

KS, JIS 열교환 환기장치 실험규격의 민감도 분석

이 정 재[†], 임 병 찬, 김 환 용*

동아대학교 건축학부, *경상대학교 건축학부

Sensitivity Analysis on KS and JIS Standard for Heat Recovery Ventilator

Jurng-Jae Yee[†], Pyeong-Chan Ihm, Hwan-Yong Kim*

Faculty of Architectural Design & Engineering, Dong-A University, Busan 604-714, Korea

*School of Architecture, Gyeongsang National University, Jinju 660-701, Korea

(Received May 27, 2005; revision received September 7, 2005)

ABSTRACT: Recently natural ventilation rate is decreased due to the airtightness of apartment building. Therefore the use of heat recovery ventilator (HRV) has been greatly increased as an alternative method to supply fresh air and save energy in the building. In this research the experiment standard of HRV is compared between KS and JIS and the sensitivity analyses are experimented by both standards. Under cooling experiment condition indoor and outdoor wet-bulb temperature difference of JIS is 2 to 3 times higher than that of KS. It shows that the efficiency measurement of HRV by KS is expected to have greater sensitivity than by JIS and thus accurate measurement of web-bulb temperature is required. The experimental results provide that the efficiency of thermal exchange is resemblance to each others between KS and JIS. Under cooling experiment condition the efficiency of humidity exchange by KS presents higher than by JIS, however, under heating experiment condition the efficiency by KS shows lower than by JIS, reversely.

Key words: KS(한국산업규격), JIS(일본공업규격), IAQ(실내공기질), Heat recovery ventilator (열교환 환기장치)

1. 서 론

최근 아파트는 고기밀화가 증대되어 자연환기에만 의존하는 종래의 환기방식으로는 신선공기의 부족, 배기불량 등의 실내공기환경 악화 문제가 발생하게 된다. 특히, 최근 전자제품 및 도료 등에 포함되어 실내로 방출되는 HCHO, VOC 등의 화학물질은 거주자 호흡계 증상 및 신체 부조화를 일으키는 새집증후군을 발생시키고 있으며, 이

의 주 원인은 환기부족이라고 알려져 있다.

새집증후군 문제를 해결하기 위해서는, 건축자재 및 내장재 등의 적절한 선택을 통해 실내공간으로 유해 화학물질 방출을 억제하는 방법이 선행되어야 한다. 이와 병행하여 이미 발생되어 실내에 존재하고 있는 오염물질을 건물 외부로 신속히 배출·제거하거나 실내공기 중의 농도를 희석·저감시킴으로써 오염물질을 효과적으로 제어할 수 있는 고효율의 환기시스템 채택하고, 효과적으로 적용하는 방법이 매우 중요하다.^(1,2)

열교환 환기장치는 배기 중의 열을 이용해 도입외기의 열부하를 경감하기 위한 공기 대 공기 방식의 열교환 시스템으로, 최근 고기밀·고단열

[†] Corresponding author

Tel.: +82-51-200-7609; fax: +82-51-200-7616

E-mail address: jjyee@dau.ac.kr

아파트에서 적정 환기방안으로 주목받고 있다.

본 연구에서는 국내 실정에 적합한 열교환 환기장치의 개발을 목적으로, KS 기준의 열교환 환기장치의 실험규격을 JIS 규격과 비교하여 살펴보고, 실험규격의 민감도를 엘리먼트 코어의 성능실험을 통하여 검토하고자 한다.

2. 전열교환 환기장치 실험규격의 검토

2.1 전열교환기의 개요

본 연구에 이용된 전열교환기는 급기와 배기를 구분시키는 종이류의 라이너(liner)를 사이에 두고 현열과 잠열을 교환시키는 직교류형 방식을 채택하고 있다.

Fig. 1은 판형 전열교환기에 사용되는 엘리먼트 코어의 상세를 나타낸다. 투기도 및 투습도 향상

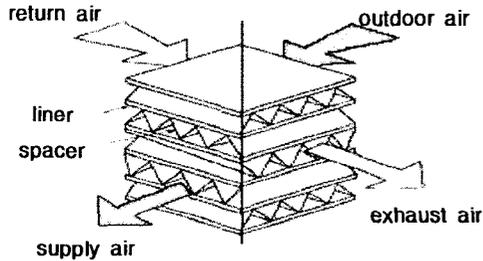


Fig. 1 Outline of heat recovery unit.

