

所 外 発 表 論 文 等 概 要

船用プロペラにおけるキャビテーションによる不安定現象

Unstable Phenomena due to Cavitation on Marine Propellers

右近 良孝

平成13年9月28日

キャビテーションに関するシンポジウム (第11回)
(日本学会会議 主催)

キャビテーションに関するシンポジウム (第11回)
前刷り集

船用プロペラのキャビテーションは、性能低下、船体振動・騒音及びエロージョン (浸蝕、壊食) を発生することがあるが、この他にキャビテーションの不安定現象の発生により、時には思わぬ事故を発生させることがある。船用プロペラは通常不均一な流れの中で作動することが多いので、流れの変動、気泡核の多少や翼面境界層の構造の違いに起因するキャビテーションの不安定な発生が問題となる。ここでは船用プロペラのキャビテーションの発生に伴い生じる不安定現象の二つの事例について述べた。また、この不安定現象の発生原因の解明のための最近の研究の現状の一部について述べた。

まず、キャビテーション発生時の不安定さにより生じるプロペラ性能計測の困難さについて述べた。高速船用プロペラの設計法の一つとして限界まで推力低下を抑える方法があるが、プロペラ前縁での圧力ピークが低くなるため、キャビテーションの発生が均一流中でも不安定となり、計測データが計測手順の違いによって異なる、ヒステリシス現象が生じ、実船のプロペラ性能予測を困難にしている。プロペラ翼面境界層に起因するものと考えられ、この種のプロペラの性能計測法上の注意点が指摘された。

他の例として、キャビテーションの発生を可能な限り抑制するように設計された翼断面形状をもつ Newton Rader (NR) プロペラに発生するキャビテーションに起因する不安定現象を紹介した。ある作動条件では、プロペラが激しく振動するばかりでなく、動力計、水槽、建屋まで揺さられるほどの大きな振動が発生し、非常に危険なプロペラと言える。この NR プロペラの性能計測結果と、このプロペラ翼断面の一部を取り出した2次元翼型に発生する不安定キャビテーションと翼型性能計測に現れる振動現象を紹介した。

船用ディーゼル機関の燃料噴射系と吸排気系の電子制御化運転

Electronic Control Operation of Fuel Injection and

Inlet/Exhaust Valve on Marine Diesel Engine

高杉喜雄、石村恵以子、西尾澄人、大橋厚人、
桑原孫四郎、張潔、菅進

平成14年3月

日本マリンエンジニアリング学会誌 Vol37、No 3

近年、深刻化する大気汚染の防止と地球温暖化防止の観点から、船用ディーゼル機関に対しても有害排ガス成分の低減と熱効率の一層の改善が求められている。当所では中速4サイクルディーゼル機関の燃料噴射装置の電子制御化を試み、燃料消費率と排ガス特性を共に改善できることを先に報告した。我々はさらに、吸排気弁装置に対しても電子制御化を試みた。今回は、燃料噴射装置と吸排気弁系を同時に電子制御化した実験機関の運転について報告する。燃料噴射ポンプと吸排気弁の駆動は電子制御を行なうために油圧駆動方式としたが、この場合、操作信号から燃料噴射ポンプあるいは吸排気弁が作動するまでに時間遅れがあり、しかも、電磁弁作動などに起因するバラツキを必然的に含むため、機関の運転にとってこれらの解決が重要な課題となった。これに対して我々は、各動作を平均してバラツキをなくした表示を用いて制御等を行なった結果、安定した運転ができるようになった。実験の結果、燃料噴射時期と吸排気弁開閉時期の適切な組み合わせを行なうことによって、機関性能の一層の改善が期待できる見通しを得た。

Proposal of New COSMOS, CO₂ Sending Method for Ocean Storage, Basing on an *In Situ* Experiment 実海域実験に基づく二酸化炭素投入システム、

