

# INERGEN 시스템

김 열 래 / 경민전문대 소방안전관리과 교수

## I. INERGEN 일반사항

### 가. INERGEN 52.40.8 소화약제

#### 1) INERGEN 52.40.8

INERGEN 이라는 명칭은 불활성기체 (INERtgas)와 질소(nitroGEN)의 혼합에서 유래한 합성어이고 명칭뒤의 숫자는 INERGEN을 구성하고 있는 기체의 혼합비율을 나타낸다.

불활성기체는 화학적 작용을 하지 않는다는 특징을 지니며 헬륨, 네온, 아르곤, 크립톤, 제논이 여기에 속한다. 질소나 이산화탄소와 같은 기체는 화재시 불활성기체와 같이 활동하며, 화재시에도 이러한 기체들은 연소과정의 일부로서 반응하지 않는다.

#### 2) INERGEN 52.40.8의 특징

- ① 구성가스가 대기중에서 추출한 가스로 환경에 전혀 무해하다.
- ② 인체에 무해하다.(호흡촉진 효과가 있다.) 8%의 이산화탄소 농도는 인체의 호흡촉진을 유발하여, 10% 농도의 산소에 인체가 단기간 노출된다 하더라도 인체는 충분한 양의 산소를 흡수하게 된다.
- ③ 배관 마찰저항이 작아 원거리 배관이 가능하다.(수직:300m, 수평:400m)
- ④ 압축가스이므로 방출이 시계를 방해하는 연무 현상이 없어 피난 및 소화활동에 지장이 없다.

#### 3) INERGEN 52.40.8의 구성

질소(N<sub>2</sub>) : 52%,아르곤(Ar) : 40%,이산화탄소(CO<sub>2</sub>) : 8%

#### 4) INERGEN 52.40.8의 소화방법

질소와 아르곤이 화재시 방호대상물의 공기중에 함유되어 있는 산소의 농도를 21%에서 15%이하로 감소시켜 소화하는 질식소화 방법이다.

#### 5) INERGEN 52.40.8의 적용대상물

- 전산실, 전기실
- 컴퓨터실, 통신, 기계실
- 중앙감시실
- 미술관, 박물관
- 가연성 액체나 기체를 취급하는 장소

A급화재의 표면화재와 B급화재에 대해서 공기중 산소의 농도를 저하시킴으로 완벽하게 소화시킬수 있다. 따라서 INERGEN은 화재발생 초기에 화재를 감지하는 조기 화재감지 시스템과 함께 설치하는 것이 가장 효과적이다.

### 나. CO<sub>2</sub>, 할론 1301, FM-200, INERGEN 시스템 비교

#### 1) 할론 1301

할론 1301 소화설비는 인체에 전혀 무해한 성질을 갖는 가스 소화설비로서, CO<sub>2</sub> 소화설비를 대체

하는 수단으로 오랫동안 사용되어 왔다. 그러나 할론가스와 화재에 의한 열성분이 결합되면, 각종 유해성분이 생성됨과 동시에 대기중의 오존층을 파괴하는 치명적인 실험결과가 밝혀짐으로써 1994년부터는 할론가스의 사용을 제한하게 되었으며, 향후에도 지속적으로 사용을 억제 및 금지하도록 규정되어 있다.

## 2) CO<sub>2</sub>

CO<sub>2</sub> 소화설비는 오래전부터 사용되어온 질식소화 방법으로서, 화재발생의 가장 기본적인 요소중의 하나인 산소의 농도를 저하시켜서 화재를 진압하는 시스템이다.

또한 가스를 이용한 화재시스템이므로 화재진압 후에도 각종 물품등에 별다른 피해를 주지 않는다는 것도 CO<sub>2</sub> 소화설비의 가장 큰 장점중의 하나라 할 수 있다. CO<sub>2</sub>에 의한 소화의 원리는 화재지역을 폐쇄하고, 불활성가스를 방출하여 화재지역내의 산소농도를 화재 연소범위 이하로 낮추는 것이다. 즉 대기중의 산소농도가 15% 이하로 되면, 화재는 진압되고 연소활동이 중지된다.

