

荒天下における航行不能船舶の漂流防止等 に関する研究の概要

環境・エネルギー研究領域 海洋汚染防止研究グループ 原 正一

１．はじめに

本研究は、平成 10 年度から 5 年計画で国土交通省特別研究「荒天下における航行不能船舶の漂流防止等に関する研究」としてスタートし、4 年が経過し平成 14 年度はその最終年度である。ここでは、これまで実施してきた研究を概括し、その成果を述べるとともに最終目標である最適曳航支援システムの開発に照準を合わせて今後の研究の展望を見据えることにしたい。

本研究の目的は、荒天下において機関故障等により航行不能に陥った船舶（損傷、折損・分離、転覆により異常形状となった船舶またはその一部）の漂流を阻止し、安全な場所に曳航する技術を確立することによって、大きな二次的災害を引き起こす危険性を未然に防止することである。このために、最適曳航支援システムを開発し、パソコン上で航行不能船舶の漂流運動、曳航索張力、曳航操船及び曳船の曳航馬力を予測して操作者に適切な出力情報を提供することにより、最適な曳航ができるように支援することを目的とする。

さらに、本講演会で発表する研究課題の内容については、すべて最適曳航支援システムに関連するものであり、個々の研究の位置付けを説明して以降の研究論文のための序論としたい。また、ポスターセッション（PS）においても関連の研究について発表するので併せて紹介する。

２．研究の概要

２．１ 研究の目的と研究体制

本研究は、漂流運動の研究と最適曳航法の研究に大きく分かれ、前者は航行不能船舶の漂流運動推定法の研究開発、後者は最適曳航支援システムの開発と実用的な技術資料の作成を目的としている。

また、本研究は、海上保安庁、サルヴェージ会社等の海難救助を業務とする諸機関に大学、ロープ会社で構成される曳航技術研究委員会のもとに、3 つのワーキンググループ（WG）すなわち曳航支援システム WG、曳航技術 WG 及び漂流運動シミュレーション WG を設けて、それぞれの WG で具体的な研究課題について詳細な検討を行っている。

２．２ 研究の主な流れ

表 - 1 に主な研究の流れを実験、WG 活動及び最適曳航支援システムの要素プログラムの 3 つに分けて年度別に示した。

（１）実施した実験概要

実施した水槽実験は、海上技術安全研究所の曳航水槽、海洋構造物水槽及び角水槽を使用した。漂流運動シミュレーションでは、タンカー船型の波浪中漂流試験、海底形状を含む大波高時の 2 次元物体の波漂流力計測試験、漂流速度計測試験を実施してきた。タンカー船型の漂流試験では、種々の条件によって漂流方向、漂流速度が変化し、漂流軌跡がひとつに定まらないことを確認した。また、船首が折損したナホトカ号のような模型を使用して漂流実験を行ない、漂流速度、漂流方向を計測した。波漂流力についても当所が開発した特殊な波漂流力測定装置を用いて別途計測した。

今回の講演では、任意形状物体の漂流抵抗の簡易推算法について紹介している。本推算法は、漂流抵抗は漂流物体の漂流速度や漂流方向を推定する上で重要であるだけでなく、曳航抵抗を推定する上でも必須であり最適曳航支援システムの中でも核となる要素技術である。図 - 1 の最適曳航支援システムのフローでは、と表記された部分であり、流体力データベースはここで作成されることになる。また、PS で の漂流運動計算の解析結

果として、波、風、潮流中における航行不能船舶の漂流運動が示されている。

研究項目の中で、互いに関連する研究要素が含まれる場合は同一実験から所要の結果を抽出することができる。この意味で、曳航時の索張力、操船法の推定に関する研究では、ほぼ同時進行の研究進捗と考えてよい。ここでは、まず船首のみが楔形をした箱型船型の幾何学的分割船舶模型を使用し、曳航実験、拘束試験による操縦流体力計測実験を行った。曳航実験では、索張力、被曳船のふれまわり運動の計測を実施し、種々の操船法について検討を行った。また、船首折損タンカー模型の曳航実験を実施し、没水部分が大半を占めるような物体のふれまわり運動の計測に成功した。さらに、10 分割タンカー模型を製作し、種々な船体姿勢において操縦流体力を計測した。さらに、巡視船を使用した 2 度の実船実験を実施し、KGPS を利用した曳船と被曳船の正確な距離を計測して索張力と比較した。実船実験では、瀬戸内海で実施した静穏海域と冬季の伊豆大島付近の波浪海域での試験を実施することができた。

今回講演で発表される曳航法に関する研究は図 - 1 の に関連し、先に述べた分割タンカー模型に働く流体力の理論による推定精度について、特にトリムした船体の実験結果と比較検証したものである。本研究は、遭難船舶の曳航時の運動がそれに働く流体力の推定精度によって大きく異なるため特に注目される。

