

이동식 미분무수 소화장비의 소화능력 향상에 관한 연구

공 하 성* · 김 중 진**

*청운대학교 건축설비소방학과 · **(주)윈

A Study on Improving Extinguishing Capacity
of Mobile Water Mist Equipment

Ha-Sung Kong* · Jong-Jin Kim**

*Dept. of Building Equipment & Fire Protection System, Chungwoon University

**Win CO., LTD.

Abstract

This research has so far found out problems including the second damage of extinguishant and the short time of emission when using the existing dry chemical extinguisher and gas type extinguisher, and impossibility of constant extinguishing due to the inability of recharge at the field. To solve such problems, a mobile water mist system was developed and used. However, it is judged that more improved mobile water mist system is necessary because the force of the fire changed diversely and remote villages in mountains or islands where the force of fire extinguishing is short or delayed, require high capacity of fire extinguishing. Therefore a new equipment was developed and tested focusing on the improvement of extinguishing capacity and the performance of extinguishing was found out to be improved, compared to the existing mobile water mist system. It also showed a superior extinguishing capacity to dry chemical extinguisher or gas type extinguisher. Afterward an additional research is required of simplification of equipment, price cutting and the development of additive to enable high performance even with just small extinguishant.

Keywords : Mobile water mist equipment, Dry chemical extinguisher, Gas type extinguisher, Extinguishant

1. 서 론

화재진압에 있어서 물은 현재 사용되는 소화장비 이전에 진화 인력이 사용하는 가장 우수한 소화약제였다. [11]

그러나, 고도로 산업이 발전함에 따라 화재의 크기 및 종류가 다양하게 발생되어 이에 적용할 수 있는 소화 장비와 약제가 강구되었기 때문에 소화약제로서의 물은 다양한 화재의 적용에 있어서 그 범위가 제한적으로 되어졌고, 일부 소화장비에 의한 2차 수손피해가 발생되었다. 더욱이 소화장비에 사용되는 가스계열의 Halon은 몬트리올 의정서에 의한 2010년부터 사용이 금지되고 CO2는 교토의정서에 의해 사용량 규제가 있

어서 친환경적인 소화약제를 사용하는 소화장비의 개발이 절실히 요구되었다

이러한 요구에 따라 물을 미립자 형태로 방사하는 미분무수 소화설비가 개발되었다. 이 설비는 적용범위가 ABC급 화재에 모두 적용할 수 있고, 약제를 쉽게 구할 수 있을 뿐만 아니라 가격이 저렴하다.

최근 이러한 성능을 갖는 미분무수 소화장비에 대한 연구가 국내외적으로 활발이 이루어져 기존의 분말 및 가스계 소화기 사용으로 인한 약제의 2차 피해, 짧은 방사 시간, 현장 재충전 불가능으로 인한 지속적인 소화활동이 가능하지 않는 등에 대한 문제점을 해결하고자 이동식 미분무수 소화장비가 개발되었으나, 소화성

† 교신저자: 공하성, 충남 홍성군 홍성읍 산 29번지 청운대학교 건축설비소방학과

M · P: 041-630-3300, E-mail: fire@chungwoon.ac.kr

2009년 1월 접수; 2009년 3월 수정본 접수; 2009년 3월 게재확정

능기준이 미약하여 사용되는 화재의 범주로는 초기소화 및 단시간 소화활동에 한하여 사용되어 왔다.

하지만, 급격한 화재의 변화와 높은 소화능력이 요구되는 소방력이 미치지 못하거나 지연되는 산간 도서벽지, 문화재, 사찰, 선박 등에서 활용하기에는 무리가 따른다.

따라서 본 연구에서는 소방력이 미치지 못하거나 지연되는 지역에서 다양하게 발생하는 화재에 적용하기 위하여 환경친화적이고 경제적인 물을 활용한 이동식 미분무수 소화장비에 대하여 비교분석한 후 그에 맞는 국내외 소화장비의 기술적 동향을 고려하여 시제품을 제작하였다. 그리고 제작된 시제품으로 실험을 통한 진화장비의 효율적인 활용도를 제시하고자 한다.

2. Water Mist의 이론적 배경

2.1 정 의

환경친화적인 물을 응용한 소화약제인 Water Mist(미분무수)는 그 형태를 “SFPE Handbook of Fire Protection

Engineering”에서 크기가 1.0mm를 초과하는 액적이 포함되어 있지 않은 미세한 분무수로 정의하고 있지만, 기술개발로 인한 미분무수의 크기가 1.0mm이하로 작아지고 있어서 기준이 명확하지 않은 상태이다. 그러나 그 성능은 확산화염을 냉각 및 소화시키는데 있어서 괄목할만한 성과를 거둔바가 있다.

2.2 특징

Water Mist는 <표 1>과 같이 현행 국가화재안전기준(NFSC)의 소화약제와 비교 하였을 때 순수한 물을 소화약제로 사용함에도 불구하고 ABC급 화재에 적용이 가능한 장점을 가지고 있다.

2.3 소화원리

Water Mist의 소화원리는 기상냉각, 산소고갈 및 인화성 증기 희석, 가연물 표면의 적심 및 냉각으로 구분되어지고 그에 대한 설명은 <표 2>와 같다.

