

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈推 進 性 能 部〉

Wake Adapted Propeller に関する実験的研究

An Experimental Study on the
Wake Adapted Propeller

門井弘行・岡本三千朗・家永稜威雄
山崎芳嗣・山本利弘

昭和53年8月

西部造船会会報 第56号

船用プロペラの設計は、これまで系統的实验結果を基として作成された設計図表を使用して行うことが多かった。しかし、設計図表を使用する場合、プロペラの幾何形状は、系統的实验に使用された母型プロペラの幾何形状と大きく異なることはできない。したがってキャビテーション性能の改善をはかる場合に、ピッチ分布、翼厚分布、キャンバ分布が、ある範囲で自由に選べる伴流プロペラ (Wake Adapted Propeller) の設計法を使用する場合もある。

現在、伴流プロペラの諸特性は、すべて明らかにな

っているとはかならずしも云い難い。そこで、今回、Wake Adapted Propeller に関し系統的实验的研究を行った。研究の対象は25万 DWT タンカーで、試験は2系統に分けた。一つはキャビテーション性能およびプロペラ単独性能を検討するため、実船の伴流分布を対象として、MAU プロペラ設計図表および最適半径方向循環分布 (効率上最適半径方向ピッチ分布) をもつ伴流プロペラと非最適半径方向循環分布 (キャビテーション性能上最適半径方向ピッチ分布) をもつ伴流プロペラを設計し、不均一流中のキャビテーション試験および均一流中、不均一流中のプロペラ単独試験を実施した。他は、模型船の伴流分布を対象とし、MAU 設計図表と最適半径方向循環分布をもつ伴流プロペラを設計し、自航試験を行って船後推進性能を検討した。その結果、次のことが判った。

イ) 非最適半径方向循環分布をもつ伴流プロペラが最もキャビテーション性能が良い。

ロ) 伴流プロペラの単独効率は不均一流中の場合、均一流中の単独効率より少し良くなるようにみえる。

ハ) 自航試験の結果、MAU プロペラと伴流プロペラの間で推進性能上、特に有意な差は認められなかった。

〈船体構造部〉

鉱石運搬船の横強度 (第3報)
—ストラットの座屈崩壊強度—
Transverse Strength of Ore Carriers
(3rd Report)
—Buckling and Collapse of Struts—

青木元也・山本善之
昭和53年11月

日本造船学会論文集 第144号

鉱石運搬船の横強度を検討する際には、ウイングタンク構造の強度の検討が最も重要となる。このウイングタンクは内部からは積荷鉱石の圧力を受け、また外部からは波浪外力を受ける。強度の面から見ると、ストラットおよびコーナー部が最も重要な構造要素といえる。そこで第1報では隔壁に加わる鉱石圧について、また第2報ではコーナー部の座屈崩壊強度について述べたが、この第3報ではストラットの座屈崩壊強度について検討した。

ストラットは主として軸圧縮力を考慮してその寸法が決められるが、積荷および海象の状態によっては軸力に加えてかなり大きな曲げモーメントを受ける。そこでこの曲げモーメントがストラットの長さ方向に変化する場合および一様な場合の2種類の荷重条件について、ストラットの座屈崩壊荷重がどのように変化するかを模型実験および数値計算によって検討した。模型は6万トン級鉱石運搬船のストラット部の1/3.44縮尺であるが、中心線防撓材が強いものと弱いものとの2種類の模型を製作した。また、ウェブ・プレートは片面にだけ付いているが、中心線防撓材はストラットの挙動をできるだけ単純化するために両面対称となっている。

実験および計算から得られた主な結論は次のようなものである。

(1) ストラット端部のウェブ・プレートの片面防撓材の影響によって、小さい荷重でストラットの中央部に面外たわみが生ずる。このためにストラットの崩壊が弾性計算による座屈荷重の4～6割の低い荷重で起こることがある。

(2) ストラットが実船のように軸力に加えて曲げモーメントを受ける場合は、ストラットの座屈時の軸方向荷重は2～3割低下する場合がある。

〈機関開発部〉

流れに脈動のある場合の二次元ディフューザ性能

An Experimental Investigation of the
Performance of Straight Two-Dimensional
Diffusers with the Effects of Periodically
Disturbed Inlet Conditions

