

実 海 域 実 船 性 能 モ ニ タ リ ン グ

株式会社新来島サノヤス造船 ○田島 圭祐

1. はじめに

地球環境への負荷低減に寄与する船舶の開発において、風波やうねりなどのある実海域における推進性能を把握し船型最適化することは、重要である。当社では、新船型を建造した際にその船舶に実船モニタリング装置を搭載しており、実海域を運航する船舶の遭遇海象、船速、主機出力、燃費といった様々なデータを取得、解析することで、実海域性能の把握を行っている。

また、解析したデータを性能設計へとフィードバックし、CFD（Computational Fluid Dynamics：数値流体シミュレーション）を用いた推進性能推定を行うことで、より推進性能の優れた船型の開発に取り組んでいる。

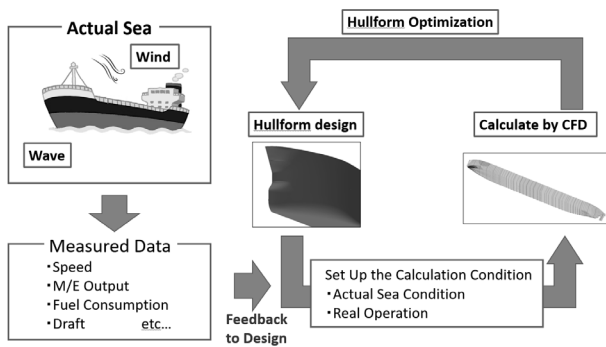


図 1 実海域性能モニタリング概要図

2. 実船モニタリング概要

2.1 モニタリングシステム

当社が使用しているモニタリングシステムでは、船上に設置されたデータ集約装置にモニタリングデータを集約し、衛星通信を利用して陸上にあるサーバーへデータを送信、データの保存を行っており、

陸上サーバーにアクセスすることでモニタリングデータを取得する。

2.2 モニタリング項目

当社の実船モニタリングにおいて、データを取得している項目の一部を表 1 に示す。

表 1 モニタリング項目一例

計測項目	データ入手方法
対地船速	GPS
対水船速	電磁ログ
軸馬力	軸馬力計
軸回転数	軸馬力計
燃料消費量	燃料流量計
位置情報	GPS
風向・風速	アネモメータ

上記一例のほか、舵角や喫水等、約 70 項目以上のモニタリングデータを取得している。モニタリングデータの計測間隔は 10 分毎で、計測項目毎に瞬時値や平均値を取得している。

3. モニタリングデータ解析

3.1 データ解析の流れ

当社では、陸上サーバーより取得されたモニタリングデータをひと月分毎にまとめ、マンスリーレポートとして解析を行っている。モニタリングデータは、排水量によるグループ分け、海象条件によるフィルタリング、計画性能（シーマージンを含む船速-主機出力性能曲線、以降「馬力カーブ」という）との比較という工程を経て性能評価される。尚、シーマージンとは、外乱影響による抵抗増加によって必

要となるエンジン出力の増加分を一定の割合で考慮しておくことであり、当社では一般的な海域での割合を、試運転等の経験則から考慮している。

3.2 排水量によるデータのグループ分け

排水量によるグループ分けでは、後に計画性能と比較できるよう排水量毎に”Ballast (空荷状態)”, ”D.Full (計画満載)”, ”S.Full (満載)”の3状態に区分けされる。排水量はモニタリング機器より直接取得できないため、船首尾喫水の値を用いて算出される。

3.3 海象条件フィルタリング

実海域のモニタリングデータは、様々な海象条件の影響を受けており、それらを一纏めに評価することはできない。それらを上手く評価するためには、可能な限り近い条件のデータを選択(フィルタリング)する必要がある。例えば荒天時のデータは、通常航行時の性能評価を行う目的においては、比較対象として適さない。よって当社では、風速や波高、潮流といった要素を用いてフィルタリングを行い、モニタリングデータの内、強風や波の高い状況というような悪天候時の航行データを評価対象から取り除き、比較的穏やかな海象下での航行データを抽出し、これを性能評価に用いている。

