

小型貨物船用ハイブリッド推進システム

Hybrid propulsion system for domestic cargo ship



ハイブリッド推進システム搭載船「はいぱーえこ」

1. はじめに

国内物流を担う重要な事業であり、モーダルシフトのモデルの一つでもある内航海運業界においては、環境負荷低減と同時に、高い安全性、船員不足を一因とする船員労務負荷の改善・低減や快適な居住環境といった様々な課題への取り組みを求められている。

こうした環境の中、内航の小型貨物船として初めて、推進システムとして主機駆動と軸発兼推進電動機(SGM)を組み合わせたハイブリッド推進システムを採用した二重反転プロペラ(CRP) 搭載船が 2017 年 6 月に竣工した。本稿では、このハイブリッド推進システムの特長を紹介する。

2. 搭載船「はいぱーえこ」の概要

主に瀬戸内海、京浜港の製鋼所を基点として、全国の荷役地への鋼材輸送に従事する本船は、向島ドック(株)を船主とし、JFE 物流(株)の裸用船で運航する船として、小池造船海運(株)において建造された。

本船のようなボックス型の貨物艙を有す 499 総トン型の貨物船は、主に鋼材輸送に従事することが多く、5,000 隻を超える内航船の約 10%を占める主力船型である。

こうした鋼材運搬船も一般的な内航船と同様に、多くの船が錯綜する積地や揚地の港内において、狭隘なバースへの接岸やシフトなどの操船を、通常サポートするボート無しで船長以下 5 名程度の乗員で行う。その回数は年間 150~200 回にも及ぶため、港内操船の安全性向上、船員の労務負担の軽減は極めて重要な課題となっている。

海洋・エンジニアリング事業本部

海洋エンジニアリングプロジェクト部

表 1 「はいぱーえこ」の概略要目

Table 1 Outline principal dimensions

総トン数	499 トン
全長	73.98 m
型幅	12.00 m
型深さ	7.20/4.24 m
航海速度	11 kt
主機関	1,029 kW × 1 基
主発電機	300 kW × 2 基
軸発兼推進電動機(SGM)	300 kW (推進モード) 125 kW (発電モード)
推進器	二重反転プロペラ(CRP)
省エネ付加物	L.V.フィン ラダーバルブ

当社が担当した船型開発、CRP 及び本船の推進システムのエンジニアリングは、CRP システムや省エネ付加物による省エネ効果に加え、この様な出入港時の安全性向上を図ることをコンセプトに進められた。

3. ハイブリッド推進システム

3.1 システムの概要

ハイブリッド推進システムは、通常航行時における主機駆動 CRP の高い省エネ性能と、港内における低速操船時における推進電動機の高い追従性の双方を活かす推進システムとして計画された。(図 1)

SGM は電気推進時に推進電動機として、また、主機駆動時には軸発電機として船内電力を供給することができ、これを制御する双方向インバータと併せ、本システムの核となっている。

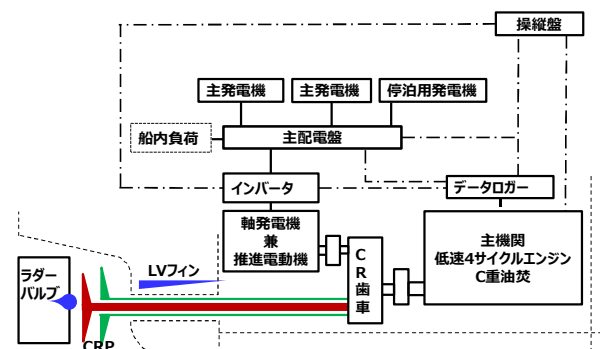


図 1 ハイブリッド推進システムの構成
Fig.1 Hybrid propulsion system

3.2 航行状態による運転モード

3.2.1 通常航行時

通常運航時の運転モードは燃費の良い主機駆動が基本であり、主機を起点としたエネルギーの流れを図 2 に推進力を赤線、電力を青線で示す。主機の回転エネルギーを推進力と、軸発としての SGM を介して船内電力の双方に用いることで、推進及び船内電力負荷に必要なエネルギーの供給を主機が賄うことにより、発電機の運転を最小限に抑えることで省エネが期待できる。

