

## 실내 공기 환경의 제어

### Advanced Control Concepts for Indoor Air Quality

한 화 택  
H. T. Han  
국민대학교



· 1957년생  
· 건축기계설비 및 실내환경에 관련된 유체 유동 및 열전달 문제에 관심을 가지고 있다.

#### 1. 머리말

전반적인 생활수준이 높아지면서 쾌적한 실내환경에 대한 요구도 점점 높아지고 있다. 쾌적한 실내환경조건을 결정짓는 요소로 실내의 열환경요소, 음환경요소, 광환경 요소 그리고 공기질환경요소가 있다. 실내공기질 환경이란 실내공기중에 있는 화학성분이나 미생물, 입자등을 포함한 공기환경을 의미한다.

실내 공기질환경의 제어는 쾌적성 측면과 유해성 측면에서 고려되어야 한다. 유해성 측면이란 실내에 존재하는 유해한 화학성분이 단기간 또는 장기간의 환경기준 오염농도 이하로 유지되어 직접적으로 인체의 건강에 유해한 영향을 미치지 않도록 하여야 함을 말하며 쾌적성 측면이란 직접적으로 건강에는 유해하지 않더라도 악취나 덥텁함 등에 의한 불편감을 유발하지 않도록 하여야 함을 말한다. 일반적으로 쾌적성 측면에서 본 오염농도 범위가 유해성 측면에서의 오염농도보다 작은 것이 보통이나, 냄새등이 없어 전혀 감지되지 않는 오염물질에 대해서는 쾌적범위와 무관하게 유해농도가 주어지기도 한다.

실내환경의 열환경요소인 온도와 습도는 너무 높거나 낮지 않은 적정 범위내에서 설정되어야 하는 것에 비하여, 실내공기환경을 결정짓는 오염농도는 쾌적성 측면과 유해성측면에서 항상 일정농도 이하로 최소화되어야 한다. 오염물질의 농도를 최소화되도록 실내환경을 제어하기 위해서는 에너지가 수반되므로 모든 오염물질이 전혀 존재하지 않는 상태를 실현할 수는 없다. 즉 적절한 실내환경유지를 위한 에너지 비용과 건강유지를 위한 의료비, 생산성을 고려한 인건비 등을 종합적으로 고려한 토탈 코스트(Total Cost)개념에서 'Acceptable Air Quality'를 제공하는 것으로 이해하여야 한다. ASHRAE 62-1989<sup>(1)</sup>에서는 이러한 적절한 실내공기질을 유지하기 위한 각 오염물질의 농도한계를 제시하는 방법과 최소환기량을 제시하는 두가지 방법에 관하여 설명하고 있다.

실내환경을 제어하는 방법은 일반적으로 발생제어, 환기제어, 그리고 제거제어로 구분하여 생각할 수 있다. 본고에서는 이와같은 일반적인 세가지 실내공기질 환경의 제어기술에 관하여 검토하고 이어서 새로운 개념의 실내

환경 제어기술에 관하여 고찰해 보고자 한다.

## 2. 실내공기질 환경제어

### 2.1 발생제어(Source Control)

실내로부터 오염물의 발생원을 완전히 제거하거나 오염물의 발생량을 줄이도록 노력하는 것이 우선적으로 실내 오염제어에 가장 효과적인 방법이다. 발생원 제어에 의하여 실내환경을 제어하기 위해서는 실내오염물의 주된 오염물질의 종류를 파악하고 그 오염물질의 특성과 발생원의 강도 그리고 발생위치를 정확히 이해하여야 한다.

#### (1) 연소기구의 관리

연료의 실내연소에 의하여 일산화탄소, 이산화탄소, 아황산가스, 탄화수소, 이산화질소, 그리고 각종 분진들이 발생한다. 연소부산물의 경우 가정에서 이를 완전히 제거하는 것은 불가능하다. 그러나 난로나 주방기구에서 사용되는 연료가 완전연소될 수 있도록 설계된 제품을 선정하고 연소부위의 청결을 유지하는 등 관리를 잘 하는 것도 연소에 의한 오염물 발생을 줄일 수 있는 좋은 방법이다.

