

자연급기구내 플리머필터 설치 시 외기 침기량 분석에 관한 연구

이 성 환, 최 종 악

(주) 벤토피아

A study on performance of outdoor air flow rate through viovent for hybrid ventilation equipment

Seong Hwan Yi, Jong Ak Choi

Ventopia., Ltd

(Received May 15, 2009;)

ABSTRACT: This test was progressed in the test house of KICT as sectional research of Center for Sustainable Housing. It included a ventilation rate of hybrid ventilation equipment, temperature, and gas test using the SF-6. The purpose of this test is to demonstrate the performance of viovent by estimating an outdoor air flow rate through viovent which the flimmer filter is installed and decide the leakage after operating the constant airflow fan within a house.

First, the outdoor airflow rate through viovent measured 130 m³/h more than a legal required ventilation rate, 104 m³/h. And then it sufficiently satisfy a legal standard, 0.7 air change/h. Secondly, the result of this test exposes that the leakage in the residence is about 20~25%. Especially, the outdoor air flowing through the gate occupies 50% of the total leakage.

Key Words : viovent(바이오 벤트), flimmer filter(플리머 필터), leakage(자연 침기량), 법적 요구 환기량(legal requirement ventilation rate)

1. 연구의 배경 및 목적

주택의 기밀화, 고층화로 인한 실내의 냉·난방 부하는 다소 줄었으나 환기 부족으로 인한 CO₂ 농도의 증가에 따른 어지럼증 및 아토피와 같은 피부질환의 원인이 되는 새집 증후군이 발생하게 되었다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 개발된

공동 주택용 환기 설비가 온돌 난방에 적합한 한국형 하이브리드 환기 설비이다.

본 실험은 저에너지 친환경 공동주택 연구단 제 1-F 세세부 연구의 일부로 한국건설기술연구원의 실험동에서 2009년 1월 12일부터 17일까지 동절기 혹한기에 실시되었다. 실험은 하이브리드 환기설비의 환기량 실험 이외에도 온도 실험, SF-6를 이용한 Gas 실험(농도 감쇄법) 등이 실시

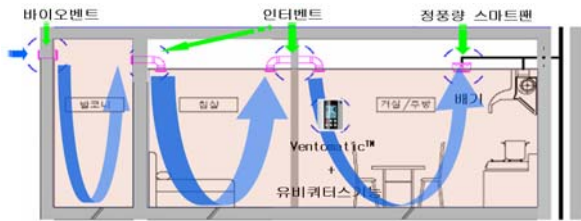


Fig. 1 Hybrid ventilation system.

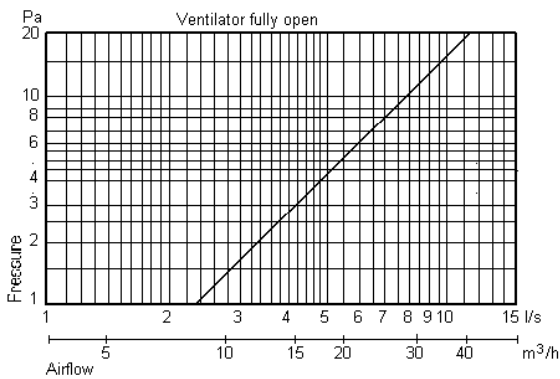


Fig. 2 Performance curve of viovent.



Fig. 3 Shape of viovent.

되었으며 본 실험은 환기량 실험 중 자연급기구 내부에 플리머 필터가 설치된 경우 법적 환기량 기준을 충족시키는지 여부와 바이오벤트 내부에 플리머 필터를 설치했을 때 발생하는 자연 침기량의 정도를 판단하는데 있다.

