

空冷式ヒートポンプチラー “コンパクトキューブEAHV形”

石田和之* 彦根昂仁*
大越 靖*
伊藤拓也*

Air-cooled Heat Pump Chiller "Compact Cube Model EAHV"

Kazuyuki Ishida, Yasushi Ohkoshi, Takuya Ito, Takahito Hikone

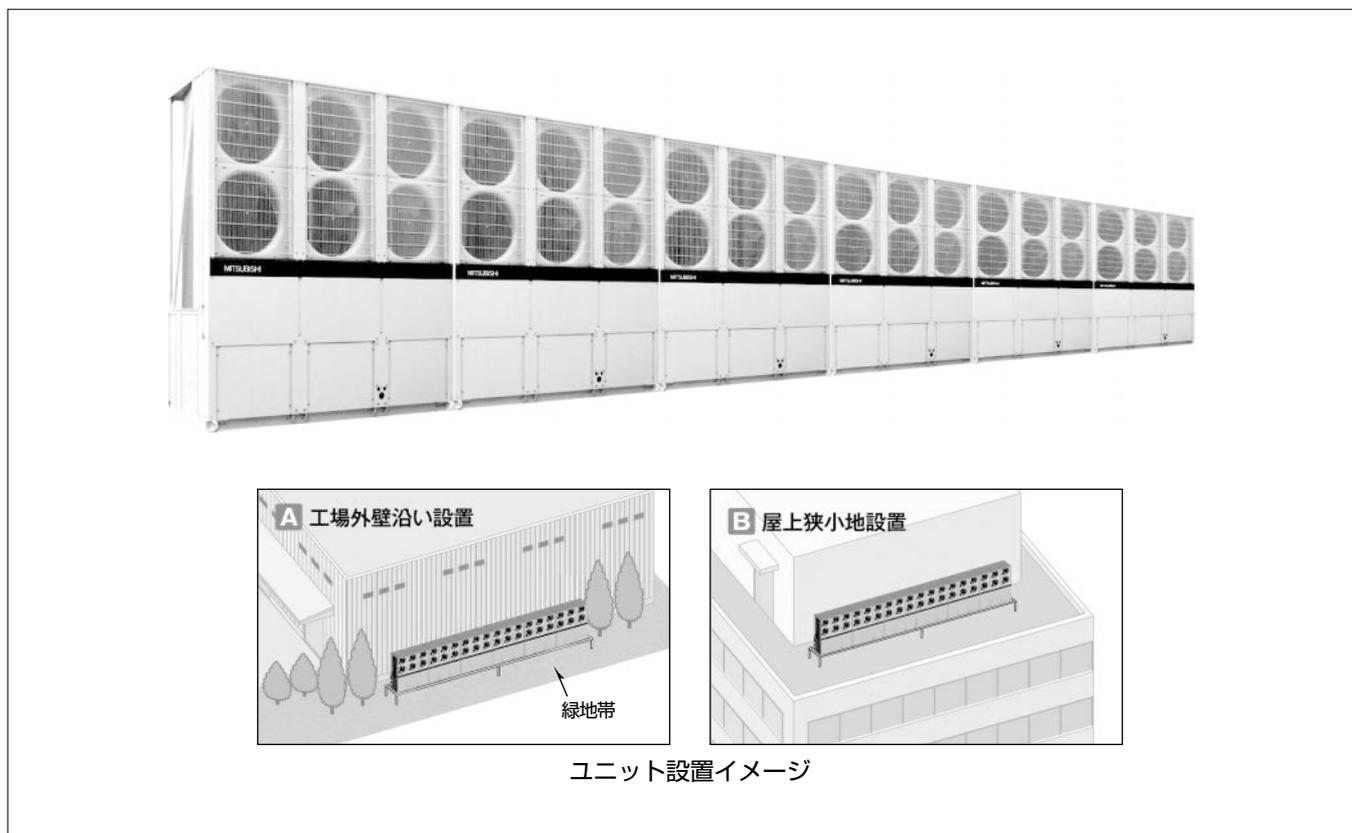
要 旨

近年、工場などの空調設備の分野では地球環境問題への対応のため、省エネルギー性が高くCO₂排出量削減に大きく寄与し、加えてランニングコストの低減も可能なヒートポンプチラーの普及が進んでいる。さらに、限られた狭小スペースへの設置、現地施工容易化の要望が高まっている。

