

# 환기



## <환기 방식과 계획>

### 1. 개요

환기(ventilation)란 실외로부터 청정한 공기를 실내에 공급하고, 실내의 오염 공기를 실외로 배출하여 실내 오염 공기를 제거 또는 희석하는 과정을 말한다

### 2. 환기의 목적

- (1) 열, 수증기, 냄새, 분진, 유해 물질에 의한 오염 방지
- (2) 재실자에 대한 쾌적성 증대와 위생상 유해한 위험성 방지
- (3) 산업 생산 공정에서 주변 공기 환경으로부터 제품과 주변 기기 손상 방지

### 3. 환기의 분류

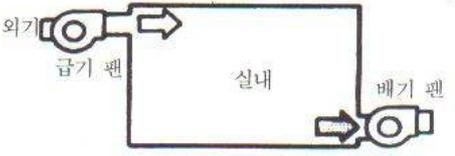
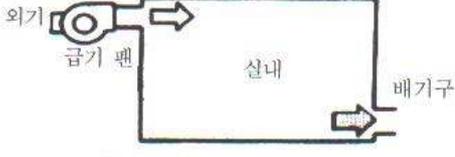
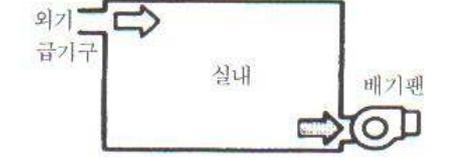
- (1) 환기 목적에 따라
  - ① 쾌적 환기(보건용 공조) : 인간을 대상으로 함
  - ② 공정 환기(산업용 공조) : 사물을 대상으로 함
- (2) 환기 방법에 따라
  - ① 자연 환기 : 바람과 온도차에 의한 환기
  - ② 기계 환기 : 1종 환기, 2종 환기, 3종 환기, 기계 장치를 통한 환기
- (3) 환기 부위에 따라

- ① 전체 환기 : 실 전체를 환기 대상 영역으로 함
- ② 국부 환기 : 오염 발생 특정 부위를 환기 영역으로 함  
(포위식, 부스식, 외부식, 레시버식)

#### 4. 기계 환기와 자연 환기

##### (1) 기계 환기

- ① 외기 조건과 상관없이 재실자의 요구와 오염 정도에 따라 환기율 조절
- ② 냉난방 설비와 연계하여 공기 환경을 효과적으로 제어할 수 있다.
- ③ 공간적 제약으로 자연 환기가 어려운 곳, 열이나 오염 물질의 발생 농도가 높은 곳, 공기 환경에 민감한 곳에서는 기계 환기가 필수

1 종 환 기		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 강제급기+ 강제배기</li> <li>- 급기, 환기량의 변화로 실내압(+), (-) 조절</li> <li>- 일반공조, 기계실, 공장 등 광범위하게 사용</li> <li>- 공조 설비중에 포함하여 병행 사례 많음</li> </ul>
2 종 환 기		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 강제급기+ 자연배기</li> <li>- 실내 정압(+) 유지</li> <li>- 오염 공기 침입 방지</li> <li>- C/R, 무균실, 반도체공장, 무진실 등</li> <li>- 소방 설비의 제연설비(급기가압방식)</li> </ul>
3 종 환 기		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자연급기+ 강제배기</li> <li>- 실내 부압(-) 유지</li> <li>- 실내서 발생한 유해가스나 오염 물질의 외부 유출 억제</li> <li>- 화장실, 주방, 유해가스발생공장, 원자로실 외</li> </ul>

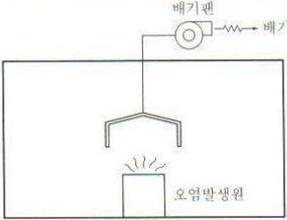
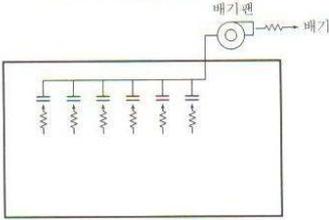
##### (2) 자연 환기 (4종 환기)

- ① 자연 급기+ 자연 배기
- ② 자연 바람이나 실내, 외 온도차에 의한 환기
- ③ 외기 기상 조건의 변화에 영향을 받으므로 환기량 제어가 어렵다

④ 항상 일정한 환기량이 요구되는 곳은 적용 불가

## 5. 국부 환기와 전역 환기

### (1) 국부 / 전역 환기 방식 비교

구분	국 부 환 기	전 역 환 기
구성		
요소	후드→배기덕트→(정화장치)→배기팬	배기그릴→배기덕트→배기팬
방식	실내의 오염물질을 후드를 사용하여 집중 배기하는 방식	실내 오염물질을 배기그릴 및 배기팬을 이용하여 전체 공기를 환기하는 방식
환기 풍량	적다	많다
반송 동력	적다	크다
오염 확산	적다	있다
환기 대상	오염원, 발생원	전체공간, 인체(재실자)
설치 공간	적다	크다
공사비	적다	많이 소요
적용	연구소, 실험실, 주방, 탕비실 외	일반 공조건물, 기계실, 전기실, 정화조 외
주의 사항	<ul style="list-style-type: none"> <li>-오염원의 특성에 맞는 팬, 덕트 재질 선정(필요시 STS, PVC, FRP 등)</li> <li>-주변 기류환경 및 실내 음압 형성으로 국소환기 효율 향상 도모</li> <li>-오염원의 특성에 맞는 후드 형상 및 포집, 확산 방지대책 수립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-배기구는 가능한 한 오염원 주위 설치</li> <li>-급배기구 적정 이격거리 확보 필요 (재유입 방지)</li> <li>-실 용도 및 오염원 특성에 따라 적정 실내 압력상태(+, -) 유지</li> <li>-특정 오염원에 대하여는 칸막이 구획 처리하거나 국부 환기 병행이 효과적</li> </ul>

### (2) 국부 환기 후드의 종류

- ① 포위식 : - 커버형  
- 장갑부착 상자형



오염물질 허용 농도 (P <sub>a</sub> )	먼지		0.15mg/m <sup>3</sup>
	이산화탄소	사람	0.001m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (1000ppm)
		연소기구	0.005m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (5000ppm)
	담배 연기		0.017(g/h) / (m <sup>3</sup> /h)
	일산화탄소		1×10 <sup>-5</sup> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (10ppm)

(2) 발열량 제거

$$Q = \frac{H_s}{C_p \cdot r \cdot (t_i - t_o)} = \frac{H_s}{0.288 (t_i - t_o)}$$

여기서,  $H_s$  : 발열량(현열)(kcal/h)  
 $C_p$  : 정압비열(kcal/kg°C)  
 $r$  : 비중량(kg/m<sup>3</sup>)

(3) 수증기 제거

$$Q = \frac{W}{r \cdot (X_i - X_o)} = \frac{W}{1.2 (X_i - X_o)}$$

여기서,  $W$  : 수증기 발생량(kg/h)  
 $X_i, X_o$  : 허용실내 절대습도, 신선외기 절대습도(kg/kg')  
 $r$  : 비중량(kg/m<sup>3</sup>)

