

所 外 発 表 論 文 等 概 要

<推進性能>

Numerical Simulation of 3 D Turbulent Flow Separation around a Spheroid

回転楕円体まわりの3次元剥離流れの数値

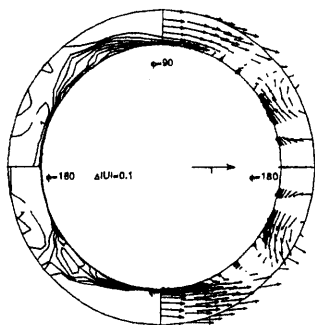
シミュレーション

李信亨、日野孝則

平成12年12月

第14回数値流体力学シンポジウム講演集

長さ幅比が6:1の回転楕円体まわりの剥離流れを解析するため、非構造格子による非圧縮NSソルバーを用いてシミュレートした。流れが層流の場合と乱流の場合について迎え角を変えていくつかのシミュレーションを行い、流体力やモーメント、限界流線および速度場を実験結果と比較した。層流流れの計算結果では、迎え角の増加に伴う剥離領域の成長の様子が見られ、流体力やモーメントと剥離域との関係も正しく計算されていることが確認された。なお、層流剥離では迎え角が大きくなると流れが非定常になる場合があることから、非定常流れの計算手法を適用した。乱流剥離の場合には、剥離線が層流剥離の場合よりも下流後方へ移動し、渦の領域が小さくなるという傾向が見られた。流れ場は計測結果とある程度一致しており、本計算法が3次元物体の後方の乱流剥離の定性的予測に適用可能であることが分かった。下図は、 $x/L=0.772$ 断面における計算結果(上)と実験結果(下)の流れ場を比較したものである。また、乱流剥離流れに対する乱流モデルの影響を検討するため、使用した1方程式Spalart-Allmarasモデルの生成項に修正を加えて計算を行い、流れ場をオリジナルモデルによる結果と比較した。その結果、渦の核部分での渦動粘性係数の大きさが流れに大きな影響を持つことが確認された。より高度な乱流モデルを用いることで3次元剥離流れの正確なシミュレーションが可能になると期待される。



Total velocity contours and V-W vectors on $x/L = 0.772$ plane perpendicular to body surface at $\alpha = 20^\circ$

Proposal of a Groove Cavitator on a Supercavitation Propeller

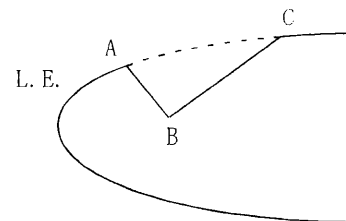
スーパーキャビテーションプロペラにおける
溝型キャビテータの提案

工藤達郎、右近良孝、住野吉胤

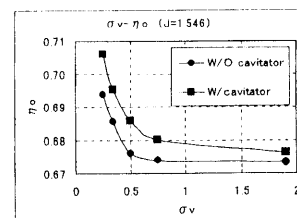
平成13年6月

Proceedings of 4th International Symposium
on Cavitation

従来の船用スクルー・プロペラでは、高速になり大きなキャビテーションが発生すると推力が低下し、効率も悪化する。そのような高速域で使用することを前提に設計されるプロペラとして、SCP(スーパーキャビテーションプロペラ)があり、キャビテーションがプロペラ翼のほぼ全面を覆い尽くすような状態において、高い効率を発揮する。SCPはシート状のキャビテーションが翼の前縁から後縁後方までを覆う状態を前提して設計されるが、高い効率を追求するにはそのキャビテーションが極力薄くなるように設計する必要がある。しかし、そのように設計されたSCPでは、しばしばキャビテーションが前縁から意図通りに発生せず、そのためにトルクおよび推力が設計値よりも大きくなったり、不安定な変動力の原因となったりすることがある。この現象を防止するには、安定したシート状のキャビテーションを発生させる必要がある。一般に、シート状キャビテーションは翼前縁の層流剥離をきっかけとして発生することが知られている。キャビテーションを安定させるには、安定した剥離を起こせば良いとの考えから、本論文では翼の前縁にキャビテータと呼ばれる細い溝を設け、強制的に剥離を引き起こすことによりキャビテーションの発生を安定化させる方法を提案し、その効果を模型実験によって検証した。



キャビテータの断面形状
(翼断面前縁部の拡大図。流れは左から右)



キャビテータの効果
(キャビテーション数に対するプロペラ効率の変化)

Experimental study on drag reduction by microbubbles using a 50m-long flat plate ship

50m 平板船を用いたマイクロバブルによる

抵抗低減実験

高橋孝仁、角川 明、児玉良明、牧野雅彦

平成13年 6 月

Proceedings of Second International Symposium
on Turbulence and Shear Flow Phenomena

マイクロバブルは、微小な気泡を乱流境界層中へ混入し摩擦抵抗を低減させる摩擦抵抗低減デバイスである。回流水槽における平板実験では最大80%の高い摩擦抵抗低減率を示し、船舶への実用化の可能性も高い。本研究では、実船における抵抗低減率を推定するため、最長50mの模型船を製作し、タンカーの巡航速度に相当する速度7m/sまでの曳航実験を行った。マイクロバブルの摩擦抵抗低減効果に及ぼす主要因、抵抗低減効果の流れ方向持続性、などの調査のため、気泡の吹き出し量を変更し、全抵抗及び局所摩擦抵抗、境界層内ボイド率分布を計測した。これらから以下の結果を得た。

全抵抗は、速度5m/sでは最大13%の低減率を得、このうち摩擦抵抗成分については、最大35%と非常に高い抵抗低減率であることがわかった。抵抗低減効果の持続性は、速度5m/sでは吹き出し部より後方約40m近くまで、速度7m/sでは約30mまでであることが確認できた。局所摩擦抵抗計測とボイド率分布計測から、壁付近の高いボイド率と抵抗低減効果に強い関係があることがわかった。また異なる境界層厚さ位置から気泡を吹き出し、摩擦抵抗計測を行ったが、抵抗低減効果に差は見られず、従来の境界層内ボイド率による低減効果の整理に、特に物理的根拠がないことがわかった。この異なる境界層厚さ位置からの吹き出しの結果とボイド率分布計測結果とから壁近傍の高いボイド率が抵抗低減効果を高めることがわかった。

以上により、マイクロバブル抵抗低減効果は、壁面近くのボイド率分布に強い関係があることがわかり、実船の抵抗低減率推定に必要な抵抗低減効果の流れ方向の持続性も調査できた。今後は、抵抗低減効果を高めるため壁付近のボイド率を高める手法を検討し、摩擦抵抗低減率に対する気泡径の影響を調べる必要がある。

PIV/LIF Measurements on 2-D Turbulent Channel Flow with Microbubbles

PIV/LIFを用いた微小気泡を含む2次元

チャンネル流れの乱流速度分布の計測

長屋茂樹、角川 明、児玉良明、菱田公一

平成13年 9 月

Proceedings of 4th International Symposium
on Particle Image Velocimetry (PIV '01)
Gottingen, Germany

船舶などの表面摩擦抵抗を低減するための方法のなかで、物体表面の境界層内にマイクロバブル（微小気泡）を注入する方法は、80%におよぶ低減効果が報告されるなど、大きな効果が期待される。今後、マイクロバブルによる摩擦抵抗低減システムの実用化に向けて、より高効率の抵抗低減が必要であり、そういったシステムの最適設計のためには、マイクロバブルによる摩擦抵抗低減のメカニズムの理解が重要である。しかしながらそのメカニズムは、マイクロバブルを含む流れが混相流であることによる困難さなどから明らかになっていないことも多く、メカニズム解明のためにマイクロバブルを含む流れの特性を詳細に知る必要がある。本研究課題では、マイクロバブルを含むチャンネル内の乱流場を、PIV (Particle Image Velocimetry: 粒子画像速度計測法) と LIF (Laser Induced Fluorescence: レーザー誘起蛍光法) を組み合わせた計測装置による速度場解析によってその特性を明らかにし、抵抗低減のメカニズム解明のための基礎データとすることを目的としており、本報告では計測システムおよびマイクロバブルを含む流れの計測結果について述べている。

PIVは、流体中のトレーサー粒子を鮮明に撮影することが重要であるが、マイクロバブルを含む流れでは、レーザー光線がバブル表面で散乱してしまい、バブル近傍の流体中の粒子画像を得ることが困難である。そこでLIFを応用し、トレーサーに入射レーザー光によって入射光とは異なる波長の蛍光発光をするものを使用して、PIVのためのトレーサー画像にこのLIFの蛍光粒子の画像を用いる。一方、バブル表面でのレーザーの散乱光は光学フィルターにより除去することで、バブル周りの流体の速度計測を行うことの出来るシステムの構築を行い、これを用いて計測を行った。計測結果として、流速5m/s ($Re_m=27000$, $Re_r=1200$) におけるボイド率約1%のマイクロバブルを含む流れと、バブルを含まない単相流の平均速度分布、乱流強度の比較を行った。マイクロバブルが注入されることにより、平均速度は大きくなったが、これはバブルの注入による流体体積の減少によると思われる。乱流強度に関しては、浮力によってバブルが集中する流路上壁付近の領域において、乱流強度が大きくなる結果が得られた。

<運動性能部>

スコット推定法について

A Review of Prediction Methods of Ship Squat

野中晃二

平成13年6月

日本航海学会誌 第148号、第149号
(NAVIGATION)

船体が航走すると船体まわりの水圧分布が変化し、水面形状および船体姿勢に変化を生じる。船体が航走することによって生じる船体の静止状態からの姿勢変化である船体沈下やトリム変化をスコット（Squat）と称している。

スコットは広い深い外洋を航行中も生じているが、船体航走による流体の攪乱が拡散しにくい浅水域や狭水路等の制限水域において顕著に現れるようになり、制限水域における航行安全確保上の留意すべき重要な現象として知られている。

本報告は、スコット推定法はどのような考え方の基に導き出されているのか、スコット推定法の研究はどのように発展して来たのか、及び、実用的と言われているスコット推定法の現状はどのようなものか、についての調査をまとめたものである。

まず、多くの実用的スコット推定法の理論的基礎として用いられている考え方、及び、スコット推定法研究の発展過程について述べ、次いで、これらの推定法による制限水域における船舶のスコット推定値の比較を行い、最後にスコット推定法の現状の問題点及び今後の課題を述べた。

