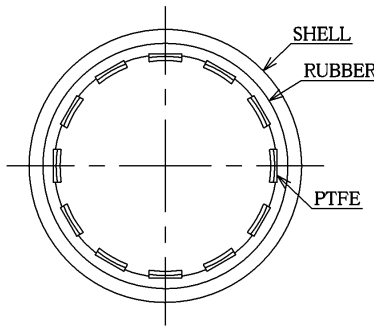
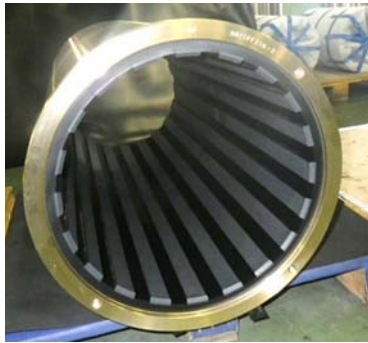


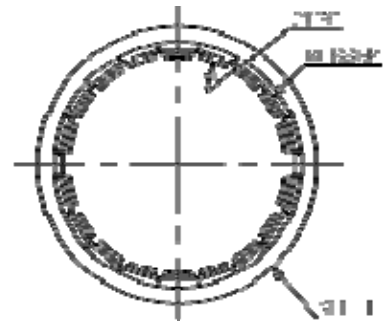
省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) 海水潤滑船尾管軸受 商品名：F Fベアリング</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>株式会社ミカサ</p>	<p>電話番号</p>	<p>082-810-3931</p>

機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)



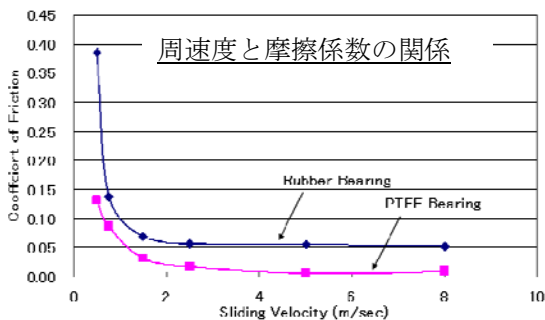
フルモールドタイプ
(小型船用)



バレルタイプ
(中・大型船用)

従来からの海水潤滑船尾管軸受は、金属や樹脂などのシェル外筒の内側にゴムをライニングしたゴム軸受が採用されてきました。新しく開発されたF Fベアリングは、ゴムの上にPTFE(テフロン)を貼り付けたハイブリッド3層構造となっており、ゴムの持っているクッション性を保ちつつ、滑りやすさを大幅に改善された画期的な軸受であります。

省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)



F Fベアリングは、左図に示すように非常に摩擦係数が低くなっております。この違いは軸受性能として様々な特性を生み出します。

- ① 省エネ
ゴム軸受と比べ、年間1~2%の省燃費が可能。
- ② 耐摩耗性
運転時間当たりの摩耗量はゴム軸受の1/3~1/4。
- ③ 軸スリーブの摩耗が少ない
運転時間当たりの摩耗量はゴム軸受の1/2。

④ 高荷重対応軸受

許容面圧・・・ゴム軸受は0.25 MPa、F Fベアリングは0.6 MPa

軸受長さ・・・ゴム軸受はプロペラ軸実径の3倍以上、F Fベアリングは実径の2倍以上で可。

NK,JG,ABS 船級承認済。面圧・長さ共、ホワイトメタルと同条件で使用できます。

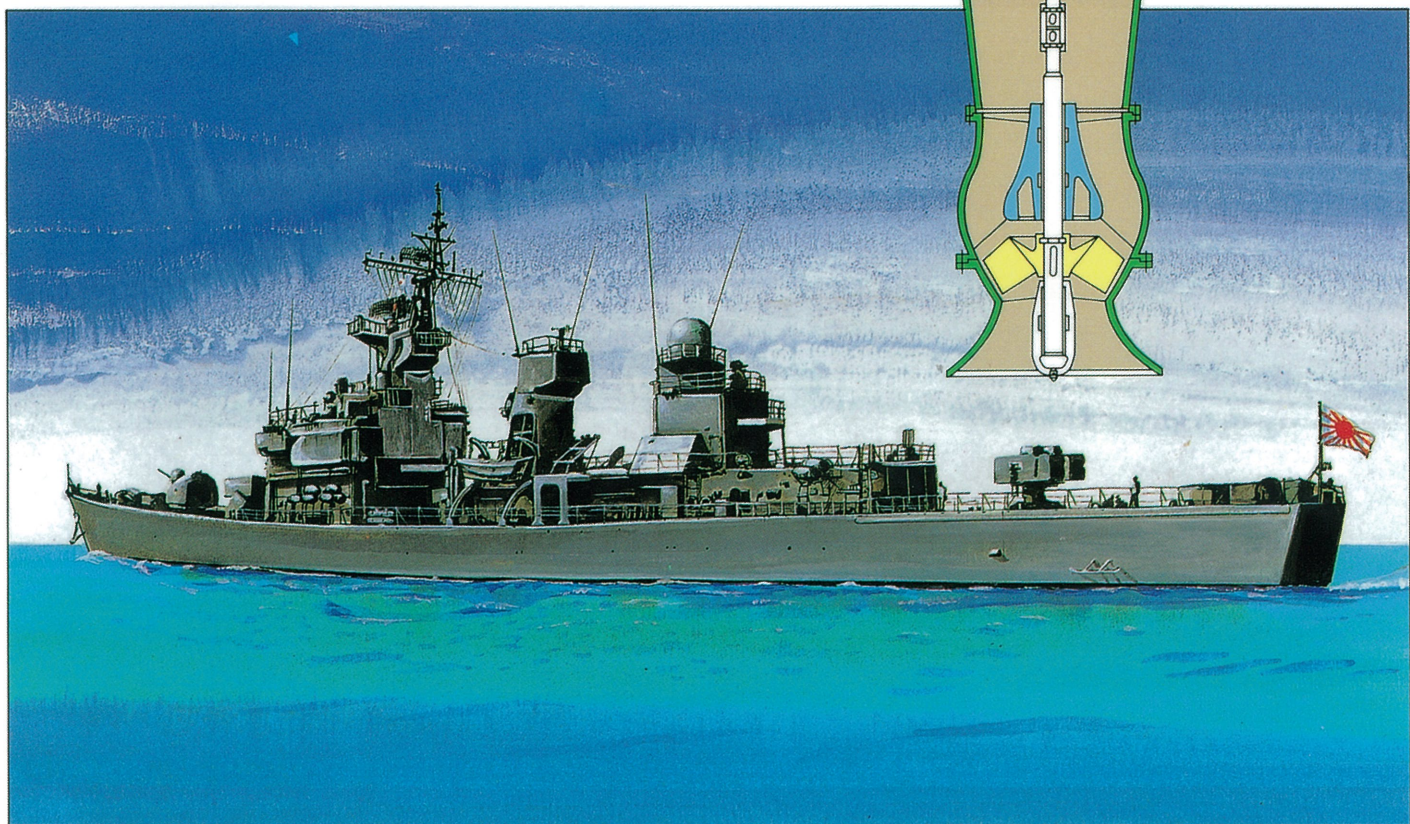
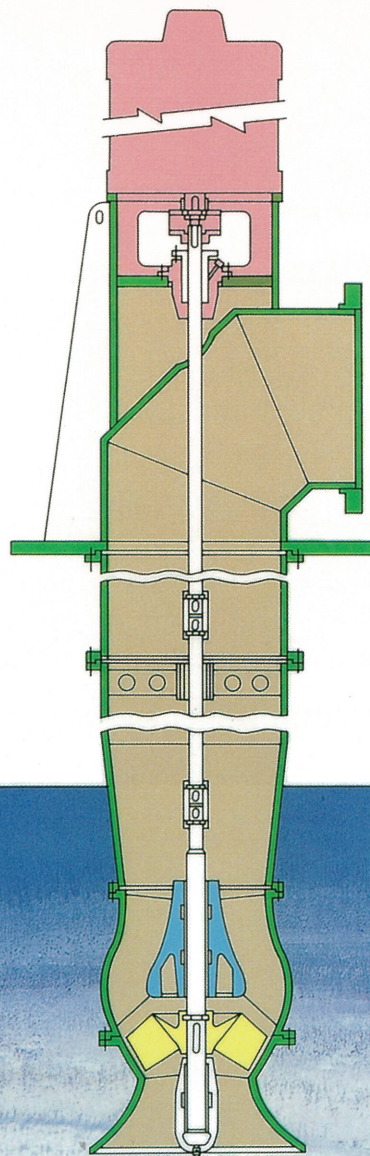
大型船においては、油潤滑軸受であるホワイトメタルが主流となっておりますが、近年油漏れによる海洋汚染の観点から、水潤滑軸受がクローズアップされてきており、F Fベアリングはそれに対応出来る軸受でもあります。

備考) 機器・システムのカタログがありましたら添付願います。

F.F.ベアリング(FFB)

Friction-Free Bearing

- 優れたスベリ特性
- 耐熱性
- 高い軸受特性
- 省燃費
- ヘビーデューティ



MIKASA

FRICION-FREE BEARING

FRICTION-FREE BEARING

FFベアリングの誕生

水潤滑用軸受として、耐摩耗、耐衝撃、振動吸収にすぐれたゴム軸受が多く使われていますが、ゴムの場合、自己潤滑性に乏しく、特に水切れの場合は、瞬時に焼きついたり、低回転域では、鳴音発生などの欠点を持っています。

