

공동주택의 환기설비

이 호 준 · 강 영

(주) 액 타 기 술 연 구 소
부 소 장, 주 입 연 구 원

1. 머리말

환기란 실내의 오염된 공기를 배출하고, 실외로부터 신선한 공기를 공급하여 실내의 공기를 청정하게 하는 것을 말한다. 환기량이 필요량보다 커지면, 실내 공기가 외부로 유출되고 외기가 유입됨에 따라 열손실 (또는 열취득)이 커져서 공조부하도 증가하게 된다. 이와 같이 환기에 의하여 에너지 소비가 상당량 증가하며, 이에 따라 에너지 비용도 높아지게 된다.

한편, 1992년 리오데자네이로에서 개최된 지구환경회의에서 국가별 에너지 소비량에 따라 CO₂ 발생량을 규제하기로 합의하였으며, 1997년에는 교토의정서 채택으로 법적구속력이 정립되었다. 이로 인하여 에너지 절약 문제가 중요한 쟁점으로 대두되어, 건축에 있어서도 건물을 출입하는 에너지를 최소한으로 하기 위하여 건물의 단열 및 고기밀이 점차 심화되고 있다. 이와 같은 현상은 주거용 건물에 대하여도 마찬가지로, 특히 초고층 공동주택에 두드러지게 나타나고 있다. 그러나 실내의 쾌적한 환경

을 유지하기 위해서는 환기량을 줄일 수 없으므로, 환기량을 적절한 수준으로 유지하면서 동시에 에너지 소비의 증가를 줄일 수 있는 방법이 필요하다. 따라서, 과거의 공동주택 공조가 단순한 온·습도의 관리에만 국한되었던 반면, 2000년대에 들어서면서부터는 에너지절약과 신선 공기질 및 쾌적한 실내환경 유지 등 복합적인 성능을 발휘하는 신개념 공조방식이 요구되고 있다.

본고에서는 독일, 스웨덴 등의 유럽 지역에서 개발되어 적용되고 있는 환기 시스템을 에너지절약형 환기 시스템, 개선형 욕실 환기 시스템 및 외기인입구를 중심으로 소개하고자 한다.

2. 에너지 절약을 위한 환기 회수형 열펌프식 공조시스템

2.1 시스템 개요

외국의 경우 열펌프는 국내에 비하여 많이 보급되어 있다. 그 이유는 에너지 절약성, 폐열

이용 용이성과 신뢰성이 높고 외기 조건이 국내에 비하여 유리하기 때문이다. 본고에서 소개하고자 하는 시스템은 독일에서 시판되고 있는 판형 열교환기와 열펌프를 조합하여 환기회수가 가능하도록 한 일체형 시스템이다.

이 시스템은 열펌프, 열교환기의 일체형 기기를 이용하므로, 이로써 개별 냉방, 열펌프식 난방, 환기, 환기 에너지 회수, 외기 냉방 등 5가지의 기능이 모두 가능하다는 이점을 가지고 있다. 열펌프는 하계 냉방시에는 보통의 냉동기와 같지만 겨울에는 응축기에서 버리는 열을 난방용으로 사용하여 고온의 물이나 공기를 얻는 것이다. 따라서, 연소를 수반하지 않기 때문에 대기오염이 없고, 냉난방을 겸하므로 보일러실이나 굴뚝의 공간을 절약할 수 있다. 열교환기는 공기 대 공기 열교환기로서, 최근에는 에너지 절약 측면에서 사무소 건물을 비롯하여 공장에 이르기까지 각종 건축에 급속히 보급되고 있다. 열교환기는 설비비는 높으나, 공조에 있어서 외기의 피크부하를 감소시킴으로써 열

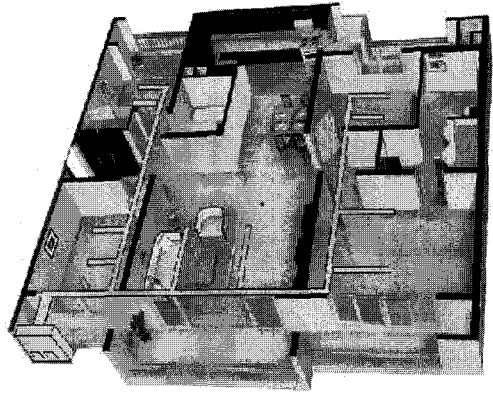


그림 2 환기회수형 열펌프식 냉난방 및 환기 시스템 평면도

원기기 및 부속기기의 용량을 감소시킬 수 있으므로 열교환기의 설비비가 상쇄되고 그후 매년 운전비가 절약될 수 있는 이점이 있다.

