

所 外 発 表 論 文 等 概 要

〈推進性能部〉

Brief Review of the Experimental Study On Viscous Flow Problems of Ships in Japan

日本における船舶の実験, 粘性流体力学に関する展望

北川 弘 光

(昭和50年12月2日)

Scientific Methodological Seminar on
Experimental Ship Hydrodynamics (IMCO)

わが国においては, 造船学の黎明期から, 平賀による平板摩擦抵抗の研究を始めとして, 船の粘性抵抗に関して優れた研究が少なくなく, 出淵, 山根の研究と続いていて, これらの, 言わば古典期における粘性抵抗の研究は, 当然のことながら主として実船馬力推定法の確立という課題の中で行われ, 境界層や船体まわりの流場そのものに着目した研究は少なかった。

しかし最近では, 船の粘性抵抗に対する研究手法も, 3次元境界層理論の実用化や後流構造の解明が進み, 従来の模型船による抵抗試験に基盤を置くものから, 微視的な流場の観察, 計測へと変ってきた。これは, 近年続いた船舶の大型化, 肥大化の傾向が, この変化を助長したことは否めない。

本論は, 日本における各船舶試験水槽長年の研究成果を基に, 船舶実験粘性流体力学の展望を行ったものである。模型船および実船境界層の計測法と問題点, 摩擦平板による剪断力計測法, 後流計測と形状抵抗, 船尾渦構造と渦度計測の問題点などについて検討した。

Some Aspects of Ship Motions and Impulsive Wave Loads on an Ore Carrier Model in Two-directional Cross Waves

直交2方向波の船体運動および波浪衝撃水圧について

北川 弘 光

(昭和51年3月30日)

11th Symposium on Naval Hydrodynamics

海洋波は一般の波浪中水槽実験に見られるような1方向波ではなく多方向波 multi-directional waves であることは周知のことである。この海洋波の方向性については Barbar, Longnet-Higgins 等により海洋学的な検討が重ねられ, 近年では線型理論を超えた多方向波の研究も進められている。しかし, このような多方向波中の船の応答に関する研究はほとんどない。船舶の耐航性研究において, 1方向波中の模型実験と実海面における実船の多方向波中での応答との差異が, 統計論的な検討こそあれ, 解析的な立場で検討されたことのないのは, その重要性は認識されつつも, 主としてそのための実験施設を持たなかったためと思われる。

多方向波中の船の応答の基礎となるのは, 言うまでもなく直交2方向波中の応答である。幸い, 第1船舶試験水槽東面にブランチャ式造波機が新設され, 水槽南面のフラップ式造波機と連動させて直交2方向波の発生が可能となった。

ここでは, まず, 2方向波中の船の応答が1方向波中のものに比してどのように異なり, どのような問題があるか, 大型鉱石専用船の自由航走模型を用いて直交2方向規則波中の実験を行い, 船速低下, 船体運動ならびに波浪衝撃水圧の特性を巨視的な観点から検討した。船体運動については, 6自由度の運動の中から代表的な縦揺れおよび横揺れを選び, これらの運動成分について線型重ね合わせの原理の検証に重点を置いて検討した。また併せて, 直交2方向波の基本的特性を調査した。

一般に, このような2方向波中の模型実験は, 波浪中の異常現象や, 1方向波中の模型実験では発現し難

い現象の研究に適しており、波浪衝撃水圧あるいは転覆機構の研究に今後多用されることになる。

〈船体構造部〉

フェロセメント船

On the Construction of Ferrocement Vessel

長 沢 準
(昭和52年1月)
「船舶」誌

最近わが国においてもフェロセメントを材料とした船舶の建造が次第に広まっている。フェロセメント船は西欧諸国やオーストラリア、ニュージーランドその他の国においては歴史が古く、建造された隻数も極めて多い。この論文では、これまでのフェロセメント船の発展の歴史と、現在実用化しているフェロセメント材料の性能、NV、ABなどの船級協会におけるフェロセメント船の諸基準の考え方などを示し、問題点を指摘した。一般に引張に弱いコンクリート材料を船舶に応用することには限界があり、プレストレス技術のないフェロセメントでは当面大型船にそのまま応用することは難しく、小型の漁船やレジャー用船舶などに限られよう。

現在、早急に検討が望まれる問題としては、フェロセメントが建造の過程において工程管理により材料に大きな性質の差が生じること、材料の組成には多くの種類があることなどを考慮に入れて、それぞれの材料に応じた合理的かつ十分安全な許容応力を定めることである。

