

# 할론 대체품에 대한 연구

본 내용은 fire surveyor 최근호에 게재된 것으로 점차 오존층 파괴 및 지구환경파손의 원인으로 관심이 더해지고 있는 할론 대체 소화약제에 대해 개발된 상품을 소개한 것이다.

Montreal 의정서 규약은 Halon 소화약제의 계속사용을 단계적으로 금지시키고 있다. FIC(The Fire Industry Council's)의 즉각적인 반응은 회원들에게 다음과 같은 사항을 권하고 있다.

- 불필요한 할론 사용을 제한하는 환경상의 책임 정책을 계속할 것.
- PSHTP\*1 code인 BS\*2 6535 Part 2에 따를 것.
- 남아도는 설비로부터 나오는 할론 용기를 반환하도록 할 것.
- 할론 소화기의 사용을 억제시킬 것.

FIC의 주된 의도는 소화활동을 위해 다른 것이 대기권 안으로 방출되는 것을 최소화하고 할론 소모량을 적게 하려는데 있다.

## 1. 배경

수십년전 대부분의 화학약품 회사들은 효과적인 소화약제를 공급하기 위하여 연소작용을 화학적으로 방해하는 신속하고 효과적인 소화약제의 필요를 인정하였다. 최초로 사용된 것은 4염화탄소였다. 브롬화메틸은 항공기 화재에 방을 위해 사용된 또 다른 물질 이지만 몹시 유독하다. 수년에 걸쳐 연구가 계속되었고 할론의 주성분인 브롬이 가장 효과적인 소화약제로 공급되었다. 유사한 특성을 지닌 두 화합물, 즉 고정식 소화설비를 위한 할론1301과 일반 소화기를 위한 할론1211이 많이 사용되고 있다. 할론 2402는 적은 양이 사용되지만 높은 독성으로 인하여 폭넓게 사용되지 못하고 있다.

## 2. 소화약제의 필요조건

이론적 연구결과에 의하면 할론의 주된 소화 구성 요소인 브롬은 오존층을 파괴시킬 가능성이 있는 것으로 밝혀졌다. 그 결과로 화학약품 회사들은 오존 감소 가능성이 거의 없는 브롬이 포함되지 않은 효과적인 소화 화합물을 찾고 있다.

할론1211이나 1301을 위한 무오존 감소의 대체물질은

결코 발견되지 않았다. 새로운 소화제를 논하기 전에 왜 우리가 할론에 의존했는지를 재검토해야 한다. 다음은 할론1211과 1301의 특성을 요약한 것이다.

- 낮은 독성
- 넓은 화재 범위에 대하여 크게 효과적임.
- 화재 발생시 내부로 스며드는 능력
- 효과적인 보관으로 작은 경량 용기 사용
- 비전도성
- 깨끗하고 잔재가 없음.
- 반 영구적임

## 3. 할론 대체물질 제조회사

### FM100과 FM200

Greatlakes 화학사에서는 Fire Master100이라는 상품명 아래 할론1211에 대한 대체물을 개발했다. 이것은 지금 U.K에서 상업적으로 사용되고 있다. FM100은 원래 소화기 안에 사용하기 위한 소화제로 사용하려고 하였다. 이것은 할론1211보다 성능이 떨어지는 소화효과를 갖는다. 현재 이것은 단지 무인 지역에서만 사용 할 수 있다. 그러나 Greatlakes사는 유인 지역에서의 사용을 위해 USEPAA\*3의 승인을 기대하고 있다.

Extinguishant	Concentration
Halon 1301	3.5%
Halon 1211	3.8%
FM100	3.9%
FM200	6~8%

\* Manufacturer's data

이 새로운 물질조차도 무오존 감소 가능성이 없다. Greatlakes사는 0.19의 ODP(Ozone Depletion Potential)를 주장하지만 다른 기관에서는 더 높은 수치를 부여하고 있다. FM100은 소화기구로 가장 많이 사용되고 있는 금속과 플라스틱에 대하여 할론1211과 유사한 효과를 나타낸다. 그러나 효과를 확실히 증명하기 위해서는 실제 설비로 시험을 해보아야 한다. 최근 시험에서는 봉입으로 기능 저하가 나타났다. Greatlakes는 할론1201의 대체물질로, FM200을 발표했지만 관련정보가 거의 없다. 시험에 의하면 분해 생성물의 양이 할론1301 보다 훨씬 많은 것으로 나타났다.

### FE232, FE25, FE13

Dupont de Nemours사는 할론 대체물질을 다음과 같이

발표했다.

