

所外発表論文等概要

〈機関開発部〉

ホログラフィ干渉法による火炎温度分布測定
(第3報, 方形要素モデルによる三次元温度分布)

Measurement of Flame Temperature Distributions
by Holographic Interferometry
(3rd Report, Three-Dimensional Temperature
Distributions by a Rectangular
Element Model)

佐藤誠四郎・熊倉 孝尚・羽鳥 和夫
昭和54年12月

第17回燃焼シンポジウム

内燃機関の燃焼領域の温度分布は、二次元的あるいは対称性をもつのは特殊な場合であり、一般に光路方向に任意に変化する三次元的な分布をもっている。ホログラフィ干渉法による測定では、対象温度場の情報が光路方向に積分されたものとして得られるので、二次元または軸対称の場合は一方向からの干渉写真から温度を定量できるが、三次元の場合には多方向からの干渉像が必要となる。

筆者らは先に、定常火災について多方向の干渉写真を別々の瞬間に撮影し三次元温度分布の測定を試みたが、火災のゆらぎなどのため期待した結果は得られずこれらの干渉写真は全て同一瞬間に撮る必要があることが予想された。本報では、広範囲の干渉写真を一度

に得るのが難かしいので、同一瞬間の撮影断面数を4方向と制限した場合の三次元温度分布を方形要素モデルの手法により求めその可能性を検討した。

方形要素モデルは、直接マトリクス法とも呼ばれており、これは求める温度場の断面を有限個の方形要素に分割し、各要素内の屈折率は一定と仮定し、干渉写真から得られる光線の光路差の関係式を適用しこれらの式を連立させて解くものである。ここではマトリクスの独立性、温度場の境界形状の決め方など本モデルにおける問題点について検討した。

干渉実験は、4方向の干渉像を同時に撮影できるように対象火災(アルコール芯火災)に He-Ne レーザーからの光束を4本に分けて通過させ、像は一板の乾板に多重記録した。

温度計算は、撮影断面の制限から要素分割数を8ケ~36ケと少なくして行った。妥当な値が得られたのは要素数8ケだけで、16ケでは一部の条件のみ得られ、要素数24ケ以上では発散値となり値が求まらない。

この原因を調べるため本モデルによる計算シミュレーションを行い、これらは干渉縞の位置の測定誤差によるとし、撮影断面数が少ない場合温度場の大きさが決まらないので温度は一義的に求まらないこと、方形要素モデルでは干渉縞の位置の測定精度を高めないと三次元温度分布の再現は困難であることなどを明らかにした。

船舶の石油消費と省エネルギー

Fuel Consumption and Energy Efficiency of
Marine Transportation

玉木 恕乎

昭和 55 年 2 月

日本船用機関学会誌 第 15 卷 第 2 号

わが国の船舶が年間に消費する石油製品の量を調査し、船舶による輸送システムのエネルギー効率について考察を加えた。

わが国の船舶が消費する石油の量は、各種の統計から見積ると、年間に約 3500 万 kl に達する。この量は、電力や自動車（乗用車、バス、トラック）と比べても少ない量ではない。また、国内で船舶が調達する石油量は、わが国の石油消費の約 10% を占めており、中でも A 重油はわが国消費の 40% という高い割合を示している。したがって、船舶の省エネルギーが達成されて効果が上がれば、その影響するところは大きい。船舶の省エネルギーには改善の余地が多いため、陸上の電力や自動車におけるよりも効果が大きい可能性を秘めており、有望である。

船舶による貨物輸送は、輸送のエネルギー効率が高い。なかでも、タンカーによる原油輸送のエネルギー効率は高く、輸送実績から求めたエネルギー消費原単位による比較ではパイプライン輸送よりも効率が低いことを示し、船舶輸送という輸送システムの有利なことがわかる。

このように輸送エネルギー効率が低い船舶であるが、わが国はその立地上、毎年莫大な量の石油を輸入しており、その石油輸送だけでも船舶は多量の燃料を消費している。このほかにもわが国は、鉄鉱石、石炭、穀類を大量輸入し、また、工業製品を輸出しているが、これらはすべて船舶による輸送に頼らざるをえず、その結果、船舶では始めに述べたような大量の石油を消費する結果となっている。

