

## 所外発表論文等概要

### <推進性能部>

#### 海上輸送の高速化について

Research Toward High Speed  
Marine Transportation

田中 拓

昭和52年8月

「日本船用機関学会」誌 第12巻 第8号

排水型船舶の高速化の変遷の後をたどって見ると、ここに一つの法則があることに気付く。それは帆船時代の最後を飾り、1870年前後に全盛を迎えたクリッパー型帆船に好例が見られるが、船速は Froude 数が約 0.35 に近づいて技術的にらん熟の域に達すると、忽然として成長を止め技術的には衰退の道をたどって行く。

クリッパーに代って、高速化のペースメーカーとなったのは、大西洋客船であるが、この技術の最も華麗な歴史も、1952年に United States 号が、大西洋を西航34.51ノット、東航35.59ノットを記録して終りを告げた。この時の Froude 数は約0.33である。最近計画中の最高速のコンテナ船、航空母艦、Car ferry などいづれもこの例をたどろうとしている。

この原因が、造波抵抗曲線の last hollow の位置と関係が深いのは言うまでもないが、最近の技術力をもってしても排水型の在来船型では last hump が越せないのは注目に値する。

この小論では、上記のように海上輸送の高速化に見られる変遷のパターンを例証するとともに、これらの過程の裏に世界史の底流が強く作用していることを述べる。船の発達は技術の進歩によって説明を尽すことは不可能で、世界史の動きの中により基本的なものを見つけていくことが多い。

近年、研究がすすめられている新型式船舶も、明らかに次の歴史のために用意されようとしている。現在は造船技術の停滞の時期にあり特に在来の排水船型の

高速化が限度に達している時、これを乗り越えて高速化の道を求めるのは、次の世界史の方向を推測することと等しいと言えよう。

海上輸送の高速化の過程の調査を通して、新型式船舶研究のあり方について考察した。

### <船体構造部>

#### Kinetics of Fatigue Crack Propagation in Steels, Ti and Ni Alloys

鋼, チタン, ニッケル合金中の疲労き裂伝播機構

在田正義・L.I.マースロフ

昭和52年6月23日

第4回国際破壊学会

金属の破壊過程の進行は、一様に、又は一つだけの法則に従っているのではないことは多くの実験結果の示すところである。本論文では、疲労破壊でのき裂伝播で、き裂の進行に伴い伝播の様相(モード)が段階的に変化することと、その法則を示した。

軟鋼、チタンおよびニッケル合金の丸棒回転曲げ疲れ試験を行い、疲労き裂進展による荷重点の撓み増加から荷重繰返し数とき裂長さとの関係を求めた。さらにき裂進展速度を算出し、き裂長さ、応力拡大係数振幅に対しプロットすると、

$$da/dN = c \Delta K^m \quad \dots\dots(1)$$

ただし

$da/dN$  = き裂進展速度

$\Delta K$  = 応力拡大係数振幅

$c, m$  = 定数

(1)式は部分的にしか適用できないことがわかる。そこで、き裂長さ  $a$ 、応力拡大係数振幅  $\Delta K$  について、次の(2)式で示される値で、(1)式の適用が区分されると考える。

$$a_{N-1}/a_N = \Delta^{1/n_1} \\ \Delta K^{N-1}/\Delta K^N = \Delta^{1/n_2} \quad \dots\dots(2)$$

ただし

$$n_2 = 2n_1 \\ n_1 = 1, 2, 4, 8, \dots$$

(2)式は、試験片破面上に刻まれた安定に成長したき裂の限界長さ  $a_s$ 、疲労限度力振幅  $\sigma_e$  から求まる次の値を基準にして計算を進めることができる。

$$\left. \begin{aligned} a_{II} &= a_s \\ \Delta K_{II} &= \sigma_e \sqrt{\pi a_s} \end{aligned} \right\} \dots\dots(3)$$

(2)(3)式から計算される  $a$  値、 $\Delta K$  値は、実験から求めた  $da/dN - a$ ,  $da/dN - \Delta K$  関係図の不連続点と一致し、(2)式の有効性をき裂伝播速度に関し立証した。

き裂伝播速度に対する温度の影響をアレニウス型の式で表わせるとし、この式に現われる見かけの活性化エネルギーを計算した。活性化エネルギーの変化についても、応力拡大係数振幅のある値で、変化の様相が変ることが発見された。この値は前記き裂伝播速度の様相の変化と関連していることが示された。

