ノンバラスト船及びバラスト水低減船の初期船型計画(第2報)

—VLCC の検討—

正会員 新 郷 将 司*

Preliminary Hull Form Planning for Non-Ballast Water Ship and Minimal Ballast Water Ship (2nd Report)
- Trial Designs for VLCC. -

by Shoji Shingo, Member

Summary

This is the second paper of preliminary hull form planning for Non-Ballast Water Ship (NOBS) and Minimal Ballast Water Ship (MIBS). In the previous paper, the author proposed some simple procedures to estimate propulsive performance for NOBS/MIBS. In this paper, the author shows usability of these procedures to investigate preliminary hull form planning for NOBS/MIBS through carrying out some trial designs for VLCC. The trial designs reveal a relationship between principal dimensions and propulsive performance of NOBS/MIBS. In addition, CFD technique is used to estimate propulsive performance of Conventional Ship and NOBS/MIBS in the full load condition. The accuracy of CFD results is confirmed by comparing CFD results with results of towing tank tests. At the stage of running CFD simulation, an initial hull form is required to generate grids. The author proposes a practical method for making an initial hull form of NOBS/MIBS. The initial hull form of NOBS/MIBS also can be used at the further design stage.

1. 結 言

肥大船のノンバラスト船型 (Non-Ballast water Ship ; NOBS) とバラスト水低減船型 (Minimal Ballast water Ship ; MIBS) は船体形状を工夫する事で、運航時の安全性を確保しながらバラスト水を低減できる船型である。NOBS/MIBS は、主に空荷状態における推進性能の向上と海洋生態系への環境負荷の軽減が期待でき、CO₂ 排出量削減を目的とする EEDI 規制の実施、及び、バラスト水を原因とする海洋生態系破壊の防止を目的とするバラスト水管理条約の主旨に合致する、優れた環境性能を備えた船である。

NOBS/MIBS の主要目の傾向は在来船型 (Conventional-Ship ; C.S.) のそれとは異なるため、既存の初期船型計画法をそのまま用いる事はできないが、前報¹⁾にて提案した NOBS/MIBS の推進性能等の簡易推定法 (Simplified method) を用いる事で、効率的に主要目と推進性能の検討を行う事が可能となった。

本論文では、NOBS/MIBS の推進性能等の簡易推定法を用いて NOBS/MIBS の主要目等の検討を行い、その有用性を示

す。次に、検討した主要目に対応する NOBS/MIBS の初期船型を生成する実用的な手法を提案するとともに、ベース船と MIBS を対象に CFD 計算を行い、より高い精度で推進性能を推定する。NOBS/MIBS を対象とした時の CFD 計算の精度は、水槽試験結果との相関を調べる事で確認する。

2. 対象とする船種とベース船

肥大船の用途としては、原油タンカーとバルカーがその大半を占めている。本論文では、初期船型計画の対象として、中東—東アジアで運航されるマラッカマックス型 VLCC を設定する。

NOBS/MIBS は建造実績がないため、その初期計画を行う際には、在来船型をベース船として設定し、比較しながら検討を進める必要がある。本論文では、船体形状が公表されている KVLCC2²⁾の主要寸法等を修正した船型をベース船とする。ベース船の L.W.は、SRC Tips の初期要目設定ツール (Tips Id³⁾) による推定値を参考に設定する。設定した主要目等を以下に示す。

- $L_{OA}=333\text{m}$, $L_{PP}=319.5\text{m}$, $B=60.0\text{m}$, $d=20.5\text{m}$, $D=29.1\text{m}$
- $L.W.=42,950\text{t}$, $D.W.=283,000\text{t}$, $B.W.=83,000\text{t}$
- $L.W. / (L_{PP} \cdot (B+D)) = 1.5087$
- $C_B=0.8092$, $C_P=0.8108$, $C_M=0.9980$, $lcb(\%L_{PP})=-3.50$
- $\Delta_{ballast} / \Delta_{full}=0.40$, バラスト状態トリム量=1.0% L_{PP}
- 計画速力; 15.5 ノット
- 主機 MCR; 27,000kW×72rpm

