

공동주택 환기설비의 유효성 향상을 위한 개선방안

-실별 선택운전 환기설비 도입의 필요성

■ 신 현 준 / 표준화위원장, 한국건설기술연구원, hjshin@kict.re.kr

개요

각종 건축물의 고층화와 에너지절약의 중요성이 부각되면서 단열성능의 향상과 건축구조의 고기밀화는 실내환경 확보측면에서 환기설비의 보급을 촉진하는 계기가 되었으며, 특히, 고층의 공동주택에서는 환기유니트가 가장 중요한 설비로 자리잡고 있다.

환기의 목적은 실내의 공기질을 적정한 수준으로 유지하기 위해 급배기하는 것으로 기계식환기, 자연환기 및 이들을 적절히 조합한 하이브리드 환기로 대별되며, 건물이 고층화, 고기밀화 될수록 중요성이 높아진다. 환기성능은 건축물의 구조에 따라 커다란 차이가 있기 때문에 건물의 용도와 특성에 부합되도록 선정하여야 한다. 최근 에너지절약 측면에서 많은 관심을 보이고 있는 자연환기는 건물내외부의 환경조건에 전적으로 의존하기 때문에 안정적인 환기상태를 유지하기 위해서는 건물 설계 단계부터 이를 고려한 구조가 되도록 하여야 하며, 단독주택, 저층 공동주택 등 비교적 소규모 건물에 제한적으로 적용할 수 있으나 안정적인 환기량을 확보하기 위해서는 기계식환기와 병행하여 운전되도록 하여야 한다.

전문지식을 가진 인력에 의해 관리되고 있는 상업용, 사무용, 병원 등과 같은 업무용 건물은 시설의 체계적인 유지관리를 통해서 실내환경을 비교적 적정한 수준으로 유지하고 있으나, 입주자에 의해 개별적으로 관리 되는 일반 공동주택에 설치된 환기설비의 경우 부적절한 관리체계로 시일이 경과하면서 많은 문제점이 있을 것으로 예상되고 있다.

실내의 소요환기량은 재실자 수 및 활동량, 실내 건축마감자재의 오염물질 배출 특성에 의해 결정

되는데 ASHRAE에서는 재실자의 활동특성과 건축 자재의 오염물질 배출특성을 별도로 산정한 후 이들을 합산하여 결정하는 방법을 권고하고 있다.

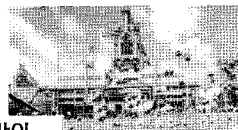
환기를 필요로 하는 대상공간이 독립된 다수의 실로 구성되어 있는 경우 실별 특성에 부합되는 환경을 유지할 수 있도록 설비가 구성되어야 한다. 즉, 환기유니트로부터 독립된 덕트를 이용하여 급배기할 수 있도록 하고, 경우에 따라 독립적인 개별운전을 할 수 있도록 하는 등 사전에 많은 검토가 필요하나 현재 국내에 설치되고 있는 환기설비의 경우 실별운전이 거의 불가능한 구조이기 때문에 에너지절약적인 운전이 불가능한 상태이다.

최근 국내의 공동주택에 본격적으로 도입된 환기설비는 현재 거의 필수시설로 자리 잡고 있음을 감안할 때 환기성능과 이용율을 향상시키기 위한 새로운 운전개념이 도입되어야 한다. 이러한 관점에서 공동주택에 대한 실별 환기 설비의 도입 타당성에 대해 정리한다

국내외 환기설비 기준

국내에서는 2006년초에 신축 공동주택을 대상으로 환기설비에 관련된 환기기준을 규정하여 발표하였다. 국토해양부(당시 건설교통부)에서는 건축법의 해당 조항에 대해 건설교통부령 제 497호로 "건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 일부 개정령안(제 11조 신설)"을 발표('06. 2. 13)하여 시행하였다. 또한, 주택법에서는 건설교통부 고시 제 2006-14호 "주택건설기준 등에 관한 규정"을 통해 공동주택의 환기설비에 대한 구체적인 기준을 제시하였다.

