

所外発表論文等概要

自動車運搬船のための
波浪中省エネ装置STEPの開発

黒田麻利子、辻本勝、白石耕一郎、佐々木紀幸

表正和、野嶋宣男、加賀正人

平成24年12月

日本船舶海洋工学会論文集第16号

船首水面上形状を省エネ付加物 STEP により改良し、波浪中抵抗増加を低減させることを目的に、船長約 170m の自動車運搬船を対象に STEP の最適設置位置・最適サイズについて水槽試験を通して調査した。その結果、設計条件である夏期満載状態・計画速力・波長 3m の向波中において、STEP の効果により波浪中抵抗増加が 18%低減した。開発した STEP について、波高・波向・波長や船速・喫水状態が設計条件と異なるオフデザイン条件での効果についても、調査・確認した。水槽試験結果を用いた実海域中馬力計算結果から、ビューフォート 6 の向波向風中で、STEP による効果は CO₂ 排出量削減 2%と算定された。



図 STEP 付き 170m 自動車運搬船

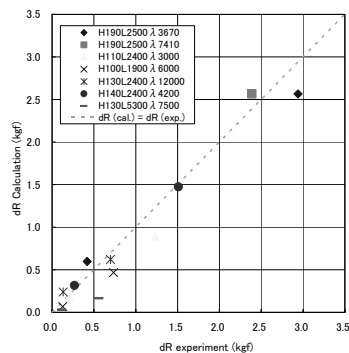
塗装表面の摩擦抵抗測定

川島英幹

平成25年1月

JIME海洋環境研究委員会 第3回研究会

塗膜表面の摩擦抵抗の精密な評価法である並行平板曳航法により、粗度の高さ、勾配、周期などの形状パラメータが摩擦抵抗にどのような影響を与えるか、2次元幾何形状粗度の場合について水槽試験により調査した。その結果、摩擦抵抗の変化は、主に局所的な圧力抵抗の変化が原因であり、それは粗度の形状による抵抗係数と、粗度間隔による伴流影響に依存することが判った。

図 粗度による摩擦抵抗増加の水槽試験結果と
推定式の比較

EEDI 30%削減のための取り組み

佐々木紀幸

平成25年2月

日本船舶海洋工学会東部支部ワークショップ

2013 年 1 月に発効したエネルギー効率設計指標 (EEDI) の導入は 2025 年までに船舶からの CO₂ 排出量を 30%も削減することを要求しているが、これに呼応して海上技術安全研究所では、これまでに無い革新的なアイデアで最終目標の 30%が達成可能な省エネ技術を開発しつつある。講演では、そのような技術の一つである風浪中により効果を発揮する WAD (図中に説明) を分かりやすく解説した。

Weather Adapted Duct (WAD)

WADの効果推定と適用船種

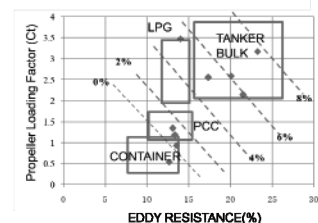


図 WAD の省エネ効果 (破線) 推定チャート

サイズベース生態系モデルを用いた東京湾における
動物プランクトンの季節変動解析

山本譲司、鋤崎俊二、堀口文男

平成25年3月

海洋理工学会誌Vol.18 No.2

海洋における化学物質等の濃度分布予測を行う上で、懸濁態有機物への吸脱着過程で使用する動・植物プランクトンの量と分布を正確に把握することが必要である。

そこで、サイズベース生態系モデルを用い、東京湾において1995年6月から1996年4月にかけて採取・分析されたプランクトンデータをもとに、動・植物プランクトンの出現種と捕食・被食関係を考慮し、プランクトン濃度の再現計算を行った。動物プランクトン食者として稚仔魚とミズクラゲを新たに加えることで年間を通じて精度向上が認められた。

