

所外発表論文等概要

<推進性能部>

氷海商船

Some Aspects of Ship Performance in Ice.

北川 弘光

昭和54年9月20日

日本造船学会 第5回夏期講座

氷海中を安全かつ経済的に航行しうる氷海商船は、1969年に行われた改造タンカー、マンハッタン号の極海実験航海の成功により、実現可能なものとして考えられるようになったが、その具体的な開発は容易ではない。氷海商船の技術開発には、先ず氷海中の船の挙

動を把握理解しておくことが必要であるが、海水が船に及ぼす影響は固より、就航予想海域における海象・氷状、さらには海水の力学的性状についても不詳な点が多いのが現状である。

そこで、海水の分類、結氷、成長、構造、ブラインの性質効果、引張・圧縮強度、剪断強度、曲げ強度、弾性率、摩擦係数などの海水の基本的な性状を解説し、また、このような海水の性状と舷に作用する氷圧力。静氷圧などの関係を述べた。さらに、氷海中の船舶の基本問題として砕氷機構、連続砕氷時の基本円題抵抗算定法、断続砕氷時の氷板内突入量および最大砕氷力の推定、流水群中の抵抗算定、ピセット離脱条件と所要後進馬力、プロペラとアイストルク、翼および軸強度、模型実験を行う際の相似則などについて検討し、氷海商船開発に際して、今後研究解決すべき問題点を述べた。

< 船体構造部 >

巨大船の事故を考える(4)

Some Considerations on Large Scale
Disasters (4)

在 田 正 義

昭和54年7月30日

「海運・造船・港湾フォーラム」第5号

昭和53年5月に出された「ローディング・マニュアル作成基準及び作成要領」(運輸省が海難防止協会に委嘱し完成したもの)について述べた。これは、菱洋丸の屈曲事故(52年4月)を契機とし、運航者側の強い希望でつくられた。従来の複雑かつ不統一であったローディング・マニュアルを改善するもので、今後の巨大船安全航行上で重要な前進である。問題は、波浪中での運航に直接の考慮が払われていないことと、未だ「運航マニュアル」(どう運航すれば、より安全かの手引き)が整備されていないことである。

ついで、菱洋丸の事故報告書で疑問に思われる点を二つ指摘した。一点は、事故原因をバラスト水の積み付けミスとした点であり、もう一点は、衰耗による船体強度の低下は、事故の原因でないとしていることである。

積み付けミスについては、船体曲げモーメントの発生機構を詳述し、ついで運航者(直接には本船一等航海士)の主張するバラスト量で曲げモーメントを計算した。これに基づき、①従来バラストの扱いが実際の作業を十分考慮せず規定されていたこと。②事故原因をバラスト以外に求める努力が必要だったことなどを指摘した。

日本海事協会の検査でも指摘されていた著しい衰耗の実態を述べた。ついで特に甲板の内側に取付けられた補強材(デッキロンジ及びアディショナルデッキガード)のすみ肉溶接にふれ、この部分に衰耗が特に著しいため、補強材全体が遊んでしまう可能性を指摘した。

事故の原因を特定する前に、可能性のあるあらゆる面から原因を探求することが、次の事故を未然に防ぐことになることを強調した。

溶接製 I 型梁の横座屈強度

(その1 強度低下量の推定)

Inelastic Lateral Buckling Strength
of Welded I-section Beams
(1st Report-Analytical Procedure)

松岡 一祥, 直井 保

昭和54年9月

溶接学会54年度秋季全国大会

I型梁にモーメントを作用させると、ある限界値で不安定となり横方向に座屈する。真直で弾性の梁の限界モーメントを弾性座屈モーメントとする。モーメントがこの弾性座屈モーメントに達する前に、フランジが降伏する事がある。フランジが降伏すると、梁の横方向耐力は著しく小さくなり、横方向に変位を生ずる。フランジ全域が降伏するモーメントを降伏モーメントとする。梁の耐え得るモーメントは、上述の弾性座屈モーメントとこのフランジの降伏モーメントのうち小さい方を上限とする。実際の梁は真直でなく(初期不整がある)また残留応力があるため、梁の耐え得るモーメントは、前述の上限より小さくなっている。本報はこの横座屈強度低下の二つの因子をとりあげ、それぞれの影響について明らかにした。

