

## 所外発表論文等概要

### 〈推進性能部〉

#### 二次元無揚力体上における Attached Cavity の成長

The Growth of an Attached Cavity and  
Two-dimensional Nonlifting Body

児玉 良明

昭和55年11月14日

日本造船学会論文集第148号

二次元翼のキャビテーション実験を行うと、一様流速および圧力が一定でかつ翼の迎角が変化しない定常状態においても、定常なキャビティは存在せずその長さや形状が時間的に変化する。すなわち、キャビテーション現象は本質的に非定常な現象である。時には変動が非常に規則正しく起こり、これを *oscillating cavity* と呼ぶ。

二次元非定常キャビテーション問題には特有の困難がある。一つは圧力一定のキャビティ面で流速が一定でないために、定常問題のように等角写像法が使えないことである。またキャビティ面は流線ではなく *material line* である。他の困難は、キャビティ体積が時間的に変化するることによって無限遠方において圧力の特異性が生じることである。

本計算においては物体から有限距離に吸い込みを置くことによって圧力の特異性を除去し、表面吹き出し分布法により流場を解き、円柱上の *attached cavity* が成長しながら下流に移動する様子を計算した。

吸い込みまでの距離を大きくするとキャビティの成長は抑えられ、円柱上の圧力上昇は増加した。リエントラントジェットがキャビティ後端で生じた。また他の場合にはキャビティ表面の凹凸の発達により *break-up* が生じた。

### 〈運動性能部〉

#### Energy Saving Propulsors—A State of the Art in Japan—

日本における省エネルギー推進器  
に関する研究の現状

菅井 和夫

昭和56年2月11日

International Conference on Advances in Propeller  
Research and Design, Gdansk, Poland

燃料費の高騰とともに船舶の省エネルギー推進法に関する研究に世界的な関心がたかまってきている。船舶の省エネルギー推進法としては、いろいろな手段が考えられるが、ここでは在来型のプロペラに限り、これを新しいアイデアに基づいて省エネルギー推進器として設計せんとするものを採り上げる。この種の研究は、最近、日本においてもかなり精力的に取り組まれており、なかでも、大直径低回転プロペラ、多軸プロペラならびに反動フィン利用プロペラなどが有名である。まず、これらの推進器に関して一般的な性質の概説と研究開発の現状の展望を試みるとともに、さらには進んで模型試験法や設計法についても言及する。また、より高性能な船舶を指向する趨勢にかんがみ、キャビテーション損傷やプロペラ起振力の小さい推進器であることなど総合的見地からより優れたプロペラの選択ができるよう検討がなされる。最後に、今後研究すべき具体的な課題についての提案がなされる。

## 〈機関開発部〉

### Hydrogen Combustion Test in a Small Gas Turbine

小型ガスタービンにおける水素燃焼試験

野村 雅宣, 玉木 恕乎, 森下 輝夫  
池田 英正, 羽鳥 和夫  
昭和 55 年 6 月

Proc. of the 3rd World Hydrogen Energy  
Conference, Tokyo, Japan  
昭和 56 年  
International Journal Hydrogen Energy  
Vol. 6, No. 4 (1981)

現用ガスタービンを水素化する場合の技術的問題点を実証的に把握するため、水素噴射弁の試作と選定試験を行った。さらに、選定された水素噴射弁を用いて小型ガスタービンの運転性能試験を実施した。

まず、灯油を燃料とするガスタービン燃焼器の寸法、形状を変化せず、噴射弁のみ、旋回式、多孔式および 4 孔式を新たに試作した。燃焼器単体を使用して、大気条件下で水素燃焼試験を行い、噴射弁の圧力損失、着火特性、燃焼器出口温度分布、燃焼効率、内筒壁温分布、噴射弁温度等から、旋回式および多孔式が適当であると判断した。

ひき続き、これら二種類の噴射弁を用いて、現用ガスタービンにより水素運転性能試験を実施した。供試エンジンとしては、上記燃焼器を用いる出力 275 馬力の単純開放サイクル式ガスタービンを使用した。ガスタービンから灯油燃料供給系を撤去し、高圧水素ボンベからなる水素供給系を新たに設置した。水素ガス流量制御弁としては天然ガスに使用されているものを転用した。運転制御装置は灯油用のものを無修正のまま利用した。

起動試験において、水素は爆発的着火を起す傾向が強いことが明らかとなった。この着火現象は、着火時の空燃比が小の場合、および、混合気が大の場合に著るしい。従って、水素に着火させるときには、空燃比と混合気流量の制御をより厳密に行う必要がある。