結論としては、スコット推定法についてこれまで多くの研究がなされてきたが、操船現場や設計現場で容易に利用出来かつ推定精度も信頼性も高いという意味での実用的なスコット推定法は未だ確立されていないというのが現状で、今後の更なる研究が必要である。

Long term prediction method of shipping water load for assessment of the bow height

甲板荷重の観点から船首高さの評価を行うための

長期予測法について

小川剛孝、田口晴邦、渡辺 巖、石田茂資

平成13年9月

PRADS2001論文集

近年、国内外で満載喫水線基準見直し作業が行われており、著者らはその見直し作業の中で技術的検討を行っている。近年、国内では沿海を拡張し、限定近海船というカテゴリーが設けられて運航を行っている。現在、これらの船舶の満載喫水線規則は近海のものに適応されているため、海象の違い等を考慮した基準の策定による合理化が望まれている。そこで本研究では、船首高さを合理的に評価する手法の開発を目的に、船首高さを決定する上で一つの重要なファクターとなる海水打ち込み荷重の長期予測法を開発した。はじめに内航タンカーを用いて波浪中模型実験を行った。この規則波中での実験結果を用いて、船首相対水位と打ち込み荷重の相関を調べた。この相関をもとに甲板荷重の超過確率を求めて、不規則波中実験結果と比較を行った。その結果、推定した超過確率は不規則波中での実験結果とよく一致し、精度よく推定できている事がわかった。さらに、長期予測計算を行い、従来の方法と比較した結果、合理的に打ち込み荷重の予測を行うためには、本手法を用いる必要性がある事がわかった。

このように本研究で開発を行った推定手法等を用いて、現行の内航路の打ち込み確率及び甲板荷重の発生確率の長期予測計算を行った。これらの長期予測結果から、航行区域の違いが及ぼす影響について検討を行うと共に、限定近海の船首高さの設定を行った。その結果、海水打ち込みの観点から限定近海を航行する船舶が必要となる最小船首高さは近海船に対する基準に船長の関数で表わされる修正係数を乗じることで設定が可能であることがわかった。

< 構造強度部 >

浮体波による共振現象について

Study on the resonance phenomenon
in structural wave

遠藤久芳

平成13年 7 月

日本造船学会 第16回海洋光学シンポジウム
Proceedings

ポンツーン型大型浮体に波浪が入射すると、いわゆる浮体波となって浮体を伝播する。浮体波は、構造物端部において反射され、入射波と反射波の干渉により定在波が形成される。浮体波が浮体を伝播していく過程において、その振幅は定在波の腹の位置において極大となり、節の位置において極小となる。定在波が共振を引き起こすメカニズムについて、位相マッチングと周波数マッチングの2つの事象から検討した。大きさの異なる浮体構造モデルの例として、長さ68m、143m、300m、630m、2000mの5種類のポンツーン型浮体を採り上げて、周波数応答特性の数値解析を行い、構造物の大きさ（相対的曲げ剛性）及び振動モード次数による共振特性の相異を比較検討した。次の結論が得られた。

- (1) 定在波は、浮体の相対的曲げ剛性が大きいほど、また振動モードが高次であるほど発達する。
- (2) 振動次数が低次の場合には、浮体後部（波下側）において定在波が顕著となり、振動が高次になるに従い低次波の顕著な領域は浮体前部（波上側）に向かって拡張していく。
- (3) 定在波比 R_{sw} が大きいほどエネルギー反射率 E_r も大となり、波が浮体を透過しにくくなり共振現象が発生し易くなる。
- (4) 周波数マッチングによる共振は発生しない。その理由は、浮体端部と中央部の支配モードが異なるために特定の固有モードに依存して振動することができないためであると解釈することができる。
- (5) 長大浮体の高次振動の場合には、位相（浮体波の波長と構造物の長さ L との）マッチングによる共振現象が現れる。この時には、振動モード次数が1次分変化する周期変動の間に応答のピークとトラフが現れる。ただし、この共振による応答の増幅の程度はそれほど大きくはならない。

< 機関動力部 >

Emission Characteristics of Particulate
Matters from Ships

船舶からの粒子状物質の排出特性

中島康晴

平成13年 6 月

Proceedings of Marine Environmental
Engineering Technology Symposium

船舶における粒子状物質の排出状況を把握するため、その組成、計測方法及び排出特性についての調査研究結果を総括した。

まず、粒子状物質を構成する主要な成分である無機炭素粒子、未燃炭素、硫酸分、結合水について、その由来及び発生機構を整理した。また、各成分の化学的組成及びその評価手法、燃料性状の影響、ならびに粒径分布についても整理した。

次に、部分希釈法、JIS Z-8808、EPA 法等の、各国で採用されている代表的な粒子状物質計測方法の特徴をまとめ、計測方法の違いによる計測データ等の相違についても考察した。また、簡易計測方法として、高速 FID 法についての検討結果を記載した。

さらに、排出特性については、代表的事例として4ストローク機関と2ストローク機関を取り上げ、両者における排出特性を比較した。その結果、4ストローク機関では、粒子状物質の排出濃度が中～高機関負荷率において最小値をとるのに対して、2ストローク機関では、機関負荷率の上昇に伴って増大した。また、粒子状物質に含まれる可溶性有機成分の比率を検討した結果、4ストローク機関では機関負荷率の上昇に伴ってその比率が低下したのに対して、2ストローク機関では顕著な変化が見られなかった。これらの原因について、空気過剰率や潤滑油消費率の影響を検討した。さらに、実船での計測事例の結果と、それに基づく排出評価についても記載した。

なお、本論文は、著者が委員として参加した、社団法人日本船舶機関学会（現日本マリンエンジニアリング学会）船舶大気汚染調査研究委員会での調査研究活動の成果をとりまとめたものである。

船用低速ディーゼル機関の亜酸化窒素排出濃度の計測

Measurement of N_2O Emission from

Low-speed Marine Diesel Engine

塚本達郎、中島康晴、大江賢二、岡田 博

平成13年 8 月

日本機械学会2001年度年次大会講演論文集

亜酸化窒素(N_2O)は、赤外線吸収量が大きく温室効果によって地球温暖化に寄与する。また、成層圏に拡散した N_2O はオゾン層破壊の原因になるとも言われている。船用ディーゼル機関は、軽油に比べて窒素分や硫黄分を多く含む重質油を燃料としているために、自動車用ディーゼル機関などよりも高濃度の N_2O を排出する可能性を指摘されているが、その検討は十分には行われていない。そこで、船用低速ディーゼル機関からの N_2O の排出実態を把握することを目的として、船用2ストローククロスヘッド型機関をA重油及びC重油を燃料として運転し、赤外線吸収方式の N_2O 計による排出濃度の計測を行った。また、共存ガス(一酸化窒素及び二酸化硫黄)が計測値に及ぼす影響や前処理の効果についても検討した。

はじめに、標準ガスを用いて共存ガスの干渉効果を確認した。実験機関の排ガス組成では、約2.5ppmの干渉効果が見込まれた。また、アルカリトラップによる前処理を検討した結果、一酸化窒素については約30%、二酸化硫黄についてはほぼ完全に除去できることが確認された。

次に、実際に機関を運転し、排ガスの採取位置を変えて計測を行った。過給器出口直後で採取した排ガス中の N_2O 濃度は約2ppmであり、干渉ガスの干渉効果と同程度であった。また、燃料をA重油からC重油へ変えた場合でも相違が見られなかった。一方、過給器出口から約10m下流で採取した排ガス中の N_2O 濃度は、A重油では約6ppm、C重油では約20ppmと、過給器直後での計測値よりも上昇し、また燃料油種による相違も顕著となった。下流での計測では、過給器直後での計測に比べてサンプリングライン自体が5倍になっているため、計測位置だけでなくサンプリングラインの影響も考えられるが、燃焼後の過程において N_2O が発生する可能性、ならびに燃料油種の影響が示唆された。

地球温暖化対策としての CO_2 深海貯留
Sequestration of Carbon Dioxide into Deep
Sea as a Measure for the Global Warming

波江貞弘、綾 威雄、中島康晴、川越陽一

平成13年 9 月

(株)日本化学会 第54回コロイドおよび
界面化学討論会要旨集

平成9年12月に京都で開かれた気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)の結果を踏まえ、温室効果ガス排出規制の観点から、大気中二酸化炭素(CO_2)の抑制策を確立することが緊急課題となっている。これに対して、火力発電所等の集中発生源から分離回収される CO_2 を海洋中に隔離する方法は、直接的かつ効果的な方策と考えられる。その際の技術的ブレークスルーと、 CO_2 処理対策が海洋環境に及ぼす影響の評価が極めて重要である。本論文は、日本化学会のパネル討論会において、深海隔離の要素技術、関連物性、環境影響評価手法など、当研究所における深海隔離に関する研究の概要と今後の方向についてトピックス的に紹介した概要を以下の通り記述したものである。

温暖化対策技術としての CO_2 深海底貯留法は、大量処理に適し、影響範囲を最小限にとどめ、海洋中隔離期間を長く設定することが可能である他、将来必要に応じて可逆的に CO_2 の取り出しが可能である、などの長所がある。一方、他の海洋処理法より高深度が要求されること、未だ十分なデータが蓄積されていない CO_2 ハイドレート物性の影響を強く受けることなどの問題点が指摘されている。そこで、深海底貯留法の評価に不可欠と考えられる、貯留 CO_2 と上方の海水との界面に生成するハイドレート膜の強度、海水への溶解度や CO_2 溶解海水密度などの物性値を既存の高圧装置を使って測定するとともに、これらのデータを、貯留サイト近傍の CO_2 溶解・拡散過程の数値シミュレーションに適用し、貯留サイト近傍の CO_2 濃度とpH分布を求めた。一方、海底地形図(海上保安庁水路部)、黒潮の流路等を精査して候補地を選定するとともに、これらの海域における底生および近底層の動物群集の性状を明らかにするため採集調査を行った。また、数値シミュレーションによるpH分布を参考にし、貯留サイト近傍の生態系への影響を検討するため、中深層に分布するカイアシ類 *Neocalanus cristatus* を用いて低pHに対する耐性を調べた。

