

## 所外発表論文等概要

### <推進性能部>

#### Characteristics of Propeller-Excited Vibratory Forces on Fishing Boats

漁船のプロペラ起振力の特性について

上田 隆康・高橋 肇

昭和52年10月20日

International Symposium on Practical Design  
in Shipbuilding (PRADS)

近年の漁船は推進機関の高馬力化の傾向が著しいが、この高馬力化の影響と思われる諸種のとも廻り事故の発生が最近問題になりはじめ、事故の原因と対策に関する調査を実施する必要性がたかまって来た。そこで当所推進性能部では主として日本造船研究協会との共同研究として“高馬力船の船尾構造に関する研究”と言う課題のもとに3種類の漁船の模型船により主としてプロペラ起振力に焦点を絞った研究を実施した。実験対象の漁船は遠洋底曳網漁船、まぐろはえ縄漁船、漁業指導船であり研究実施内容は次の通りである。3隻のこれらの模型船(長さ6~7m)により、プロペラ位置での伴流分布、プロペラ上方の船底における変動圧力、プロペラ1翼における1回転中の負荷変動などを計測した。さらに、遠洋底曳網漁船では、北方海域における曳網状態の操業中に、追波を受けて激しい船尾振動を起こすと言う報告を受けたので、曳網状態を想定した波浪中実験を実施し、船尾変動圧力、プロペラ翼負荷変動の計測のほかに、プロペラ周辺の観測も行った。漁業指導船を除く2隻の実船について船尾変動圧力を計測し、サーフェス・フォースを求めた。さらに模型船の伴流分布をもとにベアリング・フォースを理論計算によって求めた。このような実験と計算を実施することによって多くの重要な結果を得た。プロペラ位置での伴流分布については、大型船には見られない極めて強い不均一性があり、これが、強い船尾振動を起こさせる有力な1原因となっている。実船で計測された大きなサーフェス・フォースは、不均一性の強い伴流分布に起因して発生している強い非

定常キャビテーションにもとづいている。ベアリング・フォースの理論計算値は実験値とよく一致することを確認した。漁船のベアリング・フォースは異常に大きなものがあり、軸系に悪影響を与えていることが判明した。プロペラ翼数がプロペラ起振力に与える影響を調査し、重要な結論を得た。遠洋底曳網の曳網中のプロペラは荷重量が大きくなっているが、さらに追波を受けての船体運動が加わると、プロペラ起振力がかなり増加することが実験で確認された。船尾喫水を深くすればこの増加を抑えることが出来る。

プロペラ起振力の軽減対策についても6種の具体例を示した。

### <運動性能部>

#### 強潮流域における船の転覆について

##### —Shear Flow 中の船体運動の計算による解析—

On the Capsizing of a Ship in Strong Tidal Current Area

—An Analysis of Ship Motions in a Shear Flow on the basis of Calculation—

小川 陽弘

昭和52年5月25日

日本航海学会講演会

強潮流時の来島海峡での船の転覆事故に関連して、潮流の主流と、島によって生ずる逆流ないしは停滞水域との間にできる境界、いわば shear flow を、船が横切るときに転覆する可能性があるか否か、あるとすればどのような条件のときか、等を計算によって調べた。

静水中の船の運動を適当な仮定の下に整理すると、水平面内の運動と横揺との4式で表わされる。平面運動は従来から操縦運動の解析に用いられているものと同じ形の式で、これは一様流中の対地運動の式に変換できることは、著者がすでに明らかにしている。

shear flow の境界の状態に関して次のような仮定を設けた。(1) 幅は一定とする。(2) 境界の外側の流れは一様とする。(3) 境界内の流速は幅方向に直線的に変化するものとする。(4) 流れはすべて平行とする。(5) 流れは船の存在によって乱されないとする。

境界の中での平面運動により船に働く流体力は、拘束模型実験によるものを用いて一様流中と類似の方法で求めた。横揺運動は、横揺抵抗係数、復原力曲線、平面運動の流体力等を、それぞれ必要な変数の関数として表わし、それらに基づく力を用いて計算した。全運動の計算は時間間隔 0.1 秒の Euler 法で行った。