青木修一・木原 洸・勝原光治郎

昭和53年12月20日

日本機械学会 山梨地方講演会

ターボ機械には羽根車で生じた動圧を静圧に変える為にディフューザが使われている。ディフューザに流入する流れはこの羽根車の後流の為に周期的に変動する流れとなっている。しかし、従来ディフューザ性能に関する研究は定常流の場合についてしか行われておらず、ディフューザに流入する流れが脈動流の場合については著者らは知見しない。従って本報ではディフューザに流入する脈動流の周期をパラメタにしてディフューザ拡がり角を変えて直線壁二次元ディフューザ性能に及ぼす影響について調べた。

実験は水流実験装置に供試直線壁二次元ディフューザ(入口流路巾4cm, 流路高さ30cm, 壁面長さ39cm ディフューザ前平行壁流路長さ4.5cm)を取付けディフューザ入口レイノルズ数5000で行った。脈動流はピストン装置で発生させた。

定常流の場合と脈動流のある場合の静圧回復係数 C_p を比較した様な結果を得た。

ディフューザ拡がり角が 4.5° 以下では脈動流がある場合の方が定常流の場合より C_p が幾分低下している。しかし 4.5° 以上では脈動流の周波数が大きくなる程定常流の場合の C_p より大きく、とりわけ定常流の場合で拡がり角 2θ が 20° を越えるような二次元失速領域では脈動流の影響は大きく、 C_p は脈動流の周波数と共に大きく増大している。

流れの可視化を行った結果、定常流でディフューザ流れが二次元失速状態となる様な拡がり角でも、流れに脈動流のある場合には流れのはく離が抑えられている様に見えた。

現在のところ定常流の場合に対して、脈動流がある場合の C_p の増加のメカニズムは明らかではないが、多分ディフューザに流入する流れの脈動成分がディフューザ内の流れのはく離を強く抑制する効果を持っていると考えられる。

〈機 関 性 能 部〉

プラントの安全運転に関する一考察
A Study on Safety Operation of Plants

村山雄二郎・寺野寿郎

昭和53年8月25日

第17回計測自動制御学会講演会

1. まえがき プラントを正しく運転するためには、プラントの状態を正しく把握する必要がある。特に、プラントの異常時には、その安全を確保するために、プラントの異常時に対する正しい判断と、正しい処置が要求される。ここでは、異常時のプラントの状態量から、その危険の程度を判断し、それに対する正しい処置を決定するプロセスについて考察している。

2. 異常処置のプロセス 略

3. システムの危険の評価

3.1 システムの範囲 略

3.2 システムの危険 システムの異常状態が及ぼす危険の評価は、次の5項目について行う。

d_1 : 対象システム破壊の危険(例: 船舶用機関破壊)

d_2 : 上レベルのシステムの危険(例: 船舶転覆)

d_3 : 同レベルのシステムの危険(例: 操船装置破壊)

d_4 : 下レベルのシステムの危険(例: ポンプ故障)

d_5 : 他システムの危険(例: 公害等)

各システムの危険度 d_i は、対象システムの状態量 x と、各システムの状態量 y_i との関数で与えられるとする。また、各システム i の危険の損失の評価額 l_i は d_i と y_i の関数で与えられ、全システムの損失評価額 L も、 $\sum_i l_i$ で与えられるとする。

3.3 システム異常の原因 略

4. 異常の処置 対象システムの状態が異常状態 x^a になると、考えられる処置 $m_1 \dots m_n$ から最適なものを選ばねばならぬ。その過程は、次のようになる。

(i) 異常状態に x^a に対応する各システムの危険度 d_i と、全損失評価額 L を計算する。

(ii) 各処置 m_k を仮りに行った時に到達する状態 x^{mk} を求め、 x^{mk} に対応する損失評価額 L^{mk} を求める。

(iii) 状態が x^a であると診断した診断系の信頼度を R として、次式で各 m_k に対する推定損失評価額 L'^{mk} を計算する。 $L'^{mk} = R \cdot L^{mk} + (1-R) \cdot \max\{L^{mk}\}$

(iv) 最少の L'^{mk} を与える処置 m_k を選び、実行する。

5. モデルプラントへの応用例 軽水炉熱系のモデルプラントで、システム各部の価格、状態遷移確率等を仮定して、船舶用機関として荒天時と平穏時の場合の異常処置の最適化の例が示されている。

