PBCF (Propeller Boss Cap Fins) の効果と実績**

大 内 一 之*

Effect and Application of PBCF (Propeller Boss Cap Fins)

By Kazuyuki Ouchi

PBCF (Propeller Boss Cap Fins) which is composed of small fins attached to propeller boss cap was proposed as a novel energy-saving device. Currently about 150 PBCFs are attached to full scale propellers and also demonstrating the PBCF effect. This paper describes principle, effect and design condition of PBCF, and also reports actual results of significant efficiency gain in full scale ships. These results lead us to believe that PBCF is an excellent energy-saving device because of its simple structure and efficiency gain of about four per cent.

・コンテナ船の様なやせ型高速船から，バルクキャ

1. はじめに

筆者らは1986年以来，船用スクリュープロペラのための効率改善装置として，プロペラ後部のボスキャップの部分に小さなフィンが付加し，プロペラ及び軸系と一緒に回転させる PBCF (Propeller Boss Cap Fins) の研究開発を行い，プロペラ単独試験，流場の可視化・計測，キャビテーション試験，更には抵抗自航試験，実船試験等を行い，新しい形式のプロペラ効率改善装置として実用化した^{1),2)}。

PBCF はプロペラ後部に発生するハブボルテックスを消去し，トルクを減少し，スラストを増加させる効果があり，シンプルな構造で低コストな船舶推進省エネルギー装置である。

1987年9月に大阪商船三井船舶の4000台積自動車運搬船「まあきゅりい・えーす」に初めて実船装着されて以来(図1参照)，1992年5月現在約150隻の船に装着され稼働しており，この種の船用省エネルギー装置としては最も普及が早いものの一つであるといえるであろう。船の種類に関してもフェリー

図1 「まあきゅりい・えーす」に装着されたPBCF

*原稿受付 平成4年6月26日

**正会員 大阪商船三井船舶㈱(東京都港区虎ノ門2-1-1)

リア・タンカー等の低速肥大船まで、また大きさでいえば長さ10mの雑漁船から長さ300mを越えるVLCCまであらゆる船種・サイズの船舶に適用されている。

本稿ではこれまでの研究開発及びその実船での実績について述べることにしたい。

2. PBCF 効果

2.1 PBCF の要目 PBCF 付プロペラの概念図を図2に示す。PBCF はプロペラ後部にあるボスキャップ (ハブ・コーン) に付加・固定された小さなフィンである。フィンの数はプロペラブレードと同一枚数であり、PBCF もプロペラ及び軸と同一回転数で回転する。

図2 PBCF 概念図

PBCF の効果は、フィンの取付位置、角度、大きさ、形状、枚数等、いろいろな要素に影響を受けるが、最も支配的な要素はPBCFの直径と取付角度である。特に取付角度はプロペラのピッチ分布にかかわらず、プロペラ翼根部のピッチ角に依存することが分かっている^{1),4)}。ここで図3に示すように、

- r : PBCF の半径,
- R : プロペラの半径,
- α : PBCF のピッチ角,
- ε : プロペラ翼根部のピッチ角,

と定義し、図4及び図5にフィンサイズ (代表値 r/R とする) とフィンのピッチ角 (代表値を $\alpha - \varepsilon$ とする) がプロペラ効率に与える影響について模型プロペラを使って実験した結果を示す。ここで $\Delta \eta_p$ はPBCFによるプロペラ効率向上率とする。これらの結果から通常型プロペラ (ボス比が0.18前後) に

おいては r/R が22~30%, $\alpha - \varepsilon$ が $-10^\circ \sim +20^\circ$ の範囲に最も効率の高いポイントが出て来ることが分かる。

