

空氣調和機 및 熱펌프의 性能試驗 (II)

— 製品의 性能規格 —

Performance Tests of Air Conditioners and Heat Pumps (II)

— Performance Standards for Products —

閔 滿 基*
Man - Ki Min

1. 製品의 各種 性能規格

空氣調和機 및 熱펌프에 관련된 規格에는 許多하게 많은 種類가 있다. 여기서는 이 中에서 凝縮유닛, 冷媒凝縮器, 팬코일유닛, AHU, 加濕機 및 除濕機 등은 除外시키고 工場에서 量産體制로 製造되는 유닛形의 에어컨디셔너 및 熱펌프에 關한 것에 限定시키고 이들 製品規格에서도 製品의 品質과 安全에 關聯된 規格은 除外하고 유닛形의 에어컨디셔너 및 熱펌프의 性能特性을 다루고 있는 規格만을 記述하기로 하며 表1에 이들에 關한 美國, 캐나다, 日本 및 우리나라 規格 그리고 이 規格에 適用될 對應되는 試驗規格을 나타내었다. 現在에 이르기까지 우리나라에서 主로 生産普及되고 있는 것은 室內形 에어컨디셔너와 유닛形 空氣調和機(Unitary air conditioning equipment)이다. 그러나 熱펌프도 生産市販되고 있으나 아직 普及는 되고 있지 않는 機種이다.

世界的인 權威를 갖고 있는 UL (Underwriters Laboratories Inc), 規格 IEC 規格 또는 CSA (Canadian Standards Assoc) 規格들은 主로 製品의 安全性을 重視하는 規格들이다.

CSA는 非營利의 民間團體로서 安全性이 重要視되는 電氣製品에 關한 標準化가 그 根

幹이었으나 最近에는 性能에 關한 標準化의 必要性에 따라 規格 및 認定證明도 이러한 內容을 反映하고 있으며 캐나다 聯邦政府도 에너지 效率을 위하여 에너지 소비량을 표시하도록 하고 있다. 表1에 CSA C 368.1-M 1980 및 CSA C 273.3-M 1977 등의 規格이 掲載되어 있는데 이들은 安全 및 性能에 關한 內容으로 構成되어 있다.

이 밖에도 ISO Recommendation R 859, BS 2852 室內形 에어컨디셔너 및 其他 여러 가지가 있으나 省略하였다.

表1에서 왼쪽 칸의 製品規格은 機器의 定格性能을 保證하기 위한 方便으로써 性能에 關한 여러가지 要求事項 등의 規準을 明示하고 있으며 實際로 性能試驗을 實施하는데 重要한 具體的인 事項은 오른쪽 칸의 試驗規格에서 定하고 있다. 試驗規格에 關한 內容은 次회에 掲載하기로 하고 여기서는 主로 ARI 規格의 記述形式과 ARI 規格 以外의 規格과 의 性能規準의 差에 對하여 簡略하게 記述한다. KS는 JIS와 거의 同一하므로 JIS만을 比較의 대상으로 한다. JIS의 制定背景을 보면 美國의 規格을 基盤으로 하고 있다는 것을 알 수 있다.