<표 1> 현행 NFSC의 소화약제와 Water Mist의 비교[3]

모델 구분	기존 소화약제			Water Mist
	가스계		수계	
	HALON	CO ₂		
인명피해	독성	독성	없음	없음
환경파괴	오존층파괴	지구온난화	없음	없음
화재진화	A,B,C	A,B,C	A	A,B,C
단점	밀폐가 되지 않으면 소화 불가		2차 수손 피해	적음
	잠열에 의한 재발화시 대책 없음			

<표 2> Water Mist의 원리[12]

원리	설명	
기상 냉각	물의 증발로 인해 화염 및 고온 가스로부터 열을 제거하는 방법	
산소 희석 및 인화성 증기 희석	국소차원	물방울이 증기 상태로 전환됨에 따라 물이 차지하는 체적이 수천배에 걸쳐 증가하게 된다. 화염내에서 물의 증발이 일어나면, 화염으로 혼입되는 산소를 방해할수도 있다.
	구획실차원	Water Mist와 화염, 고온가스, 고온표면 간의 상호작용으로 인해 발생하는 증기발생은 해당공간내의 산소농도를 현저히 저하 시킬 수 있다.
가연물 표면의 냉각	가연물표면 상의 증기/공기 혼합기체의 온도를 연소 하한계까지 저하시켜 화염을 소멸하게 하는 것.	

3. 국내외 기술 동향

최근 국제해사기구 (IMO, International Maritime Organization)에서는 환경친화적이고 경제적인 소화약제의 물을 활용한 미분무수 소화장비의 개발이 이루어지고 있으며 이에 대한 적용분야도 연구되어지고 있다.

또한 국내에서도 Water Mist방식을 활용한 장비를 개발하여 일부 자진 설비개념으로 사용되고 있고, 현재는 도입에 필요한 여러 가지 연구를 하고 있는 중이다.[1]

3.1 국내 기술동향

3.1.1 A사

A사의 이동식 미분무수 소화장비는 유효 방출량 30ℓ/min 및 유효압력 130bar의 성능을 갖는 펌프와 편리성과 디자인을 고려한 조작부, SUS(Steel, Use, Stainless) 외형, SUS 물탱크 및 이동식 손잡이로 구성되어 있다.

특징으로는 화재크기 및 진압조건에 따라 사용방법을 선택할 수 있다.[7]

3.1.2 B사

B사의 이동식 미분무수 소화장비는 Water Mist를 분사하기 위한 Gun 형태의 노즐과 연동하여 사용하도록 되어있고, 장치의 사양을 구분하여 기술하면 물탱크에 충수된 180ℓ의 물을 30ℓ/min의 용량을 갖는 가압장치의 펌프에 의하여 작동시 Water Mist Gun의 노즐을 통하여 10~25ℓ/min 범위의 용량이 살수되며, 노즐에 발생하는 작동압력범위는 80~100bar 범위에서 살수되는 SMD(Saunter Mean Diameter)는 60~80μm정도이다.[9]

3.2 해외 기술동향

3.2.1 독일

독일 이동식 미분무수 소화장비의 구성요소는 Water Mist Gun과 전원함(Power Pack)으로 되어 있다. 전원함은 양수펌프와 발전기 그리고 물탱크로 이루어졌다.

양수펌프는 150bar의 고압을 생성하여 미분무수를 분출할 수 있도록 하고, 발전기는 가솔린으로 작동하며 용량은 5PS정도이며, 양수펌프를 가동시키는데 충분한 동력을 전달한다. 물탱크는 36ℓ를 충수할 수 있으며 3분간 화재진압이 가능하다. 일반 수도와 연결하여 물을 충수(充水)할 수 있기 때문에 화재 진압시 수원 확보의 용이성과 충수가 편리하다.[11]

3.2.2 인도

인도의 이동식 미분무수 소화장비 중 Water Mist Gun에서 분사되는 Water Mist는 열에너지를 급속하게 흡수하고 연료회석과 산소진지변환과 복사열을 막는 기능을 한다. 또한 중심부의 분사구에서는 열에너지를 급속하게 흡수할 수 있도록 하고 Water Mist의 분사거리를 길게 한다. 펌프를 활용한 이동식 미분무수 소화장비는 Water Mist Gun과 연계하여 사용할 수 있다.

특징으로는 높은 신뢰도 및 즉석가동이 가능하고, 소형이며, ABC급 화재에 적용이 가능하다. 또한 각 화재의 규모에 따라 진화의 상태변화가 가능하고, 많은 양의 수원과 고압에 견디는 호스가 없어도 협소한 공간에서 사용하기 편리하다.[5]

