

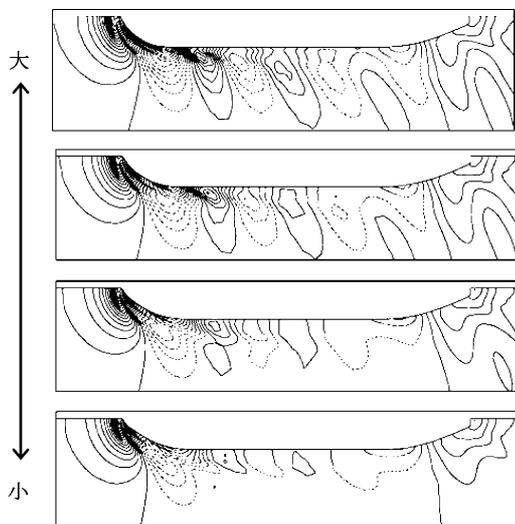
No. 79

●目次●

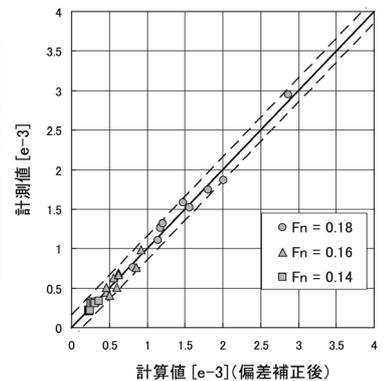
| | | |
|---|--|---------|
| 1 | CFDに係わる共同研究 (SPCGの紹介) | page 1 |
| 2 | 中手造船会社と日本造船 技術センターのCFD共同 研究について | page 2 |
| 3 | SRC 船型設計システム (SRC Tips) について (その2 Tips Sp -性能推定-) | page 4 |
| 4 | 開発途上国における造船分野の 人材育成支援 | page 6 |
| 5 | 日本造船技術センターの 抵抗試験、自航試験の紹介 (その1 水槽水管理) | page 8 |
| 6 | お客様へ高品質業務の 提供に向けて (海洋技術部ISO 9001 認証を取得) | page 11 |
| 7 | トピックス等 海洋技術部ISO 9001認証を取得 委員会等 組織名等変更のお知らせ 編集後記 SRC所在地図 | page 12 |

CFDに係わる共同研究 (SPCGの紹介)

船首肥大度



船体周りの波形



造波抵抗係数

現在、CFD (Computational Fluid Dynamics) による船舶性能計算プログラムは性能、使い勝手の向上やパーソナルコンピュータの性能向上と低価格化により、船型設計の現場で日常的に使われるツールとなっております。しかしながら、依然としてCFDは使いこなすのが難しいツールであることに変わりはありません。これを使いこなすためには、基礎理論から計算パラメータの調整と言った泥臭い部分まで、幅広い領域について、ある程度の知識習得とノウハウの蓄積が不可欠となります。

SPCG (Ship Performance Calculation Group) は、中手造船会社と日本造船技術センターが共同でCFDの利用技術の研鑽と向上を目的に活動を行う場として、(社)日本造船工業会の中手技術連絡会の要請により平成18年度に発足し

した。SPCGは平成21年2月現在、10の造船会社と当センターで構成されています。また、(独)海上技術安全研究所殿にはオブザーバーとして会合にご出席をいただき、ご指導を頂いております。

平成18年度から平成20年度までの第一期の活動では、肥大船の満載状態の造波特性についてCFDによる調査研究を実施しました。これにより、造波抵抗計算に係るノウハウの共有と技術向上を図る事が出来ました。

上の図は第一期研究の成果から、左にCFDによる船体周りの波形を、右に造波抵抗係数の水槽試験結果とCFD計算結果の相関を記載しました。

今後も引き続き、平成21年度から平成23年度までの3ヵ年を第二期として、肥大船の推進性能に関する調査研究を実施する計画となっています。

財団法人 日本造船技術センター

〒180-0003 東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号
吉祥寺スバルビル3階
TEL.0422-40-2820 FAX.0422-40-2827

中手造船会社と日本造船技術センターの CFD共同研究について

はじめに

表紙で簡単に紹介しましたように、現在SPCGが中手造船会社と日本造船技術センターのCFDについての共同研究の場となっていますが、CFDについての共同研究は、それ以前の平成6年度（94年）より、長く「中手CFD研究会」という形で行われてきました。ここでは、中手CFD研究会も含めて、中手造船会社と当センター（以下、SRC）のCFD共同研究の概略を紹介させていただきます。

1. 中手CFD研究会の設立

中手CFD研究会が設立された平成6年当時を振り返って見ますと、中手造船会社とSRCでは、CFDに関して各々が独自に試行錯誤している状態でした。しかし、そのままでは、CFDを実用的なツールとして活用するに至るまでに、多大な時間と労力が必要となる事が想定された為、CFDを実用的なツールとするための研究を中手造船会社とSRCが共同で行う場を設けたい、という提案が中手造船会社側よりあり、中手CFD研究会が発足しました。

その発足に当たっては、船用CFD研究の第一人者である運輸省 船舶技術研究所（現在の(独)海上技術安全研究所）の児玉博士にご指導をお願いし、また、博士の開発された構造格子法によるCFD計算プログラムNICE (Navier Stokes Solver Using Implicit Cell Centered Formulation)を中手CFD研究会において使用する事も快諾していただきました。

また、その活動の後半ではNICEに加えて、同研究所の日野博士による非構造格子法によるCFD計算プログラムSURF (Solution algorithm for Unstructured RaNS with FVM)も使用させて頂き、日野博士のご指導も頂きながら活動する形となりました。

2. 中手CFD研究会の活動

中手CFD研究会の活動目的は、共同研究によりCFDを実用的なツールとする事にあります。そのため、次のような活動を行いました。

- 1) CFDに関する理解の向上【講演会、勉強会】
- 2) 計算を安定に行うためのノウハウの蓄積【計算の分担】
- 3) 計算結果の妥当性の検証【HRC船型等の水槽試験データによる】
- 4) 後処理（可視化等）方法の検討
- 5) 便利ツール（後処理自動化プログラム等）の整備

また、表-1に纏めたとおり、第I期から第VI期まで3年間を一期としてテーマを設定し、集中的に取り組みました。併せて、PCの低価格化と高性能化に伴い、高価なEWS（エンジニアリングワークステーション）からPCに計算環境を移行、計算コストの低減や使い勝手の向上を図りました。その際には、PCの計算環境（性能やOS等）を統一し、計算環境に起因するトラブルを効率的に解決できる態勢を整えました。

以上の活動により、中手造船会社において抵抗性能、斜航、旋回性能や自航性能推定を行う計算ツールとしてCFDが確立され、現在では、船型設計の現場でCFDは必要不可欠なものとなっています。

3. SPCGの発足

中手CFD研究会は平成6年度より、12年間、活動をしてきましたが、平成18年に日本造船工業会の中手技術連絡会の要請を受け、中手共同研究の推進・性能分野の（SPCG）が発足し、中手CFD研究会は解散しました。

SPCGにおいてSRCは、技術面のコーディネートを担当させて頂いています。

ちなみに、中手共同研究には他に構造分野、艤装分野があり、それぞれ研究グループを構成し活発な研究が行われています。

尚、平成21年3月現在のSPCGメンバーは以下の10社です。

今治造船（株）、（株）大島造船所、尾道造船（株）、佐世保重工業（株）、（株）サノヤス・ヒシノ明昌、（株）新来島どつく、内海造船（株）、（株）名村造船所、ツネイシホールディングス（株）、函館どつく（株）、（財）日本造船技術センター（順不同）