그림 1은 환기 회수형 공조시스템의 개요도를 나타낸 것이고, 그림 2는 설치평면도이다.

2.2 시스템 특징

- ① 건축시에 설치되므로 입주자가 별도로 설치해야 하는 불편함이 없다.
- ② 하나의 기기로 냉방 및 난방이 가능하고 실내가 건조한 겨울철에는 가습이 이루어진다.
- ③ 각 방마다 개별적으로 설치되던 기존 냉방기와는 달리 베란다에 설치되는 하나의 기기로 아파트 전체의 냉방이 가능하다.
- ④ 환기로 버려지는 배기에서 열교환기를 이용하여 1차로 에너지를 회수하고, 2차로는 열펌프를 이용하여 추가로 에너지를 회수하므로, 전체적으로 80% 이상의 에너지 회수가 이루어진다.
- ⑤ 외기 엔탈피가 내부에 비하여 낮고 실내 부

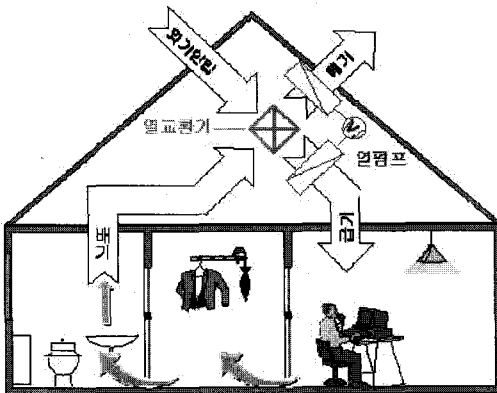


그림 1 환기회수형 열펌프식 냉난방 및 환기 시스템 개요도

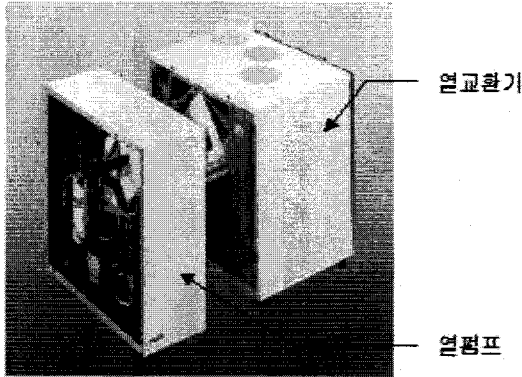


그림 3 열교환기 + 열펌프 조합형 시스템

하로 인하여 냉방이 필요할 때 극히 적은 전력으로 외기에 의한 냉방이 이루어질 수 있다.

2.3 시스템 구성

그림 3은 열펌프와 열교환기가 조합된 장비의 모습을 나타내고 있다. 외부 케이싱은 기본적인 장비인 열교환기의 측면에 열펌프를 쉽게 탈·부착할 수 있도록 되어있다. 이 장비는 겨울철 난방 및 여름철 냉방에 모두 이용할 수 있다. 그림 4는 열교환기와 열펌프의 구성요소들의 위치를 보여주고 있다.

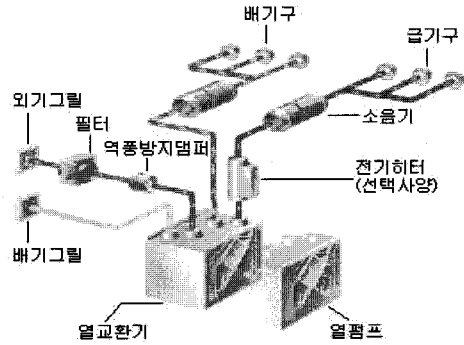


그림 4 열교환기 + 열펌프 장치 구성

2.4 운전패턴

그림 5는 장비의 운전 패턴을 나타낸 것으로, 외기온도가 20°C 이상이면 냉방기로서 가동되며 15°C 이하가 되면 난방기로서 작동하게 된다.

