

No. 70

●目次●

NOBS (ノンバラスト船) 海外講演	page 1
船型設計システムを活用した 船型開発について	page 2
日本造船技術センターにおける 具体的なCFD計算例 (その4)	page 4
双胴型高速船「すずかぜ」が就航 —海上アクセス松阪ルート—	page 6
規則動向と船体構造の変遷	page 8
NOBS (ノンバラスト船) 海外講演 (その2)	page 10
実海域における推進抵抗増加率について (試算例)	page 11
テクノオーシャン2006に参加して	page 12

NOBS (ノンバラスト船) 海外講演



去る10月、英国ロンドンにてIMO第55回海洋環境保護委員会 (MEPC) と同時に開催されたJETROジャパンシップセンター主催の国際協調海事セミナーに招かれ、(財)日本造船技術センターの職員がNOBSについて講演を行いました。続いて同地において英国王立造船学会 (RINA) のセミナー及びロイドリストのバラスト水マネジメント国際会議においても同様の講演を行いました。

NOBSに関しては、平成17年度までの3年間、特に大型タンカーを対象とする国土交通省の技術開発プロジェクトが(財)日本船舶技術研究協会の場で推進され、その開発研究の成果については既に公表されているところですが、海外において講演が行われたのは今回が初めてであり、プレスや船主筋等から大きな関心を集めました。その背景としては、今回のMEPCにおける協議等を通じ、バラスト水管理条約の適用開始年 (2009年) が迫っているにもかかわらずバラスト水処理装置の開発が期待通り進んでいない状況が強く認識されたことがあるものと思われる。

当センターにはこの講演会の後も海外から問合せが寄せられていますが、これを機に国内外での開発意欲がさらに促進されることを願っています。

The Public Ledger
The latest news, analysis and
daily market prices for over 700
commodities
For further information please visit
our website
www.agra-net.com

FOUNDED 1734

MONDAY OCTOBER 16 2006

Lloyd's List
SHIPPING • INSURANCE • ENERGY • TRADE • LOGISTICS

Environment

Ballast water set to disappear with next generation NOBS

But cost rather than compulsion will decide whether non-ballast water ship concept will ultimately float, writes Tony Gray

THE age of non-ballast water ships could soon be dawning after five years of development in Japan. Yusaku Washio, of the Shipbuilding Research Centre of Japan, says the NOBS concept is now "safe and practical enough" for ships of this design to be ordered "in the near future".

Dr Washio, general manager of the organization's model experimental centre, acknowledged that non-ballast water vessels would cost more to construct but said this could be offset by more economical operation.

He was speaking at a series of presentations in London in the same week that the International Maritime Organization's secretary-general Eiriniou Mitropoulos lamented the poor response to

its convention on ballast water management.

NOBS, of course, has the advantage of being free from the requirements of the convention, which is designed to limit the environmental damage caused by discharging ballast water.

It is a project which the Shipbuilding Research Centre has been pursuing in partnership with commercial centre, acknowledged that non-ballast water vessels would cost more to construct but said this could be offset by more economical operation.

The project's first design has focused on large tankers — suezmaxes and very large crude carriers — although it has also carried out research on bulk carriers, ore carriers, and container ships.

Design conditions set by the

project involved maintaining the length overall, draught and deadweight.

To achieve this the project has adopted a broader beam in combination with a naked bottom.

For example, the suezmax design has a moulded breadth of 56 m compared with 45 m in a conventional vessel.

The project included three principal objectives:

- In an empty condition without ballast water, safe operation of a NOBS vessel should be proved under normal sea conditions with a 3 m draught forward and full immersion of the propeller as with a conventional ship in ballast condition.
- A NOBS vessel should maintain the necessary draught for safe operation in "very rough" weather conditions, although these were seldom met, with about one-quarter of the ballast water that a conventional tanker would carry.
- In comparison with a conventional vessel of the same deadweight, NOBS should have at least a 5% energy saving.

Cost, rather than compulsion, will be influential in whether shipowners decide to opt for the NOBS concept.

He said there were infrastructure issues, such as the ability of drydocks to handle vessels with different specifications, to take into account.

But, in common with the innovation of container shipping, these would be resolved when the vessels were on the water.

Dr Washio said some shipowners and shipbuilders were already "very interested" in the NOBS concept.

He said there were infrastructure issues, such as the ability of drydocks to handle vessels with different specifications, to take into account.

But, in common with the innovation of container shipping, these would be resolved when the vessels were on the water.

of high tensile steel on the basis of 40 kg per square metre, rather than the usual 36 kg, could help to reduce construction costs.

In addition, power savings of 9% or more had been established which meant that the increased building cost could be recovered by the improvement of propulsive performance.

Dr Washio said some shipowners and shipbuilders were already "very interested" in the NOBS concept.

He said there were infrastructure issues, such as the ability of drydocks to handle vessels with different specifications, to take into account.

But, in common with the innovation of container shipping, these would be resolved when the vessels were on the water.

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

What's
Lloyd's List
Exhibitions
Conference
2006
October
Ballast Water
Management 2006,
17th. www.ll
events.com/Practical G
Handling, 1
17th. www.ll
academy.com
Global Auto
tics 2006, 31
18th. www.g
logistics.com
Asia Ship F
Hong Kong,
www.asia-shi
Asia Pacific
Conference
Hong Kong, 19th-21
the-shipfinan
Latest Adv
sea Techno
19th-20th.
www.license
TOC2006 A
co, 24th-26th
events.com
OffshorePh
meeting, Lo
www.license
Interaction
Ships Conf
30th-31st. w
events.com/d
Mar-2006. 11

船型設計システムを活用した 船型開発について

1. 船型設計システム

(財)日本造船技術センター（以下SRC）が開発している船型設計システムは、SRCが保有する膨大な船型データや水槽試験結果を数値化し、ニューラルネットワークや統計解析により簡便に利用できる形としたデータベースを核に、新たに開発中の数値線図創生手法、種々の最適化手法やCFDと組み合わせ、熟練技術者でなくとも簡便にかつ短期間で船型設計を行えるシステムを目指すものです。このシステムの概要についてはSRCニュース68号で紹介していますが、今回はこの設計システムを使用して行った、船型開発についてご紹介します。

