

취침 시 환기횟수에 따른 CO₂ 피크치 제어에 관한 연구

*원 유 미, *김 대 승, *이 우 진,**김 동 규, *김 세 환*

동의대학교 건축설비공학과*, 부경대학교 기계공학부**

A research on the CO₂ Peak Point Control according to Ventilation Frequency during Sleeping

You-Mi Won*, Dae-Seung Kim*, Woo-Jin Lee*, Dong-Gyu Kim**, Se-Hwan Kim*†

*Department of Building System Engineering, Donggeui University, Busan 614-714, Korea

**Department of Mechanical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-738, Korea

ABSTRACT: There was in a building and with the technical advance for a energy saving the secret efficiency of the building improved together and continuously was come. The indoor air environment brought about the deterioration which is remarkable because of it. But time of most the indoor air environmental matter is one in the element which healthily affects biggest in the moderns who lives from the interior space. Today the plan for the air environmental maintenance which dwelling space is appropriate is demanded, is the actual condition where the method of the ventilation control which is energy saving and efficient is necessary. From the research which it sees, number of ventilation 0.7 time of the aeration which is a domestic legal baseline is excessive is judged from the research which sees, The sleep hour assumes it stays most long the hour when, number of ventilation 0 time 0.1 times 0.4 times CO₂ consistency measurements and analyzes number of ventilation conclusive escape. And CO₂ peak point control leads it decides a data, effective and it talks an energy saving circulation control method and it does to sleep.

Key words: CO₂, Peak Point, Number Of Ventilation, Energy Efficiency Ventilation

1. 연구배경 및 목적

건물에 있어서 에너지절약을 위한 기술의 발전과 함께 건축물의 기밀성능은 지속적으로 향상 되어 왔다. 그러나 이러한 건축물의 기밀성능 향상은 실내공기환경의 현저한 악화를 초래하게 되었으며, 그에 따른 시급한 대책이 필요한 실정이다. 특히 실내 공기환경은 거주자의 건강과 쾌적감을 커다란 영향을 미치는 환경요소로서 더욱 이에 대한 대책이 시급하다고 할 수 있다. 대부분의 시간을 실내공간에서 생활하고 있는 현대인에게

실내공기환경 문제는 건강에 가장 큰 영향을 미칠 수 있는 요소 중 하나라 할 수 있다. 따라서 현대 거주공간의 적절한 공기환경을 유지하기 위한 방안이 지속적으로 요구되고 있으며 생활수준이 높아지고 웰빙 바람과 더불어 건강에 대한 현대인의 인식이 증대되면서 이에 대한 관심이 증가하고 있다. 또한 건축물의 기밀함이 향상되면서 기계적 환기가 증가하는데 이는 고유가 시대에 많은 에너지 낭비를 불러오고 있다. 따라서 에너지 절약적이고 효율적인 환기제어의 방법이 절실히 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 현재 국내 법적기준치인 환기횟수 0.7회가 과다하다고 판단되어 사람이 공동주택에 거주할 때 무의식의 상태에서 가장 오래 머무는 시간이 수면시간이라고 가정하고, 수

† Corresponding author

Tel.: +82-51-890-1983; fax: +82-51-890-1234

E-mail address: ksh@deu.ac.kr

면 시 환기횟수 0회, 0.1회, 0.4회, 0.7회에 대한 CO₂ 농도를 측정 및 분석하여 법적기준치를 만족하는 최적의 환기횟수를 정립한다. 그리고 최적의 환기횟수로 정립된 Data로 CO₂ 피크치 제어를 통해 더 효과적이고 에너지 절약적인 환기 제어 방법을 제시하고자 한다.

2. 연구방법 및 범위

2.1 연구방법

본 연구에서는 국내기준 환기횟수가 공동주택에 적합한지를 제안하고자 연구의 내용 및 방법을 그림 1에 나타내었다. 실내공기 환경기준을 조사 분석하였고, 조사 자료를 기초로 하여 환경챔버 내에서 수면 시 실내의 공기 질을 측정하고 이산화탄소 피크치에 따른 결과를 도출하여 에너지절약적인 환기제어 방안을 고찰하고자 하였다.

