

선박용 미분무수 소화설비의 성능평가연구

김성윤⁺·안병호⁺⁺·김동석⁺⁺⁺·김유택⁺⁺⁺⁺

A Study on the performance test of Water mist system as a fire extinguish system for Ships

Sung-Yoon Kim⁺, Bung-Ho Ahn⁺⁺, Dong-Seuk Kim⁺⁺⁺ and You-Taek Kim⁺⁺⁺⁺

Abstract : Developed and conducted a performance test of the Water mist system that is satisfied with the requirement of a fire test requiring Class 3 Engine Mock-up exceeding net volume 3,000m³ as per IMO's MSC/Circ. 668 Appendix B(Test method for fire testing equivalent water-based fire-extinguishing systems for machinery spaces of category A and cargo pump rooms).Even though fuel atomizing was continued for 15 sec. after stopping of the system according to the test method relating to the atomizing fire type, no fire was reignited. This result shows the excellence of the system. There was no damage to the contents of the system after the test.

Key words : Engine Mock-up(기관실 화재모형), Fire-Extinguishing System(소화설비), Water Mist(미분무수)

1. 서론

최근 세계적으로 경제규모의 확대와 조선기술의 발달, 해운 환경의 변화에 의하여 선박이 전문화, 대형화되면서 자동화 선박이 등장하고 있으나, 선박에서의 화재에 의한 인명 및 재산피해는 끊임없이 발생하고 있으며 그 규모도 대형화 되고 있다. 특히 1990년에 159명의 사망자가 발생한 스칸디나비안스타호의 선박화재를 계기로 국제해사기구(IMO)는 선박에서의 대형 화재사고를 예방하기 위하여 화재안전에 대한 규제를 크게 강화하고 있다. 선박에서의 화재안전에 관한 IMO 규약은 해상인명안전협약(SOLAS : Safety Of Life At Sea)으로, 2000년의 주요개정 내용 중 하나는 기관구역의 유류화재를 진압하는 소화설비로 미분무수 소화설비(Water Mist Fire Protection Systems)의 설치를 의무화 한 것이다. 미분무수 화재진압 기술은 기존의 전기·전자적 위험 및 유류화재에 널리 사용되어온 할로겐화물 소화 장치의 대체기술로서, 오존층 파괴물질인 할로겐화물이 1987년의 몬트리올 의정서 (Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer)에 의해 그 생산이 중지됨에 따라 더욱 주요한 소화설비로 부상하며 기술개발이 가속화 되었다.

이러한 배경 하에 각 선진국에서는 미분무수 소화설비를 개발하여 선박뿐만 아니라 일반 육상시설에도 적용하는 등 기술 개량 화 단계에 진입하고 있다. 그러나 국내의 경우 일부 조선 기자재업체가 선박 엔진실의 국소화재에 적용되는 미분무수 소화설비를 개발하였으나 아직 초기 기술도입 단계로서 엔진실 전체를 방호하는 전역 미분무수 소화설비는 아직 개발하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 육상 및 해상에서의 최신 소화설비의 개발에 공통 기반기술이 될 수 있는 전역 미분무수 소화설비의 개발이 필요한 실정이다.

선박용 전역 미분무수 소화설비는 화재감지장치, 가압송수장치, 배관, 미분무수 노즐로 구성되며 미세화한 물을 방호구역에 분무시켜 물의 표면적을 크게 함으로써 증발시의 잠열에

의한 냉각효과, 발생된 수증기에 의한 산소 및 연료증기의 차단효과, 주위 가연물로의 복사열 차단효과 등에 의해 화재를 소화하는 설비를 말한다.

이렇게 미세화 된 물 분무를 이용한 소화기술은 액체연료의 사용증가에 따른 화재를 방호하기 위하여 미국 등 선진 각국을 중심으로 1950년대 중반부터 액체와 고체연료의 화재를 소화하는 기술로서 기반 연구가 수행되었으며, 1960년대에 들어서면서 탄화수소계열의 화재를 소화하는데 필요한 물방울의 입자크기와 분사속도에 대한 연구가 진행되면서 미분무수 소화설비에 대한 개발이 시작되었으나, Halon 1301 등 할로겐화물 소화약제의 우수한 소화성능을 활용한 할로겐화물 소화설비 등 가스 계 소화설비의 출현으로 인하여 미분무수 소화설비에 대한 응용연구는 일시적으로 중단되었다.

