

오치동 979-1 일원 가로주택 정비사업 신축공사
실내공기질 측정 보고서



2023. 04

주식회사 광신종합건설

제 출 문

주식회사 광신종합건설 귀중

본 보고서를 “오치동 979-1 일원 가로주택 정비사업 신축공사의
실내공기질 측정”에 따른 측정 보고서로 제출합니다.

2023. 04.

주식회사 이산친환경연구원

전라남도 담양군 담양읍 에코산단3로 30

대표자 주경준



목 차

제 1 장 요 약 문	1
1.1 제 목	2
1.2 목 적	2
1.3 조사내용 및 방법	2
1.4 조사결과	4
1.5 신축공동주택 실내공기질 측정기준	4
제 2 장 서 론	5
2.1 조사배경 및 목적	6
2.2 실내오염물질의 발생원과 인체에 미치는 영향	7
2.3 실내오염물질에 대한 대책	10
제 3 장 조사내용 및 방법	11
3.1 조사기간	12
3.2 조사지점	12
3.3 조사위치	13
3.4 조사대상 오염물질	13
3.5 조사방법	13
제 4 장 조사결과	24
4.1 분석대상 오염물질 조사결과	25
제 5 장 부 록	27

제 1 장 요약 문

1.1 제 목

1.2 목 적

1.3 조사 내용 및 방법

1.4 조사 결과

1.5 신축공동주택 실내공기질 측정기준

제 1 장 요약 문

1.1 제 목 : 오치동 979-1 일원 가로주택 정비사업 신축공사의 실내공기질 측정

1.2 목 적

- 신축공동주택 공사 완료 후 새집증후군 등 실내공기질 개선효과를 확인하기 위하여 실내공기질 오염물질 중 폼알데하이드와 휘발성유기화합물, 라돈에 대한 구체적인 데이터를 확보하여 실내오염으로 인한 환경성질환으로부터 입주민의 건강을 보호하고 실내공기질의 적절한 확보와 유지관리를 위한 판단기준 마련을 위함.

1.3 조사 내용 및 방법

- 조사장소 : 광주광역시 북구 대천로21번길 5, 신축공사 현장
- 시 공 사 : 주식회사 광신종합건설
- 조사항목 : 폼알데하이드, 벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌, 라돈(Rn)
- 조사방법
 - 조사지점 : 총 160세대 중 총 3지점 <그림1.1참조>
 - HCHO, VOCs : 3지점
 - 라돈(Rn) : 3지점
 - 측정시험방법 : 실내공기질 공정시험기준
 - 폼알데히드(HCHO) : HPLC법
 - 휘발성유기화합물(VOCs) : GC/MS법
 - 라돈(Rn) : 연속라돈측정기(CRM, continuous radon monitors) - 이온화상자
- 조사내용

신축공동주택 실내공기질 시험기준은 일정규모(100세대)이상의 신축공동주택을 대상으로 건물 건축 시 사용되는 건축내장재 등에서 방출되는 실내 오염물질인 휘발성유기화합물(VOCs) 및 폼알데히드(HCHO)에 대해 시료를 채취하여 분석하는 방법이다. 라돈(Rn)의 경우 건축자재 에서 발생하는 α -입자가 고전기장에서 만든 이온화의 전기적 신호를 계수한다.

<그림1.1> 단지배치도



1.4 조사 결과

- 측정대상 : 총 160세대 중 HCHO, VOCs 3지점, 라돈(Rn) 3지점
- 측정지점 : 101동 301호, 102동 803호, 103동 1401호 (3지점)
<그림1.1참조>

1.5 신축공동주택 실내공기질 측정기준

- 법적근거 : 다중이용시설 등의 실내공기질 시행규칙 제7조의 2(신축 공동주택의 실내공기질 권고기준) 법 제9조 제3항의 규정에 의한 신축공동주택의 실내공기질 권고기준은 별표 4의2와 같다. (신설 2005.12.30)
- 신축 공동주택의 실내공기질 권고기준(제7조의 2관련) ※ 별표4의2
 1. 폼알데히드 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
 2. 벤젠 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
 3. 톨루엔 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
 4. 에틸벤젠 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
 5. 자일렌 700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
 6. 스티렌 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
 7. 라돈 148 Bq/ m^3 이하(2019.07.01. 일부터 148 Bq/ m^3 이하 로 변경됨.)

실내공기질 관리법 시행규칙 - 부칙 <제681호, 2016. 12. 22.>

제4조(신축 공동주택의 실내공기질 측정항목에 관한 경과조치) 2018년 1월 1일 전에 「주택법」 제16조에 따라 사업계획의 승인을 받은 경우에는 제7조제2항제8호 및 별표 4의2제7호의 개정 규정에도 불구하고 종전의 규정에 따른다.

