

대공간 연기제어 시스템의 국내외 기술현황 분석

김정엽 · 김지석
한국건설기술연구원

대공간은 전체 건축물로의 연기확산 경로가 될 가능성이 크고, 연기제어 설계의 중요한 개념인 국산화(Compartmentation)가 곤란해지며, 온도차·외부풍압·실내 건축구조 등 연기확산에 미치는 다양한 조건들로 인해 연기확산에 대한 제어가 힘든 등 연기로 인한 인명피해의 위험도가 증가하므로 이에 대한 대응책이 제시가 시급히 필요하다. 또한 대공간에서 화재가 발생할 경우 천정까지의 수직상승 높이가 높기 때문에 일반 건축물의 거실형 공간에 비해 연기가 다량으로 발생하고, 이러한 연기제어를 위해서 수십만 CMH 규모의 배기량 및 급기량이 요구되므로 연기제어 성능과 효율이 뛰어난 연기제어 시스템의 개발이 필요하다.

선진외국에서는 건축물 내부의 대공간인 아트리움에 대해 화재시 연기에 의한 위험성을 인식하여, Table 1과 같이 80년대부터 국가법규 및 관련규정에서 아트리움을 화재안전 시스템 설치 대상으로 규정하고 연기제어 시스템에 대한 설계기준을 제시하고 있다. 즉, 1990년대에는 시간당 환기횟수 개념(Air Change per Hour)의 규정이 적용되었고, 2000년대에 들어서 연기층 높이 유지 개념(Smoke Layer Height)의 개선된 규정이 적용되고 있다. 한편 국내에서는 Table 2와 같이 아트리움에 대한 연기제어 시스템의 설치대상 지정에 관한 법규 및 설계기준이 부재하고 있어서, 각 건축현장에 따라 설치대상 가부에 대한 판단이 혼란하게 되며 설치대상일 경우에도 국외의 설계기준을 준용하고 있어서 효과적이고 경제적인 설계·시공 수행 및 안전성능을 유지할 수 있는 관리가 곤란하다. 따라서 대공간의 연기유동과 효과적인 연기제어에 대한 체계적이고 지속적인 연구 수행과 관련 산학연 전문가 집단과의 협의·검토를 통해 국내 실정에 적합하고 국제적으로 통용될 수 있는 대공간 연기제어 분야 법률과 설계 기준의 확립이 필요하다.

대공간의 연기제어 분야에 대한 연구동향을 살펴보면 Table 3과 같이 1990년대부터 국내외에서 대공간에서 화재시 연기확산 및 연기층 하강 현상에 대한 수치적 분석이 수행되었으며, 2000년대에는 실규모 실험의 실험결과를 이용하여 수치의 해석의 정확성과 신뢰성을 검토하려는 연구가 진행되었다. 그러나 국내에서는 이러한 연구결과가 실제적인 설계기준의 제시나 신개념의 설비 개발로 연결되지는 못한 실정이다. 한편 선진외국에서는 2010년대 들어서면서 대공간 연기제어 분야에서 배연효율, 급기조건, 환기구조 등 다양한 조건에 따른 영향을 분석하고 대공간의 연기제어 시스템 설계방안에 대한 개선 연구가 시작되었다.

Table 1. Design Guidelines of Smoke Control System in Atrium (Abroad).

[국외의 아트리움에 대한 화재안전시스템 설치대상 규정]		[국외의 아트리움에 대한 연기제어시스템 설계기준]	
법령/규정	내용	기준	내용
IBC	Section 404 ATRIUM	NFPA 92B	Standard for smoke management systems in malls, atria and large spaces
NFPA 101	8.6.7 Atrium	EN 12010-5	Guidelines on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems

Table 2. Design Guidelines of Smoke Control System (Domestic).

[국내 건축물 연기제어시스템 설치대상 규정]		
법령/규정	내용	비고
건축법 시행령 제51조 ②	건축물 거실에 배연설비 설치	
건축법 시행령 제35조 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제14조 ②	특별피난계단에 배연설비 설치	
건축법 시행령 제90조 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제14조 ②	비상용 승강기에 배연설비 설치	
소방시설 설치·유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 별표4	제연설비 설치 특정소방대상물 가. 문화 및 집회시설, 종교시설, 운동시설 : 무대부의 바닥면적이 200제곱미터 이상 / 나. 근리생활시설, 판매시설, 운수시설, 숙박시설, 위락시설 : 무창층의 바닥면적이 1천제곱미터 이상	아트리움의 경우 건물용도, 커튼월의 구분(무창층 여부), 바닥면적에 따라 해당 여부 결정
[국내 건축물 연기제어시스템 설계기준]		
기준	내용	비고
제연설비의 화재안전기준 (NFSC501)	거실 기계배연 설비의 설계 기준	아트리움에 적용 불가
특별피난계단의 계단실 및 부속실 제연설비의 화재안전 기준 (NFSC501A)	특별피난계단 및 승강기 승강장의 급기압 설비 설계 기준	

Table 3. Research Trend of Smoke Control System.

구분	대공간에서 화재시 연기확산 및 연기층 하강 현상에 대한 수치 및 실험적분석	연기유동 및 피난해석을 통한 대공간 연기제어 시스템 설계	대공간의 연기제어에서 배연효율, 급기조건, 환기구조 등 다양한 조건의 영향 분석 및 개선방안 연구
논문	2003년 한국화재소방학회 논문 1999년 한국화재소방학회 논문 1997년 한국화재소방학회 논문 2009년 Energy and Building 2007년 Fire Technology	2009년 한국화재소방학회 논문 2010년 한국화재소방학회 논문	2010년 Building and Environment 2012년 Energy and Building 2010년 Journal of Hazardous Materials
분석	1990년 후반 국내에서 CFD 기법을 이용한 대공간에서의 연기유동 해석에 대한 논문이 다수 발표됨. 2000년 후반에 실규모 실험의 실험결과를 이용하여 수치해석의 정확성과 신뢰성을 검토하려는 논문이 제시됨.	2000년 후반에 시뮬레이션 기법과 성능위주 방법을 바탕으로 대공간의 연기, 피난 해석과 연기제어 시스템 설계를 수행하는 내용의 논문이 발표됨.	최근 들어 배연효율, 급기조건 등을 분석하고 대공간에서의 연기제어 시스템에 대한 개선을 검토하는 내용의 논문이 제시되고 있음.

후 기

본 연구는 지식경제부에서 지원하는 한국건설기술연구원의 주요사업인 “(13주요) 대공간의 대용량 연기제어 설비기술 개발” 과제와 관련한 연구에 의해 수행되었습니다.