

환기시스템의 계획 및 설계기본

Fundamental planning and design of ventilation system

홍진관
J. K. Hong
경원대학교 건축설비학과



- 1956년생
- 에너지절약적인 공조 및 환기 시스템의 설계와 열회수기술에 관심이 있다.

1. 머리말

실내 재실자에게 필요한 신선외기를 공급하고 실내에서 발생하는 오염물질을 제거하기 위해 적절한 환기가 필요하다. 1970년대 오일 쇼크 이후 벽면 열관류율의 감소를 통한 건물 에너지손실을 최소화하려는 노력이 계속되어져 오고 있다. 그러나 단열재의 사용으로 인해 실내의 고온 다습한 공기가 벽체로 확산되어 단열벽 내부에 응축됨으로써 벽구조체의 수명단축이나 심한 경우에는 벽구조체의 붕괴에 이를 수 있는 경우를 경험하게 되었다. 미국이나 유럽의 한랭지대에 위치한 국가들에서는 벽면 내부의 결로현상을 줄이기 위해서 단열재의 실내쪽면에 수증기 막을 첨가하도록 규제하기 시작하였다. 이에 따른 틈새공간의 밀봉과 수증기 막의 첨가 등에 따른 건물의 기밀화는 에너지 절약적인 측면에서 효과적이었지만 극간풍에 의한 자연환기가 거의 불가능하게되어 오염물질에 의한 실내공기 오염 문제의 시작이 되었고 급기야는 환기부족으로 인한 여러가지 Sick building syndrome 문제가 보고되었다. 실내 공기질을 유지하기 위해서는 신선외부공기의 강제유입이 필요하며 강제송풍에 의한 환기를 위해서는 팬 구동에너지가 소요되기 때문에 건물의 기밀화에 의한 열

에너지 절감과 비교되어 검토되어야 한다.

본고에서는 효율적인 환기시스템 계획과 설계의 관점에서 환기시스템의 필요요구조건, 설계시 고려할 제한요소, 설계변수 등을 검토하고 환기시스템의 계획 및 설계시 기본적으로 고려해야할 사항을 조명해 보고자 하였다.

2. 환기의 개요

환기란 일반적으로 깨끗한 공기(보통 외부공기)를 의도적으로 실내에 도입하여 오염된 공기를 제거하는 과정을 지칭하며 실내공기의 정화, 열의 제거, 산소의 공급, 수증기의 제거 등을 목적으로 한다. 환기방식은 환기구에 동력을 사용하느냐에 따라 자연환기(natural ventilation)와 기계환기(mechanical ventilation)로 나눌 수 있으며 환기가 필요한 실은 전체 또는 부분적으로 환기하느냐에 따라 전체환기(general ventilation) 혹은 국부배기(local exhaust ventilation)로 대별할 수 있다.

바람과 실내외의 온도차에 의한 부력에 의해 유도된 유동을 이용하여 환기하는 자연환기 방식은 기상조건이나 계절에 따른 외기온의 변화, 바람의 강약과 풍량의 변화에 따라 환기량을 적절

히 제어하기가 어려운 단점이 있으나 동력비가 들지 않으므로 전세계적으로 많은 종류의 건축물에서 신선외기의 도입을 위해 아직까지 여전히 적용되고 있다.

자연환기에 비해서 기계환기는 동력을 사용하는 송풍기 등의 기계적인 힘을 이용하여 환기를 행하므로 외부 기상조건의 변화와 관계없이 재실자의 요구와 오염정도에 따라 환기율을 조절할 수 있을 뿐만 아니라 배기로부터 열회수를 할 수 있는 시스템을 구성하고 실제 도입이 가능하다는 장점이 있다. 특히 외부조건에 관계없이 넓은 연면적을 갖는 대규모 사무소 건물 등에서 신선외기를 건물의 중심부까지 깊숙히 침투시킬 필요가 있는 경우나, OA부하 등으로 인한 높은 열취득으로 과부하가 발생하는 경우는 기계환기가 필수적이라 할 수 있다. 기계환기는 송풍기를 흡기계 또는 배기계의 어느쪽에 설치하느냐에 따라 기계급배기와 기계급기, 자연배기 및 자연급기, 기계배기로 나눌 수 있으며 재실자의 필요에 따라 설정되어 적용되고 있다.