新 COSMOS, の提案

綾 威雄、山根 健次、汐崎 浩毅

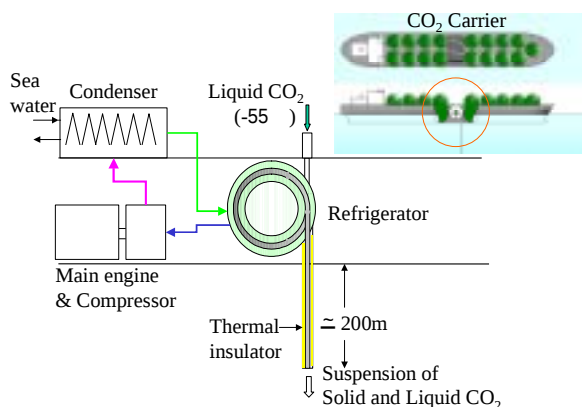
平成 13 年 11 月

24th UJNR Marine Facility Panel

平成 9 年 12 月に京都で開かれた気候変動枠組条約第 3 回締約国会議(COP3)以降、温暖化対策としての CO₂ 深海貯留法への関心が高まってきた。その様な中、当所は、平成 11 年 3 月、CO₂ 投入コストを大幅に低減することを目的に、低温 CO₂ の高密度性を利用した CO₂ 投入法 COSMOS (CO₂ Sending Method for Ocean Storage) の国内特許を取得した。そこで、COSMOS 実現のためのブレイクスルー技術と考えられる「低温 CO₂ 放出ノズル」の開発研究を、ベルゲン大学とモンテレー湾海洋研究所との協力の下、陸上実験、実海域実験及び数値シミュレーションを行った。その結果、放出される低温 CO₂ の大液泡は、液泡の形状を保つとの期待があった氷層が形成される前に、テラー不安定と呼ばれる界面不安定により小液泡に分裂する傾向のあることが判明した。

一方、実海域実験及び数値シミュレーションにおいて、CO₂ をドライアイスと低温液体 CO₂ のスラリー塊として放出すると、分裂せず、氷層が溶け切るまで安定して海中を沈降或いは上昇することが示された。

この結果を受け、CO₂ をスラリー塊として放出する新 COSMOS を提案した。下図に示される新 COSMOS では、深海底に到達させるための最小径と放出深度がそれぞれ 0.4m と 200m となり、旧 COSMOS の要求する 1.0m と 500m より大幅に緩和され、実現が容易となるとともに更なる低コスト化が期待できる。また、ドライアイス率とスラリー径の制御により、スラリー塊の Uターン深度を自由に变化させることができるという特徴を、貯留法とは別の「溶解法」に適用すれば、深海底から相変化深度(約 400m)までの全深度を溶解域として活用できる。



CO₂ をスラリーとして放出する新 COSMOS の概念

GO-FLOW 手法による船用主機システムの信頼性評価

Reliability Estimation of Main Engine System
On Ship By Using Go-Flow Methodology

桐谷 伸夫

平成 14 年 2 月

安全工学誌第 41 巻 1 号

船舶は、基本的に大洋を自らの能力のみによって航行して目的港に到着することが義務付けられた存在であり、そのために必要な機器設備や運航システム、そして人員や資材が搭載されている。この自己完結性こそが他の陸上施設と最も異なる特徴であり、例えばシステムとして必然である故障発生により重要機器が機能喪失となって運航上の致命的な危機状態が生起されたとしても、陸上施設のように短時間で容易に他者の支援や資材の提供を受けることは困難である。従って装備した資材や機器、そして人的時間的な配員資源を効率的に活用することによって自らの能力で危機状態からの復旧を図らなければならない。ひとたび重要機器の機能喪失により衝突や座礁などの海難事故が起きてしまえば、人的被害や経済的な被害のみならず自然環境に対しても甚大な被害を与えてしまう事は、これまでの数多くの経験からも明らかであり、船舶の安全運航実現のために船用機器の高信頼度化は必須の第一要件である。船用機器個々の信頼性に注目した取り組みが重要なものであることは言うまでもないが、船舶がひとつのシステムであることに視点を置いたリスク評価やシステム信頼性評価実施の重要性もまた明らかなことである。そこで、これまでに実施してきた船用機器の信頼性に関わるフィールド・データの収集や評価を目的とした船舶信頼性調査の成果を基盤として、確率論的な安全評価の立場より船用主機システムに注目したシステム信頼性解析を実施した。

解析において採用した GO-FLOW 手法は、海上技術安全研究所の松岡らによって開発された確率論的安全評価 (PSA: Probabilistic Safety Assessment) 手法のひとつであり、顕在潜在するリスクを確率的な分布として定量的に取り扱う点に大きな有用性を持つものである。解析対象として提案した GO-FLOW モデルは、燃料チャンバーからの燃料の流れに注目して主機の正常運転をシステムの機能として設定したものである。特にモデル構成機器に対しては、船舶信頼性情報データベース (SRIC Database System) を活用したフィールド・データに基づく信頼性データを導入した点に大きな特徴を持つものである。

GO-FLOW 解析の結果、構成機器の故障発生による主機システムの異常発生確率はシステム運転 1000[hr.]において 0.975 であり、そして異常発生確率 0.5 となる運転時間は約 222[hr.]であることが明かとなった。また、構成機器の信頼性向上によってもたらされるシステム全体の信頼性向上の感度も明かとなった。

分散性媒質下における超音波パルスの伝搬について

The Propagation of Ultrasonic Pulses under a Dispersive

Medium

菅澤 忍

平成14年3月

日本音響学会2002年春季研究発表会講演論文集

材料中の弾性波の伝搬速度を簡便かつ高精度に測定する方法として超音波パルスエコー法がある。この方法はパルス間の波形の位相を比較することによって、それらの間の時間差の測定を行うことが基本的原理であるが、高精度な測定が可能となるためには、物質が分散を持たないことが必要条件となる。しかしながら、このような物質は現実には少ないため、高精度に音速を測定するには、分散による波形の歪みの効果を考慮に入れなければならない。従来、このような状況下でも音速を求める手法が様々に提案されているが、スペクトル解析を経由するなど理論的に多少込み入った議論を必要としている。

