

# 船舶の火災安全対策への取り組み

機関開発部，材料艙装部

## 1. はじめに

船舶の火災安全対策はSOLAS条約において規定されており，これまで大規模な火災事故が発生するたびに改正が重ねられてきた。近年の大型化するコンテナ運搬船に対しても条約改正が行われてきたものの大きな損害を被る火災事故が複数発生しており，更なる安全性の向上のためにIMOにおいて見直しが行われようとしている。また，現在審議されているロールオン・ロールオフ旅客船の火災安全対策に加え，リチウムイオン電池を搭載する自動車や水素，天然ガス，メタノールやエタノール等の新燃料を利用する自動車の火災に対する安全要件についてもIMOで問題提起され，今後検討が予定されている。これとは別に，ガソリンを燃料とする自動車を主に運搬する大型の自動車運搬船においても火災事故が報告されており，国土交通省の主導によって，国内検討会において安全対策の検討が行われ，「固定式泡消火装置の効果的使用のための改善策」がとりまとめられた。

本稿では，コンテナ運搬船及び自動車運搬船に関し，IMOで議論されている火災安全対策の動向について解説するとともに，今後の条約改正に先んじて，コンテナ運搬船を運航する船主や船舶管理会社が自発的に進める追加の火災安全対策の動きに対応した本会の取り組み及び自動車運搬船に対する国内検討会での火災安全対策について紹介する。

## 2. コンテナ運搬船の火災安全対策

### 2.1 IMOの動向

コンテナ運搬船の大型化に伴いこれまでIMOでは火災安全性を向上・確保するためにSOLAS条約の改正を重ねてきているが，依然として火災事故が発生している現状を考慮して，更なる安全性を高めるための検討が提案されている。具体的には，第102回海上安全委員会（MSC102）に，コンテナ運搬船の火災安全対策に関する新たな要件の策定を提案する新規作業計画案について，マーシャル諸島，シンガポール，世界海運評議会WSC及び国際船級協会連合IACSの共同提案文書，並びにバハマ，ドイツ，国際海上保険連合IUMI及びボルチック国際海運協議会BIMCO等の共同提案文書がそれぞれ提出された。

これらの提案は，2021年5月開催の第103回海上安全委員会（MSC103）において，コンテナ運搬船の火災安全対策に関する新規作業計画として承認され，翌年開催の第8回船舶設備小委員会（SSE8）から，コンテナ運搬船の貨物倉及び甲板上の貨物区域に対する安全対策の具体的な審議が開始される。この計画では，SOLAS II-2章及び火災安全設備コード（FSSコード）の改正審議は2025年までに完了し，2028年1月の発効が目標となっている。



図1 コンテナ運搬船

## 2.2 コンテナ運搬船の貨物区域における火災安全対策

IMOにてコンテナ運搬船の火災安全対策で指摘されている問題点を以下に概説する。これらの検討項目を中心にIMOにおいて審議される予定である。

### (1) 貨物倉の固定式消火装置

貨物倉には固定式炭酸ガス消火装置が設置されているが、貨物の性状等により、この固定式消火装置を作動させた場合でも鎮火に至らず、当該貨物倉の内部に漲水しなければならない場合がある。この場合には、例えば固定式消火装置の2次的措置や代替の消火装置が必要となる。

### (2) 甲板上貨物区域の消火設備

暴露甲板上に積載されるコンテナの火災に対応するため、2016年1月1日以降に建造される船舶には、水噴霧ランス及び移動式水モニタを備えることが要求されている。しかしながら、コンテナの囲壁を貫通してコンテナ内部へ射水する水噴霧ランスに対する性能基準がなく、それぞれの装置で材料や貫通の方法等が異なる。このため、水噴霧ランスには一定の効力を担保させる基準が必要である。性能基準がある移動式水モニタにあっても、搭載が要求される数が十分でなく、または効果的な配置の要件が不足している可能性がある。これらに加えて、遠隔操作ができる水系の消火装置が必要である可能性がある。

### (3) 消防員装具の通信設備

すべての船舶には、2018年7月1日以降の最初の定期的な検査までに、消防員のための通信手段を備えることが要求されている。しかしながら、当該通信手段では、通信範囲や効果的な消火活動のためのハンズ・フリー機能の要件等が欠けている。

### (4) 火災探知

現行SOLASの要求により設置されている貨物倉内の試料抽出式煙探知装置（煙を感知するもの）では、コンテナ内部の火災が伝播している段階では熱の伝播によって火災を探知することができず、火災が伝播した後に、コンテナ囲壁の変形や破壊により貨物倉内に煙が発生した時点で火災を探知する。また、当該装置では火災が発生しているコンテナの位置を特定することは難しい。火災の早期発見のため、例えば、追加の熱探知装置の要件等を検討する必要もある。