2. 船型開発の流れ

SRCが船型開発を行う場合、

- (1) 推進性能試験を行った結果、推進性能が要求性能に達していなかった
- (2) 原型となる船型が、要求性能を達成できる見込みが立たない
- (3) 仕様書の数値のみ存在し、具体的船型が無い

といったような状況が想定されます。

船型設計システムはどのような状況からでも柔軟に対応できます。(3)の場合は例えば要求仕様をもとに船型設計システムより最適主要目を計算し、生成される標準船型パラメータ(C_p , C_w カーブ等)から線図創生と船型最適化を開始します。(2)では、依頼者より提供される船型オフセットを入力し線図創生と船型最適化を始めます。実船建造可能なレベルまで設計が進んでいる(1)の場合は、設計変更可能な部分が限れていることが予測されます。従って水槽試験結果やCFD計算により船型の問題点を把握し、依頼者と討議の上、変更可能な範囲を設定することが重要になります。設計システムではその結果に対応した制約条件を設け、最適化を開始することとなります。

3. 船型開発例

ここで紹介する船型開発の例は小型貨物船で、船主の要求により決定した船型主要目等が造船所既存のデータ範囲から離れていたため船型計画、性能推定に困難が生じたケースです。前章で言えば(2)に相当します。

3.1 初期検討

供試船型の主要目比等を表-1に示します。SRCではこの主要目に基づき、いくつかの手法を用いて概略の性能推定を行いました。

表-1 概略主要目

L/B	約5.0
B/d	約2.5
DW	約9,000ton
設計速力	約12.5kt

この結果得られた計画速力における制動馬力を図-1に示します。ちなみに本船型はL/Bが小さくかつ設計フルード数が大きいため、本船型設計システムのデータベースから見てもデータの少ない範囲にあり、性能推定や最適化の際、工夫を要する船型でした。

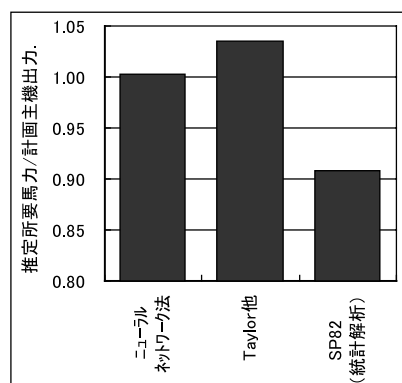


図-1 制動馬力初期検討($V_s=12.5$ kt)

図-1は計画主機出力(85%MCR, 15% S.M)を1.0として表示していますが、SRCが開発した統計解析による推定手法であるSP82以外では推定値が1.0を超えており、計画速力の達成が難しいことを示しています。SP82による

推定結果も、本船の主要目がSP82の母集団から外れており、推定精度上問題があるものと考えられます。

3.2 最適化と船型設計

船型設計システムを用いた船型開発は以下の手順で進められました。

- ① 造船所から提出されたタイプシップから船型パラメータを抽出する。
- ② 抽出した船型パラメータを遺伝子として、遺伝的アルゴリズムを用いて C_p , C_w カーブ、船首尾プロファイルの最適化を行う。
- ③ 概略線図創生システムを用いて、最適な C_p , C_w カーブ、船首尾プロファイルを持ったフレームラインを創生する。
- ④ 制限条件、最適化条件等を変更し、②、③を繰り返し、検討用の複数の船型を創生する。
- ⑤ ②~④の手順と平行して④で創生した船型について復原性能、配置等のチェックを行う。
- ⑥ 採用船型を決定し、水槽試験で性能を確認する。

船型設計システムには、現状ではまだ、フレームラインの最適化は含まれていません。従って今回は③の段階で数種のフレームラインを創生しCFD計算を参考に比較検討しています。

表-2に、設計した船型群とその特徴を示しました。M3およびM4は遺伝的アルゴリズムを持ちいて C_p , C_w カーブを最適化し、タイプシップの傾向に沿ってフレームラインを作成したもの、M6以後はCFD計算結果を眺めながらフレームラインを変更したシリーズです。

図-2に最適化による船型と馬力の変化を示します(原型を1.0として表示)。これは有効馬力を目的関数にしたM3の例です。原型の排水量は3%程度目的とする排水量より小さいのですが、最初の3世代で目的とする排水量の99.9%に達しています。また有効馬力の最小値は66世代目で得られていますが、この時は排水量が目標値に0.05%足りなかつ

表-2 船型設計結果

	C _p カーブ	C _w カーブ	フレームライン
原型	依頼者提供		
M3	排水量一定の条件でFn=0.18において有効馬力が最少となるように最適化。 l_{CB} は自由		船尾バトックフロー化、船首フレームラインを整える
M4	排水量一定の条件でFn=0.18において制動馬力が最少となるように最適化。 l_{CB} を制限		M3と同傾向、 C _w 肩をやや落とす
M6			CFD結果を検討し 船尾流線改善
M8			M6の傾向を強める
M9			M8の傾向を踏襲
供試船型			M9をベースにエンジン 配置を考慮し、船尾 フレームラインを調整

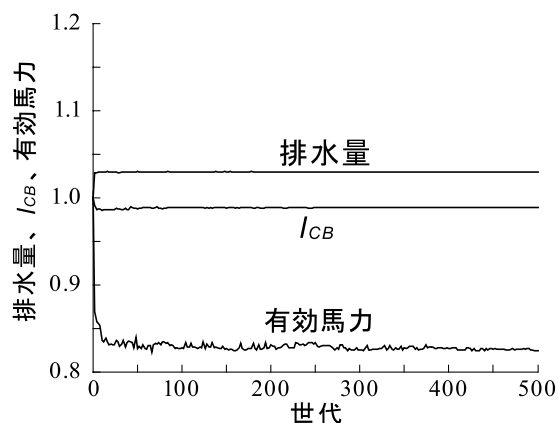


図-2 最適化例

たため最適値となっておりません。最適値は425世代目に得られており、この時の排水量は目標値の100.01%、有効馬力は先に得られている最小値に対し+0.5%、原型に対し-17.3%となっています。最適船型の l_{CB} は原型に対し1.2%Lpp程度後方に移動します。かなり細かい話をしましたが、図-2でも分かるとおり、100世代以後の変化はわずかで、得られる有効馬力のバラツキも最適値の0.3%にすぎず、有効馬力の推定精度以下の話です。従ってこの船型の最適化は100世代程度で充分であったといえます。

