

所外発表論文等概要

<推進性能部>

実船プロペラ翼面圧力計測
— 通常型プロペラに関する計測 —
Measurement of Pressure Distribution
on a Full Scale Propeller
— Measurement on a Conventional Propeller —
右近良孝、工藤達郎、黒部雄三
上入佐光、湯浅 肇、久保博尚、板谷芳樹
平成2年11月
日本造船学会論文集 168号

実船のプロペラがどのような状態で作動しているかを知ることは、設計者のみならず研究者の永年の夢であった。実船のプロペラを設計する上で用いられるプロペラ揚力面計算が有効に機能しているかを確かめる上で不可欠なのは実船プロペラ翼面圧力計測である。本論文では、実船プロペラ翼面圧力計測法を開発し、運輸省航海訓練所の練習船「青雲丸」のプロペラで計測を行った。本計測のためにプロペラは通常型に換装された。翼面圧力計測システムはこの計測のために新たに開発され、プロペラ加工、圧力計取付け並びに配線工事に細心の注意が払われた。

圧力計はプロペラに加わる荷重による歪みの影響を受けない様に設計がなされ、この確認のための予備試験もなされた。実船計測に先立って、ドック中でキャリブレーションがなされた。

実船計測は相模湾沖並びに伊豆七島沖で行われたが、注意深い運航により、プロペラ回転数によらず $K_T=0.210$ の作動条件に保たれた。プロペラ回転数並びに相似な位置での圧力計によらず再現性があり、精度の高い実験となった。この計測結果とプロペラ揚力面計算との比較をした結果、特に前縁側での一致は驚異的であった。一方、翼端側や正面側で実験値と計算値の一致は良くなかった。この傾向は模型プロペラでも見られたことから、既存理論の欠点を明らかにすることができた。

本計測結果は、プロペラ設計法並びにCFDを始めとする計算法開発のための標準データとなって活用されていくことが期待できる。

A Cell-centered, Finite-Volume Upwind Scheme
with Global Conservation

グローバルな保存性をもった Cell-centered な
有限体積上流差分スキーム

児玉良明

平成 2 年11月

日本造船学会秋季講演会論文集 168号

高精度の上流差分スキームを、有限体積法を用いて保存形で定式化した。Cartesian 座標で記述された支配法定式を、物体適合座標系 (BFC) に座標変換した。格子セルの中心に流速や圧力の未知数を配置する cell-centered 法を採用し、格子セルをコントロールボリュームとして用いて、有限体積法で支配方程式を離散化した。セル界面の両側でのフラックスの差を保存的に構成し、そのマトリックスの固有値の正負を用いて信号の伝播方向を判別し、上流差分の定式化を行った。物体表面等の境界面上では、運動量や質量フラックスを直接評価し、計算スキームに組みこむことによって、グローバルな保存性をもったスキームを構成した。

計算例として、レイノルズ数 $Re = 40$ の 2 次元円柱まわりの流れを計算した。そして、計算結果においてグローバルな保存性が成り立つことを確認し、また、他の計算結果と良い一致を示すことがわかった。

Cell-centered 法の 1 つの問題点として、計算結果が格子分布に依存することがあげられるが、この点をしらべるため、同じ円柱まわり流れを異なる格子トポロジー (H-grid) を用いて計算した。その結果、圧力分布のごく一部に折れ曲がりが見られるものの、積分値である円柱の抵抗値は、前の計算 (O-grid) と 0.1% しか差が無く、格子分布への依存性が十分に小さいことがわかった。

Implicit Geometrical Method による格子生成
Grid Generation by Implicit Geometrical Method

児玉良明

平成 2 年12月

第 4 回数値流体力学シンポジウム講演集

新しい格子生成法が提案されている。これは Implicit Geometrical Method とよばれる。以前に著者が開発した Geometrical Method を改良したものである。この新しい方法では、格子点位置の逐次修正の式を時間変化の式とみなし、時間差分オペレータを陰的なものにおきかえ、適当な重みをかけた直変化・平滑化・物体表面への集中化・最小間隔の確保の 4 つの要請のバランスの下に、収束格子を生成する。

平滑化では、従来の 2 階差分オペレータにかわって 4 階差分オペレータが用いられる。これにより、他の要請との干渉が大幅に減少した。

物体表面への集中化では、点列の間隔を与えられたものに近づけるために、点を中心差分オペレータを用いて移動させる。

最小間隔の確保では、隣接する点の間隔がある与えられた値よりも小さくなったときに、その間隔を広げるように、点を中心差分オペレータを用いて移動させる。

直変化では、点が周囲の辺から立てた垂線の上にくるように点を移動させる。

適用例として、2 次元翼型まわりの C 格子が示された。迎角が大きくなり困難な状況においても、本方法が有効に機能することが示された。

複合多重格子法による
複雑形状領域内流れの計算

Numerical Simulation of a Flow in Complex
Geometry Using a Composite Multigrid Method