弊社では、ゴムの長所を活かしながら、このような欠点を克服するため、研究を進め、自己潤滑性をもつFFベアリングを開発しました。

特長

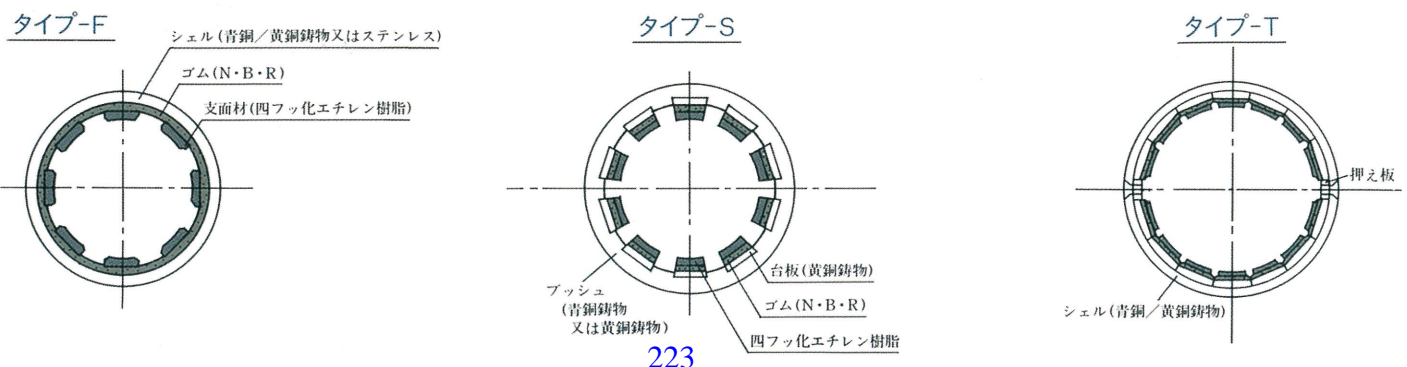
- A. 自己潤滑性がある。
1. 短時間の水切れ運転可能（ポンプ用ではドライ始動が可能なので、補助ポンプ、水タンクなどが不要となり、シンプルになります。）
 2. 低回転域での摩擦特性がよいので、起動、停止に伴うスリップスティック現象が避けられ、またゴム軸受の場合に起こりやすい鳴音発生が極めて少ない。
- B. 摩擦係数が極めて低い。
1. 省燃費
 2. 冷却水量が少なくすみずみ。
- C. 自己アライメント性を持つ。
- 摺動部材とバックメタルの間にゴムを介在しているため、局部荷重を平均化する作用を持っており、耐摩耗性が向上します。また、ゴムの特性を生かし耐衝撃性、振動吸収にも優れております。
- D. ヘビイ・デュウティ
- 高荷重に耐えますので、大型船に対応可能です。また、軸受長さを短くすることが出来ます。（JG・NK・ABS承認取得済）
- E. 環境対応
- 小型・大型船を問わず、油漏れの心配のない環境にやさしい水潤滑軸受として対応可能な軸受であります。

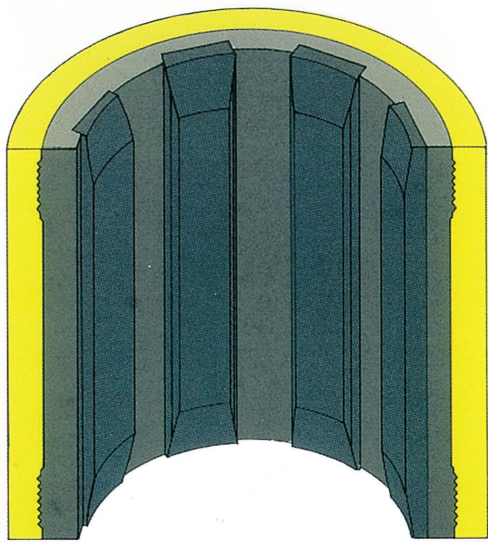
構造

本軸受は、シェル(外筒)と特殊四フッ化エチレン樹脂の間に、軟質ゴム層を介在させた形状になっています。

摺動材は合成樹脂系の各種材料から長期にわたる比較試験の結果、選定されたもので、水中軸受材として良好な成績を示します。

また、軟質ゴムは適度な弾力性によって軸受面の片当りによる局部的な高面圧の発生を有効に緩和する機能を有しています。



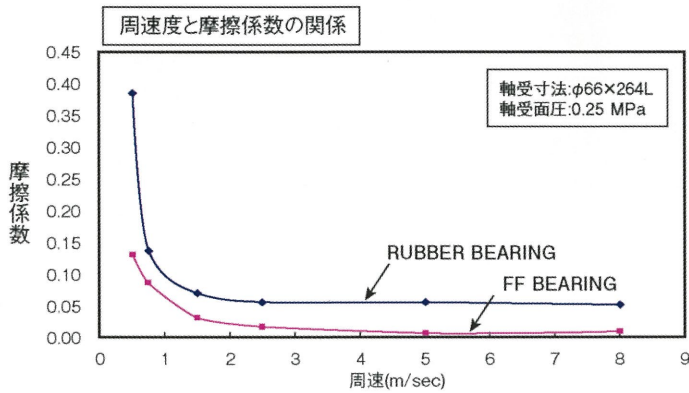


使用部材の物理的性質

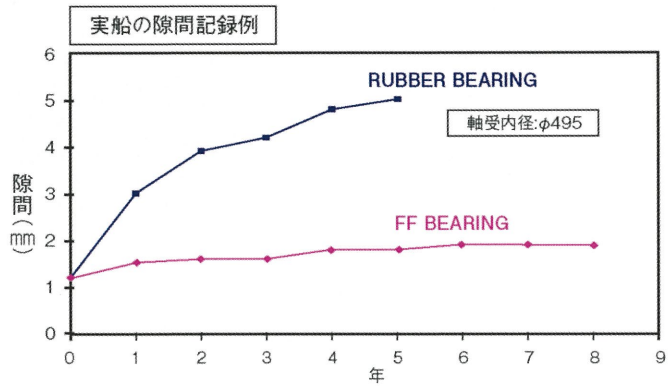
項目	ゴム	四フッ化エチレン樹脂
抗張力 (MPa)	19	24
圧縮強度 (MPa)	—	11.8
硬度	タイプA 70~75	タイプD 61~71
伸び (%)	250~300	300
比重 (g/cm ³)	1.30~1.40	2.0~2.2
線膨張係数	6.3×10 ⁻⁴	MD 17×10 ⁻⁵ C D 7×10 ⁻⁵
熱伝導度 (cal/cm sec)	5.8×10 ⁻⁴	5.9×10 ⁻⁴
体積固有抵抗 (Ωcm)	1.5×10 ¹⁵	1.0×10 ¹⁵

MDは成型加工に半径方向、CDは成型加工に直角方向。
上記データは、規格値ではありません。

摩擦特性



耐摩特性



ドライ起動について

FFベアリングのドライ起動時における運転可能時間を示す。

●条件:

横型試験機
φ60×60ℓ
周速5m/s

FFベアリング

面圧 (kgf/cm ²) \ 運転時間 (SEC)	0.5	1.0	1.5	2.0
10	○	○	○	○
20	○	○	○	×
30	○	○	×	×
60	○	×	×	×

○印は異常ナシ ×印はスリーブ変色を示す。(軸受側は異常ナシ)

ゴム軸受

面圧 (kgf/cm ²) \ 運転時間 (SEC)	0.5	1.0	1.5	2.0
10	×	×	×	×
20	×	×	×	×
30	×	×	×	×
60	×	×	×	×

×印は焼付を示す。

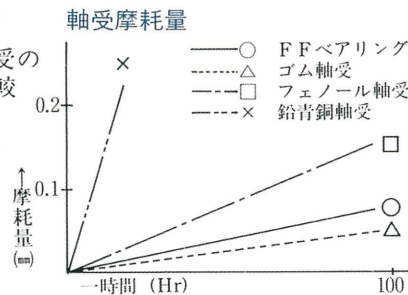
摩耗について

横型試験機による摩耗試験の結果を示す。

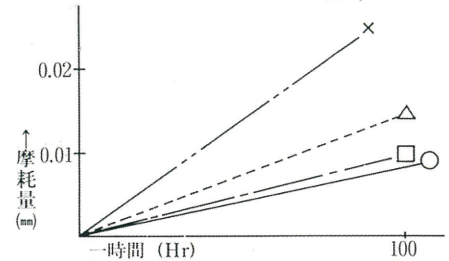
●試験条件

寸法:φ60×60ℓ
周速:5m/s
面圧:2kgf/cm²
時間:100Hr
液:水道水+3% NaCl
+シルト3000ppm

●各種軸受の摩耗比較



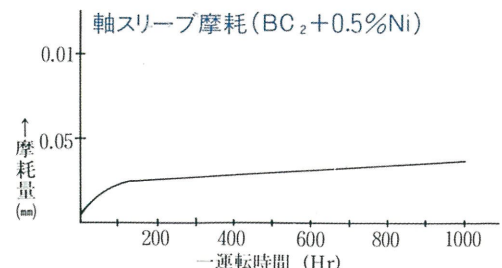
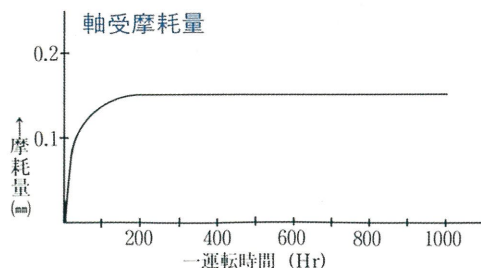
スリーブ摩耗量 (SUS 304)



FFベアリングの高荷重摩耗試験

●試験条件

寸法:φ200×400ℓ
周速:6.28m/s
面圧:10kgf/cm²
時間:1000Hr
液:水道水+シルト3000ppm





NIPPON KAIJI KYOKAI

TYPE APPROVAL CERTIFICATE

Certificate No. TA10518M

This is to certify that the undernoted products have been approved in accordance with the relevant requirements of "Rules for the Survey and Construction of Steel Ships" and "Guidance for the Approval and Type Approval of Materials and Equipment for Marine Use".

This certificate is issued to

Manufacturer:	MIKASA CORPORATION
Product description	Friction Free Bearing (FFB)
Type designation:	Type F, T and S
Approval No.:	96FF003B
Valid until:	4 January 2016

This approval is conditional upon the followings:

1. The propeller shaft diameter at the bearing part is not to be more than 1000 mm.
2. The aftmost bearing length is not to be less than 2 times the actual diameter of the propeller shaft at the bearing part.
3. The average bearing surface pressure is not to exceed 0.6 N/mm^2 .
4. The local bearing surface pressure is not to exceed 2.0 N/mm^2 .
5. The bearings are to be fitted in accordance with the manufacture's recommendations in compliance with all applicable Rules of the Society.