計算の対象とした船は、実際に転覆したセメント運搬船で、長さ 79m、満載出航状態での  $GZ_{max}=0.12$  m である。基礎的条件として、操舵なしで流れのない所から流れの中へ進入する場合をとり、運動の経過、力の成分等を解析し、各種の条件が最大横揺角に与える影響を調べた。

結論として、転覆の可能性はあること、転覆は極めて短時間に起こること、従って dynamic stability が重要であること、shear flow と平面運動による流体力が最も大きい影響を持つこと、等が明らかになった。

### Capsizing Experiments of Fishing Vessels in Heavy Seas

荒海中における漁船の転覆実験

高石敬史・川島利兵衛・土屋 孟・山越康行

昭和52年10月19日

International Symposium on Practical Design  
in Shipbuilding (PRADS)

漁船の海難防止のため荒海中における転覆現象を模型実験により調べた。対象とした船型は 150 トン型捲網漁船の在来型及びその改良型の 2 隻である。長さ 2 m 模型船を用いた実験は、北海道の大沼湖の自然の風波中及び船舶技術研究所の角水槽の人工波中で行われた。模型船の試験状態は、2 種類の載荷状態に対し GM 値を 2 種類変化させたり、ブルワークの放水口を開或は閉にした状態を組合せたものである。水槽には有義波高が実船換算で 3.7m~5.1m、平均周期が 6.2~7.8 秒の 3 種類の不規則波を発生させた。

実験では縦揺れ・横揺れの船体運動が記録され、転覆現象が 8 ミリシネで撮影された。そして船体運動を

(210)

スペクトル解析したほか、転覆頻度を波浪条件、波との出会角等をベースにして集計した。実験の結果、次のような結論を得た。

- (1) 漁船の転覆のモードには 3 種類ある。即ち
  - a) 甲板上の大量の打込水による転覆
  - b) 斜め追波中における連続した大波浪による転覆
  - c) 追波中における復原力喪失による転覆、である。
- (2) 幅の広い甲板と低い乾舷を持つ供試船のような船では、斜め追波中航走状態にて、海水打込、大角度動揺などが起り易く転覆の危険が最も大きい。
- (3) 低乾舷、高ブルワークの船の安定性を判定するためには、従来の  $C_1$ 、 $C_2$  係数のほかに打込水影響を考慮した指数  $C_3$  を加えるのがよい。
- (4) ストリップ法による船体運動計算と、線形重ね合わせによる不規則波中応答スペクトル推定は、実験結果とよく合っている。
- (5) 漁船の復原性判定は、斜め追波や追波中の転覆要因も考慮するよう改良されるべきである。
- (6) 自航模型船による転覆実験は、現象の把握のために有用であり、今後さらに各種船型に対して実験を行うことが望ましい。

この研究は、北海道大学水産学部、船舶技術研究所および水産庁漁船研究室が共同して行ったものである。

### <船体構造部>

#### 脆性破壊について

#### Brittle Fracture

長 沢 準

昭和52年10月

「予防時報」誌

船舶をはじめ鋼材を使用する各種構造物においては、設計段階において脆性破壊に対する検討を欠かすことはできない。脆性破壊の危険性は瞬時にして構造物全体を破壊に至らしめるような大破壊に拡大するので、事故による被害が莫大になる可能性があることである。脆性破壊の現象は、第二次世界大戦中において米国のタンカーが相ついで損傷事故を起したことで各国で大きな反響をよんだ。

船舶のみでなく、溶接構造物が急速に大型構造物へと応用され始めたこの時代において、各種の構造物にも脆性破壊事故が続いて発生した。

脆性破壊発生の主要な原因は低温と切欠の存在にあるので、構造物に構造的あるいは工作的な切欠が存在している場合は、これらが低温に曝されると脆性破壊の発生する危険性がある。脆性破壊がどの程度の切欠でおこるか、どの程度の低温でおこるかについては、これまで長い間の実験的研究によって、通常の鋼材であれば十分な資料がえられている。

このような材料の脆性破壊特性を求めるための各種の材料試験法が次々と考えられ、これらの試験法による結果と実際の事故例との相関を解析することによって、いくつかの合理的な試験法が確立されている。

最近においては有限要素法などの応用によつて計算あるいは理論的に脆性破壊の機構を解明できるようになってきている。これらの研究は破壊力学と称されるもので、ある大きさに成長したき裂が脆性破壊に結びつくか否かを定量的に判断し、その結果から構造物に内在する欠陥の評価を行い、材質、工作、検査補修などの問題の検討に役立たせようとするものである。