제 2 장 서 론

2.1 조사 배경 및 목적

2.2 실내오염물질의 발생원과 인체에 미치는 영향

2.3 실내오염물질에 대한 대책

제 2 장 서 론

2.1 조사 배경 및 목적

- 그동안 환경문제의 관심은 수질오염, 대기 오염, 토양오염, 폐기물 오염 등 이었다. 하지만 최근 국민들의 웰빙(Well-Being) 의식으로 실내공기오염에 대한 관심이 높아지면서 실내오염물질이 신종 환경문제로 부상하게 되었다. 1970년대의 석유파동을 겪으면서 에너지절감 및 에너지 효율향상을 위해 건축물의 단열성, 기밀성에 중점을 두었고 이에 따라 환기량이 급격히 줄어들었다. 실내오염은 외부의 오염된 공기가 실내로 유입되거나 건축자재에서 발생하는 것으로 나눌 수 있는데 시멘트를 비롯한 많은 화학재료들이 건축에 사용되고 있는 상황이며, 이로 인해 새집 증후군이 빠른 속도로 증가하고 있는 추세다.
- 최근 사람들이 실내에서 생활하는 시간이 많아지고 있으나, 에너지 문제로 인한 건축물의 기밀화의 증가 및 환기부족, 최근에는 복합 화학물질을 사용한 건축자재의 보급이 증가함에 따라 실내공기오염이 심화되고 있다. 실내오염은 외부의 오염된 공기가 실내로 유입되거나 실내에서 개인 활동 및 건축자재에서 발생하는 것으로 나눌 수 있는데 주 오염물질로는 미세먼지(PM-10, PM-2.5), 휘발성유기화합물, 폼알데히드, 라돈(Rn) 등이다. 이러한 오염물질은 건물병증후군(Sick Building Syndrome) 및 화학물질과민증(Multi Chemical Sensitivity)을 유발시켜 인간에게 신체적·정신적으로 유해한 영향을 끼친다.
- 일본의 경우 1996년 가정 내에서 장시간 거주자에게 두통, 비염, 피부병 등의 질환이 나타나는 새집증후군(Sick House Syndrome)은 일반건물의 건물증후군과 같은 개념으로 이때 사회적 문제로 크게 부각되었고, 폼알데하이드와 휘발성유기화합물(VOCs)이 가장 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다.

2.2 실내오염물질의 인체에 미치는 영향

2.2.1 실내공기와 새집증후군

- 1970년대 두 번에 걸친 오일쇼크로 인해 세계 각국에서는 냉난 방비를 줄이기 위해 건축물의 에너지 절약화가 진행되었다. 하지만, 1980년대 초반 이른바 에너지 절약 빌딩에서 현기증, 구토, 두통, 평형감각의 상실, 눈, 코, 입의 점막 손상, 호흡기 질환 등 매우 다양한 이상 증상을 호소하는 현상이 발생하게 되었다.
- 1996년 일본에서는 주거용 건물에서 화학물질에 의한 실내 공기오염이 심각한 환경 문제로 대두되었으며 이를 새집증후군(Sick House Syndrome)이라 명명하였다.
- 건축 자재나 가구 등과 같이 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 접착제, 페인트, 벽지, 바닥재 등으로부터 방출되는 폼알데하이드(HCHO)나 휘발성유기화합물(VOCs)에 기인한 실내공기 오염이 사회적으로 문제가 되고 있었으나 친환경 건축자재 등의 보급으로 많은 개선이 이루어지고 있다. 최근에는 라돈이라는 실내오염물질의 영향이 사회적 문제가 되고 있다.

<표 2.2 - 1> 실내공기오염물질의 종류 및 발생원

오염물질	발생원	비고
라돈(Rn)	지반, 물, 건축재료	
담배연기(ETS)	담배연기	
미생물(Biologicals)	카펫, 가구, 가습기, 에어컨, 침대	
연소가스(CO, NO ₂)	연료성분의 연소과정	
유기가스(Organic Gases)	페인트, 목재 보존제, 방향제 등의 유기용제	
미세먼지(Respirable Particles)	벽난로, 등유난로, 담배연기	
폼알데하이드(HCHO)	합판, 가구, 바닥재, 절연재료, 담배연기	
살충제(Pesticides)	방충제, 살균제	
석면(Asbestos)	난연성물질, 절연재료	
납(Lead)	페인트, 토양, 먼지, 음용수	

- 하루의 대부분(90% 이상)을 외부와 차단된 실내공간 내에서 생활하고 있는 현대인들은 실내오염이 실외 오염보다 오염물질에 따라 2배에서 10배 이상 높은 것을 고려할 때, 실내 오염물질에 의한 피해 정도가 실외 오염물질에 의한 피해보다 매우 심각하다고 볼 수 있다.
- 실내 오염의 주요 발생원으로는 연소과정, 실내에서의 흡연, 오염된 외부공기의 실내유입 등이 있으며, 신축주택의 경우 건축물에 사용되는 벽지, 바닥재, 페인트, 접착제 등 각종 건축 내장재로부터 VOC, 폼알데하이드 등 수 많은 유해화학물질이 발생되고 있다.
- 또한 건축물의 유지와 관리 등 일련의 과정에서 사용되는 방향제, 목재, 보존제, 왁스 등도 실내오염의 중요한 발생원이다.
- 실내에서 발생하는 주요 오염물질의 발생원 및 인체의 영향은 다음과 같다

<표 2.2 - 2> 실내공기오염물질의 종류 및 발생원

오염물질	주요 발생원	인체 영향
먼지, 중금속	실내바닥의 먼지, 생활활동	규폐증, 진폐증, 탄폐증, 석면폐증
석면	단열재, 절연재, 석면타일, 석면 브레이크, 방열재	피부 및 호흡기질환, 폐암
HC, PAHs 등	담배	두통, 피로감, 기관지염, 폐렴, 폐암
연소가스, CO, NO ₂ , SO ₂	각종, 난로, 연료연소, 가스렌지	만성 폐질환, 중추신경 영향
라돈	흙, 바위, 지하수, 콘크리트	폐암
폼알데히드	합판보드, 가구, 단열재, 소취제, 담배연기, 옷감	눈, 코, 목 자극증상, 기침, 설사, 어지러움, 구토, 피부질환, 비염, 기억력저하
휘발성유기화합물	페인트, 접착제, 스프레이, 의복, 방향제, 건축자재, 왁스	피로감, 정신착란, 두통, 구토, 현기증, 중추신경 억제
오존	복사기기, 생활용품	기침, 두통, 천식, 알레르기성 질환
악취	외부 악취물질 유입, 음식물 부패	식욕감퇴, 구토, 불면, 정신신경증

<표 2.2 - 3> 폼알데하이드의 인체영향

농도(ppm)	인 체 영 향	비 고
0.1~5	눈의 자극, 최루성, 상부기도의 자극	
1이하	눈, 코, 목의 자극	
0.25~5	기관지천식이 있는 사람에게서 심한 천식발작	
10~20	기침, 폐의 압박, 머리가 무거움, 심장박동이 빨라짐	
50~100	폐 체액의 집적, 폐의 염증, 사망, 입으로 마실 경우 구강, 목, 복부의 맹렬한 고통, 구토, 설사, 현기증, 경련, 의식불명	