わが国は世界一の造船国であって船舶を輸出しているから、省エネルギーへの努力は、わが国だけでなく地球規模での石油節約にもつながる。船舶への省エネルギーに対し強力な施策が望まれる。

船舶の省エネルギー技術開発

Research and Development of Energy
Saving in Marine Technology

玉木 恕乎

昭和 55 年 1 月 21 日

水産業における省エネルギー技術と経営戦略

船舶における省エネルギーの技術開発について、その現状と今後の見通しについて解説したものである。船舶の省エネルギー技術開発は船という輸送機関としての特性を考慮して実行する必要がある、その期待できる効果は大きい。発表内容はつぎのとおりである。

(1) 船用燃料とその消費量

船舶でのエネルギーは燃料という形態で消費され、その船用燃料はほとんどを石油系液体燃料に依存している。わが国の内航船、外航船（外国用船を含む）、漁船による石油製品の年間消費量は約 3500 万 kl に達し、また船舶が国内で調達する石油量にしてもわが国消費量全体の 10% を占め、省エネルギーの必要性と重要性を示している。

(2) 船舶の省エネルギー技術

船舶は一つの総合されたシステムであるから、船舶の省エネルギーは船全体として考えねばならない。技術方策としては、船体の抵抗軽減と推進効率改善、排熱利用その他による推進プラントの高効率化、機関の性能向上があり、これに加え輸送システムから見た運航経済性の改善がある。

(3) 船用燃料の粗悪化と代替エネルギー

船用燃料の今後の見通しによると、量的な逼迫に加えて質的な粗悪化がある。船用機関は粗悪油が導入されてもこれに対応できる技術開発を前もって実施しておかねばならない。船用の代替エネルギーについては各種代替燃料による提案があるが、いずれも船舶という特性からは難点が多く、当分は船用燃料は質の低下はあるが石油系液体燃料が続くであろう。

結論として、船舶による輸送はエネルギー経済性が高く今後も大量長距離輸送では船舶に頼らざるをえない。船舶の省エネルギーは各種の手段により達成可能でその効果は大であり、船用の代替エネルギーが望み薄で今後も石油系液体燃料に依存することを考えると、省エネルギー技術開発の意義は大きくかつ重要である。

〈機関性能部〉

低速水流上のオイルスリックについて

Oil Silk by Plate in the Pressure of
Low Water Carrents上田 浩一・植田 靖夫・渡辺 和夫
山之内 博

昭和54年10月25日

第26回船用機関学会学術講演会

“船舶”から流出した油による海洋汚染防止の手段として、流出油の回収装置やオイルフェンス等の開発、評価方法の研究が従来から進められているが、必ずしも万全とはいえない状況にある。本発表では回流水槽および固定平板等を使用して、バリエーションから油が漏れはじめる水流の速度、低速水流による滞油の性状に関して実験的に概要を調べた結果を発表する。

その主な内容はポリエチレン粒を使用した固定平板による漏れ試験結果、各種油を用いた固定平板による漏れ試験結果、平板前後の流速分布の測定結果、水流による滞油層の形状の計測結果である。

さらにビニール布に各種油を塗り、流速と摩擦抵抗を計測して、その結果を用いて、中間付近の先端から100cmのところの油層の厚さを導いた結果を示す。

漏油の限界流速には、粘性の影響が大きく、油層の厚さには比重の影響が大きい。流速が10cm/s ($Re \approx 6.1 \times 10^4$) 付近では、オイルスリックの中間部分の厚さの概算として $U^2(1+c_r s) / \{2g(\rho_w/\rho_o-1)\}$ とおける。 s は先端からの距離 l を先端部油層厚さ h (≈ 1) で無次元化したもの、 c_r は摩擦係数である。喫水の深さは、バリエーションの直前まで流れの乱れが比較的少ないために油層の形状に与える影響は少ない。

以上の内容である。

本実験の一部は日本造船研究協会 RR-10 の受託試験で行ったものである。(昭和51年度、昭和52年度)

内燃機関燃焼解析システムへの応用

Application of Mi-Com to Combustion
Analysing System of Internal
Combustion Engine

塩出敬二郎

昭和55年1月15日

エレクトロニクスダイジェスト 1980-1 247号
特集マイクロコンピュータ応用マニュアル (1)

