

B-19

급기가압 제연시스템의 현장 성능평가 연구

Field Experiments on Performance Evaluation of Pressure Differential System for Smoke Management

김정엽* · 이동호** · 김하영***

Kim, Jung Yup* · Rie, Dong Ho** · Kim, Ha Young***

Abstract

The fact that the major cases of life casualties are from smoke in the fire accidents and the expected steep increase of skyscrapers, huge spaces, multiplexes and huge scaled underground spaces demand establishment of efficient smoke countermeasure. The field experiments on two high buildings of 20 stories and 21 stories are carried out to evaluate the field performance of pressure differential systems for smoke management and the results of experiments are presented.

key words : smoke management, pressure differential system, field experiment

1. 서 론

고층건물의 피난안전확보를 위하여 국내 화재안전기준 NFSC501A의 “특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준”에서는 제연구역의 기압을 화재가 발생한 거실보다 높게 유지시켜 제연구역내로 연기의 침투를 방지하도록 하고있다[1]. 이러한 목적을 위해 국내에서 일반적으로 사용하고 있는 방법이 제연용 송풍기와 풍도를 이용하여 거실과 계단실 사이의 부속실내 기압을 높여주는 급기가압 제연시스템이다. 이때 부속실로 연기의 침투를 방지하기 위해서는 부속실과 거실사이에 기준치 이상의 기압차가 존재해야 한다. 그러나 이러한 기압차가 너무 클 경우에는 대피자가 출입문을 개방하기 곤란할 수 있기 때문에 출입문의 개방에 필요한 힘이 일정기준 이하가 되도록 부속실과 거실사이의 기압차를 유지해야 한다. NFSC501A에서는 부속실과 거실사이에 40Pa이상의 차압(스프링롤러 설치시 12.5Pa이상)을 유지하고, 출입문의 개방에 필요한 개방력이 110N 이하가 되도록 기준을 제시하고 있다.

선진외국에서는 과거 대형화재사고인 MGM Grand 호텔, Roosevelt 호텔 및 Johnson City Retirement Center 화재에서와 같이 연기확산에 의한 질식사 사망의 주요원인이며, 이에 대처하기 위한 신뢰성 있는 제연시스템의 필요성을 오래전부터 인식하여, 연기생성·확산·제어분야의 이론적 기반 확립과 다양한 실험 규모 실험을 통하여 제연시스템 설계기술을 개발하여 왔으며[2,3], 효율성과 적용성을 확보한 제기준정립에 지속적인 투자를 하고 있다. 특히 고층건물을 대상으로 실제적인 제연시스템의 설계인자 연구와 성능실험을 수행하여 왔다[4,5].

본 연구에서는 국내 고층건물에서의 화재시 피난안전을 확보하기 위해 화재안전기준에 의해 설계,시공되어 적용되고 있는 급기가압 제연시스템에 대하여 2곳의 건물을 대상으로 현장 성능평가를 수행하였으며 그 수행과정과 실험결과를 제시하였다.

* 정회원·한국건설기술연구원 화재및설비연구센터·선임연구원·E-mail: jykim1@kict.re.kr
 ** 정회원·인천대학교 안전공학과·교수
 *** 정회원·인천대학교 안전공학과·박사과정

2. 실험방법 및 결과

2.1 현장실험방법

본 연구에서는 표 1과 같이 실제 운영중인 고층건축물 2개소를 대상으로 부속실 급기가압제연시스템의 운전성능을 평가하였으며, 제연시스템을 가동하면서 거실, 부속실 및 계단에서의 실내압력을 측정하고 측정결과를 검토하였다.

그림 1은 각 건물에 설치된 가압급기용 송풍기를 보여주고 있고, 그림 2는 부속실내에 설치되어 부속실에 급기를 하고 차압을 일정수준으로 조절하는 기능을 담당하는 차압조절용 댐퍼의 모습을 보여주고 있다. 한편 그림 3은 제연시스템이 가동되어 각 실내에 형성되는 압력을 측정하기 위한 압력계를 도시하고 있다.

