標が既知の点にあてて、既知の座標とMG・MG技術によって出力される作業位置装置の3次元座標を比較する
課題③ 施工履歴データの記録方法 ・種類	<p>グラブ浚渫においては、各施工会社でグラブ浚渫船、浚渫施工管理システム、ソフトウェア等が異なるため、出来形管理として必要となる施工履歴データの取り出し方法やデータの種類の整備が必要である</p>	<p>施工履歴データの取り出し方法</p> <ul style="list-style-type: none"> ・点群処理ソフトウェアによるデータ処理 ・出来形および出来高の確認 ・電子成果品の納品 <p>使用機器・ソフトウェア</p> <ul style="list-style-type: none"> ・施工履歴データを用いた出来形管理を効率的かつ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ICT建設機械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 ・使用機器・ソフトウェアは管理要領に対応する機能・性能を有することが確認できる資料を提出する

ここで、各課題について、河川と港湾やバックホウ浚渫船とグラブ浚渫船との違いなどについて記載する。

a) グラブバケットの精度に関する課題

課題①の施工履歴データを取得するグラブバケットの精度管理方法については、現状のグラブ浚渫工では、施工中に掘り残しの確認のために浚渫施工管理システムを使用しているものの、掘削時のグラブバケットの水中での姿勢・状態（回転・転倒・傾き等）については、浚渫施工管理システムのみで実際の位置を把握することは難しいという課題がある（図-4.8 参照）。

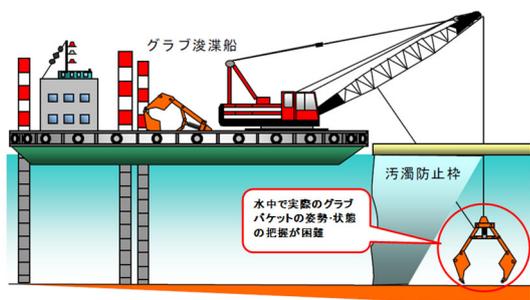


図-4.8 グラブ浚渫状況図

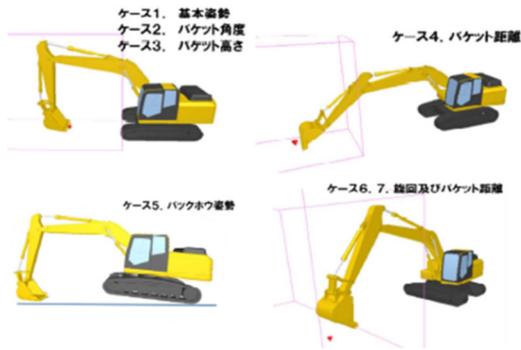
これに関しては、河川のバックホウ浚渫船については、精度確認要領（案）に従い、バックホウの精度確認が行

われており、ICT 建設機械での施工履歴データを用いた出来高・出来形管理を実施するためには、作業装置の位置情報について、施工着手前に取得精度を確認することとされている。具体的には、以下の事項が盛り込まれている。

- ・作業装置の位置情報取得精度の範囲
- ・作業装置の位置の取得精度低下の要因
- ・作業装置の位置精度が変化する場合

また、ICT バックホウにおける作業装置の位置の計測精度の確認については、現場条件に合わせて以下のいずれかの方法にて行うことと、精度確認要領（案）には定められている。

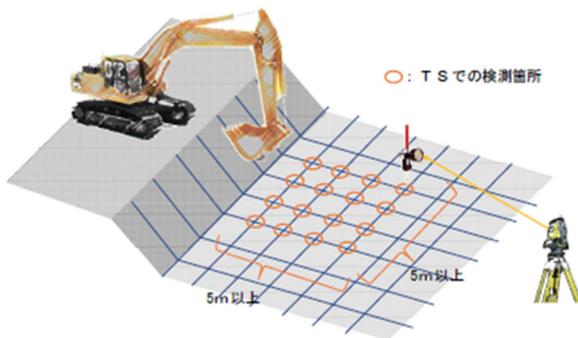
1 つ目は、システムから提供される作業装置の位置とトータルステーション（TS）計測による較差にて確認判断する場合であり、作業装置の位置検出に用いるセンサの動作を極力限定して姿勢を変化させ、精度に与える影響を明らかにするもので、計測は7ケースの姿勢にて行うこととされている（図-4.9 参照）。



出典：ICT 建設機械精度確認要領（案）（平成 31 年 3 月）

図-4.9 作業装置の位置精度の確認方法例²⁸⁾

また、2 つ目のテスト作業による計測にて確認判断する場合には、施工に使用する ICT 建設機械を用いて、現場内で平坦にする作業を行い、作業中に施工履歴データを記録することとされている。作業後には、TS で出来形を計測する。施工履歴データから求める出来形と、TS で検測した点の 3 次元座標とを比較し、標高の差を算出する。これが求める精度確認基準を満足していることを確認するもので、整形する範囲は 5m×5m 以上とし、TS での検測はテスト範囲内で 16 点以上としている（図-4.10 参照）。

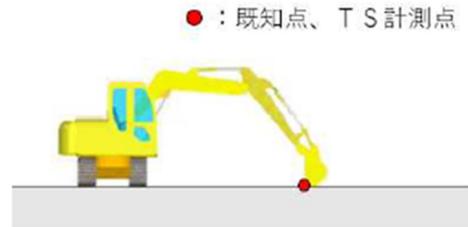


出典：ICT 建設機械精度確認要領（案）（平成 31 年 3 月）

図-4.10 テスト作業による検測例²⁸⁾

さらに、静止状態での精度確認として、バケット位置精度の評価方法は、MG 技術から提供されるバケット刃先座標と、既知点、または TS により計測した座標との較差を算出し、水平・標高較差が精度確認基準に示す基準値以内であれば、所要の性能を確保していると判断するとされている。

なお、本精度確認試験は、施工範囲内とは別に設けた陸上の任意の箇所で実施すればよく、1 姿勢の確認のみでよいとされている（図-4.11 参照）。



出典：施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）
（平成 30 年 3 月）

図-4.11 バケット位置精度の標準的な確認方法²⁷⁾

b) グラブ浚渫船の日々の精度確認に関する課題
課題②の ICT 建設機械の日々の精度確認方法については、ICT 浚渫工（河川）でのバックホウ浚渫船においては、施工履歴データを出来形管理に用いるため、作業開始前に ICT 建設機械であるバックホウの精度確認を実施しているが、グラブ浚渫船では施工着手前の GNSS 等のキャリブレーションのみでの確認であり、施工中に日々の精度確認は行われていないという課題がある。

