

所外発表論文等概要

Estimation of full-scale ship manoeuvrability in adverse weather using free-running model test.

鈴木良介, 塚田吉昭, 上野道雄
令和2年7月

Ocean Engineering, volume 213

本研究では、波風中の実船の操縦運動を自由航走模型試験で再現する手法を提案し、VLCCを対象に実船の荒天下中保針航行時の操船限界ならびにその主機出力の影響を模型試験の結果から直接評価をおこなった。

本試験では、著者らが過去の研究で提案した舵効き船速修正法と風荷重模擬装置を併用している。これにより、模型船の操縦運動を、トルクリミットを考慮した実船の操縦運動と相似にすること、ならびに風の中での自由航走試験を可能にしている。模型試験に先立ち、初めに、提案した模型試験法を模型尺度と実船尺度の3自由度の操縦運動計算により、その妥当性を検証した。

次に、自由航走試験を実施し、その結果より、本船は60% MCRの主機を搭載した場合でもビューフォート風力階級 (BF)8の海象では操船限界には達せず、機関出力に十分な余裕があることが明らかになった。更に、BF9~10では、十分な前進船速が得られず操船不能になる可能性があるが、一方保針航行に必要な当て舵や斜航角が許容値を超えて操船不能になる可能性は低いことが明らかとなった。

一次元噴霧モデルによるメタン-空気予混合気中における微小燃料噴霧の着火過程の数値解析

川内智詞, 今井康雄, 高木正英
令和2年9月

自動車技術会論文集51巻5号

本研究では、Musculus-Kattkeの1次元噴霧モデルに反応解析を連成した計算モデルを構築し、メタン (CH₄) -空気予混合気中に噴射された微小燃料噴霧の着火過程の数値解析を行った。図に示されるように、本モデルによって、燃焼試験で計測された着火遅れが定量的に予測できることを確認した。計算結果から、着火遅れを長期化させる噴射条件では、着火の前駆物質であるOHラジカルの濃度が、噴射を開始してから増加した後に、熱炎に移行する前に一度減少することなどが予測された。

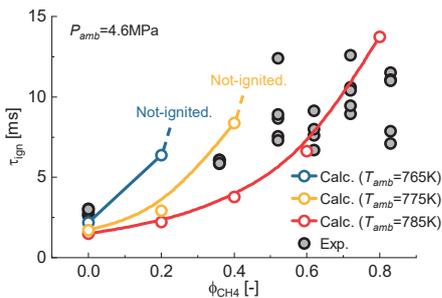


図 着火遅れの予測結果と実測値の比較*

* (公社)自動車技術会の許諾を得て、論文より転載

自走する船群の数値シミュレーション

大橋訓英

令和2年6月

第25回計算工学講演会

多船が航路航行する状態を想定し、動的重合格子手法と重合格子に対応するソルバーをベースに計算格子、運動方程式と自走のための推進器モデルのデータ構造とそれらを関連付けする手法を開発した。計算格子、運動方程式と推進器モデルに固有の番号をつけ、相互参照できるデータ構造とし、関連付けに自由度を有している。開発した手法を2船での追い越しやすれ違いの状態に適用するとともに、潮流も模擬した制限航路において複数隻が航行する状態についても検討を行った。2船及び多船間での干渉について、航跡の変化や船体周りの流場等から考察し、開発した手法により多船の航行状態での航跡や船体に働く流体力の変化を含めた詳細な解析が可能であることを示した。

Experimental data of Resistance, Sinkage, Trim, Self-Propulsion Factors, Longitudinal Wave Cut and Detailed Flow for JBC with and without an Energy Saving Circular Duct

Hirata, N., Kobayashi, H., Hino, T., Today, Y., M. Abdel-Maksoud and F. Stern,

July 2020

Lecture Notes in Applied and Computational Mechanics 94, Numerical Ship Hydrodynamics --An Assessment of the TOKYO 2015 Workshop--

JBCは省エネ付加物がついた肥大船型に対して、抵抗・推進性能を対象としたCFDの検証を実施するために設計された新しい船型である。

本研究では、抵抗・自航試験は異なる縮尺の模型船を用いて当所と大阪大学の水槽で行った。また、詳細な流れ場は、船尾における7つの断面に対してSPIVを用いて当所と大阪大学では水槽で、また、ハンブルク工科大学では風洞にて全て異なる縮尺の模型を用いて計測した結果をまとめるとともに、SPIVの計測精度や船尾まわりの流れ構造について議論した。

Development of the numerical method for simulation of ship motions in regular waves with changing wave direction