最近めざましい発展をしているマイクロコンピュータを応用した内燃機関研究のための燃焼解析システムについての解説。この燃焼解析システムは、次のような機能を持っている。すなわち、データ収集機能、解析機能、表示機能である。データ収集機能とは、船用ディーゼル機関の各部の状態、(例えば、機関回転数、圧力、温度など)をA/Dコンバータを通して読取りメモリーに格納するものである。解析機能とは、メモリーに格納されているデータを指示された手順によって演算処理を行うものである。また、表示機能とは、演算処理結果または読取ったデータを表またはグラフの形でCRTディスプレイ装置やプリンター上に表示したり、読取ったデータまたは演算処理結果などを紙テープに出力するものである。これらの機能は、実験によって少しずつ異なっているが、実験の目的に合うようなプログラムが各種用意されているので、使用者はその実験に合ったプログラムを選択し、組合せて使用することができる。このシステムの主な機器構成は次の通りである。中央処理装置はインテル8080を応用したソードSMP80/20である。メモリーはROM1KB、RAM32KBを持っている。補助記憶装置としてはフロッピーディスク装置2台がある。入出力装置として紙テープリーダーと紙テープパンチャー、それにA/Dコンバーター20チャンネル(高速型4チャンネル、低速型16チャンネル)とCRTディスプレイ装置を持っている。このシステムの導入によって、計測作業が自動化され、解析作業も即座に行なわれるようになったため、研究のスピードアップ及び実験精度が向上した。

ディーゼル機関の水素混焼について

Diesel Engine Combustion with
Hydrogen Addition

塩出敬二郎

昭和54年10月24日

日本船用機関学会第26回学術講演会

ディーゼル機関の吸気管内に水素ガスを添加する方法により、水素軽油二元燃料運転を行ない、水素ガスの添加量と機関性能との関係を調べた。水素ガスの添加量が少ないうちは、軽油燃料だけで運転した場合と性能的にはほとんど変りがない。水素ガスの添加量が多くなり空気水素混合気の相等比で約0.2位以上になると、燃焼最高圧力、圧力上昇率が急に増大する。そして、過早着火が発生するようになる。水素ガスの添加量がさらに多くなると過早着火の発生回数が多くなり、過早着火の発生する時期もしいに圧縮始めの方に移動してくる。水素ガスの添加量がさらに多くなると、ついには吸気管内への逆火を起すようになり、これがはげしくなるとディーゼル機関は運転不能となる。

吸気管内へ水素ガスを添加する方式で水素軽油二元燃料運をする場合には、過早着火の発生のために水素スガの添加量が制限される。そこで、過早着火を抑制するために、吸気弁直前に水を噴射することを試みた。過早着火がはげしく発生しているような運転条件において、水噴射を行なうと過早着火の発生を抑えることができる。過早着火の発生を抑制するために必要な水の噴射量は、水素ガス流量（重量で）の約1.5~2倍位である。水噴射によって影響を受けるものは、圧縮圧力、燃焼最高圧力、着火時期、過早着火、熱効率などがある。圧縮圧力は水の添加量に比例して低下する。燃焼最高圧力は水の添加量が少ないうちは急激な低下を示すが、添加量が多くなるとほとんど変化しなくなる。着火時期は水の添加量が増すと遅れる。熱効率は水の添加量を増すとある所で最高になり、それを過ぎると低下するようになる。これは、水の添加により過早着火が抑制され、燃焼最高圧力が低下するので、機械損失、熱損失が少なくなるために熱効率が上昇し、また水の添加量が多くなると、圧縮圧力の低下、着火時期が遅れるために熱効率は低下する。水噴射によって、水素燃料の熱量比の大ききところでの運転が可能になった。

船用機関故障のデータバンクとアベイラビリティ向上に関する応用

A Data Bank of Marine Engine Failures and
Its Application to Improve Availability

