

所外発表論文等概要

船舶の流氷中抵抗に関する模型実験

Model Test on Ship Resistance in Pack Ice

若生大輔、泉山 耕、山口眞裕

平成12年11月

寒地技術論文・報告集 Vol.16

今後オホーツク海の船舶の航行量が増大すると考えられる。そこで、本研究では模型実験により流氷中の船舶の抵抗について研究した。氷海水槽に流氷域を再現するためには、水槽全面に製氷した氷板から正方形の氷盤群を切りだし、これらを水槽中に均一に分布させる手法を採った。図1に抵抗計測結果を示す。流氷中の抵抗は、平水中の抵抗と平坦氷中での抵抗の中間的な値をとる。図2に抵抗と密接度との関係を示す。抵抗は密接度の増大に伴い増大する。また、密接度が減少すると抵抗値は平水中（密接度0）の値に漸近する。なお、流氷中の抵抗は氷盤サイズの影響を受け、氷盤のサイズが大きい方が抵抗も大きいことが判る。Aboulazmによれば、流氷中抵抗は次式で与えられる力 F_I に比例するものとして与えられる。

$$F_I = C \rho h (B + d) V^2$$

本実験により得られた流氷中の抵抗(R_I)と理論式から得られた力(F_I)の関係を図3に示す。同図より、今回の実験結果は Aboulazm の理論だけでは説明がつかず、速度影響を受けることが判る。この理由として氷盤破壊の影響が考えられる。VTR画像を解析し氷盤が割れる確率は船速が速くなる程高くなることが判った。すなわち、速度が増大すると氷盤の慣性力の増大により氷盤の運動よりも破壊が卓越し、これにより抵抗が頭打ちになるというメカニズムが考えられる。

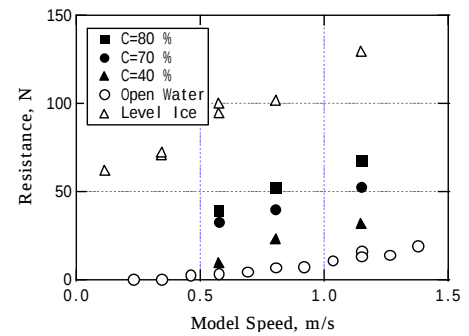


図1 抵抗試験結果

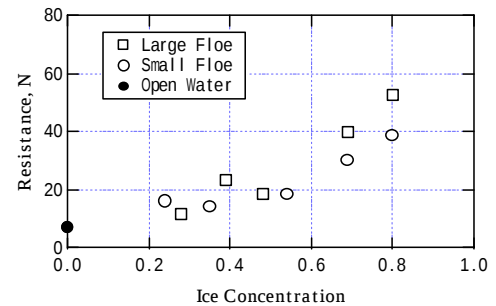


図2 抵抗と密接度の関係

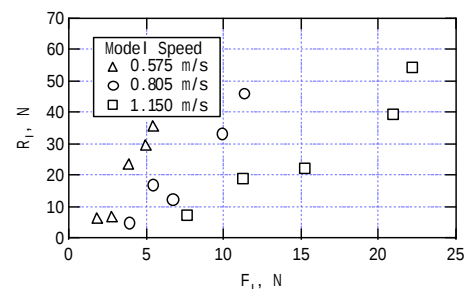


図3 運動量理論と実験結果

CO₂ を深海底の窪地に溜めよう

CO₂ Storage in the Depression of Ocean Floor

綾 威雄

平成 14 年 1 月 5 日

シップ・アンド・オーシャン財団

Ship & Ocean Newsletter 34 号

化石燃料の燃焼により生じる CO₂ の重量は元の燃料の 3 倍を少し上回る。このことは、原油などの化石燃料を 20 万トンタンカー換算で毎日 4 隻弱輸入し、そのほとんどを何らかの形で燃やしている我が国から大気中に排出される CO₂ の量は、もし液体として積み込むと 20 万トンタンカー 10 隻を超えることを意味している。この内の 5% を回収処理するだけでも、2 日で 20 万トンタンカー 1 隻となり、しかも、我が国の CO₂ 排出量は世界の 5% 弱に過ぎないことを考えると、温暖化問題の解決の容易ならざることが理解できる。

