

所 外 発 表 論 文 等 概 要

**Tissue-equivalent TL Sheet Dosimetry System
for Gamma-ray Spatial Dose Distribution
Measurement**

ガンマ線線量分布計測のための人体等価熱蛍光シート
型線量計測システム

成山照展、大西世紀、小田野直光、小笹尚登
石川雄三

平成15年10月16日

Radiation Protection Dosimetry

ガンマ線及びエックス線による吸収線量分布測定のための人体等価熱蛍光シート(Tissue-Equivalent Thermo Luminescent Sheet) 及びそのリーダーを開発した。放射線がTL(Thermo Luminescent)素子へ照射されると、照射量に応じた数の電子が自由電子へと励起されその後電子は準安定状態へと遷移する。素子が加熱されると熱運動により基底状態へと電子状態が回復し、その時基底状態と準安定状態のエネルギー差に応じた光が放出される。この光を計測することで照射線量を測定することが可能であり、TL素子は比較的安価、再利用性、原理的単純さ、広いエネルギー領域での線形性、などの利点をもち放射線計測に幅広く利用されている。しかしながら二次元型としては材料強度的問題や読み取り装置の不備のため利用されることはほぼ無かった。

当研究では熱蛍光物質をテフロン基材中に混合し、主成分としてはフッ化リチウムを、添加物としては銅、燐を用い、大きさは20cm×20cm×0.2mmのものを作成した。このTLシートはイメージングプレートやフォトリソグラフィックフィルム等の他のシート型検出器に比べ非常によいエネルギー応答性を有している。

TLシート型検出器から線量を読み取るにはホットプレート上に載せ、常温から240℃まで1秒間に1℃の速度で加熱する。また、ホットプレート上の温度分布は赤外線放射温度計で測定される。

現在のところ温度上昇率のばらつきは2%の以内に、ホットプレート上の温度分布のばらつきも3%以内に抑えられている。

熱蛍光信号は24.6mm×24.6mmの有感面積を持つCCD(Charge-Coupled) カメラにより計測される。計測機器へは16ビットアナログーデジタル変換によってデジタル化された数値が渡され、空間線量分布を表示することが可能である。これらにより計測できる線量の最大最小範囲は0.01 mGyから100 Gyにまで及ぶ。以上の結果からTLシート線量計システムは様々な目的による空間線量分布の測定に役立つものとして期待される。

**RADIATION SAFETY ASSESSMENT OF A
SYSTEM OF SMALL REACTORS FOR
DISTRIBUTED ENERGY**

分散型小型炉の放射線安全性評価

小田野直光、石田紀久

平成18年5月

Radiation Protection Dosimetry, Vol. 115 (2005)

原子力エネルギーは燃料交換無しに長期間安定的にエネルギーを供給することができ、また、エネルギーセキュリティ及び地球温暖化対策の観点から他のエネルギー源と比較して利点があり、分散型エネルギー源として有望である。このような分散型エネルギー源用の原子炉プラントは、安全性、信頼性、経済競合性の向上が求められる。日本原子力研究所と海上技術安全研究所は、分散型小型炉の概念検討に関する研究を実施している。これまでに、立地方式として、エネルギー需要地の大深度地下、洋上、臨海立抗立地などの立地方式を検討してきた。分散型小型炉はエネルギー需要地に近接して立地されるという特徴を有しており、社会的受容性の観点から、原子炉プラントの放射線安全性の検討は重要な課題のひとつである。本論文では、陸上立地、大深度地下立地、臨海立抗立地について、原子炉プラントの放射線安全性を評価した。

対象とした分散型小型炉は、一次系機器を原子炉容器内に内蔵した一体型軽水炉で、原子炉の熱出力は300MWtである。また、原子炉プラントの安全性向上のため、原子炉格納容器内に水を張る水張式格納容器の採用により、受動安全性を高めている。

分散型小型炉の放射線安全性は、通常運転時、停止時、仮想事故時について行った。通常運転時については、一次元離散座標法によるANISNコードを用いて遮蔽性能評価を行った。また、原子炉停止時については、放射能インベントリ評価計算コードORIGEN2により、5年間(炉心寿命まで)連続全出力運転後の核分裂生成物等からのガンマ線強度を評価し、ANISNコードにより遮蔽性能を評価した。仮想事故としては、5年間連続全出力運転後に炉心内に蓄積される核分裂生成物のうち、希ガス100%、ハロゲン50%、その他核種1%が原子炉格納容器に放出されることを仮定し、その際の一般公衆に対する被曝線量を点減衰核積分法によるQAD-CGGP2により評価した。これらの評価に基づき、陸上立地時の安全性評価については、原子炉プラントの一般公衆からの隔離距離を評価した。また、臨海立抗立地時については、燃料交換時の放射線安全性についても評価を行った。これらの評価結果より、分散型小型炉の放射線安全性が十分確保されていることを示した。

Energy Response of a Two-dimensional Sheet-type LiF:Mg,Cu,P TL Dosimeter to Photons

シート型2次元熱蛍光線量計(LiF:Mg,Cu,P)の

光子に対するエネルギー特性

近内亜紀子、成山展照、大西世紀、小田野直光、

小笹尚登、石川雄三

平成16年6月

Radiation Protection Dosimetry

放射線の医学利用現場や加速器施設・原子力施設では、全身被曝のみならず局所的被曝も予想される。局所被曝を検出するには、広い範囲で放射線量が測定できる線量計が必須である。広面積で薄い2次元線量計は、原子力施設等において局所的な遮蔽欠損を早期発見する手段としても有用である。また、放射線のエネルギーが特定できないような場合には特に、使用する線量計が人体と同様なエネルギー吸収特性を示すことが、放射線の人体影響を評価する上で重要になる。

本研究では、人体軟組織の組成と近い軽元素を用いることによって、X線・ガンマ線に対して人体に等価なエネルギー特性をもつ薄いシート状の2次元熱蛍光(Thermoluminescent; TL)線量計(TLシート)のエネルギー特性を評価した。TLシートは、最終的には200mm角の線量計として開発を目指しているが、現在100mm角、厚さ0.2mmに成型したものを使ってその特性を評価した。今回の特性評価では、TLシートの主原料LiF: Mg, Cu, P 蛍光体(NTL-250)の他に、NTL-250と同じ組成を持つ熱蛍光線量素子(GR-200: Sange)についても併せて測定を行い、結果を比較した。また、TLシートの均一性についても評価した。

X線の各エネルギーに対する熱蛍光線量計の応答は、SPRING-8放射光施設の単色光を用いて測定した。放射光のエネルギーは10~150keVであり、電離箱で強度をモニターしながら照射を行った。ビームサイズは5mm角程度であった。粉状のNTL-250はポリエチレン製の小袋に詰め、回転させながら均一に照射した。TLシートの均一性は、 ^{60}Co 線源によるガンマ線照射によって評価した。

TLシートの原料である熱蛍光物質NTL-250では2Gy程度までの照射を行い、各エネルギーにおいて線量として必要な線形応答を得た。エネルギー特性は、計算で得られた人体組織のエネルギー吸収特性およびNTL-250と同じ組成を持つGR-200のエネルギー応答と近い値となった。エネルギー吸収係数のみから算出された計算値と実験値の傾向がやや異なるのは、熱蛍光効率に原因があると考えられる。

^{60}Co 線源を用いて均一照射したTLシートは、開発した2次元熱蛍光量測定装置で蛍光量を測定すると、中心部からの発光強度が比較的高いことが明らかとなった。これは、TLシートと加熱プレートとの熱接触の問題があるためと推察される。加熱時におけるTLシートの安定性を保つ方法を現在検討中である。

(220)

Neutron Dosimetry with ^6LiF -rich TL sheet

^6LiF を添加した熱蛍光シート線量計による

中性子線量測定

近内亜紀子、成山展照、大西世紀、小田野直光、

中島伸也、山本和嘉、岸敏明、小笹尚登、石川雄三

平成16年6月

Radiation Protection Dosimetry

放射線は医学分野でも様々な形で利用されている。中性子による治療としては原子炉からの中性子線を用いたほう素中性子捕捉療法(BNCT)が、脳腫瘍治療に効果的な方法として活発に研究が進められている。

BNCT時の照射野は、およそ100~200mm角と広範囲であるため、中性子線量の2次元分布情報は非常に重要である。また、原子炉の中性子線場はガンマ線を含んだ混合場であるため、中性子2次元線量分布取得のためには中性子線とガンマ線の弁別が不可欠である。BNCT時に原子炉で照射される中性子線量を測定する方法としては、金線を同時に照射し、その放射化から線量を算出する方法が現在一般的に用いられているが、細い金線で照射野全範囲をカバーことは不可能であり、仮に大量の金線を使用したとしても放射化分析には時間が掛かりすぎてしまう。

そこで我々は、直接的に中性子2次元線量分布を測定する方法の開発を実施している。最近我々はガンマ線量測定用に熱蛍光体LiF:Mg,Cu,Pを用いた薄いシート型の熱蛍光2次元線量計を開発したが、これに中性子との反応断面積が大きい ^6Li を添加し、 $^6\text{Li}(n, \alpha)^3\text{H}$ 反応で生成される α 線によって熱蛍光を起こさせることによって、中性子にも感度を持つ熱蛍光線量計を開発することとした。この線量計を中性子に感度を持たない同素材の熱蛍光線量計と組み合わせることにより、中性子のみの線量分布取得も可能となると期待される。

熱蛍光体重量に対し ^6LiF を、5、10、20重量%添加した2次元熱蛍光線量計を製作し、日本原子力研究所東海研究所研究炉JRR-4中性子ビーム照射設備において照射実験を行った。LiF入りポリエチレン製の幅7mmの格子状コリメーターを用い、縞状分布の中性子線を各2次元線量計に照射した。 ^6LiF 割合が増えるにしたがって、縞模様のコントラストが強くなり、 ^6LiF を添加した熱蛍光線量計が中性子線に反応することを確認した。

Tissue-equivalent TL sheet dosimetry system for x- and γ -ray dose mapping

X・ガンマ線量マッピングのための

人体組織等価熱蛍光シート線量測定システム

成山展照、近内亜紀子、大西世紀、小田野直光、

山路昭雄、小笹尚登、石川雄三

平成16年6月

Radiation Protection Dosimetry

加速器施設等ビーム形状の放射線が用いられる機会が増え、広面積2次元線量計の必要性が高まってきている。我々は、 LiF:Mg,Cu,P 熱蛍光体を開発し、それを用いた人体等価エネルギー特性を持つ2次元熱蛍光線量計の開発を実施した。

我々の製作している LiF:Mg,Cu,P 熱蛍光体の感度は、現在線量測定において広く用いられている LiF:Mg,Ti 型の熱蛍光体に比べて10倍程度高い。また、グローピークが 200°C 付近に存在するので、熱蛍光線量計に蓄積された全エネルギー量を測定する際には、 240°C 程度までの加熱が必要となる。しかしこの熱蛍光物質は 245°C 以上の加熱により感度が低下することが確認されている。2次元線量計を製作するため熱蛍光体をシート成型する必要があるが、シート成型時の加熱による蛍光体 LiF:Mg,Cu,P の感度低下を防ぐために、蛍光体をシート成型するためのバインダー材料としては、高分子物質の中でも融点が高いエチレン・テトラフルオロエチレンの共重合体 (ETFE) を用いた。現在大きさ 100mm 角、厚さ 0.2mm の線量計を試作して特性評価を行っている。

線量計からの熱蛍光量を読み取るために、熱蛍光測定装置の開発も実施した。装置の概要は以下の通りである。2次元加熱プレートでシート線量計を加熱し、その際発生する熱蛍光をレンズでイメージ・インテンシファイアに集光する。集光された光は電子として増倍され、次に設置されている蛍光板に当たって発光する。最後に設置されたCCDカメラでその発光を検出することで2次元画像を取得し、データはPCに転送される。加熱プレートの昇温速度は2%、場所依存は3%以内に制御することに成功した。開発した2次元熱蛍光線量計及び熱蛍光線量測定装置により2次元線量分布を測定できることを確認した。

巨大海洋波・Freak波の発生機構の解明と予測 —海洋流体力学の一章として—

Occurrence of Extreme or Freak Ocean Waves
A Current Research in Marine Hydrodynamics

富田宏、早稲田卓爾、川村隆文、林昌奎

平成18年2月

日本流体力学会・学会誌「ながれ」第25号

流体力学の一分野として水面波の研究はその最も古典に属する。海洋波浪の現代的研究がランダム過程の統計と非線形力学という異なる2本の柱の上に立って新しい科学的発展を開始してからちょうど半世紀が過ぎようとしている。

本稿では近年海洋流体力学での興味深い話題となっている <Freak 波>と呼ばれる特異現象の研究の概要について述べる。Freak 波は実海面で周辺の波から際立って、突然生起する孤立的な異常波浪である。この現象を解き明かすことは海洋流体力学における非線形ランダム問題の融合発展の可能性に対するひとつの試金石と言える。

本報告では当該現象の理論、数値シミュレーション、実験ならびに観測におけるその歴史と現状さらに将来計画について概説している。

図は実海域で観測された Freak Wave の記録の一例を示している。このような波形は強い海流の存在しない閉塞海域である黒海北東部の観測点において6年間に3例が報告されている

(L. J. Lopatoukhin & A. V. Boukhanovsky, OMAE2005 参照)。

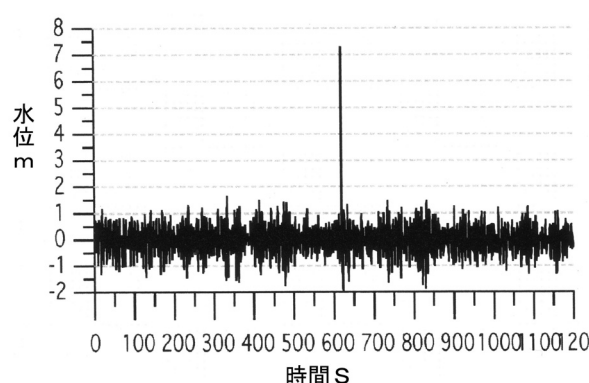


図 ロシア領内、黒海 (The Black Sea) において観測された
Freak Wave の時間波形の一例

編物複合材を用いた小型船の成形法 Molding Method of Small Ship Used

Knitted Fabric Composite

小野正夫、櫻井昭男

平成18年3月

第35回FRPシンポジウム講演論文集

航空宇宙分野を始めとするFRP業界において、強化繊維等の基材とその成形法に関する新しい技術の開発が進んでいる。特に欧米諸国のFRPの技術開発はめざましく、近年ようやく我が国も注目し始め、風力発電のブレード、航空機部材、土木・建築用構造部材及び自動車部材等に普及し始めている。一方、国内のFRP造船業界の現状については、需要の低迷と技術者不足等が深刻な問題となっており、コスト低減や作業効率の改善、さらには環境問題及び省エネルギー化等につながる新しい技術の開発が望まれている。また、漁船やプレジャーボート等のFRP船の高速化の要求に対する船体のさらなる高強度、軽量化等を図る必要性も出てきた。

このことから、当所においても従来のFRP船の建造方法等を見直し、国内ではまだ例の少ない新しい技術を取り入れたFRP船の建造方法等の確立を図るべく研究に取り組んでいる。本報告では、これまで行ってきた編物強化材を用いたインフュージョン成形法(図1)について、実際の小型ボートの型を使用した成形実験を行った結果(図2)について述べた。実験の結果、作業環境も良くなり軽量で剛性の高い小型ボートを製作することができた。さらに、一般のFRP船等の製造にも適用できることが分かった。

