

モーダルシフトに適応した低燃費 高速ロールオン・ロールオフ貨物船

High Efficiency Roll-on Roll-off Cargo Ship
Adapted to MODAL SHIFT Policy



北 村 徹*¹
Tohru Kitamura

寺 田 敬 三*²
Keizo Terada

森 哲 也*³
Tetsuya Mori

坂 本 利 伸*⁴
Toshinobu Sakamoto

栗 林 周 平*⁵
Shiyuuhei Kuribayashi

現在トラック主体で行われている幹線輸送を、より低公害で効率的な大量輸送機関である内航海運や鉄道へ転換していくモーダルシフト政策が脚光を浴びる中、当社は高速化と低燃費化という相反する二つの要素を両立させた国内大型高速ロールオン・ロールオフ貨物船（以下、RORO 船と称する）を開発した。本船は、航海速度 23 kt の高速航行と燃費率に優れた低速ディーゼル主機関採用による経済性向上並びに環境負荷低減、さらには 12 m トレーラシャーシ 160 台／乗用車 251 台の同時積載による輸送効率の向上を実現している。

1. はじめに

多様化する荷主ニーズに対応しモーダルシフトの推進を図っていく上で、内航海運業界にとっては、輸送効率の向上、輸送コストの削減、質の高いサービスの提供が不可欠となっている。このような時代の要請に応えるべく、日本通運(株)と商船三井フェリー(株)が、東京～博多航路においてスペースチャータ方式による共同配船を開始するプロジェクトを計画した。

従来、同航路では、日本通運(株)の RORO コンテナ船 2 隻による東京／博多の隔日サービスと、商船三井フェリー(株)の RORO 船 4 隻による東京／博多のデイリーサービスが個別に行われていたが、新サービスは、両社が同型の大型高速 RORO 船 4 隻を投入することで、物流サービスの拡大を図るというものである。

本船の開発に当たっては、用船社及び船主の RORO 船運航経験に基づく助言を頂きながら、数多くの高速船建造で培った要素技術を生かし、様々な技術課題に取り組んだ。

2. 開発目標

本船を開発するに当たってのポイントは、高速化による航海時間の短縮及び大型化による貨物積載能力の強化の 2 点にあり、開発目標として用船社及び船主から以下の要求仕様が提示された。

2.1 高速化による航海時間の短縮

運航ダイヤグラムの検討により、東京～博多間の航

海時間を 37 時間から 33 時間に 4 時間短縮するため、従来船に対して約 3 kt 増となる航海速度 23.0 kt という要求仕様が提示された。その一方で、高速化を図りながらも、従来船 6 隻に対して新造船 4 隻での燃料消費量を 20 % 以上低減したいとの要求も同時に提示された。