2. 하이브리드 환기설비용 자연 급기구에 대하여

2.1. 하이브리드 환기설비의 개요

한국형 하이브리드 환기설비는 자연급기구인 바이오 벤트, 실간 통기구인 인터벤트, 그리고 욕실이나 주방에 설치된 정풍량 스마트 팬으로 구성되어 있다. 바이오 벤트는 욕실이나 주방에 설치된 정풍량 스마트 팬에 의해 실내 공기가 배기될 때, 차압에 의해서 외기가 실내로 들어오게 되는데 이때 외기가 실내로 유입되도록 외벽에 설치하는 자연 급기구를 말한다. 부가 가능으로는 저 정압 손 고효율 필터를 적용하여 황사를 포함한 미세먼지 등의 외부 오염물질을 제거하는 기능과 공동 주택이 고층화 되면서 건물하부에서 상부로 바람이 역류 시에 발생하는 돌풍 등에 대비한 역풍방지 기능도 요구되고 있다.

한국형 하이브리드 환기설비는 그림 1처럼 난방 설계 조건 60 W/m^2 인 온돌의 대류현상을 이용하여 거주 공간 상부의 잉여열을 재활용한 저에너지 친환경 환기 설비이다.

2.2. 자연 급기구(바이오벤트)

바이오벤트는 저온 외기(-20°C)를 실내 상부로 분사하여 상부의 비교적 높은 온도(20°C)의 잉여열에 의해서 예열 및 혼합되어 하부로 흐르면서 실내·외 공기의 온도 차를 3도 이내로 유지하면서 서도 결로 및 콜드 드래프트가 발생되지 않도록 고안된 외기 도입구이다. 실험실 실험 결과는 그림 2와 같이 풍량 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 에서 10 Pa 정도의 정

압이 소요되는 것으로 나타났다.

이러한 자연급기구인 바이오 벤트의 형상은 그림 3과 같으며 내부에 선택적으로 플리머 필터 또는 역풍방지기와 프리필터(pre-filter)를 설치하여 외기 유입 시 0.3 μm 이상의 미세먼지 등 오염 물질을 여과하고 유량을 조절할 수 있도록 구성되어 있다.

2. 2. 1. 역풍방지기(Back draft damper)

역풍방지기는 바이오벤트 내에 설치하여 실내의 공기가 역풍에 의하여 외부로 빠져나가지 못하도록 하며 동시에 외부의 강한 기류가 내부로 유입되지 못하도록 고안된 안전장치로써 실험실 실험 결과 그림 4에 보이는 바와 같이 풍량 30 m^3/h 에서 30 Pa 정도의 정압이 소요되는 것으로 나타났다.

2. 2. 2. 플리머 필터(Flimmer filter)

실내 공기질 관리법에 의하면 0.5 μm 이상의 미세먼지에 대하여 90% 이상 제거 효율을 갖는 필터를 갖춘 환기 설비를 실내 공기질 성능 1등급으로 규정하고 있다.

따라서 실내공기질 1등급을 충족시키기 위해서는 일반적으로 HEPA급 필터가 적정하나 자연급기구에 HEPA급 필터를 설치하게 되면 정압 손실이 커서 미세한 실내·외 차압에 의해서 발생하는 정압으로는 자연 급기가 이루어지지 않는 문제점이 발생한다.

이러한 이유로 실내공기질을 충족하면서도 정압 손실이 적은 새로운 개념의 저정압 손 고효율 필터의 개발이 요구된 결과, 그림 5와 같이 코팅의 원리를 이용하여 필터의 섬유들을 유선과 평행하게 놓아 미세먼지를 걸러주는 새로운 개념의 필터를 개발하였으며 압력손실이 아주 적어 효율이 좋을 뿐만 아니라 역류를 방지하는 부가 기능이 있다.

표 1과 그림 6을 보면 실험실 실험 결과 풍량 30 m^3/h 에서 10 Pa 정도의 정압이 소요되는 것을 알 수 있다.

자연급기구에 역풍방지기와 프리필터를 설치할 경우 소요되는 정압은 40 Pa 이상인 반면에 플리머 필터만을 삽입하였을 때는 소요 정압이 20 Pa정도로 실험 건물에는 플리머 필터가 내장된 자연급기구를 설치하여 그 성능과 이에 따른 침기량을 측정, 평가하고자 하였다.