本論文では、超音波パルスを上述の状況のもとでも音速測定に適用できるようにするためには、波動の伝搬そのものを理解することが必要と考え、分散性媒質下におけるパルスの適切な数学的表現を求めることを目的とした。特に、最も単純な場合として、群速度がパルスの帯域内で一定と見なせる場合を考察した。

その結果、元のパルスを Hilbert 変換を用いて複素信号の一種である解析信号に拡張することが有効であるという結論を得た。すなわち、元のパルスは伝搬するに従って徐々に歪んでいく一方で、解析信号の絶対値は、元のパルスの包絡線となり、その形を普遍に保ったまま群速度で媒質中を伝搬することを示した。このことから、解析信号の絶対値の2乗は、媒質内での弾性エネルギーの伝搬そのものを表現している可能性を示唆した。

また、パルスを解析信号によって表現する方法を、分散関係に振動数の2次の項が現れる場合に適用し以下の結果を得た。パルスのスペクトルの形が Gauss 型の場合には、波形は伝搬するに従い複雑に変化する一方で、解析信号から得られる包絡線は、Gauss 型の形状を保ちながら伝搬し、媒質内の各位置で波形を観測するとき、包絡線の最大値が現れる時間はパルスが中心周波数における群速度で伝搬したと仮定した場合に等しいことを示した。また、この包絡線が、伝搬するに従って減衰すること、および、標準偏差が大きくなっていくことを定量的に示した。

熱可塑性樹脂の摩擦・摩耗特性

Friction-Wear Characteristics of Thermoplastics

前田 利雄、櫻井 昭男

平成14年3月

第31回 FRP シンポジウム講演論文集

ポリエチレン、ポリプロピレン等はマテリアルリサイクルが可能であり今後レジャーボート等小型船舶への利用が急増することが考えられる。しかしながら、これらの材料は実績が少なく、経年劣化等の材料特性も明確でない。また、船体材料としての評価基準も整備されていない。このため当所では日本小型船舶検査機構と共同研究を結び、これらの材料の静的強度、疲労、衝撃試験等の動的強度、並びに紫外線、温度等の環境による劣化等の基本的特性を把握すると共に、船殻材料として使用する場合の検査・設計上の留意事項を策定する研究を行っている。本報告ではその一部のポリエチレン及びポリプロピレン平板の摩擦・摩耗特性に、さらに、供試材の FRP を追加するとともに使用状況を考慮した吸水状態での試験を加え、比較検討を行った結果を示した。供試材は熱可塑性樹脂5種類と熱可塑性樹脂複合材1種類及びガラスロービングクロス、カーボニッククロス、アラミドクロスを強化材に用いた繊維強化プラスチック(FRP)3種類とビニルエステル樹脂単体の計10種類である。相手材にはセメントモルタルを使用した。試験は JIS K7218 のプラスチックの滑り摩耗試験方法に準拠した回転式摩擦摩耗試験装置を用いて行った。これはディスク状の試験治具を用いて、上部ディスクに $10 \times 10 \times 3 \sim 4$ (元厚) mm の試験片を取り付け、下部ディスクには相手材のセメントモルタルを取り付けて圧着加圧し、下部ディスクを回転することにより摩擦・摩耗する方式である。

得られた主な結果は次の通りである。

- 1) 可塑性樹脂単体の動摩擦係数は $0.2 \sim 0.5$ と小さく、FRP の $1/2$ 以下であった。
- 2) 摩耗特性は比摩耗量を求めて比較したが、高密度ポリエチレンとポリプロピレンが $2 \sim 5 \times 10^{-8} \text{ mm}^3/(\text{N} \cdot \text{km})$ の良好な結果を示した。
- 3) 高密度ポリエチレン及びポリプロピレンの摩擦・摩耗特性は吸水や接触面における水膜の影響は受けにくい。

放射線誘起沸騰改善（第3報）

アルミナの表面濡れ性

Radiation induced boiling enhancement

(3rd report, Surface wettability on aluminium plate)

今井 康之、賞雅 寛而、古賀 達也、岡本 孝司、
植松 進

平成 14 年 3 月

(社)日本原子力学会 春の年会要旨集

沸騰現象において、沸騰気泡下のマイクロ液膜の挙動は、表面張力や濡れ性に大きく影響されるが、一般的に濡れ性が良いほど液膜が形成されやすくなる。その液膜形成を円滑に行わせる目的で、チタニア等の半導体材料を沸騰熱伝達壁面に用い、可視光以上の振動数のエネルギーの高い電磁波を照射すると光触媒反応が生じ、壁面を熱損傷することなく安定した高熱伝達率の核沸騰が行われること、すなわち放射線誘起表面活性 (RISA : Radiation Induced Surface Activation) 効果を確認してきた。

