

発表されているが、非定常キャビテーションによる影響を考慮したサーフェス・フォースを求める高橋の方法 [13] が本邦では最も多く用いられているので、ここでもこの方法によってサーフェス・フォースを求めることにした。

もう1種類のプロペラ起振力は通常ベアリング・フォース (Propeller excited vibratory forces and moments) と呼ばれる成分であり、この起振力の計算方法もサーフェス・フォースと同様多く発表されているが、ここではやはり最も多く使用されている非定常プロペラ揚力面理論の方法によることにした。

実船での  $r=0.9R$ ,  $\theta=0^\circ$  付近の伴流分布形状を推定し、満載状態の計画速力に於けるサーフェス・フォース  $F_0$  を求めた値は次の通りである。

$$\text{満載状態} : F_0 = 0.83\text{ton}, F_0/D_p^2 = 0.09\text{ton/m}^2$$

となる。このサーフェス・フォースはプロペラ上方の外板がフラットであると仮定して求められた値であり、実際は船底曲面のため、これより幾分小さいはずである。文献13) の討論中にサーフェス・フォースの容認限界として  $F_0/D_p^2 < 0.6 \sim 0.7\text{ton/m}^2$  が、また、文献14) では、変動圧力振幅に対する容認レベルとして  $7\text{KN/m}^2$  (=  $\text{ton/m}^2$ ) が示されている。本船の場合、前者に対しては上記の通りであり、後者に対しては、 $0.29\text{ton/m}^2$  (満載) となり、何れも小さく、本船のサーフェス・フォースは全く安全域にあることが判明した。参考として他船との比較 [15] を表-7に示した。表中の199G/Tカーフェリー、漁船B及び1軸大型コンテナ船Bは何れも船尾振動が問題となった船である。

第4船の実船について、ベアリング・フォースの検出を行うためには、実船の伴流分布を推定する必要があるため、笹島・田中の方法によって実船伴流を求めることにした。ただし、tangential成分  $\Delta V_\theta$  は除外し  $V_x$  だけを対象にした。推定された伴流分布と実船プロペラの作動条件 (回転数) からベアリング・フォースを計算し、他船のものとともに表-8に示した。表-8中には、第4船の模型船のベアリング・フォースも示した。6隻の他船は全て模型船についての計算値であるが、これらと比べて本船は特に大きな値を示していない。ベアリング・フォースに関して提案された容認限界 [16] の1例と本船の実船値を比較すると、 $(\Delta K_T/\bar{K}_T) + (\Delta K_Q/\bar{K}_Q) < 0.25$  (本船は0.159),  $(\Delta K_{Fy}/\bar{K}_T) + (\Delta K_{Fz}/\bar{K}_T) + \{\Delta K_{Mx}/(0.3R \cdot \bar{K}_T)\} + \{\Delta K_{Mz}/(0.3R \cdot \bar{K}_T)\} < 0.35$  (本船は0.128) であり、やはり小さい値となっており、これらの比較から、本船は船尾バルブの効果も幾分あずかって、ベアリング・フォースで

も問題のないことが判明した。

## 5. 性能改善にもとづく経済性評価

5隻の模型船による船型試験を実施した結果、大幅な馬力低下が得られたが、この船型開発の成果を、馬力の低減量のほかに更に経済性評価によって示すことが望ましいと考えられる。

経済性を判定する指標即ち尺度としては、数多くのものが発表されているが [17] [18] [19]、将来に亘る収入や諸経費の予測が精度的に不十分な建造計画時には、トン当りの輸送コスト (年間に輸送される貨物の1重量トン当りの輸送コスト) とか資本回収率が適当であると考えられる。

船舶の性能向上による経済性を比較検討する場合には、ある設定された稼動ルーチンとそのスケジュールにもとずいて長期間連続して繰返し輸送する場合を対象とするのが普通である。この場合のトン当りの輸送コスト [17] と資本回収率 [18] は次式で示される。

$$\text{トン当りの輸送コスト} = [\text{年間総運航経費}] / [\text{年間貨物輸送量}] \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{資本回収率 (CRF)} &= [\text{年間利益}] / [\text{総投下資本}] \\ &= [\text{年間運賃収入} - \text{年間運航経費}] / [\text{船価} + \text{乗り出し費用}] \quad (6) \end{aligned}$$