I型梁の強軸回りにモーメントをかけて、圧縮側および引張側フランジの横方向変位を見ると、崩壊の寸前まで引張側フランジは横方向にほとんど変形しない事がわかる。すなわち、梁の回転変位は圧縮フランジの横方向変位と比例するとしてさしつかえない。そこで、I型梁の弾塑性横座屈を圧縮フランジの横方向安定問題として取り扱う事ができる。圧縮フランジの溶接残留応力分布をモデル化して、エネルギーバランスによりフランジ横端部の圧縮残留応力と崩壊モーメントとの関係を得た。この関係式により崩壊モーメントに与える残留応力の影響が明らかになった。一方、初期不整による崩壊モーメントの低下については、種々の初期不整量について有限要素法による計算を行ない、ジョンソンの実験式に相当する簡略な式を示した。

溶接製 I 型梁の横座屈強度

(その2 横座屈実験とその検討)

Inelastic Lateral Buckling Strength
of Welded I-section Beams
(2nd Report-Comparison with Test Results)

松岡 一祥, 直井 保

昭和54年9月

溶接学会54年度秋季全国大会

12本の断面形状および溶接条件の異なる I 型梁の横座屈実験を行ない、前報による推定値と比較検討した。

試験片組み立て時の溶接条件よりフランジ横端部の圧縮残留応力を推定し、残留応力による横座屈強度の低下量を予想した。また、ジョンソンの実験式に相当する簡略式により、初期不整による低下量を推定した。残留応力と初期不整とによる横座屈強度の低下量は加算的に取り扱えるとして、横座屈強度を予想した。一方、溶接製型梁の両端で横方向変位と回転とを固定して一様モーメントをかける実験を行ない、崩壊モーメントを測定した。横座屈強度の予想値と測定された崩壊モーメントとは、一例を除いて10%以内の誤差で一致した。

実際の溶接製梁では組み立て時の溶接条件がわからない事が多い。そこで、梁断面形状と支持条件および降伏応力とヤング率との比により定まる係数を求め、この係数により溶接条件に関係なく横座屈強度の下限値を与える簡単な方法を示した。本報告に示した12本の I 型梁について整理を行なったところ、測定結果は一例を除いて、本方法で予想される範囲におさまった。

以上の結果から、著者らが提案した初期不整および残留応力による横座屈強度の降伏モーメントからの低下量をそれぞれ別個に求め加算的に取り扱って横座屈強度を推定する方法は、簡単な計算で相当正確な横座屈強度の推定値を与える事がわかった。

<機関開発部>

船用蒸気タービンプラントの信頼性

Reliability of Marine Steam
Turbine Plant

玉 木 恕 乎

昭和54年9月

日本船用機関学会誌9月号

船用の蒸気タービンプラントは、実用に供されている推進プラントの中では一番歴史が長く、技術としてはほぼ完成の域にあるといわれている。このような技術にあっては、運転管理と信頼性の面からのシステム工学的なアプローチが要求される。運転面ではMO船の実現によって蒸気タービン船は完全自動化への歩みを示しているが、信頼性の面から蒸気タービン船を追求した研究は少い。本報告は船用蒸気プラントに生じた故障の最近のデータを基に、プラントの信頼性を考察した。調査の対象となった蒸気タービン船は31隻、その内訳は、タンカ29隻、コンテナ1隻、OBO1隻となっている。またMO符号取得船は22隻を数える。調査期間は昭和52年4月から53年3月までの1年間で、報告された故障件数は300件に達する。分析結果は要因ごとの件数で表わす頻度表にまとめ要因分析を行った。

結果の概要はつぎのとおりである。

- (1) 近年の蒸気プラントのオペラビリティは以前に比べると向上している。その理由は、プラントの信頼性の向上と石油危機以降採用された減速運転による。
- (2) 故障箇所ではボイラ系統が多く、ついで一般機関用補機と続く。主機関停止となるのは主機タービンの故障が多く、復水器故障も多い。主機関減速となるのは2基のシステムを並列に運転しているボイラ系統の故障によるのが多い。
- (3) プラント各部に使用されている熱交換器の熱交換エレメント部分の損傷と電気部分の損傷とが故障となる件数は多く、全体の半数近くを占める。材質の改善と環境試験を採用すれば、この種の故障は減り信頼性を向上できる。遠隔監視が有用である。
- (4) プラントの運転員を組み込んだ故障診断システムの開発が今後の主要課題である。

