

【日本機械工業連合会会長賞】

蒸気駆動スクリー式圧縮熱回収型エアコンプレッサ (SD1310C0/L-HR)

三浦工業株式会社

愛媛県松山市

株式会社神戸製鋼所

兵庫県神戸市

1. 機器の概要



図 1 SD1310C0/L-HR 外観

蒸気を利用している事業所では、ボイラから発生した蒸気の多くを、その蒸気負荷設備の要求に応じた蒸気圧力、温度に減圧弁で減圧して利用している。この差圧エネルギーを利用して動力を取り出し、圧縮空気を生み出すことで、最も消費電力の大きい設備機器の1つである電動空気圧縮機の消費電力を大幅に削減できる。また、一般的な空気圧縮機の圧縮熱は、大気への放熱として捨てられていた。これを利用価値のある高温水(80℃程度)として回収し、駆動エネルギーの源泉である蒸気ボイラの給水予熱として利用することは、非常にシンプルで熱源燃料の削減に効果的である。以上により、ランニングコスト 85%減、CO₂ 排出量 90%減という効果を発揮する。蒸気・圧縮空気ともに工場プロセスに必須のユーティリティであり、地球温暖化防止対策が求められている産業界の要請に応える技術である。

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

電気と比較して蒸気はエネルギーコストが安く、省エネ効果の面から注目されている。スクリー圧縮機技術を基に、オイルフリー型空気圧縮機のスクリーを応用し、蒸気の熱膨張への耐性、蒸気への耐久性、蒸気の軸漏れ等の課題を克服することで蒸気モータによる動力発生機構を実現した。

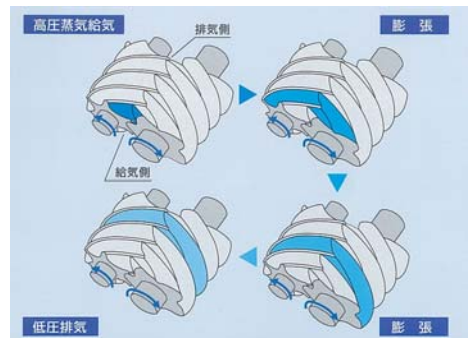


図2. 蒸気モータ動力発生工程

蒸気ボイラシステムにこの高温水を有効利用でき、有機的熱回収によるシステムの効率化を実現できる。内部構造図を図3に示す。圧縮機ユニットは、③蒸気モータの入口には①緊急遮断機能付蒸気容量制御弁が設けられている。この弁は圧縮機ユニットから発生する圧縮空気の出口圧力をモニタリングしており、圧縮空気を使用する機器の負荷に応じて開度調整することにより蒸気モータを通過する蒸気量を制御し、故に蒸気モータの回転数を制御することにより発生する圧縮空気の量を調整することができ、従来型のインバータ制御付電気駆動式空気圧縮機と同様の機敏な負荷応答、また非インバータ制御式の従来機で発生するような部分負荷時のエネルギーロスを防ぐことが可能となっている。

