

Use of Speech Communication as an Interface of a
Navigation Support System for Coastal Ships

内航船用航海支援システムのインターフェース
としての音声入出力の利用

福戸淳司、沼野正義、宮崎恵子、伊藤泰義、
村山雄二郎、松田和生、下野雅生

平成10年9月

Proceedings of IFAC(International Federation of
Automatic Control) The 7th IFAC/IFIP/IFORS/
IEA Symposium on Analysis, Design and Evaluation
of Man-Machine Systems 1998

内航船における人材不足への対策の1つとして、一名当直を前提とした先進航海支援システムを開発した。この開発においては、操船シミュレータ実験や現役船員からのインタビューを基に、必要な機能を抽出すると共に、各機能の具体的な使用方法と有用性の評価を行い、設計製作した。この中で特に重要な仕様として、目視による見張りを中断せずに全ての機能を使用出来る事が、最重要の課題としてあげられた。

この航海支援システムには、電子海図、トラックパイロット等多くの航海支援機能が搭載されており、それらの全ての機能を音声入出力で使用出来るようになっている。これにより、昼夜を問わず見張りに専念したまま、高度な航海支援機能を使用出来る。

本システムを搭載した第一船は、1997年9月にサービスを開始し、翌年2月までの約半年の間、航海支援システムの有効性の評価を行った。

本報告では、本航海支援システムの設計コンセプトと主な機能を説明した後、マンマシンシステムとしての音声入出力の利用法およびその評価について報告する。

〈原子力技術部〉

Improvement of a ^{90}Sr Radioisotope Battery

^{90}Sr ラジオアイソトープ電池の改良

大橋厚人、植木紘太郎

平成9年2月

Proceedings of the 7th International Symposium on
Radiation Physics

放射性同位元素を熱源とした熱電発電システムであるラジオアイソトープ電池は、自動気象観測、宇宙開発等の分野で実用化されている。我々は、既存のシステムと比較して、非常に大きな熱出力を持つストロンチウム-90熱源に関して、傾斜構造を適用し、放射線量の低減に関して研究してきた。

ストロンチウム-90は、28.8年の半減期を持ち、イットリウム-90を経て、ジルコニウム-90で安定同位体となる。この二つの放射性核種は共に β 崩壊のみを起こす核種であるが、 β 崩壊で放出された電子は、原子核のクローン場により制動X線を放出するため、遮蔽の対象となる。電子の運動エネルギーから制動X線に変換されるエネルギーは、平均原子番号の2乗に比例して大きくなるため、線源域に低原子番号の物質を混合することは線量低減につながる。過去に、高さ60cm、半径6.4~21cm (50w/oチタン酸ストロンチウム+50w/oホウ化窒素)の中空円柱型熱源モデルを採用し、モンテカルロ計算コードMCNP 4Aを用いて、傾斜化の効果を解析した。その結果均一に混合した場合より、5層構造化により表面線量を1/3に低減できた。

今回この結果を海中動力源用に概念設計された2kWe均一混合熱源(32w/oフッ化ストロンチウム+68w/oホウ化窒素)に適用し、概念設計で設置位置が示されていないタングステン遮蔽(3cm)を、熱源の傾斜化で生じたホウ化窒素層と入れ替えて、遮蔽設計の具体化を試みた。解析では、熱源構成物質をフッ化ストロンチウムから、融点がより高く安定しているチタン酸ストロンチウムに置き換え、概念設計の熱源の体積、熱出力を保存し、高さ60cm、半径22.6cm(42w/oチタン酸ストロンチウム+58w/oホウ化窒素)の円柱型熱源モデルを採用した。また、熱源内部が熔融温度を超えないよう、温度分布も計算した。MCNP 4Aの解析結果より、熱源を3層構造とし、一番外側の100w/oホウ化窒素層の一部を3.1cm厚のタングステン層で置き換えることで、概念設計が示している放射線線量条件を満たすことがわかった。したがって、タングステン遮蔽を熱源内部に取り込むことが可能であり、このことにより体積で22%、重量で13%の低減が可能であることを示すことができた。

輸送物の安全評価—遮蔽機能—
 Safety Evaluation of Packaging
 —Shielding Functions—
 植木紘太郎、有富正憲、福田佐登志、その他多数
 平成10年4月
 日刊工業新聞社 核燃料輸送工学
 (財)電力中央研究所バックエンド研究会編

遮蔽機能を評価する遮蔽解析は、線源強度計算と遮蔽計算に分類される。さらに、遮蔽計算はガンマ線遮蔽計算、中性子遮蔽計算、ストリーミング計算に分割することが出来る。遮蔽機能は、RIや新燃料の場合にも必要なケースが多いが、使用済燃料や高レベル廃棄物に比べると単純であるため、以下では使用済燃料を主たる対象にして、それぞれの計算手法について述べる。また、実際の使用済燃料を装荷した輸送物の線量率測定結果と、計算結果との比較についても述べる。