〈機 装 部〉

複合型海上コンテナ輸送方式について

Hybrid Container Transport at Sea

翁長一彦・宝田直之助

昭和53年9月

「船の科学」誌

内航の客船、フェリー等の輸送量は季節的変動が大きいため一般に乗船率が低い。これは乗客数が不安定に変動するのに対して、常に一定の輸送容量を確保するように運航されているからであり、その根底には人は居住区で、貨物は載貨区画で輸送しなければならないという思想があるからである。そこで貨物に限らず居住区をもコンテナ化し、需要に応じて両者の積載比率を定めようような複合式コンテナ船があれば、運航採算性を向上させる事が出来ると考えられる。

このためには、居住用コンテナの運用方法として複数航路の船舶や陸上等で季節的需要に応じて流用使用することが必要と考えられ、また居住用として必要な各種設備や関連区画をどの範囲までコンテナ化するかが基本的な設計事項となる。また居住用コンテナは、その内部を人間が通行する必要性からその接続開口部の配置組合せで設計条件が制約されるため、幾つかのコンテナが集ったあるブロックとして運用される必要がある。居住用コンテナはなるべく少ない種類で、配置組合せの種類がなるべく多くなる方が運用上便利であるが、現実的には極めて難しいと思われる。また各種配管配線の接続部品数が少なく、かつ取付け取外しの工数が少ないことが必要となる。

居住用コンテナの内部配置と積付方法について数例の試設計を行った結果を示した。一応なるべく現実的に実行可能な設計方針の下で、数種の居室コンテナ(通路、手洗所を附属するものも含む)、通路階段用コンテナ、共用手洗所用コンテナ等から成り、配管配線方法、積付固縛方法、室内仕様等もあわせて示した。

このような複合式コンテナ船は一種の未来船型であるため、経済的な検討を具体的にを行うことは極めて難しいが、海上新幹線構想等にこの種の輸送方式をもち込んで考えることも可能と思われる。

実船輸送時における各種測定結果
およびシミュレーション試験

Results on the Transport at Sea and the
Simulation Tests

翁長一彦・内藤正一・土屋正之
昭和53年10月2日
日本鋳業会昭和53年度秋期大会

硫化精鋳には自然酸化発熱の性質があり、船積輸送中に発火する危険性があると指摘されたため、実際の輸送中の状態を調査すると共に動揺、振動による影響について実験を行った。

3種類の精鋳 (C_u , Z_n , P_b) について数回の実船調査を行った結果、精鋳の温度が80℃以上になる例も見出され、発熱原因は周囲温度、鋳種にもよるが、精鋳表面部の動きや堆積した斜面の崩れ現象等により内部に空気が浸透するため酸化現象が促進させるためと推測された。従って簡単かつ実用的な防止対策として、精鋳をブルドーザーで填圧する方法ビニールシートで被覆する方法、船艙を密閉する方法を幾つかの船艙で試みた処、温度上昇は低下し温度分布範囲も減少して酸化現象を防止出来ることが認められた。精鋳温度は表面からある深さで極大値を示すため、酸化による発熱量と放熱量の関係で温度上昇がきまる。酸化防止効果は填圧法が最も優れ、被覆法、密閉法の順に効果はやや低下する。また艙内空気の分析により、酸欠現象が生じること、 CO_2 および CO が発生することが認められ、荷役等艙内作業に対する参考に役立った。さらに精鋳の化学分析により酸化変質を裏付ける結果を得た。

実験室内で、動揺台、振動台上に精鋳を堆積した容器をのせ、周囲温度が一定に保たれるよう恒温恒湿空気を供給しつつ長時間実験を行った。精鋳の量が少なく放熱量が相対的に大きいこと、温度条件があまりよくなかったこと、等のため激しい温度上昇は認められなかった。しかし動揺振動による精鋳の運動が観察され、また化学分析結果より機械的運動の有無による酸化速度の差が生じることが認められた。

なおこれらの結果は、別に実施された精鋳の酸化性に関する基礎的研究結果ともよく一致しており、それらと合わせて発表されたものである。

〈原子力船部〉

貫流型蒸気発生器の不安定流動
(その1 不安定流動実験)

Flow Instabilities in Once-through Steam
Generators
(Part 1. Flow Instability Experiments)