このほかにも図3における a 及び b の値やフィンの形状等についても最適化を行い、現在では、図2に示す様な取付状態・形状のものが製品化されている。

2.2 三つの効果 このように最適化されたPBCFを付けたプロペラと、PBCFの無い場合とのプロペラ単独特性曲線の比較を図6に示す。ここで、

図3 PBCF の要目

図4 フィンのサイズによる効率の変化

図5 フィンのピッチ角による効率の変化

KT; スラスト係数,

KQ; トルク係数,

η_p ; プロペラ効率,

J; 前進係数 ($J = V_a / n \cdot D$, V_a ; プロペラ流入速度, n ; プロペラ回転数, D ; プロペラ直径) とする。

最適化されたPBCFはほぼ例外なく図6に示す様にKQが減少しKTが増加する。従ってその結果として η_p が増加することとなる。またJの相異によるKT, KQ, η_p の変化率も大きくは変わらず, Jの変化にかかわらずほぼ一定の効率向上率がPBCFにより得られる。

次にPBCFの有無によりプロペラ後流場がどの様に変化しているのかを調べてみる。図7にレーザードップラー流速計(LDV)を用いて計測した模型プロペラ後流の三次元の流速分布を示す。ここでX軸はプロペラ軸を後部へ延長した軸, Y軸, z軸, r軸はそれぞれX軸に直交する上下, 左右, 半径方向の座標軸であり, 丁度時計回りに回転するプロペラを左舷側後部に斜め上方から見ている図である。R及びDはそれぞれプロペラ半径及び直径, V_x , V_θ , V_r はそれぞれ軸方向, 円周方向, 半径方向の流速成分であり, ベクトルは各位置の流速を三次元的に表

図6 プロペラ単独特性の変化

図7 プロペラ後流速度分布

わしている。なおここでボスキャップ後端は $X/D = 0.25$ の位置である。

図7から分かる様にPBCF無しの場合プロペラ軸後流部に強い旋回流(ハブボルテックス)が認めら

れるが、PBCF 有りの場合はほとんど旋回流がなくなっている。一方 r/R が 0.2 以下の部分での後流の X 軸方向の速度成分は、PBCF 無しの場合はほとんど 0 に近いのに比べ、PBCF 有りの場合は加速されてほぼ r/R が 0.2 以上の部分と同じ X 方向速度成分が得られている。このことから、PBCF が、旋回流成分を回収することによりプロペラトルクを減少させ、かつ後流を X 方向に加速することによりスラストも増加されていることが分かる。

図 8 は同じ模型プロペラ及び PBCF を使用して行ったキャビテーション試験の様子である。キャビテーション数 (σ_n) は本船での通常の使用状態である 1.88 である。PBCF によりハブボルテックスキャビテーションがきれいに消滅しているのが分かる³⁾。

この様に PBCF には次の三つの基本的な効果があることが分かる。

- ① ハブボルテックスの消去
- ② トルクの軽減

図 8 キャビテーション試験 (上: PBCF 無し, 下: PBCF 有り)

③ スラストの増大

PBCF は、主として省エネ装置として開発・実用化されているが、省エネの他にも、水中騒音³⁾、船尾振動、エロージョン防止、トルクリッチ対策等、上記三つの効果を応用した種々の用途が考えられる。表 1 に PBCF の三つの効果に対する各種用途を示す。

表 1 PBCF の効果と用途

効果	用途
ハブボルテックスの消去	水中騒音の軽減 舵に誘起される振動防止 舵エロージョンの防止
トルクの軽減	高齢船トルクリッチ対策
スラストの増大	燃料消費量の軽減 船速の増加

2.3 作動原理

これらの三つの効果は PBCF のどのような働きによって起こるのだろうか。図 9 にプロペラ翼根部及びボスキャップ付近の流れの様子をタフト (細い糸) により可視化した写真を示す。ここではタフトをボスキャップ表面に 3 本、フィンの頂部と同じ半径方向の位置に 3 本取りつけた。図 9 より、PBCF 無しの場合タフトはプロペラ回転方向へ回り込む様な流れとなっているのに比べ、PBCF 有りの場合はほぼ PBCF に沿った流れに整流されており、またプロペラ後縁部より出て来る流れの角度も大きく変化していることが分かる。