図 1 は、縦軸に載貨重量 1 t を運ぶために必要な 1 日当たりの燃料消費量を取り、本船の省エネに対する

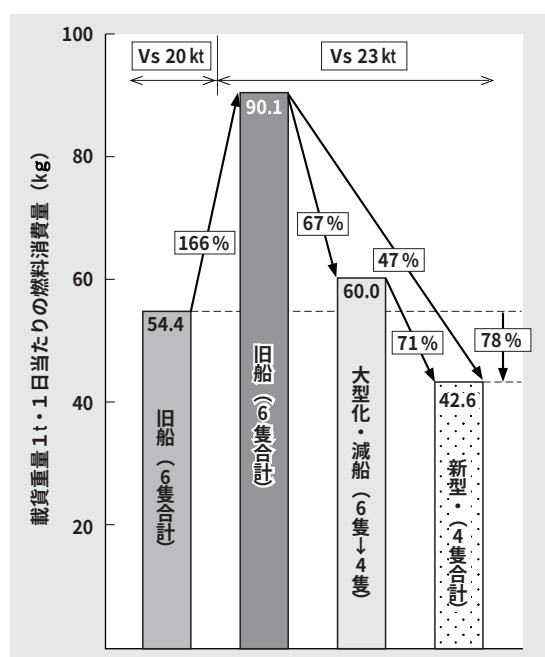


図 1 燃料消費量の要求レベル 従来船 6 隻に対して約 20 % の低減を開発目標としている。

*1 下関造船所船舶・海洋部計画設計課長

*2 下関造船所船舶・海洋部機装設計課主席

*3 下関造船所船舶・海洋部計画設計課

*4 技術本部長崎研究所船舶・海洋研究推進室主席

*5 神戸造船所船舶・海洋部計画設計課主席

要求仕様のレベルを従来船と比較して示したものである。従来船6隻の合計では載貨重量1t・1日当たりの燃料消費量は約54kgであるが、これを3kt増速すると約90kgと66%も燃費が増加する。この6隻を大型化して4隻に減らしても燃費は約60kgとなり、従来の6隻よりも若干高いレベルとなる。これを30%近く減らして燃費を約43kgのレベルにしようというのが本船の要求仕様である。即ち、従来船と同等の推進性能を有するRORO船6隻では載貨重量1t・1日当たりの燃料消費量が約90kgであるのに対して、本船ではこれを約半分の43kgにしようというものである。

2.2 大型化による貨物積載能力の強化

輸送効率向上及び輸送コスト削減の観点からは、船隊の隻数を減らしながらも、貨物の輸送能力を引き上げることが重要である。

そこで、従来は全長110～130mクラスのROROコンテナ船2隻とRORO船4隻の合計6隻であった船隊を、隻数はRORO船4隻に縮小しながらも、全長を170mクラスまで大型化することにより、貨物積載能力を重量ベースで約30%増強して貨物輸送能力を強化することとなった。

3. 開発の概要

前節で述べた開発目標を達成するために、造波抵抗

の低減をはじめとした高速・省エネ船型の開発に着手するとともに、キャビテーションやプロペラ起振力とのバランスに配慮しながらプロペラの性能改善についても取り組んだ。また、燃料消費量の目標達成のため、船型とプロペラの改善に加えて、機関側でも10%弱の燃料消費量の低減を分担することとした。さらに、貨物積載能力の強化のために、幅広船型や車両倉5層を採用して車両搭載スペースを拡大した。

本船の主要目を表1に、概略配置図を図2に示す。

3.1 船型計画

本船のような高速船型では船体抵抗、特に造波抵抗成分の大小が性能の良否を大きく左右する。したがっ

表1 主要目

全 長	(m)	166.90
幅	(m)	27.00
深 さ	(m)	23.27
載貨重量	(t)	約6200
総トン数		約10500
定 員	(名)	乗組員 15 旅 客 12
車両搭載	(台)	12mシャーシ 160 乗用車 251
航海速力	(kt)	23.0
主 機 関		三菱9UEC52LSE × 1 基
最大出力		15345kW × 127min ⁻¹

