

## 일반 빌딩내 환경 문제

서울시립대학교  
(환경공학과)  
교수 김 신 도

### 1. 실내공기의 중요성

우리가 생활하는 하루 24시간을 생각해 보면 사무실이나 작업장에서 업무를 보고, 가정에서 수면이나 휴식을 취하고, 교통수단을 이용하여 왕래하고, 각종의 문화시설을 이용하는 등 거의 대부분의 시간을 실내공간에서 보내고 있다. 이렇게 많은 시간을 실내에서 체류하게 됨에 따라 실내공기는 인간에게 직접적으로 영향을 미친다.

최근에는 토지의 유한성과 건설기술의 발달로 지하공간과 같은 인공공간의 이용이 활성화되어 실내생활과 실내환경의 관계가 더욱 밀접해지고 있다. 그러나 산업화와 자동차의 증가로 신선하다고 생각되었던 대기가 상당히 오염되었으며 이로 인해 자연의 환기만으로 실내 공기질을 쾌적하게 유지하기는 어려워졌다. 더우기 에너지 절약을 위한 건물의 기밀화는 실내공기질을 악화시키는 결과를 가져왔으며, 실내에 사용되는 기기나 건축재료가 다양화되면서 이들로부터 새로운 오염물질이 배출되기도 한다. 이로 인해 빌딩증후군이라는 새로운 질환이 생겨났다.

한편으로는 과학기술의 발달에 따른 분석 및 측정기술이 개발되어 이제껏 감지할 수 없었던 오염물질도 파악할 수 있게 되었으며, 각종 자동제어와 제진기술에 의해서 실내공기도 통제할 수 있는 능력을 갖추게 되었다.

## 2. 실내공기속의 오염물질과 인체영양

실내공기를 오염시키는 발생원들은 다양하며 이들을 정리하면 <표1>과 같다.

<표1> 실내공기 오염물질의 발생원

발 생 원		실 내 오 염 물 질
인 체	호 흡 재채기, 기침, 대화	CO <sub>2</sub> , 수증기, 냄새 세균입자
	피 부 의 류 화장품	피부조각, 비듬, NH <sub>3</sub> , 냄새 섬유, 모래먼지, 세균, 곰팡이 냄새, 각종 미량물질
사 람 의 활 동	흡 연	분진, 타아르, 니코틴, 각종발암물질
	보행등의 동작	모래먼지, 섬유류, 세균, 먼지
	연소기기 사무기기	CO <sub>2</sub> , CO, NO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , 매연, 냄새 NH <sub>3</sub> , O <sub>3</sub> , 용제류
건 축 자 재	합판류, 내화재,	HCHO, Asbestos, 유리섬유
	단열재, 시공	Rn, 접착제, 용제
유 지 관 리	작업, 재료	모래먼지, 분진, 세제, 용제, 곰팡이, 세균
살 충 제 류	직접	분사제, 살충제, 소독제, 방향제
	재비산	살충제, 살균제

이들 중 인체에 영향을 크게 미치는 주요 오염물질의 특성을 요약하면 다음과 같다.

### 2.1 이산화탄소

실내에 사람이 모이게 되면 호흡작용에 의하여 이산화탄소 농도가 증가하게 되는데 그 자체에 의하여 중독을 일으키거나 신체

장해를 일으키지는 않는다. 그러나 두통, 권태, 현기증, 구토, 불쾌감 등의 증상을 초래하게 되는데 이것은 화기의 불량으로 공기의 화학적 조성이 달라지고 온도, 습도등의 변화가 생기기 때문이다. 일반적으로 이산화탄소 농도는 실내공기의 환기상태를 평가하는 지표로 이용되는데 위생적인 허용기준

은 0.1%로 보고있다. 실내에서 인간의 활동을 포함한 각종 요소들의 지표로 사용된다.

### 2.2 일산화탄소

일산화탄소는 탄소를 포함하는 모든 물질이 연소할 때 발생하는데 산소공급량이 부족하면 불완전연소로 발생량이 더욱 증가한다. 가정에서는 취사, 난방을 위한 연료의 연소과정에서 많이 발생되며 흡연에 의한 영향도 높다. 우리나라는 아직 연탄을 연료로 사용하는 가정이 30% 정도되는데 연탄의 불완전연소에 의한 일산화탄소의 배출은 겨울철 인명손실의 한 요인이 되기도 한다.

