

所外発表論文等概要

〈運動性能部〉

船舶操縦について

Ship's Control

小川 陽弘

昭和53年9月

日本航海学会誌 第57号

最近10年間の航海技術の進歩と変遷をたどる一環として、船の操縦に関連する諸問題について解説した。

この際最も大きな要因となるのは、タンカーの巨大化と、コンテナ船の就航及びその大型・高速化、それに各種専用船の出現などである。加えてコンピュータの高性能化と各方面への普及も忘れることはできない。

タンカーが大型化の一途を辿っていた時期に、その操縦の困難さが次第に表面化し、それに伴って様々の操縦性能上の問題が論議されるようになって来た。特にいわゆる舵効きの悪さは様々な問題を含んでおり、その原因の究明と対策の過程を通じて、操縦性の研究

に多くの進歩をもたらした。操舵速度、針路不安定性、異常現象、制限水路影響、更には風、波、潮流の影響等に関して多くの成果が得られている。

航行安全の見地からは、Prediction や Simulation が隆盛を極め、大いに役立っている。その背景には、拘束模型船による試験のための施設が各所に設けられ、それによる流体力計測が競って行われるようになったことが大きな原動力になっている。PMMやCMTは今や routine work になりつつある。これに関連して、船の運動を記述する数学モデルに関する検討が行われている。

応答モデルはほぼ完成した形になり、Z 操縦、変形 Z、角速度 Z などの様々の試験・解析法により、操縦性指数が求められている。逆スパイラル試験法も定着した。

各所で操船シミュレータが製作され、人間一機械系のシミュレーションを通じて、例えば許容し得る船固有の不安定度を明らかにする等、多くの成果をあげている。

サイドスラストやCPPが、中小型船を中心に多用されるようになり、操船法などにも変化をもたらしている。

新しい方法による円形揚力面の数値計算

Calculation of the Pressure-Loading for a
Circular Wing by New Method

花岡 達郎・小山 鴻一

昭和53年10月21日

日本航空宇宙学会 第10回流体力学講演会

矩形揚力面と円形揚力面は揚力面計算の基本例に該当する。前者は飛行機翼の原形であるから、数値計算例は無数にあるが、後者ではそれが非常に少ない。現在の飛行機翼と縁が薄いためだろう。しかし、円形揚力面はプロペラ翼の原形と見ることができるから、船舶流体力学としては、これの研究を充分に行う必要がある。

円形揚力面は、3次元揚力面理論において、解析解の得られた数少ない例の一つであるが(40年前)、最近、Jordan は原理論では、翼端で収束解が得られないことを見出した。一方、積分方程式によって揚力面を数値的に解く方法でも、円形揚力面の場合、収束解が得難いことは経験的に知られている。とにかく、円形揚力面が数値的に解かれた例はこれまでに存在しないと云ってよい。同じことが円形翼端をもつ揚力面についてもいえるわけで、したがって、一般のプロペラのように円形翼端をもつものでは、揚力面としての解が得られない。この問題を解決する方法として、最近、花岡は一つの新しい形の積分方程式を提示した。本報告は、その方程式の有用性を数値計算で確かめたものである。

ここで用いた解法は collocation 法である。計算例の標点数は、翼弦方向に4点、翼幅方向には7点と15点の2種としている。新しい積分方程式に関する数値計算の試みは始めてのことであるから、計算法は工夫をこらしたものであるが、まだ実用計算の域に達しない。とにかく、信頼性のある結果が得られるという程度のものである。計算結果を従来のものと比較すると、揚力係数分布に関する限りは、従来の積分方程式の解でも大差はない。しかし、圧力差の翼弦分布となると、翼端に近づくに従って、従来の方法では、解析解との違いが大き過ぎる。Jordan は解析解を77項まで計算して、収束解を得たのに対し、本法では Birnbaum 級数がわずか4項であるにもかかわらず、それにかなり近い値を得ている。揚力係数 C_L 、圧力中心 ξ_L (前後縁をそれぞれ -1, 1 とする)、翼端揚力係数 $C_i(1)$ の値を比較すると

	本 法	従来の方法	解析解
C_L	1.790	1.794	1.790
ξ_L	-0.528	—	-0.521
$C_i(1)$	1.63	—	1.593

である。

(98)

数式船型に働く横揺れ減衰力の速度依存性について

Roll Damping Moment of Numerical
Models in Forward Motion

渡辺 巖

昭和53年11月

日本造船学会論文集 第144号

船の波浪中における横揺れ現象は、耐航性など、船の安全性と深いかわりを有するため、船体運動研究の中心課題となってきた。最近に到り、ストリップ法などの手法により波浪中の船体運動が横揺れを除いて理論計算により実用的にさしかえられない精度で推定できるようになった。横揺れ運動の計算には、模型実験による減衰力を利用せざるを得ず減衰力の理論的推定法の開発が望まれている。

横揺れ減衰力は、流体の粘性をはじめ船体付加物の影響など多数の要因が組み合わさっているため、その各成分の推定方法は複雑であり、未だ確立された推定法がない。そこで船型や船速の影響を最も顕著にうける横揺れ減衰力、即ち造波と揚力の両成分を取り上げ、これを流体の速度ポテンシャルで表すモデルを考え、理論計算を行うとともに、船型の影響を表す系統的数式船型で横揺れ実験を行い、両者の比較により減衰力の性質を解明しようとした。

まず模型実験では L/B が10, 7.1, 5.6及び5の数式船型及びコンテナ船を航行中に強制横揺れさせ減衰力を測定し、船型と船速及び横揺れ周波数に対する依存性を調べた。実験結果を $B/(2T)$ をベースに表すと、減衰力に対する船幅の影響が明確にとらえられること、 $B/(2T)=1.4$ 付近で減衰力が最小になること、コンテナ船のような実船船型の減衰力も、裸殻のときは数式船型の実験値と、 L/B , $B/(2T)$ が等しいところではよく一致することなどが明らかとなった。

次いで理論計算では、花岡の理論を基とした垂直薄翼の横揺れ減衰力に、船幅の影響を表すため船底に sink-source 分布を加えたモデルを考案した。計算の結果は、普通の横揺れ固有周波数が存在する低周波数域では模型実験結果とよく合うが、周波数が高くなると、減衰力の速度依存性に関しても、両者の一致はわることがわかった。

従って、本研究の模型実験結果は、裸殻状態での実船の横揺れ減衰力の推定に直接利用できるが、理論計算は横揺れ固有周波数近傍の低周波数域では実用に供することができるがなお流体モデルの改良が必要であるという結論を得た。

〈船体構造部〉

コンクリート船の技術

溶接割れフラクトグラフィ

Techniques of Concrete Ship Structures

Application of Fractography to Weld Cracking

長沢 準

昭和53年10月

井上 肇・小林 卓也・石黒 隆義

昭和53年5月9日

日本船用機関学会誌 第13巻第10号

第2回フラクトグラフィと事故解析に関する
シンポジウム

溶接施工時および溶接後の熱処理の際に生ずる割れを、高温割れ、低温割れ、ラメラテアおよび再熱割れ（またはSR割れ）の4種類に分け、破壊発生機構ないしは割れの要因について述べ、鋼材の場合の典型的なフラクトグラフを紹介した。

高温割れは凝固割れ（または液化割れ）と延性低下割れの2種類に分類されている。凝固割れはオーステナイトが析出し、低融点の不純物などが粒界に液相で残留している場合に拘束があると発生する。延性低下割れは凝固完了後に脆い粒界が破壊するものである。いずれも粒界フェセットが支配的であるが、液化割れでは粒界が丸みを帯びているのに対し、延性低下割れでは平坦な粒界があらわれるのが特徴である。

