増圧ポンプ ホワイトペーパー

増圧ポンプの費用対効果を最大に

グルンドフォスのエキスパートによる考察

目次

増圧ポンプの概要 2

ライフサイクルコストにおける主な検討事項 2

ライフサイクルコスト 3

エネルギー消費量の削減 3

効率的なメンテナンス 4

メンテナンス頻度 4

メンテナンス性 4

芯出し 4

ポンプの構成と設置コスト 4

レトロフィットの容易性 4

安価な導入コスト 4

振動の低減 5

用途に応じた制御 5

実例 5

be
think
innovate

GRUNDFOS

はじめに

増圧ポンプの総ライフサイクルコストの大部分がエネルギーとメンテナンスに費やされます。このことから、ポンプの「ハードウェア」と「運用」に適切な投資を行うことが費用対効果に大きな影響を与えることは、おわかりいただけるでしょう。ここでは、増圧性能への投資をより良い結果にする方法を評価する際の、重要な検討事項をいくつかご紹介します。

主な検討事項とライフサイクルコスト大枠

水の供給や工業用の増圧用途で使用されるポンプは、種類によって購入コストが大きく異なります。しかし、片吸込みポンプであれ、両吸込みポンプであれ、立型浸漬タービンポンプであれ、その価格は、ライフサイクルコスト全体から見るとほんの一部に過ぎません。

業界では、ポンプのライフサイクルコストの最大要因はエネルギーであると言われています。その割合は、ポンプ形状や用途によって40%～90%にもなり得ます。そのため、従来の増圧ポンプについては、単に初期購入コストだけでなく、ライフサイクルのトータルパフォーマンスコストを考慮して見直す必要があります。

ライフサイクルコストを削減するには、大きく分けて2つの方法があります。
まず、エネルギー効率とメンテナンス性を考慮して、最も費用対効果の高いポンプ設計を見極めることから始めましょう。
そして、エネルギー消費を最適化した方法で運用することです。例えば、用途毎のサイズ合わせや、負荷整合制御を最適化するインバータ（VFD）などです。

ライフサイクルコストのあらゆる側面を考慮する

既存の増圧装置のより経済的な代替品を探す場合でも、新しい装置用に最適なものを検討する場合でも、資本コスト（CAPEX）と運用コスト（OPEX）の両方を評価する必要があります。工業用途における多くのケースで、インライン立形多段型渦巻きポンプが、幅広い評価項目で最適と評価されます。ここでは、消費電力、メンテナンス、設置、性能、流量変化・可変圧力への対応などの観点から、費用対効果に関わる主な要因をご紹介します。

エネルギー消費量の削減

エネルギー効率に優れたインライン立形多段式渦巻きポンプ（図1）1台で、100～1,000フィート（30～300メートル）までの高揚程で最大1,000gpm(約 3,785L/min)の流量が可能です。複数のポンプ構成により、最大6,000gpm（約 22,710L/min）の流量を実現できます。これらのポンプの曲線は、目的に合わせて作られており、定格出力の全範囲でエネルギー効率を最適化するための優れた選択肢となりえます。ポンプの設計により、ポンプ曲線は異なります。フラットなものもあれば、傾きが急なものもあります。増圧用途では、変化する流量に適応する方法が、ポンプ曲線に関する検討内容となります。両吸込みポンプの曲線はフラットなので、流量が減少した際に、多段式ポンプほど回転数を下げることができません。

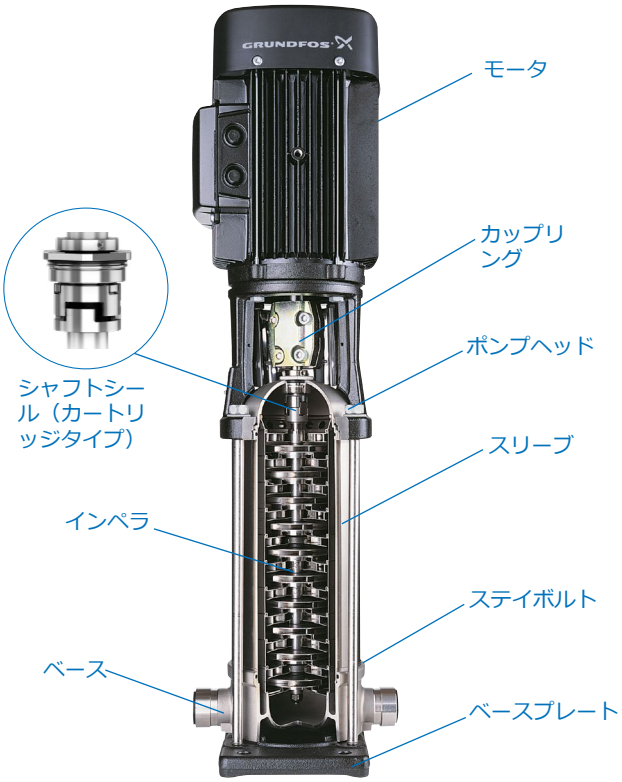
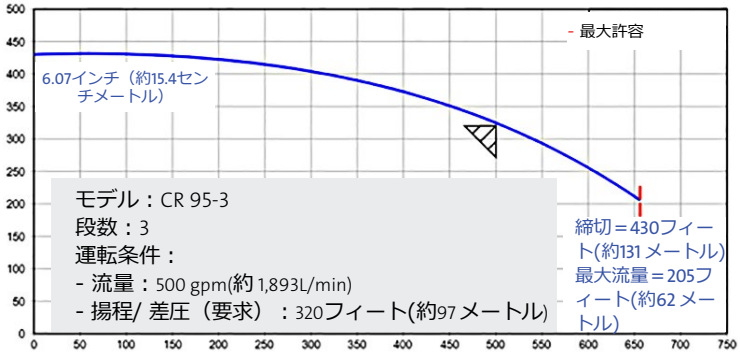