표 1. 실측실험 대상

구 분	전층수	피난계단수	측정대상
건물 A	20층	2	각 계단에 대해 2층, 11층, 19층의 거실, 부속실, 계단 실내압력 동시계측
건물 B	21층	2	각 계단에 대해 2층, 11층, 18층의 거실, 부속실, 계단 실내압력 동시계측

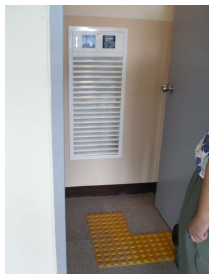


(a) 건물A

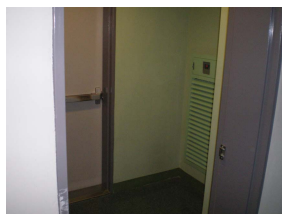


(b) 건물B

그림 1. 급기가압용 송풍기



(a) 건물A

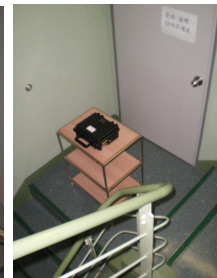


(b) 건물B

그림 2. 부속실 및 차압조절용 댐퍼



(a) 건물 A



(b) 건물 B

그림 3. 실내압력 측정용 압력계

2.2 현장실험결과 및 검토

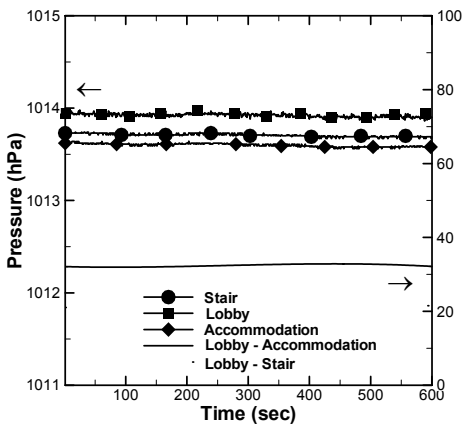
그림 4와 그림5는 본 연구의 실험결과 중 일부로서, 제연시스템이 가동중인 상태에서 계측시간에 따른 각 거실(Accommodation), 부속실(Lobby) 및 계단(Stair)에서의 실내압력 변동값을 X축에 나타내고 있으며, 부속실과 거실의 차압, 부속실과 계단의 차압을 Y축에 나타내었다. 그림에서와 같이 시간에 따라 각 실에서의 압력값은 큰 변동이 없이 일정한 수준을 유지하는 것으로 나타났다.

그림 4(a)는 건물A, 특별피난계단1, 지상2층에서의 압력분포로서 거실과 부속실간 차압이 약 32Pa로 나타났으며, 그림 4(b)는 건물A, 특별피난계단2, 지상19층에서의 실험결과로서 거실과 부속실간 차압이 약 17Pa로 형성됨을 알 수 있다. 한편 그림 5(a)는 건물B, 특별피난계단1, 지상2층에서의 압력값으로서 거실과 부속실간 차압이 무려 115Pa이나 형성되고 있다. 그림 5(b)는 건물B, 특별피난계단2, 지상18층에서의 실험결과로서 그림에서와 같이 거실과 부속실간 차압이 약 13Pa로 나타났다.

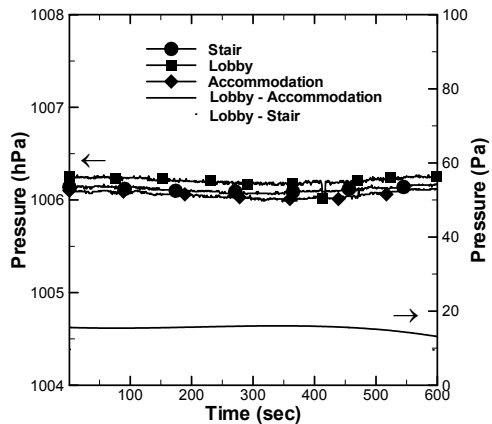
각 경우에 대해서 거실과 부속실간 차압을 정리하여 표 2에 나타내었다. 표 2의 실험결과를 살펴보면, 건물B, 계단1에서는 급기가압시스템에 의해 생성되는 거실과 부속실간 차압이 100Pa을 상회하고 있어 피난시 출입문 개방력에 문제가 있을 것으로 판단된다. 한편 건물B, 계단1 이외의 나머지 측정지점에서는 대부분 차압이 40Pa이하로 형성되고 있다.