* 一般財団法人 日本造船技術センター

3. 主要目の検討

3.1 検討内容と条件

NOBS/MIBS は空荷状態において、少ない排水量で十分な喫水を確保するため、在来船型と比べて C_M を小さくする必要がある。この時、 C_M のみ小さくすると、満載状態の排水量が減少するので、D.W.を保持するためには C_P や主要寸法を増やす必要がある。本論文では運航上の制約が少ない、全幅を拡大する場合について検討を行う。

NOBS/MIBS の満載状態と空荷状態における平水中推進性能の推定と空荷状態における喫水の推定には、前報で示した簡易推定法を用いる。在来船型の満載状態における平水中推進性能の推定には、前報で述べた Tips Sp(Ver.1.1.2.5)を用いる。在来船型の空荷状態における平水中推進性能は、満載状態と空荷状態の C_{adm} の比（類似船の実績）から計算する。本論文では、ノンバラスト船の研究開発研究成果概要報告書⁴⁾に記載されている、類似の在来船型（VLCC）の満載状態と空荷状態の BHP の関係から式(1)に示す比を用いる。この類似船の排水量比 $\Delta_{ballast} / \Delta_{full}$ は約 0.4 であり、ベース船はこの値をそのまま用いる事とする。

$$\frac{C_{adm_ballast}}{C_{adm_full}} = 0.74 \quad (1)$$

以降の検討において共通の条件を次のとおり設定する。

- D.W., L_{PP} , d はベース船と同じとする。
- D はベース船と同じとする（タンク容積に違いが生じる場合があるが、後に配置を検討する際に調整する）。
- NOBS/MIBS の空荷状態喫水は、燃料等をすべて消費した状態で、F.P.の喫水を 3m に、船尾喫水は $1/D_p=0.5$ となるように設定する。
- 主機はベース船のそれと同じとする。
- 実船プロペラは直径制限設計の 4 翼 MAU プロペラとし、MCR における回転数マージンを +3rpm として設計する。

3.2 拡幅するケース

3.2.1 在来船型の拡幅

在来船型を対象として、ベース船から拡幅する場合の主要目等と BHP を検討する。全幅を 2.5m 刻みで 67.5m まで拡幅した結果を Table 1 に、拡幅量と BHP_{ratio_full} との関係を他の結果と併せて Fig. 1 に示す。ここで、Table 1 に記載されているパラメータのうち、前報で定義していないものについて述べる。 $\delta \Delta_{full}$ はベース船の満載状態排水量との差で、主要寸法拡大に伴う L.W.増加量である。 BHP_{ratio} はベース船の BHP に対する当該ケースの BHP の比で、1.0 より小さいと BHP 低減である。本検討では、満載状態では計画速力 15.5kts における比を、空荷状態では 17.0kts における比を求める事とする。

結果を見ると、満載状態については拡幅量が 5.0m までの

BHP は減少傾向で、ベース船のそれと比べて 6.4%の低減が見込めるが、さらに拡幅すると BHP は増加に転じる事が分かる。空荷状態の BHP については、満載状態のそれと同じ傾向で、拡幅量が 5m の時に 7.8%の低減である。

ここで、 C_W と lcb については、なるべくベース船と同じとするが、Tips Sp のデータベース船型を調べたところ、 C_P を減少させると、 C_P に対して C_W と lcb の実績が小さい領域に入ってしまうケースがある事が判明した。そのため、在来船型については、Fig. 2 に示すように、 C_W と lcb の値を C_P に対しそれらの実績範囲内（図中破線の内側）に入るように修正して Tips Sp による馬力推定を行っている。

Table 1 Breadth enlargement for Conventional Ship.

