

船舶の輻湊する海域でのICT浚渫工事の適用性について

菱ヶ江 優

関東地方整備局 東京港湾事務所 整備課 (〒136-0082 東京都江東区新木場1-6-25)

国土交通省では、建設現場における生産性の向上、魅力ある建設現場を目指す新しい取り組みの一環としてi-Constructionを進めている。港湾分野では、ICT活用工事を試行工事・モデル工事として、浚渫工・基礎工・ブロック据付工の施工を対象として進めている。

東京港湾事務所では、ICT活用工事として浚渫工を実施しており、本報告では現在事例の少ない船舶の輻湊する海域でのICT浚渫工事の適用性について東京港中央防波堤外側地区航路・泊地の浚渫工を事例として、活用効果及び現時点での課題を把握し、今後の発注者としての対応のあり方に関する考察を行う。

キーワード i-Construction, 生産性の向上, ICT活用工事, 浚渫工

1. はじめに

国土交通省では、陸上工事におけるICT (Information and Communication Technology) 活用が進むなか、港湾分野でも「港湾におけるICT導入検討委員会 (現在は港湾におけるi-Construction推進委員会)」を2016年より毎年開催し、港湾工事に合わせたICT導入に必要な基準類の整備などに取り組んでいる。

港湾工事の特徴としては、陸上工事とは異なり海上や海中での工事が多く、特に海中では工事出来形の確認や作業の進捗状況の把握が困難な場合が多い¹⁾。

ICT活用の一環として、水中部の出来形確認が必須となる浚渫工がICT浚渫工として本格運用が開始されているなか、東京港湾事務所では、東京港中央防波堤外側地区航路・泊地の浚渫工事において、2021年度に初めてICT浚渫工を実施した。

今回施工した場所は、船舶の輻湊する海域でのICT施工となった。船舶の輻湊する海域でのICT浚渫工事の事例は少なく本工事を参考に適用性について整理を行うものとする。

2. ICT浚渫工事について

(1) 実施施工概要

東京港湾事務所では、2021年度より中央防波堤外側地区 (Y3バース) のコンテナターミナル整備に付随する、航路・泊地の浚渫工を実施している。浚渫工施工位置図を図-1に示す。本工事ではコンテナターミナル新設に伴い-14.6mまでの暫定水深の浚渫を実施する。

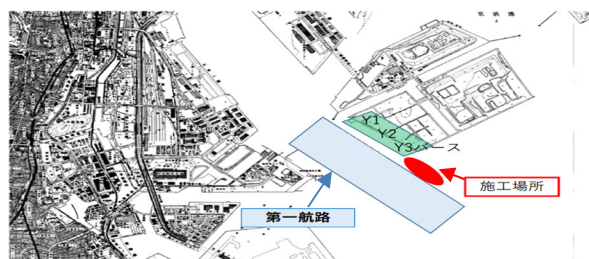


図-1 施工位置図

(2) ICT浚渫工の概要

ICT浚渫工の概要を図-2に示す。主な目的としては、マルチビーム測量による3次元データの作成、測量成果の精度向上、3次元データ活用による施工数量の自動算出、数量算出の効率化、海底面の可視化及び浚渫建設機械の自動制御、水路測量を兼ねた出来形測量の実施、完成状況の可視化による検査書類の削減等があげられる。従来工事からの大きな変化としては、3次元データ利用のためのナローマルチビームによる測量の実施、水路測量と出来形測量を一度の測量で実施することである。

なお、出来形測量とは浚渫工完了後の検査のために、既定の水深が確保できているか確認する測量、水路測量は船舶航行安全のための海図を補正するために行う測量であり、海底地形の変更を伴う浚渫工事の後、水路測量業務法により実施する。

本工事においては、完成までの断面ではなく途中段階までの暫定水深の浚渫のため水路測量は実施していない。

2. 従来方法とICT施工の比較

本項では、ICT施工の活用効果の整理を目的とし従来方法とICT施工の比較を行う。

工程に沿って測量から順に比較したものを図-2に示す。

(1) 測量

ICT施工はナローマルチビームと呼ばれる音響測深器を使用することにより、面的なデータの取得が可能となる。ナローマルチビームを用いることで3次元データの作成が可能となり、その後の設計や施工時の精度、時間、労力などに大きな影響を与える。

(2) 設計・施工計画

従来方法では、シングルビームで計測した2次元の数値を確認し設計と比較を行っていた。ICT施工ではナローマルチビームでの測量を実施することにより、3次元モデルでの設計や施工計画を実施することが可能となる。