전체환기는 유해한 물질의 발생원이 전 실내에 걸쳐 넓게 분포하거나 이동하는 실의 경우에 실내공기의 오염도가 유해한 정도가 되지 않도록 하기 위해서는 실내공기는 신선외기로 전체적으로 교체할 필요할 경우로 이때 환기량은 대상오염물질의 실내농도를 허용치 이하로 유지할 수 있는 양을 기준으로 한다. 이때 필요한 최소풍량을 필요환기량이라 하고 필요환기량을 산정하는 것이 환기설계에 있어 중요하다. 필요환기량을 산정하는 방법으로는 대상오염물질의 실내 허용치나 오염원의 상태를 파악할 수 없는 경우에는 일반적으로 실의 용적을 구하여 그 용적을 환기시키는데 필요한 환기회수를 적용하여 환기량을 산정하는 방법과 실내환경 유지를 위한 실내공기의 정화를 위해서 실내에서 발생하는 열, 수증기, 유해가스, 분진등의 유해물질을 허용농도 이하로 제거하기 위해 이론식을 사용하여 필요환기량을 산정하는 방법과 환경보건법이나 건축법에서 규정하는 실내환경기준에 의해서 환기량을 산정하는 방법이 있다.

국부환기 혹은 국부배기는 후드를 사용하여 주

방이나 공장, 실험실 등의 분진, 증기, 유동 가스, 고열등이 발생하는 곳에서 국부적으로 배기하여 오염물질들이 실내에 확산되는 것을 방지하고 최소의 배기량으로 실내환경을 쾌적하고 안정하게 유지하는 방법으로, 주로 산업체에서 작업환경의 관리측면에서 미국이 경우 산업위생사협의회(ACGIH)에서 설계자료를 근간으로 설계가 행해지고 있으며 국내에서는 산업안전보건법의 산업보건기준 제17조에 산업위생 환기측면에서 환기장치, 설비, 국소배기장치 등에 대한 규정이 자세히 되어 있으나 이에 대한 세부사항은 생략한다.

3. 환기시스템의 계획 및 설계기준

실내에서 거주하는 재실자의 신진대사나 활동, 사무용 각종 기기로부터의 발열, 마감재료나 건축자재 등에서 방출되는 오염물질을 제거하거나 회색시키는 환기시스템에서 소요되는 에너지를 효율적으로 사용하는 신뢰성 있는 환기시스템의 설계를 위해서는 환기시스템의 성능에 영향을 미치는 외부기후환경, 건물의 형태, 건물의 구조적인 측면, 기밀성, 적용된 환기방식등의 광범위한 설계요소들을 고려해야 하며 특히 거주자에 의한 만족도,사용의 편리성, 시스템의 신뢰성, 소음특성 및 관련된 법적규제 등을 종합적으로 고려해야한다.

환기시스템의 계획 및 설계에 있어 기본적으로 고려해야될 사항으로는

- ① 재실자의 건강과 쾌적성을 최적의 상태로 유지하는 최소환기율을 보장해야 하며 오염물질이 재실자의 거주영역으로 확산되기 전에 오염물질을 제거할 수 있도록 하여야 한다.
- ② 냉방목적의 높은 환기율과 건물로부터 오염물질을 급속히 배출할 수 있는 높은 환기율을 제공할 수 있도록 하여야 한다.
- ③ 환기시스템이 거주자의 변화하는 요구를 잘 조정할 수 있도록 거주자에 의한 수동적인 방법이나 자동적인 수단에 의해 제어할 수 있도록 자동/수동 제어 방법이 서로 잘 결합되도록 하여야 한다.
- ④ 신뢰성이 있으며 청소와 유지 관리가 용이

해야 한다.

- ⑤ Smoke control과 방재의 요구사항을 잘 수용할 수 있어야 하며, 비용과 에너지 사용의 측면에서 효율적인 시스템이 되도록 하여야 한다.

이와같은 여러 요구사항을 만족해야 하지만 환기시스템을 설계하는데 필요한 환기설계의 유일한 정답은 거의 없다고 할 수 있으므로 각각의 건물의 특성에 따라 제각기 다른 판단이 필요하므로 설계 과정에서 주요 설계파라미터를 잘 고려해야 한다. 그림 1은 환기시스템의 결정 및 설계과정에 영향을 주는 중요한 설계파라미터를 나타내었다.

그것은 IAQ나 쾌적기준등의 환기의 요구조건(ventilation need)과 설계상의 제약조건(design constraints)과 설계변수(design variables)로 정리될 수 있다.

(1) 환기의 요구조건

재실공간에 공급해주어야 하는 최소환기량, 즉 필요환기량을 산정하는 것이 설계에서 중요한 과정이라 할 수 있다. 너무 적은 신선외기가 도입되면 실내공기질이 열악해지는 반면 너무 많은 신선외기가 도입되면 환기부하(냉난방부하)가 늘어나게 된다. 즉, 설계환기율은 실내공기질의 요구사항과 쾌적조건을 반영할 수 있어야 하며, 이같은 재실공간에 공급해주어야 하는 최소환기량, 즉 필요공기량을 산정하는 것이 설계에서 중요한 과정이라 할 수 있다. 너무 적은 신선외기가 도입되면 실내공기질이 나빠지는 반면 너무 많은 신선