#### (2) 생활습관의 변화

실내에서 발생하는 오염발생중 많은 부분이 실내거주자의 생활양식이나 생활습관과 밀접한 관계가 있다. 각종 살포제나 약취제거제, 집착제등의 사용으로 아세톤, 암모니아, 톨루엔, 벤진등의 유기화합물이 발생한다. 이러한 생활용품 등의 사용이 실내환경을 심하게 오염시킬 수 있다는 인식하에 가능한 사용을 억제하도록 하는 것이 바람직하다. 또한 담배 연기내에는 수천종의 화학물질이 포함되어 있어 실내환경의 주 오염원으로 주목되고 있다. 실제로 흡연에 의하여 발생된 오염물질의 순간 농도가 실내환경기준을 초과하는 경우는 드물지만 비흡연자에게도 장기간 노출되었을 때 건강상 해를 끼칠 수 있고 상당히 오랜 시간동안에 걸쳐 불쾌감을 유발시킨다.

#### (3) 건축내장재의 대체

건축자재나 실내 내장재의 종류에 따라 그

재료에 함유되어 있던 포름알데히드나 석면등의 오염물질이 건축물의 완공후 실내공기로 발산된다. 또한 시멘트나 지하공간의 토양으로부터 라돈가스가 방출되기도 한다. 건축재료에 따라 오염물질의 발생율이 다르므로 건축자재의 선정시 발생율이 적은 재료를 선정하는 것이 필요하다. 또한 건축자재의 표면에 코팅을 함으로써 오염물질의 발생량을 현저히 감소시킬 수 있다.

#### (4) 공조필터의 교체

실내의 분진등을 제거하기 위하여 사용되는 공조용 필터등이 실내오염물의 오염원으로 작용할 수 있다. 공조덕트내의 먼지 및 필터에 포집된 입자가 포화상태에 도달하면 역으로 실내공기중으로 방출된다. 정기적인 청소나 필터의 교체가 요구된다. 특히 냉각탑의 냉각수의 교체가 제대로 이루어지지 않는 경우 레지오넬라 균의 서식처로 작용하기 때문에 정기적인 냉각수의 점검이 요구된다.

#### (5) 실내온도의 제어

실내공기환경에서 실내온도는 각종 실내오염물질의 발생율과 밀접한 관계가 있다. 연구에 따르면 실내온도가 높아지면 실내환경에 대한 쾌적성 설문조사에서 불만족도가 증가하는 것으로 나타났다. 이는 실내온도가 높을수록 같은 공기질 환경에 대하여서도 주관적으로 판단되는 감지공기질이 나쁘게 평가되는 경향을 반영하는 것을 의미하기도 하지만 실제로 온도가 증가 할수록 실내내장재 등으로 부터 발생하는 포름알데히드, 유기화합물 등의 방출이 활발해져서 실제로 오염원의 강도를 증가시킨 때문이기도 하다.

#### (6) 상대습도의 제어

상대습도가 너무 높지 않게 유지하는 것도 실내 오염물질의 발생을 억제하는 방법이다. 높은 상대습도에 의해 부분적으로 결로가 발생하게 되고 이러한 부분에 곰팡이가 발생하여 실내공기중에 각종 미생물들을 유포시킨다. 또한 상대습도는 너무 낮지 않도록 유지하여야 한다. 지나치게 낮은 습도에서는 호흡기계통의 바이러스나 박테리아가 서식하기 좋

은 환경이 되며 오존의 발생율이 증가하기 때문이다.

