

다중이용시설 등 실내공기질 평가 결과

- 부산 다중이용시설 187개소 시설 검사, 실내공기질 유지기준 6개소 초과(초과율 3.2 %)
- 신축아파트 16개소 검사, 12개소 권고기준 초과, 대중교통차량 전 노선 권고기준 만족

1. 업무개요

- 추진근거
 - 실내공기질 관리법 제13조(보고 및 검사 등)
 - 실내공기질 지도·점검 지침(환경부, 2020. 6. 25.)
 - 실내공기질 관리를 위한 대중교통차량의 제작·운행 관리지침[환경부고시 제2020-64호(2020. 4. 3.)]
 - 시 기후대기과 「2021년 다중이용시설 실내공기질 관리 시행계획」(2021. 3. 5.)
- 검사기간 : 2021. 3. ~ 12.
- 검사대상 : 다중이용시설 187개소, 신축공동주택 16개소, 도시철도 1 ~ 4호선
- 검사항목 : 미세먼지(PM-10, PM-2.5), 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균, 일산화탄소 등

표 1. 2021년 다중이용시설 및 신축공동주택, 대중교통차량 검사 현황

구 분	검사대상	검사항목	비고
다중이용시설	187개소	미세먼지(PM-10, PM-2.5), 이산화탄소, 폼알데하이드, 총부유세균, 일산화탄소	유지기준
신축공동주택	16개소 (100세대 이상)	폼알데하이드, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌, 라돈	권고기준
대중교통차량	도시철도 1 - 4호선	미세먼지(PM-2.5), 이산화탄소	권고기준

표 2. 부산지역 다중이용시설 시설군별 검사대상 현황 및 검사 시설(2021. 1. 1일 기준)

구분	총계	중점관리시설 (11개시설군 808개소, 의뢰건수 131개소)											자율관리시설 (11개시설군 696개소, 의뢰건수 56개소)										
		의료기관	어린이집	노인요양시설	사립초·리원	실내놀이시설	지하역사	지하도상가	여객자동차터미널	공항여객터미널	항만시설대합실	철도역사대합실	도서관	박물관	미술관	장례식장	목욕장	대규모점포	학원	영화상영관	전시시설	PC영업시설	실내주차장
대상	1,504	330	266	63	23	20	91	9	2	2	1	1	11	9	2	19	52	129	15	31	4	149	275
검사시설	187	68	40	3	2	5	7	4	1	-	-	-	3	1	1	1	4	12	-	5	-	4	26

- 검사방법 : 실내공기질 공정시험기준, 대중교통차량의 실내공기질 측정방법

2. 다중이용시설 실내공기질 검사

○ 총 평

- 다중이용시설 22개 시설군 1,504개소 중 12.4 %인 187개소 시설 검사
- 중점관리시설은 808개소 중 16.2 %인 131개소, 자율관리시설은 196개소 중 8.0 %인 56개소 검사 완료 (중점관리시설 15 %, 자율관리시설 5 % 이상 의무측정 대상)
 - ※ 공중이용시설 중 관내 연면적 2만 m² 이상 5개 공공기관 실내공기질 검사 (유지기준 '만족')
- 전체적으로 미세먼지, 초미세먼지의 농도는 감소하였으며, COVID-19 영향으로 인한 실내활동이 늘어나 이산화탄소, 폼알데하이드, 부유세균은 작년에 비해 증가추세를 보임
- 실내공기질 유지기준 초과 시설은 6개소로 **초과율 3.2 %**
 - : 의료기관 5개소(이산화탄소 1, 폼알데하이드 1, 총부유세균 3), 실내어린이놀이시설 1개소(폼알데하이드)