<材料加工部>

凹凸のある接触面の微視的変形挙動のシミュレーション

Numerical Simulation of Rough Surface Contact

高井元弘、古谷典子

平成12年3月

日本機械学会 東北支部 第35期講演会講演論文集

機械的に加工された面は微視的には凹凸を持っており、接触する境界面では表面の凹凸の変形が生じると考えられる。このような表面の微視的な凹凸の変形挙動を明らかにすることは、境界面における潤滑や摩擦、摩耗の問題を考える上で重要である。船舶の推進器の取付けに使われているキーレス方式においても、プロペラボス内面とテーパー軸表面の接触面における微視的な凹凸が押込みの増大に伴い、どのような挙動を示すかを知ることが、最適な押込み量や表面の加工精度を決める上で大いに参考になると考えられる。このため、テーパー接触部の微視的変形挙動を明らかにする目的で、テーパー軸挿入モデル試験片の表面計測及びFEMによる接触部の数値シミュレーションにより検討を行っているが、本報では、接触方向が境界面に平行な成分を持ち、両面間の摩擦力を考慮したFEMモデルにより接触面における微視的な表面の変形挙動の解析を行った結果とSEMによる表面の観察結果について報告した。

得られた結果は以下のように要約される。

- (1) ボス内面の表面粗さを変えた3種類の面（中心線平均粗さ R_a がそれぞれ $1.65\mu\text{m}$ 、 $0.83\mu\text{m}$ 、 $0.41\mu\text{m}$ ）についての数値シミュレーションを行った結果では、押し込み量と接触面での平均接触面圧の大きさの関係は、表面粗さに関係なくほぼ同一となった。また、押し込み量の増大に伴い、微視的に凸部を持つ表面は弾塑性変形を受け、両表面間の接触率は増大するが、接触率の絶対値は小さい結果となった。巨視的な弾性変形を伴うため、両表面の接触は比較的局所的であることが分かった。
- (2) SEMによる表面の観察では、挿入後のボス表面に円周方向に研磨した加工面の一部が比較的大きく変形した領域が観察され、接触するテーパー軸表面の微視的な凹凸の影響と考えられる。今後、挿入する軸表面も凹凸を持つ数値モデルによる検討を進める必要がある。

Fatigue Strength Improvement of Box Welds by Low Transformation Temperature Welding Wire and PWHT

低温変態点溶接ワイヤーと溶接後熱処理（PWHT）

による角回し溶接継手の疲労強度改善

太田昭彦、渡辺 修、松岡一祥、前田芳夫

鈴木直之、久保高広

平成12年6月

Welding in the World, Vol.44, No. 3

低温変態材料の溶接ワイヤおよび溶接後熱処理によって、角回し溶接継手の疲労強度を改善した。溶接ワイヤに用いた合金（10%ニッケルと10%クロムを含む）は、冷却過程の 180°C でオーステナイトからマルテンサイトへの変態が始まり、室温で変態が終了する。この変態は体積膨張を伴うため、溶接部には圧縮の残留応力が導入される。この圧縮残留応力により、溶接ままでも疲労強度の改善が見られるが、本報では、この効果をより確実なものにするために、溶接後熱処理を実施した。

溶接後熱処理は、 720°C で1時間保持しその後空冷した。これにより、溶接金属総てをオーステナイトに変態させた後、冷却過程で同時にマルテンサイト変態させ、圧縮残留応力の導入を確実なものとした。

780MPa 級鋼を母材として、通常の溶接材料を用いた溶接継手と、この溶接材料と溶接後熱処理による溶接継手を用いて、完全片振り、試験速度3から40Hzの疲労強度を実施した。通常の溶接材料を用いた場合に比べ、この溶接材料と溶接後熱処理による溶接継手の疲労強度3倍になった。また、低温変態材料を用いた溶接後熱処理した試験片の疲労亀裂発生箇所が、通常の溶接止端部ではなく、溶接金属内のブローホールであったことから、止端部の疲労強度は通常の3倍を超えるものであったと結論された。

Thermal shock experimet of Si_3N_4 by laser
irradiation technique

レーザー照射法による窒化ケイ素の熱衝撃試験

天野重庚、秋山 繁

平成13年 6月

Proceedings of the Fourth International Congress on
Thermal Stresses, "THERMAL STRESSES 2001"

構造用セラミックスは、熱機関、ロケット、原子炉の厳しい高温環境下で使用される部品として最も期待されており、ターボチャージャ、ピストンキャップ、バブルなどに応用されているセラミックスの中で、 Si_3N_4 は最も信頼性のある材料である。熱衝撃強度は、それら応用における最も重要なファクターの一つである。水中急冷法は、セラミックスの熱衝撃強度を評価方法として従来から使用されているが、多くの試験片を用いてクエンチング試験と曲げ試験を繰り返し行う必要があり、またクエンチング過程において熱伝達係数が不安定である等、いくつかの問題点がある。それら問題点を解決するため、幾つか新しい方法が提案された。新しい評価法の内、本研究は、 Si_3N_4 の熱衝撃強度を評価するため、レーザー照射法を用いた。レーザー照射法は、レーザー照射により急速加熱を受けた試験片が、自然対流によって冷却される一連の過程において、材料破壊を引き起こす臨界出力密度の最小値を熱衝撃強度と定義して評価するものである。レーザー照射実験から得られた Si_3N_4 の熱衝撃強度は、有限要素解析による理論的強度と比較して非常に低くなることがわかった。それは、走査型電子顕微鏡(SEM) 観察とX線回折の解析から判断して、高温表面条件下で生成されるシリカが原因となっていることが判明した。以下、結論を要約する。

- (1) Si_3N_4 の臨界出力密度 P_c とビーム径 D の関係より臨界破壊曲線が得られた。
- (2) 臨界出力密度は、 D が増加するにつれて一定値に漸近的に収束する。その一定の出力密度し、熱衝撃強度を評価する指標の一つとして定義される。
- (3) Si_3N_4 の熱衝撃強度の実験値は、理論計算の推定値よりかなり低い。
- (4) レーザ照射表面に SiO_2 が生成されることが、SEM 観察とX線回折の解析によって確認された。この生成物は、かなり低い出力密度で材料破壊を引き起こす。
- (5) 高温領域における熱衝撃実験下では、熱応力よりもむしろ新しい生成材料破壊の引金となり得る。

Thermal shock strength of carbon-carbon (C/C)
composite by laser irradiation technique

レーザー照射法による炭素-炭素 (C/C)

複合材料の熱衝撃強度

Hongwei Li、天田重庚、秋山 繁

平成13年 6月

Proceedings of the Fourth International
Congress on Thermal Stresses,
"THERMAL STRESSES 2001"

積層炭素-炭素 (C/C) 複合材料は、非常に厳しい温度条件で用いられる宇宙船やロケット等に応用される、高強度、高腐食抵抗を有する新しい材料として期待されている。そのため、その良好な熱衝撃強度評価法を開発することは、非常に重要であるが、その研究はあまり行われていない。本研究では、レーザー照射法が、積層炭素-炭素 (C/C) 複合材料の熱衝撃強度を評価するために有効な試験方法であることを証明した。レーザー照射法は、レーザー照射により材料が破壊する境界条件を表すレーザービームの臨界出力密度を用いて、材料の熱衝撃強度を評価する。材料の破壊は、AE (acoustic emission) 装置を用いて検出した。有限要素法 (FEM: finite element method) を解析を行い、材料のせん断強さを破壊クライテリオンとして、ビーム径 D と出力密度 P の関係から臨界破壊曲線を求めた。解析と実験の結果を比較して、次の結論を得た。

- (1) レーザ照射により積層炭素-炭素 (C/C) 複合材料に生じる最大せん断応力は、レーザービームの周辺表面より下で発生し、レーザービーム径と出力密度に比例して増加する。
- (2) 材料が破壊するレーザービームの臨界出力密度を定義して、臨界破壊曲線がせん断強さ破壊クライテリオンに基づいて作成できた。この臨界破壊曲線は、破壊領域の境界線であり、この曲線を用いて材料の熱衝撃強度の推定が可能である。
- (3) 炭素ガス (CO_2) レーザを用いて行われた熱衝撃実験から得られた臨界出力密度 P_c は、解析結果と良く一致した。
- (4) 臨界出力密度 P_c は、積層炭素-炭素 (C/C) 複合材料の熱衝撃強度を評価するための指標となることができ。

**Fatigue Strength Improvement of Lap Joints of
Thin Steel Plate for Automobile Use by Low
Transformation Temperature Welding Wire**

自動車用薄肉鋼板重ね継手の低変態点
溶接材料を用いた疲労強度の改善
太田照彦、松岡一祥、前田芳夫、鈴木直之
平成13年 7 月

IIW（国際溶接学会）Doc.XIII-1869-01

自動車用の薄肉鋼板重ね合わせ溶接継手の疲労強度を低変態点溶接ワイヤを用いて改善した。ここで用いた溶接材料は、溶接後冷却中に200°C程度でオーステナイトからマルテンサイトへの変態を開始し、室温程度で変態を完了する。マルテンサイト変態は体積膨張を伴い、その結果、溶接部には圧縮の残留応力が生じる。この圧縮の残留応力の平均応力効果により、疲労強度は改善される。

母材として板厚2.3mm のSPFH540鋼板を用い、10Cr-10Ni 低変態材料によるワイヤと MGS-63B ワイヤを用いた溶接継手を製作し、残留応力の計測を行った。また、固有応力法による残留応力の計算を実施した。計測と計算の結果は定性的には一致し、溶接止端部の残留応力は低変態点溶接材料を用いた場合には圧縮、通常のGS-63Bを用いた場合には引張であった。しかし、定量的には、若干のずれがあった。2つの溶接材料を用いた重ね合わせ継手を用いて疲労試験を実施した。通常のMGS-63Bを用いた溶接継手の疲労限は300MPaであったのに対し、低変態点溶接材料を用いた溶接継手の疲労限は475MPaであった。

