
冷 凍 ・ 冷 房 特 集

最近の冷凍冷房機器の展望.....	99
炭酸ガス液化装置.....	102
高層建築における窓ガラスの熱負荷.....	106
密閉形ターボ冷凍機.....	110
冷房用チラーユニット.....	115
小形パッケージ形空気調和機.....	120
冷凍機用密閉形圧縮機の特性.....	125
ハイフリーズ形冷蔵庫の冷却特性.....	133
ウレタンフォームを使用した薄壁冷蔵庫の特性.....	141

最近の冷凍冷房機器の展望

Recent Development of Refrigeration and Air-Conditioning Equipment

堤 和 正*
Kazumasa Tsutsumi

内 容 梗 概

近年、冷凍冷房機器は需要面よりの要求により、高度化、多様化されてきた。現在、日立製作所では栃木工場において冷蔵庫、ルームクーラ、冷機応用品、川崎工場においてターボ冷凍機、吸気式冷凍機、清水工場においてパッケージ形空気調和機、往復動形冷凍機の製作を行っており、本稿においてはこれら冷凍冷房機器のアウトラインを述べる。

1 緒 言

戦後、各種産業の発達、文化生活の向上に伴い、冷凍、空気調和の利用範囲はますます大きな分野にわたり、冷凍機製造工業はめざましい発展を遂げてきた。すなわち冷凍機は食品の冷蔵冷凍装置、ビルの冷房装置はもちろん、諸工業における品質管理のための空気調和装置、米穀類、柑橘類の低温貯蔵倉庫、化学工業における各種冷却装置、さらに石油化学工業、土木建設工事にも使用されて、人間社会に重要な役割を果たしており、それに伴い冷凍機製造工業も順調に大きく成長をとげた。

日立製作所ではこれら多方面に要求される各種冷凍冷房機器を、大容量から小容量まで製作しているが、以下に製品の概要、現況について述べる。

2. 冷 蔵 庫

戦後、冷蔵庫の生産が再開されて日立製作所が昭和27年に小形冷蔵庫 EA-33 形を発売して以来、国内の冷蔵庫の生産は逐年上昇した。冷蔵庫の国内普及率は昭和39年7月、主要都市で約60%、全国で約40%となっており、総生産台数は950万台に及んでいる。一方アメリカにおいては30年前に40%の普及率を示し、現在では98%の高率を示している。その生産台数は1950年の年間600万台を最高に現在も400万台を上回っており、また所有世帯の70%は2台の冷蔵庫を所有している。わが国の生産台数は、昭和39年には320万台を越え、昭和30年の約100倍、35年の4.5倍でアメリカに次ぐ生産国となっており、自由世界での生産比率はアメリカの28%に対し日本20%となっている。日本のこの急速な伸びは単に冷蔵庫に限らず、テレビ、洗濯機その他あらゆる家庭電気品にも見られるものであるが、戦後、日本の生産力、消費力の回復伸長の著しさを如実に示すものである。

わが国の冷蔵庫は、内容積100l程度のものが主力を示しており、アメリカの350l、欧州の130lに及ばないが、生産台数のみならず品質の向上をも伴って進歩しているところに大きな特長がある。その品質、性能、機能はアメリカに遜色なく欧州品にまさるとも劣るところはない。パネルコントロールや排水の処理などは外国品にも見当たらず大きな特長である。ただ、以上のような数と質の向上がそのまま国際的に強いものであるかは疑問であって、数年前から相当数の冷蔵庫が東南アジアや中近東をはじめ各国に輸出されているが、価格的に苦しいのが現実の問題であろう。冷蔵庫1台当たりの平均価格は、1962年の調査ではアメリカ144ドル、欧州88ドル、日本112ドルとなっている。大形が主力のアメリカ品、中形の欧州品、小形の日本品の差もあり、品質にも若干の差はあろうがたいたいの