成合英樹・小林道幸・伊藤泰義・松岡 猛
綾 威雄・竹内孝行・森恵次郎
昭和53年10月9日
日本原子力学会53年秋の分科会

一体型船用炉模擬装置による貫流型蒸気発生器の不安定流動について、これまでの研究に引き続き、さらに定量的検討を行うための実験研究を行い、静特性および不安定流動特性について調べた。実験装置は、一体型船用炉を熱流力的に模擬したもので、一次側は電気出力 800kW、ヒーター出口温度 310℃ の加圧水が循環し、内径14mm長さ61mの蒸気発生器伝熱管で二次水を加熱する。二次水はサブクール状態で入り過熱状態で流出する。入口サブクーリング、二次側圧力、一次側温度(熱負荷)をパラメータとした2本並列管により不安定流動実験を実施した。

安定限界に関する実験結果としては、入口サブクーリングは安定限界にほとんど影響しなかった。これは予熱部長さの増減が全長61mに比べわずかであるためと考えられる。次に、一次水の温度を変えて熱負荷の影響をみたところ、熱負荷が小さい方が安定化した。また蒸気発生器出口圧力を、20~50kg/cm²gに変えて影響を調べたところ、圧力の低い方が不安定領域が広がった。また、入口絞りを大きくすれば安定化の方向となる。2本並列管で不均一入口絞りの影響を調べたが、それぞれの入口絞り係数の算術平均をとればよいことがわかった。以上各パラメータの影響を、蒸発部長さ $L_e = G \Delta h_{fg} / q$ (G : 流量, Δh_{fg} : 蒸発潜熱, q : 蒸発部熱流束) で整理すると、全てのデータをほぼ1本の曲線であらわすことができた。

次に、脈動周期は6~25秒で密度波振動の特徴である加熱部流動時間と同じオーダーであった。そして、蒸発部流動時間の倍に近いものが多いが、サブクーリングや入口絞りを小さくした場合に、長周期と短周期のものが観察されることがあった。このどちらが発生するかは実験ごとに異なり、定まらなかった。

貫流型蒸気発生器の不安定流動
(その2 静特性の解析と考察)

Flow Intabilities in Once-through Steam
Generators

(Part 2. Analyses and Discussions
of Steady State Performance)

松岡 猛・成合英樹・小林道幸

伊藤泰義・綾 威雄

昭和53年10月9日

日本原子力学会53年秋の分科会

不安定流動特性実験の一環として、静特性解析コードを開発し解析を行い、本実験の静特性実験結果との比較を行った。

解析を行った蒸気発生器において、二次系は入口よりダウンガマ部を流下し、次にコイル管部に入り上昇する。最後に直管部に入り過熱蒸気となって出口から流出する。二次系を多数の小区間に分割し、入口部より順次各区間を定常状態の式で解いて出口に到る方法をとった。

管内熱伝達率は、サブクール沸騰部では、Bergles-Rohsenowの方法で与え、飽和沸騰部では、Jeuse-Lottes, Thom, 西川の式のいずれか、環状噴霧流では Schrock-Grossman の式、噴霧流では Miropols-hii 式を用いた。ボイド率は Smith の式を使用。二相流圧力損失は、Martinelli-Nelson, Thom, Chisholm の方法及び Koseki の実験の拡張式のいずれかにより計算した。曲管部においては摩擦係数を伊藤の式により求め、上記各方法と組み合わせた。ただし、Koseki の場合は、Blasius の式を用いた直管の圧力損失に対する倍率となっている。ドライアウト位置は乾き度99%の位置とした。

出口圧力20~50kg/cm²の範囲の実験13例について解析を行った。沸騰部長さ、圧力損失の計算値を測定値と比較した結果、koseki, Martinelli-Nelson の方法が良好な結果を与える事がわかった。Thom の結果は良くなかったがこれは、元になっている実験の乾き度が0.05~0.5の範囲であるためと思われる。Chisholm の方法は比較的簡単な式の割には、良い結果が得られた。沸騰部長さ及び圧力損失共に、計算値と測定値の差に流量依存性が見られた。これらに影響を与えるのは、管外熱伝達率とドライアウト位置であった。ドライアウト開始位置を、流量が増大すると共に早くすると沸騰部長さについては、測定値との差の流量依存性はなくなった。一方、一次側温度分布をより現実の温度分布に近づけた場合の解析も行ったが、結果はほとんど変わらなかった。

Thermo-Hydraulic Behavior in Model Pressure
Suppression Containment during Blowdown

