

# 津々 浦々

Tsu Tsu

Ura Ura

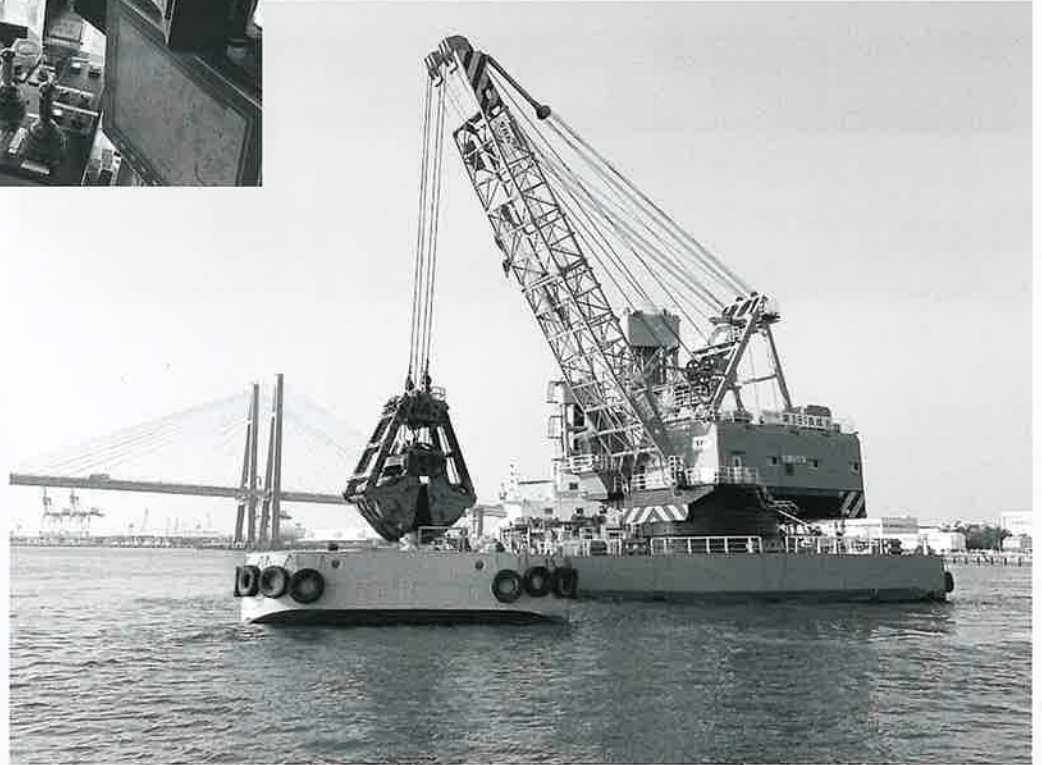
日港連会報 ● 2022 春

NO. 148



# 自慢 の 現場

s e r i e s



## 行儀よく両手は膝の上、えっ、大丈夫？ ご心配なく、最先端技術です。

多くの河川が流れ込む名古屋港。維持浚渫は取扱貨物量日本一を支える港の生命線。今、最先端の技術による浚渫が進んでいる。Hybrid船第381良成丸（グラブ浚渫船、株式会社小島組所属）は国内初の浚渫自動運転システムを搭載した次世代型の作業船。働き方改革、担い手確保、生産性の向上など海洋土木工事における課題解決に向けチャレンジが続く（本文p14に紹介記事）。

令和2年度 名古屋港  
庄内川泊地浚渫工事  
（その3）  
株式会社 小島組

# 次世代技術・海洋土木工事の自動化施工への挑戦 〜グラフ浚渫船による自動化浚渫工事への取り組み〜

株式会社小島組 常務取締役 事業推進担当 磯山 伸一

今、土工等陸上土木工事においては、建設機械メーカーを中心に自動化施工の開発が進んでいます。他方、海洋土木の分野では、作業船による自動化施工は、技術開発のハードルが高く、難しいテーマです。今回は、専門業者として自社技術を向上させるため、難題に果敢にチャレンジする会員企業の話です。(日港連本部)

