NMRI Newsletter Science of Ships and the Sea

2008-Winter

海技研ニュース
船と海のサイエンス

（伊勢丸）

年頭のご挨拶

独立行政法人 海上技術研究所 理事長 …… 井上　四郎 …… 2

海技研の研究紹介

安全な大型コンテナ船の実現に向けた取り組み …… （小川　剛孝） …… 3

大型コンテナ船模型の曲げ捩り崩壊実験 …… （穴井　陽祐） …… 6

船体構造設計規則の体系化、合理化への国際的取り組み …… （平方　勝） …… 8

船舶へのコーディング技術の応用 …… （村上　健児）（植松　進） …… 10

技術情報

日本舶用機器メーカーの垣根を越えた挑戦！ ー船内機器トータルネットワークの実現を目指せー …… （本宮　英治） …… 12

新造船紹介

D/W4999型　油兼ケミカルタンカー伊勢丸 …… （佐々木　次郎） …… 15

随筆

世界の客船（3）欧州のクルーズ産業再生の立役者「サンバード」 …… （池田　良穂） …… 18

新造船写真集（27）

マーレ オリエンツ〈油槽船〉ほか5隻 …… 21

おしらせ

実験公開のお知らせ …… 24

独立行政法人　海上技術安全研究所

NMRI

年頭のご挨拶（平成21年の重点事項）

理事長　井上　四郎

新年あけましておめでとうございます。

本年は第２期中期計画の４年目として、中期目標の成果の定着とより質の高い成果の創出・普及、研究開発能力の強化及び業務運営の改革に全力を挙げて取り組みます。さらに、約２年後に迫った当研究所を始めとした運輸系４法人の統合による運輸技術の総合的な研究所の設立に向けた準備を急ぐ年です。このため本年は、以下の三点を重点的に実行する決意です。

１．お客様に満足していただける質の高い成果の創出と普及

当研究所は、行政、産業及び社会が対応を必要とする技術的課題に対し、正面から取り組み、高度な技術的ソリューションを迅速かつ使いやすい形で提供することを経営ビジョンに掲げており、それを確実に実施します。

このため、社会情勢の変化やニーズの迅速かつ的確な把握や分析に努め、限られた経営資源の「選択」と「集中」を行い、実用的で質の高い成果の最大限の創出・普及を最速のスピードをもって実現できるよう全力を尽くして参ります。とりわけ、世界的な景気後退が海事分野へも大きな影を投げかけている中、状況の変化に対応した機動的な研究の進め方を心掛けます。

２．比類なき独自のコア技術の確立と戦略的な運営

当研究所は、中長期的な視点から「国からも民間からも頼られる我が国海事分野の中心的な研究集団」を目指して、他機関では追従できない「コア技術」を保有し、「安全・環境のスペシャリスト」及び「海事イノベーションセンター」として、高度な技術力を提供することを目指します。

このため、日々の研究においてコア技術の高度化を追求していくとともに、リクルートの強化や研修体制充実による研究能力のポテンシャルアップを図ります。さらに大学や他の外部研究機関との連携強化による相乗効果の創出等、与えられた課題に当研究所を中心に我が国海事分野の総合的技術力を発揮できるように戦略的な運営に力を注ぎます。

３．迅速かつ効率的で透明性のある業務運営

国の財政事情が引き続き厳しい中、国から貴重な資金を頂いている当研究所としては、迅速かつ効率的で国民に理解される透明性のある業務運営を実施していくことは極めて重要です。

このため、全業務の詳細な内容及びその流れを徹底検証し「全業務の見える化」を図ることにより、非効率業務の排除や更なる効率化のための改善・再構築を迅速に行います。その際、これまでの慣習にとらわれることなく、国民の視点に立ち、自由な発想により成果の最大化を図って参ります。

昨年、当研究所の業務に対して国土交通省独立行政法人評価委員会から過去最高の「136ポイント」の点数と「極めて順調」とのご評価を頂きました。これも皆様からのご理解ご支援の賜物と心より感謝する次第でございます。しかし、これに安心することなく、当研究所は上記三つの重点項目と新研究所設立に向けた準備を確実に実行していくため、役職員一同全力を挙げて参ります。
本年も何卒、皆様の一層のご指導・ご鞭撻をお願い申し上げます。

安全な大型コンテナ船の実現に向けた取組み

海上技術安全研究所では、大型化の進むコンテナ船が安全に運航できるように研究を実施しています。ここでは、大型化に伴い顕在化してきた問題を中心に構造強度や復原性に関する研究についてご紹介します。

小川　剛孝
OGAWA Yoshitaka

目標指向型構造基準研究プロジェクトチーム主任研究員
ogawa@nmri.go.jp

船舶の構造強度、耐航性能及び復原性能に関連する安全のための研究に従事

はじめに

経済動向によって変動はあるものの、長期的には世界的規模での海上輸送量が増大しているため、船舶の大型化が進んでいます。例えばコンテナ船の場合、従来よりも大幅に大型化した8,000個積みのコンテナ船が約10年前に登場しました。これらの船はその船幅がパナマ運河の幅を上回ったため、ポストパナマックス・コンテナ船と呼ばれています。その後も海外を中心に岸壁及びコンテナを積み降ろしするガントリークレーンの大型化が進んだ結果、今では10,000～14,000個積みのコンテナ船が設計、建造段階にあります。これらの船は、スエズ運河の水深（16m）に合わせた大きさ（スエズマックス）になっています。図1に示した世界最大のコンテナ船も、ちょうどスエズ運河を通過できる大きさです。

一方、現行の安全基準は一般的にその当時存在する船に対応して策定されています。このため、このような大型船に対して既存の安全基準を直接適用することが適切かどうかを評価する必要があります。また、大型化に伴い顕在化する安全上の問題が存在する場合には、この安全性評価も行う必要があります。

当所では新しい形式の船舶が適切に安全性を確保できるように鋭意研究を行っています。さらに、この研究成果を用いて安全基準や設計基準の策定に貢献しています。ここでは、このような研究のうち構造強度と復原性に関する研究についてご紹介します。

図1　世界最大のコンテナ船EMMA MAERSK
（船長397m、Maersk Line社提供）

大型コンテナ船の構造強度に関する課題

船舶は船体に加わる荷重に対して十分な船体構造の強さをもつ必要があります。これを構造強度といいます。

大型化するコンテナ船が十分な構造強度を持つように設計・建造するためには、従来のコンテナ船よりも板厚の増加あるいは鋼材の高強度化が必要になると考えられています。ここでは、これまでに使用実績の無い板厚や鋼材の強度についての構造強度評価が必要と考えられています。

適切な評価のためには、鋼材強度の確保、荷重の設定から構造強度評価、ひいては工作の問題まで多岐にわたる検討が必要になります。なかでも、構造強度の評価精度を大きく左右することから、荷重の設定は重要な検討事項です。とりわけ、波の中で大型コンテナ船の船体にはたらく下記の荷重については従来以上に注意を払う必要があります。

・荒天中での荷重
・捩り荷重

● 海技研の研究紹介

・船首船尾における波浪衝撃
・ラッシング荷重（固縛したコンテナにはたらく荷重）
・主機やプロペラが起振力となる船体振動による荷重

船体の弾性振動と構造強度

図2　ポストパナマックス･コンテナ船模型を用いた大波高中での水槽試験

図2のように、荒天中では船体が激しく運動するため船首フレア部や船尾部を波面に強く打ち付けます。これをバウフレアスラミングや船尾スラミングと呼びます。スラミングによって船体には波浪衝撃が発生します。

大型化したコンテナ船は広い船首フレアと長く突き出た船尾部を有するため、スラミングによる波浪衝撃が一層顕著になります。このような波浪衝撃は船体の弾性振動の起振力になります。弾性振動は船体全体の強度だけでなく、船体の疲労強度にも影響を及ぼすと考えられています。さらに、大型コンテナ船では船体を一本の梁として扱った場合の固有振動数と波から受ける荷重の周波数帯が従来のコンテナ船に比べて近くなるため、スラミングにより引き起こされる弾性振動の影響は一層顕著になると考えられています。

図3には波の中での縦曲げモーメントの計測例（図中黒線）を示します。出会い波に対する成分に弾性振動成分が重畳した波形になっていることがわかります。比較のためにフィルターをかけて弾性振動成分を取り除いた時系列も示します（図中青線及び赤線）。疲労強度を評価する場合、荷重の変動範囲と発生回数が重要になります。図からもわかるように、出会い波成分だけを評価すると、変動範囲と発生回数を共に低く評価してしまいます。

このため当所では、弾性振動を考慮した強度評価を行うために、耐航性能推定法（NMRIW：Nonlinear ship Motion in Regular and Irregular Waves）を開発し、検証作業を進めています。図4に示すように水槽試験との比較から良好な結果を示している一方で、弾性振動に影響の大きい波浪衝撃の推定には改善の余地が残されています。現在、解析的手法を活用して精度向上を図ったところです。詳しい結果については、近日中に公表いたします。

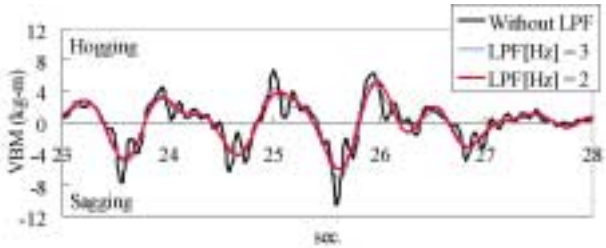


図3　弾性振動を含む縦曲げモーメントの計測例

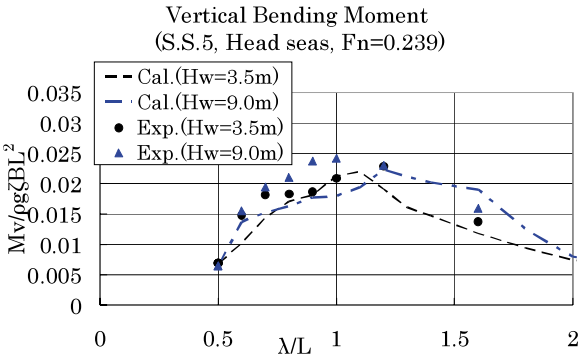


図4　コンテナ船の船体中央部にはたらく縦曲げモーメントの周波数特性

大型コンテナ船の復原性に関する課題

波や風等の力によって船体が傾いた場合に、どれくらいの傾斜（角度）まで転覆せずに持ちこたえることが出来るか、もとの姿勢に戻る力（復原力）は船の喫水や重心高さが変わった場合にどのように変化するのかを表す性能を復原性といいます。