溶接構造用鋼の引張破壊挙動に対する ひずみ速度の影響

The Effects of Strain-Rate on Tensile Fracture
Behavior for Weldable Structural Steel

北村 茂・中村正久・呂 芳一
(昭和52年4月)

「鉄と鋼」第93回春季講演大会

溶接構造用鋼の機械的性質は、他の BCC 構造の鉄

(278)

鋼と同様に、衝撃負荷をうけた場合に静的試験のときの挙動と著しく異なることが知られている。

今回の研究では変形速度および試験温度を広範囲に変えて引張ることにより、破壊挙動のひずみ速度および温度依存性を調べた。さらに、COD 値を計算し、また SEM を中心にフラクトグラフィを行い、静的試験と動的試験との比較をおこなった。

供試鋼は 0.14C を含む板厚 10 mm の溶接構造用鋼 SM41A である。これより直径 6 mm、平行部長さ 22 mm の平滑丸棒試験片と、これに切欠先端半径 0.1 mm、深さ 1.5 mm の円周切欠をつけた切欠丸棒試験片を製作した。静的引張試験にはインストロン型引張試験機を、衝撃試験には回転円板式高速衝撃試験機を用いた。

平滑試験片の破壊応力は試験温度にかかわらず、静的引張の範囲ではほぼ一定であるが、ひずみ速度が 10^2 sec^{-1} をこえると急に増大していく。円周切欠丸棒試験片の破壊挙動は平均ひずみ速度が 10 sec^{-1} 付近を境とし、それ以下においては試験温度が室温から低下するにつれて、破壊応力は上昇しかつひずみ速度が大きくなると漸増の傾向を示す。しかしある臨界ひずみ速度をこえると急に低下する。この遷移現象のおこるひずみ速度は低温になるほど小さい値で発生する。 10 sec^{-1} 以上の場合にも同様の現象が観察されるが、温度の低下と共に破壊応力は低下している。

COD 値は静的引張においては試験温度が -120°C 付近を境とし、COD の常用対数と温度との間には2本の曲線で回帰でき COD 値の引張速度依存性は小さい。衝撃試験においては静的試験に比べ、著しく小さい値をとると共に顕著な引張速度依存性を示す。

〈溶接工作部〉

割れの検出・検査

Crack Detection and Inspection

神 尾 昭
(昭和51年11月)
「溶接技術」誌

溶接部に発生する割れは構造物の安全性に重大な影響を与えると考えられるが、割れを評価する立場によ

って対象とする寸法が異なる。

溶接冶金的にはミクロンのオーダーで顕微鏡によって発見されるのが問題となるであろう。一方構造物の強度の立場からは、材料が特に靱性の劣るものでなければ、割れが問題となるのはセンチメートルの単位の場合が多いと思われる。

非破壊試験では割れを許容している規格は見当たらないが、実質的に検出するのはミリの単位である。欠陥指示長さに関しては、磁粉探傷試験では1種で2mmから8mmまでを、4種では50mmから200mmまでを等級分類している。超音波探傷試験では6mmから30mmまでを、放射線透過試験では0.5mmから24mmまでを等級分類している。

以上の寸法が非破壊試験で取扱う欠陥の長さ範囲と考えられる。割れ状欠陥については、とくに板厚方向の位置、割れ高さが強度に大きな影響を及ぼすので、その検出方法の確立が望まれている。

ここでは放射線透過試験において、割れ検出の立場から球形タンクの一回の撮影における試験有効範囲のとり方を述べている。超音波探傷試験では割れ状欠陥の板厚方向長さの測定上の問題、石油貯槽における側板・底板隅肉溶接部の内側止端部に発生する割れの外部からの検出方法、球形タンクにおいて内面に発生する割れに対する外部からの運転中検査基準と主な欠陥発生例との関係等を述べている。その他、磁粉探傷試験、電気抵抗法による割れ深さの測定等主な非破壊試験方法についてふれている。最近話題になっているAEによる割れ検出については、大型試験体と小型試験体の相関、各種材料のAE特性の検討の必要性を上げている。

〈機 関 開 発 部〉

水ジェット推進法の研究 (第1報)

Study on the Waterjet Propulsion—1st Report

井 亀 優・村尾麟一・佐藤 義

(昭和51年11月18日)

