

(技術資料)

新型オイルフリースクリュ圧縮機「Emeraude-ALE™」 ALE IVシリーズ 55～120 kWの紹介

木内 優^{*1}

Introduction of The New Oil-free Screw Compressor “Emeraude-ALE™” ALE IV series 55-120 kW

Suguru KIUCHI

要旨

近年、世界的に一層の省エネルギー化、低炭素化の機運が高まっている。コベルコ・コンプレッサ(株)では従来から省エネルギー性を重視したオイルフリースクリュ圧縮機ALEシリーズを販売してきており、このたび、ALE IVシリーズの55～120 kW機を開発した。従来機と比較し、高効率モータの採用や圧力損失低減などの省エネルギー性の向上に加え、インバータ機のラインアップ拡充、ドライヤ内蔵モデルなどのユーザビリティの向上を実現した。本稿では、今回開発した圧縮機の主な特徴と技術について紹介する。

Abstract

The momentum for further energy saving and low carbonization has increased worldwide in recent years. KOBELCO COMPRESSORS CORPORATION has been selling oil-free screw compressors, ALE series, that emphasize energy saving, and has now developed the series of 55 to 120 kW. Compared with the previous model, the new model has improved energy-saving performance by adopting a high-efficiency motor and reduced pressure loss. It has also enhanced usability, such as lineup expansion of inverter machines and dryer built-in models. This paper introduces the main features and technology of the newly developed compressor.

検索用キーワード

スクリュ圧縮機, オイルフリー, エメロード, ALE, 省エネルギー, IE5, インバータ, クラスゼロ, ワイドレンジ制御

ま え が き = 空気圧縮機の消費電力は一般的な工場において全体の20～25%を占めており、日本の総電力量の5%に達すると言われている。近年、世界的に省エネルギー化と低炭素化の機運が高まっており、消費電力量の多い空気圧縮機の省エネルギー化は必要不可欠である。一部の国では空気圧縮機に対して、省エネルギー等級表示の義務化が進んでおり、例えば、中国では「エネルギーラベル制度」が導入されるなど、空気圧縮機の製品に対してエネルギー効率等級の表示が義務付けられている。

コベルコ・コンプレッサ(株) (以下、当社という) の主力製品であるオイルフリースクリュ圧縮機のEmeraude-ALETM注1) (エメロード-エーエルイー) シリーズは、省エネルギー性能および環境性能を重視したモデルであり、1997年にALE Iシリーズの販売を開始した。その後、ALE IIシリーズ、ALE IIIシリーズ (以下、従来機という) を販売し、2016年以降、クラス最高の省エネルギー性能を追求したALE IVシリーズを順次開発、132～400 kW機をラインアップして販売してきた。

当社はこのたび、ALE IVシリーズの55～120 kW機 (以下、新型機という) を開発した。本稿ではこの新型機に

ついて紹介する。

1. 製品コンセプトとラインアップ

ALE IVシリーズはお客様の省エネルギー改善、安定操業に貢献するため、「高性能」、「高品質」に加え、「静音性」や「耐環境性」を製品コンセプトとして開発している。

新型機の外観、内観 (空冷式、水冷式) をそれぞれ図1～図3に示す。外観はALE IVシリーズとして統一感を持たせており、製品コンセプトを反映して高級感、硬質感のあるデザインとした。また、圧縮機ユニット内



図1 新型機の外観

Fig.1 Exterior design of new model

脚注1) ALEは当社の登録商標である。

Emeraudeは当社の登録商標である。

^{*1} コベルコ・コンプレッサ(株) 播磨事業所 技術・生産本部 技術部 (現 コベルコ・コンプレッサ(株) 播磨事業所 技術本部 商品開発部)