残留応力の計測結果と疲労試験結果を比較して、止端部に圧縮の残留応力を導入することによる疲労強度改善効果が明らかになった。

電子顕微鏡によるセラミックス摩耗面の観察

Observations of Wear Surface of Ceramics
by Electron Microscopy

千田哲也、古谷典子
平成13年 8 月
日本機械学会 2001年度次大会

しゅう動摩擦や粒子衝突による摩耗は、接触点における局所的な応力、摩擦発熱による温度変化、化学的に活性な雰囲気等のために、複雑な現象となる。材料の摩耗現象を知るためのひとつの方法は、摩耗面及び摩耗粉の観察・分析を行うことである。荷重による接触応力と摩擦力によるせん断力のために材料内部にも影響が及ぶが、セラミックスの同種材料同士のしゅう動摩耗に関しては、電子顕微鏡観察の報告はなく、摩耗メカニズムは表面観察からのみ考察されている。そこで、アルミナの高温しゅう動摩擦面及びエロージョン摩耗面の電子顕微鏡観察とそれに基づく摩耗メカニズムの検討を行った。

アルミナ同士のしゅう動摩擦では800°C以上では比摩耗量が低下するが、この遷移温度の前後における摩擦面微細構造を電子顕微鏡で観察・比較した。600°Cの場合は転位はわずかに気孔や粒界の近辺にみられるのみであるが、1000°Cの場合、摩擦面は粒径約0.1μmの微細な粒子で構成され、その粒子内部には転位が存在した。微細結晶の下組織では、結晶の微細化は起きていないが高密度の転位と双晶がみられ、転位はセル構造を形成していた。これらの微細構造から、しゅう動により起きる摩擦面での塑性変形が脆性的なき裂発生を抑制したために、摩耗量が低下したと考えられる。

アルミナ板にアルミナ研磨材を衝突させるエロージョン試験を行った摩耗面を電子顕微鏡で観察した。エロージョン損傷量はしゅう動摩耗と異なり、温度とともに増大した。エロージョンの表面では、室温の場合でも転位の生成がみられるが、高温の方が転位密度は高く、また塑性域は厚く双晶の形成もみられた。高温で塑性変形が容易になることが粒界き裂によるエロージョン損傷量の増大につながったと考えられる。

鋼板の反発挙動とインパルスハンマを用いた厚さ推定法の検討

Investigation on a thickness measuring method using an impulse hammer based on repulsion behavior of steel plates.

島田道男、吉井徳治、成瀬 健

平成13年 8 月

日本機械学会2001年度 年次大会 講演論文集

船舶検査における厚さ測定は専ら超音波厚さ計によって行われているが、より適用性に優れたハンマリングで厚さ情報が得られれば、検査の効率化に大きな寄与ができる。そこで、鋼板をインパルスハンマで叩いたときの荷重波形から厚さ情報を抽出することを考えた。実験的に鋼板の厚さと荷重波形の関係を調べたところ、鋼板の厚さが異なっても波形が大きく変わることはなく、厚さと波形との関係解明には理論的な検討が必要であった。

そのため、有限要素法を用いた鋼板のインパルス応答の解明を行い、それがスプリングとダッシュポットからなる等価機械要素で表現できることが分かった。本等価機械要素を用いて、鋼板をハンマリングしたときの応答を定式化し、鋼球落下による反発計算値(有限要素解析)と測定値で検証した。鋼球自身のバネ定数と鋼板の塑性変形の補正が必要であったが、スプリング-ダッシュポットモデルで鋼板の反発挙動が説明できることが分かった。また、ハンマリングで得られる荷重波形は、半周期分の減衰振動波形であり、板厚によって減衰率が変わることも分かった。

次に、10、16、22mmの板厚における荷重波形を収集し、厚さ抽出法を検討した。荷重波形を減衰振動波形でカーブフィットし、減衰定数を求め厚さに換算する方法が直接的で良いと思われたが、減衰振動波形によるカーブフィットは容易でないので、荷重波形の最大最小比(変化率の最小値÷最大値の大きさ)と厚さの関係を調査した。3種のハンマチップによる最大最小比と厚さの関係を求めたところ、3種のチップで厚さとの相関が認められたが、チップ剛性が大きい場合に厚さとの相関がより明瞭に見られた。また、補強材からの距離の関数として最大最小比を測定すると、補強近傍らでは大きな値を示すが、120mm以上は離れると、厚さで定まる一定値になり、厚さ推定に利用できることが分かった。

< 装備部 >

実海域でのリアルタイムオイル成分分析手法の研究 Study on Real-Time Analytical Technique for Oil Pollution in Marine

山口良隆、田口 昇、山之内博、柴田俊明

樋富和夫、山岸 進

平成13年 5 月

日本環境化学会 第10回環境化学討論会講演予稿集

オイルタンカーが今年1月にエクアドル・ガラパゴス諸島で座礁し、オイル流出事故が起こったのは記憶に新しい。このような事故はたびたび起こり、オイルによる生態系など環境への影響が懸念されている。このようなオイル流出事故時は、機械や人間の手によりかなりの量の流出オイルが回収される。しかしながら必ず未回収オイルが海洋環境中に残存する。またこれらの未回収オイルの挙動は明らかではなく、環境影響についてもあまり知られていない。少ない影響評価データのの一つとして、オイルの生物汚染の報告があり、大量の流出オイル中で死んでいた水鳥の体内汚染は流出オイルと異なる起源のものであると結論付けている研究グループもある。そこで我々は生態系へ取りこまれる前の状態や環境影響評価のために海洋中の微量オイル濃度を計測する手法について検討を行っている。また海洋で広域計測及び時間的変化を追跡するために、最終的には定期船舶を用いた計測を行えるよう取り組んでいる。該当する分析手法はいくつかあるが、計測の自動化も目標にしているためにフロー系と分光法的手法を組み合わせた分析手法開発に取り組んでいる。今回は水中のオイル量計測の基礎的実験として分光法の一つである蛍光分析法で計測を行った。水または海水に既知量のA重油または軽油を入れて高速攪拌を行い分散させたものを標準試料とした。最終的に10ppb から10ppmの間で数種類のオイル含有量について調整を行った。これらの標準試料について蛍光スペクトル測定を行った。結果としてA重油と軽油はスペクトル的にはさほどの違いが見られなかった。このような基礎データを取り、これらの結果をもとに実海水中の蛍光とを比較して海洋に溶けこんでいるのオイルを解析をおこなっていく。

**旅客船内における車いすの走行シミュレーション
— 駆動力推定用基本モデルの開発 —**

Numerical Simulation of Wheelchair Running
on Passenger Ships-Development of Basic
Model for Estimating Driving Force-
今里元信、太田 進、平田宏一、宮崎恵子
平成13年 5 月
日本航海学会論文集 第105号

公共交通機関のバリアフリー化が進むなか、身体障害者等が日常生活や旅行のために船に乗ることが、今まで以上に求められており、旅客船をバリアフリー化することは、必要不可欠である。車いす利用者にとって、波浪による船体の動揺により、車いすが暴走・転倒する恐れがある。こうした危険を防止するためには、まず動揺している船内で走行する車いすの挙動を明らかにし、安全走行の限界を把握する必要がある。そこで、所与の加速度条件下において車いすが安全に走行できるか否かを判定する技術の研究を実施しており、その一環として任意の加速度条件下における車いすの走行を模擬できるプログラムを開発している。本研究の目的は、そのための基礎的な走行モデルを構築することである。動揺する船舶において車いすを安全に走行させられるか否かの評価指標の一つとしては、車いすの操作に要する駆動力が挙げられるため、走行モデルには、所与の加速度条件下で車いすを所定の方法で走行させる際に必要な駆動力を推定する機能が要求される。

本報では、車いすの走行シミュレーションの基礎として、重心の移動を考慮しない車いすの走行モデルを開発し、静止している傾斜面上での検証実験を実施した。その結果、トルクの推定精度に問題はあるものの、このモデルは、今後、より詳細なモデルを開発する際の基礎として用いることができるであろうことを示した。今後の課題は、搭乗者の体重移動を考慮したモデルの開発と、車いすの操作モデル（トルクの与え方のモデル）の開発である。

波浪中での流出油の回収

Recovery of Spilled Oil in Waves

上田浩一、山之内博、疋田賢二郎

平成13年 5 月

第65回マリネンエンジニアリング学術講演会 講演論文集

Recovery of Spilled Oil in Waves

波浪中での流出油の回収

上田浩一、山之内博、疋田賢二郎

平成13年 6 月

Proceedings of the 24th Arctic and Marine

Oilspill Program Technical Seminar

外洋で流出油事故が起こった場合、流出油が海岸に漂着し岩や砂浜に付着すると海岸でそれを取り除くのは大変な作業になる。そこで例えば波が高い状態でも、沖合で流出油を回収することが必要である。外洋の波浪中で流出油を回収する場合、次のことが必要である。

- (1) 油回収船の油回収部を静穏化する。
- (2) 流出油を油回収部に効率よく誘導する。
- (3) 油回収部で油層を厚くする。
- (4) 回収油の含水量を少なくする。

まず前進する堰前の油層への波の影響について平水上での油層と比較して調べ、波浪中では浮遊油を集積する必要がわかった。そこでバージタイプの回収船（長さ70 m、幅24m、喫水2.5m）を想定して研究した。模型船内部に絞りと拡大を組み合わせた水路及び整流板を備えたアクリル製の1/53と1/20の模型船2隻を製作した。それらの模型船を使用して、波浪条件下で消波効果と浮遊油の回収船近傍の流れについて調べた。油の回収については吸引回収口の位置制御について調べた。ネットベルトによる方式で高粘性油は波浪中でも回収できることをすでに確認していたので、この研究では低粘性の油を使用して実験を行った。その結果、次のことがわかった。

前進中の堰前の油層については、波浪がある場合には静水面上より前方に広がり油層厚さが薄くなる。油回収船内の静穏化した静かな水面で油を回収するにはその回収部に流出油を誘導することが必要であるが、向かい波で波の波長が船の長さより短い時には浮遊油層を油回収船の油回収部へ油を比較的容易に誘導することができる。波の来る水平面に傾斜をした消波板列を用いると波の減衰及び浮遊油層の集積に効果があり、最適なその傾斜角を得た。静水面上や、追い波及び向かい波でも波の波長が船長より長い場合には浮遊油層を誘導する装置が必要である。吸引口の位置を油面に追従制御することにより回収油水の含水量を少なくすることができる。

**Evaluation of the Liquefaction Potential of
Solid Bulk Cargoes**

固体のバラ積み貨物の液化化可能性の評価

太田 進、浦 環、村山雅巳、田中正人
飛延孝男

平成13年9月

14th International Symposium on the Transport
of Dangerous Goods (ISTDG14)