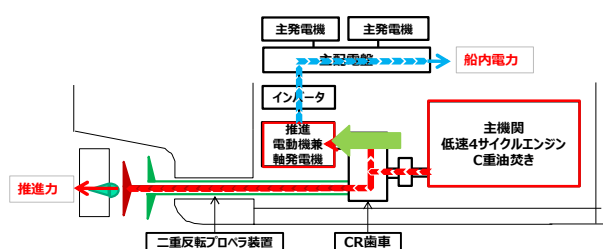


図2 通常運航時のエネルギーの流れ
Fig.2 Energy-flow on normal navigation

3.2.2 港内、低速での短距離航行時

低速運航時の運転モードは、電気推進を基本としている。図 3 に発電機を起点としたエネルギーの流れを示す。船内電力を発電機で賄うとともに、双方向インバータ、推進電動機としての SGM を介することで、低速運航に十分な推進力を得ることができる。この特長として以下が挙げられる。

- ・ 推進電動機の低速での高いトルクと応答性の良さから操船性、安全性が向上する。
- ・ 主機関を使用しない為、船員の労務負荷低減に寄与するとともに、船内居住環境の向上につながる。

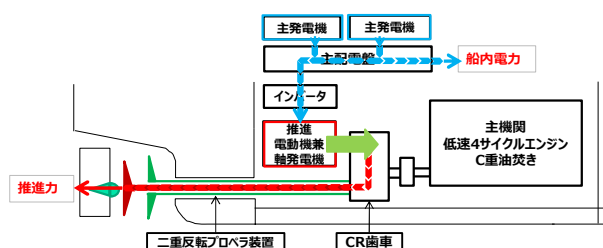


図3 低速運航時のエネルギーの流れ
Fig.3 Energy-flow on harbor navigation

3.2.3 荒天における航行時

やむを得ず荒天時を長時間航行するような場合、高負荷状態にある主機の大きな負荷変動は、耐候性の不安と保守の面から乗組員の労務負荷になっている。特に省エネを追求し、定格出力の小さい主機を搭載した

船の場合、負荷変動に対する余裕が小さく、十分な速力を得られない状況が想定される。

ハイブリッド推進システムの場合、図 4 に示すように、主機と推進電動機としての SGM の双方を駆動源とし、主機の負荷を SGM がアシストすることで、負荷変動の影響を緩和することにより耐候性を維持することができる。

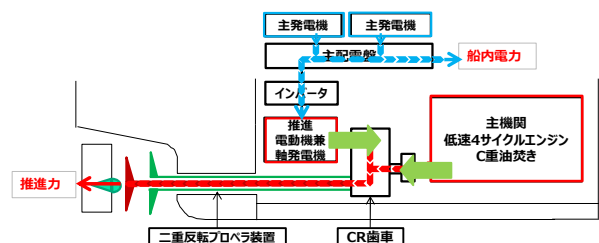


図4 荒天航行時のエネルギーの流れ
Fig.4 Energy-flow in rough sea condition

4. 乗組員の評価

本船就航後 1 年を経過し、船主を通じて乗組員から「これまで、たとえ 10 マイルの移動や、バースのシフトであっても C 重油焚の主機関を起動させなければいけないところ、発電機のみで運転でき、操作や、船内騒音の軽減で負担が減った。」などの評価を頂いている。

5. おわりに

本船は就航から 1 年が経過し、実運航においても 12～15%の省エネ性能を発揮するとともに、船員の労務負荷低減の取り組みが評価され、「人と環境にやさしい船」として、シップ・オブ・ザ・イヤー2017 小型貨物船部門を受賞した。

当社は今後も、ニーズに沿った高い技術力により、海運産業の発展と環境負荷の低減に貢献していきたいと考えている。