공동주택 환기설비의 규제 및 기술동향

이 은 택 | 삼성물산㈜건설부문 주거성능연구소
부장
E-Mail : leeet@samsung.com

1. 서 론

아파트라는 조금은 획일적인 형태의 고층형 공동주택은 우리나라 만의 독특한 주거문화라 할 수 있다.

최근에는 참신한 디자인의 주거용 건축물이 많이 늘어나는 추세이나, 거주 생활의 편의성과 안정성 및 동절기 따뜻한 실내, 그리고 재산의 가치 측면의 인식이 강하여 아파트 선호 현상은 앞으로도 당분간 지속 될 것으로 보인다.

현재, 국내 주거용 건축물의 면적비율을 살펴 보면[1], 아파트가 61%로 가장 높으며 단독주택(20.1%), 다가구주택(9.2%), 다세대주택(6.7%), 연립주택(2.3%) 순으로 나타나며, 주거용 건물과 관련된 건축기준 및 규제는 대부분 아파트 같은 일정규모 이상의 공동주택을 대상으로 강화되고 있는 추세이다.

또한, 소비자의 안목과 요구 수준도 이전에 비해 월등히 높아진 상황이라, 공동주택에 첨단 기능의 적용과 더불어 친환경 에너지절약형 건물 보급이 당연시 되고 있다.

이러한 다양한 요구 성능 중 거주자의 건강과 밀접한 영향이 있는 환기시스템은, 대기중 미세먼지 오염 증가에 따라 공기청정기와 함께 관심이 높아지고 있는 아이템 중 하나이다

따라서 본 고에서는 공동주택의 환기시스템 관련 규제현황을 살펴보고 및 최신 적용 기술에 대해 소개하고자 한다

2. 환기의 필요성

새집증후군 예방 등 쾌적한 실내공기질 확보를 위해, 공동주택 100세대 이상 규모에는 환기설비 적용을 의무화하는 법안이 2006.1월 부터(사업승인 기준) 시행중이나, 실제 거주세대에서 환기설비를 사용하는 비율은 47.5%[2] 정도로 예상보다 낮은 수준이다.

환기설비를 잘 사용하지 않는 가장 큰 이유는 전기요금에 대한 부담, 다음이 가동시 소음, 겨울철 냉기유입에 의한 불쾌감 순으로 나타났다.

최근에 지어지는 아파트는, 에너지절약 기준이 강화되는 추세에 따라 기밀성이 향상된 창호(시스템/이중 창호 등)가 적용되므로, 환기하지 않고 밀폐된 상태로 생활하면 신선한 외기도입량이 절대적으로 부족하게 되어, 실내 공기질 오염 및 겨울철 고온다습도한 환경으로 인해 결로/곰팡이 발생 등 거주환경이 나빠지기 쉽다.

외부에 면하는 창호를 모두 닫은 상태에서 자연적인 침기량(Infiltration)을 측정하면 0.07~0.1회/h로 매우 기밀한 것으로 나타나, 건강친화형주택 건설기준에서 정하는 최소 필요환기량 0.5회/h 보다 많이 부족하게 되므로 주기적인 창문 개방을 통한

자연환기 또는 기계환기가 반드시 필요하다.

(1) 실내공기질 주요 오염원

최근에 건립한 고기밀 아파트에 4인 가족 거주환경을 재현하여 실험한 결과를 보면[3], 환기를 하지 않을 경우 안방의 이산화탄소 농도는 2인 취침시 3,000ppm을 초과하는 것으로 나타나, 수면의 질 확보에도 좋지 않은 영향이 예상된다[4].

그림 1은 실제 거주세대 측정 결과로 3인 가족 침실의 이산화탄소 농도가 취침시 2,500ppm까지 상승하는 것을 알 수 있다. 공동주택에서 실내 이산화탄소 농도 기준은 정해진 것이 없으나, 다중이용시설은 1,000ppm 이하가 유지기준이므로 실내공기질 오염방