定常運転試験の結果、水素燃焼時の燃焼器内筒壁温は、燃焼器出口ガス温度を 960°C に一致させた場合、灯油燃焼時よりも約 200°C 低下した。原因は輻射伝熱量の減少によるものと考えられる。また、いかなる運転条件の場合にも水素は完全燃焼した。これらの結果から、水素ガスタービンでは高燃焼負荷率の小型燃焼器にできる可能性のあることが明らかとなった。

1000 kcal 当りの NO<sub>x</sub> 排出量は灯油よりも水素運転の場合の値が大となる。従って、水素燃料を使用する場合には NO<sub>x</sub> 低減化対策が必要となろう。

(316)

### だ円孔を有する回転円板の応力解析

Stress Analysis of Rotating Discs with  
Elliptic Holes

天田 重庚

昭和 55 年 7 月 17 日

第 22 回構造強度に関する講演会

蒸気、あるいはガスタービンのローターの破壊は大きな事故につながる。ローター内に存在する欠陥はローターの強度を著しく低下させる。それゆえ、欠陥が内在する場合の応力解析を行うことは強度を推定するために必要である。本研究では欠陥の形状としてだ円孔を想定し、有限要素法を用いて応力を求めた。だ円孔の長径を 1.5 cm に固定し、短径を 1.5, 1.0, 0.5 cm の三種類について計算を行った。

だ円孔の存在によって、だ円孔無しの場合の応力場は乱されるが、その乱れの影響する範囲は  $a$  (短径)/ $b$  (長径) の比が小さくなるにつれて狭くなる。また、だ円孔端に生ずる応力集中は  $a/b$  が小さくなるにつれて指数関数的に増大する。 $a/b$  が小さくなると半径方向応力分布  $\sigma_r$  はだ円孔周辺に近づくにつれて、だ円孔無しの場合の  $\sigma_r$  より増加する傾向にある。

回転円板中のだ円孔のまわりでは  $\sigma_r$  と  $\sigma_\theta$  (周方向応力) の二軸応力状態にあり、円板の大きさに比較してだ円孔が小さければ、無限板中にだ円孔があり無限遠点で二軸引張を受ける場合のだ円孔まわりの応力場によって近似してもよいと思われる。そこで、この近似解析によって得られた応力分布より応力集中率を  $a/b$  に対して計算し、先に求めた有限要素法解と比較した結果、良好に一致することが判明した。

さらに、だ円孔の存在する帯板を単軸にて引張り、光弾性法によって実験的に応力を求めた。だ円孔周辺上に有限要素法解と実験値を比較したところ、良く一致する結果となった。以上の結果より、だ円孔が円板の径に対して比較的小さく、外周に近い場所に存在するならば、二軸あるいは単軸引張を受ける無限板によってだ円孔周辺の応力場を近似できるとの結論を得た。

Ni 基超合金の高温強度に及ぼす  
二、三の雰囲気の影響

Effect of some Environments on the Strength of  
Ni-Base Superalloy at Elevated Temperatures

千田 哲也, 宗像 良幸

昭和 56 年 6 月 5 日

第 9 回ガスタービン定期講演会

一般のガスタービンの翼材料は腐食に弱いものが多いが、船用機関として考える場合には低質重油の使用は避けがたく、V や Na, S による腐食の影響を受けることが考えられる。ニッケル基超合金 IN 939 は、腐食に強い耐熱合金として開発されたものであるが、この IN 939 について、腐食性雰囲気中での高温強度を調べた。また、水素燃焼ガスタービンや水素によるタービン翼冷却を行う場合には、高温部材に直接水素が触れる。そのため、純粋水素ガス中、高温での試験を行い、水素の影響について検討した。

腐食性雰囲気の影響を調べるために、低質重油の燃焼灰に含まれ、腐食性が高いとされる  $V_2O_5$  と  $Na_2SO_4$  の合成灰を中空円筒形試験片の内側表面に塗布し、 $850^\circ\text{C}$  と  $700^\circ\text{C}$  での高温低サイクル疲労試験と、 $850^\circ\text{C}$  でのクリープラプチャ試験を行った。

その結果、疲労強度、クリープラプチャ強度ともに、腐食灰を塗布しない大気中の強度とくらべ低く、特に低応力の場合にその差が大きくなるということがわかった。これは、腐食のために試験片断面積が減少することも関係があり、この減耗量は、ばらつきはあるものの、試験時間が長いほど大きい。また、顕微鏡での断面観察によれば、腐食灰を塗布した表面は腐食のために侵食されており、その程度は  $850^\circ\text{C}$  のときに激しい。また、疲労試験を行ったものには、数多くのクラックがみられた。

