

所 外 発 表 論 文 等 概 要

<推進性能部>

Measurement of Air Bubble Shear Stress Reduction

気泡によるせん断力減少の計測

川島英幹、高橋孝仁、児玉良明、日夏宗彦

平成9年2月

Office of naval research

気泡流に関する米国海軍研究所

ワークショップ前刷集

排水量型の一般商船の場合、抵抗の80%近くは摩擦抵抗によって占められている。そのため摩擦抵抗の低減を行なうことにより、船舶の省エネルギー化を図ることができる。摩擦抵抗低減法のなかでも、微小気泡を用いた摩擦抵抗の低減法は効果的であることが知られており、80%近い局所摩擦抵抗の低減も達成されている。しかし空気の吹き出しに必要なエネルギーを考慮すると、タンカー等の大型船舶では、実質的な省エネルギーが難しく、実際の船舶への実用化はあまり行なわれていない。微小気泡による摩擦抵抗の低減法を実船へ適用するためには、より少量の空気吹き出しで、より大きな抵抗低減を得られるようこの抵抗低減法を改良する必要がある。

そこで抵抗低減メカニズムの解明を目的に微小気泡用小型高速流路を製作した。この流路は以下のような特徴を持つ。実船に相当する速度域での試験が可能なよう最大流速を12 m/sとした。乱れが小さく流れが2次元的になるよう、試験部を幅100 mm高さ15 mmと平らな形状とした。また近年発達の著しいPIV等可視化による計測法に対応できるよう試験部を透明なアクリル製とした。

この流路の性能を確認するために、気泡の可視化、せん断力計による局所摩擦抵抗の計測を行った。YAGレーザを用いることにより、10 m/sの高速流中で、直径1 mm程度の気泡の鮮明な写真の撮影に成功した。写真により流速が大きくなるにつれ、気泡径が小さくなることが確認された。また微小気泡により流速10 m/sにおいて最大26%の局所摩擦抵抗の低減効果を得た。

マルチブロック法を用いた自由表面流れ計算 Free Surface Flow Computation Using Multi-block Technique

平田信行

平成9年7月

日本流体力学会 第8回計算流体シンポジウム論文集

複雑形状物体まわりの流れを解くのに適したマルチブロック法を用いた Navier-Stokes ソルバーを、自由表面流れが取扱えるように拡張した。

支配方程式は、疑似圧縮性を考慮した Navier-Stokes 方程式であり、離散化には有限体積法を用いた。非粘性流束の評価は Roe 法に従い、MUSCL により高次精度を達成した。また、粘性流束は中心差分で評価した。時間積分はオイラー陰解法とし、近似因数分解法を適用することにより収束を早めた。複雑な形状に対応できるよう、流れ場を複数のブロックに分けて解くマルチブロック法を用いた。マルチブロック法は、ブロックとブロックの境界面で格子点のずれを許さない。このため計算格子生成に関して制約を受けるが、流体変数や流束に関する補間等の複雑な取り扱いが無く、ブロック間でも容易に保存性を得ることができる。乱流モデルには、Baldwin-Lomax の代数モデルを用いた。本研究ではさらに、非線形の自由表面条件を組み込み、複雑な形状を有する物体まわりの自由表面流れ計算を可能にした。

複雑形状の物体として、同型の水面貫通ストラットが前後に2本付いた没水回転体を対象船型とした。没水回転体の長さに基づくフルード数を変えた計算を行い ($Fn=0.265, 0.891$)、実験と比較した。その結果、剰余抵抗及び波形に関して両フルード数ともに精度よくシミュレートすることができ、本手法が複雑な形状まわりの自由表面流れにも有効であることがわかった。

<機関動力部>

Effect of Roughness between Electrolyte and Electrode Layers on SOFC Performance

電解質・電極層界面粗面化のSOFC発電性能に及ぼす影響

川越陽一、波江貞弘、熊倉孝尚、
汐崎浩毅、中島康晴、野村雅宣

平成9年6月

Fifth International Symposium on Solid Oxide Fuel Cell Solid Oxide Fuel Cell Vol. 5

