海上技術安全研究所報告 第6卷 第3号 特集号(平成18年度) 所外発表論文等概要 143

所外発表論文等概要

Measurements of Hydrodynamic Forces, Surface Pressure and Wake for Obliquely Towed Tanker Model and Uncertainty Analysis for CFD Validation

CFDコード検証を目的としたタンカー模型の斜航 試験と不確かさ解析 久米健一、長谷川純、塚田吉昭、藤沢純一、 深澤良平、日夏宗彦 平成18年6月

Journal of Marine Science and Technology Vol.11-2

当所の大規模な実験施設と高度な実験技術を活用し、 CFD (Computational Fluid Dynamics) コード検証用データ の取得を目的とする種々の水槽実験を行った。ここでは実 用型タンカー模型(KVLCC2M)を用いた、斜航時における 流体力および船体表面圧力、横力分布、伴流分布の計測結 果とその不確かさ解析結果を報告する。

模型船には舵などの副部は無く、船体静止時のトリムお よびシンケージはゼロとし、ロール以外の運動は拘束した。 斜航角はいずれの試験でも0,6,12度を基本とし、それ以 外の斜航角についても必要に応じて計測した。

流体力は船長方向および船幅方向の力を2つのロード セルで計測し、これより回頭モーメントと船体圧力中心位 置を算出した。

船体表面圧力の計測は、船首から船尾にわたり両舷合わ せて約400点について行った。これにより船体表面全域 にわたって、詳細な圧力分布を得た。さらに、計測された 圧力をガース方向に積分することで、各横断面における横 力を推定し、横力分布を得た。

伴流計測では、斜航に伴い発生する大きな剥離渦を捉え るため、広範囲の計測を行った。これにより船首部と船尾 部から発生する渦を詳細に把握することができた。

また、実験結果について不確かさ解析を実施した。不確かさ解析の手順は ANSI/ASME 性能試験規約

(PTC19.1-1985) および AIAA Standard S-071-1995 にした がった。この結果、伴流計測結果において比較的大きな不 確かさを持つことが分かった。

ここで得られた試験データは、CFDの応用範囲の拡大と 計算コードの高精度化に役立つものと期待される。



Reliability Analyses of A Self-Holding Type Relay System by A Dynamical Event Tree and the GO-FLOW Methodology

動的イベントツリーとGO-FLOW手法による自己保 持型リレー回路の信頼性解析 松岡猛

平成18年5月15日

第8回確率論的安全評価と管理に関する国際学会 (PSAM8)

工学システムが複雑化してくるとシステムの動的な挙 動が顕著となり、そのようなシステムの信頼性解析を実 施するための、より進んだ手法が必要となってくる。動 的なシステムの一例としてやや複雑な動作を要求される リレー回路の信頼性解析を、以前海技研で開発した動的イ ベントツリーとGO-FLOW手法により実施し、両者の優劣を 比較した結果についての報告である。

解析対象としたリレー回路は、スプリングリターン式の スイッチA・Bとそれらに直列に配置されたリレーにより構 成されている。スイッチAは通常開、スイッチBは通常閉状 態である。つまり、スイッチAは点灯用のスイッチで、ス イッチBは消灯用のスイッチとして使われている。この回 路では、万が一の電源故障で電流が流れなくなった時は接 点1・2とも開状態になり、電源復旧後電球が自動的に点 灯することは無いような設計となっている。この様な回路 で、停電終了後機器が突然動作を開始してしまう事を防い でいる。

電球に電流が流れていない状態を初期状態とし、まずス イッチAを押し電球を点灯させる。その状態で10時間放 置した後スイッチBを押し消灯する。さらに10時間放置 し状態を観察する。この時、電源・電球の故障、電球の使 用中の故障進展を考慮する。スイッチAの事前閉確率、閉 動作失敗確率、閉固着確率及びスイッチBの事前開確率、 開動作失敗確率、開固着確率も考慮して考える。時間経過 とともに電球が点灯している確率を動的イベントツリー およびGO-FLOW手法により求めた。

動的イベントツリーでは点灯時と消灯時それぞれに対 してイベントツリーを作成する必要があった。また全点灯 確率を計算する際、各シーケンスの包合関係を解析者が判 断する必要があった。これに対して、GO-FLOWでは一枚の チャートへのモデル化が容易に実施でき、解析においても 信号線間の従属性は自動的に判断されるという長所が見 られた。解析結果としては両手法とも同一の値を与えてい るが、GO-FLOWは動的イベントツリーよりも優れているこ とが示された。

Numerical and experimental study of 3-D sloshingin tanks of LNG carriers

LNG 船のタンク内に生じる 3 次元スロッシング に関する数値的・実験的研究

荒井誠、Humberto S. Makiyama、Liang-Yee Cheng、 熊野厚、安藤孝弘、今北明彦 平成 18 年 6 月

Proceedings of 25th International Conference on Offshore Mechanics and Arctic Engineering

近年、天然ガス需要の急激かつ持続的な増大に伴い、 世界のエネルギ市場は、200,000㎡を超える大型メン ブレン LNG 船の建造を促すようになってきた。この クラスの LNG 船では、No.1 タンクが先細り形状とな り、タンク内に生じるスロッシング現象の3次元影響 が懸念される。そこで、著者らは任意形状のタンク内 に生じるスロッシング数値解析コードを開発するとと もに、No.1 タンクを模した縮尺模型を製作し、スロ ッシング実験を実施した。

本研究で使用した数値的手法は、タンク天井に生じ る衝撃圧力が、数値境界条件によって正確に扱われる 有限差分法に基づいている。解析および実験条件とし て、規則あるいは不規則波(ISSC 波スペクトル)中 で生じる船体運動の RAO(応答関数)を用いた。本 論文では、数値解析および実験結果に基づき、タンク の運動およびタンク構造に起因する3次元効果がスロ ッシング流に及ぼす影響を紹介するとともに、与えら れた船体運動の周波数とスロッシング同調周波数の関 係を示した。一例として、流体表面の運動の数値解析 結果(図1)と計測データ(図2)の比較を示す。