표 2. 거실과 부속실간 차압 측정결과

건물	건물A						건물B					
	계단1			계단2			계단1			계단2		
층수	2층	11층	19층	2층	11층	19층	2층	11층	18층	2층	11층	18층
차압 (Pa)	32	43	28	11	24	17	115	107	125	22	27	13

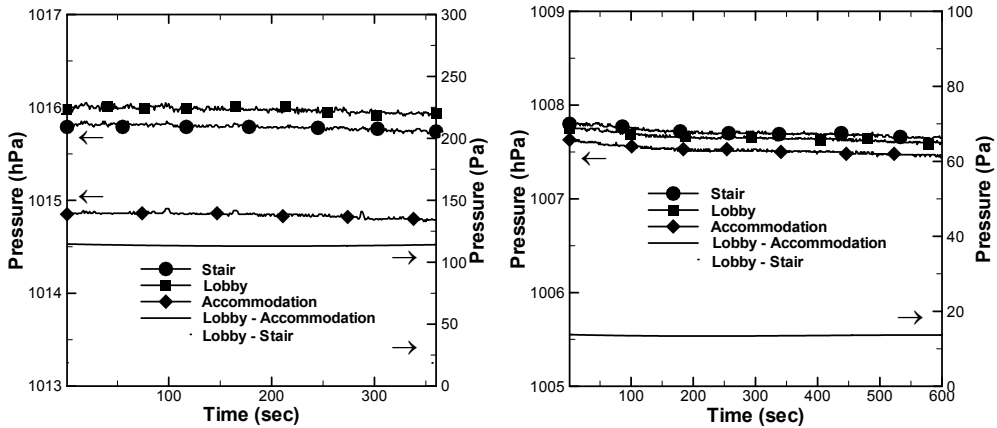


(a) 계단1, 지상2층에서의 압력분포



(b) 계단2, 지상19층에서의 압력분포

그림 4. 건물A에서의 실험결과



(a) 계단1, 지상2층에서의 압력분포

(b) 계단2, 지상18층에서의 압력분포

그림 5. 건물B에서의 실험결과

3. 결 론

본 연구에서는 국내 고층건물에서의 화재시 피난안전을 확보하기 위해 화재안전기준에 의해 설계,시공되어 적용되고 있는 급기가압 제연시스템에 대하여 2곳의 건물을 대상으로 현장 성능평가를 수행하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 급기가압 제연시스템을 가동하면서 건물의 저층, 중층 및 고층 지역의 거실, 부속실 및 계단내 실내압력을 동시에 측정하였으며, 측정결과에 의해 제연시스템의 차압형성에 대한 성능평가가 원활히 진행되었다.
- (2) 건물B의 피난계단1에 설치된 급기가압 제연시스템의 경우 거실과 부속실간 차압이 100Pa을 상회하게 형성되고 있으며, 이로인해 피난시 출입문의 개방에 문제가 발생할 수 있을 것으로 판단된다.
- (3) 건물B, 피난계단1 이외의 나머지 측정지점에서는 대부분 차압이 40Pa이하로 형성되고 있다.
- (4) 이러한 현장 성능평가실험을 통해 건물 제연시스템의 현황 및 문제점을 파악할 수 있으며 향후 화재발생과 피난의 다양한 조건에 대해 제연시스템의 대응성과 개선점의 검토를 위한 현장실험 수행의 기초자료가 될 것이다.

참고문헌

1. NFSC501A (2007), 특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전기준.
2. BS 12101-6 (2005), Smoke and heat control systems - Part6 : Specification for pressure differential systems.
3. NFPA 92A (2006), Standard for Smoke-Control Systems Utilizing Barriers and Pressure Differences.
4. Tamura, G.T. (1990), "Fire Tower Tests of Stair Pressurization Systems with Overpressure Relief", ASHRAE Trans. Vol.96.
5. Tamura, G.T. (1992), "Assessment of Stair Pressurization System for Smoke Control", ASHRAE Trans. Vol.98.