表2に、当社でフィルタリングに用いるモニタリングデータ項目とその閾値を示す。航行中の船舶の推進性能評価においては、荒天時以外に荷役中や停泊中、加減速中というようなデータも評価対象外となるので、主機出力や船速の値を用いて一定出力、速力以下の状態を排除する。また、当て舵量が大きい場合も、荒天時や操舵中であり、シーマージンを含む馬力カーブの比較対象として適さないと考え排除する。

表2 フィルタリング項目一例

フィルタリング項目	条件
主機出力 (kW)	10% MCO 以上
船速 (knot)	5 以上
舵角 (deg)	±5 以内
絶対風速 (m/s)	7.9 以下

3.4 計画性能との比較

フィルタリング後、排除されなかったモニタリングデータを用いて性能評価を行う。例えばデータを船速と主機出力を示すグラフにプロットし、計画馬力カーブと比較することでモニタリング対象船が実海域で性能を発揮できているか検討する。

図2に、1ヶ月分のモニタリングデータを基に推定した馬力カーブと、シーマージンを含む計画の馬力カーブを比較したグラフのイメージを示す。

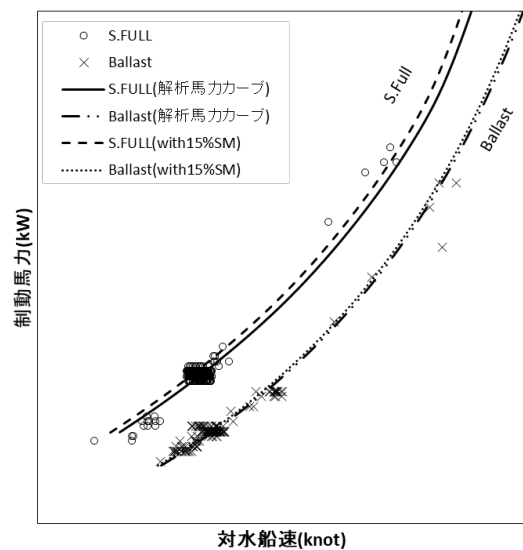


図2 馬力カーブ比較イメージ

図2中の点は、フィルタリングによって除外されなかったモニタリングデータを示している。また、実線及び二点鎖線がモニタリングデータを基に解析した馬力カーブを示しており、破線及び短破線がシーマージンを含む計画馬力カーブを示している。な

お、制動馬力の小さい領域にプロットが分散しており、減速運航が行われている状況が把握できる。実際の解析では、より多くのデータ（1ヶ月分で4~5万点）を取り扱うが、簡単のため数点に省略して示している。

図2の場合、S.Full状態では解析馬力カーブの方が計画馬力カーブに対して同一船速における制動馬力が低く、推進性能が良いといえる。またBallast状態では解析馬力カーブと計画馬力カーブが良く一致しており、例示した月は想定する海域において、所定の性能を発揮していることが分かる。仮に、穏やかな海象を航行しているにもかかわらず推進性能が悪化が見られた場合、航路や直近の停泊状況を確認し、船体やプロペラに汚損の可能性がないか調査する等、原因の推定を行う。

また、プロペラ回転数マージンの減少傾向からプロペラ汚損を推測する場合もある。長期停泊や汚損リスクの高い海域を航行した場合、マージンの減少速度が増加することが考えられる。プロペラ回転数マージンの減少が著しい海域、時期に関するデータを得て、汚損状況と汚損場所との相関関係が明確になれば、モニタリング船以外の建造船においても、AISデータなどから汚損状況を推定できる可能性がある。

4. CFD 計算

4.1 スロースチーミング最適船型開発

実海域モニタリングに関する情報を収集する中で、実海域では、スロースチーミング（減速運航）を行うことが多いという知見が得られた。そこで当社では、実海域モニタリングの結果、運航頻度の高い船速（スロースチーミング時の船速）をターゲットに推進性能を最適化した船型を新たに開発できないかCFD計算を用いて検討することとした。

