

# 미분무수소화설비 기술

(Water Mist Fire Suppression System Technology)

〈위험관리정보센터 제공〉

## 1. 머리말

미분무수설비는 최근 화재시험에서 환경문제를 야기함으로써 더이상 용납될 수 없거나 바라는 만큼 효과적이지 못한 현행 소방기술 즉, 종래 기술을 대체할 수 있는 가능성을 보여주었다. 미분무수설비는 전통적인 소방설비에 비해 확실히 많은 장점을 보여줄 수 있을 것이다. 파악된 몇 가지 장점은 다음과 같다.

- (1) 소화제 가격이 싸기 때문에 비교적 설비 비용이 적게 든다.
- (2) 독성이 없고 환경문제를 일으키지 않는다.
- (3) 가연성 액체 풀 화재(Pool Fire) 및 스프레이 화재(Spray Fire)를 소화할 수 있다.
- (4) 전통적인 스프링클러설비에 비해 유속을 낮춰 사용하므로 수손을 감소시킨다.
- (5) 전역방출 가스설비와 같은 특정 설비의 기능을 발휘할 수 있다(차폐, 장애가 있어 소화하기 어려운 화재)
- (6) 각종 수단으로 가동시킬 수 있다.
- (7) 전기 부도체이다.
- (8) 불활성 또는 폭발억제 설비로 사용 가능하다.

## 2. 배 경

미분무수설비는 최소 50년 동안 연구되어 왔다. 실용적이거나 상품화된 설비를 최근까지 구입

할 수 없었지만 가스화재 소화용으로 미립자 물방울을 사용한 것은 오래되었다.

미분무 기술에 대한 최근의 관심은 2가지 사건으로 인해 발생하였다.

첫째 사건은 대부분 상업용 선박의 소화설비를 개조하려는 국제해사기구(International Marine Organization) 규정이며 이로 인하여 스프링클러를 대체할 고성능(저수량), 저충격, 경량의 미분무 설비의 개발을 촉진하기에 이르렀다.

두번째 사건은 할론 설비의 단계적 철수 및 환경에 악영향을 주지 않는 전역방출 청정소화약제의 장점을 보존코자 하는 대체기술의 연구이다.

이 신기술의 현황은 할론 1301 전역방출방식을 대체하기에는 미흡하지만 선박용 스프링클러의 대체는 비교적 잘 개발되고 있다.

## 3. 미분무수란 무엇인가

NFPA가 새로 구성한 NFPA 750 미분무수 소화설비 위원회(NFPA 750 Water Mist Fire Suppression System Committe)에서는 미분무수를 1,000 $\mu$ (1.0mm) 미만의  $D_{V99}$ 로 된 물분무를 만드는 노즐/설비로 정의하고 있다.

이는 노즐/설비에서 방수하는 물 부피의 99%가 직경 1.0mm미만의 물방울이어야 한다는 의미이며  $D_{V99}$  즉, 5.0mm(5,000 $\mu$ )인 종래의 스프링클러설비와 비교해 볼 수 있다.

#### 4. 미분무수는 어떻게 작용하는가

미분무수소화설비는 소화하는데 비교적 작은 (500 $\mu$ m 미만) 물방울 분무에 의존한다.

이론적으로 매우 작은 물방울(100 $\mu$ m 미만)은 극히 낮은 낙하속도를(중단속도) 가지는데 이것이 전역방출가스의 특성과 같이 장애물 주위를 움직이면서 소화한다.

또한, 이 작은 물방울은 체적 대비 표면적이 크기 때문에 우수한 열전달 특성을 가진다.

주요한 메카니즘은 다음과 같다.

- ◇ 기상냉각(전역방출 불활성가스와 같음)
- ◇ 수증기 팽창에 의한 산소 희석
- ◇ 연료표면의 가습/냉각

#### 5. 현행 기술

〈표 1〉에 현행 주요 소화용 미분무수설비 제조사를 소개하였다. 그림 1에서 선정된 몇 개의 노즐을 표시하였다. 이 제조업자들은 특별한 하드웨어를 연구 발전시키는 단계에 있다.

〈표 1〉에 설비의 미분무(미분무화방법) 제조방법 및 작동방법이 표시되어 있다.

현행 기술에서 사용되는 미분무화 방법은 충격노즐, 공기 또는 가스미분무화 및 고압 오리피스노즐의 사용을 들 수 있다. 기동방법으로는 연기,

열감지기, 열기동장치, 수동기동장치 등이 있다.

미분무화 방법은 가격 뿐만 아니라 설비의 소화능력을 나타내게 된다.

왜냐하면 고압력 단일유체 설비는 B급 화재 및 연소방지에 탁월지만 A급 심부화재를 소화하기는 매우 어렵다.

저압 단일 및 2성분유체 설비는 좀 더 큰 물방울을 만들어 내며 A급 화재의 소화에는 탁월하지만 연소방지/화재를 차단하기에는 어렵다.