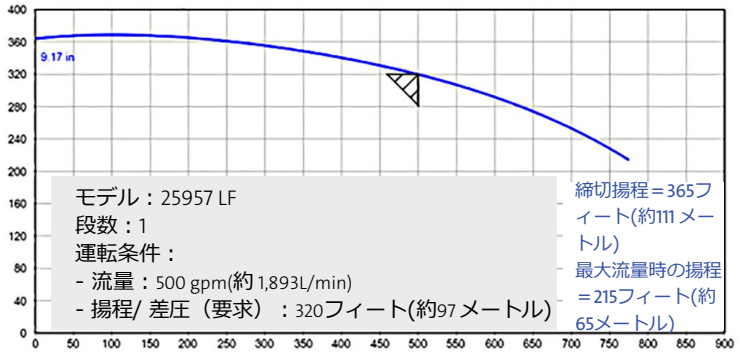
図1:立形多段式渦巻きポンプの断面図。複数のインペラを積み上げて、コンパクトなハウジングに収めているため、設置面積が小さい。吸込み口と吐出し口が一直線上に配置されているため、既存の配管にも簡単に取り付けることができます。フランジ型、ユニオン型、クランプ型のカップリングが用意されており、接続と取り外しが迅速かつ容易に行えます。

インライン立形多段式ポンプ



最大流量～締切までの揚程上昇率**110%**
仕様点～締切までの揚程上昇率**34%**

片吸込みポンプ



最大流量～締切までの揚程上昇率**70%**
仕様点～締切までの揚程上昇率**14%**

効率的なメンテナンス

すべてのポンプが同じ頻度や内容のメンテナンスを必要とするわけではありません。インライン立形多段式渦巻きポンプは、その設計上、片吸込みポンプや両吸込みポンプと比較して、人件費やOPEXの面で優れています。

- メンテナンス頻度
  グリスで満たされたボールベアリングを使用する横形カップリングタイプの遠心ポンプや両吸込みポンプとは異なり、インライン立形多段式渦巻きポンプはベアリングにほとんどラジアル荷重がかかりません。そのポンプシャフトには、グラファイトやPTFEの軸受材が使用されており、ポンプ内を流れる液体によって潤滑されます。これらのベアリングは、オイルを塗ったり、ポンプを分解したりする必要がなく、長期間使用できます。

- メンテナンス性
  モータ出力11kW以上の立形多段ポンプは、モータを外さずにメカニカルシールを交換できるため、時間とコストの削減が可能です。また、モータの取り外しに伴う芯だしの問題も解消されます。カートリッジ式なので、全工程を約20分で完了できます。また、新人技術者でも最小限の研修で簡単に取り扱えます（図2）。一方、旧式のポンプでは、部品のシールや芯出しに手間がかかり、経験豊富な社内技術者や第三者によるメンテナンスサービスが必要になります。

- 芯出し
  カップリングタイプのポンプでは、モータを取り外すたびに、9段階の芯出しを行うことが推奨されています。 また、その際はレーザーアライメントを行い、適切な位置で振動がないことを確認するのが理想的です。モータを取り外す必要のない直結型のインライン立形多段式渦巻きポンプは、その手間を省き、ポンプの寿命までに多くの労力とダウンタイムを軽減できます（図2）。

図2：立形多段うず巻ポンプのメカニカルシールは、カートリッジ式で簡単に交換可能です。これにより、カップリングタイプの片吸込みポンプや両吸込みポンプのような、シール交換後のモータやシャフトの芯出しにかかる時間と手間を省くことができます。

ポンプ構成と設置コスト

インライン立形多段式渦巻きポンプは、設置面積が小さく、取り付け方法も簡単なため、コスト削減効果が期待できます。

- レトロフィットの容易性
  既存の横形ポンプに対して、ごくわずかなスペースに立型ポンプユニットを複数設置できるため、既存設備の改修や、限られた床面積での新規設置が容易です。さらに、インライン接続方式を採用しているため、配管作業を最小限に抑えられます。

- 安価な導入コスト
  小型でシンプルなベースやインライン配管設計により、設置費用が最小限で済みます。片吸込みポンプのように垂直配管を設置する必要がなく、立形タービンポンプのように深いピットを作る必要もありません。また、大流量用途には、複数のポンプシステムを採用することで効率化を図れます（図3）。