大橋訓英
令和2年8月
ICCM 2020

波向きを変更した規則波中での船体運動計算を行った。船体格子等は維持したまま、波向きにあわせて規則波を造波する矩形格子を入れ替え、重合格子を生成した。既存のワークショップにおけるテストケースと同条件にて計算を行い、実験結果及び他機関の計算結果との比較を通して、妥当な結果であることを示した。

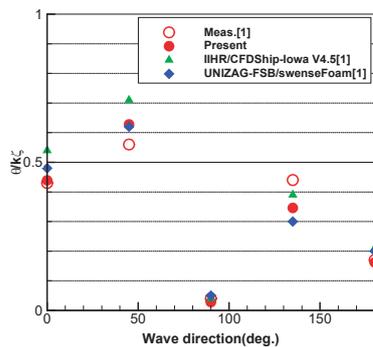


図 計算結果の一例(波浪中ピッチ運動の振幅の比較)

曲率線による航空機複合材非可展面構造の展開と成形

安岡哲夫, 竹澤正仁, 平野義鎮,
松尾宏平, 櫻井昭男
令和2年9月

第45回複合材料シンポジウム講演要旨集

炭素繊維強化ポリマー (CFRP) もしくは、炭素繊維複合材は軽量で比強度が高く、航空機構造部材として優れた性質を有している。航空機構造のCFRPは、その品質安定性を確保するため、プリプレグと呼ばれる材料を使用するが、プリプレグはシート形状もしくはテープ形状であるため、曲面構造に対する賦形に課題が生じる。そこで本研究では、航空機CFRP非可展面構造部材について、3次元曲面の成形法である曲率線展開成形の適用可能性について検討を行った。その結果、曲面部材成形に成功し、複雑な形状であっても高品質に成形できることを確認した。

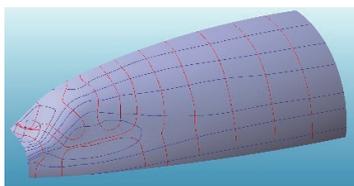


Fig. The upper nose/cockpit skin of TRA2022B. Red and blue lines are lines of curvature.

GPUクラスタにおける動的負荷分散を用いた粒子法によるスロッシング計算

河村昂軌
令和2年9月
日本流体力学会年会2020

天然ガス等の海上輸送を担うLNG 船の輸送用タンク様式の一つに角型のメンブレンタンクがあり、部分積み時などでスロッシングやスワーリングが発生することが知られている。このような強非線形現象の解法の一つに粒子法が挙げられるが、単一のGPUでの計算では演算性能とメモリ容量に限界があり計算規模が制限される。更なる高速化と大規模化のためには複数台のGPUに処理を効率良く分散させることが必要である。そこで、二次元スライスグリッドによる領域分割手法と計算時間ベースの動的負荷分散手法を用いた大規模・高速化手法の開発を行う。開発した計算手法を用いてLNGタンクの強制動揺の数値計算を行い、タンクの幅及び水位とスワーリングの発生の関係性の確認と開発した高速化手法の有効性を示した。

不規則運動下での LNG タンクのスロッシング計算

大橋訓英
令和2年9月
日本流体力学会年会 2020

周波数スペクトルと応答関数に基づく不規則運動を移動格子法により与えることで、矩形型のLNGタンク内に生じるスロッシング現象について考察を行った。流体力の時刻歴の周波数解析から、流体力はスロッシングの固有周波数においてピーク値をとり、3次の固有周波数でもピークが現れることを確認した。また、タンク内壁の圧力についてもスロッシングの固有周波数においてピーク値をとることを示した。

Experimental Study on Plugging Caused by Methane Hydrate Formation in Pipes

中島康晴, 山本謙司, 高野慧, 山本マルシオ,
小野正夫, 金田成雄, 大坪和久
令和2年10月

Proceedings of Global OCEANS 2020

表層型メタンハイドレートの開発を目的として、海底で採取したメタンハイドレートをスラリーとして海上まで輸送する方式が提案されている。本研究では、管路内を輸送されるメタンハイドレートの分解や再生成について検討するうえで必要な基礎的データを得ることを目的として、ループ型試験装置を用いて人工海水を循環させ、さらに氷の投入や外部からの冷却により装置内に氷スラリーを発生させる実験を実施した。氷スラリーを循環させた状態において圧力損失や塩分等のデータを計測し、さらに流動中の相変化に関する知見を得た。冷却により、流動状態において氷が発生することが確認されたが、はじめはフレーク状の氷が海水とともに流動する様子が観察された。さらに冷却すると、海水の塩分濃度が上昇し、一定のポンプ出力で循環させているにも関わらず管内流速が低下した。海水循環を停止し、試験装置を分解した結果、管の内壁に氷層が厚く発達していることが確認された。本実験により、流動する海水中での氷生成についての知見を得ることができた。