<표2> 일산화탄소 노출에 대한 인체 영향

농도(ppm)	폭로시간	영    향
5	20분	고차신경계 반사작용의 변화
30	8시간이상	시간·정신기능의 장애
200	2~4시간	앞머리가 무거움, 경도의 두통
500	2~4시간	강렬한 두통, 오심, 탈력감, 시력장애
1000	2~3시간	맥박이 빨라지고 실신
2000	1~2시간	사망

일산화탄소는 인체내 혈액 중의 헤모글로빈과 결합력이 높기 때문에 폐를 통해 흡입되면 COHb가 되어 혈액의 산소운반 기능을 저해하여 신체조직의 질식상태를 일으킨다. 저농도의 일산화탄소에 장기간 노출되면 시각 및 청각장애, 언어장애, 발작, 운동장애, 뇌사 등의 후유증이 나타난다. <표2>는 일산화탄소 노출에 대한 인체의 영향을 나타낸 것이다.

### 2.3 이산화질소

일반 가정에서 이산화질소는 취사, 난방용 기구의 사용에서 발생되며 흡연, 실내건축자재, 외부에서 실내로 유입되는 오염물질 등으로 발생되기도 한다.

이산화질소는 일산화질소 보다 대략 4배 정도 독성이 강한 것으로 알려져 있으며 물

<표3> 이산화질소의 인체 영향

농도(ppm)	영    향
0.5	냄새를 맡게되지만 피해는 없다.
20	약간이긴 하지만 자극을 느끼게 된다.
20~50	눈 등의 점막에 자극을 느끼게 된다.
150	강한 국부자극을 느끼게 된다.
500이상	1회의 흡입으로 단시간에 치사.

에 잘 녹지 않기 때문에 비교적 건조한 기관지를 통하여 폐의 점액성 내면에 자극성과 부식성이 있는 아황산과 질산을 형성하는 축축한 폐포에 까지 이르게 된다. 이산화질소 노출에 따른 인체 영향은 <표3>과 같다.

### 2.4 아황산가스

실내에서 아황산가스의 발생은 일반적으로 다른 가스상 오염물질들과 마찬가지로 연소기구의 사용에 원인이 있다. 특히 석탄, 석유계 연료를 사용할 경우는 LPG나 도시가스와 같은 연료를 사용하는 경우보다 아황산가스의 발생량을 높일 수 있다. 인체에 대한 아황산가스의 영향은 <표4>와 같다. 또한 식물에 대해서 성장변화나 결실감소, 고사 등의 악영향을 줄 수 있다.

<표4> 아황산가스의 인체 영향

농도(ppm)	영    향
0.03~1.0	지각하기 시작하는 농도
3	쉽게 냄새를 맡을 수 있는 농도
6~12	코와 목구멍을 즉시 자극
20	눈을 자극하는 최저 농도
400~500	즉시 호흡곤란에 빠지며, 생명이 위험
10000	호흡불능, 수분만에 피부 염증을 일으킴

### 2.5 흡연

담배연기는 실내에서 배출되는 오염원 중 가장 큰 비중을 차지하며 약 1000종 이상의 화학물질을 함유하고 있다. 흡연으로 인해 실내에서 농도가 증가되는 기체성분은 일산화탄소, 이산화질소, 암모니아, 메탄 등이며 미립자 성분으로는 타르, 니코틴, 톨루엔, 페놀 등이 있다. 흡연에 의해서 발생된 오염물질은 매우 작아서 공기 중에 오래 부유하기 때문에 담배를 직접피우는 흡연자 뿐만아니라 주변에 있는 사람들에게도 커다란 해를 줄 수 있으며, 또한 호흡기질환, 폐질환, 심장질환, 폐암 등의 질병을 유발시키는 것으로도 보고되고 있다.

흡연에 의한 유해성의 심각함이 인정됨에 따라 전세계적으로 공공시설에서의 금연대책이 적극적으로 추진되고 있으며, 일부 국가에서는 법안을 마련하여 위법시에는 과중한 벌금을 부과하고 있다. 우리나라에서는 공중위생법에 시행규칙으로 일정한 흡연구역 밖에서는 직연을 금지하는 금연조항이 있다.

### 2.6 분진

실내 지하공간의 이용이 활성화되어 지하상가, 지하도, 지하주차장, 지하철등의 이용이 급증함에 따라 지하공간에서의 분진발생이 새로운 문제가 되고 있다. 분진은 대부분이 호흡기를 통해 인체에 흡입되어 기관

지와 폐동에 흡착되면 염증성 변화, 알레르기성 변화를 일으킨다. 특히 분진이 많이 발생하는 작업장에서 근무하는 근로자에게는 상당한 악영향을 주어 직업병의 일종인 진폐증을 유발하기도 하며 암으로 발전되기도 한다.

