

# 미분무수 소화설비의 선박용 기관실 적용에 관한 연구

김기옥<sup>+</sup>·안병호<sup>++</sup>·양우진<sup>+++</sup>·김영한<sup>++++</sup>

## A Study on the Application of Water Mist Fire Extinguishing System to Machinery Spaces

Ki-Ok Kim<sup>+</sup>, Byung-Ho Ann<sup>++</sup>, Woo-Jin Yang<sup>+++</sup>, Young-Han Kim<sup>++++</sup>

**Abstract :** A study to evaluate the fire extinguishing performance of the water mist system inside simulated machinery spaces according to IMO MSC/Circ.668 was performed. Fire tests were conducted inside a compartment having a area 100m<sup>2</sup>(10m×10m) with a ceiling height of 10m and door opening of 2m×2m in size. Test fuels were used heptane, diesel, wood crib and mineral oil. Water mist nozzles were installed downward at ceiling and horizontally at bilge area. All fires in the test were extinguished within 15minutes of system activation and there was no reignition or fire spread.

**Key words :** Water mist, Machinery spaces, Fire test

### 1. 서론

본 연구에서는 전역방출방식 미분무 소화설비의 선박용 기관실 적용의 소화 유효성 입증을 위해 IMO MSC/Circ.668<sup>1)</sup> Appendix B에서 정하는 A급 화재(class A fire) 및 고임화재(pool fire), 분무화재(spray fire), 흐름화재(cascade fire)에 대한 B급 화재시험을 수행하였다.

### 2. 시험조건 및 방법

#### 2.1 시험실

본 미분무수 소화설비의 화재시험을 수행하기 위한 시험실은 체적이 1,000m<sup>3</sup> [10m(L)×10m(W)×10m(H)]이며 화재시험 중 원활한 공기 공급을 위한 개구부(2m×2m)를 가지고 있다. 시험실 중앙의 미분무수 노즐 사이에 선박 기관실의 엔진을 가상의 모형엔진을 설치한다.

#### 2.2 모형엔진(Engine mock-up)

모형엔진은 두께 5mm의 철판으로 3m(L)×1m(W)×3m(H)의 크기로 제작한다. 엔진 상부는 배기관(exhaust manifold)을 모사하는 직경 0.3m, 길이 3m로 된 2개의 원통(steel tube)과 무늬철판 등으로 만들고, 엔진하부는 6m(L)×4m(W)×0.75m(H)의 밑지(bilge)가 엔진을 둘러싸게 한다. Fig.1은 시험실 중앙의 미분무수 노즐 사이에 위치한 모형 엔진이다.



Fig. 1 Photo of engine mock-up

#### 2.3 연소가연물

연소가연물은 연료 트레이(tray)에 주입한 경우, 헵탄 및 윤활유와 그리고 헵탄 트레이 내부에 위치한 목재 크립(wood crib)으로 구성되며 각 화재 시나리오에 따라 모형엔진의 상부와 바닥 등에 위치한다.

#### 2.4 미분무수 시스템

본 연구의 미분무수 소화설비는 전역방출방식으로 단일유체(single fluid)의 미분무수 노즐을 Fig.2와 같이 천정부에 격자형(4m×4m)으로 9개 설치 및 밑지구역의 방호를 위하여 3m 간격으로 밑지 플레이트 아래에 6개의 노즐을 설치하여 50 bar의 압력으로 미분무수가 방사되도록 한다.

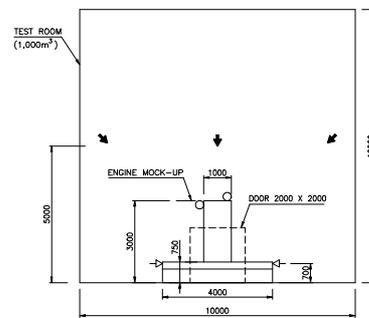


Fig. 2 Schematic of the water mist nozzles

#### 2.5 시험 지속시간

연료 점화 후 고임 화재(pool fire)는 2분간, 분무 화재(spray fire) 및 헵탄 화재는 5~15초간 그리고 A급 화재시험은 30초간 자유연소(pre-burn) 시킨 다음, 미분무수를 방사시킨다. 미분무수는 제조사 시방의 방출 시간의 50% 또는 15분 중 짧은 시간동안 방출 한다. 연료 분무의 경우 미분무수 방출이 끝난 후 15초 후에 차단시킨다.

+ 김기옥(한국화재보험협회 방재시험연구원), E-mail:kokim@kfpa.or.kr, Tel: 031)881-6010  
++ 안병호, 한국화재보험협회 방재시험연구원  
+++ 양우진, 한국화재보험협회 방재시험연구원  
++++ 김영한, 탱크테크(주)

## 2.6 화재시나리오 및 시험연료

IMO MSC/Circ. 668에서는 엔진화재를 가정한 13개의 화재시나리오로 구성되어 있으나 2005년 6월 10일 개정된 IMO MSC/Circ.1165에서는 Bilge nozzle을 설치할 수 있도록 하고 있으며 신설된 Thermal Management Test를 포함하여 총 12개의 시험항목으로 구성되어 있다. 시험연료는 경유, 헵탄, 윤활유 및 목재크립을 사용한다. 본 연구에서의 화재시나리오와 시험연료는 IMO MSC/Circ. 668의 Table 2. Test program을 적용하였다.

## 3. 시험결과 및 고찰

소화시스템 작동 후 각 화재 시나리오에 대한 소화시간은 기준에서 정하는 15분 이내에 소화성을 갖는 것으로 확인되었으며 또한 시험 후 시스템 구성요소에 대한 손상은 발생하지 않았다. 각 화재 시나리오별 소화특성은 다음과 같다.