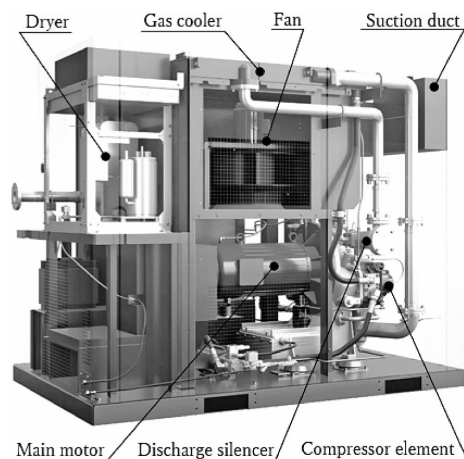


図2 新型機の内観（空冷式）
Fig.2 Interior design of new model (air-cooled type)

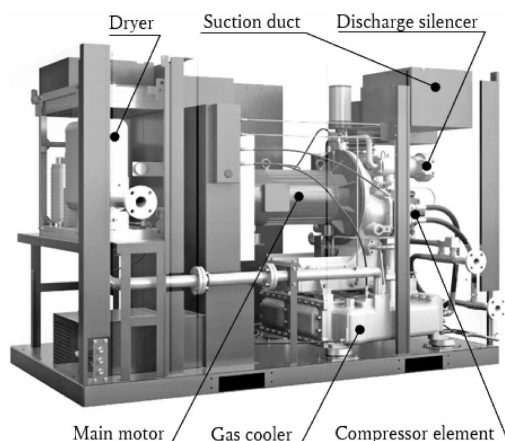


図3 新型機の内観（水冷式）
Fig.3 Interior design of new model (water-cooled type)

表1 新型機のラインアップ
Table 1 Lineup of new model

Model (kW)	Discharge pressure (MPa)	Air-cooled		Water-cooled	
		Std	Inverter	Std	Inverter
55※1	0.75	●	●	●	●
	0.86	●	●	●	●
	1.04※2	●	-	●	●
75※1	0.75	●	●	●	●
	0.86	●	●	●	●
	1.04※2	●	●	●	●
75F※3	0.75	●	●	●	●
	0.86	-	●	-	●
	1.04※2	-	-	-	-
90	0.75	●	-	●	-
	0.86	●	-	●	-
	1.04※2	●	-	●	-
100	0.75	●	●	●	●
	0.86	●	●	●	●
	1.04※2	●	●	●	●
120	0.75	●	-	●	-
	0.86	●	-	●	-
	1.04	-	-	●	-

※1 This models include integrated refrigerated dryer.

※2 Air-cooled type is 1.00.

※3 The compressor elements of ALE75F are different from ALE75.

部は圧縮機本体とガスクーラ、メインモータ、吐出サイレンサなど、当社の技術力を最大限に活かした機器から構成されている。

新型機では、お客様のさまざまなニーズに応えられる

よう、従来機にはなかったドライヤ内蔵モデル（図2、図3）や55 kWのインバータ機、120 kWの0.75 MPa仕様、増風機能を追加するなど、ラインアップを拡充している（表1）。

2. 製品の特長^{1), 2)}

新型機は省エネルギー性能やユーザビリティの向上に積極的に取り組んだ製品である。本章では、省エネルギー性能とユーザビリティの向上に分類し、製品の特長を紹介する。

2.1 省エネルギー性能の向上

圧縮機を構成する機器の性能向上や圧力損失の低減などにより、従来機と比較して大幅に比エネルギー（単位吐出空気量あたりの消費電力）を改善し、クラス最高の比エネルギーを達成した（図4）。

2.1.1 メインモータの高効率化

新型機に搭載しているモータは、従来機と比較し、定速機、インバータ機ともに効率が向上している。とくにインバータ機のメインモータは、従来機同様、回転数制御によるあらゆる負荷変動に対応し、低負荷時の発熱ロスが少ない永久磁石（IPM）モータ（IE5^{注2)}相当）を搭載しており、全負荷時の省エネルギー性能向上だけでなく、部分負荷時の性能も向上している（図5）。

