

## 所外発表論文等概要

### 〈推進性能部〉

NS方程式の直接積分による海洋波の非線形挙動の  
数値解析

#### Numerical Analysis of Nonlinear Behavior of Ocean Waves by the Direct Integration of NS Equations

日野 孝則, 宮田 秀明, 梶谷 尚

昭和59年6月13日

日本造船学会

第7回 海洋工学シンポジウム

海洋・海岸構造物に対する波浪衝撃力や船舶のスラミングによる衝撃など、海洋波と各種の人工構造物との干渉が問題になることが多くなってきた。これらの現象は、大波高の急峻な波によって引き起こされており、非線形性が強く、従来のような線形化された理論で説明することは困難であると考えられる。このような非線形現象を解明するためには、線形化などの仮定を用いず、非線形な支配方程式を直接、数値的に解く方法が適している。本論文では、最も基本的な支配方程式である Navier-Stokes 方程式と連続方程式を差分化して直接積分する TUMMAC 法 (Tokyo Uni-

versity Modified Marker-And-Cell method) を採用した。これは、MAC 法 (Marker-And-Cell method) を基礎として各種の境界条件に改良を加えたものであり、非線形自由表面条件を厳密に満足している点、任意形状の物体に対して適合できる点などに特長がある。

本論文では、計算方法を概説するとともに、2次元と3次元の各種形状物体と海洋波の干渉に関する幾つかの数値解析例を示し、実験結果と比較した。

2次元では、短形浮体及び半円形浮体と浅水周期波の干渉、直線状の beach や曲線形状の砂州の上での浅水周期波の変形の計算例を示した。いずれも実験結果と比較的良く一致し、本計算法の有効性を確認した。

3次元では、肥大船船首部と深水周期波の干渉及び海底山状突起と浅水周期波の干渉についての計算例により、本計算法が3次元問題に対しても適用可能であることを示した。

本計算法をさらに改良して、定量的な議論ができるようにするためには、セルの細分化、差分スキームの改良による精度の向上、wave breaking、粘性の考慮などが必要である。このような考慮に対しても十分な柔軟性を持って対応できる点が本計算法のような差分法の特長である。

〈溶接工作部〉

シェンク疲労試験における50キロ級鋼の磁界中の  
超音波減衰特性

**Ultrasonic Attenuation Characteristics of 50 kg/mm<sup>2</sup>  
Steel Fatigued by Shenck Fatigue Test  
in Magnetic Field**

勝又 健一, 榑 昌英, 神尾 昭

昭和59年3月22日

非破壊検査協会春季講演会  
非破壊検査 別冊33巻2号

鋼材の疲労損傷と磁界中の超音波減衰量とは強い相関関係があることは著者らにより、実験的に確認されており、本技術の有効性はすでに証明されている。本報告では鋼材が健全な状態から疲労破壊に至る過程における磁界中の超音波減衰量を測定し、その特性から余寿命を評価する基準を定めることを主眼とした。疲労試験はシェンク疲労試験によって行い、用いた鋼材は船体構造用の50キロ級鋼K E 36( $\sigma_y=38 \text{ kg/mm}^2$ ,  $\sigma_B=54 \text{ kg/mm}^2$ )である。疲労試験は完全両振りの引張り圧縮、その振幅は約 $\pm\sigma_y$ 及び $\pm 0.8\sigma_y$ であった。磁界中の超音波減衰測定の基本データとなる相対エコー高さ(外部磁界を加えた場合のエコー高さ $E_H$ と外部磁界なしのエコー高さ $E_0$ との比; $E_H/E_0$ )は鋼材の残留磁化により1回目と2回目以降で異なるが、測定は後者を取った。鋼材の中央部及び表面部から採取した試験片では $N=0$ の $E_H/E_0$ の値が異なり、表面部の方が大きい。疲労試験の初期で両者の値は接近した。しかし、ロール方向に平行あるいは垂直方向による差は見られなかった。繰り返し応力振幅が $\pm 0.8\sigma_y$ の場合、 $E_H/E_0$ は応力繰返し数 $N=2 \times 10^5$ 迄は徐々に低下(磁界中の超音波減衰量が増加)し、 $N=3 \sim 4 \times 10^5$ の間で極端に低下した。その後は増加及び低下を繰返し、破断直前には大幅に増加し、やがて試験片は破断( $N_f=1.3 \sim 1.5 \times 10^6$ )した。 $E_H/E_0$ が特に顕著な変化を示した(極端な低下をした)のは $N=(0.2 \sim 0.3)N_f$ であった。繰返し応力振幅がさらに大きい場合( $\pm\sigma_y$ 程度)でも $E_H/E_0$ に上述と同様の極端な低下が見られ、そのときの $N$ は $N_f$ に対し20%以下であった。非破壊的に疲労余寿命を推定する場合、これらの変化点が判断基準となり得ると思われる。

