

초고층 공동주택의 냉방 통합 환기시스템의 성능평가에 관한 연구

A Study on the Performance Assesment of Integrated Cooling & Ventilation System in Super High-rise Apartment House

○김 옥* 박 진 철** 김 남 규*** 조 균 형**** 이 언 구*****
Kim, Ok Park, Jin-Chul Kim, Nam-Gyu Cho, Kyun-Hyung Rhee, Eon-Ku

Abstract

The goal of this research is to develop the integrated cooling & ventilation system for super high-rise dwellings. To conform the performance of the ventilation system with cooling such as mock-up test were conducted. The results of this study can be summarized as followings; According to the mock-up test, the integrated cooling & ventilation system showed that the volume of ventilation, the temperature & humidity of cooling is satisfied with standard. A proper design proposals of the integrated cooling & ventilation system including hybrid ventilation are suggested.

키워드 : 초고층공동주택, 냉방통합환기시스템

Keywords : Super high-rise Apartment Houses, Integrated Cooling & Ventilation System

1. 서 론

최근 신축되고 있는 공동주택을 중심으로 주택에서의 환기시스템 도입을 의무화하고 있으며 이에 따라 다양한 환기시스템이 건물에 적용되고 있다. 또한 이러한 공동주택에서는 여름철 냉방을 위해 세대별 냉방시스템을 도입하고 있으며 이는 분양 시 또는 입주 후에 설치되고 있다.

공동주택에서 환기 및 냉방을 하나의 시스템이 아닌 각각의 독립된 시스템으로 적용 시 각각의 시스템 운전비가 요구될 뿐만 아니라 환기 덕트와 냉방 덕트공간이 각각 요구되기 때문에 천장공간 확보의 문제가 발생하고 있다.

따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해

냉방 및 환기가 동시에 가능한 단일 시스템을 개발하여 성능을 확인하고 주거 건물에서의 적용가능성을 검토하고자 한다.

2. 냉방통합형 환기시스템의 설계 프로세스

초고층건물의 환기는 자연환기도 가능하지만 일반건물과 달리 건물높이, 층고, 평면 및 입면형태 등의 요소에 의하여 영향을 받고 있어 보다 안정된 환기를 유지하기 위하여 기계 환기의 채택이 필수적으로 요구되고 있다.

그에 따라 본 연구에서는 초고층 공동주택에 안정된 환기를 위해 현재 적용되고 있는 기계 환기시스템에서 개선이 시급하다고 생각하는 문제점에 관련하여 관련된 전문가 집단의 의견수렴을 한 결과를 토대로 적용 가능한 기계 환기시스템의 필요 환기량과 각 제어방식 등을 결정하여 설계 및 제작하였다.

본 연구에서 제시한 에너지 절약과 실내 환기를 고려한 냉방통합형 환기시스템의 설계 프로세스는 그림 1과 같다.

* 중앙대 대학원 박사과정
** 중앙대 건축학부 부교수, 공학박사
*** 동원대 소방안전관리과 부교수, 공학박사
**** 수원대 건축공학과 교수, 공학박사
***** 중앙대 건축학부 교수, 건축학박사

이 연구는 2003년도 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평
가원에서 위탁 시행한 건설핵심기술연구개발사업에 의한 것임. 과제
번호 : 03산C04-01

설계상에 대한 환기문제점 파악 및 환기요구 우선순위 결정	· 건축구조에 기인한 기류역류, 침기 및 누기 가능성 검토 · 실내오염물질 발생현황 파악 · 급기의 분포 및 흐름 영향요인 파악 · 도입외기의 여과 필요성 검토
↓	
환기량 결정	· 재실자수를 고려한 급기량 설정 · 실내오염물질 배출/희석을 위한 환기횟수 설정
↓	
환기전략 수립	· 실내압력조건을 고려한 환기방식 적용성 검토 · 열회수장치 적용성 검토 · 냉난방장치와 통합된 환기방식의 적용유무 검토
↓	
환기방식 및 장치 선정	· 환기요구우선순위에 따른 환기시스템 구성요소 및 장치 선정 · 환기장치를 통한 급기조건이 실내온열환경에 미치는 영향(드래프트, 습도) 고려 · 정숙성, 유지관리 용이성 고려
↓	
환기시스템의 컨트롤러 선정	· 접근성, 신뢰성 및 작동 메카니즘 고려 · 조절기 선정 : (정풍량 연속환기) · 조절기용 센서류 선정 · 냉난방시스템과 통합 시 냉난방용 팬 및 덕트 계통과 연동성 고려
↓	
덕트 및 그릴 설계	· 덕트재질, 덕트의 노출/은폐, 덕트보온 결정 · 저항 최소화하기 위한 굴곡부 최소화시공 · 덕트치수, 덕트기구류 치수결정 · 청소 및 유지관리 용이성 고려
↓	
환기시스템 설치	· 덕트계통의 누기 방지 · 장치계통의 진동과 소음의 최소화 · 조절기의 활용/작동 스케줄 적용
↓	
급기량 / 배기량 측정	· 각 취출구/흡입구의 실측풍량은 설계풍량의 ±10% 이내로 조정

