

K0007-05

〔製品と技術〕

# プロパン冷媒に対応した氷蓄熱式 ヒートポンプチラー冷暖房給湯システム 〈スーパーエコHC<sup>®</sup>ヒートポンプ〉

ゼネラルヒートポンプ工業(株) 柴 芳郎・柴 芳富 中部電力(株) 長 伸朗・渡邊 激雄  
Yoshiro Shiba Yoshitomi Shiba Noburo Osa Choyu Watanabe

## 1. はじめに

近年、オゾン層破壊による有害な紫外線の増加やCO<sub>2</sub>増加による温暖化などが地球規模の問題となっている。既に、CFC系フロン冷媒の全廃やHCFC系フロン冷媒の段階的規制が決定している。しかし、オゾン層を破壊することのないHFC系フロン冷媒も、地球温暖化には影響を与える。

現在、アンモニアやプロパン等の自然冷媒が、オゾン破壊係数が0で温暖化係数が0に近い冷媒として現在注目されている。自然冷媒の中では、アンモニアが既に使用されているが毒性、可燃性、イニシャルコスト等の問題がある。

プロパンは可燃性の問題はあるが、毒性はないので、十分な対策を行えば既存設備に充填して運転させること(リニューアル)も可能である。また、アンモニア機に比べプロパン機はイニシャルコストが安く、R407C機と比べてもコストアップは大きなものとならない。

そこで、地球環境に優しいプロパンを使用した氷蓄熱式プロパンヒートポンプチラー「スーパーエコHC<sup>®</sup>ヒートポンプ」を製品化したので紹介する。

## 2. プロパン冷媒の特徴

空調用冷媒としてはHCFC系フロンであるR22が従来使用されてきたが、オゾン層破壊や地球温暖化の問題があり、すでに規制の対象となっている。現在、オゾン層破壊係数0の代替冷媒R407C等のHFC系フロン冷媒が使われ始めているが、このHFC系フロン冷媒も地球温暖化への影響は大きい。

プロパンは、自然冷媒のひとつである。自然冷媒とは、人工的に合成するフロン等とは異なり、自然に存在する物質(アンモニア、空気、水等)を用いた冷媒である。プロパン(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)やブタン(C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)等は、