〈船体構造部〉

コンクリート製浮遊式建造物の実用化技術について

**Floating Concrete Offshore Structures  
for Practical Use**

松岡 一祥

昭和59年5月29日

土木通信社

我国及び大陸棚周辺海域の石油開発

船舶技術研究所が昭和59年より開始した「浮遊式海洋コンクリート建造物の構造強度に関する研究」を紹介するとともに、この研究の目的および研究計画に先だって過去140年におよぶコンクリート船の実績を調査した結果を示したものである。

近年、巨大な浮遊式海洋建造物が種々検討されはじめているが、これらの大型浮遊式海洋建造物は、ある寸法を超えると入渠が不可能となり、一般の鋼製船舶で行われている維持、補修が困難となる。そこで海洋環境での耐久性の面からコンクリートが注目されはじめている。しかし、コンクリート船(バージ、浮ドック等も含む)がはじめて作られた1848年から現在までコンクリート船は2度の大戦の鋼材が不足した時期を除いてあまり作られていない。これは、コンクリート船が鋼船に比べて載荷能力/排水量でおとるためである。例えば、鉄筋コンクリート(RC)船では $DWT/\Delta \sim 0.52$ 程度、近年のプレストレストコンクリート(PC)船でも $DWT/\Delta \sim 0.7$ 以下であり $DWT 2000$ を超せば $DWT/\Delta > 0.7$ となる鋼船に比べて載荷能力が小さい。長さと同様に関係を見れば、鋼船ではほぼ長さの3乗に比例して載荷能力が上昇するのに対し、コンクリート船では長さの2.4乗程度に比例する。これでは大きなコンクリート船を作るほど効率が悪くなると急速に増加する板厚にある。この板厚の増加は、一般的な船舶に限らず、浮橋、プラントバージなどの耐航性をあまり要求されない浮体にもあてはまる。以上から、大規模化に伴う重量の過大な増加をおさえるためには、規模の増大がそのまま外板厚さの増加につながる新たな構造様式および設計法の確率が必要である。特にかぶり(Concretecover)については、現行では厚すぎると思われる。

溶接製パイプ構造物の残留応力

**Residual Stresses in Welded Built-up  
Tubular Structures**

松岡 一祥

昭和 59 年 6 月 14 日

日本造船学会

第 7 回 海洋工学シンポジウムテキスト

パイプまたは円筒殻は構造部材として海洋構造物に多用され、その組み立て、接合には溶接が用いられる場合が多い。この溶接により生じる残留応力は、静的な強度を低下させ、疲労亀裂の伝ばにも影響を与えられている。しかし、溶接製パイプ構造物の残留応力を包括的に取り扱った例は見られない。ここでは任意形状の溶接製殻構造物の残留応力を算定できる簡易計算法を示し、各種パイプ継手に適用する。この方法は、固有応力（溶接部の熱収縮に対応する応力）の概念と、熱応力解析の Duhamel の相似定理、および曲がった溶接ビードの幾何学的性質を組み合わせたものである。そこでまず、平板の突き合せ溶接、直線シーム溶接製鋼管、パイプ突き合せ溶接などについて、溶接条件と収縮力および固有応力の関係を示した。次に、基本的な溶接部として、直線シーム溶接製鋼管、パイプ突き合せ溶接部およびスパイラルシーム溶接製鋼管について、本手法による残留応力計算法の基本的な考え方、計算結果と測定結果との比較などを行い、計算結果と測定結果とがよく一致することを示した。最後に、パイプ構造物の基本的な構造継手として T 継手を取り上げた。コード（主管）のトウ部（溶接ビードレ端部）の応力集中現象に注目して残留応力を測定した結果を示した。溶接線垂直方向の残留応力は、溶接部がコードの内側に引き込まれるような変形又は外力に対応するものであり、トウ部には圧縮、その裏側では引張の応力集中現象が生じている。これらの結果から、T 継手コードのトウ部における疲労亀裂の発生などに残留応力がどのような影響を与えるか考察を加えた。

海洋構造物用重防食の防食性評価について

**An Evaluation Method  
of Anti-corrosive Properties  
of Heavyduty Coating Systems  
for Offshore Structure Use**

在田 正義, 松岡 一祥, 井上 肇  
内藤 正一, 柴田 俊明, 翁長 一彦

昭和 59 年 6 月 14 日

造船学会

第 7 回海洋シンポジウムテキスト

厳しい腐食環境にさらされ、しかも超長期に亘り十分な防食性能を保持する必要のある海洋構造物用の重防食について、その評価法の全体像を示すフローチャートを提示した。また、このフローチャート中で特に重要と思われる防食材料の促進劣化試験法、及び塗膜厚の分布に関して、実験を行った概要を述べ、考察を加えた。

