

最近の船舶の海難防止の取り組みについて

独立行政法人 海上技術安全研究所

田村 兼吉

Key Word: IMO, SOLAS 条約, FSA, GBS, 運輸安全委員会, 海難事故解析センター, AIS, ECDIS

1. はじめに

船舶の衝突や座礁等の海難事故は依然多数発生しており、世界有数の海上交通量を持つ我が国周辺海域においても、重大海難事故の報道は絶えない。こうした事故を防止し、安全で安心できる生活を確保していくことは優先度の高い社会的要請となっている。

一方で、船舶は自動車、鉄道、航空機といった他の交通機関と非常に異なる特徴を持つ。例えば、一隻ずつの仕様が異なる一品生産品であり、生産している造船所は国も規模も技術レベルも千差万別である。それを運航する会社・船員もまた同様であり、船舶の権利・責任関係も国を跨いで入り組んでいる場合も多い。

こうした複雑な状況下で海難事故を防ぎ、海上交通の安全性を高めるために、国の内外において、制度・技術の両面から多くの取り組みがなされてきた。ここでは海難防止に関する最近の状況を紹介する。

2. 海難防止に関する国際的な動き

2.1. 船舶の安全性確保の枠組み

海運はその性格から既に 19 世紀後半には主要海運国が中心となって各種の技術的事項に関する会議を開催し、灯台業務や海難防止、海難救助等、海上の安全の確保を目的とする国際条約等の国際的取り決めがなされてきた。その中で安全性確保の中核をなしてきたものが SOLAS 条約である。

1912 年のタイタニック号事故を契機として、それまで各国が国内法により規定していた船舶の安全性について、条約の形で国際的に取り決める気運が高まり、1914 年に海上における人命の安全のための国際条約 (SOLAS 条約 1914) が採択された。SOLAS 条約はこれ以降何度もの改正を受けて現行に至っており、海洋汚染防止条約 (MARPOL)、国際満載喫水線条約 (ILLC) と並んで、船舶の国際的規則の根幹をなしている。

現在、こうした国際的規則を取り決める場が IMO (国際海事機関) である。1948 年、国際連合は船舶輸送の技術面の検討のための海事会議をジュネーブで開催し、IMCO (政府間海事協議機関) の設立及び活動に関する IMCO 条約を採択した。その後、1975 年に機

関の活動内容の拡大及び加盟国の増加に伴う機関の名称変更等の必要性に鑑み、1982 年に IMO (International Maritime Organization) に改称された。その目的は、IMO 条約第 1 条によると、国際貿易に従事する海運に影響のあるすべての種類の技術的事項に関する政府の規則及び慣行について、政府間の協力のための機構となり、政府による差別的措置及び不必要な制限の除去を奨励し、海上の安全、能率的な船舶の運航、海洋汚染の防止に関し最も有効な措置の勧告等を行うことを目的としている。2009 年 7 月現在、加盟国が 169 カ国、準加盟国が 3 カ国であり、本部はロンドンにある。

こうした国際規則を船舶に適用し、守らせる責任は加盟国にある。日本をはじめとする主要加盟国は国内法によってより高いレベルの安全規則を定めており、国際条約改正に合わせて国内法も改正する。この場合、主要加盟国は国内規則に適合しているかの検査を自国に所属する船舶に対し実施することになる。

一方、こうした国際条約や国内法による検査・証書発行の権限は船級協会に委譲される。船級協会はもともと船舶保険のために、船舶の安全性を担保する規則を制定・公表し、これに基づいて船級を付与・登録する機関であるが、通常、船級規則の方が国際条約や国内規則よりさらに高いレベルと考えられるため、船級による検査による代行は合理的な手法といえる。国内法の規定のない加盟国では、船級検査が唯一の検査となる。また、国の検査は船舶を登録した国 (旗国) の法律に基づく強制検査であるのに対し、船級検査は船舶所有者の希望に基づく任意検査という違いもある。

2.2. FSA (Formal Safety Assessment)

SOLAS 条約の誕生の経緯と同様、IMO での規則改正の契機の多くは重大事故であるが、事故直後の議論は冷静さを失いがちで、費用対効果の観点から抜け落ちた過度に厳しい規則となる危険性があった。また、現存船への遡及適用を含むような利害関係者の合意形成が難しい規則改正案においては、合理的な議論を行う環境を整える必要性が指摘されていた。2002 年 IMO は長期に亘る討議の結果、cost-effective な安全基準を策定するための基準審議の手続きである FSA ガイドライ

ンを採択した。FSA は安全基準の審議にリスク解析の考え方を織り込んだ proactive な基準審議の手続きで、客観性とトレーサビリティを有し、合理的な安全基準の策定が可能となっている。

