

所外発表論文等概要

Optimization of Core Design of A Small Reactor for Marine Utilization

海上利用のための小型原子炉の炉心設計最適化に関する研究

澤田健一、小田野直光

平成17年8月

Proceedings of the 12th International Conference on Emerging Nuclear Energy Systems

洋上生産プラントへの使用を目的とした多目的型超小型原子炉に関する炉心解析を行った。炉心仕様は、全出力運転で5年間の燃料無交換連続運転、および可溶性ボロンを用いない制御棒のみによる反応度制御としている。そのため、初期反応度抑制のため燃料中に可燃性毒物としてガドリニウムを添加している。ガドリニウムは、現行PWR(加圧水型原子炉)においても高燃焼度化燃料において使用されているが、上記のような特徴から本炉心においては現行PWRとは異なるガドリニア添加の最適化を行う必要がある。また小型炉は大型炉に比べて中性子の漏れが大きいため、径方向出力分布の均一化が困難となる。そこで、ガドリニア入り燃料棒の本数、ガドリニア濃度および配置に関してパラメータサーベイを行うことで、炉心内のガドリニウムの燃焼特性を明らかにするとともに、炉心内の径方向出力分布の均一化を図った。

核特性の評価には汎用核計算コードシステム“SRAC95”を用いた。炉心内の全37体の燃料集合体に、1種類の燃料集合体を用いた場合(ケース1)と、2種類の燃料集合体を用いた場合(ケース2)に関してパラメータサーベイを行い、炉心内の径方向出力分布の最適化を行った結果を下図に示す。ケース1は、ウラン濃縮度4.9wt%、ガドリニア濃縮度12%、ガドリニア入り燃料棒28本の燃料集合体を用いたときの結果である。ケース2は、炉心中央部の21体にはウラン濃縮度4.7wt%、ガドリニア濃縮度12%、ガドリニア入り燃料棒28本の燃料集合体、外周部の16体にはウラン濃縮度4.7wt%、ガドリニア濃縮度12%、ガドリニア入り燃料棒20本の燃料集合体を用いたときの結果である。明らかにケース2のほうが、燃焼初期(BO L)および燃焼末期(EOL)双方において炉心内の径方向出力分布の均一化がなされており、2種類の燃料集合体を使用することで、より良好な炉心燃焼特性を得ることができた。

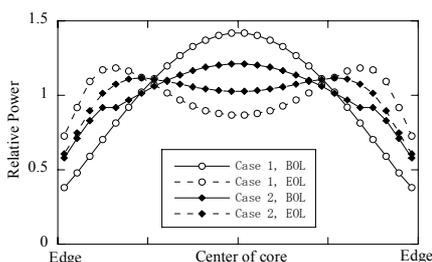


図 径方向出力分布の比較

Higher-order Multi-Phase Flow Solver in Mesh-Less-Like SOROBAN Scheme

ソロバン格子CIP法を用いた高精度多層流計算法

矢部孝、滝沢研二、T.E.Tezduyar

平成17年7月

8th US National Congress on Computational Mechanics

近年、船舶においても大波高中でのCFDの必要性が出てきており、多層流中での構造体流体連成問題に対する需要が高まってきている。CIP(Constrained Interpolation Profile/Cubic Interpolated Propagation)法ではこのような問題に対して直行格子を用いたアプローチを行ってきた。これはCIP法が時間空間3次精度で移流方程式を解くことができるからで、図1のような液体表面に衝突する剛体とのインタラクションなどの計算が可能となっている。

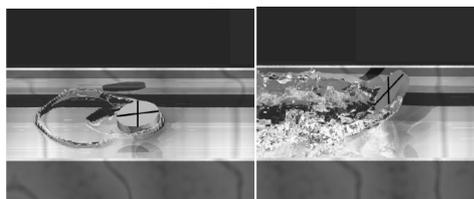
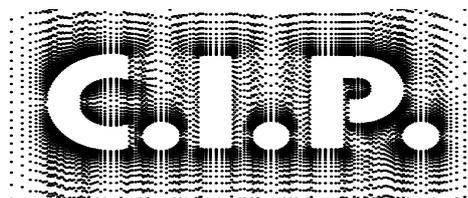


図1 剛体の液面での衝突

CIP法はセミ・ラグランジュ法に分類され、高いCFL数に於いても同様の精度で計算することが可能である。このため時間刻み幅というのは多方面での時間精度を考慮して設定すればよいことになる。CIP法は元々大きな格子幅で精度よく計算できるという特徴を持っていたが、さらに、計算効率を向上させるため余分な格子を削減するために新しい格子法の研究を行った。

計算精度を損なわないために直交性を維持することを考え開発した図2のような格子は、ソロバン格子と呼ばれる。これは一見メッシュフリー法のような自由度があるように思われるかもしれないが、算盤のように柱に沿って玉を動かすかのように格子を配置するものである。1次元方向に拘束を行っているものの、その柱を平行に移動できることや、柱に配置される格子数を自由に設定できることなどにより多くの自由度を獲得した。この1次元方向の拘束により、検索速度など計算速度を向上させ、さらに直交性を維持し高精度の計算を可能にした。



2 算盤格子概略

125I前立腺がん組織内照射法でのモンテカルロ法による全身相対線量分布の把握

Estimation of Relative dose Distribution
Caused from Iodine-125 Implantation Therapy
by Monte Carlo Method

橋本光康、神美沙子、佐々木徹、大西世紀、
土器屋卓志

平成17年11月

日本放射線腫瘍学会第18回学術大会

質量数125のヨウ素を用いた針状線源(125Iシード線源)による前立腺がんに対する組織内照射法が盛んに施行されている。線源配置法等の局所的な線量分布についての議論は数多くなされているが、ヨウ素125は30keV前後の低エネルギー線源であることから、全身に対する線量の影響に関しては検証せずとも問題無しとして具体的な指標は作成されていない。そこで本研究では125Iシード線源を用いた場合の被曝による影響を検証する一つの方法として、数値計算用の人体モデル(数値ファントム)を用いたシミュレーション計算を試み、全身の相対線量分布を計算した。

線量分布計算には、当所が開発した外部被ばく線量計算コードシステム(UCBEAM)を用いた。UCBEAMシステムでは放射線輸送計算を実行するモンテカルロコードとしてEGS4を内蔵し、ボクセル(voxel, volume pixel)ファントムを用いて外部被曝時の線量を評価することができる。本研究ではこの計算コードシステムを拡張し、体内留置線源に対しても使用できるようにした。

今回の計算ではボクセルファントムとしてotokoファントムを採用した。このファントムは平均的体格の日本人男性のCT (Computer Tomography)データを元にして作成され、身長は175cm、体重は65kgで、およそ300種の人体パーツから成り立っている。ファントムは0.97mm×0.97mm×10mmのボクセルで構成され、人体形状を忠実に模擬している。この人体モデルに対し、前立腺がんの組織内照射治療における標準的な線源配置を参考にして線源を配置し、計算を行った。

本研究では輸送計算を行う人体モデルとして、治療を行う特定個人本人のデータではなく、不特定の集団を評価するための平均的体格をした人間のデータを用いた。このため、線源近傍の正確な吸収線量分布は臨床における治療計画装置ほどの精度では得ることができず、治療計画に適用することはできない。しかしながら、前立腺部に125Iシード線源を配置した場合の平均的日本人の全身臓器別相対吸収線量および実効線量を算出することができ、投与する放射線量によっては体内線量分布を算出し、被曝に関するリスクを考慮していく必要があることが分かった。

衝突予防支援方式の安全性評価に関する研究 Study on Safety Evaluation of the Collision Avoidance Support System

有村信夫、田中邦彦

平成17年10月

日本航海学会論文集第114号

内航船においては、少人数当直運航体制が実施されており、避航操船時の運航の安全性確保と見張り作業負担の低減が重要な課題になっている。

したがって、幅員海域の衝突事故を防止して、航行安全を確保するためには、衝突の危険性が発生した場合、操船者に衝突の危険性と衝突危険領域を認識し易いように表示して、操船判断支援情報を効率良く確実に伝達することが、衝突予防援助機能として重要である。

本研究は、衝突予防支援機能を向上するため、航行環境評価指標の要素に船舶の停止性能特性を取り入れて、衝突の危険性の高い避航危険領域を避けるために必要な回避幅情報を表示呈示する支援方式の安全性評価について検討した。

回避幅情報表示呈示支援方式の安全性評価は、操船シミュレータ上に設置されたARPAベクトル表示情報と回避幅表示呈示情報を見張り情報に用いて避航操船を行った時の、航行安全性の改善度を調べた。

考察の結果は、次の通りである。

- ①回避幅情報表示呈示方式による避航操船結果の航跡からは、ARPAベクトル表示方式に比較して、他船が侵入しない閉塞する避航領域が十分大きく形成されていて、衝突事故が発生していないので、避航操船判断の安全性が確保されている。
- ②回避幅情報表示方式を用いた場合の避航操船時の航行危険度は、ARPAベクトル表示方式の約22%に低減して、避航操船時の航行安全性が相対的には約78%改善する。(下図参照)

したがって、回避幅情報表示呈示支援方式は、衝突事故を予防回避すると共に、避航操船の危険度が低減して、航行の安全性向上に寄与するので、避航操船判断支援情報として有効である。

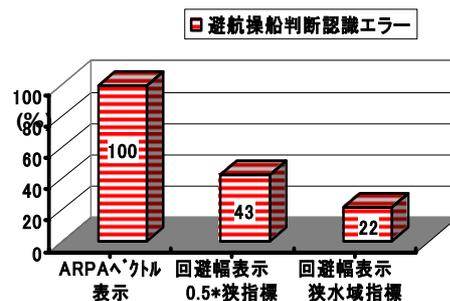


図 支援方式の避航操船危険度と安全性改善度

船舶用塗料の性能評価技術

Performance Evaluation Technology of Marine
Paint山根健次、勝又健一、林慎也、小島隆志、松岡一祥
平成17年11月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第1号

20世紀中に全面解決出来なかった環境対応・対策の一つにVOC(揮発性有機化合物)問題がある。船舶用塗料についてもこの対策が急がれているが、船舶用途には大きく、バラストタンク内や上部甲板用等の防食塗料と海生物付着阻止を目的とした船底防汚塗料があり、これらの用途別の塗膜性能確保はVOC対策塗料の如何に関わらず必須である。

低VOC船舶用塗料の開発が塗料メーカーや樹脂メーカーで進められる中、多種多様の試作塗料を合理的かつスピーディーに性能評価する技術も同時に求められている。ここでは防食塗料の性能評価技術として、特に重防食が要求されるバラストタンク内塗装を想定した環境促進試験である乾湿交番試験と上部甲板環境想定塩水噴霧試験および試験後の塗膜評価方法について、また、船底防汚塗料の性能評価として海生物付着を阻止する防汚物質(銅イオン等)の塗膜からの溶出試験について、当所で開発した性能試験装置を中心に紹介する。