분진은 입자 크기에 따라 인체내의 호흡기내에 침착되는 정도가 다르기 때문에 농도 뿐만 아니라 입자크기 및 화학적 성질의 파악이 필요하다. 폐포까지 도달하는 입자 물질의 직경은 0.5~5 $\mu\text{m}$  정도의 크기가 침착률이 가장 높아서 0.5 $\mu\text{m}$ 이하의 것을 폐포에 들어가도 호흡운동에 의해 다시 나오며 5.0 $\mu\text{m}$ 이상의 입자는 거의 전부 인후나 기관지 점막에 침착하여 객담으로 배출되거나 식도를 통하여 위로 들어가 제거될 수 있다. 따라서 최근에는 분진의 크기별 영향을 고려하여 5~10 $\mu\text{m}$ 이하의 분진을 호흡성 분진으로 분류하였다. 몇몇 외국에서는 입경 10 $\mu\text{m}$ 이하의 입자를 PM10으로 표시하여 분진의 규제대상으로 하고 있다.

## 2.7 유기용제

유기용제는 피용해물질의 성질을 변화시키지 않고 대상물질을 녹일 수 있는 액체성 유기화합물을 탄화수소계, 할로젠화탄화수소, 알콜류, 에스테르류, 알데히드류, 케톤류, 글리콜류, 에테르류 등으로 분류된다.

이들 중 방향족 탄화수소계의 톨루엔은

살충제, 약품제조, 페인트 접착제, 코팅 등에 사용되며 자동차 배기가스나 가솔린의 증발 등으로 도시 대기 중에도 0.01ppm~0.05ppm정도가 존재해 있다. 한때 청소년들이 톨루엔을 환각제로 사용하여 사회문제가 된 적도 있다.

새로 지은 건물에서는 유기용제 중 크실렌과 데칸이 실외농도의 100배 이상 존재하는 것으로 알려졌는데 이 물질들은 빌딩 증후군 즉, 두통, 현기증, 메스꺼움, 졸음, 눈의 자극, 집중력 감소 등의 증상을 일으킬 수 있다.

## 2.8 석면

아스베스토스는 단축과 장축의 비가 1:3 이상인 선형의 분진을 의미하는데 건축자재 중에서는 주로 석면 속에 많이 포함되어 있어서 일반적으로 아스베스토스라 함은 석면을 지칭하는 말로 많이 쓰인다. 석면은 침상구조되어 있고 강도가 강하고 절연성, 내화성, 내열성, 단열성, 흡음성이 높아서 주로 단열재나 흡음재 등과 같은 내부마감재료로 많이 사용되고 있다. 그러나 호흡에 의해 인체에 들어간 석면은 기관지 벽을 손상시킬 수 있으며, 한번 폐내에 침착되면 쉽게 배출되지 못하므로 많은 질병과 호흡장애를 일으킬 수 있다. 외국에서는 이와 같은 문제가 대두됨에 따라 사용이 금지되고, 시공된 재료를 뜯어내는 공사를 하고

있다. 그러나 아직 우리나라에서는 각종 시멘트제품과 타일 등의 강도를 높이고 각종 페인트나 접착제의 부착성을 증가시키기 위한 목적으로 사용되기도 한다. 특히 일반대중이 이용하는 극장, 영화관, 도서관, 지하철 등에 내화단열재로 많이 사용되고 있다. 이들 자재는 시간이 경과함에 따라 표면의 보호도포제가 마모되고 벗겨져서 내부석면이 외부로 배출되는 경우가 많다.

**2.9 라돈**

라돈은 지구상에서 발견된 70여종의 방사성물질 중 하나로 흙, 시멘트, 콘크리트, 대리석, 벽돌 등의 건축자재 및 우물, 동굴, 천연가스 등에 존재한다. 토양에서 방출되는 라돈가스는 콘크리트나 블록의 기공을 통하여 틈, 하수관 누수 등으로 침투될 수 있다. 라돈은 공기보다 9배정도 무겁기 때문에 지표 근처에서 존재하며 방출량은 대기압이 낮은 상태에서 증가된다. 라돈은 붕괴에 의하여 라돈의 낭핵종을 생성하는데 이 낭핵종은 미세입자로서 인체에 흡입되어 폐포기관지에 부착하여  $\alpha$ 선을 방출하여 폐암의 발생률을 높이는 것으로 보고되고 있다. 미국의 경우 연간 13만명의 폐암 사망자 중 약 5천~2만명이 주택 내에서 발생한 라돈농도에 폭로된 영향으로 사망한 것으로 추정하고 있다.

**2.10 포름알데히드**

포름알데히드는 자극취기가 있는 무색의 기체로 물에 잘 녹으며 40% 수용액은 포르말린이라 하여 살균 방부제로 쓰인다. 일반주택 및 공공건물에 사용되는 단열재 뿐만 아니라 의류, 실내가구의 칠, 가스난로의 연소, 접착제, 흡연 등에서 발생된다.

포름알데히드 농도에 따른 인체영향은 <표5>와 같다.

