

공동주택의 실별 제어환기 도입 타당성 분석

김 정 엽, 신 현 준, 권 용 일*, 윤 영 우**, 조 춘 식***

한국건설기술연구원 건설품질정책본부, *신홍대학 건축설비과, **미래설계, ***삼인이에스

Feasibility Study on Installation of Individual Room Control Ventilation in Apartment House

Jung-Yup Kim[†], Hyun-Joon Shin, Yong-Il Kwon*, Young-Woo Yun**, Chun-Sik Cho***

Construction Quality Policy Dep., Korea Institute of Construction Technology, Koyang, 411-712, Korea

*Department of Building Mechanical Engineering, Shinheung College, Euijungbu, 480-701, Korea

**Mirae Engineering Co., Seoul, 138-859, Korea

***Sahm-In Environmental Science Inc. Seoul, 135-230, Korea

ABSTRACT: Trend of mechanical ventilation system applied to apartment house is introduced and feasibility study on installation of the individual room control ventilation as energy-saving method is carried out through field experiment. While initial cost of installation for the individual room control ventilation increases, the running cost is lower than the individual household control ventilation due to automatic flow rate control and reduction of fan power, and the management cost also decreases due to extension of use life of components. As the results of field experiment on 115m²-type apartment house, the individual room control ventilation could save the amount of 1,459.5Wh/day when compared with the individual room control ventilation

Key words: Individual room control ventilation(실별제어 환기), Apartment house ventilation (공동주택 환기), Energy saving(에너지 절약), Feild experiment(현장실험)

1. 서 론

국내외에 건설되고 있는 공동주택, 다중이용시설 및 집회시설에는 냉난방설비와 함께 환기설비가 설치되고 있다. 선진외국에서는 환기설비를 효과적으로 설계,시공,운영하기 위하여 ASHRAE Standard(미국), BS EN(영국), SHASE(일본) 및 CAS(캐나다) 등의 관련 지침을 제시하고 있다. 이러한 기준은 환기설비의 일반요건과 설치요건, 환기설비의 구성품이 보유해야 하는 성능, 시공된 환기시스템의 시험 및 유지관리에 대한 세부적인 내용을 포함하고 있다.

국내에서는 환기설비 관련기준으로 2005년 9월 입법예고하여 운용하고 있는 공동주택 및 다중이용시설의 환기기준과 한국산업규격 KSF2921(자연환기설비의 환기성능 시험방법), 국토해양부제정 건축기계설비 설계기준 및 건축물의 설비등에 관한 규칙, 국토해양부제정 표준시방서 등이 제정되어 운용되고 있다.

이러한 관련기준에 근거하여 국내 신축공동주택에는 기계환기를 위한 환기유니트가 활발히 설치되고 있다. 환기유니트내에는 급기와 배기공기의 열교환을 위한 열교환기, 공기필터, 급기 및 배기팬이 설치되며 실내로의 환기공기의 공급과 배기를 위한 덕트가 설치된다.

본 논문에서는 환기유니트가 포함되는 기계환기시스템의 현황과 에너지절약적 운전방안의 일환으로 공동주택의 실별 환기제어에 대한 타당성 분석내용을

[†] Corresponding author

Tel.: +82-31-369-0506; fax: +82-31-369-0540

E-mail address: jykim1@kict.re.kr

소개하고자 한다.

2. 공동주택 기계 환기시스템

본 절에서는 국내 공동주택에 적용되고 있는 세대별 환기시스템 중 가장 일반적으로 많이 적용되고 있는 열교환형 환기시스템을 중심으로 현황을 파악하고, 실제 적용상의 문제점을 분석한다.

2.1 각실 급배기 덕트방식

각 실의 필요 환기량을 만족시키기 위해 각 실마다 급배기구를 두어 지속적으로 일정량의 환기를 수행하는 가장 널리 사용되는 방식이다. 각 실 급배기 덕트방식의 경우 천장에 설치된 스프링클러 등을 피해 덕트가 설치되며 덕트길이 증가와 이에 따른 팬의 압력손실 증가로 인해 에너지 소모가 커지는 문제점을 가지고 있다.