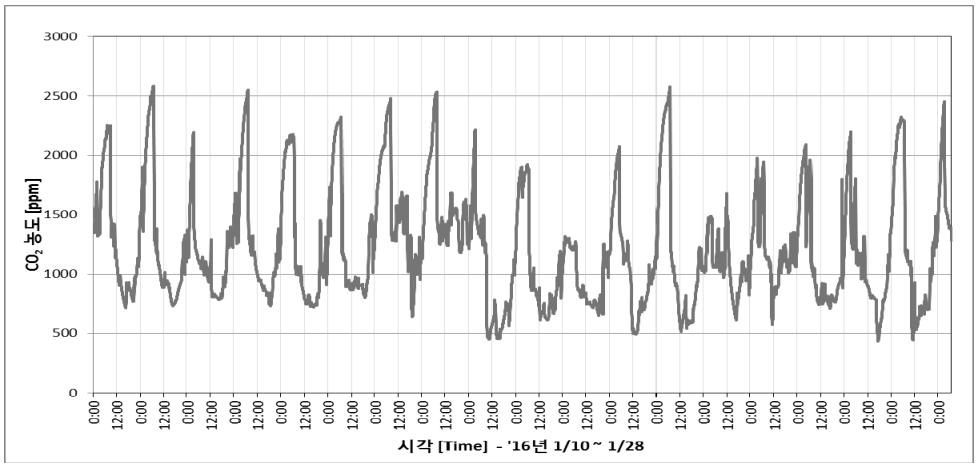

그림 1. 실제 거주세대 침실의 이산화탄소 농도 변화 ('96년 준공, 126㎡)

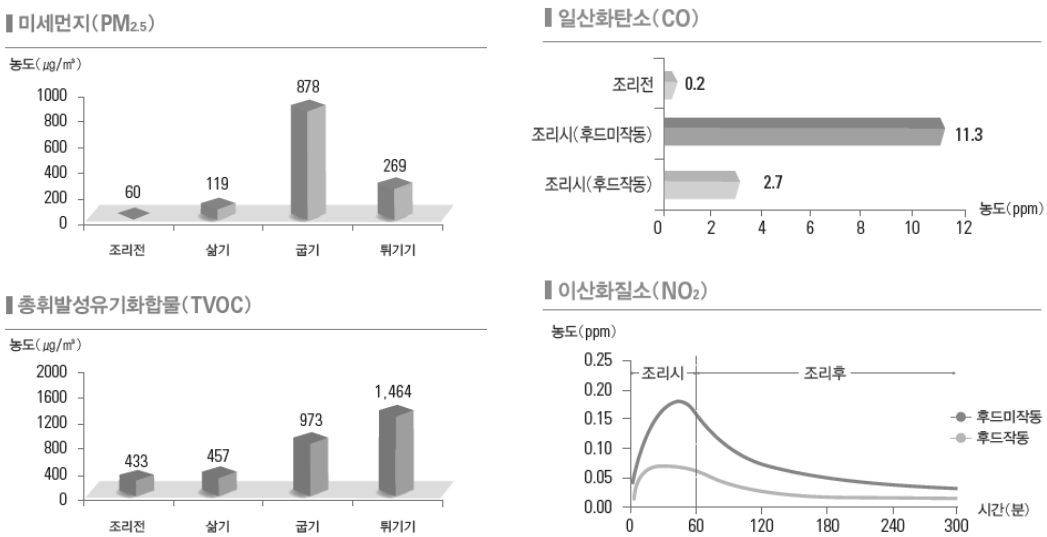

그림 2. 조리 시 실내오염물질 발생량 (국립환경과학원 자료 인용)

지 차원에서 공동주택도 효율적인 환기가 요구된다.

실내 공기오염원 중 가장 영향력이 큰 것은 주방 조리시의 오염물질로 일산화탄소(CO), 이산화질소(NO_2), 미세먼지(PM10, PM2.5), 휘발성유기화합물(VOCs), 폼알데하이드(HCHO) 등이 발생한다.

국립환경과학원 측정결과에 따르면, 생선굽기와 같은 연기 발생 조리시에는 초미세먼지(PM2.5)가 평상시 농도 대비 최대 70배 이상 발생[5]하므로, 음식물 조리시 반드시 환기하고 조리후에도 오염물질 제거를 위해 30분 이상 주방환기설비 가동을 권고하고 있다.

실내 공기오염원의 다른 하나는, 중국으로부터 날아오는 황사 등 대기중의 미세먼지(PM10)가 자연환기 등을 통해 실내로 유입되는 것을 들 수 있다.

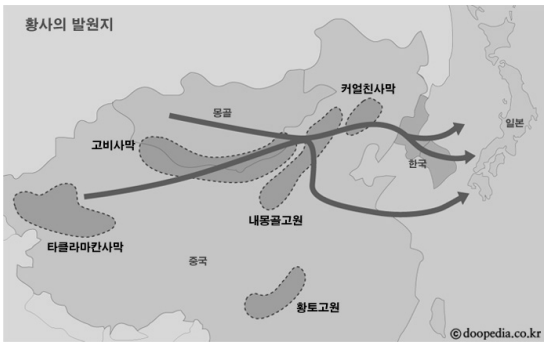

그림 3. 국내에 영향을 주는 황사 발원지 (두산백과 자료 인용)

봄철 황사시에 대기중 미세먼지 농도는 최고 2,000$\mu g/m^3$를 초과하는 경우도 있으며, 서울시 수도권의 경우 미세먼지가 나쁨 수준 이상을 보이는 시간을 합산해 보면 연중 9.5%[6] 이상으로 나타나, 자연환기시 의도치 않게 유입되어 실내가 오염 되지 않도록 주의해야 한다.

