

# 공동주택 환기 시스템 개선 방안

공동주택의 실내 환기 시스템에 대하여 각 조건에 따른 적절한 환기 방법을 제시한다.

정재구

(주)벤토피아 설계팀 (design@ventopia.com)

## 서론

최근 공동주택은 전망권의 확보와 토지이용의 효율성을 높이기 위하여 초고층화 되고 건물의 형태도 에너지 절감과 사생활 보호를 위해 고기밀 고단열화 되어 자연환기에 의한 실내공기질 개선은 매우 어렵게 되었다. 게다가, 창을 열어 자연 환기를 시키더라도 오염된 외부 공기와 소음으로 인해 쾌적한 실내 환경을 유지하기 어려울 뿐만 아니라 냉난방시 환기는 많은 에너지 손실을 초래하여 국가적인 에너지 문제로 대두되고 있는 실정이다.

한편 신축 건물의 경우 실내 건축 자재나 내장재에서 발생하는 오염물질로 인한 부작용과 환기 부족에 의한 새집증후군(sick house syndrome)을 해결하기 위하여 2004년 5월 31일부로 다중이용시설 실내공기질 관리법이 시행되었으며 2006년부터는 아파트 등급표기제가 실시됨과 동시에 실내공기질 개선을 위하여 공동주택에 환기 시설을 의무적으로 설치하도록 함으로써 공동주택의 환기를 설계부터 계획적으로 반영하도록 규정하고 있다.

이러한 공동주택의 실내 환기 시스템은 크게 주거 공간의 환기, 주방 환기, 욕실 환기로 구분되어지고 이 세 가지 환기 시스템이 개별 또는 연동 운전하여 최적의 실내 공기 및 열환경을 조성하도록 되어있다. 이러한 환기 시스템에 대하여 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

## 주거 공간 환기 시스템

세대내의 주거 공간은 일상적인 생활, 수면, 휴식 등이 이루어지며 점유 시간도 가장 많이 차지하는 공간이다. 따라서 주거 공간은 24시간 신선한 공기가 공급되고, 오염된 공기는 배출시켜주는 쾌적 공간으로서의 조건을 만족시켜야 한다. 현재 공동주택에 주로 적용되고 있는 환기 방식은 동시 급배기 기능과 에너지 회수 기능을 가진 열교환 환기 시스템이 주를 이루고 있으므로 공동주택 실내공기질 향상을 위하여 다양한 건축구조 및 시공 방법에 적합하도록 각종 열교환기 방식을 검토하여 각각의 조건에 따른 가장 적절한 환기 방법을 제시하고자 한다.

### 급 배기구 최적 설치 방안

공동 주택에서도 역시 전열교환기의 급 배기구 위치에 따라 기류의 형성은 물론 환기 효율에도 현저한 차이가 있음을 알 수 있다. 대형 주상 복합에서 선호하고 있는 '개별 급배기구 방식' (그림 1a)은 독립적이고 환기 성능이 좋으며 실별 제어가 가능하다는 이점은 있으나, 각 실의 풍량 제어 및 균형을 맞추기가 어렵고 덕트 공사 비용이 증가되는 단점이 있다. 반면에 '각실 급기, 비 청정지역 배기 방식' (그림 1b)은 청정지역에서 비 청정지역으로 기류의 형성을 유도하며 환기하는 방식으로 원가적인 면에서 유리하며 환기 효율도 양호한 것으로 나타났다.



**첨단 부가 기능의 적용**

주거 생활의 웰빙화에 따라 기존 전열교환기에 가습장치, 청정장치, 건조장치, 산소발생장치 등 다수 첨단 부가 기능이 적용된 다양한 시스템이 선보이고 있다. 그림 2는 개별 공기청정기의 설치 없이 세대용 공기청정기를 전열교환기와 연계시켜 작동시키는 시스템으로 전열교환기가 정지 하였을 때에도 공기청정기가 독립적으로 작동할 수 있도록 하여 실내 공기를 순환시키는 방식이다.