표 3. 다중이용시설별 유지기준 항목 평균 농도

구 분		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/m ³)	일산화탄소 (ppm)
전체 평균 (187개소)		15.3	10.0	611	19.9	324	0.3
민감계층 이용 5개 시설군 (118개소)	기 준	75 이하	35 이하	950* 이하	70* 이하	800 이하	7* 이하
	평 균	13.8	9.0	666	21.0	324	-
	의료기관(68)	13.2	8.7	702	24.9	345	-
	어린이집(40)	15.3	9.7	627	12.9	323	-
	노인요양시설(3)	19.8	13.8	519	7.3	218	-
	산후조리원(2)	7.1	4.1	641	30.9	183	-
	실내어린이놀이시설(5)	8.3	6.4	584	38.5	169	-
대규모점포 등 12개 시설군 (69개소)	기 준	100 이하	50 이하	1,000 이하	90* 이하	-	7* 이하
	평 균	17.8	11.7	517	17.5	-	0.3
	지하역사(7)	30.7	19.9	386	-	-	-
	지하도상가(4)	16.3	10.4	520	28.2	-	-
	여객자동차터미널(1)	7.5	3.3	432	-	-	-
	도서관(3)	9.7	6.6	559	14.2	-	-
	박물관(1)	6.5	5.1	429	68.4	-	-
	미술관(1)	4.4	2.8	521	67.5	-	-
	장례식장(1)	19.5	16.4	571	-	-	-
	목욕장(4)	18.2	13.4	549	-	-	0.3
	대규모점포(12)	15.6	9.9	500	19.4	-	-
	영화상영관(5)	13.3	9.3	528	24.8	-	-
	PC영업시설(4)	21.6	13.4	498	19.2	-	-
	실내주차장(26)	18.0	11.7	556	9.9	-	-

* 부산광역시 실내공기질 관리에 관한 조례(20. 4. 6.) 제정·시행으로 조례기준으로 적용

○ 항목별 검사결과

- 미세먼지(PM-10)

- 전체 평균농도는 15.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 모든 검사대상에서 유지기준 만족
- 민감계층 이용 시설군 평균농도 13.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 지하역사 등 12개 시설군 평균농도 17.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 각각 유지기준의 18.4 %, 17.4 % 수준을 보임
- 시설군별로는 지하역사(30.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > PC영업시설(21.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 노인요양시설(19.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 높은 농도값을 보임
- 공중이용시설(업무시설) 중 연면적 2만 m^2 이상인 관내 5개 공공기관 청사 (시청, 동구청, 남구청, 부산진구청, 기장군청)의 PM-10의 평균농도는 17.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 기준농도(180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)의 약 9.9 %의 수준을 나타냄

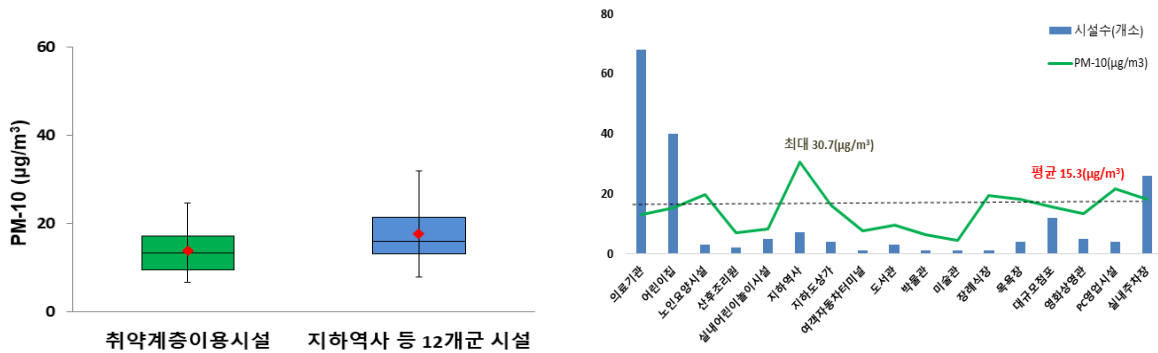


그림 1. 미세먼지(PM-10) 시설별 검사 결과

- 초미세먼지(PM-2.5)

- 전체 평균농도는 10.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 모든 검사대상에서 유지기준을 만족하였으며 작년 대비 34.6 % 농도 감소(작년 농도 15.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
- 민감계층 이용 시설군 평균농도 9.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 지하역사 등 12개 시설군 평균농도 11.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 각각 유지기준의 25.7 %, 23.4 % 수준을 보임
- 시설군별로는 지하역사(19.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 장례식장(16.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 노인요양시설(13.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 높은 농도값을 보임