<機装部>

船内居室の浮構造壁の設計に関するモデル実験

Experiments on the Design on the
Floating Walls of Cabins

原野 勝博・藤井 忍

昭和54年9月27日

日本騒音制御工学会技術発表会

講演論文集(1979年)

騒音軽減対策として船室内装壁を防振支持する場合、パネルの防振設計に関してはまだ不明な事が多く、特に床面に比し壁面の防振効果は大幅に悪い。本文は垂直な内装壁の合理的防振設計資料を得るために、ほぼ実物大の模型による振動実験を行った結果を検討したもので、その要旨は次の通りである。

(1) 鋼板製の模型船室の振動実験の結果、鋼板面は、その面に直角方向の振動(横振動=水平方向)だけでなく面方向(垂直方向)にも横振動に近い大きさの振動をしており、垂直方向から伝搬した振動がパネルの横振動(曲げ波)に変換されるために防振効果が小さくなることが明らかになった。

(2) 支持方法としてパネルの重量を受持つ床ゴムと、パネルの振れ止めと鋼壁からの振動伝達を防ぐ壁ゴムとに分離する方式が設計施工上から有利ある。床ゴム硬度はパネルの横振動には余り影響を与えないが、壁ゴムの垂直方向のバネ定数は水平方向のバネ定数と共にパネルの横振動の大きさを決定するので、その選定には注意が必要である。

(3) パネルの面密度が床材に較べ小さい場合(1/10~1/20程度)振動絶縁効果は、床材に適用できた一次元モデルによる振動伝達率の式より大幅に小さくなり、軽量合パネルの絶縁効果の予測式として次の実験式を得た。

$$\Delta L(\text{dB}) = (-10 \log \tau^2) \times \frac{8 + \gamma}{28}$$

$$\gamma = \rho_1 h_1 / \rho_2 h_2$$

但し ΔL : 振動絶縁効果 τ^2 : 振動伝達率(エネルギー比) $\rho_1 \cdot h_1$: パネルの密度・厚み $\rho_2 \cdot h_2$: グラスウールの密度・厚み

(4) 防振ゴムで支持したパネルと鋼壁間にグラスウールを少し圧縮して入れることにより、防振効果はゴム支持のみの場合に較べ騒音レベルに影響の大きい250Hz~3.6kHzの帯域に於いて平均10dB程度向上する。少量のグラスウールをパネル中央部に入れるだけでもかなりの防振効果がある。

(84)

船舶における固体音対策の現状

Present Techniques on the Reduction
of Solid Borne Noise on Ships

原野 勝博

昭和54年10月

日本騒音制御工学会誌「騒音制御」3巻5号

船舶は振動減衰の極めて小さい鋼構造物内に主機や推進器等の大きな起振源を有することから、船内騒音軽減のためには固体伝搬音を減少させることが不可欠であるが固体音に関しては理論的にもまだ不明な分野が多い。

一方船内騒音問題は乗組員だけの事柄と考えられ他の交通機関の場合の様に騒音公害として社会問題となることがなかったため、我国の造船界も騒音対策には最近まで余力を入れてこなかったし、騒音制御の分野でも船舶騒音に関するトピックスは極めて少ない様に見受けられる。固体音を減少させるには、①起振力を小さくする。②起振源と受音側の間で振動絶縁を図る。③伝搬経路において振動エネルギーを吸収する等があるが、我国で主として行われているのは②の中の特定の室のみの内装を浮構造とする居住区対策であり、①の起振源対策はほとんど行われていない。本文は現在諸外国で実用化され、あるいは研究中の起振源対策や、受音側の振動絶縁対策を主に、当部で行った実船調査結果や研究の一部を紹介したものである。

主機対策として主機を防振ゴムなどで弾性支持したとき、振動伝達率をほぼ可聴周波数域において0.1以下にでき、防振効果は機関室の四層上のデッキ上で約10dB認められた。防振ゴムの耐用年数も10年以上見込み、弾性支持による機関への悪影響は全くなかった。推進器対策の根本は推進器に流入する水の速度をできるだけ均一にすることであり、①船尾フィン等による船尾流の整流、②水ジェットを噴射する。③特殊プロペラの開発等があり、それぞれに得失がある。受音側対策としてはデッキハウス全体を一括して防振する方法と必要な室だけに浮構造内装を施す方法がある。防振ゴムによりパネルを防振する場合ゴムに作用するパネルの有効質量は加振力の周波数により変化するから、パネルの曲げ波の波長より、各周波数バンド毎にゴム-パネル系の固有振動数を計算してやれば、一次元の計算モデルでも、従来の式よりはかなり正確に防振効果を予測できることを示した。

