

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈船 体 構 造 部〉

巨大船の事故を考える(1)

Some Considerations on Large Scale Ship
Disasters (1)

在 田 正 義
(昭和53年1月)

「海運造船港湾フォーラム」誌

大型船の海難事故が起きた場合、運輸省に設置された事故調査委員会は、専門的検討で事故原因の解明を行う。こうして出された結論に対し、船舶運航に実際に携わっている人々からは不満の声が出されることが多い。

本来船舶の安全航行は、建造、運航、検査、修理が有機的に結合されて始めて可能となるとの立場から、船舶運航者向けに、船体の構造上で安全に係わりのある諸問題を探り上げ、解説し、運航者の生の体験が建造、検査、修理に生かされる道をさぐる。

1. 構造物の破壊 鋼構造の破壊を延性破壊(座屈などを含む)、脆性破壊、疲労破壊に大別しその特徴を示した。

2. 溶 接 造船で用いられる種々の溶接手法溶接、重力式、サブマージドアーク、エレクトロスラグ、片面自動溶接の概要をのべた。全面的に溶接を採用したT2タンカーの建造と、多数の脆性破壊事故にふれ、溶接による船舶建造上の問題点を示した。非破壊検査のこと、こめ金溶接のことにもふれた。

3. 大型船の事故 小型船では、荷の積み過ぎ、バランスの悪さ、大しけなどによる転覆と、現象的には比較的単純であるのにくらべ、大型船では、もっと複雑で、未解明の部分の多いことを、かりふおるにあ丸事故後の研究を例に述べた。船側に波浪外力を受けた場合のウィングタンクの破壊様式が、荷物倉の鉱石の有無、ストラットの比強度で異なることを例にひいた。

4. 修理のむつかしさ NKの損傷報告を示し、ある年度建造の船舶の損傷率が他年度建造船に比し著しく高く、大規模な検査、修理を施したあとも、その傾向が変わらないことから、修理のむつかしさを述べた。

軽微な損傷の続発は、大事故の前兆であることを示す例とし、軽微損傷が百あれば、中規模事故が十、大事故が一あるという事故の一般法則を述べた。何ら裏付けなしに、軽微な損傷があっても大事故にならなければよいとする考え方の危険性を指摘した。

〈機 関 開 発 部〉

水ジェット推進側壁型ACVの特性について

On the Power Requirement of Sidewall ACVs
mounted Waterjet Systems

村 尾 麟 一
昭和52年11月11日

日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム

水ジェット推進側壁型ACVの動力特性からみた基本計画法を検討するために、現在までの研究によってえられた知見に基いて以下のステップで検討した。

1. 水ジェット推進側壁型ACVの動力推定法の確立
抵抗要因間の干渉を無視し加算的であると仮定して、矩形クッション平面形をもつ側壁型ACVの抵抗推定式を提案した。造波抵抗、側壁摩擦抵抗は理論考察に基づいて実験修正係数を導入している。スカート抵抗は実験データの考察によって整理された係数を用いた。

航行中の揚力はホバー時のクッション揚力と側壁の浮力に等しいと仮定する。

水ジェット推進系は全抵抗に等しい正味推力を発生させる必要があるが、フラッシュ吸込口について吸込圧力回復に及ぼす吸込速度比の影響を考慮し、吸込に

よる外部抵抗の変化は無視した。

動力特性は有効抗揚比（所要動力／重量×速力）に対して影響因子を全て無次元化して表現されている。

2. 動力性能推定計算

計算においては最初に揚力と重量の釣合いからクッション圧力を求め、速力を与えて所要浮揚動力、抵抗従って所要推力を求める。水ジェット吸込面積を仮定するとノズル面積と吸込流量の関係が決まるので、対応して推進動力が求まる。総合動力を最小にするような水ジェット吸込口面積とノズル面積の組合せを格子点法で求める。以上の手順によって設計速力が与えられたときに最適化された水ジェット推進系の要目と性能が求められる。

計算例として一定の全備重量をもち、クッション圧力、クッション長さ／幅比各2種の組合せによる4種の船型の動力特性を比較した。それぞれ有効抗揚比が最小になる最適速力があるが、クッション圧力の増加、クッション長さ／幅比の減少につれて最適速力は増大する。船型相互の性能均衡点も対応して変化するがフルード数が1.0以下の低速型では細長いクッション平面型1.0以上の高速型では幅広のクッション平面形が適していることが分かった。

側壁型ACVの水上推進特性

On the Propulsive Performance of a Sidewall ACV Model over Calm Water

佐藤 義

(昭和52年11月11日)

