# 台数制御システム等の導入によるポンプ運転制御方式の改善等

設備導入

環境省

| 対策 | 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ポンプ運転制御方式の改善、エネルギー消費効率の高いモータの導入 |
|---|---|

目　次


| | 頁 |
|---|---|
| ■ 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ポンプ運転制御方式の改善 | 1 |
| ■ エネルギー消費効率の高いモータの導入 | 4 |

# 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ポンプ運転制御方式の改善

設備導入

環境省

**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、排泥濃縮槽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**

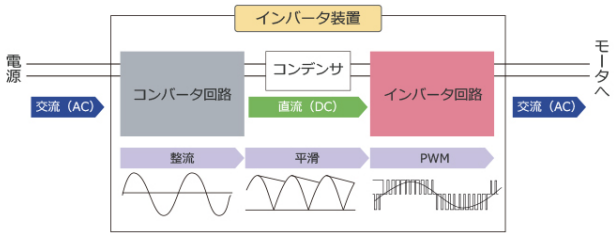
上水道・工業用水道 / 排水処理工程 / 排泥濃縮槽設備

## 原理・仕組み

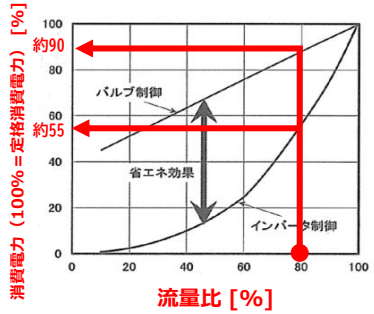
■ 上水道・工業用水道部門におけるポンプ運転によるエネルギー消費量は非常に大きい。状況に応じて、バルブ開度制御から、台数制御、可動羽根制御、回転速度制御へと更新することで、エネルギー消費量削減に貢献する。

### 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等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]

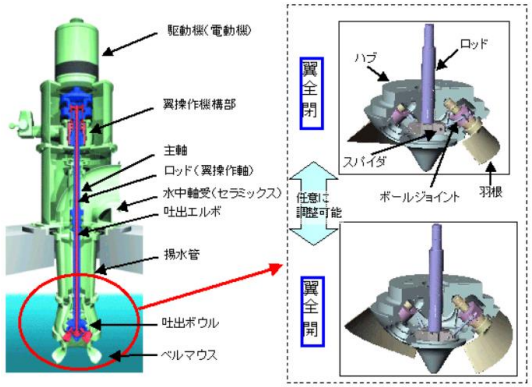



流量比率と消費電力の関係[2]

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）（赤字、赤線を追記）

### 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）[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/saveenegy/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：－

