

備讃瀬戸航路における ICT 技術を活用した浚渫について

国土交通省 四国地方整備局 高松港湾・空港整備事務所 藤井 愛彦

国土交通省では建設現場における生産性向上の取り組みとして「i-Construction」を推進している。港湾工事においてもそのトップランナー施策のひとつである「ICTの全面的な活用」として ICT 浚渫工を平成 30 年度から本格導入した。そこで、当所では平成 30 年度に備讃瀬戸航路の維持浚渫で ICT 浚渫工を導入し、ナローマルチビーム音響測深機を用いた 3 次元データの活用および ICT 技術を用いた情報化施工を実施した。その結果、浚渫土量の自動算出、情報化施工および測深作業の効率化による生産性向上が確認できた。

キーワード ICT 浚渫工、ナローマルチビーム測量、3 次元データ、情報化施工、生産性向上

1. はじめに

今後、我が国では生産年齢人口の減少が予想され、これまで以上に人手不足の深刻化が懸念されている。建設分野においても生産性向上を図ることが重要であり、国土交通省ではその取り組みとして「i-Construction」を推進している。港湾工事においてもそのトップランナー施策のひとつである「ICTの全面的な活用」として ICT 工を平成 30 年度から本格導入した。本稿では、当所が平成 30 年度に備讃瀬戸航路の維持浚渫で導入した ICT 浚渫工として、ナローマルチビーム音響測深機（マルチビームと称す）を用いた 3 次元データの活用および ICT 技術を用いた情報化施工について報告する。

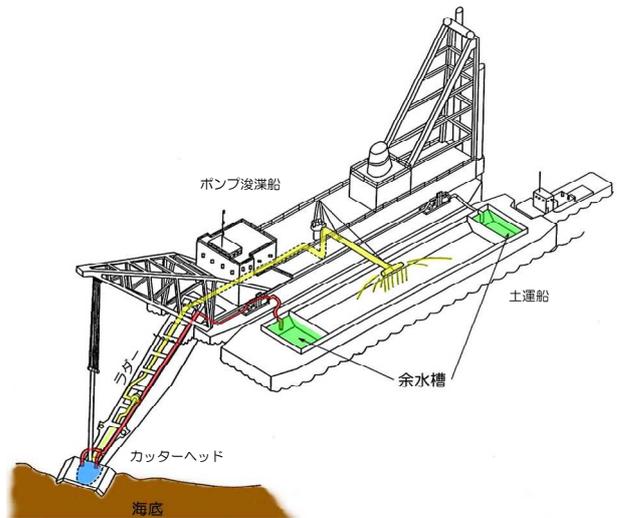


図-1 環流式ポンプ浚渫船

2. 備讃瀬戸航路での ICT 浚渫工

(1) 維持浚渫の概要

本航路は、国内外の多くの船舶が航行し、瀬戸内海を東西に結ぶ幹線航路である。しかし、複雑な海底地形や潮流によって、長年に渡って航路各所でサンドウェーブ等による埋没現象が生じている。特に

本航路の北航路では必要水深 19m に対して、水深約 16m の浅所が存在し、船舶に航行制限を強いていた。そのため、当所では平成 25 年度から平成 30 年度にかけて、図-1に示す環流式ポンプ浚渫船で維持浚渫を実施した。

