

〈 連載(203) 〉

## 荒天下操船支援システムの開発



大阪府立大学大学院・海洋システム工学分野・教授  
池田 良穂

荒天下での海難が後を絶たない。その多くはヒューマンエラーによるものと言われているが、それを全て「船」と言うハードで補うことは、船自体の経済性を大きく損なうことになりかねない。なんとか、簡単な装置によって操船支援を行うことで補えないものだろうか。そんな思いを長く持っていた。

もちろん、船舶の安全性を確保するための装置として、衝突予防装置などが開発され、既に実用に供されている。ここでは、筆者の専門である耐航性および復原性の面からの操船支援装置の研究開発についてご紹介したい。

### 操船支援装置の概要

筆者の研究室で開発中の操船支援装置は、2つの機能を有している。その1つは、波の中での船体運動を計測して、その計測データから、周囲の波浪情報（波向き、波周期、波高）を把握すると共に、貨物に働く加速度、乗客の船酔い、車両の転倒などの船内安全性や乗り心地などの快適性ファクターを船種による必要性に合わせて判定し、さらに同調横揺れ、パラメトリック横

揺れ、ブローチングなどの、転覆に至る可能性のある危険な運動を科学的に分析・判定して、操船者にその分析結果を分かりやすく提供する。これには、各船が設計される段階で詳細に検討されているそれぞれの船の復原性、運動性能の限界値等を活用することとなり、この限界値に比べて現状のリスクがどの程度なのかを判定することとなる。

もうひとつの機能は、安全性や快適性を向上させるための操船方法を科学的な分析に基づいて導き出し、それを操船者にアドバイスすることである。すなわち、船体運動計測結果から得られた波浪情報に基づいて、その中で針路やスピードを変化させた時の船体運動のシミュレーションを広範囲に行い、現在の操船からどのように変更すれば危険性を回避したり、快適性を向上したりできるかを判定し、その結果を操船者に提供する。もちろん、この結果に基づいて自動的に操船をするようにしたシステムも将来的には可能かもしれないが、予期せぬ状況の発生などの可能性もあるので、最終的な判断は熟練の乗組員に任せるのがよいと考えている。したがって、ここで考え

ているのはあくまで操船支援のための状況把握と現状よりも状態をよくするための操

船アドバイスを操船者に行うシステムである。

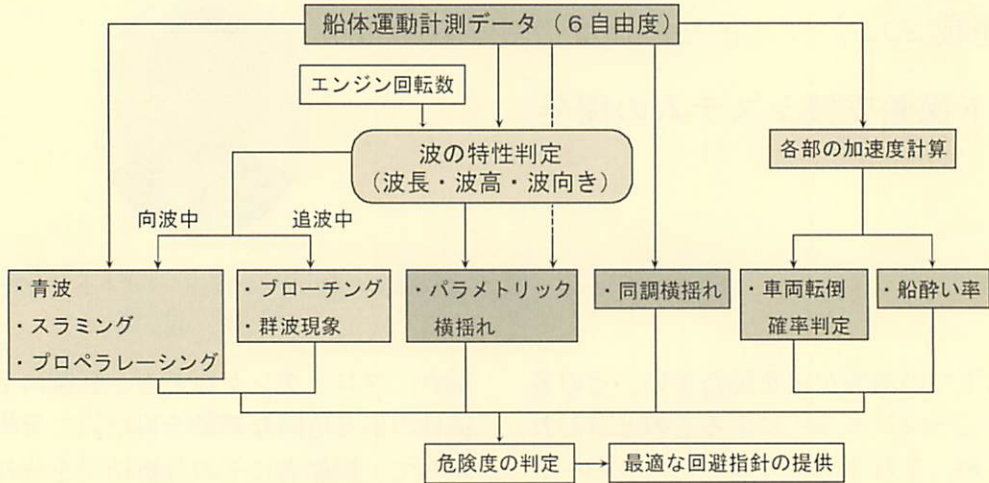


図1 システムのイメージ図

### 波浪把握のための方法

船体運動から、遭遇している波浪を把握するシステムについては、筆者の研究室で2年ほど研究を続け、ほぼ実用化に近い段階にまで達している。

その方法の概要について説明すると、対象船の波浪中での運動特性をあらかじめストリップ法等の実用的な方法で計算しておき、その結果と実際の計測された運動特性との一致度を照合することで、波向き、波周期、波高を推定する。この時には、計測された横揺れ、縦揺れ、船首揺れ、上下揺れ、左右揺れの5つの運動モードの結果を使うことにした。実際に計測した運動計測結果と、船員の波浪の目視情報とができるだけよい一致をするように、試行錯誤を続けて精度向上を目指した。各運動の比を使ったり、位相差を使ったりと、ありとあらゆる可能性を調査して、かなりの精度で波浪が把握できるまでになった。この成果に

