

氷蓄熱 패키지 에어컨

1. 머리말

최근 電力需要 증가가 현저하고 특히 여름철의 주간 最大電力量은 냉방수요의 증대에 따라 매년 증가하고 있다.

이 결과 주야의 電力需要 격차가 커져 年負荷率은 해마다 저하하는 경향이다. 이 年負荷率의 저하는 電源設備 利用率의 저하를 초래함과 함께 電力供給 코스트를 상승시키는 원인이 되고 있다.

따라서 이 尖銳化하는 여름철의 주간 피크負荷를 억제하고 이것을 야간에 시프트하는 蓄熱設備를 채용하여 최근 사회적 요구로 되어 있는 電力의 負荷平準化를 도모하는 것이 중요한 일로 되고 있다. 한편 전력회사는 “深夜電力 使用制度”를 마련하여 싼 값의 심야전력을 플로 이용할 수 있는 蓄熱 시스템 보급에 노력하고 있다.

본고에서 소개하는 氷蓄熱 패키지 에어컨 “SE 시스템”은 위에서 말한 電力의 負荷平準化를 도모하기 위한 것을 목적으로 하여 최근의 空氣調和方式의 주류인 패키지 에어컨에 氷蓄熱 시스템을 응용한 것이며 그 목표는 위에서 말한 주간전력을 야간전력으로의 시프트와 더불어 싼 야간전력을 최대한 이용하는 데 있다.

2. 氷蓄熱 시스템

氷蓄熱 시스템이란 1kg 당 334kJ{80kcal}라고 하는 큰 融解潛熱을 이용해서 冷熱을 비축하는 방법을 말하는 것이며 물의 顯熱變化를 이용하는 蓄熱方式에 비교하면 1/5~1/10의 스페이스로도 된다는 이점을 갖고 있다.

氷蓄熱 패키지 에어컨 方式 “SE 시스템”은 蓄冷(製氷) 운전에 의하여 생성된 얼음에 비축되어 있는 冷熱을 冷媒의 蒸發潛熱을 이용해서 옮겨가는 冷媒搬送方式이므로 搬送熱量에 비해서는 動力(가스펌프 入力)이 적게 소요되는 뛰어난 장점이 있다. 또 싼 값의 야간전력을 최대한 이용하므로 지금까지의 패키지 에어컨에 비해서 러닝코스트를 대폭으로 低減할 수 있다.

3. 新製品의 개요

3.1 製品示方 및 機器構成

“SE 시스템”은 室外 유닛, 室內 유닛 및 蓄熱槽 유닛의 3유닛으로 구성된다.

유닛의 주요구성부품은 표 1에 표시하는 바와

<표 1> 主要 構成部品 一覽

유닛	구 성 부 품	시 방	비 고
室外 유닛	室外열교환기(凝縮器)	· 5HP 상당의 열교환기 · 팬컨트roller 標準裝置	· 中間期 冷房 가능 · 外氣溫 -5℃ ~ -43℃ 운전 가능
	受液器(래퀴드리시버)	· 外形 φ152×높이 500(mm) · 內容積 8.5ℓ	· 各 運轉패턴에서의 剩餘冷媒를 効果적으로 回收
室內 유닛	室內열교환기(冷却器)	· 10HP 상당의 열교환기	
	압 축 기	· 5HP 상당의 스크롤 압축기	· 呼稱出力 3.2kW · 冷房能力 : 13/14.5kW {11,200/12,500kcal/h}
蓄熱槽 유닛	蓄 熱 槽	· 直膨形 아이스온코일식 · 蓄冷熱量 4.2×10 ⁵ kJ(蓄冷時間 12시간) · 內容積 2.3m ³ (스테인리스製)	· IPF(充填率) 50% 이상
	冷媒 가스 펌프	· 로터리식 低壓 縮比타입	· 呼稱出力 1.0kW · 冷媒가스펌프 搬送에 의한 放冷能力은 13/14.5kW (5HP 상당)