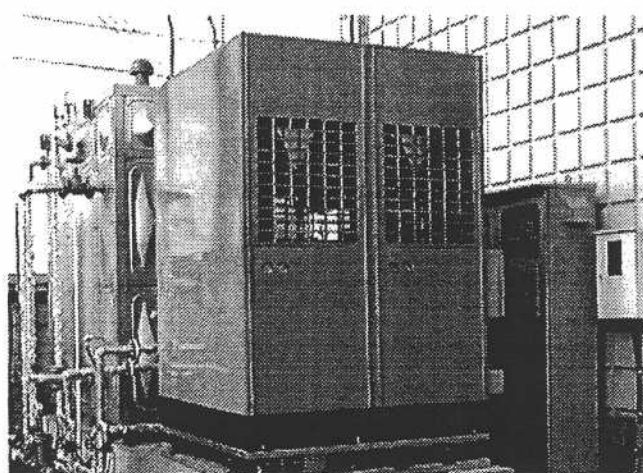
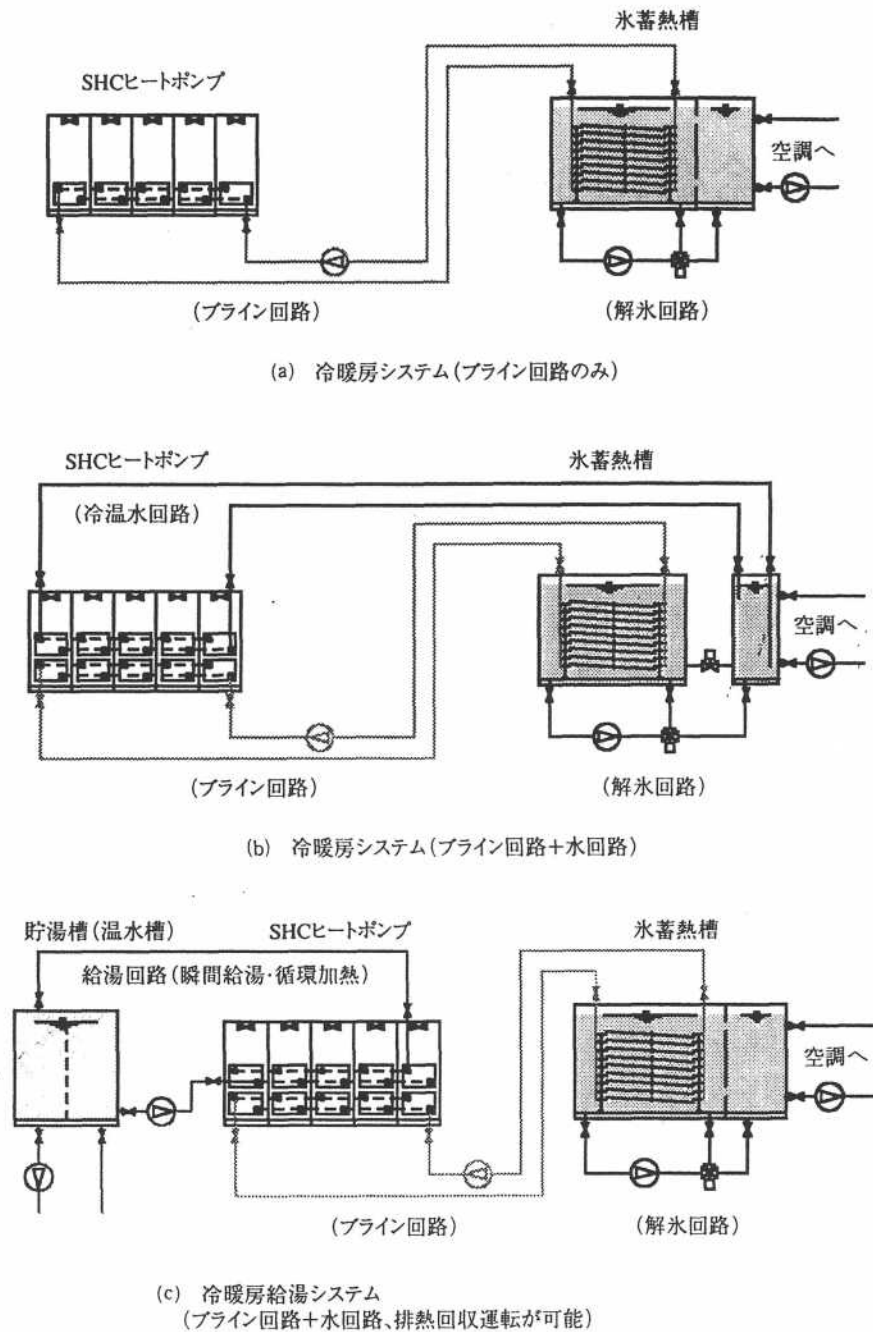


写真1 プロパン冷媒対応氷蓄熱式ヒートポンプチラー「スーパーエコHC<sup>®</sup>ヒートポンプ」(大洋液化ガス(株)工場)

第1表 空調用冷媒物性値

項目		R22	R407C	プロパン (高純度)
冷媒記号		R22	R407C	R290
分子式		CHClF <sub>2</sub>	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> + CHF <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> + CH <sub>2</sub> FCF <sub>3</sub>	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>
分子量		86.47	86.2	44.097
融点	℃, at 1atm	-160	-	-187.7
沸点	℃, at 1atm	-40.82	-43.84	-42.1
蒸気圧	MPa, at 25, 25, 20℃	1.044	1.213	0.755
臨界温度	℃	96.15	94.9	96.8
引火点	℃	-	-	-90
着火温度	℃/ASTM法	-	-	481
燃焼範囲	Vol%	-	-	2.4~9.5
ガス密度	kg/m <sup>3</sup> , at 25, 25, 15.6℃, 1atm	3.587	3.575	1.8954
液密度	kg/l, at 25, 25, 20℃	1.191	1.192	0.501
オゾン層破壊係数	(ODP)	0.055	0	0
地球温暖化係数	(GWP)	1700	1500	3



第1図

構成原子が水素(H)および炭素(C)のみであるため、フロン (HCFC系やHFC系) に対してHC冷媒や炭化水素冷媒と呼ばれる。R22、R407Cおよびプロパンの物性値を第1表に示す。

プロパンは自然冷媒であるため、大気中に放出してもオゾン層破壊や地球温暖化に寄与しないという特長がある。すなわち、プロパンのオゾン層破壊係数(ODP)は地球温暖化係数(GWP)は0に近い。しかし、プロパンは毒性はないものの強燃性であるという特徴があり、空調用冷媒として使用する場合には注意