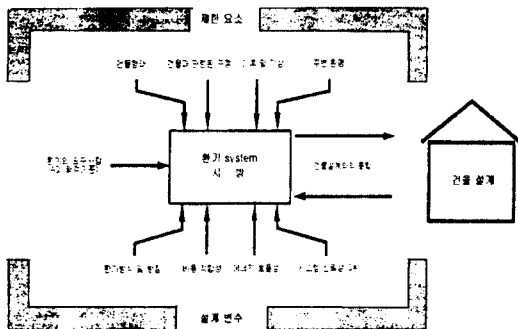


그림 1 주요 설계매개변수

외기가 도입되면 환기부하(냉난방부하)가 늘어나게 된다.

즉, 설계환기율은 실내공기질의 요구사항과 쾌적조건을 반영할 수 있어야 하며 이같은 환기의 요구사항은 재실자의 재실패턴과 오염발생, 기후의 계절적인 변화에 따라 바뀌게 되므로 이같은 변화요인을 충족하는 환기율을 조정하는 것이 필요하게 된다. 앞서 설명한 전체환기의 관점에서 법적규제나 허용농도에 의한 필요환기량을 산정하여 설계환기율을 결정할 수 있다.

(2) 설계의 제한요소

환기시스템의 설계에의 접근은 많은 설계상의 제한요소에 의해 영향받게 된다. 이들 제한요소는 적용 가능한 환기시스템의 형태, 시스템의 설치비용과 시스템의 에너지성능 등을 정해주게 되는데 중요한 환기시스템 설계의 제한요소로는 ① 법규나 기준과의 일치성 ② 건물의 종류 ③ 기후조건 ④ 건물이 위치한 지역적인 주변환경 ⑤ 건물보전과 기밀성 ⑥ 공기누설 원인 및 장소 등이 있다.

① 법규나 기준과의 일치성

환기와 관련된 법규나 규정 및 기준등이 여러 나라에서 제공되어 시행되고 있다. 미국의 경우

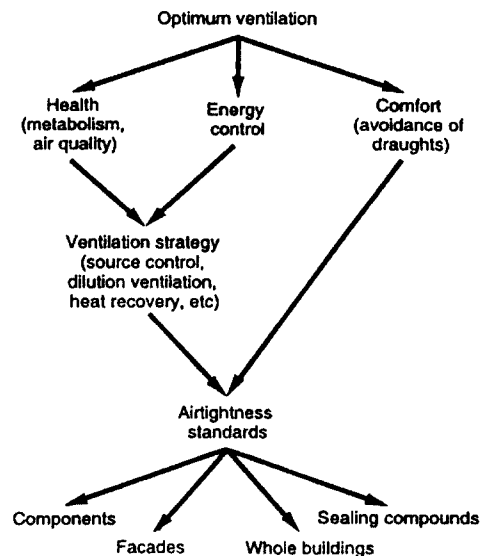


그림 2 최적의 실내 공기질과 에너지 효율을 보장하기 위해 요구된 기준들 사이의 연관성

실내공기질과 실내재실자의 건강과 위생을 규정하는 ASHRAE Standards 62가 제정되어 개정된바 있으며 유럽의 경우 환기관련 기준이 Task Group 56에 의해 제정되었으며 스칸디나비아에서는 「건물 규정에 강한 노르웨이회의 NYB 1991」에서 폭넓은 환기의 지침이 제정되어오고 있다. 이와 같은 환기와 관련된 지침은 공통적으로 최소환기량이나 환기구의 최소크기를 제한할 정도로 규정적이며 일반적으로 환기의 요구조건

을 포함하고 있다. 만족하는 규정들과 건물내의 쾌적성과 에너지 효율성과 같은 또 다른 문제에 관련된 설계기준들 사이에는 강한 연관성이 있으며 이러한 연관성을 잘 고려하면 신뢰성이 있는 환기시스템의 설계를 보장할 수 있다. 연관성을 갖는 요소들로는 건강을 해치지 않는 최소환기량의 요구조건, 즉 건강에 관련된 것과 과도한 에너지의 낭비를 억제하는 에너지 효율성에 관한 것, 취기농도나 외풍의 발생과 관련된 열적 쾌적조건

표 1 각실별 환기량

실 명	환기회수 (회/시)	환기량 ($m^3/m^2 \cdot h$)	실 명	환기회수 (회/시)	환기량 ($m^3/m^2 \cdot h$)
주 방(대)	40~60	100~150	흡 연 실	12~15	25~30
주 방(소)	30~40	120~160	배 선 실	15~20	30~45
수세식 변소(사무실)	5~10	15~30	욕 실	15~20	30~45
수세식 변소(극장)	10~15	30~45	자동차차고	10~15	25~30
탕 비 실	10~15	30~45	변압기실	10~15	30~50
보일러실	급기 10~15	30~50	발전기실	30~50	150~200
	배기 7~10	20~30	지하차고	5~10	15~30
미 용 실	5~10	12~20	세 탁 실	20~40	60~120