### (5) コンテナ貨物

特に危険物貨物にあっては、熱を切っ掛けに化学的な反応を引き起こし、火災や爆発の原因となる。

これらを防ぐためには、コンテナ内部の貨物の情報が正しく伝えられ、船舶でも貨物の種別等を把握することでコンテナ積載を適切に行う必要がある。一方で、貨物の情報が正確でない場合に、これが原因となり火災が発生又は拡大する可能性がある。貨物の識別、梱包、情報伝達等を含むコンテナ貨物の扱い方について、改めて議論する必要がある。

## 2.3 本会の取り組み

前述の通り、コンテナ運搬船の火災安全対策はIMOにおいて審議が開始される場所である。一方で、これに先んじてコンテナ運搬船を運航する船主や船舶管理会社の一部において、自発的な対応を進める意向があり、実際に独自に追加の火災安全対策を施す動きもある。

IMOにコンテナ運搬船の火災事故の分析結果を提示したIUMIは、独自に火災安全強化策のコンセプト（図2参照）を示している。詳しくは、2017年に発表されているIUMI Position Paper “Firefighting systems on board container vessels”を参照して頂きたい。また、このコンセプトに近い設計思想の大型コンテナ運搬船も既に建造されている。

このような動向に合わせて、任意に追加された火災安全対策の評価を要望する声がある。これらの要望に応えるため、本会は、例えば以下のような追加の火災安全対策を行った船舶を評価するため、船級符号へ付記できるような規則面の整備を検討している。

### (1) 貨物倉の追加の火災探知装置

例えば、従来の試料抽出式煙探知装置に加えて、サーモグラフィカメラや光学撮像を用いた熱探知装置や、火災が発生したコンテナを探知するための温度監視装置を備えた船舶に対して、当該追加装置の設置を示す付記。

### (2) 追加の水噴霧装置

コンテナ火災の伝播を防ぐために、貨物倉、デッキハウス端壁、エンジンケーシング端壁、コンテナラッシングブリッジ等にノズルを配置した水噴霧消火装置を備えた船舶に対して、当該追加装置の設置を示す付記。（図3参照）

### (3) 貨物倉への漲水

貨物倉に漲水できる手段を備え、漲水した場合の強度や復原性に問題が無いことを確認した船舶に対して、当該追加措置が実施できることを示す付記。

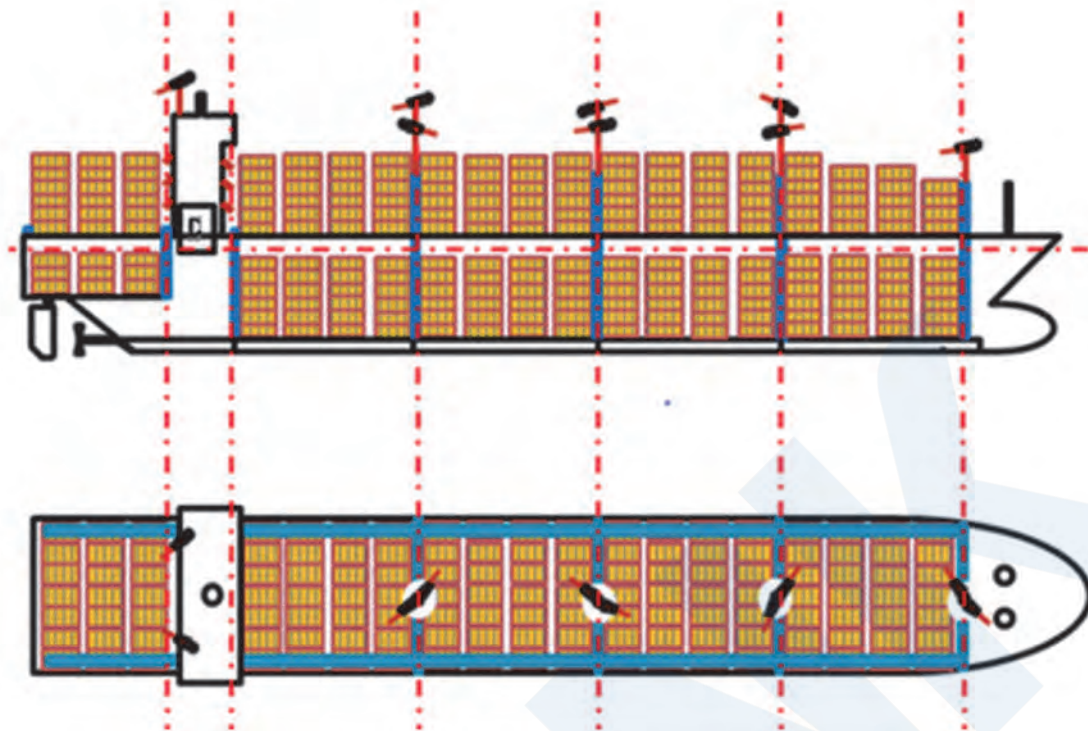


図2 甲板上的の水噴霧装置のイメージ (IUMIによる提唱)



