대한설비공학회 2008 동계학술발표대회 논문집 pp. 107 ~ 110

08-W-020

건축물 지하생활공간의 연기제어 기술개발 및 실물모의실험

배 상 환†*, 백 기 성*
대림산업(주) 기술연구소

A Study on the smoke control in underground space of the buildings

Sang-Hwan Bae†, Ki-Seung Baik†
Technology Research Institute of Daelim Industrial Co., Ltd.

ABSTRACT: This study is aimed to develop fundamental technology on the smoke control method by simulation model and scale model simulation technique in underground space. Thereby, this research aimed to establish design elements and technologies required for smoke control system that is suitable to underground spaces of the high-rise residential-commercial and office buildings in order to minimize the loss of lives and property damage in case of fire.

Key words: Smoke control(연기제어), Scale model(실물실험), Underground space(지하공간)
Pressure differential smoke control system(급기가압제연시스템)

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

지하공간에서 화재 등의 재해가 발생하면 인공환경은 매우 짧은 시간에 파괴될 수 있으며, 그 위험성은 지상공간에서의 화재와는 본질적으로 차이가 있다. 지하공간에서의 화재초기 연소는 지상의 성장과 같은 양상을 나타내나, 시간이 경과함에 따라 공기의 공급이 부족해져서 연소가 불완전하게 되어 다량의 연기를 발생시키고, 폐쇄공간이기 때문에 대기 중에의 연기와 열의 방출이 적고, 장기간 농연과 열기가 축적되어진다. 뿐만 아니라, 피난 및 소방활동의 문제점으로 볼 때에도 창의 부재로 인하여 화재발생 정보의 지연과 화재정세를 파악하기 어려워 피난에 어려움이 있을 뿐만 아니라 구조 또는 적절한 소화대책 수립이 곤란하며, 축적된 농연과 열기의 배출이 어렵기 때문에 진입한 소방대원의 활동이 위축되고 체력 소모도 크다는 특징이 있고, 소방대의 진입로가 계단, 차도만으로 국한되어 피난자와 역행하는 경우가 발생하여 소방활동의 거점설정 시간이 길어진다는 특징이 있다.

위에서 기술한 바와같이, 지하공간에서의 화재는 지상공간에서 발생하는 화재와는 다른 특성으로 큰 피해발생이 우려되므로 보다 체계적인 연구의 추진필요성 및 중요성이 높으며, 특히 지하공간에서의 화재는 유독가스에 의한 피해가 크므로, 성능중심의 연기제어방안 수립이 필요하다.

1.2 연구방법 및 절차

이에따라 본 연구는 건축물 지하생활공간에 대한 연기제어성능평가 및 개선방안 도출을 목적으로 지하공간의 연기제어방식중의 하나인 급기가압제연방식에 대해 동절기 연돌현상 발생량에 따른 설계차압 및 방연풍속 유지 등의 제연성능 평가를 실물실험을 통해 수행하고, 이를 근거로 개선방안을 제시하였다.

† Corresponding author
Tel.: +82-2-2011-8895; fax: +82-2-2011-8068
E-mail address: sanghwan@daelim.co.kr

