

# 국제해사기구 화재안전 관련 주요 현안

- IMO SDC 1 및 SSE 1 결과 -

최정민 선임연구원

## 1. 머리말

국제해사기구(International maritime organization, IMO)는 런던에 본부를 둔 UN 산하기구로서 선박의 건조 및 운항에 관한 기준을 정하고 구명설비와 수색, 구조 활동을 효율적으로 활용함으로써 인명의 손실을 최대한 방지하기 위한 목적으로 설립되었다. 선박에 탑재하는 각종 설비가 점점 더 복잡하고 다양화됨에 따라 각국 또는 각 선박마다 상이한 설비를 탑재할 경우 발생하는 문제점, 즉 기존 설비 이외에 추가로 다른 설비를 탑재하여야 하는 번거로움과 비용을 절약할 수 있는 가장 적합한 방법은 각종 설비의 국제표준화이며, 국제해사기구는 이러한 중요한 역할을 하고 있다.

IMO는 최고의결기관인 총회(Assembly), 작업계획과 예산을 심의하는 이사회(Council), 각종 협약과 국제기준을 검토하고 제정하는 5개의 위원회(Committee) 및 위원회가 논의할 국제기준을 사전에 검토하는 7개의 전문위원회(Sub-committee)로 구성된다. 이들 위원회를 돕기 위하여 매 회기마다 임시로 구성되는 작업반(Working group) 및 초안작업반(Draft group)이 있고 각 회기 간 전문가 그룹을 구성하여 논의를 지속하는 통신작업반(Correspondence group)이 있다.

IMO의 이사국은 운영, 예산승인 및 사무총장 선출 등과 관련된 주요 정책을 결정하는 기구로서, 주요 해운국인 A그룹 10개국, 주요 화주국인 B그룹, 지역 대표국인 C그룹 20개국 등 40개국(임기 2년)으로 구성되며, 우리나라는 1962년 4월 10일부로 가입하여 현재 A그룹 이사국으로 주요 해운국의 위치에 있다.

SOLAS(해상인명안전협약)는 안전 관련하여 IMO에서 논의하는 대표적인 협약이다. 1974년 11월 1일 런던에서 작성되어 1980년 5월 25일 발효되었다. 선박의 구조와 설비 등에 대해서 국제적으로 통일된 원칙과 규칙을 설정함으로써 해상에서 인명의 안전을 증진하는 것을 목적으로 체결되었다. 이 협약의 내용으로서는 선박검사와 증서, 선박의 구조에 대한 구획과 복원성 그리고 기관과 전기설비, 방화와 화재탐지 및 소화, 구명설비, 무선통신, 항행의 안전, 화물의 운송, 위험물의 운송, 원자력선 등에 대해 규칙(regulation)을 설정하고 있다.

Table 1. IMO 이사국 현황(임기 : 2014 ~ 2015)

구분	구성	국명
A그룹(10개국)	주요 해운국	대한민국, 그리스, 노르웨이, 러시아, 미국, 영국, 이탈리아, 일본, 중국, 파나마
B그룹(10개국)	주요 화주국	네덜란드, 독일, 방글라데시, 브라질, 스웨덴, 스페인, 아르헨티나, 인도, 캐나다, 프랑스
C그룹(20개국)	지역 대표국	남아프리카 공화국, 덴마크, 라이베리아, 말레이시아, 멕시코, 모로코, 몰타, 바하마, 벨기에, 상기포르, 인도네시아, 자메이카, 칠레, 케냐, 키프로스, 태국, 터키, 페루, 필리핀, 호주