営業品目

船舶用艫廻り

推進軸ゴム巻(運輸局、日本海事協会、C.R620φ認定)、
FRP巻、船外継手部防蝕工事、水中ゴム軸受(フルモー
ルド・セグメンタル各種タイプ)、FFベアリング

各種ゴムロール

型物・押出

ミカサボール

MIKASA

株式会社 **ミカサ**

〒731-3362 広島市安佐北区安佐町久地 1 番地 TEL:082-810-3930 FAX:082-837-3947

<http://www.mikasa-industry.com/>

省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力化機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) プロペラ ー 省エネ研磨</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>イーグル工業株式会社 KEMELカンパニー呉事業場</p>	<p>電話番号</p>	<p>0823-25-7121</p>

機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)

プロペラ翼は長年の運航と年数経過によって海洋微生物の付着、キャビテーションエロージョン、コロージョン、経年磨耗が生じ、表面粗さが大きくなります。
その結果、プロペラ効率ダウンや、プロペラ回転数ダウンによるトルクリッチ状態が発生し燃料消費量増加と、それに伴うCO₂ 排出量増加を招きます。

この荒れた翼表面を研磨の上、粗度を Ra 1 μm 程度(鏡面仕上げ)に仕上げる事により推進効率をアップいたします。



(研磨前状況)



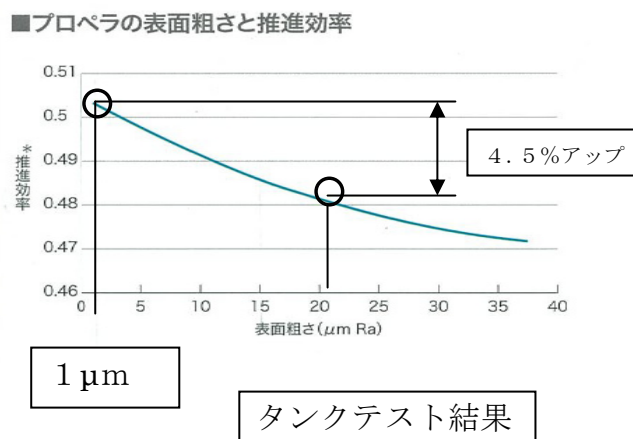
(省エネ研磨状況)



(省エネ研磨終了状況)

省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)

タンクテスト試験の一例を表示いたします。
表面粗度が 20 μm から 1 μm に研磨されることにより効率は 約 4.5% アップいたします。

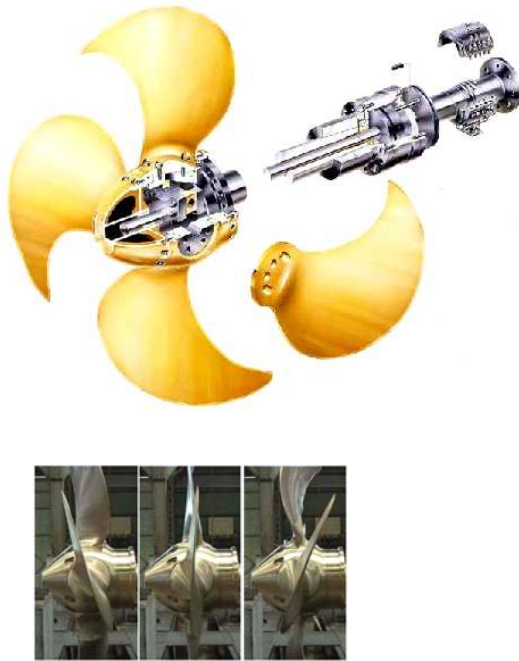


備考) 機器・システムのカタログがありましたら添付願います。

省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) 自動負荷制御装置付き可変ピッチプロペラ</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>かもめプロペラ株式会社</p>	<p>電話番号</p>	<p>045-811-2462</p>

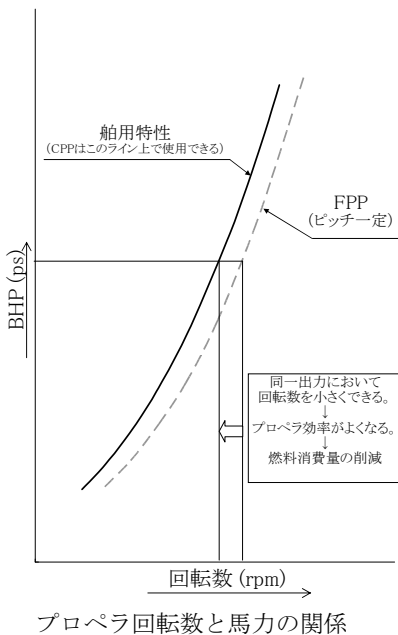
機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)



可変ピッチプロペラは、翼角(ピッチ)を制御することで、常に機関の出力をフルに活用することができ、あらゆる船種でその能力を十分に発揮することができるプロペラである。

また、刻々と変化する負荷状況に対し、主機関の出力が燃料消費率特性をもとに設定した目標負荷ラインになるように、翼角(ピッチ)を自動的に制御する自動負荷制御装置ALC(Automatic Load Control)等の制御装置を付加させることで、省エネルギー効果を高めることができる。

省エネ／省力化原理の説明、効果(概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)



可変ピッチプロペラは、固定ピッチプロペラに比べ、下記に示す省エネルギー効果があり、経済性が向上する。

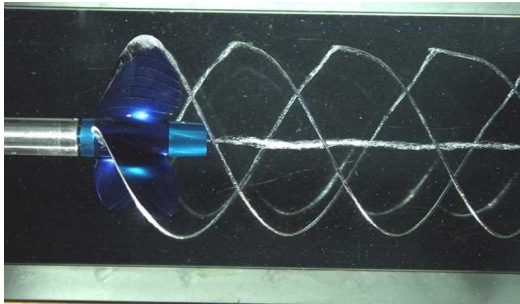
- ◆ マージンを考慮することなく、常に船用特性上で主機関を使用することができる。
- ◆ 同一船速では、翼角を上げ、回転数を下げることで、吸収馬力が減少する。
- ◆ 同一出力では、回転数を下げることで、プロペラ効率が良くなり、燃料の消費が減少する。(左図参照)
- ◆ 主機関で発電機を駆動することで、燃料の消費を抑えることができる。
- ◆ 回転数を下げることで、ほぼ回転数に比例して、潤滑油(L0)の消費量が節約できる。
- ◆ ALCを装備することで、負荷変動が少なくなり、主機のメンテナンスが減少する。
- ◆ 入出航時における操船が容易で負荷変動も緩やかなため、燃料の消費が減少する。

備考) 機器・システムのカタログがありましたら添付願います。

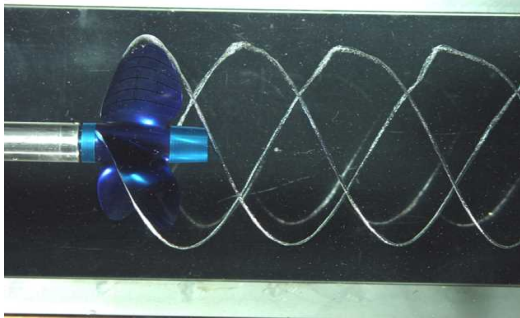
省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) SG プロペラ</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>かもめプロペラ株式会社</p>	<p>電話番号</p>	<p>045-811-2462</p>

機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)



上図：従来型 下図：SG プロペラ



SG プロペラは、理論計算と当社の 90 年に及ぶプロペラ実績データを連携させて、プロペラ単独効率の向上と低振動を可能にしたプロペラである。

翼形状のみを変化させているので、プロペラ取付方式、保守管理方法、シール装置は従来型プロペラと同じであり、可変ピッチプロペラへの適用も可能である。

省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)

① ハブ渦微弱化

翼根元部の翼形状の改良により、荷重の低減を図ることでハブ渦を微弱化させ、プロペラ単独効率を向上させている。

② 翼先端荷重増大化

従来型プロペラよりも翼先端側の荷重を増大させることで、プロペラ単独効率の向上を可能にしている。

③ 新たな翼断面の採用

翼先端側の荷重の増大によりキャビテーション発生量の増加が予想されるが、新しい翼断面の採用によりその影響を抑えている。

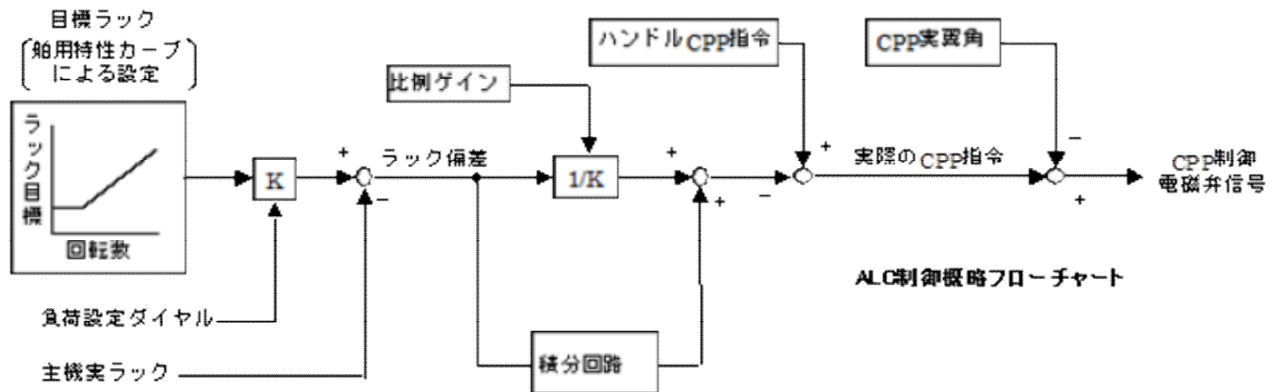
備考) 機器・システムのカタログがありましたら添付願います。

省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

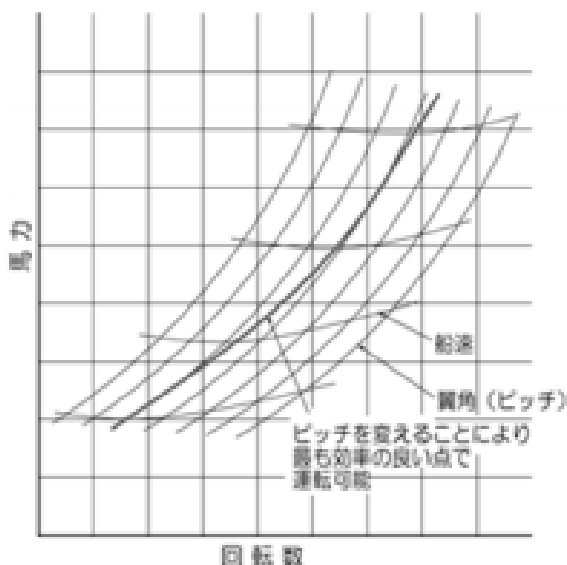
技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。	省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱（廃熱）利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他（ ）		
	省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他（ ）		
機器・システムの名称	CPPと組合わせたALC		
製造会社名	ナカシマプロペラ株式会社	電話番号	086-279-5111

