

PG5) 수도권 지하철의 객차내 공기질 연구

Study on the Air Quality of Metropolitan Subway Passenger Cabin

조영민 · 박덕신 · 이철규 · 박병현
 한국철도기술연구원 철도환경연구그룹

1. 서 론

최근에 환경부에서는 지하생활공간 공기질관리법을 개정하여 다중이용시설 등의 실내공기질관리법을 시행하여 많은 사람들이 이용하는 시설의 실내공기질을 알맞게 유지하여 국민의 건강을 보호하고자 하고 있다. 이 법령에 의하여 현재 철도역사의 대합실과 지하역사의 출입통로, 대합실, 승강장, 환승통로 등이 실내공기질 관리 규제를 받고 있다. 그러나, 실질적으로 승객들이 많은 시간을 보내는 열차 및 전동차 내부는 다중이용시설 대상에서 제외되어 규제를 받고 있지 않다. 이에 본 연구에서는 수도권 지하철 객차 내부의 실내공기질을 조사하여 현황을 파악하고 실내공기질을 개선할 수 있는 방안을 모색해보고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 수도권 지하철의 일산선 및 3호선 (수서역-대화역), 과천선 및 4호선 (금정역-당고개역), 분당선 (오리역-선릉역)을 대상으로 온도, 습도, 일산화탄소 (CO) 농도, 이산화탄소 (CO₂) 농도, 미세먼지 (PM-10, PM-2.5, PM-1.0) 농도, 포름알데하이드 (HCHO) 농도 등을 측정하였다. 측정은 8월 중순부터 9월 초순의 하절기에 출퇴근 시간을 피하여 주간에 이루어졌으며, 객차내의 승객 수를 지속적으로 모니터링하였으며, 열차에는 냉방기가 가동되고 있는 조건에서 이루어졌다. 표 1에 측정일시 및 측정구간을 나타내었고, 표 2에는 측정항목별 측정기기를 나타내었다.

Table 1. Time and line of air quality measurements.

측정차수	측정일시	측정노선	측정구간	측정시간	평균승객수
1차	2004. 8. 18.(수)	과천선-4호선	금정역-당고개역	14:00 - 15:30	77
			당고개역-금정역	15:30 - 17:00	81
2차	2004. 8. 27.(금)	일산선-3호선	수서역-대화역	13:00 - 14:30	46
			대화역-수서역	14:30 - 16:00	51
3차	2004. 8. 27.(금)	분당선	수서역-오리역	16:00 - 16:40	79
			오리역-수서역	16:40 - 17:20	78
4차	2004. 9. 3.(금)	분당선	오리역-선릉역	11:00 - 11:40	40
			선릉역-오리역	11:40 - 12:20	66
5차	2004. 9. 3.(금)	과천선-4호선	금정역-당고개역	14:00 - 15:30	65
			당고개역-금정역	15:30 - 17:00	36

Table 2. Equipment for air quality measurements.

측정항목	측정기기
온도, 상대습도, CO, CO ₂	IAQ monitor (IQ410, Wolfscience)
PM-10, 2.5, 1.0	Dust monitor (model: 1108, Grimm)
HCHO	FP-30 digital formaldehyde monitor (model: FP-30, Sibata)

3. 결과 및 고찰

표 3은 현재 국내의 실내공기질 기준을 나타낸 것이다.

Table 3. Guideline of the indoor air quality in Korea.

항목	온도(℃)	상대습도(%)	CO(ppm)	CO ₂ (ppm/24h)	PM-10(μg/m ³)	HCHO(ppm/1h)
환경기준	17 ~ 28	40 ~ 70	10	1000	150	0.15

표 4는 각 측정차수별 온도, 상대습도, CO 농도, CO₂ 농도, PM-10, HCHO의 농도 측정 결과를 나타낸 것이다.

Table 4. Measurement results of each subway line.

측정차수	구간	온도(℃)	상대습도(%)	CO(ppm)	CO ₂ (ppm)	PM-10(μg/m ³)	HCHO(ppm)
1차	금정-당고개	23.5	57.6	1.2	1490	31.4	< 0.01
	당고개-금정	25.0	55.8	1.3	1701	35.2	< 0.01
2차	수서-대화	25.5	48.9	0.0	1014	36.4	< 0.01
	대화-수서	25.1	54.7	0.0	1039	41.5	< 0.01
3차	수서-오리	24.2	60.8	0.0	1335	28.4	< 0.01
	오리-수서	25.3	60.6	0.0	1280	29.7	< 0.01
4차	오리-선릉	23.5	48.1	0.0	1396	30.1	< 0.01
	선릉-오리	24.8	48.2	0.0	1273	44.4	< 0.01
5차	금정-당고개	24.9	50.4	0.0	1208	24.4	< 0.01
	당고개-금정	24.8	48.1	0.1	1214	30.0	< 0.01

측정결과 온도는 모든 측정에서 객실에서 쾌적성을 느낄 수 있는 기준 온도의 범위 안의 값으로 나타났다. 실내온도는 외기온도 (28 ~ 32℃)보다 평균 5℃ 가량 더 낮아 냉방이 효율적으로 이루어져 승객들이 쾌적함을 느낄 수 있도록 조절되고 있었으나, 경우에 따라서는 외기온도와 10℃ 이상의 큰 차이를 보여 노약자들에게 냉방병을 유발할 가능성이 있는 것으로 나타났다. 상대습도도 객실에서 쾌적성을 느낄 수 있는 습도 범위 안의 값으로 나타났으며, 냉방기의 가동으로 인하여 외기 습도보다 평균 10% 정도 낮아 역시 측정이 이루어진 하절기에 쾌적함을 느낄 수 있는 조건이었다.

CO의 경우 과천선-4호선 구간의 1차 측정에서 1.2 ppm 정도로 나타났으나 2차 측정에서는 거의 검출되지 않았고, 분당선과 일산선-3호선 구간에서도 검출되지 않았다. CO의 기준이 10 ppm인 것을 감안하면 1차 측정에서 나타난 객실내의 CO 농도 1.2 ppm은 우려할 만한 수준은 아니었다.

그러나 CO₂의 경우 모든 구간에서 기준값을 초과하여 나타났다. 특히 승객이 많이 탑승했을 때에는 순간 CO₂의 농도가 2,000 ppm을 초과하여 나타나기도 하였다. 일반적으로 환기계산에 사용되는 허용 농도가 1,500 ppm이라는 것과 측정이 이루어진 시간이 출퇴근 시간이 아닌 것을 고려하면 환기가 지속적으로 적절히 이루어지지는 않는 것으로 나타났다. 측정이 이루어진 시기가 하절기이기 때문에 냉방기가 가동되고 있었는데, 냉방 효율을 향상시키기 위하여 신선 외기의 유입을 줄이고 내부공기를 재순환하는 비율을 높였기 때문에 이러한 현상이 나타난 것으로 판단된다. CO₂의 시간당 평균농도가 1,000 ppm을 초과하면 두통, 권태감, 구토 등의 증상을 야기할 수 있으므로 이를 해결할 수 있는 충분한 환기 시설의 설치 및 가동이 필요한 것으로 나타났다.

PM-10의 경우 모든 객차에서 기준치보다 현저하게 낮게 나타나 큰 문제가 없는 것으로 나타났으며, HCHO의 경우에도 거의 검출되지 않아 역시 큰 문제가 없는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 한국철도기술연구원 (2002) 실내쾌적성 향상기술개발, 1차년도 최종보고서
- 환경부 (2003) 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법