

## 실내공기질 자동측정망 운영

- 유동인구가 많은 지하역사내 실내공기질을 적정하게 유지하기 위해 상시 모니터링
- 과학적이고 효율적인 실내공기질 관리로 시민의 건강보호 및 환경상 위해 예방

### 1. 조사개요

- 조사기간 : 2014년 1월 ~ 12월
- 조사지점 및 항목
  - 수영역, 연산역, 미남역, 덕천역 : PM10, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>
  - 서면역 1호선 대합실 및 승강장, 2호선 승강장, 동래역 : PM10, PM2.5, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>
  - 남포동역, 사상역, 서면역 2호선 대합실 : PM10, PM2.5, CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, HCHO
- 참고사항
  - 대상시간 : 0~1시, 5시~24시 (20시간)
  - 측정항목 추가 및 신설(7. 1.) : 동래역(신설, PM10등 5개항목), 사상역(PM2.5), 남포역(PM2.5)
  - 서면역 1호선 대합실 이전 (5. 30.) : 역사내 공사완료, 부전역대합실에서 기존지점으로 복귀
  - 오존항목 모니터링 중지 (3. 14.)

### 2. 조사방법

표 1. 항목별 측정방법

측 정 항 목	측 정 방 법
PM10,PM2.5	베타선흡수법 ( $\beta$ -Ray Absorption Method)
CO	비분산적외선법 (Non-Dispersive Infrared Method)
CO <sub>2</sub>	비분산적외선법 (Non-Dispersive Infrared Method)
NO <sub>2</sub>	화학발광법 (Chemiluminescent Method)
O <sub>3</sub>	자외선광도법 (U.V Photometric Method)

### 3. 조사결과

- 2014년 조사결과
  - 2012년 실내공기질측정망 운영결과, PM10, PM2.5, CO, HCHO는 전년대비 감소, CO<sub>2</sub>와 NO<sub>2</sub>는 유사한 수준으로 나타났음.
  - PM10 평균농도 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (유지기준 약 30 % 수준)으로 도시대기와 도로변 대비 낮은 수준
  - CO는 유지기준(10 ppm) 대비 7 % 수준, 도시대기 평균대비 1.8배 높고, 도로변과는 동일
  - NO<sub>2</sub>는 권고기준(0.05 ppm)의 90 % 수준이며, 도시대기의 약 2.3배 높은 수준, 도로변의 1.5배 높은 수준
  - CO<sub>2</sub>는 유지기준(1000 ppm)의 약 54 % 수준, HCHO는 유지기준(100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )의 약 9 % 수준

표 2. 연평균 농도

항목	유지(권고) 기준	실내공기질		도시대기	도로변
		2014년	2013년	2014년	2014년
PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	150 이하	45	49	48	57
PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	27	35	29	-
CO (ppm)	10 이하	0.7	0.9	0.4	0.7
CO <sub>2</sub> (ppm)	1,000 이하	536	538	-	-
NO <sub>2</sub> (ppm)	0.05 이하	0.045	0.044	0.020	0.030
HCHO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	100 이하	8.8	10.9	-	-

- 2014년 측정지점별 조사결과
  - 연평균 PM10과 PM2.5는 1호선 서면역 대합실이 58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 가장 높았고, NO<sub>2</sub>는 미남역과 2호선 서면역 승강장 0.050 ppm으로 가장 높았으며, CO<sub>2</sub>는 서면역 2호선 대합실에서 650 ppm으로 가장 높았음.
  - 유동인구가 많은 서면역을 중심으로 전반적으로 농도가 높은 것으로 나타났음.
- 실내공기질 유지(권고)기준 초과현황
  - 지하철을 운행하지 않는 시간(1시~5시)을 제외한 일 20시간을 기준으로 PM10은 6시간, CO<sub>2</sub> 및 NO<sub>2</sub>는 1시간 평균농도를 측정된 결과
  - PM10은 0.03 % (28회 초과), CO<sub>2</sub>는 0.2 % (146회), NO<sub>2</sub>는 31.2 % (23,213회) 초과하였음.
  - PM10은 외부 대기질 영향으로 일부 시간대에서 유지기준을 초과하였고, CO<sub>2</sub>는 승객이 집중되는 시간대인 퇴근시간대나 주말 오후시간대에 주로 기준을 초과하였음. NO<sub>2</sub>는 자동차 배출가스 영향으로 기준을 초과하였으며 주로 낮시간부터 오후시간대 기준을 초과하였음.
  - 전년도 대비 기준 초과율은 PM10 유사, CO<sub>2</sub> 소폭 증가, NO<sub>2</sub> 약 3 % 증가하였음.