(7) 발생원의 격리 및 국소제거

오염물질의 발생원을 실내로부터 제거하는 것이 불가능한 경우에 대해서, 가능하면 오염원이 실내의 공기로부터 격리가 되도록 유지하여 나머지 실내 공간으로 확산되는 것을 방지한다. 격리된 공간내에서 국부 환기나 제거장치 등에 의하여 오염물이 제거되도록 조절한다.

2.2 환기 제어(Ventilation Control)

실내공기의 제어에 가장 보편적으로 사용되는 방법으로 환기에 의한 방법이 있다. 실내 환기는 문이나 창문틈새를 통한 자연환기와 급기팬이나 배기팬을 이용한 강제환기로 이루어진다. 환기의 기본적 원리는 발생된 오염물질을 신선외기로 희석하여 실외로 배출하는 것이다. 좀더 발전된 환기제어는 변위환기나 차압유지등을 통하여 실내공기의 유동을 조절함으로써 오염물질의 움직임을 제어하는 것이다.

(1) 희 석

발생한 오염물질이 국부적으로 정체되어 있지 않도록 나머지 실내공기와 혼합하여 실내 오염물질의 농도를 제어한다. 발생원의 위치가 불확정적이며 발생율에 의한 제어가 불가능한 경우 실내의 공기를 전체적으로 혼합함으로써 전체적 평균농도를 낮추고 신선외기와 교체하는 방법을 의미하며 가장 일반적인 실내환경 제어방법이다. 이것은 오염농도의 제어 측면에서 뿐만 아니라 ASHRAE 62-1989에서 제시하는 최소 외기량을 공급하는 방법이기도 하다. 외기의 공급에 의하여 필연적으로 환기에 의한 냉난방부하가 발생하는데 공기대 공기 열교환기 등을 설치하여 급기와 배기의 온도차에 의한 엔탈피를 회수함으로써 에너지 절약을 꾀할 수 있다. 단 급기량과 배기량을 적절히 조정하고 열교환기를 통한 압력손실이 너무 크지 않도록 주의하여야 한다.

(2) 혼합방지

혼합방지는 발생제어에서 언급한 것과 마찬가지로 오염발생을 국부적으로 격리하는 제어 방법인데 여기서 격리하는 방법으로서 에어커튼 등의 실내기류 발생장치나 환기장치를 이용하여 격리하는 방법을 의미한다. 예를 들어 벽으로 구분되어 있지 않은 직연실과 비직연실의 사이에 에어커튼을 설치하여 두개의 서로 다른 구역의 공기가 서로 혼합되지 않도록 하는 방법이다.

(3) 차압에 의한 기류제어

두개의 서로 다른 공조구역에 대해서 압력차를 유지시킴으로써 한 방향으로만 실내기류가 형성되도록 제어하는 방법이다. 즉 한쪽 공조구역에서의 배기가 다른 공조구역의 급기 역할을 하는 것으로 공조구역을 차별화할때 이용될 수 있다. 예를 들면 비흡연실의 공기가 인접한 직연실로 유입되어 배기될 수 있도록 비흡연실과 직연실에 차압을 유지하여 공기 유동이 역류하지 않도록 한다. 병원에서는 외부의 오염물질이 유입되지 않게 하기 위해서 환자실에 양압을 유지시켜주어야 한다. 또한 전염성이 있는 환자실에 대해서는 발생한 각종 병원균등이 다른 곳으로 확산되지 않도록 하기 위해서 오히려 환자실에 부압을 유지시켜주어야 한다.

(4) 실내 양압유지

일반 사무실이나 아파트등에서는 환기에 의한 실내압이 약간 양압을 유지시켜 주는 것이 유리하다. 각종 국소배기가 이용될 경우 실내에 부압이 발생하기 쉽고 이로 인해 배기가스가 역유입되는 경우가 흔히 있다. 이와 같은 배기가스의 역류를 방지하고 국소배기의 효율을 증가시키기 위해서는 실내에 양압을 걸어주는 것이 좋다. 또한 양압을 유지함으로써 외기로부터 제어되지 않은 공기의 유입을 최대한 억제할 수 있고 이로 인한 냉난방부하의 증가를 억제할 수 있다.