이 기준에서는 소요환기량기준을 0.7회/h으로 정하고 있으며, 기계식환기와 자연환기방식을 적용



하도록 하고 있다. 운전방식은 최소, 적정, 최대의 3단계 이상 조절이 가능한 구조를 하도록 하고 있으며, 소요환기량은 적정단계의 운전시에 확보하도록 하고 있다.

성능위주의 환기설비는 설계, 시공 및 시험방법으로 구분할 수 있는데 설계기준은 국토해양부제정 건축기계설비설계기준, 시공기준은 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙과 국토해양부제정 표준시방서에 제정되어 있으며, 환기설비에 적용되는 폐열회수형 환기장치의 성능시험기준에 대해서는 단체규격인 SPS-KARSE B 0030-192에 규정되어 있다. 그러나, 기계환기설비에 대한 성능시험방법의 기술기준은 아직까지 제정되어 있지 않다.

한편, 자연환기 기구의 성능시험방법은 한국산업규격 KSF 2921(자연환기설비의 환기성능 시험방법)로 최근에 제정되었다.

주택건설기준등에 관한 규정 제59조 제3항에서는 주택성능등급 인정 및 관리기준을 주택성능등급의 평가기준, 평가방법 및 절차 등으로 구분하여, 급배기 팬의 종류 및 정격풍량(환기회수 : 회/h), 외기청정필터의 종류 및 집진효율, 열교환기 종류 및 열회수율을 나타내도록 하고 있다.

또한, 주택성능등급기준의 세부기준에서는 단위세대환기성능확보에 관해 등급 별 기준을 표 1과 같이 제시하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 주택 소요

환기량 기준은 선진국의 예를 참조하여 국내의 실정에 부합되도록 수정하여 정하고 있으나 적절한 환기량에 대해서는 명확한 근거제시가 미흡한 실정이다. 즉, 최소 환기량 기준의 경우 국내의 실정에 부합된 기준량을 정하기 위한 어떠한 산출근거를 가지고 있다기 보다는 일본, 유럽, 미국 등의 자료를 참조하여 정한 것이라 할 수 있다.

국외에서 제정되어 운용되고 있는 환기설비설계기준은 미국의 ASHRAE standard, 영국과 유럽의 BS, EN, 일본의 SHASE 및 캐나다의 CAS기준이 있다. 이들의 차이점과 기술기준을 항목별로 정리하면 표 2와 같다.

공동주택 환기설비의 종류

환기를 필요로 하는 대부분의 건물에서는 기계환기설비(또는 하이브리드환기설비)가 대부분이다. 일반상업용 건물에서는 공기조화기를 설치하고 이를 관리하는 조직을 별도로 두어 종합적으로 관리하고 있으나, 공동주택의 경우 세대별로 운영·관리하는 것이 보통이며 보급 역사가 짧아 설비의 구성과 운전이 미정립된 상태이다.

국내에서 현재 주로 사용되고 있는 환기설비는 1종환기설비가 대부분으로 이들의 종류 및 특징을 살펴보면 표 3과 같다.

현재, 공동주택에 보급된 환기설비는 기계식이

<표 1> 주택성능등급기준

등급	등급기준
1급	3급 + 고성능 외기청정필터 및 열교환기가 설치된 경우
2급	3급 + 고성능 외기청정 필터 또는 열교환기가 설치된 경우
3급	단위세대에서 시간당 0.7회 이상의 환기회수 확보가 가능한 환기설비(자연환기 방식 포함)가 설치된 경우