図1 流体表面の運動の数値解析結果の例 (液位 60%、横揺れ角 10 度、周波数 0.9346Hz)

Passive Safety Small Reactor for Distributed Energy Supply System Using Heavy Water Moderator and Coolant

重水減速/冷却を用いた需要地立地型 受動安全小型炉の研究 石田紀久、小田野直光、澤田健一、今吉祥 平成18年7月

Proceedings of the 14th International Conference On Nuclear Engineering

PSRD (Passively Safe Small Reactor for Distributed Energy Supply System) は、分散型電源供給・熱供給・ 淡水製造などを目的とした、熱出力100MWt~300MWt の一体型原子炉である。PSRDは従来までの研究では、減 速材および冷却材として軽水(H₂O)を使用しており、 その概念設計では稼働率100%で5年弱の連続長期運転を 達成している。PSRDの一般的な特徴は以下の通りである。 (1) 一時冷却系への自然循環および自己加圧方式の採

(2) LOCA(冷却材喪失事故)の可能性を低減するため に、圧力容器の配管貫通部を最小限に留める

用

- (3) 水張式格納容器、水圧駆動弁、自然循環による受動 安全システムの採用
- (4) 炉心温度上昇に伴う受動的なシャットダウンを可能にする内装式制御棒駆動システムの採用
- (5) 年間50%の稼働率を仮定したとき、10年間の長期運転を可能にする長寿命炉心

本原子炉は、立地方式においては、臨海立坑方式の検討 も行っており、事故時においても放射性物質が大気中へ 放出されにくい構造となっている。

本研究では、更なる炉心寿命化および出力分布の平坦 化を目指して、カナダの重水減速炉であるCANDU型と 異なり、圧力容器型原子炉であるPSRD炉心の減速材およ び冷却材に重水(D₂O)を混入したときの炉心燃焼特性に 関する解析を行った。重水は、軽水に比べて中性子の減 速能は小さいものの、熱中性子吸収断面積が小さいとい う特徴を有する。本報告では、PSRD炉心の減速材兼冷却 材である軽水に対する重水混入率および燃料棒ピッチを 主要なパラメータとしたときの、炉心成立性および炉心 燃焼特性を明らかにした。



図2 流体表面の運動の計測例 (液位 60%、横揺れ角 10 度、周波数 0.9346Hz)

ニッケルークロム合金の大気中溶射で生成する 酸化物の形態とその熱処理による変化

Morphology of oxides in nickel-chromium alloy deposits produced by thermal spraying in air and its change on heat treatment 村上健児 平成18年3月

大阪産業大学論集 – 自然科学編

ニッケルークロム合金溶射皮膜は、熱交換機など高温の 燃焼ガスに曝される箇所を高温腐食から守るためなどに 使われるが、他の金属溶射の場合と同様に大気中溶射をす る過程で合金が一部分酸化し、これが皮膜特性を劣化させ る。ここでは、ニッケルー19mass%クロム合金を大気中で プラズマ溶射およびフレーム溶射して、形成される酸化物 と熱処理による酸化物の形態変化を調べた。

鏡面研磨したニッケル基材上に捕獲された個々の溶射 スプラットは、基材温度が523K以下の時はほとんどがスプ ラッシュ状であり、573K以上の時はほとんどがディスク状 であった。後者ではスプラットと基材との界面にX線マイ クロアナライザで検出可能な量のクロム酸化物が存在す るが、前者ではクロム酸化物が検出されないことを見出し た。これは溶射液滴が基材上で広がるときに、液滴と基材 との界面での液体流動の境界条件が両者で異なり、後者で は界面での流速がゼロであるためと考えられる。

溶射皮膜はニッケルークロム合金とクロム酸化物が層 状構造を形成している。皮膜に1073Kで熱処理を施すと層 界面に微細な凹凸が形成され、1273K以上の熱処理では酸 化物が粒状化する。これに伴い、皮膜の強度は図1に示す ように熱処理によって上昇した。酸化物層内の結晶粒界あ るいは合金層内の結晶粒界が酸化物層と合金層との界面 と交わる三重点での界面張力の釣合によって、酸化物層が 粒状化するというモデルを提案した。



図1.皮膜をそれと垂直方向に引張ったときの皮膜自体の (破断加重)/(皮膜面積)に及ぼす溶射法と熱処理の影響.

IMO・GBSへの我が国の対応 Activities of Japan on IMO/GBS 池田陽彦、吉田公一、戸澤秀 平成18年5月 日本船舶海洋工学会講演会論文集 第2号

現在,国際海事機関(IMO)は,新造船の構造強度基 準をFig.1に示す5階層(Tier I~V)からなる目標指向 型の基準 (GBS: Goal Based Standard) で作成する作業 を,その海上安全委員会(MSC)で行っている。世界の 主要な海運・造船国である我が国としては、その技術的 優位性を確保するなど、我が国の国益を反映する戦略を 構築することが重要であるため、国内の多くの関係機関 及び関係者の協力を得ながら,この新たな国際基準の策 定に対応し貢献している。特に、我が国の基本方針であ る, GBSの作成を通じ, 十分な船体強度, 少ない環境負 荷、受け入れ可能な社会的コストの最適な組合せを達成 することが重要である点を強調している。Fig.2は、そ のためにMSCへの提出文書に加えたものである。また, 今後GBSの作成に当たって重要になると考えられるセー フティレベル・アプローチの活用方法について指針を示 すと共に,本邦並びに当所の今後の検討方針について紹 介している。



Fig.1 IMO GBS Structure



Fig.2 MSC81 提出の説明図

Passive Millimeter-Wave Camera with Interferometric processing

干渉計方式を用いたパッシブ方式ミリ波カメラ 能美仁、大西世紀、九十歩修 平成18年4月

PROCEEDINGS OF SPIE Optics and Photonics for Defense and Security 2006

干渉計方式を用いたミリ波(MMW)カメラの原型機を開発し、干渉計方式による画像撮影の可能性と特徴について研究を行った。この原型機の撮像システム構成はW帯用ホーンアンテナ、受信機、A/Dコンバータ、高速プロセッサ、パーソナルコンピュータで構成される。アンテナは水平方向と鉛直方向用の二個を用い、それぞれの方向に設置された精密直線スライダーによって位置制御を行う。この2チャンネルのアンテナから得た信号を増幅・エラー補正し、水平、鉛直それぞれの軸で取得した、全てのデータ信号間で相関を取り、S/N比を向上させるための時間積分を行う。

