

ポンプ浚渫のスマート化による 次世代ポンプ浚渫システム

TOP-SYSTEM-Auto

草 刈 成 直

建設業は担い手不足解消や魅力向上を目的として建設生産システム全体の生産性を向上させる取り組みを行っているが、特にポンプ浚渫工事においてはポンプ浚渫船の技術者不足に加え、船体の老朽化などが進み、将来のポンプ浚渫技術を継続・維持していくためにもこれらの対策が急務となっている。そこで「自動制御（マシンコントロール）技術」、ICTを用いた3次元「見える化」技術、「環境対応型」機関への換装などに取り組み、新たに次世代型のポンプ浚渫システムを構築した。本報では、このシステムを導入実績と合わせて紹介する。

キーワード：ポンプ浚渫、自動制御、見える化、環境対応型、ICT

1. はじめに

物流、水産、防災等多様な機能を有している航路・港湾設備の整備は、国家の発展に大きく寄与してきた。とくに航路・泊地の浚渫工事は整備事業において大きな役割を果たしている。長年、浚渫工を担ってきた工法にポンプ浚渫工法がある。ポンプ浚渫工法はポンプ浚渫船を用いて浚渫を行う（写真—1参照）。スパッドやクリスマスツリーと呼ばれる装置により船体を固定し、固定点を中心にスイングを行い浚渫する作業船である。ラダー先端にはカッターサクショ装置が搭載されており、海底地盤を掘削し、ポンプ圧送することで浚渫を行う。ポンプ浚渫船はアンカリング、スイング速度、ラダー深度、ポンプ吸引状況確認など多様な管理を必要とする作業船であり、浚渫のノウハウや船舶管理においてベテラン技術者の経験が必要となっている。しかしながら昨今の建設業従事者減少と相まって、担い手不足が大きな課題となっている。ま

た、ポンプ浚渫船の建造は1970年代をピークに減少¹⁾しており、現在国内に在港している大型ポンプ浚渫船（8000PS級）も船齢が40年を超えるものが多くなってきている。現在、港湾土木工事においても環境に配慮した工法が求められており、ポンプ浚渫工事も例外ではなく、新しい対策が要求されている。そこでこれらの課題を解消するため、新たなポンプ浚渫システムを考案した。本報ではこれらのシステムを紹介するとともに、そのシステムの運用と評価について報告する。

2. 次世代ポンプ浚渫システムの概要

前述した課題に対応するため、次世代ポンプ浚渫システムを開発し、8000PS級大型ポンプ浚渫船「筑波丸」に搭載した。当システムは、マシンコントロール技術を用いた「ラダー深度自動制御装置」、ICT技術を活用した「3次元施工管理システム」、環境対策に対応した「環境対応型機関」の3つの基幹機能によって構成されている。各基幹機能について紹介する。

(1) ラダー深度自動制御装置

浚渫工において深度管理は最も重要な管理項目の一つであるが、オペレータの技術により出来形に差が生じやすい。要因は潮位変動、土質変化に加え波浪・風浪などの影響により船体の状況が刻々変化することがあげられる。そこで、それらの変化をコントロールできるマシンコントロール装置を導入することで、オペレータの技術による差を低減し、高精度な深度管理を



写真—1 ポンプ浚渫船「筑波丸」

可能する「ラダー深度自動制御装置」を開発した。図一1に当装置のシステム構成図を示す。あらかじめ設定深度を入力しておくことで、ラダー先端に取り付けてあるカッターサクショ位置を誘導する。正確に誘導するために、船体にはRTK-GNSS、潮位受信装置、吃水計や傾斜計などの計測機器を搭載し、それらの情報をリアルタイムに演算することで位置情報を算出している。自動制御はブリッジで一元管理しており、操作のON、OFF操作はブリッジより遠隔で行うことができる。また、フェールセーフとして誤った信号や悪い精度の信号を入力した場合には自動制御装置が作動しない機能を有しており、誤動作による機械ダメージや出来形不良を防ぐ対策を盛り込み、安全対策も講じている。

(2) 3次元施工管理システム

図一2に3次元施工管理システム画面を示す。3次元施工管理システムは、水中施工箇所の3次元データを集約し、施工中に変化する浚渫状況をリアルタイムにモニターに表示するシステムである。また、浚渫状況の把握にはカッターサクショ位置だけではなく、マルチビームソナー測量を同時に行うことで、より正

確な浚渫状況の把握が可能である。平面、断面の2次元表示ではその時々状況しか把握することができず、全体像の把握には熟練の経験が必要であったが、3次元で表示することで、経験の浅いオペレータでも全体状況を把握して施工に従事することができ、作業を効率的に進めることができる。