評価法の全体像を示すフローチャートでは、重防食塗膜を健全なものとは健全（しわ、ふくれ、ピンホール等の欠陥があるもの）に分けて評価することの必要性、この両者について塗膜そのものの劣化速度の推定が必要であること、不健全一欠陥には、許容限度を下まわる膜厚も含めるべきことを強調した。

促進劣化法に関しては、水を媒質とする熱冷衝撃試験法を試みた。試験に供した試験片は、 $300 \times 100 \times 4$  の寸法を持つ軟鋼板に、ペイント系の代表的防食仕様 5 種を 275~400 ミクロン（目標値、プライマーを含め 3~7 層塗り）塗布したものである。劣化の指標としては、塗膜の付着力（面に垂直な力で塗膜を剥す力）、3 点曲げ試験による塗膜中のピンホール発生傾向及び交流インピーダンス（周波数と抵抗、容量）をとった。衝撃回数の増加とこれらの指標間には、海水浸漬試験等でも認められる一定の関係があり、水媒質熱冷衝撃試験が、促進劣化試験となりうる可能性を示した。

塗膜厚の分布に関しては、平面に対する塗布であっても相当に広い分布をすること。その分布形状は、正規分布に近いことがわかった。こうしたことから、実際の構造物のように形状の多様な変化や溶接継手部が存在する場合には、特別な施工上の注意を行わないと、許容限度を下まわった薄い塗膜一欠陥が発生する可能性が高いことを示した。

## 〈機関開発部〉

変動回転するはりの過渡振動

Transient Vibrations of Beams Subjected  
to Variable Rotations

天田 重庚

昭和 59 年 7 月 12 日

第26回構造強度に関する講演会

タービンのブレードの設計には、ブレードの固有振動数を求める必要がある。ブレードは三次元的に複雑な形状を有するうえに、回転時には見掛け上の曲げ剛性が変化する。解析を容易にするため、一次元、二次元、三次元の数学的モデルが用いられる。現在までの研究は、これらのモデルを用いて固有振動数やモード形状を求める問題に限られている。しかし、タービンの起動や停止時、何らかの理由で回転が急変する場合、ブレードのたわみ挙動は定常の場合と比較して著しく異なることが予想され、設計上において此の点の考慮が必要である。

本報告は一次元モデルを用い、ブレードを均質、等方性の一様断面のはりに置き換え、これが変動回転する場合のたわみ挙動を明らかにする。はりは Euler-Bernoulli 仮定に従い、回転慣性を無視して Hamilton の原理より基礎方程式を導く。これに線形弾性論の仮定や、軸方向の最小振動数がはりの回転速度の10倍以上になることなどを用いて簡単化を行うこと、はりのたわみの運動方程式は次のようになる。

$$EI \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} - \rho A \Omega^2 \frac{\partial}{\partial x} \left[ \frac{L^2 - x^2}{2} \frac{\partial w}{\partial x} \right] = -\rho A \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} - \rho A x \frac{d\Omega}{dt} \quad (1)$$

ここで、 $EI$ ：曲げ剛性、 $L$ ：はりの長さ、 $A$ ：断面積、 $\rho$ ：密度、 $\Omega$ ：はりの回転角速度で次式にて与えられる。 $\Omega(t) = \Omega_0 [1 - \exp(-ct)]$  (2)

差分法により数値解析を行い、次のような結果を得た。1) たわみは sine 状の変動を行い、変動の平均は時間経過と共にゼロに漸近的に近づく。2) たわみ振動の振幅と周期は時間と共に減少するが、(2)式のパラメータ  $C$  が大きくなるにつれて減少は速くなる。3) パラメータと、定常回転に達した時点での振幅  $\Delta W_0$  との関係は、近似的に

$$\Delta W_0 = 0.706C \quad (3)$$

となることが得られた。

( 360 )

フライホイールの船用機関への  
応用についての一試算A Tentative Evaluation on Application  
of Flywheels to Marine Engines

天田 重庚, 玉木 恕乎, 村山雄二郎

昭和 59 年 8 月

日本船用機関学会誌 19 巻 8 号

フライホイールは如何なる形態のエネルギーでも入力として利用できるエネルギー貯蔵装置である。この装置の利点をいかして、核融合装置用電源や、チョッパ車による電車線に生じた余剰電力を吸収するため電鉄の変電所などに設置されてきた。本報告は、フライホイールを船用機関に適用した場合のロータの大きさなどについて、現技術レベルに基づいて検討したものである。