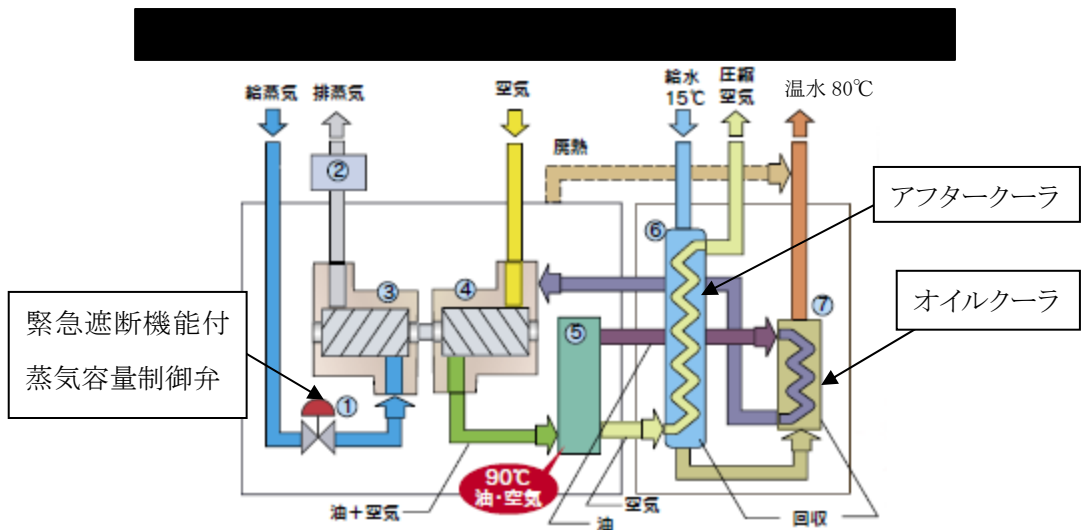


図3

今回開発した本装置の圧縮機軸動力は 75kW であるが、駆動に必要な蒸気モータへの供給蒸気量は 3.1t/h(0.8MPaG 時)である。このうちの 3~4%(約 110kg/h)が仕事をすることにより潜熱を消費しドレン化することとなる。残った 96~97%の蒸気は約 0.45MPa 減圧するが、低圧側のプロセスでこれまで同様利用することができる。同じ動力を発生させるために必要な費用は、電気に比べ蒸気の方が安いいため、それだけでもコンプレッサ自体の省エネを図ることができる。

圧縮熱回収ユニットの内部構造は図 3 の通りで、圧縮機の潤滑・冷却を担う潤滑油の熱を回収するオイルクーラ、高温の圧縮空気を冷却するアフタークーラからなる。圧縮機の安定運転のために潤滑油の温度を最適に保つ必要があるので、圧縮熱回収ユニット内蔵の水ポンプは潤滑油温度をモニタリングするインバータによる制御運転を行う。オイルクーラ・アフタークーラは従来から電気駆動式空気圧縮機にも搭載されていたが、熱回収した冷却水を使えるものとするために、極力水量を減らし、発生する水温も高くなるように熱交換器を設計した。これにより、従来型の場合に 8.4t/h 必要であった冷却水量が 1.2t/h(冷却水入口温度 15℃時)まで減り、取り出せる温水の温度を 65~85℃程度まで上昇させることができる。

一般的なオープンドレン回収などの廃熱回収を実施している場合でも、ほぼ全量を予熱済ボイラ給水として利用することが可能であり、コンプレッサの省エネのみならず、工場のエネルギーシステム全体のエネルギー消費効率の向上に寄与できると言える。

以上の通り、コンプレッサの消費電力削減と、未利用熱回収による本装置駆動のための蒸気発生費用削減が期待できるが、併せて CO₂ 削減による地球温暖化の抑制、更に電力消費のピークカットにも大きく貢献できるものと考えている。

工場に導入した場合のイメージを図 4 に示す。

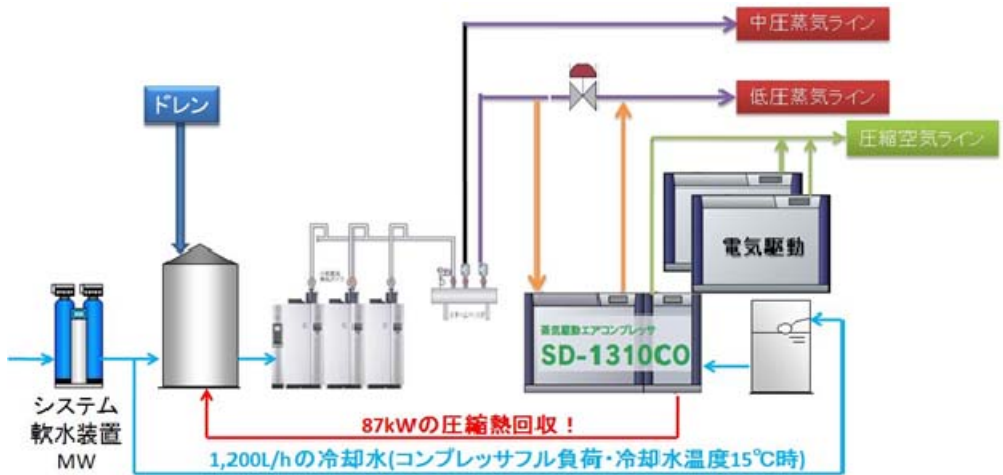


図 4

2.2 効果

省エネ性・環境への影響

前述のとおり空気圧縮機の消費電力削減と、未利用熱回収による本装置駆動のための蒸気発生費用削減が期待できるが、併せて CO₂ 削減による地球温暖化の抑制、更に電力消費のピークカットにも大きく貢献できるものである。従来型の電気駆動式空気圧縮機（油冷）と比較して 85%のランニングコスト削減、90%の CO₂ 排出量削減が見込める。

本装置はエアコンプレッサであるが、先述の通りボイラの給水予熱などにも有効利用できるため、エアコンプレッサだけでなく蒸気ボイラシステムと併せてエネルギー消費効率を向上させることができる。また他の温水ユーティリティへ圧縮熱回収ユニットからの温水を供給すれば、これは無償で熱エネルギーを享受できるということになる。

3. 用途

本装置は食品、化学、製紙の分野をはじめ様々な分野へ納入しており、数多くのお客様にご愛顧頂いている。