- 국소 방출방식에서 할론1211의 대체품인 FE232.
- 전역 방출방식에서 할론1301의 대체품인 FE25.
- 전역 방출방식에서 할론1301과 기동용 가압가스인 질소의 대체품인 FE13.

FE232는 0.02의 ODP를 가지고 FE13과 FE25는 zero ODP를 갖는다. 그러므로 이러한 대체물질을 제조하는 것은 매우 관심을 끈다. 게다가 FE13과 FE25는 높은 증기압을 가진 소화약제를 만들어냄으로서 초고압의 N<sub>2</sub>의 필요성을 피할 수 있다. 유감스럽게도 이러한 물질들은 현존하는 할론과 비교하여 볼 때 소화능력이 낮다. 예로서 다음 수치는 Heptane 화재를 소화하는데 요구되는 농도이다.

Extinguishant	Concentration
Halon 1301	3.5%
Halon 1211	3.8%
FE232	7.1%*
FE25	1.1%*
FE13	14.0%*

\* Manufacturer's figures

위에서 보는 바와 같이 대부분 2~3배의 소화약제를 필요로 한다. 게다가 이러한 물질들에서 예상되는 높은 비용은 더 비싼 설비를 초래할 것이다. FE232는 foam blowing agent와 용제로서 사용할 수 있다.

브롬이 없이 구성되어 있으므로 저(low) ODP를 생성할 수 있다. Dupont사는 수분이 제거된다면 현존하는 용기내에서 사용되는 물질의 부식이 없을 것으로 기대하고 있다. 한 보고서는 재료가 발암성일 수도 있다고 지적했다. FE25는 대체 냉각제로 여겨지고 있다. 염소와 브롬 성분이 적으므로 FE25는 zero ozone depletion potential로 보인다. 물질의 적용성은 F232와 유사하다. Dupont으로부터 입수한 최신 정보에 의하면 이들 소화약제는 1995년 내에 사용이 가능할 것으로 보인다. 그러나 설비에 대한 시험이 이 약제의 사용을 더 지연시킬 수 있을 것이다. FE25는 독성이 없다.

### 123B1

간단한 설비에서 있어서 할론1211에 대한 ICI의 대체물질은 124B1이다. 할론1211과 유사한 소화특성을 가진다. 0.4로 평가된 ODP는 기대한 것보다 높고 오존 감소물질에 대하여는 미국 CAA\*에서 제한한 것 이상이다. 124B1의 소화효능은 Heptane 시험에서 약간 우세하게 나타났다.

Extinguishant	Concentration
Halon 1211	3.8%
Halon 124B1	3.6%*

\* Manufacturer's information

현재의 毒物學 정보에 의하면 124B1이 할론1211과 비

교하여 낮은 독성을 가지는 것으로 나타났다. 같은 조건하에 할론1211과 비교할 때 더 낮은 수준의 분해 생성물을 가진다. 이 생산물의 개발은 최소한의 허용 ODP에 대한 국제협정이 체결될 때까지는 완성될 것 같지 않다.

### PERFLUOROCARBONS(과불화탄화수소)

3M회사는 과불화탄화수소에 근거를 둔 할론 대체물질을 발표했다. 한정된 유효한 정보지만 이 약제는 전역 방출과 국소 방출방식의 소화약제로 보인다. 소화능력은 현 할론 제품에 비해 떨어지는 것 같다. 이러한 소화약제는 염소와 브롬이 없으므로 ODP는 zero일 것이다. 이러한 물질들은 오랜 대기권 생활을 가지므로 사용이 제한될 것이라는 의견이 제시되었다.

### NAF S와 NAF P

NAFGT\*에서는 고정설비용 소화제인 NAF S와 소화기용 NAF P를 생산하기 시작했다. 발표된 자료에 의하면 소화효과는 할론보다 떨어지며 독성은 할론1211보다 많지만 할론1301보다는 떨어지는 것으로 나타났다. NAF S는 위에서 언급했던 0.40 ODP에서의 오존층 파괴문제에 대한 현격한 돌파구를 마련할 수 있으며 NAF P는 0.8 ODP의 경우에 뛰어난 효과가 나타나는 것으로 나타났다. 설비와 생산품 설계 자료는 꽤 향상되었고 물질의 원료는 영국에서 입수할 수 있다.