(3) 施工

従来方法の施工ではGPSのデータをPC上で確認して浚渫位置を決定し浚渫を実施していた。ICT施工では、GPSで施工箇所に加えて、掘削深度をPC上で確認することができる。より精度よく施工を実施することが可能になる。

(4) 検査

ICT建設機械の施工データを活用した検査等により、出来形の書類が削減される。

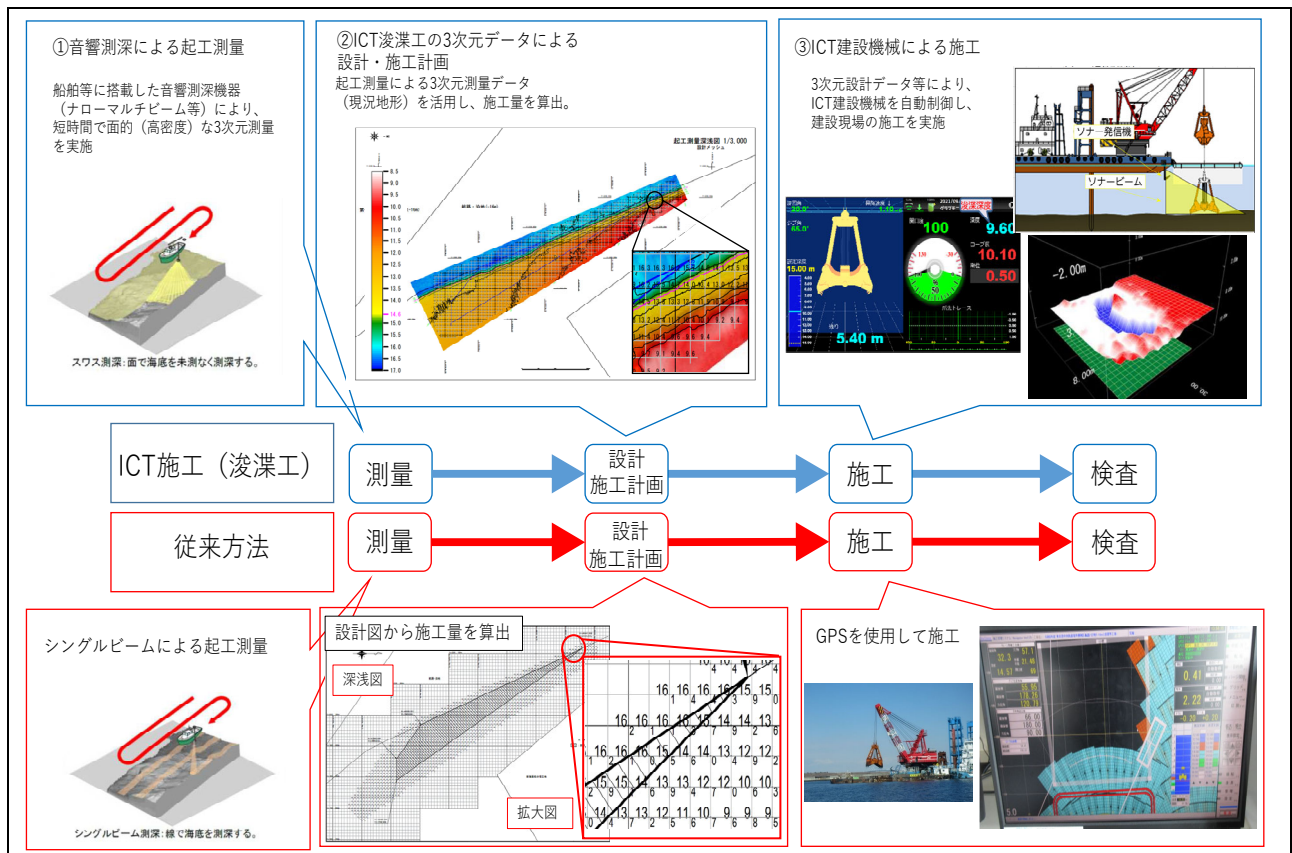


図-2 従来方法とICT施工の概要、比較²⁾

3. 活用効果

今回施工を実施した場所は、東京港第一航路（西航路）および国際海上コンテナターミナルY2バースに隣接しており客船、コンテナ船、貨物船の航行量が非常に多い航路となっている。またプレジャーボートや漁船等の小型船舶も多い海域である。このような条件の基、実際の活用効果について整理を行う。