그림 1. 냉방통합형 환기시스템의 설계프로세스

3. 냉방통합환기시스템의 제작 및 설치

에너지절약 및 냉방을 함께 고려한 냉방 겸용 환기시스템의 개요 및 Mock-up 실험실의 사이즈 및 실험실의 냉방 부하량을 확인하였다.

3.1 냉방겸용 환기시스템

(1) 시스템 개요

냉방겸용 환기시스템의 유니트 크기는 800mm×1,200mm×1,900mm로서 하부는 콤프레셔 및 물탱크, 상부는 증발 및 응축코일과 팬이 설치되어 있다. 물탱크는 증발코일에서 응축된 응축수 및 급수관을 통해 저장된물을 응축코일에 살수하여 응축열을 증발냉각에 의해 효과적으로 제거하고자 한 것으로 이는 수냉식 및 공냉식을 겸한 방식으로 팬의 용량을 줄이기 위해 설치하였다.

그림 2은 냉방겸용 환기시스템의 구성요소 및 크기를 나타낸 것이며, 표 1은 유니트의 구성 및 각 구성요소의

기능을 나타낸 것이다.

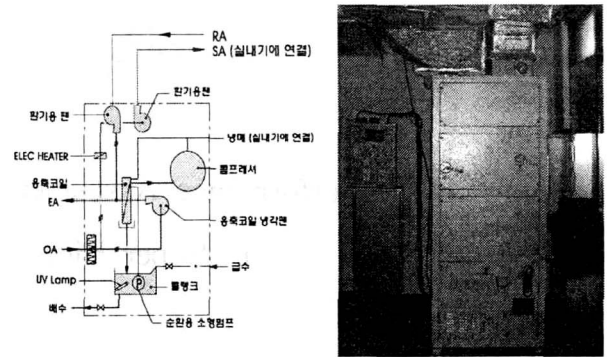


그림 2. 냉방겸용 환기 유니트의 다이어그램 및 시작품

표 1. 유니트 구성 및 기능

컴프레셔 1대	냉매압축용으로 왕복동식	응축코일 냉각용팬 1대	응축코일 냉각을 위한 팬
물탱크 1대	증발기의 결로수 및 급수를 보급 받아 응축코일 냉각	냉방용 급기팬 1대	냉방 시 가동하기 위한 팬으로 환기용보다 용량이 큼
순환펌프 1대	응축코일에 물 분사	환기용 급기 및 배기팬 2대	환기 시 동시 작동
응축기 1대	냉매 응축열 방출을 위한 코일	열교환기 1개	환기급기및배기시 배기열 회수를 위해 사용
UV 램프 1개	물탱크 소독	히터 1개	동절기 외기 예열용
증발기 1개	냉각을 위한 코일		

3.2 Mock-up 실험실 개요

본 연구에 이용된 Mock-up 실험실은 C대학 건물에 위치한 것으로 실험실의 개요는 다음과 같다.

- 총면적 8.4 × 11.2 = 94m²
- 실 1 : 3.65 × 6.15 = 22.5m²
- 실 2 : 3.8 × 6.15 = 23.4m²
- 실 3 : 3.55 × 8.3 = 29.5m²

그림 3은 Mock-up 실험실로써, 실의 크기 및 환기시스템의 설치위치와 그에 따른 덕트 설치 도면을 나타낸 것이다.

