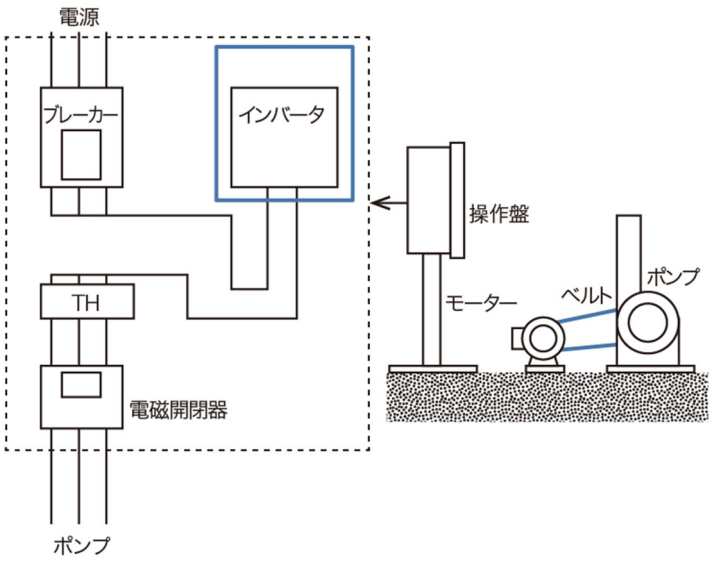
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

対策名	240222　ポンプの回転数制御機能の追加
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　業務用
分類	電動機・ポンプ・ファン
内容・目的	ポンプのバルブを絞って流量を調整している場合は、インバータを設置し、モーターの回転数を変えられるようにして必要水量を確保しつつ省エネを図る。(改善後はバルブを全開にする)
対策技術の概要	1．概要 ポンプやファン、ブロワーなどの流体機械は将来の追加ニーズや配管抵抗増加および装置本体の性能劣化を考慮して設計、購入される。特に、ポンプは吐出量と揚程に余裕をもつことが多く、バルブで流量調整していることが多い。 したがって、省エネ、CO_2ポテンシャル診断においても対策提案数は産業、業務両部門においても改善提案数は常に上位を占めている。 インバータによる回転数制御技術は、常識化された省エネ手法であるが、実際にはまだまだ普及していないのが実態である。 インバータは、ポンプ設備の新作時はもちろんのこと、既設のポンプ設備にも簡単に利用できる。また、設備新設時に採用されるモーターの極数変更やプーリ径変更に比べて効果は大きい。 最近では、インバータは安価となり、高調波ノイズ問題の対策を容易にとれ、また工事も簡単であるため積極的な採用が求められる。  図1．既設ポンプ用モーターのインバータ化イメージ

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

２．インバータの効果と省エネの実態

インバータを使ってポンプの吐出量を削減した場合、「実揚程=0」であればポンプの吐出量、回転数、動力の間には式（1）、式(2)に示す関係が成り立ち、消費電力はその削減吐出量の３乗に比例して削減できる。吐出量を 90%に削減した場合、消費電力は 0.9 の３乗の約 73%に削減することができる。

ポンプの吐出量Ｑは、回転数ｎに比例　$Q \propto n$　‥‥式（1）
必要な動力Ｐは、ｎの３乗に比例　$Q \propto n^3$　‥‥式（2）

実揚程、すなわち液体を持ち上げるエネルギーはインバータを使っても削減できないが、工場で使われているポンプの多くは空調冷温水ポンプなどの実揚程が小さい場合が多いので、効果が大きい事例が多い。

なお、ポンプの全揚程は次式で算出される。

全揚程=実揚程(H1)+配管圧損揚程(H2+H3)放流損失揚程(H4)

