

제연설비의 급기방식에 따른 제연효과에 관한 연구

김형석 · 목연수 · 이동훈 · 최재욱*

부경대학교 안전공학과·부경대학교 소방공학과*

A Study on Smoke Control Effect by Air Supply Method of Smoke Control System

Kim, Hyeong Seok · Mok, Yeon Su · Lee, Dong Hun · Choi, Jae Wook*

Department of Safety Engineering, Pukyong National University

Department of Fire Protection Engineering, Pukyong National University*

요 약

국가화재안전기준(NFSC 501)의 거실 제연설비에서 공기유입방식은 자연유입방식, 강제유입방식, 인접제연구역 유입방식으로 나눈다. 거실 제연을 위한 3가지의 공기유입방식에 따라 제연효과를 비교하기 위해 바닥의 면적을 400m² 이상으로 구획된 제연구역에 대하여 동일실 제연방식인 자연 유입방식과 강제 유입방식에 대하여 실험을 행하였으며, 인접구역 상호 제연방식인 인접구역 유입방식에 대해서도 동일한 제연구역에서 실험하여 제연효과를 비교분석하여 검토하였다. 본 연구에서는 거실제연 설비의 공기유입방식(자연유입방식, 강제유입방식 및 인접한 제연구역 유입방식)에 따른 제연효과를 비교검토하기 위해 Hot smoke를 이용하여 거실제연설비를 효율적으로 운용할 수 있는 방안을 모색하였다.

1. 서 론

오늘날 도시 집중화로 인구의 밀도가 높고, 지가 상승으로 인한 토지의 효율적 이용에 따라 최근 건축물은 초고층화, 대형화, 심층화 되어가고 있다.

건축물은 실내구조가 복잡하고 신소재 건축자재의 사용이 늘고 있어 화재의 발생가능성이 높다. 이러한 관점에서 화재의 초기 피난 및 소화활동을 원활히 하기위하여 제연설비가 필요하다. 제연설비는 수직적 피난을 위한 특별피난계단의 계단실 및 부속실의 제연설비와 수평적 피난을 위한 거실 제연설비로 구분된다. 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 경우는 화재가 발생하는 화재실이 아니라, 피난경로상의 안전구역이므로 연기의 침투를 방지하기 위하여 양압을 유지하여야 함으로 급기가압방식을 적용하여야 한다.

거실 제연설비는 거실에서 화재가 발생하는 화재실임으로 화재실에서 열기와 연기를 직접 배출시켜야 하고, 배기만 실시하고 급기를 실시하지 않을 경우에는 배기시킨 공간으로 주위에서 연기가 계속 유입되어 재실자가 피난할 수 있는 피난로를 확보하지 못한다. 따

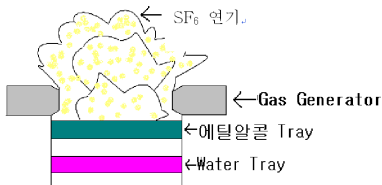
라서 배출시킨 배기량 이상으로 급기를 실시하여 피난 및 소화활동을 위한 공간을 조성하도록 해야 한다. 특별피난계단의 계단실 및 부속실의 제연설비는 성능위주설계 및 그에 따른 제연에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으나, 아직까지 체계적으로 활용하지 못하고 있는 실정이다..

본 연구에서는 거실제연 설비의 공기유입방식(자연유입방식, 강제유입방식 및 인접한 제연구역 유입방식)에 따른 제연효과를 비교검토하기 위하여 Hot smoke를 이용하여 거실제연설비를 효율적으로 운용할 수 있는 방안을 모색하였다.

2. 실험방법 및 순서

2.1 실험방법 및 장치

화재 발생시 연기의 독성, 연기의 확산에 의하여 인명 피해가 발생한다. 화재 또는 연소에 의하여 발생하는 연기는 독성, 부식성과 검댕을 포함하고 있기 때문에 실험 후 많은 처리 비용이 발생한다. 이러한 문제점을 극복하고 연기의 특성을 분석하기 위하여 오염원 독성, 검댕을 발생하지 않는 Hot smoke test를 도입하여 연기의 이동 등에 대한 연구를 수행한다.



- ▶ GAS GENERATOR : 착색된 SF₆ 연기 발생
- ▶ 에틸알콜 TRAY : 온도를 높여 연기에 부력을 갖게 하기 위함
- ▶ WATER TRAY : 바닥면으로 열이 전달되지 않도록 하기 위해 설치

Figure 1 Hot smoke 발생기 구조

2.2 연기 배출량, 급기량, 급기구 면적

화재안전기준(NFSC 501)을 적용하여 연기 배출량 50,000m³/hr로 하였다. 예상제연구역에 대한 공기유입량은 연기 배출량 이상이 되도록 하여야 한다. 그러므로 공기 급기량은 50,000m³/hr로 하였다. 공기유입구의 크기는 당해 예상제연구역 배출량 1m³/min에 대하여 35cm² 이상으로 하여야 한다.

$$50,000m^3/hr \div 60min \approx 833m^3/min \quad 833m^3/min \times \frac{35cm^2}{1m^3/min} \approx 3.0m^2$$

공기 급기구 면적은 3.0m²로 하였다.

2.3 실험 순서

건축물의 1층을 대상으로 실험을 실시하며 예상제연구역을 Figure 2와 같이 A, B, C, D, E의 5개 구역으로 나누었으며, 동일한 조건에서 실험을 하기위해 예상제연구역 A구역에서 실시하였으며 화재실의 바닥 면적은 800m²이다. 화원은 A구역의 중심에서 진행하는 것으로 하고 피난구에서 가장 먼 지점을 시간대별로 관찰하여 연기의 유동현상을 비교하였다.