## 1 浚渫工事におけるICT活用の現状

現在、港湾建設分野においてICTを活用することで、生産性向上や働き方改革の実現に向けた様々な取り組みが実施されている。

浚渫工事においては、マルチビームを用いた深淺測量による3次元データの活用や、グラフバケットの平面位置と目標浚渫位置・深度をリアルタイムで可視化する技術の活用が挙げられる。

これらの技術の活用により、省力化による生産性の向上、作業の効率化、施工箇所可視化が進んできている。

## 2 浚渫船自動化の必要性と期待される効果

港湾における浚渫工事は、大型の浚渫船を長時

間稼働させて施工することが多い。また、潮汐や波浪の影響を受ける特殊な環境化での施工となっており、その中で、高精度な施工位置管理と出来形精度の向上が要求される。

こういった特殊性のある浚渫工事には、様々な課題がある。浚渫船の自動化によりその課題解決が期待される。(図1)

## 3 浚渫船自動運転の概要

### i 建造から実証運転開始まで

平成26年に建造したグラフ浚渫船「Hybrid船第381良成丸」(図2)に国内で初めて浚渫自動運転システムを搭載した。建造当初は係留岸壁で試運転を実施した。前例のないシステムのため、開始当初は誤作動やプログラム不具合による運転停止が多く発生した。試運転を繰り返す中で、システムの改善を図り、令和元年より施工現場において、本格的に浚渫船の自動化実証運転を開始した。

### ii 自動運転の仕組み

重機運転室に自動運転用PLCとタッチパネル



項目	内容
船名	Hybrid船 第381良成丸
船体寸法	全長67.0m、幅26.0m、深さ5.0m、喫水2.7m
バケット容量	普通用23m <sup>3</sup> 、薄層用40m <sup>3</sup> 、硬土用9m <sup>3</sup>
最大吊上荷重	160t
その他	ポンプジェット式スラスト 2基搭載

図2 Hybrid 船 第381 良成丸

**○浚渫工事における課題**

- ・熟練オペレーターの不足により出来形にばらつきが生じ、手戻り作業が発生する(作業効率の低下)
- ・浚渫機オペレーターのなり手不足、労働力の高齢化(担い手不足)
- ・労働負担により引き起こされるヒューマンエラー(労働災害の発生)

↓ 自動化

**○浚渫作業の自動化により期待される効果**

- ・オペレーターの技量に左右されない均一な出来形を確保し、手戻り発生を抑制できる(作業の効率化)
- ・経験歴の浅い若手技術者による運転が可能となる(担い手確保)