<표 2.2 - 4> 휘발성 유기화합물의 발생원과 재료

발생원	주 요 재 료
건자재	파티클 보드(접착제), 화장판(접착제원료), 벽지(원료가소제), 단열재, 발포요소수지(발포제), 요소수지바인더유리섬유(접착제), 플라스틱배관(원료가소제), 도료(유기용제원료), 전분풀(곰팡이방지제), 합성접착제(유기용제원료)
생활용품	카펫(접착제원료), 가구(접착제, 방충제원료), 커튼(난연제)
난방, 주방기기	개방형석유스토브, 가스레인지(연료연소생성물), 주방(원료접착제)
공기조절기기	공기조절시스템의 덕트 내벽
일상용품	화장품, 사무용품, 접착제, 방향제, 멸균제
전자제품, 사무기기	청소기(방균제, 방충제), 복사기(유기용제)
자동차 관련	연료, 배기가스, 내장제

- VOC의 인체에 미치는 영향을 살펴보면, 벤젠은 호흡을 통해 약 50%가 흡수되며, 아주 작은 양이지만 피부를 통해 침투되기도 한다.

- 체내에 흡수된 벤젠은 주로 지방조직에 분포하게 되며, 급성중독일 경우 마취 증상이 강하게 나타나며, 호흡곤란, 불규칙한 맥박, 졸림 등을 초래하여 혼수상태에 빠진다.
- 만성중독일 경우 혈액장애, 간장장애, 재생불량성 빈혈, 백혈병을 일으키기도 한다.
- 톨루엔 또한 호흡에 의해 주로 흡입되고 피부, 눈, 목안 등을 자극하며 피부와 접촉하면 탈지작용을 일으키기도 한다.
- 또한 두통, 현기증, 피로 등을 일으키며 고농도에 노출될 경우 마비상태에 빠지고 의식을 상실하며 때로는 사망에 이르기도 한다.
- 자일렌은 성장장애, 태아독성, 임신독성 등의 영향이 있다.

2.3 실내오염물질에 대한 대책

2.3.1 환기

- 실내공기는 간헐 있을수록 질이 떨어지기 마련이므로 실내공기 오염의 가장 경제적이고 효과적인 대처 방법 중의 하나는 환기다. 여러 가지 시험을 통해 유해물질을 측정하고 결과 24시간 이상 간헐 있던 공기에서는 화학물질, CO₂와 미세먼지 등의 농도가 높게 나왔고 환기를 하자 대기농도와 같은 농도로 떨어지는 것을 확인할 수 있었다. 자연환기만 제대로 시켜도 실내공기가 오염되는 것을 막을 수 있다는 것이다. 환기에는 자연환기 외에도 환풍기나 팬 등으로 기계식 환기를 시키는 방법도 있다(대기 중 미세먼지 등 대기 오염 고려하여 환기 실시).

제 3 장 조사내용 및 방법

3.1 조사 기간

3.2 조사 지점

3.3 조사 위치

3.4 조사 대상 오염물질

3.5 조사 방법

제 3 장 조사내용 및 방법

3.1 조사 기간 : 2023. 04. 10 ~ 2023. 04. 18.

3.2 조사 지점

○ 측정대상 : 총 160세대 중 HCHO, VOCs 3지점, 라돈(Rn) 3지점

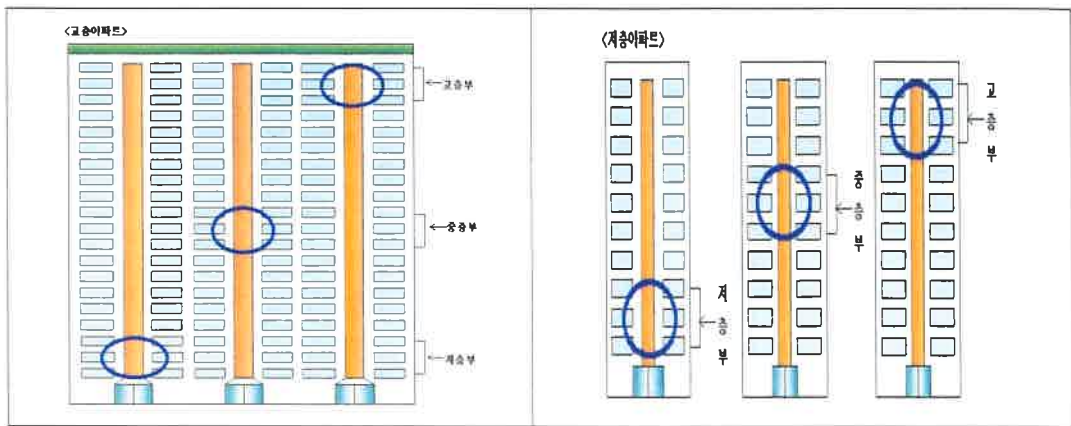
• 측정지점 : 101동 301호, 102동 803호, 103동 1401호 (3지점)

<그림1.1참조>

○ 신축공동주택 내 시료채취세대의 수는 공동주택의 총 세대수가 100세대일 때 3세대(저층부, 중층부, 고층부)를 기본으로 한다. 100세대가 증가할 때마다 1세대씩 추가하며 최대 20세대까지 시료를 채취한다. 이때 중층부, 저층부, 고층부 순으로 증가 한다. 저층부는 최하부 3층 이내, 고층부는 최상부 3층 이내, 중층부는 전체 층 중 중간의 3개 층을 의미한다(예 : 15층 건물에서 저층부는 1층~3층, 중층부는 7층~9층, 고층부는 13층~15층). 단, 공동주택이 여러 개의 동으로 구성되어 있는 경우에는 선정된 시료채취세대 수를 넘지 않도록 각 동에서 골고루 선택한다. 하나의 단지에 시공사가 여러 개인 경우는 시공사별로 구분한 총세대수에 따른 시료 채취 세대를 구분하여 선정한다.

