

所外発表論文等概要

Steady Sailing Performance of a Hybrid-sail Assisted Bulk Carrier

複合帆を装備したバルクキャリアの定常航行性能

藤原敏文、G.E.Hearn、北村文俊、上野道雄、南佳成
平成17年9月

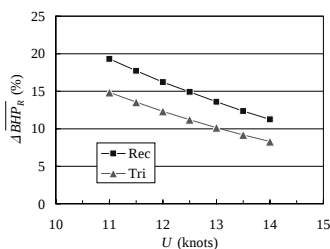
Journal of marine science and technology 第10号

当所では、自然エネルギーを利用した環境負荷の少ない推進手段として、外帆帆装船の検討を行ってきた。搭載を想定する帆装用帆は、高揚力を発生させるために翼型マスト(硬帆)、前部のスラット、後部のセール(軟帆)から構成される複合帆である。

本稿では、クレーン兼用として想定された4本の複合帆を搭載する載荷重量約5万トンの帆装バルクキャリアについて、操縦運動数学モデル(MMGモデル)に基づく定常航行性能計算や燃料消費減少量の評価を行った。計算では4本の複合帆が存在することによる帆同士の干渉、帆と船体の干渉影響を考慮した上で定常航行状態の推定を行っている。また、複合帆は矩形型と三角型の2つの異なる形状を対象とし、航行状態、帆装利得についてそれぞれの比較検討を行っている。

最終的な結論として、次のことが挙げられる。

- ・今回対象とした高揚力複合帆(矩形型帆、三角型帆)をバルクキャリアに設置した場合の推進速度、斜行角、舵角等の定常航行性能に及ぼす帆と帆、帆と船体の干渉影響が明らかになった。
- ・風速が変化した場合の定常航行状態、推進力利得割合を矩形型帆、三角型帆のそれぞれについて明らかにした。
- ・北太平洋を13.5knotsの速力で運航する帆装バルクキャリアを想定して検討した結果、無帆装時の必要馬力に対して制動馬力(BHP)換算で矩形型帆の場合12.4%、三角型帆の場合9.2%分の利得を得る。
- ・北太平洋を運航する際の航行船速を変化させた場合の燃料消費減少量を計算した。矩形型帆を利用し11knotsで運航した場合、無帆装航行時に比べて約16%の燃料消費減少が見込まれる。



図：北太平洋で運航する帆装船の想定船速を変化させた場合の利得馬力

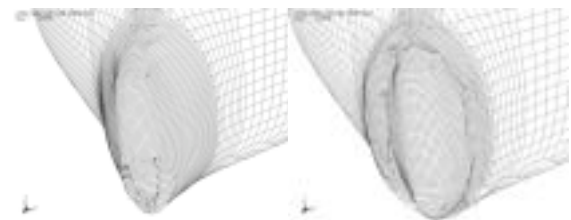
Numerical Study on the Effect of Buffer Bow Structure in Ship-to-Ship Collision

数値計算を用いた船舶衝突における緩衝型船首構造の効果について

山田安平、遠藤久芳、Preben T. Pedersen
平成17年6月

Proceedings of the 15th International Offshore and Polar Engineering Conference

国土交通省からの委託を受けて、衝突によるタンカーからの油流出防止を目的として緩衝型船首構造の基準設定に関する研究を行ってきた。本研究では、VLCCが角度90度で、ダブルハルVLCCの左舷中央タンクに衝突するシナリオでの大規模シミュレーション計算を行い、緩衝型船首の効果を検討した。また、シミュレーションにおける鋼材の破壊判定条件が計算結果に与える影響や、被衝突船の前進速度影響について、シミュレーション解析結果をもとに考察を加えた。その結果、以下の知見が得られた。(1)鋼材(シェル要素)の破壊判定条件として与えた破断歪み限界値に応じて、解析結果として得られた反力及び吸収エネルギーの大きさが大きく変化する。今回の解析では、使用するモデルの要素サイズに適合させ、また、溶接に起因する材料欠陥を考慮して、破断歪み限界値として12%を採用した。(2)被衝突船の前進速度がない場合、緩衝型船首構造を採用すると、被衝突船の内殻が破断する限界衝突速度が6.7ktから12ktに向上する結果が得られた。緩衝型船首構造を採用すれば、VLCCが港内限界速度(=12kt)でダブルハルVLCCに衝突しても油流出を生じないということが推定できた。(3)被衝突船が前進速度を有している場合には、緩衝型船首は衝突時に船首バルブ部の横曲げ変形が促進され、接触面積が増大する結果、被衝突船の内殻破断を防止する効果が特に顕著となることが確認された。



衝突船(VLCC)船首バルブの変形状況

左) 標準船首の場合、右) 緩衝型船首の場合

放射線診療における手指の不均衡被ばく線量の推計

Exposure Doses to Fingers of Medical Workers

山口一郎、大西世紀

平成17年6月

日本保健物理学会第39回研究発表会

PET(Positron emission tomography) 診療やIVR(Interventi-onal Radiology)に従事する放射線診療従事者は手指の不均衡被曝をモニタリングしている。しかし、線量測定素子はシリンジ等の保持面と反対側になる手指の背側に装着されており、被曝線量が過小評価されている可能性がある。そこで、放射線診療従事者の手指の被曝線量を計算した。

線量計算には連続エネルギーモンテカルロコードであるMCNP及びEGS4を用いた。PETに関してはシリンジホルダーを装着した¹⁸F線源を想定し、シリンジ軸長は6cm、周囲を2mmのアクリルと内径0.695cm、外径1.25cmのタングステンホルダーで覆われているとした。以上の条件でタングステンホルダーがタングステン単体(19.3g/cm³)の場合とタングステン合金(18g/cm³ W:95 Ni:3.5 Fe:1.5 wt%)の場合を比較し、またタングステン単体の場合についてはホルダー厚さを5.5mm 7.5mm 10mmに変えて手指の吸収線量を計算した。

400MBqの¹⁸F(質量数18のフッ素同位体)をホルダー無しで扱った場合手指の線量率は134(μSv/s)となり、タングステンホルダーを用いた場合12.6(μSv/s)となった。合金製タングステンホルダーを用いた場合はこれより約20%程度大きくなることが分かった。取り扱い条件を1日の患者数が10人、1人あたりのホルダー保持時間を30秒、週5日従事、作業開始時の放射能が260MBqとして計算したタングステンホルダー装着時における3ヶ月間の線量を表1に示す。手指の線量はホルダー厚が5.5mmでも線量限度は超えなかったが比較的線量限度に近く、想定したケースよりも多くの作業が発生する場合には何らかの対策が必要である。

患者と接近した位置で手を保持したまま作業を継続すると職業被曝として無視できない高い線量を被曝し得る。このため潜在的な被曝のリスクは小さくないと考えられる。手背側の線量素子は幾何学的条件および指自己吸収により過小評価になることが分かった。

表1：シリンジホルダーを保持する手の吸収線量

ホルダー厚(mm)	手掌側(mGy)	中心(mGy)
5.5	180±5	80±3
7.5	140±10	35±2
10	64±7	17±1

ケミカルタンカーからのVOC排出と大気拡散解析 —東京湾の場合—

VOC Emission from Chemical Tankers and Atmospheric Dispersion Analysis

—In the Case of Tokyo Bay—

間島隆博、上田浩一

平成17年7月

第15回環境工学総合シンポジウム2005講演論文集

我が国において、ケミカルタンカーは多品目の化学物質を大量に輸送しており、その多くはVOC(揮発性有機化合物)であるが、ベンゼンをはじめとして健康に悪影響を及ぼす物質が多数含まれる。そのため輸送に従事する乗組員や岸壁での作業員、周辺住民への化学物質曝露による健康影響が懸念される。

著者らは、ケミカルタンカーにおける揚げ荷役(タンカーから陸上の貯蔵タンクへの貨物移送作業)終了後のタンク内貨物残留量について、ガス、液体、両成分に分離して見積もる方法について報告した(「ケミカルタンカー揚げ荷役後の貨物残留量」第14回環境工学総合シンポジウム2004講演論文集, pp.266-269)。今回は、さらに貨物配管内の残留量について実験を行い、このデータから揚げ荷役後の残留量計算モデルを完成させた。なお、揚げ荷役後の残留量は揚げ荷役に続いて行われるタンククリーニング作業での排出量、すなわち環境中への排出量と考えることができる。

この残留量計算モデルと積み荷役(積み込み作業)中の貨物タンク蒸発ガス排出量の予測計算モデルを使用して、国内海上輸送化学物質の排出量を見積もった。これより年間排出量は貨物の蒸気圧に大きく依存せず、輸送量に比例する傾向があることを示した。

さらに、発がん性物質であるベンゼンについては、出入荷が盛んな東京湾内での排出量を見積もるとともに、その排出が関東地方のベンゼン濃度に与える影響を明らかにするため、大気拡散解析を実施した。この解析結果とPRTR(化学物質排出把握管理促進法)の報告データを用いて解析した濃度分布との比から、東京湾周辺のベンゼン濃度に対するケミカルタンカーの寄与率は1割程度であり、その比は排出海域からの距離の累乗に比例して減少することが分かった。

海上流出化学物質の海上拡散、蒸発ガス拡散解析 Dispersion Analysis of Liquid and Vapor for Chemical Spill on the Sea

間島隆博、樋富和夫

平成17年7月

第33回可視化情報シンポジウム講演論文集

我が国において、ケミカルタンカーは多品目の化学物質を大量に輸送している。その多くは揮発性有機化合物(VOC)であり、健康に悪影響を及ぼす物質が多数含まれる。また、緊急防除に関する国際協力体制の構築を主たる目的としたOPRC条約では対象物質を油から有害危険物質に広げている。

我々はケミカルタンカーの座礁、衝突事故などにより海上に流出した化学物質の挙動を予測すべく、解析プログラムを作成した。海上輸送される化学物質は海面に浮遊し、揮発しやすい物質が多く含まれるため、この特性に特化し、3つの物理現象をモデル化してプログラムを構成した。1つは海面上の液体拡散解析、2つ目はその液体からの蒸発量算定、最後に、大気中のガス拡散解析である。水面上及び大気中の両拡散解析を行うため、流出液体及び蒸発ガスの挙動を粒子の動きにより模擬するランダムウォーク法を採用した。これより、液体の海上拡散やガス濃度分布といった情報を時間履歴として捉えることができる。