국제협력

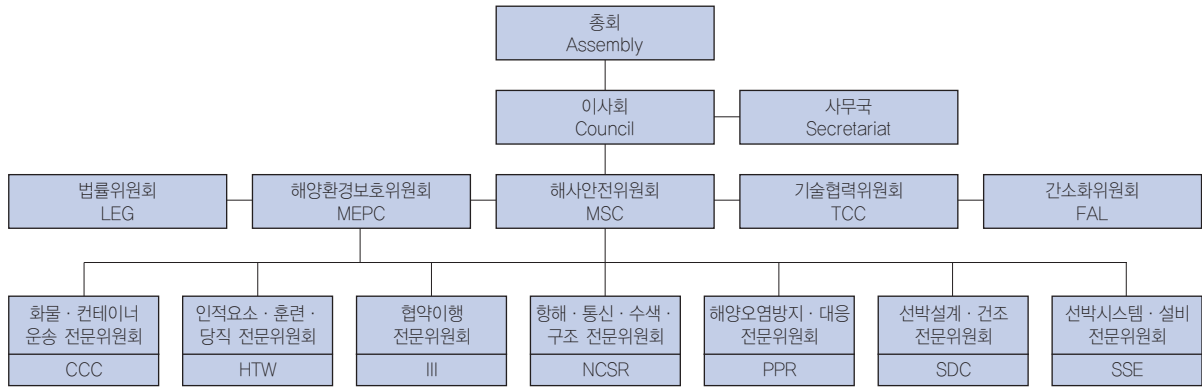


Fig.1. IMO 회의 조직

IMO의 기존 9개 전문위원회는 2014년부터 7개의 전문위원회로 개편되었으며, 방화전문위원회(Fire protection, FP)는 선박설계·건조 전문위원회(Ship Design and Construction, SDC) 및 선박시스템·설비 전문위원회(Ship Systems and Equipment, SSE)로 나뉘었다. 방화구획 및 내화성능이 SDC에서 논의된다면, 화재감지 및 소화설비는 SSE에서 논의되는 형식이다. 이들 전문위원회는 매년 개최되며, 해양수산부의 담당자와 한국선급, 선박안전기술공단, 해양수산연수원 그리고 방재시험연구원과 같은 유관기관의 전문가(advisor)가 함께 참여하여 최신 정보획득 및 국가 이익을 위해 노력하고 있다.

제 1차 선박설계·건조 전문위원회(SDC 1)는 2014. 1. 20. ~ 1. 24. 간 열렸으며, 제 1차 선박시스템·설비 전문위원회(SSE 1)는 2014. 3. 10. ~ 3. 14. 간 열렸다. 방재시험연구원(최정민)은 정부대표 3명과 함께 한국 대표단의 자문단(총 6명)으로 SSE 1 회의에 참석하였다. 선박의 화재안전성을 높이고자 하는 의제 외에 최근 추세에 맞추어 환경오염 감소 및 에너지 절감을 위한 의제도 함께 논의되었다. 본 고에서는 SDC 1 및 SSE 1에서 논의된 화재안전 관련 주요 현안에 대해 간략히 소개하고자 한다.



Fig. 2. IMO 본부 및 한국대표단

## 2. 화재안전 관련 주요 현안

### 가. 선박구조재로서 FRP 사용지침 개발(SDC 1 의제 11)

#### 1) FRP란?

샌드위치 패널과 유사한 형태로, 심재는 폴리염화비

닐(PVC) 폼과 같은 고분자 폼 또는 발사목분(End-grain balsa wood)으로, 외부 면은 카본(Carbon) 또는 유리섬유강화플라스틱(Glass fibre reinforced polymer) 등으로 구성된다. 일반 특성은 다음과 같다.

- 가) 강(Steel)과 유사한 강도를 가지면서도 더 가벼워 선박의 무게를 줄일 수 있으며, 목선이나 강선과 같이 썩거나 부식되지 않기 때문에 유지비가 저렴함
- 나) 단점으로는 공정상 적층조건, 기능공의 숙련도에 따라 강도 차이가 상이하게 나타나므로 외관의 박리현상 등 선박의 강도유지에 악영향을 미칠 가능성이 있음

화재 관련 특성은 다음과 같다.

