

B-18

급기가압 제연 시 전실 내 압력변화에 관한 연구

An Study of Pressure Variations in Smoke Control on Protected Escape Routes Using Pressurization

김홍식* · 오대희**
Kim, Hong Sik · Oh, Dae Hee

Abstract

Pressurization is a method of ensuring that protected escape routes(staircases and lobbies) are kept free of smoke for shelterers and fire fighters by raising the air pressure in these spaces above that in the main part of the building. In this study, to estimate a pressurization, the characteristics of pressure difference in a room, a lobby, an air supply shaft at several building elements are investigated with a window, the (a fire) door and a air supply damper so that information about the importance of these experimental parameters can be obtained.

key words : Pressurization, Smoke control, Pressure difference, Protected escape spaces

급기가압은 건물의 중요 부분인 피난로 공간에 공기 압력을 상승시켜 피난자와 소방관에게 연기에 의해 영향을 받지 않는 보호된 피난로(계단과 로비)를 확보하는 방법이다. 본 연구에서, 급기가압을 평가하기 위해, 창문, 방화문과 급기댐퍼에 따른 건물의 구성 요소인 방(거실), 로비(전실), 풍도에서의 압력 특성을 연구하였으며, 실험변수에 대한 중요한 정보를 얻을 수 있었다.

1. 서 론

건축물의 화재에서 인명과 재산에 피해를 끼치는 주된 요소는 사실상 열과 연기이다. 이 중에서 건물 내의 인명에 대한 대부분의 일차적 위험 요소는 열보다 연기이다.

건물 화재 시 연기를 적절히 제어할 수 있는 수단을 강구하는 일은 소화수단을 강구하는 일 못지않은 중요성을 지니는 바, 연기를 적절히 제어할 수 있도록 기술적으로 시스템화 한 시설을 제연설비(smoke control system)라고 부른다. 이중 급기가압 제연설비는 건물 화재 시 내부의 피난로에 대해 화열 및 연기의 침투를 방지하여 피난하고자 하는 거주자 및 소방활동 상 필요한 비상 관계자가 당해 피난로를 경유하여 대피할 수 있도록 안전 분위기를 조성시켜 주기 위한 설비이다. 이 피난로는 연기의 침투를 막고자 방연 개념이 적용되어 일정 범위 내로 압력차를 제한할 필요가 있으며, 국내의 경우는 40~60 Pa을 허용범위로 설정하고 있다.

본 연구는 열이나 연기 등의 피해로부터 피난자를 보호하기 위해 사용되는 건축물 급기가압 제연설비의 성능평가에 관한 것으로, 개구부 개폐여부, 댐퍼 설치위치와 플랩댐퍼(밸브) 등에 따른 옥내(화재실), 전실(가압실), 풍도의 압력변화를 실험적으로 고찰하였다.

2. 이 론

2.1 화재안전기준

특별피난계단의 계단실 및 부속실제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A)에서 본 연구와 관련된 기준은 다

* 정희원·중앙소방학교 소방과학연구실·연구관·E-mail: yurimgas@empal.com

** 정희원·중앙소방학교 소방과학연구실·실장

음과 같다 1).

제6조(차압 등) ① 제4조제1호의 기준에 따라 제연구역과 옥내와의 사이에 유지하여야 하는 최소차압은 40 Pa(옥내에 스프링클러설비가 설치된 경우에는 12.5 Pa) 이상으로 하여야 한다.

2.2 인정기준

자동차압 과압조절형 급기댐퍼의 인정기준(FIS 001)에서 본 연구와 관련된 기준은 다음과 같다 2).

“일반차압작동용 급기댐퍼”라 함은 제연구역과 옥내사이에 유지되는 최소차압이 40 Pa 이상으로 유지되는 자동차압 과압조절형 급기댐퍼를 말한다. 시험기준에서 일반차압작동용은 부속실 모형의 출입문이 닫힌 시점부터 차압이 60 Pa로 떨어질 때까지의 평균시간이 5초 이내이어야 한다.