라돈(Rn) 측정세대 선정은 공동주택의 총 세대수가 100 세대 일때 3개 세대(저층부, 중층부, 고층부)을 기본으로 한다. 100 세대가 증가할 때마다 1세대씩 추가하며 최대 12세대까지 측정한다. 이때 측정 세대는 중층부, 저층부, 고층부 순으로 증가한다. 라돈측정은 연속측정방법을 사용한다.

○ 단지가 여러 동으로 구성되어 있는 경우는 측정 지점수 내에서 각 동에서 측정한다. 또한 한 단지에 시공사가 여러 개인 경우는 시공세대로 구분하여 측정지점을 선정한다.



<그림 3.2 - 1> 공동주택 시료 측정지점

※VOCs, HCHO, Rn(라돈)(○)

3.3 조사위치

- 시료채취는 단위세대에서의 거실 중앙부에서 실시하며, 바닥면에서 1.2~1.5m 높이에서 측정한다.

3.4 조사대상 오염물질

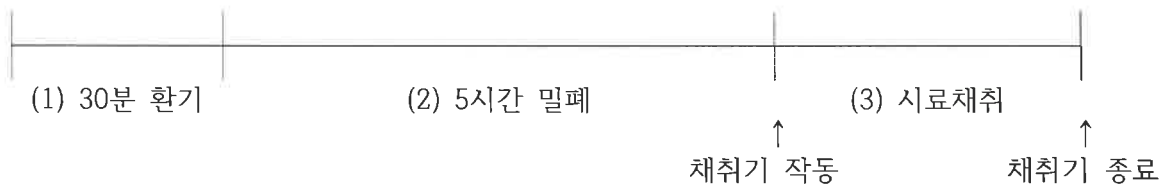
- 폼알데하이드
- 휘발성유기화합물(벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 스티렌)
- 라돈(Rn)

3.5 조사방법

3.5.1 시료채취방법

- 신축 공동주택의 단위세대의 외부에 면한 모든 개구부(창호, 출입문, 환기구 등)와 실내출입문, 수납가구의 문 등을 개방하고, 이 상태를 30분 이상 지속한다. 외부공기와 면하는 개구부(창호, 출입문, 환기구 등)를 5시간 이상 모두 닫아 실내외 공기의 이동을 방지한다. 이때, 실내간의 이동을 위한 문과 수납가구 등의 문은 개방

한다. 시료 채취는 실내에 자연환기 및 기계 환기설비가 설치되어 있을 경우, 이를 밀폐하거나 가동을 중단하고 실시한다. 시료채취 시 실내온도는 20°C 이상을 유지하도록 한다. 밀폐 후 정해진 유량으로 30분간 2회 시료를 채취한다. 라돈의 경우 48시간 측정 한다. 실내에 자연환기 및 기계 환기설비가 설치되어 있을 경우, 이를 가동 하면서 24 시간 측정한다. 측정 시 실내온도는 20°C 이상을 유지하도록 한다.



휘발성유기화합물(VOC)은 Tenax-TA, Carbotrap 300 또는 이와 동등이상의 성능을 갖는 고체흡착관을 이용하여 시료채취하거나 또는 캐니스터를 이용하여 시료 채취한다. 폼알데히드(HCHO)는 오존스크루버를 장착한 DNPH 카트리지를 이용하여 시료 채취한다.

① 폼알데하이드

㉞ 시료채취 장치

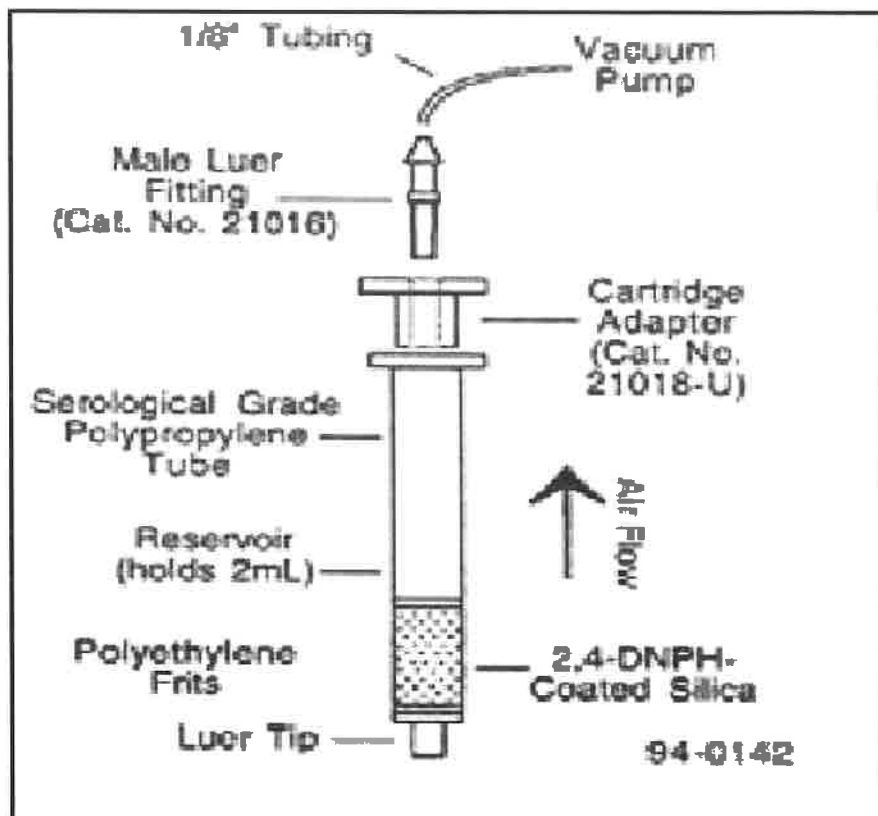
- 폼알데하이드 시료 채취는 DNPH 카트리지에 폼알데하이드로 흡착시켜 채취 하는 방법으로 구성되어 있다.