図 10 にプロペラ及び PBCF 回りの流れ場及びプロペラブレード、PBCF、ボスに働く流体力を模式的に示す。ここで、

T, Q ; トータルのスラスト及びトルク,

T_p, Q_p ; ブレードの発生するスラスト及びトルク,

T_F, Q_F ; PBCF の発生するスラスト及びトルク,
 T_B ; ; ボスに発生するスラスト

とし、添字 0 は PBCF 無し、添字 1 は PBCF 有りを表す。符号はスラストについては進行方向を正、トルクについてはプロペラ回転の逆方向 (反時計回り) を正とする。またこの図はプロペラボスの上に乗って流れを見ている図である。PBCF 無しの場合、ブレードから出た流れはボスキャップ付近で強

図9 タフトによるボスキャップ近傍流れの可視化
(左: PBCF 無し, 右: PBCF 有り)

図10 プロペラとPBCFの流場と流体力

いダウン・ウォッシュ（翼から出る流れが翼の圧力面側に曲げられる現象）となって、ボスキャップの回転速度よりも速い旋回流を形成し、これが各翼重なり合って後部に強いハブボルテックスを発生させ

る。これに対して、PBCF 有りの場合は強いダウン・ウォッシュは現れず、ほぼ PBCF のピッチ角に沿った流れとなり、旋回流もボスキャップの回転速度より遅くなり、強いハブボルテックスは消滅す

る。

このとき、ブレード、PBCF 及びボスに発生する力は以下の様になる。

スラストの変化を ΔT とすると

$$\begin{aligned}\Delta T &= T_1 - T_0 \\ &= (T_{P1} + T_F + T_{B1}) - (T_{P0} + T_{B0}) \quad \cdots \cdots (1) \\ &= (T_{P1} - T_{P0}) + T_F + (T_{B1} - T_{B0})\end{aligned}$$

ここで、 $\Delta T_P = T_{P1} - T_{P0}$, $\Delta T_B = T_{B1} - T_{B0}$ とすると

$$\Delta T = \Delta T_P + T_F + \Delta T_B \quad \cdots \cdots (2)$$

(2)式において、これまでの実験及び経験によると²⁾

$\Delta T_B > 0$: ハブボルテックス低圧部による抵抗が減少する。

$T_F < 0$: PBCF の圧力面、揚力面はプロペラと逆となる。

$\Delta T_P > 0$: PBCF のプロペラへの干渉によるスラスト増加。

従って上記三項の和である ΔT は正となり、プロペラのトータルスラストが増加する。

トルクの変化を ΔQ とすると

$$\begin{aligned}\Delta Q &= Q_1 - Q_0 \\ &= (Q_{P1} + Q_F) - Q_{P0} \quad \cdots \cdots (3) \\ &= (Q_{P1} - Q_{P0}) + Q_F\end{aligned}$$

ここで、 $\Delta Q_P = Q_{P1} - Q_{P0}$ とすると

$$\Delta Q = \Delta Q_P + Q_F \quad \cdots \cdots (4)$$

(4)式に於て、これまでの実験及び経験によると²⁾

$Q_P < 0$: PBCF の圧力面、揚力面はプロペラと逆となる。

$Q_F < 0$: PBCF プロペラへの干渉によるトルク

減少。

従って上記二項の和である ΔQ は負となり、プロペラのトータルトルクは減少する。

通常、プロペラにおいてはトラスが増せばトルクも増すはずであるが、PBCF を付加した場合は上記の様に ΔT_P が正で ΔQ_P は負となる。これは PBCF がブレード回りの流場を大きく変化させたため、ブレードの揚抗比も大きく変化したためと考えられる。

3. 実船への適用

PBCF の製品化、実船への適用のためには、流体力学的な効果の確認と共に、船舶というシステムを構成する機器の一つとして、あらゆる状況での使用のチェック、関連機器とのマッチング、充分な強度及び耐久性等の検討が必要である。