#### 遅れ破壊に関する一つのモデル (第1, 2報)

##### A Thermodynamical Theory of Delayed Fracture (1st & 2nd Report)

松岡一祥・藤田 譲・野本敏治

昭和52年10月7日

日本溶接学会 昭和52年度秋季全国大会

鋼の遅れ破壊を定量的に取扱いうる理論は多くの研究者の努力にもかかわらず未だ確立されているとは言えない状態であり、実用的な理論が求められている。そこで本論文第1報において幾つかの仮定のもとに鋼の遅れ破壊を比較的容易に定量的に取扱いうる一つのモデルを提示した。

モデルは水素の挙動に関するものと、水素による脆化機構に関するものに別けられるが、熱力学的表現によりその二つは統一的に取扱われた。さらに、本モデルにおいて用いられる材料定数の決定法を示した。

第2報においては、先に示したモデルにより解析を行い(丸棒の引張試験における水素脆化現象および切欠き付き板の定荷重三点曲げによる遅れ破壊)、モデルの妥当性を評価した。

解析結果と、Hobson, Bastien 菊田らの実験結果との比較より、本モデルが妥当なものである事を示した。

本モデルは、丸棒の引張試験により材料定数を決定すると、数値計算などにより一般の遅れ破壊を解析出来るという大きな利点を持っている。

#### 通航船舶の橋脚衝突時の圧壊強度について

##### A Study on the Collapse of Ship Structure in Collision with Bridge Piers

有田喜久雄・長沢 準・谷 政明・岡 修二

昭和52年11月10日

日本造船学会

最近、船舶量の増加、長大橋の架設あるいは海洋構造物の出現とともに、船舶の航行安全対策の必要性が一層大きくなっている。本論文はこの問題に関連して、本四架橋のような長大橋の付近を通過する船舶が、操船ミスあるいは漂流等で橋脚に衝突したときの船舶、橋脚の双方の安全性の見地から、橋脚に具備すべきと考えられる緩衝装置についての設計上の資料を得るために、船舶と橋脚の衝突時の船体の破壊について検討を行ったものである。

船舶の橋脚への衝突パターンおよび条件はいろいろ考えられるが、ここでは最もきびしいあるいは可能性の大きい2ケースを選び、船首衝突については、船舶が進行方向で橋脚の平面部分と直角に衝突する場合を、船側衝突については、橋脚のコーナー部において衝突する場合を考えて、それぞれの場合について船体の部分模型による圧壊実験を行った。試験模型で対象にした衝突船は、入出港隻数が多く沿岸での衝突事故件数の多い中小型船で、特に総屯数500~4,000トンの大きさの船を考えた。これらの船舶の船体が破壊するときの荷重、および船体の破壊によって吸収されるエネルギーの大きさを、圧壊実験によって求めた。船首衝突時には、船側外板が折りたたみ込まれながら変形が進んでいき、船体の破壊時の荷重は、船側外板の座屈値にほぼ等しかった。一方、船側衝突においては、破壊の様子は構造形式によって大きく異なり、横肋骨方式と縦肋骨方式とでは、船体の破壊時の荷重および吸収エネルギーの大きさにかなりの差が生じることを明らかにし、それぞれの構造方式について実験結果を解析した。ここで得られた実験値および解析法をもと

にして、衝突の際に問題になる衝突力および船体の変形量が実船の場合にどの程度の大きさになるかを推定し、船舶の安全を確保するための緩衝装置の設計資料となるようにまとめた。

## <溶接工部部>

### 広幅板の大入熱溶接継手における 溶接残留応力分布

#### Residual Stress Distribution in Wide Plate Butt-Joint Welded by High Heat-Input Welding

藤井英輔・大熊 勇・秋山 繁・牛嶋通雄

昭和51年11月6日

溶接学会 昭和51年度秋季全国大会

近年、厚板の自動溶接法として高能率立向自動溶接法であるエレクトロ・スラグ溶接法等が使用されているが、大入熱であるために熱影響部、ポンド部近傍の材質劣化が著しい。このような継手のぜい性破壊に対する健全性を評価するためには継手部の残留応力分布についても把握しておく必要があり、大型広幅板のエレクトロ・スラグ溶接、消耗ノズル式エレクトロ・スラグ溶接およびエレクトロ・ガス溶接の3種、計5継手について調べた。溶接長は1mないし2mであり、鋼板には造船用軟鋼(KAS)および50キロ級高張力鋼(K5D)を使用した。測定はひずみゲージを用い、弛緩法により行った。