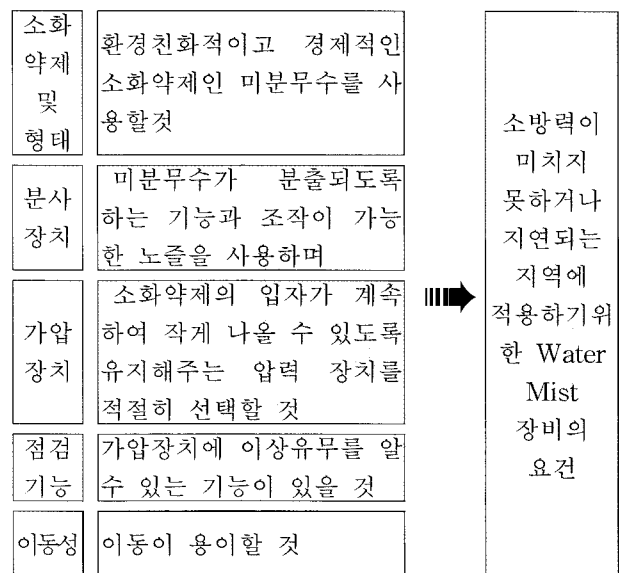
3.3.3 대만

모터식과 발전기식이 있으며 Water Mist Gun과 연결하여 사용한다. 발전기는 5PS정도이고 총무게는 117kg이며, 물탱크는 70ℓ를 충수 할 수 있다. 분사방식에는 Mist 분사 및 Jet 분사로 분사거리는 5~12m 이고, 이때 미분무 Gun의 압력은 100bar이며, 5~15ℓ/min을 방출한다. 호스길이는 20~75m 정도이다. [6]

4. 이동식 미분무수 소화장비의 설계

국내의 동향을 고려하여 <표 3>의 이동식 미분무수 소화장비의 요건을 바탕으로 소화약제 및 형태, 분사장치, 가압장치, 점검기능, 이동기능에 대하여 각 부분별로 구상하여 설계하였다.

<표 3> 이동식 미분무수 소화장비의 요건



4.1 소화약제 및 형태

소화약제는 기존에 비치된 분말소화기 또는 가스계 소화기와 같이 ABC급 화재에 모두 적용이 가능해야 하며, 현장 재충전과 소화약제에 의한 2차 피해가 없어야 하기에 현재 국내외적으로 연구 중인 물을 소화약제로 구상하였다.

4.2 분사장치

Water Mist의 원리를 화세에 적용하기위한 분사장치의 기능적 원리를 3부분으로 가정하여 <그림 1>과 같이 구상하였다.

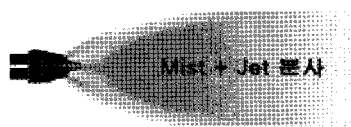
<그림 1(a)>는 분사장치의 Mist 분사형태로 넓은 범위에 분사가 가능하도록 하는 원리이다. <그림 1(b)>는 분사장치의 Jet 분사형태로 좁은 범위의 빠른 소화와 장거리소화가 가능하도록 한다. <그림 1(c)>는 Mist 분사형태와 Jet 분사 형태를 겸용한 것으로 넓은 범위와 장거리 소화가 가능하다.



(a) Mist 분사 가상도



(b) Jet 분사 가상도



(c) Mist+Jet 분사의 가상도

<그림 1> 미분무수의 원리를 적용하기 위한 분사장치의 기능적 역할

4.3 가압장치

가압장치는 화재진화시 일정한 분사압력 유지와 기능적 원리를 고려한 펌프를 활용하는 것으로 하였다.

그러나, 가압능력이 펌프 사양별로 다를 수 있으므로, <표 4>와 같이 분무압력성능, 내구성능, 가압장치의 구동으로 구분하여 제시해 보았다.

4.4 점검기능

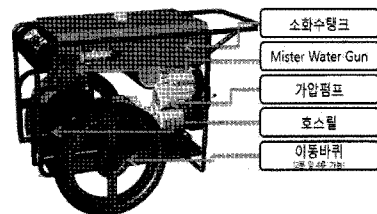
점검기능에는 기기의 장시간 작동을 고려하여 과열·과압시 경보와 물탱크 저 수위 및 고수위시 경보를 발하는 기능을 고려하였다. 이는 과열 또는 과압 발생시 엔진정지등의 보호조치와 물탱크 고수위시 차단과 저수위시 엔진정지를 함으로써 기기의 보호와 동시에 진화인력으로 하여금 충수를 유도하도록 하고, 진화인력의 교대주기를 알려주도록 한다.

4.5 이동성

이동성 기능에서는 화재시 소방도로가 없는 곳에서도 활용할 수 있도록 2륜 또는 4륜바퀴를 장착하였다.

5. 이동식 미분무수 소화장비의 도안

<그림 2>는 이동식 미분무수 장비의 도안으로 이동바퀴가 장착되어 있고, 수레식 손잡이가 있어서 화재진원지까지 이동이 용이하며, 2륜 자동차와도 연계하여 활용할 수 있다.



<그림 2> 이동식 미분무수 소화장비의 도안

<표 4> 가압장치의 성능에 대한 구분과 기능적 기준

성능에 대한 구분	기능적 기준
분무 압력 성능	분무압력이 60~150Pa의 범위 내로 유지 할 것
내구성능	30 l/min 의 분무량을 기준으로 하여 최대 가압능력인 상태로 1시간동안 작동시키는 경우 분무압력이 일정하게 유지되고, 기능에 이상이 생기지 아니 할 것
가압장치의 구동기능	배터리의 자동기동 및 수동기동이 가능 할 것

6. 이동식 미분무수 소화장비의 시제품 제작

이 시제품은 <표 5>와 같이 각 부분별로 구분하여 그 부분에 맞는 사양을 제시하여 <그림 3>과 같이 시제품을 제작하였다.