# 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ポンプ運転制御方式の改善

設備導入

環境省

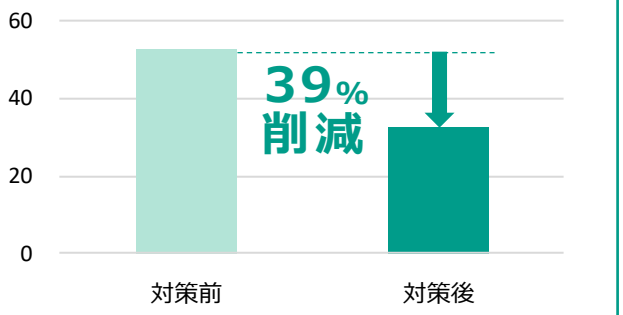
## 導入効果

■ 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。

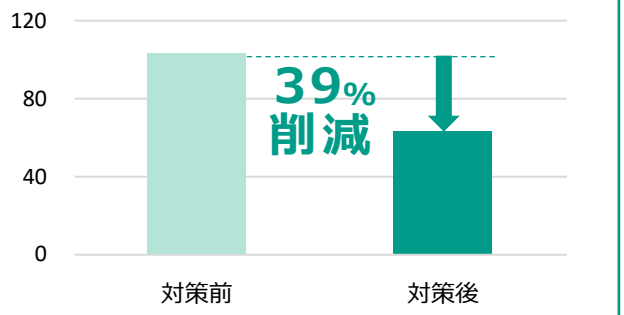
### 導入効果の試算例

- 各指標で39%削減できる試算結果。

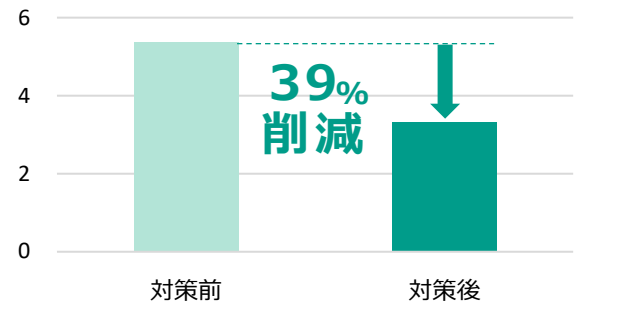
**エネルギー消費量（kL/年）**




**$CO_2$排出量（t-$CO_2$/年）**




**エネルギーコスト（百万円/年）**



# 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ポンプ運転制御方式の改善

設備導入

環境省

## 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の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

- 運転制御方式の改善は送水・配水施設に限らず水道全般に適用されるが、各方式の持つ特徴を踏まえ、単独または併用方式を比較検討したうえで方式を決定する必要がある。

# エネルギー消費効率の高いモータの導入

設備導入

環境省

**対策概要**

■排泥濃縮槽設備にエネルギー消費効率の高いモータを採用することで、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**

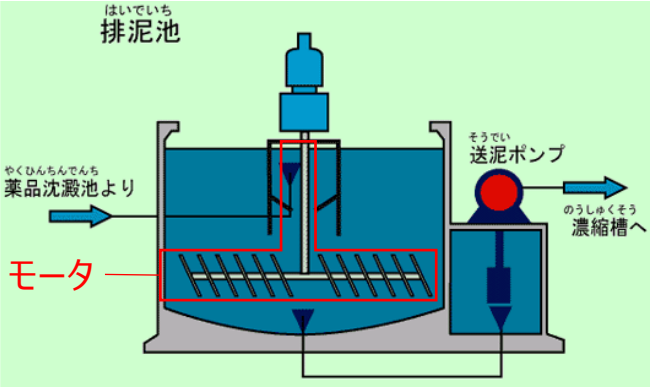
上水道・工業用水道 / 排水処理工程 / 排泥濃縮槽設備

## 原理・仕組み

■ エネルギー消費効率の高いモータによる電力の削減量は運転時間に比例するため、連続運転される機器ほど電力削減効果が大きい。連続運転される排泥池、濃縮槽のスラッジ掻寄機等にエネルギー消費効率の高いモータを採用し、エネルギー消費量を削減する。

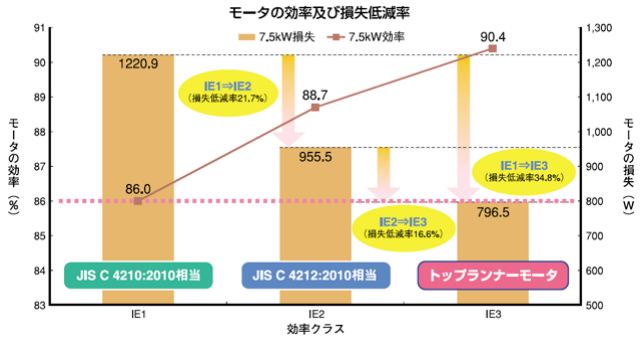
## 対策イメージ

- 排泥池では、薬品沈でん池から運搬された汚泥が沈でん、固化することを防ぐために、常時攪拌する必要がある。そのため、攪拌装置におけるモータは連続運転が行われている。




排泥池のイメージ[1]

- エネルギー消費効率の高いモータとして、トップランナーモータが事例として挙げられる。トップランナーモータは、従来型であるJIS C4210（2010）規格値と比較すると約35%の損失低減効果が期待でき、モータ効率は4.4%向上する。また、エネルギー効率の更なる向上のため、高効率モータは一般的にインバータ制御と併せて導入する。




従来モータとトップランナーモータの比較省エネ効果（50Hz、4極、7.5kWの例）[2]

出所）[1]宇都宮市上下水道局「排泥池」https://www.city.utsunomiya.lg.jp/josuido/jigyo/about/suidosui/1002763.html（閲覧日：2024年9月6日）（赤字、赤線を追記）
[2]一般社団法人日本電機工業会「トップランナーモータ 2015年度スタート！！」https://www.jema-net.or.jp/Japanese/pis/top_runner/sansou_yudou.html（閲覧日：2024年9月6日）