低温割れは水素による一種の遅れ破壊とみなされているが、材質や割れの位置などによって、擬劈開破面、粒界割れ、ディンプルなどが単独に、あるいは混じってマイクロポアとともに現われる。低温割れの研究方法として最近広がりつつあるインプライト試験法について説明した。

ラメラテアは MnS 、 Al_2O_3 、 SiO_2 などが層状に拡がった組織の鋼板に、板面と直角方向の拘束が存在する場合に、それらの介在物層が分離してテラスを形成し、層間は一種の遅れ破壊と見なされるウォールでつながった破面として生ずる。介在物の種類ごとにテラスなどの例を示した。

SR割れは溶接熱影響部粗粒域に発生しやすく、一種のクリープ破壊の機構で生ずるものと考えられている。フラクトグラフのトポグラフィは粒界割れが支配的であり、擬劈開フェセットが混じることもある。SR割れの発生は溶接部の冷却速度とSR温度に依存し、割れに至らなくともSRによって材料が脆化させる場合があることがフラクトグラフィによって明らかになった。

コンクリート船と呼ばれる船のコンクリートの種類には、フェロセメントと称されるもの、一般の鉄筋コンクリート及びプレストンズコンクリートなどがある。コンクリート船の過去の発達の歴史及び就航した実績などについて欧米諸国、米、ソ連及び日本についてその概略の経過を説明した。諸外国では数多くのコンクリート船の実績をもち、かつ今後も材料の特色を活用して積極的に建造計画を示していることを考えると、わが国だけがとり残されている感じがある。

コンクリート材料は、一般の船舶としての利用よりも、プラントバージ、海上浮遊建造物あるいは魚運搬船などへの利用の方が適していると思われる。現在わが国で実用に供せられているコンクリート船は、フェロセメントを使用した漁船が多いが、在来の鋼船やFRP船に比べて少しも劣らないばかりか、いくつかの優れた性能が認められている。

フェロセメントとは鉄筋の代わりに金網を何層か重ね合せ、それにセメントモルタルを塗って固めたものであり、比較的柔軟性に富み、き裂が生じてもそれが成長しにくい特色がある。一般のコンクリートに比べれば、水セメント比が極端に小さくなっており、施工する場合も単時間に一ぺんに仕上げる必要があるが、かつ施工後に十分な養生を行うことによってき裂の発生を完全に阻止できる。現在は比較的小型船のみ実用化されているが、今後大型船にも利用するためには、骨部材の構造、設計及び強度上の効果などについて研究することが要求される。

経済性の調査では、船殻重量では木船、鋼船とあまり変わらず、価格では鋼船より約10%、木船より15%安くなるのがカナダの設計者により発表されている。FRP船に比べれば重量は当然重くなるが価格は安くなり経済性でも他の材料に比べて劣ることはない。

二重殻構造の衝突強度について
(第2報 吸収エネルギー効率)

A Study on the Strength of Double-Hull
Structures in Collision
(Part 2 On the Efficiency of Absorbed Energy)

長沢 準・有田喜久雄・谷 政明
岡 修二・酒戸 恒男・徳江 弘伸
昭和53年11月

日本造船学会論文集 第144号

海洋での衝突における構造物の破壊機構に関する研究は、これまで主として原子力船の安全の検討に関連して行われてきた。しかし、海上交通の安全性の確保、海洋環境の保全という面から、原子力船のみならず、タンカー、LNG船等の船舶の衝突、また海洋構造物と船舶との衝突などの際の構造の破壊挙動を研究することが重要な課題になっている。

本論文は、この問題に関連して、海上貯油タンク等に広く採用が考えられる二重殻格子桁構造の耐衝突構造としての有効性を確かめるために、模型実験を第1報に引き続いて行い、衝突船舶首が突入して、二重殻格子桁構造が破壊する過程で吸収されるエネルギー量を求めた。そして本論文においては、実験結果から得られた吸収エネルギーの計算式を実際の構造物に適用するために、破壊の状況、荷重-突入量曲線の形、吸収エネルギーの大きさなどにおよぼす模型の縮尺影響を調べた。この結果、外板の破断後の挙動においてかなり寸法効果があらわれたが、模型の初期不整等を考慮すれば、本論文で導いた計算式はほぼ妥当であることがわかった。この吸収エネルギーの計算式を使って、吸収エネルギー量を効率良く増やす方法を検討した。そのために、二重殻の構成部材のうち、外板など衝突方向に深さのない部材の板厚、桁板のように衝突方向に深さのある部材の板厚、および二重殻の深さを変えて、吸収エネルギー効率(単位部材体積あたりの吸収エネルギー量と定義する)の増減を調べた。この結果、外板および桁板の有効性が変わる境界を明確に求めることができた。この境界値が得られたことにより、原子力船の設計で考慮した衝突とタンカー等の衝突で考えられている minor collision との概念を、吸収エネルギー効率の面から明らかにすることができた。

<機関開発部>

ホログラフィ干渉法による温度分布測定
(第1報 軸対称火炎における温度分布)

Measurement of Temperature Distributions
by Holographic Interferometry
—1st Report, Temperature Distributions
in an Axisymmetric Flame—

佐藤誠四郎・熊倉 孝尚・羽鳥 和夫
昭和52年12月5日

第15回 燃焼シンポジウム

機関からの有害排ガス抑制を効果的に行うため、燃焼領域の温度を知ることが必要である。ガスタービン燃焼器の温度分布測定を目的として、ホログラフィ干渉法を、適用する上での問題点と可能性について検討を試みた。

光干渉法による温度測定は、これまで光路進行方向に屈折率が変化しない2次元火炎では、ガス組成の影響を加味して求めている例があり、この場合は火炎端面における変化を無視している。軸対称火炎については、火炎端面の屈折率変化の影響を含んだ形で求められ、温度は一般に積分方程式を基にした数値計算で得られるが、ガス組成の影響を考慮するとかなり複雑なものとなる。

本研究では、軸対称火炎の温度が、2次元場の重ね合わせとして火炎のガス組成の影響を含めて、簡単に求められる計算モデルを導入し、これによってベンゼンバーナからのプロパン層流火炎について、火炎のガス分析を行い温度を求めた。

実験では対象としたガスは、ガスクロマトグラフで検出した10種類のほか、測定値から計算で求めた2種類の計12種の安定成分で、ラジカルなどの中間生成物の影響は無視した。

光源として He-Ne レーザを使用し、火炎光による写真乾板への感光を防ぐためイメージ型光学系とし、2重露光法により記録した。また、再生干渉像の視野を広く撮るため、白色光を用いて像を再生した。

主な結果は、つぎの通りである。

- 1) 光干渉法による測定温度は、高温で測定精度が低下し、定量測定よりも分布測定に適している。
- 2) 火炎温度測定におよぼすガス組成の影響は少なく、未燃炭水素が少ない火炎の下流側では、ガス組成の影響は無視出来る。
- 3) 圧力変化の影響は高温ほど小さく、ガスタービン燃焼器の場合無視出来る。
- 4) 本干渉法による測定精度を高めるには、光路長さ(観測部の奥行方向距離)の大きい対象物が適し、また用いる光学系の収差に注意する必要がある。

