

〈 連載(243) 〉

客船の損傷時の安全性と 危険回避オンボードシステム



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

船が衝突して、船体の一部に破口が開いて船内に浸水した時の安全性を担保するのが、いわゆる「損傷時復原性」であり、造船技術者は「ダメスタ」と呼ぶ。最近、IMOのSOLAS規則中の客船および乾貨物船の損傷時復原性規則が改正されて、確率論に基づく統一された規則になった。このIMOにおける統一された規則にする作業は「調和作業」と呼ばれ、足かけ13年余りの月日がかかった。筆者は、その作業に日本からの代表の一人として携わったが、各国間の合意をとりながらひとつの国際規則にまとめていくのがこんなにも大変で時間のかかる作業とは思わなかった。ひとつの貴重な体験だった。

この新規則は、これまでの決定論的な規則とは違って、各水密区画が衝突で浸水する確率 p と、その区画が浸水した場合に船が沈没や転覆をしない確率 s を掛け合わせ、それを全ての浸水パターンについて合算した確率 A が、各船に対して要求されている確率 R よりも高いことを要求している。さ

らに客船については、隔壁位置に衝突して同時に2区画が浸水しても沈没や転覆に至らないこと(マイナーダメージと呼ぶ)、浸水の途中段階(中間段階と呼ぶ)で沈没や転覆することがないことの、2つの特殊要件も課されている。

この損傷時復原性の検討は、かなり手間のかかる計算であるが、既に計算用プログラムが市販されているので、それを使うと船の建造時に必要な計算はできることとなる。世界的にはフィンランド製のプログラム「NAPA」が広く使われており、筆者らが開発した大阪府立大学の簡易型PC用プログラムも「船と港編集室」から市販されている。また、筆者の研究室の学生であった川原君は、この簡易プログラムと遺伝的アルゴリズムによる最適化手法を組み合わせ、基本設計時に損傷時復原性規則を満足する最適な区画配置を自動的に見つけてくる手法の開発を行い、日本船舶海洋工学会の最新の論文集に発表している。

さて、この規則で建造された船が、衝突

した場合にどのような損傷までどの程度安全なのかについて、実際の運航者が知っておくことはたいへん重要だ。確率論の特性上、1区画が浸水しただけで沈んだり転覆する船も、貨物船に限られるものの、あるからだ。

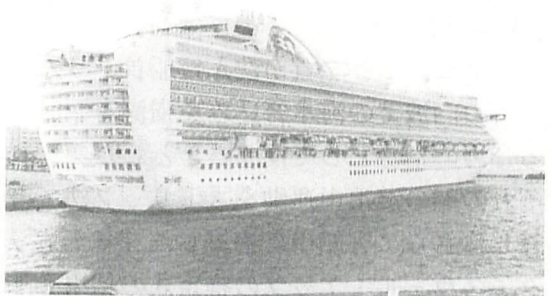
同規則では、すべての損傷ケースについての生存確率が計算されているので、どの区画群が浸水した場合に生存確率が0となるかを図示することが可能であり、欧米の客船では、危険な浸水ケースの区画を赤で表示してひと眼でわかるように工夫された大きな損傷区画面を、ブリッジの天井に巻物状に格納しておいて、引き下ろしては船員教育用に使われているのをずいぶん以前から幾度か目にした。

特に大切な命を預かる客船にあっては、運航者が衝突浸水時の自船の安全状態を即時に把握することが大事になることは論を待たない。船はそれぞれ違う区画配置をもつから、違う船に乗船するたびにその船の安全性を学習しなくてはならないから乗組員は大変だ。そのための工夫なのだ。

こうした図がない場合には、ブリッジに置かれている損傷時復原性に関する分厚い資料を見て勉強することになるが、コンピュータ時代の現代にあっては、オンボードコンピュータにこうした記録を入れておき、それを使って随時シミュレーション訓練をやったり、緊急時の必要な時に取り出すことができれば効率的だと思われる。

損傷客船に課された新しい規則として、「安全な帰港のできるための要件」、すなわち「Safe Return to Port」がある。もともとは、大定員の巨大クルーズ客船における乗