ところでこのM3船型で配置をチェックしたところ、バラストタンク配置の関係で l_{CB} をここまで後ろにできないことがわかりました。そこで l_{CB} を制限し、また目的関数も制動馬力に変更し、再度最適化を行ったものがM4船型で、その後のフレームライン創生はこのM4船型をベースとして行いました。図-3にこれらの船型の馬力推定結果を示します。図-1に示した推定結果に比べ、入力する船型パラメータが増え、より詳細な推定が行えるようになっていたため、原型は図-1の値と異なった数値となっています。最終的に改良船型M9では原型に比し約8%の性能改善が得られています。

3.3 採用船型の決定と水槽試験

図-3で提案したM9船型につき配置や復原性能をチェックしたところ、機関

室配置が厳しいことがわかりました。このため、M9のC_p、C_wカーブをできるだけ保ったまま、船尾フレームラインを機関室配置に問題のないM3に近づける方向で調整した船型について水槽試験を行いました。

図-3には水槽試験結果より得られた制動馬力も併せて示してあります。図を見ても分かるように、計画速力における供試船型の制動馬力は、計画主機出力より8.5%低減されています。また計画主機出力での到達速力は計画値12.5ktに対し12.8ktを達成しました。試運転状態においても保証速力に対し+0.7ktを達成しています。

4. おわりに

船型設計システムは開発途上のシステ

ムではありますが、今回示したように、現状でも充分その成果を享受することが可能です。今後の課題は、線図創生法や性能推定手法、最適化法を充実・高度化するとともに、より使いやすいシステムとするため、種々のユーザーインターフェースを整えることと考えています。そのためにもSRCユーザーの皆様のご協力のもと、今回のような実船船型開発への適用を積極的に行い、課題の抽出と解決を積み重ねていきたいと考えています。

なお今回ご紹介した事例は、(株)カナサシ重工殿のご協力によるもので、貴重な資料の公開に同意戴いたカナサシ重工殿に感謝するとともに、船型開発に当たりお世話になった、同社福味副部長、塚本係長に御礼申し上げます。

(試験センター技術部 金井)

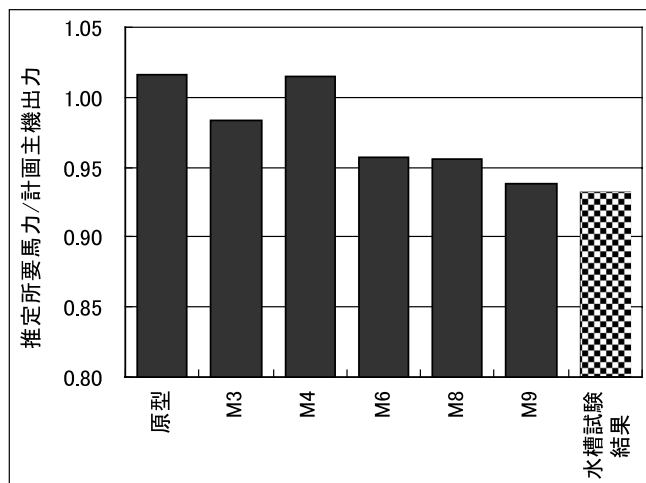


図-3 制動馬力の比較



日本造船技術センターにおける 具体的なCFD計算例（その4）

今号では前号に引き続きCFDの計算を紹介いたします。

1. 造波抵抗計算への応用例

○ 造波抵抗の計算方法

NEPTUNEコードによる C_B が0.5程度の瘦せ型船4ケースの計算結果です。4ケースともほぼ同じサイズの船型ですが、 C_B を含めた主要目がそれぞれ少しずつ異なっています。ではまず、造波抵抗の計算方法についてご説明いたします。

（財）日本造船技術センターでは造波抵抗係数を求める際に、所謂3次元外挿法を用いて造波抵抗 R_w を求めています。これは、全抵抗を以下のように造波抵抗と粘性抵抗に分ける考え方です。

$$\text{全抵抗} = (r_w \nabla_F^{2/3} + (1+K) C_{f0} S_F / 2) \rho U^2$$

ここで、 r_w ：造波抵抗係数、 ∇_F ：満載排水容積、 K ：形状影響係数、 C_{f0} ：平板の摩擦抵抗係数、 S_F ：浸水表面積、 ρ ：水の密度、 U ：船速です。

水槽試験では、低速航走時（ $Fn=0.1$ 以下）には造波抵抗が無視できるほど小さいと仮定し、低速航走時の全抵抗から K を求め、さらにある程度フルード数が高くなっても K は一定であると仮定し全抵抗から r_w を求めます。

CFDでも同様の手順で、まず波無しの二重模型流れを計算条件とする全抵抗計算結果から K を求め、波を伴う条件での全抵抗計算結果から造波抵抗計数 r_w を求めます。

○ 造波抵抗係数の4船型間の差

形状影響係数 K の計算結果を試験結果と比較し図-1に示します。既存の試験結果と同じ傾向の計算結果であり、CFDで事前に傾向を検証することができることが分ります。

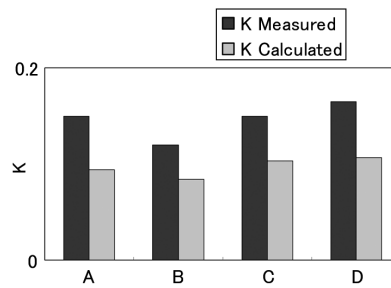


図-1 NEPTUNE二重模型流れ計算による K

図-2、3に造波抵抗係数を示します。 $1+K$ と同様に、試験結果と同じ傾向の計算結果が得られている事が分ります。

この例のほかにも造波計算は多数行っておりますが、それらの結果からも、NEPTUNEは船型間の造波抵抗の相対的な評価をする際に有用なツールと考えられます。

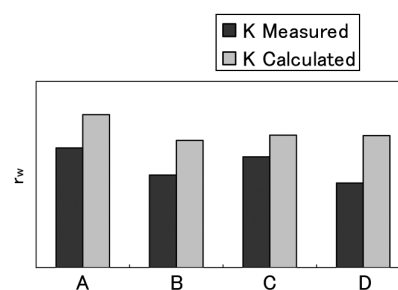


図-2 NEPTUNE造波計算による r_w ($Fn=0.24$)

