

所 外 発 表 論 文 等 概 要

Fatigue Strength of CP Grade 2 Titanium Fillet Welded Joint for Ship Structure

船体構造用2種純チタンすみ肉溶接継手の疲労強度

岩田知明、松岡一祥

平成15年7月

10th World Conference on Titanium

チタンは海洋環境における高い耐食性や高速化のための軽量化要求に対応可能な高比強度のため、船体構造物材として適している。日本では、商業用純チタン板は既に漁船の構造部材として使われ始めているが、溶接組立からなるチタン薄板構造の適切な規則や推奨がないため、認可基準の厳しい商船・公用船の構造部材には適用されていない。また、船体構造に不可欠なチタンすみ肉溶接継手の疲労強度に関する研究はほとんどない。そこで、本研究ではチタン船開発を促進するためのデータ整備の一環として、突合せ溶接継手・横すみ肉溶接継手・縦すみ肉溶接継手の疲労試験を実施した。その結果を基に、チタン溶接継手の安全性評価におけるスチール疲労強度設計基準の有効性を調査した。

まず、疲労強度評価に必要とされる、応力集中係数および溶接残留応力を計測した。続いて、応力比0、周波数5Hzの条件で疲労試験を実施し、最大負荷応力と破断寿命の関係を計測した。これらの結果を修正MILハンドブック第5法により解析し、疲労亀裂が溶接止端部から発生した試験結果における等価応力と破断寿命の関係および97.5%以上の確率で試験片が破断しないと判断できる生存確率線を得た。この直線は、疲労亀裂が母材部から発生した試験結果についても安全側の評価を与えることが確認された。これらのことから、修正MILハンドブック第5法は、チタン溶接継手においても有効であることが明らかになった。更に、商業用純チタン溶接継手の疲労強度は、スチール溶接継手の疲労強度よりも特に長寿命側において高いことが、両材料の等価応力と破断寿命の関係を比較することにより示された。よって、チタン溶接継手の安全性評価において、スチールの疲労強度設計基準は有効であり、チタンの場合でも、より厳しい基準に変更する必要はないことが明らかになった。ただし、両材料で溶接方法が異なっていることには注意を払う必要がある(スチール：ミグ溶接、チタン：ティグ溶接)。

操縦運動における船体とプロペラ及び舵 の干渉計算

Prediction of interaction among hull, propeller and
rudder in manoeuvring motion

宮崎英樹、二村正、上野道雄

平成16年5月

日本造船学会講演会論文集第3号

IMOにおける操縦性基準の発効に伴い、設計の段階で操縦性基準を満足しているか判定することが必要となった。近年の計算機の著しい発展によりシミュレーション計算を行う環境を手軽に揃えることが可能となったが、船舶の操縦性能をシミュレーションで評価するためには、船体にかかる操縦流体力と、船体とプロペラ及び舵の干渉係数を推定する必要がある。このうち船体とプロペラ及び舵の干渉係数については、これまで数値計算による推定が行われていないだけでなく、物理的な説明が十分に行われているとも言えない。

船体と舵角がついた舵まわりの計算格子を単一格子で生成し、プロペラについては体積力として与えることで、操縦運動における船体とプロペラ及び舵の干渉計算が可能となった。その第一報として直進状態におけるプロペラ作動時の船体に働く操縦流体力や舵直圧力、船体・プロペラ・舵間での干渉を中心に、当所で実施した実験結果との比較・検討を行った。

プロペラ作動時の舵と船体の干渉影響を検討するため、舵直圧力と船体に働く横力の干渉影響と舵直圧力により誘起された横力の着力点を求めた。両者とも実験結果に対して実用的な精度で推定出来ており、本計算コードが船体とプロペラ及び舵の干渉計算に有効であることが確認できた。

また、プロペラ作動時の舵直圧力と船体に働く横力の干渉影響については、プロペラを考慮しない状態と比較することで、舵直圧力と船体に働く横力の干渉はプロペラの影響を受けにくいことが確認できた。

本計算コードが実用的な精度で推定することは可能となったが、船体とプロペラ及び舵の干渉をより詳細に検討するためには、推定精度の更なる向上が必要である。

Antifouling Paint and Marine Environment -Fate and behavior of antifouling booster biocides-

海洋環境と防汚塗料

柴田清、山口良隆、張野宏也、千田哲也

平成 16 年 5 月

TJCST 2004 Tunisia-Japan Symposium on Culture,
Science and Technology

船底防汚塗料への有機スズ化合物の使用規制は世界的に 1990 年前後から始まり、多数のそれらに代わる新規防汚剤が使用されるようになってきている。有機スズ化合物規制効果の確認や新規代替防汚剤の環境影響評価のためにはこれらの環境動態を把握する必要がある。

そのため、1989 年以降大阪港における海水、底泥、プランクトン、魚中のブチルスズおよびフェニルスズ化合物濃度のモニタリングをおこなってきた。その結果、1990 年から 1993 年にかけて海水中およびプランクトン中のトリブチルスズ(TBT)濃度の急速な低下が観察され、規制の効果が現れている。しかし、底泥や魚類中の TBT およびその分解生成物の濃度低下は遅いことも観察された。また、代替防汚剤については LC/MS/MS 法による分析方法の開発をもとに大阪港におけるそれらの環境濃度測定を開始した。大阪港においては中小型船舶の繋留場であって海水交換速度が小さい場所で代替防汚剤として使用されている Diuron、Sea-Nine 211、Irgarol 1051 などが検出され、これらの濃度の水平分布や季節変動は過去の TBT の濃度パターンと類似しており、船底塗料に起因するものと推定できる。

上記 3 種の代替防汚剤のほかには使用量の多い防汚剤として亜鉛ピリチオン(ZnPT)および銅ピリチオン(CuPT)があるが、未だ環境中では検出されていない。これは ZnPT、CuPT が環境中で容易に分解するためと考えられているが、その過程は必ずしも明らかではない。そこで太陽光による分解挙動を紫外可視吸収スペクトル法により実験室において調査した。その結果、両者は光照射によって分解し、ピリジンスルホン酸を生成することが明らかになった。また、分解速度の光強度依存性を調査し、東京における夏の日中の光強度では ZnPT と CuPT の半減期はそれぞれ約 2 分、約 20 分であることと評価できた。

外洋型高速船の運航指針の作成

Operational guideline for high speed vessel

河邊寛、宮本武、岡修二、岡正義

平成16年5月

日本造船学会講演会論文集第3号

近年海上輸送の高速化に伴い、外洋を高速で航行する船舶が増加している。このような高速船の波浪中における構造安全性を確保するための運行指針について検討した。

高速船の波浪中航行時には、波浪により誘起される激しい船体縦運動(Heave及びPitch)による乗員の身体への過度の負担、搭載物の損傷防止、及び、船体構造の安全性確保に留意する必要がある。

本報告では、上記の観点から高速船が短期の不規則海面を一定速度で航行するときの運行可能な船速、波との出会い角及び波高と、船体強度(船体上下加速度及び縦曲げモーメント)の関係について実験的、理論的な研究を行い、安全運航のための指針作成について検討した。その指針作成の手法について紹介した。

乗員への身体的負担については、その指標として操舵室における上下加速度を用い、1分間に生じる最大上下加速度が限界を超えないこととした。また、船体構造の安全性の指標としては、高速船構造基準で示される船体中央の縦曲げモーメントの値に安全率を見込んだ値を(限界荷重)用いた。

運航指針の作成においては、波浪中水槽試験(規則波、不規則波)と実海域実船試験の結果を組み合わせ、任意の不規則海面中の船体応答パラメータを推定する方法を示し、これにより、出会い波周期、及び、波との出会い角をパラメータとする船速と有義波高の関係について、高速船の航行限界を示した。

Conditions for Microbubbles as a Practical Drag Reduction Device for Ships 船舶の実用的な抵抗低減デバイスとしてのマイクロバブルの条件

児玉良明、高橋孝仁、牧野雅彦、上田隆康
平成16年5月

The Proceedings of ICMF'04, 5th International Conference on Multiphase Flow

大型船舶へマイクロバブルを実用化するための5つの要件を示し、議論した。

その第1であり最も重要な要件は正味の省エネルギー効果であり、最も詳しく述べた。長さ50mの平板模型船を用いて長さ400mの曳航水槽において行った実験結果に基づき、長さ100mの船の正味の省エネ効果を推定し、空気吹き出し位置における静水圧のみを考慮した場合に、4.2%との結果を得た。

青雲丸を用いた実船実験では、2%の正味の省エネ効果が得られたが、同時に、気泡発生方法に問題があり、また気泡の流入によりプロペラ性能低下が発生した。実船実験では、さらに、船体表面の曲率や圧力勾配が摩擦抵抗低減効果に大きな影響をもつ可能性があり、従ってそのような状況を再現した実験や数値シミュレーションを行う必要があることが示された。