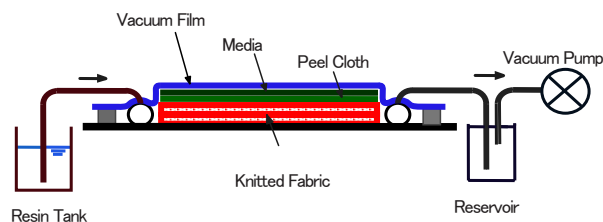


図1 インフュージョン成形法の概略図

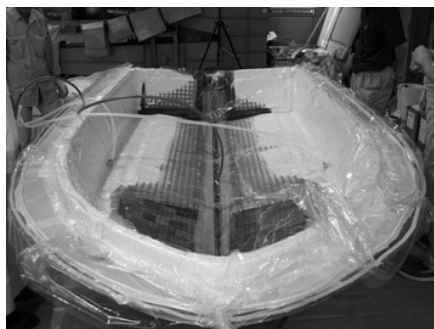


図2 成形実験の様子

最短時間アプローチ操船問題における 操縦運動モデルの一考察

A Study on Mathematical Maneuvering Model
For Minimum Time Approaching Problems

岡崎忠胤、大津皓平

平成18年3月

日本航海学会論文集第114号

近年、内航海運の船員の高齢化による船員不足と労働負荷軽減の立場から、操船支援システムのニーズがでてきており、著者等は、労働負荷が最も集中する着岸操船を念頭に置き、操縦性能の限界となる最短時間操船方法を操縦運動モデルから数値的に導出し、目標定点へ任意の姿勢で停船させる自動制御システムの研究を行ってきた。最短時間着岸操船問題では、減速しながらの操船を扱うため、船舶の運動を詳細に表現するMMGモデルの利用が必要である。しかし、一般には入手困難なMMGモデルを利用することは、支援システムの汎用性の観点から考えると大きな問題となる。さらに、最短時間制御解を導出する計算手法、Sequential Conjugate Gradient-Restoration Algorithm (SCGRA)法において、操縦運動モデルの非線形性が強くなると、計算時間が大幅に増加し計算が収束せず数値解の導出が困難となることがある。一方、最短時間制御解の数値解を実船へ適用する場合、フィードバック(FB)を含む制御システムを利用するため、多少のモデル誤差があっても目標追従制御が可能であると考えられる。

そこで本研究では、操縦運動モデルの精度についての優先度を下げ、操船者が入手しうる船舶の情報から操縦運動モデルの推定と、数値計算の収束性を向上させるための操縦運動モデルの簡易化を試み、推定した操縦運動モデルから導出した最短時間操船方法の有効性について実船実験による検討を行った。

本研究で推定した操縦運動モデルを用いて最短時間アプローチ操船問題の計算を実施したところ、従来のMMGモデル利用時の半分の計算時間で数値解を得ることができた。また、小型練習船を対象に、得られた数値解をニューラルネットワーク(NN)に学習させ、これをFB制御システムとして実船実験を実施したところ、良好な制御結果を得ることができた。(図中、点線が数値解で実線が実験値)

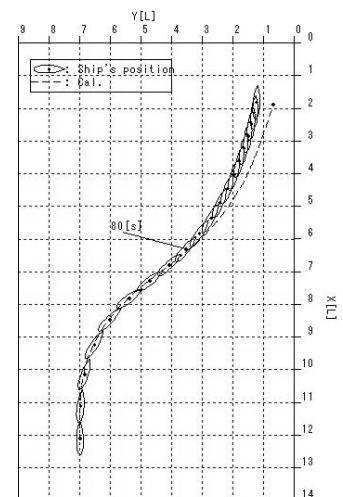


図 実船実験時の航跡

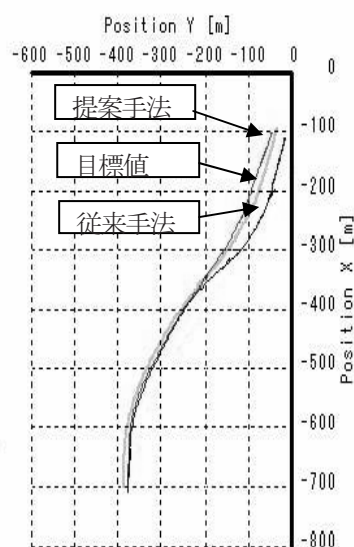
ニューラルネットワークを用いた
最短時間アプローチ操船制御
—モデル予測補償・ファジィ制御による性能向上—
Minimum Time Ship Maneuvering
using Neural Networks
— Performance enhancement
by using model predictive compensation
and Fuzzy control —
水野直樹、高須誠、岡崎忠胤、大津皓平

平成18年3月

第6回適応学習シンポジウム資料

近年、内航海運の船員の高齢化による船員不足と労働負荷軽減の立場から、操船支援システムのニーズがでてきており、著者等は、労働負荷が最も集中する着岸操船を念頭に置き、操縦性能の限界となる最短時間アプローチ操船方法を操縦運動モデルから数値的に導出し、目標点へ任意の姿勢で停船させる自動制御システムの研究を行ってきた。最短時間アプローチ操船では、減速しながらの操船を扱うため、船舶の運動を詳細に表現する操縦運動モデルの利用し、結果としてモデルの非線形性が強くなり直接的に制御解を導出することが困難であった。そこで、事前に最短時間制御解を数値計算により導出し、その数値解をニューラルネットワーク(NN)にオフライン学習させ、そのNNにより実船を最短時間制御する手法を提案してきた。そして最短時間制御を実船へ適用する上で、外乱への対応が大きな問題であったため、船体運動モデルを用いた非線形予測補償を提案してきたが、アプローチ操船のように船速が低下した領域での制御が要求される場合、操縦運動モデルのモデル化誤差が増加し、必ずしも有効な補償が行われない場合があった。

そこで、本研究では、より実用的な最短時間アプローチ操船制御系を実現するために、操縦運動モデルに基づく予測補償とファジィ制御を併用した制御系を提案した。本研究手法によるアプローチ操船の実船実験時の航跡を図に示す。従来手法による結果に比べ、提案手法の航跡は、目標値からの偏差が小さく、同手法が有効であることが確認できた。



図：実船実験時の航跡

Identification of Quadratic Responses of
Floating Structures in Waves

波浪中海洋構造物の2次応答の同定

T.Bunnik、R.H.M.Huijsmans、難波康広

平成18年5月

第16回国際海洋極地工学会発表論文集

本論文は、海洋構造物に働く2次波力の伝達関数同定問題に関するMARINとの共同研究結果を纏めたものである。

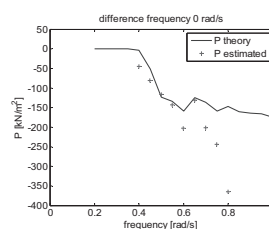
非線形入出力システム同定問題の分野では、1970年代にDalzellがクロスバースペクトル(以下C.B.S.)解析の手法を、波浪中を前進する船舶の抵抗増加の問題等に適用した。Dalzellによるこの手法は、Huijsmansらによって係留船舶の波漂流力伝達関数の同定に応用された。しかしこれらの手法では、伝達関数の同定は容易ではなく、スペクトルの平滑化等に経験と試行錯誤が必要となる。

本論文では、簡単のためにNewman近似が成立する場合に問題を絞り、2次伝達関数同定のためのいくつかの新しい手法の提案・検証を行った。

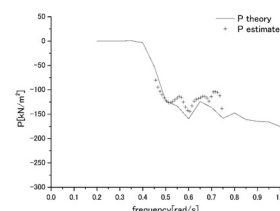
第1の手法では、最小2乗法を用いる。この手法では、まず2次伝達関数のある周波数成分のみを1とし、他の成分を全て0として、2次波力時系列を数値的に生成する。次にその他の周波数成分についても順次同様にし、その後得られた全時系列を重畳する。最後に、重畳された2次波力時系列と、同定対象2次波力時系列の誤差が最小となるように、2次伝達関数の各成分を決定する。

第2の手法は、C.B.S.解析の手法に改良を加えたものである。不規則入出力信号のC.B.S.は、ランダム位相を含まないSelf termsと、ランダム位相を含むCross termsで構成される。この内Cross termsは、理論的にはアンサンブル平均の過程で0に漸近するが、波漂流力伝達関数の同定問題の場合、この漸近は非常に緩やかであり、伝達関数同定の障害となっている。しかしNewman近似が成立する場合には、このCross termsに対する補正が比較的簡単であり、本論文ではこの改良された手法を提案している。

これらの手法の検証は、不規則波時系列と2次伝達関数の理論値を用い数値的に2次波力時系列を生成し、この2次波力時系列から、元の2次伝達関数を同定するという手法で行った。下図は有義波高12m、ピーク周期12s、JONSWAP型波スペクトルを持つ3時間の不規則波の場合の検証結果である。左が最小2乗法の結果、右が改良C.B.S.法の結果である。両者とも、入射波エネルギーが有意な値を持つ範囲(0.4~0.75rad/s程度)で、解析値と理論値が良く一致している。



最小2乗法による同定結果



改良スペクトル法の同定結果

ISMEパネルディスカッション3

「船用機関の保全と安全管理の現状と高度化」

ISME PD3 – Current Status and Advances
in Maintenance and Safety Management
of Marine Engines

沼野正義

平成18年3月

日本マリンエンジニアリング学会誌第41巻2号

平成17年9月27日、15:10～17:10、タワーホール船堀において開催された ISME2005 パネルディスカッション3について報告する。

著者、沼野の司会により、著者を含めた4人のパネリストが、それぞれ、外航船社の取り組み、メーカ2社の主機等保守管理支援、日本の内航船の主機を対象とした包括的な安全管理システムについて、20分間程度発表を行い、これらを基に、フロアも含めた討論が行われた。

パネリストの発表概要は次の通りである。

NYK 庄司氏から、外航船においては、船上の書類作成等の雑業務を軽減し、船の運航に専念することにより、船側にイニシアティブをとらせるシステムを目指しているとの発表があった。

IHI マリン 中澤氏から、同社が開発提供している、主機統合管理システム (ADMAX TSS) について紹介があり、モニタリング等、具体的な動作手順とその有効性が示された。

バルチラ フィンランド **Johan Pellas** 氏から、状態監視保全による安全性向上、コスト低減への有効性を示すとともに、現在、状態監視保全を主とした管理システムを110隻以上の同社の機関を搭載した船舶に搭載し、有効に機能しているとの紹介があった。

海技研 沼野から、国土交通省が主導した「高度船舶安全管理システム」の概要、機能要件、2つのタイプのプロトタイプ開発、総合実験による検証について紹介し、SMS (Safety Management System) に則った管理と、M0 (エムゼロ、機関区域無人化) に対応した設備を持った主機に対して、有効に機能することが確認された旨を発表した。

フロアを含めた質疑応答の後、外航における船側へのイニシアティブの譲渡と、内航における陸上支援の導入と異なる側面があるが、安全管理の重要性を認識し、その確保に向けて努力することを確認して、パネル討論を締めくくった。

海水中における船体用材料の腐食速度と
応力腐食に関する研究Study on Corrosion Rate and Stress Corrosion of
Ship Structural Materials in Seawater

田中義久、丹羽敏男、中井達郎、松下久雄

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演論文集、第2号

船舶の安全性を検討する際には、船体用材料の腐食現象について明らかにする必要がある。船体用材料の腐食速度に関する研究は多くなされているが、本研究では、船体用軟鋼を供試材として長期浸漬試験(40℃人工海水中5ヶ月間浸漬)を行い、①供試材の腐食速度の経時変化、②腐食速度に及ぼす作用応力や予歪の影響、いわゆる「応力腐食」、③浸漬試験前後の引張強度の変化について検討した。

得られた結果は以下のとおりである。

1. 船体用軟鋼の腐食速度は1000時間後に安定し、約0.15mm/yearとなる。
2. 降伏強度以下の負荷では腐食速度は増加しない。
3. 降伏強度以上の負荷状態では腐食速度は増加する。
4. 大きな予歪(23%)の場合でも腐食速度は変わらない。(2～4の結果より、塑性変形による表面での微細な新生面の発生がないと腐食は進行しないことが同われ、いわゆる「応力腐食」はこのようなアクティブな塑性変形が原因で発生するものと考えられる。ただし、この点に関しては、今後さらに実験研究を行う予定である。)
5. 5ヶ月の浸漬試験後も引張強度は変化しない。

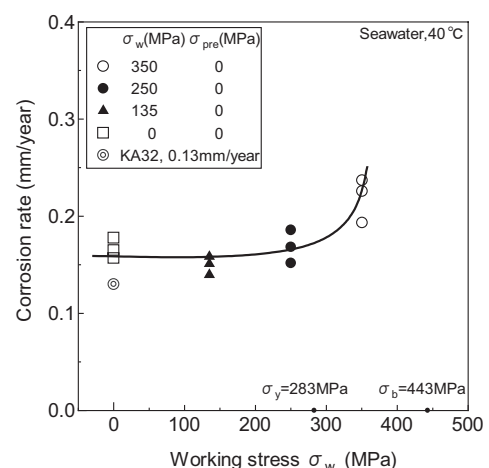


図 腐食速度と作用応力の関係

Prediction of the manoeuvrability on a ship with a CRP pod propulsion system and an auxiliary rudder

CRPポッド推進システムおよび補助舵を装備した
船舶の操縦性能の推定

原口富博、榎野純、塚田吉昭

平成18年6月

MARSIM2006論文集

ポッド推進器を装備した船舶は、港湾内など制限水域での操縦性能が優れているため魅力的な推進器といえる。我が国でも次世代内航船の開発プロジェクトで、経済的にも地球環境に対しても優れた船舶としてポッド推進器を装備した内航船舶の開発を行っている。この目標達成のために、二重反転プロペラを用いたポッド推進器一基を装備した船舶の検討を行った。

一基のポッド型推進器を装備した船舶の場合、複数のポッド推進器を装備した船舶と比べて保針性能に問題が生じる場合がある。そうした船舶に保針性の改善をねらい一基の補助舵を装備し、その操縦性能を模型試験でまず調査した。

ここで使用した模型船は長さが約4mのタンカーである。この模型船に二重反転プロペラを装着したポッド型推進器および補助舵を装備した。また補助舵と併せてこの船の保針性能改善のためポッド推進器の下部に大きなフィンを取り付けた。この自由航走模型船を用いて旋回試験およびZ（ジグザグ）操縦試験を行った。

次に、従来の一軸のプロペラ推進器と一舵の船の操縦性能推定法を基礎に、一基のポッド推進器と一基の補助舵を装備した船舶の操縦性能推定法を開発し、前述の操縦性試験結果に適用して比較検討を行った。

今回の模型試験は従来の一軸一舵の船の舵角に相当するポッドの角度を変化させた実験であるが、そのときのスパイラル特性は今回開発した推定法と良く一致する（下図参照）。また $10^\circ/10^\circ$ および $20^\circ/20^\circ$ Z操縦試験結果のファーストオーバーシュート角もほぼ一致することが解った。ただ、ポッド推進器と船体および補助舵との干渉の推定に改善が必要であることも解った。

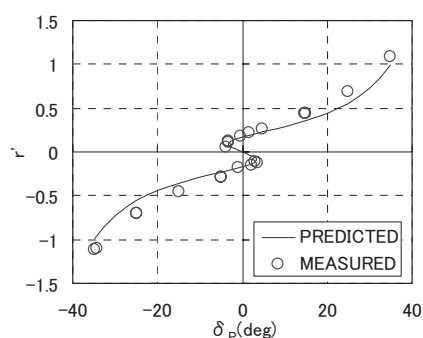


図 ポッド推進器装備船のスパイラル特性

熱蛍光物質LiF:Mg,Cu,Pに含まれる Cu添加量と熱蛍光量の関係

Correlation between Cu ratio and Luminescent
intensity of Thermoluminescent material

LiF:Mg,Cu,P

近内亜紀子、高橋千織、小笹尚登

平成18年3月

2006年春季第53回応用物理学関係連合講演会予稿集

著者等は、高感度で人体組織等価なエネルギー特性を持つ熱蛍光体LiF:MgCu,Pを用いたシート線量計を開発している。この蛍光体には 240°C 以上の長時間加熱により劣化が生じるため、低融点で加熱加工が短時間で可能なETFE(エチレン・テトラフルオエチレン共重合体)をバインダー材料としたシート線量計を試作したが、加熱読み取りの取り扱いが困難なため、取り扱いが容易なPTFE(ポリテトラフルオロエチレン)をベースとしたシート線量計の製作を目指している。

第66回応用物理学学会学術講演会において、著者等は熱蛍光体LiF:Mg,Cu,Pの熱劣化原因は、Mgが MgF_2 として析出することにあると発表した。これは、X線回折及びグロー曲線解析から得た結果である。今回は、Cuに着目し劣化による変化をX線吸収微細構造法により調べた。

LiFに対してCuを CuF_2 として0.04、0.1、0.5mol%添加した試料を用意した。Mg及びPの添加量はそれぞれ $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ として0.2mol%及び $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ として3mol%とした。

いずれの試料においても、加熱の前後でCuの価数に変化がないことが吸収端付近のスペクトル(XANES)から明らかになり、Mgが劣化原因であるという前回の結果を支持する結果となった。また、単位照射当たりの発光量で定義した熱蛍光効率、Cuを0.04mol%添加したものが最も高く添加量が多くなるに従って低くなることを事前に確かめていたが、熱蛍光体のXANESスペクトルが下図のようにCuの添加量が多くなるに従ってCuOのXANESスペクトルに近づいていくことから、余剰Cuがある蛍光体ではCuOが発光を阻害すると考えられる。

