

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈推進性能部〉

Calculation on Unsteady Propeller Forces by Lifting Surface Theory

非定常揚力面によるプロペラ起振力の計算

小山 鴻一・伊藤 達郎・高橋 肇

1977年3月22日

Symposium on "Hydrodynamics of Ship and
Offshore Propulsion Systems",
Det Norske Veritas

プロペラ起振力の大きさを予測することは重要なことであるが、それを定量的に精度良く行うことは難しい。模型試験による方法でも、精度を上げるには実験技術がなかなか難しい。理論的な方法としても実用上の問題が残っている。与えられた幾何形状のプロペラが、与えられた不均一流中で作動している場合に、プロペラ翼に働く荷重分布を揚力面理論によって求める問題は、結局2次元の特異積分方程式を解く問題に帰

着するが、この計算は一般に莫大な計算量を必要とするからである。

さて、本論においては、まず、非定常揚力面理論によりプロペラ翼に働く流体力を計算する数値計算法が報告される。この方法による計算プログラムは、船舶技術研究所において開発された。この計算法においては、揚力面の積分方程式を解く方法として花岡の核関数展開法が用いられているが、理論の実用化という観点から非常に有効な方法である。

この計算法によって具体的に系統的な数値計算を行い、不均一流中で作動するプロペラの翼に働く流体力の性質を明らかにした。即ち、流れ場の非定常性と3次元影響の性質が定量的に明らかになった。また、スキューや翼幅等の幾何形状変化の影響、作動状態変化の影響も明らかになった。

ライナ船型、1軸コンテナ船型、2軸コンテナ船型、タンカー船型、そして漁船の5隻について、プロペラ起振力(ベアリング・フォース)の計算結果を示した。また、プロペラの1翼あたりに働くスラスト変動の計算値は、実験値と良く一致していた。

船用プロペラにおける翼端特異性に関する研究
(第1報)

A Method for Treating the Singularity Blade
Tip of Marine Propellers

小山 鴻一

昭和54年5月17日

日本造船学会論文集 第145号

従来の揚力面理論でプロペラ揚力面の数値計算を行う際、翼端で数値解が安定しないという事実がある。船用プロペラのキャビテーションを検討する場合、翼端近傍の解の精度が悪いことは致命的である。また、翼面積比の大きな高速プロペラなどの場合では、翼端問題が性能計算値にもわごわいを及ぼすことになる。

本論においては、翼端の特異性を処理したプロペラ揚力面の新しい積分方程式に対して、collocation法による数値計算法を展開した。この方法とdoublet-lattice法の二つに関して数値計算を行い、その結果を従来の核関数展開法とともに比較し、各方法が、船用プロペラの工学上の問題において、どのように活用されうるかを議論した。その結果次の結論を得た。

(1) 新しい形の積分方程式をcollocation法によって解くことにより、翼端近傍においても精度よい解を得ることができ、従来法の欠陥を改善することができた。

(2) 翼面積比の大きな高速プロペラ等に対しては、従来法では無力であるが、新しい方法では精度よい計算が可能となった。

(3) キャビテーションの計算を行う場合、新しい方法を基礎にすることができる。

(4) 核関数展開法の有効適用範囲が明らかになった。すなわち、翼面積比の特に大きくない普通のプロペラでは、翼中央側 $0.9r_0$ 位までは循環密度の精度は悪くない。このようなプロペラの場合、揚力の計算は翼端近傍でも精度が落ちないので、起振力の計算にはこの方法が有力である。

(5) doublet-lattice法の数値計算においては、ほぼ収束解が得られた。従って、この方法による前縁近傍の解の精度はかなり良く、キャビテーション計算の基礎とするることができるものと推測される。