船用機関の故障解析と故障診断

Failure Analysis and Dignosis on Marine Engines

玉木 恕乎

昭和53年9月

日本造船学会誌 第591号

船舶の海難統計によっても、運航阻害の統計からでも、機関の故障がその第一原因を占めており、船用機関の故障対策が重要であることを示している。本稿は、船用機関が故障の始まりである正常状態からの外れを生じてから、異常の発見、故障の同定、対策の決定、修理を行って再び正常に復帰するまでの過程について、その現状を展望するとともに故障の解析法と故障の診断技術について解説を加え、更に故障対策への提案を行ったものである。

故障対策を立てるには故障の現状を把握することから始まる。船用機関故障のデータを収集して処理するシステムが、船用機関の信頼性データバンクであり、このシステムの現状を述べて問題点について考察を加え、船舶技術研究所におかれたデータバンクを説明している。ついで、故障の前徴である異常がどのようなものであるか、また、それを検知している方法は何であったか、をデータバンクからの出力として求めている。それによれば、現状での異常検知は、半数が計測器を用いて発見しているが、残りの半数は乗組員の五感によっている。人間の五感に頼っている分をすべて機械に置き換えることは、技術的にも経済的にも難しい。異常が検知されてから、どの機器にどのような故障を起しているかを同定し、主機関に対しどのような処置をとればよいか、の判断と決定になると、機械ではまだ限界があって約10%に止まり、残りは乗組員が行っている。

故障の解析については、手法のいくつかを船用機関での例をあげて示し、それぞれの特長と評価に対する有効性を述べている。これらの解析を推し進めると、適切な故障対策が浮び上がってくる。その中から、故障診断を助けるものとして、故障マップと最尤推定法による自動診断を提案した。

ホログラフィ干渉法による温度分布測定

(第2報 軸対称火炎における測定精度向上)

Measurement of Temperature Distributions by Holographic Interferometry —2nd Report, Increase of the Accuracy of Measurement in an Axisymmetric Flame—

佐藤誠四郎・熊倉 孝尚・羽鳥 和夫

昭和53年12月4日

第16回 燃焼シンポジウム

ガスタービンからの有害排ガス抑制を効果的に行うため、燃焼領域の温度分布を知ることが必要である。

筆者らは、ホログラフィ干渉法による火炎温度測定の適用上の問題について検討し、これまで干渉縞の位置を精度よく測るため、光学系の収差改善、干渉光線の屈折の補正などを行い、ほぼ妥当な結果を得ることが出来た。しかし高温部では、ガスの屈折率変化が減少するため、干渉縞1縞当りの温度差が増し、測定精度が低下する。本報では、高温領域の精度向上のため多光路干渉法 (multipass interferometry) による干渉感度増大を試み、また干渉光線の屈折の影響について検討した。

まず、多光路干渉法の場合の干渉縞の解析法について、軸対称の温度場モデルにより検討し、ガス温度におよぼす圧力、ガス組成などの影響をより一般的な形で導入した。

温度場による干渉光線の屈折の影響については、屈折量の補正の考え方について、一つは光線の屈折により干渉像がずれるとして補正する方法と、他の一つは光線の屈折により生ずる光路差を位相変化として補正する二つの方法について検討した。

干渉実験では、多光路干渉法の通過回数を2回、4回とし、光学系とともに Twyman-Green 型の変形で、光源は He-Ne レーザを用い、二重露光法により撮影した。対象火炎は、前報と同様ブゼンバーナからのプロパンガス層流火炎である。

- 1) 多光路干渉法により、高温領域の干渉感度を向上することが出来る。
- 2) ガス温度におよぼすガス組成の影響は、未燃分が多い領域でも、光線の屈折の影響より小さい。
- 3) 光線の屈折を補正する前のガス温度計算値のばらつきは、多光路干渉の通過回数が多いほど少ないが、屈折の補正をすると逆に通過回数が多いほどばらつきは大きい。
- 4) 干渉縞のとぎれやずれのある断面での温度計算値は発散する場合が多い。

主な結果は以上の通りであるが、光線の屈折による位相変化の補正は、屈折角の算定に問題がありここでは示していない。上述の補正値のばらつきとともに、さらに検討する必要がある。

ACVの造波抵抗について(第2報)

On the Wave Resistance of a ACV
(2nd Report)

青木 修一・村尾 麟一

昭和53年12月7日

日本航空宇宙学会

第16回 飛行機シンポジウム

第1報においては、平板側壁型 ACV を用い浮上ファン回転数、全備重量、側壁深さ、曳航速度およびスカート形状を変えて実験した結果と理論造波抵抗とを比較した。

本報では、厚みをもった2種類の船形側壁をつくり、各々を模型本体に取付け、平水中で、側壁船形、ファン回転数、全備重量、側壁深さおよび曳航速度を変えて曳航実験を行った。その結果と N. Plissov の側壁型 ACV の理論造波抵抗とを比較した。又、No. 2 チェイン付側壁の単体模型及び双胴模型を用いて曳航実験を行った。

本実験条件に合わせて N. Plissov の造波抵抗理論式を数値計算してみると、側壁抵抗はフルード数 $F_n < 1.5$ ではフルード数と共に増加し、 $F_n > 1.5$ ではほぼ一定値をとる。側壁と空気クッション部の干渉抵抗は $F_n = 0.25$ でわずかに正の値、0.36 で負の極小値、0.55 で極大値をとり、それ以降フルード数の増加と共に減少し、 $F_n > 1.5$ ではほとんど零となる。

側壁抵抗と干渉抵抗の和が全造波抵抗に占める割合はあまり大きくない。

N. Plissov の理論造波抵抗と船形側壁付模型の造波抵抗は、ラストハンプ以上のフルード数ではよく一致するが、それ以下のフルード数では理論造波抵抗から大きくずれて、実験値は小さい値を示す。この原因として、ファイバースコープによる空気クッション内の観察から、模型が作る波と後部バグスカートが接触して波を壊している事による為と考えられる。

側壁単体模型と双胴模型による曳航実験結果は双胴模型では造波抵抗のハンプがフルード数 0.4 に、単体模型では 0.3 にあり、造波抵抗係数は双胴型より単体模型の方が大きい。この事は双胴型では、左右の艇体で作る波の干渉により造波抵抗を減らしているものと考えられる。

〈機関性能部〉

タンカーのタンク内残留油量について

Oil Quantity Remained inside of Tank

植田 靖夫

昭和53年5月

日本船用機関学会誌 第13巻第5号

タンカーが荷揚げした後に、船内に残留する油の量は、輸送量の減少、タンク洗浄技術、ひいては海洋の油による汚染問題に関連を生ずる。そこで、この油量の推定を試みてみた。

第1の方策としては、室内実験により、鋼板へ付着する油量を、比較的小規模実験により求め、これを用いて、タンカーのタンク壁面積から、付着油量を推定した。その間、鋼板への付着油量は油の粘性係数で一般的に整理することができること、またタンカーのタンク内壁面の、全展開面積は、 m^2 で示すとき、そのタンクの D.W.T の値にほぼ一致することなどが明らかにされた。この手法により求められた、タンク内残留油量は、配管中引き残量及び船底引き残量とも集計した結果、D.W.T の 0.06% から 0.1% 程度に過ぎぬことが結論づけられ、現実とは大幅に異なることがわかった。しかしこの結果は、タンカーが原油洗浄した際の船内残留油の下限値として、大きな意味を持つことが認識された。

第2の手法としては、タンカーの入渠前、全タンク洗浄の際の発生油量を追及するもので、O社社船の洗浄実績、及び全国廃油処理事業所のとりまとめた資料をもとにし、ある仮定のもとに、発生油量の推定を試みた。その結果、多数の実績点は大幅なバラツキが、当然のこととして認められはしたが、一定の傾向を把握することができた。これにより結論的には