TN-12型輸送物の外部線量率の測定結果を一次元ANISNコードで解析した。TN-12型輸送物はPWR燃料を12体収納できる大型の輸送容器である。ANISNコードによる解析結果と比較して、測定値は低い結果を示している。また、50トン級使用済燃料輸送容器モデルを用い、²⁵²Cfを中性子源とした遮蔽実験を行い、これを多群モンテカルロコードMORSE-CGで解析している。一例として、輸送容器モデルの表面から60cm離れた位置における中性子線量率分布の実験とモンテカルロ解析との比較では、測定値を良く再現している。

モンテカルロ法の特徴は複雑で、大きな体系が忠実にモデル化して計算に取り入れられる点であり、ディスクリート・オーディネイトSn法や簡易計算法に比べ、より詳細な放射線遮蔽計算を行うことが出来る。最近では多群モンテカルロコードMORSE-CGに取って代わり、放射線の反応断面積が連続エネルギーとして利用できるモンテカルロコードMCNP4A/4Bなどが使われるようになっている。

〈海洋開発工学部〉
 Estimation of Wind Force Acting on Huge Floating
 Ocean Structures
 超大型浮体式海洋構造物の風抗力の推定
 北村文俊、佐藤 宏、島田 潔、三上 隆
 平成9年10月
 Ocean's 97 Proceedings

空港などに用いられる、超大型のポンツーン型海洋構造物に作用する風抗力は大きく、波や潮流による抗力と同じオーダーになり、その推定は係留システムの設計や安全性評価等の際に重要である。このような構造物の風抗力の特徴として、乾舷に比べて水平方向の寸法が極めて大きいため、全風抗力のうち表面摩擦抗力の占める割合が、通常の海洋構造物に比べて大きい。

著者らは風洞実験を行い、表面摩擦抗力、風向影響、コーナー影響等を調べた。その結果、摩擦抗力は、境界層の風速分布から計算した値と直接計測の結果が一致し、風向影響については、各側面に作用する圧力抗力は風速の側面に垂直な成分に依存し、また浮体のコーナーの影響はコーナーから乾舷の10倍程度の範囲に収まり、その他の部分は一様であることなどがわかった。

さらに、超大型ポンツーン型海洋構造物に作用する風抗力の推定方法を検討し、いくつかの浮体に対して推定計算を行った。この推定においては、表面摩擦力の影響、コーナーの影響、風の変動成分の影響等を考慮した。推定の手法としては、まず定常風中における摩擦抗力および圧力抗力をそれぞれ計算し、次に、これらの定常抗力を元に、風の空間的な変動を考慮して、変動抗力のパワースペクトラムを計算した。

この推定計算の結果、浮体のサイズが大きくなるに従って、定常抗力では全体のうち摩擦抗力の割合が増加し、変動成分は、空間的に平均化されるので、小さくなることわかった。

浅喫水箱形浮体の波浪中弾性応答について
(その3 ユニット接合時の応答)

On the Hydroelastic Response of Box-Shaped Floating Structure with Shallow Draft .(3rd Report. Response of Elastic Units Connected with Pins or Beams)

矢後清和、原 正一

平成10年5月

日本造船学会論文集 第183号

現在、メガフロート技術研究組合を中心に、海上空港等に用いられる超大型浮体式構造物の研究が行われている。構想では、長さ5km、幅1kmにもおよぶポンツーン型浮体が用いられ、その周囲には波浪の影響を減ずる目的で防波堤が設置される計画である。こうした構造物は、長大であるがゆえに既存のドックなどで1体の構造物として建造することは不可能であり、長さ数100m規模のユニットを多数建造し、設置海域まで曳航した後、溶接あるいは機械的な方法により接合されると考えられる。それゆえ、洋上接合技術の観点から接合が完全に完了されるまでの仮接合状態において、波浪による接合力の大きさおよびユニットの相対運動等を精度良く推定することが求められる。また、こうした構造物の接合は現在溶接を主体に考えられているが、今後、メンテナンスなどの面で接合、切り離しの容易な機械式接合の検討が進むことも考えられ、多様な接合形式における応答推定法を開発しておく必要がある。

本研究では、メガフロート技術研究組合の実海域実証実験で用いられている長さ300mのポンツーン型浮体構造物を長手方向に3分割した比較的シンプルな弾性浮体ユニットを考え、それをピン、梁により接合した状態または接合なしの状態における波浪中運動応答と接合力の応答を中心に水槽実験と数値計算により調査した。水槽試験には、第1報と同じ1/30スケールの弾性浮体模型を改造して使用し、規則波中における弾性変位および接合力を計測した。数値計算も同様に、著者等がこれまで弾性応答の計算に用いている圧力分布法と直接法を組み合わせた手法を踏襲し、接合条件については前述した剛な接合浮体について用いられた方法を弾性浮体の運動方程式に適用して実施した。

計算結果と実験結果は精度の良い一致を示し理論の有効性が確認できた。接合荷重は接合面で分布を持ち、接合点数、接合方式により変化する事が明らかになった。今後、これらの結果は実構造物の洋上接合技術に生かされるものと期待される。

