

所 外 発 表 論 文 等 概 要

放射線誘起表面活性を利用した防食法の開発

Development of Corrosion Control Method on the
basic of
Radiation Induced Surface Activation

古谷正裕、植松 進、賞雅 寛而、
岡本 孝司、広石 大介、河村浩孝
平成 14 年 6 月

(社)日本原子力学会 日本原子力学会和文論文誌

BWR 構造材の応力腐食割れ低減方策として、冷却材に水素を注入したり、構造材に貴金属を担持させることにより、腐食電位を応力腐食割れ発生の数値より卑化させる手法が一部試みられている。本研究ではこれらの代替として、放射線誘起表面活性効果(Radiation Induced Surface Activation)を利用して腐食電位を低下させる手法を提案した。すなわち、酸化金属皮膜に線などの放射線を照射することにより、軌道電子が伝導帯に励起され、同時にホールができることによりアノード電流が流れるという、非消耗型の腐食緩和手法である。

実験では純度 99.99%の鉄板(1mm×20mm×50mm)に表面に酸化チタンを厚さ約220nmプラズマ溶射した後、非溶射面である裏面および端部をアラルダイト塗布したものをを用いた。試験片はガラス容器(内径33mm)に入れ、3wt%塩化ナトリウム水溶液を注入した。また溶液中の溶存酸素濃度は飽和状態としている。照射線源は線を用いたが、紫外線、また非照射(暗室保管)に対しても同様に試験を行った。試験パラメータは線照射線量率(300G/h - 900Gy/h)および水溶液の浸漬時間(16 - 64h)である。

実験結果は、暗室に保管したり紫外線を照射した試験片では溶液浸漬時間の増加につれて腐食が更に進行するが、線照射した試験片は腐食の進行が遅いことが判明した。線照射線量率の影響は線量率が增大することにより、一層高い腐食緩和効果が期待できることが分かった。試薬により発色させ、分光光度計で溶液中の鉄イオン濃度と種類を求めると暗室に保管したものは2価の鉄イオンが多いのに対して、線を照射した試験片では三価鉄イオンの割合が多いことが判明した。これらから放射線照射により生成した酸素ラジカルが二価鉄イオンを酸化して防食効果を発現したものと推察される。

微小気泡による摩擦抵抗低減時の乱流変調計測

Measurement of Turbulence Modification on Skin

Friction Reduction due to Microbubble

北川石英, 長屋茂樹, 菱田公一, 児玉良明

平成14年9月

日本機械学会2002年度 年次大会

大型タンカーなどの船舶が水から受ける抵抗の大部分は摩擦抵抗であり、摩擦抵抗の低減は船舶の輸送効率の向上に大いに寄与する。しかしながら、従来までのLEBUなどの抵抗低減デバイスでは高い低減率は望めず、また生物付着による汚損などの問題が生じるため適用が困難である。このため、最近では、マイクロバブル(微小気泡)を乱流境界層に吹き込むことによって摩擦抵抗を低減する技術に注目が集まっている。しかしながら、非常に多くの気泡を含んだ流れに対する計測の困難さゆえ、現在までのところ、この技術による摩擦抵抗低減メカニズムの包括的な解明がなされていない。

本研究では、マイクロバブルによる摩擦抵抗低減メカニズムを明らかにするために、気泡を含んだ水平チャンネル流れに対してPIV(Particle Image Velocimetry)とLIF(Laser Induced Fluorescence)を組み合わせた計測システムを用いた実験を行った。液相場の平均流速および乱れ度を算出し、特に、気泡体積率の増加とともに液相場の乱れ度が増加することを確認した(図1参照)。さらに、現在の計測手法および計測結果に対する問題点(気液同時計測の必要性)を取り上げ、液相場と気泡群の同時計測が可能な新たなシステムを提案した。この同時計測システムを用いることで、摩擦抵抗低減メカニズムに関するより詳細なデータの取得が期待される。

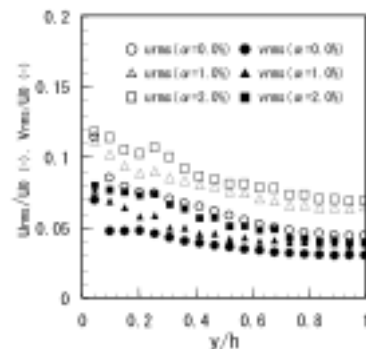


図1. 液相乱れ度分布

A Ship's Minimum-Time Maneuvering System Using Neural Networks

ニューラルネットワークを利用した
最短時間操船システム

水野直樹、玉井義文、岡崎忠胤、大津皓平
平成14年11月

Proceeding of IECON02 (28th Annual
Conference of the IEEE Industrial
Electronics Society)

船舶の詳細な運動モデルから導出した最短時間操船法は、船舶の操縦性を最大に利用した合理的な操船法であり、熟練した操船者の操船方法と類似点があり、経験の浅い操船者には有効な操船資料となる。また、操船の自動化を考えた場合、合理的な誘導目標ともなる。しかし、最短時間操船法を自動制御により実海域で適用するには以下の問題点が残る。

船舶の操縦運動モデルから最短時間制御解を数値的に導出するためには、多くの計算時間を必要とするため、事前に最短時間制御解を準備する必要がある。しかし、実海域での操船では、状況や外乱が様々に変化するため、様々な状況に対応した最短時間制御解を事前に計算し全てを準備しておくことは不可能である。

そこで、本研究では、この問題点を解決するために、ニューラルネットワークを利用したシステムの提案をしている。本研究で提案するニューラルネットワークシステムは、2つのタイプから構成される。1つ目は、オフラインで学習したニューラルネットワークであり、事前に導出した最短時間制御解を補間することにより、操船状況に適した制御出力を算出する。2つ目は、オンラインで学習するニューラルネットワークであり、操縦運動モデルと実船の誤差や外乱などを逐次修正する。

本論では、船舶の幅寄せ操船問題を対象に最短時間制御解を船舶の詳細な操縦運動モデルから導出し、1つ目のニューラルネットワークに学習させる。なお、多様な操船条件に対応できるように、幅寄せの距離を100m, 200m, 300mとした場合の最短時間制御解を学習させた。次に2つ目のオンラインで学習するニューラルネットワークは、1つ目のニューラルネットワークに学習させた最短時間制御解の状態変数と制御時の実状態変数の差を入力データとして、オンライン学習を行い、ゲインを修正する。

本論で提案したシステムの有効性を検証するために、シミュレーションと小型練習船による実船実験を行ったところ、2つめのオンライン学習するニューラルネットワークの効果で制御精度が約10%向上することが明らかとなった。

旅客船内における車いすの走行シミュレーション-II. -船内車いす走行軌跡推定モデルの構築-
Numerical Simulation of Wheelchair Running on Passenger Ships -II. - Development of the Model for Estimating the Trajectories of Wheelchair Running on a Ship -

今里元信、平田宏一

平成15年5月

日本航海学会論文集第109号

車いす利用者が旅客船に乗船し、船内で移動する際には、波浪により動揺するため、車いすが暴走する、若しくは直進できなくなり通路の壁に当たる恐れがある。動揺下においても手漕ぎ車いすが介助者なしで壁に当たらず走行できるようにするためには、通路には十分な幅が必要である。船内で車いす走行に必要な通路幅を求めるためには、船体動揺と車いすの走行軌跡との関係について明らかにする必要がある。本研究の目的は、外力加速度を入力し、車いすの軌跡を出力するモデル(以下、「船内車いす走行軌跡推定モデル」と呼ぶ。)を構築することである。本報では、人間の漕ぎ方をモデル化した「操作モデル」を開発し、「船内車いす走行軌跡推定モデル」を用いて車いす重心位置の軌跡を導いたことについて述べる。

まず操作モデルは、人間の漕ぎ方、すなわち左右後輪のトルク(推進および制動)の与え方を模擬できるように構築した。本操作モデルは、車いすを動揺下で機械的に制御して真っ直ぐ走行させるためのものではなく、実際の車いすと同様、外力加速度に応じて多少ずれを出しながらも、目標位置に向かって走行するという操作を表すことができるものである。船内車いす走行軌跡推定モデルから得られた軌跡より、動揺下における目標位置への直線からのずれを論じることができるものと考えられる。

構築した船内車いす走行軌跡推定モデルを検証するため、傾斜台ならびに実船における車いす走行実験を行い、計測結果と本モデルによる計算結果との比較ならびに検討を行った。その結果は、走行の際のトルク(推進および制動)が、外力加速度に応じて大きさを変えながら左右後輪に与えられることを表せており、条件によっては実状を概ねよく模擬できることがわかった。過渡的な条件における計算精度に問題はあるものの、本操作モデルは、周期的な加速度条件下において、車いすの軌跡を概略推定するのに役立つと言える。以上のことから、今回構築した船内車いす走行軌跡推定モデルは、車いす重心位置の軌跡の算定法として十分な機能を有し、振れ幅を定量的評価するために利用可能であると判断できる。