최근 이슈가 되고 있는 초미세먼지(PM2.5)는 공식적인 관측결과가 아직 부족한 상황이나, 향후 실내공간에 대해서도 규제 강화가 예상된다.

(2) 실내공기질 개선을 위한 환기 방안

쾌적한 실내 공기환경을 유지하기 위해서는 창문을 자주 개방하여 자연환기 하는 것이 최상의 방법이나, 동절기 냉기유입에 따른 불쾌감 또는 대기중 고농도의 미세먼지 유입 등 외기 상황에 따라 실내가 오염되는 역효과가 발생할 수 있으므로, 자연환기가 어려운 경우에는 고성능 필터와 폐열회수 기능이 있는 기계환기를 적절히 병행할 필요가 있다.

따라서 대기중 미세먼지 농도와 실내 공기오염 발생 정도를 고려하여, 이하와 같이 공동주택 세대내 환기를 시행하는 것을 추천한다

- 외기 미세먼지농도 좋음(PM10 30$\mu g/m^3$이하) 수준일 경우 자연환기 시행
- 보통(PM10 31~80$\mu g/m^3$)의 경우, 실내 상황에 따라 자연환기와 기계환기 병행
  (조리시 등 실내 오염 발생시 자연환기, 이 외 기계환기)
- 나쁨(PM10 81~150$\mu g/m^3$) 이상일 경우 기계환기 시행하며, 꼭 필요시만 자연환기를 일시적으로 병행

최근에는 환기설비가 실내 외 다양한 상황을 감지하여 스스로 제어하는 일명 스마트 자동환기 시스템이 개발되어 일부 적용되고 있으며, 이에 대한 자세한 설명은 본고 4장 '최신 기술동향'에 소개하였다.

3. 공동주택 환기 관련 국내외 기준

(1) 국내

공동주택 환기설비는 '06년1월 부터 의무적으로 적용되고 있으며, 이 와 관련된 규정을 살펴보면 표 1과 같이 국토교통부에서 법령 및 행정규칙으로 정하여 고시하고 있다.

단위 세대당 환기량은 시행 초기 0.7회/h에서 '13년9월 0.5회/h로 통일되게 기준이 바뀌었으며, 환기설비 적용대상은 '100세대 이상'으로 '설비기준

등에 관한 규칙'에서 가장 소규모로 의무 적용대상을 규정하고 있다.

환기설비의 성능 및 사양은 '건강친환형 주택 건설기준'의 내용이 가장 엄격하므로 고성능 필터와 전열교환기(폐열회수/ 바이패스/ 프리히터) 등의 성능은 이에 따라야 한다.

표 1에 공동주택 환기설비 관련 국내 기준 및 규칙에 대해 주요내용을 요약 비교하였다.

표 1. 국내 공동주택 환기설비 관련 기준/규칙

구 분	건강친화형 주택 건설기준	녹색건축 인증에 관한 규칙	설비기준 등에 관한 규칙	에너지절약 설계기준
시행일	2013.10.21 전부개정 2014.05.07 시행	2014.12.05 일부개정 /시행	2015.07.09 일부개정/시행	2015.12.31 일부개정 2016.01.01 시행
대 상	500세대 이상 신축/리모델링 공동주택 의무사항	300세대 이상 공동주택 의무사항	100세대 이상 공동주택 의무사항	공동주택 연면적 500㎡이상
주 요 내 용	[효율적인 환기성능] 단위세대별 1개 환기설비 설치 - 자연환기 : 설비기준 등에 관한 규칙 + 단열/결로방지 성능 확보 - 기계환기 : 설비기준 등에 관한 규칙 + 필터포집율 90%이상, 폐열회수/바이패스/프리히터 기능 [환기설비 성능검증] 각실의 환기량은 환기기준 대비 25% 이내 편차 유지	[환기성능 확보: 3점] - 4급 : 가중치 0.4 단위세대 0.5회/h 환기회수 가능한 자연/기계설비 설치시 - 3급 : 가중치 0.6 자연환기:4급+환기설비 표면결로 방지 기계환기:4급+청정필터, 열교환기, 바닥열 이용 환기장치 중 1개 - 2급 : 가중치 0.8 자연환기:3급+단열성능 확보 기계환기:3급+청정필터,열교환기 또는 바닥열이용 환기장치 설치 - 1급 : 가중치 1.0 2급+자연 및 기계환기설비가 하나로 구성(하이브리드 환기설비)	[자연환기설비] 0.5회/h환기량 확보, 콜드 드래프트 방지, 필터포집율50%이상, 소음 40dB이하, 바닥부터 수직 1.2m이상 높이에 설치, 2개 경우 1m 이상 수직간격 확보 [기계환기설비] 0.5회/h환기량 확보, 24시간 가동 가능, 필터포집율60%이상, 소음 40dB이하, 폐열회수 90% 이상	[기계부분 권장사항] - 제9조 5 나: 폐열회수형 환기장치 (고효율 인증제품) 또는 바닥열 이용한 환기장치