図3 水噴霧装置のイメージ



図4 大型自動車運搬船

### 3. 大型自動車運搬船の火災安全対策

#### 3.1 IMOの動向

IMOでは、2020年3月に開催されたIMO第7回船舶設備小委員会（SSE7）において、リチウムイオン電池を搭載する自動車の火災に対する安全要件の開発が提案された。

本件に関しては、リチウムイオン電池だけでなく他の新エネルギー自動車も含めた幅広い検討が必要との結論となり、2021年10月開催のIMO第104回海上安全委員会（MSC104）において今後の作業計画が協議される予定となっている（執筆時点）。これは現在審議されているロールオン・ロールオフ旅客船だけの問題ではなく、新エネルギー自動車を積載するSOLAS条約が適用となるすべての船舶が対象となる可能性があり、今後の動向に注目する必要がある。

#### 3.2 日本国内における安全対策検討会

##### 3.2.1 火災事故発生時の対応策の検討

IMOで審議が予定されている新エネルギー自動車を積載する車両区域・ロールオン・ロールオフ船の議論が開始される一方で、現在就航中の、ガソリンを燃料とする自動車を主に運搬する大型の自動車運搬船においても、車両積載区域での火災事故が近年複数発生している状況を踏まえ、国土交通省を中心として、同種事故発生時の被害軽減を目的に安全対策の検討が行われた。

前述の通り、IMOでは新エネルギー自動車（リ

チウムイオン電池を搭載する車両等）の火災安全に関する議論が開始されているが、貨物として積載されている車両のうち、新エネルギー自動車はまだ高い割合にあるとは言えないこと、報告されている火災事故に関してもガソリンを燃料とする自動車が貨物の大宗を占めていたこと、また、車両積載区域で一番発熱量の大きい物が自動車であること等を踏まえ、発火源は不明であったが、この検討は通常ガソリンを燃料とする自動車を発火源と仮定して実施された。

具体的には、2019年12月に一般財団法人 日本船舶技術研究協会（JSTRA）を事務局として、国内関係者（船社、造船所、火災探知機／泡消火装置メーカー、国立研究開発法人、大学、国等）を構成メンバーとする「自動車運搬船の火災事故再発防止検討会」を設置して上述の安全対策を検討した。なお、本会も委員として参画した。

この検討会では、まず、実際の火災事故に関する情報収集及び火災延焼／消火シナリオの検証を実施し、事故による被害を抑制するための課題を抽出した。続いて、この結果に対し、実験・調査を実施して、具体的な改善方法を策定した。実施した実験は自動車運搬船に特有の甲板裏の構造による煙探知への影響を調べるための火災探知性能の実験と、甲板間高さが低くかつ車両が密接して配置される自動車運搬船の車両区域内における車両の燃焼・延焼のメカニズムを探るための車両燃焼実験である。例として、図5及び図6に車両燃焼実験の様子を示す。



図5 車両燃焼実験の写真：水平配置の様子



図6 車両燃焼実験の写真：上下配置の様子

検討会では、その結果を「固定式泡消火装置の効果的な使用のための改善策」としてとりまとめ、同省は2021年6月10日付で一般社団法人 日本船主協会に対し、同改善策等を活用して、同種船舶の安全性向上への一層の自主的な取り組みを行うよう要請し、その事実が本会を含む登録船級協会に対し通知された。

本会は船級協会として安全な運航確保を追求するとの立場から当該検討会に積極的に貢献してきたことも踏まえ2021年6月11日にClassNKテクニカルインフォメーションTEC-1239を発行し、大型自動車運搬船の運航に携わる船主殿及び管理会社殿に対して同改善策の導入の検討を御願した。

### 3.2.2 被害低減に向けた改善措置

前述の「固定式泡消火装置の効果的な使用のための改善策」は、現在多くの大型自動車運搬船の車両積載区域に設置される固定式泡消火装置のより効果的な使用を通じて、火災事故の被害を低減することを目的としている。当該措置は、ガソリンを燃料とする自動車を用いた車両燃焼実験等で得られた新しい知見を踏まえ、具体的な安全対策をとりまとめたものであり、ここでその内容を紹介する。