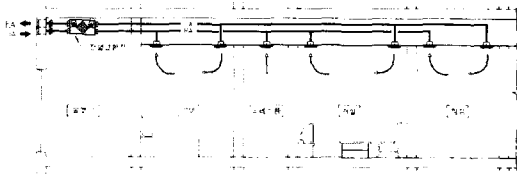
**실외기 및 실내기 분리형 전열교환기의 적용**

열교환기가 내장된 실외기는 발코니에 위치하고 내부에 설치된 실내는 천장에 설치된 디퓨저와는 달리 외형이 수려하여 침실 및 거실에 설치해도 무

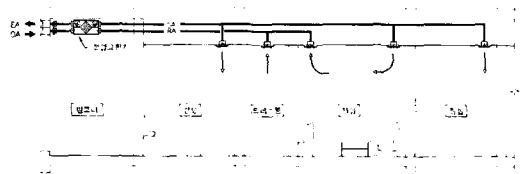
난하게 디자인되었고, 실내기 자체에는 공기청정 장치와 가습 장치를 가질 수 있어 별도의 부가 장치가 필요 없으며 개별 제어기가 있어 사용자의 선택에 의해 운전할 수가 있도록 되어있다(그림 3). 실내기의 설치는 천장 또는 벽체에 매립박스의 선 시공으로 용이하게 설치 할 수 있다.

**급배기 덕트 바닥 매립 방안**

공동주택에서의 층고의 상승은 곧 원가의 상승이다. 2005년 이후부터는 개정된 소방법에 의하여 공동주택 전 층에 스프링클러가 설치되기 때문에 천장의 설비 설치 공간이 확보된다지만 여유가 없는 공간이므로 덕트와 소화 배관의 간섭을 피하기는 어렵다. 이에 비하여 비교적 간섭이 적으며 공동주택의 최소 환기량을 취할 수 있는 시스템이 덕트 바닥 매

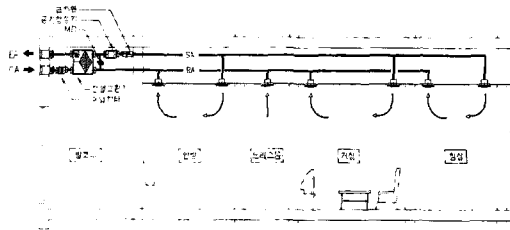


(a) 실별 급배기 방식

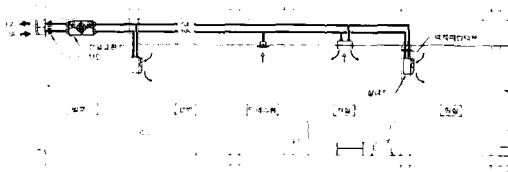


(b) 각실 급기, 비 청정지역 배기 방식

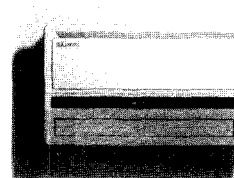
[그림 1] 환기 시스템의 급 배기구 최적 설치 방안



[그림 2] 세대 공기청정장치가 적용된 환기 시스템



(a) 실내기 방식의 환기 시스템



(b) 실내기 형상

[그림 3] 분리형 전열 교환기의 적용

립 방식이다(그림 4). 그 예로 최근 개발된 온돌 바닥열을 이용한 열교환 급기 시스템을 볼 수 있다. 하지만 급기만 하는 2종 환기 방식의 시스템은 밀폐된 실내에서는 양압의 발생으로 인해 벽체에서의 결로 현상 등의 부작용이 예상되므로 이에 대한 검토가 반드시 필요하다.

실제적으로 덕트 바닥 매립을 이용하는 경우는 덕트 크기의 제약으로 풍량은 실내 최소 급기량(환기 횟수 0.5회)을 만족시키는 정도이며, 덕트 길이가 길어짐에 따라 많은 정압 손실이 발생하므로 최근에 개발된 변정압 정풍량 팬의 적용으로 거실 및 안방 정도의 짧은 거리에서 활용될 수 있다.