* 日立製作所汎用機事業部

傾向はわかる。

国際力のある良品質の冷蔵庫をいかに廉価に市場に出すかが、戦後急速に伸びた冷蔵庫業界の実力再評価ということになり、また今後この業界が発展するか否かのかぎともなるものであろう。

3. 冷 凍 機

3.1 往復動冷凍機

小形冷凍機は従来から、開放形圧縮機を使用した0.2~11kWまでの冷房、冷蔵用17機種があるが、39年度より新しく密閉形圧縮機を使用した冷凍機の生産をはじめた。密閉形冷凍機の機種としては、開放形と同じく冷房、冷蔵用0.2~11kWまでの18機種があり、小形、軽量で騒音も低く将来開放形にかわって小形冷凍機の主流製品として大いに進出するものと期待され、これを使った応用製品の開発がのぞまれている。

一方、用途の面から見ると従来空気調和装置、食料品貯蔵用冷蔵庫およびショーケースなどに使用されてきたものが、最近では恒温、恒湿装置、-80~-120℃というような極低温装置の分野にも進出しており、将来は密閉形冷凍機の出現により、自動販売機その他の応用製品の市場への大幅な進出が期待されている。

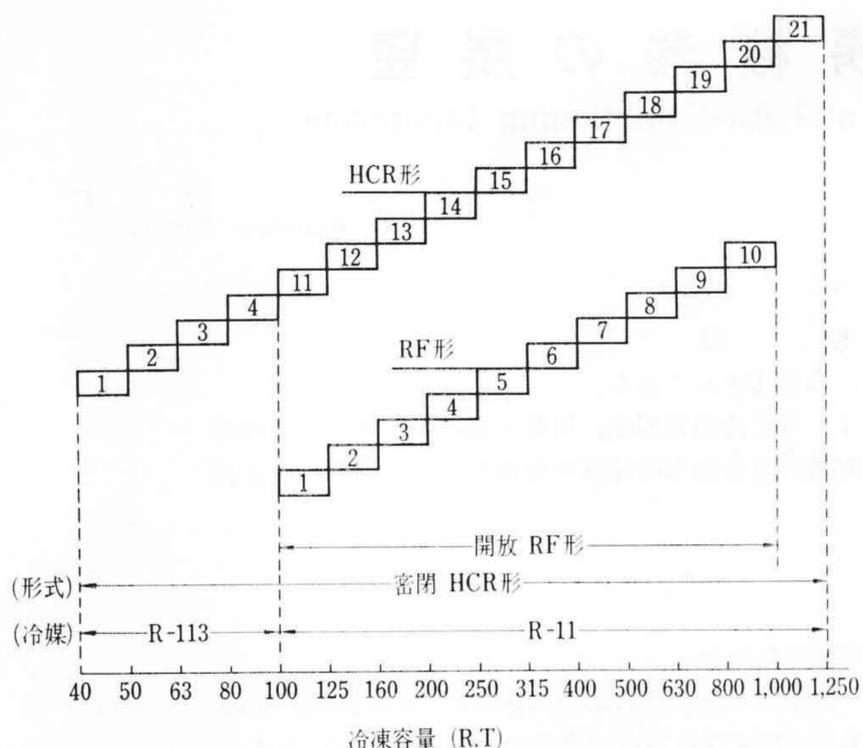
中形冷凍機は、HMCの愛称で広く業界にその名を知られており、口径75, 115, 170mmの3種類、10機種が生産されており、使用冷媒としては、R-12, R-22, NH₃と広範囲にわたっている。用途としては従来空気調和装置が過半数を占めていたが、最近では食品工業、化学装置、船用など、またR-13などの特殊冷媒を使用した二元冷凍装置用として、極低温領域にも大幅な伸びを示している。将来は圧縮機のスピードアップによる高速小形化、熱交換器など補器の改善により、よりコンパクトな製品の完成が計画されている。