ばら積み貨物が航海中に液化化すると、復原性に悪影響を及ぼし、船舶が転覆することもある。こうした事故を防止するため、海上人命安全条約では、液化化物質については、船積みの度に貨物の水分値を計測し、予め計測された運送許容より低いことを確認することを義務づけている。この要件を広い範囲の貨物に適用すれば、安全上は問題ないが、液化化物質でない貨物にまで要件を適用し、運送実務に支障をきたす恐れがある。そこで、要件の適用範囲を明確にするため、我々は、ある貨物が液化化物質か否かを判別する試験方法(液化化物質判別試験)を開発し、IMO DSC 小委員会に提案した。また、その有効性評価のため、5種類の試料を用いて、液化化特性に関する各種試験を実施し、液化化物質判別試験の有効性を調べた。

本稿では、要件の適用範囲の明確化の必要性について述べ、液化化現象について解説した後、液化化物質判別試験法の概要について述べる。また、有効性評価のための試験結果について述べる。

液化化物質判別試験の有効性評価のための試験には、典型的な液化化物質である銅精鉱と亜鉛精鉱、液化化物質と判断される物質の中で比較的粒径の大きい Carol Lake 鉄精鉱、液化化物質で無いと判断される物質の中で比較的粒子の細かい沈殿方鉛鉱、液化化物質では無いと判断される粒状物質として、粒状ニッケルスラグの5種類の資料を用いた。試験は、基礎となる真密度・粒径計測のほかに、Proctor/Fagerberg 試験、貫入法試験、液化化物質判別試験及び透水性試験を実施した。結果として、液化化物質判別試験における排水後飽和度により、液化化物質と非液化化物質が明確に意識できることが明らかになり、液化化物質判別試験の有効性が確認された。また、判定のためのクライテリアとして飽和度70%を用いることが妥当であることが確認された。

<システム技術部>

**音声入出力を用いた一名当直時の人間を含む
システム異常対策について**

On countermeasures for malfunctions of
a one person bridge operation system
by using speech communication

福戸淳司、沼野正義、下野雅生、松島和夫
平成11年10月

日本航海学会論文集

一名当直を実現する上で、人間と航海支援装置で構成されるシステムとしての継続的な動作とシステムの異常、当直者の異常が発生した時の対策を確立することは、大変重要なファクターである。特に、一名当直時には、機械側及び人間側が常にお互いの健全性をチェックしながら、当直作業を進めていく必要がある。この際、異常時に確実に機能し安全を阻害しない事はもちろんの事、当直者に余計な労力をかけない形で作動して、当直者に常に使用されるシステムでなくてはならない。

そこで、本研究では、機械側での異常の検知とその対策及び人間側の異常検知とその時の対策についての考え方を述べた後、一名当直航海支援システムへの適用及びその評価結果について、報告する。

機械側の異常感知に関しては、システムを構築する要素システムそれぞれが自己診断機能を持つと共に、システム間で通信を行い互いの健全性を相互チェックできるようにシステムを構築した。これにより、機械側の異常を確実に人間側に報知できるようになった。

また人間側については、音声による就労監視システムを構築した。このシステムでは、当直者の主要作業である操船に関わる作業を妨げる事無く、当直者との会話で当直者の健全性をチェックするもので、現役船員に実用できるものとして受け入れられた。

イベントツリーを用いた事故・災害の分析
—タイタニック号事故を例にして—

Ananalysis of Accidents and Disasters by
the Event Tree

—Titanic Accident as an Example—

松岡 猛

平成13年 6 月

土木学会誌 81巻 7 号

大規模プラント、公共施設等の安全性の評価においては確率論的安全評価方法が用いられ始めている。本紹介記事はこの確率論的安全評価法の主要な手法であるイベントツリーにより事故・災害の分析を実施した例として、タイタニック号事件の解析結果を紹介している。

まず、イベントツリー解析手法について「天ぷら油の火災事故」を例として説明し、イベントツリーに出てくる事象発生確率の推定のための設備の信頼性解析方法、人間信頼性解析方法について簡単に述べている。

次にタイタニック号事故の概要を事故調査公式報告書に基づき記述した。

解析の手順に沿って、作成したイベントツリーを図—3、4に示し、次に、イベントツリーに出てくる事象の発生確率の評価手順、評価値を示した。さらに、事故状態ごとに遭難者数の算定する必要があることを述べ、解析結果を図—5に示した。このグラフには併せて1978～1995年間における旅客船・フェリーの事故遭難確率が記入されている。解析においては、モンテカルロ法による不確実さ幅の推定、F-V 指標による重要度因子の検討も実施している。

解析の結果は、あくまでもタイタニックという特定の船が特有な環境下においてどの程度の確率で事故に出会うかを示したものである。およそ49航海に一回という大きな確率で事故に出会うという結果が得られ、90%の信頼度幅ではおよそ29～109航海に1回という値であった。

タイタニック号事故を契機に各種の安全対策が旅客船に対して取られ現在では比較にならないほど安全性は高められている。イベントツリーを用いた定量的評価法により、事故解析／事故究明にとって有力な情報が得られる例を示した。今後、この様な定量的評価を基に安全確保に関する議論が各分野において一層深まる事を期待する。

ON A BRIDGE NAVIGATIONAL WATCH
ALARM SYSTEM USING VERBAL
COMMUNICATION AS A HUMAN-MACHINE
INTERFACE

ヒューマンインタフェースとして音声入出力を
用いた就労監視システムについて

福戸淳司、沼野正義

平成13年 7 月

Information Paper of SUB-COMMITTEE
ON SAFETY OF NAVIGATION (NAV)

47th session

本報告は、第47回のIMO 航行安全小委員会 (NAV) において検討される、船橋での就労監視システムに関するインフォメーションペーパーである。現在までに船橋での就労監視システム (Bridge Navigational Watch Alarm System: BNWA) についての性能基準案が検討されてきており、今回の航行安全小委員会ではドラフト案として提案される。この動きに対して、日本は船橋での就労監視システムへの音声入出力の有効性をアピールし、基準案に盛り込むように働きかけることとなっている。本報告は、その基礎資料として作成されており、音声入出力による就労監視機能の紹介、操船時の就労監視装置の利用法とその利用状況、現在提案されている性能基準に対する対応状況、本就労監視システムを装備した内航路での評価結果を示している。

本就労監視システムは、内航船用の航海支援システムに組み込まれている。この航海支援システムは、音声により情報の収集から操船指令までほとんど全ての操船操作ができるようになっている。このため、これらの音声入出力を適切にモニタすることにより当直者の健全性が確認できる。また、現在提案されている基準案に基づく時間間隔で、音声により当直者の健全性を負担なく確認できるようになっている。

本システムは、749GT の LPG タンカーに装備されて、1997年より実際の運航に供せられている。この間、乗船調査を行いその有効性を評価した。こうしたシステムで従来問題となっていた音声認識率についても、認識語彙を絞る等の工夫によりほぼ100%の認識率であり、現実的な使用上問題ないとの評価を得た。また、使用上の負担についても、必要な操船操作で監視が行われ、従来のボタン方式等の様な特別な操作が無いので、良好で実用に十分耐えられるとの評価を得た。

人間行動と機器故障を考慮したシステム信頼性解析 —GO-FLOW 手法によるアプローチ—

System Reliability Analysis considering Human
activity and Component failure-Approach
by the GO-FLOW Methodology-

松岡 猛、松倉洋史

平成13年 8月

日本機械学会、RC175研究分科会報告書

システムの信頼性解析においては、通常システムを構成する機器の動作の成否、故障発生等を考慮対象として取り上げている。しかし機械システムは運転員(人間)が関与し操作するのが普通である。人間と機械システムをトータルなシステムとして捉えた場合の信頼性には人間の誤操作や、逆に人間による機械部分の故障の修復・誤作動のバックアップも考慮する必要がある。

従来システム信頼性解析手法としてはフォールト・ツリー手法が広く用いられているが、頂上事象として単一事象を設定する必要がある、時間経過・動作モードの変化等の取り扱いが容易ではない、等の制約がある。システム状態に応じた人間行動の組み込みも難しい課題であった。そこで、著者はこれらの難点を克服するシステム信頼性解析手法 GO-FLOW を開発し、種々の複雑な動作モードを持ったシステムに適用してきた。

本論文では、この GO-FLOW 手法を人間—機械系に適用し、人間の誤動作、システム状態に応じた人間行動をモデル化して組み入れた信頼性解析の手順を示した。人間—機械系を一体として解析するため、人間行動と機械システムの動作との間の相互作用を取り扱う事が可能となっている。

解析対象として、単純なホールド・アップタンクとそれを監視操作する運転員より構成されたシステムを取り上げた。

まず、ホールド・アップタンクシステムの動作条件、故障が発生したときの事象の説明を行い、次に、タンクシステムに異常が発生したとき運転員の取る認識、判断、操作について検討した。起こりえる全ての場合を調べ上げ、結果を表形式にまとめた。

故障、人間の誤認識・誤判断・誤操作を含めたシステム動作を GO-FLOW チャートに表現するとともに、詳細な説明を本文中に与えた。最後に GO-FLOW 解析を実施し、時間進展とともにタンクから水が溢れる確率、枯渇する確率を、運転員が介入する場合と、介入せず放置した場合について求め、結果をグラフで表現した。

システム信頼性解析手法 GO-FLOW を人間—機械系に適用し、人間の誤動作やシステム状態に応じた人間行動と機器故障を考慮した信頼性解析の手順を示した。モデル化されたチャートでは、機械の故障に関する部分は小さいが、人間の行動に関する部分はシステム状態に対応して種々の対策をとるので大きな部分を占めていた。人間—機械系を一体としてモデル化しているため、人間行動と機械システムの動作との間の相互作用を取り扱う事が可能である。