さらに横揺れにおいて、車いすが通路の壁に当たる可能性の高い幅を、加速度との関係において求めた例を示すことができた。以上により、この船内車いす走行軌跡推定モデルは、車いす走行時の安全確保のための設計情報の提供に役立つであろうことを示した。

Study on IMO guidelines for evacuation analysis for passenger ships

IMO 旅客船避難解析指針の検討

太田 進、吉田 公一、宮崎 恵子、勝原 光治郎
平成 15 年 8 月

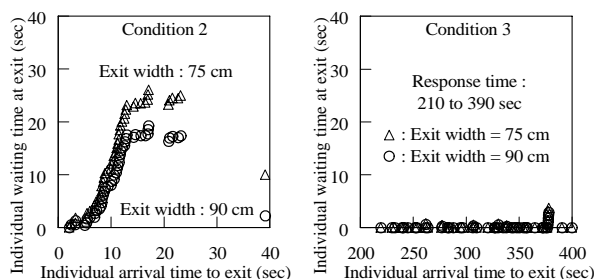
Second International Conference in Pedestrian and Evacuation Dynamics (PED2003)

RO-RO 旅客船を新たに建造する際には、設計の早い段階で避難解析を実施することが規則により義務付けられ、また、その他の旅客船においても、避難解析を実施することが国際海事機関（IMO）により勧告されている。避難解析を実施する方法として、IMO は MSC/Circ.1033, 「現存及び新造旅客船に関する暫定避難解析指針」を作成した。この暫定指針は、第 48 回防火小委員会（2004 年 1 月開催予定）において見直しが始まる予定である。

この暫定指針は、簡易避難解析の方法と、詳細避難解析、いわゆる避難シミュレーションを実施する際の計算条件及び判定基準を示している。暫定指針の見直し作業に資するため、これまでの避難シミュレーションに関する当所の研究成果を踏まえ、また、暫定指針に示された条件を用いての簡単な計算を実施し、以下の問題点を指摘した。

- (1) 局所的な混雑を表す指標について言及されておらず、避難経路上の混雑を特定する手段としては、不十分である。
- (2) 避難者が移動を開始するまでの時間に、昼を想定したシナリオでは 3 分、夜を想定したシナリオでは 6 分の幅を持たせているため、計算上殆ど混雑が発生しない可能性が高い。
- (3) 一部の避難経路が使用できない場合のシナリオの数が少なく、また、十分に検討されたものではない。

これらの問題点を踏まえ、上記暫定指針の改善の方向性を示した。



暫定指針に従って歩行速度を分布させた場合の、扉通過の際の各避難者の待ち時間（左図は同時に移動を開始した場合、右図は移動開始までの時間に所与の幅を持たせた場合）

Behaviors of Pedestrian Group Overtaking Wheelchair User

歩行者群集による車いす利用者追い越し時の挙動

宮崎恵子、松倉洋史、勝原光治郎、
吉田公一、太田 進、桐谷伸夫、宮田 修
平成 15 年 8 月

Second International Conference in Pedestrian and Evacuation Dynamics (PED2003)

障害をもった乗客も、いわゆる健常者と同様に安全に船舶を利用し、非常事態においても、安全に避難ができなければならない。著者らは、障害者を含む乗客の避難安全を評価するための研究を実施している。この研究の一環として、非パニック状態の歩行者の群集と車いす利用者とが共に避難する場合を想定し、相互影響について観測する基礎的な避難実験を実施した。そして、歩行者と車いす利用者の挙動についてのデータを得ると共に、車いす利用者を歩行者の群集が追い越す際の挙動を表すモデルを開発した。本稿では、これらについて述べる。

実験では、長さ15mの模擬通路内を30人の歩行者の群集が移動し、1人の車いす利用者（移動速度は歩行速度のほぼ1/2）を追い越すという状況を設定した。実験の様子は、通路脇に設置したクレーン車の高度30mの位置に取り付けたビデオカメラで撮影した。車いす利用者の移動速度を一定とするため、電動車いすを主体とした。本実験の実験条件として変化させる項目は、通路幅(3m、2m、開口部通過(通路幅5mで開口部の幅は2mと3m))、群集の初期密度(2、3、4人/m²)、車いす利用者の状態(停止、電動、手漕ぎ自走、介助者押す)、群集の心理(車いす搭乗者への優しさ、群集の競争心)である。

ビデオ画像から歩行者の動線を求め、それを基に、各歩行者の相対位置、歩行速度、群集流としての平均速度、開口部における流出係数を解析した。これにより、車いす利用者の移動速度や歩行者の心理状態が、歩行者の歩行速度等に影響することを示すデータが得られた。また、通路幅5mで開口部2mの通過では、車いす利用者の横とすぐ後ろの複数の歩行者に歩行速度低下並びに開口部での流量低下が見られ、車いす利用者1人分が歩行者2~3人分に相当する等の知見が得られた。

さらに本実験の基本的な挙動を表すため、車いす利用者を追い越す際の群集歩行モデルを構築した。このモデルを基にシミュレーションプログラムを開発し、シミュレーション結果を実験と比較することにより、定性的および定量的な妥当性を検証した。本モデルは、希望・予測・修正・実行という人間の認知サイクルや、車いす利用者との相対距離に応じた区間毎の行動選択規則、他の歩行者との距離に応じた速度調整規則等を用いている。これらのモデル化は、人間の思考態様に即したシンプルな規則でありながら、集団行動を実現し、また実験とよく一致する結果を得ており、本モデルの妥当性を示すことができた。

**Sea Ice Thickness and Snow Depth
Distribution of the Summer Land-fast Ice
in Lützow-Holm Bay, East Antarctica**
東南極リュツォ・ホルム湾の夏季定着氷の氷厚
及び積雪深分布について

宇都正太郎、下田春人、泉山 耕
平成15年6月

Proceeding of the 17th International Conference
on Port and Ocean Engineering
under Arctic Conditions

砕氷艦「しらせ」は1982年に建造され、翌年から南極観測に供されているが、物資輸送量の増加への対応を図るべく、後継船の建造が検討されている。後継船の建造に際しては航行海域の海水の特性を十分に把握した上で、合理的な船型を設計することが肝要である。船舶の氷中航行性能に影響を与える氷況パラメターのうち、特に氷厚及び海水上の積雪深は重要である。そこで本研究では船上観測データを基に、南極昭和基地が在るリュツォ・ホルム湾の定着氷厚及び積雪深分布について考察した。

観測データは著者らが2000年12月から2001年2月にかけて取得したものである。海水厚の観測手法には電磁誘導法を用いた。本手法は従来、氷上や航空機観測に用いられていたが、近年では船舶観測に用いられるようになった。しかしながら観測精度の評価は十分に行われていない。そこで本研究では、はじめにビデオ及び目視観測による結果と比較した。その結果、本手法は氷厚を他の手法にくらべてやや過大に推定するものの、変動の傾向は良く一致することがわかった。

電磁誘導法、ビデオ法及び目視観測による結果を総合した結果、リュツォ・ホルム湾定着氷の氷厚及び積雪深分布、及びそれらに影響を及ぼす因子について以下の結論を得た。

一般に氷厚と積雪深の相関が良い。

氷厚及び積雪深は定着氷の流出に依存するところが大きいことがわかった。流出部は比較的薄い一年氷となり積雪も少ない。未流出部は多年氷となり、一般に氷厚、積雪深ともに大きい。その境界では氷厚及び積雪深の不連続な分布が認められた。

ただし同じ多年氷でも沿岸付近は積雪が少なく、氷厚も薄い。これは大陸から吹き下ろすカタバ風が、沿岸近くの氷上積雪を輸送する影響と考えられる。

夏季の約2ヶ月間の変化を見ると、融解期には積雪の衰耗が著しいものの、氷厚の減少量は比較的小さいことがわかった。

Behaviors of a Very Large Floating Structure Supported with Dolphins under Earthquake Loading

ドルフィン係留された超大型浮体式
海洋構造物の地震時挙動

渡辺 喜保
平成15年6月

Proc. of The 22nd International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering

近年、海洋空間を利用した海上空港、海上ターミナルなどのため、超大型浮体式海洋構造物の研究開発が活発に行われている。浮体式海洋構造物はケーブル、チェーン等で緩く係留された場合、地震荷重はその構造設計において重要な因子とはならないが、多くのドルフィンで支持される超大型浮体式海洋構造物は、地震荷重により浮体構造物とドルフィンとを結合する装置やドルフィンに大荷重が作用すると考えられる。このため、ドルフィン係留された超大型浮体式海洋構造物の地震に対する挙動について検討することは重要である。

ドルフィン係留された超大型浮体式海洋構造物の地震応答に関する研究はいくつか行われている。しかしながら、これらの研究においては、浮体の面内弾性変形および地震波伝播速度の影響を明確にするにはいたっていない。