ここで、(5)式の年間総運航経費は4章で述べた輸送コストのことであり、(6)式の年間運航経費と償却費の和で表わされる。従って、 $(\text{CRF})^{-1}$ は、

$$(\text{CRF})^{-1} = \text{投下資本償却年数} \quad (7)$$

を示している。

第4船の比較基準船に対する経済性評価も上記の2つの指標で行うことにする。(5)式、(6)式を算出するための各項目について以下に簡単な説明を加える。

[船価]  $S_0$ : 船価の算出は、4.2.2で述べた方法に倣うものとする。第4船 (新開発船) の船価が、比較基準船と異なる項目は次の通りである。

- a) 長さ、吃水、肥瘠係数などの船体主要寸法の変化
- b) 船首、船尾のバルブの装着
- c) 舵形式の変更
- d) ソールピースの除去
- e) 白油積みタンク内のエポキシ系塗装
- f) 主機馬力の低減
- g) 大直径プロペラの採用
- h) 減速機を含む軸系の変更

表-9 比較基準船と新開発船の船価(単位:千円)

	比較基準船	新開発船	備 考
L <sub>pp</sub> (m)	76.00	78.00	
B (m)	12.00	12.00	
d (m)	5.05	5.30	
D (m)	5.50	5.80	
L・(B+D)	1,330.0	1,388.4	
所要馬力 (ps)	1,340	1,018	満載, 12ノット, 表-3より
主機馬力 (ps)	1,812.9	1,377.3	=所要馬力× $\frac{1.15}{0.85}$
a) 船 殻 費	133,141.0	163,861.0	コストアップ率 = 23.1%
b) 機 装 費	14,368.00	14,998.9	コストアップ率 = 4.4%
c) $\left( \begin{array}{c} \text{機関部費} \\ \& \\ \text{電機部費} \end{array} \right)$	148,987.4	150,787.4	コストアップ率 = 1.2%
製 造 原 価	425,808.4	464,637.3	= a)+b)+c)
船 価 , S <sub>0</sub>	474,282.4	517,531.6	コストアップ率 = 9.1%

a)~e)は、船殻の材料費と工費などの変化、f)~h)は、主機・補機費及び関係工費の変化となる。a)~h)を個々に見積って算出した船価を表-9に示すが、新開発船の船価は、基準船のそれより4,325万円高、109.1%となり、この9.1%のコストアップの内、6.5%までは、主要寸法(L, d等)の増加・船首・船尾バルブの装着及びタンク内特殊塗装による船殻費の増加分によるものである。

[乗り出し費用]  $s : s = S_0 \times 0.04$

[総投下資本]  $S_1$  : これは乗り出し船価とも呼ばれ、 $S_1 = s + S_0 = 1.04 \times S_0$

[年間総運航経費]  $Y$  : 4.2.2の(3)式で既に記述したように $Y = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_{14}$ で示される。ここでは個々の費目ごとに推定せず、次のようにして求めることにした。乗組員数に關係する  $Y_1$  及び総トン数に關係する  $Y_2, Y_3, Y_4, Y_6, Y_7, Y_8, Y_{13}, Y_{14}$  は両船がともに12名乗組の999総トンの船舶であるため、これらは両船同一であり、4章での値を使用する。保険料( $Y_5$ )、金利( $Y_9$ )、償却費( $Y_{10}$ )、主機燃料費( $Y_{11}$ )、補機燃料費( $Y_{12}$ )の計算は4章と同じ方法を用いる。

(300)

$Y_{11}$  と  $Y_{12}$  を算出するためには、年間運行時間モデルを設定する必要がある。当該船舶の最近の運行実態に関する調査資料をもとに設定した運航時間モデルを表-10に示す。表中の時間モデル以外の記載は、文献1)に於ける試設計船についての運航時間モデルより転載し、これに倣うことにした。以上のようにして算出した年間の燃料消費量及び燃料費を表-11に示す。表-11によると、全体の燃料費に対する推進用燃料費の割合は基準船の72.8%に対し、新開発船は69.2%であり、3.6%低下した。新開発船の推進用燃料費及び全体の燃料費の基準船に対する節燃費率はそれぞれ16.3%、11.9%であった。