4. SPCGの活動

SPCGの目的は、メンバー各社のCFD利用技術の研鑽と向上であり、大きく以下の取り組みを行っています。

- 1) CFDに関する理解の向上
- 2) CFD利用技術の高度化
- 3) CFDによる船型設計のための資料整備

最初のCFDに関する理解の向上とは、勉強会としての側面です。SPCGでは、(独)海上技術安全研究所（以下、海技研）が開発したNeptuneというCFDソフトウェアを使用していますが、会合には海技研の方に毎回オブザーバーとしてご出席をいただき、開発者からの適切なコメントやアドバイスを頂く、また、講演を実施して頂く等を通じて、SPCGメンバーのCFDに関する理解の向上が図られています。

次にCFD利用技術の高度化では、ツールとしてのCFDをより精度良く、かつ、安定して使うためのノウハウを、各社で計算を分担して行う事で、効率よく蓄積する取り組みを行っています。

表-1 中手CFD研究会の活動

| 西暦 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 00 | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 |
|----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 平成 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 期 | 第I期 | | | | | | | | | | | |
| テーマ | CFDの実用化 | | | | | | | | | | | |
| 本研究会の目標 | EWS → PCへの移行 → PC → CFDの自動化 | | | | | | | | | | | |
| 構造格子法によるCFD計算 | 直進(舵無し) → 斜航、旋回(舵無し) → 直進(舵付き) → 自航(舵付き) | | | | | | | | | | | |
| 非構造格子法によるCFD計算 | 直進、二重模型流れ(舵無し) → 直進、自由表面考慮(舵無し) | | | | | | | | | | | |
| メンバー | 運輸省 船舶技術研究所(当時) 今治造船 株式会社 株式会社 大島造船所 株式会社 新来島どつく 尾道造船 株式会社 株式会社 サノヤス・ヒシノ明昌 株式会社 佐世保重工業 株式会社 函館どつく 株式会社 内海造船 株式会社 名村造船所 株式会社 日本造船技術センター | | | | | | | | | | | |

CFDによる船型設計のための資料整備では、過去水槽試験で行われていたような、シリーズ船型による船型計画用のデータ整備をCFDで行っています。ここでは、線図創生や計算を各社で分担する事で、幅広く、様々な計算を行える態勢作りがなされています。

最初の2つは概ね中手CFD研究会の活動と同じですが、3つ目はSPCGになってからの取り組みです。

このように、SPCGでは実用的な観点に重きをおいて活動し、CFD利用技術の研究鑽と向上が図られています。

5. SPCG第一期研究概要

SPCG第一期研究の概要をご紹介します。第一期研究のテーマは、「CFDによる肥大船の造波抵抗特性に関する研究」でした。研究の背景には、ここ数年、タンカーやばら積み船などの低速肥大船において、十分な実績を重ねる間もなく船型がどんどん肥大化していく流れがあります。SRC News No.77で紹介しました、HRC (Hull Research Committee)でも、非常に大きな肥大度を持つ船型を研究対象とし、水槽試験により実用的なデータの整備を続けていますが、模型試験のため、どうしても限られた範囲のものとなってしまいます。一方、CFDでは、模型試験と比べて非常に少ない手間と時間で、データの整備を進める事ができますので、非常に広い範囲をカバーする事が可能となります。第一期SPCGでは、まず、造波抵抗計算のノウハウを蓄積し、計算精度を把握する作業を行いました。併せて計算精度を高める工夫をした後、SPCGで計画したシリーズ船型の造波抵抗計算を行い、初期計画において参考資料となりうる造波特性データを整備する事としました。

参考として表-2に第一期研究の活動スケジュールを示します。

表-2 SPCG第一期研究活動スケジュール

| 研究内容 | 平成18年度 | 平成19年度 | 平成20年度 |
|---------------------|--------|--------|--------|
| ①造波抵抗特性に影響する船型要素の抽出 | ←→ | | |
| ②CFDによる船型要素影響度の調査 | | ←→ | |
| ③実験による計算精度の評価 | | | ←→ |
| ④設計資料の作成 | | | ←→ |

以上の第一期研究においては、海技研の開発した一連のCFDソフトウェアであるHullDes (格子生成)、Neptune (CFD)、ARGO (後処理) を使って研究が行われました。

また、第一期研究においては、広い範囲をカバーするシリーズ船型をいくつか計画しました。その内、主要目比を一定にして船首と船尾の肥大度をそれぞれ変更するシリーズについて図-1と図-2に示します。尚、線図創生にあたっては、当センターが開発した船型設計システム (SRC News No.77参照) を活用しました。

船型設計システムを使用する事で、各社の船型設計ノウハウを使わずに、線図を創生する事が可能となっています。同時に、母船型の特徴を保持した大量のシリーズ船型も創生しました。

SPCGで計画した船型のうち2隻については、HRCで水槽試験の協力をしていただき、精度の確認を行いました。

6. SPCG第二期研究計画

第二期は平成21年から平成23年の3カ年で計画されています。

第一期研究では満載状態のみを対象に造波抵抗特性の調査を行いました。第二期研究ではトータルとしての推進性能に関するCFDの計算ノウハウの蓄積、精度の評価と向上を図り、船型設計で活用できるデータ整備をさらに推し進める予定です。

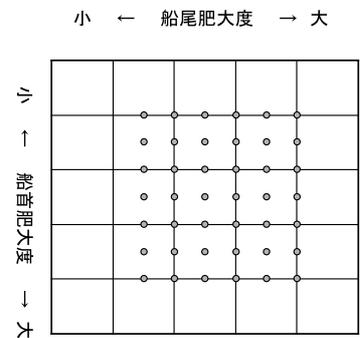


図-1 船首尾肥大度変更シリーズ

おわりに

CFDは既に船舶の設計現場に無くてはならないものとなっており、その重要度は年々高くなっています。また、CFD技術も日々進化しており、SPCGではそういった最新の状況をフォローしつつ、CFDを使いやすくするにはどうすれば良いか、また、どのように活用すれば設計に生かす事ができるのか、という観点から今後も活動し、中手造船会社の技術力、競争力の向上に貢献できるような活動をしていきます。

謝辞

SPCGの第一期研究の実施におきましては、日本財団のご支援、ならびに、財団法人 日本船舶技術研究協会のご協力を賜りました。この場をお借りして御礼申し上げます。

(試験センター 新郷将司)

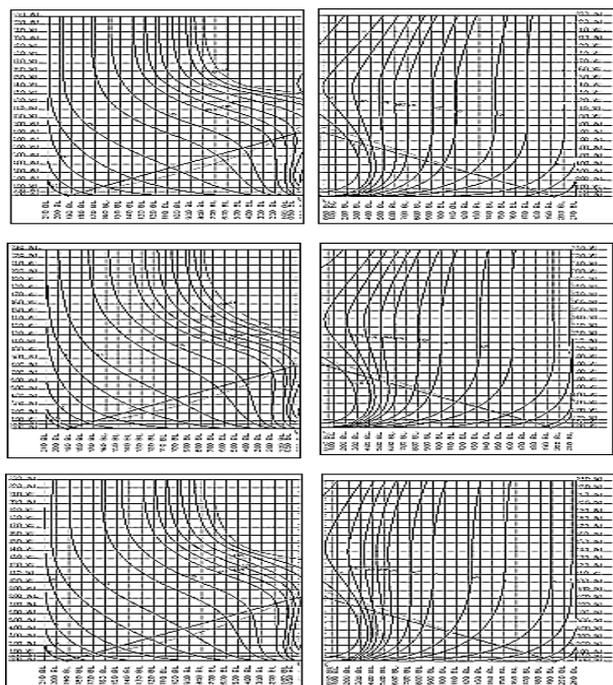


図-2 船型設計システムにより創生された船型の一部

SRC 船型設計システム (SRC Tips) について (その2 Tips Sp -性能推定-)

1. はじめに

日本造船技術センターでは平成17年度から約4年をかけて、基本計画時に設計条件に見合った船型要素や線図を容易に提供できる「SRC船型設計システム (SRC Tips)」を開発してきました。前号では、その1としてシステム全体のコンセプトや構成について紹介しましたが、今回はSRC Tipsアプリケーションの中で、推進性能推定と馬力計算を行うTips Spについてご紹介します。