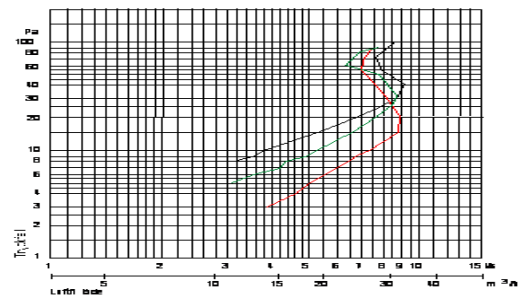


Fig. 4 Performanec curve of back draft damper.



Fig. 5 Picture installing flimmer filter within biovent.

Table 1 Relationship of velocity and airflow in biovent.

유 속	유 량
0.5 m/s	14.1 m^3/h
1.0 m/s	28.3 m^3/h
1.5 m/s	42.4 m^3/h
2.0 m/s	56.5 m^3/h

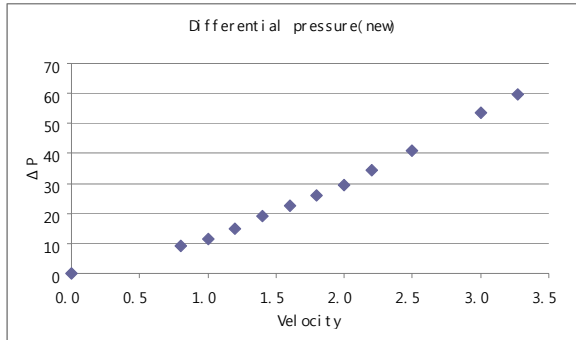


Fig. 6 Differential pressure of flimmer filter.

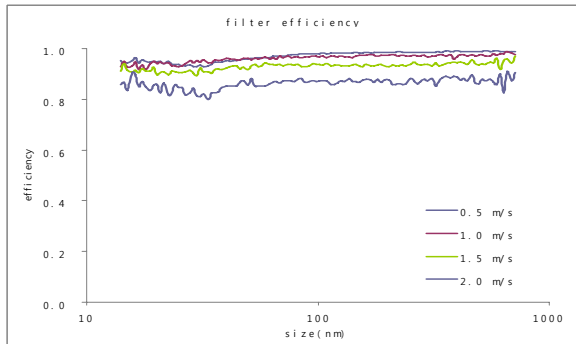


Fig. 7 Efficiency of flimmer filter from each velocity.

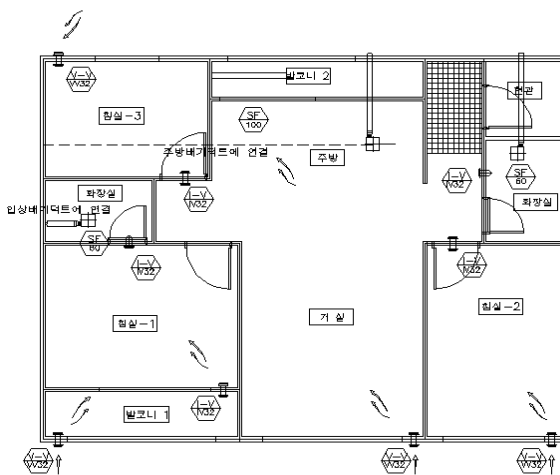


Fig. 8 Drawing of test house in KICT.
(2중 고기밀 창호 및 고단열 시공)

3. 자연 급기구에서의 외기 도입량 측정

3. 1. 테스트 하우스 및 실험 개요

그림 8은 한국건설기술연구원 내 실험동의 평면도이고 하이브리드 시스템에 관한 개요와 설계도는 다음 표 2, 3과 같다.