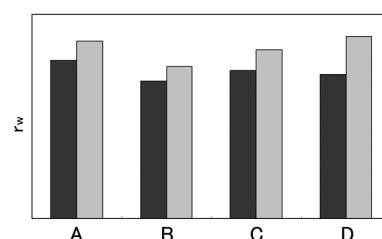


図-3 NEPTUNE造波計算による r_w ($Fn=0.26$)

2. バラスト状態のCFD計算

○ バラスト状態の推進性能

今号までCFD計算例を紹介して来ましたが、全て満載状態です。満載状態の推進性能は第1義的に重要ですが、タンカーなど満載状態とバラスト状態が半々で運航されるような船ではバラスト状態の性能も満載状態と同じくらい重要となります。

バラスト状態では、喫水が浅く、すなわち B/d が非常に大きい、満載状態とかなり異なる流れとなります。プロペラの没水深度も浅くなるので、船尾流れの状態によっては空気吸い込み現象を発生する可能性もあります。また、トリムにより抵抗特性や船尾流れ特性が影響を受けるので、その点にも留意する必要があります。また、船首波が砕波したり、バルブの上に波が被さったりする事がしばしば発生し、CFDにおいて自由表面と格子を一致させるNEPTUNEでは格子の振れが大きくなり計算が不可能となることがあります。その場合はSURFのように自由表面に対して格子が固定されるような計算手法を用いる必要があります。もちろん、波無し流れの場合は、バラスト状態だからと言って特別な難しさはありません。

○ バラスト状態の計算例の紹介

肥大船型2ケースのバラスト状態の形状影響係数を波無し計算で求めた例を紹介します。なお、計算に使用したのはNICEコードです。図-4の縦軸に水槽試験結果と横軸に計算結果のBLモデルによる $1+K$ の相関を示します。

今回は2つの船型（E船、F船）を対象に計算を行い、それぞれ満載状態とバラスト状態の結果を灰色のマークにて示しました。なお、白抜きの丸印は満載状態のみ計算を行った他の船型の計算結果を参考として併せて示したものです。