* 正會員, 高麗大學校 工科大學 機械工學科

表 1 空氣調和機 및 熱원泵的 規格과 이에 該當하는 適用試驗規格

分類項目 分類	規格의 番號 및 名稱	主要試驗項目 (適用試驗規格)	備 考
Room Air Conditioners	ANSI /AHAM ¹⁾ (ANSI-Z 234.1) Room Air Conditioners (1982) CSA ⁴⁾ C 368.1-M 1980 Performance Standard for Room Air Conditioners JIS ⁵⁾ C 9612-1983 에어컨용 컴프레셔 JIS ⁵⁾ C 9306-1983 電氣空調機	冷房容積入力電力 및 風量(ASHRAE 16-1983), 暖房容積入力電力 및 風量(ASHRAE 58-74) 冷房容積, 入力電力 및 風量(ASHRAE 16-1983) 冷暖房의 能力 및 消費電力(JIS C 9612-1983 附屬條 1) 冷暖房의 能力 및 消費電力(KS C 9306-1983 附屬條 1)	空門 또는 空에 놓거나 空호호의 유닛으로 設計한 실내형 에어컨디셔너 定格冷房容積 10.55 kW(36000 Btu/h) 以下の 室內形 에어컨디셔너 定格冷房消費電力 3kW 以下の 室內形 에어컨디셔너 同 上
Packaged Terminal Air Conditioners	ANSI/ARI ²⁾ 310-1982 Packaged Terminal Air Conditioners ANSI/ARI ²⁾ 380-1982 Packaged Terminal Heat Pumps	冷房(ASHRAE 37-78 또는 16-69) 및 暖房(ASHRAE 58-74) 標準定格 및 電力 標準定格(ASHRAE 37-78), 冷房(ASHRAE 16-69) 또는 熱원泵(ASHRAE 58-74)	ANSI/AHAM RAC-1-1982 및 ARI 440의 에어컨 그리고 ARI 380의 熱원泵는 除外 ANSI/AHAM RAC-1-1982 및 ARI 440의 에어컨 그리고 ARI 310의 에어컨은 除外
Unitary Air Conditioning Equipment	ARI 210-81 Unitary Air Conditioning Equipment ARI 360-81 Commercial and Industrial Unitary Air Conditioning Equipment ARI 390-78 Computer Room Unitary Air Conditioning Equipment JIS B 8616-1984 패키지용 공기조화기 JIS B 6368-1983 패키지용 공기조화기	標準定格(ASHRAE 37-78) 標準定格(ASHRAE 37-78) 標準定格(ASHRAE 37-78) 定格冷暖房能力 및 消費電力(JIS B 8616-1984) 定格冷暖房能力 및 消費電力(KS B 6368-1980)	135 MBh (40 kW) 以下 135 MBh (40 kW) 以上 DX 蒸發器 또는 冷水 冷却코일을 가진 工場製造의 電氣室用 空調機 定格冷房消費電力 3 kW~定格冷房能力 23000 kcal/h 同 上
Heat Pumps	ARI 240-81 Air Source Unitary Heat Pump Equipment ARI 320-81 Water Source Heat Pumps ARI 325-83 Ground Water Source Heat Pumps ARI 340-82 Commercial and Industrial Heat Pump Equipment CSA C 273.3 M 1977 Performance Standard for Unitary Heat Pumps (la)	標準定格(ASHRAE 37-1978) 및 季節性能係數(ARI 240-81 附屬條) 標準定格(ASHRAE 37-78) 標準定格(ASHRAE 37-78), 蒸加熱器 및 desuperheater 除外(ARI 290) 標準定格(ASHRAE 37-78) 標準定格(ASHRAE 37-78)	135 MBh (40 kW) 以下 工場製造의 住宅用, 商業用 및 工業用水熱源 熱원泵 ARI 320-81에서 定義한 水熱源 熱원泵除外 135 MBh (40 kW) 以上 定格暖房 및 冷房容積 180 MBh (52.74 kW) 以下 最小의 標準 EER 및 COP 値 明示

1) American National Standards Institute
2) Association of Home Appliance Manufacturers
3) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
4) Canadian Standards Association
5) Japanese Industrial Standard
6) Korean Standard
7) Air-Conditioning and Refrigeration Institute

2. ARI 規格의 內容

2-1 構成

ARI의 規格은 基本的으로 앞서 言及한 바 있는 保證制度의 一環으로 制定된 것이다. 表 1의 製品規格 中에 ARI 規格 9個가 羅列되어 있지만 이들 ARI 規格은 모두 아래와 같은 內容의 體制로 構成되어 있다.

- 1 節 目的
- 2 節 適用範圍
- 3 節 定義
- 4 節 分類
- 5 節 試驗 및 定格의 要求事項
- 6 節 性能의 要求事項
- 7 節 安全의 要求事項
- 8 節 自主의인 準用

첫번째로 1節의 目的은 各 製品에 있어서 定義 및 分類를 하여 規格解析上 不分明한 點을 없애주고 試驗 및 定格의 要求事項을 鼎立하고, 示方, 印刷物 및 廣告上의 要求事項, 製品의 性能에 對한 要求事項, 安全을 爲한 要求事項 그리고 이 規格의 自主의인 準用 등을 規定하는 것이다.

두번째로 2節의 適用範圍는 機器의 型式, 容量適用範圍 그리고 除外되는 것 등 適用範圍를 限定하여 주고 있다.