(3) 環境対応型機関

筑波丸は建造から40年以上が経過している。そのため現行品のエンジンと比較すると、燃料消費量が多い。そこで、最新型の環境対応主機関・主発電機の換装をすることで燃料消費量の削減を図った。燃料消費量を削減することは経済的に優位になるだけではなく、CO₂やNO_xの発生も抑制し、環境対策にも寄与することができる。

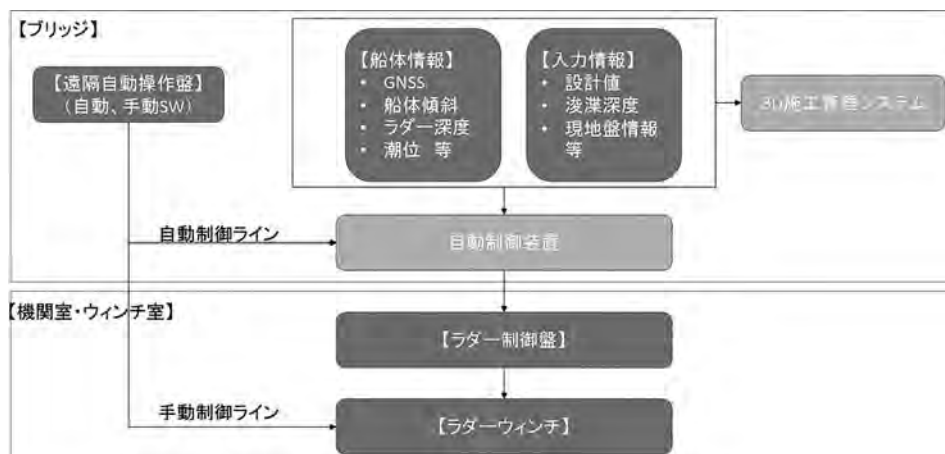
主機関はダイハツディーゼル製12DK-36を採用した。12気筒V型タイプのエンジンであり、耐久性に優れた中速ディーゼル機関である。主発電機は2台搭載しており、ダイハツディーゼル製6DE-23を採用した。換装前と比較し、省エネルギー率6.0%を実現している。また主機関・主発電機はともにIMO NO_x2二次規制適合品であり、NO_x排出量を現状の1次規



図一2 3次元施工管理システム



写真一2 IMO 証書



図一1 ラダー深度自動制御装置システム構成図

制よりも15～22%削減することができ、IMO証書を受領している（写真—2参照）。

3. 導入実績

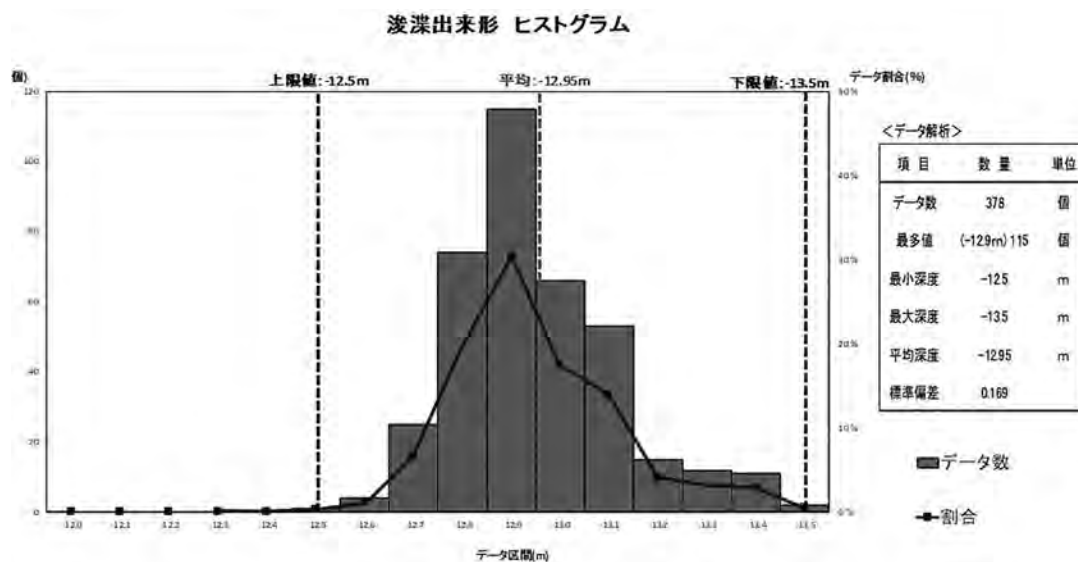
(1) 工事概要

当システムを導入して施工した工事適用事例を示す。平成29年度荻田港（本港地区）航路（-13m）浚渫工事にて運用した。荻田港は化学工場、自動車工場等の製造工場が多くあり、日本屈指の海上出入貨物の拠点²⁾となっている。そのため航行する船舶が多く、施工の際には船舶の動向に留意しながら作業を進める必要があった。特に大型船舶が通行する際には施