2.1.2 圧力損失の低減

空冷機では、クーラ配置の見直しによる冷却風の低温化と配管レイアウトの工夫を行った結果、従来機の2パス構造から同等のユニットサイズのまま新型機で1パス構造を採用することが可能となった（図6）。この変更により、圧力損失は従来機と比較して約70%減少し、大幅な性能向上が実現された。さらに、圧力損失の低減に加え、冷却ファンに大型ターボファンを採用し、ファンインバータによる適正な制御を行うことにより、冷却用ファンの動力も従来機と比較して約30%低減することが可能となり、圧縮機吐出温度を低減することもできた。

水冷機では、ガスクーラに従来機と同様のプレートフィン式熱交換器（図7）を採用した。このクーラは当社オリジナル設計のため、圧縮機本体との出入口配管を最短距離で繋ぐことができ、圧力損失を極限まで減らしている。また、プレートフィン式熱交換器はシェル&チューブ式と比較しても圧力損失が小さいことが特徴であり、従来機同等の省エネルギー性能を有している。

2.2 ユーザビリティの向上

2.1節で述べた省エネルギー性能の向上に加えて、お客様の使用性、作業環境の向上を目指し、ユーザビリティの改善にも注力した。

2.2.1 水冷ガスクーラの耐久性向上

従来機の水冷ガスクーラではチューブの材質に銅を採用していたが、新型機ではチューブの材質をステンレスとし、耐食性、耐久性を向上させている。いっぽうステ

脚注2) IEC（国際電気標準会議）によって定められたモータ効率等級で、IE5は最高等級（IEC TS 60034-30-2:2016）である。

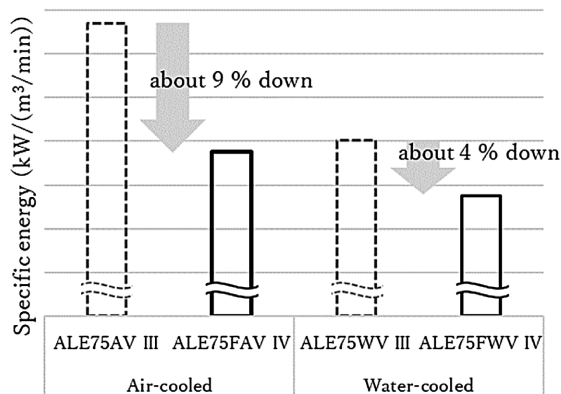


図4 従来機と新型機の比エネルギーの比較

Fig.4 Comparison of specific energy between previous and new models

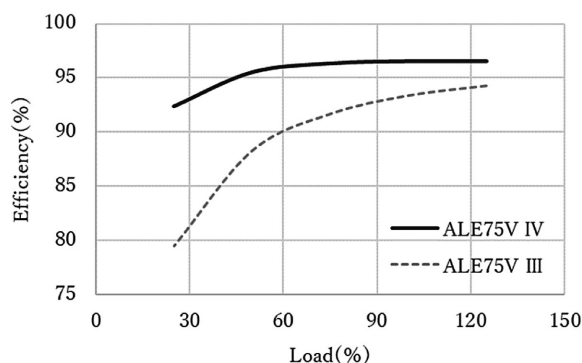


図5 IPMモータ効率の違い

Fig.5 Differences in IPM motor efficiency

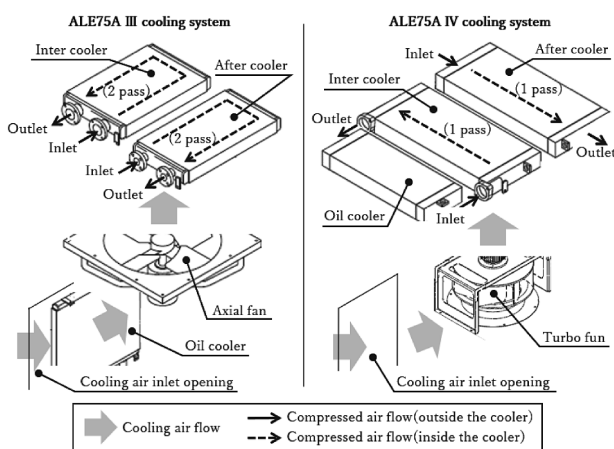


図6 従来機と新型機の空冷システムの違い

Fig.6 Differences between the air-cooling systems of previous and new model

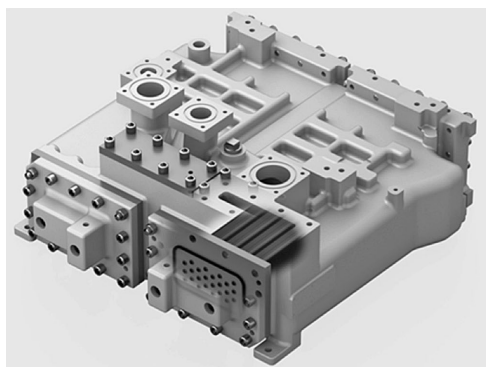


図7 水冷ガスクーラ（プレートフィン式）

Fig.7 Water-cooled gas cooler (plate-fin type)

