



ハイブリッド・自動運転機能付 浚渫機への改造

高橋 清文

グラブ浚渫作業は、自然環境への悪影響を抑制しながら、荒天候下においてはその影響を排除しながら、結果としての作業には精度と効率、そして安全が求められている。

また、作業が高速大容量であることから、大きなエネルギーの消費・放出を繰り返しながら長時間にわたる連続的なものとなっており作業従事者の環境としては劣悪な場合が多い。

今回この状況を克服すべく、既設の起重機船に最新の各技術を網羅的に加工・搭載し、「自然と人にやさしく、作業が正確且つ効率的で安全な浚渫作業」をめざして改造工事を行った。以下にその方法、具体策、ならびに改造の結果について報告する。

キーワード：ハイブリッドシステム，全地球測位システム（GPS），自動運転システム，充放電比率，定深度掘削，水平掘削

1. はじめに

近年、温室効果ガス排出削減や燃料消費量削減を目的としたハイブリッドシステム，人工衛星を利用して現在位置を正確に割り出す全地球測位システム（GPS），ならびに作業の効率化およびオペレータの負担低減を目的とした自動運転システムの進歩には著しい成果が見られる。

今回、既設の起重機船にこれらの技術を総合的に活用したグラブ浚渫機能を付加すべく改造工事を行ったのでその改造内容について解説する。



写真—1 浚渫機

2. 浚渫機の概要と主要仕様

浚渫機は、海底の土砂や岩石をさらい、航路を広げ水深を増やしたり、埋め立て用の土砂を採取するなどの目的で使用される。膨大な量の土砂などが荷役対象であり、作業場所が航路と重なるなど時間的制約を受けることから、高速で正確な動作を安定的に供給する必要があり、高い信頼性が要求される（写真—1）。

本機の浚渫作業時における主要仕様を次に示す。

- ・バケツ直巻き荷重 110 t
- ・巻上げ開閉速度 55～80 m/min
- ・回転速度 1.2 rpm

3. 機器の構成と配置

既設起重機への改造であることから、既設機器は極力そのままの状態にして当初機能を保持しつつ、浚渫用各機器を追加配置とした（図—1）。

追加の浚渫用各駆動機器は、高効率・高精度な自動運転制御への対応性を実現すべく、電動インバータ制御を採用している。

(1) 支持・開閉装置

支持装置、開閉装置ともにフランジマウント式縦型電動機を用い両装置が上下に対称となるように配置することにより後部回転半径の増加を極力抑制した。さらに、カウンターバラストとしての機能を併せ持たせることにより、機体自重の増加とそれに伴う船体側の

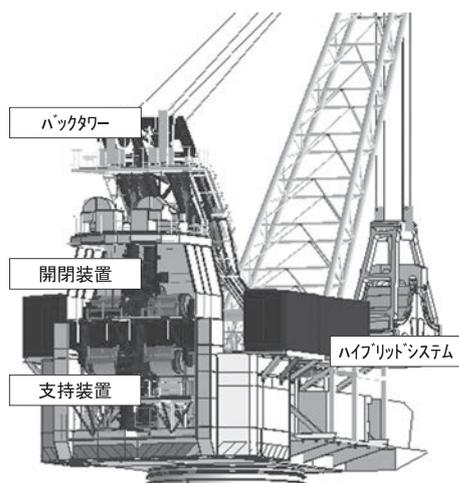


図-1 機器構成

負担増を抑制している。

(2) 支持・開閉用バックタワー

支持・開閉ドラムの据付位置および大径ロープの単層ドラムへの巻取り幅の制約から、既設バックタワー上方に新たにフロートシーブを用いた支持・開閉装置用バックタワーを延長設置した。

(3) 旋回装置

旋回フレーム下方に設けられた旋回ギアと2組の旋回ピニオンからなる油圧モータ駆動装置を縦型電動モータ駆動に置き換えることにより、電気制御による自動運転対応への改造を行った。

(4) エンジン発電機および電気品室

ハイブリッドシステム¹⁾の採用により、浚渫用の必要エンジン発電機容量が従来比1/2に低減された。これにより、浚渫機両翼の上方にハイブリッドシステムを含めた電気品室、下方にエンジン発電機を配した左右対称の立体配置となった。

4. ハイブリッドシステム

ハイブリッドバッテリーへの補充バランスの関係から、支持ならびに旋回駆動装置を主体にハイブリッドシステムを適用した。

グラブバケツを開いての巻下げ運転時には支持モータ側よりハイブリッドバッテリーを充電し、巻上げ運転時にはエンジン発電機およびハイブリッドバッテリーの双方より電動機を駆動している(図-2)。