(4) 환기 횟수

①  $n = Q \div V$

여기서,  $n$  : 환기 횟수 (회/h)

$Q$  : 소요 환기량 (m<sup>3</sup>/h)

$V$  : 실내 체적 (m<sup>3</sup>)

② 사용 실별 적정 환기 횟수 (개략치)

구 분	환 기 횟 수
영업용 주방	40~60회/h
화장실	5~10회/h(사무실건물), 10~15회/h(극장, 학교)
보일러실, 변전실	10~15회/h
사무실	5~7회/h
주택	0.7회/h (~3회/h)

## 8. 결론

- (1) 실내 공기 조건 및 용도에 적합한 환기 계획 선정 필요
- (2) 에너지 절약 및 실내 공기 오염을 최소로 하기 위한 적절한 국소 배기 병행과 적정 환기량 준수 등 효율적 설비 운용 절실

# <지하 공간의 환기>

## 1. 개요

- (1) 지하 공간은 “경제적 이용이 가능한 범위 내에서 지표면 하부에 자연적으로 형성되었거나 또는 인위적으로 조성한 일정 규모의 공간 자원이다.
- (2) 실내 공기 환경이나 여건이 지상과는 매우 차이가 나므로 지하 공간의 용도나 특성에 적합한 환기 계획이 대단히 중요하다.

## 2. 지하 공간의 환경 특성

### (1) 환경 인자의 특성

환경인자	특 징	제어방법
열	지중의 열용량 증대, 단열 및 축열 효과	냉각, 가열, 환기
환기	자연 환기 곤란, 기계 환기 동력비 증가	환기량 제어
습도	다습, 습기에 의한 기기, 마감재 손상 가능성	제습기
일조, 일사	영향이 없다(외피 부하 없음)	
분진, 가스, 냄새	환기 부족시 실내 오염 급증	배출, 희석
소음	외부 소음 차단 효과 큼, 내부 전화 감쇄율 적다	조정, 격리, 방음
물	지하 출수, 결로수 자연 배수 곤란	방습, 환기, 배수
바람	태풍 등 재해에 대해 안전	
채광, 조명	자연 채광 어려움	인공조명
조망	조망 없음, 심리적 매몰감, 공포감	조명, 대공간

### (2) 지하 공간 환기 계획시 주의 사항

- ① 지중의 열환경 특성(단열, 축열, 지중열)을 고려한 적절한 환기 계획
- ② 높은 습도로 인한 기기, 마감재 손상 없도록 환기, 제습 대책 강구
- ③ 밀폐 공간의 특성상 화재시 제연 대책, 피난 대책 중요
- ④ 주로 전외기 환기로 운영되므로 에너지 절감 대책 강구  
(폐열회수장치, 저온의 침출수나 지열을 이용한 냉난방 등)

- ⑤ 공기 오염 물질 확산시 지하 공간 전체가 빠른 시간내 오염되고 환기에 많은 동력이 소요되므로, 실별 적정 압력 상태 설계와 국부 환기의 적극적인 적용이 필요
- ⑥ 지하 공간의 심리적 압박감을 경감할 수 있는 공간 설계와 설비 계획 검토 (대공간, 선큰, 향공조, 녹색조경, 자연채광...)

### 3. 지하 상가의 환기

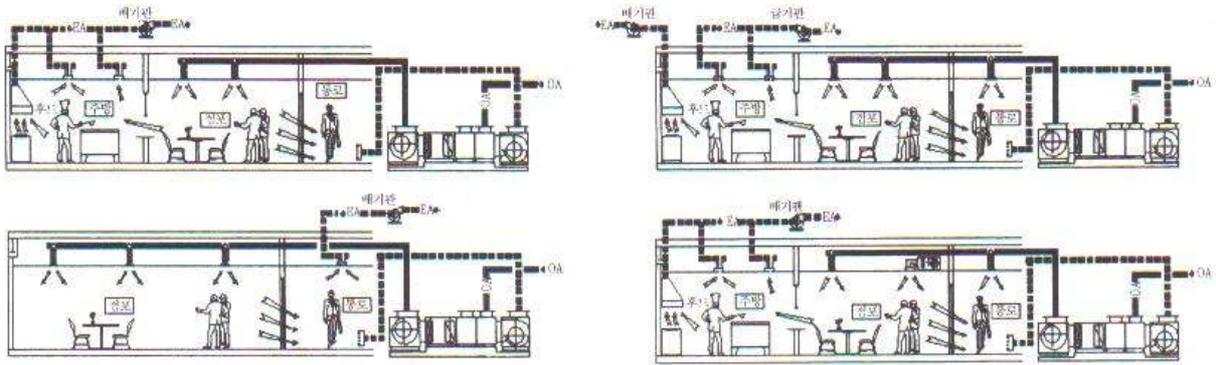
#### (1) 지하 상가 부하의 특성

일반적인 지하 공간의 열환경이나 부하 특성 이외에,

- ① 부하 대부분은 내부 발열(유동 인구, 조명, 주방 발열)과 외기 도입에 따른 외기 부하임
- ② 현열비가 0.6 안팎으로 매우 적다. 제습과 재열 필요
- ③ 동절기에는 난방 부하와 내부 발열이 거의 비슷 (때로는 냉방 필요)
- ④ 부하 변동은 이용객수에 좌우되며, 음식점의 배치 상태가 환기 계획에 많은 영향을 준다.
- ⑤ 대부분 도심지에 위치하여 도입되는 외기 상태가 열악한 편 (도입 외기중의 먼지, 자동차 매연 등의 필터링 장치 고려)
- ⑥ 점포별 영업시간이나 열부하의 편차가 심해 부하 대응성이 환기 설계시에 고려되어야 함

#### (2) 지하 상가의 공조 방식

- ① 통로와 점포 부분은 다른 계통으로 하는게 좋다
- ② 송풍량에 비해 덕트 설치 공간이 협소하므로 수공기 방식의 적절한 조합이나 별도의 냉난방 설비 병행 고려
- ③ 음식점의 경우 풍량 비란상과 주방 배기열 해소 방안에 주의
- ④ 점포 영업시간이 다르므로 점포별 온도 제어 가능해야 함
- ⑤ 지하철이나 지하주차장, 빌딩의 지하 공간과 연결된 경우 출입구에 적절한 차단 조치(건축적, 설비적) 강구



(3) 지하 상가 실내 공기질 기준

환기량	음식점 : 45m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	일반 점포 : 40m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h
환기 횟수	영업용 주방 : 60회/h	비영업용 주방 : 40회/h
실내공기질 기준	이산화탄소 : 1000ppm 일산화탄소 : 10ppm (주차장 부위는 25ppm) 부유 분진 : 0.15mg/m <sup>3</sup> 상대 습도 : 40~70% 기류 속도 : 0.5m/s	