他の要件、すなわち運動時の船舶への適用、粗さのついた表面における有効性、メンテナンスの容易さ、コストパフォーマンスについても手短かに議論した。

Possibility of Net Energy Saving of Microbubbles as a Drag Reduction Device for Ships 船舶の抵抗低減デバイスとしてマイクロバブルが正味の省エネ率を実現する可能性

児玉良明、高橋孝仁、牧野雅彦、上田隆康、堀利文
平成16年6月

Proceedings of APHydro 2004, 2nd Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics

長さ50mの平板模型船を用いたマイクロバブル実験について詳細に説明した。そこでは、全抵抗の低減量と局所摩擦の低減量を速度5m/sと7m/sにおいて計測した。

3種類の空気吹き出し板を用いて実験を行い、5.2mmのスリットから空気を吹き出した場合に最も良い結果、すなわち最大の抵抗低減効果と最小の圧力損失が得られた。様々な長さの平板を用いて得られた抵抗低減データを用いて、平板の長さが無限大の場合の抵抗低減量を推定した(図参照、 C_{DR} :抵抗低減係数、 x_b :気泡吹き出し位置から下流への距離)。そして、その結果を用いて、長さ100mのタンカーにマイクロバブルを適用した場合の、空気吹き出しに要するエネルギーを考慮した正味の省エネルギー効果を推定し、2.6%との結果を得た。この値は大きくないが、吹き出し空気量を増加することにより、さらに大きくすることができると期待される。

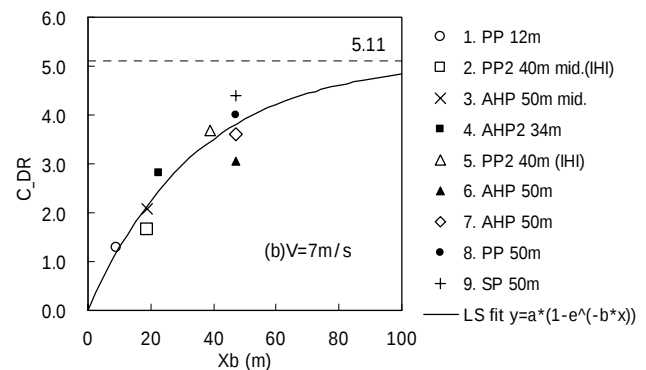


図 様々な長さの平板における抵抗低減係数の値と長さ無限大の場合の推定

ケミカルタンカー揚げ荷役後の貨物残留量

Residue Amount of Chemical Tankers After

Unloading

間島隆博、上田浩一

平成16年7月

第14回環境工学総合シンポジウム2004

ケミカルタンカーにより大量の化学物質が輸送されている。その中には発がん性物質であるベンゼンといった、健康に悪影響を及ぼすと考えられている物質も多数含まれる。揚げ荷役(船内貨物タンクから陸上の貯液タンクへの化学物質の移送作業)後に船内に残留する貨物は、その後行われるタンククリーニング作業で船外へ排出され、環境を汚染する。汚染の度合いを見積もる上で、揚げ荷役後の残留量は必要不可欠なデータとなる。本報告では、この残留成分を気体と液体に分離して考え、それぞれ貨物タンク内の残留量について計算を行う方法を提示する。構築された計算モデルは、貨物タンクサイズだけでなく粘性、比重、飽和蒸気圧等といった化学物質の物理的諸性質に基づきモデル化しているため、様々な物質について推定可能であり、残留量の温度依存性といった現象も明らかにできる。さらに、得られた計算モデルを用いて、ベンゼン残留量の温度依存性の解析を行い、四季による変化を推定した。下図は1貨物タンクあたりのベンゼン残留量を見積もった結果である。ここで気体、液体の温度を、春、秋は20、夏は30、冬は10を仮定して計算している。これより、液体成分の残留量は夏に減少し、冬に増加していることが分かる。一方、気体はその逆となり、両者の増減が相殺して合計残留量は季節的变化がなくなっている。

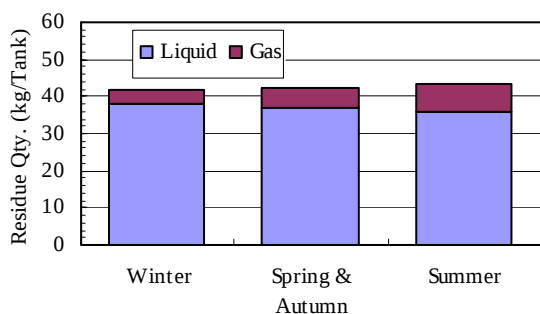


図 ベンゼン揚げ荷役後の残留量(1貨物タンクあたり)

不定期船輸送契約シミュレーションのための 輸送価格形成モデル

The model of formation of price for the
transport contract simulation of tramps

小林充、勝原光治郎、久保登、松倉洋史、渋谷理

平成16年5月

平成16年度日本造船学会春季講演会予稿集

外航不定期船を扱う船社や、産業物資の輸送を不定期船に依存する荷主にとって、運賃は大きな関心事である。すなわち、日々生起する海運需要の変動や海路封鎖などの重大事変に対し、収入損失の危険を予測しそれを回避するように対策をとることは、安定した経営を行うために必要な企業戦略である。原油タンカーおよび外航不定期船の個別の輸送運賃は、船腹需要の変動に対し非常に敏感であるとともに、運賃と市況が相互に影響を与え、大きく乱高下する現象もしばしば観察される。輸送価格を需要と供給のバランスから説明する考えは古くからあるが、市況との相互作用を説明できれば、今後の運賃変動の予測をより精度よく行え、特に有事の場合の過渡的な運賃変動の予測に有効である。

本研究では、荷主が輸送需要を海運市場に入札し、それに対して船社が応札するというシミュレーションモデルを想定し、市況と輸送契約ごとの個別契約運賃が相互に影響を及ぼしあいながら輸送価格を形成していく価格形成モデルを提案した。すなわち、

船社がとる行動として、提示された入札案件を落札した場合の利益と、落札せずに以降の案件を落札した場合に得られる利益の期待値(見込み利益)がつりあう価格で応札すると考え、市況に基づく見込み利益を導入した提示運賃計算式を示した。これにより、市況が提示運賃に及ぼす影響のメカニズムを説明した。

応札価格から契約価格を決定する場合、1位となった船社が2位の応札価格で落札するという、「競り」の原理を応用した価格決定方法とした。これにより、応札船社の多寡が船社利益に反映する。

契約価格の集合から市況予測をする方法として、契約が何日前であるかをもとにした重要度係数を回帰分析に取り入れ、最近の市況変化を重視する予測方式とした。

以上のように、海運市況からの影響を考慮した海上輸送価格の形成過程を説明し、輸送契約価格から市況水準を予測する計算手段を提案した。この2つの手法によって、市況と契約価格の相互作用をシミュレーションによって観察できる道を開いた。これによって、現実に取り得る事変に対する市況の変動を観察することで、国や企業の戦略を論議する資料となることが期待される。

Estimation Method of Drift Resistance Acting on Broken or Inclined Ships.

折損または傾斜した船舶に作用する漂流抵抗の
推算法について

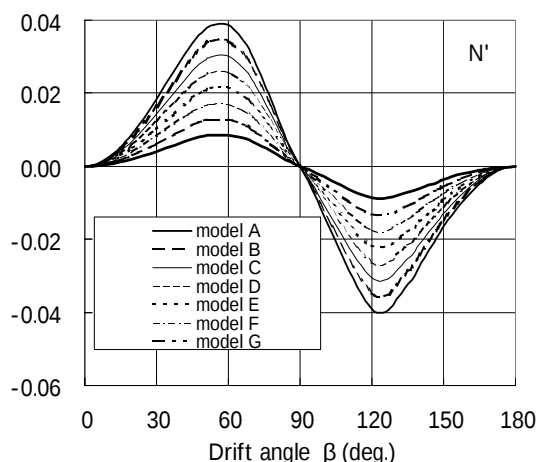
星野邦弘、原正一、山川賢次、湯川和浩

平成16年5月

Proceedings of 14th International Offshore and
Polar Engineering conference

海難事故などにより航行不能となった船舶は、波や流れによって漂流する。航行不能となった船舶が漂流する事によって生じる港湾施設などへの2次的災害や油流出等による環境汚染を最小限に食い止めるためには、漂流防止や漂流予測および航行不能船舶を安全な場所に曳航する技術を確立する必要がある。漂流する船舶の漂流速度や漂流方向を推定するためには損傷船舶の漂流抵抗を知ることが必要不可欠である。本論文では、予め準備した基本船型の漂流抵抗のデータベースを元に形状影響等の修正を行う事により漂流船舶の漂流抵抗を推算する手法について報告した。開発した漂流抵抗推定法は、推定のベースとなるタンカー、PCC、貨物船、漁船等の各種船型の流体力データを基本データとして準備し、基本データに各種3次元影響を考慮することで推定した。なお、喫水影響の考慮は既存の各種3次元実験データから、折損影響および傾斜影響については、新たにVLCC船型模型を用いた模型試験を実施して影響係数を求めることで考慮した。

本論文で示した推算手法は、傾斜影響等に関してはVLCC船型の模型試験結果が唯一の推定根拠となるデータであり、全ての船種への本手法の適用性については実験的な確認が必要である。今後実験データを蓄積することによる精度の向上を図る必要があるが、最適曳航支援システム等の現場でおおよその漂流抵抗を知る上では、本報告で示した手法は有効と思われる。



Change of the estimation of N' by the breakage.