2. 概要と特徴

Tips Spは、SRCの約3000隻の模型試験データをニューラルネットワークによって解析したデータベースを使って、船型パラメータから直接推進性能を推定し馬力計算を行うアプリケーションです。ユーザは、他の市販のアプリケーションを使うようにGUI (Graphical User Interface) によって簡単に船型パラメータの入力が行えます (図-1)。また、推定結果は、画面上で確認できる他、必要に応じてpdfのレポートを作成することも出来ます (図-2、3)。

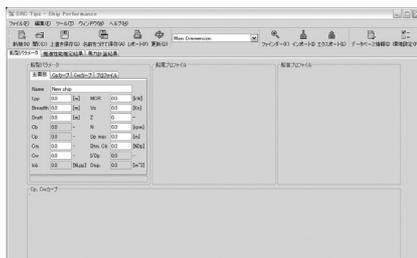


図-1 Tips Spの入力画面

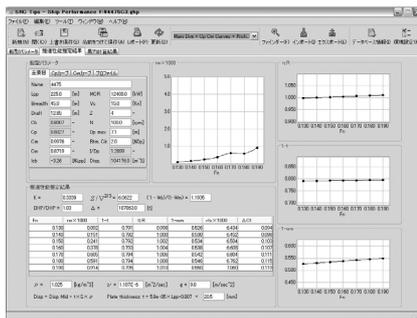


図-2 Tips Spの計算結果画面

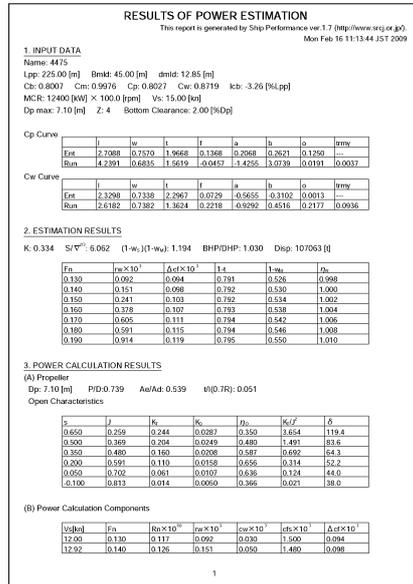


図-3 計算結果レポート

3. 計算コードと入力について

推定には表-1に示す4つの計算コードを用意しております。ユーザは、各計算コードに必要な船型パラメータを入力し、更新ボタンをクリックし計算を実行します。計算例を図-4に示します。また、入力パラメータの係数の定義については、ツールバーのヘルプをクリックすることで画面上でも確認することが出来ます (図-5)。

表-1 計算コード

| パラメータ | 主要目 | Cpカーブ | Cwカーブ | プロファイル |
|-------|-----|-------|-------|--------|
| コード1 | ○ | | | |
| コード2 | ○ | ○ | | |
| コード3 | ○ | ○ | ○ | |
| コード4 | ○ | ○ | ○ | ○ |

主要目 : Lpp、B、d、Cb等の主要目によるパラメータ
Cpカーブ : Cpカーブの6次式近似によるパラメータ
Cwカーブ : Cwカーブの6次式近似によるパラメータ
プロファイル : プロファイルを近似するパラメータ

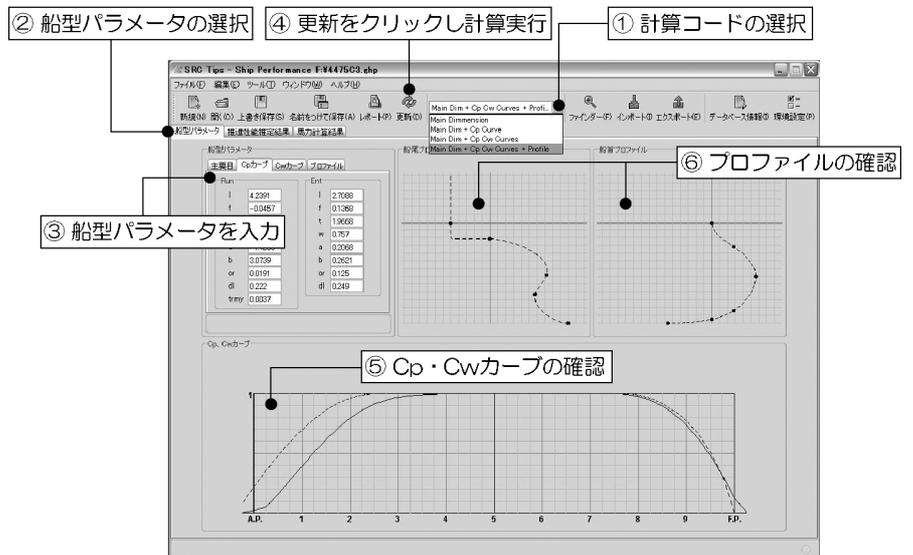


図-4 計算例

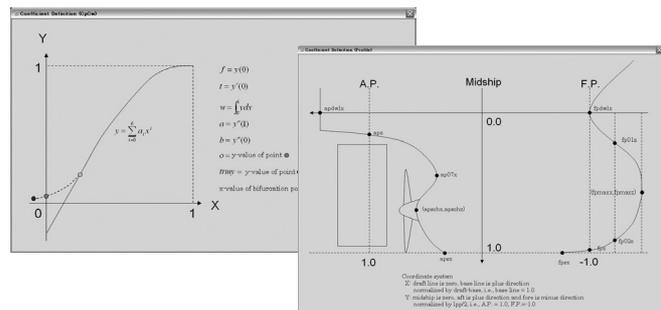


図-5 パラメータ係数の定義

4. 計算結果の確認について

計算結果例を図-6に示します。推進性能推定結果と馬力計算結果画面は、タブの選択によって切り替えることができます。計算結果の確認は、テーブルとグラフによって確認できます。また、ファインダーをクリックし、任意のポイントで計算結果を確認できます。

5. Tips Spの試行例について

Tips Spを使っでの計算の一例を以下に示します。表-2と図-7に試行に用いた船型の主要目とCpカーブ・Cwカーブを示します。図-8に水槽試験結果とTips Spによる推定結果の比較を示します。Tips Spによる推定は当然誤差を含んでいて、必ずしも一致することはありませんが、既知水槽試験結果等から船型による相対差を評価することで精度を上げることも可能です。

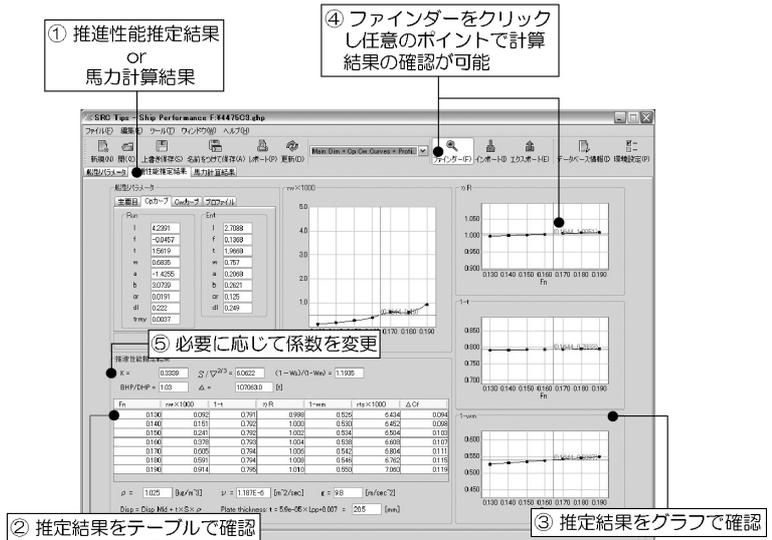


図-6 計算結果例

表-2 試行例の主要目

| | |
|-------|------------|
| Lpp | 225.00 [m] |
| Bmld | 45.00 [m] |
| dml d | 12.85 [m] |
| Cb | 0.800 [-] |
| Cm | 0.998 [-] |
| Cp | 0.802 [-] |

