

# 창호적용 배열회수 환기유닛의 열성능평가 연구

장철용\*, 조 수\*\* 성욱주\*\*\* 이진성\*\*\*\*

\*한국에너지기술연구원 건물열성능연구센터(cyjang@kier.re.kr),  
\*\*한국에너지기술연구원 건물열성능연구센터(scho@kier.re.kr) |  
\*\*\*한국에너지기술연구원 건물열성능연구센터(suj21c@kier.re.kr)  
\*\*\*\*한국에너지기술연구원 건물열성능연구센터(truestar@kier.re.kr)

## A Study on Thermal Performance of the Heat Recovery Ventilator used Window

Jang, Cheol-Yong\*, Cho, Soo\*\*, Sung, Uk-Joo\*\*\*, Lee, Jin-Sung\*\*\*\*

\*Building Energy Research Center, KIER(cyjang@kier.re.kr),  
\*\*Building Energy Research Center, KIER(scho@kier.re.kr)  
\*\*\*Building Energy Research Center, KIER(suj21c@kier.re.kr)  
\*\*\*\*Building Energy Research Center, KIER(truestar@kier.re.kr)

### Abstract

---

Generally the window of the building is an objective of mining and having a distant view and also for a circulation it will can open and shut because becomes the structure insulation, the meat detailed drawing it does a very difficult portion, it is. And, recently the use of heat recovery ventilator has increased rapidly for improvement of air quality and energy saving in building. But, the high efficient heat exchange will be more increasable than water vapors which were only occurred residential active. Purpose of this study is measurement of thermal performance about heat-recovery system integrated window. The result of the window thermal resistance is  $1.80 \text{ W/m}^2\text{K}$  by KS F 2278. Air tightness is  $5.96 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$  at  $4 \text{ Pa}$  by KS F 2292.

Keywords : Heat Recovery (배열회수), Ventilator(환기시스템), Thermal performance(열성능)

---

### 기 호 설 명

U	: 열관류율 ( $\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$ )	$\Theta_{Ca}$	: 저온실내 평균 공기 온도 (K)
A	: 전열 개구 면적 ( $\text{m}^2$ )	$Q_H$	: 가열 장치 공급 열량 (W)
$\Theta_{Ha}$	: 가열 상자내 평균 공기 온도 (K)	$Q_F$	: 기류 교반 장치 공급 열량 (W)

## 1. 서 론

국내 건물외피에 적용되고 있는 창호의 개폐방식을 보면 주거형 건물의 경우 미닫이 방식이, 상업용 건물은 여닫이 방식의 창문 가 주로 적용되고 있다. 건물에서의 창호는 채광과 조망 등의 복합적인 기능을 갖고 있으며 또한 환기를 위하여 개폐할 수 있는 구조로 되어있기 때문에 고단열, 고기밀화 하기가 매우 어려운 부분이다.

현재 우리나라의 건축법과 에너지 이용합리화법에서 규정하고 있는 건물외피에 대한 열관류율은 외벽이  $0.4 \sim 0.5 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  인데 비하여 창의 열관류율은  $2.9 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$  로서 창을 통한 에너지의 손실이 상대적으로 매우 크다는 것을 알 수 있다. 거듭된 에너지 절약시책의 강화로 건축법에서는 건물 외피의 단열성능을 강화하고 있으며, 창호의 경우 현행 법규에서 요구되는 열관류율은 중부지방 기준  $3.84 \text{ W/m}^2\text{k}$ 에 이르고 있다. 또한 고효율에너지기자재 인증제도에서 요구되는 열저항은  $0.29 \text{ m}^2\text{k/W}$ ( $3.42 \text{ W/m}^2\text{k}$ )이며 기밀성 등급은  $3\text{m}^3/\text{hm}^2$ 이하로 되어 있다.

이러한 고단열 고기밀화 추세로 인하여 창호의 단열 및 기밀수준은 향상되고 있지만 창의 주요 기능 중의 하나인 환기에 있어서는 특별한 기술 개발이 진행되고 있지 않다. 건물에서의 환기는 소음이나 온열환경 등에 비해 상대적으로 민감하지 않은 부분으로 거주자들에게 인식되어 왔지만 최근 초고층 주상복합 주택을 중심으로 건물의 고단열, 고기밀 시공에 따른 실내 공기질 악화와 새집증후군(Sick House Syndrom)으로 인한 질병의 발생 등의 문제가 증가되면서 환기에 대한 중요도가 높아지고 있다.