가격으로 말하자면 미분무수 설비는 기상 할론 대체물질보다는 비싸지 않지만 종래의 스프링클러 설비보다는 훨씬 비싸다(3배 가량).

미분무 설비는 다양한 방법/기술로 작동시킨다. 감지기 작동 방법(연기 또는 열)은 연기 및 열피해를 최소화 하기 위한 조기탐지를 목적으로 한다. 그러나 불행히도 감지방향이 예민할수록 경보/설비의 오작동 위험은 크다. 자동스프링클러를 사용하는 것과 같은 열감지 방법은 단순하지만 이를 작동할 하드웨어 설치에 비용이 들며 이것의 불리한 점은 열 또는 연기감지기로 기동하는 장치보다도 그 크기가 훨씬 커지게 된다.

수동감지/기동장치는 설비를 가장 잘 제어할 수 있지만 항상 사람이 감시해야 하는 공간이 필요하게 된다. 적절한 기동방법의 평가는 설비의 성능 및 설치 요구사항에 따라 케이스 바이 케이스

〈표 1〉 미분무수 소화설비 제조업자

회 사 명	국 가	미분무화 방법	작 동 방 법
ADA 테크놀로지	미 국	공기 미분무	수 동
FSI/Kidde Graviner	영국/미국	"	연기 또는 열감지기/수동
Kidde Fenwal	"	"	"
Ging Kerr(BP)	영국, 덴마크, 노르웨이	공기 미분무	"
Semco	영국/덴마크	고 압	휴지블링크 또는 그라스밸브/수동
Merioff Hi-Fog	핀 랜 드	"	"
Microguard-Unifog	독 일	"	"
Reliable Automatic Sprinkler	미 국	"	연기 또는 열감지기/수동
Securipex(BP)	카 나 다	공기 미분무	"
Grinnel	미 국	충 격	휴지블링크 또는 그라스밸브/수동
GW Sprinkler	덴 마 크	"	"

스로 할 필요가 있다.

### 4. 장비 능력

일반적으로 특정 미분무수설비의 효능은 충분히 작은 물방울 크기를 생성하는 것 뿐 아니라 방호구역 전체에 물방울을 “임계밀도”로 방사함에 좌우된다. 소화에 필요한 물방울의 “임계밀도”는 광범위하게 승인되고 있으나 아직도 측정되고 있다는 사실에 주목해야 한다. 방호구역 전체에 이와같이 임계 미분무수를 방사하는데 기여하는 요소는 운동량(Momentum) 및 분무분사의 혼합특성, 그리고 방호구역의 형상, 특성 뿐만 아니라 분무패턴의 형상 및 물방울의 속도, 크기로 구성된다. 그러므로 미분무수는 소화제라기 보다는 설비와 연관지어 평가해야 한다. 실험결과 미분무수설비는 많은 경우에 있어서 종래의 스프링클러보다 적은 양의 물을 사용하는 고효율 스프링클러와 유사한 기능을 발휘한다는 것이 밝혀졌다.

미분무 설비의 현행기술의 한계는 차폐되거나 장애가 있는 A급 심부화재를 완전히 소화할 수 있는 능력이 없다는 것이다.

A급 화재에 관련한 소화근란은 본 설비가 연료 표면을 적절히 적셔주지 못함으로써(저유속 사용에 기인) 모든 백열/훈소 잔화를 완전히 소화할 수 없다는데 있다.

대부분의 화재시험에서 불꽃연소는 소화/제거

되지만 백열 잔화는 그대로 남아 있다.

차폐 또는 장애가 있는 화재에 대한 소화의 어려움은 노즐의 분사패턴에서 멀리 떨어진 지역의 미분무수 밀도가 현저히 감소하는 경향 즉 미분무(High Mist)수의 낙하손실(중력에 기인)과 관련되어 있다. 그러므로 미분무기술은 기상(Gas Phase)의 소화약제와 마찬가지로 장애가 있는 화재에 대해서는 소화능력을 발휘하지 못할 수도 있다.

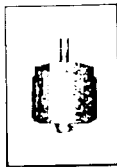
### 7. 적용 가능성 및 관련 연구

오늘날까지 대부분의 연구 및 시험이 해사(海事)에 우선적으로 초점이 맞춰져 왔으나 일반사업에도 광범위한 적용 가능성이 있다는 것을 알았으며 이에 대한 적용 가능성 및 연구프로그램이 다음의 분야에서 실시되었다.