発生油量 = 200トン + 0.004 × |D.W.T| トン

を考えることができた。その結果、入渠前のタンク内壁面には、2mm から 15mm 程度の、高粘質の油が付着していることを逆算により認識することができた。

以上の結果から、タンカーのタンク内残留油量は、10万トンまたは20万トンタンカーにおいて、0.6% または 0.5% が平均値になることを確認することができた。

150φ ホワイトメタル軸受の疲れ試験

Fatigue Tests of 150φ Whitmetal Bearings

前橋 正雄・植田 靖夫

高井 元弘・高田 昌延

昭和53年9月

日本船用機関学会誌 第13巻第9号

ホワイトメタル軸受はなじみ性、埋収性、非焼付き性に優れているうえ、大形厚肉軸受の場合でも比較的微細で、均一良好な組織が得やすいことから、船尾軸受、中間軸受など舶用の大形軸受に多く使用されている。船尾管軸受には必ずをベースにしたものと、鉛をベースにしたホワイトメタルが、一般に採用されており、そのメタル肉厚さは、3～4mmが一般的となっている。この値は十分な技術的根拠のないまま、前例に従って採用されているのが現状であろう。はたして、これらが疲れ強さの面からはどのような評価にあるかは、関係資料も少なくあまり検討されていない。そこで、比較的大径の動荷重軸受試験機により WJ2 および WJ7 をライニングした軸受15組について、一定条件の繰返し荷重を加え90～180時間の耐久試験を行い軸受メタルの損傷経過をメタル材料ライニング法、肉厚さの関係において調べた。

試験結果をまとめると下記ようになる。

1. 軸受メタルの肉厚さは WJ2 および WJ7 のいずれも肉厚が優位である。
2. WJ7 の軸受は WJ2 の軸受より疲れ強さの点でややすぐれている。
3. プラズマアーク溶接法の軸受は従来法である遠心鑄造法の軸受と比べ耐疲れ強さの点においてもすぐれている。
4. 軸方向き裂は進展しやすく、軸受メタルの損傷に及ぼす影響度も大きい。

海洋汚染防止技術・船内設備関係

Sea Pollution Prevention Techniques, Aboard Equipments

植田 靖夫

昭和53年10月5日

海洋汚染防止技術に関するシンポジウム

海洋汚染防止の諸規制を満足させるために、関連する機器、例えば油水分離器、油分濃度計、ふん尿処理装置、焼却炉などが船に搭載される。それぞれについて規制の面からと技術的面からの解説を加えた。

油水分離器の現状は多層板と浮材による油粒の造塊浮上分離を利用するものが殆んどであり、所定の性能試験を経て型式承認されたものが使用される。しかし実働性能は必ずしも満足されるものではなく、その理由は、ビルジ中にSS成分が多量に混入すること、不具合ポンプまたは活面活性剤により、油粒が微細化されるなどのためである。このような場合、現今の浮材を利用する分離器は、性能劣化が現実にかかることを実験的に実証した。また新しい海洋汚染防止国際条約のもとでは100ppm用と15ppm用油水分離器に区分されて、ビルジ排出可能海域がそれぞれ異なること、さらに既存船の分離器の取扱について、分離器内滞留時間が関連する取扱区分があるので、継続使用の可否で大きな問題が生じることなどの解説を行った。

油分濃度計は新条約のもとで、タンカー用、100ppm分離器用、15ppm分離器用及び油水界面計の設置義務が生じるが、極めて厳格な性能試験が要求されることをはじめ、多くの問題点がある。現状の油分検知技術は濁度法、赤外線法、紫外線法があるが、それぞれ一長一短がある。

その他ふん尿処理装置の規制と技術的現状、船内焼却装置の必要容量と現状、タンク洗浄に関連した洗浄ノズル、イナートガス装置の現状の概要について解説を行った。

石油掘削船の自動位置保持装置 (D.P.S.)
について

Dynamic Positioning System of
Drilling Ship

村山雄二郎・栗山 劭
昭和53年10月

日本船用機関学会誌 第13巻第10号

錨等の機械的な係留方法で、石油掘削船等の位置を定点に保持する事が困難な水深の海域で、新しい位置保持の手段として、海底坑口に対する掘削船の相対位置を検出し、それに基づいて、推進装置を自動制御する事によって、動的に船の位置を保つシステム、いわゆる自動位置保持装置 (DPS: Dynamic Positioning System) が注目をあび、その開発の必要性がさげばれている。

この方面の技術開発は、海洋開発の先進国である米国において始められ、1961年に最初の DPS 付の船としてコアボート、Eureka が成功し、現在では実用期に入っている。

我が国における自動位置保持装置の開発は、昭和44年から通産省の指導で、社団法人日本機械工業連合会が調査研究を始め、昭和46年から財団法人機械振興協会が、また、昭和49年から財団法人日本船用機器開発協会が中心となって、同装置の各サブシステムの研究開発を行って、一応の成果をおさめてきた。

更に、同装置の実用化を進めるために、昭和51年から、運輸省に「大深度石油掘削船自動位置保持装置研究開発委員会」を設け、稼動水深1,000m以上の石油掘削船を目標とした同装置の研究開発を、船舶技術研究所、財団法人日本船用機器開発協会が実施機関となって、進めている。ここでは、これらの関係団体、各担当会社の行ってきた研究開発の成果を含めて、自動位置保持装置の概要と、開発の現状、問題点を述べている。

1. まえがき
2. 自動位置保持装置のトータルシステム
3. 位置検知システム
4. 位置制御システム
5. 推進システム
6. 船型
7. あとがき

〈機 装 部〉

船舶の固体音対策について

On the Measures to Reduce the Solid
Borne Sound in Ships

原野 勝博

昭和53年1月

日本造船学会誌 第583号

船舶は振動減衰の極めて小さい鋼構造物に主機や推進器等の大きな起振源を有することから、船内騒音の軽減のために防振対策は不可欠となっている。しかし固体音には不明な分野が多く、理論的な解明は早急には望めないため、当面は有望と考えられる種々の対策を積極的に実船に適用して、この方面のデータを蓄積することが大切だと思われる。

我が国で行われている固体音対策は受音側のものがほとんどで、起振源対策は極めて少ない。以上の主旨から本文は、起振源対策を行った船の実船調査結果と、現在各口で実用化され、あるいは研究中の固体音対策についてまとめて解説したものである。

a. 起振源対策

(1) 主機の防振支持

中高速のディーゼル機関に適用でき、防振ゴム支持により振動伝達率を0.1以下にできる。実船調査では主機の防振支持の効果は機関室の前後方向に15~20フレーム迄、垂直方向には四層上のデッキで約10dBであった。弾性支持による機関への悪影響は10年以上の使用期間中全く認められなかった。

(2) 推進器対策

推進器に流入する水の流速をできるだけ均一にすることが推進器対策の根本であり、これにより船尾振動を大巾に軽減できる。主な対策は、①船尾フィン等による船尾流の整流、②水ジェット噴射により流れの均一化を図る、③特殊プロペラの開発、④プロペラを船体より離す一がある。

b. 受音側対策

① 居住区一括防振法——上甲板から上のデッキハウス全体を防振ゴムで防振支持するもので防音効果も高いが小形船にしか適用できない。

② 部屋毎の防振法——必要とする室内装をゴムやロックウール等により鋼板からの振動絶縁を図るので騒音軽減量は10dB(A)程度であるが、パネルの防振支持の設計指針はまだ充分には確立されていない。