3. 실험

3.1 실험 모델

화재실(옥내)은 사람이 거주하고 화재가 발생하는 공간을 말한다. 화재실은 누설틈새, 개구부, 그리고 방화문(현관문)으로 구성되어 있다. 현관문에 설치된 문 폐쇄장치는 저차압용을 설치하였고 개구부는 밀폐시 개구부 덮개를 설치할 수 있도록 하였다.

전실(부속실)이란 강제로 공기를 공급하여 화재실(옥내)보다 상대적으로 높은 공기압(차압)을 발생함으로써 화재실보다 일정한 압력차를 유지하여 연기가 제연구역내로 침투하지 못하도록 만든 곳이다. 전실(부속실)의 구성은 풍도에서 나오는 공기를 제어하여 일정한 압력(40~60 Pa)으로 제어해주는 장치인 자동급기댐퍼, 평상시에는 사용자(입주자 등)에 의하여 개방고정 또는 폐쇄를 선택할 수 있고, 개방고정이 되어 있더라도 수신기와 연동하여 화재가 발생시에는 출입문을 자동으로 폐쇄한 후 화재기동 중에는 개방고정이 되지 않도록 제어해주는 장치인 자동 폐쇄장치로 구성하였다. 그 외에 연기 감지기, 시각 경보기, 발신기함, 계단측 양문 방화문(계단실문) 등으로 구성되었다.

계단실은 2층으로 올라가는 계단이 설치되어있고 계단 중간 벽에는 프로젝트 창을 설치하였다. 또한, 급기댐퍼, 송풍기, 계단실문 등을 제어하는 제어 패널을 설치하였다.

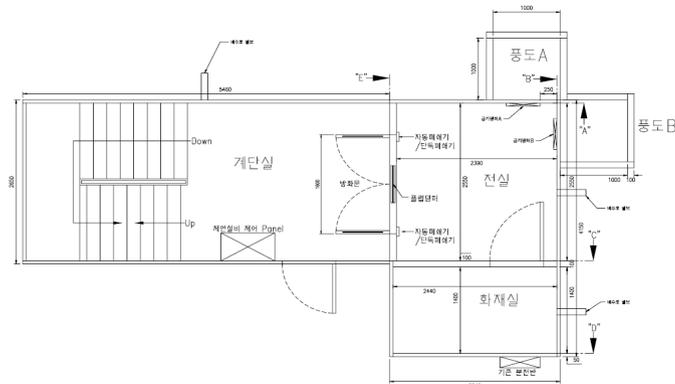


그림 1. 실험장치 1층 평면도



그림 2. 계단실과 화재실 방화문, 제연설비 제어패널과 화재실 개구부(배연기)

3.2 데이터 측정

차압을 측정하기 위해 풍도(ULFA Tech., PLT-1000PA), 전실과 화재실(ULFA Tech., PLT-1000PA)에 차압공과 제어판에 차압계를 설치하였다. 차압 측정 범위는 풍도 1000 Pa, 화재실과 전실은 200 Pa까지 측정할 수 있다. 화재실과 계단실 방화문의 폐쇄력(개방력) 측정을 위해 IMADA DPSS-50을, 방연풍속 및 급기량을 측정하기 위해 TSI-8386을, 데이터 로거/스위칭 유닛(Agilent 34970A), 모듈(34970A-20)과 데이터 저장용 노트북을 사용하였다.