3.1 操船性能 PBCF の旋回性能、後進性能への影響については 4000 台積の完全同型の自動車運搬船での実船比較データを図 11 及び図 12 に示す。これらの結果より、PBCF の装着により旋回性能、後進性能等の操船性に目立った影響は出ないことが分かる。

3.2 荷重条件と材質強度 PBCF は流体力学的には船が巡航速度で航海している時に最も効率が良い様に設計されるが、フィンの荷重に関しては通常航海時ではなくプロペラ逆転時が最も大きくなる。図 13 は PBCF 付模型プロペラを使い、PBCF に掛かる荷重を、プロペラ進行方向と回転数の正逆を

図 11 旋回試験結果

図 12 後進試験結果

図 13 PBCF に働く荷重

種々変化させて計測した結果である。図13に示した上の曲線がプロペラ正転時、下が逆転時のものである。通常の巡航状態である $J \approx 0.4$ で正転時の荷重に比べて、船が静止している時プロペラを逆転させた場合が最も荷重が高いことがわかる。ここで、 V_a , n , J については 2.2 参照。力の方向はプロペラ回転と逆方向（反時計回り）を正としている。従って強度的にはこの時の荷重をベースに設計を行う必要がある。

PBCF は寿命、耐久性、メンテナンス性等、プロペラと同一性・一体性のあることが望ましく、また電氣的腐食の心配もなく比較的安価な材質ということで、プロペラと同一材（通常はアルミブロンズ）を使用し、一体型鋳造品として製作している。

設計条件としては最もシビアな最大回転数相当の流速をファンに直角に受けることを想定し、これに材料の長期間にわたる塩水中での疲労による強度低下を考慮し、更に適当な安全率を見込んだ上でフィン及びキャップの板厚を決定している。

プロペラボスへの取付についても PBCF の場合は

相応のトルクが掛かるので、ボルトの径及び本数のチェックを行い、必要場合は増径や本数追加を行い、また取付ボルトもプロペラ、PBCFと同じ材料のものを用意し、使用している。

3.3 軸系への影響 通常のボスキャップ（ボンネット型）はプロペラボス後部形状をなめらかにするためだけでなく、プロペラを軸系に固定するナットのカバーの役目もしており、ナット部に海水が入らない様水密性が要求される。PBCFはこの水密のキャップの役目に加えて相応の肉厚をもつフィンがつくため、重量や慣性モーメントが増加し、軸受強度や軸系のねじり振動に対する検討が必要となる。

これまでのPBCF製作の経験では、従来のボスキャップをPBCFに換装した場合、プロペラとボスキャップを合わせた重量は2～5%程度増加し、また慣性モーメントは1%弱程度増加するが、この程度の変化であれば軸系の設計マージンの中に入ってしまう、設計変更の必要は生じない。

さて、万一何らかのアクシデントでPBCFのフィンが一部脱落してしまい回転モーメントがアンバランスになった場合どうなるかを考えてみる。プロペラのトルクは一般に直径の5乗に比例する。一方PBCFの直径はプロペラ直径の約1/4であるのでPBCFのアンバランスによるトルク変動はプロペラトルクに比べて $(0.25)^5=0.001$ となり、プロペラに流入する伴流変化に比べて2桁も小さく無視出来る。現にある船で4翼のPBCFのうちの1翼が全く脱落していたケースでも、乗組員は航海中には全く気づかず、ドライドックの検査で初めて脱落を発見した例がある。このようにPBCFは万一損傷等があっても船舶の運行に支障を与えることもなく、大きなトラブルを引き起こす心配のない装置である。

4. 実船実績と尺度影響

PBCFによる効率向上の定量的な評価は、最終的には実船でのデータによって行われなければならない。ここではPBCFの実船での効率向上について、海上公試に於ける速力/馬力の計測解析、及び実船航海に於けるログ・ブックの集計解析を行う。また、模型プロペラでの単独性能試験との比較も合わせて行い、尺度影響についても考察する。