微粉硫化精鉱の海上輸送における
安全性について

Safety at Sea Transport of
Sulphide Concentrate

翁長 一彦・内藤 正一・土屋 正之
昭和53年10月
日本造船学会誌 第592号

微粉硫化精鉱とは非鉄金属鉱石を浮遊選鉱して得られる微粉体であり、含水量によって流動性が生じるため特殊貨物船舶運送規則で船積方法が規制されている。ところが輸送中に屢々酸化して発熱することが認められ、甚しい場合には船舶火災となった例も報告された為、IMCOの危険物小委員会が規制方法を検討することとなった。

日本は資源輸入国としてこの問題と大きな関係を持つため、船舶技術研究所と公害資源研究所が共同して酸化発熱現象の解明とその防止対策の研究を行った。数回にわたる実船実験による調査、船艙内に堆積輸送される状態の模擬実験、及び精鉱と酸素との反応速度に関する基礎的実験が実施された。

その結果明らかに酸化発熱現象が生じることが認められたが、そのためには種々の条件が揃って存在する事が必要であり、また通常の船積輸送条件では発熱したとしても発火に至ることはあり得ない事が認められた。すなわち鉱種、艙内温度、堆積量、精鉱内部への酸素浸透等が酸化発熱を惹起す要因であり、例えば熱帯域を輸送された事がなかったある鉱種は今迄安全と思われていたにも拘らず酸化反応速度が極めて高いこと等が明らかとなった。

精鉱が発火する危険はないとはいえ、80℃以上の高温になる事は充分あり得る。これを防止するためには精鉱内部（特に表面から数十センチの範囲）に空気が浸透しないように、表面をビニールシートで被覆する、ブルトラーで填圧する、または通風装置を完全開鎖する等の対策で十分な効果があり、酸化性の比較的強い鉱種でもこのような配慮の下で輸送すれば危険性がない、との結論が得られた。

船内居室の浮構造床の設計に関する2, 3の実験

Some Experiments on the Design of
Floating Floors in Cabins

原野 勝博・桐谷 伸夫・藤井 忍
昭和53年11月
日本騒音制御工学会
第3回 技術発表会講演論文集

浮構造により船内居室の騒音低減を図る方法は最近しばしば行われる様になってきたが、固体音の理論的な解明は困難が多く、浮構造床の設計に際して不明なことが多い。本文は浮構造床の基本であるパネルの防振支持設計法に関する、ほぼ実物大モデルによる実験結果と防振効果の予測法についての検討を加えたものであり、その要旨は次の通りである。

(1) パネルの防振効果が重量機械類の防振の場合に比べ大巾に小さいのは、ゴムにくわる有効質量が周波数によって変化するためである。それ故パネルの防振支持は防振ゴム方式よりロックウール方式の方が有利である。

(2) 防振ゴムの防振効果は①, ②式によりロックウールの防振効果は②, ③式により大略予測できる。

$$m = \left(\frac{\lambda_b}{\pi}\right)^2 \rho h \dots\dots\dots ①$$

但し $\lambda_b(1.81Cl \cdot h/f)^{\frac{1}{2}}$ 曲げ波の波長
 $Cl = (E/\rho(1-\nu^2))^{\frac{1}{2}}$ 縦波の伝搬速度
 ρ : パネルの密度
 h : " 厚さ

$$\tau^2 = \frac{1 + 2\left(\frac{r}{r_c} \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}{\left(1 - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2\right)^2 + 2\left(\frac{r}{r_c} \frac{\omega}{\omega_0}\right)^2} \dots\dots\dots ②$$

但し τ は振動伝導率 $\omega_0 = \left(\frac{k}{m}\right)^{\frac{1}{2}}$
 k : ゴムのバネ定数
 m : ゴム1コに加わるパネルの質量
 r : 粘性抵抗
 $r_c = 2\sqrt{mk}$

$$\tau^2 = \frac{4z_1z_2}{(z_1 + z_2)^2} \dots\dots\dots ③$$

$z_1 = \rho_1c_1$: 物質1の音響インピーダンス
 $z_2 = \rho_2c_2$: " 2の "

(3) 防振ゴム方式の場合は防撓材上にゴムを配置することで約5~6 dB は振動を少なくできる。浮構造とする室は防撓材を格子状に配置することも検討すべきである。

**An Examination on Neutron Shielding for
a Spent Fuel Shipping Cask**

使用済核燃料輸送容器の中性子遮蔽考察

植木紘太郎・山越 寿夫・竹内 清

昭和52年4月20日

Fifth International Conference on
Reactor Shielding

近年、加圧水型原子炉から取り出される使用済核燃料は燃焼度が37,000 MWD/MTU程度のものである。これらの使用済核燃料には多量の超ウラン元素が蓄積されており、中性子放出をもたらす。そこで、高燃焼度の使用済核燃料を輸送する輸送容器にあっては、ガンマ線に対してはもとより、超ウラン元素から放出される中性子に対しても遮蔽を考慮する必要が生ずる。

本研究は使用済核燃料輸送容器の表面における中性子線量率をできるだけ低くするため2通りの遮蔽方法を考察した。第1の方法は中性子吸収能力の大きいボロンあるいはガドリウムを燃料体を支える格子の中に挿入するものである。これは中性子の増倍をもたらす中性子実効増倍係数を小さくしようとするものである。第2の方法は燃料体を格納しているキャビティとその外側にある鉛遮蔽体との間にボロンあるいはガドリウムを挿入するものである。この方法はキャビティ内の水で減速された中性子をボロンあるいはガドリウムによって効率よく吸収しようとするものである。第1の方法を考察するために Monte Carlo コード FLASK を開発し、第2の方法を考察するために FLASK コードとディスクリート・オーディネイトコード PALLAS-2D を用いて中性子遮蔽計算を行った。

結論として、厚さ1mmのボロン-10の層によって中性子エネルギーが100 eV以下で著しい減衰がみられ、熱中性子では 10^3 減衰する。ガドリウムの1mmの層では中性子エネルギーが1 eV以下で著しい減衰がみられ、熱中性子では 10^4 減衰することがわかった。ボロン-10の1mm厚を挿入することによって中性子増倍係数および100 eV以下の中性子束を著しく低減でき、ガドリウムの1mm厚の挿入によって中性子増倍係数が著しく小さくなる。ボロン-10は (n, γ) 反応をほとんど起さないので二次ガンマ線の遮蔽という観点からも勝れている。

(106)

**Adjoint Monte Carlo 法と
Forward Monte Carlo 法との対応**

Correspondence of Adjoint Monte Carlo
with Forward Monte Carlo

植木紘太郎

昭和53年7月

日本原子力学会誌 第20巻第7号

遮蔽計算を行う手法として Monte Carlo 法は複雑な形状が取扱える、3次元計算ができる等の特長があるので電子計算機の大形化、高速化と相まって現在広く用いられている。しかし Monte Carlo 計算には常に統計誤差が付いており、特に深い透過問題にはこの統計誤差(標準偏差)を小さくできるかどうかによって Monte Carlo 法の実用性が左右されることになる。標準偏差を低減させる方法には importance function を使った線源バイアス、散乱角バイアス、透過距離バイアス等があるが、adjoint Monte Carlo 法そのものの適用もその1つである。

