

キラリとかがやく！ 製品・ビジネスモデル



第7回

インバータオイルフリー真空ポンプ・ブLOWER 「KCEシリーズ」

オリオン機械株式会社

● 2023 年度省エネ大賞中小企業庁長官賞

オリオン機械が展開する「KCEシリーズ」は、電子部品やパネル製造、金型脱気、真空成形などで多く使用されている高効率な真空ポンプおよびエアブローに最適な高圧ブLOWER。独自開発のポンプ内摩擦なしで十分な圧縮が可能なクロー型のポンプ技術を適用するなど、様々な工夫を盛り込み高い省エネ性を実現している。（編集部）

1. はじめに

オリオン機械はカーボンニュートラルの実現に向け、冷熱と真空技術をコアとした既存技術からイノベーションを図り、酪農と産業機械事業を通じ環境配慮型の製品開発を進めている企業。酪農システム事業、精密空調事業、水素ステーション関連事業、冷凍機器事業、真空機器事業、圧縮空気システム機器事業、熱機器事業など多岐に展開している。2023 年度省エネ大賞の中小企業庁長官賞を受賞したインバータオイルフリー真空ポンプ・ブLOWER「KCEシリーズ」は、対象圧力領域に最適なクロー式ポンプユニットを採用した真空ポンプおよび高圧ブLOWERである。

2. 開発の背景および目的

本製品は工場設備として広く利用されている真空ポンプおよびブLOWERの省エネ普及促進を目的に開発された。

低真空領域（大気圧から -100kPa）の真空ポンプは、電子部品実装やパネル製造工程の吸着・搬送、自動車部品工場などの金型脱気、食品容器などの真空成形、真空含浸、真空包装など様々な工程の真空源に利用されている。しかし、真空利用における省エネの意識は低く、真空ポンプ自体も省エネを訴求する製品が少なかった。そこで同社は設備用真空ポンプの省エネ化を目指し新構造ポンプユニットの開発に着手した。

同社のポンプの歴史は 1963 年の搾乳機用真空ポンプから始まる。1965 年に国産初の無給油式ロータリーベーン式ポンプ「ドライポンプ」を発売。給油式が主流だった当

時、ポンプの排気に油分を含まず周囲を汚さないポンプとして市場に受け入れられた。ただ、ロータリーベーン式はロータの回転によりカーボンベーンが遠心力で飛び出し、ケーシングと接触しながら回転するため、カーボンベーンの摺動速度に制約があり大型機や高圧力化には適さず、省エネ化も難しい。このため非接触式ポンプの開発を検討することとなった。

非接触式の大型ポンプとしてはルーツ方式やスクリュウ方式が一般的であるが、同社がターゲットとする圧力領域（真空 60～94kPa、排気圧力 0.1MPa）においては、効率やコスト面で一長一短があった。

一方クローポンプは、ルーツポンプやスクリュウポンプと同じく非接触式であるため消耗部品が少なくランニングコストが抑えられ、また高速回転ができるため小型化が可能である。さらに圧縮工程を持つため排気効率が高く省電力であるという利点があった（図-1）。ただ、クローポンプは重要部品であるロータの形状がロータリーベーンポンプやルーツポンプに比べ複雑で、従来とは異なり単純な直線と円のみでは設計できない。また、ポンプの体積効率を高めるためポンプ内部のロータやケーシングのクリアランスは数十 μm を保持する必要がある、高い加工精度が要求される。このため欧州の一部企業で製作されたものの、日本国内では実用化に至っていなかった。

そこで同社では、産学連携によるクローロータ開発に乗り出した。クローロータの輪郭は、駆動側・従動側が互いに接線を共有しながら逆方向に回転する曲線、円弧の組み合わせで成り立っており、クローの特長を最大限発揮で

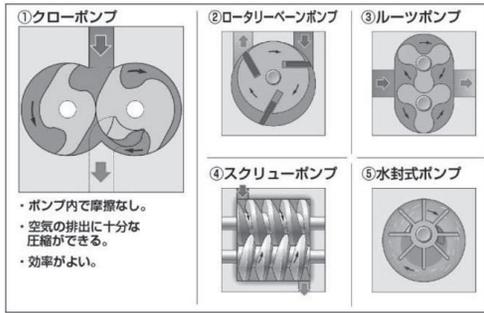


図-1 摩擦がなく十分な圧縮が可能で効率が良いクローポンプ

きる要素を輪郭形状に取り入れて設計されている。

複雑なロータの加工は、5軸加工機のCAD・CAM化により実現し、3次元測定器の形状測定による加工精度評価にて工具選定や加工条件を最適化した。さらに組み立てて試作を行い、加工精度や組み立て性の問題点を設計へフィードバックしていった。