密閉形HMC冷凍機の応用製品として開発された、チラーユニット<ヒートポンプユニット>は3.7~75kWまで9機種が生産されているが、ヒートポンプユニットを採用することにより冷暖房兼用が可能である。ファンコイルユニットとの組み合わせにより各部屋それぞれ希望の温度条件にすることができる。現地の据付工事の手間がはぶけるというので、空調設備として、また化学工業の冷水供給設備として将来ともに有望な製品である。

3.2 ターボ冷凍機

ターボ冷凍機は、空気調和用として発達してきたものであるが、最近では、生活水準の向上、高層建築の具体化、レジャー産業の発展、さらに、工業用プラントの増加にささえられ、年々堅実な需要の伸びを示している。

最近の傾向としては、コスト、据付面積、据付重量の点で、従来のものよりさらに小形軽量で騒音、振動の少ないターボ冷凍機に対する要望が強くなっている。



第1図 ターボ冷凍機の標準シリーズと冷凍容量

これらの需要にこたえ、第1図に示すように、40~1,250 RTの広範囲をカバーする標準シリーズを開発したが、密閉HCR形シリーズおよび開放RF形シリーズとも、それぞれの特長を生かして順調な伸びを示している。とくに小、中容量(40~250 RTの範囲)密閉形は、低コスト、低騒音、低据付面積をねらいとして、蒸発器、凝縮器を一体のシェルに内蔵した“ユニット・タイプ”が完成され好評を博している。また、大容量(630 RT以上)で、起動電流に制限がある場合は、蒸発器、凝縮器は1台で圧縮機を2台に分割し、おのおのの圧縮機を独立して運転できる組み合わせも標準シリーズとして完成している。

増速装置併用の開放形ターボ冷凍機にくらべ、密閉形は、ビルの空調用として、将来の需要の増加が見込まれている。

工業方面では、化学、繊維、醸造用などの低温プラント(0~30℃程度)の発達と並行して、平均した需要がある。これら工業方面に用いられるターボ冷凍機は、ビルの空調用と違い、用途により非常に違った温度条件が要求されるため、仕様条件を自由に選択できる開放RF形(増速装置内蔵)ターボ冷凍機が用いられている。

輸出も、南アフリカ、中米、タイ国、香港などにRF形ターボ冷凍機が納入され、順調に伸びている。とくに、南アフリカに納入されたRF形は、地下3,000 mの金鉱内冷房用として製作され、蒸発器、凝縮器のチューブを運転中にも掃除ができるように独自の設計がなされており(国内でも年間連続運転用として採用されている)、将来この種の構造の冷凍機が多く採用されていくと考えられる。最近、密閉HCR形の輸出受注も決定し、輸出は、ますます活発化していく傾向にある。

アメリカでは、大容量で蒸気タービン駆動式ターボ冷凍機が多く使用されているが、わが国においては、まだこの方式はほとんど採用されていない。設備費、運転費などを勘案し、使用条件、据付場所、保守管理など総合的に考えたうえで、採用する必要があるため、この方式にはあまり大幅な需要は望めない。蒸気タービンの代わりにガスタービンを用いる方法も小形化、軽量化の面で高層建築、屋上設置に適している。

3.3 吸収式冷凍機

吸収式冷凍機は、上述のターボ冷凍機または往復動冷凍機が電力を動力源として用いるのに対し、蒸気あるいは温水などの熱を用いて冷凍効果が得られる点から廃熱が利用でき、電源設備容量が小さくすみ、きわめて経済的である。可動部分が少ないので振動、音

が低いなどの理由から、わが国ではここ数年前より臭化リチウム水溶液を用いた吸収式冷凍機が使用されはじめてきた。病院、ホテル、劇場などとくに音、振動に考慮を払う必要があるところに適しており、需要が増加する傾向にある。日立製作所では、これらの需要に対処するため、50~500 RTをカバーするHAU形吸収式シリーズを開発した。本機の主要機器は一つのシェル内に納められ次のような特長を有している。