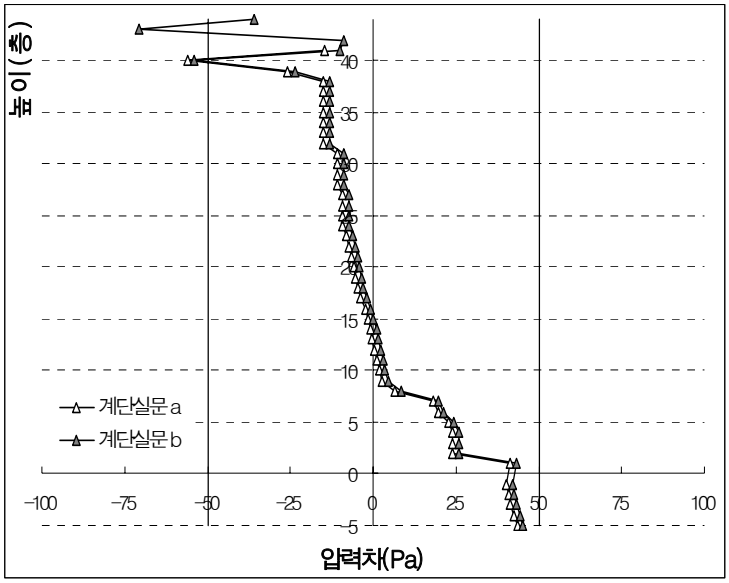


Fig. 1 Pressure distribution by stack effects

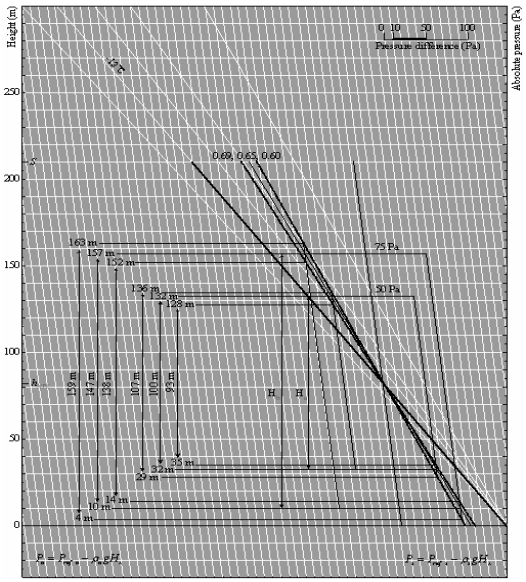


Fig. 2 Stack effects with heights

2. 건축물의 공간별 압력분포 해석

초고층 건축물 지하공간에서 공간별 동절기 연돌현상에 의해 발생되는 자연상태에서의 압력분포를 예측하여, 화재발생시 가압제연방식에 의한 피난계단실의 제연성능상의 문제점 발생여부 및 개선방안 도출을 위한 압력분포 시뮬레이션을 수행하였다.

초고층 건축물 지하공간에 대한 압력분포 시뮬레이션은 네트워크 시뮬레이션 모델로서 개발된 Contamw 2.1을 사용하였으며, 동절기 외기온은 −10 ℃에서 각 공간별 누기량은 ASHRAE의 부위별 누기량 자료 및 현장실험을 통해 파악한 부위별 기밀성능 측정값을 근거로 일반적인 누기량 일때를 설정하여 시뮬레이션을 수행하였다.

40층규모 초고층 건축물을 대상으로 한 네트워크 모델에 의한 동절기 자연상태에서의 연돌현상 발생량 공간별 차압발생량에 대한 시뮬레이션 결과, 자연상태에서도 연돌현상 발생으로 인해 거실공간과 전실(부속실)사이에는 약 20 Pa 내외의 압력차가 발생하는 것으로 알 수 있으며, 전실과 계단실 사이에는 약 40 ~ 50 Pa 내외의 압력차가 발생됨을 알 수 있다. 또한 Fig. 2와 같이 건축물의 높이별 연돌현상 발생량에 대한 노모그램에서 볼 수 있듯이 초고층 건축물의 경우, 100 m 내외에서 연돌현상에 의한 압력차 발생량이 50 Pa이상으로 예측되었으며, 이에따라 30층 이상에 부속된 지하생활공간의 경우에 대해서는 가압제연방식에 의한 연기제어시 동절기 연돌현상에 따른 연기제어성능에 대한 대책이 수립이 필요함을 알 수 있다.

3. 급기가압제연방식 실물실험

3.1 급기가압제연방식 연기제어성능실험

급기가압제연방식의 환경조건별, 위치별 연기제어성능을 출입문의 방연풍속과 유동가시화 실험을 통해 성능평가를 수행하였다. 측정조건은 Fig. 3 과 같으며, 그림에서 볼수 있듯이 이상적인 조건에서 전실을 50 Pa로 급기가압하는 경우와, 초고층 건축물에 부속된 지하공간 환경조건을 고려하여 계단실을 −50 Pa로 감압한 조건에서 전실급기가압을 수행한 경우에 대한 방연풍속과 유동가시화 실험을 수행하였다.

