

실내 공기 오염 대책

Indoor Air Quality Control

홍 석 남
S. N. Hong
금성하니엘(주)



• 1957년생
홍익대학교 졸업.

1. 실내 공기오염 대책의 필요성

공조라 함은 실내공기의 온도, 습도, 기류, 청결도를 인체 혹은 물품에 가장 적합한 상태로 유지시켜주는 것이다.

이중 온도, 습도는 인체에 미치는 영향을 급방 느낄 수 있으므로 공조에서 가장 많은 노력을 기울인 결과 어느정도 만족한 수준에 도달했다고 볼수 있으나 청결도에 있어서는 아직도 미흡한 점이 많이 있다.

여기에서는 실내의 청결도, 그 중 실내공기의 이산화탄소(CO_2)의 농도를 적절히 제어하는 방법을 검토 해보자.

실내 공기의 오염 제어란 실내에서 발생하는 오염물질을 제거하는 방법을 말하는 것이다.

먼저 실내에서 발생되어 공기를 오염시키는 요소를 보면, 인체의 호흡에 의해 발생하는 이산화탄소(CO_2) 농도의 증가, 실내 활동으로 인한 먼지의 증가, 흡연-성인남자의 60%가 흡연인구-에 의한 CO_2 함량의 증가등이 있다.

예전의 건물에서는 이러한 실내오염이 증가 되었을 때 출입문 또는 창문이 틈새로부터 침입되는 외부공기에 의해서 또는 창문을 열어 충분한 자연환기가 되도록 하여 실내오염의 증가

를 인위적인 방법이 아닌 자연환기에 의존 하였다.

그러나 최근의 건물은 에너지 절약을 중시하여 건물의 기밀성을 강조하고 모든 창문은 밀폐창으로 되어 있으므로 자연 환기에 의한 실내오염을 해소하기란 불가능하게 되었다.

그러므로 인위적인 강제 환기를 실시하지 않으면 실내에서 발생하는 오염의 증가로 인하여 실내에서 근무하는 작업자들의 근무능률을 현저히 저하시키게 될 것이다.

이중 실내에서 발생하는 먼지는 공조장비 내에 먼지들 제거하는 각종 필터(Filter)를 설치 하므로써 해결할 수 있다. 그러나 호흡 또는 흡연에 의해서 발생하는 이산화탄소(CO_2) 제거를 효율적으로 제거하는 장치는 현재로서는 찾아 보기 힘들다. 이는 이산화탄소가 완전한 분자 구조를 가지므로 이를 화학적으로 제거하기는 어렵기 때문이다. 그러므로 이러한 이산화탄소의 농도를 감소시키기 위해서는 실내오염공기를 실외로 배출시키고 외기의 신선한 공기를 실내로 유입시켜야 한다.

실내공기를 배출시키고 외부공기를 실내로 유입시키는 것을 환기라 한다. 환기량을 결정하는 것은 실내 이산화탄소 발생량과 실내 이

산화탄소 농도의 허용한도, 외기의 이산화탄소 농도에 의해 결정된다. 신선한 외기의 이산화탄소 함량은 300PPM(1/1,000,000, PART PER-MILLION)이나 대도시의 함량은 이보다 훨씬 높을 것이다. 실내 이산화탄소 농도의 허용한도는 미국의 ASHRAE(American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers)에서는 2,500PPM까지는 인체에 무해하다는 허용한도로 하고 있으나, 일본의 건축물 환경위생 관리기준에서는 허용한도를 1,000PPM으로 규정하고 있다.

환기량을 정하기 위한 실내 이산화탄소 허용한도는 실내의 이용 목적에 따라 다를수 있으나 비교적 흡연율이 높은 사무실에서의 업무능률을 향상시키고, 재실인원의 변동이 심한 백화점등 매장에서는 쾌적한 환경에서의 구매의욕을 높이기 위해서는 1,000PPM으로 허용한도를 정하는 것이 합리적이라 할수 있다.

또한 실내에서 발생하는 이산화탄소의 량은 실내에서의 작업정도에 따라 달라진다.

아래표에서는 작업정도에 따른 이산화탄소 배출량과 실내 이산화탄소 허용한도에 따른 필요 환기량을 나타낸다.