日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム

側壁型ACVの推進特性を明らかにするために行った水槽実験結果をまとめて、パネル討論のために問題点を提起する。全抵抗を空気形状抵抗、ファン空気吸込による運動量抵抗、クッション造波抵抗、側壁摩擦抵抗、スカート抵抗に分離し、特に抵抗におよぼす全備重量、側壁深さ、トリムの影響およびスカート抵抗、側壁濡れ面積の推定法についてのべる。

a) 抵抗にはその中間に顕著な hollow をもつ二つの hump がある。重量が大きい場合には Secondary hump ($F_n=0.38$) の値の増加が顕著である。 $F_n=$

(300)

0.38 付近の hump は後部スカートのスクープに起因する。

b) 側壁深さの増大に伴う抵抗増加はほとんど側壁摩擦抵抗の増加に起因する。

c) 航行中のトリムと抵抗の関係にはフルード数 (F_n) 毎に抵抗が最小になるトリム角が存在しており、航行中のトリムを常に抵抗が最小になるように調整すると、初期モーメントをホバー時水平になるよう与えたときに比べて Secondary hump で約30% 其の他の領域でも10~15%程度抵抗を減少させることが可能である。

d) 抵抗分離によると抵抗におよぼすトリムの影響はスカート抵抗 (D_{sk}) と造波抵抗 (D_w) によることが明らかになった。

e) ホバー水平条件は $F_n=0.38$ で造波抵抗に hump が見られなかったが頭下げの初期モーメントを与えると hump が表われる、これに対応してスカート抵抗が大幅に減少するため総合抵抗値は減少する。

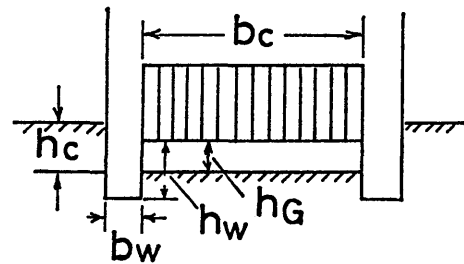
f) 側壁の濡れ面積は $F_n=0.38$ と 0.9 付近にピークが $F_n=0.5$ 付近に hollow がある。

g) 側壁の摩擦抵抗を求めるため航行中の濡れ面積の実験式下記を提案した。(記号は下図による)

$$\frac{S_w}{l_w h_c} = \left[4 \frac{h_w}{h_c} - 4 \frac{h_g}{h_c} \right] + 2e^{-F_n} + 4f_s(F_n) + 2 \frac{b_w}{h_c}$$

但し S_w : 側壁全濡れ面積 l_w : 側壁長さ

右辺第1項は充分早い滑走状態における側壁内外面の濡れ面積を、第2項は一般的な速力の時の平均的变化分を、第3項は波および姿勢による変化分、第4項は側壁底面の濡れ面積をあらわしている。



測壁モデル図

側壁型ACVの波浪中特性

Characteristics of a Sidewall ACV in regular Wave

北村 文俊

(昭和52年11月11日)

日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム

定張力曳航装置を用いて、側壁型ACV模型の正面規則波中における、縦揺れ、上下揺れおよび抵抗増加についての予備的な実験を行った。艇の条件は一定とし、速度については0.9m/sから4.5m/s、波長については2mから8m、波高は0.04mと0.08mの範囲で条件を設定した。

出合周期を横軸にとり波長をパラメータとするグラフで表現すると、出合周期0.7から0.8秒付近に、縦揺れ、上下揺れおよび抵抗増加のピークがみられる。特に縦揺れでは、縦軸の値は波と同じに艇が揺れた場合に1になるように無次元化してあり、出合周期が大きくなるにつれて縦軸の値が1に近づく傾向がみられた。また抵抗増加は出合周期が長くなるにつれて零に近づく。波高についていえば、これらの傾向は0.04mのほうがよくでており、0.08mではあまりはっきりいえない。波高0.08mでは揺れが大きくなりすぎて実験範囲が限定されてしまったことも理由の1つである。

今後は低い波高で実験範囲を広げてデータをとる必要がある。また本実験では、動揺は艇単体のものではなく、曳航装置までを含む系全体のものとなっているため、固有周期は大きくなっていると考えられる。これから艇単体の動揺をどのように推定したらよいかは課題の1つである。

水ジェット推進水槽実験について

Tank Tests of a Waterjet Propulsor

井 亀 優

(昭和52年11月11日)

日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム

水ジェット推進側壁型エアクッション船の基本計画の段階では、船体と推進装置の適合が重要な問題の一つである。特に吸込口・ダクト部の形状・流力的条件の影響が大きい。本発表はこの影響を解明するために

行った水槽曳航実験に関して、実験法の概要、これまでに得られた結果の考察について述べる。

初期の実験結果に基づいて実験法の一部を次の様に改良した。曳航中の水ジェットの吐出量を正確に計測するため、曳航台車に取付けた水槽に水を貯めて計測する方法を工夫した。これにより水ジェットの水面じょう乱が無くなるので、波高計測によって船体の造波抵抗を求めることができる。

