

高効率蒸気二重効用吸収冷凍機 RFW シリーズ

青 山 淳*

RFW Series Absorption Chiller

by Jun AOYAMA

The RFW Series Absorption Chiller is a steam-driven, double-effect absorption chiller developed in line with the market demand for high efficiency chillers. The RFW Series features the world's highest level steam consumption rate of 3.5 kg/h·USRt) under rated operations, thus enabling a reduction of about 20% in steam consumption when compared with that by conventional chillers. The control panel of this series comprises a sequencer including computer mother board and an LCD touch panel, both of which are used in Ebara's most advanced turbo-chiller. This made it possible to unify the graphic user interface (GUI) of the RFW Series absorption chiller and turbo chiller. A control program exclusively developed for the RFW Series is enabling improved functions, such as controllability and preventive maintenance, compared to those of conventional chillers.

Keywords: Absorption chiller, High efficiency, Steam consumption, Microcomputer control panel

1. ま え が き

蒸気二重効用吸収冷凍機は、快適な空調を提供するために蒸気を熱源として冷水を製造する機械であり、特に大形の蒸気式吸収冷凍機は、地域冷暖房、工場空調等の大規模空調施設において、多く用いられている。

当社は1987年にRAWシリーズを発売して以来、前記市場に数百台を納入しているが、近年、市場の省エネルギー化の動きから、大形の蒸気式吸収冷凍機に対してもより高効率化の要望が高まってきている。

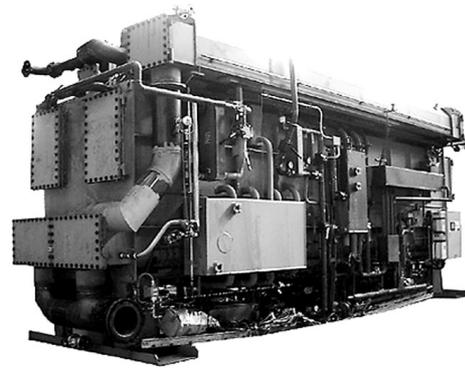
市場の要望を受け、今回RAWシリーズの後継機として高効率蒸気二重効用吸収冷凍機RFWシリーズを開発した。その概要を以下に述べる。

2. 製品概要

RFWシリーズ吸収冷凍機の外観を写真に、外形図を図1に示す。

2-1 構造

RFWシリーズは、従来シリーズの構成を受け継ぎ、蒸発器・吸収器からなる低温胴の上に、高温再生器・低温再生器・凝縮器からなる高温胴を配置し、双方を分割できる双胴型とした。これらの本体缶胴と、溶液熱交換



05-100 01/208

写真 吸収冷凍機 RFW064L8E
Photo Absorption chiller RFW064L8E

器、ドレン熱回収器、冷媒冷却器、キャンドポンプ、抽気装置、制御盤などから構成されている。

2-2 標準仕様

RFWシリーズは、冷凍機1台で構成するシングルタイプとして1864～5274 kW {530～1500 USRt} の12機種、シングルタイプの冷凍機2台を背面設置して構成するツインタイプとして3727～10549 kW {1060～3000 USRt} の12機種、計24機種をシリーズ化した。表にRFWシリーズシングルタイプ12機種の標準仕様を示す。

2-3 サイクルフロー

図2にRFWシリーズのサイクルフローを示す。蒸発

* 荏原冷熱システム(株)