ブローダウン時における模擬圧力抑制型格納容器の熱流力的挙動

成合英樹・綾 威雄・小林道幸

昭和53年12月

ASME Winter Annual Meeting

圧力抑制タイプ格納系の一次系冷却材喪失事故時における熱流力的応答特性を研究するための模擬実験装置を製作した。この装置は将来のわが国における原子力船用に概念設計した、船用一体型加圧水炉の格納系を体積で1/200に縮小したものである。得られた模擬格納系の圧力・温度の過渡応答データを基に、ドライウエルと圧力抑制室の熱流力的特性を変換時間(ブローダウンオリフィス断面積と時間との積)を使って比較整理した。また、格納系ブローダウン実験に付随する諸現象、即ち、ブローダウン直後の抑制水上昇、抑制室内の過渡垂直温度分布、ブローダウン後半にベント管出口付近で生じた圧力振動、自然冷却中の自励現象及びブローダウン後のドライフェル内垂直空気濃度分布の変化についても考察した。

格納系の過渡応答を計算機で解くために、新しい解析モデルを提案した。ドライウエル内面における過渡凝縮熱伝達率は佐川のデータを基に式を構成し、模擬装置による実験データに良く合致するように係数を決定した。ドライウエル中の空気-蒸気混合過程については非均質モデルを提案した。即ち、ブローダウン開始時に、ドライウエル内の一部の空気が流入蒸気と瞬時に完全混合し、残りの空気はドライウエル内のどこかに取り残される。そしてこの残された空気はブローダウンの進行とともに徐々に混合域へ拡散していく。このモデルの計算結果と実験データとの比較から、弱いブローダウンのとき、ブローダウン開始時に蒸気と混合しない空気の割合は増大することが明らかになった。

〈東海支所〉

円環ダクト漏洩中性子スペクトルの測定と解析 (I)

— 実 験 —

Measurements and Calculations of Neutron
Spectra through Annular Ducts

三浦俊正・山野直樹・宮坂駿一

昭和53年10月10日

日本原子力学会53年秋の分科会

円環状空隙部を漏洩する中性子束の分布に関して前回は空隙巾が20cmの場合について、主として高速中性子に対する実験と解析計算の比較検討を行った。今回は空隙巾が10cmと20cmの場合について放射化法による反応率から SAND-II コードでスペクトルを計算する方法で熱中性子から速中性子までのスペクトルを求め解析計算との比較検討を行った。放射化検出器はしきい反応が8種類、 (n, γ) 反応が6種類で、後者に対しては厚さ0.5cmおよび1.0cmの90%濃縮 ^{10}B 、厚さ0.1cmのCdの被覆をそれぞれほどこしたもので、および裸の状態で用いた。SAND-II コードで用いた620群の反応断面積は SAND-II ライブラリーおよび ENDF/B-IV ファイルより作成した。検出器の被覆による中性子束の減衰率は被覆物質の吸収断面積を用いて計算した。 (n, γ) 反応の場合、検出器の自己遮蔽因子は等方入射を仮定して $(1-2E_s(\tau))/2\tau$ とした。ここで $\tau = N\sigma$ であり、 N は単位面積当りの原子数、 σ は全断面積である。これら減衰率および自己遮蔽因子は620群に対して計算し、反応断面積に乗じた。選択した初期スペクトルの形および測定した反応率に含まれる誤差が結果に及ぼす影響は-1から1までの一様乱数 R を用いて次の様に評価した。(1)初期スペクトル $\phi_j^i (j=1, 620)$ を124群に分け、各群の ϕ_j^i にそれぞれ $\phi_j^i \times R \times \eta / 100$ を加える。ここで η は変化率で%単位である。(2)測定した反応率には $\epsilon_i \times R$ を加える。ここで ϵ_i は i 番目の反応率に含まれる誤差である。(3)これらの初期スペクトルおよび反応率を用いて繰り返し計算を行いスペクトル $\{^n \phi_j\}$ を求める。(4) (1)~(3)の操作を N 回行い、 N 組の $\{^n \phi_j\}$ ($n=1, N$) から「標準偏差」 $\Delta \phi_j / \phi_j = \sqrt{\sum_{n=1}^N (^n \phi_j - \phi_j)^2 / N} / \phi_j (j=1, 620)$ を求める。ここで $\phi_j = \sum_{n=1}^N ^n \phi_j / N$ である。