작업정도	CO ₂ 토출량 (m ³ /h·人)	필요환기량			
		CO ₂ 허용한도	CO ₂ 허용한도	CO ₂ 허용한도	CO ₂ 허용한도
		1,000PPM	1,500PPM	2,000PPM	2,500PPM
안정시	0.013	18.6	10.8	7.6	5.6
극경작업시	0.022	31.4	18.3	12.9	10.0
경작업시	0.030	43.0	25.0	17.6	13.6
중등작업시	0.046	65.7	38.3	27	20.9
중작업시	0.074	106	61.7	43.7	33.6

그러나 상기의 환기량은 설계 기준량이며 실내의 이산화탄소의 함량에 따라 환기량은 변화되어야 한다.

또한 실내오염만 생각한다면 환기량을 증가시켜야 하나 환기량 증가는 곧바로 열손실을 가져오므로 적절한 환기량을 유지한다는 것은 매우 중요하다.

적절한 환기량을 유지시키기 위해서는 항상 실내 이산화탄소의 농도를 검출하여 그 환기량을 결정해야 한다.

다음에서는 그 환기량 결정방법에 대해 알아보자.

2. 실내 공기오염 대책 (Indoor Air Quality Control)

앞에서 살펴보았듯이 실내 이산화탄소 함량에 따른 환기량을 적절히 제어하지 않는다면 실내 오염도의 증가에 따른 인체에 악영향을 초래하거나, 많은 에너지 손실을 가져올 수 있다. 이는

실내오염에 영향을 주는 여러 요소들에 의해 환기량을 결정했다라도 실내에서 발생하는 오염량에 따라 환기량을 재 설정해주지 않으면 안된다.

특히 실내에서 발생하는 이산화탄소의 량은 재실인원과 재실인원의 활동 정도에 따라 급격히 변화된다.

사무실에서의 흡연, 비사용 시간이 많은 회의실, 강당, 백화점등 매장에서의 고객의 수등이 이산화탄소발생에 많은 영향을 미친다.

실내 이산화탄소의 함량을 적절히 유지하기 위해서도 실내의 이산화탄소의 함량을 측정하는 이산화탄소 검출기가 있어야 한다. 먼저 이산화탄소 검출기에 대해 알아보자.

이산화탄소 검출기는 그 설치위치에 따라 실내설치형과 닥트(Duct)설치형으로 구분될 수 있다. 실내 이산화탄소 함량검출을 위해서는, 실내에 설치되는 실내설치형이 원칙이나 공조 Zone의 구분, 실내의 기류, 실내마감등에 의해 실제로는 실내에 설치하는 것이 어려움이 많음

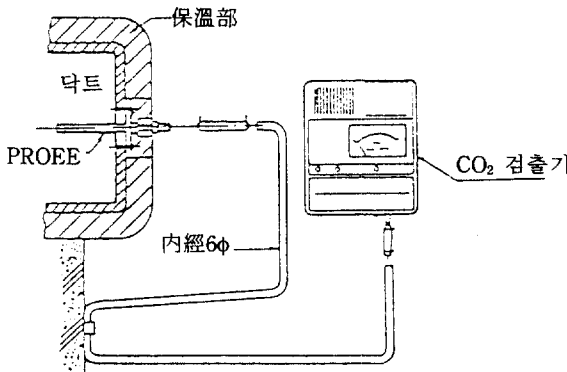


그림 1. 덕트설치형 이산화탄소 검출기

으로 공조 Zone별 평균 이산화탄소 함량 검출이 용이한 덕트 설치형을 환기 덕트에 설치하는 것이 바람직하다.

