

한국과 미국의 청정소화약제 소화설비의 설계기준에 관한 비교고찰

두 번째 시간



글 | 지춘근협회 연구컨설팅부 과장, 소방기술사

지구온난화 파고로 인한 환경문제에 대응하기 위해 생산이 제한되고 사용상의 규제가 강화된 할론을 대체할 소화약제와 소화설비에 관심이 모아지고 있다. 국내 기술 기준인 NFSC 107A와 선진 외국 기준인 NFPA 2001을 비교·분석을 통한 문제점과 개선안을 제시하는 것이야말로 화재의 진압과 확산을 막는 길일 것이다.

지난호에 이어서 -

바. Door Fan Test

(1) Door Fan Test(또는 Enclosure Integrity Test)의 개요

전역방출방식 가스계 소화설비의 성능은 해당 방호구역에서의 소화약제의 설계농도 유지가 필수적이며 대부분의 심부화재용 가스계 소화약제의 설계량은 거의 빈틈이 없는 방호구역을 전제로 상당 기간 동안 일정수준 이상의 농도 유지가 요구된다. 그러나 실제 방호구역에서는 다양한 형태의 개구부가 존재하고 약제의 방출압력, 밀도 등에 따른 약제의 누출로 소화농도 유지시간이 기준에 미달되는 경우가 많다.

Enclosure Integrity Test는 약제 방출시와 동일한 환경을 조성하여 직접적인 약제의 방출 없이 Door Fan, 각종 압력계 및 컴퓨터 프로그램을 사용하여 실내·외의 정압, 송풍량 등을 측정, 이를 방호구역 내의 누설면적, 약제의 설계농도 유지시간으로 환산하고, 누설 개구부의 위치를 발견하여 설치된 소화설비의 적정성에 대한 판단을 제공하는 간접적인 성능확인 시험으로 ISO, NFPA, BS, IRI 등에 의해 채택되고 있는 신뢰성이 입증된 선진화된 시험방법으로 일명 Door Fan Test라고도 한다.

(2) Door Fan Test의 원리

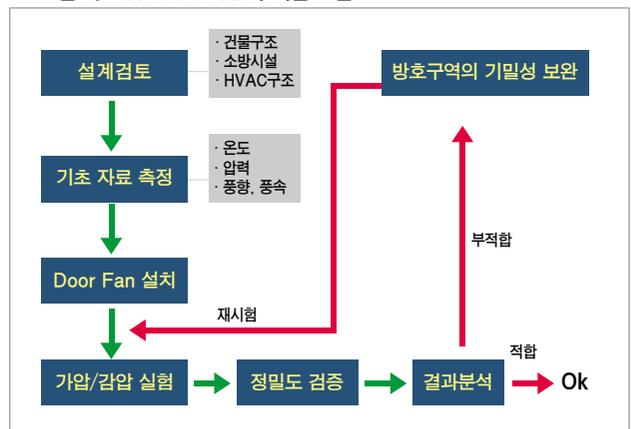
가스계 소화설비가 작동하여 방호대상물이 설치

된 실내로 소화약제가 방출될 때에는 순간적으로 실내압력이 상승하면서 실내 공기와 혼합하게 된다. 실내에 충분한 혼합가스 중 비중이 큰 가스는 하단부의 누설부위를 통해 빠져나가게 되고 상단 유입부위로부터 외부공기가 유입되면서 혼합가스의 농도는 상부로부터 점차 낮아지게 되는 현상이 발생한다. 따라서 Door Fan Tester를 이용하여 이와 같은 조건을 조성한 후 이때 누출되는 양을 측정하여 Computer Program으로 누출 면적을 산출하고 최종적으로 약제의 소화농도 유지시간을 측정하게 된다.

(3) Door Fan Test의 시험 흐름도

[그림 2]는 Door Fan Test의 시험 흐름도를 나

■ 그림 2. Door Fan Test의 시험 흐름도



타낸 것이다.

(4) Door Fan Test의 활성화를 위한 제안

우리나라는 법적 의무 사항이 아닌 관계로 일부 외국계 기업 등에서 Door Fan Test를 실시하고 있다. 외국계 재보험회사들은 가스계 소화설치가 설치된 건물은 반드시 방호구역 밀폐도 시험인 Door Fan Test를 실시하고 소화농도 유지시간, 과압배출 등이 기록된 Door Fan Test Report 제출을 요구하며 그 Door Fan Test Report로서 보험요율의 할인 등급을 사정한다. 만약 Door Fan Test Report를 제출하지 않을시 그 가스계 소화설비는 없는 것으로 간주한다.

