

## 다중이용시설 실내공기질 검사

○ 다중이용시설 실내공기질 검사를 통한 쾌적한 실내공기질 조성으로 시민들의 건강 증진에 기여

### 1. 검사개요

- 검사기간 : 2023년 3월 ~ 12월
- 검사대상 : 22개 시설군 총 191개소(1차 검사 186건, 재검사 3건, 업무시설 2건)
- 검사항목 : 실내공기질 유지기준 항목
  - 미세먼지(PM-10), 초미세먼지(PM-2.5), 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균, 일산화탄소

### 2. 검사방법

실내공기질공정시험기준 및 실내공기질 지도·점검 지침(환경부, 2022.)에 따름

### 3. 검사결과

- 1차 검사 186건 중 「적합」 183건(98.4 %), 「부적합」 3건(1.6 %)
- 부적합시설(항목) : 의료기관 1개소(폼알데하이드), 어린이집 2개소(총부유세균) → 부적합 3개소 개선 완료 (재검사 모두 적합)

표 1. 시설군별 검사결과 (2023년 1차 검사 186개소 평균)

시설	항목	PM-10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM-2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	이산화탄소 (ppm)	폼알데하이드 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	총부유세균 (CFU/ $\text{m}^3$ )	일산화탄소 (ppm)
전체 평균		21.7	13.8	613	19.7	250	0.6
중점관리시설	평균	20.9	13.6	630	20.8	250	
	유지기준	75 이하	35 이하	950 이하	70 이하	800 이하	7 이하
	의료기관(75)	23.3	15.3	648	22.1	206	-
	어린이집(34)	16.2	9.8	642	17.5	368	-
	노인요양시설(16)	18.1	12.9	623	20.1	245	-
	산후조리원(4)	25.3	18.3	582	27.9	72	-
	유지기준	75 이하	35 이하	1,000 이하	80 이하	800 이하	10 이하
	실내어린이놀이시설(4)	12.7	7.6	508	27.6	271	-
	유지기준	100 이하	50 이하	1,000 이하	90 이하	-	7 이하
	지하역사(4)	16.0	11.6	467	-	-	-
	지하도상가(2)	43.7	25.7	521	8.3	-	-
	철도역사의 대합실(1)	29.2	16.6	489	-	-	-
	평균	24.1	14.6	562	16.1		
유지기준	100 이하	50 이하	1,000 이하	90 이하	-	7 이하	
자율관리시설	박물관(1)	11.6	8.7	566	28.8	-	-
	장례식장(3)	17.4	14.5	603	-	-	-
	목욕장(2)	18.1	15.0	475	-	-	0.6
	대규모점포(14)	23.5	14.2	549	18.7	-	-
	영화상영관(5)	17.2	11.4	502	15.5	-	-
	PC방(4)	26.7	21.5	692	36.8	-	-
	유지기준	180 이하	-	1,000 이하	90 이하	-	17 이하
	실내주차장(17)	28.6	-	562	8.6	-	-

※ 유지기준은 부산광역시 실내공기질 관리에 관한 조례 [별표] 실내공기질 유지기준에 따름  
단, 실내어린이놀이시설은 조례에 규정이 없어 실내공기질 관리법 시행규칙 [별표 2]에 따름

담당부서 : 미세먼지안전팀(☎051-309-2790)

팀장 : 정현철, 담당자 : 김정미

### 3-1. 시설군별 검사결과

#### ○ 중점관리시설

- ▷ 검사결과 : 140건 중 「적합」 137건(97.9%), 「부적합」 3건(2.1%)
  - 부적합시설(항목) : 의료기관 1개소(폼알데하이드), 어린이집 2개소(총부유세균)
  - 재검사 : 부적합 3개소 모두 개선 완료(재검사하여 모두 적합)
- ▷ 의료기관, 어린이집, 노인요양시설
  - 상대적으로 높은 이산화탄소 농도 : 순서대로 648, 642, 623 ppm(평균)
    - 일정공간에 상주인원이 밀집해 있어 호흡에 의한 이산화탄소 농도 증가
  - 총부유세균은 어린이집에서 상대적으로 높음 : 368 CFU/m<sup>3</sup>(평균)
    - 보육실에서 수업 활동 외 식사 및 간식 섭취, 낮잠 시간에 침구류 사용, 조리실의 존재, 화장실의 물리적 개방 등 : 세균 번식이 쉬운 요건을 갖추고 있음