## 効率・導入コストの水準

■ 効率水準：－

■ 導入コスト水準：－

# エネルギー消費効率の高いモータの導入

設備導入

環境省

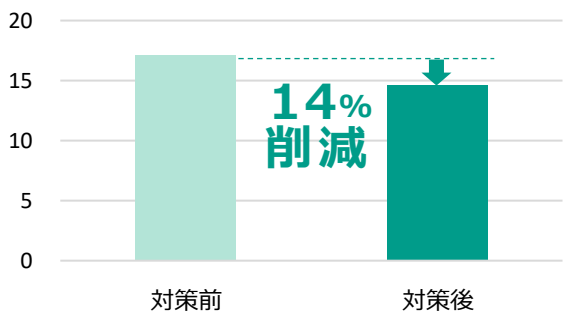
## 導入効果

■ 水量86,400m3/日規模の浄水場の排泥池において、インバータ制御及び高効率モータを導入したケースにおける試算例は以下のとおり。

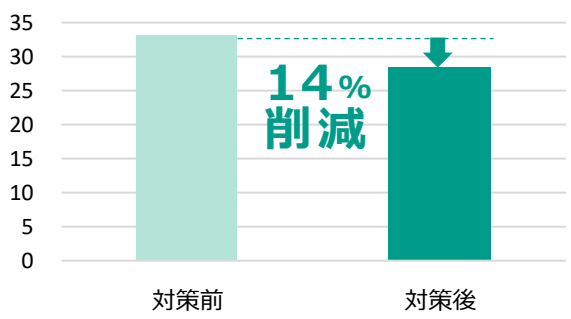
### 導入効果の試算例

- 各指標で14%削減できる試算結果。

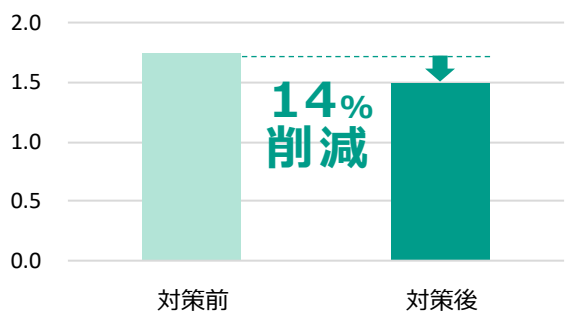
**エネルギー消費量（kL/年）**




**$CO_2$排出量（t-$CO_2$/年）**




**エネルギーコスト（百万円/年）**



# エネルギー消費効率の高いモータの導入

設備導入

環境省

## 計算条件

- 定格消費電力7.5kW、従来型スラッジ掻寄機を実装した排泥池設備において、インバータ制御及び高効率モータ（トップランナーモータIE3）を導入したケースを想定した。高効率モータの導入により、モータ効率が4.4%向上した場合を想定した。

| 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】 |
| モータの定格消費電力 | ⑤ | 7.5 | 7.5 | kW | 7.5kWとしてp4の図より想定 |
| モータの効率 | ⑥ | 86.0 | 90.4 | % | モータの効率クラスがIE1からIE3に更新されたとして、p4の図より想定 |
| インバータ制御効果係数※ | ⑦ | – | 0.90 | – | 資料[3]を基に想定 |
| 年間稼働時間 | ⑧ | 8,760 | 8,760 | h/年 | 想定値 |
| 電力消費量 | ⑨ | 76.4 | 65.4 | 千kWh/年 | Before：⑤÷（⑥÷100）×⑧÷1,000<br>After：⑤÷（⑥÷100）×⑦×⑧÷1,000 |
| エネルギー消費量 | ⑩ | 660 | 565 | GJ/年 | ⑨×① |

出所）[3]一般社団法人環境共創イニシアチブ「省エネルギー量計算の手引き【指定計算（産業用モータ）】」https://sii.or.jp/cutback03/uploads/k23_shouenekeisan_motor.pdf（閲覧日：2024年9月10日）
※インバータ制御効果係数とは、インバータ制御の導入によるエネルギー消費量の変動割合を示したものであり、インバータ制御効果係数が大きいほど、エネルギー消費量の削減率が小さい。

## 計算結果

| 項目 | 記号 | Before | After | 単位 | 計算式 |
|---|---|---|---|---|---|
| エネルギー消費量 | ⑪ | 17.0 | 14.6 | kL/年 | ⑩×④ |
| $CO_2$排出量 | ⑫ | 33.2 | 28.4 | t-$CO_2$/年 | ⑨×② |
| エネルギーコスト | ⑬ | 1.7 | 1.5 | 百万円/年 | ⑨×③÷1,000 |

## 備考

- 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。