これらの燃料費を含めて算出した年間総運航経費  $Y$  を表-12に示す。表-12によると、新開発船の年間総運航経費は比較基準船の99.0%となった。

[年間貨物輸送量]  $W$  : 1 航海の貨物輸送の荷油重量  $CW$  と、年間航海回数  $N$  (表-10参照) より、 $W = CW \cdot N$  と示されるが、 $CW$  は次のようにして求められる。即ち、4章2節1項の f) で記したように黒油積みの基準船と白油積みの新開発船の荷油容積はそれぞ

表-10 999G/T型内航タンカーの運航時間モデル

	荷役	満載航海			荷役	バラスト航海			停泊	備考
		出港	単純航海	入港		出港	単純航海	入港		
主 機 関	推進	40h ④	2325h ⑤	65h ④	45h ④	2065h ⑤	60h ④			
	軸発電	40h 62kw ④	2325h 49kw ⑤	65h 62kw ④	45h 51kw ④	2065h 49kw ⑤	60h 51kw ④			
	バラストポンプ				45h 315kw ④	110h 315kw ⑤	90h 315kw ⑤	60h 315kw ④		
	ウインドラス	40h 24kw ④		40h 24kw ④	45h 24kw ④			40h 24kw ④		
	ウインチ	40h 13kw ④		40h 13kw ④	45h 13kw ④			40h 13kw ④		
	カーゴポンプ				200h 600ps ④					
	主機冷却水ポンプ	40h 13kw ④	2325h 13kw ⑤	65h 13kw ④	200h 13kw ④	45h 13kw ④	2065h 13kw ⑤	60h 13kw ④		
発電機	410h 38kw ④			390h 38kw ④						
停泊用発電機								3100h 21kw ④		
補助ボイラー		1500h 164ℓ/h ⑤								

- ④, ⑤: 重油
- 年間の稼働時間は、修理時間240hを除いて8500hとした。  
一航海所要時間は平均7.8h、年間航海数は109回とした。

れ約2,340m³と2,850m³であるので、黒油と白油の比重、膨張率を考慮するとCWはそれぞれ2,111tonと2,247tonとなる。従って、両船のWは、

基準船  $W = 2,111\text{ton} \times 109\text{回} = 230,099\text{ton}$   
 新開発船  $W = 2,247\text{ton} \times 109\text{回} = 244,923\text{ton}$

[年間運賃収入] R: フレイトレートを  $r_c$ 、年間貨物輸送容積を Q とすると、 $R = Q \times r_c$  である。内航タンカーの  $r_c$  については、当該船舶の積み量を対象として白油、黒油の区別なくある設定された運送距離により、その時の実勢により決められる。最近の参考値を使って計算すると、

基準船  $R = Q \cdot r_c = 331,578\text{千円}$   
 新開発船 = 403,845千円

となり、年間運賃収入の差は約22%、約7,227万円となった。

以上の各項目について算出した値を表-13に示した。更に(5), (6), (7)式を使って重量トン当りの輸送コスト、資本回収率及び投下資本償却年数を求め、これらを表-13に示した。表-13によると、新開発船の重量トン当りの輸送コストは、比較基準船より約7%も下り、資

本回収率は53%上昇し、投下資本償却年数は、比較基準船の4.2年に対し、新開発船は2.7年であり、1.5年短縮された。従って、新開発船には高経済性内航船舶としての評価を与えることが出来よう。因に、当該船舶の稼働年数は7年と言われており、これを過ぎると、馬力性能、集荷性能の低下などのため売却船の対象となってゆく。

### 6. 結 言

本研究に於いては、999G/T型内航タンカーの船型開発を、従来から行われて来た船型要素の変化による系統的模型試験によらず、視点を変えた船型開発法によって実施してきたが、研究経過の要約と得られた主な結果は次のとおりである。

1) 実船の主要目並びに性能についての調査を行った結果、主要目調査からは、緩やかではあるが、長さを長くし、船体肥瘠度を小さくし、痩せ型化を図る一方、DWは大きくなる傾向が見られた。次に、性能調査からは、省エネルギー対策を行っている船は馬力、プロペラ回転数が低く、 $C_{adm}$ が高くなっていることがあ

表-11 年間の燃料消費量(k1)及び燃料費(千円)