村山雄二郎・玉木 恕乎・黒須 顕二

稲坂富士夫・菊地 正晃

昭和54年12月

日本船用機関学会誌 第14巻 第12号

船舶の大型化や、船用機関の複雑化と自動化に伴なって、船用機関の故障が及ぼす影響と損害は大きくなる反面、その診断と修理が難かしくなってきた。そのため、船用機関の信頼性やアベイラビリティを向上して、船舶や機関の安全を確保するシステム工学的試みがなされている。それによれば、船用機関の信頼性とアベイラビリティを向上するためには、診断系と故障回復系を持つ新しい安全系が効果的で、その研究の重要である事が指摘されている。しかし、それを実現するためには、船用機関の故障の構造とその要因とを把握することが必須となる。すなわち、船用機関の故障は、現実に、どのような原因で、どのような頻度で起きて、どのような結果をもたらすかという事だけでなく、故障に基づく異常症状がどのようにして検知され、故障箇所が発見されてどのような処置がその過程でなされたかの情報を知り、それによって、どのような故障を避けたり、軽症の内に発見すれば船舶と機関の安全確保に効果的であるか、それには、どのような型の安全系がその目標のために役立つのかを知る事が必要である。

これらの目的のために、船用機関の故障データを集め、解析をしたのが、ここに紹介するデータバンクである。ここにバンクされたデータの特徴は、ただ故障の表面的な統計量だけでなく、異常検知から故障修理までの処置を含めたその行動過程を記録し、人間一機械システムとして船用機関をとらえている事と、データの使用目的に合せて、必要な新しいデータを取り入れていける柔軟性を持つ機能にある。目的を遂行するためにデータは生成分析が行われ、船用機関の故障とそれへの対策処置等の特徴が明らかになり、船用機関の安全系の設計に有用となる包括的な故障要因等の情報が得られた。また、その結果に基づいて、ディーゼル主機の診断系のために、データを、故障一症状マップの形に集約した。

ディフューザ内剝離域の熱伝達 (第4報)

Heat Transfer in the Separated Flow Region of
the Two Dimensional Diffuser (4th Report)

涌坂 伸明

昭和54年11月21日

日本機械学会 第905回 講演会熱工学

先報においては剝離流の基礎的一般的な熱伝達特性を把握する目的で二次元非対称片開きディフューザ内部の流れに剝離した流れを任意に生ぜしめ、その様相を流れの可視化の幾つかの手法に依って観察し、流れのパターンに対応する熱伝達率変化の特徴を実験的に明らかにした。

本報では速度分布と温度分布を測定して流れの構造に簡単なモデルを想定し、ディフューザ内部流れの熱伝達を考察した。

実験装置と条件は前報までのものと同一となるようにして先に分類した三種の流れ、即ち通常管内流、間歇剝離流、完全剝離流それぞれの領域内の速度分布と温度分布を測定した。これにより各種トレーサの視認によって観測された流れの機構が更に明確になり特に先の伝熱特性の整理の際に暗に仮定されていた流れの二重構造が明瞭になった。剝離を生じた非対称二次元ディフューザ内流れには、剝離面とも称し得る界面が存在して、主流と剝離域とに流れを二分していると見出し得る。この様な二次元流れのモデルを使用し、ディフューザ損失係数と代表速度との関係を仮定することによって、形式的に乱流速度分布を剝離域にも適用し、ディフューザ内部流れの熱伝達を推算する式を導いた。この算式による結果は水流、空気流の実験結果とかなりよく一致し、また開口比は同一ながら効率の異なるディフューザの熱伝達率の差異も説明できる。

〈共通工学部〉

試作装置による重水蒸気の音速測定

Velocity Measurement in Heavy Water Vapor

山田 一成・有村 信夫

昭和54年10月17日

日本音響学会秋季研究発表会

昨年は、軽・重水蒸気について超音波吸収量を実測し、 ω/p (ω : 角振動数, p : 圧力) の 100 MHz/atm 近傍における緩和吸収現象の大部分が水分子の振動比熱によるものとする緩和モデルでこの現象を解析し、水蒸気比熱の振動緩和時間と回転緩和時間などの値を得ている。今回は、この緩和現象に伴う音速分散現象を更らに詳細に検討するため、新たに音速測定装置の設計と試作を行って、一部重水蒸気の音速測定を実施したものである。

すなわち、最初に試作した音速測定装置を紹介し、次に、この装置により温度 60°C の重水蒸気で ω/p が 20~600 MHz/atm 領域について音速の分散特性を得た。