표 2 각종 법규에 제시한 환기량

실 명	환 기 조 건	법 규
거 실	<ul style="list-style-type: none"> · 중앙식 공조설비를 설치할 경우 면지의 양 : $0.15(mg/m^3)$ 이하 CO 함유율 : 10(ppm) 이하 CO₂ 함유율 : 1,000(ppm) 이하 풍속 : 0.5(m/s) 이하 	건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제 12조
	<ul style="list-style-type: none"> · 기계환기 설비의 경우 유효 환기량 $V = 20 \cdot Af/N$ V : 유효 환기량(m^3/h) Af : 거실의 바닥면적(m^2) 다만, 창 등의 유효 개구부가 있는 경우에는 그 면적의 20배를 감한다. N : 1인당 점유면적(m^2) 다만, $N > 10$일 때에는 10으로 한다. 	
옥내주차장	· CO농도 50ppm(평균치) 이하	주차장법 시행규칙 제6조 ⑦항

에 관한 것과 오염과정의 차단이나 주방이나 욕실로부터의 배기 등 환기방안이나 방법과 연관되는 것, 건물의 기밀성능과 연관되는 것들이 있다. 표 1은 국내에서 사용되는 필요환기량에 관한자료이며 표 2는 건축물의 설비기준 등과 같은 법규적 측면에서 제시된 필요환기량을 나타내고 있다.

② 건물의 종류

환기시스템 설계시 영향을 주는 또 하나의 제한요소로서 주택, 사무소, 학교, 아트리움이나 쇼핑몰, 병원, 산업용건물로 대별되는 건물의 종류를 들수가 있는데 건물의 종류에 따라 환기의 요구조건이 변하게 된다. 건물종류에 따라 설계시 제한요소로 작용하는 환기와 관련된 제한요소 및 특징을 살펴보기로 한다.

주택은 바닥면적이 일반적으로 크지 않으며 재실자가 장기간 거주하므로 재실공간의 환경조절요구가 더 크다고 볼 수 있다. 주택에서 주요오염물질로는 가스조리기와 연도없는 히터로부터 발생하는 연소생성물, 담배연기, 가구나 건축내장재로부터 방출되는 유기화합물(vocs)등을 들 수 있다.

주택에서 환기설계는 통상적으로 습한구역에 위치해 있는 배기 Fan이나 자연환기 연도간의

환기에 기초를 두고 있다. 환기를 통해 발생하는 흡입압력은 건물내에서부터 배기구역까지 기류를 유도하게 된다. 주택에서의 연소장치는 개념적으로 말하면 밀실의 형태로 다시 말해 연소공기의 공급과 연도가스의 배출 자체가 재실공간으로부터 완전히 격리되어야 한다.

주택에서 특히 배기시스템에 의해 유도된 흡입압력이 바닥기초로부터 더 많은 라돈을 끌어낼 수 있기 때문에 라돈농도를 증가시킬 수 있다. 이 경우 환기시스템의 제어는 보통 기밀한 바닥구조를 사용하고 바닥하부 배출구를 설치함으로써 가능하다. 기계환기에 의한 급기를 행함으로써 주거지역으로의 라돈가스의 흐름을 억제할 수는 있지만, 추운 겨울에는 재실자의 활동으로 인해 발생된 습한 공기가 건물벽으로 투습되어 결로가 발생할 수 있기 때문에 일반적으로 추운 기후에 있는 주택에서는 급기환기가 권장할 만한 방법은 아니다. 연도와 오물가스 유입에 관련된 문제들도 불구하고, 경미한 저압은 건물구조체를 관통하는 습기를 막기 위해 주택에서 흔히 적용된다.