これまでの実験の結果次のことが判明した。吸込圧力回復係数の最高値は、吸込口にフェアリングを付けることにより大幅に向上できる。またスクープによる吸込圧力回復係数の向上は、吸込速度比の大きい領域に限られ、吸込圧力回復係数に対するスクープの効果は少ない。一方吸込に抵抗係数に及ぼす吸込速度比の影響については実験の計測精度にいくぶん問題が残されており、したがって結果の解釈について考察の余地が大きい。

今後、吸込に伴う現象を解明するため、風洞実験を並用して検討する必要がある。

ACV

Air Cushion Vehicle

村尾 麟一

(昭和53年2月24日)

航空学シンポジウム

航空技術との関連に重点をおいてエアクッション技術の発展とACVの現状を展望する。

エアクッション技術の生いたちはホーバークラフト以前のいくつかの起源に遡ることができる。ジェットカーテンの構想は発明当時ホーバークラフトの成立に不可欠であると考えられたが、その後スカートの発明のために却ってメリットが失われてしまった。

海上利用についてはフルード数増大に伴う造波抵抗増大に対する新型式船の一種として評価する必要がある。側壁型ACVは将来広いシェアをもつ可能性がある。航空技術は水陸両用ACVのプロペラと浮上ファンとの連結駆動方式、首振りプロペラ方式、ストレッチとマルチ結合による大型化、側壁型ACVの水ジェットポンプなどの設計技術に寄与するところが大きかった。

航空利用に関してはエアクッション離着陸装置と、地面効果翼機に興味ある進展がみられる。いずれも小

型機における初期的可能性評価試験を経て、大型実用化の試みが行われている。

エアクション利用の重量物運搬バージあるいはプラットフォームは実用期に入って更に用途開拓が期待されている。

〈機 関 性 能 部〉

大形歯車の強さに関する負荷試験

Load Test of Reduction Gear by Means of a Large Test Rig

山倉康隆・横村武宣・岡崎正彦・瀬戸俊彦

(昭和52年10月26日)

日本舶用機関学会 第23回学術講演会

筆者らは先に無修正歯車の試験結果について発表したが、実機に使用される歯車は負荷や熱等による変形を考慮して歯は修正が施されている。今回は修正歯車に対して実施した試験の結果について発表する。

試験および計測項目は(1)負荷耐久試験, (2)歯部温度計測, (3)歯元応力の歯すじ方向分布, (4)騒音

試験結果

(1)負荷耐久試験: No. 1 歯車は, $K=350\text{psi}$, No. 2 歯車は $K=300\text{psi}$ でそれぞれ大歯車に小さなピッチングが発生した。これらのピッチングはその後, 負荷, くり返し数の増加に従い進展した。そこでピッチングの発生限界をピッチングの発生した点と考えると, No.1 歯車は $K=250\sim 300\text{psi}$ の間に, No.2 歯車は $K=300\text{psi}$ よりやや下に存在するものと思われる。

(2)先に求めた耐ピッチング限界より最大油膜応力 $P_{\max}(\text{kg}/\text{mm}^2)$ 最小油膜厚 (μ) , ヘルツ応力 (kg/mm^2) , 最大剪断力 (kg/mm^2) , 最大剪断深さ (mm) を求めると右表の通りとなった。

(3)歯部温度計測: 速度に対する温度変化は歯面に近い所では周速 10m/s につき $3\sim 4^\circ\text{C}$ となり, 負荷に対しては $K=100\text{psi}$ 増加ごとに約 $1\sim 4^\circ\text{C}$ の上昇を示した。

(4)歯元応力計測: 歯元のひずみ歯形は無修正歯車と同じであり, 歯すじ方向分布は $K=350\text{psi}$ の負荷においても歯溝側が大きく, 通常, 小歯車が曲げとねじ

K値 psi	最大油膜 応力 (kg/mm^2)	最小油膜 厚さ (μ)	ヘルツ 力 (kg/mm^2)	最大剪断 力 (kg/mm^2)	最大剪断 力(深さ) (mm)
250	43.5	1.2	41.8	12.6	0.234
300	49.0	1.15	45.9	13.8	0.255
350	54.0	1.08	49.5	14.9	0.275

りにより荷重が増加するに従い両ヘリックスのベース側の歯当たりが強くなるという計算結果と傾向が異なった。

(5)歯の修正: 曲げおよびねじれによる変形を考慮した小歯車の修正に, 温度計測から得られた歯の温度による変形を考慮すると修正量は大きく変化し, 温度による変形が無視出来ない程大きな量であることが判った。

砕氷船とその機関

Ice-Breaker and its Engine

植田 靖夫

(昭和53年1月)