**무덕트 환기 시스템**

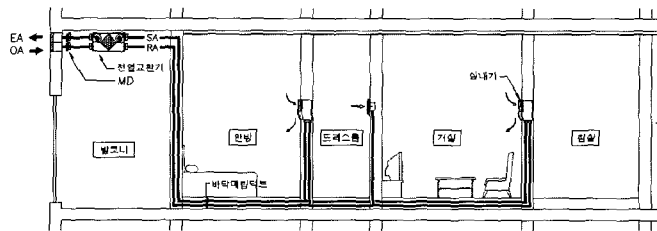
덕트 설치 공간이 없거나 일부 국부적인 환기가 요구될 때 이용될 수 있으며, 외부와 면한 실의 발코니

에 설치되어 실내로 직접 급배기하는 방식이다(그림 5). 설치 공간이 협소한 일반 아파트 등에 설치가 가능하도록 소형이며, 덕트가 필요 없다는 것이 장점이나 설치 위치에 제약을 받기 때문에 설계 시점부터 반영이 된다면 적은 비용으로 환기 효율을 높일 수 있는 가장 좋은 방법이다.

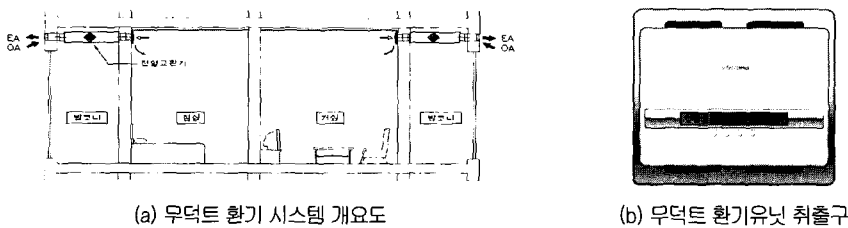
**주방 배기 후드 연동 환기 시스템**

세대 환기에 있어서 주방 환기는 주거 영역 쾌적도에 지대한 영향을 미친다. 특히 밀폐된 공간에서 주방 배기후드의 작동에 의한 주거 환기의 불균형은 기류 흐름에 방해물을 유발하므로 해결 방안으로 공기를 공급하여 풍량의 균형을 유지하거나 또는 주거 공간의 환기와 주방 환기의 연동을 통해 주방 환기의 성능 향상을 고려해야만 한다.

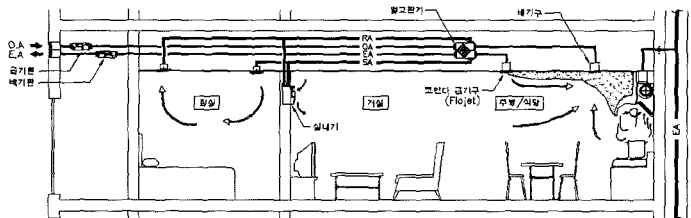
그림 6은 거주공간의 환기와 주방 환기가 교차 연



[그림 4] 덕트 바닥 매립 환기 시스템



[그림 5] 무덕트 환기 시스템



[그림 6] 배기후드 연동 급배기 전환 환기 시스템

동 운전 되는 환기 시스템이다. 열교환 소자는 주방 보조 배기와 공용으로 사용하기 때문에 전열교환기의 적용은 어렵고 현열교환기를 사용하고 있다. 주방 환기 모드는 열교환기 내의 댐퍼 작동에 의해 전환 운전된다. 이 시스템은 열교환기를 거쳐 주방 급기가 이루어지므로 별도의 예열 히터와 급기팬이 필요 없으며 주방 환기 운전에서도 열교환을 할 수 있는 장점은 지나 주방에서의 발생된 냄새가 열교환기 내에 흡착되어 주방 환기 모드에서 거주 공간 환기 모드로 전환 시 기밀 유지가 어려운 점과 이로 인해 냄새가 전이될 수 있으므로 주의를 요한다.