아파트와 같은 고층공동주택의 경우 만약 각 세대가 개별환기시스템을 갖춘다면 인접세대로부터

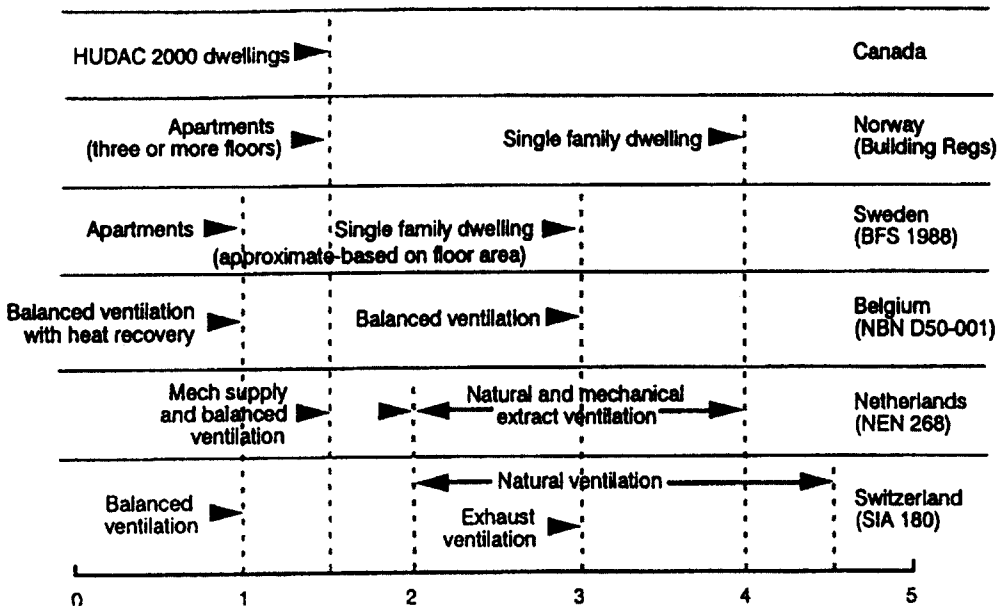


그림 3 각국의 기밀기준과 권고사항의 비교

터의 환기구나 연도가스로 인해 악영향을 받지 않도록 주의가 요구된다. 이러한 이유로, 특히 가스나 기름으로 난방을 하는 경우 중앙덕트방식 환기(난방)시스템이 필요하다고 할 수 있다.

사무소건물은 주택에 비해 대개 바닥면적 10㎡마다 한 사람, 혹은 그 이상의 재실밀도를 가지는 경우가 많다. 필요 환기량은 일반주택과는 다른 경향을 보인다. 오염물질들은 재실자나 전기기구, 과도한 내부발열과 외부의 교통매연으로부터 발생된다. 실내에서의 수분생성은 극히 적고, 개(開)연도 연소장치는 일반적으로 사용되지 않는다. 재실자로부터의 오염물질로는 대표적으로 신선대사에 의한 이산화탄소의 배출, 체취 및 담배 연기를 들 수 있다. 발열량이 크게 문제가 되지 않고 흡연이 금지된 경우, 재실자에 의해 생성된 이산화탄소, 신선대사와 관련된 체취는 종종 주요 오염물질이 될 수 있다. 신선공기 공급량을 최적화하기 위한 수단으로서 CO₂ 농도를 고려하고 있다. 주택과는 달리 기계환기를 하는 사무소건물은 흔히 경미한 과압에서 운영하기도 한다. 이것은 급기구로의 공기유입을 억제하여서 효과적인 여과작용을 가능하게 할 수 있기 때문이다.

대형사무소의 경우는 다량의 열이 대형 사무소 단지에서 생성되며, 때로는 중간기나 추운 기후에서조차 냉동기에 의한 냉방이 필요하게 된다. 냉난방시스템은 외주부와 내주부의 다른 필요 풍량을 공급하기 위해 조닝이 잘 이루어져야만 할 것이다. 어떤 기후에서는 아트리움이나 굴뚝 설계에 적용된 자연환기가 필요 냉방량을 만족시키는 것을 가능하게 할 수 있다.

중소규모 사무소는 종종 대도시 중심 외곽의 전형적인 작업공간을 제공한다. 이것은 대략 각층 바닥 면적이 1000㎡이내의 높이 4층까지의 건물로서 온화한 기후에서는 외기냉방방식과 결합된 자연환기가 가능할 수도 있다. 결국, 환기의 많은 것들이 실의 내부열취득률과 과도한 여름철 태양 일사열 취득을 피하기 위해서 건물설계의 여러 조건과 특성에 달려 있다고 말할 수 있다.

학교는 높은 재실부하, 일시적인 거주패턴, 그리고 높은 수준의 신선대사 활동에 의해 발생된다. 높은 열부하가 없을 때, 주된 오염물질은 신

진대사로부터 나온다. 선진국에서는 CO₂량 조절 시스템과 수동 적외선감지기가 환기량을 조절하기 위해서 사용되고 있다.

아트리움과 쇼핑몰은 비교적 넓은 개방공간을 갖기 때문에 이 공간에서의 태양열 취득에 의해 생성되는 열은 때때로 자연환기방식을 운용하는데 도움이 되도록 활용될 수 있다. 설계상의 난점으로는 과열난방과 교통매연으로부터의 오염물질의 유입을 들 수 있다. 열악한 기밀성(특히 최상층에서의)은 입구를 통한 고속기류를 생성하면서 실내에서 높은 흡입압력의 발생원인이 될 수 있다. 이런 경우 실내열환경에 대한 모델해석이나 CFD에 의한 기류해석이 비경제적인 설계오류를 방지하기 위해서 사용된다.