- 가) 약 200 ℃에서 강성을 잃기 시작하여 내화시험에서 문제가 되지만 기둥(Pillar)이나 보강재(Stiffener)로 이를 보완할 수 있다면 강보다 우수한 차열성으로 화염확산방지가 가능함
- 나) FRP의 연소는 내부 유기물의 열분해에 기인하므로 화재 시 FRP의 뜨거운 표면을 냉각시켜야 함
- 다) FRP 표면에 방열재를 추가하면 화재의 성장과 연기발생 및 독성(Smoke generation and toxicity)에 악영향을 미치지 않음

## 2) 논의배경

SOLAS는 화재안전을 위해 선박의 구조재를 불연성재료(강 재료 등)로만 한정하고 있으나, 지속적인 화재감지 및 진압기술이 발전하고 있음을 감안하여 가연성 재료임에도 불구하고 여러 장점이 있는 FRP를 구조재로 사용하고자 하는 논의가 시작되었다.

## 3) 논의내용

스웨덴은 선박 구조재로 FRP를 사용하기 위해 SOLAS 규정 II-2/17(대체 설계 및 배치)의 공학적 분석(Engineering analysis) 및 MSC/Circ.1002(Guideline on alternative design and arrangements for fire safety, 화재안전에 대한 대체 설계와 장치에 대한 지침)

에 따른 지침 개발을 제안하였다.

대부분의 국가는 SOLAS 규정 II-2/17을 만족하면 다른 SOLAS 규정도 만족하는 것으로 보아 FRP를 구조재로 사용할 수 있다는 의견에 동의하였으나, 미국 등 일부 국가는 이에 반대하여 2013년 FP 56 회의 당시 결론에 도달하지 못한 바 있다. 이번 SDC 1 회의에서도 SOLAS 규정 II-2/17이 SOLAS에서 규정한 다른 모든 요건을 대체할 수 있다고 판단하기 위해 필요한 연구 및 실험결과가 부족하여 최종 합의에 이르지 못하였다. 그 결과, 회기간 통신작업반을 구성하여 심도 있는 논의를 진행한 후 SDC 2에서 다시 논의하기로 하였다.

## 4) 우리나라 현황 및 향후 전망

우리나라의 경우 FRP 재질의 선박은 일부 국내선과 대부분의 어선에 사용되고 있으며, FRP의 특성상 화재가 발생하여 일단 연소되기 시작하면 다량의 연기가 발생하고 진압이 쉽지 않아 화재위험성이 문제점으로 대두되고 있는 상황이다. IMO에서 FRP 관련 지침이 개발되어도 국내 협약 선박에까지 해당 요건이 도입되어 상용화하기 위해서는 해외사례 조사, 선박설계, 건조비용 등 고려하여야 할 사항이 다수 존재하기 때문에 상당한 시일이 필요할 것으로 판단된다.

## 나. 플라스틱 배관 화재시험방법 개발(SDC 1 의 제 12)

### 1) 논의배경

선박에서 사용되는 플라스틱 배관은 1993년 IMO Res. A.753(18)(선박에서의 플라스틱 배관의 적용에 대한 지침)에 따라 거주공간에 설치될 경우 화염확산 요건을 만족하여야 한다고 규정되어 있다. 하지만 그 외의 구역에 대해서는 당시 적절한 평가방법이 개발되지 않아 연기 및 독성(Smoke & toxicity)과 같은 화재안전 요건은 규정되지 못한 상태로 남아 있다.

Res. A.753(18) Appendix 4(내화성 요건표)에 따르면 서비스 구역, 배관터널 및 덕트의 위생배수관(sanitary drain)에 대해서는 내화성을 요구하지 않고 있다. 덴마크

## 국제협력

는 이러한 현행 요건만으로는 위생설비 등에 플라스틱 배관이 사용될 경우 화재 시 해당 배관을 통해 화재가 하향 확산될 가능성에 대한 문제를 제기 하였으며, 이를 적절히 방지하기 위한 추가 화재안전 요건의 개발이 필요함을 주장하였다.