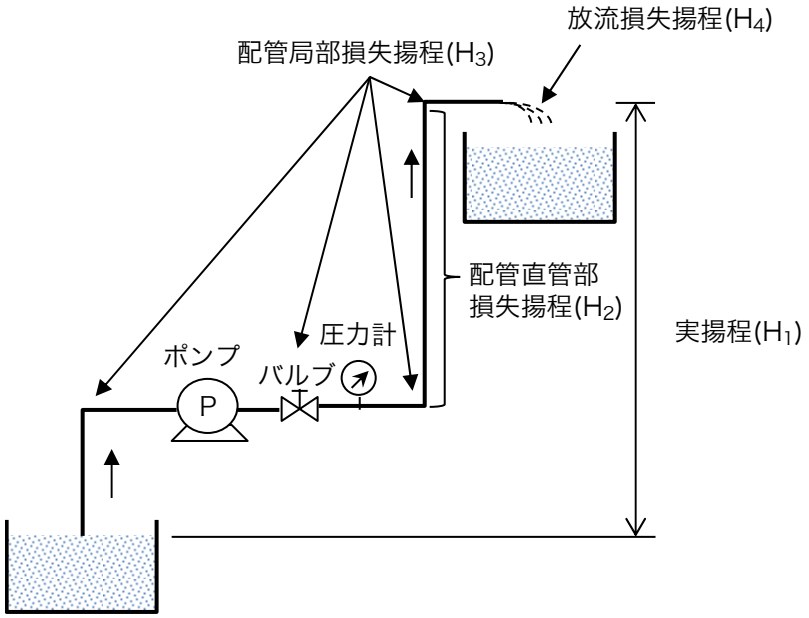


図２．揚程説明図

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

３．インバータを使った流量調整時の消費電力

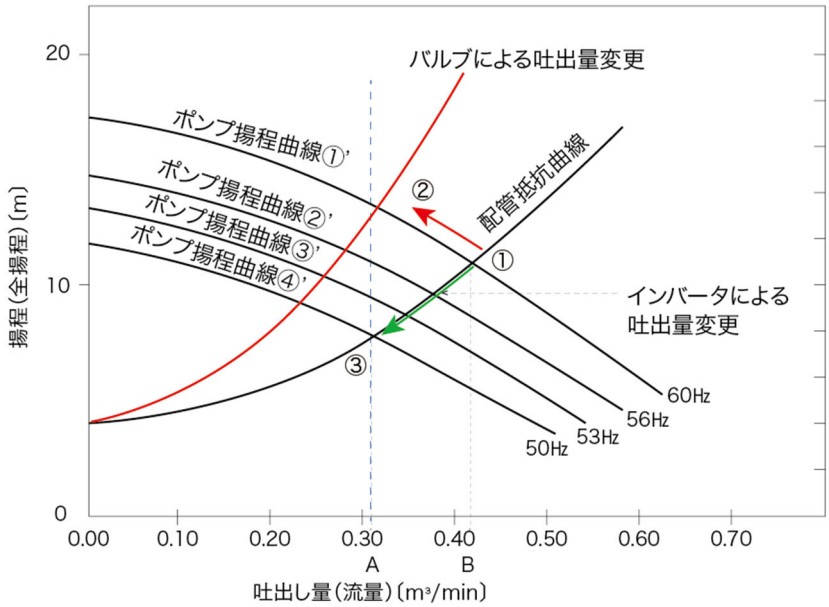


図３．インバータによるポンプ揚程曲線の変化

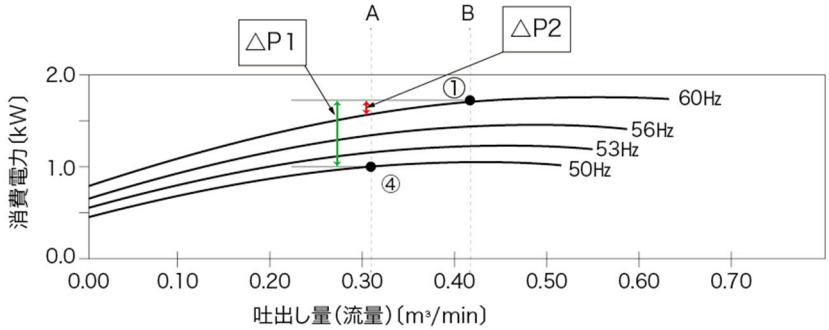


図４．インバータを使ったモーターの消費電力の変化

図３はインバータによるポンプ揚程曲線の変化とバルブによる吐出量変更を表しているが、目標とする運転点③を得るために、インバータでは周波数を 60Hz から 50Hz に低下させてポンプ揚程曲線を①’～④’へとシフトしている。(①→③)