一方、海洋が保有する分子数は、大気の 430 倍もある。「広大な海洋に CO₂ を処理することにより気候を人為的に制御しよう」というアイデアが 1978 に米国の研究者により提案され、1988 年の米国上院における温暖化に関する証言を契機として、見直された。我が国では、1990 年に世界に先駆けて実験を伴う CO₂ 海洋隔離研究が始まった。1997 年 12 月には気候変動枠組条約第 3 回締約国会議(COP3)が京都で開かれ、翌 1998 年には、CO₂ 海洋隔離が革新的温暖化対策技術の一つとして我が国の地球温暖化対策推進大綱に記載されるに至った。

CO₂ 海洋隔離は、超大量性を満足する数少ない温暖化対策技術として研究開発の必要性が認識されるようになり、最近では米国、ノルウェーやカナダなどが研究に参画するなど世界的な広がりを見せつつある。

CO₂ を海洋で処理する方法は、溶解法と貯留法に分類できる。前者は、海洋の広大さを活かし、回収 CO₂ を液体または気体として 2000m 以浅の海中に溶解拡散させるというもので、大気中 CO₂ 増加分の一部が海洋中に取り込まれるという自然循環を先回りする意味合いがある。後者は、CO₂ が CO₂ 溶解海水より重くなる 3500m 以深の深海底窪地に液体として溜めるというもので、影響範囲を最小にする狙いがある。いずれの方法も技術的に可能であることから、海洋環境や生態系への影響評価が実現の成否を決定づけると考えられる。技術的容易性とコスト面からは、処理深度が浅い溶解法に分があるが、実現にとってより重要と考えられる隔離期間、可逆性(後悔したときに取り返しがつくかどうか)及び環境影響評価の精度と容易性においては、貯留法の方が圧倒的に有利である。このことから、CO₂ 深海貯留法に関し、貯留サイト近傍の生態系への影響評価を含めた技術開発を急ぐべきと考える。

Knowledge Accumulation and Sharing for Cooperative Environment

協調作業環境のための知識の蓄積と共有

伊藤 博子、沼野 正義

平成 14 年 1 月 17 日

International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Human-Centered Technology in Nuclear Applications

Proceedings of AIR'02

船舶や原子力発電プラントのような大規模かつ複雑な工業設備では、運転や維持のために数多くの機械が中で作業を行っているが、これらを監視して正常に作動させ、運転状態を保持していく責任は人間のオペレータにある。このような大規模設備の系において、オペレータらの作業や判断の質は全体システムを適正な状態に保つためのひとつの要因と位置付けられ一般に人的要因(ヒューマンファクター)と呼ばれているが、これを体系的に捉えて適正化していくことは難しい。本論文はこのような問題に対し、人間が各自各状況において作業の遂行上重要と考える知識やその関連情報を収集、蓄積し、その知識が適用可能と考えられる場面でこれを選択的に提供するシステムによって、オペレータ間での知識共有及び、系全体で対処を必要とされている課題の早期発見のための情報提供を支援することを提案している。また、ここでは場面に応じた情報提供を実現するために、人的要因の視点で定義した過誤の種類に対して与えられたインシデント関連文書の内容に応じて分類する手法を構築し、実際の報告文書に適用して検証した。

粒子状物質の計測法と排出実態

Measurement Methods and Emission
Characteristics of Particulate Matter

中島 康晴

平成14年1月

日本マリンエンジニアリング学会誌第37巻1号

船用ディーゼル機関から排出される粒子状物質について、その計測法及び排出特性に関する調査研究の結果をとりまとめた。船用ディーゼル機関から排出される粒子状物質とは、一定の条件下で排気中から濾別される物質の総称であり、主として無機炭素粒子、未燃炭化水素、サルフェート及び結合水から構成される複雑な混合物である。本調査研究では、粒子状物質の計測法及び排出特性について検討を行った。