そこで、三菱電機は、中部電力(株)と共同で、データセンターやビル、工場等の空調に使用する冷暖房可能な空冷式高効率ヒートポンプチラー“コンパクトキューブEAHV形”を開発した。

EAHV形は、20馬力と30馬力を基本モジュールとし、それらの組合せによってユニット化することで、1ユニッ

ト当たり20~180馬力までの負荷への対応を可能としたほか、業界トップクラスの省エネルギー性(50馬力クラスでCOP=3.41)も達成した。また、基本モジュールの薄型化(奥行き900mm)によって、工場横の緑地帯など、これまで設置困難であった場所への設置を可能としたほか、現地工事で設置していた集合ヘッダ(複数台設置時の配管連結部)をユニット内部に内蔵可能とし、省スペース、省工事を図った。また、EAHV形はDCインバータ駆動スクロール圧縮機を採用することによって、部分負荷での高効率運転を可能とした。



空冷式ヒートポンプチラー“コンパクトキューブEAHV形”

30馬力6モジュールによる180馬力ユニット(最大構成)とユニットの設置イメージを示す。

1. ま え が き

近年、工場などの空調設備分野では、地球環境問題から省エネルギー性が高くCO₂排出量削減に大きく寄与し、加えてランニングコストの低減も可能なヒートポンプチラーの普及が進んでいる。また、限られた設置面積への大容量熱源設置(集中設置)や、現地施工の容易化、配管系統の集合化に対する要望が高まっている。

このような市場ニーズに対応するため、当社は、中部電力(株)と共同で、データセンターやビル、工場等の空調に使用する冷暖房可能な空冷式高効率ヒートポンプチラー“コンパクトキューブEAHV形”を開発した。

EAHV形は、20馬力と30馬力を基本モジュールとし、各モジュールの組合せによってユニット化することで、様々な負荷や場所への設置を可能とした。

2. 製 品 仕 様

EAHV形は、20馬力と30馬力を基本モジュールとし、各モジュールの組合せによって様々な負荷や場所への設置を可能としたもので、20~180馬力までを10馬力刻みで17機種ラインアップした。図1にEAHV形(30馬力基本モジュール)の外観を、また、表1に20馬力基本モジュールと30馬力基本モジュールのEAHV形製品仕様を示す。

また、EAHV形は、奥行き900mmの薄型構造の特長をいかし、横方向への連結設置を採用した。図2に30馬力基本モジュール2台の連結によって構成するEAHV形60馬力ユニット(冷却/加熱能力180kW)の外観を示す。

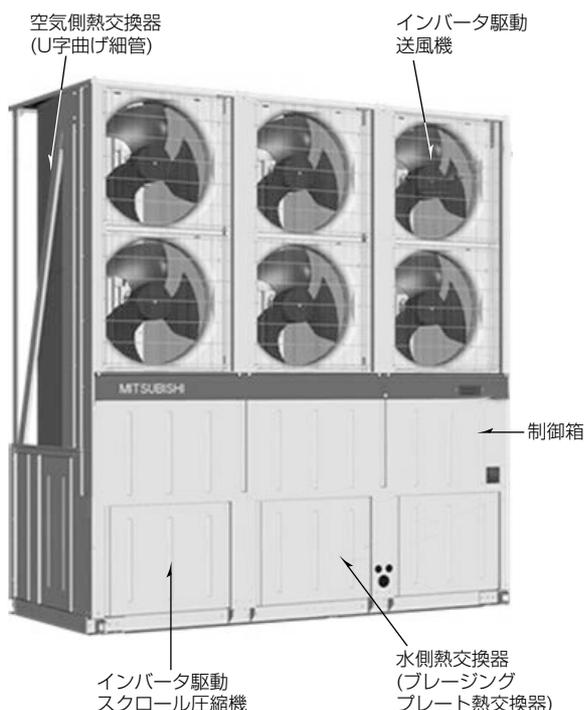


図1. EAHV形(30馬力基本モジュール)の外観
(正面：空気熱交換器吹き出し部)

3. 高効率化対応

3.1 DCインバータ圧縮機・送風機の採用

EAHV形は、部分負荷での高効率運転が可能なDCインバータ駆動スクロール圧縮機を採用した。また、送風機についても高効率化を図るためDCインバータファンモータを採用した。