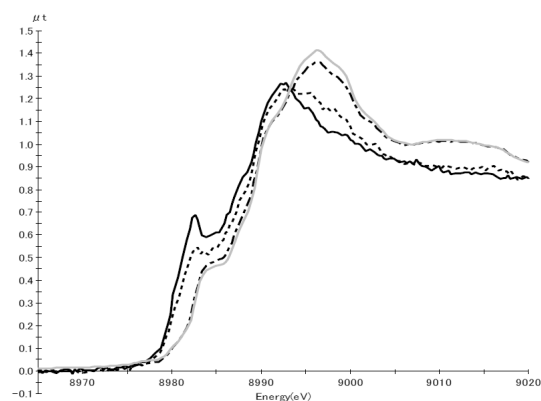


図 Cu 0.04%(実線)、0.1mol%(点線)、0.5mol%(一点破線)の熱蛍光体及びCuO(灰色実線)のXANESスペクトル

Cruising performance of a large passenger ship in heavy sea

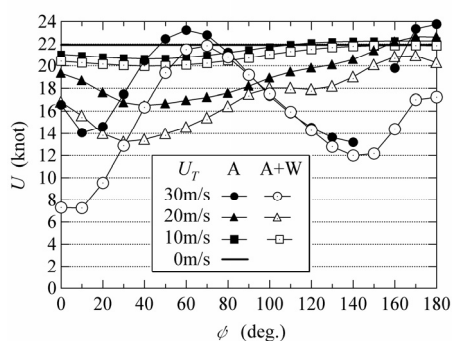
荒天中での大型客船の定常航行性能
藤原敏文、上野道雄、池田良徳
平成18年6月

Proceedings of The 16th International Offshore and
Polar Engineering Conference (ISOPE2006)

近年建造されることの多い大型客船は、水面上構造が巨大であるが故に運航時に風から大きな影響を受けることが著者らの検討から示された。一方、実海域では風と波が併存した状況であり、強風下では波の影響も無視できない。現状、大型客船の荒天下実海域運航性能は明らかにされていないことから、シミュレーション計算により想定海象下での定常運航性能を求めることにする。

船体の運動は、前後、左右、回頭、横傾斜の4自由度と仮定し、MMGモデルを使って定常航行状態を求めた。外乱として、風及び波を想定し、風に関しては、実海域で遭遇するであろう鉛直方向に風速差のある定常風により計算した。風圧力は著者らが提案している成分分離型モデルを使った新しい推定法により推定した。さらに、波浪外力は、船体動揺による抵抗増加分と短波頂波が船体表面で反射することにより作用する定常波力分に分けて考え、それぞれを現状提案されている最新の方法により計算した。このとき、風向と波の主方向は一致させた。

本検討により、風及び波を想定した荒天中の大型客船の航行船速、偏角、傾斜角、当て舵量が示された（航行船速については下図参照。横軸は風向角）。全ての風向角で船速低下している状況が見受けられ、風向角によりその低下量は大きく異なる。すなわち、正面風のみでなく広範な風向角に対して、斜航及び当て舵による影響を評価する必要があると言える。特に、風速30m/s時のような荒天下での斜め後方からの風浪では、風は推進力に寄与すると考えられがちであるが、風圧力に起因した当て舵が船体抵抗を大きく増加、結果として船速を大幅に低下させている実態を明らかにした。最後に、様々な海象下での機関出力増加量を計算し、荒天下では無風浪時に比べて大幅に出力増加となる状況を明らかにした。



図：風浪下 (A+W) と風圧下 (A) における大型客船の船速低下量 (U_T ; 風速、 ψ ; 風向角、 U ; 船速)

(226)

Microscopic Study of Sliding Wear Surfaces of Alumina

アルミナのすべり摩耗表面の電子顕微鏡観察
千田哲也、川越陽一、古谷典ゆき
村上健児、足立幸志
平成18年3月

Key Engineering Materials, Vol. 317/318
(キーエンジニアリング材料)

アルミナの摺動摩耗では、室温及び800℃以上の高温で、無潤滑にもかかわらず、きわめて比摩耗量が低い ($10^{-6} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ 以下) 現象がみられる。これは、摺動材料として特異な現象であり、そのメカニズム解明は応用上の観点からも重要である。800℃以上の高温における低摩耗現象については、摺動面における塑性変形と、それに伴う動的再結晶のため微細な結晶による表面層が形成され、その変形抵抗が高温では低いために潤滑膜の役割を果たすことを明らかにした。一方、室温での現象は、実用上の価値が高いがそのメカニズムが解明されていない。

本研究では、ピンオンディスク式試験によりアルミナ同士の摩耗試験を行い、そのディスク側の試験片の摩耗痕近傍を電子顕微鏡により観察した。摩耗試験には純度99.5%の焼結アルミナの表面を粗さ3~5 μm に仕上げた試験片を用いた。電子顕微鏡観察試料としては、室温特有の低摩耗現象(マイルド摩耗)が現れたものと、比較のために比摩耗量が高かった場合(試験温度：500℃、比摩耗量： $10^{-5} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ 以上、摩耗モード：シビア摩耗)のディスクを用いた。各摩耗面の断面の薄片を作製し、表面近傍について電子顕微鏡(JEOL JEM-4010)により観察及び電子線回折分析を行った。

室温では、表面に微細粒子(直径約10nm)の層が数 μm の厚さで観察された。電子線回折によると、この層は母材の α -アルミナとは異なる相であった。結晶性が低いために完全に同定はできなかったが、熔融状態からの急冷または水和反応により形成される γ -アルミナに近い。 γ -アルミナは元の α -アルミナより硬度が低い、軟質物質が摩擦面に介在すると潤滑機能を示すことが知られている。この層の下には転位が低い密度で観察されたが、き裂はほとんどみられなかった。摩擦によるスラスト荷重と押しつけ荷重の合力により生じる剪断応力が、潤滑層のために緩和されてき裂発生限界を超えない範囲に留まったことが、低摩耗のメカニズムと考えられる。

一方、500℃の場合は、微細粒子の表面層は観察されたが、その粒径はやや大きく結晶相は α -アルミナであった。表面層の下には転位が観察されるとともに、多数の微細なき裂が主に結晶粒界に観察され、粒界き裂による脆性的なマイクロ破壊による摩耗の進行があったため、比摩耗量が増大したものと考えられる。すなわち、軟質の潤滑層の形成が、アルミナの室温における低摩耗現象の要因であるという結論が得られた。

新型断面を用いた小型高効率プロペラの開発 Evolution of High Efficiency Propeller with New Blade Section

佐々木紀幸、青野健、岩本三郎

平成18年6月

日本船舶海洋工学会論文集 第2号

船用プロペラを装備する一般船舶の推進効率を考えるとき、例えばプロペラの直径と言う一つの因子を見ても図1に示すように実にさまざまな影響があることが知られている。本論では「船のライフサイクルコストミニマム」という観点から、図1に示される種々の設計要素を考慮した最適プロペラの設計概念を考察した。ここで紹介したプロペラは翼型の工夫によりキャビテーション性能を改善したものであるが、船のライフサイクルコストの最小化を意図し従来とは異なる視点を加えている。具体的には、同プロペラ径を小さくすることで、伴流の均一化や利得の増加、バラスト時の喫水最小化、さらには、小面積化による粘性抵抗の減少など、さまざまな効果をもたらすことが判明した。さらに、自航試験における舵との干渉をも考慮すると自航要素の中のスラスト減少係数も向上することが理論および実験の両面から確認された。最後に、本アイデアによるプロペラと舵をケミカルタンカーに搭載し、実船の性能を調査したところ、船型や主機を変えることなく実に8%もの省エネに成功した。

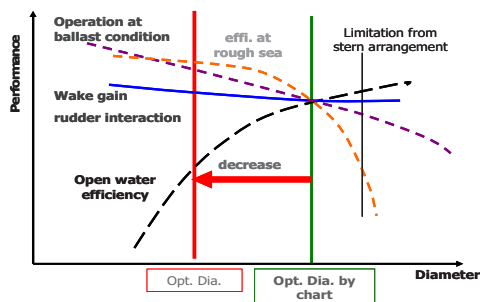


図1 プロペラ直径が及ぼす推進性能への影響

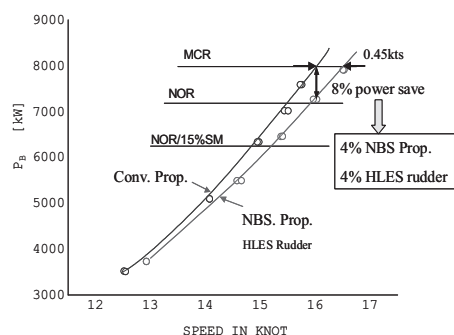


図2 小型高効率プロペラによる推進効率向上

船舶の省エネルギー技術

Energy Saving Devices for Ships

佐々木紀幸

平成18年5月

日本マリンエンジニアリング学会誌 2006年 第3号

京都議定書に掲げられた数値目標は、各国にとって非常に高いハードルとなっている。海運界においても燃料費の高騰もあり省エネ対策が緊急の課題に取り上げられてきた。船のライフサイクルで見たCO₂のほとんどが運航中の主機から排出されている。このような背景の中、数多くの省エネ推進装置が、開発され実船に搭載されている。本解説では、船のライフサイクルで排出されるCO₂の概算法、CO₂削減のための各種省エネ装置の流体力学的な動作原理を記述した。例えば、図1ではアフラマックスタンカーがその一生の内に排出するCO₂を建造から解撤までのフェーズで見た。ここで分かるように、船舶から排出されるCO₂を削減するには運航中のCO₂削減効果を狙うのが最も効果的と言える。図2には、そのような効果を持つ船首バウの例を示した。近年、ここで示したような平水中よりも風浪のある実海域でその省エネ効果が期待される新型バウが開発されているが、実海域のような複雑な状況下において有効性を示せる省エネ装置開発には、関連する流体现象のメカニズム解明がますます要求されることになる。

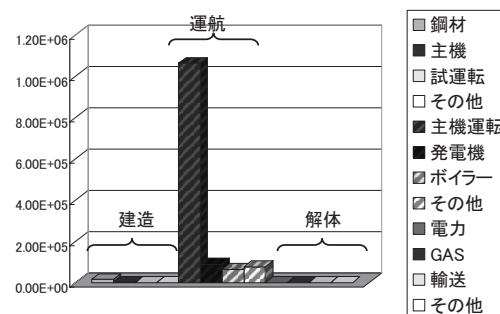
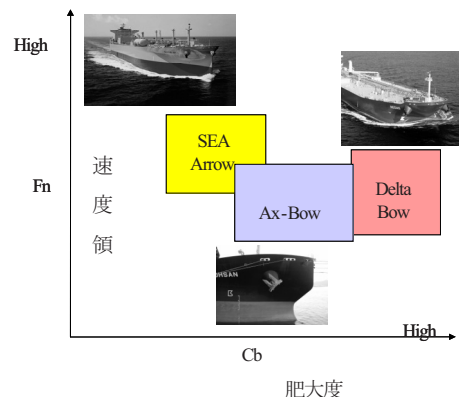
図1 タンカーから排出されるCO₂(25年)

図2 新型BOWの肥大度と速度領域

The Effect of a Bow Flare Shape on the Water Impact Pressure

衝撃圧に対する船首フレア形状の影響

小川剛孝、松波亮樹、荒井誠

平成18年6月

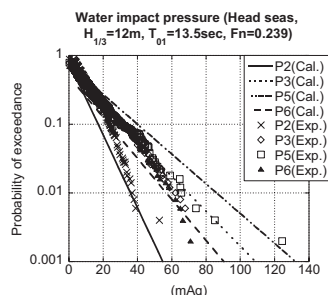
International journal of Offshore and Polar Engineering (IJOPE), vol.16, No.2

近年、ポストパナマックスコンテナ船のように大型化したコンテナ船が多数運航するようになった。これらのコンテナ船のフレア角は、現行の設計指針を作成した当時のコンテナ船に比べて大きくなっている。コンテナ船の波浪荷重を検討する上で、フレアスラミングによる衝撃圧は重要な検討事項の一つである。しかしながら、現状では損傷事例と整合性がとれた半実験式が設計指針として用いられているため、衝撃圧の尺度影響だけでなく船体と波との相対関係及びこれらと衝撃圧の関係を改めて定量的に検討する必要がある。

この事を背景に、本研究では大波高中での模型実験を実施して、ポストパナマックスコンテナ船のフレアスラミングによる衝撃圧データを取得した。つぎに、当所で開発した大波高中船体運動計算法NMRIWを用いて船体運動及び衝撃圧を計算した。NMRIWは、時々刻々の水面下形状に対するラディエーション及びディフラクション流体力を用いて船体運動を計算する時系列計算法である。また、Horizontal Body座標系を用いることで、回転運動を近似することなく波浪中船体運動方程式に操縦流体力を加えることができる。これにより、斜波中での時系列計算を安定して行なうことができる。

NMRIWによる船体運動振幅と位相及び衝撃圧の極大値は実験値とよく一致しており、時々刻々の水面下形状に対する流体力を用いることで、波高に対して非線形である大波高中での船体運動を精度よく推定できることを検証した。

さらに、フレアスラミングを合理的に評価するために、衝撃圧の超過確率を理論的に求めた。入力となる相対水位は大波高中で波高に対して非線形となるので、NMRIWを用いて分散値を推定した。本研究で求めた衝撃圧の超過確率は、衝撃圧が大きくなるにつれて実験値とよく一致しており、フレアスラミングの確率分布を合理的に推定できることがわかる。



フレアスラミングによる衝撃圧の超過確率

(正面向波、有義波高12m、平均波周期13.5秒、Fn=0.239)

The Effect of Freeboard on the Seakeeping Performance of a Ship

乾舷が船舶の耐航性能に及ぼす影響について

小川剛孝、石田茂資

平成18年3月

Proceedings of International RIAM Symposium for the Analyses of Strongly Nonlinear Flows around Moving Boundaries

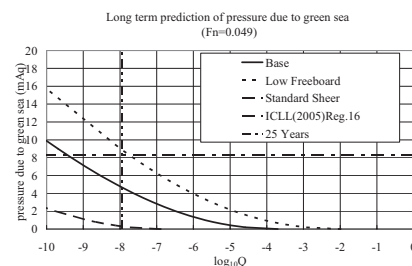
著者らはこれまでの調査研究により、乾舷を設定する主な目的は海水打ち込みの制限であることを明らかにした。しかしながら、海水打ち込みが全く発生しないように乾舷を設定することは合理的でないため、ある程度海水打ち込みが発生するという前提で基準の要件が設定されている。しかしながら、現行基準は経験則的に決定されたため、技術的検討がなされていない。このため本研究では、乾舷が確保する安全性について定量的な評価を行った。

はじめに、波浪中水槽実験により乾舷の大小と舷弧の有無が船舶の耐航性能に及ぼす影響を検討した。実験には、母船型（大型バルクキャリア）及び母船型から乾舷を低くした船型（基準を満足しない）、母船型から舷弧修正分の乾舷を除いて標準舷弧を設置した船型の3船型を用いた。

実験結果から、乾舷の変化により生じる喫水及び積み付け条件の違いは海水打ち込みにより発生する衝撃圧だけでなく船体運動、波浪荷重及び相対水位に影響を及ぼすことがわかった。一方、舷弧の有無は船体運動等にあまり影響を及ぼさないものの、舷弧により船首から打ち込む波の大きさと衝撃圧が変わることがわかった。

次に、これらの船舶がもつ安全性を定量化するために、波浪荷重と海水打ち込みにより発生する衝撃圧の長期予測計算を実施した。25年に1度（発現確率Q:10の-8乗、図中縦線）発生する波浪荷重や衝撃圧を計算し、既存の基準で想定している波浪荷重及び衝撃圧と比較した。この結果、母船型の長期予測値は安全基準で想定する波浪荷重や衝撃圧（図中一点破線）を下回っていることを確認した。

これらのことから、現行基準で規定される乾舷に相当する喫水に対する船体強度は適切であることや、現行の乾舷表と諸修正で規定される乾舷は適切に海水打ち込みを制限していることが明らかとなった。これらの安全性は、標準舷弧を用いない諸修正でも十分に確保されていることから、現行基準で規定する標準舷弧の安全性に対する役割が不明確であることも明らかとなった。



海水打ち込みにより発生する衝撃圧の長期予測値

(Base: 母船型、Low Freeboard: 乾舷を低くした船型、Standard Sheer: 舷弧修正を除き標準舷弧を用いた船型)