本研究では、この RISA の適応範囲を調べるために、通常絶縁材料であるアルミナ皮膜 (酸化アルミニウム) を用いて γ 線照射下における濡れ性の変化を調べた。試験片は、アルミニウム板片 (20×20×0.5mm) に前報と同様にプラズマ照射により表面酸化皮膜を形成し、東大及び京大の ^{60}Co 照射施設にて γ 線照射を行い、濡れ性を評価した。その結果、積算照射量 170kGy の γ 線照射により濡れ性は非常に良くなり、ほとんど超親水性状態になっていた。この傾向は前報で確認された酸化チタンやジルコニア等の酸化金属半導体と同じであるが、絶縁体であるアルミナにおいても半導体と同様に RISA が生じることが明らかになった。また、アルミナはこれら酸化金属半導体より少ない積算照射量で超親水性状態になることも示した。

Fatigue Strength of Thermo-Mechanically Controlled Process Steel and It's Weld Joint

TMCP 鋼の母材および溶接部の疲労強度について

川野 始 (海上技術安全研究所)

平成 14 年 5 月

Proceeding of ISOPE-2002 in Kita-Kyushu

新制御圧延 (TMCP) 鋼板が、船体や海洋構造物のための高張力鋼として広く使われ始めている。TMCP 鋼は、従来鋼に比べて、溶接性の改善や大入熱溶接熱影響部 (HAZ 部) の靱性が優れているなどの大きな長所があるが、その反面、大入熱溶接などの熱サイクルを受けた部分では TMCP による強度上昇効果の低減あるいは消滅が生じて、溶接継手の熱影響部に軟化が生じる。これらを踏まえて、TMCP 鋼の疲労強度の検証研究が既に我国では多く成されているが、本報告では、設計者への要点紹介という見地から、表題キーワードの下で文献レビューを実施した結果について取りまとめた。特に、TMCP 鋼と従来鋼との即物的な比較強度の実験結果、および HAZ 軟化が種々の疲労現象に及ぼす影響を詳細に調べた研究結果について報告する。主要項目は次の通りである。

- (1) 母材の疲労強度—従来鋼との比較強度について—
- (2) 溶接部の疲労強度— " —
- (3) 疲労き裂伝播特性— " —
- (4) 溶接部 HAZ 軟化が及ぼす影響精査
 - 1) HAZ 軟化について
 - 2) HAZ 軟化部の切り出し試験片および再現熱サイクル試験片による知見
 - 3) HAZ 軟化部と隅肉溶接止端部の近接効果
 - 4) HAZ 軟化部でのき裂伝播挙動
- (5) 板厚方向 (Z 方向) の疲労特性
- (6) 海水環境下の疲労強度

溶接熱影響部(HAZ)における硬化域と軟化域の発生模式図

**Measurement of Methane Hydrate Dissociation for
Application to Natural Gas Storage and
Transportation**

天然ガスの貯蔵・輸送への適用を目的とした
メタンハイドレートの分解挙動の計測

城田 英之、綾 威雄、波江 貞弘、

Phaneendra Bollavaram, Douglas Turner, E.Dendy Sloan

平成14年5月

Proceeding of 4th ICGH

(International Conference on Gas Hydrate)

近年、複数の研究グループによってハイドレートの準安定性（自己保存性）が報告されている。高密度ガス包蔵性に加え、その準安定性を経済効率良く利用することができれば、経済的理由でこれまでに未開発の天然ガスを、液化天然ガス（LNG）による方法よりも高温かつ低圧で貯蔵・輸送することができる可能性がある

著者らは自己保存性の天然ガスの貯蔵・輸送への適用可能性を調べるために、実験室レベルでメタンハイドレートの分解挙動実験を行った。本研究では、融点よりやや高い温度で融解する氷とガスを高圧下に置くことにより、ハイドレートを徐々に生成させた。-7.5 から 0 の温度範囲で大気圧下にあるメタンハイドレートの分解挙動を計測したところ、約5 で分解が極めて遅くなる様子が確認された。この結果は Stem らの報告と定性的に一致していたが、定量的には異なる結果であった。また、ハイドレート生成に用いる氷粒径を 250 μm から 1,180 μm の範囲で変化させてハイドレートの分解挙動を計測した。氷粒径が分解に与える影響は今後さらに徹底的に調べる必要があるものの、大きな氷粒径（1,180 μm ）から生成されたハイドレートについてもかなり分解が遅いことを確認した。本研究において最も分解が遅かったデータを外挿した結果、全てのサンプルが分解し終わるまでの時間はおよそ 120 日と見積もられた。この結果は、ハイドレートの自己保存性を天然ガスの貯蔵・輸送に実際に適用する点から非常に有望な結果であると思われる。

著者らはまた、天然ガスハイドレートの製造/輸送の基本的なコンセプトを提案し、Gudmundsson らによるコンセプトと比較することによりその得失について論じた。著者らのコンセプトの主要な利点は、(1)液化によるエネルギー損失を防ぐこと、及び貯蔵用装置建造費用を削減できること、(2)ハイドレート製造後の脱水プロセス及び脱水装置建造費用が不要である（氷からハイドレートの転換率がほぼ 100%であったという著者らの実験結果に基づく）こと等である。