2.2 이론적 배경

공동주택의 실내 공기 환경은 여러 가지 오염물질에 노출되어 있고, 또한 실내에서 발생하는 오염물질은 인체에 많은 영향을 미치고 있다. 따라서 실내 오염물질에 의한 피해정도는 실외에 비해 매우 크다고 할 수 있다. 실내 공기 오염물질을 저감할 수 있는 방법으로는 신선한 외기를 도입하여 실내의 오염물질을 외부로 배출시키는 방법이 가장 효과적인 방법이다. 이산화탄소는 실내공간에서 농도가 증가하면 호흡 시에 필요한 산소의 양이 부족하게 되므로 일산화탄소와 함께 중요한 실내오염물질 중 하나로 다루어지고 있다. 실내의 경우 대부분 그 시간에 실외의 이산화탄소의 농도보다 높다. 실제로 실내의 거주자들이 활동하는 시간동안에는 실내 농도가 1000ppm 이상으로 상승하기도 한다. 이에 ASHRAE는 다양한 실내농도에 대해 적절한 실내 공기질을 유지하기 위해서 환기율을 제시하였는데, 그 기준은 한 사람당 외기량으로 7.5ℓ/s를 기본 적으로 요구하고 있다. 실내 환경기준은 0.1%(1000ppm)을 일반적으로 적용한다. 다음 표 1에서는 이산화탄소 허용농도에 따른 영향을 나타낸 것이다.

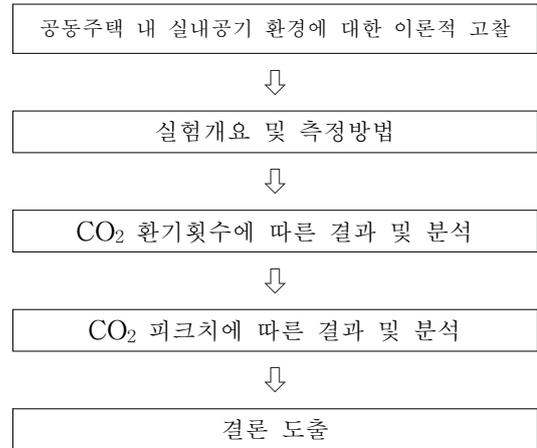


그림 1. 연구진행 방법

표 1. CO₂의 허용농도에 따른 영향

농도 (ppm)	영향
700	다수가 계속 재실하는 경우의 허용 농도임.
1000	일반적인 경우의 허용 농도임.
2000~5000	환기 계산에 사용되는 허용 농도임.
5000이상	상당히 불량한 것으로 인정됨.
40000~50000	호흡증후를 자극한다.
80000 전후	10분간 호흡하면 강한 호흡곤란, 안면홍조, 두통을 일으킨다. 산소의 결핍을 수반하면 장애가 빨리 일어난다.
100000	치명적임.



그림 2. 환경챔버 내 측정 장비 위치

표 2. 실험조건, 장비 및 환경인자

구분	내용
실의 체적	24.7m ³
피험자	남: 1 (키:180cm, 몸무게:65kg) 여: 1 (키:167cm, 몸무게:62kg)
실험 기간	환기횟수 제어 : 2008. 02. 20 ~ 03. 07 피크치 제어 : 2008. 04. 04 ~ 04. 07
실험 시간	22시 ~ 06시 (20분 간격 측정)
실험 조건	환기횟수 제어 : 0회, 0.1회, 0.4회, 0.7회 피크치 제어 : 0.4회, 0.7회
측정환경 인자	CO ₂ , 온도, 습도
측정 장비	TSI 8731(Q-CHECK) : CO ₂ TSI 8386 : 온도, 습도, 풍속계 ALMEMO 5590 : 데이터 기록계