ポンツーン型VLFSの摩擦抗力係数と粘性減衰係数に関する一考察

A Consideration on the Coefficient of Friction and Viscous damping of a Pontoon-type VLFS

高井隆三、星野邦弘

平成10年7月

(社)日本造船学会第14回海洋工学シンポジウム

現在、想定されているポンツーン型の超大型浮体式海洋構造物は単純な箱型浮体であるが喫水に対して極端に広い水線面積を持つ特徴を有している。そして、このような形状をした浮体に作用する外力を推算するのに必要な諸係数については確立されたものがないのが現状である。そこで、ポンツーン型の大型浮体式海洋構造物を縮尺した大型模型を用いて諸係数の中から摩擦抗力係数と水平粘性減衰係数を求める水槽実験を実施した。

実験では、長さ10mと50mの模型を曳航する方法で潮流力の推算に必要な摩擦抗力係数を求めた。また、50mの大型模型を用いた平水中での自由動揺試験から動揺応答の推算に必要な水平粘性減衰係数を求めた。

本文では、平水中における曳航実験結果を用いて簡易な方法により摩擦抗力係数を求める方法を述べると共に、この簡易な方法で求めた結果とPrandtl-Schlichtingの平板の摩擦抗力係数を求める経験式とを比較することにより、この経験式をポンツーン型の超大型浮体式海洋構造物の摩擦抗力係数を推算するのに適用した場合の可能性と問題点について述べている。

一方、平水中における自由動揺試験結果を用いて、減減曲線手法等により水平方向の粘性減衰係数を求め、振動平板に働く摩擦力の理論式から求めた減衰係数との比較を行った。この結果から、速度に比例する成分の減衰係数はこの理論式で実用上十分精度良く求められることやポンツーン型の超大型浮体式海洋構造物の粘性減衰力には、減衰係数と速度の2乗に比例する抗力係数とを合せて考慮する必要があること等について述べている。

多点係留ドルフィンシステムの強風波浪時信頼性解析
A Reliability Analysis of Multiple Mooring Dolphin
System in Strong Wind and Wave

齊藤昌勝、加藤俊司

平成10年7月

日本造船学会 第14回海洋工学シンポジウム講演集

超大型浮体式海洋構造物を建造するに当たっては、客観的且つ定量的な信頼性指標を用いて安全性を評価する必要がある。多点係留系の信頼性は重要な評価項目の一つであり、「所定の耐用期間内に係留系の崩壊による浮体の漂流が起こらない確率(信頼性)はいくらか」という問いに答えるためには、信頼性解析の手法を適用する必要がある。

信頼性は破壊(漂流)の余事象の確率であり、信頼性は破壊確率から求める事ができる。信頼性解析を行う場合、はじめに、事象系統樹解析(event tree analysis)等によって起こり得る破壊とその要因を抽出する。破壊確率は、要因の発生確率と要因が生じた場合に破壊が生じる条件付き確率の積の積分で与えられる。

本論文では、ドルフィン-ゴムフェンダーで構成される多点係留系の安全性評価を行うために、強風波浪中で多点係留系が崩壊して、超大型の箱形浮体が漂流するという事象に対して信頼性解析手法を適用した。対象とする係留系は非線形性が強く、特定の風速・波高に対する係留系の条件付き破壊確率を求めるためには、現状では時間領域のダイレクトシミュレーションが最も有効である。この手法は、継続時間に相当する時系列シミュレーションを多数回実施し係留反力の極値分布から許容値を超過する確率を求めるものである。シミュレーションには、波力・風荷重・粘性減衰力等のモデル化が必要であり、今回のシミュレーションには、実験により構築した最も精緻と考えられるモデルを使用した。

〈水海技術部〉

Experimental Study on the Propulsive
Performance of Icebreaker "PLH SOYA"

巡視船「そうや」の推進性能に関する実験的研究

宇都正太郎、成田秀明

平成9年11月

関西造船協会誌 第228号

砕氷型船舶の水中推進性能の尺度影響に関するデータ取得を目的として砕氷巡視船「そうや」を用いた実船実験及び模型試験を実施した。実船実験は平成9年2月にオホーツク海において行った。本実船実験では推進性能関係の試験項目として速力試験、停船性能試験及びボラードプル試験の3種類を実施した。これらの試験ではプロペラ中間軸に取り付けた歪みゲージ及びテレメータ装置を用いて軸スラスト及びトルクの計測を行うとともに、海氷の厚さ、密接度及び曲げ強度データを取得した。また船速はGPSにより計測した。停船性能試験時に得られた翼角0度における計測値をスラストのゼロ点とすることによりデータの再現性が向上することがわかった。すなわちボラードプル試験で得られた同一翼角におけるボラードスラスト値のばらつきが、本修正により、高々20kNになることがわかった。

実船実験状態に対応する模型実験を船舶技術研究所氷海船舶試験水槽において実施した。砕氷時の全抵抗の成分を分離するため、平坦水中の抵抗試験に加えて、予め氷板にクラックパターンに対応するカットを入れた、「Presawn Ice」中の抵抗試験及び平水中抵抗試験を実施した。