環境促進試験は試験期間が長期に及ぶため、試験中のアクシデント(停電等)や試験装置そのものの耐食性や不純物溶出が問題となる場合があり、これらに対応するための方策について、また、溶出試験については一度に試験できる検体の数が従来方式では試験プロセスに多くの人手を要することから、2人の試験員で8本が限界といわれていたものを、合理化により20本まで可能とした方式等について述べる。



多数検体の試験を可能にした溶出試験装置

災害時緊急水上輸送システムの開発

一関東圏の大震災時における河川利用被災者輸送
需要の推計—Research and Development on Urgent
Transportation System under Disaster
Circumstance -Estimate of Passenger Transport
Demand by River at Great Earthquake in
Kanto District-勝原光治郎、間島隆博、坂本隆、大貫麻子
平成17年11月

第24回日本自然災害学会講演会論文集

防災計画のなかで従来あまり取り上げられていなかった、河川・沿岸域での水上輸送を積極的に活用し、緊急時の代替輸送のひとつとすることを提案した。これを「災害時緊急水上輸送システム」と称し、輸送に協力する船舶群、物資・被災者を積み降ろしする着岸壁、航路に障害がないかを確認するリアルタイム測量システム、および輸送シミュレータをもち最適運航管理をする水上輸送最適化システムで構成した。水上輸送システムは緊急物資と被災者輸送の両方行えるが、本報告では被災者輸送について報告する。

関東圏の大規模震災時を想定し、荒川・隅田川・小名木川水系を使って、東京湾に船籍をおく水上バスや屋形船で東京湾から埼玉県秋ヶ瀬までの範囲で水上輸送を行う。システムの役割を位置付けるためには、まず輸送需要がどのくらい発生するかという目安の数量を推計する必要がある。

阪神淡路大震災における交通障害は、主に鉄軌道系交通施設の被害が大きく復旧までに数ヶ月を要し、代替輸送はバスと船舶輸送が活躍した。被災後の道路交通量は、震災後1ヶ月で震災前の7割程度の水準まで回復し、震災後3日以内に5割以上の人が、また2週間程度で9割以上の人が通勤を再開している。

そこで、関東圏において次のようなシナリオを設定した。鉄軌道系交通機関は、被災後一週間から数週間では都心部の鉄道は一部区間が不通、全面復旧に数ヶ月を要する。輸送力やスピードなどが通常時よりも大幅に低下する。

このシナリオの下で目的別交通流動は次の3種類が想定される。①被災直後の帰宅流動、②徐々に回復する日常流動(通勤流動など)、③避難先への流動。①は水上輸送システム稼働前であり、③は②よりも1桁少ないので、①、③は省略した。②については、平常時の通勤通学交通量の推計をベースに、震災時に鉄道系の輸送時間が、3倍、且つ総交通量が70%となるとして、水上輸送システムの利用需要を推計した。通勤通学流動が最も多く、標準ケースとして約54千人/日と推計された。この人数をリバーステーション間のOD(発地着地間移動量)表にまとめた。これは災害時の輸送需要としてシミュレーション分析に用いられる。

Computation of Free-Surface Flows and Fluid-Object Interactions with the CIP Method Based on Adaptive Meshless Soroban Grids

ソロバン格子CIPを用いた自由界面を含む流体剛体連成問題の計算

滝沢研二

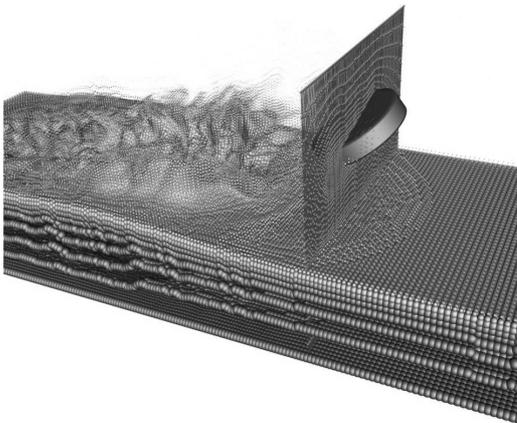
平成17年10月

研究集会報告集「浮体の流体力学に関する数理解析」

近年、自由界面を含む流体中での流体剛体連成問題に対する需要が高まってきている。CIP(Constrained Interpolation Profile/Cubic Interpolated Propagation)法ではこのような問題に対して直交格子を用いたアプローチが行なわれてきた。近年複雑形状や複雑海面を効率よく捉えるためにソロバン格子を用いる手法が開発された(下図)。

この手法は格子間隔を小さくすることで解像度を上げることができる手法の一つである。しかし通常格子間隔を小さくした場合、それに伴い時間刻みが制限される。そこで格子間隔に時間刻みが制限されないように、移流項にはセミ・ラグラジアン法、拡散項にはクランク・ニコルソン法を採用した。クランク・ニコルソン法は陰解法でCIP法の微分値を利用しない場合、ソロバン格子では一部に線形補間等を利用する必要があるが、ここに線形補間を利用すると解全体の精度が悪くなることがわかった。

そこで本手法では一回の繰り返しにおける前の微分値を利用したプリコンディショナを使って解を収束させる手法を提案した。これにより、時間刻みの大きなままでCIP法を利用し時間刻みを細かくした陽解法と同程度の精度で計算することが可能となった。また圧力項の陰解法にも同様の手法を採用しソロバン格子全体をCIP補間のみで構成することが可能となった。また繰り返し数は3回程度で十分収束することがわかった。



図表示は、格子点に密度の大きい球を配置した時の3次元ソロバン格子中の物体と水面のインタラクションを示す。

(76)

Measured Results of Oceanographic Observation by using "Takumi"

--- About Wave Condition ---

拓海による海洋観測結果

— 波浪状態に関して —

前田克弥, 大川豊, 田村兼吉

平成17年10月

ISOPE Ocean Mining Symposium, 2005

相模湾沖に設置した海洋肥沃化装置「拓海」に各種の計測機器を搭載し、海象データを観測している。本稿は、そのうちの波浪状態の推定結果について報告したものである。ここでは設置海域の方向波スペクトルを、うねりによるスペクトルと風浪によるスペクトルとに成分を分離することにより、これまでに提案されている種々の推定方法よりもより簡便な簡易推定方法を開発した。この簡易推定方法では1)うねり及び風浪スペクトルはJONSWAP型で表現できること、2)うねりは一方向波であること、3)風浪の方向分布関数は \cos^4 型で表現できること、を仮定している。これにより、推定すべきパラメータは、うねり及び風浪それぞれの有義波高、平均波周期及び波の主方向の計6つとなる。これらを変数として、求めた推定結果と計測結果とを比較検討した。波高及び波周期に関しては、うねり及び風浪ともに推定結果は観測結果と概ね良く一致している。うねりの方向に関しては、WWJapanとはやや異なるものの、ログブックとはほぼ一致する結果が得られた。下図のように地形状況を考慮すると、本簡易推定方法による推定結果はうねりについても妥当であることがわかる。

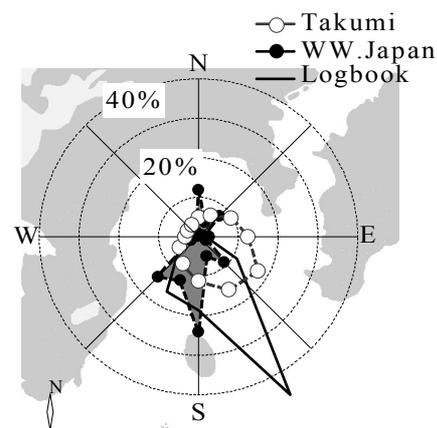


図: うねりの主方向に関して推定結果と観測結果の比較 (背景は拓海設置海域である相模湾の地形図)

災害時緊急水上輸送システムの開発
—震災時における水上輸送航路のリアルタイム測量
システム—

Research and Development on Urgent
Transportation System under Disaster
Circumstance -Study of the Real-time 3D
Survey System-

樋富和夫、間島隆博

平成17年11月

第24回日本自然災害学会講演会論文集

災害時に緊急物資を水上輸送する災害時緊急輸送システムが稼動する前に、河川の水深を調査し輸送船が安全に航行できることを確認する必要があるため、航路内海底障害物の探査システムとしてマルチビームソナー測深機の緊急時用システムを開発し、これを実船実験等で検証した。

緊急時における航路内障害物をマルチビームソナーにより測深する場合は、平常時の測量と異なりリアルタイム測量が重要な要件となるため、障害物が認識できる分解能と測量スピード(船速)の関係を明らかにする必要がある。

想定した障害物1.5m角、高さ1.5m(実際の護岸調査で測定された軽自動車の寸法)を河床に配置したシミュレーションでは、障害物寸法の2分の1以下の分解能でなければならないこと、また船速、分解能およびビームショット数との関係を明らかにした。

実船実験結果により、ピッチングの影響を考慮して分解能と船速を決定する必要があることを明らかにした。

更に、測量データをリアルタイムに水上輸送最適化システムのネットワークや防災対策本部へ提供するための送配信システムについても検討した。その結果、伝送した測量データを地図ソフトに表示した画像(下図)がリアルタイムに公開実験の本部へ配信されることが確認された。

本研究では、震災時における水上輸送航路のリアルタイム測量に重点をおき、シミュレーションと実船実験により船速と障害物を認識できる分解能等を検討した。その結果、リアルタイム測量が可能であることが実証された。



図 地図ソフトに表示した配信画像

斜流プロペラに発生するルート・キャビテーションと
エロージョン防止フィン

Root Cavitation on a Propeller Working in an
Oblique Flow and Anti-Erosion Fin

藤沢純一、右近良孝、川並康剛、山崎正三郎

平成17年11月

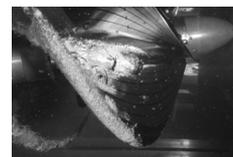
日本船舶海洋工学会講演会論文集第1号

高速艇プロペラは船体から斜めにつきだしたシャフトに取り付けられるため、ルート・キャビテーションの発生が避けられない。このキャビテーションは激しいエロージョンを起こすことが知られており、船主、造船所やプロペラ設計者の悩みの種となっている。このエロージョンを軽減する方法の一つとして、プロペラの前方に小さな“プレ・プロペラ・フィン(PPF)”を付けることが提案され、効果があること、そしてその低減メカニズムの一部が明らかになっているが、設計法が確立していない。