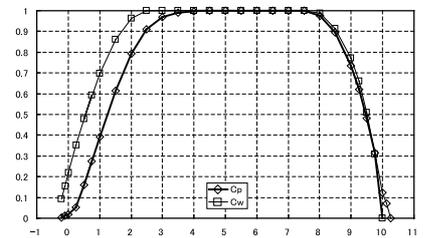
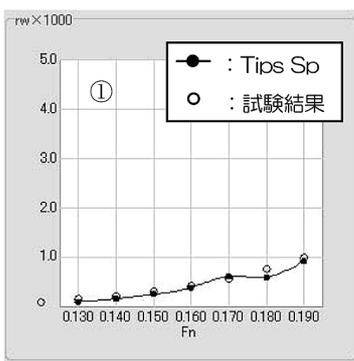
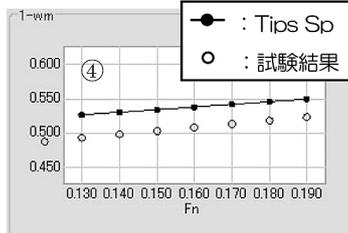
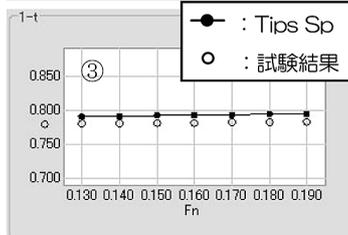
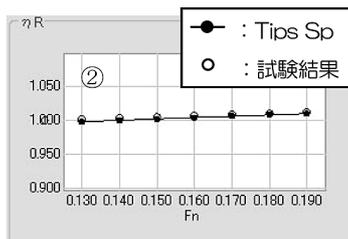
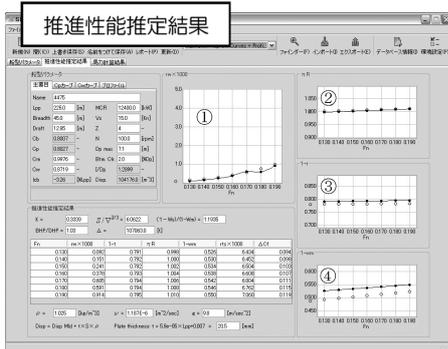


図-7 Cpカーブ・Cwカーブ



6. まとめ

今回はTips Spの概要と使用手順、試行例についてご紹介いたしました。Tips Spは、今年度上期の供用開始を予定しております。より使いやすいものとするため、みなさまからの貴重なご意見を (tips@srcj.or.jp) までいただければ幸いです。

なお、次号以降では線図創生アプリケーションのTips Sk、船型最適化アプリケーションのTips Opについて順次ご紹介する予定です。

(技術開発部 西村洋佑)

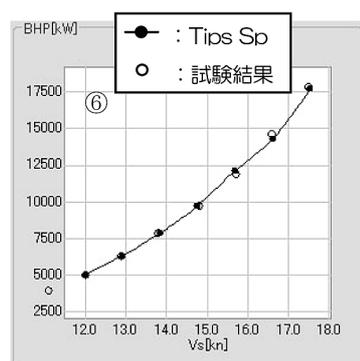
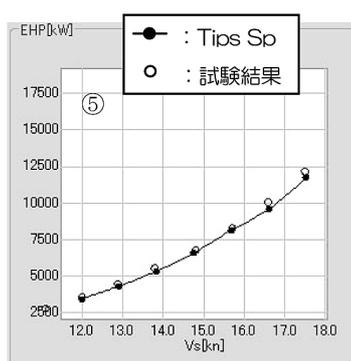
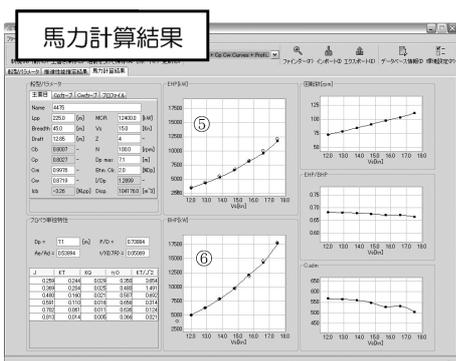


図-8 Tips Spの推定結果と試験結果



開発途上国における造船分野の人材育成支援

1. 研修の目的

開発途上国を含むすべての国々で、信頼できる検査体制が整備され、かつ十分な技術的知識と経験を有する検査官が検査を執行できれば、国際基準あるいは各国が策定する安全基準を満足しない船舶は激減し、多くの海難事故を未然に防ぐ事ができます。

一方で、多くの開発途上国では検査体制の未整備および十分な技術的知識と経験を有する検査官の圧倒的な不足によって、自国船舶に対する検査が完全には実施できていないのが現状です。このような開発途上国における船舶検査の実情は、自国船舶の安全確保という観点から、当事者の開発途上国は勿論ですが、国際的にも大きな問題となっていました。

開発途上国に籍を置く船舶の海難が注目されている最中の1978年3月、英仏海峡で発生した大型タンカー“Amoco Cadis”号事故は、船舶の安全は船籍国が責任を持って監督すべしとする伝統的な旗国主義の見直しを海事関係者に迫ることとなりました。これを契機として、各国は、自国の港に入港する他の国籍の船舶についても、国際条約に基づく検査(PSC検査)を実施し、必要な条約証書の有効性の確認や船舶設備等の状態の確認を行う義務を負うこととなりました。しかしながら、開発途上国では先に記載したのと同様な理由で効果的なPSC検査が実施できていないのが現状です。開発途上国におけるこのような現状は、サブスタンダード船を排除し海難事故を防止するというPSC検査の目的から見ると、大きな問題です。

このため、開発途上国に自国船舶の検査およびPSC検査を確実に実施できる検査体制の確立、並びに自国船舶の検査とPSC検査を実施するための技術的知識と経験を持った船舶検査官や船舶検査行政官の育成が今もなお重要な課題とな

っています。

この課題を解決するために、国土交通省と(独)国際協力機構(JICA)は、国際基準とこれを確保するための船舶検査の方法を開発途上国からの研修生に習得させることにより、自国船舶に対する船舶検査およびPSC検査を確実に実施できる適切な体制の確立を目的として、研修コース「海事国際条約及び船舶安全検査」を推進し、(財)日本造船技術センターはその実施をJICAから継続して受託しています。また、国土交通省と東京エムオウユウ事務局は、開発途上国のPSC検査官を育成する目的で、「PSC検査官初級研修」及び「PSC検査官中級研修」を推進し、当センターは、これら研修についても、その実施を東京エムオウユウ事務局から継続して受託しています。

2. 海外研修

2-1 JICA「海事国際条約と船舶安全検査」

「海事国際条約と船舶安全検査」は、JICAが実施する日本語研修、当センターが実施する技術研修及び国土交通省が実施するPSC検査実習で構成され、技

術研修およびPSC検査実習では海上人命安全条約(SOLAS)、海洋汚染防止条約(MARPOL)、国際満載喫水線条約(ICLL)等海事国際条約に関する詳細な講義、船舶検査の方法に関する講義、現場実習および各地方運輸局でのPSC検査実習を通じて、研修生に検査官として必要な技術知識を習得させています。研修は毎年行われており、研修期間は、研修全体で約4ヶ月、技術研修だけでも約3ヶ月を要しています。この研修は、船舶の安全と海洋汚染防止を扱う唯一の研修であること、カリキュラムの構成を含めた研修の運営が洗練されていることおよび各講座の講師の質が高いことによって、主催者であるJICAからも研修生からも高い評価を得ており、既に10年間、この研修の前身である「船舶安全・海洋汚染防止」研修を含めると15年間継続して実施されています。数多くあるJICAの研修コースの中でも、これだけの長期間継続されている研修コースはきわめて異例で、本研修の充実した内容を証明しています。さらに、平成20年度から、本研修は、国際海事機関(IMO)が