粒子状物質に含まれる成分は、機関の燃焼条件や燃料性状のみならず、計測条件によっても変化するため、公定法的な計測法が国や国際機関などにより定められている。より多くの成分を捕集できる方法を検討した結果、国際標準化機構 (ISO) により提案された部分希釈法が適しているとの結論が得られた。

次に、粒子状物質の排出特性について、船用機関における測定事例の調査を行い、得られた資料に基づいて検討を行った。その結果、4 ストローク機関では、運転特性による排出特性の相違が顕著であること、また、粒子状物質中に含まれる可溶性有機成分 (SOF) の比率については、いずれの運転特性においても機関負荷率の上昇とともに低下しているが、その変化の度合いには排出特性の相違が見られること、ならびに、その結果については、空気過剰率の変化によることなどが明らかになった。これに対して、2 ストローク機関については、機関負荷率の上昇とともに排出濃度は増大するものの、SOF 比率については顕著な変化は見られず、機関への注油量の変化が主たる原因であることがわかった。さらに、海上試験において、2 ストローク船用機関を対象として粒子状物質を測定した事例では、陸上試験の場合と同様の結果が得られたことがわかった。これらの調査結果から、船用機関における粒子状物質の排出特性の概況が明らかになった。

避難における混雑の生成方法について

Development of Evacuees' Model by Using
Evacuation Simulator

金湖 富士夫、池本 義範

平成13年12月

日本バーチャルリアリティ学会 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 Vol.6 No.4 2001

著者らは、人工現実感の技術を用いた避難を模擬するシミュレータ (以下、避難シミュレータと呼ぶ) を開発し、それを用いた被験者実験により、避難に影響を与える要素の選好度という概念を用いて、分岐部に接続されている空間の選択確率を求めるモデルを作成しつつある。本報では、分岐部および接続されている空間における群衆流の大きさ、および移動速度を制御するために開発した手法について論じている。

分岐部ではそれに接続されている複数の空間との人間の出入りがある。例えば、図の分岐部 (エリア 2,4,6,7,9,10) はこれに接続されている接続空間 (エリア 1,5,6,8) との間に人の出入りがあり、その結果として分岐部のある部分は多数の人間で混雑しているが、別の部分は、ほとんど混雑していないという状況が発生する。この結果として避難者が行きたい方向は混雑により通行不能で遠回りをするか待つかの選択が迫られることになり、避難シミュレータ実験では、このような状況を生成することが必要である。これまでの避難シミュレーションでは結果としてそのような状況が得られるが、分岐部内の各部で密度、速度が任意に設定された混雑状況を実現することはできない。ここで開発した方法は、対象範囲の境界で発生する避難者をその合計が変化せず、エリア内の避難者の歩行速度を一定にし、避難者の数がある値の周りに分布するよう、対象範囲の境界で避難者を発生させるものである。

この方法で発生、制御した混雑は、予め設定した混雑度を中心に多項分布することが判明した。

また、例題により、この方法は避難シミュレータ実験で避難者の特性を得るときに有用であることが確認された。

車両甲板上の滞留水を伴った船体横揺れ運動の 推定について

On Estimation of Ship Rolling Motion with Flooded Water on
Vehicle Deck

藤原 敏文、原口 富博

平成 14 年 5 月

第 12 回沿岸と極地工学に関する国際会議
(ISOPE2002)講演論文集

1994 年に沈没した Ro-Ro 客船エストニア号は、船首から水が進入し、車両甲板上に多量の水が滞留したことが事故原因であると考えられている。その様な事故を再発させないために IMO (国際海事機関) においては、損傷時復原性基準の見直し作業に合わせて安全性を確保するための検討が行われている。