+B [m]	-	2.5	5.0	7.5
$C_B/C_{B\text{ Base}}$	1	0.964	0.930	0.899
B [m]	60.000	62.500	65.000	67.500
L.W. [ton]	42,950	44,155	45,360	46,565
Δ_{full} [ton]	325,950	327,155	328,360	329,565
$\delta \Delta_{full}$ [ton]	-	1,205	2,410	3,615
$\Delta_{ballast}$ [ton]	130,450	130,905	131,360	131,815
C_B	0.8092	0.7797	0.7525	0.7273
C_P	0.8108	0.7813	0.7540	0.7287
C_W	0.9016	0.9016	0.9016	0.8900
lcb [% L_{PP}]	-3.5024	-3.5024	-3.0000	-2.2000
B.W.[ton]	87,500	86,750	86,000	85,250
BHP _{full} [kW]	19,981	19,016	18,709	19,053
BHP _{ballast} [kW]	19,673	18,483	18,141	18,529
BHP ratio _{full}	1.0000	0.9517	0.9363	0.9536
BHP ratio _{ballast}	1.0000	0.9395	0.9221	0.9418

【共通のパラメータ】

$L_{PP}=319.5m$, $d=20.5m$, $D=29.1m$, $C_M=0.998$

D.W.=283,000ton, $L.W./(L_{PP}*(B+D))=1.5087$

$\Delta_{ballast}/\Delta_{full}=0.40$

$D_p=10.0m$ (シャフトセンター高さ 5.1m)

Fig. 1 Relationship between +B and BHP_{ratio_full} .

Fig.2 C_W , $lcb(\%L_{PP})$ for variations of C_P .

3.2.2 MIBS の拡幅

MIBS はバラスト水のある程度搭載するため、 C_M を任意

に設定する事が可能である。C_Mを小さくするとバラスト水搭載量を減らす事ができる一方で、D.W.を確保するためには主要寸法とC_pの調整が必要となる。ここでは、過去に実施したMIBSの開発⁵⁾で得た知見から、バラスト水の搭載量がベース船のそれと比べて60%以上の削減となるように、C_Mを0.9として検討を行う。全幅を62.5m, 65.0m, 67.5mに拡大した結果をTable 2に、拡幅量とBHP_{ratio_{full}}との関係をFig.1に示す。ここで、NOBS/MIBSの推進性能の簡易推定法はそれらの水槽試験による実績値に基づくが、C_pが0.8以下となるNOBS/MIBSの実績がなく、信頼性に欠けると判断したため、本論文では拡幅量はC_pが0.8を下回らない範囲で検討している。

結果を見ると、MIBSでは船底の水平部の幅Kを全幅の半分にすると、船底傾斜の大きさHは8.2mとなる。この値は過去に開発したVLCCのMIBS⁵⁾のそれよりも若干小さい値であり、接岸条件等、運航上の大きな問題はないと考えている。バラスト水搭載量は想定通りに60%以上削減できている事が分かる。推進性能については、2.5m拡幅する場合は、C_pが約0.87と非常に大きい数値となるため、満載状態におけるBHPはベース船のそれに対して11.1%増加している。5.0mの拡幅では、満載状態におけるBHPは同程度である。7.5mに拡幅すると、満載状態では7.3%のBHP低減である。この時、バラスト状態では20.7%のBHP低減である。

Table 2 Breadth enlargement for MIBS.

+B [m]	2.5	5.0	7.5
C _B /C _{B,Base}	0.964	0.930	0.899
B [m]	62.500	65.000	67.500
L.W. [ton]	44,155	45,360	46,565
Δ _{full} [ton]	327,155	328,360	329,565
δ Δ _{full} [ton]	1,205	2,410	3,615
Δ _{ballast} [ton]	76,349	76,630	76,911
C _B	0.7797	0.7525	0.7273
C _p	0.8663	0.8361	0.8081
K [m]	31.25	32.50	33.75
B.W. [ton]	32,193	31,270	30,346
B.W. _{base} /B.W.	0.368	0.357	0.347
BHP _{full} [kW]	22,192	19,967	18,517
BHP _{ballast} [kW]	19,359	16,996	15,605
BHP ratio _{full}	1.1106	0.9993	0.9267
BHP ratio _{ballast}	0.9840	0.8640	0.7932