#### ○ 자율관리시설

- ▷ 검사결과 : 46건 중 「적합」 46건(100%)
- ▷ PC방
  - 유지기준보다 현저히 낮은 수치이나, 시설군 중 이산화탄소 및 폼알데하이드 평균 농도가 가장 높음 : 각각 692 ppm(평균), 36.8 µg/m<sup>3</sup>(평균)
    - 자연환기 불가능한 경우 기계환기설비 가동 등에 따라 실내공기질 오염도 변화
    - 성장발육이 왕성한 시기의 청소년의 경우 졸음, 두통과 집중력 감소 발생 우려
- ▷ 실내주차장
  - 자율관리시설 중 미세먼지 농도가 가장 높음 : 28.6 µg/m<sup>3</sup>(평균)
    - 차량의 밀집도가 높고 지하주차장의 경우 자연환기가 불가능하여 오염도 높음

### 3-2. 구·군별 검사결과

표 2. 구·군별 실내공기질 검사결과 (2023년 1차 검사 186개소 평균)

구·군	항목	PM-10 (µg/m <sup>3</sup> )	PM-2.5 (µg/m <sup>3</sup> )	이산화탄소 (ppm)	폼알데하이드 (µg/m <sup>3</sup> )	총부유세균 (µg/m <sup>3</sup> )	일산화탄소 (ppm)
전체 평균		21.7	13.8	613	19.7	250	0.6
강서구		18.8	10.9	635	13.7	324	
금정구		18.4	13.1	619	16	245	0.6
기장군		21	12.4	579	16.4	310	
남구		13.9	10.4	680	13.5	152	
동구		21.2	13.9	620	11.8	290	
동래구		21.8	13.7	680	26.3	217	
부산진구		28.2	15.5	606	21	285	
북구		28.9	16.9	660	19.2	293	
사상구		32.1	23.3	561	20	242	
사하구		24.5	16.8	598	23.3	207	
서구		20.6	14	575	26.6	194	
수영구		17.4	9.6	591	15.5	173	
연제구		19.3	14.8	636	26.4	268	
영도구		19	10.3	624	15.1	550	
중구		13.1	4.1	633	30.8	322	
해운대구		14.6	8.1	547	14.5	157	

- 구·군 별 실내공기질 검사 결과, PM-10 항목의 평균 농도가 상대적으로 높은 구는 사상구 > 북구 > 부산진구 > 사하구 순임
  - 상기 4개 구는 실내공기질 측정일에 대기 중 PM-10, PM-2.5 농도가 높았으며, 특히 사상구의 대기 중 PM-2.5 농도는 16개 구·군 중 가장 높아 실내공기질이 외기의 영향을 많이 받는 것으로 사료됨
- 이산화탄소 항목은 구·군별 비슷한 농도 수준을 보였고, 폼알데하이드는 동래구, 부산진구, 중구 일부 시설에서 61.7 ~ 94.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 기준초과 및 기준에 근접하는 높은 농도를 보였음
- 총부유세균 항목의 구·군별 평균 농도는 영도구가 가장 높았으나, 기장군, 동래구, 부산진구, 북구 일부 시설에서 733 ~ 1,083 CFU/ $\text{m}^3$ 으로 기준초과 및 기준에 근접하는 높은 농도를 보였음

3-3. 실내오염물질 항목별 분포

- 미세먼지(PM-10) 및 초미세먼지(PM-2.5)
  - PM-10의 검사건수 186건, 농도 분포는 2.6 ~ 95.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  범위
  - PM-2.5의 검사건수 169건, 농도 분포는 1.0 ~ 48.9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  범위
  - 가장 낮은 유지기준(75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 대비 PM-10 및 PM-2.5의 평균농도는 28.9 %, 39.4 %로 저농도를 나타냄
  - 모든 시설 유지기준 「적합」
- 대기 중 (초)미세먼지와 실내공기 중 (초)미세먼지의 상관성을 분석한 결과, PM-10과 PM-2.5 항목 모두 높은 상관관계가 있는 것으로 나타났으며 대기 중 PM-10, PM-2.5의 농도가 높아지면 실내공기 중 PM-10, PM-2.5도 증가하는 것으로 나타남. 이는 다중이용시설 대부분이 자연환기 설비임에 기인하는 것으로 사료됨.