図3に従来のスクリーユ圧縮機とインバータ駆動スクロール圧縮機の容量制御特性を示す。従来のスクリーユ圧縮機(機械式容量制御)は、冷却能力比100%でCOP比が最大となり、冷却能力比の低下とともにCOP比が低下する特性であるのに対し、インバータ駆動スクロール圧縮機は、冷却能力比60%程度でCOPが最大となる特性である。

表1. EAHV形製品仕様

項目・形名	EAHVP600A (20馬力基本モジュール)		EAHVP900A (30馬力基本モジュール)		
	散水なし	散水あり	散水なし	散水あり	
冷却 ^(注1)	能力(kW)	60		90	
	COP ^(注3)	3.41	5.04	3.41	5.04
	IPLV ^(注4)	5.50	6.08	5.50	6.08
加熱 ^(注2)	能力(kW)	60		90	
	COP	3.54		3.54	
圧縮機	DCインバータクロス圧縮機				
送風機	DCインバータ駆動				
冷媒	R410A				
寸法	高さ(mm)	2,450			
	幅(mm)	1,500	2,250		
	奥行き(mm)	900			
製品質量(kg) ^(注5)	800	815	1,050	1,070	

- (注1) 冷却性能は、外気乾球温度35℃/湿球温度24℃、冷水入口14℃/冷水出口7℃冷却時の値を示す。
- (注2) 加熱性能は、外気乾球温度7℃/湿球温度6℃、温水入口38℃/温水出口45℃加熱時の値を示す。
- (注3) 成績係数(Coefficient Of Performance : COP)
- (注4) 期間成績係数(Integrated Part Load Value : IPLV)は、日本冷凍空調工業会規格JRA4062による。
- (注5) 製品質量は、内蔵ヘッダ仕様の質量を示す。

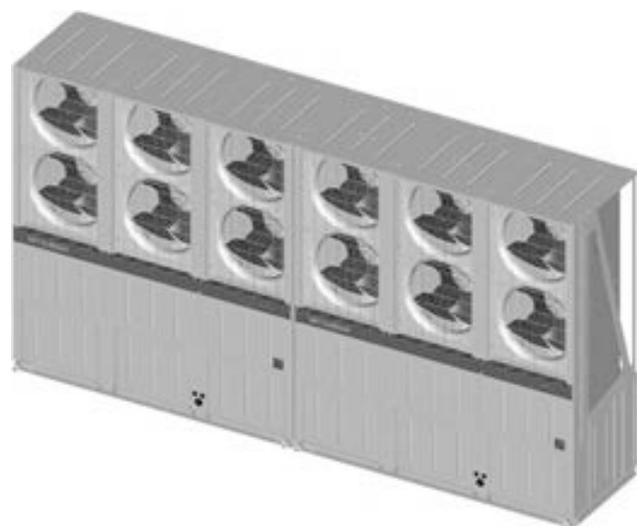
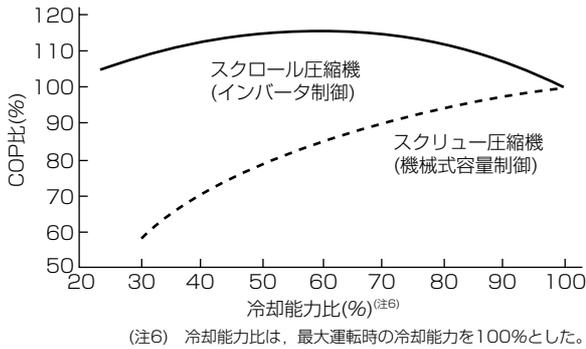


図2. EAHV形60馬力ユニットの外観
(30馬力基本モジュール×2台構成)



(注6) 冷却能力比は、最大運転時の冷却能力を100%とした。

図3. 圧縮機の容量制御特性

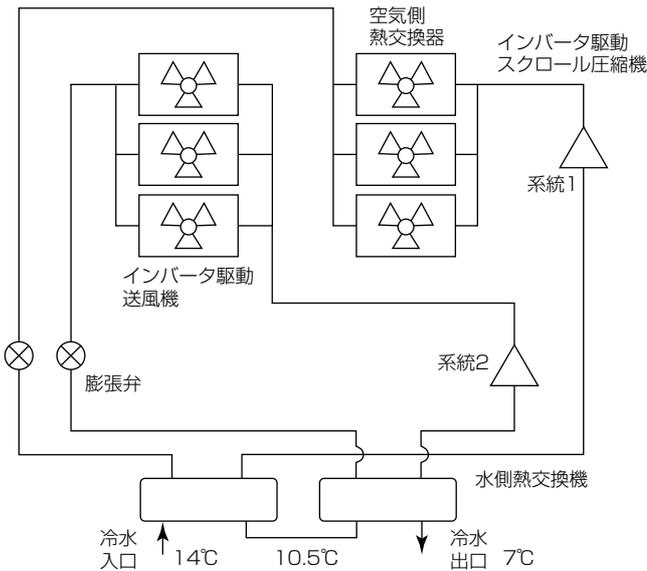


図4. 冷媒配管系統図(冷却運転時)