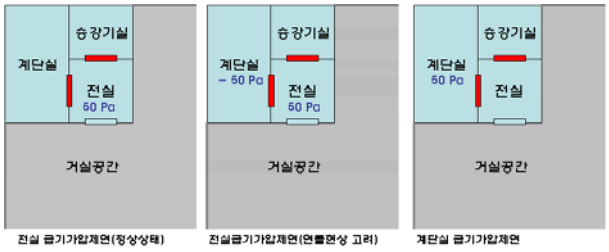
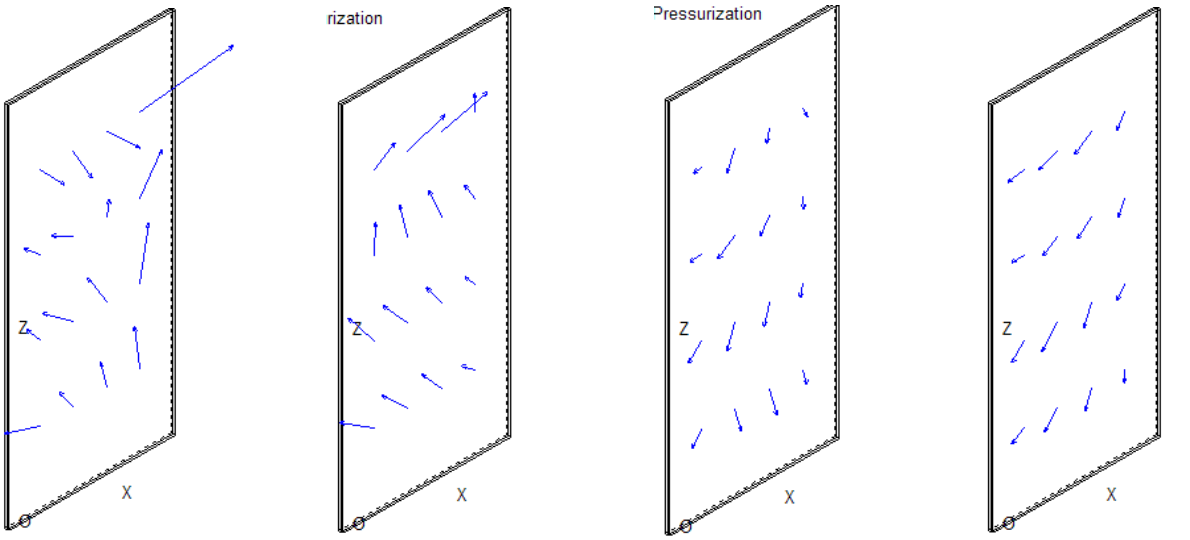


Fig. 3 Scale model test conditions



(a) 급기가압제연(정상상태) (b) 급기가압제연(연돌고려) (c) 전실+계단실 동시가압 (d) 계단실 단독가압

Fig. 4 Airflow velocity distribution on the various pressure differential system

Fig. 5 Smoke movement visualization

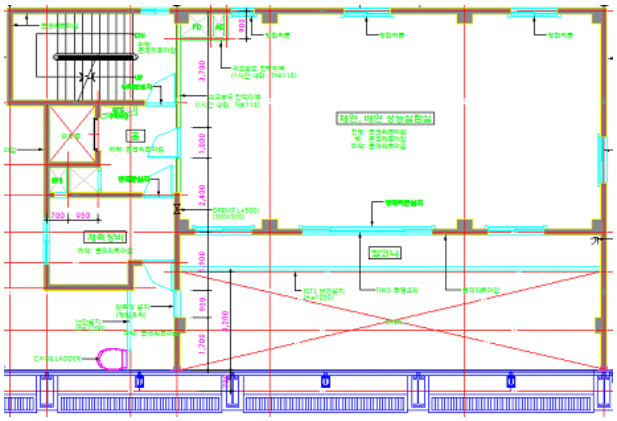


Fig. 6 Floor plan of the tested building

급기가압제연방식에 대한 성능평가는 Fig. 6과 같은 공간을 대상으로 실물실험이 진행되었다. 대상건물의 급기가압제연댐퍼와 거주공간 출입문의 위치관계는 제연댐퍼의 앞,측면에 위치하고 있으며, 제연댐퍼의 수직적인 설치위치는 일반적으로 설치되는 방식과 동일하게 1.2 m 미만에 급기구가 배치되었다.

Fig. 4에서 볼 수 있듯이 급기가압제연시스템을 전실공간에 적용한 경우(a) 출입문 하단에서는 방연풍속이 매우 유효하게 나타났으나 상층부에서는 방연효과를 기대할 수 없는 것으로 나타났는데, 이는 제연댐퍼의 위치에 따라 전실내 유동현상 특성에 기인하는 것으로 제연댐퍼의 위치와 출입문의 위치관계에 따라 출입문의 방연풍속에 매우 큰 차이가 발생됨을 알수 있다.

또한, 건축물 내에서 연돌현상이 나타날때는 고려하여 계단실에 약 50 Pa의 부압을 설정한 경우 출입문의 중간부위 이상에서 방연풍속 확보가 곤란한 것으로 평가되었다. 화재실에서 연기가 공간의 상층부에 축연되는 점을 감안하면 이러한 현상은 피난통로에 연기확산방지를 전혀 기대할 수 없다는 점에서 화재안전상 매우 바람직하지 못한 것으로 분석되었다.

전실과 계단실을 동시 급기가압하는 조건에서 방연풍속 측정을 수행한 결과(c), 출입문의 모든 부위에서 방연풍속이 유효한 방향으로 작용하는 것으로 나타났고, 계단실 단독 급기가압을 실시하는 경우(d)에도 전실 및 계단실 동시급기가압하는 경우와 유사한 성능을 갖는 것으로 분석되었다.

위와같은 실험결과를 근거로 볼때, 현재 우리

나라에서 일반적으로 적용되고 있는 전실(부속실) 급기가압제연시스템은 급기가압 공간의 선택에 있어서 계단실에 적용하는 것으로 개선할 필요성이 있는 것으로 사료되며, 특히 급기가압 제연댐퍼의 위치는 출입문(피난문)의 위치관계에 따라 신중하게 계획되어야 하는것으로 판단된다.