船舶における手動車いす走行の評価指標

Evaluation Index of Wheelchair Running on Ships

宮崎恵子、平田宏一、今里元信

平成13年 8月

第16回リハエ学カンファレンス講演論文集

旅客船において、車いすは、陸上ほど安定して走行することは難しく、船の動揺は車いすの転倒・暴走を引き起こしかねない。さらに旅客船はスペースが限られるため、交通バリアフリー法の技術基準でも最小通路幅が0.8mとなっており、走行には厳しい条件となっている。よって、旅客船内での車いすの走行について検討をする必要がある。走行中に車いすを適切に操作できているということが重要である。そこで、車いすの操作状況を示す指標(着目すべきデータ)を明らかにする必要がある。著者らは、船舶における車いす走行に関する研究の第一段階として、静的傾斜条件下での想定通路上の手動車いす走行実験をおこない、その走行実験結果を解析し、手動車いす走行の評価指標について検討した。

当研究所で開発・製作した、計測用車いすと傾斜装置(走行面5.5m×5.5m)を用いて、車いす常用者(20代の女性)による斜面の走行実験を実施、走行に関するデータを計測し、併せて操作の感覚について尋ねた。実験結果の解析により、縦断走行(登坂走行)と横断走行の前進に関する走行特性は、速度及び力(トルク)が重要な因子になること、よってこれらの因子が含まれている仕事率に着目することで、走行特性の評価につながることを示した。斜面に対する横断走行では、前輪・後輪の構造と重心位置の関係により、谷側(落下する方向)に旋回する力が働き、特に船内のような狭い通路を走行する場合は、進行方向に向かって車いすを修正しながらの走行となる。この旋回(落下及び修正)に関するデータを検討した結果、旋回角速度が操作の特性を表すことを示した。特に、最大旋回角速度は落下の激しさ、最小旋回角速度は方向修正の慌ただしさを表しており、傾斜角度が大きくなると、落下が激しく、操作が慌ただしくなっている。操作者の感覚は、計測データとの完全な一致は見られず、さらに検討を必要とする。以上の結果、仕事率及び旋回角速度には車いす操作の時間項が含まれており、これらを、手動車いすの走行特性を示す評価指標として提案した。

<原子力技術部>

円柱列を配した流路における脈動流の影響

Research on oscillating flow around an array
of circular cylinders

澤田健一、村田裕幸、小林道幸

平成13年 9 月

日本原子力学会2001年秋の年会要旨集

近年、周期的変動を伴う流れ中におかれた物体周りの流れが伝熱効率促進の可能性の観点から注目を集めている。船用炉においても、自然循環炉心冷却時に船体の動揺に起因する脈動流が伝熱効果に影響を与える可能性が指摘されている。2次元円柱周りの流れについては、従来多くの研究がなされ、自由流中の単一円柱周りの流れだけでなく、ブロックage比の効果などが流れの特性や伝熱に与える影響などに関して多くのことが明らかにされてきている。しかしながら、実際の原子炉の熱交換器等においては、流路幅の影響や複数配列されたパイプなどにより、流路はより複雑な形状を有している。

そこで本研究では、蒸気発生器のような複雑流路における脈動流の影響を調べるために、円柱列で構成される矩形流路を作成し、可視化実験を行った。実験装置には回流式流水槽を用いた。測定部は、高さ $H=50\text{mm}$ 、幅 $W=400\text{mm}$ 、長さ $L=4000\text{mm}$ とした。またチャネル流路中に直径 15.4mm の円柱を流路高さ中心面上に流れに直交して配置した。流れの脈動は測定部上流に設置した可変ピストンによって制御し、流量 $Q=Q_1+Q_2\sin\omega t$ で表される周期的な脈動流を発生させた。流れの可視化には、直径 30ミクロン のナイロン粒子を流れ場に懸濁させ、スリット光を照射して流れ場を CCD カメラによって撮影する方法を採った。可視化画像は2次元 PTV によって画像処理を施した。実験は、脈動周期・振幅などの脈動流のパラメータを種々に変化させて行い、以下のことが明らかになった。脈動振幅が小さいときには脈動周期によらずストローハル数はそれぞれの円柱ピッチにおける定常流時の値と一致する。しかし、脈動、振幅が大きくなると、脈動周期が長いときには定常流時のストローハル数と一致するが、脈動周期が短くなると、脈動のストローハル数もしくはその2倍と一致するようになる。

モンテカルロ法による中間貯蔵遮蔽庫の遮蔽性能評価

Validation of Shielding Ability of a Modular

Shielding House by the Monte Carlo

植木紘太郎、川上数雄、山野直樹

平成13年 9 月

日本原子力学会2001年秋の大会予稿集

原子炉等規制法が改定され、我が国においても使用済燃料の中間貯蔵が可能になった。現在、この中間貯蔵施設に数百基の使用済燃料貯蔵／輸送キャスクを貯蔵することを目標に、施設の設計が進められている。我が国における貯蔵施設境界における被曝線量限度は $50\mu\text{Sv/y}$ であるが、この規制値は米国の $250\mu\text{Sv/h}$ の $1/5$ である。そこで、このような条件下にあって、どの位の貯蔵／輸送キャスクが貯蔵可能か、モンテカルロ分割結合計算法を応用した遮蔽計算を行なって推定した。

モンテカルロ分割結合計算法を応用して2ユニット4基の中間貯蔵／輸送キャスクを貯蔵した遮蔽庫を詳細にモデル化し、大気によるスカイシャインを考慮した遮蔽計算を MCNP 4C コードを用いて行った。モンテカルロコード MCNP 4C では、まず1基のキャスク表面の角度カレントを SSW (Surface Source Write) で計算する。次の計算では、この角度カレントを SSR (Surface Source Read) を読み込むと共に、CRT (Coordinate Transformation) を行ってそれぞれのキャスクの位置に座標軸を移動することにより、多数のキャスクを取り扱う遮蔽計算が可能になる。そして、線源の発生は各キャスクの SSR が計算された面からとなる。

本計算では、遮蔽庫の中心から 300m までの中性子、2次ガンマ線及び両者をたし合わせた線量率分布を求めた。キャスク1基には燃焼度 $55,000\text{MWD/MTU}$ の燃料集合体が21体収納されている。また、遮蔽庫の遮蔽構造は鉄-水多重層になっており、特に中性子遮蔽に対し有効な構造になっている。計算結果によると、遮蔽庫の中心から 300m の位置における被曝線量は年間 $0.09\mu\text{Sv/y}$ である。この $0.09\mu\text{Sv/y}$ の内訳は $0.025\mu\text{Sv/y}$ が中性子で、 $0.065\mu\text{Sv/y}$ が2次ガンマ線であり、2次ガンマ線が70%と大きなウェイトを占めている。この他、核分裂生成物やノズル部等の放射化ガンマ線の寄与を考慮しなければならないが、中性子と2次ガンマ線をたし合わせた線量の10%位であれば、本遮蔽庫を採用すると、敷地境界まで 300m 以上離すことによって、500基位のキャスクが貯蔵可能であると推定される。

<海洋開発工学部>

SAFETY EVALUATION OF DOLPHIN MOORING
SYSTEM OF HYBRID SEMISUB MEGAFLOATSハイブリッドセミサブメガフロート・ドルフィン係
留システムの安全性評価

加藤俊司、難波康広、正信聡太郎、下山敬次

平成13年6月

米国機械学会第20回海洋工学および極地工学に関する国
際会議発表論文集

浮体式海上空港の実現をめざし、箱型の超大型浮体構造物(以後メガフロートと称する)の実証実験が、運輸省(現国土交通省)及び日本財団の支援の下に、メガフロート技術研究組合によって、1995年から2000年まで5ヵ年にわたり行われ、研究開発を終了している。このタイプのメガフロートは、防波堤で囲まれた静穏な海域を設置海域として想定している。しかし、東京湾口、相模湾、離島等、波浪条件が厳しくかつ水深が急激に深くなる海域では、防波堤による海域制御が技術的、経済的に困難となる例が出てきて、耐波性能に優れたセミサブ型メガフロートの必要性が叫ばれている。当所では、以前より浮体式海上空港の沖合展開を想定し、波浪条件の厳しい滑走路側にはセミサブ型浮体群を配置し(セミサブ浮体群の消波効果を期待し)、空港ターミナル、駐機場等からなるエプロン部には重量物を上載可能な箱型浮体とする、いわゆるハイブリッドセミサブメガフロートを提案し、平成12年度その研究開発を、運輸施設整備事業団との共同研究で実施した。本論では、多数のセミサブ型浮体ユニットから成る滑走路部の係留システムの安全性評価に焦点を絞り、その結果についてまとめた。本論の結論は次の3点に要約される。1. セミサブ浮体部の応答特性が最適となるように(すなわちセミサブ部の消波効果はできるだけ残しつつ構造応答ができるだけ抑えられるように)セミサブ部下部浮体の形状を決定する方法(セミサブ浮体形状最適化法)を提案し、日本近海の離島沿岸を念頭において、同最適化法の適用を試みた。2. ポテンシャル理論に基づく数値計算により、セミサブメガフロートに働く漂流力を求め、実験と比較した。その結果、波周期の比較的長い領域で、両者が一致しなかった。この理由としては粘性影響が考えられたが、本論では、この粘性影響を簡便に考慮する方法を提案した。3. 実験結果を考慮に入れつつ、係留時系列シミュレーションを実施し、セミサブメガフロート・ドルフィン係留システムの安全性評価を行った。その結果ドルフィンの初期降伏荷重を基準として、安全率2が達成されることを確認した。

Study on Floating Breakwater for Eco-Float
Mooring System

エコフロート用の係留消波浮体に関する研究

大松重雄、加藤俊司、難波靖広、前田克弥

小林正典、中川寛之

平成13年6月

Proceedings of 20th Int. Conf. on Offshore
Mechanics and Arctic Engineering

本研究では、メガフロート本体の周囲に配置する「波エネルギー吸収機構付係留消波浮体」(以降、単に係留消波浮体と称する)の消波特性、係留特性、波エネルギー吸収特性について、実験的・理論的調査研究を実施し、理論解析法の開発及び係留消波浮体の最適形状の選定、最適係留配置の選定を行った。