이에 따라 정부는 다중이용시설 등의 실내 공기질 관리법과 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙에 따라 실내 환기기준을 시간당 0.7회로 제시하여 환기의 필요성을 강조하고 있으며 건축물의 환기설비 설치의 의무화를

지속적으로 추진하고 있다. 하지만 환기는 실내의 공기질을 개선시켜 쾌적한 환경을 조성하기 위한 대표적인 방법이긴 하지만 환기로 인한 열손실에 따른 냉·난방에너지의 증가라는 경제적인 문제 또한 동시에 고려하여야 한다.

열교환기 환기시스템의 경우, 실내에서 배출되는 공기로부터 현열 및 잠열을 회수하여 외기로부터 유입되는 공기에 전달되어 실내로 재 유입됨으로서 신선한 외기의 도입에 따른 실내 공기질 개선과 더불어 열교환을 통한 에너지 절감을 동시에 만족시킬 수 있는 환기시스템이다.

본 연구는 상시환기 및 전열교환이 가능한 배열회수 환기유닛이 통합된 창호 시스템의 단열 및 기밀성능 평가를 통하여 건물외피로서의 적용성 및 상용화를 위한 기초자료로 활용코자 하였다.

## 2. 배열회수 환기유닛

실내가 냉·난방 중인 경우, 건축자재와 생활용품 등으로부터 유해 물질이 발생되어 실내 공기질이 악화되므로 환기가 필요하다. 하지만 환기를 함에 따라 실내의 냉·난방된 열을 잃게 되고 결과적으로 에너지 소비를 증가시키기 때문에 실내 공기질과 더불어 에너지 절약을 도모할 수 있는 환기시스템의 도입이 필요하다. 따라서 실내 공기질 개선과 함께 실외로 배출되는 현열 및 잠열을 회수하는 전열 교환기를 적용함으로써 이러한 문제점을 보완할 수 있다.

종래의 폐열회수 환기시스템은 플레이트형식의 현열 교환형만이 국산화되어 일부 산업시설 등에 적용되었고 중·대형 전열교환형 혹은 소형 전열 교환형의 경우는 선진국을 통해 전량 수입에 의존하였다. 하지만 최근 몇 년 전부터 열교환 환기시스템에 대한 관심과 중요성의 인식이 확대되면서 다양한 환기제품의 개발과 국산화가 이루어

지고 있으며, 미국의 ASHRAE나 일본의 JIS 등 선진국의 규격에 의한 성능시험 및 평가를 통해 관련 연구 및 제품의 성능향상을 도모해 왔으나 환기시스템의 성능시험 규격 제정을 위한 활동이 꾸준히 진행된 결과, 2007년 2월에 한국산업규격 KS F 6879 「폐열회수 환기장치」가 신설되었고, 이로 인해 환기시스템의 중요 요소기술의 개발 및 국산화를 통한 보급이 빠르게 이루어지고 있으며 고효율의 폐열회수 환기시스템이 다양한 건축물에 적용되고 있다.

배열회수 환기유닛의 전열교환기(판형)의 구조 및 특징을 그림 1에 나타내었다.

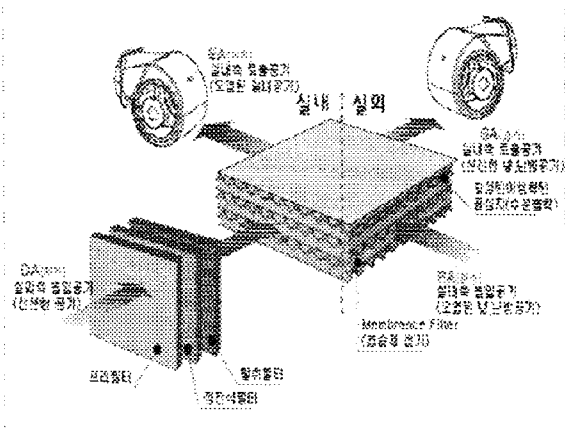


그림 1. 배열회수 환기시스템의 전열교환기(판형) 구조 및 특징

본 연구에서 적용된 배열회수 환기유닛은 전열교환 및 자연환기 기능이 복합된 시스템으로 실내외부 엔탈피 차가 작을 경우에는 자연환기 기능을 수행하며 온도차가 크거나 실내 공기환경의 저하시에는 전열교환과 기계환기가 가능하게 구성되어 있다.

### 3. 열성능 시험장치

#### 3.1 단열성능 시험장치 및 시험방법

단열성능 시험장치는 KS F 2278 “창호의 단열성능 시험방법” 규격을 참조하여 설계하였다. 본 장치는 Cooling AHU, 저온실, 가열

실, 향온실로 구성되어 있으며, 가열실 내부 기류 교반장치, 저온실 냉풍취출장치, 온도측정장치, 전력측정장치 등을 갖추고 있다.

