SRC News
No.72 July 2007
The Shipbuilding Research Centre of Japan

No. 72 ●目　次●

1　トリマランの水槽試験 page 1
2　二重反転プロペラの設計について（その1、プロペラの回転流損失） page 2
3　ウォータージェット（第1回） page 4
4　漁業調査指導船「興洋」竣工 －東京都小笠原水産センター所属－ page 6
5　海外向けメガフロートの動向調査 page 8
6　船体抵抗の増加に伴う速力の低下について（試算例） page 10
7　アフリカ内陸水運の現状 page 11
8　トピックス等
東京都より感謝状を贈呈される
－漁業調査指導船「興洋」に関して－
委員会等
編集後記
SRC所在地図
page 12

財団法人 日本造船技術センター
〒112-0004 東京都文京区後楽2丁目1番2号
興和飯田橋ビル7階
TEL 03-3868-7122 FAX 03-3868-7135
試験センター
〒181-0004 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
(独) 海上技術安全研究所2号館内
TEL 0422-24-3861 FAX 0422-24-3869

トリマランの水槽試験

曳航試験のようす（航走速度　40ノット）

大型 Ro/Ro 船

トリマランについては既に本誌上でも何度かご紹介しています。大型実用船に関して当初はアメリカにおける軍用の目的からスタートしたものです。その後、欧米豪を中心に載貨重量が大きくて高速が出せる物流船型としての開発が活発となり、選定された船型はトリマラン船型でした。海外では実験船はもとより実用船が既に就航を始めていますが日本での研究開発は緒についたばかりです。一口にトリマランといえども、その目標をどこに置くかで設計の自由度は多種多様に渡ります。日本造船技術センターでは、折からの原油の高騰に鑑み、まずは大型Ro/Ro船の実用船を対象に、トリマラン型省エネ船型の一連の水槽試験を実施しています。

二重反転プロペラの設計について（その1，プロペラの回転流損失）

最近、回転方向が異なる2個のプロペラを前後に並べたプロペラ――二重反転プロペラ（Contra Rotating Propeller、以下CRPと称します）が見直されています。

従来、CRPは、プロペラ効率は高いのですが、製作費・保守費が高いのでその回収に10年近くを要するとして、普及が進みませんでした。人類の焦眉の課題、二酸化炭素排出削減のためにも、今後の普及が期待されます。最近の燃料費の2～3倍にも達する高騰により、回収年数も従来の半分程度に下がることも考えられますので、CRP再評価の気運が高まっています。

CRPの設計に関する説明として、先ず本号では、CRPが回収するとされているプロペラの回転方向運動量損失がどの程度の量であるかについて紹介します。

図－1 軸方向運動量理論による理想効率

$$\eta_A = 1 - A = \frac{2}{1+\sqrt{1+C_T}} = \frac{1}{1+v_A/2v_0}$$

$$C_T = \frac{T}{1/2\,\rho A v_0^2}$$

図－2 CRPの場合

プロペラの損失

プロペラにはエネルギー損失があり、他のすべての流体機関と同様、効率は1.0とはなりません。

プロペラの損失には運動量損失と粘性による損失Vがあります。前者はさらに、軸方向運動量損失Aと回転方向運動量損失Θに分けることができます。

軸方向運動量損失Aとは、推力を得るために、プロペラが加速して後ろに噴出する流体に与えたエネルギーです。その量は古くから軸方向運動量理論（図－1参照）で求められています。きわめて簡単な理論であり、実際の状況とは異なっていますが、プロペラ効率の上限（理想効率）を与える理論と考えることができます。軸方向運動量理論においては、CRPの場合（図－2参照）も通常のプロペラ1個の場合と同じで、プロペラ効率は、プロペラ推力面の面積の推進器進行方向成分と合計発生スラストの推進器進行方向成分だけで決まってしまいます。

CRPで最大の関心事である回転方向運動量損失Θは、回転する流体機械に特有の損失です。プロペラ以外の回転する流体機械であるポンプやタービンでもステーターや静翼でその損失を最小限に留めています。軸方向と回転方向の両方の運動量損失を扱う理論として一般運動量理論（図－3参照）があります。これは翼素理論に基づいており、プロペラの個々の半径位置の各翼素で誘起される誘導速度v_Nのプロペラ進行方向成分v_Aで軸方向運動量損失を求め、回転方向成分v_Tで回転方向運動量損失を求めるものです。

進行方向成分v_Aは、図－1，2に示した軸方向運動量理論の加速分と同じです。

CRPの場合は、後プロペラのプロペラ回転方向を逆にして誘導速度の回転方向成分v_Tを逆向にしようとするプロペラです。図－4にCRPの後プロペラに関する速度ベクトルを示す。CRPの前プロペラの速度ベクトルは図－3と同じで、

