

방재기술 코너

우리 협회 소방기술사(윤희상 기술사, 신병철 기술사, 지춘근 기술사)로 구성된 집필진에 의해 최신 소방관련 기술 및 수험생을 위한 코너로 준비하여 새롭게 연재합니다.

■ 청정소화약제인 HFC-23(상품명 FM-200, 화학식 CF_3CFHCF_3)의 연쇄반응차단 메커니즘을 설명하십시오.

1. 개요

- FM-200 소화약제가 불을 진화함에 있어서의 물리적 효과는 화학적 효과를 능가하고 있으며 탁월한 열 흡수력으로 인해 FM-200에 의한 소화는 기본적으로 냉각작용의 물리적 원리에 해당함.

- FM-200의 놀라운 소화효과는 열 흡수 원리만으로 충분히 설명할 수 없고 하론 1301 소화약제와 같이 화학적 원리도 존재하는 것임.

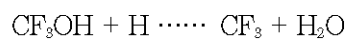
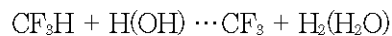
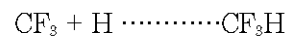
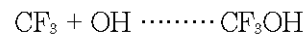
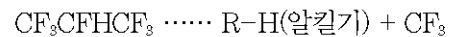
2. 연쇄반응차단 메커니즘

- 프리 라디칼 이론으로는 불소를 포함한 라디칼(CF_3)이 최초로 FM-200의 열분해로 생성

되어 이것이 불꽃과 반응하고 연소의 연쇄반응을 억제함.

- 이 이론에 따르면 산소는 연소물과 반응하여 전자를 흡수 활성화되지 않으면 안되나, FM-200의 불소를 포함한 라디칼은 전자의 흡수력이 강하므로 산소의 활성화를 억제하게 됨.

- 결론은 불꽃에 의한 연쇄반응은 비교적 소량의 FM-200으로 파괴됨.



활성메탄기(CF_3)는 반응 중 재생산되어 사이클과 같은 반응을 반복함.

■ 방호구역 체적 : 145m³, 경량건축물(P = 250Pa), 방출계수 : 0.51, 저장용기 : 80ℓ 용기/12.6m³의 Inergen Gas 충전, 방출시간 60초인 Inergen소화설비를 설계할 때 최소 피압면적은?

$\rho_{Air} = 1.29$
 $\rho_{Inergen} = 1.406$
 Inergen / air (51% 방출계수 - 40% 설계농도)
 =(60% air : 40% Inergen) = 0.748 (21°C)

1. 개요

- Inergen 가스의 방출 시 발생하는 순간압력 상승은 최초 방출 초기에만 발생하고 실내에서 곧 사라지는 것으로 밝혀짐.

- 이러한 순간 압력상승은 방출 시작 후 2초에서 4초 이내에 발생하며 이 때에 발생하는 과압을 방지하기 위하여 다음 공식에 의한 피압구 면적을 산정하여 적용하여야 함.

$$A = \frac{Q}{\sqrt{P} \times V_s} \text{ (Metric Units)}$$

여기서, A : 최소 피압면적 (m²)

Q : Inergen 방출유량 (m³/sec)

실험결과에 따르면 Inergen 가스 방출 시 순간 압력상승을 유발하는 가스량은 총 저장량의 2.5%에 해당하는 가스량이다.

P : 벽체 허용압력

벽체 허용압력은 다음에 따른다

- 일반 건축물 500 Pa(10.4lb/ft²)
- 경량 건축물(경량칸막이 등) 250 Pa(5.2 lb/ft²)

Vs : 21°C일 때의 Inergen과 공기와의 혼합기체 비용적

2. 풀이

Inergen 소요 약제량 : 145m³ × 0.51 = 72.95m³
 저장용기 수량 = 72.95m³ / 12.6m³ = 5.9 cylinders (소수점 이하 반올림하여 6병)

실방출 Inergen 약제량 = 12.6m³ × 6 = 75.6m³
 실방출계수 = 75.6m³ / 145m³ = 0.521

Inergen 방출 시 과압 발생 방출 유량

$$Q = 75.6m^3 \times 0.025 = 1.89m^3/sec$$

이때, 최소 피압면적 계산은 다음 공식을 따른다.

$$A = \frac{Q}{\sqrt{P} \times V_s} = \frac{1.89m^3 / sec}{\sqrt{(250 Pa \times 0.748)}} = \frac{1.89m^3 / sec}{\sqrt{13.67}} = 0.138 m^2$$

설치 시 최소 피압면적 A = 37cm × 37cm의 압력방출구 적용

■ 필요진화밀도(RDD)와 침투밀도(ADD)를 설명하시오

1. 필요진화밀도(RDD : Required Deliverd Density)

- 필요진화밀도는 가연물에 화재가 발생하였을 때 일정 크기의 화재를 진압하는데 최소한의 물을 가연물 상단의 표면적으로 나는 값으로
- 이의 측정을 위해서는 가연물을 큰 열량계 아래에 원하는 상태로 쌓아올린 후 점화로부터 일정시간이 경과한 후에 진화를 위해 방출된 물의 양을 측정.