세번째의 定義는 規格의 內容解析에 있어서 混同의 餘地가 없도록 機器의 名稱, 公表定格 및 定格條件 등을 定義하고 EER, SEER, COP 및 HSPF 등의 計算方法을 明示하여 주고 있다.

네번째의 4節 分類에서는 一般的으로 空氣調和機에는 各 要素의 配置 및 組合에 따라 各樣各색의 形式이 있으므로 이를 明確하게 分類하여 名稱과 記號를 定하고 있다.

다섯번째의 5節 試驗 및 定格의 要求事項과 여섯번째의 6節 性能의 要求事項이 本解說에서 說明을 하고자 하는 主要內容이다.

2-2 試驗 및 定格의 要求事項

가. 標準定格

1) 標準定格條件

5節은 標準定格을 定하기 爲해서 適用하여야 되는 試驗方法의 規格과 定格을 求하는데 必要한 事項을 明示하고 있다.

모든 標準定格은 標準定格條件下에서 決定하여야 하고 이 標準定格을 檢證(試驗의 實施로 決定)할 때의 試驗方法을 이 ARI 規格들에서 指定하고 있다(表1 參照). 다음으로 이 性能試驗에서 必要한 試驗條件인 標準定格條件을 이 規格에서 明示하고 있다. 表2에 空氣調和機 및 熱펌프의 各種 規格과 標準定格溫度條件을 羅列하였다.

2) 季節에너지效率比 및 暖房季節性能係數

SEER(seasonal energy efficiency ratio) 및 HSPF(heating seasonal performance factor)는 熱펌프의 冷房時 및 暖房時의 季節性能을 나타내는 數值로서 前者는 通常의인 冷房使用期間中에 熱펌프가 吸收한 總冷房熱量(Btu)을 같은 期間에 熱펌프가 消費한 總電氣에너지入力(watt-hour)으로 나눈 값이며 後者는 暖房期間中 熱펌프가 放出한 總暖房熱量(Btu)을 같은 期間에 熱펌프가 消費한 總電氣에너지入力(Btu單位로 換算한 값)으로 나눈 값이다. 이 SEER은 예컨대 1977年의 規格 ARI 240-1977에는 이들 用語에 對한 定義와 이에 關한 條項은 없었으나, 1981年의 規格 ARI 240-1981에 처음 追加된 要求事項이다. 이 「SEER 및 HSPF는 冷房容量 6500Btu/h 以下의 單相動力의 유닛에 對하여 이 規格의 附錄 A에 따라 決定하여야 한다」로 明示되어 있다. 그러나 1984年에 日本에서 改定된 JIS B 8616-1984 패키지 에어컨디셔너(暖房季節에 熱펌프로서 作動함)의 規格에는 이에 對한 言及이 全然 없고 KS도 마찬가지로 季節性能에 對한 것은 아직 考慮하고 있지 않다. 規格制定에 있어서 主導의인 자리를 지키고 있는 美國과 餘他 나라의 規格水準의 隔差를 露呈하고 있는 것중 가장 두드러진 것이 이 SEER 및 HSPF의 明示라고 볼 수 있다. 이 季節性能值의 提示는 空

調機 및 熱펌프 등의 運轉으로 因한 消費에너지의 節約에 實質的으로 寄與할 것으로 豫想된다.

SEER을 求할 때의 溫度條件은 SEER의 試驗을 要求하고 있는 各 ARI 規格의 附錄A에 明示되어 있는데 詳細한 內容은 次회에 言及한다.

3) 室內側 空氣 風量

標準定格試驗에서 定하고 있는 條件中에 두 번째로 室內코일(또는 冷房時의 冷却코일)과 室內코일(또는 冷房時의 凝縮器)의 空氣量 條件을 明示하고 있다.

a) 室內코일(冷房일 때는 冷却코일 그리고 暖房일 때는 凝縮코일)用 팬이 速度調整形인 熱펌프에서는 ① 定格容量 1000 Btu/h (0.06 l/s per watt)當 37.5cfm을 초과하지 않는 空氣量 또는 ② 5) 節에 明示한 외부저항(靜壓)에서 運轉할 때의 空氣量 中 작은 쪽의 空氣量下에서 定格을 定하여야 한다.

b) 空氣循環 팬을 直接 連結시킨 空氣調和機 및 熱펌프에 있어서는 ① 製作會社가 標準定格에 對하여 明示한 空氣量(規格容量 1000 Btu/h 當 37.5cfm(0.06 l/s per watt)을 超過하지 않는)또는 ② 最少의 외부저항에 對한 規定에서 明示한 外部抵抗下에서 運轉할 때 팬이 送出하는 空氣 中 작은 空氣量下에서 定格을 定하여야 한다.