ドルフィン係留された超大型浮体式海洋構造物の地震に対する挙動に影響を与える因子として、

- (1) 浮体の面内弾性変形、
- (2) 地震波の周期、伝播速度、伝播方向、
- (3) フェンダーとドルフィンの間に存在する間隙、
- (4) 浮体、フェンダー、ドルフィンおよび地盤の剛性
- (5) 浮体、フェンダー、ドルフィンおよび地盤の減衰等がある。

本論文では、ドルフィン係留された超大型浮体式海洋構造物に対し、浮体の面内変形に関し弾性体として扱った場合および剛体として扱った場合について、地震波の周期および伝播速度を変化させた時刻歴応答解析を行い、浮体、フェンダーおよびドルフィンの挙動を求め、上記(1)および(2)の因子が浮体式海洋構造物の地震に対する挙動に及ぼす影響を調べた結果を報告する。地震波としては、これらの因子が浮体、フェンダーおよびドルフィンに与える影響を明確にするという観点から、正弦波形を用い、その伝播方向は浮体の長手方向とし、ドルフィンは浮体の長手方向のみに設置する。フェンダーとドルフィンの間の間隙をゼロとした場合とゼロでないとした場合ではドルフィンおよび浮体の挙動が異なるが、ここではフェンダーとドルフィンの間の間隙をゼロとする。また、浮体、フェンダー、ドルフィンおよび地盤の剛性および減衰特性は一定とする。

結果として、フェンダーとドルフィンの間の間隙がゼロの場合は、浮体の横方向変位の応答は sway、yaw および地震波周期と等しい周期の弾性振動が重なったものであること、また地盤、ドルフィンおよび浮体は地震波と共振することがわかった。

Measurement of Turbulence Modification by
Microbubbles Causing Frictional Drag Reduction

マイクロバブルによる摩擦抵抗低減時
の乱流変動計測

北川 石英、杉山 和靖、芦原 将彰、
菱田 公一、児玉 良明

平成15年7月

Proceedings of 4th ASME/JSME Joint Fluids
Conference

現在、大型タンカーなどの船舶が水から受ける抵抗は、その大部分が摩擦抵抗であるため、摩擦抵抗の低減はそのまま船舶の輸送効率の向上へとつながる。しかしながら、従来までのLEBUなどの抵抗低減デバイスでは高い軽減率は望めず、また生物付着による汚損などの問題が生じるため適用が困難である。このため、最近では、マイクロバブル（微小気泡）を乱流境界層に吹き込むことによって摩擦抵抗を低減する技術に注目が集まっている。中でも、Madavan(1985)らは、この技術を適用することによって約80%に至る摩擦抵抗の低減効果を報告しており、この技術に対する期待度は非常に大きい。さらに、このマイクロバブルを用いた技術では、船舶の省エネルギー化のみならず、地球温暖化をもたらす排気ガスの削減を可能とするため、環境問題にも貢献している。しかしながら、非常に多くの気泡を含んだ系に対する計測の困難さゆえ、現在までのところ、この技術による摩擦抵抗低減メカニズムの包括的な解明がなされていない。

本研究では、マイクロバブルによる摩擦抵抗低減メカニズムを明らかにするために、水平チャネル内気泡流に対する画像計測を行った。その結果、PIV (Particle Image Velocimetry) および PTV (Particle Tracking Velocimetry)により捉えられる現象を明らかにし、液相のみの運動を的確に抽出する方法を確立した。さらに、液相場の平均流速、乱れ度、レイノルズ応力（図1）の算出だけでなく、現在まで計測困難とされていた気泡群の位置・形状の取得にも成功した。得られた結果をさらに解析することで、摩擦抵抗低減メカニズムの解明が期待される。

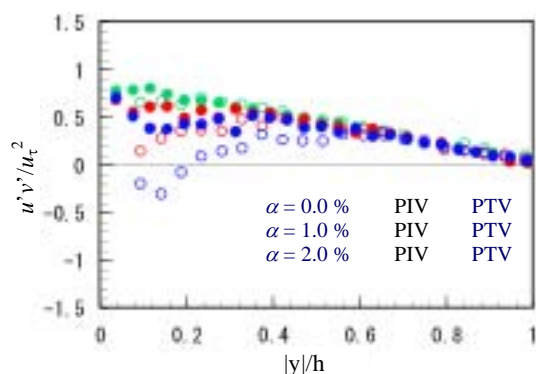


図1．液相レイノルズ応力分布

海水中における金属ピリチオンの光分解物の同定
Analysis of photodegradation products from
zinc pyriethione by LC/MS

熊倉 陽、山口良隆、石神麻希、張野宏也、
柴田 清、山田康洋、千田哲也

平成 15 年 6 月

第 12 回環境化学討論会 講演要旨集

船底防汚物質として使用されていた有機スズ化合物は、難分解性のため環境中に蓄積し、巻貝のインパセックスをはじめとする様々な環境汚染を引き起こした。そのため世界的に使用禁止の方向へと進んでいる。そこで、金属ピリチオンなどの代替物質が使用されはじめ、特に Zinc pyriethione(ZPT)は、多く使用されている。この物質は、環境水中での分解性が大きいので、有機スズ化合物のように蓄積することはないと言われている。しかし環境流出後の物質挙動があまり知られておらず、解明のための分析法確立が必要である。

本研究では、環境中の化学物質影響評価の基礎となる物質運命把握のため、高速液体クロマトグラフ質量分析計 (LC/MS) による光分解物の分析方法の検討した。

実験条件は次の通りである。ZPT 粉末を超純水に溶解し、0.45 μm メンブランフィルターで濾過した。その溶液を 500W キセノンランプ光で照射を行った。10 分間照射した後、Dichloromethane で抽出を行った。その有機相をエバポレーターで濃縮し、測定用サンプルとした。また分解候補物質の標準試料として 2,2'-Dithio-bis(pyridine-1-oxide)、2,2'-dithiodipyridine、Pyridine N-oxide、Pyridine 2-sulfonic acid、1-Hydroxy-2(2H)-Pyridinethione、2-Mercapto Pyridine について分析条件を求めた。LC/MS により光分解物と分解候補物質の比較を行った。

濃縮した光分解物溶液を測定したところ、多くのクロマトピークが得られた。このことより反応生成物が多く、複雑な反応であることが予想される。得られたクロマトピークの中でリテンションタイム 19.15min のピークについては、2,2'-dithiodipyridine を測定して得られたクロマトグラムとリテンションタイム及びマススペクトルが一致した。このことから濃縮した光分解物中に 2,2'-dithiodipyridine が含まれていることがわかった。今後は他の分解物の同定を行っていく。

Fatigue Strength of CP Grade 2 Titanium Fillet Welded Joint for Ship Structure

船体構造用2種純チタンすみ肉溶接継手の疲労強度

岩田知明、松岡一祥

平成 15 年 7 月

56th Annual Assembly of the International Institute of Welding

チタンは海洋環境における高い耐食性や高速化のための軽量化要求に対応可能な高比強度のため、船体構造材料として適している。日本では、商業用純チタン板は既に漁船の構造部材として使われ始めているが、溶接組立からなるチタン薄板構造の適切な規則や推奨がないため、認可基準の厳しい商船・公用船の構造部材には適用されていない。また、船体構造に不可欠なチタンすみ肉溶接継手の疲労強度に関する研究はほとんどない。そこで、本研究ではチタン船開発を促進するためのデータ整備の一環として、突合せ溶接継手・横すみ肉溶接継手・縦すみ肉溶接継手の疲労試験を実施した。その結果を基に、チタン溶接継手の安全性評価におけるスチール疲労強度設計基準の有効性を調査した。

まず、疲労強度評価に必要なとされる、応力集中係数および溶接残留応力を計測した。続いて、応力比 0、周波数 5Hz の条件で疲労試験を実施し、最大負荷応力と破断寿命の関係を計測した。これらの結果を修正 MIL ハンドブック第 5 法により解析し、疲労亀裂が溶接止端部から発生した試験結果における等価応力と破断寿命の関係および 97.5%以上の確率で試験片が破断しないと判断できる生存確率線を得た。この直線は、疲労亀裂が母材部から発生した試験結果についても安全側の評価を与えることが確認された。これらのことから、修正 MIL ハンドブック第 5 法は、チタン溶接継手においても有効であることが明らかになった。更に、商業用純チタン溶接継手の疲労強度は、スチール溶接継手の疲労強度よりも特に長寿命側において高いことが、両材料の等価応力と破断寿命の関係を比較することにより示された。よって、チタン溶接継手の安全性評価において、スチールの疲労強度設計基準は有効であり、チタンの場合でも、より厳しい基準に変更する必要はないことが明らかになった。ただし、両材料で溶接方法が異なっていることには注意を払う必要がある（スチール：ミグ溶接、チタン：ティグ溶接）。