一方、水素ガスでは、 $700^\circ\text{C}$  での低サイクル疲労試験と  $850^\circ\text{C}$  でのクリープラプチャ試験を行ったが、強度は、大気中のものとほとんど変わらない。

セラミックスの曲げ強度測定法と  
アルミナ、ムライトの高温強度

A Method of Flexural Strength Measurement for  
Ceramics and High Temperature Flexural  
Strength of Alumina, Mullite

宮城 靖夫, 藤本 康

昭和 56 年 8 月

日本船用機関学会誌 Vol. 16, No. 8

セラミック材料を熱機関の高温部材料に使用しようという試みが活発に行われ始めている。耐熱性の高い材料の出現はサイクル最高温度を上昇させることができ、省エネルギー対策として有用である。

しかしながら、セラミック材料は未だ材料自身も開発段階にあり、実用化した場合に問題となる諸特性は未だ明らかでない部分が多く、評価法も確立されていないものがある。

本報では曲げ強度試験法として円環曲げ強度試験法を提案し、三点曲げ試験法との比較、試験片寸法による差異を実験的に調べた結果を報告した。また、酸化物系セラミックスであるアルミナ ( $Al_2O_3$ ) およびムライト ( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ ) 材料について常温から  $1500^\circ\text{C}$  までの高温における強度を素材および C 重油燃焼ガスなど各種ふん囲気にさらした場合について円環曲げ強度試験法により調べた結果も報告した。

円環曲げ試験法は円管供試材料から輪切りにして切り出した試験片を用いて円環の上下方向から荷重をかけて行うもので、アルミナおよびムライト材料を供試材料として常温から  $1500^\circ\text{C}$  までの温度範囲で行った結果、三点曲げ試験法と非常に良い一致をみた。

アルミナ材料は常温曲げ強度が  $20.5 \text{ kg/mm}^2$  と比較的高いが、高温のバナジウム等を含む燃焼ガスふん囲気下では著しく強度が低下する。

ムライト材料は  $1000^\circ\text{C}$  附近の曲げ強度が常温の 2 倍以上という特異な現象を示す。また、灰分成分に対する耐食性も比較的良好であるが、強度レベルも耐熱性も低い。

## エマルジョン燃焼

Burning of Water-in Oil Emulsion

熊倉 孝尚

昭和56年9月

エネルギー資源研究会誌 9月号

燃料油に水を混入し乳化したエマルジョン燃料は、 $\text{NO}_x$ の低減だけでなく燃焼改善に有効であることが認められ、その燃焼技術が各方面に利用されつつある。エマルジョン燃料の使用は特に目新しいものではなく、歴史的にはかなり古くから試みられている。そして1960年代に入ってから欧米を中心に安全燃料としてのエマルジョン化および重質油の燃焼改善としての利用法が活発に検討されてきた。

わが国では公害汚染防止の観点から、特に $\text{NO}_x$ 低減対策の一つとしてエマルジョン燃料の使用が、特にボイラや工業炉を中心に研究されてきた。そして同時に、ばいじんまたはスモークの低減が可能であることが認められてから、最近では省エネルギーに結びつけた燃焼法としてボイラや炉ばかりでなく、内燃機関にも普及しはじめている。

本稿はこのような情勢に鑑みて、エマルジョン燃料とその燃焼機構および適用例についてのべる。

### 目次

1. まえがき
2. エマルジョン燃料
  - 2.1 性質と安定性
  - 2.2 界面活性剤の影響
  - 2.3 エマルジョン燃料の製造
3. エマルジョン燃料の燃焼機構
4. エマルジョン燃焼の適用
  - 4.1 ボイラおよび工業用炉
  - 4.2 ガスタービン
  - 4.3 ディーゼル機関
5. あとがき

## 〈機関性能部〉

### Test on Marine Reduction Gear by Meane of a Large Test Rig

船用減速歯車の荷重能力

山倉 康隆, 岡島 正彦

昭和55年8月

Bulletin of the Marine Engineering  
Society in Japan

本論文は当機関性能部に所属する大形歯車実験装置を用い実施した。船用タービン減速装置の強さに関する一連の実験研究をまとめたものである。

船用タービン減速歯車は、その寸法が巨大で、外部応力や熱による変形量が大きく、かつその変形が歯車強度に大きな影響を与えるため、加工に際しては、さらに歯車箱への組込や、据付時の船底構造等を考慮し、各社とも、過去の経験から、1000分の数ミリメートルのオーダーで特殊な加工を施している。