作成した7つのモデルコースの習得コースとしてIMOから認定され、研修生に対して研修終了時にIMOから研修修了証書が授与されています。

また、2009年1月31日現在で、44カ国から延べ234名の研修生がこの研修を受講しています。出身国別に研修生の数を見ますと、図-1に示すようにインドネシア、フィリピンから多くの研修生が来ていますが、その他は世界中の国から満遍なく研修生が来ていることが分かります。

2-2 「PSC検査官初級研修」及び「PSC検査官中級研修」

東京エムオウウ事務局が主催し、当センターが実施している「PSC検査官初級研修」および「PSC検査官中級研修」は、主として太平洋地域の国々から

の研修生を対象としています。IMOからの参加者として他地域の国々からの研修生も参加しています。「PSC検査官初級研修」の研修期間は約3週間で、PSC検査官として必要な海事国際条約に関する講義、PSC検査の方法に関する講義および地方運輸局でのPSC検査実習が行われます。また、「PSC検査官中級研修」は、「PSC検査官初級研修」受講者を対象としており、カリキュラムのほとんどを地方運輸局でのPSC検査実習に当てています。従って、両研修を終了した研修生は、PSC検査官として必要な技術的知識及び経験を習得したこととなります。「PSC中級研修」の講義風景の写真を掲載しますが、講師である当センターの降矢主幹と研修生の真剣な遣り取りが垣間見えます。

PSC研修は1995年に開講されて以

来、現在に至るまで15年間一貫して当センター（旧(財)海外造船協力センターを含む）が実施してきました。その間、初級研修、中級研修を併せると、2009年1月31日現在で36カ国から延べ489名の研修生が受講しています。研修生を国別に見ますと、対象国が主として太平洋地域の国であることから、図-2に示すように中国、韓国及び東南アジア諸国からの研修生が多いことが分かります。

3. 最後に

当センターがこのように意義深い研修を一貫して実施している責任の重さを今改めて実感しておりますとともに、研修修了生が自国の船舶検査体制あるいはPSC検査体制を築くために活躍してくれることを期待して止みません。

(海外協力室 岡田 裕)

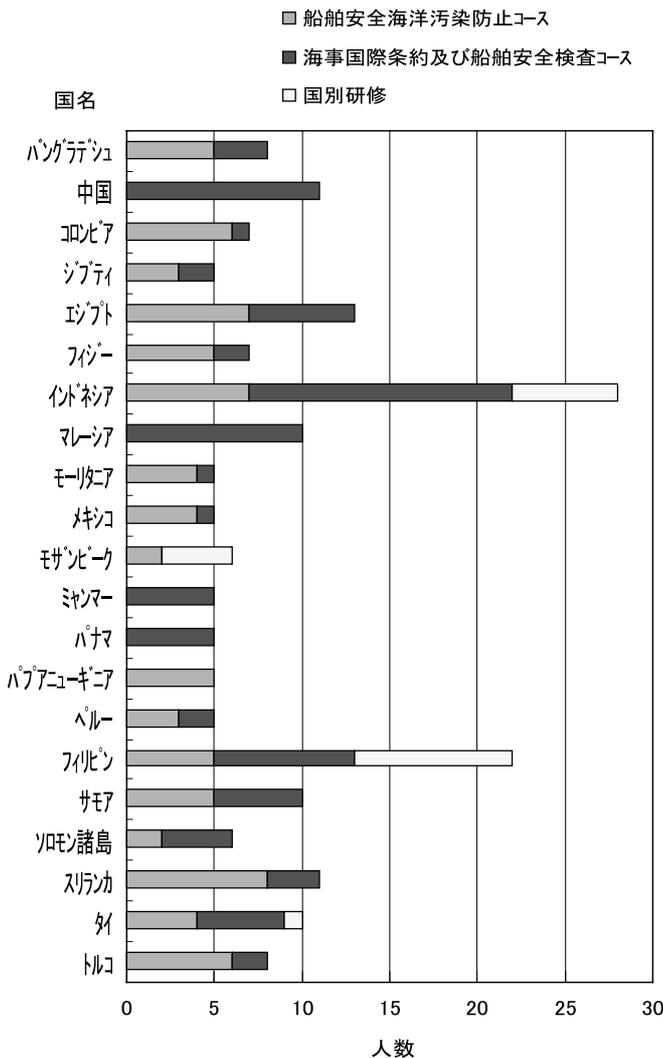


図-1 JICA研修参加国及び人数 (5名以上の国)

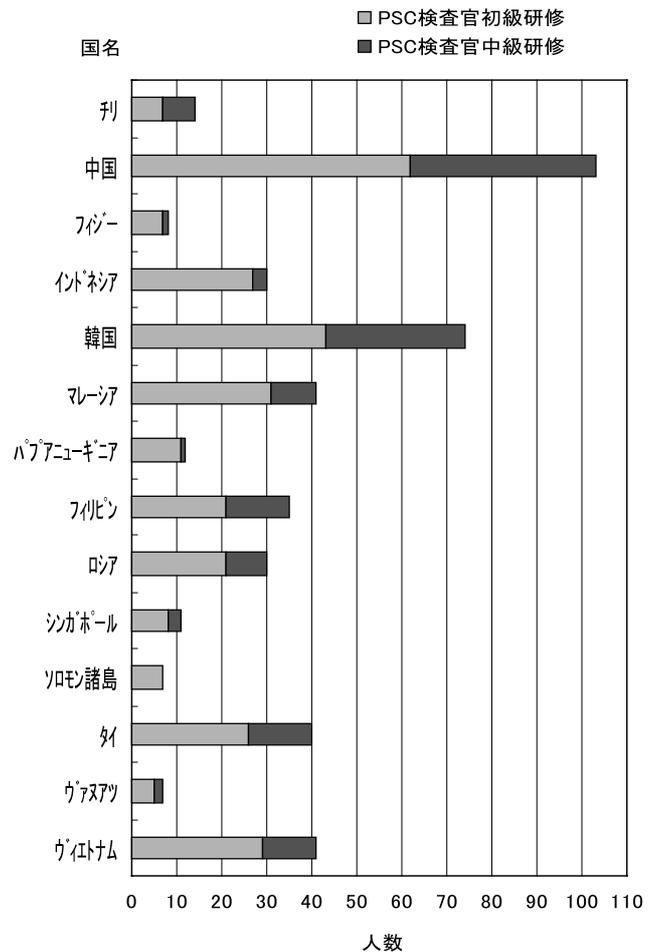


図-2 PSC研修参加国及び人数 (5名以上の国)

日本造船技術センターの抵抗試験、自航試験の紹介

(その1 水槽水管理)

はじめに

試験水槽における抵抗試験、自航試験は、対象船舶が目標とした性能を得られるか否かを確認する手段、及び新船型を開発する手段としての試験ですが、近年では、省エネ対策の一環として、新しいタイプの舵及びフィンなどの付加物を開発する手段として利用されることも多くなっています。

抵抗試験は、決められた速度で航走する模型船の抵抗を計測し、実船を曳航するのに必要な馬力を求めるための試験です。この馬力を有効馬力EHPといいます。ただし、船舶は、プロペラの回転により推力を得て航行しており、実際に必要となる馬力は、プロペラを回転させるための馬力です。これを伝達馬力DHPといいます。伝達馬力は、自航試験によって求められます。その上で、プロペラ軸系の損失を伝達効率 η_T として考慮し、実際に機関が外部に出す馬力を求めます。これを制動馬力BHPといいます。このような過程を通して、対象船舶が目標とした性能を有しているかを知ることができます。