3.2 급기댐퍼 및 출입문 위치별 방연풍속 특성

앞에서 급기가압 제연댐퍼와 출입문의 위치에 따른 방연풍속 특성에 큰 차이가 발생됨에 따라, 효율적인 평면계획을 위한 다음과 같은 실험을 수행하였다.

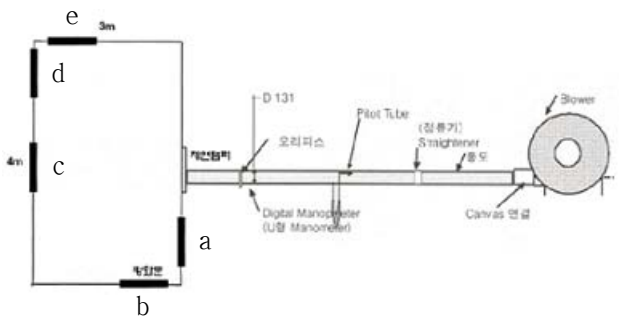


Fig. 7 Test equipments and locations

실험결과, 급기댐퍼와 출입문의 배치관계는 전면보다는 후면에 위치할수록(a 또는 b) 방연풍속 확보에 유리한 것으로 나타났고, 급기댐퍼의 수직적 위치는 현재 일반적으로 적용되고 있는 하부보다는 공간의 중간 이상위치에 배치하는 것이 효과적인 것으로 평가되었다.

4. 결론

건축물 지하생활공간에 대한 연기제어성능평가 및 개선방안 도출을 위해 수행된 본 연구의 주요 결과는 다음과 같다.

(1) 현재 통용되고 있는 부속실 급기가압제연 방식은 적용공간을 계단실 변경하여 적용하는 경우 보다 효과적인 제연성능 확보가 가능할 것으로 판단된다.

(2) 방연풍속 확보를 위한 급기댐퍼와 출입문의 위치관계는 현재 일반적으로 적용되고 있는 하부보다는 공간의 중간 이상위치에 배치하는 것이 효과적인 것으로 평가되었다.

후 기

본 연구는 국토해양부 2003 건설핵심기술연구개발사업인 “지하공간 환경개선 및 방재기술 연구개발-지하생활공간 방재기술 개발(과제번호: C03-02)" 연구사업의 일환으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Jung-Yup Kim, 2008, Field experiments on stack effect in stairwells of high-rise building, SAREK
2. Jae-Hun Jo, Kwang-Woo Kim, 2005, Pressure Distribution due to Stack Effect in High-rise Residential Buildings, AIK, Vol. 21
3. Sang-Hwan Bae, 2007, A Study on the Smoke Control Factors and Method in Underground Space, KIFSE

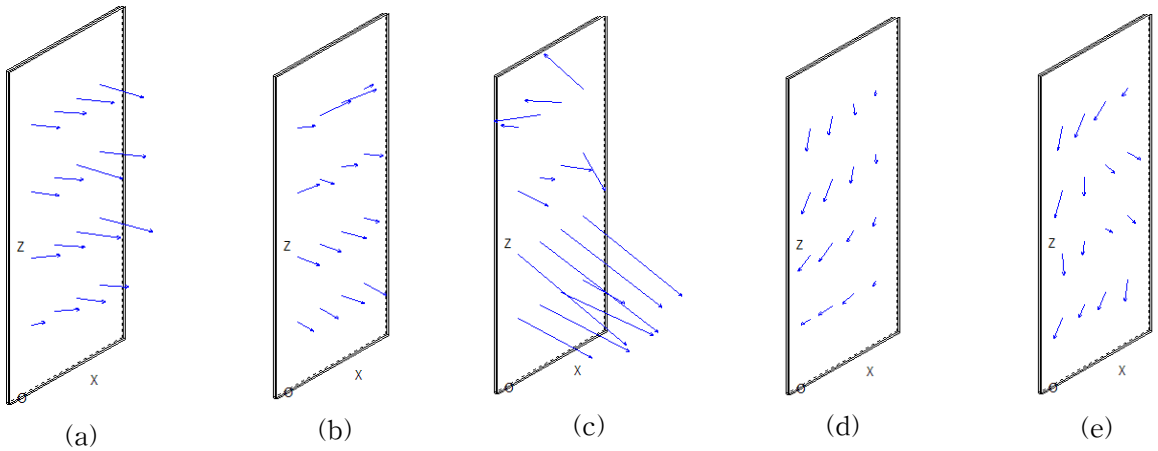


Fig. 8 Test result of the smoke movement on various locations