An experiment on propeller characteristics in bubbly flows

気泡流中におけるプロペラの単独性能実験
川島久宜、堀利文、牧野雅彦、日夏宗彦、児玉良明
平成18年4月

Proceeding of the European Drag Reduction and
Flow Control Meeting

マイクロバブルを用いた摩擦抵抗低減法は、他の手法に比べて低減効果が大いことから、早期の実用化が期待されている。本手法を実船に用いる場合、船首近傍から吹き出された気泡が、船底に沿って下流へ流れ、後にプロペラに流入することが懸念される。

近年、実船を用いたマイクロバブル実験では、プロペラへの気泡の流入が原因となり、推進効率が低下したことも報告されている。そこで、本実験では、マイクロバブル法の実用化を念頭に置き、H19年度に実船実験を予定しているセメント運搬船について、気泡の流入をとまうプロペラ単独性能試験（POT）を行い、その特性（スラスト、トルク、効率）について調べた。

本実験によりプロペラに働く推力、トルクは、気泡の混入により低下することがわかった。また、それら低下は、気泡の混入量の増加にともなう大きくなることがわかった。プロペラ単独効率を算出した結果を図1に示す。図の α は気泡発生量の指標となるボイド率である。図より、プロペラ単独効率は、推力、トルクと同様に、気泡の流入により、また、流入量の増加にともなう低下することがわかった。ただし、プロペラ作動点である $J=0.4$ 近辺では、効率は2～3%の低減に止まる。

以上により、プロペラへの気泡の流入は、マイクロバブルの実用化の点で十分注意する必要があるが、実船実験対象船については大きな障害では無いことがわかった。

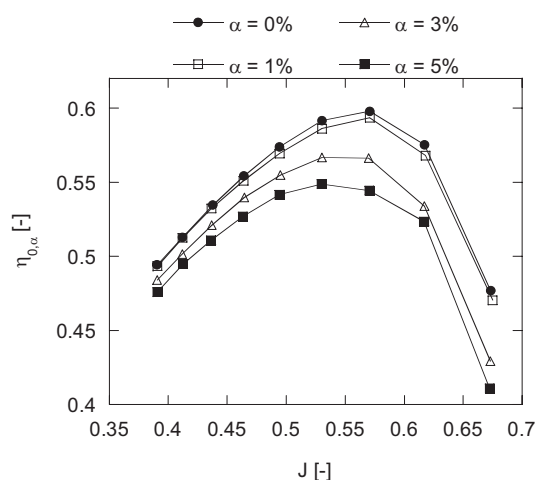


図1 気泡流中のPOT試験結果

A Full Scale Microbubble Experiment Using a Cement Carrier

セメント運搬船を用いたマイクロバブルの実船実験
児玉良明、堀利文、川島久宜、牧野雅彦、日夏宗彦
平成18年4月

Proceedings of European Drag Reduction and Flow
Control Meeting

船体表面から気泡を注入して摩擦抵抗を低減させるマイクロバブルは、船舶の抵抗低減デバイスとして研究が進んでいるが、実用化のためには実船実験によって低減効果の確認、問題点の抽出及び解決を行う必要がある。

本研究では長さ120mのセメント運搬船を用いて実船実験を行った。セメント運搬船は箱形の船型であり、マイクロバブルに適している。

気泡発生装置を船首部船側に設置し、気泡を注入した。プロペラ軸において推力とトルクを計測し、推力から抵抗低減効果を推定した。また、水中TVカメラにより気泡の運動状態を観察し、船底に設置した局所摩擦センサにより局所摩擦を計測した。

気泡発生装置の設計上の問題により、十分な気泡が船底に到達せずに船側を流れたため、抵抗低減効果は当初の予想の5%に対して1%に止まったが、局所摩擦は最大60%以上と、前回の実船実験(青雲丸)と比較して非常に大きな低減効果が計測された。また、前回の実船実験で問題となった気泡の流入によるプロペラ性能低下は1%以内と非常に小さな値にとどまった。

以上により、マイクロバブルの実用化に向けて有益な知見が得られた。



図 実船実験に使用したセメント運搬船
(東海運Pacific Seagull)

The Use of the GO-FLOW Methodology to Investigate the Aging Effects in Nuclear Power Plants

原子力プラントの経年劣化の影響を考慮した
GO-FLOW手法の改善

岡崎忠胤、三友信夫、松岡猛

平成18年5月

Proceedings of the 8th International Conference
on Probabilistic Safety Assessment
and Management (PSAM8)

現在、国内では高経年をむかえる原子力プラントが現れて来ており、プラントの経年劣化対策が重要な研究課題となってきた。これまで、国内の原子力プラントは毎年行われる定期点検により安全性が確保されてきた。しかし、プラント内には機構のあるいは経済的に交換が困難な機器もあり、将来これらの機器の経年劣化影響により、プラント全体の安全信頼性が低下すると予測される。

一方、近年国内においても、プラントの安全評価手法として確率論的安全評価手法を取り入れる動きがある。しかし、現状の確率論的安全評価手法においては、機器の故障率を一定として検討しており、経年劣化及び保守点検により機器の故障率が変動することを考慮に入れていない。そこで、本研究では、確率論的システム信頼性解析手法の1つであるGO-FLOW手法を用いて、経年劣化及び保守点検の効果を考慮した各機器の信頼性を利用してシステム信頼性解析を実施する手法の開発を行った。なお、システム信頼性解析の試算対象として、BWR型原子力プラントの非常用炉心冷却設備(ECCS)を選んだ。下図には、運転30年までは12ヶ月周期で定期点検を行い、それ以後に点検周期を変更した場合のシステム信頼性を示す。本手法により、点検周期の変更によるシステム信頼性の変化を定量的に検討することができることがわかった。

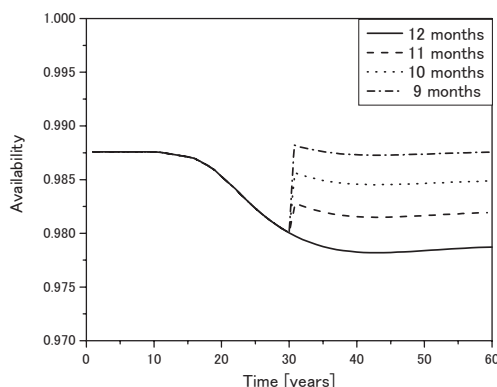


図 経年劣化及び保守点検効果を考慮した ECCS のシステム信頼性

Development of risk assessment method for fire caused by earthquake (IV)

地震誘起による火災リスク評価手法の研究 (IV)

三友信夫、岡崎忠胤、松岡猛

平成18年5月

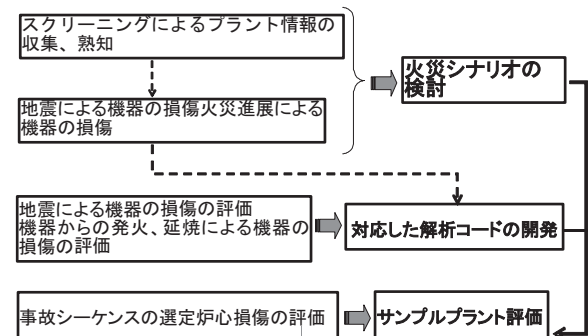
Proceedings of the 8th International Conference on Probabilistic
Safety Assessment and Management (PSAM8)

原子力プラント等の大規模システムのリスク評価では、内的事象に起因するリスク以外に地震、火災等の外的事象に起因するリスクも評価する必要がある。機器耐力を大幅には上回らない地震でも、地震誘起の火災による安全系統の機能喪失により原子炉事故に発展する可能性も無視できないと考えられる。そこで、確率論的安全評価手法 (PSA) を用いて、地震により誘起される同時多発の火災等のリスク評価手法を確立することを目的として研究を行った。本報告では、その一環として開発した地震時機器損傷解析コード、火災進展解析コードを用いて行ったサンプルプラント評価について述べている。

地震時機器損傷確率評価コードは、起因事象の発生頻度算出を可能としたものである。このコードは、日本原子力研究所で開発したSECOM2を参考にしたものであり、地震動の結果の火災発生、発火事象をもたらす確率が評価できる。

起因事象からどのような火災進展が起こるかを評価できる解析コードを開発した。この解析コードは、汎用の流体解析ソフトであるPhoenicsを用いて作成したものであり、複数の区画を対象とした区画間の火災伝播を現実的なモデルで解析できるようにした。また、このコードのインターフェースの主要操作は上記機器損傷確率評価コードと共通になっており、2つのコードの操作性の向上を考慮している。さらに、本コードの精度の向上のために火災実験も行った。

以上の2つの解析コードの有効性の確認のために、設定されたサンプルプラントについて試解析を行い、炉心損傷頻度について検討を行った。その結果、開発した解析コードの有効性が確認された。



本研究の概要

内航船用船速計画システムの実船試験について

On an Experiment of Weather Adaptive Navigation System for Coastal Shipping

辻本勝、南佳成、村山貴彦、高井博司

家城竜也、今澄敏夫、増田勝美

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文第2K号

内航船の燃料消費量(CO₂排出量)の削減を目的とした航行支援システムの開発の一環として、先に内航船用海象適応航法(WAN-CS: Weather Adaptive Navigation for Coastal Shipping)と呼ぶ船速計画システムの開発を行った。このWAN-CSを実船に搭載し、試験を実施した。

本システムを実船に搭載するにあたり、WAN-CSを中心とした船速計画システムと、気象海象情報システム、航海情報表示システム間のインターフェースの構築を行い、船陸間通信は、カバーエリア、コストの観点からDoPa N21を採用した。

実船試験は、内航セメント運搬船(全長約160m)の宇部一名古屋航路で2005年11月に実施した。商業運航中のため、本船の安全運航を第一に考え、主機回転数の変更範囲を10rpmの範囲と制約したものの、直近類似の航海に対し10%の燃料消費量削減効果があり、最小燃費航海と同等な結果を得た。また、運航スケジュールが確保されることも示し、更に、運用コストのケーススタディーを行った結果からも本システムの経済性が高いことが分かった。

実船試験により、開発した船速計画システムの有効性が高いことが示され、実船試験によりその効果が実証された。

船速計画システム



図：船速計画システム設置状況(ブリッジ内)



図：海象状況(紀伊水道)

表：WAN-CSによる燃料消費量削減

項目	実船試験	直近類似航海	最小燃費航海
航海番号	736 次航	733 次航	727 次航
出港日時 (2005 年)	11 月 15 日 11:50	10 月 26 日 12:20	9 月 13 日 09:00
航進時間	36 時間 06 分	33 時間 30 分	30 時間 54 分
燃料消費量 [t]	23,150	25,700	23,110
燃費率 [l/hr]	631.4	752.2	727.9

船舶とEMC

Electromagnetic Compatibility on ship

山根健次

平成18年7月

第12回EMCフォーラム講演集

近年の技術の進展等を取り入れたSOLAS条約の改正がなされ、平成14年7月1日から発効された。同条約の改正に伴い国内法である船舶設備規程等の改正も行われ、航海機器関係では、航海用具全般にわたる搭載要件等の改正及び新規の機器搭載等が規定された。

新規に搭載される主な機器としては船舶自動識別装置(AIS)、航海情報記録装置(VDR)及び衛星航法装置(GPS受信機)がある。これらの新規機器はいずれも資格制度対象機器である航海用レーダー、自動衝突予防援助装置(ARPA)及び全地球海難救助システム(GMDSS)機器と同様に高度な機能を保有しており、船舶の安全にとって不可欠な航海用機器である。また、大型外航船には、集中船橋設備(Integrated Bridge System)として、船舶の自動操舵(Autopilot)をはじめとして、ARPAや、最近では電子海図情報表示装置(ECDIS)、船首方位伝達装置(THD)、自動物標追跡装置(ATA)など様々の電波・電子・自動制御航海計器が搭載されている。さらに、古典的な指示計器である舵角・回転数・推力・ピッチ計なども、電子制御されたリピーターを搭載しているのが極めて普通である。

一方、機関部関係では機関室の無人化など、完全自動化が進んでおり、電磁的にシールドされた配線内をデジタル信号が飛び交うことがごく当然の状況である。近年では大気環境保全対策として、船舶から排出される排気ガスの低Nox、S ox化を旨とし、主推進機関であるディーゼル主機関の燃料噴射のタイミングを微調整するために、電子制御型の燃料噴射装置が開発されている。

現時点で、船舶の制御系・通信系等にEMCの影響による大きな事故は報告されていないが、例えば自動化装置(ARPA、Autopilot)をひとつ例に挙げても、想定される事故には空恐ろしいものがある。

機関制御の分野では、荒天航海中、EMCの影響を受けた場合に、偽信号が入力されたことが元で制御系統が乱れてあらゆる方向に擬似信号が走査して機関停止状態に陥る可能性は否定できない。この場合、大洋上で推進力を失った船舶は、大きな波に翻弄されることになり非常に危険である。

このため、全ての海難事故の原因究明時において、EMCが原因因子としての嫌疑をかけられる可能性を排除しておく必要がある。これらを踏まえ、各種船舶の船内及び航行海域の電磁波環境の実態調査と、船内特有の電場形成のメカニズム等を検討した。その結果、大型船においては、完全とは言えないまでも、大きな事故に直結するといった緊急性のある危険な事例は見あたらなかった。

JTP/JBP ルールに基づく船体溶接継手の疲労強度評価

Fatigue Assessment of Ship's Weld Joints

According to JTP/JBP Rules

大沢直樹、田中義照、杉村忠士、

中村哲也、橋本聖史

平成 18 年 5 月

日本船舶海洋工学会 講演会論文集 第 2 号

2005 年に制定された Common Structure Rule において、タンカー用規則 JTP 及びバルクキャリア用規則 JBP の疲労関係規則は、荷重、参照応力、平均応力効果などに多くの相違点を有する。

本報告では、過去に日本国内で実施された波浪変動（平均応力の交番を考慮した）荷重を負荷した船体溶接継手の疲労試験を対象に、疲労被害度を JTP 及び JBP 算式で評価した。この結果と試験結果とを比較して、それぞれのルール算式の精度及びルールの整合性について検討した。

評価対象は、社団法人日本造船研究協会第 245 研究部会（SR245）で実施されたダブルハル VLCC ビルジナックル部の船体中央 3 フレーム区間を模擬した 1/3 縮尺模型、及び、著者のひとりが実施した角回し溶接継手試験片の疲労試験結果である。

JTP/JBP ルールに基づく疲労寿命評価結果を疲労試験結果と比較して下図に示す。JTP 及び JBP ルールで、条件によっては若干異なる疲労寿命推定値が得られたが、両ルールとも安全側の寿命推定を与えることが明らかになった。

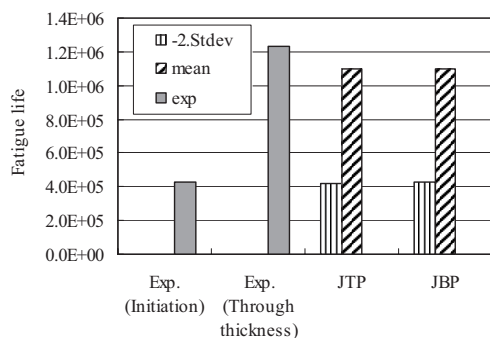


図 1 疲労寿命実験値と計算値の比較
(ビルジナックル模型)

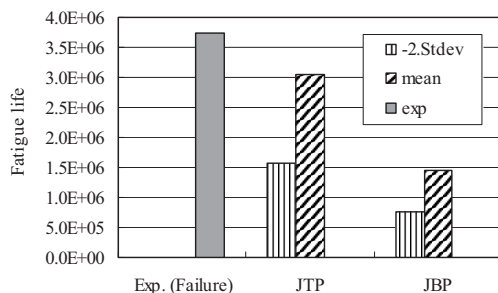


図 2 疲労寿命実験値と計算値の比較（角回し継手）

ビルジ水中の油分濃度計測

Measurement of oil concentration

in bilge water

上田浩一、山之内博、山根健次、羽鳥和夫

久門明人

平成18年5月

第74 回マリンエンジニアリング学術講演会講演論文集

従来、油水分離器や油分濃度計の検定試験では、試料中の油分濃度を四塩化炭素で油分のみ溶媒抽出し、赤外分光光度計によって計測する方法を用いてきた。しかし、四塩化炭素が地球環境上好ましくないため、ISO 規格に従ってノルマルヘキサン（n-ヘキサン）を溶媒としてガスクロマトグラフィー（GC）を用いて計測を行うことになった。

本報告では、この ISO 規格に基づく分析法を用いた場合の前処理条件について、従来法と比較しながら検討を行った。また、最近、クリーンビルジ水を分別配管する統合ビルジ処理システムが提案されていることから、実船におけるクリーンビルジ水の油分濃度を調査したので報告した。