EAHV形では、部分負荷運転時の効率向上のため、定格運転時だけでなく、空調負荷に応じて圧縮機回転数とファン回転数を最適とするインバータ制御を行うことによって、高効率運転を可能とした。

3.2 二蒸発冷凍サイクル

性能を向上させるため、EAHV形では、図4に示すようにシステム1及びシステム2の2つの独立した冷媒回路からなる二蒸発冷凍サイクルを採用した。このサイクルで、システム1とシステム2の水熱交換器に直列に冷水を流すことで、上流側(システム1)の蒸発温度は、下流側(システム2)の蒸発温度よりも約3.5℃高い温度での運転が可能となる。

システム1の蒸発温度が高くなるため、従来の一蒸発冷凍サイクルに対して2～3%高効率となる運転を可能とした。

3.3 空気側熱交換器の性能向上

性能を向上させるために、EAHV形は、通風抵抗の低減及び空気側熱交換器を通過する風速の均一化を図り高効率化を実現した。さらに、従来のV字空気側熱交換器のトップフロー方式からU字空気側熱交換器を縦方向に段積みし、モジュール背面から空気を吸い込み前面へ吹き出すサイドフロー方式を採用し、ユニット吹き出し面にエアガ

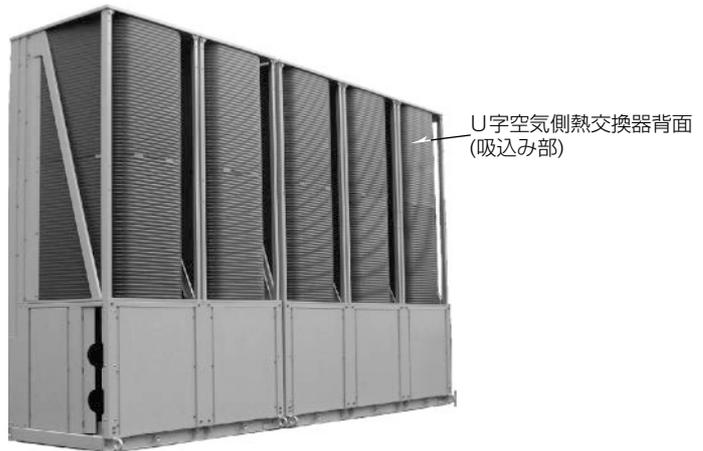


図5. 50馬力ユニット背面(空気側熱交換器吸い込み部)

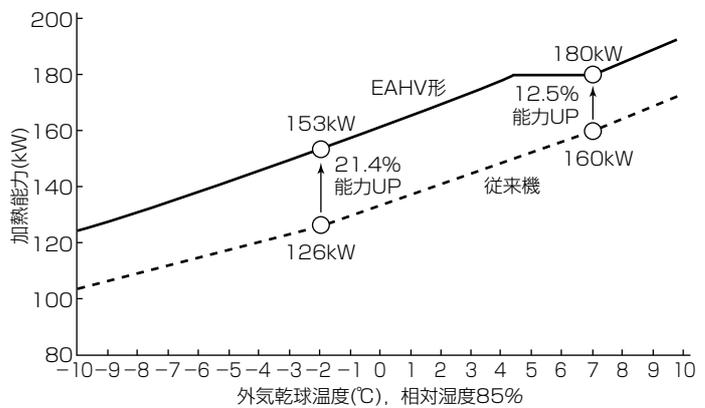


図6. 加熱能力(60馬力ユニット)