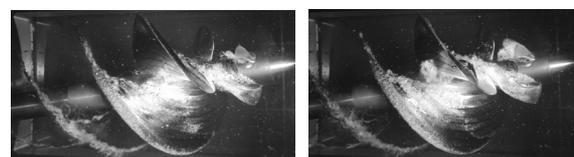
本論文では、設計法を開発するための第一準備段階として、実機でエロージョンが発生したプロペラの模型を用い、後流渦形状の計測、フィンの有無による斜流プロペラに発生するルート・キャビテーションの挙動を調べ、斜流プロペラ性能を計測した。またプロペラとフィンの幾何学的位相関係を変化させ、キャビテーション観測とペイントテストを行い、超高速ビデオカメラで撮影した映像と、ストロボを用いた写真撮影の結果を比較した。

これらの結果から次の結論を得た。

- ・斜流プロペラの場合、後流渦が均一流と異なり、流れと後流渦の干渉を考慮した後流渦のモデル化が必要であることを示した。
- ・クラウド・キャビテーションを抑えるためのプレ・プロペラ・フィンとプロペラの関係は単純ではないが、プロペラ効率が良く、耐エロージョン効果の大きな組み合わせがあることが判った。
- ・超高速ビデオでは時々刻々のキャビテーション崩壊の様子が判るので、エロージョンの強さを評価するには有効である。



プレ・プロペラ・フィンが無い状態



プレ・プロペラ・フィンを取り付けた状態
(幾何学的位相関係を変化させ装着)

環境負荷低減を考慮した電気推進システムの最適運
航制御技術に関する研究
—航海時の負荷変動に合わせた台数制御の影響—
Optimum Management for Electrical
Propulsion System for Reduce of
Environmental Impact -The Effect of Number
Control of Main Engines-

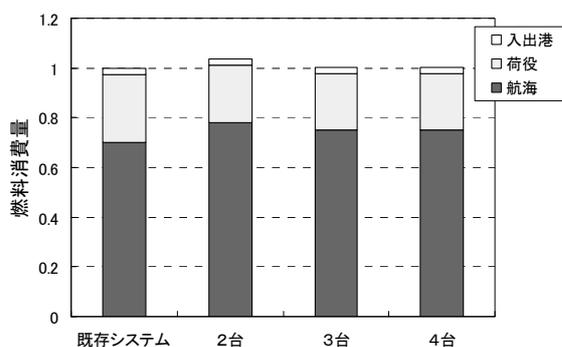
南佳成

平成17年11月

日本船舶海洋工学会講演会論文集第1号

電気推進システムでは、冗長性を保つために発電用主機が複数搭載され、船速制御が容易に実施できる特徴がある。船舶は波、風及び潮流の影響があつて負荷変動が大きく、航路、荷役スケジュールによって、航海毎に機関出力、航海速度が異なっている実態がある。そこで、電気推進システムが容易に出力・船速制御を実施できる特徴を生かし、運航スケジュールを維持しながら荷役、入出港時を含む航海全体の負荷変動に合わせて、台数・出力制御するとシステム効率の向上につながると思われる。

本論文では、電気推進システムのモデルを構築し、電気推進システムにおける搭載主機台数について総出力を同一として2台、3台、4台と3つのケースを想定した。シミュレーションにおける対象船はセメント船とし、当該船の代表的な航路を選定した。また、航路上の気象状況は航海日誌をもとに推定し、航海モードにおける気象状況による負荷変動も考慮した。本最適運航手法の有効性を確認するために、シミュレーションで航海モード、荷役モード、入出港モードにおける負荷変動に合わせて出力・台数制御を行い、燃料消費量を評価した。シミュレーション結果より、電気推進システムは搭載機関台数を適切に選定すれば、エネルギー伝達ロスも考慮しても既存のシステムと同等の効率を実現できることが分かった。今回は、電気推進システムによる船型改良効果等を考慮していないので、これらの効果を考慮すると既存システムと比較してさらなる効率の向上が期待できる。



図：推進システムによる燃料消費量の違い

波浪中復原力変動振幅及び平均値の推定
The Estimation of Amplitude and Average of
the Righting Moment Variation in Waves

小川剛孝、石田茂資

平成17年11月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第1号

著者らは、IMO(国際海事機関)で非損傷時復原性基準(IS-code)の見直しのための検討を行っている。近年、これらの安全基準の策定は、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では重要なリスクを3つのカテゴリに分類して検討を行っている。このうち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。

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重要となる。定常流体力の計算には船体から遠方での波振幅関数(Kochin関数)の推定が必要となる。しかし、ストリップ法を用いた波振幅関数の推定は、手法及び精度の両面から容易でない。本論文では、はじめに3次元影響及び前進速度影響を考慮して、論理的に定常流体力の推定が可能なEnhanced Unified Theory等の手法を用いる必要があることを説明した。

つぎに、著者らが柏木の方法にならない開発した定常横揺れモーメントの計算法を示した。この方法は、下図に示すような直交した平面で囲まれた検査面を考えることにより、円筒座標系の停留位相法ではなく、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ものである。

この計算法を用いて、正面向波あるいは真追波を航行する左右対称な船舶では定常横揺れモーメントはゼロとなることを確認した。さらに、パラメトリック横揺れや斜波中での大振幅運動のように縦運動と横運動の連成を無視できない場合にはゼロとならないことも明らかにした。このことから、定常横揺れモーメントを考慮した波浪中復原力変動の推定が重要であることが明らかになった。

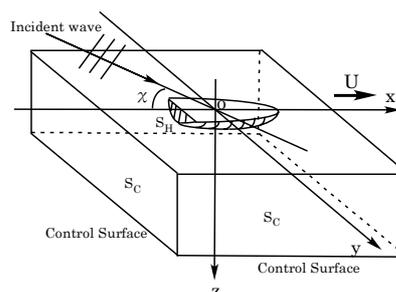


図 波浪中復原力変動推定のための直交座標系

波浪中船体応答の非線形性が短期及び長期予測に及ぼす影響について

The Effect of Nonlinearity of Ship Response in Waves on the Short and Long Term Prediction

小川剛孝、南真紀子、石田茂資

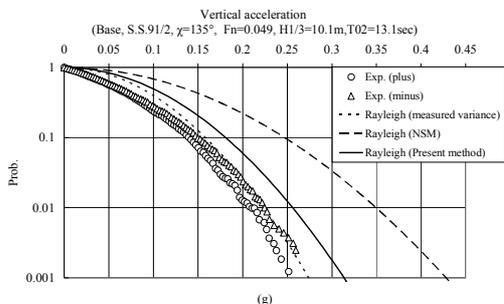
平成17年11月

日本船舶海洋工学会講演会論文集 第1号

著者らは、IMO(国際海事機関)で満載喫水線条約や非損傷時復原性基準の見直しをはじめとする安全基準策定のための技術的検討を行っている。近年、これらの安全基準の策定は、経験則にもとづく数値基準ではなく、機能要件化した基準を指向している。このため、短期または長期海象における耐航性能を評価する必要がある。一方、荒天中での大振幅動揺は波高に対して非線形性が強くなるのがよく知られている。このため、船舶の短期及び長期海象での性能に、この非線形性がどの程度影響を及ぼすのか把握する必要があると考えられているものの必ずしも明確にはされていない。

このことを背景として本論文では、はじめに著者らが開発した大波高中船体運動推定法について示した。本推定法は、非線形ストリップ法の考えにもとづき、時々刻々の水面下形状と波浪による流体力を考慮した時系列計算法である。また、Horizontal Body座標系を用いることで従来別の座標系で表示されてきた操縦流体力を取り込むことにも成功した。これにより、大振幅の回転運動を近似的に取り扱うことなく船体重心周りの6自由度の運動方程式を解くことができるうえに、従来までの同種の方法が困難であった斜波中での計算を可能にした。

つぎに、規則波中での周波数応答関数を実験値と比較することで推定法の検証を行った。海水打ち込みが激しく発生する大波高中では若干過大評価となるものの、時々刻々の水面下形状を考慮する本推定法により精度よい推定が可能であることがわかった。最後に、船体応答の非線形性が予測値に及ぼす影響を調べるために、不規則波中での超過確率を計算した。超過確率の分散値は、有義波高と同じ波高の周波数応答関数を計算して求めた。本推定法は実験値で計測した超過確率を良く説明する一方で、線形計算(線形ストリップ法)により求めた超過確率は実験値との差が大きくなった。このことから、大波高中では非線形性が超過確率に及ぼす影響が無視できないことがわかった。



本手法(実線)による上下加速度の超過確率と実験値(印)との比較(S.S.91/2、斜向波、フルード数0.049)

緩衝型船首構造の耐衝突性能

-第2報 油流出防止効果-

The Performance of Buffer Bow Structures Against Collision -2nd Report: The Effect in Preventing Oil Outflow-

遠藤久芳、山田安平、橋爪豊

平成17年12月

日本船舶海洋工学会論文集第2号

衝突されたタンカーからの油流出事故を防止するために、ダブルハル化に続く次の対策として、「緩衝型船首構造」が有力である。本研究では、緩衝型船首構造の設計ガイドラインを提供すると共に、実船舶の衝突事故シナリオを想定したFEMシミュレーション解析を実施してその効果を検証した。

衝突されたタンカーの内殻を破断して、油流出事故に至る危険を表す指標として、「衝突限界速度 $V_{B,cr}$ 」及び「衝突限界角度 θ_{cr} 」を導入した。さらに、種々の衝突事故シナリオを想定して、確率論に基づく「衝突事故時の油流出量期待値」を推定した。緩衝型船首及び標準型船首が衝突した場合について、限界速度、限界角度及び油流出量期待値の諸指標を比較検証しながら緩衝型船首の効果を定量的に明らかにした。

この検討の中で、衝突条件を表す3変数(衝突船の速度 V_B 、被衝突船の速度 V_A 、衝突角度 θ)に関して、内殻破断を発生させる閾値となる限界関数(解曲面)を導出した。この限界関数を利用することにより、少数の解析例から種々の衝突条件に対する内殻破断限界状態を推定することが可能となった。

標準的なVLCCを対象被衝突船として採り上げ、衝突船としてVLCC及びコンテナ船を想定して、緩衝型船首及び通常型船首が衝突した場合について、油流出量期待値を比較しながら緩衝型船首構造の効果を定量的に明らかにした。

以下の結論が得られた(下表参照)。

- (1) 衝突船をVLCCに限定すれば、緩衝型船首の採用により、油流出量期待値を約80%低減できる。
- (2) 扁平形状バルブを有するVLCC(Blunt)の場合には、緩衝型と扁平形状の相乗効果により、特に効果が大きくなる。
- (3) コンテナ船の場合には緩衝型船首の効果は小さい。

表 総ての危険船種に対する油流出量期待値

Striking Ship			Mean Oil Outflow	
Ship Type	Number	Ratio	S_i	S_{all} (m ³)
			Standard Bow	Buffer Bow
VLCC(Sharp)	162	19%	1089	528
VLCC(Blunt)	264	31%	815	0
Container	423	50%	3308	3077
Total	849	100%	2109	1634