<표5> 포름알데히드 농도에 따른 인체영향

농도(ppm)	영    향
0.1~0.5	눈물흘림, 상부기도에 자극
1	냄새를 맡을 수 있음.
10~20	기침, 두통, 가슴압박감
50~100	폐기종, 폐렴, 심지어 사망

**2.11 미생물**

실내환경에 서식하고 있는 미생물에는 박테리아, 바이러스, 균류가 있다. 미생물들은 고습한 환경에서 증식을 하므로 환기가 불충분하고 질이 나쁜 공기를 재순환하는 경우에 농도가 증가하게 된다.

미생물은 전염성 질환이나 알레르기 반응을 유발한다. 특히 일반 가정에서는 애완동물이 유해요인이 될 수 있다. 미생물에 의한 피해를 인체에 뿐만 아니라 내화재, 가구, 카펫 등에서도 쉽게 발견될 수 있다.

&lt;표6&gt; 악취강도지수의 비교

악취도	한 국		일 본	
	감도구분	영 향	감도구분	영 향
0	무 취	전혀 감지하지 못함	무 취	전혀 감지하지 못함
0.5			최소한도	매우 미약한 훈련을 받은 사람에게 의해 감지
1	감지취기	약간의 취기를 감지	명 확	정상인에 의해 쉽게 감지, 불쾌하지는 않음
2	보통취기	보통 정도의 취기를 감지	보 통	유쾌하지도 불쾌하지도 않음, 실내의 허용강도
3	강한취기	강한 취기를 감지	강 함	불쾌함, 혐오감
4	극심한취기	아주 강한 취기를 감지	맹 령	맹렬한 취기, 불쾌감
5	참기 어려운 취기	견딜 수 없는 취기	참기 어려움	역겨움.

## 2.12 악취

실내에서의 악취 발생은 인체 뿐만 아니라 각종 기기의 사용과 같은 인위적인 활동에 기인한다. 환경오염공정시험법에서 정하고 있는 악취판정의 방법은 관능법과 식염수법이 있으며 강도를 나타내는 지수는 <표6>과 같다.

인체에 대해서는 심각한 질환의 발생 보다는 감각적으로 유쾌 또는 불쾌감등의 영향을 유발할 수 있다.

## 2.13 기타

최근의 연구에 의하면 생활용품 사용에서

도 상당히 많은 오염물질이 배출된다고 보고하고 있다. 복사기와 공기청정기 등에서 고전압을 사용함에 따라 오존 등이 배출되고 있다.

## 3. 필요 환기량의 산출

### 3.1 이산화탄소 농도를 기준으로 한 환기량

실내 환기 시스템의 개략도는 <그림1>과 같다. 예전에는 점선으로 표기된 cleaner의 생각이 없었으나 최근에는 이것이 무척 강조되고 있다. 또한 외기가 오염되어서 의

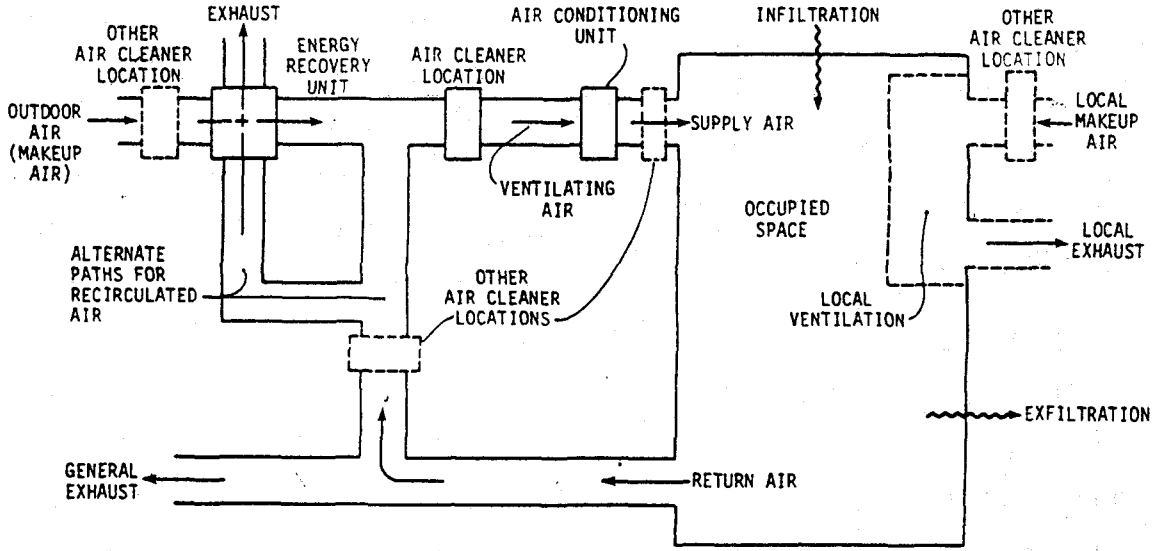


그림 1. 실내환기 시스템

기로서만 환기를 하여서는 실내의 질을 유지할 수 없으며 또한 실내의 오염물질을 외기로 방출시키는 결과가 됨으로 실내에서 배출하는 공기도 cleaner를 통과시키고 내부에 공급할 공기도 cleaner를 통과하여 정화함으로써만 실내의 환경의 질을 유지시킬 수 있다.