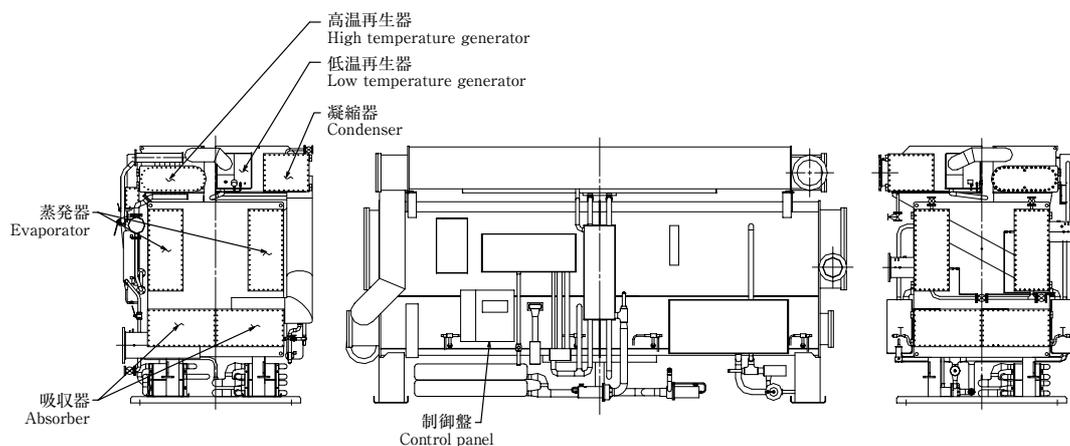


図1 RFWシリーズ吸収冷凍機外形図
 Fig. 1 Schematic diagram of RFW series absorption chiller

表 標準仕様
 Table Standard specifications

型式 Model	RFW	053N8E	064L8E	080K8E	066N10E	080L10E	100K10E	083N12E	100L12E	125K12E	100N15E	120L15E	150K15E	
冷凍能力 Cooling capacity	kW {USRT}	1864 {530}	2250 {640}	2813 {800}	2321 {660}	2813 {800}	3516 {1000}	2919 {830}	3516 {1000}	4395 {1250}	3516 {1000}	4220 {1200}	5274 {1500}	
冷水系 Chilled water	冷水出入口温度 Chilled water temperature	℃ 14→6												
	流量 Flow rate	m ³ /h	200	242	302	250	302	378	314	378	473	378	454	567
	配管口径 Pipe connection size	A	250						300					
冷却水系 Cooling water	冷却水出入口温度 Cooling water temperature	℃ 32→40												
	流量 Flow rate	m ³ /h	339	410	512	422	512	640	531	640	800	640	768	960
	配管口径 Pipe connection size	A	300						350					
蒸気系 Steam	入口圧力 Inlet pressure	MPa 0.78												
	消費量 Consumption	kg/h	1855	2240	2800	2310	2800	3500	2905	3500	4375	3500	4200	5250
	蒸気入口配管口径 Steam inlet nozzle size	A	100						125					
	ドレン出口配管口径 Drain outlet nozzle size	A	50											
電気仕様 Electric power	電源 Power source	V × Hz	三相 (Three phase) 200 × 50/60, 220 × 60, 400 × 50/60, 440 × 60 (標準)											
	冷媒ポンプ Refrigerant pump	kW	0.4	0.4	0.75	0.4	0.4	0.75	0.4	0.4	0.75	0.4	0.4	0.75
	溶液ポンプ Solution pump	kW	3.2+1.5	3.7+1.5	3.7+1.5	3.7+1.5	3.7+1.5	5.5+1.5	3.7+1.5	5.5+1.5	5.5+1.5	5.5+1.5	5.5+1.5	5.5+1.5
	溶液スプレーポンプ Solution spray pump	kW	2.2+0.75	2.2+0.75	3.2+0.75	3.2+0.75	3.2+0.75	3.2+1.5	3.2+0.75	3.2+1.5	3.2+1.5	3.2+1.5	3.2+1.5	5.5+1.5

器内で蒸発した冷媒蒸気は、吸収器内のLiBr溶液に連続的に吸収され、冷媒の蒸発潜熱によって蒸発器伝熱管内を流れる冷水を冷却する。一方、冷媒蒸気を吸収して薄くなった溶液（希溶液）は、溶液熱交換器を経て高温再生器と低温再生器に送られる。高温再生器では、供給

される熱源蒸気により希溶液が加熱濃縮され濃溶液となり、低温再生器では、高温再生器で発生した冷媒蒸気により希溶液が加熱濃縮され濃溶液となる。高温再生器で加熱濃縮された濃溶液は高温溶液熱交換器で希溶液と熱交換した後、低温再生器で加熱濃縮された濃溶液と混合