このような修正加工が、歯車の動的挙動に及ぼす効果を明らかにすることは歯車の強さを知る上で重要である。が同時に複雑な噛合をする歯車の動的挙動を解明し、歯車強度に与える効果を把握するには、最終的に、負荷耐久試験まで進める必要がある。

以上の理由から次の3項目に関する一連の実験を実施した。

- (1) 熱電対を歯に取付け運転中の歯の温度を測定し、歯の熱変形量を検討する。
- (2) 歯元歯すじ方向に歪ゲージを貼付し、歯元応力値と荷重分布を測定。危険断面の位置を確認し、外部荷重及び熱による変形が歯元及び歯面荷重に与える影響を調べ、修正量及び各種計算式の実用性を検討する。
- (3) 耐久試験による歯車の耐荷重能力を確認し各種影響因子の効果を比較検討する。

試験歯車5組の結果から、歯面の強度限界は、在来の小形歯車試験等から推定される値と大きく離れることはなかった、が歯元強さ及び各種影響因子の効果は、小形試験の結果と異なった傾向も得られ、本試験が実機により近い規模である点、さらに信頼性のある貴重なデータが得られた。

船用油水分離器に対する化学処理及び  
加圧浮上方式の適用

Applying Chemical Treatment and Air Flotation  
System to Marine Oil-Water Separator

植田 靖夫, 加藤 寛, 山之内 博  
昭和56年10月

船用機関学会第30回講演会  
船用機関学会誌

在来の船用油水分離器はコアレッサーにより油粒を粗粒化して浮上分離する方式であるが、雑多な夾雑物を含む機関室ビルジに対しては十分な性能が得られない場合がある。そこで新しい方式として、油凝集剤により油をフロック化させ、これを微細空気泡により浮上分離する技術の適用を試みてみた。

供試油凝集剤は最近開発されたアミノ酸誘導体を水溶解した乳白色液体である。これの油凝集性を確認するための基礎的試験を実施したが、混合攪拌があまり強くない場合に油凝集分離性が良好で、またフロックをろ紙を通して除去すると非常に良好な油分離性能を示すことがわかった。

次に0.3トン毎時の連続処理を考えた実験装置により、凝集剤の混入と加圧水による浮上分離を試みた。その結果、処理される含油水の量に対して、本凝集剤液を0.15~0.3%程度混入させると、油分濃度が2,000ppm程度以下であるならば、10ppm或はそれ以下までに油水分離が可能であることがわかった。一方油の種類が変わっても、また凝集剤液の添加後の混入攪拌方法を变えても、さらには凝集剤液を混入した被処理含油水を直接加圧して浮上タンクに導いても良好な分離性能を期待することができた。特に在来の油水分離器方式でその性能を悪化させるところの、微細粉体、或は油乳化剤が処理液に混入している場合でも、支障なく油水分離性能が確保できることが実験的に明らかにされた。

本方式は機構的には複雑になるが、油水分離性能の面からは極めて優れた性能が期待できるので、新しい船用油水分離器技術として有効である。ただし実用機においては、密閉システムとして所定の処理排水圧力を持たせることと、発生フロックを有効に連続排出する機構を持つことを条件にしなければならない。

〈機 装 部〉

空気音対策による軽量防振支持パネルの  
振動低減効果

Improvement on Vibration Reduction of Light  
Panels with Resilient Mount by Taking  
Measures for Air Borne Sound

原野 勝博, 藤井 忍  
昭和56年9月2日

日本騒音制御工学会技術研究発表会講演論文集

内装壁の様な薄いパネルを振動する鋼板に防振取付けを行う際は、防振ゴムによる点支持より柔らかいクッション材による面支持の方が振動絶縁効果が高く、鋼板-内装壁間に柔らかいグラスウール(G.W.)を充填することにより数dB防振効果を向上させることができたが、それでも浮床面に較べると尚防振効果が低かった。この主な原因が、パネルが取付けられている場所の鋼板の振動により生じる放射音がパネルを加振するためとわかったので、空気音加振に対して有効と考えられる対策、緩衝材の一部にロックウール(R.W.)を用いて遮音効果を持たせる方法、遮音シートを装入して遮音効果を上げる方法、パネルの面密度を増大して音響加振の影響力を小さくする方法について、小規模なモデル実験によりその有効性を検討し、効果の高かった2つのケースについて実物大モデルによりその防振効果を確認した。実験結果の要点は次の通りである。

(1) 小形モデル実験結果では、緩衝材を密度の高いR.W.で柔らかい、G.W.を上下間に挟み込んだサンドイッチ方式による方法が効果的で、緩衝材がG.W.のみの場合に較べ1kHz以上の周波数域で大幅(10dB~30dB)な防振効果の向上があった。