ンレスチューブの方が銅チューブに比べて冷却性能が悪くなるが、新型機ではフィンのピッチや枚数、チューブの拡張率などの調整により従来機同等の冷却性能を達成している。

2.2.2 ワイドレンジ制御（インバータ機）

ワイドレンジ制御とは、使用吐出圧力に応じて吐出空気量を増量する制御技術である（図8）。従来機では、ユーザの吐出圧力が低くても、スクリュロータの回転数が変わらないため、モータ負荷は軽減され、モータに余力がある状態となっていた。新型機では、このモータの余力に着目し、余力分だけスクリュロータの回転数を上昇させ、より多くの圧縮空気を提供することができる。

これにより、最大吐出空気量は従来機と比較して約10%増加することとなり、ユーザの使用状況によっては、1サイズ小さい圧縮機で必要空気量をカバーできる可能性がある。また、吐出圧力が不足した状態から起動させると、ワイドレンジ制御を搭載することで、必要圧力に達するまでの昇圧時間が従来機と比較して約10%短縮される。

2.2.3 コントローラ

コントローラにはフルカラータッチ液晶モニタを搭載した。従来機と比べ、操作性、視認性が向上しており、圧縮機の運転状況確認や各種設定（圧力設定やウィークリータイム設定など）が容易に行えるようになった。

台数制御機能においては、従来機は最大2台までの交互運転しか対応できなかったが、新型機は最大6台まで接続可能となり、負荷に応じた容量制御運転を行い、不要な圧縮機は停止できるなど、省エネルギーにも貢献できる機能を標準搭載している。

また、0.5秒以内の瞬時停電が発生しても圧縮機を停止せずに運転を継続する瞬停保護機能を従来から継承し、計画外ダウンタイムを防ぎ、生産設備への影響を最小限に抑えることができる。

2.2.4 静音性

スクリュ圧縮機では、雄ロータの回転数と歯数の積を基本周波数とする圧力脈動が発生する。とくにオイルフリースクリュ圧縮機は、油冷式と比較して本体回転数が高く、人間の耳にとって耳障りな高周波成分（高周波音）が主となる。

新型機では、この高周波音を幅広い周波数帯に対して

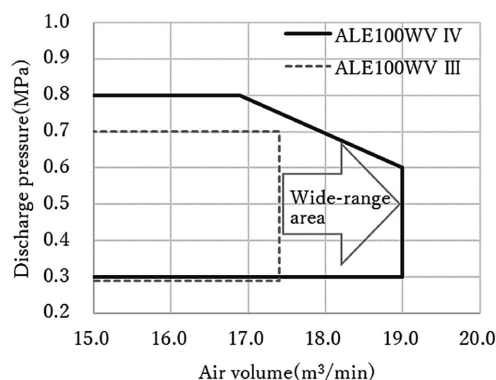


図8 ワイドレンジ制御

Fig.8 Wide-range control

低減するため、拡張型の吐出サイレンサ（図9）を搭載している。このサイレンサは、従来機に搭載している干渉型の吐出サイレンサ（図10）と比較して、幅広い周波数帯に対して減音効果（図11）があるため、インバータ機の回転数制御により周波数が変化する音にも有効なサイレンサとなる。また、防音カバーは、従来機では