4.1 速力試験解析

PBCFを装備した16隻

の船について海上試運転にて速力計測を行いPBCFによる実船での効率向上率を求めた。表2にこれらの要目、効率向上率等をまとめて示す。ここで、

$\Delta \eta_s$: 実船での推進効率向上率（計画速力における馬力減少率）

Δrpm : 計画出力に於けるプロペラ回転数の増加率

$\Delta \eta_{pm}$: プロペラ単独試験（模型プロペラ）でのプロペラ効率向上率

と定義する。

これらの16隻のPBCFの性能比較は同一船比較が3ケース、同型船比較が7ケース、PBCF無の場合の予想カーブとの比較が6ケースとなっている。速力計測は概ねマースメック、馬力計測は軸馬力計の計測結果を用い、採取データに対してはJTTC法又は谷口・田村法を用いて風潮力の修正を行った上で比較を行った。

$\Delta \eta_s$ の数値をながめてみるとかなりバラついていてものの全ての船で効率が上がっている。現在の海上公試運転の精度は少く見積もって±3%程度はあると云われており、真の効率向上率はなかなかつかみにくい。これら16隻の平均をとってみると4.3%となり、データ数もある程度揃っていることから、この4.3%という数字はいわゆる「当たらずとも遠からず」という意味での評価は出来ると考えられ、実船でのPBCF効果の目安になると思われる。

Δrpm についても、若干ではあるがやはり全ての船で増加しており、このことは同じ回転数に於てはプロペラトルクが軽くなるという事であり、就航後除々にトルクリッチの方向へ向かう傾向を考慮すれば、好ましい特徴といえる。

4.2 就航実績解析

就航実験解析にはログブックのデイリーデータを利用した。これは毎日正午に前日から1日の間の速力、燃料消費量、気海象等を記したもので、速力は船位計測を基にした対地速力であり、燃料消費量はフローメーター、風速は風速計、波高は目視にて計測したものである。

速力データとして対地速力をとっているため、潮流や気海象による影響を除いてやる必要があり、そのためには、同一航路、同一時期（季節）のデータを使用することが望ましい。更には排水量の統一（修正）、気海象の悪い日のデータの除外、船底汚損

表2 海上公試解析結果

	船種	総トン (TON)	主機出力 (PS)	プロペラ					比較対象	$\Delta \eta_s$ (%)	Δrpm (%)	$\Delta \eta_{pm}$ (%)
				直径 (M)	展開 面積比	ピッチ 比	ボス比	翼数				
1	自動車	44,979	12,500	5.35	0.60	0.89	0.19	5	同型船	3.9	1.2	2.1
2	冷凍	13,700	9,700	5.55	0.50	0.81	0.16	4	同型船	3.3	0.8	2.3
3	自動車	31,200	10,500	5.50	0.67	1.05	0.17	5	推定カーブ	4.9		3
4	自動車	55,600	15,900	6.60	0.59	1.03	0.16	5	同型船	3.2		1
5	自動車	55,600	15,900	6.60	0.59	1.03	0.16	5	同型船	3.2		1
6	コンテナ	41,700	37,890	8.10	0.73	1.08	0.16	5	同型船	8.4	0.5	1.8
7	自動車	57,000	16,600	6.40	0.63	1.03	0.17	5	推定カーブ	2.6	0.8	1.9
8	コンテナ	51,000	39,000	8.55	0.65	1.06	0.16	4	推定カーブ	4.6		1
9	コンテナ	41,400	37,890	7.70	0.81	1.21	0.17	5	同一船	1.9	0.8	1.9
10	自動車	499	2 x 1,000	2.23	0.52	0.92	0.16	4	同一船	6.7		2
11	コンテナ	41,300	33,000	8.00	0.61	1.01	0.17	5	推定カーブ	4.5		2
12	チップ	38,800	9,400	6.25	0.43	0.69	0.13	4	同一船	3.3	1	1.3
13	タンカー	59,200	15,300	7.30	0.49	0.63	0.17	4	同型船	3	1.8	1.5
14	タンカー	146,600	29,600	9.80	0.38	0.70	0.14	4	推定カーブ	4.8		1.9
15	タンカー	3,200	2 x 2,000	2.72	0.44	0.61	0.14	4	同型船	5.3	0.5	
16	LPG	41,800	16,800	7.20	0.55	0.67	0.17	4	推定カーブ	5		1.3
平均										4.3	0.9	1.7

