

所外発表論文等概要

着底型空気タービン式波浪発電装置について

On a Fixed Air-Turbine Type Wave Power Extractor

岩井勝美 前田久明 木下 健

昭和57年8月

東京大学生産技術研究所 生産研究34巻8号

近年、波浪発電に関する研究の必要性がさげばれてから、多くの型の波浪発電装置が研究されてきた。そのうち、実用性が高いと考えられるものには、浮体のローリングを利用してエネルギー回収を行う Salter 式、浮体間の相対角変位を利用してエネルギー回収を行ういかだ式、空気の圧縮、膨張を利用してエネルギー回収を行う空気タービン式があげられる。空気タービン式は、「海明」に代表される浮遊型と着底型に分けられる。

今回は、着底型の空気タービン式波浪発電装置につ

いて、浅海状態で、不規則波中におけるエネルギー吸収の基礎実験を行った。

本実験に先だち、実験に使用する ISSC 型スペクトルの不規則波について検討を行った。時系列の異なる3種類のデジタル不規則波信号(180秒)を作製し、その信号のスペクトルの形状、面積等の比較を行った。次に、水槽に仮底を設け、実験時の水深0.4mにおいて、入射波としての不規則波の特性、仮定の影響等を調べ、本実験を行った。

本実験における着底型の空気タービン式波浪発電装置は波エネルギーを空気エネルギーに変換する空気室を持った箱型の波力変換装置である。波の進行により、室内の水面が上下動し、圧力が変化する。その時の水面と空気圧力の変動を測定した。

実験結果のエネルギー吸収係数は、かなり良好な値を示しており、規則波中実験値とも一致している。さらに、等価浮体近似による理論値を用いても、十分な精度で計算できることがわかった。しかし、負荷ばね常数については、今後さらに実験を行って検討していく必要がある。

CWレーザー・ラマンによるガス温度計測
Temperature Measurements of Burned
Gas by CW Laser Raman

山 岸 進

昭和57年11月

日本燃焼研究会 第20回講演会

燃焼装置の壁面に付着する燃焼堆積物は実用上重要な問題であるにもかかわらず、この発生機構については不明な点が多い。それは化学的性状の複雑さと付着面近傍での温度及び成分濃度測定の高難度が障害になっているためと考えられる。

近年、レーザーを利用した光学的手法の発達にともなう、常圧火災面やクエンチングゾーンでの空間分解能の高い測定が可能となってきた。本研究は、レーザー・ラマン法を使用して壁近傍での温度分布を非接触で測定するためのフィージビリティ・テストである。温度実測はアセチレン炎の壁面冷却に関して行った。CWA⁺イオンレーザー (1W 488nm) を光源として予混合火炎を対象に計測を行い、後流域ではラマン法による測定が可能であったが、輝炎近傍ではバックグラウンド光のため測定が不可能であった。

バックグラウンド光は N_2 (488nm 励起) について検討したものを例示した。これによればアンチストークス領域でストークス側より強い発光が見られ、これは当量比によって大きく分布が変る。また補足として使用したレイリー法は信号強度が約 103 ほどラマンより強い、しかし埃等粒子による散乱光の妨害が問題となる。信号カウントの平均値と標準偏差の関係を測定すると埃や粒子の多い場合はポアソン分布から大きく異なることが示された。

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2報、主として水素ガス雰囲気中の場合について)

Life Estimation based on the Fatigue-Creep Interaction to the some Engine Materials. (2nd Report, In the Case of Hydrogen Gas.)