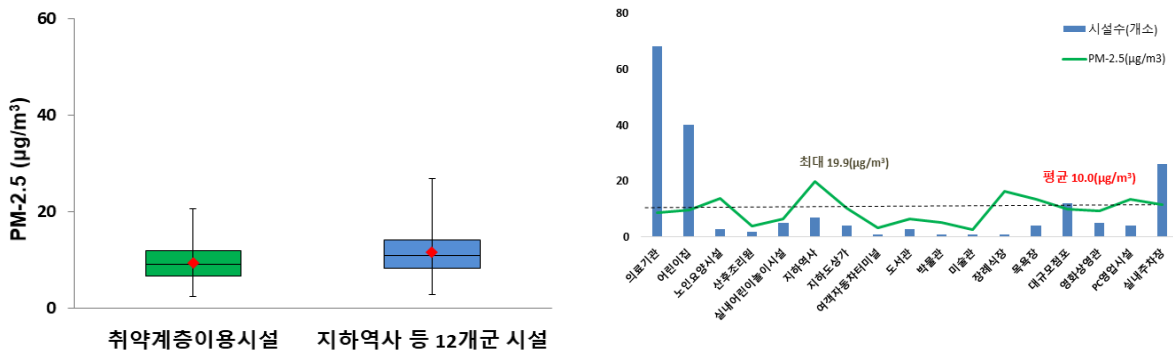


그림 2. 초미세먼지(PM-2.5) 시설별 검사 결과

- 이산화탄소

- 전체 평균농도는 611 ppm으로 주로 시설군별 차이보다는 다중이용시설 이용객 밀집도에 영향을 많이 받으며 1개소에서 유지기준 초과 발생
- 기준 초과 내용 : 의료기관 1개소 이산화탄소 1,153 ppm
→ 밀집된 환경에서 실내 환기시설 부적정 운영으로 인함
- 민감계층 이용 시설군 평균농도 666 ppm, 지하역사 등 12개 시설군 평균농도 517 ppm로 각각 유지기준 의 70.1 %, 51.7 % 수준을 보임
- 시설군별로는 의료기관(702 ppm) > 산후조리원(641 ppm) > 어린이집(627 ppm) 순으로 주로 밀집된 환경에 노출된 민감계층 이용시설에서 높은 농도값을 보임

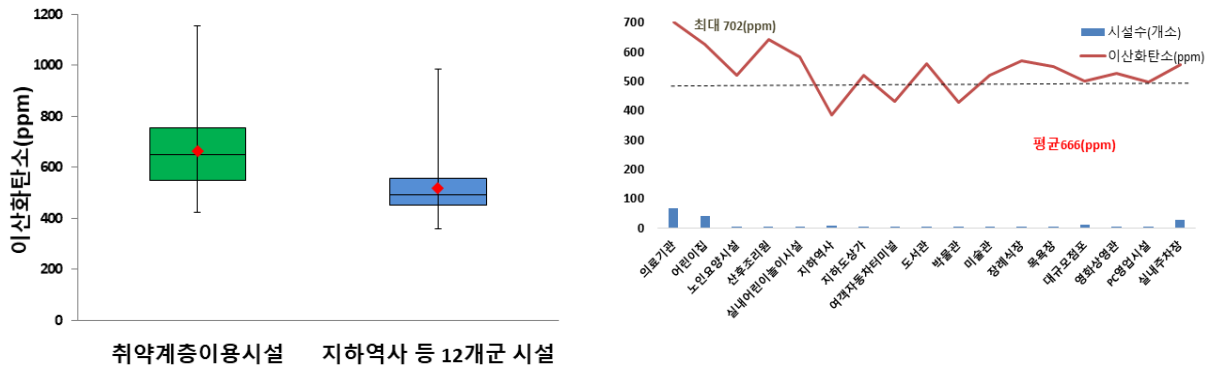


그림 3. 이산화탄소(CO₂) 시설별 검사 결과

- 폼알데하이드

- 전체 평균농도는 19.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 작년에 비해 약 18.4 % 농도 감소하였으며, 미술관, 박물관 등 최근에 리모델링 된 시설에서 높은 농도를 보임
- 기준 초과 : 의료기관 1개소 폼알데하이드 92.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 실내어린이놀이시설 1개소 폼알데하이드 80.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ → 실내 환기시설 부적정 운영으로 인함
- 민감계층 이용 시설군 평균농도 21.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 지하역사 등 12개 시설군 평균농도 17.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 로 각각 유지기준의 30.0 %, 19.4 % 수준을 보임
- 시설군별로는 박물관(68.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 미술관(67.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > 실내어린이놀이시설(38.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) 순으로 높은 농도값을 나타냄