<표 2> 국외 환기설비 기술규격

구분	규격명
설계	BS EN 12792, prEN 14788, BS EN ISO 3747, BS EN 13829, BS 5925 : 1991, CAN/CAS-F326-M91, SHASE-S 102-2003, ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2003
시공	prEN 1507, BS EN 12237, BS EN 12599, BS EN 13141-1, BS EN 13141-2, prEN 13141-5, BS EN 13141-6, BS EN 12220
시험	BS EN 14134 : 2004, BS EN 1318

<표 3> 공동주택 환기설비의 종류¹⁾

구분	개념도	구분	개념도
열교환기 내장형 환기 시스템		교류환기 시스템	
		발코니형 거실환기 시스템	

대부분으로 각 실별로 급배기하도록 덕트가 구성 되어 있고, 운전시에는 항상 세대공간 전체가 되도록 되어 있다. 이러한, 설비는 에너지절약적인 운전이 불가능할 뿐 만아니라 환기성능의 향상측면에서도 불리한 요소를 내포하고 있어 운전측면에서 운전비를 절감할 수 있도록 개선되어야 한다. 이러한 관점에서 문제점을 분석하여 개선방안을 도출하고자 한다.

현행 환기방식의 문제점

법적으로 공동주택에 환기량을 확보하도록 규정 한 이후 환기설비의 보급이 급격히 증가하고 있다. 최근 수요자의 요구를 만족시키기 위해 다양한 구조를 갖는 유니트들이 개발되어 판매되고 있다.

한편, 오늘날 국내외에 보급되고 있는 기계환기 설비는 사용자의 의도에 관계없이 세대별 전풍량 환기운전을 하도록 단순화 되어 있어 에너지절약 적인 운전이나 환기성능을 향상시킬 수 있는 운전 개념이 적용되어 있지 않다. 즉, 환기유니트의 환기량 제어에 대해서는 규정에 정해진 최소·적정·최대의 3단계 운전이 가능한 기능을 갖추면 되기 때문에 사용자들이 임의로 환기대상 공간을

선택하여 운전할 수 없는 구조로 되어 있다.

향후 공동주택 등에 설치되는 환기설비에 대해서 에너지절약 및 환기성능의 향상과 함께 운전비절 감을 통해 환기설비의 활용도를 제고할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해서는 수요자의 요구에 부합 될 수 있는 실별환기 제어운전이 가능한 방식이 보급될 수 있도록 관련 규정의 내용을 보완하고, 시스템의 구조를 변경할 필요가 있다.

세대별환기방식의 개선에 대한 필요성은 환기분야의 전문가들을 대상으로 실시한 설문조사에서 잘 나타나고 있다²⁾. 즉, 환기시스템의 문제점 및 개선 대책을 파악하기 위하여 환기관련 전문가 및 유관 분야 실무자 50명을 대상으로 환기시스템 구성요소의 중요도를 도출하기 위해 실시한 연구의 설문결과를 분석하면 ① 환기효율 및 쾌적성 향상, ② 덕트설치용 적정 공간확보(높이 300 ± 50 mm), ③ 사용자의 편리성 향상을 위한 IAQ센서 적용 자동 운전제어, ④ 실의 용도에 부합되는 환기방식 및 선택운전방식을 선호하는 것으로 나타났다.

이상에서 보는 바와 같이 전문가들은 에너지절약 과 환기효율 향상을 위한 운전이 가능하도록 환기 설비의 구조를 개선하는 것이 시급한 것으로 인식 하고 있음을 알 수 있다.