日本航空宇宙学会飛行機シンポジウム

大型 ACV 用推進法として注目されている水ジェット推進法では、吸込口の性能が推進効率に大きな影響

を及ぼすと指摘されているが、その特性は定量的にはあまり解明されていない。そこで吸込口形状、流力的条件が、吸込口性能に及ぼす影響を知るため、単純な平底船体に水ジェット推進装置を取付けた模型による水槽曳航実験を行った。

実験条件として、フラッシュ型および高さの異なる3種類のスクープ型吸込口について、各々吸込速度比を変えた。スクープ高さと吸込速度比の吸込性能に対する影響を、内部効率と外部抵抗の両面から解明するため、

$$\text{吸込効率 } \eta_s = \frac{\text{吸込後の全水頭}}{\text{吸込前の全水頭}}$$

吸込口抵抗係数 C_{Di}

$$= \frac{\text{作動中の水ジェット吸込口の抵抗}}{\text{吸込口面積} \times \text{前進流動圧}}$$

を定義した。

実験の結果以下のことが判明した。

- (1) どの吸込口形状でも、吸込速度比が0.7~0.8で吸込効率が最大となり、その最大値は、スクープが高い程、大きくなる。
- (2) 吸込口抵抗係数は、スクープが高いもの程、大きい。また、吸込速度比の増加にしたがって減少する。

以上のことから水ジェット推進における吸込口の最適化を行うためには、航行条件を考慮した上で、内部効率と外部抵抗のトレードオフを行う必要があることがわかった。

エアクション船への道

The Way to the Air Cushion Ship

村 尾 麟 一

(昭和51年12月)

「機関長コース」誌

エアクション艇は水の浮力の代りに空気の圧力で自重を支えるという意味で革新的な発明であった。エアクション艇にはよく知られている英国のホーバークラフト以前に90年間の歴史があり、構想の起源をさかのぼることはその後の開発の理解に資するところが大きい。

すなわちエアクション艇の起源には空気潤滑と浮上機という2つの構想があり、初期の発展の特徴は浮上機の構想がフレキシブルスカートの発明によってアウフヘーベンされたことにある。

エアクッション艇は次第に大型化され、その評価に曲折はあったがドーバー海峡に就航中のホーバークラフターの運航にみられるように技術・採算両面ではほぼ目的を達成した。この分野における開発努力は英国の延長大型化、フランスの新設計大型化の方向で継続されつつあるが、今後の画期的大型化の可能性は前記水陸両用全周スカート型ではなく、水上専用側壁型にあることが明確になってきた。

その理由は相似大型化は相対的に高速化をもたらす、クッション空気量の減少が浮上動力を節約するという原理的な根拠のほか、水中推進法の可能性、方向安定性の改善などの技術総合性にも依存している。

そのため米国では2千トン級航洋 SES の開発が計画され、さらにそれ以上の大型化が検討されつつある。これらはエアクッション船の呼称にふさわしく、現在までのホーバークラフト第一世代と区別して第二世代の開業とみなされよう。

最近の海上用 ACV の動向

The Recent Trend of Marine Air Cushion Vehicle

村尾 麟一

(昭和51年12月)

日本ガスタービン学会誌 第4巻 第15号

最近の海上用エアクッション艇の動向について以下
の分野を展望した。

1) 海上用 ACV の概要

英国の SR-N4 の運航実績、側壁型 HM-2 の特徴、ソ連の河川用産艇、実験用地面効果艇、日本の三井造船、ホーバーマリン・パシフィック社の実績、カナダの極地輸送試験の現状を記述。

2) 支持、推進および動力系

周辺ジェット型エアクッションとフレキシブルスカートの意義、圧力室型と側壁型への移行、各種推進法の形式と得失、揚力ファンと推進プロペラ駆動用軸系配列と原動機の適性の関連性について解説。

3) 高速エアクッション船の大型化

フランスとアメリカに代表される大型エアクッション船開発のねらいと手法を紹介。フランスは独自の多筒スカート型水陸両用 Naviplane を1972年就航を目標に建造中であるが、SEDAによるその開発計画と経過、特徴を説明する。特に人力操縦実験艇による有用性研究は極めて有効であったと思われる。アメリカ

においては1960年以來の航洋表面効果船 (SES) 開発計画が進行中であり、水中翼船、半潜水船との比較評価において SES の優位性が Eggington の見解に基づいて紹介されている。SES 開発においても10~20トン人力操縦実験艇の果たした影割は大きく、100トン艇による試験、2200試験船計画への重要な根拠を提供した。