バルク超音波を用いた溶射皮膜の弾性的性質の測定

Measurements of Elastic Properties of
Plasma-Sprayed Coatings Using Bulk
Ultrasonic Pulses

菅澤忍

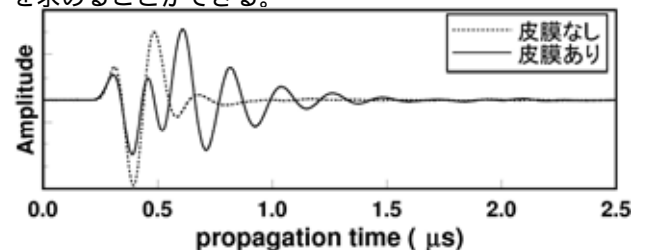
平成16年5月

超音波テクノ 2004年5-6月号

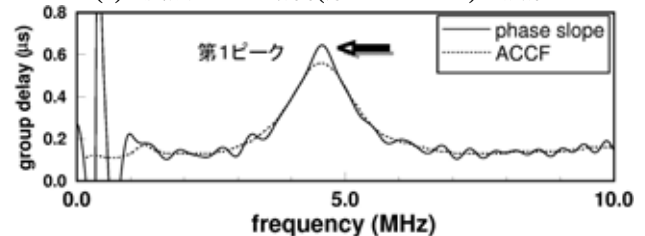
溶射皮膜を評価するにあたって、バルク波の音速や密度は、弾性率と直接関係してくるため重要なパラメータの一つである。これらのパラメータを求めるために、筆者が提案した群遅延スペクトルを解析する方法(海技研報告第3巻6号概要参照)を適用した結果について解説した。

手法自体の理論的な根拠について説明するとともに、実際に超音波センサーを用いて測定する場合に生じる問題点の解決法についても論じた。まず、センサーと試料の間の接触媒質に伴う位相の歪みは、接触媒質の厚さを再現性よく一定にできれば、解析結果に影響を与えないことを示した。また、本手法では、皮膜が溶射されていない状態で基材中を伝搬する超音波波形が必要だが、これを任意の厚さをもつ同じ材質中を伝搬する波形で代用できることも示した。後者は特にすでに溶射されている基材を分析するとき重要になる。

図1に伝搬波形とそれを群遅延スペクトルによって解析を行った一例を示す。試料は、SUS304基材上にアルミナ粒子をプラズマ溶射したものを用いた。第1ピークに対応する周波数を f とおくと、 $1/f$ が皮膜を伝搬する超音波の往復時間となる。これと皮膜の厚さより、音速を求めることができる。



(a) 皮膜がある場合(厚さ0.164mm)の波形



(b) 解析結果

図1 解析方法の一例

競合船社の集荷力を考慮した太平洋コンテナ 定期船航路の寄港地決定支援システム

Computer aided decision on calling of ports
of Pacific container liners considering their
competitors

久保登、勝原光治郎、小林充、松倉洋史、渋谷理
平成16年6月

土木学会第29回土木計画学研究発表会(春大会)

海上コンテナ輸送の世界幹線であるアジア・北米間の太平洋コンテナ定期航路は、近年、特に中国・北米間貨物の増加などから、著しく輸送量を増大させている。これらの航路の持つ寄港パターン(寄港地と寄港曜日)は、各船社の業績を決めるだけでなく、競合他社への優位性、ひいては地域の経済発展をも左右する大きな影響力を持っている。

本発表では、アジアおよび北米西岸のコンテナ拠点港に寄港する1～数本の航路について、寄港パターンからその航路の集荷力を評価し、有利な集荷を行うような寄港パターン案を、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて自動生成するシステムについて紹介する。

本システムでは、他社航路の高速船投入に対する自社航路の対抗策や、コンテナ出荷数の増大した港への寄港選好などが自動的に出力される。また、今回のGA適用では、寄港地と寄港曜日の組合せ数が膨大なため、解の探索を効率的に行うために、トーナメント法(個体プールの中からランダムに選んだ2個体の評価値の大きい方を残す)による選択と、一定回数の繰り返し計算ごとに、多様性が大きくなる交叉法を用いて、繰り返し計算早期に局所解に陥る「初期収束」を防いだ。

本システムを利用することで、所与のコンテナOD量に対して最適な寄港パターンの案を迅速に求めることができ、従来もっぱら手作業で行っていた寄港地・寄港曜日の設定を支援することができる。

計算結果の妥当性については、探索空間が極めて大きいこともあり、厳密には検証していないが、全くのランダム初期状態から生成した航路編成案について、実際の航路編成に近い案が生成されること、また、初期状態に実際の航路編成を設定すると、その航路編成が解候補として長く残ることなどから、定性的には、所期の探索を行っているものと考えられる。

本システムは、今後、探索空間の整理と評価関数の改良をさらに進め、定期航路船社の航路編成部署などでの実用に供する水準のものとする予定である。

単一液滴による船用燃料油の試験法

Method of Testing Marine Fuel Oil by Single
Droplet

羽鳥和夫、上田浩一

平成16年7月

日本マリンエンジニアリング学会誌

第39巻7・8合併号

船用機関では燃料油に起因すると考えられるシリンダのスカuffingや熱交換器への灰付着等の障害が発生している。この原因として、特に、燃焼後期に発生した煤は未燃のまま残り、これがシリンダ内面に付着したり、シリンダ内から排出された後で熱交換器に付着することが考えられる。

ここでは、障害を防止するためには燃料油の積み込み時に試験を行うことが有効であると考え、単一液滴を用いた簡易的な燃料油試験法を提案する。この試験法は単一液滴を大気圧下の高温静止空気中で着火・燃焼させ、燃焼時間および懸垂棒に付着した煤の量から燃料油の判定を行う。

液滴の燃焼では着火時の液滴量が燃焼時間に影響を及ぼす。この対応として液滴定量装置を考案した。定量装置はねじ式の送り装置でマイクロシリンジのプランジャを押す構造で、粘度の異なる燃料でも液滴量を正確に定量出来る。また、燃焼室内の温度は噴霧燃焼の後期を対象として1100Kとした。さらに、測定の簡易化のために火炎検出装置を考案した。同装置は火炎光のみを検出して燃焼時間を測定するもので、微小火炎の測定も可能である。

燃料油は障害が発生しなかったものAグループ、障害が発生した燃料油およびこれに類似ものBグループとし、Aグループを標準燃料とした。ここでは燃焼時間が長いこと、および煤が大量に発生することが障害発生の要因と考え、燃焼時間と懸垂棒に付着した煤の量を測定した。結果として、明確にスカuffingが発生した燃料油は懸垂棒に多量の煤が付着こと、およびAグループに比べて燃焼時間が長いことが明らかになった。

上記の結果より、本試験方法は障害発生燃料油の予測が可能であることを示す。また、火炎検出装置と液滴定量装置により、測定の簡易化が実現できた。

Dual high-speed imaging for expanding vapor/gas bubbles in acoustic fields

圧力変動にともなう蒸気/ガス気泡の膨張に対する
複合可視化計測

川島久宜、亀田正治

平成16年5月

Proceeding of 5th ICMF(International Conference
on Multiphase Flow)2004

圧力変動にともなう気泡の膨張・収縮運動では、気泡内外および気泡表面での熱・物質輸送過程の役割が重要である。しかし、現在においても熱・物質輸送を考慮した蒸気/不凝縮ガス2成分気泡の運動に対する数値モデルは確立されていない。その原因の一つとして、提案された数値モデルの妥当性を評価するために必要な、精度の良い実験結果が得られていないことが挙げられる。

気泡周囲の圧力が飽和蒸気圧以下まで下がると、気液界面における相変化が顕著となり、気泡は初期半径の数十倍にまで膨張する。このように大きな半径変化をともなう気泡の運動は、マイクロメートル、マイクロ秒の現象であるため、実験、数値計算を精度良く行うことが難しい。そこで、本研究では、大きな体積変化をともなう気泡の運動を対象に、気泡運動の全過程が計測可能できるよう、干渉画像粒径計測法と直接撮影法とを複合した高精度な画像計測システムを構築し、キャビテーション蒸気気泡の膨張運動をとらえた。得られた実験結果をもとに、蒸気/ガス気泡運動に対する熱・物質輸送数値モデルと比較し、以下の知見を得た。