3.3 실험 방법

화재실의 공간크기의 한계성을 고려하여 구멍(0.008 m²)과 개구부(배연기, 0.24 m²)를 적용하여 구멍 개방 시는 실제 화재실(원룸형식의 거실)의 누설특성을 고려한 것으로 하였고, 개구부(배연기 구멍)의 개방은 화재실의 공간면적을 확장하였을 경우로 가정하여 실험하였다. 시나리오는 개구부(배연기) 개방 및 폐쇄의 각 경우에 대해 급기댐퍼(A, B) 작동 15초 후 화재실문 개방/폐쇄 뒤 계단실 문 순차개방과 화재실문 및 계단실문 일시적 동시개방에 대해서 실험을 수행하였다. 또한, 전실에 플랩댐퍼(밸브)를 설치(계단실문 위)와 미설치하였을 경우 전실 차압변화를 실험하였다.

4. 결과 및 고찰

4.1 전실, 화재실과 풍도 압력변화(화재실 개구부 미개방시)

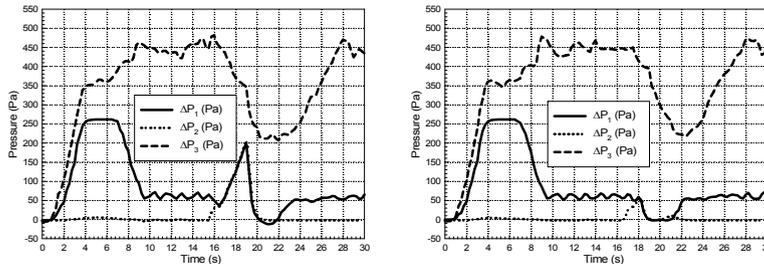


그림 3. 화재실문과 계단실문 순차개방 및 일시적 동시개방(개구부 미개방)

화재실과 계단실문 순차개방의 경우, 약 15초에서 화재실문 개방 폐쇄 시 일시적으로 전실과 화재실 압력이 거의 동일하게 상승하는 것을 알 수 있다. 이는 화재실 공간이 작아서 나타난 결과이지만, 화재실 문이 개방되면 급기댐퍼에서 자동으로 급기량을 증가시키므로 화재실 공간이 커도 전실 압력이 화재실에 영향을 줄 것으로 사료된다.

화재실 문이 개방되면 급기댐퍼의 급기량이 증가되고 전실 압력이 급상승한다. 그런데 그 때의 피크점에서 계단실 문이 열리기 때문에 전실압력이 적정차압(50~60 Pa)을 유지하지 못하고 대기압으로 떨어지는 것을 알 수 있다. 만일 전실압력이 피크일 때 화재실 문을 다시 개방하려고 하면 어려울 것으로 사료된다.

화재실문과 계단실문 일시적 동시개방의 경우, 전실압력은 대기압으로 하강하고 화재실 압력은 화재실 문이 개방되는 순간 전실 압력이 화재실에 영향을 주어 상승하지만 동시에 계단실 문이 개방되므로 전실 및 화재실의 압력이 대기압으로 하강하는 것을 알 수 있다. 여기서, ΔP_1 , ΔP_2 , ΔP_3 는 각각 전실 압력, 화재실 압력, 풍도 압력을 나타낸다.

댐퍼 위치 A의 경우는 계단실 문 개방 후 문이 닫히지만 댐퍼 위치 B의 경우는 급기 풍속의 영향으로 계단실 문이 닫히지 않는 것을 알 수 있다. 급기 댐퍼의 설치 시 계단실 문과 마주보게 설치 시 문제가 발생할 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 계단실 문 폐쇄기 강도가 적절한 성능을 내지 못하면 문이 닫히지 않아 연기가 화재실에서 유입될 수 있을 것으로 사료된다.