日夏宗彦

平成2年12月

第4回数値流体力学シンポジウム講演集

流れを差分法によって数値解析するとき、一般に流れ場を格子分割するのに少なからず労力を要する。特に流れ場が複雑な形状を有する場合、これを単一格子系で分割することは困難を伴う。これを避ける一手法に複合格子法がある。これは、流れ場を複数の領域に分け、それぞれの領域において直交法のよい単純な格子系で分割し、計算はそれぞれの計算結果をやりとりしながら反復計算して解を求める手法である。本研究では、この手法を流れの解析に応用した。

一方、今回対象とした流れは非定常非圧縮流れで、これは Fractional Step Method により時間積分した。このとき、圧力に関するポアソン方程式を解かなければならず、この部分に多くの計算時間が費やされる。この部分を効率よく解くことは、計算時間の短縮につながり非常に重要である。本研究では、この計算に楕円型方程式を効率よく解く手法の一つである多重格子法を用いた。

上記のように流れ場は複合格子法により複数領域に分割されているため、圧力を解くときには複合格子法と多重格子法を組み合わせる必要がある。そこで、複合多重格子法における内部境界条件の取扱いについて考察を行って、効率のよい計算手法を開発した。

計算手法のチェックは、二次元正方キャビティー流れを計算することで行った。その後、応用計算例として、食い違い正方キャビティー流れと正方形-扇形組み合わせキャビティー流れをそれぞれ計算し、本計算法の有効性を示した。

<運動性能部>

境界要素法による波浪中2次元浮体の
非線形シミュレーション法について

A Numerical Method for Nonlinear Simulation
of 2-D Body Motions in Waves

by means of B. E. M.

谷澤克治、沢田博史

平成2年11月

日本造船学会論文集 168号

荒天海象下、極限状態におかれた船舶の耐航性能の限界を調べるのに有力な手段となる非線形数値シミュレーション法を開発した。本計算法は波浪中の任意形状を持つ二次元浮体の Radiation-Diffraction 問題を時間領域で解くために開発したもので、浮体表面の変動圧を高精度で計算するために速度場および加速度場の双方を解く点の特徴である。加速度場では浮体表面の境界条件が陽に定められないため、本計算法では流体と浮体との間の動的な力の釣合条件から導かれる加速度ポテンシャル値 ϕ_a とそのフラックス ϕ_n との関係式を浮体表面の境界条件式として用いている。この手法は流体と浮体との間の動的な力の釣合をすべての時間ステップで厳密に満足させることを可能にするため、変動圧の計算に過去と現在のポテンシャル値間の後退差分を用いる従来の手法に比べて原理的に高精度である。また変動圧の計算精度が時間刻みに依存しない点も本計算法の長所である。

本計算法の検証として次の2例について計算結果と模型実験結果の比較を行った。

- 1) 船体中央横断面形状の二次元浮体の入射波に対する過渡応答。
- 2) フレア部形状の二次元浮体の規則波中での Roll 運動が波と同じ周期の規則的な運動から倍周期のパラメータ振動へと移り変わる過程。

これらの例ではいずれも計算結果は実験結果と良く一致しており、本計算法の有効性が確認された。

<構造強度部>

Longitudinal Strength of the Fore Body of
Ships Suffering from Slamming
スラミングを受ける船首部の縦強度

遠藤久芳、田中義照、青木元也

井上 肇、山本善之

平成2年8月

The Society of Naval Architects of Japan,
Naval Architecture and Ocean Engineering Vol. 27

本論文は、昭和63年に日本造船学会にて発表した同表題「スラミングを受ける船首部の縦強度」論文を、英文論文集用に英訳・改訂したものである。

荒天下を航行中船舶が船首部に激しいスラミングを受けて、縦強度上の耐力限界を越えることがある。このような場合の、崩壊過程のメカニズムおよび終局強度について、模型実験および理論解析を通して検討した結果を述べた。

代表的な3種の貨物船を想定実船として、そのNo.1船倉付近を取り上げ、縮尺1/6~1/8の相似模型3体(B:撒積船、O:鉤石専用船、C:コンテナ船)を作製し、崩壊実験に供した。総ての模型は先ず船側外板が剪断により降伏し、この降伏域の広がりと共に、縦曲げによる上甲板の圧縮応力が急増した。最終的には、上甲板の座屈により断面崩壊に至った。ただし、C模型のようにV型断面形状を有し上甲板や船底外板の面積が小さい場合には、船側の降伏が直ちに断面崩壊を引き起こした。

以上の崩壊のメカニズムを説明しうる解析法を開発した。船側降伏後は船側中央部に剪断核が発生し、この剪断核の領域が船側の上下方向に進展すると仮定して梁理論を拡張した本解析法による計算結果は、実験において確認された崩壊メカニズムおよび終局強度と良い対応を示すことが検証された。