건축물의 에너지절약 설계기준 강화와 더불어 공동주택 환기설비에도 폐열회수가 가능한 전열교환기 등이 기본적으로 내장되어, 실내 배기를 통해 버려지는 냉난방 에너지의 재순환을 통해 건물에너지 저감에 기여하고 있다.

한편, 개정 시행중인 '건강친화형 주택 건설기준('15.5.7)'에 따르면 폐열회수형 환기장치의 경우 내부 결로방지를 위해 600W 프리히터를 추가토록 변경되었으나, 환기설비 제조 업체에서는 전력에너지 낭비와 화재위험 등의 문제를 제기[7]하고 있어 향후 국토교통부와 의견 조율이 필요할 것으로 보인다.

이 외에도, 일부 개정된 주택건설기준 등에 관한 규칙('15.3.17)에서는 아파트 단위세대에서 발생하는 냄새, 연기가 다른 세대로 역류하여 불쾌감을 주지 않도록 세대내 배기구에 자동역류방지 댐퍼를 설치하거나, 단위세대별 전용 배기덕트를 설치토록 규정하고 있다. 이에 따라 세대내 발생하는 조리시 음식냄새, 흡연으로 인한 연기 등이 배기통로를 따라 역류하는 것을 방지 가능하므로 입주자의 불쾌감을 줄여주는 등 쾌적한 주거환경 조성에 크게 기여 할 것으로 기대된다.

(2) 일본

일본의 공동주택 환기설비 기준은 개정건축기준법('03.7.1)에 따라 0.5회/h 이상으로 규정[8]하고 있으며, 실내 발생 유해화학물질(VOCs 등)에 의한 Sick House 예방을 위해 24시간 환기 가능한 기계설비 적용을 의무화하고 있다.

(3) 미국

미국의 경우, ASHRAE Standard 62.2의 '저층주택의 환기와 허용 실내공기질'이 환기 기준[9]으로 사용되고 있다. 국내외 공동주택의 환기량 비교를 위해 바닥면적 126㎡ (침실4 + 거실1, 4인 가족) 규모의 필요 환기량을 계산하면 118㎥/h로 환기회수 0.39회/h가 된다.

(4) 캐나다

캐나다정부에서 제시하는 친환경 에너지절약 기술표준[10](R-2000) 내용중 환기관련 기준을 살펴보면, 공동주택의 환기관련 계산은 캐나다 국가기준(CAN/CSA-F326-M91[11])에 따라 계산하도록 되어 있으며, 비난방 기간과 난방 기간의 환기에 대해 규정하고 있다.

비난방 기간은 자연환기 또는 기계환기를 이용하며, 난방기간 중에는 기계환기시스템의 필요 환기량을 실별에 따라 5~10L/s로 규정하고 있다.

바닥면적 126㎡(이하 비교주택으로 칭함)으로 환산하여 필요 환기량을 계산하면 198㎥/h로 환기회수는 0.66회/h 수준이다.

(5) 유럽

유럽의 경우, 건강과 쾌적성에 필요한 환기량을 각각 산출하여 이 중에 높은 값을 사용한다. 건강관점에서 요구되는 환기량은 오염물질 발생량과 허용농도에서 구하며, 쾌적성 관점의 환기량은 이른바 냄새강도(olf, decipol)에 따라 결정된다.

유럽 표준화기구(CEN/TC156[12]) 기준으로 실내외 CO_2농도차 수준 고려하여 필요 환기량을 비교주택으로 환산하면 환기회수 0.6회/h가 된다.

이 외 유럽 각 나라별 공동주택 필요 환기량을 추가로 살펴보면[13],

독일의 경우 환기시스템 규격은 DIN1946을 따르며, CO_2의 허용농도는 1500ppm으로 되어 있으나 실내공기질과 필요환기량의 관계에 대해서는 언급이 없다. 필요환기량은 바닥면적과 재실인원으로 규정하고 있어 비교주택으로 환산하면 180㎥/h, 0.6회/h이다.

노르웨이는 기본 필요환기회수는 0.5회/h로 부재시에도 동일하나, 실별 필요환기량을 비교주택에 맞게 환산하여 합산하면 216㎥/h, 환기회수 0.71회/h가 된다.