7. 실험 구성 및 방법

실험에 있어서 전체적인 기능과 <표 5>에 제시되어 있는 각 부분별 사양에 대하여 검증하기 위하여 한국기계연구원에서 실험을 실시하였다.

7.1 실험 구성

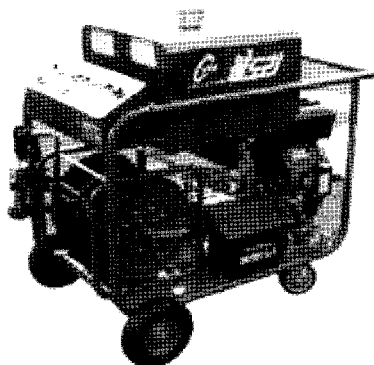
실험 구성에 있어서는 소방력의 미치지 못하거나 지

연되는 곳에서의 소화활동을 한다는 가정하에서 최소의 인력으로 소화장비의 활용성을 확인하기 위한 Water Mist Gun의 사용편리성 및 유량 그리고 작동시 일정 분사압력에 의한 견고함이나 가압장치를 시험하기 위하여 <그림 4>와 같이 이동식 미분무수 소화장비와 직경 3m의 포집장치를 구성하였다.

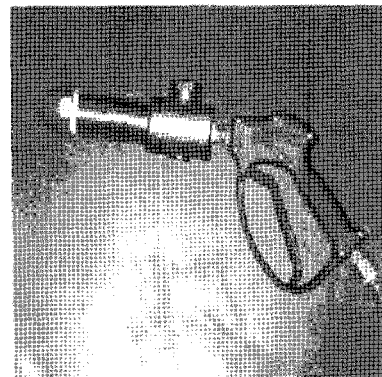
소화 성능면에 있어서는 현재까지는 이동식 미분무 소화장비에 관한 소화능력단위 산정에 관한 기준이 정해져 있지 않아서 이 장비를 수동식 소화기의 한 종류로 분류하여 수동식소화기의 검정기술기준(KOFEIS 0101)상의 소화능력시험을 준용하여 실험을 하였다. A급 화재 발생시 분말소화기와 동일한 적용가능성 여부와 소화 성능 단위를 비교하기 위하여 수 KOFEIS 0101 제4조에 의하여 <그림 5>와 같이 A급 소화능력 시험모형을 만들어 구성하였다.

<표 5> 이동식 미분무수 장비의 부분별 사양

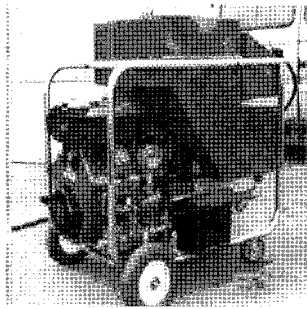
구분	사양
소화수탱크	재질: SUS
	소화수 용량 : 100 ℓ
미분무수 건	미분무 소화장비
	재질 : AL70+SUS
	유량 : 20 ℓ/min 무게 : 2.5Kg
가압펌프	유량 : 30 ℓ/min
	최대압력 : 140 Bar
호스릴	길이 : 3/8''×50M
분사방식	Mist, Jet Mist+Jet
이동 방식	4륜 또는 2륜바퀴 장착가능



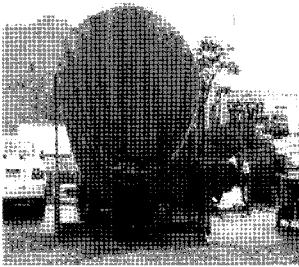
<그림 3> 이동식 미분무수 장비의 시제품



(a) Water Mist Gun



(b) 이동식 미분무수 소화장비

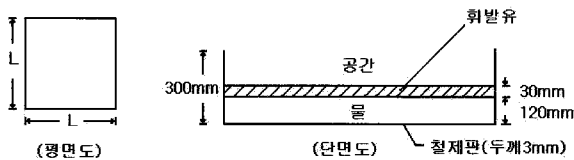


(c) 포집장치

<그림 4> 이동식 미분무수 소화장비의 실험구성



<그림 5> A급 소화능력 시험모형



<그림 6> B급 실험을 위한 연소대

또한, B급 화재 발생시 가스계소화기와 동일한 적용가능성 여부와 소화성능 단위를 비교하기 위하여 KOFEIS 0101 제5조에 의한 연소대를 <그림 6>과 같이 구성하였다.

7.2 실험방법

실험 방법으로는 Water Mist Gun의 성능시험과 그 성능을 유지시켜주는 가압장치 그리고 화재시 다각도 및 장거리 방어선 구축에 사용할 수 있는 호스릴, 소화

장비의 이상 발생시 이를 알려주는 경보 및 안전장치 등 각 부분별로 실험하였으며, A급 및 B급 화재로 분류하여 화재진압시의 성능을 확인하였다.