Extinguishant	Concentration
Halon 1301	3.5%
Halon 1211	3.8%
NAF S	5.0*
NAF P	5.0%*

\* Manufacturer's information

### 그밖의 소화 약제

우리는 위에서 두 종류의 할론에 대한 완벽한 대체물질은 없다는 것을 알 수 있다. 대체물질을 개발하기 위한 노력은 계속 되겠지만 이 물질이 단시일 내에 개발되리라는 기대하기 어렵다. 대체 가능 물질을 선정하고 이에 대한 기초적인 시험을 별도로 하더라도 이에 대한 종합시험을 하기 위해서는 상당한 금액이 필요하게 된다. 이 비용에는 소화효과, 독성 및 분류방식과 더불어 실제 응용하는데 드는 비용을 포함한다. 이런 과정이 끝나면 국제기준으로 인정받을 수 있도록 일부 수정을 거쳐 국제적으로 공감대가 형성되도록 해야 한다. 또한 form, 물, 분말 및 이산화탄소 등도 화재로부터 우리를 보호하기 위해 사용할 수 있는 독특한 특성을 갖는 소화약제라는 것을 기억해야 한다. Montreal 의정서는 방재단체 및 설비 이용자로 하여금 위험분석과 필요한 예방대책의 수립을 더욱 정확하게 할 것을 요구하고 있다. 우리에게 가장 큰 위험은 적당치 못한 예방대책을 마련하는 것이다. 우리가 어떻게 공동사

회, 전체에 대한 이익과 개인의 행복과 부를 같이 놓고 볼 수가 있겠는가? 이러한 문제는 방재관련 업계에서 해결할 수 있는 것은 아니다. 만일 우리가 위험을 인지하고 이에 대해 아무런 조치는 취하지 않거나 또는 부적절한 대책을 세운다면 이는 우리의 삶은 풍요롭게 한다고 할 수 있겠는가? FIC에서는 1차 소화약제로서 할론을 사용할지에 대한 여부를 결정하는데 도움이 되는 “필수적인 사용(Essential use)”에 대한 지침을 마련하였다. 이는 모든 화재 위험 분석과 이에 대한 소화설비에 적용 가능하다. 다음 요인들에 대하여 신중히 고려하여 각각의 특정 위험에 할론을 적용시킬 것인지의 여부를 결정해야 한다.

- 다른 소화약제, 불활성 또는 폭발억제용 매체는 적당치 않은가?
- 다음중 한가지 이상의 요인에 의해 인명 위험이 높은가?
  - 화재, 폭발 또는 이와 관련 위험에 대한 직접적 노출
  - 피난수단과 같은 간접적인 화재나 관련 위험에 대한 노출
  - 화재시에도 위험구역에 계속 사람이 존재해야만 하는 필요조건
- 할론을 사용한 화재 진압속도가 필수적이고 다른 매체에 의해 진압될 수 없는가?
- 다른 매체에 의해 대체될 수 없는 공간, 무게, 성능상에 의해 할론이 필수적인가?
- 다른 소화약제에 의해서는 인명안전에 추가적이고 허용 불가능한 해를 끼치거나 시설물에 치명적인 손상을 입는가?
- 신속하게 화재는 진압하지 않은 결과가 환경에 대한 치명적인 피해의 원인이 될 수 있는가?

상기 분석에 의해 위험이 충분히 인지되고 적합한 조치를 할 수가 있을 것이다. 유사한 분석방법이 UNHTOR\*6에서도 세부적으로 마련되어 있다. 할론에 가능한 대체품: 무인지역에 있어서 국소방식 및 전역방식의 CO<sub>2</sub>소화설비, 건축물에 대한 자동스프링클러 소화설비, 조기 감지에 의한 공장가동중지, 점화원 제거 및 고팡창 form에 의한 소화.

#### 4. 결 론

화재와 관련된 업계에서는 생명 및 재산의 보호를 위한 할론의 사용을 가급적 제한하고 있으며, 할론이 환경으로 방출되는 것을 필수적인 범위 이내로 감소시키고 있다. 또한 이들은 할론 대체약제로 할론을 대체할 수 있는 경우의 사용을 적극적으로 권장하고 있다. 화재 관련 단체가 대체품의 개발을 하고 있는 관련기업들에게 협력을 아끼지 않고 있으나 현재까지는 불행히도 우리가 바라는 할론의 적절한 대체품이 개발되지는 않고 있는 실정이다.☹

- \*1. Practice for Safe Handling and Transfer Procedures.
- \*2. British Standard
- \*3. United States Environment Protection Agency Approval
- \*4. Clean Air Act.
- \*5. The North American Fire Guardian Technology Inc.
- \*6. United Nations Halons Technical Options Report