これを見ると満載状態では計算値は実験値と比べて全般的に小さくなる傾向がありますが、バラスト状態の計算値はさらに実験値より小さめになっています。

上記2船型のうちE船の伴流分布計算結果を図-5に示します。バラスト状態では伴流の形状が満載状態と違っている事がよく分かります。

当センターではバラスト状態のCFD計算例はまだ少ないが、将来的には満載状態だけでなくバラスト状態についてもCFDで評価検討を行うつもりです。

（試験センター技術部 新郷）

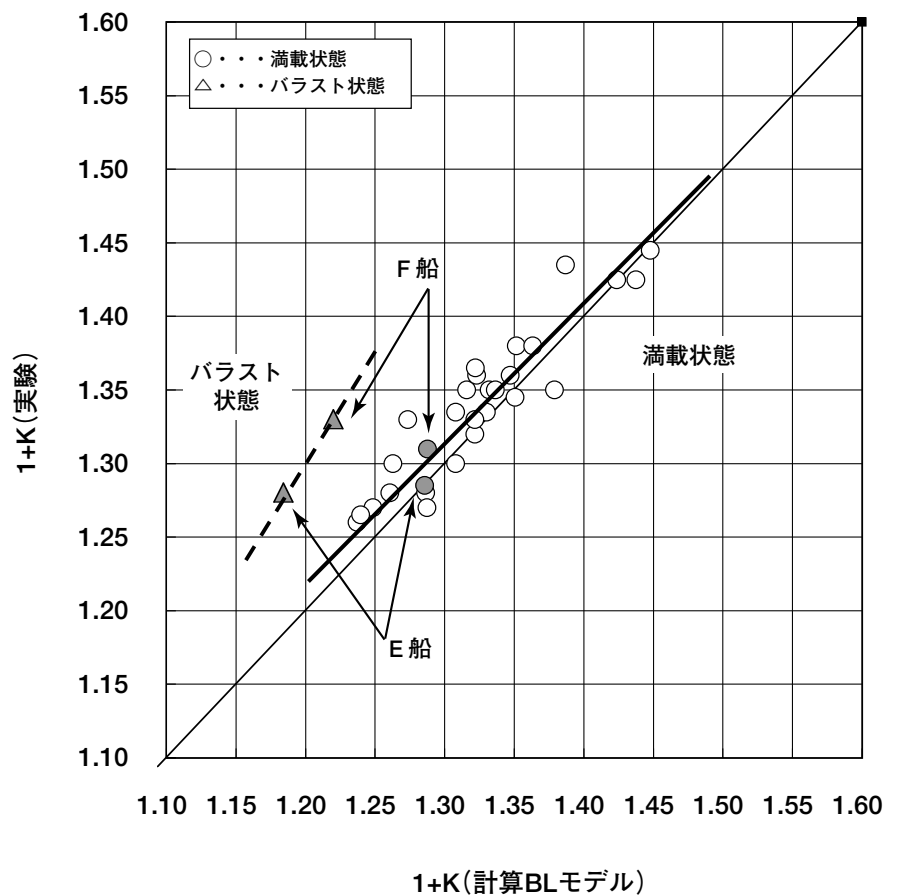


図-4 1+Kの相関（NICEコードBLモデル）

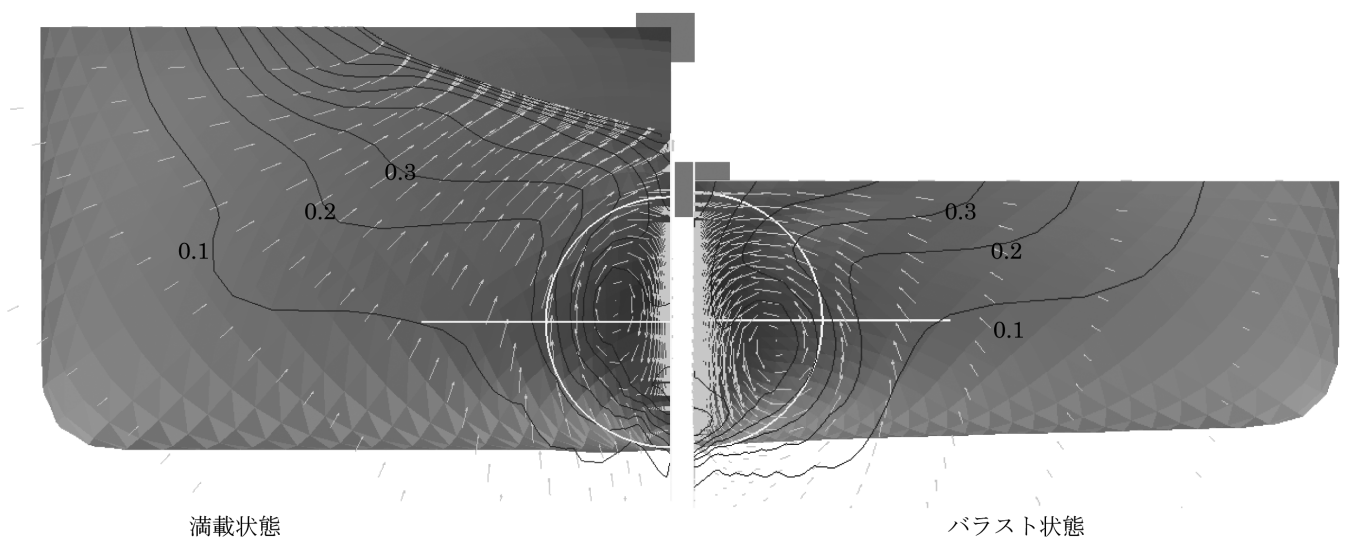


図-5 伴流分布計算結果（MBLモデル）

双胴型高速船「すずかぜ」が就航 —海上アクセス松阪ルート—



1. はじめに

平成18年12月20日、南三重の玄関口・松阪港とセントレア（中部国際空港）を結ぶ海上アクセス松阪ルート（松阪ベルライン）が誕生し、双胴型高速船「すずかぜ」が就航した。

本船は、松阪市が発注して常石林業建設株式会社（現 ツネイシホールディングス株式会社）で建造され、松阪高速船株式会社により運航されている。

所要時間約45分で松阪港～セントレア旅客ターミナル間を結んでおり、利便性や優美な外観と快適な居住空間で利用客の好評を得ている。

（財）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たので、以下に本船の概要を紹介する。

2. 基本コンセプト

- 定時運航の維持
- 安全の確保
- 優美な外観
- 快適居住空間の提供
- 乗り心地の良い船
- 交通弱者に優しい船
- 漁業者に配慮した曳き波の軽減

3. 船舶の概要

(1) 工 程

起 工	平成18年 4月27日
進 水	平成18年11月22日
竣 工	平成18年12月16日
就 航	平成18年12月20日

(2) 主 要 目

船 質	アルミ合金製
全 長	31.50m
登録長さ	29.90m
幅 (型)	11.00m
深さ (型)	8.30m
満載喫水	2.65m
総トン数	132 トン
航行区域	平水区域
航海速力	31 ノット
最大搭載人員	111 名
旅 客	108 名
船 員	3 名

(3) 船体部主要機器

操舵装置	2台
係船用ウインチ	2台
キャブスタン	2台
ランプドアー（両舷）	2台
減揺装置（可動式トリムタブ）	1式
冷暖房装置	4台

汚物処理装置	1台
バリアフリー設備	1式
救命・消防設備	1式
デフロスター	1式

(4) 機関部主要機器

操舵室制御盤	2台
機関室警報盤	2台
甲板機械操作盤	1台
主機関 高速ディーゼル機関	2基
連続最大出力	1,320 kW／基
発電用機関 56kW	1基
28kW	1基
5翼固定ピッチプロペラ	2個
油水分離器	1台
機動通風装置	4台
ポンプ類	1式

(5) 電気部主要機器

1) 電源装置・配電装置

主発電機	60kVA	1台
非常用発電機	30kVA	1台
変圧器	10kVA	1台
蓄電池	200Ah	4群
蓄電池充放電装置		2台
陸電受電箱	220V	1式

2) 航海灯・照明装置

航海灯類	1式
------	----

キセノン探照灯	1台
投光器	4台
3) 航海計器・通信装置等	
磁気コンパス	1台
レーダー	1台
船舶自動識別装置 (AIS)	1台
GPS航法装置	1台
サテライトコンパス	1台
船内放送指令装置	1式
応信号装置	1式
電子ホーン	1台
船内電話装置	1式
国際VHF無線電話装置	1台
非常警報装置	1式
自動火災報知器	1式
監視カメラ装置	1式
ワイパー	5個
真風向風速計	1台
テレビ・情報表示装置	1式

4. 特徴

(1) 高速化と曳き波対策

旅客定期航路に就航する船舶において
は定時運航の維持が最優先課題である。
本船は、建造所の積極的な取り組みによ

り数種の模型船による水槽試験を実施し
た結果、最適な船型を求めることができ、
計画速力を満足するとともに、曳き波の
軽減が図られ、航路周辺に従事する漁民
への安全対策が十分配慮されている。

また、航行区域が平水区域であるにも
かかわらず、各種の航海・通信装置を装
備し、航行上の安全確保に万全な対策が
講じられている。

(2) 優美な外観の追求

旅客船の場合、集客要素の一つに外観
及び内装の美しさがあげられる。

本船は、船舶に対する松阪市の斬新的
な考え方やオーストラリアのデザイナー
によるアイデアを採用し、優美なシルエ
ットを有するとともに、内装及び客室配
置面でも旅客に対して十分満足いただけ
る居住空間を提供している。

(3) 乗り心地

本船は航路の特性から船舶に不慣れな
乗客が多く利用することが予想される。
このため、船酔い対策として、ピッチン
グ及びローリングの同時制御が可能な減
揺装置（可動式トリムタブ）を装備し、
海上試運転においてもその効果が認めら