실내의 필요환기량을 계산하는 방법은 다음과 같다.

$$V_o C_o dt + M dt - V_i C_i dt = R dC_i \quad (1)$$

$V_i$ : 실외로 유출되는 공기량( $m^3/h$ )

$V_o$ : 실내로 유입되는 공기량( $m^3/h$ )

$C_i$ : 실내 오염 농도( $m^3/m^3$ )

$C_o$ : 실외 오염 농도( $m^3/m^3$ )

$M$ : 오염 물질 배출량( $m^3/h$ )

$R$ : 실 용 적( $m^3$ )

실내에서 유입하는 공기량은 유출되는 공기량과 같으므로 다음과 같이 표현된다.

$$\{M - V(C_i - C_o)\} dt = R dC_i \quad (2)$$

이를 시간과 농도의 변화에 따라 적분하면 (5)식을 얻을 수 있다.

$$\int \frac{dt}{R} = \int \frac{dC_i}{M - V(C_i - C_o)} \quad (3)$$

$$-\frac{Vt}{R} \Big|_0^t = \ln\{M - V(C_i - C_o)\} \Big|_{C_o}^{C_i} \quad (4)$$

$$M - V(C_i - C_o) = \{M - V(C_i - C_o)\} \exp(-Vt/R) \quad (5)$$

여기에서 초기농도  $C_o$ 를 외기농도와 같다고 가정하면 (6)식이 된다.

$$M - V(C_i - C_o) = M \exp(-Vt/R) \quad (6)$$

또한 실내의 농도를 일정하게 유지해야 한다고 가정을 하면 (8)식을 얻을 수 있다.

$$M - V(C_i - C_o) = 0 \quad (7)$$



$$V = \frac{M}{C_i - C_o} \quad (8)$$

또한 실내에서의 오염물의 배출이 없으면 (10)식을 얻을 수 있다.

$$V(C_i - C_o) = V(C_o - C_o) \exp(-Vt/R) \quad (9)$$

$$V = \frac{-2.303R}{t} \log \frac{C_i - C_o}{C_o - C_o} \quad (10)$$

(10)식은 실질적으로 얼마만큼이 환기되고 있는가 하는 실측에서 많이 이용되는 식이며 일정농도를 유지하여야 할 경우는 (8)식을 사용하게 된다.

농도가 다음과 같을 때 이산화탄소 농도를 기준으로 한 필요환기량의 계산에는 다음과 같다.

	호기 (%)	흡기 (%)	목표농도 (ppm)	필요환기량 (m <sup>3</sup> /h)
I	O <sub>2</sub> 16.02	20.95	1000	33.56
	CO <sub>2</sub> 4.38	0.03		
II	O <sub>2</sub> 16.02	20.95	1000	46.76
	CO <sub>2</sub> 4.38	0.05		
III	O <sub>2</sub> 16.02	20.95	500	13.82
	CO <sub>2</sub> 4.38	0.03		

\*계산식:

$$\text{호흡량}(A) = 0.5 \times 10^{-3} \text{m}^3/\text{회} \times 18 \text{회}/\text{min} \times 60 \text{min}/\text{hr} (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{오염물배출량}(B) = (\text{호기CO}_2 - \text{흡기CO}_2) \times A (\text{m}^3/\text{h})$$

$$\text{필요환기량}(C) = B / (\text{목표농도} - \text{흡기CO}_2) (\text{m}^3/\text{h})$$

위의 계산예에 의하면, 환기에 이용되는 공기질과 목표로 하는 실내공기중의 이산화탄소 농도가 변화됨에 따라 필요환기량에 상당한 차이가 있음을 알 수 있다. 따라서 환기시스템의 설계시 실내외 공기질의 차이에 따라 설계조건이나 기준이 다양하게 마련될 필요가 있다.

이상의 예는 외기가 CO<sub>2</sub>농도가 상대적으로 실내의 유지농도보다 낮으므로 환기에 의해 CO<sub>2</sub>의 농도를 일정하게 유지시킬 수 있음을 보여주나 부유분진 등은 외기도 상당히 오염되어 환기로써만은 실내를 청결하게 유지하기가 불가능함을 알 수 있다.