1960년대에 랙크식 창고와 같은 규모가 큰 창고가 출현하면서 표준형 스프링클러가 한계를 드러내게 되었고, 1970년대 초반에 주거부분의 화재로 인한 인명피해가 증가하면서 주거용 스프링클러 설비의 활용에 대한 의견이 제시되었으나 너무 많은 비용이 소요되기 때문에 표준형 스프링클러 설비를 주거용도에 적용하기에는 많은 어려움을 내포하고 있었다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 물 소화설비 기술에 대한 새로운 접근이 요구됨에 따라 1970년대에 미국의 FMRC(Factory Mutual Research Corporation:미국의 보험 회사가 설립한 시험연구기관)를 중심으로 선진 각국에서는 스프링클러 헤드 및 미분무수 노즐 등 물 소화설비에 대한 많은 연구가 수행되어 방호대상물의 용도 및 규모에 적합한 물소화설비의 개발에 초점을 맞추게 되었다.

2000년에 개정된 해상인명안전협약에서는 2002년 7월 이후에 건조하는 여객선 및 화물선(기존 선박은 2005년 7월까지) 기관구역의 화재진압설비로 고정식의 가스 화재진압설비, 고정 팽창 포말 화재진압설비, 미분무수 소화설비 중 한 가지 소화설비를 선택하여 전역방출방식의 고정식 소화설비 설치를 의무화하고 있어, 선박에 설치되는 조선기자재의 국산화율이 40%에 머물고 있는 현실에 비추어볼 때 본 연구의 대상인 광

+ 김성윤, 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 소화연소팀, E-mail:sukim@kfpa.or.kr, Tel:031)881-6010
++ 안병호, 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 소화연소팀, E-mail:bhahn@kfpa.or.kr, Tel:031)881-6010
+++ 김동석, 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 소화연소팀, E-mail:dkim@kfpa.or.kr, Tel:031)881-6010
++++ 김유택, 한국해양대학교 기관시스템공학과, E-mail:ytkim@mail.hhu.ac.kr, Tel: 051)410-4258

역 미분무수 소화설비의 개발은 국가적으로도 시급히 개발되어야 할 과제로 판단된다.

2. 시험장치 및 시험방법

2.1 시험장치

미분무수 소화설비의 화재시험을 수행하기 위한 시험실은 그림. 1과 같이 바닥면적이 324㎡(18m×18m), 천장 높이가 15.5m(지상에서 처마까지 높이), 체적이 약 5,200㎡이며 화재시험 중 원활한 공기 공급을 위해 개구부(2m×2m)를 가지고 있다.

모형엔진은 그림. 2와 같이 두께 5mm의 철판으로 3m(L)×1m(W)×3m(H)의 크기로 제작한다. 엔진 상부는 배기관을 모사하는 직경 0.3m, 길이 3m로 된 2개의 연통과 무늬철판 등으로 만들고, 엔진하부는 6m(L)×4m(W)×0.75m(H)의 bilge가 엔진을 둘러싸게 한다.



그림. 1 화재시험장



그림. 2 모형엔진

그림. 3은 목재 크립 화재시험 전 목재의 수분함유량을 측정하는 것이다. 그림. 4의 화재모형은 헵탄연료 1ℓ를 이용해 2㎡ 크기의 화조 내에서 A급 화재모형인 목재 크립을 점화시켜 연소시키는 화재로서 바닥에서 0.75m 위치에 모형을 설치하였다.

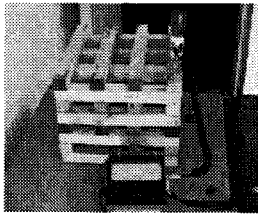


그림. 3 목재 수분측정

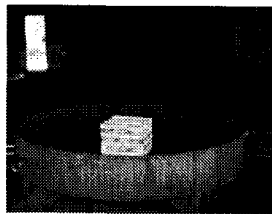


그림. 4 목재크립 화재모형

2.2 시험방법

순체적 3,000㎡ 이상인 Class 3급 기관실의 각 화재모형에 대한 소화성능을 평가하기 위하여 IMO MSC/Circ. 668 APPENDIX B를 바탕으로 다음과 같이 시험장치 및 시험조건, 시험절차에 관해 표-1과 같이 구체적인 기준을 마련하였다.