また、本稿では新たにMass-Consistent法により構築された風速推定モデルとの結合を行った。これより、限られた観測地点の風速データを用いて、解析対象領域全体の風速に関する空間分布が得られ、より精度の高い拡散予測が可能となる。

構築した計算モデルを用いて、東京湾で起きた油流出事故のシミュレーションを行い、解析結果を当時の記録と比較した。この事故では比較的軽い成分を多く含む原油が海上に流出し、蒸発ガスは強い南西の風に乗って、東京江戸川区を中心とした地域で異臭が報告されている。本計算モデルによる濃度値と事故時に観測された炭化水素濃度の時間履歴との比較から、本計算モデルの妥当性が示された。また、この事故時の状況設定で流出物質が油ではなくベンゼン(発がん性物質)であった場合の解析も試行した。この結果、大規模なベンゼン流出の場合、健康影響が懸念される高濃度の蒸発ガスが陸域まで到達する可能性が示唆された。

On the Research and Development of Super Eco-Ship Project

次世代内航船の研究開発について

南佳成、川並康剛

平成17年6月

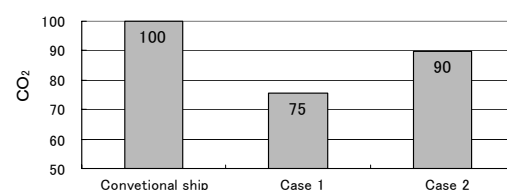
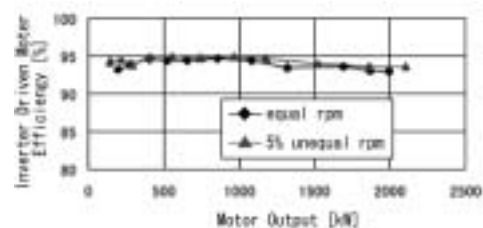
Proceedings of the 15th International Offshore and
Polar Engineering Conference

次世代内航船(スーパーエコシップ)プロジェクトでは、ガスタービンと電気推進を採用し、二重反転プロペラ型ポッド推進器の開発など技術的なブレイクスルーを通じ、CO₂の排出量削減等の環境負荷低減を図り、居住環境と労働環境が改善される革新的な内航船の開発を行っている。

本論文では、2004年度実施した二重反転プロペラ型ポッド推進器の実寸大モデル試験及びスーパーエコシップの環境影響評価について報告する。

二重反転プロペラ型ポッド推進器(前プロペラ直径3.4m、後プロペラ直径3.1m)は、2004年8月に造船所ドック内で実寸大モデル試験を実施し、推進器の性能及び信頼性を検証した。ポッド推進器のシステム効率については、93.5%を達成した。

スーパーエコシップの環境影響評価では、在来船の運航データを基にCO₂の排出量を推定した。評価に用いた対象船は、実証候補船の一つである4,999DWTのタンカーとした。推進システムの違いによる影響を調べるために、主機関をスーパーマリンガスタービン、補機をディーゼルエンジンにした場合(Case1)、主機関をスーパーマリンガスタービン、補機をガスタービンエンジンにした場合(Case2)の2ケースで行った。その結果、スーパーエコシップのCO₂の排出量は、在来船と比較して25%削減(Case1)が可能であることが分かった。



二重反転プロペラ式ポッド推進器システム効率
CO₂排出量削減効果

Ice Load exerted on the Hull of Icebreaker PM Teshio in the South Sea of Okhotsk 南部オホーツク海において巡視船「てしお」 に作用する氷荷重について

宇都正太郎、岡修二、村上睦尚、瀧本忠教、泉山耕

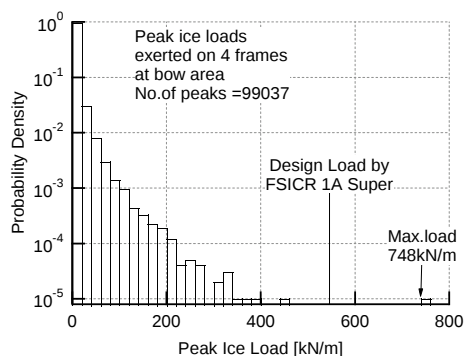
平成17年6月

第18回極域港湾及び海洋工学に関する国際会議

サハリン沖の油ガス生産が本格化し、2005年度中にも流水季を含む通年生産に移行し、耐氷型船舶による輸送が開始されようとしている。一般に耐氷型船舶の構造設計は、耐氷構造規則に則って行われるが、現存する規則がオホーツク海の氷況及び輸送形態に則した合理的なものかは十分に検証されていない。このためには当該海域を航行する船舶に作用する氷荷重のレベルを把握することが必要不可欠である。

そこで本研究では海上保安庁の砕氷巡視船「てしお」の実船実験結果を用いて氷荷重を推定した。船首部4本及び船首肩部2本のフレームについて、各フレームの上下2カ所で氷荷重によって生じる剪断歪みを計測した。これらの計測結果をもとに有限要素法を用いて各フレームに作用する、氷荷重(長手方向単位長さ当たりの荷重)を推定し、船速、主機馬力、氷厚との関係について考察した。本研究で得られた主要な結論は以下の通りである。

- 1) 氷荷重の計測最大値は748kN/mであり、耐氷構造規則(Finish-Swedish Ice Class Rulesの1ASuper級: FSI CR 1ASuper)が定める設計荷重を上回った(下図参照)。
- 2) 連続砕氷航行中に船首部に作用する氷荷重は、主機馬力と良い相関を示し、馬力増加とともに荷重が増加する傾向が見られた。一方、船首肩部については相関が見られない。これは船体各部での氷盤破壊メカニズムの違いに起因すると考えられる。
- 3) ラミング砕氷時は氷盤突入時の船速増加とともに船首部における氷荷重が増加する傾向があることがわかった。



図：船首部4フレームに作用する氷荷重ピーク値の頻度分布

CO₂海洋隔離技術開発の現状 Present State of CO₂ Ocean Sequestration Technologies

綾威雄、山根健次、中島康晴

平成17年7月

日本マリンエンジニアリング学会誌 第40巻5号

1997年12月に採択された京都議定書が8年余り経た本年2月16日に発効した。これを契機として、CO₂の排出抑制に向けた様々な取り組みが一段と活発となってきた。その1つに、大幅なCO₂排出削減を可能とするCO₂海洋隔離がある。温暖化対策としてCO₂を海洋に隔離するというアイディアは、1977年に米国の研究者により生まれたものであるが、1988年の米国上院における気象学者の「温暖化懸念証言」後に注目されるようになり、1990年代初頭から我が国を中心として実験的研究が進められた。

温暖化問題、即ちCO₂問題の特徴はその処理量の超大量性にあり、これが解決を困難としている最大の要因ともなっている。温暖化を緩和させるに必要な大量のCO₂を工業原料として消費することは難しく、処理先としては、結局のところ、大地か海洋以外にはないと考えられている。

表1は、全世界の海洋と大地(帯水層、廃ガス田、廃油田)の推定CO₂処理能力(炭素換算ギガトン)を比較したものである。表から、海洋の処理能力が際だって大きいことが分かる。特に、四方を深い海に囲まれている我が国にとっては、海洋の利用は魅力的と言える。

温暖化対策技術としてのCO₂海洋隔離技術について、その種類と特徴、CO₂投入法、CO₂ハイドレートとの関わりについて解説した。温暖化対策が実効をあげるには、国際的な合意と協力が必要なことは論を待たないが、京都議定書には、中国などCO₂排出の大きなシェアを占める途上国が含まれていないなど、大きな政治的課題が山積している。しかしながら、技術としてどのような対策がどの程度有効であり、環境への負荷を含めてそのコストはいかほどかを明らかにしておくことは重要である。技術および科学的未解決課題をじっくりと解決することが、膨大な処理能力を有するCO₂海洋隔離を実現させる早道であろう。

表1 海洋と大地の推定 CO₂ 処理能力

処理法	処理量 (GtC)
海洋	1400 ~ 2 × 10 ³
地下帯水層	87 ~ 2700
採掘後のガス田	140 ~ 310
採掘後の油田	40 ~ 190

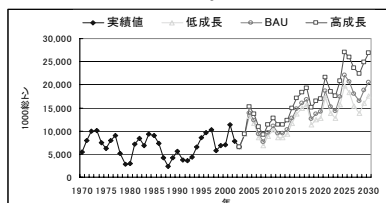
長期造船需要予測と鋼材調達 Long-term Demand Forecasting for Shipbuilding and Steel Market

小坂浩之、勝原光治郎、小林充
平成17年6月

日本造船学会講演会論文集 第5号

アジアの経済成長に伴う国際物流量の増加は、中国の急激な発展によって更なる加速を見せている。造船業では、その物流量増加の影響を受け、現在多くの受注量を有しているが、それと同時に建造費用が上昇している。建造費用上昇の原因として、中国における鉄鋼需要の増加が鋼材価格を高騰させていることが挙げられる。既存造船需要予測手法には、このような造船業の原材料調達の状況が考慮されたものは少ない。本稿は、簡易な長期造船需要予測モデルを作成し、上記のような造船業のサプライチェーンの状況が、長期造船需要モデルの予測結果に与える影響を検討した。具体的な検討方法は、対象をバルク貨物とバルク船とし、海上荷動き量を社会経済指標から予測するモデルと、その結果を用いてバルク船の建造量を予測するモデルを作成した。次に、モデルを用いて2030年までの荷動き量と建造量の予測を行い、荷動き量と船腹量の関係を定める需給率(荷動き量/船腹量)を変化させ、長期造船需要予測の結果に与える影響を検討した。需給率の変化とは、最近の鋼材調達状況を反映させ、需給率の過去の平均的な値とその値が増加した場合について検討した。これは、鉄鋼需要量の急増に伴う鋼材価格の上昇が、造船業における調達コストと船価を上昇させ、さらに需給率の値が増加するためである。

本予測モデルを適用し、社会経済指標に関して自然体(BAU, Business As Usual)、高成長、低成長ケースの設定を行いケースごとに予測した。荷動き量の予測結果は、2003から2030年の合計は571億メトリックトン(MT)である。BAUに対して低成長と高成長は、-7%と10%の差が存在する。建造需要量の予測結果は、2003から2030年の合計で392,961GT(14,758隻)である(下図参照)。BAUに対して低成長と高成長は、-12%と18%の差が存在する。需給率を変化させた検討では、需給率が8.14から8.70MT/GTへ7%程度増加することで、予測値は3.6%程度減少することを示した。結論として、鋼材調達と関係性を持つ需給率が、予測に与える影響は、社会経済指標の設定の影響ほどではないが、需要予測のための重要な要因となることを示している。