따라서 공기청정기에 의한 오염물질 제거가 불가피하며 필요환기량의 계산식은(11)식이 된다.

$$V = \frac{M - Q c_i(1 - P)}{P(C_i - C_o)} \quad (11)$$

Q: 공기 청정기를 통과하는 공기량

P: 제거 효율

### 3.2 온도를 기준으로 한 환기량

환기를 행하는 경우에는 장소에 따라서는 온도의 상승이 문제가 되는 경우도 있다. 온도를 기준으로 하는 환기량의 계산에 있어서는 (12)식에 의하여 온도의 상승을 고려한다.

$$V_T = \frac{H}{C_{PT} \Delta t} = \frac{H}{0.29 \Delta t} \quad (12)$$

V<sub>T</sub>: 소요환기량(m<sup>3</sup>/h)

- H:실내발생열량(kcal/h)
- C<sub>p</sub>:공기의 비열(=0.24kcal/kg DA·°C)
- γ:공기의 비중(=1.2kgDA/m<sup>3</sup>)
- Δt:고온부와 저온부의 온도차(°C)

### 3.3 습도를 기준으로 한 환기량

습도를 기준으로 하는 경우는 온도의 경우와 같이 소요환기량을 (13)식으로 구한다.

$$V_H = \frac{W}{\gamma \Delta x} = \frac{W}{1.2 \Delta x} \quad (13)$$

- V<sub>H</sub>:소요환기량(m<sup>3</sup>/h)
- W:수증기 발생량(kg/h)
- γ:공기의 비중
- Δx:급기와 배기의 절대습도차(kg/kgDA)

## 4. 환기의 방법

실내공기 중에서 오염물질의 축적을 방지하고 쾌적성을 유지하여 특히 작업환경에서 작업장내 공기질을 적절한 수준으로 유지하므로써 생산성의 향상을 꾀하기 위해서는 공기의 순환이 필요하다. 실내에서의 환기 방식은 자연의 힘을 이용하는 방법과 기계적 힘을 이용하는 두가지의 방법이 있다.

### 4.1 자연환기

실내와 건물의 외기와의 온도차에 따라 비중량이 달라지므로 환기가 일어나게 된

다. 실내의 온도가 높으면 상부로 배출되고 하부로는 유입하게 된다. 이때 실내외의 압력차가 0이 되어 공기의 유출입이 없으면 이 생겨나며 이면을 중성대라고 한다.

고층건물에서 엘리베이터실과 계단실에서는 높이가 높기 때문에 큰 압력차가 생겨 강한 바람이 불게 된다. 이를 굴뚝효과라고 하며 설계시에 주의를 요한다. 고층건물에서는 건물높이의 50~70%에 중성대가 위치하며 기밀한 건물에서는 건물높이의 30%에 위치한다고 보고되고 있다. 그러나 일반 주택에서는 대체로 천정고의 중앙 부위에 있는 것으로 생각하면 좋다.

온도에 의한 자연환기량의 계산은 다음식에 의하여 행한다.

$$\Delta P = h(r_o - r_i) \quad (14)$$

$$V_s = \alpha A \frac{2g}{\gamma} h(r_o - r_i) \quad (15)$$

$$= \alpha A 2gh \left(1 - \frac{T_i}{T_o}\right) \quad (16)$$

$$= \alpha A 2gh \left(1 - \frac{T_o}{T_i}\right) \quad (17)$$

$$= \alpha A 2gh \left(1 - \frac{273+t_o}{273+t_i}\right) \quad (18)$$

$$= \alpha A \frac{2g}{T_i} (t_i - t_o) \quad (19)$$

- ΔP:실내외 압력차(kg/m<sup>2</sup>)
- r<sub>i</sub>, r<sub>o</sub>:실내외 공기의 비중량(kg/m<sup>3</sup>)
- V<sub>s</sub>:온도차에 의한 환기량(m<sup>3</sup>/h)
- α:풍량계수
- A:개구부 면적(m<sup>2</sup>)
- T<sub>i</sub>, T<sub>o</sub>:실내외 공기의 절대온도(°K)