장비의 운전패턴을 난방시과 냉방시로 구분하여 그림 6과 그림 7에 좀더 자세히 표현하였다. 난방시에는 외기온도 7°C까지는 열교환기+열펌프 조합형 장비만으로 모든 난방부하를 처리할 수 있다. 외기온도가 이보다 감소하면 보조난방기구를 사용하여 추가의 난방부하를 처리하여야 한다. 외기온도 25°C까지는 자체능력으로 냉방할 수 있으며 외기온도가 그 이상이 되면 별도의 냉방장치를 가동하여야 한다.

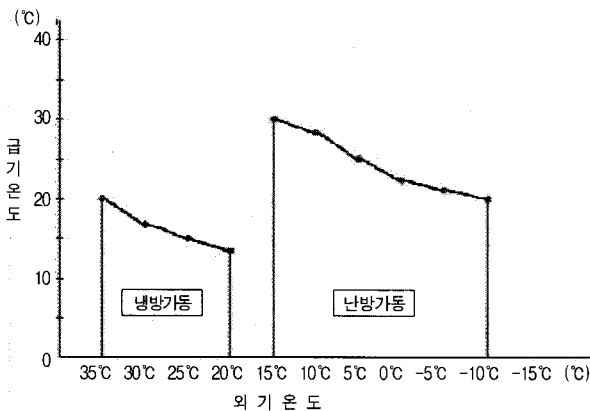


그림 5 장비 운전 패턴

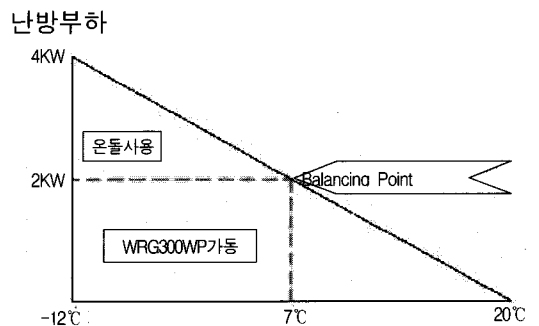


그림 6 난방시 장비 운전 패턴

냉방부하

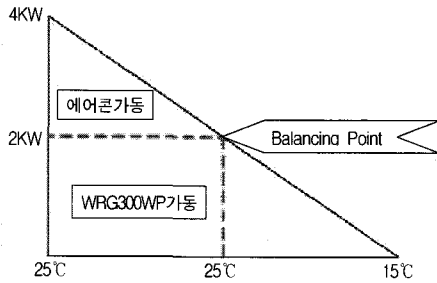


그림 7 냉방시 장비 운전 패턴

3. 개선형 욕실환기시스템

3.1 시스템 특징

이 시스템은 기존에 이용되고 있는 욕실 배기팬이 정압에 따라 그 성능에서 많은 차이를 나타내므로 균일한 배기성능을 기대하기 어려운 점을 고려하여, 특정 정압 범위에서는 정압에 관계없이 일정한 배기성능을 나타내도록 독일에서 고안된 시스템이다. 즉, 욕실이나 피트 내의 압력이 변하더라도 일정한 풍량으로 배출할 수 있는 배기팬을 사용함으로써 공동피트 상부에 무동력팬을 설치하여도 항상 쾌적한 실

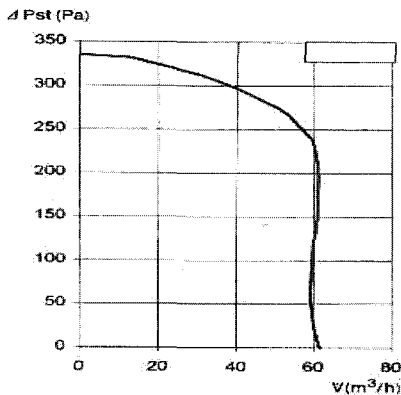


그림 8 배기팬의 성능곡선

내 환경을 조성할 수 있는 환기시스템이다. 구체적인 특징은 다음과 같다.