스웨덴/핀란드는 각 국가 기준에 따라 규정하고 있으며, 필요 환기량은 재실 인원수에 따라 결정하므로 비교주택으로 환산시 159㎥/h, 환기회수 0.53회/h이다.

덴마크의 경우 공동주택의 필요 환기량은 0.5회/h로 규정하고 있으며, 기계환기 시스템(급/배기 또는 배기)을 의무적으로 적용해야 한다.

벨기에는 각실 용도별 최소/최대 환기량과 바닥면적당 기본 환기량을 통해 계산하며, 비교주택으로 환산하면 291㎥/h의 환기회수 0.96회/h가 된다.

프랑스는 자연환기 또는 기계환기를 적용하며, 필요환기량은 배기량으로 규제하고 있다. 필요 환기량(최소배기량)을 비교 주택으로 환산하면 210㎥/h, 0.7회/h가 된다.

스위스의 필요 환기량은, 비흡연실의 경우 CO_2 농도 허용치에 따라 1인당 12~30㎥/h, 흡연실은 1인당 30~70㎥/h으로 정하고 있으므로, 비교주택의 4인 가족으로 환산하면 120㎥/h, 0.4회/h가 된다. 부재시에는 0.3회/h를 권장하고 있다

그림 4는 국내외 필요 환기량 비교를 위해, 바닥면적 126㎡(천장고 2.4m) 규모주택의 4인 가족(침실4+거실1 외) 재실을 가정하여 환산한 수치이다.

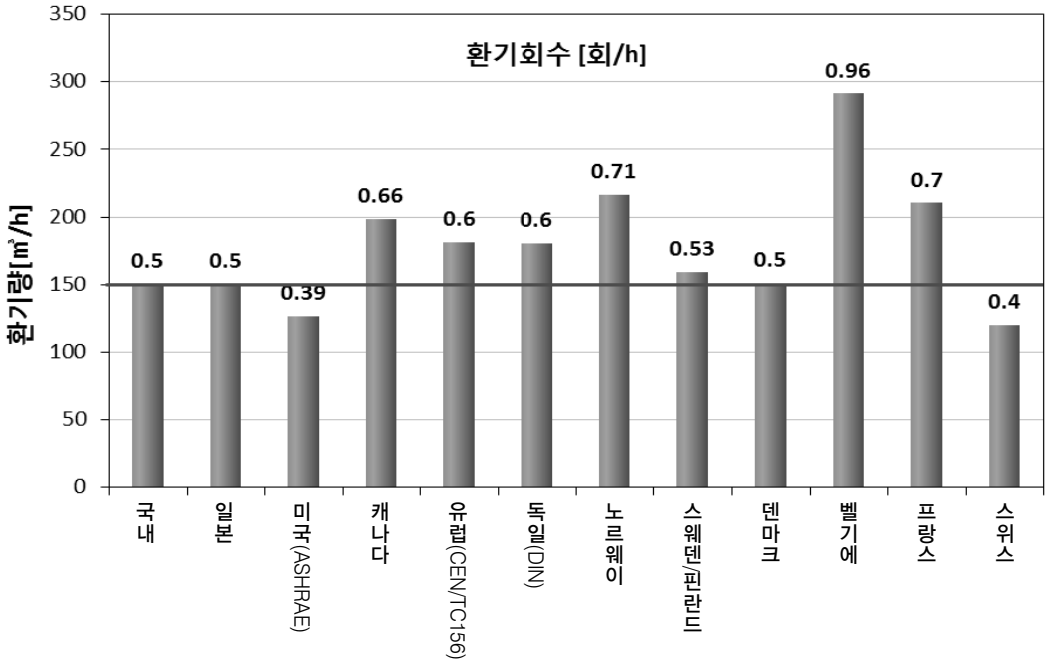

그림 4. 국내외 공동주택 환기량 기준 비교 (면적 126㎡로 환산한 값)

4. 최신 기술동향

최근의 글로벌 정책에 호응하여 친환경 저에너지 실천을 위한 국가차원의 규제가 강화되고 있어, 건축물의 냉난방에너지 저감 및 환경친화형 마감자재 개발 등 신기술 개발이 활발하게 이뤄지고 있다.

환기설비 분야도 예외가 아니어서, 단순한 공동주택 의무 적용을 통한 규제 만족을 넘어 고객 만족을 달성하기 위한 노력이 꾸준히 이어지고 있다.

특히, 주변 대기환경 오염 및 건물의 기밀성 향상으로 자연환기만으로는 쾌적한 실내공기질 확보가 어려워 기계환기가 반드시 필요하게 된다. 이럴 때 어떻게 하면 사용자가 안전하고 쉽게 편하면서도 유지관리비를 줄 일 수 있을까 라는 고민이 환기설비 기술개발의 목적이라 할 수 있다.