波と船が出会う時、船と水面の交わる面(水線面)は、図5に示すように波と船の相対関係によって変動します。タンカーのような肥大船と異なり、コンテナ船のような船首・船尾がやせた形になっている船は大きく変動します。水線面が変動することによって、船体の

没水部分が変化するので復原力も大きく変化して不安定な状態になります。このような状況下で出会い波周期の約2倍と横揺れ固有周期が一致するときにパラメトリック横揺れという大きな横揺れが引き起こされます。この現象自体は古くから主に追い波（船尾方向から受ける波）中での現象として知られており、数多くの理論的研究が行われてきました。

しかしながら、近年の大型コンテナ船は、通常横揺れを発生しない正面向波（正面からまっすぐに受ける波）中で、パラメトリック横揺れを発生するようになりました。図6の写真は、当所で計測したパラメトリック横揺れの一例です。船底部が露出しそうなほど大きく横に傾斜している様子がわかります。

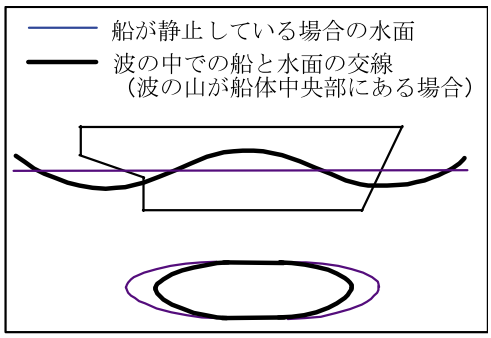


図5　波の中での水線面の変化

図6　大型コンテナ船の正面向波中試験（当所中水槽）

大型コンテナ船のパラメトリック横揺れでは、船は転覆しないものの大きな横揺れを発生するためにコンテナの荷崩れを引き起こします。一時期、このような荷崩れ事故が多発したことが、現在国際海事機関（IMO）で審議されている非損傷時復原性コード（ISコード）の見直し作業の契機の一つになりました。当所も技術的観点から積極的に貢献した結果、短期的な見直しは完了しました。長期的観点からは、安全性を十分に確保した上で、大型コンテナ船のような新形式船の設計に自由度を持たせることができるような合理的な安全基準策定が進みつつあります（IMO新世代非損傷時復原性基準）。この新基準では、数値シミュレーションも積極的に活用した定量的な安全性評価が求められています。

このため当所では、新基準で対象としている事故シナリオについての評価手法を開発し、基準策定に貢献しています。図７にNMRIWによるパラメトリック横揺れの数値シミュレーション例を示します。2008年の第51回IMO復原性・満載喫水線・漁船安全小委員会(SLF51)において、水槽試験との比較を通じた良好な検証結果とその活用方法について提案し、基準の策定作業を推進しています。

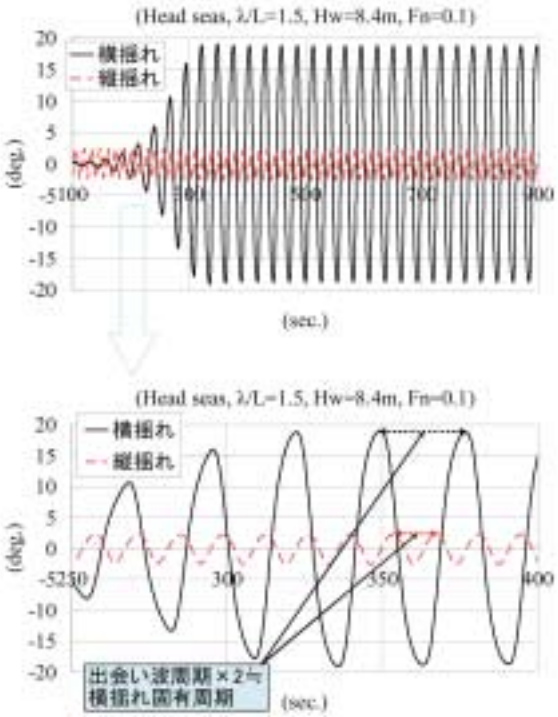


図7　NMRIWによるパラメトリック横揺れのシミュレーション

最後に

ここでは、大型化するコンテナ船の構造強度や復原性に関する話題を取り上げました。コンテナ船に限らず、ばら積み貨物船などの大型化も進みつつあります。このような船についても、大型化に伴う問題を早期に把握・評価することで適切な安全を確保できるように鋭意研究を実施していきます。

大型コンテナ船模型の曲げ捩り崩壊試験

大型化が進むコンテナ船の合理的な安全性を求めて、縮尺模型を用いてコンテナ船の曲げ捩り最終強度を計測する実験を行っています。この実験では、コンテナ船模型に曲げと捩りを与える力を徐々に加え、崩壊する際の挙動および耐力を計測しました。

穴井 陽祐
ANAI Yousuke

構造・材料部門
anai@nmri.go.jp

船体構造強度および生産技術に関する研究に従事

はじめに

近年、経済のグローバル化や物流の多様化に伴って、海上コンテナ輸送量は増え続けています。そのため、これを支えるコンテナ船の大型化は著しいものとなっており、20フィートコンテナに換算して、14,000個以上を積載可能なものまで設計・建造されるようになってきました。

一般に、コンテナ船は船側および船底構造が二重構造になっていますが、上甲板のほとんどの部分は開口部が占めています。また、油タンカーなどと比較して、高速性が求められるため、平行部の少ない痩せた船型になっており、捩りモーメントの影響を受けやすい構造をしています。今後ますますコンテナ船の大型化が進めば、船幅の増大とともに、船首フレア部が大きくなり、さらに捩りモーメントの影響を受けることが考えられます。このため、船体桁の最終強度を厳密に評価するためには、現状の縦曲げモーメントによる評価だけでなく、捩りモーメントの影響も考慮しなければなりません。

海技研では、船体桁の縦最終強度に対する曲げと捩りの相関関係を明らかにするため、独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助制度により、大阪大学と連携し、これまでほとんど例のない二重船殻のコンテナ船模型を製作し、作用させる曲げモーメントと捩りモーメントの比率を変えた逐次崩壊試験を実施しています。

図1　コンテナ船模型の概観

逐次崩壊試験

供試模型は、ポストパナマックス型のコンテナ船を対象として、約1/13のスケールで船体中央断面から機関室にわたる3ホールドをモデル化しました。試験体は、長さ6m、幅3mであり、ホールドはそれぞれ3つの水密隔壁と部分隔壁により仕切られています。

逐次崩壊試験は、海技研内の複合荷重試験装置で実施しています。本装置は厚さ2mのコンクリート製耐圧床および耐圧壁からなる装置で、試験体および容量100トンのアクチュエータ4台を任意の位置に設置することが可能です。この研究では、コンテナ船模型の一端を耐圧壁に固定し、もう一端の両船側部に逆方向の上下方向荷重を負荷することで、曲げおよび捩りモーメントを作用させています。試験に際しては、試験体各部の変形挙動をモニタし、崩壊のメカニズムを明らかにするために、必要箇所にひずみゲージを貼付してひずみの変化を静的に計測しています。また、模型各部の変位を変位計により計測し、アクチュエータの反力（荷重）およびストローク

（変位）を集録しています。図3に、純捩りの場合と、曲げと捩りを同時に作用させた場合のモーメントの変化を示します。

図2　計測準備作業の様子

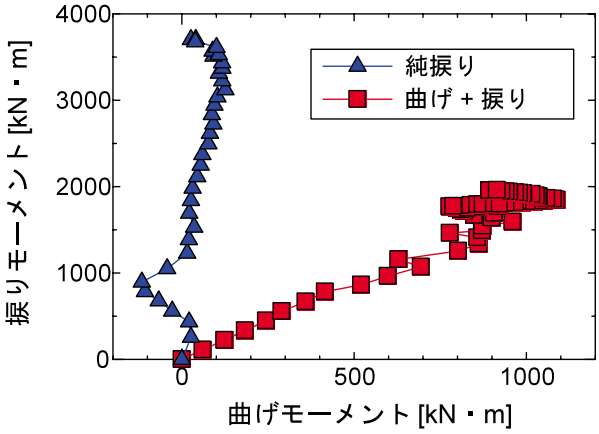


図3　崩壊試験結果（曲げ－捩り相関関係）

弾塑性有限要素解析

崩壊試験と並行して、有限要素法を用いた弾塑性解析も実施しています。

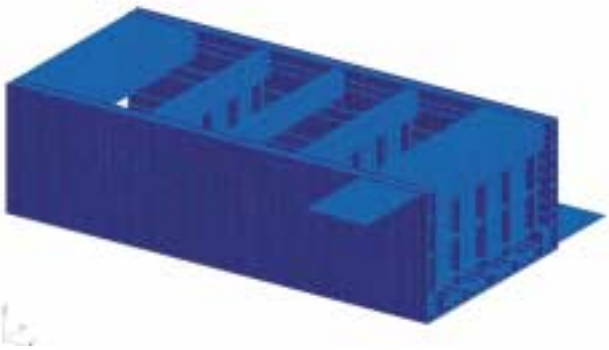


図4　有限要素解析モデル

図5は、曲げモーメントと捩りモーメントが同時に作用する場合（図3参照）の最終強度後の試験体の状況を示したものです。図5（1）を見ると、縦曲げモーメントによる圧縮の曲げ応力と、捩りモーメントによる圧縮の反り応力の重畳により、試験体固着部ビルジコーナー付近の船側および船底外板に塑性関節が生じ、これにより最終強度に達したことが分かります。これは、図5（2）に示す有限要素解析においても表現されており、逐次崩壊挙動は、弾塑性崩壊解析により再現することが可能であることが確認されました。

（1）崩壊試験結果（船側外板）

（2）等価塑性ひずみ分布
（図中赤四角部分が試験体写真に対応）

図5　崩壊試験と有限要素解析結果の比較

おわりに

現在は、曲げと捩りの比率を変えた崩壊試験をシリーズで実施中です。今後は、これら崩壊試験の結果と有限要素解析結果により、コンテナ船の縦曲げ最終強度に対する曲げと捩りの相関関係を明らかにする予定です。

船体構造設計規則の体系化、合理化への国際的取り組み

現在、国連の専門機関であるIMO（国際海事機関）では、GBS (Goal-Based New Ship Construction Standard)の審議を通じて、船体構造に関する国際規則作成にあたっての、新たな枠組み作りを進めています。「安全・安心な」、「環境と調和した」社会を目指し、事故を未然に防止するための新たな国際的取り組みです。ここでは、GBSの概念を紹介するとともに、当研究所の取り組みについて紹介します。

