지하철 역사의 공기질 개선방안 연구

Strategies for Improvement of Air Quality in Subway Stations

조영민*† 권순박* 박덕신* 구혜영* 빈형구** 김희만**

Youngmin Cho Soon-Bark Kwon Duck-Shin Park Hye-Young Goo Hyung-Gu Bin Hee-Man Kim

ABSTRACT

Many passengers complain about the air quality of subway stations, mostly due to the dust. Usually, this dust is usually originated from tunnels, passengers, or outdoor air. As for now, the dust from tunnels and passengers is not easy to control, but relatively easy to control that from outdoor air. In this study, the effect of outdoor air on the subway air quality was investigated, and various factors was found to be effective. Based on these results, some strategies for the improvement of air quality in subway stations were suggested in this study.

1. 서론

지하철은 매일 수많은 승객들이 이용하는 대표적인 대중교통수단이며, 특히 지하역사는 대표적인 다중이용시설 중의 하나이다. 많은 승객들이 지하철 역사의 공기질에 대하여 좋지 않다고 느끼는데, 이는 역사가 지하에 위치하여 공기질이 오염되기 쉬우며, 또한 일단 오염된 공기는 정화가 어렵다. 일반적으로 지하역사의 공기질 오염은 실내환경의 저해요인이 되는 동시에 승객들의 건강까지도 위협할 수 있으므로 사전에 지하역사의 공기오염을 방지할 수 있도록 하는 공기질 관리가 필요하다. 그러나 지하역사의 상당수가 도심에 설치되어 있으며, 도심 지역의 공기질은 교외 지역보다 좋지 않은 경우가 많다. 이처럼 이처럼 지상의 공기질이 좋지 않은 경우 지하공간의 공기질도 악화될 우려가 있으므로, 지상 공기질이 철도 지하공간에 미치는 영향을 정량적으로 파악하는 것이 중요하다. 이렇게 얻은 상관관계를 파악함으로써 지하역사 공기질을 실질적으로 개선할 수 있을 것이다. 이에 본 연구에서는 외기가 지하역사의 공기질에 미치는 영향을 알아보고, 이를 바탕으로 지하역사의 공기질을 개선할 수 있는 방안을 제시하고자 하였다.

2. 실험방법

2.1 지하역사 공기질 측정 및 분석

미세먼지 농도 (PM-10)을 광산란 방식의 휴대용 미세먼지 측정기를 사용하여 측정하였으며, 측정은 플랫폼 스크린 도어 (PSD)가 설치되지 않은 33개의 지하역사에서 이루어졌다. 각 역사에 대하여 승강장, 대합실, 외기의 공기질을 측정하였으며, 승강장은 중앙지점, 1/4 지점, 그리고 승강장 끝 부분 (터널 옆) 등 총 3개 지점에서 5분간 광산란 방식으로 미세먼지 농도를 측정한 후 그 평균값을 취하였다. 대합실은 대합실의 양 끝 부분과 중앙부 등 역시 총 3개 지점에서 6초 간격으로 5분동안 광산란 방식으로 미세먼지 농도를 측정한 후 그 평균값을 취하였다. 외기는 역사의 지상부에서 신선공기 유입구 부근 2개

† 정회원, 한국철도기술연구원, 철도환경연구실
E-mail : ymcho@krri.re.kr
TEL : (031)460-5362 FAX : (031)460-5279
* 정회원, 한국철도기술연구원, 철도환경연구실
** 정회원, 코레일

지점과 도로 교통량이 많은 중앙 부분 등 총 3개 지점에서 마찬가지로 5분간 광산란 방식으로 미세먼지 농도를 측정한 후 그 평균값을 취하였다. 각각의 역사에 대하여 측정은 오전에 1회, 오후에 1회 등 1일 총 2회 수행하였으며, 총 측정은 3~4회에 걸쳐 수행하여 각 역사별로 총 6~8회 측정하여 결과의 통계처리에 필요한 충분한 양의 데이터를 얻을 수 있도록 하였다. 환기구의 높이, 위치 등의 영향을 알아볼 수 있도록 측정한 역사에 대하여 환기구의 높이와 위치도 조사하였다.