- (a) 全密閉形で漏れはほとんどない。
- (b) 単胴形でコンパクト。
- (c) 取扱い上まったく危険性がない。
- (d) 音、振動が少ない。
- (e) 広範囲に安定した容量制御ができる。
- (f) 運転資格を必要とせずだれでも運転できる。

また上述の蒸気タービン駆動式ターボ冷凍機と吸収式との組み合わせも1,000 RT以上の大容量機には計画されていくものと考えられる。

3.4 空冷式ターボ空調機

最近、大都市においては、地下水の使用が禁止され、さらにクーリングタワーの補給水さえその確保が困難になりつつある。このような情勢から、水を使用しない空調設備の要望が待たれていたが、今般、まったく水を用いない50 RT空冷式ターボ空調機(Hitachi Turbo Air-Conditioner. HTA形)を完成した。

HTA空調機は、18,000 rpmの高周波電動機を使用した超音速単段ターボ圧縮機と、冷媒R-11を使用した直膨形蒸発器、空冷式凝縮器より構成され、かつ、送風装置が組み込まれているため現地においてはダクトの接続、蒸気配管および電気配線を行えば直ちに冷風、温風を送ることができるので従来の水を使用した空調装置の概念を一新した世界ではじめての画期的な空調機である。

特長としては

- (a) 冷水、冷却水は不要
- (b) 据付面積が小さい
- (c) 軽量で据付および基礎工事が簡単
- (d) 保守および操作が簡単
- (e) 空調設備全体として低コスト

などがあげられ、今後の空調機として期待される機種である。

4. 空調機

空気調和には直膨式コイルを用いて冷却する方式と、冷水またはブラインなどを用いて冷却する方式と2種の方式がある。

前者に対してはパッケージ形空調機、スプリット形空調機、ウインド形空調機(ルームクーラ)などがあり、後者にはチラーユニット、ターボ冷凍機などを機械室に設け、各室にファンコイルユニットを用いて空調するのが最も普通である。

4.1 パッケージ形空調機

パッケージ形空調機は、その経済性から非常に普及し、年々20%以上の設置台数の増加を見ている。また設置場所も多種多様となり、設置場所の広さもますます広範囲となってきた。特に輸出は欧州、東南アジアおよび中近東地域に急速に伸長しており、これらの地域は将来とも非常に有望な市場となると考えられる。

現在製作している機種は1.1 kWより32.4 kWまでの20機種を水冷式、空冷式、およびヒートポンプ式の各機種のもので生産している。今後空気調和の普及とともにさらに生産台数と機種が多くなると考えられるが、将来のパッケージ形空調機としては

- (1) 大都市での水不足の状況より空冷式の需要が増加しよう。
- (2) 高層建築化するため各階ごとの空気調和方式が進み、大容量の空調機の要求が多くなろう。

(3) ヒートポンプ式も熱効率の高いこと、ほかに暖房設備が不要となることなどから、水源事情のよい地方ではさらに増加しよう。

(4) 多目的に使用されるために、それぞれの目的に合致した形状仕様のものが必要となると考えられる。

4.2 ルームクーラ

日立 AW-50 ウインドタイプエアコンディショナが昭和 26 年にわが国初めての本格的窓掛式ルームエアコンディショナとして新たに開発されたが、当時の経済状況や電源事情からして、大幅な発展はなく、したがって販売の主体もパッケージ形エアコンディショナにおかれた。昭和 33 年にいたり NW-500 以下 NW-800 の 4 機種が生産され、呼称も一般家庭人の親しみやすい、ルームクーラとするおよんで需要も従来の業務用より家庭用へと漸時増加の一途をたどり、昭和 39 年度においては生産機種も 11 機種、容量も 600W より 1.1 kW まで開発された。しかしまだ一般家庭への普及率も 1% 程度であり、今後電気冷蔵庫やテレビと同じように広く普及するためには、日本家屋に向いた据付の容易な軽量小形のルームクーラとすることや、販売価格をより安いものにするなど将来の家庭電気製品の花形となるべき期待は非常に大きいものがある。