一方、バルブによる吐出量変更は、流路の圧力損失を増加させることとなり、図内のバルブによる吐出量変更カーブとなり運転点は①→②と移動する。

図４はインバータを使ったモーター消費電力の変化（ΔＰ1）とバルブによる吐出量変更の場合のモーター消費電力の変化（ΔＰ2）を表しているが、インバータの方が有利であることが判る。

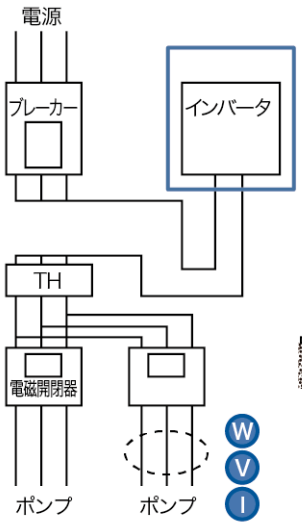
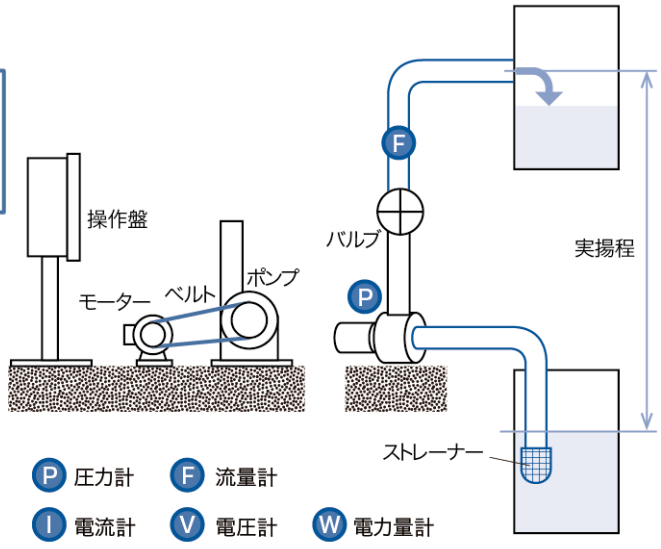
「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

概要シート

補足説明	
参考資料	[1]『楽勝！ポンプ設備の省エネ』（省エネルギーセンター） [2]『エネルギー診断プロフェショナル認定試験公式テキスト』（省エネルギーセンター）

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

対策名	240222　ポンプの回転数制御機能の追加
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　　業務用
分類	電動機・ポンプ・ファン
内容・目的	現状ポンプは能力が過大でありバルブを絞って運転しているので、インバータを設置し、モーターの回転数を変えられるようにして必要水量を確保するが、現状・改造後の計測を行う。（**改善後はバルブを全開にする**）
フロー図 と計測箇所	 図１．制御盤内  図２．ポンプ周辺
計測装置	１．クランプ式電力量計等 取れるデータは、電流、（各相）電圧、瞬時電力量、積算電力量、皮相電力、有効電力、無効電力、力率 2.　圧力計 圧力（揚程）は、既設圧力計を利用するが、連続測定が必要な場合は、既設圧力計を外して専用のものを設置する。 3.　流量計 流量計が設置されていないときは、設備改造を伴わない外付けの超音波流量計などを設置する。