(2) ICT 浚渫工の概要

平成 30 年度の維持浚渫では ICT 浚渫工を導入し、マルチビームを用いた 3 次元データの活用および ICT 技術を用いた情報化施工を実施した。3 次元デー

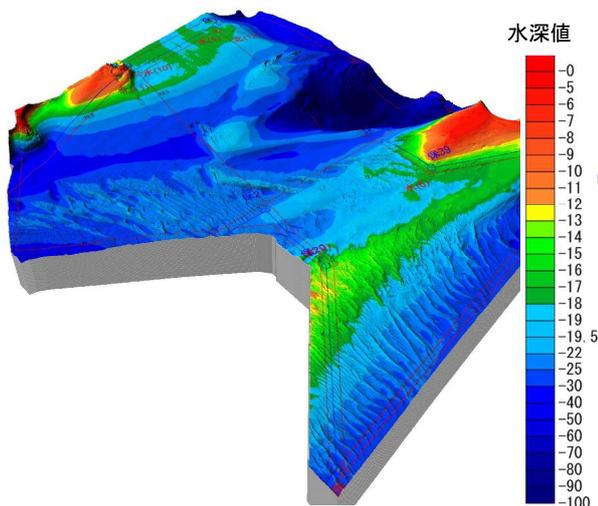


図-2 マルチビームで取得した海底地形の事例

タの活用では、国土交通省港湾局が定める ICT 浚渫工の基準りを適用した。ICT 浚渫工の起工測量と出来形測量は、マルチビームを用いた。図-2は、過年度にマルチビームで取得した本航路の海底地形の事例である。マルチビームは測量船の直交方向に扇状の音響ビームを照射し、海底を面的に測深することで3次元データを取得するものである。従来のシングルビーム音響測深機の線的な測深と比べ、測深時の測線間隔を広く設定できるとともに、緻密なデータが取得できる。ICT 技術を用いた情報化施工では、GNSS および簡易式潮位計などを用い、リアルタイムに精度良く船位および潮位情報を取得するとともに、掘削軌跡、カッターヘッドの位置および目標浚渫深度の可視化を実施した。

3. マルチビームを用いた3次元データの活用

(1) マルチビームの取得点密度管理

ICT 浚渫工は、1mの平面格子内に3点以上の取得点密度が確保された点群データを使用するものとされている。しかし、特殊な地形などでは、図-3の網掛けのように取得点密度の不足する格子が発生することがある。本施工でも図-4に示すように取得点密度の不足する格子が確認された。この格子位置を確認したところ、施工範囲を明示するために設置した灯標シンカーの位置と一致していた。本施工で使用した灯標シンカーは、幅 4.2m×奥行 4.2m×高さ 1.5m

