

所外発表論文等概要

〈推進性能部〉

エアクッション双胴船の抵抗特性の評価の研究

Evaluation on Resistance Characteristics of an
Air Cushion Catamaran in Calm Water

田中 拓, 小沢 宏臣, 山下 進
昭和54年11月

日本造船学会54年秋季講演会

広い甲板をもつ双胴船には、在来船型には見られない設計上の自由度があって、これが近代的な海上輸送によく適合しているので多くの応用が考えられている。しかし双胴船は浸水表面積が在来船より大きいため、抵抗が大きく主機馬力の増大を避けることができない。この欠点を補う一つの手段として、双胴船体の間の空気を加圧して水面を押し下げる方法が考えられており、このアイディアに基く船型をエアクッション双胴船型と呼んでいる。この船型は、船研と三井造船株式が共同で開発したものであるが、いわゆる側壁型エアクッション船との違いは、後者が浮力のほとんど全

てをエアクッションの揚力に頼っているのに対して、本船型はエアクッションの揚力の寄与は比較的少く(20%程度)排水型船型として浸水表面積の減少をねらった点にある。

開発研究の結果としては、エアクッション双胴船の考え方は有用であることが実証されている。たとえば当面の計算の対象となった船型では、40ノットの場合の全power(推進powerとクッション用powerの和)は双胴船の主機馬力と比較して、排水量500トンで、20%、1000トンで10%程低くなっている。

しかしながら、本船型の研究で困難なのは、エアクッションが発生する造波抵抗を推定する問題で、この抵抗の本質をめぐって種々の議論があった。それの一つには、エアクッションによる造波抵抗を分離計測する手段がなかったため、実態の把握を不可能にしていたが、本研究はこの問題に解決を与え、抵抗の性質を明かにした。

造波抵抗研究の結果、線型理論によるエアクッションの造波抵抗がかなり実験値に近いことがわかり、実船馬力の推定が可能となった。

船用プロペラにおける翼端特異性に関する研究
(第2報)

A Method for Treating the Singularity at
the Blade Tip of Marine Propellers
(Second Report)

小山 鴻一

昭和54年11月8日

日本造船学会秋季講演会

日本造船学会論文集 第146号

従来の揚力面理論においては、翼端特異性のために円形翼端近傍の数値解が安定しない。この弊害は、花岡により、提案された新しい積分方程式を用いることによって取り除くことができる。

第1報においては、定常プロペラの場合について、その新しい積分方程式を用いることによって、翼端近傍を含む広い領域で安定した数値解が得られることを示した。

船用プロペラは不均一流中で作動するから、非定常プロペラの計算は大切である。第2報においては、非定常プロペラの場合について、新しい積分方程式を用いた数値計算を行い、その結果、次のことが明らかになった。

(1) この方法によると、非定常プロペラの翼端近傍における揚力密度も精度良く求めることができる。従って、この計算法はキャピテーション計算の基礎とすることができる。

(2) 従来の核関数展開法の適用限界は、普通のプロペラでは翼中央側0.9%位までは循環密度の精度は悪くない。翼に働く変動力の計算にはこの計算法が便利である。

(3) 定常プロペラにおける非線形性が非定常プロペラに及ぼす影響すなわち $p^* \sim p$ の影響は、合体としては大きく、起振力の計算では無視できないが、翼端近傍においては小さい。

(4) 計算時間短縮の観点から計算法改良の1つの試みを行ったところ、計算時間はかなり短縮された。翼根付近の位相の値に誤差が若干あったが、翼端近傍の解の精度は悪くない。しかし、新しい積分方程式の数値解法は一例が試みられたのみである。数値計算法に関してはまだ開発の余地が残されている。

〈船体構造部〉

Izmenenie Skorosti Rosta Ustalostnoi
Treshchiny V Obraztsakh S
Koljtsevym Nadrezom

環状切欠つき試験片における疲労きれつ
伝播速度の変化

在田正義, L. I. マースロフ, A. I. レベデヴァ

昭和54年3月

金属学と冶金(モスクワ市, 露文)

丸棒の回転曲げ疲労試験では、きれつの進展とともに試験片のたわみが増加する。このきれつ深さとたわみの関係を、環状切欠のある場合(きれつの進展は同心円状に近い)について推定した。ついで、この推定法を利用して、きれつ進展速度をたわみ測定より求め、限界きれつ長さ、きれつ進展速度の変化を調べた。

環状切欠つき丸棒の回転曲げ疲労試験ではきれつは切欠底部から同じ円状に進展する。きれつ部分は、圧縮応力は受け持つことが出来るため曲げを受けるきれつ断面の中立軸(曲げ応力がゼロとなる)は、きれつの進展と共にもとの中心からずれる。中立軸のずれを考慮して、きれつ断面の断面二次モーメント I_i を計算し、原断面の断面二次モーメント I_0 とから、4点曲げの場合について、たわみ d_i を次式で求める。

$$d_i = A \left(\frac{I_0}{I_i} - 1 \right)^2$$

定数 A は実験的に求めた。この式を用い、クロム鋼製丸棒試験片(試験部直径6mm)の四点支持回転曲げ疲労試験中たわみ測定から、きれつ長さ、きれつ進展速度を求めた。試験温度は20°C, 200°C, 400°Cとした。この結果、①切欠付き丸棒の回転曲げ疲労では、たわみからきれつ進展速度が推定できる。②きれつの不安定成長の始まりに対応する限界きれつ長さは、疲労限に近い応力振幅の場合には、破面観察から得たきれつ長さとしてよく一致する。③疲労きれつの安定成長領域は、荷重振幅、試験温度のいかに関係なく存在する。破面様相の層状変化と、きれつ進展速度のスラップ状変化は、対応関係があることが知られた。