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

計測シート

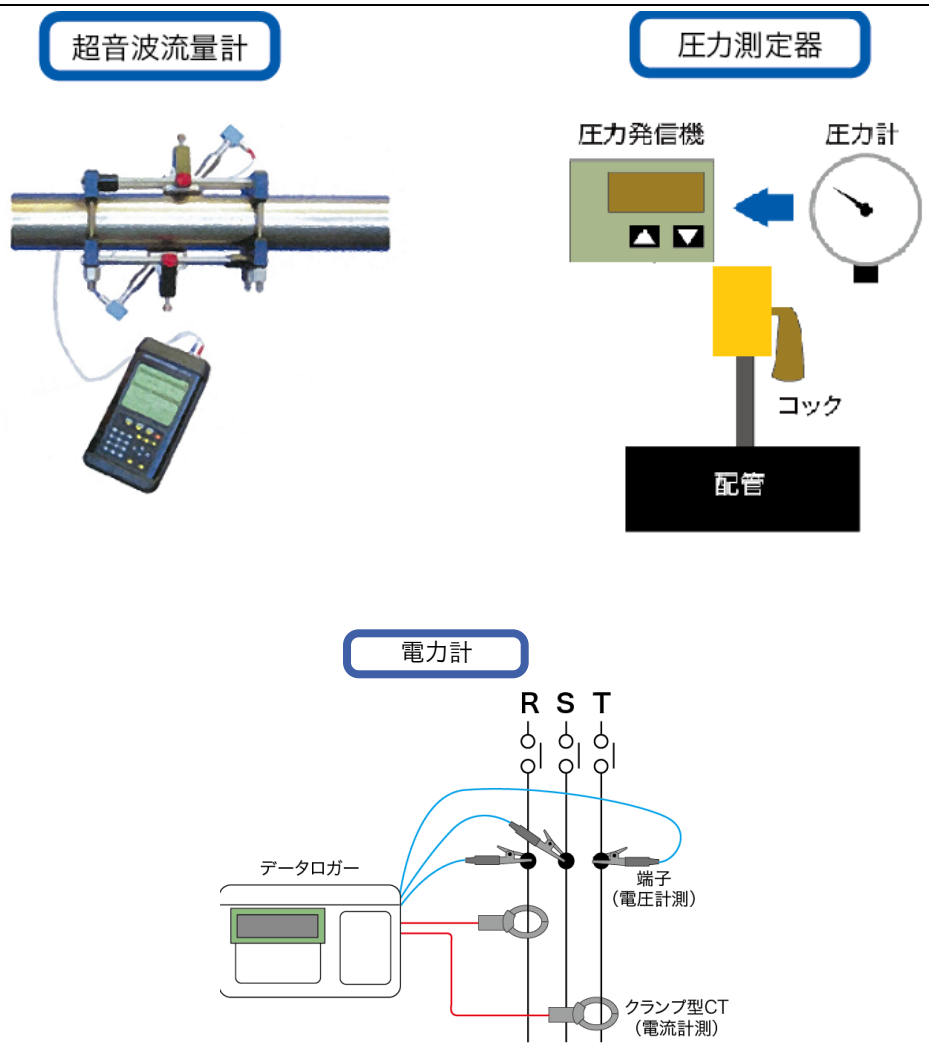
<table>
<tr><td></td><td>


図３．主な測定器
</td></tr>
<tr><td>計測
留意事項</td><td></td></tr>
<tr><td>補足説明</td><td>チューニングの方法は、『新版省エネルギーチューニングマニュアル』（省エネルギーセンター）を参照すること</td></tr>
</table>

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

対策名	240222　ポンプの回転数制御機能の追加
対策タイプ	部分更新・機能付加
対象業種	産業用　　業務用
分類	電動機・ポンプ・ファン
内容・目的	現状ポンプは能力が過大でありバルブを絞って運転しているので、インバータを設置し、モーターの回転数を変えられるようにして必要水量を確保する（改善後はバルブを全開にする）。 下記事例は、性能曲線のある場合である。