<그림 3.5 - 1> 폼알데하이드 시료채취 계통도

㉓ DNPH(2,4-Dinitrophenylhydrazine) 카트리지

- DNPH로 코팅된 카트리지는 여러 공급자들에 의해 상용화가 이루어져 있다.
- 상용화된 카트리지는 아래의 조건에 준 하거나 동등 이상의 성능을 갖추어야 한다.



<그림 3.5 - 2> DNPH 카트리지의 예

㉔ 오존 스크러버

- 오존스크러버는 고순도의 요오드칼륨(KI)으로 충전되어 DNPH와 반응하는 오존을 제거해 준다. 습도가 높은 장소에서는 사용에 주의해야 한다.

<표 3.5 - 1> DNPH 카트리지 조건

조 건	내 용	비 고
Particle size	220 ~ 250 μ m(60/100mesh)	
DNPH loading	0.29%(1mg/cartridge)	
Bed weight	약 350mg	
Capacity	전체 카르보닐 화합물의 약 75 μ g	
Background	0.1 μ g이하	

㉟ 흡인펌프

- 측정하고자 하는 유량을 정확하게 채취할 수 있어야 한다.

㊱ 유량계

- 카트리지를 통과하는 유량을 정확하게 측정하고 제어할 수 있는 장치이어야 한다.

㉞ 온습 도계

- 폼알데하이드 채취 시간 동안의 실내 온도 및 습도를 정확하게 측정할 수 있어야 한다.

㊲ 시료채취 방법

- 2, 4-DNPH(dinitrophenylhydrazine) 카트리지와 미니펌프를 사용하여 500mL/min 유량으로 30분간 시료를 채취한다. 이때 채취되는 공기의 총 부피는 22L이다.

㊲ 시료채취 기기

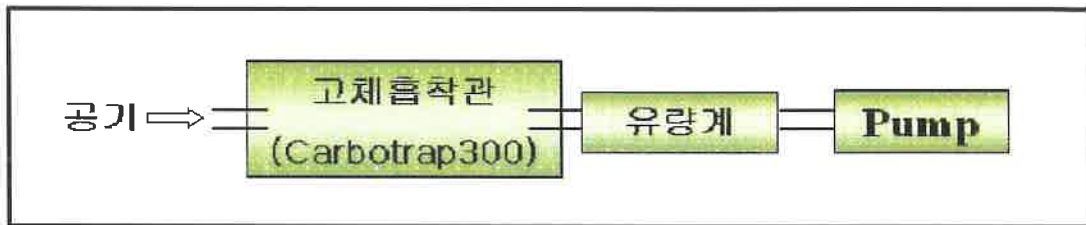
	<p>시료채취 기기명 : MP - Σ100HN</p> <p>측정범위 : 0.3 ~ 1.5 l/min</p>
<p>미 니 펌 프</p>	

<그림 3.5 - 3> 시료채취 기기

② 휘발성 유기화합물

㉑ 시료채취 장치

- 휘발성 유기화합물 시료채취 방법은 고체 흡착제에 기체가 흡착되는 것을 이용하는 방법으로 채취장치는 <그림 3.5-4>과 같이 흡착관, 흡인펌프 및 유량계로 구성한다.



<그림 3.5 - 4> 휘발성유기화합물 시료채취 계통도

㉒ 흡착관

- 흡착 관은 스테인리스강 또는 유리로 된 재질로서, 측정대상 성분에 따라 흡착제를 선택하고 각 흡착제의 파과부피 (Breakthrough volume)를 고려하여 충전한 후에 사용한다. 흡착관은 시판되고 있는 별도규격 제품을 사용할 수 있다. 각 흡착제는 반드시 지정된 최고 온도 범위와 기체유량에 따라 사용되어야 하며, 흡착관은 사용하기 전에 반드시 안정화 (Conditioning) 단계를 거쳐야 하며, 확인된 흡착관은 외부 공기로부터 오염이 되지 않도록 밀폐용 마개와 PTFE ferrules를 이용하여 막아서 보관한다. 이를 24시간 이내에 사용하지 않을 경우에는 4°C의 냉암소에서 보관하여야 한다.

㉓ 흡인펌프

- 흡인펌프는 사용목적에 맞는 용량의 펌프를 사용함을 원칙으로 하며, 유량의 안정성은 시료채취 시간동안 5%이내 이어야 한다.

㉔ 유량계

- 유량계는 시료를 흡인할 때의 유량을 측정하기 위한 것으로 적산유량계 또는

순간유량계를 사용한다. 사용하는 유량계는 정기적으로 유량교정을 실시해야 한다.

㉔ 시료채취 방법

- 고체흡착관(Carbotrap 300)과 미니펌프를 사용하여 100mL/min 유량으로 30분간 시료를 채취한다. 이때 채취되는 공기의 총 부피는 3L이다.

㉕ 시료채취 기기

	<p>시료채취 기기명 : MP - Σ30KN 측정범위 : 0.1 ~ 1.5 ℓ/min</p>
<p>미니 펌 프</p>	

<그림 3.5 - 5> 시료채취 기기

③ 라돈(Rn)

㉑ 시료 채취

가. 측정 절차

신축 공동주택에서 실내공기 중 라돈 농도 측정은 그림 2와 같은 조건이 필요하다.

- (1) 30분 환기 (2) 5시간 밀폐 (3) 48시간 측정 (4) 환기설비 가동 및 24시간 측정

(1) 환기 : 신축 공동주택의 단위세대의 외부에 면한 모든 개구부(창호, 출입문, 환기구 등)와 실내출입문, 수납가구의 문 등을 개방하고, 이 상태를 30분 이상 지속한다.

(2) 밀폐 : 외부 공기와 면하는 개구부(창호, 출입문, 환기구 등) 를 5시간 이상 모두 닫아 실내외 공기의 이동을 방지한다. 이때, 실내 간의 이동을 위한 문과 수납 가구 등의 문은 개방한다.