開発したクローポンプユニットの性能試験を行った結果、他方式と比較し省電力であることが確認された。

3. 製品等の詳細

・業界初のインバータオイルフリー真空ポンプ・高圧ブロワー

低真空領域における差圧利用の真空ポンプでは、調圧弁により任意の真空度で使用する場合と、真空パックのように閉回路の空気を排気し到達真空度で使用する場合があります。先行メーカーの真空ポンプは一定速運転であるため、任意真空度設定の使用では調圧弁から常に不要な空気を吸引し真空度を一定に保つ必要があり、到達真空度使用では排気する空気が無くても真空ポンプはフル運転を続ける。そこで同社は、高効率ポンプユニット開発時のフィールドテストを通じ、インバータによる負荷変動追従の効果と課題

を収集し、新たな開発コンセプトを決定した。2011年に高効率ポンプをインバータで制御（エコスピード®コントロール）する業界初の「インバータモデル」（KCEシリーズ初期型）を開発し発売した。

一方、エアブローに適したブロワーユニットとして高圧ブロワーを開発した。エアブローは、一般的には昇圧された工場エアを使用して行われる。低圧のブロワーなどに置き換える省エネ改善も進んでいるが、異物が除去しきれない、水切りで水滴が残るなど品質が保てないことがある。オイルフリーブロワーは、同社独自のクロー方式ブロワーユニットで、エアブローに適した0.1MPaの圧力を容易に作り出すことが可能である。

・ポンプユニット（真空ポンプと高圧ブロワー共通）

国内初の真空ポンプと高圧ブロワー用高効率クローロータは、デジタル解析技術により最適な輪郭を実現。シリンダと非接触でエネルギーロスが少ないという特長がある。ポンプ内部は完全ドライでクリーンエアの供給が可能である（図-2）。

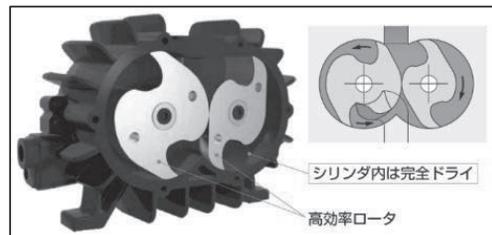


図-2 ポンプユニット

・インバータオイルフリー真空ポンプ（KCE-Vシリーズ）

表-1に仕様を記す。主な特徴として、以下の3点が挙げられる。

表-1 KCE-Vシリーズの仕様

| 型式 | KCE120F | | KCE190F | | KCE310F | | KCE380F | | KCE620F | |
|------------------------|---------------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|--|
| | -VH | -V | -VH | -V | -VH | -V | -VH | -V | -VH | |
| 設計排気量m ³ /h | 117 | | 192 | | 308 | | 384 | | 616 | |
| 常用真空度kPa | 0~94 | 0~80 | 60~94 | 0~80 | 60~94 | 0~80 | 60~94 | 0~80 | 60~94 | |
| 運転音dB | 65 | 65 | 67 | 71 | 71 | 68 | 73 | 74 | 74 | |
| ポンプユニット | 1台 | | 1台 | | 1台 | | 2台 | | 2台 | |
| 搭載モータ | 2.2kW | | 3.7kW | | 5.5kW | | 3.7kW×2 | | 5.5kW×2 | |
| 省エネ運転制御 | エコスピード®コントロール | | | | | | | | | |

外観



①高効率の非接触クロー式ポンプユニット搭載
国内で唯一のクロー式真空ポンプユニットを搭載、使用する真空度に最適な圧縮比を設定、真空度 0~80kPa の V モデルと、60~94kPa の VH モデルをシリーズ化。

②インバータ制御と低騒音化構造のワンパッケージモデル

利用者の真空エア使用量に追従するインバータ制御(エコスピード®コントロール)により、消費電力を削減し、当社従来機比最大 84%の省エネを実現する。

③セントラルバキュームシステムへの高い拡張性

インバータにトラブルが発生しても、自動または手動で商用電源に切り替えて運転が可能。不測の事態でもラインを停止させず工場稼働を維持できる信頼性の高いシステムである。また、同社純正の台数制御盤エコマルチボックスと接続することにより最大 10 台の運転制御が可能。

・インバータオイルフリーブロー (KCE-B シリーズ)