- ① 정압 25 mmAq 이내 (일반적인 조건에서 공동주택 50층에 해당)에서는 최대 60 m³/h의 풍량을 정압에 관계없이 배기할 수 있다.
- ② 저기압시 공기가 역류하는 것을 방지하는 장치가 구비되어 있다.
- ③ 팬의 발생소음이 40dB(A) 이하로 저소음이다.
- ④ 선택 사양에 따라, 습도가 70% 이상이 되면 60 m³/h로 가동되고 30% 이하에서는 30 m³/h로 가동되는 모델도 있다.

3.2 시스템 성능

그림 8은 배기팬의 성능곡선으로, 세로축의 ΔP(Pa)는 실내와 입상피트의 압력차이고 가로축의 V(m³/h)는 배기팬의 풍량이다. 약 25 mmAq 압력까지는 60~62 m³/h의 일정풍량을 유지하는 것으로 나타났다.

3.3 시스템 구성 및 배치

그림 9에 배기팬의 외관 및 상세를 나타내었다. 그림 10은 단위평면에 배기팬을 설치한 배치

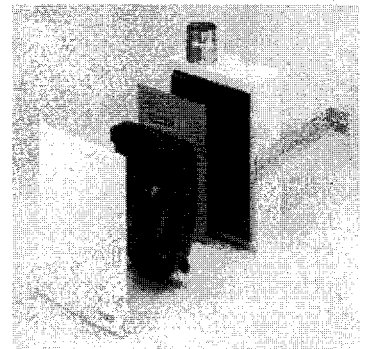


그림 9 배기팬의 외관 및 상세

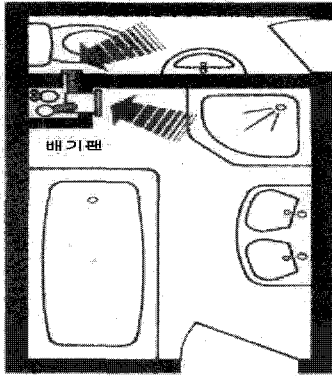


그림 10 설치평면도

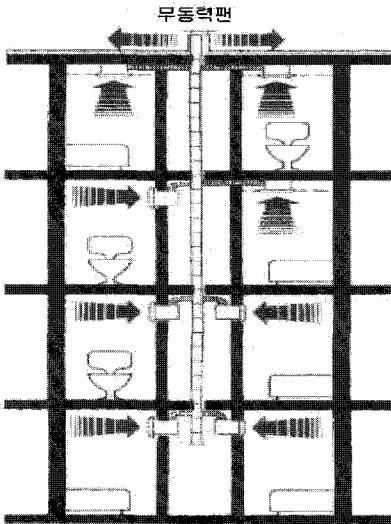


그림 11 입상계통도

평면이고, 그림 11은 각 세대별로 별도의 배기팬과 배기 피트 상부에 무동력팬을 설치한 입상계통도를 나타낸 것이다.

3.4 환기량 산정

1) 수증기발생량

$$M_w = A \times \rho \times (X_s - X_i) \quad (1)$$

M_x : 수증기 발생량(g/h)

A : 욕조의 채워진 물의 표면적($0.6 \times 1.5 = 0.9 \text{ m}^2$)
 X_s : 습공기의 수증기 함유량(=36.5g/kg : 35°C, 100%)
 X_i : 실내공기의 절대습도(=13.1g/kg : 24°C, 70%)
 ρ : 증발계수(=28)
 $\therefore M_w = 589 \text{ g/h}$

2) 환기량

$$V_o = \frac{M_w}{\rho \times (X_i - X_o)} \quad (2)$$

V_o : 환기량(m^3/h)
 M_w : 수증기 발생량(g/h)
 X_i : 실내의 절대습도(=13.1g/kg; 24°C, 70%)
 X_o : 외기의 절대습도 (=4.5g/kg; 18°C, 35%)
 ρ : 공기밀도($1.2\text{kg}/\text{m}^3$)
 $\therefore V_o = 57 \text{ m}^3/\text{h}$
 즉, 공동주택 옥실의 환기량은 $60\text{m}^3/\text{h}$ 으로 산정되었다.