バックホウ浚渫船については、次のように施工期間中の確認事項として、作業装置位置の取得精度などを原則作業日毎に精度確認が行われている。

国土交通省が定める精度確認要領（案）では、日々確認する事項としては、以下の事項が盛り込まれている。

- ・ICT 建設機械の作業装置・位置精度の確認
- ・施工期間中における確認
- ・その他の確認

なお、ICT 建設機械の性能として着目する「作業装置の位置精度確認」は、施工を実施するなかで作業装置の摩耗による寸法の変化など様々な要因により、精度が低下する可能性があり、施工精度を確保するうえで、ICT 建設機械の信頼性を確保することが重要である。そのため、作業日 1 日毎始業前に 1 回行うことを標準に、取得精度がバラつき内であることや、構成するセンサ、ケーブル等の故障・断線といったトラブルの発生を想定して、日常的にこれらの状態を確認することと定められている（図-4.12～4.13 参照）。

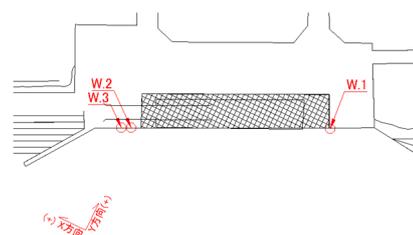


図-4.12 静止状態での精度確認(平面図)例

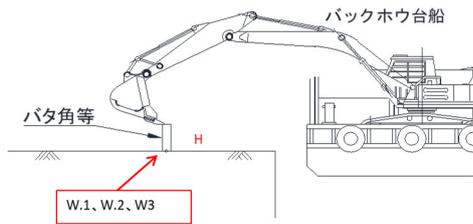


図-4.13 静止状態での精度確認(断面図)例



図-4.17 浚渫施工管理システム使用例 2

c) 施工履歴データの記録方法・種類に関する課題
 課題③の施工履歴データの記録方法・種類については、各施工会社でグラブ浚渫船、浚渫施工管理システム、ソフトウェア等が異なるが、出来形管理として使用するデータ類が同様のものになるように、統一した様式類などの取り決めが必要となる。

浚渫施工管理システムの使用事例について、以下に示す(図-4.14~4.17 参照)。

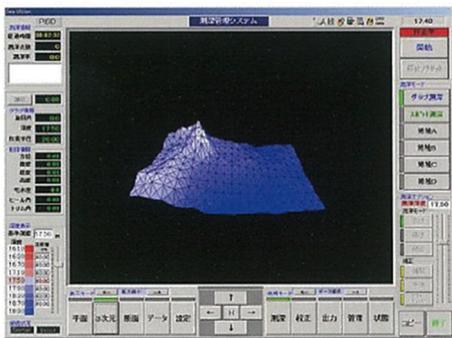


図-4.14 浚渫施工管理システム画面例 1

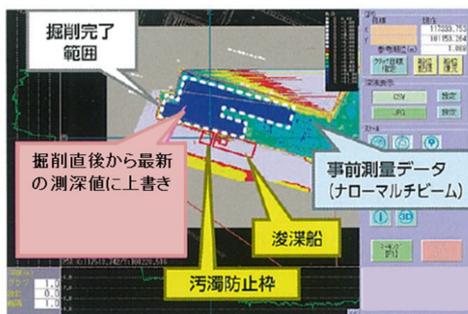


図-4.15 浚渫施工管理システム画面例 2



図-4.16 浚渫施工管理システム使用例 1

(3) 施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けた課題等への対応に向けて

前記 4.3 (2) で挙げた適用に向けた課題等へ対応することができれば、港湾分野の ICT 海上地盤改良工(床掘工)でも、施工履歴データを用いた出来形管理による作業の効率化、生産性の向上を図ることが期待できる。

適用に向けた対応としては、複数の測量データ等を用いた様々な比較検証による証明が必要である。検証に必要なデータは、ICT 浚渫工(港湾)や ICT 海上地盤改良工(床掘工)において、グラブ浚渫船作業での浚渫施工管理システムやマルチビーム測深を活用した実証実験・試行工事での測量データや、過去の完成工事での比較検証が可能な測量データなどから収集することが求められる。

収集した複数の測量データを用いた比較検証を行うにあたっては、港湾分野での ICT 活用技術として、施工履歴データを用いた出来形管理での測量データが活用できると判断するために、ある基準や目安となる指標を設けて、誤差が少なく許容範囲内であると証明することが必要である。

また、新たな出来形管理方法を用いるためには、ICT 技術を活用するための新たな基準を定めることが必要となることも考えられる。

施工履歴データを港湾分野においても活用することは、様々な比較検証による課題等への対応ができなければ難しいところではある。しかしながら、ICT 海上地盤改良工(床掘工)については、ICT 浚渫工(港湾)で求められる航行船舶のための安全水深確保、浚渫作業後の水路測量の実施などと異なり、次工程の置換工等への施工が続くものであり、求められる出来形管理基準も表-4.1 に示したとおり、異なるものとなっている。

したがって、ICT 海上地盤改良工(床掘工)に施工履歴データを用いた出来形管理の適用が可能となれば、測量結果が出るまでのグラブ浚渫船の拘束日数の削減を行い、作業の効率化、生産性の向上を図ることができると考える。

5. おわりに

本資料では、ICT 浚渫工（港湾）での実証実験等の測量データによるマルチビーム測量のスワス角・重複率の設定緩和の検証、および工事関係者へのヒアリング調査結果などをもとに、港湾分野での施工履歴データを用いた出来形管理の適用に向けて、ICT 海上地盤改良工（床掘工）を例とした課題等の整理から、港湾分野における作業の効率化、生産性の向上につながる検討を行った。

マルチビーム測量の重複率の設定緩和については、水深に関わる比較検証結果から、重複率 100% から 20% への設定緩和が測量精度にほとんど影響を与えないことを確認した。合わせて、令和 2 年 4 月に改定されているスワス角についても、水深データでの比較検証で 90° ～ 120° で問題ないことが確認できた。

また、ICT 海上地盤改良工（床掘工）での施工履歴データを用いた出来形管理の適用については、グラブバケットの精度管理の方法や施工履歴データの記録方法・種類など、その導入に向けて検討すべき課題等を明らかにして整理を行った。