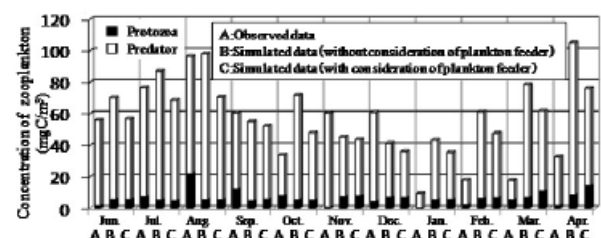


図 動物プランクトン濃度の月変動

楕円体周り流れへの代数型非線形乱流モデルの適用

大橋 訓英

平成25年3月

第28回 生研TSFDシンポジウム

壁面近傍の乱流の応力分布について改良されたNLAKNモデル(k-epsilonモデル、k-omegaモデルベース)、EASMを迎角10度を有する楕円体周り流れに適用した。まず、楕円体の表面圧力分布について、いずれのモデルも計測結果と同様の傾向を示した。次に、乱流エネルギー分布、レイノルズ応力の主方向成分等を比較し、改良型NLAKNモデルでは、壁面に垂直方向のレイノルズ応力が大きく、乱流エネルギーの過大評価の原因と考えられる。一連の比較から、EASMによる結果が計測結果と概ね一致することが分かった。

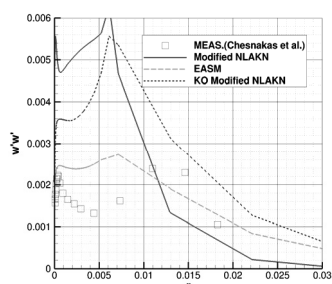


図 楕円体周りの乱流応力の一例

船用尿素水SCRにおける 脱硝性能の予測方法に関する研究

仁木 洋一

平成25年3月

東京海洋大学 博士論文

本研究では、小型の反応器を用いて、脱硝性能に与える種々の要因を把握し脱硝反応速度(図1)を測定した。また、船用中速ディーゼル機関に設置したSCR(選択式触媒還元脱硝)の脱硝性能を、測定した脱硝反応速度を用いて予測し、実験結果と良く一致することを確認した。さらに、触媒において起こる各反応の反応速度式を用いてSCR性能予測シミュレーションプログラムを作成し、低温時の反応を検討した結果、触媒に吸着した NH_3 を脱硝により消費することで、触媒後流への NH_3 の流出を防止することが可能であることを明らかにした。SCRの脱硝性能を、定常的な状態と非定常的な状態の両方から検討する方法を示し、SCRの船用化に対して有益な結果であると考えられる。

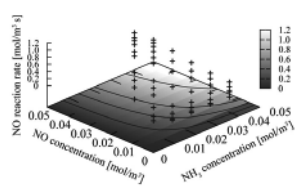
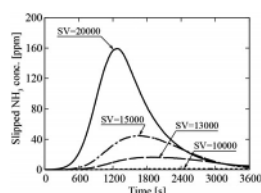


図1 脱硝反応速度

図2 触媒後流の NH_3 濃度

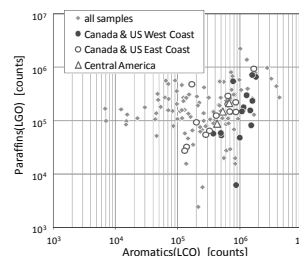
Characterization of residual fuel compositions and the effect on the ignition and combustion performance

高橋千織、今井祥子、山口良隆、千田哲也

平成25年5月

27th CIMAC World Congress Shanghai

船用燃料油の着火性と燃料の組成の関係について、燃料油のブレンド基材の化学分析結果をベースに、実際に船舶で使用された燃料油についても組成分析を行い、検討した。市場に出ている燃料油にはどのようなブレンドコントロールが行われているのか、またどのような化学組成の燃料で燃焼トラブルが起きやすいのかを示した。FCA試験で得られる着火遅れ時間は、燃料中の芳香族炭化水素の絶対量と芳香族/飽和炭化水素量比に大きく影響を受ける。また、それらのデータをベースに、地理的地域ごとの燃料ブレンド組成の傾向を解析した結果についても紹介した。

図 北米・中米の燃料中の
LGO, LCO添加量の傾向

揚降離着水オペレーションの安全性評価 に関する研究

大坪和久、佐藤宏、石田圭、正信聡太郎、藤原敏文

平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

近年、エネルギー、鉱物資源開発が海洋において活発に行われているが、洋上での作業は陸上と比べてより厳しい環境下での作業が要求される。特に波浪環境下での船上揚降作業は、離着水時において大きな変動張力が発生するため、その安全性評価が重要となる。本研究では、揚降ワイヤーの変動張力についての安全性評価に関する研究を行っている。本報告の中では、揚降作業の安全性に関するISOや船級協会の考え方についての文献調査、変動張力の数値解析と水槽実験結果との比較を示し、最後に本研究で開発した揚降作業安全性評価ツールを用いた代表事例に対する試評価について報告している。

