

# 포소화약제 성능시험

이 병 백

<본 협회부설 방재시험소 기초시험실장>

## 1. 개요

산업의 발달과 더불어 석유화학공업이 발달됨으로써 가연성 액체제품의 제조, 취급 및 저장시설 등의 규모가 대형화되고 따라서 화재사고시 피해와 소화에 대한 어려움이 더욱 커져가고 있다. 이러한 가연성 액체, 또는 인화성 액체를 저장취급하는 소방대상물 및 저장시설 등의 화재를 제어하는데 있어서 물, 또는 가스를 이용한 소화방법으로는 효과적인 소화를 기대할 수 없기 때문에 질식효과와 냉각효과가 우수한 포소화약제가 널리 사용되고 있다.

방재시험소에서는 이러한 대형화재에 대비하여 국내에서 생산되며 널리 사용되는 단백포소화약제, 합성계면활성제 포소화약제, 수성막 포소화약제를 대상으로 성능시험을 실시하였다.

## 2. 시험체

시험체는 현재 국내에서 생산 시판되고 있는 2개사 제품 6종의 포소화약제를 구입하여 시험을 실시하였다.

<시험체 종류>

- 단백포소화약제 3%
- 단백포소화약제 6%
- 합성계면활성제 포소화약제 3%
- 합성계면활성제 포소화약제 6%
- 수성막 포소화약제 3%
- 수성막 포소화약제 6%

## 3. 시험기준 및 방법

### 가. 시험기준

시험기준은「소방용 기계기구 등의 규격 및 검정에 관한 규칙(내무부령)」및 「동 점정시험세칙(1986. 12. 16)」을 적용하였으며 일부의 기준은 일본의「포소화약제의 검정세칙(1985. 4. 1)」을 준용하였다.

## 나. 시험항목 및 방법

시험항목 (16항목)	성상시험(10항목) : 비중, 점도, 유동점, 수소이온농도, 침전량, 포수용액의 침전량, 변질시험후의 침전량, 인화점, 강철 등의 부식에 의한 중량손실, 확산계수*
	성능시험(6항목) : 저발포성능시험, 고발포성능시험*, 저발포B급 화제시험, 고발포A급화제시험*, 고발포B급화제시험**, 수성막시험**
註) *1, *5는 수성막 포에 한함. *2, *3, *4는 합성계면활성제 포에 한함.	

### 1) 성상시험

#### 가) 비중측정시험

포소화약제의 비중은 KS A 5106(비중부액계)를 사용하여 20℃인 포소화약제를 측정할 경우 포소화약제의 종류에 따라 다음과 같아야 한다.

종 류	단 백 포 소 화 약 제	합성계면활성제 포 소 화 약 제	수 성 막 포 소 화 약 제
비중의 범위	1.10이상 1.20이하	0.90이상 1.20이하	1.00이상 1.15이하

#### 나) 점도측정시험

포소화약제의 점도는 KS M 2014(석유제품 동점도 및 점도시험방법) 또는 B형점도계로 사용온도 범위에서 측정할 경우 포소화약제의 종류에 따라 다음과 같아야 한다.

종 류	단 백 포 소 화 약 제	합성계면활성제 포 소 화 약 제	수 성 막 포 소 화 약 제
점도의 범위	400cst이하	200cst이하	200cst이하

#### 다) 유동점측정시험

포소화약제의 유동점은 KS M 2016(석유제품 유동점 시험방법)에 따라 측정할 경우 -7.5℃(내한용

포소화약제는  $-12.5^{\circ}\text{C}$ , 초내한용 포소화약제는  $-22.5^{\circ}\text{C}$ ) 이하이어야 한다.

라) 수소이온농도 측정시험

포소화약제의 수소이온농도는  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 인 포소화약제를 KS M 0011(수용액의 pH측정방법)에 따라 측정할 경우 종류에 따라 다음 표와 같아야 한다.