〈船体構造部〉

動的破壊靱性におよぼす負荷速度の影響
—環状き裂丸棒試験片による検討—

The Effects of Loading Rate on Dynamic
Fracture Toughness

北村 茂・藤井 英輔

昭和54年3月29日

昭和54年度溶接学会春季全国大会

原子炉圧力容器用厚鋼材の破壊靱性を評価する上で、特に動的破壊靱性におよぼす衝撃負荷速度の影響について調べることは重要である。板厚200mmの厚鋼板の中心部から円周切欠丸棒試験片と平滑丸棒試験片を製作した。切欠試験片には直径10mmφの丸棒に深さ2mm、先端半径0.1rの機械切欠と、0.5mmのV切欠先端より約1mmの疲労き裂を入れた2種類とした。疲労き裂は小野式回転曲げ疲労試験機を用い導入した。平滑試験片は平行部の直径が10mmφである。動的破壊靱性は回転円板式高速衝撃試験機をもちい、負荷速度は5m/secから20m/secの範囲とし、試験温度は0°Cから-100°Cの5温度において試験した。負荷速度が5m/secの場合、動的破壊靱性値 $K_{I,d}$ は0°Cから低温になるにしたがい上昇するが、機械切欠では-60°Cで最大(265 kg $\sqrt{\text{mm}}/\text{mm}^2$)となるが、疲労き裂では-40°Cで最大(194 kg $\sqrt{\text{mm}}/\text{mm}^2$)となり、さらに低温になると減少する傾向を示した。疲労き裂の $K_{I,d}$ は機械切欠より小さくなり、切欠の尖鋭度によるためと思われる。破壊までの吸収エネルギー値はある温度でピーク値を示し、それより低温側では温度の低下とともに小さくなる遷移現象を示した。破面は脆性破面を示し、高温側で若干切欠先端に繊維状破面が認められた。負荷速度20m/secの場合もほぼ同様の破壊挙動を示した。平滑試験片はすべて延性破面を示し、破壊強度は低温ほど上昇し、温度依存性を示した。

〈機関開発部〉

任意の変動回転を受ける円板の応力
Stress in a Disk Subjected to Arbitrary
Variable Rotations

天田 重庚

昭和54年4月5日

日本機械学会第56期通常総会講演会

回転体の速度が時間的に比較的ゆっくりと変動する場合は準静的、すなわち回転による遠心力を考慮するのみで十分精度ある変位や応力を求めることができる。しかし、急激に回転が変動する場合は準静的な解析では不十分である。このため、円板が急激な回転変動する場合を含めて、任意の変動回転を受ける場合の動的応力の解析を行い、変位と応力成分の閉じた解を求めた。

中心から r の距離にある点での変位ベクトルを $\underline{v} = u\mathbf{e}_r + v\mathbf{e}_\theta$ (u, v は半径方向、周方向の変位成分)、位置ベクトルを $\underline{P} = (r+u)\mathbf{e}_r + v\mathbf{e}_\theta$ ($\mathbf{e}_r, \mathbf{e}_\theta$ は半径方向、周方向の単位ベクトル) とすれば、加速度ベクトルは $\underline{\ddot{P}} = \ddot{v} + 2\dot{w} \times \dot{v} + \dot{w} \times (w \times v) + \dot{w} \times v + \dot{w} \times r\mathbf{e}_r + w \times (w \times r\mathbf{e}_r)$ となる。角速度ベクトルは $\underline{w} = w\mathbf{e}_z$ (\mathbf{e}_z は軸方向の単位ベクトル) である。しかし、これらすべての加速度成分を考慮すると基礎式が複雑となって、その取扱いが困難となる。本解析では微小変位の仮定の下で、加速度ベクトルの第2, 3, 4項を省略して次のようなつり合い式を用いた。

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial u}{\partial r} - \frac{u}{r^2} + \beta^2 r w^2 &= \beta^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} \\ \frac{\partial^2 v}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial v}{\partial r} - \frac{v}{r^2} - \alpha^2 r \frac{dw}{dt} &= \alpha^2 \frac{\partial^2 v}{\partial t^2} \end{aligned} \right\}$$

 α, β は定数

これらの式にラプラス変換を施し、コンボルーション定理と Cauchy の積分定理を適用して逆変換を行い、第1次の Bessel 関数 J_1 とコンボルーション積分

$$\int_0^t w^2(t-\xi) \sin(\lambda_n \xi) d\xi, \int_0^t w^2(t-\xi) \xi d\xi, \lambda_n: \text{定数}$$

$$\int_0^t \frac{dw(t-\xi)}{d(t-\xi)} \sin(\delta_n \xi) d\xi, \int_0^t \xi \frac{dw(t-\xi)}{d(t-\xi)} d\xi, \delta_n: \text{定数}$$

で表わされる解を得た。それ故、 $w, dw/dt$ が陽な形で与えられれば、それらを積分することによって解が求まり、もし数値的に与えられれば数値積分を行えばよく、適用範囲の広い解であることがわかった。