세대별환기 및 실별환기

공동주택의 환기설비는 항상 한가구 전체를 기본으로 하여 운전하도록 구성한 세대별환기설비(이하 “세대별환기”)와 환기대상 공간을 세분화하여 실별로 운전할 수 있도록 구성된 실별환기설비(이하 “실별환기”)로 구분된다. 현재 국내외적으로 세대별환기설비가 거의 대부분을 차지하고 있다. 기존의 세대별환기설비는 사람의 재실여부에 관계없이 모든 실을 환기도록 하고 있기 때문에 소비전력의 증가 및 에너지 효율이 떨어져 유지관리비가 증가하는 단점이 있다. 반면 실별환기설비의 경우 각실 환기를 구현하기 위해서 전동댐퍼, 점검구 및 제어시스템 등의 구축으로 초기투자비는 증가하나 세대별환기설비와는 다르게 풍량에 비례하여 자동으로 운전되어 소비 전력이 대폭적으로 절감되는 효과가 있다. 또한 총 사용 풍량의 감소로 필터 및 전열교환기의 사용수명이 2~3배 연장되어 유지 관리비가 감소되며, 적은 풍량으로 한실만 환기할 경우 에너지 회수율이 크게 증가하게 된다.

실별환기설비 도입의 필요성

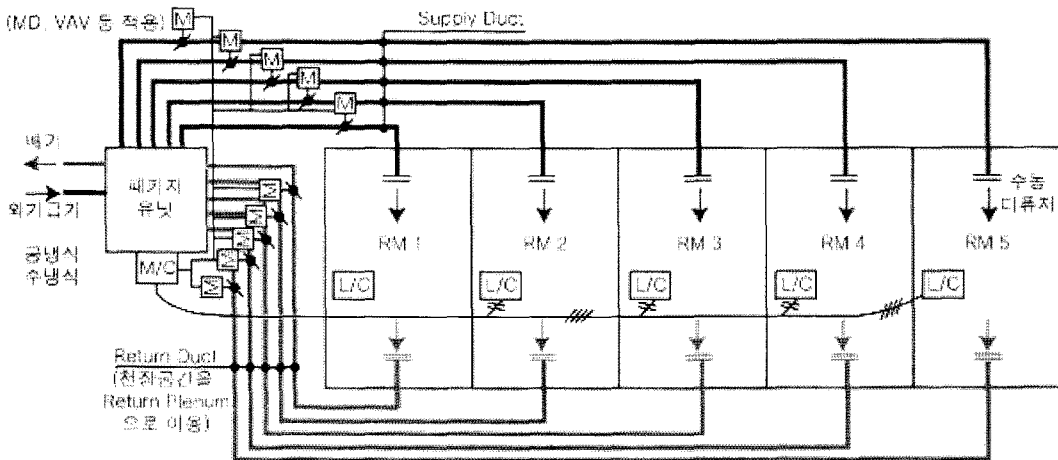
위에서 언급한 바와 같이 현재 보급되고 있는 세대별환기방식은 최근 국내외적인 이슈로 대두되

고 있는 에너지절약 운전이 불가능한 구조로 되어 있을 뿐만아니라 환기공간 선택을 통한 환기성능 향상 및 이용을 제고 측면에서도 많은 문제점을 안고 있다. 이는 위에서 언급한 환기 전문가들을 대상으로 조사한 설문조사 결과에서 “에너지절약과 환기효율 향상이 가장 중요하며, 이를 위해서는 사용자가 환기대상공간을 임의로 선택하여 운전할 수 있는 구조가 되도록 하여야 한다”라고 언급한 점에서도 잘 나타나고 있다.

최근 양적으로 급격히 팽창하고 있는 공동주택의 환기설비는 에너지절약적인 운전과 환기효율 향상 측면에서 구조적인 문제점을 안고 있다. 즉, 에너지절약적인 운전을 통한 운전비 절감, 환기대상 공간의 선택적인 운전을 통한 환기성능 향상, 쾌적한 실내환경 확보를 위한 환기설비의 이용을 제고 등 사용자의 다양한 운전욕구를 충족시키지 못하고 있다. 이러한 관점에서 기존의 세대별환기설비는 실별환기 운전이 가능하도록 개선되어야 한다.

그림 1은 실별제어 운전이 가능한 실별환기방식의 개념도로서 각실의 급기덕트에 풍량을 제어할 수 있는 풍량조절댐퍼가 부착되어 있는 구성 예를 나타낸 것이다.