(5) 변위환기

변위환기는 주로 같은 구역내에서 공기유동을 한 방향으로 유지되도록 제어하여 환기의 효율을 극대화하는 방법이다. 오염물질의 확

산을 최소화하기 위해서 온도차에 의한 성층화를 주로 이용한다. 여름철 냉각된 공기를 바닥면 가까이에서 방출하여 신선한 공기가 바닥면 가까이에서 머물면서 실내의 열 및 오염 발생에 의하여 오염된 공기가 점진적으로 천정에 있는 배기구 방향으로 이동하도록 실내 기류를 제어하는 방법이다.

환기에 있어서의 효율이란 재실공간에 도달하는 급기의 부분율을 의미한다. 완전혼합이 이루어지는 경우의 환기효율은 1.0이고 비혼합에 의한 완벽한 변위환기의 경우는 효율이 2.0에 달한다. 완벽한 변위환기방식을 채택하지 않더라도 급기구와 배기구의 위치, 그리고 급기 디퓨저의 각도등을 적절히 선정함으로써 완전혼합에 의한 환기보다 더욱 효율적으로 재실공간에 급기를 제공할 수 있다. 최근 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으나<sup>[2]</sup> 실제 설계에 응용될 수 있는 설계지침의 마련이 필요하다.

#### (6) 변풍량 공조

VAV 시스템은 송풍량을 조절하여 외기조건에 따른 냉난방부하를 조절하기 위한 것이나 환기부하 조절에도 이용될 수 있다. 냉난방부하와 환기부하는 항상 일치하지는 않는다. 따라서 변풍량 방식을 채용한 경우 특히 가을이나 봄에 신선외기 부족에 의한 밀폐건물 증후군을 보고해 오는 경우가 많다고 한다. 이러한 문제점을 제거하기 위해서 VAV 시스템에 최소 또는 최대 유량조절기를 설치하여 최소환기량을 만족시켜 주도록 하여야 한다. 또한 기류분포가 불균일하고 기류가 정체되어 환기효율이 변동하는 등의 문제점도 아울러 해결하여야 한다.

### 2.3 제거 제어(Removal Control)

에어클리닝 시스템을 이용하여 실내의 분진이나 화학물질을 제거하거나 제습기에 의하여 제습하는 등 오염물질 제거장치에 의한 실내 환경 제어방법이다.

#### (1) 입자제거

입자제거 필터를 리턴 에어덕트나 공기조화

기에 설치하여 공기중에 함유되어 있는 분진, 미생물등의 입자상 오염물질을 제거한다. 필터에는 섬유질로 이루어진 일반 필터와 클린 룸등에서 이용되는 고효율 필터, 그리고 전기장을 이용하는 전기필터등이 있다. 오염 입자의 크기 및 필터의 효율등을 고려하여 필터의 종류를 선정하여야 한다.

#### (2) 흡수에 의한 가스상물질 제거

가스상 물질의 제거에는 크게 흡수(absorption)에 의한 방법과 흡착(adsorption)에 의한 방법이 있다. 흡수에 의한 방법이란 물에 잘 용해되는 무기가스나 포름알데히드와 같은 유기물질을 코일 주위의 액체면이나 분무상의 액체 표면에 흡수시켜 제거하는 방법이다. 일반적으로 장치의 크기가 커서 사용상 제한이 따르기 때문에 병원등의 특수한 용도에만 사용되어 왔다. 흡수장치는 제습장치와 병행하여 사용함으로써 더욱 효과적이다.