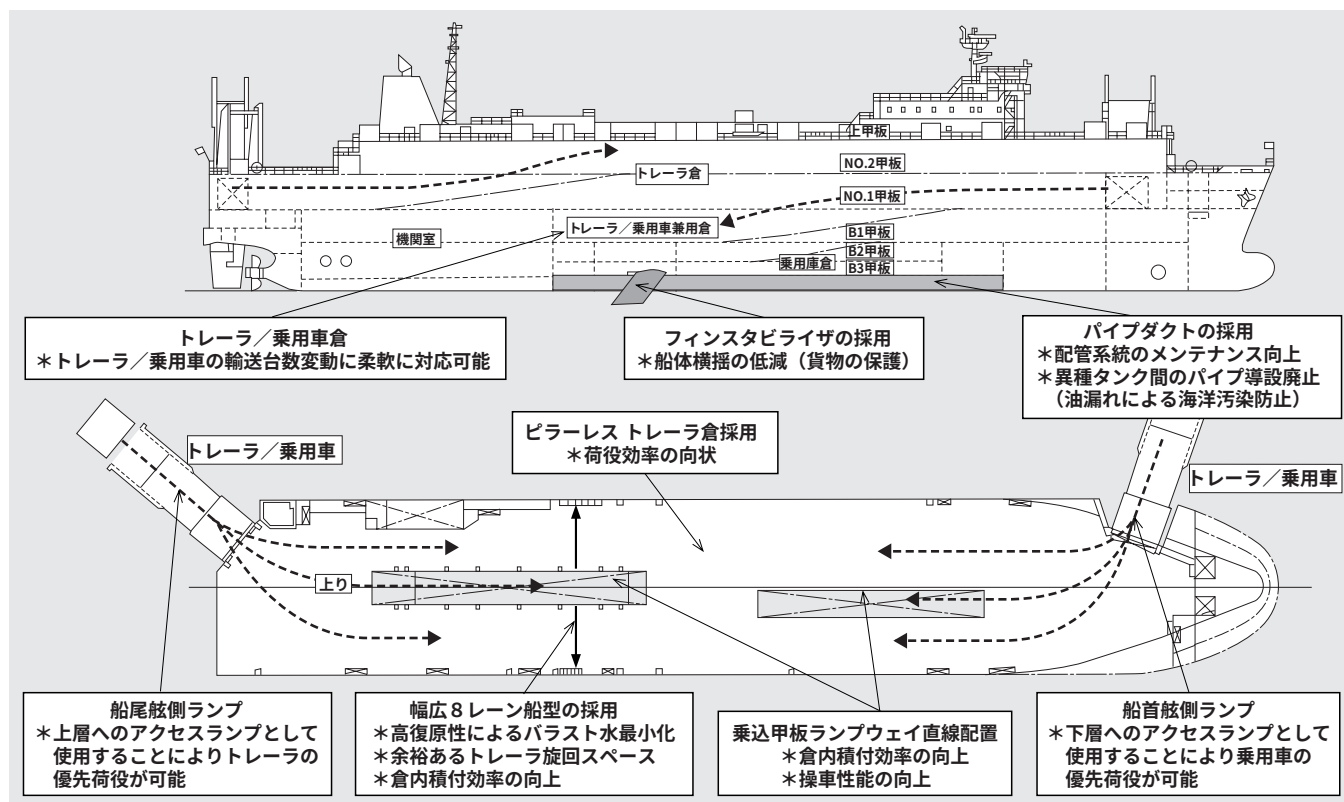


図2 概略配置図

本船の車両区画配置のコンセプトを示す。

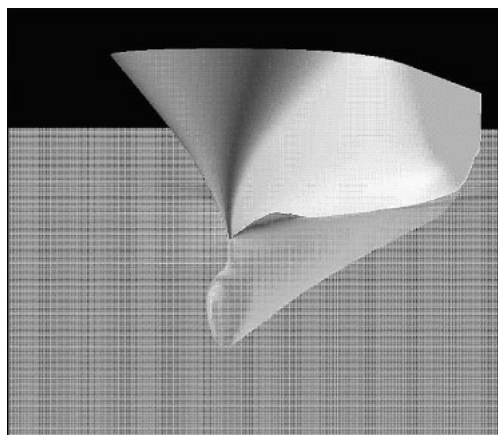


図3 CFDの計算例 RORO船型の造波現象の推定結果を示す。

て、船型の開発に当たっては、近年急速に発達しているコンピュータによる数値流体力学CFD(Computational Fluid Dynamics)を活用して船体抵抗の最小化に取り組んだ。図3にCFDの計算例として、造波現象の推定結果を示す。

船型計画では、まず、船の長さ、幅、浮心位置等の主要目を種々変更してCFDのシリーズ計算を行い、船体抵抗が最小となる船型を調査し、その船型に対して船首形状及び船尾形状の最適化を行って候補船型を選定した。最終的には、数ケースの候補船型で模型試験を実施し、性能を評価して採用船型を決定した。

3.2 主機関の燃費低減対策

本船のような高速船ではカーフェリー等に搭載されている中速ディーゼル主機関を搭載するのが通常であるが、機関室周辺の配置を合理化して燃費率に優れた低速ディーゼル主機関を採用した。低速ディーゼル機関を採用したことで、中速ディーゼル主機関と比較して1気筒当りの馬力が増加し、主機関の気筒数を減じることができたため、保守作業の労力が軽減され、乗組員の省力化や運航経済性の向上にも繋がることとなった。