표 3. 각 환기횟수의 풍속값

횟수(회/h)	풍속(m/s)
0.1	0.16
0.4	0.62
0.7	1.09

3. 실험개요 및 측정방법

취침 시 환기횟수에 따른 CO₂ 농도를 측정 및 분석하기 위한 실험은 그림 2와 같은 환경챔버에서 이루어졌다. 침실의 소요면적은 현재 건축계 획법에서 1인당 25m³로 제시되어 있으며 챔버 내 체적은 24.7m³로 실제 침실내 가구 등을 고려할 때 이를 만족한다고 할 수 있다. 피크치 결정을 위하여 환기횟수 0, 0.1, 0.4, 0.7회의 기초실험을 수행하여 피크치 제어를 위한 환기횟수 0.4회와 0.7회를 선정하였다. 또한 피크치 결정을 위하여 피험자 남녀 각 1인이 환경챔버에 입실하여 22시부터 06시까지 20분 간격으로 총 26회의 측정이 이루어졌다. 취침시 환기횟수에 따른 CO₂ 농도는 측정 시 외부로부터의 극간풍이 없는 상태이고, 도입외기의 CO₂농도는 평균적으로 360~460ppm으로 측정되었다. 전체적인 실험조건은 표 2와 같다. 실험 시 풍속은 원형 플렉시블 덕트(75mm)의 5개의 점에서 풍속을 측정하여 평균값을 실험 풍속으로 사용하였고, 환기횟수별 풍속값은 표 3에서 나타내었다.

4. 실험결과 및 분석

4.1 CO₂ 환기횟수에 따른 결과 및 분석

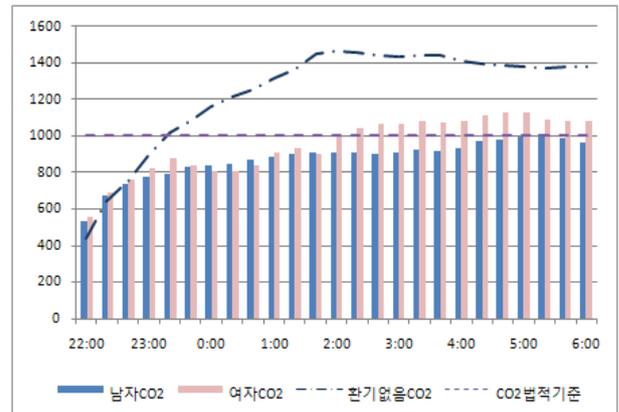


그림 3. CO₂ 경시변화[환기횟수 0.1회/h]

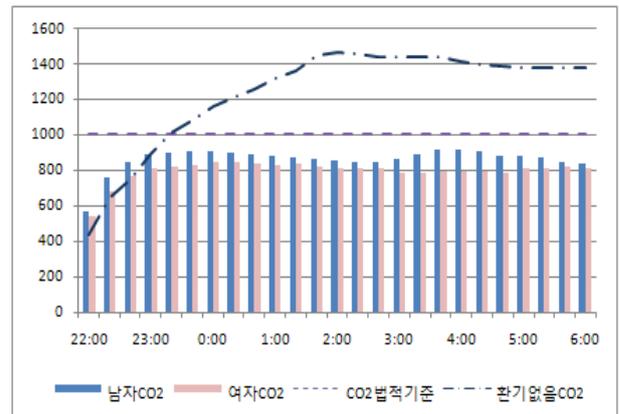


그림 4. CO₂ 경시변화[환기횟수 0.4회/h]

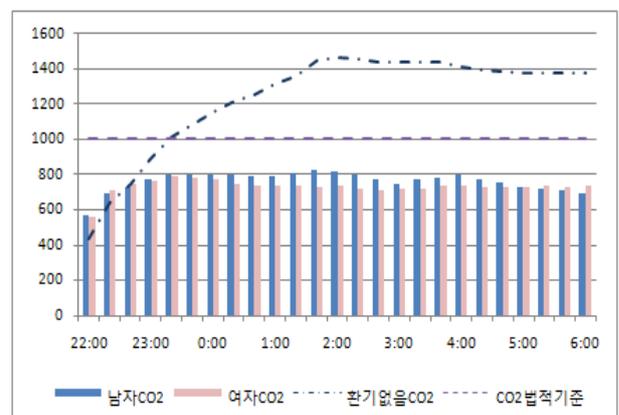


그림 5. CO₂ 경시변화[환기횟수 0.7회/h]