オークリッジ国立研究所で開発された汎用 Monte Carlo コード MORSE がかなり遮蔽計算に使用されているが、adjoint mode 計算がインプットデータと2, 3のサブルーチンの開発あるいは修正によって行えるのにかかわらず、計算のほとんどが forward mode 計算にとどまっている。ここでは adjoint Monte Carlo 計算と forward Monte Carlo 計算との対応の仕方をはっきりさせるために手計算で求められる程度の簡単な例題を設定し、説明をする。

adjoint Monte Carlo 計算と forward Monte Carlo 計算とを対応させるには次のような手続を要する。

1. 散乱マトリックスの配列をかえる。即ち $\sum_s^{g' \rightarrow g}(\vec{r}, \vec{\Omega}' \rightarrow \vec{\Omega})$ を $\sum_s^{g \rightarrow g'}(\vec{r}, \vec{\Omega} \rightarrow \vec{\Omega}')$ に置き換える。
2. 線源項 $S_g(\vec{r}, \vec{\Omega})$ を応答関数 $R_g(\vec{r}, -\vec{\Omega})$ に置を換える。
3. 応答関数 $R_g(\vec{r}, \vec{\Omega})$ を線源項 $S_g(\vec{r}, -\vec{\Omega})$ に置き換える。
4. adjoint mode 計算で得た値を forward mode と対応させるため規格化の係数 F を乗ずる。

$$F = \frac{\sum_g \iint R_g(\vec{r}, \vec{\Omega}) d\vec{r} d\vec{\Omega}}{\sum_g \iint S_g(\vec{r}, \vec{\Omega}) d\vec{r} d\vec{\Omega}}$$

中性子ストリーミング・ベンチマーク計算 (1)

— PALLAS —

Neutron Streaming Benchmark
Calculation (1) PALLAS

竹内 清・笹本 宣雄

昭和53年10月10日

原子力学会炉物理炉工学分科会

各種の詳細計算コードの評価を実施する一環として PALLAS 放射線輸送コードによる中性子ストリーミング・ベンチマーク問題の計算結果を報告する。このベンチマーク問題は2種類あり、分類番号 N-II-1 問題は直円筒ダクト中性子ストリーミング問題であり、他の1つの N-II-2 問題は円環空隙形状中性子ストリーミング問題である。この両問題ともに原研の JRR-4 号炉の水プール中における実験結果であり、今回は数種類の閾検出器の反応率の測定値を正解としている。したがって、中性子計算は 1 MeV 以上の速中性子に限った。

PALLAS 計算条件メッシュ数は N-II-1 問題については $36(r) \times 55(z)$ 、また N-II-2 問題については $53(r) \times 51(z)$ である。角度分点数は等方 28 分点と非等方 32 分点の2種類を使用した。群構造は 14.2~1.05 MeV を 0.2 レサジーに分割したもので、群定数は PALLAS ライブラリーを使用した。

計算結果 N-II-1 問題についてはダクト入口で最大 2 倍の誤差が出たが全体としては良い一致を示した。次に M-II-2 問題については円環空隙内で $^{27}\text{Al}(n, \alpha)$ 反応で最大の誤差が発生して 4 倍過大評価しているが、他の I_n , Z_n , M_g 等の反応については 2 倍以内の誤差で実験と一致した。 $^{27}\text{Al}(n, \alpha)$ の反応は 8 MeV 以上の高いエネルギーの中性子で起る反応である。高いエネルギーの中性子は大部分が炉心から直接に測定器位置に到達することから、上記の大きな誤差の原因は PALLAS 計算による非散乱線計算の誤差であると考えられる。対照的にエネルギーが低くなるにつれて実験値とよい一致を示すようになるのは、全中性子束に対して散乱線の割合が急激に増加する。したがって中性子の角度分布が一様分布に近づくようになるので角度束の計算が容易になり計算精度が高くなるためである。なお、PALLAS の非散乱線計算は炉心表面から各メッシュ点へ直接計算できるように改良中である。

14 MeV 中性子輸送ベンチマーク計算

14 MeV Neutron Transport
Benchmark Calculation

竹内 清・金井 康二・笹本 宣雄

昭和53年10月10日

原子力学会炉物理炉工学分科会

昭和52年年会第1分冊 D-24 に引続き 14 MeV 中性子の輸送計算の計算精度について発表する。前回発表と異なる点は、実験結果がベンチマーク問題集としてまとめられたので、実験条件や形状が明確になったことにより詳細な比較検討が可能になった点にある。

計算の目的は核データおよび計算コードの精度の評価にある。実験は各種の球形状物質の中心に (d, t) 反応で中性子を発生させ、その球形状物質からの漏洩中性子(カレント)を遠方位置でシンチレーション検出器で中性子エネルギースペクトルを測定したものである。実験に使用した物質はグラファイト、ポリエチレン、アルミニウム、鉄、コンクリート、チタン、 Li^6 および Li^7 、それに鉛である。

計算は1次元 S_n コードの ANISN と直接積分コード PALLAS を球形状で使用して行った。計算条件は ANISN が $S_{32}-P_8$ であり、一方 PALLAS はガウス 20 分点で、両コードともに空間メッシュ間隔は 1 cm 程度に選んだ。群定数は ENDF/B-IV データライブラリーから RADHEAT-V3 コードを使用して作製したものである。群構造は標準の遮蔽計算用のレサジー幅が 0.1 のものである。

計算結果：まず全体的に両計算結果ともに実験結果と良い一致を示しているが、PALLAS 計算エネルギースペクトルの値は鉄の場合に最大 70% の差を 2 MeV 近傍で算出している。この原因は鉄物質に対する中性子のエネルギースペクトルが 6 MeV~2 MeV 間で急激に上昇しており、PALLAS 計算がこの急激な上昇を追いきれなかったものと考えられる。一方、ANISN 計算の場合、水のような含水素物質では水素の弾性散乱を少数項のルジャンドル多項式展開近似しているために誤差が発生している。

中性子ストリーミングベンチマーク計算 (4)

— MORSE —

Neutron Streaming Benchmark
Calculation (4) — MORSE —

伊藤泰義・秦 和夫・西原善明・金野正晴

深野宜伸・辻 正俊・石田正次

昭和53年10月10日

日本原子力学会

昭和53年秋の分科会

遮蔽計算コードの評価を目的として、設定されたベンチマーク問題を Discrete Ordinates 法およびモンテカルロ法で解析を行った。本報はそのうちのモンテカルロ法によるコード 'MORSE' で行った結果である。

ベンチマーク問題は二つ設定されている。その一つ、N-II-1 と呼ばれるケースは JRR-4 の水中に直円筒空気ダクトを炉心中心位置にダクト軸が位置するように設置されたもので、測定はダクト内・外で反応率を測定している。もう一つのケース、N-II-2 はやはり JRR-4 で行われたもので4号炉の水中に鉄板と鉄板の間に空気層を設けて、この空気層と鉄板前面で、反応率を測定しているものである。

計算値は N-II-1 のダクト内での実験値とかなりよい一致を示し、N-II-2 の鉄板前面での値はかなり良い値であった。しかし他の場合は桁で2~3桁ぐらい実験値と異なっている。これは、'MORSE' は手法として Last-collision 法を用いて、各測定器への粒子の到達量を計算している。従って Ray-Analysis が有効であるような領域内での値は精度良く得られるが、それ以外では著しく過少評価された値しか得られないのである。

しかしこれらの原因は本質的には発生粒子数の不足にある。もし粒子が目的とする測定位置あたりまで十分に到達すれば精度もよくなると思われる。そこで 'PALLAS-MORSE' という結合計算を行った。これは 'PALLAS' コードである位置まで計算を行い、その位置での角度束を 'MORSE' のインプットとして計算を続行する方法である。その結果は、'MORSE' で直接計算したケースより、著しく精度が向上した。この事は大きな体系でのモンテカルロ法による計算には結合計算が極めて有効である事を示している。

〈海洋開発工学部〉

砂地盤の海底におけるサクシオン・アンカーの
把駐力に関する実験的研究Experimental Study on Holding Force of
Suction Anchor in Sandy Sea-Floor