当研究ではマッチドフィルター処理をそれらの処理間 に取り入れ位相補正を行うことで、平面波近似の成立する 遠方界だけでなく、近傍界においても干渉計方式での撮像 を可能とした。

また、信号発生器を用いてノイズレベルを測定し、所定 の信号ゲインを得るために必要な積分時間を測定した。人 体から放射されている94GHz・帯域幅40MHzのミリ波を2c m×2.8cmホーンアンテナで受信する場合の入力信号はお およそ-96dBmであり、この信号をノイズと分離するために 必要となる積分時間は0.01msとなることが分かった。

ミリ波干渉計カメラの可能性を実証するため標準黒体 を撮影し、実際に画像を得ることができた。今後は受信系 の広帯域化や、回路の増設によるアンテナアレイ化等によ りこれらの技術を改良し、リアルタイム撮像システムが可 能な実用システムを開発する予定である。



干渉計ミリ波カメラ原型機



左:カメラでの撮像図、 右:標準黒体

Study on the Optical Measurement of CO₂ Clathlate Hydrate Membrane Thickness

光学干渉法による二酸化炭素クラスレート・ハイ ドレートの膜厚測定

山根健次、安部裕一、阿部豊、綾威雄 平成18年6月

GHGT - 8

温暖化は発展途上国の石油消費量の急激な増加によっ て20世紀に予測された気温上昇率よりはるかに大きく、深 刻化している。「京都議定書」も第25条に記される発効 条件を満たすことが出来ない時期が続いたが、ロシアのプ ーチン大統領が京都議定書批准法案に署名したことによ り発効条件が満たされ、2005年2月16日に発効され、我 が国はこれを遵守する義務がある。温室効果ガスの主要因 である二酸化炭素(CO₂)の海洋への吸収速度は遅いものの、 その量的吸収能力は桁外れに大きく、可採埋蔵量の全量を 消費し尽くしても海水がCO₂で飽和することはない。この CO₂リザーバーとしての能力に着目して火力発電所等か ら放出されるCO₂を海洋に固定しようというアイデアが 提案され、日米欧により種々の角度から研究開発が行われ ている。

CO₂の性質から、温度10 ℃以下、圧力4.5MPa 以上の 条件では水(海水)とCO₂との間にCO₂クラスレート・ハ イドレート(以下、ハイドレート)が膜状に形成されること がわかっている。これはCO₂分子の周りに幾つかのH₂O 分子が集まり籠型の多面体を形成した包接水和物であり、 このハイドレート膜には液体CO₂の溶解を抑制する働きが ある。しかしながら、ハイドレート膜の基本的物性につい ては、未知の部分が残されており、海洋処理の実現のため には、ハイドレートの基本物性に関するデータを充実させ ることが必要不可欠である。

著者らはこのハイドレートの件に関する実験を行い、膜 の強度について、解離温度近傍における強度異常を観測し ている。この強度異常に関しては、いくつかのモデルが提 案されているが、様々なパラメータ条件(水温、圧力)に おける膜の形状(厚さ、表面形状)に関するデータが欠乏 しているため、その強度異常の原因についての実験的な立 証はいまだない。そこで本研究においては、ハイドレート 膜の厚さのレーザ光を用いた光干渉法を用いることによ って光学的に直接計測することとし、そのために必要とな る内部状態が可視観測可能な高圧装置ならびに計測シス テムを製作し膜厚計測に成功した。

これは、これまで、フロンガスを用いたレーザ光干渉法 によるハイドレートの膜厚計測が行われていたが、CO₂に ついてはより高圧条件であるため、実験が困難であること などから世界で初めての成果であり、ハイドレート膜物性 の解明に弾みがつくものと考える。

大型浮体の波浪中動揺の実海域計測と そのシミュレーション

Evaluation of Wave Response of a Large Floating Structure by Field Measurement and Simulation 小崎洋平、宇都宮智昭、加藤俊司、難波康広、

小 呵 伴 平 、 于 郁 呂 省 哈 、 加 膝 俊 可 、 難 彼 康 丛 、 佐 藤 宏 、 湯 川 和 浩

平成18年8月

土木学会 応用力学論文集Vol.9

超大型浮体工法は、大水深・軟弱地盤域に対応可能で, 免震性に優れ,また海洋環境にも優しい等,様々な特徴 を有している.その特徴を生かし,浮体式海上空港や浮 体式情報バックアップ基地等としての利用を目指して, 設計・製作・施工法ならびに機能性の実証のための実海 域での実証実験が行われてきた。現在,厳しい気象・海 象条件下でのデータ取得ならびに長期健全性予測診断シ ステムの信頼性向上等を目的として,著者らは、『南あ わじ市浮体式多目的公園』において2004 年より浮体鉛 直応答・動揺等の長期連続計測を実施中である.

本研究では、台風14号(平成17 年9月6日)通過時に取得 された実海域計測データを用いて、浮体構造物の厳しい 海・気象条件における水平動揺解析及び鉛直たわみ振動 に関する弾性応答解析を行い、これらの解析結果を実測 データと比較検討することにより、実海域での浮体構造 物の動揺応答がシミュレーションによりどの程度再現さ れるかの検証を行った。

その結果、鉛直方向においてはシミュレーション結果と 実測結果はほぼよく一致した。水平方向に関し、surge, s wayにおいては、両者ほぼ良い一致が得られたが, yaw に 関してはあまり良い一致が得られなかった。この原因は、 係留フェンダーと係留ドルフィン間8箇所のクリアランス の不均一性、変動波漂流モーメントの推定精度並びに入射 不規則波の多方向性にあると考えられる。

Recent Activities in Ship and Ocean Engineering Research during Last Year and Future Presents

船舶海洋工学界のこの1年, これからの10年 (推進性能分野 その1) 右近良孝、鈴木和夫 平成18年5月 Proceedings of Bulletin of The Japan Society of

