

방재기술 코너

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

■ 영화관으로 사용되는 부분의 바닥 300m², 거실의 인구밀도 1.5N/m², 출구폭의 합이 6.0m라 가정시 피난자 400명(이때 N값은 3)일때 출구 통과시간과 거실 허용 피난시간을 구하십시오.

- 출구통과시간 t_{11} : 수용인원(p)이 출구를 통과하는데 필요한 시간(sec)

$$= \frac{p}{1.5 \Sigma W} \text{ 여기서, } \Sigma W \text{는 피난문폭의 합계}$$

- 실내보행시간 t_{12} : 최후의 피난자가 출구에 도착하는 시간(sec)

$$= \frac{Lx+y}{v} \text{ 여기서, } Lx+y \text{는 실내보행거리, } v : \text{보행속도(m/sec)}$$

- 거실피난시간 T_1 : $\max(t_{11}, t_{12})$

- 거실허용피난시간 rT_1 (sec) : $a\sqrt{A_1}$ 여기서,

a : 천장높이 6m 미만인 거실은 2

천장높이 6m 이상인 거실은 3

A_1 : 그 거실의 면적(m²)

계산항목	거 실
거실면적 A_1 (m ²)	300
거실인구밀도 (N/m ²)	1.5
피난대상인원 p (N)	450
피난문 폭의 합계 (m)	6
출구통과시간 (T_1)	$\frac{p}{1.5 \Sigma W} = \frac{450}{1.5 \times 6} = 50$
거실허용시간 rT_1 (sec)	$a\sqrt{A_1} = 3\sqrt{300} = 52$
판 정 ($T_1 \leq rT_1$)	O · K

■ 화재성장의 3대 요소를 설명하시오.

1. 개요

- 점화, 화염확산, 연소속도가 화재성장의 3요소임.
- 화재성장의 3요소에서 점화는 화재성장이 시작되는 때이고, 화염확산은 화재 경계의 확장으로 정의할 수 있으며, 연소속도를 통하여 화재 경계 내에서의 연료의 소모 정도를 알 수 있음.

2. 점화(Ignition)

- 고체와 액체의 점화는 공기 중에서 가스화한 연료의 혼합으로 시작되고 연료 증기의 적정 농도에서 혼합물은 연소 하한계에서 작은 에너지원에 의한 착화(인화) 또는 충분한 온도에 의하여 자체 발화(발화, 자연 발화)한 후 화염확산이 이어짐.
- 고체의 점화시간을 예측함에 있어, 열유속을 받는 얇은 재료(종이, 섬유 등)는 물질의 pcl 의 영향을 받고, 두꺼운 재료에서는 주로 kpc 의 영향을 받음. (p : 밀도, c : 밀도, k : 열전도도, l : 두께)
- 액체 연료에서는 인화점으로 알려진 최소 표면온도에서 점화가 일어나고, 인화점은 표면에서 증발된 연료의 연소하한농도와 일치함.

3. 화염확산(Flame Spread)

- 화재확산은 10cm/s의 속도로 시작하여 10^5 cm/s의 밀폐공간에서의 폭굉에 달하는

속도까지 이를 수 있는 기체연료를 통해 일어남.

- 반면에, 표면화염확산속도는 특히 바람이 있는 경우, 액체나 고체에서 1~100cm/s에 달할 수 있음.
- 하향 및 측면확산은 아주 낮은 속도이며, 혼소는 대부분 0.001~0.01cm 사이에 있음.
- 이러한 모든 속도는 화재성장과 영역의 확대원인이 되고, 연소영역의 확대는 화재로 인한 위협과 손실에 관련됨.
- 화재확산은 연료, 연료의 방향, 바람, 확산의 방향 및 기타 요소에 의해 영향을 받음.
- 화재확산 속도는 점화시간에 대한 가열거리의 비율로 설명할 수 있고 가열거리의 화재의 직접 열유속의 영향 범위에 의해 좌우됨.

4. 연소속도(Burning Rate)

- 연소속도(또는 연료공급속도)는 재료 또는 물질의 질량유속(g/m^2s)으로 정의됨.
- 일반적으로 표면에서의 질량유속은 5~50 g/m^2s 범위에 있으며, 그 값이 5이하인 것은 소화됨. 특히 높게 쌓아올린 물품에서는 이 값이 더 높게 나타날 것임.
- 표면에서의 질량유속은 물질의 화염 열유속을 기화열로 나누어서 얻을 수 있음. 이때 기화열은 연료를 가스화 하는데 얼마만큼의 에너지가 소요되는지를 측정하는 것임.
- 연소속도 값은 주위 물질에 대한 점화가능성, 실내에서의 플래쉬오버 가능성, 화재를

진화하는데 필요한 물의 공급을 등과 민접한 관계가 있음.

■ 철재함으로 완전 폐쇄된 가연물 하중이 100kg 6면중 5면이 폐쇄된 가연물 하중이 50kg 자유연소 가연물이 500kg 일 때 화재하중 감소를 고려한 총 화재하중을 계산하시오.