을 위하여 특수 가공지를 사용하며, 실내배기와 외기가 분암차에 의한 전열면 내의 분자확산과 모세관력에 의해 교차통과하면서 현열 및 잠열이 교환된다.

이때 기본적으로 동일한 유량이 통과한다면 라이너 재질 및 스페이스(spacer)의 형상, 재질에 따라 전열교환 효율이 달라진다.^(3,4)

2.2 실험규격

열교환 환기장치의 실험규격은 대체로 풍량, 정압손실, 유효환기량, 열교환효율, 결로측정 등의 항목에 대해 정의하고 있다.

일본 JIS B 8628에서는 상기 측정항목에 대한 규격을 2003년 개정하여 사용하고 있으며,⁽⁵⁾ 국내에서도 2004년 KS 규격을 제정한 바 있다.⁽⁶⁾

KS 규격에서의 폐열 회수형 환기장치 열교환 효율측정 및 결로시험시 실내의 온습도 조건은 Table 1, 2와 같으며, JIS 규격에서 제정한 전열교환 환기장치의 열교환 효율측정 및 결로시험시 실내외의 온습도조건은 Table 1, 2와 같다.

KS와 JIS 기준에 주목하면, 실내외 건구온도는 거의 차이가 없으나, 실외측의 습구온도는 큰 차이를 보이고 있음을 알 수 있다. 즉, 측정기준을 상대습도로 변환하여 비교하면, KS 기준의 외기 상대습도는 하기 40.4%, 동기 86.9%로, JIS의 하기 64.3%, 동기 58.6%와는 차이를 보이며, Table 3

Table 1 Experimental condition for air to air heat exchanger (KS B 6879)

		Dry-bulb (DB) temperature [°C]	Web-bulb (WB) temperature [°C]	Enthalpy [kJ/kg']	Absolute humidity [kg/kg']	Relative humidity (RH) [%]
Indoor	Cooling	27±0.5	19.5±0.3	55.514	0.01112	49.89
	Heating	20±0.5	15±0.3	41.910	0.00858	59.01
Outdoor	Cooling	35±0.3	24±0.3	71.784	0.01426	40.36
	Heating	7±0.3	6±0.3	20.586	0.00538	86.86

Table 2 Experimental condition for air to air heat exchanger (JIS B 8628)

		Dry-bulb (DB) temperature [°C]	Web-bulb (WB) temperature [°C]	Enthalpy [kJ/kg']	Absolute humidity [kg/kg']	Relative humidity (RH) [%]
Indoor	Cooling	27±1	20±2	57.203	0.01178	52.80
	Heating	20±1	14±2	39.164	0.00751	51.66
Outdoor	Cooling	35±1	29±2	94.310	0.02305	64.33
	Heating	5±1	2±2	12.950	0.00315	58.62

Table 3 Outdoor conditions for HVAC system design in Korea*

Condition City	Cooling			Heating		
	DB [°C]	WB [°C]	RH [%]	DB [°C]	WB [°C]	RH [%]
Seoul	31.2	25.5	64	-11.3	-12.3	63
Incheon	30.1	25.0	66	-10.4	-11.6	58
Suwon	31.2	25.5	64	-12.4	-13.2	70
Chuncheon	31.6	25.2	60	-14.7	-15.2	77
Gangneung	31.6	25.1	59	-7.9	-9.9	42
Daejeon	32.3	25.5	58	-10.3	-11.1	71
Chungju	32.5	25.8	59	-12.1	-12.7	76
Junju	32.4	25.8	60	-8.7	-9.6	72
Seosan	31.1	25.8	66	-9.6	-10.3	78
Kwangju	31.8	26.0	63	-6.6	-7.7	70
Daegu	33.3	25.8	55	-7.6	-9.0	61
Busan	30.7	26.2	70	-5.3	-7.5	46
Jinju	31.6	26.3	66	-8.4	-9.2	76
Ulsan	32.2	26.8	66	-7.0	-8.1	70
Pohang	32.5	26.0	60	-6.4	-8.7	41
Mokpo	31.1	26.3	69	-4.7	-5.7	75
Jeju	30.9	26.3	70	0.1	-1.5	70
Mean	31.6	25.8	63	-9.0	-9.6	66

*Energy economy design standard of building, Ministry Construction & Transportation notice No. 2001-118, 2001. 5. 11.