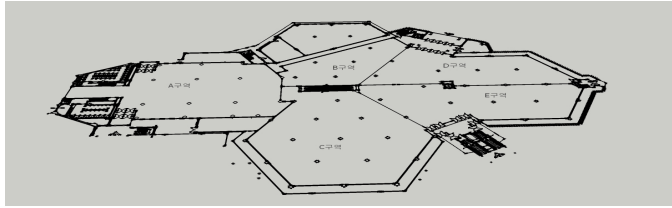


Figure 2 예상제연구역의 구획

3. 결과 및 분석

3.1 자연 유입방식의 경우

Figure 3에서 화재 초기에는 연기의 유동이 원활하며 청결층(clean layer)이 잘 유지되고 있으나 시간이 지날수록 배기량이 급기량 보다 커짐에 따라 배기시킨 공간으로 주위에서 연기가 계속 유입되어 청결층과 연기층이 형성되지 않고 연기가 희석되어 가시거리가 확보되지 않는다. 240초 이후로는 가시거리가 확보가 어려워 피난이 거의 불가능한 상황을 보여준다. 그러므로 자연 유입방식은 현실적으로 적용할 수 없다. 그 이유는 화재시 개구부를 통하여 배출량 이상의 급기 풍량을 항상 확보한다는 것은 불가능하기 때문이다.



▲120초



▲180초



▲240초

Figure 3 자연 유입방식

3.2 강제 유입방식의 경우

Fig 4에서는 실내의 기류가 난기류가 되면서 연기가 희석되어 청결층이 형성되지 않는다. 시간이 지날수록 연기 희석 농도가 높아지면서 가시거리가 짧아진다. 특히 급기구가 화점 부근이 될 경우 연소를 더욱 촉진 시킨다. 급기구의 풍속이 높아질수록 실내의 기류가 더욱 더 난기류가 되므로 급기구의 풍속을 낮추어야 한다. 즉 급기구의 풍속을 낮추기 위해서는 한곳에 집중 설치하기 보다는 분산 배치하여 담당 급기량을 줄여 주어야 한다. 따라서 벽으로 구획된 소규모 화재실의 경우에 한하여 적용 되어야 할 것이다.



▲120초



▲180초



▲240초

Figure 4 강제 유입방식

3.3 인접구역 유입방식의 경우

Fig 5에서 화재실은 연기를 배출 시켜야 되므로 화재실에서는 직접 배기를 실시하며 인접실(인접한 제연구역)에서는 급기를 실시하여 화재실의 제연경계 하단부로 급기가 유입되어 화재 초기에는 청결층(clean layer)과 연기층(smoke layer)이 형성되어 계속 유지가 된다. 그러나 연기가 제연경계벽에 부딪치면서 연기가 하강하여 인접실 유입공기와 섞여 청결층(clean layer)이 희석되어 가시거리가 점점 짧아진다.

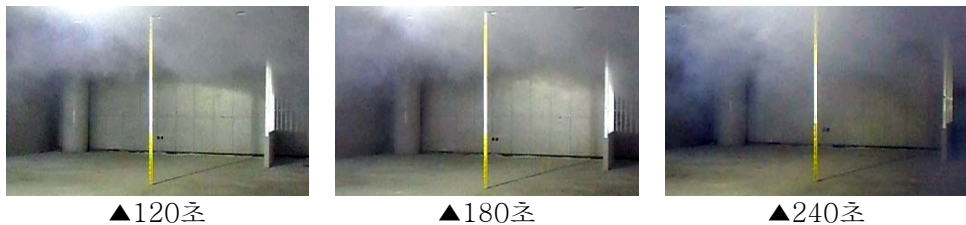


Figure 5 인접구역 유입방식

4. 결론

본 연구에서는 거실 제연설비의 공기 유입방식(자연 유입방식, 강제 유입방식 및 인접한 제연구역 유입방식)에 따른 제연효과를 비교 검토하기 위하여 Hot smoke를 이용하여 수행하였다. 본 연구의 결과로 다음과 같은 결론을 얻었다.

자연 유입방식은 배기량이 급기량 보다 크므로 배기시킨 공간으로 연기가 유입된다. 따라서 화재 시 개구부를 통하여 배출량 이상의 급기 풍량을 확보하기가 불가능하므로 현실적으로 적용할 수가 없다. 강제 유입방식은 동일실에서 급기와 배기가 동시에 실시되므로 실내의 기류가 난기류가 되어 청결층 형성을 방해한다. 그러므로 화재실이 소규모이면서 유입구를 분산 설치하여 유입량을 낮추어야 할 것이다. 인접구역 유입방식은 청결층 형성이 장시간 유지되나 시간이 경과할수록 제연 경계벽에서 연기가 흩어지는 경향이 있다. 넓은 공간의 사용이 요구되는 백화점 등의 대형 건물에 사용 되어야 한다.

참 고 문 헌

1. NFPA, "NFPA 92B Standard for Smoke Management Systems in Malls, Atria, and Large Spaces 2005 Edition", NFPA, p.6 (2005)
2. 김태훈, 권인규, "제연경계벽으로 구획된 대형공간의 효과적인 제연방안에 관한 연구", 한국화재소방학회 논문지, 제 25 권 제 1 호, pp. 34 ~ 41, 2011.
3. 남상욱, "소방시설의 설계 및 시공", 성안당, 2008.
4. NFPA, "NFPA 92A Recommended Practice for Smoke, Control System", 2000 Edition
5. NFSC 501 제연설비의 화재 안전 기준, 소방방재청고시 제2009-31호