【共通のパラメータ】

L_{PP}=319.50m, d=20.5m, D=29.1m, H=8.2mC_M=0.900, C_w=0.9016, lcb(%L_{PP})=-3.50D.W.=283,000ton, L.W./((L_{PP}*(B+D))) = 1.5087d_{f,ballast}=3.0m, d_{a,ballast}=10.1mD_p=10.0m (シャフトセンター高さ 5.1m)

3.2.3 NOBSの拡幅

NOBSのC_Mは、空荷状態喫水の簡易推定式を用いる事で、空荷状態における排水量と喫水条件から一意に定まるが、拡幅量により異なる値となる。プロペラ直径は、空荷状態における所要喫水をなるべく減らすため、ベース船のそれより10%減らして9.0mとする。これよりさらに直径を小さくす

る場合については、荷重量が過大となり展開面積比が4翼のMAUチャートの上限を越えてしまうため、検討していない。この時、全幅を70.0m, 72.5m, 75.0mに拡大した結果をTable 3に、拡幅量とBHP_{ratio_{full}}との関係をFig.1に示す。

Table 3 Breadth enlargement and variation of propeller diameter for NOBS.

+B [m]	10.00	12.50	15.00	15.00
C _B /C _{B,Base}	0.870	0.843	0.818	0.818
B [m]	70.000	72.500	75.000	75.000
L.W. [ton]	47,770	48,976	50,181	50,181
Δ _{full} [ton]	330,770	331,976	333,181	333,181
δ Δ _{full} [ton]	4,820	6,026	7,231	7,231
Δ _{ballast} [ton]	47,770	48,976	50,181	50,181
C _B	0.7038	0.6821	0.6617	0.6617
C _M	0.8253	0.8286	0.8320	0.8022
C _p	0.8529	0.8231	0.7953	0.8249
H [m]	7.49	7.33	7.17	8.45
Δ _{ballast} /Δ _F	0.144	0.148	0.151	0.151
d _{m,ballast} /d	0.295	0.295	0.295	0.320
d _{a,ballast} [m]	9.100	9.100	9.100	10.100
D _{p,max} [m]	9.000	9.000	9.000	10.000
BHP _{full} [kW]	23,321	21,528	19,572	19,602
BHP _{ballast} [kW]	18,957	17,374	15,684	15,693
BHP ratio _{full}	1.1671	1.0774	0.9795	0.9810
BHP ratio _{ballast}	0.9636	0.8832	0.7972	0.7977

【共通のパラメータ】

L_{PP}=319.5m, d=20.5m, D=29.1m, K=3.0mC_w=0.9016, lcb(%L_{PP})=-3.50D.W.=283,000ton, L.W./((L_{PP}*(B+D))) = 1.5087B.W.=0ton, d_{f,ballast}=3.0m

結果を見ると、C_Mは0.80~0.83の範囲となり、建造上の制約を考慮して、船底の水平部の幅を3mとした場合、船底傾斜の大きさは8m未満となる。これはMIBSのそれより小さい値となり、問題はないと考えている。推進性能については、10.0mと12.5m拡幅する場合、満載状態におけるBHPは、ベース船のそれより大幅に増加している。15.0m拡幅する場合、満載状態ではベース船より2.1%のBHP低減となり、空荷状態では20.2%のBHP低減が見込まれる。なお、これ以上の拡幅については、C_pが0.8を下回るため、前述の理由により、検討していない。

ここで、15.0m拡幅する場合について、プロペラ直径をベース船と同じ10.0mにする検討を行い、その結果をTable 3に示す。これを見ると、プロペラ直径が9.0mの場合と10.0mの場合とで推進性能は同程度である事が分かる。プロペラ直径が異なるにも関わらず、推進性能が変わらない理由を以下に考察する。プロペラ直径を縮小すると、空荷状態における所要喫水が減少するので、プロペラ直径を変えない場合と比べてC_Mは大きく、C_pは小さくなる。プロペラ直径の縮小（BHP増加）とC_pの縮小（BHP低減）は推進性能の観点から見るとトレードオフ関係にあり、結果として、推進性能が同程度になったと考えている。プロペラ直径が大きい場合と小さい場合とでは、直径が小さい方が、プロペラ重量が軽く、材料コストや軸受け強度の面で有利である。また、船首尾ト