機器・システムの概要（左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。）

ALC装置は、主機の設定回転数に与えられている負荷の値（船用特性に近似した値）を、主機の実負荷（主機燃料ラック目盛り位置）が超えないようCPPの翼角を自動制御するシステムである。



省エネ／省力化原理の説明、効果（概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。）



ALCは、設定された回転数に対して、負荷が一定になるようCPP翼角を自動制御することで、主機は常に一定負荷で運転することが可能となる。

操船時の急激な操舵、急速前後進等による主機のトルクリッチ、気象・海象の変化や経年変化によって船体抵抗が増加する等の外的条件が変わった場合でも、CPPの翼角を自動的に制御することによって、あらかじめ設定した主機負荷で運転できるので、主機を最も効率の良い状態に保って、燃料消費の削減につなげることが出来る。

備考) 機器・システムのカタログがありましたら添付願います。

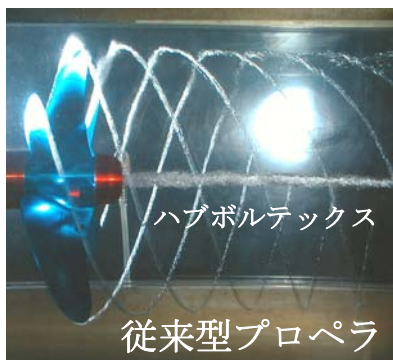
省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) NHV(Non-Hub-Vortex)プロペラ</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>ナカシマプロペラ株式会社</p>	<p>電話番号</p>	<p>086-279-5111</p>

機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)

- 1) プロペラが回転する際に発生し、プロペラキャップ後端から後方に流れ去るハブボルテックスは、エネルギーロスや舵のエロージョンにつながる好ましくない現象とされている。本製品はこのハブボルテックスを、特別な装置や付加物を用いずにプロペラ翼形状のみで軽減、消滅させることができる。
- 2) 低速船から高速船まであらゆる船種に適応できる。また従来型プロペラと質量や慣性モーメントがほぼ同じであるため、シリーズ船の途中からの変更や既就航船への換装が可能となる。
- 3) メンテナンスはプロペラを磨く程度で追加保守費用が発生しない。また実績も数多くあり信頼性にも優れている。

省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)



- 1) 従来型プロペラから翼形状を変更することでハブボルテックスを軽減、消滅させて、ハブボルテックスによるエネルギー損失を低減させることができる。
- 2) CFD やプロペラ揚力体理論などを利用して、ハブボルテックスレスの状態での翼面上圧力分布の最適化を実現し、さらなる高効率を達成する。

以上の効果により、従来型プロペラと比べて約 2.5%の省エネ効果があることが模型試験や実船実績から確認されている。

省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (限界小翼面積プロペラ) NHV55 プロペラ</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>ナカシマプロペラ株式会社</p>	<p>電話番号</p>	<p>086-279-5111</p>

機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)
NHV(Non-Hub-Vortex)、限界小翼面積、チップレーキの3つの技術を集約させ、効率改善かつ、重量、慣性モーメントの低減を可能にしたプロペラ。
※詳細は、添付カタログを参照のこと。



従来型プロペラ



小翼面積プロペラ

省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)

・NHV 効果

プロペラが回転する際に発生しプロペラキャップ後端から後方に流れ去るハブボルテックスは、エネルギーロスや舵のエロージョンにつながる好ましくない現象とされている。本製品はこのハブボルテックスを、特別な装置や付加物を用いずにプロペラ翼形状のみで軽減、消滅させることができる。

・限界小翼面積

翼面積とキャビテーションは密接な関係があるが、キャビテーションエロージョンを起こさせない範囲でできるだけ面積を低減させて摩擦抵抗を減らし、効率アップを図る。

・チップレーキ

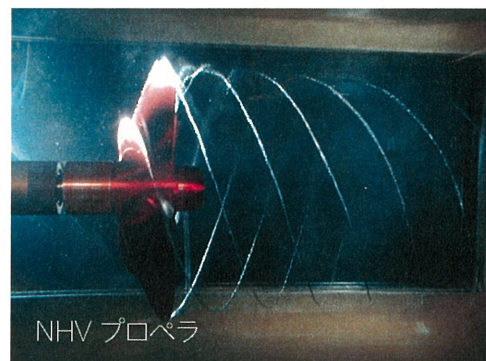
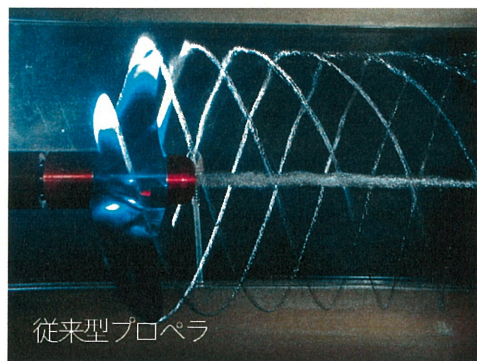
効率向上のみならず、船体の耐久性を考慮した構造強度や乗り心地の面から船体振動の低減も重要な要素となっている。振動の要因となるキャビテーションの抑制と効率向上は相反するが、翼先端近傍のレーキ分布を変更することにより、小翼面積でありながら船尾変動圧の低減を可能とする。以上の効果により、従来型プロペラと比べて約3%の省エネ効果があることが模型試験や実船実績から確認されている。

新感覚！NHV55 プロペラ

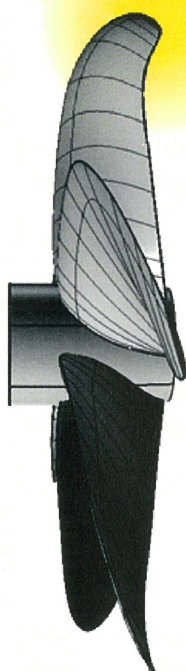
NonHub Vortex



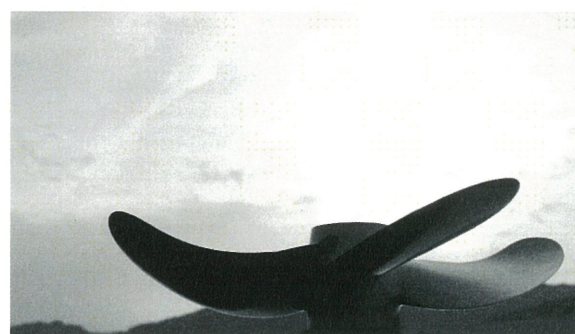
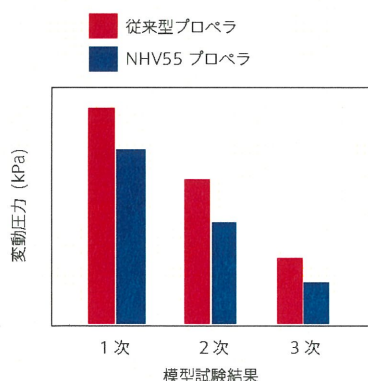
限界小翼面積と NHV 技術の融合



ナカシマプロペラでは国交省の GHG 削減プロジェクトの一環として、限界小翼面積 NHV プロペラの共同研究を実施した。本研究の成果となった限界小翼面積の設計技術を、標準化したものが NHV55 プロペラである。小翼面積化による摩擦抵抗の軽減と NHV 技術のハブ渦回収効果により、更なる高性能化に成功した。同時に得られたプロペラ質量の低下、慣性モーメントの減少も特筆すべき点といえる。



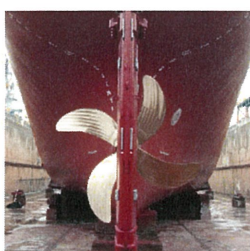
チップレーキによるキャビの抑制



展開面積の減少はキャビテーションの増加に繋がる一、その常識を覆したのが NHV55 プロペラである。翼先端につけたチップレーキがキャビテーションの発生を抑制し、エロージョンリスクの減少と変動圧力の低下を実現。小翼面積でありながら、キャビテーション性能は向上するという相反する事象の両立をチップレーキ技術が可能にした。



従来型プロペラ



小翼面積プロペラ

実船で証明された高効率

船種	現装プロペラとの効率の比較 (%)		
	プロペラ単独効率	自航試験	実船/海上試運転
ケミカルタンカー	+2%	+4%	+4.5%

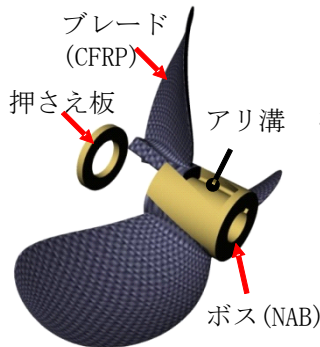
限界小面積プロペラの効率は計算や模型試験だけでなく、実船においてもその高効率を証明している。就航記録を含めた詳細は、日本船舶海洋工学会の春季講演会にて発表された。

- 限界小翼面積プロペラの研究 第1報 小翼面積プロペラの設計と模型試験 / 日本船舶海洋工学会講演論文集 16号 No.2013S-GS4-9
- 限界小翼面積プロペラの研究 第2報 小翼面積プロペラの実船実験 / 日本船舶海洋工学会講演論文集 16号 No.2013S-GS4-10

省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) 複合材料製プロペラ</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>ナカシマプロペラ株式会社</p>	<p>電話番号</p>	<p>086-279-5111</p>

機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)



複合材料製プロペラは、左上図の構成イメージに示すように CFRP (炭素繊維強化プラスチック) 製のブレードが、NAB(ニッケルアルミ青銅铸件)製ボスのアリ溝に差し込む形式になっている。ブレード単体での交換が可能である。

CFRP は、NAB と比較すると以下の特徴がある。

- 1) 比重は 1/5 と軽量である
- 2) 静的強度は同等以上で、疲労強度はさらに高い
- 3) 弾性率は小さく変形し易く、荷重状態でピッチが変化する
- 4) 腐食しない
- 5) 減衰率が高く、ダンパー効果が高い

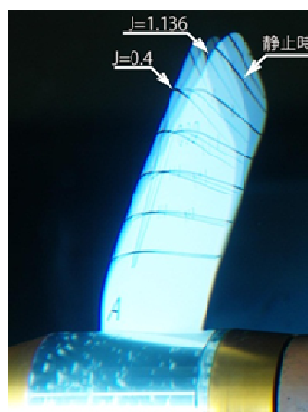


左下図に、499G/T ケミカルタンカーに搭載した CFRP 製プロペラを示す。就航当初は NAB 製であったが、1 年 7 か月後に CFRP 製に換装工事を行い、速力試験を行った。その結果、CFRP 製プロペラは、設計船速で必要馬力を 9%低減でき、燃料消費も同等の省エネとなった。