図－3 一般運動量理論による運動量損失

$$\eta_{A+\Theta}(r) = \frac{1 - v_T/2\omega r}{1 + v_A/2v_0}$$

図－4 CRPの後プロペラのでの速度

図－4ではそれを下添字1としています。後プロペラの速度ベクトルは下添字2及び点線で区別してあります。誘導速度の回転方向成分v_Tの向きが逆（逆符号）なので、その大きさを同じにすると、CRP後流の回転方向成分は

$$v_T = v_{T1} + v_{T2} = 0$$

となり回転方向運動量損失も無くなります。ただし、軸方向成分は同符号ですから

$$v_A = v_{A1} + v_{A2} > 0$$

となり、その合計は通常のプロペラの場合と同じ（図－2参照）になります。

最後の粘性による損失Vは、水の粘性による翼型抗力等による損失です。

各損失の量（計算例）

図－5にピッチ比H/D_P=1.0（5翼、a_E=0.60）の場合のプロペラ単独性能例を示します。これは小山鴻一氏の揚力面・線プログラムによる計算結果です。粘性抗力としては2次元境界層計算結果を使用しました。ここに示されている単独効率η_Oは上記のすべての損失が有る場合の効率$\eta_{A+\Theta+V}$=(1-A)(1-Θ)(1-V)です。

図－6は、図－5のプロペラ単独効率η_O以外に理想効率、軸方向・回転方向運動量損失のみを考慮した場合の効率も示した図です。理想効率η_Aは軸方向運動量損失A=1-η_Aを表わすものと考えています。$\eta_{A+\Theta}$=(1-A)(1-Θ)は上記のη_O=$\eta_{A+\Theta+V}$を求めたときの計算と同様の計算を粘性抗力＝0として実施した結果です。これは軸方向・回転方向の運動量損失の合計に対応するものなので、理想効率との違いはすべて回転方向運動量損失であると見なしました。

図－6を見ると、プロペラ前進係数が小さい領域では軸方向運動量損失Aが大半を占めます。粘性による損失はプロペラ前進係数が小さい領域では小さくV=0.05程度ですが、前進係数の増加に伴い構成比率が大きくなり、設計前進係数J=0.75ではV=0.07となっています。無負荷に近い作動状態J>1.0では損失の大半を占めるようになります。全く無負荷の状態では運動量損失も無くなりますので、損失はすべて粘性による損失となります。回転方向運動量損失Θはプロペラ前進係数が小さい領域で大きく、プロペラ前進係数の増加に伴い直線的に減少しています。設計前進係数ではΘ=0.10となっています。

次に、プロペラピッチ比を変えて同様な計算を実施した結果を図－7に示します。本図には設計プロペラ前進係数付近の前進係数J=H/D_P-0.25における損失等を示しています。軸方向運動量損失Aは、肥大船等で使用される低ピッチプロペラで大きく、高ピッチプロペラで小さくなっています。粘性による損失Vも同じ傾向ですが、その変化率は小さくなっています。回転方向運動量損失Θは低ピッチプロペラで小さく、ピッチ増加に伴い増加していますが、H/D_P>0.8ではほとんど一定値でΘ＝0.10となっています。

タンカーやバルクキャリアーで使用されるプロペラの典型例としてH/D_P=0.7のプロペラでみますと、

軸方向運動量損失　A=0.30
回転方向運動量損失　Θ=0.09
粘性による損失　V=0.10
プロペラ単独効率=(1-A)(1-Θ)(1-V)
=0.57

となり、軸方向運動量損失が大きく、回転方向運動量損失と粘性による損失は同程度です。他方、RORO船等の高速船で使用されるプロペラの典型例としてH/D_P=1.2のプロペラでみますと、

軸方向運動量損失　A=0.12
回転方向運動量損失　Θ=0.10
粘性による損失　V=0.07
プロペラ単独効率=(1-A)(1-Θ)(1-V)
=0.73

となり、回転方向運動量損失は相対的に大きくなります。

以上は様々な仮定に基づく計算例であること、別の翼面積、循環分布等では上記の数値は多少変わるであろうこと、CRPでは通常のプロペラに比べて合計翼数が増えるので粘性による損失が増えるであろうこと、実際の船では舵も回転方向運動量損失を少しは回収しているであろうことを考慮する必要がありますが、CRPが回収を目指す回転方向運動量損失は10%程度と言えます。