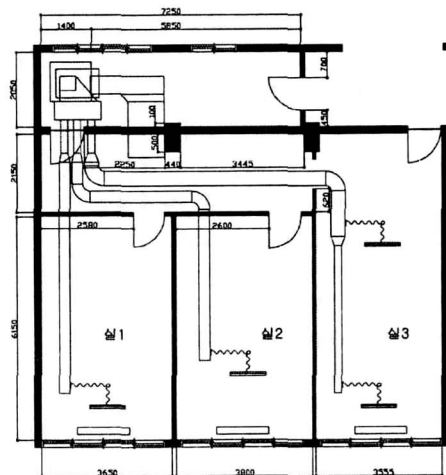


그림 3. Mock-up 실험실

3.3 실험실의 냉방부하량 산정

Mock-up 실험실의 냉방부하량을 파악하고자 에너지 해석프로그램인 DOE-4.0을 이용하여 계산하였다. 에너지 해석 시뮬레이션 조건으로, 건물 내부의 설정 온습도는 여름철 건구온도 26℃, 상대온도 60%, 겨울철 22℃, 50%로 설정하였다. 이러한 시뮬레이션 조건을 토대로 서울지방 설계온도(TAC 2.5%) 31.1℃ 및 실내온도 26℃를 적용하여 각 실별 냉방부하량을 산정한 결과 그림 4와 같다.

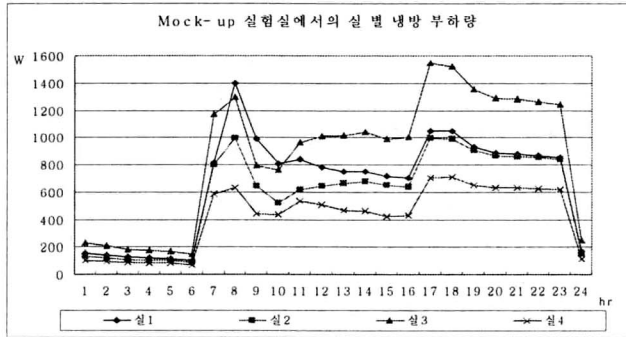


그림 4. Mock-up 실험실에서의 실별 냉방부하량

냉방부하량 산정결과, 실 1의 냉방용량은 1396.1kcal/h, 실 2는 997.72kcal/h, 실 3은 1545.34kcal/h으로 나타났다. 그에 따른 송풍용량은 실 1 1315.24kcal/h, 실 2 914.12kcal/h, 실 3은 1426.42kcal/h 으로 나타났다.

3. 냉방겸용 환기시스템의 성능 실험

3.1 실험 개요

본 실험은 냉방환기 시스템의 성능확인을 위해 실시한 실험으로, Mock-up 실험실의 각 실 배기구 풍량, 시스템 내부 및 급·배기구에서의 온도 및 습도변화 정도를 측정하였다.

본 실험은 2007년 8월 여름철에 실시하였으며, 외기온이 가장 높은 11시부터 5시까지 진행하였다. 실험 당일의 외부 온습도 조건은 그림 5와 같고, 14시 이후부터 비가 내려 외기 습도가 상승하였다.

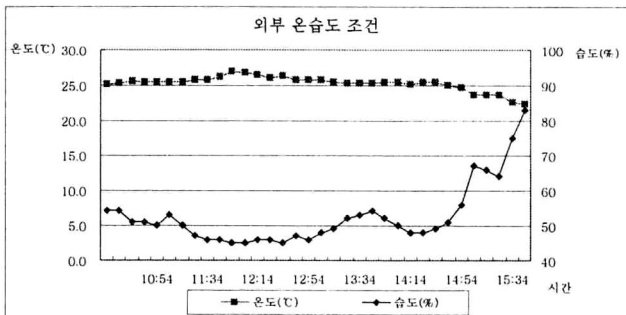


그림 5. 실험당일 외부 온습도 조건

3.2 냉방 환기시스템의 풍량 측정

공동주택의 기준 환기횟수인 0.7회/h를 만족시키기 위해 각 실 급기구에서의 풍량은 표 3.과 같다.

표 3. 각 실의 면적 및 급기 풍량 기준(CMH)

실명	실 1	실 2	실 3
면적(㎡)	22.45	23.37	21.86
급기 풍량(0.7회/h 기준)	40.7	42.4	79.4

* 각 실의 높이는 2.6m 로 급기풍량은 각 실의 체적 당 0.7 회/h 환기 횟수를 기준으로 설정

각 실의 급기구에서 바람개비 디지털 풍량계를 이용하여 풍량을 측정하였으며, 풍량 측정 위치 및 측정 당시 모습은 그림 6과 같고, 이 때의 급기구에서의 풍량은 그림 7과 같다.