4. 지하철의 환기

(1) 지하철의 환기 대상

① 열부하

- ㉠ 정거장내 조명, 설비 기기 열부하
- ㉡ 승객 등 유동 인구에 의한 열부하
- ㉢ 열차 운행에 따른 열부하 (터널 열부하)
  - 터널 벽체를 통한 지중열 교환
  - 열차 주행, 가속 또는 제동시 발생하는 열
  - 보조 전기 기기(제어회로, 전기 기기)에서 발생하는 열
  - 차량 냉방 장치에서 발생하는 열
- ㉣ 환기를 위해 도입되는 외기에 의한 열부하

- ② 먼지, 오염 물질 등의 배출을 위한 환기 부하
- ③ 화재시 배연 기능(연소 가스 배출 및 피난을 위한 신선 외기 도입)

(2) 지하철 열부하의 특성

- ① 열차풍의 영향으로 기류, 압력, 온도 등 공기 환경의 유동이 심하다
- ② 열차풍은 직진성이 강하고 잔류기류가 발생
- ③ 열차, 승객의 발열이 일정치 않고 시간대별 변화가 크다
- ④ 현열비(SHF)가 높다
- ⑤ 구역별(터널, 승강장, 대합실, 전산실 등) 열부하의 특성이 확연하다

(3) 지하철 터널의 환기 방식

① 터널 환기 계획시 고려 사항

- 야간 또는 중간기 외기 도입으로 지중열 축열 방지와 흡열 기능 회복
- 정거장내 열차풍 영향 최소화
- 절대적 영향을 미치는 열차풍을 고려한 급배기 배치
- 화재시나 열차 고장으로 인한 정차시 배연, 환기 기능 고려 (송풍기 역회전 가능토록 설계 등)

② 자연 환기와 기계 환기

자연 환기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 압력, 온도차에 의한 환기로 필요 환기량 확보 어렵다</li> <li>• 환기구 설치 수량 증가로 도심지 위치 확보 곤란 및 공사비 증가</li> <li>• 비상시(화재 등) 대처 불가</li> </ul>
기계 환기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환기 효과가 좋고 비상시 대처가 용이</li> <li>• 환기구 수량 감소, 초기 설비비 및 송풍기 동력비 증가</li> </ul>
복합 환기	자연 환기 + 기계 환기

③ 터널 환기 방식

구분	개 요	특 징
단 선		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 송풍기 기류 방향과 열차 진행 방향 일치</li> <li>- 열차에 의한 피스톤 효과 크게 발생</li> <li>- 주행방향 전면에는 양압, 후면에는 부압</li> <li>- 섬식 승강장(정거장)</li> </ul>
복 선		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기류 방향이 수시로 바뀐다</li> <li>- 강제 급배기 실시(터널 양단 배기)</li> <li>- 피스톤 효과가 단선보다는 적다</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 강제 배기팬(중간)+ 자연급기구(양단)</li> <li>- 비상시 제연팬 별도 설치</li> <li>- 운전비 절감, 팬소음 승강장 전달량 감소</li> </ul>

#### (4) 정거장의 환기

##### ① 정거장 환기 계획시 고려사항

- 일반적인 냉난방 기준은 관련 법규 및 지하공간 기준에 준함
- 실 용도별 부하 특성이 다르므로 별도 계통을 분리  
(승강장, 대합실, 사무실(매표실), 전산실, 기계실, 물탱크실...)
- 제연 겸용에 따른 덕트 구성 및 팬 용량 선정

##### ② 대합실, 사무실

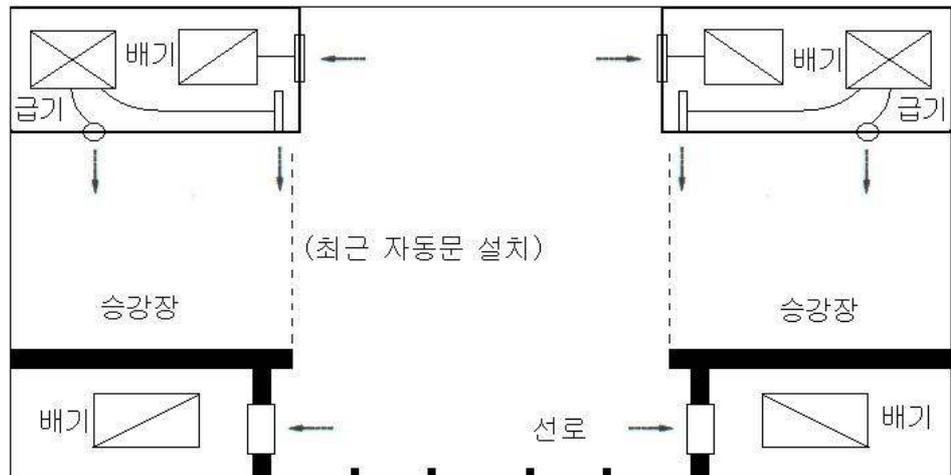
- 중앙식 정풍량 공조 방식
- 중간기 외기 냉방
- 필요시 별도 냉난방기 설치(전산실, 직원 사무실 등)
- 에너지 절약을 위해 일부 실내 공기 재순환 가능

##### ③ 승강장

- 중앙식 정풍량 공조 방식
- 중간기 외기 냉방
- 승강장 전부하의 70~80%는 열차 부하

(근래에는 선로쪽 경계에 자동 차단문 설치하여 격리)

- 승강장 선단 급기(에어커튼), 승강장 하부+ 천정 측면 배기가 일반적



## 5. 지하 주차장의 환기

### (1) 지하주차장 환기의 목적

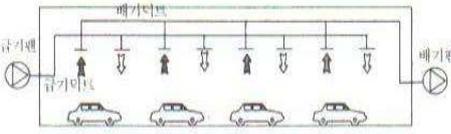
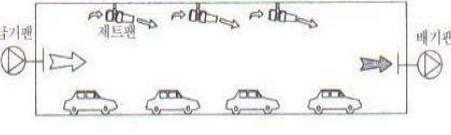
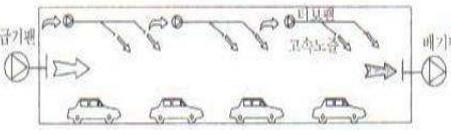
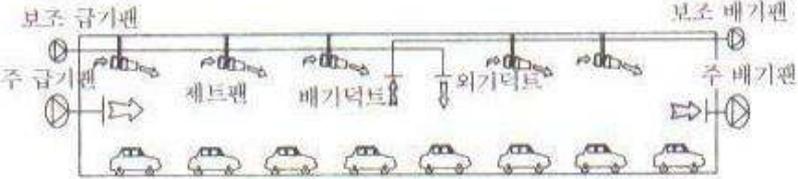
- ① 자동차 배기 가스 및 유해물질 제거
  - 일산화탄소(CO) 배출
  - 엔진 오일 및 배기 가스 배출
  - 질소 산화물, 매연 배출(경유차의 경우)
- ② 습공기 배출에 의한 결로 방지
- ③ 신선 외기 도입으로 쾌적하고 위생적인 시설 유지