（常務理事　佐藤）

図－5　プロペラ単独性能 H/D_P=1.0

図－6 プロペラ効率及び損失のプロペラ前進係数による変化 H/D_P=1.0

図－7　プロペラ効率及び損失のピッチ比による変化 J=H/D_P-0.25

ウォータージェット（第1回）

1．はじめに

今回より数回にわたりウォータージェット推進方式について紹介します。

ウォータージェット推進方式を簡単に説明しますと、ポンプを用いて船底から吸い込んだ水を、後方のノズルからジェット状に噴出させ、その反力で推進力を得る推進方式ということです。

ウォータージェット推進方式は、通常のプロペラ推進方式ではプロペラキャビテーションの発生による弊害が大きくなる速力30ノット以上で航行する船舶に適した推進方式であり、現在は、取締艇や警備艇、旅客船、艦艇などをはじめとして高速で運用される船舶に多く用いられています。

シリーズ第1回目である今回は、ウォータージェット推進方式の概要を簡単に説明し、次号以降では作動理論、試験法、解析法及び試験実施の様子などを順次紹介していきます。

2．基本構造

最初に、ウォータージェットの基本構造について触れておきます。図－1はウォータージェットの内部構造を示します。

まず、船底のインテークを通して取り込まれた水は、インペラと呼ばれるプロペラで加速（加圧）されます。その後ステーターと呼ばれる固定翼により回転流を整流させ、ノズルから噴出されます。この噴出水の反力により推力を得て推進する仕組みです。「水を吸い込み、吐き出す」というこの構造は、普段の生活でよく目にするポンプと同じ構造です。

図－1　ウォータージェット内部構造　[1]

3．インテーク形状について

ウォータージェットの推進効率には、ポンプ本体の効率のみならず船体との干渉も大きく影響します。この干渉影響を大きく左右するのがインテーク形状ですが、その形状は大きく分けてフラッシュ型、ラム（ポッド）型、スクープ型の3種類に分類されます。図－2にインテークの形状の違いを示します。

図－2　インテーク形状概略図　[1]

■ フラッシュ型

流れに平行な船底開口部から水を吸い込む形式です。水を吸い込む際、流れの向きを大きく変える必要があるので、取水効率が低く、キャビテーションやエアドローが発生しやすいと言われています。反面、船底に発達した境界層を十分に利用することが可能であること、航行時の付加抵抗が小さいことが有利であるとされ、総合的に判断すると三方式の中で最も有効であるとされています。現在最も広範囲の船舶に採用されている型式です。

■ ラム（ポッド）型

船底より突き出したストラットの先にインテークを設けている形式です。水を吸いこむというよりは押し込むという形式です。取水効率は高く、キャビテーションやエアドローが発生しづらい点でフラッシュ型よりも有利とされていますが、フラッシュ型のように船底に発達した境界層を十分に利用できないこと、高速航行時にはストラット、ポッド（インテーク）部分の抵抗が大きくなるという欠点があります。この型はいわゆるジェットフォイルなどに採用されている型式です。

■ スクープ型

前述2者の長所を生かすべく開発された形式です。インテーク船尾側にあたるリップと呼ばれる場所が船体下方に張り出しています。これにより、フラッシュ型に比べ取水効率を高くすることを狙った形式です。しかし、船体の抵抗は増加します。

4．操船について

ウォータージェット推進方式がプロペラ推進方式と大きく異なる点は、喫水線下に船体から突き出した回転軸、舶用プロペラ及び操船用舵がないということです。しかし、ウォータージェット推進方

式には、推力の方向調整のためにデフレクタ及びバケットが装備されています。今回はデフレクタ及びバケットについて別々に作動するタイプについて記載いたしますが、中にはこれら2つの機能を兼ね備え一体型となったものもあります。

図－3の左側は直進時の状態、右側は噴出水の出す方向を右舷側に変角する事により針路を右に取ったときの図です。

図－3　ウォータージェット推進方法の変針について (http://www.hamjet.co.nz/)

また、バケットを作動させることにより、ノズルからの噴射水流の方向を調整し、船舶を前後進及び中立状態にさせることが可能です。図－4はバケット及びデフレクタの作動状態と水流方向の模式図です。図中1～3がバケット作動状態、A～Cがデフレクタ作動状態を表しています。そして図中左側に表わされた船舶は、バケット及びデフレクタを組み合わせることによって発生させることのできる推力の方向を示しています。

図－4　バケット及びデフレクタ作動状態と水流方向　[2]

5．ウォータージェットの大型化

ウォータージェットは、プロペラ推進方式に比べた時の高速航行時の優位性から、主に高速性を重視する小型船舶を中心に発展してきました。用いられる主機関も軽量かつ大出力であることを必要とするため、一般に高速ディーゼルエンジンやガソリンエンジンなどが採用されています。