## < 艦 装 部 >

### 救命いかだの復原性向上に関する研究

#### Stability of Inflatable Liferrafts

長 田 修

昭和52年 8 月

「海と安全」誌 第11巻 第 8 号

乗員が遭難船より脱出出来たととしても、強い風波中においてラフトが転覆し生命を失う事例が数多く出ている。

従って現在使用されている Z 型原型、復原性向上のため気柱周縁に水平または垂直のスカートが付けたもの、および原型に底板を付け床と底板の間に水を入れたものそれぞれにつき 1/4 の剛体模型（但しスカートのみは柔軟性材料）により静復原力試験（半載及び満載時の  $\theta_s \sim \overline{GZ}$  曲線）、動揺試験（波周期、波長と  $\theta_s$  の関係）、風圧ならびに水抵抗試験（ $\theta_s$  と風圧、水力係数の関係、及び  $\theta_s$  と風圧、水力モーメントレバーの関係）を実施し、更に実物ラフトを用い強風中におけるラフトの復原性能ならびに転覆機構について調べた。

研究の結果ラフトの床下に空気がある場合フリーウオターエフェクトにより  $\overline{GZ}$  は床下に水がある場合に比べ小さい値を示し、スカートを付けると外部の空気がスカート下部に空気が入る限界角を増加させるのに役立つため、復原性向上に効果がある事が解った。

また風圧ならびに水抵抗試験の結果、ラフトの如く

風圧面が円錐形で水圧面が空洞部を有する複雑な形状を持つ場合、水平分力の他に垂直分力についても考える必要がある事が解った。即ち水平分力のみで解析するとラフトの力の作用点は極端に下方（一般に風の作用点は水面下、水の作用点はいかだの没水部最下端より下方の水中）にある。

実物ラフトに 15~25m/s の水平方向の風を与えた時最大傾斜角の上昇値は 0~2 度程度であまり認められなかった。そこで  $CO_2$  ボンベ及び艀装品も撤去し、全く空の状態にして風をあてた所、原型および底膜付きラフトは転覆したが、垂直スカートの場合転覆しもうもなかった。

今後いかだの剛性および人員配置による影響、ならびに不規則波、突風等による外力を受けた場合等につき研究する必要がある。

## < 原 子 力 船 部 >

### Discrete Ordinates Codes の誤差評価 (I)

#### Error Estimation in Discrete Ordinates Codes for the Transport Equation (I)

金 井 康 二

昭和52年 4 月 8 日

日本原子力学会年会

物質中での放射線のふるまいを記述したボルツマン輸送方程式の一次数解法、Discrete Ordinates 法は、現状では最も有効な解法として確立されている。本解法を応用した遮蔽計算コードとしては、船研で開発された PALLAS（一次元及び二次元形状）と米国のオータリッジ、ロス・アラモス両研究所で開発された ANISN（一次元）あるいは DOT, TWOTRAN 共に二次元）などがあり、これらのコードは日米をはじめ世界各国で各種の遮蔽計算に利用されている。これらのコードを用いる時、計算の基本量となるエネルギー、角度および空間位置などの連続量をインプット・パラメータは離散化量で近似される。計算精度はこのパラメータの選び方に依存し時には理論値からはずれた異常な計算結果を出す例も少なからずある。

理論的には各パラメータの細分点を増加すれば誤差を減少することができるが現実には計算機の記憶容量、計算時間などによって制約を受ける。したがって Discrete Ordinates コードを使用する際、対象となる問題に応じてパラメータを如何に選ぶかは非常に重大な問題であるが、この種の問題を取扱った文献は少な

く使用者の経験を頼りにしている例が多い。

今回の発表は各パラメータの選び方と計算精度との関連を明らかにし各コードの適用限界を知ることを目標とした研究の第一段階で、細部で異なる二つの Discrete Ordinates コード、直接積分法の PALLAS 及び SN タイプの ANISN をもとに、①両コードで扱われた理論式とボルツマン方程式との相互比較をし、②平板及び球形状の非散乱線の解析解と両コードの計算結果を検討し、③精度上問題となった ANISN コードに対しては一部近似式の改良をほどこし改良前後の三つの近似式による誤差を、物質の全断面積と角度、空間メッシュ巾とによる関数、光学的厚さを指標としてそれぞれ表示した。

この結果散乱する確率が極めて少ない物質中では PALLAS コードによれば平板、球形状共にパラメータの選び方にはほとんど依存せず厳密解に近い結果が得られる。これに反して ANISN コードでは近似式の改良をほどこしても光学的厚さが増す毎に誤差は増大する。但し③で得られた図表をもとに要求する精度を満たすパラメータは決定できるのでむだな計算ははぶかれる。

本研究は昭和50年度中米国内ペンシルヴェニア州立大留学中になされたものである。

### Thermo-Hydraulic Behaviour of Fluid in Pressure Vessel during Blowdown

ブローダウン時における圧力容器内  
流体の熱流力的挙動

成 合 英 樹

昭和52年9月13日～15日

Conference "Heat and fluid flow in Water Reactor Safety", at U. of Manchester,  
Sponsored by I.Mech. Engrs.