浮体式風力発電システムに関する基礎的検討 A Basic Study on The Floating Wind Power System

矢後清和、大川 豊、鈴木英之、澤井貴之

平成 15 年 7 月

日本造船学会第 17 回海洋工学シンポジウム

近年、地球環境の悪化が懸念されるようになり、再生可能エネルギーに対する関心が高まっている。この中で、風力発電は、ヨーロッパにおける大型風力発電の成功や CO₂ 排出が少ないなどの特徴から有望視されている。現在の風車は大型化が進み 5MW 機が開発されつつある。こうした大型機の多くは洋上設置を前提としたものである。洋上は一般に風が強く安定しており、エネルギー賦存量の点でも風力発電に適していると考えられている。我が国沿岸の賦存量の推定では陸上の 14 倍という試算結果もある。北欧では既に大規模な洋上風力発電施設の開発が始まっている。この背景に沿岸から数 10km におよぶ遠浅海域が延びているという地理的優位さがあり、着底工法による設置が行われている。我が国沿岸はこうした遠浅海域は少なく、浮体式が有利と考えられている。

本研究では 5MW 級風車を大型浮体上に 3 機集約搭載した発電ユニットを考え、技術的および経済的成立性について検討を行った。

技術的検討では、①浮体の静的傾斜特性と発電効率の関係評価、②波浪動揺量の評価、③係留系の成立性評価を行った。許容動揺角は約 10° であることが明らかとなり、提案した構造物がこれを満たすことを確認できた。これらの検討には、メガフロート研究で蓄積された技術を応用している。

経済性の検討では、日本海洋開発産業協会の研究会で用いられた算出単価および手法を用い、償却期間 20 年とした時の発電コストを算出した。算出は量産時を仮定したものであるが、既存の火力発電にほぼ匹敵するコストを実現できる可能性の高いことが明らかになった。

二酸化炭素深海貯留国際共同実験、 OACE について

On the OACE Project, an International Joint Field
Experiment for the CO₂ Ocean Storage

山根健次、綾威雄、浪江貞広、中島康晴

小島隆志、城田英之

平成 15 年 8 月

2003 年度機械学会年会講演論文集

地球温暖化対策としての CO₂ 海洋隔離の実用化には、まず、陸上実験によって深海を模擬した高圧条件下の CO₂ 物性等を網羅的に調べる基礎研究、次に小規模な実海域実験によって陸上実験で得られなかった実深海での CO₂ の挙動を調べる応用研究、更に中規模な実海域実験によってスケール効果を調べる開発研究、最後に大規模な実海域実験によって実用可能なことを確認する実証試験が必要である。

海技研ではこれまで小型高圧装置による 12 年あまりの基礎研究を経て、無人潜水調査艇 (ROV) を使い、安定貯留が可能と考えられる 3500m 以深の深海底へ CO₂ を送り込むための技術開発を進めるとともに、数リットルの CO₂ 放出実験を数多く行い、基礎的な現象観察と物性データの取得 (NEDO 国際共同研究助成事業 COSMOS) を行った。

平成 14 年度から始まった“二酸化炭素深海実験・OACE”は、日、米、ノルウェー三国が共同で小規模実海域実験を実施することによって、「CO₂ 深海貯留法」を総合的に評価するとともに、その実用化に不可欠な大規模実証試験への道筋を付けることを目的としている。今回、海技研の CO₂ 深海貯留研究グループは、米国モンテレー湾内の深度 700 ~ 800m で行われた OACE の CO₂ 貯留予備実験 (2003 年 2 月 19 ~ 24 日) に参加し、本海域の流れ場に置かれた容器に溜められた CO₂ からの溶解速度や溶解に伴う海水の酸性度 (pH) の変化を計測した。

今後、OACE チームでは数 10 リットルの CO₂ を使った小規模実海域実験を数回行う。そして、CO₂ 貯留期間、海底沈殿物との相互作用や溶解 CO₂ の拡散過程、海水酸性化分布、第 2 回以降の溶解過程のシミュレーション解析、大型高圧タンクによる模擬実験 (CO₂-sediments 相互作用実験) のパラメータ選定等、貯留サイト近傍における海洋環境影響を明らかにするための基礎データを取得する予定となっている。今回の実験は OACE で予定されている本格的な小規模実海域実験のための予備的な性格を持つ。

今後、更に深度の深い 3500m 級海域で同規模の実験が予定されており、大規模実証試験への道筋作りという目的に一定の役割を果たせたものと考ええる。

ゲスト分子溶解水のハイドレート生成能力に関する実験

Experiment on the hydrate formation ability of
guest molecule dissolved water

尾山ちさと、阿部豊、成合英樹、山根健次、

小島隆志、綾威雄

平成 15 年 8 月

2003 年度機械学会年会講演論文集

CO₂ を大気から隔離する技術の一つとして、500m 以深の海洋に CO₂ を溶かす「溶解法」と 3,500m 以深の深海底窪地に液体 CO₂ を貯める「貯留法」が提案されている。液体 CO₂ は、温度 8.7 °C 以下、圧力 4.5MPa 以上の条件において海水との界面に CO₂ クラスレート・ハイドレート (以下、ハイドレート) 膜を形成すると考えられている。その為これらの CO₂ 海洋隔離法を評価するためには、CO₂ ハイドレートの性質を知る必要がある。

ハイドレートはゲスト分子 (CO₂) の周りに幾つかのホスト分子 (H₂O) が集まった、籠型の多面体が結合した包接水和物であり、液体 CO₂ の溶解を抑制する働きがあるため、この膜が安定的に CO₂ を覆うように存在するならば、CO₂ の海洋への拡散抑制効果が期待できる。しかし、ハイドレート生成深度に放出された CO₂ 液泡は、強い乱流場に置く等の方法を取らない限り容易にハイドレートが生成しない。

また、ゲスト物質と、水から成るハイドレート生成系がハイドレート生成の可能な所定の熱力学的条件に保たれてから、実際にその系内でハイドレートが初生するまでの誘導時間は、その系内の水の温度履歴に強く依存することが知られている。系内の水が、ハイドレート生成の履歴を持つ (ハイドレート生成後、温度上昇、減圧などに分解した) 場合、誘導時間が短くなる現象が観測されている。これは、ハイドレートが分解後もその構造の一部 (疑似籠状クラスター) が水の液相中に残存し、これが次の核生成を容易にする為に、誘導時間が短くなると考えられている。

そこで本実験では、ハイドレートクラスターと核生成に着目し、ハイドレート生成領域において、強制的な核生成を行わない場合、核となり得るゲスト分子の溶解水の濃度を変化させることによって、ハイドレート生成機構を実験的に明らかにした。

今回の実験結果では、ハイドレート生成領域における、ハイドレートの核生成に要する時間は、強制的な外因を加えなければ、極めて長い時間がかかることが確認された。また、今回の溶解水濃度においては、濃度以外の要素がハイドレート生成に支配的に働く可能性が示唆された。

低温液体 CO₂ の水中への噴出挙動

Injection Behavior of Low-temperature Liquid CO₂
into Water

尾山ちさと、山本敬之、阿部豊、成合英樹、
山根健次、小島隆志、綾威雄

平成 15 年 8 月

2003 年度機械学会年会講演論文集

地球温暖化の主因とされる CO₂ を大気から隔離する技術の一つとして、500m 以深の海洋に CO₂ を溶かす「溶解法」と 3,500m 以深の深海底窪地に液体 CO₂ を貯める「貯留法」が提案されている。

ここで、深海 3,500m 以深という貯留サイトに直接パイプを通すことの技術的な困難と高コストが深海貯留法の実現において問題となる。そこで、CO₂ の 3 重点温度(-56.6℃)近くまで冷やされた CO₂ の密度が、浅海中において海水の密度よりも重くなることを利用して、低温液体 CO₂ を液泡として深海 500m 程度の浅海に放出、沈降させて貯留する方法が考えられている。

そのため、本実験では深海 500m 相当の圧力 5MPa 条件下において、周りの水よりも十分低い温度である低温液体 CO₂ の噴出挙動、そして水と CO₂ との界面に形成されるハイドレート膜の成長を観察することを試みた。

噴出された液体 CO₂ 液滴は、それぞれ上昇する CO₂ 液滴の先端に向かって、ノズル先端からハイドレート膜が形成され、ハイドレート膜が成長する様子が観察された。また、それぞれの液滴で CO₂ 液滴全体をハイドレート膜が覆った後、CO₂ 液滴が上下左右に揺れながら液滴が大きくなる様子、その後液滴がさらに大きくなると揺れが止まる様子が観察された。

-15℃の液体 CO₂ を噴出した場合、パイプ先端より白濁物質が成長する様子が観察された。この白濁物質は、本実験においては、水、CO₂、そして相変化を伴う氷、ドライアイス、ハイドレート膜である可能性が考えられる。しかし、ハイドレート膜とは明らかに異なる様相を示すこと、そして固体であるが、ドライアイスが生成する温度条件に無いことを考えるとこの白濁物質は氷である可能性が高いと考えられる。そこで、白濁色の物質が形成されている界面の温度の評価を行うこととした。

