

# 가스계 소화설비

이수경

서울산업대학교 안전공학과

## Gaseous Fire Fighting System

Su-Kyung Lee

., Seoul National Univ. of Technology Dept. of Safety Eng

### 1. 서론

#### 1.1 이산화탄소 소화설비

이산화탄소 소화설비는 화재의 3요소 중의 하나인 산소의 공급을 차단함으로써 질식작용에 의한 소화를 하기 위한 것이다. 이는 이산화탄소를 일정한 용기에 담아 저장시켜 놓았다가, 화재시 수동 또는 자동으로 방호대상물에 분사시켜 산소의 농도를 저하함으로써 연소작용을 정지시키는 소화설비이다.

이산화탄소 소화설비는 적용범위가 넓고 소화 후 가연물질에 피해를 주지 않으므로 소화설비 중 이 용범위가 넓고 몬트리얼 의정서에 의한 할로겐 화합물 소화약제의 사용제한으로 인한 대체 방안의 하나로도 적용 · 검토되고 있으나, 소화시 산소의 농도저하로 입주자를 질식시킬 우려가 있는 등 위험성 때문에 설계 및 시공을 적용할 때는 신중한 고려와 전문가에 의한 검토가 필요하다.

#### 1.2 할로겐화합물 소화설비

할로겐화합물 소화설비는 메탄 ( $CH_4$ ) 또는 에탄 ( $C_2H_6$ ) 유도체로서 수소를 할로겐원소와 치환시킨 할로겐화합물 소화약제를 사용, 연쇄반응 차단에 의한 소화를 위해 할로겐화합물 소화약제를 일정한 용기에 담아 저장시켜 놓았다가, 화재시 수동 또는 자동으로 방호대상물에 분사시켜서 연소작용을 정지시키는 소화설비이다.

할로겐화합물 소화설비는 초기에 항공기 엔진의 소화설비로 개발되었으나, 소화약제의 인체에 대한 안전성 때문에 여러 장소에 적용되고 있다.

그러나 최근 몬트리얼 의정서에 의한 CFC 규제 문제로 사용이 제한되고 있으며, 향후 대체 소화약제로 대체될 운명에 놓여 있다.

#### 1.3 청정소화약제

할론(Halon)은 소화력은 우수하였으나, 오존층을 파괴하며 지구온난화에도 심대한 영향을 미쳐 오존층 파괴물질의 생산 및 사용을 규제하는 몬트리올 의정서에 의해 선진국에서는 1994년 1월부터 이의 생산 및 사용을 중단토록 규제하게 되었고 그 대응방법으로 새로운 대체소화약제 및 시스템의 개발이 모색되었으며, 이를 위해 미국 등 선진국에서는 1980년대 후반부터 연구소, 대학, 산업계에서 할론 대체물질 개발을 위한 HARC(Halon Alternatives Research Corporation)라는 컨소시엄을 구성하여 몇 가지 청정소화약제(Clean Agent)를 개발하였다. 한편, 청정소화약제를 사용하기 위한 각종 규정 및 기술기준, 법 등 제도의 정비도 계속적으로 이루어져, 미국 환경보호청(Environmental Protection Agency)은 SNAP Program(Significant New Alternatives Policy Program)을 통해 전역방출방식과 휴

대용 소형 소화기용으로 사용 가능한 대체소화약제의 종류를 확정하여 발표하였고, 1994년 2월에 NFPA (National Fire Protection Association)는 청정소화약제의 규정을 명시한 NFPA 2001을 제정하였으며, 우리나라에서는 1995년에 “청정소화약제의 종류 및 소화설비의 기술기준”이 행정자치부령으로 고시되어 7가지 종류의 청정소화약제가 국내에서 사용될 수 있는 길이 열린 이후에 할론소화약제의 사용이 급격하게 감소하였고, 대체소화약제인 청정소화약제의 수요 및 공급이 점차적으로 증가되고 있는 상황이다.

## 2. 본론

### 2.1 이산화탄소 소화설비의 문제점

이산화탄소 방출시 산소농도가 부족하게 되므로 인명 안전에 대한 각별한 안전 대책이 필요하다.

$$CO_2 = \frac{(21 - O_2)}{21} \times 100 \quad O_2 = \left(1 - \frac{CO_2}{100}\right) \times 21$$

여기서 CO<sub>2</sub> : 이산화탄소의 농도 (%), O<sub>2</sub> : 공기중의 산소농도 (%)

### 2.2 이산화탄소 소화약제의 특성

불활성 가스에는 이산화탄소를 비롯하여 질소, 아르곤 등이 있으나, 이 중에는 이산화탄소가 소화약제로 사용되는데는 아래 몇 가지 이유가 있다.

- 가. 이산화탄소는 다른 불활성 가스에 비해 일반적으로 가격이 싸다.
- 나. 공기 비중이 크다.