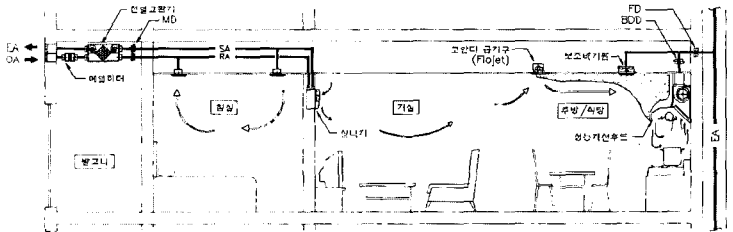
그림 7의 시스템은 주방후드 작동 시 전동댐퍼 작동에 의해 주거 영역 배기는 단히고 실내기에 의해서 유입된 급기만 코안다 급기구(flojet)에 의해서 주방 배기 후드로 유도 급기하게 된다. 동시에 배기팬도 정지하여 주거 영역의 환기는 일시 정지되면서 주방 보조 배기팬과 환기성능 개선 후드에 의하여 배기되는 기능형 환기 시스템이다. 이 시스템은 별도의 주방 급기(make up-air) 팬을 두지 않아도 되

며, 주방과 연동하기 때문에 주방 환기 시 침실이나 거실 등 거주 지역의 오염을 피할 수 있는 가장 적극적인 방법이다. 하지만 동절기에 주방 이용 시간이 많은 세대에서는 예열 히터의 사용이 길어져 에너지 손실을 초래 할 수도 있다.

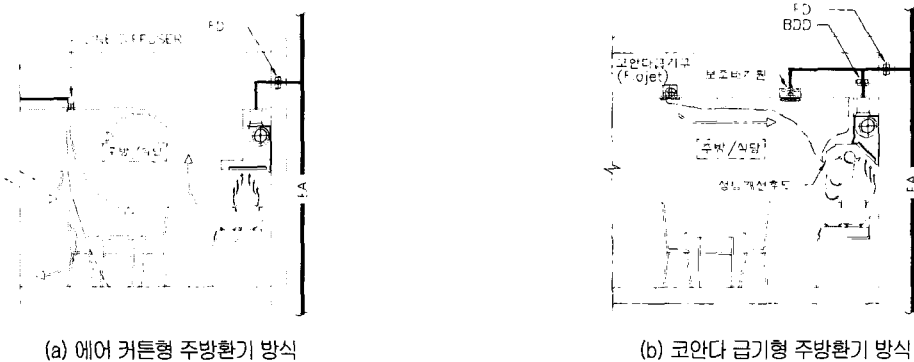
### 주방 환기 시스템

대부분의 경우 음식 조리 시에는 수증기, 미연소가스, 열, 냄새 등이 발생하고, 산소의 감소, 이산화탄소의 증가를 가져와 실내 공기 환경에 악영향을 미친다. 이때 발생하는 오염된 공기를 제거하고, 신선한 공기를 도입하는 것이 세대 환기 목적이라고 해도 과언은 아니다. 최근에는 많은 연구와 제품 개발로서 이전에 비해 환기 효율의 향상을 가져왔지만 건물의 고층화와 밀폐화로 발생하는 입상 배기 덕트 규격 산정, 주방 급기의 보충 문제 등 여전히 적절하면서도 표준적인 개선안이 필요하다.