(1) 作業時間

a) 測量作業

今回の作業について時間の観点から整理を行う。比較を行うと表-1に示す通りになっている、ここでの従来方法（シングルビーム）は、施工者からのヒアリングによる想定の間設定となっている。

ナローマルチビームはシングルビームに比べ、必要機器が多いため機器の取付やテストに時間を要することの他、解析や数量算出・成果作成にも時間を要する。しかし、マルチビーム測量とシングルビーム測量では、図-3に示す通りその後の成果物、作業に大きく影響を与える。

表-1 従来方法とICT施工の比較表

	シングルビーム	マルチビーム
機装・テスト	0.5時間	6時間
測深	6時間	4時間
解析	3日	7日
数量算出・成果作成	3日	7日

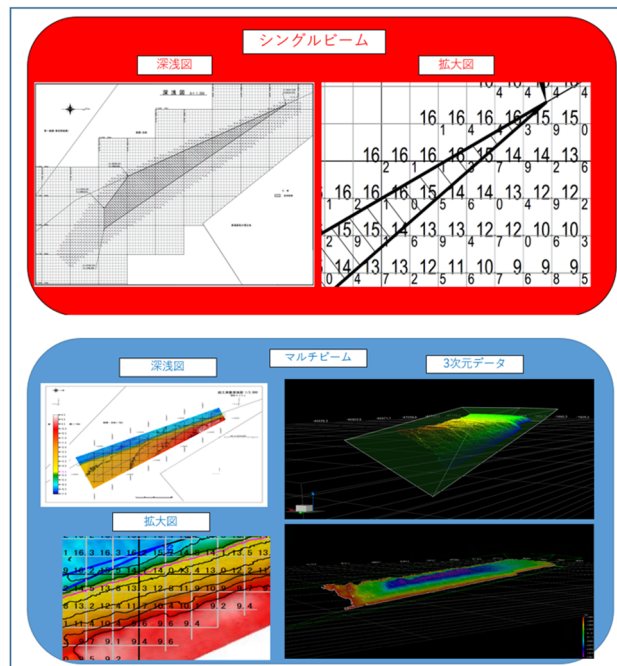


図-3 起工測量のデータ比較
(上段シングルビーム下段マルチビーム)

b) 浚渫作業

浚渫土砂受入先の都合上受入の時間が指定されており、よりタイトなスケジュールになる日もあったが、海底地盤の可視化を活用して、掘削箇所（グラブ船）をこまめに移動させて、土厚の大きい箇所、小さい箇所を組み合わせ施工することにより、効率的に浚渫作業を実施でき、タイトなスケジュールにも慌てることなく対応することができた。

測深の時間や浚渫の期間等、航路付近での作業の時間短縮によって、航路利用者の航行への影響を抑えることが出来たと考える。

(2) 精度

測量精度を管理する上で本施工場所では航行船舶の航跡波の影響を受けやすい。起工測量を実施する際、ナローマルチビームを使用することによりシングルビームに比べ航跡波の影響による測深精度を大幅に向上させられる。更に、未測深幅が無いため、線から面という対象範囲全体を網羅した管理が可能である。面で計測したデータを、3次元点群データ作成の際には、土量計算時には中央値(平均値)、出来形管理時には必要な水深を確実に確保するため最浅値を使用した。

浚渫施工時には、図-4に示すように、起工測量の3次元データを見ることが出来る。浚渫船のオペレーターに確認したところ、可視化が施工者にとっては安心感につながり、より効率的に施工を行えるようになったという。

