

고층건축물 수직공간의 화재 시 압력차 분석을 위한 실험적 연구

An Experimental Study on the Analyze the Pressure Difference in case of Fire in Vertical Space of High-Rise Buildings

허 예 림*

Yerim Huh

김 혜 원**

HyeWon Kim

진 승 현***

SeungHyeon Jin

권 영 진****

YoungJin Kwon

Abstract

As buildings in South Korea become more skyscrapers, the risk of fire is also emerging. Thus, regulations, regulations, and guidelines are being improved to prevent the spread of smoke in the event of a fire in high-rise buildings, but research on smoke flow and pressure distribution in vertical spaces is insufficient. Therefore, in this study, the temperature of each floor in the vertical space according to the size of the fire is measured through the miniature model experiment, and the pressure difference is calculated to establish the basic data for the improvement of the performance of domestic air supply facilities in the future. Thus, a scale model of one-sixth the size of the actual building was produced to measure the temperature, and the pressure difference was derived by substituting the value for the expression. The pressure difference varies depending on the size of the cause of the fire, and it is believed that the differential pressure and conditions of the building should be taken into account before calculating the supply volume for the analysis of the pressure difference according to the size of the cause of the fire in the event of fire.

키 워 드 : 초고층 건물, 수직공간, 연기제어, 연기유동, 축소실험, 차압

Keywords : high-rise building, vertical space, smoke control, smoke flow, scale-down experiment, differential pressure

1. 서 론

국내 초고층, 고층 및 대형 건축물이 지속적으로 증가하고 있다. 고층건축물에서의 화재 발생 시 연돌효과로 인해 연기가 상층부로 빠르게 확산되어 대형 인명피해가 발생하게 된다. 따라서 고층 건축물의 화재로 인한 연기확산을 방지하기 위한 대책으로 제연설비, 배연설비 등 연기제어 관련 규정을 제정하고 법규 및 지침 또한 개선되고 있다. 그러나 수직공간의 연기유동 및 압력분포에 관한 연구는 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 축소모형 실험을 통해 화재의 크기에 따른 수직공간에서의 각 층의 온도를 측정하여 압력차 식에 대입한 후, 압력 차이를 계산하여 향후, 국내 급기가압 설비의 성능 개선을 위한 기초 자료를 구축하고자 한다.

2. 화재 크기에 따른 압력차 분석에 관한 실험¹⁾

2.1 실험 개요

온도분포에 따른 수직공간의 층 별 압력차 분석을 위해 축소모형 실험을 실시하였다. 먼저 실험체의 경우 실, 로비, 샤프트로 구성된 실제 건축물의 6층을 1/6크기의 축소모형으로 제작하였다. 개구부는 실제 개구부와 똑같은 비율로 축소시켰고 벽은 철근재질을 사용하여 구현하였으며, 이에 대한 수치를 나타낸 것은 표 1과 같다. 또한 측정 장비는 온도 측정을 위해 K타입 열전대를 사용하였고, 화재크기 구현을 위한 연료는 연소효율이 좋은 헵탄을 사용하였다. 화원의 크기 설정은 용기의 직경에 따라 설정하였으며 본 연구에서는 직경 10cm, 20cm, 24cm의 용기로 나타내었다.²⁾

* 호서대학교 안전소방학부 학사과정

** 호서대학교 소방방재학과 공학석사

*** 호서대학교 소방방재학과 박사과정

**** 호서대학교 소방방재학과 교수, 교신저자(jungangman@naver.com)

표 1. 실험체의 수치

전체 실험체 크기	• 높이4m X 가로0.9m X 폭(계단실0.8m, 로비, 방 0.5m)
층당 실험체 크기	• 계단실(높이 0.5m X 가로0.5m X 폭 0.8m) 로비 (높이 0.5m X 가로0.3m X 폭0.5m) 일반실(높이 0.5m X 가로0.3m X 폭0.5m)
Vent 크기	• 가로 0.3m, 세로 0.3m X 두께 2mm~ 개폐형
통로 크기	• 가로 0.2m X 높이 0.3m X 두께 2mm
개구부 크기	• 가로 0.3m X 높이 0.4m

2.2 실험 결과 및 고찰

$$1. \dot{m}_x = 0.5 \times A \times \sqrt{\rho H} \quad \text{----- (1)}$$

$$2. \dot{m}_{Total} = m_1 - (m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6) \quad \text{----- (2)}$$

$$\rho = \frac{353}{T} \quad \text{----- (2)}$$

$$\Delta p = \frac{(m_{Total})^2}{2\rho(\alpha A)^2} \quad \text{----- (3)}$$

식 1을 통해 차압을 나타내기 위해서 차압공식에 적용할 수 있도록 필요한 질량 유속을 구한다. 이 때, 샤프트실의 질량 유속은 화재실에서 유입되고 상부층에서 모두 유출되었다. 이후, 총 질량유속 값을 구한 뒤 이를 차압 공식에 적용한다. 차압 공식에 사용되는 밀도 값은 식 2와 같이 계산하여 이상기체 방정식에 따라 도출되는 값을 적용하였다. 그 다음, 식 3을 통해 각 층당 샤프트실의 차압을 산정하였다. 위의 식을 통해 도출된 차압은 표 2와 같다.

표 2. 압력계산 결과

압력(Pa)	10cm	20cm	24cm
1층	7.2	2.5	0.7
2층	19.8	12.6	31.6
3층	16.1	23.5	8.9
4층	12.2	23.5	8.9
5층	23.5	15	8
6층	12.5	5	6.4

(a) 샤프트-실 차압 하부측

(b) 샤프트-실 차압 상부측

수직공간의 압력차의 계산 결과 1층과 2층의 경우 발열량이 높아질수록 압력차가 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 6층 까지 압력차이가 각각 다르게 나타났다. 이에 따라 온도에 따른 압력계산이 필요할 것으로 사료된다.

실험에서는 화원의 위치를 1층에 고정시키고 3개의 개구부를 개방한 상태로 실험을 실시하여 개구부의 개폐에 따른 성상 확인이 어려웠다. 또한 화원이 커서 1층에서부터 분출화염이 매우 크게 나타났고, 이에 따라 열전대가 화염에 직접적으로 노출되면서 1층과 2층의 온도 값이 매우 높게 나타나 압력계산 시 오차가 발생하였다. 따라서 화원의 위치 개구부의 개폐 상태를 변화시켜 연기유동 및 온도, 압력차를 측정해야할 것으로 판단된다.

3. 결 론

수직공간 건물 축소모형 실험을 통해 각 층의 온도 분포 값을 도출해낸 후, 이를 식에 대입하여 압력차 계산 결과를 도출해내었다. 결과 값에서 화원의 크기에 따라 압력차가 발생하였다. 이에 따라 화재 시 화원의 크기에 따른 압력차 분석을 위해 급기량 계산하기 전 차압과 건축물 조건 등을 고려해야 한다고 사료된다.

Acknowledgement

본 논문은 2020년 국토교통부의 도시건축연구사업(과제번호: 20AUD-B100356-06)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 김혜원, 고층 건축물 급기가압설비의 성능개선을 위한 국내외 설계방법 비교연구, 호서대학교 석사학위논문, 2019
2. J Core, Fuel Property effects of Burning Rate and Radiative Transfer from Liquid Pool Fire, 3th Symposium International on Fire Safety Science, pp.395~404, 1991