그림 3은 단열성능 시험장치의 구성을 나타내고 있다.

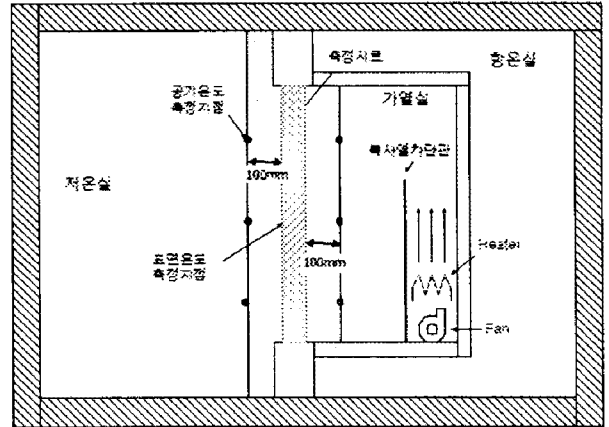


그림 6 단열성능 시험장치 구성도

#### (1)저온실

저온실은 Cooling AHU로부터 냉풍을 공급받아서 취출하는 냉풍취출장치를 갖추고 있으며 시험체를 사이에 두고 향온실과 인접하고 있다.

저온실은 0℃ ~ -20℃ 전후의 일정온도로 제어할 수 있고 그 온도분포가 저온실내의 온도측정위치에 대해서 1℃ 이상의 오차가 발생하지 않도록 하였다.

냉풍취출장치는 저온실의 공기를 시험체 표면에 가능한 한 균일하게 흐를 수 있도록 하고 또한 소정의 표면 열전달 저항이 얻어질 수 있도록 덕트의 개도를 조절하거나 인버터를 이용하여 팬의 회전수를 조절하는 방법으로 풍속을 조정할 수 있도록 하였다.

#### (2)가열실

가열실은 가열실내의 공기온도를 40℃ 전후로 설정할 수 있으며 그 온도분포는 가열실내의 온도측정위치에 대해서 1℃ 이상의 오차가 발생하지 않는 가열장치 및 기류교반장치를 갖추고 있다.

가열실의 외벽은 열 및 공기의 출입이 최소

화되도록 단열된 기밀한 구조로 하였으며 주위 벽은 폴리스틸렌 폼 100mm를 삽입한 패널을 사용하여 열저항은 3.3 [m<sup>2</sup>·h·°C/kcal]로 하였다.

가열장치로는 그 표면온도를 가능한 한 낮게 유지할 수 있는 것을 이용하였고, 발열체로부터의 복사를 방지하기 위하여 복사차단판을 사용하였다. 또한 가열장치의 온도제어는 PID controller를 이용하였다.

기류교반 장치는 가열장치에서 발생된 열을 신속하게 가열실 내부로 이동 시켜서 실내의 온도편차를 감소시키기 위하여 가열장치의 직하부에 설치하였다. 또한 가열장치의 가동여부에 관계없이 실험기간동안에는 항상 가동되도록 하였다. 이 장치는 가열실내의 공기를 시험체 표면에 가능한 한 균일하게 움직이도록 하였다.

### (3)항온실

항온실은 가열실을 수용할 수 있고, 가열실과의 간격이 800mm가 되는 크기로 하였다. 또한 가열실과의 열출입이 없도록 가열실과 동일한 20°C 전후의 일정온도로 유지시키고 1°C 이상의 오차가 발생하지 않도록 설계하였으며 그리고 온도분포가 균일하게 되도록 배려하였다.

### (4)온도 측정기기

온도측정센서는 교정용 bath를 이용하여 0.1°C 이내까지 교정한 0.25mm의 T-type 열전대를 사용하였으며 온도기록은 데이터로거(HP 34970A)을 사용하였다.

그림 4는 본 연구에서 사용된 열관류율 측정기기의 전경을 나타내고 있다.