本研究で構築した計測法を用いることにより、粒径変化の大きな気泡の運動に対しても精度良くその運動を捉えることができることがわかった。次に数値計算を本実験結果と比較すると、定性的にはその運動を捉えているものの定量的一致には至っていない。その原因は、気泡運動にともなう相変化による気液界面近傍の温度変化を精度良く評価できていないことにある。

流体 - 構造連成系システムに基づいたライザーの動的挙動解析

Analysis of Dynamic Behavior of Riser based
on coupled Fluid-structural system

伊藤和彰、田村兼吉、増田光一、近藤典夫、

前田久明、林昌奎

平成16年5月

日本造船学会講演会論文集第3号

ライザーは主に海洋石油掘削・生産、海洋温度差発電、マンガング塊採鉱、二酸化炭素の液体化海洋投棄、マントルの採取といった用途に用いられる。本研究では主に石油生産用ライザーを対象とした。ライザーは厳しい海象条件の中で稼働するため、破断・破損が問題となり、ライザーに作用する荷重や応力を適切に評価する必要がある。ライザーの構造的特徴は断面の諸寸法に比べて長さがあるかに大きい一次元的な構造体であることである。このため軸方向の変形は小さく曲げ変形が相対的に大きくなり、幾何学的非線形性が現れ、非線形流体力と相まって、その挙動は複雑なものとなる。

ライザーに作用する外力として特に問題となるものはライザー周りで生じる非定常な渦放出である。この振動はVortex-Induced Vibration(以下VIV)と呼ばれ、VIVによる変位応答は高周波数成分を含むため、ライザーの疲労破壊の原因を促進させる要因となるとされている。VIVによる挙動解析には流体系と構造系との相互作用を考慮した連成解析が必要となる。そこで本論では、ライザーの挙動解析に移動境界を含む流体力解析を連成させ、相互に計算結果を受け渡し、構造系の挙動と流体系の運動を交互に計算することで、非定常な干渉結果を表現した。具体的には、有限要素法による流体力解析手法と構造解析手法を連成させたシステムの開発を行った。本手法の解析結果とライザーの挙動実験結果を比較し、有用性を確認した。また、本数値解析法は、複雑な初期形状を持つライザーの挙動解析にも用いることが十分可能である。

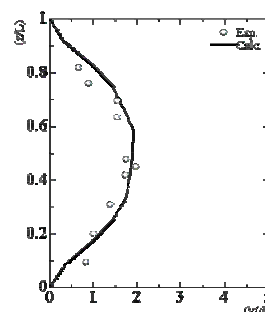


Fig.1 Maximum response, In-line, from steady position, Re=500

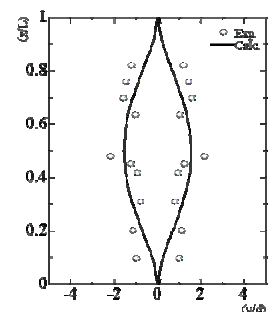


Fig.2 Maximum response, Transverse, from steady position, Re=500

Development of Compact Deep-Sea Monitoring Robot System "TAM-EGG 1"

深海モニター用小型ロボットシステム

"TAM-EGG 1"の開発

田村兼吉、安藤裕友、前田克弥、上野道雄、
二村正、星野邦弘

平成16年5月

Proceedings of ISOPE 2004

当所では、東京大学生産技術研究所海中工学研究センター、KDDI研究所、海洋工学研究所との共同研究により、深海モニター用小型ロボットシステム "TAM-EGG 1" の開発研究を実施した。このシステムは、従来の大水深用ROVより小型軽量で、深度3000mといった大深度において、沈船等の状態をモニタリングすることを目的としており、基本的にピークルとランチャーから構成され、自律的に動くAUVと遠隔操縦のROVの両者の特長を兼ね備えている。ピークルを搭載したランチャーは、母船から投下されると重力のみで水中を沈降し、ランチャーにつけた舵のコントロールによって目標点に近づく。ランチャーと母船とは光ファイバーケーブルを通して通信を行うことができる。海底に到着する直前にランチャーは先端部のケーブルのついた重錘を投下し、海底から一定深度に浮かぶと共に、ピークルを発進する。ピークルはランチャーを通して高速音響通信システムを用いて制御信号を受信し、映像を送信する。ランチャーはの場合、通信の中継器の役割を果たす。時間的・予算的制限のため、全てのシステムを作製・実証することはできなかったため、本システムの主要な要素技術である、ピークル、ランチャー、高速音響通信システムの3つの要素に絞って研究を実施した。ピークルでは原寸大のプロトタイプを作製し、深海水槽において操縦性や自律機能について確認を行った。ランチャーについては縮尺模型を作製し、同様に深海水槽で実験を行い、操舵によって目標点に近づくことが可能であることを確認した。また、高速音響通信システムについては現時点で世界最高速である16QAM方式最大伝送速度128kbit/sの実機を作製し、実海域で試験を行った。この結果、本システムの有効性を確認することができ、これを発展させることにより深海でのモニタリングが可能となることを示した。なお、本研究は、運輸技術研究開発調査費により実施された。

深海水槽におけるライザー模型実験について

Model Test of Riser Pipe in Deep-Sea Basin

前田克弥、田村兼吉、安藤裕友、新富恭子

平成16年5月

日本造船学会講演会論文集第3号

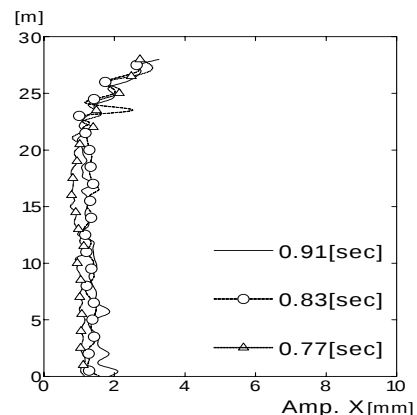
海中・海底の資源開発や学術的調査等において必須の技術としてライザー技術がある。

近年、南米沖の石油掘削やOD21に代表される学術的掘削では、その掘削深度が2000m以深と急激に大きくなっており、こうした大水深に対応するライザー技術の確立が急務である。

ライザー技術の確立の為に、ライザー管が潮流中や波浪中においてどのような挙動を示しているかを把握する必要がある。この挙動を把握するための模型実験はいくつか行われているが、その多くが部分模型であり、全体模型を用いた実験例は少なく、数値計算方法の開発や構造強度解析を行うための実験データは未だ不十分であると考えられる。

海上技術安全研究所では2002年4月に最大水深35mの深海水槽を整備し、大水深でのライザー管の技術開発を行う一環として、3500m対応のライザー管模型を用いて水平方向及び鉛直方向への強制動揺試験を行い、ライザー管の挙動について計測を行った。

本稿では、模型実験により得られた結果について示すとともに、模型や計測方法などの問題点や課題についても紹介する。



強制動揺試験(X方向)計測結果例
(X方向の各水深における振幅分布)

Model Tests of Ocean Nutrient Enhancer "TAKUMI" in Deep-sea Basin

海洋肥沃化装置「拓海」の深海水槽における
模型実験について

前田克弥、田村兼吉、國分健太郎、大川豊、
高井隆三、新富恭子
平成16年5月

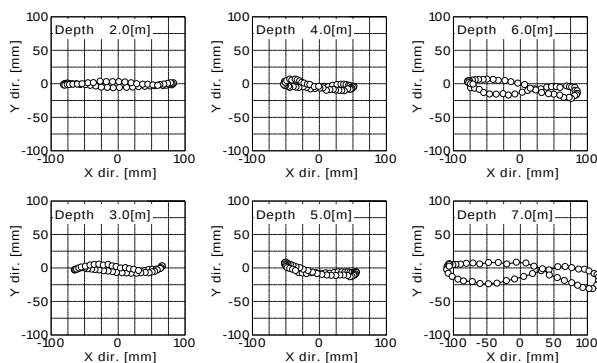
Proceedings of ISOPE 2004

海洋肥沃化装置「拓海」は長さ175m、直径1mのライザー管を備えたスパー型の浮体構造物である。本装置は、栄養塩に富んだ深層水を汲み上げ、表層水と混合した後、浮体周辺へ混合水を拡散させることによりプランクトンを増殖させ良好な漁場を造成することを目的としている。「拓海」は2003年5月に相模湾に設置され、現在稼働中である。

海上技術安全研究所では「拓海」の稼働時における安全性を評価するために深海水槽において模型実験を行った。実験はライザー管のみによる強制動揺試験、及びライザー管を取り付けた浮体の波浪中・潮流中試験である。実験結果より以下の結論を得た。