3.5 통풍력

통풍력은 틈새바람에 의해 풍속, 풍향, 건물의 높이, 구조 차이나 출입문의 기밀성 등 많은 요소에 의하여 영향을 받는다. 틈새바람은 바람에 의한 영향과 공기의 밀도차에 의한 영향 등의 원인으로 생성된다. 본고에서는 건물 내·외의 공기 밀도차에 의한 공동주택의 배기 피트 내의 소요풍압을 근거로 배기시스템의 통풍력을 살펴보았다.

$$\Delta P_v(\text{mmAq}) = H \times (\gamma_a - \gamma_r) \quad (3)$$

ΔP_v : 통풍력 (mmAq)

H : 배기피트 높이 (m)

γ_a : 외기비중량(=1.35 kg/m^3 ; -11.9°C, =1.293

kg/m³ ; 0℃)

γ_r : 피트속의 배기 비중량 ($=\{(273 + t_a)/(273 + t_r)\} \gamma_a$, kg/m³)

표 1은 25층 공동주택에 대하여 외기온도가 각각 0℃, -11.9℃ 일 때 각 층별 통풍력을 계산한 것이다. 외기온도에 따라 압력분포 차이가 나지만, 최상층과 1층의 압력차이는 배기팬 성능의 상한인 25 mmAq 이내임을 알 수 있다. 따라서, 소개된 개선형 옥실환기시스템을 고층

공동주택에 적용할 때에도 최상의 성능을 나타낼 것으로 기대된다.

4. 외기인입구

4.1 장치 개요 및 특징

과거에는 건물 틈새와 부실한 단열로 인하여 간단히 건물을 환기할 수 있었다. 그러나 요즘에는 단열이 우수하고 에너지 효율 극대화를 도모하면서, 지정된 환기량을 만족시키기 위하여 벤틸레이터나 팬을 이용하고 있다. 특히 건물 자체에서 오염물질이 방출되는 것을 알게되면서 신선 외기 도입에 대한 관심이 높아지고 있다.

이 장치는 신선외기 도입을 위하여 스웨덴에서 고안된 외기인입구로서, 드래프트는 최소로 하면서 여과된 청정한 많은 양의 외기를 공급할 수 있다. 건물 전면의 외부에서 고정되도록 설계되었으며, 건물표면을 따라 흐르다가 통기구로 들어오는 빗물이나 먼지를 효과적으로 방지할 수 있는 특수 구조로 되어있다. 기존의

표 1 층별 통풍력

(단위 : mmAq)

층 수 \ 외기조건	0℃	-11.9℃	비 고
1	7.1	12.3	
2	6.8	11.8	
3	6.5	11.3	
4	6.2	10.8	
5	5.9	10.4	
6	5.6	9.9	
7	5.4	9.4	
8	5.1	8.9	
9	4.8	8.4	
10	4.5	7.9	
11	4.2	7.4	
12	4.0	6.9	
13	3.7	6.4	
14	3.4	5.9	
15	3.1	5.4	
16	2.8	4.9	
17	2.5	4.4	
18	2.3	3.9	
19	2.0	3.5	
20	1.7	3.0	
21	1.4	2.5	
22	1.1	2.0	
23	0.8	1.5	
24	0.6	1.0	
25	0.2	0.3	