リムがより小さく、船橋視界の確保の面でも有利であるので、本検討により、NOBS に小直径プロペラを採用する事は合理的である事が確認できた。

4. NOBS/MIBS の船型生成と CFD 計算

4.1 NOBS/MIBS の船型生成法

船型計画の最初期段階においては、主要目等の代表的な船型パラメータを用いて推進性能を推定し、検討対象とする船型を絞り込む。そこから先の段階では、配置等の検討や CFD 計算による、より高精度な推進性能の推定を行うため、船型設計を行い、船体形状を生成する必要がある。

船型設計を行う際には、作業の効率化を図るため、類似な主要目を持つ船型をタイプシップとして選定し、主要寸法、ミッドシップ形状、船首尾プロファイル、 C_p カーブを修正して、初期船型を得る事が一般的である。現状では、NOBS/MIBS の実績は少なく、類似な主要目を持つ NOBS/MIBS を選定できるケースは稀である。ここで、実績が豊富な在来船型をタイプシップとして、NOBS/MIBS 船型を生成する手法を示す。

1) ミッドシップ形状の修正法

Fig. 3 に示すように、タイプシップ（在来船型）のフレームラインのうち、NOBS/MIBS のミッドシップ形状より外側に位置している部分をすべて NOBS/MIBS のミッドシップ形状に投影する。ここで、投影した部分（図中の Projection）としなかった部分の境界にキンクが生じるので、そこを滑らかにする局所的な修正（図中の Modification）を施す。これにより、所定の C_M を持つ船型を得る事ができる。なお、Fig. 3 に示したのは MIBS であるが、船底傾斜の範囲が異なるだけで、NOBS に対してもこの方法は適用可能である。

Fig. 3 Modification of hull form.

2) C_p の修正

前述のミッドシップ形状の修正法により、所定の C_M を持つ NOBS/MIBS のフレームラインは得られるが、 C_p カーブは必ずしも計画通りのものとはなっていないため、修正を行う必要がある。本手法ではステーション移動法をベースとする方法により、所定の C_p カーブに対応した船型を生成する。

以上の手順により、全体的なフェアリング作業を行う事なく、効率的に NOBS/MIBS の初期船型を得る事ができる。

4.2 CFD 計算法

CFD 計算には海上技術安全研究所が開発し、一般に利用可能な CFD 計算システムである NMRI CFD 2008（格子生成機能）と NMRI CFD 2013R1（RaNS ソルバー機能）を用いる。船体表面格子の生成には、陰的幾何学的方法⁶⁾による surfg ver.6.01 を、空間格子生成にはボワソン方程式による O-O タイプ格子生成プログラム bfc Ver.1.0 を、NS ソルバーとしては Neptune Ver.6.41⁷⁾を使用する。計算条件を以下に示す。

- ・形状影響係数は二重模型流れ計算から得る。レイノルズ数は模型試験の $Fn=0.1$ における値とする。
- ・造波抵抗係数は上記の二重模型流れ計算と $Fn=0.14, 0.15, 0.16, 0.17, 0.18$ を対象とした自由表面追跡法による計算結果から得る。
- ・自航要素は二重模型流れ計算から得る。レイノルズ数は模型試験における計画速力に対応するフルード数における値とする。
- ・簡単のため舵無しとする（抵抗計算，自航計算共通）。
- ・乱流モデルは SA モデルを使用する（抵抗計算，自航計算共通）。
- ・計算格子数（セル数）は長手方向×ガース方向（片舷）×法線方向について、 $80 \times 56 \times 80$ である。自航計算は両舷格子で行い、ガース方向のセル数は 2 倍になる。格子トポロジーは O-O タイプである。
- ・船体表面上の最小格子間隔は R_n に係わらず、 L_{pp} で無次元化した値として、 $0.01/(1.0 \times 10^7)^{1/2}$ で一定とする（抵抗計算，自航計算共通）。
- ・計算領域はセンターライン，ミッドシップ，喫水が交差する点から船体前方に $2.5L_{pp}$ ，横方向に $2.5L_{pp}$ ，船体下方に $2.5L_{pp}$ ，船体後方に $3.5L_{pp}$ の大きさを持つ楕円体である。