実験画像より白濁物質の生成が観測された、ノズルと水の界面温度の評価を行った。その結果、界面温度がほぼ一定で-14℃であることが示された。この結果は、ノズルと水界面における温度が、圧力 5MPa 条件下で氷のできる温度である約-8℃以下であり、白濁色の物質が氷であることを示すものである。

ハイドレート生成領域における低温液体 CO₂ を噴出して、その挙動を観察した。その結果、低温 CO₂ と水の界面にハイドレート膜が形成されること、さらには氷が形成されることを確認した。

CO₂ ハイドレート膜の力学的特性評価

Estimation of Mechanical Property of CO₂ Hydrate

山本敬之、阿部豊、成合英樹、山根健次、
小島隆志、綾威雄

平成 15 年 8 月

2003 年度機械学会年会講演論文集

地球温暖化対策の一つとして、火力発電所等の大量排出施設から CO₂ を回収・液化し、海洋を利用して処理する方法が提案されている。その一つに、CO₂ の密度が CO₂ 飽和溶解海水より大きくなる 3,500m 以深の深海底窪地に液体 CO₂ を貯留するという深海貯留法がある。このとき 500m 以深に対応する圧力、温度条件下では海水と液体 CO₂ の界面にハイドレート膜が形成されると考えられる。この膜が安定的に CO₂ を覆うように存在するならば、CO₂ の海洋への拡散抑制効果が期待できる。そのため深海貯留法の実現性を検討するには、このハイドレート膜の力学的特性解明は重要である。

Aya そして著者らによって Du-Nouy 式表面張力計を用いて、清水、海水、そして CO₂ 溶解海水における膜強度測定が行われた。清水中の解離温度近傍での膜強度は、低温側のそれよりも約 10 倍強くなる現象が見られた。また、CO₂ 溶解水の解離温度近傍での膜強度は、濃度の上昇にともない弱くなる現象が見られた。そこで、本報告ではハイドレート膜内の水分子の結晶内拡散をもとに、清水中ならびに CO₂ 溶解水中での膜強度を定量的に説明するためのモデルの作成を行った。

水側つまり CO₂ (ハイドレート) 溶解側の CO₂ 濃度(濃度勾配)によって、ハイドレート結晶のキャピティ内に CO₂ 分子が含まれやすくなると考えられる。その結果、CO₂ 溶解水中での解離温度近傍におけるハイドレート結晶内の H₂O 分子拡散が、清水中での拡散と比較して減少したものと考えられる。また、キャピティ内に CO₂ 分子を多く含むことによって、飽和水中でのハイドレート膜が硬くなったものと考えられる。

解離温度近傍におけるハイドレート膜の結晶構造の不安定さが膜内の H₂O 分子の拡散に影響を与えるものと考え、清水中ならびに CO₂ 溶解水中におけるハイドレート膜強度を記述するためのモデルを構築した。そして、このモデルを用いることによって、ハイドレート膜強度を定量的に評価することができた。このことから、清水中と CO₂ 溶解水中において生成されているハイドレート膜の結晶構造に何らかの変化が生じていることを示唆するものと考えられる。

船底塗料の現状と展望

Present Status and the Future of Antifouling Paints

for Ship Hull

千田哲也

平成15年7月5日

日本水産学会近畿支部例会シンポジウム

海水中の船体表面への生物付着防止のために、1970年頃からトリブチルスズ（TBT）に代表される有機スズ化合物が優れた防汚物質として使用されてきた。しかし、有機スズはその環境影響が問題となり、2001年10月、国際海事機関（IMO）において「船舶における有害な防汚方法の管理に関する国際条約」（AFS条約）が採択された。AFS条約では、有機スズ化合物を対象として、2008年1月1日以降には船体に存在すること自体が禁止される予定である。

有機スズに代わるべき防汚物質の代表は、亜酸化銅である。銅は自然に広く存在するが、港湾では環境基準をこえる銅濃度の観測が報告されることがあり、この場合は船舶塗料起源が主であると推測されている。

防汚塗料では亜酸化銅に他の生物殺傷剤（biocide）が合わせて防汚剤として使用される。現在、日本の塗料メーカーが使用する防汚剤は15種類程度であり、使用量が多い物質は、ジंकピリチオン、カップピリチオン、ピリジントリフェニルボラン及びシーナイン-211の4種類である。これらの物質の急性毒性は必ずしも低くないが、分解が速く生物への蓄積性が低いことから環境への悪影響が少ないとされる。しかし、海水中での物理的・化学的挙動や、分解生成物を含めた毒性についてのデータは少ない。有機スズの禁止に伴い、使用量が急速に増大することから、これらの物質の環境影響評価が重要な課題である。

無毒型防汚システムとして、表面の撥水性による生物付着抑制効果を利用したシリコーンゴム系塗装等があるが、性能やコストの面から biocide 系の塗料に比較して優位とはいえず、一般商船への適用は限定的である。しかし、欧州を初めとして、有害性の「疑い」のみにより使用を制限すべきという考え方（precautionary approach）が支配的になりつつあり、biocide による防汚システムは規制対象となる可能性がある。したがって、高性能で経済的な無毒型防汚システムの研究開発が急がれる。

Simulation Study on Sea Traffic Control at an Intersection Utilizing Information Sharing with Automatic Identification System (AIS)

船舶自動識別装置（AIS）による情報共有に基づく
交差点における海上交通管制

沼野正義、伊藤博子、福戸淳司、丹羽康之

平成15年7月

Proceedings of International Congress on
Modelling and Simulation 2003

海上交通は、2次元の海面上に制限されており、交通の交差は不可避である。しかし、船舶の自由な航行特性から、海上における交差点の境界は道路と異なり、曖昧なものとならざるを得ず、交通管制を困難なものとしている。現在、GPSや船舶自動識別装置（AIS）が実用に供せられ、これらによって船舶間ならびに陸上施設において、対象海域を航行する船舶のIDや船位、船速等の情報を共有することが可能となった。また、AISの種々のバイナリーメッセージを通して海上交通センタ（VTS）が衝突や座礁を予防する指示を、個々の船舶に与えることが可能となっている。従来のVTSは海上交通に関する情報をレーダならびにVHFによる音声交信を通じて収集していた。AISは対象海域を航行する船舶の正確な位置、速度ならびにIDに関する正確な情報を提供することから、VTSはこれらを利用して、より安全なコースや速度を船舶に与えることが可能である。

著者らは、海上交通の安全評価や航海支援システムの開発・改良のための海上交通シミュレーションシステム（SEATRAS）をすでに開発しており、AISによる情報交換もこの機能の一つとして実現しており、この機能を用いて、海上交通管制のシミュレーションを行い管制アルゴリズムの検討を行うことが可能である。

SEATRAS上に、交差点とこれを囲む4つの近傍領域を設定し、VTSエージェントがこれらの領域を航行する船舶の情報を個々に集約すれば、最適な計画航路のセットを求め、各船舶にそれぞれの最適計画航路について指示を与えることが可能である。

本報告では、船舶が加減速を苦手としていることを考慮して、交差点の航行方式として、合流と分離を基本としたシステムを提案し、道路交通と類似したロータリー方式の有効性を示した。

Modelling and Simulation of Sea Traffic and a Visualization-based Collision Avoidance Support System

海上交通のモデル化・シミュレーションと
情報の可視化に基づく衝突予防支援システム

伊藤博子、沼野正義、Egil Pedersen

平成 15 年 7 月

Proceedings of International Congress on
Modelling and Simulation (MODSIM) 2003

Safety of vessel transit in congested sea areas such as busy ports and coastal water is a key issue for ship navigation officers as well as operators of Vessel Traffic Services (VTS). Maintaining an overview of changing navigational conditions to maintain safe maneuver in these areas causes high workload, which can lead to unacceptable risk of misjudgment and mistakes.

With recent performance improvement of observation devices and introduction of new information systems, VTS is expected to play a larger role in supporting the officers onboard. However, an increase in the volume of available information demands higher skills in critical situation awareness and operational decision-making in complex situations. Assessment of collision risks and evasive maneuvers are still to a degree left to human individuals. Practical solutions so far include training and acquiring experience, although long-term experience does not guarantee that the right decisions will be reached.

A prototype system named VCASS (Visualization-based Collision Avoidance Support System), that supports visual assessment by providing display of collision danger regions with surrounding vessels, has been proposed. This paper presents the model formulation, an architectural structure and core algorithm of sea borne traffic reproduced in the Sea Traffic Simulator (SEATRAS), a visual navigation aid as provided by the VCASS system, and a simulation environment composed of these systems. The Borland C++ Builder development environment was utilized to develop the algorithm and user interfaces for SEATRAS and VCASS. Vessel positions and movement data are broadcasted from SEATRAS through Ethernet and form the key inputs. The anti-collision parameters and coordinates of the collision danger regions to all simulated vessels are calculated at every time step.

