

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈運 動 性 能 部〉

水面と直交しない浮体の動揺問題の解法と  
Irregular Frequency の簡易な除去法

**On an Improved Solution of the Oscillation  
Problem of Non-Wall Sided Floating  
Bodies and a New Method for Eliminating  
the Irregular Frequencies**

原口富博, 大松重雄

昭和58年5月

西部造船会会報 第66号

任意形状の浮体の計算を行う場合、水面と浮体形状のなす角度によっては精度良く計算が行えない場合がある。今回、任意形状の浮体の二次元動揺特性を精度良く求める方法を検討するため、いくつかの積分方程式法による計算を行った。またこの場合 Irregular

Frequency の影響を受けるが、これの新しい簡易な除去法についても開発を行った。

今回用いた計算法は、①物体表面に特異点を分布させた従来の方法、②①の特異点分布を物体内部の自由表面上の両端まで拡張した方法、③グリーンの定理から直接速度ポテンシャルを求める方法で、簡単な条件を付加し、Irregular Frequency を除去した方法の三つである。

これらの三つの方法により、水面と交差する角度を種々変えた円柱および高木らの凹型モデルについて計算を行い、③の方法が任意形状に対して少ない分割数で精度良く計算できること、②が①に比べて改善された方法であることがわかった。また、③の方法が従来の方法の簡単な修正で Irregular Frequency を除去でき、計算時間もほとんど増えず非常に有効な方法であることを示した。

On the Interrelation of Parameters  
Controlling Automodel Crack Growth Area  
Boundaries on the Fatigue Fracture Diagram

疲労き裂伝播における auto model 境界を  
規定するパラメータ間の関係について

在田正義 V. S. Ivanova  
L. I. Maslov S. A. Kanavin

昭和57年2月

Physical and Chemical Mechanics  
of Materials 18巻 2号

疲労き裂伝播においては、 $\log(da/dN) - \log \Delta K$  ( $da/dN$  = き裂伝播速度,  $\Delta K$  = 応力拡大係数範囲) 関係で、実験データを整理するのが一般的である。これは、金属における安定疲労き裂伝播においては、この関係が直線となること、理論的にも実験的にも示されているからである。しかし、上述の直線となる範囲については、ASTM で  $\sigma_N/\sigma_y < 1$  ( $\sigma_N$  = ligament の nominal stress,  $\sigma_y$  = 降伏応力, 引張り荷重の場合) という一応の基準があるだけである。本論文では、疲労き裂伝播の機構は、き裂先端の拘束状態により決まると考え、拘束係数  $C_r$  を次のように導入した。

$$C_r = \tau_s^*/\sigma_y = \sigma_0^*/\sigma_n^* \quad (1)$$

$\tau_s^*$  = 拘束状態での剪断降伏応力,  $\sigma_y$  = 降伏応力,  
 $\sigma_0^*$  = 限界八面体剪断応力,  $\sigma_n^*$  = き裂先端が  $\sigma_0^*$  に達した時の ligament の nominal stress)。

拘束による局部応力に関する knott の結果および、ミーゼス条件による塑性流れの開始条件から、同一機構でき裂が成長する範囲を(1)式より計算し、ASTM 型の表示を行うと、伝播則が直線となる範囲は、

$$0.47 \leq \sigma_N/\sigma_y \leq 0.82 \quad (2)$$

となる。SM41A 鋼、及び SM41 鋼(焼鈍処理により粒子径を 25, 30, 70, 100 $\mu$ m とした) について実験を行い、(2)式の成立を確かめた。実験上から(2)式の右部分について、実験条件  $\sigma_m/\sigma_y < 0.33$  ( $\sigma_m$  = 試験片の平均応力)があれば成立することを示した。左部分については、実験上明確な結論を得るには至らなかった。

Yarema 等は、 $\log(da/dN) - \log \Delta K$  図の諸パラメータについて、一定の関係が成立することを見出したが、(2)式の右辺の等号が成立する時の  $\Delta K$  値についても、パラメータの1つになることを示した。