高分解能地球観測衛星による船舶の観測
Observation of Vessels Using High-Resolution
Satellite Imagery

池本義範

平成17年11月

第39回日本リモートセンシング学会講演会論文集

高分解能衛星画像データは、従来の衛星写真等では見分けられなかった船舶も観測できる可能性があり、今後、海事分野での利用が期待されている。一方、東京湾を代表とする我が国の港湾では、レーダーやAIS等による交通管制システムが充実してきているが、今後急速な需要の見込まれる東アジア地域では、こうしたシステムは現在のところ、十分には整備されていない。各種統計より得られる船舶の通航量に関するデータは日々単位であり、それ以上の詳細が把握されていない。今後の東アジア地域の発展に伴い、急激な船舶通航量の増加が見込まれ、将来の効率的な物流システムや通行上の安全対策を検討するために出来る限り詳細なデータが必要である。

本研究の目的は近年、利用可能となった高分解能衛星画像より船舶を自動的に抽出し、その船種を判別して、隻数および進行方向と速度を調べるシステムを構築することにある。

本研究では、上記目的のために、最も高い可視光解像度を有する衛星の一つであるIKONOSの東京港、横浜港の画像データを用いた。まず、最初のステップとして、データ中の船舶画像を取り出し、その色彩について、特徴を調べた。さらに得られた色彩データと、画像から読み取った船舶の寸法を船舶統計データと合わせ、船種ごとに整理した。整理した結果から船種の区別が可能か試み、幾つかの船種については、判別が可能なが分かった。

Investigation of Dissolution Rate of CO₂ Drops
for CO₂ Ocean Storage

CO₂深海貯留のためのCO₂液滴の溶解速度の研究

中島康晴、城田英之、小島隆志、山根健次、
綾威雄、田村兼吉、波江貞弘

平成18年3月

Preprints of 231st American Chemical Society
National Meeting

火力発電所等の排ガスから二酸化炭素(CO₂)を回収し、水深3,500m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、流れの中におけるCO₂液滴の溶解速度を実験により検討し、さらに、理論的モデルから推定された溶解速度との比較を行った。

貯留されたCO₂液滴は常にハイドレート膜に被覆されているため、モデルには固体球と同様の物質移動係数を与えて定式化した。こ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、上記の液滴径の式に対してフィッティングし、溶解速度の実験値を算出した。

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。一方、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、溶解による液滴近傍のCO₂濃度の上昇が溶解速度を低下させることが示唆された。

(下図参照)

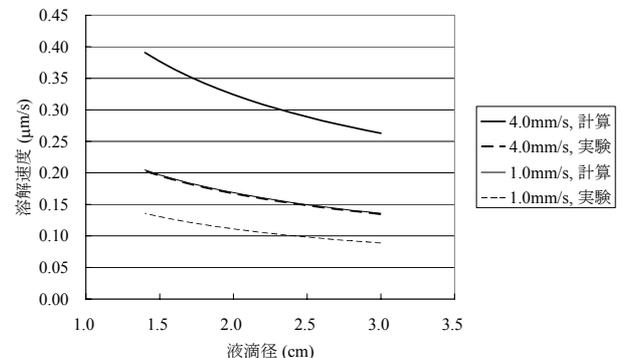


図 溶解速度の実験値と計算値の比較

角柱列を挿入した平行平板間流れの数値解析
(第2報、計算結果が一意性を持つ場合の判定条件)

A Numerical Investigation of Flow in a Channel Obstructed by an Array of Square Rods (2nd Report, Investigation of a Criterion for Judging the Uniqueness and Validity of Numerical Results)

村田裕幸、澤田健一、鈴木健二郎
平成18年3月
日本機械学会論文集(B編)第72巻715号

非定常性を持つ二次元流れにおける熱伝達は、定常流下の熱伝達より良好なことから、実際上の重要性が少なくない。本研究では、平行平板間流路に複数個の角柱を流れ方向に等間隔で挿入した非定常流れに対し、流れ方向の周期境界条件を適用した二次元非定常数値解析を実施した。前報では、計算領域の大きさによらず解が一意に定まる場合と、計算領域の大きさにより計算結果が変化して解が一意に定まらない場合とがあることを見出し、流れ場の幾何学的最小周期単位領域(以下、単位領域)を計算領域として周期境界条件を用いて計算を行う場合には、限られた流動条件でのみ計算結果が物理的妥当性を持つことを指摘した。

本報では、計算領域に単位領域をあてて計算を行っても、計算結果が物理的に妥当とされる場合の流動特性を吟味するとともに、計算領域寸法を変えても同一の解が得られる解の一意性の判定条件について検討を行った。

まず、計算結果の一意性と流れ場の特性量との関連について検討し、解が一意性を失う場合、計算結果には低周波の不規則変動速度成分が顕著に現れることを見出した。また、角柱列を挿入した本研究の流れ場が、単一の角柱を挿入した流れ場とは異なり、変動速度強さの空間不均一が小さいことを指摘した。さらに、変動速度の運動エネルギーの空間平均値を指標として計算結果の一意性の整理を行い、閉そく比、配列ピッチを考慮した平均流と速度変動の時間スケールの比、及び流路レイノルズ数によって計算結果の一意性が判別できることを明らかにした。また、この時間スケールの比が、流れ場の幾何形状から定まる指標と関連づけられることを見出し、計算結果の一意性判別をこの幾何形状のパラメータと流路レイノルズ数とにより再整理することにより、着目した流れ系に対して試行的数値解析を行うことなく計算結果の一意性存在条件を予測できることを示した。

ミリング助剤を炭素供給源とするTi/Al複合粉末を用いたチタンアルミニド-炭化物複合溶射皮膜の作製

Titanium Aluminides Based Composite Coatings with Fine Carbide Dispersoids Produced by Reactive Spraying of Ti/Al Powders Containing Carbon

村上健児、石川寛、中嶋英雄
平成17年11月
高温学会誌 31巻6号

反応性溶射は、化学反応を利用して化合物を含む皮膜を作る溶射法である。本研究では、これまで考慮されていなかった有機溶剤を溶射原料の一つとして用いる方法を提案した。

チタン粉末とアルミニウム粉末をボール・ミリングしてTi/Al複合粉末を作るときに、ミリング助剤として用いる有機溶剤が分解して溶剤中の炭素が複合粉末中に取り込まれることを著者らの2人は報告している。この現象を積極的に利用し、一分子中の炭素原子数が異なるいくつかの有機溶剤を使うことによって、種々のアルミニウム含有量と種々の炭素含有量を持つ複合粉末を作製した。この複合粉末を軟鋼基材上に減圧プラズマ溶射すると、高温弾性率の高いチタンアルミニド皮膜が反応生成するとともに、皮膜中にはサブミクロンサイズの炭化物が均一微細に生成・分散することを明らかにした。下図に複合粉末の炭素含有量と皮膜に平衡状態で含まれるTi₂AlCの量(計算値)の関係を示す。本研究では有機溶剤としてメタノールを用いたときに炭化物量は約5vol.%で最も少なく、キシレンを用いたときに最も多い約15vol.%であった。

基材を高温に保ちながら溶射した皮膜では、基材温度が低い場合に比べて気孔などの欠陥が少なく、また含まれる炭化物は極めて微細である。このため、前者の皮膜の方が高い硬さを持つ。HIP処理を施したこの皮膜の硬さは、皮膜のアルミニウム含有量 (31.9-37.4mass%) にほとんど依存せず、炭化物量が多いほど硬さは高い。

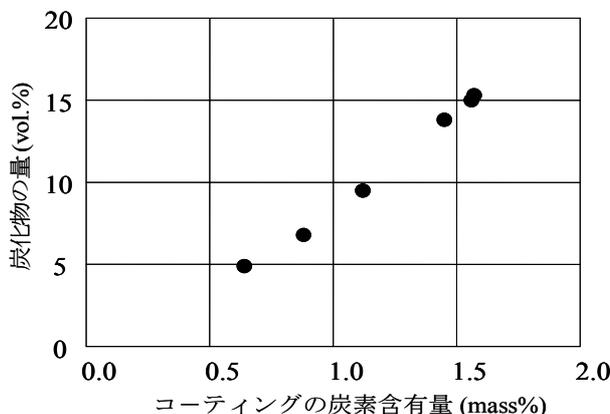


図 8 コーティング皮膜の炭素含有量と炭化物の量(計算値)

日本近海の波と風の統計的性質
Statistical Characteristics of Winds and Waves

Around Japan
辻本勝、石田茂資
平成18年1月

日本船舶海洋工学会論文集第2号

日本近海の波と風の統計情報を発現頻度表の形に整理し、日本近海の波と風データベースを構築した。このデータベースは、海域を緯度・経度0.5度間隔に、期間を月別に区分し、整理したもので、有義波高、有義波周期、卓越波向、平均風速、平均風向の5要素からなり、各2要素の発現頻度表及び有義波高-有義波周期-卓越波向の3相関発現頻度表が使用できる。このデータベースを用いて、日本近海の波と風の統計的性質について以下の検討を行い、本データベースの有効性を確認した。

1. 日本近海の波と風データベースと、これまでに公表されている他データベースとの比較を波高、波周期、風速の超過確率及びSR108船型の船体中央部縦曲げモーメントの長期予測により行った。太平洋側に比べ日本海では、使用するデータベースにより波高の超過確率及び長期予測値のばらつきが大きいことが明らかとなった。各データベースで閉鎖海域の影響の取り入れ方にそれぞれ差異があり、それが太平洋側に比べ日本海での波高の超過確率がばらついている一因となっている。このことから、特に日本海のような閉鎖海域ではデータベースの特徴を捉えて利用することが重要である。
2. 日本近海の気象、海象の平均的な傾向、比較的荒れた状態の傾向を調べた。その結果、平均風速は房総半島東方海域で大きく、日本海では北海道西方、東シナ海では台湾北方海域でピークを有すること、三陸東方から房総半島東方強風海域が広がっていること、有義波高は、房総半島東方で大きく、日本海では津軽海峡西部に有義波高のピークが存在すること、沖縄南東海域は荒れやすい海域であることが明らかとなった。
3. 航行区域における気象、海象を超過確率により評価した。特に、瀬戸内海の紀伊水道南部ではうねりの影響により、瀬戸内海の他の海域とは海象の特性が異なることが明らかとなった。