3. 2. 측정 일시 및 측정기기, 측정 방법

바이오 벤트의 유속은 KIMO사의 AMI300에 열선 프로브를 연결하여 외기가 유입되는 안쪽에서 측정하였으며 평균값을 읽었다. 정풍량 팬의 유량은 KONA Sapporo 사의 KNS-233을 사용하여 정풍량 팬의 입구를 둘러싸서 유량을 측정하였다.

실험은 다음 순서에 의해 진행되었다.

실험 1 : 각 방문과 대문을 닫은 상태에서 실험 (방문의 누기율을 허용한 상태)

실험 2 : 각 방문은 밀폐하고 대문은 닫은 상태에서 실험(방문의 누기율을 완전 차단한 상태)

바이오 벤트의 유속 측정은 2인 1조로 진행되었으며 침실 1(안방)의 베란다에서부터 출입문 앞의 화장실로 이어졌다.

Table 2 Legal required ventilation flow.

단위세대	기준 단위세대
환기면적	60.6 m ² (18.4평)
천장고	2.40 m
환기횟수	0.7 회/h (하이브리드 환기)
환기풍량	102 m ³ /h(100%)
자연급기풍량	81.4 m ³ /h(80%)
자연 침기량	20.6 m ³ /h(20%)

Table 3 Determination of air flow rate in each Smartfan.

(단위 : m³/h)

정풍량 팬	설계치	측정치	비고
#1(침실1)	60	57.5	KARSE B 0044 만족
#2(주방)	60	54.4	
#3(공용)	60	57.3	
합 계	180	169.2	

Table 4 Air flow through viovent including flimmer filter.

(단위 : m³/h)

	설계치	실험1	실험2	비고
침실 1 베란다	18	16.8	42.3	
침실 1	18	33.6	44.1	
침실 2	13.5	30.3	13.2	
침실 3	10.5	21	21.3	
거 실	39.4	16.2	37.8	
합 계	81.4	101.1	116.4	

3. 3. 측정 결과 및 분석

표 1을 보면 실험동의 법적 필요 환기량은 102 m³/h이나 본 실험에 설치된 정풍량 스마트 팬을 각각 측정한 결과는 표 4와 같다. 측정 결과, 각 정풍량 팬은 54~60 m³/h의 유량이 배기되어 KARSE B 0044의 기준과 법적 환기량 기준인 0.7회/h를 충분히 만족시키는 것으로 나타났다. 부가적으로 정풍량 팬 3대를 동시에 가동하면서 정풍량 팬에 의해 배기되는 풍량 대비 플리머필터가 내장된 바이오벤트를 통하여 유입되는 풍량과 실험동의 침기량을 측정 분석하였다. 이때, 전체 배기되는 유량은 약 170 m³/h으로 측정되었다.

침실 1 베란단의 경우, 실험 1에 비해 실험 2의 바이오벤트 풍량이 약 25 m³/h 정도 증가하는 것

으로 나타났는데 이는 침실 1의 방문 틈으로 많은 양의 공기가 유입되었기 때문이며, 실제 방문 틈의 풍속 측정 결과도 0.5m/s 정도로 나타나 상당한 양의 공기가 문틈으로 들어오는 것을 확인할 수 있었다.

또한 침실 1에 설치 한 욕실의 정풍량 스마트 팬에서 약 57 m³/h의 유량이 배기되나 표 4의 실험 2 결과를 보면 바이오 벤트를 통해서 44 m³/h 정도의 유량만이 유입되는 것을 알 수 있다. 실험 2는 침실 1의 문틈을 밀폐한 상태에서 진행했기 때문에 나머지 12 m³/h는 창호나 그 밖의 개구부를 통해서 유입된 자연 침기량이라고 할 수 있으며, 이러한 실험치를 토대로 분석한 결과 침실 1의 자연 침기량은 21%로 나타났다.