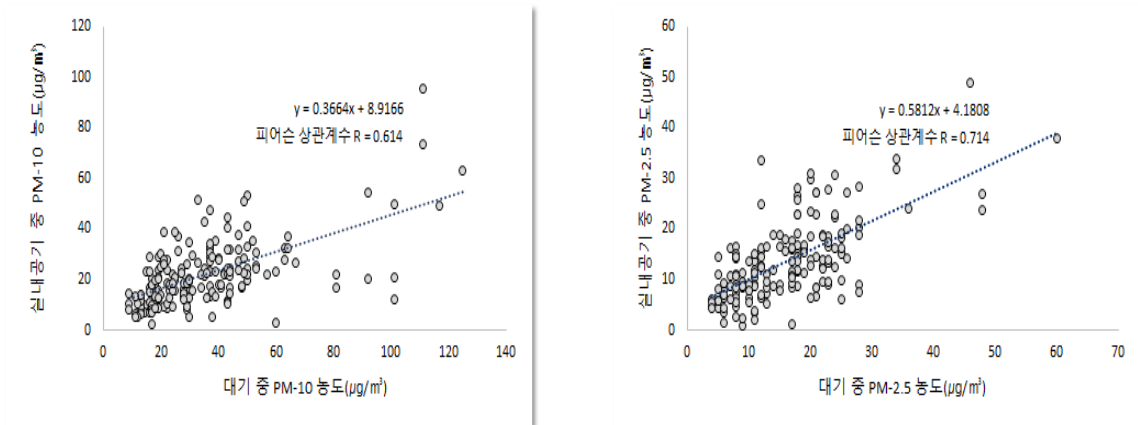


그림 1. 대기 중 (초)미세먼지와 실내공기 중 (초)미세먼지의 선형관계

※ 피어슨 상관계수(R)가 0.6 ≤ |R| < 0.8 이면 강한(높은) 상관관계가 있음

- 이산화탄소
  - 검사건수 186건의 농도 분포가 397 ~ 920 ppm 범위
  - 유지기준(950 ppm 또는 1,000 ppm)에 근접한 800 ~ 950 ppm 범위의 시설도 16개 시설 존재
    - 환기 부족, 호흡량 증가 시 오염도 즉각 상승
- 폼알데하이드
  - 검사건수 176건의 농도 분포가 3.8 ~ 94.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  범위
  - 유지기준(70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 초과 : 1개 시설 → 환기 부족, 내부 자재 교체 시 오염도 증가
- 총부유세균
  - 검사건수 133건의 농도 분포가 15 ~ 1,083 CFU/ $\text{m}^3$  범위

- 유지기준(800 CFU/m<sup>3</sup>)을 초과하거나 근접한 700 ~ 1,100 CFU/m<sup>3</sup> 범위의 시설도 5개 시설 존재
- 유지기준(800 CFU/m<sup>3</sup>) 초과 : 2개 시설 → 환기 부족, 위생관리 미흡 시 오염도 증가
- 일산화탄소
  - 2개 시설에서 0.5 ~ 0.6 ppm(유지기준 : 7 ppm)의 낮은 농도

**3-4. 실내오염물질 월별 분포**

- 봄철 황사가 많은 2023년 3월 ~ 4월 중 PM-10 및 PM-2.5 항목의 평균농도는 다른 월에 비해 높게 나타났으나 이산화탄소, 폼알데하이드 및 총 부유세균 농도는 다소 낮게 나타남
- 습도가 높아지는 2023년 5월 ~ 6월, 8월 ~ 9월에 시설군 전체적으로 총 부유세균이 높게 나타남
- 2023년 7월은 대기 중 PM-10 및 PM-2.5의 농도가 높아 실내공기질도 그 영향을 받아 높은 농도를 보였으나 총부유세균 농도가 높은 시설군인 어린이집 검사가 없어 상대적으로 낮은 총부유세균 농도 분포를 보임

표 3. 월별 실내공기질 검사결과 (2023년 1차 검사 186개소 평균)

항목 \ 월	3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월	11월	12월
PM-10 (µg/m <sup>3</sup> )	28.5	25.5	23.5	22.2	24.5	14.5	12.4	17.9	19.5	19.3
PM-2.5 (µg/m <sup>3</sup> )	16.7	14.2	14.8	14.8	18.2	9.2	9.0	13.1	13.3	13.2
이산화탄소 (ppm)	602	617	589	633	708	604	590	561	670	608
폼알데하이드 (µg/m <sup>3</sup> )	12.9	13.8	17.7	28.2	41.4	33.0	27.4	16.8	17.1	9.4
총부유세균 (CFU/m <sup>3</sup> )	162	227	294	292	224	324	302	188	223	243
일산화탄소 (ppm)							0.6			

**3-5. 부적합시설 및 재검사 현황**

- 부적합 현황 : 2023년도에 3개 시설(1.6 %) 부적합
  - 의료기관 1개소, 어린이집 2개소
  - 부적합 항목 : 폼알데하이드 1회, 총부유세균 2회
  - 부적합 사유 : 의료기관 환기량 부족, 어린이집 보육실에 어린이들 밀집으로 호흡에 따른 세균 증가
- 재검사 : 총 3개 시설 재검사
  - 2022년 부적합 1개소 및 2023년 부적합 3개소 중 2개소 재검사 후 모두 적합
  - 2023년 부적합 1개소는 2024년 1월 초 재검사 후 적합