또한 천정고의 부족으로 인해 주택용 환기방식에서는 플라스틱으로 제작된 플랫덕트를 많이 사용하고 있다. 플랫덕트는 아스펙트비가 1:1인 경우가 가장 이상적이나 천장 공간의 부족으로 인해 우리나라 벽식 구조 공동주택의 경우 이러한 단면구조는 거의 불가능하다. 이에 덕트의 제작비용과 팬의 동력비를 줄이기 위해 아스펙트비를 4:1이하로 하도록 권장하고 있으나, 현실적으로는 아스펙트비를 5:1이상으로 적용되고 있어 이에 대한 대책이 필요하다. Fig. 1은 각 실 급배기방식의 개요도를 나타낸다.

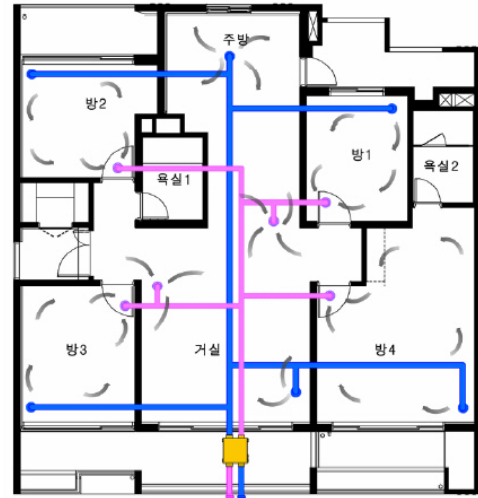


Fig. 1 각 실 급배기방식 개요도

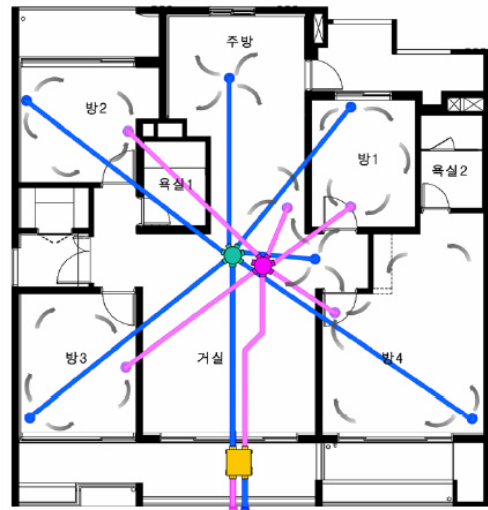


Fig. 2 분배기 적용 각실 급배기방식 개요도

2.2 분배기 적용 각실 급배기 덕트방식

일반 각실 급배기 방식의 문제점을 보완하고자 분배기를 적용하여 실의 필요환기량을 만족시키는 방식이다. 이 방식의 경우 분배기를 적용함으로써 일반 각실 덕트방식보다 덕트의 길이를 줄이고 불필요한 엘보 사용을 줄여 압력손실을 낮춤으로써 경제적으로 유리한 방식이다. 하지만 분배기에 스파이럴 덕트를 적용하여 일반 플랫덕트를 적용한 급배기 덕트 방식보다 천장공간이 다소 높아지는 문제점이 있다. Fig. 2는 분배기를 적용한 각실 급배기 덕트방식의 개요도를 보여준다.

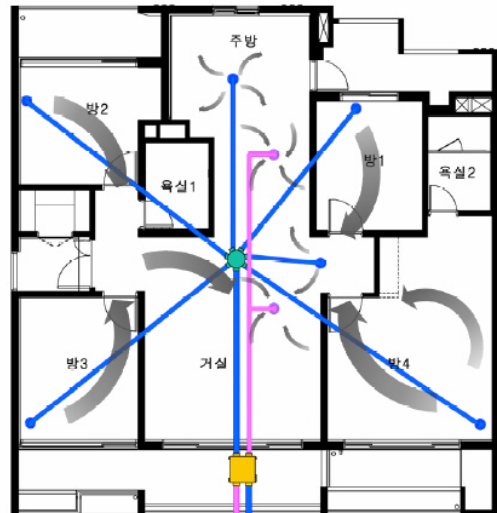


Fig. 3 분배기 적용 각실 급기 및 통합배기방식 개요도

2.3 분배기 적용 각실 급기 및 통합배기방식

통합배기 방식은 각 실에 급기를 실시하고 배기부분은 거실에 배기구를 두어 통합하여 배기를 하는 방식으로서, Fig 3에 그 개요도를 도시하였다. 통합배기 방식의 경우 각 실은 정압의 상태가 되고 세대 전체의 배기가 이루어지는 거실은 부압의 상태가 되므로 각 실에서 거실로 기류가 흘러 중앙 집중배기를 하는 원리이다. 통합배기를 실시할 경우 기존 각 실에 설치되는 배기 덕트가 불필요하기 때문에 경제적으로 많은 이점이 있다. 선진국에서는 언더컷을 통한 통합 배기방식이 널리 적용되고 있으나 우리나라에서는 실간 소음 등의 문제로 인해 언더컷 적용이 어려워 통합배기방식의 적용이 거의 이루어지지 않고 있다.