滞留水の影響も含めた基準の検討を行うためには、その妥当性について十分確認する必要があるが、実験においては対象船舶も限られる上、様々な船体条件、海象条件下での浸水状態の危険性を系統的に網羅することは困難である。このことから、現在のところ様々な研究機関で浸水時の船体運動推定法について検討が進められている。ただし、それらの推定方法の有効性について十分に示されていない状況にある。

本論文においては、滞留水の動的影響を受けやすい大きな車両甲板を有する Ro-Ro 客船の損傷時復原性を検討する上での一助として、車両甲板上に損傷口は存在しないものの船内に滞留水が存在する場合の横揺れ運動推定法の妥当性について、実用船型模型を用いた実験結果と比較することにより検討を行った。横揺れ運動推定のためのモデルとしては、滞留水と連成した 2 自由度の横揺れ運動方程式で表現し、滞留水については船体中央部において 2 次元的に移動すると仮定した。実験は、2 種類の滞留水量で実施し、波周期、波傾斜の影響について調査した。

その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) 滞留水と連成した 2 自由度横揺れ運動方程式を使った本推定計算の結果は、およそ実験結果と一致した。
- (2) 同調横揺れ付近での滞留水の影響による非定常運動についても本推定法によって計算することができた。
- (3) 同調横揺れ付近で波高波長比が大きい状態では、滞留水の変動も大きく、その結果として船体運動に大きな影響を及ぼすことがわかった。Ro-Ro 客船等の損傷時における安全性を検討する際には、滞留水の変動についても考慮したモデルを用いる必要がある。

強潮流が操縦運動に及ぼす影響

Effect on Ship Maneuvering Motion under Strong
Tidal Current

丹羽康之、沼野正義、福戸淳司、多田光男

平成 14 年 3 月

日本航海学会論文集第 106 号

来島海峡のような狭水道を安全に航行するためには、強潮流下において潮流が操縦運動に与える影響を明らかにし、潮流に応じた操船方法を確立する必要がある。そこで、潮流が操縦運動性能に及ぼす影響を明らかにするために、操縦性能を Z 試験で推定し、潮流の影響のない状態での操縦運動方程式 (応答モデル) を求めた。そして潮流下での航行の際の回頭角速度に着目し、応答モデルから求まる推定値と実際の観測結果を比較し、潮流が操縦運動に及ぼす影響の推定を試みた。

本実験は国立弓削商船高等専門学校練習船「弓削丸 (総トン数 240 トン)」で順中逆西に従い来島海峡を航行し、同船が装備している超音波ドップラー流速計で潮流を観測すると共に、船体運動収録装置により船速、舵角、回頭角速度等を観測した。さらに船首方向の海面のビデオ撮影を行った。また来島海峡航路外の比較的潮流が弱い場所で Z 試験を実施し、平水中での操縦性能を推定した。

強潮流下で船体に働く運動は、通常の舵による運動と、潮流による回転運動と並進運動が重畳されたものと考えられる。そこで実際に観測した回頭角速度と応答モデルから推定される回頭角速度の差から、潮流による影響を推定した。しかしながら実際には単なる重畳だけではなく、応答モデルが適用できない過渡現象も起きると考えられる。そこで平水中と強潮流下での違いを検討するために、対地速度と潮流から対水速度を推定し、船体と潮流の相対的な関係を明らかにしたところ、斜航状態になることがあることがわかり、応答モデルに従わない状態であることを確認した。さらに同時に観測したビデオ画像を利用して、潮目突入の過渡現象の確認をすることができた。

β線吸収法PM計測システムを用いた 実船発電機での測定

PM (Particulate Matter) measurement from a
on-board generator with its monitor system
using the method of β -ray absorption
大橋 厚人、高杉 喜雄、石村恵以子、張 潔、
橋野 穰