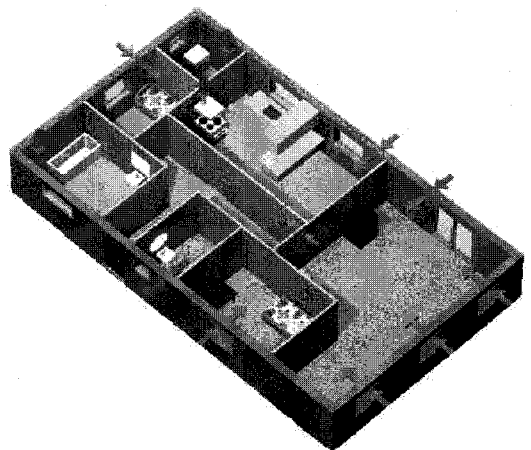


그림 12 외기인입구 적용 개념도

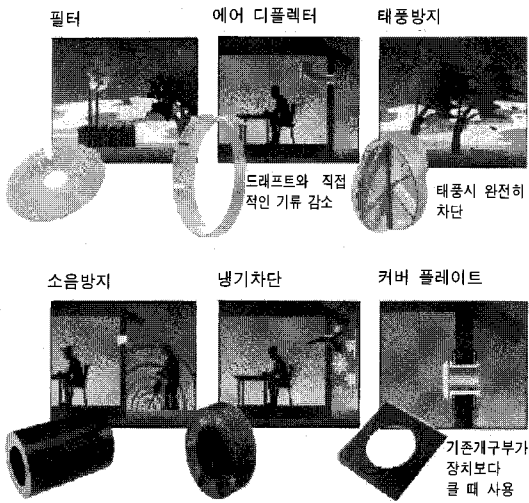


그림 13 외기인입구의 주요 특징

개구부에 고정시키거나 새로운 통기구를 뚫어 파이프로 연결할 수 있다.

이 장치의 주요한 특징은 다음과 같다.

- ① 필터에 의하여 인입공기 중의 먼지 등을 여과하여 청정한 공기를 공급할 수 있다.
- ② 강한 바람이 불 때 태풍 방지 기능을 갖는다.
- ③ 내부에 흡음재를 충진하여 소음을 방지할 수 있다.
- ④ 구조가 간단하고 다루기 쉬운 플라스틱 재질로 되어 있으므로 설치가 용이하다.

- ⑤ 필요할 때 쉽게 탈부착이 가능하므로 청소가 용이하다.
- ⑥ 다양한 모델이 개발되어 외벽 (실내-실외), 내벽 (실내-실내), 천장, 창문, 새시 등 여러 장소에 설치 가능하다.
- ⑦ 온도 조건에 따라 개폐 가능한 모델도 있다. 그림 12에 장치의 개념도를 나타내었으며, 그림 13에는 주요 특징을 개략적으로 나타내었다.

4.2 장치 구성 및 설치

외기인입구의 형태는 모델에 따라 제각각이지만, 대체적으로 그림 14에 나타낸 것과 같이 외부 케이싱, 필터, 흡음재, 커버 등으로 구성되어 있다. 실내외의 압력 조건에 따라 실내가 부압일 때는 외기가 인입되며, 실내가 양압일 때에는 실내공기가 유출되는 경우도 있다.

외기인입구는 그림 15와 같이 벽부, 창문, 천장에 통기구를 뚫어 내장된 플라스틱 파이프를 끼워넣고 실내측, 실외측 부속을 연결하는 것으로 간단히 설치된다. 이 밖에도 실내측 벽, 새시 등에 설치할 수도 있다.