近年では、ディーゼルエンジンの軽量化、大出力化が進み、更にはガスタービンエンジンの採用により、大型ウォータージェットを搭載する中・大型船舶が就航しています。

図－5は大型ウォータージェット推進器を搭載した120mフリゲート艦と艦尾にブースター用に搭載された20MW用ウォータージェットの例です。このような大型のウォータージェットは一般にVLWJ（Very Large Water Jet）と呼ばれています。

6．ウォータージェットの長所・短所

ウォータージェット推進方式では、プロペラ推進方式に特有なプロペラキャビテーションによる諸弊害が起こりにくいという長所がある為、高速航行時の損失を少なく保つことが可能です。他方、短所として、船内に配置されたダクト内を海水で満たすためにプロペラ推進方式と比べて浮力が減少（重量が増加）する事、ハードチャイン船型の場合、急旋回時に横滑りをしやすい事、及び低速時の効率低下や保針性が悪くなる事などが指摘されています。

日本造船技術センターでは、ウォータージェット推進方式について、様々な調査研究を実施する予定です。次号では、ウォータージェットの作動理論についての紹介を行う予定です。

参考文献

[1] Tom J.C. van Terwisga, Waterjet-Hull Interaction
[2] ナカシマプロペラ, NAKASHIMA-CASTOLDIJET カタログ

（試験センター技術部　福島）

図－5　120mフリゲート艦及び搭載された20MW用ウォータージェット (http://www.wartsila.com/)

漁業調査指導船「興洋」竣工
－東京都小笠原水産センター所属－

1．はじめに

周囲を海に囲まれた日本は、国土面積約38万km^{2}の12倍にあたる約447万km^{2}の排他的経済水域（領海を含む）を有する海洋国家です。

中でも、東京内湾のほか、伊豆諸島から小笠原諸島に至る多くの島々が所属する東京都には、日本全体の38パーセントにあたる広大な排他的経済水域が存在しています。「興洋」は小笠原諸島の周辺海域を中心に漁場の開拓や監視という重要な業務に従事しています。

本船は平成19年2月28日に竣工し、乗組員の習熟運転を実施した後、東京都小笠原水産センターに回航されました。

日本造船技術センターは本船の基本設計と建造監理を実施しましたので、以下に本船の概要を紹介します。

2．船舶の概要

（1）工　程

起　　工	平成18年 9月27日
進　　水	平成19年 1月16日
竣　　工	平成19年 2月28日

（2）主 要 目

船　　質	鋼 （上部構造：アルミ合金製）
全　　長	33.07m
登録長さ	28.40m
幅　（型）	6.00m
深さ（型）	2.90m
満載喫水	2.35m
総トン数	87トン
航行区域	乙区域（非国際）
試運転最大速力	14.2ノット
航海速力	13.0ノット
最大搭載人員	14名
船　員	9名
その他乗船者	5名

3．特徴

「興洋」は東京都小笠原水産センターに所属し、小笠原諸島の父島を母港として、小笠原海域（聟島、父島、母島、火山列島海域）、沖ノ鳥島海域等で漁業に関する調査、試験、指導及び取締りに従事する第3種漁船で各種の資源調査機器を装備し、調査機能の充実した船舶です。

船型は船首楼を有する一層甲板船であり、優れた操縦性能、十分な耐航性能と復原性能を有しています。

主機関は燃費に優れ、低NOx、低CO_2の環境に配慮した機種を採用しています。

搭載機器は集中配置及び集中操作方式を採用することにより、効率的な作業・運航を可能とし、軽快な作業性と衛生的な居住設備を有する最新鋭の漁業調査指導船です。

本船は小笠原漁業の振興を図り地元漁業者の要望に応えるため、以下の調査等に取り組んでいます。

○　漁獲量のアップを目指し、立縄漁業の更なる効率化と収益性の向上を図る。

○　新たな深海資源や未利用資源の漁場、漁法を開発し、新しい漁業を興します。

○　資源管理の為に卵稚仔などの基礎生産データの収集と調査を行い、管理型漁業を推進します。

○　漁場の秩序を保つ為、沖ノ鳥島などでの漁業監視に努め、違反船の操業と乱獲を防ぎます。

4．主要機器

（1）船体部主要機器

舵取機械	1台
ウインドラス	1台
キャプスタン	1台
バウスラスター	1台
空気調和装置	1式
作業艇	1隻
救命筏（15人乗り）	1台

（2）機関・電気部主要機器

主機関 1,030kW×1,000min^{-1}	1台
発電用機関 135kW×1,800min^{-1}	2台
減速機	1台
可変ピッチプロペラ	1台
油圧ポンプユニット	3台
燃焼解析装置／軸出力計	1式
機関監視装置	1式
セントラルクーラー	2台
燃料油清浄装置	1台
主機潤滑油清浄装置	1台