波浪衝撃の計測結果について

On the Result of Full Scale Measurements of
Wave-impact Loads

竹本 博安

昭和 54 年 10 月 5 日

第 7 回舟艇技術講演会

高速艇等の軽構造船の強度を考える場合には、外力として波浪衝撃圧が重要になる。波浪衝撃圧とこれによる縦曲げモーメントは船首加速度と強い相関があることが知られており、軽構造船基準(案)(日本造船研究協会 RR-11)等では波浪外力の基準として船首加速度の大きさをとっている。波浪衝撃は海象や使用条件、例えば操船法によっても左右されると考えられるが、上の様に船首加速度を外力の基準とする場合、実際に就航中の船艇においてどの程度の船首加速度が生じているのかということが問題となる。これに関連し長さ 20~30 m の高速艇 3 隻、FRP 製漁船 1 隻について長期にわたり(1 隻に付約 2 ヶ月)、船体加速度の実船計測を行なった。計測は船首および船体中央部の上下加速度について行ない、その低周波成分の極大値および波浪衝撃による高周波成分の極大値等の大きさとその頻度を計数している。

計測は 8~9 月と 11~12 月の 2 期に分けて 2 隻ずつ行なわれたがその間の海象は比較的に穏やかであった。

各船における計測回数は多い方で 1050 回、少ない方で 180 回であった。(1 回は 30 分)

計測された船首加速度の低周波成分の最大値は 1.85 G、衝撃による高い周波数成分の最大値は 3.85 G に達した。

船首加速度の各計測毎の最大値と波高のグラフから、船首加速度の最大値の上限が波高に対して直線で近似できることが示された。この結果では波高 2 m のとき船首加速度の上限は約 2.5 G である。3 隻の高速艇についてこれは共通の結果と見られる。FRP 製漁船の場合、低周波成分は他よりかなり低いがスラミングによる高周波成分については上の直線がよい近似となっている。

計測期間中の海象が比較的に穏やかであったため荒天下でのデータは余り多くなかったが、これらの結果により就航中の高速艇の船首衝撃について一応の目安が得られた。

通航船舶の橋脚衝突時の圧壊強度について (第 2 報)

A Study on the Collapse of Ship Structure in
Collision with Bridge Piers (2nd Report)

有田喜久雄, 長沢 準

谷 政明, 岡 修二

昭和 54 年 11 月 9 日

日本造船学会秋季講演会 日本造船学会論文集

通航船舶が操船の誤りあるいは漂流などにより、橋脚など海洋固定構造物に衝突した場合の船体の破壊の挙動を明らかにするために、第 1 報において船体の部分模型による圧壊実験を行った。しかし、そこでは、衝突が発生しやすい衝突姿勢すなわち船首部船側が衝突する場合が取り扱われなかった。さらに、緩衝工(衝突を緩和する構造物)に船舶が衝突する場合に起るような構造物が相互に食い込む現象は、まだ十分解明されていない。これらのことを考慮して、本論文においては、船首部船側衝突のように比較的ゆるやかな曲率をもつ船体部分模型を剛体平面に接触させて、船体の破壊状況を調べた。次に緩衝効果をもつ構造物の代表的な 2 例として、格子桁構造及び充填材としてポリウレタンフォームを挿入した複合材型構造それぞれに、船首が衝突したときに相当する圧壊実験を行ない、船首並びに緩衝工相互の変形状況を調べた。

本研究で得られた結果をまとめると

- (1) 船首部船側衝突は、衝突力が大きくなるので、橋脚など衝突対象構造物にとってはかなり苛酷な衝突姿勢になる。
- (2) 船首構造が横肋骨式のように、船側外板が折りたたみ込まれて圧壊する場合には、船先端部の食い込みは少なく、船首および衝突対象構造物の圧壊曲線(反力-変形量曲線)を重ね合わせれば、衝突吸収エネルギーを求めることができる。格子桁構造については部材寸法を変え、複合材型構造については充填材の圧縮強度を変えて、有効な構造法について検討を行った。全般的にみると、複合材型構造のように変形の広がり大きい構造が吸収エネルギーの効率の面で優れている。
- (3) これまでの船首衝突あるいは船側衝突に用いた解析法が、本実験にも有用であることがわかり、これを用いて計算を行い、実際構造物の設計指針になるようにまとめた。

〈溶接工作部〉

曲げ及び引張り試験時の切欠からの AE 特性

Acoustic Emission Characteristics During
Bend and Tensile Tests of
Notched Specimens

勝又 健一, 榊 昌英
島田 道男, 神尾 昭
昭和 53 年 3 月 24 日

非破壊検査協会春季大会

曲げ及び引張り試験時の切欠からの AE 特性 AE 法で鋼構造物の健全性を評価するためには、製造時あるいは使用中に発生したき裂が大きく成長する以前の、き裂によって生ずる塑性域からの AE 検出が必要である。ここではき裂を模擬した鋭い切欠を有する試験片を、曲げおよび引張による応力を加えて、切欠先端部に成長する塑性域と発生する AE との関係調べた。材料は調質 60 キロ級高張力鋼を使用した。

発生する AE 振幅は、切欠先端から発生するすべり線の拡がりの状態に左右されることが分った。引張り試験における試験片の板幅 B , 切欠深さ C , 切欠先端の曲率半径 ρ のとき $(B-C)/\rho > 3.81$ の条件を満足する範囲の切欠では、すべり線が応力とともに拡がっていくことが塑性理論で説明されている。この場合は振幅の大きい AE が発生していくことが実験によって観察できた。材料が全面降伏した時点では、AE 振幅は小さいものが数多く発生した。これは平滑材における降伏時の連続型 AE に類似している。更に荷重が増すと、切欠底にき裂が発生したりポイドが生じたりする場合があり、発生する AE 振幅も大きいのが観測できる。しかし、この状態では破壊が近いため非破壊的に AE 検出する観点では時期が遅いといえる。

曲げ試験においても、引張り試験と同様に、すべり線の発達過程と一致して AE が発生した。すなわち、応力の増加につれ、すべり線が切欠底から拡がっていくとともに AE も振幅の大きなものが発生することが観察できた。切欠先端の鋭さと切欠深さは、発生する AE に影響をおよぼすことも確認できた。