井上 令作・岩井 勝美

昭和53年5月

土木学会論文集 第273号

現在、海洋開発においては、サルベージ、浚渫および海洋構造物の建設などの海洋作業において、高い把駐力を有し、しかも機動性にとんだアンカーの開発が必要となっている。しかし、現在、これらの用途に使用されるアンカーは重量式が多く、重量式アンカーは自重と比較して、その把駐力が小さいために非能率的である。サクシオン・アンカーは、人為的にアンカーに吸引力を与えることにより、自重よりもはるかに大きい把駐力を得ることができる。

サクシオン・アンカーは、アンカー内部の水を強制排水し、減圧室の圧力を減圧することにより、海底砂層内に浸透流を生じさせ、このときに発生する浸透水圧と、これにより増加した砂層の有効応力を主に把駐力として利用する仕組みである。

模型実験では、アンカー模型の寸法、作用させる減圧力、係留力の作用方向などを変化させた実験を行い、これらの実験値をもとに把駐力特性、把駐力の発生機構およびアンカーの最適寸法について考察した。

得られた結果を要約すると次の通りである。

- ① アンカーの周りの浸透流は非 Darcy 流となり、2次元 Darcy 流の理論解を基にした流量計算式で求めた流量の約70%に相当する。
- ② サクシオン・アンカーの把駐力は、一般に、アンカーの水中重量、アンカーに付着する砂塊の水中重量、砂塊の破壊面に作用する間隙水圧、スカート周面の周面摩擦力、砂塊の破壊面に作用する内部摩擦力の和として表わせる。
- ③ アンカーの把駐力は、減圧力の一次関数として表わせ、鉛直係留力が作用する場合の比例定数は約0.37となる。
- ④ 傾斜して係留力が作用すると把駐力は減少するが、係留力の作用点を下げることにより、少なくとも鉛直係留力の場合と同等の把駐力を得ることができる。
- ⑤ アンカーの減圧室の高さは直径の0.25~0.3倍、スカートの長さは直径の0.2~0.3倍付近が最適ではないかと考えられる。

〈共通工学部〉

LNG タンクと防熱方式

LNG Storage Tank and Insulation System

上村 晃

昭和52年12月

日本機械学会誌 第80巻第 709 号

LNG の海上輸送は1959年、実験船“メタンパイオニア号”がメキシコ湾から英国まで試験航海に成功したのが世界最初のものである。これを契機に LNG 専用運搬船の開発が進展し、現在では就航または建造中を含めると世界で75隻に達している。

これら専用船の中核となる LNG タンクは、一般に独立タンク方式、メンブレンタンク方式、セミメンブレンタンク方式の三つに大別され、安全性、経済性の面から目下種々のタンク方式が開発、実用化されている。しかしながら、タンク材料には現在のところ9%ニッケル鋼、アルミニウム合金、ステンレス鋼など低温用特殊金属材料が使用されているため、その溶接性や機械加工などにかかなり高度の技術が要求される。また、防熱方式も保冷材の超低温域での強度、熱収縮率などの関係上、比較的煩雑な構造を余儀なくされている。

そのため FRP を利用して、タンク工作技術の簡易化、安全性の確保ならびに低コスト化を計るべく、筆者らは FRP および保冷材などの超低温域における諸特性ならびにこれらを組合わせた防熱方式の適合性などを検討し、FRP による新しい LNG タンク方式の開発研究を行っているので、それらを踏まえながら LNG タンクについて述べた。

すなわち、はじめに超低温防熱上の問題点として、防湿、防水対策、熱収縮対策、保冷材の内部応力などを取り上げ、保冷材の超低温域における各種特性について著者らが行った実験結果にふれた。ついで LNG タンクの代表的な二、三のタンク構造について解説をした後、FRP を利用した新しい方式の LNG タンクについて、冷却実験等の研究の一端を紹介した。

わが国では昭和52年よりようやく LNG 船の建造が始まったにすぎない。付加価値の高い LNG 船の建造には新システムの開発、建造方式の改善などによって船価の低下に努めなくてはならない。

磁気ひずみ効果を利用した炭素鋼のねじり疲労検出法

Detection of Torsional Fatigue in Carbon Steel by Magnetostriction Effect

吉永 昭男・林 郁彦・山田 衛

上浦 直樹・Ngo Khon Tri

昭和53年9月21日

第22回材料研究連合講演会

鋼材の疲労損傷の程度を早期に、すなわち微視亀裂発生以前に、非破壊で検出することは、実動中の機械の疲労破壊を予測することができるだけでなく、疲労機構の解明のためにも必要である。我々は、磁気ひずみ効果を利用して、軟鋼のねじり疲労の程度を早期に非破壊で検出する方法を研究し、実物測定を考え、軟鋼未焼鈍材については、実用できることを確認したが、今回は、その適用の範囲を広げることを目的として、材質、熱処理や表面仕上げの違いによる影響を実験した。

実験は、SS41 と S45C の未焼鈍材および応力除去焼鈍材を用いた。試験片に電流を流しこの試験片を振ると、試験片に巻かれた、サーチコイルに、逆 Wiedemann 効果により、誘起電圧を生じる。この出力を縦軸に、横軸にねじりモーメントをとると、試験片が疲労していないときは、履歴を示さないが、疲労と共に、履歴の面積が増大する。この履歴を磁気ひずみヒステリシスと名付けたが、これを測定して疲労を検出する。

実験の結果 SS41 の応力除去焼鈍材と S45C の未焼鈍材では、SS41 の未焼鈍材の場合と同じに、磁気ひずみヒステリシス—繰返数の曲線は、疲労の三階段に応じた曲線となったが、S45C の応力除去焼鈍材の場合には、これらと異なり、疲労過程後期に増加傾向が飽和した後、急減し破断に至っている。これは他とくらべ、疲労強度が大でしかも焼鈍しているため、材料が粘り強くなり、微視亀裂が入ってから、破断までの寿命が大きいため、この挙動が測定できたのだと思われる。

また、約35 μ の電解研磨処理の場合について実験をしたところ、(通常のエメリー研磨仕上の場合とくらべ)疲労寿命は伸びるものの、曲線の傾向は、殆んど一致している。このことは本検出法が表皮効果の深さ(この場合 600 μ 位)の範囲内の平均的な情報をとらえているためごく表面層の残留応力や仕上げ状態あまり影響されないことを示している。

航路と容量

Waterway and Traffic Capacity

田中 健一

昭和53年11月

日本航海学会創立30周年記念シンポジウム

「航路と安全」

航路における船舶の安全問題について、航路の交通容量という観点から論評を行った。この交通容量（以下、単に容量という）は、当所が、初めて海上交通に導入した概念で、当所の在来の研究では、その根底に閉塞領域（effective domain）という概念設定を行っている。

かなり広い可航幅を持った狭水道航路における航行船舶の実態観測結果から、この閉塞領域は、進行方向を長軸とする長軸ほぼ $3L$ 、短軸ほぼ $3L$ （ L は船の全長）の大きさを持った楕円図形で近似されることが分かった。しかし、可航幅が狭く、船が密集している航行条件のもとでは、この領域は、長軸 $3L$ 、短軸 $1.5L$ と極端に圧縮される状態になり得ることも観測されている。前者では、航行船舶は他船の拘束をかなり受けるが、自由性はいくぶん存在しているとみられる。一方、後者では、それが極度に阻害されていると推定される。

十分安全性を保った状態で、実際の航路を航過し得る最大交通量を実用容量と定めれば、これは、船の速度・他船の妨害拘束性などの要因から、いくつかの交通量（サービス交通量）に関するレベル（サービス・レベル）を設定し、適当なレベルを採用することによって決定されるのが妥当のように考えられる。前述の苛酷な航行条件のもとでの閉塞領域を基調とした容量もそのレベルの一つを示すことになるが、実用容量としては、これより、はるかに少ない交通量のレベルが適用されるべきであり、他船の妨害拘束性を表わす指標として、時間当たり操船回数を採用して、これから決められる交通量を実用容量としている例もある。

以上は、直線状航路を対象に検討したものであるが、このサービス交通量から実用容量へのアプローチは交差・合流・分岐を含む交差航路へ拡張適用されるべきで、このことは極めて有意義なことと思われる。

〈大阪支所〉

FRPの落錘衝撃試験

Drop Hammer Impact Test of F.R.P.