海洋生物付着防止装置	1台	自動交換電話	1式	無線方位測定機	1式
油水分離機	1台	電子ホーン	1式	GPSブイ専用送信機	1式
主空気圧縮機	2台	エアーホーン	1式	GPSブイ	3台
非常用空気圧縮機	1台	船内指令装置	1式	**（4）調査観測機器等**	
造水装置	1台	ワイヤレス送受信装置	6台	CTD測定装置	1式
温水器	1台	水晶時計	1式	海底地形探査装置	1式
送風機	3台	船内LAN	1式	全周ソナー	1式
発電機　150kVA	2台	暗視機能付探照灯	1式	潮流計	1式
主配電盤	1式	監視カメラ装置	1式	魚群探知機	1式
（3）航海計器・通信装置等		火災報知器	1式	投込み式水温塩分水深計	1式
磁気コンパス	1台	海事衛星通信装置	1式	耐圧ビデオカメラ	1式
ジャイロコンパス	1台	双方向VHF無線電話	2台	表中層稚魚ネット	1式
オートパイロット	1式	ナブテックス受信機	1式	マルチネット	1式
トラッキングパイロット	1式	レーダートランスポンダー	1台	ノルパックネット	1式
サテライトコンパス	1式	非常用位置指示無線標識	1台	ボンゴネット	1式
レーダー	2式	国際VHF無線電話	1式	観測ウインチ:DDVC駆動	1台
GPS航法装置	1式	SSB送受信機 2MHz 75W	1式	ワープネットウインチ	1台
GPSプロッター	1式	SSB送受信機 2MHz 10W	1式	デッキクレーン	2台
カラーハードコピー	1式	全波受信機	1台	ラインホーラー	1台
マルチディスプレィ	1式	SSB送受信機 27MHz 25W	1式	底魚1本釣漁業装置	9台
デジタル水温計	1式	DSB送受信機 27MHz 1W	1式	電気ショッカー	1台
電動ワイパー	3台	衛星船舶電話	2式	曳き縄装置	1式
気象計	1式	気象用ファクシミリ	1式	漁獲物冷却装置	1式
直通電話（共電式）	2式	船舶用衛星放送受信装置	1式		

調査設備概要

5．おわりに

本船の基本設計・建造監理を進めるにあたり、常に積極的なご支援とご高配を賜りました東京都産業労働局殿、東京都島しょ農林水産総合センター殿、東京都小笠原水産センター殿に対し厚くお礼申し上げます。

また、新潟造船株式会社殿が、高度な技術と誠意をもってご尽力頂いたことを付記します。

（海洋技術部　太田）

海外向けメガフロートの動向調査

1．はじめに

海上空港利用を主目的として開発が始まったメガフロートですが、内部空間が利用可能であることや、地震に強いこと、環境影響が小さいといったメリットを生かし、さまざまな施設への適用が可能です。日本造船技術センターでは、日本のみならず海外へも、これらのメガフロートのメリットを生かした種々の海上施設・港湾施設を提案しています。本稿では、浮体式LNG基地と、浮体式防災基地について紹介します。

2．米国向け浮体式LNG基地

現在、天然ガスの需要は世界的に増加しています。世界のエネルギー消費に占める天然ガスの比率は、2125年には石油を上回るとの見方もあります。

パイプラインを用いた天然ガスの直接輸送ができない場合、液化プラントによって－162℃まで冷却し、LNG（液化天然ガス）としてLNG船等によって輸送することになります。このLNGの輸送量も拡大しており、現在の世界のLNG輸送量（年間1億2千万トン）は、今後10年間で倍増すると見られています。米国においても、LNGの年間輸入量は今後急増すると見られています。

当センターでは、このような需要の急増に対応可能な、LNGの受け入れと備蓄機能、冷凍庫の複合機能を持った浮体式施設の検討を行いました。

表－1および図－1に検討した浮体式LNG基地の概要とイメージ図を示します。

表－1　浮体式LNG基地概要

浮体	長さ　(m)	500
	幅　(m)	600
	深さ　(m)	10～38
	喫水　(m)	8～13
LNG	備蓄量　(t)	1,000,000
	タンクサイズ(m)	435×250×25
冷凍倉庫	床面積　(m^2)	500,000

この浮体式LNG基地には、以下に示すメリットがあります。

1）市街地の危険の最小化

LNGの受け入れ、貯蔵施設は、その危険性から、市街地付近への建設が禁止されたり、市民の反対運動が起こる可能性があります（米国ではすでにこのような事例があります）。このような施設を海上に建造することで、万一の事故の際に、市街地への影響を最小とすることができます。

