

論文

선박의 격벽, 천정, 내장재 및 표면바닥재의 화재안정성 평가방법

김성윤* · 김동석** · 안병호*** · 노호성****

*, **, ***, **** 방재시험연구원

Fire test procedures for flammability of bulkhead, ceiling and deck finish materials

S.Y. Kim* · D.S. Kim** · B.H. Ahn*** · H.S. No****

*, **, ***, **** System & Materials Research Lab Fire Protection System Division, Yeosu-Gun, Gyeonggi-Do, 469-881, Korea

요약 : 해상에서의 화재로부터 사람의 목숨과 재산을 보호하는 것은 대단히 중요하다. 따라서, “격벽, 천장, 갑판 마감재의 표면 연소성에 대한 개선된 화재시험절차에 관한 권고”는 선박의 격벽, 천정, 갑판 마감재의 연소특성을 결정짓기 위한 근거로써 화재 특성 및 그 재료들을 해상구조물에 사용함에 있어서 적합성을 측정하기 위한 절차를 규정하고 있다. 이 논문에서는 선박의 격벽, 천정, 내장재 및 표면바닥재의 화재안정성 평가방법을 제시하고 그 적정성을 평가하고자 한다. 또한 특이한 거동을 보이는 물질을 조사하고, 그 물질들의 적합한 시험방법을 제시하고자 한다.

핵심어 : 평균지속열유속, 소화시의 임계열유속, 연기밀도, 독성

ABSTRACT : It is very important to protect life, property at sea from any fire. Recommendation on improved fire test procedures for surface flammability of bulkhead, ceiling and deck finish materials specifies a procedure for measuring fire characterizing their flammability and thus their suitability for use in marine construction. In this paper, we investigated the positive expected by fire test procedures for flammability of bulkhead, ceiling and deck finish materials. Also, unusual materials were analyzed. Finally, we suggest methods to solve several problems related to unusual materials.

KEY WORDS : Critical flux at extinguishment, Heat for sustained burning, Smoke density, Toxicity

1. 서론

해상에서 선박의 화재는 육상에서의 화재에 비하여 그 성격이 크게 다르다. 화재의 발생원인 및 화재성장 과정은 육상과 해상이 크게 다르지 않지만, 화재의 진압 및 대피에 있어서 그 성격은 매우 다르다. 육상에서는 외부의 도움으로 화재의 진압 및 인명의 대피가 가능하지만, 해상에서는 선박 자체의 소화설비 및 대피시설을 이용하여 선박으로부터 안전한 곳으로 대피하는 방법이 유일하다. 해상에서의 대피는 공간과 시설의 제한으로 인하여 시간이 많이 걸리고 성공률도 낮다. 따라서 선박 화재 시 화재진압 및 화재성장의 속도가 매우 중요하다. 화재성장은 일반적으로 2~3분정도가 지나면 최고온도에 도달하고 그림 1에서와 같이 Top center에서부터 Bottom center의 순으로 온도 상승률의 차이를 나타낸다. 이것은 초기 화재 시 발생된 화염 및 가연성 가스가 천정으로 상승하고 시간이 지남에 따라

바닥으로 하강하여 전체적으로 화재가 크게 성장함에 기인한다. 따라서 선박에서 격벽, 천정, 내장재와 표면바닥재 및 1차

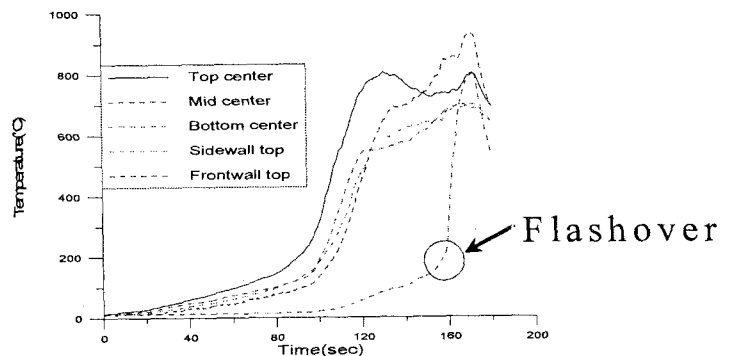


Fig. 1. 화재성장 곡선.

갑판피복재의 화재성능평가 방법이 상이하다.