표 3. 측정지점별 연평균 농도

		PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO (ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)	HCHO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
수영역	2014년	37	-	1.1	483	0.045	-	
	2013년	42	-	1.0	519	0.044	-	
연산역	2014년	40	-	0.7	517	0.045	-	
	2013년	45	-	0.9	534	0.037	-	
미남역	2014년	40	-	0.9	468	0.050	-	
	2013년	39	-	1.0	466	0.044	-	
덕천역	2014년	34	-	0.8	530	0.048	-	
	2013년	45	-	1.0	536	0.043	-	
남포역	2014년	51	25	0.6	531	0.042	8.9	
	2013년	53	-	0.7	525	0.050	15.2	
사상역	2014년	39	21	0.7	504	0.036	7.2	
	2013년	45	-	0.7	523	0.039	5.4	
동래역	2014년	32	15	0.6	483	0.044	-	
	2013년	-	-	-	-	-	-	
서 면 역	1호선 대합실	2014년	58	35	0.8	594	0.048	-
		2013년	64		0.8	577	0.048	-
	1호선 승강장	2014년	55	29	0.7	549	0.041	-
		2013년	59		0.8	581	0.041	-
	2호선 대합실	2014년	46	30	0.6	650	0.042	10.3
		2013년	46		0.7	627	0.042	15.2
	2호선 승강장	2014년	51	24	0.5	559	0.050	-
		2013년	48		0.8	548	0.045	-
	서면역 평 균	2014년	52	29	0.7	588	0.046	10.3
		2013년	54	-	0.8	583	0.044	15.2
	평 균	2014년	45	27	0.7	536	0.045	8.8
		2013년	49	35	0.9	538	0.044	10.9
유지(권고)기준		150 이하 (6시간평균)	-	10 이하 (1시간평균)	1,000 이하 (1시간평균)	0.05 이하 (1시간평균)	100 이하 (1시간평균)	

표 4. 유지(권고)기준 초과현황(다중이용시설 등의 실내공기질관리법)

구분		PM10( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO(ppm)	CO <sub>2</sub> (ppm)	NO <sub>2</sub> (ppm)
유지기준		150 이하 (6시간평균)	10 이하 (1시간평균)	1,000 이하 (1시간평균)	-
권고기준		-	-	-	0.05 이하 (1시간평균)
초과횟수	2014년	28회(0.0 %)	0회(0.0 %)	146회(0.2 %)	23,213회(31.2 %)
	2013년	37회(0.1 %)	0회(0.0 %)	78회(0.1 %)	17,660회(28.1 %)

- 지점별 PM10 초과횟수는 서면역 1호선 대합실(15회)▶남포역(5회)▶서면역 2호선 승강장(3회)=미남역(3회)▶서면역 1호선 승강장(1회) = 동래역(1회)로 나타났음.
- 지점별 CO<sub>2</sub> 초과횟수는 서면역 2호선 대합실(117회)▶남포역(17회)▶서면역 1호선 대합실(7회)▶서면역 2호선 승강장(5회)로 나타났음.
- 지점별 NO<sub>2</sub> 초과횟수는 미남역(3,288)▶덕천역(2,900)▶서면역 2호선 승강장(2,903)▶서면역 1호선 대합실(2,692)▶수영역(2,544)▶연산역(2,494)▶서면역 2호선 대합실(1,739)▶남포역(1,425)▶서면역 1호선 승강장(1,395)▶동래역(1,012)▶사상역(821)로 나타났음.
- NO<sub>2</sub>는 측정지점 대부분 교통이 혼잡한 교차로 지하에 위치해 있어 자동차 배출가스 영향을 많이 받고, 또한 지하역사는 광화학반응이 일어나지 않아 NO<sub>2</sub>가 도시대기 대비 높은 수준 유지됨.
- 월별 NO<sub>2</sub> 초과빈도는 5월 3,449회로 가장 높게 나타났으며, 시간별로는 자동차 통행량이 많은 낮시간대와 퇴근시간대에 증가하였으며, 차량 통행량이 상대적으로 적은 이른 아침 시간 및 저녁 늦은 시간에는 상대적으로 초과횟수가 감소하였음.