2.2 통계적 분석

다양한 인자와 역사 미세먼지 농도의 상관관계가 의미가 있는지를 알아보기 위하여 SPSS 11.0 프로그램을 이용하여 유의수준 95%로 설정하여 통계학적으로 회귀분석을 수행하였다. R^2은 regression factor로서 1에 가까울수록 선형성이 높다는 의미이고, Sig.는 significance level (유의수준) 값으로서 Sig.값이 유의수준 95%에 해당하는 0.05보다 낮으면 유의할 수준의 상관성이 있음을 나타낸다.

3. 결과

3.1 급기구의 위치의 영향

33개 지하역사의 급기구와 인근 도로 사이의 거리와 미세먼지농도의 상관관계 그래프를 각각 승강장과 대합실로 나타내었다. 승강장과 대합실 모두 환기구와 도로의 거리가 멀어지면 멀어질수록 미세먼지 농도가 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이는 환기구가 도로와 멀면 멀수록 도로를 주행하는 자동차에서 발생하는 미세먼지가 환기구를 통해 유입될 확률이 낮아지기 때문인 것으로 보인다.

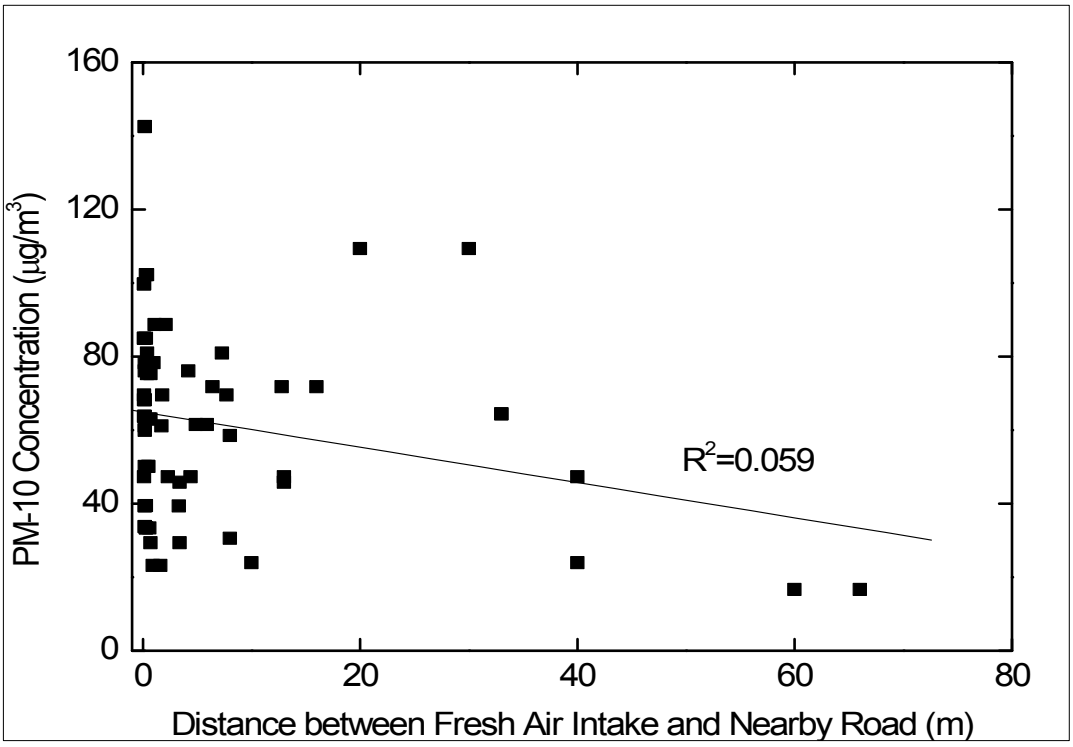

그림 1. 지하역사 급기구와 인근 도로 사이 거리와 승강장 PM-10 농도의 상관관계

