



휴대용 중발포 소화기 성능 분석 연구

김성수 · 공일천 · 이장원* · 김진수** · 박일규** · 이동호†
인천대학교 대학원, 한국소방산업기술원*
인천대학교 안전공학과**, 인천대학교 소방방재연구소†

A Study of Analyzing performance of Portable Extinguisher of Medium Expansion Foam

Sung-Soo Kim · Il-Chean Kong · Jang-Won Lee*

Jin-Su Kim** · Il-Guy Park** · Dong-ho Rie†

Graduate School of University of Incheon

Korea Fire Institute of Industry & Technology*

Department of Safety Engineering, University of Incheon**

Fire Disaster Protection Research Center, University of Incheon†

요 약

포소화약제는 물과 혼합시, 물의 표면장력을 저하시켜 공기와 혼합 교반을 통하여 거품을 발생시키는 약제로 소화에 이용되는 소화용수의 효율적 이용을 위하여 이용된다. 특히, 유류화재에 사용시 유면을 거품으로 덮어 질식소화에 적합한 특성을 가지고 있다. 포소화약제는 발포 방식에 따라 저발포, 중발포, 고발포로 나누어지는데 국내의 포소화약제 기준에는 저발포와 고발포의 2가지만을 규정하고 있어, 소화에 더욱 효과적이라 평가되는 중발포 소화기의 이용이 어렵다. 본 연구에서는 휴대용 중발포 소화기를 이용하여 발포실험과 소화실험을 실시하고, 저발포, 중발포, 고발포의 특성을 분석하였다. 결과로 3%농도로 중발포 소화기 이용시 26.1배의 팽창률을 보였으며, 20단위 화재모형을 3초에 소화시킴으로써 중발포 소화기의 발포, 소화능력을 검증하였다.

1. 서 론

포소화약제는 물과 포소화약제를 일정비율로 혼합·교반하여 표면장력을 저하시키는 약제로 소화에 이용되는 소화용수의 효율을 극대화 할 수 있는 장점을 가지고 있다.¹⁾ 포소화약제는 포 팽창율에 따라 저발포, 중발포, 고발포로 분류되며, 현재 국내 기준은 저발포와 고발포에 국한되어 있다. 저발포 소화약제는 6배 이상 (수성막포의 경우, 5배 이상)의 포 팽창율을 가지는 포소화약제로 밀도가 높기 때문에 발사 중에 외부기류의 영향이 적게 받아 발화원에 대한 직접 소화가 가능하며, 열기류에 의한 포손실이 적고 포 도달 가능 거리가 길다. 또한 표면부착력이 높아 연소물의 표면을 덮는 질식소화에 유리하다. 고발포

소화약제는 높은 발포율과 단열효과로 화재실 전체를 거품으로 충만시켜 소화하는 500배 이상의 포 팽창율을 가지는 포소화약제로 긴 환원시간과 높은 단열효과를 가지고 있으나 밀도가 낮아 외부기류의 영향을 많이 받으며 발사거리가 짧다.²⁾ 해외기준에 따르면 20~200배의 포 팽창율을 가지는 포소화약제를 중발포 소화약제로 규정한다. 현재 국내 기준이 제시되어 있지 않은 중발포 소화약제는 고발포와 저발포 소화약제의 중간에 위치하여 환원시간, 단열 효과 등이 두 가지의 중간성능을 보인다.

본 연구에서는 고발포, 저발포 약제로의 포소화약제 성능 인증과 친환경 성능이 인증된 ECOFOAM - 936을 개발된 중발포 소화기에 적용하여 발포성능 및 소화성능을 측정하여 친환경 중발포 소화약제 및 소화기의 적용성을 분석한다.

2. 중발포 소화기 및 약제

2.1 중발포 소화약제

현재 국내의 포소화약제의 분류는 포 팽창률에 의해서 나누어지며, 5~20배의 팽창률을 보이는 소화약제를 저발포, 500~1,000배의 팽창률을 보이는 소화약제를 고발포로 지정한 다. 본 연구에서는 국내의 중발포에 관한 기준이 없기 때문에 해외 기준에 따라 중발포의 팽창률은 20~200배로 설정하고 Table 1의 기준에 따라 실험을 실시하였다.

Table 1. Classification of Foam Expansion

포의 명칭	포 팽창률(배)
저발포	6~20
중발포 (국외기준)	20~200
고발포	500~1,000

2.2 중발포 소화기

본 실험에 사용된 중발포 소화기는 가압되어 Connect Supply를 통하여 공급되는 물과 그 압력으로 유입되는 약제가 혼합·교반되어 노즐을 통하여 발포되는 구성으로 Proportioner를 통하여 포소화약제의 농도가 실시간으로 조정되며 실험 압력은 펌프와 소화기의 사이에 위치한 압력계를 통하여 일정하게 유지하였다. 실험에 이용된 중발포 소화기의 약제 저장 탱크 용량은 약 9.5ℓ이다. 소화기 자체의 무게는 5kg가량이며 포소화약제를 충전하였을 때 13kg정도의 무게가 되는 휴대용 소화기이다. 규격은 345 x 275 x 430mm이며 최소 사용압력은 3kgf/cm²이다.