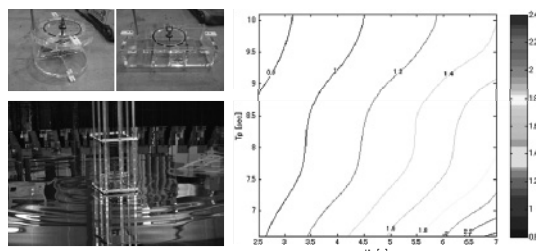


図 水槽実験(左)と安全性評価ツールの試評価(右)

CFDの結果を用いた曳き波再現法と 曳き波中の小型船の運動計測

黒田貴子、小林寛、宝谷英貴、谷澤克治
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

試験水槽の多分割型造波機にCFDによる航走波の計算結果を用いて作成した造波信号を入力して造波し、航走波を再現した。船長200mの肥大船(VLCC)と瘦形船(コンテナ船)の12、14、16ktsでの航走波の造波は波高・波長ともに計算結果とよく一致しており、この再現法の有用性を確認した。2船型の航走波は船速を上げると波高が大きくなり、肥大船の最大波傾斜角は船速とともに増加するが、瘦形船については14ktsが一番大きくなり、16ktsでは少し減少した。さらにこの航走波を受ける漂泊時の小型底曳網漁船の船体運動を計測した結果、航走波を向波で受けた時の縦揺れと、横波で受けた時の横揺れと上下揺れが大きいことが分かった。

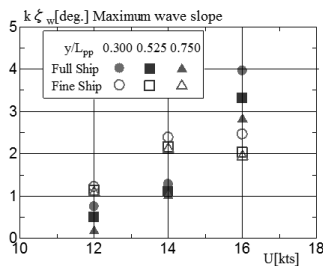


図 航走波の最大波傾斜角

自由航走模型試験における舵効き修正について

上野道雄、塚田吉昭、谷澤克治、北川泰士
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

著者らが開発した補助推力装置を使って模型船の舵効きを実船と相似にする方法について考察し、舵直圧力が実船と相似になる補助推力と摩擦修正に必要な補助推力との比を舵効き修正係数として定義した。舵効き修正係数の近似値を、舵直圧力に支配的な舵有効流入速度の前後方向成分が定常直進時に相似になる条件で求めたところ、コンテナ船模型の場合0.6から0.7程度の値をとり、模型の縮尺比や船速に大きくは依存しないことがわかった。舵効き修正係数の値を一定としてシミュレーション計算をおこなったところ、実船の推定結果に近い結果が得られることがわかった。

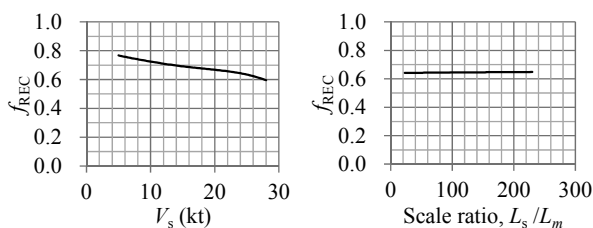


図 舵効き修正係数 f_{REC} の特性

規則波中のKVLCC2船型周り流れの数値計算

大橋 訓英、坂本信晶、日野 孝則

平成25年5月

ECCOMAS MARINE 2012

規則波中で運動を伴うKVLCC2船型周りの流れを計算し、運動の時刻歴等をフーリエ解析した結果、既存の数値計算結果と同等の推定精度を有することを確認した。次に、規則波中では平水中より公称伴流係数が高くなる現象を計算でも再現し、原因調査のため、船体固定での規則波中計算、強制上下運動計算を行った。船体固定での規則波中計算結果から、既存の計測結果と同様、規則波により公称伴流係数が高くなること、強制上下運動計算結果から、運動に伴い船尾縦渦が上下に変化するとともに公称伴流係数が高くなることを示した。