相対的に大きな剪断力を受ける船首部の崩壊強度の特性に関して、以下の結論が得られた。

1. 船側が剪断降伏し始める荷重を越えてから、断面崩壊に至るまでの強度余裕は小さい。
2. 船側が剪断降伏した後、上甲板の圧縮応力が急増するために、上甲板の座屈崩壊が加速される結果、断面の最大抵抗曲げモーメントが大きく低下する。

海洋空間利用計画と環境

Planning of Ocean Space Utilization
and Environment

遠藤久芳、井上義行、磯部英一、堀田健治

高木幹雄、登川幸生

平成3年1月

日本造船学会第10回海洋工学シンポジウム

海洋空間の利用が、輸送や漁業あるいは沿海域での生産活動を中心としたものから、今後はその利用形態も多様化してくることが予想される。そこでは人間の各種活動および居住その他の施設や空間の維持・管理問題に対しても海の影響を無視することはできない。従って、このような環境の特殊性を十分考慮して快適性や安全性、効率性を確保するための努力が払われねばならない。

海洋空間利用計画と環境を考える場合、環境が構造物や人間の活動・行動に与える影響と、逆にそれらが環境に与える影響とがある。前者においては、物あるいは人間の活動を中心にして人間工学をも含めて環境の評価が試みられてきた。一方、後者においては、主に環境アセスメントによる影響の程度について評価されてきた。

本報告では、(1)人間活動・居住の環境としての海洋の評価、(2)計画が環境に与える影響の評価法、(3)構造物計画に及ぼす環境の評価における問題点、の3つの観点から計画と環境の係わりを以下のように概括した。(1)では、洋上生活における人間の生理的および心理的影響についての調査結果および評価基準について述べた。(2)では、海洋に関係する自然環境、生活環境、社会環境について、評価項目の抽出、各項目間の因果関係と影響の予測法および評価の問題点などについて述べた。(3)では、外力推定等に関連する環境の評価における問題点に注目し、海洋環境として、風、潮流・海流、波浪、生物付着、地震、津波および海底地形・地質などを取り上げ、計測法や計測データの現状について述べた。

セミサブ OS モデルへの信頼性設計の適用
(その2 - 全体崩壊)

Reliability Analysis of a Semisubmersible
Offshore Structure (OS-Model),
(2nd Report-Overall Collapse)

遠藤久芳、岡田真三、小林雅志、岡田博雄
山本規雄、山本 聡、杉本広憲、服部陽一
平成 3 年 1 月

日本造船学会第10回海洋工学シンポジウム

前報(「セミサブ OS モデルへの信頼性設計の適用」、第9回海洋工学シンポジウム)では、海洋構造物の設計における信頼性設計法の概要を示すと共に、セミサブ型海洋構造物の実機相当モデル(OSモデル)を対象に、ブレース部材の降伏、座屈、疲労の各損傷モードに対する信頼性評価を行いその結果を報告した。

一般に、海洋構造物は多部材からなる冗長性を有する構造物であるため、その安全性を評価する際に、構造物全体のシステム信頼性を明らかにすることが重要となる。一方、構造設計者にとっては、その安全性を確保するために、最適かつ合理的な部材寸法および部材配置についての情報が不可欠である。

本報では、著者らの一部が開発した立体骨組構造の確率的塑性崩壊解析法を、OSモデルに適用し、その崩壊モードおよび崩壊確率の計算を試みた。この際、構造物の全体崩壊に対して適用する極限波浪荷重について、その確率モデルを設定する一方法を提案した。すなわち、最も崩壊確率の高いある特定の一部材の応答関数および長期予測結果を参照して、その応力レベルおよび変動を等価にするような等価規則波の波向、波長、波高の平均と分散を設定した。

計算結果によれば、セミサブの全体崩壊に対しては、波浪荷重よりも静荷重の方が支配的となること、このために崩壊パスはカラムおよびローワーハルから始まること、ブレース部材の破損確率は非常に小さいことなどが判明した。

また、現状の部材配置や部材寸法を変化させた場合の崩壊確率に及ぼす影響の程度を評価して、各部材の重要度、最適設計などについて考察を加えた。

非荷重伝達すみ肉溶接継手の疲労強度に及ぼす
残留応力の影響

Influence of Residual Stress on
Fatigue Strength of Non-load-carrying
Fillet Weld Joints

松岡一祥、高橋一比古、吉井徳治、藤井英輔
平成 3 年 2 月
溶接学会論文集 9 巻 1 号

本論文は、非荷重伝達すみ肉溶接継手の疲労強度に及ぼす板厚効果を、溶接残留応力の観点から実験的、解析的に取り扱っている。

溶接線方向の残留応力を板幅により、溶接線直角方向の残留応力を1パス当たりの入熱量により変化させたり十字溶接継手試験片を作製し、残留応力の測定と疲労試験を実施した。