- ・ライザー管の挙動は特定周波数において円運動もしくは8の字運動する
- ・ライザー管の最大応力の発生する箇所はライザー管上部より約80mの位置
- ・波浪及び潮流において構造上問題となるような応答は示さない

なお、本研究はマリノフォーラム21との共同研究の一環として行ったものである。



強制動揺試験結果例
(各計測点におけるライザー管の水平挙動)

企業間協力が海上不定期輸送に与える効果の シミュレーション評価

Simulation Analysis of Industry Cooperation

Effects on Tramp Physical Distribution

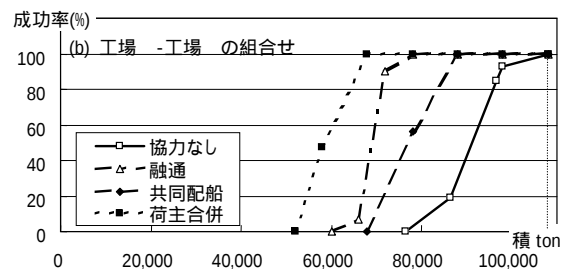
松倉洋史、勝原光治郎、渋谷理、久保登、小林充
平成16年6月

日本造船学会論文集第195号

我が国企業は国内外との厳しい競争にさらされており、利益確保のために物流費の削減を強く求められている。個々の企業内における効率化ではなく、他企業との協力・合同によってその削減を行うものに、融通、共同配船、及びその究極の形としての荷主合併等がある。しかし、物流過程では輸送手段・製造施設・貯蔵施設・市場・その他の外部環境等、多様な要素が動的に関係するため、上記を総合的かつ定量的に評価することは難しく、効率化推進の障害の1つとなっている。一方、企業間協力は単に経済的メリットをもたらすだけではない。配船の効率化及び最適船型の投入が可能となることにより、CO₂排出量の削減や、従来陸上輸送されていた貨物が効率の良くなった海上に一部移行するという意味でのモーダルシフトの推進に寄与すること等も期待される。

本研究では、内航不定期輸送における主要な企業間協力関係である、融通、共同配船、荷主合併を取り上げ、国内セメント海上輸送を対象に、物流に与える効率化及びCO₂排出量削減効果を検討した。評価対象としては、円モデルと全国モデルを用いた。前者は定性的な傾向を見ることを目的とした単純なモデルであり、後者は詳細なモデルに対しても本シミュレータが適用可能であること及びその合理化・CO₂削減効果を評価することを目的としたモデルである。計算を行った結果、両モデルとも高い上記効果を期待できることを示すことができ、共同配船、融通、荷主合併の順に効率化の効果が高くなること、総航行時間の削減効果以上にCO₂総排出量の削減効果を期待できること等が分かった。

なお、下図は解析結果の1例であり、全国モデルの場合の、船の総積みトンと輸送成功確率の関係を表すグラフである。荷主合併が最も効率が良い、即ち、積みトンが少なくても輸送が可能となっており、次いで融通、共同配船の順番であることを示している。



図：船の総積みトンと輸送成功確率の関係(全国モデル)

Aging effects on time-dependent nuclear plant unavailability with changing surveillance interval

経年劣化時に点検周期を変更した場合の原子力プラントのアンアベイラビリティについて

岡崎忠胤, Tunc Aldemir
平成16年6月

Proceeding of PSAM7 (Probabilistic Safety Assessment and Management)

現在、国内の原子力プラントは設計当時の安全評価を行った運転時間30年を超えるプラントが現れて来ており、プラントの経年劣化対策が重要な研究課題となってきた。国内の原子力プラントは毎年行われる定期点検によりプラントの安全性を確保されてきた。しかし、プラント内には機構的経済的に交換が困難な機器もあり、将来これらの交換困難な機器の経年劣化影響により、プラント全体の安全信頼性が低下すると予測される。

そこで、本研究では、点検交換が行われている機器の点検周期を変更することにより、点検交換が行われている機器の信頼性を向上させ経年劣化時のプラント全体の信頼性低下を抑制するというアイデアについての検討を行った。点検交換が行われている機器のアンアベイラビリティの導出に際しては、経年劣化の影響と点検周期を考慮するために、更新理論に基づいた時間依存なアンアベイラビリティの導出方法を採用した。本報告では、同手法の理論的背景と展開を示し、そして、交換可能な機器と交換困難な機器により構成されるシステム例として、PWR型原子力プラントの余熱除去設備(RHRS)を対象に、経年劣化時に交換可能な機器の点検周期を変更した場合のシステムアベイラビリティについて試算し(図1)、同手法の有効性と問題点についての検討を報告している。

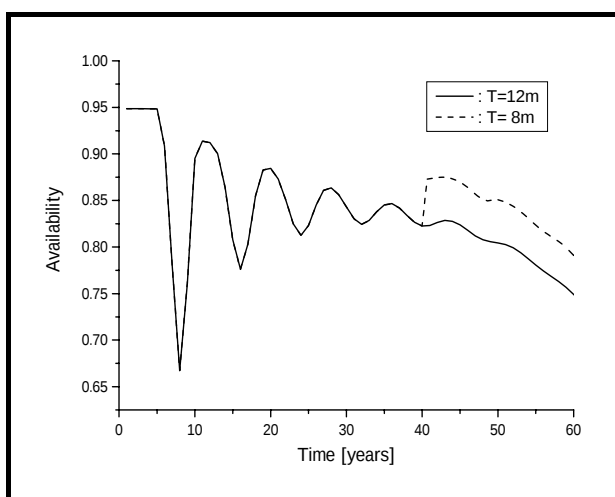


図1 .RHRSのアベイラビリティ(40年の時点でポンプの点検周期を12ヶ月から8ヶ月に変更した場合)

2個の球形気泡周りの物質輸送

Mass Transfer Around Two Spherical Bubbles

杉山和靖

平成16年8月

日本混相流学会 年会講演会 2004 講演論文集

溶解などの物質移動を伴う気泡流は多くの分野で観測される重要な流れである。単一気泡の物質移動に関する研究は古くから行われており、数多くの書籍にまとめられている。気泡「群」としての物質移動の挙動は、溶解物質が移流・拡散し、個々の気泡周囲の濃度が変化するため、単一気泡の場合とは異なってくる。本研究では、直列運動する2つの球形気泡周りの物質輸送を理論的、数値的に調査した。

まず、単一気泡を対象として、後流域の物質濃度場を解析した。はじめに、境界層理論に基づき、軸対称の任意の気泡表面速度分布に対して適用可能な物質移動速度(シャーウッド数)の相関式を導出した。そして、境界層、不拡散域、後流域における濃度分布を摂動法により解き、後流域の濃度分布の相関式を導出した。

次に、流れに対して直列に並ぶ2気泡周りの流れ場、物質濃度場を、双極座標系で記述し、数値解析した。図に、相対シャーウッド数(後方気泡と前方気泡のシャーウッド数の比)と $\xi = (L-2)(2/Pe)^{1/2}$ との関係を示す。ここで、 L は気泡半径で無次元化した気泡間距離、 Pe はペクレ数である。気泡間の間隙距離が短い場合には、相対シャーウッド数が接触2気泡の数値解に近づくこと、また、 L が長い場合($L > 2 + O(Pe^{1/2})$)には、後方気泡のシャーウッド数が、本研究で求めた前方気泡後流域の濃度分布の相関式で定式化しうることを確認した。

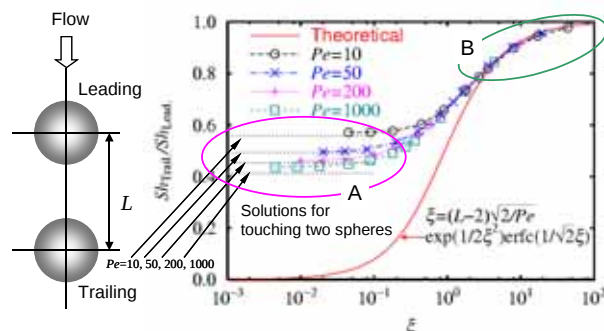


図 Relative Sh of trailing bubble to that of leading bubble vs. $\xi = (L-2)(2/Pe)^{1/2}$.