이산화탄소의 공기 비중은 1.53배이므로 틈만 있으면 침투가 되어 방호대상물 전반에 걸쳐 소화 가능하다.

- 다. 임계온도 이하에서 압축하면 쉽게 액화한다.

이산화탄소의 임계점은 온도 31.35℃, 압력 72.9atm 이며, 이 임계온도 이하에서 쉽게 액화가 가능하나, 대기 중에 가장 많이 존재하는 질소의 경우에는 임계온도가 -147℃로서 쉽게 액화가 불가능하며, 액화질소가 필요한 경우에는 상온 1atm하에서 -196℃ 로 액화하여 상용한다.

- 라. 기화 팽창률이 크다.

이산화탄소 가스는 기화 팽창률이 커서 1kg의 액화탄산 가스는 15℃에서 대기중에 방출하면 534ℓ로 팽창한다.

표 2-1 이산화탄소 소화약제가 인체에 미치는 영향

농도	주요증상
2%	불쾌감이 있다.
3%	호흡수가 늘어나며 호흡이 깊어진다.
4%	눈, 목의 점막에 자극이 있다. 두통, 귀울림, 어지러움, 혈압상승이 일어난다.
8%	호흡이 곤란하다.
9%	구토를 하며 실신한다.
10%	시력장애, 몸이 떨리며 1분 이내에 의식을 잃으며 그대로 방치하면 사망한다.
20%	중추신경이 마비되어 사망한다.

### 2.3 할로겐화합물 소화설비의 문제점

- (1) 소화약제의 가격이 비싸다.
- (2) 심부화재시 실용적인 소화설비로 적용이 어렵다.
- (3) 환경파괴 (오존층 파괴)로 인한 CFC 규제로 향후 지속적인 사용이 불투명하다.

### 2.4 할로겐화합물 소화약제의 특성

- (1) 소화속도가 대단히 빠르다.  
특별히 가연성 액체 위험물 화재에 대하여 소화속도가 대단히 빠르다.
- (2) 부식성이 적다.  
일반금속에 대하여 부식성이 적고 또한 휘발성이 크므로 방사후의 대상물에 부식 · 손상 · 오염의 염려가 없다.
- (3) 내구성이 크다.  
일반적인 보관상태에서 변질이 없으므로, 약제에 대한 정기검사가 필요 없다.
- (4) 전기 절연성이 크다.  
어느 소화약제보다 전기 절연성이 크므로 전기기기에 사용이 가능하다.
- (5) 소화시 인체에 미치는 영향이 적다.  
할로겐 화합물을 적은량 흡입하면 인체에 그다지 영향을 미치지 않으나 다량 흡입하면 현기증 등의 영향으로 활동에 장애를 주며 따라서 피난등을 할 수 없게 된다.  
특히, 482℃ 정도 이상의 온도에서 불꽃이나 열에 의해 발생하는 열분해 가스는 인체에 치명적인 영향을 준다.

표 2-2 할로겐화합물 소화약제가 인체에 미치는 영향

Halon 1301	Halon 1211	노출허용 시간	주요증상
7 V % 이하	2 ~ 3%	3 분	가벼운 이상 · 현기증
7 ~ 9	3 4 %	3 분	불쾌한 현기증 · 맥박증가
10 %	-	1 분	현기증 · 혈압강하
12 ~ 15 V	5 V %	1 분	심한 현기증

### 2.5 청정소화약제

표 2-3 주요소화약제의 환경성

구 분	FM-200	FE-13	NAF S-III	Inergen
제조업체	GLCC	Dupont	NAFG	ANSUL
ODP	0	0	0.044	0
GWP	0.7	4 ~ 5	0.7	0
대기권 잔존기간	35년	300년	7년	0
NOAEL*	9%	50%	10%	43%
LOAEL**	10.5%	>50%	>10%	52%
EPA의 사용규제	없음	없음	해당	없음
UL/FM 승인	승인	승인	ULC 만 승인	승인
국가별 사용금지	없음	없음	미국, 일본, 유럽	없음

(표 2-3)

주) \* : No Observed Adverse Effect Level(심장에 독성이 미치지 않는 최대농도)

\*\* : Lowest Observable Adverse Effect Level(심장에 독성이 미치는 최저농도)

### 2.5.1 NAF S-III 설치적용대상

- 불활성이며 적기적 전도성이 없는 소화약제가 필수적이거나 바람직할때.
- 소화시 잔사가 문제가 될 때.
- 다른 소화약제를 사용하는 소화방식보다 설치시 보다 경제적이면서도 효과적으로 소화시키려 할 때.
- 제품의 유통기간 동안에 소화약제의 물성성 변화가 문제가 될 때.

