

압축공기포 시스템 성능시험 연구

임우섭 · 사공성호 · 이장원 · 정재한 · 남준석
 남동군 · 나용운 · 박경환 · 이내훈
 한국소방산업기술원 / MTK방재시스템

A Study of Establishment on the Compressed-Air Foam System

Lim, Woo Sub* · Sakong, Seong Ho · Lee, Jang One · Jeong, Jae Han
 Nam, Jun Seok · Nam, Dong Gun · Na, Yong Un
 Park, Kyung Hwan · Lee, Nae Hun
 Korea Institute of Fire Industry & Technology / MTK co.

요 약

압축공기 포는 공기포혼합기를 사용하여 약제와 물 그리고 압축공기를 혼합하여 방출하는 방식으로, 물의 확보가 곤란한 장소라도 소화 효율을 높이는 시스템으로서 주목되고 있으며, 현재 해외 선진국에서는 이미 개발되어 상용화 되어있다. 본 연구에서는 국제적 기준에 따른 압축공기포소화설비의 성능평가지험을 위해 미국, 캐나다 등에서 채택한 UL-162 시험방법을 적용하여 시험을 수행하였으며, 그 결과 기존의 포소화시스템과 압축공기포소화시스템의 성능비교시험을 통해 압축공기포가 기존의 포소화방식 보다 소화능력이 우수한 것으로 나타났다.

1. 서 론

압축공기 포소화설비 개발에 대한 연구는 이미 해외선진국에서 활발히 진행되고 있는 분야로 미국, 캐나다, 유럽 등에서는 이미 포소화시스템의 일원으로 도입되어 산업 현장에 널리 사용되어지고 있다. 국내에서는 아직 국가화재안전기준(NFSC 105)에 제시된 포소화설비인 라인프로포셔널방식, 펌프로포셔널방식, 프레스프로포셔널방식, 프레스사이드프로포셔널방식이 사용되고 있으며, 현재 압축공기포 시스템을 제도권에 도입하기 위한 많은 노력들이 이루어지고 있다.

일반적으로 포소화설비는 옥내소화전설비, 스프링클러설비 등 물에 의한 소화방법으로 효과를 얻을 수 없거나 물을 방사함으로써 화재를 확대할 우려가 있는 가연성액체의 화재에 사용되는 소화설비로서 연소표면을 포로 덮어 질식효과를 얻거나, 포에 함유된 수분에 의한 냉각효과로서 소화하는 방식으로, 포수용액이 유동 챔버를 통하여 공기와 혼합

된 후 포 스크린을 통하면서 포를 형성하는 아스필레이트 형태와 포수용액이 노즐에서 분사될 때 송풍기를 이용하여 포스크린을 통하면서 포를 형성하는 블로어 형태가 있다.

그러나 이러한 기존의 방식을 화재현장의 오염된 공기를 이용하여 포를 팽창시키기 때문에 양질의 포를 형성하기 힘들고, 높은 분사속도로 방사시킬 수 없으므로 천장이 높은 저장창고 등에서 고온 화재의 플럼 현상에 침투하기 어려우며, 물과 포의 사용량이 많아 수손피해를 갖는 등의 단점이 있다.

이러한 단점을 보완하고 높은 분사속도로 원거리 방사가 가능하고 물사용량을 약 1/7로 줄여 수손피해를 최소화할 수 있는 포소화설비를 압축공기 포소화설비(CAF)라 부르며, 미국·캐나다·일본 등의 선진국에서 뿐만 아니라 아시아 지역에서도 기존 포소화설비를 대체하여 사용중에 있다. 또한, 정유시설이나 유류취급소 뿐만 아니라 현재 펌프프로포서너 방식이나 프레저사이드프로포서너 방식을 사용하고 있는 소방펌프 자동차의 포혼합 소화장치를 대신하여 압축공기 포소화설비가 사용되고 있다.