같으며, 우선 室外 유닛에는 5HP 상당의 열교환기, 실외송풍기, 각 운전패턴에서의 剩餘冷媒를 효과적으로 回收·放出하는 차지 모듈레이터, 그리고 야간운전·中間期 운전용 팬컨트roller 등을, 또 室內 유닛에는 10HP 상당(蓄冷利用 冷房운전용 5HP+압축기이용 냉방운전용 5HP)의 열교환기, 실내송풍기 및 冷凍能力 5HP 상당의 스크롤식 압축기(정격출력 3.2kW)를 탑재하고 있다. 蓄熱槽 유닛에는 로터리식 低壓 縮比타입의 冷媒가스펌프 및 內容積 2.3m³(스테인리스製)·蓄冷熱容量 4.2×10⁵kJ(10만kcal)·IPF(冷充填率) 50% 이상의 蓄熱槽를 가지고 있다.

蓄熱槽 内部에는 直膨形 아이스온코일方式의 蓄熱用交換器를 내장하고 있으며 裸銅管 縱配列의 갈지(之)字 형상으로 되어 있다. 상기한 冷媒 가스펌프 운전에 의한 冷媒搬送에 의하여 5HP 상당의 蓄冷利用 冷房能力을 발휘한다.

이 제품의 기본 시방을 표 2에 표시한다.

3·2 冷媒回路動作

이 시스템은 시간대 및 이용측 冷媒負荷에 따라 그림 1에 표시하는 네 가지 패턴의 運轉制御를 한다.

(1) 蓄冷運轉

비교적 싼 값의 야간전력을 이용해서 할 수 있는 蓄冷(製氷)운전은, 室外 유닛의 열교환기를 凝縮器, 蓄熱槽 유닛의 열교환기를 蒸發器(冷却器)로 각각 작용시켜, 室內 유닛의 압축기로 5HP 상당의 冷凍사이클 운전을 하고 약 12시간에 蓄熱槽內에 4.2×10⁵kJ의 冷熱(얼음)을 비축한다.

(2) 蓄冷利用 冷房運轉

蓄冷運轉에 의하여 생성시킨 얼음의 冷熱은 冷媒가스펌프에 의하여 순환되는 冷媒와 熱交換됨으로써 주간의 냉매에 이용된다. 冷房 輕負荷時는 室內 유닛의 압축기는 정지된 상태에 있으며 蓄熱槽 유닛의 冷媒가스펌프(정격출력 1kW)가 부하에 따라서 가동 또는 정지를 하며 蓄熱利用 냉방 운전을 단독으로 실시한다.

冷凍사이클에 관한 한, 蓄熱槽內 열교환기를 응축기, 室內 유닛내의 방냉용 열교환기를 冷却器로 하여 작용시키지만, 冷媒의 凝縮熱을 蓄熱槽內의 얼음을 녹이는데 이용하기 위해 高壓(凝縮)압력을 낮게, 壓縮比(고압압력/저압압력)를 작게 유지시키는 일이 가능하다. 따라서 消費電力이 작은

을 할 수 있다.