2.4 공동주택 기계환기시스템의 적용상 문제점

국내 공동주택의 단열성 및 기밀성이 높아지는 추세로서 자연환기량의 확보가 힘들고 또한 내부자재에서 배출되는 유해화학물질에 대한 대응방안이 필요하게 되면서 최근 발달된 기계환기시스템의 도입이 활발히 진행되고 있다. 그러나 공동주택이라는 적용대상 특성으로 인하여 Table 1과 같은 문제점이 발생하고 있다.

Table 1 공동주택 기계환기시스템 적용상 문제점

구분	내용
층고의 제한	천장 내부공간 협소 -덕트 등 공기이송통로의 규격에 제약발생 -장비용량, 규격 및 경로구성의 제약발생
구조적 제한	벽식RC조로 실별 구성이 이루어짐 -실간 환기경로구성 및 환기방식구성의 제약발생
실내마감의 제한	급배기용 디퓨저설치를 위한 강도와 가공성을 가지는 마감재 필요 급배기 디퓨저의 규격 및 형식에 대한 규정 필요
소음진동의 문제	실외기의 소음진동 전달방지를 위한 대책 필요 실외기의 설치공간 등에 대한 고려 필요 과도한 유속으로 인한 기류소음발생 방지 필요
공간적 제한	실외기실 설치를 위한 공간의 부족 -계획단계에서의 설치공간에 대한 고려 필요 -외부로 노출되는 급배기구에 대한 계획 필요
기타	에너지사용량에 대한 고려 필요 -사용자의 인식의 전환 필요 -에너지소비량에 대한 기준설정 필요

3. 실별 제어 환기시스템

3.1 개요

환기유니트가 포함되는 기계환기시스템은 제어방법으로 크게 세대별 제어와 실별 제어로 구분할 수 있다. 기존의 세대별 제어 환기시스템은 사람의 재실여부에 관계없이 모든 실을 환기하는 방식으로, 운전 소요전력의 증가 및 에너지 회수 효율이 떨어져 유지/관리비가 증가하는 단점이 있다. 반면 Fig. 4와 같은 실별 제어 환기시스템의 경우 각실 환기를 구현하기 위해서 전동밸브, 점검구, 제어전선 자재 및 설치비의 증가로 초기투자비는 증가하나 세대별 제어 시스템과는 다르게 풍량에 비례하여 자동으로 운전되어 소모전력이 대폭 절감되는 효과가 있다. 또한 총 사용 풍량의 감소로 필터 및 전열교환기의 사용수명이 2~3배 연장되어 유지/관리비가 감소되며, 적은 풍량으로 필요한 만큼 환기할 경우 에너지 회수율이 크게 증가하게 된다.

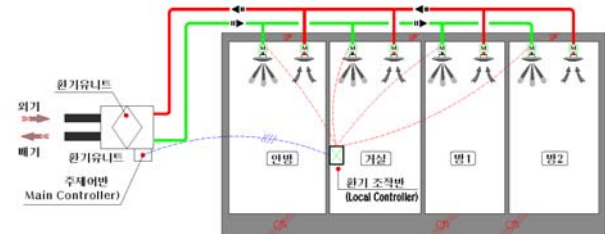


Fig. 4 실별 제어 환기시스템 개요도

3.2 현장실험

실별 제어 환기시스템의 운전특성을 파악하기 위해 실제 환기시스템이 시공되고 있는 공동주택 신축현장에서 실험을 수행하였다. 실험 대상모델은 국내에서 가장 많이 신축되고 있는 115m²(확장형) 공동주택으로서 Fig. 5는 환기덕트를 포함하는 대상세대의 평면도이고 Fig. 6은 환기덕트가 설치된 전경을 보여주고 있다. 대상세대의 실별 환기량은 Table 2과 같이 정해진다.

실험에 사용된 환기유니트의 사양은 Table 3과 같으며 Fig. 7에 실험을 위해 임시로 설치된 환기유니트의 전경을 도시하였다.