2. 실험장치 및 방법

압축공기포란 물을 기포로 변하게 하는 것으로서 수분의 표면적을 크게 확보하여 수분의 기화열을 유효하게 이용해서 냉각하는 원리를 이용한 것으로 종래의 배관 앞에서 공기를 집어넣어 발포하는 것이 아니고, 공기포혼합기를 사용하여 약제와 물 그리고 압축공기를 혼합하여 방출하는 것으로, 물의 확보가 곤란한 장소라도 소화 효율을 높이는 시스템으로서 주목되고 있다.

본 연구에 사용되어진 실험장치는 UL-162 시험기준에 따라서 제작되어진 것으로 캐나다 국립연구소에서 시험한 장치와 동일한 형식과 크기로 이루어졌다. 이는 캐나다에서 압축공기포를 도입한 연구를 선행적으로 행하여 왔으며, UL 및 ISO 기준이 되어졌기 때문에 UL-162방식을 채택하였다.

UL-162 압축포소화시스템의 소화성능시험 기준에 의하면 고정포헤드방출헤드를 사용하며, 약제혼합탱크에서 압축공기혼합기 1차측까지는 가압수가 들어 있으며, 2차측 배관의 포헤드까지의 배관내에는 대기압 상태로 되어 있고, 압축공기가 방출되면서 약제와 물이 혼합되어진 약제수가 압축공기화 혼합되어 방출하는 방식으로 되어 있다.



그림. 1 압축공기 포소화설비 성능시험장치

시험평가기준은 유류화재의 성능평가 단위중 가장 큰 단위인 가로 2m, 세로 2m의 직사각형 20단위 연료판 하부에 물 320리터를 넣고 상부에 헵탄 또는 휘발유 200리터를 넣어 연료판이 가열되어 불안정한 연소상태가 되는 것을 방지하도록 하고 있으며, 점화후 15초가 예비연소를 통해 화염이 안정화 될 때까지 기다린 다음 5분간 압축공기포를 방출하여 5분 안에 진압이 이루어지는 지면 성능평가가 합격으로 판정을 하고 5분안에 진압이 이루어지지 않으면 성능평가가 불합격으로 판정을 한다. 이러한 기준에 의해 우리는 휘발유를 연료로 사용하여 예비시험을 시행한 결과 예비연소시간이 1분이 경과한 후에 화염이 안정화되는 것을 확인하고 이에 준해서 시험을 시행하였다.

3. 결과 및 고찰

압축공기포 성능시험에 대한 전체적인 결과 중 포소화약제 방출량에 따른 화염진압시간과 잔염완진시간을 그림. 2에 나타내었다. 이 두 그래프는 기존의 방식인 포헤드방출방식과 새로운 방식인 압축공기가 혼합된 포소화설비의 진압시간을 비교한 결과를 나타낸 것이다.