표 4. 부적합 시설 및 재검사 현황(2021년 ~ 2023년)

(단위 : PM-2.5, 폼알데하이드 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 이산화탄소 : ppm, 총부유세균 :  $\text{CFU}/\text{m}^3$ )

검사년도	시설군명	유지기준 초과내역		재검사 내역	
		초과항목	검사결과	재검사년도	검사결과
2021	의료기관	폼알데하이드	92.4	2021	3.6
		총부유세균	849		212
		이산화탄소	1,153		530
		총부유세균	1,036	2022	125
		총부유세균	1,140		247
실내어린이놀이시설	폼알데하이드	80.1		24.1	
2022	의료기관	이산화탄소	1,008	2022	778
		이산화탄소	1,135		675
		이산화탄소	1,239		594
	어린이집	폼알데하이드	103.2		15.4
		총부유세균	1,020		83
노인요양시설	PM-2.5	48.9		8.4	
2023	의료기관	폼알데하이드	94.4	2023	22.9
	어린이집	총부유세균	1,083		303
	어린이집	총부유세균	989	2024	79

#### 4. 개선방안

##### 4-1. 다중이용시설 적정 환기

- 적정 환기 방법이 최우선적인 방법으로 가장 경제적이고 효과적인 방법임
- 적어도 하루에 2 ~ 3차례 이상 실시, 봄·여름·가을에는 창을 항상 5 ~ 20 cm 정도 개방, 겨울에는 에너지소비 및 추위 방지를 위해 2 ~ 3시간 주기로 1 ~ 2분 짧게 개방
- 황사경보나 미세먼지 주의보 등 대기 중 미세먼지 농도가 높을 때 자연환기보다 기계식 환기설비 가동 및 공기청정기 사용 권고
  - 다중이용시설 오염도 검사 시 계절·시기별 적정 환기 방법 안내함
- 부적합시설 개선명령 시 적절한 환기시설 유무 확인
  - 폐쇄적인 실내구조인 경우 기계식 환기설비 추가 권고





##### 4-2. 폼알데하이드 등 새집증후군 물질 예방 조치

- 다중이용시설 건축자재 및 사무용품 교체 시 환기가 잘 되는 여름에 주로 교체, 친환경 자재 사용
- 베이킹 아웃(Bake out) 환기방법 실시 권고
  - ※ 베이킹 아웃 : 실내공기의 온도를 높여주어 건축자재 등에서 방출되는 유해오염물질의 방출량을 일시적으로 증가시킨 후 환기를 하여 실내오염물질을 제거하는 방법

##### 4-3. 실내공기 자연정화 실시

- 숲 같은 천연재료나 벤자민, 고무나무 등 유해물질 흡착효과가 있는 식물 재배로 자연정화 실시 유도
  - 어린이집, 노인요양시설 등 취약계층 이용시설에 공기정화식물 지원

표 5. 공기정화식물 종류 및 특징

공기정화식물	제거물질	특징
 아레카야자	폼알데하이드, 벤젠	○ 휘발성 유기화합물의 제거능력 탁월, 담배연기 뿐만 아니라 각종 냄새 제거에도 효과적
 시클라멘	미세먼지, 매연, 폼알데하이드	○ 미세먼지와 폼알데하이드를 제거하는데 탁월
 관음죽	냄새, 암모니아 가스	○ 화장실의 냄새나 암모니아 가스 제거능력이 뛰어나며, 음지의 실내에서도 잘 자라고 발육속도가 느려 관리 용이
 스킨답서스	일산화탄소, 이산화황, 이산화질소	○ 음식물 냄새와 조리시 발생하는 일산화탄소, 이산화질소 등의 제거에 효과적

※ 자료출처 : 서울시 실내공기질 관리 매뉴얼

#### 4-4. 실내공기질 관리 우수시설 선정 활성화

- 실내공기질 관리 우수시설 인증제 실시
  - 실내공기질 관리 우수시설에 인증기간 동안 자가측정 및 지도점검 면제 등 혜택, 지속적인 컨설팅 관리 추진으로 쾌적한 실내공기질 조성 독려

### 5. 기대효과

- 매년 지속적인 다중이용시설 실내공기질 검사 추진으로 시민들의 건강증진과 쾌적한 실내공기질 조성에 기여