引張りおよび曲げにおいて、切欠深さが極端に短い場合は応力集中によって切欠底が降伏しても、まわりが強い降伏が進まなくなるものと思われる。

面状欠陥の端部エコーについて

Edge Echo of Planar Defect in
Ultrasonic Testing

勝又 健一, 榊 昌英, 神尾 昭
昭和 53 年 10 月 26 日

非破壊検査協会秋季大会

非破壊検査によって、溶接内部に存在するき裂等の欠陥高さを推定することは、欠陥が強度におよぼす影響を把握するうえで必要である。超音波検査で、き裂等の欠陥を評価するには、欠陥のどの部分がエコーに寄与するかを知る必要がある。ここでは反射法により、緩波と横波によって一方が十分長い面状欠陥のエッジからエコー高さ α (欠陥の法線と超音波ビームのなす角) の関係について実験し、検討を加えた。

超音波ビームの中心を半平面のエッジに合わせたときのエコー高さ α との関係は、波長、ビーム路程および探触子の大きさによって異なるが、ある角度迄一定で、ここからエコーは低下する。この低下の度合は $\cot \alpha$ に比例する。 $\alpha = 90^\circ$ においてエコー高さは有限値となり、この値はエッジの微弱な変化に左右される。エッジからのエコーは散乱波であるためビーム路程が大きくなると受信される音圧が弱くなり、検出が困難となる。これは α が大きくなる程明確になった。

エコーが低下し始める角度 α_0 は $l \gg b^2/\lambda$ の範囲で、下式が成立した。

$$\alpha_0 = 1/2 \cdot \tan^{-1} b/l$$

b は角振動子の見掛けの高さの半分、 l は振動子とエッジ迄の距離である。

欠陥が凹凸のある場合は、前記の $\alpha = 0^\circ$ におけるエコー高さと比較すると、凹凸の差が大きい程エコーは小さくなる。凹凸の差が 2λ 程度では 20 dB 以上低くなり、 $\alpha = 40^\circ$ 付近が最もエコーが大きくなった。

今回の欠陥は幅 0.3 mm のソーカット、脆性破面および放電加工で行なった。欠陥の幅 d とエコー高さ H との関係は、 $\alpha = 45^\circ$ において $H \propto \sqrt{d}$ となった。これは、エッジ付近がエコーに寄与しているということである。

き裂等の欠陥では、以上のことから欠陥高さをエコー高さから推定することは困難であり、他の情報を得る必要がある。

光干渉を利用した溶接部の残留応力分布 (第一報)

Observation of Residual Stress Distributions in
Welds by Use of an Optical Interference
Method (Part 1)

小林 卓也, 加藤 昇, 田村 博
昭和 54 年 2 月 5 日

溶接学会誌 第 48 卷 第 2 号

溶接割れの原因には, 溶接熱による収縮応力, 母材の変質, 水素の集合などのほか, 溶接部の局部的な応力を考えなくてはならない。

このような微小部分の残留応力分布については, 一部で有限要素法による熱弾塑性解析や, X線法による測定が行われているが, 溶接の冷却途上におこる種々の複雑な冶金学的あるいは力学的現象や, 溶接部の結晶学的不均一性を考慮すると, 解析上あるいは測定上困難な点が多い。そこで著者らは, 溶接による内部応力が存在する鋼を焼鈍して応力除去し, その時板表面にできる凹凸の変化を光干渉を利用して観察することにより残留応力分布を知るという新しい方法を考案した。

本報ではその測定原理と, 二, 三の適用例について述べた。たとえば T 形すみ肉溶接部の残留応力分布の測定の場合, まず被観察面 (溶接部の横断面) を平面にラップ仕上げしたのち, その面を薄く切り離して (3~5 mm) z 方向 (溶接線方向) の応力を解放し, それにより生じた表面の凹凸の干渉縞から z 方向による応力分布状態を調べた。つぎにこの薄片の被観察面を再び平面にラップ仕上げし, 600°C で 2 時間の応力除去焼鈍を行い, xy 方向の残留応力の解放により生じた表面の凹凸の干渉縞からこの二方向のみによる応力分布状態を知った。また試片を比較的厚く切断し (20~30 mm), 表面を平面にラップ仕上げしてから応力除去焼鈍を行うと, xyz の全ての方向の残留応力が解放されて, これら三方向の応力解放による体積の変化を, 応力分布に依存した表面の凹凸として観察することができた。

焼鈍法による残留応力分布の観察は定量化がきわめて困難であり, また溶接部の組織の不均一性や異方性, 結晶粒度や塑性変形の程度などによる干渉縞の変動などの問題点が考えられるが, 次報でも述べるように, 実際の溶接割れの発生状況ともよく対応しているところから, 定性的な応力分布観察法としては十分利用できるものと思われる。

透過反射法による欠陥評価について

Application of Ultrasonic Through
Transmission Reflection Method on
Defect Evaluation

勝又 健一, 榊 昌英, 神尾 昭
昭和 54 年 3 月 22 日

非破壊検査協会春季大会

超音波一探法による A スコープ表示は, 欠陥から反射された超音波の音圧と距離で示される。しかし表示されたエコー高さとビーム路程で欠陥を評価すると, 正しくない場合もある。たとえば面状欠陥が傾いていると, 欠陥が大きくてもエコーは小さいため誤判断となる。また, エコーのピークが 2 つ以上存在したとき, その間で欠陥が連続しているかを知ることも難しい。そのため一探法に透過波の情報を加えた新しい探傷方法 (透過反射法) を提唱した。この方法により, 内部欠陥の評価を行なった。