溶接線方向残留応力に及ぼす板厚の影響は顕著だった。しかし、溶接線直角方向残留応力は板幅によりあまり変化しなかった。同じ板厚の場合、溶接線直角方向残留応力は、1パス当たりの入熱量が小さいほど大きくなった。この溶接線直角方向残留応力は、入熱量、板厚および降伏応力からなる無次元量で表されることが明らかになった。すなわち、降伏応力が一定なら板厚が大きいほど、1パス当たりの入熱量が小さいほどこの残留応力は大きな引張となる。1パス当たりの入熱量が同じ場合、板幅は疲労強度に影響を与えなかった。しかし、同じ板厚の場合、1パス当たりの入熱量は、疲労強度に大きな影響を与えた。すなわち、1パス当たりの入熱量が大きいほど疲労強度は大きかった。また、入熱量、板厚および降伏応力からなる無次元量が同じなら、疲労強度も等しいことが明らかになった。以上から、非荷重伝達すみ肉溶接継手の疲労強度は溶接止端部の溶接線直角方向残留応力の影響を受け、板厚が大きく、1パス当たりの入熱量が小さいほど、残留応力は大きくなり、疲労強度が低下することが明らかとなった。

同規格の鋼材による疲労実験結果を加えて、溶接残留応力、溶接止端処理および応力集中の影響について検討した。溶接残留応力を平均応力に加算して整理すると、試験片形状および荷重方法による差が無くなること、溶接のままと止端処理した場合との差が明白になること、残留応力が大きい時には応力集中の効果が大きいことなどが明らかになった。

<機関動力部>

Safety Assessment of High Speed Vessel
Traffics Using Computer Simulation

コンピュータシミュレーションを用いた

高速船舶交通の安全性評価

沼野正義、村山雄二郎、福戸淳司、奥住恵子

平成3年1月

Proceedings of CADMO '91 Computer Methods in
Marine and Offshore Engineering

海上交通の発展とともに、海上における高速輸送に対するニーズも高まっている。これに応じて、様々なタイプの高速船が建造されている。輻輳した海域においては、高速船は、多くの他の高速船や一般船の航行する海域を安全に航行しなければならない。それゆえ、輻輳海域における高速船の航行を実現する前にその安全性を確認する必要がある。交通安全は様々な要因に影響されるとともに、何らかの不確定性を内包していることから、その評価は主観的にならざるをえない。

本論文では、海上高速交通のコンピュータシミュレーションについて論じるとともに、そのシミュレーション結果を用いた安全性の評価法を提案する。安全性の評価は、高速船および一般船の双方の操船者の立場から行うことが必要であり、そのために衝突確立等の統計的なアプローチでは不十分である。安全を担保するメカニズムを解明し、安全に影響を与える要因を明らかにし、適切に設定されたシナリオに基づいたシミュレーションによるケーススタディから、これらの要因の影響を評価することが必要である。また、シミュレーション結果から安全性の評価を得るためには、安全余裕を安全性の評価指標として用いることが有用である。

知能化船の安全評価のために船舶技術研究所においてすでにコンピュータシミュレーションシステムが構築されている。高速船の航行をシミュレートするために、操船装置を付加する等、このシミュレーションシステムを改良し、高速船の安全性評価のための予備的なシミュレーションを実施した。その結果から、定性的には、高速船の操船者にとっては時間的な余裕が、一般船の側では距離的な余裕が重要であると考えられる。

レーザー干渉 CT と火炎場の温度計測
Interferometric Tomography Measurement of
Temperature Fields in Combustion Flame

佐藤誠四郎

平成3年3月

非破壊検査協会非破壊検査 40巻3号

燃焼はエンジンや炉および各種の燃焼装置などに広く用いられている。しかし現状では燃焼現象を安全に理解するに至っていない。これは燃焼は化学反応を始め相変化、熱や物質移動、ガス流れなどいくつかの過程が同時に進行し、個々の過程が複雑なうえ、これらの過程が互いに密接に関連しながら行われているためである。またエネルギー資源の節約、工場、発電所、自動車などの交通機関から排出される汚染物質、さらには酸性雨、炭酸ガスによる温暖化などの環境問題を解決するには、先ず燃焼現象の詳細な観測が不可欠であり、このため適切な計測技術の開発が重要な課題となっている。

一般にエンジンや燃焼装置の解析には、火炎内の温度、流速、化学種濃度およびこれらの分布、時間変動量、平均値などの計測が必要である。このため、最近のレーザや撮像管およびデータ処理技術の進歩を背景として、レーザ応用計測が用いられ、従来主に1点の計測だったものが、瞬時における2次元計測が可能となり、1点の計測法を強力に補間する方法として、燃焼解析の有力なツールとなっている。しかし最終的には燃焼現象中での諸量の三次元的な現象の理解が必要なことはいうまでもない。

干渉法による燃焼温度の測定では、局所の値と同時に広い範囲の空間的な分布の形状とか広がりのような、全体の情報を非接触で得ることができるので、一次元計測の場合と同様に二次元計測法の補間法として、現象などの解明で有力な手法になると考えられる。