에 나타난 국내의 외기조건을 고려할 때 KS보다는 JIS 기준이 오히려 국내의 외기조건에 가깝다고 할 수 있다.

Table 4에 민감도 검토를 위한 KS와 JIS 기준의 절대습도 차이를, Table 5에 엔탈피 차이를 비교하여 나타낸다. 표에 주목하면, JIS 규격의 실내의 습구온도차가 KS 규격보다 냉방시 약 2~3배 이상 크게 나타나고 있어, 열교환 효율 실험시 KS 규격의 민감도가 상대적으로 크게 나타날 것으로 예상된다. 이는 KS 규격이 JIS 규격보다 습구온도 측정시보다 정확성이 필요하다는 것을 시사하고 있다.

3. KS, JIS에 의한 전열교환 환기장치의 성능실험

3.1 전열교환 환기장치의 성능실험실 개요

본 연구에 이용된 실험장치는 전열교환 환기장치의 성능 및 전기적 특성을 측정할 목적으로 JIS B 8628의 규격에 의거 설계·제작되었다.

Table 6, Fig. 2에 전열교환 환기장치 전용 실험동의 실내·외 챔버 및 풍량측정장치 사양을 나타낸다. 그림에 주목하면, 실험실은 크게 실내 및 실외 챔버로 구분되며, 챔버 내부는 천정급기, 바닥배기 방식으로 구성되고, 급기구에 다공판을 설치하여 실내기류 및 온도의 균일성을 확보하고 있다. 또한, 실내 챔버에는 2대의 풍량측정장치가 설치되어 SA 및 RA의 풍량을 측정할 수 있도록 구성되어 있으며, 1대의 풍량측정장치 내부에는 CO₂, SF₆ 등의 유효환기량 측정을 위한 가스공급장치가 연결되어 있다.

Table 4 Comparison on the sensitivity of KS and JIS by absolute humidity

	KS		JIS
Cooling	Outdoor - Indoor = 14.26 - 11.12 = 3.14 g/kg'	➡ 3.6 times	Outdoor - Indoor = 23.05 - 11.78 = 11.27 g/kg'
Heating	Indoor - Outdoor = 8.58 - 5.38 = 3.20 g/kg'	➡ 1.2 times	Indoor - Outdoor = 7.51 - 3.15 = 4.36 g/kg'

Table 5 Comparison on the sensitivity of KS and JIS by enthalpy

	KS		JIS
Cooling	Outdoor - Indoor = 71.78 - 55.51 = 16.27 kJ/kg'	➡ 2.3 times	Outdoor - Indoor = 94.31 - 57.20 = 37.11 kJ/kg'
Heating	Indoor - Outdoor = 41.91 - 20.59 = 21.32 kJ/kg'	➡ 1.2 times	Indoor - Outdoor = 39.16 - 12.95 = 26.21 kJ/kg'

Table 6 Specifications of experimental chamber

		Indoor chamber	Outdoor chamber
Range of airflow (CMM)		45~500 CMH (RA) 45~500 CMH (SA)	
Range of temperature.& humidity	DB	10~30℃	- 10~30℃
	RH	40~80%	40~80%
Size of experimental chamber (W × D × H)		4.8 × 3.5 × 2.8 [m]	2.2 × 3.5 × 2.8 [m]

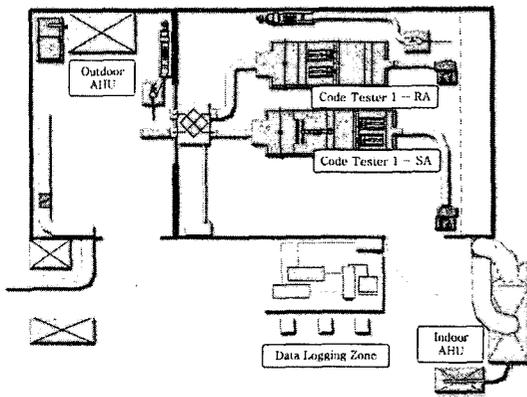


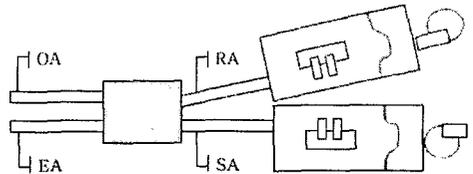
Fig. 2 Schematic diagram of experimental apparatus.