毎日実施されている抵抗試験、自航試験の一連の流れを図-1に示します。これは、我々計測員が本試験のために日常行っている作業をフローチャートに示した図です。日本造船技術センターでは、自動計測システムによる1航走中の多点計測などの効率化により、1日に2載荷状態の抵抗試験、自航試験を標準としています。

抵抗試験、自航試験を説明するために全体の流れを次の5つに分割し、それぞれの概要を以後数回に分けて説明します。

(1) 水槽水管理

1年間を通じて試験結果に影響が出ないように水槽水を管理することは極めて重要です。

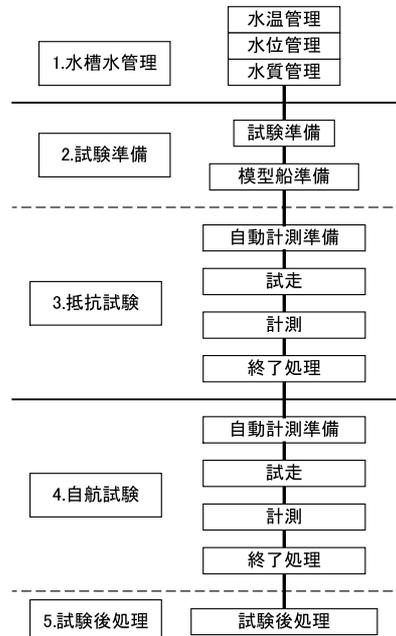


図-1 抵抗試験、自航試験の流れ

日々変化する水温・水位・水質に対応すべく、当センターが行っている管理手法について説明します。

(2) 試験準備

試験当日の朝、計測業務を行うためにすべき準備、模型船の喫水設定、及び曳引車への取付けについて説明します。

(3) 抵抗試験

当センターで用いている自動計測プログラムの概要を簡単に説明、計測の準備、計測について紹介した後、当センターが行っている解析法について説明します。

(4) 自航試験

模型プロペラを取付け、回転させた状態で試験を行う自航試験の準備、計測について説明します。

(5) 試験後処理

試験を終えた後の処理、及び水槽水の状態確認等について説明します。

1. 水槽水管理

当センターが三鷹400m水槽で試験を行う上で、最も注意を払うべきことの一つに水槽水管理があります。三鷹の400m水槽は、他の試験水槽同様、外乱要因による温度変化、水質変化、水棲生物の発生を最小限に抑えるため水槽内に太陽光が入らない構造で、長さ400m、幅18m、水深8mの曳航試験用水槽です。水量は約55,000トンで、25mプールに換算すると約120杯分あります。図-2に三鷹400m水槽の概要を示します。

水槽水管理の主たる目的とは、1年間を通じて試験結果に影響が出ないように、水槽水の環境変化を最小限に留めることです。しかしながら、過去の経験から言っても、これだけ大量の水槽水の状態を試験毎に条件が異ならないよう維持管理することは、決して容易ではありません。ここでは、管理に使用している機器や取得データを紹介して、水槽水の水温、水位及び水質の管理について説明します。

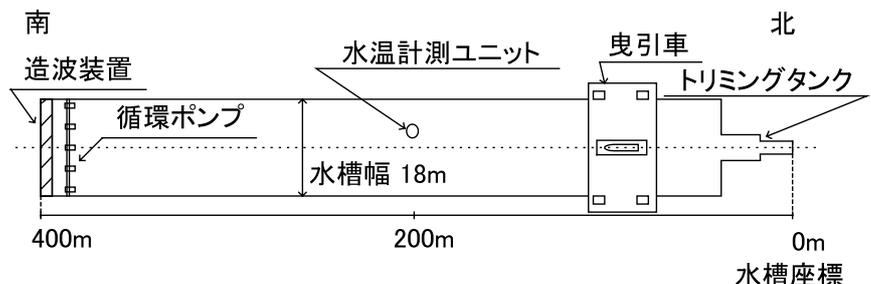


図-2 三鷹400m水槽 模式図

1-1 水温管理

船の粘性抵抗は水の粘性係数によって左右され、粘性係数は水温によって変化します。また、水面付近に深さ方向の水温勾配があると、密度にも勾配が発生し模型船の水抵抗が変化することがあります。

三鷹400m水槽では、毎朝7時になると、水槽座標200m付近に設置された水温計測ユニットが浮上し計測を始めます。本ユニットは、コンピューター制御で水面から水底に向かい一定間隔で水温を計測していき、最後は底部に着床します。

本ユニットは、水槽中心線から2.5m程度西側に位置しており、万が一作動不良で試験中に水面付近に浮いてきたとしても、模型船に正面衝突しないようになっています。図-3に水温計測ユニット装置の動作を図-4に水温計測ユニットを示します。

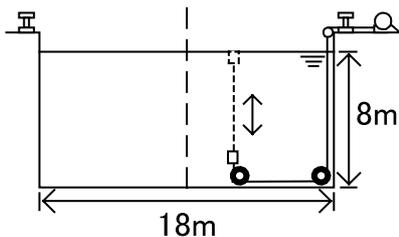


図-3 水温計測ユニットの動作

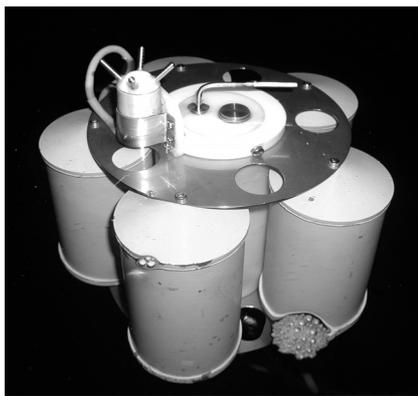


図-4 水温計測ユニット

計測結果は、図-5の様にPC画面に表示される仕組みになっています。これを確認することにより、水深方向の水温分布を把握することができます。計測例を図-6に示します。また、水深0.2mにおける水温の1年間の変化を図-7に示します。

| ＜2008/02/16 08:17の計測データ＞ | | | | | | | | | | |
|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 水深(m) | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 |
| 水温(℃) | 10.6 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.2 | 11.1 |
| 水深(m) | 50 | 55 | 60 | 65 | 70 | 75 | 80 | 85 | 90 | 95 |
| 水温(℃) | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 |
| 水深(m) | 100 | 125 | 150 | 175 | 200 | 225 | 250 | 275 | 300 | 325 |
| 水温(℃) | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.0 | 11.1 | 11.1 | 11.1 |
| 水深(m) | 350 | 375 | 400 | 425 | 450 | 475 | 500 | 550 | 600 | 700 |
| 水温(℃) | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 | 11.1 |

水位計測時間 800
水位 現在 215 mm
P6 P7

図-5 水温計測ユニット操作画面

図-7から本試験水槽では、季節によって水温は21℃から11℃まで約10℃の変化があることがわかり、試験ではこの水温の変化が影響しないようその日の水温に対応した粘性係数を用います。

水は空気に比べると熱しくく冷めにくい性質があるため、3月に最低水温、9月に最高水温と、気温のそれと比べると幾分か遅れています。

気温が急激に変化する季節の変わり目は、水槽水の温度管理には特に気をつけなければなりません。その理由は、季節の変わり目で外気と水温との間で急激な温度差が生じることです。その影響とは、例えば、気温が急激に下がる秋～冬では、水面付近の水槽水は、気温により冷やされ、比重が重くなり水底へと沈みこれに