「南太平洋における水素製造計画」の検討

An Examination of the Plan of Hydrogen
Production using Solar Energy at
the South Pacific

日本科学者会議 船舶技術研究所分会

(菅進ほか12名)

昭和53年11月26日

日本科学者会議第2回総合学術研究会

南太平洋に巨大ないかだを多数浮かべ太陽光を集めて発電し液体水素を製造して消費地に運ぶという計画(略称 PORSHE)が横浜国大とマイアミ大学を中心に検討されている。提案者によればこの計画は現有技術を用いて数年後には実現可能であるとされている。

この計画には、太陽光集光のため海上に浮かぶ1km四方のいかだや液体水素タンカーなど我々の研究対象物となりうるものが含まれていることから、運動性能部、船体構造部、機関開発部、機装部、共通工学部、海洋開発工学部所属の有志によりこの計画の実現性についての検討を行った。検討の結果、以下の中間的結論を得た。

(1) 太陽熱を多量に集め液体水素にして消費地に運ぶ、という提案者の「水病エネルギーシステム」の是非については工学技術者のみならず社会学者をも含めた総合的な検討が加えられる必要がある。

(2) 提案されている集光いかだの構造、太陽熱の蓄熱方式は技術的に実現不可能ということになった。しかし代案の可能性を否定するものではない。

(3) 計画海域の気象海象に関する資料を集めた。しかし海洋構造物の設計に不可欠のピーク値に関する資料を得ること、いかだの設置により生じる気象海象の変化の検討は今後の課題である。

Random な境界温度を有する中実円柱の熱伝導

Heat Conduction in a Solid Cylinder with
Random Surface Temperatures

天田 重庚

昭和 54 年 5 月 30 日

第 16 回日本伝熱シンポジウム

固体中の温度場は決定論的な問題の場合、初期と境界条件が与えられれば完全に決定できる。しかし、注目している系の中に Random, すなわち確率で表わされる量が存在する問題においては決定論的な量は意味がなくなるので、統計的解析が必要となってくる。

本報告は中実円柱がその外周上に Random な温度変化を受けている場合、内部に生ずる Random 温度場を統計的に解析したものである。最初に境界温度: $\bar{T}_a(t; \Omega)$, (Ω は \bar{T}_a が定義される確率空間を示す) が何も制限を受けない場合に平均, 自己相関, パワースペクトル密度, 2 乗平均, 標準偏差を導いた。次に, \bar{T}_a が定常 Random 過程, すなわち f を \bar{T}_a の確率密度関数とすればあらゆる ε に対して

$$f(\bar{T}_a, t_1, t_2, \dots, t_n) = f(\bar{T}_a, t_1 + \varepsilon, t_2 + \varepsilon, \dots, t_n + \varepsilon)$$

が成立する場合, 前述の統計的諸量を導いた。最後に \bar{T}_a が White Noise の場合, すなわち自己相関が

$$R_{\bar{T}_a}(t) = \bar{T}_s \delta(t), \quad \bar{T}_s: \text{定数}$$

にて与えられる場合, 自己相関, 2 乗平均, パワースペクトル密度を計算した。

種々の周波数で外周上の温度が変動する場合, この変動の影響は表面より外径の約 20% だけ内部に入った領域には伝わるが, それ以外の領域ではほとんど影響を受けないことが 2 乗平均の結果より判明した。この事実は, このような Random 温度変動によって生ずる熱応力の問題を考える場合, 円柱の外側の薄い層のみを何らかの方法で補強しさえすればよいことを示唆している。

Random な熱負荷を受ける平板の応力解析

Stress Analysis of a Plate Subjected
to Random Thermal Loadings

天田 重庚

昭和 54 年 5 月 22 日

日本材料学会第 28 期通常総会講演会

非均一な温度場によって生ずる熱応力の問題は深くかつ広く研究され, 詳細な部分までも数値計算などによって明らかにされつつある。しかし, これらは決定論的問題, すなわちある場所である瞬間の値が与えられれば他の場所, 他の瞬間の値はすべて決定できる問題である。もし, 問題の中に確率で定義される量が存在する場合は決定論的方法の代わりに統計的方法を用いる必要がある。