그림 3, 그림 4, 그림 5는 취침 시 환기가 없는 상태의 Data를 기준으로 한 CO₂ 농도 변화와 법적기준치를 나타낸 것이다. 환기횟수 0.1회, 0.4회, 0.7회 일 때 CO₂ 농도 변화량은 환기횟수 0회 때에는 취침 후 1시간 30분부터 법적기준치인 1000ppm을 초과하였으며, 2시간 30분 정도 경과 후 최대 피크치인 1500ppm까지 상승하였다가 다소 하강 후 약 1400ppm으로 유지되는 경향을 나타내었다.

환기횟수 0.1회 일 때에는 취침 후 4시간 후부터 1000ppm을 초과하였으며, 환기횟수 0.4회, 0.7회일 때의 CO₂ 농도는 최고 800~900ppm으로 나타났다. 환기횟수별 시간에 따른 CO₂의 경시변화를 고려할 때 환기횟수 0.4회 만으로도 국내 법적기준을 만족하였다. 따라서 취침시 환기횟수 0.4회를 적용하는 경우는 환기횟수 0.7회보다 동력비가 절감되는 효과를 얻을 수 있다.

4.2 CO₂ 피크치에 따른 결과 및 분석

그림 6, 7과 같이 환기횟수 0.4회와 0.7회 시에는 CO₂ 피크치에서 팬의 on/off에 따른 CO₂의 변화량을 고려한 예비실험을 수행하였으며, 그 결과 0.4회시에는 CO₂ 농도 최저값이 900ppm정도로 예비실험 시 피크치 제어를 했을 때 팬 정지 후에 CO₂ 농도가 100~150ppm정도 상승하였다가 유지되었으므로 CO₂를 기준으로 팬을 정지하는 피크치 제어는 불가능 하였다. 따라서 0.4회시에는 초기수면에서 CO₂ 농도가 증가하는 경시변화를 고려하면 수면 후 50분정도의 팬정지 효과로 인한 동력 절감의 효과를 얻을 수 있었다. 0.7회시의 예비실험에서는 피크치에 팬을 가동한 후 CO₂의 양이 증가하는 현상 없이 150ppm정도 떨어지게 되며 팬을 정지시킨 후 40분에서 1시간 정도 지난 후에는 900ppm정도로 상승하는 결과를 얻어 팬의 가동시점과 정지시점을 정하였다. 그 결과 피크치 제어를 통한 3시간30분가량의 팬 동력 절감의 효과를 얻을 수 있었다. 그림 8은 이상의 분석결과를 기준으로 일반적인 수면시간 8시간을 고려할 때 피크치 제어를 하는 경우의 운전시간 비율을 나타낸 것이다. 운전시간 비율을 고려할 때 0.7회의 경우 약 45%, 0.4회는 약 10%의 운전시간을 절약함을 추정할 수 있다.

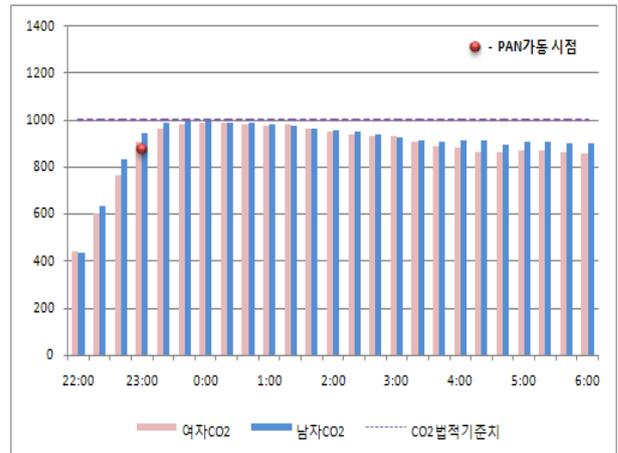


그림 6. 피크치 제어에 의한 CO₂변화[0.4회/h]