平方　勝
HIRAKATA Masaru

構造・材料部門
hirakata@nmri.go.jp

構造信頼性工学の分野から、船体構造設計基準の評価を行う研究に従事

はじめに

最近、「安全で安心できる社会」、「環境にやさしい社会」といったフレーズをよく耳にします。このような社会を実現していくためには、様々な面からの対策が講じられる必要がありますが、安全規則（規制）を整備していくことは、その対策のひとつです。

これまでも、重大な海難事故が発生するたびに、IMO（国際海事機関）が国際規則を整備し、海上安全の確保と海洋汚染の防止に向けて、中心的役割を担ってきました。

GBS議論の背景

ナホトカ号事故(1997年)、エリカ号事故(1999年)、プレスティジ号事故(2002年)と、いずれも船体構造の折損から引き起こされた大規模油流出が立て続けに起こり、沿岸国に甚大な被害が及ぼされました。

油タンカー「プレスティジ」号の折損・油流出事故(図1)を受けて、IMOは、シングルハル（単船殻）タンカーのフェーズアウト促進、シングルハルタンカーによる重質油の輸送禁止等の緊急措置を講じました。これら作業が一段落した後、バハマ（プレスティジ号船籍国）、ギリシャ（世界一の船主国）が共同で、IMO第89回(2002年)理事会に、船体構造設計規則作成にあたって、IMOがもっと関与すべきとの提案を行いました。その後、IMO第23回(2003年)総会で、GBSの議題がIMOの長期戦略的計画に組み込まれました。

図1　プレスティジ号折損事故（2002年）
（事故報告書より）

GBSとは

GBSは GOAL-BASED NEW SHIP CONSTRUCTION STANDARDSの略称で、船舶の構造設計・建造を対象にした、基本的理念を構築する基準であるといえます。要求部材寸法を規定する仕様的な構造設計規則は、これまでどおり専門性と経験を有するIACS（国際船級協会）等が作成することとし、本GBSの審議を通じて、船級協会等が規則を作成する際に達成すべき理念をIMOで策定していくことが合意されました。GBSは、船級協会規則のような（詳細な仕様的）規則を作成するために、目標(ゴール)や機能要件等を規定した規則、すなわち規則作成のための規則といえます。

構造基準の体系化

GBSの審議では、国際的に整合性を確保した構造設計規則を整備していくために、構造設計基準の体系的整理に取り組んでいるといえます。このような基準の体系化は、すでに

他分野でも取り組まれています。IMOで現在合意されている基準体系は、図2に示す5階層システムとなっています。

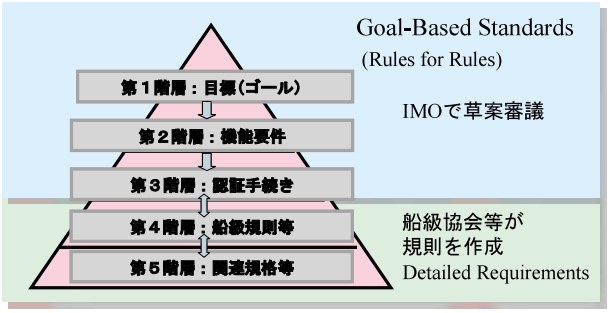


図2　GBS 5 階層システム（基準の体系化）

船級協会等が策定する構造設計規則（第四階層）の上位に、設計理念（ゴール（第一階層）、機能要件（第二階層））と適合性を検証するスキーム（第三階層）を新たに確立する体系となっております。現在合意されている基本理念と第一階層の草案は表1の通りです。

表1　GBS基本理念草案及び第一階層草案

GBS基本理念(案)

GBSは、

1. 船舶が、その一生にわたって合致するよう要求される基準であって、幅広く、横断的にまたがる安全、環境及び保安に関する基準である。
2. 適用される要件に従い、船級協会、他の認定団体、主管庁及びIMOによって達成されるべき基準（要求レベル）を与える。
3. 船舶の設計及び技術に関係なく、明確であって証明及び検証ができ、永きにわたって効力があって実施でき、かつ、達成可能な基準である。
4. 異なる解釈が生じないように、十分に規定される基準である。

第一階層(案)（ゴール）

船舶は、その一生にわたり、非損傷時も規定された損傷時も、設定された運航条件と環境条件のもとで、適切に運航され、メインテナンスされる場合において、設計寿命の間、安全でかつ環境にやさしいように、設計され、建造されなければならない。

第二階層（機能要件）について、項目のみを表2に列挙します。なお、各項目の草案が経験を基に仕様的側面から審議されてきたことから、IMOでは、このような草案作成アプローチを仕様的アプローチと呼んでいます。

表2　GBS第二階層草案（項目のみ列挙）

第二階層(案)（機能要件）

I.　設計寿命
II.　環境条件
III.　構造強度
IV.　疲労寿命
V.　残存強度
VI.　腐食の防止
VII.　構造の冗長性
VIII.　設計の透明性
IX.　建造品質
X.　検査
XI.　メインテナンス
XII.　構造のアクセス可能性
XIII.　解撤

構造安全レベルの策定にむけて

GBSの審議では、基準の体系化の取り組みに加えて、安全レベルのモニタリングを通じた新たな制度設計の検討も行われています。このような検討アプローチを、セーフティレベルアプローチ(SLA)と呼んでおり、前述の仕様的アプローチと並行して審議が行われています。

当研究所では、目標とする構造安全レベル（破損確率等）の設定に取り組むために、現存船を対象にした構造信頼性解析を実施し、現状の構造安全レベルを調査することに取り組んでいます(図3参照)。これは、既存船が有する破損確率を調査することによって、その基となった構造設計規則の安全レベルを評価することをねらっています。なお、ここでは、船体構造上想定される最も危機的な状態、すなわち船体梁（船体を１本の梁とみなす）の縦曲げ最終強度を対象にしています。

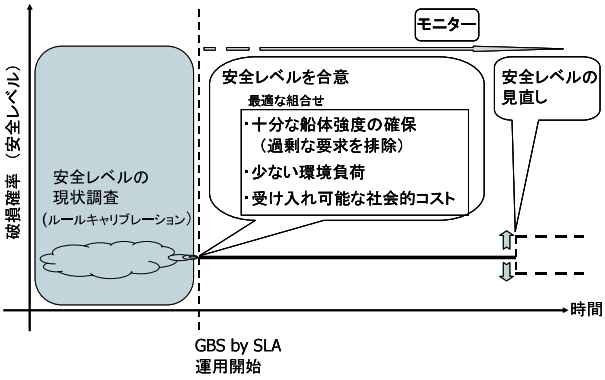


図3　構造信頼性評価適用のねらい

目標安全レベルを、国際的に、合理的に設定（意思決定）していくためには、意思決定にいたる方法の画一化、方法論の合意が必要になってきます。当研究所では、同じ解析法、同じ確率分布特性を有する確率変数を用いて、構造信頼性解析を系統的に実施し、合意形成に役立てる基礎データの収集を行っています。

おわりに

重大な海難事故を受けて、IMOでは、国際規則の作成または見直しを行ってきました。GBSは、事故を未然に防止するために、国際的に統一したゴール及び機能要件を定める新たな取り組みです。当研究所も、このような国際的な取り組みに対して、機動的に取り組んでいきたいと思っております。

船舶へのコーティング技術の応用

船を海から守り、メンテナンスを軽減し推進効率を高めることができるコーティング技術について紹介します。この技術は様々な分野で利用されており、船舶に適用するための技術開発が望まれます。

村上　健児
MURAKAMI Kenji

構造・材料部門
murakami@nmri.go.jp

金属コーティングなどの材料プロセスに従事

植松　進
UEMATSU　Susumu

構造・材料部門
uematsu@nmri.go.jp

コーティング技術を用いた材料プロセスに従事

はじめに

海に浮かぶ船は、海からいろいろな影響を受けます。例えば、船底が錆びたり、あるいはフジツボやムラサキイガイなどの生物が船底に付着して船が進む抵抗になったりします。さらに、高速で回転するスクリュープロペラの近くの海水中では圧力が下がって泡が発生（キャビテーション）し、この泡が潰れるときに大きな衝撃力が発生して、スクリューに孔があくなどの損傷が生じることがあります。船底には錆を防ぐ塗料や生物付着を防ぐ塗料が塗られ、またスクリューには丈夫な材料が使われていますが、それでも十分とはいえません。船底やスクリューに別の金属をコーティングすることによってこれらの不具合を減らすことができれば、メンテナンスの軽減や経済性の向上につながります。

錆の発生と生物の付着を抑えるコーティング

鋼が錆びるのを抑制するには、鋼よりもイオン化傾向が高い金属であるアルミニウムや亜鉛をコーティングするのが効果的です。また、生物にとって有害な亜鉛や銅などの金属には、生物を付着しにくくする作用があります。これらの金属を単独であるいは混合して鋼にコーティングすれば、錆の発生と生物の付着を同時に抑制できると考えられます。

船底のような広い面積に低コストで金属をコーティングするには、金属粉末を高温・高速のフレーム(炎)の中に投入して、溶融すると同時に、材料表面に吹き付ける溶射法が適しています。コーティングの厚さは、塗装の場合とほぼ同じで、およそ200ミクロン～300ミクロンです。上に述べた金属やその混合物を鋼の板に溶射法でコーティングして、図１に示すいかだから海中に浸けて、その後の経過を観察しました。この場所は狭い湾の奥にある穏やかな海で、海底や付近にある杭は無数の貝などに覆われていて、生物付着が起こりやすい環境です。

図１　海中へコーティングを浸けるのに用いたいかだ

銅は生物付着を抑制すると言われていますが、図２(a)のようにアルミニウムと銅を混ぜて作ったコーティングには銅の量が多い場合でもこの効果がないことがわかりました。イオン化傾向の高いアルミニウムと低い銅が混ざっているためでしょうか。また、鋼板には赤錆が出ています。一方、アルミニウムと亜鉛を混ぜて作ったコーティングでは、鋼の板が錆びないだけでなく、亜鉛の割合が50%以上のときにはフジツボなどの生物が付きにく