本報告は平板の片側に Random な温度変動が与えられた場合, 内部に生ずる Random 温度を解析し, その統計量として平均, 自己相関, 2 乗平均, パワースペクトル密度, 分散を求めた。さらに, 平板を一次元のはりと見なして Random 熱応力を解析し, 前述の統計量を求めた。具体的な Random 境界温度として White Noise の場合につき数値計算を行い, 2 乗平均, 自己相関を調べた。

温度については 2 乗平均の結果から, 温度変動は表面から板厚の約 15% の薄い層に限られ, それ以外の領域では変動は非常に小さい。熱応力については, 大きな変動を生ずる表面層の厚さは温度の場合と比較して厚くなる。また, 板の裏面の薄い層においても曲げの影響によって小さな変動が生ずることが得られた。これらの結果は, Random な温度変動によって生ずる熱応力の疲労強度に対して有用なる情報を提供しうるものと思われる。

Trouble Diagnosis in Marine Engine Systems

船用機関システムにおける故障診断

玉木 恕乎

1979年5月2日

The 27th Seminar / Conference of U. K.
Mechanical Health Monitoring Group

船舶の性能向上に伴って船用機関システムはますます複雑化し、また、自動化が導入されている。このシステムが一旦、事故や故障を起こすと、それによる直接的な被害と波及する損失は莫大な額に上る。一方、自動化の進展による乗組員削減と、さらには発展途上国乗組員採用による技量低下によって、事故や故障を早期に発見して対処することが難しくなってきた上に、故障の後船内での完全修復が困難な状況にある。このような現状にあって、船用機関の異常を早期に発見し事故を未然に防止する故障診断方式の開発が強く要望されている。本報告は船用機関システムにおける故障診断の研究について述べたものである。

まず、船用機関に起こる故障の初期段階から最終的に故障を修理して正常に復帰するまでの過程とその際にとられる対応とを時系列的に分析した。ついで、事故または故障の前兆である異常をどのような手段でどのように発見しているか、の実績を示し、その分析から現状では異常の発見を乗組員の五感に頼っている割合が高いこと、今後検出器の発達があってもすべての異常を状態監視によって捕えることは難しいこと、を明らかにした。なお、異常の発見から故障の同定に至る判断は現在 90% を乗組員に頼っているが、故障診断論理の開発と電算機の組合わせによって、ある程度これを人から機械へと転換させることは有望と見られる。その試みとして、(1) これまでの故障データを主成分分析し、機械的手段により故障診断が可能であるものとそうでないものを区別けするとともに、異常検出の方法を示唆した、(2) 故障マップ法による故障診断法とその論理を示し、その応用法と有用なことを明らかにした、(3) 顔の表情の変化による状態監視によってプラントの異常を診断する方法を提案し、船用機関の故障のように多変量の状態変化に有効であることを示した。

ガスタービン用燃焼器の排出ガスの研究 (第2報)

Study on Exhaust Emissions from a Gas Turbine
Combustor (2nd Report)

熊倉 孝尚・羽鳥 和夫

昭和54年6月4日

第7回ガスタービン定期講演会

ガスタービンから排出する NO_x を低減するための基礎的研究を行い、第1報でその一部を発表した。このうち、燃焼器内に水を燃料と混合して噴射し、火炎温度を低下させて NO_x の発生を抑制しようとする方法(水添加法)については、NO_x 低減に有効であるばかりでなく、燃焼の改善にも役立つ知見を得た。

第2報は、この燃料と水の混合燃料(エマルジョン燃料という)を用い、水の添加割合や燃焼器入口空気条件が燃焼特性と排気特性に及ぼす影響についてしらべ、検討したものである。

燃焼器の内筒寸法は直径 120 mm、長さ約 500 mm で、燃料は灯油を用い、これをエマルジョンにすると水が数ミクロンの粒子となって分散する。灯油では水との分離が早いので乳化剤を少量加えて分離をおこりにくくしている。

実験結果から次のことが判明した。

NO_x は水添加率の増加とともに確実に減少すること、水添加率が約 10% のとき燃焼効率が高くなり燃焼が改善できること、空気温度が高いと水添加率を更に大きくしても燃焼効率は低下しないこと、空気圧力による燃焼効率、NO_x の傾向は水添加のある、ないいずれも同様であることなどである。

エマルジョン燃料で燃焼が改善できる原因として、燃焼器内に噴射された油滴が燃焼するときその中に分散している水が急激に気化して油滴を更に微細化する現象(マイクロ爆発)によると考えられる。