(3) 듀얼사이클 냉방운轉

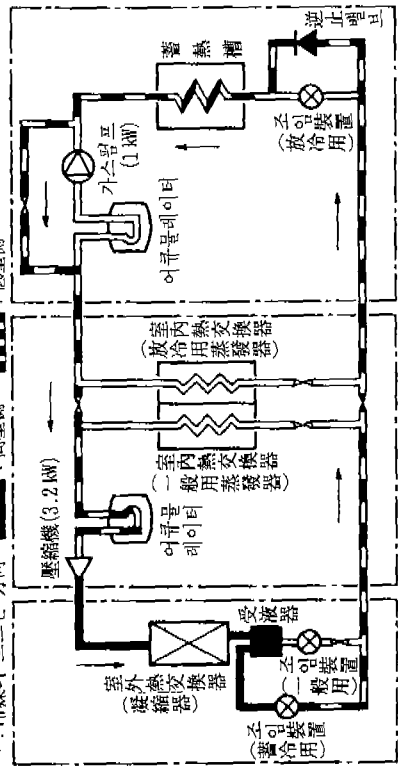
이용측 냉방부하가 5HP 能力을 초과하는 重負

荷時는 冷媒가스펌프에 의한 5HP의 상기 蓄冷利用 냉방운轉이 베이스로드를 잘 처리하며 또한 室外 유닛의 열교환기를 응축기, 室內 유닛의 압축기 이용 냉방운轉용 열교환기를 冷却器로 각각 작용시켜, 室內 유닛의 압축기(정격출력 3.2kW)

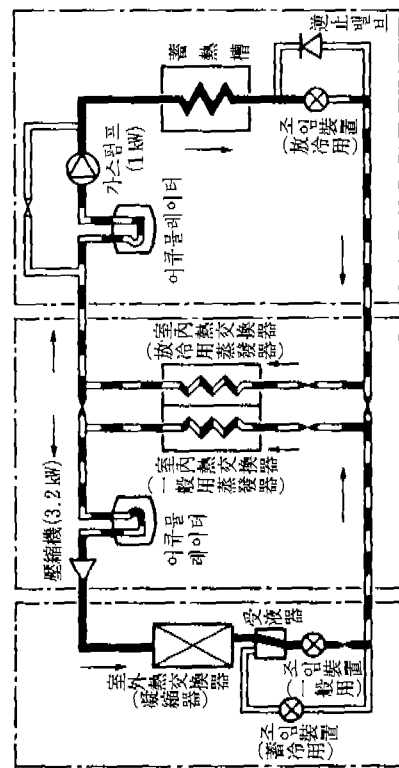
<표 2> 製品 示方

室外 유닛	形 名	SEV-5		
	塗裝色 < 만셀記號 >	화이트<5Y8/1>		
	風 量	m ³ /min	100	
	送風用電動機出力	kW	0.085×2	
	電 源	Hz	3상 저압 60Hz(操作回路 단상 220V 60Hz)	
	騒 音 值	dB(A)	53/54(팬콘 作動時 49/50)	
	팬 컨트롤러	標準裝備		
	製 品 質 量	kg	70	
外形 치 수 (H×W×D)	mm	1,258×970×345		
室內 유닛	形 名	SE-10		
	塗裝色 < 만셀記號 >	어번화이트<3.4Y7.7/0.8>		
	標 準 能 力	kW	26/29{22,400/25,000kcal/h} (一般冷房: 13/14.5kW, 放冷: 13/14.5kW)	
	冷 媒 / 冷 凍 能 力	R-22/스니소 3GSD<配管길이(총연장) 50m까지>		
	電 源	Hz	3상 저압 60Hz(操作回路 단상 220V 60Hz)	
	壓 縮 機	形 式 × 臺 數	全密閉形×1대	
		呼 稱 出 力	kW	3.2
		클랭크케이스허터	W	60
	溫 度 調 節 器	°C	冷房 21~32	
	送 風 機	標 準 風 量	m ³ /min	90
		標 準 機 外 靜 風 壓	mmAq	2<8/15>
		電 動 機 出 力	kW	0.46<0.9>
	에 어 필터	염화비닐 허니콤織		
	壓力 閉 閉 器 < 高 低 壓 >	MPa(G)	高壓 컷 3.0{30 kg/cm ² G}, 低壓 컷 0.0{0 kg/cm ² G}	
製 品 質 量	kg	290		
外形 치 수 (H×W×D)	mm	1,850×1,420×485		
蓄熱槽 유닛	形 名	SET-5		
	塗裝色 < 만셀記號 >	화이트<5Y8/1>		
	有 效 水 量	m ³	2.1	
	壓力 閉 閉 器(高 低 壓)	MPa(G)	高壓 컷 1.3{13 kg/cm ² G}, 低壓 컷 0.2{2 kg/cm ² G}	
	電 源	Hz	3상 저압 60Hz(操作回路 단상 220V 60Hz)	
	가 스텀 프	形 式 × 臺 數	全密閉形×2대	
		呼 稱 出 力	kW	0.5×2
		클랭크케이스허터	W	30×2
製 品 質 量	kg	450		
外形 치 수 (H×W×D)	mm	1,800×2,140×1,290		