3.2 실험개요

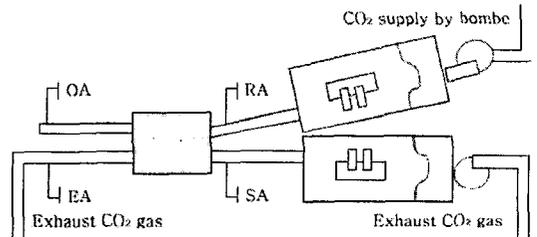
Fig. 3에 풍량, 유효환기량 및 전열교환효율의 측정을 위한 실험장치의 구축개요를 도식화하여 나타낸다. 풍량측정시 실험장치의 구축방안은 Fig. 2의 (a)에 나타낸 것과 같이, 풍량 측정장치를 이용하여 풍량을 측정하고 후 전압을 인가하는 방식으로 측정하고자 하는 풍량대를 선정후 급·배기팬에 전압을 인가하여 적절한 팬의 rpm을 확보하였다.

일반적으로 유효환기량 측정방법은, JIS 규격에서는 소풍량(250 CMH 미만)에서 챔버법(농도일정법)과 농도감쇠법, 중형 이상(250 CMH 이상)에서는 챔버법이 이용된다.

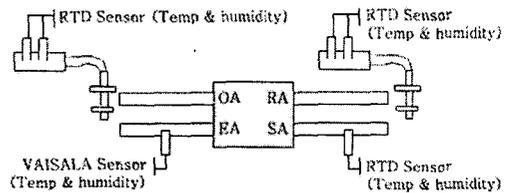
구체적으로는 Fig. 3의 (b)에 나타낸 것과 같이 풍량 측정장치 내부에 유효환기량 측정을 위한 가스 공급장치가 연결되어 일정량의 트레이서 가스를 공급하고, 말티가스 모니터 및 샘플러를 이용하여 SA, RA, EA, OA의 농도를 측정함으로써 누기를 및 유효환기량을 측정한다.



(a) Aiflow amount (by using code tester)



(b) Effective ventilation amount (by using multi-gas monitor & sampler)



(c) Temperature, humidity and enthalpy (by using RTD sensor)

Fig. 3 Instrumental setup for airflow, effective ventilation and temperature, humidity efficiency.

한편, 전열교환 효율의 측정을 위한 온도, 습도의 측정은 Fig. 3의 (c)에 나타낸 것과 같이 RTD sensor를 이용하여 SA, RA, EA, OA의 온·습도를 측정함으로써 전열교환효율을 측정한다.

Fig. 4에 엘리먼트 코어의 설치장면, 멀티가스 모니터 및 풍량 측정장치를 보여주고 있다.

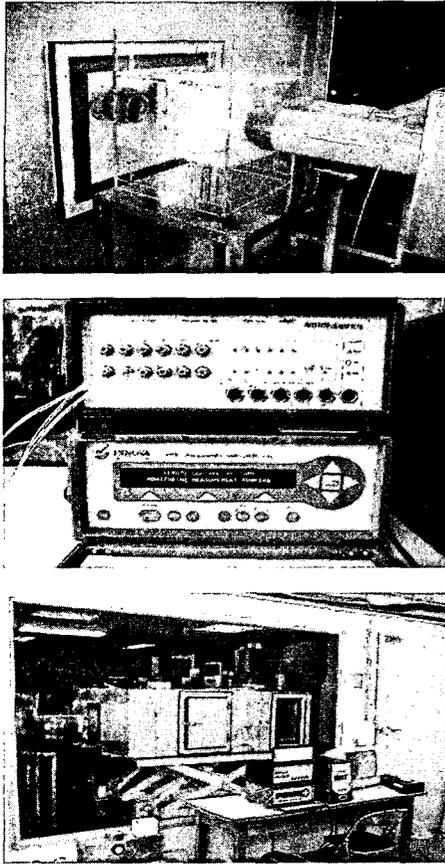


Fig. 4 Photograph of experiment.