車両積載区域内で発生した火災は、初期消火により消火ができなかった場合は、車両から車両へ延焼していくが、延焼により火災規模が一定以上に拡大してしまうと、装備されている固定式消火装置では延焼を食い止めることが困難になる。以下に挙げる各対策は、SOLAS条約及びFSSコードで要求されている固定式泡消火装置をより効果的に機能させることを目的としたものである。

#### (1) 対象船舶

車両積載区域の固定式泡消火装置を使用する大型

自動車運搬船。ここでは総トン数6万トン程度を想定し、積載状態は満載状態とする。

#### (2) 基本方針

前述の検討会で得られた知見を基に、固定式泡消火装置をより効果的に使用するために起動までの目標時間を設定し、これを達成するためにソフト及びハード面で対策を行う。

- 国際安全管理規則（ISMコード）に基づく安全管理システム（SMS）に関連した「消火対応手順書」等に規定されている「泡消火装置の起動に係る手順」に、警報発報から固定式泡消火装置の作動ボタンを押すまでの目標時間（標準時間を14分とする）を設定し、船員に周知すること。

なお、上記標準時間は目安であり、実際の目標時間は各船舶の仕様や構造及び貨物の種類や積載状況等に応じて船舶所有者や運航者等が自ら設定するものである。また、この改善策で想定している総トン数6万トン程度以外の場合においても、火災現場の確認等に要する時間を各船の大きさ等を勘案して適正に設定することにより、本改善策は同様に適用可能である。

また、ここでいう14分とは、表1の各対策の実施を前提とし、車両燃焼実験の結果から得られた自動車の延焼速度も考慮の上で、警報が発せられてから最もブリッジから遠い最下層の貨物層まで船員が移動し火災を現認するのに10分、防火部署発令に1分、人員の点呼に3分を要するとした、その合計時間である。

- 上述の目標時間を達成するために、表1に示すソフト及びハード面の対策を現存船及び新造

- 船において実施し、消火対応の方針を策定（又は見直し）する。
- 実施するソフト及びハード面の対策を前提にして、消火栓からの消火射水（以下、消火栓消

火）の省略に関する事項など、「消火対応手順書」に記載すべき船員による消火活動に関連する事項を明記する。

表1 固定式泡消火装置の効果的な使用のための対策一覧\*1

項目	内容
実施すべき項目	発電機の自動（遠隔）起動（消火装置起動後の電源容量の迅速な確保）*2
	通風筒蓋の閉鎖省略／常時開放又は自動起動化（消火装置起動までの時間の短縮化）*2
	消火栓消火の省略（同上）*3
その他実施が推奨される項目（オプション）	カメラによる貨物倉の遠隔監視（火災探知遅延の防止、火災発生場所確認の迅速化）
	RFID (Radio Frequency Identification) タグ等による人員安全確保（人員点呼に要する時間の短縮化）
	車両甲板天井部の各升溜まりに1個の煙探知器の設置（火災探知の遅延の防止）
	貨物倉の仕切り追加（被害拡大抑制、消火装置作動時の心理的障害の除去）*4

\*1. 表1で示す対策は、前述の通り現時点で輸送の大宗を占めるガソリンを燃料とする自動車を積載した状況におけるものであり、電気自動車や燃料電池自動車の混載までを想定したものではない。

\*2. 通風筒蓋開閉と発電機自動（遠隔）起動の代替措置として、船員を複数チームに分けて対応する場合は、ソフト面の対応とすることは可能。ただし、固定式消火装置作動までの目標時間に影響を及ぼさないことを条件とする。

\*3. 消火器や消火栓消火によって確実に消火できる場合はこの限りでない。具体的には、船橋近傍における火災の場合、乗組員が巡回中に偶然発見したボヤ火災の場合を想定する。十分な数の船員が乗船し複数チームに分けて対応する場合は、現場確認と並行して消火栓消火に取り組むことは可能とする。ただし、固定式消火装置作動までの目標時間に影響を及ぼさないことを条件とする。

\*4. この項目は、新造船に対してのみ適用を想定する。

#### 4. おわりに

本稿では、コンテナ運搬船及び自動車運搬船に対するIMOの動き、コンテナ運搬船に関する本会の活動や取り組み及び自動車運搬船に関する国内検討会での火災安全対策について、それらの現状を紹介した。

今後、コンテナ運搬船や自動車運搬船に対する火

災安全対策関連の新要件については、IMOにおいて審議が進められて行くこととなるが、これには数年の時間が必要となる。本会は継続的にその動きを注視し、必要に応じて独自もしくは海事業界と共同で安全対策を検討していく所存である。

新しく策定された火災安全対策は、本会のガイドライン等を通じて公表し、業界への貢献を考えている。