鉛直動揺管におけるスラリー移送に関する実験的研究

高野慧, 正信聡太郎, 金田成雄,
小野正夫, 笹川広紀
令和2年11月

日本船舶海洋工学会令和2年秋季講演会論文集

海底熱水鉱床の生産において、熱水鉱床はスラリー状で移送することが想定されている。その際、海上の母船が動揺するため、揚鉱管も動揺することが想定される。そのため、動揺管内におけるスラリー移送評価技術が重要となる。そこで、著者らは鉛直動揺管内におけるスラリー流に関する模型試験を実施し、鉛直動揺管内におけるスラリー流の圧力勾配や差圧の振幅と流速の振幅の関係を調査した。また、鉛直動揺管内の流れは、ポンプを一定の回転数で作動させた場合、配管に対するみかけの流速が鉛直動揺に応じて変化し、脈動流のようにふるまうと考えられる。そこで脈動流との比較を試みた。それらの結果、鉛直動揺管内のスラリー流の定常成分は、静止した配管における定常スラリー流に関する圧力損失推定手法により算出した結果と良い一致を示した。また、脈動流における差圧の変動振幅の計算方法を用いて、動揺管内の流れにおける差圧の変動振幅を計算したところ、計算結果が計測結果と概ね一致した。このことから、脈動流の評価手法が動揺管内の流れにも適用できると考えられ、動揺管内の流れは脈動流とみなせることがわかった。

A Review of the R&D on Riser System for the Manganese Nodules Exploitation

Yamamoto, M., Yamamoto, J., Masanobu, S.
September 2020
49th Underwater Mining Conference (UMC 2020)

In the 1970s, there was a rush for the research & development (R&D) of technologies for the production of the manganese nodules located in water depth of 4000~6000m. In this article, there is a review of the R&D during the last decades on the riser systems with special attention on the open-ocean tests realized in 1970s. Besides, there is a brief discussion about the available computational tools for the design of the riser system.

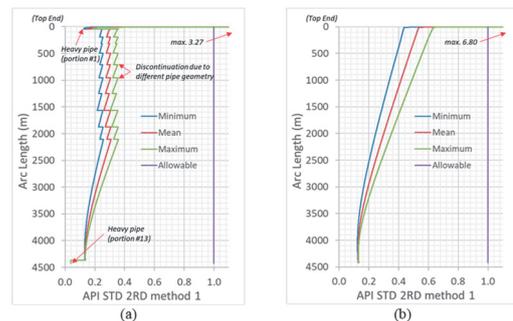


Fig. Comparison of the design criteria between (a) the ore lift riser used in 1970s and (b) a smooth pipe riser.

EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF LARGE SOLID PARTICLE SLURRY TRANSPORT IN VERTICAL PIPES WITH PULSATING FLOW

Sotaro MASANOBU, Satoru TAKANO,
Shigeo KANADA, Masao ONO,
and Hiroki SASAGAWA

August, 2020

Proceedings of the ASME 2020 39th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE2020

We focused on the pulsating internal flow in static vertical pipe for subsea mining and carried out slurry transport experiment to investigate the effects of flow fluctuation on the pressure loss.

In the experiment, the alumina beads and glass beads were used as solid particles and the fluctuating periods and amplitudes of pulsating water flow were varied.

We confirmed that the prediction method for steady flow we proposed in the past is applicable to the estimation of time-averaged pressure loss for even pulsating flow. Regarding the fluctuating component of pressure loss, the calculation results using the quasi-steady expression of mixture model were compared with the experimental data. The comparison result suggests the quasi-steady expression of mixture model is insufficient for lifting the ores of Seafloor Massive Sulfides, whereas it would be applicable for lifting light particles such as manganese nodules.

非線形モデル予測制御によるAUVの Path Following Control

谷口友基, 梅田隼, 藤原敏文, 金岡秀,
佐藤匠, 稲葉祥梧
令和2年8月
OMAE2020

AUV(Autonomous Underwater Vehicle) の Path following 制御に非線形モデル予測制御を適用した. スラスト回転数を系統的に変化させた直進シミュレーション結果を援用することで, Waypoints への到達時刻も考慮するアルゴリズムを開発した.