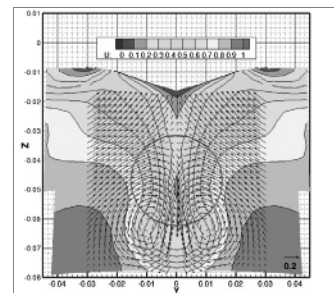


図 波浪中船尾伴流分布の一例

2010年全国貨物純流動データを用いた 生活圈単位の輸送機関分担率推定

瀬田剛広

平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

2010年の最新の純流動データを用いた、生活圈単位の詳細かつ高精度な輸送機関分担率推定モデルを構築し、システムのプロトタイプを開発した。

モーダルシフト推進のための現状評価・施策評価のためにはシミュレーションシステムが必要である。本発表では当所で開発しているシステムを用い、最新の純流動データを利用した輸送機関分担率推定モデルを構築するとともに、環境補助金が導入された場合の効果に関する試算に利用する例を示した。

本モデルは全国を207生活圈レベルに細かく分割するとともに、詳細な航路データを入力することにより、現状を重量・トンキロとも1割未満の誤差で推定することに成功するなど、高い再現率を持つモデルとなっている。

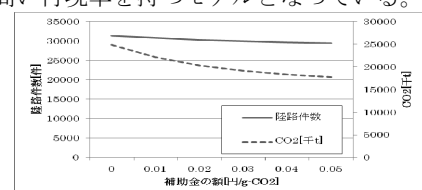


図 環境補助金とその効果の試算例

RANS Simulations of Podded Propulsor in Model and Full scale

N. Sakamoto, Y. Kawanami, K. Ohashi and S. Uto
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

Viscous CFD simulations of podded propulsor are carried out in model and full scale by RANS solver SURF developed by NMRI. Unit-based propeller open water characteristics (POC) are accurately estimated by SURF within 2.3% error with respect to the experimental data. Current RANS method estimates the scale effect in unit-based POC larger than that of ITTC method which could be due to the difference in the treatment of pod-housing resistance behind the propeller. Visualization of vortical structure provides useful information to design the better geometry of the current casing in order to improve K_{Tu} and η_{ou} .

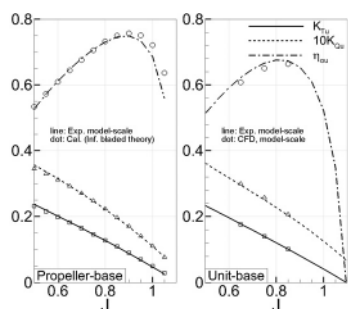


Fig. Propeller-based(left) and unit-based POC(right), CFD vs Exp.

RANS Simulations of Twin-Skeg Container Ship with Podded Propulsor by Unit-based Self Propulsion Analysis

N. Sakamoto, Y. Kawanami, K. Ohashi and S. Uto
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

Self propulsion simulations are carried out for twin-skeg container ship with podded propulsor by RANS code SURF ver6.44 developed at NMRI. The present study shows that the unit-based self propulsion analysis is feasible by RANS simulation. Self propulsion coefficients obtained by the unit-based analysis are quantitatively distinguishable with those of estimated by the propeller based analysis, and they show nice agreement to the experimental data. Local flow analysis shows that the presence of the housing affects to both nominal and effective wake fields.

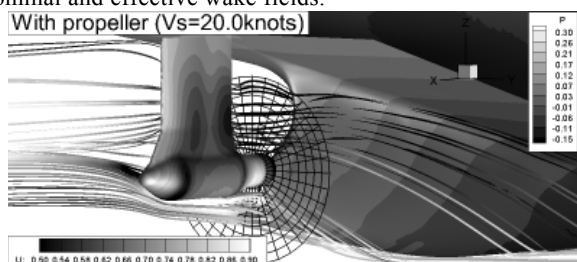


Fig. Streamline and pressure distribution in the vicinity of the podded propulsor and stern, self-propelled condition.

