



# 공기조화기의 설계인자가 계절성능에 미치는 영향

박 윤 철\*<sup>1</sup>

## EFFECT OF DESIGN PARAMETERS ON SEASONAL PERFORMANCE OF AN A/C SYSTEM

Y.C. Park\*<sup>1</sup>

*Performance evaluation for an air conditioning system is conducted at a specified test conditions. One is low temperature and the other is high temperature condition. Most of the manufactures tried to improve the performance at higher outdoor temperature. One of the reasons is that the customer wants to get more capacity at high temperature climate. To cope with these kinds of demand, manufactures are tried to achieve higher capacity at high temperature with minimum power consumption even with same size of the system. Consequently, previous studies on performance of the air conditioning system are focused on capacity and performance improvement at high outdoor temperature.*

**Key Words :** Seasonal Energy Efficiency Ratio(SEER), Air Conditioner, Performance

### 1. 서 론

공기조화기의 성능은 국가규격인 KS C 9306에 정해진 조건에서 성능실험을 통하여 제시되고 있다. KS C 9306의 실험조건은 저온과 고온조건으로 나뉘어 지며, 대부분의 제조사들은 고온에서의 성능을 향상시키기 위하여 노력하고 있다. 따라서 기존의 연구들은 대부분 고온조건하에서 시스템의 성능 개선에 대한 연구가 주종을 이루고 있다. 이것은 소비자들이 아주 무더운 여름철에 좀더 시원한 냉방효과를 기대하기 때문이며, 제조사들은 이러한 소비자의 욕구를 추종하고 있는 것이다. 하지만 공기조화기가 운전되는 실제 조건은 저온조건이 대부분이며, 고온에서 운전되는 경우는 매우 드물다. 본 연구에서는 이와 같이 저온조건과 고온조건의 성능개선이 시스템의 연간운전성능인 계절성능(Seasonal Energy Efficiency Ratio)에 미치는 영향을 수치적으로 연구하였다.

### 2. 성능실험과 계절성능

#### 2.1 실험조건

에너지효율비(Energy Efficiency Ratio, EER)은 규격에서 정해진 조건에서의 냉방용량에 대한 전력소비율의 비를 나타낸다. 하지만 제조사들은 계절성능(Annual Performance Factor, APF) 혹은 계절성능(SEER)를 각 사의 제품에 대한 성능으로 표시하고 있다. 왜냐하면 시장에서는 단품에 대한 성능보다는 시스템이 사용되는 모든 기간을 통틀어 시스템의 성능을 표현해 주기를 바라기 때문이다.

ANSI/ASHRAE Standard 116-1983[1] 및 ARI Standard 210/240[2]는 KS규격과 더불어 이러한 계절성능에 관한 실험조건을 규정한 규격이다. Table 1은 ASHRAE의 실험조건이다. 여기서 A조건은 고온실험조건이며, B조건은 저온실험조건이다.

#### 2.2 표준시스템 성능

95°F건구온도와 75°F의 습구온도에서의 시장에서 시판중인

Table 1 Test condition for energy efficiency ratio of the residential air conditioner.

Conditions	Outdoor temperature(oF)		Indoor temperature(oF)	
	Dry bulb	Wet bulb	Dry bulb	Wet bulb
A	95	75	80	67
B	82	65	80	67

<sup>1</sup> 제주대학교 기계시스템공학부

\* TEL: 064) 754-3626

\* E-mail: ycpark@cheju.ac.kr



입의 공기조화기에 대하여 성능실험을 수행하였으며, 이 온도조건에서 구하여진 시스템의 성능을 가지고 건구온도 82°F와 습구온도 65°F의 성능을 1.077(7.7%증가)의 기율기를 가지고 외삽하여 성능을 예측하였으며, 소비전력의 경우는 0.914(8.6%감소)의 기율기 가지는 것으로 계산하였다. Table 2는 이러한 방법의 계산한 시스템의 성능을 나타내고 있다.

본 연구에서는 공기조화기가 연간 210일 동안 운전되는 것으로 하였으며, 4월 초부터 10월말까지 운전한다고 가정하였다. 이 기간의 공기조화기의 총 운전시간은 1,680시간이다.

### 2.3 부분부하의 성능

정격조건인 고온조건과 저온조건 이외의 시스템은 단속운전을 한다고 하였을 때 정격조건이외의 시스템의 성능은 다음과 같은 식을 이용하여 계산하였다.

$$Q_{ss} = Q(95) + \frac{Q(82) - Q(95)}{95 - 82} \cdot (95 - T_{OD}) \quad (1)$$

$$Q_{BL} = \frac{(T_{OD} - 65) \cdot Q(95)}{1.1 \cdot (95 - 65)} \quad (2)$$

$$CLF = \frac{Q_{BL}}{Q_{ss}} \quad (3)$$

Table 2 System performance at test condition in the standard.