宗像良幸, 千田哲也

昭和57年10月

日本機械学会第60期全国大会

水素ガスを主燃料とする内燃機関の燃焼室部材は多かれ少なかれ水素雰囲気さらされるので水素脆性あるいは水素侵食と呼ばれる損傷が問題になるのではないかと考えられる。

一般に水素侵食と呼ばれているものでは損傷に与える水素の圧力の影響は温度によっても異なるので温度如何では無視できないが、ここではこれまでこの種のデータが無いこと、高圧下の実験ができないことなどから第一段階の実験として大気圧下での低サイクル高温疲労試験とクリープ破断試験を行い、大気中の場合と比較した。ここではディーゼル機関の燃焼室部材として用いられている球状黒鉛鋳鉄 FCD45 と耐腐食性ガスタービン翼材 IN 939 の大気圧下、純粋水素中における最大負荷時に保持時間を与えた高温低サイクル疲労試験とクリープ破断試験を行ない、先に提案した等価保持時間を用いた寿命推定法によって実験結果を整理した。

実験結果は FCD45 の疲労強度が水素中で寿命が短くなるが、クリープ破断強度は両材料とも大気中の場合とほとんど差がなく、また疲労試験実験点は寿命推定線上に極めてよくなり、この推定法が有用なことがわかった。

また水素中ではないが文献による 316SS の保持時間のある不規則波サイクル疲労試験の結果を上記の寿命推定法によって整理した結果良い相関が得られた。

雰囲気強度や破断寿命に与える影響は材料が雰囲気さらされている時間と圧力に直接関係することは水素侵食の場合いくつかの材料について明らかにされているが、ここで行った試験は大気圧下のものであり、疲労試験で最高 250h、破断試験で 1214h である。従って水素雰囲気さらされている時間や圧力は実機条件下のものとは著しく異なっており、この種の試験としては第一段階のものでしかない。実機の寿命推定に当っては高圧下の長時間の試験が必要であろう。

キャスク遮蔽関数による中性子線量測定値の解析

Analysis of Measured Neutron Dose by Cask-shielding Function

山越寿夫, 植木紘太郎

昭和57年10月

日本原子力学会, 秋の分科会予稿集

使用済核燃料を輸送容器で船舶輸送する場合, あらかじめ輸送物の輸送指数を知る必要がある。収納核燃料が異なる場合の容器遮蔽計算を効率良く行い, あわせて輸送指数を簡便に評価する計算法を開発して来たが, 計算法の妥当性を検証するための, 素性の明らかな実験値がようやく入手可能となった。今回の発表で, 中性子の線源条件, 測定体系の物質形状等, 測定条件に合わせた計算入力データを用い, 既に求めている輸送容器の放射線遮蔽特性をあらわす行列(キャスク遮蔽関数と仮称)に対する補正行列を, 内筒中の物質層と容器との間の中性子反射効果を考慮して求めれば, 容器周辺の中性子, 二次ガンマ線の測定線量率が良く説明できることを示す。

新たな使用済核燃料を容器に収納する場合, 線源の強度, エネルギースペクトルのほかに, この容器一内筒物質間の放射線反射効果の行列を求める必要があるが, これはモンテカルロ法等で比較的容易に決定できる。したがって, 今回示した手法は輸送指数の簡易計算法として有効である。実用キャスクへの応用を今後予定している。

一様水平流中における二次元気泡浮力 噴流の挙動の解析

Numerical Analysis on the Two-dimensional Air Bubble Plume in Horizontal Water Flow

波江貞弘, 原 正一, 伊飼通明

昭和57年12月

日本機械学会, 環境工学講演会講演論文集

気泡浮力噴流とは, 水中に放出された気泡群に働く浮力ならびに気水間の抵抗力によって周辺の水が巻き込まれ, 二相の流れとなって水面まで浮上する際に形成される上昇流のことであり, 水面に到達した流れは向きを変え水平方向に拡がる表面流となる。この上昇噴流ならびに表面流の挙動については, 従来空気消波あるいは流出油等の水面浮遊物の拡散防止などの諸技術に関連して研究がなされてきた。しかしながら, 静水中の鉛直上昇噴流に関するものが中心であり, 水平流が存在する場合の噴流の挙動については検討が不十分である。