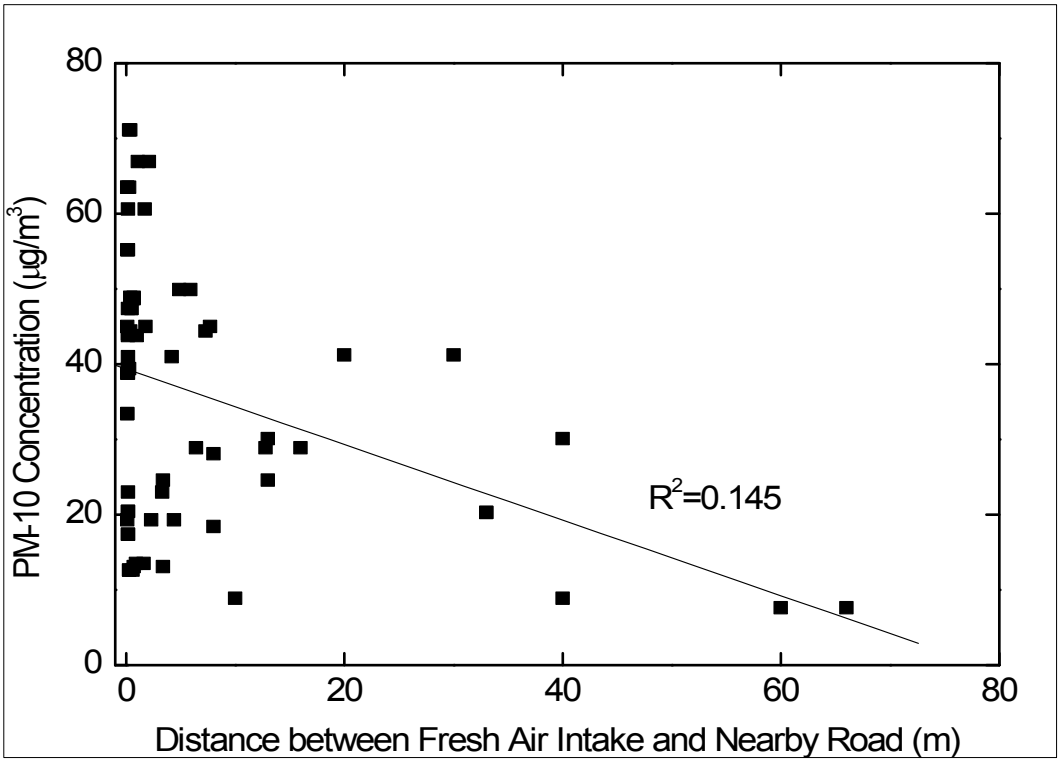

그림 1. 지하역사 급기구와 인근 도로 사이 거리와 대합실 PM-10 농도의 상관관계

위와 같은 경향이 의미가 있는 상관성인지를 알아보기 위하여 SPSS 11.0 프로그램을 이용하여 유의수준 95%로 설정하여 통계학적으로 회귀분석을 수행한 결과 R^2 값이 승강장은 대합실은 0.145로 나타났으며, Sig. 값이 각각 0.038과 0.001로 상관관계가 의미가 있음을 알 수 있었다.

표 2. 급기구와 도로 사이 거리와 지하역사 미세먼지 농도의 상관관계식

역사	상관관계식
대합실	(미세먼지농도) = -0.50 × (급기구-도로간 거리) + 39.4
승강장	(미세먼지농도) = -0.48 × (급기구-도로간 거리) + 64.9

3.2 급기구의 높이의 영향

33개 지하역사의 급기구 높이와 미세먼지농도의 상관관계 그래프를 각각 승강장과 대합실로 나타내었다. 실험결과 급기구의 높이가 높아질수록 승강장과 대합실 모두 미세먼지 농도가 낮아지는 경향을 볼 수 있었다. 이는 급기구가 높아지면 미세먼지가 역사 내부로 덜 유입되기 때문에 역사 내부의 공기질이 개선되기 때문인 것으로 보인다.