실별환기설비는 기존의 세대별환기설비와 비교할때 풍량조절 댐퍼설치, 제어시스템 구축 등에 약간의 초기투자비가 증가하지만 운전비의 절약과



[그림 1] 실별환기설비 개념도(분리덕트 방식)

환기효율의 향상으로 초기투자비를 2년 ~ 3년에 회수할 수 있는 것으로 나타나고 있다.

다음은 세대별환기설비와 실별환기설비의 경제성을 비교한 것이다.

• 경제성 비교 조건

- (1) 공동주택 단위세대 모델 개요
 - 국내에서 가장 널리 보급되고 있는 115 m²(확장형) 공동주택
- (2) 환기유닛
 - ① 설치모델 : ○○사, model number : ◇◇◇
 - ② 급배기팬 (각각 동일)
 - 풍량 : 200 CMH
 - fan 형식 : forward type
 - motor 형식 : BLDC(정격출력 : 193 W, 정격회전수 : 1844 ± 100)
 - 풍량제어방식 : 회전수 제어 방식

(3) 실별 환기량(표 4)

(4) 운전조건 : 실별스케줄제어

• 경제성 계산결과

상기 조건을 반영하여 도출된 결과는 표 5와 같다. 상기 비교표에서 보는바와 같이 실별환기운전을 하는 것이 공동주택의 환기성능의 향상은 물론 1세대 당 연간 약 110,000원의 유지관리비를 절약 할 수 있고, 고정비용(감가상각비, 이자, 제보험료, 제세공과금 등)을 고려하지 않을 경우 초기투자비 회수기간은 3.3년 정도로서 매우 경제적임을 알 수 있다.

한편, 이러한 효과를 국내에 보급되고 있는 연간 공동주택 총세대수 260,000세대를 대상으로 연간 소비전력 및 전력요금 절감량, 연간 유지관리비 절감액, 연간 CO₂ 저감량 등의 파급효과로 산정하면 다음 표 6과 같다.

이상의 검토결과를 통해서 알 수 있는 바와 같이

<표 4> 실별 환기량

(단위: CMH)

환기량 \ 실명	안방	거실	침실-1	침실-2	합계풍량
급기량	40	80	40	40	200
배기량	40	80	40	40	200

<표 5> 연간 유지관리비 비교표

구분	초기시설비(원/세대)	연간 유지관리비 (원/년)	
		전력요금	filter, 전열교환기 교체비용
세대별 환기설비	1,924,000	87,424(원/년)	166,600(원/년)
		합계	254,024(원/년)
		전력요금	44,023(원/년)
실별 환기설비	2,291,000	98,577(원/년)	142,600(원/년)
		합계	142,600(원/년)
		filter, 전열교환기 교체비용	98,577(원/년)

<표 6> 에너지 및 운전비 절감효과

구분	1세대 기준	연간 건설 공동주택 기준
연간 소비전력 절감량	306.5(kWH/년)	75,528(MWH/년)
연간 전력량요금 절감액	43,400(원/년)	107(억원/년)
연간 유지관리비 절감액	68,023(원/년)	168(억원/년)
연간 CO ₂ 저감량(TC/년)	0.137	33,595



환기설비에 대한 에너지절약 등 환경친화적인 운전개념의 도입은 매우 중요하다. 그러나, 현재까지 이러한 개념은 거의 간과된 상태로 환기설비가 보급되어 왔음을 감안할 때 기존 널리 보급되고 있는 세대별환기설비는 실별환기설비로 조속히 전환되어야 한다.

실별환기설비의 구성 및 선결과제

실별환기를 위해서는 기존의 세대별환기설비에 각실 별로 선택적인 운전이 가능하도록 풍량조절 댐퍼와 자동제어운전설비가 추가되어야 한다. 즉, 환기유닛과 각 실을 연결하는 급배기 덕트에 풍량조절 댐퍼와 이들을 제어운전 할 수 있는 제어설비를 추가로 설치하여야 한다. 그러나, 이러한 추가설비는 이미 일반화되어 있는 범용기술로서 다소의 추가비용이 소요되지만 커다란 부담이 되는 것은 아니다.