Naval Architects and Ocean Engineers

本寄稿では船舶海洋工学界のうち、推進性能分野にお けるこの一年間を振り返り、どの様な論文が公表され、 新しい動向を調査するとともにこれからの10年間を展望 した。

大きなイベントとしては海外では第24期国際試験水槽 会議(ITTC)総会と第8回FAST国際会議があり、国内では 学会の他、第5回舶用プロペラシンポジウムやCFD Works hop(海技研)があった。

CFD を用いた船型開発、多胴船の抵抗計算、曳き波の CFD 計算と計測などの研究が目に付く。曳き波の低減を 目指した双胴船型の開発の他、三胴船が起こす波の計測か ら、遠方揚でも船型に拘わらず、曳き波の波高が小さくな らないことが発表された。多胴船に関するオーガナイズド セッションが実施された。我が国でも多胴船に関する研究 が定着しつつある。回流水槽での造波中試験法の開発と高 速艇について試験が行われた。

推進関係では第5回舶用プロペラシンポジウムが、テキスト、プロペラ・キャビテーションに関する最近の研究動向が窺い知れる。ポッド・プロパルサについて標準試験法と馬力計算法が課題となっており、ポッド推進船開発のためのプロジェクトとして「次世代内航船プロジェクト」と中小型造船工業会と海技研との共同研究があり、船型開発研究の一部が公表されている。

ハイブリッド型二重反転ポッド・プロパルサ船に関して、 キャビ性能と CFD 計算結果の報告があった。

メガコンテナ船プロペラ等の大きな直径のプロペラの 設計上の課題の一つとしてベアリング・フォースの比較計 算結果が行われた。

最近のプロペラの高荷重化に伴い、キャビテーション対 策が問題となってきている。ルート・エロージョンの防止 のため、超高速度ビデオカメラによるクラウド・キャビテ ーションの崩壊挙動の撮影結果やプロペラの前方にフィ ンの対エロージョン効果と効率向上についての発表があ った。レーキやスキューを変化させた時のプロペラやキャ ビテーション性能に及ぼす影響を調べられた。

最適プロペラ設計法、プロペラの小型化による省エネ法、 CFD によるプロペラ性能計算などが主な流れとなっている。 このウォータージェットプロパルサ船、ハイブリッド型 CRP 推進船など、高度な実験のニーズが増えており、試 験法の開発が今後とも重要なテーマとなっていく。大型実 験施設として防衛庁第一研究所に「フローノイズシミュレ ータ」(超大型減圧回流水槽)が建設され、報告があった。 抵抗推進性能分野の今後10年について触れた。

MPS-MAFL法を用いた船舶のスロッシング 計算について Calculation of tank sloshing on ship using MPS-MAFL 南佳成 平成18年6月 日本計算工学会 第11回講演会

船舶では、波浪中の動揺等でタンク内の流体のスロッシ ングによって衝撃圧力が発生する。そのため、タンク内壁 には十分な構造強度が要求される。一方、スロッシング現 象は非線形であることが多く、従来の計算格子を用いる計 算手法(差分法等)では計算が困難な場合が多い。一方、 粒子法(MPS法)は流体を粒子として取り扱うためにこの ような非線形現象を解析できる有効な計算手法の一つで ある。しかし、MPS法は粒子の空間密度を一定に保とうと するために、高次の数値振動が生じる原因となっている。 タンク強度の安全評価では、平均的な圧力値だけでなく、 局所的な衝撃圧力も重要である。この圧力振動を抑えるた めにMPSにALE法を用いた研究例があるが、界面変化に合 わせて計算領域全体に渡ってALE法による格子(計算点) を再配置するために計算工数を要する。そこで、本研究で はMPS法に移流項の計算モデルを加え、任意ラグランジュ -オイラー系のMPS-MAFL法を適用し、局所的にALE法を 利用することを検討した。MAFL (Meshless Advection using Flow-direction Local grid)は、格子を必要としない新しい移 流項の計算スキームである。 また、局所的に粒子を細分 化して解像度を高めることができ、圧力解析を効率良く扱 うことができる。

今回、このMPS-MAFL法を矩形タンクのスロッシング問 題に適用し圧力計算精度の向上を試みた。計算結果から従 来のMPS法と比較して高次の圧力振動を抑え、実験値とも 定性的に一致していることを確認した。本手法がスロッシ ング計算に有効であることが分った。



図 3 P02 位置の圧力時系列データ (sway モード)

ルート・エロージョン防止フィンについて

Practical Methods for Preventing Root
Erosion of Marine Propellers右近良孝、藤沢純一、川並康剛、迫田我行
山崎正三郎 (ナカシマプロペラ)
平成18年6月

第13回キャビテーションに関するシンポジウム

高速船や高速艇はプロペラシャフトが船体から斜めか ら付きだしているため、プロペラには斜めの流れがあたり、 プロペラが一回転中する時の圧力などは非定常な変動と なり、かつ高速でプロペラが作動することから非定常キャ ビテーションが発生する。特にプロペラの翼根に近づけば 近づくほどプロペラに流れ込む流れによる迎角変動が著 しく大きくなり、クラウドキャビテーションの発生が避け られない。このため、ルート・エロージョン が発生し、 プロペラ設計者や造船所などがこの対策のために頭を悩 ましている。本論文では、2つの方法に依る防止法につい て、議論する。

一つの方法はプロペラの前方に小さなフィンを付け、プ ロペラそのものとフィンとの干渉を利用して、プロペラに 流れ込む流れの迎角変動を押さえようとする方法である。 ここでは、以前発表したプロペラよりさらに高速な 40kt 超級の高速艇のプロペラについて適用し、キャビテーショ ン水槽でプロペラ性能計測、エロージョン試験の他、2千 コマから100万コマまで撮影速度を変化させて超高速 度ビデオでフィンの効果とルートキャビティ崩壊メカニ ズムを調べた。フィンを付けることにより、配置組み合わ せによってはプロペラ効率向上も期待できるとともに、エ ロージョン防止効果が得られることをペイントテストで 確かめた。