4) 室外側 空氣風量

모든 標準定格은 送風機 驅動裝置가 調整形인 때는 製作會社가 明示한 室外側 空氣量에서 求하여야 한다. 或은 送風機 驅動이 直接 連結形인 때는 流入 風우며, 덕트 및 其他의 모든 抵抗을 주는 附隨物이 設置된 狀態에서 運轉하였을 때 熱펌프가 送出하는 室外側 空氣量에서 標準定格을 求하여야 한다.

5) 最小의 外部抵抗(또는 機外靜壓)

現場設置用 덕트시스템과 함께 사용하는 덕트接續形의 유닛形 機器에서 室內送風裝置는 定格容量과 위에서 明示한 室內側 空氣量을 내보낼 때 表3에 나타낸 最小의 外部抵抗(또는 機外靜壓)에 對해서 運轉하고 이 最小의 外

部抵抗보다 작지 않은 抵抗에서 試驗하도록 設計하여야 한다.

덕트시스템을 使用하지 않는 室內送風裝置에서는 0 inch Ag의 外部壓力에서 試驗하여야 한다.

表 3 最小의 外部抵抗

標準容量定格 *		最小의 外部抵抗	
1000Btu/h	[kW]	inch Ag	[Pa]
- 28.8	- 8.4	0.10	24.9
29-42.5	8.5 12.5	0.15	37.4
43-70	12.6 20.5	0.20	49.8
71-105	20.8 30.8	0.25	62.3
106-134	31.1 39.3	0.30	74.7

* 冷房時에는 유닛의 冷房容量
暖房專用의 유닛에서는 高溫時의 暖房容量

위 表3의 最小의 外部抵抗에 對한 規程은 JIS나 KS에서는 나와 있지 않고 다만, 定格機外靜壓으로서는 「덕트接續形의 유닛形 에어컨에서 製造業者가 指定한 機外靜壓」이라고만 나타내고 있을 뿐이다.

最小의 外部抵抗에 對한 規程은, 外部抵抗에 따라 室內코일 또는 室外코일 등 이 規程이 適用되는 熱換器의 傳熱特性이 크게 달라지고 또한 機器의 消費電力도 크게 달라지기 때문에 둔 것이다.

表3에 表示되어 있는 最小의 外部抵抗은 表3의 脚註에 나와 있듯이 冷房容量의 定格試驗에서는 蒸發器(또는 室內코일) 그리고 暖房容量의 定格試驗에서는 凝縮器(또는 室外코일) 등과 接續되는 덕트시스템에 適用되는 값들이다.

JIS B 8615-1984 및 JIS B 8616-1984에서는 덕트接續形의 風量 및 靜壓에 關하여 表示値와 測定値의 區別을 明確하게 하였다. JIS B 8616-1984에서는

定格風量 : 덕트接續形의 유닛形 에어컨을 定格機外靜壓으로 送風運轉할 때 製造業者가 指定한 風量으로서 20℃, 760mmHg 및 相對濕度 65%의 狀態로 換算한 것.

定格機外靜壓：덕트接續形의 유닛形 에어컨에서 製造業者가 指定한 機外靜壓으로 用語의 意味를 定義하였고 한편 JIS B 8615-1984 에서는

風量：所定の 測定位置에서 測定한 體積空氣量으로서 어느 空氣濕度 및 壓力下에서의 값 (表 4의 脚註 3) 參照) 그리고

表 4

項 目	表示 值	比較할 基準值	測 定 值
風 量	定格風量	基準風量	風 量
靜 壓	定格機外靜壓	機外靜壓	機外靜壓
參照項目	JIS B 8616 2.(6) ⁴⁾ 및 (7) ⁵⁾	JIS B 8615 2.(15) ¹⁾ 및 附 屬書 2 ²⁾ JIS B 8167 5.7 ⁶⁾	JIS B 8615 2.(14) ³⁾ 및 附屬書 2

- 1) 基準風量の 定義로서 本文參照.
- 2) 風量靜壓試驗方法.
- 3) 風量の 定義로서 本文參照.
- 4) 定格風量の 定義로서 本文參照.
- 5) 定格機外靜壓定義로서 本文參照.
- 6) 換算한 基準風量이 定格風量の 90% 以上이어야 한다. 本文參照.