종 류	단 백 포 소화약제	합성계면활성제 포 소 화 약 제	수성막포 소화약제
수 소 이 온 농도의 범위	6.0이상 7.5이하	6.5이상 8.5이하	6.0이상 8.5이하

마) 침전량 측정시험

포소화약제의 침전량은  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 인 포소화약제를 KS M 2023(윤활유 침전 시험방법)에 따라 측정하되 나프타를 첨가하지 아니하고 측정할 경우 0.1용량% 이하이어야 한다.

바) 포수용액의 침전량 측정시험

침전량의 측정을 종료한 상등액의 포수용액은 KS M 2023(윤활유 침전 시험방법)에 의하여 침전용 나프타를 첨가하지 아니하고 액온을  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 하여 측정하였을 때의 침전량은 다음 표와 같아야 한다.

종 류	단 백 포 소화약제	합성계면활성제 포 소 화 약 제	수성막포 소화약제
포수용액의 침 전 량	0.05용량% 이하	0.20용량% 이하	0.05용량% 이하

사) 변질시험후의 침전량 측정시험

포원액을  $65 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 216시간 유지한 후 실온으로 환원하고, 다시  $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 24시간 유지한 후 실온으로 환원하여 KS M 2023(윤활유 침전 시험방법)에 의한 침전용 나프타를 첨가하지 아니하고 액온을  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 하여 측정하였을 때의 침전량은 0.2용량% 이하이어야 한다.

아) 인화점 측정시험

포소화약제의 인화점은 KS M 2010(원유 및 석유 제품 인화점 시험방법)의 클리블랜드 개방식 방법에

적합한 인화점 시험기로 측정할 경우  $60^{\circ}\text{C}$  이상이어야 한다.

자) 강철 등의 부식으로 인한 증량손실시험

강철, 황동 및 알루미늄(이하 “강철 등”이라한다)을  $38 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 인 포소화약제 속에 21일간 놓아둔 경우 강철등의 증량손실이 각각 1일에  $3\text{mg}/20\text{cm}^2$  이하이어야 하고, 어떠한 공식도 생겨서는 아니되며 시험편 각 4매로 측정할 결과 그 감량의 산출평균치는 각기 63mg 이하이어야 한다.

차) 확산계수 측정시험

포수용액(수성막포 소화약제에 한한다)의 확산계수는  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 인 포수용액을 싸이클로헥산을 사용하여 절삭유제 시험방법으로 측정할 경우 3.5 이상이어야 한다.

2) 성능시험

가) 저발포성능시험

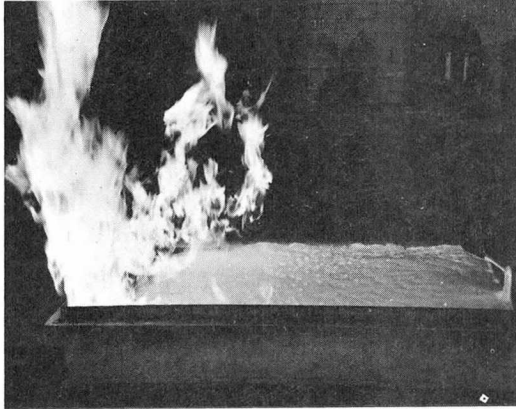
$20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 인 포수용액을 수압력  $7\text{kg}/\text{cm}^2$ , 방수량이 매분 10ℓ인 조건에서 저발포용 표준 발포노즐을 사용하여 거품을 발생(이하 “발포”라한다)시키는 경우 그 거품의 팽창률(포수용액의 용량과 발생하는 거품의 용량과의 비를 말한다)이 아래표와 같아야 하며, 발포전 포수용액 용량의 25%인 포수용액이 거품으로부터 환원되는데 필요한 시간은 1분이상이어야 한다.