のない時のデータの収集等, 出来るだけ同一条件下でのデータ収集が必要である。

図14に速力と燃料消費量に関する就航実績解析の例を示す。図中の各点はPBCFの有無に分けて、航路・季節が同一のデイリデータを取り出し、更に排水量の修正、風速8 m/s、波高3 m以上のデータの除外を行った後のデータをプロットしたものである。図中の2本の曲線は、本船の試運転時の速力馬力曲線と同じ傾きを持つ曲線で、PBCF有無のデータをそれぞれ最小二乗法を使ってその曲線で代表させたものである。従ってこの2本の曲線を比較することでPBCFによる推進効率向上率が求められることになる。

表3にはこのような手法で解析した12隻の船の要目及び効率向上率等を示す。就航実績解析の場合は試運転解析に比べ外乱の影響がより大きく、試運転解析よりも更に精度は悪いと考えるられるが、一応これら12隻の推進効率向上率の平均は5.4%と

図14 就航実績解析例

なった。また Δrpm も全て確実に増加しており、PBCFの特徴が現われている。

4.3 尺度影響 表2及び表3には当該船の模型プロペラの単独試験での効率向上率($\Delta \eta_{pm}$)も合わせて収録した。 $\Delta \eta_s$ の平均値は4~5%程

表 3 就航実績解析結果

	船種	総トン (TON)	主機 出力 (PS)	プロペラ					データ採取期間		$\Delta \eta_s$ (%)	Δrpm (%)	$\Delta \eta_{pm}$ (%)
				直径 (M)	展開 面積比	ピッチ 比	ボス比	翼数	PBCF有	PBCF無			
1	コンテナ	2,646	9,600	4.40	0.69	0.96	0.16	4	89.8-90.3	88.8-89.8	5.9	0.8	1.7
2	自動車	6,531	8,200	4.10	0.70	0.91	0.18	4	88.8-88.10	87.8-87.10	8.5		2.6
3	自動車	34,226	15,360	5.60	0.73	0.92	0.18	5	89.4-89.11	88.4-88.10	4.9	1.2	2.4
4	コンテナ	35,610	43,720	7.65	0.64	1.03	0.18	5	90.10-91.6	88.12-90.9	5.1	0.5	2.0
5	チップ	36,182	12,000	6.14	0.58	0.62	0.16	4	88.9-89.6	86.9-87.9	2.8		1.9
6	コンテナ	36,912	27,300	7.40	0.65	1.03	0.18	5	91.3-91.6	90.6-91.1	3.9	1.5	1.9
7	コンテナ	41,700	37,890	8.10	0.73	1.08	0.16	5	88.3-88.9	88.3-88.9	2.9		2.6
8	自動車	47,350	16,800	5.80	0.73	0.95	0.18	5	89.6-89.12	87.3-89.6	6.3	0.5	2.4
9	タンカー	59,289	13,800	7.40	0.48	0.88	0.17	4	89.4-89.5	87.11-89.3	9.9	1.0	1.7
10	タンカー	67,798	16,235	8.00	0.46	0.71	0.15	4	90.7-91.6	87.7-88.7	3.5	0.5	1.6
11	鉱石	69,996	14,700	6.80	0.54	0.77	0.16	5	89.3-89.8	87.4-88.6	6.1	0.9	1.8
12	鉱石	98,587	20,700	7.90	0.58	0.62	0.16	4	89.2-89.6	85.2-86.2	4.4	0.6	2.4
平均											5.4	0.8	2.1

