

5馬力級 水冷圧縮機

5 HP Water Cooling Compressor

● 勢村 健太* 大谷 祐貴*
Kenta SEMURA Yuki OOTANI



圧縮機ユニット E-77A
Compressor unit E-77A

1 はじめに

当社では、極低温冷凍機とその応用製品であるクライオポンプを販売している。GM (Gifford-McMahon) 冷凍機、パルスチューブ冷凍機およびGM-JT (Joule-Thomson) 冷凍機をそろえ、医療用MRIなどに代表される超電導コイルの冷却、希釈冷凍機予冷や電波望遠鏡の素子冷却など先端技術製品に広く使用されている。

長年培ってきた極低温技術を用いた製品群は、小型かつ信頼性が高いことで市場から高評価を得ている。SDGsやカーボンニュートラルといった社会変革に伴う顧客の要望にタイムリーに応えるべく、製品の効率化・高機能化や新規制に対応した製品ラインアップの拡充に取り組んでいる。

極低温冷凍機は冷凍機(コールドヘッド)と圧縮機ユニットで構成されており、圧縮機ユニット(図1)はHeガスの再圧縮にとどまらず、圧縮熱の排熱、油滴や異物のない清浄なガスを冷凍機に供給し続ける役割を担う。大きな電動機を持つことにより、圧縮機の電力制御はシステム全体の消費電力量に大きな影響を及ぼすこととなる。

近年、省エネルギーが重要視されており、従来の効率評価指標であるCOP(Coefficient Of Performance)だけでなく、通年非効率の削減を加えたAPF(Annual Performance Factor)という評価方法へのシフトが進んでいる。これは、たとえば昼夜で使用頻度が大きく異なる医療機器に対し、冷凍能力を

変更可能とすることで無駄な電力消費を抑制してCO₂排出削減につなげるといった考え方である。本報では、APF向上を目的に開発されたインバータ圧縮機ユニットE-77Aについて紹介する。

2 インバータ圧縮機 E-77A の開発

E-77Aの開発は、顧客の省エネルギーのニーズに合わせて2021年度より着手した。当初の技術的課題は、コンパクト化であった。圧縮機ユニットは顧客装置に組み込まれることも多く、従来のインバータを搭載していない製品とのサイズ互換性を維持することが必要である。このことからインバータを搭載するスペースを確保しつつ部品の小型化を含めて全面的に見直し、互換性を考慮したアーキテクチャへと設計を進めた。

オイルセパレータや熱交換器など、新たに開発した技術により通常運転時の動作も従来品質と遜色がないことが確認できた。また最小消費電力は3.75kWとなり、省エネルギーを印象づけるため型式頭文字となるEはEfficiencyから採ることとした。

E-77Aの性能仕様と新たに採用された技術について解説する。

2.1 性能仕様(RDE-412D4との組合せ)