省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)

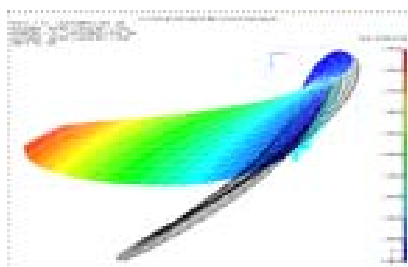
プロペラを大直径化すること
る。

しかし、プロペラの大直径化になることから船尾変動圧の上昇では荷重度が大きく、浅喫水による合材料製プロペラは、荷重度の増うに変形し(左図参照)、荷重度のとなり、船尾変動圧を小さくするのは、可変ピッチプロペラの



でプロペラ効率が上がることは知られてい

よりプロペラ先端の軌道位置が船底に近くが懸念される。さらに流速の遅い船底付近でキャビテーションが発生し易くなる。複合加に伴いブレードのピッチは小さくなるよ低減とキャビテーション発生を抑制するこきる。荷重度でブレードのピッチが変化する ALC(自動荷重制御)と同様の効果が期待でき、省エネへと繋がる。



また、大直径化すると重量の増加に伴い、軸系への負担が大きくなり、ねじり振動応力や船体振動の増加等の問題を生じる。軽量で高強度の CFRP をブレード材料として使用することで軽量化でき、軸系への負担が抑えられ、ねじり振動応力や船体振動等も低減できる。これによりプロペラの大直径化による高性能化が図れることになる。

省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) PBCF(Propeller Boss Cap Fins)</p>		
<p>販売会社名</p>	<p>商船三井テクノトレード株式会社</p>	<p>電話番号</p>	<p>03-6367-5380</p>
<p>機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)</p> <p>プロペラは回転する時に水流がプロペラ翼により強く回転方向に曲げられるため、プロペラ後方には必ず渦が発生し、船の推進エネルギーロスとなっています。PBCFは、この渦エネルギーの内、中心部に集中する強力なハブ渦を整流して、エネルギーロスを効率的に回収し、前進エネルギーに変える働きをします。</p> <p>本PBCFはプロペラハブ渦に着目した最初の省エネ装置であり、開発以来、多数のシリーズ水槽模型試験及び実船計測により、その原理と効果の検証を重ねてきました。シンプルな構造でありながら、平均約5%という大きな省エネ効果は、日本船用機関学会賞、日本造船学会賞及び日本機械工業連合会優秀エネ賞を受賞するなど、国内外から高い評価を得ております。</p> <p>地球環境保全が重要視されている昨今、『省エネ装置』としてだけでなく、『地球環境に優しい商品』として、PBCFの需要は益々高まっています。</p>			
<p>省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)</p> <p>PBCFは、プロペラが回転する時に発生するプロペラのハブ渦を整流して、プロペラの単独効率を改善する画期的な省エネ装置です。PBCFはその原理から、貨物船、タンカー、自動車運搬船、コンテナ船等の船種全てに省エネ効果が発揮されます。</p> <p>PBCFを装備する事により、</p> <p>◎3%強の軸トルク軽減、1%強のスラスト増加により、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 平均約5%の省エネ効果 (船速換算で約2%の速力UP) 2. プロペラトルクリッチの軽減 <p>◎プロペラ後流のハブ渦を消すことにより、</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 船尾振動、水中騒音の軽減 2. 舵エロージョンの解消 等々の改善を図ります。 <p>PBCFはプロペラと同一材料で作られ、通常型のボスキャップと同様にボルトのみで簡単に取り付けられ、可動部もないため、メンテナンスも殆ど必要なく (ドック時に磨く程度)、効果は半永久的です。即ち、保守費をかけずに平均約5%の省エネ効果が達成できます。</p> <p>PBCFは対象船のプロペラ形状・仕様にて、最適な省エネ効果を得られる様、各船毎に設計・製作をします。また、可変ピッチプロペラ船にも装備可能です。</p> <p>これまでに約2700隻を超える各種の船舶に採用され(平成26年11月現在)、その卓越した性能が認められ、国内外の各方面から高い評価と信頼を得ております。</p> <p>PBCFのお引き合いに際しては、搭載主機関馬力等のデータに基づき、各船毎価格見積もりをさせていただきます。投資回収期間は稼働条件にもよりますが、概ね1年前後となります。</p>			

備考) 機器・システムのカタログがありましたら添付願います。

PBCFの実績

豊富な実績

●あらゆる船舶に有効

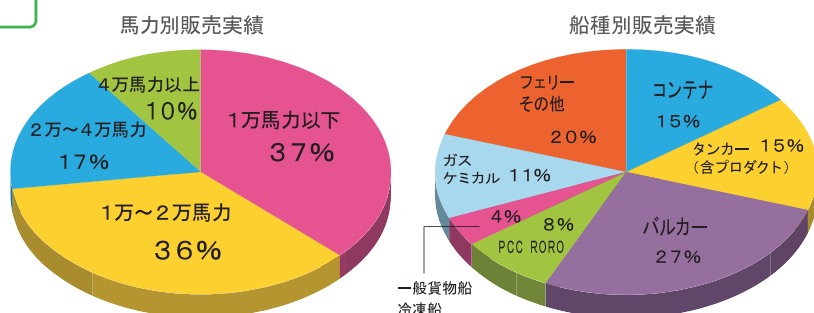
バルカー、タンカー、コンテナ船、フェリー、PCCなどの多くの船種と更にCPP搭載船で多数のPBCFが装備され省エネに寄与しています。

就航船、新造船関係なく取付が可能。操船性が損なわれた例はありません。



多数の実績があるのは高い評価の証明

- ・2006年 PBCF 納品累積 1,000隻突破
- ・2008年 PBCF 納品累積 1,500隻突破
- ・2011年 PBCF 納品累積 2,000隻突破
- ・2013年 PBCF 納品累積 2,500隻突破
- ・2014年 8月 PBCF 納品累積 2,700隻突破



省エネ技術

●PBCFは推進効率向上型プロペラの代表例として紹介

国土交通省のエコシップ・プロジェクト、e-シップ・プロジェクトに認定されています。
平成12年度のエコシップ 共有建造における環境対策推進船 平成14年度政策目的別対象船舶 e-シップ(二酸化炭素低減化船)の設計基準

5%の省エネ効果で2700隻以上の採用実績

世界中で200社以上の船主、オペレーターに採用 (※2014年8月現在)

- 豊富なデータの解析結果から、約5%の省エネ効果を実証されています。資料をご支給頂ければ、対象船のPBCF採用による省エネ効果の見積をいたします。
- 国内では、(社)日本船舶機関学会賞、(社)日本造船学会賞、日本機械工学連合会 優秀省エネ賞等を受賞。海外でも、ITTC、学会、造船界等からPBCFに関する研究成果や、船主・運航者による実船計測結果等が報告、発表されています。
- PBCFは、(株)商船三井と、(株)西日本流体技研、ナカシマミツワプロペラ(株) (旧:ミカドジャパン(株))の3社により共同開発され12カ国で特許を取得しています。

■お問合先

MOL 商船三井テクノトレード株式会社

PBCF事業部

〒104-0031 東京都中央区京橋 1-1-1 八重洲ダイビル 6F

TEL: 03-6367-5380 FAX: 03-6367-5516 E-mail: pbcf@motech.co.jp

URL: <http://pbcf.motech.co.jp/>

PBCFJ201410

238

Propeller Boss Cap Fins

世界の船に省エネ効果を発揮し続ける PBCF は
地球環境に優しい技術です。



商船三井テクノトレード株式会社

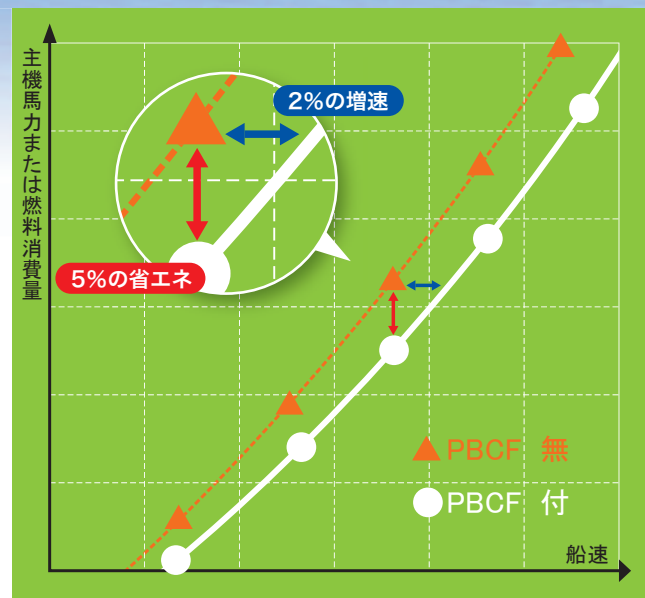
PBCF[®]

5%の省エネ効果、メンテナンスが容易で効果は永久。

PBCF（プロペラ・ボス・キャップ・フィンズ）は、商船三井が開発したプロペラ効率改善装置です。
PBCFにより、船舶の推進性能が5%向上します。

PBCFの効果

100隻を超える実船計測により以下の効果が確認されています。



実船でのPBCF効果の計測・解析結果

- ・試運転データー約 30例 平均 4.6%改善
- ・就航データー 約 70例 平均 5.0%改善
- ・約 5%の燃料削減効果を確認（約 2%の増速効果）
- ・3%強の軸トルク軽減と1%強のスラスト増加によるプロペラトルクリッチの軽減
- ・広い船速域で効果を発揮

ハブ渦の解消

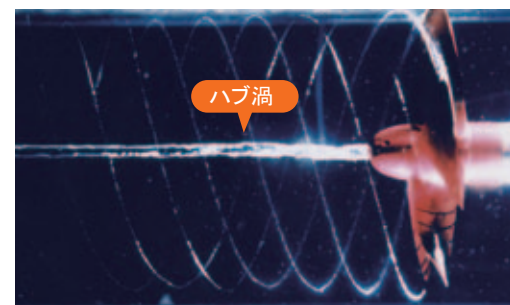
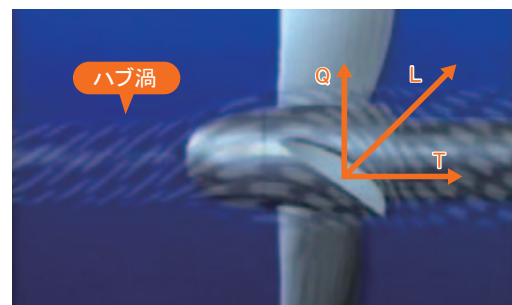
- ・船尾振動、水中騒音の軽減
- ・舵エロージョンの解消

