

PS-1 内航海運の省エネルギー船型バリエーションの開発

流体設計系 *一ノ瀬 康雄、久米 健一、金子 杏実 流体性能評価系 田原 裕介

1. はじめに

内航海運からの CO₂ 排出量を削減するために 1990 年代建造の類似船型の基準値に対し 16%以上の省エネ性能を有する内航船の船型バリエーション (499G/T 型: 30 船型、749G/T 型: 30 船型) を開発した。ここでは、特に 749G/T 型一般貨物船の船型バリエーション開発の船型群の推進性能特性と内航船特有の制約条件である総トン数及び載貨重量の特性について報告する。



図-1 749G/T 型一般貨物船の水槽試験模型

2. 船型群の生成手法

日本船舶明細書から抽出した 749G/T 型一般貨物船の主要目を基に、船長 L_{PP} 、船幅 B 、喫水 d の 3 つを設計変数とした表-1 に示す設計空間を定めた。

総トン数が 749 トン以下に制限されていることを考慮し、排水量一定の条件を船型に課した。この場合、 C_B が要目に応じ変化するため、本研究では実現性のある 0.68 から 0.80 の範囲 (図-2) に設定した。

設計空間内の船型群は 8 つの基本船型から船型ブレンド手法を用いて 463 船型を生成した。

表-1 749G/T 型船型バリエーションの主要目範囲

L_{PP}	73.0 m - 83.0 m
B	12.8 m - 14.5 m
d	3.8 m - 4.8 m

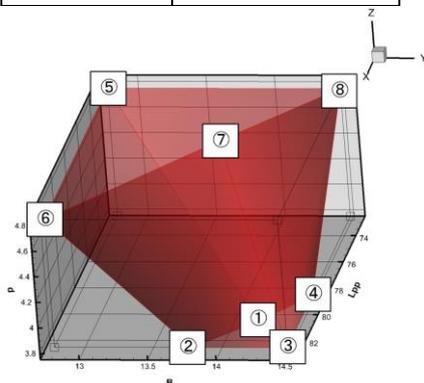


図-2 749G/T 型船型バリエーションの設計空間 ($C_B=0.68-0.80$)

3. 船型群の評価

3.1 推進性能評価

生成した 463 船型について、130 万セル程度の構造格子を用いて海技研開発の CFD ソルバー (NEPTUNE) による数値解析を実施し、この計算結果と開発船型の水槽試験結果から得られた相関係数を用いて推進性能評価を行った。図-3 に示すとおり、本船型群は C_B により浮心位置及び C_D カーブを系統的に変化させているため、本船型群の推進性能は C_B で良く整理されることが分かった。このため、本研究では船型バリエーションの選定基準に C_B を採用した。

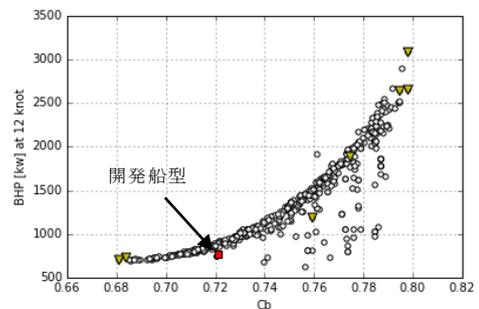


図-3 749G/T 型船型バリエーションの C_B に対する 12.0knot における所要馬力の比較図

系統的な船型群 (463 船型) の内、1990 年代基準値からの省エネ率が 16%以上であると推定される船型は、118 船型あった。ここから 30 の船型バリエーションを選定するに当たり、計算結果のばらつきも考慮し、16%以上の省エネ率が見込まれる $C_B=0.68$ から 0.73 までの範囲でフィルタリングを行い、次節に述べる 749G/T 内航船としての成立性評価に対する選定の余裕を考慮し、実用性のある候補船型 51 船型を選定した。

3.2 成立性評価

前記の系統的船型群の馬力推定結果を踏まえ、船型群から実用性のある候補船型 51 船型のデータを造船所に提供し、載貨重量と総トン数を算定し、749G/T 型一般貨物船としての成立性を評価した。

図-4 に総トン数の算定結果により 749G/T 未満の船型を成立、それ以上を不成立としたときの候補船型 51 船型の主要目と 749G/T 型一般貨物船としての成立性との関係性を示す。図より 749G/T 船型として成立するためには、排水量一定条件で船長が短く、船幅が長い必要があることが分かる。次に、図-5 に主要目と船速 12knot における所要馬力との関係を示す。前記の通り 749G/T

船型群の馬力は C_B との相関が強く、船長、船幅、喫水が大きいほど小さい。図-6 に主要目と載貨重量との関係を示す。本 749G/T 船型群の所要馬力は排水量一定の条件下において C_B との相関が強いが、一方、載貨重量と C_B との間の相関は弱かった。