(3) 라돈측정 : 밀폐 후 실내 농도측정은 실내에 자연환기 및 기계환기설비가 설치되어 있을 경우, 이를 밀폐하거나 가동을 중단하고 48시간 측정한다. 측정 시 실내 온도는 20°C 이상을 유지하도록 한다.

(4) 환기설비 가동 및 측정

실내에 자연환기 및 기계 환기 설비가 설치되어 있을 경우, 이를 가동 하면서 24 시간 측정한다.

측정 시 실내 온도는 20 °C 이상을 유지하도록 한다.

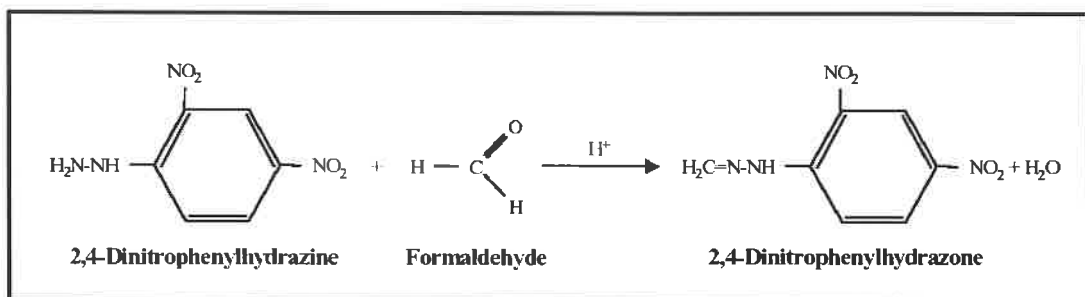
※ 환기설비 가동조건은 “건축물의 설비기준 등에 관한 규칙(국토부시행령)에 따르며 자연환기 설비는 최대 개방하고 기계 환기 설비의 경우”적정“단계로 가동하여 측정한다.

3.5.2 시료의 분석

① 분석방법

㉞ HPLC를 이용한 폼알데하이드의 분석

- 측정대상 실내공기의 일정량을 취해 2,4-Dinitrophenylhydrazine(2,4-DNPH)으로 유도체화한 후, 이 2,4-DNPH 유도체를 고성능액체크로마토그래프(HPLC)에 주입하여 자외선 흡광검출기의 흡수파장 360nm에서 검출되는 크로마토그램의 높이 또는 면적 등으로 폼알데하이드의 농도를 구한다. 반응식은 다음 그림으로 표시된다.



<그림 3.5 - 6> 폼알데하이드의 반응식

㉟ 고체열탈착 GC/MS를 이용한 휘발성 유기화합물의 분석

- 이 시험 방법은 일정량의 흡착제가 충전된 흡착 관에 시료를 채취하여 열탈착하고, 다시 저온 농축관에서 재 농축한 후, 2단 열탈착하여 고성능 캐필러리컬럼을 이용한 기체크로마토그래프에 의해 분석대상 물질을 분리하고 질량분석계(MS)로 분석하는 방법이다.

② 검량선 작성

㉞ 폼알데하이드

- 표준 원액(1000 ppm in Acetonitrile)을 희석하여 0.1~10 ppm 사이에 3~5개의 표준용액을 제조하여 검량선 작성하되, 표준용액의 농도는 미지 시료농도가 포함될 수 있는 범위로 설정한다.

- ㉔ 휘발성 유기화합물(벤젠, 톨루엔, 에틸벤젠, 자일렌, 1,4-디클로로벤젠, 스티렌)
 - 표준원액을 희석하여 0.1~1ppm 사이의 2~3개의 표준용액을 제조하여 검량선 작성하되, 각각의 표준용액의 농도는 미지 시료농도가 포함될 수 있는 범위로 설정한다.
- ③ 시료 전처리
 - ㉕ 폼알데하이드
 - 시료가 채취된 DNPH 카트리지를 SPE(고체상 추출) vacuum manifold에 장착한 뒤 일정한 유속으로 5mL의 HPLC grade의 acetonitrile로 추출한 뒤 HPLC에 주입하여 분석한다.
 - ㉖ 휘발성 유기화합물
 - 시료가 채취된 흡착관을 열탈착 장치에 장착하여 탈착, 농축 및 2단 열 탈착한 후 GC/MS에 주입하여 분석한다.
- ④ 시료의 분석조건
 - ㉗ 폼알데히드

<표 3.5 - 2> 폼알데하이드 분석조건

운 전 인 자	조 건	비 고
컬 럼	C-18컬럼(ODS, 길이 250mm×내경 4.6mm), 또는 이와 동등한 것	
이동상	20% THF containing water(A)/CH ₃ CN(B) 0~20분 : A/B = 80/20 → 40/60 20~22분 : A/B = 40/60 → 80/20	
검출기	360nm 자외선	
유 량	1.0mL/min	
시료 주입량	20μL	

㉔ 휘발성유기화합물

<표 3.5 - 3> 휘발성유기화합물 분석조건

Thermal Desorption	
Desorption temperature	300°C(realtive with sorbent)
Desorption flow	30mL/min, 22min
Focusing trap	Lip. N ₂ or sorbent
Desorption of focusing trap	325°C
Gas Chromatograph	
Injector temperature	300°C
Carrier gas	He, 1.8mL/min
Column	OV-1 capillary column(0.32mm×60m×1μm)
Temperature program	50°C(5min)-8°C/min-200°C (until all target compounds elute)
Mass Spectrometer	
Interface temperature	250°C
Ion source temperature	200°C
Ionization	Electron Ionization(70eV)
Mass range	Scan, m/z 35 to m/z 350

⑤ 분석기기 제원

㉓ HPLC(폼알데하이드)

◦ 모델명 : 1200 SERIES



<그림 3.5 - 7> HPLC 분석기

㉔ 휘발성유기화합물(GC/MS)