PBCFの原理

プロペラ翼により強く回転方向に曲げられてハブ渦を作っていたプロペラ後流は、PBCFのフィンにより元の向きに押し戻されるため、ハブ渦が消えてしまいます。

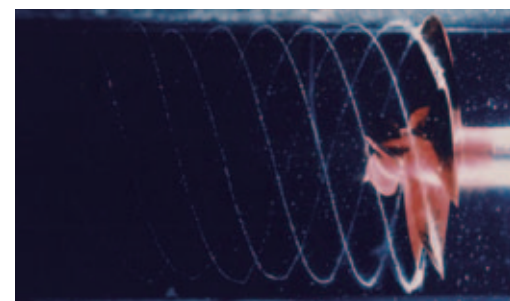
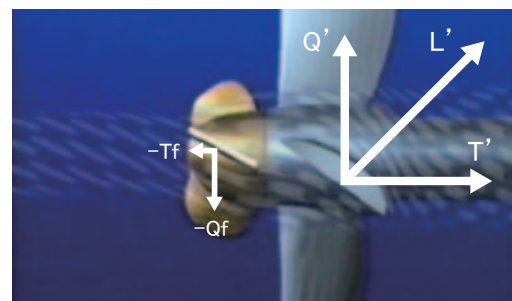
PBCF 無

プロペラ翼を通過した水流は翼上下面の速力差により強く回転方向に曲げられ、ハブ渦を作っています。ハブ渦などにより、プロペラに伝達されたエネルギーの約1割が無駄に消費されています。



PBCF 付

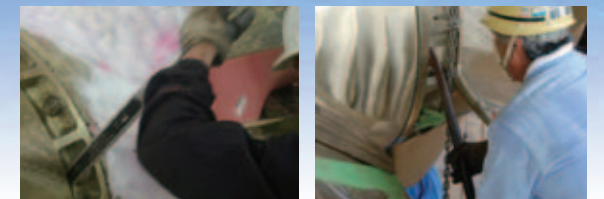
プロペラ翼によって曲げられた水流がPBCFのフィンを軸回転方向に押すため、軸トルク抵抗が3%強減ります。また、PBCFのフィンによる地面効果がプロペラ翼の揚抗比を改善し、推力も1%強増加します。



PBCFの特徴

改造費、保守費が不要

- プロペラと一体（付加物）
ボスキャップにフィンを付けた簡単な構造。
- 簡単な付帯工事による取付け
プロペラと同一材料で作られ、通常のプロペラと同様にボルトで取り付けます。他の改造（プロペラ側）を必要としません。（CPPは除く）
- 主要船級協会の承認対象外
主要船級協会の検査対象となっておりません。
- 納期は約3~4ヶ月
PBCFの設計、製作~納期までには約3~4ヶ月必要となります。（プロペラに適した個別設計品である為。）
- 取付け後の保守が容易
ドック時に外観点検をして磨く程度で効果は永久に保たれます。



PBCFの投資効果

抜群の投資効果

投資回収期間は数ヶ月~約1年以内。

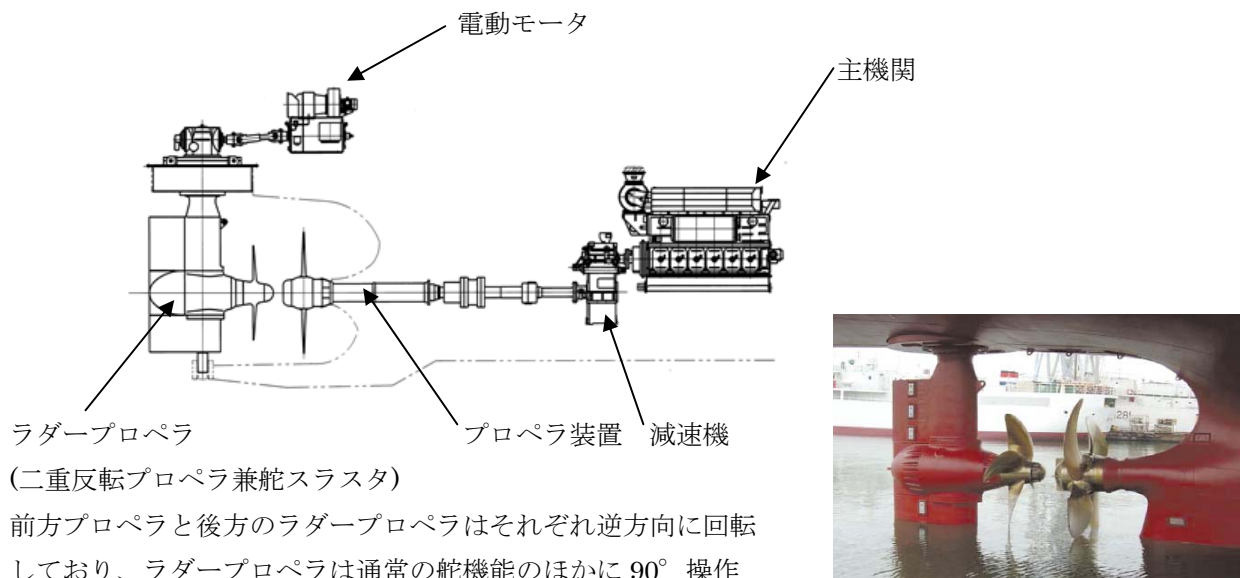
船種	馬力 (PS)	年間稼働率 (%)	回収期間 (PBCFによる燃料節減率5%)	
			(年)	(月)
コンテナ船	80,000	75	0.12	1.4
VLCC	39,000	85	0.18	2.2
ケーバルカー	23,000	75	0.23	2.7
ハンディーバルカー	11,000	70	0.32	3.8
内航貨物	4,000	55	0.74	8.9

注：燃料単価はC重油 ¥65,000¥/t、燃料消費率は実態に合わせた数字を使用。

省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 (スターズラスタ機能)</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) 二重反転ラダープロペラ</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>新潟原動機株式会社</p>	<p>電話番号</p>	<p>03-4366-1224</p>

機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)

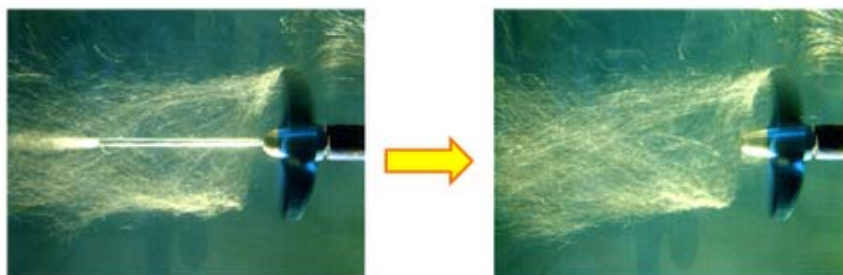


ラダープロペラ (二重反転プロペラ兼舵スラスタ)
前方プロペラと後方のラダープロペラはそれぞれ逆方向に回転しており、ラダープロペラは通常の舵機能のほかに 90° 操作することによりスターズラスタとしての機能も有している。

搭載された二重反転ラダープロペラ

省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)


通常のプロペラの場合、プロペラから発生する渦を巻いた水流がロスエネルギーとなるが、これを後方で逆回転するプロペラにより推進方向の流れに整流する事で有効な推力にして推進効率を向上させている。
ラダープロペラには、前方プロペラのハブボルテックスによるキャビテーションの発生が懸念されるが、前方プロペラに特殊フィン付キャップを装備する事で対策を実施している。(以下写真は、特殊フィン付キャップによる水槽実験結果)



