

## 所外発表論文等概要

### 〈推進性能部〉

#### 双胴船型 ACV の抵抗特性について

Characteristics of Resistance in  
Twin-Hulled ACV

田中 拓・小沢 宏臣・山下 進  
昭和54年2月

日本航空宇宙学会誌

双胴船は、甲板面積が大きく安全性が高いだけでなく、demi-hull (各舷単胴船) の船幅が狭いために造波抵抗の減少および波浪中特性の改善等の長所が考えられる。しかし一方に双胴化による浸水表面積の増加が著しいため、推進性能に関する性能改善は余り期待できない。

このため双胴船としての利点を生かして浸水表面積の増加を防ぐ方法として、双胴船と air cushion 船 (ACV) の複合船型が提案され、この推進性能につい

て船研および三井造船で共同研究が行われた。複合船型研究の方法としては、各船型要素の性質を完全に把握することと、合成した場合の抵抗などの線型性が研究の柱となるが、本研究はこの内容を検討したものである。

最初に双胴船および cushion 圧の走行による造波抵抗の算式を求め、幅の狭い理論 demi-hull 船型をもつ双胴船型 ACV に適用した場合、Froude 数が 0.4 以上の高速では計算値と計測値はよく一致することを示した。また双胴船のおこした波と demi-hull 船型の幅を 0 として cushion 圧のみが航走した場合の波の合成は、双胴船型 ACV の発生する波と極めてよく一致することを示し、抵抗における線型性の問題と計算法を解決した。さらに本方法は、幅の広い実用船型の demi-hull をもつ双胴船型 ACV にも実用上の精度で応用できることを示した。これによって双胴船型 ACV には最少抵抗をもつ cushion 圧力および双胴間隔の設計条件があることを明らかにした。

## 〈機関開発部〉

## 実機用缶型燃焼器の水素燃焼性能

Combustion Performance of Hydrogen in  
a Conventional Can-Type Gas Turbine  
Combustor

野村 雅宣・池田 英正・羽鳥 和夫

昭和54年6月4日

日本ガスタービン学会 第7回定期講演会

出力275馬力の灯油を燃料とするガスタービン燃焼器単体により水素燃焼試験を行った。本実験では、当該燃焼器の寸法、形状を変化せず、噴射弁のみ水素ガス用を新たに試作、燃焼試験結果から適切なものを選定することを目的とした。水素噴射弁としては旋回式多孔式および4孔式噴射弁の三種を製作した。

実験は大気条件下で行った。実験結果から以下の諸項が明らかとなった。

- i) 水素噴射弁圧力損失: 圧力損失係数は旋回式が最も高く、4孔式、多孔式の約2倍の値となった。
- ii) 水素ガス着火特性: 着火性は噴射弁の型式によらず、燃焼器内部の流れ模様によって決まる。
- iii) 燃焼器出口温度分布: 噴射弁型式による一定の傾向は見られない。
- iv) 燃焼効率: いずれの噴射弁の場合にも完全燃焼と考えて良い。ただし、別途準備の直管式噴射弁を用いて極端に燃焼器中心軸線上へ集中して水素を噴射すると燃焼効率は低下する。従って、水素は燃焼性が良いといえども噴射弁形状には考慮が必要である。
- v) 内筒壁温分布: 噴射弁形状によって内筒壁温分布状態は著しく変化する。旋回式、多孔式では燃焼器出口近傍において、ほぼ一様な周方向温度分布が得られるが、4孔式では局所的に高温部分が発生し、温度レベルも高いため不適当である。
- vi) 軸射伝熱の影響による内筒壁温度変化: 水素と灯油燃焼試験を行って、内筒壁温度の違いを測温塗料で調べたが、外観上顕著な温度差は見られなかった。このことから軸射による温度差は、測温塗料の変色温度範囲490~575°C内に入る程度と考えられる。
- vii) 噴射弁温度: 多孔式、4孔式は一次燃焼領域内に弁が突出しているため焼けたが、旋回式は弁先端がこの領域よりも上流にあるため焼けていない。
- viii) NO<sub>x</sub>, NO 排出量: 単位燃料流量当りの排出量 (gr/kg-fuel) は、いずれも灯油に比して水素の場合に高くなる。