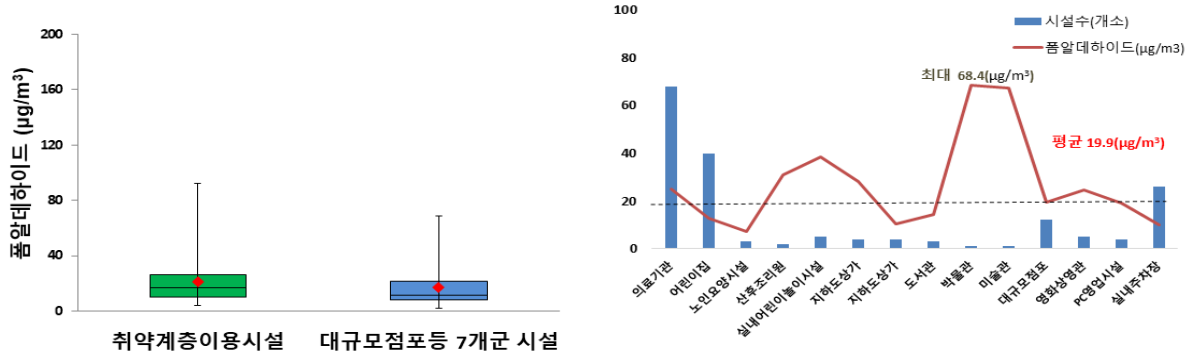


그림 4. 폼알데하이드(HCHO) 시설별 검사 결과

- 총부유세균

- COVID-19 영향으로 인해 작년 검사건수 축소 후 검사건수 증가[44건(2020년) → 118건(2021년)]
- 전체 평균농도는 324 CFU/m³으로 작년에 비해 14.1 % 증가 추세를 보였으며 유지 기준의 약 40.5 % 수준을 보임 (지하역사 등 12개 시설군은 총부유세균 항목 미적용)
- 민감계층 이용 시설 118개소 중 3개소에서 유지기준 초과를 보임
- 기준 초과 내용 : 의료기관 3개소 유지기준 초과 → 방역 등 포함한 주기적 청소 미흡하여 추후 개선완료
- 시설군별로는 의료기관(345 CFU/m³) > 어린이집(323 CFU/m³) > 노인요양시설(218 CFU/m³) 순으로 높은 농도값을 보임

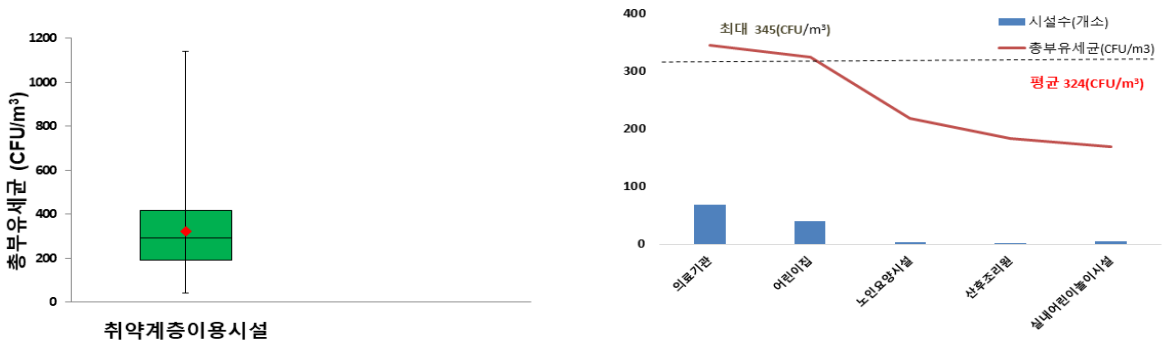


그림 5. 총부유세균 시설별 검사 결과

- 일산화탄소

- 목욕탕 4개소에 대하여 검사를 하였으며, 평균농도는 0.3 ppm을 보였음
- 목욕장업 유지기준 농도(7 ppm) 대비 약 4.3 %의 농도 수준을 나타냄