An Approach to High Heat Release Combustors  
of Hydrogen Fueled Gas Turbines

水素ガスタービン用高負荷燃焼器の研究

野村雅宣 池田英正

昭和58年10月

1983 Tokyo International Gas Turbine  
Congress Pre-Prints of the above Congress

ガスタービン用燃焼器の主要寸法と形状を決定する場合に、与えられた空燃比のもとで、燃焼領域の空間容積  $V_c$  と希釈混合領域の空間容積  $V_d$  をどの程度にすれば良いかを知る必要がある。本研究では、水素燃焼器の設計に必要な  $V_c$  と  $V_d$  を各領域におけるガスの単位時間当りの容積流量と滞留時間から求める方法について検討した。この場合には滞留時間の求め方が問題となるが、ここでは水素の燃焼領域に対して完全攪拌反応器モデルを適用し、水酸基の生成素反応方程式を用いて滞留時間  $t_c$  を求める方法を検討した。また、希釈混合領域に対しては、高温燃焼ガスと低温希釈空気の混合の不十分さ  $M$  を温度差の分散で表わし、この分散が燃焼器の全圧損失係数  $\psi$  とレイノルズ数  $Re$ 、ならびに滞留時間  $t_d$  によって変化すると考え、 $\psi$  と  $Re$  が与えられたときの  $M$  値から  $t_d$  を求める方法について検討を加えた。

実験では、燃焼器ライナーの開孔位置と開孔面積を変えることにより、燃焼領域の空気負荷率と運動量を変化させ水素の燃焼率と  $t_c$  の関係、および希釈混合領域における  $M$  値と  $t_d$  の関係を求めて、解析結果と比較検討した。

これらの結果、本研究では以下の結論が得られた。

- (1) 燃焼領域の空気負荷率を増加すると、水素の最高火災温度は低下した。しかし、本実験で用いた燃焼器の希釈領域における混合特性には、まだ改善の余地があることがわかった。水素火災は燃焼器の流れ方向距離の約1/2まで到達することがあった。
- (2) 攪拌反応器モデルを水素の燃焼領域に適用すると、実際の燃焼状態に近似した結果が得られるように思われる。
- (3) 希釈混合領域における燃焼ガスと希釈空気の混合特性は、燃焼器の全圧損失係数と希釈領域におけるレイノルズ数によって影響を受けると考えられる。

疲労，クリープ相互効果に基づく二，三の機関材料の寿命推定(第3報：負荷モードが一様でない場合，CrMo 鑄鋼の例)

Effect of Loading Mode on the Proposed Life Estimation Methode Based on the Fatigue-Creep Interaction

宗像良幸 千田哲也

昭和58年10月

日本機械学会講演論文集 No. 830-10

熱機関の起動停止，負荷変動時に生ずる過渡熱応力や運転中に保持される高い定常応力は部材に疲労やクリープ破損を生じさせる。破損原因となるこれらの現象は相互に影響し合っており，それぞれ単独に得られた推定寿命より一般に短くなる。

表題に関して第1報では球状黒鉛鑄鉄 FCD45 と Ni 基超合金 IN100 の実験結果を用いて寿命推定法を提案し，これまで内外で発表されたこの種の推定法のいずれと比べても簡単で且つ実用的であることを示した。第2報では大気圧下，水素ガス中での FCD45，Ni 基超合金 IN939 について実験を行ない，この推定法が水素ガス中でも有効なことを示した。

これらの試験はいずれも引張側圧縮側に等量の負荷と保持時間を与えたものであったが，本報告では高温時の破断延性が極めて大きな船用ディーゼル機関のピストン材である CrMo 鑄鋼を用いて，保持時間が引張，圧縮側でそれぞれ異なり，また，サイクル毎に長短のある荷重伸び両制御試験の場合について調べた結果を述べる。合わせて荷重制御試験も行ない，同様に整理した。

荷重伸び両制御試験は保持時間の与えられ方から実機負荷状態を想定したとき一般性に欠ける部分もあるが，通常の設計応力レベルでは特に問題ないことを明らかにすると共に広範囲の負荷様式に対して寿命推定法が十分適用できることを確認した。

また，二，三の文献に示されている負荷モードが一様でない場合のデータを用いて同様の整理を行なってみたが，いずれもこの推定法が有効であることを認めた。

中実回転円板の動的応力解析

Dynamic Stress Analysis of a Solid Rotating Disc

天田重庚

昭和58年12月

日本機械学会論文集(A編) 49巻448号

時間と共に変動する回転円板において，その内部に生ずる加速度成分のうちで若干の項を無視して基礎式を導入する。これに Laplace 変換と Convolution 定理を適用して解を導いた。特別な場合として， $N=10,000$  rpm まで  $T_c$  sec なる時間で定角加速度にて上昇し，その後  $10,000$  rpm を保持する変動回転過程について  $T_c$  をパラメータに採り応力を計算し，準定常解の応力と比較した。そして次のような結論を得た。