研究の目標は、水深50~100mの外洋において、防波堤の代わりに係留消波浮体をメガフロート本体の周辺に配置し、メガフロートへの入射波高を低減させるとともに、係留装置としての機能も持たせようというものである。具体的目標は、①波浪低減としては、波周期14秒で0.5以下とすること、②多点係留システムの安全性を確認し、その最適化を図ることであった。①に関しては、係留消波浮体の断面形状について、幅、喫水、空気室配置等についてパラメトリックなシリーズ計算を実施して最適形状を選定し、模型実験でその性能を確認したが、目標の0.5にわずかに及ばず0.6程度となった。②に関しては、各種系留方式について検討を行い、シンカー付チェーン係留方式及び新たに考案したテンションストリング方式の2種類を有望な候補として選定し、両者とも2次元シミュレーション計算、2次元模型実験でその有効性を確認した。しかしながらテンションストリング方式は実績がなく、長期耐用性・維持管理法に課題があるため、最終的なエコフロートの概念設計ではシンカー付チェーン係留を採用し、3次元総合模型実験でその性能を確認した。また、係留シミュレーション法として、多浮体・多点カテナリー係留システムの時系列計算が可能なプログラム開発を行った。

本論文は、以上の研究成果をまとめて報告するものである。

ハイブリッド型メガフロートの波浪中弾性応答 に関する水槽試験

An Experimental Study on Hydroelastisc
Responses of Hybrid Type Megafloat

矢後清和、本井達哉、大川 豊、正信聡太郎
飯島一博、加藤俊司、難波康広

平成13年 7 月

日本造船学会 第16回海洋工学シンポジウム

1995年から始まったメガフロート技術研究組合によるプロジェクト研究も本年3月に終了した。浮体工法により4 km 級の浮体式海上空港の実現を目指そうとする大きなプロジェクトである。横須賀沖に1000m 級実証試験用浮体を実現し航空機の離発着実験を成功させるなど、この分野の研究に膨大な成果を残したといえる。

このプロジェクトではポンツーン型浮体が前提となっており、湾奥、防波堤で囲まれた海域など比較的静穏な条件が設定されている。

メガフロートが浮体工法の有効性を広く社会に示し、一般の理解が深まるにつれ、離島や外洋に面した防波堤設置が困難な海域への利用拡大を期待する声もあがり始めている。このような海域の波浪条件はより過酷であるため、ポンツーンより耐波性の良いセミサブ型浮体構造物の採用がまず考えられる。本研究では、島嶼沿岸に長さ2200m のセミサブ型浮体を設置し滑走路とするとともに、セミサブ型の波浪減衰効果を期待しつつ、背後にポンツーン型エブロン部を設けた空港諸施設を置いたハイブリッド型メガフロートのコンセプトを提案した。ハイブリッド型の弾性応答を推定するには、セミサブ特有の支持浮体間の流体力学的相互干渉の他に2形式浮体の干渉問題を考慮して弾性応答を解かねばならず、理論解析的には従来より一歩進んだ技術を必要とする。ハイブリッド型に適用可能な弾性応答計算コードが著者の1人により開発された。計算法の検証とコンセプト浮体の成立性の確認のため大型模型による水槽試験を実施した。その結果、ハイブリッド型メガフロートは10m を越える有義波高の海域においても成立することが確認された。また、セミサブ型の弾性応答特性を対象海域の波浪条件に応じて制御するアルゴリズムが新たに考え出され最適設計への応用が期待できる。

海水環境下における塗膜欠損形態と適正防食 電流密度との関係について

On the Relationship of the Paint Film Defect Form
to the Reasonable Corrosion Protectin Current

Density under Sea-Water Environment

高井隆三、渡辺喜保、若林 徹、望月紀保

平成13年 7 月

日本造船学会第16回海洋工学シンポジウム

海水環境における大型浮体構造物の腐食防止法としては耐久性と安全性の観点から、塗装と電気防食の併用が適用されている。電気防食は、実環境においては避けられない塗膜欠損部の防食技術として重要であるが、供給すべき防食電流密度は、欠損面積やその形態、例えば、同じ欠損面積でもそれが一箇所に集中して大きな欠損面積を形成している場合と小さな面積として広範囲に分散している場合とではどのような違いが生じるのかなどについては、ほとんど検討されていないように思われる。

本研究では、海水環境下において種々の塗膜欠損部を人工的に付けた塗装鋼板に対してアルミニウム流電陽極法（以後、A1流電陽極法とする）により防食電流を系統的に変化させて与え、各防食条件下での塗装鋼板の発錆状況、質量変化およびカソード電位（試料片の電位）とカソード電流密度（試料片に作用した防食電流密度）との関係を調べた。これらの試験結果を基にして、塗装された鋼板に塗膜の欠損部が存在する場合に必要な防食電流密度を塗膜欠損面積や欠損形状等の観点から検討を行った。

超大型浮体の設計手法について

On the planning of a very large floating structure

原 正一、中嶋俊夫、飯島一博、井上憲一

井上俊司、影本 浩

平成13年 7月

第16回海洋工学シンポジウム論文集

近年、わが国を取り巻く広大な海洋空間の有効利用をめざした超大型浮体の提案が数多く見受けられる。陸上に人工物を建設する場合には、実績が膨大なことからその計画手法はほぼ確立されているものと考えられるが、海上に超大型浮体などの大型人工物を実現しようとする際の計画手法について検討した例は少ない。数少ない例として、浮体空港の計画例があるが、陸上の滑走路と付帯施設をそのままの形で海上に実現しようとするもので、海上に建設することに伴う特殊な計画的要素は少ないように思える。海上の人工物では地盤そのものから造っていくわけであるから地盤も計画対策となり得る。即ち、極端に言えば海上での地盤は陸上の如く水平に広がる地盤だけでなく、水平でも垂直でも斜めにでも造り得るし、陸上地盤のような四方に広がる地盤以外にも線状や円環状にもなり得る。さらに海上では地盤を分割し上載物ごと移動するといったことも可能であろう。また、陸上での人工物は、いくら力を加えてもほとんど動かない地盤からの反力によって支持されているが、海上の浮体は浮力によって支持されているわけであるから、そのことによる上載構造物への制限が生じる場合もあるであろうし、逆に浮力に支えられているという事実を利用した海上特有の計画もあり得る。このように考えると、そもそも海上の人工物では陸上のように地盤の上に構造物を建造するといった極くあたりまえの発想がかならずしもあてはまらず、地盤と上載構造物といった従来の図式が自明な選択肢とはいえない。

浮体の設計については、(1)交通計画、(2)建蔽率・容積率、(3)必要な部分だけの平面形状の設計、(4)地震荷重、(5)地盤からの設計、(6)拡張・撤去、(7)移動、(8)環境影響の項目の特殊性をあげた。ここでは、浮体であるが故の特殊性を設計に生かし、本論文の主題である「超大型浮体の計画手法」の策定にあたっては、陸上の大型人工物の既存計画手法をベースとしつつ、上述したような海上人工物である浮体に固有の制約条件や特徴を勘案して適宜修正するといったプロセスが現実的であろうと考えられ、本論文でも以下このような手順で「超大型浮体の計画手法」を提案していくこととした。なお、本論で対象とする「超大型浮体」とは、単に非常に大きな浮体という意味でなく、従来陸上にあった超大規模システムを海上に実現した浮体を意味するものとし、数ある可能性の中で海上都市を対象として検討を進めた。

<水海技術部>

船型主要目及び馬力の変遷について

(その2 コンテナ船)

On study of ship propulsive performance of ships built in Japan since 1950

(The second report) —Container ships—

山口眞裕、菅井信夫

平成13年 9月

関西造船協会誌 第236号

1960年代から油槽船は急速に大型化され、また、貨物船もコンテナ船の出現により、高速化されてきている。これらの船型については、代表的な船舶が取り上げられ、その大要を知ることが出来る。しかし、一般の船舶全体について船型性能についての資料は余り見あたらない。そこで、船舶全体のデータを収集して船舶の船型性能の変遷を追求している。前報では油槽船の船型性能について報告した。

今回は、コンテナ船について検討した。データは前報同様、日本海運集会所の日本船舶明細書から収集した。コンテナ船は国内では1960年代後半に現れ、高速化が図られた。その後、石油危機を迎え、速度を落とす時期があったが、徐々に大型化を目指している。

長さ幅比 L/B は6.5前後から1983年の6前後と小さくなったが、その後は逆に大きくなっている。幅喫水比 B/d は2.6前後からあまり大きな変化は見られない。方形係数 C_b は0.58からやや肥る傾向を示している。航海速力のフルード数 F_u は0.28から0.23と相対的に遅くなっている。

推進性能を示すアドミラルティ係数では、500からデータのばらつきがあるが最近では760と大きくなっている。

大胆な幾つかの仮定(シーマージンを15%、推進係数 η を0.75とするなど)によって求めた造波抵抗係数を見ると、前述のように船型の方形係数がやや肥ってきたが、フルード数を下げたことによる効果の方が大きく、造波抵抗係数が小さくなっていることが判った。

今回の作業では、解析の際の大胆な仮定を設定しており、その歪みが最終的な結果の造波抵抗係数に及んでいると思われる。今後、さらに情報収集に努め、データの信頼性を吟味するとともに、これらの仮定の見直しを行い、明確な性能変化を捉えたいと考えている。

船型主要目及び馬力の変遷について

(その4 新造船要目表の船舶)

On study of ship propulsive performance of ships built in Japan since 1950 (The fourth report)
—Particulars table of newly built ships in bulletin of the Kansai Society of Naval Architects, Japan—

山口眞裕、菅井信夫

平成13年 9 月

関西造船協会誌 第236号

1960年代から油槽船は急速に大型化され、また、貨物船もコンテナ船の出現により、高速化されてきている。これら一般の船舶全体について船型性能について資料を収集して船舶の船型性能の変遷を追求し、前報までに、油槽船とコンテナ船、フェリーの船型性能の変化について報告した。

前報までの収集した船舶のデータは日本海運集会所の日本船舶明細書で記載されたものであり、国内に登録された船舶で、輸出船は含まれていない。そこで、輸出船をも含むデータとして、関西造船協会の新造船要目表を対象にデータ収集をした。なお、新造船要目表には試運転結果も記載されているが、これについては別途行うこととした。

今回の解析の対象は、垂直間長さ50m 以上とし、ドレジャールなど運搬に供しない船舶は除いた。これらの船舶は741隻となる。全ての船種を同時に示したので、大型のものあるいは高馬力のものなどが飛び離れた状態で示すことになった。長さ幅比例 L/B は全般的に値が小さくなっていて、幅喫水比 B/d は全体的に大きくなって相対的に幅広で浅い喫水の船型になっていることが判る。