より図-8のように水槽内に自然の対流が起きます。この自然対流の発生が、水深方向の温度勾配（密度勾配）を小さくするので、試験に適した環境となります。

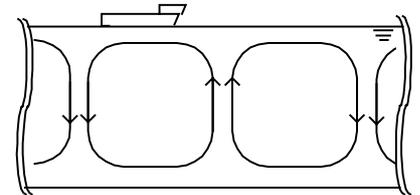


図-8 水温上下差による自然対流

しかし、逆に急激に気温が上がる春～夏では、水面付近の気温が水温よりも高くなってしまい、水面付近の水槽水は逆に温められます。これにより比重が軽くなってしまいうため、水槽水の自然対流は起こらず、大きな温度勾配（密度勾配）が生じてしまいます。そしてこれがしばしば試験結果に悪影響をもたらす原因の一つとなっています。図-6は、図-7から水温の最も高かった日と最も低かった日を選び、その日の水深方向の水温分布を示したものです。水温の高かった9月では、水面付近及び水深4m以降の温度勾配が大きく、逆に3月では水深に関係なくほぼ一定値を示します。水温均一

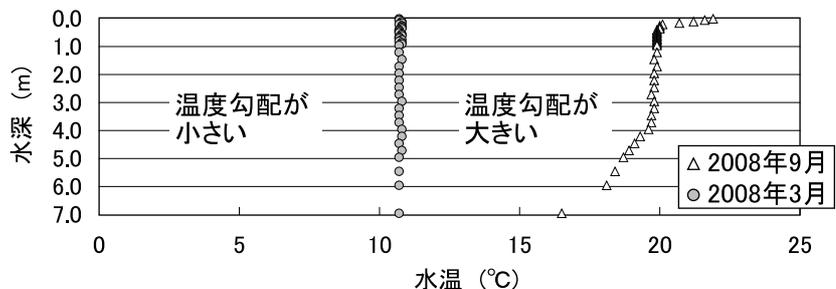


図-6 水深方向の水温変化

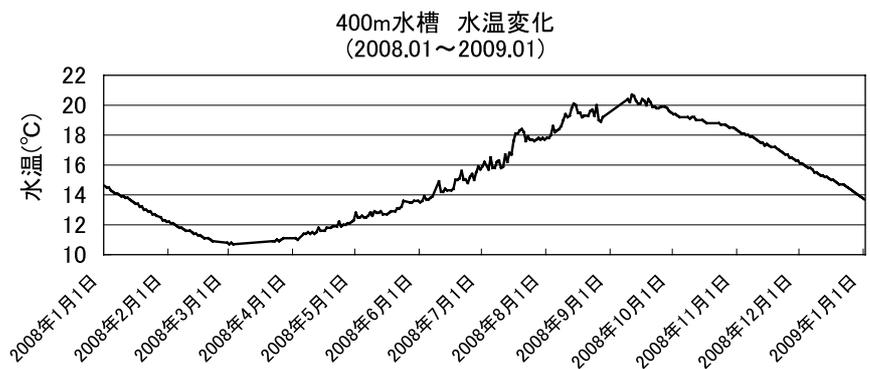


図-7 水深0.2mでの年間水温変化

化のため、当センターでは自然対流が起かない夏には、図-9に示す循環ポンプを用いて水槽水を強制的に対流させています。

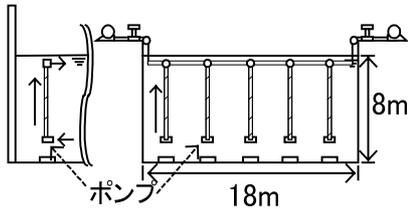


図-9 循環ポンプ装置側面図（左）及び正面図（右）

循環ポンプは、水槽座標380m付近の水底付近に5機設置されており、それぞれから水槽水面付近に取り付けられた吐き出し口まで管が延びています。このポンプは、水槽底部から比較的水温の低い水を吸い上げ、水面付近で吐き出すことにより、水槽内に強制的に対流を発生させる仕組みになっています。通常、タイマーを用いて試験を実施しない夜から翌朝にかけて運転しています。

以上の方法によって、年間を通して水槽の深さ方向水温分布（密度分布）が極力小さくなるようにしています。

1-2 水位管理

水槽では、水槽水の蒸発や漏水の影響により水位が変動します。当センターでは、水位の監視のため、超音波式波高計で水位を計測しています。水位の基準は、図-10に示すように、曳引車の計測レールから1200mm下方に水面があることとしています。

毎朝午前8時に水位をコンピューターに取り込み、日々の変化を記録しています。図-11に計測結果を示します。また、目視による観測が出来るよう、水槽

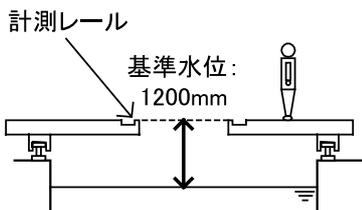


図-10 基準水位

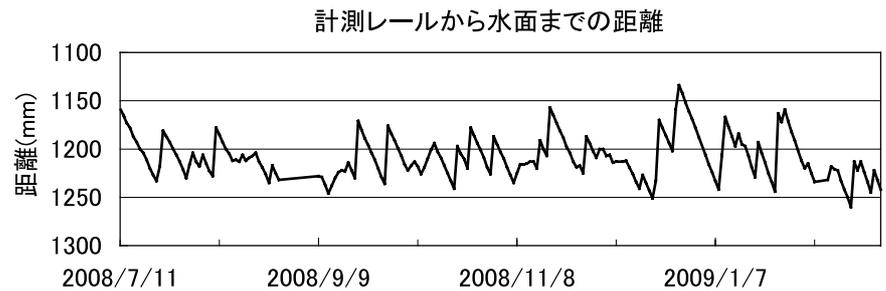


図-11 水位の計測結果

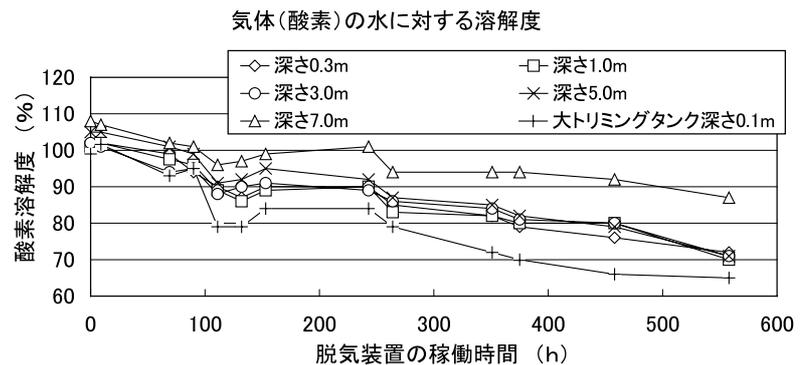


図-12 脱気装置稼働時間と酸素溶解度

トリミングタンクの北端窓に水位確認用のスケールを貼り付け、日々の水槽への給水の目安としています。

1-3 水質管理

春から夏へとうつる気温上昇期において、上昇率が大きい場合には、水槽水に溶解していた気体が遊離し、模型船表面一面に付着してしまうことがありました。この気泡が付着した状態では正常な試験が行えません。当センターでは2005年7月に水槽水中の気泡を除去するために、脱気装置を導入しました。(SRC News No.65参照) 脱気装置稼働後の酸素溶解度の変化を図-12に示します。本図に示すように、酸素溶解度は脱気装置稼働後約500時間程度でほぼ一定値となったため、抵抗試験を実施したところ、試験の再現性も確認でき、目視による観察によっても、気泡が付着していないことが確認されました。これにより、夏季でも安定して水槽試験を行えるようになりました。

また、日々水槽試験を実施しますと、模型船の起こした波が空気を巻き込んだ

り、空気中の塵や埃が水面に落ちたりすることで、水槽表面には図-13に示すような大きな気泡や汚れが一面に漂流していることがあります。

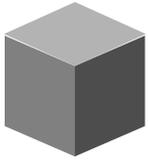


図-13 水槽水面の汚れ

このような汚れを発見したら、試験前に除去しておく必要があります。副台車に取り付けられた給水ポンプで水槽水を汲み上げ、スプレー状に水面に吹き付けることで、気泡や不純物を除去しています。