いことが明らかになりました。この効果は亜鉛の量が多くなるほど著しく、図2(b)のように亜鉛だけのコーティングにはフジツボがほとんど付きません。アルミニウムと亜鉛の混合物では、亜鉛のほうがアルミニウムよりも海水中に溶け出しやすいので、長期にわたって海中に浸けておくとコーティングに含まれる亜鉛はどんどん減ってしまうこともわかりました。亜鉛だけのコーティングが好ましいようです。亜鉛が持つ錆びと生物付着の抑制効果をさらに長期間持続させるための研究を進めています。

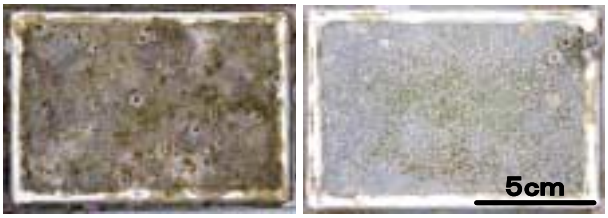


図２　コーティングへのフジツボの付着
左：アルミニウム−80%銅（５ヶ月間）
右：亜鉛（７ヶ月間）

プロペラの損傷を抑えるコーティング

船舶プロペラの推進性能は、プロペラ表面への海洋生物付着やキャビテーションによる壊食(キャビテーション・エロージョン)が起こると性能が大きく低下します。この場合、ドック入り等により付着生物の掻き落しやキャビテーション損傷部の補修を行うことによって推進効率を回復し、運航性能維持を図っているのが現状となっています。このため、推進性能を維持する技術の開発が強く求められています。しかしながら、有効な耐壊食技術や防汚技術はまだ開発されていません。この

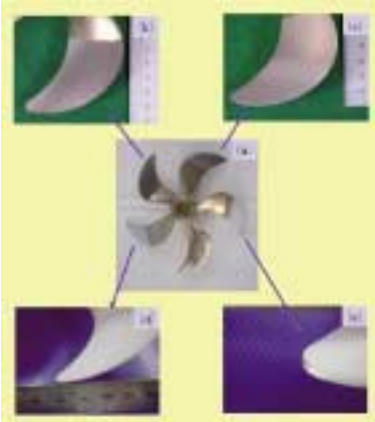


図３　４翼に異なる溶射施工した模型プロペラ（５翼のうち１翼は無溶射）のキャビテーション損傷性能を調べる

研究では、プロペラのキャビテーション壊食と生物付着を防止する技術として、表面を母材と異なる材料で被覆したプロペラを開発することにより、プロペラの初期性能を特段の保守なしで維持可能にすることを目指しています。

そのため、最適な表面改質被覆材料を選定し、その材料に適した皮膜形成法の検討、皮

図４　大型キャビテーションタンクでキャビテーション損傷の迅速試験を実施中の模型溶射プロペラ

膜材料のキャビテーション損傷や皮膜の生物付着特性評価等を行い、最適皮膜を決定します。さらにプロペラの表面加工法および溶射後の表面の要求性能について明確にするとともに実用的なコーティングプロペラの試作施工と実機溶射プロペラ製造技術について検討しています。

このコーティングの研究により、耐エロージョン損傷性能の向上がはかられます。また、この技術は、プロペラばかりではなく、舵、スラスターなど、水中で使用される各種機器や構造物への適用も期待されています。

おわりに

コーティング技術においては、先進的な機器が次々と開発され、またそれを支えるための施工方法、材料開発が進んでおり、それぞれの応用分野に適した皮膜を得る努力が日々続けられておりまが、まだ解決すべき課題も山積しています。当研究グループでは、船舶・海洋分野への応用におけるこうした課題を一つずつ解決していきたいと考えております。

● 技術情報

日本舶用機器メーカーの垣根を越えた挑戦！
－船内機器トータルネットワークの実現を目指せ－

本宮　英治
HONGU eiji

渦潮電機株式会社
製造本部・設計部
eiji-hongu@bemac-uzushio.com

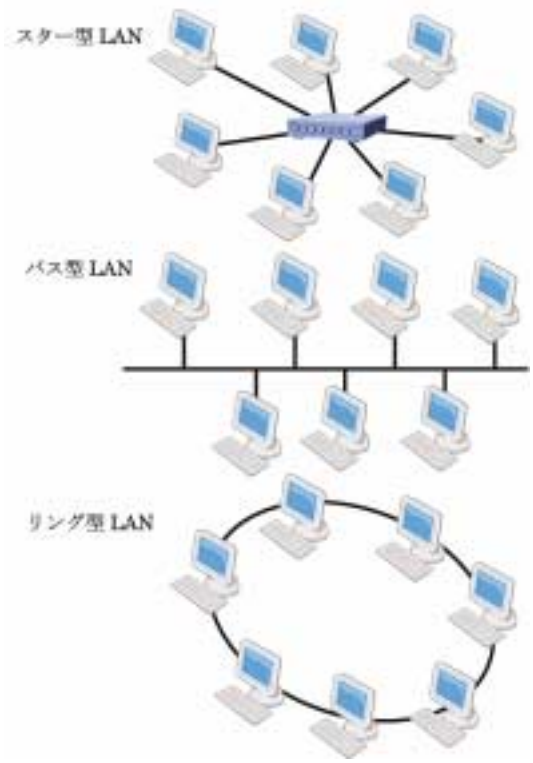
はじめに

世界の情報技術が猛烈なスピードで進歩する中、日本の舶用機器は情報の共有化が遅れていると言われています。事実、日本の舶用機器メーカーは、その多様さ故に総合的なLAN化が進んでいませんでした。船内の各所に分散した用途の異なる多種多様の機器を、共通LANに接続した“舶用機器トータルネットワーク”を構築しようと、2005年7月、日本舶用工業会に研究会が発足しました。日本独自の新しい情報共有ネットワーク構築を目指して、舶用機器メーカーの業種の垣根を越えた活動が始まっています。このネットワークシステムの特徴と活動を、研究会の発足から陸上実証実験に至るまで、順を追ってご紹介いたします。

ＬＡＮ(Local Area Network)

LANとは、一つの施設内で用いられるコンピュータネットワークのことです。Local Area Networkの頭文字をつづってLAN（ラン）と書かれ、企業のオフィスや研究室、工場などで広く使用されています。さて、LANの種類ですが、現在ではイーサネットで構築されたLANが一般的です。LANの形態には、“Peer to Peer型LAN”と“クライアント・サーバ型LAN”が有ります。“Peer to Peer型LAN”とは、サーバを必要とせずに接続された全てのコンピュータが対等の関係にあるLANです。もう一つの“クライアント・サーバ型LAN”とは、サーバ専用機を使って細かな設定や保全機能を備えたもので、企業のオフィスや工場などで使用されています。

次に接続形状による分類では、“スター型LAN”、“バス型LAN”、“リング型LAN”などの種類が有ります。“スター型LAN”は、中央のネットワークハブ（集線装置）に全てのコンピュータを接続するものです。ハブ部分で故障が起きた場合には、全端末で相互通信が不可能になるため、信頼性が必要な場合はハブを二重化するなどの対策が必要です。“バス型LAN”は、一本の基幹ケーブルにコンピュータがぶら下がるような形のネットワークで基幹ケーブルの一部で故障が発生するとその先の通信は不可能となります。“リング型LAN”は、伝送路を数珠つなぎの円形とするもので伝送路を２重化することにより障害に対して非常に信頼性が高くなります。



ＬＡＮ接続形態

船内機器トータルネットワークの特徴

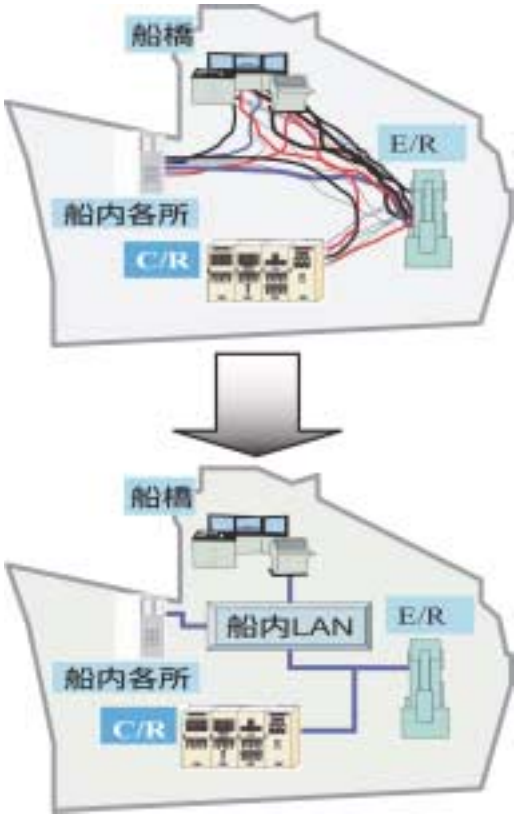
今回開発した“船内機器トータルネットワーク”は、あらゆるメーカーの機器をネットワークに接続することを目的に、汎用ネットワーク(イーサネット)により構成されています。最大の特徴は、サーバを持たないネットワークであると言うことです。“クライアント・サーバ型LAN”ではなく、どちらかと言うと“Peer to Peer型LAN”に近く、分散配置された機器が、それぞれ他の機器と通信し、情報を共有するものです。サーバにネットワ

ークの管理を依存しないので、ネットワークがシンプルになり、船内での安全な運用が可能で優れた保守性が図られています。又、イーサネットを使用していますので従来の船内ＬＡＮとの連携、船陸間通信やインターネットとの連携が容易になります。

