

省エネルギー Hybrid グラブ浚渫船

第 381 良成丸

大 松 正 文

「第 381 良成丸」(以下「本船」という)は、グラブバケットにより海底の土砂を掘削する非自航式のスパッド式グラブ浚渫船である(写真-1, 図-1)。

本船は、ハイブリッドシステムにより省エネルギー化を図ることで、排出ガスの大幅な削減を目指し、2014年1月に完成した。また、グラブバケット自動運転及び自動操船システムの採用、アンカー設備の併設、40 m³ 密閉ワイド型グラブバケット等、環境負荷の低減はもとより、高い安全性と効率性を追求して建造した。

キーワード：グラブ浚渫船、ハイブリッド、自動運転、自動操船、スラスト、密閉ワイド型グラブバケット

1. はじめに

近年、地球温暖化の防止が社会問題となっており、大型原動機を搭載している作業船においても、大量の化石燃料の消費により発生する、二酸化炭素等の削減が求められている。

また、建設作業員の不足や、熟練技能者の高齢化の社会問題も顕在化し、対応を迫られている。

このような社会ニーズに応えるため、環境にやさしく、高い安全性と効率性を追求したグラブ浚渫船にするため、従来の装備の改良に加え、以下のシステムを開発した。

- ①ハイブリッドシステム
- ②グラブバケット自動運転システム
- ③自動操船システム

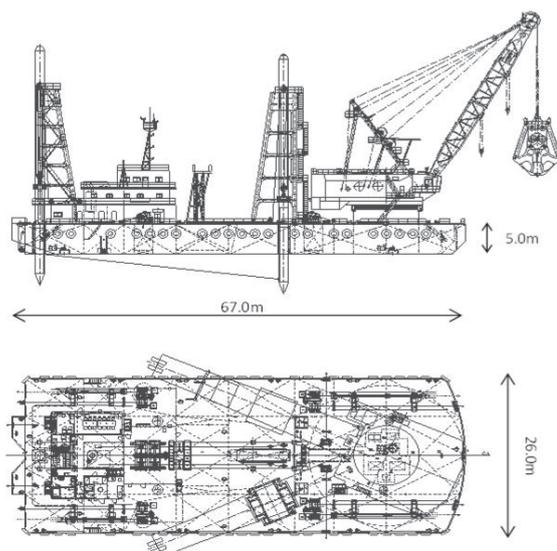


図-1 一般配置図



写真-1 全景

2. 特長

(1) ハイブリッドシステム

(a) 概要

従来は、グラブバケット巻下げ時の運動エネルギーは再利用されることなく、電気回路等の抵抗器にて熱エネルギーとして放出されていた。

本システムでは、グラブバケットを巻下げる際に発生する運動エネルギーを電気エネルギーに変換し、キャパシタと呼ばれる電気二重層コンデンサに蓄える。

蓄えられた電気エネルギーは、回生エネルギーとしてグラブバケットの巻上げ時に、ディーゼルエンジンによる動力のアシストとして再利用する。

また、重機が旋回する際の運動エネルギーも電気エネルギーに変換する (図-2)。

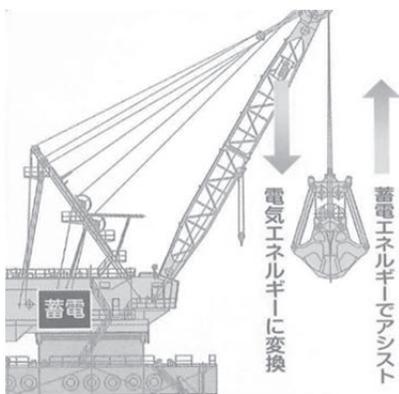


図-2 ハイブリッドシステム概念

(b) 利点

- ①ディーゼルエンジンによる動力とキャパシタに蓄えられた回生エネルギーを組み合わせることにより、原動機及び発電機を小型化できるため、燃料消費量は従来機と比べて、30%程度の低減が期待できる。
- ②原動機及び発電機の小型化により、CO₂ (二酸化炭素), NO_x (窒素酸化物), Sox (硫黄酸化物) 等を含む排出ガスが大幅に削減され、騒音・振動が低減する。
- ③電気二重層コンデンサは以下の特長があり、リチウムイオン電池よりも、グラブ浚渫船に適している。
 - ・充放電サイクルの寿命が長い
 - ・急速な大電流の充放電が可能
 - ・充放電率が高い (95%)
- ④操船室に設置したディスプレイに回生電力、燃料消費量等が逐次、表示され、監視できる。