図：2030年までのバルク船建造需要量の予測結果

ノズルの小口径化によるタンク洗浄水量の低減 Minimization of Tank Washings by Using Small Nozzle Diameter

上田浩一、山之内博
平成17年7月

第15回環境工学総合シンポジウム2005講演論文集

有害液体物質輸送タンカーが貨物荷揚げ後タンク洗浄を行う場合、その洗浄廃液は有害性に応じて海洋への投棄が規制され、洗浄排水中の残液濃度が定められた濃度以下になるまでは陸揚げ処理を行う。この処理を容易にするため、洗浄を効率的に行い、洗浄廃水の発生量を低減し処理を容易にすることにより、海洋投棄も少なくできると考えられる。通常499総トンクラスの有害液体輸送タンカーでは、口径6～7mmのノズルの洗浄機で洗浄しているが、口径を細くすることにより、洗浄排水中の濃度が0.1%以下になるまで洗浄するのに必要な洗浄水量を低減する方法を検討した。

本研究では縦2m、横2m、長さ4mのタンクを使用し、ノズル口径を0.5mm～3.0mmにした場合の洗浄効果について実験的に調べた。ノズル1本を使用し、走査線は天井面の真上から渦巻き状にした。供試液は着色したエチレングリコールを使用し、始めにタンク内全面に塗り、ノズルで洗浄しながら排水する実験を行った。なお、ノズル回転は垂直軸回りの角速度 α と水平軸回りの角速度 β の比を128とした。

洗浄排水中の濃度が、0.1%程度までは洗浄排水中の濃度は洗浄水量に対して指数関数的に低下するが、0.01%付近では濃度の低下が緩やかになった。また、ノズル口径が2mm以上あれば濃度0.1%までは1度の走査で洗浄された。この実験結果をタンク内の付着残量と洗浄水が均一に混合していると仮定したモデルを用いて検討した結果、ノズル口径が大きくなるにつれて洗浄効果は上がるが、タンク内に滞留する量が増加し排水中の濃度低減には不利になることがわかった。なお、タンク中央に洗浄機を設置して水噴流で洗浄する場合、最も洗浄され難い場所は走査線が粗になる天井面の角付近であった。

本実験とは走査線の方法やノズルの本数(2本)が異なる過去の実験において、ノズルの口径が7mm, 4mm, 2.5mmの場合で、洗浄排水中の濃度が0.1%まで洗浄するのに、それぞれ270リットル、120リットル、70リットル程度の洗浄水を要している。一方本実験では口径が2.5mm程度のノズル1本で、天井の中心部から渦巻き状にノズルを走査し、天井面、側面、底面の順に、タンク洗浄を行うことにより、41リットルで洗浄排水中の濃度が0.1%程度までの洗浄が可能になり、大幅な洗浄水量の低減が達成できた。

A Full Scale Model Test of Contra-rotating Podded Propulsor

二重反転プロペラ型ポッド推進器実寸モデル試験

川並康剛、工藤達郎、吉岡勝、石原泰明

竹田敦、米良孝、菊井量一、寺門正義

平成17年6月

日本造船学会講演論文集第5号

当所では、モーダルシフトの促進、環境負荷低減、内航海運活性化を主目的とした国土交通省からの受託研究「次世代内航船の研究開発」に対し、スーパーエコシッププロジェクトチームを組織し、新形式内航船の研究を行ってきた。ここで検討した推進システムは二重反転プロペラ(CRP)型ポッド推進器という世界的にも類例のない新技術を用いたものである。

本論文は、CRP型ポッド推進器の実寸大モデルの技術的な特徴と、造船所ドック内における耐久性・安全性試験の結果について述べたものである。

本CRP型ポッド推進器の大きな特徴は、分解・組立てが容易で放熱性に優れたモジュール構造(図1)、内蔵型永久磁石電動機および二重反転軸シール部の特殊構造である。今回の実寸モデル試験では、本CRP型ポッド推進器各部が所要の耐久性を満たすことが確認され、新しい推進器技術を実船に用いる際の基礎的なデータが取得できた。安全性確認試験では、CRPフルオペレーション時に異常振動の発生がないことが確認された。また、本CRPポッド推進器の電動機効率、目標の93%を超え、94%に達した(図2)。同容量の電動機としては極めて高い効率である。

今回の実寸モデル試験によって、本CRP型ポッド推進器に集約された新技術は、この他の形式のポッド推進器に応用できる可能性が示された。



図1二重反転プロペラ型ポッド推進器のモジュール構造

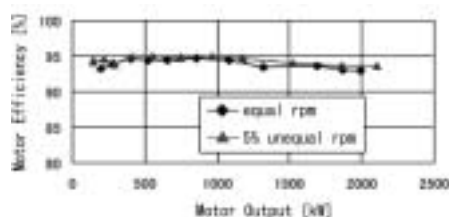


図2二重反転プロペラ型ポッド推進器電動機効率

高分解能衛星画像における船舶識別方法 の検討－ I

Distinction of Ship type using High Resolution satellite Imagery－ I

池本義範

平成17年5月

日本航海学会 第112回講演会・研究会予稿

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通航量を調べるために船舶を自動的に抽出し、その船種を識別して隻数をカウントするシステムを構築することにある。

本報告では最初のステップとして、船舶画像の色彩について調べ、色彩データと、解析した船舶の形状データとを船種ごとに整理し、両者を用いて船舶の識別を試みた。

高分解能衛星による可視光バンドのカラー画像を用いて、次のような手順で分類した。

- ① 船舶の画像をグレースケール画像に変換する。
- ② 図2のように画像の輪郭を抽出し、船舶の全長と最大幅を推定する。
- ③ 図3のような文献1)による統計解析に基づく船種ごとの全長、型幅と②で求めた値を比較し、最も近い値を持つ船種に第一候補として分類する。
- ④ ③で分類したものを、さらに前報で調べた船種ごとのRGBの輝度レベルと比較し、最も近い値を持つものを最終候補の船種と分類する。

上記の手順で分類したものを船長経験者による分類と比較し、ある程度の判別が可能であることが分かった。



図1：船舶画像例(コンテナ船)

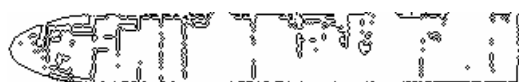


図2：抽出した輪郭画像の例

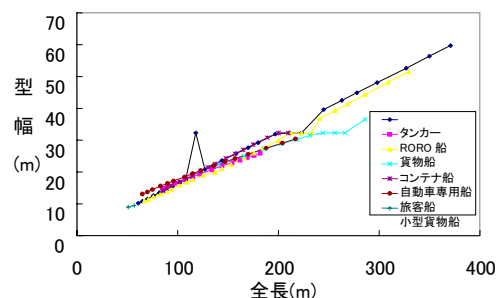


図3：標準的な内航船舶の全長・型幅の関係

参考文献

1) 赤倉康寛ほか「統計解析による対象船舶の諸元」港湾技研資料No.910, 港湾技術研究所, 1998

**On the Mooring Line Tension of the Tanker
by Dolphin Mooring in Wind and Waves**
風波中におけるドルフィン係留された
タンカーの係留索張力について

原正一、谷澤克治、星野邦弘、加納敏幸、
山川賢次
平成17年6月

Proceedings of the 15th International Offshore and
Polar Engineering Conference

船舶を係留する際には、係留する場所が岸壁、ドルフィンなどで異なった係留方式をとる。岸壁係留でも垂直岸壁や岸壁の下部が透過式のものも存在する。タンカーの係留は、一般的にはドルフィン係留であり、岸壁からある程度の距離突き出した形状で、岸壁下部では波が透過する。タンカーの荷役時には、陸上の固定設備でローディングアームと呼ばれるタンカーの配管装置と船上の配管とを固定して、積載油の荷揚げ、荷降ろしの作業を行う。通常、このローディングアームは、船舶が波浪、風、潮流などの外乱によって動揺するために、ある程度の可動許容範囲が設定されている。港湾内での波浪は、直接外海から入射する波は港湾の構造上少ないが、回折波の存在や風圧の影響による船舶の係留位置が変化するためその保持が必要である。また、急な気象・海象の変化による索張力の調整のために、通常は係留索の張り具合を見ながら係船機による索の繰り出し、繰り入れの操作を行い対応している。

著者らは、内航船の省力化を目的として、係船機を制御することにより係船位置と係留索張力を安全な範囲に保持するために、伸びの少ない(ワイヤロープ相等)高強度繊維索を使用した従来の油圧駆動に代わり制御の容易な電動ウィンチによる係船システムを検討している。これまで、Wigley 船型の模型船を用いて、垂直岸壁に係留した船体の波浪中における係留索張力と船体動揺の計測を行った。本報告では、ドルフィン係留されたタンカー模型を用いて、波浪、風圧下における係留索張力および船体動揺などを計測した。その際、風向、係留索のばね定数、係留方式、载荷状態などを変化させて、その係留索張力に対する影響を調査検討した。これより、次の事項が明らかになった。

- (1)風波によって係留船舶の係留ラインにかかる変動索張力については、数値計算結果のほうが実験値よりも大きくなった。しかし、平均索張力、最大索張力については、港湾内の比較的小さな波高を対象としたために、波浪影響よりも風圧抵抗の影響が大きく両者の数値計算との一致は良好であった。
- (2)船体運動の数値計算は、実験値と一致が良くなかった。また、風向によって船体運動は影響を受けない。
- (3)スプリングラインの係留張力は、船首および船尾のホーサーラインのそれよりも風向による変化が大きい。
- (4)波と風の方向が平均索張力、最大索張力に影響を与える可能性がある。

**フリーク波の研究—その歴史と現状
Study in Freak Wave --Past and Present--**

富田宏

平成17年6月

日本造船学会講演論文集第5号

Freak波の研究はおおよそ1980年代前半に遡るものと思われる。その当時まで海洋波浪の研究は一方ではランダム現象の典型的なものとして統計的接近が行われ、他方個々の波の与える波浪荷重や非線形効果等については主に単一の規則波として取り扱われてきた。従って、不規則波中に現れる突発的な孤立的大波高波と言うようなものは直接の科学的研究対象となり難かったのは当然のなりゆきである。