Force Coupling 法によるチャンネル内気泡乱流のシミュレーション

Numerical Simulation of Bubbly Flow
Turbulence in a Channel by Force Coupling
Method

杉山 和靖、高木周、松本洋一郎

平成16年8月

日本混相流学会 年会講演会 2004 講演論文集

マイクロバブルによる抵抗低減は、摩擦抵抗が全抵抗の大部分を占めるタンカーなどの肥大船の抵抗低減法として期待を集めている。しかし、最適な気泡発生法の決定に必要な摩擦低減機構に関する知見は不十分であり、現在、その機構解明を目的とした研究が盛んに行われている。特に、計算機性能、計算手法の向上に伴い、気液の力学的相互作用を直接考慮した数値シミュレーションへの期待が高まっている。乱流モデルを用いない数値計算としては、Xu ら(2002, *J. Fluid Mech.* 468, pp. 271-281) により、Force Coupling(FC)法とよばれる多粒子系に対する近似解法を用いて、抵抗低減の結果が得られている。本研究では、より高精度の FC 法で計算を行い、Xu らが得た抵抗低減の結果の妥当性を議論した。

FC 法では、気泡表面での境界条件を満たす代わりに、気泡から周囲流体への体積力が運動量保存式に導入される。本研究では、その体積力の中で、Xu らが無視した Force Dipole(FD)を考慮して気泡表面での境界条件を厳密に扱った。そのために、まず、気泡周囲の速度勾配と関係がある FD を、高速、高精度で評価する方法を提案した。そして、壁面レイノルズ数が 150、ボイド率が 5%の条件で気泡の添加に伴う摩擦抵抗の変化を調査した。上壁面で平均化した相対摩擦係数の時間変化を図示する。FD を無視した場合には、Xu *et al.*と同様に、気泡の分散に伴い、摩擦抵抗が減少した。それに対して、FD を導入し、より高精度な FC 法を用いた場合には、摩擦抵抗が増加した。この抵抗増加は、気泡周囲のエネルギー散逸率の増加によって説明できることを示した。マイクロバブルによる摩擦抵抗の増減を、数値解析により議論するには、気泡表面付近のエネルギー散逸率の変調を解像できる計算手法を用いる必要があることを示した。

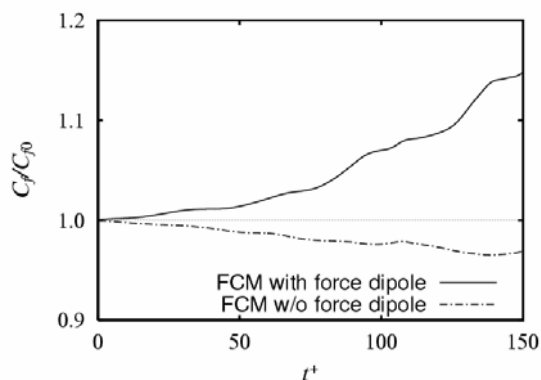


図 上壁面での相対摩擦係数の時間変化(Force dipoleの有無による影響。 C_{f0} は単相流、 C_f は気泡流の摩擦係数に対応。)

船舶に係わる信頼性解析の信頼性(2) -リスク分析における不確実性の処理事例-

The Reliability of Reliability Analysis of ships
(2nd)-An Example of Uncertainty Analysis-

金湖富士夫

平成16年7月

日本造船学会誌2004年7月号

本解説記事は、「船舶に係わる信頼性解析の信頼性」というシリーズの2回目のものである。

IMO(国際海事機関)MSC(海上安全委員会)において、FSA(Formal Safety Assessment)によるバルクキャリアの安全性の審議が継続している。同審議に関連して、2002年の秋に日本によるバルクキャリア安全性の FSA 評価と英国主導で欧州諸国が実施している FSA 評価の2つが真っ向から対峙した。英国は、MSC76 会議の前に提出予定の提案文書の草稿を各国に送付し、その中で LRF(Lloyd's Register Fairplay)のデータを用いてバルクキャリアの原因不明事故はすべてハッチカバー関連事故であり、特に青波の垂直荷重によるハッチカバー損傷が危険であるためハッチカバー強度の強化が必要であると主張してきた。その主な根拠は、ハッチカバー関連事故において、原因が明確に判明している事故の全損事故の頻度と全損事故の中で人命損失数(死者および行方不明者を含む)が多数の事故の発生頻度のグラフの形が、原因不明事故を全てハッチカバー事故とした場合の同様のグラフによく似ているという定性的なものである。しかし、このような原因推定はきわめて感覚的なものであり、データの解釈の仕方で全く異なる主張が生まれ合意形成の障害となり、結果として政治的に力の大きな方の意見が通ることとなる。ここでは、不確実さを扱う確立した手法を応用して関係者の合意を促す方法について説明している。

本稿は解説記事であることを考慮し、まず例題でベイジアン統計学を応用した原因不明の事象を推定する手法を解説し、それを一般化して原因不明事故の原因推定方法を示している。次に、同手法をバルクキャリアの原因不明事故の原因推定に使用した結果を示し、英国の主張、すなわち原因不明事故をすべてハッチカバー関連事故とする主張が確率的にあり得ないことを説明した。

結論として、誰もが納得せざるを得ない手法とデータにより主張の裏づけを行うことの重要性を指摘した。

船舶ばら積み貨物としてのメタンハイドレート ペレットの自己保存効果と温度との関係

Correlation between Temperature and
Self-Preservation of Methane Hydrate Pellets
in Bulk in Ship Cargo Hold
城田英之、中島康晴、疋田賢次郎、太田進、岩崎徹
平成16年7月
日本エネルギー学会第13回大会

天然ガスハイドレートペレット(NGHP)の専用輸送船を設計するためには、輸送中のペレットができるだけ分解しない(=自己保存効果の高い)最適温度を決定する必要がある。そこで本研究では、天然ガスの主成分であるメタンガスをゲスト分子とするメタンハイドレートペレット(MHP)を対象として、海上輸送時に船倉内でばら積み状態にあるペレットを模擬した条件で、ペレットの自己保存効果と温度との関係を調べた。

試料ペレットの温度を高精度で制御できる専用の自己保存性評価実験装置を設計・製作し、三井造船株式会社がNGHPの高速大量生産を目的とする研究のために製作した生成装置及びペレット化装置の試作機によって生成・成形された50個のMHPを試料として、MHPの自己保存効果の温度依存性を調べる実験を行った。

-5~-25 の温度範囲において5 刻みの設定温度に対してそれぞれ2週間の恒温実験を行ったところ、設定温度-5~-20 では、温度の低下に伴って試料の分解速度は単調に減少した。ところが、さらに温度の低い-25 では、設定温度が-20 の場合よりも分解速度が大きい様子が観察された。即ち、温度-20 付近にMHPの自己保存効果の高くなる温度があることが分かった。恒温実験開始時刻から24時間後までについて、ハイドレート分解率と設定温度との関係を求めた結果も、同様な傾向を示していた。

このように温度の低下とともに分解速度が増大する温度域があるという現象は、Sternらによっても報告されている。なおこの結果は、三井造船株式会社で同様に製造された単一MHPを用いて大阪大学で行われた実験結果と傾向が良く一致しており、船倉スケールの貨物に対しても基本的に適用可能であると考えられる。

水噴流の走査によるタンク洗浄水量低減

Minimization of Tank Washings with Water
Jet by Scanning Method
上田浩一、山之内博
平成16年7月

日本機械学会 第14回環境工学総合シンポジウム2004

有害液体物質を輸送するタンカーの洗浄廃水は海洋汚染防止のため、有害液体物質の有害性に応じて、その排出方法が規定されている。現在汚染分類は国際海事機関(IMO)で見直されているが、例えば現在の汚染分類Aの物質は洗浄排水中の有害物質の濃度が0.1%までは洗浄廃水を陸揚げし、その後の洗浄廃水は12海里以上で規定の条件下で排出できる。さらにもう1回同様の洗浄をすれば、その後タンクに入れられた水はクリーンと見なされ規制無く排出できる。現在、必要洗浄水量は通常使用されている洗浄機を使用してタンク内の残液と洗浄水が均一に混合されているとして計算した濃度を基準に決められているが、より効率良く洗浄し、処理すべき洗浄水量を低減することが必要である。

洗浄機のノズル口径を細くすることにより、ある濃度まで洗浄するのに必要な洗浄水量は低減できる。さらにきめ細かく洗浄することにより、洗浄水量を低減することを目的にノズルの走査間隔を変えて洗浄排水中の残液濃度と洗浄水量の関係について調べた。供試験液として水溶性のものをを用いた。タンク天井面を洗浄することにより側面や底面はそれらの表面を流れる洗浄水でかなり洗浄される。ノズルの垂直軸回りの速度を変えて実験を行った結果約40°/sの時良い洗浄効果が得られていたので、今回は走査方法及びピッチ(歯車の減速比による)を変えて洗浄効果を実験的に調べた。

本研究成果をまとめると、次のようになる。洗浄水ジェットが描く走査線のピッチを小さくすることにより、洗浄中における排水中の残液濃度のバラツキが少なくなる。洗浄の前半は洗浄排水中濃度は指数関数的に低減するが、その洗浄排水中の濃度が0.1%~0.01%付近からは濃度低下が著しく小さくなる。走査線のピッチを小さくすることにより、その洗浄効果が低下する濃度は小さくなる。洗浄は天井面から底面への繰り返し洗浄の方が効果がある。水溶性の場合には粘度が異なっても濃度の低下の割合が少なくなる濃度は同じ程度である。