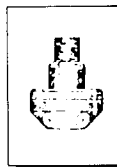
- (1) 해사분야 적용 - 숙소공간, 가스/증기터어빈 기계류 설치 공간.
- (2) 전기설비 설치 공간 - 통신기기, 컴퓨터실의 바닥 공간.
- (3) 가연성 액체 저장시설 - 도장부스, 페인트 라카실.
- (4) 물에 민감한 장소 - 박물관, 도서관, 지하저장소, 예술품/희귀서적 저장소 등
- (5) 항공기 - 화물칸, 승무원 및 객실, 엔진.
- (6) 주택
- (7) 경급 및 중급 위험지역 (소화용수 급수가 제



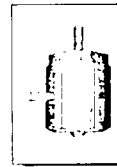
Manoff  
Multi-Purpose  
Nozzle



Kidde Fenwal  
Mist Nozzle



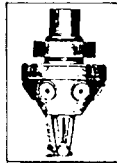
Semco  
Manne  
Sem-Safe



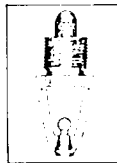
Secunplex (BP  
Technology)



Microguard  
Unfog



Manoff  
Cabin /  
Compartment  
Nozzle



Grinnell  
Aquamist  
AM-10



GW  
Sprinkler

〈그림 1〉 미분무 노즐

한되는 지역)

(8) 폭발억제

8. 인증/규제

상품화된 많은 설비가 제한된 용도로 해외 인증 기관에서 인증을 받고 있다.

인증의 대부분은 유럽의 시험소(ST 및 VTT) 및 IMO의 SOLAS(Safety of Life at Sea)규정과 관련되어 있다.

미국에서는 인증시험 및 기준화작업이 진행 중이다. 새로 구성된 NFPA위원회인 NFPA 750 미분무수소화설비위원회(Water Mist Fire Suppression Committee)는 미분무수 설치에 대한 기준안 초안을 마련하였다. 본 기준은 보스턴에서 열릴 NFPA 1996 연차총회에서 채택될 예정이며 1995년 8월에 나온 기준채택 신청안으로 NFPA 보고서에 발표되었다.

미국의 시험/인증시험소에서 관계하는 한 FMS(Factory Mutual Research Corporation)가 미분무설비/적용 인증/등록을 최초로 발표하였다. 본 인증은 특정설비 및 가스터어빈에 한하여 엄격히 적용되고 있다.

UL은 해사의 범위내 적용으로써 “소화설비용 미분무수소화설비 스탠다드 UL2167”을 최근(1994. 7) 발표한 바 있다. 이 문서는 언제 종결될지 확실치 않지만 UL은 본 기준에 대한 인증시험을 활발히 실시하고 있다.

9. 팽창 방

미분무수설비는 대체로 2가지 분야 즉 할론 1301 전역방출설비 및 종래의 스프링클러설비 대체용으로 고려되고 있다. 스프링클러 대체용은 잘 개발되어 상품화되고 있고, 할론 1301 전역방출 방식설비 대체는 현재 진행되고 있지만 그 한계성은 이미 나타나 있다. 미분무수설비는 A급 심부 화재 및 차폐/장애가 있는 화재의 소화에는 어려

움이 있다. A급 화재 소화의 어려움은 본 설비가 연료 표면을 적절히 적셔주지 못하는데 있다(저유속 사용에 기인). 차폐 또는 장애가 있는 화재를 소화하는데 대한 어려움은 노즐의 분사 패턴에서 멀리 떨어진 지역의 미분부수 밀도가 현저히 감소하는 경향 즉, 고 미분부수의 낙하손실(중력에 기인)과 관련이 있으며, 이것이 차폐/장애가 있는 화재에 대한 본 설비의 능력을 제한하고 있다. 긍정적인 면은, 본 미분무수설비로 소화되지 않는 화재공간은 당해 구조물 전체가 위험하지 않을만큼 냉각되기 때문에 화재의 확산을 방지할 수 있다는 점이다.

본고에서 제시된 미분무수설비의 적용 가능성은 요철이 심한 방호물에 최적임을 제시한다. 오늘까지 연구 및 인증을 위한 노력이 매우 상세히 이루어져 왔으나 미분무수 방사와 화염 상호간에 발생하는 문제에 대한 이해가 진척되지 않는다면 의심할 여지없이 장래에도 그와같은 노력은 계속될 것이다.

미분무수설비의 주요 난제는 설계 및 엔지니어링에 관한 문제이다.

이 문제는 중력 및 방호물 표면의 소화제 퇴적이 분무밀도를 고갈시키지만 어떻게 방호구획 전체에 적절한 크기의 물방울을 적정한 밀도로 유지시키고 방사하며 생성시키느냐 하는 것이다. 불행히도 이러한 매개 변수를 설계할 이론적인 근거가 현재로서는 없다는 것이다. 설비 설계의 매개 변수를 케이스 바이 케이스로 대규모 시험 데이터에서 추정할 수 밖에 없다. 이것은 기준제정 및 인증기준을 만드는데 특별한 문제를 제기한다. 미분무수소화와 관련한 기본지식의 결여 및 분무의 분산에 관한 정보 결핍 때문에 결국 미분무수설비는 가까운 장래(1~2년)에 좀더 일반적인 타입의 승인이 이루어지고 특정 위험에 대한 평가 및 인증이 이루어질 것으로 보인다.

(SFPE Bulletin, Fall. 1995 참조)