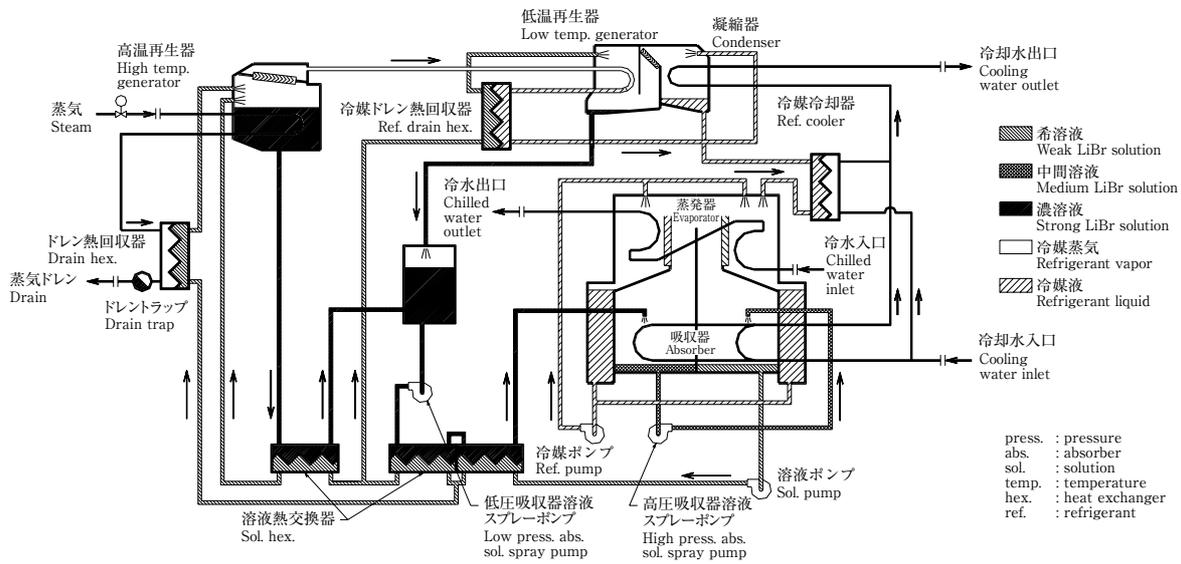


図2 サイクルフローシート
Fig. 2 Cycle flow sheet

され、低温溶液熱交換器で更に希溶液と熱交換を行い、再び吸収器へ戻る。また、高温再生器及び低温再生器で発生した冷媒蒸気は、凝縮器で冷却液化され、冷媒冷却器で冷却水により更に冷却された後、蒸発器へ戻る。

3. 製品の特長

3-1 高効率化

RFWシリーズは、定格運転時において世界最高技術レベルの蒸気消費率3.5 kg/(h・USRt)を達成しており、従来シリーズに比べ約20%蒸気消費量を削減している。RFWシリーズで採用した高効率化の手法のうち、主なものに関して以下に述べる。

3-1-1 サイクル改良

従来直列に接続していた高温溶液熱交換器とドレン熱回収器を並列に配置するなど、サイクルフローを改良し、蒸気ドレンからの熱回収量を大幅に増やした。

3-1-2 熱回収効率向上

溶液熱交換器、ドレン熱回収器にプレート型熱交換器を採用することで熱交換器の温度効率を改善し、サイクル内部の熱回収量を向上した。

サイクルフローの改良と溶液熱交換器、ドレン熱回収器の効率向上により、再生器に供給される希溶液の温度は再生器における希溶液の沸点よりも高い温度まで昇温される。このため、再生器における溶液加熱量は溶液の潜熱加熱だけに使用されることになり、蒸気消費量を大