溶接残留応力分布は溶接前の仮付に必要な拘束材の配置や部材の強さ、すなわち溶接に対する拘束条件の差によってかなり異なった様相を示した。特に溶接線上の溶接線に直角方向の残留応力分布は拘束条件によって大きく影響を受けた。

溶接線方向の残留応力は溶接線の両端側を除いた約6割の範囲に降伏点程度あるいはそれ以上の引張残留応力が存在し、手溶接継手の場合とはほぼ変らなかったが、拘束材を取り除いた箇所は他より残留応力が軽減されていた。このことは溶接線に直角方向の残留応力についても云えることから、拘束度の大小による直角方向の残留応力分布について定性的な考察を行った。

溶接中心線から20ないし30mm離れたポンド部の残留応力の主応力方向は溶接線の両端部を除けば溶接線方向およびこれに直角方向にマクロ的には一致してい

ることが分った。

### 鋼ならびに溶接部の引張性質にもとづく 低サイクル疲労強度の推定

#### Estimation of Low Cycle Fatigue Strength of Steels and Welds Based on Static Tensile Properties

藤井 英輔・飯田 国廣

昭和52年4月14日

溶接学会 昭和52年度春季全国大会

低サイクル疲労領域における金属材料の疲労強度は材料の受けるひずみ振幅によってよく整理できる。そこで低サイクル疲労強度特性を表わすひずみ振幅と寿命の関係から実験式を求め、得られた材料定数を材料の静的な強度特性と関連づけることを試みた。ここでは静的な材料試験結果のうち断面収縮率および引張強さの2つを用いて、最も簡便に低サイクル疲労強度を推定する方法を検討した。

供試した鋼材は溶接構造用軟鋼から80キロ級高張力鋼までの4鋼種、9供試材の構造用圧延鋼板であり、これらから母材7種、溶接継手4種、溶接金属3種計14種類の試験片を選んで低サイクル疲労試験を実施した。試験片は最小断面の直径が5ないし12mmの砂時計試験片である。疲労試験は完全両振りひずみ制御で実施した。またこれらの供試材あるいは継手等についてJIS4号型試験片を用いて静的引張試験を行って強度特性を求めた。

砂時計型試験片の静的引張強度特性とJIS4号型の平滑丸棒試験片の強度特性とは溶接継手の場合を除けば良い相関があった。継手の場合は軸方向に材質が不均一に存在することから破壊にいたる変形挙動が試験片の形状により複雑に影響を受けることが考えられる。

疲労強度を表わす材料定数と静的な強度特性を表わす降伏点、引張強さ、断面収縮率、降伏比等との相関関係を求めた結果、引張強さ、断面収縮率、降伏比を用いて関係式が得られることが分った。またJIS4号型試験片による静的強度特性との対応から、低サイクル疲労強度をJIS4号試験片の材料試験結果から求める簡便な推定式を提案した。これにより実験結果に対して±40%以内に強度を推定することが可能であり、疲労強度のバラツキを考慮すれば、推定値は十分

有効である。

## <機 関 開 発 部>

### 船舶技術研究所機関開発部について

Engine Development Division, Ship Research  
Institute

村尾 麟一

昭和52年3月

日本ガスタービン学会誌第5巻第17号

当部は前身の運輸技術研究所原動機部時代以来船用エンジンの研究に従事してきたが、特にガスタービンに関連が深い。

運研時代の1号ガスタービンから発展して実船にとう載された2号ガスタービンに至る船用実用化研究の結果、低質重油使用に伴う燃料処理、燃焼条件の制約などが重要な支障となることが明らかにされた。

38年船研に組織替されて以来、以上の問題点を解決するために、セラミックス等圧エアヒータをもつ複合ガスタービンサイクルの提案と、セラミックス熱交換器、高負荷燃焼器、冷却タービンの研究が開始された。最近社会情勢の変化に対応して経済性追求の開発より信頼性、環境保全性、燃焼多様化への適応性評価へと重点を移し現在に至っている。

