



# 総合コンサルティング事業室の活動事例紹介

## 1. まえがき

当センターは、国内の海運・造船業界の現状に鑑み、及ばずながら昨年総合コンサルティング事業室（総コン室）を発足させた（SRC ニュース No.100、2017/6）。その後、NK（NKCS）殿とコラボする形で活動を展開している。

現在まで当センターの主力業務である船型関係の業務を中心に、業界の各方面の方々からの様々なご相談に応じる形で体制を構築しているところである。最近の活動の事例を紹介すると、新たな船型開発業務を筆頭に、水槽試験全体に関する技術指導業務、モジュールプラントの輸送に関するプロジェクトシッピングコーディネーション業務や、海運・造船業界の幹部候補生対象のセミナー講師を始め各種委員会における委員の委嘱業務なども請け負っている。また個別には、新規開発の船舶の方向性やトラブルなどのご相談もお受けしている。加えてルール改正に伴う、EEDI フェーズ 3 以降の対応船型の開発、SOx 規制対応のスクラバーレトロフィット関係業務の FS などについても前向きに対応を始めているところである。

ここでは、実施中の新たな船型の改良業務の方法と事例について以下ご紹介したい。

## 2. 実施中の船型改良の紹介

当センターでは、永年蓄積してきた船型試験の経験を造船業界に還元するため、CFD 等の理論計算手法やニューラルネットワーク等の研究成果を利用した船型改良のコンサルティングを行ってきた。以下にその最新の例についてご紹介したい。

### 2.1 船型改良の手法

船型改良は、主に以下の二つの手法を用いて行う。

まずは SRC Tips (Tools for Initial Planning System) である。SRC Tips は、SRC が独自に開発した船型初期設計システムで、船舶の初期設計の段階で有効な 5 つのツールで構成されている。船型改良に主に使われるのは、Sp (Ship Performance) および Op (Optimize) という二つのツールである。



Fig.1 Tips Sp による馬力推定例

Sp はニューラルネットワークを使用して推進性能と船体形状の関係を結び付けたツールで、主要目、Cp、Cw カーブなどのパラメータ（ここでは船型パラメータと呼ぶ）を利用

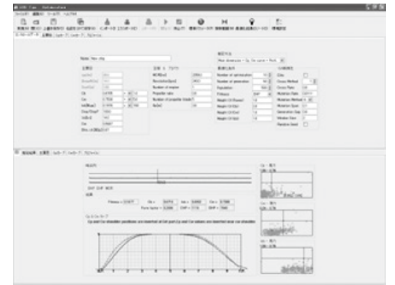


Fig.2 Tips Op による Cp カーブ最適化例

して、精度よくかつ効率的に船舶の推進性能を推定することが可能である。Fig.1 は Sp の馬力推定画面の一例で、船型パラメータを入力すればワンクリックでこのような馬力推定を行うことが可能である。

Op は Sp で開発された性能推定法を用い、遺伝的アルゴリズムにより馬力が最小となるように船型パラメータを最適化するツールである。Fig.2 には、排水量一定の条件の元での Cp カーブの最適化例を示している。原型の Cp カーブパラメータを入力し最適化を開始すると、条件にもよるが 10 分程度で最適化が終了し、最適 Cp カーブが表示される。

一方、Tips ではフレームラインの評価を行うことはできない。このため、Tips で最適化された船型を用いてラフラインを作成し、CFD により評価する。当センターでは LES 法による研究を進める一方、海上技術安全研究所により開発された RANS 法による CFD Solver (NEPTUNE、SURF、NAGISA) を主に利用している。

以上のように豊富な水槽試験結果を用いて、これらのソルバーの計算結果を検証し、標準的な格子分割法、計算手法を定め、それに基づいて計算された結果と水槽試験結果の相関を検討し、より正確に船型を評価できるシステムを構築している。Fig.3 は船型改良の過程で得られた船体表面圧力と船尾流線である。

船型改良に際しては、CFD 計算結果により得られる推進性能（抵抗係数、自航要素、馬力）と合わせ、以上のような流場の情報も貴重な資料となる。CFD 計算により与えられる流場情報を参考に船型改良のポイントと方向を把握し、それに基づいて船

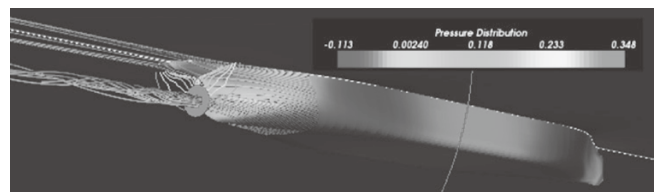


Fig.3 肥大船の船体表面圧力と船尾流線

型変更を進め、再度 CFD 計算を行う、という過程を繰り返し、目標性能の達成を目指している。

SRC Tips は短時間で様々な検討が可能な非常に効率の高い船型初期設計システムである。他方 CFD は、準備作業を含めると日単位の時間はかかるが、船型改良に有益な詳細な流場情報を可視化できるという特徴を持っている。このように当センターではそれぞれの性能推定手法の特徴を生かし、効率的に船型改良を進める体制を整えている。