PIV/PTVによる甲板打込水の流場解析

Analyses of Shipping Water Flow

by PIV and PTV

星野邦弘、沢田博史、辻本勝、谷澤克治

平成16年7月

第32回可視化情報シンポジウム講演論文集

船舶が荒天中を航走する場合、甲板上への打ち込み水により衝撃的な波浪荷重が発生し、これにより船首部折損等や、甲板上の積載貨物、構造物、艀装品等の破損などの損傷を引き起こすことがある。海上技術安全研究所では、甲板打ち込み水による衝撃圧ならびに衝撃荷重の数値計算法を定量的に検証することを目的にして、可視化計測技術を活用した打ち込み水の3次元非常流場計測実験を実施している。本論文では、規則波中を向波状態で航走する模型船の甲板上への打ち込み水を対象にした可視化計測結果と得られた画像からの2次元PIV解析結果について報告した。論文の内容の要約は以下のとおりである。

(1)カメラ画像から実空間座標へ写像関数

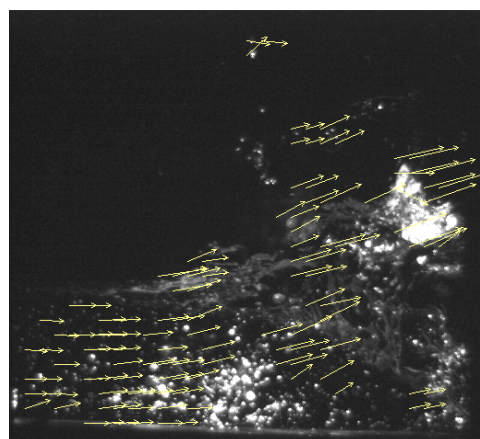
ミラーを通してCCDカメラで撮影した歪んだカメラ画像から実空間画像への写像関数を用いた変換方法を示した。

(2)2次元PIV解析

変換した実空間画像の2次元PIV解析を行った。その結果、 λ/L (船長波長比)=1.0付近で水と船体との相対運動が最も激しく、叩き付けるような激しい打ち込み現象が発生していることが判った。その時の、打ち込み水の速度ベクトル分布の時間変化をPIV解析結果の一例として示した。

(3)画像の歪み補正と統合

甲板上打ち込み水の挙動全体を可視化するために、前方と後方で別時間に撮影した映像を合成して、より広範囲の映像を作成する方法を示した。画像を合成することで同時に観察できる領域が広がり、打ち込みの様子が個別の画像を観察するのと比較して格段に良く分かるようになった。



PIV/PTVによる甲板打込水の流場解析結果の一例

規則波中を航走する船舶の甲板打ち込み水の可視化技術について

A visualization technique of shipping water on running ship in regular head seas.

沢田博史、星野邦弘、辻本勝、谷澤克治

平成16年7月

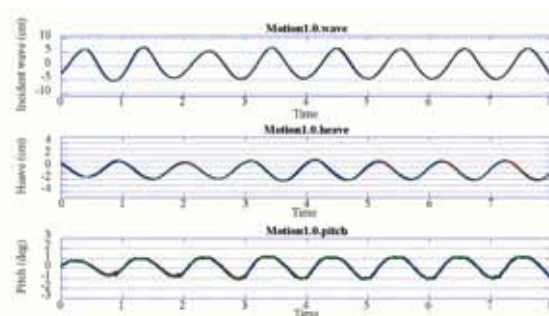
可視化情報学会第32回可視化情報シンポジウム
講演論文集

船舶が荒天中を航走する場合、甲板上への打ち込み水により衝撃的な荷重を受け船首部構造物に被害を被ることがある。筆者らは前回高速度ビデオカメラを使用し、甲板上を模擬した打ち込み台への打ち込み水挙動についてPIV解析結果を報告した。

今回、曳航台車、造波機、高速ビデオとストロボ、その他の計測機器を一台の計算機で集中制御するシステムの技術開発を行い、模型船を使用した波浪中実験により、船体運動を伴う速度場を有した打ち込み水挙動の解析を試み、以下の技術を取得することができた。

- (1) 可視化計測用模型船の設計製作。
- (2) 可視化計測用の光学系の設計製作。
- (3) 実験の再現性を確保した計測方法。

なお、再現性については定量的に評価を行っており、船体運動、甲板上衝撃水圧の計測開始から終了までの8秒間の時系列データと同期の取れた高速ビデオ画像の取得に成功した。図は同一条件の4航走について入射波と上下揺れ縦揺れを重ねて表示したものである。この図から再現性の高い計測が行われていることを示した。



入射波と船体運動

蛍光ライダーによる海洋流出油リモートセンシング

Remote Sensing of Oil Spill by Fluorescence

Lidar

篠野雅彦、樋富和夫、山之内博、田口昇、山岸進

平成16年7月

第32回可視化情報シンポジウム論文集

海洋上のタンカー事故は、大量の油や化学物質の流出を伴うことがあり、沿岸部の海洋環境に甚大な影響を与える恐れがある。

1997年には、日本海沖において、重油19,000klを積載したタンカー「ナホトカ号」が折損し、約6,000klの重油が海洋上に流出するという事故が発生した。その後、流出油の海洋上での回収作業は進まず、油濁が1000kmにわたる日本海海岸に漂着、海岸線を汚染した。このような油流出事故が発生した場合、事故直後に流出油の拡散を防ぎ、油回収船で回収を行うという事故対策を、効率よく行うことが望まれる。

このため、各種の流出油回収装置や油拡散剤などが開発されているが、これらの装置等で流出油を適切に処理するには、海洋上の流出油の位置と状態、海洋の状況をリアルタイムでモニターし、流出油回収作業チームにその情報を伝えることが必要となる。

現状において、海洋流出油のモニターは、船舶や航空機からの目視による情報が主となっている。しかし、この手法では荒天下での監視作業が難しく、また夜間はほとんどモニターができない。さらに、スチレンなど、海水との目視判別が困難な化学物質が流出した場合には、晴天の日中でもモニター手法が確立していないのが現状である。

海上技術安全研究所では、海洋上の流出油の位置をリモートセンシングで検出するため、ヘリコプター搭載型蛍光ライダーを開発している。これは、紫外パルスレーザーをヘリコプターから海面に照射し、そこで発生する水ラマン光や蛍光などの微弱な光を、ヘリコプター上の光センサーで検出して、昼夜や天候にかかわらず流出油の有無を判定するというアクティブリモートセンシング装置である。

2004年1月、この装置をヘリコプターに搭載し、人工池上空を飛行して、ライダーによる水ラマン光の受信に成功した。また、2004年5月には、フランス沖での流出油回収国際共同実験「DEPOL04」に参加し、海洋上に流した重油を上空からライダーで観測した。

本論文は、海上技術安全研究所が開発した、ヘリコプター搭載型蛍光ライダー装置の概要と、今年度に行った2つのヘリコプター観測実験の観測結果について述べたものである。

日本学術会議の取り組み

-事故調査体制に関する小委員会活動-

Activity of Science Council of Japan

-Sub Committee for Accident Investigation-

松岡猛

平成16年7月

日本学術会議 第34回安全工学シンポジウム

安全対策の基本としては、万一不幸にして起こってしまった事故を教訓として再び同様の事故を発生させないための調査・分析が重要である。関係者の努力にもかかわらず各種事故が相変わらず発生しており、再発防止のための事故調査の重要性が社会的にも認識されている。

日本学術会議「安全工学専門委員会」ではこのような観点から広く事故調査体制のあるべき姿について検討を重ねてきた。本年3月には、安全工学専門委員会内に「事故調査と免責・補償小委員会」を設置し、交通事故に限らず広く一般の事故発生時に真相究明を容易とし、類似事故の再発防止、安全性向上を図る事を目的として、事故調査体制のあり方、人間行動解明のための免責のあり方、被害補償のあり方について検討を行う事となった。小委員会活動は、安全工学専門委員会報告として見解をまとめる事を目的としている。

まず、過去数年にわたる安全工学シンポジウムでの議論の経緯、安全工学ワークショップ活動を紹介し、次に安全工学専門委員会ですらまとめた事故調査体制のあり方で述べられている提言について項目の紹介をおこなっている。

これまでの議論のまとめとして、「人間行動の解明(ヒューマンエラーの要因の解明)を行うことが不可欠である」、「刑事責任を法的に完全に免責するという国はまれであり、実務的に事故調査を優先させていることが実情である。さらに、事故調査のために民事責任を免責にする事はまずあり得ない」、「安全を向上させるためには、種々の要因を考慮しなければならない、特に純技術的な問題だけに限定するわけにいかず事故責任、免責制度、被害補償も視野に入れた検討が必要である」点を述べている。