本稿では、燃焼において最も基本的な火炎温度測定法をとりあげ、ホログラフィ干渉法とコンピュータ断層影法(Computed Tomography CT)を用いた温度の三次元空間分布測定法について、測定原理、撮影光学系、適用例など研究の現状を述べたものである。

レーザ干渉、CT法による炎上温度分布測定
第2報、光線の屈折補正と外乱時のフリンジ解析法
Measurement of Flame Temperatures Profiles
by Interferometric Tomography
2nd Report, Fringe Analysis for Beam Refraction
and Disturbance
佐藤誠四郎、熊倉孝尚

平成3年3月

日本機械学会

関西支部第66期定時総会講演集 914巻2号

光干渉法による温度測定では光路方向の積分値が得られるので、温度分布が任意形状の場合の測定にはCT(Computed Tomography、コンピュータ断層撮影法)との組合せが必要である。著者らはさきに、任意形状の火炎温度を測定するため24方向の干渉像が同時に得られる多方向ホログラフィ干渉法光学系を提案し、その有効性を明らかにしている。しかし所要光学部品を少なくするためコリメータレンズや、結像レンズを用いないで、簡略化した光学系としているので、得られる干渉像や干渉縞の解析法が通常の場合と異なることが考えられる。

本報告は、多方向干渉光学系について、火炎による光線の屈折補正の必要性および火炎の熱放射による撮影乾板の変形、変位などの外乱が生じた場合の干渉縞の解析法の検討を行い、併せて本測定法を用いて予混合バーナ火炎の温度分布を測定したものである。

光線の屈折補正の必要性を調べるため、結像レンズを用いない投影型と結像レンズを用いるイメージ型の干渉像を同時に撮影し、両者の比較による評価を行なった。光線の屈折補正では、位相変化による補正とシュリーレン効果による補正を検討した。また火炎の熱放射の影響については、熱放射を受けない基準の干渉像と熱放射による外乱が加わった干渉像の2つを同時に撮影し比較した。

主な結果はつぎの通りである。

1) 物体からの光を直接受光する投影型光学系では、干渉像の撮影に結像レンズを用いると、イメージ型光学系と同時に屈折の補正は必要としない。

2) 火炎の干渉縞の解釈法として、乾板の熱変形、変位などの外乱による影響が加わった場合には、外乱によって生じた縞を基準とする有限幅干渉縞法として扱う必要がある。

<材料加工部>

減圧プラズマ溶射における粒子の溶融度の検討
Melting conditions of ceramic particles
in reduced pressure plasma coatings

植松 進、G. N. Heintze、千田哲也、天田重庚

平成2年10月

溶接学会秋季全国大会講演概要 47号

プラズマ溶射技術が大気中で行われるもの(APPS)から、不活性にした減圧下で行われる(LPSS)ようになって、溶射皮膜の品質は一段と向上してきている。LPSSの高エネルギー密度下では、ほとんどすべてのパウダー状材料を使って皮膜を作ることができる。特に、LPSSでこれらの高品質皮膜を得るためには、使用する原料パウダーの特性(融点、熱伝導率、粒径分布など)によって、皮膜形成パラメータを選ぶ必要がある。しかし、これらの皮膜形成パラメータはAPPSについて多くの研究発表なされているが、LPSSではほとんどないのが実状である。また、これらの個々の材料に適合した皮膜形成パラメータを選ぶには、溶射の条件を変化させてある膜厚の皮膜を作り、その断面組織を顕微鏡で調べるといった方法によって皮膜の品質を評価してきた。

本報告では、腕の長さが異なるジグに取り付けた基板をフレーム中で一度だけ横切らせ、その基板を直接走査電顕で観察することにより、ある皮膜形成条件下での、基板距離と溶融度の関係が求められる方法を提案し、皮膜形成条件と溶融度の関係に検討した。

<装備部>

水噴流による洗浄
Water Jet Washing

上田浩一

平成3年3月

日本舶用機関学会誌 26巻3号

ケミカルタンカーでは、タンクは回転する水噴流によって洗浄される。このタンク洗浄において、必要な洗浄水量を推定したり、少量の水で効率的に洗浄するためには、水噴流による洗浄メカニズムの把握が必要である。そこで第一段階として水噴流による衝突点近傍の付着液の洗浄に関して実験的に調べた。まず最初に、垂直平板上の流れの厚さを計ることにより平板上の水噴流の流れについて調べた。次に平板上に付着したグリセリンを半径方向に広がる衝突水噴流によって洗浄する場合について実験的に調べた。洗浄状態はモータードライブカメラによって撮影し、その写真を解析することによって、付着物の除去率と水噴流のレイノルズ数の関係を求めた。その結果次のことがあきらかになった。