以上の開発の経過につけ加えて国際会議による研究情報交換の現状を展望した。

組立形クランク軸焼ばめ時の温度および応力解析

Temperature Distributions and Thermal Stresses in a Built-up Crankshaft during Shrinkfitting

塚田 悠治・町田 明正

(昭和52年1月)

日本船用機関学会誌 第12巻 第1号

船用大形ディーゼル機関に用いられる組立形クランク軸は、機関に対する出力向上と外形寸法制限の要求が強まったため、限られた寸法の中で、更に強度を向上する必要が生じて来た。本研究は、クランク軸実用設計の確立のための調査研究の一部として行われたもので、熱応力解析に必要な、クランク軸焼ばめ時の温度分布の解析法を得ることを、主目的としたものである。

まず、焼ばめ時の温度分布は、焼ばめ面を通過する熱流量により、ほとんど決められることを見出された。次に、焼ばめ面を通過する熱流量が、クランク軸の熱膨脹量の変化に大きく影響されることに着目し、重点的に、この現象の解明を行った。そして、その結果と、有限要素法熱伝導解析とを組合せて、クランク軸焼ばめ時の温度分布の解析法を開発した。

実際の焼ばめ条件を与え、この解析法により試算を行った結果、実際の温度分布とよく一致した計算値が得られた。その結果、この解析法は、焼ばめ進行の過程をかなり忠実に再現し得ることがわかった。また、有限要素法熱応力解析を組合せることにより、焼ばめ時の熱応力解析を容易に行えることを示した。

本解析法によれば、クランク軸の形状、寸法、材料、焼ばめ条件などを任意に与えての解析が可能なので、機関の出力向上に伴って生じる強度上の問題に対応して、最適の設計を行うために、有効に利用し得るものと考えられる。

〈機 関 性 能 部〉

OH スペクトルによる火炎温度計測

Flame Temperature Measurement with
OH Spectrum

山 岸 進

(昭和 51 年 12 月 6 日)

第 14 回燃焼シンポジウム

燃焼ガス中の OH スペクトル分析によって、分子の回転温度を測定した。ガス温度計測法として、白金-白金ロジウム熱電対で可能な測定は 1770°C までであり、それ以上の火炎温度計測には普通光学的手法が使用される。分子スペクトルによる方法は直接火炎の自発光あるいは吸収を利用するもので、Na-D 線反転法のように添加物をシードする事に伴う諸問題を除くことができる。対象とした OH 分子発光は水素および炭化水素火炎において、火炎帯とその後流において広く観測される比較的光度も強く利用し易いものである。OH 分子は炭化水素のラジカル反応において重要な役割をはたしているものであり、そのエネルギー状態を直接測定することは非常に有効なものと考えられる。測定に使用した OH の O-O バンド R₂ 枝のスペクトルは OH 分子の ${}^2\Sigma^+ \rightarrow {}^2\Pi$ 遷移において発光されるもので、比較的狭い波長範囲 (3060~3090 Å) に測定に十分なスペクトル線があり、これ等は他の干渉が少なく、自己吸収も少ないものであった。測定には強度キャリブレーションの必要のない Iso-Intensity 法を採用した。

この方法による温度は次式で求められる。

$$T = \frac{E'_\kappa - E_\kappa}{k(\ln A'_\kappa - \ln A_\kappa)}$$

但し E'_κ, E_κ ; 各 κ', κ レベルにおけるエネルギー
 A'_κ, A_κ ; 遷移確率
 k ; ボルツマン定数

実験は常圧火炎の火炎帯後流を対象にし、燃料として水素、アセチレン、プロパンを使用した。

それぞれの温度測定結果と解離平衡計算温度(断熱)とを比較対照すると、O-H 分子の回転温度はガスの平衡温度とほぼ等しく、少なくとも火炎後流においては回転温度は平衡値に達していると考えられる。

軽質油膜の経時変化と光学特性

Weathering Process of Light Refined Oil Film
and its Optical Characteristics

波 江 貞 弘・植 田 靖 夫・山之内 博

(昭和 52 年 5 月 25 日)

日本船用機関学会 第 22 回学術講演会

流出油の経時拡散については従来、原油、重油を対象とした研究がなされているが、軽質油についてはあまり検討されていない。本研究は原油・重油に関する従来の研究結果を基に、水面上の軽質油膜の経時変化、(特に蒸発速度、水中溶解) および薄油膜の光学特性の定量化を中心に実験的に検討したものである。