4.2 전실, 화재실과 풍도 압력변화(화재실 개구부 개방 시)

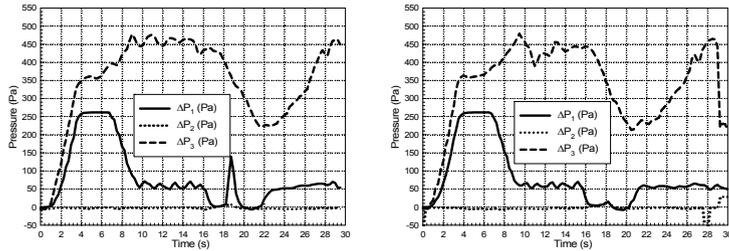


그림 4. 화재실문과 계단실문 순차개방 및 일시적 동시개방(개구부 개방)

화재실 개구부 밀폐시와 비교해 보면 화재실 창문이 개방되어 있으면 전실 압력이 개구부 밀폐 시 보다 급격히 빠져 나가므로 급기 댐퍼의 응답도 빠르게 나타나는 것을 알 수 있다. 따라서 개구부 개방의 경우는 화재실 문 개방 시 압력이 바로 하강하며 닫히자마자 급격히 상승하고 바로 계단실 문을 개방하면 다시 하락하는 양상을 보이는 것을 알 수 있다. 개구부 밀폐 경우 피크값(200 Pa)과 비교하면 개방시 피크값(150 Pa)이 작게 나타났다. 또한 화재실 압력은 상승하지 않으며 계단실문은 댐퍼 위치 A, B 모두 닫히는 것을 알 수 있다.

화재실문과 계단실문 일시적 동시개방의 경우, 개구부 미개방과 경향은 유사하나 화재실 압력이 상승하지 않고 대기압으로 유지되는 것을 알 수 있다.

4.3 플랩댐퍼(밸브) 설치 시 전실압력 변화

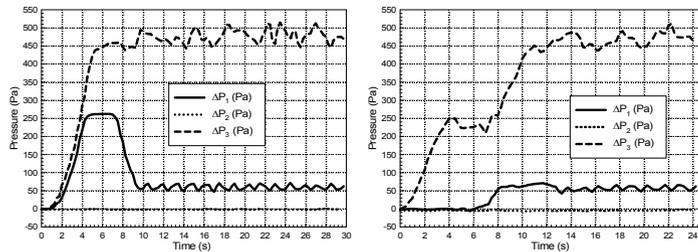


그림 5. 전실 플랩댐퍼(밸브) 설치 유무에 따른 차압변화

플랩댐퍼 미설치 경우에는 자동 풍량조절 댐퍼가 작동한 후 약 5초간 초기 차압이 약 260 Pa범위까지 상승하는 것을 알 수 있고 전실에 플랩밸브를 설치하였을 경우는 댐퍼작동 약 8초 후 차압이 약 60 Pa정도의 범위로 유지되는 것을 알 수 있다.

이러한 이유는 부속실에 플랩밸브를 설치하지 않았을 경우 급기 가압 시 초기에 자동풍량조절댐퍼에서 나오는 많은 풍량을 옥외로 배출시키지 못하기 때문이다. 반면, 부속실에 플랩밸브를 설치할 경우 댐퍼가 작동한 뒤 초기 차압이 약 0 Pa로 나타나는 것을 알 수 있는데 이러한 이유는 급기댐퍼에서 순간적으로 급격한 풍량에 의한 압력 상승 시 플랩밸브가 많이 열리면서 급격한 압력 상승을 막는 것으로 사료된다. 또한 일정 압력(40~60 Pa)을 유지하는데 있어서 압력 요동이 작은 것을 알 수 있고, 풍도압력도 서서히 상승하는 것을 알 수 있다. 하지만 전실 층이 많을 경우 플랩댐퍼 설치의 급기량이 많이 필요할 것으로 사료된다. 따라서 플랩댐퍼에서 나간 공기를 다시 아래층 전실로 보내거나 플랩댐퍼를 앞뒤 방향으로 움직이게 설계하는 것도 방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 행정자치부 고시 제2004-30호, 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준(NFSC 501A)
2. 한국소방검정공사, 자동차압 과압조절형 급기댐퍼의 인정기준(FIS 001)
3. 한국소방검정공사, 제연구역의 출입문 자동폐쇄장치의 인정기준(KFIS 021)