7.2.1 Water Mist Gun

Water Mist Gun은 사용자가 편리하도록 중량이 가벼워야하고, 그 유량 측정에서는 작동압력의 하한값과 상한값을 정하여 분사패턴을 미분무수와 Jet 분사를 동시에 작동하여 측정하였으며, 미분무수와 Jet분사로 구분하여 직경 3m인 포집 장치에 미분무수를 발포하여 실험하였다. 동시에 분무압정실험에 있어서는 미분무수를 이용해 확산화염을 냉각 및 소화시키는데 괄목할 만한 성공을 거둔바 있는 SFPE에 제시된 직경 300 μ m 미만인 것 보다 최대직경을 조율하였다. 또한 분사거리를 실험함에 있어서도 유량측정과 같이 분사패턴을 각각 적용하였고, 소화발포 대기중에 장비가 작동하는 것을 고려하여 관창의 개폐밸브가 닫은 상태에서 일정시간을 두어 내압(비작동시)으로 인한 누설과 균열 또는 손상 등의 이상 유무에 관한 적합성에 관하여 실험하였으며, 관창의 개폐밸브가 개방상태에서는 분사패턴을 적용하여 균형 및 손상의 유무에 관하여 실험 하였다.

7.2.2 가압장치

가압장치는 가압능력, 내구성능, 기타성능으로 세부적으로 분류하여 실험하였다. 가압능력에 펌프사양별로 다를 수 있으나 일정 기준 분사량을 30 ℓ /min 로 분무하는 경우, 분무압력이 60~150Pa의 범위 내에 유지하는 적합성의 시험을 하였고, 내구성능에 있어서는 최대 가압능력인 상태로 1시간동안 작동시키는 경우 분무압력이 일정하게 유지되고, 기능에 이상이 생기지 아니하는 적합성에 대하여 실험을 하였다. 기타성능으로는 가압장치의 구동에 있어서 배터리의 자동기동 및 수동기동을 함에 있어서 적합성의 유무에 대하여 시험하였다.

7.2.3 호스릴

화재구역의 다각도 진압 및 방어선 구축시 50m의 호스릴에 10kg이하의 힘으로 당기어 쉽게 조작 할 수 있는 유무성에 대하여 시험하였고, 내압시험을 하여 누설되거나 균열 또는 손상 등의 이상유무에 대하여 실험하였다.

7.2.4 경보 및 안전장치

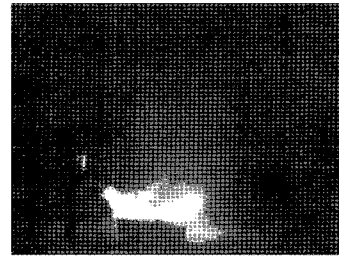
경보장치에서는 화재진압시 기기의 과열·과압시 경보와 물탱크 저수위 및 고수위시 경보를 적절하게 발하는 적합성에 관하여 시험하였고, 이에 대한 안전장치 기능에 있어서 과열 또는 과압 발생시 엔진정지 등의

보호조치와 물탱크 고수위시 차단과 저수위시 엔진정지에 대한 적합성에 대하여 시험하였다.

7.2.5 소화성능

소화성능에서는 A급 소화성능과 B급 소화성능으로 분류하여 실험하였다. A급에서는 KOFEIS 0101 제4조에 의하여 준비된 최초모형에서부터 차례로 착화시킨 상태에서 3분경과 후 착화시킨 순서대로 소화를 실시하여 모형에 잔염이 있을 때에는 다음 모형에 대한 소화를 할 수 없고, 소화기 조작자는 방화복을 착용하지 않으며 풍속은 무풍상태(0.5m/s이하)이어야 하며 방사 완료 후 2분 이내에 다시 불타지 않는 것을 고려하였다. 이때 소화방식으로는 미분무수와 Jet 분사기능을 동시에 활용하여 분사압 100Pa상태에서 시험을 하였다.

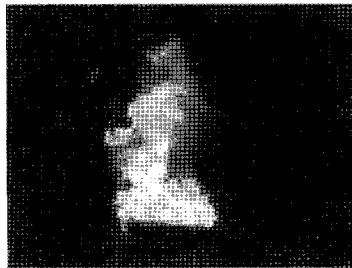
B급에서는 KOFEIS 0101 제5조에 의하여 제작된 연소대의 모형을 번호수치가 큰것부터 작은순으로 평면상에 일직선으로 배열하고 간격은 상호 인접 모형 중 번호의 수치가 큰것의 한변의 길이보다 길게 한다. 점화는 큰 모형부터 순차적으로 불을 붙이되 시간 간격은 두지 않는다. 소화는 불을 붙인 후 1분 후부터 시작하되 잔염이 있으면 다음 모형으로 진행할 수 없고, 무풍상태에서 방화복을 착용하지 아니하고 소화를 하여 1분 후 다시 불타지 아니하도록 실험하였다.[2]