模型試験結果から回帰分析により抵抗推定式を作成し、実船スラストを推定した。ただしスラスト減少率は平水中過負荷試験結果から推定した。実船実験による速力試験時のスラスト計測値と模型実験による推定値を比較した結果、両者は比較的良好一致を示すこと、特に「そうや」の連続砕氷能力の限界に近い大氷厚時の一致が良好であることがわかった。本研究の成果は水中模型実験をベースとした砕氷船型の設計技術の向上に大いに資するものであると思われる。なお本研究は海上保安庁装備技術部船舶課との共同研究の一環として実施された。

ノズルプロペラと氷片の干渉に関する実験的研究
 Experimental Study of Interaction between Nozzle
 Propeller and Ice Blocks
 田村兼吉、加藤洋治
 平成9年11月
 日本造船学会論文集 第182号

氷片とプロペラの干渉は、水中抵抗と並んで水中推進性能の中でも特に重要な問題となっている。本論文では実験的なアプローチにより、プロペラと氷片との干渉問題を取り扱った。

研究対象としてはノズルプロペラを取り上げ、現象をプロペラ近傍に限定し、模型実験により氷片との干渉によるノズルプロペラの性能変化と翼荷重を調べた。まず、干渉過程のシナリオを仮定し、荷重成分を、(1)氷片の破壊による成分、(2)運動量変化による成分、(3)付加質量による成分、(4)流体力学的な成分、の4成分の合成として考えた。次に(1)水中氷片流し込み試験、(2)空気中氷片流し込み試験、(3)ブロックージ試験、の3種類の実験を組み合わせるにより、各荷重成分への分離が可能であることを示し、実施した。

続いて形状が同一で、直径の異なるプロペラ（ジオシム模型）を用い、(1)プロペラ直径、(2)プロペラ回転数と船速、(3)氷強度、各成分毎のパラメータの影響について、実験的な検討を行った。ここでは、成分毎にパラメータの影響を調査したが、特に、氷片によるトルク上昇成分の中で大きな割合を占める、破壊による成分と運動量変化による成分について詳しく検討を行った。その結果、模型実験と実船実験との値を比較するための尺度影響では、破壊による成分が尺度の3乗に比例、運動量変化による成分が尺度の4乗に比例すると考えられることがわかった。この尺度影響を用いて海上保安庁の巡視船「てしお」で行った実船実験のトルク上昇成分値と模型実験の値との比較を行ったところ、比較的良い推定が可能であることがわかった。

JERS-1 SAR画像を用いたオホーツク海の
 海水氷識別について
 Sea Ice Classification using JERS-1 SAR Image in
 the Sea of Okhotsk
 下田春人、宇都正太郎、山之内 博
 平成9年11月
 国立極地研究所 第20回極域気水圏シンポジウム
 プログラム・講演要旨

氷海域を航行する船舶の支援情報として、氷の厚さや氷盤の分類に関する情報は必要不可欠である。衛星に搭載された合成開口レーダ（SAR）は、天候と日照に左右されず且つ高精度に氷況をモニタするセンサであり、氷海域航行支援情報を入手する上で有用なツールであると言われている。しかしながらSARによる海水氷の識別に関する研究は、地上検証データ入手が困難なため限られた時期および海域で行われているに過ぎない。オホーツク海を対象とした研究としては、サロマ湖の水を対象としており、組成や発達過程が異なる流水について同じ結論が成り立つかどうか検討の余地がある。そこで砕氷巡視船による海水観測結果を地上検証データとして、JERS-1/SAR画像を用いた海水氷識別の可能性について検討を行った。

大氷盤中を航行した砕氷船の航跡が再結氷すると、SAR画像に鮮やかなコントラストを持った曲線が刻まれる。そこで船上に設置したVTR及びGPS装置を用いて、航路沿いの氷況・船位を予め記録し、SAR画像中の曲線パターンと一致する航跡部分を抽出することによって地上検証データとした。JERS-1/SARの1シーンを利用し、宗谷岬の東約100kmの海域を解析対象とした。

SARデータの後方散乱係数と氷厚の関係では、サロマ湖水の計測結果と同様に氷厚が厚くなるにつれて後方散乱係数が減少する傾向が認められた。現場での観察に基づいて観測海域の氷況を次のように分類した。Type A：平坦な表面を有する板状軟氷、蓮葉氷の再凍結したものを含み、代表氷厚が20cmのもの、Type B：比較的平坦な表面を有し、Type A、Cのいずれにも属さなく、代表氷厚が30cmのもの、Type C：一様に表面が数10cmの凹凸を有する変形氷で代表氷厚が40cmのもの。これら氷況の後方散乱係数の分布範囲は、Type Aで-14~-15dB、Type Bで-15~-18dB、Type Cで約-18dBであった。一般に氷盤表面の粗度が増加すると、後方散乱係数は増加すると言われているが、ここでは逆の傾向が得られており興味深い結果となった。今後、更に詳細な解析を行いSARによる氷厚の探知の可能性について検討する必要がある。