「機関長コース」誌

我国では「ふじ」が唯一の本格的砕氷船であるが, 海外の砕氷船はその規模も大きく多彩である。北極圏でも南極圏でも, 地下埋蔵資源の問題が関係国の重要関心事となっており, これらの地を海上から制覇する砕氷船の増強が計られている。我国もこれに関連して「ふじ」の代船の建造, 或は耐氷商船の海外需要の発生ということで, 砕氷船に関心が持たれるところである。そこで砕氷船の概要について紹介する。

砕氷船が対象とする海面の氷には各種の場合があって, 砕氷船は船首で押割るなり, チャージング砕氷で前進する。氷自体を破壊する技術も研究中である。船型は機関の大きさ運動性能, 対象航路の水深などで決まり, お椀型になるのが常である。氷の抵抗に打勝つため, 大馬力が必要であるが, 排水量に対して大体の比率がある。馬力だけが大き過ぎても困ることがある。

機関は負荷変動が大きいので, 信頼性のある機関がある程度の余裕ある出力範囲で使用すべきであろう。その他ガスタービンをブースター用に使うことがある。ガスタービンとC P Pの組合せの場合も特例として建造された。蒸気タービン, 原子力機関の例もあるが大部分は直流電動機推進である。

軸は信頼性確保のために3軸とするのが理想である。プロペラに氷塊が当たって損傷を起す例が多いので、硬質材料でプロペラは作られる。軸を曲げた例もある。

船尾管軸受はゴムまたは合成樹脂軸の場合が多く、ホワイトメタルの例はない。合成樹脂船尾管軸受を再検討の必要があろう。

「第2ふじ」は輸送能力が要求されるが、海外の砕氷船は砕氷専念の構造となっている。経験の乏しい我国技術陣としては設計に際していろいろと迷うことが多いが、立派な新船の出現を切望するところである。

油水分離器の入口条件の研究

Oil Drop Size Distribution in Inflow of Oily Water Separator

渡 辺 和 夫・加 藤 寛・植 田 靖 夫
(昭和53年2月)

日本船用機関学会誌 第13巻第2号

船用油水分離器として現在実用されている分離方式はろ過体方式も含めてそのほとんどが自然重力に基づく比重差分離方式であり、分離器入口における油水系中の油粒子の粒径分布は分離器性能に影響を及ぼす主要な因子の一つと考えられる。この意味でポンプの機械的かくはんが油水分離器入口油水系の油粒子分布状態に与える影響を調査することは、分離器設計の上からも必要な事項である。

本研究では、重油から軽質油を含む油種、水種、油濃度、ポンプ種類を適宜変えて機械的かくはんによる各種油水系の油粒径分布を実験的に求めた。調査にあたり、油水のかくはんには主として実機ポンプを使用した。軽質油に対しては卓上ミキサーも用いた。油粒分布の計測は卓上ミキサーのかくはん試料に対してはハイアック自動微粒子計測器を、また実機ポンプのかくはん試料に対しては油粒子浮上筒を用いた。これは筒内に封入した試料中の油粒子が水中を浮上する場合、ストークスの式が適用できることを前提としている。300, 250, 200, 150, 100, 50, 25 および 10μ の各油粒が筒の最低面から $h=500$ の採液コックの高さまで浮上するに要するそれぞれの時間ごとに試料を採取し各試料の油分濃度と試験ポンプから浮上筒へ流入した油水中の油分濃度 C_0 の比を求めて油粒径分布曲線(静置浮上曲線)を作成した。以上により、試験条

件ごとの油粒径分布曲線が得られたが、これらの比較によってうず巻、歯車および往復動の3種類の実機ポンプによる油の微細化状況ならびにB, Cの各重油、灯、軽の代表的軽質油と清水(水道水)、または合成海水との組み合わせによる油の微細化状況の概要を明らかにした。また、平行板と造塊用材エレメント併用方式の実機油水分離器が1,000rpm以上で回転するうず巻ポンプでかくはんした軽質油水に対して示す分離性能の一例もB重油と比較して示した。

水面上に流出した軽質油膜について

Light Refined Oils Discharged on Water Surface

波 江 貞 弘・植 田 靖 夫・山之内 博
(昭和53年2月)

日本船用機関学会誌 第13巻第2号

IMCO(政府間海事協議機構)の1973年国際条約では、原油、重油に加えナフサ、ガソリン、灯油、軽油といった軽質製油も油類に含めて規制の対象とすることになったが、これら流出油膜の経時拡散については原油、重油を対象としていくつか研究例があるが十分とはいえず、また軽質油に関しては今まで検討された例があまりない。本研究は原油、重油に関する研究結果を参考にしながら、軽質油で問題となると考えられる蒸発速度、水中溶解性を中心に実験的に検討し、またタンク洗浄水などにおける薄油膜の光学特性について考察を行ったものである。