もう一つの方法は前報よりさらに翼断面形状を工夫し て、エロージョンを防止しようとするものであり、35kt の2軸大型高速フェリー用プロペラについて、1組の一方 に耐ルートエロージョン翼断面を持つプロペラを設計し、 通常型翼断面を持つもう1個とともに計2個の模型プロペ ラを製作し、2つのプロペラを左右舷に取り付け、船後キ ャビテーション試験で耐エロージョン効果を確認した。

Trial Manufacture of FRP Craft by Resin Infusion Processing

インフュージョン成形法による FRP 艇の試作櫻井昭男、小野正夫平成 18 年 8 月

Seventh Chine-Japan Joint Conference on Composites

航空宇宙分野を始めとする FRP 業界において、編物 強化材とその成形法に関する新しい技術の開発が進んで いる。特に欧米諸国の FRP の技術開発はめざましく、近 年我が国も注目し始め、風力発電のブレード、航空機の 部材、建築用構造部材及び自動車部品等に徐々に普及 してきている。

一方、国内のFRP造船業界の現状については、需要の 低迷と技術者不足等が深刻な問題となっており、コスト低 減や作業効率の改善、さらには環境問題及び省エネルギ ー化等につながる新しい技術の開発が望まれている。

本報告では、編物強化材を使用して、インフュージョン 成形法(RIMP / Resin Infusion Molding Process)に よる FRP 艇の試作を行った結果を示した。RIMP は、上 型または下型の一方の型を用いて、型内の強化材をフィ ルムで包み込み、内部を真空状態にして樹脂を吸引し成 形する方法である。

はじめに、実際のFRP船への適応を想定した船体材 料について、平板によるRIMP成形予備実験を行って、樹 脂の含浸時間と含浸距離を調べ、サンドイッチコア、メデ ィア、はく離布等の適性を明らかにした。

その結果を参考にして、実際に小型ボートの成形用雌型を用いたRIMP成形実験を行った。型の寸法は、全長3. 22m、最大幅1.53m、深さ0.47mである。船体はサンドイッ チ構造を採用した。樹脂は約13分で全体に充填できた が、流動特性は平板の場合より少し悪くなっていた。この 理由は型の形状と大きさ、樹脂の注入量及び吸引力等の 影響と考えられる。さらに樹脂の硬化時間も、予め想定し た時間より少し長くなった。しかし作業環境については、 スチレン等の臭いもほとんど感じることなくかなり改善でき ることが分かった。ボートの仕上がり状態については、表 面も均一でボイド等もほとんどなく品質の良い成形品が出 来た。出来上がったボートの重量は、二人の大人で十分 持ち運び可能な約60kgであった。水槽に浮かせて大人3 名が載っても船体の撓みもほとんどなく十分な強度が得ら れた。

A Model Experiment on Parametric Rolling of a Post-Panamax Container Ship in Head Waves

向波中におけるポストパナマックスコンテナ船の パラメトリック横揺れに関する模型実験 田口晴邦、石田茂資、沢田博史、南真紀子 平成18年9月

Proceedings of the Ninth International Conference on Stability of Ships and Ocean Vehicles

国際海事機関において非損傷時復原性コードの改正が 検討されているが、その背景の一つに、北太平洋上におい て、ポストパナマックスコンテナ船が向波中で大振幅のパ ラメトリック横揺れを起こし、その結果多数のコンテナを 流出した事故があげられている。

向波中のパラメトリック横揺れは、最近注目されるよう になった現象であり、公表された調査研究事例が少なく、 その発生状況等について明確になっていないのが現状で ある。一方、向波中のパラメトリック横揺れに対する適切 な安全対策を検討するためには、船型、運航状態、波浪条 件とパラメトリック横揺れの発生限界、発生後の最大横揺 角等との関連を把握する必要がある。

そこで、向波中のパラメトリック横揺れの発生状況(現 象及び発生限界)の把握を主な目的として、当所80m角水 槽において、6600TEUポストパナマックスコンテナ船の1/ 76.7縮尺模型(船長L=3.7m)を用いた波浪中自由航走実験 を行った。今回の実験では、計測パラメータとして波長 (λ)、波高(Hw)、船速(Vm)、出会角(χ)をとり、 これらを広範囲に変化させて計測を行なった。

その結果、①パラメトリック横揺れは、斜め向波状態に 比べて正面向波状態の方が発生しやすく、振幅も大きくな ることや、②同じ波長の波では、波高が大きくなるに従っ て、横揺れ振幅の波傾斜に対する無次元値は小さくなる傾 向(下図)が見られることなどが明らかになった。

また、パラメトリック横揺れ発生限界や発生後の振幅に 及ぼす波高の影響等を詳細に調べるために、縦運動を考慮 した波浪中復原力変動モデルを用いた横揺れ運動方程式 による数値シミュレーション計算を実施した。その結果、 シミュレーション計算で実験結果を定性的に説明できる ことがわかった。



 パラメトリック横揺れ振幅(φs)に対する波高の影響 (χ=180°, Vm=0.22m/s;最大波傾斜 kHwでの無次元値;
〇印:計測値、黒線:計算値)

On the Descending Motion of a Deep-sea Robot

深海ロボットの降下運動について
上野道雄、二村正、安藤裕友,
前田克弥、田村兼吉
平成18年9月
Control Engineering Practice

海上技術安全研究所と東京大学生産技術研究所はAU VとROVの両者の特徴を併せ持つ深海モニター用小型ロ ボットシステムの実現に必要な要素技術の開発を目標と して共同で研究を進めている。このロボットシステムは ビークルを内部に格納した状態で中継機が海上から海底 の目標地点まで重力によって降下していく。中継機本体 は軸対称の細長い形状をしており、後部に2対ののれを持っている。降下の際、舵のみの制御に よってできるだけ海底の目標地点まで正確に近付くこと が必要となる。これは音響通信によって遠隔操縦される ビークルの活動範囲が音響通信の届く範囲に限られるか らである。