排水量が記載されている船舶となると、567隻とやや隻数が減るが、最近の1980年以降のデータ数が極めて少なくなっている。

今回は、大胆な幾つかの仮定によって剰余抵抗係数を求めた。剰余抵抗係数の、建造年数に対する変遷は余り明確には見えてこない。そこで、既存の代表的な設計図表であるテイラー図表と比較することで、性能の変遷を捉えることにした。テイラー図表から内挿・外挿で剰余抵抗係数を計算して、上記の結果との比を求めた。これにより、設計図表による剰余抵抗係数に対する値が徐々に小さくなっていることから性能向上を把握することが出来た。なお、今回剰余抵抗係数で論議する理由は、粗度修正係数と伴流係数に船舶の尺度影響があり、その粗度修正係数の尺度影響の基礎的な情報として剰余抵抗係数の場合のみ公表されているからである。(伴流係数については矢崎のチャートが有名である。)

今回は、新たに、関西造船協会の資料を用いるとともに設計図表を利用した性能評価を行ったが、さらに船舶の性能の情報収集に努め、性能変化を捉えたいと考えている。また、これらをまとめることによって、船型の性能評価を行う際の指標を構築したいと考えている。

<大阪支所>

Tensile Fatigue Properties of GFRP for Ship Structure after Long Term Operation

船体用 GFRP の長期運航後の引張り疲労特性

○千秋貞仁、櫻井昭男、津島 聡、小野正夫

吹上紀夫

平成13年 6 月

第13回複合材料国際学会講演論文集

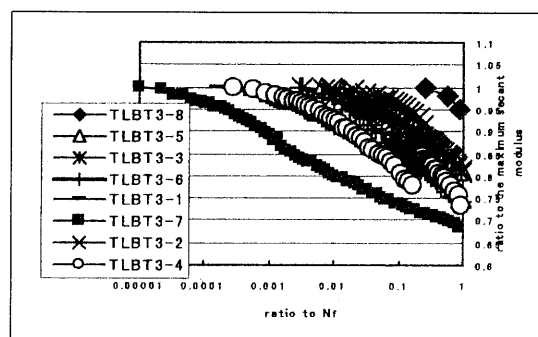


Fig.1. Transition curve of secant modulus for TLBT 3 series

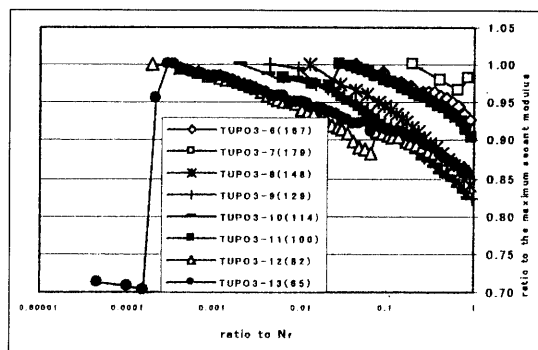


Fig.2. Transition curve of secant modulus for TUPO 3 series

すべてに報告済みの圧縮疲労特性に引き続き、船用 GFRP 新材シリーズ (TUPO 3) と経年材シリーズ (TLBT 3) の引張り疲労試験を行い、結果を S-N 線図とヤング率変化曲線 (Fig.1、Fig.2) にまとめた。また、S-N 曲線の傾きより疲労抵抗感度を求めて比較した。以上より次の知見を得た。

1. 新材および経年材の疲労抵抗感度の値はそれぞれ 0.14、0.068であった。よって、負荷荷重振幅の変化に対して経年材は新材約 5 割の感度であることがわかった。
2. 新材および経年材のヤング率変化曲線はそれぞれ相似的である。よって、負荷荷重振幅の変化に対する疲労損傷蓄積過程の傾向は経年後も新材と同様である。

CO₂ ハイドレートと海洋隔離
CO₂ Hydrate and Its Ocean Sequestration

綾 威雄

平成13年 9月

日本原子力学会「2001年秋の大会予稿集」

産業革命以来増え続けている人為起源のCO₂ 排出が主因とする「地球の温暖化傾向」を緩和させる方法・アイディアの提案が相次いでいる。その様な中、処理すべくCO₂ 量が極めて膨大となることから、火力発電所等の集中発生源からCO₂ を分離・回収し、大気の約430倍の分子数を有する広大な海洋へ隔離する方法が、有力な工学的対策として注目を浴びるようになった。一方、CO₂ は4.5MPa以上の高圧、8.7°C以下の低温(北太平洋では600m以深、北大西洋では900m以深)では、海水と反応してクラスレート・ハイドレート(以下、ハイドレート)と呼ばれる包接化合物となることから、その物性の解明がCO₂ 海洋隔離を評価する上で不可欠な要素と考えられ、我が国を中心に、過去10余り、実験的研究が続けられてきた。

CO₂ 海洋隔離を大別すると、広大な海洋に溶解・拡散させるという「溶解法」と液体CO₂ が飽和CO₂ 溶解海水より重くなる3500m以深の深海底窪地に溜めるという「貯留法」に分類できる。溶解法は、広大な海洋に薄く分散させることにより海洋環境への影響を小さくするとともに、マリンスノー等を通して深海へ流れるCO₂ フラックスを人為的に先回りさせる意味合いがある。一方、貯留法は、海洋環境への影響範囲を限定するとともに、隔離期間を海洋鉛直循環周期の2000年以上が期待できるという特徴がある。溶解法については、平成13年秋、ハワイ沖で国際共同実験が計画されており、その結果が注目されている。また、貯留法に関しては、当所がモンテレー湾海洋研究所と小規模実海域実験を繰り返しており、その結果を基に、新投入法を考案した。

CO₂ ハイドレートについては研究の歴史が浅く、CO₂ 海洋隔離で求められる、時間項を含んだ物性値はほとんど得られていなかった。そこで、当所は、高圧実験装置を用い、ハイドレート膜で覆われたCO₂ 液泡の溶解速度、ハイドレート共存溶解度、ハイドレート膜強度などのデータを取得し、CO₂ 海洋隔離の方法や評価に活用している。

また、CO₂ の分離回収から海洋隔離までに要するコストは、発電コストの20%程度でまかなえると考えられている。しかし、高々排出CO₂ の数%分を処理すればよく、平均すると1%以下となり、容認できる。

<東海支所>

中性子ストリーミングに伴う2次ガンマ線の線量評価

Dose Evaluation of Secondary Gamma Rays

Accompanied by Neutron Streaming

三浦俊正、平尾好弘、佐藤 理

平成13年 9月

日本原子力学会2001年秋の大会予稿集

著者等はこれまで各種の複雑形状部における放射線ストリーミングに関して入射放射線の方向性や遮蔽壁物質との相互作用を考慮した中性子及び1次ガンマ線の線量に関するデータベースと簡易評価手法を開発してきた。しかし、これに加え(1)中性子ストリーミングに伴う二次ガンマ線による線量、(2)ダクト等の出口から評価点までの放射線空間伝播、(3)遮蔽壁を部分的に貫通している遮蔽欠損、(4)多孔ダクトやスクリュダクト等特殊な複雑形状部や配管に巻かれる保温材等の遮蔽効果等についての簡易評価手法の開発も行う必要がある。本報告は(1)に関する簡易評価手法開発の問題点等に関するものである。中性子が複雑形状部をストリーミングする際、壁物質と相互作用することにより二次ガンマ線を発生させる。しかしながら、複雑形状部の遮蔽設計等で使用されている簡易計算法においてはその発生量やストリーミング線量への寄与について信頼できるデータや計算法はほとんど見あたらない。二次ガンマ線は高速中性子の非弾性散乱及び主に低速中性子の捕獲反応により発生する。このうち捕獲反応により発生するガンマ線はエネルギーが高く透過力が強いため遮蔽上問題が大きい。複雑形状部では高速中性子より低速中性子の方がストリーミングしやすいので複雑形状部の出口に近づくほど二次ガンマ線の寄与が大きくなることが予想される。厚さ1.5mのコンクリート壁に核分裂中性子が垂直入射した場合の中性子透過に伴う二次ガンマ線の線量率分布の解析計算を行ったところ、深さが増すと共に低速中性子成分が増加し、それに伴い二次ガンマ線量率が中性子線量率の数%となった。また、コンクリート壁中の口径が5cmの直円筒ダクトに対し斜め45度に核分裂中性子が平行入射した場合のダクト内の中性子及び二次ガンマ線量率の空間分布の解析計算を行ったところ、ダクトの後方ほど二次ガンマ線の寄与が大きくなり、また、ダクト後部で二次ガンマ線と中性子の線量率はほぼ等しくなった。二次ガンマ線の割合が増える理由は前述べしとおりでである。これらの結果はいずれもストリーミングにおける二次ガンマ線の評価の重要性を示した。

ANISN 群定数ライブラリ用核データ処理

システムの開発 (II)

DEVELOPMENT OF NUCLEAR DATA PROCESS-
ING SYSTEM FOR ANISN-TYPE GROUP

CONSTANTS LIBRARY (II)

平尾好弘

平成13年9月

日本原子力学会2001年秋の大会要旨集

放射線輸送計算に対して幅広く用いられる S_N コードは、ソルバーこそ完成しているもののそれを支える周辺ツールは未整備である。多岐にわたる入力データの作成は特に重要であるが、その内の一つに群定数ライブラリの作成がある。既存のライブラリでは解析対象によって不都合が生じることが報告されており、任意のオプションを用いて解析者がケースごとに手許で簡便に必要なライブラリを作成できる環境が望まれている。本研究では一定の評価を得て使用に耐えられると思われる既存モジュールを抽出し、不要なオプションを削ったワンパッケージの便利な専用処理システムの開発を行う。主な利用モジュールは NJOY 及び TRANSX であり、プラットフォームは Windows PC、処理言語は C++、入力データ対象は ENDF-6 フォーマット及び PHOTX にかぎられ、評価済核データからワンスルーで ANISN 形式の結合群定数ライブラリの作成を目指す。今回の発表では、中性子及びガンマ線の（結合）GENDF 形式の群定数から最終の出力である ANISN 形式の群定数セットあるいはライブラリを作成する段階を報告する。また典型的な WS を用いた NJOY+TRANSX による処理と本システムの場合を比べて各モジュールの処理時間の比較を行い、ライブラリ作成の例を挙げながら本システムの優位性、使い勝手の良さを示す。