同一条件下で放置した場合、油膜の蒸発による散逸速度および散逸量はナフサが最も大きく、次いでガソリン、灯油、原油、軽油の順になり、空気流速の増加とともに散逸も速くなる。

水中溶解成分は一般に軽質炭化水素が多く、ガソリン、ナフサ、原油などでは軽質芳香族も多く溶解する。クセノンランプで照射すると、特に灯油、軽油で溶解量が増加するがこれは酸化物によるためと推定される。大気に開放された水槽では水中への溶解濃度は密閉容器内におけるほど大きな値ではないが1ppm弱の値が検出された。

薄油膜の反射率について計算値と実測値はほぼ一致する結果が得られ、また目視との比較から「sheen」状態の定量化に関する基礎資料が得られた。

船用ディーゼル機関の排気計測

Emission Measurements of Marine Diesel Engines

山岸 進・塚原茂司・塩出敬二郎・

桑原孫四郎・杠 好秋

(昭和53年2月)

日本船用機関学会誌 第13巻第2号

港湾および内海での船舶からの排気は大気汚染に少なからず影響するだろうと考えられる。地域的な環境アセスメントが進むにつれて、船舶も遠からず規制の対象となる事が予想される。本報は現在船用機関に関する排気測定データで公表されているものが極めて少ない事にかんがみ、排気測定上の問題点と機関運転条件が排気組成に及ぼす影響に関して行った基礎的実験結果について述べたものである。

3 測定法 NO₂の水による脱落に関しての測定上の留意点と、大気湿度とNO_x測定値のばらつきに対する補正式を示した。

4 燃料と排気組成 燃料中の硫黄分、窒素分の転換率は運転条件によって大きくは変わらない事が実験で確認された。

5 運転条件と排気組成 船用特性、噴射タイミング、バルブオーバーラップ量、給気温度の諸量に対する排出NO_x濃度の相関関係を示す実験例を掲げた。

6 燃料・水エマルジョン燃焼 NO_x対策の一方法として考えられている水、エマルジョン噴射によってNO_x濃度が低下が低下する事が確認された。水分40% (体積) までのエマルジョンについて実験を行い、NO_x濃度が約1/3に低減した例を示した。

以上、船用ディーゼル機関の排気測定について計測法並びに運転条件に対する特性の一端を明らかにした。

Diagnosis of Engine Trouble by Fuzzy Logic

あいまい理論による機関故障診断

村山雄二郎・黒須 顕二・稲坂富士夫

寺野 寿郎・塚本弥八郎

(昭和53年6月12日)

第7回 IFAC World Congress

本論文は、機関故障の主成分分析と、あいまい理論

(304)

による新しい診断アルゴリズムの開発について述べている。機関故障の主成分分析は、3年間にわたる120隻の商船からの報告を、89項目に分類して行った。各項目には、故障の場所、種類、被害、検出法、運転員による初期の段階の診断、対策処置、経済損失等が含まれている。結果として、どのような種類の故障を防げば最も効果的か、また、どのような性能が安全系に要求されているかが、明らかになった。

この結果に基づいて、あいまい理論による新しい診断アルゴリズムが開発され、ディーゼル機関の故障診断の例が示されている。診断にあいまい理論が採用された理由は、機関故障時には、主観的で、かつ、あいまいであるところの、人間による異常検出や、行動決定が、大きな部分を占めるからである。当診断系は、機械系による検出も人間の感覚による検出も一緒にして扱っている。その為に、新しく、あいまい理論関係の逆演算法が開発され、診断アルゴリズムに使用されている。診断系へは、計器の読みや、運転員の感覚でとらえた症状等が、機械の検出系からの信号と同列に、それぞれの確信度に応じて入力される。診断結果は、CRT上に短文で表わされ、運転員は故障の場所、原因、処置を知ると同時に、診断結果のあいまいさの程度をも知る事ができる。更に、診断のあいまいさを減らす為に観測すべき箇所が指示され、観測結果を再入力する事によって、診断の確度を高める事ができる。

〈 艦 装 部 〉

FRP製耐火救命艇の耐火断熱性について

Fire-Resistance of FRP Life Boat

長 田 修

昭和52年10月13日

日本航海学会第57回講演会

第拾雄丸等の事故にみられる如く、タンカーが衝突、座礁した場合、海面火災が発生し多くの人命が失われる可能性がきわめて大きい。

近年国際的にもタンカー用耐火救命艇積載の機運がもりあがりつつあり、我が国でも当所で1964年より鋼製耐火艇の研究を開始し、1968年には日本船用機器開

発協会がFRP製耐火艇の火災実験を行っている。

本研究の大部分は当所と日本船舶品質管理協会との共同研究（耐火救命艇分科会主査，竹鼻東大教授）によるもので，本船装備のFRP製耐火救命艇が火災海面を突破して脱出するために必要な要件を求める事を最終目的とした。