	比較基準船			新開発船		
	A重油	C重油	合計	A重油	C重油	合計
推進用	53,621	103,365	1,087,271	45,082	86,487	909,569
軸発	3,124	5,242	5,560	3,124	5,242	5,560
プラスチックポンプ	1,043	1,840	2,883	1,043	1,840	2,883
ウィンドラス	1,250		1,250	1,250		1,250
ウインチ	6,677		6,677	6,677		6,677
カーゴポンプ	2,738		2,738	2,738		2,738
主機冷却水ポンプ	1,557	1,669	1,822	1,557	1,669	1,822
小計	89,110	1,104,641	1,193,751	80,571	935,478	1,016,049
主発電機	12,006		12,006	12,006		12,006
停泊用発電機	27,545		27,545	27,545		27,545
小計	39,551		39,551	39,551		39,551
補助ボイラー		246,000	246,000		246,000	246,000
小計		246,000	246,000		246,000	246,000
年間燃料消費量	128,661	1,350,641	1,479,302	120,122	1,181,478	1,301,600
推進用の比率	41.7%	76.5%	73.5%	37.5%	73.2%	69.9%
省エネ量(推進用による)				8,539	169,163	177,702
年間燃料費	8,630	70,233	78,596	7,807	61,436	69,248
推進用	3,485	53,749	57,235	2,930	44,953	47,883
節燃費(推進用による)				551	8,796	9,347

表-12 年間総運航経費(=輸送コスト), 千円

	比較基準船	新開発船	備考
船価 $S_0$	47,428.23	51,753.16	
乗出し船価 $S_1$	49,325.36	53,823.29	
保険料 $Y_2$	7,398.8	8,073.5	
金利 $Y_3$	23,774.8	25,942.8	
償却費 $Y_{10}$	44,392.8	48,441.0	
主機燃料費 $Y_{11}$ 補機燃料費 $Y_{12}$	78,596.3	69,244.8	表-11より
その他( $Y_1+Y_4+Y_5+Y_6+Y_7+Y_8+Y_9+Y_{13}+Y_{14}$ )		同左	船員費( $Y_1$ )など。 4・2・2の(2)より
輸送コスト	25,748.57	25,502.51	$Y_5$ 以下の合計
の比率	100	99.0	

表-13 経済性評価

	比較基準船	新開発船	備考
a) 年間総運航経費 $Y$ (千円)	25,748.57	25,502.51	
b) 年間貨物輸送量 $W$ (トン)	23,009.9	24,492.3	
c) 1重トン当りの輸送コスト(千円/トン)	1.119	1.041	$=Y/W$
d) c)の両船の比率	1.00	93.1	
e) 年間運賃収入 $R$ (千円)	33,157.8	40,384.5	
f) 償却費 $Y_{10}$ (千円)	44,392.8	48,441.0	
g) 年間運航経費( $Y-Y_{10}$ ) (千円)	21,309.29	20,658.41	$Y-Y_{10}$
h) 年間利益 $Pr$ (千円)	11,848.51	19,726.09	$R-(Y-Y_{10})$
i) 船価 $S_0$ (千円)	47,428.24	51,753.16	
j) 乗出費用 $s$ (千円)	18,971.3	20,701.3	$=s \times 0.04$
k) 総投下資本 $S_1$ (千円)	49,325.37	53,823.29	$=s+S_0=1.04 \times S_0$
l) 資本回収率 $ORF$	24.0%	36.6%	$=Pr/S_1$
m) $ORF$ の両船の比率	1.00	1.53	
n) 投下資本償却年数(年)	4.2	2.7	$(ORF)^{-1}$

明らかになった。また、計画速力は  $F_n=0.22$  付近で、タンカーとしてはかなり高く、造波抵抗に関する検討が必要であることが判明した。

2) 実船の性能趨勢の調査から得られた結果をもとに、抵抗・推進に関する実用化された理論的手法を取り入れた船型開発法を計画した。その大筋は、初めに主要目の見直しを行い、続いて、船体前半部形状の改善、船体後半部形状の改善を行い、最後にプロペラの高効率化を図るものである。

3) 開発の各段階で性能の改善性を確認するための比較基準が必要であるため、船舶整備公団が昭和55年度に開発した省エネルギー試設計船を本研究の比較基準として定めた。

4) 初めに、実船として取り得る主要目の範囲を定め、その輸送コストを計算し、これが最小となる主要目を船型開発用母船型として選んだ(第1船)。比較基準船の主要目(L, B, d,  $C_B=76.0\text{m}, 12.0\text{m}, 5.05\text{m}, 0.6775$ )から第1船の主要目(78.0m, 12.0m, 5.30m, 0.6730)への変更は、主として、瘦せ型化を図ったものであるが、その結果を水槽試験によって調査した結果、排水量当りの制動馬力は、満載とバラストの計画速力で比較基準船よりそれぞれ5%と3%の改善が得られた。