開発したアルゴリズムによる航行軌跡及び状態量計算結果等と実機の計測データを比較することでアルゴリズムの検証を行った. また, Guidance law として Pure pursuit 及び Line of sight の 2 種類を試計算し, Guidance law の違いによる追従性能比較を行った. 追従性能比較の結果, 本研究で開発したアルゴリズムの場合, Guidance law に Line of sight を用いた方が回頭時の操舵量も少なく, かつ最適化演算に必要な計算時間も短くなることが分かった.

STUDY ON THE CONSIDERATION METHOD OF DAMAGE STABILITY CRITERIA CORRESPONDING TO IEC 61400-3-2 FOR FLOATING OFFSHORE WIND TURBINE

Toshiki Chujo, Ken Haneda, Yusuke Komoriyama,
Kentaro Kokubun, Yasuhira Yamada,
Toshifumi Fujiwara, Shunji Inoue

令和2年8月
OMAE2020論文集

浮体式洋上風力発電の国際基準であるIEC61400-3-2において, 一定要件下で損傷時復原性の確保を不要とする記載が追加された. 本検討では本要件を明確化し, 確率論的手法を用いて傷時復原性要件確保要不要の評価手法を提案した. 復原性の喪失要因を船舶との衝突と設定し, AIS情報を用いた衝突確率の算出, FEM解析結果を用いた衝突による構造全損の確率を導出する手法を提案した. 水槽試験も併せて実施し, 衝突前後のエネルギー比較により衝突時の係留系等の影響を算出した. 提案した手法については試解析を実施しその手法の有効性を示した.

NUMERICAL SIMULATIONS AND SEA TRIAL FOR LEADERFOLLOWER FORMATION CONTROL OF CRUISING-TYPE AUVS

梅田隼, 金岡秀, 佐藤匠, 稲葉祥梧, 藤原敏文
2020年8月
OMAE2020講演会論文集

海底探査を効率よく行うためには複数 AUV による探査が有効な手段の一つと考えられる. 衝突や喪失などのリスクを減らすため, 全 AUV の位置や速度等の状態を正しく管理する必要がある. 管理には複数 AUV の行動を連動して制御する隊列制御が有効である.

本研究では, リーダー・フォロワー構造に基づいた隊列制御を提案し, 数値計算で制御性能の把握と海上試験で制御の実証を行った. 数値計算では, AUV で運用されている手法である固定ウェイポイントを用いて隊列を組んだ場合と比較を行い, 提案手法では想定する隊列となることを確認した. 提案手法を海技研が所有する 2 機の AUV に実装し, 海上試験を行い, 様々な外乱が存在する実運用下でも, 提案手法により隊列を組むことができることを確認した.

Detailed Study on the Behavior of Ships in Very Short Waves

横田早織, 黒田麻利子, 深澤良平, 大場弘樹,
辻本勝
令和2年8月

Proceedings of ASME 2020 39th International Conference
on Ocean, Offshore and Arctic Engineering, OMAE2020

運航する船の遭遇海象を考えると, 極短波長での船の性能が重要となってくるが, 造波機の性能として, 良い精度の波形を造波することが難しいという問題もあった.

この論文では, DTCコンテナ船の模型船を用いた海上技術安全研究所にて実施した極短波長を含む規則波中抵抗増加試験について, 精度のよい結果が得られたことが示されている. またこの試験結果を, SHOPERA (Energy Efficient Safe SHip OPERAtion) の公開するベンチマークと比較する. また, 得られた実験値と, ITTC推奨手法(2017年版)において波浪中抵抗増加の算出法として適用が認められているNMRI法にて推定された規則波中抵抗増加を用いて, 燃費の感度解析を行った.

感度解析には実運航シミュレーションを用い, 各波浪中抵抗増加の周波数応答より計算された燃料消費量にて比較を行った. その結果, 極短波長での周波数応答の変化は燃料消費量や船速低下に大きく影響し, 極短波長での試験精度の重要性が明らかとなった.

Numerical Investigation on Sloshing Pressure for Moss-Type LNG Tank based on Different SPH Models

Ma, C., Oka, M.

October 2020

Proceedings of ISOPE2020

In this paper, two boundary conditions (DBC and DPC) and two boundary shape models (original polygonal shape model and SBM) are investigated with respect to the sloshing pressure based on SPH simulation. First, a benchmark test for 2D sloshing in a simple rectangular tank was performed to validate the feasibility of the DBC and DPC models. When the particle dimension was small, it was found that both DBC and DPC could predict the model test results well. However, DPC achieved better results regarding the pressure history when the particle size was larger.

