

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈運動性能部〉

船体に働く流体力の推定法

Estimation of Hydrodynamic Forces Acting on a Ship Hull

野中 晃二, 浜本 剛実, 溝口 純敏
昭和62年12月

日本造船学会 運動性能研究委員会
第4回シンポジウム

船舶の操縦運動の予測においては、船体に働く流体力を如何に精度よく推定するかが、重要なポイントになる。本論文においては、操縦運動する船体に働く流体力を、理論的に推定する方法について、その現状と今後の課題を述べる。

まず始めに、流体力推定の問題の考え方、flow modelの構成と、その流体力学的機構及び性質について、解説を行う。次いで、現在用いられている2つの基本的な手法、小縦横比翼理論の手法と細長体理論による手法の説明を行う。

小縦横比翼理論の手法としては、実用的な推定式と

して、現在最も広く用いられている井上の式について、非線型の小縦横比翼理論の考え方を、どのように取り入れ、どのような展開、修正を行い、現在用いられている結果にたどりついたか、その導出の過程を示す。

細長体理論による手法については、小縦横比翼理論の手法に比べ、こまかな船型要素の変化まで考慮に入れる事が出来、flow modelもより現実に近く、今後推定法の主流へ発展すると期待される手法で、まず、操縦運動する船体まわりの流場の様子、そのflow model化、剝離渦の取り扱い方について述べ、次いで、具体的な数値計算法の説明を行い、モデルケースについて実験との比較を示す。

自由表面の存在と流体のmemory effectにより、運動によっては、流体力の周波数依存性や船速影響を考慮する事が必要になる。本問題についても、問題の構成と展開、及び実用的解法について解説を行う。波浪中における操縦運動において重要となる波による漂流力についても、計算法の解説を行う。

最後に、船体に働く流体力の理論的推定法について、その現状と問題点、及び今後の課題について述べる。

〈機関動力部〉

ディフューザの剝離流熱伝達率の予測式の考察

Consideration on the Prediction Formula for Heat Transfer of Separated Flow in Diffusers

涌坂 伸明

昭和62年 5月

第24回 日本伝熱シンポジウム講演論文集

本報はディフューザ内剝離流域の流れと熱伝達に関して、簡単に直截なモデルを導入し、熱伝達率予測式を解析し、実験データを基に評価して論じたものである。

一般に次元解析に基づく無次元熱伝達率（ヌセルト数）に対して、実験定数と変数（レイノルズ数およびプラントル数）の指数を与える事によって予測式は得られるが、流路形状が単純ではなく、流れが複雑のときは、実験パラメータとして考え得るケースは膨大となり、この定数、指数を決定する事は容易ではない。何らかのモデル化が要請される所以である。

ここに今までに得られた二次元片開きディフューザに生起する剝離流れの可視化観察と流力的特性の計測および熱伝達特性の実験結果をふまえて、ディフューザの剝離流域を仮定の管内流で置き換えるモデルを提案した。而してこの管内流の仮定の代表速度をディフューザの流力特性によって定義し、熱伝達には強制対流熱伝達の相似則を適用して予測式形式を解析した。

ここで空気流を用いた新規の実験を行って、熱伝達率のレイノルズ数依存性を示す指数の値として、ひとつは発達した管内乱流の場合と等しい0.8、他のひとつは剝離流の熱伝達特性表示の際によく使われる2/3を選んで、実験定数の値をこの新規の実験データより求めた。而してこれによって得られた予測式を用いて、以前に行った別の流路の実験に対して予測値を算定し、その実験結果の熱伝達率と比較したところ、剝離泡域の前半部ではかなり良い一致が見られ、モデルの有効性を証し得た。

しかし剝離泡の後半部から再付着域に対する適合性は本報で扱う範囲では判定し難く、その域の既報の実験結果及び特性推測と合わせて考察するとき、更にモデルの改良の必要があることを示唆した。