まず、水中油分を n-ヘキサンで抽出して GC 定量分析を行う場合、十分な抽出効率を得るためには前処理として以下のことに留意する必要があることが分かった。1) n-ヘキサンは試薬特級以上の純度のものを使用する。2) 油の溶解や抽出を促すため、溶媒を 40℃程度に温める。3) 油水試料は油分濃度が 5~30ppm 程度になるよう調整する。4) 3) で調整した試料と n-ヘキサンを 1 : 1 で混合し、抽出を行う。図は C 重油を含む油水試料を上記の抽出方法で抽出したときの濃度計測結果である。n-ヘキサンに C 重油を直接溶解して作った検量線用溶液の結果ともよく一致していることから、抽出条件が適正であることが確認できた。

統合ビルジ処理システムを備えた実船において、クリーンビルジ水の油分濃度を計測した結果、油分濃度は 2ppm 程度で、直接船外への排出が可能なレベルであった。また、通常運航時にはビルジ水全体の発生量が非常に少なくなっていた。このシステムによりさらにビルジ水量の低減が促進され、油水処理を容易にすることができると考えられる。

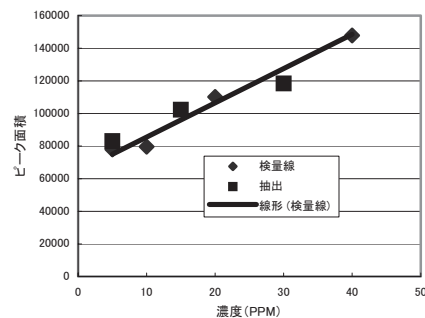


図 C 重油の検量線と水溶液の抽出分析

荒天下での水面上巨大構造船の定常航行性能

—その2 風浪下での抵抗増加特性
及び運航航路最適化—Cruising performance of ships with large
superstructures in heavy sea—2nd report: Added resistance induced by wind
and waves, and optimum ship routing—

藤原敏文、上野道雄、池田良穂

平成18年6月

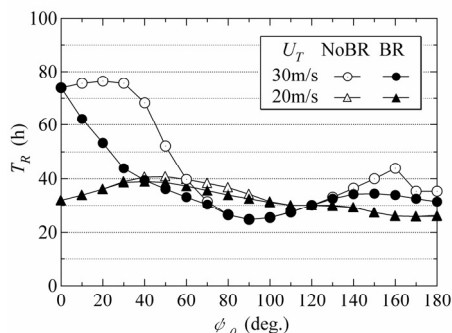
日本船舶海洋工学会論文集第3号

本論文は、外乱として風のみを対象にしていた前報(荒天下での水面上巨大構造船の定常航行性能、その1 風による抵抗増加特性、日本船舶海洋工学会論文集第2号)の検討に波の影響も加え、大型客船、PCCを例とした水面上巨大構造船の荒天下における定常航行性能を明らかにする。

風波併存時の船体運動については前報と同様に、前後、左右、回頭、横傾斜の4自由度のMMGモデルを使って定常航行状態を求めた。外力である風に関しては、実海域で遭遇するであろう鉛直方向に風速差のある定常風により計算した。風圧力は著者らが提案している成分分離モデルを使用した新しい推定法により推定した。さらに、波浪外力は、船体動揺による抵抗増加分と短波頂波が船体表面で反射することにより作用する定常波力分に分けて計算した。前者は丸尾法により計算し、後者は著者の一人が提案している方法で求めた。

本検討により、風及び波を想定した荒天中の大型客船、PCCの航行船速、偏角、傾斜角、当て舵量が示された。風波並存時の運航特性においても、正面風浪のみでなく広範な風向角に対して、斜航及び当て舵による抵抗増加を含めた評価の必要性が示された。

さらに、風浪の抵抗への寄与を減少させ、燃料消費削減を可能とする方策として、動的計画法により運航時間最小を評価量として最適航路の探索を行った。計算結果から、海象条件ごとに異なる最適航路を明らかにすると共に航海時間短縮量を示した(一例を下図に示す。)



図：大型客船が1000km航行する際の航海時間

(NoBR; 直進運航、BR; 最適航路選択運航、 U_T ; 風速、 ψ_0 ; 絶対風向角、 T_R ; 航海時間)

船底塗料からの防汚成分の溶出速度影響因子

The Effects of Leaching Conditions on the Release

Rate of Anti-fouling Agent in ship Hull Paints.

小島隆志、柴田俊明、宮田修、柴田清、千田哲也

平成18年5月

第74回マリンエンジニアリング学術講演会論文集

船舶に用いられる防汚塗料の多くは、付着生物に対する毒性を有する防汚成分を塗料中に配合させ、塗膜表面からこれらの防汚成分が溶出することで汚損を防止する。防汚成分の中で、高い防汚活性を示す有機スズ化合物(OTCs)や重金属化合物が広く用いられてきたが、それらの生物への毒性が高いこと、中でもOTCsの問題が近年明らかとなり、世界的にも船舶塗料への使用が禁止となりつつある。このような状況から、OTCsに替わる新規防汚成分を有する防汚塗料の開発が国内外で行われてきた。しかしながら、それらの塗料中の防汚成分は、依然として毒性を有するものがほとんどであり、新規防汚成分が及ぼす環境への影響を評価する必要がある。化学物質の環境リスク評価手法としては、化学物質の環境濃度と生物に対する無影響濃度を比較することが一般的である。しかし、防汚成分の環境濃度を予測するためには、まず防汚塗料からその溶出速度を見積もる必要がある。

そこで本研究では、防汚塗料中の防汚成分の溶出挙動に関し、防汚成分の溶出を支配すると想定される影響因子の効果を実験的に検討した。防汚成分の溶出速度は、防汚塗料を塗布した円筒容器を、温度調節された人工海水(ASTM-1141規定)中で回転させ、防汚塗料からの水中へ溶出する防汚成分濃度の経時変化を測定することで求めた。図に試験装置の外観を示す。試験に用いた円筒は、外径6.4cm、高さ12cmのポリカーボネート製で、幅10cmに試験塗料が塗布された。溶出させる人工海水の容量は1.5Lで、ポリカーボネート製容器に保持され、恒温水で所定温度に維持された。実験に用いた塗料は、防汚成分として亜鉛ピリチオンとピリジントリフェニルボランを含むもの、および亜酸化銅とSeaNineを含むものの2種類である。

実験の結果、pHを含む水中の溶存物質により溶出速度は大きく変化し、しかもその影響度合いは塗料によって大幅に異なることがわかった。実際の船舶が停泊・航行する条件ではわずかな環境条件の差が、溶出速度に大きな影響を与える可能性がある。防汚成分の環境影響を考える上で、溶出速度試験条件の選定が重要であることが示唆された。

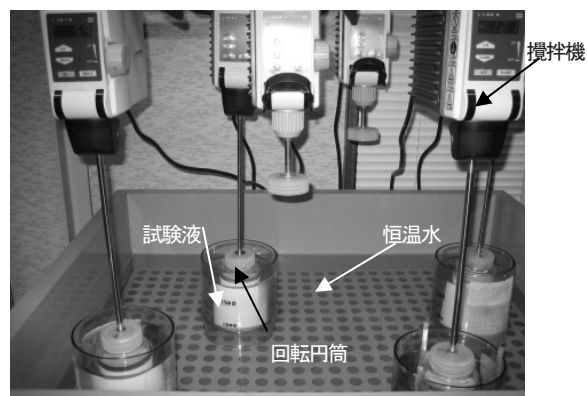


図 ASTM標準型溶出試験装置

第4章 新型スーパーキャビテーション・プロペラ

New-Type Super Cavitating Propeller

姫井弘平、山崎正三郎、山崎幹夫、

工藤達郎、右近良孝

平成18年5月

Proceedings of Forum on Technology for 80th

Anniversary of Establishment of Nakashima

Propeller Co., Ltd

本論文では実用的スーパーキャビテーション・プロペラ（以下、SCPという）設計法とその有効性について述べた。

現在SCPの設計法としてはSSPA（スウェーデン水槽）の実験に基づく設計チャートで設計する方法と海上技術安全研究所が開発した理論設計法の二つがある。前者は設計結果は予測通りとなるが、プロペラ効率が低くなく、また、設計の自由度が殆ど無い。

一方、後者の方法は効率が高いが、設計に時間がかかり、作動点によっては設計結果の信頼性に問題が生じる場合がある。

そこで本論文では、系統試験結果（データベース）の信頼性、簡便さと理論設計の高性能、広範囲性を融合した実用型SCP設計法を提案した。

理論設計法を用いて実用型SCPの標準形状を実績調査から得られた各作動点について求め、断面形状などの共通性を利用して母型を創出した。ピッチ分布、キャンバー分布、最大翼厚分布、翼断面形状については、理論設計法による試設計結果を単純平均し、半径方向でフェアな形状とする。翼幅分布については、理論設計法より翼先端側で少し幅広（理論設計法より0.95Rで約10%増）とする。これにより設計点、プロペラ直径及び展開面積比が与えられると平均ピッチ以外のプロペラの幾何形状が求められる。

この設計法で具体的にSCPを設計し、比較計算とキャビテーション試験を行い、その有効性を確かめた。この際、翼後縁形状をトランスキャビテーションプロペラと同様に変更して、効率向上を図った。このプロペラを母型として要目を変更したSCPを設計し、系統的試験を行い、データベースの一部とした。

Analysis on Transport Networks of Railway, Subway and Waterbus in Japan

日本における鉄道、地下鉄、水上バス輸送網の解析

間島隆博、勝原光治郎、高玉圭樹

平成18年5月

WEIN (Workshop on Emergent Intelligence on

Networked Agents) '06

スモールワールド、スケールフリーネットワークなどの複雑ネットワークが注目されている。複雑ネットワークはWWW、神経網など現実の世界に数多く発見されており、従来から研究されてきた格子のような規則的なネットワークとノードを接続するリンクをでたために張った、ランダムグラフとの両者の特徴を兼ね備えている。従来の研究ではノードやリンクの重みを考慮しない関連性のネットワークを中心に研究が進められてきたが、近年、鉄道や道路網など物理空間上における距離を重みとしたネットワークに関する研究も現れ始めている。また、我々は災害時下における河川舟運による被災者輸送の問題を扱い、輸送能力に関する定量的評価を行ってきたが、河川舟運をネットワークとして捉えた解析は行っておらず、さらに他の輸送モードとの関係は無視していた。

本稿では、複雑ネットワークの視点から、鉄道、地下鉄、河川舟運ネットワークの特徴を把握すること、ならびに、他の輸送モードに対する河川舟運ネットワークの役割を明確化することを目的とする。

日本における鉄道や地下鉄の物理空間上のネットワークについて、駅をノード、駅間の輸送サービスの存在をリンクとして表現し、リンクの距離を重みとして評価する既報の指標による解析を実施した。この結果、ネットワーク全体の効率は良いものの、それは冗長性を犠牲にして得られる結果であることを示唆していた。また、物理空間上のネットワークに対してある一つの路線に所属する駅(ノード)をまとめて完全グラフで表現し、路線を意識した関連性のグラフへ変換した。この変換したネットワークにおける重要な駅を固有ベクトル中心性によりランク付けを行った。東京の地下鉄と東京へ乗り入れるJRの路線とを組み合わせたネットワークにおいて、前述の中心性が高い駅は新宿、東京といった乗降者数が多い主要な駅が上位に位置するものの、東中野、両国といった駅も含まれていた。これは、他の路線との接続駅を多く持つ、総武線と大江戸線の影響であることが分かり、路線を考慮すると地図上で観察される直感的、経験的イメージと異なった重要性が暗示されていることが分かった。また、全輸送モードを統合したネットワークの解析から水上バスネットワークは鉄道輸送網全体に対して大きな影響を与えないが、水上バスの船着き場に近い駅周辺の中心性や冗長性を増す結果が得られた。

斜め衝突では何が起こるか

What happens in oblique collisions?

遠藤久芳

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第2号

一般に2船衝突事故は、様々な衝突条件(角度 θ 、被衝突船速度 V_A 、衝突船速度 V_B)で発生している。被衝突船の損傷程度は、角度 θ 及び衝突船速度 V_B は当然ながら、被衝突船の速度 V_A によっても大きな影響を受ける。本報告では、被衝突船としてダブルハルVLCC(満載状態)を、衝突船として標準的なVLCC(パラスト状態)を想定して、被衝突船の内殻破断を限界状態と見なし、この限界状態の発生条件が斜め衝突の場合にどのように変化するかをFEMシミュレーション解析により詳細に検討した結果を取り纏めた。

以下の結論を示した。

- (1) 被衝突船の速度により、 $V_A < 5\text{kt}$ (領域1) と $V_A > 9\text{kt}$ (領域2) では、異なった傾向が現れる(下図参照)。
- (2) 領域1では、被衝突船の速度がゼロ付近($V_A = 0 \sim 2\text{kt}$)の場合に衝突限界速度 V_B が極小となる。この V_B の極小値は比較的広い衝突角度範囲($\theta = 70 \sim 110\text{deg}$)で一定値(約6kt)に近い。被衝突船の速度 V_A が2ktを越えるのに伴い、 V_B が急増する。
- (3) 領域1が現れるのは衝突角度 θ が比較的直角に近い場合($65 < \theta < 115\text{deg}$)であり、衝突角度が深い斜角($\theta \leq 60$ 及び $\theta \geq 120\text{deg}$)になると、領域1は消滅して領域2のみ現れるようになる。
- (4) 領域2では、領域1で支配的であった特性が頭打ちとなり、衝突船と被衝突船の相対速度成分が支配的になる。すなわち、斜め向かい角($\theta \geq 110\text{deg}$)の場合には、 V_A が増大するに伴い V_B は減小するが、斜め追い角($\theta \leq 90\text{deg}$)の場合には、 V_A が増大するに伴い V_B も増大する傾向を示す。

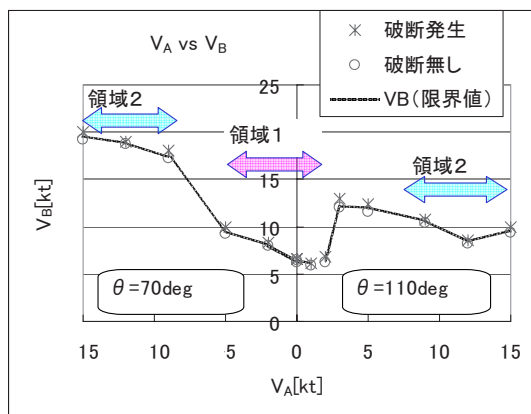


図 衝突角度 $\theta = 90 \pm 20\text{deg}$ の場合における限界状態の発生条件

船尾形状の異なるポッド推進船の推進性能の比較

Comparison of Propulsive Performance between Podded Propulsion Ships with Different Stern Shape

Shape

右近良孝、藤沢純一、佐々木紀幸、西村栄一

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集第2号

現在、ポッド推進船に強い関心が持たれているが、水槽試験並びに船型と推進性能との関係について記述した論文が少ない。このため、本論文では載貨重量26,000DWT中型タンカーを例とし、プロペラ流場が均一で船体抵抗上有利なバトックフロー船型(Ship B)と伴流利得が期待できるスターンバルブ船型(Ship S)の2種類のポッド船型について水槽試験(抵抗・自航試験)を行い、推進性能に関して比較検討調査を行った。この際、ポッドの尺度影響を考慮して馬力計算を行うとともに、比較ベースとなる通常型船型(Ship C)と馬力低減効果を比較した。

ポッドプロペラなしの裸殻での抵抗試験では、船尾形状がスムーズでスケグしかないShip Bの形状影響係数 $1+k$ が最も小さく、抵抗上は最も優れていることが分かった。また、両ポッド推進船とも通常船型より有効馬力は船型改良を行ったこともあり小さくなり、Ship Bが上述と同じ理由で最小であった。

ポッド推進船の自航試験はプロペラベース法とシステムベース法の両方で行われた。システムベース法での試験結果から、伴流係数 $1-w_T$ に関してはShip Bは船尾流れが均一であるため非常に大きい反面、Ship Sはスケグにスターンバルブを附加した程度であるが、伴流利得はShip Cと殆ど同じであった。推力減少係数 $1-t$ はShip Bが最も大きく、Ship Sが中位いでShip Cが最も小さかった。このため、船殻効率 η_H に関して、Ship Sの伴流係数が小さいため船殻効率が最も大きくなり、Ship Bの伴流係数が非常に大きい船殻効率は最小となり、最終的に推進効率はShip Sが最大となった。

Ship SとShip Bの伝達馬力はプロペラが大幅に小さいにもかかわらず、Ship Cより小さかったが、電気推進に起因する伝達効率が非常に低いと、最終的にShip CとShip Sの必要馬力BHPは同等となり、Ship Bの必要馬力は両船型のそれより大きくなった。