本資料が、港湾分野における今後の作業の効率化や、生産性の向上につながる施工の導入や施策の検討の参考となれば幸いである。

(2021 年 2 月 17 日受付)

謝辞

本研究では、測量データの実験・提供をいただいた中部地方整備局ならびに工事受注者および、貴重なご意見をいただいた機器メーカー、浚渫工事施工会社の方々のご協力に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 総務省統計局：労働力調査（基本集計）2020 年（令和 2 年）12 月分結果 統計表，2020 年，
<<http://www.stat.go.jp/data/roudou/sokuhou/tsuki/index.html>>，(2021.2.12 アクセス)。
- 2) 国土交通省：不動産・建設経済局 資料 1，2020.9.14，
<<https://www.mhlw.go.jp/content/12602000/000670248.pdf>>，(2021.2.12 アクセス)。
- 3) 国土交通省：関東地方整備局 企画部，
資料：i - Construction の取り組み状況と今後の活用。
- 4) 国土交通省：国土技術政策総合研究所資料 No.1103 ICT 浚渫工（港湾）の効率化に向けたマニュアル類の改善に関する検討，2020 年，
<<http://www.ysk.nilim.go.jp/kenkyuseika/pdf/ks1103.pdf>> (2021.2.12 アクセス)。
- 5) 国土交通省：ICT 導入協議会 第 11 回資料-資料 2，2020 年，
<<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/content/001359378.pdf>>，
(2021.2.12 アクセス)。
- 6) 国土交通省：ICT 導入協議会 第 11 回資料-資料 1，2020 年，
<<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/constplan/content/001359377.pdf>>，
(2021.2.12 アクセス)。
- 7) 国土交通省：i-Construction 委員会報告書 概要資料，2016 年，
<<https://www.mlit.go.jp/common/001137123.pdf>> (2021.2.15 アクセス)。
- 8) 国土交通省：i-Construction 推進コンソーシアム 第 3 回企画委員会 資料 1，2018 年，
<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/pdf/01.3_kikaku_siryou1.pdf> (2021.2.12 アクセス)。
- 9) 国土交通省：i-Construction 推進コンソーシアム 第 4 回企画委員会 資料 1，2018 年，
<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/pdf/01.4_kikaku_siryou1.pdf> (2021.2.12 アクセス)。
- 10) 国土交通省：i-Construction 推進コンソーシアム 第 6 回企画委員会 資料 4，2020 年，
<https://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/pdf/04.6_kikaku_siryou4.pdf> (2021.2.12 アクセス)。
- 11) 国土交通省：ICT 舗装工について，資料 4，
<<https://www.mlit.go.jp/common/001174971.pdf>>，
(2021.2.12 アクセス)。
- 12) 国土交通省：港湾における i-Construction 推進委員会（第 1 回），資料 1，2020 年，
<<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/Shiryu.pdf>>，
(2021.2.12 アクセス)。
- 13) 国土交通省：港湾における ICT 導入検討委員会 第 5 回委員会資料 資料 1，2018 年，
<<https://www.mlit.go.jp/common/001224632.pdf>>，
(2021.2.12 アクセス)。
- 14) 国土交通省：港湾における ICT 導入検討委員会 第 2 回委員会資料 資料 1，2016 年，
<<https://www.mlit.go.jp/common/001154285.pdf>>，
(2020.12.2 アクセス)。
- 15) 国土交通省：港湾における ICT 導入検討委員会 第 7 回委員会資料 資料 1，2019 年，
<<https://www.mlit.go.jp/common/001274017.pdf>>，
(2021.2.12 アクセス)。
- 16) 国土交通省：国土技術政策総合研究所資料 No.1066，ICT 浚渫工（港湾）における適正な 3 次元データ取得に関する検討，2019 年，

- <<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryounn/tnn1066pdf/ks1066.pdf>> (2021.2.12 アクセス).
- 17) 一般社団法人海洋調査協会：海上保安庁海洋情報部監修，水路測量関係規則集，平成26年4月第8版，2014年，pp17-25.
 - 18) 国土交通省：マルチビーム測量を用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）（案），2017年.
 - 19) 国土交通省：マルチビーム測量を用いた深浅測量マニュアル（浚渫工編）（令和2年4月改定版），2020年，<<https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001335208.pdf>>，（2020.12.7 アクセス）.
 - 20) 一般社団法人海洋調査協会：海洋調査技術マニュアルー深浅測量ー，平成27年10月第5版，2015年，pp107.
 - 21) 国土交通省：平成30年度港湾分野における情報通信技術等の活用に関する検討業務報告書（海底面判定に関する現地試験），2019年.
 - 22) 国土交通省：令和元年度港湾分野における情報通信技術等の活用促進に関する検討業務報告書（海底面判定に関する現地試験），2020年.
 - 23) 国土交通省：国土技術政策総合研究所資料No.1079，ICT 浚渫工の導入に伴う浮泥堆積域におけるマルチビーム測深の効率化に関する検討，2019年，<<http://www.yokohama-nilim.go.jp/kenkyuseika/pdf/ks1079.pdf>>（2020.12.17 アクセス）.
 - 24) 国土交通省：平成31年度 名古屋港庄内川泊地浚渫工事，マルチビームを用いた深浅測量（ICT 浚渫工）施工現場における検証実験結果，2019年，
 - 25) 国土交通省：港湾工事共通仕様書（平成31年3月），2019年，pp3-33～3-34，pp3-75～3-76
< <https://www.mlit.go.jp/kowan/content/001371666.pdf> >（2021.2.11 アクセス）.
 - 26) 国土交通省：工種拡大 ICT 浚渫工（河川），<http://www.nilim.go.jp/lab/pfg/bunya/ict_kasensyunsetu/pdf/icon2.pdf>，（2021.2.12 アクセス）.
 - 27) 国土交通省：施工履歴データを用いた出来形管理要領（河川浚渫工事編）（案）（平成30年3月），2018年，<<https://www.mlit.go.jp/common/001249087.pdf>>，（2021.2.3 アクセス）.
 - 28) 国土交通省：ICT 建設機械精度確認要領（案）（平成31年3月），2019年，< <https://www.mlit.go.jp/common/001284056.pdf> >，（2021.2.3 アクセス）.