ついては、既に国内外の学会でも発表している [参考文献 (1) ~ (3)]。

### 船酔いの推定

客船の場合には、乗客の船酔いが1つの大きな操船指針となる。この船酔い率の推定は、既に実用的なレベルにまで達していることは周知の通りであり、欧州の高速カーフェリーの中にはブリッジにおいてリアルタイムで客室の船酔い率をMSI (Motion Sickness Incidence) という指標で表示している船もある。

このMSIは、乗客の何パーセントが嘔吐にまで至るかを示す指標で、船体内各位置での上下方向加速度の大きさと周期から求めることができる。船上で計測した6自由度の運動を用いると、船体各部のMSIは簡単に計算ができるので下図のように画面に表示することが可能だ。このMSIの大きさと分布によって、旅客をできるだけ酔わな

い区域に移動させたり、船の針路やスピードの変更判断をすることができる。

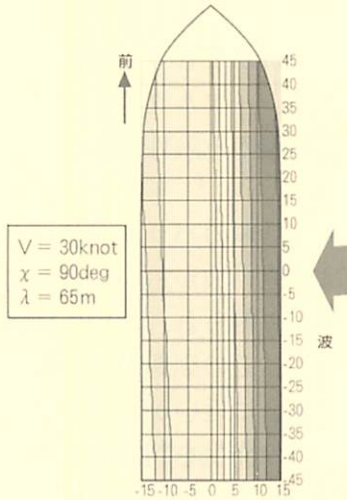


図2 横波中の船上におけるMSI分布。色の濃いほどMSIが高く、この場合の最大値は約80%。

次に、この操船判断を科学的な視点から支援する方法について説明をしよう。前節の波浪推定結果に基づいて遭遇している波浪が分ると、その中で船体運動はストリップ法などで推定が可能だ。現状の針路や船速を中心にして、それらを変化させた場合のMSIの推定を行うと複数の図が得られる。この図から、現状で横波中航行をしているとすると、針路を若干追波状態に針路を変えると、左舷側客室のMSIが一気に減少することが分る。この手法を、最適化手法を導入してコンピュータでリアルタイムに行うシステムが開発されれば、最も効果的な船酔い率軽減のための操船方法を操船者に随時アドバイスすることが可能となる。

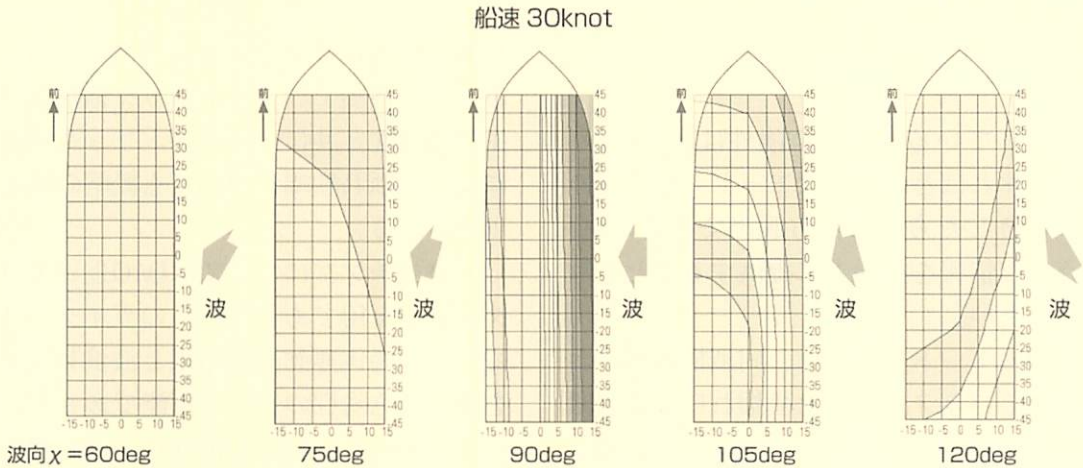


図3 波向きを変化させた時の船上MSI分布の変化。こうした計算結果のデータベースから、MSI減少のための最適な針路変更、速力変更の指針が自動的に得られる。

### 車両転倒判定

RORO型旅客船および貨物船にとっては、荒天時の車両転倒は非常に重要な問題である。この車両転倒判定法としては、長崎総合科学大学の桑野先生の方法があるが、これには横揺れによる影響のみが考慮

されている。しかし、実際には、横揺れ以外の上下揺れや左右揺れ運動も、車両転倒に大きな影響を及ぼす可能性が大きい。

そこで、筆者の研究室の4年生が、昨年度の卒業研究の中で、これらの運動の影響も考慮した車両判定法を開発した〔参考文

献(4)]。この方法と、船上での運動計測結果とをリンクさせると、車両甲板のどの位置での車両転倒の可能性があり、その危険レベルがどの程度かを随時モニターすることが可能となる。