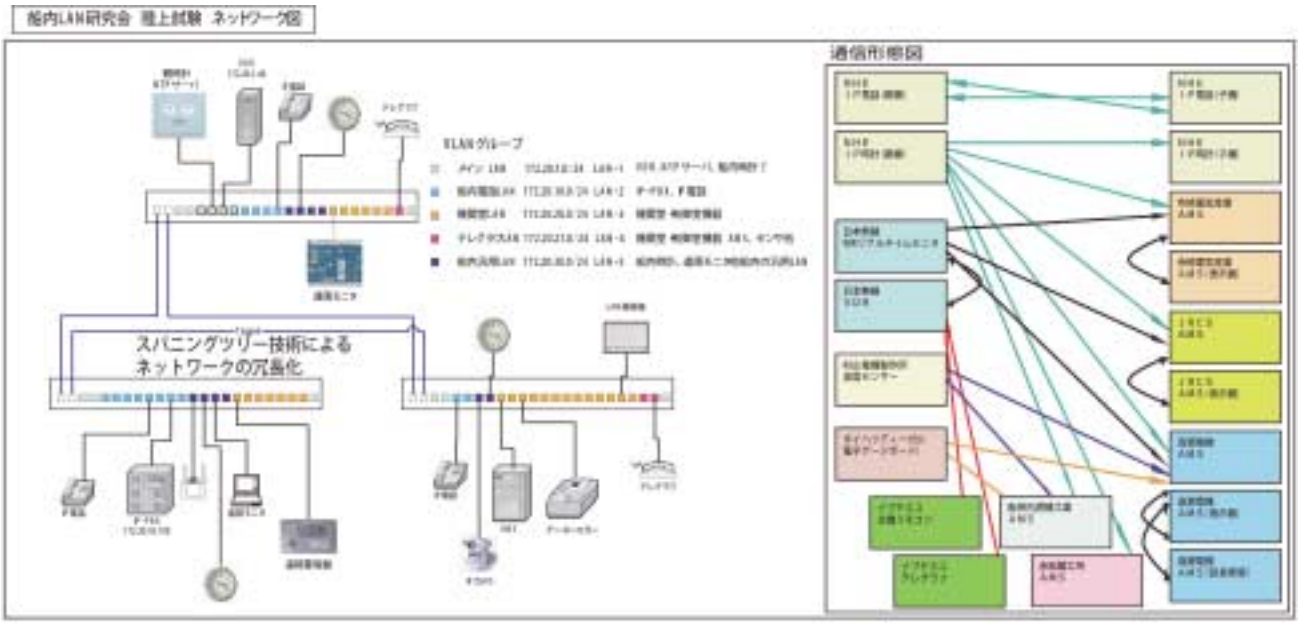
ネットワークの幹線はリング型の接続形態を採用しています。これは、造船所での配線工事を容易にし、合わせてネットワークの冗長性を確保するためです。もちろんネットワーク化により船内の施設ケーブルが少なくなることで、材料費の削減が図られるのみでなく配線工数の大幅な削減が可能となります。又、ネットワーク化により幅広い機器の情報が共有できれば、重複して装備していた機器が不要となり故障率の低減なども期待できます。

ネットワークを構成する上で重要なことは、万が一の故障時にも通信を継続し、更に素早く故障を復旧できることです。また、セキュリティの問題も無視できません。“船内機器トータルネットワーク”は、幹線にRSTP(Rapid Spanning Tree Protocol)を採用し、更に工業用スイッチングハブ（船級認定品）による高信頼性、冗長性を確保しています。また、ネットワークの独立性を確保してセキュリティ強化が図られています。

実証実験ネットワーク図



ケーブル削減イメージ



実証実験ネットワーク図

● 技術情報

研究会の発足

船舶の自動制御や情報通信が進歩する中で、合理化を推進するために、船内のネットワーク化が必要不可欠であることは、以前より幾たびか検討されてきました。しかし、日本の舶用工業は、たくさんのメーカーがあり、異なるメーカーの製品を一つのネットワークに接続することは、困難とされてきました。

そんな中、日本舶用工業会に“船内ＬＡＮ研究会”の発足が決定しました。2005年7月13日、舶用工業メーカー40数社が参加して“第一回船内ＬＡＮ研究会”が行なわれ、この日からメーカーの垣根を越えた業界初の取り組みがスタートしました。

研究会の活動

本研究会は、現在の船舶のネットワークについての調査から始まりました。一年半にわたる調査の内容は、今後の活動が決して簡単ではないことを示す結果となりました。現状ではネットワークに対応した機器が少なく、又ネットワークに対応した機器でもメーカーごとに独自ネットワークで構築されているため、他メーカーとのネットワーク接続が不可能な機器がほとんどでした。2007年2月より具体的なネットワークの検討が開始されました。ところが当初懸念していた通り、なかなか具体的な検討が進みません。活動方法の見直しを行い、ネットワーク化の必要性を再認識した参加メーカー17社により、活動が再開されました。参加メーカーが減ってしまいましたが、より熱のこもった研究会になったことは言うまでもありません。そして、各メーカーによるネットワークの設計や機器の製作が急ピッチに進められました。

船内LAN研究会参加社・団体

（50音順　※印は、実証実験参加社を示す。）

※(株)赤阪鐵工所、※渦潮電機(株)、かもめプロペラ(株)、(株)ケーイーアイ・システム、三信船舶電具(株)、※(株)ジェーアールシーエス、※ダイハツディーゼル(株)、※寺崎電気産業(株)、※ナブテスコ(株)、※日本舶用エレクトロニクス(株)(NHE)、※日本無線(株)、※阪神内燃機工業(株)、※古河電工産業電線(株)、兵神機械工業(株)、(株)三木電機商会、※(株)三井造船昭島研究所、※(株)村山電機製作所

(独)海上技術安全研究所、(社)日本船舶電装協会

陸上実証実験

東京海洋大学越中島キャンパス内実験棟にて参加各社の機器を実際にネットワークに接続し、陸上実装実験を行ないました。当初計画では、簡単に通信できると思っていましたが、計画通りに進まないのが実験です。予想外のトラフィックに頭を悩ましながらも本システムの有効性を確認し、2008年9月29日、30日の両日、約150名の来場者を迎え、システムの公開実験を実施しました。多くの方々が活動への期待を持っていただいていることを聞き、大変心強く感じた公開実験となりました。今後は、本システムの実用化に向けて実船での実証実験を重ねていくことが必要であると考えています。

公開陸上実証実験風景

おわりに

この活動を始めてあっという間に3年が過ぎました。当初1年くらいで何か出来るかなと思っていたのですが、自分の考えの甘さを感じている今日この頃です。様々な失敗をしながら陸上実証実験が無事終了し、多くのデータを取ることが出来ました。机上での計画からは思いもよらないアクシデントもありましたが、関係者にとっては大変良い勉強になったと思います。そして、今回の陸上実験で「これは、やれるぞ！」と、感触をつかむことができました。この活動に関しては、各メーカーの手弁当（諸経費各メーカー負担）での活動で、本当によく此処まで出来たなと感じています。幹事会社の筆者としましても、関係者には色々とご協力をいただき感謝しております。この場をお借りしてお礼申し上げます。今後、実船での実証実験及び通信方式の標準化にむけた活動が開始されますが、関係者の方のご協力を宜しくお願いいたします。合わせて、更に多くの舶用機器メーカーが、本活動に参加してくださることを期待しています。

D/W4999型 油兼ケミカルタンカー伊勢丸

佐々木 次郎
SASAKI Jiro

佐々木造船（株）
専務取締役
j-sasaki@sasakizosen.com

専務取締役と言う役職ですが、営業・設計・品質管理等、良い船を建造するため情熱を燃やし続けています。伊勢丸も私がコンセプトを決め、仕様作成、基本設計を致しました。

はじめに

平成20年６月に竣工しました、油兼ケミカルタンカー「伊勢丸」について、本船の建造基本コンセプト及び概要について紹介させていただきます。

エコノミー＆エコロジー

伊勢丸建造に当たり、荷主であるコスモ石油殿の基本理念である省エネルギー施策に対しては、三菱重工長崎船型開発室と佐々木造船設計部の話し合いにより、抵抗の少ないスムースな船型開発を優先し、直進時（航海時）の抵抗を極力減少させることに主眼を置き、マリナーラダーを装備、スターンバルブを採用してプロペラ効率を上げ、低回転で航海速力をアップさせることとしました。

内航船では、離着岸時の操船性向上のため、高効率の舵を付ける傾向にありますが、当社データーによると航海時（直進時）に18%～34%も主機馬力をロスする場合があり、高効率舵の採用を取りやめ、バウスラスター及びスタンスラスターを装備することとしたものです。結果、主機65%負荷において速力14ノットを達成し、CO_2の削減に貢献するとともにエコロジーも実現させました。

更に係船機のレイアウトについても着岸時にロープの摩耗が極力少なくなるように配置しました。これもエコノミーの一つと我々は考えます。（図２）

図１ 伊勢丸

「伊勢丸」主要目

用途	油兼ケミカルタンカー
航行区域	沿海区域
航海速力	14.46ノット
総トン数	3,799トン
長さ	99.00m
幅	16.00m
型深さ	8.30m
載貨容積	6,316㎥
主機及び連続最大出力	ディーゼル機関 1基3,309kw
最大搭載人員	13名

図２　係船機　従来と比べ設置スペースも少ない。

居住環境

最近大きくクローズアップされてきたのが船員不足の問題です。

日本で建造される中小型船は、居住環境についての近代化が遅れていると感じています。

本船は、船主殿のご協力により、内航船では初めて全居住区ユニット工法（＊）を採用し、各士官室にはバスタブ、シャワー、バキュームトイレ、洗面台を配し、更に寝室と執務室とは区画し、大型のベッド、収納、机、ソファー等を設備しました。

船員室にはバスタブは無いもののシャワー、バキュームトイレ、洗面台を配し、共用の大きなバスルームを設け、従来に比べ大きな居住空間を確保した快適な居住環境が実現しました。

図３　士官執務室

図４　食堂

このように船員居住環境の近代化に取り組むことにより、船員不足問題に真っ向から立ち向かう姿勢を、この船で示しています。

当初から、船主であるコスモ海運殿には、将来女性船員の乗船を想定されていると伺っており、女性のためのプライベートな空間についてもデザイン性に富んだ空間を確保しました。

食堂においては、船員さんの憩いの空間作りを追求し、高級レストラン並の内装を目指し、材質と色遣いに配慮することにより、コストを掛けることなく実現しました。

図５　通路とシャワートイレユニット

また、廊下、階段は二人がゆったりとすれ違い出来る広さを確保し、両サイドに手摺りを付けて安全面にも配慮しました。

このような居住空間の配慮がなされても、さらに解決すべき課題があります。それは機関室の熱、音、そして振動への対策です。

この課題を解決するために、エンジンケーシングと居住区とは完全に分離し、居住空間に極力音と熱の影響が無いようにしました。また、振動に関しても計画初期から徹底的な振動計算を行い、静穏な居住空間に仕上がりました。

図６　エンジンケーシングと完全にセパレートされた居住区域

これだけの居住空間を確保するには今までの内航船では総トン数の制約上困難でしたが、当社の技術力により、カーゴタンク上部の内航船特有のオーバートランク容積を確保しつつトランク高さを800mmまでに低くすることで、その余分トン数を居住区に割り振る事に成功しました。ここに、今までにない広い居住区を持つ内航船を実現できた理由があります。