基準風量：風量靜壓試驗에 따른 風量を 20℃, 760mmHg 및 相對濕度 65%의 狀態로 換算한 風量으로 定義하였다.

또한 JIS B 8615-1984에서의 定格試驗溫度條件이 表 2에 나타나 있지만 이 외에도 風量靜壓試驗溫度條件으로서 室內側 入口空氣의 乾球溫度 20±2℃ 그리고 濕球溫度 15.8±1℃를 定하고 있다. 그리고 機外靜壓의 變動은 定格靜壓의 ±10% 以內에 있어야 하고 靜壓이 10 mmHg 以下인 境遇는 定格靜壓±1 mmHg 以內로 하여야 한다고 定하고 있다.

덕트接續形 에어컨의 風量은 風量靜壓試驗을 이 溫度條件으로 JIS B 8615 부속서 2의 風量靜壓試驗方法에 따라 施行하여야 한다. 이때의 風量を 基準風量으로 換算한 것은 定格風量에 對하여 90% 以上이어야 한다(表 4의 脚註 6) 參照).

以上の 內容을 表 4에 要約하였다.

나. 應用定格

標準定格 外에 ARI 規格에서는 應用定格도 定하고 있는데 이것은 JIS나 KS에서는 明示되고 있지 않다. 應用定格은 각 메이커에서 獨自的으로 定하는 應用定格條件(標準定格에서 定하고 있는 溫度 및 空氣量條件과는 다른 條件)下에서 施行하는 性能試驗을 通하여 얻은 性能을 應用定格이라 定義하고 있으며 出版物上的 表示定格에 이것을 包含시킬 수 있으나 반드시 標準容量定格 및 이에 따르는 效率定格을 包含시켜야 된다. 이 應用定格은 標準定格의 要求事項에서 明示한 方法으로 求한 資料로부터 決定하여야 한다.

다. 定格의 許容變動範圍

그리고 5節 試驗 및 定格의 要求事項의 맨 끝에, 實驗에서 얻은 定格值的 許容變動值(tolerance)를 ±5%로 規定하고 있다. 出版物에서 冷暖房容量, EER 및 SEER 등의 값은 위에 言及한 試驗 및 定格要求事項 등의 規定에 따라 얻은 資料를 바탕으로 하고 있어야 하며 시험을 한 제품은 이러한 定格을 充足하여야 하나 試驗 및 製品의 製造時에 必然的으로 發生하는 許容變動值를 감안하여 이들 性能値는 定格值的 ±5%로 하고 있는 것이다. 表 5는 各規格別의 이 許容變動值를 對比한 것이다.

2-3 性能의 要求事項

6節 性能에 對한 要求事項에서는 「어떠한 空氣調和機 및 熱펌프의 製造에 있어서도 여기서 要求하는 事項들을 充足시키도록 設計 및 製作하여야 한다」는 것을 規定하고 있다. 여기서 要求하는 性能試驗으로는 最大運轉條件試驗, 耐電壓試驗, 低溫運轉試驗, 絕緣效率試驗 및 凝縮水處理試驗 등이 있다.

試驗에 있어서 最大運轉條件試驗 및 耐電壓試驗은 明示된 溫度 및 電壓 下에서 1時間 그리고 低溫運轉試驗, 絕緣試驗 및 凝縮水處理試驗에서는 연속적으로 4時間 以上 運轉하여야 한다.