### (2) 지하주차장 공기 환경 기준

- ① 일산화탄소(CO) 50ppm 이하 : 8시간 평균, 주차장법 시행 규칙
- ② 허용치 이내로 CO 농도를 유지할 경우 다른 오염 물질도 만족할 만한 수준으로 제어된다고 알려져 CO 농도로 기준하는 것이 일반적
- ③ 용도별 지하주차장 환기 횟수 추천치

- |                |                  |
|----------------|------------------|
| • APT : 1~3회/h | • 호텔 : 7~10회/h   |
| • 사무실 : 5~7회/h | • 백화점 : 10~15회/h |

### (3) 주차장 환기 방식 종류

덕트 방식		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 급기팬+ 급배기 덕트</li> <li>• 치환 환기 효과, 환기 효율 좋다</li> <li>• 덕트 설치 공간 필요, 설치비 비싸다</li> <li>• 팬 동력이 크고 유지비(전력)가 크다</li> <li>• 부분적인 정체 유발 가능성 주의</li> <li>• Conventional system이라고도 함</li> </ul>	
희석 방식	제트팬 방식		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ductless Fan 방식이라고도 함</li> <li>• 급기팬→제트팬→공기 흐름 형성→배기팬</li> <li>• 전체적인 희석 환기, 유인 효과 이용</li> <li>• 가장 경제적이어서 많이 사용</li> <li>• 덕트 불필요, 설치 및 시공 간단, 시공비 저렴</li> <li>• 오염 물질 배출 시간 다소 소요</li> <li>• 유인팬 근처 소음과 빠른 풍속으로 불쾌감</li> <li>• 제트팬 설치 위치와 방향이 결정적 요인</li> </ul>
	고속노즐 방식		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Drivent, Air jet, Econozzle 이라고도 함</li> <li>• 급기팬→고속노즐→기류 형성→배기팬</li> <li>• 전체적인 희석 환기 효과 양호</li> <li>• 시공성 양호, 덕트 소구경, 설치 면적 적다</li> <li>• 오염 물질 배출시간 짧다</li> <li>• 벽면 결로 방지 용이</li> <li>• 초기 투자비, 유지비 양호</li> <li>• 제트팬 방식에 비해 덕트 설치, 층고 불리</li> </ul>
덕트+ 희석 병용 방식	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 주차장이 클 경우</li> <li>• 유인에 의한 오염치 초과 방지</li> </ul>		

## 6. 도로 터널 환기

### (1) 개요

도로 터널의 환기는 터널내 차량 배출 가스를 배출시켜 오염 물질의 농도를

허용 수준 이하로 떨어뜨려, 운전자의 운전 환경과 유지보수를 위한 작업자의 작업 환경을 확보하는 것을 목적으로 함

(2) 터널 환기 계획

① 유해 물질의 종류

㉠ 입자상 물질

- 매연, 분진과 같이 가시 거리에 영향을 미침
- 주로 디젤 자동차에서 발생
- 매연 투과율 (일본 기준)

차량속도 60km/h 이하	매연 투과율 40% 이상	100m 기준
차량속도 80km/h 이상	매연 투과율 50% 이상	

㉡ 가스상 물질

- CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, 탄화수소(HC) 등
- CO를 환경 지표의 기준으로 사용

정체가 없는 경우	100~150ppm	설계시 100ppm 적용
정체가 심한 경우	150~200ppm	

② 길이가 길고 교통량이 많은 경우 기계 환기가 필수적

③ 환기 설비 및 급,배기 계획인 터널 건설 계획의 매우 중요한 요소임

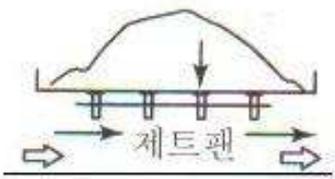
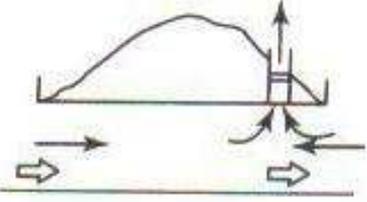
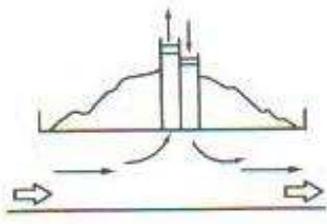
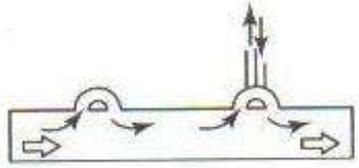
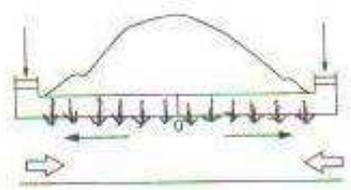
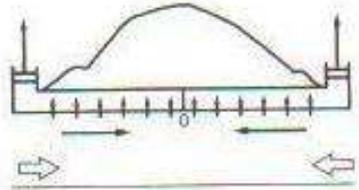
- 터널 단면 형상, 본체 구조 결정시 설계 반영
- 환기탑 설치 등으로 기본 계획시 노선 결정에도 영향
- 교통 방식, 주변 환경 영향, 방재, 지반 상태 등을 종합적으로 고려하여 경제적이고 효율적인 환기 설비 계획 수립

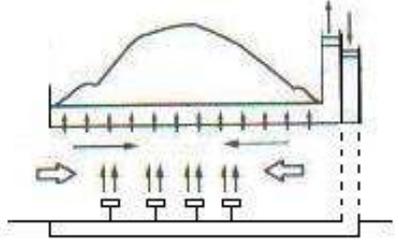
④ 터널 환기량 설계시 고려 요소

- 차종, 차종 구성 비율
- 교통량 (대/km.line)
- 차량 속도, 가속도
- 표고, 터널 기울기

(3) 터널 환기 방식별 특징

① 기계 환기

구 분	개 요	특 징
종 류	제트팬 식 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 별도의 덕트가 없어 시설비 저렴</li> <li>- 교통 환기력을 최대한 이용(에너지 효율 우수)</li> <li>- 터널 단면을 비교적 작게 할 수 있음</li> <li>- 제트팬 작동 소음이 큼</li> <li>- 출구쪽은 오염물질 농도가 높음</li> <li>- 일반적으로 2km 이내의 터널에 적용</li> <li>- 차량 방향과 공기 흐름 반대일 경우 곤란</li> </ul>
	집중 배기식 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통 환기력과 배기팬에 의해 환기</li> <li>- 교통 흐름과 상반되는 곳이 일부 생김</li> <li>- 출구쪽 배기 대신 입구쪽 급기 방식도 있음</li> <li>- 입, 출구 부근의 공기 환경은 양호</li> </ul>
	수직갱 급배기 식 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교통 환기력 유효하게 이용 가능</li> <li>- 주로 장대 터널에 적용</li> <li>- 수직 갱도 굴착, 대형 팬 설비비가 큼</li> <li>- 일방향 통행에 적합</li> </ul>
	집진기 방식 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 외부 환경오염 관리가 요구되는 도심터널에 적합</li> <li>- 매연, CO 처리 가능</li> <li>- 지반고가 높은 산악 지형에서도 경제적</li> <li>- 화재시 적응력 열세</li> <li>- 수직갱 급배기식과 조합하여 사용도 함</li> </ul>
	급기 반횡류 식 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 덕트 설치 공간 필요(횡류식보다는 적음)</li> <li>- 터널내 기류 분포 균일한 편</li> <li>- 교통 환기력의 이용 효과 미미</li> <li>- 터널 입구 방향으로 기류 형성</li> </ul>
	배기 반횡류 식 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 입, 출구 부근의 오염물질 배출량 감소</li> <li>- 차도내 부분적으로 고농도 부위 형성(중성대)</li> <li>- 입, 출구 쪽에서 신선 외기 유입</li> <li>- 양쪽 배기, 구간별 급기(1/2) + 배기(1/2) 방식으로도 변형하여 적용(터널 길이에 따라)</li> </ul>