蒸発速度については、初期油膜厚さ 1.6 mm, 水温 20°C, 気温 7~11°C の条件下で放置した場合、空気速度 0.5 m/s に対してナフサが 20 分後、ガソリンが 8 時間半後に散逸し、灯油、原油、軽油は 2 週間後にそれぞれ初期量の約 12%, 60%, 70% まで減少した。空気速度の増加と共に蒸発速度も増加し、ランプ照射によっては、膜面温度上昇を介して蒸発速度が若干増す。

次に、水中溶解濃度についてはバラツキが大きく、一定の傾向をつかみにくい、ガソリン、灯油の場合 0.1~0.7 ppm 原油で 0.1~0.4 ppm の値が得られた。空気流速を零にした場合、ランプ照射を行った場合は溶解濃度が若干高くなる傾向にある。成分的にはガソリン、原油の場合に初期の段階で軽質の芳香族が検出され、灯油、(原油)では長時間放置後に赤外線分析で波数 3025 cm⁻¹ に相当する成分が観察された。

薄油膜の光学特性については各膜厚さに対する反射率の測定を行い、計算値と比較的よい一致が得られ、また目視観察結果との比較から、いわゆる sheen 状態の物理的実量化の基礎データが得られた。

〈機 装 部〉

騒音と振動に対する乗組員の反応に関する研究

Study on Seamen's Response to Noise
and Vibration on Board Ships

藤 井 忍・小 黒 英 男
(昭和51年10月6日)

日本航海学会 第55回講演会

船内居室ならびに作業区において、騒音および振動をどのように感じ受けとめているかを究明するため、航海訓練所の協力を得て、内航船4隻、外航船1隻の練習船乗組員についてアンケート調査を行った。

調査票の設問項目は 1) 本質的, 2) 心理的, 3) 生理的, 4) 作業性, 5) 対策, 6) 要望の面から選定し, それらの評価は6段階の尺度によって行う形式とした。調査票の記入は, 調査室内の騒音と振動の計測と同時期に, 各乗組員に行ってもらった。

設問に対する評価値と物理量の測定値, および各設問の評価値相互の相関, また物理量に対する評価値毎の度数分布等の統計解析を行った結果, 以下の事項が明らかとなった。

- (1) 騒音および振動に対する乗組員の感じ方と物理量との相関は, 騒音についてはA特性レベル, 振動については振動レベルがよい。
 - (2) 騒音および振動に対する乗組員の心理, 生理面からの表現は, 当然のことながら著しく異なったものとなり, 分散が大きい。
 - (3) 居室において騒音をかなりと評価する人の50%が占めるレベルは60~65dB(A)である。
 - (4) 作業区において(3)と同様の評価を下す騒音レベルは65~75dB(A)である。
 - (5) 居室および作業区において(3)と同様の評価を下す振動レベルは70~80dBである。
- (3)~(5)の値はISOの推奨値および規準値にほぼ一致する。

〈海洋開発工学部〉

浮体に働く流体力

Hydrodynamic Forces Acting on the Floating Body

安 藤 定 雄・大 川 豊
(昭和51年11月)

「作業船」誌 第108号

一様矩形断面形状を有する船型の復原性, 耐航性などの中で究明しなければならない諸問題のうちから, 規則波中における船体運動を推定するために必要な流体力および漂流力に関する水槽模型試験および理論計算法について検討すると同時に, 両者の比較検討を行ったものを紹介した論文である。

まず, 矩形断面形状を有する浮体の流体力については, 2次元浮体を正弦的に強制動揺させて実験的に求めた値と多数点の吹き出しを分布させて理想流体中で微小な調和振動をしている時のポテンシャル流場における速度ポテンシャルまたは共役な流れ関数を用いて浮体が動揺している場合の流体力を理論的に求めた値とを比較し, 両者の一致度を調べた。

つぎに規則波中における動揺応答特性については, 減衰モーメント係数を除き, 吹き出し分布法で求めた係数を用いてO.S.M.で規則波中における動揺応答特性を推定したものと模型船を用いた水槽試験結果から求めた動揺応答特性とを幅・喫水比および重心・喫水比で比較し, 両者の一致度を調べた。

最後に規則波中における漂流力については, 漂流力を精度よく計測する方法を紹介し, その方法に基づいて水槽模型試験を実施し, 漂流力の応答特性および漂流力の測定法の精度向上などについて検討している。

さらに, 理想流体中における波浪中の漂流力の理論値と実験値とを比較し, 理論式が適用可能である範囲と簡便な推定法を論じている。