환기유니트의 운전특성 측정은 실별 제어운전을 모사하여 각 실의 급기 디퓨저를 개폐조건과 급기풍량

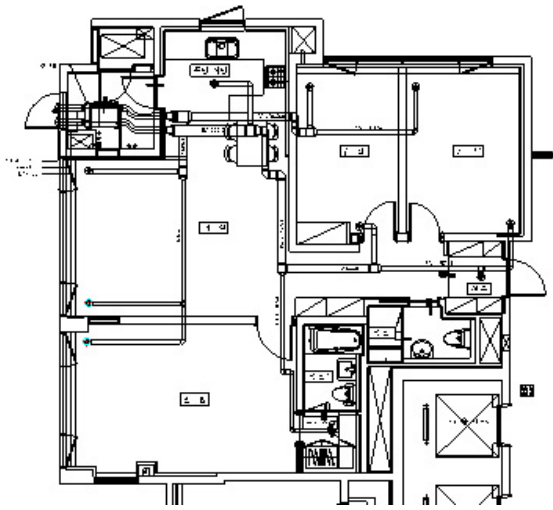


Fig. 5 실험대상 세대 평면도



Fig. 6 환기덕트 설치 전경



Fig. 7 실험에 사용된 환기유니트 전경

Table 2 실별 환기량 (단위:CMH)

실명 환기량	실명					합계 풍량
	안방	거실	침실1	침실2		
급기량	40	80	40	40		200
배기량	41	80	40	40		200

Table 3 환기유니트 사양

구분		사양
급배기 팬	풍량	200CMH
	기외정압	18mmAq
	모터출력	193 W
	팬형식	Forward Type
	풍량제어	회전수 제어방식
필터	종류	Pre filter
	효율	65%
	압력손실	초기:8mmAq 말기:18mmAq
전열 교환기	유효효율 (설계풍량기준)	냉방시:51.7% 난방시:73.2%
역류방지 장치	외기측	Motorized on/off type damper
	배기측	Gravity back-draft damper

Table 4 실험조건

CASE	디퓨저 개폐상태	급기량 (CMH)
1	각실 Open	200
2	침실2만 Close	160
3	침실1,2만 Close	120
4	침실1,2 및 안방 Close	80
5	안방만 Open	40

Table 5 실험결과

CASE	팬 토출측 정압 (mmAq)	팬 흡입측 정압 (mmAq)	팬 소비전력 (W)
1	17.8	-14.6	100
2	11.4	-10.4	59
3	9.4	-7.7	45
4	6.1	-5.0	29
5	3.6	-2.5	17

을 변화시켜가며 팬의 소요전력과 팬의 토출측 정압, 팬의 흡입측 정압을 각각 측정하였다. Table 4에서와 같이 급기풍량을 세대 합계풍량인 200CMH에서 40CMH씩 줄여가면 40CMH까지 변화시켰다. Fig. 8은 실험에서 사용된 측정센서를 보여주고 있다. 각 조건별로 3분간 데이터로거로 측정값을 수집한 후 평균값을 분석에 적용하였다.

Table 5는 각 조건별로 실험을 수행한 결과를 보여주고 있다. 실험결과에서와 같이 환기량이 줄어들면 압력저항과 팬의 소비전력이 급격히 감소함을 알 수 있다. 이러한 실험자료는 실별 제어 환기시스템의 도입 타당성 평가에 활용될 수 있다.

3.3 에너지 절감효과 평가

실별 제어 환기시스템의 적용으로 세대구성원이 사용하지 않는 실은 환기를 공급하지 않는 방식으로 개별제어가 가능하며, 그로 인한 환기량 및 유니트 소비전력의 절감이 이루어질 수 있다. 본 절에서는 환기설비의 운전기간, 풍량비율 및 팬 소비전력 실험자료 등의 시나리오를 근거로 간단한 에너지 절감효과를 평가하였다.

냉난방기간 동안 자연환기 방식으로 환기를 할 경우 적정 필요 신선외기량보다 많은 양의 외기가 실내로 유입/배출되어 에너지 손실량이 많아지게 된다. 그러므로 본 연구에서는 Table 6와 같이 여름철과 겨울철로 구분하여 실내공기와 외기의 엔탈피 차가 현저히 커서 에너지손실이 많은 여름철 90일과 겨울철 120일을 환기시스템의 운전기간으로 가정하였다. 한편 거주시간대별 송풍팬의 소비전력을 산정하려면 먼저 거주시간대별 환기량 비율이 정해져야만 한다. 따라서 거주시간대별로 세대구성원이 사용하고 있는 실만 환기시키고, 사용하고 있지 않은 실은 환기시키지 않는 것으로 하여 거주시간대별 필요환기량을 Table 7와 같이 정하였다. 송풍팬의 소비전력은 앞장의 실험결과와 필터의 오염정도를 고려하여 송풍량 200 CMH일 때 122.5 W, 120 CMH일 때 52.0 W, 80 CMH일 때 37.0 W를 각각 적용하였다.