(a) B급 소화성능 시험 모형의 점화

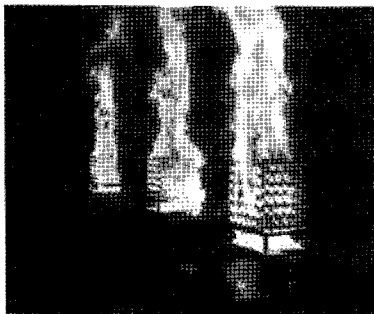


(b) B급 소화성능시험 모형의 점화 후 1분경과



(c) B급 소화성능시험 모형의 소화

<그림 8> KOFEIS 0101 제5조에 의한 B급 화재실험



(a) A급 소화성능 시험모형의 착화



(b) A급 소화성능 시험모형의 진화

<그림 7> KOFEIS 0101 제4조에 의한 A급 화재실험

8. 실험 결과

8.1 Water Mist Gun

<표 6>과 같이 관창은 사용자의 편의성을 위한 1.7kg의 중량을 나타내었고, 유량은 1m 떨어진 위치에서 미분무수와 Jet분사 기능을 동시에 적용한 최대분사 조건 상태에서 80Pa에서 17.5ℓ/min, 100Pa에서 19.9ℓ/min, 120Pa에서 21.4ℓ/min의 각 분무압정별로 유량을 확인하였으며, 유량측정시 분무압정별로 80Pa일 때 SMD 104μm, 100Pa일 때 SMD 104μm, 120Pa 일 때 SMD 98μm을 측정하였다. 그리고 분사거리는 미분무수 기능설정 상태에서는 관창에서 분출되는 분무압은 114Pa에서 5m, Jet 분사 기능설정 상태에서는 분무압 120Pa에서 7m, 미분무수와 Jet분사 기능을 동시에 적용한 상태에서는 분무압 110Pa에서 5m의 실험값을 얻었다. 또한 내압시험에 있어서는 207Pa에서 5분간 유지하여 장비에 이상이 없음을 확인하였고, 작동압력시험에서는

미분무수기능과 Jet 분사 기능을 동시에 적용한 최대 분사조건 상태에서 180Pa에서 30분간 작동하여 이상이 없음을 확인하였다.

내압시험결과 207Pa에서 5분간 유지하였을 때 이상이 발생되지 않음을 확인하였다.

8.2 호스릴

<표 7>과 같이 호스릴 기능성에 대한 시험은 화재 진압시 다각도 진압 및 방어선구축을 위하여 감긴상태에서 10kg의 장력을 실시하여 쉽게 조작되는 적합성을 보였다. 또한 관창과 결합하여 작동되는 것을 고려하여

8.3 가압장치

가압장치는 <표 8>과 같이 분무량을 30ℓ/min로 분무하는 경우 분무압력이 60~150Pa의 범위 내에서 작동여부에 대한 적합성을 확인하였다. 또한 1시간 동안 가압장치를 작동시켜 내구성능에 이상이 발생되지 않음을 확인하였다.

<표 6> 관창 실험결과

평가항목	평가기준	시험결과	비 고
중량	2.5kg이하일 것	1.7kg	-
유량	작동압력범위의 하한값에서 20ℓ/min 이상 작동압력범위의 상한값에서 30ℓ/min 이하	80Pa : 17.5ℓ/min 100Pa : 19.9ℓ/min 120Pa : 21.4ℓ/min	최대분사조건 (미분무수+Jet분사)
분무압력	작동압력범위의 하한값 또는 상한값으로 분사하는 경우, 분무입자경이 50μm이상 200μm이하일 것	미분무수 분사조건, 관창에선단에서 1m 떨어진 위치 80Pa : SMD 104μm 100Pa : SMD 104μm 120Pa : SMD 98μm	-
분사거리	작동압력범위의 값으로 분사하는 경우, 0m에서 포집된 분무수량의 50%가 포집되는 지점까지의 분사거리	미분무수 분사거리 (114Pa):5m Jet 분사거리(102Pa):7m 동시(미분무수+Jet)분사거리(110Pa):5m	직경 3m인 포집 장치사용 분사패턴(미분무수, Jet분사, 동시분사)각각 적용
내압시험	관창 개폐밸브를 폐쇄한 상태에서 180Pa의 수압을 가하는 경우, 누설되거나 균열 또는 손상 등의 이상이 생기지 아니할 것	적합	207Pa에서 5분간 유지
작동압력 시험	관창 개폐밸브를 개방 상태에서 개폐밸브 직전의 분사압력을 180Pa의 수압으로 가하는 경우 균열 또는 손상 등의 이상이 생기지 아니할 것	적합	184Pa에서 30분간 유지 최대분사조건(미분무수+Jet분사)

<표 7> 호스릴 시험결과

평가항목	평가기준	시험결과	비고
호스릴	호스를 10kg이하의 힘으로 당기는 경우, 쉽게 조작될 것	적합	-
내압 시험	호스릴 및 고온 호스에 180Pa의 수압을 가하는 경우, 누설되거나 균열 또는 손상 등의 이상이 생기지 아니할 것	적합 : 207Pa 기압에서 5분간 유지	-

<표 8> 가압장치 실험결과

평가항목	평가기준	시험결과	비고
가압능력	분무량을 30 l/min로 분무하는 경우, 분무압력이 60~150Pa의 범위	적합	펌프
내구성능	최대 가압능력인 상태로 1시간 동안 작동시키는 경우, 분무압력이 일정하게 유지되고 기능에 이상이 생기지 아니할 것	적합	-