Regarding the 3D sloshing simulation for spherical tank, for the pressure sensors below the initial free surface, both DBC and DPC can predict the pressure with an acceptable accuracy. The prediction accuracy is improved by DPC in terms of the peak pressure and pressure fluctuation. For the sensors above the initial free surface, the DBC failed to predict the similar pressure. While, the DPC successfully capture the similar phenomenon observed by the model test. By utilizing the SBM, the performance of DPC model is further improved. Finally, it is proved that, by introduction of particle shifting, more uniformed particle distribution can be achieved and the pressure prediction accuracy can be further improved.

Effect of Stress Ratio and Notch on Fatigue Strength of CP Titanium

岩田知明

令和2年10月

MATEC Web of Conf. 321, The 14th World Conf. on Titanium

世界的にTi-6Al-4Vなどの合金が航空宇宙分野で利用され、構造部材として実績豊富でデータが蓄積されている。一方我が国では、海水耐食性や生体親和性に優れ、合金と比較して安価な純チタンが一般産業分野で広く利用されているが、hcp構造のみから成り異方性がある純チタンは、構造材料として歴史は浅く、強度データが不十分で機械的材料特性に不明な部分が残されている。本研究では、海洋分野で構造部材として優れた特性を持つ純チタンの応用範囲拡大のため、純チタンの疲労強度に及ぼす平均応力と応力集中の影響を評価した。その結果、1) 切欠き材では、圧延方向と圧延直行方向で疲労限度に有意な差がないこと、2) 実験点がSoderberg線図～修正Goodman線図の範囲に位置し、工業用純チタンにおいて安全側の設計をするには、少なくとも $S_a=0.5S_u$ 線を適用する必要があること、3) 炭素鋼では $K_t=2$ 付近から発生する停留き裂が、純チタンでは確認されないこと、4) 船舶用軟鋼の機械的強度に最も近い工業用純チタン2種による溶接構造物の設計を行う場合、鋼溶接構造物の設計疲労強度が適用できることを明らかにした。

単胴船に作用する6自由度のFroude-Krylov力の簡易算式の開発

松井貞興, 篠本恭平, 杉本圭, 芦田晋作

令和2年12月

日本船舶海洋工学会論文集第32号

本研究では、任意の船種及びサイズに対して適用できる主要パラメータ(L,B,d,Cw,Cb)を用いた波浪荷重の簡易算式の開発を目標に、6自由度のFroude-Krylov力の簡易算式を開発した。開発したFroude-Krylov力の算式は、船型パラメータならびに波向き、波長が陽に用いられた初等関数で表されている。また、あらゆる船種やサイズの154隻の実船型を用いた数値解析と比較し、あらゆる波条件で良好な精度を有することを確認している。

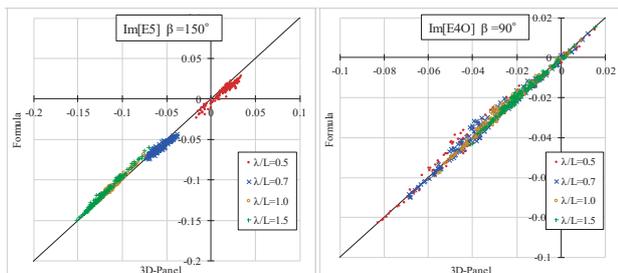


図 Froude-Krylov力の開発算式と3次元法との比較
左：斜め向かい波におけるpitch, 右：横波におけるroll

Deep Learningによる輸出入海上コンテナ貨物の輸送経路推定

松倉洋史

令和2年6月

日本船舶海洋工学会論文集第32号

輸出入海上コンテナ輸送の改善のため、時間・費用その他の多様な輸送属性が輸送経路の選択に及ぼす影響を定量的かつ詳細に分析可能な手法が求められている。そこでDeep Learningを用いて輸出入海上コンテナ貨物の経路推定手法の開発を試みた。これにより、多種類の輸送属性間の非線形かつ複雑な関係を加味した上で詳細な性能の検討が可能になると期待できる。開発の結果、多数の候補経路に対し学習済みモデルをトーナメント方式で用いることにより、未知の発着地ペアに対して約9割の正答率、学習後5年経過したデータに対しても約8割の正答率で輸送経路の推定が可能なる手法を開発することができた。

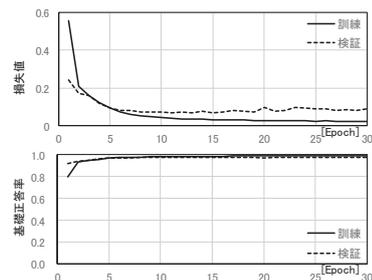


図 Deep Learningによる学習進捗の例