5) 造波抵抗の軽減を図るため、 $C_p$ カーブの改善、船首バルブの装着、船体前半部のフレームラインの修正などを、調査資料及び統計解析その他の計算をもとに行った(第2船)。模型試験の結果、排水量当りの制動馬力は、満載で第1船より16%、比較基準船より20%の大幅な改善が得られた。これはバルブの装着による効果を含め、水線入角を減少させたことなどの船首形状の改善により、造波抵抗が大幅に減少したことによるものである。ただし、バラストでは、トリムのため、船首バルブの造波軽減作用が失われ、更に、U型フレームライン形状とトリムの相互作用で形状影響係数が大きくなり、結局、制動馬力が比較基準船より6%増加した。

6) 船体後半部では、推力減少係数(1-t)の改善を図るため、船尾表面圧力分布の計測値を参考にしながら、船体とプロペラの干渉計算を基礎として、プロペラ上方前方に当るフレームラインの瘦せ型を図った(第3船)。模型試験の結果、第3船の(1-t)は第2船より2%改善され、これは計算による計画値とよく一致した。従って、(1-t)の改善を図るには、本研究に用いた計算方法が有効であることが判明した。

7) プロペラの高効率化を図るため、低回転大直径プロペラを採用した。併せて、バラスト状態の抵抗とプロペラ起振力の軽減を図るため、前者に対しては、船首尾のビルジ部に於けるU型フレームラインをややV型に変え、後者に対しては船尾バルブを付加した(第4船)。その結果、第4船の制動馬力は、満載とバラストで、第3船より6%と13%、比較基準船より29%と8%の改善が得られた。 $C_{adm}$ も満載で400近くに達した。

8) 大幅な馬力軽減の得られた第4船について、プロペラ起振力を計算によって検討した結果、実船に於けるサーフェス・フォース、ベアリング・フォースとも容認限界内にあり、問題の無いことが判明した。これは、船尾フレームラインが適度のU型となっている上に、船尾バルブの効果も加わって伴流分布の不均一性が幾分緩和され、これらがプロペラ起振力の軽減に役立ったものである。

9) 船型開発による馬力軽減の成果について、経済性評価の試算を行った。その結果、新開発船の重量トン当りの輸送コスト、資本回収率及び投下資本償却年数は、比較基準船のそれらより、それぞれ約7%減少、53%上昇、1.5年短縮と言う好結果が得られ、新開発船は、高経済性内航船舶としての性能を十分有することが判明した。

以上述べたように、適正な船型開発法とそのプロセスを計画し、それらに基いて研究を実施した結果、新測定法の適用で載貨容積、満載排水量が増加したにもかかわらず、所要馬力を大幅に減少させ、従って経済性を大きく改善させることができた。然も、船尾振動の少ない船型が開発された。

本研究の方法は、今後の色々な船種の船型開発に参考となり、性能改善に役立つことと確信する。

## 謝 辞

本研究は、昭和57年10月に船舶整備公団から999G/T型内航タンカーの省エネルギーを図るための研究を船舶技術研究所と共同して実施したい旨の申し入れがあり、これを契機として実施したものである。

昭和57年度には、実船性能の資料収集とその分析が行われたが、水槽試験及び諸計算を中心とした研究は、58、59年度の2か年間にわたって実施された。

本研究の実施に当って、東京大学工学部船舶工学科梶谷 尚教授をはじめとする研究委員会が同公団の企画のもとに運営され、本研究は、この研究委員会のもとに遂行されたものである。

水槽試験は、5隻の大型模型船を使って実施されたが、その結果、幸いにも新開発船の所要馬力は在来船に比べて大幅に低減すると言う好成績が得られ、この成績をもとに実船試験設計が実施された。

本報告は、全体研究の中から、主として船舶技術研究所で実施された水槽試験の部分に、独自に試算した経済性評価を加えてまとめたものである。

研究の全般にわたって、梶谷 尚教授をはじめとする研究委員会の方々には終始多大のご指導を頂きました。

また、本報告のまとめについては、大阪府立大学工学部船舶工学科 田口賢士教授から懇切なご指導を頂きました。

船舶整備公団 故松尾 進前理事、新藤卓治理事及び工務部 森下丈夫前部長、山口 修部長、峠 康之前調査役、有川彰一前調査役ほかの大勢の関係の方々には、研究の遂行面で限りない程お世話になりました。