2）効率の向上

LNGを洋上で受け入れる場合、LNGタンカーをブイに係留し、タンカーの持つリガス化能力を用いて、天然ガスを陸上施設へ輸送する方法と、洋上の受け入れ施設でリガス化する方式の2種類があります。本検討では後者の方法を選択しました。リガス化能力が高いため、LNGタンカーを受け入れ施設に係留する時間が短縮され、LNGタンカーの効率的な運用が可能になります。

3）冷熱の利用

海岸近くや海上のLNG受け入れ施設において、LNGをリガス化する際には、気化熱を海水から得る方法が主流です。このことは、周辺の海水温を下げることにつながり、環境影響や漁業への影響が危惧されています。本検討では、LNGの気化熱（冷熱）を冷凍倉庫として利用し、食料品の冷凍倉庫として活用することで、環境負荷の低減と食糧備蓄の向上を図りました。

図－1　浮体式LNG基地（イメージ図）

海上に浮かんでいるというメリットを生かし、安全で環境にやさしいLNG基地の建設が期待されます。

3．東南アジア、インド向け浮体式防災基地

2004年12月に発生したスマトラ沖地震とそれに伴う津波によって、インド洋沿岸諸国やインドネシアを中心に、非常に多くの被害が発生しました。

このような災害に対し、被災後の支援

図－２　浮体式防災基地の利用フロー

活動、救援活動を迅速に行うことを可能にする、浮体式防災施設の提案を行いました。

この浮体式防災基地は、通常は港湾に係留されていて、浮き桟橋などに利用されます。ひとたび大規模な地震や津波が発生すると、陸上の交通網が寸断され、救助活動やその後の復興活動に大きな支障をきたしますが、浮体式防災基地は海上に浮かんでいるため、地震の影響をほとんど受けません。災害発生後、被災地近くの海岸・岸壁へ曳航され、内部空間へ備蓄された支援物資の配布、ヘリコプターや支援船の基地、支援者の活動拠点として機能することを想定しています。図－２に災害時の利用フローを示します。

現在、このような浮体式防災基地は、日本ではすでに東京湾（横浜）、大阪湾（大阪）、伊勢湾（名古屋）に配備されております。インド洋沿岸は日本と同様に、プレートの境目に位置しており、地震の多発地帯です。このような浮体式防災基地を地域の主要な港に配備しておくことで、地震、津波といった災害時に、迅速な対応が可能となります。

図－３　浮体式防災基地（イメージ図）

４．おわりに

メガフロート技術を利用した、浮体式LNG基地と浮体式防災基地を紹介しました。メガフロート技術は、さまざまな目的に対し、環境影響も小さい海洋開発を可能にします。当センターは、今後ともメガフロート技術の普及に努めていきます。

（技術開発部　中條）

船体抵抗の増加に伴う速力の低下について（試算例）

船舶の船体抵抗は、海象や船体の状態等によっては大幅に増減することが知られています。そこで今、船体抵抗が増加したときに船舶の速力がどの程度低下するのかを考えてみることにします。直感的には、たとえば船体抵抗が10%増加したとき、有効馬力があまり変化しないとすれば速力は10%程低下するように思えます。然しながら、船体抵抗自体が速力の関数ですし、プロペラの効率も変化するはずですので話はそれほど単純ではありません。

このような素朴な設問を想定して抵抗増加に伴う速力低下の大きさを試算してみました。以下にその試算結果を紹介します。

図　抵抗増加と速力低下

太平洋沿岸航路（南行）の実船データとシミュレーション

1．計算方法

あらかじめ計算対象船について基準状態の船体抵抗を速力の関数で表しておき、この基準状態の船体抵抗（速力の関数）を一定の割合で増加させたとき、増加した船体抵抗と推力とが均衡する速力とプロペラ回転数を、自航要素は変化しないとの仮定の下に、基本的な推進抵抗理論に基づいて計算しました。

主機関の運転条件は2種類のモードを想定し、それぞれ以下に述べる条件の下で計算いたしました。

（1）常用出力（NOR）を原則とする運航するモード（NORモード）

① 船体抵抗が小さく主機出力がNOR以下でも計画速力が維持できる領域では、速力は計画速力（23ノット）とし、このときの船体抵抗と推力が均衡するようにプロペラ回転数を計算しました。