軽水冷却原子炉の冷却材喪失事故時における圧力容器内流体の熱流力的挙動を調べるため、1 ボリュームのブローダウン実験を行い、また、ブローダウンプロセスを解析する解析コードに含まれるインプットパラメータについて検討した。

実験に用いた圧力容器の寸法は内径 284mm、高さ約 1700mm である。放出パイプは、圧力容器の上部、中部、下部に取付けられ、それぞれ、上部、中部、下部破断を模擬するようになっている。放出パイプ中に取付けたオリフィスの直径は 25.4、12.7 又は 6.3mm とした。圧力容器内の流体の初期圧力は 50kg/cm<sup>2</sup>g

と 30kg/cm<sup>2</sup>g であった。

ブローダウン中に、圧力容器内圧力、上部ノズルと下部ノズル間の差圧、圧力容器内の垂直方向 6 点のボイド率を測定した。ボイド率の測定は触針式ボイド計により行った。

1 ボリュームブローダウン現象を解析する解析プログラムを開発した。これには、水中の蒸気の分布に対する気泡勾配モデル（インプットパラメータとして勾配係数  $C_x$  を含む）が含まれ、また、流出流量を单相流と気液 2 相流の 2 つに分け、後者は Moody の臨界流理論による値にインプットパラメータとして与える流量係数  $Ca_2$  を掛ける形とした。そのほか水中の気泡上昇速度  $V_b$  (m/s) もインプットパラメータとして与える。

ボイド率の測定値から気泡勾配モデルの蒸気分布を評価し、上部破断の場合、 $C_x=0.8$  とする蒸気分布が実験とよく合うことを確認した。

圧力、ボイド率、液面降下速度の 3 つの測定値と、解析コードによる計算値との比較を行い、これら 3 つの実験値を同時に満足するインプットパラメータ  $Ca_2$  と、 $V_b$  (m/s) の組合せを求めた。 $Ca_2$  は下部破断ほど、またオリフィス径が小さいほど大きな値となった。これは、実験的に得られたボイド率分布の結果から定性的に説明できるものである。

### <海洋開発工学部>

#### Suction Force of Cylindrical Objects Pulled out from Sand Sea-Floor

砂地盤海底から筒状物体を引き上げるときに作用する吸着力

井上令作・岩井勝美

昭和53年2月1日

Transactions of the Japan Society  
of Civil Engineers Vol.8

海底に着地している物体を引き上げるときに、海底土と物体の間には吸着力が作用する。この吸着力のために物体の引き上げや移動は困難となる。海洋開発に使用されている海洋作業台船の多くは、その作業性能の必要性から着底機能を有している。これらの海洋作業台船が移動を行う場合、作用する吸着力のために、脚やマットの引き上げが困難となる。また、作業船が海中工事や海中作業に従事し、海底から物体や基礎を引き上げるときに、作用する吸着力を前もって推定す

ることは、作業船の作業能率の上からも必要なことである。

着底物体に働く吸着力の大きさは海底の土質により異なり、一般に粘性土における吸着力の方が砂質土の場合よりも大きい。しかし、砂質土の場合でも砂粒子が小さくなると、発生する吸着力も大きくなり、粘性土の場合と同程度となる。現在、吸着力や地切り力に関する研究は、すべて粘性土に関するものであり砂質土に関する研究はない。

本論文は、海底に着地している物体の地切り力につ

いて行っている研究の中で、細砂地盤の海底に着地している筒状体を引き抜く場合に発生する吸着力について行った実験と解析結果について述べた。吸着力を算定するための計算式を誘導するにあたっては、吸着力の発生機構を浸透現象と対応させて、浸透流の理論を基礎とし、筒状模型を用いた実験結果をもとにした実験式を求めた。

ここで求めた吸着力の計算式は、砂地盤の海底に着地している筒状体の地切り力を求める場合の基礎となるものであり重要である。