덕트설치시에는 이산화탄소 검출기를 직접 환기 덕트내에 설치하는 것이 아니고 덕트로부터 이산화탄소 검출기까지 Sampling Tube(주 로동관)을 연결하여 사용한다.(그림 1. 참조)

이때 덕트내의 공기를 이산화탄소 검출기로 취출하는 방법을 이산화탄소 검출기내에 Sampling Pump가 설치되어 있어서 덕트내의 공기를 취출하거나, 덕트내의 기류를 이용 Pitot관을 통해서 이산화탄소 검출기로 공기를 취출하는 방법이 있다. 덕트내의 기류를 이용하여 공기를 취출하는 방법은 덕트내의 기류가 취출하기에 부적합 하거나, Sampling Tube의 설치 방법에 따라 많은 영향을 받게 된다, Air Sampling Pump를 사용하는 이산화탄소 검출기는 이러한 단점은 없으나 가격이 다소 비싼 편이다.

이산화탄소를 검출하는 방법은 적외선을 이용 모듈레이트된 적외선농도를 선택적으로 흡수하는 가스분자의 진동을 유도하여 가스분자로부터 발생하는 에너지를 포집하여 그 포집된 양에 따라 이산화탄소 함량을 검출하거나, 가스분자의 진동에너지가 분자간의 충돌을 유도하여 여기서 발생하는 음파를 감지하여 이산화탄소 함량을 검출하는 방법이 있으나 어느 방법이든 이산화탄소 검출기 제조 업체의 Know-How에 속한다.

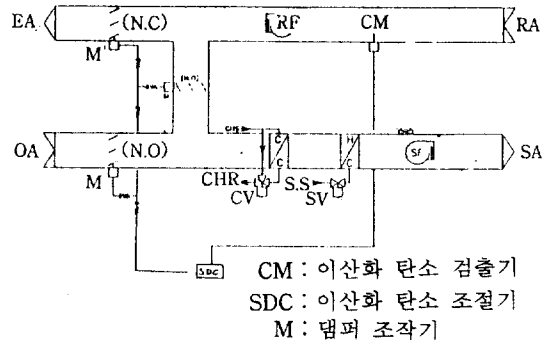


그림 2. AHU CO2 CONTROL DIAGRAM

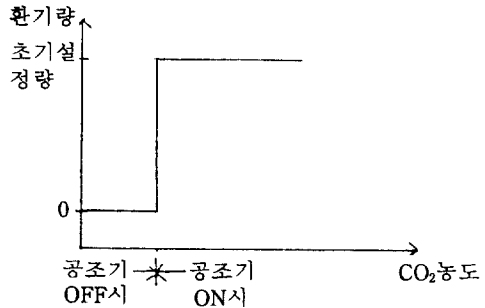


그림 3. CO2 제어를 안했을 경우

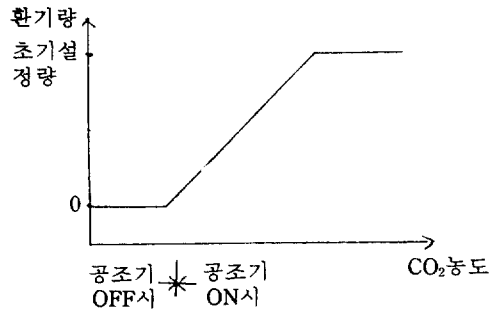


그림 4. CO2 제어를 했을 경우

이산화탄소 검출기와 환기량의 제어방법을 일반공조기에 적용해보자.(그림 2. 참조)

이산화탄소 농도 조절 방법은 환기덕트에 설치된 이산화탄소 검출기(CM)의 검출농도에 따라 이산화탄소 조절기(SDC)의 설정에 의해 외기 Damper의 개도를 조절 환기량을 조절한다. 이때 배기댐퍼, 환기댐퍼는 연동된다.

이산화탄소 농도와 환기량(외기도입량)의 관계를 그림으로 보면 아래 그림 3. 그림 4와 같다.

상기에서 살펴본 바와 같이 실내 이산화탄소 함량에 따른 환기량(외기도입량)제어를 행하므로써 실내 이산화탄소 함량에 증가 되어 실내가 오염이 되면 환기량을 증가시켜 쾌적한 실내를 유지하고, 실내 이산화탄소 함량이 감소되면

환기량을 감소시켜 외기도입에 따른 공조시의 에너지 낭비를 감소시킬 수 있다. 따라서 앞으로는 건물의 공조 설계시 이산화탄소 제어룰 채택 쾌적한 환경과 에너지 절약을 모두 실현 했으면 하는 바램이다.