2019 년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집 KSR2019S097

지하철 환기공조시설을 활용한 대기 중 미세먼지 저감방안

Reduction of Particulate Matter in the Atmosphere Using Subway Ventilation and Air-Conditioning Facilities

송민영*, 김경원*†

Min Young Song*, Kyungwon Kim*†

초 록 지하철은 5천만 국민이 이용하는 대표적인 대중교통으로 서민의 주요 교통수단으로 자리매김해 왔다. 정부는 2000년대 후반부터 지하역사 공기질 개선대책을 추진하여 지하역사 및 객실의 미세먼지 농도는 점진적으로 감소 되고 있으나, 그 개선 효과를 국민이 체감하기에는 미흡한 수준이다. 지하철 터널 내 미세먼지 농도는 지하역사보다 높은 수준으로 발생 되고 있다. 배출된 미세먼지가 열차풍에 의해 승강장 및 대합실 내로 유입·확산 되어 지하역사의 공기질에 영향을 미칠 뿐만 아니라, 발생한 미세먼지가 환기시설을 통해 대기 중으로 직접 배출되고 있다. 지하역사 및 본선 터널의 미세먼지 저감을 위한 방안은 급기와 배기 시설 유형에 적합한 집진 및 저감장치 도입, 저감효과 개선 및 인체위해성 예방을 위한 장치 보완, 지능형 환기공조시설 관리시스템 운영 등이 있다. 지하철은 대기오염물질을 배출하는 배출원이며, 동시에 대기 중의 대기오염물질에 의해 영향을 받는 수용체이므로 지하철 환기공조시설을 보완하여 지하철 터널에서 발생한 미세먼지를 저감하고 지하역사 공기질을 개선하기 위한 동시처리 기술에 관한 연구가 시급하다.

주요어 : 미세먼지, 지하철, 환기시설, 저감방안

1. 서 론

최근 중국에서 발생한 대기오염물질로 인한 국내 스모그 현상의 빈도와 강도가 높아지며 미세먼지로 인한 국민건강 피해가 사회문제로 대두되어 미세먼지 저감에 대한 요구가 급격히 증가하고 있다. 그동안 국내뿐만 아니라, 중국, 태국 등 주요 대기오염 심각 국가에서는 드론, 인공강우, 공기정화탑, 물안개 대포 등 과학기술 기반의 다양한 미세먼지 저감기술이 개발되고 현장에 시범 적용됐으나, 그 실효성에 대한 논란도 여전히 상존하고 있는 상황이다.

미세먼지의 저감은 기본적으로 오염원으로부터 배출 전에 저감하는 것이 바람직하나, 완벽한 사전 저감은 불가능하므로 이미 배출된 미세먼지의 제어는 불가피하다. 배출된 미세먼지에 대한 효율적인 제거 방법론 중의 하나는 저감 및 집진을 위한 제한된 공간을 마련하는 것이다. 즉, 산업공정 측면에서 보면 이는 덕트에 해당하며, 유사개념으로 도시 공간 측면에서는 환기공조시설에 해당한다. 환기공조시설은 건물, 도로 터널, 지하철, 지하도 상가 등에 주로 냉난방 및 제연을 목적으로 설치되어 운영 중으로, 대기 중으로 배출된 미세먼지를 환기공조시설로 유도하여 제한된 공간에서 미세먼지를 효율적으로 저감 및 집진하는 방안에 대한 접근이 필요하다. 이런 측면에서 도심 지하공간에 거대한 환기공조시설을 두고 있는 지하철에 집중해야 한다. 지하철의 환기공조시설은 효율적인 미세먼지 저감을 위한 기반시설일 뿐만 아니라, 지하철에서 배출하는 미세먼지가 실내 및 대기 중으로 유입 및 배출되지 않도록 사전에 방지할 수 있는 역할을 수행할 수

† 교신저자: 서울기술연구원(kwkim@sit.re.kr)
* 서울기술연구원 생활환경연구실

있다. 본 연구는 지하철 환기공조시설을 활용하여 이미 대기 중으로 배출된 미세먼지를 제거하고 지하철에서 발생한 미세먼지가 대기 중으로 배출되지 않도록 저감장치를 설계하는 효율적인 방안에 대해 소개하고자 한다.