図3：負荷に応じて回転数を制御する複数のポンプシステムは、片吸込みポンプや両吸込みポンプよりもエネルギー効率が優れており、より幅広い用途に対応可能です。

振動の低減

芯だし不良によって発生する振動は、増圧設備におけるポンプの故障要因の1つであり、シールの寿命や、ベアリングの寿命をも縮める原因になりえます。メンテナンスのためにモータを取り外す必要がないインライン立形多段式渦巻きポンプは、モータとポンプを繋ぐシャフトのずれを最小限に抑え、摩耗を引き起こす振動を大幅に減らします。

用途に応じた制御

ポンプ効率、エネルギー効率に優れたモータ、抵抗を減らすための設計されたインペラ・案内羽根等の物理的な設計特徴は、OPEX節約に貢献できますが、増圧整備の性能は、最終的に、変化するアプリケーションの需要に対応できるかどうかにかかっています。専門家に相談することで、適切なポンプ曲線の決定や可変数制御の活用など、特定のプロジェクトを実施する最適な方法に関する情報や洞察を得ることができます。

グルンドフォスのソリューションを活用する場合には、最大圧力と流量要件に応じて、ポンプ制御コントローラ内蔵のMGEモータまたは自立型のCUE となります。MGEモータは、5.5kW(200V)/22kW(400V)まで対応しており、それ以上はCUE で対応が可能となります。MGEモータ、CUEに関わらず、グルンドフォスの工場出荷時に搭載されたソフトウェアには、ポンプ曲線が含まれています。これは、MGEモータ、CUEが、最も効率よく運転できるポイントを認識していることを意味します。そのため、工場のメンテナンスエンジニアは、運転効率最適化のためにポンプを調整する必要がありません。また、ポンプは広い動作範囲のシステム圧力で低流量の要求を満たすことができます。

実例

ある種の化学物質を作る際には、化学反応で最高濃度の生成物を得るために、正確な温度管理が必要です。米国中西部の化学品加工・販売会社では、より大型の熱交換器を追加したことにより、化学品の生産能力が向上しました。また、老朽化した水道整備にも大きな負担がかかっていました。負荷の変化に対応できず、製品の温度効率が悪くなり、ポンプの修理が頻繁に発生しコストがかかるようになりました。ポンプが停止する度に、メンテナンスのために作業を停止していました。

同社は、制御盤に取り付けられたインバータとコントローラを備えたHydro MPC BoosterpaQシステムに、4台のCR 95立形多段ポンプを採用しました。これにより、グルンドフォスのソリューションを簡単に導入することができました。

その結果として現場のダウンタイムが減少しました。BoosterpaQシステムは、工場の需要と採石場の水温に基づき自動調整されるため、生産者はブースターシステムが常に最適化されていることを確信することができました。

バイパス弁の必要性が減ったことによるエネルギーの節約に加え、自動化システムにより、メンテナンスにかかる時間とコストが即削減され、その額は年間3万ドルとなりました。

詳細は grundfos.jp/newcr でご確認ください。

ダウンタイムと予防保全によるコスト削減

制御盤に取り付けられたインバータとコントローラに統合されたインテリジェンスに加え、前述の化学処理プラントでは、Grundfos Machine Health (GMH)をCRポンプに設置しました。 GMHは、メンテナンスに人工知能 (AI) を応用しており、集めた自社データをアクションに変換することで効率を高め、ダウンタイムを削減する次世代ソリューションです。

高度なセンサが重要な資産を24時間365日監視し、問題発生の兆候が見られた際は、詳細な分析結果をユーザーに通知します。これにより、メンテナンスはリアクティブ (事後対応) からプレディクティブ (予測対応) へと移行することができます。

当社は、お客様に寄り添った水ビジネスを行っています。

水ポンプ技術のパイオニアであり、グローバルリーダーであるグルンドフォスは、インテリジェントで持続可能なソリューションを創造し、世界の水と気候に関する課題解決に貢献しています。当社は、その伝統を通じ、パートナーやお客様、地域社会がエネルギー・水効率を高めながら水を移送させられる経験と革新的な能力を兼ね備えています。これは大きなビジネスチャンスであるだけでなく、世界がより持続可能な未来に向かうための義務であると考えています。当社のポンプとソリューションの完全なポートフォリオは、商業、住宅、地下水、自治体、工業用に設計されており、永久磁石モータや高度なポンプ制御・監視など、トレンドを先取りしたエネルギー効率の高い技術に重点を置いています。なぜなら、水は重要であり、貴社の事業も重要であるからです。

エネルギー省(DOE)のポンプエネルギー指数(PEI)要件とグルンドフォスの特定モデルのPEI評価については、grundfos.us/peiをご覧ください。

GRUNDFOS PUMPS K.K.
1-2-3, Shin Miyakoda, Kita-ku
Hamamatsu, 431-2103. Japan
Tel: (+81) 53 428 4760
www.grundfos.jp

本資料に表示されている商標（Grundfos、Grundfos口ゴ、"be think innovate "を含むがこれらに限定されない）は、Grundfos Groupが所有する登録商標です。All rights reserved.© 2021Grundfos Holding A/S, all rights reserved.

LCRWP001 0620