Test Condition	Capacity (W)	Power Input (W)
A(95 oFdb/75 oFwb) Tested	15,858	7,504
B(82 oFdb/65oFwb) Assumed	17,078	6,859

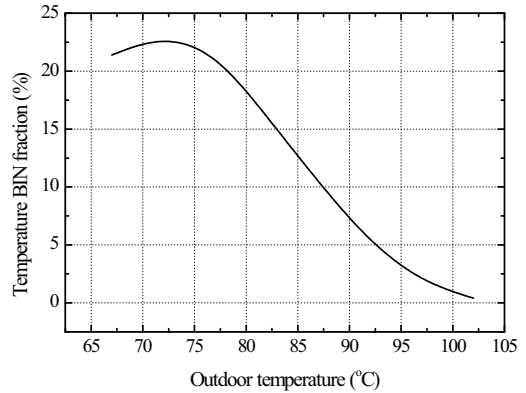


Fig. 1 BIN fraction of hours with variation of outdoor temperature

$$PLF = 1 - C_D \cdot (1 - CLF) \quad (4)$$

$$W = \frac{CLF \cdot W_{ss}}{PLF} \cdot BF \quad (5)$$

정상상태의 시스템의 용량은 식 (1)과 같이 95°F에서 측정된 시스템의 성능과 계산한 82°F에서의 성능을 이용하여 계산한다. 공기조화기가 사용되는 건물부하는 식 (2)로부터 계산하며, 이때 건물부하는 공기조화기의 성능에 대하여 약 10%의 안전율을 적용하여 분모에 1.1을 나누어 주었다. 시스템의 성능이 건물부하보다 높을 때는 공기조화기가 반복적인 운전-정지(사이클 운전)를 통하여 시스템의 용량을 조절한다. 정상상태의 시스템의 성능에 대한 건물부하의 비율은 식 (3)과 같이 냉방부하계수(Cooling load factor, CLF)라고 하며, 사이클운전중의 소비전력의 비율은 식 (4)와 같이 일부부하계수(Part load factor, PLF)라고 하여 단속운전저감계수(Cd)와 CLF

Table 3 System performance when the capacity or power is 5% changed.

Remarks	Test condition	Capacity (W)	Power input (W)	EER	SEER	Energy (MWh)
Reference test results	A	15,858	7,504	2.113	2.229	4.262 (-)
	B	17,078	6,859	2.490		
Capacity and Power increase 5%	A	16,650(5% up)	7,879(5% up)	2.113 (-)		4.447 (+4.3%)
Capacity increase 5%		16,650(5% up)	7,504(-)	2.219 (+5.0%)		4.450 (+4.4%)
Power decrease 5%		15,858(-)	7,128(5% down)	2.225 (+5.3%)		4.262 (-)
Capacity and Power decrease 5%		15,065(5%down)	7,128(5% down)	2.113 (-)		4.074 (-4.4%)



의 함수로 나타낼 수 있다. 이와같은 변수를 통하여 공기조화기의 소비동력은 식 (5)로부터 구할 수 있다.

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서 공기조화기의 용량, 건물부하 및 소비동력을 계산하고, 냉방기간동안 에너지소비량은 다음 식으로부터 계산하면 4.262 MWh에 해당하는 양이다.

$$E_{tot} = 1,680 \cdot \Sigma E = 1,680[\text{hour}] \cdot 2,537[W] = 4.262[MWh]$$

Fig. 1은 외기조건에 대하여 에너지소비량과 온도빈(Bin Temperature)을 나타내고 있다. Fig. 1에서 알 수 있는 바와 같이 대부분의 공기조화기의 운전이 65°F에서 82°F의 범위에서 이루어 지고 있으며, 전체 운전시간중 약 82%의 운전이 이 범위에서 운전되고 있음을 알 수 있다. 반면에 A실험조건에 해당하는 85°F에서 105°F범위는 운전되는 비율은 18%에 그치고 있다.

시뮬레이션을 통하여 저온조건에서의 시스템의 성능과 고온조건에서의 시스템의 성능을 변화시켜 가면서 각 운전조건에서의 시스템의 성능이 계절성능에 미치는 영향을 살펴보았다. B조건에서의 시스템의 냉방용량과 소비전력이 5%감소하였을 때의 0.6%의 에너지절약을 기대할 수 있다.

계절성능은 공기조화기가 운전되는 기후에 따라 서로 달라 지므로 본 연구에서 도출한 결과와 같이 특정조건에서의 시스템의 성능향상을 통하여 계절성능을 향상시킬 경우에는 대상 공기조화기가 설치되는 지역의 기후조건에 맞는 시스템의 성능개선작업이 이루어 져야 할 것이다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 특정의 정격조건에서 공기조화기의 성능개선을 통하여 획득할 수 있는 계절성능의 개선가능성에 대하여 해석적 연구를 수행하였다. 본 연구의 결과는 에너지절약적 관점에서 성능을 개선하여야 할 온도구역 등에 대한 정보를 제공하고 있다. 또한 세계 여러도시의 공기조화기의 운전시간과 온도조건을 검토한 결과 저온영역에서 공기조화기의 운전시간이 대부분임을 알 수 있으며, 저온영역에서 시스템의 성능개선이 연간에너지절약적 관점에서는 유리함을 알 수 있다.

### 참고문헌

- [1] 1983, ASHRAE Standard ANSI/ASHRAE 116, "Method of testing for seasonal efficiency of unitary air-conditioning and heat pumps," *American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers, Inc.*
- [2] 1989, ARI Standard 210/240, "Unitary air-conditioning equipment," *Air Conditioning and Refrigeration Institute.*
- [3] 1994, JIS C 9612, *Room air conditioners*
- [4] ISO/DIS 5151.2 *Non-Ducted air-conditioners and heat pumps - Testing and rating*
- [5] 1989, JIS B 8615, *Testing Method For Package Air Conditioners*
- [6] 1989, JIS B 8616, *Package Air Conditioners*
- [7] 1990, JRA 4020, *Testing Method For Package Air Conditioners*
- [8] NBSIR 88-3781 *Recommended Procedure for Rating and Testing of Variable Speed air Source Unitary Air Conditioners and Heat Pumps*