### 3.1 고임화재(pool fire)

모형엔진 아래 중앙에 위치한 고임화재(Test No.7, 8, 13)는 발지 노즐의 화염에 대한 직접분사에 의해 26초 이내에 소화됨으로써 화염에 대한 미분무수의 직접 분사방법이 소화효과가 가장 큰 것으로 나타났으나, 발지 플레이트 위에 위치한 헵탄 연소면적 0.1㎡의 고임화재(Test No.9)는 소화시간이 5분 48초로 Test No. 6 (분무화재와 고임화재의 조합) 다음으로 소화시간이 늦은 것으로 나타남으로서 화재 크기가 시험실의 체적에 비하여 작은 것이 소화시간 지연의 주요 원인으로 판단된다.

### 3.2 흐름화재(cascade fire)

모형엔진 상부의 연료배관이 누설되는 것을 모사하여 엔진 측면을 따라 흐르는 헵탄화재(Test No.10)로서 실제 화재현상은 모형엔진 상부와 은폐된 바닥의 고임화재 및 측면의 흐름화재가 조합된 화재로서 13개의 화재시나리오 중 가장 큰 화재이다. 미분무수 소화시스템이 작동된 후 소화시간은 21초로서 다른 화재시나리오에 비하여 소화시간이 빠른 것은 시험실 체적의 크기에 비하여 화재의 크기가 커 많은 미분무수 입자가 화염에 의해 기화되어 산소농도 감소에 의한 질식 효과 및 냉각효과에 영향을 준 것으로 판단된다.

### 3.3 분무화재(spray fire)

가압된 연료배관으로부터의 분무화재로서 미분무수에 노출된 분무화재 및 화재크기가 큰(6MW) 은폐된 분무화재 모두 3분 이내의 소화시간을 갖는 것으로 나타났다. 특히 미분무수 입자가 350℃로 가열된 잠열체에 분사한 경우, 미분무수 입자가 기화됨으로써 대량의 수증기 발생과 체적팽창으로 인한 산소농도 감소의 영향이 주 소화효과로 판단된다.

### 3.4 분무화재(spray fire) 및 고임화재(pool fire)의 조합

모형엔진 측면에 위치한 배기 플레이트(exhaust plate) 아래의 수평 분무 경유화재(Test No.3 : 6MW)와 모형엔진 상부 트레이의 경유 연소면적 3㎡의 고임화재 그리고 모형엔진 바닥의 발지 구역에 놓인 경유 연소면적 4㎡의 고임화재가 조합된 화재(Test No.4)로서 소화시스템 작동 후 21초의 소화시간을 갖는 것으로 나타났다. 그러나 모형엔진 측면의 배기 플레이트(exhaust plate) 아래의 수평 분무 경유화재(1MW)와 발지 플레이트(bilge plate) 위에 놓인 경유 연소면적 0.1㎡의 고임

화재(1MW)를 조합한 화재(Test No.6)의 경우, 소화시스템 작동 후 11분 7초에 소화되어 13개의 화재시나리오 중 가장 늦게 소화된 것으로 나타났다. 이는 미분무수 입자가 모형엔진의 배기판(exhaust plate)에 의해 차폐되는 것과 화재의 크기(heat release rate)가 1MW로서 시험실의 체적에 비하여 작은 것이 소화시간 지연의 주요 원인으로 판단된다.

### 3.5 목재 가연물 화재(Class A fire)

발지 플레이트에 인접하여 바닥면으로부터 0.75 m 상부에 위치한 연소면적 2㎡의 헵탄 트레이 내부의 목재크립 화재(Test No. 11)로서 헵탄연소에 의한 화염과 목재연소에 의한 화염은 37초에 소화되었으며 목재 내부의 잔염(ember)은 3분 0초의 소화시간을 나타냄으로써 미분무수가 목재크립의 심부화재에도 소화성을 갖는 것으로 확인되었다.

## 4. 결 론

미분무수 소화설비에 대한 소화성능 평가를 위하여 MSC/Circ.668 Appendix B의 화재시험방법을 기반으로 시험방법을 정립하여 화재시험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 고임 화재(pool fire), 분무 화재(spray fire), 흐름 화재(cascade fire) 및 A급 화재(class A fire)에 대한 13개의 화재시나리오 모두 기준에서 정하는 15분 이내에 소화되었으며 또한 재발화가 일어나지 않음으로써 본 연구의 미분무수 소화설비는 선박용 기관실에 분포된 목재류 가연물과 같은 A급 화재뿐만 아니라 경유, 헵탄, 윤활유와 같은 B급 화재에도 소화성을 갖는 것으로 나타났다.

2. 동일한 체적을 갖는 구획실에서 화재의 크기가 클수록 소화시간이 빠르게 나타남으로서 미분무수 소화설비의 소화성능은 화재구획실의 단위 체적당 화재크기에 영향을 받는 것을 시험을 통하여 확인하였다.

3. 모형엔진 측면의 은폐된 구역을 방호하기 위하여 미분무수 노즐의 설치 각도를 화원을 향하여 경사시켰으며 또한 모형엔진 하부의 은폐된 발지구역의 방호를 위하여 발지 노즐을 설치함으로써 배기 플레이트 하부의 은폐화재 및 모형엔진 하부의 은폐된 발지 화재를 소화하였다. 미분무수 입자가 화염에 도달하지 못하는 은폐화재의 경우 노즐의 설치 위치와 설치각도가 소화성능에 큰 영향을 미치는 것을 시험을 통하여 확인하였다.

## 참고문헌

- [1] IMO 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.
- [2] IMO MSC/Circ.1165 Appendix B, Test method for fire testing equivalent water based fire extinguishing systems for machinery spaces of category A and cargo pump-rooms, 2005.