船舶分野における AI の応用

Maritime Applications of Artificial Intelligence

沼野 正義

昭和62年10月

日本機械学会 第650回講習会

AIの最もよく知られた応用例は、エキスパートシステムである。これは、専門家の知識を収集し、一定の書式で蓄えた知識ベースと推論エンジンを核として、知識を獲得して知識ベースを更新する部分と、外部システム（人間または他のシステム）との事実等の入出力を受け持つ部分とが加わったものであり、外部から入力された事実について判断を下し、必要なレベルの結論、または、示唆を出力するものである。

現在、多くの分野で知識工学、AIが応用されている。船舶に関係する分野においても、様々な対象に対して、その適用が試みられているが、その多くは、試作の段階であり、残念ながら、実用的なレベルのものはほとんどない。ここでは、船舶の分野におけるAIの応用として、船舶設計、船舶検査、異常・故障診断、自動航行を例として取上げ、それぞれ、具体的な対象にしたがって、エキスパートシステムの各部分にどのような機能が必要かを考えてみる。

船舶設計においては、数値シミュレーションやデータベースとのリンク、および板構造の表現に適したCAD的なインターフェースの開発が必要である。

船舶検査においては、膨大な個々の船舶のデータの管理や情報サービスのために、フレームによるデータの記述や、自然言語理解によるインターフェースが必要とされる。

異常・故障診断においては、症状から異常や故障の原因を推定する後向き推論を行うが、症状や因果関係のあいまいさを表現するために、Fuzzy論理の導入も有効である。

自動航行においては、衝突の回避、航行目的の達成、法規の遵守等、広範な判断が、リアルタイムで要求される。膨大な知識ベースの駆動といくつかの判断の並行処理が必要である。

このように、対象によって要求される機能が異なり、AIの応用形態も様々である。

船用ディーゼル機関の潤滑・摩耗研究の現状 —排気弁および弁座について—

Recent studies on lubrication and Wear
in Marine Diesel Engine
—On Exhaust Valves and Valve Seats—

塩出 敬二郎

昭和62年11月

日本潤滑学会誌 第32巻11号

最近の10年間における船用ディーゼル機関の排気弁に関する潤滑・摩耗研究の動向について文献調査した結果をまとめたものである。船用機関の排気弁は、最近燃料の低質化、粗悪化や、機関の熱効率向上のためのロングストローク化、高過給化などにより、使用される環境は非常にきびしくなっている。機関部品の中でメンテナンスの最も要求されるものの1つである。

排気弁の損傷の内では、燃料中の硫黄分やバナジウムなどによる腐食摩耗、吹抜け、割れ、折損などがある。これらの損傷に対する原因の究明、対策が行われている。バナジウムアタックに対しては、弁温度をバナジウム化合物の溶融温度以下による方法、弁表面をセラミックコーティングする方法、添加剤を使ってバナジウム化合物の溶融点を上げる方法などが行われている。また硫黄化合物による腐食対策としては、弁温度を硫酸の露点以下にしないようにすることが重要である。吹抜けなどの対策としては、弁温度を均一にすると同時に当りを変えるための弁回転方式が有効である。最近のディーゼル機関では、弁フェース、弁座に超硬合金を盛金して耐久性を確保している。

この盛金の材料として従来主として使われていたステライト#6、#12に比べすぐれた特性をもった材料、例えばナイモニック80A、91、が開発され使用されるようになった。また、セラミックの耐熱性、耐腐食性を利用して、弁表面へのコーティング、弁フェース面への焼結拡散接合などを行い、弁の耐久性を向上している。このほか、排気弁の耐久性を短時間で評価する方法なども開発されて実用化されている。

Engine Wear Caused by Catalyst Fines in Heavey Fuel

触媒残さによる機関摩耗

塩出 敬二郎, 辻 歌男, 加藤 寛

昭和62年11月

International Marine Engineering Conference 1987

船用重油の中には、接触分解装置で作られる残さ油やサイクル油が使用されるようになってきた。この中には接触分解装置で使用される触媒粒子が完全には回収されずに混入することがある。このような燃料をディーゼル機関に使用すると、ピストンリング、シリンダライナ、燃料噴射ポンプなどが異常摩耗する。