### 2) 주요 논의내용

2013년 FP 56 회의에서 각국은 격벽과 갑판을 관통하는 플라스틱 배관에 대한 내화시험 필요성 여부, 그리고 FTP Code의 배관 관통부 시험요건이 화염의 하향 확산을 막는데 적절한지 여부에 대한 검토가 필요하다는 점에 대부분 동의한 바 있다. 이번 SDC 1 회의에서 덴마크는 플라스틱 배관을 아래 세 가지로 구분하고, 이를 반영한 Appendix 4(내화성 요건표)를 제안하였다.

- 불연성 액체를 채우고 있는 배관
- 가연성 액체를 채우고 있는 배관
- 덕트 배관(오수배관, 공기관, 배출관 등)

그러나 일부 국가가 수정이 필요한 사항을 지적하였으며 SDC 2 회의에서 계속 논의할 예정이다.

### 3) 우리나라 현황 및 향후 전망

현재 국내에서 생산된 일부 플라스틱 배관은 KS 인증제품으로서 선박 거주구역 내 급·배수관 및 오수배관으로 사용되고 있으나, 해당 KS 규격에는 내화성 기준은 없다. 본 의제에서는 플라스틱 배관에 적용 가능한 연기 및 독성 요건을 새롭게 개발하거나 또는 현재 시험방법 중 배관을 통한 화재의 확산을 막는데 효과적인 시험이 어떤 형태의 시험인지에 대한 논의가 이루어질 예정이다.

## 다. 수소 및 압축천연가스 차량 운송선박의 안전요건 개발(SSE 1 의제 3)

### 1) 논의배경

우리나라(현대자동차)에서도 수소 및 압축천연가스를 연료로 사용하는 차량의 상용화 개발이 완료되었다. 이러한 차량의 연료탱크에서 누설이 발생되었을 때 가연성 가스가 점화원과 만나면 화재·폭발의 위험성이 존재하

므로 이들 차량을 대량으로 운송하는 자동차 운반선의 경우 이에 적합한 안전설비 또는 안전대책이 필요하다.

일본은 2008년 MSC 85 회의에서 이에 대한 안전요건 및 대책의 개발 필요성을 제기하였으며, 2010년 FP 54 회의를 시작으로 본격적인 논의가 이루어졌다.

### 2) 주요 논의내용

자동차 운반선으로 새롭게 건조되는 선박의 경우 안전 설비는 다음과 같이 하도록 2013년 FP 56에서 결정된 바 있다.

- 가) 환기설비 및 전기설비는 수소 및 압축천연가스에 적합한 방폭구조로 설치할 것
- 나) 수소 및 압축천연가스에 적합한 휴대용 가스탐지기를 비치할 것

이번 SSE 1 회의에서 추가 논의한 사항은 현재 가솔린 및 디젤 차량을 운반하고 있는 기존의 선박에 수소 및 압축천연가스 차량을 적재하여 운항함에 있어 필요한 안전 대책에 대한 것이었다. 이는 선박에 이미 설치되어 있는 환풍 및 전기설비를 방폭구조의 것으로 교체하는 것이 현실적으로 어렵기 때문이다.

논의 결과, 수소 및 압축천연가스 연료차량을 선박에 적재한 후에는 가스가 누설되어도 적절한 조치를 하는 것이 현실적으로 불가능하기 때문에, 차량 적재 전에 각 차량을 세밀하게 점검하는 다음의 안에 합의하였다.

- 가) 선적회사(Shipper)는 가스누설점검 등 차량이 운송하기에 적절한 상태임을 의미하는 서명된 인증서(Signed certificate) 또는 신고서(Declaration)를 제공하여야 하며, 선원은 운항 중에 선적회사가 제공한 차량의 표시(Marking)를 확인해야 함
- 나) SOLAS 규정 II-2/20-1 및 IMDG Code SP 961, 962를 고려하여 '당국의 만족을 얻은(Satisfaction to the Administration)' 선박만이 해당 차량을 운송할 수 있도록 함

3) 향후 전망

이번에 합의된 안전대책 초안은 MSC에 승인 요청 후 각국에 회람될 예정이다.

arrangements for fire safety)로 마련되어 있으며, 이 지침에서는 SOLAS 규정 II-2/17에서 요구하는 공학설계 방법론의 개요를 제공하고 있다.