以上のように、水槽試験に影響が出ないよう水温、水位及び水質に水槽の環境を整備しておくことを心がけて毎日の試験を行っております。次回は、試験準備と抵抗試験について説明します。

(試験センター 福島寛司)



お客様へ高品質業務の提供に向けて (海洋技術部ISO 9001 認証を取得)

1. ISO 9001 認証を目指す

いろいろな組織がISO 9001 認証を目指す理由は、二つ考えられます。一つは、顧客要求を満たす製品提供能力を実証しなさいと顧客から認証取得を要求された場合です。もう一つは自発的に認証を取得し、顧客要求を満たす製品提供能力を保証し、顧客満足向上を目指す場合です。海洋技術部には顧客からの認証取得要求は現在ありません。海洋技術部全員が、他からの強制ではなく自発的に顧客満足の向上を目指すことが組織の目的に合致することを確認したからです。現在の業務手法を効率的で合理的なものに継続的に改善し、より高品質の製品を提供し、顧客満足度を一層高めて日本造船技術センターのブランド力を向上させるというISO 9001の原点に立って認証を目指すことにしました。

2. 海洋技術部の業務

海洋技術部では、基本設計、建造監理、復原性計算及び調査研究の4業務が基本です。この4業務の流れをフローチャートに表すことから、認証取得への取り組みが始まりました。4業務とも発注情報の入手に始まり、契約、製品原案の作成、内部決済を経て、製品である建造仕様書や報告書を提出して業務が完了するのですが、業務完了までには対外的な打合せ、現場監督や調査など顧客に関連する多くの業務プロセスがあります。当部のような技術コンサルティングを生業とする組織では、「プロセスの結果」として定義される製品と業務プロセスの線引きが難しい。内部の検討段階でも、製品をどのように定義し、業務プロセスとの差違を峻別するべきことについて大きな議論になりました。また、認証機関NKの審査では、製品の定義をもっと広げるようにすべきとの観点から多くの質疑応答がありました。当方の考え方を繰り返し、

詳細に説明を行った結果、原案通りで認めて貰うことができました。

ISO 9001は、品質マニュアルを中心とした文書類及び記録が基本の品質マネジメントシステムです。当センターでは既に海外協力室が認証を取得し運用していますので、当部も海外協力室の品質マニュアルと類似のものを作れば簡単に認証は取得できるかもしれませんが、海外協力室の業務と我々の業務は異なります。そこで、最初に当部独自の品質マニュアルを作り、その後で海外協力室のものと比較しながら統合版を作成しました。この作業は大変でしたが、業務手法を文書にすることの問題点が明確になって結果的に良かったと感じています。

3. NKの審査

平成21年1月14～15日、NKの審査を受けました。審査では、NK審査員から厳しい質問が多数ありましたが、約40日間の試行とその間の内部監査、マネジメントレビューの成果を活かし、文書や記録を提示しながら回答することができました。その結果、僅かに1点不適合が指摘されました。不適合は、顧客満足情報の入手方法を具体的に品質マニュアルに定める点でした。海洋技術部では、業務着手の段階で業務全体計画書を作成します。この計画書1枚で、顧客満足調査の計画も含めて確認すべき事項とその記録が検証できるように措置していたのですが、少し足りない部分があったよう

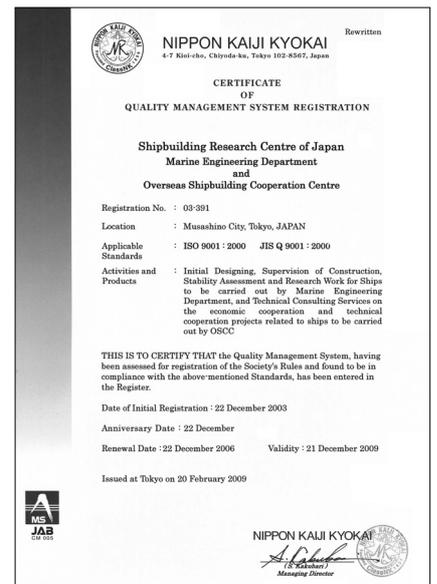


海洋技術部全員で検討中のもの



品質方針始めQMS文書

す。不適合に対する是正処置を直ちに実行し、NK審査員に確認をしていただきました。



登録証書

4. おわりに

海洋技術部では、2月末NKから登録証書の交付を受け、当部が行っている業務がISO 9001規格の要求事項に適合していることが認められました。

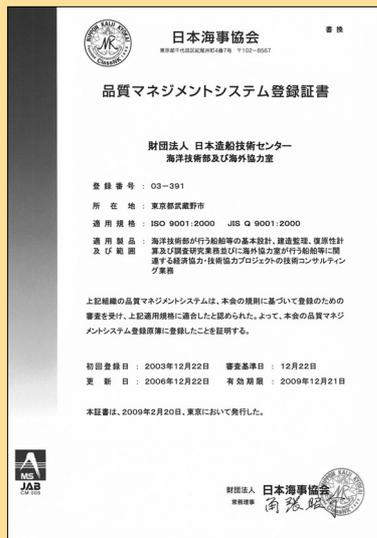
品質マネジメントシステムを確立し、やっと実施の段階に辿り着くことができました。これからは、さらなる顧客満足の向上を目指していきます。

(海洋技術部 青柳 徹)

海洋技術部ISO 9001 認証を取得

海洋技術部は、平成20年度末を目標にISO 9001 認証取得を目指していましたが、2月末をもってマネジメントシステム認証機関（財）日本海事協会（NK）から登録証書の交付を受けました。当日は、佐久間常務理事がNKに出向き、登録証書を直接受領いたしました。

日本造船技術センターでは海外協力部に次いで2部門目の取得になります。



委員会等

第12回SPCG委員会
平成21年01月27日（火）AM
日本造船技術センター会議室

第105回HRC委員会
平成21年01月27日（火）PM
日本造船技術センター会議室

お知らせ

組織名等変更

平成21年4月1日付で海外協力室は海外協力部に変更します。
海洋技術部所属の研修課は海外協力部所属に変更します。

役員の交替

山本 孝会長は退任し平成21年4月1日から徳留 健二理事長が会長を兼務します。

編集後記

日本の造船業の規模を誇るとき「かつては世界の船の半分を建造し、今でも1/3は建造している」などと表現します。ところが「日本の造船業の総売上はトヨタ社の“利益”とほぼ同じ」という表現もまた事実でした。そのトヨタが世界の不況の波を受け、本年度は大幅な赤字

に転落するといえます。他にも、かつて“カリスマ経営者”や“経営の神様”がいた有名企業も軒並み赤字というニュースが連日報じられています。

これを聞いて、もの作りの端くれとしては大いに憂慮すべきところですが、一方で妙に安心している部分もあります。それは“もの作りの世界に魔法のような経営はあり得ず、作ったものが売れなければどんな優良企業でも赤字になる”という事実が確認できたことです。

翻って、造船業界は新規案件こそ停滞

しているようですが、数年分の受注を抱え現場は多忙を極めています。採算面でも大手よりむしろ中堅の造船所が頑張っているようです!? この現実、決して潤沢ではない人材をやりくりし、地道にももの作りに取り組んできた結果だと思えます。今後不況が長引けばタイムラグのある造船業界にも大きな試練が待っていると思いますが、筆者の好きな演歌の歌詞のように「〜♪ 型は古いが時化には強い...」造船業界であって欲しいと願っています。(S.S.)

申し込みの受付

試験等の申し込み、問い合わせは下記までご連絡をお願いいたします。
〒180-0003 東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号
吉祥寺スバルビル3階
TEL 0422-40-2820
TEL 0422-24-3861（三鷹）

本 部（吉祥寺）



試験水槽



Shipbuilding Research Centre of Japan
財団法人 日本造船技術センター
<http://www.srcj.or.jp>