위의 가동조건을 근거로 하여 세대별 제어 환기시스템과 실별 제어 환기시스템의 소요에너지를 분석하였으며 Table 8에 거주시간대별 에너지 소요량을 정리하였다. 이로부터 실별 제어 환기시스템은 세대별 제어 환기시스템에 비해 1,459.5 Wh/일의 운전에너지가 절감될 수 있다. 한편 연간 210일의 가동일과 실별

제어 환기시스템이 적용되는 신축 공동주택이 246,420호로 가정하면 Table 9와 같이 전국에 1년간 건설되는 공동주택수를 기준으로 연간 75,528 MWh의 에너지 절감효과가 기대된다.

Table 6 계절별 환기설비 운전기간

계 절	운전기간
여름철	6월 16일~9월 13일
겨울철	12월 1일~3월 30일

Table 7 실별 환기량 (단위:CMH)

거주시간대	실 사용실태	필요환기량 (CMH)
06~08시	모든실 사용	200
08~19시	거실만 사용	80
19~22시	모든실 사용	200
22~06시	안방,침실1,2사용	120

Table 8 제어방식별 소요에너지

거주시간대	세대별 제어	실별 제어
06~08시	122.5(W)×2시간 =245(Wh)	122.5(W)×2시간 =245(Wh)
08~19시	122.5(W)×11시간 =1347.5(Wh)	37(W)×11시간 =407(Wh)
19~22시	122.5(W)×3시간 =367.5(Wh)	122.5(W)×3시간 =367.5(Wh)
22~06시	122.5(W)×8시간 =980(Wh)	52(W)×8시간 =461(Wh)

Table 9 실별 제어방식의 에너지 절감효과

구 분	·년간 소비전력 절감량
1세대 기준	306.5 KWh/년
전국에 1년간 건설되는 공동주택 기준	75,528 MWh/년

4. 결 론

본 논문에서는 환기유니트가 포함되는 기계환기시스템의 현황을 소개하고 현장실험을 통해 에너지절약적 운전방안의 일환으로 공동주택의 실별 환기제어에 대한 타당성을 분석하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 국내 공동주택에 적용되고 있는 세대별 환기시스템 중 가장 일반적으로 많이 적용되고 있는 열교환형 환기시스템을 중심으로 현황을 파악하고, 실제 적용상의 문제점을 분석하였다.

(2) 실별 제어 환기시스템의 경우 초기투자비는 증가하나 세대별 제어 시스템과는 다르게 풍량에 비례하여 자동으로 운전되어 소모 전력이 대폭 절감되는 효과가 있다. 또한 필터 및 전열교환기의 사용수명이 2~3배 연장되어 유지/관리비가 감소된다.

(3) 실별 제어 환기시스템의 운전특성을 파악하기 위해 실제 환기시스템이 시공되고 있는 115m²(확장형) 공동주택 신축현장에서 실험을 수행하였으며, 실험결과 실별 제어 환기시스템은 세대별 제어 환기시스템에 비해 1,459.5 Wh/일의 운전에너지가 절감될 수 있다.

참 고 문 헌

1. ASHRAE, 1989, ASHRAE standard 62-1989, Ventilation for acceptable indoor air quality.
2. ASHRAE, 1997, ASHRAE Handbook-1997 fundamentals.
3. WHO, 2001, Air Quality Guidelines for Europe 2nd Edition.
4. AIVC, 1994, Ventilation and building air tightness.
5. H. B. Awbi, 2003, Ventilation of buildings, Spon Press.
6. BRE Environment, 2005, Ventilation, air tight and indoor air quality in new homes.
7. 국토해양부연구원, 2006, 새집중후군 저감을 위한 공동주택 및 다중이용시설의 환기설비 설치기준 해설서.
8. 한국설비기술협회, 2009, 공동주택 환기량 제어 디퓨저 적용방안에 관한 연구.