병원에서의 환기설계는 수술실을 위한 Clean room 설계와 더불어 병동에 신선한 공기를 공급하는 데에 목표를 두어야 한다. 내부 존에서의 명확한 기류형태의 파악으로 복합적인 교차오염을 피하는 것이 설계상 중요하다. 오염을 차단하는 기밀성은 실과 실사이의 실압제어를 위해 필요하다.

산업용 건물에서는 오염원은 다양하지만 통상적으로 설계자가 분명하게 오염원을 파악할 수 있다. 유해물질의 허용기준(TLV)은 대표적인 산업 오염물질들을 위해 적용된다. 허용기준들은 최대 오염물질농도와 각 물질이 노출되는 노출시간을 규정한다. 주로 TLV는 건강상의 관점에서 적용되며 재실자의 체취나 냄새 등에 의해 야기되는 불쾌감과 관련된 문제들을 반드시 고려하지는 않는다. 산업공정구역(process area)에서의 높은 열부하는 대부분의 산업용건물에서 통상적이며, 많은 환기량이나 냉각, 냉방량에 의해 조절될 필요가 있다. 가장 특수한 적용으로 Clean room 환기, 청정구역과 오염구역 사이의 교차오염의 회피, 그리고 산업공정오염원으로부터의 실외 환경 보호를 들 수 있다. 이런 경우에 대해 국소환기의 방법이 적용된다.

③ 기후조건

공기를 쾌적수준까지 냉각하거나 가열할 때 필요한 에너지량은 외부기후의 정도에 달려 있다. 특히 기후는 환기시스템 설치비용과 환기시스

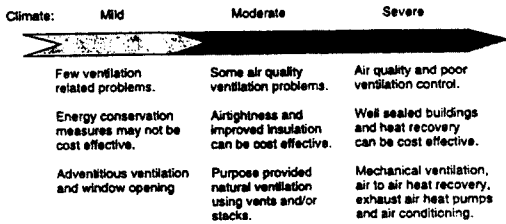


그림 4 환기방식 및 환기방침의 선정에 있어 서의 기후 영향

템의 복잡성에 관련하여 그림4.에서와 같이 환기 방식의 선정에 큰 영향을 미친다. 환기설계의 목적과 관련하여 기후는 아열대 기후, 온대기후, 한랭기후로 분류될 수 있다.

아열대기후는 2000이하의 연간도일을 갖는 최소한의 난방 혹은 냉방을 하는 시기로 대표된다. 환기열손실은 아주 근소하고 따라서 환기량을 제한할 필요성은 거의 없다. 이러한 형태의 기후에서는 단지 에너지 보존 법칙만을 고려한 복합환기시스템의 설계를 구상하는 것이 정당화되기는 어렵다. 이경우는 기밀요건들이 필수적이지는 않으며, 외기침입은 많은 건물 형태에 대해 주요 관심사는 아니다. 창문개방에 의한 환기는 외부환경이 시끄럽거나 오염된 경우, 혹은 높은 열부하가 건물 내에서 생성되는 경우를 제외하고는 만족스럽다고 할 수 있다.

온대기후는 대략 2000에서 3000사이의 연간도일 범위로 표시된다. 공기를 가열하거나 냉각하는데 필요한 에너지는 계절에 따라 중요하지만, 환기열회수와 같은 에너지 절약방식을 채용할 경우에는 온대기후에서는 긴 투자회수기간을 가질 수 있다. 특히 중 소규모건물에 대해서 실내난방 혹은 냉방은 연중 대부분 동안 불필요하다. 안전에 대한 위협이나 외부소음이 없이 외기가 공급된다면, 높은 환기율이 이 기간동안 창문 개방에 의해 가능할 수 있다. 양호한 건물설계와 환기에 의한 내부열부하의 제어는 대형건물이나 열악한 외부 환경에 노출된 건물을 제외한 모든 경우에서 냉동기를 사용한 냉방의 필요성을 최소화시킨다.

한랭기후는 3000이상의 연간 냉난방도일을 갖는 장소에 적용된다. 이것은 장기적인 겨울철과

매우 무더운 여름철을 포함한다. 이때 공조부하는 에너지 수요량 중 계절적으로 피크를 초래하기 때문에 중요하다고 할 수 있다. 냉동기를 사용한 냉방은 종종 외기온도가 높을 때는 피할 수 없다. 건물 구조체는 기밀되어야 하고 환기는 공조된 공기를 보존하기 위해 최소화되어야 한다. 이 경우 내부오염원은 과도한 환기필요량을 저감시키기 위해 철저히 제거되어야만 한다. 현열과 잠열 회수는 앞서의 아열대기후지역보다 에너지나 비용적인 측면에서 더욱 더 효과적이다.