透過反射法によって得られる情報は, 通常の一探法のものと同様である。欠陥の連続性を知るには透過波の走査図形で判断する。すなわち, 透過波図形の谷の数が欠陥の数を示していることが期待できることである。ここでの実験条件, 送受信探触子 5C6A45, 受信探触子 4B8×9A45, 板厚 40 mm, 欠陥の位置 $3/5 \cdot t$ において欠陥の影の長さ 2 mm 以上で欠陥の連続性が確認できた。ここで欠陥の影の長さは $h_s \cdot \cos \alpha$ である (h_s : 欠陥断面長さ, α : 欠陥傾き角)。通常の一探法では, エコーの数, エコー高さから欠陥の連続性を評価すると誤判断となることもあるのに対し, 透過反射法では透過波の情報を同時表示しているため, 有害な平面状欠陥に対し, 適切な判断を下すことができた。用いた欠陥は幅 0.3 mm のソーカットを内部に埋込んだもので, h_s は 5~10 mm, α は 0~90° である。

透過反射法における反射波と透過波の感度の調整は, 受信探触子にマスクを付けることによって解決できる。

スリット欠陥と横穴において, 欠陥のビーム方向に投影した長さが同じであれば, 透過波高さがほとんど同じ値となることが分かった。これをもとに欠陥断面長さを推定するための基準曲線が作成できることになる。

光干渉を利用した溶接部の残留応力分布 (第2報)

Observation of Residual Stress Distributions in Welds
by Use of an Optical Interference Method (Part 2)

小林 卓也, 加藤 昇, 田村 博, 小石 忠嗣

昭和54年9月20日

溶接学会誌 第48巻 第9号

前報では、平面にラップ仕上げした試片を応力除去焼鈍したり、あるいは力を加えたときにあらわれる表面の凹凸を観察することにより、溶接部の残留応力分布などを定性的に把握する新しい簡便な方法の原理と二、三の適用例について述べた。本報では、さらに種々の鋼や継手条件による溶接部の残留応力分布を観察するとともに、これらと溶接割れの対応ならびにミクロ的な残留応力の発生機構などについて述べた。

それぞれ共金の溶接棒を用いて多層溶接した軟鋼、80キロ高張力鋼、9% Ni鋼及びオーステナイト系ステンレス鋼のT型すみ肉継手試片について、主として焼鈍による *xyz* 方向の応力解放の方法により残留応力分布を観察した。

T型すみ肉継手の角変形を拘束しない場合、角変形によるルート割れが発生しやすいが、この割れの発生位置と干渉縞の谷(引張応力部)の位置がよく一致していることが知られた。また、多層溶接の最終パスの溶接熱影響部の外側に、引張応力による明瞭な細いバンドが存在することがわかった。このミクロ的なバンドの形成機構を、冷却過程の $\gamma \rightarrow \alpha$ 変態時の膨脹、変態超塑性現象等による収縮応力の変化等の見地から考察した。著者らは先に、HY-80高張力鋼を多層溶接した際に、最終パスの溶接熱影響部の外側に発生する特異なマイクロ割れについて報告した。この割れは水素の多い溶接棒を用いた場合に発生しやすいが、その発生位置が上記のバンドの位置とよく一致しているところから、水素の影響のほかに、上記のようなミクロ的な引張応力の重畳によって発生したものと推論できる。以上のほか、本法と比較検討するため、微小な抵抗線歪ゲージを用いて上記のT型すみ肉継手の残留応力分布の測定を試みたが、信頼性のあるデータは得られなかった。これは法線方向の応力の影響によるものと考えられる。

以上のように、溶接部の残留応力分布については、本法は定性的にほぼ信頼できる結果を与えることが明らかとなった。

〈機関開発部〉

Condition Monitoring of Marine Engines
by Means of Face Pattern Method

顔表示法による船用機関の状態監視

村山雄二郎, 玉木恕乎, 稲坂富士夫

黒須 顕二, 寺野 寿郎

昭和54年11月27日

Third International Symposium on
Ship Operation Automation

船の大形化と高速化に伴い船用機関は進歩し、複雑になったが、運転員の数には逆に自動化によって減少している。そのため、船用機関の状態監視は、機械に任せる部分が多くなってきた。

船および船用機関を未然に重大事故から守るには、機関に発生した異常の徴候をいち早く検知して適切な処置を行えばよい。それには、機械的手段でえられる船用機関の状態についての情報を、正確にまた効果的に運転員に伝える必要があり、そこで、人-機械間の情報伝達を包括的に行う機器の実現が望まれている。

本論文は、船用機関の状態を監視する最も好ましい手段として、その特性を考慮した結果、顔表示法を提案し、その応用を述べている。顔は人間の感情や体の状態を良くまた総合的に表わし、その上、顔表示が運転員にとって親密感がある点も機関の状態表示に有効な要件と考えた。

研究は、まず初めに、顔を画くに必要な変数と顔の表情との関連を調べ、機関の状態変数との基本的な対応を求めた。次いで、機関の状態を効果的に顔表示して異常を早期に発見できるように、機関の状態変数を顔の変数に割付ける方法を研究した。顔表示についての実際の応用は、蒸気タービン船とディーゼル船について、機関性能を記録しているログブックのデータを基に解析し、本方法の有効性を確かめた。これと平行して、プラントの状態監視へ応用する目的で、簡単な熱プラントモデルを製作し、このプラントに対しオン・ラインで顔表示による状態監視の実験を行った。設定された数種類の模擬故障に対し、モデルプラントはその状態をオン・ラインでCRT上に顔表示され、状態変化に応じて顔の表情も刻々と変化する様子が見える。これらの解析と実験とから、顔表示法は船用機関の状態監視に適し、異常の早期発見と故障の弁別に有効であることがわかった。

〈機関性能部〉

歯車軸系の動的挙動

Dynamic Behaviour of Geared System

岡島 正彦, 山倉 康隆

昭和54年9月28日

機械学会日立地方講演会

種々の歯車装置の振動の中で、一段平歯車装置については実験結果をほぼ満足しうる理論解析法が確立されている。しかしながら実際に広く用いられている多段の歯車装置については、各歯車が相互に干渉しあい複雑な挙動をするためか、十分な理論解析はまだなされていないようである。本報告では、4個の歯車からなる動力循環式歯車試験装置について、その振動モデルを考え、このモデルにもとづく振動方程式を立てて解を求めてみた。この振動方程式は、自由度5の係数励振型強制振動方程式となり、模式的に表わすと5つの質量と5つのバネからなる静的連成項並びに動的連成項をもつ振動系となる。