〈大阪支所〉

地球温暖化対策としてのCO₂海洋処理技術の展望
A View of CO₂ Ocean Sequestration for the
Mitigation of Global Warming

山根健次、綾 威雄

平成10年

日本船用機関学会 学会誌平成10年2月号

展望「海洋開発特集号」Vol.33 No.2

直接的なCO₂隔離・固定技術である海洋処理が、早期に実現可能な温暖化抑制の重要オプションと位置づけられており、技術・学術両面からの検討を要する緊急の課題となっている。CO₂海洋処理は、地球温暖化を抑制するために海洋を利用するものであるが、処理海域の環境への影響が懸念されている。IMO(世界海事機構)は1996年12月8日、海洋投棄を規制するロンドン条約をリバースリスト方式(リストに載っていない物質を禁止する)に移行する決議案を採択した。この決議案が発効するためには2/3以上の加盟国の批准が必要なことから、未だ発効に至っていない。しかし、いずれ同方式に移行せざるを得ない状況にあり、CO₂が投棄可能な物質か否かのリストアップ時までには、要求される科学的バックデータを収集しておくことが必要である。

海洋行政や海洋環境保全のための施策は運輸省の所掌であり、また、CO₂海洋処理のために必要なCO₂タンカーや海洋投入設備の開発研究などは、船研の所掌に密接に関わる課題であることから、平成2年度から、陸上高圧装置を用いた実験的研究を続けている。

CO₂は、太平洋では500m以深で、大西洋では900m以深で海水と反応してクラスレート・ハイドレート(以降、単にハイドレートという)を生成するため、ハイドレート生成域でのCO₂と海水との関わりを究明することの必要性が特に高くなっている。3000m級深海対応の高圧回流水槽による実験から、CO₂の溶解度はハイドレートの生成域と非生成域とで、その温度依存性が逆転することや、ハイドレート膜で被われたCO₂液泡の溶解速度など、新しい事実やデータが次々と明らかにされた。本展望では、これらの結果を中心に紹介するとともに、研究の過程で得られた海洋処理法に関する知見についても述べたい。

Countermeasures for Oil Spills in Cold Water
—In Case of Japan—

寒冷海域における油汚染対策

在田正義、山口眞裕、成田秀明、小山鴻一、

上田浩一、泉山 耕

平成10年6月

Proceedings of the 21st Arctic and Marine Oilspill
Program Technical Seminar

我が国が、寒冷海域における油汚染対策を早急に確立すべき事態にある背景を述べ、その対策の概要を提案した。

一般的な背景として次の三つを示した。1)NSR(北極海航路)の開発に伴う海域汚染問題解決の必要性、2)米国によるアラスカ原油の輸出解禁と、これに伴う油汚染事故発生の可能性に備える、3)サハリン沖で油田開発が進行しており、近い将来油流出事故発生の可能性があり、これに備える必要がある。もう一つの背景として、平成9年1月に発生したロシアタンカー・ナホトカ号による大量油流出事故を取り上げた。この事故の教訓として1)日本近海を航行し、日本に寄港しない多数の船舶があり、規制が必要、2)現状では大量流出油対策は不備、早急な改善が必要、3)高粘度油回収機の開発が必要、4)情報交換、危険船舶の規制、大規模油流出事故対策で国際協力が必要、の4点を挙げた。

こうした背景をうけて、寒冷海域における油汚染対策の大枠として次の4つが必要であることを示した。すなわち、事故の最小化、事故発生の際の流出量の最小化、流出油の最適処理、事故情報のフィードバックである。各項目について、寒冷海域の特徴を示した。さらに、流出事故が発生した際の緊急時対策として、次の三つの対応センターを提案した。三つのセンターとは、汚染防止センター(監視、防除計画・実行)、環境評価センター(緊急行動の終了時点の決定、環境評価)、油濁補償センター(補償金受取先の決定)である。

次いで寒冷海域における油流出に関係する事項を、環境評価、監視、流出油の拡散予測、流出油の最適処理、必要なデータベース、国際協力の6つに分類し、寒冷海域での特徴を述べ、データベースの充実と国際協力の推進が特に重要であることを強調した。

FRPの疲労損傷の非破壊評価

Nondestructive Evaluation of Fatigue Damages
in FRP

津島 聡、小野正夫

平成10年 6月

FRP漁船研究会 FRP漁船 6月号

FRP船体の信頼性や安全性を維持するためには疲労損傷の状態を監視し、き裂の進展を未然に防ぐ必要がある。FRPの疲労損傷は樹脂層のマイクロクラックの発生、樹脂・繊維界面の剥離、繊維の破断と進展する。このような疲労損傷を超音波のエコー高さの変化から評価した。

試験体はチョップドストランドマット (M) とローピングクロス (R) を交互に積層したMR構成のGFRPを用いた。樹脂は不飽和ポリエステルとビニルエステルの二種類とした。形状・寸法は長さ250mm、幅16mm、板厚4.4~5.8mmのダンベル型である。疲労の程度が疲労寿命 (N_f) の約30、60及び90%の試験体をそれぞれ一本作製した。これらの試験体を用いて次の実験を行った。

