

# 高効率水冷式スクリュチラー「ハイエフミニ」の開発

水冷式スクリュチラーとして業界最高のエネルギー効率を達成

## Development of the High Efficiency Screw Chiller "High Efficiency Mini"

The Highest Efficiency Has Been Achieved as a Water-Cooled Screw Chiller

(エネルギー応用研究所 都市・産業技術G 空調・熱供給T)

当社は東京電力、関西電力および神戸製鋼所と共同で、高効率水冷式スクリュチラー「ハイエフミニ」を開発した。水冷式スクリュチラーは、ビルや工場の空調や冷却プロセスなどに使用される冷水を作る熱源機で、スクリュ圧縮機を搭載している。「ハイエフミニ」は、水冷式スクリュチラーとして業界最高のエネルギー効率COP6.0(定格冷房時)を達成した。

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

Chubu Electric Power Co., Inc., the Tokyo Electric Power Co., Inc., the Kansai Electric Power Co., Inc. and Kobe Steel, Ltd. have jointly developed high efficiency water-cooled screw chiller "High Efficiency Mini (528kW cooling capacity)", used for providing chilled water for air-conditioning in buildings and factories as well as for cooling processes. "High Efficiency Mini" achieves the highest energy efficiency as a water-cooled screw chiller with a COP of 6.0 (during cooling).

### 1 研究の背景と目的

オフィスビルで消費するエネルギーの約30%が空調用の熱源機器で使用されているといわれており、省エネルギーやエネルギーコストの低減、CO<sub>2</sub>排出量削減のため熱源機器の高効率化が強く求められている。

そのため、高効率水冷式スクリュチラー「ハイエフミニ」(第1図)を開発した。水冷式スクリュチラーとは、ビルや工場などの冷房や冷却プロセスに用いる熱源機で、スクリュ圧縮機を搭載した冷水を作る機械である。

### 2 開発機の概要

高効率水冷式スクリュチラー「ハイエフミニ」の主な仕様を第1表に示す。

「ハイエフミニ」は、すでに業界最高のエネルギー効率を達成している従来機(ハイエフミニ)と定価を同等としながら、同じ冷却能力クラスの水冷式スクリュチラーとして業界最高のエネルギー効率となるCOP6.0(JISに定める定格冷却温度条件)と、業界最高の年間のエネルギー効率(IPLV)9.2を同時に達成した。

ここでCOPとは、冷却能力を運転に必要な消費エネルギーで除した値をいい、この値が大きいほど省エネ性が高いことを示す。また、IPLVとは、冷却能力が100%の運転時だけでなく、中・低負荷の運転時でのCOPも用いて、チラーの年間を通じたエネルギー効率を表わす指標である。

### 3 高効率化のポイント

ハイエフミニは、インバータ駆動スクリュ圧縮機、凝縮器、膨張弁、および蒸発器で構成され、それら構成機器を冷媒が循環する。

チラーの高効率化には、圧縮機の高効率化、蒸発器お

よび凝縮器の高性能化、冷媒サイクルの最適化、膨張動力の回収などが開発項目として挙げられる。これらのうち、蒸発器および凝縮器に用いる熱交換器の高性能化が最も投資対効果が高く、早期にチラーの高効率化を達成できると考えた(第2図)。

従来機は、他の型式の熱交換器に比べ、性能やコンパクト性・軽量性において優れたプレート式熱交換器を採用している。そこで、このプレート式熱交換器をさらに高性能化することにより高効率な水冷式スクリュチラーを開発した。

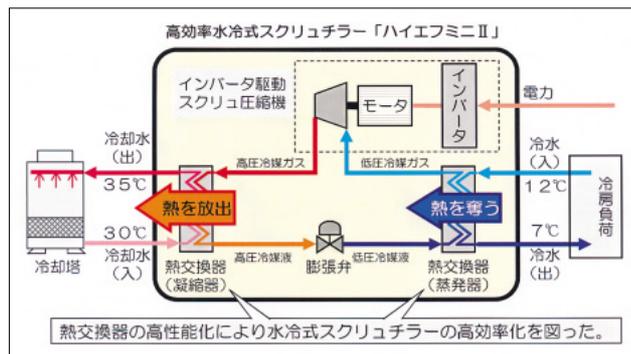


第1図 開発機「ハイエフミニ」の外観

第1表 「ハイエフミニ」の主な仕様

冷房	能力	528 kW
	C O P	6.0
	消費電力	88 kW
I P L V	9.2	
サイズ	L 2.1m × W 1.16m × H 2.114m	
質量	運搬時の質量	2,400kg
	運転時の質量	2,600kg
高圧ガス保安法に基づく手続き	届出	
冷凍保安責任者	不要	

1 冷水入/出口水温 12/7、冷却水入/出口水温 30/35 の条件(日本工業規格JIS B 8613に準拠)での値。



第2図 「ハイエフミニ」のフローと高効率化のポイント

## 4 高効率を達成した技術

### (1) 熱交換器の性能向上

プレート式熱交換器は、凹凸の波形形状をプレス加工した薄い金属製の熱交換プレートを複数枚積層し、そのプレート間を低温と高温の流体が交互に流れることで熱交換を行う。

「ハイエフミニ」は、熱交換プレートに次の3点の改善を施すことで、プレート1枚あたりの熱交換性能を向上させた(第3図)。

#### (ア) 凹凸形状の最適設計

「ハイエフミニ」が最高のエネルギー効率で運転できるように、凹凸形状を最適設計した。

#### (イ) 流速の増加

流体の速度が大きいほどプレート単位面積あたりの熱交換量は大きくなるが、圧力損失も大きくなる。そのため、圧力損失を許容範囲内に抑えながら、プレート内を流れる流体の流速を増加させる熱交換プレート形状とすることによって、熱交換性能を向上させた。