현재 한국화재보험협회 소화설비규정(2002년 8월 1일 개정판)을 보면, 할론1301 소화설비 대신에 IG-541, HFC-227ea, HFC-23, IG-100 등의 청정소화약제를 사용하는 소화설비를 설치한 경우, 한국화재보험협회 부설 방재시험연구원에서 소화시험 등을 통하여 그 소화능력이 검증된 경우에는 할론 1301 소화설비와 동등 이상의 성능이 있는 것으로 간주할 수 있다.

즉, 할론1301 소화설비의 할인율은 전역방출 방식의 자동일 때 20%, 수동일 때 10%의 할인율이 있는 것처럼 청정소화약제 소화설비도 그 소화능력이 검증된 경우 자동일 때 20%, 수동일 때 10%의 할인율이 적용된다는 것이다.

그러나 국내 소화설비 할인규정의 문제점은 가스계 소화설비(이산화탄소 소화설비, 할론 소화설비, 청정소화약제 소화설비)에 Door Fan Test를 실시하여도 재보험회사처럼 보험요율의 할인등급을 적용받지 못한다는 것이다. 따라서 국내 소화설비 할인규정의 일부 내용을 첨가하여, 가스계 소화설비의 신뢰성 확보를 위한 방호구역 밀폐도 시험인 Door Fan Test를 실시한 건물은 추가적인 보험할

인 등급을 적용하는 것이 Door Fan Test를 활성화시키는 데 도움이 되지 않을까 판단된다. <표 4>는 개정하고자 하는 소화설비 할인율을 나타낸 것이다.

■ 표 4. 개정하고자 하는 소화설비 할인율 표

소 화 설 비 의 종 류			할 인 율	
0	소 화 기		3%	
1	옥 외 소 화 전 설 비	갑	기본요율의 15%	
		을	" 12%	
		병	" 8%	
2	옥 내 소 화 전 설 비	갑	" 10%	
		을	" 8%	
		병	" 5%	
3	소 방 펌 프 자 동 차		" 15%	
4	자 동 화 재 경 보 설 비		" 8%	
5	자 동 화 재 속 보 설 비		" 5%	
6	스 프 링 클 러 설 비	1	모든 시설이 규정에 적합할 때	" 60%
		2	미달규정의 수가 1개일 때	" 50%
			미달규정의 수가 2개일 때	" 40%
			미달규정의 수가 3개일 때	" 30%
3	미달규정의 수가 4개일 때	" 20%		
7	이산화탄소 소화설비	전역방출 방식	자동	" 20%
			Door Fan Test 실시한 자동	" 30%
			수동	" 10%
			Door Fan Test 실시한 수동	" 20%
8	포 소 화 설 비		" 5~18%	
9	할론 1301 소화설비	전역방출 방식	자동	" 20%
			Door Fan Test 실시한 자동	" 30%
			수동	" 10%
			Door Fan Test 실시한 수동	" 20%

사. 배관의 기압시험

가스계 소화설비 배관의 기압시험에 관하여는 '건축설비공사표준시방서(기계부문)'에 규정되어 있으며 이산화탄소설비의 1차측(선택밸브 기준)은 90kg/cm² 이상의 질소가스 또는 공기압력, 할론 1301 소화설비는 고압식의 경우에 1차측에 59kg/cm² 이상으로 하고 2차측에 관하여는 최고 사용압력(초기압력 강하 계산을 하여 얻은 값)의 1.1배로 5분간 시행하도록 되어 있다.

또한 NAF-SⅢ의 경우에는 <표 5>와 같이 기압

시험을 시행하도록 되어 있다.

■ 표 5. 배관의 기압시험 방법

시험구분		선택밸브 있을 때		선택밸브 없을 때
소화설비의 종류		용기출구로부터 선택밸브까지	선택밸브로부터 말단분사헤드까지	용기출구로부터 말단분사헤드까지
NAF-SIII	25kg/cm ²	35kg/cm ²	35kg/cm ²	최고 사용압력 (초기압력강화 계산을 하여 얻은 값)×1.1
	45kg/cm ²	40kg/cm ²	40kg/cm ²	

그러나 현실적으로 기압 시험을 35kg/cm² ~90kg/cm²로 수행하는 것은 시험장치의 안전성 문제로 인하여 불가능하므로 실재는 기압시험을 거의 실시하지 않고 있다. 따라서 기밀시험은 NFPA와 같이 현실적으로 수행이 가능한 시험압력을 제시하여야 한다.

