

高性能ヒーティングタワーの開発

水冷式ヒートポンプ・チラーで暖房と冷房ができる省エネ・低コスト空調システム

Development of High Efficiency Heating Tower

An Energy-Saving/Low-Cost Air Conditioning System for Both Heating and Cooling, Using a Water-Cooled Heat Pump Chiller

(エネルギー応用研究所 都市・産業技術G 空調・熱供給T)

水冷式ヒートポンプ・チラーを用いて、暖房と冷房ができる安価なヒーティングタワーを開発した。ビルや工場で、高効率な空調システムが安価に構築でき、省エネ・CO₂排出量削減を図ることができる。

(Air Conditioning, District Heating and Cooling Team, Town, Industrial Technology Group, Energy Applications Research and Development Center)

We have developed an inexpensive heating tower, with which both heating and cooling can be performed using a water-cooled heat pump chiller. This heating tower will enable the construction of high efficiency air-conditioning systems in buildings or factories, promoting the conservation of energy and the reduction of CO₂ emissions.

1 研究の背景と目的

ヒーティングタワーシステムは水冷式ヒートポンプ・チラー(冷凍機)と組み合わせて電気冷房・暖房の両方を高効率に行うものである。

ヒーティングタワーには、ブライン(不凍液)を大気に直接接触させる開放型と、フィンコイルを介して熱交換を行う密閉型がある。課題として、開放型にはブライン濃度管理が必要、冷暖切替操作が非常に煩雑、などがあり、密閉型には冬季のデフロスト(除霜)対策が必要、タワー設置面積が大きい、高価、などがある。これらの理由により、ヒーティングタワーはこれまで地域冷暖房など大規模分野を除き、ほとんど普及していなかった。

このため、東京電力・関西電力・空研工業と共同で、取扱が容易で普及が期待できる密閉型で、高効率・低コストなヒーティングタワーを開発した。

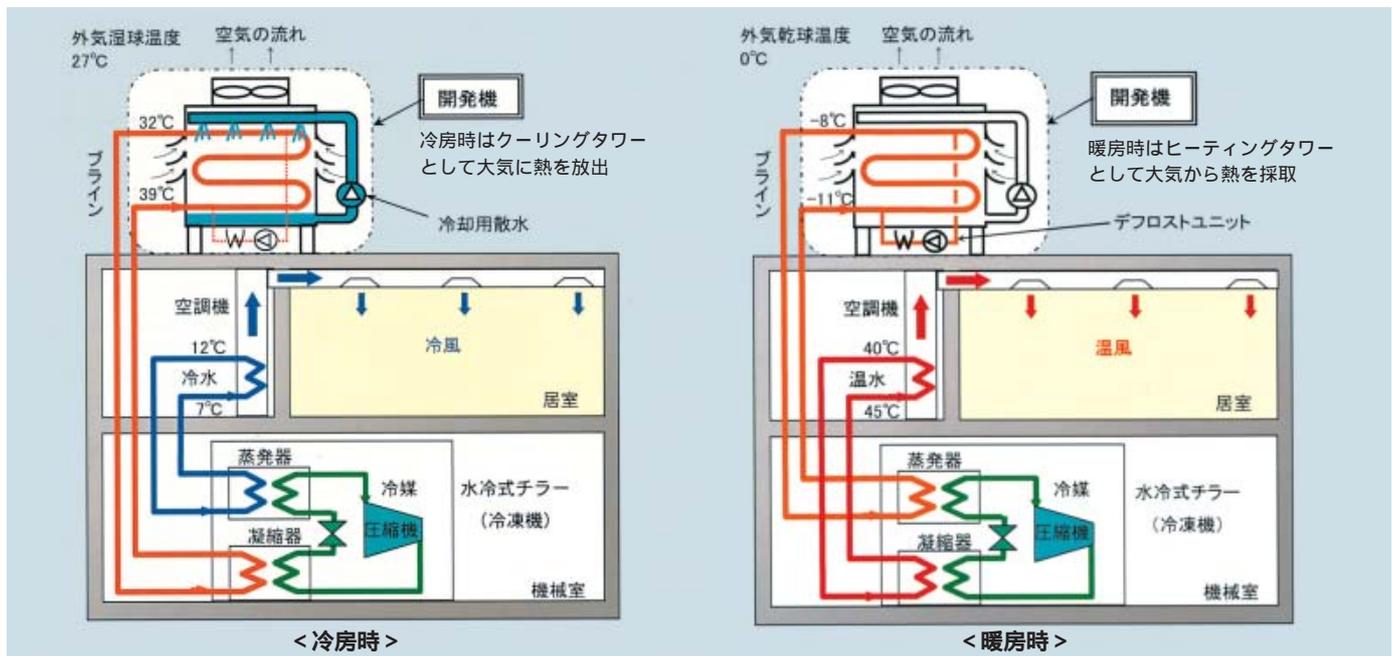
2 開発機の概要

密閉型ではデフロスト時にタワーの一部が停止し、加熱能力が小さくなる。従来機はデフロスト時に加熱能力が不足するため、タワー予備機を設置していた。また、デフロスト装置としてあらかじめ温めておいたブラインを貯蔵するタンクや複雑な配管工事が必要であり、設置面積や価格をさらに押し上げる要因となっていた。