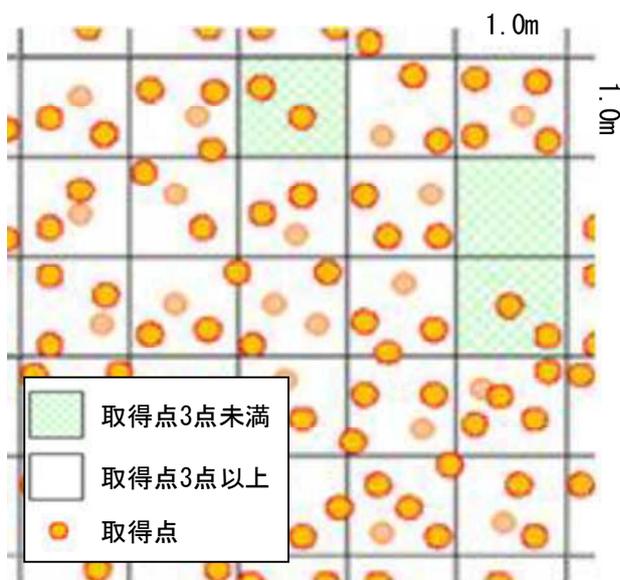


図-3 取得点密度が不足する格子の事例

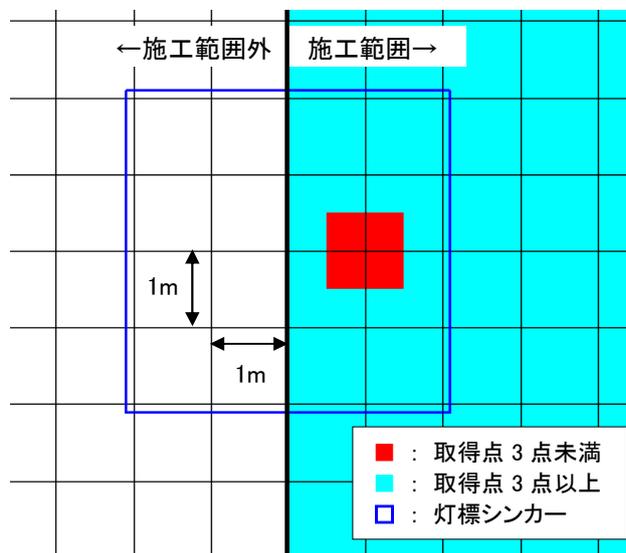


図-4 取得点密度不足箇所と灯標シンカー位置

とかなり大型であることから、出来形測量時には灯標シンカーの位置で水深が急激に変化したことで取得点密度の不足が生じたと考えられる。

(2) 浚渫土量の自動算出

従来の浚渫工は、2次元の深浅図から作成した10m間隔の断面図を用い、平均断面法で浚渫土量を手動で算出していた。これは、浚渫範囲が広範囲となる場合、断面図が数十断面となり、作業者の負担が大きかった。図-5は、本施工で使用した仕上がり形状の設計面データと起工測量で取得した海底地形のTINデータである。設計面データは、浚渫範囲の座標値と施工水深の情報を元に作成している。起工測

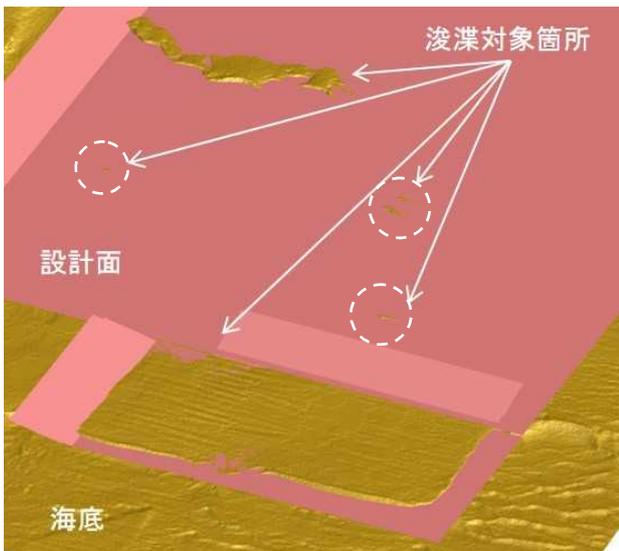


図-5 設計面データと起工測量の TIN データ

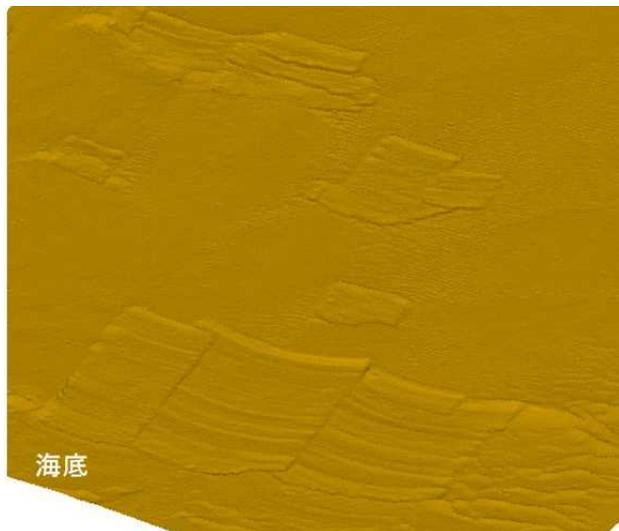


図-6 出来形測量の TIN データ

量の TIN データは、1m の平面格子内の中央値から作成している。これらのデータは、3 次元図の形状、座標値、水深値、縦横断形状およびマルチビーム測量の品質管理結果を確認して品質を確保した。浚渫土量は、設計面データと TIN データの高低差を 3 次元 CAD ソフトで求めることで自動的に算出した。これにより、土量算出作業の負担軽減を図った。図-6 は、出来形測量で取得した海底地形の TIN データである。出来形測量の TIN データも 1m の平面格子内の中央値から作成している。従来の浚渫工では、出来形数量の算出も平均断面法を用いて手動で算出していた。一方、ICT 浚渫工では、起工測量および出来形測量の TIN データを用いて、前述と同様の方法で出来形数量を自動的に算出した。また、従来の浚