主な結論は 1) 水添加率を適切にえらべば燃焼特性を悪化させずに NO_x を低減することができる。2) NO_x の低減率は燃焼器入口空気条件にあまり影響されず、ほぼ水添加率によりきまる。

〈機関性能部〉

焼ばめ平行軸のスリップ試験

Twisting Test of Shrink-fit Shaft

山倉 康隆・横村 武宣・岡島 正彦

昭和53年6月3日

日本機械学会盛岡地方講演会

組立形クランク軸の材質、焼ばめ代、及びウェブ厚さ等の寸法形状を合理的、経済的に設計するためにはジャーナル焼ばめ部のスリップ試験を行い焼ばめ把握力を実験的に明らかにする必要がある。

本論文は共振型ねじり疲労試験機 (Torsator-2000) を用い材質、及び寸法形状の異なる4種類の中形模型クランク軸試験片16本について行った動的及び静的スリップ試験の結果と、同時に測定した焼ばめ部の摩擦係数 μ について述べたもので、合わせてウェブ厚さ t の焼ばめ把握、及び摩擦係数におよぼす効果についても検討を加えた。試験結果より次のような結論を得ることができた。

(1) スリップ応力 τ 及び摩擦係数 μ はそれぞれ静的な場合 $\tau=13.4\sim 21.5$ kg/mm², $\mu=0.23\sim 0.4$, 動的な場合は $\tau=11.6\sim 24.7$, $\mu=0.24\sim 0.49$ となった。また静的スリップ応力及び摩擦係数の方が動的なそれよりやや大きな値を示した。

(2) 横軸に平均応力、たて軸に変動応力をとりスリップ発生応力を示すとほぼ45度の直線にのり、スリップの発生限界は加えた荷重の最高値で示されることがわかった。

(3) 結果を無次元化 $(\tau \cdot D)/(t \cdot P_m)$ [(平均応力×焼ばめ部直径)/(ウェブの厚さ×焼ばめ面圧)] し t/D の効果をみると、データのばらつきが大きく一定の傾向を見出すことは困難であったが、ごく大まかに t/D が大きくなるとやや把握力は大きくなる傾向が見られる。

(4) 材質の差異は降伏点が高くなる程把握力も高くなる傾向を示したが、同時にデータのはらつきも大きくなる様な傾向も見られ、降伏点の高い材料の実用化にはこのような点にも十分な配慮が必要と考える。

〈原子力船部〉

レベル密度パラメタ: a の検討

(鉄付近の中重核の場合)

Revaluation of the Value of Level

Density Parameter: a ,

(In the case of Medium Weight Nuclei Near Iron)

山越 寿夫・伊藤 泰義・植木紘太郎

金井 康二

昭和53年3月29日

日本原子力学会年会

鉄付近の中重核は原子炉構造材、遮蔽材として使用される機会が多く、線量率空間分布や放射線損傷の計算に必要な量として、入射中性子エネルギーに依存した二次 γ 線及び二次粒子(アルファ粒子、陽子、中性子)の生成率とそのエネルギー分布が要求されている。

これらの中重核では閏反応断面積の実験値が多く得られており、この実験値の解析に用いるパラメタは二次 γ 線や二次粒子生成率の計算にも使用される。この為、まず多核種にわたって閏反応断面積の実験値をよく説明できる計算パラメタとその値を決定し、次に二次 γ 線等の生成率のエネルギー分布の計算値と実験値との比較から計算結果の信頼性を検討した。

閏反応断面積の解析では、実験値が特に多いチタンから亜鉛までの範囲の核種を対象に、(1)核の励起レベル密度計算におけるフェルミレベル間隔は核の質量数に比例するとし、(2)比例係数をパラメタとして、下記の χ^2 が1以下になるパラメタの値の範囲を、核種、反応別に見出し、(3)パラメタの値の幅の逆数を荷重とし、全反応、全核種にわたるパラメタの平均値を決定した。

$$\chi^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N ((x_i - y_i)^2 / \Delta x_i)$$

N は反応、核種を指定した場合の実験点数、 x_i , Δx_i , y_i は各点の実験値、実験誤差、計算値とする。

今回対象とした核質量数の範囲では、上記比例係数の値は、こり広範囲な核質量数領域で使用されて来た従来の値よりも、約20パーセント大きな値であり、この値を使用したレベル密度は、従来の場合よりも大幅に大きい。以下の点で二次粒子等の生成率計算に適用した場合の信頼性が高いと思われる。(1)鉄、ニッケルからの二次 γ 線生成率のエネルギー分布の計算値は最近のORNLの実験値を良く説明する。(2)Gadioli and Zettaによる共鳴レベルの詳細な検討結果に近いレベル密度を与え、Hillman and Groverの殻模型計算によるレベル密度にも近いレベル密度となっている。