3. 실험

3.1 발포성능 측정

국내의 포소화약제 성능기준인 KOFEIS 0103에 따르면 포소화약제의 포 팽창률은 식 (1)과 같이 계산되며 2회 측정된 산술평균값으로 한다.^{4) 5)}

$$\text{포 팽창율} = \frac{V}{W - W_1} \dots (1)$$

V : 포수집용기의 내용적(ml)

W : 포수집용기에 거품이 충만했을 때의 총중량(g)

W1 : 포수집용기의 증량(g)

본 연구에서는 포 팽창률을 계산하기 위하여 포수집용기의 내용적과 포수집 용기의 증량을 측정한다. 그리고 포소화약제를 채운 중발포 소화기로 발포를 시작하고 포의 발생이 안정화된 이후에 수집용기에 충만하게 채운다. 반듯한 자(Straight Edge)를 이용하여 포수집용기를 초과한 약제를 제거하고 저울로 포수집용기와 내부에 충만한 소화약제의 증량을 측정한다. 실험에 이용된 중발포 소화기는 포소화약제의 농도를 0~6%까지 조절하는 것이 가능하여 포소화약제의 농도를 1%, 3%, 6%로 변화시켜 각 2회 측정하였다. 본 연구에 사용된 포수집용기의 내용적은 5700ml이다.

3.2 소화성능 측정

소화성능의 측정은 수동식소화기의 형식승인 및 검정기술기준 KOFEIS 0101의 B급 화재용 소화기의 소화능력시험에 따라 이루어졌다.⁶⁾ 소화성능 실험은 B급 유류화재를 대상으로 실시하였다. 본 연구에서는 단계별로 4단위의 소화실험을 실시하였으며 화재모형의 규격은 아래의 Table 2와 같다.

소화시험은 화재 모형에 점화시킨 후, 1분 후에 시작하며 무풍상태에서 Figure 2, 3과 같이 실시한다. 또한 소화약제의 방사 완료 후 1분 이내에 재점화되지 않은 경우 그 모형은 완전히 소화된 것으로 본다.

포소화약제의 성능 시험에는 유면을 덮은 약제층에 화원을 접근시키는 밀봉성 시험을 통하여 소화성능과 질식소화 능력을 동시에 검증하였다.

Table 2. Classification of Fire Model

화재모형단위 (T)	일변의 길이 (cm)	연소면적 (m ²)
4	89.4	0.8
8	126.5	1.6
10	141.3	2.0
20	200.0	4.0

4. 실험 결과

4.1 발포성능 측정 결과

중발포 소화기를 이용하여 포소화약제를 발포하고 식(1)에 따라 계산된 포 팽창율을 Table 3에 나타냈다. 앞서 가정한 바와 같이 현재 국내 기준에 제시된 바가 없는 중발포 약제의 포 팽창율은 저발포약제 포 팽창율의 상한선인 20배에서 고발포약제 포 팽창율의 하한선인 500배이다. 이에 기초하여 분석한 결과, 실험에 사용된 중발포 소화기를 사용하여 발포한 경우, 3%의 농도 이상에서는 중발포 소화기의 기준에 적합한 포 팽창율을 보였다.

Table 3. Result of Calculating Expansion Rate

혼합물 (%)	포 팽창율 (배)
1	4.2
3	26.1
6	53.7

4.2 소화성능 측정 결과

Table 4는 4단위로 시작하여 8단위, 10단위, 20단위의 화재 모형을 대상으로 소화실험을 실시한 결과를 나타낸다. 연소면적이 0.8㎡로 가장 작은 화재모형인 4단위는 10.5초가 걸려 소화를 완료하였다. 또한, 연소면적이 4㎡로 가장 큰 화재모형인 20단위 화재모형은 휴대용 소화기로써는 소화가 어려운 화재 크기로 소화에 성공한 사례가 적으나, 본 실험에서는 20단위 화재모형을 소화하였으며, 소화시간은 32.7초가 소요되었다.

Table 4. Result of Extinguish Time

단위 (T)	소화 소요시간 (sec)
4	10.5
8	11.2
10	24.0
20	32.7

6. 결론

친환경 약제를 적용한 중발포 소화기의 성능평가를 위하여 KOFEIS 0103에 따라 포 팽창률을 측정하고, KOFEIS 0101에 따라 소화시험을 실시한 결과, 다음의 결론을 얻었다.

1. 중발포 소화기를 3%로 농도를 조정하여 발포한 경우, 26.1배의 팽창률을 보여, 앞서 가정한 중발포 포소화약제의 발포성능의 범위에 포함됨을 밝혔다.
2. 중발포 소화기에 친환경 포소화약제를 적용하여 실험한 결과, 20단위 화재모형의 소화에 32초가 소요되었다.
3. 중발포 소화기는 9.5ℓ의 약제가 저장되며 20단위 화재모형을 소화하는데 700ml의 약제가 소모되므로, 계산상으로는 약 13개의 20단위 화재모형을 소화하는 것이 가능하다.

참고문헌

1. Brian Y. Lattimer, Javier Trelles, "Foam spread over a liquid pool", Fire Safety Journal, Vol 42 (2007)
2. 권인규, "건축방재학", 동화기술, pp. 204 (2007)
3. 김하영, 남준석, 이동호, "친환경 고발포 소화약제 개발 및 성능 분석 연구" 한국안전학회지, Vol 25. No. 4. pp. 25-29 (2010)
4. 김하영, 김성수, 이동호, "고발포 소화약제의 온도 변화에 따른 최적 발포 성능 유지를 위한 자동혼합시스템 개발" 한국화재소방학회 논문지, Vol 24. No. 6. pp. 139-144 (2010)
5. 한국소방산업기술원, "KOFEIS 0103(포소화약제의 형식승인 및 검정기술기준·시험세척)" (2005)
6. 한국소방산업기술원, "KOFEIS 0101(수동식소화기의 형식승인 및 검정기술기준)" (2010)