図1 浚渫工事の課題と自動化により期待される効果

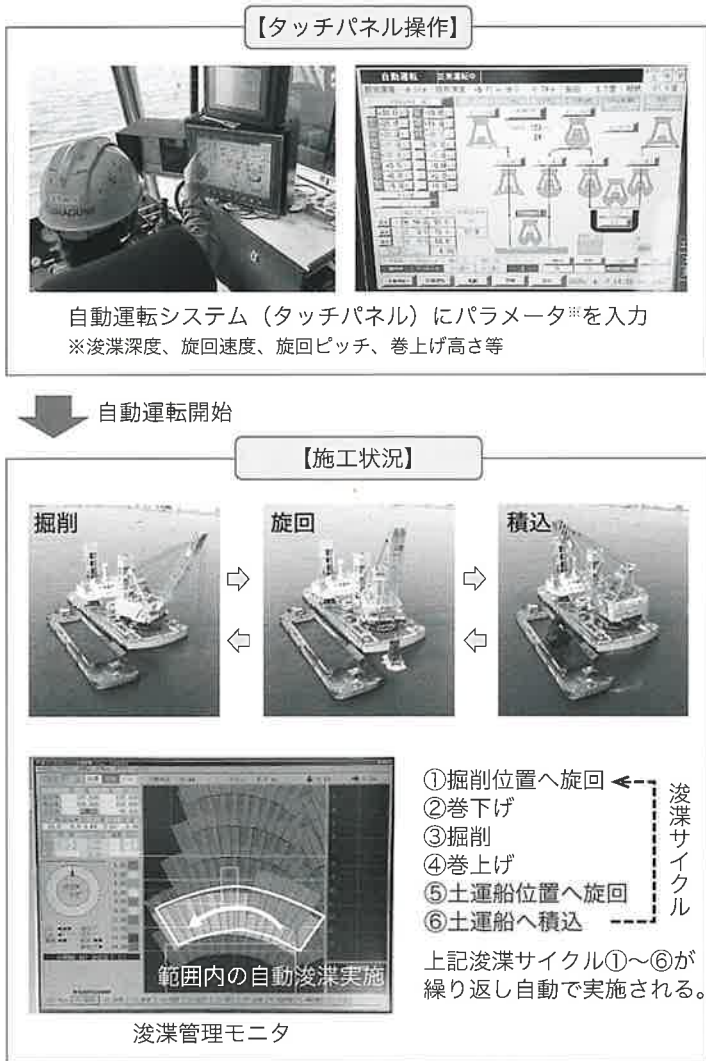


図3 浚渫自動運転概要

**4 実績**

令和元年8月より5件の工事で浚渫船の自動化

を搭載している。自動運転時はタッチパネルに、浚渫作業に必要なパラメータ（浚渫深度、旋回速度、旋回ピッチ等）を入力して、「スタートボタン」を押すことで自動運転が開始する。（図3）

掘削、旋回、積込の一連作業を一面分の浚渫が完了するまで自動で行う。オペレーターはグラフ浚渫船を操縦することなく、タッチパネル操作と浚渫作業の監視をするだけで済むようになる。（図4）

**i 施工実績**

これまでの実証運転の実績から施工能力を算出し、港湾土木請負工事積算基準における施工能力

実証運転を実施してきた。工事施工現場での実証運転を継続する中で、実証毎にテーマを掲げて取り組み、施工歩掛の積上げを行いながら、浚渫船自動運転の実用化に向けたステップアップを図っている。（図5）

また、浚渫船自動運転の見学会や意見交換会を積極的に実施することで、港湾建設分野全体への普及促進や担い手育成に努めている。

	実施年月	実施港	実証テーマ
①	2019年8月	三河港	実施工における自動運転の動作確認、課題の抽出、
②	2020年4月	名古屋港	施工歩掛の積上げ、自動運転と手動運転の出来栄えの比較検証、課題の抽出
③	2020年7月	名古屋港	自社職員による自動運転操作方法の習得
④	2021年2月	名古屋港	施工歩掛の積上げ自動運転と手動運転の出来栄えの比較検証
⑤	2021年6月	名古屋港	自動運転における出来栄え向上のためのパラメータ抽出

図5 浚渫自動運転の実績と実証テーマ

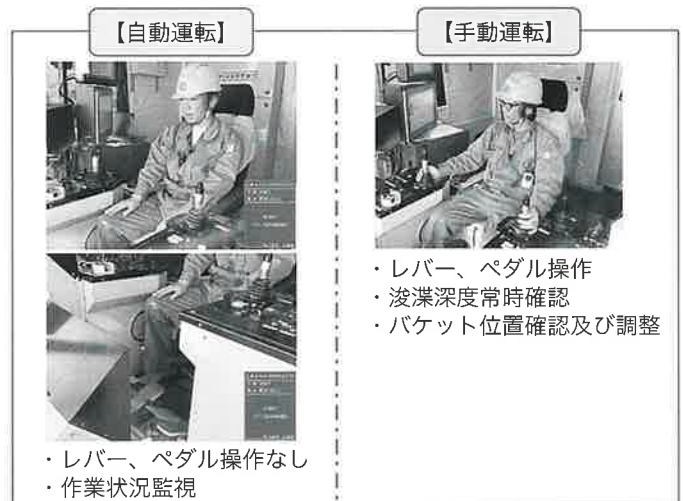
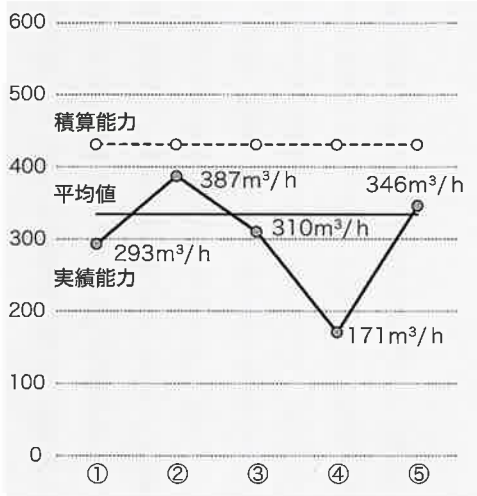