実船試験による燃費最適化翼角制御アルゴリズムの検証

北川泰士、谷澤克治、平田宏一、上野道雄
梅田直哉、深澤正樹、小宮俊次

平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

本研究ではCPP搭載船を対象に、波浪中CPP翼角制御による燃料消費量削減を論じている。本報では開発した燃費最適化翼角制御アルゴリズムを実船供試船に実装し、実船試験により燃費削減効果を検証している。最初に、翼角制御の前提となる駆動系応答特性について検証し、次に実験時の計測環境について述べた。最後に、実験結果について取得データ例を示すと共に、下表に示すように燃費改善率を検証した。結果、向波中で燃費改善を得るのは困難であったが、追波中では1.5%程度の改善傾向を得た。

表 燃費最適化翼角制御アルゴリズムによる燃費改善率

	波主方向	有義波高 [m]	改善率 [%]
case1	左斜追波	1.96	1.612
case2	右横波～斜追波	2.02	1.369
case3	右横波～斜追波	1.96	0.719
case4	右横波～斜向波	1.63	-0.552

翼角可動模型CPPを用いた燃費最適化翼角制御アルゴリズムの検証実験

北川泰士、谷澤克治、平田宏一、塚田吉昭
深澤正樹、鈴木淳一、梅田直哉

平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

本研究ではCPP搭載船を対象に、波浪中CPP翼角制御による燃料消費量削減に取り組んでいる。本報では開発した燃費最適化翼角制御アルゴリズムを波浪中模型試験から検証した。まず、プロペラ回転とCPP翼角可動を同時に実現する翼角可動模型CPPを開発し、トルク・翼角度等の計測系を整備した。次に模型CPPを設置した供試模型船を使用して波浪中翼角制御自由航走試験を実施し、下図のように、自走中のスムーズな翼角制御に成功した。また、追波中ではアルゴリズムによる高い燃費削減効果を確認した

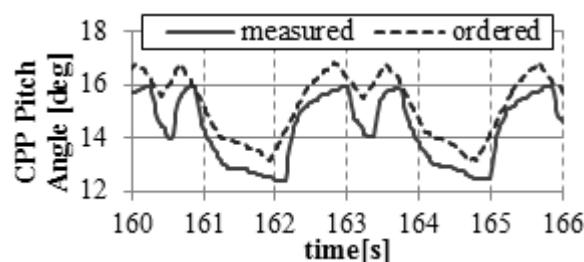


図 波浪中試験時の模型CPP翼角制御例

重合格子技術と非線形最適化理論を導入したCFD援用最適省エネルギーデバイス設計法

田原裕介、金井亮浩、新郷将司
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

本研究の目的は、従来研究で開発した重合格子対応 RaNS 法や自動格子生成法、重合補間情報計算法、そして非線形最適化手法を統合した計算流体力学(CFD)援用最適省エネルギーデバイス(以下 ESD)設計法の検討である。本研究では、独自に開発したパラメトリック配置決定法や自動パーツアセンブリ法によって既述の問題点の軽減を図るとともに、利便性を重視した GUI を活用し、特に CFD の専門家ではない一般の船型デザイナーでも利用可能な手法の構築を目指した。本論文では、そのプロトタイプ概要を述べるとともに、実用的 ESD の試設計と船尾装着時の流力的効果、加えて船舶流体力学分野における CFD 重合格子技術の現状と課題、そしてさらなる高度化の方向性について検討した結果を報告する。

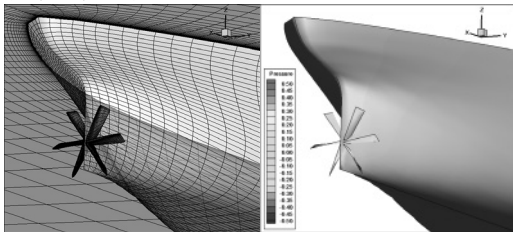


図 省エネルギー船尾付加物の計算例

コンテナ船の重心高さが操縦性能に及ぼす影響の実験的検討について

宮崎英樹、塚田吉昭、瀧本忠教
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

重心高さが船舶の操縦性能に影響を及ぼすことは以前から知られている。コンテナ船や旅客船など水線面よりも上部の形状が無視できず、しかも重心高さが比較的高い船舶ではこれらの影響があると考えられる。これらの船舶は比較的速い船速で航行するため、回頭や変針運動をした際に船体が外方または内方に傾斜し易く、この横揺れ運動が操縦性能に影響を及ぼしていると考えられる。