さらに、車両転倒を防ぐための操船方法の探査については、前節の船酔いの場合とほぼ同じ手法を使うことができる。こうしたシステムがあれば、ラッシングの必要性についても科学的に判定ができそうだ。

### 転覆危険性モードの分析と転覆危険性の判定

遭遇している海象の転覆の危険性の把握については、操船者の長年の経験が最も貴重で重要だ。しかし、誰もが多くの危険性に直面しているとは限らない。そうした点を科学的手法によってサポートすることも、船舶の航行安全性の向上には役に立ちそうだ。

直面している転覆の危険性はあるのか、あるとすればどのようなモードの転覆なのか、どうしたらそこから脱出できるのか、こうした情報を操船者に提供することを考えてみたい。

転覆のモードとしては、同調横揺れによる転覆、パラメトリック横揺れによる大傾斜、追い波中のブローチングによる転覆などが知られており、それらの判定法も技術的には可能な状況になっている。

まず同調横揺れは、波による外力の周期が、船のもつ横揺れ固有周期に一致した時に発生する。すなわち、同調横揺れの発生可能性は、常に船体の横揺れ周期の計測値と固有周期との一致度を比較することで判定ができる。それによる転覆の可能性は、簡単には復原力消失角と実際の横揺れ角と

を比較することによって可能だが、復原性規則にあるような横波、横風中の動的復原力を使った判定法などを使うとかなり詳細なリスクの分析ができる。船体運動の計測値を用いれば、リアルタイムでその同調横揺れによる転覆の危険性の度合いを表示できる。

次に、最近話題のパラメトリック横揺れについては、向い波か追い波かが前述の波浪推定結果から得られ、すでに横揺れが発生していれば、その周期がその船の横揺れ固有周期の半分に近いかどうかでパラメトリック横揺れの発生を判定することが可能だ。パラメトリック横揺れの発生可能性と、その最大振幅は、船型から来る波浪中の復原力変動特性とビルジキール等の横揺れ減衰力の大ききで決まるから、これらについては各船の特性をコンピュータに入力しておけば、各船でパラメトリック横揺れの発生の可能性と共に、パラメトリック横揺れによる横揺れ増幅についても概略の推定が可能となる。

ブローチングについてはIMO追い波ガイダンスが有用であろう。このガイダンスに従って、船体運動計測結果と波浪判定結果を使って危険性の判定が可能である。

そして、この転覆の危険性からの離脱のための最も効果的な操船方法を分析して、操船者にアドバイスするシステムを目指していきたい。

### アイディアの特許化

最近大学では、教員の発明品の知財化と、それを梃子とした研究資金獲得が求められている。論文発表の前に知財化の相談を、というのがルーチン化しつつある。このた

め上述したシステムについても、知財コーディネータに相談したところ、特許化をしておくこととなった。そして筆者のアイデアをコーディネータにまとめてもらって、大学からの特許出願が行われ、「操船支援方法およびシステム」(特願2007-102332)となった。

この研究を実用化にまでつなげるべく、いくつかの公的研究助成募集に応募したものの今のところ空振り続き。成熟産業と見なされている船舶関連で公的研究助成を受けるのはなかなか難しいのが実情だ。それでは民間企業と組んでの実用化を目指しては、というコーディネータのアドバイスもあり、現在、パートナー企業募集中である。ぜひ、興味のある企業はご一報のほど。

#### 【参考文献】

- (1) A Simple System to Identify Wave Height and Direction Using Measurement Data of Ship Motions Onboard, Proceedings of the 3rd Asia-Pacific Workshop on Marine Hydrodynamics, 2006, pp275-279
- (2) 船体運動計測データを使った波長・波高・波向き判別システムの開発, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第3号, 2006, pp.433-436
- (3) A Simple Onboard System to Identify Encounter-Wave Characteristic, ISOPE, 2007
- (4) 横波中における波浪貫通型双胴船のデッキ上の車両転倒に関する研究, 日本船舶海洋工学会講演会論文集, 第6号, 2007, (掲載決定)

## シップ・オブ・ザ・イヤー2006の応募船 出揃う

(社)日本船舶海洋工学会が主催する「シップ・オブ・ザ・イヤー2006」の応募船が出揃い、4月20日に開催された第一次選考会で全船が本選考に進むことが決定した。

今後は5月25日、池袋のサンシャイン文化会館における日本船舶海洋工学会の春季学術講演会の中で応募作品のプレゼンテーションが行われ、続いて柳原良平氏を委員長とする選考委員会が開催され、各部門賞とシップ・オブ・ザ・イヤー2006が決定される予定になっている。また、授賞式は7月20日に行われる予定。

応募船は次頁一覧のとおり。