종 류	단 백 포 소화약제	합성계면활성제 포 소 화 약 제	수성막포 소화약제
팽 창 률	6배이상	6배이상	5배이상
25%환원시간	1분이상	1분이상	1분이상

나) 고발포성능시험

합성계면활성제 포원액의 포수용액의 액온을  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 로 하고 표준발포장치를 사용하여 발포시험을 행한 경우에 포의 팽창률은 500배 이상이어야 하고, 포수용액이 포로부터 25% 환원하는 데 요하는 시간은 3분 이상이어야 한다.

다) 저발포B급화재 소화성능시험



〈사진 1〉

저발포B급화재 모형(2m×2m×0.3m)에 물320ℓ, 휘발유 200ℓ를 담고 불을 붙인 다음 1분후에 저발포 성능시험 조건으로 표준노즐을 사용하여 소화시험을 행한 경우 다음과 같아야 한다. (<사진 1> 참조)

① 소화시간

소화에 요하는 시간은 5분 이내이어야 한다. 단 발포시간은 5분(합성계면활성제 포에서는 8분)으로 한다.

② 밀봉성

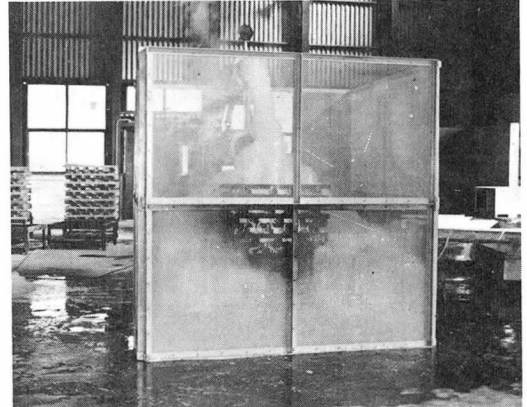
포의 방출종료후의 포면에 점화기를 사용하여 불꽃을 15분간(합성계면활성제 포에서는 12분간)접근시킨 경우 재연하지 않아야 한다.

③ 내화성

밀봉성시험 종료후 포면의 중앙부에 면적 225cm<sup>2</sup>(15cm×15cm)의 정방형이 되도록 즉시 유면을 노출시켜 점화하여 5분간 연소시켰을 때 유면의 연소면적이 900cm<sup>2</sup> 이하이어야 한다.

라) 고발포A급화재 소화성능시험

합성계면활성제 포원액의 포수용액의 액온을 20±2℃로 하고 표준발포장치를 사용하여, A급 화재모형에 불을 붙인 다음 1분 30초후에 소화시험을 행한 경우, 소화에 요하는 시간은 5분내이어야 하고 잔



〈사진 2〉

염이 없어야 하며 10분 이내에 다시 불타지 아니하여야 한다. (<사진 2> 참조)

마) 고발포B급화재 소화성능시험

합성계면활성제 포원액의 포수용액의 액온을 20±2℃로 하고 표준발포장치를 사용하여 고발포B급 화재모형(직경 1430mm, 깊이 300mm)에 물 218ℓ, 휘발유 80ℓ를 담고 불을 붙인 다음 30초후에 2분 30초간 연속 발포시키는 경우 소화에 소요되는 시간은 3분 이내이어야 한다. (<사진 3> 참조)

바) 수성막 시험

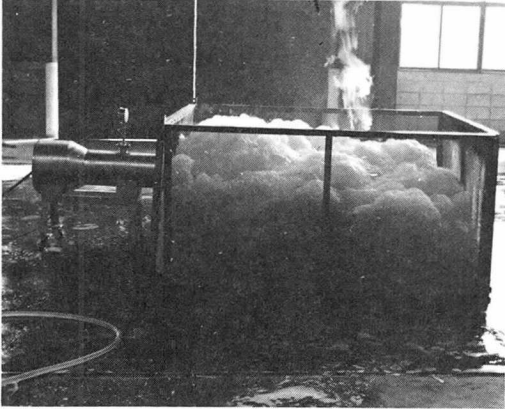
수성막포 원액의 포수용액을 발포시켜 생성한 거품을 유면에 덮은 후 거품의 수성막 시험을 하였을 때 착화하거나 계속 연소되어서는 아니되며 착화하더라도 1분 이내에 자연소화되어야 한다.