- 1) エコー高さの比較：疲労試験前後の試験体を用い、第一R層 (R1) からのエコー高さの比較を行った。
- 2) ヤング率の測定：疲労試験前後のヤング率を音響法で測った。
- 3) 引張破断強度：疲労試験を受けない材料と試験後の材料の破断強度を測定した。
- 4) き裂密度の測定：疲労試験後の試験体の樹脂層のマイクロクラックの密度 ρ (本/cm) を試験体側面から光学顕微鏡 (100倍) で測定した。

実験の結果、次のことがわかった。1) 疲労による ρ の増加とともにR1エコー高さ (Δh dB) は線形に減少した。2) ヤング率と ρ との関係はN.Lawsらの式で近似できた。3) ρ の増加による破断強度 (非破壊試験後実施) の減少は小さかった。しかし、荷重繰返し数 $N > 2 \times 10^6$ の材料では強度は大きく減少した。4) $N - \Delta h$ の関係はばらつきが大きかった。

船舶におけるEMC (電磁環境適合性) について

Study on Electromagnetic Compatibility in Ships

山根健次、樋富和夫、橋本 武、船江明生、

オレグ・クドリャフツェフ

平成10年 7月

第14回海洋工学シンポジウム講演論文集 ('98)

現在、様々な電気電子機器から放射される電磁波に起因する、航空計器や医療機器の誤動作などが問題になっている。

船舶においても、通信関係や機関制御系、航海系等の機器の相互干渉や外来ノイズによる誤作動あるいは性能劣化が懸念される。今後さらに高度な電子機器類が船舶に導入されることが予想され、船舶の安全運行確保のためにEMC (Electromagnetic Compatibility) 研究の必要性が増している。

筆者らは、航海訓練所練習船「青雲丸」、弓削商船高専練習船「弓削丸」等で船舶内外の電磁波環境の実態調査を行った。

陸上からの電磁界の影響を受ける航行海域の例として、大阪湾沿岸の電磁界強度分布を計測した。その結果、場所によっては国際規格に定められた航海機器の耐性限度値に匹敵する強電界が計測された。一方、船内の計測結果においても、国際電気標準会議 (IEC) の規制値を越える不要輻射を持つ機器が存在することが分かった。

船橋等での電磁界環境の実態調査の結果、配置された機器個々の放射レベルが限度値以下であっても、金属壁に囲まれた船内では、反射波の影響で部分的に強電界部が出現する可能性があることも判明した。

〈東海支所〉

Revision of JENDL Dosimetry File

JENDL Dosimetry Fileの改訂

小林捷平、岩崎 信、小田野直光、井口哲夫、
宇野喜智、池田裕二郎、中川庸雄、柴田恵一、
桜井 淳、青山卓史、島川聡司、中沢正治

平成8年9月

Proceedings of the 9th International Symposium on
Reactor Dosimetry

日本原子力研究所シグマ研究委員会炉定数積分テスト専門部会Dosimetry積分テストWGでは、日本の評価済核データライブラリJENDL-3に基づくJENDL Dosimetry Fileの改訂を行った。改訂は約30のドシメトリ反応断面積について行い、評価は、実験データに基づいて行った。実験値のデータベースにはEXFORをフォーマット変換したNESTOR2を用い、一般化最小自乗法によるGMAコードやスプライン関数フィッティング法を用いて評価を行った。データファイルには中性子エネルギー20MeV以下での反応断面積値とそれらに対する共分散行列が含まれ、ENDFフォーマットでpoint-wiseとgroup-wiseデータの両者の形式でファイル化されている。

評価した断面積の積分テストは、各種のスペクトル場におけるスペクトル平均断面積の計算値と測定値を比較することで実施した。積分テストで使用したスペクトルは、核分裂中性子場、高速炉スペクトル、DT-14MeV中性子、Li(d,n)中性子場である。計算と実験の平均断面積は全体的によく一致した。また、以前のバージョンで計算値と実験値の間に差異の見られた反応については、その差は改善された。

Preliminary Shielding Assessment for the Proposed
Spallation Neutron Source (SNS)

核破碎中性子源 (SNS) の遮蔽評価

Jeffrey O. Johnson、小田野直光、Richard A. Lillie
平成9年11月

Proc. of the Accelerator Applications Technical
Group Embedded Topical Meeting on Nuclear
Applications of Accelerator Technology

米国エネルギー省 (DOE) は核破碎中性子源 (SNS) の事前概念設計研究を進めており、提案されている施設をオークリッジ国立研究所に建設する暫定的な許可を与えている。SNSの加速器システムは、ビームエネルギー1 GeV、ビーム出力1 MW、パルス幅0.5 μ s、繰返し周波数60Hzで陽子ビームが液体水銀ターゲットに入射する設計となっている。

SNS設計における放射線輸送解析は、(1)中性子工学的特性、(2)エネルギー沈着分布、(3)材料の損傷・放射化、(4)遮蔽解析・設計に分類できるが、本論文ではターゲットステーション、加速器施設 (ライナック・蓄積リングのトンネル、ビームダンプ) の遮蔽解析・設計について論じた。

