

ポンプ設備における台数制御システム等の導入による運転制御方式の改善等

設備導入



対策

ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善、羽根車改造等によるポンプ容量の適正化、高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモータの導入

目次

頁

- | | |
|---|---|
| ■ ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善 | 1 |
| ■ 羽根車改造等によるポンプ容量の適正化 | 4 |
| ■ 高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモータの導入 | 7 |

ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等 を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善

設備導入



対策概要

- ポンプ運転において、必要な水量や水圧で送水するよう運転制御方式を改善することで、ポンプ設備のエネルギー消費量を削減する。

導入可能性のある業種・工程

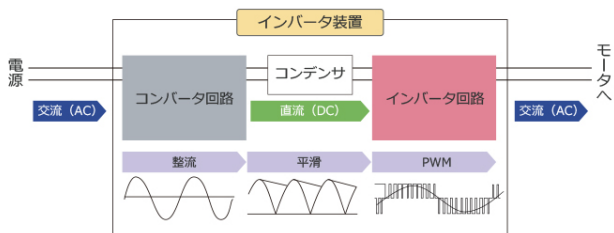
上水道・工業用水道 / 取水・導水工程 / ポンプ設備

原理・仕組み

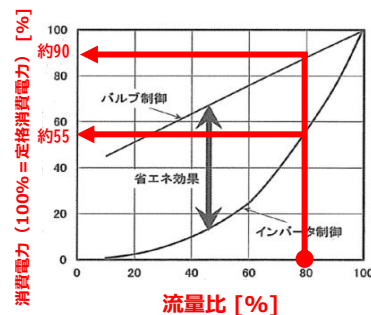
- 上水道・工業用水道部門におけるポンプ運転によるエネルギー消費量は非常に大きい。状況に応じて、バルブ開度制御から、台数制御、可動羽根制御、回転速度制御へと更新することで、エネルギー消費量削減に貢献する。

対策イメージ（回転速度制御）

- ・ 誘導モータの回転速度が供給される電源周波数に比例するため、インバーターを用いて電源周波数を変化させ回転速度を制御し、ポンプの吐出量、吐出圧を変化させる。
- ・ 流量変動が大きい場合に導入効果が期待でき、低速度回転域においてエネルギー効率が低下する液体抵抗器方式からインバーター制御方式等に変更することで省エネルギーを図ることができる。



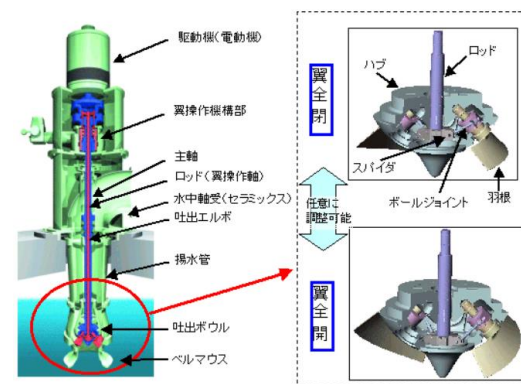
回転速度制御に用いられるインバータ装置の概念 [1]



流量比率と消費電力の関係 [2]

対策イメージ（可動羽根制御）

- ・ ポンプ羽根車の羽根角度を変化させることにより、1台のポンプに複数のポンプの特性を持たせ、ポンプ軸動力の損失を抑えて流量の調整ができる。流量調整時のポンプ軸動力の削減により、エネルギー消費量が削減される。



可動羽根制御の概念 [3]

出所) [1] 富士電機株式会社「富士電気製品コラム インバータの仕組み?」

https://www.fujielectric.co.jp/about/column/detail/inverter_02.html (閲覧日: 2024年7月19日)

[2] 公益財団法人水道技術研究センター「水道における省電力ハンドブック」(2015年1月) p.13 (赤字、赤線を追記)

出所) [3] 株式会社日立インダストリアルプロダクツ「可動翼ポンプ」

<https://www.hitachi-ip.co.jp/products/pump/technology/saveenergy/movablewing.html> (閲覧日: 2024年7月18日)

効率・導入コストの水準

■ 効率水準: -

■ 導入コスト水準: -

ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等 を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善