客・乗員の安全を担保することを目的としてIMOにおいて規則化が検討されたが、検討の過程で、欧米諸国の安全性向上志向の流れの中で、客船全般に対する規則になってしまった。大型客船では、損傷しても客船自体を救命ポートと考える方が安全性の向上が図れるという考え方に基づいたもので、船内のいずれの1区画が浸水しても、船は運航能力や居住能力等を失わずに、近くの港まで乗客・乗員を乗せたまま帰着く能力をもつことを求めている。すなわち、ハード的には機関、推進装置、操縦装置、汚物処理システムなどの2重化を求めていることとなる。



10万トンを超える乗客数千人を乗せる巨大クルーズ客船の登場により、人命の安全性に対する議論からIMOの「安全な帰港のできるための要件」が作られた。

ハードとしての2重化はできても、実際の運航にあたって、船長は、損傷した船に乗員・乗客を乗せたまま航海をして安全性が担保されるのかの判断を船上ですることが求められることとなる。損傷して一部区画に浸水した状態での運航性能の判断はなかなか難しい。そこで、筆者の研究室では、こうした状態での船長の判断をサポートするための手法の開発に取り組んだ。

1つは、非損傷時の復原力を規定する

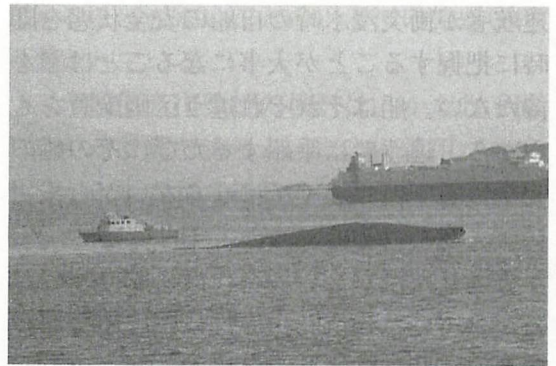
「Weather Criteria」を損傷船に当てはめて、損傷した船が途中でブラックアウトして推進できなくなった状態での安全性を保つ限界風速を逆算する方法である。「Weather Criteria」では、原理的には風速26m/sの風の中での非損傷船の安全性を担保しているが、これを損傷船に適用すると浸水区画の長さによって限界風速が一般的には減少する。これを各船ごとに、損傷区画を変化させて計算しておけば、その限界風速と損傷後に帰港するまでの海象予測による風速とを比較すると、損傷状態であってさらに最悪のシナリオであるブラックアウトが発生しても、その途上での船の安全性が担保できるかが判断できる。

さらに、損傷船の運航時の耐航性についての研究も進めた。ここでは船首区画が浸水した状態で、船首が沈んだ船首トリム状態での向波での海水打込みを帰港を判断するための指標として使うこととした。それぞれの船の波浪中運動をストリップ法で計算し、さらに客船用に構築したダイナミック・スウェル・アップの推定式の結果も加えて、船首相対波高を算出して船首冠水を求め、船首冠水が起こらない限界波高を船速ごとに求めるといふものである。この場合には、算出された限界波高と、帰港まで

の波浪予測による波高とを比較検討すると、乗客・乗員を乗せたまま航海することの是非が判断できることとなる。

こうした情報もオンボードコンピュータに格納しておき、平時でのシミュレーション訓練や緊急時の判断情報として使ってもらえば、船長の判断を技術的な面から多少なりともサポートできることとなりそうだ。この研究は杉原君が行った。

筆者の研究室では、船体運動の計測とレーダーによる波浪計測技術を使って非損傷時の転覆の危険の判断および回避指針の提示のできるオンボードシステムの開発にも取り組んでいるが、さらに、それに上述の「損傷時における操船をサポートできる機能」も付け加えることを現在検討している。



コンテナ船と衝突して転覆し、船底を見せて浮かぶ貨物船。

Eメール質問箱

読者の皆様からの、ご質問・ご意見をインターネットで受付け致します。

どんなことでも結構です。どしどしお寄せ下さい。

ご質問については、小社で出来得る限り回答致します。不明の点についても関係各方面に問い合わせ、ご期待に沿えるよう努力いたします。



ご意見には実名・匿名の区別をご指示下さい
アドレス kyoyu@sanyonet.ne.jp