◦ 모델명 : GC - Clarus 609 / MASS - Clarus SQ 8T



<그림 3.5 - 8> GC/MS 분석기

제 4 장 조사 결과

4.1 분석대상 오염물질 조사결과

제 4 장 조 사 결 과

4.1 분석대상 오염물질 조사결과

4.1.1 조사결과(총괄)

① 폼알데하이드

<표 4.1.1 - 1> 폼알데하이드 측정결과

(단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

구 분		폼알데하이드		비고
등	호	측정값	권고기준	
101	301	5.0	210 이하	기준에 적합
102	803	6.2	210 이하	기준에 적합
103	1401	11.0	210 이하	기준에 적합
평 균		7.4	-	-

② 라돈

<표 4.1.1 - 2> 라돈 측정결과

(단위 : Bq/m^3)

구 분		라돈(Rn)			비고
등	호	환기시설 미가동	환기시설 가동	권고기준	
		측정값	측정값		
101	301	71.9	39.9	148 이하	기준에 적합
102	803	130.9	30.7	148 이하	기준에 적합
103	1401	83.3	18.6	148 이하	기준에 적합
평 균		95.4	29.7	-	-

③ 휘발성유기화합물

<표 4.1.1 - 3> 휘발성유기화합물 측정결과

(단위 : µg/m³)

구 분		벤젠		톨루엔		에틸벤젠		자일렌		스티렌		비고
등 호	측정값	권고 기준	측정값	권고 기준	측정값	권고 기준	측정값	권고 기준	측정값	권고 기준		
101	301	5.9	30 이하	73.6	1000 이하	7.3	360 이하	8.6	700 이하	5.8	300 이하	기준에 적합
102	803	5.8	30 이하	56.3	1000 이하	6.0	360 이하	7.0	700 이하	5.4	300 이하	기준에 적합
103	1401	6.0	30 이하	94.4	1000 이하	7.0	360 이하	9.4	700 이하	5.6	300 이하	기준에 적합
평 균		5.9		74.8		6.8		8.3		5.6		

제 5 장 부 록


5.1 실내공기질 측정기록부 사본

5.2 사진대지

5.3 실내공기질 측정대행업등록증 사본

5.4 사업자등록증 사본

실내공기질 측정기록부


① 의뢰인	상호 (기관명) (주)광신종합건설		② 의뢰내용	측정용도				
	소재지 (주소) 전남 담양군 담양읍 천변1길 3			시 설 명		오치동 979-1번지 가로주택 정비사업 신축공사		
	대표자(의뢰인) 이경노			규 모		160세대		
	관리책임자 강종원			의뢰항목		폼알데하이드 외 7 항목		
③ 시료채취	대상시설내 측정지점선정		101동 301호					
	현장 정보	측정 지점	실내기상				관련 설비 설치 / 가동 여부	
		지점1	실내온도	습 도	기류속도	실내기압	환기설비	공기정화설비
			20.8 °C	45 %	0 m/s	760 mmHg		
	채취자 의견		양호					
채취일시		2023-04-10			시료채취자	김승철 외 1인	김승철	
④ 측정분석결과	측정항목	관련기준	측정지점	측정분석값	측정시간	측정분석방법 (기기명)	비 고	
	폼알데하이드	210 µg/m³	101동 301호	5.0	13:00~14:00	2.40NPH카트리저HPLC법 C02-7545	검출한계 0.3 미만	
	벤젠	30 µg/m³	"	5.9	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.5 미만	
	톨루엔	1000 µg/m³	"	73.6	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.2 미만	
	에틸벤젠	360 µg/m³	"	7.3	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 0.6 미만	
	자일렌	700 µg/m³	"	8.6	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.0 미만	
	스티렌	300 µg/m³	"	5.8	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 0.7 미만	
	라돈	148 Bq/m³	"	71.9	"	연속측정법 MP-Σ 100KN II	환기시설미가동(04.10-04.12)	
	라돈	148 Bq/m³	"	39.9	"	연속측정법 MP-Σ 100KN II	환기시설 가동(04.12-04.13)	
분석기간		2023-04-10 ~ 2023-04-17			분석책임자	이하나	이하나	
⑤ 종합 의견			허용기준에 적합					
<p>위와 같이 측정분석결과를 사실대로 기록합니다.</p> <p style="text-align: right;">2023년 04월 18일</p> <p style="text-align: center;">상 호 : (주)이산친환경연구원 소재지 및 연락처 : 전남 담양군 담양읍 에코산단3로 30 전 화 : 061-381-7981 / 팩스 : 061-381-0981 대표자 성명 : 주 경 준</p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div>								

실내공기질 측정기록부

① 의뢰인	상호 (기관명) (주)광신종합건설		② 의뢰내용	측정용도				
	소재지 (주소) 전남 담양군 담양읍 천변1길 3			시 설 명		오치동 979-1번지 가로주택 정비사업 신축공사		
	대표자(의뢰인) 이경노			규 모		160세대		
	관리책임자 강중원			의뢰항목		폼알데하이드 외 7 항목		
③ 시료채취	대상시설내 측정지점선정		102동 803호					
	현장 정보	측정 지점	실내기상				관련 설비 설치 / 가동 여부	
		지점1	실내온도	습 도	기류속도	실내기압	환기설비	공기정화설비
			21.1 °C	42 %	0 m/s	760 mmHg		
	채취자 의견		양호					
채취일시		2023-04-10			시료채취자	김승철 外 1인	김승철	
④ 측정분석결과	측정항목	관련기준	측정지점	측정분석값	측정시간	측정분석방법 (기기명)	비 고	
	폼알데하이드	210 µg/m³	102동 803호	6.2	13:45~14:45	2,4DNPH카트리지HPLC법 C02-7545	검출한계 0.3 미만	
	벤젠	30 µg/m³	"	5.8	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.5 미만	
	톨루엔	1000 µg/m³	"	56.3	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.2 미만	
	에틸벤젠	360 µg/m³	"	6.0	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 0.6 미만	
	자일렌	700 µg/m³	"	7.0	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.0 미만	
	스티렌	300 µg/m³	"	5.4	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 0.7 미만	
	라돈	148 Bq/m³	"	130.9	"	연속측정법 MP-Σ 100KN II	환기시설미가동(04.10-04.12)	
	라돈	148 Bq/m³	"	30.7	"	연속측정법 MP-Σ 100KN II	환기시설 가동(04.12-04.13)	
분석기간		2023-04-10 ~ 2023-04-17			분석책임자	이하나	이하나	
⑤ 종합 의견			허용기준에 적합					
<p>위와 같이 측정분석결과를 사실대로 기록합니다.</p> <p style="text-align: right;">2023년 04월 18일</p> <p style="text-align: center;">상 호 : (주)이산친환경연구원 소재지 및 연락처 : 전남 담양군 담양읍 에코산단3로 30 전 화 : 061-381-7981 / 팩스 : 061-381-0981 대표자 성명 : 주 경 준</p>								