FTP Code(International Code for Application of Fire Test Procedures)의 Annex 1의 Part 5의 표면연소성시험에서는 천정, 격벽, 내장재의 시험기준과 표면바닥재의 시험기준(IMO

* 대표저자 : 정희원, aaa@mail.mmu.ac.kr, 061)240-7275
** 정희원, bbb@mail.mmu.ac.kr, 061)240-7275
** 정희원, ccc@mail.mmu.ac.kr, 061)240-7275

Res. A. 653(16)] 및 1차 갑판피복재의 시험기준[IMO Res. A.687(17)]을 분리하고 있다.

화재 시 발생되는 열량외에 중요한 것은 연기의 밀도 및 독성이다. 화재 초기에 피난이 어려운 것은 과도한 연기의 발생으로 피난시설을 쉽게 찾을 수 없으며 유독성 가스의 질식에 의한 사망이다. 따라서 FTP Code의 Annex 1의 Part 2에서는 연기밀도 및 독성의 값을 천정, 격벽, 내장재와 표면바닥재와 1차 갑판피복재 및 선박에 쓰이는 배관재로 구분하여 사용하고 있다.

이 논문에서는 최근 2007년 3월에 개최된 IMO 회의에서 발의된 표면연소성, 연기밀도 및 독성 시험방법의 개선에 대한 적절성을 평가하고자 한다.

2. 시험방법 및 시험기준

2.1 표면연소성 시험방법

표면연소성시험은 그림. 2와 같이 수직인 방향으로 놓인 155×800mm 크기의 시험편에 메탄가스를 연료로 사용한 복사패널에 의하여 공급되는 열량과 아세틸렌 가스를 연료로 사용하는 버너에 의한 50.3kw의 불꽃의 열량이 공급된다. 버너의 불꽃을 시험편에서 연소가 진행됨에 따라 굴뚝 가스 열전대의 보상용 밀리볼트 신호를 측정하고 점화시간 및 시험편의 길이 방향으로 불꽃이 확산하고 소화되는 시간을 관찰하고, 점화열, 지속연소열, 소화시의 임계 열 유속 및 연소 기간 동안 시험편의 열 방출을 측정한다. 51차 FP회의에서는 폭발성의 위험으로 버너의 연료를 아세틸렌가스 대신 프로판 가스로 사용하며, 실란트와 매스틱스 재질에 대해서 시험편의 크기를 조정하는 의제(일본:8×800mm, 프랑스:30×700mm)에 대하여 버너의 연료를 프로판 가스로 대체하며, 실란트 및 매스틱스는 선박에서의 사용용도에 비추어 보아 표면연소성의 시험에서 제외하기로 하였다.

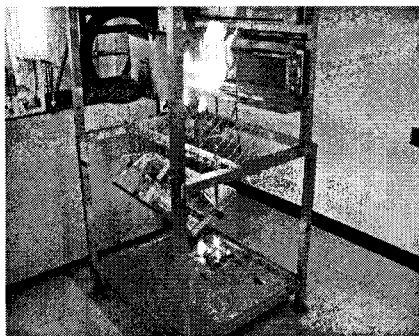


Fig. 2. 표면연소성 시험기.

2.2 표면연소성 시험기준

표면연소성시험의 기준은 Table 1에서와 같이 격벽, 벽, 천정 및 내장재 와 Table 2의 표면바닥재로 나뉘어 진다.

Table 1. 격벽, 벽, 천정 및 표면연소성 시험기준

격벽, 벽, 천정 및 내장재			
CFE (kW/m ²)	Q _{st} (MJ/m ²)	Q _t (MJ)	q _p (kW)
≥20.0	≥1.5	≤0.7	≤4.0

Table 2. 표면연소성 시험기준

표면바닥재			
CFE (kW/m ²)	Q _{st} (MJ/m ²)	Q _t (MJ)	q _p (kW)
≥7.0	≥0.25	≤2.0	≤10.0

2.3 연기밀도 및 독성 시험방법

연기밀도 시험(ISO-4589)은 그림. 3과 같이 연기밀도 시험장치를 이용하여 점화용 불꽃이 있는 상태에서 25kW/m², 점화용 불꽃이 없는 상태에서 25kW/m², 점화용 불꽃이 없는 상태에서 50kW의 열량에서 75×75mm의 평판형 시험체 각각 3개씩을 10분간 연소시켜 최대의 광도(D_{max})가 발생할때의 연기밀도를 평균(D_m)하여 기록한다. 이때 최대 광도에 도달하였을 경우 연기를 채집하여 그림. 4와 같이 FTIR(Fourier transform infrared spectroscopy)을 이용하여 HCl, HCN, HF, SO₂, NO_x의 농도를 측정한다. 51차 FP회의에서는 시험용 조건에서 점화용 불꽃이 있는 상태에서 50kW/m²를 추가하며, 연기독성 시험방법을 ISO와 통일시키는 방안의 의제가 제출되었다. 그러나 50kW/m²의 점화용 불꽃이 있는 상태에서의 시험방법은 채택되지 않았으며, 연기독성시험은 ISO와 통일시키는 방안을 긍정적으로 검토하기로 하였다.