2. 본 론

2.1 미세먼지 저감방안 설계

지하철은 지하역사와 본선 터널로 구분되며 각각 환기시설이 설치되어 있다. 신선한 공기를 공급하는 급기와 오염된 공기를 배출하는 배기로 구분된다. 환기구의 주요 설치 위치는 보도이며, 기타 차도 중앙, 녹지 등에 설치되어 운영 중이다. 환기구 설치 위치에 따라 배출원 특성이 반영된다. 대기 중으로부터 유입된 황산화물, 질소산화물, 유기탄소, 원소탄소, 비산먼지 등의 미세먼지 주요 성분과 지하철 운행으로부터 발생한 미세먼지의 주요성분 간에 차이로 인해 적절한 저감기술 검토가 요구된다. 또한 환기시설은 급기 또는 배기가 별도로 설치되거나 급배기 겸용 또는 자연환기 형태로 운영되고 있으므로 저감방안 설계 시 배출원 특성 및 환기시설의 구조에 대한 고려가 필요하다.

미세먼지 저감을 위한 집진장치의 설계 방법은 첫째, 급기와 배기 시설 유형에 각각 적합한 형태의 집진 및 저감장치를 도입하는 것, 둘째, 저감효과 개선 및 인체 위해성 예방 등의 장치를 보완하는 것, 셋째, 지능형 환기공조시설 관리시스템 운영방안을 마련하는 것으로 대별할 수 있다. 집진장치는 주로 전기집진 또는 여과집진을 활용할 수 있으며, 열차풍에 의한 영향을 고려하여 최적의 집진효율을 구현하며 동시에 유지관리가 용이한 기술이 적합하다. 전기집진의 경우 오존의 발생을 제어할 수 있는 2차 저감장치가 보완되어야 하고, 여과집진의 경우 압력손실 및 환기 성능을 유지할 수 있는 기술이 도입되어야 한다. 또한 유지관리 시스템을 자동화할 수 있도록 습식 또는 건식 탈진 시스템의 기계설비에 대한 막힘, 동파, 재비산, 분진처리 방법을 검토해야 한다. 환기공조시설은 기존의 구조물에 간섭이 없고, 미세먼지 농도에 따라 운전조건을 조정할 수 있도록 지능형 시스템을 도입할 필요가 있다.

3. 결 론

지하철은 대기오염물질을 배출하는 배출원이며, 동시에 대기 중의 대기오염물질에 의해 영향을 받는 수용공간이다. 지하역사 및 본선 터널의 공간에 존재하는 미세먼지에 대한 저감은 대기 중과 지하공간을 연결하는 환기공조시설을 활용해서 효율적으로 구현할 수 있다. 지하공간의 한계 요소인 토목구조, 기계설비등의 문제를 최소화하는 방향으로 지하철 환기공조시설을 활용한 미세먼지 저감기술의 도입을 기대해 본다.

후 기

본 연구는 서울기술연구원 고유사업의 연구지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

[1] L.H. Karlsson, N. Lennart, M. Lennart (2005) Subway Particles Are More Genotoxic than Street Particles and Induce Oxidative Stress in Cultured Human Lung Cells, Chem. Res. Toxicol., 18 (1), pp. 19-23

[2] V. Mugica-Álvarez, J. Figueroa-Lara, M. Romero-Romo, J. Sepúlveda-Sánchez, T. López-Moreno (2012) Concentrations and properties of airborne particles in the Mexico City subway system, Atmospheric Environment, 49, pp. 284-293

[3] S. Tokarek, A. Bernis (2006) An Exemple of Particle Concentration Reduction in Parisian Subway Stations by Electrostatic Precipitation, Environmental Technology, 27(11), pp. 1279-1287.

[4] S.H. Woo, J.H. Oh, J.B. Kim, S.J. Yook, G.N. Bae (2016) Performance of Saw-plate-type Electrostatic Precipitator for Removal of Fine Particles in Subway Tunnels, IJAR, 4(4), pp. 351-359.