<原子力船部>

中性子透過ベンチマーク計算(3)
TWOTRAN-IIBenchmark Calculations on Neutron
Penetration (No. 3) TWOTRAN-II Code金井康二・壺阪 晃・橋倉宏行・深野宣伸
昭和54年10月23日
原子力学会炉物理・炉工学分科会

53年度原子力研究所炉物理委員会・遮蔽専門部会の作業として、オークリッジで行なわれた鉄板透過の実験、ウインフィルスの鉄板透過の実験及び原研JRR-4を使ったダクト実験をベンチマーク問題とし4種類の遮蔽計算用コードで解析した。本講演はそのうち二次元 Discrete Ordinates 法の TWOTRAN-II コードによる結果である。このベンチマーク計算に使用された TWOTRAN-II コードは LASL で CDC 用に開発されたものを原研 FACOM230/75 用に整備したコードである。オリジナルコードは ECS (Extended Core Storage) の機能を最大限に利用して、コアメモリとデータのアクセス時間とを節減しているが、原研バージョンでは ECS を模擬するためコアメモリ上に ECS のデータ格納領域をもうけている。このため使用メモリサイズが最大の制約条件となり、体系の大きな問題では使用限度のメモリサイズ (768K 語) で計算を行った。他コードとの比較のためインプットパラメータは極力他グループと歩調を合すよう努めたが、体系の大きい問題では空間メッシュを DOT-III コードの約2倍弱粗くしたり、影響の少ないと思われる外部領域を無視し体系を小さくしたりする処置をとった。これらはメモリサイズの制約に依ったものである。結果は三問題それぞれ S_n 法の特徴がでてい。即ち単一方向の Boundary Source はルジャンドル展開の低次打ち切りの影響が現われ、散乱の少ない空气中で ray effect 現象もみられる。また負の中性子束のゼロ修正による誤差が蓄積して線源から離れるに従って測定値との差が大きくなる。

<大阪支所>

油分濃度計のための油水基準試料の研究

Oil-water Mixtures for Evaluating
the Performance of Oil Content Meters波江貞弘, 山根健次, 津島 聡, 伊飼通明
昭和54年10月24日

日本船用機関学会第26回学術講演会講演前刷集

船舶からの油分排出を防止するため、IMCO (政府間海事協議機構) において油分濃度計の設置に関する勧告がなされ、わが国においても設置が法的に義務づけられる方向にある。これに伴って、油分濃度計の性能の確認が必要となり、IMCOによって国際的な性能試験仕様が勧告されている。

本報告は、油分濃度計の基準となる一定濃度の油水混合物を長時間安定に供給するための方法について検討を行なったものであり、軽油、C重油、アラビアン・ライト原油の3種類の油種について、15ppm および100ppm の2つの設定濃度を対象としている。

実験では、各油種の油水混合物について、流量から求めた濃度、ならびに試料採取による分析濃度の計測を行ない、その濃度特性を調べるとともに、油定量ポンプ、循環流路形状、流路容量、ダンパ装置等の構成機器、および液流量、攪拌条件等の実験条件が油水混合物の濃度特性に及ぼす影響を項目毎に検討して油水混合物供給装置としての最適条件を求めた。

これらの装置の条件下で4~7時間の連続試験を実施した結果、供給油水混合物の濃度変動幅は、軽油の場合、プランジャ・ポンプおよびローラ・ポンプを用いることにより15ppmで10~11%、100ppmで3~5%程度であり、アラビアン・ライト原油、C重油の場合、プランジャ・ポンプを用いて15ppmで20~29%、100ppmで7~9%程度の値になることが明らかとなった。ただ、C重油の場合については流量基準と分析の両濃度の間に10%以上の値の偏りが生じる結果が得られたが、この原因は今回明確にできなかった。