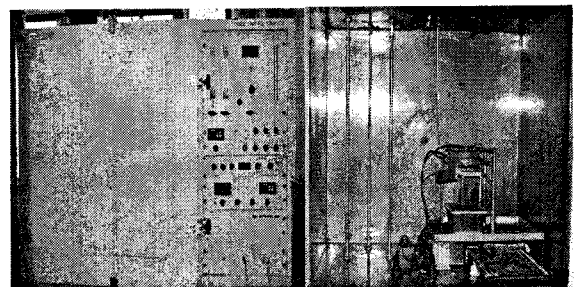


Fig. 3. 연기밀도 시험장치.

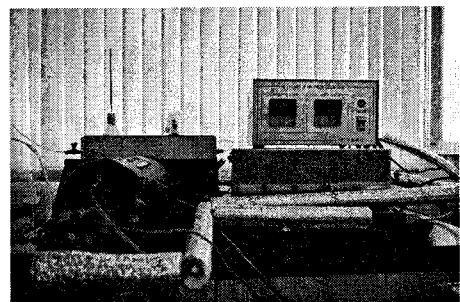


Fig. 4. FTIR 시험장치.

점화용 불꽃이 있는 경우(접염)와 없는 경우(비접염)를 비교 하였을 경우 Table 3에서와 같이 접염일 경우가 비접염에 비하여 월등히 연기밀도가 적음을 알 수 있다. 따라서 50kW/m² 비접염일경우가 접염일 경우 보다 훨씬 조악한 조건이므로 50kW/m²의 접염 추가는 제외되었다.

50kW/m² 접염의 추가는 제외되었으며, 연기독성시험의 ISO 규격으로의 추진이 긍정적으로 검토되었다.

참 고 문 헌

- [1] FTP Code(International Code for Application of Fire Test Procedures)
- [2] 박지현, 김동석, 소방방재청, 화염전파성등에 관한 연구.
- [3] James G. Quintiere, Principles of Fire Behavior, pp.151-153.

Table 5. 연기밀도 시험결과

항목		시험체		
		25kW/m ² 비접염	25kW/m ² 접염	50kW/m ² 비접염
질량 (g)	시험 전	18.7	18.8	18.6
	시험 후	11.0	10.8	7.8
	감량	7.7	8.0	10.8
최대광도 및 도달시간	최대광도(Ds)	698.4	256.1	745.3
	도달시간(초)	491	234	259
	가열시간(초)	600	600	600

2.4 연기밀도 및 독성 시험기준

연기밀도 및 독성시험기준은 표면연소성시험의 기준은 Table 4 과 Table 5와 같다.

Table 4. 연기밀도 시험기준

1.격벽, 내장재 및 천정재의 표면에 사용하는 재료는 모든 시험조건에서 D _m 이 200을 초과해서는 안된다.
2.1차 갑판 피복재로 사용하는 재료는 모든 시험 조건에서 D _m 이 400을 초과해서는 아니 된다.
3.표면 바닥재로 사용하는 재료는 모든 시험 조건에서D _m 이 500을 초과해서는 안된다.
4.플라스틱 판 및 천선에 사용하는 재료는 모든 시험 조건에서 D _m 이 400을 초과해서는 안된다.

Table 5. 연기독성 시험기준(단위 : ppm)

모든 시험조건에서 측정된 가스농도의 한계						
CO	HBr	HCl	NO _x	HCN	HF	SO ₂
1450	600	600	350	140	600	120

3. 결 론

선박의 격벽, 천정, 내장재 및 표면바닥재로 사용되어지는 재료에 대해서 화재의 안정성을 평가하는 방법은 IMO. Res. A. 653(16) 및 687(17)(격벽, 천장, 갑판 마감재의 표면 연소성에 대한 개선된 화재시험절차에 관한 권고) 과 ISO 4589 (연기밀도 및 독성에관한 시험)가 있다. 최근 IMO 51차 FP회의에서 표면연소성에 대한 시험방법에서 버너의 가스연료를 아세틸렌에서 프로판으로 변경하였으며, 실란트와 매스틱스는 선박에서의 사용용도에 비추어 보아 표면연소성, 연기밀도 및 독성시험에서 제외하기로 결정하였다. 또한 연기밀도 및 독성시험에