최근의 공동주택은 기밀성이 강화되어 보급 공기



[그림 7] 배기후드 연동 기능형 환기 시스템



(a) 에어 커튼형 주방환기 방식

(b) 코안다 급기형 주방환기 방식

[그림 8] 외기도입이 있는 주방환기 시스템


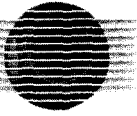
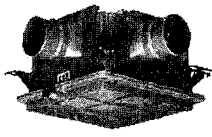

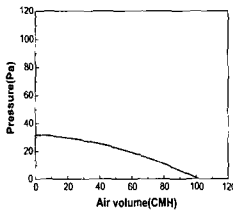
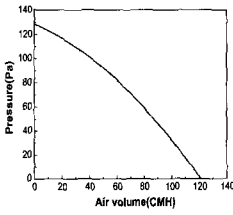
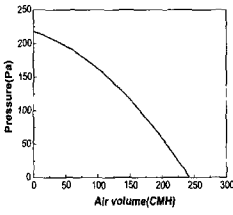
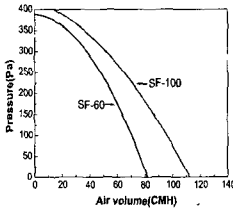
의 존재 여부가 주방 배기후드 효율에 직접적인 영향을 끼치는 것으로 나타났다. 보급 공기가 없는 경우 후드 성능이 60% 이상 저하되며 이로 인해 실내 공기질은 악화될 수밖에 없다. 또한 고층화로 인해 저층부에서는 저 정압환으로 인해 원활한 배기가 일어나지 못하고 다시 실내로 역류하는 현상도 빈번하게 발생하고 있는 실정이다.

그림 8a는 최근에 소개되고 있는 에어 커튼형 주방환기 시스템이다. 급기환에서 보급된 공기는 라인 디퓨저를 통해 하향 급기된다. 냄새와 잉여열의 확산을 막기 위해서 하향 분사되는 급기는 많은 풍량과 높은 풍속이 요구되어 소음발생과 cold draft의

주원인이 되고 있다. 또한 전역 환기 방식이므로 차단 기류 구역인 주방 전체에 조리시 발생하는 열과 냄새가 급기와 혼합 희석되므로 환기 효과가 불량하며 거주자가 차단 기류를 통과 시에 열과 냄새가 전이되는 물론 항상 냄새와 열기가 주방 내에 상존하여 거실 공기의 신선도 및 청정도가 떨어진다.

그림 8b는 코안다 급기형 주방 환기 시스템으로 에어 커튼 방식보다 배기 성능은 물론 실내 열 쾌적도와 신선도를 향상시킨 방식이다. 코안다 효과에 의해 천장 부위가 부압이 되도록 하여 열과 냄새를 상승 유도시키며 동시에 주방은 물론 거실로의 확산을 방지하므로 환기 성능이 양호하며 거주자 영역

<표 1> 공동주택 욕실 배기팬

구분	기존 일반 배기팬 (KS C 9304)	성능개선 원심형 배기팬	인라인형 배기팬	정풍량 변정압 배기팬 (Smartfan)
형상				
성능곡선				
특징	· 저가형 저정압 팬	· 원심 팬의 사용으로 성능 개선	· 고풍량 팬이므로 대형 욕실이나 2개 이상의 욕실을 통합하여 적용	· 정압을 크게 요구되는 곳에서도 상시 일정한 풍량 공급 (변정압 정풍량 기술 적용).
팬형태	축류형	원심형	원심형	원심형
적용풍량	60 CMH at 20 Pa (2 mmAq)	60 CMH at 80 Pa (8 mmAq)	200 CMH at 60 Pa (6 mmAq)	60 CMH at 270 Pa (27 mmAq)
적용압력	최대 30 Pa (3 mmAq)	최대 130 Pa (13 mmAq)	최대 220 Pa (22 mmAq)	최대 400 Pa (40 mmAq)
소음	40 dB(A)	38 dB(A)	35 dB	35 dB(A)
소요동력	12 W	41 W	34 W	31 W
적용가능층수	5층 이하	15층 이하	25층 이하	50층 이하
가격	저가	중	최고가	고가

※위의 수치는 제조사별로 차이가 있을 수 있음.

