



# 한국과 미국의 청정소화약제 소화설비의 설계기준에 관한 비교 고찰

지구 오존층 파괴로 인한 환경문제에 대응하기 위해 생산이 제한되고 사용상의 규제가 강화된 할론을 대체할 소화약제와 소화설비에 관심이 모아지고 있다. 국내 기술기준인 NFSC 107A와 선진 외국기준인 NFPA 2001을 비교·분석을 통한 문제점과 개선안을 제시하는 것이야말로 화재의 진압과 확산을 막는 길일 것이다.



## 1 머리말

할론(Halon)은 무색, 무취의 가스이고 전기적으로 비전도성이며 소화 후에 잔사를 남기지 않는 가스계 청정소화약제이다.

할론은 폭발방지는 물론 B급 화재나 C급 화재에 뛰어난 소화능력이 있고, 약제에 관련된 독성이나 부식성이 매우 낮은 등의 많은 장점이 있기 때문에 최근까지 컴퓨터실이나 전기실을 비롯하여 입체 주차장, 위험물시설 등에 이르기까지 광범위하게 사용되어 왔다. 그러나 할론은 CFC와 함께 오존층을 파괴하는 물질로 판명이 되었고 사용량은 CFC 사용량의 2%도 되지 않지만 할론의 오존파괴지수가 높아 오존층 파괴에의 기여도는 25%에 해당된다.

이에 따라 「오존층 파괴물질에 관한 몬트리올 의정서」에 의해 미국, 프랑스, 독일, 영국, 일본 등 선진국은 1994년(94.1.1)부터 할론소화약제의 생산 및 사용이 중단되었고 몬트리올 의정서에 개발도상국조항(5조)으로 가입한 우리나라는 중국, 인도 등과 같이 2010년까지 할론을 생산할 수 있는 세계에서 몇 안 되는 국가 중의 하나이다.

할론소화약제가 지구 오존층을 파괴하는 환경문제로 인하여 생산이 제한되고, 사용상의 규제가 강화됨에 따라, 새로 개발된 대체 소화약제와 대체 소화설비에 관심이 모아졌다. 또한 청정소화약제 소화설비

에 관한 기준으로, 미국은 NFPA 2001 Code를 1994년 처음 발간하였으며, 이후 1996년, 2000년, 그리고 2004년에 각각 개정되었다. 한국은 미국의 NFPA 2001을 준용하여 ‘청정소화약제의 종류 및 소화설비 기준’을 1994년에 처음 공포하였고, 그 이후 수차례 개정하여 현재 청정소화약제 소화설비의 화재안전 기준(NFSC 107A)으로 된 상태이다.

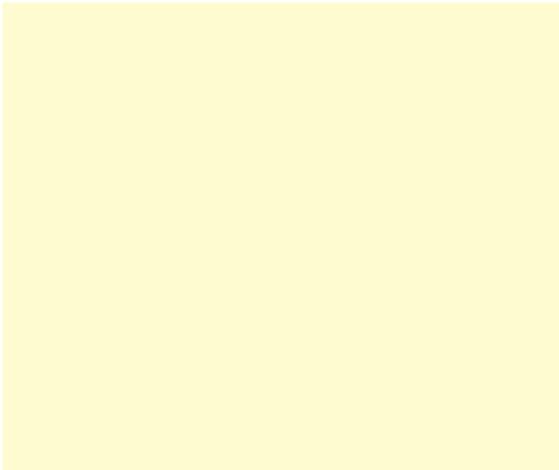
본 기고는 청정소화약제 소화설비에 대한 국내 기술기준인 NFSC 107A와 선진 외국기준인 NFPA 2001 기준(제조사 매뉴얼 포함)을 비교·분석 검토하여 그 문제점과 개선안을 제시하고자 한다.

## 2 청정소화약제 소화설비의 설계기준 분석 및 개선방안

### 가. 청정소화약제의 종류

우리나라는 ‘청정소화약제의 종류 및 소화설비의 기술기준’이 처음 고시될 때(1994. 6. 18), NFPA 2001(1994 Edition)을 참조하여 7종을 고시하였으나, 2004년 6월 국가화재안전기준(NFSC 107A) 개정시 NFPA 2001(2000 Edition)을 준용하여 <표 1>과 같은 13가지 물질로 개정하였다.