#### (3) 흡착에 의한 가스상물질 제거

흡착에 의한 방법이란 다공성 물질의 넓은 다공표면에 분자간의 인력을 이용하여 몇겹의 오염물질의 분자층을 형성하도록 하여 제거하는 방법이다. 흡착에는 활성화탄소와 다공성 펠렛등이 많이 이용된다. 활성화탄소는 여러 가지 종류가 있는데 일반적으로 저 분자량 물질보다 고 분자량 물질을 더 잘 흡착한다. 다공성 펠렛은 과망간산 칼리와 같은 활성 화합물질로 충전되어 있으며 이물질은 오염물질과 화학 반응하여 오염물질을 제거하거나 덜 유해한 물질이 되게 한다. 흡착에 의한 방법은 우주선내의 공기정화에 주로 응용되며 대단히 경제적인 오염물질 제거방법이나 흡착제의 재생 기술에 관한 연구가 계속되어야 한다.

#### (4) 제습장치

습도는 온도와 더불어 대단히 중요한 열환경 요소이며 지나치게 높은 습도는 실내의 결로에 의한 미생물의 성장을 돕고 벽체등으로부터의 오염물질의 발생율을 증가시키는 등 공기질환경에도 영향을 미친다. 제습은 보통 응축코일을 이슬점이하의 온도로 유지하여 공기중 함유되어 있는 수분을 응축시켜 제거하

고 또한 실리카겔등을 이용하여 물분자의 흡착에 의하여 제거하기도 한다.

(5) 건축 내장재에 의한 흡착 및 재발산

건축물의 벽체나 실내가구의 표면은 일시적 오염물의 제거원으로 작용한다. 오염물질의 농도가 높을때 다공성 물체의 표면을 통하여 확산되었다가 실내농도가 낮아지면 오랜시간에 걸쳐 재발산(offgassing)된다. 오염물질과 벽체 재질과의 화학반응이 수반되는 경우도 있으나 주로 오염물질의 순간 농도를 시간적으로 평준화하여 주는 완충역할을 해준다. 이와같은 흡착 및 재발산은 실내환경제어의 효율성에 영향을 미치며 실내환경을 모델링할 때 고려되어야 한다.

3. 새로운 실내환경 제어기술

3.1 이산화탄소 농도제어(CO<sub>2</sub> Control)

이산화탄소 농도제어 기술은 환기횟수에 의한 간접적 실내환경제어가 아닌 오염물질의 농도측정에 의한 직접적 실내환경 제어기술이란 점에서 가장 발달된 제어기술중의 하나이다. 실내나 덕트내에 이산화탄소 검출기를 설치하여 이산화탄소의 농도값을 측정하고 이산화탄소 조절기의 설정값에 의해 외기 덤퍼의 개도를 조절함으로써 환기량을 조절한다. 그러나 일반적으로 정밀한 이산화탄소 검출기의 값은 고가이며 보급용에 대해서는 정밀도나 신뢰도가 확보되지 않은 상태이기 때문에 널리 사용되기에는 여러가지 제한이 따르고 있다. 일반적으로 이산화탄소 검출기 중에서 1년동안 100ppm 이상의 오차가 증가되는 것은 사용이 곤란하다. 학교, 극장등의 사람이 주 오염원인 경우에 대해서는 이산화탄소 농도제어에 의한 성공사례를 많이 보고하고 있으나 이산화탄소의 농도만을 실내공기질 환경을 대표하는 제어 변수로 사용하는 것에 대한 논란이 계속되고 있다.<sup>13, 4)</sup>

3.2 가변 제어(Variable Control)

계절과 요일에 따라 하루중의 시간에 따른

필요 환기량이 변화한다. 실내온도, 습도, 조명, 그리고 실내공기환경 제어변수도 시간에 따라 변화를 필요로 한다. 통계적으로 또는 계절적으로 변화하는 시간대별 입력값을 제어 변수로 설정한다. 예를 들어 아침 근무시작시간과 점심 직후의 실내온도는 낮게 느껴진다. 이것은 벽체의 온도가 낮아 평균복사온도가 낮기 때문이다. 따라서 이러한 시간대에는 제어온도를 다소 높게 설정하는 것이 좋다. 또한 오전 10시 30분에서 11시 경 또는 오후 3시에서 3시 30분경에는 기분전환을 위하여 환기량을 두배로 한다든가 하는 가변적 제어를 활용할 수 있다. 생산성과 쾌적성에 영향 미칠 수 있는 조명에 대해서도 유사한 제어개념을 활용할 수 있다.