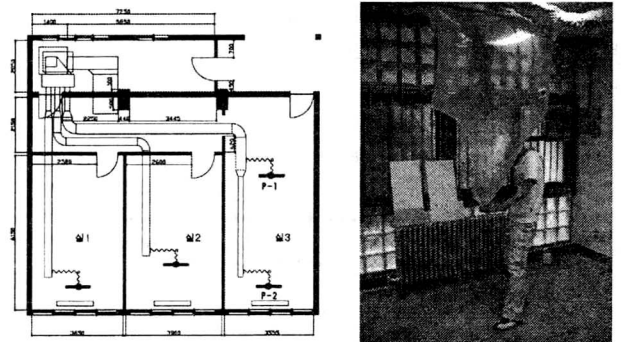


그림 6. 풍량 측정 위치 및 측정 모습

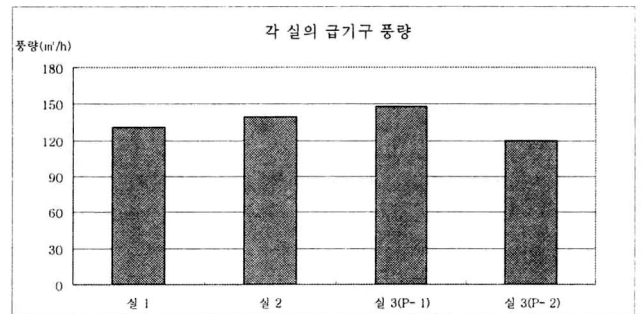


그림 7. 각 실의 디퓨저 풍량

각 실의 급기구에서의 급기풍량을 측정한 결과, 실 1의 급기구에서는 130.4 CMH, 실 2의 급기구에서는 139.4CMH, 실 3의 P-1 급기구에서는 147.4CMH, P-2 급기구에서는 119.4 CMH로 나타났다. 이러한 환기풍량은 실 1은 2.24회/h, 실 2는 2.3회/h, 실 3은 3.36회/h로 각 실 모두, 공동주택 환기기준인 0.7회/h 이상을 만족하고 있는 것으로 나타났다.

(3) 온도 및 습도 측정

각 실 및 시스템 내부의 온습도 센서 위치는 그림 8과 같다.

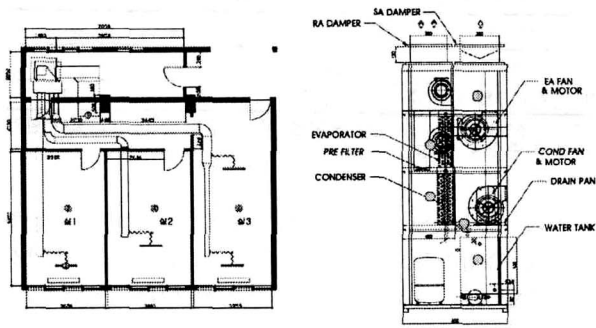


그림 8. 각 실 및 시스템 내부의 온습도 센서 위치

냉방겸용환기시스템 내의 급·배기구 및 S.A(공급풍량), R.A(리턴풍량)의 온도는 다음 그림 9, 10, 11, 12와 같다.

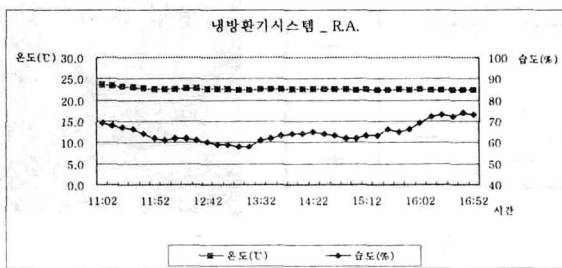


그림 9. 냉방환기시스템 R.A.