이러한 다양한 기술개발 방향 중에 본 고에서는 공동주택용 환기설비의 에너지절약 기술 및 시스템 고효율/고성능화 관련 새롭게 진행되고 있는 사항에 대해 소개하고 향후 나가야 할 방향에 대해 간략하게 기술하였다

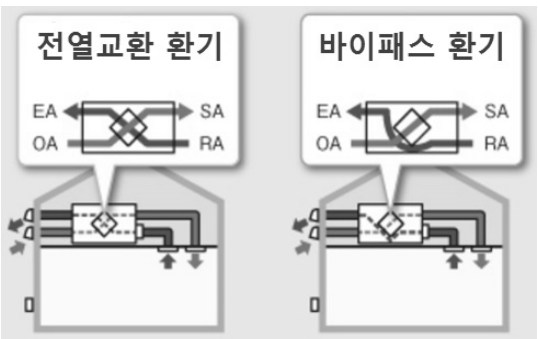

그림 5. 공동주택 기계환기설비의 바이패스 환기 개념

(1) 에너지 절약형 환기설비

공동주택용 환기설비에는 냉난방 에너지 절약을 위해 실내배기의 폐열회수가 가능한 전열 또는 현열 교환기가 기본적으로 내장 되어 있다. 그러나 봄, 가을 등 실내외 온도차가 없는 경우에는 열교환기를 통하지 않고 그림 5와 같이 바이패스 환기하는 것이 에너지가 절약된다. 건강친화형 주택건설기준('14.5.7시행)에서도 기계설비의 경우 바이패스 기능을 적용토록 하고 있으므로, 환기장치의 성능 향상과 더불어 효율적 운영에 대한 자동제어 기술 수요가 커질 것으로 보인다.

그림 6는 벽체 매립형 및 창문일체형 하이브리드 환기시스템 사례이다.

(a) 벽체 설치형 하이브리드 환기설비 (左:뉴질랜드H社, 右:국내V사 제품)

(b) 창문일체형 하이브리드 환기설비 (左:독일S社, 右:국내K사 제품)

그림 6. 하이브리드형 환기설비 사례

그림 7은 일본 D社 환기시스템의 제품 구성 및 습도조절 운전 메커니즘을 나타낸다.

(2) 에어필터의 성능 향상

공동주택에 환기설비를 설치하는 가장 큰 이유는 신선한 외기 도입을 통해 실내 공기질을 청정하게 유지하는 것이나, 건물 주변의 대기오염물질 및 미세먼지 농도가 높을 경우에는 환기를 할 수록 실내 공기가 더 나빠질 우려가 있다.

이에 따라, 기계환기 설비에는 집진효율 90% 이상의 필터를 사용토록 건강친환경 주택 건설기준에서 정하고 있으나, 에어필터 성능의 평가법(중량법)에 따라서는 집진효율 90% 이라도 최근 이슈가

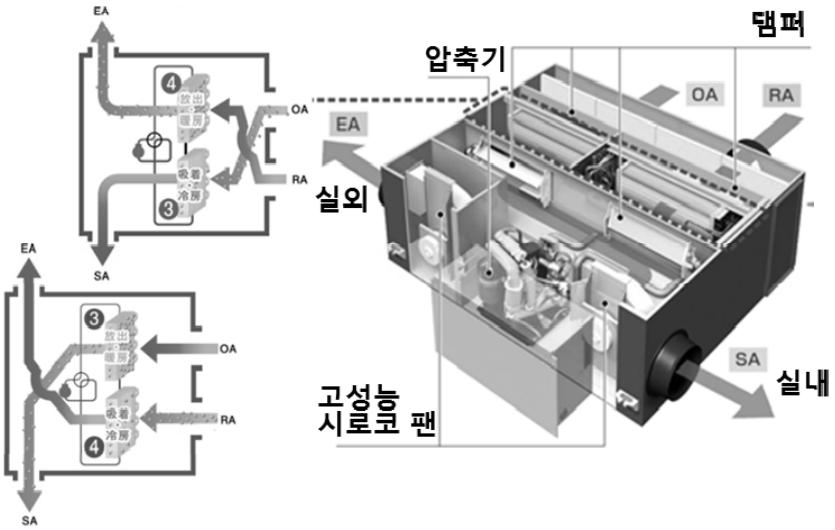

그림 7. 공기중 수분 흡/방출 성능을 이용한 환기설비 (일본D社 제품)

되는 초미세먼지(PM2.5)의 제거 효과는 확인이 어려운 상황이다.