また、本船が就航する東京～博多航路の内、瀬戸内海や東京湾内では減速航行が義務付けられており、主機関は低負荷運転となるが、長時間の低負荷運転は燃費の悪化のみならず、エンジンの性能劣化や燃焼不良を早期に招く恐れがあるため、低負荷域を最大馬力の10～20%の範囲(10～14 kt相当)と設定し、12時間の連続運転を可能とするシステムを構築した。図4にシステムの概念図を示す。通常の運転では燃料が燃料ポンプを介して各シリンダで2つの燃料弁から同時に噴射されるが、低負荷運転時には燃料弁カットの自動制御が作動し、90秒毎に片方の燃料弁が交互にカットされる。この状態では、燃料噴射弁の噴出圧力が増

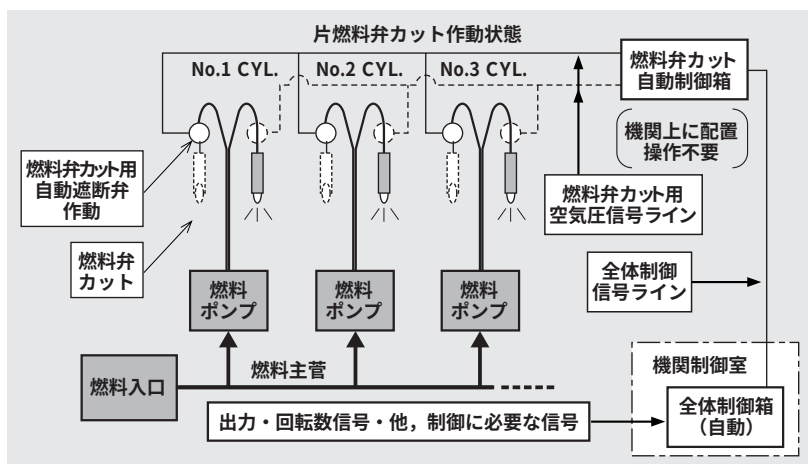


図4 燃料噴射弁自動カットシステム概念図 各シリンダの片方の燃料弁が90秒毎に交互にカットされる。

加し、シリンダ内における燃焼状態が向上するため、低負荷運転においても燃費が改善されることになる。

3.3 配置計画

図2に示す通り、本船の車両搭載区画は5層あり、乗込甲板であるNo.1甲板及びその直上のNo.2甲板をトレーラ倉としている。乗込甲板直下のB1甲板をトレーラ／乗用車兼用倉、さらにその下層のB2甲板及びB3甲板を乗用車専用倉としている。

乗込甲板であるNo.1甲板への乗り込みは、船首舷側ランプ及び船尾舷側ランプから行う。

船首舷側ランプを乗込甲板より下層への専用ランプとして、船尾舷側ランプを乗込甲板より上層への専用ランプとして使用することで、船首ランプでは乗用車の優先荷役が、船尾ランプではトレーラの優先荷役が可能となり、荷役の効率化を図ることができる。

倉内はトレーラ搭載レーンが8レーンと幅広で、荷役効率や操車性能を向上させるため、トレーラ倉にはピラーレス構造を採用している。ピラーレス構造を採用するに当たっては、主機関のブレイシングやプロペラ起振力対策としてプロペラ直上の船体補強を行う等、振動対策にも細心の注意を払った。

荒天時の貨物保護を考慮して、船体中央付近にはフィンスタビライザを1対装備した。また、バウスラスト1基、スタンスラスト2基、及び可変ピッチプロペラを装備して港内での操船性向上を図っている。