3隻の船型の比較検討において、スターンバルブ船型が操縦性の点からも有効な選択肢となりうることを言及した。

また、尺度影響を考慮することによる馬力低減量の評価も行った。

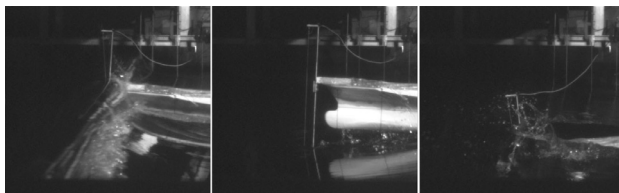
Study of Ship Responses and Wave Loads in the Freak Wave

フリーク波中の船体応答と波浪荷重の推定について
南真紀子、沢田博史、谷澤克治
平成18年6月

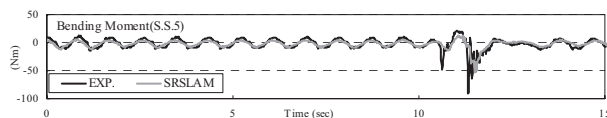
Proceedings of the 16th International Offshore and Polar
Engineering Conference (ISOPE2006)

フリーク波は、有義波高の2倍を超える異常な大波であり、リモートセンシングや海難事故調査の結果等により頻繁に発生していることが確認されている。そのことは船舶等が波高の極端に大きな波に襲われる危険性がこれまでの確率統計理論による予測値よりも大きいことを示唆している。そのため、船舶等の安全性を確保するには、そのような巨大な波に対する船体応答や波浪荷重を高精度で推定する必要があると考えられる。しかし、船体は柔構造であるため極限波浪荷重の推定だけでは不十分である。船体は波浪中ではねじりや曲げといった変形が生じ、また波浪衝撃荷重に対しホイッピングと呼ばれる弾性応答を示す。そのため、船体応答や波浪荷重の推定には弾性変形や弾性応答を考慮する必要がある。

本研究では、フリーク波中での船体応答等の解明のため、まず水槽実験を実施した。動揺水槽においてフリーク波を模した波（疑似フリーク波）を数種類発生させ、その波中で弾性模型を曳航し、船体応答や波浪荷重等のデータを収集した。疑似フリーク波とは規則波に線形集中波を重畳させたものであり、2次元数値造波水槽（NWT2D：2-Dimensional Numerical Wave Tank）を用いて造波機制御用の造波信号を作成した。一方、NWT2Dにより得られる波の情報を任意波に拡張した波浪中船体応答の非線形計算プログラムであるSRSLAMに取り込むことにより水槽実験と同様な波の中の船体応答や波浪荷重を推定した。そして実験の計測値とSRSLAMの推定値との比較検証を行い、計算においても水槽実験と概ね一致した時系列データが得られ、また重畳させた規則波の波高や船速等のパラメータに対して船体応答や波浪荷重の最大値が水槽実験と同様な傾向を示すことが確認されたので報告する。



疑似フリーク波のピークと船首で出会った模型船
(高速カメラで撮影)



時系列波形（Midshipの縦曲げモーメント）

Study on CO₂ Releasing Nozzle for CO₂ Ocean Storage

CO₂深海貯留のためのCO₂放出ノズルの研究
中島康晴、城田英之、小島隆志、山根健次、
綾威雄、波江貞弘、田村兼吉
平成18年6月

Proceedings of 25th International Conference on
Offshore Mechanics and Arctic Engineering

化石燃料から排出される二酸化炭素（CO₂）を排ガス中から分離・回収し、水深3500m以深の深海底に貯留するCO₂深海貯留は、地球温暖化を抑制する革新的技術の一つである。深海貯留を実現するためには、CO₂を水深3500m以深の深海底へと送り込む技術の開発が求められている。

著者らは、液体CO₂を水深500m程度の比較的浅い水深において海中に放出し、水深3500m以深の深海底へと送り込む方法をCOSMOS（CO₂ Sending Method for Ocean Storage）と命名し、研究を行っている。COSMOSは、第1期（1999～2001年度）のプロジェクトにおいて基本的な概念が確立され、現在の第2期（2005～2007年度）プロジェクトにおいて、洋上浮体、投入管、CO₂放出ノズル等の要素技術の研究が実施されている。本稿では、これらのうちCO₂放出ノズルの開発について報告する。

第1期のプロジェクトでは、小型の液体CO₂放出ノズルユニットを製作し、実海域実験においてCO₂放出実験を行った。低温に保持した液体CO₂を海中に放出し、沈降させることに成功した。しかし、液体CO₂のみを放出すると液滴の温度が速やかに上昇し、目標とする水深まで沈降せずに再浮上する可能性が高いことが見出された。

そこで、液体CO₂にドライアイス进行を混入したCO₂スラリーを放出する方法（新COSMOS）が考案された。本法では、ドライアイスの潜熱及び周囲に生成する保護氷膜により、液滴温度の上昇が抑制され、到達深度が深くなることが期待されている。ドライアイスの潜熱及び氷膜の熱伝導率から、ドライアイス含有率が50%の場合、水深200mから放出された液滴を水深3500mに到達させるためには、40cm以上の液滴径が必要であると推定されている。現在のプロジェクトにおいて、CO₂スラリーを放出する実験装置を製作し、ノズルヘッドの形状や放出速度を変えて放出実験を実施している。これらの条件がスラリー液滴の形状及びサイズに及ぼす影響を検討することにより、適切なCO₂放出ノズルを開発することが期待されている。

Sliding Wear Behavior of WC-12%Co Coatings at Elevated temperatures

WC-12%Co皮膜の高温におけるすべり摩耗挙動

千田哲也、Q.Yang、A.Hirose

平成18年5月

Surface and Coatings Technology, Vol. 200

（表面と被覆の技術）

炭化タングステン粒子をコバルトに分散させた溶射（WC-Co 溶射）は、耐摩耗性に優れた表面処理として船用機械等の摺動部材への適用が期待されるが、その摺動摩耗における摩耗機構は複雑で、特に高温での摩耗挙動は不明の点が多い。本研究では、標準的な組成である WC-12%Co（炭化タングステン-12%コバルト）皮膜について、皮膜の微細構造と摩耗挙動の関係を、室温から 400℃までの範囲で調べ、主に WC 粒子の粒径と温度の効果について考察した。

作製した皮膜は、WC 粒径が 1.2、3.8 及び 7.9 μm の 3 種類の WC-12%Co 粉末を比較的低いエネルギーの高速ガス炎溶射（HVOF）システムで軟鋼上に皮膜形成したもので、WC の分解が抑制されている。形成された皮膜は、WC 粒径が 0.8、1.4 及び 2.8 μm であり、粒径が小さいほど WC の分解がやや多くなった。

摺動摩耗特性は、アルミナ焼結体との面接触形式の摩耗試験を室温、200℃、300℃、400℃で行い評価した。摩擦係数は、WC 粒径や温度に依存せずほぼ一定であった。室温での比摩耗量は、 $10^{-6}\text{mm}^3/(\text{Nm})$ のオーダーと非常に低く、同じ温度では WC 粒径が小さいほど減少した。高温においては、温度が上昇すると比摩耗量は減少し、300℃では室温より 1 桁低い値となった。粒径の変化に対しては同じ傾向を示した。

摩擦により皮膜表面には表面層（tribofilm）が形成される。表面層は、WC、 W_2C 、Co 等からなり、温度が高くなると酸化物（ WCoO_4 ）が含まれる。摩耗メカニズムとしては、コバルトがまず摩耗し、その後に WC 粒子の引き抜き（pull-out）が起き、摩擦面においてコバルトが摩耗粉のバインダーの役割を果たして表面に延性的で緻密な膜を形成し、摩耗の進行を抑制すると考えられる。表面層を観察すると、温度が高いほど、より緻密で、より基材に密着しており、このことが高温での比摩耗量減少（耐摩耗性の向上）に関係すると推定される。これは、高温では、摩耗により発生する微細な摩耗粉が表面に再付着し焼結することにより、より優れた耐摩耗性を有する表面層を形成したものであるという結論を得た。

不定期船の輸送条件が輸送効率へ与える影響の シミュレーション評価

Simulation Analysis of Tramper Transporting

Condition on Transport Efficiency

松倉洋史、渋谷理、勝原光治郎

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第2号

不定期船輸送における配船計画の作成は非常に重要かつ困難な作業であるが、ほとんどが人手により行われている。仮にコンピュータを利用して配船計画を自動生成することが出来れば、計算機能力を有効に活用することで配船性能を改善して輸送効率を上げることが可能となると共に、多数のシナリオ分析等による、輸送システム設計のための物流シミュレーション解析が現実的となる。

本報告では、荷主が船社に対して荷役月日・港・品目・量等の詳細な輸送指示を出す方式（オーダー式）の配船方式を対象とした。まず、遺伝的アルゴリズムの枠組み及び染色体評価用の物流シミュレータを用いたオーダー式配船用不定期船自動配船手法を開発し、次に、荷主から輸送指示を受ける際の輸送条件の制約の強さが輸送効率に及ぼす影響の評価を行った。

その結果前者については、配船実績と同等程度の性能の配船案を安定して作成する手法の開発に成功し、また後者については、荷役日に自由度をもたせることで効率的な輸送を実施可能であることを定量的に示した。

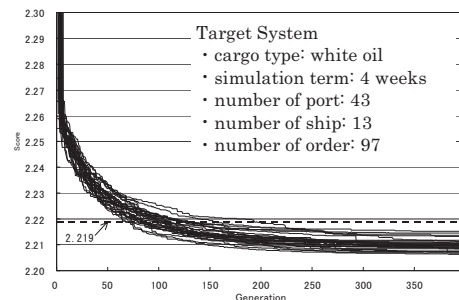
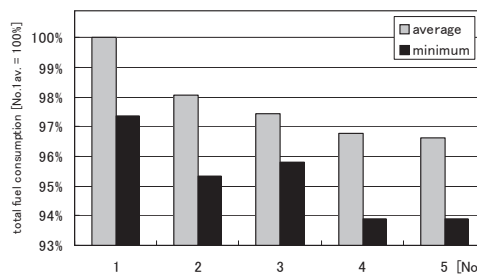


図1 自動配船における評価関数値成長曲線(30回
試行、値が小さい方が好成绩、実船社モデル)



	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
put forward	0 day	1 day	1 day	2 days	2 days
put afterward	0 day	0 day	1 day	1 days	2 days

図2 輸送条件(許容される荷役日
ずれ)と総燃料消費量(実船社モデル)

Port State Control (PSC) Targetting System With Discriminant Analysis

判別分析を用いたポートステートコントロール
(PSC) ターゲットシステム

伊藤博子、松岡猛、岡田光豊

平成18年5月

Proceedings of 8th international conference on
probabilistic safety assessment and management
(PSAM8)

ポートステートコントロール(PSC)は、国内の港湾に入港する外国船とその設備の状態を把握し、国際的な安全と環境保全の基準を守らせるための有効な手段である。深刻な違反を伴う船舶は港内に拘留して該当の欠陥を改修させる。これを効果的に実施するために、地域のPSC組織が連携し、アジア・太平洋地域では、東京MOUと呼ばれる組織に18の機関が加盟している。この組織では、限られた検査資源を有効に配分し、サブスタンダード船へ充当するために検査する船舶を選定する方法(ターゲットシステム)が検討されている。

これまで提案されてきた選定方法は、対象となる各船舶の属性情報のいくつかを指標として重要な欠陥があると疑われる度合いを点数化するという方法であるが、検査者の経験に拠るところが大きく、さらなる効率化が求められている。本研究では、サブスタンダード船をより効率的に捕捉するため、多変量解析法のひとつである判別分析をPSCで記録されるデータに適用する。判別分析は、分類されるグループとして既知の標本があるときに、与えられた新しい測定値がどのグループに属するかを判別するための方法である。ここでは、過去4回分の検査結果や、船種、船齢といった属性データを説明変数とし、検査結果を推定させる判別関数を導出した上で、判別関数の定数項を二分法で動かしながら可能な検査率に対応する定数とその場合に必要な検査率と、実施した場合に想定されるサブスタンダード船の捕捉率を予測する仕組みを提案した。また、得られた判別関数を「2003年修正案」と呼ばれる既存のターゲットシステムによって資源の割り当てを行った場合と比較したところ、10～60%の検査率の範囲において捕捉率が改善されることが分かった。

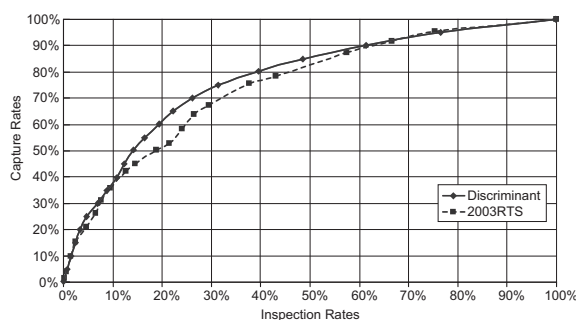


図1：提案する手法と2003年修正案で判別した場合の検査率と捕捉率の関係

Evaluation of Dissolution Rate of CO₂ Drops with Hydrate Films for CO₂ Ocean Storage

CO₂深海貯留におけるハイドレート膜に被覆された
CO₂液滴の溶解速度についての評価

中島康晴、城田英之、小島隆志、山根健次、綾威雄、
波江貞弘、田村兼吉

平成18年6月

Proceedings of 8th International Conference on
Greenhouse Gas Control Technologies

火力発電所等の排ガスから二酸化炭素(CO₂)を回収し、水深3500m以深の深海底に貯留する深海貯留は、地球温暖化を抑制する革新的技術の一つである。著者らは、貯留したCO₂が海洋環境に与える影響を評価するため、深海条件下におけるCO₂液滴の溶解速度について検討している。本報では、ハイドレート膜に被覆されたCO₂液滴の溶解速度を実験により測定し、さらに、モデルから推定された溶解速度との比較を行った。

モデル化に際しては、ハイドレート膜に被覆された液滴に対して固体球と同様な物質移動係数を与えた。溶解速度の式を適当な近似のもとに解き、時間の経過に対して液滴径の変化を与える式を導き、液滴径の変化を推定した。

実験では、2kgの液体CO₂を高圧タンク内に貯留し、溶解による液滴径の変化をビデオ観察により測定した。実験条件は30MPa、278～280Kとし、流速は、CO₂液滴近傍において平均流速が約1.0及び4.0mm/sとなるように調整した。実験で得られた液滴径のデータを、溶解速度の式に対してフィッティングし、溶解速度の実験値を与えるパラメータを算出した。(図参照)

実験データから得られた液滴の溶解速度は、モデルから推定された溶解速度と同様に、流速の増加により増大することが示された。その一方で、溶解速度の実験値はモデルからの推定値よりも小さく、また、その差が流速の増大により拡大することが示された。これらの結果から、溶解により液滴近傍のCO₂濃度が上昇し、モデルからの推定値よりも溶解速度が低下するのではないかと示唆された。

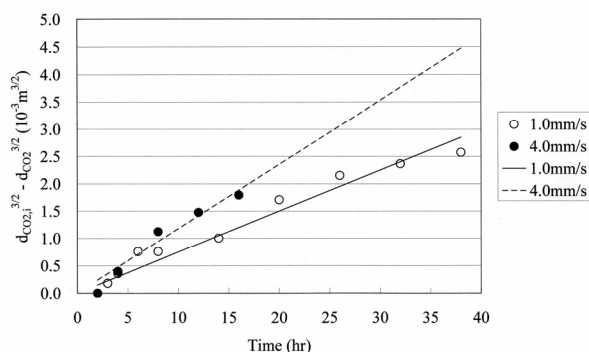


図 液滴径データのフィッティング

最適曳航支援システムの性能評価

Evaluation of Performance for the Optimum

Towing Support System

黒田貴子、原正一、星野邦弘、湯川和浩

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演集

航行不能船舶の漂流、油流出などの二次的被害を未然に防ぐためには、漂流運動の予測、航行する際の曳航抵抗、索張力、最適な曳航操船を推定し、安全に曳航作業を行うことが重要である。