次に、波浪中の馬力推定に関する研究では、巡視船模型と外洋タグボート模型を製作し、平水中の抵抗、自航試験のみならず、一定静荷重あるいは変動荷重の過負荷試験を行ない推進性能データを取得した。また、タンカー模型を製作して、巡視船を曳船とする曳航実験を実施し、巡視船の波浪中の推進性能、索張力、タンカーのふれまわり運動について計測を行った。ここでは、索長、曳航速度、タンカー曳航時の姿勢などをパラメータとして、種々の解析を試みた。PS では、図 - 1 の

に関連する要素技術として開発した馬力推算公式を実船に適用し、波浪域での実験結果と比較した。

船体の没水形状は、漂流・曳航時の抵抗、波漂流力に大きく影響することからその予測は重要で

ある。没水形状の認識技術に関する研究では、ハード面及びソフト面において実用性を重視したシステムの提案と構築を行う。この技術は、最適曳航支援システムの中には組み込まれないが、動体連続画像例えば波浪中で動揺する船体に対するパターンマッチングで運動を評価する手法を提案する。

(2) WG の研究活動

(1) の実験と平行して曳航技術 WG では、索取り法についての検討を実施してきた。海上保安庁羽田特殊救難基地の協力を得て、ドライブユニットと呼ばれる銃による曳航ブラケットの試験片を製作してその強度試験を実施した。これは、ナホトカ号の転覆した船首を想定した索取り法として検討を行ったものである。また、遭難船に索をとることが困難な状況を想定して、2 隻の巡視船による曳航模型実験を行ないその可能性、問題点を検討した。

曳航支援システム WG では、7 種類（タンカー 2 種類、PCC、コンテナ船、貨物船、バージ、漁船）の母型船データベース（線図情報、船体内部区画情報、重量分布情報）を整備し、転覆・折損時を含む浸水計算が可能である。浸水計算により船体の最終姿勢の予測ができ、船体没水部の形状に対する波漂流力計算のためのメッシュ作成機能を開発した。転覆・折損状態においては、上部構造物の影響も考慮できる。また、本システムでは情報を提供するための操作者の視覚に訴えるグラフィック表示も重要な要素と考え、損傷した船体等を表示する 3 次元船体アニメーションについても制作中である。PS では、特に最適曳航支援システムの 要素技術について詳述している。

最後の漂流運動シミュレーション WG では、海上保安庁水路部と協力して、水槽実験に実際のブイを用いて不規則波中での漂流試験を実施し、漂流速度の推定法を示した。

(3) 要素技術計算プログラムの開発

漂流運動の研究については、これまでの研究で、航行不能船舶の定常漂流状態の理論解析、波漂流力に及ぼす波高影響と海底地形影響の理論解析と数値推定法の開発、粘性流体力の実験計測、3 次元数値造波水槽の開発を実施し、漂流運動推定法

の開発に不可欠な要素技術を整備した。平成13年度からこれまで開発した要素技術を統合して波による漂流運動の推定法を完成させ、海上保安庁水路部で運用されている漂流予測システムへ波漂流成分を追加するための簡易推定法の開発と粘性流体力等のデータベースの充実化を図っている。また、同時に最適曳航支援システムの入力として必要な波漂流関連の情報を組み入れる。

これまで述べた実験は、最適曳航支援システムに使用する計算プログラムの検証あるいは実験によってのみ得られる係数を求めるためのものである。したがって、それぞれの研究項目に対応した計算プログラムを開発している。すなわち、船体浸水計算、曳航時の流体力計算、波漂流力計算、曳航索張力の推定計算、馬力推定計算、操船シミュレーション計算などである。

3. まとめ

5年計画の「荒天下における航行不能船舶の漂

流防止等に関する研究」の最終年度にあたりこれまでの研究を概括し、最終目標である最適曳航支援システムの開発における今年度の講演及びポスターセッションで発表される研究の位置付けを述べた。今後は、要素技術として開発した計算プログラムをリンクし、グラフィック表示及びアニメーション表現を充実させていく予定である。なお、これらの技術要素を最適曳航支援システムに組み入れるにあたっては、現場の意見を充分反映できるように海上保安庁等の海難救助諸機関の協力を得て、総合システムとして完成させる必要があり曳航技術研究委員会及びWGでの議論をもとに進めていく所存である。