ロータ材料として炭素繊維を用いた複合材 (CFRP) とマルエージング鋼を想定した。ロータの性能を示すエネルギー密度 (Wh/kg) は CFRP で 90、マルエージング鋼で 20 を仮定した。船の航海距離  $L$  を 10km に固定し、ロータの直径  $D$  をパラメータに採って、船の総トン数とロータ厚さ  $H$  との関係を計算した結果、CFRP 製ロータで  $D \times H = 2.0^m \times 3.73^m$  あれば 800 ton の船を動かすことができ、マルエージング鋼製ロータでは  $D \times H = 2.0^m \times 1.65^m$  あれば十分であることがわかった。次に、ロータ径を固定し、航海距離とロータの厚さとの関係を総トン数に対して求めた。これらの結果から、内航海運に利用されている程度の船用機関としては、現在の性能のロータでも十分適用可能であることが判明した。最後に、高速回転しているロータが船の動揺などによって回転軸の方向が変化する時に生じるジャイロ効果を計算した。ロータの回転軸を船の長手方向、垂直方向、横方向に配置した時、船がピッチング、ローリング運動を行う場合に船に働く反トルクの各成分を計算し、波の周期とトルクの大きさとの関係を求めた。回転軸が垂直方向の場合は、ローリング、ピッチング運動によって反トルクが生ずるが、その他の方向の回転軸の場合には 1 種類の運動の時のみ反トルクが生ずる。

## 〈機関性能部〉

オイルフェンスの基礎性能の研究

**Study of Floating Oil Containment  
by Barriers**

上田 浩一, 渡辺 和夫

昭和 59 年 5 月 23 日

第 34 回学術講演会 (船用機関学会)

潮流によるオイルフェンスの滞油層, 漏油の限界についての種々の模型実験結果の概要, さらに波と風の影響について実験を行なった結果について述べる。また新しく開発したオイルフェンスの漏油防止装置について述べる。

潮流によるオイルフェンス試験は油層フルード数  $F$  と無次元油層長さ  $\frac{L}{\sqrt{A}}$  で表示すると, よくまとめ

ることができ, 平板およびプロトタイプ試験では  $F_a$  が 0.7~0.85 で漏油現象が現われる。(但し,  $F = \frac{V}{\sqrt{g(1-\sigma)\sqrt{A}}}$ ,  $V$ : 流速,  $g$ : 重力加速度,  $\sigma$ : 油の

比重,  $A$ : 単位幅当りの油量,  $L$ : 油層長さ) オイルフェンスが波に追従する場合は波の漏油に与える影響は少なく, 風の影響は風速の 2.5% 程度の水流速とほぼ同等の影響である。

新しく開発したオイルフェンスの漏油防止装置はオイルフェンスの前方および底部に整流および減速の機能を有する格子状の網を取り付け, 網とオイルフェンスに囲まれた内部の油水界面部の流速を下げ, 滞油層の安定を図り, 高速潮流での滞油限界流速を大きくしたオイルフェンスの漏油防止装置である。この装置により, 現在のところ滞油限界流速が約 50% 大きくできることが実験 (模型) により確認された。これらの模型実験結果について述べる。

船用ディーゼル機関の摩耗金属分析

(第 1 報 分析手法)

**Analysis of Wear Metals of Marine Diesel Engine  
(The First Report: Methods of Analysis)**

山岸 進, 辻 歌男, 加藤 寛

福田 誠治

昭和 59 年 5 月 23 日

日本船用機関学会 (第 34 回学術講演会)

機関摩耗に関連した故障は燃料の低質化に伴って再び重要視されているが, 実際の摩耗進行状況や摩耗と運転条件, 燃料性状等の関係については不明な点が多い。もし, 船用ディーゼル機関の内部摩耗状態を監視できる方法があれば, これ等の解明が一層進み, 重大事故をある程度予測して有効な対策を施すことが可能となる。また省人化が促進されている折からこの監視システムは保守作業の自動化にも役立つと考えられる。この様な観点から摩耗金属分析による故障診断法に関する研究を行っている。本報はその第一報で主に分析手法について述べた。

まず, 使用潤滑油中に含まれる元素種確認のため, 発光分光, 炎光分光, 原子吸光を使って分析し, 機関の種類, 使用環境によって含有金属分に特色があることが明らかにされた。

次に, 原子吸光分析を用いて大形 2 サイクルディーゼル機関のシリンダドレインを機関運転時間に沿って採取し, 鉄, パナジウム, 銅の分析を行った。また他の測定項目との関連を主成分分析で解析した。

その結果, (1) 試料を塩酸処理後溶媒 (MIBK) で抽出する方法が有効であること, (2) 回収率の異なる二つの処理法 (酸処理後抽出する方法, 希釈法) を用いて同一試料を分析することは試料中の粒子分の変化を調べる上で有効な手法であること, (3) 大形 2 サイクルディーゼル機関のシリンダドレイン中の金属濃度変化が明瞭に捉えられ, 主成分分析によりこの変化と関連の深い事項が明らかにできること等が分かった。

剝離流域流路の非剝離流側の熱伝達  
(第1報, 拡大流路における実験)

**Heat Transfer in the Unseparated Flow Side  
of the Confined Separated Flow  
(1st report, Experiments in the Diffuser)**