- (1) 加速回転過程にて  $T_c$  が大きいと動的応力と準静的応力は同様に増加し，両者の差は見られない。しかし， $T_c$  が小さくなるにつれて動的応力の増加傾向に遅れが生じて，準静的応力よりも低い値を示す。さらに， $T_c$  が小さくなると円板の中心部の応力は圧縮応力になった後に引張に戻る。
- (2) 一定回転に達した後の動的応力は時間と共に正弦状に変動し，その振幅は  $T_c$  が小さくなるにつれて増大する。
- (3) 本報告で取り扱ったような変動回転過程での準静的解析の適用可能性を一定回転に達した以後の応力について比較したところ， $T_c=1.0 \times 10^{-3}$  sec にて 3%， $1.0 \times 10^{-4}$  sec にて 26.6% の差が生ずる。

## 変分法による変動回転するはりの運動方程式の導入

Derivation of Equation of Motion  
of a Variable Rotating Beam  
by Variational Method

天田重庚

昭和58年12月

第33回応用力学連合講演会

蒸気、あるいはガスタービンなどのブレードの固有振動数やモード形状などを求めるために、片持はりによる一次元モデルがしばしば用いられる。このモデルを用いてブレードの自由振動についての研究は相当数にのぼる。しかし、タービンの起動や停止時、ブレードの折損事故などによって回転が急変する場合、ブレードの振動挙動は自由振動と比較すると著しく異なることが予想される。

本報告はブレードの過渡振動を求めるために、運動方程式を導く。仮定として、(1)ブレードは均一断面の片持はりとする、(2)材料は均質、等方性とする、(3)線形弾性理論を適用、(4)Timoshenkoのはり理論を適用、(5)回転慣性を考慮、(6)回転角速度は時間の関数を用いる。これらの仮定に基づき、ひずみエネルギー、運動エネルギー、保存力による外力ポテンシャルを用いてLagrange関数を組立てる。「Lagrange関数のある間隔の時間積分は、すべての許容しうる仮想変位のうちで実際の運動の場合に極値をとる」と云うハミルトンの原理を用いて、運動方程式と境界条件を導く。はりの回転速度を $\Omega(t)$ rad/sec、たわみを $w$ 、軸方向変位を $u$ 、 $\psi$ をせん断力を無視した時のたわみの傾斜、はりの断面積を $A$ 、材料の密度を $\rho$ 、ヤング率を $E$ 、断面二次モーメントを $I$ 、単位長さ当たりの中立軸まわりの質量二次モーメントを $I_p$ 、せん断剛性係数を $k$ 、軸力を $P$ として、次の運動方程式を導くことができた。

$$EA \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \rho A \left[ -2\Omega \frac{\partial w}{\partial t} - w \frac{d\Omega}{dt} - (x+u)\Omega^2 \right]$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( EI \frac{\partial \psi}{\partial x} \right) + k \left( \frac{\partial w}{\partial x} - \psi \right) = \frac{\partial}{\partial t} \left( I_p \frac{\partial \psi}{\partial t} \right)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( P \frac{\partial w}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left[ k \left( \frac{\partial w}{\partial x} - \psi \right) \right]$$

$$= \rho A \left[ \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} + (x+u) \frac{d\Omega}{dt} - 2\Omega \frac{\partial u}{\partial t} - w\Omega^2 \right]$$

## 〈機 関 性 能 部〉

## 高粘度原油洗浄に関する研究 (第1報)

Study on the High Pour Point Crude  
Oil Washing (1st Report)

渡辺和夫 沼野正義 山之内博

上田浩一 加藤 寛

昭和58年5月

日本船用機関学会 第33回 学術講演会 講演前刷

本年10月から発効の運びとなった「1973年海洋汚染防止条約」(略称 MARPOL 73/78)及びこれを受けるわが国の国内法によって、原油タンカーの揚荷の際のタンク原油洗浄(COW)が義務付けられる。

筆者らはCOWと海洋汚染防止の実効との関連に着目し、既にCOWの洗浄効果或いは船外排出油量の低減効果の定量的把握を目的とした特定研究「タンカーのタンク原油洗浄に関する研究」によりこれらの効果を確認した。一方、次第に輸入量の増加しつつある高粘性原油によるCOWについても、引き続き特定研究「高粘度原油を輸送するタンカーの船外排出油量の低減に関する研究」を実施中である。本報告では高粘性原油のうちの高流動点原油(HPP原油)について、タンク内の付着残油量の定量を中心に報告する。