NFPA의 가스계 배관기압시험 기준

- NFPA 2001 6.7.2.12 : 40psi으로 10분간시험
- NFPA 12A 4.7.2.1.12 : 150psi으로 10분간 시험

아. F.I 인정제도

청정소화설비의 적정한 설계와 시공을 위하여 실시하는 F.I 인정제도가 2001년 2월 22일 이후 건축허가 동의를 대상물부터 실시되었으며, F.I 인정은 미국의 UL, FM과 같이 시스템에 대한 인정으로 가스계 청정소화약제(HCFC Blend A 등)의 관련된 부품 및 설계 프로그램에 대한 인정이다. F.I 인정을 획득하기 위해서는 소화약제뿐만 아니라, 용기밸브, 플렉스블호스, 선택밸브, 노즐 등 소화설비 전체에 대한 명확한 자료가 요구되며, 설계의 근거가 되는 컴퓨터 프로그램의 유효성이 인정되어야 한다.

청정소화약제 공급사는 F.I 인정을 획득하여 그동안 국내 청정소화약제 시장의 문제점으로 지적되어 왔던 경쟁사에 대한 무책임한 비난이나, 허위 자료의 제공 등에 대한 문제점이 F.I 인정 제도를 통해 해소되고 있다.

현재 청정소화약제 소화설비의 화재안전기준(NFSC 107A)의 청정소화약제 13개 중 HCFC Blend A와 FM-200, Inergen만 인정을 받았으며, 기타 약제(FE-13 포함)는 아직까지 인정을 받지 못하여 국내에서 사용이 불가능하다.

F.I 인정을 받더라도 외국의 제조사마다 독자적인 Program을 개발하여 사용하므로 설계·시공시 Program 적용이 다르게 적용되는 문제점이 있다. 예를 들어 Inergen 설비는 타이코마린서비스코리아(주)와 (주)SH엔지니어링 두 회사가 F.I인정을 받았는데, [표 6]과 같이, 설계농도, 헤드 방사압력, 선택밸브 구경 및 헤드 방호반경 등 매우 중요한 설계 기준이 상이하게 적용되는 것을 알 수가 있다.

결론적으로 동일한 청정소화약제라도 각 청정소화약제 소화설비는 F.I 인정을 받은 청정소화약제 설계프로그램 및 매뉴얼에 따라 설계·시공이 이루어져야 한다.

■ 표 6. 타이코마린서비스코리아(주)와 (주)SH엔지니어링 비교

구분	설계농도 (%)	헤드방사압력 (kg/cm ²)	선택밸브 (mm)	헤드 방호반경(m)	헤드높이 (m)
타이코마린 서비스코리아(주)	40	최소 20.4	32~150	7	0.2~4.0
(주)SH엔지니어링	37.5	최소 22.8	15~50	9.8	0.2~3.7



자. Package형 설비의 배치

전산실, 방송실, 제어실 등에 청정소화약제(HCFC Blend A, Inergen 등) Package형 설비 또는 모듈러 방식이 설치되어 화재시 신속한 소화를 위해 대응하고 있다.

Package설비는 『NFPA 2001 3.3.18』의 Pre-

Engineering System을 뜻한다. 즉, 건물 내 실의 상부에 가스계 소화약제를 평상시 수용할 수 있는 저장배관을 설치하고, 자동화재감지기 또는 수동조작스위치의 작동으로 인하여 개방되는 가스계 소화약제의 유출밸브를 저장배관으로부터 연결·설치하며, 방사노즐에 대한 가스계 소화약제의 공급이 유출밸브의 개방시 이루어지도록 하는 가스계 소화약제의 용기 일체성 소화시스템이다. 그러나 Package형 설비를 설치할 때 용기를 분산 배치하느냐, 또는 한 곳에 집중적으로 배치하느냐에 대한 궁금증이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 확산 문제, 즉 가스 방사시 약제가 어디까지 도달하느냐에 대한 최대 유효방사 범위를 이해할 필요가 있다.

최대 유효방사 범위는 F.I 인정을 받은 제품의 설계 매뉴얼에 자세하게 나와 있으나, 실제적으로 Package형 설비의 헤드를 설계·시공할 때, 이러한 최대 유효방사 범위 즉 최대 유효방사 도달거리의 개념을 가지고 설계·시공하지 않는 문제점이 있다. <표 7>은 가스계 소화약제의 노즐 유효방사 도달거리를 나타낸 표이다.

■ 표 7. 노즐 유효방사 도달거리

구 분	노즐 유효방사 도달거리
CO ₂	7m
FM-200	9.1m
HCFC Blend A	5.7m
Inergen	7m(타이코마린서비스코리아)
	9.8(SH 엔지니어링)

예를 들어 스프링클러 설비에 있어서, 하나의 스프링클러 헤드까지의 수평거리는 내화구조로 된 경우 2.3m 이하, 무대부는 1.7m 이하 등의 헤드 유효방사거리로 헤드를 배치하는 경우와 같다. 따라서 Package형 설비를 전산실 등에 설치할 경우 헤드의 최대 유효방사 범위, 즉 최대 유효방사 도달거리를 고려하여 용기를 적절하게 배치할 필요가 있다.