付録A マルチビーム測深データについて計測した水深値の比較表

1. 荻田港（基準値：スワス角 90° 重複率 100%）

表-A.1 計測した水深値の比較表（測点 0～測点 160, No.0～120）

No.		0		20		40		60		80		100		120		
スワス角	重複率	測点	測定値	差												
90°	20%	0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	60%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	100%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	20%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	60%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	100%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	20%	20	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
90°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.4	-0.1	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
120°	20%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
120°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
90°	20%	40	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	60%		12.9	0.0	13.0	-0.1	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	100%		12.9	0.0	12.9	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	20%		13.0	-0.1	13.0	-0.1	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	60%		12.9	0.0	13.0	-0.1	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	100%		12.9	0.0	13.0	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	20%	60	12.9	0.0	12.8	0.0	12.9	0.1	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		12.9	0.0	12.9	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.1	-0.1	13.0	0.0
90°	100%		12.9	0.0	12.8	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		12.9	0.0	12.8	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		12.9	0.0	12.9	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.1	-0.1
120°	100%		12.9	0.0	12.9	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	80	12.7	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	-0.1	12.9	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	100%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	20%		12.7	0.0	12.8	0.0	13.0	-0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	12.9	0.0
120°	60%		12.8	-0.1	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	12.9	0.0
120°	100%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	12.9	0.0
90°	20%	100	12.7	-0.1	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	-0.1	12.8	0.0
90°	60%		12.7	-0.1	12.7	0.0	12.9	-0.1	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	-0.1	12.8	0.0
90°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
120°	20%		12.7	-0.1	12.7	0.0	12.9	-0.1	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	-0.1	12.9	-0.1
120°	60%		12.6	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	-0.1	12.8	0.0
90°	20%	120	12.6	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
90°	60%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.7	0.1
90°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
120°	20%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.7	0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
120°	60%		12.6	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
90°	20%	140	12.6	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.6	0.1	12.6	0.0	12.7	0.0
90°	60%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.7	0.1	12.7	0.0	12.6	0.1	12.6	0.0	12.6	0.1
90°	100%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0
120°	20%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.6	0.1	12.6	0.0	12.6	0.1
120°	60%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.7	0.1	12.7	0.0	12.6	0.1	12.6	0.0	12.6	0.1
120°	100%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.7	0.1	12.7	0.0	12.6	0.1	12.6	0.0	12.6	0.1
90°	20%	160	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0
90°	60%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	-0.1	12.5	0.0	12.6	0.0
90°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0
120°	20%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	-0.1	12.5	0.0	12.5	0.1
120°	60%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	-0.1	12.5	0.0	12.6	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.1

表-A.2 計測した水深値の比較表 (測点 0~測点 160, No.140~260)

No.			140		160		180		200		220		240		260	
スワス角	重複率	測点	測定値	差	測定値	差										
90°	20%	0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	20%	20	13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.1	13.0	0.1	13.0	0.0
120°	60%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.1	13.1	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.1	13.1	0.0	13.0	0.0
90°	20%	40	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
90°	60%		13.2	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
120°	20%		13.2	-0.1	13.2	-0.1	13.2	-0.1	13.2	-0.1	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
120°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
90°	20%	60	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	80	12.8	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	60%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.1	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0
90°	100%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	20%		12.9	-0.1	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	60%		12.9	-0.1	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0
120°	100%		12.9	-0.1	12.8	0.0	12.7	0.0	12.7	0.1	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0
90°	20%	100	12.8	0.0	12.7	0.0	12.7	-0.1	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	60%		12.7	0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	100%		12.8	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	20%		12.8	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	60%		12.7	0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	100%		12.7	0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	20%	120	12.7	0.0	12.7	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.7	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	100%		12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	20%		12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.6	0.1
120°	60%		12.8	-0.1	12.7	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	100%		12.8	-0.1	12.7	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	20%	140	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
90°	60%		12.6	0.0	12.5	0.1	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
90°	100%		12.6	0.0	12.6	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
120°	20%		12.6	0.0	12.5	0.1	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
120°	60%		12.6	0.0	12.5	0.1	12.5	0.0	12.5	0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.5	0.1	12.5	0.0	12.5	0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
90°	20%	160	12.4	0.1	12.4	0.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0
90°	60%		12.5	0.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	-0.1	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0
90°	100%		12.5	0.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0
120°	20%		12.4	0.1	12.4	0.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0
120°	60%		12.5	0.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0
120°	100%		12.4	0.1	12.3	0.1	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.4	0.1

表-A.3 計測した水深値の比較表（測点 0～測点 160, No.280～400）

No.			280		300		320		340		360		380		400	
スワス角	重複率	測点	測定値	差												
90°	20%	0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	20	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	20%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	20%	40	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.1	-0.1	13.1	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	-0.1
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.1	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.1	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	60	13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
90°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
120°	20%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
90°	20%	80	12.9	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		12.9	0.0	12.9	0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	100%		12.9	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		12.9	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		12.9	0.0	12.9	0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		12.9	0.0	12.9	0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	100	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	100%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		12.8	-0.1	12.9	-0.1	12.9	-0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.1	12.9	0.1
120°	100%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.1	13.0	0.0
90°	20%	120	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	20%		12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	60%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	20%	140	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.8	0.0
90°	60%		12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0
90°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
120°	20%		12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.8	0.0
120°	60%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
90°	20%	160	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	60%		12.6	-0.1	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	100%		12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	20%		12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	60%		12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.6	0.1
120°	100%		12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0

表-A.4 計測した水深値の比較表 (測点 0~測点 160, No.420~500)

スワス角	重複率	測点	No.		420		440		460		480		500	
			測定値	差										
90°	20%	0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0		
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0		
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0		
120°	20%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0		
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0		
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0		
90°	20%	20	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0		
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0		
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0		
120°	20%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.1	13.1	0.0		
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.1	13.1	0.0		
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.1	13.1	0.0		
90°	20%	40	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
90°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
120°	20%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
120°	60%		13.1	0.0	13.0	0.1	13.1	0.0	13.2	0.0	13.1	0.1		
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
90°	20%	60	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
90°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
120°	20%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.2	0.0	13.2	0.0		
120°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0		
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.2	0.0	13.2	0.0		
90°	20%	80	13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0		
90°	60%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0		
90°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0		
120°	20%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0		
120°	60%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0		
120°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0		
90°	20%	100	13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0		
90°	60%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.3	0.0	13.3	0.0		
90°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0		
120°	20%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0		
120°	60%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.1	13.3	0.0		
120°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0		
90°	20%	120	12.9	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1		
90°	60%		13.0	-0.1	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1		
90°	100%		12.9	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0		
120°	20%		12.9	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0		
120°	60%		13.0	-0.1	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1		
120°	100%		13.0	-0.1	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1		
90°	20%	140	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0		
90°	60%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0	13.0	0.0		
90°	100%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0		
120°	20%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0	13.0	0.0		
120°	60%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0	13.0	0.0		
120°	100%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0		
90°	20%	160	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0		
90°	60%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0		
90°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0		
120°	20%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0		
120°	60%		12.7	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0		
120°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0		