4. 결과 및 분석

포소화약제 시험체로 현재 국내에서 생산되고 있는 2개업체 6종을 구입하여 성상시험과 성능시험으로 구분하여 시험을 실시한 결과 분석결과는 다음과 같다.

가 성상시험

시험결과 비중, 점도, 침전량, 인화점 및 확산계수는 대부분 양호하였으나 유동점 시험은 기준에 미달



〈사진 3〉

된 것이 다소 있었다. 이러한 제품은 동절기에 포소화약제가 얼어서 화재시 유효하게 소화할 수 없는 결과를 초래할 우려가 있으므로 에틸렌글리콜과 같은 부동액을 첨가하여 보완할 필요가 있고 사용장소에 따라 예측되는 최저온도에서 견딜 수 있는 약제를 선택하여야 한다.

또한 강철 등의 부식으로 인한 중량손실시험에서는 단백포가 구리와 철을 많이 부식시켰고 합성계면활성제포는 구리를, 수성막포는 철을 보다 많이 부식시키는 결과가 나왔다.

본 시험에서는 알루미늄이 포소화약제에 가장 내식성이 있는 것으로 나타났다. 그러나 현재 생산되고 있는 저장탱크 재질은 일반적으로 부식을 면하기 어려우므로 방청코팅을 하여 사용하는 것이 바람직 할 것으로 사료된다.

#### 나 성능시험

성능시험 결과는 시험항목에 따라 결과가 일관성 있게 나오지 않았고 제조업체마다 고유의 장단점을 가지고 있어서 포소화약제 종류별로 분류하여 분석하고자 한다.

##### 1) 단백포 소화약제

소화성능여부의 결정요인인 저발포 성능시험은 각

사의 시험체가 모두 양호하였다.

저발포B급화재 소화성능시험에서는 소화시간이 기준에 다소 벗어나는 경우가 있었으며, 밀봉성 및 내화성은 모두 양호하였다. 포소화약제의 통상적인 사용처는 유류화재에 사용되고 있는 것으로서 유류화재는 불의 확산속도가 빠르므로 소화시간이 지연될 수록 재산 피해가 크다.

본 약제의 소화시간이 기준에 벗어난 경우, 그원인은 생성된 포가 너무 단단하여 유동성이 적어서 시험모형의 코너에서 효과적으로 화재를 질식시키지 못하였기 때문인 것으로 판단된다. 이러한 점을 고려하여 제조업체에서는 다른 시험항목에 벗어나지 않은 범위에서 포에 유동성을 부여할 필요가 있다.

##### 2) 합성계면활성제포

합성계면활성제포는 다른 약제와는 달리 저발포뿐만 아니라 고발포용으로도 사용할 수 있다. 먼저 저발포 측면에서 시험결과를 보면 발포성능 및 B급화재 소화성능시험에서 모두 양호하였다. 고발포 측면에서는 소화성능의 결정요인인 발포성능이 기준에 벗어난 경우가 있었으며 그 결과 고발포B급화재 소화성능시험에서 부적합하였다. 반면에 고발포A급화재시험에서는 모두 양호한 결과가 나왔다. 제조업체측에서 본 시험결과를 고려하여 발포성능이 기준에 적합토록 보완한다면 저발포는 물론 고발포용으로도 잘 적용할 것으로 사료된다.

##### 3) 수성막포

수성막포는 일반적으로 약제가 잘 변질되지 않아 반영구적으로 사용되고 있으며 소화성능도 좋은 것으로 알려져 있다.

본 시험결과에서 저발포성능시험은 모두 양호하였다. 그러나 제조업체에 따라 다르지만 저발포B급화재 소화성능시험에서 소화시간이 다소 벗어난 경우와 밀봉성 및 내화성이 기준에 벗어난 경우가 있었다. (㉞)