しかし、燃料中の触媒濃度や触媒の粒径と機関の摩耗量との関係は充分に解明されていない。それ故、触媒濃度及び粒径分布の異なる燃料を調合して、各燃料に対して30時間のディーゼル機関による摩耗実験を行い、これらの関係を明らかにした。この結果、ピストンリング、シリンダライナ、クランクピンメタルの摩耗量は燃料中の触媒濃度が高くなれば、これに比例して増加する。潤滑油中のn-ペンタン不溶分、鉄分なども燃料中の触媒濃度が増加すると、増加する傾向を示している。触媒の平均粒径を変えた実験では、ピストンリング、シリンダライナ、クランクピンメタルの摩耗量は触媒粒径によってあまり影響を受けないことが分かった。

次に、燃料中の触媒粒子は燃料前処理装置によって、粒径の大きいものは除去することができるが、小さいものは除去するのが困難である。このため燃料前処理装置の主要構成機器である遠心分離機およびフィルタの特性が機関摩耗の低減にどの程度効果があるのかを調べるために、触媒の入った燃料をこれらの機器で処理したものについて、それぞれについて50時間のディーゼル機関による摩耗実験を行った。この結果、フィルタについては、フィルタの目開きが5ミクロンのものと2ミクロンのものについて実験し、機関摩耗の低減に効果のあることが分った。遠心分離機では、クラリファイヤ運転とした場合効果が大きいことが分った。特にピストンリングの摩耗低減効果の大きいことが分った。

ガスタービン燃焼器内流れの 数値シミュレーション

Numerical Simulation of Flow in
a Gas Turbine Combustor

青木 修一, 野村 雅宣

昭和62年11月

日本機械学会 講演概要集 No. 877-2

当所ではこれまでガスタービン燃焼器の研究を実験的に行って来たが、最近の電子計算機及び数値解析法の急速な進展を踏えて、この1-2年はその性能を数値解析により把握する事を検討して来た。

良好な温度場をもつ燃焼器を設計するにはこの流れ場を知る必要がある。本報では燃焼を伴わない無孔式ガスタービン燃焼器内の流れ場を数値解析した。

流れは定常軸対称等温旋回流場とし、時間平均化した Navier-Stokes 方程式、連続の式及び乱流モデルに標準の $k-\epsilon$ 式を用いた。これらの式をコントロール・ボリューム法、中心差分と風上差分のハイブリッド差分スキームを用い離散化した。差分格子にはスタッガード格子、計算格子には不等間隔格子を用いた。得られた差分方程式は SIMPLE 法と緩和法を用いて解いた。壁近傍格子点と壁面とのつなぎには壁関数を用いた。バッフル板は階段状に近似した。

計算した燃焼器は内筒径 116mm、長さ 338mm で、一定又はら旋回羽根をもつスワラと中心噴孔の有る場合、無い場合を扱った。羽根角は $0\sim 70^\circ$ とし、スワラ (内径 33.6、外径 46.5mm) を通る軸流速度は 52.4m/s、中心噴孔 (口径 5.2mm) は 150m/s の 20°C の空気とした。しかし、本報ではバッフル板と内筒間の冷却空気を省いた。

本計算の結果、再循環域の内筒壁及び中心軸上の長さの変化を一定及びら旋回羽根をもつスワラに対して、羽根角で整理するとそれぞれのグループに分れるが、スワール数を用いると統一的に整理出来る事を示した。又、本計算に用いた簡単な形状をもつ無孔式燃焼器モデルの流動の一端を明らかにした。

水中における水素燃焼の研究 (第一報)