Freak波について初めて定量的な定義を与えたのはPer Klinting & Stig Sand(1987)によるものであろう。図1はデンマーク沿岸で観測されたFreak波の典型的な記録である。このデータを基準にして当該波は孤立した最高波であり、前後に位置する波の2倍以上の波高を持ち、かつ波峰の高さが波高の65%を超えるものと定義している。これを見ると考え方が現在のものとはちょうど反対になっているので非常に興味深い。

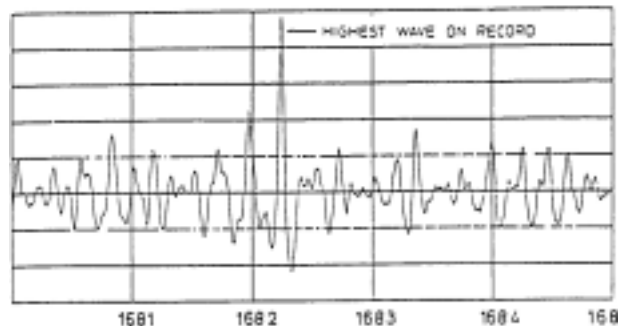


図1 フリーク波の典型

現在ではこれを単に有義波高の2倍を超える最高波と定義して非線形性を考慮した各種数値シミュレーション等によってその出現特性を検討する場合が多い。このような定義が採用された理由は定常な海象が数時間持続すればその間での最大波の波高の最頻値が有義波高の2倍であるという点に求められるようである。

しかしながらこの定義によって再現される波形を見ると図1に示されたような突発性、非対称性に欠けるものが多く、Freak波の本質的な特質を十分に表現していないのではないかと感じられる。今一度原点に立ち返って理論モデル、数値シミュレーション等の結果を再検討する必要がある。

長距離トラック運転における追い越し行動 に関する研究

A Study on Overtaking Behaviors of Long Distance Commercial Truck Drivers

吉村健志、伊藤博子、丹羽康之、福戸淳司

平成17年6月

日本人間工学会誌 第41巻特別号

長時間にわたる自動車運転作業が運転員に与える影響は、疲労を中心としてこれまで様々な研究の成果により明らかにされてきた。高速道路を利用した運転は、刺激の少ない道路環境や、長時間にわたる連続運転などの要因から、覚醒度の低下や眠気の発現、疲労の蓄積などが多く訴えられている。運転員の状態を軽視した不適切な運行管理は、運転員の負担を増加させるばかりではなく、時間的な切迫による無理な追い越し、車線変更、最高速度超過など先急ぎともいえる運転行動を惹起し、交通事故の大きな原因となることはいうまでもない。

一方、職業運転員に対する調査結果では、無理な追い越しや車線変更には、潜在的なリスクが存在することが明らかになっている。このような無理な追い越し行動などの不安全行動を検出することにより、長時間の運転作業によって変動する運転員の状態や、先急ぎなどの誤った意図形成等が発見できれば、未然に事故を防ぐ方策の一助となると考えられる。

そこで、本研究では、長距離トラック運転員の高速道路での追い越し行動を取り上げ、長期間にわたり運転行動を記録・蓄積することにより、長時間の運転作業が追い越し行動に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

今回追い越し行動の解析をおこなった結果、ウインカ操作の内容とその割合は、1.本線合流時 2%、2.分岐時 1%、3.追い越し前の車線変更時 40%、4.追い越し後の車線変更時39%、5.後続車両への挨拶時(ハザードランプ)5%であることが分かった。また、50km走行距離毎の追い越し回数の調査では、走行開始から50kmまでの平均追い越し回数は5.1回、50km以降の平均追い越し回数は8.9回と、走行開始直後の追い越し回数が比較的少ない傾向にあることが明らかとなった。

本研究は、平成16年度文部科学省科学技術振興調整費重要課題解決型プロジェクト「状況・意図理解によるリスクの発見と回避」によっておこなわれたものである。

首都圏—中京間における RO-RO船/フェリーの多頻度運航の検討 Simulation Analysis of Hourly Service Between Capital Region and Chukyo by RO-RO Vessel or Car Ferry

渋谷理、松倉洋史、小林充、勝原光治郎

平成17年6月

日本船舶海洋工学会 春季講演会

地球温暖化問題や長距離トラック輸送の諸課題へ対処するため、また2005年2月に発効された京都議定書の目標達成のため、モーダルシフトの更なる推進が必要となっている。その方策立案において、非線形かつ大規模・複雑な物流システムを総合的かつ定量的に評価することが必要である。その評価手段として、本研究ではマルチエージェント型の物流シミュレータを開発した。

本報告では、まず、開発したシミュレータについて説明した後、シミュレータの妥当性を東京から札幌への物流における輸送機関分担率の比較により確認した。

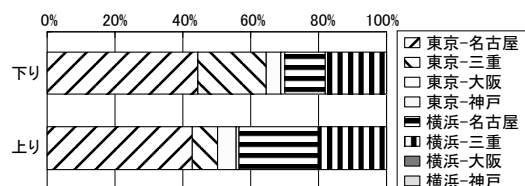
次に、トラック輸送による地域間貨物流動量の大きい首都圏—中京・阪神間のユニットロード物流をシミュレーション適用事例に取り上げた。シミュレータ内に首都圏—中京間の新規航路を開設し、海上輸送の需要を喚起すると言われる多頻度運航を行った場合の運航採算性や船舶へのモーダルシフトを検討した。

検討航路の条件は以下のように設定した。

- ・ 航路：川崎港～名古屋港(約206海里)
- ・ 投入船種：RO-RO船
- ・ 船舶仕様：トレーラ(12m20t)積載台数100台
船速23.5ノット
- ・ 所要時間：約10時間
- ・ 荷役時間：積み降ろし各1時間
- ・ 運賃：¥33,000
- ・ 便数：1日8便

シミュレーションの結果、検討航路の輸送機関分担率は上り下りともに約10%となることが分かった。尚、下図は解析結果の1例であり、検討航路を利用する貨物のOD(Origin Destination：発着地)毎の比率(トンベース)のグラフである。検討航路に集まる約4割の貨物のODが東京—名古屋となっていることを示している。

本報告では、シミュレータを開発し、適用事例として首都圏—中京間の検討航路において多頻度運航を行った場合の貨物需要量を定量的に評価できる事を示した。



図：検討航路を利用する貨物のOD毎の比率

Deep Ocean Experiments with Fossil Fuel Carbon Dioxide: Creation and Sensing of a Controlled Plume at 4 km Depth

化石燃料起因二酸化炭素の深海貯留実験：
深度4,000mにおける制御されたプルームの形成
と計測

P.G.Brewer, E.T.Peltzer, P.Walz, 綾威雄, 山根健次,
小島隆志, 中島康晴, 中山典子, P.Haugan,
T.Johannessen
平成17年2月

Journal of Marine Research, 63-1

化石燃料の燃焼により大気と海洋の CO_2 濃度が急速に増加していることが、気候に悪影響を及ぼしているとの懸念が国際的に広がっている。この問題を緩和するため、燃焼ガスから回収した CO_2 を直接地中あるいは深海に隔離する方法が提案されている。 CO_2 と海水それぞれの熱力学的性質はよく知られているが、これらの界面における相互作用、特に高濃度 CO_2 /低pH海水の生成過程については、これまで実験的研究がなされていなかった。著者らは、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の支援の下、この課題について革新的な実海域実験を行った。無人探査艇(ROV, Remotely Operated Vehicle)により深度4,000mの海底に小さな水路(flume)を設置し、40リットルの液体 CO_2 を溜め、水路の端に設けたスラスターにより CO_2 界面上の流速をコントロールした。高濃度 CO_2 海水の流れ(plume)を生成させ、定量的なデータを取得した。界面とハイドレート生成を高感度カメラで観察するとともに、境界層内外のpH(下図参照)と CO_2 濃度の指標である電気伝導度を測定した。データから、 CO_2 濃度とpHが平衡に達していないことが判明した。つまり、水路内の CO_2 に近いpHセンサは、溶解した CO_2 の内、電離した水素イオンのみを検知しているということであり、pHデータから CO_2 濃度を求めることは難しいことを示している。未電離の CO_2 分子は電気伝導度の低下として検知されるが、このような非平衡性は循環ループ装置による実験から得られたpHの時間的变化から確認された。



図：pH依存発色染料によるpH変化の可視化
(右側の CO_2 界面に近い黄色の帯が低pH領域)

Creation and Annihilation of Extremely Steep Transient Wave

極めて急峻な過渡水波の生成と消滅

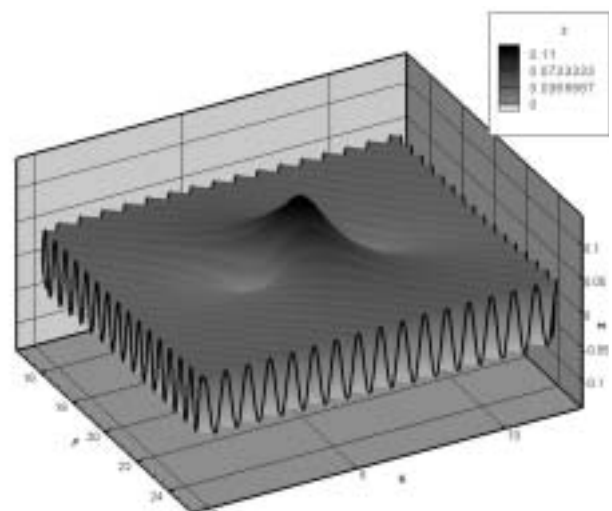
Igor Ten、富田宏

平成17年6月

Proceedings of the 15th International Offshore and
Polar Engineering Conference

本研究の第1の目的はFreak波の生成消滅機構を明らかにするためにFull-nonlinearな水面境界条件を有する数値水槽のプログラムコードを作成し、その水槽中に生じる種々の急峻波を設計波として造波し当該現象の解明の可能性を究明するためのツールを構築することにある。