FSA ガイドラインの Step 構成を図 1 に示す。FSA では、次の 5 段階の手続きを実施する。

(1) Step.1 : ハザードの同定

事故に至る種々の危険性（ハザード）を特定する。海難データ、事故の記述等を調査するとともに、ハザード発生時の粗い影響評価を実施し、リスクの大きいハザードの絞り込みを行う。具体的には専門家チームによる HAZID ミーティング等が実施される場合が多い。

(2) Step.2 : リスク評価

Step.1 で特定されたハザードから事故が生じ、災害が進展して最終状態に至る過程の詳細なリスク評価を行い、事故の生じる確率、事故後の災害進展の推定及びそれらの災害進展が生じる確率、各災害進展が生じた場合の結果の重大性を求め、対象船舶の全体リスクまたは個々の事故シナリオのリスクを求める。

(3) Step.3 : リスク制御オプション（RCO）の検討

Step.2 で判別された高リスクをもたらすハザード、あるいは事故シナリオの発生を抑制するための安全対策を考案し、それらを導入した場合のリスクの減少を推定する。

(4) Step.4 : 費用対効果の評価

Step.3 で考案された種々の RCO を実現するためのコストを評価し、妥当なコスト指標値を求めることにより費用対効果の評価を行い、その値の低い順で RCO を優先順位付けする。

(5) Step.5 : 意志決定のための提案

Step.4 の結果を判断し、導入すべき RCO を検討する。

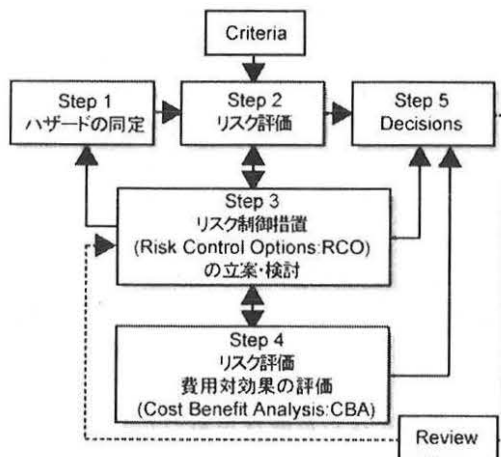


図 1 FSA の Step 構成

なお、FSA では Generic Model という概念を用いてリスク評価の対象を個別の船舶ではなく、規則の対象

となる一般化された船舶としている点が、他産業で利用されているリスク評価と大きく異なる。

1998 年、IMO において英国はバルクキャリアの安全性に関する問題提起の中で FSA の利用を提案した。このため、各国が FSA を用いた検討に本格的に取り組み、この経験が FSA ガイドライン策定へとつながった。

これ以来、IMO では FSA を用いた提案が増加しており、その対象も安全だけでなく、環境影響に広げる努力も行われている。最近では、EU が 2,000 万ユーロの予算でリスク評価に基づいた船舶設計基準の開発を目指した SAFEDOR というプロジェクトを実施している。

2.3. GBS (Goal Based Standard)

エリカ号、プレスティッジ号と欧州海域で相次いで重大海洋汚染事故が発生し、これらのタンカーがいずれも船齢が 25 年を越える老朽船であったことから、船級による船体強度の査定が甘かった、という指摘が出てきた。船舶の安全及び船舶からの油流出防止の義務は、一義的にはその船舶の旗国にあるが、SOLAS 条約では「船体構造については、旗国が承認した船級協会の規則に従うこと」と記されていることから、船舶の安全に責任を有する旗国が船体構造に関しての評価手段を持っていないことが指摘された。前述のように我が国は国内法で船舶構造規則を制定しており、このような事態にはない。

2003 年、旗国として多くの船舶を登録している数カ国は「主管庁には、実質的に船舶の船体及び構造強度について検査・監督する基準が無いことは問題である。IMO は新船建造に係わる基準の決定に重要な役割を担うべきであり、そのような基準を IMO が定めるべきである。」と主張し、「北大西洋の荒天を 25 年間航海しても壊れない船体」という目標を定めておいて、これを達成する要件としての基準を策定する目的指向の基準、すなわち Goal Based Standard (GBS) for New Ship Construction を制定すべきだと IMO の理事会に提案した。その後多くの議論の結果、新造船の船体構造のための GBS を制定していくことが合意された。

GBS は以下の 5 段階の Tier で構成されており、その構成を図 2 に示す。

(1) 第 1 階層 Tier I : 達成すべきゴール

(2) 第 2 階層 Tier II : ゴールを達成するために、各国あるいは船級協会の船舶構造規則が持つべき基本的機能要件

(3) 第 3 階層 Tier III : 船舶に対する実際の規則（各国政府及び船級協会の規則）が Tier II の基本的機能要件を具現していることを認証する方法