실내공기질 측정기록부

① 의뢰인	상호 (기관명)	(주)광신종합건설			② 의뢰내용	측정용도	
	소재지 (주소)	전남 담양군 담양읍 천변1길 3				시 설 명	오치동 979-1번지 가로주택 정비사업 신축공사
	대표자(의뢰인)	이경노				규 모	160세대
	관리책임자	강종원				의뢰항목	폼알데하이드 외 7 항목
③ 시료채취	대상시설내 측정지점선정		103동 1401호				
	현장 정보	측정 지점	실내기상			관련 설비 설치 / 가동 여부	
		지점1	실내온도	습 도	기류속도	실내기압	환기설비 / 공기정화설비
		지점1	20.5 °C	41 %	0 m/s	759 mmHg	
	채취자 의견		양호				
채취일시		2023-04-10			시료채취자	김승철 외 1인	김승철
④ 측정분석결과	측정항목	관련기준	측정지점	측정분석값	측정시간	측정분석방법 (기기명)	비 고
	폼알데하이드	210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	103동 1401호	11.0	14:15~15:15	2,4DNPH카트리지HPLC법 C02-7545	검출한계 0.3 미만
	벤젠	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	"	6.0	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.5 미만
	톨루엔	1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	"	94.4	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.2 미만
	에틸벤젠	360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	"	7.0	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 0.6 미만
	자일렌	700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	"	9.4	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 1.0 미만
	스티렌	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	"	5.6	"	고체흡착관 GC-MS법 BMW-100	검출한계 0.7 미만
	라돈	148 Bq/m ³	"	83.3	"	연속측정법 MP-Σ 100KN II	환기시설미가동(04.10-04.12)
	라돈	148 Bq/m ³	"	18.6	"	연속측정법 MP-Σ 100KN II	환기시설 가동(04.12-04.13)
	분석기간		2023-04-10 ~ 2023-04-17			분석책임자	이하나
⑤ 종합 의견		허용기준에 적합					
<p>위와 같이 측정분석결과를 사실대로 기록합니다.</p> <p style="text-align: right;">2023년 04월 18일</p> <p style="text-align: center;">상 호 : (주)이산친환경연구원 소재지 및 연락처 : 전남 담양군 담양읍 에코산단3로 30 전 화 : 061-381-7981 / 팩스 : 061-381-0981 대표자 성명 : 주 경 준</p> <div style="text-align: right; margin-top: 10px;">  </div>							

5.2 사진 대지

- HCHO, VOCs, Rn 측정 사진



HCHO, VOCs 측정 사진 - 101동 301호



Rn 측정 사진 - 101동 301호



HCHO, VOCs 측정 사진 - 102동 803호



Rn 측정 사진 - 102동 803호



HCHO, VOCs 측정 사진 - 103동 1401호



Rn 측정 사진 - 103동 1401호

5.3 실내공기질 측정대행등록증



등록번호 제 5 호

측정대행업 등록증

대기 수질 소음·진동 실내공기질 약취

성명 (법인의 경우 대표자)	주 경 준
상호(사업장명칭)	(주)이산친환경연구원
사업장소재지	전남 담양군 담양읍 에코산단3로 30 (전화번호 : 061-381-7981)
실험실소재지	전남 담양군 담양읍 에코산단3로 30 (전화번호 : 061-381-7981)
측정대행항목	미세먼지(PM10), 초미세먼지(PM2.5), 이산화탄소, 석면, 포름알데하이드, 총부유세균, 일산화탄소, 이산화질소, 라돈, 휘발성유기화합물, 곰팡이, 오존 (12개 항목)
등록조건	관련법률 준수


「환경분야 시험·검사 등에 관한 법률」 제16조제3항과 같은 법 시행규칙 제14조제6항에 따라 측정대행업의 등록을 하였음을 증명합니다.

2022년 1월 19일

전라남도지사



5.4 사업자등록증 사본



사업자등록증

(법인사업자)

등록번호 : 159-86-00102

법인명(단체명) : 주식회사 이산천환경연구원
 대 표 자 : 주경준

개업연월일 : 2015년 06월 11일 법인등록번호 : 204311-0030151
 사업장소재지 : 전라남도 담양군 담양읍 에코산단3로 30

본점소재지 : 전라남도 담양군 담양읍 에코산단3로 30

사업의종류 : **업외** 제조업 **종목** 액체여과시스템(지하수정수시스템)

제조 도매 및 소매업 도매 및 소매업 수출업 전문, 과학 및 기술서비스업 서비스	기초유기화학물질 과학기자재, 시약, 컴퓨터 및 주변기기 각종 관련 무역업 정수시스템및 필터, 화장품 학술연구용역 물질분석및수질검사분석, 기술시험검사및 분석
---	--

발급사유 : 훼손

사업자 단위 과세 적용사업자 여부 : 여() 부(✓)

전자세금계산서 전용 전자우편주소 :

2022년 02월 24일

북광주세무서장