本報告は、中継機の降下運動特性を明らかにするため 実施した理論計算結果と模型実験結果について述べたも のである。

理論計算では著者らが実施した曳航模型実験結果をも とに構築した理論計算モデルに従って重心位置が変化し た場合の影響について調べた。その結果、重心位置によ って傾斜角や水平方向速度が大きく変化し、全く水平方 向に移動できない状態や逆方向に移動する状態があるこ とを明らかにした。また、舵角の影響についても調べた。 これらの計算による検討の結果、ある程度重心と浮心と の距離が大きい場合には、ひれ無し状態の方がひれ付き 状態よりも効果的に水平方向移動ができることを示した。 また、ひれ無し状態では舵角に対する降下運動特性の変 化も大きく舵の効果がひれ付き状態よりも期待できるこ とを示した。

模型実験は水深35mの深海水槽でおこなった。中継機 模型の降下運動は光学式の運動計測装置によって計測し た。実験では舵角や重心と浮心の距離、中継機前部のひ れの有無が降下運動におよぼす影響について調べた。実 験計測は2対の舵のうちの1対の舵の舵角を変化させるこ とによっておこなった。解析に当たってはいずれの計測 も水深10mから15mの範囲を定常運動とみなして解析す ることとした。解析項目は降下中の傾斜角と水平方向速 度、鉛直方向速度である。

実験結果は理論計算結果に示された傾向とほぼ一致す る傾向を示し、理論計算の方法が正しいことを確認した。

Behavior Characteristics of Hang Off Riser that Considers Oscillation of Floating Structure

上部浮体の動揺を考慮したハングオフライザーの 挙動推定に関する研究 伊藤和彰、前田克弥、田村兼吉、新冨恭子 平成18年6月 Proceedings of OMAE2006

ライザーは石油・ガスの生産、深海科学掘削、海洋深 層水汲み上げ、CO2の深海貯留等に幅広く用いられる水 中線状構造物である。ライザーの設計上特に問題となる ものの一つに、ライザーの周りで生じる非定常な渦剥離 によって引き起こされる振動があげられる。この振動は Vortex-Induced Vibration(VIV)と呼ばれライザーの疲労 破壊の原因となる。従って、VIVを含むライザーに作用 する流体力を精度良く評価することがライザーの安全性 を確保する上で非常に重要である。

本研究では下端をフリーとしたハングオフ状態のライ ザー管が、上部浮体の動揺によって変形する挙動を対象と した。模型実験結果と比較することによって数値シミュレ ーションによる挙動推定精度を検証した。

模型試験では、ライザー上部を振幅0.02[m]、周波数0. 17~1.25[Hz]で強制動揺させた。使用したライザー模型 仕様は全長7.0[m]、外径0.042 [m]、内径0.036 [m]、縦弾 性係数は2319[N/mm²]である。

数値シミュレーションでは流体力解析法にVIVを考慮 したモリソン型の流体力算定法を用いた。

この時、抗力係数および揚力係数は既知のデータベース を基にライザーの挙動によって時々刻々変化させた。

計算結果と模型実験の比較を図に示す。グラフは左側 がInline方向(強制動揺方向と同方向)の挙動の最大振幅 分布、右側がTransverse方向(強制動揺方向と直交方向) の挙動の最大振幅分布を示している。この時、実線が本 挙動推定法の計算結果、+が実験結果である。

強制動揺周波数が低くなると(周波数0.67Hz以下)モ ード形状、振幅ともに実験と非常によい一致を示した。



実海域性能を考慮した内航船用船速計画 システムの開発 辻本勝、南佳成、村山貴彦、高井博司 平成18年6月

日本船舶海洋工学会論文集第3号

内航船の燃料消費量の削減を目的とした航行支援シス テムの開発の一環として船速計画システム(WAN-CS)の開 発を行った。海象予測は気象庁メソ数値予報を用い、1日4 回、予測時間間隔1時間、緯度経度2分間隔(日本近海)の予 測情報を配信するシステムを開発した。実海域での船速応 答は時間平均的な挙動を扱い、力の平衡方程式を解き求め た。内航セメント運搬船(全長約160m)の宇部-名古屋航路 を対象に、夜間沖待ち時間(約8時間)を航海時間に充てたW AN-CSシミュレーションを実施した。航海実績に合わせ航 海シミュレーションを行った結果と比較し、一例ではある がWAN-CSにより、燃料消費量は33%削減されることを示 し、本システムの有効性を示した。

表:WAN-CSによる燃料消費量削減効果

項目	航海シミュ レーション	WAN-CS	
燃料消費量	21.9 [t]	14.6[t]	
巡航時間	30 時間 40 分	39 時間 05 分	
削減効果	-	33%	

曲がり管(エルボ)に起因する配管の減肉 第1報 流体解析からの調査

伊飼通明、小島隆志、畑中哲夫 平成 18 年 7 月 配管・装置・プラント技術

エルボに起因する配管の減肉について、流体解析か ら流れが減肉に影響を与える重要な要素と考えられる 流速分布と渦の発生箇所を調べた。対象モデルは呼び 径 80 の複数のエルボから構成される配管系で、エル ボの曲率半径 F60 ~ 400mm である。エルボ 2 個~4 個で流体解析を行った結果、図1に示すように逆流域 (渦)の発生している結果が得られたのは、曲率半径 60mm と 76mm のエルボだけであり、200mm 以上で は渦は確認できなかったことから、渦の発生は曲率半 径に関係していることが解った。曲率半径 76mm は 使用頻度の多いエルボで今後実験で減肉箇所を確認す る。



火災現象のラージエディシミュレーションにおける サブグリッドスケールモデルの比較

岡秀行 平成18年7月 日本マリンエンジニアリング学会誌第41巻4号

火災現象を対象とした実用的なCFD解析コードとして 広く認知されているFire Dynamics Simulator (FDS)を 船舶火災に適用した場合の性能評価を目的としている。 評価対象として乱流モデルを取り上げ、サブグリッドス ケール (SGS) モデルの差異が火災流動場に及ぼす影響 を調査した。その結果、十分発達した室内火災では異な るSGSモデル間で流れ場に大きな差異は見られなかった。 また、船体動揺の影響を考慮し、火災初期段階で重要な 熱感知器の応答性に対するSGSモデルの影響を調査した ところ、避難や消火活動などの安全評価の観点からは有 意な差異は現われないことが分かった。