그러나 CO<sub>2</sub>가 지속적으로 방출되면, 대기중의 산소의 농도는 지속적으로 저하되고, 대기중의 산소의 농도가 5%정도 되면, 인체에서 각종의 과잉반응이 동반되며, 결국에는 뇌조직에의 산소공급능력이 급격히 저하되어 사망에 이르게 된다.

## 3) FM-200 소화설비

FM-200은 할로겐 화합물의 소화약제로서 성분은 CH<sub>3</sub>CHFCH<sub>3</sub>(헵타플루오로프로판)으로 불순물을 포함하지 않는 청정소화약제이다. FM-200은 오존층을 파괴하지 않는 것으로 판명되었으나, 지구 잔존시간 및 지구 온난화지수는 환경에 영향을 끼치는 것으로 판명되었다. 유럽의 스위스, 스웨덴 등에서는 FM-200자체의 인체에의 유해성에 의문을 갖고 사용금지 중이며, 다른 선진국에서도 유해성 여부를 검토중에 있다.

## 4) INERGEN 소화설비

INERGEN은 앞에서 밝힌 바와 같이 인체에 전혀 무해한 대기중의 성분인 질소, 아르곤 및 소량의 이산화탄소로 구성된 소화약제로서, 그 성분 자체가 화재 진압후 각각의 대기 구성물질로 환원되는 성질을 갖고 있다.

즉 인체 및 환경에 전혀 무해한 성질과 화재진압후 부산물이 전혀 발생되지 않는 성질, 그리고 오존층 파괴지수가 없다는 것으로 인해 폭넓은 분야에서 사용될 수 있으며, INERGEN 가스에 포함된 8%의 이산화탄소는 화재 발생지역에서 인간의 호흡능력을 향상시킴과 무색의 가스 상태로서 진화를 위해 INERGEN 방출시에도 시야확보에 전혀 장애를 일으키지 않아, 화재지역으로 부터의 안전한 탈출을 지원할 수 있다.

## 5) CO<sub>2</sub>, 할론 1301, FM-200, INERGEN의 시스템

구 분	CO <sub>2</sub>	할론 1301	FM-200	INERGEN
충진압력(kg/cm <sub>2</sub> )	59.8	42	25	152.9
방출시간(sec)	60	30	10	60
오존층 파괴지수(ODP)	0	16	0	0
대기잔존시간(년)	0	110	35	0
인체유해여부	유해	무해	유해여부실험중	무해
소 화 원 리	산소농도 저하 및 냉각	연소차단	연소차단	산소농도 저하 CO <sub>2</sub> 농도 증가
호흡곤란여부	호흡장애	양호	양호	양호
실린더 내부의 보관상태	액상	액상	액상	기체

## 다. INERGEN 설비의 구성

- ① INERGEN 용기와 밸브 기동장치
- ② 실린더 고정장치
- ③ 감압장치
- ④ 선택밸브
- ⑤ 노즐과 배관
- ⑥ 공기조절 system
- ⑦ 화재감지기
- ⑧ 제어반
- ⑨ 경보장치

## 라. INERGEN 용량결정

INERGEN 방호구역에서의 효과적인 소화작업을 위해서는 일정농도 이하의 산소가 필요하며, 또한 근접지역으로 화기가 유출되지 못하도록 하여야 한다. 방호구역을 구성하고 있는 구조물(벽, 천장, 마루, 문, 창문)들은 소화약제가 방출되었을 때에도 팽창된 압력을 견딜 수 있어야 한다.

소화약제 방출시 방호구역내의 압력이 증가하여 위협해지는 경우에는 이러한 상황을 예방할 수 있는 자동압력 제어장치(예 : 통풍기, 셔터등)를 설치하여야 한다.

### 1) INERGEN 용량 결정방법

INERGEN 소화약제의 용량을 결정하는 방법은 다음과 같다.