#### (ウ) 各プレートに流体を分配するための穴周辺の凹凸形状の改善

各熱交換プレートに流体を分配するための分配穴周辺の凹凸形状も改善することで、プレート内の流体分配を改善し、プレート面内で従来は熱交換に寄与していなかった面積を熱交換に有効な面積とすることで、プレート1枚あたりの熱交換性能を向上させた。

### (2) 蒸発器内の冷媒分配均一化

すべての熱交換プレートで最大限に熱交換性能を発揮させるため、プレート積層方向に搭載している冷媒分配機構を「ハイエフミニ」の運転状態に合わせて最適設計し、プレート積層方向の冷媒分配を均一な状態に近づけ、熱交換性能を向上させた(第4図)。

## 5 開発機の特長

### (1) 優れたエネルギー効率を実現

運転範囲全体にわたって高いエネルギー効率を達成した(第5図)。

### (2) 定価は同等でランニングコスト削減

従来機(ハイエフミニ)と同等の定価としながら、一層の高効率化により、名古屋の気象条件における事務所ビル(延床面積7,500m<sup>2</sup>相当)での試算で、従来機(ハイエフミニ)に比べ、年間のランニングコストを7%削減できる。

### (3) 地球環境にやさしい

高効率化により、名古屋の気象条件における事務所ビル(延床面積7,500m<sup>2</sup>相当)での試算で、従来機(ハイエフミニ)に比べ、年間のエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量

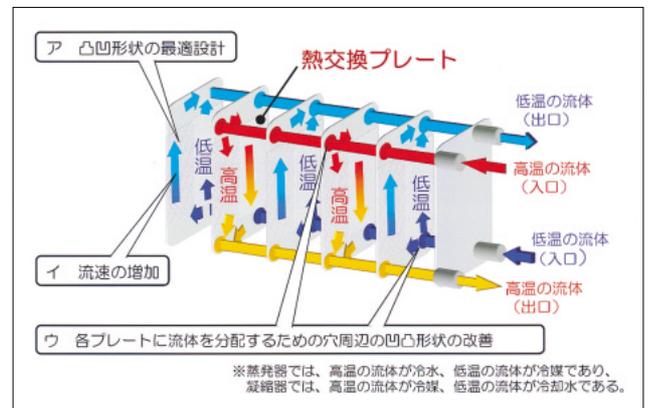
をそれぞれ8%削減できる。

### (4) 幅広い冷房負荷に対応でき、搬入作業も容易

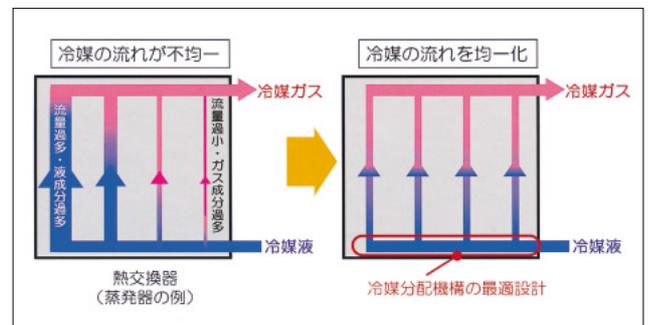
従来機(ハイエフミニ)で好評であった優れたコンパクト性を継承し、質量も2.4tと軽量であるため搬入作業が容易である。さらに、4台まで接続することで、冷却能力528~2,112kWまで、幅広い空調負荷に対応できる。

## 6 今後の展開

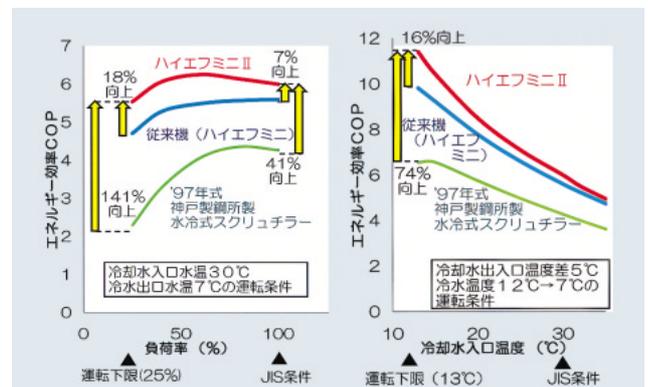
「ハイエフミニ」は平成20年12月より販売を開始しており、高効率、低エネルギーコスト、低環境負荷性を強調し、中規模以上のビルや工場などの空調や冷却プロセスに用いる電気式熱源機の普及のための新アイテムとして推奨していく。



第3図 プレート式熱交換器の概念図と高効率化のポイント



第4図 ファン回転数の変化とCOPとの関係(冷房時)



第5図 「ハイエフミニ」の部分負荷特性(左)と冷却水温度特性(右)



執筆者 / 林 大介