

2024년 춘계학술발표대회 : 일반부문

건물 주출입구 건축적 영향인자에 따른 청정기류 토출 시스템의 입자차단성능 평가

Evaluation of Particle Protection Efficiency of Clean Air Discharge Systems According to Architectural Influential Factors at a Building Main Entrance

○정 효 범* 신 희 원** 강 동 화***
Jung, Hyo-Beom Shin, Hee-Won Kang, Dong-Hwa

키워드 : 전산유체역학, 주출입구, 외부입자, 청정기류, 입자차단효율

Keywords : Computational Fluid Dynamics(CFD), Main Entrance, Clean Air, Outdoor Particle, Particle Protection Efficiency(PPE)

건물의 주출입구는 일반적인 문에 비해 면적이 넓고, 개폐 빈도가 높아 기류 유입이 활발하게 일어난다. 또한 건물의 고층화에 의한 연돌효과 발생 시에는 주출입구를 통한 기류의 유입량이 극대화될 수 있다(Cho et al. 2010; Yuill. 1996). 주출입구를 통해 외부 기류가 유입될 때, 각종 인체에 유해한 외부 입자들이 실내로 함께 유입될 수 있다. 한국의 대기 중 미세먼지와 초미세먼지의 농도는 겨울과 봄철에 높게 나타나는 경향이 있으며, 이는 연돌효과가 발생할 수 있는 시기이므로 이때에 주출입구를 통해 다량의 외부 입자가 실내로 유입될 우려가 있다.

본 연구에서는 건물의 주출입구에서 유입되는 외부 입자를 차단하기 위한 청정기류 토출 시스템을 설치 유형을 분류하고, 유입 기류 속도를 바탕으로 각 시스템의 입자 차단성능을 수치해석을 통해 평가하였다. 다양한 방식의 청정기류 토출 시스템(수직토출, 수평토출, 양단수평토출, 수평토출 및 흡입형)에 대하여 최적의 입자차단성능을 발휘하는 건축적인 영향인자(주출입구 폭, 주출입구 개방 시간)의 범위를 제시하고자 하였다.

시스템의 입자차단성능은 수치해석이 완료된 후의 총 유입 입자, 실내 유입 입자의 농도를 바탕으로 식(1)에 따라 입자차단효율(PPE; Particle Protection Efficiency)로 산정하였다.

$$PPE(\%) = \left(1 - \left(\frac{C_{Room}}{C_{All}}\right)\right) \times 100 \quad (1)$$

* 서울시립대학교 대학원 건축공학과, 석사과정

** 서울시립대학교 대학원 건축공학과, 박사과정

*** 서울시립대학교 건축학부 교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Architectural Engineering, University of Seoul, dhkang@uos.ac.kr)

이 연구는 2024년도 보건복지부의 재원으로 감염병의료안전강화기술개발사업 지원에 의하여 이루어진 것임.

과제번호:HG22C0017

여기서, C_{Room} (kg/m^3)은 청정기류 토출 시스템을 통과하여 실내로 유입된 입자 농도를 의미하고, C_{All} (kg/m^3)은 외부에서 유입된 입자의 총 농도를 의미한다.

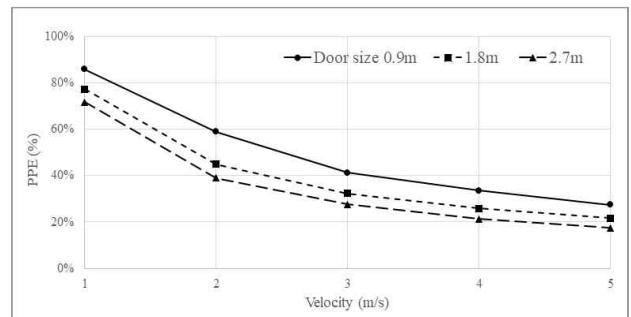


그림 1. 수평토출형 청정기류 시스템의 문 폭 별 PPE 결과

그림 1은 본 연구에서 평가가 진행된 다양한 방식의 시스템 중 수평토출형 청정기류 시스템의 유입 기류 속도와 문 폭 별 입자차단효율을 나타낸다. 유입 기류 속도가 증가할수록 시스템의 입자차단효율이 큰 폭으로 감소하는 경향을 보였다. 수평토출형 시스템의 경우 유입 기류 속도가 1m/s 일 때 문 폭에 따라 약 71~85%의 PPE를 보이는데 반해, 유입 기류 속도가 4m/s 이상일 때 PPE는 약 21~33%로 큰 폭으로 하락하는 것으로 나타났다. 또한 수평토출형 기반 청정기류 시스템의 경우 문 폭이 넓어질수록 입자차단성능이 감소하였다. 문 폭 기준 0.9m인 경우 유입 기류 속도 별 PPE는 약 27~85%인 것에 비해, 2.7m인 경우는 약 17~71% 차단성능을 보여 차단성능이 최대 약 20% 이상 감소하는 결과를 나타냈다. 따라서 문 폭이 넓은 환경에서 시스템을 사용할 경우, 적당한 크기의 방풍실 설치, 자동문 및 회전문 설치 등 유입 기류 속도를 감소시킬 수 있는 방안 적용을 통해 주출입구에 설치되는 청정기류 토출 시스템이 유의미한 차단성능을 발휘할 수 있을 것으로 예상된다.