- ① 부피와 표면적을 이용 : 가연성 액체와 가스를 사용하는데 적절
- ② 부피와 감소할 수 있는 표면적을 가감 : 산소 함량의 감소에 의존하는 전기실, 전산실, 그리고 이와 유사한 공간에서 사용하는데 적절
- ③ 부피만 사용
- ④ 그외는 NFPA 2001을 적용

만약 이동식 기구와 내장설비의 비중이 많다면 입방미터당(m<sup>3</sup>) 소화약제 농도에 영향을 미칠 수 있는 설비가 고려되어야 하고 이 경우 산소와 이

산화탄소의 양에 특별히 주의를 기울여야 한다. 만일 필요한 경우에는 인명보호 장비가 필요하다.

### 2) INERGEN의 배출량

$$Q = Z \times Q'$$

Z : 용기의 수

Q' : 용기당 INERGEN 용량

실제적인 방출량을 결정은 다음과 같다.

$$F = Q/V$$

소화약제는 주위온도 15°C에서 압력이 150bar로 고압의 철제 실린더에 저장되어 진다. INERGEN은 압축가스 형태로 저장되어 있기 때문에 INERGEN 실린더의 압력을 알면 INERGEN 실린더의 내용물 용량을 알 수 있다. 주위의 온도가 변화함에 따라 실린더 압력도 이에 비례하여 변화한다. 일반적인 실린더에는 18.5kg/13m<sup>3</sup>의 INERGEN 80l가 저장되어 있다. 이 용량은 대부분의 공간을 커버하는데 충분한 용량이다. 실용적, 경제적으로 저장 가능한 실린더 용량은 최대 100실린더이다. 이 이상의 용량을 사용하기 위해서 저장탱크나 다른 container 시스템을 사용할 수 있다.

100 평방미터 이하의 공간에서는 다음 사항을 따를 수 있다.

- 15.5kg/11.0m<sup>3</sup> INERGEN 용량의 67L
- 9.2kg/6.5m<sup>3</sup> INERGEN 용량의 40L
- 6.2kg/4.3m<sup>3</sup> INERGEN 용량의 27L
- 3.1kg/2.2m<sup>3</sup> INERGEN 용량의 13.4L

명시된 INERGEN 용량을 정확히 얻기 위해서 시스템의 압력을 줄이거나 증가시키는 것은 불가능하며, 하나의 설비에 작은 실린더와 큰 실린더를 혼합해서 배치해서도 안된다. 실린더에 저장된 INERGEN의 용량은 각각의 INERGEN 실린더에 부착된 압력표시기인 마노미터 표시기나, 압력 감지장치인 접촉 마노미터에 의해서 감시할 수 있다.

## 마. 충전압력과 가스 혼합물

INERGEN 실린더에 충전할 때에는 최소한 다음의 사항에 따라야 한다.

- 충전압력  
주위의 온도 15°C 상온에서  
최소 : 150bar, 최대 : 155bar
- 혼합가스 비율  
질소 : 52%(순도 5.0),  
아르곤 : 40% ±7%(순도 4.6)  
CO2 : 8%(순도 2.5)

## 바. INERGEN 실린더

### 1) INERGEN 실린더 80 l

INERGEN 실린더는 seamless steel 실린더와, 기동밸브, 보호캡과 INERGEN 소화약제로 되어 있다.

- 실린더용량 : 80 l
- 충전약제 : INERGEN 52,40,8 (18.5kg/13m<sup>3</sup>)
- 충전압력 : 150bar/15°C
- 시험압력 : 250bar
- 재질 : 실린더 - seamless steel  
보호캡 - 강단주철  
밸브 - 황동
- 중량 : 용기중량 - 85kg  
총중량 - 105kg

### 2) INERGEN 기동밸브

INERGEN 기동밸브는 실린더밸브를 자동적으로 통제한다. 전기 또는 압력에 의해 작동되는 자동방출 장치이다.

### 3) 감압장치

감압장치는 실린더압력을 150bar에서 60bar로 감압시킨다. 감압장치는 INERGEN 실린더와 노즐배관 사이에 설치한다.