遮蔽解析においては、2つの方法を併用した。第一の方法は、高エネルギーの線源項の計算をモンテカルロコードHETC96で行い、バルク遮蔽解析を決定論的方法の一次元離散座標輸送計算コードANISNで接続して計算する方法である。第二の方法は、半経験式に基づくCASLコードを用いるものである。CASLコードは3次元形状をモデル化することができ、SNSの概念設計に関しては十分な精度で遮蔽解析を行えるコードである。これらの方法で、通常運転時と、事故シナリオに基づく事故時の遮蔽解析を行った。二つの方法による結果はよく一致した。また、これらの結果より、SNSの概念設計は、米国エネルギー省令で定める所の放射線安全性に合致するものであることを示した。

Preliminary Shielding Analysis and Design of the Remote Maintenance Service Cells for the Proposed Spallation Neutron Source (SNS)

核破砕中性子源 (SNS) の遠隔メンテナンスサービスセルの暫定的な遮蔽解析と設計

小田野直光、Jeffrey O. Johnson、Richard A. Lillie
平成9年11月

Proc. of the Accelerator Applications Technical Group Embedded Topical Meeting on Nuclear Applications of Accelerator Technology

米国エネルギー省 (DOE) は核破砕中性子源 (SNS) の事前概念設計研究を進めており、提案されている施設をオークリッジ国立研究所に建設する暫定的な許可を与えている。SNSの加速器システムは、ビームエネルギー1 GeV、ビーム出力1 MW、パルス幅0.5 μ s、繰り返し周波数60Hzで、陽子ビームが液体水銀ターゲットに入射する設計となっている。

SNSではターゲット、ターゲット冷却系、モデレータ等のメンテナンスは、それらが運転後、高い放射能を持つので、すべて遠隔操作で行われる。メンテナンスサービスセルの設計においては、放射線作業従事者の放射線被曝を最低限に抑えつつ、施設運用の効率を上げることが要求される。SNSの設計における放射線安全性の考え方は、ALARA (As Low As Reasonably Achievable) の原則および米国エネルギー省令にのっとっている。本論文では、SNSの施設の中で、メンテナンスサービスセル等の附属設備の遮蔽解析と設計について論じた。

サービスセル等の遮蔽設計において最も重要なのは、放射線源となる機器の放射化の推定である。20MeV以上は、モンテカルロコードHETC96を、20MeV以下は、モンテカルロコードMCNPと核融合炉設計用放射化断面積ライブラリFENDLを用いて、放射化量を推定した。この様にして得られた放射線源を用いて、ターゲットサービスセル、一般メンテナンスサービスセル、冷却系ループ、放射化機器輸送用キャスクの遮蔽解析を、1次元および2次元離散座標輸送計算コードANISNおよびDORTを用いて行った。そして、放射線作業従事者の被曝を低減しつつ、施設運用の効率を上げるための施設設計と運用について、いくつかの提案をし、それらが施設の放射線安全性を十分に保つことを示した。

Development of the Activation Analysis Computational Methodology for the Spallation Neutron Source (SNS)

核破砕中性子源 (SNS) のための放射化解析計算手法の開発

小田野直光、Jeffrey O. Johnson、
Lowell A. Charlton、John M. Barnes
平成10年4月

Proc. of 1998 American Nuclear Society Radiation Protection and Shielding Division Topical Conference

米国エネルギー省 (DOE) は核破砕中性子源 (SNS) の事前概念設計研究を進めており、オークリッジ国立研究所に提案されている施設を建設する暫定的な許可を与えている。SNSの加速器システムは、ビームエネルギー1 GeV、ビーム出力1 MW、パルス幅0.5 μ s、繰り返し周波数60Hzで、陽子ビームが液体水銀ターゲットに入射する設計となっている。

放射性廃棄物処理、オンラインによる材料処理に関する基準 (水銀、液体水素、冷却水など)、遠隔操作・メンテナンスの基準、潜在的なサイトの汚染を決定するために、放射化解析が要求される。これらの解析により、SNS施設の構成物質の生成放射能、崩壊熱の蓄積、減衰を推定することができる。また、放射化解析は、施設のすべての構成物質を含む状態で、通常運用時と、事故シナリオを仮定した場合とにおける、放射線のバックグラウンドレベルを決定するのにも必要である。

SNSの概念設計の放射化解析において、放射性同位元素の生成と減衰を計算するORIHET95に必要な核種生成率を計算するため、高エネルギー輸送計算コードHETC96とMCNPを組み合わせることで計算を行った。ORIHET95は核種生成率が既知のどのようなシステムに対しても、放射能の蓄積と減衰を行列指数関数法で計算するコードである。高エネルギー中性子による核種生成率は、HETC96で直接計算した。一方、20MeV以下の中性子による核種生成率は、MCNPによる中性子束の計算結果をFENDL放射化ライブラリから抽出した微視的断面積でたたみこむことにより得た。これらの2種類の核種生成率を組み合わせることで、SNS施設の様々な構成物質の核種濃度、放射能、崩壊熱を求めるためのORIHET95の入力データを作成した。本論文では、SNSの概念設計における放射化解析のために開発した方法論の詳細と、放射化解析のいくつかの典型的な結果を示した。