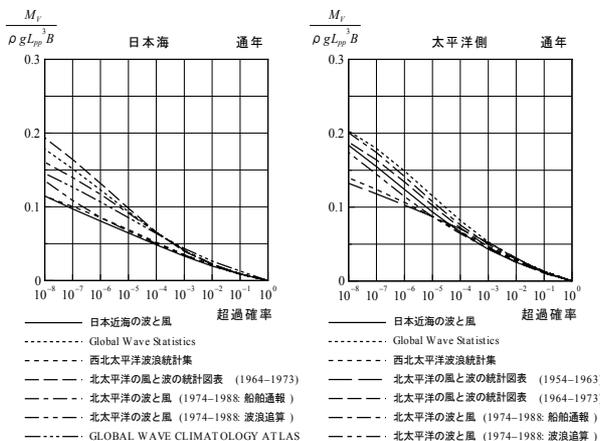


図 各データベースを使用した船体中央部縦曲げモーメント M_y の長期予測値の比較

深海水槽

Deep-Sea Basin

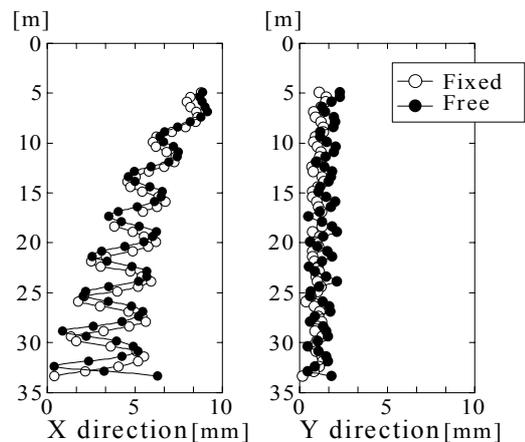
前田克弥、田村兼吉

平成18年1月

日本船舶海洋工学会誌 「咸臨」

本稿は、深海水槽に備えられている吸収式造波装置、潮流発生装置及び3次元水中挙動計測装置の性能や完成当初に抱えていた問題点とその改良点について言及し、これまでに深海水槽に於いて行ってきた実験のうち、ライザー管の強制動揺試験、海洋肥沃化装置「拓海」の取水管模型試験及び可撓式タワーの模型実験について実験方法及び計測結果例を紹介している。

吸収式造波装置については水槽内の波高分布、造波時間による波高及び位相差の変化、多方向不規則波のスペクトル及び方向分布関数について検討を行った。計測結果から、短周期波の吸収性能において造波板と吸収すべき波との位相差による問題が明らかとなったため、計算プロセスの変更を行い、その改善を行った。潮流発生装置については、水槽中央部において計測を行ったところ、特に上部潮流発生装置を用いて発生させた潮流が3次元的な流れとなっており、安定した潮流が生成出来ていないことが明らかとなった。そのため、上部潮流発生装置の吹き出し口の改造を模型実験を通して行った。その結果、非常に安定した流れを生成することが可能となった。現在、この考え方を元に下部潮流発生装置の改造及び増設を行っている。また、3次元水中挙動計測装置については、装置自身ではなく、水の透明度が低いことや画像背景となる水槽壁面や各構造物が水中ライトにより光るため、模型に取り付けたマーカーの計測(追尾)を安定して行うことが困難であった。そのため、濾過装置の導入や水槽壁面等を黒色に塗装するなどの対策を行い、現在では安定して計測が行えるようになっている。



図：ライザー管強制動揺試験結果例

(○：下端固定，●：ハングオフ状態)

実験条件：X軸方向へ振幅20mm，周期1.89秒で加振
横軸はX軸及びY軸方向のライザー模型の振幅分布[mm]。縦軸は水深[m]

珪藻土を用いた高性能遮蔽材の開発

(1)遮蔽素材としての適性

Development of High-Performance Radiation
Shielding Material with Diatomite

(1) Superior Nature as Shielding Material

村上英樹、小林祐記、大島洋紀、小田野直光、
澤田健一、大西世紀、近内亜紀子、奥田博昭、
村木克行
平成18年3月

日本原子力学会2006年春の年会要旨集

珪藻土は、植物プランクトン(珪藻)の遺骸が深海や湖底に堆積して形成された岩石で、特に、遠洋で形成された物は陸源性碎屑物を含んでおらず、植物プランクトン自体も元素フィルター役目を果たすため、特定の元素で構成される。その組成は、 SiO_2 (80.00wt%)、 Al_2O_3 (8.38)を主成分とし、他に、少量(wt%)のTi、Mn、Mg、Ca、Na、K、Fe、H、C、B、N、微量(ppm)のBa、Be、Cu、La、Li、S、Sc、Sr、V、Y、Yb、Zn、Zrを含む。珪藻土は、植物プランクトンの化石であるため、有機体が分解除去された場所が空隙として残り、非常に広大な比表面積を持つ(約 $64\text{m}^2/\text{g}$)。また、堆積環境が還元性であり、 SiO_2 を主成分とするため、その表面には、シラノール基が形成され、多数の水素が結合している。さらに、吸湿性も良いことから多数の水素原子を保持していることが予想され、高い中性子遮蔽効果が期待できる。そこで、本研究では、この珪藻土の高い水素含有量及び既知の性質、さらには、新たに得られた知見に基づいて、珪藻土の放射線遮蔽素材としての適性を評価する。

珪藻土は、その体積の半分程度まで水を含むことが可能なため、中性子を主体とする放射線漏洩事故が起きた場合は、珪藻土を充填した土嚢を放射線源の周囲に積み上げ、それに散水するだけで高性能中性子遮蔽材となる。また、予め珪藻土にホウ酸を吸着させておけば、二次ガンマ線の発生を抑制することもできる。さらに、放射化しにくく、再利用が可能であり、多孔体のため、ホウ酸の再添加も容易である。また、金属添加が可能なることから、中性子・ガンマ線同時遮蔽材も作製できる。以上の様な珪藻土の特性は、これから設置需要の急増が予想される病院の小型加速器の遮蔽壁など、頻繁な設置及び解体が必要な遮蔽材への利用が有望であることを示唆し、産業廃棄物の減量化が期待できる。

珪藻土を用いた高性能遮蔽材の開発

(2)遮蔽性能評価

Development of High-Performance Radiation
Shielding Material with Diatomite

(2) Evaluation of Shielding Performance

小田野直光、近内亜紀子、澤田健一、大西世紀、
村上英樹、村木克行
平成18年3月
日本原子力学会2006年春の年会要旨集

当所では、秋田大学、中央シリカ株式会社と共同で、珪藻土を用いた高性能遮蔽材の開発を実施している。珪藻土は、水素等の中性子遮蔽効果を有する元素を含有している。さらに、多孔体であるため放射線遮蔽効果向上のための元素添加が容易であることに加え、高い耐熱性を有している。珪藻土の表面にはシラノール基として無数の水素が結合している。また、珪藻土は空気中の水蒸気を吸収しやすいので、内部の空孔表面は吸着水層で覆われている。このように、珪藻土の水素含有量が多いことから、珪藻土を中性子遮蔽材として活用することを検討している。そこで、本研究では、中性子遮蔽材として有望な珪藻土遮蔽体の中性子に対する遮蔽性能を実験により評価した。

実験は、当所遮蔽実験室で実施した。中性子線源として ^{252}Cf (平成13年10月の強度:468MBq)を使用し、中性子検出器として、レムカウンタ(アロカTPS-451BS)を用いた。試料としては、①珪藻土(切り出しブロックを成型したもの)、②水含有珪藻土(①の試料に水を含有させたもの)、③クリストバル岩(粒状)、④クリストバル岩(レンガ状)を使用した。また、参照とするため、普通コンクリート(⑤)についても、測定を行った。試料のサイズは試料③、⑤は縦、横80cmで厚さ5cm、それ以外の試料は縦、横30cmで厚さは5cmである。

珪藻土単独では、中性子遮蔽性能は普通コンクリートと比較して、あまりよくないが、水を含んだ珪藻土の遮蔽性能は、コンクリートとほぼ同じであることが明らかとなった。珪藻土は吸湿性があり、また、多孔体であることから、ホウ素や中重核元素を容易に添加できるので、遮蔽性能を高めることが可能である。今後、種々の元素を添加した珪藻土遮蔽体を作成し、引き続き遮蔽性能試験を実施していく予定である。さらに、モンテカルロ計算コードを用いた実験の解析と、種々の元素を添加した際の遮蔽性能の予測を行い、用途に応じた遮蔽材の設計を検討していく。

米国NOAAでの油流出対策とリスク評価
—沈船の潜在的危険性—

The Countermeasure of Oil Spill and Risk
Assessment in the U.S. NOAA
—Potential threats of Wreck Vessels—

黒田貴子

平成18年1月

海上防災事業者協会「海上防災」

本原稿は油濁防止の先進国である米国で海洋での油、化学物質流出対策を取り扱うNOAAの組織体制、対策及び支援ツールについてまとめたものである。その中でも特に海底に汚染源がある場合、例えば沈船や墜落した飛行機、パイプライン、放置された油田の源泉など油や有害物質の流出の潜在的可能性を持つものに対する管理体制に焦点を当てて紹介する。

米国海域内で報告されている沈船の数は150,000隻を超えており、油流出の潜在的危険性が指摘されている。この沈船問題に対応すべく開発されたツールが RUST(The Resource and UnderSea Threats)である。これは沈船の位置、目視による船体の腐食程度、船体構造などの調査結果や沈船の状態に影響を及ぼす周辺環境の調査など沈船の潜在的流出危険度評価を、GISを用いて表示するものである。沈船の様子の一例としてトリニダード・トバゴ沖水深38mにある沈船の写真を下に示す。さらにこのツールでは沈船の環境への潜在的危険性、環境リスク評価も行っている。船体の状態、沈没位置の正確さ、残存油、積荷の種類など、リスク評価項目を設けて環境への潜在的リスクを数値またはリスクレベルで評価している。

油流出事故が発生した場合、生物、環境被害とその経済的価値を定量的に把握できる評価手法が必要になる。米国ではOPA'90(1990年米国油濁法)とCERCLA(スーパーファンド法)で油や有害物質の流出事故がもたらす経済影響を定量的に評価するために、自然資源被害評価モデル、NRDAM (The Natural Resource Damage Assessment Model)を開発した。これは被害を受けた自然資源、環境の回復作業の費用と、回復する間の経済的被害額を足し合わせて損害額を計算する評価手法である。

このように米国では未然防止、事故対応のために多くの投資をしており、海底に沈む沈船の潜在的危険性まで視野に入れて対応している。また法律に裏付けされた緊急時対応計画を準備しており、周到な事故対策措置を配備している。その特徴は地域住民の利益や自然環境を重視し、緊急時対応計画の策定の段階で考慮していることである。



沈船の様子(トリニダード・トバゴ水深38m)

Research on Development of
a Non-Destructive Crack Inspection System
by Using Magnetic Properties

磁気特性を用いた非破壊検査システムの
開発に関する研究

橋本聖史、大沢直樹、田中義照、澤村淳司、
和田裕紀、森秀之

平成18年5月

The Proceedings of the 16th International Society
of Offshore and Polar Engineers Conference