## 사. 노즐

노즐 1개가 방호하는 최대의 면적은 30m<sup>2</sup>이다. 1개 또는 그 이상의 노즐은 방호구역내에 균등하게 설치하여야 한다. 방호구역의 바닥으로부터 노즐까지의 최대높이는 5cm이다. Dome형의 건물 및 지하 건물 등에서는 IRD(INERGEN Room protection nozzle)을 사용하는 것을 권장하며, IRD는 Cup속에 내장되어 있다.

Cup은 INERGEN 가스가 케이블속으로 유입되는 것을 조정하여, 노즐이 심하게 감겨 있거나 케이블에 흠집이 있는 경우에도 배출량의 손실을 줄일 수 있다. 또한 압력감측기, 파이프, 노즐과 노즐사이의 모든 기능적인 것은 조정이 가능하다. INERGEN 가스는 기본적으로 60초 안에 모두 분사된다.

## 아. 배관

- 스케줄 80의 steel pipe
- 접합방식은 나사식 또는 용접식

배관의 크기는 아래의 표에 따라 설계한다.

방출가스량(kg/min)	배관의 크기(mm)
20	15
65	25
125	32
310	50
570	65
1000	80

## II. 방호구역의 압력조절

### 가. INERGEN 가스용량

- 150BAR 시스템 규정  
NFPA 규정에 의거하여 필요한 INERGEN 용량을 결정한다.

- 예) • 공간특징 : 전산실  
 • 설계농도 : 50% INERGEN 가스  
 • 공간크기 : 10m(길이)×2.5m(폭)  
 ×4m(높이)  
 • 공간용적 : 100m<sup>3</sup>를50% 농도계수(concentration factor)로 나누면, 50m<sup>3</sup> INERGEN 가스가 필요하다.  
 • 실린더 수 : 사용될 실린더 규격을 결정한다.

주) : 150bar 시스템에서 사용될 수 있는 실린더 사이즈는 다음과 같다.

- 80리터 = 13m<sup>3</sup>
- 67리터 = 11m<sup>3</sup>
- 40리터 = 6.5m<sup>3</sup>

필요한 INERGEN 가스용량을 선택된 실린더 사이즈로 나눈다. 50m<sup>3</sup> INERGEN 가스가 필요한 경우 13(선택된 80리터 실린더당 가스용량)로 나누면 150bar 시스템에서 필요한 실린더 개수는 4개다. 또는 50m<sup>3</sup> INERGEN 가스가 필요한 경우 11(선택된 67리터 실린더당 가스용량)로 나누면 150bar 시스템에서 필요한 실린더 개수는 5개이다.

## 나. INERGEN 압력조절

### 1) 압력조절

INERGEN 보호구역에 필요한 배출구 면적은 다음 식에 의하여해 계산된다.

- A : 통기구(m<sup>2</sup>)
- Q : INERGEN 전체용량 중 2.5%
- P : INERGEN 설비공간에서 발생하는 손상없이 견딜 수 있는 압력

$$A = \frac{Q}{\sqrt{P \times 0.723}}$$

위 식은 다른 공간으로 압력이 배출되는 것이 아

니라, 공기중으로 빠져나가도록 설계되어야 한다.

2) INERGEN 시스템 설치구역내 허용가능 압력  
 INERGEN 설비공간에 손상발생 없이 견딜 수 있는 압력을 알아야 한다. 경량 구조물이 견딜 수 있는 압력이 250N/m<sup>2</sup>(Pa)인 반면,보통 구조물이 견딜 수 있는 압력은 500N/m<sup>2</sup>(Pa)이다. 천정 공간에 보호설비가 되어 있지 않은 경우처럼 몇몇 구조물의 경우 압력 제한범위가 더 낮을 수도 있다.

### 3) 천정설비 보완

천정부위 설비가 안전하지 못한 경우, INERGEN 방출시 압력에 의해 사고가 발생할 수 있다.

INERGEN 방출시 방출압력에 의해 천정설비가 분리되어 떨어질 수 있으므로 천정설비에 클립을 부착하여 천정설비가 분리되어 떨어지는 것을 방지한다.