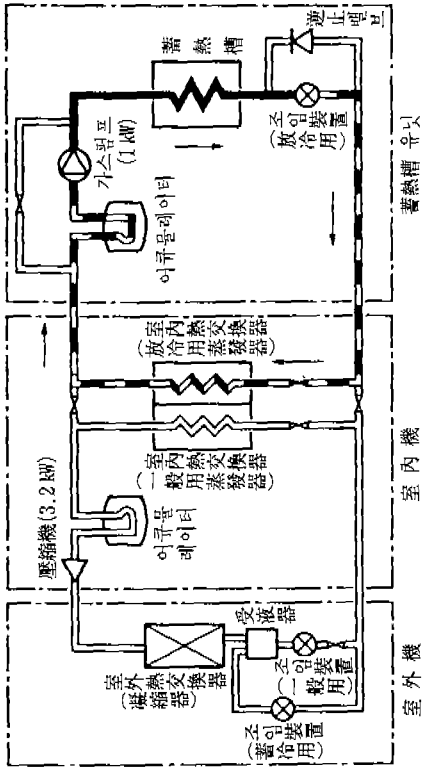
→ : 冷媒의 흐르는 方向
 ■ : 高壓側
 ■■ : 低壓側



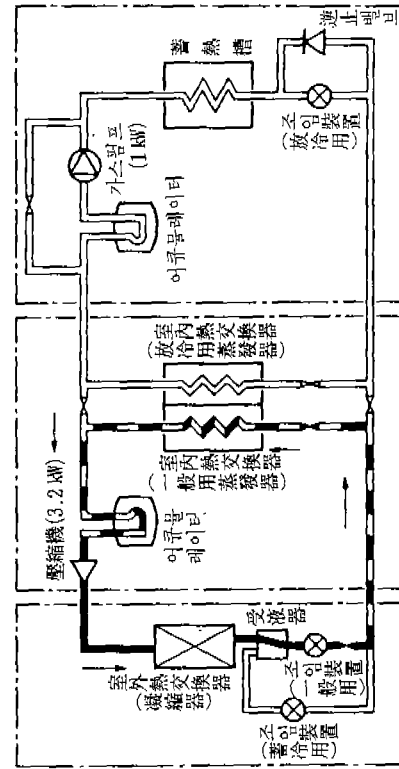
(a) 蓄冷運轉
 (夜間 5HP의 壓縮機로 製氷運轉)



(c) 負荷사이클 運轉
 (重負荷時는 10HP의 壓縮機로 10HP 상당의 冷房) - 冷媒가스펌프가 배이스프드를 잘 차리하며, 壓縮機가 負荷變動에 따라 運轉 -



(輕負荷時는 1kW의 冷媒가스펌프로 5HP 상당의 冷房)
 - 壓縮機는 정지한 상태에서 冷媒가스펌프가 負荷에 따라서 運轉 -



(만일 蓄熱이 소진했을 때 5HP 冷房)
 - 壓縮機만으로도, 一般의 5HP 패키지와 같은 冷房運轉 -

<그림 1> 冷媒回路動作

冷媒가스펌프(정격출력 1kW)로 5HP 상당의 냉방가 부하변동에 따라 5HP의 냉방운전을 하게 된다. 따라서 양쪽의 사이클운전을 동시에 행하게 됨으로써 29kW(25,000kcal/h-10HP)의 능력을 발휘한다.