耐火艇の艇体材料として使用されているFRP材は自己消火性向上のため三酸化アンチモンおよび塩化パラフィンを添加した不飽和ポリエステル樹脂と約30%のガラス繊維により板厚8mm前後に成型したもので，鋼材に比べ断熱性は格段と優れている。しかし発煙温度ならびに引火温度は低いため耐火艇として使用するとき，その表面を散水により冷却する必要がある。

実験はイ) プロパンガス燃焼式試験炉（炉内寸法：高さ1.4m，幅1m，奥行1m）の開放鉛直面に高さ0.75mの試験片を流下水膜で覆った場合，ロ) 長さ2m，幅1.4m，深さ1mの模型艇が11.4×15（m）の油火災実験用水槽内にある場合のそれぞれにつき各種条件下で数回宛行い，火災状態，外板の表裏温度，艇内気温，ふく射熱，艇の焼損状態，艇内への貫流熱等を調査し，艇および乗員が安全に退避できるために必要な艇の冷却散水量を求めた。

模型艇の火災実験の結果，火災温度は最高1000～1200℃に達し，水槽の端より10m離れた位置でのふく射熱は最高3,000kcal/m²h以上を示した。艇内気温の上昇は散水なしの場合約200℃，外板水膜厚さ0.6mmの場合約20℃程度であり，艇の全外表面が火災時においても水膜で完全に覆われていれば艇の焼損はなく，その必要水膜厚さは約0.6mmであった。

なお火災による艇内への伝熱は主としてふく射によるもので非定常状態のため数分間程度であれば大部分の熱量はFRP外板に蓄えられる事が分かった。

当部で行った火災事故例の研究結果も，やはり上記2方法の範ちゅうに入るものであるが，この研究で収集された資料の中より火災の継続時間に着目して見ると，この数値は極めて精確であり，また火災継続時間は火災の寿命を表わすと考えられる。すなわち，船舶火災の条件はそれぞれ異なるが，一定条件のものは等しい寿命分布をなし，それは火災という事象が故障をおこして寿命がつきる確率であると考え，信頼性の概念を応用することが出来る。従って信頼性という故障率は消火率に信頼度は火災の継続確率にそれぞれ相当する。

収集資料より100G.T.以上の鋼船を選び，最近の重大事故を含めた80件について寿命分布を調査してみると，船舶火災は次の3種類に大別出来，それぞれがワイブル分布をなすために故障型を推定することが出来た。

1. 小型船火災 100G.T.以上3,500G.T.以下の貨物船およびタンカーの火災で初期故障型である。いわば消火しやすい火災といえる。
2. 中型船火災 3,500G.T.以上20,000G.T.以下の貨物船火災で，約6割が初期故障型，4割が摩耗故障型である。典型的なバスタブ型寿命分布を示し，偶発型故障期以降の消火は極めて難しい。
3. 大型船火災 20,000G.T.以上のタンカー火災で，環境破壊として社会的にも大きな影響を与える事故である。火災寿命が1時間以下のもの，1～10時間のもの，10時間以上のもので故障型が異なり，特に10時間以上の消火は極めて難しい。

以上の分類によって各火災条件が異なると推定されるため，消火率が高く火災寿命の短い故障型となる条件を求めることにより，火災の信頼度を低下させることが出来よう。

船舶火災事故に対する信頼性解析

Reliability on the Ship's Fire

翁 長 一 彦

昭和52年12月

日本造船学会誌 第582号

海難事故の調査解析方法としては，個別的な事例解析かまたは統計的解析が試みられているが，事故の資料が不明確なことが多いために，何れの方法も十分な結果を得るまでには至っていない。

〈海洋開発工学部〉

大型起重機船の安全に関する実験的研究

Experimental Study on the Safety of Large
Crane Barge

安藤 定雄

(昭和52年11月)

「作業船」誌 第114号

大型クレーンを装備するパイプラインバージ、デリックバージ、および起重機船の安全性に関する基準は現在小型揚貨装置関係や陸上クレーン関係の基準を適用する以外にない。

そこで、大型クレーンを装備した作業用船舶の作業限界、構造強度ならびに安全性などを検討する基礎資料として、船体運動による、クレーンに吊り下げた荷重の振れ、吊り下げ索に働く張力、バックスティワイヤに働く張力およびクレーンジブの歪などに関する応答特性を実験的および理論的に求めた。

実験では、クレーンを強制動揺装置に取り付け、動揺中心、ジブの俯仰角、吊荷重、吊り下げ索の長さ、動揺振幅、動揺周期、バックスティワイヤの荷重および動揺方向を系統的に変化させてクレーンを強制的に動揺させた。