この振動方程式から解析的に解を求めることは困難であるため、本報告では連続系シミュレーション言語を用いた数値積分によりその解を求めた。また振動方程式の係数の中で、歯のばねこわさはその値が一定でなく時間とともに周期的に変動する。この歯車の回転角に対する歯のばねこわさを求めるため、本報では弾性エネルギー法にヘルツの接触応力による補正を加えた方法を用いた。計算は歯面に損傷のある歯車が系内に含まれている場合と、系内の歯車はすべて正常である場合の2ケースについて行なった。

シミュレーション計算の結果、① 振動波形に軸の回転周期に対応したうなりが発生すること、② 歯に損傷がある場合、損傷部分がかみ合い点を通過する時に発生する衝撃力の影響により、歯車軸1回転につき1度の鋭いピークが振動波形中に発生すること。③ 振動波形の周波数領域応答図には、軸回転周波数のほかに、かみ合い周波数の高調波成分があらわれること。④ 歯面に損傷があると各ピークのレベルはもちろん全体の振動レベルも上昇すること、など実際の歯車振動に見られるような動的特性がある程度このモデルで生じさせることがわかった。

スターリング機関の研究

(第3報: 逆T型スターリング機関の実験結果)

Study on the Stirling Engine
(Part 3: Experimental Results from
the IT type Stirling Engine)

塚原 茂司, 桑原孫四郎

一色 尚次, 大泉 治朗

昭和54年10月

日本船用機関学会 第26回(昭54秋)学術講演

本報は逆T字型スターリング機関を使用して得た実験結果のいくつかについてふれている。

まず、実験機関の概略についてふれ、逆T字型スターリング機関の構造(シリンダ配列、ヒータ構造、シール法等)を説明した。

実験結果については始めに実験機関の特性、次いで再生器蓄熱材、作動流体、ピストンリング等の出力に与える影響を示し、考察を加えた。

実験機関の特性については、平均圧力 45 kg/cm^2 のヘリウムを作動流体として使用した時の各シリンダ内の $p-\theta$, $p-V$ 線図を示して系内の作動流体の流動による圧力損失についてふれ、また機関回転数一定の条件の下に、第1シリンダ(高温側シリンダ)のガス温度を変えた時、各シリンダ内の図示仕事などの様変わるかを、等温変化モデルによる理論値と比較して示した。実験から得られた各シリンダ内の図示仕事を理論値とくらべると、変化の傾向としては良い一致を示すが、図示仕事の値そのものには差がみられ、とくに第3シリンダの図示仕事が理論値と大きくはなれ、機関出力に大きな影響を与えていることを示した。

再生器蓄熱材の影響については、5種類の蓄熱材による実験結果を示し、これらから機関出力に対して最適な材質、形状の蓄熱材が存在することを示した。

作動流体の影響としてヘリウムと窒素を使用した場合の結果を示し、ヘリウムの機関回転数範囲が $400 \sim 900 \text{ rpm}$ に対し、窒素では約 500 rpm 以上と低いことを示した。

ピストンリングの影響については、3種類のピストンリングを使用して得た結果を軸出力-回転数曲線、第1シリンダ入口ガス温度-軸トルク曲線で示した。リングの種類によって出力が2.5倍も異なることを示し、ピストンリングの出力性能、始動時間に与える影響の大きいことについて述べた。

船舶から投棄される物質の拡散に関する研究

Diffusion of the Substance Discharged from
the Navigating Ship

上田 浩一, 植田 靖夫
渡辺 和夫, 山之内 博
昭和 54 年 12 月 11, 12 日

環境工学講演会 (日本機械学会)

1973 年 10 月, 国連の政府間海事協議機構において船舶による汚染防止のための国際条約の 1973 年修正条項が議決されたが, この条項のうち, 油以外の有害物質の海上投棄に関する細則が新たに加えられた。これによつて油以外の有害物質を輸送する船舶が船槽掃除後に船槽に漲水したバラスト水を排出する際の当該物質の濃度についてそれぞれの有害度に応じた制限値が設けられた。そこで環境保全の立場から, 投棄条件と航跡中での拡散の状況を把握しておく必要がある。これらの状況を調べるために回流水槽を用いて模型船により航跡伴流を実験的に再現し, 模型船にとりつけた排出管から食塩水および染料を排出させ, 前者については電気伝導度の計測により後者については撮影した写真を画像計析して濃淡のレベル毎に等濃度曲線を描くことにより拡散の概要を調べた。また静水中での自然の拡散状況を把握するために, 静水中での拡散の状況を撮影して濃淡レベルにより解析した結果や酸, アルカリを用いて, 濃度差による拡散の速さ等について実験を行った結果等について述べた。またわが国の化学物質の港毎の総輸送量を条約案によりカテゴリー A, B, C, D に分類した場合の輸送状況についての概要を述べた。

画像解析による汚染物質の拡散実験は, 全体の状況についてよく把握できるため定性的検討を行うには便利であり, さらに高度の解析技術を用いることにより密度の濃い情報が得られる可能性が大きい。