計算結果によれば、速力は計画速力（設定値）ですが、プロペラ回転数と主機出力は抵抗増加に伴って漸次大きくなります。

② 船体抵抗がある程度以上に大きくなると、NOR以下の主機出力では計画速力が出せなくなります。この領域では、計画速力での運航をあきらめ、主機出力はNORに固定し、このときの推力が船体抵抗と均衡するようにプロペラ回転数と速力を計算しました。

計算結果によれば、主機出力はNOR（設定値）ですが、速力とプロペラ回転数は抵抗増加に伴ってほぼ直線的に低下します。

（2）定格出力（MCR）を原則とする運航するモード（MCRモード）

① 船体抵抗が小さい領域では、主機出力をMCRまで上げると回転数が定格回転数を超えてしまいます。このためこの領域では、プロペラ回転数は定格回転数に留め、この時の推力と船体抵抗が均衡するよう速力を計算しました。

計算結果によれば、プロペラ回転数は定格回転数（設定値）ですが、速力は船体抵抗の増加に伴って漸次やや穏やかに低下し、主機出力はMCR以下の範囲で漸次増加します。

② 船体抵抗がある程度以上に大きくなると、定格回転数を維持したままでは、主機出力がMCRを超えてしまいます。このためこの領域では主機出力はMCRに固定し、この時の推力と船体抵抗が均衡するよう速力を計算しました。

計算結果によれば、機出力はMCR（設定値）のままですが、速力とプロペラ回転数は抵抗増加に伴ってほぼ直線的に低下します。

2．抵抗増加と速力の低下

上記1．の計算結果に基づき、抵抗増加率と速力の関係を図に示します。この図には、計算対象船舶の航海記録から計算した各航海毎の抵抗増加率を、「実船」として重ねて表示しました。

MCRモードの場合、図に示すように、抵抗増加率が0%から60%まで増加する間に速力は約25ノットから約22ノットへと12%低下しています。すなわち、船体抵抗が10%増加する毎に速力は2%程度ずつ低下すると見ることができます。

一方NORモードの場合、ジーマージン（本船の場合25%）があるのでやや複雑となります。まず常識通り、抵抗増加率がシーマージンの範囲では主機出力NOR以下でも速力はほぼ維持されると考えてよいようです（今回の計算例の場合、抵抗増加率を0%から25%まで引き上げるとプロペラ効率が2～3%程低下するため計画速力が維持できるのは抵

抗増加率23%程度までとなりました。)。そして、これ以降は、抵抗増加率10%当たり2.5%程度低下すると見ることができます。

3．補足―「実船」の計算値について

今回の試算は、長さ150m、計画速力23ノットの高速内航貨物船（雑貨輸送）を対象として行いました。図中に示す「実船」の値は、本船の航海記録に基づく計算値です。基準の船体抵抗は2/3載貨状態の計測値を速力の関数で表しましたが、本船は定期運航の雑貨輸送船ですので実際の載貨状態は様々です。また、実船データ（航進距離、航進時間、プロペラ回転数等）は通常の航海記録から収集したものであり、速力は航進距離と航進時間から計算した対地速度です。このため「実船」の計算値はこれら元データに起因する誤差を含みます。抵抗増加率の計算は本誌の本年1月号（No.70）に掲載した「実海域における推進抵抗増加率について(試算例)」の方法で行いました。

「実船」の計算値について見ると、本船は抵抗増加率が低い領域でも頻繁にMCR付近で運航されているように見えます。もちろん実船データの誤差の影響があると思われます。但し、NORモードとMCRモードの速力差は1ノット（4.3%）～1.5ノット（6.5%）に過ぎません。本船の計画航海時間（27時間）には殆ど余裕がありませんので、荷役の都合等で出港に1時間から1時間半程の遅れが生じた場合には、スケジュールを取り戻すために、このような運航をせざるを得ない場合もしばしば生じます。

（常務理事　松本）

アフリカ内陸水運の現状

アフリカ大陸には大きな河川あるいは内陸湖沼が多数あり、至る所で道路ネットワークが未完成なうえ、寸断又は迂回を余儀なくされ（ミッシングリンク）、これらが内陸交通整備・発展の大きな妨げになっており、物資の移動、人の移動を非常に難しくしている。ミッシングリンクは特に内陸国にとって、対外貿易ルート（しばしば回廊と言う表現で表される）を失うという重要な問題であり、これが現在のアフリカの経済、社会の発展障害、貧困の原因の1つになっていると考えられています。

昨年度、一昨年度と2年度に亘り南部アフリカ地域の内陸国ザンビア国及びマラウイ国の内陸水運を調査し、内陸水運の現状と船舶のニーズの調査を実施しましたので、これらのうち、ザンビア国の水運の現状について紹介します。ザンビア国は、1964年に英領ローデシア・ニヤサランド連邦より独立したアフリカ大陸南部の内陸国で、国土の大部分が海抜1000～1600mに位置しています。