<p>횡류식</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>-터널 환기 방식중 가장 오래된 방식</li> <li>-시설비,토목공사비,유지관리비 가장 고가</li> <li>-2km 이상 터널 적용</li> <li>-화재시 배연이 용이</li> <li>-차도부에 급기, 천정부에 배기 실시</li> <li>-전체 구간에서 급,배기량이 균일토록 주의</li> </ul>
------------	---	---

② 자연 환기

- 외기 조건에 의한 <자연풍>과 차량에 의한 <피스톤 효과>만으로 터널내 환기가 가능한 경우 적용
- 일반적으로 500m 이내의 소형 터널에 적용
- 판단 조건

$$P_n + P_f < P_p \dots\dots\dots \text{자연 환기 가능}$$

$$P_n + P_f > P_p \dots\dots\dots \text{자연 환기 불가능}$$

여기서,  $P_n$  : 자연풍에 의한 환기 저항

$P_f$  : 터널내 형성 기류에 대한 마찰 저항

$P_p$  : 교통 환기력 (차량에 의한 피스톤 효과)

# <산업 환기>

## 1. 산업 환기의 목적

- (1) 생산 활동에 수반하여 발생하는 유해물질이나 열, 작업 환경을 악화시키는 물질을 작업 공간에서 신속하게 제거
- (2) 생산 공정중에 노출되어 있는 작업자의 호흡역을 청정한 상태로 유지

## 2. 공장내 발생하는 오염 물질의 종류

- (1) 기체상 물질
  - ① 가스 형태 : 아황산가스(SO<sub>2</sub>), 질산화물(NO<sub>x</sub>), 일산화탄소(CO), 오존(O<sub>3</sub>), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 외
  - ② 증기 형태 : 벤젠이나 톨루엔 등의 유기용제류 외
- (2) 액체상 물질
  - ① 미스트(mist)와 포그(fog) 형태
  - ② 오일 미스트(oil mist)가 대표적
- (3) 고체상 물질
  - ① 먼지(dust)와 흙(fume) 형태
  - ② 고체 덩어리의 파쇄, 연마, 마찰 등의 과정에서 미립자 부유

## 3. 공기 환경 기준

- (1) 노출량
  - ① 유해 물질의 건강상 장해 정도는 <노출 시간>과 <농도>에 의해 결정
  - ② 노출량 (D) = 농도 (C) × 노출 시간 (T)
- (2) 허용 농도
  - ① 유해 물질의 농도가 특정 수치 이하일 경우 반복적으로 노출되어도 거의 모든 작업자들에게 영향을 주지 않는 농도
  - ② 사람에 따라 개인차가 있으므로 허용 농도를 그대로 환경 기준치로 삼으면 안됨

③ ACGIH(미국 노동위생 전문관 회의)의 허용 농도 분류

1시간 가중 평균농도 (TVL-TWA)	1일 8시간 정규 노동시간중의 시간 가중 평균 농도
단시간 노출 허용농도 (TVL-STEL)	15분 이내의 단시간에 노출되더라도 특별한 장애가 발생하지 않는 농도
최고 허용농도 (TVL-C)	순간적이라도 기준값을 초과해서는 안되는 농도

(3) 작업 환경 측정

① 산업안전보건법에서 정한 유해 요인 발생 작업장은 1년에 2회 이상 의무적으로 작업 환경 측정

② 분류

측정 시간에 따라	순간 측정	1~2분 정도	예비조사, 발생원 조사시 적용
	단시간 측정	15분~1시간	
	장시간 측정	6시간 이상	
측정 지점에 따라	개인 시료	근로자의 호흡 위치	가장 정확
	장소 시료	작업장 특정 위치	

**4. 산업 환기 계획시 주의 사항**

- (1) 오염 물질의 특성이나 종류가 복잡하고 작업장 생산 공정에 대한 지식이 요구되는 바, 반드시 관련 전문가의 참여가 필요
- (2) 오염 물질의 유해성, 지속적이고 광범위한 노출로 인체 피해를 줄 우려가 크므로, 관련 법규의 기준치와 조항을 엄격히 준수
- (3) 배출 물질의 종류에 따라 배기 처리 장치를 통해 처리후 배출
- (4) 소량이라도 악취, 소음으로 민원 발생시 대외 이미지는 물론 민원 해결에 많은 어려움이 따르므로 철저히 관리
- (5) 생산 공정의 가동 시간이 중단되지 않도록 환기 시설의 안정성 확보  
(용량 여유, STAND-BY 설비 고려, 유지 보수성 및 내구성 중시)
- (6) 국소 배기 시설의 적극 적용으로 공기 개선 효율 증대 및 에너지 절감

# <다중이용시설의 실내공기질 관리>

## 1. 개요

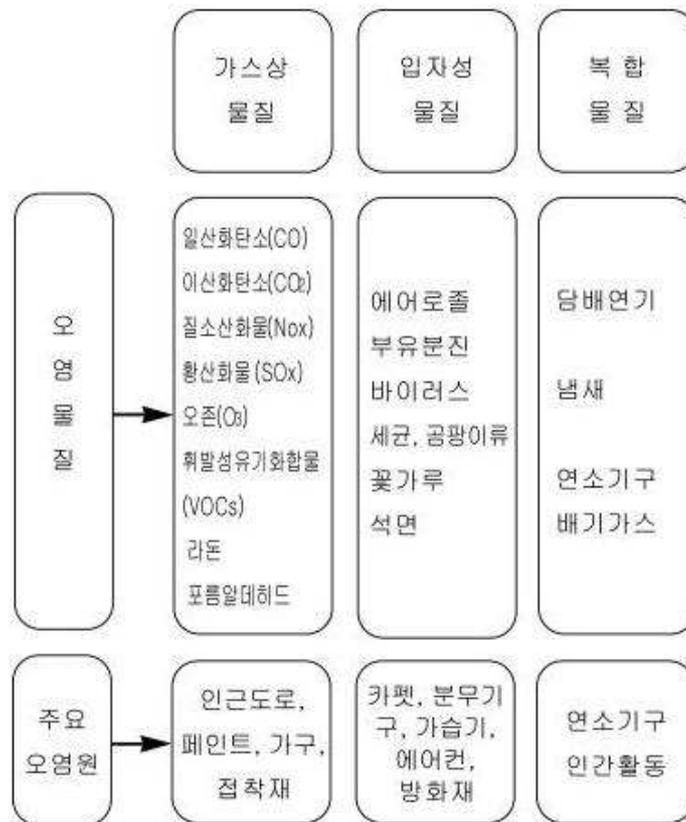
### (1) 관련 법규

- ① 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법/시행령/시행규칙 (환경부)
- ② 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 (국토해양부)