Freak波については現在種々の定量的な理論、シミュレーションならびに物理水槽実験が提案されているが、これらの多くが海洋波の持つ非線形特性とそのランダム性を考慮したものである。前者については3次のオーダーのコヒーレントなモデルが有力であるが尚高次の影響も無視できないとの考え方も少なくない。この研究では水波の非線形影響を厳密に考慮した数値計算プログラムによりこれらの見解に対応すべく、より厳密なシミュレーションを行っている。計算は、プランジャー型造波機について、分散性収束波、高次のエンベロープソリトン、ブリザー型ソリトン等急峻な過渡水波の振る舞いに対する計算を試みている。さらに結果を2次元物理水槽における実験結果と比較し、両者の間に十分な一致が見られることを確認した。さらに、フラップ型、ピストン型等、造波効率の厳密解が得られている形状を用いた計算を行い、結果が理論値と一致することを確認した。



図：ブリザー解の時空間変化の様子

Analysis of Propagation of Ultrasonic Pulses in Dispersive Media Using Group Delay Concept

群遅延を用いた分散性媒質下を伝搬する
超音波パルスの解析について

菅澤忍

平成17年6月

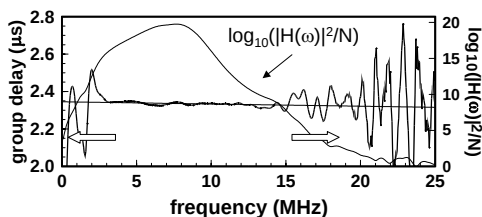
Japanese Journal of Applied Physics Vol.44, No.6B

材料中の波動を計測するにあたって、媒質中に分散がある場合には、波形が伝搬するにつれて歪んでしまうため、正確な伝搬時間や音速を求めることが困難である。また、分散がない場合でも、センサーや増幅器などから構成される計測システムの応答関数が、一般に周波数依存性を持つために、やはり正確な波動の計測が難しい。本論文では、このような状況下で正確な波動の計測を行うための解析手法の提案を行った。

まず、群遅延時間を位相を経由せずに波形のフーリエ変換から直接導出できることを示した。これによって、位相を求める際の 2π の整数倍の不定性を避けることができる。次に、測定システムが、時不変かつ線形応答という仮定のもとで、伝搬する波動間の群遅延時間は、計測によって得られる波形間の群遅延時間に厳密に等しいことを導いた。すなわち、群遅延時間を用いれば、観測された波形から、計測システムに影響されずに、材料中に実際に伝搬している波動間の群遅延時間を求めることができる。また、サンプリングのとき問題になるジッターの影響についても考察した。

これらの結果をパルスエコー法に適用した結果、従来、接触媒質の存在による波形の歪みや遅延が問題になっていたが、同じ材質で厚さの違う材料があれば、材料中の音速を正確に求めることができることを示した。

以上得られた理論を、実際に合成石英でできた試料に対して適用した。解析結果の一例を下図に示す。低周波側の異常は、近距離音場の影響が、また、高周波数側の異常は、センサーの出力がこの領域で弱くなっているため雑音の影響を強く受けているためと考えられる。また、スペクトルが平坦でない場合に最小自乗法を適用するために、情報量に比例する重み関数を導入した。さらに、従来用いられた解析手法とは逆に、群遅延時間から出発して、群速度、位相速度、分散を求めるための解析方法を示した。



図：群遅延時間とセンサーのパワースペクトル

シビアアクシデント時の気泡急成長による水撃力 (第5報：幅広容器による水撃実験)

Waterhammer Caused by Rapid Gas
Production in a Severe Accident

(5th Report : Experiment Using a Wide Vessel)

稲坂富士夫、安達雅樹、綾威雄、成合英樹

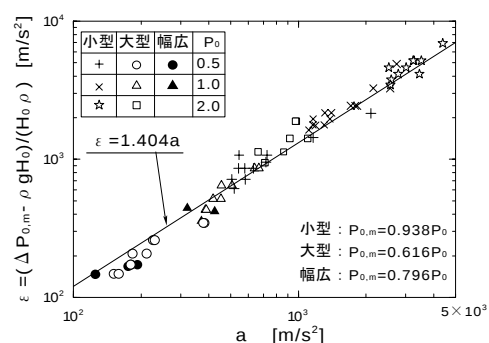
平成17年9月

2005日本原子力学会秋の大会要旨集

軽水炉のシビアアクシデント時には、蒸気爆発等によって格納容器内プール水中に大量の気体が急発生する事が予想される。こ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、水塊運動に与える格納容器のスケール効果を検証するために実施した水撃実験結果について報告する。

実験装置は、内径2.0mの模擬格納容器(幅広)と1.88m³の高圧空気タンクで構成されている。容器内に貯められたプール水と空気タンクの高圧空気は、口径0.3mの空気放出口にセットされた強化ガラス板によって遮断されているが、ガラス板にセットした雷管(火薬量0.6g)を用いてガラス板を破碎することにより、瞬時に高圧空気をプール水中に放出するようになっている。実験パラメータは、放出空気圧 P_0 とプール水初期水位 H_0 である。

幅広容器で得られた水撃実験データと、前報までに報告した内径0.428m(小型)、及び1.0m(大型)の模擬格納容器による実験データを合わせて整理した結果、気泡急成長による水塊の上昇加速度 a は、容器のスケールに殆ど依存せず、運動の第二法則で整理できることを示した(下図参照)。また、コヒーレント性を持つ水塊の上昇高さ H_p は、容器内径 D で除したアスペクト比で較べた場合、容器内径が大きくなるほど小さくなることを示した。



図：水塊加速度

Active Instability Control of Thermoacoustic Oscillation in Premixed Gas Turbine Combustors

ガスタービン用予混合燃焼器における 熱音響振動の能動制御

佐藤博之、井亀優、春海一佳、岸武行、平岡克英、
岡秀行、林光一、小川哲
平成17年5月

JSME International Journal, Series B, vol.48, no.2

ガスタービン用燃焼器において、希薄予混合燃焼方式が低環境負荷燃焼技術として採用されている。しかし同燃焼方式は逆火、吹き消え、燃焼騒音・振動燃焼等の不安定現象を生じやすく、運転範囲を狭めてしまう。特に、これら不安定現象の中で、燃焼騒音・振動燃焼は発生する強い圧力変動により機器の損傷にまで至る可能性があり、その抑制が強く求められる。

本研究では、燃焼騒音・振動燃焼抑制を燃焼制御により実現することを目指し、熱音響的手法と流力的手法の2種類を試みた。前者は、発熱変動すなわち圧力変動を発生する二次火炎(拡散火炎)を利用する方法であり、能動騒音制御と同様、圧力変動を人工的に発生した逆位相の圧力変動により打ち消す手法である。後者は、空気または燃料の二次吹き出しによる方法であり、流体力学的な干渉により火炎の状態を変えることで振動燃焼を抑制する手法である。

まず、前者の制御手法においては、二次火炎用燃料流量を変動させるピエゾバルブ、燃焼騒音を検知するマイクロフォンを取り付け、マイクロフォンからの音圧信号を、遅延回路、バンドパスフィルタ及びアンプにより遅延、濾波、増幅し、それをピエゾバルブの制御信号として二次火炎の燃料流量を変動させるという単純な閉ループ系を構成した。得られた二次燃料流量変動により生じる発熱変動が制御用圧力変動を燃焼器内に発生させ、音響的な干渉効果により燃焼騒音を低減させる。実験の結果、二次火炎の燃料流量変動の制御パラメータ(遅延時間、カットオフ周波数、ゲイン)を適切に設定することにより、燃焼器内の共鳴音を背景音レベルにまで低減できた。

続いて、後者の流力的な干渉による制御手法においては、燃料あるいは空気の噴射を行い、その効果を調べた。実験により、二次噴射が空気・燃料いずれの場合も、圧力変動が抑制されることが確認された。特に空気吹き出しの場合、圧力変動とともにNO_x生成も低減されることが観測され、希薄予混合燃焼の安定化とともに一層の低環境負荷化が実現できる可能性が示された。

Development of an Oil Recovery Unit in Ice 水中流出油回収装置の開発

泉山耕、金田成雄、宇都正太郎、大塚夏彦
平成17年6月

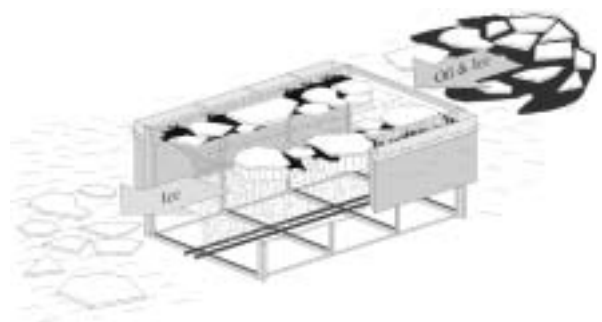
第18回極域港湾及び海洋工学に関する国際会議
プロシーディングス

サハリン大陸棚における石油資源開発が本格化し、極めて近い将来に通年生産体制に移行する予定である。この資源の開発は、わが国におけるエネルギー需給の多角化という観点から期待されるところが大であるが、その一方、負の影響として、油流出事故による海洋汚染の可能性が、危惧されている。特に、海水の存在する状況における油流出対策については、技術開発が立ち遅れている状況にある。このような現状に鑑み、当所では、氷中に流出した油の回収装置の開発を行ってきた。本論文では、その研究成果について報告する。

氷中流出油の機械的回収は、まず、油と氷を分離し、その後に水から油を分離するという二段階のプロセスを踏まなければならない。特に第一段階の油と氷の分離については、これまでに何種類かの方法が提案されているが、開発が遅れている状況にある。当所において開発をしている装置では、気泡を用いて油と氷の分離を行う。この装置は、油と氷を装置内の水路に導き、その下から気泡を発生させることにより、油だけを水路の両脇にある油回収槽に導いた後に氷だけを排出する。本装置の概要図を下に示す。

本装置の開発のために、氷海水槽における実験を実施した。実験は各種の氷況に対して行ったが、氷盤の下に油が存在する場合は、極めて短時間に氷と油の分離が可能となることが示された。また、比較的小さい氷盤群の間の開水面に油が存在する場合は、氷のブロック効果により分離により長い時間が必要となることが示されたが、これも気泡噴出管の位置を変化させることにより時間を短縮することが可能となった。