燃料噴射系の電子制御時の熱発生率解析（その2）

Heat-Release Analysis on the Case Marine Diesel Engine with
an Electronically Controlled Fuel (Part 2)

張潔 高杉喜雄、石村恵以子、菅進

平成14年5月

日本マリンエンジニアリング学会第67回マリンエンジニアリング学術講演会 講演論文集

われわれは先に船用中型ディーゼル機関を用いて燃料噴射系の電子制御化の実験を行い、燃料消費率と大気汚染物質を同時に削減できる可能性を実証的に示した。実験的な制約から、確認できた範囲は低負荷に限られたが、電子制御技術を活用することにより、より広い範囲で最適化を図ることが可能と思われる。

本研究は計算手法で燃焼制御の効果を推測することを目的として実施したもので、実験で得られた電子制御時の燃焼パターンをモデル化し、その特性を明らかにすると共に、実験範囲外の条件での燃焼特性を推測する方法を示した。モデルには Wiebe の式を拡張したものをを用いた。本計算によって、実験装置の制限を越えた範囲での性能の検討を容易に実施することができる。

Shipping Water Load due to Deck Wetness

海水打ち込みによる荷重について

小川剛孝、南真紀子、谷沢克治、熊野 厚、
松波亮樹、林 竜也

平成 14 年 5 月

Proceeding of ISOPE(International Offshore and Polar
Engineering Conference)2002

船舶の波浪中における安全性を確保するための基準のひとつとして、国際的には満載喫水線条約、国内的には満載喫水線規則が定められている。近年、策定当時と運行実態が変化してきたこと等を背景に IMO(国際海事機関)において見直し作業が行われている。この見直し作業は段階的に行われており、現在、最小船首高さの設定式やハッチカバー強度について技術的検討が行われている。

このうちハッチカバー強度に関して、条約中では強度及びそれを規定するための荷重が設定されている。一方、近年のバルクキャリアの海難事故が多数発生したため、船級協会の国際組織である IACS(International Association of Classification Society)が統一要件 UR-S21 によりバルクキャリアのハッチカバー強度をレベルアップした。この事が見直し作業において、荷重の妥当性の議論に拍車をかけている。

ハッチカバー強度及び設定荷重を定量的に議論するためには海水打ち込みによる荷重の把握が必要になると考えられる。しかしながら、打ち込み水の挙動は複雑であり、実験的研究が重要になると考えられるが、その複雑さ等から荷重の直接計測及び定量的な評価は国内外にわからず殆ど行われていなかった。

そこで、当所において大波高中で模型試験を実施し、上甲板及びハッチカバーにはたらく打ち込み荷重の計測を行った。これにより

- 1) 船体運動や相対水位と打ち込み荷重の相関
 - 2) 打ち込み荷重の統計的性質
 - 3) 現行基準等との比較
- について検討を行った。

1)については、これまでに著者の一人が開発した甲板上水位水分布の推定法と水位分布を入力とした荷重の推定法を組み合わせ推定を行ったところ、実験値とよく一致することがわかった。これにより船体運動及び相対水位と打ち込み荷重の定量的な相関が理論的に確かめられた。また、2)についても著者の一人が開発した予測法を用いて推定した確率密度関数は実験値とよく一致しており、合理的な結果であることが確認できた。これらの結果をもとに、3)として現行基準で規定されている荷重との比較を行った。その結果、計測された打ち込み荷重は、満載喫水線条約で設定している荷重を大きく上回る結果となり、強度も含めて更に検討を行う必要性が確認された。

On the Drifting Speed of

Floating Bodies in Waves

波による浮体の漂流速度について

谷沢克治、南真紀子、井本泰司

平成 14 年 5 月

Proceeding of ISOPE (International Offshore and
Polar Engineering Conference) 2002

海上技術安全研究所では平成 10 年度より特別研究「荒天下における航行不能船舶の漂流防止法等に関する研究」を実施し、漂流運動の研究ならびに最適曳航法の研究を行っている。著者らは本特別研究の一環として波による漂流速度の推定法を海上保安庁水路部(以下では水路部と記す)と共同で研究し、水路部で開発・運用している浮体の漂流経路予測システムに波による漂流速度成分を加え、漂流経路の予測精度の向上を目指している。水路部の漂流経路予測システムでは海流・潮流・風による吹送流等の漂流経路予測にとって主要な成分は全て考慮されているが、波による漂流速度成分は厳密には考慮されず、風の影響に含めて Wind Wave Factor として取り扱われている。これは、簡便に利用できる波による漂流速度の推定法が無いためである。そこで、著者らは波による漂流速度推定法の開発に関する基礎データ収集のため、二次元水槽において漂流を許した状態で浮体の波浪中運動と漂流速度を計測した。また 3 次元浮体として、水路部が漂流経路予測システムの検定に用いている小型漂流ブイの実物を用い、試験水槽で規則波ならびに不規則波中での漂流速度を計測した。本報ではこれらの試験研究で得られた以下の知見について報告した。