| Test No | 시험조건 | 사용연료 |
|---------|--|-------------|
| 1 | 미분무수 노즐 사이에 있는 모형엔진 상부의 저압 수평방향 분무 화재 | 상용 연료 또는 경유 |
| 2 | 모형엔진 상부의 45도 상향 연료노즐에 의해 1m 이격된 지름 12~15mm 철판에 화염이 닿는 저압 분무 화재 | 상용 연료 또는 경유 |
| 3 | 모형 엔진 측면 위치의 엔진 말단에서 0.1m 안쪽에 위치한 연료 분무 노즐에서 발생하는 저압 은폐형 수평 방향 분무 화재 | 상용 연료 또는 경유 |
| 4 | 상기 1, 2, 3 시험 중 최악의 분무 화재와 하부의 트레이(4㎡)와 모형 엔진 상부(3 | 상용 연료 또는 경유 |

| Test No | 시험조건 | 사용연료 |
|---------|---|-------------|
| 5 | ㎡) 화재 모두를 혼합한 화재 모형 엔진 상부의 고압 수평 분무 화재 | 경유 |
| 6 | 모형 엔진 측면 위치의 엔진 말단으로부터 0.1m 안쪽의 연료 분무 노즐에서 발생하는 저압 저유량 은폐형 수평 방향 분무 화재 및 바닥판 내부에 위치한 엔진 말단으로부터 1.4m 안쪽에 위치한 0.1㎡ 트레이 화재 | 상용 연료 또는 경유 |
| 7 | 모형엔진 아래 중앙부 0.5㎡ 화재 | 헵탄 |
| 8 | 모형엔진 아래 중앙부 0.5㎡ 화재 | 헵탄 |
| 9 | 엔진 배기관 중앙부 아래의 빌지판 상부 0.5㎡ 화재 | 헵탄 |
| 10 | 모형엔진 상부로부터 0.25kg/s 흐름형 화재 | 헵탄 |
| 11 | 30초간 자유 연소시간을 갖는 2㎡ 풀(pool)화재 내부의 A급 목재 크립 화재 | 헵탄 |
| 12 | 엔진 상부에 20도 기울어져 설치된 철판(30 cm×60 cm×5 cm)의 앞면 끝으로부터 수평방향으로 0.5m 위치에서 상부 저압 저유량 분무 노즐로 철판을 350℃까지 가열하는 화재 | 헵탄 |
| 13 | 모형엔진 아래 4㎡ 트레이 화재 | 상용 연료 또는 경유 |

3. 결론

순체적 4,374㎡(18m×18m×13.5m), 시험실 내부 중앙에는 엔진목함을 설치하였고, 바닥으로부터 10m 높이의 천장부에 수직하방의 미분무수 노즐 36개 및 5.5m 높이의 중간부에 엔진목함을 향하여 45도 하향인 미분무수 노즐 8개를 설치하여 화재시험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 고임 화재(pool fire), 분무 화재(spray fire) 및 흐름 화재(cascade fire)에 대한 10개의 화재모형(Test No. 6, 7, 9는 본 연구에서 제외함) 모두 기준에서 정하는 15분 이내에 소화되었으며 또한 재발화가 일어나지 않음으로써 본 연구를 통하여 개발된 미분무수 소화설비는 선박용 기관실 등에 분포된 목재류 가연물과 같은 A급 화재뿐만 아니라 경유, 헵탄 또는 절연유와 같은 B급 화재에도 소화성능을 갖는 것으로 확인되었다.

(2) MSC/Circ. 728^[1]에서는 빌지 구역에 대하여 별도의 방호시스템으로 분리할 수 있도록 하고 있으나 본 연구에서는 단일의 미분무수 소화설비 시스템으로 미분무수 노즐을 설치하여 엔진목함 하부의 풀 화재(4㎡ 경유, 0.5㎡ 윤활유)를 소화함으로써, 본 연구를 통하여 개발된 미분무수 노즐은 단일 시스템만으로도 미분무수가 차폐되어 소화가 어려운 위치의 빌지 구역 화재에도 소화성능을 갖는 것으로 나타났다.

참고문헌

- [1] MSC/Circ.728 (Amendments to the test method for equivalent water-based fire-extinguishing systems for machinery spaces of category A and cargo pump-rooms contained in MSC/Circ.668, Annex, Appendix B)