以上の結果を総合すると、旋回式および多孔式噴射弁の結果が良い。しかし、今回使用した旋回式噴射弁は圧力損失が高い所に難点があるため、損失の少ない形状のものを考える必要がある。また、多孔式は噴射弁焼損の危険があるので使用雰囲気耐える材質の検討が必要である。

## ランダムな熱負荷を受ける中実円柱の熱応力

Thermal Stresses in a Solid Cylinder Subjected to  
Random Thermal Loadings

天田 重庚・町田 明正

昭和54年10月13日

日本機械学会 第57期全国大会講演会

決定論的な熱応力問題においては初期条件と境界条件が与えられれば、その後の温度や応力は何らかの方法で一意的に求めることができる。しかし、この系の中にランダムに変化する量が存在する場合、確率微分方程式を解いて統計量を求める必要がある。問題としては初期条件がランダムな場合、境界条件が時間や空間に関してランダムな場合、材料の物性値がランダムな場合などが考えられる。本報告はそのうちのランダム境界条件に関する問題、すなわち中実円柱の外周上に時間と共にランダムに変化する温度が与えられる場合、円柱内部に生ずる温度、変位、応力の統計解析を行ったものである。

決定論的問題より類推して境界温度を用いて温度の解をコンボルーション積分にて表わし、平均、自己相関、2乗平均、パワースペクトル密度、分散についての式を導いた。さらに、ランダム温度より平衡方程式を解いて変位を求め、Hookの法則より応力成分を解析した。変位や応力について温度と同様な統計量を求めた。具体的な例として境界温度がホワイトノイズの場合、すなわち種々の周波数を有する温度変動が境界上で与えられた場合の数値計算を行った。2乗平均の結果より次の事が得られた。

- i) 温度と周方向応力成分に関しては、それらの変動は外周に近い外径の約15%の厚さの薄い層内に限定され、それより内部の領域では変動は非常に小さい。
- ii) 半径方向変位の変動は中心でゼロ、外周に向かってゆるやかに増加する挙動を示す。

これらの結果はランダム熱負荷の下での熱疲労強度の評価に有用なる情報を提供するものと思われる。

## 〈機関性能部〉

Characteristics of Cocurrent Two-Phase  
Downflow in Tubes  
Flow Pattern, Void Fraction  
and Pressure Drop

円管内並流下降流の流動特性

山口 勝治・山崎弥三郎

昭和54年4月

Journal of Nuclear Science and Technology,  
Vol. 16, No. 4

原子炉の冷却材喪失事故を模擬した実験によると、気相、液相ともに下向きに流れる並流下降流の起ることが観測されている。従って事故時での安全解析を行うには、下降流の流動特性に関する知見が必要である。しかし、上昇流に比べるとボイド率や摩擦損失に関する研究は少なく、広い実験条件に適用できる下降流でのこれらの関係式はまだ提案されていない。

本研究の主目的は並流下降流のボイド率と摩擦損失の関係式を求めることである。そのための基礎式として、垂直円管上昇流の気体-水系で成立した次の式を用いた。

$$\frac{\alpha}{(1-\alpha)(1-K\alpha)} = \frac{\beta}{1-\beta} \quad (1)$$

$$\sqrt{\Delta P_{TP}/\Delta P_W} = (1-\alpha)^{-Z} \quad (2)$$

ここで、 $\alpha$ : ボイド率、 $\beta$ : 気体体積流量率、 $\Delta P_{TP}$ : 二相流の摩擦損失、 $\Delta P_W$ : 水のみが流れた場合の摩擦損失、 $K$  と  $Z$  は実験的に決定される値、である。

著者らの実験を含む5つの実験者グループのデータを用い、 $K$  や  $Z$  と実験変数との関係を検討した結果、 $K$  は  $\beta$  のみから求まり、 $Z$  は定数となることがわかった。求まった関係と式(1)、(2)を用いると、ボイド率は  $\pm 20\%$ 、摩擦損失は  $\pm 30\%$  以内の誤差におさまった。 $Z$  は上昇流とほとんど同じ値となり、摩擦損失に関しては流れの方向による差は少ない、と言える。