開発機では熱交換効率を大幅に向上させた結果、デフロスト時にタワーの一部を停止しても十分な加熱能力を確保して、予備機を不要とした。また、小型のデフロスト装置を内蔵しているため、ブライントankが不要であり、機器の設置面積を小さくすると共にデフロスト対策を大幅に簡易化した。

第1図に開発機のシステムフローを、第2図に開発機の外観、第1表に仕様を示す。

機器能力は、1台あたり冷房能力454kW(100冷却ト



第1図 ヒーティングタワーシステムフロー

ン)とし、複数台を並列することにより大容量にも対応可能である。

以下に開発機に採用した技術について紹介する。

(1) 熱交換効率の向上

熱交換効率の向上のため、高効率フィン採用による管外熱伝達率の改善、低粘度ブラインの採用により管内熱伝達率の改善を図った。

従来機の熱交換器はフィンが平板状のストレートフィンであったが、開発機ではコスト・散水中の不純物による腐食やスケール付着を考慮しつつ、熱交換効率に優れたウェーブフィンを採用(第3図)した。

また、循環流体には動粘性係数が従来の1/3以下(-9.5時)の低粘度ブラインを採用した。これにより、熱交換器内の流れを従来のRe数2,000程度の遷移流から、7,000以上の完全乱流状態にして、管内熱伝達率を大幅に向上させた。

以上の改善により、加熱能力を従来機の150%と大きく向上させるとともに、従来と同等の冷却能力をよりコンパクトサイズ(従来機比90%)で発揮させることができた。あわせて部材の標準化により製造コストを大幅に圧縮し、価格を従来機の40%とした。

(2) 外気併用小型デフロストユニットの開発

デフロスト装置の簡易化のため、ラインポンプとヒータで構成されるデフロストユニット(第4図)を開発機に内蔵した。さらに、外気の熱を最大限利用する省エネ制御を搭載した。これは外気温が2以上であればファンを使用して外気だけでデフロストを行い、外気温が2以下でヒータを使用する場合でもファンによりブライン温度を外気温まで素早く昇温させるものであり、ヒータの消費電力を抑えることができる。

3 開発機の性能

開発機では、安価で高効率な市販の水冷式チラーを使用して冷暖房を行うことができる。当社が東京電力、関西電力および神戸製鋼所と共同で開発した高効率チラー「ハイエフミニ」と組み合わせた場合、システムCOPは4.7/3.1(冷房/暖房)²と業界最高水準の高効率運転が可能で、経済性・環境性に大変優れた空調システムが安価に構成できる。

事務所ビルでの試算では、ガス吸収式空調システムと比較してランニングコストを3割削減でき、使用するエネルギーが少なく済むため、CO₂排出量は5割削減できるといった結果となった。

² ハイエフミニ150(COP5.6)を2台使用し、ブラインポンプ容量を18.5kWとした場合。温度条件はJRA4037(スクリュ凍凍機)による。

4 今後の展開

開発機は空研工業から平成18年1月より販売開始し、平成18年2月には(社)日本冷凍空調工業会主催のHVAC & Rに出展、好評を得た。多数の問い合わせもいただいております。今後の普及が期待される。

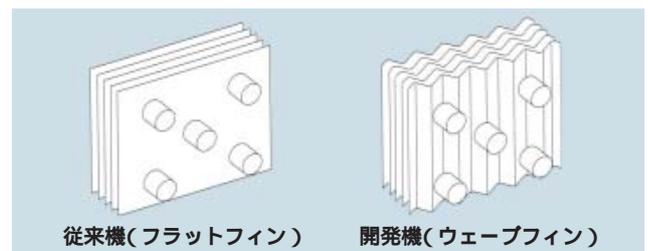


第2図 開発機の外観(3台構成)

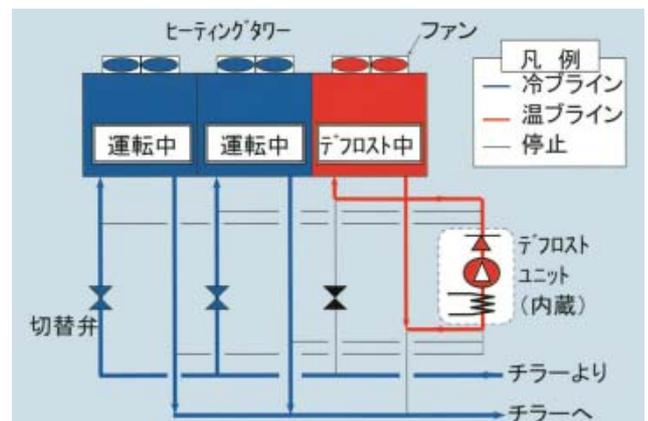
第1表 開発機の仕様(1台あたり)

項目		数値
冷却	能力	454kW
	ブライン入口温度/出口温度/外気湿球温度	39/32/27
加熱	能力	235kW
	ブライン入口温度/出口温度/外気乾球温度	-11/-8/0
消費電力	ファン	7.5kW
	散水ポンプ	1.5kW
	デフロストヒータ ¹	30kW
	デフロストポンプ ¹	0.55kW
	外形寸法 全長×全幅×全高	2.9m×2.3m×4.1m
製品重量/運転重量		3.0t/4.6t

¹ デフロストユニットとして複数台で共有する。



第3図 熱交換器フィン外形図



第4図 デフロストユニット



執筆者 / 三摩達雄
Sanma.Tatsuhiro@chuden.co.jp