短波長域においては波漂流力による速度成分が支配的である。漂流速度は波漂流力と流体抗力との釣り合いから決定され、波高に比例して増加する。

砕波を伴う大波高中においては、砕波による流れ成分により漂流速度が加速するものと予測していたが、それは瞬間的なもので、平均的な漂流速度への影響は予想外に小さいことが分かった。短波長域においては砕波する場合にも漂流速度は概ね波高に比例する。

長波長域においては、波の質量輸送速度成分が支配的である。漂流速度は波の質量輸送速度で与えられ、ほぼ波高の二乗に比例して増大する。

短波長域の不規則波中での漂流速度は、有義波高と目視波周期に対応する波数を不規則波の特性を表す量として用いると、規則波による漂流速度の推定式で近似することができる。

また、これらの知見を総合して全波長域に適用できる波による浮体の漂流速度推定式を提案したので、併せて報告した。

SOLAS 条約第 -2 章(防火構造・消火設備)の全面改正

Total revision to SOLAS chapter -2(Fire protection and fire extinguishing systems)

吉田 公一

平成 14 年

日本海事協会 会誌

本稿は、国際海事機関(IMO)における海上人命安全条約(SOLAS 条約)の防火規則である第 -2 章の改正を解説している。

SOLAS では、船舶の防火に関する規則はその付属書第 -2 章に規定されている。1974 年以来、オイルタンカーや旅客船の大きな火災が度々起こり、この防火規則は、そのような船舶の火災事故が再度発生しないように手当てを施すための改正が度々行われて来た。それらは主に、船舶の防火のための構造や諸設備を細かく規定するものであった。その結果、規則が繁雑になって来ており、またその規定が仕様のため、新しい防火技術の導入が難しいものとなって来た。そこで、第 -2 章の防火規則を簡潔かつ応用性の広いものとするが必要となり、IMO の防火小委員会(FP)では SOLAS 条約第 -2 章の全面見直しと改正案作成作業を 1994 年から開始し、2000 年 2 月に完成させた。この条約改正案は、2000 年 12 月の IMO 海上安全委員会にて採択された結果、2002 年 7 月 1 日には発行することとなっている。

この新 -2 章では、船舶防火の新技術や新設計にも対応できるように、船舶の火災安全及び防火の基本要件を明らかに示した。「出火しないこと」、「出火を早期に見見すること」、「出火した火災を広げないこと」、「安全な避難手段を確保すること」及び「火災による被害を最小限に食い止めること」。また各規則が求める要件の骨子を規則毎に掲げ、さらに新技術及び新設計の防火機能の同等性を評価する方法を規則として定めた。

第 -2 章の内容は、規則の適用、防火に関する基本要件及び用語の定義を Part A とした。火災の発生防止と区画内での火災拡大の防止を Part B にまとめた。火災の区画内での封じ込みと消化を Part C とした。また、火災探知は消火活動と関係するため、Part C に組み込んだ。安全な避難経路の確保は Part D とした。

また、保守管理及び訓練などの人的要因に関する規定を整理して明確にした(Part E)。さらに、新しい技術に基づいた新防火設備及び新しい船舶設計に対応するために、それらの設備及び設計の火災安全性能が、第 -2 章が要求する火災安全性能要件を満たしているかを評価する方法の規定として、同等性能評価の規定(第 17 規則)を設けた(Part F)。

また、個別の防火システムに関する技術基準を SOLAS 第 -2 章から外し、条約の下で強制力のある火災安全設備コード(Fire Safety Systems Code : FSS コード)として基準をまとめた。

Model Test on the Collapse Strength of the Buffer Bow Structures

緩衝型船首構造の圧潰強度に関する模型試験

遠藤久芳、山田安平、北村 欧(三菱重工)

鈴木克幸(東大)

平成 14 年 10 月

Marine Structures 15-4(2002)

ICCGS2001(第2回船舶の衝突座礁に関する国際会議)にて発表した論文であるが、発表論文の中からセレクトされて雑誌"Marine Structures"に掲載されることになったものである。以下、論文の概要を示す。

衝突されたタンカーからの油流出に起因する環境汚染事故は今なお後を絶たない。この種の事故を未然に防止するためには、潜在的な衝突船の船首を緩衝型構造とすることが有効であると考えられるようになってきている。本研究では、船首部分の縮尺構造模型を作製して圧潰強度実験を実施し、崩壊メカニズム及び反力・破壊吸収エネルギー特性等について調べた。Suezmax 級タンカー扁平型バルバスバウをプロトタイプ構造として、縮尺約 1/5 程度を想定した、実船相似構造模型 3 体(BB-A, BB-B, BB-C)及び簡略円錐筒模型 3 体(BC-A, BC-B, BC-C)の 2 種類計 6 体の模型を実験に供した。補強様式は、軸方向の強度が比較的小となるように横肋骨(リングフレーム)式とした。1 ケースを除いて被衝突物は剛体を想定した。BB-A については、ダブルハル VLCC 船側構造の縮尺模型 SS に衝突させた。