An actual collision incident that occurred in Tokyo Bay in 1985 has been simulated to discuss the effectiveness of VCASS system as VTS support. The case study illustrates how the traffic in SEATRAS can be configured and how the VCASS interface can provide a simple and easy understandable judgment support for the VTS operator in cases where collision conflicts have the potential to arise. The results of this research indicate clearly that VCASS display could be beneficial for VTS control centers.

Application of a Visualisation-based Collision Avoidance Support System for Safe Navigation of Large-size High Speed Craft in Congested Waterways

情報の可視化に基づく衝突予防支援システムの輻輳海域における大型高速船の

安全航行への適用

Egil Pedersen、福戸淳司、沼野正義、伊藤博子

平成 15 年 8 月

Proceedings of International Congress on
Marine Simulation and Ship Maneuverability '03

Collision risk assessment is a key task for the high-speed craft (HSC) navigator. Large volumes of data on the surrounding marine traffic and environmental condition are available from shipboard navigation sensor sources. However, high relative speed and complicated and congested traffic conditions may cause workloads and stress that challenge navigational safety. Of paramount importance are therefore the quality and availability of anti-collision information and how the HSC navigator process, understand and use this information. The research reported in this paper is on a collision avoidance support system that focuses on visually presenting the collision risk of multiple targets and selection of feasible evasive maneuvers by judging the tip of own ship's velocity vector in relation to cone-shaped collision danger regions in true motion. The support system has been subjectively evaluated in a simulator test experiment by an expert mariner and team of researchers. Scenarios were based on a sea traffic-flow model of Tokyo Bay with about 250 ships operating simultaneously. Own ship employed was a 140m air-cushion craft (Techno-Superliner) operating with a nominal speed of nearly 40 knots. It has been substantiated that the proposed Visualization-based Collision Avoidance Support System (VCASS) is capable of support early decision-making of complicated and congested traffic situations and therefore enables course-evasive maneuvers to be made well in advance of a developing situation. Proposals for improvements to the man/machine interface for collision avoidance assessment have been made and a set of recommendations and guidelines for efficient target selection and safe course settings of large-size HSC craft in congested waterways has been proposed.

事故調査体制についての日本学術会議の取り組み

Activity of Science Council of Japan for Accident
Investigation

松岡 猛

平成15年7月

日本学術会議 第33回安全工学シンポジウム

現代社会は科学技術の発展により人間の利便性の向上、社会の繁栄・発展がもたらされてきたが、各種システムの高度化、複雑化、巨大化によりひとたび事故が発生すると、多数の人命が失われ、社会経済活動を混乱させるなど、甚大な影響を及ぼす場合があることもまた事実となっている。

安全対策の基本としては、万一不幸にして起こってしまった事故を教訓として再び同様の事故を発生させないための調査・分析が重要である。関係者の努力にもかかわらず各種事故が相変わらず発生しており、再発防止のための事故調査の重要性が社会的にも認識されている。効果的な事故調査のためには、実効ある調査組織、調査権の問題、過失の扱い、免責のあり方、遺族ケア、被害補償、救急体制等検討すべき事項が多くある。

日本学術会議「安全工学専門委員会」ではこのような観点から広く事故調査体制のあるべき姿について検討を重ねてきた。本報ではその経緯および得られた考え方について紹介している。

まず、過去数年にわたる安全工学シンポジウムでの議論の経緯について紹介し、次に安全工学専門委員会でもとめた事故調査体制のあり方で述べられている提言について説明した。さらに、本年5月に発表した学術会議の報告「安全工学の新たな展開--安心社会への安全工学のあり方--」を紹介し、これまでの議論のまとめを述べている。

事故原因の解明のためには事故によって生じた被害の補償、賠償を抜きにしては考えにくいとの結論が得られており、被害者救済の方法としての損害保険、障害保険、責任保険、公的救済制度、社会保障等種々の保険制度の概要を述べている。さらに外国の制度であるがニュージーランドには社会保障（国の一般財源）による統一的な事故補償制度が整備されているので、その内容についての紹介も行っている。

最後に、加害者の失地回復という面についても言及した。つまり、免責制度、被害補償制度が整備されていても、ひとたび事故発生の原因者としての事実が明らかとなった場合は過失・故意にかかわらず組織、社会の中でいわゆるレッテルが貼られ以前と同等の地位・立場を維持するのが難しくなるのが日本の社会と言える。このような状況が万一の事故発生時において当事者の証言を得にくくしている。延いては、不具合あるいは事故そのものを隠蔽する体質が日本の組織には散見される。

災害事故を減らし安全を向上させるためには、種々の要因を考慮しなければならない事が明らかになってきた。特に純技術的な問題だけに限定するわけにいかず事故責任、免責制度、被害補償も視野に入れた検討が必要であることを実感した。

これらをもとに今後、さらに総合的に事故調査体制のあり方を検討していきたい。

避難時の人の流れ

Flow of Evacuees on Board- Experiments and
Simulation

宮崎恵子、勝原光治郎、松倉洋史

平成15年7月

関西造船協会誌 らん 第60号

本稿は、関西造船協会誌の(水の流れ以外の)「流れ」という特集の中で、「船の中の人の流れ」に関して執筆を依頼されたものである。

「船の中の人の流れ」には、平常時と非常時の場合がある。平常時の場合は船員・旅客の船内移動や乗下船の円滑化が必要という問題があり、非常時には自室待機や集合場所への避難及び救命具への乗組み・脱出の安全問題がある。本稿では後者の「非常時の避難」の場合における人の流れについて、実験とシミュレーション計算による海上技術安全研究所の研究を紹介した。

まず、船舶の避難時の人の流れを大まかに紹介するために、船舶の設備に関する要件と運航時の船員の対応に関する要件から、避難時の人の流れについて述べた。そして、本稿で紹介する実験及びシミュレーションでは、非パニック状態を扱うことの妥当性について述べた。

次に、航海訓練所の実船を使用しておこなった避難実験における人の流れについて解説した。本避難実験の結果として、避難経路の選択の状況(避難方向の分岐の状況)を示し、避難行動が集団心理に基づいていることを述べた。また、本実験では、避難シミュレーションに用いるための、通路・階段・出入り口等の船内各箇所の歩行速度や流出係数についても計測をおこなっている。

上記避難実験等を踏まえ、勝原らが開発した避難行動を模擬する避難シミュレーションについて解説した。本避難シミュレーションは、ノード・パス・スペースで構成するネットワークで船内避難行動空間を記述しており、避難行動の多様性を表現するために、集団心理等を取り入れ、船の避難における安全について検討できるものである。その他、取り入れている人の経路選択判断モデルについても紹介し、実船避難実験と対応した避難シミュレーション結果についても示した。

さらに、著者らは、旅客船のバリアフリー化に関連して、障害者・高齢者との避難の一場面を想定し、直線通路内で1人の車いす利用者を歩行者集団(30人)が追い越すという実験を実施した。この行動を表すため、「希望」「予測」「修正」「実行」サイクル等、全部で5項目からなる車いす利用者の歩行者集団による追い越し及び集団歩行を表すモデルを作成し、これを実装したシミュレーションについても紹介した。

人の行動は外界情報を取得して心理を加味総合しておこなわれる。著者らは、人の内面性を扱うことで人の流れを解明しようとしており、その視点にたった研究成果を中心に、避難時の人の流れについてまとめた。

ストレーナの流体解析事例と実験による検証 Fluid Analysis and Fluid Experiments for Strainers

伊飼通明、畑中哲夫

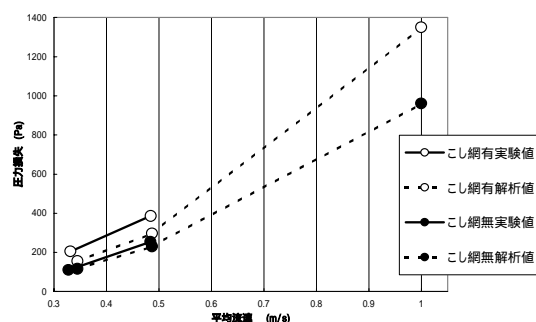
平成 15 年 8 月

バルブ技報

船用水こしは、冷却用に海水を取り入れる際にプラスチック、木片等のゴミを取り除くためのフィルターである。平成 12 年度から平成 13 年度において船用水こし規格(JISF7121)の改正があり、従来型(LA型)に追加する形で新規格型(LC型)が規格化された。このLC型は鋳型が少なく済む廉価型であるが、構造上損失抵抗が増加すると推測され、この損失抵抗の増加が、規格化に当たって問題となった。そこで、数値計算により損失抵抗を求めるべく、流体解析ソフトを用いて水こしの流体解析を行い、最後に数値解析結果の値を検証すべく流体抵抗実験を行った。