表-2 に仕様を記す。前述の高効率クローロータを採用し、その特性により単段空冷で 0.1MPa の圧力を発揮し、エアブローに最適な臨界圧 0.09MPa 付近のエアを提供できる。一般的に工場内の電力消費量の 20%程度が圧

縮空気を作り出すのに使用され、その圧縮空気の 50%がエアブローに使用されると言われている。エアブローは減圧弁などによりノズル直前で減圧して使用するのが一般的であるが、ここに大きなエネルギーロスが発生する。高圧ブローのエアを、最適化したノズルにダイレクト供給することで、減圧ロスゼロの大幅な省エネプロセスが完成する(図-3)。

4. 省エネルギー性と今後の展開

インバータオイルフリー真空ポンプの実際の運用における省エネルギー性について、表-3 に納入実績の代表例を記す。既存他社真空ポンプの吸気能力に相当する同社オイルフリー真空ポンプを導入し、導入前後のデータから年間消費電力量を算出した。ユーザの使用状況は様々であるが、最大で 80%の省エネ事例があり、他事例でもおおむね 50%前後の省エネルギー効果を発揮している。同様に表-4 はインバータオイルフリーブローにおける代表例で、いずれも高圧ブローの特性を活かし、既存のノズルや配管を変更することなく、改善できた事例である。

真空ポンプは大手電子部品工場を中心にセントラルバキュームシステムとして市場浸透し、改善要望や特注要素

表-2 KCE-B シリーズの仕様

| 型式 | KCE120E-B | KCE190E-B | KCE310E-B | | KCE380E-B | KCE620E-B | |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|---------|
| 運転周波数 Hz | 60 | 60 | 50 | 60 | 60 | 50 | 60 |
| 設計排気量 m³/h | 117 | 192 | 256 | 308 | 384 | 512 | 616 |
| 常用排気圧力 MPa | 0.1 以下 | 0.1 以下 | 0.1 以下 | 0.06 以下 | 0.1 以下 | 0.1 以下 | 0.06 以下 |
| 運転音 dB | 73 | 73 | 71 | 73 | 76 | 74 | 76 |
| ポンプユニット | 1 台 | 1 台 | 1 台 | | 2 台 | 2 台 | |
| 搭載モータ | 3.7kW | 5.5kW | 7.5kW | | 5.5kW × 2 | 7.5kW × 2 | |
| 省エネ運転制御 | エコスピード®コントロール | | | | | | |
| 外観 |  | | | | | | |

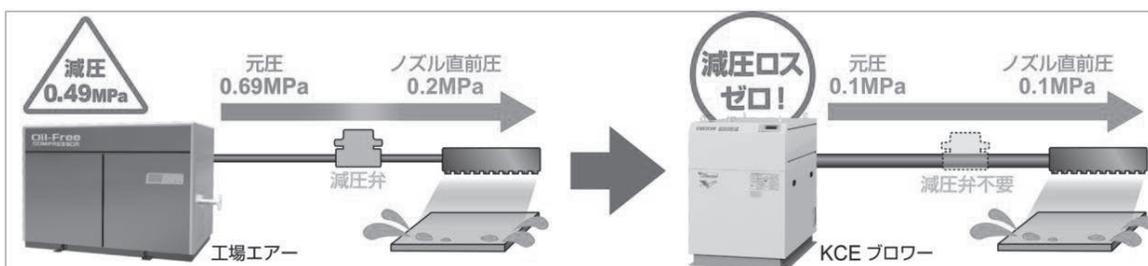


図-3 インバータオイルフリーブローの優位性 (対工場エア)

表-3 実際の運用における省エネルギー性（真空ポンプ）

| | 事例1 | | 事例2 | | 事例3 | |
|---------------------|---------------|----------------|---------------|----------------|--------------|----------------|
| | 改善前 | 改善後 | 改善前 | 改善後 | 改善前 | 改善後 |
| 機種 | ルーツ式ポンプ | KCE190F-V | ピストンポンプ | KCE310F-V | 水封式ポンプ | KCE620F-V |
| 台数 (搭載モータ/台) | 3台 (7.5kW) | 3台 (3.7kW) | 6台 (0.4kW) | 1台 (5.5kW) | 1台 (15kW) | 1台 (11kW) |
| 消費電力 (KCE 負荷率) | 22.5kW | 4.5kW (33%) | 2.4kW | 1.3kW (33%) | 15kW | 7.8kW (67%) |
| 稼働時間 | 2,400時間 | | 8,400時間 | | 3,240時間 | |
| 年間稼働コスト | ¥1,350,000 | ¥270,000 | ¥504,000 | ¥273,000 | ¥1,215,000 | ¥631,800 |
| 年間消費電力量 | 54,000kWh | 10,800kWh | 20,160kWh | 10,920kWh | 48,600kWh | 25,373kWh |
| 省エネ率 | — | 80% | — | 46% | — | 48% |
| CO ₂ 削減量 | — | 19.4t | — | 4.2t | — | 10.5t |
| 発売年度 | 不明 | 2020年度 | 不明 | 2020年度 | 不明 | 2020年度 |