今後、装置を更に改良して供給濃度の精度を向上させるとともに、連続監視用油分濃度計の指示値との関連、設置条件が計測精度に及ぼす影響について検討する必要があると考える。

石油類の管内流動帯電

The Electrostatic Charge in
Petroleum Generated in Pipes

山根 健次, 津島 聡

昭和54年10月24日

日本船用機関学会第26回学術講演会講演前刷集

石油類は輸送過程における流動摩擦によって多量の電荷を発生するが、中でも軽質精製油は導電率が低いため発生した電荷の逸散が遅く帯電が著しい。この帯電した油がタンカーやタンクに送油されると、帯電規模の大きさによっては爆発や火災といった静電気災害を引き起こす原因となり得る。今後産油国における石油精製による軽質精製油の輸送量増加の可能性等が考えられ、これら静電気災害を防止するためにも流動帯電機構の検討が必要と思われる。

送油中の電荷発生は大きく分けてフィルター、ポンプ、パイプ内で起るが、本研究では帯電機構の取り扱いが単純であり、また複雑な系の基本と考えられる管内流動帯電について、帯電制御の可能性を調べるために導電性FRP管を含む各種配管材における帯電現象を定量的に検討した。

その結果、管による帯電は管材質にかかわらず流速の1.75乗に比例した流動電流が生じることが実験的に確認できた。また石油の導電率が流動電流に対し支配的で管材質によっても帯電量が大きく変るが体積抵抗率と流動電流の相関は見られなかった。

FRP管は油への帯電が少ないが、高絶縁体のため管材料自身が帯電することやポンプやフィルター等で大きく帯電した油が送油された場合、管内を流れる間に洩電されないといった問題点がある。一方本実験で用いた黒鉛入FRP管は体積抵抗率が $10^4 \Omega\text{-cm}$ 程度であるが黒鉛混入量を減じ、例えば $10^{8-9} \Omega\text{-cm}$ 程度のもので十分この洩電の問題は解決できると考えられる。

なお本実験で用いたものよりはるかに低い導電率をもつ石油類も少なくなく、そういった場合一ヶ所でも大きく帯電する所があれば少々のことでは緩和されないので管材料だけでなくポンプ等を含めた配管系全体について静電気発生量あるいは洩電による緩和量の検討が必要であろう。

<東海支所>

Fast Neutron Transport through
a Laminated Iron-Water Shield

鉄水多重層における速中性子輸送に関する研究

三浦俊正・竹内 清・山野直樹

1979年8月

Journal of Nuclear Science and
Technology Vol. 16, No. 8

鉄水多重層透過速中性子に関するベンチマーク実験を実施し、一次元輸送コード ANISN-JR および PALLAS の精度検証を行うことを目的として日本原子力研究所 JRR-4 炉において実験を行った。鉄水多重層は JRR-4 炉 No. 1 プール水中の炉心タンク前に炉心側より厚さ 5, 10 および 15cm の鋼板をそれぞれ 2.5cm の間隔で設置し、プールの水とで構成した。同体系中においてしきい検出器を用いて反応率を測定し、その結果を unfolding コード SAND-II を用いてスペクトルに変換した。unfolding に用いた反応の数は 7 または 8 である。スペクトルへの変換の際に生じる誤差は、測定した反応率に含まれる誤差、初期設定スペクトルあるいは異なった放射化断面積セットの unfolding した結果におよぼす影響あるいは検出器のレスポンスのエネルギー依存性を調べることにより評価した。これらの誤差の解析を行った結果、スペクトルは 1 から 10.5 MeV のエネルギー領域で満足のいくものであることが明らかとなった。この様にして求めた反応率およびスペクトルを用いて、現在我国で最もよく用いられている一次元輸送コードである直接積分法に基づく PALLAS および S_n 法に基づく ANISN-JR の計算精度を調べた。計算は両コードとも球形状で行った。断面積は ENDF/B-IV ファイルのデータモジュール・コード・システム RADH-EAT-V3 で処理したものをを用いた。実験値と計算値はスペクトルに関しては 3 から 7 MeV のエネルギー領域でやや大きな差が見られるものの、ファクター 1.6 以内で、また反応率に関してはファクター 1.3 以内で良い一致を示した。本実験データを用いてベンチマーク計算が行える様、全ての実験値を絶対値で、また線源、検出器および実験体系に対する記述を詳細に行った。