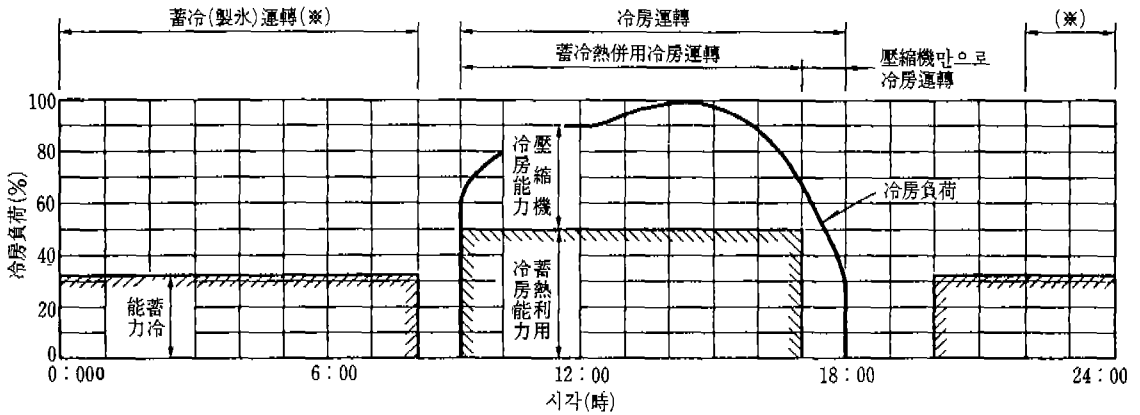
(4) 壓縮機利用 冷房運轉

냉방운전중에 蓄熱槽내 얼음이 완전히 녹아 없어졌을 경우 冷媒가스펌프에 의한 蓄冷利用 냉방운전은 정지하지만 압축기쪽의 冷媒사이클만으로 一般의 5HP 패키지 에어컨과 동일한 냉방운전을

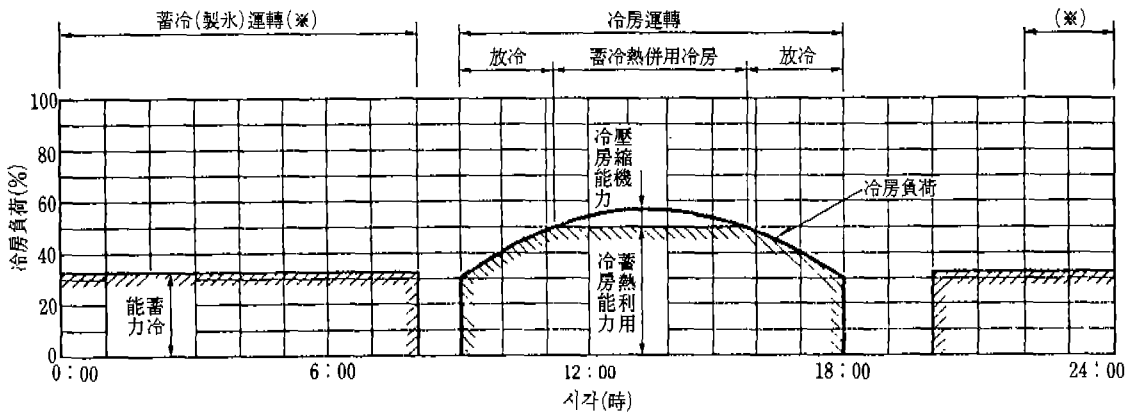
한다.