(2) グラブバケット自動運転システム

(a) 概要

運転席に設置されたタッチパネルで、浚渫深度、グラブ巻上げ上限、旋回角度、ジブ角度などの情報を入力し、掘削、旋回、土運船への積込み等の一連の動作が、自動制御できる (図-3)。

尚、必要に応じて緊急停止や、手動モードへの切替えは容易にできる。

(b) 利点

労働負担を軽減し、ヒューマンエラーを予防でき、オペレータの技量に左右されない効率的な作業ができる。

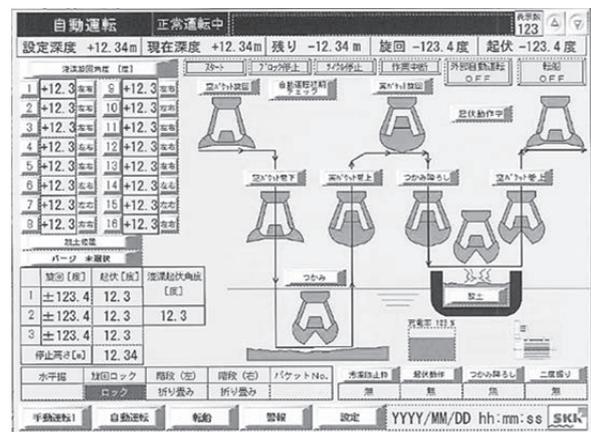


図-3 自動運転システムのディスプレイ

(3) 自動操船システム

(a) 概要

- ①施工管理システム上でインプットした X 軸, Y 軸の座標値を信号化し、自動操船システムへ送ることによって、アンカーワイヤの繰出しや巻取りを制御する (図-4)。
- ②自動操船時には、アンカーワイヤの張力が許容値を超えると安全装置が作動し、ウインチが自動停止する。

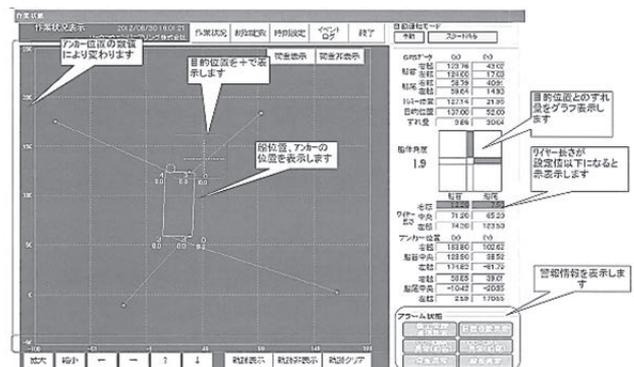


図-4 自動操船システムのディスプレイ

(b) 利点

海象条件に合わせたパラメータを設定し、管理することにより、安全な操船が可能である。

(4) スラスト (図-5)

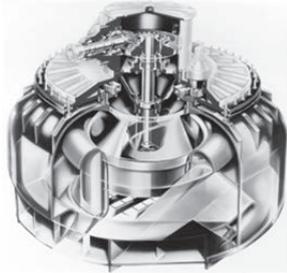


図-5 スラスト構造

(a) 概要

遠心ポンプの原理で作動するジェット推進システムである。

- ①船首と船尾に計2台を搭載している。
- ②操船室または重機からの遠隔操作により、スラストの大きさ及びスラスト方向を、容易に調整できる。

(b) 利点

迅速で正確な本船の位置調整ができる。

(c) 仕様…スラスト1台当り

- ①公称スラスト 約 19.6 kN
- ②旋回速度 約 5 秒/180°
- ③電動機 出力 257 kW
最大回転数 1,600 rpm
(インバータ制御)

(5) 密閉ワイド型グラブバケット (図-6)

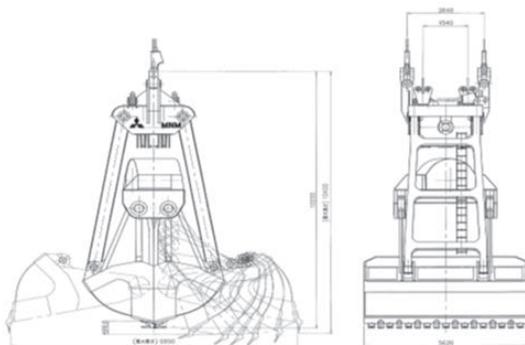


図-6 グラブバケットの外形

(a) 概要

- ①シェルに密閉用蓋を取付け、シェル全閉時に閉じる。
- ②密閉用蓋には、降下時の抵抗を低減すると共に、

ヒンジ開閉式の水抜き用蓋を設けている。

(b) 利点

- ①グラブバケットのシェルが全閉した時に密閉用蓋が閉じることにより、浚渫時の汚濁拡散を抑制できる。
- ②水平掘り装置により、グラブバケット開閉時の軌跡に応じて、掘り残される部分の高さを算定し、グラブバケットの上下動を自動的に調整できる。
- ③水平掘り装置を併用することで、余掘りを低減でき、浚渫出来形の精度が向上する (図-7)。