4.3 満載状態における推定精度

前述の計算法を用いて、在来船型及び NOBS/MIBS のそれぞれ 18 隻を対象とした CFD 計算結果と、大型模型船による水槽試験結果の相関を Fig.4 に示す。

結果を見ると、形状影響係数、 r_w 、 $1-t$ 、 $1-w_T$ については、水槽試験結果に対して、CFD 計算結果はばらつきと偏りを持つが、大小関係の傾向は評価できる事が分かった。 η_R については、大小関係を評価する事は難しいが、他の要素と比べると、船型差が相対的に小さいため、馬力推定精度の観点からは、他の要素と同程度の推定精度と見なす事ができる。ばらつきと偏りの原因としては、乱流モデル、格子分割数、舵の省略、水槽試験結果のばらつき等が考えられるが、偏りについては、性能要素毎に回帰直線等を求めて補正する事とする。形状影響係数、 r_w 、 $1-w_T$ では最小二乗法によるフィッティングを行うが、 $1-t$ と η_R では直観的に切片 ($1-t$; -0.2, η_R ; 0.0) を与え、傾きの大きさのみを最小二乗法で求めている。これにより得た回帰直線等を Fig.4 に示す。馬力計算

は、回帰直線等の偏りを補正した性能要素を用いて行う。その際には自航要素は速力に対し一定値として扱い、実船プロペラの設計条件等は前章に示したものと同様としている。

Fig. 4 Comparisons between calculated results by CFD and measured results.

補正した CFD 計算結果を用いて推定した C_{adm} と水槽試験結果から推定したそれとの相関を Fig.5(1)と(2)に示す。相関係数 r は在来船型では 0.94, NOBS/MIBS では 0.95 である。前報に示した Tips Sp（在来船型対象）と推進性能の簡易推定法（NOBS/MIBS 対象）における相関係数はそれぞれ 0.91 と 0.94 であったので、より高精度な結果を得られている事が分かる。また、補正を行う事で、 C_{adm} について偏りの少ない相関が得られる事が分かる。

Fig. 5 Comparisons between calculated C_{adm} by CFD and measured C_{adm} .

4.4 対象船型

MIBS (+B=2.5m, 5.0m, 7.5m) とベース船を対象に CFD 計算を行い、初期船型の性能を確認する。ベース船の船型としては KVLCC2 の長さ、幅、深さを伸縮させたものを使用する。ここで、各ケースにおける C_p カーブを Fig.6 に示す。MIBS の C_p カーブはベース船のその傾向をなるべく変えずに、平行部長さを伸縮させる事で所定の C_p 値となるよう調整している。ベース船とこれらの C_p カーブに対応する MIBS のフレームラインを Fig.7(1)-(4)に示す。

Fig. 6 C_p curves of Base ship and MIBS.

Fig. 7 Frame lines of Base ship and MIBS.

