

B-2

고발포 소화약제의 온도 변화에 따른 발포성능에 관한 연구

김하영 · 이인구 · 이동호*
인천대학교 안전공학과 대학원
인천대학교 안전공학과*

A study of expansion performance of high expansion foam concentrate on variation of temperature

Ha-Young Kim · In-Gu Lee · Dong-Ho Rie*
Graduate School of Safety Engineering, University of Incheon
*Department School of Safety Engineering, University of Incheon

요 약

포소화약제는 다양한 설비(이동식, 고정자동식), 대형의 유류화재 적합, 대량·연속적 생산가능 약제의 특수성 및 장기보관이 가능한 특징이 있어 이에 대한 개발 및 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 그러나 포소화약제는 주변의 온도 및 환경에 따라 발포력의 변화가 큰 특징이 있어 실제 겨울철 소방 활동시에는 사용을 자제하고 있다. 따라서 본 연구에서는 사용 온도에 따른 발포력 변화를 측정하며, 최적 발포율 도출을 위한 온도에 따른 적정 혼합율을 산정한다. 실험은 한국 소방산업기술원의 “포소화약제의 형식승인 및 검정기술기준(KOFEIS 0103)”에서 제시하고 있는 표준 발포기를 이용 측정하며, 5~30℃ 온도에서 혼합률에 따른 발포력 변화를 측정하였다.

1. 서 론

최근의 포소화약제의 분야에는 과거에 석유류 등의 가연성 화재를 주 대상으로 하는 소화기용 화학포소화약제와 유사한 성능의 단백질 소화약제가 불소계, 실리콘계 등 합성 계면활성제를 기제로 하는 새로운 포소화약제로 잇달아 개발되었다. 포소화약제는 다양한 설비(이동식, 고정자동식), 대형의 유류화재 적합, 대량·연속적 생산가능 약제의 특수성 및 장기보관이 가능한 특징이 있어 이에 대한 개발 및 연구가 꾸준히 진행되고 있다. 그러나 포소화약제는 주변의 온도 및 환경에 따라 발포력의 변화가 큰 특징이 있어 실제 겨울철 소방 활동시에는 사용을 자제하고 있다. 따라서 본 연구에서는 사용 온도에 따른 발포력 변화를 측정하며, 최적 발포율 도출을 위한 온도에 따른 적정 혼합율을 산정한다.

2. 실험 방법

본 연구에서는 온도에 따른 포소화약제의 발포성능 분석을 위해 한국소방산업기술원(전 한국소방검정공사)에서 제시하고 있는 포소화약제의 형식승인 및 검정기술기준·시험세칙(KOFEIS 0103)에 기준하여 발포성능을 측정하였다.

2.1 발포 성능 시험 방법

본 연구에서는 발포성능 시험을 위해 그림 1의 표준 발포장치를 제작하여 측정하였으며, 2m×2m×1m 크기의 32mesh의 금망틀에 포소화약제가 충만한 시간을 측정한다. 그림 2는 실제 표준 발포장치를 이용한 시험 모습을 나타낸다.

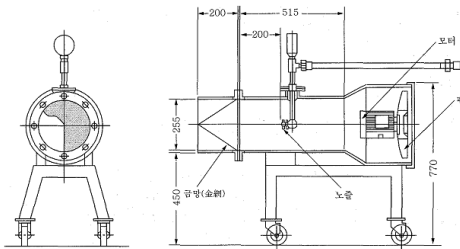


그림 1. 표준발포기 제작 도면



그림 2. 발포 성능 시험 모습

$$\text{포 팽창율} = \frac{V}{Q \times S / 60} \quad (1)$$

Q : 발포기의 1분간당 방출량(ℓ)

S : 거품수집기간(초)

V : 금망용기의 용적(ℓ)

발포성능의 측정은 식 (1)에 의해 2회 측정치를 산술 평균하여 분석하였으며 오차를 최소화하며 정량적인 시험 결과 도출을 위해 아래의 실험 전제조건으로 분석을 실시하였다.

- 물과 약제를 혼합하여 5분간 교반
- 표준발포기의 공기 Fan의 회전수를 2250rpm(13m³/min)으로 설정
- 실내 온도와 수용액의 온도를 동일하게 유지
- 수용액의 양을 30ℓ로 제작하여 실험 실시

2.2 실험 설정 및 분석 방법

본 연구에서는 온도에 따른 발포력 변화를 측정하기 위해 다음 표 1의 설정 조건으로 실험을 진행하였다.

구 분	설정 조건
온 도	6 Case(5, 10, 15, 20, 25, 30℃)
혼합비	7 Case(2.5, 2.7, 2.9, 3.0, 3.1, 3.3, 3.5%)

표 1. 발포 성능 시험 설정 조건

또한 본 연구에서는 다양한 온도 조건에서 최적의 발포 성능 유지를 위해 혼합율 3.0%, 20℃의 온도에서의 발포율을 기준으로 하여 온도별 기준 발포율을 유지할 수 있는 적정 혼합율을 도출한다. 또한 표 1의 설정 조건 내에 적정혼합비가 도출되지 않을 경우 혼합비 조건을 추가하여 산정하였다.