図 熱感知器感熱部の温度の時間変化

き裂検出材と耐疲労スマート材料の開発

高橋一比古、牛嶋通雄、高橋秀樹、内田光彦 小野口富夫 平成18年7月 第36回安全工学シンポジウム講演予稿集

船体検査における疲労き裂の検出は、現在、その殆ど が目視検査に依っている。しかしながら、実際の検査環 境は想像以上に厳しく、十分な照明設備も期待できない 場合が多いため、溶接部等の複雑形状部分に生じたき裂 を現場で発見し、その寸法を把握する事は容易でない。 従って、き裂の検出率および検出精度を高めるためには、 現場における目視検査を有効に支援し得るような新た な方策を講ずる必要がある。そのような方策の具体例と して、染料入りマイクロカプセルを利用したき裂検出材 (塗料)と、セラミックスの微細粒によるくさび効果を 利用した耐疲労スマート材料(アルミナペースト)をと りあげ、その原理や効果について概説した。



き裂の進展に伴って黒発色したアルミナペースト

き裂検出材の耐久性評価と製品化 高橋秀樹、内田光彦、小野口富夫、高橋一比古 平成18年7月 第36回安全工学シンポジウム講演予稿集

船舶や橋梁等、各種構造物の目視検査における疲労き 裂の検出率および検出精度を高めるため、(株)スリー ボンドと当所の共同研究として、染料入りマイクロカプ セルを利用したき裂検出材(塗料)を開発し、種々の性 能評価及び改良を行った。ここでは主に、開発に至った 経緯と、2005年7月の製品化を前にして実施した屋外暴 露試験・促進耐候性試験等、様々な耐久性評価の方法と 結果について報告し、併せて製品の内容についても紹介 した。



き裂検出材セット

浮体式風力発電用基盤浮体に関する模型実験

矢後清和、大川豊、日根野元裕、高野宰 砂原俊之 平成18年7月 土木学会 海洋開発論文集 第22号

陸上への風力発電の導入は適地の減少などにより難し くなっている。今後、実効あるものにするためには洋上へ の展開が不可欠であるが、急峻な海底地形を有する我が国 では、浮体式が有望と考えられている。

本論文は、風力発電装置を搭載できる基盤浮体の技術的 成立性に関する検討を目的とした模型実験について述べ たものである。箱形格子構造を持つ基盤浮体模型を剛性繊 維ロープで係留した状態を模擬し、動揺、係留力などを計 測した。風力発電機に求められる動揺量や係留強度などの 要件をほぼ満足する結果が得られた。



図 対象とした浮体式風力発電ユニットの概要

遺伝的アルゴリズムを用いた 不定期船の配船計画作成に関する研究 ーオーダー式配船への取り組みー 松倉洋史、勝原光治郎、大和裕幸 平成18年7月 日本船舶海洋工学会論文集第3号

内航不定期船のオーダー式配船を対象に、遺伝的アルゴ リズム及び各染色体の評価に物流シミュレータを用いる アプローチにより、コンピュータを使用した自動配船を試 みた。配船アルゴリズム及びシミュレーションシステムを 開発し、実船社の輸送モデルを対象に手法の有効性を台風 等の外乱の影響等も考慮して検討した結果、開発した配船 システムは、人の作成する配船案と同等程度の性能の配船 案を、自動かつ安定的に生成可能であることを示した。



図 実船社モデルを対象とした配船計画の評価値成長曲線 (小さい方が良。点線が人の作成した配船案の評価値)

着底式大型洋上風車に供するトラスタワーの構造特 性と風荷重と後流域の乱れに関する風洞実験

関田欣治、大村優太、矢後清和、山下篤、宮島省吾 平成18年7月

土木学会 海洋開発論文集 第22号

本研究は、着底式大型洋上風力発電機のタワー構造に 関して、従来からあるモノタワー型と新形式のトラスタワ ー型の比較を行い、振動特性やタワー遮蔽による後流への 影響、経済性に密接な使用鋼材重量などについての優位性 を検証したものである。トラス型は重量が大きくなるが、 固有振動数が高くなり、稼働時の振動加速度が小さくなる ことなどを明らかにした。トラスタワーは比較的容易に高 剛性の構造を構成することができるため、今後、洋上風力 発電の基礎構造としての利用が期待される。



図 比較した洋上風力発電用タワー構造

An Imaging Lidar for Monitoring of Oil Spill and UV fluorescent Substances at Water Surface and Subsurface

篠野雅彦、樋富和夫、山之内博、山岸進 平成18年7月

Proceedings of 23rd International Laser Radar Conference

船舶からの流出油の防除作業を目的とした流出油モニ タリング装置の研究開発の一環として、ヘリコプター搭載 型蛍光イメージングライダーの開発を行った。

従来の流出油モニタリングが、見通しの良い日中に目視 観測によって行われていたのに対し、蛍光ライダー装置は、 荒天時も含め24時間、流出油のモニタリングが可能であ る。さらに油や紫外蛍光物質に対する感度が高いため、流 出油の誤認識率が低く、水面下に潜った油も検出が可能で ある。



図 水中物質の紫外レーザー励起蛍光(4波長イメージ)

The effect of drift motion on the capsizing probability under dead ship condition

小川剛孝、J.O. deKat (MARIN)、石田茂資 平成18年9月

第9回船舶の復原性に関する国際会議論文集

本研究では、主機や操舵機の故障により操船不能になっ た船舶(デッドシップ)の転覆確率推定法を開発した。デ ッドシップの漂流運動を考慮した本手法により、漂流運動 が転覆確率に及ぼす影響について調べた。

横風横波中での自由漂流試験の結果から、低速操縦運動 モデルと風圧力及び波による漂流力を組み合わせたデッ ドシップの漂流運動推定法を開発し、実験値と良く一致す ることを示した。さらに、転覆確率を推定した結果、長い 横揺れ固有周期を持つ巨大旅客船の転覆確率に対する漂 流運動の影響は無視できないことがわかった。



巨大旅客船の転覆確率(実線:漂流運動を考慮した場合、 点線:漂流運動を考慮しない場合)