幅に削減することが可能となった。

3-1-3 二段吸収蒸発

従来一組だった吸収器・蒸発器を二組に分け、それぞれを異なった圧力下で動作させることにより、濃溶液と希溶液の濃度差を従来シリーズの約2倍とした。

冷凍能力は、溶液循環量×溶液濃度差で決まるため、二段吸収蒸発の採用により、溶液循環量を従来シリーズに比べ半減することが可能となり、熱交換器の高効率化、小形化につながっている。

3-2 取替物件対応

RAWシリーズの発売開始から約20年が経過しており、既存設備の取替需要が増加してきている。RFWシリーズは、取替需要に対応するために、4種類の断面形状と3種類の伝熱管長さを組み合わせる手法を用いてシリーズ化を行った。この手法により、顧客要求冷凍能力に対して複数の外形寸法のなかから冷凍機を選定することが可能となり、既存設備の取替の際に制限条件となることが多い、搬入・据付に関しても柔軟に対応することが可能となっている。

3-3 ポンプ動力の削減

溶液循環量が従来シリーズに比べ半減したため、必要なポンプ動力も半減した。また、溶液ポンプ、溶液スプレーポンプにインバータ制御を採用し、100%負荷時だけでなく、部分負荷時においても従来シリーズに比べポンプ動力を大幅に削減した。

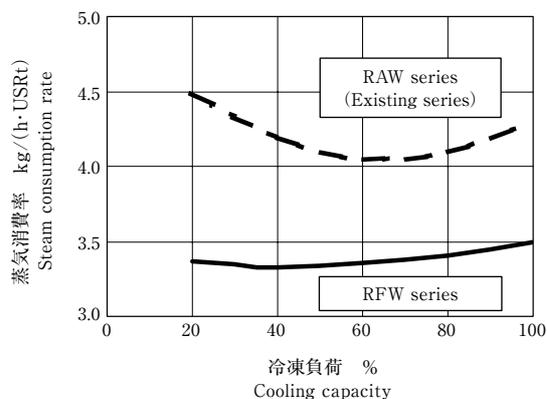


図3 部分負荷特性
Fig. 3 Partial load performance

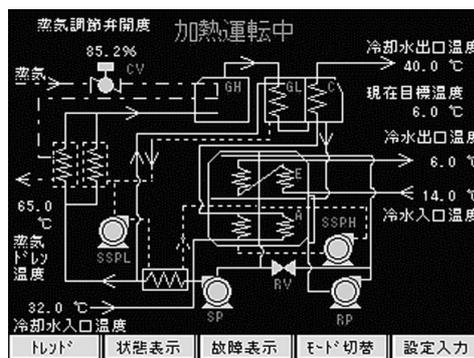


図4 マイコン盤液晶表示画面一例
Fig. 4 Example of LCD screen

3-4 部分負荷効率の改善

図3に、冷却水入口温度をJIS条件とした場合の、RAWシリーズと（従来シリーズ）RFWシリーズの部分負荷特性例を示す。インバータによる溶液循環量制御、及び前述した各種省エネ手法により、冷凍負荷全域でRAWシリーズに比べ大幅な高効率化が図られている。

3-5 制御盤

従来シリーズの制御盤は、温度調節器と多数のリレーを用いた、いわゆるリレー盤であったのに対し、RFWシリーズの制御盤はシーケンサ搭載型のマイコン盤とし、表示部に液晶タッチパネルを採用した。図4に液晶表示部の一例を示す。マイコン盤と液晶タッチパネルの構成は、当社製新型ターボ冷凍機で採用されているもの

と同じであり、各種表示方法、設定方法を極力同様の構成とすることで、吸収冷凍機とターボ冷凍機間のGUI (Graphical User Interface) の統合を図った。

また、新規に制御プログラムを設計することにより、従来機種に比べ制御性、予防保全性等の機能が向上した。

4. あとがき

RFWシリーズは、従来シリーズの優れた特長を堅持しつつ、最新の当社技術を用いて開発した高効率蒸気二重効用吸収冷凍機であり、世界最高レベルの高効率化を達成している。

RFWシリーズは2004年7月に1号機を納入以来順調な受注を続けており、今後の更なる発展が期待される。