最適曳航支援システム (Optimum Towing Support System: OTSS)は航行不能船舶を曳航する際に操船者が最適な曳航ができるよう、与えられた風、波、潮流条件下での曳船、被曳船の曳航状態を推定する計算プログラムである。本論文ではOTSSの実船への適用性を検証するために、海上保安庁の巡視船による曳航訓練において実海域での曳航データを取得した。穏やかな海象下および波浪風浪下での直進・旋回曳航を行い、曳船の旋回性と被曳船の追従特性を示し、OTSSでの計算結果と比較した。Fig. 1に波浪風浪下での右旋回曳航試験（船速3knot, 舵角7deg.）及びOTSSによる計算での曳船、被曳船の軌跡を示す。実験結果より、回頭角と反対の方向の斜め向かいから外力を受けて旋回する場合、被曳船は波・風上側に向かい、曳船・被曳船の船首方向の差が大きくなることが分かる。曳船は被曳船にかかる抵抗が大きくなるために旋回が困難となり、被曳船は追従性が低下する。曳船軌跡の旋回縦距と旋回横距はOTSSでの計算結果の方が大きくなっている。しかし、OTSSでも被曳船が曳船より外で大きく旋回し、追従性が次第に悪くなる傾向は表現できている。索張力に関しては直進、旋回曳航ともに計算値と試験結果はほぼ一致した。また、単船と曳船の実海域旋回試験の結果を用いて曳航による曳船の操縦性能の低下を調べた。その結果、船速5knot, 舵角15deg.で曳航旋回した場合、回頭角90deg.での曳船の旋回力指数が単船に比べて41%も低下することが分かった。

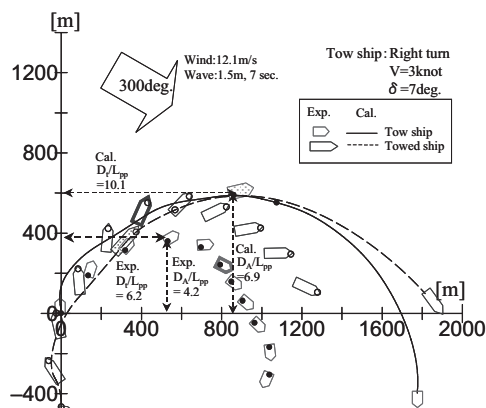


Fig. 1 Comparison between measured and calculated trajectories in right turn towing

50m平板を用いた2段吹き出し法による

マイクロバブル抵抗低減実験

An experiment of 2-step air injection for micro-bubble drag reduction using a 50m flat plate

川島久宜、牧野雅彦、堀利文、日夏宗彦、児玉良明

平成18年5月

船舶海洋工学会 平成18年東部支部春季講演会
講演論文集

マイクロバブルを用いた摩擦抵抗低減法は、摩擦低減効果が大きく実用化が期待されている。本実験では、50m平板模型船を使用し、マイクロバブルによる低減効果を確認する。また、従来の結果から、摩擦低減効果は吹き出し部より下流約25m程度で小さくなることが報告されている。そこで、本実験では船首より下流へ3m及び26.2mの位置に気泡吹き出し部を取り付け、2段式気泡吹き出し法の効果を確認する。実験では、船体に働く全抵抗と、船底に取り付けられたせん断力センサを用いて、局所せん断力を計測した。

図1に全抵抗低減効果を示す。図の横軸は気泡吹き出し量 Q_a を、縦軸は気泡を吹き出さない場合の状態における全抵抗 R_0 を用いて正規化した全抵抗低減効果である。また図中の記号は、前段から吹き出した結果（●）、後段から吹き出した結果（■）、両断から吹き出した結果（▲）、前段と後段の効果を加算した結果（△）が示されている。図より前段、後段のみから空気を吹き出す場合を比較すると、同量の空気を吹き出す場合では、前段から吹き出した方が低減量は大きいことがわかる。また、一箇所から空気を吹き出した場合、吹き出し空気量を大きくしていくと、ある量で全抵抗低減効果は極値を持ち、その後、低減効果は小さくなることがわかる。一方、2段吹き出し法を用いた場合、単段吹き出しに比べ吹き出し空気量を大きくすることができ、その結果、低減効果も大きくできることがわかる。以上の結果から、大きな低減効果を得るためには、多段吹き出し法が有効であることがわかった。

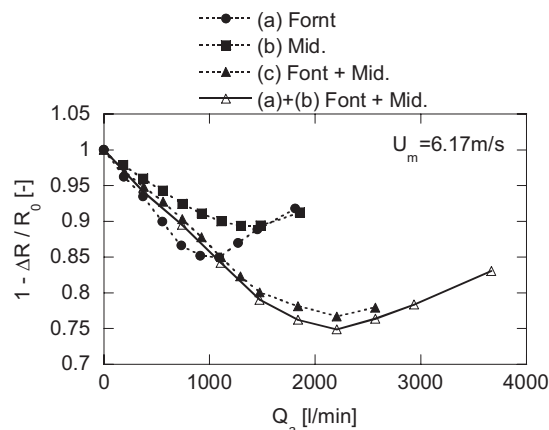


図1 気泡吹き出し量と全抵抗低減効果

航跡データを利用した衝突危険発生数の推定手法について

Estimation method of dangerous encounters' number from data of ship trajectories

金湖富士夫、原大地

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集第2号

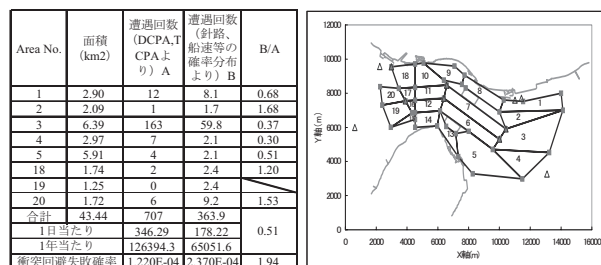
任意の海域における衝突危険、すなわち、そのまま航行することにより衝突に至る遭遇関係の発生頻度をその海域の航跡より求める方法を開発し、明石海峡に適用した。

また、本手法にて推定した同海峡の衝突危険発生頻度と衝突事故統計より、同海峡における衝突回避失敗確率を求めた。用いた航跡は神戸海難防止研究会所有の平成2年10月16日12:00から10月18日12:00にかけて実施された観測結果である。航跡より衝突危険発生数を求める方法として開発した手法は以下の2つである。

- (1) 海域を複数の内部の航行状況がほぼ一定の領域に分割し、領域毎に2船間のDCPA (TCPAがある時間以内) が2船間の衝突距離以内に入る組合せの数を求める。
- (2) (1)と同じ領域毎に、航行方向、航行速度、領域内滞在時間の確率分布を航跡データから求め、式(1)より、領域内の衝突危険の発生数を求める。

(1)にて推定した年間の衝突危険発生数と事故統計より求めた衝突回避失敗確率は、およそ1万回に1回でありこれまでの知見と一致している。また、(1)と(2)の衝突危険発生数の推定結果は前者が後者より2倍程度大きい、これは、(2)では船舶毎に航行方向、航行速度、領域内滞在時間の確率分布を独立に扱ったためと考えられ、合理的な方法で従属に扱えばそれらの推定値は近づくと思される。

これらの手法は幅狭海域の航行安全を高める機器あるいは方式等の開発に有効と思われる。



明石海峡内衝突危険発生頻度

明石海峡検査領域分割

蛍光ライダーによる流出油の探査

Detection of oil spill by the fluorescence lidar

篠野雅彦、樋富和夫、山之内博、山岸進

平成18年5月

海洋理工学会平成18年度春季大会予稿集

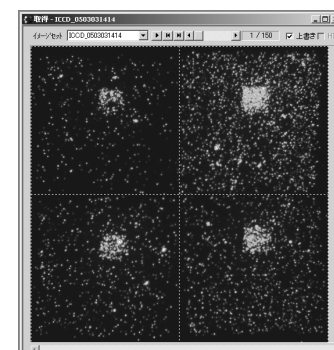
船舶による石油の海上輸送では、事故による油の海洋流出と、それに伴った海洋汚染に対する防除体制を整えておく必要がある。油は海洋上で拡散する性質があるため、流出油事故発生時には、初動が特に重要となる。通常、流出油防除作業は目視観測により進められるが、夜間や荒天時など、船舶事故の発生が多い気象・海象状況では、流出油のモニタリングもまた、困難であることが多い。

センシング技術研究グループでは、昼夜や天候に関わらず、広い海域上の流出油を探査するリモートセンシング装置として、蛍光ライダーを開発した。この装置は、航空機、ヘリコプター、船舶等の高速移動プラットフォームに搭載が可能であり、海面に浮かぶ油膜に対して感度が高い。また、荒天時や沈船からの流出油等、海面下に潜った油の検知も可能であると考えられる。

この装置の性能評価のため、海水に加えて、軽油・灯油・水深50cmの位置のプラスチック板等、様々な石油製品のレーザー励起蛍光をヘリコプター、あるいはヘリコプター高度の鉄塔から計測し、検出能力を評価した。その結果、どのターゲットもこの蛍光ライダー装置で検出可能であることが明かとなった。また、軽油の油膜について、イメージング手法による油膜面積の観測に成功した。



ヘリコプター搭載蛍光ライダー装置の外観



ヘリコプター搭載蛍光ライダーの観測例：
(高度150mから観測した、簡易プール中の軽油油膜の4波長イメージ)

内航定期船貨物物流の シミュレーション手法に関する研究 Study on Logistics Simulation Method of Domestic Liners

渋谷理、松倉洋史、勝原光治郎、小林充

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第2号

近年、国内定期船貨物を含むユニットロード物流に対し、JIT(Just In Time物流)等の顧客ニーズの高度化に対応できる効率的物流システムの実現、及びモーダルシフトの更なる推進等が求められている。非線形かつ大規模・複雑な上記物流システムを総合的かつ定量的に評価可能な物流システム解析手法により、上記に資することが可能である。

本研究では、従来手法を発展させ、時刻を取り扱い可能であり、かつ任意の複数OD(Origin-Destination)間の貨物を評価可能な、シミュレーションによる物流システム解析手法を開発した。また、例題としてトラック輸送による地域間貨物流動量の大きい首都圏と中京および阪神間のユニットロード物流を取り上げ、上記区間における運航ダイヤの評価、及び海上輸送の需要を喚起するとされる多頻度運航を行った際の航路採算性・モーダルシフトへの寄与を試解析した。

その結果、ダイヤが集荷量に与える影響は非常に大きくなる可能性があること(図1では集荷量に最大2倍程度の差がついている)、及び、多頻度運行を行うことでもたらされる集荷効果により、必要隻数の増加にもかかわらず船社会計に好影響を与える可能性があることが分かった(図2では、ダイヤの頻度が高くなっても年間損益が改善している箇所がある)。

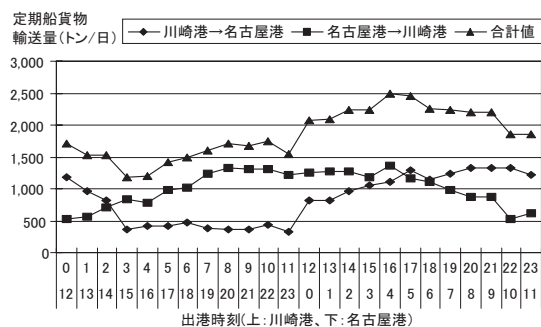


図1 ダイヤと集荷量(モーダルシフト寄与度)の関係

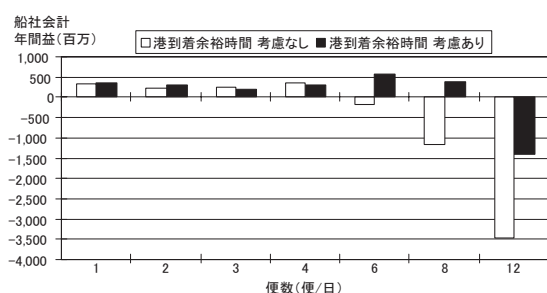


図2 運航頻度と船社会計の関係

DEVELOPMENT OF A WEATHER ADAPTIVE NAVIGATION SYSTEM CONSIDERING SHIP PERFORMANCE IN ACTUAL SEAS

実海域性能を考慮した海象適応航法システムの開発

辻本勝、谷澤克治

平成18年6月

第25回海洋機械及び極地工学に関する国際会議講演集

船舶からのCO₂排出量、燃料消費量の削減を目的に、海象適応航法(WAN: Weather Adaptive Navigation)と呼ぶ新たな航海計画システムを開発した。本システムでは気象海象予測情報、船舶の実海域性能、運航スケジュールを組み合わせ、航路選定、船速(主機回転数)を調整することにより、CO₂排出量、燃料消費量を削減するものである。

WANによる燃料消費量の削減効果を評価すること、気象海象予測が更新されることによる影響を検討するために、冬季にコンテナ船(全長約300m)がバンクーバー横浜間を航行するものとして出発日を1日おきに変えて7ケース行った。

燃料消費量削減効果は2種類の航法:(a)大圏航路を常用出力に対応する主機回転数に設定し航行する場合(GCR)、(b)WANを適用する場合、の比較により評価を行った。その結果、今回の場合、WANにより燃料消費量は平均26%削減され効果が高いこと、到着時間も確保されることを示した。

次に、航海が進むにつれ気象海象予測が更新され、残区間に対する予測精度は一般に向上する。その影響が、燃料消費量の推定、到着時間確保に及ぼす影響を調べるため、2種類の気象海象データ:(i)出発地点で得られている気象海象予測値を用いる場合(at dep.)、(ii)気象海象データは全て事前に分かっているものとして、各日の予測値から最も精度が高いと考えられる直近の予測値を抽出して気象海象データセットを作成し用いる場合(DS)、について検討を行った。その結果、気象海象予測値が時間と共に更新されることによる燃料消費量の変動は、WANを利用することによる燃料消費量の削減量に比べて極めて小さく、出発時の予測で燃料消費量の削減効果を事前に推定できることが分かった。ただし、安全性の観点から、実際の運用では気象海象予測の更新と共に WAN を再実施し、運航限界の判断を行う必要がある。

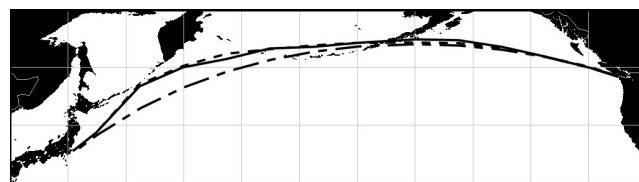


図: 選定航路例(2005. 2. 7 18UTCバンクーバー沖出発)

表: 燃料消費量削減効果

Route	GCR		WAN	
Weather forecast (FC)	DS	at dep.	DS	at dep.
Travel time [hr]	161.8	161.6	180.0	180.2
Distance sailed [NM]	3,992		4,027	4,031
Fuel consumption [ton]	994.2	992.6	734.8	733.7
Reduction rate of fuel consumption [%]	-	-	26.1	26.1

一軸超大型コンテナ船のプロペラ設計およびキャビテーション性能

Propeller Design and Cavitation Characteristics on a Single-Screw Very Large Container Ship

久米健一、右近良孝、藤沢純一、
安東潤、山崎正三郎

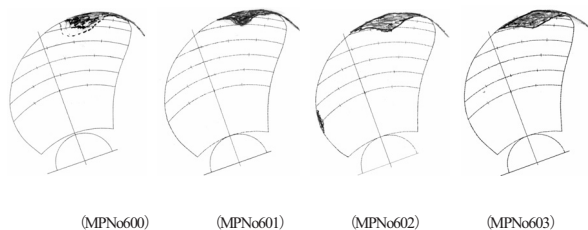
平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演論文集第2号

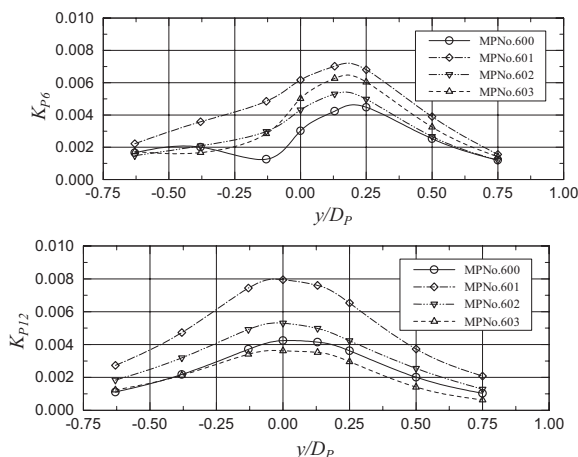
現在竣工している大型コンテナ船の積載能力は最大8,500T EU程度であるが、従来の設計法を用いたプロペラではこの辺りが一基一軸の限界であると言われている。これよりさらに積載能力の大きなコンテナ船を設計する場合、プロペラの荷重度がさらに高まるにもかかわらず、港湾等の制限で喫水を増やすことができないため、推進器はキャビテーション的に厳しい状況に置かれる。

この問題は自動車運搬船や高速フェリー等にも同様に当てはまる。これを克服するにはプロペラ・キャビテーションを考慮した最適プロペラ設計法が必須であるが、現状ではまだ確立されていない。