Monte Carlo 計算における中性子弾性
散乱角の連続的決定法

A Method for Continuous Selection of Neutron
Elastic Scattering Angles in a Monte
Carlo Calculation

植木紘太郎・山越 寿夫

昭和54年3月

日本原子力学会講演会

Monte Carlo 法を遮蔽計算に用いる場合、実際の計算で問題になる点は深層透過問題における標準偏差をいかに小さく抑えられるか、および粒子の散乱角をどのような方法で決定するかである。ORNL で開発された Monte Carlo コード MORSE は粒子の微分散乱断面積が Legendre の多項式で表わされることから、展開係数 $f_l^{g' \rightarrow g}$ を用いた方法で散乱角を決定している。この方法は各エネルギー群 G に依存した散乱角が選定できるが、その散乱角は非連続でしかもきわめて少ない。とりうる散乱角 (Polar angle) の数を N 、 f_l の l の最大値を n とすれば $N=(n+1)/2$ で表わされるので、いわゆる P_n 近似の群定数の計算ではとりうる散乱角が僅か2方向である。本報告は中性子の弾性散乱角を連続的に決定できるように微分散乱断面積から直接 P.D.F. (Probability Density Function) を求め、この値を乱数と対応させ散乱角を決定するという方法を述べる。

まず、核種に対する微分散乱断面積を求め、この値を基にして P.D.F. および C.D.F. (Cumulative Density Function) を計算する。次に Monte Carlo コードにこの P.D.F. あるいは C.D.F. を展開係数 f_l のかわりに記憶させる。乱数との対応により散乱角を決定する。ここでは C.D.F. を求める微分散乱断面積としては山越による光学ポテンシャルを用いた複合核モデルの計算値を採用しているが、ENDF/B のファイルにある f_l の値を基にした散乱断面積、あるいは群定数としての $f_l^{g' \rightarrow g}$ を基にした微分散断面積を採用することもできる。例として ^{56}Fe 、中性子エネルギーが 14.5 MeV について、微分散乱断面積の計算値と実験値、および山越のポテンシャルによる微分散乱断面積から求めた P.D.F. を採用し、Monte Carlo 法によるその再現性を計算したものの比較を行った。Monte Carlo 計算は 2000 ヒストリーを追跡したものであるが、そのおよそ 80% は散乱角が $1.0 \sim 0.8$ ($\cos \theta$ の値) に入るのでそれより小さい散乱角のところでは再現性があまり良くない部分がある。しかし全般的には妥当な再現性が得られたものと考えられる。

二次元用 PALLAS における First Collision 法
の遮蔽計算適用の有用性評価

Assessment of Effectiveness on Application of
a first Collision Technique to Shielding
Calculations in two-dimensional
PALLAS Code

竹内 清・金井 康二

昭和54年3月28日

日本原子力学会年会

前回 (1978 年秋の原子力学会炉物理炉工学分科会) に発表した PALLAS コードに First collision 法を付加することにより計算誤差を減少させる方法の遮蔽計算適用の有用性を評価するために、幾種類かの問題に対して First collision 計算を試みたところ良い結果が得られたので報告する。適用した第1の問題は半径 1 m で高さが 1 m の円柱線源が地上にある場合のその周辺の空気中における線束を求める問題である。比較すべき解析解は非散乱線束を求める近似式であり、空気中 r 方向および z 方向の距離 10 m までこの近似式の計算結果と比較したところ 10% 以内の一致をみた。次の問題は遮蔽体貫通の直円筒ダクトストリーミング問題であり、非散乱線の解析解は $\Phi(z) \propto (r/z)^2$ で与えられる。空気ダクトの直径は 8 cm でダクトの長さは 200 cm であり、比較はダクト軸上の線束について行ったところ、最大誤差 10% で極めて良い一致をみた。第3の問題は小さな体積線源から放射線束の空気中での空間分布であり、この種の問題はレイエフェクトの計算誤差が最大に起りやすい問題である。半径 10.16 cm で高さが 22.86 cm の線源が空気中にある場合の空気体系中の放射線束の空間分布を計算した。比較すべき解析解は線源中心の半径方向距離についてのみ算出可能なので、この値を線源中心からの等距離では等線束になると仮定して使用した。比較したところ通常の二次元計算で発生する大きなレイエフェクトの計算誤差はみられなくなったが、線源中心の半径方向距離における PALLAS 計算値に 20% 程小さい谷が算出され、また半径が 300 cm 程度の位置では本来なめらかに減少する分布が段階的に減少する分布を示すことがわかった。これらの点は今後の改良すべき課題である。さらに円環形状ダクトストリーミング問題への適用も実施中である。