計算条件

項目	記号	データ		備考
現状動力	M0	14.3	kW	
液量の割合（対軸動力）	q	80.0	%	対定格現状調査
全揚程（現状）	H0	38	M	現状確認
全揚程（改善後）	H2	30	M	現状確認
年間稼働時間	t	5,000	h/年	20h/日×250 日/年
インバータ効率	ηi	95	%	平均的な値採用
現状と改善後の動力比	r	0.79		30/38
電気の熱量換算係数	He	9.97	GJ/千 kWh	
原油換算係数	fo	0.0258	kL/GJ	
電力の CO_2 排出係数	fc	0.550	t-CO_2/千 kWh	
電力単価	ye	18.9	円/kWh	

補足説明

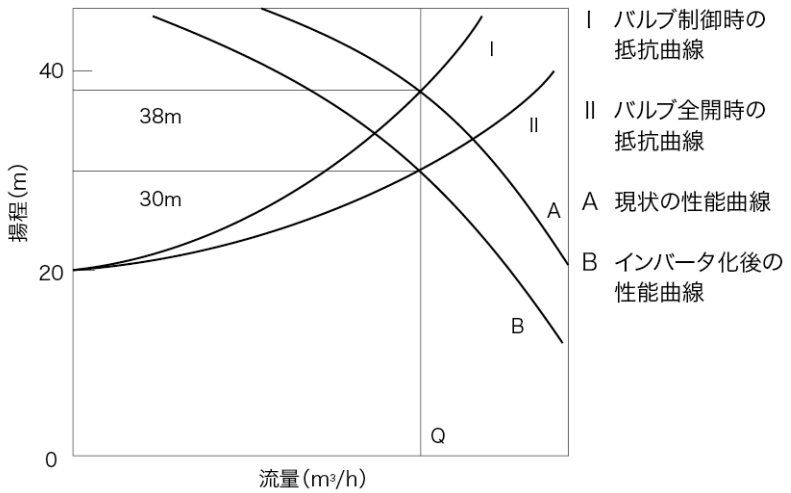


図１．ポンプ特性曲線

「省エネルギーセンター」ダウンロードファイル（無断転載、翻訳を禁ず）

算定シート

<table>
<tr><td></td><td colspan="5">（参考）
P=Pu/η　Pu=1/(60×1000)×ρ×g×Q×H
P：軸動力(kW)、Pu：水動力(kW)
ρ:液体の密度(kg/㎥)、H: 揚程(m)、Q: 吐出量(㎥/min)、g:9.8m/s^2</td></tr>
<tr><td rowspan="2">計算方法</td><td>電力使用量（現状）</td><td>E1</td><td>M0×t</td><td>71,500</td><td>kWh/年</td></tr>
<tr><td>電力使用量（改善後）</td><td>E2</td><td>M0×t×r/ηi</td><td>59,458</td><td>kWh/年</td></tr>
<tr><td rowspan="6">効果</td><td>項目</td><td>単位</td><td>効果</td><td colspan="2">備考</td></tr>
<tr><td>① 削減電気量</td><td>kWh/年</td><td>12,042</td><td colspan="2">E1- E2</td></tr>
<tr><td>② 原油換算削減量</td><td>kL/年</td><td>3.1</td><td colspan="2">①÷1,000×He×fo</td></tr>
<tr><td>③ CO_2削減量</td><td>t-CO_2/年</td><td>6.6</td><td colspan="2">①÷1,000×fc</td></tr>
<tr><td>④ 削減金額</td><td>千円/年</td><td>228</td><td colspan="2">①×ye÷1,000</td></tr>
<tr><td>⑤ 投資項目</td><td colspan="4">インバータ盤、工事</td></tr>
<tr><td>測定／取得データ</td><td colspan="5">1．流量：q（m^3/min）
2．モーター電力（電圧、電流、有効電力、力率）
3．圧力（揚程）
4．バルブ開度</td></tr>
<tr><td>留意事項</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>出典・参考資料</td><td colspan="5">[1]『新版　省エネチューニングマニュアル』（省エネルギーセンター）
[2]『工場の省エネルギーガイドブック 2016-2017』（省エネルギーセンター）</td></tr>
</table>