圧縮機ユニットのスペックとして、代表機種であるRDE-412D4と組み合わせた性能を示す(図2)。通常時の冷凍能力

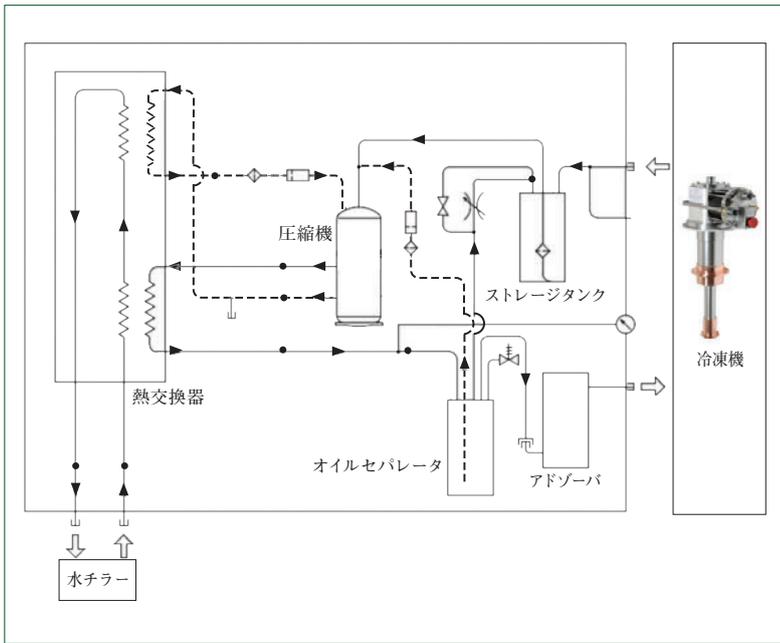


図1 圧縮機ユニットの構成
Compressor unit structure

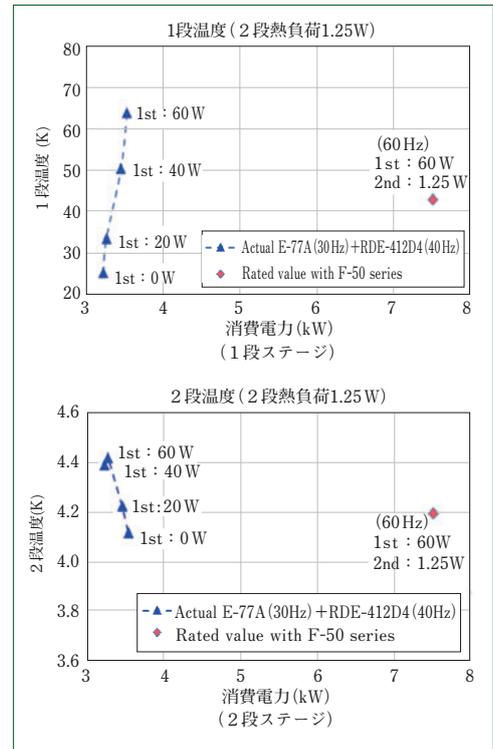


図2 省エネ運転による冷凍能力
Cooling performance with energy-saving operation

は従来と同等であり、入力周波数の可変により電力抑制(最大出力から約50%減)しつつ、安定的な動作の確認ができた。

- ・ 冷凍能力
 - 1 段ステージ 53 W at 43 K (既存機種と同一)
 - 2 段ステージ 1.25 W at 4.2 K (既存機種と同一)
- ・ 消費電力 7.5 kW (既存機種と同一) から
最小3.75 kWまでの省エネルギー運転
- ・ 圧縮機外形寸法 450 (W) × 485 (D) × 590 (H) mm (既存機種と同一)

2.2 新たに採用された技術

(1) オイルセパレータの効率化による小型化⁽¹⁾

圧縮時の冷却・潤滑を目的として冷媒ガスにはオイルが注入される。オイルセパレータは、圧縮後の冷媒ガスに含まれるオイルとガスを分離させる目的で用いられる。本開発ではオイルセパレータ内部品の最適化を行い、従来品よりも分離性能を向上させたことで占有容積を約30%縮小することができた。

(2) 熱交換器の形状見直しによる小型化(特許出願中)

従来は箱型かコイル状の熱交換器を採用し、機内レイアウトでも広い容積を必要としていた。E-77Aの開発において熱交換器の方式や形状を見直して平面的な熱交換器を開発した。これにより隙間となるフレームパネル沿いに配置することが可能となり、従来機比で占有容積を約30%縮小することができた。

(3) UL60335対応の電装部品

ULは米国の安全規格であり、顧客医療装置が北米医療認証規格に準拠しているかを審査される際に極低温冷凍機も評価対象となる。圧縮機ユニットを含む極低温

冷凍機は現行UL471に準拠しているが、2024年9月末にはその規格が廃止されることが決定している。E-77Aは、より高い安全性が認証条件となるUL60335に準拠した設計とし、第三者認証機関による認証を得た。

3 E-77Aの特長

- ・ インバータを備え、熱負荷に合わせた電力抑制機能を搭載している。
- ・ 最小消費電力運転では、定格比50%となり消費電力を削減した。
- ・ 顧客装置に組み込まれる既存機とのサイズ互換性を実現した。
- ・ より高い安全性を保証するUL60335の第三者機関認証済みである。

4 おわりに

本開発により、獲得した部品の小型化などの技術は他機種へ水平展開していく予定である。

近年市場要求が多様化するなかで極低温冷凍機にもさまざまな機能が求められており、それらに対応すべく機能拡充とともに安全性に配慮した製品提供を続けていく。

(参考文献)

- (1) 特許第 7292904 号