높이에서의 신선도 및 청정도 유지효과가 가장 확실한 최적 방안이다. 주방 보급 공기는 코안다 급기구에 의해 항상 천장면을 따라 저속 2~3 m/s로 분사되므로 저풍량 저소음(40 dB(A) 이하)을 유지하면서도 기류가 일정하게 유지되어 주방 내의 가구 배치에 영향을 받지 않도록 되어 있다. 더불어, 포집 효율은 최대한 높임과 동시에 어떠한 경우라도 그리스 필터가 막히지 않는 형태로 되어 있는 성능개선 주방후드는, 10층 이상 또는 초고층 공동주택인 경우라도 저층부에서 발생하는 배기 저하 문제와 층간 배기 풍량의 불균형을 보정할 수 있는 정압 보상형 팬의 사용으로 기존 배기 후드의 모든 문제점을 해결하는 장점을 가지고 있다.

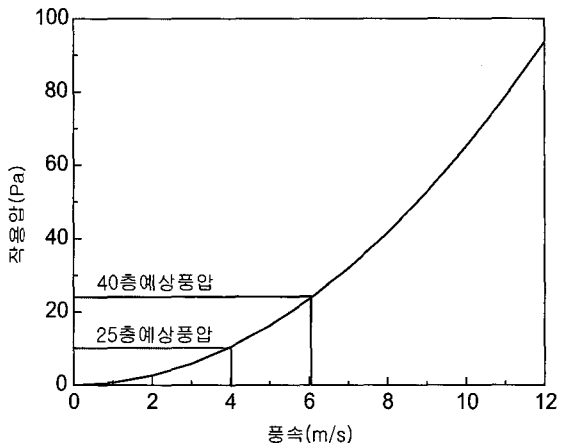
### 정풍량 옥실 환기 시스템

최근 대부분 공동주택의 옥실은 세대 내부에 위치하여 창을 통한 자연 환기가 불가능하므로 배기팬을 이용한 기계 환기를 적용하고 있다. 게다가 기존 공동주택 옥실의 경우 환기는 아직까지 저정압 배기팬(KS9304)에 의존하고 있어 고층 공동주택에 적용시 배기 능력이 현저히 떨어져 수증기 및 냄새의 배출이 원활히 이루어지지 않고 있을 뿐만 아니라 역류로 인하여 옥실 문의 개폐 시 주거 공간으로 오염된 공기가 확산되는 현상까지 일어나고 있는 실정이다.

옥실 환기 시스템의 적용 방법은 직접 세대에서 외부로 배기하는 방식과 공동구를 이용하여 옥상으로 배기하는 방식이 있다. 공동구를 이용하는 방식은 외부에 개구부가 발생되지 않고, 옥실의 배치에 영향을 크게 받지 않는 장점이 있다. 그러나 설계 시 건물 높이나 건물의 구조 또는 입상 덕트의 규격과는 상관없이 배기팬이 선정되고 있어, 환기 성능을 저하시키는 주요한 원인이 되고 있다. 이로 인해 고층의 경우 저층부 또는 최상층은 배기가 이루어지지 않고 냄새의 역류까지 발생하게 된다. 또한 수시로 변화하는 외부 환경이나 고층부와 저층부에서 나타나는 층간 풍량 불균형 현상은 최상층의 통합팬의 설치나 차압 센서에 의한 연동 제어로 해결 방안이 강구되었으나, 제어 문제와 최상층 팬은 상시 운전되어야 하므로 많은 동력 손실이 발생하는 등의 또 다른 문제를 야기하고 있다. 한편 직접 배기하는 방

식은 공동구를 이용하는 것보다 많은 정압을 필요로 하진 않지만 그림 9와 같이 25층 이상의 경우에는 외기 풍압이 10 Pa 이상 발생되고 강한 역풍에 의한 역류의 발생이 우려되므로 수시로 변하는 풍압을 견뎌내고 상시 일정한 풍량의 배기가 가능한 팬이 선정되어야 한다. 위에서 살펴본 바와 같이 고층 공동주택에 기존의 저정압 옥실 환기팬을 적용시키기에는 많은 문제점이 있으며 실내 환경을 개선하기 위하여 정풍량 옥실 환기팬이 필요하다는 것을 이제는 우리 모두가 자각하고 있는 실정이다. 이에 대한 대안이 '정풍량 변정압 옥실환기팬'이다. 이는 50층 이내에서는 어느 층에 설치를 하여도 설계 풍량을 항상 배기할 수 있으면서도 정속 운전을 하므로 현재 상용되는 옥실 환기 방법 중에서는 가장 진보되고 확실한 대안이라고 할 수 있다(표 1).