本論文では、これらの水槽実験結果を報告すると共に、本装置の実用化にあたって検討すべき点について述べる。



図：氷中流出油回収装置の概要

Ice Load Measurement on a Model Ship Hull 模型実験による船体氷荷重の計測

泉山耕、若生大輔、下田春人、宇都正太郎

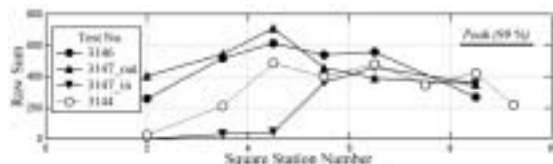
平成17年6月

第18回極域港湾及び海洋工学に関する国際会議
プロシーディングス

サハリン大陸棚における石油資源開発が本格化し、極めて近い将来に通年生産体制に移行する予定である。これに伴って冬季オホーツク海の水氷域における海上輸送量も急速に増大することが予想される。このような水中における船舶の航行安全を考える上で最も重要なファクターは、周囲の水から船体を受ける氷荷重である。水中船舶の船体構造は、氷荷重に十分に耐え得るように設計・建造されなければならない。しかしながら、氷荷重の発生は複雑な現象であり、まだ不明な点が多い。本研究では、フィルム状の圧力センサーシートを貼り付けた模型船を氷海水槽において航走させる事により、氷荷重の挙動を調べた。

実験に用いた供試模型は、砕氷型巡視船を想定した模型であり、ポッド型の推進器を搭載している。実験は、模型の運動の拘束を行わない自由航走モードにおいて行い、直進状態とポッドを回転させた旋回状態の2種類の状態について計測を行った。氷の状態は、水中船舶を考える上で最も基本的な状態である、平坦氷板とした。圧力センサーシートは、模型船の船首部から船尾部までの8箇所に設置し、模型船上の幅広い領域に対して氷荷重の分布が計測できるようにした。

下図は圧力計測結果の一例である。この図の横軸は船体の前後方向の位置(右が船首)で、縦軸は氷荷重の強度を表す数値である。直進試験(図中の○)では、氷荷重は船首部から船体中央部にかけて徐々に増加し、船体後半部において低減する。一方、旋回時の荷重分布はこれと大きく異なる。旋回の内側(▼、ポッド角 30°)では船体後半部にはほとんど荷重が働かないのに対し、旋回の外側(▲: 30° 、●: 20°)では直進状態を大きく上回る荷重が発生する。これは旋回時の横力により、船体後半部外側が船首により形成されたチャネルの縁部に押し付けられることにより発生したものと考えることができる。このような荷重の発生は、理論的には予測ができて、定量的に示したことは本研究が初めてであり、貴重な成果と考える。



事故調査のあり方に関する提言 —日本学術会議 人間と工学研究連絡委員会 安全工学専門委員会からの報告—

Recommendations for Accident Investigation
System -Report from the Safety Engineering
Section of National Committee for Humanity
and Technology, Science Council of Japan-

松岡猛

平成17年7月

日本学術会議 第35回安全工学シンポジウム

事故調査体制のあり方について、長年にわたり日本学術会議 人間と工学研究連絡委員会 安全工学専門委員会が検討してきた内容をまとめ、提言の形で対外報告として発表する。それに関連して、本安全工学シンポジウムのパネルディスカッションを企画し、提言内容を説明するとともに、まとめに参加した関係者による各立場からの意見表明、および当日の参加者からの意見交換を行うための資料である。

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。

事故原因の究明のためには技術的な面以外に、人間や組織の関与、つまりヒューマンファクターの要因の解明を行うことが不可欠である。したがって、再発防止の教訓を引き出し、事故の真の原因を探るためには、事故当事者の証言をいかに適確に得るかが重要な課題となる。しかしながら、証言者自らが法的責任を追及される恐れがあるときには有効な証言は得にくいという問題が生じる。

複雑なシステム運用にかかわる事故においては、事故の最後の引き金を引いた直近の当事者を処罰してもならん問題解決にはならず、むしろ、その口を通じて、多くの証言を得、なぜ最後の引き金を引くに至ったのか、引き金を引かざるを得ない羽目に陥ったのかを明らかにし、同種の事故再発防止への教訓を得ることが、捜査とは違う事故の「調査」の役割としての社会正義にもつながるものと考えられる。

事故調査の目的は、あくまでも事故の再発防止、安全性の向上であることを国民共通の認識としておくべきであること、事故の真因・誘因を含む原因を究明するためには、事故の背景、組織の関与を含めた事実を明らかにする必要があること、事故調査により特定の個人の責任が同定されることが期待されるものではないことが認識されるべきことを基本的考えとして示した。

事故調査機関として独立性を持った常設の機関を設置し、安全性向上にとり特に重要と判断した各種の事故を対象とすべきとした。組織の在り方、調査権、事故責任を問う範囲、調査報告書の使用制限、情報公開の在り方等に関しての詳細な検討を行い提言としてまとめた。

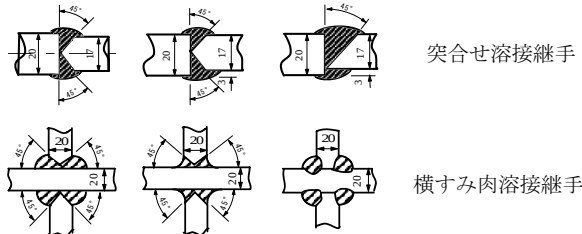
Fatigue Strength of Welded Joints of SUS316L for Chemical Tanker ケミカルタンカー用SUS316L溶接継手の疲労強度

岩田知明、松岡一祥、小林佑規

平成17年7月

58th Annual Assembly of
the International Institute of Welding

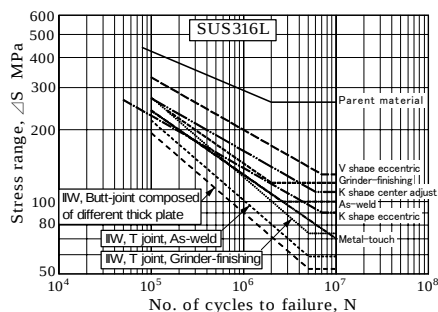
溶接継手の設計に必要とされる疲労強度データの不足から、頻繁に亀裂が発生しているケミカルタンカー内バルクヘッドのSUS316L突合せ・横すみ肉溶接継手の疲労強度の評価を行った。次の図で示す三種類の継手形状の突合せ溶接継手、及び三種類の開先と仕上げの組合せの横すみ肉溶接継手について評価を行った。これらの継手は従来から一般的に使用されているものである。疲労試験結果から、最適溶接継手の選定、IIWの鋼材の設計基準との比較について検討を行った。



溶接継手の開先形状

突合せ溶接継手では、V型偏心継手、K型中央継手、K型偏心継手の順に強度が高かった。疲れ限度はそれぞれ、130MPa、110MPa、90MPaであった。最も強度の低いK型偏心継手においてもIIWの鋼材の「遷移部なしに異なる厚さの鋼材を接合した横突合せ溶接継手」の設計強度を十分上回っていた。

横すみ肉溶接継手では、開先付仕上げ有り、開先付仕上げ無し、開先無し仕上げ無しの順に強度が高かった。但し、データのばらつきは開先無し仕上げ無しが最も少なかった。疲れ限度はそれぞれ、120MPa、100MPa、70MPaであった。データのばらつきも考慮すると、開先付仕上げ有り及び開先無し仕上げ無しは共にIIWの仕上げを行った鋼材の設計強度と同程度で、開先付仕上げ無しはIIWの仕上げ無しの鋼材の設計強度と同程度であった。



S-N 特性曲線

軽水炉のシビアアクシデント時における 気泡急成長による水撃力

Waterhammer Caused by Rapid Gas Production in a Severe Accident in a Light Water Reactor

稲坂富士夫、安達雅樹、綾威雄

平成17年9月

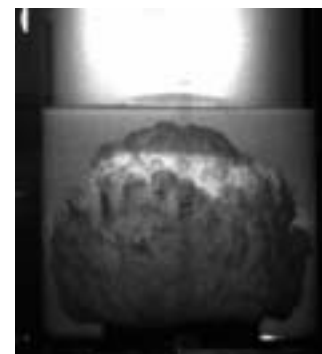
日本機械学会2005年度年次大会論文集

軽水炉のシビアアクシデント時においては、溶融炉心が水と直接接触して生じる蒸気爆発や水-金属反応による水素の発生など、原子炉圧力容器や格納容器下部の水中に大量の気体が短時間に発生することが予想される。この気体発生によって、水塊が急加速を受けピストン状に押し上げられる現象、すなわちコヒーレント性(水塊個々の運動の同時性、同一方向性)を伴う水塊運動が生じるならば、格納容器内構造物には多大な水撃力が作用することが予想される。本報告では、内径0.428(小型)、1.0(大型)、2.0(幅広)mの各模擬格納容器内のプール水中に、高圧空気を放出することによって気体急発生を模擬した場合の水塊運動のコヒーレント性や、気泡成長観察結果(下図参照)、格納容器等に作用する水撃力の評価について述べる。

水撃実験では、容器内に貯めたプール水底部の空気放出口に設置したガラス板を突き棒で破碎することにより、タンク内の高圧空気を瞬時に水中に放出した。ただし幅広容器では、ガラス板に設置した雷管(火薬量0.6g)によりガラス板を破碎している。

本実験により、得られた主な研究結果は次の通りである。

- (1)気泡成長と共に、水塊はコヒーレント性を有したままピストン状に加速されて上方に押し上げられるが、気泡の先端が水面に達すると、水を含んだ水塊群となってさらに上方に飛散する。
- (2)水塊の挙動は、全ての容器においてほぼ等加速度運動となり、水塊の上昇加速度を与える実験相関式を提案した。
- (3)コヒーレント性を有する水塊の相対的な上昇距離は、容器内径が大きくなるほど小さくなる。
- (4)幅広容器における気泡吹き抜け時の水塊による水撃圧は、放出空気圧が5.0MPaの場合で約100MPaにも達することが推測される。



図：プール水中で成長する気泡

基本計画とリンクしたCAD/CFDによる船型設計 ---電気推進船への適用例---

Ship Design by CAD/CFD Linked to Basic Design

前田治伸

平成17年7月

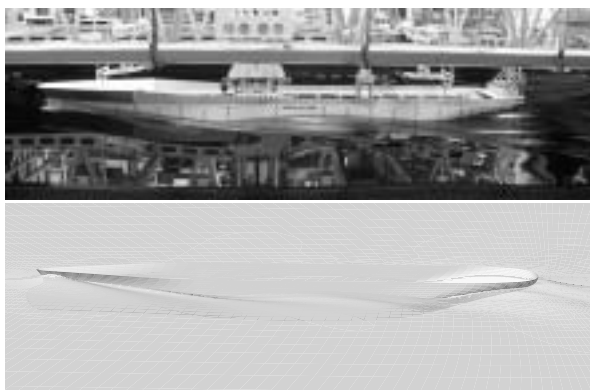
SHIP DESIGN 平成17年7月号

当所は先進的なCFD(計算流体力学)の研究開発や水槽試験技術の開発を通じて、船型開発における性能評価に関して造船業界に貢献してきた。一方、近年の業界再編や内航船における技術革新のニーズの高まりにより、当所が自ら船型開発能力を具備し、基本計画要素も考慮しつつCAD/CFDを用いた船型設計を行なうことが求められている。