導かれたボイド率と摩擦損失の一般的な関係式は、下降流の広範囲な実験条件に適用でき、精度の面でも十分満足できるものである。

また、下降流においても上昇流と同様の流動様式が観察され、気泡の形で存在できる流動範囲の狭くなることがわかった。これは流れと浮力の方向が逆であることに起因している、ということを示唆している。

本研究の結果、原子炉の安全解析を行う上での有力な手段が得られた。

## 〈機 装 部〉

船舶火災に関する研究動向と問題点

Some Aspects on the Ships Fire

翁長 一彦・長田 修

昭和54年7月

日本船用機関学会誌 第14巻 第7号

船舶火災は陸上の火災のように身近な問題ではなく、現場を見ることも難しく、鎮火後の船体を調査し得たとしても火災経過に関する情報は容易に得られない。

しかし各種資料を調査してみると、漠然とはあるが3種の典型的な火災があるように思われる。第1は第拾雄洋丸とパシフィックアレスで代表されるような大型タンカーの衝突等による海面火災であり、第2は機関室等熱源と易燃性可燃物が併存する個所で事故が生じ発火する場合、そして第3は大型客船の居住区とか貨物艙から出火した緩燃性火災であって多くは原因不明といわれるものである。

SOLAS, IMCO の各種規制は歴史的にも第3、または第2の火災を対象としており、最近になって第1の海上災害的火災に対する措置を盛込んできたが、まだ根本的な対策が樹てられる迄には至っていない。また火災に対する観念は陸上の生活、文化とも深い関係があると見え、国際的に対策方法を統一することは難しく、船舶火災は海難の中でも独特な性質を持つものと思われる。

船舶火災の実験は、再現性、相似則の上から実行が難しく資料も少ないが、居住区火災を始め油の液面火災等十数例がある。火災温度や燃焼速度については資料もあるが、海面火災は八丈島沖の自由拡散下の実験だけであり、衝突事例におけるような限定拡散時の火災状況を解明するにはまだ問題がある。

火災を統計的に解析する試みとして、火災継続時間を寿命と考え、消火確率が故障率と考えて信頼性の概念を用いると、前記の第1～3の典型的火災例は小、中、大型船火災に相当してそれぞれのワイブル分布に従い、消火確率が求められる。これから各型の火災に応じてそれぞれ異なる消火方法を探るべきであると示唆が得られる。

〈東海支所〉

遮蔽計算における2次元 Discrete Ordinates  
コードの問題点Characteristics of Two-Dimensional Discrete  
Ordinates Calculations for Shielding Design

竹内 清

昭和54年5月

日本原子力学会誌 第21巻 第5号

一般に2次元 Discrete Ordinates コードによる遮蔽計算で発生する計算誤差の要因は、(1) 線源評価に関係するもの、(2) 線源および遮蔽形状のモデル化に関係するもの、(3) 計算に使用する核データに関係するもの、(4) 計算理論の近似や仮定、あるいは計算コードの使用法に関係するもの等種々の要因がある。このうち本稿では、設計の際の安全余裕では処理しきれない程の大きな誤差をもたらす恐れのある要因として、主に(4)の要因をとり上げて詳しく述べる。

(4)の要因をさらに細分類すると、(a)有限個の角度分点で角度分布を近似することによる計算誤差、および(b)空間メッシュ間隔の粗密による計算誤差が Discrete Ordinates コードの共通の問題点として摘出される。また、Sn コード特有の計算誤差として、(c)散乱の非等方性を少数項のルジャンドル展開近似で処理することによる計算誤差、および(d)差分式の使用による計算誤差がある。一方、直接積分コード PALLAS 特有の計算誤差として、(e)線束を計算する際に、他の空間メッシュ点上の線束および線源の値による比例補間を使用するが、この比例補間の使用による計算誤差、および(f)繰り返し収束計算を使用しない利点が逆に弱点となる例として、エネルギースペクトルが急激に増大する MeV 領域の線束の計算で粗いエネルギーメッシュの使用による過小評価の線束算出の問題点がある。以上の細分類した各種の計算誤差の要因について記述するとともに解決策の例もあわせて述べる。特に放射線被曝線量低減化でスカイシャイン線量を精度良く算出する上での問題点とその解決方法について、また原子炉構造や各種の放射線源収納容器の間隙からの放射線ストリーミング線量の評価に関する問題点とその解決方法については詳しく述べる。