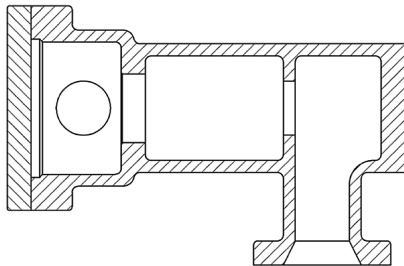


図9 拡張型サイレンサ（断面モデル）
Fig.9 Expansion type silencer (sectional model)

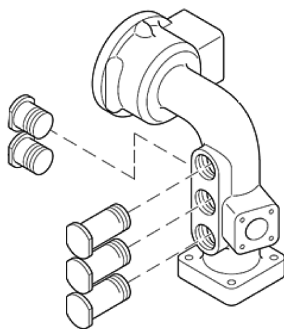


図10 干渉型サイレンサのモデル
Fig.10 Interference type silencer

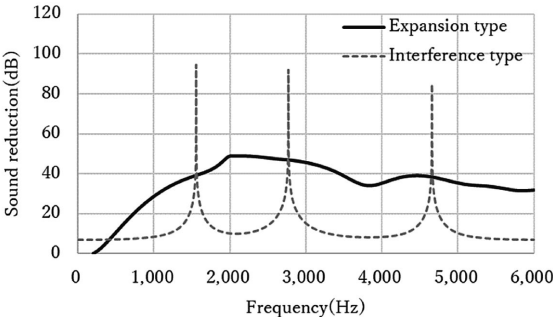


図11 拡張型と干渉型サイレンサの減音量の違い
Fig.11 Difference in sound reduction between expansion and interference type silencer

複数枚のパネルをつなぎ合わせた構成となっており、隙間から音漏れする構造であったが、新型機では1枚物の大型扉とし、隙間を無くすことにより、従来機と比較して最大約5 dBの騒音を低減することができた。

2.2.5 オイル等級クラスゼロ

オイルフリー圧縮機は吐出された圧縮空気中に油分を含まないため、油分除去用フィルタやドレン油水分離装置などが不要となり、メンテナンス費用や環境負荷の低減が可能となる。

ALEシリーズでは、より安心できる高品質な空気を供給するため、従来シリーズより「ISO8573-1 圧縮空気 第1部:汚染物質および清浄等級」で規定される「圧縮空気に関するオイル総濃度の品質等級が0等級(class-0)」(以下、クラスゼロという)の認証を国際的な第三者機関(TÜV: Technischer Überwachungs-Verein Rheinland)より取得している。ALE IVシリーズでもこのクラスゼロを継承しており、最高品質の清浄度の圧縮空気を要求するお客様のニーズに込えている。

むすび=今回紹介したエメロード ALE IVシリーズ 55~120 kW機は、従来機にはなかったドライヤ内蔵モデルをラインアップに追加するなど、お客様のさまざまなニーズに込えられるよう開発した製品である。本稿で紹介した以外にも、当社ではさまざまな省エネルギー改善のための周辺機器やサービスを提供している。

当社は今後も、時代の変化やお客様のニーズに対応した製品を開発し、さらなる省エネルギー化、低炭素化に貢献する所存である。

参 考 文 献

- 1) 田所真樹. 機関誌「産業機械」. 2024年, 9月号, No.887, P.13-16.
- 2) 木内 優. 油圧・空気圧技術雑誌「油空圧技術」. 2024年, 10月号, 797, Vol.63, No.11, P.13-16.