

PS-1 実船モニタリングデータ解析のための 船体形状・船体性能推定プログラム EAGLE の開発

流体設計系 * 粉原 直人, 黒田 麻利子, 櫻田 顕子
横田 早織, 辻本 勝

1. はじめに

近年、船社・造船所を中心に、就航船に性能データ、気海象データを収集するための自動計測システムを搭載し、運航性能を監視する「実船モニタリング」が盛んに実施されている。収集したデータ（以下、実船データと呼ぶ）に基づいた船舶の運航性能を評価する試み^{例えば 1)2)}が数多く実施されている。

また、当所が開発した実運航性能シミュレータ VESTA³⁾を用いた実船データ解析手法⁴⁾も提案されている。この手法は、ある航海での実船データから導出した平水中性能を、遭遇気海象や運航状況（回転数）と共に VESTA に入力して運航性能シミュレーションを行うものである。実船データとシミュレーション結果の比較を行うことで、入力した平水中性能の有効性を確認することも可能である。

一方、上記手法を用いるに当たっては実船データの他に船体データ、性能データが必要となる。これらのデータは造船所以外の立場では調達が容易ではない。このような状況に対応するために、当所では実船データから平水中性能を導出し、更に船体データ、性能データを推定するプログラム「EAGLE」を開発している。本稿では EAGLE の概要、適用例を中心に概説する。

2. プログラム概要

2.1 概要

EAGLE(Evaluation Assistant with a Goal of Low Emission from shipping)は Microsoft 社の Excel をプラットフォームに構築されており、Excel の機能を利用してデータの操作や作図を容易に行うことが出来る。図-1 に EAGLE のトップ画面を示す。

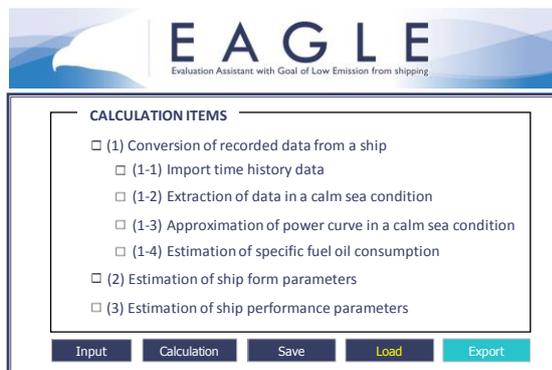


図-1 EAGLE トップ画面

2.2 計算項目

2.2.1 実船データに基づく平水中性能・燃費率曲線の導出
EAGLE は指定されたフォーマットに記録された実船データを読み込むことが可能であり、ユーザーが定める条件の下でデータを抽出し、数式モデル⁵⁾を適用して船速-主機回転数-主機出力を導出する。同様に、燃費率曲線についても実船データから主機出力に対する2次近似式により導出する。

2.2.2 ストリップ断面・上部構造物データの推定

波浪中抵抗増加の算定に必要なストリップ断面データ（船長方向の喫水、半幅、横断面積の分布）について、EAGLE はベース船型としてコンテナ船、自動車運搬船、バルカー、タンカーのオフセットを内蔵しており、入力した喫水、排水量に応じ形状修正することにより算出する。

風圧力係数の評価に必要な上部構造物データについては、データベースに基づいた回帰式により計算する。近年建造されることの多いメガコンテナ船やケープサイズバルカーにも対応している。

2.2.3 平水中抵抗・自航要素・プロペラ単独性能の推定

2.2.1 で導出した船速-主機回転数-主機出力の関係から、推力一致法の考え方に従って馬力推定の逆手順により平水中抵抗、自航要素を推定する。平水中抵抗を求める際には自走による風圧抵抗を除いている。自航要素のうち推力減少係数 $(1-t)$ 、プロペラ効率比 (η_R) に関しては船体要目ベースで推定し、実船伴流係数 $(1-w)$ は実船データから算定する。

プロペラ単独性能は当所が開発した HOPE Light⁶⁾の機能を活用して算定する。このほか、荷重度変更法により波浪中自航要素を評価する際に必要なパラメータの導出も行う。

2.3 VESTA との接続

EAGLE には、計算した船型データ・性能データを VESTA で読み込み可能な形式で出力する機能が備わっている。これにより、EAGLE の計算結果を利用した VESTA による実海域性能評価を円滑に実行することが出来る。

3. 適用例

船長 $L=300$ [m]、船幅 $B=40$ [m]、喫水 $d=12.2$ [m]（計画満載喫水 14.0m）の外航大型コンテナ船の実船データに対し、EAGLE を適用して船型データ・性能データを取得し、VESTA を用いて実海域性能を評価する。

対水船速 (V_S) 、主機回転数 (N_E) 、主機出力 (BHP) 、絶対風速 (U_{wind}) 、有義波高 (H) の時系列を図-2 に示す。

図-2の横軸は出港後の経過時間であり、図中の■は絶対風速7.9m/s以下、有義波高1.5m以下で抽出されたデータである。抽出データから求められる平水中抵抗曲線、自航要素を図-3に示す。ここで、 R は自走風圧抵抗を除いた平水中抵抗、 ρ は流体密度である。