Shielding and Activation Analysis in Support of the
Spallation Neutron Source (SNS) ES&H
Requirements

核破砕中性子源 (SNS) の環境安全 (ES&H)
基準評価を支援するための遮蔽・放射化解析
小田野直光、Jeffrey O. Johnson、
R. Mike Harrington、Joe R. Devore
平成10年4月

Proc. of 1998 American Nuclear Society Radiation
Protection and Shielding Division Topical
Conference

米国エネルギー省 (DOE) は核破砕中性子源 (SNS) の事前概念設計研究を進めており、オークリッジ国立研究所に提案されている施設を建設する暫定的な許可を与えている。さらに、DOEエネルギー研究局は、サイト選定およびオークリッジの選定されたサイトでの建設・運用に関わる環境への影響を評価するための、SNS計画の環境影響陳述書 (EIS) を準備するように求める省令を公布した。SNSの概念設計において、加速器システムは1つのターゲットステーションに対して、1 GeV、1 MWの陽子ビームを供給することができる。最終段階においてはSNS施設を2つのターゲットステーションで構成される (それぞれ60Hzと10Hz) 4 MWの施設として運用する計画がある。

SNS計画のEISの準備及び環境安全 (ES&H) 基準評価を支援するために必要な解析は、20MeV以下の中性子輸送を行うMCNPと組み合わせたCALORコードシステム、放射化解析を行う同位体生成・減衰計算のためのORIHET95、遮蔽解析を行うためのDOORS多次元離散座標輸送計算コードシステムおよび半経験式に基づくCASLコードによって行った。SNSの放射線安全性評価のために、放射性廃棄物処理、オンラインによる構成物質の処理に関する基準、遠隔操作・メンテナンスに関する基準、潜在的なサイトの汚染 (土壌、地下水) を決定する放射化解析を行った。さらに、解析によってSNS施設の構成物質の生成放射能、崩壊熱の蓄積、減衰を推定した。また、施設すべての構成物質を含む状態で、通常運用時と、事故シナリオを仮定した場合とにおける、放射線のバックグラウンドレベルを決定するために、遮蔽解析を行った。

本論文においては、SNSプロジェクトのEIS準備における放射線安全に関わる基準、ES&Hの考え方について議論した。また、EISおよびES&Hを支援するための計算方法、解析、その結果を示した。さらに、解析結果の潜在的なサイトの汚染、放射線安全、サイトの危険区分に対する影響についても議論した。

The Spallation Neutron Source (SNS) Conceptual
Design Shielding Analysis

核破砕中性子源 (SNS) 概念設計における
放射線遮蔽解析

Jeffrey O. Johnson、小田野直光、Richard A. Lillie
平成10年4月

Proc. of 1998 American Nuclear Society Radiation
Protection and Shielding Division Topical
Conference

提案されている核破砕中性子源 (SNS) のような大強度・高エネルギー加速器施設の建設においては、遮蔽解析の結果は付帯施設の設計、メンテナンスの運用に影響を及ぼすとともに、遮蔽解析の結果を取り入れることによる費用は、全体の施設建設費のかなりの部分を占めるため、遮蔽設計は重要である。SNSの加速器システムは1つのターゲットステーションに対して、1 GeV、1 MWの陽子ビーム (パルス幅10 μ s、繰り返し周波数60Hz) を提供することができる。最終段階においては、SNS施設を2つのターゲットステーションで構成される (それぞれ60Hzと10Hz) 4 MWの施設として運用する計画がある。

SNSの遮蔽解析の計算手法として、高エネルギーモンテカルロ計算を多次元離散座標輸送計算と組み合わせる方法とともに、半経験式に基づく方法を採用した。前者の方法では、HETC96と離散座標決定論的輸送計算コードであるANISNおよびDORTを組み合わせ、深層透過の遮蔽解析を行った。後者では、CASLコードを用いて、数多くの放射線安全に関わる問題に対応するとともに、実際の幾何形状の考慮が必要なSNSの概念設計の工学設計的な計算を行った。

概念設計においては、陽子ビーム輸送システムおよび付属するビームダンプ、ターゲットステーション、サービスセル、遠隔メンテナンスセルの生体遮蔽の設計とその検証を行った。暫定的な遮蔽設計は、施設全体の設計に統合され、施設職員、実験による一時立ち入り者、放射線に感度を有する電子機器が受ける放射線量を、ALARAの原則を適用して最適化した。すべての計算は、最終的なSNS施設の最大出力である4 MWの条件において行った。これにより、施設のアップグレードに対しても、遮蔽設計に関しては、基本的には障害がなくなると考えられる。遮蔽要件の検証は、重量、スペース、施設運用時・停止時・事故時の線量率の制限に対して行った。本論文では、提案されている施設の設計、計算手法、遮蔽の線源項、暫定的な結果、結論について議論し、詳細設計のために必要となる追加解析の提案を行った。