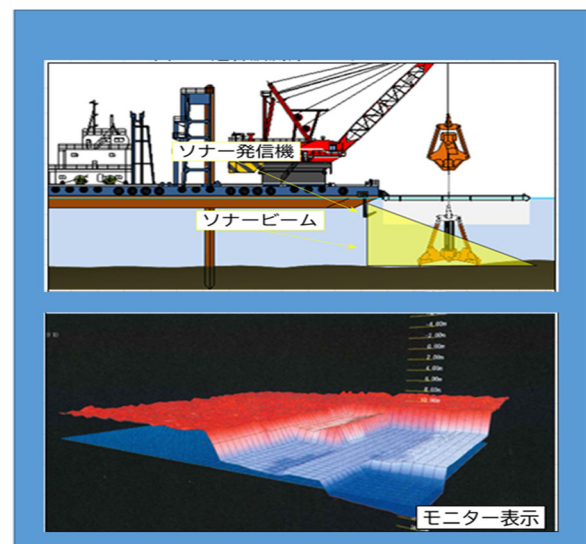


図-4 施工時の可視化

(3) 安全管理

今回の施工は航行船舶の多い航路付近の浚渫という条件下での施工のため、より一層安全管理が求められた。施工者はもちろんのこと航路利用船舶にも心掛けて施工を実施した。

主な対策として、AIS（船舶自動識別装置）やARPA（自動衝突予防援助装置）付レーダー、GNSSによる船舶情報（位置、針路、速度等）を管理PCの画面地図上に表示することにより、浚渫区域周辺の船舶の航行状況を把握した、この情報を基に土運船の押船船長に入出域のタイミングを指示し危険の回避を行った。更に、船団配置計画を行い、浚渫船、土運船、警戒船、補助船等の業務を行う船舶の配置位置の検討を行い、周囲への影響を最小限にする事を考慮したうえで施工を実施した。

これらのシステムや技術を使用することにより、事故無く予定通り工事を終えることが出来た。

(4) 課題

ICT施工の便利な一面が見えてきた中で課題や改善点も見えてきた。はじめにコスト面である。性能の向上と共にコストも上昇している。例えば、マルチビーム機器の初期投資にはシングルビームに比べて10倍程度の費用が必要であったり、測量委託経費はシングルビームに比べて3倍以上かかる。このようにコスト面は大きな課題である。

次に、今後人手不足も起こりうる可能性がある。ICT施工は高度な技術が必要なため、操作技術者が限られ測量業者が多忙な際、必要なタイミングでの業務の実施が出来ない場合が考えられる。

最後に、測量機械が故障した際、精密な機器のため修理に費用と期間がかかるということも課題である。

4. 考察及び今後の課題

従来方法より、作業時間や精度、安全管理等の優位性が確認できた中でいくつかの課題があげられた。本項では考察及び課題について整理を行う。

(1) 航跡波の影響

今回は、船舶が輻湊する海域での浚渫のため、航跡波の影響を受けやすいという懸念があったが、ICT施工(ナローマルチビーム測量)を実施することにより、従来方法より航跡波の影響を抑えることが出来たと考える。

なお、本工事においては、船体の固定をスパッド装備の浚渫船を使用したことから浚渫作業において航跡波による船舶の動揺影響をほとんど受けなかった。ICT浚渫

においてもスパッド装備の浚渫船は有効と考える。

(2) 安全管理

船舶の輻湊する海域でのICT浚渫工事の適用性について、船舶の航行が多い箇所での施工は、周囲の航行船舶状況の確実な把握とその情報を基に各作業船との情報共有や指示が非常に大事である。また航路利用者への影響を第一に考慮する事で、事故なく施工を実施することができると考える。

(3) ICT浚渫

測量機器の性能向上に伴う測量時間の短縮、詳細な海底状況の把握による精度の高い土量計算、3次元データによる土量の自動計算など多くの活用効果が見られた。

その一方で、マルチビーム測深における機器の価格に關しての課題は、今後普及していく中で価格の見直し、効率化を考えた機材の開発等により改善していく内容だと考える。また、操作技術者の養成も必要と考える。

港湾工事の特徴として、海上や海中での工事が多く工事出来形の確認や作業の進捗状況の把握が困難な場合が多いことから、ICTを活用することによりこれらを解決する一歩につながると考える。

5. おわりに

本検討は、船舶の輻湊する海域でのICT浚渫工事の施工の適用性についての検討を実施したものである。

現場では、港湾利用者に影響を与えないよう作業を行うことが重要と考え、発注者としてICT施工を行うことで作業の効率化により海上作業の時間の短縮を図り、港湾利用者への影響の軽減を図っていく。また、周囲の航行船舶の状況を確実に把握しICTを使い情報データを管理し安全面に利用することが有効であると考えた。

最後に、現場監督員として本浚渫工事に携わり、ICT施工として高度な機械・技術を用いることから、測量機械の取付や基準高さ等の基礎・基本的な事項に注意を払った。その結果、精度よく測量、浚渫を行うことが出来たと考える。

今回のICT浚渫工事の事例が今後ICT浚渫工のさらなる利用の向上につながるための参考となれば幸いである。

参考文献

- 1) 宮崎兼治：ICT を活用した浚渫工事における課題と対応について、スキルアップセミナー論文、2019
- 2) 村田恵、井山繁、坂田憲治：ICT 浚渫工の更なる生産性の向上に向けた検討、国土技術政策総合研究所資料、No. 1087、2019