を要する。

プロパンは、沸点がR22やR407Cとほぼ同じであり、R22やR407Cの代替冷媒として使用できる。また、成績係数(COP)が、従来用いられてきたR22と比較して同等の値が得られるといった熱サイクル特性上の特長もある。本製品の基礎試験でも、定格条件の冷房運転においてR407CよりもCOPが約10%向上する試験結果が得られている。

なお、空調用として用いるプロパンは、純度99%以上に精製する。

第2表 プロパン冷媒対応氷蓄熱式チラーヒートポンプ仕様

項目	型式	SHC-8BA	SHC-15BA	SHC-23BA	SHC-30BA	SHC-38BA
名称		排熱回収型氷蓄熱式ヒートポンプ冷暖房給湯機				
適用空調方式		セントラル蓄熱式空調				
運転モード	空冷モード	水冷却運転 (冷房)				
		水加熱運転 (暖房・給湯・給湯加温)				
		ブライン冷却運転 (冷房・氷蓄熱)				
		ブライン加熱運転 (暖房・温水蓄熱)				
	水冷モード	ブライン冷却水加熱 (暖房・給湯・給湯加温) 同時運転				
		水冷運転 (空水冷切替機種の場合)				
能力	冷却能力 kW	17/19	35/37	52/57	69/76	86/94
	氷蓄熱能力 kW	13/14	27/28	40/42	53/57	66/71
	加熱能力 kW	20/21	40/42	59/64	79/85	98/106
	給湯能力 kW	17/19	35/37	52/57	69/76	86/94
電源		三相200V 50/60Hz				
騒音値	dBA	49/51	51/53	53/55	55/57	57/59
キャビネット	高さ mm	1,700				
	幅 mm	800	1,600	2,400	3,200	4,000
	奥行き mm	1,800				
圧縮機		半密閉往復動式				
	定格出力 kW	5.5×1	5.5×2	5.5×3	5.5×4	5.5×5
送風機	モーター出力 kW	0.15×2	0.15×4	0.15×6	0.15×8	0.15×10
配管	各水出口	32A×2	40A×2	50A×2	65A×2	65A×2
寸法	各水入口	32A×2	40A×2	50A×2	65A×2	65A×2
冷媒		R290 (プロパン)				
冷媒純度		99%以上				
冷媒封入量	kg	4×1	4×2	4×3	4×4	4×5
防爆構造		内圧防爆構造 (希釈式)				
警報装置		ガス漏洩警報装置				
法定冷凍能力	冷凍トン	2.19/2.63				
届出・許可		不要 (3冷凍トン未満は届出・許可不要)				
対応氷蓄熱槽寸法	m	2.0×2.5×1.5	2.0×2.0×2.0	2.0×2.0×3.0	2.5×3.0×2.0	2.5×3.5×2.0
氷放熱方式		外融式又は内融式				

### 3. 空調方式

製品化したスーパーエコHCヒートポンプの仕様を第2表に示す。本製品は排熱回収機能を有しており、冷温熱の同時取り出し (冷房用の氷蓄熱と給湯用の温水蓄熱を行う等) も可能となっているのが特長である。スーパーエコHCヒートポンプの外観を写真1に示す。

スーパーエコHCヒートポンプを熱源とする空調システムは、従来のR22やR407Cを使用したシステムと同様である。第1図(a)は、ブライン回路のみのシステムであり、十分な蓄熱が可能な場合有効である。蓄熱槽では、夏季は氷蓄熱を行い、冬季は温水蓄熱を行う。第1図(b)は、夜間の蓄熱運転に加えて、昼間の追いかけ運転も行うことができ、負荷へ追従する機能が、第1図(a)のシステムに比べて強化されている。当社が納入している物件において、空調のみに使用する

場合、この方式を一般的に用いる。この方式を用いたエコHCシステムの納入事例としては、大洋液化ガス(株)工場がある。第1図(c)は、冷暖房のブライン回路と給湯の水回路の2回路をもつシステムである。空冷の冷房・暖房・給湯に加えて、夏季にはブライン冷却運転と給湯運転を同時に行う高効率の水冷排熱回収運転を行う。通常、給湯負荷は空調負荷に比べて小さいので、実際には第1図(b)のシステムと第1図(c)のシステムを組み合わせることが多い。