에어필터 선정에 있어 집진효율은 무엇보다 중요한 요인이므로, 미국 ASHRAE[14] 52.2에서는 일반 미세먼지(PM10)부터 담배연기 같은 초미세먼지 이하까지 입자 크기를 세분화하여 집진효율에 따라 등급화한 MERV (Minimum efficiency reporting value) 기준을 제시하고 있다.

표 2는 환기용 에어필터의 평가법에 따른 집진효율의 차이중 일부분을 비교한 것으로, 최근 국내에서도 에어필터 성능 확인에 MERV 인증이 늘어나는 추세이다.

따라서, 대기중 초미세먼지(PM2.5)의 실내유입을 막기 위해서는 MERV 12(80%제거) 또는 MERV 13(90% 제거) 등급 이상의 에어필터 사용해야 한다. 국내 S전자의 경우 MERV 12가 내장된 환기설비를 래미안 등에 벌써 적용하고 있으며, 병원 수술실 수준의 MERV 13 등급 필터를 사용하는 환기설비도 현재 개발중이다.

향후, 도심지의 공동주택에서는 초미세먼지 외에 주변 도로의 자동차 배기가스에 의한 유해 화학물질(이산화질소, 이산화황 등) 영향도 무시할 수 없으므로, 이를 걸러주는 가스흡착 필터가 적용된 환기설비 개발도 필요할 것으로 예상된다.

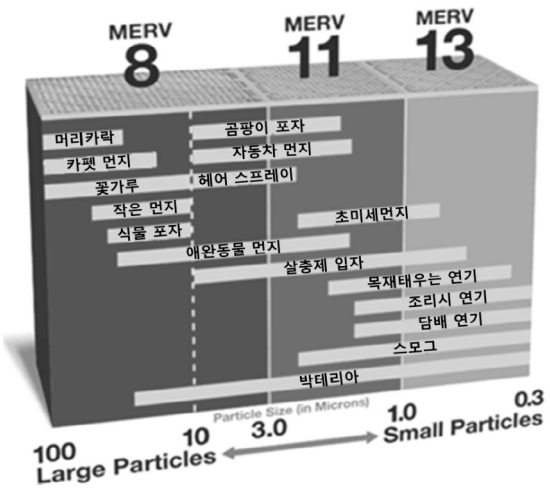

그림 8. 에어필터 MERV 등급별 제거가능 입자 (미국 F社 필터자료 인용)

표 2. 환기용 에어필터 평가법에 따른 집진효율 비교 (일부 내용)

중량법 집진효율[%]	비색법 집진효율[%]	입자 크기별 집진효율[%]			
		0.3-1.0㎛	1.0-3.0㎛ (초미세먼지)	3.0-10.0㎛ (미세먼지)	등급(MERV)
85-90	< 20	-	-	35≦E3<50	6
> 90	25-30	-	-	50≦E3<70	7
> 90	30-35	-	-	70≦E3	8
> 90	40-45	-	E2<50	85≦E3	9
> 95	50-55	-	50≦E2<65	85≦E3	10
> 95	60-65	-	65≦E2<80	85≦E3	11
> 95	70-75	-	80≦E2	90≦E3	12
> 98	80-90	E1<75	90≦E2	90≦E3	13
> 98	90-95	75≦E1<85	90≦E2	90≦E3	14
-	> 95	85≦E1<95	90≦E2	90≦E3	15

(3) 스마트 제어기능 도입

공동주택용 환기 설비의 하드웨어 성능은 많이 개선되었으나, 효율적 제어방법에 대한 자동 운영 측면의 소프트웨어 기술은 아직 부족한 상황이다.

특히, 우리나라와 같이 계절별 특성이 뚜렷하며 대기중의 불규칙한 미세먼지 오염과 거주자 생활 습관에 따라 다른 실내공기질 농도 수준 및 패턴, 고온다습한 환경에 의한 결로/곰팡이 문제 등 실내외 다양한 조건에서 환기시스템 제어방법은 아직까지 수동운전이 대부분을 차지하고 있다.

최근에는 재실자에 의해 발생하는 실내 이산화탄소(CO_2) 농도를 감지하여 자동운전 가능한 환기시스템이 일부 아파트에 적용되고 있으나, 일정 농도를 기준으로 환기시스템 풍량이 ON/OFF 되는 기본적인 수준이라 조금은 아쉬움이 있다.