そこで、本研究ではコンテナ船模型について重心高さを変更した状態で旋回実験及びZ操舵実験を行い、重心高さの違いが操縦性能に及ぼす影響について実験的に検討を行った。

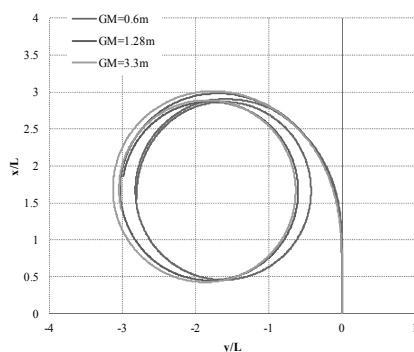


Fig. Turning trajectories ($\delta = -35$ degrees)

自由航走模型試験のための補助推力装置の開発

塚田吉昭、上野道雄、谷澤克治
宮崎英樹、瀧本忠教、北川泰士
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

模型船と実船の摩擦抵抗の違いにより、水槽試験でのプロペラ自航点は実船とは大きく異なる。しかし、自由航走模型試験では、プロペラ荷重度を変更する試験方法が行えず、模型船のプロペラ自航点で実施している。

著者は、模型船に取り付けた小型ダクトファンで補助推力を与え、プロペラの荷重度を時々刻々自由に变化できる装置を開発した。目標値との一致や応答性を確保するため、補助推力の計測値をフィードバック制御した。本装置を用い実船のプロペラ自航点に合わせた操縦性能試験から、補助推力は目標値によく一致することや、補助推力有無で操縦運動に有意な差があることがわかった。

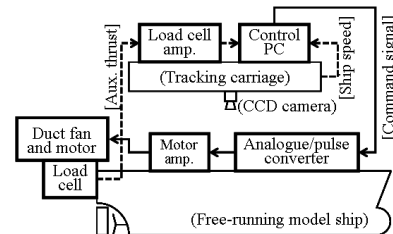


図 補助推力装置概念図

波の非線形な時間発達を考慮した新しい造波手法

宝谷英貴、早稲田卓爾、谷澤克治
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

高次スペクトル法 (HOSM) により空間的な周期境界条件のもと波の非線形な時間発達を予め計算し、それを水槽に再現する新たな造波法「HOSM造波法」の開発を行った。本報では、一方向変調不安定波を対象に当所の実海域再現水槽で実験を行い、その再現精度を検証した。自由波として造波される2次の非線形成分の影響についての検討も行い、この影響は見られるものの、おおよそ良く計算結果を再現できていることが確認された。

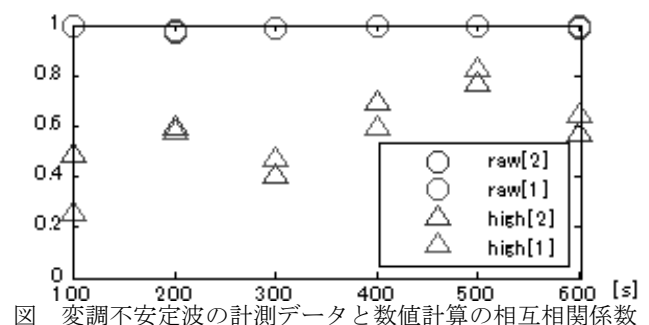


図 変調不安定波の計測データと数値計算の相互相関係数

複数本で構成される長大管の弾性応答に関する研究 —第1報 上端動揺の影響に関する実験的研究—

藤原智、正信聡太郎、清水功一

平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

洋上原油・天然ガス生産プラントでは生産効率向上のために大口径管を複数本使用し、並べて配置するためにスペーサ等で束ねた機構が、生産量と冗長性の確保の観点から有効な選択肢の一つである。しかし複数の長大管を近接して設置する場合、流体力学的な相互作用により、各長大管は複雑な挙動を示すことが予想される。本研究では、その

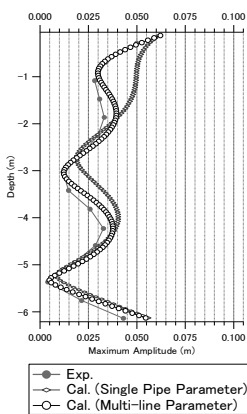


図 長大管の振幅分布例
(加振周波数：1.44Hz)