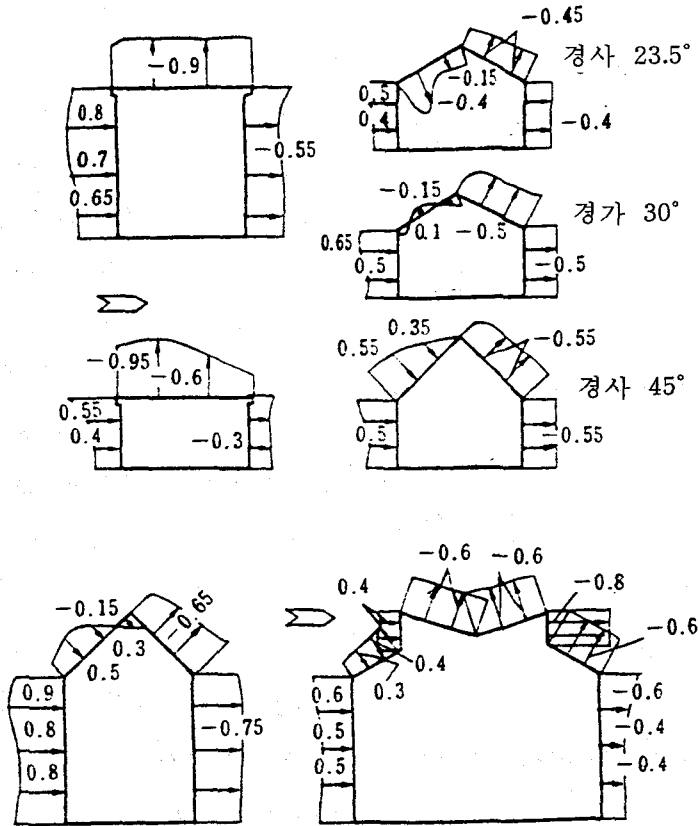


그림 2. 풍압계수

$t_i, t_o$ : 실내와 공기의 온도(°C)

또한 바람에 의한 환기는 풍압에 따라서 생겨나며 환기량은 다음과 같이 된다.

$$P_1 = \frac{C_1 r v^2}{2g}, P_2 = \frac{C_2 r v^2}{2g} \quad (20), (21)$$

$$P_1 - P_2 = \frac{(C_1 - C_2) r v^2}{2g} \quad (22)$$

$$V_s = \alpha A \frac{2g}{r} (P_1 - P_2)^{1/2} \quad (23)$$

$$V_s = \alpha A (C_1 - C_2)^{1/2} v \quad (24)$$

$C_1$ : 바람 유입구의 풍압계수

$C_2$ : 바람 유출부의 풍압계수

$P_1$ : 유입압력(kg/m<sup>2</sup>)

$P_2$ : 유출압력(kg/m<sup>2</sup>)

$v$ : 풍속(m/s)

<그림2>는 일반적인 건물에서의 풍압계수이다. 양측에서 생기는 압력차에 따라 환기가 일어난다.

## 4.2 기계환기

실내에서는 외기와 온도차에 따라 공기의 비중량이 달라지므로 공기의 유출입이 생길 수 있으며 바람의 영향에 의해서도 환기가 될 수 있다. 그러나 자연환기만으로는 언제나 안정된 환기량을 얻을 수 없으므로 송풍기를 이용한 기계적 힘에 의해 확실한 환기를 확보하는 경우가 많다. 또한 기계환기는 전체환기(회석환기)와 국소배기로 구분할 수 있다. 전체환기의 송풍기의 방향을 어떻게 설치하는가에 따라 3종으로 분류한다.

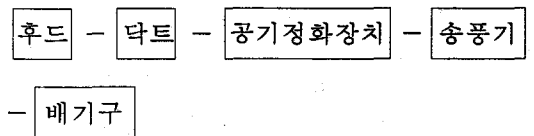
제1종 환기는 설비비, 운전비가 많이 드나 가장 안전한 환기를 실시할 수 있으며 급기량과 배기량을 목적에 따라 임의로 변동시켜 실내의 압력을 조절함으로써 실내의 공기를 완벽하게 통제할 수 있다.

제2종 환기는 실내의 압력이 정(+)압이 되어 다른 실에서의 공기의 침입이 없이 실내를 청정하게 유지하기에 유리하다.

제3종 환기는 송풍기에 의해 배기되므로 실내의 압력은 부(-)압이 된다. 따라서 외부에서 실내로 공기가 유입되므로 실내의 냄새가 유해물질을 다른 실로 흘러보내지 않는다. 따라서 주방, 화장실, 욕실, 유해가스 발생장소에 적합하다. 그러나 배기된 공기가 외부에서 문제가 되지 않도록 유의하여야 한다.

국소 배기장치란 작업장에서 사용하는 설

비, 작업조건 등에 의하여 발생하는 유해물질 등이 작업장으로 혼합 확산되기 전에 그 발생원 가까이에서 공기 흡입구 통하여 유해물질 등을 포집하고 포집된 공기는 관을 통하여 운반하고 다시 청정화시킨 후 대기 중에 방출되도록 하는 모든 장치를 말하며 산업환기시설이라고도 한다. 일반적인 국소 배기장치의 구성은 아래와 같다.



후드는 오염공기를 발생원에서 직접 포착하기 위한 국소배기장치의 입구부로 설치상의 유의사항은 다음과 같다.

- ① 후드는 오염원에 접근해서 설치할 것
- ② 오염원을 완전히 포위시킬 것
- ③ 후드의 흡인방향과 오염가스의 이동 방향을 일치시킬 것
- ④ 오염원과 후드 사이의 주위공기의 흡인 상태와 풍량을 고려할 것
- ⑤ 오염공기의 성질, 발생상태, 발생원인, 생산공정을 파악할 것

후드의 종류는 동작원리 면에서 <표7>과 같이 분류할 수 있다.

