PA22) 지상과 지하역사의 미세먼지 농도 상관관계 분석

Relationships of Particulate Matter Concentrations between the Ground and Subway Station

신은경 · 조영민 · 조기철[1] · 권순박 · 박덕신 · 구혜영 · 양성수 · 김세영 · 빈형구[2]
한국철도기술연구원 철도환경연구실, [1]동남보건대학 바이오환경과,
[2]한국철도공사 환경경영팀

1. 서 론

현재 국내의 지하역사는 대부분 “다중이용시설 등의 실내공기질 관리법”에 의하여 실내공기질 관리를 받고 있다. 그 중에서도 현재 지하역사의 실내공기질 관리에 있어서 가장 문제가 되고 있는 부분은 미세먼지(PM-10)와 라돈, 석면 등이 있다. 그 중에서도 미세먼지 농도는 대부분 환기에 의하여 관리를 하고 있으나, 외기가 깨끗하지 않을 경우 환기가 오히려 지하역사의 공기질을 악화시킬 우려가 있다. 따라서 외기와 지하역사 내부의 미세먼지 농도의 상관관계는 매우 중요하다고 할 수 있다. 이에 본 연구에서는 수도권 전동차 33개 역사를 대상으로 외기와 대합실, 승강장의 미세먼지 농도를 측정함으로써 외기와 지하역사 미세먼지 농도의 상관관계를 알아보고, 지하역사의 공기질을 개선할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 광산란 연속측정법을 사용하는 LD-3B(SIBATA)를 이용하여 매 5초 간격으로 데이터를 수집하고, 5분간 측정한 데이터의 평균값을 미세먼지 농도로 사용하였다. 측정 위치는 21개 수도권 전동차 지하역사의 승강장, 대합실, 외기 각각 3지점으로 하였고, 오전과 오후 각 2회씩 총 4회 측정하였다. 측정한 역사 중에 플랫폼 스크린 도어(PSD)가 설치된 역사는 없었다. 또한, 지상 도로 교통량에 의한 영향을 알아보기 위하여 역사 주변의 차량 통행량을 조사하였다.

Table 1. 대상 노선 및 역사.

노선	역사의 수	측정 역사
A호선	8개	A1 ~A8
B호선	7개	B1 ~ B7
C호선	6개	C1 ~ C6
합계	21개	

3. 결과 및 고찰

A호선, B호선, C호선의 미세먼지 농도 측정결과를 표 2와 3에 나타내었다. 측정결과 측정이 이루어진 모든 역사에서 ‘다중이용시설 등의 실내공기질관리법’에서 규정하고 있는 지하역사의 미세먼지 농도 기준인 150$\mu g/m^3$보다는 낮게 나왔다. 미세먼지농도는 대부분의 역사에서 외기에서 가장 낮았고, 승강장이 가장 높았으며, 대합실은 승강장보다 약간 낮은 수준이었다. 승강장의 미세먼지 농도가 가장 높은 이유는 터널에서 발생하는 미세먼지와 차량의 운행에 의한 비산먼지에 의한 것으로 보인다. 따라서 외기의 미세먼지 농도가 낮을 경우에는 지속적인 환기를 통해 내부 공기를 외부로 배출하고 외기를 지속적으로 유입시키는 환기를 통하여 승강장의 미세먼지 농도를 낮출 수 있을 것으로 보인다. 각 역사별로 측정값을 보면 외기의 미세먼지 농도는 호선별로 최대 30$\mu g/m^3$ 이상 차이가 났으나, 이에 반해 승강장의 미세먼지 농도는 12 $\mu g/m^3$ 정도 밖에 차이가 나지 않았다. 이는 외기의 미세먼지 농도는 측정일의 기상조건에 크게 의존하는 반면에 승강장의 미세먼지 농도는 기상조건에 크게 의존하지 않음을 의미한다.