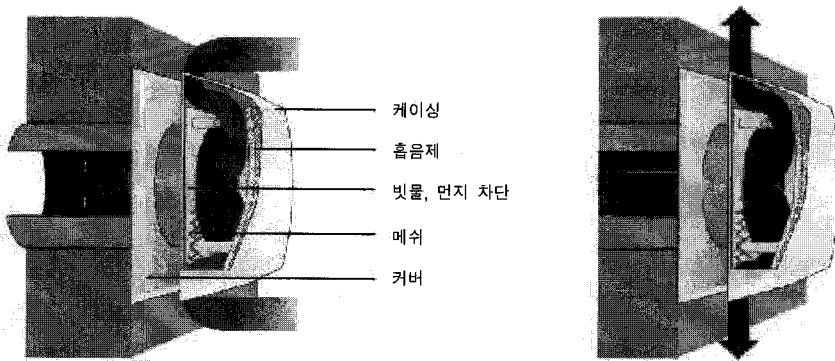


그림 14 외기인입구 구성도

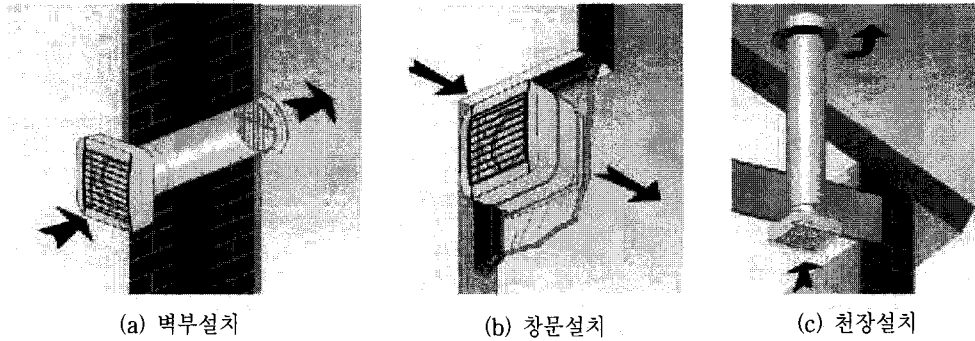


그림 15 외기인입구의 설치

4.3 장치 성능

외기인입구는 그림 16과 같이 다양한 모델이 있으며, 크기 및 형상에 따라 실내외 정압 1 mmAq 기준으로 15~32m³/h까지 신선공기의 유입이 가능하다. 그림의 상부에 표현된 등근 형태의 외기인입구는 벽부 설치형이며, 길쭉한 형태의 인입구는 창문이나 새시에 주로 설치된다.

4.4. 설치사례

그림 17은 외기인입구를 실제 주택에 적용한 사례로서, 실내로 신선한 외기를 도입할 수 있

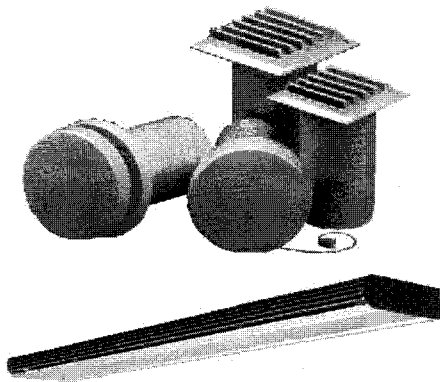


그림 16 다양한 외기인입구의 외관

을 뿐 아니라 실내 미관을 크게 해치지도 않는 것을 알 수 있다.

5. 맺음말

공동주택 환기가 당면한 문제는 에너지 절약과 신선 공기질 유지를 모두 만족시켜야 한다는 것이다. 실내의 공기질을 양호하게 유지하기 위해서는 외기도입량을 충분히 확보하여야 하는데, 이 때에 냉·난방 부하를 처리하기 위해 에너지를 소비하게 된다.

본고에서는 신선 외기를 확보하면서 공조 에너지를 절약하려는 목적으로 개발된 독일, 스웨덴 등 유럽의 환기 시스템에 대하여 소개하였다. 독일에서는 외기 도입으로 인한 공조 부하 상승을 실내 환기에서의 열회수를 통하여 감소시키면서, 상대적으로 에너지 비용이 많은 냉·난방기의 보조 장치의 역할을 할 수 있는 열교환기 + 열펌프 시스템을 개발하여 이미 적용하고 있다. 또한 현재까지도 공동주택의 환기에서 가장 열악한 부분으로 남아있는 욕실환기에 있어서, 정압 변동이 있어도 설정된 배기량을 유지할 수 있는 배기팬이 개발되어 시판



그림 17 외기인입구 설치사례

중이다. 스웨덴에서는 외기도입 문제에 대한 적극적인 대응으로, 구동에너지 없이 실내외 압력차로 외기도입을 유도하는 외기인입구를 개발하여 효과적으로 적용하고 있다.

본 사례조사가 공동주택의 공조 및 환기 분야에 이바지할 수 있기를 바란다.

- 참고문헌 -

1. 사단법인 공기조화·냉동공학회, “공기조화·냉동·위생공학편람”, 제 2권 공기조화편.
2. 이상우 외, 1993. 3, 건축환경계획론, 태림출판사.
3. 현대건설기술연구소, 1994. 6, “공동주택의 화장실 배기실태조사에 관한 연구”, 월간설비공사.
4. 대한주택공사, 1986. 6, 건축설비 설계지침에 관한 연구”.
5. (주)엑타 기술연구소, 2000. 8, “공동주택의 욕실 배기시스템에 관한 연구”, 월간설비, (사) 한국설비기술협회.