総てのケースについて FEM シミュレーション解析を実施して、実験結果と比較検証した。得られた結論は以下の通りである。

- (1) 横肋骨(リングフレーム)式で防撓されたバルバスバウ部が衝突すると、先端から順に同心円状の Folding(折り畳み)が進展して逐次崩壊する。この崩壊モードでは、ある大きさの反力履歴が繰り返されるので、破壊吸収エネルギー性能上有利である。
- (2) Folding スパンは、リングフレームスペースと一致するかこれよりも小となる。
- (3) 細長比(フレームスペースと板厚の比)の大きさは、崩壊モード形状及び衝突反力特性にあまり影響しない。
- (4) FEM シミュレーション解析結果は、崩壊モード及び反力履歴について実験結果と良く対応した。
- (5) 実船体船側構造と衝突させた BB-A の場合には、衝突初期段階では船側外板が一方的に凹損しこの船側外板に船首先端部が包みこまれた。この凹損はある段階で停止して、その後は船首が一方的に崩壊した。この段階における船首の崩壊状況は剛体と衝突させた BB-B, BB-C の場合と同様であった。

以上の研究結果を参照して、緩衝型船首構造を実船舶に適用する場合の合理的な設計法について若干の指針を示した。

IMO 関連会議出席報告と油回収船の研究開発の紹介

Report of IMO related conference and
introduction of R&D of oil recovery vessel

原 正一
平成 14 年 7 月
海上防災 7 月号

IMO（国際海事機関）主催の高粘性油対応に関する第 3 回 R&D Forum がフランスの西海岸に位置するプレストにおいて、平成 14 年 3 月 11 日～13 日に開催された。プレストは、仏の西部に位置する地方都市（パリから TGV で約 4 時間、航空機で約 1 時間 15 分）で、人口は約 30 万人、軍港がある。本会議は、3 月 4 日～8 日にロンドンで IMO の MEPC（海洋環境保護委員会）が開催後、引き続き開催場所を移して行われた。1997 年 1 月にナホトカ号事故、1999 年 12 月にエリカ号事故が連続して発生し、海洋環境に多大な被害が起こったことを受け、事故の際に流出した重油のような粘度の高い油の対応に関する研究開発がテーマとなった。さらに、R&D Forum の終了後には地元プレストに所在するセドレという研究所の主催で「エリカ号とその他の油流出事故からの学んだ技術的教訓」と題するテーマで 3 月 13 日～16 日まで講演発表会が行われた。会議開催場所は、プレスト市の中心にある Quarts と呼ばれる会議場であり、劇場に使用される大きな会議場がひとつといくつかの小さな会議場がある。セドレは前者の会議の後援を主に担当しており、参加者は登録者ベースで 600 名と聞いており文字どおりの大国際会議であった。なお、会議開催期間には、各国のメーカーによる油回収機器関連のデモ、展示などが行われており、油回収船及び油回収装置の実演の見学がセドレで実施された。見学は、決められた時間にバスが会議場とセドレとの間を往復しており、1 日に数回デモが行われていた。セドレは、フランスの油関係の専門家集団で、職員が 40 名程度のこじんまりとした研究組織であるが、エリカ号事故のような災害が発生した際、首相直轄のアドバイザーとなり行政機関と連携して海洋汚染被害対策に対応する。油汚染事故後の油回収業務に対するアドバイス、環境影響評価なども業務とする機関である。

著者は、両方の会議に出席し、IMO 主催の会議にはボスター発表を、またセドレ主催の会議には講演を行った。会議の内容と筆者の発表した「多目的作業船の性能向上」の研究内容を簡単に紹介した。

Propositions pratiques aux capitaines et aux legislateurs pour un transport maritime plus sûr pour l'environnement

環境の安全航海のための船長及び
法規制作成者に対する実用的な提案
原 正一

平成 14 年 7 月
フランス船長協会 AFCAN 7 月号

本報告書は、航海の安全・環境を守るために船長あるいは法規制作成者に対する実用的な提案をまとめたものである。主な内容は、以下の 4 項目である。

(1) 緊急曳航に対する経験の寄与

緊急曳航に関する曳航ルート、気象条件、索張力、遭難船の船体状況等のデータベースが使用できれば、救難業務に携わる者にとって貴重な判断材料となるため極めて有用である。しかしながら、そのようなデータベースはなく、曳航業者独自の経験や勘に頼っているのが実状である。IMO の傘下において、このようなデータベースの提案できるような曳航技術国際ワーキンググループの結成が重要であるが、現在でもセドレと海上技術安全研究所が実施しているような共同研究の枠組みからの拡張も検討できる。