そこで, 別報において実施した二次元鉛直上昇噴流の流速分布及び噴流幅などに関する実験ならびに数値解析をもとに, 本報告では水平流が存在する場合へ解析を拡張し, 噴流の軌跡について数値計算を行なった。また別途, 水槽を用いて一様水平流中に気泡噴流を発生させ, 水面上における噴流中心の位置を計測し, 上記の計算結果を検討した。

結論として, (1)噴流内の分布形状及び噴流に巻き込まれる水流量に関する2つの仮定を設けることにより, 質量保存式, 2方向の運動式ならびに空気流量(浮力)式の4元連立方程式から噴流内の流速, 噴流幅, 気泡体積含有率及び噴流軌跡の計算が可能となった。

(2)計算結果によると噴流軌跡は水平流速の増加につれてその傾きが増大する。その際, 水平流が噴流に及ぼす圧力の大きさが重要な決定因子となる。

(3)水面上における噴流中心の位置について計算結果の傾向は実験結果とほぼ対応している。

ガスタービン用燃焼器の排出ガスの研究

(エマルジョン燃料の効果)

Study on Exhaust Emissions from a Gas Turbine
Combustor (Effects of water-in-oil Emulsions)

熊倉孝尚, 羽鳥和夫

昭和57年12月

日本ガスタービン学会誌 10巻39号

熱機関から排出される有害成分, とりわけ窒素酸化物 (NOx) を低減する種々の方法のうち, 在来の機関の燃焼室を変更せずに NOx を低減するものに水添加法がある。この中で燃料に水を混ぜてエマルジョンにして燃焼させる方式は NOx の低減ばかりでなく, スモークの低減あるいは燃焼の改善にも期待できるので, ボイラやディーゼル機関で研究が活発に行われてきた。ガスタービンにおいてはまだ NOx と燃焼性との関連についての十分な報告は少ない。そこでガスタービン形燃焼器を用いてエマルジョン燃料による NOx の低減と燃焼特性, 水の使用範囲などについて調べることにした。

実験は灯油とB重油エマルジョンを燃焼させた場合に生成する NOx, CO, HC, スモークの排出特性と燃焼効率を水添加率, 空燃比, 空気温度および空気圧力を変えて調べ, これらの間の関係に検討を加えた。

エマルジョン燃料を燃焼させた場合, これに含まれる水の蒸発に伴う吸熱作用により火炎温度が低下し, NOx の生成が抑制される。またマイクロ爆発とよばれる油滴中の熱水の突出あるいは水蒸気の噴出により油滴が更に細かくなる現象に起因すると見られる特性を示すことがわかり次の結論を得た。

(1)エマルジョン燃料は Thermal NOx の低減に対して有効で, 窒素分を含まない軽質油の場合燃焼効率を低下させずに NOx を大巾に低減できる。即ち空気温度が 523K のとき水添加率40%まで可能で NOx を 1/2 にすることができる。窒素分を多く含む重質油の NOx 低減には効果が少ない。(2)重質油のエマルジョン化はスモークの低減に有効で, 最適水添加率20%が得られた。軽質油でも燃焼が悪いとき水添加によりある程度燃焼の改善ができ, そのときの水添加率は10%程度である。(3)従ってガスタービンにおいて窒素分を含まない燃料をエマルジョン化することにより, 高出力時に多く発生する Thermal NOx を大巾に低減することが可能である。

BEM による有限振幅水面波の数値計算

Numerical Calculation of Finite Amplitude
Water Waves by means of BEM

富田 宏, 谷沢克治

昭和57年10月

日本海洋学会 秋季大会

最近非常に発達して来た有限要素法の一変種に境界要素法 (BEM) と呼ばれるものがある。これは, ポテンシャル問題ないし弾性問題に適用可能で, その境界上の値を与えて境界上のフラックスを求める, またはその逆にフラックスを与えて境界上の値を求める等の問題を処理するのに用いられる。この方法に依れば, 領域内の全ての値を決める為にも一般にその境界上のデータのみを用いれば良いので, 有限要素法に比べて著しく計算量が少なく済むという利点を持っている。ここでは BEM と水粒子の運動方程式とを連立させることによって任意水深, 任意振幅の水面波の発達を時間的に追跡することを試みた。