また、EAGLEにより推定されるストリップ断面、上部構造物パラメータに基づき、VESTAにより短波頂不規則波中抵抗増加、風圧力係数を計算した結果を図-4に示す。 g は重力加速度、 H は波高、 R_{AWC} は短波頂不規則波中抵抗増加の有次元値であり、 C_X, C_Y, C_N はそれぞれ風圧抵抗係数、風圧横力係数、風圧回頭モーメント係数である。

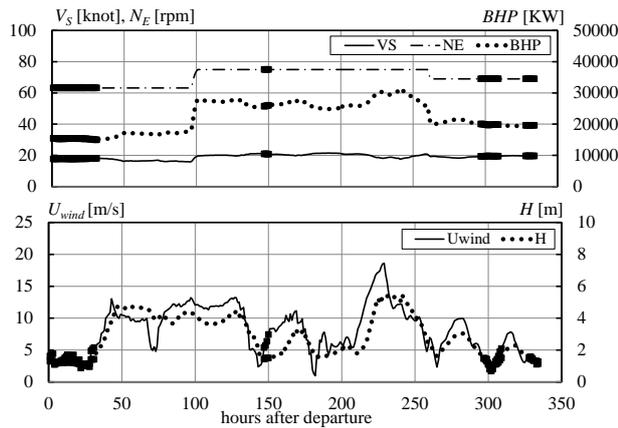


図-2 実船データ

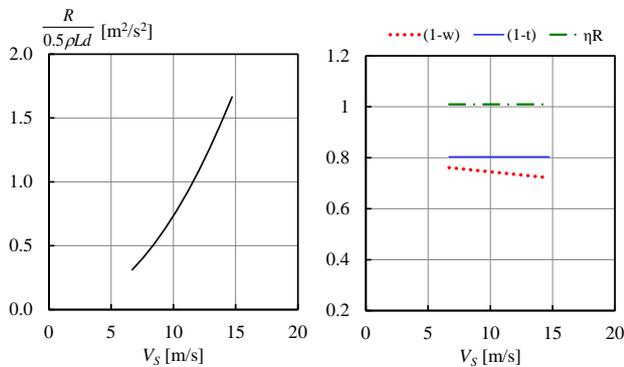


図-3 平水中抵抗曲線（左）と自航要素（右）

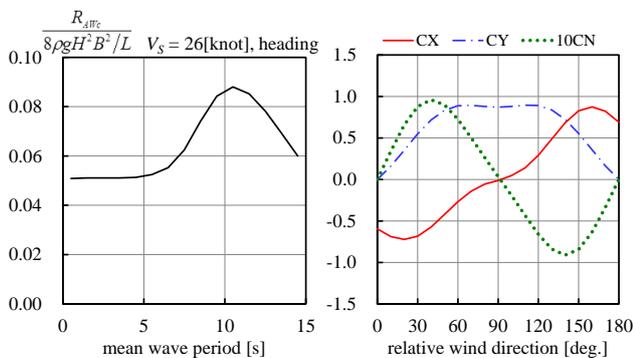


図-4 短波頂不規則波中抵抗増加（左）と風圧力係数（右）

図-3に示す平水中抵抗曲線と自航要素、及び図4に示す短波頂不規則波中抵抗増加と風圧力係数に基づき、図-2と同じ気象条件、同じ回転数でVESTAを用いて運航性能シミュレーションを行い、実海域における船速および燃料消費量を計算した。航海距離、燃料消費量について実船データとの比較した結果を表-1に示す。

表-1 実船データとシミュレーションの比較

	実船データ	VESTA	差[%]
航海距離[NM]	6351.9	6242.3	1.7
燃料消費量[ton]	1270.7	1289.4	1.5

表-1より、航海距離、燃料消費量ともに2%以内の精度でシミュレーションできていることが分かる。このことから、実船データから抽出したデータに基づいて推定された図-3の平水中性能は、実海域性能の評価に必要な精度を有していると判断できる。

排水量の異なる他の航海の実船データに対しても、EAGLEとVESTAを用い同様の解析が可能である。その結果、実船データから排水量ごとの平水中性能が明らかになり、船速-回転数-主機出力関係を数式モデル⁵⁾で表現しデータベース化しておけば、任意の排水量での平水中性能を予測でき、実海域性能を評価できるようになる。

4. おわりに

実船モニタリングが普及し、実船データが常時入手できるような環境となった現在では、収集したデータから有益な情報を抽出することが必要になっている。本稿で紹介したプログラム「EAGLE」は、実船データとVESTAを結びつけるものであり、実船データによる実海域性能評価を促進する。

参考文献

- 1) 粉原他：実船計測による実海域性能評価法の検証，日本船舶海洋工学会論文集，第12号，pp.17-24，2010。
- 2) 折原他：就航時モニタリングによる大型商船の実船性能評価，日本船舶海洋工学会講演会論文集，第23号，pp.515-519，2016。
- 3) 辻本他：実運航性能シミュレータ VESTA，海上技術安全研究所報告，第15巻，第4号，pp.55-65，2015。
- 4) 櫻田他：実運航シミュレーションによる実船データ解析－排水量修正と波風修正の適用－，日本船舶海洋工学会論文集，第25号，pp.33-38，2017。
- 5) 櫻田他：実運航性能評価における船速-回転数-主機出力関係のモデル化，日本船舶海洋工学会論文集，第25号，pp.39-46，2017。
- 6) 一ノ瀬他：船型要目最適化プログラム HOPE Light，海上技術安全研究所報告，第15巻，第4号，pp.13-25，2015。