設備導入



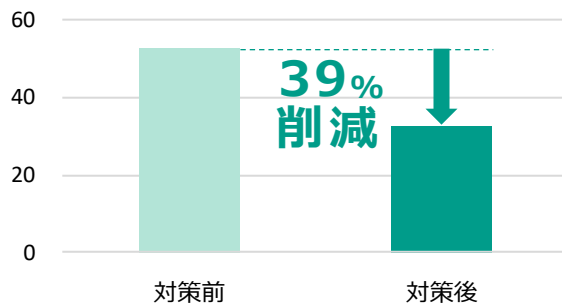
導入効果

- 定格消費電力30kW、平均負荷率80%の冷却水ポンプ1台にインバーター制御を導入したケースにおける試算例は以下のとおり。

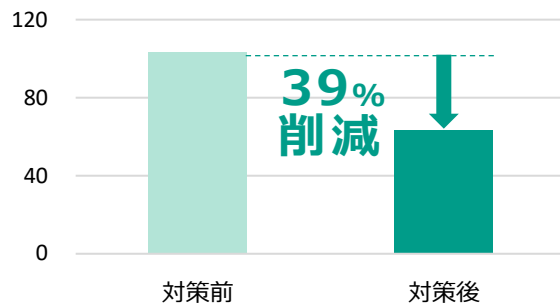
導入効果の試算例

- 各指標で39%削減できる試算結果。

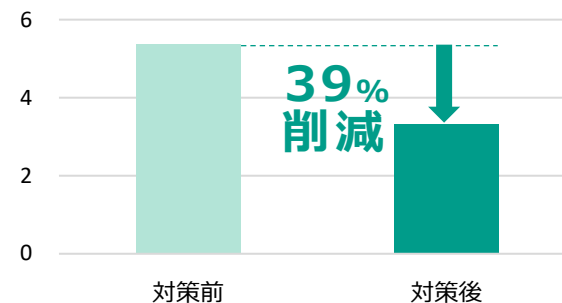
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (百万円/年)



ポンプ設備における台数制御システム・可動羽根制御システム・インバーター等 を利用した回転速度制御システム等の導入による運転制御方式の改善

設備導入



計算条件

- ・ 定格消費電力30kW、平均負荷率80%の冷却水ポンプ1台にインバーター制御を導入したケースを想定した。
- ・ インバーター制御の導入により、電力消費量を39%削減できた場合を想定した。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
電気の一次エネルギー換算係数	①	8.64	8.64	GJ/千kWh	【参考①】
電気のCO ₂ 排出係数	②	0.434	0.434	t-CO ₂ /千kWh	【参考①】
電気の単価	③	22.76	22.76	円/kWh	【参考①】
エネルギーの原油換算係数	④	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】
ポンプの定格消費電力	⑤	30.0	30.0	kW	想定値30kW×1台
定格に対する消費電力の比率	⑥	90.0	55.0	%	流量比率80%としてp1の図より想定
ポンプの消費電力	⑦	27.0	16.5	kW	⑤×⑥÷100
年間稼働時間	⑧	8,760	8,760	h/年	想定値
電力消費量	⑨	237	145	千kWh/年	⑦×⑧÷1,000
エネルギー消費量	⑩	2,044	1,249	GJ/年	⑨×①

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑪	52.7	32.2	kL/年	⑩×④
CO ₂ 排出量	⑫	102.6	62.7	t-CO ₂ /年	⑨×②
エネルギーコスト	⑬	5.4	3.3	百万円/年	⑨×③÷1,000