涌坂 伸明

昭和59年5月31日

第21回日本伝熱シンポジウム

流路内流れに剝離流が発生した時, 定常的に流路壁全周が剝離流にさらされている場合は稀で, 周壁の一部は非剝離流に接していることが多い。強制対流熱伝達を考える時, 剝離流側についてはその現象の複雑さや, 熱伝達増進の期待から従来も研究が盛んである。一方この時の非剝離側については, 抛物流れであるので予測も容易と思われるためか, 又は熱伝達増大への寄与が少ないと推定されるためかあまり注目されていない。しかし流路内流れは相互作用の影響が強いため, 非剝離流と雖も剝離発生の際その特性が独特のものになると思われる。

本報はこの様な非剝離流側の熱伝達特性を調べる目的で拡大流路(ディフューザ)を用い, 先ず実験的に熱伝達の基本的特性を調べようとしたものである。

実験は剝離, 非剝離側を定常的に壁面上に固定し易い二次元片開きディフューザを用い, 空気流は試験部に十分発達した乱流状態で流入し, レイノルズ数範囲は $10^5 \sim 3 \times 10^5$ である。非剝離流側の壁面は一樣熱流束の条件で加熱した。

実験結果に依れば, この非剝離流側の熱伝達率は剝離流発生の際非剝離主流部への加速効果のため, 剝離流側の熱伝達率よりも本実験レイノルズ数範囲では, むしろ高い値を示した。これは剝離流域の熱伝達率とりわけその増進効果を考える上で注意すべき事実と思われる。

またその熱伝達特性は, レイノルズ数への依存性を解析すると, その幅指数が剝離流域では拡大比には依らずほぼ一定値の2/3位の値となる事が示された。この幅指数値は剝離流側での値0.8とは異なるが, 他多くの剝離流熱伝達整理式によく現われる値とは一致している。この様な特性は今後流動特性と結びつけて考察していく上で, 重要な示唆となるものである。

**(機 装 部)**

船室の浮床用振動緩衝材の動バネ定数に関する検討

**Studies on Dynamic Stiffness of Vibration  
Isolating Material for Floating Floors in Cabins**

原野 勝博, 藤井 忍

昭和59年5月23日

日本船用機関学会第34回学術講演会前刷

船室の浮床の振動絶縁材として用いられるロックウールやグラスウール等のクッション材の動バネ定数( $K_d$ )は防振計算の基礎資料となる重要な物性値であり, 数年前にJISにその測定法が定められたが, 非常に簡単な規定で筆者らは, 同法は一般建築に用いる緩衝材用に定められたものであり船舶用にそのまま適用する事は問題がある事及びJISの測定法では緩衝材中に含まれる空気のパネ作用の影響で, 測定目標であるクッション材自体のパネ定数( $K_c$ )より大きな値になる事等を指摘していた。

今回の検討ではJISによる測定法のうち以前には行なわなかった加振力の大きさによる影響等を調べ, インピーダンス法による測定においては加振材可動部のパネ等の補正を行うと共にクッション材の非線形性を考慮して初期圧縮量や加振力が一定となる様実験法を改善した。又インピーダンス法による測定値から $K_c$ の値を推定し, 定速度圧縮試験機(オートグラフ)による測定値やJIS法による測定値と比較した。最後に浮床モデルの共振周波数の実測値と $K_c$ の推定値による計算値とを比較した。検討結果の要旨は以下の通りである。

- (1) 振動緩衝材の動バネ定数は試験体の寸法( $l$ )と共に増大し,  $5 \text{ cm} \leq l \leq 30 \text{ cm}$ において明瞭な直線関係が認められた。従って $l=30 \text{ cm}$ と定めたJISの測定法は $K_c$ を求める方法として適切でない。
- (2)  $K_d$ と $l$ の直線化近似により求めた $K_c$ の推定値は妥当な値と考えられるが, 多数の供試体試験を行う必要があり, 実用的にはもっと簡単にできる $K_c$ の測定法を考える必要があろう。
- (3) 今回の実験では定速度圧縮試験による $K_d$ の測定値と $K_c$ の間に明確な対応は掴み得なかったが尚検討の余地はある。
- (4)  $K_c$ の推定値による浮床の共振周波数は実測値と既ね一致した。

燃焼生成ガスの有毒性試験法について

### Toxic Test Method of Combustion Gas

翁長 一彦, 桜井登志郎

昭和59年7月4日

日本学術会議安全工学研究連絡委員会  
第14回安全工学シンポジウム講演予稿集

材料の燃焼生成ガスによる火災初期の中毒を防止するため、その有毒性は船舶、建築等においてそれぞれ規定されている。しかし、毒性試験方法には、建設省の定めたマウスによる動物試験があるのみで、物理的な試験法はまだ見当らない。

本報告はマウス試験とガス分析とを併せ行い、両者の関連から物理的な有毒性試験方法を検討したものである。試料には有毒性の著しいと想定される有機材の内装材、塗料等を用い、二種類以上の毒性ガスが発生する場合の影響を求めた。