라. 연기 제어 및 통풍(SSE 1 의제 5)

1) 논의배경

SOLAS 규정에는 선박 내 거주구역의 통풍장치에 대한 규정(II-2/9.7)은 있으나, 화재 시 소화설비가 작동하는 동안 여객선의 공용구역, 내부 소집장소, 안전한 구역 및 계단에 연기 없는 탈출로 유지를 위한 제연시스템 요건은 아직 규정된 바가 없다. 따라서 제연시스템의 기능적 요건과 성능기준 개발 논의가 시작되었다.

2) 주요 논의내용

MSC/Circ.1002에 의한 설계 시 적절한 인명안전 성능의 수준을 어떻게 구체적으로 설정해야 하는가에 대한 접근방법을 논의하였다. 구체적 평가인자에 대한 논의가 있었으며, 미국의 제안과 중국의 제안 중 중국의 제안이 상대적으로 더 높은 지지를 얻었으나 이번 회기에서 결론짓지는 못하고 추후 지속 논의를 통해 더 합리적인 결과를 도출하기로 논의하였다.

2) 주요 논의내용

독일은 공공장소, 내부 집합장소, 안전구역 및 계단구역에는 연기가 없는 탈출이 가능하도록 하기 위한 관점에서 표준 개발이 필요함을 주장하였으며, 중국은 이에 대해 일단 기능적 요건수립이 완료된 후에 표준을 개발하는 것이 타당하다고 언급하였다. 본 의제는 탈출분석에 대한 것이므로 일차적으로 성능목표 개념이 정립되어야 하며, 여러 상황에서 선원이 취해야할 행동지침 또한 개발이 필요함에 동의하였다.

중국이 제안한 결정론적 방법은 안전탈출 가능시간(ASET)이 안전탈출 요구시간(RSET)보다 크다면 화재발생시 여객 및 선원이 탈출하는 시간이 충분하고 안전하다고 판단하는 것이다. 단, 사람의 행동이나 환경의 불확실성을 반영한 안전계수를 고려해야 하는데, 여객선에 대해서는 1.5, 화물선에 대해서는 1.2로 제안하였다.

안전탈출 요구시간은 MSC.1/Circ.1238에 따라 계산해야 하는데, 열의 세기, 연기층 높이, 시야, 유독성 가스 농도 중 성능기준값에 도달하는 가장 빠른 시간이다. 중국이 제시한 성능 기준은 Table. 2와 같다.

3) 향후 전망

이번 논의는 일반론적인 수준에서 그쳤으며, 회기간 통신작업반이 개설되어 향후 구체적인 논의가 예상된다.

Table 2. 중국이 제시한 안전탈출 요구시간(RSET) 계산 기준

구분		성능 기준
열	대류열	연기층 높이의 아래 가스 온도 < 60 °C
	복사열	2.5 kW/m <sup>2</sup>
연기층 높이		연기층 높이 > 1.8 m 또는 1.6 + 0.1H (H : 갑판간 높이)
시야		작은방 > 5 m, 작은방을 제외한 방 또는 공간 > 10 m
유독성 가스 농도	질식성 가스	일산화탄소(CO) < 1 400 ppm, 시안화 수소(HCN) < 80 ppm, 산소(O <sub>2</sub> ) > 12 %, 이산화탄소(CO <sub>2</sub> ) < 5 %
	자극성 가스	염화수소(HCl) < 1 000 ppm, 브롬화수소(HBr) < 1 000 ppm, 불화수소(HF) < 5 000 ppm, 이산화황(SO <sub>2</sub> ) < 150 ppm, 이산화질소(NO <sub>2</sub> ) < 250 ppm