- (i)水噴流によって壁面を洗浄する場合、衝突点近傍の円形状に壁面上の付着液が洗浄除去される除去率はノズル部出口のレイノルズ数と衝突噴流の平板上の流れのレイノルズ数で表わせる。
 - (ii)衝突点近傍の洗浄においては水平面上でも垂直平面上でも相異は少ない。
 - (iii)ノズル出口のレイノルズ数が大きい程、大きい平板上の流れのレイノルズ数で跳水現象が生じており、洗浄水量の低減からは小口径ノズルの方が有利である。
 - (iv)衝突噴流による洗浄においては付着液の除去率においても小口径ノズルの方がよい。
 - (v)温水による洗浄効果は大きい。
- その他、射程距離が長くなり、噴流が液滴状になっても、平板に十分に届けば洗浄効果がよい結果が得られた。

<システム技術部>

無人航行を可能とする船舶航行エキスパートシステム

The Ship Navigation Expert System Which

Enables Unmanned Navigation

金湖富士夫、福戸淳司、田中邦彦

平成2年10月

人工知能学会知識ベースシステム研究会

(第14回) 予稿集

日本人船員の減少、および海上貨物の運賃競争の激化に伴い、少人数による船舶の運航が求められている。その結果、現在では乗組員の最少人数が11人の船舶が運航しているが、さらなる省人化が求められている。船舶航行の自動化システムは高機能であればあるほど省人化が図れるが、省人化が中途半端な形で行われると乗組員の精神的なストレスを増加させるものとなる。したがって、既にぎりぎりの省人化がなされている現在では、今後開発される船舶航行の自動化システムは、無人で航行を可能とするものであることが望ましいと思われる。

著者等は、無人航行を可能とする船舶航行自動化システムについて独自の設計思想を持ち、種々のプロトタイプを試作しつつ検討を重ねている。そのようなシステムの核心は、現在操船者が行っている判断の部分を自動化するものであり、それを行うシステムを無人航行エキスパートシステムと呼ぶことにする。

本報告では、無人航行エキスパートシステムの基本設計の概要、および試作システムのシミュレーションによる動作結果を示すとともに、無人航行エキスパートシステム等の評価のために作成したシミュレーションシステム SISENAM の特徴について略述している。

基本設計では、航行に必要な判断の分野毎に他とは独立した判断システムが並行して稼働し、それらの上にあるそれらを統括するシステムが調整を図る方式を取っている。また、各分野の判断システムはすべての分野の判断に共通する判断の段階毎にモジュール化される。

現在の試作システムは、まだ基本設計通りではないが、ある程度の実際的な場面に適用可能であることが、シミュレーション結果より判明しており、さらに基本設計に合致した構成にし、内容を充実させることにより、実用に耐えるものにすることが可能と思われる。

GO-FLOW 信頼性解析支援システムの開発 (II)

Development of GO-FLOW Reliability

Analysis Support System (II)

松岡 猛、小林道幸

平成2年12月

確率論的安全評価 (PSA) に関する

国内シンポジウム論文集

GO-FLOW 手法による信頼性解析を手軽に実施するための支援システムの開発を進めており、既に、前年度の本シンポジウムにおいて報告をしたが、今回は、その後の機能向上、改善点についての報告を行う。

本支援システムは、パーソナル・コンピュータ上に構築された各種プログラムにより構成されている。今回は、その中の、GO-FLOW チャート作成プログラムの改良、GO-FLOW チャート作図プログラムの開発を行なった。

GO-FLOW チャート作成プログラムにおける機能向上、改善点には以下の項目がある。(1)オペレータの複写機能、(2)チャートの一部分の一括複写機能、(3)複数チャートの結合機能、(4)オペレータ番号、信号線番号の再割り付け、(5)タイム、ポイント定義の自動変更、(6)オンメモリー処理からファイル上での処理への変更、(7)細かな表示方法についての改善、(8)ファイル名一覧の表示機能。

GO-FLOW チャート作画プログラムにより最大 A₀ サイズの普通紙に多色ペンで作図できる。その際、一枚の用紙にチャート全体が収まる様に自動的にサイズを決める自動スケール・モードと、オペレータ、文字の大きさを一定にしておく固定スケール・モードの選択ができる。また、属性、コメント等の記入も行う事ができる。

以上の機能向上等により、大規模なシステムの GO-FLOW 手法による信頼性解析が、従来に比較し、数段容易となった。また、解析が、手元に置いたパーソナルコンピュータの操作のみで実施できたため、プラント・サイトにおいて手軽に PSA が実施できる途が拓けたと言える。

〈海洋開発工学部〉

実験用浮遊式海洋構造物の維持管理について

On the Maintenance of Proto-type

Floating Structure

岩井勝美、井上令作、在田正義、内藤正一

平成3年1月

第10回海洋工業シンポジウム

山形県鶴岡市由良沖において、浮遊式海洋構造物ポセイドン号による実海域実証実験が1986年9月より開始され、膨大な量のデータを取得して1990年7月に無事終了した。本報告は実験期間中におけるポセイドン号の維持管理に関連した保守・点検及び防食技術に関する実験結果について述べたものである。