燃料電池は燃料の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換するため、より高い効率を持つ発電装置として有望視されている。当所においては、電解質に固体酸化物のYSZ（イットリア安定化ジルコニア）を使用した、固体酸化物燃料電池（以下SOFCと省略）を船用機関に適用する際の技術的な問題点の抽出およびその対策の検討を目的に実験的研究を行ってきた。厚さ100 μm の電解質板の燃料側表面にNiO-YSZサーメットを、空気側表面にLSM（ランタンストロンチウムマンガナイト）を塗布焼成し製作した板型セルを実験に使用してきた。今回、性能の向上を目的として電解質表面を酸によって粗面加工した後に電極を焼成したセル（加工後の電解質厚150 μm ）を製作し、その発電性能を測定した。発電性能を測定する際には、空気側に大気を、また燃料側に燃料として水素と窒素の混合気をそれぞれ一定の流量で供給し、定電流法により電流を変化させた際の電圧の変化を測定する方法を用いた。その結果、ほとんどの発電可能電流値Iの範囲で、得られた電圧Vの値は、表面処理を行ったセルの方が未加工の物より高い値となった。この傾向は電流密度が高い領域でより顕著で、発電可能な電流の範囲も未加工の場合と比較して約1.5倍の3.0 A/cm²以上にまで広がった。また、最大出力も約2倍程度の値が得られた。これは、電解質と電極との接触面積が広がったことが理由と考えられ、SEM（走査型電子顕微鏡）を用いてセル発電部の断面を観察し、界面の凹凸形状を確認した。

Study on Exhaust Emissions from Medium-speed Marine Diesel Engine with Emulsified Fuels

乳化燃料を用いた中速船用ディーゼル機関からの排気エミッションの研究

中島康晴、塩出敬二郎、山谷周二、
菊地正晃、桑原孫四郎、石村恵以子

平成9年9月

Proceedings of 3rd International Conference of Internal Combustion Engines

現在、IMO（国際海事機関）において船用ディーゼル機関から排出されるSO_x及びNO_xに関する排出規制案が検討されており、これらに対する低減方法の確立が急務な状況にある。NO_xに対しては、従前から乳化燃料による低減効果が知られているが、一方、乳化燃料の使用が燃焼を悪化させ、他の有害物質の排出を増加させるという報告もなされている。そこで本研究では、乳化燃料使用時における排ガス中のNO_x、N₂O、O₂、CO₂、CO、HC及びパティキュレート（パーティキュレート）の排出特性を調査し、さらに、機関の運転条件及び燃料の低質化が排出特性に与える影響を検討した。

実際は、4-サイクル中速船用ディーゼル機関を、船用特性及び発電機特性に基づいて機関負荷率25%から100%までを25%間隔で運転して行った。また、使用燃料による影響を調査するため、A重油、C重油、ブレンド油（A重油及びC重油の混合比は1:1）及びこれらを基材としたエマルジョン燃料を用いた。

実験の結果、乳化燃料の使用により燃焼が悪化し、NO_xは減少した。一方、CO、HC及びパティキュレートは、低負荷域では加水率の増加とともに増大するが、高負荷域では燃焼がやや改善され、CO、HC及びパティキュレートの増大は抑制された。また、機関運転特性の変更がNO_x、O₂、CO₂及びCOの排出特性に、低質油の使用がN₂O、CO、HC及びパティキュレートの排出特性に影響を与えることも確認された。

以上の結果から、4サイクル中速ディーゼルの船用主機関及び発電機関への乳化燃料の適用においては、使用燃料の種類及び負荷率に応じて適当な加水率を選択すれば、N₂O、CO、HC及びパティキュレートの増大を抑制しつつNO_xを低減することが可能であり、乳化燃料の使用は大気汚染物質の抑制方法として有用な方策であることが確認された。