<표 9> 경보 및 안전장치의 실험결과

평가항목	평가기준	시험결과	비고
분사압력유지기능	-미분무수 관창의 개폐에 따라 설정한 분사압력을 자동으로 유지할 것 -수동으로 분사압력 조정이 가능하고 조정후 유지될 것	적합	조작확인
경보장치	-과열·과압시 경보 물탱크 저 수위 및 고수위시 경보	적합	경보음
안전장치	-과일 또는 과압발생시 엔진 정지 등 보호조치 -물탱크 고수위시 차단, 저수위시 엔진정지	적합	조작확인

8.4 경보 및 안전장치의 실험결과

<표 9>에서와 같이 미분무수 관창 개폐에 따라 설정한 분사압력을 자동적으로 유지하는 기능과 수동으로 분사압력 조정 후 유지되는 것을 확인하였다. 경보장치에서는 과열·물탱크 저수위 및 고수위시 경보 및 안전장치가 작동하는 것을 확인하였다.

8.5 이동기능

<표 10>과 같이 이동기능에 있어서는 바퀴장착으로 인한 이동성기능과 작동시 위치고수를 위한 이동정지 기능의 적절성을 확인할 수 있었다. 총중량에 있어서는 배수 후 충수를 위한 이동성을 고려한바 180kg가 됨을 확인하였다.

8.6 소화성능의 실험결과

<표 11>과 같이 소화성능에 있어서는 A급 소화능력에 있어서 12단위임을 보였고 소화시간은 4분 45초 소요되었다. B급 소화능력에 있어서는 한 개의 모형에서 두 번 실험의 결과로 평균을 환산한 10단위임을 확인하였고, 재발화 없이 소요시간이 3분 56초 소요됨을 알 수 있었다. 또한 3개의 모형으로 10단위능력을 측정할 수 있도록 한 결과에서도 재발화 없이 5분 48초에 소화되었다.

9. 고 찰

<표 12>와 같이 기존의 국내 A사와 B사에서 제공한 자료와 시제품의 실험결과를 살펴보면 각각에 대한 사양은 유사하나 소화 성능면에서 본 연구에 맞게 소화능력단위가 우수함을 알 수 있었다. 또한 <표 13>과 같이 일반적인 분말 및 가스계 소화기에 대한 사양 비교와 <표 14>과 같은 효과비교 측면에 대한 사항을 고찰 할 수 있었다.

<표 10> 이동기능

평가항목	평가기준	시험결과	비고
총중량	소화장치(Set)는 배수상태에서 200kg 이하일 것	배수시 180kg	-
이동바퀴	쉽게 이동할 수 있도록 바퀴를 부착하고 고정시킬 수 있는 기능이 있을 것	바퀴부착 및 정지기능 확보	-

<표 11> 소화성능의 실험결과

평가항목	평가기준	시험결과	비고
A급소화성능	10단위 이상의 소화능력이 있을 것	① 소화능력 : 12단위 ② 소화시간 : 4분 45초 ③ 분사조건:동시(미분무수+Jet)분사, 100Pa	KOFEIS 0101 제4조
B급소화성능	10단위 이상의 소화능력이 이 있을 것	① 소화능력 : 10단위(10+10)/2 ② 제2소화시험 : 10단위 ③ 소화시간 : 3분56초, 재발화 없음 ① 제3소화시험 : 10 (5+3+2)단위 ② 소화시간:5분48초, 재발화 없음 ③ 분사조건 : 미분무수,100Pa	KOFEIS 0101 제5조

<표 12> A사, B사 제품과 시제품의 비교[8][10]

사양		회사제품		A사		B사		시제품		
		분무압력 (bar)	SMD(μm)	유량 (ℓ/min)	펌프용량 (ℓ/min)	분사거리(m)	분사시간(분)	A급	B급	C급
Water Mist Gun	분무압력 (bar)	100	100	80	100	80	100	80	100	120
	SMD(μm)	60	95	60	80	104	104	104	104	98
	유량 (ℓ/min)	25	10	10	25	17.5	19.9	17.5	19.9	21.4
펌프용량 (ℓ/min)		30		30		30				
분사거리(m)		10.1~16.8		20 이상		12				
분사시간(분)		5 이내		6		5~8				
소화능력	A급	3단위		6단위		12단위				
	B급	5단위		3단위		10단위				
	C급	적용가능		적용가능		적용가능				

<표 13> 분말 및 가스계소화기와 이동식 미분무수 소화장비의 비교

장비 사양	일반적인 분말 및 가스계 소화기		이동식 미분무수 소화장비	분말 및 가스계 소화기와 비교한 이동식 미분무수 장비의 특징
	호스릴	짧다.	길다.	
소화거리	7m	10.1~20m		화원에 방출되는 에너지로부터 소방인력 보호가능
소화장비 기동시간	20초 이내	1시간 이상		초기진화 성공률확보와 대형 소화장비 진입시까지 화세성장 지연
소화 능력	A급	3단위	12단위	3.3kg ABC 분말소화기보다 소화능력단위가 우수함.
	B급	5단위	10단위	