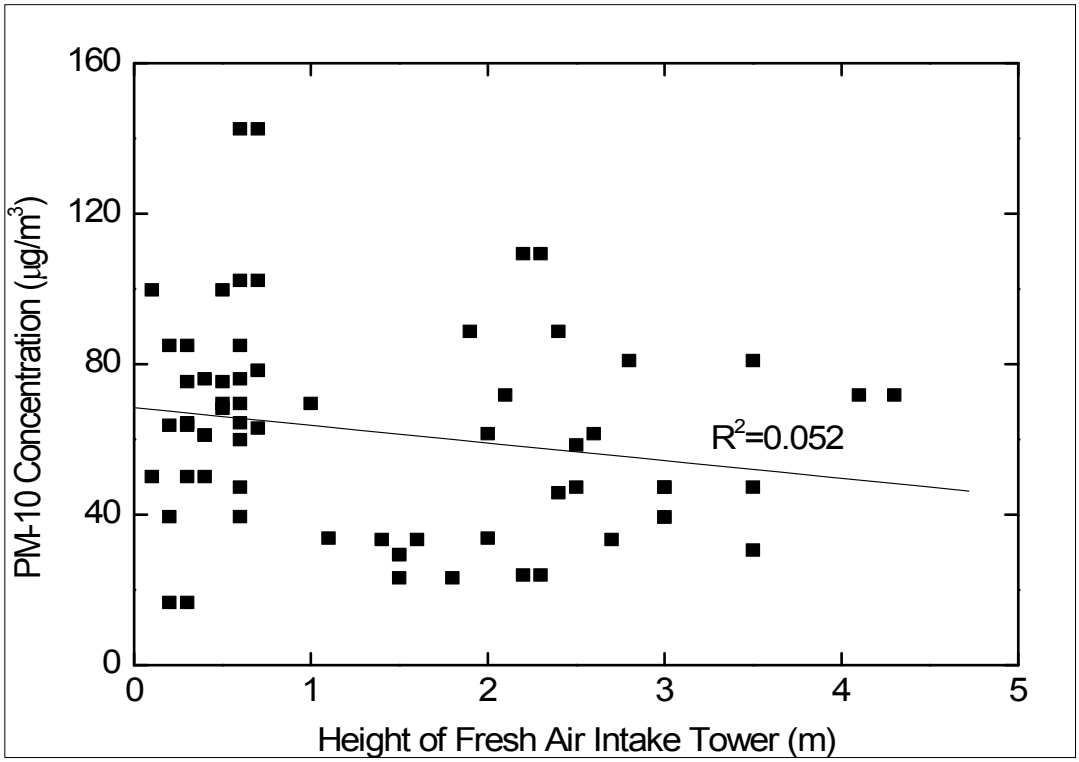

그림 4. 지하역사 급기구의 높이와 승강장 PM-10 농도의 상관관계

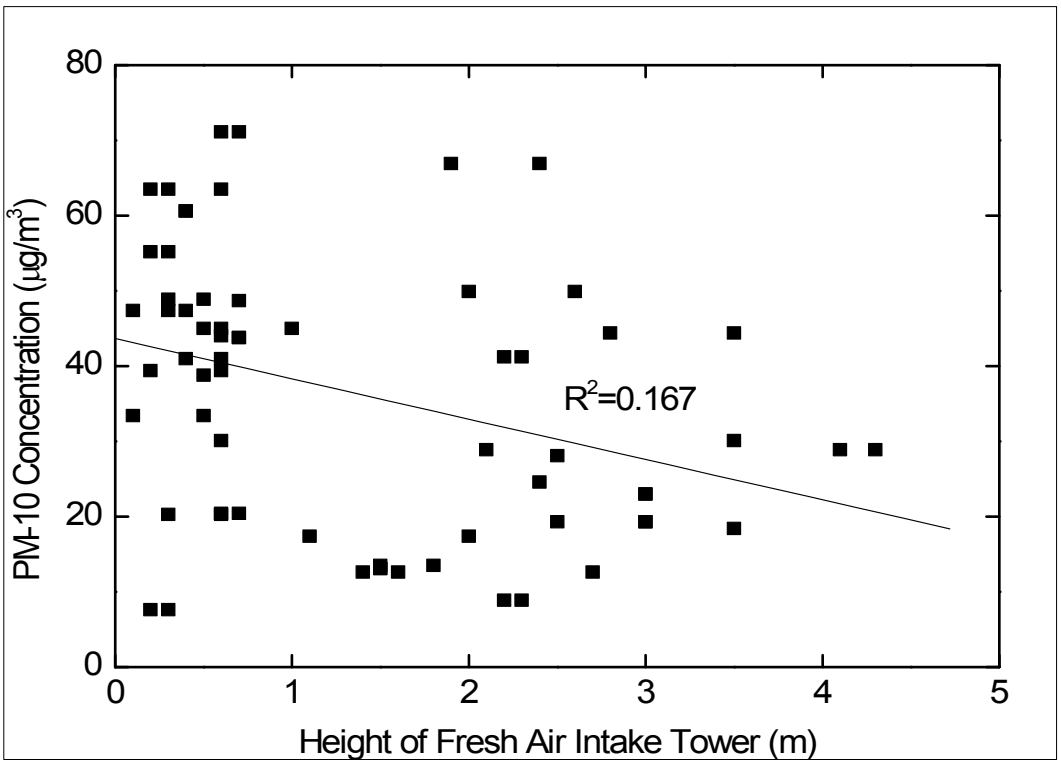

그림 5. 지하역사 급기구의 높이와 대합실 PM-10 농도의 상관관계

위와 같은 상관성이 의미가 있는 상관성인지를 알아보기 위하여 앞에서 한 것과 마찬가지로 SPSS 11.0 프로그램을 이용하여 통계학적으로 회귀분석을 수행하였다. 유의수준 95%로 설정하여 회귀 분석한 결과 R^2 값은 승강장이 0.078, 대합실이 0.171이었고, Sig.는 각각 0.017과 0.000으로 나타나 유의미한 상

관관계가 있음을 알 수 있었다. 즉, 급기구의 높이가 높아질수록 승강장과 대합실의 미세먼지 농도가 낮아지는 것으로 나타났다.

도표 3. 급기구 높이와 지하역사 미세먼지 농도의 상관관계식

역사	상관관계식
대합실	(미세먼지농도) = -5.36 × (급기구 높이) + 43.7
승강장	(미세먼지농도)= -4.69 × (급기구 높이) + 68.4

4. 결론

분석결과 지하역사 급기구와 인근 도로와의 거리가 멀수록, 또한 급기구의 높이가 지상에서 높을수록 지하역사의 공기질이 깨끗한 경향으로 나타났다. 따라서, 지하역사의 공기질 개선을 위해서는 급기구를 가능한 한 지상의 도로에서 멀리 떨어진 곳에 설치하고, 급기구의 높이는 높이는 것이 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

1. 권순박, 조영민, 박덕신, '홍콩지하철의 실내공기질 개선사례 연구', 한국철도학회, 2008. 6
2. 정의경, 박재홍, 이양화, 윤기영, 황정호, '지하철 역사의 실내공기질 개선을 위한 공조기 적용 공기청정장치 선정에 대한 기초연구', 대한설비공학회, 2008. 11
3. 환경부, '다중이용시설 등의 실내공기질 관리법', 2003.
4. Birenzvige, J. Eversole, M. Seaver, S. Francesconi, E. Valdes, and H. Kulaga, 'Aerosol Characteristics in a Subway Environment', Aerosol Science and Technology 37: 210-220, 2003.