備考

・ -

羽根車改造等によるポンプ容量の適正化

設備導入



対策概要

- ポンプの仕様が現状の使用条件に対して過剰である場合、ポンプ設備容量等の適正化を図ることでエネルギー消費量を削減する。

導入可能性のある業種・工程

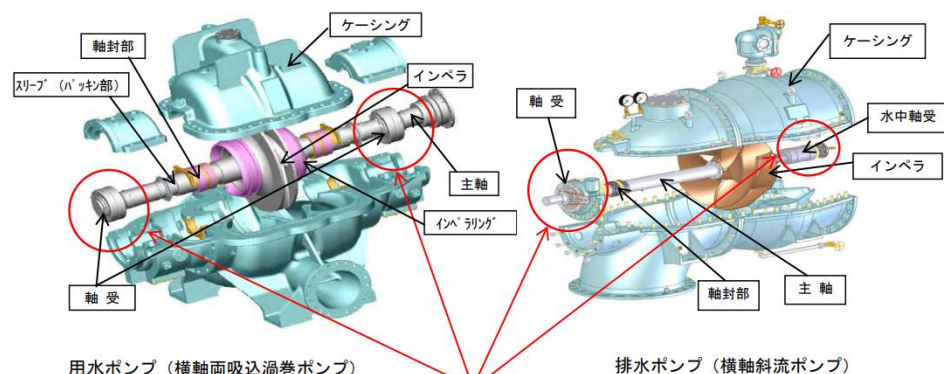
上水道・工業用水道 / 取水・導水工程 / ポンプ設備

原理・仕組み

- ポンプ設備を更新する場合に揚程、容量、台数を適正なものに見直す。ポンプ本体が十分に使用に耐えられる場合は、羽根車の加工・交換等（例：インペラカット）により現状の運転条件に見合ったポンプ設備容量等に改造することによって、エネルギー消費量を削減する。

ポンプの構造

- 外径が大きくなるほど吐出し量、全揚程は大きくなるため、電力消費量も増加する。



最重要部位

ポンプの構造例^[1]

出所) [1]農林水産省「農業水利施設の機能保全の手引き」

https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/sutomane/pdf/tebiki_pump_honpen_2702.pdf (閲覧日: 2024年8月2日)

効率・導入コストの水準

- 効率水準: -
- 導入コスト水準: -

対策イメージ（羽根車（インペラ）カット）

- 羽根車の加工の例として、ポンプの吐出し量、全揚程が、使用条件に対して過剰である場合、インペラ外径を小さくすることで、消費電力を削減することができる（インペラ外径5%カット時の軸動力が20%減となる）。



ポンプのインペラカットのイメージ^[2]

出所) [2]株式会社川本製作所「ポンプの省エネ化」

https://www.kawamoto.co.jp/closeup/eco/energy_saving.html (閲覧日: 2024年8月2日)

羽根車改造等によるポンプ容量の適正化

設備導入



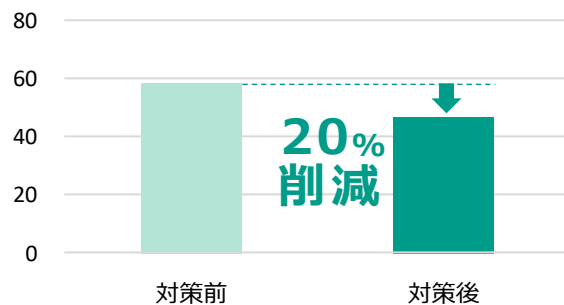
導入効果

- 定格消費電力30kWのポンプ設備台に羽根車改造を行ったケースにおける試算例は以下のとおり。
- 羽根車改造により、電力消費量が20%削減することを想定した。

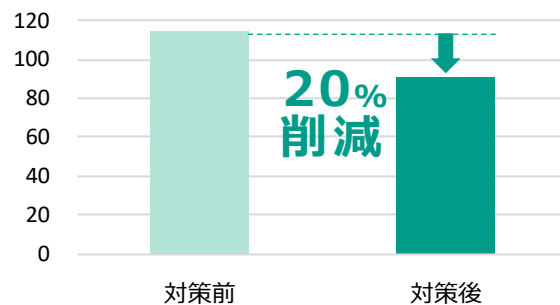
導入効果の試算例

- 各指標で20%削減できる試算結果。

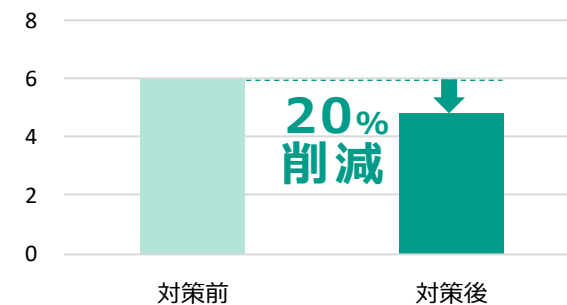
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (百万円/年)