3. 신축공동주택 실내공기질 검사

○ 총 평

- 2021년 입주예정 신축아파트(100세대 이상) 총 24개소 중 16개소 검사 (검사율 : 66.7 %)
- 16개소 중 12개소가 실내공기질 관리법 권고기준 초과 (초과율 : 75.0 %)
- 측정지점 129지점 중 36지점 기준초과 (초과율 : 27.9 %)

표 4. 오염물질 항목별 농도

항 목	권고기준($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	농도($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
		최저	최고	평균
폼알데하이드	210	14.9	169.6	49.3
벤젠	30	0.0	9.2	1.2
톨루엔	1,000	34.2	4874.6	838.0
에틸벤젠	360	0.0	430.5	71.9
자일렌	700	0.0	2009.6	153.1
스티렌	300	0.0	288.1	52.0
라돈*	200(Bq/m^3)	47.6	365.3	125.7

* 라돈 필수 측정대상 아파트 6개소 결과임

2018.1.1. 사업계획승인 이전분까지 확대 검사 결과 : 최저 41.7 Bq/m^3 , 최고 365.3 Bq/m^3 , 평균 124.6 Bq/m^3

○ 항목별 검사결과

- 톨루엔 32지점, 에틸벤젠 3지점, 자일렌 3지점, 라돈 3지점에서 기준초과
폼알데하이드, 벤젠, 스티렌은 기준초과 없음
- ※ 2개 항목 중복 초과 : 3개 지점, 3개 항목 중복 초과 : 1개 지점
- 항목별 평균농도는 톨루엔이 838.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (기준대비 83.8 %)로 가장 높았으며,
벤젠이 1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (기준대비 4.0 %)로 가장 낮았음
- 연도별 기준 초과율(개소 기준)은 2019년 62.5 %에서 2021년 75.0 %로 증가
- 측정지점 기준 초과율은 2019년 44.9 %에서 2021년 27.9 %로 감소 추세임

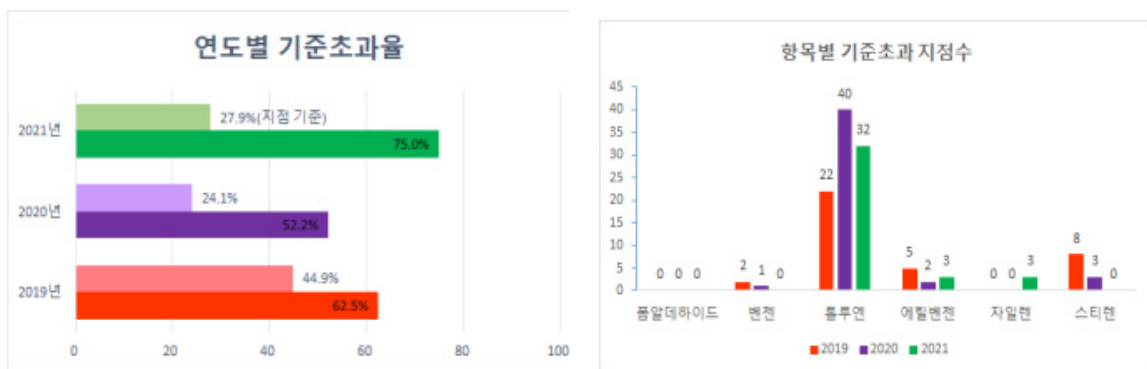


그림 6. 신축공동주택 실내공기질 검사 기준초과율 및 지점수

4. 대중교통차량(도시철도) 실내공기질 검사

○ 총 평

- 대중교통차량 실내공기질 검사는 년 2회(동.하절기) 실시하였고, 전 노선에서 실내공기질 권고기준 만족

표 5. 도시철도 노선별 권고기준 평균 농도

항 목	PM-2.5				CO ₂			
	50 µg/m ³ (혼잡시간대*)		50 µg/m ³ (비혼잡시간대**)		2500 ppm (혼잡시간대)		2000 ppm (비혼잡시간대)	
조사시기	하절기	동절기	하절기	동절기	하절기	동절기	하절기	동절기
1호선	12	16	12	9	1,499	1,351	1,021	1,128
2호선	5	12	5	9	1,191	1,396	1,080	1,214
3호선	4	17	5	10	1,065	1,857	936	1,220
4호선	4	18	6	7	937	787	798	689