＊居住区ユニット工法

あらかじめ組み立てておいた居住区ユニットを船内に組み入れる工法により、従来の内航船にはなかった上質な内装を実現します。

工期が短縮できると共に、設計の自由度が増すという利点もあります。

図７　陸上で組み立て中の居住区ユニット

安全な航海、操船

操舵室に於いては、安全な航海を実現するために約258度の視界を確保し、残り102度はブリッジ両舷に取り付けたカメラによって映し出される後方視界を前面の2台のモニターによって確保し、操舵室内での360度ワッチを実現させました。

更に操舵室内の内装色をダーク系にすることで、各計器の視認性、外部の視界をクリアーにすることにも配慮しました。（図８）

図８　ブリッジ

落下事故の多い垂直梯子を徹底的になくし、煙突まで階段で安全にアクセス出来るようにし、各室のドアは用途毎に色分けし、ビジュアル的な判別が出来るような工夫もしています。

また、時代の流れを見越して、外航に即時移行できるよう、無線関係の配線や設備スペース確保、ライフボート、レスキューボートの搭載を想定した設計を行いました。

エンジンはエンジンメーカーの遠隔監視による管理でトラブルにも即時対応できるシステムを採用、その他NKのM0、ワンマンブリッジの資格も取得、経済的かつ安全な航海に対応しています。

図９　エンジンコントロールルーム

おわりに

従来の内航船建造においては、その多くが古い図面を用いて昔とあまり変わらない船を建造してきました。時代の流れと共に、荷主、船主、船員のニーズや、港湾、さらには国際条約等の要求も変わって来ます。製造業がそれらを熟知し、先取りをした船を提案、建造することが大切と考えます。

そうすることにより、夢を語れる次世代をになう技術者が育ち、誇りを持てる職業としてノミネートされると期待しています。

日々新たな技術が造船にも生まれ、育つよう心から願って止みません。

日本の造船に夢を！

世界の客船（3）

欧州のクルーズ産業再生の立役者「サンバード」

池田良穂
IKEDA Yoshiho
大阪府立大学大学院工学研究科
海洋システム工学分野教授
ikeda@marine.osakafu-u.ac.jp

はじめに

前2回は、現代クルーズ発祥の地であるカリブ海で活躍する超大型クルーズ客船の話題をとりあげました。今回は、欧州のクルーズについて紹介しましょう。欧州のクルーズマーケットは、この10年間に急成長をして、そのクルーズ人口は約520万人に達しています。10年前が160万人でしたから、いかに急激にマーケットが成長しているかがわかります。

その成長の最大の要因は、欧州型の「伝統的クルーズ」からアメリカ型の「現代クルーズ」へのビジネスモデルの転換でした。そして、その転換に大きな役割を演じたのが「サンバード」(写真1)というクルーズ客船です。

欧州の伝統的クルーズ

1960年代に民間航空機網が発達して、大洋を渡る大型定期客船が次々に姿を消し、その多くがクルーズに転用されました。その時に宣伝に利用されたのが「豪華な船旅」のイメージで、かつての大型定期客船が最上客をもてなす「1等」のイメージだったのです。定期客船は、いくつかの等級に分かれていて、支払った料金によって待遇が大きく違っていました。つまり「豪華な船旅」を楽しむためには、それなりの料金を支払う必要がありました。クルーズは「非常に高価でかつ長期間」が常識でした。そのため、クルーズはなかなか一般には広がらず、転用された定期客船も1970年代に次々に引退していきました。

欧州のクルーズマーケット

クルーズへの転換に失敗した多くの欧州の客船会社は、客船事業から撤退します。その中で生き残ったのは、アメリカ市場に進出して「現代クルーズ」のビジネスモデルに転向した会社だけでした。

私は、1980年代前半にドイツに留学しましたが、その頃ドイツのクルーズ人口は約30万人で、「オイローパ」等の数隻の高級客船と、ドイツ旅行社がチャーターした多くのロシアの出稼ぎ客船が就航していました。ドイツに滞在した1年半の間に、ロシア船を使ったノルウェーフィヨルドクルーズと地中海クルーズに乗船してみましたが、そのビジネスモデルは伝統的クルーズそのものでした。

この欧州のクルーズマーケットに大きな変化をもたらしたのは、アメリカ生まれの「現代クルーズ」が導入されてからでした。

1990年代末、イギリスのエア・ツアー社という旅行会社が、チャーター機で旅客を運んで、スペインのマジョルカ島起点の1週間定点定期ク

写真1　1999年に欧州に現代クルーズのビジネスモデルを持ち込んだ「サンバード」(元ソング・オブ・アメリカ)

写真2　カリブ海クルーズに就航していた当時の「ソング・オブ・アメリカ」(1982年フィンランドで建造)

ルーズに乗せるフライ&クルーズをはじめました。この時の使用船が「サンバード」でした。

同船は、実は、カリブ海クルーズを大きく成長させることに貢献した元「ソング・オブ・アメリカ」(写真2)なのです。

現RCI(米)が1982年に建造し、総トン数は37,600トン、旅客定員が最大1500人で、カリブ海のクルーズ客船の大型化の先駆者でした。1960年代末に建造された第1世代船に比べると約2倍の大きさで、非常に広い2層のサンデッキにはプールが複数設けられ、巨大なショーラウンジなどを設け、乗客を楽しませることに徹することをコンセプトの基本とした、まさに「カリブクルーズ向き」のクルーズ船でした(写真3)。

写真3　広いサンデッキを有し、乗客のカリブ海クルーズでの顧客満足度を上げてマーケットの開拓につなげた(RCCLパンフレットより)

またこの船は、私に、「現代クルーズ」というビジネスモデルがアメリカで誕生し、成長していることを教えてくれた船でした。この船ではじめてカリブ海クルーズを体験し、その時に運航会社首脳やマイアミ港港湾当局者に会ってヒアリングもしました。そこで、それまでの伝統的クルーズとは全く異質のビジネスモデルがクルーズの世界で誕生し成長しつつあることを知りました。このビジネスモデルを欧州に導入したのが、この「ソング・オブ・アメリカ」であったことは、私にとって驚きと共に大きな喜びでもありました。

同船を使ってエア・ツアー社は、飛行機代も含めてリーズナブルな価格を設定しました。これが低迷していたイギリスのクルーズマーケットを爆発させました。

最近は、アメリカの大手クルーズ運航会社が、夏季に積極的に欧州でのクルーズを展開しています。当初はアメリカ人乗客が多かったのですが、最近は欧州の乗客の方が多くなっています。このように欧州のクルーズマーケットは爆発的に増加し、クルーズ人口は520万人を超えました。

1週間エーゲ海クルーズ乗船

一昨年、日本のフェリー会社の方々を連れてベニス起点の1週間エーゲ海クルーズを視察しました。船はRCI(米)所有の7万総トン型6隻の中の1隻「スプレンダー・オブ・ザ・シーズ」でした。料金は、アウトサイドキャビンで1日約3万円でしたので、カリブ海に比べると結構高いのに驚きました。ただ当時はユーロ高で、欧州の物価は日本の倍以上でしたから、欧州の人にはそう高くはなかったかもしれませんが。

さて、船は、夕刻、ベニスの大運河を縫うように航行してアドリア海へと出帆しました。船上から眺めるベニスの町並みは、とても美しいものでした。最近、地中海クルーズの起点港としてベニスが選ばれる大きな理由が、このベニスのもつ観光資源です。クルーズの前後にベニスに滞在する人が多いのもうなずけます。

さて、船上のサービスは基本的にはカリブ海と同じですが、食事時間を南欧州の人々の風習に合わせて遅くするなどの欧州の乗客への配慮が随所に見られました。テーブルメートになったイギリス人親子は、この会社のクルーズに既に3回も乗船しており、たいへん満

写真4　エーゲ海のサントリーニ島沖に停泊するクルーズ客船群。左から2隻目が「スプレンダー・オブ・ザ・シーズ」

写真5　ベニスを出帆する9万トンの「MSCオーケストラ」。仏アトランティック造船所がイタリアのMSCクルーズ向けに建造した4隻の姉妹船の1隻。同社は6万トン型4隻、13万トン型2隻を欧州造船所で建造している。

足しているとのことでした。このアメリカ型クルーズは、欧州でも顧客満足度が結構高いようです。これこそ産業が成長するための必須条件なのです。

翌日は、アドリア海の真珠とも言われる美しい城塞都市ドブロブニクに寄港しました。沖合に停泊した船から、乗客はテンダーボートで上陸しました。

その翌日、船は丸1日、美しいエーゲ海を東に進みました。そして次の寄港地はトルコのクサダシでした。ここでの観光の目玉はエフィソスの遺跡です。広大な遺跡が姿を現していますが、全部が発掘されるまでにはまだ何十年もかかるとのことでした。

次の寄港地は、エーゲ海に浮かぶ断崖絶壁で囲まれたサントニーニ島です(写真4)。
白い家と青い屋根の教会が印象的です。桟橋からロバに乗って絶壁に作られた坂道を登るのが観光の1つの目玉になっています。

6日目はギリシアのコルフ島の寄港です。美しいリゾート島で、かつてオーストリア王女の別荘もあったといいます。港では、引退を控えた「QE2」と出会いました。

最終日の8日目の早朝に、ベニスに帰港して、1週間のクルーズを終えました。カリブ海クルーズと違って、各寄港地が大きな魅力をもっているのが大きな特徴でした。欧州の伝統的クルーズは、この寄港地のもつ観光資源にあまりに大きく依存しすぎて、クルーズ客船の船上サービスを高度化してきませんでした。現代クルーズの導入により、寄港地の魅力に、船上での魅力が加わったことが欧州でのクルーズの成長要因と言えます。

クルーズ振興を核とした新海事産業創生

以上みてきたように、欧州のクルーズマーケットは、「現代クルーズ」というビジネスモデルの導入によって、爆発的な成長を遂げはじめています。かつては20万人前後と日本と肩を並べていたイギリスのクルーズ人口は100万人を突破して、日本の5倍以上の規模にまで拡大しています。

そして、現代クルーズビジネスに参入する欧州の地場企業も出てきました。またアメリカ水域で稼動する客船の建造で再生した欧州造船業が、欧州マーケットで活躍する客船の建造でも潤い始めたことには注目すべきでしょう。

このようにビッグビジネスとなったクルーズ産業は、新しい海事産業として大きな波及効果を持ちはじめています。観光はもちろんのこと、海運、造船、港湾、航空などの関連産業を活性化し、さらにインテリア、エンターメントなど、新しい周辺産業までも成長させています。