れており、乗り心地に配慮した船舶であ
る。

また、ハニカム材や客室内に二重ハッ
チ構造を取り入れ、十分な騒音・振動対
策が施されている。

客室は、広めの通路と椅子席の採用、
ソファースペースの配置などにより、ゆ
とりのある居住空間を提供している。

更に、テレビ兼用の大型運航情報モニ
ターを装備しており、くつろげる船旅と
必要情報の入手が可能である。

(4) 交通弱者に優しい船

客室両舷にはバリアフリー法適合の十
分な広さのランプドアーを設置し、旅客
の乗降時の安全を確保するとともに、乗
降時間の短縮が図られている。

バリアフリー椅子席の前面にはテレビ
兼用の大型モニターを設置し、出入り口
近くに車椅子置き場を設けている。

また、ベビーシート装備のバリアフリ
ー法適合多目的便所、女性用便所、男性
用便所を配置するとともに、音響・音声
案内装置を設備して、交通弱者の方々
でも満足のいく船旅ができるよう配慮さ
れている。

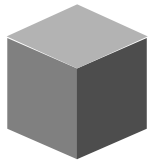
5. おわりに

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
賜りました松阪市殿、江崎汽船株式会
社殿に対し厚くお礼申し上げます。

また、ツネイシホールディングス株式
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)





規則動向と船体構造の変遷

現在、国際海事機関（IMO）でゴールベースの新造船構造基準（GBS）の策定、規則化が検討されています。また国際船級協会連合（IACS）はタンカーとバルクキャリアを対象に共通構造規則（CSR）を作成し2006年4月から施行しています。

こうした新規規則の誕生が船体構造をどのように変えていくのか、船型計画等にどのような影響があるのか気になるところです。

船殻設計の専門家はよくご存知でしょうが、ここでは一般の方にもわかるように解説してみたいと思います。

1. 船体構造の特徴を一言でいうと・・・

船の長さが300mを超えるような巨大なタンカー（VLCC）の外板や上甲板には20～30mmと非常に薄い板厚の鋼板が使われています。板だけでは船体に作用する荷重に耐えられないので、縦通肋骨（間隔0.9～1m）や横桁材（間隔5.5m前後）を配して丈夫な構造となるよう設計されています。またすべての構造部材が鋼製なので溶接により効率よく製作されます。

こうした船体構造の特徴を一言で表すとすれば「薄板防撓溶接鋼構造」と言えるのではないのでしょうか。

「薄板防撓溶接鋼構造」を適用することで軽量の船体構造を実現できます。船は浮力で浮いているので軽量化により多くの貨物を積載できるという経済的効果にも「薄板防撓溶接鋼構造」は寄与していると言えるでしょう。

2. 事故・損傷が規則をつくる

1997年にロシア船籍のナホトカ号が時化の中を航行中に、突然船体がふたつに折損するという事故を起こしました。船体後半部は沈没しましたが、船体前半部は漂流し福井県三国町に漂着しました（写真－1）。

この事故で積荷の重油約6,240klが海上に流出し環境に大きな打撃を与えました。

ナホトカ号は建造後26年でかなりの老齢船であったと言えます。



写真－1 漂流するナホトカ号の船首部

ナホトカ号以外にもタンカーの代表的な事故がありました（表－1）。いずれも規則に大きな影響を与えた事故で、座礁と荒天中での船体折損に大別できます（表の例以外に衝突事故もあります）。

座礁/衝突等による事故を契機に流出油を最小とすべくIMOでは「海洋汚染防止条約（MARPOL）」の中で①から③へと順次規則を制定し施行してきました。即ち、

- ① 貨物タンクが破れても流出油量がある値以下となるようにする。
- ② 貨物タンクが海水に接する部分の面積がある値以下となるようにする（PL）。
- ③ 貨物タンクが海水に接する範囲をまったくなくす。

このような規則要件を満たすために

- ① 貨物タンクの仕切り壁を増やす。
- ② バラスト専用タンク（SBT）を設備配置する。
- ③ 二重殻構造にする。

というようにタンカーの船体構造が順次

変化しました。

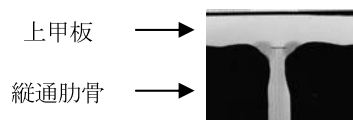
一方、荒天中での船体折損の多くは、ナホトカ号のような老齢船で発生しています。

「貨物タンク構造に腐食や疲労亀裂のような損傷が内在し船体強度が低下した状態で大きな波浪荷重を受けて船体折損にいたる」といったパターンです。

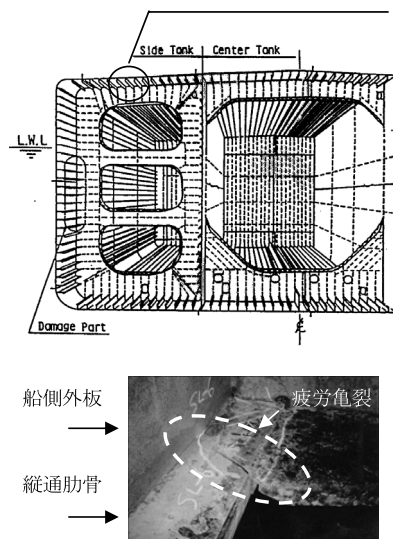
例えば、上甲板部の縦通肋骨の腐食衰耗（図－1A）や、船側の縦通肋骨の疲労亀裂（図－1B）があります。

ちなみに中央の図はVLCCの船体構造の鳥瞰図で、図－1A、図－1Bの具体的な場所を示しています。

図－1に示すような腐食や損傷は発生したとしても、通常は定期検査で発見され必要な補修・補強を施すことで航海中



図－1A 上甲板縦通肋骨の腐食状況例



図－1B 船側縦通肋骨の疲労亀裂例

表－1 主要なタンカー事故と被害

発生年	船 名	発 生 場 所	事 故 状 況	流出油量(トン)
1978	Amoco Cadiz	仏、ブルターニュ沖	操舵装置故障で漂流、座礁、破口	223,000
1989	Exxon Valdez	米、アラスカ	座礁、破口	37,000
1993	Braer	英、シェットランド沖	機関故障で漂流、座礁、破口	84,700
1999	Erika	仏、ビスケー湾	荒天下、船体折損、沈没	20,000
2002	Prestige	スペイン北岸沖	荒天下、船体折損、沈没	63,000

NOBS (ノンバラスト船) 海外講演 (その2)

1. 概要

表紙に掲載されている英国ロンドンにおけるノンバラスト船についての講演活動等について、もう少し詳しく報告いたします。

ロンドンは既に初冬の様相を呈していましたが、2006年10月9日～18日の間、当センターから職員2名が派遣され、計4回の講演を行い、2誌のプレスインタビューに対応いたしました。