④ 지역적 환경조건

지역적인 외부환경은 환기설계의 제한요소로 작용되어 환기계획에 더욱 많은 영향을 미친다. 지역적 환경조건으로는 중공업화된 도심지역, 교외지역, 전원지역 혹은 서로 인접한 건물의 영향 등으로 나누어 볼수 있다.

중공업화된 도심지역은 교통매연과 공업오염물질이 만들어내는 열악한 외부 공기질로 고통받을 수 있다. 그래서 환기시스템은 특히 분진을 제거하기 위한 여과방식을 반드시 병용할 필요가 있다. 교통통행으로 인한 외부소음이 지나쳐서 창문 개방이 어려우므로 결국, 열섬효과는 이런지역에서 공조의 필요성을 증가시키게 된다.

교외지역의 경우는 대체로 도시중심으로부터 떨어진 곳에 위치한 주거지역이다. 이러한 형태의 지역은 실질적으로 환기방식이나 환기설계 방침에 대해서 어떠한 제한요소도 부가되지 않는다.

전원지역은 인구가 희박하고 도시 오염물질로부터는 자유로우나 지방특유의 오염물질로서, 높은 화분농도와 균류나 포자를 들 수 있을 것이다. 공기의 여과는 이들 오염물질에 과민한 개개인을 위해 필요할 것이다. 장애물이 없는 지역에서의 외부풍속은 다른 곳보다 매우 커서, 바람이 침기 되는 건물에서는 차가운 틈새바람에 의한 Cold draft가 일어날 수 있다는 사실을 설계시 주의해야 한다.

⑤ 건물 보전 - 기밀성

건물의 기밀성은 환기시스템의 성능을 만족시키는데 적합해야 한다. 효율적인 환기 시스템은 의도적으로 개방되는 개구부를 제외하고는 기밀한 건물외피를 필요로 한다. 과도한 공기누설의

악영향과 열악한 기밀성능의 잠재적 원인과 장소를 파악할 필요가 있다. 따라서 이경우 적합한 부지계획은 필수적이고, 현재 몇몇 나라들은 건축물의 질을 보증하기 위한 기밀기준을 강조하고 있다. 건물의 기밀성은 건축방식과 부지계획의 질관에 크게 의존되며 변할 수 있다. 때때로 외관상 동일한 건물이 완전히 다른 기밀성능을 보일 수 있다. 건물의 기밀성능은 종종 인위적으로 주어진 압력(예: 50Pa)에서의 공기누설이나, 혹은 상당 누설면적의 형태로 나타낼 수 있다. 특정 환기방식에 관하여 일반적으로 적용되는 기밀범위의 예가 참조로 그림 5에 주어져 있다.

⑥ 공기누설의 원인

공기는 기포성 건축자재들과 건물구조체의 이음새를 통하여 스며든다. 따라서, 기밀유지를 위한 건설기술은 이러한 점에 초점을 맞추어야 한다. 다른 건축자재는 다른 누설 특성을 보이지만 건축자재에 관계없이 현대건물은 보통 내·외부 판이 단열층에 의해 분리된 이중벽 구조이다. 기밀성은 주로 내부판의 적절한 밀폐에 달려있다. 건물의 외피는 특히 주택의 실내에서 건물외벽으로 들어가는 공기가 외부로 빠져나갈 수 있도록 내측벽 보다 의도적으로 덜 기밀하게 할수 있으며 이렇게 함으로써 건물벽체에서의 냉각과 응축 등으로 인한 고온다습한 실내공기의 위험성을 감소시킬수 있다.

목재구조는 본질적으로 건물 이음부에서 실제 공기누설의 가능성이 존재하는 비기밀구조이다. 기밀구조를 이루기 위해, 일반적으로 폴리 에틸렌 구조로 연속적인 내부 공기/수증기 벽이 설치되

도록 할 필요가 있다. 이 벽은 일단 건물이 건설되면 설치할 수 없기때문에, 설계 단계에서 미리 계획되어야 한다.

커튼월구조는 흔히 매우 누설하기 쉽다. 모든 이음은 많은 외기침입량을 억제하기 위해 Gasket 화 할 필요가 있다.

4. 설계변수

주 설계변수로는 우선 환기방식 자체를 잘 선택하는 것이다. 환기방식을 선정함에 있어서, 건물형태, 기후 및 건물위치, 목표로 하는 기밀정도, 비용과 에너지 성능, 신뢰성 및 유지보수의 용이성에 의해 부여된 설계상 제한요소들을 검토하는 것은 중요하다. 시스템의 설치비용은 궁극적으로 건물소유주나 재실자에게 부과된다. 여러방식들이 선택가능한 경우에 초기투자비용이 많이 소요되지만 운전비용이나 수명의 관점에서 생애비용(LCC)를 고려한 시스템을 선정하는 것이 더욱 경제적이 될것이다. 각각의 투자비회수는 각각 건물과 그 위치에 따라 달라지게 된다. 예를 들어, 높은 초기비용이 들더라도 열회수시스템의 사용은 외부기후가 더 한랭하거나 투자비용의 회수기간이 늘어날수록 더욱 유리해지게 된다.