2. 荻田港（基準値：スワス角 120° 重複率 100%）

表-A.5 計測した水深値の比較表（測点 0～測点 160, No.0～120）

スワス角	重複率	測点	0		20		40		60		80		100		120	
			測定値	差												
90°	20%	0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	60%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	100%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	20%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	60%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	100%		13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	20%	20	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
90°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.4	-0.1	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
120°	20%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
120°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.2	0.0
90°	20%	40	12.9	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	60%		12.9	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	100%		12.9	0.0	12.9	0.1	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	20%		13.0	-0.1	13.0	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	60%		12.9	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	100%		12.9	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	20%	60	12.9	0.0	12.8	0.1	12.9	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	-0.1	13.0	0.0
90°	100%		12.9	0.0	12.8	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		12.9	0.0	12.8	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	-0.1
120°	100%		12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	80	12.7	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	12.9	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.1	12.9	0.0
90°	100%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.1	12.9	0.0
120°	20%		12.7	0.0	12.8	0.0	13.0	-0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0
120°	60%		12.8	-0.1	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0
120°	100%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0
90°	20%	100	12.7	-0.1	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.8	0.0
90°	60%		12.7	-0.1	12.7	0.0	12.9	-0.1	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.8	0.0
90°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.8	0.1	12.8	0.0
120°	20%		12.7	-0.1	12.7	0.0	12.9	-0.1	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	-0.1
120°	60%		12.6	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.8	0.1	12.8	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.8	0.0
90°	20%	120	12.6	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
90°	60%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.7	0.1
90°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
120°	20%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.7	0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
120°	60%		12.6	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0
90°	20%	140	12.6	0.0	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1
90°	60%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
90°	100%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.7	-0.1	12.6	0.0	12.7	-0.1
120°	20%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
120°	60%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
90°	20%	160	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	-0.1
90°	60%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	-0.1	12.5	0.0	12.6	-0.1
90°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	-0.1
120°	20%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	-0.1	12.5	0.0	12.5	0.0
120°	60%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	-0.1	12.5	0.0	12.6	-0.1
120°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0

表-A.6 計測した水深値の比較表 (測点 0~測点 160, No.140~260)

No.			140		160		180		200		220		240		260	
スワス角	重複率	測点	測定値	差												
90°	20%	0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	20%	20	13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.0
120°	60%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0
90°	20%	40	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
90°	60%		13.2	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
120°	20%		13.2	-0.1	13.2	-0.1	13.2	-0.1	13.2	-0.1	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
120°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
90°	20%	60	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	80	12.8	0.1	12.8	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.9	-0.1	12.9	0.0
90°	60%		12.8	0.1	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0
90°	100%		12.8	0.1	12.8	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.9	-0.1	12.9	0.0
120°	20%		12.9	0.0	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.9	-0.1	12.9	0.0
120°	60%		12.9	0.0	12.8	0.0	12.8	-0.1	12.8	-0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0
120°	100%		12.9	0.0	12.8	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0
90°	20%	100	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.7	-0.1	12.7	-0.1	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	100%		12.8	-0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	20%		12.8	-0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	60%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	20%	120	12.7	0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	60%		12.7	0.1	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	100%		12.7	0.1	12.6	0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	20%		12.7	0.1	12.6	0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.6	0.1
120°	60%		12.8	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0
120°	100%		12.8	0.0	12.7	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0
90°	20%	140	12.6	0.0	12.6	-0.1	12.6	-0.1	12.6	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
90°	60%		12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
90°	100%		12.6	0.0	12.6	-0.1	12.5	0.0	12.6	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
120°	20%		12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	-0.1	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
120°	60%		12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0
90°	20%	160	12.4	0.0	12.4	-0.1	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	-0.1
90°	60%		12.5	-0.1	12.4	-0.1	12.4	0.0	12.5	-0.1	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	-0.1
90°	100%		12.5	-0.1	12.4	-0.1	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	-0.1
120°	20%		12.4	0.0	12.4	-0.1	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	-0.1
120°	60%		12.5	-0.1	12.4	-0.1	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.5	-0.1
120°	100%		12.4	0.0	12.3	0.0	12.4	0.0	12.4	0.0	12.5	0.0	12.5	0.0	12.4	0.0

表-A.7 計測した水深値の比較表（測点 0～測点 160, No.280～400）

No.			280		300		320		340		360		380		400	
スワス角	重複率	測点	測定値	差												
90°	20%	0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	20	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	20%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	20%	40	13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.1	0.0	13.1	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	-0.1
90°	100%		13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	60	13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.1	13.1	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0
90°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.1	13.1	0.0
120°	20%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0
90°	20%	80	12.9	0.0	13.0	-0.1	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	100%		12.9	0.0	13.0	-0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		12.9	0.0	13.0	-0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	100	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0
90°	100%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0
120°	20%		12.8	-0.1	12.9	-0.1	12.9	-0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	-0.1	13.0	0.0
120°	60%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.1
120°	100%		12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	20%	120	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	20%		12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.1	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	60%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
120°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0
90°	20%	140	12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.8	0.0
90°	60%		12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0
90°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
120°	20%		12.6	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.8	0.0
120°	60%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.6	0.1	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
120°	100%		12.6	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
90°	20%	160	12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0
90°	60%		12.6	-0.1	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	-0.1	12.7	0.0
90°	100%		12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0
120°	20%		12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.7	0.0
120°	60%		12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	-0.1	12.6	0.1
120°	100%		12.5	0.0	12.5	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.6	0.0	12.7	0.0

表-A.8 計測した水深値の比較表 (測点 0~測点 160, No.420~500)