マウス試験の主旨は、天然の木材から発生するガスを標準として毒性を判定するもので、木材からの主な生成ガスはCOガスである。しかし有機材からの発生ガスにはHCN、HCl等も含まれる。そのため生物学的な毒性値は、マウスが行動停止する迄の時間について標準木材の値との比から毒性指定を定義し、発生する有毒ガスの影響度については重一次回帰分析を行って有意性を検討した。

回帰式から得られる予測値との残差が、正規分布になるとしたときのF検定、t検定の結果から、COガスとHCNガスの有意性が大きく、他は関連が薄いと認められた。さらにガスの濃度による毒性値を規準化するために、一定濃度の単一ガス雰囲気中でマウスの毒性を調べ、行動停止時間の等しいときのガス濃度比を求めてこれには相加作用があると仮定した。このガス規準毒性とマウスの毒性指数とはほぼ線型の関連が認められ、上記の仮定と有意性ガスの識別が正しい事を実証しえた。

但し、動物性繊維やメラミンでは他の有意性ガスが発生すると認められたが、これについて同様の考えで処理すればよいと思われる。他に、床張材のIMO試験法についても本方法が有効に応用できることを確認した。

船舶における火災・爆発の事例分析

### An Analysis on Cases of Fires and Explosions in Ships

金子 俊男, 沢田 博史

昭和59年7月4日

第14回安全工学シンポジウム  
講演予稿集

船舶の火災安全性や火災予防といった問題を検討するための基礎的な作業として、火災・爆発の実態を明らかにすることは必要である。本報告は、海難審判庁裁決録を資料として行った、火災・爆発の調査の報告である。

調査対象は、1961年から1980年までに発生した、総トン数300トン以上の船舶の火災・爆発事件206件で、火災・爆発の発生の段階を重点的に調査している。

火災・爆発の内容を分析して、以下の結論を得た。

- (1) 区画別では、機関室火災が全体の43%、居住区35%、貨物区域22%の割合となっている。発火源としては、排気管の高温表面(全体の26%)、電気溶接・ガス切断、たばこ、石油ストーブ、電熱器、電気火花が主要な発火源である。着火物としては、乗組員の生活関連物(寝具、衣類、石油ストーブ等)32%、機関関係(油類、配電盤)36%、構造材等8%、積荷25%の比率である。積荷では、原油、ガソリンなどのガスの爆発の事例が多く、この場合には船内の各所で各種の発火源によって爆発している点に特徴がある。この場合以外では、発生区画と発火源と着火物、この三者の間には強い対応関係がある。
- (2) 火源の発生や可燃物の流出・放出が最終的な火災原因であるが、この原因の生起に関連を有する状態・行為・管理を火災要因として挙げた。発火源や着火物と同様に、船内区画の別によってそれぞれに特徴がある。機関室火災では要因として不安全状態の項目が多く、特に、「物自体の欠陥」が重要である。居住区火災では不安全行為、特に「不安全な放置」や「喫煙に伴う火の不始末」が重要な要因である。
- (3) 作業中に火源の発生や可燃物の流出・放出があつて出火・爆発したケースが火災全体の48%を占めている。修理・保守作業、油類の船内移送、荷役作業が主要なものである。また、暖房器具の使用も出火の危険を増すが、これの火災は同17%であった。

〈原子力船部〉

蒸気流中への冷水注入に伴う流動振動

**Flow Oscillations Induced by Cold Water Injection  
into Steam Flow**

綾 威雄, 小沢 昇, 成合 英樹

昭和 59 年 5 月 30 日

日本機械学会他主催

第 21 回日本伝熱シンポジウム

加圧水型原子炉では冷却水喪失事故に備えて非常用炉心冷却系が設けられている。事故時に蒸気雰囲気中の配管へ冷水を注入すると、条件によって凝縮水に流動振動が生ずることがある。本研究はこの振動現象の発生メカニズムと支配因子を明らかにすることを目的として、実験と解析の両面からの検討を行った。筆者らは、すでに水平管中への冷水注入時に発生する振動の発生限界について線形振動論を適用した報告を行っているが、本研究では、実験体系を水平管に限らず傾斜・垂直管について行い、振動の発生限界、プラグ振動と ON-OFF 振動の発生メカニズムと振動周波数について検討を行った。

実験は、テスト部の傾斜を水平から垂直まで 4 種類に、またヘッダー容積を 3 種類にかえ、それぞれ、蒸気流量、注入水流量、注入水温を変えて行い、そのデータ整理から、蒸気と注入水の流量が小さい領域で傾斜の影響が現れ、垂直に近づくほど振動発生限界が注入水量の大きい方へずれていることが判明した。これは重力の影響で垂直ほど水が降下し易く、有効に凝縮に関与する水量が減少することが原因と考えられる。