표 5. 지점별 유지(권고)기준 초과현황(초과횟수)

구 분		서면역	수영역	연산역	미남역	덕천역	남포역	사상역	동래역	합 계
미세먼지 (PM10)	'14년	19	0	0	3	0	5	0	1	28
	'13년	11	3	1	2	9	10	1	-	37
이산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	'14년	129	0	0	0	0	17	0	0	146
	'13년	70	2	0	0	0	6	0	-	78
이산화질소 (NO <sub>2</sub> )	'14년	8,729	2,544	2,494	3,288	2,900	1,425	821	1,012	23,213
	'13년	5,717	2,213	1,286	2,115	2,026	3,182	1,121	-	17,660

구 분		서면역				서면역 합 계
		1호선 대합실	1호선 승강장	2호선 대합실	2호선 승강장	
미세먼지 (PM10)	'14년	15	1	0	3	19
	'13년	4	5	0	2	11
이산화탄소 (CO <sub>2</sub> )	'14년	7	0	117	5	129
	'13년	14	10	46	0	70
이산화질소 (NO <sub>2</sub> )	'14년	2,692	1,395	1,739	2,903	8,729
	'13년	2,655	1,539	722	801	5,717

#### 4. 결 론

- 2014년 실내공기질측정망 운영결과, PM10, PM2.5, CO, HCHO는 전년대비 감소, CO<sub>2</sub>와 NO<sub>2</sub>는 유사한 수준으로 나타났음.
- PM10 평균농도 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (유지기준 약 30 % 수준)으로 도시대기와 도로변 평균 농도보다 낮은 수준이며, CO는 유지기준(10 ppm)대비 7 % 수준, 도시대기 평균대비 1.8배 높고, 도로변과는 동일하였음.
- NO<sub>2</sub>는 권고기준(0.05 ppm)의 90 % 수준이며, 도시대기의 약 2.3배 높은 수준, 도로변의 1.5배 높은 수준이었음. CO<sub>2</sub>는 유지기준(1000 ppm)의 약 54 % 수준, HCHO는 유지기준 (100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )의 약 9 % 수준으로 나타남.

※ 국내외 실내공기 이산화질소 기준비교 → 현실여건을 고려한 기준 재설정 필요

구 분	한 국	캐 나 다	W H O	E P A	대기환경기준(한국)
NO <sub>2</sub> (ppm)	0.05/ 1시간 평균	0.25/ 1시간 평균	0.1/ 1시간 평균	0.05/ 1시간평균	0.05/ 연 평균

- 연평균 PM10과 PM2.5는 1호선 서면역 대합실 58  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , NO<sub>2</sub>는 미남역과 2호선 서면역 승강장 0.050 ppm으로 가장 높았으며, CO<sub>2</sub>는 서면역 2호선 대합실에서 650 ppm으로 가장 높아, 유동인구가 많은 서면역을 중심으로 전반적으로 농도가 높게 나타남.
- 유지(권고)기준 대비 PM10은 6시간 기준 0.03 %(28회 초과), CO<sub>2</sub>는 시간농도 0.2 %(146회), NO<sub>2</sub>는 31.2 %(23,213회) 초과하였음.
- 항목별 기준 초과 원인으로서는 PM10은 대기중 미세먼지 농도 증가, CO<sub>2</sub>는 역사내 유동인구 증가, NO<sub>2</sub>는 자동차 배기가스에 의한 영향인 것으로 판단됨.
- 5월 29일(목) ~ 31일(토)간 지하역사 실내공기질이 가장 나빴던 기간으로 분석되었으며, 이는 대기중 미세먼지 농도 증가와 주말 역사내 유동인구 증가에 의한 것으로 판단됨.