回転方向の渦エネルギーを推進方向の流れエネルギーに整流し、有効な推力として推進効率向上。

備考) 機器・システムのカタログがありましたら添付願います。

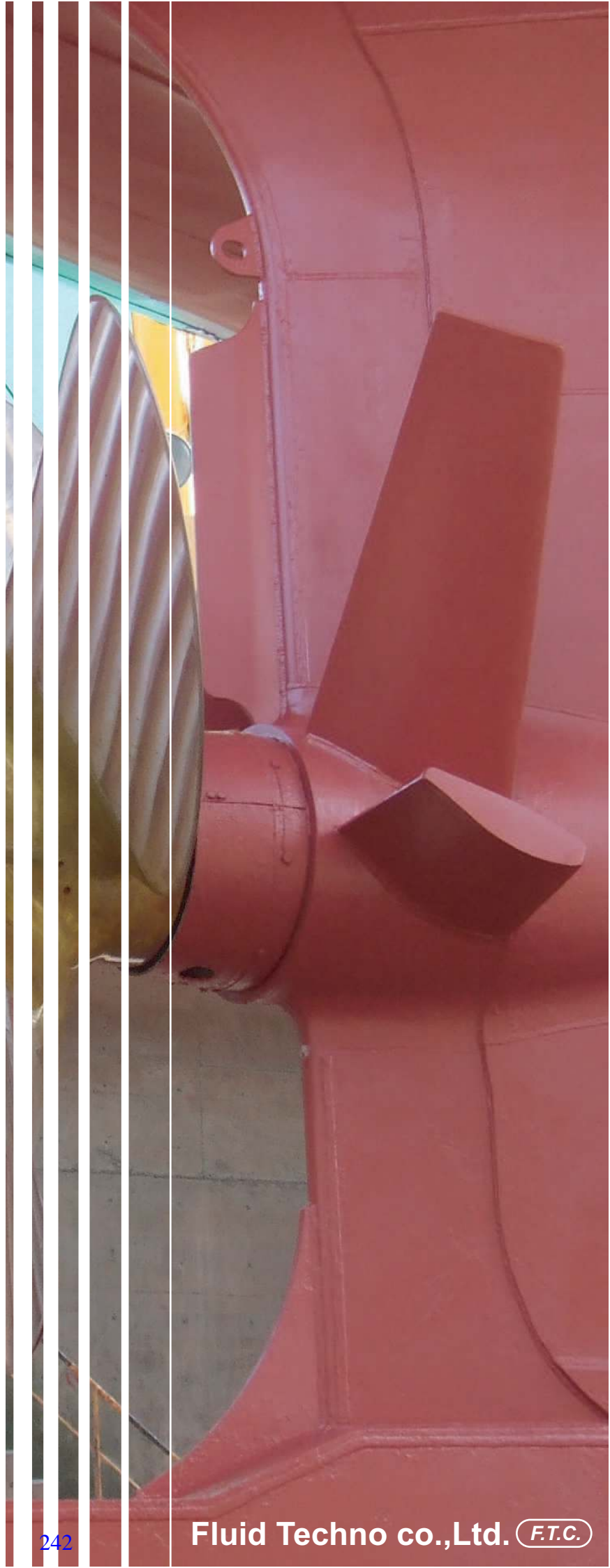
省エネルギー／省力化機器・システム 調査書

<p>技術要素 該当要素に○。複数回答可。省エネルギーかつ省力機器の場合は双方に○を付けてください。</p>	<p>省エネルギー機器：①推進抵抗の低減 ②推進効率の向上 ③省エネ最適制御の採用 ④余熱(廃熱)利用 ⑤機関室システムの見直し ⑥その他 () 省力化機器：⑦運転操作時のシンプル化 ⑧メンテ時の省力化 ⑨メンテ回数低減 ⑩船上監視作業の陸上支援 ⑪その他 ()</p>		
<p>機器・システムの名称</p>	<p>製品名 (一般的な名称) 省エネステータ(Eco-Stator) (プロペラ前部放射状型取付翼)</p>		
<p>製造会社名</p>	<p>流体テクノ有限会社</p>	<p>電話番号</p>	<p>0956-42-1685</p>
<p>機器・システムの概要 (左に機器・システム等がわかる写真又は概略図、右に機器の概要をご記入下さい。)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div data-bbox="164 663 743 1120" style="width: 45%;">  </div> <div data-bbox="778 640 1461 1126" style="width: 50%;"> <p>特に中小型船用として開発された省エネ装置です。プロペラ前方の船尾管の表面から放射状に突出する複数のステータ (飛行機翼と同じようなもの) を、プロペラ軸より上方域に限定して設置したものです。具体的には、ステータを左右舷に2枚ずつ、スターンフレーム後端に平板形状のセンターステータ1枚の合計5枚で構成しております。各ステータ及びセンターステータはプロペラ回転方向と逆向きに流れをかえられるようにひねりが設けられています。新造船はもちろんのこと、既存船にも装着可能です。</p> </div> </div>			
<p>省エネ／省力化原理の説明、効果 (概略図、流れ図等を左に、概要説明を右に記載してください。)</p> <p>船体に沿って船尾に到達した流れが、本省エネ装置によりプロペラ前方でプロペラ回転方向と逆向きの流れに変更されてプロペラに流入するので、プロペラ後方に発生する旋回流れが減少されてプロペラが効率よく作動することになります。</p> <p>プロペラ前方で流れの方向を変える装置は、従来大型船で用いられており、プロペラ軸より下方にもフィンブレードが取り付けられていました。本省エネステータは、中小型船で顕著なプロペラ軸より上方の遅い流れに注目し、ステータをプロペラ軸上方に限定しました。そのため枚数も少なくなり、より経済的な装置となっております。</p> <p>また、省エネステータは溶接により船体及び船尾管へ取り付けられる場合がほとんどで、既存船への装着が可能です。</p> <p>省エネとしての効果は船種や船型、特に船尾形状などにより異なりますが、これまでに調査した結果によれば通常の船型で3%から4%の効果が示されております。</p> <p>また、本装置を装着した場合、ほとんどの船で船体振動の低減が示されています。</p>			

備考) 機器・システムのカタログがありましたら添付願います。

Eco-Stator

新しいプレスワール系省エネ装置
Pre-swirl Energy-Saving Device



Eco-Stator

SAVE FUEL OIL CONSUMPTION BY 3 - 4 %



省エネステータとは、プロペラ前方のスターンチューブ上に4～5枚のステータ（飛行機の翼部分と類似な板状のもの）をプロペラ軸下端より上側に放射状に取付け船尾の流れを制御し、できるだけ少ない主機出力でプロペラがより大きな推力を出し易くする装置です。

省エネステータの効果は

- ・ 同じ船速では3～4%燃料をセーブした航行が可能です。
- ・ 同じ燃費でより速い船速で航行が可能になります。
- ・ プロペラへ入る流れを整流するため、船体の振動が低減できます。

"Eco-Stator" is one of pre-swirl type of energy saving devices installed in front of propeller, which has four or five stator fins fixed radially around the stern tube above the lower

position of propeller shaft. "Eco-Stator" works to rectify the flow close to stern end and control the inflow into the propeller to anti propeller turning direction to enhance the propeller thrust in keeping the propeller rotational speed.

The main effects of "Eco-Stator" on the performance are followings.

- / Fuel oil consumption is reduced by 3 - 4% in keeping same speed.
- / Ship speed is increased in keeping the same output power.
- / Ship stern vibration is alleviated due to rectified inflow into propeller.

Eco Device's Idea

プロペラ後方の回転流を減少する省エネ装置は100年以上前から開発されてきました。省エネステータはZone 1に属するプレスワール系省エネ装置に分類されます。プロペラ前方に省エネステータを配置することで、プロペラに流入する流れを整流しプロペラ後方の回転流を減少させます。

Energy saving device to reduce the rotational flow behind propeller has been developed more than 100 years before. "Eco-Stator" is categorized in pre-swirl stator, Zone 1. By adjusting "Eco-Stator" in front of propeller, the inflow into propeller is rectified and the rotational flow behind propeller is reduced.

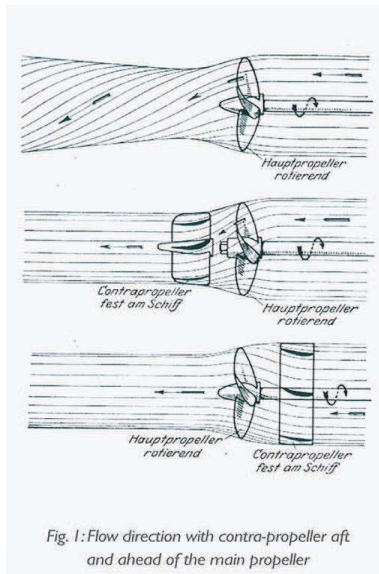
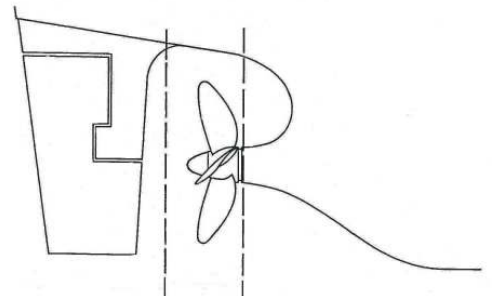


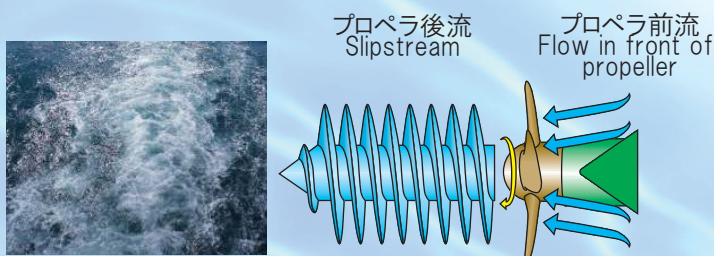
Fig. 1: Flow direction with contra-propeller aft and ahead of the main propeller

Dr. Rudolf Wagner, "Retrospective and prospective view on the development of the contra-propeller", presented at the general meeting of the German Society of Naval Architects (STG), 1929

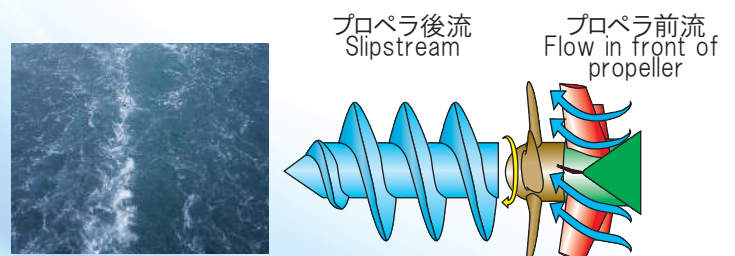


Zone 3 Zone 2 Zone 1
by J.S. Carlton

- Zone 1: 船体抵抗低減
Hull resistance reduction
船尾流れの改善
Improvement of stern flow
プロペラ損失の回収
Recovery of propeller loss
- Zone 2: プロペラ効率の改善
Improvement of propeller efficiency
- Zone 3: プロペラ損失の回収
Recovery of propeller loss
舵性能の改善
Improvement of rudder performance



without Eco-Stator



with Eco-Stator



Design

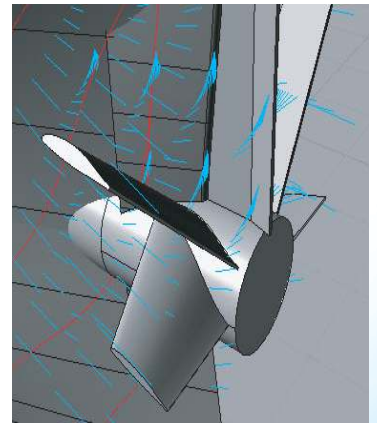
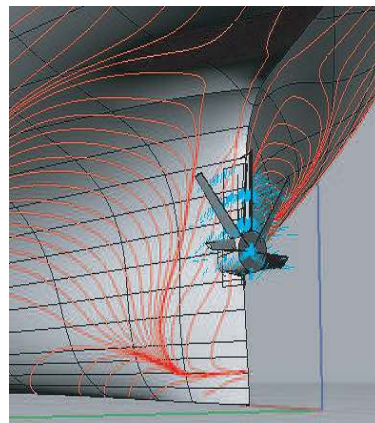
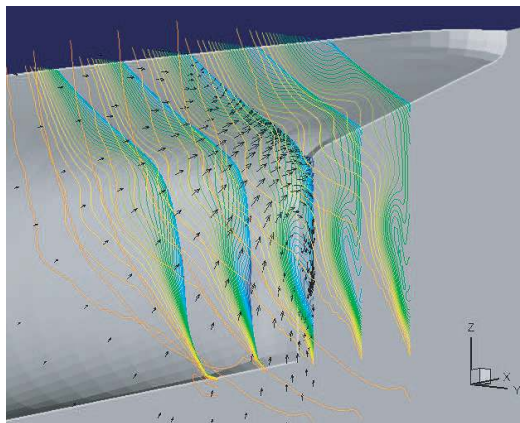
省エネステータは豊富な実船及び水槽試験のデータベースを基に設計されます。取付位置や角度を設計するには、船尾端の流れを予測することが必要不可欠です。そのため、データベース、CFD計算及び水槽試験を適宜実施し、最適な取付位置や角度を求めます。

The main dimensions of Eco-Stator are figure of stator, installing position and setting angle. These are designed based on the data base accumulated as tank test results and full scale sea trial. CFD is also a strong tool for design.