이를 개선하기 위해 4계절 외기 특성 및 실내환경을 고려하여 자동 운전되는 스마트 환기시스템이 현재 개발중으로, 예를 들어 환기가 많이 부족한 겨울철에는 기계환기시 냉기유입에 따른 불쾌감 방지 및 고온다습에 의한 결로 저감까지 동시에 해결하며, 봄철에는 황사 등 미세먼지 유입 차단이 가능한 고성능 필터의 적용, 가을철에는 전열교환기를 통하지 않고 바이패스에 의한 신선 외기도입 및 에너지절약 운전, 여름철에는 자연환기 적극 활용과 나이트 퍼지(Night Purge)운전에 의한 냉방부하 저감 등, 실내 재실자 유무를 감지하여 기계환기가 필요한 경우에만 자동 작동하는 고성능의 환기시스템이라 할 수 있다

향후 공동주택 환기시스템의 기술개발 방향은, 생활속 사물들을 인터넷으로 연결해주는 사물인터넷(IOT: Internet of Things)과 연계하여 운용할 필요가 있다. 이를 통해 환기설비의 특성을 더욱 지능화 하고 대기오염과 기상변화 등 건물주변의 다양화 정보를 반영한 냉난방 환기 통합 관리시스템 구축이 가능하므로, 사용자의 요구성능을 만족시키는 더 좋은 서비스와 쾌적한 실내환경을 확보할 수 있을 것으로 예상된다.

* 기기성능 개선: 고성능필터(PM10, PM2.5 제거), 고효율 폐열회수 전열교환기, 자동배기 렌지후드 등
* 제어성능 개선: CO_2 자동운전 + 4계절 자동운전(결로 저감, 미세먼지 제거, 외기도입 냉방 등)

그림 9. 자동환기 시스템 성능개선 적용 사례 (S社 아파트)

그림 10. 사물인터넷과 개념도 (삼성전자, 영진닷컴 그림 인용)

5 결론

국내 공동주택 환기시스템 관련 법적인 기준 및 규제는 계속 강화되는 추세이며, 에너지절약 설계 기준도 한층 엄격해짐에 따라 건물의 단열/기밀성 향상과 더불어 실내 환기의 필요성 및 중요성은 더욱 강조되고 있는 상황이다.

실내 환기는 창문개방 등 자연환기가 가장 효율적인 방법이나, 대기중 미세먼지 오염 등이 심할 경우에는 불가피하게 기계환기를 할 수 밖에 없게

되므로 최소한의 전기에너지로 최대 환기효과를 얻어야 하는 대책이 필요하게 된다.

이에 따라, 공동주택용 환기시스템에도 하이브리드 환기설비 및 실내 외 환경을 자동 감지하여 스스로 운전 제어하는 스마트 환기시스템 개발이 이뤄지고 있으며, 실내 공기오염 저감을 위해 주방 렌지후드의 자동화 및 화장실/욕실의 역류방지 기능 등 실내 기류흐름을 종합적으로 고려한 환기 기술이 적용중이다.

향후에는 시스템 성능개선 관점에서 볼 때 '환기 + 냉난방 + 습도조절 + 공기정화' 등 고효율 유닛 제품을 사용자가 필요에 따라 조합하여 사용할 수 있는 복합상품의 개발이 필요해 보이며, 소프트웨어 측면으로는 사물인터넷과 결합하여 사용자의 생활패턴과 요구 성능에 맞춰 쾌적한 실내환경 제공이 가능한 편리하면서도 똑똑한 환기제어 등 기술의 융복합이 빠르게 진행 될 것으로 예상된다.

- 참고문헌 -

1. 국토교통부('16.2): 2015년 건축물현황 통계 자료
2. 삼성물산㈜ 건설부문('11.1): 한국갤럽 통한 입주민 설문조사 결과
3. 이규남('15.10): 공동주택 CO_2 농도기반 환기시스템의 제어 기준 위치에 따른 성능평가, 대한건축학회 학술발표대회 논문집, Vol.35, No.2, pp271~272
4. LI NA 외 3인(2012): 실내 CO_2 농도가 재실자의 수면의 질에 미치는 영향, 한국생활환경학회지, Vol.19, No.4, pp479~488
5. 국립환경과학원(2013): 주거환경 중 주방에서 발생되는 실내 오염물질 관리방안 연구
6. 한국환경공단(Air Korea): 대기환경 통계자료 ('14.6~'15.5)
7. 에너지경제 신문 기사 ('16.2.17, '16.2.23)
8. Better Living('06.4): 일본 Sick House 대책을 위한 주택의 환기설비 매뉴얼
9. ANSI/ASHRAE Standard 62.2-2013: Ventilation and Acceptable Indoor Air Quality
10. Natural Resources Canada(2012): R-2000 Standard
11. Canadian Standard Association : CAN/CSA-F326-M91(R2014), Residential Mechanical Ventilation Systems
12. CEN/TC 156 ('14.08.20): Indoor environmental input parameters for the design and assessment of energy performance of buildings
13. 요시노 히로시 외 10인('04.6): 선진외국 주택의 필요환기량 기준에 관한 조사, 일본건축학회기술보고집 제19호, pp189~192
14. ASHRAE 52.2-2012: Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size