運動方程式

$$\frac{Dx}{Dt} = \frac{\partial \phi}{\partial x} - \frac{dx}{ds} \frac{\partial \phi}{\partial s} + \frac{dy}{ds} \frac{\partial \phi}{\partial n}$$

$$\frac{Dy}{Dt} = \frac{\partial \phi}{\partial y} - \frac{dy}{ds} \frac{\partial \phi}{\partial s} - \frac{dx}{ds} \frac{\partial \phi}{\partial n}$$

圧力方程式

$$\frac{D\phi}{Dt} = -P_s - gy + \frac{1}{2} \left\{ \left(\frac{\partial \phi}{\partial s} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi}{\partial n} \right)^2 \right\}$$

積分定理

$$f_C \left\{ \phi(P) \frac{\partial}{\partial n} \ln r(P, Q) - \ln r(P, Q) \frac{\partial \phi}{\partial n}(P) \right\}$$

$$dP = \theta(Q) \phi(Q)$$

ここで, $P = (x', y')$ $Q = (x, y)$

$$r = \sqrt{(x-x')^2 + (y-y')^2}$$

Cは, 水面並びに固定境界であり, 水面上の ϕ 及び固定境界上の $\frac{\partial \phi}{\partial n}$ を与えて水面上の $\frac{\partial \phi}{\partial n}$ 及び固定境界上の ϕ を求める計算を BEM によって行ない, 得られた値を用いて運動方程式と圧力方程式を積分し, 以下これを繰り返して, x, y, ϕ の時間変化を追跡した。

この方法により斜面上での波の変形の摂動によらない計算等, 従来困難であった分野の研究が可能となった。

プリロードの引張り疲労寿命に及ぼす影響

The Influence of Pre-overloads on the Fatigue Life of Wire Rope Subjected Axial Tensile Stress

田中義久, 大津留喬久, 岡田昭寿, 上野 勲
昭和57年10月

日本鋳業会 昭和57年度秋季大会

ワイヤロープのプリテンション加工は曲げ疲労の場合を対象とし、使用する前に常用荷重より大きな張力（プリロード）を短時間加えることによりその後の疲労寿命が延びるとされている。これと同様な効果が軸方向の引張りのみを受ける場合についても言えるなら係留索をはじめとする静索の安全性、経済性を高めることができる。このような目的でプリロードを加えた静索について実験を行い、プリロードの引張り疲労寿命に及ぼす影響を調べた。

実験には、20mmφ、7×7、G/O G Oのワイヤロープ（破断強度 35.3 tonf）を用い、プリロードは破断強度の60%、70%、80%、90%の4段階、疲労試験荷重は上限値を破断強度の38%、42.5%、50%とし下限値はすべて 1.0 tonf とした。

プリロードの大きさの影響は顕著に現われプリロードが大きい場合ほど、さらに疲労試験荷重が低レベルの場合ほど疲労寿命の延長に効果的であることが判明した。これはプリロードを加えることによりワイヤロープの伸びの不均一を除去し、弾性係数が増大し構造上安定させることにより疲労寿命が延長されるものと考えられる。

プリロードの負荷時間の影響は、1分から24時間の範囲では顕著な差異は認められなかった。

プリロードの負荷後一度応力解放をした場合プリロードの効果は認められるが、応力解放を行わない場合と比べて寿命延長の効果は低下した。

プリロードを加えない場合には試験片の中央部より破断するが、プリロードを加えた場合末端のソケット部より破断する例が多く、プリロードが大きい場合ほど、また疲労試験荷重が低レベルの場合ほど多くなる傾向がある。

半潜水船の推進性能とその試験法の研究

Studies on Propulsive Performance of Semi-Submerged Ship and its Model Testing Method