단열성능을 평가하기 위한 열저항(R) 및 열관류율(U)은 식(1)과 같다.

$$R = \frac{1}{U} = \frac{(\theta_{H_0} - \theta_{C_0})}{Q_H + Q_F - Q_I} + \Delta R \quad (\text{m}^2 \cdot \text{K/W}) \quad (1)$$

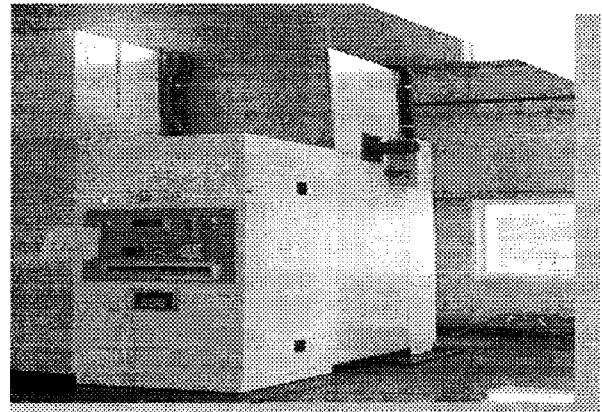


그림 4. 열관류율 측정기기

## 3.2 기밀성능 시험장치 및 시험방법

창호의 기밀성능은 KS F 2292 ‘창호의 기밀성 시험 방법’에 의거하여 실시한다.

기밀성능 시험장비는 압력상자, 송풍기, 압력조절기, 기밀상자, 유속 및 압력차 측정 장치로 구성되어 있다.

시험방법은 예비가압, 개폐확인, 가압 및 감압을 통한 누기량 측정 순으로 진행된다. 측정전 예비가압은 1분간 250 Pa(25.5 kgf/m<sup>2</sup>)로 가압을 실시한다. 예비가압 이후 개폐확인을 통한 시료의 이상유무를 확인한 후 이상이 없을시 본 시험절차인 가압 및 감압을 통한 누기량 측정을 실시한다. 가압 및 감압시 설정 압력차는 10 Pa(1.02 kgf/m<sup>2</sup>), 30 Pa(3.06kgf/m<sup>2</sup>), 50 Pa(5.1kgf/m<sup>2</sup>) 및 100 Pa(10.2kgf/m<sup>2</sup>)을 표준으로 한다.

측정결과는 기밀성 등급표에 압력차별 누기량을 표시한다.

## 4. 실험결과 및 고찰

### 4.1 단열성능 시험결과

열관류율 측정방법은 KS, ASTM, DIN, JIS등에 규정되어 있으며, 열관류율 장치를 이용하여 KS F 2278(창 및 문의 단열성능 시험방법)에 의한 단열성능 시험으로 측정하였다.

열성능 측정을 위하여 크기 2,000mm × 2,000mm 규격의 창호에 시험체를 부착하여

었다.

열성능 측정을 위하여 크기 2,000mm × 2,000mm 규격의 창호에 시험체를 부착하여

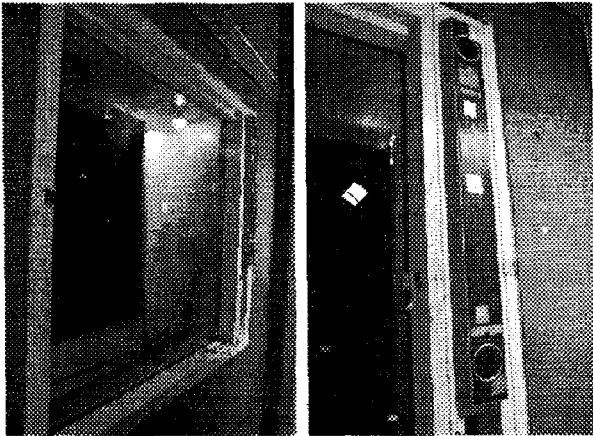


그림 5. 폐열회수 환기유닛 통합창호

제작하였으며 시료부착을 위하여 시험체 설치틀을 만들어 저온실과 가열실 사이의 시험장치 개구부에 기밀하게 설치하였다. 그림 5는 배열회수 환기 유닛의 모습을 보이고 있으며 그림 3은 창호 적용 배열회수 환기유닛을 보이고 있다.

창호적용 배열회수 환기유닛의 열교환 효율은 전열효율 85% 열교환기를 사용하였고 온도측정은 가열실 공기, 향온실 공기, 저온실 공기에 대해서 수행하였다. 가열실 공기 온도 및 저온실 공기온도의 측정위치는 시험체의 크기에 관계없이 동일면 9점으로 하였다. 또한 향온실에는 5점에서 온도측정을 하였으며 측정을 위하여 향온실, 가열실 및 저온실의 목표 설정온도는 표 1과 같다. 온도 및 열량의 측정은 정상상태에 도달한 후 실시하였다. 정상상태는 가열장치의 설정전력을 변경하지 않는 경우에 시험체 양측의 공기온도가 일정하게 되고, 그 변동이 1시간당 온도차의 3% 이내로 되는 상태를 의미한다.