실별환기설비의 구성에서 가장 중요한 역할을 하는 것은 풍량조절 댐퍼의 구조이다. 즉, 기존의 풍량조절 댐퍼는 덕트의 토출측 전단에 풍량조절용 날개가 유로에 설치되는 구조이기 때문에 특히, 전풍량 운전시에 마찰저항이 높아 동력손실의 원인이 되어 운전비가 높아지며, 반자위의 천장공간에 설치되므로 설치공사가 어려워 초기투자비가 높고, 고장시 등에 대한 유지관리비가 증가하게 된다. 기존의 풍량조절 댐퍼가 갖는 이러한 단점을 개

선하여 각종 비용을 낮추는 것이 실별환기설비의 보급에 장애가 되는 초기투자비의 절감문제를 해결하는 지름길이며, 이를 위해서는 새로운 구조의 풍량조절 댐퍼의 개발이 필수적이다.

이러한 문제를 해결하기 위해서는 댐퍼의 구조를 근본적으로 변경하여야 한다. 즉, 풍량 조절용 날개를 덕트 외부에 위치하도록 하여 동력손실을 저감시키고, 유지관리의 편리성을 향상시키기 위하여 외부에서 모든 보수작업이 가능하도록 하여야 하며, 내구성과 원가절감을 위해서 댐퍼와 전동모터를 일체화시킬 필요가 있다.

이러한 관점에서 실별환기의 보급활성화에 필요한 핵심기술을 요약하면 다음과 같다.

• 디퓨저 및 댐퍼 일체형 구조

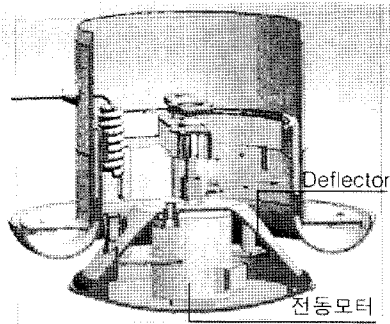
실별환기설비의 문제점인 초기투자비의 증가를 해결하기 위해서는 디퓨저와 댐퍼를 일체화시키는 등의 개선이 필요하다(표 7).

• 내구성 향상을 위한 전동모터 내장형 댐퍼

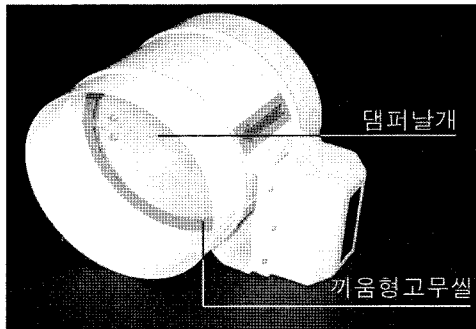
기존의 풍량조절 댐퍼는 전동모터가 덕트의 외부(댐퍼본체의 외부)에 설치되므로 이물질의 침입이 용이하여 내구성이 저하되고, 설치공간을 많이 필요로 하는 문제점이 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 전동모터를 디퓨저 내부에 내장한 밀폐형 구조로 개선하는 등의 조치가 필요하다(그림 2, 3).