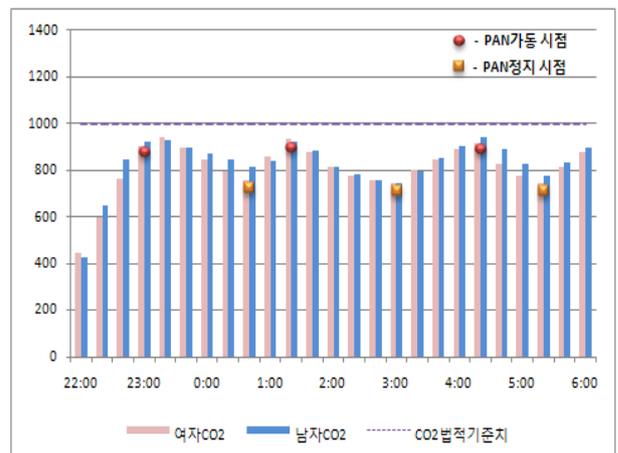


그림 7. 피크치 제어에 의한 CO₂변화[0.7회/h]

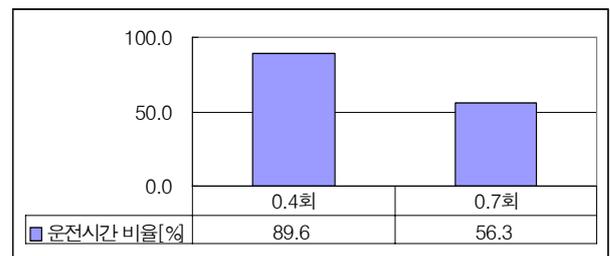


그림 8. 피크치 제어에 따른 팬 운전시간 비율

4.3 온도, 습도

그림9~그림12는 취침 시 실내 온도 및 습도의 변화를 나타낸 것이다. 측정결과 온도는 취침 후 1시간 동안은 변화를 보였으나 1시간 이후에는 일정해졌으며 실내 공기환경기준인 17~28℃를