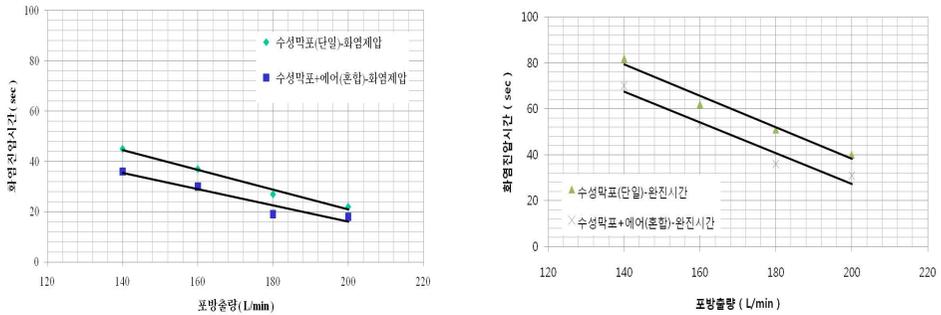


그림. 2 압축공기포 성능비교시험 - 화염제압시간 및 화염완진시간

위의 좌측 그래프에서 나타내어진 것은 수성막포와 압축공기혼합포에 대한 화염제압시간을 분석한 그래프로서 화염제압시간은 잔염소거시간과 달리 복사열 측정장치로부터 얻어진 결과를 토대로 작성한 것이며, 여기서 그래프 상단에 위치한 직선은 수성막포에 대한 화재제압시간이고, 하단에 위치한 직선은 압축공기혼합포에 대한 화재제압시간을 도시한 것으로 단일 수성막포에 비해 압축공기혼합포가 더 빨리 화재가 진압된다는 것을 알 수 있다. 또한, 우측 그래프는 수성막포와 압축공기혼합포에 대한 잔염 완전소거시간을 나타낸 것으로서 화염완진 시간은 잔염소거시간과 동일하기 때문에 온도그래프로서도 판별할 수 있었다. 그 결과 그래프의 상단에 있는 라인은 수성막포에 대한 화염완진시간이고, 하단에 있는 라인은 압축공기혼합포에 대한 화염완진시간을 도시한 것이다. 이러한 결과로부터 화염완진시간 또한 압축공기혼합포가 수순 수성막포 보다 빠르다는 것을 알 수 있으며, 결과적으로 압축공기포소화시스템이 기존의 포소화시스템 보다 성능이 우수하다는 것이 판명되었다.

4. 결 론

압축공기포소화설비는 현재 해외선진국에서 연구개발이 활발히 이루어지고 있는 분야이며, 이미 미국, 캐나다, 유럽 등에서는 NFPA Code, UL, FM 등의 제도를 통해 소방산업분야에 다양하게 사용되어지고 있다. 이러한 압축공기포 소화설비에 대한 새로운 제도권 도입이 국내에서 이루어지고 있어, 현재까지의 국가화재안전기준(NFSC 105)에 제시된 기존의 포소화설비(라인프로포셔널방식, 펌프프로포셔널방식, 프레스프로포셔널방식, 프레스사이드프로포셔널방식)은 급속히 변화하는 건축구조나 저장설비들의 규모면에서 일정한 한계성 나타내기 시작하였으며, 포소화로 인한 수손피해, 포소화약제의 환경오염문제 등 2차적 피해가 증가하고 있어, 보다 적은 양의 포소화약제를 사용하여 신속히 화재를 진압할 수 있는 새로운 개념의 압축공기 포소화설비의 도입 해외에서도 많이 각광받고 있다.

따라서, 본 연구에서는 국제적 기준에 따른 압축공기포소화설비의 성능평가지험을 위해 미국, 캐나다 등에서 채택한 UL-162 시험방법을 적용하여 시험을 수행하였으며, 그 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다. 첫째, 기존의 포소화시스템과 압축공기포소화시스템의 성능비교시험을 통해 압축공기포의 경우 기존의 포소화방식 보다 소화성능이 우수한 것으로 나타났다. 둘째, 압축공기의 혼합비율에 따른 소화성능평가 실험에서는 본 연구의 시험범위 내에서 압축공기의 혼합비율이 상승하면 소화성능효과가 증가하는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 연구는 소방방재청 국가R&D 사업의 “공기압축포 혼합장치 개발”에 관한 연구지원 사업에 의해서 수행되었습니다.

참고문헌

- 1 남준석 (2008), “압축공기포 소화설비의 문헌적 고찰”, 전국대학 소방학과 교수협회회 학술세미나.
- 2 남준석 (2008), “소방펌프자동차용 포소화약제혼합장치의 성능평가에 관한 연구”, 한국소방검정공사, 소방기술연구 Vol. 1 No. 1.
- 3 Andrew K. Kim and George P. Crampton (2001), “Application of a newly-developed compressed-air-foam fire suppression system”, 9th International Fire Science and Engineering Conference.