그러나 미국의 청정소화약제 소화설비의 기준인 NFPA 2001 Code는 2004년 초에 다시 개정되어, 기



존의 FC-2-1-8 소화약제는 제거되고 새로운 청정소화약제인 FK-5-1-12가 추가되었다. 따라서 NFSC 107A는 국제기준인 NFPA 2001에 맞도록 청정소화약제의 종류를 개정하여야 한다.

**나. Feed Back System (선택밸브를 이용한 리턴 기동방식)**

(1) 가스압식 시스템에서의 문제점  
소화약제 저장용기밸브는 기동용 가스에 의하여

개방되지만 기동용 가스의 압력이 손실되어 충분한 압력에 미치지 못하면 파괴침이 봉판을 완전하게 뚫지 못하고 저장가스의 방출이 장시간에 걸쳐서 진행되므로, 소화 실패의 원인이 될 수 있다.

또한 기동용 가스용기의 용적 1ℓ 에 저장하는 이산화탄소의 양은 0.6kg 이상으로, 기동용기 한병 개방으로 용기밸브 몇 개를 개방할 수 있는가라는 의문이 생긴다. 가장 좋은 것은 직접 방출시험을 하는 것이지만, 환경적·경제적 여건이 허락지 않으므로 곤

■ 표 1. NFSC 107A의 청정소화약제의 종류

구 분	소 화 약 제	화 학 식
할로겐 화합물 청정소화약제	퍼플루오로프로판(이하 "FC-2-1-8"이라 한다) 퍼플루오로부탄(이하 "FC-3-1-10"이라 한다)	C <sub>3</sub> F <sub>8</sub> C <sub>4</sub> F <sub>10</sub>
	하이드로클로로플루오로카본혼화제 (이하 "HCFC BLEND A"라 한다)	HCFC-123(CHCl <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> ) : 4.75% HCFC-22(CHClF <sub>2</sub> ) : 82% HCFC-124(CHClFCF <sub>3</sub> ) : 9.5% C <sub>10</sub> H <sub>6</sub> : 3.75%
	클로로테트라플루오르에탄 (이하 "HCFC-124"라 한다)	CHClFCF <sub>3</sub>
	펜타플루오로에탄(이하 "HFC-125"라 한다)	CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>
	헵타플루오로프로판(이하 "HFC-227ea"라 한다)	CF <sub>3</sub> CHFCF <sub>3</sub>
	트리플루오로메탄(이하 "HFC-23"라 한다)	CHF <sub>3</sub>
	헥사플루오로프로판(이하 "HFC-236fa"라 한다)	CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>
	트리플루오로이오다이드(이하 "FIC-131f"라 한다)	CF <sub>3</sub> I
불활성 가스 청정소화약제	불연성·불활성기체혼합가스 (이하 "IG-01"이라 한다)	Ar
	불연성·불활성기체혼합가스 (이하 "IG-100"이라 한다)	N <sub>2</sub>
	불연성·불활성기체혼합가스 (이하 "IG-541"이라 한다)	N <sub>2</sub> : 52%, Ar : 40%, CO <sub>2</sub> : 8%
	불연성·불활성기체혼합가스 (이하 "IG-55"이라 한다)	N <sub>2</sub> : 50%, Ar : 50%



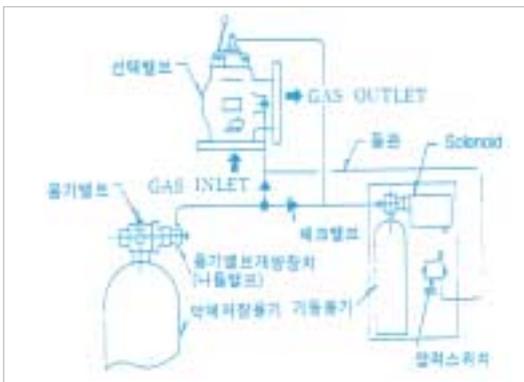
란하다.

방호구역의 저장용기가 작은 곳은 별 관계가 없겠지만, 최소 20개 이상의 저장용기를 가지는 방호구역 이라면 이에 대해서는 심각한 고민과 해결책을 얻을 필요가 있다. 왜냐하면 완전한 용기밸브의 개방이 아니면, 소화농도의 부족 또는 희석으로 소화에 실패할 확률이 높기 때문이다.