(4) 第 4 階層 Tier IV : 船舶に対する実際の規則（船級規則・標準など）

(5) 第 5 階層 Tier V : 実施細則

このうち第3階層までをIMOで作成し、第4階層以下は船級協会などが適宜規則策定を行うことを想定している。この考え方にしたがって、国際船級連合(IACS)は既に共通構造規則(CSR: Common Structural Rules)を開発・策定している。



図2 GBSのTier構成

3. 安全性確保に関する国内での動き

3.1. 海事局安全・環境政策課の設置

2008年7月、国土交通省海事局に安全・環境政策課が新設された。この課の所掌は、海事分野における安全・環境に関する総合的な企画・立案・調整、安全・環境に関する取りまとめ・窓口、事故等の緊急時対応のキーステーションであり、国の政策が安全・環境に軸足を移していることを感じさせる。

3.2. 運輸安全委員会の設置

2008年10月、国土交通省運輸安全委員会が設置された。我が国では、海難事故の原因究明と懲戒(海技従事者等の免許に係る行政処分)は海難審判手続のもとで一体的に行ってきたが、IMOにおいて、海難調査は、懲戒から分離した再発防止のための原因究明型調査とすべきとの国際的なルールが成文化され、これに対応する形で、航空・鉄道事故調査委員会と海難審判庁の一部が合併して設置された。これにより、原因究明機能の強化、事故再発防止機能の強化、事故調査体制の充実、被害者等への情報提供といった効果が期待されている。

3.3. 海難事故解析センターの設置

この様な社会状況を受けて、海上技術安全研究所では2008年9月、所内に海難事故解析センターを開設した。事故から再発防止への糸口を掴むには、科学的分析により事故原因の本質を見つけ出し、そこから何を教訓にし、どのようにシステムを改善すべきかを発見する、といった観点で解析を行う必要がある。さらに、解析した結果を広く発信し、情報を国民全体で共有することにより、海難事故に対する関心を高めていくことも、より安全性

の高い社会の実現には重要である。

このために海難事故解析センターでは図3に示す様に、重大海難事故発生に際して、国民への迅速で正確な情報提供、関係行政機関への初動対応・対策立案に関する支援、運輸安全委員会等の関係機関への原因究明に関する支援、民間への安全・リスク情報等の提供、といった活動を積極的に行うこととしている。

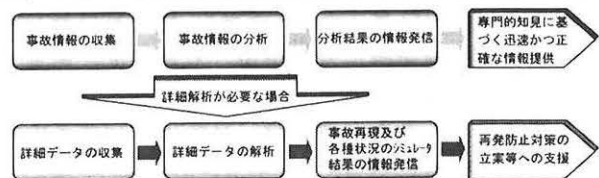


図3 海難事故解析センターの業務フロー

なお、海技研では、2009年4月に海上安全イニシアティブPTも立ち上げ、海難事故の事前防止策の観点からの研究も実施している。

4. 航海関連情報機器の義務化と開発の動き

4.1. ARPA(自動衝突予防援助装置)

航海において今も昔も最も重要なのは人の目で他船の動きを確認する目視であり、様々な航海情報機器が、これを補うために開発され、船橋に搭載されてきた。その中で最も基本的なものがレーダーである。レーダーは電波の反射によって目標を探知し、目標までの距離を表示するもので、搭載義務は300総トン以上の船舶であるが、これより小さな船舶の多くも自主的に搭載している。近年は衝突予防のためのARPA機能が付加されたレーダーを備えた船舶も増えてきた。ARPA(Automatic Radar Plotting Aids)は、自船の針路(コンパス)と速力(ログ)およびレーダーにより、他船の方位と速度をレーダー画面上にデジタルとベクトルで表示する。また他船と自船が最接近した際の2船間距離(CPA)やそれまでの時間(TCPA)計算して、これらが予め定めておいた値以下になると警告を発する。ARPAの適切な使用により、衝突防止に大きな効果があるものと期待されている。

4.2. AIS(船舶自動識別装置)

AIS(Automatic Identification System)は、識別符号等の船舶の固有情報や船位、針路、船速などの航海情報を、VHF無線によって自動的・周期的に他の船舶や陸上施設との間で交換するための装置である。島影等でも他船が捕捉できるうえ、従来のレーダーやARPAなどでは得られなかった他船の状況が随時把握でき、お互いの船名も分かるので無線での呼びかけも容易となり、衝突予防に大きな貢献が期待されている。2008年7月に経過措置が終了し、現在、下記の船舶はAISの搭載が義務づけられている。