計測した項目は吊り下げ索の張力、吊り下げ荷重の振れ角、バックスティワイヤの張力、ジブの歪、強制動揺モーメントおよび強制動揺振幅などである。そして、クレーン模型を強制的に動揺させて得られた計測項目の周波数応答特性を求めると同時に、実験値とよく一致する非線型を考慮した理論式を導いた。

その結果、今回実施したクレーン模型の強制動揺試験において求められた吊り下げ荷重の振れ角、吊り下げ索の張力、バックスティワイヤの張力、強制動揺モーメントなどに関する周波数応答特性は今回提示した理論式を用いれば、高精度に周波数応答特性を予測することが可能となった。また、吊り下げ荷重がない場合のジブの転倒を予測する簡便式をも提出することが出来た。

〈共通工学部〉

磁気的方法による残留応力の測定

Residual Stress Measurement of Magnetic
Method

岩柳 順二・安福 精一

(昭和53年2月)

「応用物理」誌 第47巻第2号

構造物に生じている残留応力は、構造物の強度に大きな作用をおよぼすにもかかわらず、その非破壊的測定は非常に困難である。磁気ひずみ効果を利用する残留応力測定法は、鋼材の残留応力、とくに内部の応力分布の非破壊的測定法としては唯一のものである。巨視的残留応力ばかりでなく、微視的残留応力についての情報が得られるのが特徴である。

直流高磁界中においては、磁気ひずみ効果に対する塑性変形の影響は小さい。磁束密度および可逆透磁率と応力との関係は、応力の正負の範囲でよい直線性を持っている。応力感度は、磁界、組成、熱処理などできまり、これらの因子に対する依存性は比較的小さい。炭素鋼では、0.8% Cで40%感度が低下する。これらの性質を利用して、巨視的残留応力が測定できるばかりでなく、小振幅、可変周波数の交番磁界をコイルによって直流磁界と同時に加えることにより、表面の残留応力分布までも、丸棒などの簡単な形状の物体について解析することができる。

表面に押し当てて応力測定が可能で、一般構造物用のプローブ形残留応力測定器を試作した。プローブ直径10mmで、1kHzの交番磁界を使用し、主応力差および主応力方向を求めることができる。直流高磁界を加えることができないため、弾性範囲では応力と出力は一対一に対応するが、塑性変形後は、加工履歴によって出力が変わる。これは、磁氣的に微視的残留応力が検出されるためであり、結晶方向に対する降伏応力および磁気ひずみ効果の異方性によって説明される。プローブ法による巨視的残留応力の測定には、さらに研究が必要である。

〈東海支所〉

**Neutron Energy Spectrum Determination
for Irradiation Damage Study of Reactor
Structural Materials**

原子炉構造材の照射損傷のための中性子
エネルギースペクトル決定

竹内 清・三浦俊正・山路昭雄
(昭和52年10月3日)

Second ASTM-EURATOM Symposium on
Reactor Dosimetry

原子炉構造材のうち特に压力容器の照射ぜい化を精度よく推定する方法の確立が、原子炉の安全性から大きな研究課題になっている。一般に压力容器の照射ぜい化は 0.1MeV 以上の高速中性子によってもたされる。そこで、まず軽水炉の压力容器を模擬した供試体の前面、内側および背面で実験により速中性子エネルギースペクトルを決定した。実験は2ケースであり、その第1のケースは5, 10, 15cm厚の鉄板を日本原子力研究所の J R R-4号炉の水中に設置して放射化法により 1 MeV 以上の高速中性子の反応率を測定したものである。他のケースは船研、原船団および原研の共同研究による原子力船「むつ」遮蔽改修のためのモックアップ実験の報告書の中の実験 1. 压力容器と1次遮蔽体間の隙間に関する実験で、やはり放射化法により 1 MeV 以上の反応率を測定したケースであり、これを利用した。これらの実験結果は PALLAS 計算で压力容器の中性子エネルギースペクトル算出の精度検証として使用された。1次元および2次元 PALLAS で压力容器を模擬した実験を解析しその計算精度を確かめておき、次にすでに算出してあるはじき出し断面積 (displacement cross section) を鉄材前面、内側および背面における中性子エネルギースペクトルに掛けて中性子による鉄原子のはじき出し数を中性子エネルギーの関数として求めた。その結果、压力容器内面上では 2~7 MeV の高速中性子が、また压力容器内側では 0.2~7 MeV の中性子が、さらに压力容器背面上では 0.2~0.7 MeV の中性子が照射損傷に最も寄与することがわかった。なお 0.1MeV 以下の中性子による照射損傷への寄与は数パーセント以下であることもわかった。