プラグ振動と安定状態にある系の凝縮を、注水口ジェット部での凝縮と、その下流で液膜界面が存在しその界面での凝縮を二つに分けられるものとし、蒸気部分の質量保存則及び水プラグの運動方程式とを組み合わせ、液膜界面先端位置の微小変動に対して線形安定論を適用することにより振動発生限界を求めた。実験値との比較から、注水流量が増加するほど界面での熱伝達も増大する方向へ安定限界が移動することが確かめられた。また、安定限界で扱ったのと同様の方程式より得られる振動周波数と、プラグ振動周波数との比較および、ONN-OFF 振動の解析から、ジェット部熱伝達率は  $10^5 \text{ W/m}^2\text{K}$  に近いこと、安定限界の際の界面での熱伝達率は  $10^3 \text{ W/m}^2\text{K}$  のオーダーであるのに対し、プラグ振動中はそれより 1 ケタ大きな値となることが分かった。

( 364 )

使用済核燃料輸送容器の遮蔽特性の概念

**Concept of Shielding Characteristics for  
Spent Fuel Shipping Casks**

山越 寿夫

昭和 59 年 6 月 30 日

American Nuclear Society,

Nuclear Science and Engineering Vol. 87

遮蔽性能の特性関数と言う概念を導入し、使用済核燃料輸送容器の複雑な遮蔽計算を簡便な代数計算に置き換え、精度良い計算値を迅速に得る方法を示した。

応用の上で便利な様に、現用容器のうち典型的な幾つかの型につき、特性関数も決定した。

新計算法の妥当性は、電力中央研究所で得られた容器遮蔽実験結果の解析に新計算法を適用し、実験値と計算値が良い一致を示す事から実証された。

新計算法は、遮蔽性能の特性関数が決定された容器に新たな線源スペクトルの使用済核燃料を装荷する際の、輸送指数のみならず容器周辺線量率分布の簡便かつ精度良い推算に有効な事が結論づけられた。

この他、この計算法は数学的には単純な行列演算から成るので、非常に短いステップ数の計算プログラムで計算が可能であり、計算の遂行には特に大型の電算機の使用を必要としない。この点でも従来の精密な遮蔽計算コードと比較して、大きな利点がある。

遮蔽性能の特性関数は、また、より遮蔽性能の優れた輸送容器を設計しようとする場合にも、容器構造と特性関数との関係が把握できるため、設計指針を与える情報が含まれている事が示された。



## 〈海洋開発工学部〉

浮遊式海洋構造物の長周期運動時の  
流体力係数について

**On the Hydrodynamic Forces at the Low-  
Frequency Motion of Moored Floating Structure**

加藤 俊司, 安藤 定雄

昭和 59 年 6 月 13 日

第 7 回 海洋工学シンポジウム

索・鎖の係留ラインで浮遊式海洋構造物を係止すると風あるいは波浪等によって浮体の前後あるいは左右方向に長周期運動が励起されることは良く知られている。

この長周期運動による浮体の運動の最大振幅の予測、さらには係留ラインに働く張力の最大値の推定等を明らかにして行くことは、係留システムの設計にとって極めて重要な課題である。

本論文は、長周期運動時の流体力係数にスポットをあてて以下のような事柄について考察したものである。

- a) 静水中における長周期運動時の流体力特性。
- b) 波あるいは他のモードの運動(波と同じ周期の運動)を加えた時の長周期運動時の流体力特性。
- c) 静水中における曳航時の抗力係数と長周期運動時の流体力係数との関係
- d) 静水中及び波浪中自由振動試験から求めた流体力係数と b) で求められた流体力係数との関係。

なお、実験には 2 ロワーハル型の半潜式海洋構造物と一様矩形断面を有する箱型構造物模型を使用した。得られた結果は次の通りである。

- (1) 長周期動揺時の流体力係数は、静水中の値に対して波浪中または短周期の動揺を組み合わせた場合に明らかに大きくなる。
- (2) 静水中における長周期運動の流体力係数は、強制動揺試験及び自由振動試験から同精度で求めることが可能である。また、流体力係数のうちの等価線形減衰力係数は曳航試験によっても求められる。
- (3) 波浪中における長周期運動時の減衰係数を速度に比例する成分と速度の自乗に比例する成分に分離した結果によれば、速度に比例する成分の特性は波漂流力係数の特性に極めて類似し、速度の自乗に比例する成分は、低周波数の波に対して静水中の値より大きく、逆に、高周波数の波に対しては、静水中の値よりも小さくなる。

## 〈共通工学部〉

野島崎沖における波浪観測 (序報)