解析に使用したソフトは、SCRYU/Tetra と ANSYS である。モデルの入力に当たって、一番問題になるのは、フィルターの部分であるこし網である。このこし網部分をスリットに置き換えてモデル化を試みた。ここで、両方の型とも同じスリットで解析を行うのであるから、圧力損失の相対評価は可能と考える。流入口条件として、1 次側に 1m/s の平均流速を与えている。解析結果から、LC 型の方が 350Pa 程度の圧力損失の増加になることが解った。

この値を検証すべく流体抵抗実験を行った。まず、解析値と実験値の比較のし易いスリットのないモデルで比較を行った。結果は図の の値であり、よく近似した値が得られた。次にこの値からスリットのあるモデル(図の)での 1m/s の実験結果を推定した。LC 型と LA 型の推定値の圧力損失の差は 400Pa 程度となり、解析結果からの差 350Pa より増加したが、配管全体から見ると数値的には問題ないと考えられる。



解析値と実験値の比

グローバル物流時代の海上輸送とその計画技術

Sea transport and the planning technology
in the era of global logistics

久保 登

平成 15 年 8 月

電気学会誌 2003 年 8 月号

情報技術が飛躍的な発展をして、情報の移動と同様に、物流においても、現在はかつてないほどのグローバル化が急速に進んでいる。本稿では、電気・電子・情報工学において広く用いられているソフトコンピューティング手法が、海上の運送計画にどのように応用されているのか、その際の問題点は何か、などについて、電気工学技術関係者に理解してもらうことを念頭に、近年の海上貨物輸送計画に関する研究動向についての解説をする。

現在、国際海上輸送では、コンテナ貨物やバルク(ばら積み)貨物をそれぞれの専用船で運ぶのが一般的である。コンテナ船航路は定期運航を行い、それ以外のバルク貨物航路は荷主の発注に応じた不定期運航を行っている。これらの航路の輸送計画を作成するには、ある船舶の寄港地と寄港時刻を決定すればよいわけだが、それ以外に、何をどれだけ運ぶかという輸送需要、港湾などの施設利用、乗組員等の人員配置などを考慮しながら、スケジュールを決めていくことになる。さらに細かく見ると、使用する船舶の隻数や積載能力、荷役方法、燃料消費、港湾岸壁の空き、荷役時間制限、港湾内速度制限、水深や干満差、貨物需要の季節変動、荷主意向、他社動向、気象条件なども考慮しなければならず、制約条件は極めて多い。

従来はこれらの複雑な制約条件を考慮しながら、手作業で輸送計画を作成するのが一般的であった。しかし、近年、これらの作業を「輸送計画問題」として数理的に解決する研究が盛んになってきている。これらに関する最近の国内の研究としては、物流需要の予測に関するもの、輸送経路選択に関するもの、スケジューリングやルーティングなどの輸送システム設計に関するもの、荷役作業の合理化に関するものなどが行われている。

これらのうち、筆者の所属する研究室では、遺伝的アルゴリズムを用いて、アジアと北米を結ぶコンテナ船航路の最適なスケジュールを見つけた「太平洋定期船航路編成自動生成システム」を製作している。

これらの研究や技法は、今後、複雑な制約条件を持った輸送計画の最適化に役立ることが期待できる。

燃料流量が脈動する層流拡散火炎の音響特性
Sound Emission from Laminar Diffusion
Flame with Controlled Oscillatory Fuel Flow

春海一佳、平岡克英、井亀 優、岸 武行

岡 秀行

平成 15 年 7 月

日本ガスタービン学会誌 Vol.31 No.4

近年、地球環境保護を目的として NOx 等の大気汚染物質の削減、あるいは二酸化炭素に代表される温室効果ガスの削減が広く求められている。ガスタービンにおいても、さらなる低 NOx 化が求められている。高温化に伴う NOx 排出を最小限に押さえるための低環境負荷燃焼技術として希薄予混合燃焼があげられる。しかし、希薄予混合燃焼は逆火、吹き消え、燃焼騒音・振動といった燃焼不安定を生じやすく、運転範囲が限られてしまう。特に燃焼騒音・振動は機器の損傷にまで至る可能性があるため、その抑制が望まれる。最近、燃焼騒音・振動抑制を制御により実現しようという試みが見られる。この中で燃焼器内に主火炎とは別途設けた 2 次火炎を変動させ制御する手法がある。しかし、同手法は、主火炎と 2 次火炎の流体力学的干渉や他の物理プロセスにおける干渉による燃焼騒音・振動の抑制なのか、あるいは能動騒音制御 (Active Noise Control : ANC) で行われているような騒音発生源とは別に設けた 2 次音源 (スピーカーや 2 次火炎から発生する圧力変動) の音響的な干渉による音の低減なのか必ずしも明確ではない。これらの現象理解、あるいは制御における現象のモデル化を目的として、火炎とそのダイナミクスに関する研究が広く行われている。

本研究では、ANC の手法による燃焼騒音低減を想定し、微小拡散火炎において燃料流量を変動させることで発熱変動を発生させ、それにより生じる圧力変動を騒音抑制のための 2 次音源とすることを考えた。そのための火炎変動を発生するデバイスとして、ピエゾセラミックス素子を用いたバルブを選択し、その性能を評価することを目的として実験を行った。実験では、同バルブによりほぼ正弦波状の燃料流量変動を生じさせ、その拡散火炎からの発熱変動により発生する音を計測し、以下の知見を得た。

- 1) 燃焼による音圧レベルの上昇が見られたが、燃料流量変動の周波数が低い側で顕著であり、周波数の上昇とともにその効果は低下しはじめる。
- 2) 燃焼による音圧レベルの上昇効果が低減し始める周波数は燃料に依存する。
- 3) 複数の微小火炎を音源として配置する場合、配置により音圧レベルの上昇の様子は異なり、最適配置の検討が必要である。

Model Experiment of a Launcher
of a Deep-Sea Monitoring Robot System

Hiroto ANDO, Kenkichi TAMURA,

Katsuya MAEDA, Michio UENO,

Tadashi NIMURA, Katsuhisa HISAMATSU,

Nobuhiro SAEKI, Yashuhiro WADA

平成 15 年 9 月

Proceeding of OCEANS 2003

Though there have been many underwater systems for observation, almost all systems were not compact, and they could not be used easily in an accident. When a ship sank under the sea, the cause of accident and the emergency precautions have to be investigated as soon as possible. So National Maritime Research Institute (NMRI), in cooperation with Underwater Technology Research Center, Institute of Industrial Science, University of Tokyo, is developing a Compact Deep-Sea Monitoring Robot System for investigation of sunken ships in deep sea. This system is consisted of a launcher and a small vehicle, and it has characteristics of both AUV and ROV. A launcher corresponds with its mother ship by using optical fiber cable. There is no umbilical cable between a launcher and a vehicle, and the communication is performed by acoustic communication. A launcher submerges holding a vehicle by gravity. It controls its rudders for approaching to a target point. Just before reach the sea bottom, a launcher releases an anchor, launches a vehicle to start mission. In order to pursue the best configuration for effective horizontal movement during descending motion, preliminary calculation and experiments were carried out for two types of configurations, a fuselage with fins and rudders and a fuselage with rudders but no fins. This paper describes the results of calculation and experiments at a deep-sea model basin. The basic mechanism of descend were confirmed.

有機スズ化合物のXAFS法によるスペシエーション

The speciation of organotin compounds using XAFS

榊原直樹、高橋嘉夫、山口良隆、留賀朋也、野村昌治

平成15年9月

日本地球化学会第50回年会講演要旨集

1960年代から船底防汚塗料や漁網防汚剤として人為的にTributyltin(TBT)やTriphenyltin(TPT)などの有機スズ化合物が使用されてきた。これらの物質が海洋環境中に極微量な存在でもイボニシなどの海産巻貝類に特異的にインボセックスと呼ばれる雌の雄性化現象を引き起こすことが知られている。有機スズ化合物のスペシエーション(化学種の決定)は、その毒性が形態に依存することや、その起源解明の点から大変重要である。現在、有機スズ化合物の分析にはガスクロマトグラフ法(GC)や液体クロマトグラフ法(LC)など各種クロマトグラフィーが広く用いられている。さらに検出器も質量分析装置(MS)を中心としていくつかのものが用いられている。しかしながら、これらの分析法は抽出、精製、誘導体化など多くの複雑な前処理を必要としており、前処理に試料中のSn形態変化を伴う可能性がある。

本研究ではX-ray Absorption Fine Structure(XAFS)法を用いて、試料を非破壊で有機スズ化合物のスペシエーションを行うことを目的とした。XAFS法の測定は、SPRING-8のBL01B1ラインと高エネルギー加速器機構・フォトンファクトリー(PF)のBL9Aで行った。