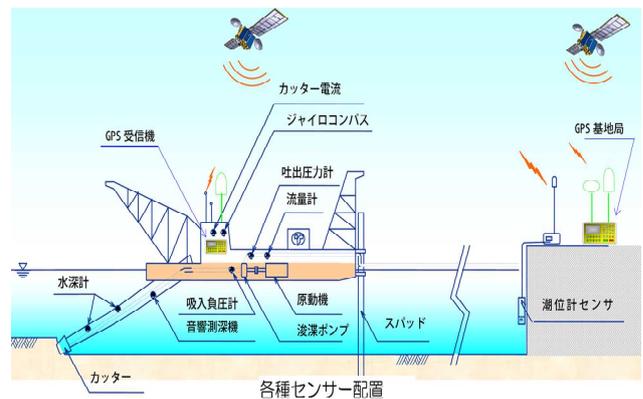
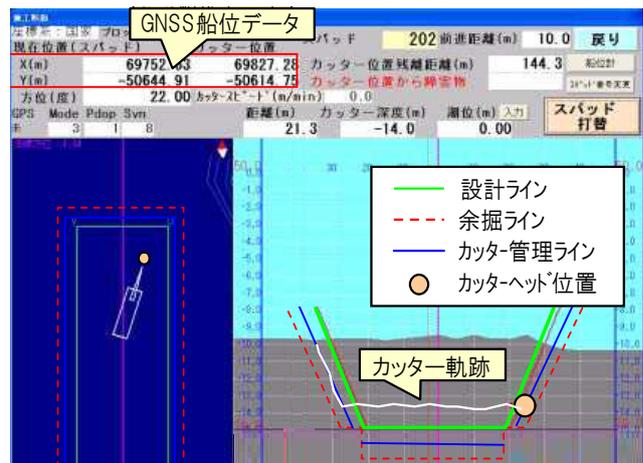


図-7 浚渫船の運転監視状況



(平面誘導図) (断面誘導・軌跡図)

図-8 カッターヘッドの誘導状況

渫工は、海面下の浚渫箇所を詳細に把握することは困難であったが、ICT 浚渫工では海底地形を 3 次元にモデリングでき、浚渫箇所の把握が容易となった。

4. ICT 技術を用いた情報化施工

従来の浚渫工は、陸上からはトランシットなど、海上からは六分儀を用い、浚渫船の位置を取得していた。また、潮位は付近に設置した量水標から取得していた。しかし、これらは、天候や浚渫船の動揺による影響を受けるとともに、図化作業の負担が大きかった。図-7は、本施工での浚渫船の運転監視状況である。本施工は浚渫船の位置を GNSS で取得した。潮位は近傍に設置した簡易式潮位計で計測し、その潮位データを浚渫船に無線伝送することで取得した。これにより、天候や浚渫船の動揺による影響を避けるとともに、図化作業の負担を軽減した。図

-8は、操舵室のモニターに表示されるカッターヘッドの誘導状況である。モニターにはリアルタイムにおける掘削軌跡やカッターヘッドの位置、目標浚渫深度などが表示した。これにより、オペレーターは浚渫土厚の変化を考慮しながら、効率的な施工を実施することができた。また、浚渫状況を容易に把握できるため、熟練オペレーターでなくとも高精度かつ高効率の施工が可能であった。