3. 실험 결과

온도에 따른 포소화약제의 발포성능 분석 및 온도별 기준 발포율 유지를 위한 적정혼합율에 대해 다음의 분석 결과를 도출하였다.

2.1 온도에 따른 포소화약제의 발포성능 분석 결과

온도 조건 6 Case와 혼합비 조건 7 Case의 실험결과 온도에 따른 포소화약제의 발포성능을 그림 3에 나타냈다.

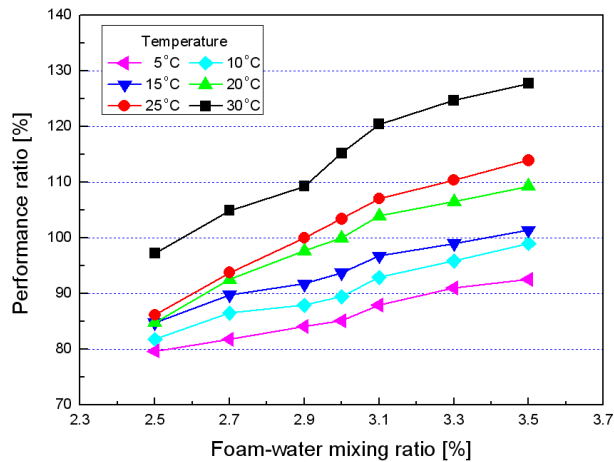


그림 3. 온도에 따른 발포 성능

그림 3에 나타난 바와 같이 기준 약제 혼합비인 3.0%일 경우 온도차에 따라 최대 30.08%의 발포성능차가 발생하는 것으로 분석되었다. 또한 온도가 높을수록 농도차에 따른 발포비의 변화가 큰 것으로 나타나 30℃의 경우 혼합비에 따른 발포성능차가 30.46%로 나타났다.

2.3 온도에 따른 포소화약제의 적정혼합비 분석 결과

2.2절에서 도출된 분석 결과를 토대로 20℃, 3.0% 혼합비의 성능을 유지하기 위한 온도별 적정 혼합비를 그림 4에 나타내었다.

그림 4에 나타난 바와 같이 기준 발포성능 유지를 위해서는 5℃의 경우 4.1%의 혼합비가 필요하며 30℃의 경우 2.6%의 혼합비가 필요한 것으로 분석되었다.

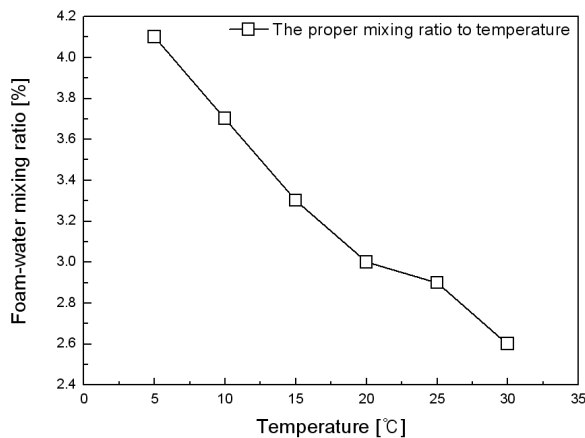


그림 4. 온도에 따른 적정 혼합비

본 연구를 통해 온도에 따른 발포 성능의 차가 최대 30.08%로 나타났으며 기존의 성능을 유지하기 위해서는 온도의 보정이 필요한 것으로 나타남에 따라 실제 화재시 이를 고려한 혼합비의 보정이 필요한 것으로 분석되었다.

4. 결 론

온도에 따른 포소화약제의 발포성능 분석 및 온도별 기준 발포율 유지를 위한 적정혼합을 분석 결과 다음의 결론을 얻었다.

- 1) 기준 약제 혼합비인 3.0%일 경우 온도차에 따라 최대 30.08%의 발포성능차가 발생하는 것으로 분석되었다. 또한 온도가 높을수록 농도차에 따른 발포비의 변화가 큰 것으로 나타났다.
- 2) 기준 발포성능 유지를 위해서는 5℃의 경우 4.1%의 혼합비가 필요하며 30℃의 경우 2.6%의 혼합비가 필요한 것으로 분석되었다.

- 3) 본 연구를 통해 온도에 따른 발포 성능의 차가 발생하여 기존의 성능을 유지하기 위해서는 온도의 보정이 필요한 것으로 나타남에 따라 실제 화재시 이를 고려한 혼합비의 보정이 필요한 것으로 분석되었다.

참고문헌

1. 차시환, 현성호, 소방약제화학, 신광문화사, 2004.3.
2. 한국소방산업기술원, KOFEIS 0103(포소화약제의 형식승인 및 검정기술기준·시험세칙), 2005.8.