침실 2만 유일하게 방을 밀폐했음에도 불구하고, 외기가 유입되는 유량이 줄었는데 이는 바이오 벤트가 외기의 영향을 받아서 유량이 감소한 것으로서 그림 9와 10을 볼 때 바이오벤트 내 풍속이 1m/s일 때 유량은 약 30 m³/h이므로 바이오 벤트를 통한 유량은 자연 침기량(20%)을 감안하더라도 25 m³/h 정도로 보는 것이 적당하다고 판단된다.

침실 3은 북쪽을 향하고 있어 온도도 가장 낮았으며 외기 풍속의 편차가 가장 컸으며 때때로 50 m³/h이상의 유량이 유입되는 경우도 있었다. 또한 침실 3의 바이오 벤트에서는 20 m³/h 정도의 유량이 유입되었는데 이는 침실 3에 위치한 바이오벤트가 배기 팬으로부터 가장 멀리 떨어져 있었기 때문이다.

거실을 통한 바이오 벤트의 유량은 표 6을 보면 대문을 밀폐한 이후 유량이 20 m³/h이상 증가하는 것을 확인할 수 있었는데 대문을 통한 외기의 유입이 주택의 기밀도를 저해하는 가장 큰 요인으로 판단되었다. 또한 화장실의 위치가 대문에서 가까운 반면 거실의 바이오 벤트와는 멀리 떨어져 있어 많은 양의 공기가 대문을 통해 유입되고 있다고 판단된다.



Fig. 9 Photo estimating velocity of air flowing through intervent after enclosing bedroom 2.



Fig. 10 Velocity of air flowing through intervent after enclosing bedroom 2.

정풍량 욕실 환기팬에 의해 배기되는 총 풍량이 170 m³/h 정도이고 침실 2의 풍량을 25 m³/h 라 하면 바이오 벤트를 통해 유입되는 외기는 약 130 m³/h이고, 자연 침기량은 약 40 m³/h로 전체 자연 침기량은 23.5%이다. 그 중에서 대문을 통해 유입되는 유량이 20 m³/h정도이므로 자연 침기량의 50% 정도는 대문에 의해 발생하는 것으로 분석되었다.

4. 결 론

한국형 하이브리드 환기시스템이 설치된 세대에서 정풍량 욕실 배기팬을 통해 환기되는 풍량을 실험 한 결과 법적 필요 환기량인 104 m³/h보다 많은 115 m³/h로 측정되어 법적 기준인 0.7회/h를 충분히 만족시키는 것으로 나타났다.

부가적으로 본 실험에서는 자연급기구 내부에 플리머 필터를 설치 한 후 자연 침기량에 미치는 영향을 측정한 결과, 자연 침기량은 배기풍량의 최소20% 최대25%로 나타났다.

특히 욕실이 딸린 방의 경우, 거실과 연결된 방문을 밀폐하게 되면 외부에서 유입되는 공기는 바이오 벤트를 통해서만 유입이 되어야 하나 측정 결과는 45 m³/h로 욕실 환기팬에 의해 배기되는 유량(57.5 m³/h)의 79%에 머무르고 있어 자연 침기량은 21%로 나타났다.

같은 방법으로 전 세대를 측정한 결과, 전체 170 m³/h의 유량이 배출되는 반면에 바이오 벤트를 통해 유입되는 유량은 130 m³/h, 자연 침기량은 40m³/h로서 23.5%가 되는 것으로 각각 나타났고 그 중에서도 대문을 통해 유입되는 자연 침기량은 20 m³/h로 전체 자연 침기량의 50% 정도를 차지하는 것으로 나타나 대문의 기밀도가 중요한 것으로 나타나는 등 플리머 필터가 내장된 자연급기구 설치 시 침기량은 환기량의 20%로 보는 것이 타당한 것으로 판단되었다.

참고문헌

참고문헌

1. S. H. Yi, 2006.6, A Study of Hybrid Ventilation System applying to an Apartment House, Korean Journal of Air- Conditioning and Refrigeration Engineering, pp. 1137-1143
2. Center for Sustainable Housing, 2008.6, Newsletter Vol. 6, pp. 23-24