その結果、重水蒸気の音速分散は 100 MHz/atm 附近から現われることを確認した。そして、この分散の解析から、これは水蒸気分子の振動モードによる音速分散とする場合よりも大きな分散を示した。このため、この分散には振動分散の他に水蒸気分子の回転分散か、または粘性効果による前進分散の一部が重っていると推定された。一方先の重水蒸気における緩和吸収の考察で、回転緩和時間が非常に短い結果となっている点から、100 MHz/atm の分散には前者の回転分散が含まれている可能性が高いと思われる。しかし今回の測定範囲は狭く、かつデータ不足のため、これらを確認するまでには至らなかった。

パルス圧縮法 (LFM-FM 波) 信号
処理方式の検討

On the Signal Processing (LFM-FM) for the
Acoustic Traveling Time in Air by the
Pulse Compression Method

有村 信夫・山田 一成
昭和 54 年 10 月 17 日

日本音響学会秋季研究発表会

前回、スペクトラム拡散通信方式の一形式である線形 FM 波パルス圧縮法を用いて可聴周波数領域での空気中音波伝搬時間の計測を行った。

その結果、従来のパルス法に比較し送信平均電力の削減、測距分解能の向上や、対雑音特性などで有効であることが確認された。

今回は、この方式を水中音響計測に用いる為に、送受波器の狭過通帯域幅の問題を考慮して、新たに LFM-FM 波とする伝送方式で検討を行った。

この方式は、送受波器 (超音波振動子) の共振周波数を搬送波とし、線形 FM 波パルスで周波数変調された連続 FM 波信号を送入入力とした。そして、受信後 PLL-FM 復調を行った後、パルス圧縮するものである。

この音響実験は、搬送周波数 214 KHz, 変調信号中心周波数 3 KHz, 周波数偏移幅 4 KHz, パルス幅 12.5 ms の線形 FM 波パルスとする条件で、この搬送波を共振周波数とする超音波振動子を用い、空気中で、音波伝搬時間の測定精度、対外部雑音特性について検討を行った。

この測定結果から、外部雑音が多く、入力 S/N が悪い場合でも、この方式では 18 db の処理利得が得られた。また、入力レベルが大幅に変動する場合でも、圧縮パルスの処理後のピーク値は、ほぼ一定となり、入力レベル変動に対しての影響が少ないことがわかった。この方式は LFM 波パルスを用いた場合に較べて、処理利得は約 6 db S/N が改善されることが認められ、また測定された音速の値は理論値に対し、1% 以下の誤差であった。

〈東海支所〉

Analysis of ^{60}Co Gamma-ray Transport
Through Air by Discrete Ordinates
Transport Codes

ディスクリット・オーグネート輸送コードによる
 ^{60}Co ガンマ線の空気透過の解析

竹内 清・笹本 宣雄
昭和 55 年 1 月

Nuclear Technology, Vol. 47, Jan. 1980

放射線の線量を一般住民に対して合理的に達成できる限り低いレベルに抑える、いわゆる ALARA の考えにもとづいて最近環境へ放出される放射線の経量を精度よく算出する必要がでて来た。環境へ放出される放射線でスカイシャインの問題がある。特に原子力発電所からのスカイシャインでは放射線はガンマ線が問題とされる。スカイシャイン計算は要するに空気に対する放射線の透過計算であるので、放射線空気透過計算の精度検証を行なえばよい。米国で ^{60}Co 点線源を地面から上室 8.23m, 91.44m および 342.9m の高さに設置して地面から 1m 高さに測定器を設け、 ^{60}Co 点線源からこの測定器までの距離を開数として 1,000 m まで測定した結果がある。この問題を 2 次元ディスクリット・オーグネート輸送計算コード PALLAS と DOT-3 で解析し実験結果と比較することにより両計算コードの精度検証を行なった。比較の結果は、PALLAS 計算値は ^{60}Co 点線源が 8.23m および 91.44m の場合実験値より 10~20% 大きい値を算出するのに対し、DOT-3 計算値は 10% 程過小評価になった。また、342.9m 高さの線源の場合は両計算コードの値ともに 20% 程実験値より大きな値になった。この程度の計算誤差であれば実用計算には許容されると思われる。しかし、DOT-3 の計算による線量率減衰曲線を調べると実験値や PALLAS 計算値のような様な曲線ではなくある距離で波型の異常な曲線を描いている。この異常は線源高さが高い程顕著になる。この原因を追求したところ、DOT-3 によるガンマ線の散乱計算に問題のあることが判明した。さらに地面からの反射成分の計算にも問題のあることがわかった。