* 혼잡시간대 : 주중 7:30 ~ 9:30(2시간) 또는 18:00 ~ 20:00(2시간)

** 비혼잡시간대 : 혼잡시간대 외의 시간대

○ 항목별 검사결과

- 전 노선 PM-2.5 및 CO₂ 실내공기질 권고기준 만족
 - 권고기준 대비 PM-2.5는 8 %~ 36 %, CO₂는 31 %~ 74 %
 - 최대값은 PM-2.5는 31 µg/m³(1호선 혼잡시간대), CO₂는 3,109 ppm(3호선 혼잡시간대)
- 거의 전 노선에서 혼잡시간대가 비혼잡시간대보다 PM-2.5와 CO₂가 높은 농도를 보임
- 하절기보다 동절기에 PM-2.5의 농도가 높은 것은 외기 PM-2.5 농도가 동절기에 높은 영향
[외기 PM-2.5 농도 : 9 µg/m³(하절기) → 25 µg/m³(동절기)]
- CO₂도 하절기보다 동절기에 2, 3호선에서 농도가 큰 폭으로 증가
- PM-2.5는 외기 및 승강장 농도, CO₂는 승객수와 연관성이 큼

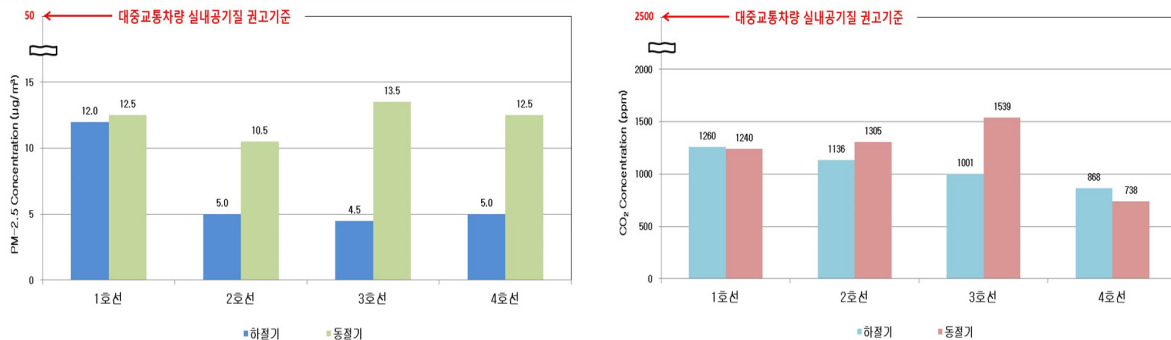


그림 7. 2021년 도시철도 항목별(PM-2.5, CO₂) 농도현황

5. 향후 계획 및 활용방안

○ 다중이용시설

- COVID-19의 영향으로 향후 노인요양시설 등 일부 민감계층 이용시설에 대한 검사가 불투명하므로 여러 가지 상황 등에 대해 대비 필요
 - 2022년 계획 수립 시 향후 일정을 시와 협의하여 탄력적으로 운영할 예정
- 지속적인 지도점검, 관리요령 홍보 등으로 실내공기질 개선 유도하고 언론보도 등을 통해 시민들에게 적극적으로 홍보할 예정

○ 신축공동주택

- 신축공동주택의 실내공기질 검사를 통해 쾌적한 실내환경을 조성하고 라돈검사 확대로 시민의 불안을 해소하고 건강 보호
- 검사결과 공개대상 확대(대상 : 입주자 → 일반시민)방안으로 신축공동주택 시행자의 실내공기질 개선 유도

○ 대중교통차량(도시철도)

- 시민들이 많이 이용하고 있는 도시철도뿐만 아니라 직행형 시외버스 및 고속버스에 대해서도 검사를 점진적으로 확대할 예정