ブロー伴流の影響や排出物質の希釈による密度変化等により汚染物質の拡散状況が変化することが確認できた。

〈機 装 部〉

船室内装壁体の防振方法について

On Vibration Isolating Methods for
Inner Walls of Cabins

原野 勝博, 藤井 忍
昭和 54 年 10 月 16 日

日本音響学会研究発表会講演論文集

船舶の居住区騒音の主因である固体音を減少させる有力な対策の一つとして内装壁体と鋼壁との振動絶縁を図る浮構造化があるが, その基本となる平板の防振設計方針に不明な点が多いので, より合理的な防振設計資料を得るためにモデル実験を行い防振効果の予測法について検討した。その結果は次の通りである。

a. 水平支持 (床) の場合

(1) 防振ゴムで防振する場合は硬い少数個のゴム支持より軟かい多数個のゴムで支持する方が防振効果は高い。(2) ゴムによる防振効果は, パネルの曲げ波の波長で決まる有効質量とゴムの動バネ定数とで計算される f_0 を用いれば一次元振動モデルによる振動伝達率の式に依りほぼ予測できる。(3) 床の場合はロックウール等の振動緩衝材に依る方式が防振ゴムの場合よりはるかに防振効果が大きく, 防振効果は低周波域は緩衝材のバネ定数と床材の面密度で決まる f_0 による一次元振動の伝達率で, また, 高周波域は異なる 2 媒質間の縦波のエネルギー透過率の式でほぼ予測できる。

b. 垂直支持 (壁) の場合

(1) 鋼壁も内装パネルも, 水平・垂直両方向にほぼ同程度の大きさで振動しており, パネルの振動は曲げ振動と面方向の振動とが互いに変換し合うから, 曲げ振動方向のみでなく, その垂直方向の振動絶縁も考慮しないと防振効果を正確に予測できない。(2) 壁材となる 10 mm 厚前後の合板の様に面密度が床材に比べかなり小さいと, バネ定数の小さい振動緩衝材を使っても防振効果は a-(3) の場合と同じ計算式に依る値の約 1/2 となる。(3) 鋼壁とパネル間にグラスウールを少し圧縮する様に貼れば, ゴム支持のみの場合に比べ防振効果はかなり顕著に向上し, 全面貼付の場合防振効果は 500 Hz 以上ではほぼグラスウール単独使用時の値となる。又鋼板の振動もグラスウールの挿入により数 dB 低下する事が認められた。

〈原子力船部〉

Adjoint Monte Carlo 法によるキャスクの遮蔽実験から使用済核燃料収納時の線量率演繹の可能性

Possibility of Estimation of Dose Rates around Spent Fuel Shipping of Cask from Shielding Experiment Using Adjoint Monte Carlo Method

植木紘太郎, 山越 寿夫
昭和 54 年 10 月 23 日

日本原子力学会秋の分科会

大型キャスクの遮蔽試験を含めた実証試験が実施されつつある。実証試験という立場から使用済核燃料を線源とした実験を行うことが望ましいが、種々の制約からガンマ線源および中性子源ともアイントープを shell source の形で使用することになる。この場合、使用済核燃料と比べて線源の強度、線質、位置および形状を異にするので、実験結果をもとに実際の輸送物周辺の線量率を推定するには遮蔽計算を介在とした演繹が不可欠となる。ここではボルツマン輸送方程式の adjoint mode の解は $\lambda = \int S(p)\chi^*(p)dp$ を与えるので線源の位置に依存した量が得られることに着目し、線量率予測の可能性を探った。ここで、 λ =effect of interest (線量率等)、 p =全位相空間、 $S(p)$ =線源項、 $\chi^*(p)$ =adjoint flux。

次のような関係式が成立つものとする。

$$\begin{aligned}\lambda^*(S_{\text{iso}}(p_0))_{\text{exp}} &= \int S_{\text{iso}}(p_0)\chi_{\text{exp}}^*(p)dp \\ &= \lambda^0(S_{\text{iso}}(p_0))_{\text{exp}} \\ &= \lambda(S_{\text{iso}}(p_0))_{\text{exp}}\end{aligned}\quad (1)$$

ここで、 λ^0 =実験から求められる量、 λ =forward mode で計算される量、 λ^* =adjoint mode で求められる量、 p_0 =shell source の位相空間、iso=isotop, spn=spent fuel, exp=experiment, act=actual。

求めるべき量は (1) 式が成立つものとするれば次式によって表わされる。

$$\begin{aligned}\lambda^*(S_{\text{spn}}(p))_{\text{act}} &= \int F_1(p)F_2(p)F_x^*(p) \\ &\quad \times S_{\text{iso}}(p_0)\chi_{\text{exp}}^*(p)dp\end{aligned}\quad (2)$$

ここで、 $F_1(p)=S_{\text{spn}}(p)/S_{\text{iso}}(p)$ 、 $F_2(p)=S_{\text{iso}}(p)/S_{\text{iso}}(p_0)$ 、 $F_x^*(p)=\chi_{\text{act}}^*(p)/\chi_{\text{exp}}^*(p)$ 。

(2) 式の位相空間積分はディスクリートの空間の和で表わすことができる。

$$\lambda^*(S_{\text{spn}}(p))_{\text{act}} = \lambda^0(S_{\text{iso}}(p_0))_{\text{exp}} \cdot \sum_I F_1(p_I)F_2(p_I)F_x^*(p_I)\quad (3)$$

(3) 式によって実験から求まる量と計算から求まる量、即ち輸送物としての量が結びつけられ、線量率予測計算が可能となる。

(1) 式について、Monte Carlo コード MORSE-CG を用いて例題計算を行なった結果、formard mode と adjoint mode とによる計算結果は良い一致を見たので、成立つと考えられる。

鉄の中性子共鳴断面積

Neutron Resonance Cross Section of Iron

山越 寿夫, 飯島 俊吾

昭和 54 年 10 月 23 日

日本原子力学会炉物理炉工学分科会

遮蔽物質として重要な鉄につき、遮蔽計算結果に重大な影響をもたらすと考えられている諸核データの評価を行なった。

今回の評価では、中性子共鳴領域の全反応断面積、非弾性散乱断面積、吸収断面積、弾性散乱の角度分布を対象とした。評価結果は日本の核データ評価値ファイル JENDL-2 に収納される予定である。