Table 2. 각 호선별 승강장, 대합실, 외기 평균 미세먼지농도. (단위 : $\mu g/m^3$)

A호선				B호선				C호선			
역사	승강장	대합실	외기	역사	승강장	대합실	외기	역사	승강장	대합실	외기
A1역	45.8	24.6	17.2	B1역	39.4	39.4	46.9	C1역	76.1	41.0	32.9
A2역	109.3	41.2	15.0	B2역	85.0	63.5	44.5	C2역	63.0	48.7	43.6
A3역	39.3	23.0	13.9	B3역	102.2	71.1	54.6	C3역	75.3	48.9	41.3
A4역	61.5	49.9	14.0	B4역	68.2	38.8	66.6	C4역	61.1	60.6	45.9
A5역	47.3	30.1	11.6	B5역	63.7	55.2	43.9	C5역	88.7	66.9	56.7
A6역	47.3	19.3	9.9	B6역	50.1	47.4	48.5	C6역	59.9	44.0	50.9
A7역	58.5	28.1	10.1	B7역	69.5	45.0	35.4				
A8역	80.9	44.4	11.8								
평균	58.43	30.89	13.10	평균	68.30	51.49	48.63	평균	70.68	51.68	45.22

지하역사 승강장과 대합실의 미세먼지 농도가 역사 주변을 운행하는 일반 도로차량의 수와 관련이 있는지 알아보기 위하여 각 역사별로 도로 교통량을 측정하여 보았다. 측정결과, 각 역사별로 교통량의 차이가 매우 컸으나, 평균적으로는 C호선의 교통량이 평균 65.7대/분으로 제일 많았고 A호선과 B호선의 교통량이 각각 평균 40.7대/분과 36.4대/분으로 조금씩 낮았다. A호선에서는 A1역과 A2역, A3역의 교통량이 가장 높았으며, 이에 따라 외기의 농도도 다른 역에 비하여 다소 높게 나타남을 볼 수 있다. 승강장의 미세먼지 농도는 A2역과 A8역에서 높게 나타나 교통량과 승강장의 미세먼지 농도는 비례하지는 않음을 볼 수 있었다. 유사하게 B호선에서도 교통량은 B3, B4, B5역에서 가장 높았고, 외기의 미세먼지 농도도 다른 역사보다 높게 나타났으나, 승강장의 미세먼지 농도는 B2역과 B3역에서 가장 높게 나타남을 볼 수 있었고, C호선에서도 교통량이 많은 C2역과 C6역의 외기 미세먼지 농도가 타역보다 높게 나타났으나, 승강장의 미세먼지 농도는 C1역, C3역, C5역에서 높게 나타남을 볼 수 있었다.

Table 3. 각 호선별 역사 주변 시간 당 교통량. (단위: 통행차량수/분)

A호선		B호선		C호선	
A1역	74.9	B1역	39.1	C1역	64.5
A2역	57.5	B2역	34.6	C2역	74.3
A3역	68.4	B3역	55.9	C3역	60.6
A4역	35.3	B4역	43.3	C4역	55.1
A5역	23.4	B5역	46.7	C5역	67.4
A6역	11.6	B6역	23.5	C6역	72.1
A7역	11.3	B7역	11.6		
A8역	43.1				
평균	40.69	평균	36.39	평균	65.67

이와 같이 교통량과 승강장의 미세먼지 농도 경향이 일치하지 않는 이유로는 외기의 공기가 승강장으로 직접 유입되지 않고 중간에 공조실을 거치면서 필터 과정을 거치게 되는데, 이 필터의 상태가 역사별로 다르기 때문일 수 있다. 즉, A2역, A8역, B3역, C5역 등은 공조실의 필터를 확인하여 필터가 제대로 작동하는지 알아볼 필요가 있을 것으로 예상된다. 그 외에도 공조기의 가동시간이나 상태 등에 따라서도 승강장과 대합실의 미세먼지 농도가 크게 달라질 수 있을 것으로 예상된다. 이와 같은 다양한 인자의 영향을 알아보는 연구가 앞으로도 꾸준히 필요할 것으로 보인다.

사 사

본 연구는 국토해양부 미래도시철도기술개발사업(도시철도 터널 및 차량의 공기질 개선기술개발 연구단)의 일환으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

조영민, 박덕신, 박병현, 박은영 (2005) 수도권 지하철 지하역사의 실내공기질 연구.