掴みならびに巻上げ開始時における電動機の加速動力をバッテリー側電流にて賄うことにより、エンジン側

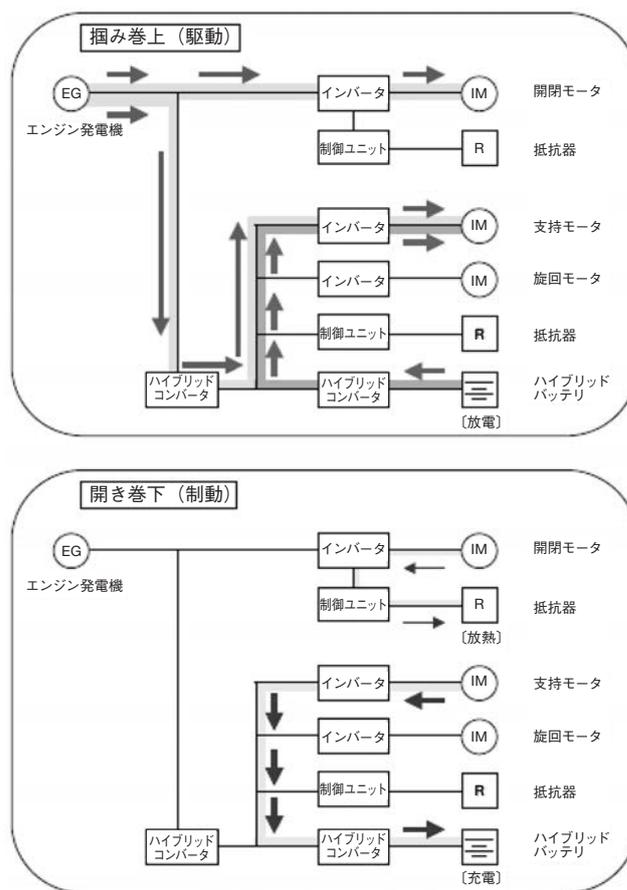


図-2 ハイブリッド巻上下運転

電流の急激な増加を回避し、エンジン発電機容量の小型化を図っている。

同様に旋回装置においても、加速時にハイブリッドバッテリーおよびエンジン発電機双方より旋回電動機を駆動するとともに、減速時には旋回モータ側よりハイブリッドバッテリーを充電している。

5. 自動運転機能

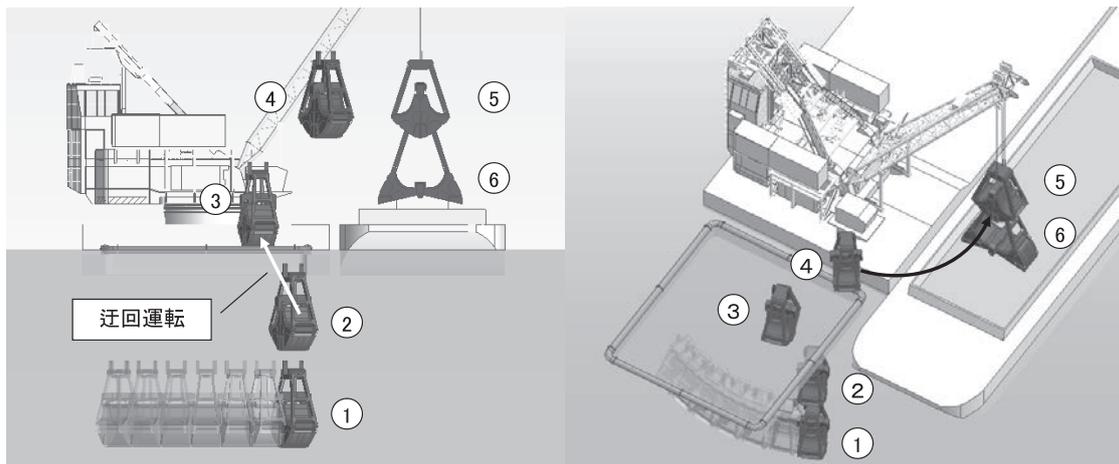
(1) 掘削位置制御

本機は、旋回方向に多分割された位置で順次自動旋回・停止を繰り返す、扇状に掘削している。このとき海面上に設けられた汚濁防止柵とグラブバケツの干渉を回避すべく、旋回動作に迂回運転を組み込んでいる(図-3)。

(2) 定深度掘削

設定深度とGPS信号に基づき、船体側より入力される潮位、船体のトリム角度、ヒール角度、および喫水の各値から必要な揚程を計算して、掘削が計画深度となるようにバケツを自動制御している。

またこのとき、海水面への入水・水切り、海底面へ



図一3 掘削位置制御

の到達・離床各時の衝撃と周辺海水汚濁を低減すべく、各動作の前後は徐行運転となるように速度と距離を自動制御している。

(3) 水平掘削

開度によりグラブバケツの刃先が上下移動する量に応じて支持ウィンチを巻上げあるいは巻下げ、グラブバケツ刃先を水平に移動させて水平掘削となるよう自動制御による無駄のない掘削を行っている。

(4) 荷振れの防止

土運船上への旋回運転時には、旋回動作による振れが発生しにくい加減速パターンを採用して最適制御を行っている。さらに、不測の残留振れにより土運船の外へ土砂がこぼれるのを回避すべく、オペレータが目視にて位置と振れを確認し、開き許可を出した後、開き動作に入る半自動運転としている。

6. 今後の課題

本機は、従来の起重機作業および杭打ち作業能力に加え、ハイブリッド機能とGPS信号を用いた自動運転機能を有したバケツ浚渫作業能力を併せ持つ多目的作業船へと改造された。

- (1) 浚渫作業は荷役対象が膨大な量の土砂などであることから、高速・大容量で長期間の連続運転が行

われる。ハイブリッドシステムの採用は、エンジン発電機の小型化と燃料消費量削減が可能となり、CO₂排出削減に対し効果的である。

- (2) 浚渫機において、GPS信号を用いた自動運転システムの採用は、作業精度の向上とそれに伴う効率化や周辺環境の汚濁防止などの自然環境保護、ならびにオペレータの負担低減において効果的である。
- (3) 浚渫作業は気象海象の影響を受けやすく、適正化された自動運転システムによる確実かつ安定した操業は安全性確保の観点からも有効である。

今後も、ハイブリッドバッテリーにおける充放電比率、自動運転システムにおける負荷対応の運動加減速、速度設定および運動ルート of 適正化を進めることにより、一層の浚渫力強化が期待できる。

JCMMA

《参考文献》

- 1) 甲斐健, 西山範之, トランスファクレーン用ハイブリッド電源装置の開発, 住友重機械技 No.170, P1~P4, 2009/8/20

【筆者紹介】

高橋 清文 (たかはし きよふみ)
住友重機械搬送システム(株)
搬送システム統括部 エンジニアリング部
技術グループ
主任技師