그림 10은 고정압 옥실 환기팬 설치의 한 예이다. 최근에 대형 옥실들은 수증기 발생 부분과 그렇지 않은 부분으로 분리된 곳이 많이 있다. 이런 경우 대부분 배기팬을 샤워 부스 내 혹은 옥조 위에 설치하게 된다. 하지만 저정압 팬은 수증기가 원활하게 빠져나가지 못하고 벽체에 결로로 인해 물방울이 맺히는 경우가 발생되기도 한다. 하지만 정풍량 팬의 경우는 정압과 풍량이 크기 때문에 별도의 배기구를 추가로 필요한 부분에 설치하여 바로 배기할 수가 있다. 이때의 풍량은 팬이 있는 부분과 없는 부분의 비는 7:3 정도로 배출된다.

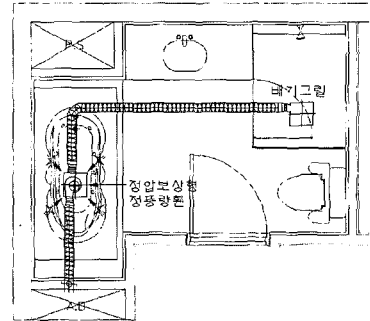
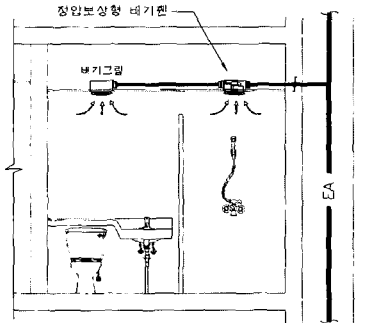


[그림 9] 유속 변화에 따른 풍압

표 2는 공동 배기 샤프트를 이용하는 경우 층고와 입상 덕트 크기에 따른 예상 정압 손실 값을 나타내고 있으며, 각 정압 손실에 따른 적용 가능한 욕실

환기 방식을 검토하였다.