1. 개요

- 철재함 등으로 완전하게 폐쇄된 가연물은 구획화재에서 연소하지 않음.
- 완전 폐쇄된 가연물과 6면중 5면이 폐쇄된 가연물의 화재하중의 일부를 감소시킴.

2. 적용

- 구획내의 총가연물 증량

$$F_T = W_E + W_{PE} + W_F,$$

F_T : 총화재하중

W_E : 철재함으로 완전히 폐쇄된 가연물의 하중

W_{PE} : 6면 중 5면이 철재함으로 폐쇄된 가연물의 하중

W_F : 자유롭게 탈 수 있는 가연물의 하중

- 철재함 등으로 완전 폐쇄된 가연물은 화재에 의해 가열되어 가연성증기를 발생하여 이를 연소시킴.
- 폐쇄된 가연물이 방출하는 가연성증기의 양은 열분해정도에 의존하고 이는 다시 구획내 가연물 총량에 의존함.

- 이를 감소계수(derating factor) k 값으로 나타냄.

- 6면중 5면이 폐쇄된 가연물의 무게는 75%를 적용함.

- 감소량을 고려한 화재의 총하중량

$$F_{DR} = k \times W_E + 0.75 \times W_{PE} + W_F$$

DERATED ENVELOPED PARTIALLY FREE

W_E/F_T 의 비율	감소계수k 값
0.5 미만	0.4
0.5-0.8	0.2
0.8 초과	0.1

3. 풀이

- 총가연물의 량: 100+50+500=650kg

- 완전 폐쇄된 가연물의 감소계수k :

$$100/650=0.15 \text{ 따라서 } k\text{값은 } 0.4 \text{ 적용}$$

- 화재하중감소를 고려한 총 화재하중

$$F_{DR} = k \times W_E + 0.75 \times W_{PE} + W_F$$

$$= 0.4 \times 100 + 0.75 \times 50 + 50 = 577.5 \text{kg}$$

■ 구획실에서의 화재 발전과정을 설명하시오

1. 개요

- 구획실에서의 화재는 연기의 억제와 구획실 외부로의 화재 확산 가능성 있음.
- 화재는 열의 피드백(열교환의 증가)에 의하여 촉진되고 산소저하(화재에 공급되는 공기의 감소)에 의하여 감소함.
- 이러한 화재에서 연기와 공기의 운동은 온도상승에 의한 부력의 영향 때문임.

2. 화재발전 단계

① 화재 성장(Developing Fire)

- 점화 이후, 화재는 하나의 가연물에서 성장하거나 또는 다른 가연물을 착화시킬 수 있음.
- 화재 성장기 산소의 농도와 구획실의 온도는 보통의 공기와 별 차이가 없어 마치 개방된 공기 중에서 연소하는 것과 같음.

② 플래쉬오버(Flashover)

- 플래쉬오버는 밀폐된 실내 조건에서 화재가 급속하게 증가하는 단계로서 다음의 몇 가지 상황에 의해서 발생할 수 있음.

- (1) 열유속의 증가에 따른 물질의 급속한 점화와 화염확산
- (2) 연료 가스가 충분히 충전한 뒤 갑작스럽게 공기에 노출되는 경우, 일반적으로 백드래프트(Back-draft)라 부름
- (3) 연소속도의 증가에 따른 실 전체로의 급속한 화염확산

- 플래쉬오버는 보통 구획실의 모든 연료가 연소되어 화재가 완전히 성장한 상태에서 발생함. 그러나, 모든 연료가스는 공기의 제한적 공급으로 실내에서 완전히 연소되지 않을 수 있음. 이와 같이 공기가 제한된 화재를 환기제한형 화재(ventilation-limited 또는 ventilation-controlled)라고, 반대로 연료제한형 화재(fuel-limited)는 성장기 화재를 가리킴.

- 환기제한형 조건이 발생할 때 CO, 연기, 에너지 등은 가장 높은 값을 갖고 연기층의 산소농도는 거의 0에 가까움.
- 플래쉬오버는 화재성장이 1차적으로 물질의 영향을 받게 되는 전환점이 되며, 2차적으로는 실내나 건물의 기하학적 상태에 의한 환기조건에 영향을 받음.

③ 최성기(Fully Developed)

- 창문과 문으로부터 화염이 분출될 정도로 실내에 화염이 가득 찬 상태에서,
- 건물의 구조적인 피해를 가져올 수 있고 실내의 열유속은 150kW/m²에 도달함.
- 대부분의 구획실 화재는 이 단계에서 환기제한형화재가 됨.
- 환기제한형화재에서, 그 실의 에너지 방출속도 Q는 가용한 공기 공급속도에 따라 결정됨. ㉞

()

● 주요내용

- 제1장 점검시 유의사항
- 제2장 건축물의 방화 및 피난
- 제3장 전기설비
- 제4장 위험물 시설
- 제5장 가연성 가스시설
- 제6장 소방시설
- 제7장 공업별·공정별 방화기준
- 부록

● 보급가격

- ₩15,000, 약 550쪽