4.2 CFD計算による最適船型の開発

簡単のため省エネ付加物（船の推進効率を上げるため、船体に取り付けられる船尾ダクトやフィン等

の装置）無しの状態でCFD計算を実施した。対象船型は、当社が開発したパナマックスクラスとスプラマックスクラスの2船型とした。検討の条件として、低速運航時では、船首形状に起因する造波抵抗を軽減することが重要であると考え、オリジナルの船型と、Cpカーブ（船の喫水下の輪切り断面面積分布曲線のことで、最大部の断面積を1とする）の船首部肩張り肩痩せ具合、フレームラインをU型、V型に変更した船型の計50パターンで計算を実施し、ターゲットとした船速での出力を比較した。図3、4に、設定船速における、オリジナル船型の必要出力を100%とした計算結果を示す。尚、計算の発散により結果が得られなかったパターンがあるため、図3、4中表示されている結果の数は50パターンより少なくなっている。

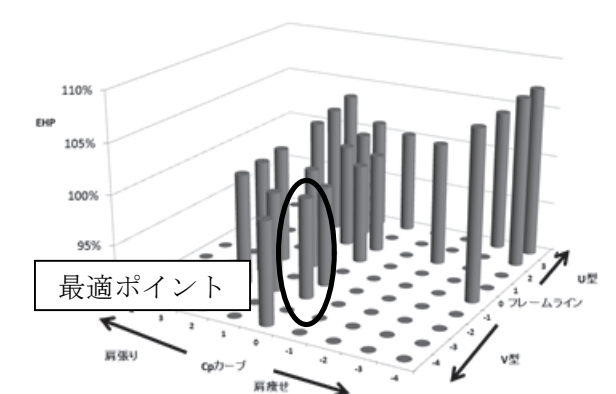


図3 パナマックス船型の低速運航最適船型検討

オリジナルとした船型の出力を100%とし、各計算結果を比較したところ、パナマックスの場合、図3に示した通り、フレームラインをV型にした船型が最も小さな出力で設定船速を得られることが分かった。

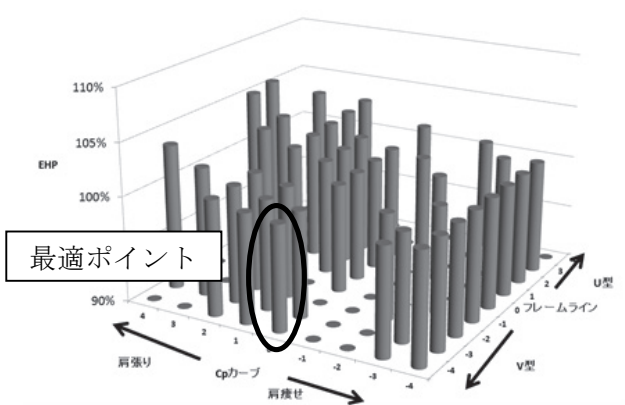


図4 スプラマックス船型の低速運航最適船型検討

また、スプラマックス船型においても、同様にフレームラインをV型にした船型が最も小さな出力で航行できることが分かった。パナマックス船型もスプラマックス船型も馬力低減効果は約0.5%以下と少ないが、低速域ではオリジナル船型とは異なる船型が有利になる可能性が示された。

CFD計算の結果から、今回計算を実施した船型において、開発時の船型とスロースチーミング最適船型は異なっており、更なる推進性能向上の可能性があるとこの知見を得ることができた。今後の課題として、船尾形状の変更による自航要素の改善を含めたトータルでの推進性能改善を行う。船首と船尾の船型を同時に変更することで、オリジナル船型よりも優れた推進性能を持つ船型を開発できる可能性がある。

5. まとめ

当社では、複数の建造船にモニタリング装置を搭載することで実海域運航データを収集し、推進性能の評価を行っている。モニタリングデータと、シーマージンを含む計画推進性能を比較することで、建造船が計画通りの性能を発揮していることが確認できた。プロペラ回転数マージンを用いた船体やプロペラ汚損状態を推定できる可能性がある。

実海域運航の調査から得られた運航速度(頻度の高い速度)において、CFD計算を用いてスロースチー

ミングに合わせた最適船型開発を行い、計画時よりもフレームラインをV型にした船型であれば、減速時にはより優れた推進性能を発揮する可能性が示された。

以上のように、実海域運航データから、実海域における船舶の性能を把握することによって、様々な知見が得られる。それらをうまくフィードバックし、より推進性能の優れた船型開発に取り組む予定である。