3.3 실험결과 및 고찰

3.3.1 KS 기준의 실험결과

전열교환효율의 측정에 앞서 풍량 110 CMH의 경우 누기량을 측정하여 유효환기량을 측정하였다.

Table 7 Result of effective ventilation amount

Airflow rate (CMH)	109.80
Leak rate (%)	8.74
Leak amount (CMH)	9.59
Effective ventilation amount (CMH)	100.20
Effective ventilation rate (%)	91.26

Table 7은 1시간 동안 CO2 측정치의 평균값을 이용하여 계산한 유효환기량 측정결과를 나타낸 것으로, CO2 누기율은 8.74%(유효환기율 91.26%)로 나타났다.

한편, KS 기준에 의하여 측정된 온도, 습도 및 엔탈피 교환효율의 실험결과를 정리하여 Table 8에 나타낸다. 실험결과에 주목하면, 하계냉방모드의 온도, 습도, 엔탈피 교환효율은 각각 71.38%, 18.43%, 45.45%로 나타났으며, 동계난방모드의 경우는 77.82%, 55.57%, 69.13%로 나타나 동계난방시의 효율이 냉방시보다 높게 나타났다.

3.3.2 JIS 기준의 실험결과

JIS 기준에 의하여 측정된 온도, 습도, 엔탈피 교환효율의 실험결과를 정리하여 Table 9에 나타낸다. 하계냉방모드의 온도, 습도, 엔탈피 교환효율은 각각 72.82%, 38.72%, 46.53%로 나타났으며, 동계난방모드의 경우는 77.27%, 43.95%, 63.15%로 나타났다. 이를 KS 규격의 실험결과와 비교하면 온도교환효율은 대체로 유사한 결과를 보이나, 습도교환효율은 큰 차이를 보이고 있다.

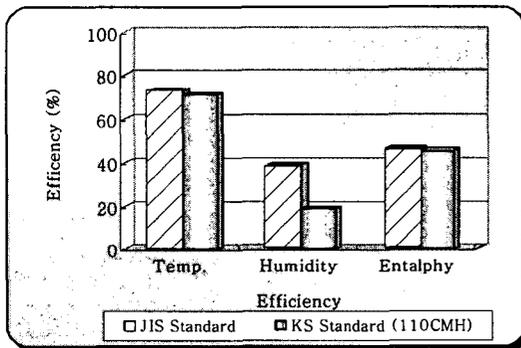
즉, Fig.5에 나타낸 것과 같이 습도교환효율은 냉방의 경우 KS가 JIS보다 작게 나타나고 있으나, 난방의 경우는 반대로 KS가 높게 나타나고 있다. 또한 엔탈피교환 효율은 습도교환 효율에

Table 8 Temperature, humidity and enthalpy efficiency (KS)

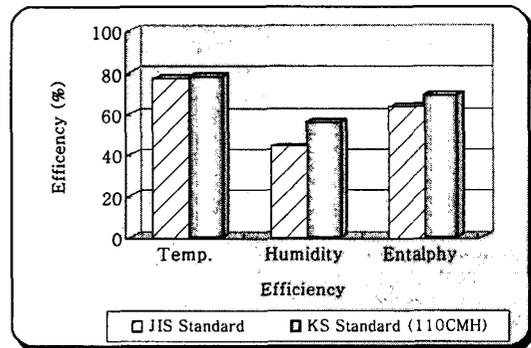
	Cooling condition				Heating condition			
	RA	SA	OA	EA	RA	SA	OA	EA
Dry-bulb temperature (°C)	26.92	29.23	34.99	33.73	19.95	17.11	7.14	10.24
Wet-bulb temperature (°C)	19.44	21.99	23.96	21.94	14.96	12.48	5.97	9.09
Relative humidity (%)	49.95	53.52	40.25	35.66	59.04	58.75	84.75	86.55
Enthalpy (kcal/kg')	13.23	15.36	17.13	15.28	9.99	8.42	4.90	6.50
Absolute humidity (kg/kg')	0.0111	0.0137	0.0142	0.0117	0.0086	0.0071	0.0053	0.0067
Temperature efficiency (%)	71.38				77.82			
Humidity efficiency (%)	18.43				55.57			
Enthalpy efficiency (%)	45.45				69.13			