Study on the Combustion of Hydrogen and
Oxygen in the Water

熊倉 孝尚, 森下 輝夫, 菅 進

平岡 克英, 井亀 優

昭和62年11月

第25回燃焼シンポジウム

水素は炭火水素系燃料とちがい、燃焼生成物は H_2O だけという特殊性があり、将来のエネルギー源としてその利用が研究されている。その一つに深海での水中作業船の動力源への応用が考えられ、筆者らは内燃式蒸気タービンと称すべき熱機関の可能性の検討をはじめた。この熱機関は水素と酸素の燃焼を作動流体中で直接行い、発生した蒸気でタービンを駆動するものである。特長として (1)水素と酸素を理論混合状態で燃焼させる、(2)タービンを出た水蒸気は凝縮して再び作動流体として使用する、(3)船外への排出は燃焼により生じた量の水だけでよく、ポンプ動力が極めて少なくてすむ、などである。従って燃焼が水、ミスト、蒸気という雰囲気中で行われるので、この中で水素が十分燃焼し、熱機関に使用できる作動ガスが得られるか検討する必要がある。

本研究は、燃焼にとって最も厳しい条件にある水中における水素・酸素燃焼の特性を把握することを目的に行うものである。第1報では、燃焼領域が直接水に接しているときの理論混合ガスの燃焼についての基礎資料を得るため、まず既存のガス切断用バーナを用いて水中燃焼を行い、火炎の安定性および燃焼効率に及ぼす諸条件の影響を調べた。燃焼装置は静止水中の燃焼状態が観察できかつ発生ガスが採取できる構造の円筒容器から成り、その中にバーナを取り付け、また蒸留水をポンプで注入した。ガスへの点火は着火栓の機能上水面上で行い、その後水位を上げバーナ火炎を水中に入れた。実験結果から (1)水中における火炎は水面上の火炎にくらべ著しく短くなる、(2)火炎が完全に水中に入った状態でかなり安定して燃焼する、(3)90%以上の燃焼効率をもった理論混合ガスの水中燃焼が可能であり、燃焼効率はバーナノズル出口のガス速度を遅くすれば向上が図れる、(4)バーナノズル内のガス圧の変動は、水面上の燃焼ではほとんどないのに対して、水中では大きくなる、ことが明らかになった。

〈原子力技術部〉

Errors Found in Expressions Given by Schaeffer and by Selph for Radiation Flux in Rectangular Straight Duct

矩形直ダクト中の放射線束に対する schaeffer の式および selph の式に於ける誤りについて

山越 寿夫, 伊藤 泰義
昭和62年11月

Atomic Energy Society of Japan Nuclear Science and Technology Vol. 24 No. 11

本報告は, Schaeffer の遮蔽入門書や教科書, 遮蔽設計資料集及び Selph のレポート等に示されている放射線々束の公式に, 一部分, 誤りのあることを理論的に示したものである。

入口が矩形をした謂わゆる直ダクトに於て, 入口を一樣に覆った線源から $\cos \theta$ の角度分布で放射線が入射した場合につき, 上記著者等は, ダクト中心軸上の非散乱線々束に対する公式を与えているが, 彼等の導出法とは原理的に異なる手法で上記線束に対する表示式を筆者等に導出した。導出結果を彼等の公式と比較検討した結果, 彼等の公式には係数の誤りと共に関数形自身にも誤りのあることが明らかとなった。

等方分布, $\cos^2 \theta$ 分布で入射する場合についても線束の表示式を導き彼等の与えた公式と比較検討を行った。この結果, これらの場合は, 彼等の与えた公式には何ら誤りの無いことも明らかとなった。

従来 of 公式に誤りが含まれるため, 正しい式を示すと共に, 従来 of 式の応用の際は如何なる点に注意すべきかを示した。

〈氷海技術部〉

繊維強化複合材の極低温特性

Cryogenic Properties of Fiber Reinforced Plastics

桜井 昭男, 上村 晃, 前田 利雄, 高島 逸男
昭和62年11月

昭和62年度 秋季低温工学会予稿集

新素材のアラミド繊維, カーボン繊維等を使用した繊維強化複合材は, 非金属材料として, 機械的特性, 熱的特性等に優れている。本報告では, これらを経済的で信頼性のある極低温用構造部材として利用開発するため, LHe 温度域までの強度特性, 熱収縮率特性等を明らかにするとともに, 複合構成と極低温特性との関係を調べた。