当部のスタッフ、主要施設、騒音対策と下記の研究の現状を紹介した。

- 1) タービン関係 空冷タービン翼について重油燃焼による灰付着、熱疲労寿命推定、一部翼破損の影響などの研究が行われている。
- 2) 燃焼器関係 燃焼効率と有害排出ガス抑制、噴射弁の噴霧特性の研究がある。
- 3) 軸受・軸封関係 静圧動圧複合型の非接触型ガスレール、極低温流体に対する軸封の研究を行っている。
- 4) セラミックス材料 1500℃位までの変温強度・耐食性を判定するために窒化珪素の適性を検討している。
- 5) 機関部材の熱応力解析・材料の高温試験有限要素法と光弾性実験を並用して弾塑性域の研究を行っている。一方ニッケル基鋳造合金の高温疲労・クリープ破断試験を行っている。

- 6) 船用ガスタービンへの水素利用 水素燃焼器による燃焼、水素軸封、材料の水素雰囲気中での高温強度、タービン翼列中の水素燃焼の研究を行っている。
- 7) 側壁型エアクッション船 従来のホーバークラフトの技術的制約に対する側壁型ACVの潜在的能力を評価するため水ジェット推進による所要動力推定と抵抗分析に重点をおいて研究している。

### 船用燃料の多様化について

#### On the Alternative Fuels for Marine Engine

村尾 麟一・大塚 敬介

昭和52年6月6日

日本船用機関学会誌 第12巻第9号

現在まで船用機関は石油の安定した供給と価格を前提として発展してきたが、将来もこの状態が続けられるかどうか疑問が持たれるようになってきた。船用燃料油の需給も世界のエネルギー事情を離れては考えられない。

石油地質学者らの推定によると原油究極可採量はほぼ一定であるため、石油生産量は1980~1990年代に限界に達すると予測されている。一方わが国のエネルギー需要はその伸び率を高度成長期の半分以下に見込んでさえも、なお石油需給の世界市場に与えるインパクトは過大で、将来好むと好まざるとにかかわらずエネルギー多様化による石油代替を迫られることは必至であろう。

石油代替エネルギーの条件として埋蔵量と偏在性、流通・輸送・貯蔵の容易さ、価格、環境保全性の見地から主要な一次および二次エネルギーの特性を比較した。

船用代替エネルギー利用の動向については、天然ガス、石炭、メタノール、水素をとりあげ船用機関の適応性に関連して検討した。

天然ガスは今後飛躍的な使用量の増大が見込まれるがLNG船における燃料利用技術は確立されているので問題はない。

石炭は微粉炭、水スラリー、混炭油、ガス化、液化等の問題が多く公害対策上の困難も大きい。しかし資源的には最も有望で、流動層燃焼技術など興味ある利用技術上の可能性もあり今後技術的排戦の必要性が大きい。

メタノール、水素は2次エネルギーであるため製造システム、価格上の問題解決が前提となるが環境安全性は優れている。

機関別に燃料代替柔軟性を比較すると、ボイラー・タービンが最も優れディーゼル機関に問題が多い。これらの傾向をマトリックスによって表示している。

### 翼列内水素燃焼ガスタービンの研究

#### The Reheat Gas Turbine by Means of Hydrogen Combustion in the Turbine Stage

菅 進・森下輝夫・平岡克英

昭和52年9月27日

日本ガスタービン学会第5回定期講演会

近年水素は低公害燃料として注目され、その製造・貯蔵・輸送と利用の各分野で活発な研究が行われている。水素は化石燃料とくらべて燃焼速度が非常に大きく、比較的小さな空間で燃焼させることができる。また水素の熱伝導率は空気などにくらべて極めて高く、燃料としての水素で翼冷却を行うことが可能と考えられる。

我々は水素のこの2つの特性を活かしたガスタービンとして、水素をタービン翼に導き内部から冷却を行わせたのち、後縁から外の高温高速気流中に噴出・燃焼させて再熱を行う。水素冷却多段再熱ガスタービンを提案し、サイクル計算および翼後縁からの吹き出し燃焼実験を行った。

サイクル計算の結果、多段再熱によりガスタービンの比出力は大巾に改善されること、翼冷却に必要な冷却空気量を増すことなく多段再熱を実現できれば熱効率も大巾に改善されることがわかった。