小委員会活動の紹介の後、今後の議論の問題点提起を行っている。その主なものとして以下のものがある。

(1)過失に対してどの範囲まで責任が追及されるかが問題となる。刑法上の「過失」と人間工学的な見地の過失の考え方にずれがあると言える。(2)刑法では直近の行為者に責任を科すという伝統的考え方があり正当な責任の対象者を発見できなくなる危険性がある。(3)刑事と民事とでは責任追及の範囲が異なっている。(4)事故調査報告書を裁判で証拠として使用できるか。事実を明らかにしたのだから証拠に採用できるという意見と、できないという意見がある。(5)免責をどこまで踏み込むかの問題がある。(6)免責を申し出た当事者からの聞き取りを進めた結果、重大事故再発防止に役立たないことが判明した場合どうするか。(7)被害者感情の問題。(8)被害者救済は加害者の帰責性を考慮するより社会保障に接近した形にすべきである。

Vortex-Induced Vibration of Horizontal Circular Cylinder in Uniform Flow

一様流中に水平に置かれた円柱の渦励振

國分健太郎、和田保弘

平成16年6月

Proceeding of 23rd International Conference on
Offshore Mechanics and Arctic Engineering

この論文は、一様流中に水平に置かれた円柱の渦励振の実験に関して記したものである。実験に供した円柱は直径2.5cm、長さ49cmのアルミ製で、表面は十分に滑らかであり、内部を中空として中性浮力としている。この円柱を幅50cmの二次元水槽中に水平に置き曳航した。曳航中、円柱は鉛直運動のみ拘束しないようバネで支持している。図1に、この装置の概要図を示す。ここで、記号 I_0 、 k 、 Tr はそれぞれ、装置の慣性モーメント、バネ定数、支点O周りの摩擦トルクを示している。また、支点Oからバネまでの腕の長さを x_k 、シリンダーまでの腕の長さを x_m とし、 z 及び θ はそれぞれシリンダーの鉛直変位及び角度変位を表している。また、曳航速度を U で示している。この装置の支点周りの運動方程式は、支点周りの摩擦抵抗と速度の2乗に比例する抵抗が円柱に働くことから非線形になり、論文中ではその近似解を示している。曳航速度を変化させて円柱から剥離する渦の周波数を、この装置の固有周波数に近づけることにより、ロックインと呼ばれる共振現象が確認された。また、円柱の鉛直運動のフーリエスペクトルを求めたところ、明らかに渦の剥離周波数と装置の固有周波数が卓越していた。円柱が渦励振中に、流体からこの円柱に働く揚力を直接計測することはできないが、この論文では、これらの卓越している周波数の変位振幅と近似解の対応する項の係数を比較することにより、円柱に働く揚力(揚力係数)を間接的に推定する方法を提案している。推定された揚力係数の値は、鉛直運動を拘束して固定した円柱を用いて計測した揚力係数の値に近く、ここで提案した推定法の有効性を示している。

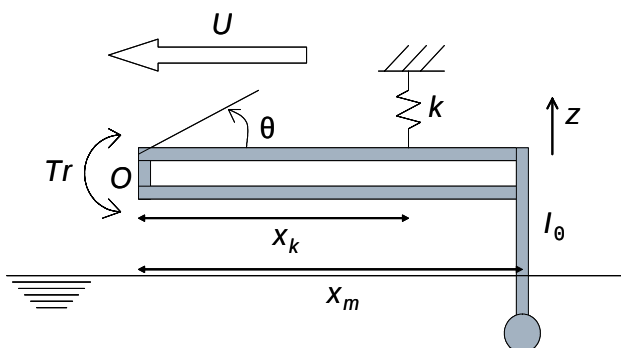


図1 実験装置概要図

風を受ける洋上風力発電施設の耐震性及び防振対策に関する模型実験とその解析

Model Test and Its Analyses on Seismic Response and Seismic Isolation

for An Offshore Wind Turbine Structure

関田欣治、吉成岳彦、山下篤、林伸幸、矢後清和

平成16年6月

(社)土木学会 海洋開発論文集 VOL.20

化石燃料による環境問題の顕在化や資源の有限性が叫ばれる中、風力発電など再生可能エネルギーへの期待が高まっている。現在、陸上の適地の減少により2010年導入目標300万kWの実現が困難視される状況にあるため、洋上風力発電施設建設に対する期待は極めて高い。

一方で、我が国は地震の発生が頻繁であり、風力発電施設を建設するにあたっては耐震性の検討が不可欠である。しかしながら、これまでの大型風力発電施設は主に地震の少ないヨーロッパで発展してきたため耐震性に関する検討例は極めて少ない。

本研究は、地震時における風力発電施設の動的挙動特性の把握に視点を求め、動的挙動低減に関する基礎的実験および解析を実施した。

実験は、当所の変動風水洞に1MW級風力発電装置の1/55模型を設置し強制動揺装置により加振させた他、東海大学の加振装置を用いて補足試験を実施した。

実験状態は、基本的に基底部に免振装置(模型では平ゴム)を取り付けた場合と無い場合の2状態であり、それぞれ定常風下、変動風下と無風下で行っている。

実験の結果、共振点付近では基底部加振加速度の約7~8倍の加速度になる場合があり、免震機構等を設置して振動を緩和する必要があることがわかった。本実験のゴムを用いた免震装置は広い周波数範囲にわたり効果があり、振動振幅で6~7%の減衰効果が確認された。

実験で得られたデータおよび知見をもとに解析手法を開発した。解析モデルは有限要素法要素で表し、質量、剛性、減衰力を各接点に働かせ動的解析を実施した。

本解析手法の開発により、実機における固有値、調和振動、加速度応答、発生モーメントを求める事が可能となり、各種構造および設置状態における耐震設計の基礎手法が整った。

今回の研究では、風向と地震動の向きが同一であり、風向変動なども考慮していない。実験では、正対風向であっても回転する風車では横振動の励起される場合などが確認されており、これらの事項も考慮した解析技術の向上が今後の課題となる。

代替燃料創出を目指した浮体式風力発電施設に 関する基礎的研究

A Basic Study of Floating Wind Power System
for Purpose of Alternative Fuel Production

大川豊、矢後清和、太田真、山田義則、高野宰、
関田欣治

平成16年7月

海洋開発論文集 Vol.20

地球温暖化など環境問題の顕在化に伴い、再生可能エネルギーに対する期待が世界的に高まっている。中でも、CO₂排出比率が他に比べ低いとされる風力発電は、環境負荷が小さいエネルギー資源として注目されており、欧州を中心に大規模な導入が進められている。我が国の風力発電導入目標は2010年度までに300万kWという数値が掲げられている。しかし、陸上の適地の減少により規制区域への設置なども検討されているものの、現在の達成度は1/6程度に過ぎず、今後、海上への大規模な開発に移行せざるを得ないと目されている。欧州では、沿岸から数10kmの範囲に広大な遠浅海域を有しているため、着底基礎構造による大規模風力発電ファームの建設が進んでいるが、我が国の沿岸は急峻な海底地形のため着定式による開発にも限界があると考えられる。そこで、浮体式風力発電施設に考えが及ぶわけであるが、沿岸域は生物生産の場であり、漁業権の問題も生ずるので、比較的沿岸から離れた水深100~200mで稼働する次のようなシステムを考えた。

陸上へ送電するコストと風力発電の短所とされる出力の変動性を解消するため、得られた電力を用いて浮体上で海水の電解により水素を生成する。水素は現時点では貯蔵・輸送技術が確立されておらず、インフラも整っていないので、陸上から運搬するCO₂と反応させてメタンを製造し、代替燃料として陸上に運搬し、貯蔵・供給する。

このシステムの技術的、社会的成立性を示すための要素研究で、これまでに得られた成果を以下に示す。

日本沿岸の風況マップと等深線図および底質条件とから本システム設置に適した海域を選定し、自然環境条件を設定した。また、風車機能のクライテリアを決めるため、風車の傾斜時における発電効率の低下を模型実験により調べ、5度以下の傾斜であれば95%以上の効率を維持できる事を明らかにした。

風車および化学プラントの支床浮体の初期検討として5MW級風車3基を搭載するボックスガーダー格子構造浮体を想定し、風車稼働時の静的安定性および動的挙動を計算し、上記クライテリアを満たすことを示した。

既存の水平軸風車のナセル部の重量軽減を狙い、油圧駆動によって基部の発電機を回す新しい方式の概念設計を行い、50~100トンの軽減が見込める見通しを得た。

水素およびメタンの製造量は、考案者である東北工業大学の橋本教授のテストプラントを参考に推定し、プラントの浮体搭載が可能であることを確かめた。

最後に発電コストに関する経済性評価を行い、既存の陸上発電コストと比較して十分成立性があることを示した。

本研究は(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構の公募研究として実施しているものである。