鉄の全反応断面積には 24 keV 附近に大規模な谷が存在し、その深さ、かたちに対して従来、多くの著者の評価値が発表されて来たが、どの評価値もことごとく値が異なっており、遮蔽計算への応用上、どの値を用いるべきか意見が分かれていた。特に、断面積の深い谷は遮蔽体が厚くなるほど遮蔽能力の計算結果に及ぼす影響が増大する為、問題の意味するところは重大であった。今回の評価値は、従来発表されて来たものとやや異なるが、鉄の主要構成成分である ^{56}Fe (約 92%) だけを対象とした評価値では、最近米国 ORNL で行なわれた純粋の ^{56}Fe に対する高分解能実験の結果を良く説明できる。このことから、今回の鉄に対する 24 keV の谷の断面積の評価値の信頼性は高いものと考えられる。

^{57}Fe の鉄中の存在比は小さい (約 1%) が非弾性散乱が低い閾値エネルギー (14.4 keV) から始まる点で他の同位元素と異なる。この為鉄の遮蔽計算において、 ^{57}Fe による非弾性散乱中性子スペクトルの高エネルギー成分への影響は無視し得ないといわれている。今回の評価では、 ^{57}Fe の共鳴パラメタの最新データにみられる非弾性散乱幅を用いることで、第一励起レベルの励起断面積に共鳴構造のある結果が得られた。

共鳴の山や谷で散乱される中性子の角度分布を解析した結果、谷の位置で散乱された中性子の方向分布は、従来考えられていたものよりもはるかに強い前方散乱性を持ち、中性子減速もはるかに小さいことが明らかとなった。

中性子透過ベンチマーク計算 (4)

—MORSE—

Bench Mark Calculation on Neutron Penetration

—MORSE—

伊藤 泰義, 西原 善明, 金野 正晴
辻 正俊, 深野 宣伸
石田 正次, 川合 将義
昭和 54 年 10 月 23 日

原子力学会炉物理・炉工学分科会

各種遮蔽計算コードの評価を目的とした、ベンチマーク問題の 2 年目として、前年度は中性子のストリーミング問題を行い、今年度は中性子の透過で、問題は 3 種類設定された。

その 1 は N-II-5 でオークリッチで行われた実験で鉄板を透過した後の中性子スペクトルと反応率を空気中で測定している、その 2 は N-II-8 で JRR-4 で行われた水鉄層を透過した中性子の反応率の測定、その 3 は N-II-9 でウィンフリスで行われた、大きな鉄体系内で中性子のスペクトルを反応率を測定したものである。

この 3 種をモンテカルロ法コード 'MORSE' を用いて評価を行った。N-II-5 については、計算と実験は鉄板が薄いものについては一致はかなりよいが、鉄板が厚くなるにつれて、計算は過少評価になってきた。これは中性子束の評価を Last-collision 法で行っているための影響が表われたと思われる。

N-II-8 はこのような深層透過問題を 'MORSE' コードで直接解く事はまずは無理であるという観点から、'PALLAS' コードで水層のある点まで計算を行い、その点の中性子の角度束を 'MORSE' コードの入力とする結合計算を実行した。そのための新たなサブルーチンの追加とか 'MORSE' コードの修正等の改良を行い、満足出来る結果を得た。N-II-9 は原研の計算機 (FACOM) と船研の計算機 (TOSBAC) で同じコード、同じ入力データで計算を行ったところ、両者の結果に深い透過の所でかなりの差がみられた。

〈海洋開発工学部〉

浮遊式海洋構造物について

On the Floating Offshore Structure

安藤 定雄

昭和 54 年 10 月 14 日

全国地下資源関係学協会 合同秋季大会

近年、海底資源開発、海洋生物資源の開発、海洋観光資源の開発、海水有効利用法の開発、海洋空間の有効利用ならびに海洋エネルギー利用など広範囲に亘る分野において海洋開発が盛んになって来ている。このように海洋を新しく開発利用する上において、海上に拘束され浮遊するか、海底に軟着底する浮遊式海洋構造物はその基盤となるものとして注目されだして来ている。

そこで、浮遊式海洋構造物について、油田開発用海洋構造物を例にし、その型式や構造様式を概説し、その中で、半潜水型海洋構造物が一般船舶と相違している点や波浪中における動揺特性が優れていることを説明している。

また、浮遊式海洋構造物の位置保持方式を大別して概説し、その中で、特に索・鎖とアンカー・シンカーによる係留方式については、係留ラインの張り方、その特長及び注意事項などについて解説すると同時に、係留ラインを海底に固定するアンカー・シンカーの種類を分類し、その概要を説明している。

以上述べて来たように、本論文は、研究成査を公表する論文ではなく、浮遊式海洋構造物について余り認識がない分野の研究者にその基礎的な概念を説明するものである。

引張り疲労におけるワイヤロープの
疲労被害について

On the Fatigue Strength of Wire Rope
Under the Variation of Tensile Stress

林 久男

昭和54年10月15日

全国地下資源関係学協会 合同秋季大会

海洋開発の分野において使用されるワイヤロープは、大別して一次曲げ応力と引張り応力を同時に受ける動索と、主として引張り応力を受けるいわゆる静索との二種類に分類される。一次曲げ応力を一定にして引張り応力を変動させた場合、引張り応力を一定にして一次曲げ応力を変動させた場合の動索についてはすでに報告してある。動索における応力変動および静索における応力変動についての疲労被害の系統的な研究は海外では全く報告されていない。本報告は静索において引張り応力を多段階に変化させ、段階的応力増加および段階的応力減少の夫々の実験を行ない、被害率および累積繰返数比を求めて、Minerの法則（繰返数比積算法）がロープに適用出来るか否かその挙動を明らかにしたものである。

今回は20mmφ 7×7 共心ロープを試験片とし、Sin波、0.5 Hzで実験を行った。応力は2~4段階に設定し、それぞれ応力増加および応力減少の実験を行ないMinerの法則を検討した。実験の結果以下のことが判明した。