講演は、IMO (国際海事機関) のMEPC (海洋環境保護委員会)、RINA (英国王立造船学会) のLunchtime Seminar(2回)、Lloyd's List主催のBallast Water Management Conference 2006の3つの会場で計4回実施いたしました。プレスインタビューはMotor Ship誌、Lloyd's List誌の2誌に対応しました。因みに海外の雑誌への掲載は既に本年6月のNaval Architect誌他にも詳しく掲載されていますので興味のある方は是非ご覧ください。

2. 活動報告

各講演は合計持ち時間45分程度でありましたが、全ての講演において会場はほぼ満員の盛況であり、各方面から活発な質疑が行われました。尚、今回の講演については事前にJETROロンドンのJapan Ship Centreより案内のちらしが海事関係機関に配布されたことも功を奏したようです (図参照)。

最初の講演はIMO/MEPCにて行いました。会場は環境保全に関するメンバーが多く、ほぼ満席であり、質問がいくつか寄せられましたが、想定範囲でしたので、問題なく対応する事が出来ました。次にRINAのLunchtime Seminarですが同じ内容のものを続けて2回行う形式で、英国では一般的に行われる講演形式との事でした。最後はLloyd's List主催のBallast Water Management

Conference 2006でしたが、ここには船主の他、バラスト水処理技術に関わる機関や企業の関係者が多数出席しており、好評でした。どの会議でも講演の後で直接の質問がなされました。ここにその質問とそれに対する回答のいくつかをご紹介します。

Q1. NOBSの船幅増加に伴うインフラ変更への影響についてどう考えるか。

A1. コンテナ船時代の始まりと同様にインベーションが図られればインフラは自ずから解決されていくのではないのでしょうか。

Q2. バラスト水を一時的に積む事について、どう思うか。

A2. NOBSは基本的にはバラストを搭載する必要はありません。しかし、荒天時、入渠時や岸壁での喫水調整、タグボートによる曳航時に一時的にバラスト水を積む事ができるべくスペースを確保しています。これは、海域間で移送されないので環境への影響はありません。荒天時のバラスト積載については、退避航路の選択も可能なので、殆ど積載する事はないと考えています。この荒天とはB.S.8、有義波高6m以上を考えています。

Q3. NOBSコンセプトはコンテナ船やバルクキャリアへの適用は可能か。

A3. NOBSコンセプトの適用はコンテナ船や他の船種へも可能です。在来船の復原性を改善し、さらに積貨重量の増加が期待できます。

以上の講演と平行して2誌のプレスインタビューに対応しました。Lloyd's List誌では、トップ記事として扱われ、Motor Ship誌についても後日掲載されるとのことでした。特に「このような良いコンセプトの実現にはまず1隻でもいいから建造実績を作ることだ」というコメントは印象的でした。インタビューの他

にもTradeWindsを始めインターネットのウェブサイトでの紹介もなされ、所期の目的を果たせたのではないかと思います。

帰国後は、海外の複数の機関からノンバラストに関する資料の提供要請があったり、問い合わせや面談を求める希望などに順次対応しているところです。

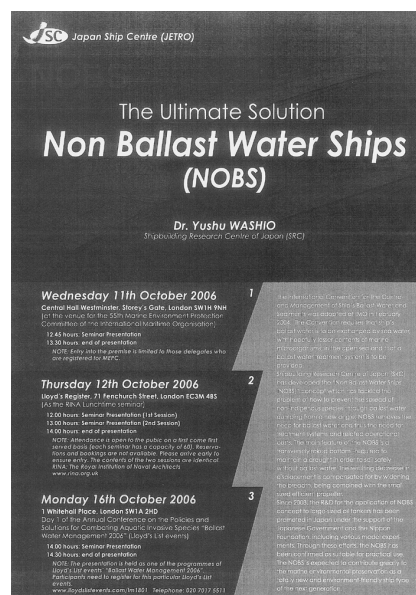
3. 所感

講演やインタビューを通じて、世界の海事産業関係者のNOBSに対する関心が予想外に大きい事が感じられましたが、これは一方で、バラスト管理条約の発効に向けて処理装置についてIMO/MEPCの最終的な認証を与えられた物がまだ無く、製品の実現化も見通しが立っていないという背景も手伝っているように思いました。

最後に、JETROロンドンのJapan Ship Centreの方々には一連の講演およびプレス対応のコーディネートや様々なサポートをいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

以上

(試験センター技術部 新郷)



実海域における推進抵抗増加率について (試算例)

船舶の静水中の推進抵抗は模型試験や実船の海上公試運転によって確認されるが、それでは風波を伴う実航海時の推進抵抗はどうなっているのだろうか。この課題については、特に実航海時の推進性能の向上を目的として方々で研究が進められているが、ここでは内航高速貨物船（RORO）の航海記録に設計資料と試運転結果を重ねることにより、実航海中の抵抗増加率を推定した例を紹介する。

1. 推定方法

抵抗推定に関する基礎的な関係式を①式から④式に示す。これらの関係式を前提とし、かつ、実航海中のデータにはw（waveのw）を、また海上公試運転中の実航海中のデータにはs（smoothのs）を添え字として付して表すこととすれば、（1）式で定義される推進抵抗増加率（実航海時の推進抵抗の海上公試運転時の推進抵抗に対する増加率）は（2）式に置き換えることができる。

2. 推定結果

そこで（2）式を用いて、東京～北海道間航路に就航している高速内航船（注

1）を対象に、1年間分195航海の航海記録（注2）に基づき抵抗増加率を算出した。その結果を時系列的に表したものが図－1であり、同じ計測結果に基づき抵抗増加率の頻度分布を表したものが図－2である（平均38.7、標準偏差13.8）。

この推定結果によれば、実航海時の推進抵抗は海上公試運転時に比べ通常平均で40%程度大きく、たまには80%増の状態でも航海することもあるようである（それ以上の厳しい条件下ではおそらく運航停止になる。）。

3. 課題

推定に用いた航海記録のデータはこのような分析を目的として収集されたものではない。従って、プロペラの翼角や回転数は長時間の航海中の代表値によっている。このような問題は統計的処理の中で解決されたかについては確認できない。