2. 침투밀도(ADD : Actual Deliverd Density)

- s/p의 침투밀도는 s/p로부터 분사된 물 중에서 화염을 통과하여 연소 중인 가연물의 상단에 까지 도달한 양을 가연물 상단의 면적으로 나눈 값으로 침투된 물의 분포밀도를 나타내며 s/p의 성능을 가늠하는 중요한 요소
- 화재초기에 조기진화를 이룩하기 위해서는 진화에 필요한 최소한의 물의 양보다는 더 많은 양의 물을 침투시켜야 하고
- 이를 위해서는 침투밀도(RDD)가 가연물의 필요진화밀도(ADD)보다 커야 함.
- 이는 연소에서의 공기공급이 이론공기량보다 더 많은 과잉의 공기가 공급되어야 완전연소가 이루어지는 원리와 유사함.
- 침투밀도(ADD)를 결정하는 주요인자는

- (1) s/p 구경 (k-factor)----유량
- (2) s/p 방사압력 (momentum)
- (3) s/p 개방시의 화재강도 (상승열기류)

- (4) s/p와 가연물 상단사이의 거리
- (5) 개방된 s/p 개수
- (6) s/p 사이의 간격
- (7) s/p의 살수분포
- (8) 물방울의 크기 (gravity) 등이다.

- 이 중 몇 가지 인자는 서로 상호의존의 관계에 있음.
- 예로서 물방울크기는 구경이 커짐에 따라 커지지만 방사압력이 커지면 작아지므로 어떤 인자가 어떤 영향을 미치는가를 알아서 설계에 적용함.

3. s/p로 분사된 물방울들이 화염을 침투하는 전형

- (1) 중력에 의한 침투 (gravity lager dropes)
물방울이 지닌 중력이 화염으로부터의 상승기류가 지닌 부양력보다 우세한 경우 침투가 일어나며 이 경우 물방울이 클수록 유리함.
 - (2) 물방울이 분사되면서 지니는 Momentum (운동량 : 힘)에 의한 침투
 - 아래방향으로의 Momentum은 s/p의 방사압력이 클수록 커지며 이 경우 아래방향으로의 공기유동까지 유도하므로 더욱 유리하게 작용.
 - Momentum의 증가를 위해 압력을 증가시키면 물방울이 작아지므로 침투가 주로 Momentum에 따라 좌우되는 경우에는 물방울입자의 크기는 그 중요성이 상대적으로 줄어듬.
- (3) 침투밀도(ADD)를 측정하는 시험장치가 고

안되어 수많은 시험이 행해지고, 이 결과 S/P의 배열과 점화위치의 상관관계가 ADD에 중요한 영향을 미침이 밝혀졌으며, s/p사이의 간격, 가연물 상단에서 s/p까지의 거리, 가연물의 적재방법 등을 고려한 가능한 모든 최악의 조건에서도 침투밀도(ADD)가 필요진화밀도(RDD) 보다 크도록 고안되어야 함.

■ NFC와 국내 소방기술기준에 관한 규칙과의 개념적 차이에 대해 설명하시오.

1. NFC는 National Fire Protection Association(미국방화협회)에서 작성, 발간하고 있는 미국의 민간 방화기준인 반면에 소방기술기준에 관한 규칙은 정부에서 만든 것으로 반드시 준수할 것을 강제함.
2. NFC는 각 주나 지방정부에서 임의적으로 선택이 가능하나 소방기술기준에 관한 규칙은 우리나라 전체에 공통적으로 적용함.
3. NFC는 각 규정마다 강도를 다르게 하여 Code, Standard, Recommended Practice, Guide 등으로 구분하여 제정하나, 소방기술기준에 관한 규칙은 각 조가 동일한 필수 규정으로 구성됨.
4. NFC는 민간이 용이하게 개정할 수 있으나 소방기술기준에 관한 규칙은 정부가 개정하여야 함.
5. NFC는 소방기술기준에 관한 규칙(소화설비, 피난설비, 경보설비, 소화활동설비 및 위험물 시설)에서 다루지 않는 전기관련 규정, 가스관련 규정, 피난관련 규정, 산업용도별 위험관련 규정, 폭발관련 규정 등이 포함된 방대한 분량과 방대한 분야에 대해 기술함.
6. NFC는 사용자 편에 서서 기준을 상세하게 기술하고 있으며, 많은 예외 조항들을 두어 합리적인 반면에 소방기술기준에 관한 규칙은 간결, 선명하고, 예외의 인정이 매우 적으며 획일적이고 강제성을 가지는 등 융통성이 없음.
7. NFC는 신기술이나 신제품의 적용이 용이하나 소방기술기준에 관한 규칙은 적용하기 어려움.
8. NFC는 지리적 여건, 건물의 특성을 반영하는 반면에 소방기술기준에 관한 규칙은 이러한 특성을 반영하지 못함.
9. NFC는 기준의 제정 및 개정에 대해 민간분야에서 그리고 전문가 집단에 의해서 이루어지며 정부는 책임질 부분만 발췌하여 사용하나 소방기술기준에 관한 규칙은 모든 책임을 정부가 지고 있음. ㉞