図4 運転状況の比較



	施工条件		施工実績	
	浚渫深度	土厚	施工土量	施工能力
①	-11.0m	1.7m	4,770m³	293m³/h
②	-4.5m	1.6m	6,256m³	387m³/h
③	-7.8m	1.3m	5,815m³	310m³/h
④	-8.1m	0.6m	2,579m³	171m³/h
⑤	-7.0m	1.2m	14,197m³	346m³/h

【自動運転時の施工能力と積算能力との比較】  
 実績能力  
 334.0m³/h (上表工事①～③及び⑤の平均値)  
 ※工事④は施工条件(土厚)が異なるため対象外とする。  
 積算能力  
 430.4m³/h  
 ※港湾土木請負工事積算基準により算出  
 (浚渫能力)(土厚係数)(海象係数)(水深係数)  
 $755.1\text{m}^3/\text{h} \times 0.60 \times 0.95 \times 1.00$

図6 自動運転時の施工力と積算能力との比較

との比較検証を実施した。(図6)  
 現状では積算基準の約80%程度の能力となっている。能力低下の大きな要因としては、以下の2点が挙げられる。  
 ①運転中のシステムエラーにより、運転が停止し再度スタートするまでの間に運転休止時間が発生した。

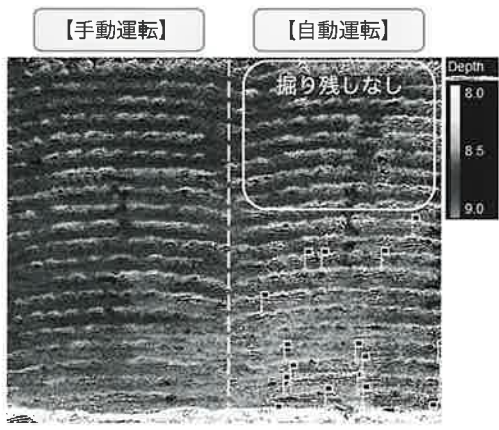


図7 自動運転と手動運転の浚渫出来形の比較

②浚渫土砂を土運船に放土する際、グラブバケットと土運船が接触しないように、かつ、海上に土砂が飛散流出しないための微妙な位置調整に時間を要した。  
 今後、実証を継続することでシステムの改善を図り、エラー発生頻度を低減する。また、土運船への放土における最適なパラメータを抽出することで、施工能力の向上が見込まれる。理論値では、最低でも約10%の能力向上が可能と考える。  
 ii 出来栄え  
 浚渫後にマルチビーム深浅測量を実施し、自動運転と手動運転における浚渫出来形の比較検証を実施した。その結果、同等の施工条件下において、自動運転と手動運転の間にはつぎの均一な出来形を確保できることが実証された。  
 しかし、同時に自動運転の一部において掘り残



図8 自動運転見学会実施状況

し箇所も見られた。これは、施工能力向上のために巡回速度を速めることでグラブバケットが慣性により回転し、着底時におけるグラブバケットの重ね合わせが不十分となったことが原因と考えられる。(図7)  
 その後の工事において、巡回速度毎のグラブバケットの回転挙動を測定し、最も回転挙動が小さくなる最適巡回速度を決定した。これにより、自動運転時の掘り残しが無くなり、浚渫出来形の出来栄えが向上した。  
 iii 普及促進活動  
 港湾工事関係者や学生を対象としたグラブ浚渫船の自動運転見学会を開催し、自動運転の実施状況や今日までの実証によって得た知見を、他社に積極的に情報発信することでICTの普及促進に努めている。(図8)

活動の継続によって、ICT浚渫工の有効性を広めるとともに、次代の建設業の担い手育成や働き方改革へも波及していくと考える。

## 5 新たな技術への取り組み

現在、新たな自動化技術として、「浚渫船前進移動作業の自動化」に取り組んでいる。従来、浚渫船の移動は、施工管理モニタで自船位置を確認しながら、スパッドを手動操作して実施している。新技術では、スパッドの操作を自動で行う。前進距離や左右の船体位置調整は、GNSS位置情報を取り込んで、重機およびスラストと連動させることで自動制御するシステムとなっている。