Table 9 Temperature, humidity and enthalpy efficiency (JIS)

	Cooling condition				Heating condition			
	RA	SA	OA	EA	RA	SA	OA	EA
Dry-bulb temperature (°C)	26.90	29.10	34.99	33.51	19.97	16.60	5.14	8.61
Wet-bulb temperature (°C)	19.94	25.17	28.96	25.16	13.98	10.16	2.16	6.94
Relative humidity (%)	52.99	73.11	64.19	51.32	51.82	40.70	59.28	79.56
Enthalpy (kcal/kg')	13.65	18.40	22.53	18.34	9.39	7.10	3.18	5.41
Absolute humidity (kg/kg')	0.0118	0.0187	0.0231	0.0168	0.0076	0.0051	0.0032	0.0055
Temperature efficiency (%)	72.82				77.27			
Humidity efficiency (%)	38.72				43.95			
Enthalpy efficiency (%)	46.53				63.15			



(a) Cooling condition



(b) Heating condition

Fig. 5 Comparison of JIS & KS standard.

직접적인 영향을 받고 있음을 알 수 있다.

4. 결 론

우리나라는 사계절이 뚜렷하며, 특히 여름철은 고온·다습하고, 겨울철은 저온·저습한 기후적 특징으로 열교환 환기장치의 사용이 다른 나라에 비해 에너지 절약적인 면을 고려할 때 적극적으로 사용될 것이 기대된다.

본 연구에서는, 국내실정에 적합한 열교환 환기장치의 개발을 목적으로, KS 기준의 열교환 환기장치의 실험규격을 JIS와 비교하여 검토하고, 실험규격의 민감도를 전열교환용 엘리먼트 코어의 효율실험을 통하여 정량적으로 검토하였다.

본 연구에서 도출된 결과는 다음과 같다.

(1) JIS 규격의 실내의 습구온도차는 KS 규격보다 냉방시 2~3배 이상 크게 나타나고 있어,

열교환효율 실험시 KS 규격의 민감도가 상대적으로 크게 나타날 것으로 예상된다. 따라서, KS 규격이 JIS 규격보다 습구온도의 측정시보다 정확성이 요구된다.

(2) KS와 JIS 규격의 실험결과를 비교하면, 온도교환 효율은 대체로 유사한 결과를 보이나, 습도교환 효율은 냉방의 경우 KS가 JIS보다 작게 나타나고 있으며, 난방의 경우는 반대로 KS가 높게 나타났다.

(3) 상기의 민감도 실험결과를 종합할 때 국내 실정에 적합한 열교환 환기장치의 개발을 위해서는 KS 실험규격의 재정비가 요구된다. 재정비의 방향으로는 국내의 외기조건을 고려하여 KS 규격의 실외측 습구온도를 국내 기후조건에 맞도록 조정하는 것이 필요하며, 이는 실험결과의 민감도 측면에서도 유리할 것으로 판단된다.

후 기

본 논문은 환경부 차세대 핵심환경기술개발사업의 지원에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. ASHRAE Standard 62, 2001, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, ASHRAE.
2. Yee, J. J., Lee, S. H., Kim, Y. K. and Park, S. K., 2005, CFD Simulation on the indoor air quality in apartment housing equipped for total heat exchanger with air cleaning function, Journal of the Architectural Institute of Korea, Vol. 21, No. 3, pp. 157-164.
3. Yee, J. J., Lee, J. H. and Lee, S. M., 2005, IAQ Filed survey in an apartment housing equipped for heat recovery ventilation system with air cleaning function, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 17, No. 5, pp. 688-693.
4. Kim, S. M., Park, B. Y. and Sohn, J. Y., 2005, Evaluation of the performance and energy consumption characteristics of heat recovery ventilators in apartments, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 17, No. 5, pp. 496-504.
5. JIS B 8628, Air-to-air heat exchangers, JRAIA/JSA.
6. KS B 6879, Heat Recovery Ventilator, Korean Standards Association.