에너지성능의 관점에서 보면 에너지는 환기(침입 외기)의 조절과 공조설비에 의해 소비된다. 최적설계는 조화공기가 어떤 종류이든지 간에 불필요한 손실이 최소화되도록 해야 한다. 이것은 양호한 건물기밀유지를 위한 시공과 필요환기량을 저감하기 위해 회피해야 할 오염물질의 배출에 의해 달성될 수 있다. 공기를 환기시키고 분배하는데 필요한 에너지는 주의깊은 팬의 선정과 덕트작업을 통한 관로결정에 의해 조절된다. 설계는 최소 에너지 사용으로 환기요구조건을 충족시켜 줄수 있도록 되어야 한다. 따라서, 모든 주요한 방법들을 고려하고 각각의 에너지 이득과 불이익을 정량화하는 환기시스템 성능의 분석이 필요하다. 자연환기시스템에 비해 기계환기시스템에서는 급기를 위한 비용이 고려되어야 하는 반면, 불충분한 제어와 관련된 냉난방손실이나 과다한 급기 발생에 따른 위험성이 설계단계에서 검토되어야

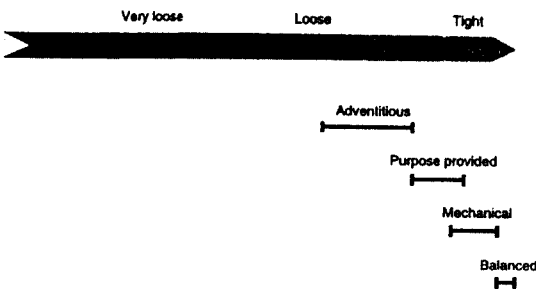


그림 5 환기 방식에 따른 기밀 적용 범위 예 (주택의 경우)

한다.

신뢰성과 보수의 용이성의 관점에서 환기시스템은 쾌적성을 갖는 설계유량을 공급해야 하고, 소음발생이 없어야 하며 재실자들에게 만족을 줄수 있어야 한다. 우수한 신뢰성, 유지 보수의 용이성 및 수명의 연장운전이 되도록 계획단계에서 고려하는 것이 중요하다.

때때로 설계는 건물의 구성요소, 운전비용, 신뢰성 및 유지보수 등과 관련된 사용중 장기적으로 발생될수 있는 문제들을 고려하지 않고 초기요구 조건들을 만족하면서 가격이 가장 저렴한 방향으로 이루어져 왔다. Life cycle을 고려한 우수한 설계를 하기 위해서는 기본계획단계에서부터 설비 운전, 유지보수, 갱신, 최종해체 모든과정에 대해 종합적으로 검토하여야 한다. 또한 설계과정에서 측정이나 계산을 위한 관련 Tool이 필요하며 이렇게 함으로서 환기시스템의 성능을 보장하는 설계상의 유용한 자료를 얻을수 있다고 하겠다.

5. 맺음말

지금까지 환기의 개요와 환기시스템의 계획과 설계시 고려해야 될 기본사항에 대해서 환기의 요구조건,설계의 제한요소, 설계시 고려해야 할

주된 설계변수의 순으로 개괄적으로 살펴보았다. 현재까지 환기문제는 주로 냉난방이 추가되는 공기조화 문제의 일부분으로 인식되고 있으나 최근의 실내공기질의 강화경향과 지하공간 공기질 문제, 지하철의 환기설비, 도로터널의 환기문제, 산업위생환기분야등 광범위한 분야에서 환기기술과 관련된 산학연의 연구가 활발해지고 있는 것이 현실이다. 이와 관련하여 98년도에 공기조화냉동공학회의 공조부문위원회의 환기분과가 건설환경부분위원회로 개편된바 있으며 국내에서 미개척 분야로 되어 있는 이분야의 발전을 위해서 환기 분야에 관심있는 산학연 연구자들의 활발한 활동이 중요한 시점이라 생각된다.

참 고 문 헌

1. Martin W. Liddament, 1996, A Guide to Energy Efficient Ventilation, pp. 53~68.
2. 공기조화냉동공학회, 1998, 건설환경부분위원회 강연초록집.
3. 우원설비(주), 1992. 9, 환기시스템설계의 기본개념, 월간설비기술.
4. 한화택, 1992, 환기효율에 관한 수치해석적 접근, 공기조화냉동공학 21권 제4호.