先日、大阪であった海事振興連盟のタウンミーティングで、私は、「客船産業の振興を核とした新海事産業創生」という提案をしました。日本における新しい海事産業の1つの芽が、現代クルーズというビジネスモデルを中核にすることによって成長軌道に乗せることができるはずです。こうした海にかかわる夢を1つずつ実現していきたいものです。

MARE ORIENS（マーレ オリエンツ）
Aframax Tanker 油槽船

Builder建造所	三井造船㈱千葉事業所		
Owner船主	Fratelli d'Amico Armatori S.p.A.		
Operator運航者			
国籍 Naples, Italy	船番	Mitsui Hull No. 1677	
Keel laid起工年月日		2007.12.20	
Launched進水年月日		2008.6.30	
Delivered竣工年月日		2008.9.18	
Class船級等		RINA/LR	
Nav. Area航行区域		Ocean Going	
L_{oa}全長 m		245.50	
L_{pp}垂線間長 m		234.00	
Breadth型幅 m		42.00	
Depth型深 m		21.50	
Draft (d_{mld}(design)) 満載喫水(計画) m			
Draft (dext) 満載喫水(夏期) m		14.980	
GT 総トン数(国際) T		59,611	
NT 純トン数 T		33,406	Deadweight載貨重量(計画) t
Cargo Tank Capacity貨物槽容積 m^3 :		128,760	Fuel Oil Tank燃料油槽 m^3
Max. Trial Speed試運転最大速力 kn			Sea Speed航海速力 kn
Fuel Consumption燃料消費量 t/day			Main Engine主機関 メーカー形式×基数
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min^{-1}		14,280 × 105	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min^{-1}
Propellerプロペラ 翼数×軸数		(CPP etc.) プロペラの種類	Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数
Electric Generato		Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数	
発 電 機		Generator(発電機) メーカー形式×出力×台数	
Type of Ship船型			Officer & Crew No.乗組員数
Same Ship同型船			
特記事項		1)貨物タンク容積は、幅42mのアフラマックス船型としては最大級の127,000m3を確保している。また載貨重量も110,000トンを確保している。2)最新の船首バルブおよび船尾形状を採用し、アフラマックスクラストップの推進性能を達成している。 3)貨物艙は、3種類の油の積み分けが可能で、自動洗油装置付きの3台の貨物油ポンプで効率よく同時荷揚げができる。また、バラストポンプを2台装備しバラスト水操作の効率化を図っている。4)RINAのNOTATION "COVENT" を取得し、万が一、バラストタンク内に漏油した場合の激気対策を行っている。5)測位装置として、DGPS航法装置（DIFFERENTIAL GLOBAL POSITIONING SYSTEM）2台を装備し、衛星航法に万全を期している。6)電子海図表示情報システム（ECDIS）、自動船舶識別システム（AIS）、航海情報記録装置（VDR）を装備し、航路計画、航行の安全に寄与している。		

Deadweight載貨重量(夏期) t		110,295	
Fresh Water Tank清水槽（含む、飲料水）m^3			
Endurance航続距離 SM			
MITSUI-MAN B&W Diesel Engine 7S60MC x 1 set			
		29	

SUIKAI（翠海）
Bulk Carrier ばら積み運搬船

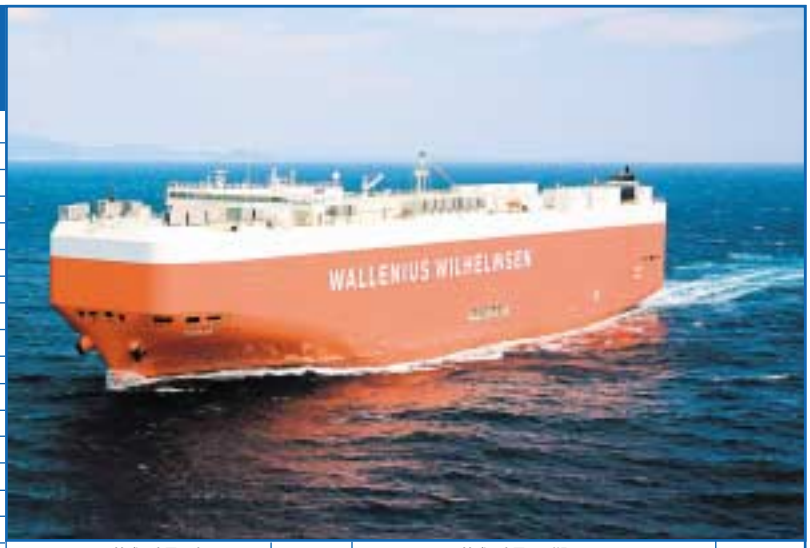
Builder建造所	株式会社 名村造船所		
Owner船主	S.K.F. MARITIME, S.A.		
Operator運航者	株式会社 商船三井		
国籍 Panama	船番	S.No.290	
Keel laid起工年月日		2006.6.27	
Launched進水年月日		2008.7.8	
Delivered竣工年月日		2008.9.12	
Class船級等		NK	
Nav. Area航行区域		Ocean Going	
L_{oa}全長 m		234.88	
L_{pp}垂線間長 m		226.00	
Breadth型幅 m		38.00	
Depth型深 m		20.00	
Draft (d_{mld}(design)) 満載喫水(計画) m		12.80	
Draft (dext) 満載喫水(夏期) m		14.225	
GT 総トン数(国際) T		50,933	
NT 純トン数 T		30,116	Deadweight載貨重量(計画) t
Cargo Tank Capacity貨物槽容積 m^3 :		111,527.2	Fuel Oil Tank燃料油槽 m^3
Max. Trial Speed試運転最大速力 kn		17.05	Sea Speed航海速力 kn
Fuel Consumption燃料消費量 t/day		42.20	Main Engine主機関 メーカー形式×基数
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min^{-1}		12,240 × 105.0	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min^{-1}
Propellerプロペラ 翼数×軸数	4翼 × 1軸	(CPP etc.) プロペラの種類	FPP
Electric Generato		Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数	
発 電 機		Generator(発電機) メーカー形式×出力×台数	
Type of Ship船型		Flush deck with Forecastle, Bulbous bow, cut-off stern and Machinery aft.	
Same Ship同型船		S.Nos.288/289	
特記事項		電力会社向 幅広船型石炭船「パワーマックス」第3船 燃料タンクの二重化を国際ルールに先駆けて実現	

82,101	Deadweight載貨重量(夏期) t	93,579	
3,473.90	Fresh Water Tank清水槽（含む、飲料水）m^3	403.9	
15.0	Endurance航続距離 SM	19.100	
	MITSUI MAN B&W 6S60MC(Mark6) × 1		
	10,400 × 99.5		
Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数			
	YANMAR 6N18L-EV × 550kW × 3		
	TAIYO FE547A-10 × 587.5kVA [470kW] × 3		
	Officer & Crew No.乗組員数	25	

SHEARWATER（シェアウォーター）
Wood Chip Carrier　チップ運搬船

Builder建造所	サノヤス・ヒシノ明昌		
Owner船主	Forester Shipping S.A.		
Operator運航者			
国籍 Panama	船番	1260	
Keel laid起工年月日		2008.2.20	
Launched進水年月日		2008.6.2	
Delivered竣工年月日		2008.9.5	
Class船級等		NK	
Nav. Area航行区域		Ocean Going	
L_{oa}全長　m		209.99	
L_{pp}垂線間長　m		204.00	
Breadth型幅　m		37.00	
Depth型深　m		22.85	
Draft (d_{mld}(design)) 満載喫水(計画)　m			
Draft (dext) 満載喫水(夏期)　m		12.029	
GT 総トン数(国際) T		49,720	
NT 純トン数　T		Deadweight載貨重量(計画)　t	Deadweight載貨重量(夏期)　t　64,533
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積(グレーン)　m^3 :	123,618(4,365,558ft3)	Fuel Oil Tank燃料油槽　m^3	Fresh Water Tank清水槽（含む、飲料水）m^3
Max. Trial Speed試運転最大速力　kn		Sea Speed航海速力　kn　abt. 14.6kn	Endurance航続距離　SM
Fuel Consumption燃料消費量　t/day		Main Engine主機関 メーカー形式×基数	MAN B&W 6S50MC-C
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min^{-1}	9,480kW× 127min-1		Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min^{-1}
Propellerプロペラ 翼数×軸数　4×1	(CPP etc.) プロペラの種類		Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数
Electric Generator	Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数		
発　電　機	Generator(発電機) メーカー形式×出力×台数		
Type of Ship船型		Officer & Crew No.乗組員数	28
Same Ship同型船	S.1261 "NINE FRONTIER"		
特記事項	当社新開発の世界最大級 435万CFT型木材チップ運搬船の第一船。		