후드사용에 있어서 성공의 가능성은 후드가 오염물질을 포착하기에 충분한 포집속도를 갖는가에 관한 것이 기준이 된다. 포착속도(Capture velocity)에 대한 Hemeon의

&lt;표7&gt; 후드의 종류

형	형	개구면배기방향	형식	적용작업
포위형	포위형(E)	상방(U), 측방(L)	EE	분쇄, 마무리작업
	장갑부착	상방(U), 측방(L)	EX	동의원소, 독성가스
	상자형(X)			취급
부스형	드래프트	측방(L)	BD	연마, 자루포장, 화학
	챔버형(D)			분석, 동의원소 취급
	건축부스형(B)	측방(L)	BB	분무도장
외부형	슬롯형(S)	측방(L)	OS	도금, 주조, 마무리작업, 분무도장
	루버형(L)	측방(L)	OL	주물사락
	그리드형(G)	하방(D)	OG	도장, 분쇄, 주형 해체
	원형(O)	상방(U), 측방(L)	OO	분쇄, 용접, 목공기계
	장방형(R)	상방(U), 측방(L)	OR	분쇄, 용접, 목공기계
수용형	캐노피형(C)	상방(U)	RC	가열로, 단조, 용융
	원형(O)	측방(L)	RO	연삭, 연마
	장방형(R)	측방(L)	RR	연삭, 연마
	포위형(E)	상방(U), 측방(L)	RE	탁상, 그라인더, 로
	(그라인더형)	하방(D)		

이론이 평형점 이론(Null point theory)이다. 즉 요구되는 포착속도는 오염원에서 뿐만 아니라 오염원을 넘어서 오염물질의 초기속도가 거의 감소되어 실내공기의 자유기류속도와 같게 되는 평형점까지 영향력이 있어야 한다는 이론이다.

후드에서 흡인한 오염물질을 공기청정장치를 통해 송풍기까지, 또 송풍기로부터 배기구까지 반송하는 관을 닥트라고 한다. 닥

트의 종류에는 후드에 직접 연결되는 가지관과 후드로 부터 외부로 배출하는 주관으로 크게 분류할 수 있으며 형태와 기능에 따라 원형, 방형직관, 곡관, 합류관, 확대관, 축소관, 비마개 등으로 세분할 수 있다. 후드에서 흡인한 오염물질이 닥트 내에 퇴적하지 않고 공기청정장치로 운반될 수 있도록 닥트 내에 일정유속을 유지하여야 하는데 이를 반송속도라고 한다.

## 5. 실내공기의 보전을 위한 제안

생활공간의 다양화 및 생활양식의 변화 등으로 실내에서 생활하는 시간이 점점 많아짐에 따라 실내공기질을 인간에게 가장 쾌적함을 주는 상태로 유지하기 위해서는 실내공기의 중요성에 대한 새로운 인식이 필요하며 기술적 또는 뒷받침이 있어야 한다.

### 5.1 연구와 기준치의 설정

아직은 실내공기 오염물질의 발생과 영향에 관한 파악이 미흡한 실정이므로 과학적, 공학적, 보건학적 연구를 통하여 오염물질에 대한 명확한 규명이 있어야 한다. 또한 외기질의 악화로 자연 대기를 그대로 이용한 실내공기질의 개선이 어려운 상황이므로 연구를 토대로 다양한 실내공간과 오염물질의 발생특성에 따른 기준치의 설정이 필요하다.

### 5.2 오염물질의 발생억제

오염물질에 의한 피해를 줄이기 위해서는 기본적으로 발생량을 억제하는 것이 필요하다. 건축재료로 가급적이면 오염물질을 발

생하지 않거나 최대한 적게 발생할 수 있는 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 가스상 물질의 발생을 억제하지 위해 실내에서 직접 연료를 연소하지 않도록 하며 금연을 권장하여 흡연에 의한 피해를 감소시키도록 한다.

### 5.3 환기시설과 공기청정장치의 설치

환기시설의 설치는 오염물질을 비교적 효율적으로 제어할 수 있는 방법으로 오염도의 수준과 경제성을 검토하여 적절한 시설을 갖추도록 한다.

공기청정장치를 이용하여 실내공기질을 양호한 수준으로 유지하며 오염된 실내공기를 처리하여 배기에 의해 생겨날 수 있는 악영향을 감소시키도록 한다.

### 5.4 정책수립과 행정기관의 설치

실내공기도 일반대기와 함께 환경의 한부분으로 중요하게 인식되고 있으므로 여기에서 생겨나는 문제를 확실하고 책임성있게 해결할 수 있는 행정기관이 있어야 하며 계속적인 연구를 바탕으로 실내공기를 개선할 수 있는 정책적인 뒷받침이 있어야 한다.