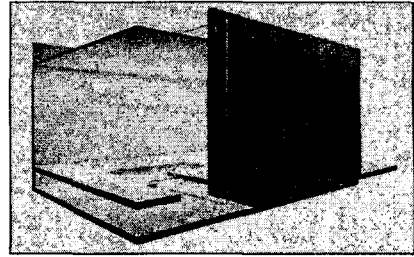


그림 2-3

### 2.5.2 FM-200소화설비의 특징

- 오존층 파괴지수 (ODP)가 ZERO(0)이다.
- 미국 환경처(EPA)에서 추천한 HALON 1301의 소화약제 대체 약제중 가장 효과가 뛰어난 소화약제이다.
- 화합물의 모든 조성 성분에 대해 미국 UL(Underwriter's Laboratories)이 승인한 최초의 소화약제이다.
- 미국 FM(Factory Mutual)로부터 공식 승인된 소화약제이다.
- 주거공간에서도 안전하게 사용할 수 있는 소화약제이다.
- 인체에 미치는 독성이 HALON 1301 소화약제와 동등한 수준이며 NFPA-2001에서 추천한 8가지 청정 소화약제중 가장 독성이 적다.
- HALON 1301 소화약제와 같이 전자제품 및 통신장비 등 소방대상물에 피해가 없이 안전하게 보호한다.
- 깨끗하고, 잔여물이 남지 않으며 따라서 화재후 많은 비용이 들어가는 청소가 필요치 않고 또한 값비싼 "조업 중단시간" (down-time)이 최소화 된다.
- 장기적인 안목에서 가장 가치있는 소화약제는 ODP가 ZERO(0)이며, 열적, 화학적으로 안정하며 대기 잔존기간이 31~41년 정도밖에 되지 않는다.

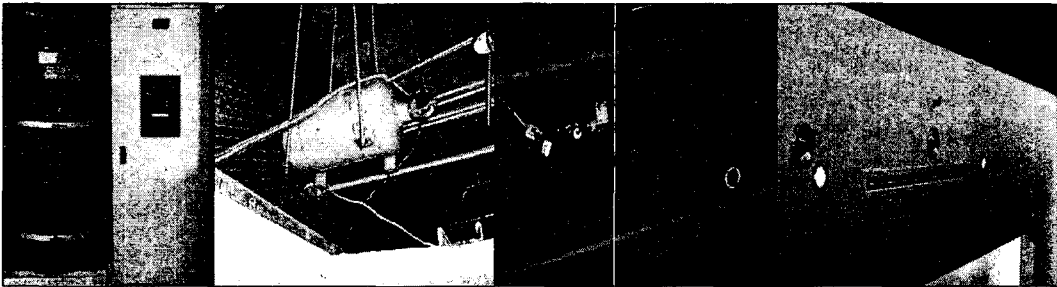


그림 2-4

### 2.5.3 INERGEN소화설비 설치적용대상

- INERGEN 가스소화설비는 할론1301 소화설비의 대체설비가 아니라, 전혀 새로운 설비라고 할 수 있다.
- 대상방호구역으로는 컴퓨터실, 통신실, 전기실, 기계실, 중앙감시실, 전자 교환기실, 컨트롤센터 등과 같이 전자기기와 사람이 항상 상주하는 곳과 박물관, 박물관, 귀중품보관소, 데이터보관소, 서고등
- 또한 반도체 제조라인(청정실)등과 같은 고부가가치 제조시설등의 소화시스템으로도 최적의 소화설비이다.

### 2.5.4 FE-13 설치적용대상

- 전기실, 변전실, 발전실, 축전지실, 전산실
- 통신기기실, 방재실, 제어실 등
- 도서관, 박물관, 화랑 등
- 인화성, 가연성 액체와 가스를 저장, 취급하는 장소
- 기타 고가의 자산이 있는 장소

### 3. 결론

안전과 환경보호를 증시하는 국제적인 동향과 추세에 적극적으로 참여하여야 할 시기이다. 국민의 안전과 생명을 보호하는 차원에서, 인명안전과 산업시설물의 안전 차원에서 늘 이야기되는 가운데 이에 대한 지식과 산업활동에서의 안전 미비점을 항상 나타내고 있다. 소방의 기술화, 안전, 소방안전의식과 선진화를 추구할때에 이에 대한 준비를 철저히 할 필요가 있다.

몬트리올 의정서에 따라 선진국형개도국으로 분류된 우리나라는 2030년까지 Halon1301 소화약제를 사용 할 수 있었으나 여러 차례에 걸친 회의의 결과로 2003년까지 사용 할 수 있게끔 되었다.

오존파괴물질(ODS: Ozone Depleting Substances)인 Halon1301을 대체하는 청정소화약제의 도입을 전환점으로 삼아 청정소화약제를 사용하는 소화설비의 기술기준에 관한 규칙등을 선진국 수준에 맞게 개정하는 등, 소방설비의 고품질화, 선진화를 위해서 여러 가지 노력이 요청되고 있다.

#### 참고문헌

1. 방재전문가과정, 방재시험연구원, 발행인 오 상 현.
2. ENGINEERING SUPPORT MANUAL, SH엔지니어링
3. INERGEN-SYSTEMS, SH엔지니어링