供試複合材の強化繊維には平織のカーボンクロス, アラミドクロス及びガラスロービングクロス of 3 基材を用いた。また, 樹脂には大型構造物 of 成形性, 接着性, 低温靱性等を考慮して, ビニルエステル, 不飽和ポリエステル及びエポキシ of 3 樹脂を選定して使用した。

供試した各複合材 of 比曲げ強度は総じて -100°C 付近までは温度 of 低下に伴い増加するが, -100°C をこえるとそれほど変化はみられなかった。複合構成 of 影響では, 一体に樹脂よりもむしろ強化繊維 of 影響が顕著に現われており, 比弾性率 of 場合ではこれらの傾向がより明確になっている。また, 弾性率 of 高いカーボン繊維複合材で樹脂 of 依存性をみると, カーボン繊維と親和性 of 良いエポキシ樹脂を用いた複合材は極低温用構造部材として良好な特性を示している。また, カーボン・ビニルエステル複合材は比弾性率が前者より低くなっているが, 低温靱性に優れているので, 比強度は同程度であった。

比引張強度 of 温度特性は強化繊維により種々の傾向を示し, 樹脂 of 影響はそれほどみられなかった。

熱収縮率特性においても強化繊維 of 影響が顕著であり, アラミド及びカーボン基材を用いた複合材はガラスロービング基材 of ものに比べてほぼ $1/3$ of 低収縮率となった。また, 本試験 of 範囲ではビニルエステル樹脂を用いた複合材は極低温においても柔軟性を有し, 比較的良好な特性を示した。

〈大阪支所〉

水潤滑におけるナイロン軸受材の摩耗に及ぼす
高周波振動の影響Influence of High-Frequency Vibration on Wear
of Nylon under Water Lubrication

伊飼 通明

昭和62年11月

日本潤滑学会 全国大会講演集

高荷重のかかる大型船の船尾管軸受材に合成樹脂材を採用する際に課題となる摩耗軽減対策の一つとして、高周波振動を利用し基礎実験を行った。本実験では軸受材表面に高周波振動を与えることにより表面を振動させ、そのすき間に潤滑水を入れ、軸受材とシャフトの接触時間を減らすことにより摩擦摩耗を軽減する可能性を調べた。

実験は、ピンオンディスク摩耗試験機を用いて行った。シャフト材としてステンレスとBC3を用いた。実験はすべり速度1~100cm/s、荷重646g(面圧9.13kg/cm²)、水潤滑で行った。超音波は試料ピン上部より油を介して超音波発振器より、周波数20kHzについて出力10Wで与えた。なお、周波数を変えた場合として10kHzについても実験を行った。試料ピンの長さについては、予備実験の結果、共振する長さを選ぶよりも超音波の減衰を抑える方が有利であることが判明したので、ピンはできるだけ短くし、5mmとした。

得られた実験結果は次の通りである。

- (1) BC3とナイロン材とを組合せた場合、各すべり速度において超音波による摩耗量軽減の効果が認められた。すべり速度20~50cm/sでは超音波を作用させない場合に比較して摩耗軽減率が約60%の一定値に近づくという結果が得られた。
- (2) しかし、ナイロン材とステンレスとを組合せた場合には、超音波による摩耗軽減効果は認められず、材料の適合性も重要な要因となっていることがわかった。
- (3) BC3とナイロン材を組合せた場合には、超音波周波数を10kHzに変えてみても20kHzのとときと同様に超音波の効果がみられ、この周波数領域においては、超音波による摩耗軽減効果があることが確かめられた。

(354)