5. 3次元データの活用効果に関するアンケート

本施工では施工業者に対して、3次元データの活用効果にかかるアンケートを実施した。図-9は、ICT浚渫工と従来の浚渫工を比較した場合の工事当たり作業日数の増減である。ICT浚渫工では、測深、データ解析、土量計算（3次元設計データ作成含む）および水路測量資料作成で作業日数が減少した。これは、測深時の測線間隔が広くできたことや測深データが記録紙などのアナログからデジタルとなりデータ管理が容易となったこと、浚渫土量の算出を自動化したためである。一方、その他の作業では作業日数が増加した。これは、艀装品が増加したことや新たに測深精度管理資料の作成が必要になったためである。図-10は、ICT浚渫工と従来の浚渫工を比較した場合の工事当たり作業人数の増減である。増減傾向は、前述の作業日数と同様であった。作業内容によって作業日数および作業人数が増加したものの、全体の作業日数を約8日短縮し、作業人数を約39名減少させる効果が確認できた。これらのことから、本施工ではICT浚渫工による生産性向上の効果が得られたと考えられる。

6. まとめ

本稿では、当所が平成30年度に備讃瀬戸航路の維持浚渫で導入したICT浚渫工として、マルチビームを用いた3次元データの活用およびICT技術を用いた情報化施工について報告した。その結果、浚渫土

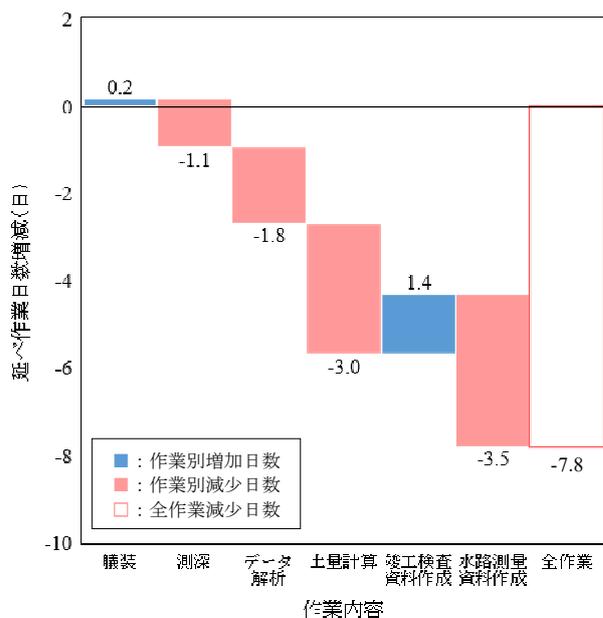


図-9 従来浚渫工からの工事当たり作業日数増減

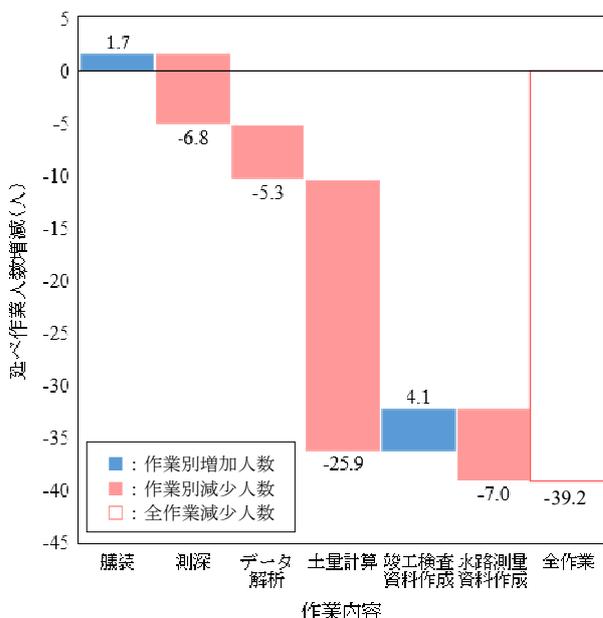


図-10 従来浚渫工からの工事当たり作業人数増減

量の自動算出、情報化施工および測深作業の効率化による生産性向上が確認できた。当所では、引き続き、ICT浚渫工などを活用し、港湾工事の生産性向上に取り組んでいく所存である。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局ホームページ：「ICT活用工事（浚渫工）の実施方針及び新たに導入する基準等」、〈http://www.mlit.go.jp/kowan/kowan_fr5_000061.html〉2019年3月11日アクセス