ような複数の長大管で構成されるシステムに関して、縮尺部分模型を用いて上端動揺時の挙動計測実験と水中線状構造物挙動計算ソフトウェアを用いた計算を行い、模型実験結果と比較・検証を行った。その結果、長大管の本数、スペーサの枚数を変更して模型実験及び挙動計算を実施し、検討したケース全てにおいて良い一致が見られ、上述の項目をパラメータとした複数の長大管で構成されるシステムの概略設計を行うことが可能となった。

複数本で構成される長大管の弾性応答に関する研究 —第2報 VIVの影響に関する検討—

藤原智、正信聡太郎、清水功一

平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

長大管が潮流中に存在することにより発生する挙動として、非対称の渦剥離に起因した渦励振（VIV）と呼ばれる振動がある。VIVは長大管の疲労寿命に大きな影響を与えるため、VIVの解析とその抑制はライザーの安全性及び信頼性を評価する上で重要となる。本研究では複数の長大管で構成されるパイプシステムに関して、部分縮尺模型を用いて潮流中VIV計測実験と挙動計算プログラムを用いて計算を行い、両者の比較・検討を行った。

その結果、複数本を束ねたような長大管であっても干渉影響による流速低下等の流体力への影響を考慮することにより、単管と同じVIV計算の評価手法を用いることが可能であることを示した。さらに、船体の波浪中応答の評価手法と組み合わせることにより、複数の長大管で構成されるシステムの管部の疲労評価が可能となることを示した。

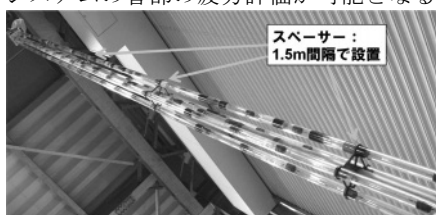


図 長大管模型
(5本組)

自動車運搬船の喫水・トリムの推進性能への影響に関する研究

粉原直人、辻本勝、深澤良平

平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

2013年1月のSEEMP 船上保持義務化の開始に伴い、船舶の運航サイドには、運航時のCO2排出量を削減させることが求められる。そのための方策の一つとして、喫水状態に応じトリムを調整し馬力削減を狙う「最適トリム運航法」がある。

本研究では、自動車運搬船を対象として水槽試験を実施し、平水中・波浪中における馬力計算を行った。その結果から最適トリム運航法による馬力削減効果を調査し、対象とした自動車運搬船において、平水中では浅喫水時に船首トリムによる馬力削減効果が見込まれることを示した。

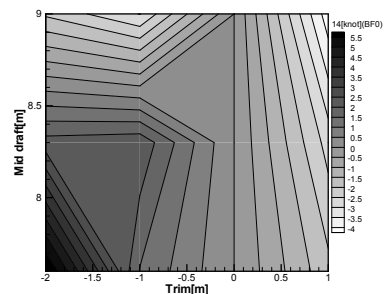


図 トリム変化による馬力削減率(%) [正が馬力削減]
(中央喫水 9.0m が計画満載喫水)

浮体式洋上風力発電施設の架台滑動式据付方法の可能性について

末福久義、星野和信、宮田修、大山光哉、二村正

平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

本研究では、将来開発が予想される 5MW 級スパー型浮体式洋上風力発電施設（以下、スパーと記す。）の据付に関して、従来とは異なる架台滑動式据付方法を提案し、検討を行った。この据付方法では、図に示すように凹型バージ上に設置された滑動台から、架台に格納したスパーを牽引ワイヤーによって徐々に屹立させる方式を採用している。今回、架台滑動式据付方法について、初期検討及び 1/100 スケール模型を用いた水槽実験を行った。実験および検討結果から、本方法が実現し得るという可能性を得た。