3·3 運轉패턴

이 시스템의 기본적인 運轉패턴을 그림 2에 표시한다. 프로그램 타이머의 設定에 의하여 예를 들어 밤 8시부터 아침 8시까지 야간전력을 이용해서 12시간의 蓄冷運轉을 실시하여 $4.2 \times 10^5 \text{kJ}$ 의 얼음을 비축한다. 冷房피크 負荷日은 蓄冷利用 냉방운전(蓄冷熱利用 냉방능력 14.5kW{12,500 kcal/h-5HP})를 베이스로 하고 또한 압축기 이용 냉방능력(14.5kW)분을 합해서 29kW의 냉방



(a) 冷房 피크負荷日의 運轉

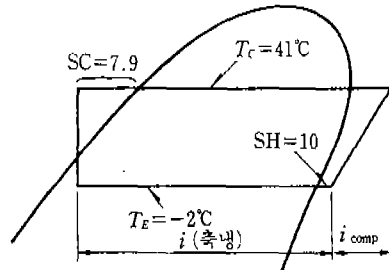


(b) 冷房 輕負荷日의 運轉

<그림 2> 運轉패턴

운전을 행한다. 이 경우 야간전력 이용률은 약 50% 정도가 된다.

다음에 冷房輕負荷日은 蓄冷利用 냉방운전 (14.5kW)을 베이스로드로 부족분을 압축기이용 냉방능력 14.5kW로 커버한다. 따라서 야간전력 이용률은 더욱 커져서 연간을 통해 약 70%라는 높은 값이 된다.



<그림 3> 蓄冷운전시의 모리엘線圖

4. 氷蓄熱應用 패키지 에어컨 “SE 시스템”의 特徵

4.1 高 COP 運轉의 실현

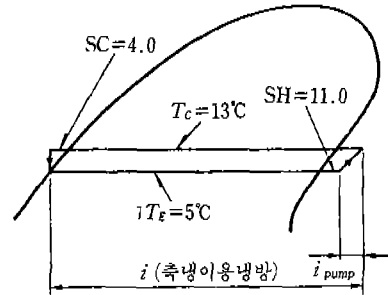
주간의 냉방능력은 冷媒가스펌프 운전(蓄冷利用 냉방운전)에 의한 능력과 압축기운전(압축기 이용 냉방운전)에 의한 能力이 畵算된 값이 된다. 즉 정격출력 3.2kW 압축기와 정격출력 1.0kW의 冷媒가스펌프로 10HP(통상 정격출력 7.5kW 압축기를 사용했을 경우의 능력) 상당의 냉매능력을 발휘할 수 있다.

蓄冷利用 냉방운전시 冷媒가스펌프는 蓄熱槽內에 비축한 얼음의 冷熱을, 그리고 冷媒 蒸發潛熱을 이용해서 운송하기 때문에 運送熱量의 펌프動力은 비교적 작아진다.

따라서 蓄冷利用 냉방운전시 COP는 약 7.0이 되며 통상적인 냉방(COP는 약 2.5)의 35%의 入力로 동등한 容量의 냉방운전이 가능하다. 또 듀얼사이클 운전에서도 COP는 약 4.0이 되며 전력사용합리화 운전이 가능하다. 그림 3, 그림 4에 각기의 蓄冷運轉時 및 蓄冷利用 냉방운전시의 운전특성을 모리엘線圖로 표시한다.

4.2 蓄冷熱優先使用 시스템

蓄冷熱量은 $4.2 \times 10^5 \text{kJ}$ 이며 冷媒가스펌프의 蓄冷利用 冷房能力 14.5kW로 약 8시간 냉방운전이 가능하다. 이것을 冷房 베이스로드에 사용하고 負荷變動分은 압축기로 應答하므로 輕負荷時에는



<그림 4> 蓄冷利用 냉방운전시의 모리엘線圖

負荷의 태반을 蓄冷利用 냉방운전으로 처리할 수 있다. 따라서 얼음을 남긴다든가 槽容量이 적어서 製氷量을 억제한다든가 할 필요는 없고 야간전력 利用率은 한여름에도 약 50%로, 연간으로는 약 70%의 높은 이용률이 될 수도 있다.