4.5 計算結果

(1) ベース船

CFD 計算と Tips Sp により得た BHP 曲線を Fig.8 に示す。Vs=15.5kts における BHP は CFD では 19,570kW, Tips sp では 19,981kW であり、2.1%の違いである。水槽試験結果のデータベースに基づく Tips Sp の結果は、当該主要目における平均的な船体形状による結果と考える事ができる。今回、CFD 計算と Tisp Sp とで近い結果が得られたので、ベース船の船体形状は、平均的な形状をしていると考えている。

(2) MIBS

ベース船と MIBS の CFD 計算結果を Fig.9(1)-(5)に示す。CFD 計算結果から推定した $BHP_{ratio_{full}}$ を簡易推定法によるそれと併せて Fig.9(6)に示す。

各性能要素については、拡幅するにつれて形状影響係数は単調減少、 $1-t$ と $1-w_s$ は単調増加する傾向である。造波抵抗係数は 2.5m 拡幅する場合では、他の場合と比べて特に大き

い値となっており、 C_p が実用上の限界を越えてしまっていると考えている。推進性能については、2.5m 拡幅する場合の BHP はベース船のそれに対して 11.9%増加である。5.0m の拡幅では、BHP は 2.3%増加、7.5m まで拡幅すると 1.1%の低減である。簡易推定法による結果との比較では、拡幅が少ない時に差が小さいが、拡幅が大きくなるにつれて差は大きくなっている。しかしながら、簡易推定法の精度と、船型改良による性能改善の余地がある事とを勘案すると、CFD 計算と簡易推定法とで概ね同じ傾向の結果が得られていると言える。

Fig. 8 BHP curves of base ship estimated by Tips Sp and CFD.

Fig. 9 Propulsive performances of Base ship and MIBS estimated by CFD.

5. 結 言

前報で示した NOBS/MIBS の簡易推定法の有用性を確認するため、VLCC について、NOBS/MIBS を拡幅するケースの推進性能を推定し、以下の結果を得た。

- ・ ベース船と比べて推進性能に優れる NOBS, MIBS の主要目 (拡幅量) を得た。
- ・ NOBS にベース船と比べて直径が 10%小さいプロペラを採用しても推進性能は殆ど変わらない事を確認した。

MIBS を拡幅するケースの満載状態を対象に CFD 計算を行い、以下の結果を得た。

- ・ 在来船型と NOBS/MIBS の満載状態を対象として CFD 計算を行い、水槽試験結果との相関を調べる事で、簡易推定法と比べて推進性能の推定精度が高い事を確認した。
- ・ 実績豊富な在来船型をタイプシップとして、NOBS/MIBS の初期船型を作成する事を可能とした。
- ・ MIBS の拡幅するケースの満載状態を対象とする CFD 計算を行い、簡易推定法による傾向と概ね同じ結果が得られる事を確認した。

本論文と前報により、NOBS/MIBS の初期船型計画を効率的に行う方法を構築し、その有用性を確認できた。今後は様々な船種、航路を対象に NOBS/MIBS の検討を行い、実用化に繋がりたいと考えている。

謝 辞

本論文は、SRC における開発、及び、SRC と関係各社、各機関との共同開発に筆者が参加した際に、担当した作業を通じて得た知見を纏めたものである。ご助言いただいた関係各位に対し、ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 新郷将司: ノンバラスト船及びバラスト水低減船の初期船型計画 (第 1 報) - 推進性能の簡易推定法 -, 日本船舶海洋工学会論文集, 第 20 号, pp.21-26, 2014.
- 2) Kim, W.J., Van, S.H., Kim, D.H.: Measurement of flows around modern commercial ship models, Experimental in Fluids, Vol.31, pp.567-578, 2001.
- 3) 日本造船技術センター: SRC 船型設計システム (SRC Tips) のバージョンアップ-初期要目設定 (Tips Id), SRC NEWS, No.94, 2014.
- 4) 日本船舶技術研究協会: ノンバラスト船の研究開発 研究成果概要報告書, 2006.
- 5) 日本造船技術センター: 造船技術センターで実施している CO2 削減技術に関する共同研究の結果について (その 1), SRC NEWS, No.92, 2013.
- 6) 児玉良明: Implicit Geometrical Method による実用船型まわりの格子生成, 日本造船学会論文集, 第 169 号, pp.27-38, 1991.
- 7) Hirata, N and Hino, T.: An Efficient Algorithm for Simulating Free-Surface Turbulent Flows around an Advancing Ship, J. of the Soc. Naval Archit. Japan, Vol.185, pp.1-8, 2000.