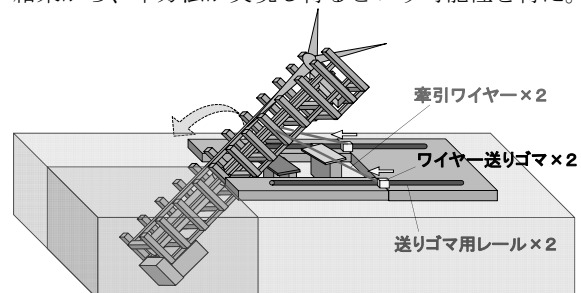


図 架台滑動式据付方法イメージ図

AIS及びARPAを用いた海上交通流の取得手法工藤潤一、伊藤博子、森有司、西崎ちひろ
平成25年5月

日本船舶海洋工学会平成25年春季講演会論文集

AIS データに基づき、ゲートライン通航隻数の分析により、主な航路帯の存在を定量的に評価するとともに、衝突リスクの評価を実施するための基礎的なデータを取得するための手法を確立した。レーダーに付属する ARPA からデータを収録する ARPA データ収録装置を開発し、運航中の船舶のレーダー装置よりデータの収録を実施した。これにより、AIS では得られなかった漁船や内航船などの AIS 非搭載船舶の情報が得ることができた。得られたデータでは、AIS 搭載船舶の約 1/2 倍の AIS 非搭載船舶が存在することが確認できた。今後、AIS 搭載船舶と AIS 非搭載船舶の割合を精度良く推定するには、更なる ARPA データを蓄積することが必要である。

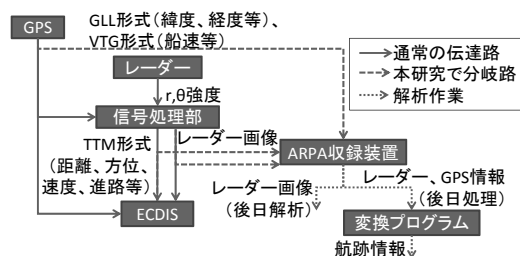


図 ARPA ターゲット情報の取得装置の配線概要

Spatial, Seasonal, and Temporal Variation of Antifouling Agent Concentration in a Small Marina, Predicted by 3D Unsteady Numerical ModelK. Shibata, T. Senda, Y. Yamaguchi, S. Sugasawa
R. Kojima, O. Miyata, T. Shibata

平成25年5月

日本マリンエンジニアリング学会誌

有機スズ化合物禁止以降の船底塗料に使用される防汚物質のいくつかは、環境中への残留を少なくするために光分解速度が速い物質を選択している。しかしこれらの海洋環境中の残存濃度は、太陽光強度等の要因により変化する。そこで光分解型防汚物質が太陽強度や空間的、季節的、時間的な要因にどのような濃度変化をするかを予測する数値計算方法を開発した。本計算方法を使用しての結果から季節、気象及び地形に関連して敏感に濃度が変化することがわかった。この計算結果を利用して、今後防汚物質の海生生物へのリスク評価に役立ていく。

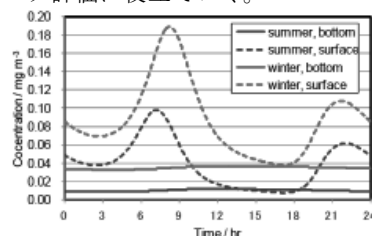


図 防汚物質濃度変化の季節による違い

Improvement of Combustion and Exhaust Emissions of Used Vegetable Oil in Marine Diesel Engine

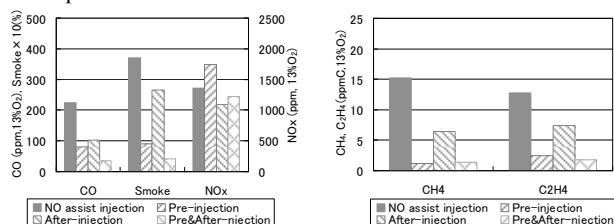
Zhide XU, Sumito NISHIO, Masaru IKAME, Eiko ISHIMURA,

Atsuto OHASHI, Takeyuki KISHI

平成 25 年 5 月

HP of Japan Institute of Marine Engineering

In this research, used vegetable oil without esterification was used in a medium speed marine diesel engine as an alternative fuel. The effect of fuel properties, such as kinematic viscosity, evaporation characteristics and ignition delay, and fuel injection control, such as fuel injection pressure and fuel injection pattern (Pre-injection and After-injection) on the combustion characteristics and the exhaust emissions were investigated by test bench investigation. Results show that: the evaporation characteristics and ignition delay of the fuel have much effect on combustion characteristics and the exhaust emissions, but kinematic viscosity has hardly such effects; the fuel injection control such as Pre-injection with little injection quantity is effective in reducing smoke, CO, unburned HC and PM at low load operation.

Fig. CO, smoke, NOx CH₄, C₂H₄, with different injection pattern