羽根車改造等によるポンプ容量の適正化

設備導入



計算条件

- 定格消費電力30kWのポンプ設備1台に羽根車改造を行うことで、定格に対する消費電力及び電力消費量が20%削減できた場合を想定した。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
電気の一次エネルギー換算係数	①	8.64	8.64	GJ/千kWh	【参考①】
電気のCO ₂ 排出係数	②	0.434	0.434	t-CO ₂ /千kWh	【参考①】
電気の単価	③	22.76	22.76	円/kWh	【参考①】
エネルギーの原油換算係数	④	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】
ポンプの定格消費電力	⑤	30.0	30.0	kW	想定値30kW×1台
定格に対する消費電力の削減率	⑥	—	20.0	%	インペラ外径5%カット時の軸動力20%減としてp4の資料より想定
ポンプの消費電力	⑦	30.0	24.0	kW	⑤×(1-⑥÷100)
年間稼働時間	⑧	8,760	8,760	h/年	想定値
電力消費量	⑨	263	210	千kWh/年	⑦×⑧÷1,000
エネルギー消費量	⑩	2,271	1,816	GJ/年	⑨×①

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑪	58.6	46.9	kL/年	⑩×④
CO ₂ 排出量	⑫	114.1	91.2	t-CO ₂ /年	⑨×②
エネルギーコスト	⑬	6.0	4.8	百万円/年	⑨×③÷1,000

備考

- ポンプ容量の適正化は羽根車の改造だけでなく、更新時の容量、揚程の見直しが重要になる。

高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモータの導入

設備導入



対策概要

- 上水道・工業用水道部門においてエネルギー消費量の大部分を占める、取水・導水・送水・配水ポンプ設備の新設・更新時に、高効率モータやトップランナーモータを搭載したポンプを選定し、エネルギー消費量を削減する。

導入可能性のある業種・工程

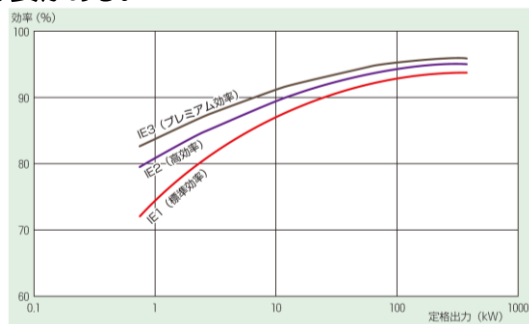
上水道・工業用水道 / 送水・配水工程 / 送水・配水施設

原理・仕組み

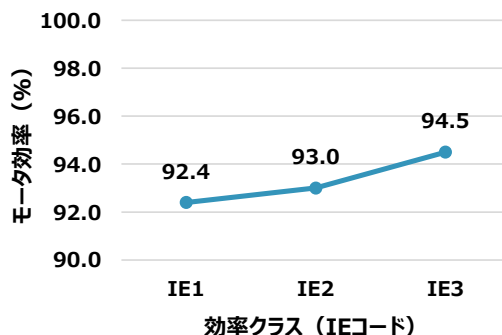
- トップランナーモータとは、効率クラスIE3（プレミアム効率）のモータで、電気を動力に変換する際の損失を最小限とする設計がなされている。損失を抑制することで回転速度を速めており、従来モータよりも効率が高い。これらのモータの利用によりエネルギー消費量を削減する。

対策イメージ

- ・ 日本産業規格（JIS）には、定格効率に基づく効率クラス（IE1～IE3）が規定されており、IE3（プレミアム効率）モータのトップランナー基準の効率は、IE1（標準効率）に比べ2～7%高い（左図）。日本電機工業会加盟メーカーでは、カタログやモータ本体に「トップランナーモータ」のロゴマークを表示している（右図）。
- ・ 既存のモータをエネルギー消費効率の高いモータに交換する場合には、モータサイズ、定格回転速度、始動電流、モータ発生トルクなどが変わる場合があることに留意し、検討する必要がある。



従来モータとトップランナーモータの比較[1]



定格出力37kWのモータにおけるIEコード別のモータ効率[2]



「トップランナーモータ」マーク[1]

出所) [1]一般社団法人日本電機工業会「地球環境保護・省エネルギーのために トップランナーモータ 2021年版」[https://www.jema-net.or.jp/jema/data/S5238\(20211220\).pdf](https://www.jema-net.or.jp/jema/data/S5238(20211220).pdf) (閲覧日: 2024年8月27日)
[2]一般社団法人日本電機工業会「トップランナーモータ基準値とIEコードとの対比表」https://www.jema-net.or.jp/Japanese/pis/top_runner/pdf/taihi.pdf (閲覧日: 2024年8月27日) より作成