田中 拓, 竹子春弥, 菅井信夫, 荒井 能,
昭和57年11月

日本造船学会論文集 152号

半潜水船の水槽試験の計画は、多くの点でこれまでの排水型船の試験と異った発想をもつ必要がある。この主な理由は、半潜水船の水線面積が通常船型の1/3程度で復元力が弱いだけでなく、姿勢制御 fin および没水体（主船体）に生じる動的な揚力のため、航走中の姿勢が変りやすいからである。このため、従来、推進性能試験が性能評価の基準として来た、喫水および航走姿勢についての考え方は再検討しなければならなくなって来た。

半潜水船の用途は作業船等が多く、必ずしも推進性能を主として追求する船舶ではない。この意味で常に運動性能との関係を考慮しつつ推進性能を研究しなければならないが、現在の半潜水船は一般に省エネルギー性が著しく悪くこのため推進性能の改善はかなり重要になっている。

本報告では、半潜水船に適した推進性能試験の方法を主題に研究し、合せて半潜水船の推進性能の特徴と、渡喫水で航走することによる抵抗減少の効果などについて述べた。

半潜水船の航走姿勢が不安定であることを述べたが、特に推進性能の基本的な性質を示している制御 fin なしの状態を調べたい場合には、拘束模型船の方法以外では不可能である。この試験法は、従来、基礎研究にしか用いられていなかったため、多くの点で改良を加え実用化した。

将来、波浪中の試験等を考えると自由航走模型船がより一般的であることは変りなく、拘束模型船は自由航走模型船の試験の方法を精密化する一段階として実施された。特に自由航走方式では、propeller に生ずる揚力、trim moment のため、曳航と自航の航走姿勢が変化する可能性があり、この問題を考察した。

また自由航走模型船に適した自航試験の方式として推力変更自航試験法を提案したが、この試験法を拘束模型船によって試用し成功した。またこの試験法によって、半潜水船が浅い喫水で航走した場合の性能を示し、省エネルギー効果が著しいこと等を示した。

低電圧直流回路の電気火花による LPG への着火性

The Ignition of LPG by Electric Sparkes in Low-Voltage D.C. Circuits.

杉田 政久

昭和57年7月

第12回安全工学シンポジウム

1. まえがき

可燃性ガス中において電気火花が発生しても、そのガスに着火させるだけのエネルギーを持たないように設計された回路を本質安全回路と言うが、試験回路として、コイルまたはコンデンサの何れかを含む場合の実験例は多いが、コイルとコンデンサの両方を含むものについてはデータが見当らない。そこで今回はこのような回路について着火性の実験を行った。

2. 研究の概要

本質安全回路の試験用として現在使用されている IEC 型の火花発生装置に試験回路を接続し、回路の短絡、切断を可燃性ガス (5.25±0.25 Vol% のプロパン) 中にて行わせる。試験回路はコイルとコンデンサの直並列回路で、素子常数をそれぞれ 1000, 100, 10 mH, 200, 100, 50 μ F として各種組合せた。そう入コンデンサの位置によって試験回路を2大別し、コイルからみてコンデンサが電源側にある場合を回路 I、スイッチ側にある場合を回路 II とした。

着火実験の結果、回路 I と回路 II とでは異なった性質を示した。すなわち回路 I ではインダクタンス 1000 mH の時、コンデンサ容量の大きい程、着火の危険性が増大しているが、回路 II では着火率はほとんど一定であった。インダクタンスが、100, 10mH の時、回路 I では着火しにくい状態になるのに対して回路 II ではなお着火に至っている。回路 II では、インダクタンスが小さくなると、そう入コンデンサの容量の大小が、着火率に影響を及ぼすようになった。すなわち、100mH では、そう入コンデンサ 200, 100, 50 μ F でそれぞれ 84, 76, 70%, 10mH では、そう入コンデンサ 200, 100, 50 μ F でそれぞれ 48, 26, 26% の着火率を示した。実験をした素子常数の範囲では、回路の開閉時にスイッチ側に近い素子の性質が現われた。すなわち、コイルの場合は開離時に、コンデンサの場合は短絡時に火花の発生をみた。