### 4) 설비공간 특성

각각 분리된 공간에 대해서는 그 특성에 맞는 배출구 계산방식이 적용되어야 한다. 즉 천정공간, 주요 공간내부, 바닥공간 각각에 따라 다른 계산방식이 적용되어야 하는 것이다. 자연적 배출이 비효과적인 경우, 각 공간 특성에 맞는 압력배출구가 필요하다.

일반적으로 주요 공간내부에 설치하는 하나 혹은 두 개의 배출구만 설치하는데, 그 결과 발생할 수 있는 문제점은 천정부위와 바닥공간에서 증가된 압력을 주요공간내부로 이동시켜, 주요 공간내부의 배출구를 통해서 빠져나가게 해야하는 어려움이 있다.

● 천정/바닥공간(INERGEN 보호설비가 이뤄짐)  
 공간규모에 따라 필요한 배출구 규모를 계산해야 하며, 이는 다음 식에 의해 수행될 수 있다.

$$X = \frac{Q_v}{\sqrt{(P - P_A) \times 0.723}}$$

X : 필요한 칸막이 그릴의 표면적(m<sup>2</sup>)  
 Q<sub>A</sub> : 인접 폐쇄공간에 할당된 2.5% INERGEN (m<sup>3</sup>)  
 P : 전체 방출량중 내부 손상없이 벽면, 반자, 천정이 견딜 수 있는 압력(Pa)  
 A : 배출구역에 필요한 전체 방출량(m<sup>3</sup>)  
 Q<sub>V</sub> : 공간배출용으로 할당된 2.5% INERGEN(m<sup>3</sup>)  
 P<sub>A</sub> : 인접폐쇄구역 내부 실제압력 증가량(Pa)  
 P<sub>A</sub> : (Q<sub>A</sub>/A)/2 ÷ 0.723

- 천정/바닥공간(INERGEN 보호설비가 없음)  
 INERGEN 설치 주요공간의 위쪽과 바닥면에도 보호설비를 갖추는 것이 좋다. INERGEN 설치공간 내부의 일부 영역뿐 아니라, 다른 공간에도 INERGEN 설비가 이뤄져야 할 경우, 위/아래 공간에 보호설비가 이뤄지지 못할 수 있다.  
 천정 부위에 보호설비가 이뤄지지 않은 경우, 보

조 천정 구조물은 우선 고정시킬 필요가 있고, 공간 중앙 부위로 천정면이 굽어져 들어오지 않도록 격자빔으로 천정을 고정해야 한다. 보조천정은 단단한 구조물로서 증가되는 압력에 대해서는 견딜 수 없다. 내부압력이 증가되는 경우 중앙부위로 활처럼 굽게 되는 경향이 있다. 고정타이를 설치함으로써 증가된 압력에 견딜 수 있다.

공간 보호설비가 이뤄지지 않아 공간 격자문에 손상이 발생할 경우, 누출이 발생되어 설비공간의 INERGEN 농도가 떨어지는 결과를 초래하게 된다. 보호설비가 되지 않은 보조 천정의 경우, 압력 배출을 위한 가장 효과적인 해결안을 제시해야 한다.

### 5) 압력 배출구 위치

공간내부에 압력조정 배출구가 필요한 경우, 대기중으로 압력을 배출할 수 있는 장소에 압력 배출구를 설치한다. **FLK**

## 언제 방화제품의 성능 시험이 필요한가?

### 기술 개발

신제품, 재료에 대한 품질과 성능을 시험·평가하고자 할 때.

### 해외 수출

해외규격 및 발주기관 기준의 적합 여부를 판정하고자 할 때.

### 설비 보수

설치된 제품의 법령적합 여부 또는 성능유지 상태를 시험하고자 할 때.

### 물품 검수

KS 등 국내·외 관련기준의 적합 여부 등을 판단하고자 할 때.

### 보험요율적용

화재위험도 판정 등으로 보험요율을 유리하게 적용하고자 할 때.

### 기 타

기타 방화제품 등에 대한 성능시험이 필요한 때.