(2) 국민의 건강을 보호하고 환경상의 위해를 예방하기 위하여 관련 법규에 준한 적합한 실내공기질 관리와 효율적인 환기설비 계획이 필요함

## 2. 실내공기 오염물질과 오염원인

### (1) 실내공기 오염물질과 오염원



실내공기 오염물질과 오염원

### (2) 실내공기 오염원인

- 오염물질의 발생원 : 실내와 외부, 설비시스템에서 오염물질이나 불쾌감의 원인이 되는 요소가 존재할 경우
- 공기조화 설비 : 공기조화 설비가 오염원이나 온도, 습도 조건의 제어에

부적절한 경우

- 오염물질 이동경로의 상존 : 여러 가지 오염원이 재실자와 연결되는 경로가 존재하거나 이러한 경로를 통하여 오염물질의 이동이 발생한 경우

### 3. 실내공기질 관리 방법

오염 발생원의 제거/격리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 오염물질 발생원(건축마감재, 재실자 등)의 제거</li> <li>• 현실적으로 발생원의 완전 제거나 격리는 어려움</li> </ul>
오염발생원의 성질 변화	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 물리적 방법 : 가열, 압축....</li> <li>• 화학적 방법 : 화학반응에 의해 무해화시킴 (2차오염 위험성 검토 필요)</li> </ul>
공기정화 장치에 의한 오염물질 제거	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공기청정기 등을 이용한 필터링이나 흡수/흡착 등의 방법으로 오염물질 제거</li> <li>• 제거 오염물질이 한정적이고, 오염물질별로 특성에 적합한 제거방법 필요</li> </ul>
환기에 의한 희석/제거	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 실내공기 배출 및 신선외기 도입 등 환기를 통해 실내공기 중 오염물질의 희석과 제거</li> <li>• 오염물질 제거 성능이 확실하고 가장 실용성 있는 방법임</li> <li>• 제습, 실내온도 조절, 탈취, 제진 등의 부수적인 효용성도 지님</li> </ul>

### 4. 실내 공기질 관리법 적용 대상

- 지하역사, 지하도상가
  - 일정규모 이상의 여객,공항/항만/철도역사 등의 대합실
  - 도서관, 미술관, 박물관
  - 의료기관(병상수 100개), 노인의료복지시설, 장례식장, 찜질방, 산후조리원
  - 실내주차장(기계식 제외)
  - 국공립 및 민간 보육시설(430㎡ 이상)
  - 신축 공동주택(100세대 이상)
  - 목욕장(1천㎡ 이상)
- ※ 각 대상별 세부 면적 기준이나 시설 규모는 관련 법규 참조

### 5. 실내공기질 관리 기준

- ① 실내공기질 관리에 관한 소정의 교육을 받아야함

- ② 오염물질방출(포름알데히드와 휘발성유기화합물) 건축자재를 사용해서는 안됨 (접착제와 일반자재로 나누어 규정)
- ③ 다중이용시설 실내공기질 관리 항목 및 기준

구 분		단위	지하역사,터미널, 도서관,목욕장외	의료기관류, 보육시설	실내주차장
유 지  기 준	미세먼지(PM10)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 이하	100 이하	200 이하
	이산화탄소(CO <sub>2</sub> )	ppm	1,000 이하		
	포름알데히드(HCHO)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 이하		
	총부유세균	CFU/m <sup>3</sup>	-	80 이하	-
	일산화탄소(CO)	ppm	10 이하		25 이하
권 고  기 준	이산화질소(N <sub>2</sub> O)	ppm	0.05 이하		0.3 이하
	라돈(Rn)	pCi/l	4.0 이하		
	휘발성유기화합물(VOC)	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 이하	400 이하	1,000 이하
	석면	개/cc	0.01 이하		
	오존	ppm	0.06 이하		0.08 이하

## 6. 환기설비 설치 기준

### (1) 필요 환기량

구 분		필요환기량(m <sup>3</sup> /인.h)	비 고	
다 중 이 용 시 설	지하 시설	지하역사	25 이상	
		지하도상가	36 이상	매장(상점) 기준
	문화 및 집회시설		29 이상	
	판매 및 영업시설		29 이상	
	의료시설		36 이상	
	교육연구 및 복지시설		36 이상	
	자동차 관련 시설		27 이상	지하주차장 등
	그 밖의 시설		25 이상	찜질방, 산후조리원 등
공 동 주 택		0.7회/h 이상	시간당 환기횟수	

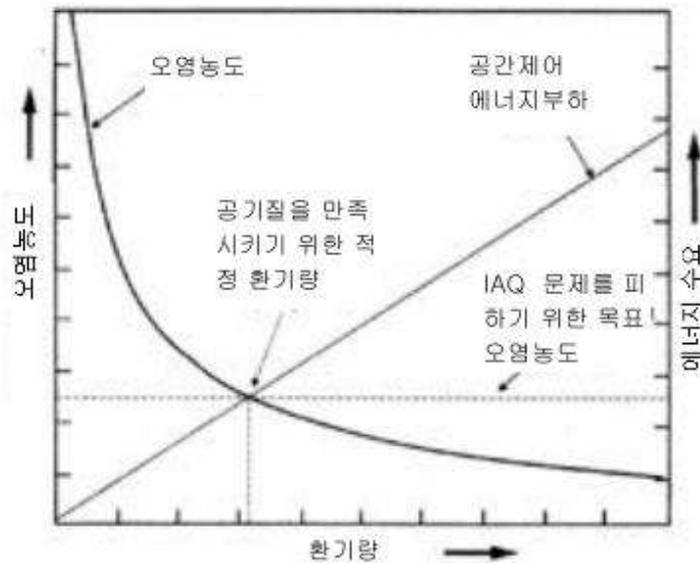
(2) 실내공기 환기 설비 종류

- ① 자연환기설비 : 환기성능에 대한 지방건축심의위원회 심의 필요
- ② 기계환기설비 : 1종, 2종, 3종 환기방식
- ③ 혼합형(하이브리드) 환기설비 : 자연환기+ 기계식 환기설비