船舶技術研究所では、推進性能部 高橋 肇前部長、川上善郎業務課長、山口真裕特殊船型研究室長、海洋開発工学部足達宏之前安全性研究室長、推進性能部職員の方々に研究の指導、計算、実験などの多岐にわたり大変お世話になりました。

上述の大勢の方々に心からお礼を申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 船舶整備公団：「高経済性内航船に関する調査研究一(999G/T型省エネルギー油送船の試設計)」, 昭和55年10月。
- 2) 日本中型造船工業会：「省エネルギー内航船(499トン貨物船)設計のための技術指導書」, 昭和57年3月。
- 3) 船舶整備公団：「内航油送船の船型に関する調査研究」, 昭和50年4月。
- 4) 船舶整備公団：「内航船の船首尾形状の改善及びプロペラの高効率化に関する調査研究一中間報告」, 昭和59年3月。
- 5) 日本中型造船工業会：「中小型貨物船馬力推定図表」, 昭和48年10月。
- 6) 並松正明, 清水徳樹, 越智正雄：「肥大船型の線図の電子計算化」, 西部造船会会報 第35号 昭和43年2月。
- 7) 山口真裕, 角川 明, 柳原 健：「 $C_B=0.65$ の広幅喫水船の推進性能に関する水槽試験」, 船舶技術研究所報告 第19巻 第3号 昭和57年5月。
- 8) 斉藤 勇, 塩沢政夫, 松田 登：「内航船の推進性能に及ぼすフレームラインの影響」, 船舶技術研

究所第28回研究発表会講演集 昭和51年12月。

- 9) Dickmann, H. E.: 「Wechselwirkung zwischen Propeller und Schiff unter besonderer Berticksichtigung des Welleneinflusses」, J. S. T. G. Bd. 40, 1939. および, Korvin-Kroukovsky, B. V.: 「Stern Propeller Interaction with a Stream line Body of Revolution」, I. S. P., Vol. 3, No.17, Jan. 1956. など。
- 10) 足達宏之, 菅井信夫, 森山文雄, 上田隆康：「荷重量変更法による船型試験システム」, 船舶技術研究所報告 第19巻 第3号 昭和57年5月。
- 11) 上田隆康, 足達宏之, 菅井信夫, 森山文雄：「荷重量変更自航試験システムによる船尾形状変化の性能評価について」, 日本造船学会論文集 第152号 昭和58年1月。或いは, Ueda, et al.: 「An Evaluation for Stern Forms by Means of Propeller Load Varying Test System」, Naval Architecture and Ocean Engineering from the J. S. A. J., Vol. 21, 1983.
- 12) 上田隆康, 足達宏之, 菅井信夫, 森山文雄, 塚田吉昭：「船体とプロペラの干渉計算を基礎とした船尾改良について」, 船舶技術研究所第42回研究発表会講演集 昭和58年12月。
- 13) Takahashi, H.: 「Estimation of Surface Force Induced by Propeller」, Vol. 140 J. S. N. A. J. Dec. 1976.
- 14) Holden, K., Thorgaard, K. and Frostad, R.: 「On Optimum Skew Propeller Designs and Total Propulsion Efficiency」, ISSHES-83 Sym. Sep. 1983.
- 15) Ueda, T. and Takahashi, H.: 「Characteristics of Propeller Excited Vibratory Forces on Fishing Boats」, PRADS Sym. Tokyo Oct. 1977 或いは, 上田隆康他4名：「漁船の推進性能とプロペラ起振力について」, 船舶技術研究所報告 第14巻 第4号 昭和52年7月。
- 16) 15th ITTC Proc. Part 1: 「Report of Propeller Committee」, Hague, Sep. 1978.
- 17) Buxton, I. L.: 「Engineering Economics and Ship Design」, B. S. R. A. Wallsend Research Station, Aug. 1971.
- 18) Benford, H.: 「Principles of Engineering Economy in Ship Design」, T. SNAME, 1963.
- 19) 小川武著：「海運営業概説」, 海運経営実務講座, 海文堂出版, 昭和46年2月。