平成14年5月

(社)日本マリンエンジニアリング学会第67回マリンエ
ンジニアリング学術講演会 講演論文集

ディーゼル機関から排出される粒子状物質 (PM) は、
人体に甚大な影響を与える恐れがあると認識はされてい
る。一方、船用ディーゼル機関では国内法による規制が
なく、また、実船における排出実態の報告例も少ない。
著者らは、実船測定の蓄積を目標として、可搬可能な測
定系の確立を目指してきた。以前おこなったフィルター
振動法による測定系では、200秒の周期変動が観察でき
る利点がある一方、船体動揺の影響を受ける、希釈部の
吸引ノズル周りにPMの沈着が多いなどの問題点があっ
た。今回、動揺対策としてβ線吸収法による測定器を採
用し、さらに、エアーガンをを用いた希釈器を開発し、部
分希釈トンネル (ISO規定準拠) を用いたフィルター
重量法と比較するとともに、「銀河丸」停泊中に発電機原
動機において実船測定を行った。

フィルター重量法と比較すると、新測定システムでは
およそ7割の値を示し、このうち半分はフィルターの捕
集効率に関わる問題であることがわかった。今後、残り
の約15(%)について考察を進めていく予定です。「銀
河丸」発電機原動機においては、軸出力23-61(%)にお
いて測定を行い、0.19-0.36 (g/kWh) の結果を得た。さ
らに測定データの蓄積を進めていく予定です。

Quantitative Risk Analysis of VLFS Multiple Mooring Dolphins

超大型浮体多点係留ドルフィンの定量的リスク解析
加藤俊司、難波康広、正信聡太郎

平成14年5月

Proceeding of ISOPE (International Offshore and
Polar Engineering Conference) 2002

超大型浮体式構造物、いわゆるメガフロートは、現在
のところ、空港や情報基地、あるいは防災基地等として
の活用が考えられている。すなわち、メガフロートは、
主に社会資本としての活用が考えられており、従って、
メガフロートには、一般に、例えば100年間といった、
非常に長い期間にわたっての、健全性が要求される。こ
のような長期にわたっての健全性を保証するには、超大
型浮体式構造物の、係留システムについての、信頼性に
関する調査が必要である。

著者らは、東京湾に、長さ5000[m]級ポンツーン型超
大型浮体式構造物を、ドルフィン・フェンダータイプの
係留装置で多点係留した場合を想定し、この係留システ
ムに対する、リスクの定量的評価を行う事を試みた。具
体的には、重大な帰結に結びつく事故シナリオとして、
大型の台風を出発点として、防波堤の被災、浮体運動の
増加、係留系の崩壊を経て漂流にいたるシナリオを考え、
このシナリオに沿って、リスク評価を定量的に行った。
その際、係留系の破壊確率は、想定海域における台風の
発生確率と、その台風の持続時間内における係留系破壊
確率の積の和として表現した。

台風の持続時間内における係留系の破壊確率は、超大
型浮体式構造物の、係留時系列シミュレーションの結果
に基づいて算出したものである。この係留時系列シミュ
レーションに際しては、環境外力として、短波頂不規則
波による波力、変動風による風力、及び潮流力を考慮に
入れている。

また、環境外力の内、長周期変動漂流力の評価にあたっ
ては、相対水位の浮体周囲での2重積分によって、評価す
る方法を採用している。この方法は、従来から、著者らの
一部が、ポンツーン型超大型浮体式海洋構造物に働く長周
期変動漂流力の評価法として、提案している方法である。
さらに、フェンダーとドルフィンの反力特性については、
その非線形性及び、履歴特性も考慮に入れている。

本論文では、上記のような手順で得られる、係留系の
破壊確率の計算例と、さらにその計算結果を用いた総コ
スト試算例等を紹介する。本論文で紹介する、リスク解
析手法を用いれば、超大型浮体式海洋構造物の係留シス
テムの設計にあたって、最適係留装置数を求めたり、あ
るいは、ドルフィン耐力をどの程度にしておくべきか等
の情報を得たりすることが出来る。