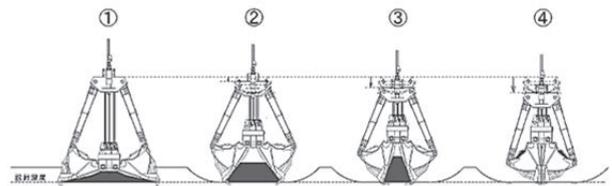


図-7 水平掘り時のグラブバケット軌跡

(c) 仕様…軟泥地盤用

- ①容量 40 m³
- ②重量 88 T
- ③外形寸法 (L × W × H) 9.8 m × 5.6 m × 10.4 m (全開時)
- ④シーブ数 上部 1 個 × 2 列
下部 2 個 × 2 列
- ⑤ロープ径 支持 φ60 mm × 2 本
開閉 φ60 mm × 2 本

(6) その他

(a) アンカー設備の併設

従来のスパッドと併せて、船首と船尾に2丁ずつ、計4丁のストックレスアンカー (重量6t) を装備し、全チェーン式 (呼び径56mm、長さ300m) にすることで、様々な海象条件に対応できる。

尚、スパッドは以下のとおり工夫している。

- ①本船の固定、位置決めは2本のスパッド (船体中央部の移動用スパッド1本、船尾部の固定用スパッド1本) を海底に打ち込み、本船を所定の位置に配置する。
船体の中心線に沿って、2本のスパッドを設けているため、船体中心部と両舷部の3本スパッド式に比べ、うねり、波浪等によるスパッドへの負担が軽減される。
- ②スパッドと船体との隙間に設置している緩衝スリーブにより、スパッドと船体が面で接するため、うねり等による船体とスパッドとの衝突で起こる

スパッドの曲損等を防止する。

(b) 浚渫施工管理システム

グラブバケットや船体位置、浚渫深度等の情報をパソコン画面に表示し、浚渫作業の効率化を図り、高い精度の浚渫出来形を可能にするシステムである(図-8)。

- ① 2台のリアルタイムキネマティック GPS により高精度な位置管理を行う。また、サテライトコンパスの併設で、仮に GPS の 1 台が故障しても作業を続行できる。
- ② クレーンのジブ角度、旋回角度、バケット開閉信号を取り込み、掘削軌跡画面上に記録し、掘削深度を色分けて識別し、表示する。
- ③ 潮位伝送システムにより、基地局のデータをリアルタイムにオンラインで取り込める。
- ④ 海底地形探知ソナー(周波数 430 kHz、指向角 3 度)により、リアルタイムで掘り跡が確認でき、海水温で変化する水中音速度を自動的に補正する(図-9)。

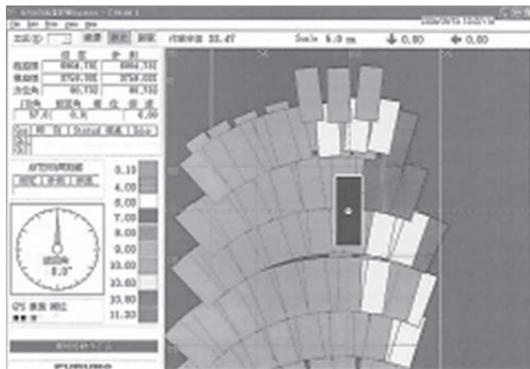


図-8 施工管理システムのディスプレイ

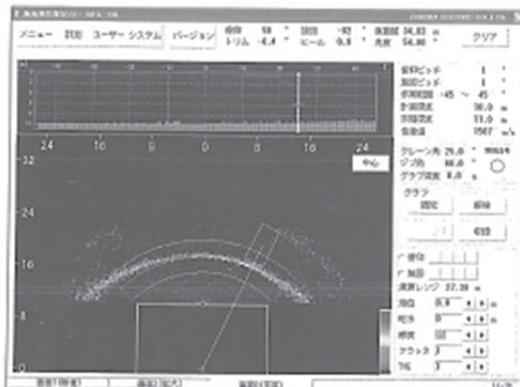


図-9 海底地形探知ソナーのディスプレイ

(c) 操船室

操船室の操作盤では、主発電機と補助発電機の切り替えや機関主要項目の監視、作業死角の監視、施工管理を一元管理できる。

(d) クレーン仕様

グラブバケットをロードフックに取り換えることにより、電動クレーンとして使用できる。

- ① 定格総荷重 110 t × 29 m
- ② 作業半径 17.3 ~ 34.1 m
(ジブ角度: 70° ~ 30°)
- ③ 最大揚程 28 m (水面上)