4.3 スプリット形空調機

スプリット形空調機は 1 台の冷凍機を用いて多数の部屋を直膨式で個別空調するのに非常に有利である。現在 0.75 kW と 1.5 kW 用の 2 機種を生産し、生産台数も年々増加しているが、今後さらに増加の期待できる製品である。

4.4 ファンコイルユニット

ファンコイルユニットは騒音の低いことが要求される場所、建築物の床面積をできる限り大きくしたい場合に有効な製品である。現在 0.4 kW より 1.5 kW まで各様式のもの 16 機種が製作され、チラーユニット、ターボ冷凍機などと組み合わせて据え付けられているが、将来は建築様式がますます高層化していく現状からさらに需要が増加すると考えられる。またこの製品は従来注文生産に近い形式であったが、需要増より多量生産化し、仕込生産の方式に向っていくであろう。

4.5 キャブクーラ

キャブクーラは製鋼所などで高温にさらされるクレーンのキャビンや冷房し、労働条件を改善するための空調機であるが、今後とも高温度の作業室での労働条件を改善する要求とともに需要が増加すると考えられる。このため従来 2.2 kW より 5.5 kW まで 3 機種の生産にとどまっていたが、本年度より 1.5 kW の新機種を開発してこの需要にこたえるようにしている。

4.6 カークーラ

乗用車の冷房を行なうカークーラは、日本における高温多湿の気

候から、快適さとともに安全さをもたらすものとして認識されはじめ、乗用車ブームとともに将来を大いに期待できる製品である。現在日産セドリック用のカークーラを主体に製作しているが、カークーラを取り付けられる乗用車の能力より考えて、今後ともこの種の車に適するカークーラが主体となるであろう。

4.7 クーリングタワー

大都市における水不足は、はなはだしいものがあり、このため冷却水をいかにして得るかが、空調機にとっては今後の死命を制するものとなる。このような状況からクーリングタワーの需要はますます増加すると考えられる。

現在 5 トン用より 20 トン用までの 5 機種を生産しているが、さらに大形のものの生産も必要となろう。

5. 冷機応用製品

昭和 27 年に HD-100 形除湿機、昭和 28 年に FJ-125 形ウォータークーラ、さらに昭和 30 年に HS-13 形アイスクリームストッカーが、わが国最初の量産形冷機応用製品として開発されて以来、常に業界の先駆者として果たした役割は非常に大きい。その後冷機応用製品もアイスクリームストッカーは冷凍ショーケース、中温用は冷蔵ショーケース、冷却用は冷水ショーケースへとデザインの的にも構造的にも大きな改良改善がなされた。内容物も牛乳、サイダーなどの飲料水からビール、アンプル、ドリンクよりバター、チーズ、果物など広範囲にわたり、さらにこれら食料品の陳列販売容器としての需要は増加の一途をたどっている。したがって昭和 39 年度の販売機種も 20 数機種におよび、特にわが国で初めての硬質ウレタン断熱材の自家発泡を採用した RC-5604 LO オープンショーケースは業界の的となった。今後これら冷機応用製品も店頭の陳列販売容器としての効果をいっそうあげるため前面デザインの改良と販路拡張のための新製品の開発には常に大きな期待がよせられている。また単なる販売容器だけでなく、自動販売機の冷却ユニットやドライクリーナー用の冷却ユニット、冷熱兼用のウォータークーラ、除湿機の大形化など大幅な発展が期待される。

6. 結 言

以上に冷凍冷房機器の概要、現況について述べたが、各製品とも成長期にある製品であり、生活の水準向上に伴って今後の発展性が大いに期待される。新しい用途の開拓、適用は冷凍機の各種産業への比重をさらに重くし、限りない発展が望まれる。

しかし今後の問題として、開放経済体制のもとで先進諸外国との激しい競争に打ち勝つために、独自の技術開発を行ない、輸出の振興に意を用いなければならない。