3.3 항공조 기술

각종 향을 공기조화 시스템을 이용하여 실내에 제공함으로써 식당에서는 식욕을 돋우고, 백화점에서는 구매욕구를 자극하고, 사무실에서는 근로의욕을 고취시키는 등 적극적인 의미의 공기조화를 실현하는 방법이다. 현재 인체의 여러가지 감각을 자극하는 유기 또는 무기화합물들이 개발되어 시도되고 있다. 이러한 적극적 의미의 공기조화 방식은 종래의 수동적인 쾌적성이 아닌 적극적인 자극에 의한 윤택함을 유도하는 것이므로 지나치게 높은 농도나 오랜기간의 방향을 오히려 불쾌감을 유발시킬 수 있다. 따라서 방향제의 농도와 기간등을 적절히 조절하여야 한다.

3.4 재실여부 파악(Occupancy Detection)

재실자의 존재 여부나 재실자의 수를 알면 환기등을 통한 실내환경제어에 응용될 수 있다. 현재 방법이나 화재경보등의 안전관리에 이용되고 있는 재실자 존재 파악기술을 이용하여 실내에 필요한 환기장치를 가동할 것인지를 결정한다. 교실, 강당, 사무실과 같이 사용되는 시간과 비사용시간이 반복되는 경우에 불필요하게 환기장치를 연속적으로 가동함으로써 발생하는 에너지 손실을 줄일 수 있다.

### 3.5 시간지연 제어(Lag/ Lead Time for Transient Occupancy)

사용시간과 비사용시간이 반복되는 경우 가장 단순한 제어방법은 재실자여부에 따른 on/off 제어일 것이다. 그러나 실내의 공기는 실내오염물질에 대한 일종의 완충 작용을 하므로 실내에서 발생하는 오염물질의 제어에 있어서 환기량의 제어를 실제보다 시간상 지연시키거나 앞당겨서 실행할 필요가 있다. 예를 들어 주 오염원이 인체 배출물이거나 사람의 행동에서 발생하는 경우에 대하여 비사용 시간동안 오염물질의 농도가 현저히 감소되어 있다면 사용시간의 개시와 동시에 오염농도가 증가하기는 하나 일정한 농도 레벨에 도달하기 위해서는 일정시간이 필요하기 때문에 허용농도 레벨에 도달할 때까지 환기장치의 가동을 지연시킴으로써 에너지 절감을 꾀할 수 있다. 반대로 주 오염물이 건축물로부터 발생하는 경우에 대하여서는 실내의 비사용기간 동안 환기장치가 가동되지 않아 건축물의 각종 자재로부터 발생된 오염물질의 농도가 상승되어 있을 수가 있기 때문에 사용시간 이전에 한두차례의 실내외 공기교환이 이루어지도록 환기장치를 가동시켜주는 것이 바람직하다.

### 3.6 기타 제어기술

#### (1) 통계적 예측제어

연속해서 실내환경과 관련된 모든 제어함수를 계측하고 외기조건과 재실여부등을 파악하는 것은 대단히 복잡하고 어렵다. 현재 통계적 방법에 의한 제어 계측기술은 공기조화 제어 기술에 응용되기 위한 연구의 시작단계에 있다. 에너지 저장 시스템등에 있어서의 냉난방 에너지 수요예측은 매우 중요하다. 실내환경제어에 이와같은 방법이 실용화 될지는 분명치 않으나 외기의 온도, 이산화탄소의 농도등을 계측하고 재실여부를 예측함으로써 실내 환기량을 결정하는데 이용될 수 있다. 특히 스포츠센터나 상점등에서 이와같은 통계적 접근방법이 응용될 수 있을 것이다.