蒸気凝縮に伴う流体振動

Fluid Oscillation due to Steam
Condensation in Vent System

綾 威雄・成合 英樹・小林 道幸

昭和54年5月31日

第16回日本伝熱シンポジウム

ベント管からの蒸気がサブクール水中で凝縮する際、流体振動を伴う圧力振動が生じ易いことが、圧力抑制型格納系の安全性の上から注目を集めている。シミュレーション解析がチャギング現象を再現できることは既に公表した。そこで、今回はシミュレーション解析で使用した質量・運動量及びエネルギーに関する基礎式に対して線形安定論を適用した。その結果、蒸気部容積が振動発生限界の決定的要因となっていることが判明した。即ち、振動発生に必要なプール水のサブクールは蒸気容積にほぼ反比例する。従って、蒸気部の容積が小さい程、同一蒸気流量に対して振動発生(不安定)限界の水温は低くなるが、これは、水温の上昇に伴いベント管の気泡に対する振動が最も早く消滅し、次にベント管に対する振動がなくなり、ヘッダー部に対応する振動が最後まで残った実験事実と合致するものである。また、チャギング限界は線形安定論からは導けない。これは線形不安定がチャギング発生にとって必要条件であるが十分条件となっていないためである。次に、非線形な基礎式に線形近似解を与えることによりチャギング限界解析を試みた。それによると、チャギングとは最大蒸気容積に対する振動がベント出口に達するまで発達する場合に生ずるものであって、蒸気流量のある限界値以下で起こるものである。この解析による限界値は、新たに行った実験値と良い一致を示した。さらに、線形近似解を使うと、各パラメータと振動数の関係が導かれる。ここでも振動数は蒸気容積と深くかかわり、この場合は容積の $-1/3$ 乗に比例する。以上から、蒸気泡に対する振動は高周波で、ベント管に対するものは中周波、そしてヘッダーに対応するのが低周波となるが、これも実験結果とオーダー的に一致した。ベント出入口で臨界流となっていないから、蒸気泡とベント容積に等価容積を加えるのが自然で、そうすることによって、実験値との一致性が改善される。

〈海洋開発工学部〉

Experimental Study on Skin Frictional
Force of Cylindrical Object out
from Sandy Sea-Floor砂地盤海底から筒状物体を引き上げると
きの周面摩擦力

井上 令作・岩井 勝美

1979年4月1日

Transactions of the Japan Society
of Civil Engineers Vol. 9

筆者らは、着底式海洋作業台船の脚や海底着地物体の地切り力を考察するために、筒状模型を用いた実験をもとに地切り力に関する基礎的研究を行ってきた。一般に、砂地盤海底における筒状体の地切り力は、その底面に発生する吸着力と周面に作用する周面摩擦力の和として表わせることから、前報(Proc. of JSCE, No. 253)では吸着力について考察し、その算定式を導いた。

本報では、前報にひき続き、地切り力のもう一方の要素である周面摩擦力について考察した。砂地盤海底から筒状体を引き抜く場合の周面摩擦力は、杭などの周面摩擦力と異なり、筒状体の底面に発生する吸着力の影響をうける。すなわち、筒状体底面に吸着力が発生すると、周面の砂層内の間隙水圧が減少し、砂層の有効応力が増加するために、周面摩擦力も増加する。そのために、本研究では、模型実験により筒状体周面における間隙水圧の減少量を実測し、その結果をもとに周面摩擦力を吸着力の関数として表わし、前報の結果と合せて、以下に示す筒状体の地切り力 T_p を計算する式を誘導した。