翼を冷却した水素を翼後縁から吹き出して高温高速気流中で水素が燃焼するかどうかを確かめるための実験を、高温風洞および、内部冷却孔と後縁吹き出し孔を有する精密製造翼を用いて行った。主流温度は720°C、770°C、主流速度は約230m/sとし、水素を翼後縁から噴出させて1弦長下流での温度分布を測定した。実験から次のことがわかった。

- (1) 主流温度が770°Cの場合、後縁付近には火炎が見られるが、720°Cの場合、火炎は全く見られない。いずれの場合も下流の温度は上昇し燃焼の行われていることが確かめられた。
- (2) 温度上昇から求めた水素の燃焼効率は高いが、水

素燃焼による発熱量は翼高さ方向に非常に大きな不均一分布を示す。

- (3) 翼後縁付近に火炎が見られるとき、翼上下端後縁部の温度はいちじるしく上昇する。

### 水ジェット推進の吸込流れについて

#### Internal Flow of the Intake for Water Jet Propulsion

池田 英正

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講演集

一様流に面した壁面の吸込口から流れの一部を吸込む場合に、主流のもつエネルギーの損失を最小にすることが望ましい。一般に吸込口の効率は吸込速度比  $\bar{v}_s/V_\infty$  (吸込出口速度/主流速度)、吸込前の主流境界層排除厚さ  $\delta_1^*$  等の流力条件と、吸込角度、スクープおよび吸込口フェアリング等の幾何学的条件によって影響を受ける。水ジェット吸込口の場合には、吸込流れのエネルギーの利用と同時に外部形状抵抗も問題である。

本研究は風洞実験によって、2次元吸込特性に及ぼす吸込口形状(スクープおよび吸込口フェアリング)および吸込前の主流境界層の影響について検討した。

実験は吹出型風洞の出口に整形された測定部を取付け、その中間位置に供試吸込口を設置した。供試吸込口は断面縦150mm、幅15mm、長さ310mmで吸込口上流側を円弧によるフェアリングしたものと、縦200mm、幅30mm、長さ500mmで吸込口上流、下流側を対数螺旋によるフェアリングしたものを用い、各々フェアリングの有無による影響をフラッシュ型とスクープ型について調べた。

主流境界層の吸込性能に及ぼす影響を調べるため、主流境界層排除厚さを0.3~6.0mmの範囲に変化させた。また吸込速度比は、 $\bar{v}_s/V_\infty \approx 0.5 \sim 2.0$ の範囲に変化させ、主流速度、吸込出口速度、吸込流路内壁面静圧、吸込流路内の速度分布等を計測した。

その結果、スクープと吸込口フェアリングは何れも吸込性能の向上に効果があるが、吸込口上流、下流側にそれぞれ適当なフェアリングを付けることによって、フラッシュ型でもスクープ型の場合とほとんど変わらない吸込効率が得られた。従って水ジェット推進用吸込口としては、外部抵抗の少ないフラッシュ型に適

## 砕氷船の機関の話（その1.「ふじ」について）

## Propulsion Engine for Ice-Breaker

## Part 1. On the FUJI

植田 靖夫

昭和52年11月

日本船用機関学会誌 第12巻第11号

砕氷船「ふじ」のプロペラ翼折損事故をめぐる技術的問題の紹介と、第17次航で実測した本船の氷海域での機関の挙動について解説したもので、以下のような内容をふくむ。

昭和45年2月に氷海行動中の「ふじ」は右弦プロペラ翼を4枚とも折損して3週間程水中に閉じ込められたが、この事後対策のため委員会が結成されて技術的検討がなされた。筆者らが行った残材を用いた材料強度試験の結果、例えば衝撃試験値が極端に低く、また粗大な結晶組織を持つ脆弱な材料であったことが判明した。また一連の衝撃試験から、本船プロペラ翼が破壊した時の衝撃エネルギーの推定を行った。その後本船プロペラ材料として超硬度ステンレスMSSが採用された。それ以来折損事故は発生していないが、若干のき裂が生じ、溶接補修を行った。