スワス角	重複率	測点	No.		420		440		460		480		500	
			測定値	差										
90°	20%	0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	12.9	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	20%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0
90°	20%	20	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
90°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	-0.1	13.1	0.0
120°	20%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.0	0.1	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0
90°	20%	40	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	20%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	60%		13.1	0.0	13.0	0.1	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.1	0.1
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	20%	60	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	20%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	60%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.1	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
120°	100%		13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0
90°	20%	80	13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	60%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	20%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	60%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0	13.2	0.0	13.3	0.0
90°	20%	100	13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0
90°	60%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.2	-0.1	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0
90°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0
120°	20%		13.1	-0.1	13.1	0.0	13.1	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0
120°	60%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.1	13.3	0.0	13.3	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0	13.3	0.0
90°	20%	120	12.9	0.1	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0
90°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0
90°	100%		12.9	0.1	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.1
120°	20%		12.9	0.1	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.1
120°	60%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0
120°	100%		13.0	0.0	13.0	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.1	0.0	13.2	0.0
90°	20%	140	12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	60%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	100%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	20%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	60%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.8	0.1	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
120°	100%		12.8	0.0	12.8	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	12.9	0.0	13.0	0.0
90°	20%	160	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
90°	60%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	0.0
90°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
120°	20%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0
120°	60%		12.7	0.0	12.8	-0.1	12.7	0.0	12.8	-0.1	12.8	-0.1	12.8	0.0
120°	100%		12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.7	0.0	12.8	0.0

3. 名古屋港庄内川泊地 (基準値: スワス角 90° 重複率 100%)

表-A.9 計測した水深値の比較表 【施工前 A 区域】 (測点 680~測点 780, No.220~320)

スワス角	重複率	測点	No. 220		240		260		280		300		320	
			測定値	差	測定値	差	測定値	差	測定値	差	測定値	差	測定値	差
90°	20%	680	7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.4	0.0	7.5	-0.1	7.5	-0.1
90°	60%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.4	0.0	7.5	-0.1	7.5	-0.1
90°	100%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.4	0.0	7.4	0.0	7.4	0.0
120°	20%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.5	-0.1	7.5	-0.1	7.5	-0.1
120°	60%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.3	0.2	7.4	0.0	7.5	-0.1	7.5	-0.1
120°	100%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.3	0.1	7.4	0.0	7.4	0.0
90°	20%	700	7.2	0.0	7.3	-0.1	7.4	0.0	7.4	0.0	7.5	-0.1	7.4	0.0
90°	60%		7.2	0.0	7.3	-0.1	7.3	0.1	7.5	-0.1	7.5	-0.1	7.4	0.0
90°	100%		7.2	0.0	7.2	0.0	7.4	0.0	7.4	0.0	7.4	0.0	7.4	0.0
120°	20%		7.2	0.0	7.2	0.0	7.3	0.1	7.6	-0.2	7.5	-0.1	7.4	0.0
120°	60%		7.2	0.0	7.2	0.0	7.3	0.1	7.5	-0.1	7.5	-0.1	7.5	-0.1
120°	100%		7.1	0.1	7.3	-0.1	7.3	0.1	7.5	-0.1	7.4	0.0	7.3	0.1
90°	20%	720	7.2	0.0	7.3	-0.1	7.3	0.0	7.3	0.0	7.4	0.0	7.4	-0.1
90°	60%		7.2	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	7.4	0.0	7.4	-0.1
90°	100%		7.2	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	7.4	0.0	7.3	0.0
120°	20%		7.1	0.1	7.2	0.0	7.3	0.0	7.4	-0.1	7.4	0.0	7.4	-0.1
120°	60%		7.2	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	7.4	0.0	7.4	-0.1
120°	100%		7.1	0.1	7.2	0.0	7.3	0.0	7.4	-0.1	7.4	0.0	7.4	-0.1
90°	20%	740	7.3	-0.1	7.3	0.0	7.3	-0.1	7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	-0.1
90°	60%		7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	-0.1	7.3	-0.1	7.2	0.1	7.3	-0.1
90°	100%		7.2	0.0	7.3	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	7.2	0.0
120°	20%		7.2	0.0	7.3	0.0	7.2	0.0	7.3	-0.1	7.3	0.0	7.3	-0.1
120°	60%		7.3	-0.1	7.2	0.1	7.2	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	-0.1
120°	100%		7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	-0.1	7.3	-0.1	7.2	0.1	7.2	0.0
90°	20%	760	7.0	0.0	7.2	0.0	7.3	-0.1	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0
90°	60%		7.0	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0
90°	100%		7.0	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0
120°	20%		7.0	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.3	-0.1	7.2	0.0
120°	60%		7.0	0.0	7.1	0.1	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0
120°	100%		7.0	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.1	0.1	7.1	0.1
90°	20%	780	7.1	0.0	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	7.0	0.0	6.9	0.0
90°	60%		7.0	0.1	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	7.0	0.0	6.9	0.0
90°	100%		7.1	0.0	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	7.0	0.0	6.9	0.0
120°	20%		7.0	0.1	7.1	0.0	7.0	0.1	7.1	-0.1	7.0	0.0	6.9	0.0
120°	60%		7.1	0.0	7.0	0.1	7.0	0.1	6.9	0.1	7.0	0.0	6.9	0.0
120°	100%		6.9	0.2	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	6.9	0.1	6.8	0.1

表-A.10 計測した水深値の比較表 【施工後 B 区域】 (測点 680~測点 820, No.20~80)