一般に海洋構造物においては、定期検査、日常検査及び特別検査が行われるが、ポセイドン号においてもこれらの検査を実施し、構造物の安全を確認した。ここでは、法定及び自主的な定期検査の状況をまとめると共に、検査で見えられた損傷等については補修の内容と費用を調査してまとめた。また、係留鎖の摩耗や腐食による衰耗量及びポセイドン号の各所の板厚も計測し、健全性を調べた。

一方、ポセイドン号のコラム及びフーティング等は各種の塗装仕様で塗り分けられ、ポセイドン号本体が浮かぶ暴露試験体となっている。これらは、毎年その塗膜の劣化状況を目視観測で調査したが、ポセイドン号の解体時に切り出した試験片による塗装の劣化状況の調査及びポセイドン号と同一塗膜仕様による陸上暴露試験片による塗膜の劣化パラメータ経年変化等の調査も行った。また、実験海域における付着生物の特性についても調査しこれらの結果をまとめた。

<大阪支所>

FRP 廃船の爆破解体技術と有効利用の研究

Breaking Technique by Blasting
and Effective Utilization
of Scrapped FRP Boats

吹上紀夫、津島 聡、小野正夫
市川 清、山本雅昭、富山紀光
平成 2 年 11 月

テクノ・オーシャン'90 国際シンポジウム

FRP 材は耐食性が優れているだけでなく比強度も大きいいため、軽量化を要求する船舶、車両、航空機等の材料として多く使用されている。

船舶関係では、小型漁船及びレジャーボートの殆どが FRP 化し、膨大な隻数が使用されている。これらが廃船となることを予測して、幾つかの機関で研究報告されているが、ほとんどの報告が FRP 材の切断及び FRP 船体の解体処理に適した方法がなく再考の必要があるとしている。

これらの問題点を踏まえ、爆薬を用いて FRP 材を切断あるいは船体を解体する方法と、漁場海域に沈設し人工魚礁として再利用する方法を考案し、その可能性を調査、研究した。

爆薬による切断実験では、FRP 船体の主要構造部材と同等の繊維構成で積層した FRP 単板試験材及び軽量芯材を使ったサンドイッチ構成の試験材を使用し、これらの試験材にペンスリット系（粘土質）でシート状に加工した爆薬を張付け、陸上及び水中での爆破切断実験を行った。そして、FRP 単板の厚さと切断可能な爆薬量との関係式を作り、更に、サンドイッチ材のような多層板への応用式を導いた。又、これら基礎実験で得た式の実用性と解体能力を確認するため実際の FRP 廃船を使い、爆薬による解体実験を行った。

その結果、FRP 材の切断には発熱性の高いものより爆発圧力の高い爆薬が適することが判明し、その爆薬によって、FRP 材の厚さが 40mm 程度（国内で製造されている最大級の板厚）までは十分切断できること、補強材及び隔壁の取りはずしも容易に出来ることなどが確認できた。

人工魚礁として再利用する場合に必要な、船体への穿孔作業についても、海上に浮いた状態で爆薬を使い、船底や船側部に多くの穿孔部を瞬時に作り沈設することが可能であることを確認した。

Effect of Pipe Inclination on the Waterhammer
Induced by Injection of Cold Water into Steam Flow

蒸気流中への冷水注入に伴う水撃に及ぼす
管傾斜の影響

綾 威雄、山根健次、成合英樹
平成 3 年 3 月

The 3rd ASME-JSME Thermal Engineering Joint
Conference

蒸気と冷水との直接接触に起因した給水系などに生じる水撃現象は、定常時の PWR の健全性確保にとって解決すべき重要な課題であるとの認識が最近になって特に高まってきている。一方、一次冷却水喪失事故（LOCA）時に、非常用炉心冷却（ECC）水がコールドレグ部より注入される場合にも同様の水撃が発生するとの指摘が従来よりなされている。そこで、当所では、船用炉事故に及ぼす船体運動の影響を把握するため、ECC 水が注入される場合の水撃特性に及ぼす定傾斜や横揺の影響を実験を中心に調べている。今回、その第一歩として、コールドレグ部の傾斜の影響を実験及び解析から明らかにした。

実験では、ボイラからの蒸気がヘッダーを経てコールドレグに相当する透明水平管に導かれ、水平管の途中から斜めに注入されるサブクール水（ECC 水に相当）との直接接触により凝縮し、注入水とともにレシーバタンク内へ流れ込む。今回の実験は大気圧下で傾斜角度 $\pm 27^\circ$ の範囲で行い、水撃時の温度と圧力の変化を注入口近傍を中心に計測した。

実験観察から、水撃は、流動振動中に、層状水のスラッキングの結果形成される蒸気泡の凝縮崩壊により発生することが確かめられた。水平管の傾斜はスラッキング化の難易に影響する。即ち、上り勾配のとき重力が層状化を促し、スラッキング即ち水撃の発生を助長するのに対し、下り勾配のときは重力作用が逆になり、水撃は生じにくくなる。そして、 -20° 以上の下り勾配では、水撃は一切発生しないことが判明した。