(3) 세부 설치 기준

- 외기 도입구에 오염물질 제거/여과장치 설치(포집효율 60% 이상)
- 공기 흡입구와 배기구는 적정 거리 이격

**7. 환기량과 오염물질의 농도**



환기량에 따른 실내 오염물질 농도의 변화

**8. 결론**

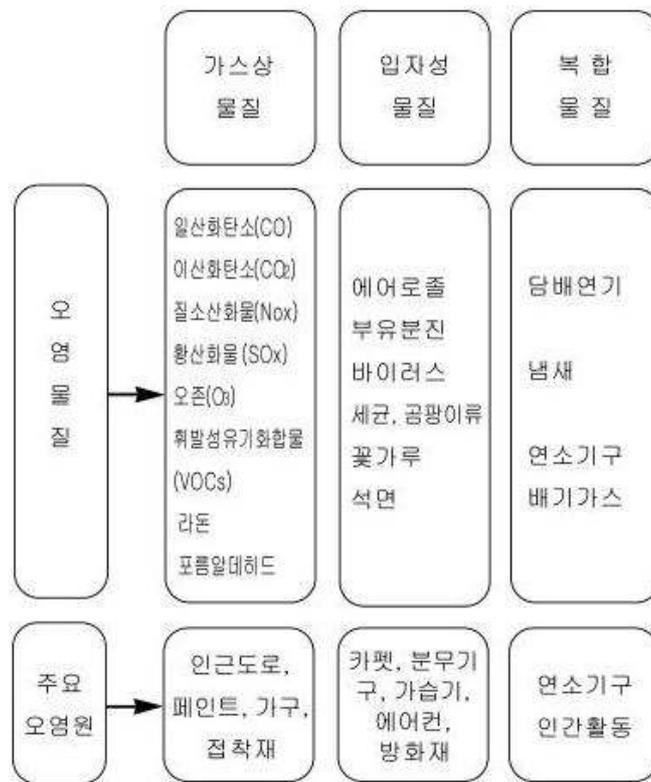
- (1) 실내공기의 위생적이고 쾌적한 관리를 위한 관련 기준에 적합한 환기설비 운용이 이루어질 수 있도록 다중이용시설에 대한 적극적인 관리 감독이 필요함
- (2) 환기장치의 적극적인 가동으로 실질적인 실내 공기질 개선 효과가 나타날 수 있도록 하기 위하여는, 높은 열회수율의 환기장치 개발과 함께 유지보수가 용이하고 저렴한 열교환 소자 및 필터의 개발이 필요하다고 사료됨

# < 공동주택의 환기 설비 >

## 1. 개요

최근 삶의 질이 향상됨에 따라 생활 공간내 실내 공기질이 중요하게 인식되고 있으며, 주상복합 건물과 일부 사무실 건물에 한하여 적용되었던 환기 설비가 공동주택 환기설비 설치 의무화, 다중이용시설 등의 실내공기질 관리법, 건물 성능 등급제 등 관련 법규에 따라 공동주택에도 의무적으로 설치되고 있음

## 2. 실내공기 오염물질과 오염원



실내공기 오염물질과 오염원

## 3. 환기설비 설치 기준

### (1) 실내공기 환기 설비 종류

- ① 자연환기설비 : 환기성능에 대한 지방건축심의위원회 심의 필요
- ② 기계환기설비 : 1중, 2중, 3중 환기방식
- ③ 혼합형(하이브리드) 환기설비 : 자연환기+ 기계식 환기설비

### (2) 필요 환기량 : 환기횟수 0.7회/h 이상

### (3) 세부 설치 기준

- ① 외기 도입구에 오염물질 제거/여과장치 설치(포집효율 60% 이상)
- ② 공기 흡입구와 배기구는 적정 거리 이격
- ③ 신축 공동주택의 경우
  - 풍량 3단 이상 조절 가능해야 하고 24시간 상시 가동될 수 있어야 함
  - 주방, 화장실의 공기 배출 송풍기와 함께 설치 가능
  - 환기설비 가동시 발생소음 : 외부설치시 50dB, 실내에서 40dB 이하
  - 급,배기구의 교차오염 방지를 위한 이격거리 : 1.5m 이상 확보

#### 4. 공동주택 환기 방식

- (1) 실별 급배기구 배치에 따른 분류
  - 각실 급기 + 각실 배기
  - 각실 급기 + 공용공간(거실, 주방, 욕실) 배기
  - 각실 급배기 덕트 + 실내기 설치
- (2) 덕트 설치 형태에 따른 분류
  - 열교환식(폐열회수 환기유닛) 급,배기 덕트 방식
  - 덕트 바닥 매립 환기 방식
  - 무덕트 환기 방식 : 자연환기방식, 무덕트 급배기팬(환기유닛) 방식
  - 하이브리드 환기방식 : 자연급기 + 강제 배기팬(주방렌지후드 또는 욕실팬)
  - 강제 급기덕트 + 무덕트 배기팬(주방렌지후드)

#### 5. 폐열회수 환기유닛의 종류

- (1) 열교환 엘레먼트의 동작 상태에 따른 종류
  - 회전형 : 열교환 엘레먼트가 회전함 (로터형)
  - 정지형 : 열교환 엘레먼트가 고정됨 (판형, 히트파이프형)
- (2) 열교환기 방식

종 류	내 용
판형 열교환식	환기되는 공기내 포함된 열은 판과 판 사이를 지나면서 외기와 환기 사이에 위치한 열교환 매체를 가열하고 이 판의 열은 급기에 전달하는 방법
로터형 열교환식	환기되는 공기에 포함된 현열 및 잠열은 회전하는 로터에 흡수되고 로터의 회전에 따라 급기 쪽으로 이동하여 급기되는 공기에 열을 전달하는 방법

히트파이프형 열교환식	환기되는 공기에 포함된 열이 환기쪽의 작동 유체를 가열하여 증발시키면 증발된 작동 유체는 급기 쪽으로 이동하여 급기에 열을 전달하는 방법
모세 송풍기형 열교환식	모세 송풍기를 이용하여 환기 코일을 통해 실내로부터 환기되는 공기중의 열만을 회수하여 급기에 열을 전달하는 방법
기 타	위의 방식 이외 열교환 방법

(3) 구조 형태에 따른 종류

- 덕트형 : 하나 이상의 덕트로 연결하여 사용되는 구조
- 창문형 : 급기, 배기를 덕트없이 실외기와 실내 사이에 설치하여 사용되는 구조

(4) 설치 형태에 따른 종류

- 벽걸이형
- 천장형
- 천장 매립 덕트형
- 상치형
- 천장 매립 카세트형

**6. 폐열회수 환기유닛의 성능 시험 항목**

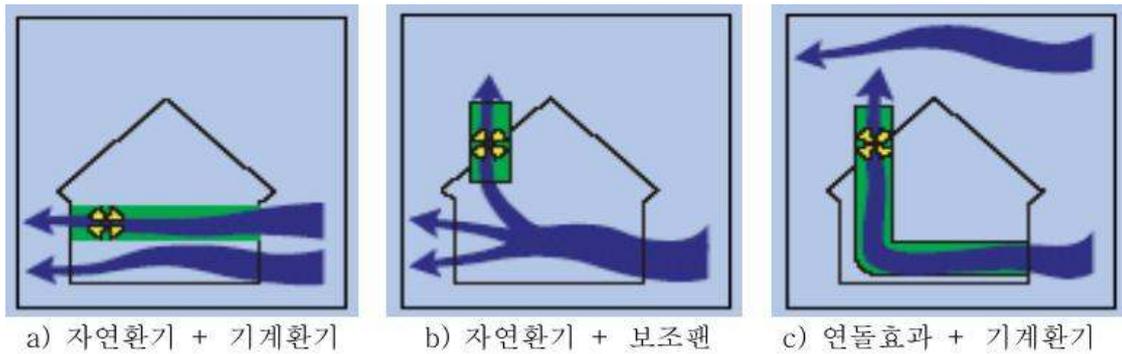
- 구조
- 누설률
- 소비전력
- 결로 시험
- 풍량 및 기외 정압
- 열교환 효율
- 소음