効率・導入コストの水準

- 効率水準: -
- 導入コスト水準: -

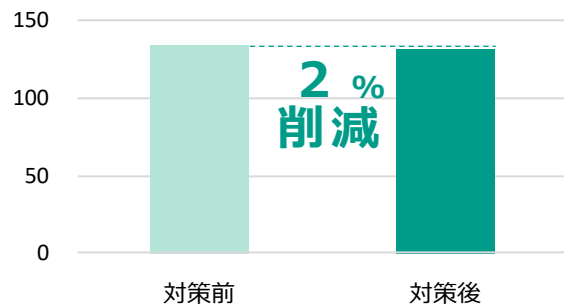
導入効果

- 年間3,000時間稼働している取水用ポンプの定格出力37kWモータ（IE1、効率92.4%）5台を、トップランナーモータ（IE3、効率94.5%）に更新したケースにおける試算例は以下のとおり。

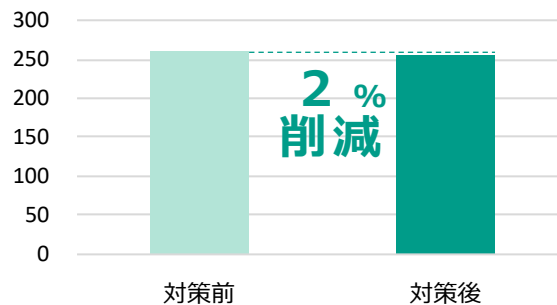
導入効果の試算例

- ・ 各指標で2%削減できる試算結果。

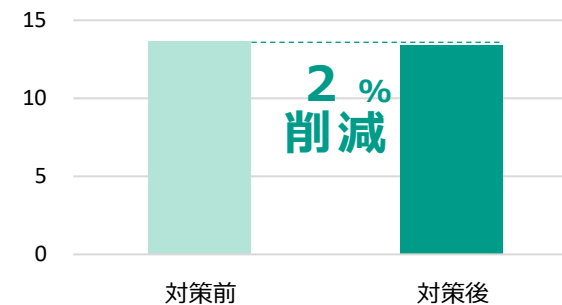
エネルギー消費量（kL/年）



CO₂排出量（t-CO₂/年）



エネルギーコスト（百万円/年）



高効率ポンプ・エネルギー消費効率の高いモータの導入

設備導入



計算条件

- 年間3,000時間稼働している取水用ポンプの定格出力37kWモータ（IE1、効率92.4%）5台を、トップランナーモータ（IE3、効率94.5%）に更新することにより、電力消費量を2.2%削減できた場合を想定した。

項目	記号	Before	After	単位	数値の出所、計算式
電気の一次エネルギー換算係数	①	8.64	8.64	GJ/千kWh	【参考①】
電気のCO ₂ 排出係数	②	0.434	0.434	t-CO ₂ /千kWh	【参考①】
電気の単価	③	22.76	22.76	円/kWh	【参考①】
エネルギー原油換算係数	④	0.0258	0.0258	kL/GJ	【参考①】
モータの効率	⑤	92.4	94.5	%	定格出力37kWのIE1、IE3の効率としてp7の図より想定
モータの定格出力	⑥	37.0	37.0	kW	資料 ^[3] を基に想定
稼働台数	⑦	5	5	台	資料 ^[3] を基に想定
年間稼働時間	⑧	3,000	3,000	h/年	想定値
電力消費量	⑨	601	587	千kWh/年	⑥×⑧×⑦÷（⑤÷100）÷1,000
エネルギー消費量	⑩	5,190	5,074	GJ/年	⑨×①

出所）[3]さいたま市水道局「令和4年度水道事業年報」https://www.city.saitama.lg.jp/001/006/002/048/003/p012074_d/fil/R4annualreport.pdf（閲覧日：2024年8月30日）

計算結果

- 計算結果には、トップランナーモータの導入コストは含まれていない。

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑪	134	131	kL/年	⑩×④
CO ₂ 排出量	⑫	261	255	t-CO ₂ /年	⑨×②
エネルギーコスト	⑬	13.7	13.4	百万円/年	⑨×③÷1,000

備考

- 2015年4月以降、製造事業者は国内向けに出荷するモータのエネルギー消費効率を区分ごとに出荷台数により加重平均した数値が、基準エネルギー消費効率を下回らないようにする必要があるとされている。