

船の実海域推進性能を推定・評価する

地球総合工学専攻 海洋システム工学講座
海洋空間開発工学領域 教授 箕浦 宗彦

1. はじめに

大阪大学の博士前期課程を修了後、三井造船（株）に入社し、その後、縁あって大阪大学の助手として着任、2008年に当専攻の准教授を経て、2023年4月に教授に昇任した。専門は、船舶の耐航性の研究である。耐航性（Seakeeping）とは、船が厳しい海洋波の中を安全に経済的に航海できる能力のことである。海洋波（水波）は研究室のキーワードであり、携わるすべての研究に波が関連している。本稿では、実海域中の船舶推進性能の推定に関する研究を紹介する。「実海域」とは、波・風・流れが存在する実際の海洋場のことである。模型実験や海上試運転などの限られた外乱条件下と区別して使われる。

2. 実海域中の船舶推進性能

船舶が実海域を平均速度一定で前進するとき、船に作用する抵抗と、船の推進器が生み出す推力は定常的に釣り合っている。このとき、抵抗の成分は、おおまかに、平水中抵抗、波浪抵抗、風圧抵抗に分けられる。平水中抵抗は、波と風が無い平水状態で船が航行したときに生じる抵抗であり、基本となる量である。それに対して、波浪抵抗は、平水状態に波が加わることで増加する量として定義される。そのため波浪中抵抗増加量ということもある。大型貨物船の場合、穏やかな海象（気象に対して、海の状態を海象という）では、波浪中抵抗増加量は全抵抗のおおよそ1割程度となる。荒れた海象では、この割合は高くなる。風圧抵抗も同様の考え方で、平水中抵抗からの増加量として定義される。抵抗が小さければ、推力も小さくて済み、燃費が良くなる。燃費の向上には、これらの抵抗成分を正確に分析することが重要である。例えば、波浪抵抗は大きいですが、平水中抵抗が比較的小さい場合、この船は海象が穏やかな航路に適しているとなる。逆に、平水中抵抗は並みであるが、波浪抵抗は小さいとなれば、この船は荒れた海象の航路に適しているとなる。



超小型ジャイロ 波浪レーダ VDRシステム FBG歪センサ 主機モニタ

図1 船上に搭載された計測装置類

3. 実船の性能は測れない、測れない量を明らかにする

しかし、実海域中の実船ではこれらの抵抗成分の分析は難しい。なぜならば、実船では抵抗成分を直接に計測できないからである。外乱条件（波、風、流れ）から理論的・数値的に推定することはできるが、今の技術では、その外乱条件を正確に計測できない。また、一回の航海（例えば、日本-北米間を一回往復）だけでも、海洋生物の付着や機器類の劣化により抵抗は増え、効率は悪くなるため基準値が確定できない、などの問題がある。

新任教授紹介

このような問題に対して、データ相関を調べることで、抵抗成分やエネルギー消費量の成分を、リアルタイムで分離することに継続的に取り組んでいる。データは、船の揺れや振動、船速、風速、波情報、エンジン回転数、舵角、喫水、エンジン出力、燃料消費量など、およそ実船で日常的に計測されている量である。例えば、船速、喫水、舵角などはすべての抵抗成分と相関があるが、それに加えて、波浪抵抗は、船の揺れや振動、波情報との相関も強いだろうと考える。同じ外乱条件に対しては、同じ量の抵抗になるはずなので、データ履歴を調べれば、抵抗成分の適切な割合の変化が見えてくるはずである。その割合をエンジン出力にかければ、平水中抵抗に起因する出力、波浪抵抗に起因する出力増加、風圧抵抗に起因する出力増加、というように成分ごとに分離できるであろう。エンジン出力を船速と効率で割れば、抵抗が推定できる。概念的には以上の通りであるが、数学的には、船の揺れや振動、船速、風速、波情報、エンジン回転数、舵角、喫水などを引数とし、エンジン出力を出力とする関数を膨大なデータから構築することにある。機械学習は適した手法と考えられるが、私はカーネル法をベースに原理的な探求をしている。

4. 数学モデルの検証は？

問題は数学モデルの検証データがないことである。前述の通りに抵抗成分は実船では計測できない。推定はできるが外乱が正確に計測できないので信頼性に欠ける。模型実験ではデータ相関を取るだけのデータ量を確保できない。そうすると、船体主機運動モデルと海象データに基づいた航海シミュレーションが有効になる。しかし、シミュレーションは、実海域での計測データと比べると多様性がなく、運航限界も恣意的になる可能性があり、完全ではない。客観的な検証法が課題である。

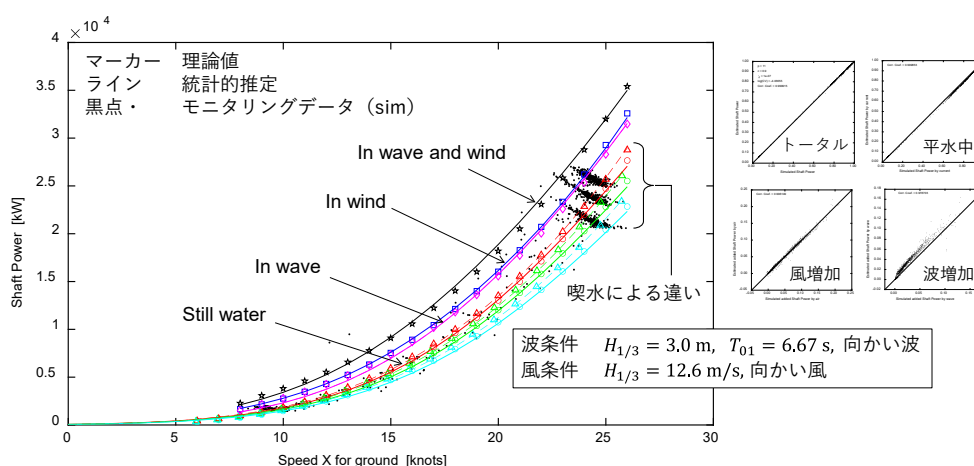


図2 コンテナ船の推進器で消費されるエネルギーの要因分析

5. 最後に

紹介した研究のほかに、船体主機運動モデルの高度化、航海（性能）シミュレーションの高度化、実海域中の船体応答の極値問題、実海域波動場の再現、水波の発生確率の問題などに取り組んでおり、研究室としての研究領域はさらに広い。海洋空間は、我々の社会を支える海上輸送の場であり、資源やエネルギーの生産の場でもある。この空間を人類にとって有効に活用するための学問・技術の発展に、そして教育の推進に貢献したいと思う。

研究室ホームページ

<http://www.naoe.eng.osaka-u.ac.jp/naoe/naoel/>



大阪大学 工学部 造船学科 1991年卒業
大阪大学大学院 工学研究科 造船学専攻 1993年修了
大阪大学 博士(工学) 2005年