イドを設けて60° 上方に吹き出すことによって、ユニットの対面設置を可能とすることで省スペース化した。

図5に50馬力ユニット背面(空気側熱交換器吸い込み部)を示す。

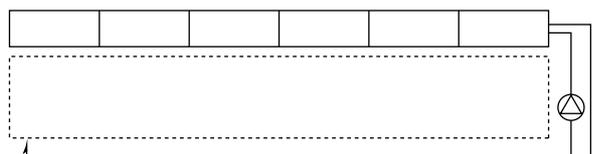
3.4 加熱能力の増加

省エネルギー化(パソコンの省電力化や照明のLED(Light Emitting Diode)化等)の浸透などによって、室内内部発熱が減少しており、相対的に暖房負荷が増える傾向にあり、加熱能力の増加を図った。EAHV形では、圧縮機の周波数制御を行うことによって、外気乾球温度+7℃(相対湿度85%:JIS条件)で従来機比12.5%、外気乾球温度-2℃(相対湿度85%)で従来機比21.4%加熱能力を向上させた。図6に従来機とEAHV形の加熱能力(60馬力ユニット)を示す。

4. 省スペース対応

4.1 集合ヘッダの内蔵化

従来のチラーは、モジュールごとに冷温水配管の接続を行うため、複数台設置に対応する場合は、各モジュール配管を連結する集合ヘッダを本体外部に施工・設置している。



各モジュールの前面に必要であった配管スペースが、集合ヘッドの内蔵化によってユニットの右(又は左)に集約されるため、不要となる。

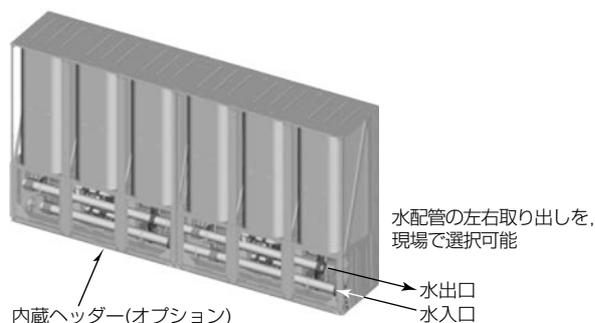


図7. 内蔵ヘッド部の外観
(機械室パネル(背面)を取り外した状態)

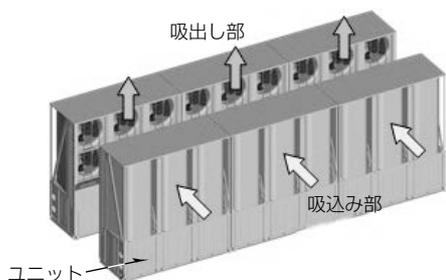


図8. 対面二列設置時の気流解析モデル

EAHV形は、薄型モジュール(奥行き900mm)内に集合ヘッドを内蔵することによって、現地集合ヘッドスペースを削減した。これによって、業務用空調機のように、外壁沿いや屋上の狭小場所にも設置可能となり、従来の機器では設置ができなかった狭小スペースへの設置を可能とした。

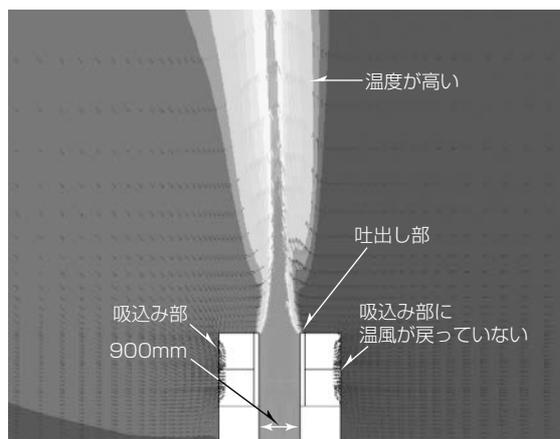


図9. 気流解析結果

図7に内蔵ヘッド部の外観を示す。

4.2 ユニットの二列設置

ユニット吹き出し面には、エアガイドを設けて60°上方に吹き出すことによって気流干渉を防止し、対面二列設置時の省スペース化を実現した。図8に対面二列設置時の気流解析モデルを、図9に気流解析結果を示す。ユニットから出た温風(冷却運転時)は、エアガイドによって上方向に排出され、温風がユニットに戻っていないことを確認した。

5. むすび

地球環境問題及び省エネルギー性への対応のため、空調設備の熱源機に対する高効率化、省スペース化及び設置工事の容易化の要望が今後ますます高まると思われる。

EAHV形は、小型化・高効率化を達成し、さらに、サイドフロー形態の薄型モジュール構造とすることで、これまで設置困難であった狭小設置面積場所への設置を可能とした。

今後も市場ニーズに沿った、地球環境の改善に貢献できるヒートポンプチャラーの開発を進めていく。