표 1. 설정온도조건

고온실	저온실	향온실
20℃	0℃	20℃

창호적용 배열회수 환기유닛의 열관류율을 측정된 결과 열관류율이 1.80 W/m<sup>2</sup>K로 측정되었다.

#### 4.2 기밀성능 시험결과

본 연구에서 적용된 폐열회수 환기 유닛은 자연환기 및 전열교환 환기의 두 기능을 동시에 수행 할 수 있는 구조로 되어 있다. 전열교환 환기 효율은 환기 유닛 자체성능 방법인 'KS B 6879' 열회수형 환기 장치 시험방법에 의거하여 진행되어야 하며, 자연상태에서 발생하는 유닛내의 환기량 측정은 KS F 2278에 의거하여 각 압력대별 누기량을 산출하고 ASHRAE에서 규정하는 실내외부 정상 압력차 4 Pa의 누기량을 추정하였다.

그림 6은 기밀성능 시험결과를 나타내고 있다. ASHRAE 기준 실내외부 정상압력차 4 Pa에서의 누기량을 측정결과 창호를 포함한 폐열회수 환기 유닛의 자연환기량이 5.96 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h로 나타났다.

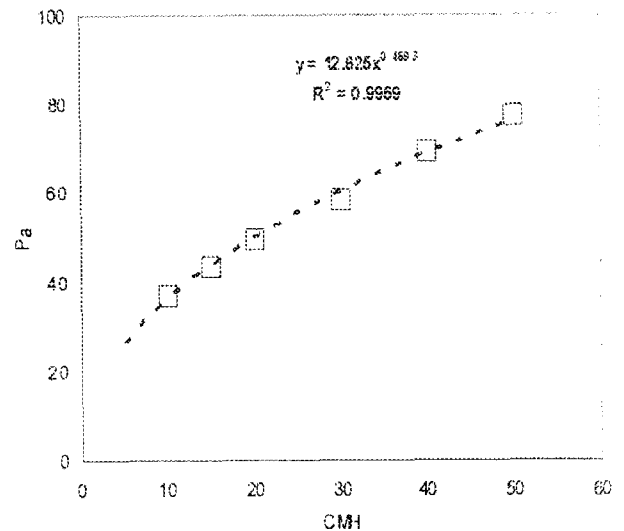


그림 6 기밀성능 측정결과

### 5. 결론

창호적용 배열회수 환기유닛의 열성능 평가를 통하여 본 연구에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

(2) ASHRAE 기준 실내외부 정상압력차 4 Pa에서의 누기량을 측정결과 창호를 포함한 폐열회수 환기유닛의 자연환기량이  $5.96 \text{ m}^3/\text{m}^2\text{h}$ 로 나타났다.

### 참 고 문 헌

1. 실험을 통한 열교환 환기장치 실험규격의 민감도 분석, 대한설비공학회(2004-6)
2. 외기 온습도 조건 변화에 따른 폐열회수 환기유닛의 성능 비교 실험, 대한설비공학회(2006-6)
3. 폐열회수환기유닛의 인증시험 방법에 대한 오차분석, 대한설비공학회(2006-6)
4. 덕트 누기시험기용 풍량 측정 오리피스 의 최적위치 선정에 관한 연구, 설비공학논문집, 2006-2
5. 열회수용 환기유닛 기술과 산업동향, 설비/공조·냉동·위생 2006년 6월호
6. 폐열회수 환기장치의 성능평가, 설비저널, 2005.
7. 열교환 환기시스템의 기술동향, 한국그린빌딩협의회, 2004.
8. 주택환기 시스템 시장의 전망 및 기술개발 동향, 설비저널, 2005.
9. 주택용 하이브리드 환기시스템에 관한 기술동향 및 전망, SK건축기술정보, 제5호(2006-09)
10. 폐열회수 환기유닛의 성능 및 인증현황, 한국설비기술협회지, v23n.6(2006-6)
11. 환기시스템 기술 세미나집, 2003년
12. 다중이용시설의 실내공기환경 실태에 관한 측정연구, 대한건축학회논문집, v.22n.11(2006-11)
13. 실내공기환경을 고려한 침기, 자연환기 및 기계환기성능의 상호관계, 대한건축학회 논문집v.15 n.8(1999-08)
14. 표면온도 저하율에 따른 창호부 결로성능 예측에 관한 연구, 대한설비공학회논문집(2006-06)
15. 창문의 열성능 개선에 관한 연구, 대한건축학회논문집,v21 n.2(2001-10)