透明模型船による可視化実験の試みについて

Study on Flow Visualization with a Transparent Ship Model

日夏宗彦, 田中 拓

昭和57年7月

流れの可視化学会 流れの可視化 2巻6号

船体は一般に複雑な3次元形状をしており流れの可視化が容易な形状でない。従来、船体まわりの流れの可視化実験では主に回流水槽や曳航水槽で行われ、このため観測が船側あるいは船底などの一方向からだけに限られていた。また曳航水槽において実験を行うとすれば、照明装置、撮影装置等全て水中に設置せねばならず、船体近傍の流れを乱さないことを配慮すると装置自体大がかりなものとなり実験は非常に面倒なものとなる。以上のことを考慮して、今回透明模型船を製作しこれを用いて流れの可視化実験を試みた。透明模型船を用いれば、船体の内側からの視角で観測が可能となり流場の全体的な把握には極めて便利である。また照明も船体の内側から可能となり観測条件の改善が図られる。また船体表面に対して垂直に観測することが容易なため cross flow angle の境界層内分布の可視化も可能となる。さらにレーザ流速計を用いて船体表面の近傍の流速を計測する際に壁面からの反射光の影響を抑えることができ、従来困難であった壁面付近の流速計測にも有用であると思われる。

本報告では、まず透明模型の紹介として材質と模型製作法を示し、製作した模型船を用いた可視化実験例を示した。実験はトレーサを s.s. 2 における船底、船側から流出させたときと s.s. 1½ におけるビルジ部から流出させたときトレーサがどのようにプロペラ面まで達するかをスリット光線を各断面に照射して追跡したものと、水素気泡法を用いて境界層内の2次流れ角の分布を可視化により求めようとする2つである。これらの結果より透明模型船が可視化実験に対し非常に有効であったことがわかった。しかし定量的な解析を行うには模型船のレンズ効果による像の若干の歪を修正する必要があり今後の問題である。

非常用崩壊熱除去系の信頼性に及ぼす
原子力船舶体事故状態の影響

The Reliability of Emergency Cooling System
for Various States of Nuclear Ship Accident.

松 岡 猛

昭和57年 4 月

昭和57年日本原子力学会年会要旨集

原子力船特有の安全防護系として、N. S. サバンの非常用崩壊熱除去系を取り上げ、その信頼性解析を行った。その際、原子力船舶体事故時の状態が及ぼす影響について検討を行った。

原子力船全系についての事故解析には、船体事故時の状態を考慮し、Event Tree と Fault Tree を組み合わせた Cause Consequence Analysis を用いるのが適している。その場合、船体事故を引き起した原因が非常用崩壊熱除去系にも直接故障をもたらす Common Cause Failure 及び、間接に影響する Secondary Failure を考慮する必要がある。これらの影響により、非常用崩壊熱除去系の故障発生確率は、通常状態下におけるより高い値を示すと予想される。

そこで、船体事故時の状態として、原子炉室内爆発、原子炉室火災、機関室浸水、衝撃力作用、機関室火災、機関室内爆発の六種類を取り上げ、これらの状態下における故障発生確率を Fault Tree の手法で求めた。

船体事故時における Basic Event 発生確率は、異常状態下における Failure Rate の値、Common Cause Failure の発生確率等を参考とし、事故発生箇所と、非常用崩壊熱除去系との位置関係を考慮して推定した。

解析の結果、通常状態下では、系の故障発生確率は 9.3×10^{-2} であったのに対し、船体事故状態を考慮した場合は、故障発生確率は、 $1.13 \times 10^{-1} \sim 3.3 \times 10^{-1}$ と増加し、各事故状態により故障発生確率はかなり異なる事がわかった。

それ故、Cause-Consequence Analysis により原子力船の事故解析を行う場合には、各事故状態の条件を考慮に入れた解析を行う必要がある。またそのためには、各構成機器の異常状態下における Failure Rate のデータを蓄積しておく事が望まれる。