### 4. 安全対策

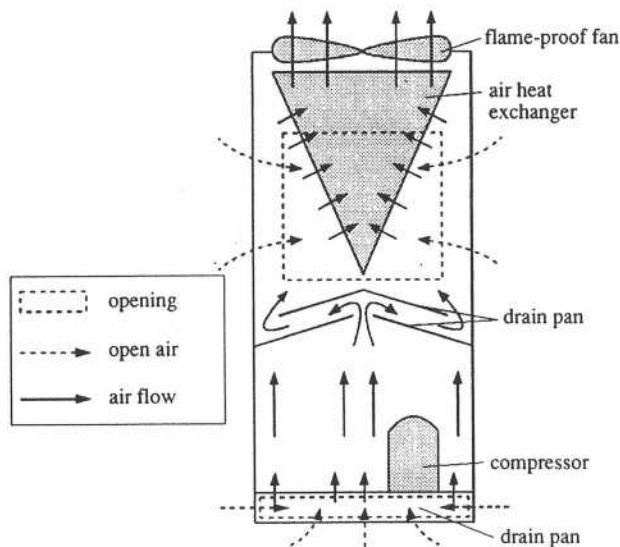
冷媒回路は密閉回路であるので、プロパン冷媒が漏洩する可能性は非常に小さいが、プロパンが漏洩した場合の何らかの対策が必要である。本製品は、セントラル方式で使用する二次冷媒方式で用いられる。つま

り、ヒートポンプで製造された冷熱・温熱は、ブラインや水により各部屋に搬送され空調を行うもので、プロパンが部屋の中へ搬送されるシステムではない。

本製品では、冷媒系統を複数に分割してブラインを共通化することにより、1冷媒回路中のプロパンの封入量を減らし、容量を増やし安全性を高めている。そして、モータやスイッチ部分には、電気火花が外部に漏れない防爆仕様のものを用いている。

また、仮にプロパンが漏洩した場合でも、プロパンを大気中に放出して密閉空間内には滞留させないために、機器は屋外設置とする仕様となっている。

さらに、こうした対策の他に、第2図のような特別な構造を考案した。熱源機筐体内に可燃性ガスの冷凍機器や配管等の内部放出源となり得るとき、筐体の内部に空気を連続して供給し、万が一可燃性ガスが漏洩した場合でも、漏洩したガスを混在した筐体内の空気希釈して外気へ放出する一般的な方法として、希釈式内圧防爆構造がある。



第2図 希釈式内圧防爆構造

第2図に考案した希釈式内圧防爆構造を示す。下部ドレンパンから流入した空気は、筐体内下部を通り、中央部ドレンパンの通風口を通り、左右に回り込んでから筐体内上部に到達し、筐体内上部の開口部からの外気とともに空気熱交換器に入り、防爆型ファンを通過して筐体の外へ排気される。

万が一可燃性ガスが漏洩した場合、ガス漏洩感知機によってガスの漏洩を感知すると、圧縮機や電動弁の運転を停止するが、空気熱交換器用ファンは、希釈用ファンとしても利用するので運転を続け、可燃性ガス

の混じった空気は、ファンを通り可燃性ガスは外へ排出される。ファンの電気部分が発火源になるおそれがあるので、ファンは防爆仕様のものを用いている。

このように、空気熱交換器用ファンが稼働している間は、外気から供給される空気によって、筐体内部の空気が常時入れ替わることになり、万が一可燃性ガスが漏れた場合でも、筐体内部の空気は爆発限界下限濃度未満まで希釈されることにより、防爆の状態となる。

このように、空気熱交換器用のファンを漏洩ガス希釈用のファンとしても共有することにより、特別な外部送風装置を用いることなく防爆構造とすることができる。また、外部送風装置を用いたシステムと比較しても、消費電力を小さく押さえることができる。

## 5. おわりに

環境意識が高まる中、フロン問題の決定的な解決策は未だ見出されていない。しかし、セントラル方式空調システムにおいては、スーパーエコHC<sup>®</sup>ヒートポンプは有効な解決策のひとつと考えられる。

今後は、様々なニーズに対応できるようにに製品の大容量化・省スペース化を図ると共に、安全性の一層の向上を図っていく。

### 【筆者紹介】

#### 柴 芳郎

ゼネラルヒートポンプ工業(株) 開発部  
〒459-8001 名古屋市緑区大高町字巳新田121  
TEL : 052-624-6368 FAX : 052-624-6095

#### 柴 芳富

ゼネラルヒートポンプ工業(株) 代表取締役社長  
〒459-8001 名古屋市緑区大高町字巳新田121  
TEL : 052-624-6368 FAX : 052-624-6095

#### 長 伸朗

中部電力(株)  
〒459-8522 名古屋市緑区大高町字北関山20-1  
TEL : 070-5970-8176 FAX : 052-624-9234

#### 渡邊 激雄

中部電力(株)  
〒459-8522 名古屋市緑区大高町字北関山20-1  
TEL : 070-5970-8174 FAX : 052-624-9234