すなわち、これらの関係は総トン数の制限を満たしながら最大の載貨重量で所要馬力を最小化する最適船型が存在することを示している。ただし、載貨重量と所要馬力との評価値としての重みは、経済状況、船社の方針等により変化する。本研究では、指標の1つとして1990年代建造の類似船型の平均 CO_2 排出量 $[\text{gCO}_2/(\text{ton}\cdot\text{mile})]$ に対する削減量(省エネ率)を採用する。

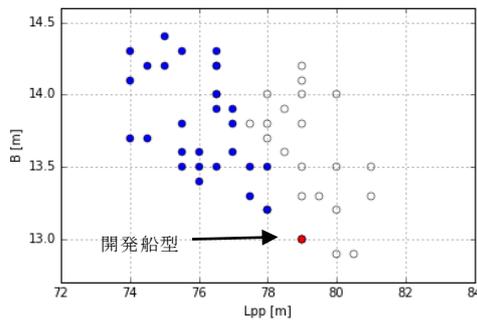


図-4 総トン数で評価した749G/T型一般貨物船としての成立性の主要目に対する分布(黒:成立船型、白:不成立船型)

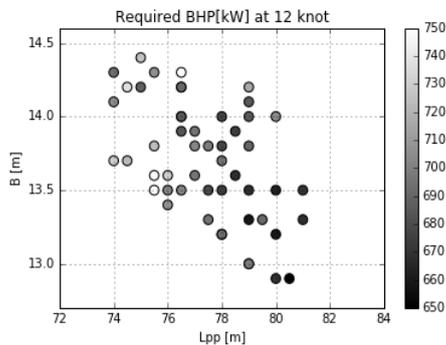


図-5 12.0knotでの所要馬力の主要目に対する分布

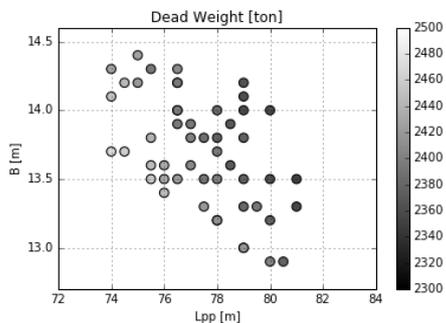


図-6 載貨重量の主要目に対する分布

図-7 に749G/T型一般貨物船として成立する30の船型バリエーションに対して、出力1600PSの主機を搭載した場合の1990年代の CO_2 排出量 $[\text{gCO}_2/(\text{ton}\cdot\text{mile})]$ 基

準値からの省エネ率とその主要目の関係を示す。図中Aが船型バリエーションにおいて最も省エネ率の高い船型である。この船型は、図-5に示す通り所要馬力最小船型ではない。これは、省エネ評価式において載貨重量が線形に評価されるのに対して、推進性能は到達船速の差として評価されるため、評価式が推進性能の向上と比較し、積載重量の向上がより重きを置いて評価されるためである。一方、船型Bは市場調査においてニーズの高いホールド長さ42m以上を確保できる船長77m以上の船型バリエーションにおいて最も省エネ率の高い船型であり、省エネ率は38.7%であり、最も省エネ率の高い船型Aとの省エネ率の差は0.2%である。

このように総トン数の制限を満たしながら最大の載貨重量で所要馬力を最小化する最適船型について定量的に評価し、建造する船型を議論できる点に本船型バリエーションの価値がある。

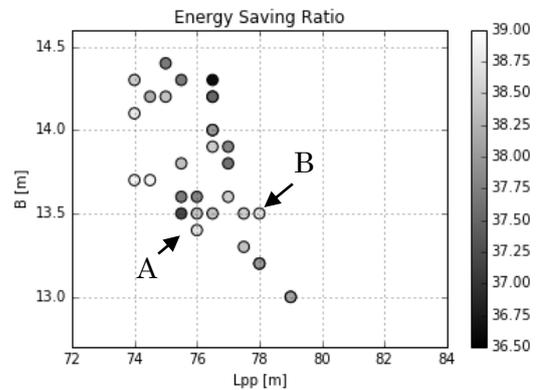


図-7 749G/T船型群省エネ率の主要目に対する分布

4. まとめ

内航船舶の建造を担う中小造船所で低コストかつ容易に省エネルギー内航船舶が建造可能となるよう、1990年代基準値からの省エネ率が36.6%~38.9%となる749G/T型一般貨物船の船型バリエーション(30船型)を開発した。船型の評価は経済状況、船社の方針等により変化するが、その評価を総合的・定量的に示したことに本船型バリエーションの価値がある。本船型バリエーションを活用し実船が建造され内航海運の省エネ化に寄与することを期待する。

謝 辞

本研究は経済産業省の補助事業平成28年度輸送機器の実使用時燃費改善事業費補助金(海上輸送機器の実使用時燃費改善事業)を受けて、日本船舶海洋工学会、三浦造船所、興亜産業、本瓦造船が研究コンソーシアムを組んで実施した研究「内航海運のための省エネルギー船型群の研究開発」の一環として実施したものです。研究の実施にあたり、お世話になりました関係者各位に深く感謝の意を表します。