HPP原油として代表的なミナス原油(インドネシア産)及び大慶原油(中国産)は流動点が+30℃以上と高いが、これらの粘度-温度特性を調べ、これを基に類似した粘性を持つ供試油を調査した。実験装置は既設の実験装置に加熱・昇温設備を付加してHPP原油相当油の実験に適合したものとし、また高粘性原油を輸送する7万DWトン級タンカーのウィングタンクを忠実に模擬した1/10縮尺のタンクモデルを作製して実験装置容器本体内に設置した。またタンカーのタンク壁面を構成する基本的形状の供試体(黒皮鋼板製)11種も準備した。これらを用いた実験により次の事柄を明らかにした。(1)35℃及び30℃のHPP供試油中に供試体を浸漬し12~19℃の大气中に引き上げた場合の付着油量が得られたが、最高付着は供試体④で35℃で3mm強、30℃で5mm強の平均油膜厚さに達した。(2)船内残油量調査の第1段階として、COWを実施しない場合と実施した場合のゲーティ・バラストタンク内残油量についてタンクモデルを使用した実験を行い、実験条件に対応するCOWの効果の実態を確認した。

## 噴霧流の流動機構

—管内気相乱流による液滴拡散を中心として—

Flow Mechanism of Two Phase Mist Flow

—Mainly on Droplet Diffusion

by Turbulent Gas Flow in Pipes—

波江貞弘

昭和58年12月

日本学術会議, 日本機械学会等共催 混相流シンポジウム  
「混相流の流動機構と応用技術」

気液二相噴霧流における液滴の挙動, 特に気相乱流と液滴の相互作用及びその結果として生じる液滴の拡散ならびに境界壁面への伝達現象は, ボイラや水冷却型原子炉, 各種蒸気発生器などの高蒸気流量率領域における管壁面ドライアウト現象あるいはドライアウト後の噴霧流伝熱と密接に関連する問題である。さらに, 気流中に浮遊する固体の微小粒子についても観察される現象で, その間に原理的な区別はない。したがって, 熱工学の分野のみならず, 空気輸送, 各種装置におけるミスト分離, 汚れ付着, 大気中エアロゾルの捕獲計測あるいは植物表面への付着といった化学工学, 環境衛生工学, 農業気象学などの各分野に広範囲にまたがる問題といえる。

本報告は筆者が以前実施した研究を含め, これらの分野に関する文献調査を実施するとともに, 各研究者による実験結果の相互比較, 理論と実験の対比を行ない, 現時点における情報の整理・分析を試みたものである。内容の構成は, 1) 気相乱流中の液滴や固体粒子の挙動および壁面への伝達現象の概要, 2) 粒子径の相違に寄る三つの領域の各々について, 理論, 実験両面から行なった詳細な分析, および3) 総括からなっている。

結論として, 上記分野の研究は, 資料が一応そろい, ある程度の理由付けが試みられた段階であること, しかしながら解析面では提案された各モデルの妥当性の実験的検証が必要であり, このためには実験技術の向上が不可欠であること, 実用面では高圧, 加熱状態における測定値が不足していることなどを指摘している。

## 最近の海洋油濁防止技術の動向と今後の課題

The Recent Technology and the Waiting  
Problems of the Ocean-oil Spill  
Prevention Technology

上田浩一

昭和59年2月

公害と対策 20巻2号

海洋の油による汚濁は, その主要な原因を二つに区別することができる。その一つは海上を行動する場とする船舶の通常の運航活動にもなって排出される油によるもので, 他の一つは事故または故意によって, 陸上, 船舶或は海底油田等から出る油が原因となるものである。油濁防止技術という見地から上の両者に対応する技術について比較的最近の話題を中心に若干の解説を加える。

(i) 海に流れ込む油の量 全地球的規模で年間にどの程度の油が海洋へ流れ込んでいるかについて, 最近国連の国際海事機関 (IMO) が, 米国の科学アカデミーの協力のもとに試算した結果から, 船舶の事故にもなう流出油量よりも, 通常の運搬にもなって排出される油量の方が量的に遙かに多い。

(ii) 船舶の運航にもなって船外投棄される油量を減少させるための措置と技術 「1978年に修正された1973年の船舶からの汚染防止に関する国際条約」の骨子, 船用油水分離器の開発, 船用油分濃度計及び油排出監視制御装置の開発, 油タンカーの原油洗浄技術等について述べている。

(iii) 流出油による汚濁を防除するための技術 オイルフェンス, 油回収装置, 油吸着剤, 油処理剤の最近の事情について述べている。

(iv) 流出油防除のための事前対策 油濁防止のための船内や施設内の排出油防除資材の配備, 排出油防除の実施について述べている。

(v) 油濁防止技術の今後の課題 経常的排出量軽減策としては, 国際条約に基づいた種々の油の排出規制が加えられ, 船用油水分離器, 油排出監視のための諸計装, 油水面計等が, 規制に対処するために急いで開発された。しかし使用実績が少ないため, 機器の信頼性の面で多くの問題が生じることが予想される。流出油防除については, 経験に基づいた流出油防除技術が開発され, 整備されたが, これは容易ではない。