著者らは、船体構造部材のき裂損傷検査のための、非破壊検査システムとして、ペイントの除去等の前処理が不要、表面部に加え裏面部の検査も可能、人体に無害といった特徴をもった磁気特性を用いたき裂損傷検出システムを試作した。これまで、平板試験片を用いた計測試験並びに数値磁場解析を行い、ペイントを有する場合でもき裂検出可能、表面き裂・貫通き裂ともに検出可能、表面部・裏面部ともにき裂検出可能との結果を得ている。本論文では、開発した非破壊検査システムを用いて溶接継手試験片のき裂検出を試み、その適用性を検討した。

き裂検出のための磁気センサを図1に示すが、計測対象部に磁束を与える励磁コア(磁束密度 B_0)、及び、き裂の存在による磁束の乱れを検出するピックアップコア(磁束密度 B_m)より構成される。

突合せ継手の疲労試験(片振り引張)において計測された、き裂深さと磁気パラメータ B_m/B_0 との関係を図2に示す。き裂深さが4 mmを越えたところで、明らかな磁気パラメータの変化が見られており、溶接継手に対しても本システムによるき裂検出が可能であることが明らかになった。

なお、昨年11月に発行されました日本船舶海洋工学会講演会論文集第1号においても、同様の論文が掲載されております。

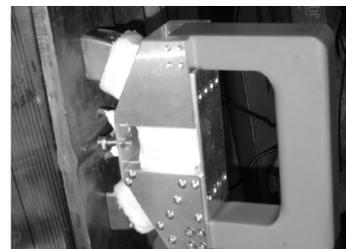


図1 突合せ継手での計測状況

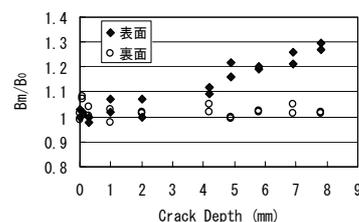


図2 き裂深さと磁気パラメータの関係

実海域性能を考慮した航海計画システムの開発
一気象海象の予測精度が航海計画に与える影響一

Development of a Weather Adaptive
Navigation System

-Influence of Weather Forecast-

辻本勝、谷澤克治

平成18年1月

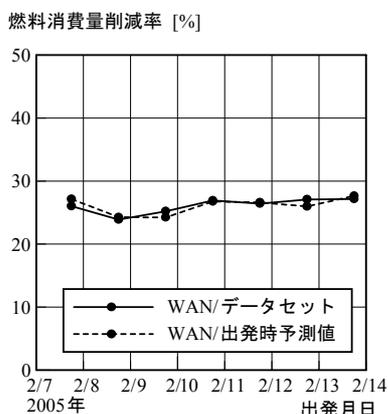
日本船舶海洋工学会論文集第2号

船舶の燃料消費量を低減させるための航海計画システムには航路選定だけでなく、定時性を確保しつつ船速を調整する機能を有する必要がある。そこで、燃料消費量を低減させる航法を求める海象適応航法 (WAN: Weather Adaptive Navigation) を新たに開発した。今回は安全性の観点から、船首部上下加速度を用いて運航限界を判定し、基準以下となる様に条件を設定した。

シミュレーションは、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。シミュレーションに使用した気象海象予測は、1日1回、緯度経度2.5° 間隔、予測時間間隔6時間(192時間先まで)のデータであり、風波(波高、波周期、波向)、うねり(波高、波周期、波向)、風(風速、風向)の8要素からなる。海流データはパイロットチャートを電子化したものを使用した。船体応答は、日本造船研究協会第244研究部会の計算アルゴリズムを基に短期予測を行いデータベース化したものを使用した。

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、(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、一例ではあるが、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、気象海象予測値は時間と共に更新され、一般に精度が向上する。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、(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、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：WANによる燃料消費量削減率

船

底防汚塗料と海洋環境

Antifouling Paints from Viewpoints of
Marine Environment

千田哲也

平成18年1月

KANRIN 第4号

(日本船舶海洋工学会誌)

船体表面にはさまざまな生物が付着し、流体抵抗を著しく増大させる。そこで、船舶には生物付着を防止する防汚塗料を塗装するが、この塗料はバイオサイド(生物殺傷物質)を含有し、海洋環境に与える可能性がある。本稿では、海洋環境影響評価の観点からみた防汚塗料問題の現状と展望をまとめた。

1960年代に、塗料樹脂の加水分解反応によりトリブチルスズ (TBT) が活性物質として海水中に溶出する防汚システムが開発された。効率的な防汚機能の作用だけでなく、塗膜表面が自己研磨作用により平滑に保持されるという、画期的な防汚塗料であった。しかし、TBTなどの有機スズ化合物は海水や底泥に残留しやすく、環境影響を引き起こした。わが国では1990年頃からの造船所での使用中止を経て、1990年代半ばに製造・輸入が完全に中止された。国際的には、国際海事機関(IMO)で、2001年10月に有機スズの使用を禁止するAFS条約が採択された。その付帯決議として、非スズ系防汚物質についても環境影響評価手法の開発や認証制度の確立を推進することが求められている。

本質的に毒性を有することが避けがたい防汚物質では、海洋環境への影響評価が必要である。使用量が増えると環境影響が顕在化しやすいため、リスク評価に基づく環境影響評価が必要である。防汚塗料では、生態系に対して影響がないと予測される濃度(PNEC)と、環境中濃度の予測値(PEC)の比PEC/PNECの値を評価するのが普通で、1を越える場合には影響が懸念されることを意味する。高精度のPECとPNECの予測手法は、学術的にも技術的にも確立していない。欧米ではリスク評価に基づく認証制度があるが、わが国は新規防汚物質を含む包括的な制度の確立では後れている。一つの問題点は認証に要するコストで、市場規模を考慮すると、過剰に厳しい要求は新製品の開発意欲をそぐことにもなる。海洋環境保護を基本に据えつつ、環境影響を低減する意欲的な新製品開発にも配慮した制度を検討すべき時期にある。

防汚システムの開発には、まだまだ多くの課題と可能性がある。塗料合成だけでなく、付着生物学、海洋生態学、環境化学、分析化学、船舶流体力学等の多くの分野にまたがる問題であり、戦略的な取り組みが必要である。今後の課題として、防汚物質の環境影響を的確に評価する手法の確立、環境への負荷のより低い物質の探索があり、船体抵抗低減の観点から、単なる生物付着防止ではなく、船体抵抗の一層の低下を目指す防汚システムの開発という視点が重要である。

ポッド推進器の水槽試験法
 Model Test of Podded Propulsion System
 佐々木紀幸
 平成18年1月
 日本船舶海洋工学会 学会誌 「KANRIN」

ポッド推進器は、開発の最終フェーズとなっているスーパーエコシップにも採用された新しい推進システムであるが、その水槽試験法や実船性能推定法には、まだ十分に確立されているとはいえない要素が残されている。本解説では、ポッド推進器に関する種々の水槽試験を紹介すると同時に、そこで発生する問題点や注意点について述べている。また、海技研で開発された計測方法についても他機関と比較して、その長所を述べることで、ポッド推進器の試験法としての今後のあるべき方向性を示した。

さらに、スーパーエコシップで採用されるハイブリッドCRP型ポッド推進器の解析方法についても図2に示すように概略の解析フローを示した。

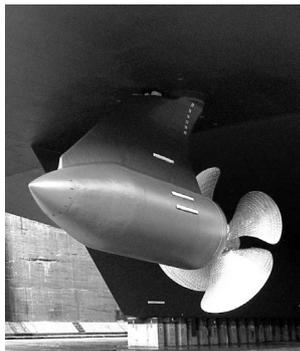


図1 世界最大級のポッド推進器 (20MW MERMAID)

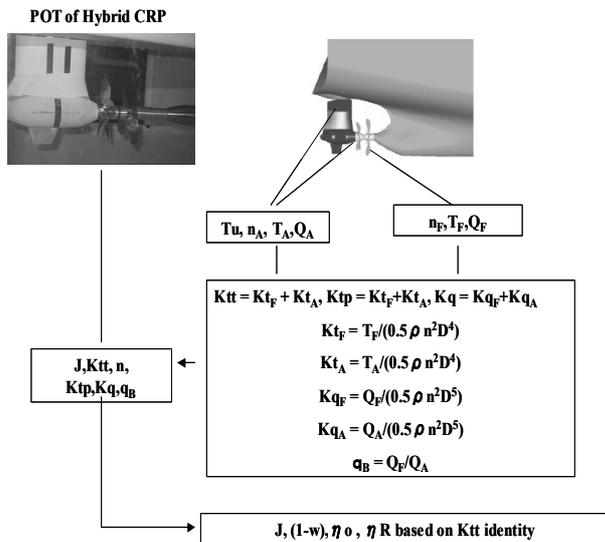


図2 ハイブリッドCRP型ポッド推進器の解析フロー

玉形弁の弁体脱落事故原因の解明
 The Rotation Mechanism of Valve Disc in
 Globe Valves
 伊飼通明、畑中哲夫
 平成18年4月
 バルブ技報 Vol.21 No.1

玉形弁の弁体は閉止性能を高めるために弁棒に固定せず、回転自由の構造となっている。このために玉形弁の1次側にエルボを設けた配管系の場合、弁体が回転して弁棒との摩擦により弁体が脱落し、弁が制御不能に陥る事故が報告されている。そこで、弁体が回転するメカニズムを明らかにすべく、図1に示す実験装置を用い、弁体に作用する回転モーメントの計測を行った。実験は回転モーメントの値が小さいことから合成樹脂の弁棒を用いて行った。一方、弁体が回転するためには、弁体と弁棒との摩擦力以上のモーメントが作用することから、弁体が回転し始める初動トルクの計測を行った。これらの実験結果を図2に示す。弁体回転実証実験より流速3m/s、弁体開度27mmで最高回転数を確認したことから、この範囲で比較して見ると弁体回転モーメントより初動モーメントの方が大きな値であるが、流体が流れている時は弁体が振動していることから、初動モーメントより低い値で弁体が回転したものと考えられる。他方、流体解析からも一定方向に弁体に回転モーメントが作用していることが解った。



図1 弁体回転実証実験装置

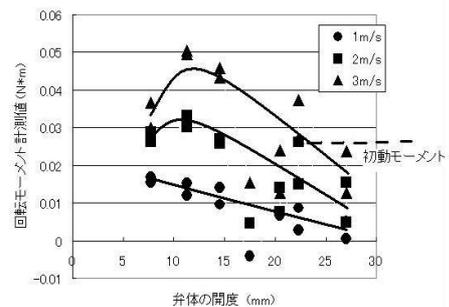


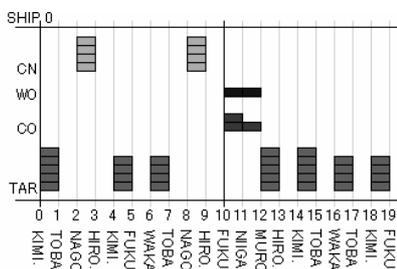
図2 回転モーメント値と弁体開度の関係

遺伝的アルゴリズムを用いた
不定期船の配船計画作成に関する研究
Study on Tramper Allocation Planning
Using Genetic Algorithm
松倉洋史、渋谷理、勝原光治郎、大和裕幸
平成18年1月
日本船舶海洋工学会論文集 第2号