表5 製品の性能試験 및 製作에 隨伴되는 性能變動의 許容範圍

規格	規格名稱	性能變動의 許容範圍
ARI Standard 210-1981	Unitary Air-conditioning Equipment	<p>公表하는 冷房 및 暖房容量定格, EER 및 SEER 등은 規格에서 明示하고 있는 規程에 따라 얻은 資料에 根據를 두 고 있어야 하고, 어떠한 製品이라도 試驗施行時 이 定格들 을 充足하여야 한다. 이때, 試驗 및 製作時의 變動을 감추 는 許容量은 -5%이어야 한다.</p>
240-1981	Air-source Unitary Heat Pump Equipment	
310-1982	Packaged Terminal Air Conditioners	
320-1981	Water-source Heat Pumps	
325-1983	Ground Water-source Heat Pumps	
340-1982	Commercial and Industrial Unitary Heat Pump Equipment	
360-1981	Commercial and Industrial Unitary Air-conditioning Equipment	
380-1982	Packaged Terminal Heat Pumps	
390-1978	Computer Room Unitary Air-conditioning Equipment	
CSA C 273.3 M 1977	Performance Standard for Unitary Heat Pumps	
JIS B 8616-1984	パッケージエアコンデイスイッチ	公表한 冷房, 暖房 및 動力入力定格은 이들 定格의 $\pm 5\%$ 以內 이어야 한다.
KS B 6368-1983	패키지형 空氣調和機	冷房 및 暖房容量: 定格容量表示値의 92% 以上 冷房 및 暖房消費電力: 定格消費電力表示値의 115% 以下
CSA C 368.1 M 1980	Performance Standard for Room Air Conditioners	冷房 및 暖房容量: 定格容量表示値의 $\pm 10\%$ 以內 冷房 및 暖房消費電力: 定格消費電力表示値의 $\pm 15\%$ 以內
JIS C 9612-1983	ルームエアコンデイスイッチ	公表한 冷房 및 動力入力定格은 95%의 信任度로해서 機器의 定格이 公表定格의 $\pm 10\%$ 以內에 있도록 定하여야 한다.
KS C 9306-1983	電氣 空調機	冷房 및 暖房容量: 定格容量表示値의 92% 以上 冷房 및 暖房消費電力: 定格消費電力表示値의 115% 以下 冷房의 EER: EER 表示値의 $\pm 15\%$ 以內
		冷房 및 暖房容量: 定格容量表示値의 $\pm 10\%$ 以內 冷房 및 暖房消費電力: 定格消費電力表示値의 $\pm 15\%$ 以內

最大運轉條件試驗에서 空調機는 1時間 동안 어떠한 理由로든지 遮斷없이 連續運轉하여야 하고 耐電壓試驗에서는 全 試驗期間 中 空調機 및 熱펌프의 어느 한 部品이라도 機能의 停止없이 運轉하여야 하고 動力 遮斷前 1時間 동안 어떠한 이유로든지 遮斷없이 連續運轉하여야 한다. 低溫運轉試驗에서는 全 試驗期間 中 機器의 損傷없이 運轉하고 空氣量은 標準定格試驗下의 空氣量의 25% 以上 降下하여서는 안되며 試驗後 除霜期間 中 에 모든 얼음 또는 溶解物은 適切한 排出手段으로 除去하여야 한다. 絕緣效率試驗 및 凝縮水處理試驗에서는 試驗 中 유닛의 케이싱에서 水分의 滴下, 流下 또는 飛散 등이 있어서는 안된다.

이들 試驗에 대하여 提示한 試驗溫度條件은 實際 試驗에서의 變動值에 對한 乾濕球溫

度의 許容公差는 $\pm 1.0 F (\pm 0.56 ^\circ C)$ 이며 水溫의 경우에는 $\pm 0.5 F (\pm 0.28 ^\circ C)$ 그리고 電壓 눈금읽기에 있어서는 $\pm 1.0\%$ 로 規定하고 있다.

2-4 其他의 要求事項

일곱번째의 7節에서는 製品의 使用上의 安全을 爲하여 機械式 冷凍安全規格(ANSI/A-SHRAE Standard 15-1978)을 따르도록 勸奨하고 있으며 맨끝의 8節은 自主的인 規格의 準用으로서, 空氣調和機 또는 熱펌프等 性能保障制度下에 있는 機器가 이들 規格에서 明示하고 있는 모든 性能, 安全 및 定格의 要求事項 등을 充足하고 있지 않을 때는 이 機器가 이들 規格의 要求事項을 따르고 있다는 것을 主張하거나 暗示할 수 없다는 것을 要求하고 있다.