3. 맺음말

할론 대체 청정소화약제 소화설비에 대한 국내 기술 기준인 NFSC 107A와 선진 외국기준인 NFPA 2001 기준(제조사 매뉴얼 포함)을 비교·분석 검토하여 그 문제점과 개선안을 제시하였다. 본 기고의 결과를 요약하면 다음과 같다.

가. 청정소화약제 소화설비의 화재안전기준(NFSC 107A)은 국제기준인 미국의 NFPA 2001(2000 Edition) Code를 준용하였으나, NFPA 2001 Code가 2004년 개정되면서 기존 청정소화약제 중 FC-2-1-8 청정소화약제는 제거되고 새로운 청정소화약제인 FK-5-1-12가 추가되었다. 따라서 NFSC 107A는 국제기준에 맞도록 청정소화약제의 종류를 개정하여야 한다.

나. 소화약제 저장용기밸브는 기동용 가스에 의하여 개방되지만 기동용 가스의 압력이 손실되어 충분한 압력에 미치지 못하면 파괴침이 봉판을 완전하게 뚫지 못하고 저장가스의 방출이 장시간에 걸쳐서 진행됨으로 말미암아 소화에 실패하는 원인이 될 수 있다.

이런 문제점을 해소하기 위해 선택밸브 2차측으로 공급된 방출가스의 압력을 다시 저장용기로 보내서 용기밸브를 완전하게 개방시키도록 동관의 회로를 구성하는 시스템으로 변경하는 것을 제안한다.

다. 국내 청정소화약제 소화설비의 화재안전기준(NFSC 107A)은 청정소화약제 소화설비의 비상정지 스위치에 대한 언급 또는 설명이 없지만, NFPA 2001 기준에서는 시험 또는 오동작에 의한 방출사고를 대비하기 위한 비상정지 스위치의 설치를 허용하고 있다.

따라서 국내 화재안전기준은 방호구역의 특성, 거주자의 특성 등을 고려하여 비상정지 스위치의 법적 설치기준을 마련할 필요가 있다.

라. 국내 청정소화약제 소화설비의 화재안전기준(NFSC 107A)은 방사시간만 규정할 뿐 설계능도 유지시간에 관해서 언급이 없으나 ISO 및 NFPA 2001 기준은 화재의 성상, 방호구역의 중요도에 따른 최소한의 설계능도 유지시간을 제시, 규정하고 있다. 따라서 국내 화재안전기준은 선진화된 기준인 ISO 및 NFPA 2001 기준을 준용하여 설계능도 유지시간을 제시하여야 한다.

마. Door Fan Test는 소화능도 유지시간 및 방호구역의 과압, 압력배출 등에 대한 소화능력을 컴퓨터 프로그램을 이용, 공학적으로 분석·평가함으로써 소화설비의 신뢰성을 확보하는 선진화된 시험기법이다. 그러므로 국내 화재안전기준은 방호구역 밀폐도 시험인 Door Fan Test의 법적 기준을 마련하여 활성화시킬 필요가 있다.

바. 배관의 기압시험은 「건축설비공사표준시방서」에 35kg/cm²~90kg/cm²로 수행하도록 되어 있지만, 현재는 시험장치의 안전성 문제로 기압시험을 거의 실시하지 않고 있는 실정이다. 따라서 기압시험은 NFPA 2001 기준에 근거하여 현실적으로 수행이 가능한 시험압력을 제시하여야 한다.

사. 청정소화약제 소화설비의 F.I 인정은 경쟁사에 대한 무책임한 비난, 허위 자료의 제공 등의 원초적인 문제점을 해소하는 데 도움을 주었으나, 설계시 동일한 약제라도 일부 설계 기준이 각 회사별로 상이하야 시공이 다르게 적용되는 문제점이 발생될 수 있다.

그러므로 F.I 인정을 받은 청정소화약제 소화설비는 반드시 해당 회사의 설계 프로그램 및 매뉴얼을 따라 설계·시공해야 한다.

아. 제어실, 전산실 등에 Package형 설비를 설계할 경우에 저장 용기는 집합형 또는 분산형으로 설계자 임의대로 설계하여 배치하는 것이 보편적이다. 그러나 제조사 매뉴얼에 따르면, 저장 용기는 반드시 헤드의 최대 유효 방사거리를 고려하여 약제가 각 방호구역에 균등하게 방사되도록 용기 배치를 요구하고 있다.

그러므로 전산실 등에 Package형 설비 설계시 용기는 반드시 헤드의 최대 유효 방사거리를 감안하여 유효 적절하게 배치해야 한다. (☞)



참고문헌

1. 김원국, "가스계 소화설비 방호구역 신뢰성 시험",
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. NFPA Code 2001, 2000Edition
11. NFPA Code 2001, 2004Edition