度であるのに対し $\Delta \eta_{pm}$ の平均値は 2% 弱であり 2 倍以上の開きがあり、有意な差と考えられる。図 15 に $\Delta \eta_s$ と $\Delta \eta_{pm}$ の関係をグラフで示す。

一般に相似な形状物の周囲の流れでも、レイノルズ数 ($Re=UL/\nu$, U : 流速, L : 代表長さ, ν : 動粘性係数) が異なると流体の慣性力と粘性力のバランスが変化し、また層流/乱流の遷移が起こる等の理由で、流場は変化する。プロペラの場合も実船と模型試験では 10^2 オーダーでレイノルズ数の相異があるため、効率向上率も流場の違いによって異なってくる。特に船のような大きな構造物の性能を小さな模型船での水槽実験で見積もろうとする場合は必ずレイノルズ数の影響 (又は尺度影響) を見込むことが必要であり、この点は船舶流体力学の古くで新しい課題でもある。

さて図 15 における実船と模型の効率向上率の差は上記の尺度影響と考えられる。従ってこれらのデータにより、PBCF による効率向上率に関する尺度影響は、模型実験での効率向上率の 2~3 倍程度であろうと推定される。

尺度影響の原因が流場の変化によるものであれば実船及び模型船での流場計測を行えば良いのであるが実船での流場計測は事実上不可能であり、現実的にはなるだけ多くのデータを集めて尺度影響を推定

図 15 PBCF の尺度影響

していく以外に今のところ方法はないと思われる。尺度影響の一つの可能性として模型実験に於ける層流剝離の問題を提起したい。図 16 に示すように、模型の場合は、レイノルズ数が小さいため層流となっており、ほぼ乱流と考えられる実船に比べて層流剝離といって乱流よりも剝離が起こりやすい性質がある。そのため翼に沿って PBCF に向かう流れは実船に比べ弱められ、PBCF が受ける力も小さくなるため効率向上率も小さいという考え方である。いずれにせよ今後も鋭意実船データの蓄積を図り、PBCF の評価及び効率向上の見積りをより正確に行えるも

図 16 模型と実船での流場の相異

のとなしたい。

5. おわりに

PBCF に関して、その原理、効果、設計条件、実績等を概説した。

PBCF は今まで比較的無視されて来たプロペラボス回りの流れに注目し、これをうまく制御することにより効率向上等の効果を得る新しいコンセプトのプロペラ効率改善装置といえる。日本、オランダ、米国、ブルガリア等でも第三者によって PBCF の追試による評価が行われはじめており、PBCF により 4～5% の効率向上があったという実験結果も報告

されている⁵⁾。

21 世紀に向けて環境問題が大きくクローズアップされる中で、省エネルギーは単に経済上の意味以上の重要性を持つてくると思われる。PBCF による約 4% の効率向上と、そのシンプル、安価、メンテナンスフリー性、更には新造船・在来船を問わず、また軸系等の変化を要さずに取付可能な簡便性を考え合わせると、手軽な省エネ装置としての普及が大いに期待される。

最後に PBCF の研究開発・普及に携わった大阪商船三井船舶(株)、(株)西日本流体技研、ミカドプロペラ(株)の関係各位に敬意を表して本稿の結びに代えることとなしたい。

文 献

- 1) 大内, 小倉, 河野他: PBCF の研究開発 (第 1 報), 日本造船学会論文集第 163 号, 1988-6
- 2) 大内, 玉島, 川崎, 恋塚: PBCF の研究開発 (第 2 報), 日本造船学会論文集第 163 号, 1989-6
- 3) 大内, 玉島, 新井: PBCF によるプロペラ水中雑音の低減, 関西造船学会協会誌第 216 号, 1991-9
- 4) 大内, 玉島, 恋塚, 新井: PBCF によるプロペラ効率向上とプロペラピッチ分布の関係について, 関西造船協会誌第 217 号, 1992-3
- 5) Geahart, W.S. and McBride, M.W.: Performance Assessment of PBCF Type Device, Proc. of 22 and Ameican Towing Tank Conference, 1989-8