결론적으로, 정풍량 환은 40층 이상에서도 입상 덕트의 동력원이 없이 배기가 가능하며, 또한 무동



[그림 10] 정풍량 욕실 환기팬의 설치 응용

[표 2] 배기 입상 샤프트 크기에 따른 예상 정압손실과 적용가능 방식

구분	덕트 사이즈	층별 정압손실(mmAq)								적용 가능한 욕실환기방식	비고
		10층	15층	20층	25층	28층	30층	35층	40층		
건식	φ150	18.68	-	-	-	-	-	-	-	정압손실 3 mmAq 이하 → A TYPE 정압손실 8 mmAq 이하 → B TYPE 정압손실 20 mmAq 이하 → C TYPE 전층 → D TYPE	주1) 세대당 풍량 1.3 CMM(78 CMH) 적용 주2) 세대내 조건은 플렉시블 덕트(4 m) + 곡관(2개소) + FD로 구성됨 주3) 동시 사용을 적용 : 20층(42%), 25층(41%), 28층(40%), 30층(39%) 35층(38%) 주4) 층고는 2.8 m 주5) 적용 TYPE A : 세대별 일반팬 + 입상덕트 무동력환 B : 세대별 원심형배기팬 + 입상덕트 동력형루프팬 C : 세대별 정압보상형팬 + 입상덕트 무동력환 D : 세대별 배기그릴 + 입상덕트별 최상층 동력환
	φ200	6.69	14.67	27.81	-	-	-	-	-		
	φ250	4.01	6.81	11.43	19.21	24.88	28.70	-	-		
	φ300	-	4.38	6.36	9.69	12.12	13.76	19.47	27.90		
	φ350	-	-	4.43	6.06	7.26	8.06	10.86	15.00		
	φ400	-	-	-	-	5.11	5.54	7.07	9.31		
	φ450	-	-	-	-	-	-	5.20	6.51		
φ500	-	-	-	-	-	-	-	5.01			
습식	200×150	16.58	-	-	-	-	-	-	-	정압손실 3 mmAq 이하 → A TYPE 정압손실 8 mmAq 이하 → B TYPE 정압손실 20 mmAq 이하 → C TYPE 전층 → D TYPE	주6) 색칠된 구간은 변정압 정 풍량환을 이용하여 배기 가능 구간 주7) 단 외부 환경 조건 굴뚝 효과는 무시
	200×200	9.56	23.20	-	-	-	-	-	-		
	250×200	7.04	15.77	30.19	-	-	-	-	-		
	250×250	5.09	10.01	18.13	-	-	-	-	-		
	300×250	-	7.03	11.90	20.13	-	-	-	-		
	300×300	-	5.46	8.62	13.96	17.86	20.49	-	-		
	350×300	-	-	6.99	10.89	13.74	15.66	22.36	-		
	350×350	-	-	5.54	8.16	10.08	11.37	15.88	22.53		
	400×350	-	-	-	6.94	8.43	9.44	12.96	18.16		
	400×400	-	-	-	5.39	5.67	7.01	9.29	12.65		
	450×400	-	-	-	-	-	6.08	7.88	10.53		
	450×450	-	-	-	-	-	-	6.13	7.91		
	500×450	-	-	-	-	-	-	-	7.00		
500×500	-	-	-	-	-	-	-	6.05			

※위의 적용 가능 방식은 가정에 의한 예상이며 실제 조건과는 다를 수 있음.

력 흡출기의 설치 없이도 배기가 가능함을 알 수가 있다.

## 결론

공동주택의 환기 시스템 설치 의무화와 아파트 품질 등급제 시행으로 소비자들이 보다 더 쾌적한 조건의 아파트에서 살 수 있도록 권장되었다. 따라서 시대적 요구에 부합되는 환기 시스템의 개발은 이제 우리의 의무가 되었다. 그러므로 고효율과 저 에너지 소비형 공동 주택 환기 설비 즉 사계절 전열 교환기, 주방의 공기 및 열 환경을 개선시킬 목적으로 개발된 코안다 급기형 주방 환기 방식, 성능 개선형 주방 배기 후드 그리고 고층 아파트에서 어느 층에 설치하여도 항상 정풍량을 배기 시키는 욕실 환기팬 등의 적용과 외부와 내부 부하 변동에 따른 최적 운

전 조건을 지역 별로 표준화 한 공동 주택의 환기 설비를 유기적으로 연계하여 제어할 수 있는 홈오토메이션 시스템을 조속히 개발 구축하여야만 한다.

특히, 설계 초기 단계부터 실내 열환경 및 공기질 성능 향상을 위한 환기 설비에 대한 고려는 물론이거니와 장기적인 안목으로의 LCC(Life Cycle Cost)와 리모델링 시에도 유지 관리가 고려된 공동주택 환기 설비로 정착됨과 동시에 저 에너지 소비형 공동주택 환기 설비로 거듭나서 지구 온난화 방지도에 기여할 수 있도록 하여야 한다.

따라서 공동주택의 실내 공기질 개선을 위한 소극적이고 단편적인 목적의 환기 시스템 선정으로 시간이 지날수록 유지 비용이 많이 들거나 또는 관리가 어렵다는 이유로 환기 장치가 쓸모없이 되어버리지 않도록 공동 주택 환기 시스템의 올바른 선택이 있어야 된다고 본다. ㉔