CFD

CFD計算により船尾端の伴流分布を予測します。伴流分布に基づき省エネステータの取付位置及び角度を設計します。

The flow field around stern can be estimated using CFD tool. Especially the flow direction on the section of installing position or propeller plane is applied to design.

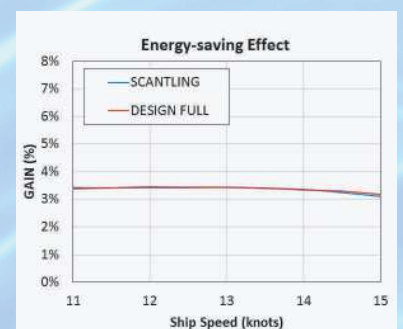
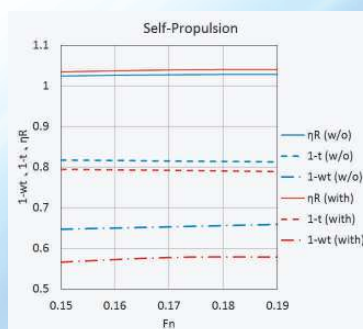


Tank Test



プロペラ面で計測された伴流分布に基づき省エネステータの取付位置及び角度を設計します。また、省エネステータを装着して自航試験を実施し、その効果を確認します。

Angle and the setting position of the Eco-Stator are designed based on the wake distribution measured by the propeller plane using model ship. We also conduct the self-propulsion test by mounting the Eco-Stator, to make sure the effect. The gain of Eco-Stator is confirmed by self-propulsion test.





Manufacturing Process

省エネステータは、精度保持のため弊社指定工場（振興産業株式会社）で有資格者である熟練した職人が製作しています。省エネステータは下記工程で製作されます。

Eco-Stator is manufactured by skillfull workers qualified person for rulling, bending and welding at designated Shop(SHINKO SANGYO CO., LTD.).

Eco-Stator is made of the following steps.

① 曲げ加工
Bending



② 組立
Assembly



③ 溶接及び浸透探傷検査
Welding and PI



④ 組立
Assembly



⑤ 溶接及び浸透探傷検査
Welding and PI



⑥ 塗装
Paint



Install Process

①足場の架設 The Construction of the Scaffold



足場が省エネステータを取付ける妨げにならない様に、メーカーと事前に打合せを行ってください。

Required some meeting for matters concerning scaffold planks and frames, to avoid the difficult to install Eco-Stator.

②仮付け Fitting



ゲージを用いてステータの取付角と振り角を調整して仮付します。1翼を仮付するのに必要な時間は、30分～1時間程度です。

Eco-Stator is attached by adjusting the angle and the setting position using a special gauge. It takes about 30 minutes to one hour to attach one Stator.

③溶接 Welding



溶接する前に溶接熱の影響で取付角が変わらないように、L型鋼で補強します。溶接終了後、補強は撤去しグラインダーで仕上げます。ステータの装着は船台、ドック入渠時、ブロック製作時いつでも対応できます。

The Stator is supported to keep the design qualities under manufacturing. Eco-Stator is installed at any time during the production block or docking.



Performance

省エネステータ装着前後における速力試験、就航実績を解析することで、省エネステータの効果を検証することができます。

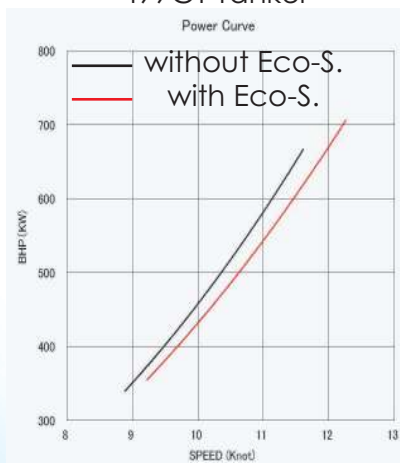
The effective performance by Eco-Stator can be verified by Ablog analysis or sea trial.

Full Scale Sea Trial

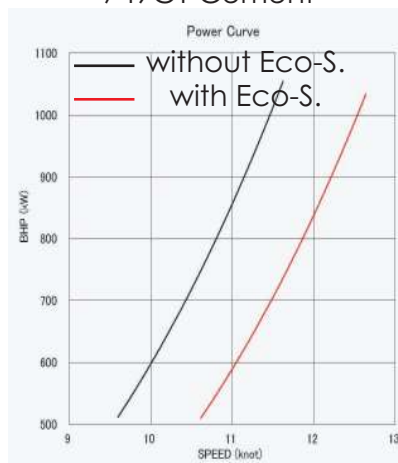
Some points should be paid attention to verification of sea trial for new building ship and retrofit ship.

Ship Kind	499GT Tanker	749GT Cement	24K Bulk Carrier
Lpp (m)	61.8	65.0	149.8
B (m)	10.0	11.5	24.0
D (m)	4.5	4.31	13.8
MCR (kW)	736	1177	5180
Ship age	Retrofit	Retrofit	New building

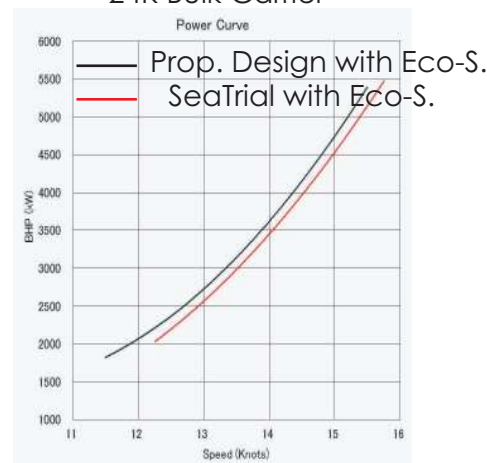
499GT Tanker



749GT Cement



24K Bulk Carrier



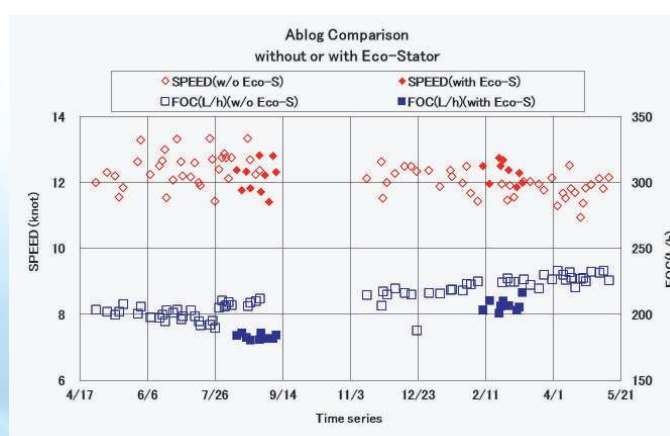
入渠前後の試運転結果には、船体・プロペラの粗度影響が含まれます。既存船に装着することで、同じ速力で3~4%程度馬力が低減します。また、新造船時に装着するときは、省エネステータの影響を考慮したプロペラ設計をする為、主機に負担を掛けません。

Roughness of hull and propeller surface is included in the sea trial results. In case of retrofit the required output is reduced by 3-4%. In new building the propeller is designed including the effect, then no attention should be paid to the propeller speed.

Ablog analysis

Ship Kind	999GT Tanker
Lpp (m)	66.5
B (m)	12.5
D (m)	5.5
MCR (kW)	1765
Ship age	Retrofit

省エネステータ装着有無のAblogデータを比較すると、同程度の速力で燃料が3~4%低減します。The reduction of required power 3-4% is achieved by comparing fuel oil consumption.



Q & A

Q 1. 満載状態とバラスト状態で効果が違うか？

How is the effect of Eco-Stator in the condition of full load and ballast?

A 1. 船型により違う場合がある

It's dependent on the hull shape.

Q 2. 造船所での取り付けの費用は？

How much is the cost to install in a yard?

A 2. 発注者の負担となる

It's dependent on the client.

Q 3. 既存船に装着の場合、スターンチューブへの溶接で軸への熱影響はあるか？

How is the welding effect on the stern tube of propeller shaft?

A 3. 今までの実績から無い

No matter on the welding thermal effect.

Q 4. 設計、製造にどの程度の時間がかかるか？

How long is it to take the design and manufacturing?

A 4. 約2ヶ月

It takes about two months.

Q 5. 設計、材料、製作品に対してどのような保証があたえられるか？

How is the guarantee for the design and material?

A 5. CLASS材料の使用、強度計算書の作成、CLASSの図面承認取得、承認図に関するCLASS検査

The material approved by class is used, approval documents by class are made.

Q 6. 造船所での取り付けにどのような支援が与えられるか？

How is the support by designer in installing at a yard?

A 6. 取り付け要領の説明、取り付け管理者の派遣

A supervisor is dispatched to the yard.

Q 7. 性能予測の検証に対してどのような手法がアドバイスされるか？

What kind of method to verify the effect on the performance is advised?

A 7. 類似船による効果予測、装着前後の試運転実施、就航実績 (Ablog) 解析、水槽試験

The prediction of performance with Eco-Stator is made by similar ships, sea trial, Ablog analysis and tank test.



Contact Us



ACCESS
 佐世保駅から車で5分
 5 minutes from
 Sasebo Station
 by car

流体テクノ株式会社 / Fluid Techno co.,Ltd
 長崎県佐世保市常盤町1-7 ジブラルタ生命ビル6F
 6F Gibraltar Seimei Bldg 1-7 Tokiwa-cho, Sasebo-shi,
 Nagasaki Pref. Japan

TEL : 0956-42-1685 FAX : 0956-42-1690

担当 Contact persons :

玉島 (Tamashima) (mtamashima@fluidtechno.com)
 久村 (Hisamura) (khisamura@fluidtechno.com)
 杵尾 (Mokuo) (kmokuo@fluidtechno.com)