スワス角	重複率	測点	No. 20		40		60		80	
			測定値	差	測定値	差	測定値	差	測定値	差
90°	20%	680	8.8	0.0	8.7	0.0	8.6	0.0	8.8	0.0
90°	60%		8.8	0.0	8.7	0.0	8.7	-0.1	8.8	0.0
90°	100%		8.8	0.0	8.7	0.0	8.6	0.0	8.8	0.0
120°	20%		8.8	0.0	8.7	0.0	8.7	-0.1	8.8	0.0
120°	60%		8.6	0.2	8.7	0.0	8.5	0.1	8.7	0.1
120°	100%		8.6	0.2	8.6	0.1	8.5	0.1	8.8	0.0
90°	20%	700	8.7	0.0	9.0	-0.1	8.7	0.0	8.6	0.1
90°	60%		8.7	0.0	8.9	0.0	8.7	0.0	8.6	0.1
90°	100%		8.7	0.0	8.9	0.0	8.7	0.0	8.7	0.0
120°	20%		8.7	0.0	9.0	-0.1	8.7	0.0	8.7	0.0
120°	60%		8.7	0.0	8.8	0.1	8.7	0.0	8.5	0.2
120°	100%		8.7	0.0	8.8	0.1	8.7	0.0	8.6	0.1
90°	20%	720	8.8	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0
90°	60%		8.9	-0.1	8.6	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0
90°	100%		8.8	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0
120°	20%		8.9	-0.1	8.6	0.0	8.7	-0.1	8.6	0.0
120°	60%		8.8	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0	8.5	0.1
120°	100%		8.8	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0	8.5	0.1
90°	20%	740	8.6	0.0	9.0	0.0	8.8	0.0	8.6	-0.1
90°	60%		8.7	-0.1	9.0	0.0	8.9	-0.1	8.7	-0.2
90°	100%		8.6	0.0	9.0	0.0	8.8	0.0	8.5	0.0
120°	20%		8.7	-0.1	9.1	-0.1	8.9	-0.1	8.6	-0.1
120°	60%		8.6	0.0	9.0	0.0	8.8	0.0	8.3	0.2
120°	100%		8.6	0.0	8.9	0.1	8.8	0.0	8.5	0.0
90°	20%	760	8.8	0.0	8.6	0.0	8.3	0.0	9.0	0.0
90°	60%		8.8	0.0	8.6	0.0	8.5	-0.2	8.9	0.1
90°	100%		8.8	0.0	8.6	0.0	8.3	0.0	9.0	0.0
120°	20%		8.9	-0.1	8.6	0.0	8.4	-0.1	9.0	0.0
120°	60%		8.6	0.2	8.5	0.1	8.4	-0.1	9.0	0.0
120°	100%		8.7	0.1	8.5	0.1	8.4	-0.1	8.9	0.1
90°	20%	780	8.6	0.1	8.4	0.1	8.7	0.0	8.9	0.0
90°	60%		8.7	0.0	8.4	0.1	8.8	-0.1	8.9	0.0
90°	100%		8.7	0.0	8.5	0.0	8.7	0.0	8.9	0.0
120°	20%		8.6	0.1	8.5	0.0	8.8	-0.1	8.9	0.0
120°	60%		8.6	0.1	8.4	0.1	8.6	0.1	8.7	0.2
120°	100%		8.6	0.1	8.4	0.1	8.6	0.1	8.8	0.1
90°	20%	800	8.8	-0.1	8.9	-0.1	8.6	0.0	8.9	0.0
90°	60%		8.8	-0.1	8.9	-0.1	8.7	-0.1	8.9	0.0
90°	100%		8.7	0.0	8.8	0.0	8.6	0.0	8.9	0.0
120°	20%		8.9	-0.2	8.9	-0.1	8.6	0.0	8.8	0.1
120°	60%		8.9	-0.2	8.8	0.0	8.5	0.1	8.8	0.1
120°	100%		8.8	-0.1	8.8	0.0	8.4	0.2	8.8	0.1
90°	20%	820	8.4	0.0	9.1	-0.1	8.6	0.0	8.8	0.0
90°	60%		8.6	-0.2	9.1	-0.1	8.7	-0.1	8.8	0.0
90°	100%		8.4	0.0	9.0	0.0	8.6	0.0	8.8	0.0
120°	20%		8.5	-0.1	9.0	0.0	8.5	0.1	8.7	0.1
120°	60%		8.4	0.0	8.9	0.1	8.4	0.2	8.7	0.1
120°	100%		8.4	0.0	8.9	0.1	8.4	0.2	8.7	0.1

4. 名古屋港庄内川泊地 (基準値: スワス角 120° 重複率 100%)

表-A.11 計測した水深値の比較表 【施工前 A 区域】 (測点 680~測点 780, No.220~320)

スワス角	重複率	測点	No. 220		240		260		280		300		320	
			測定値	差	測定値	差	測定値	差	測定値	差	測定値	差	測定値	差
90°	20%	680	7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.4	-0.1	7.5	-0.1	7.5	-0.1
90°	60%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.4	-0.1	7.5	-0.1	7.5	-0.1
90°	100%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.4	-0.1	7.4	0.0	7.4	0.0
120°	20%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.5	-0.2	7.5	-0.1	7.5	-0.1
120°	60%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.3	0.2	7.4	-0.1	7.5	-0.1	7.5	-0.1
120°	100%		7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.3	0.0	7.4	0.0	7.4	0.0
90°	20%	700	7.2	-0.1	7.3	0.0	7.4	-0.1	7.4	0.1	7.5	-0.1	7.4	-0.1
90°	60%		7.2	-0.1	7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.5	-0.1	7.4	-0.1
90°	100%		7.2	-0.1	7.2	0.1	7.4	-0.1	7.4	0.1	7.4	0.0	7.4	-0.1
120°	20%		7.2	-0.1	7.2	0.1	7.3	0.0	7.6	-0.1	7.5	-0.1	7.4	-0.1
120°	60%		7.2	-0.1	7.2	0.1	7.3	0.0	7.5	0.0	7.5	-0.1	7.5	-0.2
120°	100%		7.1	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	7.5	0.0	7.4	0.0	7.3	0.0
90°	20%	720	7.2	-0.1	7.3	-0.1	7.3	0.0	7.3	0.1	7.4	-0.1	7.4	-0.1
90°	60%		7.2	-0.1	7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	0.1	7.4	-0.1	7.4	-0.1
90°	100%		7.2	-0.1	7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	0.1	7.4	-0.1	7.3	0.0
120°	20%		7.1	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	7.4	0.0	7.4	-0.1	7.4	-0.1
120°	60%		7.2	-0.1	7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	0.1	7.4	-0.1	7.4	-0.1
120°	100%		7.1	0.0	7.2	0.0	7.3	0.0	7.4	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0
90°	20%	740	7.3	-0.1	7.3	0.0	7.3	0.0	7.2	0.1	7.3	-0.1	7.3	-0.1
90°	60%		7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	7.2	0.0	7.3	-0.1
90°	100%		7.2	0.0	7.3	0.0	7.2	0.1	7.2	0.1	7.3	-0.1	7.2	0.0
120°	20%		7.2	0.0	7.3	0.0	7.2	0.1	7.3	0.0	7.3	-0.1	7.3	-0.1
120°	60%		7.3	-0.1	7.2	0.1	7.2	0.1	7.2	0.1	7.3	-0.1	7.3	-0.1
120°	100%		7.2	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	7.3	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0
90°	20%	760	7.0	0.0	7.2	0.0	7.3	-0.1	7.2	0.0	7.2	-0.1	7.2	-0.1
90°	60%		7.0	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	-0.1	7.2	-0.1
90°	100%		7.0	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	-0.1	7.2	-0.1
120°	20%		7.0	0.0	7.1	0.1	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	-0.1	7.2	-0.1
120°	60%		7.0	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.2	0.0	7.1	0.0	7.1	0.0
120°	100%		7.1	-0.2	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	7.0	-0.1	6.9	-0.1
90°	20%	780	7.0	-0.1	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	7.0	-0.1	6.9	-0.1
90°	60%		7.1	-0.2	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	7.0	-0.1	6.9	-0.1
90°	100%		7.1	-0.2	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	7.0	-0.1	6.9	-0.1
120°	20%		7.0	-0.1	7.1	0.0	7.0	0.1	7.1	-0.1	7.0	-0.1	6.9	-0.1
120°	60%		7.1	-0.2	7.0	0.1	7.0	0.1	6.9	0.1	7.0	-0.1	6.9	-0.1
120°	100%		6.9	0.0	7.1	0.0	7.1	0.0	7.0	0.0	6.9	0.0	6.8	0.0