$$T_p = P_t + F_t + (W - U_0)$$

$$P_t = A p_t$$

$$F_t = \frac{1}{2} \mu K_L \gamma' L D^2 + \frac{1}{2} \mu L D p_t$$

$$U_0 = \gamma_w A (H + D)$$

$$p_t = 1.188 \left(\frac{\Phi \gamma_w A V}{\alpha k L} \right)^{0.726}$$

ここで、 P_t は吸着力の合力、 F_t は周面摩擦力、 $W - U_0$ は円筒の自重と浮力の差、 p_t は吸着力、 μ は摩擦係数、 K_L は横力係数、 L 、 A および D はそれぞれ円筒の周長、底面積および根入れ深さ、 Φ は形状係数、 α は補正係数、 k は透水係数、 γ' は砂の水中重量、 V は円筒の引き上げ速度である。

この式で計算した値は実験値とよく一致し、式の妥当性を証明することができた。

〈共通工学部〉

重水蒸気中の超音波吸収と緩和時間について

Ultrasonic Absorption and Relaxation
Time in Heavy Water Vapor

山田 一成・有村 信夫

昭和53年5月9日

日本音響学会春季講演会

重水蒸気比熱の動特性を明らかにするため、重水蒸気中における超音波吸収を測定して、これを解析したものである。

以前、138°Cの重水蒸気における超音波吸収の研究で、重水分子の内部振動による振動比熱の緩和吸収現象を実験で捉え、この現象の解析から振動比熱に関する緩和時間を求めることを得た。

今回は、この緩和時間の温度依存性を調べると共に、重水分子のもう一つの自由度である分子回転による回転緩和と吸収作用から回転比熱の緩和時間を採り上げて計測した。

最初に今回の測定方法を述べ、次に今迄殆んど得られていなかった緩和周波数が1000 MHz/atmの領域において、18°Cから143°Cまでの重水蒸気の超音波吸収についての実測例を示した。

この吸収特性の解析に当っては、今回の測定の緩和周波数が1000 MHz/atmの高周波領域に渡るため、並進分散による粘性効果を考慮した古典吸収の値を用い、緩和吸収に対しては回転比熱と特性温度1964 Kの振動比熱とによる緩和吸収モデルとして取扱った。その結果、18°Cから143°Cまでの重水蒸気で回転比熱及び振動比熱に対し、それぞれ回転緩和時間と振動緩和時間について、下表の値を得た。

表-1

温 度 (°C)	18°	64	100	120	139	143
τ_R (10^{-10} s·atm)	3.4	2.2	1.8	1.9	1.6	1.4
τ_P (10^{-9} s·atm)	—	9.1	7.5	7.8	8.5	7.4

τ_R : 回転比熱に関する回転緩和時間

τ_P : 振動比熱(特性温度 1695 K)に関する振動緩和時間

能動二次移相回路を用いた線形 FM 波用分散性
パルス圧縮フィルターの簡易設計法

A Design Methods for the Dispersive
Pulse Compression Filter by
the Active Networks

有村 信夫・山田 一成

鈴木 務・荒井 郁男

昭和54年4月1日

電子通信学会総合全国大会

線形 FM 波パルス圧縮に用いる分散性遅延フィルターは、従来、ラチス型、Tブリッジ型などの受動素子回路で構成されており、回路間の整合が必要で、その調整が困難であった。しかも、低周波領域では回路素子が大きくなり、取り扱いがはなはだ不便である。

本研究はこれらの問題を解決する為、能動素子回路構成法によるパルス圧縮フィルターを試作、検討し、このフィルターの簡易設計法を示したものである。

すなわち、広い周波数帯域にわたって直線遅延特性を得るため、この簡易設計では能動素子による二次オールパス形式の入力端開放型二次移相回路を1 section とし、これを縦続するものであって、各 section の二次移相回路のQは一定とし、それぞれの臨界周波数を特定の条件下のもとにずらせて配置することにより、広い周波数帯域にわたり遅延特性に対し十分な近似度が得られるもので、各 section 間の整合が不要となる特長がある。また、このため本フィルターの小型化が達成された。

今回は、中心周波数 3 KHz、周波数偏移 4 KHz、パルス幅 12.5 ms の線形 FM 波を用い、圧縮フィルターの特性について、確認実験を行った。

その結果、最大遅延リップル0.5%以下、かつ、位相偏差0.6%以下であって、このような良好な近似度を有する直線遅延特性フィルターを容易に設計、実現できることを認めた。