TOMAR（トマー）
Pure Car Truck Carrier Vessel 自動車運搬船



Builder建造所	三菱重工業株式会社 長崎造船所		
Owner船主	Wilhelmsen Lines Car Carriers Ltd		
Operator運航者	Wallenius Wilhelmsen Logistic		
国籍 England	船番	2237	
Keel laid起工年月日		2008.3.10	
Launched進水年月日		2008.7.12	
Delivered竣工年月日		2008.10.24	
Class船級等		Det Norske Veritas	
Nav. Area航行区域		Ocean Going	
L_{oa}全長　m		199.99	
L_{pp}垂線間長　m		192.00	
Breadth型幅　m		32.26	
Depth型深　m		36.02	
Draft (d_{mld}(design)) 満載喫水(計画)　m			
Draft (dext) 満載喫水(夏期)　m		11.025	
GT 総トン数(国際) T		61,328	
NT 純トン数　T		Deadweight載貨重量(計画)　t　14,385	Deadweight載貨重量(夏期)　t　22,144
Car & Truck No.車輌搭載台数	abt. 6,500	Fuel Oil Tank燃料油槽　m^3	Fresh Water Tank清水槽（含む、飲料水）m^3　575
Max. Trial Speed試運転最大速力　kn	21.46	Sea Speed航海速力　kn　abt. 20.0	Endurance航続距離　SM　abt. 32,000
Fuel Consumption燃料消費量　t/day		Main Engine主機関 メーカー形式×基数	7UEC60LS II ×1
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min^{-1}	13,240 × 105.0	Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min^{-1}	11,915× 101.4
Propellerプロペラ 翼数×軸数　5翼 × 1軸	(CPP etc.) プロペラの種類	Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数	Aux. Boiler : Oil fired type × 1set
Electric Generato	Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数	Diesel Generator Engine : 1,300 k W × 3, Emergency Diesel Generator Engine : 228 k W × 1	
発　電　機	Generator(発電機) メーカー形式×出力×台数	Diesel Generator : AC450V × 1,200 k W × 3,Emergency Diesel Generator : AC450V × 200 k W × 1	
Type of Ship船型	多層甲板型	Officer & Crew No.乗組員数	32
Same Ship同型船	MHI Nagasaki H.No.2196 "TORRENS"、H.No.2197 "TOLEDO",H.No.2208 "TORONTO"、H.No.2213 "TOPEKA"、H.No.2217 "TOMBARRA",H.No.2218"TORTUGAS		
特記事項	(1) 多種の車両/貨物をﾌﾚｷｼﾌﾞﾙに積載できるよう12層のﾃﾞｯｷ中、4層をﾘﾌﾀﾌﾞﾙﾃﾞｯｷとしている。そのﾘﾌﾀﾌﾞﾙﾃﾞｯｷ高さは、ﾘﾌﾀｰｶｰにより上下4ﾎﾟｼﾞｼｮﾝの変更が可能。(2) 重車両（ﾄﾚｰﾗｰ、ﾌｫｰｸﾘﾌﾄ、建設機械、ﾀﾞﾝﾌﾟなど）が走行可能なように車両乗り込みﾃﾞｯｷ以下の固定ﾃﾞｯｷの強度をｱｯﾌﾟする共に、荷役上の障害を少なくする為、壁、骨、ﾋﾟﾗｰなどを最小化している。また、船尾乗り込みﾗﾝﾌﾟは、設計荷重300 t 、長さ38mの大型ﾗﾝﾌﾟを使用している。(3) 荷役を効率的に行う為、ﾎｰﾙﾄﾞﾋﾟﾗｰは1Row Center方式を採用し、ﾎｰﾙﾄﾞﾗﾝﾌﾟは跳ね上げ式の可動ﾗﾝﾌﾟを1直線上に配置している。(4) 衝突事故の際の安全性を高める為、水密ﾃﾞｯｷ層数は従来1層であったのに対し、2層の水密ﾃﾞｯｷを設けている。		

PEARL（パール）
アンカーハンドリング タグ サプライ ベッセル（AHTSV）

Builder建造所	ユニバーサル造船㈱京浜事業所		
Owner船主	CH OFFSHORE LTD.		
Operator運航者			
国籍 SINGAPORE	船番	0037	
Keel laid起工年月日		2008.2.12	
Launched進水年月日		2008.5.8	
Delivered竣工年月日		2008.9.12	
Class船級等		ABS	
Nav. Area航行区域		Ocean Going	
L_{oa}全長 m		68.00	
L_{pp}垂線間長 m		60.00	
Breadth型幅 m		16.40	
Depth型深 m		7.20	
Draft (d_{mld}(design)) 満載喫水(計画) m			
Draft (dext) 満載喫水(夏期) m		6.00	
GT 総トン数(国際) T		2,428	
NT 純トン数 T		799	
Cargo Hold Capacity (Grain) 貨物艙容積(グレーン) m^3 :			
Max. Trial Speed試運転最大速力 kn		14.60	
Fuel Consumption燃料消費量 t/day			
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min^{-1}		4,500 ×750	
Propellerプロペラ 翼数×軸数	4-Blade×2	(CPP etc.) プロペラの種類	CPP
Electric Generator 発 電 機		Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数	800 kW × 2
		Generator(発電機) メーカー形式×出力×台数	1,800kW × 2
Type of Ship船型		船首楼付き平甲板船	Officer & Crew No.乗組員数 18人 ＋ 乗客12人 ＝ 合計30人
Same Ship同型船			
特記事項	アンカーハンドリング機能、タグ機能（ボラードプル力：150トン）、サプライ機能（バルクタンク、マッドタンク、ドリリングウォータータンク、清水タンク、燃料タンク等を装備。貨物搭載用の広い甲板面積）、他船消火機能(FiFi-1)、位置保持機能(DPS-2)、UMASによる集中監視・制御機能		

Deadweight載貨重量(計画) t	1,658.20	Deadweight載貨重量(夏期) t	2,456,70
Fuel Oil Tank燃料油槽 m^3	990	Fresh Water Tank清水槽（含む、飲料水）m^3	531.0
Sea Speed航海速力 kn	13.90	Endurance航続距離 SM	
Main Engine主機関 メーカー形式×基数		Wartsila 9L32 x 2基	
		Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min^{-1}	
		Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数	

フェリーくがに
汽船

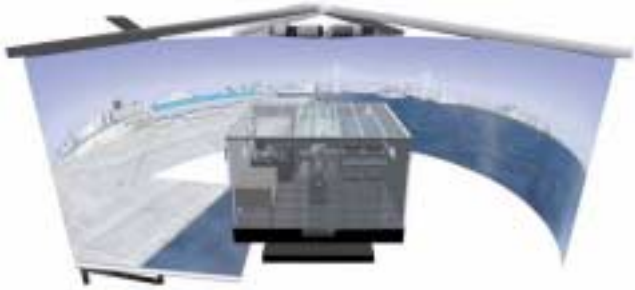
Builder建造所	石田造船建設株式会社		
Owner船主	有限会社神谷観光		
Operator運航者			
国籍 日本	船番	S.NO 801	
Keel laid起工年月日		2008.3.20	
Launched進水年月日		2008.7.1	
Delivered竣工年月日		2008.7.17	
Class船級等		ＪＧ	
Nav. Area航行区域		平水	
L_{oa}全長 m		39.3	
L_{pp}垂線間長 m		28.5	
Breadth型幅 m		8.3	
Depth型深 m		2.68	
Draft (d_{mld}(design)) 満載喫水(計画) m		1.8	
Draft (dext) 満載喫水(夏期) m			
JG総トン数(JG) T		136	
NT 純トン数 T			
Car & Truck No.車輌搭載台数		大型トラック×5台 又は 乗用車×12台	
Max. Trial Speed試運転最大速力 kn		12	
Fuel Consumption燃料消費量 t/day		60//h	
Output (M.C.R.) 出力(連続最大) kW×min^{-1}			
Propellerプロペラ 翼数×軸数	4翼×2	(CPP etc.) プロペラの種類	
Electric Generator 発 電 機		Engine (原動機)メーカー形式×出力×台数	三菱重工(株)中四国販売FEG60S 60KVA(48KW)×2台
		Generator(発電機) メーカー形式×出力×台数	
Type of Ship船型		単胴型平甲板船（単頭船）	Officer & Crew No.乗組員数 3 Passengers旅客数 170
Same Ship同型船			Route航路 平敷屋港⇔津堅港
特記事項	(1) 本船は、うるま市沖合、4マイルに位置する「にんじん」の産地である津堅島へ航行する旅客定期フェリーとして建造した。(2) 本船は水中翼を6枚取付けてあり、25%出力で船尾が約30cm浮揚し、燃料消費量を約30%削減できた。(3) 2基2軸船でフラップ付舵の採用により、全長とほぼ同じ長さで回頭出来る。(4) 船の針路を波の影響があっても自動的に修正できるように、サテライト・コンパスとリピータ・コンパスにより自動操舵と連動させている。 (5) 船内はバリアフリー規格とし、ＧＰＳの信号を１・２階のテレビモニターに映し出し運行情報として常時航路標示出来る様にした。 (6) ランプドアは密閉式とし、危険物適合船として建造した。(7) 船体側面に「にんじん」のキャラクターを書き、車両甲板客室前面に「シーサー１対」のキャラクターを記入している。		

Deadweight載貨重量(計画) t		Deadweight載貨重量(夏期) t	
Fuel Oil Tank燃料油槽 m^3	15	Fresh Water Tank清水槽（含む、飲料水）m^3	8
Sea Speed航海速力 kn	11	Endurance航続距離 SM	1,000
Main Engine主機関 メーカー形式×基数		三菱重工(株)中四国販売S6B3-MTK2Z 367KW(500PS)×2000RPM×2基	
		Output (N.O.R.) 出力(常用) kW×min^{-1}	
		Main Aux. Boiler主補汽缶 形式×台数	

おしらせ

○ 操船リスクシミュレータによる自動操舵の実験を公開します。

当研究所では、自動操舵装置を安全に使用するための適用範囲を調査研究しています。今回は、船員に操船リスクシミュレータで内航船のモデルを操縦してもらい、自動操舵と手動操舵の旋回性能の比較や、自動と手動の切り替え時におきる現象を実験により調べる予定です。この実験を公開します。



操船リスクシミュレータ

日　時（予定）：平成21年1月28日（水）14：00～15：00
場　所：海上技術安全研究所
事前登録制　詳細につきましては、ホームページに掲載の予定です。
http://www.nmri.go.jp/

○ 50m長尺模型船による空気潤滑法の抵抗低減試験を公開します。

当研究所では、空気潤滑法による船舶の省エネ技術に関する研究を進めています。この研究では、実船の省エネ率を推定するため、船底に吹き出した空気流量と抵抗低減量の関係を調べることが重要です。

今回、400m試験水槽で、長さ50mの平底模型を曳航し、船底から空気を吹き出したときの抵抗低減量を調べます。今回は船底を流れる気泡の左右の偏りを少なくするため、模型船船底の中心線上に板を取り付けた状態で実験する予定です。この実験を公開します。

前回の50m平底模型船実験

日　時（予定）：平成21年2月20日（金）14：00～15：00
場　所：海上技術安全研究所
事前登録制　詳細につきましては、ホームページに掲載の予定です。
http://www.nmri.go.jp/

★プレゼント（2008-Winter）★　綴じ込みハガキにてご応募下さい。

「飛鳥Ⅱのすべて」クルーズ臨時増刊号（５名様）

☆「船と海のサイエンス」2008-Autumn☆プレゼント当選者

「飛鳥Ⅱのすべて」クルーズ臨時増刊号

神戸市　新冨様　　横浜市　高橋様　　富士市　小川様
知多郡　萩原様　　豊田郡　元樋様

●海技研ニュース「船と海のサイエンス」 2008-Winter

発行日／2009年1月16日　発行人／井 上　四 郎　編集責任／知的財産・情報センター

●問い合わせ先

独立行政法人海上技術安全研究所企画部知的財産・情報センター広報・国際係
ホームページアドレス：http://www.nmri.go.jp/
E-mail：info2@nmri.go.jp
TEL：0422-41-3005　FAX : 0422-41-3247

独立行政法人海上技術安全研究所

本　　所：〒181-0004
東京都三鷹市新川6-38-1
大阪支所：〒576-0034
大阪府交野市天野が原町3-5-10

再生紙を使用しています。