## 2.2 船型改良の手順

標準的な船型改良手順を以下に示す。

### (1) 母船型、開発船型の情報入手

依頼者殿より、Type Ship となる船型の情報（主要目、GA、線図、現状性能等）を入手し、同時に開発船型の制約条件、目標性能等をご提供いただく。

### (2) 船型改良の可能性の検討

(1) の情報を元に、Tips Sp、Op 等を使用して、提供された目標性能の実現可能性を判断する。また、パラメータスタディ、最適化を行うことにより、最適な主要目等の提案、制約条件についてのアドバイス等を行う。

### (3) 開発目標の設定

以上の検討を元に依頼者殿と協議の上、当該プロジェクトの目標性能、制約条件（主要目、燃費、EEDI 値、保証速力等々）を設定する。

### (4) 船型改良と実用性の確認

Type Ship のデータと与えられた制約条件を用いて Tips Op により、目標性能を満たす船型を数隻設計する。これらの船型の性能を Tips Sp、CFD により確認し、最良のものを依頼者殿に提供し、機関室、Tank や Hold の配置、容積等をチェックいただいた結果のフィードバックを受け、必要な船型の変更、改良を重ねていく。このプロセスを数回繰り返し、最終船型を決定する。

### (5) 水槽試験による性能確認

依頼者殿に確認していただいた最終船型により模型船を製作し、水槽試験を行う。水槽試験結果より実船の性能を推定し、要求性能を満たしているか確認するとともに、EEDI を計算するために必要なデータを確定する。模型船－実船間の性能の相関を表わす係数（ $\Delta$  CF、Wake Ratio）、実船プロペラ性能等は依頼者殿より指定することが可能である。ご指定が無い場合は SRC 標準の手法で計算し、実船の性能を推定することになる。

EEDI 認証を行うためには、EEDI 状態で試運転を行う船を除き、最低 2 載貨状態（EEDI 状態、試運転状態）の抵抗・自航試験を行う必要がある。この他にプロペラ設計を行うために役立つプロペラ面の流場を計測する試験（伴流計測）を行うこともある。

## 2.3 船型改良例

船型改良の最近での主な実績を Fig.4 に示す。

船種	長さ	改善率
貨物船	約 140m	約 13%
コンテナ船	約 150m	約 11%
プロダクト船	約 170m	約 13%
貨物船	約 100m	約 8%
バラ積み船	約 180m	約 12%
ガス船	約 100m	約 32%
バラ積み船	約 180m	約 2%
ケミカル船	約 130m	約 2%
ケミカル船	約 120m	進行中

Fig.4 船型改良の実績

ここに示した実績は全て平水中の推進性能を改良したものである。個々の船型では制約条件は異なるため、厳しい条件から比較的緩やかなものまでさまざまなものがある。このため改善率は最小 2% から最大 30% 以上までかなりのバラツキがあるが、平均すると約 12% の改善が実現されていることが分る。但し、改善率が低いものは、ベースとした船型そのものが元々改良された優秀船型によったものであることに起因する。このように主要目やプロペラ直径、主機の変更がある程度許されるような柔軟な制約条件であれば、現在運航している船型でも 10% 以上の推進性能改善は十分可能であると考えている。今後は平水中のみならず、波浪中性能の改善を合わせ、より実海域での運航条件に近い状態での船型改良を進めていきたいと考えている。

## 3. 今後の活動

日本の造船業界は、この 10 年で国内の他の業種に比べて世代間ギャップがとて大きくなり、多種多様な船型に対する経験者も乏しくなっており、次世代への引継ぎに困難な問題を抱えている。元より総コン室は、開発・設計を中心として業界において補完的な役割を果たしていきたいと考えている。それにはまず蓄積されたデータを後続部隊が即使える形で整備しておかねばならないと考えている。

幸いなことに日本の業界には多くの先達によって既に輝かしい実績データが山ほど存在するが、これらビッグデータともいえる蓄積された遺産を容易に活用できる形で次世代を引き継ぐ若者たちへ引き継いでいくことが肝要ではないかと考えている。

船型データについては上記で示されたように当センターで実船として建造された実績のある船型群約 4,000 隻に及ぶデータを無次元化して線図創生をはじめとしたシステムを構築して活用できている。このシステムにリンクする形で、次世代を担う者たちが、性能計算から、構造設計、船体、機関、電気の各部艤装設計が一貫してこなせるシステムを構築しておくべきではないかと検討を進めている。ご要望に応じて各方面の出張講義などの準備も進めているので是非お声をかけて頂きたい。

（技術顧問 兼総合コンサルティング事業室長 鷲尾 祐秀

試験センター技術部長 金井 健）