船底塗料などの試料に対して、クロマトグラフ法分析のような前処理なしに、SnのL端、K端のXAFSを測定した。その結果、XAFS法、特にX-ray Absorption Near Edge Structure(XANES)法にTBT、TPTを含む有機スズ化合物のスペシエーションが可能であることがわかった。また検出限界は数10 ppm程度であることがわかった。応用できる試料は、防汚塗料、Snが蓄積した堆積物、生体試料などである。このように分析のための前処理操作が複雑な有機スズ化合物に対して、本研究のような放射光を用いた直接分析はメリットが大きいと考える。

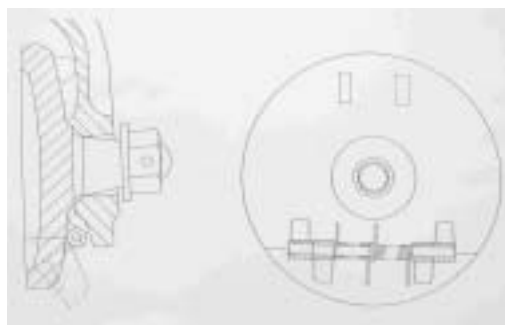
船用スイング逆止め弁のチャタリング軽減技術 Techniques to Reduce Chattering of Marine Swing Check Valves

伊飼通明、三輪英雄、岡一嘉、澤村直幸

平成15年10月

第70回マリンエンジニアリング学術講演会

船用スイング逆止め弁は、配管部品であり、船舶のガス配管系にガスの逆流を防止するために設けられている安全弁である。ガスの流量によっては、ガスを遮断する弁体に一定の振動が発生する。この振動がチャタリングと言われるもので、その発生音は配管を伝わって船舶内の騒音となる。このチャタリングの発生を軽減すべく弁体の一部を切断し、弁体が折れ曲がるフレキシブルの構造とした考案を考えた。もっとも軽減効果の高いフレキシブルの弁体を調べるために切断部の質量を51.1g、86.3g、140.2gの3種類を用いて、チャタリングの発生との関係を調べた。その結果、チャタリングの発生が、空気流量と切断部の質量との間に一定の関係があることが解った。この関係から、具体的に呼び径100Aの逆止め弁では、最適切断部質量は176gであることが解った。さらに、これらの実験から弁体をフレキシブルにただけでは、配管内に一時に閉じられた空間が形成される場合もある。このため、チャタリングが発生することから弁体を少し開いておくための引っ張りバネを設けなければならないことが解った。



フレキシブル弁体

A Study on Complicated Roll Motion of a Ship Equipped with an Anti-rolling Tank

減揺水槽を装備した船の横揺れに関する一考察

田口晴邦、沢田博史、谷澤克治

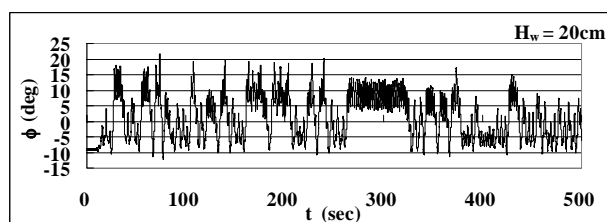
平成15年9月

Proceedings of the Eighth International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles

横揺れ軽減装置として減揺水槽を搭載する船舶がある。減揺水槽を作動させると、内部の液体の自由表面影響により船舶の見かけのメタセンタ高さ（GM）が減少する。通常は、このGMの減少量を考慮して適切な復原性能を有するように、船舶の設計は行なわれている。しかしながら、想定した状態より重心が上昇した場合など、復原性能が低下した状態では、自由表面影響が相対的に大きくなり、減揺水槽を作動させると危険な状態に陥ることも考えられる。そこで、復原性能が低下した状態で減揺水槽を作動させた場合の船の横揺れを、模型実験及び数値シミュレーションを行なうて調べた。

実験は、Frahm型（U字管型）減揺水槽を搭載した小型漁船の模型を用いて、規則波中で横波状態となるようにして行った。その際、復原性能が低下した状態での全般的な横揺れ特性を把握するため、波周期（ T_w ）、波高（ H_w ）を広範囲に変えた。その結果、減揺水槽を作動させた場合に見かけのGMが負になるような状態では、横揺れ固有周期と比較して短周期側の波で、不規則で複雑な横揺れが発生する場合があることが明らかにになった（下図）。

次に、そのような横揺れの発生条件を詳細に調べるために、船の横揺れ運動と減揺水槽内の液体の連成運動を非線形力学系として扱い、波周期と波高をパラメータとした数値シミュレーションを行った。その結果、見かけのGMが負になるような状態では、横揺れ固有周期と比較して長周期側で、波周期と波高の広範囲の組み合わせで、模型実験で観測されたような不規則で複雑な横揺れが発生することが確認された。しかしながら、短周期側では、波と同じ周期の規則的な横揺れしか確認できなかった。そのため、今後、GM等をパラメータに加えて、更に検討を行なう必要があると考えられた。



模型実験で計測された横揺れ時系列（ $T_w=2.0s$, $H_w=20cm$ ）

温室効果ガスの大気への排出抑制について

On the reduction of green house gas emissions into the atmosphere

波江 貞弘

平成15年12月

日本ボイラ協会 「ボイラ研究」論説

温室効果ガス（Green House Gas）の大気への排出抑制を目的とする国際活動は、1997年12月に京都で開催された「気候変動に関する枠組み条約（UNFCCC）の第3回締約国会議（COP3）」から実質的に開始されている。この条約の締結により、わが国は二酸化炭素などの温室効果ガスの排出量を、2008～2012年の平均値として基準年である1990年から6%削減することが義務づけられた。同条約に基づき、各締約国は国別の「温室効果ガス排出・吸収目録（インベントリ）」を定期的に条約事務局に提出し、専門家によるレビューを受けることになっている。このインベントリ報告の作成作業の現況とともに、海洋・船舶分野における排出抑制の取り組み状況について記述している。

また、排出抑制に関する技術的トピックスとして、酸素燃焼ボイラの開発、高温蒸気サイクルとディーゼル（またはサバテ）サイクルの複合機関の開発、燃料電池発電における二酸化炭素分離技術ならびに二酸化炭素の隔離に関する技術開発を取り上げ、その現状について概説している。

むすびとして、地球環境保全の動向、あるいは国内エネルギー問題を前提とする長期的な視点に立った研究開発、特に新しい技術的提案とその実証がわが国において今後ますます重要になることを指摘している。また、これに関連する米国の戦略についても触れている。

船舶におけるバリアフリーの現状と今後の課題 について

The Present Condition of Barrier-free on Ship
and its Problem

宮崎恵子、村山雅己

平成15年9月

日本造船学会誌 Techno Marine 第875号

交通バリアフリー法（高齢者・身体障害者等の公共交通機関を利用した移動の円滑化の促進に関する法律。以下、BF法という）の施行により、同技術基準（以下、BF基準という）に適合した旅客船が就航を始めて約1年が経過し、各地でバリアフリー船が見られるようになった。本稿では、著者等のこれまでの調査・研究で得られた知見を基に、バリアフリー船の現状と今後の課題について見解を含めて述べている。

2003年3月31日現在、BF基準の対象となる総トン数5トン以上の国内定期旅客船は1,116隻、その内、BF適合船は24隻である。BF法を必要とする高齢者・身体障害者は厚生労働省の調査や運航者への聞き取り調査からも増加が見込まれる。

海上技術安全研究所では、車いす利用者・視覚障害者等と共に、2002年10月にBF基準適合フェリーの実船調査を実施した。また、2003年7月には電話によるBF基準適合船運航者9社への聴き取り調査を実施している。これらの調査結果から、BF基準に沿えば通常時の行動には特段の支障はないと考えられる。しかし、大型船では、BF基準以上の身体障害者対策がおこなわれることを利用者から期待され、BF基準に適合しているのに、バリアフリーになっていないと誤解されていたり、小型船では、BF基準を満たすが故に顧客満足への融通が利かなくなっていたりということが見受けられた。利用者・運航者両方の要求に対応するためには、矛盾点・問題点等を含む事例を詳細に検討する必要がある。

今後の課題としては、著者等は、高齢者・身体障害者等への非常時対応が重要であると考えた。そこで、身体障害者が避難した実例として貴重なデータとなった米国ワールドトレードセンターテロ事件の避難と、船舶での状況とを対応させて検討した。これに加え、これまでの知見等を基に、船舶での高齢者・身体障害者等の非常時対応について、「1.避難時における高齢者・身体障害者等のための避難手順や避難シナリオ等を基にした避難マニュアルの整備」、「2.避難時の垂直移動のためのハードの検討」、「3.高齢者・身体障害者等による実験を含む救命設備の検討」を提言した。そして、まず取り組むべきこととして「高齢者・身体障害者等を対象にした船員が使用する避難マニュアルの作成」及び「避難時のエレベータ使用の検討」の2点をあげた。