今春、システムの完成を見込んでおり、名古屋港の浚渫工事での実証実験を予定している。

また、昨年より、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所港湾空港技術研究所と「浚渫工への水中可視化技術の適用に関する共同研究」を実施している。(図9)

通常、浚渫直後に、レッドや海底地形探知ソナーで掘り跡を確認している。当研究では、浚渫中および浚渫直後における海底地形のリアルタイム可視化を目指している。

将来的には、自動浚渫・自動前進・水中可視化の連動システムの構築を目指している。(図10)

また、BIM/CIIMへの取り組みとして、現地盤情報と設計モデルから、浚渫計画を自動出力

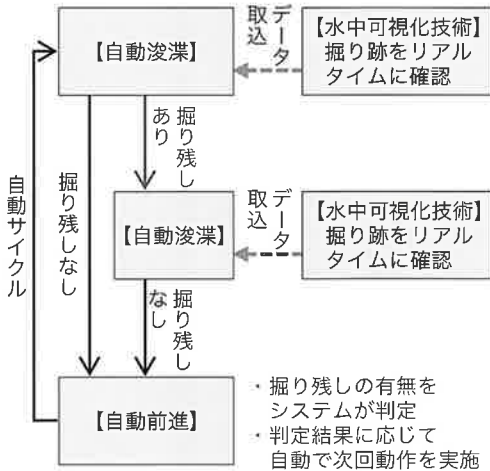


図10 自動浚渫・自動前進・水中可視化の連動フロー

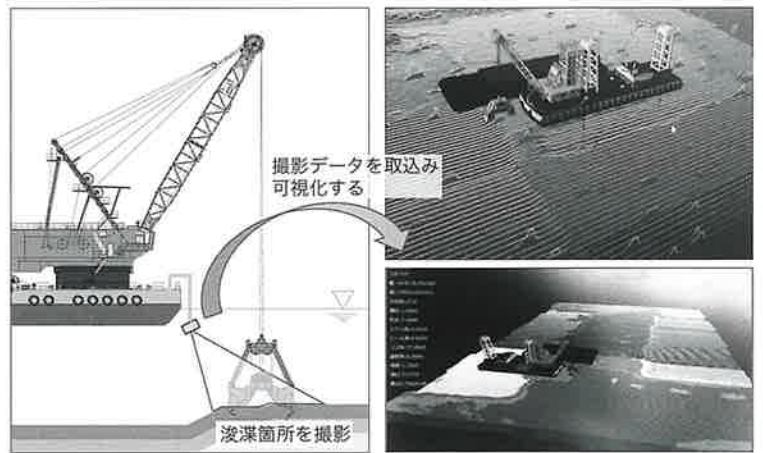


図9 水中可視化技術

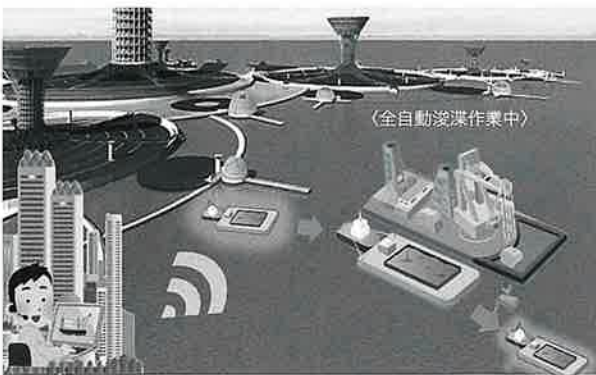


図11 私たちが思い描く未来の浚渫工事

## 6 おわりに

して、そのまま自動運転に反映させる技術への着手を目指し、更なる高率化を図りたいと考える。

今後、浚渫船の自動化が実用化されれば、省力化による労働生産性の向上、働き方改革の実現や担い手確保といった多くの効果が期待できる。しかし、技術開発には多額の費用が必要であり、企業単独での実用化達成には限界がある。ICT推進のためにも、管民が一体となった取り組みが必要であると考えます。

「携帯端末等を使用して作業船を遠隔操作し、全自動で浚渫工事が実施される未来」の実現を目指し浚渫技術の研究を継続していく。(図11)