〈東海支所〉

直スリット、段付きスリット、段付き円環プラグを有するγ線遮蔽壁に組み込む補償遮蔽体形状とG33-GPによる計算

Compensational Shield for Straight Slit, Crank
Slit and Annular Crank Plug in Shield Wall
for Gamma Radiation and the Shielding
Calculation using G33-GP Code

山路 昭雄

昭和62年10月

日本原子力学会 秋の大会

直スリット、段付きスリット、段付き円環プラグを有するコンクリート遮蔽壁のγ線遮蔽性能の低下を補うため、遮蔽壁内に組み込む鉄製補償遮蔽体の形状を提案し、同遮蔽性能をG33-GPコードで明らかにした。これらの遮蔽壁の内、段付きスリットと段付き円環プラグ付きの遮蔽壁は壁の中央に段があるとし、全ての入射角に対して適用できる補償遮蔽体形状を定め

る。本手法では、 $\bar{\mu} = \frac{1}{T} \ln S$ で定義される平均減弱係数 $\bar{\mu}$ を用いる。ここで、 T は遮蔽壁の厚さ、 S はバルク遮蔽壁において線源側の壁表面における線量率と線源と反対側の壁表面における線量率との比である。 $\bar{\mu}_{con}$ 、 $\bar{\mu}_{Fe}$ をコンクリートと鉄の平均減弱係数、 ρ_{con} 、 ρ_{Fe} をそれぞれの密度とすると、近似的に $\bar{\mu}_{con} / \rho_{con} = \bar{\mu}_{Fe} / \rho_{Fe}$ の関係がある。

- (1) 直スリット付き遮蔽壁： $\exp(-\bar{\mu}_{con} T) = \exp\left\{-\bar{\mu}_{Fe} \left(\frac{T}{\cos \theta_0} - \frac{S}{\sin \theta_0}\right)\right\}$ の条件から最小入射角 θ_0 を定める。補償遮蔽体はスリットの両側に設け、厚さを U とし、長さは遮蔽壁厚に等しくとる。 U は、 $\exp(-\bar{\mu}_{con} T) \geq \exp\left(-\bar{\mu}_{Fe} \frac{U}{\sin \theta_0}\right)$ の条件から、 $U \geq \frac{\rho_{con}}{\rho_{Fe}} \cdot T \cdot \sin \theta_0$ で求める。

- (2) 段付きスリット付き遮蔽壁：第1スリット出口部と第2脚スリット入口部にそれぞれ厚さ U_1 の補償遮蔽体を設け、第1、2脚スリットの両側に厚さ U_2 の補償遮蔽体を設ける。 $U_1 \geq \frac{\rho_{con} T}{2(\rho_{Fe} - \rho_{con})}$ 、 $U_2 \geq$

$\rho_{con} \cdot S \left\{ \frac{T}{\sqrt{\left(\frac{T}{2}\right)^2 + S^2}} - 1 \right\} / (\rho_{Fe} - \rho_{con})$ で求める。

第1, 2脚スリット間の必要最小長さ l は $l \sqrt{T^2 + (l + 2S)^2} / (l + 2S) \geq \rho_{con} T / \rho_{Fe}$ で求める。

(3) 段付き円環プラグ付き遮蔽壁: U_1, U_2, l を段付きスリット付き遮蔽壁と同じ方法で求める。ただし,

$$U_2 \geq \frac{\rho_{con}}{2\rho_{Fe}} \cdot \left(\frac{D_1 + D_2}{2} \left\{ \frac{T}{\sqrt{T^2 + \left(\frac{D_1 + D_2}{2}\right)^2}} - 1 \right\} + 2S \right)$$

の条件が加わる。ここで, D_1, D_2 は段付き円環ダクトの直径である。G33-GPコードを用いて補償遮蔽体あり・なし遮蔽壁及びバルク遮蔽壁の計算を行い, 補償遮蔽体あり遮蔽壁の遮蔽性能は, バルク遮蔽壁のそれと同程度になることが示された。