<표 14> 분말 및 가스계 소화기와 이동식 미분무수의 효과비교

항목		분말 및 가스계 소화기 (방사시간 20초 이내기준)	이동식 미분무수 소화장비
소화약제		-인산암모늄 등 화학약품 -Halon, CO ₂	물
소화원리 및 특성		화학 약품에 의한 질식, 냉각	-기상냉각 -산소 희석 및 인화성 증기 희석 - 가연물 표면의 냉각
편 리 성	큰 화원에 대한 접근 소화여부	불가능	가능
	지속적인 소화작업	불가능	가능
	조작방법	간단	다소 복잡
문화재 및 환경 훼손에 대한 문제점		있음	없음
경 제 성	초기 비용	저가	고가
	소화약제의 유지보수비용	소요	없음
	소화약제소모 후 약제	소요	없음
	충전비용		없음

10. 결론

본 연구에서는 기존의 분말 및 가스계 소화기 사용으로 인한 약제의 2차 피해, 짧은 방사 시간·현장 재충전 불가능으로 인한 지속적인 소화활동이 가능하지 않는 등에 대한 문제점을 해결하고자 이동식 미분무수 소화장비가 개발되어 사용하고 있으나 급격한 화세의 변화와 소방력이 미치지 못하거나 지연되는 산간 도서벽지, 문화재, 사찰, 선박 등은 높은 소화능력이 요구되어 보다 향상된 이동식 미분무수 소화장비가 필요하다고 판단되어 소화능력 향상에 초점을 맞추어 장비를

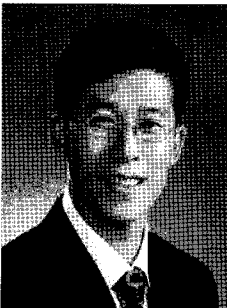
개발 실험한 후 그 결과를 기존의 미분무수 소화장비와 비교한바 A급 12단위, B급 10단위로서 소화능력면에서 향상됨을 확인 할 수 있었고, 분말 및 가스계 소화기와 비교한 부분에서는 미분무수 소화장비가 기계적으로 구성되어 있어 조작면에서 다소 복잡하였지만, 큰 화원에 대한 접근소화 가능과 지속적인 소화가능측면에서 우수함을 나타내었다. 또한 소화약제의 유지보수 및 약제소모 후 재충전 비용이 없어서 경제적인임을 알수 있었다. 향후 장비의 간소화, 가격인하, 작은 수량으로 높은 소화효과를 발휘하기 위한 첨가제의 개발 등의 추가적인 연구가 필요하다고 본다.

11. 참 고 문 헌

- [1] 소방방재신문 “미분무소화설비 제도적 기준 마련된다”, (2008).
- [2] 이상호, 공하성 “NFPA 기준에 의한 소방기계시설론”, 도서출판 흥경(2003), pp.11~12.
- [3] (주)원, “지역산업 중점기술개발 사업 및 소방방재청 구매조건부 한국형 장비개발사업 요약보고”, (2007).
- [4] Benjamin Piers Hume, Mike Spearpoint, “Water Mist Suppression in Conjunction with Displacement Ventilation”, Fire Engineering Research Report(2003), p.9.
- [5] http://safeguard.tradeindia.com/Exporters_Suppliers/Exporter16548.254213/Water-Mist-Mobile-Pump-System.html
- [6] http://www.allproducts.com/security/chaunyen/03-Mobile_water_mist_apparatus_print.html.
- [7] <http://www.geosong.net/products/products01.asp>
- [8] <http://www.gshitec.co.kr> 및 (주)지에스하이텍 내부자료
- [9] <http://www.kunkook.com>
- [10] <http://www.kunkook.com> 및 (주)건국이엔아이 내부자료
- [11] Puniamorthy Ramasamy, Yeo Kian Min, “Mobile Water Mist Systems”, International Water Mist Conference(2002), pp.117~130.
- [12] SFPE(Society of Fire Protection Engineers), “Water Mist Fire Suppression Systems”, SFPE Handbook 3rd, CH 4-311

저 자 소 개

공 하 성



서울시립대학교 대학원에서 방재공학을 전공하였다. 충청남도 건축위원회 위원, 한국소방검정공사 공간안전인증 평가위원, 전라남도 석유화학단지 및 원자력발전소 Simulation화 자문위원, 소방공무원시험 출제위원, 국가기술자격시험 소방분야 출제위원을

역임하였고, 현재 청운대학교 건축설비소방학과 교수로 재직 중이다.

주소: 충남 홍성군 홍성읍 산 29번지 청운대학교 건축설비소방학과

김 중 진



울산대학교에서 기계공학을 전공, 졸업 후 현대중공업, 거제대우조선 등 기업체를 거쳐 (주)원을 창업, 미세분무노즐에 관한 기술개발과 연구활동에 매진하여 경상대학교 산학협력겸임교수와 경남벤처기업협회이사 등 활동을 거쳐 현재는 기업활동과 미분무 관련 연구개발에 주력하고 있다.

주소: 경남 진주시 사봉면 봉곡리 1107-2 (주)원