そのため、499総トン型の内航ケミカルタンカーを対象として、船型開発を行なっている。船社、運航者へのアンケートを基に仕様を定め、新規性を考慮して二重反転式アジマス推進器を装備した電気推進船として計画した。配置やトリム計算などを検討しつつ、CFDによるシミュレーションによって性能を評価し、線図を決定した。

第一次設計が完了したので、水槽試験によって性能を計測し、CFD解析との相関を確認した。その結果、CFDによる有効馬力の推定は水槽試験結果とよく一致し、シミュレーションベースの船型開発の有効性が確認された。下図は水槽試験とCFDによる波形の比較であり、非常によい一致が見られた。

推定された馬力を在来船型と比べた結果、EHPではCFDによる予測通りの性能向上が達成されたものの、推進効率と伝達効率を考慮したBHPでは在来船とほぼ同等となった。電気推進に伴う効率のロスが主な理由であり、今後、配置を見直し船型を更に改良して、最終設計では馬力低減を達成する見込みである。



図：波形の比較：水槽試験(上)とCFD(下)

高分解能衛星画像における船舶の判別 Vessel Recognition Using High-Resolution Satellite Imagery

池本義範

平成17年7月

可視化情報学会 第33回可視化シンポジウム予稿

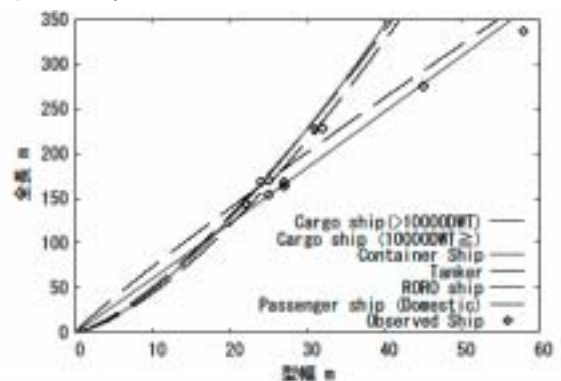
近年の規制緩和により、高分解能観測機器を搭載した衛星によって観測された1m解像度の船舶画像が容易に入手できるようになった。一方、経済発展に伴い船舶通航量が急激に増加しつつある東アジアでは、これに対する十分なインフラの整備が追いついておらず、早急に、詳細な船舶通航量データの把握が求められている。そこで、本稿では、特別なインフラを必要としない衛星画像を、通航量を把握するシステムへ適用することを考えた。この目的のために、衛星画像から船舶を自動的に抽出し、その船種を判別して隻数をカウントするシステムの開発を目指している。

船舶判別手法開発の第一段階として衛星画像中の船舶の色彩について調べ、色彩データと、解析した船舶の形状データとを船種ごとに整理し、両者を用いて船舶の判別を試みた。

分類のための手順は次の通りである。

- ① 船舶を含む画像から船舶の輪郭を抽出し、船舶の全長と最大幅を推定する。
- ② 下図のような、港湾空港技術研究所の統計解析に基づく船種ごとの全長、型幅と①で求めた値を比較し、最も近い値を持つ船種へ候補として分類する。
- ③ ②で分類したものを、さらに船種ごとのRGBの輝度レベル散布図と比較し、最も近い分布を持つものを最終候補の船種と分類する。

上記の手順で分類したものを専門家判断による船舶画像の分類と比較し、ある程度の判別が可能であることが分かった。



図：統計解析による全長・型幅の関係

乱流によるマイクロバブル溶解促進効果 に関する実験的研究

Experimental Study on Dissolution of Microbubbles in Turbulent Flow

羽田智信、杉山和靖、藤原暁子、川島久宜、
菱田公一、亀田正治、児玉良明
平成17年8月

日本混相流学会 年会講演会2005 講演論文集

小さな気泡は、浮力が小さく、比表面積が大きい特徴がある。この特徴を利用し、二酸化炭素を海中に溶解させることが考えられている。一方、ガスの溶解は、気液界面近傍における濃度境界層に大きく左右されるものである。本研究では、乱流により気泡の界面更新を促し溶解促進を行うことを念頭に、その詳細な溶解メカニズムを明らかにすることを目的としている。

実験では、液体中に噴流を与え、微小な気泡を生成する。その際、気泡の溶解過程をレーザ粒径計測の一つである干渉画像法を用いて計測する。また、別途、噴流中の速度分布、乱れをPIVにより計測し、気泡の溶解量と流れの特性について調べる。図1に実験におけるマイクロバブル噴流の様子を示す。図2に気泡吹き出し部より150mm離れた位置における気泡の半径変化量とRanz-Marshallによる推定量との比較を示す。図の横軸には気泡半径を、縦軸には半径の変化量を示す。図より、実験結果は、推定値よりも半径変化量が大きく、乱流を用いることにより溶解促進が生じていることが示された。

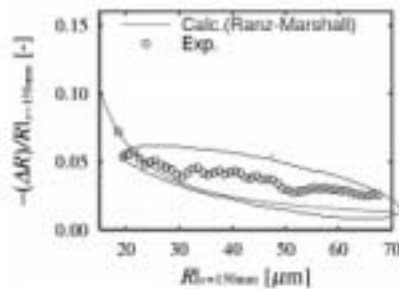


図2 噴流の様子 図1 気泡の変化量と推定量との比較

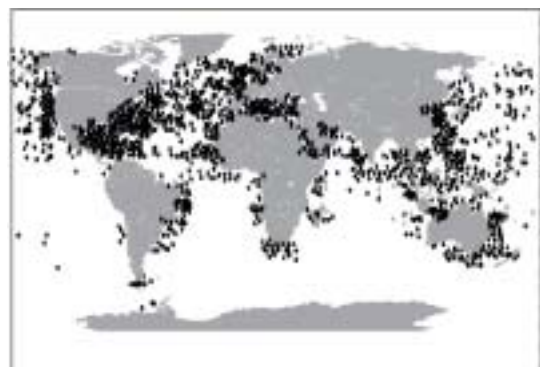
国際油流出会議（IOSC2005）に参加して Attendance of International Oil Spill Conference 2005

原正一
平成17年7月
海上防災

平成17年5月15日から19日までの5日間にわたり、米国フロリダ州マイアミビーチ市で国際油流出会議（International Oil Spill Conference 2005）がNOAA（米国海洋大気庁）、USCG（米国沿岸警備隊）、IPIECA（国際石油産業環境保護協会）、API（米国石油機構）、EPA（米国環境保護局）、IMO（国際海事機構）の主催で開催された。本会議は、2003年3月にカナダのバンクーバーで開催されて以来第19回目の会議である。著者は、この会議の特別セッション「海洋における沈船の潜在的恐怖」と題するプログラム企画委員会メンバーとして参加した。昨年の2月頃から準備を開始し、約1年3ヶ月の間9名のメンバーが電話会議によって準備を進めてきた。コーディネーターはフランスのセドレGirin所長であり、委員会の中心的な役割を果たしたのはNOAA、USCGのメンバーであった。

国際油流出会議は非常に規模の大きい会議であった。既存の登録者は、830名であるが、当日の申し込み者や展示関係者を含めると1000名以上になるであろう。その特徴は、登録者の70%程度が米国人であることと、USCG（米国沿岸警備隊）とNOAA（米国海洋大気局）が絶大なパワーを持っていることであった。

本報告では、IOSCのウェブサイトに掲載された論文‘Potentially Polluting Wrecks in Marine Waters’について、Jacqueline Michel (Research Planning Inc.)氏が以下の4つの項目で論文の概要を紹介した。(1)世界の沈船分布、(2)沈船に対する規制、(3)油流出と油回収方法の評価に対する技術的な可能性、(4)沈船からの油流出のリスクと影響の評価に対するガイドライン。また、講演セッション、ポスターセッション、展示会場、フィルムフェスティバルなどについてもその内容を簡単に紹介した。



世界の沈船分布
(米国ERC調査)

Remote Sensing of Oil Spill Using a Helicopter-based Fluorescence Imaging LIDAR

ヘリコプター搭載蛍光イメージングライダー
による流出油のリモートセンシング

篠野雅彦、樋富和夫、山之内博、田口昇、山岸進

平成17年9月

Proceedings of the 4th World Congress
of Industrial Process Tomography

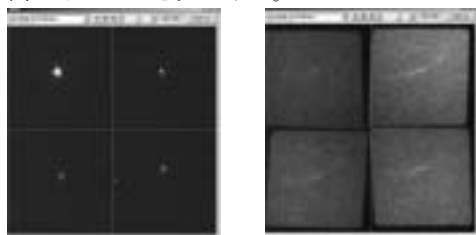
海上のタンカー事故は、油の大量流出を伴う可能性があり、流出油が海岸に漂着すれば、沿岸部の海洋環境に甚大な影響を与える恐れがある。流出油を的確に処理するかどうかで海洋汚染の被害は大幅に変わる。

このため、各種の流出油回収装置や油拡散剤などが開発されているが、これらを適切に使用するためには、海洋上の流出油の位置、規模、海象状況をリアルタイムでモニターし、その情報を基に対策を立てる必要がある。

現状において、海洋流出油のモニターは船舶や航空機からの目視による観測が主となっている。しかし、目視観測は、荒天下や夜間は困難となる。昼夜、天候を問わず、流出油に高い感度を持つリモートセンシング装置が求められている。

当所では、海上の流出油の位置をリモートセンシングで検出するため、ヘリコプター搭載型蛍光イメージングライダーを開発した。これは、紫外パルスレーザーをヘリコプターから海面に照射し、そこで発生する水ラマン光や蛍光などの微弱な光を、ヘリコプター上の2次元光センサーで検出して、昼夜や天候にかかわらず流出油の位置と規模を画像化する装置である。海面上での発光スペクトルを確認するため、4波長の画像を同時に撮影している。また、背景光を減らしてSN比を向上させるために、露光時間を限定している。

2004年5月、フランス沖での流出油観測回収国際共同実験「DEPOL04」に参加し、実海域でヘリコプターによるライダー観測とパッシブ観測を行った。これにより、レーザー励起による海水の水ラマン光信号と、パッシブ観測による流出油の形状観測に成功した。また、ライダー観測の4波長スペクトルから、薄い油膜を検出した可能性の高いイベントを見つけた。



図：蛍光ライダーによる海面観測例。

左：ライダー観測(露光時間 400ns, 高度 157m, 速度 91km/h).