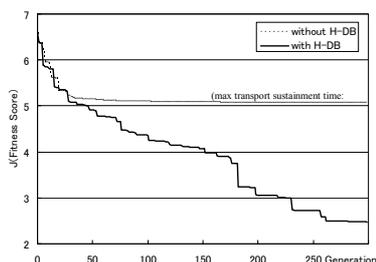
不定期船輸送における配船計画は、輸送の効率性・安定性等に大きく影響する上、考慮すべき要素の多い、非常に重要かつ困難な作業である。しかし、データ収集・表示・編集等で一部IT技術が用いられているものの、配船案の考案自体はほとんどが人手により行われている。仮に、コンピュータを利用して優れた配船計画を自動で作成することができれば、作成作業の効率化、ランニングコストの抑制等、多様な面で輸送の効率化・高度化が可能である。しかし、実務で対象とする輸送システムは非常に複雑かつ大規模であり、全国規模の配船作業をコンピュータ上のアルゴリズムに置き換え、実用的時間内に解くのは困難である。

本報告では上記困難を解決するため、遺伝的アルゴリズムの枠組みを用いると共に、各染色体の評価にシミュレータを用いることとした。配船アルゴリズム及びそれを実現するためのシステム開発の後、小規模な輸送モデルを対象に配船を自動生成して特性を把握した後、実船社を対象とした輸送モデルを用いて配船計画を自動作成し、本手法の有効性を検討した。その結果、以下が分かった。

- (1) 実船社を対象に不定期船の配船を自動で作成するには、本件で用いたアプローチは有効と期待できる。
- (2) 探索性能を向上させるには、配船定石データベース (Heuristic Data Base: H-DB)を導入することが非常に効果的であり、課題の困難度によっては利用が不可欠な場合もある。



配船例(部分) (実船社モデル)



評価関数成長曲線(小さい方が好成績) (実船社モデル)

CIPソロバン格子による船舶シミュレーション
Ship Simulation with the Soroban CIP Method
滝沢研二
平成18年1月
第55回論理応用力学会講演会集

荒天下の船舶シミュレーションは自由界面の大変形のため計算時間がかかり多くの結果が無い。しかし、近年各地で観測・目撃されているフリーク波と呼ばれる大波のため大変形を含む船舶シミュレーションの需要が増大している。そこで、もともと自由界面の計算の得意なCIP(Constrained Interpolation Profile/Cubic Interpolated Propagation)法とソロバン格子という効率の良いメッシュ生成法を利用して荒天下の船舶シミュレーションを目指している。この手法は拡散項にはクラック・ニコルソン法を採用し、移流項にはsemi-Lagrangian法、圧力の計算にはMAC法をベースとするCCUP法に準拠する計算手法を採用した。大きな時間刻みでの精度向上を目指し、ニュートン・ラプソン法に基づく非線形繰り返しを導入している。単位時間ステップ刻み中の船体運動が大きい場合それに伴い船体周りの圧力は大きく変動するが、この圧力変動を、単位時間ステップにつき2~3程度の非線形繰り返しを行うことで精度を上げ安定させることが出来た。

計算格子は船体からの距離と界面からの距離で自動的に決めることができる。船体周りの格子密度を高めることで船体周囲における流れの精度を確保し、そのほかの領域は船体に影響を与えるに相当する程度の流れを計算できれば良いと考えている。下図は格子配置の例である。

今後は計算の信頼性の評価を行っていきたい。

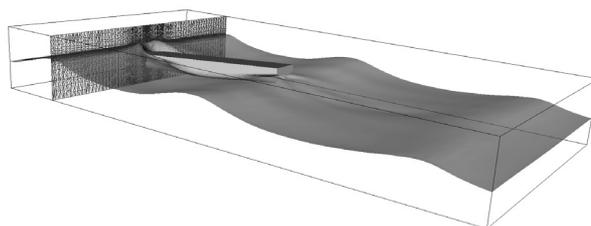


図 計算例

シビアアクシデント時の気泡急成長による水撃力 (第6報：水撃荷重と水塊のコヒーレント性)

Waterhammer Caused by Rapid Gas
Production in a Severe Accident
(6th Report : Waterhammer Load and
Coherency of Water Slug)

稲坂富士夫、安達雅樹、綾威雄、村田裕幸、成合英樹

平成18年3月

2006日本原子力学会春の年会要旨集

軽水炉のシビアアクシデント時の蒸気爆発等による格納容器内プール水中の気体急発生によってコヒーレント性(水塊運動の同時性、同方向性)を持つ水塊運動が生じるなら、格納容器内構造物には多大な水撃が作用することになる。本報では、水塊運動による水撃荷重をロードセルで計測した結果と水塊のコヒーレント性について報告する。

実験装置は、模擬格納容器の内径が0.428mの小型装置を改造し、容器の中程に水撃荷重を受ける模擬構造物として0.4mφの水塊衝突板と定格容量1000kNの圧縮型ロードセルを新たにに取り付けた。気体急発生は、プール水中に高圧空気を放出することで模擬されるが、実験パラメータは、放出空気圧 $P_0=0.5, 1.0, 2.0\text{MPa}$ とし、プール水位 H_0 は水塊荷重がロードセルの定格容量を超えない0.75m程度とした。

実験結果の一例として、図-1に $P_0=2.0\text{MPa}$ 、 $H_0=0.765\text{m}$ の場合の容器内壁と空気供給管にセットした圧力変換器(a)、及びロードセル(b)の過渡応答を示すが、本ケースのような気泡急成長による水塊の水撃圧と力積は共に、管内に適用にされる水撃式による値の約35%となることを明らかにした。この結果は、気泡上端から水面までの水塊が、100%のコヒーレント性を持たないことを意味し、その要因は水塊内の速度ベクトル分布が均一でないことによるであろうことを示した。

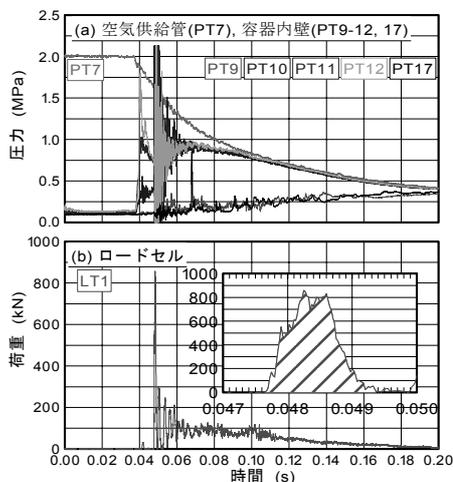


図 各センサーの過渡応答

The Creation of Logistics Databases in Asia

アジアにおける物流データベースの作成

勝原光次郎

平成18年1月

日・中・韓間の海上物流需要と新サービス創出に関する

国際シンポジウム論文集

アジアは世界経済の成長センターであり、FTA条約批准や、将来ひとつの経済共同体になるのが良いとの声が年々大きくなっている。しかし、現実には物流が非効率なことも一因して経済的繁栄はまだ不十分であり、物流データベースが欠落しているため物流政策が展開できていないという局面もある。それは物流データベースとその解析技術があれば、現状の物流システムのボトルネックを探し、改善策を示すことや、最適システムを提示することができるからである。そこで、アジアの物流データベースを協調して作成することを提案した。

まず、データベースを持つと何か良いことがあるかを示すため、データベースを用いた物流解析の実例を示した。国土計画のための国内物流需要予測、フェリー・RORO船航路診断、物流シミュレーションによる企業合併での物流効率化、太平洋定期船航路のシミュレーションによるビジネスモデルの検討例、タンカーによる世界の輸送表示システム、コンテナ船の世界の定期船航路表示などを挙げ、有益であることを示した。こうした目的に使われた物流データベースとして、国内貨物純流動データ、石油製品輸送データベース/港湾統計、米国輸出入貨物データ(PIERSデータ)、石油輸送データベース(APEXデータ)、船舶動静データなどを示し、IT時代におけるデータベースとして非集計データの価値が高いことを述べた。

次に、日本および世界のデータベースを紹介した。とくにアジアにおけるコンテナ流動のデータには種々あり、差が大きい。が、東北アジアが世界一のコンテナ流動の地域であることは確かそうである。

最後に、国連とEUにおける海上物流データベース構築の経験を説明した。国連は、2つの活動を行ったが現状等によって挫折した。1つは貿易統計を活用して海上輸送物流データを作成すること、もう1つは品目・船舶動静・船舶要目などを一括した形式のデータ標準システムを作成することである。後者はPIERSのデータに酷似していた。EUは地域における標準化された海上物流データベース作成の機構を作り2000年から本格稼働をしている。

当所は国連の貿易統計活用形式のデータベース作成に着手しているが、船舶の寄港する港湾情報が得られないと航路分析ができず、不十分であることを経験している。PIERSデータや国連のデータ標準システム、あるいはEUのデータベースを目標に、アジアのソフトインフラとしてデータベースを共同で構築し、地域の経済繁栄のための知識を共有することを提案した。

Direct Analysis of Zinc Pyrrhione Using LC-MS

LC/MSを用いたジンクピリチオンの直接分析
山口良隆、熊倉陽、菅澤忍、張野宏也、山田康洋、
柴田清、千田哲也
平成18年1月

International Journal of Environmental Analytical
Chemistry, Vol.86, Nos.1-2

使用が禁止されたトリブチルスズ類に代る船底塗料用防汚剤のひとつとしてジンクピリチオンが使用されている。ジンクピリチオンは環境中で易分解性であるといわれているが、その強い毒性のため環境影響が危惧され、その環境での挙動の解明が求められている。しかし、ジンクピリチオンの海水中あるいは塗膜中の分析は、その反応性の強さのため非常に難しい。そのため今までは、クロマトグラフ法において錯体の中心金属を亜鉛イオンから安定な銅イオンに置き換え分析するなどの手法が取られてきた。しかし、ジンクピリチオンとカップピリチオンでは毒性や反応性が異なり、環境へのリスクを正確に見積るためには、個々の物質を直接分析する必要がある。そこで、本研究では、液体クロマトグラフ質量分析装置(LC/MS)での分析条件について見直し、ジンクピリチオンの直接分析が可能な条件を求めた。