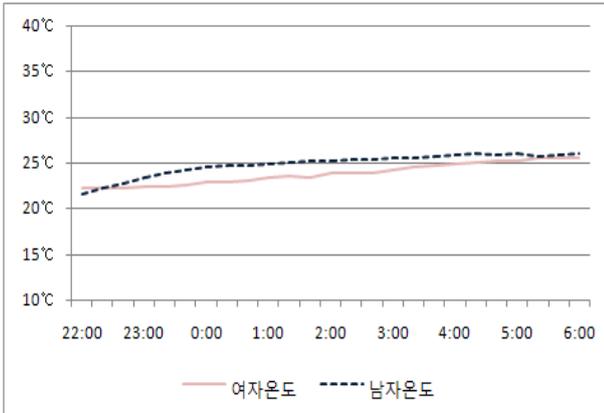


그림 9. 환기 0.4회/h 온도 변화

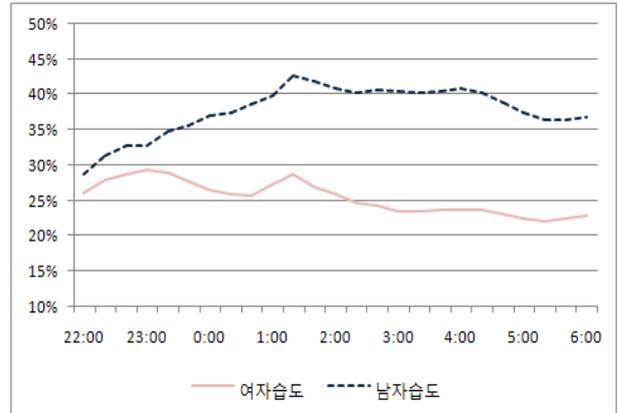


그림 12. 환기 0.7회/h 습도 변화

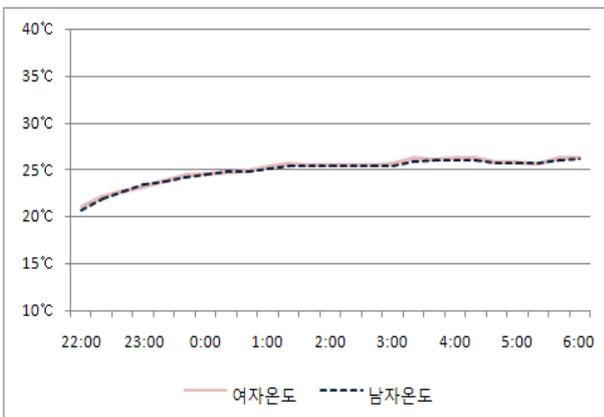


그림 10. 환기 0.7회/h 온도 변화

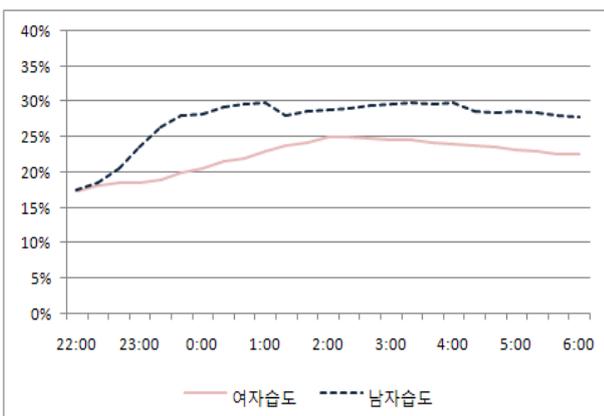


그림 11. 환기 0.4회/h 습도 변화

만족하였다. 습도는 일정한 그래프의 형태를 보였으나, 당일의 우천이나 외기의 영향이나 실험자의 몸 상태에 따른 영향을 많이 받는 것으로 나타났다.

5. 결론

현대인의 삶의 대부분이 실내에서 이루어지고 있다는 점에서 현대인에게 실내공기환경 문제는 심각하게 대두되고 있으며, 거주공간의 적절한 공기환경을 유지하기 위한 방안이 지속적으로 요구되고 있다. 하지만 건물이 기밀해 짐에 따라 기계환기가 증가하고 이로 인한 많은 에너지 낭비를 불러오고 있다. 이에 현 국내 법적기준치인 환기횟수 0.7회가 과다하다고 판단되어 실의 크기 24.7m³, 실의 온도25°C의 환경 챔버에서 재실자 1인을 기준으로 실험을 실시한 결과 아래와 같은 결론을 얻었다.

- 1) 환기횟수 0.4회 만으로도 국내 법적기준을 만족하였으며, 환기횟수 0.7회보다 동력비가 80%가 절감되는 효과를 얻었다.
- 2) 최적의 환기횟수 0.4회, 0.7회를 기준으로 피크치 제어를 통해서 0.4회 시에는 수면 후 50분까지만 팬동력 절감의 효과를 얻었으며 0.7회시에는 피크치 제어를 통한 3시간 30분가량의 팬동력 절감의 효과를 얻었다.

참고문헌

1. 현세훈, 박철수, 취출구 위치에 따른 실내 CO2 농도 분석, 대한건축학회 학술발표대회논문집, 2006, pp.653-656

2. 민병수, 공동주택의 실내 공기질 조사 및 개선 방안에 관한 연구, 박사학위논문, 경기대학교 대학원 건축공학과 전공, 2005, pp.0-179
3. 김동규, 김삼열, 김세환, 공동주택에서 취침 시 실내공기환경 평가에 관한 연구, 한국생태환경건축학회논문집, 2007, pp.93-98
4. 홍천화, 배상환, 박선효, 공동주택의 환기최적화 방안에 관한 연구, 대림기술정보, 2003, pp.62-75
5. 최석용, 환기량 변화에 따른 신축공동주택의 실내 공기질 개선효과 검토, 설비공학회논문집, 2006, pp.259-266
6. 이종찬, 김대웅, 박병희, 김병선 CFD를 이용한 군 내무실의 환기 개선방안, 대한건축학회논문집, 2006, pp.275-283