## (2) 해결책

위와 같은 문제점을 해소하기 위해 선택밸브 2차 측으로 공급된 방출가스의 압력을 다시 저장용기로 보내서 용기밸브를 완전하게 개방시키도록 동관의 회로를 구성하는 시스템으로 변경하는 것을 제안한다. 『NFPA 2001 4.3.3.8』에 따르면, 기동용기의 가스압력을 가지고 나머지 용기의 개방수단을 사용하는 경

■ 그림 1. Feed Back System 구조



우, 저장용기를 통한 방출량은 나머지 모든 용기를 개방시킬 수 있는 구조로 설계해야 한다. Feed Back System의 구조는 <그림 1>과 같다.

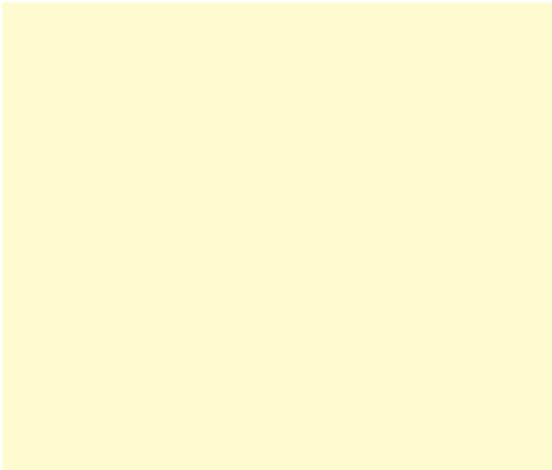
## 다. 예비 소화약제 공급

『NFPA 2001 4.1.2』에 따르면, 모든 청정소화약제 소화설비를 설치할 때에는 배관 및 집합관을 통해 자동식 소화설비로 연결되고 충분한 양의 보충 소화약제로 가득 채워진 충전용기 설치(예비 소화약제 연결) 문제를 고려한다. 소화약제를 추가로 공급하는 장치는 전기식 또는 공기압식 장치인데, 통상 주·보조 스위치를 수동으로 작동함으로써 기동한다.

예비 소화약제 연결의 필요성은 다음과 같다.

- ① 재 발화에 대비한 방호조치
- ② 주 저장용기가 정상적으로 작동하지 않을 때를 대비한 소화설비의 신뢰성 확보
- ③ 주 저장용기 교체시 약화된 방호기능 보충
- ④ 동일한 소화약제 저장시설을 통해 다중 위험을 동시에 방호하고, 선택밸브가 설치되어 있을 경우 기타 위험도 방호 가능

충전용기를 완전히 충전할 수 없거나, 빈 용기를 24 시간 이내에 재충전, 교체, 재설치할 수 없는 경우, 완전히 충전되고 어느 설비에도 연결되지 않은 제 3의 저장



용기를 설치하여 비상시 사용할 수 있도록 준비한다.

Halocarbon계 청정소화약제를 심부화재에 적용 시, 소화농도 유지시간은 최소한 10분 이상 유지해야 화재진압이 이루어지므로, 이럴 경우 기본 약제량에 더해서 예비의 또는 추가적인 약제가 필요하다. 청정 소화약제 소화설비의 화재안전기준(NFSC 107A) 개정시, 예비 소화약제에 관한 항목을 추가할 필요가 있다.

**라. 비상정지 스위치**

2001년 5월 28일 금호미술관에 이산화탄소 소화설비 오동작으로 사망 1명, 부상 55명의 대형 사고가 일어났다. 따라서 2002년 4월 12일 소방기술기준 개정시 다수인이 출입하는 전시장 등의 통로 또는 관람장에는 이산화탄소 소화설비 설치를 제한할 뿐만 아니라 이산화탄소 소화설비 설치시 약제방출을 지연할 수 있는 비상정지 스위치(Abort Switch) 설치를 의무화시켰다. 참고적으로 NFPA 12 이산화탄소 소화설비 기준에서는 Abort Switch 사용을 금지하고 있다.

또한 NFPA 12A(할로겐 화합물소화설비 기준), 그리고 청정소화약제 소화설비 기준인 『NFPA 2001 4.3.5.3』에서는 비상정지 스위치 설치를 허용하고 있다. 그러나 청정소화약제 소화설비의 화재안전기준(NFSC 107A)에서는 이와 관련된 사항이 없다. <표

2>는 비상정지 스위치에 관한 설치여부를 요약한 것이다.