3. 主要目

(1) 船体

(a) 寸法及び総トン数

- ① 全長 67 m
- ② 幅 26 m
- ③ 深さ 5 m
- ④ 満載吃水 2.7 m
- ⑤ 総トン数 2,637 t

(b) タンク区画

海洋汚染防止及び安全対策として、船体の燃料タンクの船底部は、二重底構造としている。

- ① バラスト 約 800 m³
- ② 清水 約 510 m³
- ③ 燃料 約 355 m³

(2) 機関部

船舶からの大気汚染防止規制により、130 kW を超えるディーゼルエンジンを設置する場合、国際大気汚染防止原動機証書(EIAPP 証書)の交付を受ける必要があり、本船は以下の交付済みエンジンを搭載している。

- ① 主発電機 (エンジン 2,800 kW)
3,250 kVA × AC 3,300 V 1 台
- ② 補助発電機 (エンジン 260 kW)
250 kVA × AC 450 V 1 台

(3) 甲板装置

操船室にて遠隔操作、または機側にて操作できる。

- ① スパッド φ1,500 mm × 40 m 1 基
- ② 操船ウインチ 4 基
 - ・チェーン能力 40 T × 10 m/min
(チェーン 呼び径 56 mm × 300 m)
 - ・ワイヤ能力 36 T × 12 m/min
(ワイヤ φ48 mm × 350 m)

(4) 浚渫機

- ① 最大吊上げ荷重 160 T

- ②最大浚渫深度 85 m
- ③ジブ長さ 32 m
- ④巻上ロープ速度 0～60 m/min
(モータアシスト時)
- ⑤巻下ロープ速度 0～80 m/min
(軟泥地盤用バケット使用時)
- ⑥ジブ起伏ロープ速度 36 m/min × 2 ドラム
- ⑦旋回速度 1.2 rpm
- ⑧作業半径 17.3～24.7 m
(バケット作業時)

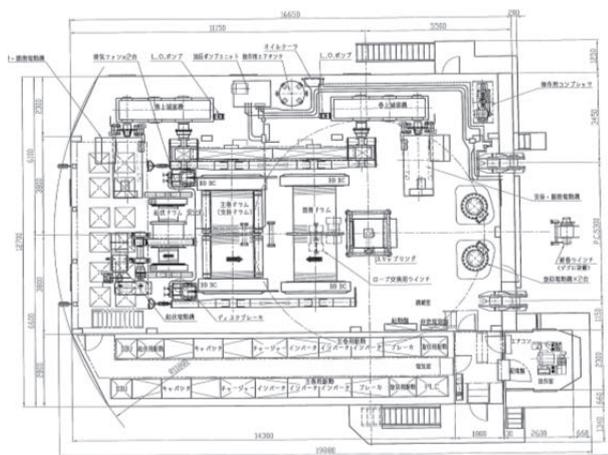


図-10 重機の機構配置図

(5) 船舶用ユニッククレーン

操船室甲板の左舷側に1基、設置している。

- ①最大吊上げ荷重 4.9 T
- ②ジブ長さ 4.3～12.8 m

(6) 居住区

本船は、乗組員が快適に生活できるよう以下の設備を設けている。特に船員室は、従来よりも広くした。

- ①1階 食堂、浴室、洗濯室、トイレ等
- ②2階 船員室(14室)、娯楽室、会議室、洗面室、トイレ等
- ③3階 応接室

4. 施工実績

2014年1月に完成した本船は、主に愛知県蒲郡市浜町地先で稼動し、2014年5月末現在の浚渫量は、

試験掘削を含めて約11万m³である(写真-2)。

ハイブリッドシステム、グラブバケット自動運転システム及び自動操船システムについては、更なる調整が必要であるが、ほぼ当初の想定どおりの成果が認められた。

また、浚渫時のサイクルタイム、燃料消費量等、収集したデータを分析し、改善していきたい。



写真-2 施工状況

5. おわりに

本船第381良成丸は建造後、順調に稼動しており、今後とも港湾整備に貢献していきます。

環境保全や安全・作業効率の向上のため、さらに改良を加え、お客様の要求に対応していく所存である。

本船の建造にあたりご指導、ご協力頂いた関係者各位に深く感謝致します。



[筆者紹介]
大松 正文 (おおまつ まさふみ)
株小島組
管理部