(1) 多段変動応力を受ける静索の累積繰返数比は、応力増加の場合1.0より大きくなり、応力減少の場合その多くは1.0より小さくなる。

(2) 初期における過大応力の繰返しがロープの疲労寿命を伸ばした。

(3) プリテンション加工することにより、ロープの時間強度が上昇した。

(4) 静索の疲労においては厳密な意味でMinerの法則は成立しない。

〈大阪支所〉

FRP板の水圧疲労強度

Fatigue Strength of FRP Plate
Under Water Pressure

吹上 紀夫, 原 正一, 多賀 謙治

昭和54年10月

FRP 漁船 10月号

FRP船は主として漁船を中心に大型化の傾向を示して来たが、近年、近海漁業に従事する60~70 ton型のFRP漁船が外板剝離や主要構造部材の損傷事故が発生している。原因として波浪による衝撃水圧や浮遊物体の激突およびくり返し掛る水圧が考えられ、これらに対処する強度条件を整理する必要がある。

本報告は、これまでに行ってきた基礎試験より推測してFRP漁船の層間剝離現象はくり返し水圧による疲労破壊が主な原因と考えられるので、この水圧疲労試験を行いFRP板の疲労強度および剝離現象の解明を試みた。

試験は板の厚さが異なったときの破壊現象を求めため、500×500 mmのFRP板を用い、板厚を約3, 6, 10, 15, 19 mmの5種類に変化させた試験板を使った。

くり返し回数は速度が遅いため、最大10⁶回を目安としてSN線図を作成した。

試験板に静水圧を加え破壊したときの水圧を100%として、くり返し掛る水圧によって強度が低下する現象を求めたところ、10⁷回で20~30%まで低下した。また、板厚の大きい試験板では漁船の損傷事故と同現象の層間剝離が発生した。

PTFE 複合材の摩擦摩耗に及ぼす水潤滑の影響

The Effect of Water Lubrication on Friction
and Wear of PTFE-based Composites

伊飼 通明, 田中久一郎, 上田 誠一

昭和 54 年 11 月 13, 14 日

日本潤滑学会 54 年度関西大会

Lancaster¹⁾は種々のプラスチックに炭素繊維その他の充てん材を入れた複合材の摩擦が水潤滑条件では無潤滑の場合にくらべて著しく増加することを報告している。田中²⁾は無充てん結晶性プラスチックの摩擦が水による境界潤滑条件で一般に増加することを示した。しかし、複合材の摩擦摩耗に及ぼす水潤滑の影響については不明な点が多いので、テフロンを母材とする数種の複合材の摩擦摩耗に及ぼす水潤滑の影響を調べた。

実験は、ビン-円板型摩擦装置を用い、直径 3 mm の試料ピンを荷重 1 kg, すべり速度 1~100 cm/s の条件でステンレス鋼 (SUS 27) 円板 (0.05 $\mu\text{m}\cdot\text{cla}$) に摩擦した。摩擦トラックの直径は 5 cm である。試料はテフロンに、ガラス繊維 (25% wt), グラファイト (15% wt), ブロンズ (40% wt) を充てんした 3 種類のものを使用した。実験は、まず無潤滑状態で摩擦摩耗を調べた後、移着フィルムを除去し、水潤滑状態での摩擦摩耗を調べた。また、無潤滑と水潤滑におけるテフロン複合材の摩擦が移着フィルムの有無によって受ける影響をも調べた。

実験の結果、次のことが判った。

- 1) 境界潤滑域ではガラス繊維やブロンズを充てんしたテフロンの摩擦は水潤滑によって低下しないが、グラファイトを充てんしたテフロンの摩擦は水によってかなり低下する。
- 2) テフロン複合材の摩擦は水潤滑によって無潤滑の場合より著しく増加する。

1) J. K. Lancaster, Wear 20 (1972) 315

2) K. Tanaka, Wear of Materials (1979), p. 563, ASME

〈東海支所〉

An Improvement of the PALLAS
Discrete-Ordinates Transport Code

PALLAS ディスクリット・オージネート
輸送コードの改良

竹内 清, 笹本 宣雄

昭和 54 年 9 月

Nuclear Science and Engineering Vol. 71 No. 3

放射線の物質透過計算を PALLAS 輸送計算コードで行なう場合、空間メッシュを粗く選んだ時に計算精度が悪くなることがわかった。その原因は放射線の散乱により減速して線源項に加わる散乱線源と固定線源から放射線を発生させる線源との和の線源項の空間分布の近似方法にあった。すなわち、線源項の空間分布を空間メッシュ間で線型近似できるものと仮定して計算をすすめたことにある。この場合空間メッシュを密に選べば計算誤差は問題になる程大きくないが、粗いメッシュでは問題になる程大きくなった。

一般に放射線の物質透過ではその減衰傾向は指数関数減衰であるので、上記の線源項の空間分布の近似方法を空間メッシュ間で指数関数近似で行なう方法に改良した。今回の改良により PALLAS コードの計算精度がどの程度向上したかを調べるために次の幾つかの問題の計算を実施した。その際、空間メッシュを十分細かく設定した計算値を標準の答とし、実際の遮蔽設計計算で使用され得る幾つかの粗い空間メッシュの計算値をこの標準の答と比較することにより精度検証を行なった。

問題としては、(1) 核分裂中性子の 200 cm 水透過問題、(2) 1 MeV ガンマ線の 50 cm 鉛板透過問題 (入射が平板に垂直な場合)、(3) 等方角度分布で入射する核分裂ガンマ線の 50 cm 鉛板透過問題、(4) 軽水炉圧力容器模擬遮蔽形状を JRR-4 号炉の水中に設置して行なって実験 (鉄-水多重層透過実験) 等であり、最初の 3 問題は 1 次元 PALLAS で、最後の (4) の問題のみは 2 次元 PALLAS で計算を行なった。標準となる答との比較の結果は期待した通りに指数関数近似による計算の精度は粗い空間メッシュの場合大幅な精度改善になった。なお同様のことを Sn コードの ANISN に対しても実施した。