遮音シートの遮音効果は密度100kg/m<sup>3</sup>、厚さ50mmのR.W.と同程度かそれ以上あったが防振効果は遮音効果よりかなり小さかった。

パネルの面密度の増大の効果は面密度比が3倍位増大しないと明確には、現われなかった。

(2) 実物大モデル実験結果では、防振効果は i) 防振ゴムのみ(遮音対策なし)、ii) G.W.の圧縮挿入、iii) 遮音シート(3.4kg/m<sup>3</sup>)の装入、iv) サンドイッチ方式の緩衝材の順に増大するが、ゴム取付部での防振効果が小さい為、小形モデルの振動緩衝材による防振支持より尚かなり小さかった。遮音シートはサンドイッチ方式とほぼ同程度の効果があった。サンドイッチ方式の効果は主として遮音効果と考えられるので、鋼板か内装板に密度200kg/m<sup>3</sup>厚さ5cm程度のR.W.を取付けるのが最も現実的で効果的な遮音対策である。

## 〈原子力船部〉

**Neutron Total Cross Section for Iron around  
the Resonance Valley near 24 keV**

鉄の共鳴中性子断面積, 24 keV 附近における  
共鳴の谷の値

山越 寿夫

昭和 55 年 6 月

Journal of Nuclear Science and Technology  
Vol. 17, No. 6, 1980

有力な放射線遮蔽物質である鉄は, 24 keV 附近のエネルギーの中性子をよく透過させることが古くから知られている。これは, 鉄の中性子衝突断面積が 24 keV 附近に深い窪みを持つ為である。従来から, この窪み附近の断面積の測定値, 評価値が多く発表されて来た。しかしながら, どの発表値も相互に異なり, 且つどの値にどれほどの確かさがあるのか, 不明確であった。この窪みの値に対して, 従来よりも, はるかに信頼性の高い評価値を得たので, 今回発表する。

鉄 (Natural Iron) は普通,  $^{56}\text{Fe}$  (91.7%),  $^{54}\text{Fe}$  (5.8%),  $^{57}\text{Fe}$  (2.19%),  $^{58}\text{Fe}$  (0.31%) の同位元素の混合物として扱われる。同位元素毎に共鳴断面積のパラメタを検討し, 熱中性子エネルギーから 250 keV までの広範囲に亘り, 鉄の断面積の最近の測定値を再現するよう, 断面積計算法の改良と計算パラメタの改訂調整を行なった。

これらの結果を用いた計算から 24 keV 附近の鉄断面積を再現した結果は, K. Kobayashi の測定値に最も近く, Rahn の測定値にもやや近いことが示された。他方 Pattenden の評価値は窪みの値が小さすぎるということが明らかとなった。

最近, Liou 等が 99.8% の  $^{56}\text{Fe}$  で 24 keV 附近の断面積の精密な測定値を発表したが, 今回の計算における  $^{56}\text{Fe}$  の断面積の値は, Liou 等の値を極めて良く説明していることが明らかとなった。この両者の一致は, 今回の計算の妥当性を証明するものである。なお, 今回の鉄の計算値は, 我が国の国産評価核データファイル JENDLE-II に収録された。

**遮蔽層中での中性子減速の理論的考察  
(水よりも重い物質の場合)**

Theory of the Slowing Down of Neutrons in a  
Shielding Layer (II), For the Case of  
Material Heavier than Water

山越 寿夫

昭和 55 年 9 月 17 日

日本原子力学会炉物理炉工学分科会

遮蔽体中で減速する中性子のエネルギースペクトルと, 中性子断面積のエネルギー依存性, 遮蔽体の厚さ, 中性子エネルギーの最大減少幅との関係は, 数値計算でエネルギースペクトルの詳細が得られる今日においても, 十分に解明されてはいない。これが, エネルギー群の縮約において, 一旦は多群の数値計算が必要とされるゆえんである。

上記諸量間の関係を解析的に記述する式を導いた。式は, 遮蔽板中の中性子束に対するエネルギーと位置に関する偏微分方程式の解となっている。また偏微分方程式は, ボルツマンの輸送方程式に等価である。

偏微分方程式の形は, 中性子エネルギーの最大減少幅に依存している。前回の発表では, 最大減少幅が入射エネルギー幅に等しい場合の解の性質を述べた。今回は, 等しくない場合の解の性質を述べる。特に全断面積と散乱断面積との比にみられるエネルギー依存性が, 縮約群定数に及ぼす効果を話題の中心とする。