右：パッシブ観測(露光時間0.5ms, 高度332m, 速度32km/h). 狭帯域光学フィルターの中心波長はそれぞれ、左上から反時計回りに405, 436, 442, 486nm.

Ship Designs for Efficient and Environmentally Friendly Maritime Transport

高効率且つ海洋環境にやさしい船のデザイン

児玉良明

平成17年7月

"Oceans and the World's Future": Preprints of
Sixteenth Convocation of the International Council
of Academies of Engineering and Technological
Sciences(CAETS)

準政府間の国際会議である本会議において、当所が関係する、船舶に関する、1つの海洋環境汚染防止技術と2つの省エネルギー技術について講演した。海洋環境汚染防止技術としては船底防汚塗料を、省エネルギー技術としてはスーパーエコシップとマイクロバブルを取り上げた。

船底防汚塗料については、有機スズ系塗料が海洋生物への有害性のため海洋環境汚染源として問題になり、IMOのAFS条約で禁止されようとしていること、代替塗料の種類と得失、当所として評価法及び新技術面で貢献していることを説明した。

スーパーエコシップについては、先ず日本の国内輸送において陸運から海運へのモーダルシフトが省エネルギーと二酸化炭素排出量低減に貢献することを述べ、プロジェクトとしては、モーダルシフトを促進する新しい内航船舶の開発を目指して、CRP-POD(二重反転ポッド型)推進装置の開発、船用ガスタービンの利用、電気推進船の普及の面で、技術的に貢献していることを述べた。

マイクロバブルについては、船舶の抵抗低減デバイスとして最も注目されていること、その技術開発において当所が主導的役割を果たしていること、マイクロバブルの抵抗低減メカニズムが実験的にも数値シミュレーション的にも解明されつつあること、400m水槽を用いた、実船に近い大規模実験によって実用化するために十分な抵抗低減効果があること、2度の実船実験の実施により、実船において抵抗低減効果を確認すると共に、実船に関わる多くのノウハウを得て、セメント運搬船における実用化を目指して研究を進めていることを示した。

浮体式風力発電による代替燃料創出 システムの研究

A Study of Alternative Fuel Production System by Floating Wind Power Unit

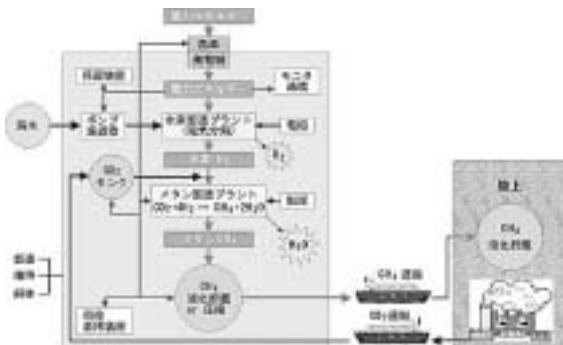
矢後清和、大川豊、中條俊樹、西村洋佑、
日根野元裕、高野宰
平成17年7月
海洋開発論文集VOL.21(土木学会)

地球温暖化を始めとする環境問題の顕在化や化石燃料の衰耗が懸念される中、石油中心社会から新たなエネルギーへの変革方法が模索され始めている。

本研究では、自然エネルギーの中でも比較的経済性に優れ、CO₂排出量が小さいといわれている風力発電に着目し、得られた電力から、水素またはメタンを創出するシステムを考える。自然エネルギーの多くは密度が低く、風力発電も、大規模開発を目指すには広大な面積を必要とする。現在の1次エネルギーを得るには、四国程度の面積が必要と言われる。そのため、今後の風力発電は洋上に立地を求める必要があり、世界的にそうした動きが始まっている。日本沿岸は急激に水深が増すため、欧州に見られる着底基礎工法による建設は難しく浮体式基礎が求められている。

本論文では、格子構造を持つ大型浮体を基礎構造として、波浪中の応答を求め、沖合の過酷な波浪下での強度や浮体の動揺が風車に及ぼす影響などを評価した。その結果、有義波高12.5mの海象下でも成立する浮体構造を見いだした。

一方、風力発電の欠点とされる電力供給の不安定性を解消するため、得られた電力を海水の電気分解に使い、水素を製造する事を考える。さらに、水素の貯蔵運搬は現状では難しいため、CO₂と反応させてメタンに改質し貯蔵するシステムについて概念設計と燃料製造能力の評価を行った。5MW風車を2基搭載した浮体ユニットで年間に製造されるメタンは、ガソリンに換算すると2,815kLに相当し、乗用車の走行距離にすると4,200万kmとなる事が明らかとなった。



代替燃料創出システムのコンセプト

セラミック溶射した鋼基材の海水耐食性評価 Corrosion Resistance of Plasma Sprayed Ceramic Coatings in Seawater

植松進

平成17年7月

第25回 防錆防食技術発表大会 講演予稿集

本研究では溶射材料にAl₂O₃、TiO₂、ZrO₂系セラミックスを用い、皮膜中の貫通気孔を少なくすることにより、自己封孔作用が発揮され十分な防食効果を持つ、防食性に優れたメンテナンスフリーの溶射皮膜を創製することを目的とした。さらにセラミックス溶射皮膜による防食メカニズムについても考察した。溶射した試験片は皮膜部分以外を樹脂で保護したのち表面研磨して100 μm程の膜厚に揃え、人工海水(アクアマリン)により液中浸漬と溶液噴霧による皮膜部分の腐食試験を行った。溶射皮膜で被覆した鋼基材の腐食防食特性は、目視観察、光学顕微鏡、走査電子顕微鏡(SEM)により表面・断面について調べた。さらにX線回折による溶射前後の相変化と、エネルギー型X線分光器を有するSEMにより皮膜破面の元素分析もあわせて行った。また溶射皮膜の腐食防食特性を電気化学的に計測するため、ポテンショスタットによる分極測定を行った。

人工海水浸漬試験ではAl₂O₃系が最も耐食性が優れていた。Al₂O₃皮膜では表面に斑点状に赤さびが発生するのが特徴である。溶液が貫通気孔を通して基材に到達し、その部分のFeイオンを溶け出させ、表面にでてきたものと思われる。膜厚が150 μm以上あるものは数日後でもさびの発生が目視できない程度に腐食の進行を抑制されていた。これにSiO₂が加わったムライト(Al₆Si₂O₁₃、以下Al₂O₃-SiO₂)はさびも観察されず防食性も高いことがわかる。この皮膜の特徴は①膜厚50 μm程度でもほぼ鋼基材の腐食を抑えることが可能であること、②赤さびの発生が他の皮膜に比べ少なく、さびが発生した場合でも成長速度は遅いこと、③1週間ほどで腐食が落ち着く傾向があることである。TiO₂系の溶射皮膜は酸素欠損を生じるため金属に近い導電性を持つ。従ってわずか2時間で全体にわたってさび始め、二日間で立体感がでるほどのさびが発生していた。これほどさびはTiO₂系以外では発生しなかった。ZrO₂系では気孔やマイクロクラックから赤さびが発生しており、耐食性はAl₂O₃系とTiO₂系の中間であった。これらの試験結果から耐食性が優れていたAl₂O₃系皮膜についてX線回折、皮膜破面のFeイオンの元素分布、分極測定結果から防食メカニズムの考察を行った。

ハイドレート膜に被覆された
CO₂液滴の溶解に対する流れの影響
Effect of Water Flow on Dissolution of CO₂
Drop with Hydrate Films

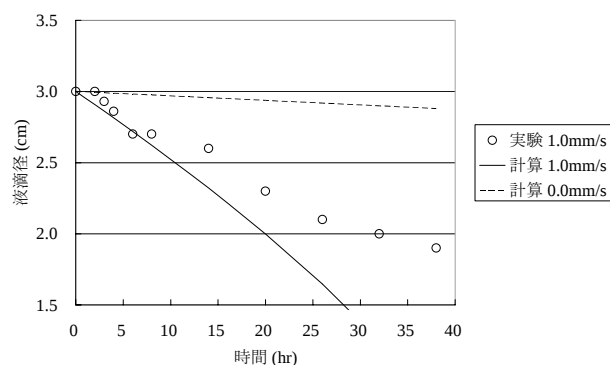
中島康晴、城田英之、小島隆志、山根健次、綾威
雄、波江貞弘

平成17年9月

日本機械学会2005年度年次大会講演論文集

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、低温高压水中におけるCO₂液滴の溶解過程について検討している。本報では、微小な流れを伴う条件下でCO₂液滴径の変化を測定し、溶解速度に及ぼす流れの影響について検討した。さらに、流れの影響を考慮した溶解モデルから溶解速度の式を導出し、実験結果との比較を行った。溶解モデルには、固体球と同様な物質移動係数を適用し、流れの影響を考慮するため、物質移動係数をランツ・マーシャルの式に基づいて与えることとした。モデルからは、液滴の溶解速度が、流速の増大及び液滴径の縮小とともに増大することが予測された。

実験では、高压タンク内に貯留したCO₂液滴近傍において平均流速が約1.0mm/s及び4.0mm/sとなるように調整した。液滴径の測定及び計算結果(下図参照)から、流れによって液滴の溶解が促進されることが示された。また、溶出したCO₂量が比較的少量である場合は、溶解速度はモデルからの推定と概ね一致した。一方、時間の経過及び流速の増大に伴って溶出したCO₂量が增大すると、溶解速度はモデルからの推定よりも低下した。また、pH測定結果から、液滴の溶解に伴って付近のpHが低下し、その変化は流速の増大により速くなることが示された。以上の結果から、液滴の溶解に伴って周囲のCO₂濃度が上昇し、溶解の駆動力となる液滴表面と周囲との濃度差が徐々に低下し、モデルと比較して溶解速度が低下することが示唆された。



図：流速1.0mm/sに対する液滴径の変化