表-A.12 計測した水深値の比較表 【施工後 B 区域】 (測点 680~測点 820, No.20~80)

スワス角	重複率	測点	No. 20		40		60		80	
			測定値	差	測定値	差	測定値	差	測定値	差
90°	20%	680	8.8	-0.2	8.7	-0.1	8.6	-0.1	8.8	0.0
90°	60%		8.8	-0.2	8.7	-0.1	8.7	-0.2	8.8	0.0
90°	100%		8.8	-0.2	8.7	-0.1	8.6	-0.1	8.8	0.0
120°	20%		8.8	-0.2	8.7	-0.1	8.7	-0.2	8.8	0.0
120°	60%		8.6	0.0	8.7	-0.1	8.5	0.0	8.7	0.1
120°	100%		8.6	0.0	8.6	0.0	8.5	0.0	8.8	0.0
90°	20%	700	8.7	0.0	9.0	-0.2	8.7	0.0	8.6	0.0
90°	60%		8.7	0.0	8.9	-0.1	8.7	0.0	8.7	-0.1
90°	100%		8.7	0.0	8.9	-0.1	8.7	0.0	8.7	-0.1
120°	20%		8.7	0.0	9.0	-0.2	8.7	0.0	8.7	-0.1
120°	60%		8.7	0.0	8.8	0.0	8.7	0.0	8.5	0.1
120°	100%		8.7	0.0	8.8	0.0	8.7	0.0	8.6	0.0
90°	20%	720	8.8	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0	8.6	-0.1
90°	60%		8.9	-0.1	8.6	0.0	8.6	0.0	8.6	-0.1
90°	100%		8.8	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0	8.6	-0.1
120°	20%		8.9	-0.1	8.6	0.0	8.7	-0.1	8.6	-0.1
120°	60%		8.8	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0	8.5	0.0
120°	100%		8.8	0.0	8.6	0.0	8.6	0.0	8.5	0.0
90°	20%	740	8.6	0.0	9.0	-0.1	8.8	0.0	8.6	-0.1
90°	60%		8.7	-0.1	9.0	-0.1	8.9	-0.1	8.7	-0.2
90°	100%		8.6	0.0	9.0	-0.1	8.8	0.0	8.5	0.0
120°	20%		8.7	-0.1	9.1	-0.2	8.9	-0.1	8.6	-0.1
120°	60%		8.6	0.0	9.0	-0.1	8.8	0.0	8.3	0.2
120°	100%		8.6	0.0	8.9	0.0	8.8	0.0	8.5	0.0
90°	20%	760	8.8	-0.1	8.6	-0.1	8.3	0.1	9.0	-0.1
90°	60%		8.8	-0.1	8.6	-0.1	8.5	-0.1	8.9	0.0
90°	100%		8.8	-0.1	8.6	-0.1	8.3	0.1	9.0	-0.1
120°	20%		8.9	-0.2	8.6	-0.1	8.4	0.0	9.0	-0.1
120°	60%		8.6	0.1	8.5	0.0	8.4	0.0	9.0	-0.1
120°	100%		8.7	0.0	8.5	0.0	8.4	0.0	8.9	0.0
90°	20%	780	8.6	0.0	8.4	0.0	8.7	-0.1	8.9	-0.1
90°	60%		8.7	-0.1	8.4	0.0	8.8	-0.2	8.9	-0.1
90°	100%		8.7	-0.1	8.5	-0.1	8.7	-0.1	8.9	-0.1
120°	20%		8.6	0.0	8.5	-0.1	8.8	-0.2	8.9	-0.1
120°	60%		8.6	0.0	8.4	0.0	8.6	0.0	8.7	0.1
120°	100%		8.6	0.0	8.4	0.0	8.6	0.0	8.8	0.0
90°	20%	800	8.8	0.0	8.9	-0.1	8.6	-0.2	8.9	-0.1
90°	60%		8.8	0.0	8.9	-0.1	8.7	-0.3	8.9	-0.1
90°	100%		8.7	0.1	8.8	0.0	8.6	-0.2	8.9	-0.1
120°	20%		8.9	-0.1	8.9	-0.1	8.6	-0.2	8.8	0.0
120°	60%		8.9	-0.1	8.8	0.0	8.5	-0.1	8.8	0.0
120°	100%		8.8	0.0	8.8	0.0	8.4	0.0	8.8	0.0
90°	20%	820	8.4	0.0	9.1	-0.2	8.6	-0.2	8.8	-0.1
90°	60%		8.6	-0.2	9.1	-0.2	8.7	-0.3	8.8	-0.1
90°	100%		8.4	0.0	9.0	-0.1	8.6	-0.2	8.8	-0.1
120°	20%		8.5	-0.1	9.0	-0.1	8.5	-0.1	8.7	0.0
120°	60%		8.4	0.0	8.9	0.0	8.4	0.0	8.7	0.0
120°	100%		8.4	0.0	8.9	0.0	8.4	0.0	8.7	0.0

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No. 1157

March 2021

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

本資料の転載・複写のお問い合わせは
〔〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1
管理調整部企画調整課 電話:046-844-5019〕
E-mail:ysk.nil-pr@gxb.mlit.go.jp

国土技術政策総合研究所資料

No.1157

港湾分野でのマルチビーム測定の効率化と施工履歴データを用いた
海上地盤改良工の出来形管理の導入に関する検討

March 2021