#### (2) 전문가 시스템

Knowledge based expert systems(KBS)는 머지 않은 장래에 빌딩시스템의 실시간 제어에 이용될 것이다. 인공지능 제어가 경험에 의해 축적된 지식에 근거하여 실시간 결정을 내리는 방법이다. KBS가 처음에는 화재/안전/방법시스템에 응용될 것이고 결국은 열환경제어와 실내환경제어에도 이용될 수 있을 것으로 예상된다.

#### (3) 음성통신제어

이것은 매우 흥미로운 음성을 이용한 제어 개념이다. 실내공기질과 화재/안전/방법시스템은 음성에 의한 입력제어를 이용함으로써 최종수요자인 재실자의 반응을 시스템에 피드백할 수 있다. 재실자는 실내환경에 대한 몇 가지 입력 명령어를 알고 있는 상태에서 실내 환경에 대한 불만족상태나 비상사태를 음성으로 알린다. 제어시스템은 음성입력에 의한 필요한 조치를 공기조화 시스템을 제어함으로써 해결할 수 있는지를 결정한다. 만일 해결될 수 없거나 시스템의 보수가 필요하면 경보장치가 울려 시스템 관리자에게 알리게 된다. 궁극적으로는 컴퓨터 발생 음성을 이용하여 재실자와 시스템간의 쌍방 음성 통신이 가능할 것이다.

### 4. 맺는말

지금까지 여러가지 실내환경의 제어방법과 새로운 개념의 실내환경 제어기술에 관하여 고찰하였다. 실내환경의 적절한 제어를 위해서는 여러가지 실내환경 제어기술이 복합적으로 활용되어야 하고 또 여기에 새로운 제어개념을 추가하여 보다 발전된 실내환경 제어기술이 개발되어야 할 것이다. 쾌적하고 건강한 실내환경의 제공은 공조기술의 최종 목표이다. 실내공기질 환경은 쾌적성 뿐만 아니라 건강과 생산성에도 영향을 미치는 매우 중요한 설계변수이다. 냉난방부하에 따른 열환경 뿐만 아니라 실내 공기질환경의 제공을 위한 노력이 설계에 반영되어야 할 것이다. 또한

재실자와 관리자등의 건축물 사용자도 실내환경에 대한 중요성을 인식하고 쾌적한 실내환경을 관리하고 유지하기 위해 스스로 노력하여야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

1. ASHRAE, 1989, ASHRAE Standard 62-1989, "Ventilation for Acceptable Air Quality, Atlanta, Georgia.
2. 한화택, 1992, "환기효율에 관한 수치해석적 접근," 공기조화 냉동공학회지, 제21권, 제4호, pp. 271-281.
3. Woods, J. E., Winarkor, G., Maldonado, E. A. B., and Kipp, S., 1982, "Subjective and objective evaluation of CO<sub>2</sub> controlled variable ventilation system," ASHRAE Transaction, Vol. Part 1, pp. 1385-1408.
4. Turner, W. A., and Bearg, D. W., 1989, "Determining delivered quantities of outside air-CO<sub>2</sub> tracer gas, or both?," The Human Equation-Health and Comfort, Proc. of IAQ89, pp. 117-121.
5. Hines, A. L., Ghosh, T. K., Loyalka, S. K., and Warder, R. C. Jr., 1993, 'Indoor Air-Quality and Control,' PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
6. Dorgan, C. E., 1988, "Advanced control concepts related to comfort, indoor air quality, and productivity," Engineering Solutions to Indoor Air Problems, Proc. of IAQ88, pp. 77-83.
7. 한화택, 1993, "실내환경규제," 공기조화 냉동공학회지, 제22권, 제6호.
8. 한화택, 1994, "실내공기환경의 현황과 미래전망," 월간 설비기술, 9월호, 통권 61호, pp. 7-13.