**Wave Observations off Nojimizaki  
in the Pacific Ocean**

富田 宏

昭和 59 年 4 月 6 日

日本海洋学会

昭和55年12月30日、千葉県野島崎沖900mにおいて起った大型ばら積貨物船、尾道丸 (33,833 GT) の遭難事故に関連して、昭和57年度より発足した別枠特定研究「異常海難防止システムの総合研究開発」の一環として、昭和58年10月には問題となっている海域 (32°N, 147°E) の冬季における海象状況を把握するために、波浪観測用ブイロボットが、同海面に設置され、10月18日より観測が開始されている。観測項目は、気象諸要素、波高、波向、ブイの運動等多岐にわたっているが、その一部は、気象衛生「ひまわり」を経由して、リアルタイムの伝送が行われている。

一方、船舶技術研究所では、同海域において船上より波浪観測を行い、ブイデータとの照合を試みる目的をもって、昭和58年11月4日より11月18日にわたって、気象庁海洋観測船「凌風丸」に乗船し、波浪計測を含む実船実験を行った。今回は、この航海によって得られたデータの解析結果について報告し、あわせてリアルタイムで得られたブイデータの一部を紹介する。

## 〈大阪支所〉

水素ガス切断部の変質について

**Deterioration of Steel Cut by H<sub>2</sub> Gas Flame  
Study on the Quality of steel Cut by H<sub>2</sub> Gas**

林 慎也, 永松 徳二

昭和 59 年 5 月 28・29 日

日本材料学会第 33 期学術講演会前刷

ガス切断用の予熱ガスは従来はアセチレンが用いられてきたが、近年価格等の有利さから LP ガス等が一般に多用されている。これら石油系のガスはエネルギー資源として重要であり出来るだけ節約する必要がある。

一方、水素ガスは無限に存在する水から得られることでもあり、水素ガスを石油系ガスに代替出来れば、省エネルギーの観点からも有利である。水素ガスを予熱ガスに実用した例はまれに水中切断に見られたが、一般には、(1)切断部に水素ガスが溶存した時の水素割れや水素脆化の心配とか、(2)水素の中性焰が無色に近いため取り扱いが難しい、等の理由からほとんど使用されていないのが現状である。

著者らは水素ガスが切断ガスとして適当であるかどうかを調べる為、板厚20mmの SM 41, HT 60及びHT 80の三種類の鋼を予熱ガスに水素ガスを用いてガス切断した。そして、切断により溶存する水素量及びその切断材に溶接した時の水素溶存量をガスクロマトグラフで測定した。また、その切断材の変質及び機械的性質も調べた。得られた結果を LP ガスによるガス切断の場合と比較、次のことが判明した。

- (1) 切断長40mm, 切断厚20mmの切断部に含まれる水素は微量で、LP ガスの場合と同じ程度であった。
- (2) 溶接した場合の水素量は溶接棒の種類のみに依存し、切断ガスに無関係であった。
- (3) 水素ガス切断時の温度の拡がり及びカーフ幅は LP ガスの場合より小さい。
- (4) 水素ガス切断部の変質及び機械的性質は LP ガスの場合とほぼ同じであった。

## 〈東海支所〉

3"φ×3 NaI(Tl) 検出器の応答関数作成の  
ためのデータと方法の評価

**Assessment Data and Methods to Form  
Response Junctions of A 3"φ×3 NaI(Tl) Detector**

三浦 俊正

昭和 59 年 4 月

North Holland Publishing Company  
Nuclear Instruments and Methods  
in Physics Research 221

原子炉実験におけるガンマ線の測定においては広いエネルギー範囲の入射ガンマ線に対する正確な検出器応答関数が必要である。NaI(Tl) 検出器はこのような実験に適した検出器でこれまで広く使われてきている。しかしながら、その応答関数を正確に作成することは容易なことではない。最近、このような広いエネルギー範囲の応答関数を作成するため、いくつかのデータと方法が発表されている。本研究では、市販の 3"×3" NaI(Tl) の応答関数を測定し、その結果を用いて、それらのデータあるいは方法の評価を行った。評価の対象としたのは Berger, Seltzer および Sie のデータと方法および齊藤と森内のモンテカルロコードである。この結果、次のような結論が得られた。

- (1) Sie の方法は入射エネルギーが 2 MeV 以下ではよいが、エネルギーが高くなると応答関数の表現が不正確となる。
- (2) 市販の NaI 検出器に対して Sie のデータを用いる場合、コンプトン、バックグラウンドに関するパラメータに補正が必要であろう。
- (3) Berger と Seltzer の方法は良い方法であるが、データの取り扱いが多少複雑である。彼らのデータ、および方法を用いるのは、検出器構造物の影響が無視できるような検出器に限った方が良い。
- (4) 齊藤と森内によって開発されたモンテカルロコードは検出器構造物の影響も含めて精度の良い応答関数を計算することができる。
- (5) 現在、市販の NaI(Tl) 検出器に対して広いエネルギー範囲の応答関数を求めるには齊藤らのコードによる方法が最も信頼できる。
- (6) 齊藤らのコードに関しては検出器構造物の計算精度をさらに向上させることが望まれる。