(2) 折損・転覆船舶に対する曳航治具

エリカ号の重油流出事故では、船尾に設置された曳航装置が有効であった。ただし、この装置は 20,000 トン以上のタンカーのみに設置が義務付けられているだけである。折損あるいは転覆した船体の曳航については、ナホトカ号事故にみられるように、索取りは最も困難であり救難業務は決死のものとなる。潜水作業が可能な場合、没水部に索取りができるような曳航治具を取り付けておくことが有効であり、その位置も操縦性、抵抗等を勘案して決定しなければならない。本件は、(1)の緊急曳航と密接に関連しており、ワーキンググループで議論すべき課題である。

(3) 環境負荷責任に関する船長の基本的訓練

船の所有者あるいは運航者に対して、彼らの海洋汚染が如何に沿岸住民に見られているのか知らしむことの重要性は明らかである。たった 3 日間の訓練セッションが彼らの潜在的汚染に対する態度を変える可能性があり、航行する国に関する現実的な責任を理解できるのである。セドレはこのような趣旨での教育に積極的に取り組み、将来は IMO のレベルで訓練コースの設立を期待する。

(4) 船舶及び貨物情報の迅速な転送

遭難船舶は、船体構造、装備品、貨物に関して CD-ROM の形式あるいは船上のコンピュータからただちにダウンロードできるもので、重要情報として海難救難機関に提供することを考慮すべきである。この情報は、救助機関の救助方法の方策、手段を検討するための判断材料となり、的確、迅速な救助を可能とする。

Third order wave force on axisymmetric bodies

任意軸対象浮体に働く3次波力

Bin Teng、加藤俊司

平成14年4月

Ocean Engineering Vol.29

緊張係留構造物 (TLP) のリング現象とは、バースト現象を伴う高次の同調振動現象である。この現象は、TLP の係留部要素であるテンドンの疲労損傷、破壊さらには係留系の全壊を引き起こす可能性があるため、その振動の発生メカニズムの解明及び応答の予測は非常に重要であるがその発生原因はまだ明確になっていない。3次波力が引き金になっているといわれている。3次波力推定に関し、Malenica and Molin (M&M; 1995) は摂動理論を2次から3次まで拡張し、解析解が利用できる一様円柱パイルに作用する高次のサージ力の計算結果を世界で初めて示している。

本論では、任意の軸対象浮体に作用する3次波力の特性を調査するために、M&M 理論 (線形ポテンシャルは厳密解、2次ポテンシャルには準解析解を使用) を拡張し、高次面境界要素法を適用した数値解法を導入した。

その結果、一様円柱パイルに対する本計算結果とM&M 理論結果は、完全に一致することが判明した。

また、一様円柱浮体に対し、波力測定のための水槽試験を行い、3次波力までの結果について本計算結果と実験結果を比較した。その結果、 $ka < 1.0$ (k : 波数、 A は波振幅) の低周波数域では実験結果と計算結果はよく一致することが判明した。さらに、喫水が深くなればなるほど低周波数域 ($ka = 0.5$ 付近) で3次のピッチモーメントが喫水が浅い場合に比べてかなり大きくなるので注意が必要であり、リング起震源の1つの候補として検討する必要がある。

捕獲法によるエントレインメント・デポジション量の測定 (ほか2項目)

Measurement of liquid droplet transfer (entrainment & deposition) rate by capture method

(including another 2 items)

波江貞弘、小泉安郎 (工学院大学)

平成14年3月

「混相流計測法」; 原子力学会編、森北出版社

日本原子力学会熱流動部会「二相流計測に関する評価」研究専門委員会において、二相流計測技術に関する情報の整理を目的として、これまでの二相流計測技術の総覧的資料集を作成することとなった。この資料作成に当たり、可能な範囲でできるだけ多くの二相流計測技術につき、技術の原理、応用方法、応用測定例、文献リストまでを含む資料収集、原稿執筆が、各分野の専門家に依頼された。

本稿は、その内の気液噴霧二相流に関する分野、特に、捕獲法・痕跡法による液滴径の測定、等速吸引管法 (等速吸引管、全圧管) による速度測定、捕獲法によるエントレインメント・デポジション量の測定、の3項目について、測定原理、応用方法、測定データ例、参考文献リストをまとめ、今後の技術資料として活用されるよう解説したものである。

においては、液滴粒径分布形状、平均径の定義、加熱・加圧系を含む場合の計測方法、噴霧二相流における粒径分布の測定例を示している。においては、等速吸引法 (isokinetic sampling method) と称される計測法による気相速度、液滴速度、液滴体積率の同時計測の原理、実際の測定方法、噴霧二相流における速度ならびに体積率分布の測定例を示している。においては、二相乱流における液滴伝達係数の定義、測定原理、実際の測定方法、加熱・高圧系を含む全液滴流量比 (エントレインメント)・液滴伝達量、伝達係数の測定データを示している。