ザンビアには多数の湖、河川が存在し、水運は内陸湖水を航行する船舶及び河川を航行する船舶に分類されます。湖はタンガニーカ湖を始め大きな湖水が幾つもあり、一部は国境を有して域内貿易が実施され、またザンベジ河（ヴィクトリアの滝がある河）は国を南北に分ける大河で、特に雨季には湿地帯の道路は寸断されます。

コンゴ国境のフェリー

これらの水運で使用される船舶は、種類別では住民の移動、貨物輸送及び漁業に供される伝統的な丸木船、小型FRP船、小型木造船と、国が運航する動力付き河川フェリー（現地ではポンツーンと呼ばれる）、湖水フェリー、民間運航の観光船及び個人所有のボートに分かれます。

人力河川フェリー

河川フェリーは、推進器付きのフェリー、ワイヤーを通した人力フェリーなどがありますが、構造は写真のようにポンツーンをピン結合、側面をL字型フランジによるボルト締め連結した構造であり、推進器として船体横にハイドロマスター（アクアマスター）を使用しています。

このように、アフリカ内陸国では船舶輸送力整備のニーズは高いにも拘わらず、ニーズに合った船舶を適切に運航し、運航･維持管理する体制は、組織、施設ともに極めて不十分であり、これらに対する技術支援、資金援助が望まれています。

（海外協力室　仲條）

東京都より感謝状贈呈される

平成19年3月8日、有明客船ターミナルにおいて、東京都小笠原水産センター所属の漁業調査指導船「興洋」の竣工式が執り行われました。

式典には石原慎太郎東京都知事、川島忠一東京都議会議長のほか多くの関係者が出席し、石原都知事による主催者挨拶、岩田哲東京都島しょ農林水産総合センター所長の「興洋」概要説明に引き続き、基本設計と建造監理を実施した、日本造船技術センターの徳留健二理事長と本船を建造した新潟造船株式会社の屋鋪一樹代表取締役社長に対しまして、島田健一東京都産業労働局長より感謝状が贈呈されました。

竣工式終了後、関係者による船内見学が行われ、翌日には一般公開されました。

（「興洋」の紹介記事は6頁に掲載してあります。）

■委員会等

第22回評議委員会
平成19年3月13日（火）
10:45～12:30
日本造船技術センター役員会議室

第145回理事会
平成19年3月15日（木）
10:45～12:30
日本造船技術センター役員会議室

第98回HRC委員会
平成19年3月27日（火）
12:00～17:30
日本造船技術センター本部会議室

第5回SPCG委員会
平成19年4月25日（水）
13:00～17:00
日本造船技術センター本部会議室

第39回創立記念行事
平成19年5月15日（火）
日本造船技術センター本部会議室

第99回HRC委員会
平成19年6月7日（木）
13:00～17:00
日本造船技術センター本部会議室

編集後記

IACS（国際船級協会連合）のCSR（共通構造規則）が2006年4月1日に発効しました。対象は取り敢えずタンカーとバルクだけですが、結果としては日本造船業の主力機種に対して船体の構造は強化され、鋼材重量は数%以上の増加を見ることになります。引き続きIMOではGBS（ゴールベーススタンダード）の策定に向けて審議が進行中です。また、バラスト管理条約も2009年以降建造される新造船を対象に発効が迫っており、NOBSを除くバラストを取る積載船に対しては処理装置の設置が義務となりますが、未だ製品としての実用化の目処が立っていない状況です。しかし、既にアメリカ、カナダ、オーストラリア、ブラジル、およびノルウェーは条約の発効を待たずに独自の規制をかけることを決めています。以上述べたことは全て過去に起きた事故や環境汚染問題が元になって国際的に論議されてきたものであり、今後ともこの傾向は益々強くなるであろう事は容易に想像されます。

現在はこのようなルールの改正に伴い、推進性能を中心とした様々なフィンやプロペラを中心としたデバイスを用いた船型の改良が盛んですが、好景気の今こそ原点に立ち返り、主要寸法からの見直しのみならず将来指向の新型船型の開発を始めて行く時ではないでしょうか。新しいアイデアを提供し、実現に向かってそのお手伝いをするのが私たちの使命であると考えています。（Y.W.）

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。
〒112-0004　東京都文京区後楽2丁目1番2号
興和飯田橋ビル7階
TEL　03－3868－7122
〒181-0004　東京都三鷹市新川6丁目38番1号
（独）海上技術安全研究所2号館内
TEL　0422－24－3861

本　部（飯田橋）

試験センター（三鷹）

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