4.3 프로그램 타이머와 蓄冷量制御

프로그램 타이머에 의해 다음날의 냉방예정 운전시간에 적합한 蓄冷시간을 설정할 수 있으므로 蓄冷量은 필요량 만큼 최소한으로 억제할 수 있다.

또 蓄熱槽內에 얼음이 남아 있을 경우는 蓄冷量 컨트롤러에 의하여 前日의 蓄冷利用 냉방운전의 積算時間을 계산해서 얼음 사용량을 산출하고 이에 대한 所要蓄冷量(시간)을 계산해서 追加蓄冷運轉을 실시한다.

4·4 러닝코스트의 大幅低減

(1) 壓縮機容量 半減에 의하여 기본요금 이 대폭적으로 다운

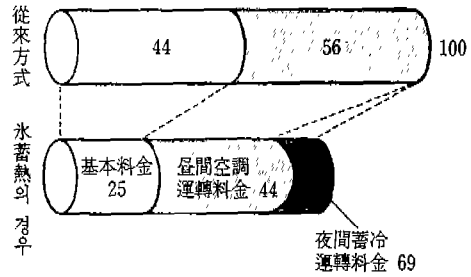
業務用 空氣調和設備의 연간 전기요금 構成을 보면 업무용 전력사용 기준요금은 약 49%를 점하고 있다. 기본요금은 設備入力(kW)에 의하여 결정되므로 動力이 반감하면 기본요금도 반으로 억제할 수 있다.

(2) 業務用蓄熱調整契約制度 적용으로 從量料金の 대폭적인 低減 가능

이 시스템은 축열이용률이 높기 때문에 從量料金中 單價가 싼 야간전력이 점하는 비율이 높게 된다. 또한 전력회사와의 상기 契約에 의하여 심야전력요금을 싸게 할 수 있으므로 從量料金도 대폭적인 低減이 가능하다. 그림 5의 예에서 보는 바와 같이 基本料金과 從量料金을 합제한 전력요금은 종래방식과 비교해서 약 31% 低減된다.

(3) 經濟性 향상

지금까지 大型水循環式 水蓄熱 시스템에 비해서 蓄熱槽 유닛의 콤팩트性·量產性에 의하여 경



<그림 5> 電力料金 比較

제성은 비약적으로 높아지고 있다.

4·5 設置·運轉操作的 간편성

蓄熱槽 유닛의 설치장소가 확보되면 이 시스템의 설치 및 운전조작은 종래의 일반용 패키지 에어컨과 같으며 특별한 施工技術이나 시스템技術은 불필요하다(總配管 길이는 蓄熱槽 유닛과 室內機械 사이 및 실내기계와 실외기계 사이의 합계로 최대 50m).

4·6 騒音值의 低減

야간 蓄冷運轉時는 외기온도가 降下하므로 팬 컨트롤러가 작동하여 팬 회전수가 감소한다. 그러므로 지금까지의 제품과 비교해서(10HP程度品)

빙축열(氷蓄熱) 냉방 시스템은

1. 신기술

빙축열 시스템은 야간에 냉방에너지를 생산, 저장하였다가 이를 주간에 이용함으로써 냉방에 에너지저장 신기술을 도입한 혁신 시스템입니다.

2. 고품질

빙축열 시스템은 부하추종성이 뛰어나 적정 실내온도의 유지가 쉬우며, 냉동기의 고장시에도 안정된 냉방이 가능함으로써 고품질의 쾌적 냉방이 보장됩니다.

3. 경제적

빙축열 시스템은 값싼 심야전력을 적용함으로써 기존의 전기냉방 시스템에 비해 전기로 부담을 절반 정도로 줄일 수 있는 매우 경제적인 냉방 시스템입니다.

6~7톤 소음치를 줄일 수 있다.