参考文献

- 1) 原正一、荒天下における航行不能船舶の漂流防止等に関する研究概要（最適曳航支援システムについて）第74回船舶技術研究所研究発表会講演集、平成12年6月

表 - 1 荒天下における航行不能船舶の漂流防止等に関する研究の流れ

	研究項目	平成10年度	平成11年度	平成12年度	平成13年度	平成14年度
実 験	漂流運動シミュレーション 漂流抵抗推定		2次元物体の 波漂流力試験 タンカー模型の 漂流試験	2次元物体の 漂流速度実験 船首折損模型 漂流試験・波漂流 力計測実験		
	曳航索張力の推定 曳航時の操船法	幾何学的船舶模型、 分割模型の曳航実験	幾何学的船舶模型 流体力試験	船首折損模 巡視船による 型漂流試験 静穏域実船 実験	分割タン カー模 体力試験 巡視船による 波浪域実船 実験	巡視船模型の 流体力試験
	曳航時の波浪中 での曳航馬力の 推定	巡視船模型による抵抗、 自航試験 波浪中抵抗増加	タグボート模型による抵抗、 自航試験 波浪中抵抗増加	巡視船による タンカー模型の 波浪中曳航実験		
	没水体の 形状認識技術に 関する研究		ビデオカメラによる 3次元位置測定	模型船の 3次元位置測定		
W G	索取り法			ドライブイトによる 曳航ブラケットの 強度試験	2船曳航による 索取り模型実験	曳航索データベース
	最適曳航支援 システムの開発		母型船 データベース整備	非転覆・折損時の 船体最終姿勢予測 母型船のグラフィックス 船体姿勢表示	転覆・折損時の船体 最終姿勢予測及び船 体メッシュ作成 船体運動アニメーション	計算結果の グラフィックス表示と プログラムのリンク、 総合評価
	漂流運動 シミュレーション			水路部のパイ の漂流試験		
要素 プログラム	最適曳航支援 システムの開発 及び総合評価		漂流運動予測プログラム	漂流抵抗計算プログラム 操船シミュレーション プログラム	波漂流力計算プログラム 索張力推定プログラム 馬力推定プログラム	

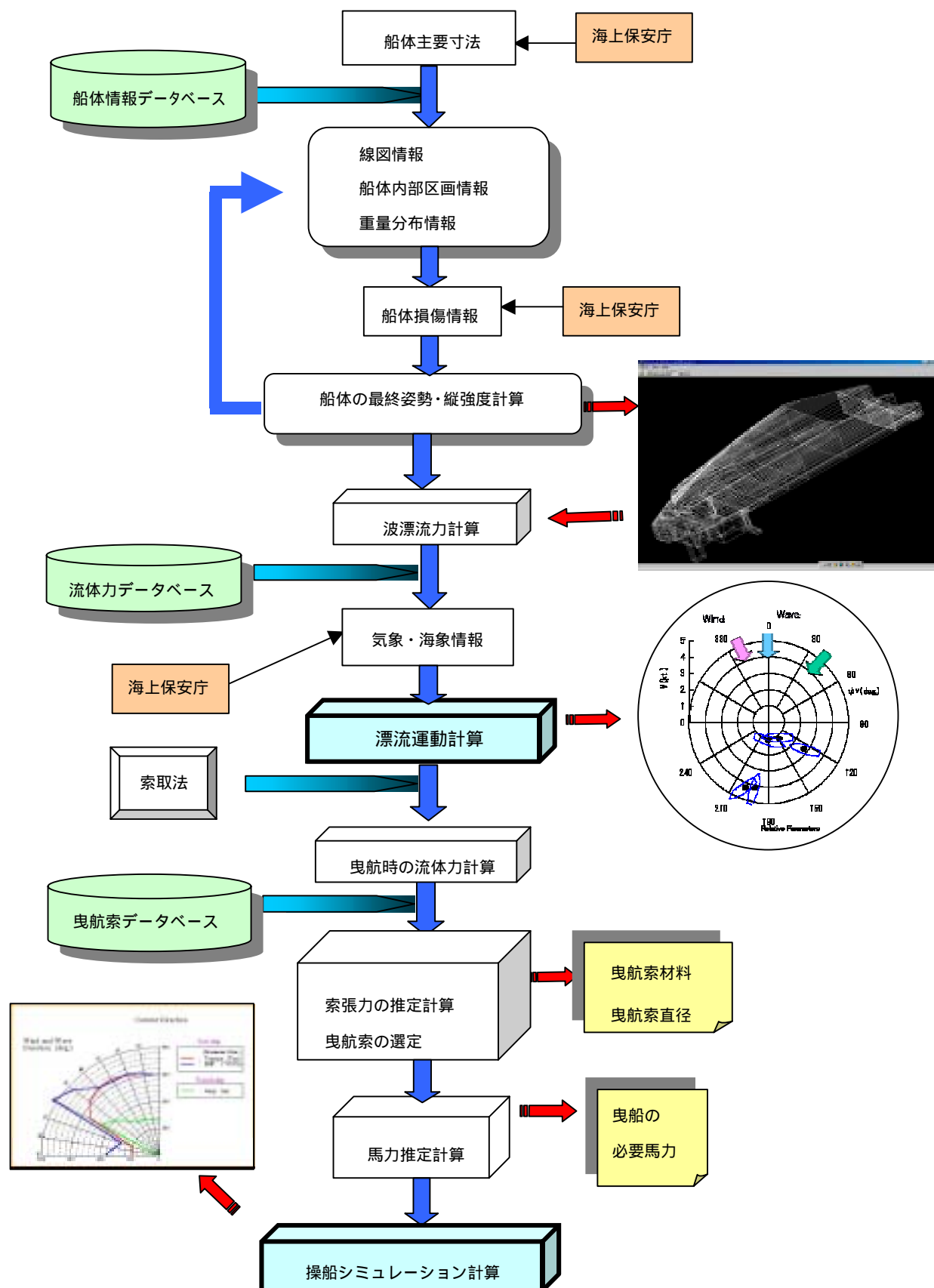


図 - 1 最適曳航支援システムの流れ