- ・すべての外航旅客船及び500G/T以上の内航旅客船
- ・300G/T以上の外航貨物船及び外航漁船
- ・500G/T以上の内航貨物船及び外航漁船

一般的な仕様である AIS クラス A 船舶局のメッセージ内容は下記の通りである。

- ①静的情報：MMSI 番号，IMO 番号，呼出番号，船名，船の種類，GNSS ANT 位置，船体長，幅
- ②動的情報：自船位置（緯度，経度），精度及びセンサーの状態，世界標準時，対地進路，対地速度，船首方位，回頭率，航海ステータス
- ③航海関連情報：喫水，積載物，目的地，到着予定時刻
- ④安全関連通信文：放送通信文，宛先付通信文

AIS の示す位置はアンテナ位置であり，情報更新レートは船速や進路により動的に変化するため，注意が必要であるが，AIS データは航行情報としてだけでなく海難事故解析のためのデータとしての価値も高い。

4.3. ECDIS（電子海図表示システム）

航海用電子海図ENC（Electronic Navigational Chart）は，従来紙で提供されてきた海図を電子化したもので，国際水路機関の定めたフォーマットで提供されている。この ENC を表示するシステムが ECDIS（Electronic Chart Display and Information System）である。ECDIS を実際に見るとカーナビの船舶版の様に感じるが，ENC と自船の位置を同じ CRT 画面に表示するばかりでなく，レーダーや予定航路の他，機種によっては ARPA や AIS 情報を重ねて表示する機能を持っている。さらに高度な機種ではトラックコントロール機能を実現しているものもある。また，危険な浅瀬等に近づいたりしたときに警報を発する機能も有しており，座礁事故防止にも威力を発揮する。IMO において FSA を実施した結果，2012 年以降一定の要件を満たす船舶への段階的搭載義務化が決定されており，今後，導入の効果が期待されている。

4.4. 航海情報の統合表示

航海情報機器の数が増えることは情報が増える一方で操船が複雑化する弊害も生む。また各機器が高度化すると，ECDIS に代表される様に他の機器の情報を重畳化して表示するようになり，無駄も多くなる。操船者の状況認識負担の軽減には，目視情報も含めた航行関連情報の統合表示が必要であり，これが操船判断支援につながると考えられる。このため IMO では航海情報の統合表示のありかたについて検討中である。

4.5. 海上技術安全研究所で開発中の機器

(1) 目視認識支援装置¹⁾

目視による見張りをを行いながら，見えている他船の航海関連情報の利用を可能とする支援機器として，鉄道・運輸機構の支援を受けて，目視認識支援装置を現

在開発中である。この機器はコンパス位置に設置され，ヘッドアップディスプレイによって目視している船影にその船のレーダーエコーや AIS 情報等が重畳表示される。船橋内での動きが少なくするため，操船者の負担を低減し，安全運航を支援することが期待されている。現在，実海域で乗組員による評価を実施中である。

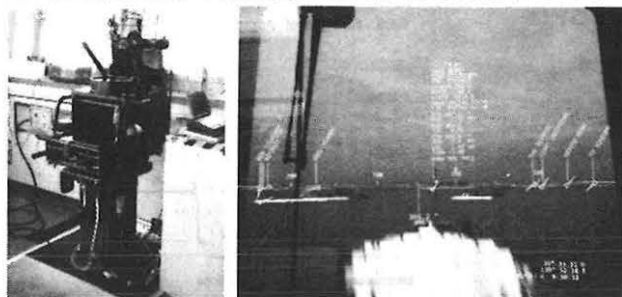


図4 目視認識支援装置と AIS 情報重畳表示画面

(2) 協調型航行支援システム²⁾

AIS 情報の中のバイナリーメッセージを用いて船舶間での通信を行い，見合い関係や追いつきが発生した際の避航方法の合意を得るためのシステムを開発しており，現在 IMO に提案中である。いわば自動車のウィンカーに当たるもので，例えば「左舷側を通過して追いつきたい」といった避航方法の提案を相手船のレーダー画面に表示させ，相手からの了解を得てから避航に入ることにより，従来，見込みと海上衝突予防法のみにより行われてきた避航操船判断の不確かさを意思疎通によって是正することができると期待される。



図5 追いつき相手船への提案画面

5. おわりに

内外の最近の海難事故防止への取り組みについて，概要を述べた。事故原因の科学的解明やリスク評価によって，海難事故を防止するための施策や機器が効果的に導入されつつある。これらにより，海上交通の安全がいつそう高いレベルで確保されることを望む。

文 献

- 1) 目視によるレーダターゲット捕捉・認識支援機器の開発，疋田賢次郎，三友信夫，福戸淳司，吉村健志，日本航海学会論文集第 121 号，pp.7-12，2009 年。
- 2) AIS を用いた協調型航行支援システムの検討，南真紀子，福戸淳司，丹羽康之，日本航海学会論文集第 120 号，pp.27-33，2009 年。