また、抵抗増加率は、（1）式の定義に従い、海上公試運転時（2/3載荷状態）の船体抵抗に対する実

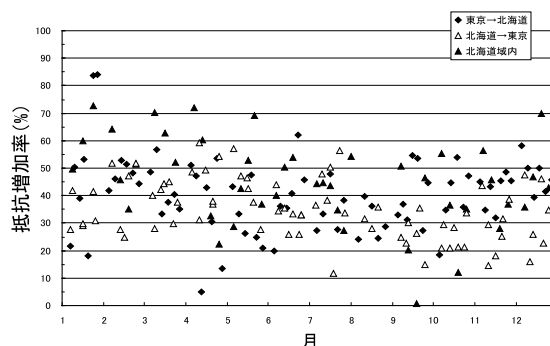
航海の船体抵抗の増加率を示す値である。従って、算出値には海象条件の他に載荷量の増減分（注3）の影響が含まれている。

（注1）モデル船の主要目：全長約160 m、計画速力23ノット、CPP装備の内航貨物船（RORO船）

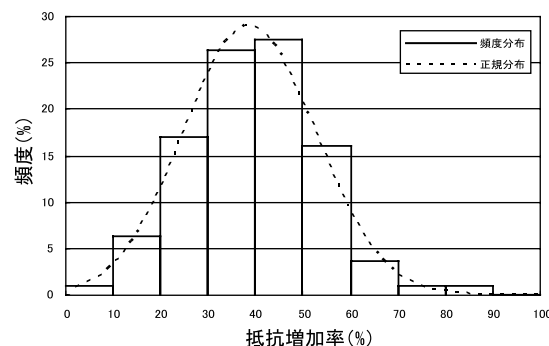
（注2）航海記録のデータ：平均速力、プロペラ回転数（代表値）、プロペラ翼角（代表値）

（注3）モデル船の排水量：満載状態では海上公試運転時（2/3載荷状態）の11.4%増、軽荷状態では同28.0%減

（日本造船技術センター常務理事 松本）



図－1 抵抗増加率



図－2 抵抗増加率の頻度分布（%）
（東京～北海道航路）

$$r = \frac{R_w - R_s}{R_s} \times 100 \quad [\%] \dots \dots \dots (1)$$

但し、 R_w = 実航海時の推進抵抗、 R_s = 海上公試運転時の推進抵抗、

$$r = \left\{ 2 \times \left(\frac{60}{1852} \right)^2 \times \frac{(1-t) \cdot \eta_R \cdot K_T \cdot N^2 \cdot D^4}{C_{Ts} \cdot S_s \cdot V^2} - 1 \right\} \times 100 \quad [\%] \dots \dots \dots (2)$$

但し、 t = 推力減少率、 η_R = プロペラ効率率、 K_T = スラスト係数、 N = プロペラ回転数 [rpm]、 D = プロペラ直径 [m]
 C_{Ts} = 全抵抗係数（海上公試）、 S_s = 浸水面積（海上公試）[m²]、 V = 速力 [knot]

$$R = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_T \cdot S \cdot \left(\frac{1852 \times V}{3600} \right)^2 \quad [kN] \dots \dots \dots (1)$$

$$T_0 = K_T \cdot \frac{\rho}{3600} \cdot N^2 \cdot D^2 \quad [kN] \dots \dots \dots (2)$$

$$T = \eta_R \cdot T_0 \quad [kN] \dots \dots \dots (3)$$

$$R = T \cdot (1-t) \quad [kN] \dots \dots \dots (4)$$

Techno-Ocean 2006に参加して

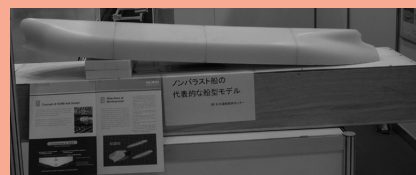
10月18日～20日に神戸国際展示場で開催された「Thecno-Ocean 2006」において、展示会場にブースを出展すると共にシンポジウムで2件の論文を発表しました。Thecno-Oceanは、1986年から2年ごとに開催される海洋・港湾全般に関する国際展示／シンポジウムです。今回の展示会では、60団体がブースを出展しており、最大のブースは海洋研究開発機構（JAMSTEC）のもので、地球深部探査船「ちきゅう」の模型等を展示していました。その他、海洋観測機器メーカーやゼネコン、マリコン、研究機関、大学等が展示を行っていました。

SRCは、マリンプロート推進機構と共同でブース展示を行いました。前回



(2004)の展示ではメガフロートがメインテーマでしたが、今回は、浮体式洋上風力発電とノンバラスト船、船舶前方監視システムについての展示を行いました。

浮体式洋上風力発電については、パネル展示と共にシンポジウムでも研究成果を発表しました。ノンバラスト船は、試験センターで展示用模型を自作して展示しましたが、来場者からは船全体のイメージが良くわかったとの感想をいただきました。シンポジウムは約180件の論文が集まり、展示会場併設のポスターセッションにおける発表となりました。



委員会等

第3回 SPCG委員会

平成18年9月29日 9:00～12:00

日本造船技術センター本部会議室

第95回 HRC委員会

平成18年9月29日 12:00～17:30

日本造船技術センター本部会議室

編集後記

新年あけましておめでとうございます。本年もよろしくお願いいたします。

昨年は秋から冬にかけて大変暖かい日が続きました。20年ぶりの寒さといわ

れた一昨年の冬とうってかわった暖冬で、冷え性の筆者にとっては大変有り難い現象でした。

反面、昨年は7月の豪雨、8月の猛暑、11月の大電巻等、珍しい気象現象が多かったように感じられます。

大気中のCO2濃度の増加とか地球温暖化とか異常気象とかが言われるようになって久しくなりますが、対策はあまり進んでいないようです。船の世界でも省エネルギーに向けてさらなる技術開発を進める必要があるように感じられます。

(K.M)

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

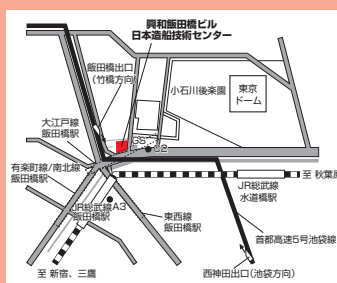


Shipbuilding Research Centre of Japan

財団法人 日本造船技術センター

<http://www.srcj.or.jp>

本 部 (飯田橋)



試験センター (三鷹)