5. 특기할 수 있는 新技術

5.1 最適冷媒量 調節機能 확립

氷蓄熱 패키지 에어컨 “SE 시스템”은 야간의 축냉운전, 주간 축냉이용 냉방운전, 듀얼사이클 냉방운전 및 압축기이용 냉방운전 등 4종류의 운전패턴을 갖고 있으나 각 운전패턴마다 必要冷媒量에 차이가 있어, 이 시스템이 운전패턴마다에 冷媒回路系를 分斷 또는 開放시키는 것과 같은 制御를 강요하는 構成上, 필요한 最大冷媒量을 시스템內에 충전시켜 두고 각 운전패턴으로 適正冷媒量이 되도록 하는 冷媒조절기능을 準備할 필요가 있다.

蓄冷 및 壓縮機利用 냉방의 각종 운전모드에 비해서 蓄冷利用 냉방운전의 必要冷媒量이 비교적 많으므로 蓄冷運轉時에는 冷媒가 剩餘되고 또 듀얼사이클 운전모드에서는 비교적 多量의 冷媒를 필요로 하므로 압축기이용 冷房회로내의 고압측에 冷媒回收機器로서 차지 모듈레이터를 설치하고 있으며 蓄冷운전시는 所要冷媒量 이외의 全冷媒를 차지 모듈레이터내에 모으게 된다.

한편 축냉이용 냉방운전, 압축기이용 냉방운전(또는 듀얼사이클 운전)시에는 차지 모듈레이터에서 冷媒를 방출해서 全冷媒를 각 冷媒사이클의 適正冷媒量으로 할당한 후 각 사이클을 바이패스회로로 차단해서 각각 독립해서 운전시키면 좋으나 운전모드의 交替時 등 각 사이클 내의 冷媒量에 과부족이 생겼을 때는 각 사이클의 壓力差를 이용해서 冷媒를 이동시켜 適正量으로 조절할 필요가 있다.

適正冷媒量의 檢知方法은 각 운전사이클의 冷媒過冷度 또는 過熱度로 운전의 안전성을 판단하고 이들이 어느 一定値에 달했을 때의 각 사이클간의 바이패스회로를 차단해서 冷媒移動을 종료한다. 따라서 각 운전패턴에 있어서 冷媒의 과

부족이 없이 고효율로 신뢰성이 높은 운전이 가능하다.

5.2 蓄熱槽 유닛의 最適化設計

コンパクト性·低코스트化를 실현하기 위해서는 IPF를 가능한 한 크게 할 필요가 있다. 그러므로 蓄熱槽內의 열교환기로서 直膨形 아이스온코일식을 채용하고 또한 열교환기의 配管徑, 管피치, 패스 및 傳熱面積을 최적화로 설계했다. 따라서 IPF를 통상 50% 이상, 최대 70%까지 향상시킬 수가 있었다.

5.3 冷媒가스펌프 개발

蓄冷利用 냉방운전을 할 때는 蓄熱槽內의 열을 이용해서 冷凍사이클을 운전시키기 때문에 高壓壓力을 낮게, 壓縮比(고압압력/저압압력)를 작게 유지할 수 있다. 따라서 低壓縮比用 冷媒가스펌프를 신규로 개발해서 이 시스템에 적용함으로써 종래의 압축기 운전시에 비교해서 약 1/4의 消費電力으로 소정의 能力을 발휘할 수 있게 되었다.

6. 맺음말

電力의 負荷平準化를 목적으로 특히 空氣調和方式의 주류인 패키지 에어컨에 氷蓄熱 시스템을 응용한 氷蓄熱 패키지 에어컨 “SE 시스템”을 개발해서 야간전력 이용률을 크게 또한 리닝코스트의 大幅低減을 도모할 수 있는 사회적 요구에 즉응하는 空調裝置를 제공할 수 있게 되었다.

앞으로는 機種 시리즈化 및 시스템의 히트펌프化를 목표로 開發을 진행해 나갈 계획이다.

本稿는 日本 三菱電氣(株)의 諒解下 에 번역한 것으로서 著作權은 上記社에 있고 翻譯責任은 大韓電氣協會에 있습니다.