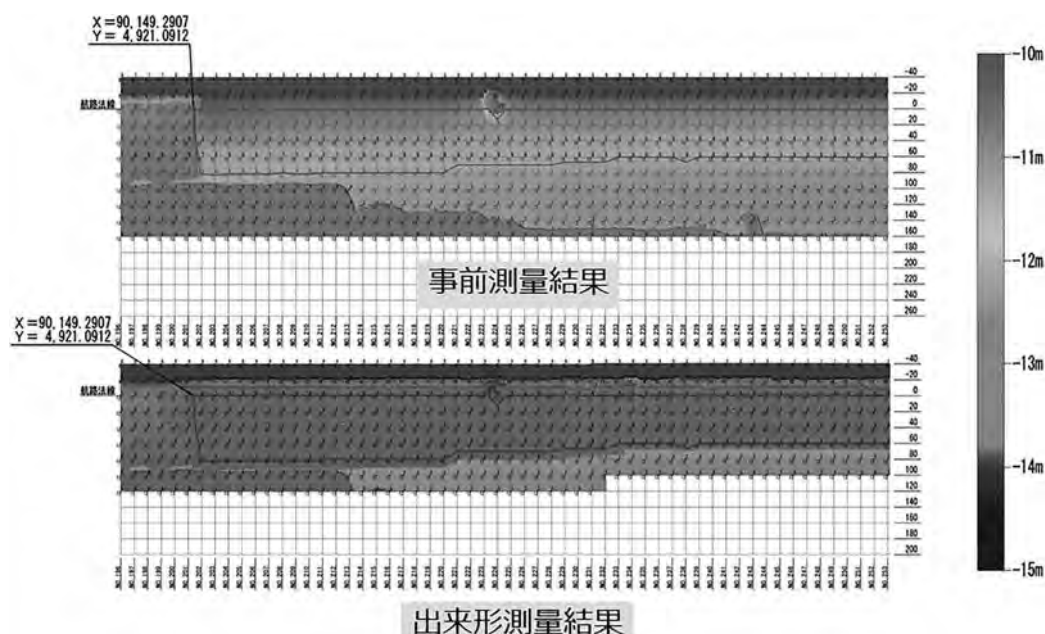
工を中断、退避する必要があった（全長100m～180m航路内待機、180m以上航路外退避）。そのため、手戻りなどが生じない確実に効率のよい施工が求められた。

(2) 効果

浚渫結果の出来形ヒストグラムを図—3に、事前事後の測量結果を図—4に示す。大型船の往来が激しく、度重なる中断、退避を行ったが手戻りなど生じることなく、工期内に精度の高い浚渫を行うことができた（施工状況を写真—3に示す）。



図—3 出来形ヒストグラム



図—4 測量結果



写真-3 施工状況

4. 評価, まとめ

当システムを導入したことで、ラダーの深度を自動制御することにより、オペレータの技量や経験に左右されず、高い精度で効率的かつ省力化された浚渫が可能となった。また、水中施工箇所の3次元データを集約し、施工中変化する浚渫状況を“リアルに”『見える化』できるため、出来形管理の効率化、状況判断の迅速化・高度化が図られ、高品質の浚渫が可能となっ

た。また、環境対応型機関を取り入れたことにより、最新の環境基準に適応した浚渫船を導入できた。

しかしながら、港湾工事では海象条件により施工状況は一様ではない。今後はAI技術の導入により熟練オペレータのノウハウを取り入れた自動運転技術の高度化を進め、技術の継承を図っていく必要がある。また、波浪計測技術や動揺低減技術をこのシステムと連携させることによってさらなる高品質な浚渫を実現していくとともに、安全面の向上を図っていききたいと思う。

J C M A

《参考文献》

- 1) 国土技術政策総合研究所資料 TECHNICAL NOTE of NILIM No.919 June 2016
- 2) 荊田港の概要及び荊田港平面図からなるリーフレット (2018)

【筆者紹介】

草刈 成直 (くさかり まさなお)
東洋建設(株)
土木事業本部 機械部
課長