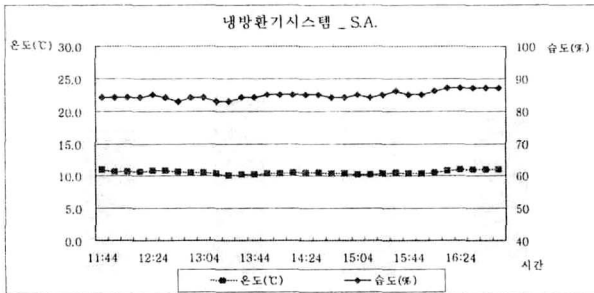


그림 10. 냉방환기시스템 S.A

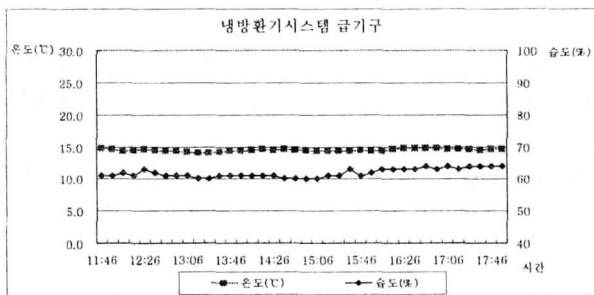


그림 11. 냉방환기시스템 급기구

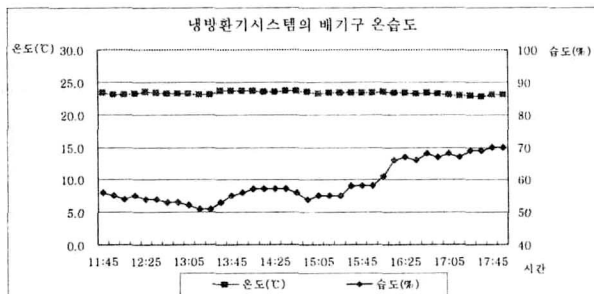


그림 12. 냉방환기시스템 배기구

냉방 및 환기를 통합한 유닛의 온도와 습도를 22℃, 50%로 설정한 후, 특히, 외기가 30도를 넘는 외기일때 Mock-up 실험실 내부 온도 및 습도를 측정된 결과, 각 실의 평균온도는 22.2℃, 평균 습도는 57.5%의 분포를 나타내고 있었다. 이는 설정 온도 및 습도값의 편차 0.5℃, 6%의 근소한 값을 보이고 있어 냉방통합환기시스템의 성능을 확인할 수 있었다.

4. 결론

본 연구는 주거용 건물에 냉방통합형 환기시스템 적용 시 그에 따른 냉방 및 환기성능을 평가하기 위한 실험으로 그 결과는 다음과 같다.

첫째, 냉방통합형 환기시스템의 풍량 측정에서 공동주택 100㎡ (30평) 규모의 Mock-up 실험실에서의 급기풍량을 측정된 결과, 실 1의 급기구에서는 130.4 CMH, 실 2의 급기구에서는 139.4CMH 실 3에서는 147.4CMH, 119.4 CMH의 풍량을 보이고 있었다. 이와같은 값을 환기량으로 환산하면 실 1은 2.24회/h, 실 2는 2.3회/h, 실 3은 3.36회/h로 각 실 모두 공동주택 환기기준인 0.7회/h 이상을 만족하고 있어 냉방통합형 환기시스템의 환기성능이 만족함을 확인하였다.

둘째, 냉방통합형 환기시스템의 여름철 온도 및 습도분포는 유닛의 온도와 습도를 22℃, 50%로 설정한 후, 특히, 외기가 30도를 넘는 외기일때 Mock-up 실험실 내부 온도 및 습도를 측정된 결과, 각 실의 평균온도는 22.2℃, 평균 습도는 57.5%의 분포를 나타내고 있었다. 이는 설정 온도 및 습도값의 편차 0.5℃, 6%의 근소한 값을 보이고 있어 냉방통합환기시스템의 냉방성능을 확인할 수 있었다.

참고문헌

1. 김옥, 김남규, 박진철, 이언구, "초고층 주거용 건축물에 적용된 환기 시스템에 관한 사례연구" 설비공학회 학술발표대회 논문, 2006.06
2. 김남규, 이동주, 김옥, 박진철, 이언구, "초고층 공동주택의 냉방 통합 환기시스템 개발에 관한 연구", 설비공학회 학술발표대회 논문, 2007.06
3. 박진철, 이언구, 조균형, 에너지절약과 실내공기환경을 고려한 초고층 건축물 환기시스템개발, 초고층건축물 연구성과 중간발표회, 2007. 7