液体クロマトグラフ装置内でジンクピリチオンを安定化させるために、移動相水相への酢酸アンモニウム添加濃度および分離カラム設定温度の効果を検討し、それぞれピーク強度、ピーク形状が最適となる条件を選んだ。質量分析装置では、ジンクピリチオンの質量ピーク $m/z=316.9$ の強度が最大になるように、乾燥室素ガス温度、ペポライザー温度の最適値を決定した。液体クロマトグラフ装置と質量分析装置の分析パラメーター最適値を組み合わせ、LC/MSとしてメタノール溶液中のジンクピリチオン分析を行ったところ、下図に示すように3.5から10mg/Lの濃度範囲で比較的良好な定量性が得られた。

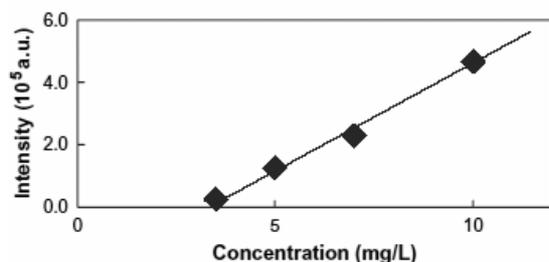


図 ジンクピリチオンの検量線

気泡流中におけるプロペラの単独性能実験 An Experiment on the

Propeller Characteristic in Bubbly Flows
川島久宜、堀利文、牧野雅彦、樋口和久、日夏宗彦、
児玉良明
平成18年3月

機械学会関東支部第12期総会講演会 講演論文集

マイクロバブルを用いた摩擦抵抗低減法は、その効果が大きいことから実用化が期待されている。しかし、過去に実船(青雲丸)を用いた実施した結果、船首近傍より吹き出した気泡がプロペラへ混入したためか、推力が低下したことが報告されている。

本実験では、マイクロバブル法の実用化を念頭に置き、気泡の流入をともな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。実験装置の概略を図1に示す。

本実験によりプロペラに働く推力、トルクは共に気泡流中では小さくなることがわかった。またこれらの低下は、 $\alpha=5\%$ (α :気泡吹き込み率)までは、 α の増加にもなって大きくなることがわかった。図2に $\alpha=0\sim5\%$ の条件におけるプロペラ単独効率の計測結果を示す。図より、プロペラ単独効率(η_0)も気泡の混入により低下することがわかった。

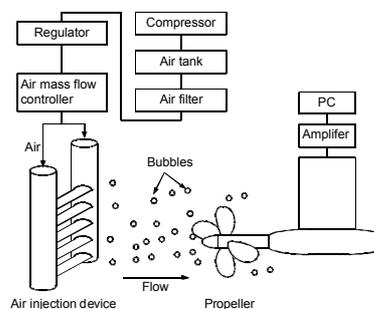


図1 実験装置概略図

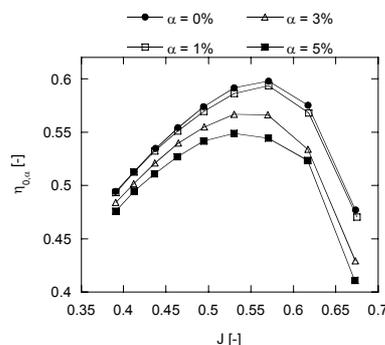


図2 気泡流中のPOT試験結果

乱流中のマイクロバブル溶解速度
Dissolution Rate of Microbubbles
in Turbulent Flow

羽田智信、杉山和靖、亀田正治、藤原暁子、
川島久宜、菱田公一、児玉良明

平成18年3月

機械学会関東支部第12期総会講演会 講演論文集

本研究では、マイクロバブル化された二酸化炭素気泡を乱流場中に噴出することにより、ガスの溶解が促進されることを実験的に評価する。実験では、PIV計測により、乱流場の速度場計測を、ILI法により、気泡の溶解速度を同時に計測する。得られた結果より溶解速度を算出し、杉山が提案した評価式との相関関係を明らかにする。

本実験から得られた結果を下図に示す。下図の横軸は気泡半径を、縦軸は気泡半径の変化分を気泡半径で正規化したものである。また、下図にあるExp.は実験から得られた結果を、RMは比較的高レイノルズ数の層流における単一気泡の溶解量モデルとして与えられているRanz-Marshall則に基づいて解析した結果である。Ranz-Marshallのモデル式を以下に示す。

$$Sh = 2 + 0.6Sc^{1/3}Re^{1/2}, Sc = \nu/D, Re = 2u_b R/\nu \quad (1)$$

一方、本研究対象のように強い乱流中の気泡の溶解に対する指標式は無い。本実験対象となる噴流は、噴出した流れにより、流れ場中に強いせん断流をとまなう流れである。そこで、著者らは、気泡周囲のせん断力の影響を考慮した推算式を導出し、この結果が図中RM+SHRである。以下に、RM+SHRのモデル式を記述する。

$$Sh = 2 + 0.6Sc^{1/3}Re^{1/2} + 1.055Sc^{1/3} \frac{\varepsilon^{1/4}R}{\nu^{3/4}} \quad (2)$$

下図より、実験値は、乱流影響を含まない相関式(1)に比べて、有意に大きな溶解速度を示し、また、その値は、著者らが新たに導出した相関式(2)と良く一致することがわかった。

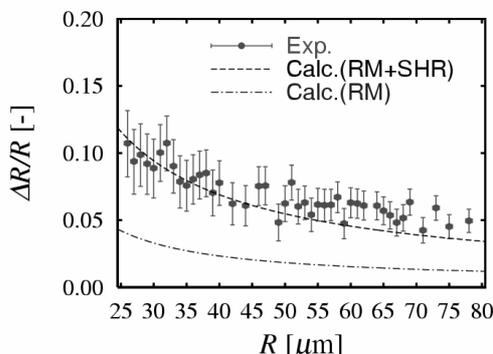


図 気泡半径と溶解率

海水中におけるカソード電位を負荷した
Ti-6Al-4V合金の疲労き裂伝播特性
—第1報 大水深ライザーの材料選定に関する研究
Fatigue Crack Propagation Properties of
Cathode Potential Charged Ti-6Al-4V Alloy
in Seawater
—1st Report : Study on Materials Selection
of Marine Riser for Deep Sea

丹羽敏男、田中義久、高橋一比古、田村兼吉
平成18年5月

マリンエンジニアリング学会誌、第41巻第2号

水深4,000mの大水深ライザーでは、自重の問題やハングオフ状態においてライザーの縦振動固有周期と波周期の共振問題が懸念されることから、その材料としては比重が小さいほど有利となる。したがって、チタン合金やアルミニウム合金、複合材料といった鋼以外の材料についてもその有効性を検討する必要がある。また、VIV(渦励起振動: Vortex-Induced Vibrations)やハングオフ時の縦振動等による動的荷重や海底からのガス噴出を考慮すると、大気中だけでなく海水環境下ならびに高温およびカソード防食を施した海水環境下かつ高引張平均応力下における疲労き裂伝播特性を把握する必要がある。特に、チタン合金は比強度、耐食性ならびにリサイクル性に優れているが、第二次世界大戦後工業化された比較的新しい金属材料であり、これらのデータは未だ十分とは言えない。そこで、本研究では、Ti-6Al-4V合金を供試材として上記の海水環境下における疲労き裂伝播特性を把握し、破面観察結果から以下の結果が得られた。

- 1) Ti-6Al-4V合金は海水中において優れた耐食性を有し、疲労き裂伝播速度におよぼす海水環境の影響はほとんど認められない。
- 2) 疲労き裂伝播速度におよぼす応力比の影響は顕著である。
- 3) 応力比 $R=0.7$ の疲労き裂伝播速度は、高張力鋼(KA32鋼、 $R=0.5$)と比較して、大気中で約10倍、海水中で約5倍の速さであることを確認した。
- 4) 本研究での試験条件において、 $-0.8V$ (vs. SCE)のカソード電位を負荷した海水中では、疲労き裂伝播速度におよぼすカソード電位を負荷した影響はほとんど認められない。
- 5) 本研究での試験条件において、 $-1.2V$ (vs. SCE)のカソード電位を負荷した海水中では、疲労き裂面に電着物が析出し、くさび効果により疲労き裂伝播速度に遅延効果が認められる。また、電着物は海水温度 $25^{\circ}C$ の場合よりも $80^{\circ}C$ の場合の方が多量に析出し、その遅延効果は顕著である。

Availability of Remote Sensing Data for Ship Navigation in Ice

船舶の氷海航行におけるリモートセンシングデータの
有用性について

松沢孝俊、宇都正太郎、瀧本忠教、館山一孝、
豊田威信

平成18年2月

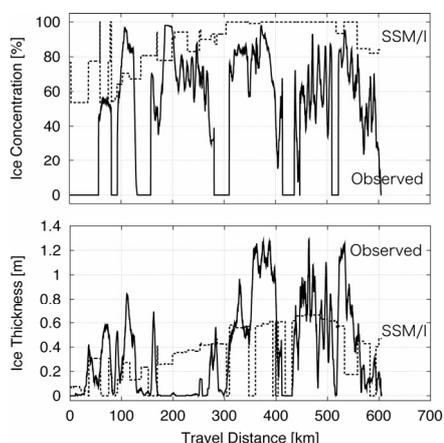
Proceedings of the 21st International Symposium
on Okhotsk Sea & Sea Ice

氷海航行船舶の安全性を考えた場合、海氷情報の質の評価は必須事項である。当所では毎冬、海上保安庁の巡視船「そうや」を用いて、オホーツク海の氷況観測を行っている。一方、現在衛星リモートセンシングによる海氷の密接度推定は十分実用的で、最近では氷厚推定も可能になりつつある。これらの衛星データと「そうや」で2005年に観測された氷況について、比較と統計解析を行った。

衛星データは、米DMSP衛星のSSM/Iセンサにより取得される輝度温度をもとに、オホーツク海に特化したアルゴリズムで氷密接度および氷厚をそれぞれ計算したものである。比較する実際の氷密接度は「そうや」の前方を連続撮影したビデオデータから画像解析により求め、氷厚は「そうや」に搭載した電磁誘導センサシステム(EM)によって計測したものである。

氷密接度をSSM/Iデータの格子毎に見ると、SSM/Iデータの高低によって観測データのばらつきは異なること、また観測データの平均はSSM/Iデータより低めとなることが分かった。その理由は、高密度海域での「そうや」の避航操船、およびビデオ画像解析で薄氷域が開水面と誤認されることが大きく影響しているためと推測される。

氷厚はピークで見るとEMによる観測値がSSM/Iデータのほぼ2倍のレベルであったが、両者の相関係数は0.54と比較的高かった。また、現在のSSM/Iの氷厚アルゴリズムは、0.5mを境として薄い氷では過大に、厚い氷では過小に計算する傾向が見られた。



「そうや」で得られた観測値とSSM/Iデータ
(上段: 密接度、下段: 氷厚)