本論文では、複数の設計者によりデザインされた4個の大型コンテナ船用高荷重プロペラを示す。それぞれ異なる設計法、設計指針を用いており、キャビテーションも考慮されている。これらの模型プロペラと模型船を用いて、海上技術安全研究所大型キャビテーション試験水槽で船後キャビテーション試験を実施した。各設計者の意図はいずれの試験結果にも反映されており、高荷重プロペラに対するキャビテーションを考慮した設計法が有効であることが示された。



キャビテーション・パターン (翼角度 20 度)



船尾変動圧力分布 (上段: 1次成分、下段: 2次成分)

ウィンチ制御による係船の自動化に関する研究

Automatic Control of Winch for Mooring

中村昌彦、梶原宏之、稲田勝、田原慎也、

原正一、星野邦弘、黒田貴子

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演論文集

内航海運業は産量基礎物資の輸送等国内物流の大動脈としての重要な役割を果たしているが、船員の高齢化に加え、労働環境の厳しさによる船員労働力の不足が深刻な問題となってきた。そこで、労働負荷低減の一環としてスタンバイ作業の軽減を図るため係船の自動化を取り上げる。ウィンチの制御により、潮位変動、荷役中の喫水変化に伴う係留索の張力変動を抑え、索張力・船体位置を一定の基準範囲内に自動的に保つことができれば、大幅な労働負荷の低減が実現できる。

本研究では、自動係船システムを開発するために、船舶の付加質量係数、減衰力係数、浪強制力を計算し、これらの流体力係数を用いて船体・係留系の非線形連成運動を計算するシミュレーターを構築した。また、シミュレーション計算精度の検証のために、セメント運搬船の 1/61 模型 (垂線間長さ 2.5m) を製作し、岸壁模型 (上下動可能) に模型船をセットした状態で波浪中水槽実験を行なった。岸壁には、ウィンチ模型が 4 箇所、板バネに支持されたフェンダーが 2 箇所に取り付けられている。波浪中応答計測結果は、位相に若干のずれが見られるものの実験結果と計算結果は非常に良く一致した。他の風荷重を付加した状態、岸壁レベルを変更した状態についても実験と計算は良く一致した。これより、構築した係船シミュレーターの精度が非常に良好であることを確認した。さらに、モデルベースのフィードフォワードコントローラーの設計を試み、波、風などの外乱にかかわらず、制御を行うと、船体の平均位置がずれず、索張力もよく初期の値が保たれていることがわかった。岸壁レベルの変化に対して、各索張力・フェンダー反力は非常に穏やかに変化し、その変化量も非常に少ない。ウィンチが調節しなければならない索長の変化も非常に滑らかであった。これより、平均索張力を一定に保つためのウィンチ操作量をモデルに基づいて計算するフィードフォワードコントローラーが性能良く働くことが期待できる。

CFDによるトリマラン船型の 抵抗・耐航性シミュレーション

CFD simulation of resistance and seakeeping
performance for trimaran vessels

佐藤陽平、宮田秀明

平成17年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第2号

トリマランの抵抗性能と耐航性能を推定可能なシミュレーターの開発を行った。船型設計に援用できるCFD解析ツールを開発することが目的である。

数値計算法においては、マルチブロック法によりトリマラン船型周りの複雑な形状を取り扱い、また、密度関数法により自由表面計算を行った。

サイドハルの位置が異なる幾つかのトリマラン船型の抵抗性能のシミュレーション結果を、水槽試験結果と比較したところ、高い精度で両者が一致することが確認された(図2)。耐航性能については、向波中をヒープ運動とピッチ運動をしながら前進する船体運動シミュレーションを行い、スラミング現象を伴う厳しい条件も計算可能であることを確認した。

以上より、トリマラン船型の船型設計に、本シミュレーターが援用可能であることを示すことができた。



図1: トリマラン船型の供試模型

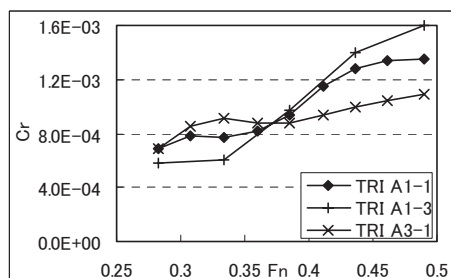
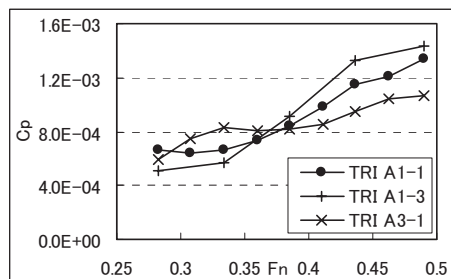


図2: CFD計算結果(上図)と水槽試験結果(下図)の比較

日中間海上物流の離散型シミュレーターの開発 Discrete type simulation of sea transportation between Japan and China

佐藤陽平、宮田秀明

平成17年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第2号

日中間の物流量は1998年以降急激に増えており、海上コンテナ貨物では年率平均15%以上伸びている。日中間航路は発展中であり、また、20社以上の大小様々な規模の船社が激しい価格競争をしながら形成してきた経緯もあり、効率的な物流が行われているとはいいがたい。

一方、企業活動の時間軸は年々短くなっており、物流の効率化への荷主の要求は高まる傾向にある。従って、日中間航路においても、高い効率、高い定時性、さらには短時間で輸送できるコンテナ貨物輸送システムを構築する必要性が増大している。本研究では、日中間の航路、およびフリート設計に援用可能なコンテナ貨物輸送シミュレーターを開発する。

コンテナ一つ一つ、コンテナ船一隻一隻を離散データとして取り扱うコンテナ輸送シミュレーターを開発し、2004年の日中間物流（一年間で260万TEUのコンテナを138隻で輸送する物流）を再現し、次に示す事項を明らかにした。

- 1) 総犠牲量(図1)。
- 2) 各コンテナの輸送経路とコスト、および各船舶の収支。

総犠牲量の算出により、物流システム全体、すなわち荷主と船社の両者、のコストの算出が可能になった。

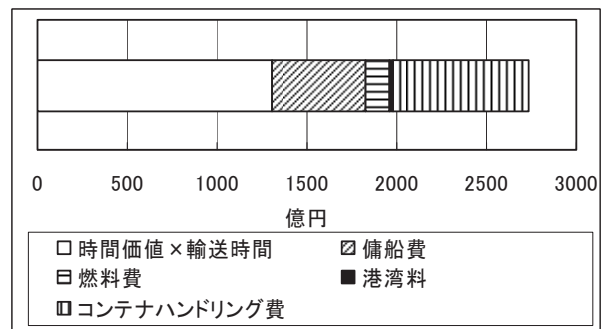


図1: 総犠牲量の内訳

沖合底びき網漁船の操船・作業面からの 転覆事故対策

A Study on Preventive Measures for Capsizing Accidents of Offshore Trawlers from Operational Point of View

田口晴邦、石田茂資

平成18年7月

安全工学シンポジウム2006講演予稿集

沖合底びき網漁船では、これまでに、第五龍寶丸事故等の多数の死者を伴った転覆事故が発生しており、有効な事故防止対策の確立が望まれている。

転覆事故防止対策は、船体構造や設備に関連するハード対策と、安全管理体制や操船、作業方法等に関連するソフト対策に分類される。転覆事故を防ぐためには、事故要因及びその影響度に応じて、適切なハード対策及びソフト対策の内容を検討し、それらをバランス良く実施する必要がある。

本論文では、沖合底びき網漁船の操船、作業に関するソフト面での転覆事故防止対策を検討した。

まず、代表的な沖合底びき網漁船として選定した、30GT～95GT型計5隻の漁船の船長や漁労長を対象に、操船方法、作業方法の実態に関する聞き取り調査を実施した。その結果、出漁判断基準や帰港時における操船上の留意点等、今回調査を行なった5隻については、操船、作業の実態に大きな違いは見られないことが明らかになった。

次に、1981年から2003年までの23年間の海難審判裁決録に収録されていた、沖合底びき網漁船及び比較的操業形態に近いと考えられる遠洋底びき網漁船の転覆事故計17件を調査し、各事故について転覆に関連すると考えられる要因を抽出し、整理した。その結果、沖合底びき網漁船の転覆事故の本質的な発生要因は、以下に示す5つの事項であると考えられた。

(航行中)

①不適切な荒天時航行

(操業中)

②多量の漁獲物の無理な揚網

③コッドエンドの片寄り、移動

(航行中、操業中共通)

④打ち込み水の滞留

⑤開放されていた出入り口からの浸水

そして、実態調査から明らかになった操船、作業の実態と事故事例調査から明らかになった転覆事故要因を比較して、現状の操船方法、作業方法について安全確保の観点から考察を加えた。その結果を基に、沖合底びき網漁船のソフト面での転覆事故対策として、5つの事故要因ごとに、安全な操船・作業の実施を徹底するために周知啓発すべき内容をまとめた。

(244)

有害液体物質流出時の汚染監視に関する研究

Study of Pollution Monitoring Methods for Spilled Hazardous Substances on the Ocean

山之内博、樋富和夫、篠野雅彦

平成18年7月

第34回 可視化情報シンポジウム講演論文集

国際海事機関 (IMO) において、1990 年に油による汚染に関わる準備、対応及び協力に関する国際条約 (OPRC 条約) が採択された。また、2000 年には、対象物質の範囲を危険物質および有害物質 (HNS : Hazardous and Noxious Substances) に拡大する OPRC-HNS 議定書が採択された。我が国においては、多くの化学物質がケミカルタンカーで海上輸送されており、年間輸送量は 100 万トン以上にのぼる。2000 年 11 月には、フランス沖でスチレン等の化学物質を積載した「イエボリ・サン」号が沈没し環境汚染が問題となった。このようなケミカルタンカーで輸送されている化学物質が、船舶の事故等により海上に流出した場合のモニタリング手法を開発することが必要である。そのためには化学物質の分光特性を把握することが重要である。ここでは、我が国の内航タンカーで輸送されている代表的な化学物質であるベンゼンとスチレンについて分光特性 (濃度と透過率の変化、蛍光、ラマン散乱光) の測定結果を示し、さらに狭帯域フィルターとレーザ光を利用して得られる各物質特有の画像取得結果から、有害化学物質の汚染監視に必要と考えられる分光特性について報告する。

図1は、スチレンの濃度と透過率の変化を示し、図2は、Nd:YAG レーザの3倍波(355nm)励起により、狭帯域フィルターとイメージインテンシファイアを使用して得られた画像例を示す。

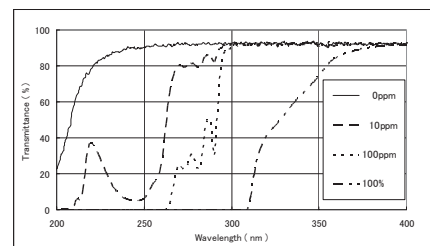


図-1 スチレンの濃度と透過率の変化

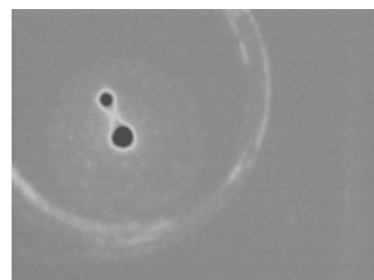


図-2 Nd:YAGレーザ励起によるスチレンの画像

中国税関別貿易統計を用いた国際海上貨物流動量の推計

Estimation of International freight flows using
China Trade Statistics by Custom Districts

小坂浩之、勝原光治郎

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第2号

国際貨物流動量の把握は、船舶のオペレーション計画や社会資本整備計画の作成に必要不可欠である。国際機関、船社、コンサルタント等が、独自に国際貨物流動量に関する報告を行っているが、その統計値の作成方法が異なるため相互比較が困難になっている。筆者らは、国際的な作成方法の標準化が進められている貿易統計を使用することで、統一的な基準による国際貨物流動量の推計手法の確立を進めている。本報告では、急激な経済発展が着目されている中国において、近年公表が始められた税関別貿易統計の電子データを使用して、その特性の把握と共に国際貨物流動量の推計を行った。

具体的な使用データは、Global Trade Atlas社が販売しているWorld Trade Atlasデータ(WTAデータ)に存在する中国の貿易統計データである。このデータは、中国の41税関別、輸送機関（海上、航空、陸上、その他）別の貿易量が示されている。本報告では、このデータのうち、上海税関分を使用して、筆者等が提案している重量ベースの貨物流動量の推計手法を適用し、上海税関と日本間の貨物流動量を推計した。結果の一例として、2004年の上海税関のシェアを取り上げると、2004年の中国の対日本輸入重量(3744万トン)と輸出重量(7774万トン)のうち、上海税関の輸入重量と輸出重量は、それぞれ18%(673万トン)、9%(709万トン)を占める。また、機関分担率では、海上輸送以外の多くは航空輸送であり、上海税関の日本からの輸入（金額ベース：図1、重量ベース：図2）において航空輸送の利用が進んでいる。本報告では、以上の様な特性分析によって、WTAデータを用いた推計手法の有用性を示した。

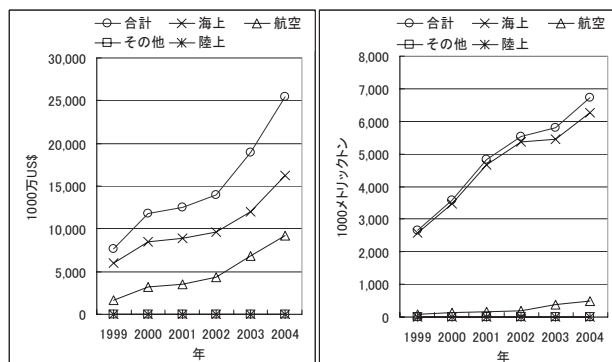


図1 金額ベース

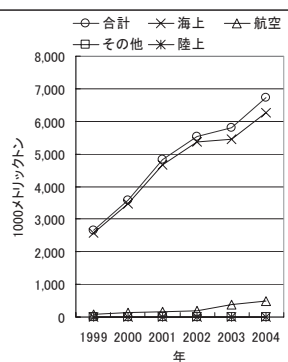


図2 重量ベース

波浪中復原力変動についての解析的検討

The analytical examination of the righting moment
variation in waves

小川剛孝、石田茂資

平成18年5月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第2号

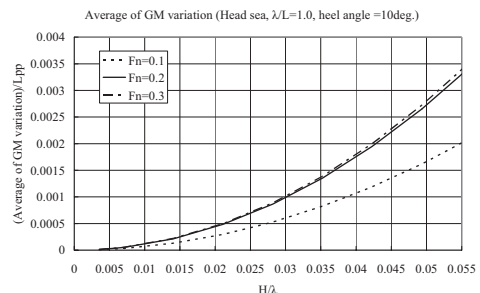
IMO（国際海事機関）では、非損傷時復原性基準(IS-code)の見直しのための検討が行われている。近年、安全基準の策定は、経験則にもとづく数値基準ではなく、機能要件化した安全基準を指向している。要件設定のためには転覆リスク評価法の精度向上が必要であり、IMO では代表的な3つの事故シナリオについて検討を行っている。

これらの一つにパラメトリック横揺れがある。縦波中にもかかわらず大きな横揺れを発生するパラメトリック横揺れを適切に評価する上で、発生要因である波浪中復原力変動の推定精度向上は重要となる。しかしながら、現状では実験値を用いて復原力変動を推定する手法しか存在していない。このため、計測に時間と費用を要する実験値を用いることだけでなく理論推定法の開発も望まれている。

これらを背景として、著者らは波浪中復原力変動の理論推定法について検討を行っている。波浪中復原力変動は変動振幅だけでなく平均値も重要であるため、定常流体力の推定が必要となる。著者らは、直交座標系でのフーリエ変換法を用いることで解析的かつ計算が容易な形で定常横揺れモーメントの計算法を導いた。

本報では、向波中でのパラメトリック横揺れが問題となるポストバナマックスコンテナ船について計算を行い、船速及び横傾斜角の影響について調べた。この結果、船速が速くなるにつれて波浪中復原力変動の平均値が大きくなることやフルード数0.2と0.3での復原力変動の平均値の差はフルード数0.1との差に比べて小さいことがわかった。この傾向は、模型実験結果と整合していることも確認した。

しかしながら、定量的には、船速が速くなると計算値は実験結果を過小評価しており、その差が大きくなることがわかった。横傾斜して前進する船舶には揚力が働くことは良く知られており、この揚力は船速が速くなるにつれて大きくなる。現在の著者らのモデルにはこの揚力は組み込まれておらず、今後揚力の影響についても検討する必要性が明らかになった。



傾斜した船体にはたらく復原モーメントの平均値