※電気料金単価 25 円/kWh ※ CO₂換算係数 0.00045t-CO₂/kWh

表-4 実際の運用における省エネルギー性（高圧ブロワー）

| | 事例1 | | 事例2 | | 事例3 | |
|---------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 改善前 | 改善後 | 改善前 | 改善後 | 改善前 | 改善後 |
| 機種 | 自動車ミッション部品加工 | | 生産用機械器具洗浄 | | 直動装置部品 | |
| 台数 | — | 40台 | — | 1台 | — | 1台 |
| ノズル直前圧 | 0.15MPa | 0.09MPa | 0.015 ~ 0.03MPa | 0.07MPa | 0.1MPa | 0.06MPa |
| 年間稼働時間 | 5,368時間 | | 2,080時間 | | 1,470時間 | |
| 流量 | 2,935.16m ³ /h | 1,132.39m ³ /h | 74.69m ³ /h | 74.66m ³ /h | 402.51m ³ /h | 388.89m ³ /h |
| エア単価 | 2.27円/m ³ | 1.97円/m ³ | 2.27円/m ³ | 0.96円/m ³ | 2.35円/m ³ | 0.9円/m ³ |
| 年間稼働コスト | ¥35,766,000 | ¥11,975,000 | ¥352,675 | ¥149,075 | ¥1,390,475 | ¥514,500 |
| 年間消費電力 | 1,430,640kWh | 479,000kWh | 14,107kWh | 5,963kWh | 55,619kWh | 20,580kWh |
| 削減率 | — | 67% | — | 58% | — | 63% |
| CO ₂ 削減量 | — | 428.2t | — | 3.7t | — | 15.8t |
| 発売年度 | 不明 | 2015年度 | 不明 | 2015年度 | 不明 | 2015年度 |

※電気料金単価 25 円/kWh ※ CO₂換算係数 0.00045t-CO₂/kWh

を網羅して2020年7月にフルモデルチェンジを実施。さらに大型化や水冷化の要望に対応を開始した。高圧ブロワーはこれまでも工場エアの削減に積極的だった自動車部品メーカーを中心に、通常のプロワーでは圧力不足により省エネ化を図れなかった工程への採用が進んでいる。ラインごとの設置事例も多く、フットプリント低減などの要望を取り入れ、シリーズ展開を推進する。

[事業者概要]

名称：オリオン機械株式会社
 所在地：〒382-8502 長野県須坂市大字幸高246
 担当：産機営業本部 機器営業部 真空機器チーム
 チームリーダー 丸山 恵一
 連絡先：maruyama-keiichi@orionkikai.co.jp
 TEL 026-245-1230



省エネ大賞受賞者のコメント

オリオン機械株式会社

当社は品質方針「感動を呼ぶ製品をめざそう」のもと、「環境対応と省エネ」をコンセプトに製品開発を進めております。その一つである KCE シリーズが省エネ大賞で高い評価をいただき、大変ありがとうございました。

工場設備の真空源に使用される大型ポンプ市場への参入を目指し、省エネや環境負荷低減に貢献できる特長ある仕様を追求し、開発いたしました。クロータイプを採用したポンプユニットの特長を最大限引き出し、独自のインバータ制御や防音構造を組み合わせて、省エネ製品化したことが、国内外の電子部品や自動車部品の工場を始め、様々な市場で想定以上に受け入れられ、その中でお客様からいただいた多くのご要望を取り入れ製品を進化させてまいりま

した。

近年では高圧ブロワーの需要が非常に増加しております。水切りの見直し案件はもちろんのこと、粉体輸送や混合液圧送、ショットブラストなどでも CN 活動の取り組みとして利用が拡大しています。省エネ大賞受賞後の ENEX2024 でも具体的なお問い合わせを多数いただきました。

制御も取り入れたオールインワンパッケージ構造は、設備工事の簡略化、設備設計者の負担軽減、増設や移設の容易性も好評を得ています。

今後も脱炭素社会実現の一助となるよう、製品開発を継続してまいります。