「ふじ」に調査員が乗船して実船調査を行い、推進軸トルクを中心として、機関の動的挙動を実測した。その結果、氷海行動中は軸トルクが氷状に応じて増加すること、ラミング砕氷で船体が氷盤に突入する時も機関には過渡現象が生じないことなどがわかった。プロペラ翼に氷塊が衝突する時は、軸トルクに一節自然振動が生じるとともに、通常トルクの2倍から3倍のピークトルクが瞬間的に発生することを確認した。この波形から外力の推定を行ったところ、さきのプロペラ折損の衝撃エネルギー値とオーダー的には合致した。多くの条件での軸トルクを軸回転数で整理すると、氷海中軸トルクは、ほぼボラードトルクにあると考えてよいことがわかった。但し本船推進電動機が持つ、軸低回転時の高トルク特性に対応するような負荷状態は実測されておらず、むしろ高回転時の氷塊衝突によるピークトルクに対応するような機関特性を考慮することが重要であることを明らかにさせた。

## 砕氷船の機関の話（その2. カナダと米国の砕氷船）

## Propulsion Engine for Ice-Breaker

## Part 2. On the Case of Canada and USA

植田 靖夫

昭和52年12月

日本船用機関学会誌 第12巻第12号

最近南北両極地の資源問題で、関係する国々のあからさまな思惑が入り乱れているが、その裏ではこれらの地を海上から制覇しようとするところの強力な砕氷船の建造またはその計画が着々と進行している。我国もまたこの問題に無関係でなく、「ふじ」第2船の建造問題や、耐氷商船の海外需要の発生などがからんでくる。そこでさきに行った海外調査をもとにカナダ、米国の事情を展望してみる。

カナダは大小22隻の砕氷船をカナダコーストガードCCGの統括のもとに運用しているが、冬期はセントローレンスと五大湖、夏期には北極圏の諸地域への航路啓開と救難を業務とする。したがって国家機能の一部として運用されているので、北極圏の氷、または砕氷船技術には独自のみるべきものがある。また砕氷船はレシプロを初めとしてディーゼル、蒸気タービン、ガスタービンなどの多岐にわたる原動機方式を採用するなど、技術的には興味深いものを持っている。代表船としてセントローレンツ、マクドナルド、ロジャースなどがあるが、それぞれ機関の構成内容が異なり、特色を持っている。またR級と称する「ふじ」同規模船を2隻建造中であり、3万7千トン10万馬力のポーラセブンの計画もほぼ固まった状況である。

米国は戦時中から戦後にかけてウインド級と称する砕氷船を6隻建造し、またグレーシャをその後追加した。強力な原子力砕氷船の計画があったが実現せず、その代りポーラ級の2隻が建造された。この船はガスタービンを装備する6万馬力の船であるが、馬力が大き過ぎたとの反省がでている。またこの船は試運転中にCPPの変節機構に本質的な強度不足にもとづく故障を起し、現在修理中であるが、砕氷船にCPPを採用した初めての例でもあり、今後の運転性能等について注目されている。

当なフェアリングを付けた吸込口形状を用いるのが適当であると思われる。また主流境界層排除厚さの少ない方が高い性能を示し、排除厚さの増加と共に性能が低下する。

## <機 関 性 能 部>

### バンドスペクトルによるガス温度計測

#### Gas Temperature Measurements with Band Spectrum

山岸 進

昭和52年6月4日

日本燃焼研究会講演討論会

バンドスペクトル解析は燃焼ガス温度計測及びラジカルを含む反応生成物濃度と反応機構決定のために利用される有効な方法である。しかしスペクトル解析によって求められたエネルギー状態から計算される温度はいわゆる見かけのガス温度であり、これが平衡状態にあるかどうかを確認する事が必要である。

本文は常圧燃焼している水素及び炭化水素炎の各部分で回転、振動温度を計測に両者の比較を行い、平衡状態の確認を行った実験について述べたものである。

2原子分子の構造については理論解析が多数あり、バンドスペクトルの観測値も理論的に説明されている場合が多い。励起された分子の放射強度は次式で表わされる。

$$I_{vv'jj'} = \frac{64\pi^4\nu^4}{3C^3} \frac{N_0}{Q_{int}} \exp(-E_{vj}/kT) |R_{vv'jj'}|^2$$

上式を基にOH分子の回転温度は Iso-Intensity 法を用い、振動温度はOH(0-0)、(1-1) バンドの線強度比から次式で求めた。

$$\frac{I_j'(1, 1)}{I_j(0, 0)} = \frac{|R(1, 1)|^2}{|R(0, 0)|^2} \frac{|R_j'|^2}{|R_j|^2} \exp\{(E_j' - E_j)/kT\} \times \exp\{(E_0 - E_1)/kTv\}$$