4. 就航後の運航状況

本船の運航性能に関しては、建造時の海上試運転において諸試験を行い、所要の性能が確保されていることを確認しているが、営業航海においても順調な運航を続けている。

図5に平成13年10月16日から平成14年2月7日までの営業航海における主機関馬力及び燃料消費量を示

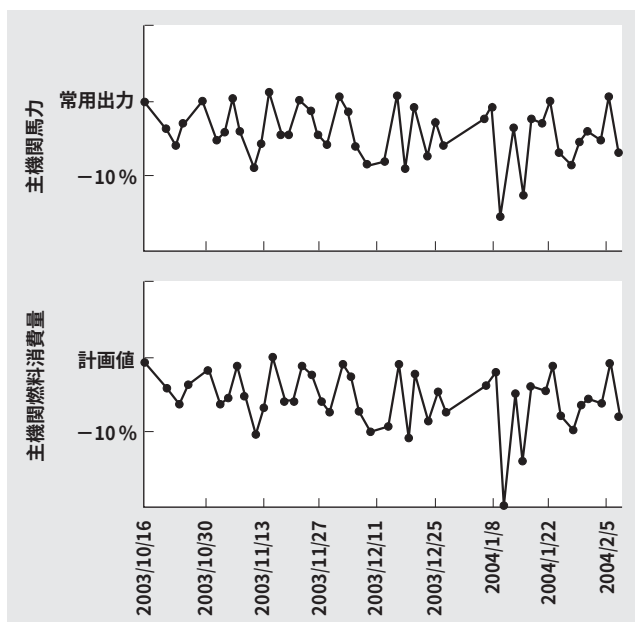


図5 営業航海における主機関馬力及び主機関燃料消費量（提供：安芸海運(株)） 本船は営業航海において初期計画値を下回る燃費性能を実現している。

す。なお、本データは4隻シリーズ1番船の船主である安芸海運(株)から提供頂いたものである。本図に示す通り、主機関馬力、燃料消費量とも営業航海においても初期計画値を下回っており、船主からも実海域における運航性能として目標を達成できているとの評価を得ている。

5. 海上物流への貢献

従来の6隻体制から大型化・高速化による本船4隻体制に船隊が再編されたことにより、航海時間が4時間短縮され、貨物輸送能力が30%増強されたことは、すでに述べた通りである。

このような性能を有する本船が、東京～博多航路に投入されたことにより、同航路の海上輸送サービスがさらに改善されることとなった。具体的には、

- (1) 運航ダイヤグラムのフレキシビリティが向上し、大都市での停泊時間が従来船と比べて、東京で1日当たり平均4.5時間増、博多で1日当たり平均1.0時間増となり、貨物の集荷時間が拡大された。
- (2) 日曜日を除く東京／博多のデیلیーサービスにより利便性が向上した。
- (3) 岩国、徳山、宇野など新たな中間寄港地によりサービスエリアが拡大した。

このように、東京～博多間での海上輸送サービスが向上したことにより、東京を中継基地とした北海道～東京～九州の海上物流ラインが確立された。また、将来的には、アジアに向けての物流拠点としての成長が期待されている九州を玄関口として、国際物流の活性化にも繋がるものと期待されている。

6. ま と め

昨今のエネルギー不足や交通渋滞といった社会問題や環境保護を背景として、内航海運に対して、環境負荷が小さく輸送効率に優れた船舶の特性を生かして社会経済の発展に寄与していくことが求められている中、当社としても、高性能でかつ燃費に優れた船舶を世の中に送り出し、世の中の物流を変えることが、内航海運の発展を支える上での、また、モーダルシフトを推進していく上での使命であると考えている。

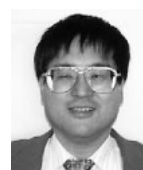
本シリーズ船はShip of the Year 2003の準賞を受賞し、高速性能による航海時間の短縮、低燃費性能による経済性の向上と環境負荷低減、大型化による輸送効率の向上により、モーダルシフトの一翼を担い、今後の海上物流の発展に大きく貢献するものと期待されている。

平成13年9月から12月にかけて1か月毎に相次いで竣工し、平成14年1月6日より4隻体制による営業航海が順調に行われている。

最後に、本シリーズ船建造の機会を与えて頂きました(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構、日本通運(株)、日本海運(株)、商船三井フェリー(株)、安芸海運(株)、春山海運(株)、鳳生汽船(株)、堀江船舶(株)の関係各位に対し、深く感謝の意を表します。



北村 徹



寺田 敬三



森 哲也



坂本 利伸



栗林 周平