☐ Nanoparticles ☐ Combustion aerosol particles ☐ Air Cleaning & contamination control ☐ IAQ
☐ Bioaerosol ☐ Atmospheric Aerosol ☐ Instrumentation ☑ Filtration ☐ Material Processing

바람 효과를 고려한 실외공기청정기의 미세먼지 저감 모델링

A model of PM reduction by an outdoor air cleaner including wind effect

유경훈
한국생산기술연구원 마이크로나노공정그룹
E-mail: khyoo@kitech.re.kr

keywords : outdoor air cleaner, PM concentration, wind effect, box model

도시공간의 미세먼지를 저감하기 위한 대책으로 대형 실외공기청정기를 전개할 경우 그 미세먼지 저감 운용효과를 예측, 설계, 평가하기 위해서 유체역학적 제어체적(control volume)을 채용한 소위 "박스모델(box model)"을 도입하여 아래와 같이 실외공기청정기의 이론적 미세먼지 제거능력 모델링을 통한 검토를 수행할 필요가 있다.

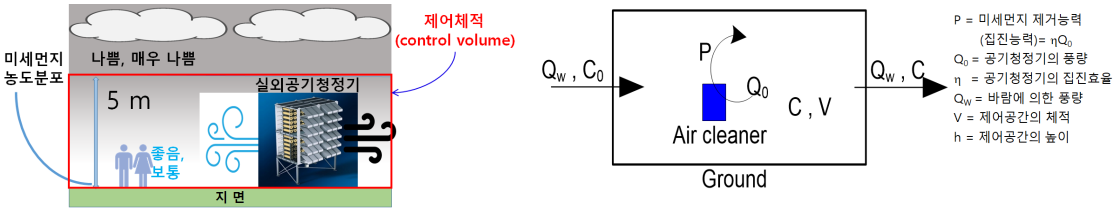

Fig. 1 A box model for estimating PM decrease by an outdoor air cleaner including wind effect.

상기의 제어체적에 대한 미세먼지 농도 지배방정식은 다음과 같이 유도할 수 있다.

$$V\frac{dC}{dt} = -PC + Q_w(C_0 - C) + Diffusion_{vertical}$$

Initial condition C(0)=C_0

$$Diffusion_{vertical} = \left[D_B\frac{dC}{dy}\right]A = D_B\frac{C_0 - C}{h}A \qquad (1)$$

상기의 지배방정식에 대한 임의의 시간 t 에서의 농도 C 는 다음과 같이 구해진다.

$$\frac{C}{C_0} = (1-w)exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) + w$$

$$\text{where } w = \frac{Q_w}{P+Q_w},\ \tau = \frac{V}{P+Q_w} \qquad (2)$$

식 (2)에서 중요한 바람효과 무차원 변수인 w 를 얻게 되는데, 이는 바람에 의한 제어체적으로 유입되는 미세먼지량과 실외공기청정기의 제거능력과의 상대적인 영향을 나타내는 무차원 변수에 해당한다. 또한, 지수항의 시간상수 τ의 분모에도 바람에 의한 풍량 Q_w가 존재하여 시간상수 값이 바람이 없는 경우보다 감소시키게 될 것임을 알 수 있다. 만약 바람이 불지 않는 유입풍량 Q_w=0가 되면 무차원 변수 w=0이 되므로 이는 자연환기도 없는 밀폐된 공간에서의 실내공기청정기의 경우에 대한 농도 변화와 동일하게 거동하는 것으로 간주할 수 있다.

감사의 글
본 연구는 기업수요기반 생산기술실용화사업 PJB20040의 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

김석철, 윤정임 (2019). 외부에서 도시공간으로 유입된 고농도 미세먼지 저감을 위한 공기정화 탑과 차량부착 정화장치의 효과 추정. 한국대기환경학회지, 35, 346-356.