測定波長域はOH  $2\Sigma^- - 2\pi(3064 - 3200\text{\AA})$ ,  $C_2 3\pi_g - 3\pi_u(51262.5\text{\AA})$  である。実験の結果、炭化水素炎では例えば  $C_2H_2/\text{air}$  炎でバーナーリムから3mmでOH回転温度3875°K, 振動温度4208°Kと差が大きい、しかし内炎をわずかに後流へ隔った部分や水素炎では両者の差は誤差範囲内で断熱火炎温度とほぼ等しい値を

示す事が分った。

### 150φ ホワイトメタル軸受の疲れ試験

#### Fatigue Test of 150φ Whitmetal Bearings

前橋正雄・植田靖夫・高井元弘・高田昌延

昭和52年10月27日

日本船用機関学会第23回学術講演会

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、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管軸受、中間軸受など船用の大形軸受として多く使用されている。船尾管軸受メタルには  $S_n$  基のWT 2と  $P_b$  基のWT 7相当品が一般に採用されており、その肉厚は3~4mmが一般的となっている。しかし、このような厚肉のホワイトメタルをライニングした軸受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、大型の動荷重軸受試験機により、WT 2およびWT 7をライニングした2分割型軸受15組について、軸回転数240rpm、平均軸受面圧および繰返し荷重に対する軸受面圧の全振幅314kg/m<sup>2</sup>、繰返し周期480cpmで90~180時間の耐久試験を行い軸受メタルの損傷経過を一定時間ごとに調べた。供試軸受メタルの肉厚は0.9~4.0mmであり、メタルのライニングは従来法である遠心鑄造によるほか、WT 2に対しては大径軸受においても鑄造組織が微細で裏金との密着性の優れていることが立証されているプラズマアーク溶接法にもよった。

試験よりホワイトメタル軸受の繰返し荷重に対する疲れ強さに関して次の結果を得た。

- (1) 軸受メタルの肉厚さはWT 2およびWT 7のいずれも厚肉が優位である。
- (2) WJ 7軸受はWJ 2軸受よりやや優れている。
- (3) プラズマアーク溶接法による軸受は遠心鑄造法の軸受と比べやや勝っている。
- (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。



## <原子力船部>

### 3次元不規則形状の高速中性子遮蔽計算 コード (そのII)

A Three Dimensional Fast Neutron  
Transport Code for Shielding Calculation  
by Stochastic Method (Part II)

伊藤泰義・金井康二・竹内 清

昭和52年10月2日

日本原子力学会 秋の分科会

3次元遮蔽体を透過又は漏洩する高速の中性子束を「Lattice モデル」の考えを用いて計算するモンテカルロ法コード「DUCT」の検証を目的として、原研のJRR-4炉で行われた実験との比較を行った。

実験は水中に同軸の二重直円筒ダクトを炉心中心から高さ方向へ60cmの位置に中心がくるように置き、アルミタンクの表面から25cm位置に二重直円筒ダクトの表面がくるように定めた。測定は放射化法によって行い、 $^{58}\text{Ni}(n, p)^{58}\text{Co}$  で高速中性子の反応率を二重直円

筒ダクトのボイド部分で測定を行っている。

計算は「PALLAS」コードで炉心から水中25cmの二重直円筒ダクトの入口まで計算を行い、この入口位置における半径方向の各点での角度束の値を境界条件として、この位置から「DUCT」コードで計算を開始した。

計算の条件として、「DUCT」コードはダクトの形状として矩形ダクトしか計算が出来ないので「PALLAS」の直円筒ダクトの形状から矩形ダクトへの形状の変換を等面積変換で行った。更に「PALLAS」コードの2次元形状から「DUCT」コードの3次元形状への変換も行った。

中性子のエネルギー群は10MeV～2MeVを9群で計算した。そして計算に用いた核データはENDF/B-IVを「SUPERTOGE」コードで処理したものを使用した。

「PALLAS」コードによる角度束の値を入力とした「DUCT」コードの計算値には「Lattice モデル」に特有な振動が若干認められるものの、全体としては実験値とよく一致している。