**7. 자연환기설비 (하이브리드 환기설비)**

(1) 자연환기설비의 정의 :

- 온도차 및 풍압차를 구동력으로 하는 공기 유동이 일어나도록 의도적으로 설계한 외부 공기의 급기구 및 배기구 장치
- 기계식, 또는 전기식 동력장치가 없음

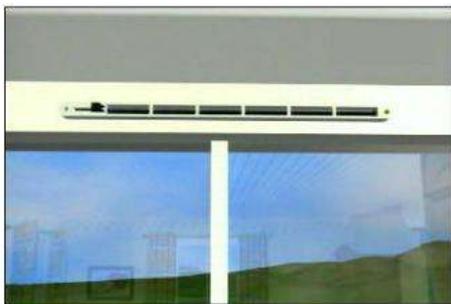
(2) 자연환기설비의 유형



하이브리드 환기방식의 유형별 개념

(3) 설치 형태에 따른 구분

- 개구부 설치형 : 창틀 설치형, 유리 설치형
- 구조체 설치형
- 기타 : 이중외피형 자연환기 설비



창틀 설치형



구조체 설치형



유리설치형

(4) 환기 성능 확인 방법

- 실물실험 (full scale test)
- 축소모형실험 (mock-up test)
- 컴퓨터 시뮬레이션 : 전산유체역학 해석용 또는 네트워크 모델을 이용

(5) 환기설비기준 판정을 위한 관련 서류 제출

- 서류 제출 시기 : 건축 허가 또는 심의 신청시
- 제출 기관 : 건축물 신축지역 자치 단체장

(6) 자연환기설비의 문제점 및 과제

- 배기팬의 정풍량 배기 성능 입증 필요
- 자연 급기구의 결로, 콜드 드래프트 발생 여부 확인
- 고층 공동주택에서의 강풍에 의한 과도한 외기 유입과 배기의 역류 문제
- 각 실별 공기 유동 통로 확보
- 황사, 도심지 분진에 대한 자연 급기구의 필터링 성능

## 8. 열교환식 환기덕트와 하이브리드 환기 방식의 비교

구분	열교환식 환기덕트 방식	하이브리드 환기 방식
구성	급기팬, 배기팬, 급기/배기 덕트, 급배기구, 열교환기(공기정화필터 내장)	외기 도입구(창문, 벽체 외), 배기팬(렌지후드 또는 욕실팬 겸용)
개요	<ul style="list-style-type: none"> <li>•각 실별로 급기 및 환기구 설치하여 환기</li> <li>•천정속에 급배기 닥트 설치</li> <li>•열교환기를 통해 배기의 에너지 회수</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•창문이나 벽체에 급기구 설치</li> <li>•렌지후드이나 욕실팬 작동시 급기구를 통해 외기 자연 유입</li> </ul>
풍량	<ul style="list-style-type: none"> <li>•보통 200~700m<sup>3</sup>/hr</li> <li>•실 체적에 따라 환기횟수 0.7회/hr 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•200~700m<sup>3</sup>/hr (렌지후드나 욕실팬)</li> <li>•실 체적에 따라 환기횟수 0.7회/hr 이상</li> </ul>
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>•강제 급배기로 확실한 실내 환기 가능</li> <li>•각 방 출입문을 닫고도 환기 가능</li> <li>•공기정화 기능 및 동절기 외기 예열 가능</li> <li>•FAN이 별도의 공간(실외기실)에 있어 실내 소음 전파 최소화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•시공비 및 유지 관리비 저렴</li> <li>•닥트가 없어 별도의 천정 공간이 필요없음</li> <li>•시공 간편</li> </ul>
단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>•시공비가 하이브리드에 비해 고가</li> <li>•시공 복잡(천정 닥트 설치, 실외기실 복잡)</li> <li>•유지관리(필터 교체) 비용 별도 소요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•각 방 출입문 밀폐시 환기효과 미흡</li> <li>•렌지후드 작동시 소음으로 사용 여건 악화</li> <li>•급기구 주변 결로 및 냉기로 인한 민원</li> </ul>
비고	<ul style="list-style-type: none"> <li>•두 시스템간 전기료 차이는 미미한 수준임</li> <li>•급배기 닥트 설치에 따른 천정고는 큰 문제 없음(근래 스프링클러 설비가 전층 설치)</li> </ul>	

## 9. 신축 공동주택 실내공기질 측정

- ① 입주전 실내공기질을 측정하여 자치단체장에 제출하고 단지내 게시
- ② 100세대당 3개소, 100세대 초과시마다 1개 측정 장소 추가
- ③ 공동주택 실내공기질 측정항목 및 기준치 단위 :  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

측정항목	포름알데히드	벤젠	톨루엔	에틸벤젠	자일렌	스티렌
기준치	210 이하	30 이하	1,000 이하	360 이하	700 이하	300 이하

## 10. 베이크 아웃 (Bake out)

- (1) 개요

- 신축이나 개보수한 건물에서 마감재나 구조재 등 건축 자재로부터 포름알데히드 이외의 많은 오염 물질이 발생되는데 이를 제거하는 방법으로 ‘태워 없애는’ 환기 방법임
- 실내 공기의 온도를 높여 주어 건축 자재 등에서 방출되는 유해 오염물질의 방출량을 일시적으로 증가시킨 후 환기를 하여 실내오염물질을 제거시킴

(2) 베이크 아웃 방법

- ① 오염물질이 외부로 많이 빠져나갈 수 있도록 옷장이나 서랍 등은 모두 열어 두고, 외기 공기의 유입을 막기 위해 창문 등은 닫아 둠
- ② 난방 온도를 30~40℃로 설정하여 5~6시간 동안 그대로 유지한 후 모든 문을 열어 환기를 시킴
- ③ 이와 같은 방식으로 3회 이상 실시하면 실내 오염물질이 현저하게 줄어 오염물질에 의한 피해를 크게 줄일 수 있음

## 11. 결론

- (1) 공동주택 환기설비와 관련된 법규 개정 이후 업계에서는 열교환식 환기덕트 방식으로 많이 적용하여 왔으나, 근래 분양가 상한제 및 분양율의 저조 등 악화된 건설 환경에 따라 보다 저렴한 비용의 하이브리드 환기시스템(급기구+ 배기팬)이 다양하게 개발되어 보급되고 있는 상황임
- (2) 환기 장치의 적극적인 가동으로 실질적인 실내 공기질 개선 효과가 나타날 수 있도록 하기 위하여는, 높은 열회수율의 환기장치 개발과 함께 유지보수가 용이하고 저렴한 열교환 소자 및 필터의 개발이 절실함