Experimental Study on the Manoeuvring Motion of a Planing Boat

上野道雄、二村正、塚田吉昭、宮崎英樹 平成18年9月 船舶の操縦と制御に関する国際会議論文集(MCMC2006)

滑走状態にある高速艇の6自由度の操縦運動を実時間キ ネマティックGPSと光ファイバージャイロを用いて計測 した。この計測によってこれまでに明らかにされてこなか った高速滑走艇の実艇の操縦運動(直進・旋回・ジグザグ 運動)時の滑走現象に伴う浮上量を高い精度で明らかに した。浮上量を含む計測データの解析によって滑走運動中 の排水量変化を算出することが可能となり、滑走時の動的 揚力が船速約30ktの場合に全重量の70%以上にも達するこ とを定量的に示した。



図:滑走運動(直進)中の重心浮上量

外航貨物船の運航実績値に基づくLCAのための海上 輸送データ (単位輸送量当たり燃料消費量と大気

環境負荷ガス排出量) 平岡克英、亀山道弘 平成18年7月 日本LCA学会誌第2巻第3号

石油タンカー、撤積貨物船(石炭専用船)、LNG船、コ ンテナ船及び自動車運搬船の5種8隻の外航貨物船に関 する運航記録に基づいて、運航状況と単位輸送量あたり燃 料・潤滑油消費量を分析し、単位輸送量あたりのCO₂、SO _x及びNO_xの排出量等を算出した。(下表を参照のこと)

また、船舶の仕様性能に基づく単位輸送量当たりの燃 料消費量等の推定値と実績値を比較し、推定値の精度向 上に必要な項目を明らかにした。

表 単位輸送量当たりの燃料消費量と排出係数

Ship Code	CO ₂ Emission Factor	SOx Emission Factor	NOx Emission Factor	Oil Consumption Factor
	g CO ₂ /t-mile	g SO ₂ /t-mile	g NO ₂ /t-mile	g oil/t-mile
B140	6.36	0.121	0.172	2.05
B91	9.11	0.173	0.246	2.93
T260	5.33	0.102	0.138	1.72
T96	11.6	0.220	0.249	3.72
C6100	21.3	0.405	0.577	6.87
C4700	22.5	0.427	0.598	7.23
PCC4500	109	2.053	2.931	35.0
L NG127	28.2	0315	0.049	10.3

高圧水中におけるCO₂スラリーの放出実験 中島康晴、城田英之、小島隆志、山根健次、 綾威雄、田村兼吉 平成18年9月 日本機械学会2006年度年次大会講演論文集

地球温暖化を抑制するため、液体CO₂とドライアイスを 混合したCO₂スラリーを利用してCO₂を深海へと送り込み、 貯留するシステムの開発を目的として、高圧水中において CO₂スラリーを放出する実験を行った。

ドライアイスを放出実験装置の容器に充填し、密閉して 0.5MPaの圧力下で融解させてCO₂スラリーを調製し、5MP aの高圧水中に放出した。CO₂スラリーの放出により放出ノ ズルが冷却されてノズルから管状の氷が生じ、スラリー液 滴の流れが狭隘化することにより、小さな液滴が生じるこ とが観察された。



⁶Li含有熱蛍光シートによる中性子2次元分布測定 近内亜紀子、小田野直光、澤村秀範、小笹尚登、 石川雄三 平成18年8月

2006年秋季 第67回応用物理学会学術講演会 講演予稿集

当所では、熱蛍光体を用いたシート状の検出素子を用いて 中性子2次元分布を簡便に測定できるシステムを開発して いる。X線及びガンマ線の線量測定のために開発した熱蛍 光シート(TLシート)に94.7%濃縮の。LiFを加え、。Li(n, α)³H反応で生じるα線に起因する熱蛍光を利用して中性 子を検出する。Li含有熱蛍光シート(NTLシート)を製作し、 日本原子力機構研究炉JRR-4内において特性評価実験を 行った。ガンマ線混合場におけるTL及びNTLシートの 中性子応答差ならびにシートの位置分解能を測定するた め、編模様および円状の中性子、水ファントムを用いた中 性子減衰測定を行い、シミュレーションとの比較を行った。 図に水ファントムを用いた中性子減衰測定の結果を示す。 この結果はモンテカルロシミュレーションによる解析と よく一致し、NTLシートが2次元中性子分布測定に十分 適用可能であることが明らかになった。





Development of CO₂ Injection Method "COSMOS" for CO₂ Ocean Storage

中島康晴、城田英之、小島隆志、田村兼吉、 山根健次、綾威雄 平成18年11月

Proceedings of American Institute of Chemical Engineers 2006 Annual Meeting

CO₂深海貯留のためのCO₂投入法であるCOSMOSの開発 プロジェクトの概要を報告する。第1期の研究プロジェク トでは、少量の液体CO₂を用いた実海域実験によりCOSM OSの基本的なコンセプトを検証し、液体CO₂とドライアイ スを混合したCO₂スラリーを投入する方法を考案した。第2 期の研究プロジェクトでは、CO₂スラリー投入実験装置を 試作し、ラボ実験によりCO₂スラリー投入時の特性を検討 する。さらに、洋上浮体及び投入管の検討を行い、投入シ ステム全体の試設計を可能にすることを目指す。



図 円筒形ノズルからのCO2スラリーの放出

相模湾沖合風況観測データに基づく 洋上風力発電の優位性評価

國分健太郎、大川豊、北村文俊、矢後清和 平成18年10月 日本太陽エネルギー学会・日本風力エネルギー協会 合同研究発表会

洋上の風は陸上に較べ、風速が高く、乱れが少ないため 風力発電に有利であると言われているが、定量的に評価し た研究は少ない。ここでは相模湾中央部に置かれた2つの ブイ(拓海、浮魚礁ブイ)と相模湾周辺の沿岸(平塚)で 観測されたデータを用いて、風の性質や風力発電に関する 洋上の優位性を評価した。洋上は陸上に較べ約1.5倍の 年間電力が得られるという結果が得られた。



図 相模湾における風力発電の設備利用率の予測結果