마. 화재안전 대체설계 및 배치 지침 중 인명안전 성능기준 개발(SSE 1 의제 7)

1) 논의배경

건축물의 화재안전성능 설계방식을 규범적인 사양기준과 성능위주설계기준으로 나눌 수 있듯이 선박의 화재안전성능 설계 시에도 사양설계와 대비되는 개념으로 대체설계방안에 대한 지침이 2001년 개발된 MSC/Circ.1002(Guidelines on alternative design and



## 국제협력

### 3) 향후 전망

크루즈선과 같은 대형 선박은 그 형태와 구조가 점차 다양해짐에 따라 기존의 사양 중심의 기준 적용이 적절치 않은 경우가 발생하고 있어 대체설계기준 개발에 대한 필요성 또한 지속적으로 높아질 것으로 예상된다.

안은 채택되지 못하였다.

### 3) 향후 전망

최종 합의에 이르지 못하였으므로 SSE 2에서 다시 논의할 예정이다.

## 바. 기관실 135리터 포말소화기 요건개정(SSE 1 의제 16)

### 1) 논의배경

현재 SOLAS 규정 II-2/10에 따라 A류 기관구역에는 고정식 소화장치를, 보일러실에는 135리터 포말소화기를 설치해야 하며, 총톤수 2000톤 이상 화물선 및 500톤 이상 여객선의 A류 기관구역에는 추가로 국부 소화장치를 설치하도록 규정되어 있다. 그러나 중국은 국부 소화장치와 135리터 포말소화기가 동시에 설치된 경우에 한하여 포말소화기의 실효성이 떨어지므로 해당 비치 요건을 삭제하여 135리터 포말소화기를 비치하지 않을 수 있도록 동 규정을 개정하고자 하였다.

### 2) 주요 논의내용

중국은 SOLAS 규정 II-2/10.5.1.2.2를 개정하여 물기 반국부 소화장치가 설치된 보일러실의 경우에 한하여 135리터 포말소화기 비치를 삭제하고자 하였으며, 그 근거는 다음과 같다.

- 가) ISO 11602-1에 따라 자동식 소화장치 설치 시 후 대응 소화기 생략 가능함
- 나) 엔진실 공간이 좁고 복사열로 인해 135리터 포말소화기 작동이 어려움
- 다) 유효기간이 경과된 포의 폐기에 따른 환경 악영향 및 불필요한 비용이 소요됨

그러나 보일러의 특정 부위의 풀 화재(Pool fire)는 자동소화장치의 효과가 뛰어나지 못하며, 안전상의 이유로도 기존에 비치되어 있는 포말소화기를 제거하는 것은 적절치 않다는 의견이 대다수를 차지하여 중국의 본 제

## 3. 맺음말

이상으로 SDC 1 및 SSE 1 회의에서 논의한 화재안전 관련 주요 6개 의제에 대해서 간략히 소개하였다. 논의 결과 합의에 이른 사항은 차기 MSC 93에 상정되어 채택 또는 재검토 등의 절차를 밟게 되고, 채택된 내용은 일정한 회람 기간을 거쳐 MSC/Circular 등으로 발효되어 시행에 들어가게 된다.

선박의 설계 단계에서부터 영향을 미칠 수 있는 소화설비 규정 관련하여서는 해당 요건의 상세 수준과 적용 대상 선박, 그리고 적용 시점에 대해서 모든 나라가 자국의 이익을 위해서 논쟁하는 경우가 많아 예정된 회기에 종료되지 않는 경우가 많다. 따라서 지속적으로 세계적인 동향을 파악하고 우리나라의 관련 업계 기술 및 상황을 고려하여 기술적 논의에 적극적으로 대처해야 할 것으로 보인다. 특히 최근 다시 시작된 화재안전 대체설계 및 배치 지침 개발 관련하여 이론적인 논의가 이루어지는 의제에 대해서는 국가적 차원의 연구개발에 대한 지원과 관련 업계의 적극적인 노력이 요구된다.