**A Two-Dimensional Benchmark Experiment
for Neutron Transport in Water**

水中の中性子輸送に関する二次元
ベンチマーク実験

三浦俊正・竹内 清・山路昭雄
(昭和52年12月)

Journal of Nuclear Science and Technology

2次元形状に対する中性子透過計算の精度検証のための標準データを得ることを目的として、水中の2次元 (R, Z) 空間について、速中性子エネルギースペクトルおよび熱、熱外中性子束空間分布を測定した。実験は日本原子力研究所の J R R-4号炉, No.1 プールにおいて行った。測定は放射化法によって行い、速中性子に対しては $^{115}\text{In}(n, n')$, $^{115\text{m}}\text{In}$, $^{58}\text{Ni}(n, p)$, ^{58}Co , $^{64}\text{Zn}(n, p)$, ^{64}Cu , $^{27}\text{Al}(n, p)$, ^{27}Mg , $^{54}\text{Fe}(n, p)$, ^{54}Mn , $^{24}\text{Mg}(n, p)$, ^{24}Na , $^{56}\text{Fe}(n, p)$, ^{56}Mn および $^{27}\text{Al}(n, \alpha)$, ^{24}Na の8種類のしきい反応を用い、熱、熱外中性子に対しては $^{197}\text{Au}(n, \gamma)$, ^{198}Au および $^{63}\text{Cu}(n, \gamma)$, ^{64}Cu 反応を用いた。測定が行われた空間領域は炉心タンク壁より水平方向に20から60cm, 炉心中心から上方向に0から50cmの範囲である。8種類のしきい反応から得られた反応率は繰り返し法による SAND-II コードを用いてエネルギースペクトルに変換した。この計算で必要な初期スペクトルとしては核分裂スペクトルを用いた。しきい反応の断面積としては SAND library, ENDF/B-IV および UK data file のものを用い、断面積の結果におよぼす影響も調べた。繰り返し回数は SAND library の場合16回, その他の場合12回とした。この様にして約 1 MeV から 11MeV の領域のエネルギースペクトルが求まった。熱、熱外中性子束は 1/E スペクトルの仮定を行って Westcott 法に基づいて求めた。この仮定は結果と矛盾しないことが確かめられた。得られた実験結果を用いて2次元輸送コード PALLAS-2D による計算の検討を行った。計算値と実験値の一致の程度は速中性子スペクトルではファクター2以内, 熱、熱外中性子束ではファクター1.5以内であった。速中性子スペクトルにおける実験と計算の差の原因としては角度分点のとり方および ray-effect が考えられ、それらについて検討を行った。

放射線遮蔽計算の現状と問題点

Present Status and Problems of Radiation
Shielding Calculations

竹内 清
(昭和53年3月)
「原子力工業」誌

放射線遮蔽計算に使用されている各種の計算手法について歴史的に概観し、最近信頼性の高い遮蔽計算法として注目を集めているディスクリート・オーディネート法とモンテカルロ法に的をしばって議論をする。そこで最近10年間に遮蔽計算コードとして開発され我国で使用されている計算コードを図表の形でまとめ簡単な概要を付け加えた。

次に、遮蔽設計計算上特に注意すべき問題点を表の形にまとめて概要を付け加えた。すなわち、放射線ストリーミング問題、二次放射線（ガンマ線）源問題、放射線損傷および熱発生問題等についてである。

さらに、計算精度については、まず除去・拡散法の場合は拡散パラメータの調整により実験値に一致させること、これに対し輸送コードの計算精度は①線源評価、②遮蔽問題の計算モデル設定、③計算方法、④使用する核データの誤差等により決まることを述べ

る。このうち③計算法による誤差について検討を加える。特に一般に使用されているディスクリート・オーディネート Sn コードについて、方程式の積分方法をダイヤモンド差分法によっていることによる計算誤差、およびルジャンドル展開有限項打ち切りによる負の放射線束算出について述べる。

次いで、遮蔽計算の各論に入り、1)遮蔽透過計算についてディスクリート・オーディネートコードによる場合の使用上の注意点について述べる。2)散乱および反射計算については特にアルベルドモンテカルロコードの有用性とアルベドデータ算出上の注意を述べる。3)放射線ストリーミング計算については、モンテカルロコードで実施する場合の統計誤差減少の各種の手法について記し、一方、ディスクリート・オーディネートコードでは間隙形状と角度分点のとり方について述べる。4)核融合炉遮蔽計算については特にトカマク型形状のモデル化と最適遮蔽をとり上げる。5)スカイシャイン計算ではレイ・エフェクト軽減法や地面からの反射の計算について記す。6)放射化および放射線加熱計算ではチェーンアクティビティや中性子ケルマ係数算出について記す。7)使用済核燃料輸送容器遮蔽計算では放射線源算出と中性子-ガンマ線結合計算について述べる。