吉田紘二郎

昭和53年7月5日

プラスチック加工技術協会誌

第5巻第3号

中小型船の船体材料が、木材中心であったものが、FRPに移行しつつある現在、FRPの材料特性について各方面から研究が進められている。

FRPの工法が他材料の工法と根本的に違う点は、できあいの木材なり鋼材を切ったり接いだりして物を作るのではなく、現場で原材料を用い成形していく所にある。従って、FRPの場合の強度特性の表現方法や、試験法は当然違った観点から考えられなければならない。

FRP船が大型高速化されていくにつれ、材料の動的特性が特に重要視されつつあり、本文ではその内の衝撃強度について検討を行った。

シャルピー、アイゾットなどの振子式衝撃試験機でFRPのような積層材を試験する場合、試験機の構造や試験片（積層材のため板厚が規定値にならず、またJISで規定しているノッチを切った試験片は強化材であるガラス繊維層を切断するため試験法として疑問がある）による不合理が生じるので、試験法や計測法を検討しつつ落錘衝撃試験機を試作し、各種のFRPについて試験を行った。

実験の結果、想像されたように破壊様式によって材料の破壊吸収エネルギーは非常に左右されるが、一般に次のことが判った。

(1) 衝撃曲げ強さは、静的曲げ強さが低い試験材では、その2倍程度の値になったが、次第に静的曲げ強さに接近した。

(2) マットとロービングクロスを使ったFRPの衝撃値は、静的曲げ強度が上るにつれて増加する傾向にあるが、むしろ破壊様式による影響の方が大きい。

(3) 衝撃速度の影響は、衝撃曲げ強さ、衝撃値に対して余り顕著でない。

(4) 試料支持台間隔は試料の衝撃値に影響するため、さらに検討を要する。

水潤滑合成樹脂すべり軸受特性の研究

(小型船尾管軸受の低回転域特性の実験的考察)

Performance of the Water Lubricated Plastic Resin Bearings for Stern Tube Bearing

伊飼 通明・波江 貞弘・竹沢 節雄

昭和53年11月22日

日本機械学会関西支部第239回講演会

講演論文集

船尾管軸受には長年リグナムバイタ材が使用されてきたが、大型船においては軸受負荷の増大等の要請から油潤滑式ホワイトメタル軸受へ移行している。ホワイトメタル軸受は、負荷能力が高いなどの利点があるが、煩雑な封油装置を必要とする。一方近年、合成樹脂軸受が各方面で使用され、リグナムバイタ材にかわるものとして、特に小型船尾管軸受用に水潤滑による多くの合成樹脂軸受材が開発されつつある。しかし、船尾軸受としては実績は十分でなく材質による比較検討もなされていないようである。

そこで、船尾管軸受の焼付等で問題となる低回転域(10~160rpm)を対象として、数種の小型船尾管軸受材(軸受長さ l 100mm, 軸受内径 d 100mm ϕ)について摩擦特性を調べ、比較検討を行った。試験は、軸受圧力 P を 1~10 kg/cm², 潤滑水量を 10 l/min と一定にして行い、供試軸受材は超高分子ポリエチレン、ポリエステル、モノマーキャストナイロン、テフロン、フェノール(綿帆布積層)の5種類である。

1) 試験により、各軸受材の摩擦係数 μ について、軸受圧力 P kg/cm², 周速 V cm/s を変数とする次の実験整理式を得た。

$$\mu = \left\{ C_1 \left(\frac{1}{J} \cdot \frac{d \cdot l}{q_0} \right)^{c_2} P^{m+c_2} V^{n+c_2} \right\}^{\frac{1}{1-c_2}}$$

ここで、 J は仕事当量 (4.27×10^4 kg cm/kcal), C_1 , C_2 , m , n , q_0 は軸受材質によって定まる実験定数である。上記の計算式による μ の値を実測値に対してグラフ上にプロットすると、そのばらつきは各材質について最大 $\pm 30 \sim \pm 50\%$ の範囲内である。

2) 上式中の各定数 m , n に関して、本供試軸受の材質にかかわらず実験的にほぼ同程度の値が得られ、また、摩擦仕事 q は軸受接触点の温度と密接な関連があると考えられることから合成樹脂軸受の境界潤滑の機構あるいは焼付性との関係を今後検討する必要があると考える。

<東海支所>

反応度事故条件下における未照射燃料の破損挙動
Fuel Failure Behavior of Unirradiated Fuel Rods under Reactivity Initiated Accident Conditions

落合政昭・星 篤雄・稲辺輝雄・丹沢富雄

温沢周策・小林晋昇・斎藤伸三・石川迪夫

昭和53年9月

日本原子力学会誌 第20巻第9号

原研 NSRR において反応度事故条件下での新燃料の破損挙動を究明することを目的として炉内実験を行った。実験条件は 39~433 cal/g \cdot UO₂ の範囲であった。燃料棒は常温、常圧の静水雰囲気中にセットした。その結果以下の事項が明らかになった。

(1) 反応度事故条件下における燃料挙動は、発熱量の増加に伴い、被覆材の酸化・変形からクラック、分断による燃料破損、燃料の微粒子化に至る。酸化と変形のしきい値はほぼ同じで約 140 cal/g \cdot UO₂ である。クラックおよび分断は同一の発生機構によるもので、クラックの発生しきい値は約 260 cal/g \cdot UO₂ である。また、燃料の微粒子化のしきい値は約 380 cal/g \cdot UO₂ である。

(2) 被覆管の変形は、ペレットの熱膨脹が主因であり、発熱量の増加に比例して変形量は増す。しかし、発熱量が約 250 cal/g \cdot UO₂ 以上になると、被覆材の内面溶融により変形量は一段と増す。一方、これ以下の発熱量でもペレットの偏心などにより局所的には大きな変形が生じる。

(3) 被覆材の酸化量も発熱量の増加にほぼ比例して増す。クラック発生しきい値程度の発熱量では、酸化に加えて内面溶融による薄肉化のために被覆材は一部においては“zero ductility”であった。この事実より、動力炉の反応度時の安全評価の上でも、被覆材の脆性を評価する際には、その酸化量のみならず内面溶融などによる被覆材の薄肉化をも考慮すべきである。

(4) 被覆管のクラックによる燃料破損は、被覆材の脆性破壊で、被覆管の急冷時あるいはそれ以降に発生する。破損を生じさせる重要な因子は被覆材の内面溶融、脆化であり、加えてペレットと被覆管の結合である。ペレットと被覆管の結合は UO₂-Zircaloy 反応によって起り、ペレットが急冷時の被覆管の熱収縮を拘束することによって被覆管にクラックを生じさせる。

(5) 燃料分断の機構は、本質的にはクラックの発生機構と同一である。