청정소화약제 소화설비의 비상정지 스위치는 NFPA 2001에서 허용하는 바와 같이 국내 청정소화약제 소화설비의 화재안전 기준(NFSC 107A)도 이 규정을 준용하여 비상정지 스위치의 법적 설치기준을 마련하므로, 시험 또는 오동작에 의한 방출사고를 미연에 방지할 것으로 사료된다.

■ 표 2. 비상정지 스위치에 관한 설치 여부

NFSC Code	구 분	NFPA Code
허 용	이산화탄소 소화설비	불 가
기준 없음	할로겐화합물 소화설비 청정소화약제 소화설비	허 용

**마. 설계농도 유지시간**

설계농도 유지시간(Soaking time/Holding time)이란 가스계 소화약제가 방사되어 가연물을 소화하려면 설계농도에 도달된 이후에 완전히 소화되어 재발화하지 않도록 하기 위해서 유지되어야 하는 시간 또는 심부화재(Deep-seated fire)의 경우 소화 작용을 위해 가연물 내부로 침투하는 데 필요한 시간을 말한다.

<표 3>과 같이, 일반적으로 청정소화약제와 할로겐 화합물 소화약제를 사용하는 소화약제의 경우는 10



분, 심부화재에 적용하는 이산화탄소 설비의 경우는 20분의 설계농도 유지시간을 적용하나, 설계자 또는 컨설턴트는 방호하고자 하는 대상물의 종류, 특성 또는 중요도에 따라서 이보다 길게 정할 수 있다.

그러나 국내 소방기술 기준에서는 소화약제 방사 시간에 대하여는 규정하고 있으나 설계농도 유지시간에 대하여는 언급하지 않고 있다. 따라서 화재의 성상, 방호구역의 중요도 또는 소방대상물 및 소화약제의 종류에 따라서 최소한의 설계농도 유지시간을 제시 또는 규정하여야 한다. (☞)

↳ 다음호에 계속 됩니다

■ 표 3. NFPA, IRI, 국내 소방법의 Soaking time 비교

관련법규 및 Code	소 화 약 제		Soaking time	비 고	
1 국내 소방기술 기준	이산화탄소		-		
	할로겐화합물		-		
	청정소화약제		-		
2 NFPA Code	이산화탄소	표면화재	-	NFPA 12 2.3.5.1	
		심부화재	20분	NFPA 12 2.2.4.1	
	할로겐화합물		10분	NFPA 12A A.3.4.2	
	청정소화약제		10분	NFPA 2001 A.5.6	
3 IRI Code	이산화탄소	표면화재	3분	IRI, IM.13.3.1 2-3.5.5	
		심부화재	최소	20분	IRI, IM.13.3.1 2-4.1
			레코드 창고 등	30분	IRI, IM.13.3.1 2-4.1
	할로겐화합물	일반물질	10분	IRI, IM.13.4.1.1 1-4.6	
		심부화재	30분	IRI, IM.13.4.1.1 1-4.6	
	청정소화약제		10분	IRI, IM.13.6.1 1-3.4.2.2	

#### 참고문헌

1. 김원국, "가스계 소화설비 방호구역 신뢰성 시험", www.rmseng.com
2. 박승민, "가스계 소화설비 개구부를 통한 소화약제 누출 및 보상에 관한 연구", 한국화재소방학회 학회지, 2000.6.
3. 한국과학기술연구원, "할론 대체물질 사용합리화 대책기술 세미나", 2003.6
4. 이택구, "가스계 소화설비 기술기준의 비교 분석", 경기대학교 석사논문, 2002
5. 동방미네르바, "TMX INERGEN SYSTEM Engineering Manual", 2002
6. 행정자치부, 청정소화약제소화설비의 화재안전기준(NFSC 107A), 2004.6
7. 한국화재보험협회, 소화설비규정, 2002.8.1
8. 한국화재소방학회, 2004년도 추계학술논문발표회, 2004.11
9. SH Engineering, "INERGEN Engineering Support Manual", 2002
10. National Fire Protection Association Code 2001, 2000Edition
11. National Fire Protection Association Code 2001, 2004Edition