<표 7> 디퓨저 및 댐퍼 일체형 구조

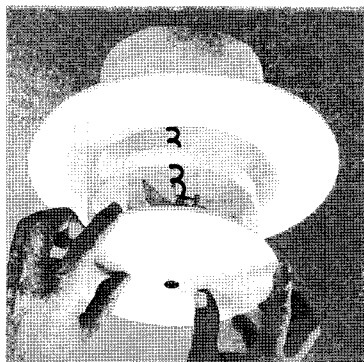
구분	개선요구 기술의 개념도	기존기술
개념도		
설치도		



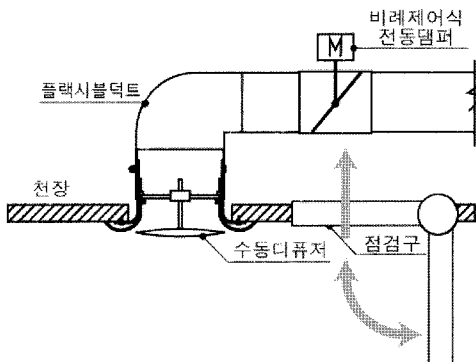
[그림 2] 개선요구기술의 개념도



[그림 3] 기존기술의 개념도

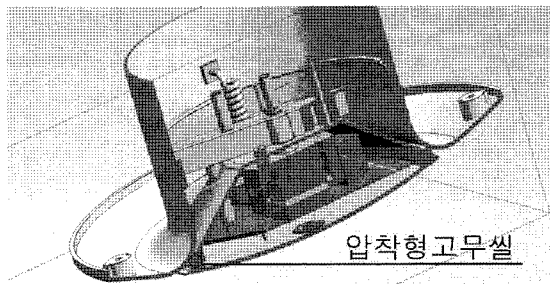


[그림 4] 개선요구 기술의 유지 관리 개념도



[그림 5] 기존기술의 구조

• 유지관리의 편의성을 고려한 단순 탈부착형 구조 종래의 풍량조절 댐퍼는 반자위의 천장내부에 설치되어 있기 때문에 댐퍼의 유지관리용 점검구를 설치하는 번거로움이 있고, 작업공간이 협소하여 작업에 많은 어려움이 있어 공사비 증가의 원인이 되고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 외부에서 탈부착 등 모든 유지보수 작업이 가능하도록 구조를 개선하여야 한다(그림 4, 5).



[그림 6] 개선기술의 개념도

- 풍량제어의 신뢰성 확보를 위한 댐퍼의 제어성능 및 차폐기밀성능 향상

환기설비의 에너지절약 및 환기성능을 향상시키기 위해서는 댐퍼의 제어성능과 차폐기밀성능이 양호해야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 풍량조절과 차폐성능이 우수한 구조로 개선하여야 한다(그림 3, 6).

결 언

국내에서 신규 공동주택에 대한 환기설비의 도입이 일반화되고 있으며, 에너지절약 등의 차원에서 자연환기의 중요성이 높지만 자연환기는 환기가 일어날 수 있도록 건축적인 구조의 압력차 형성 조



건을 만들어주지 않으면 효과를 기대할 수 없다. 즉, 안정적인 환기량을 확보할 수 없다는 단점이 있다. 이러한 관점에서 특수한 경우를 빼고는 기계식환기의 도입이 불가피하다. 또한, 현재 공동주택에 보급되고 있는 기계환기설비는 사용자의 의도와 관계없이 항상 세대별 전체공간을 대상으로 운전하도록 되어 있어 전력소비량이 많아 운전비용이 높기 때문에 실제 가동율이 낮은 것으로 나타나고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는 실별 환기 운전이 가능한 사용자 지향형의 구조로 개선함으로써 에너지절약을 통한 운전비의 절감, 공간 선택 운전을 통한 환기효율의 향상 등 환기설비의

유효성을 높일 필요가 있다.

사용자들이 환기 대상을 선택하여 운전할 수 있도록 실별 환기설비의 도입을 적극적으로 검토해야 할 시점에 있다.

참고문헌

1. 공동주택 환기량 제어 디퓨저 적용 방안에 관한 연구, 한국설비기술협회, 2009
2. “초고층 공동주택의 환기시스템 개선에 관한 연구”, 김옥 외, 2007 한국생태환경건축학회 춘계학술발표대회