次に、管傾斜を考慮に入れた流動振動の解析から、注水点の上流に層状水が形成される限界が傾斜時の水撃発生限界とほぼ一致することを示した。また、水スラグと下流の水柱との衝突の仮定から計算される水撃圧力が大気圧の場合においても 10MPa を超え得ることから、そのような高い水撃圧力がしばしば発生する実験事実を説明した。

二酸化炭素の深海投棄に関する研究
 (その1. 基礎実験に基づく問題点の整理)
 Study on the Dumping of Carbon Dioxide
 into Deep Sea
 (I. Arrangement of the Subject
 on Basic Experiment)
 綾 威雄、山根健次、山田信夫
 平成3年3月
 日本機械学会九州支部第44期総会講演論文集

産業革命以降着実に増加の一途を辿っている大気中の二酸化炭素は、他の温暖化気体と比較して濃度が際立って高く、その寄与は全温暖化気体の71%を占め、既に0.55°Cの温暖化をもたらしているとの報告もある。人為的起源の二酸化炭素が結果的にその濃度増加をもたらしていることはほぼ間違いがなく、今後の地球温暖化への深刻な影響が懸念されている。

地球温暖化問題の解決には膨大な量の二酸化炭素を処理する必要があるところから、その投棄場所として500m以深の広大な深海が注目を浴びようになってきている。深海環境を利用した二酸化炭素の処理は、低温高圧[5°C以下4.0MPa以上]下で生成されるクラスレートと呼ばれる包接化合物化により固定化する方法と、溶解拡散させたアルカリ土類イオンとの中和反応を通して非水溶性の炭酸塩として固定化する方法[炭酸塩化]とに分けることができる。この二つの二酸化炭素処理方法に焦点を絞った基礎実験の結果から、それぞれの方法の特徴と問題点を整理すると以下のようになる。

クラスレートは放出液泡の表面に生成されやすく、非水溶性であるため、内部までクラスレート化しない限り、液化二酸化炭素の比重が海水より小さい3,000m以浅の海域への放出は困難となり、クラスレート化による処理法は立地上的な制約を受ける。また、クラスレートの性質を実験的に十分把握し、深海底環境への影響を評価する必要がある。

一方、非クラスレート化は、水深500~700mの亜深海の持つ高溶解度を通して炭酸塩化を目指したものであり、自然現象を人為的に促進する方法であるため、環境性と経済性に優れており、本基礎実験のデータなどからこの方法の成り立つ可能性が示された。しかし、液泡群の上昇と微小密度に誘起された海水の対流や炭酸塩化のプロセスが海洋環境へ与える影響等について未知の部分が多く残されている。

<東海支所>

30keV×線ビーム入射時のファントム内
 吸収線量分布解析
 — 非干渉性散乱における電子束縛の影響 —
 Electron Binding Effects in Incoherent Scattering in
 Computation of Absorbed Dose in a Phantom from
 30 keV Photon Beams
 成山展照、田中俊一、平山英夫
 伴 秀一、中島 宏、波戸芳仁
 吉澤道夫、中根佳弘
 平成3年3月
 日本原子力学会1991年会要旨集

X線またはガンマ線照射時のファントム内の吸収線量分布を計算する場合、非干渉性散乱(コンプトン散乱)は一般に Klein-Nishina の式で取り扱われる。また電子束縛の影響が現れてくる100keV以下の低エネルギー領域においても、光電効果が支配的であるという理由で式をそのまま用いることが多い。しかし30keV付近の光子に対しては干渉性散乱及び電子束縛の効果を考慮しないとファントム深層での線量を過大に評価するという報告があり、前回発表した実験値とモンテカルロコードを用いて電子束縛のファントム中の線量分布に及ぼす影響を評価した。

実験値は一辺30cmの立方体ファントムに5×5mm²の放射光X線ビームを入射させ、Li₂B₄O₇(Cu) TLDを用いて得られたものである。X線エネルギーは単一で30keVである。ファントムの材質は低エネルギー領域において軟組織等価組成をもつ。

まず、電子束縛の効果がすでに組み込まれているMCNPコードを用いてその影響を評価した。ただし電子の輸送は計算されない。評価方法として非干渉性微分散乱断面積を Klein-Nishina の式で表した場合と形状因子によって式を補正した場合とで比較する方法をとった。干渉性散乱は両者とも考慮されている。電子束縛を考慮しないと中心軸で最大30%、周辺部でも最大10%ほど過小評価することがわかった。また電子束縛を考慮すると実験値を再現する方向に改善されることがわかった。そこでEGS4コードに電子束縛の効果を新たに組み込み吸収線量を計算し直してみた。干渉性散乱は前回同様考慮されている。MCNPと同様に中心軸で最大30%ほど、周辺部で最大10%ほど値が改善された。中心軸での計算値がMCNPの値より10%程度小さくなっているのは両者の用いている光電効果断面積の違いによるものである。