

対策

水中攪拌機のインバーター等による回転数制御システムの導入、高効率反応タンク攪拌機の導入、硝化液循環ポンプにおける流量制御システム・台数制御システム・回転数制御システムの導入、エアリフトポンプの導入、汚泥輸送ポンプにおける台数制御システム・インバーター等による回転数制御システムの導入、アナモックス反応による高効率窒素除去技術の導入、高度センサー制御システムの導入

目次

頁

■ 水中攪拌機のインバーター等による回転数制御システムの導入	1
■ 高効率反応タンク攪拌機の導入	4
■ 硝化液循環ポンプにおける流量制御システム・台数制御システム・回転数制御システムの導入、エアリフトポンプの導入	7
■ 汚泥輸送ポンプにおける台数制御システム・インバーター等による回転数制御システムの導入	10
■ アナモックス反応による高効率窒素除去技術の導入	13
■ 高度センサー制御システムの導入	16

対策概要

- 水中攪拌機の回転数をインバーター等で制御するシステムを導入し、駆動装置の電力消費量を削減することで、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

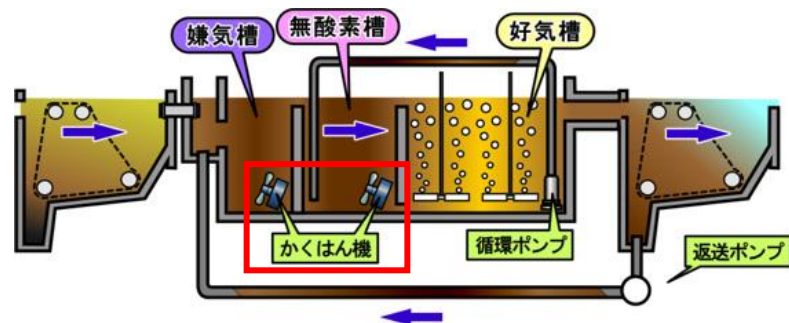
下水道/水処理工程/電気使用設備/高度処理設備

原理・仕組み

- 水中攪拌機羽根の回転数をインバーター等を用いて増減する制御を行いながら運転することで、常時最大回転数で運転する場合に比べ、駆動装置の電力消費量を削減することができる。

対策イメージ

- 下水の高度処理における嫌気槽、無酸素槽、好気槽では、槽内の攪拌が必要となる。
- 攪拌機の駆動装置にインバーター等を付加し、処理水の水質に影響を与えない範囲で攪拌羽根の回転数を抑制する。



高度処理設備の概念図（嫌気無酸素好気法） [1]

出所) [1]横浜市「下水の高度処理」

<https://www.city.yokohama.lg.jp/kurashi/machizukuri-kankyo/kasen-qesuido/qesuido/shori/kodoshori/kouido.html>

(閲覧日：2024年11月13日) (赤枠を追記)

対策による効果

- 駆動装置の動力は次式で求められる。
- $P=C \times \rho \times n^3 \times d^5$
- C：装置特有の定数、P：動力[W]、 ρ ：液密度[kg/m³]
- n：回転数[rpm]、d：羽径[m]
- 上の式から、例えば、回転数を60rpmから54rpmに減速した場合、動力は減速前の72.9% (= (54/60)³)、削減率は27.1%となる。
- なお、インバーター等の回転数制御装置に電力ロスがある場合は、削減効果が計算値より小さくなる。

効率・導入コストの水準

- 効率水準：－
- 導入コスト水準：－

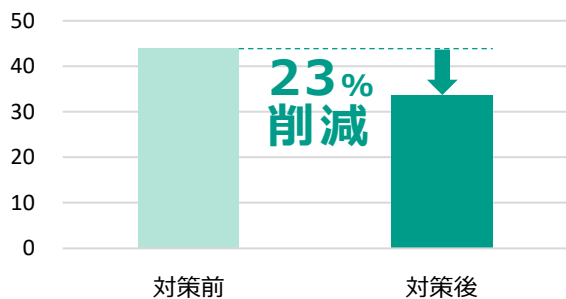
導入効果

- 処理能力9,500m³/日池の施設が2池ある下水処理場において、高度処理施設の攪拌機にインバーター制御システムを導入し、回転数を10%低減できたケースにおける試算例は以下のとおり。

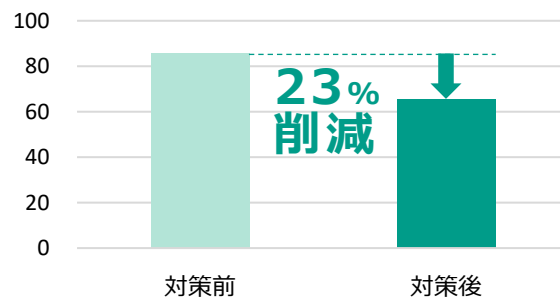
導入効果の試算例

- 各指標で23%削減できる試算結果。

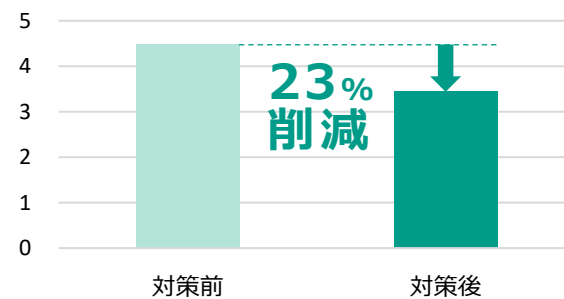
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (百万円/年)



水中攪拌機のインバーター等による回転数制御システムの導入

設備導入



計算条件

- 処理能力9,500m³/日池の施設が2池ある下水処理場において、高度処理施設の攪拌機にインバーター制御システムを導入し、回転数を10%低減できたケースを想定した。

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】
攪拌機の定格消費電力	⑤	22.5	22.5	kW	処理能力9,500m ³ /日を想定し、資料[2]を基に想定
年間稼働時間	⑥	8,760	8,760	h/年	想定値
インバーターによる電力消費量削減率	⑦	-	27.1	%	回転数10%低減としてp1の計算例を基に想定
インバーターの電力ロス	⑧	-	5.0	%	資料[3]を基に想定
電力消費量	⑨	197	151	千kWh/年	⑤×⑥×(1-⑦÷100)÷(1-⑧÷100)÷1,000
エネルギー消費量	⑩	1,703	1,307	GJ/年	⑨×①

出所) [2]公益財団法人愛知水と緑の公社「2系水処理嫌気槽・無酸素槽の攪拌機間欠運転」http://aichi-mizutomidori.or.jp/hp_gesui/wp-content/uploads/2019/11/5110-鬼頭昌子.pdf (閲覧日: 2024年11月13日)

[3]三菱電機株式会社「製品についてFAQ」https://fa-faq.mitsubishielectric.co.jp/faq/show/11590?site_domain=default (閲覧日: 2024年10月31日)

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑪	43.9	33.7	kL/年	⑩×④
CO ₂ 排出量	⑫	85.5	65.6	t-CO ₂ /年	⑨×②
エネルギーコスト	⑬	4.5	3.4	百万円/年	⑨×③÷1,000

備考

• -

対策概要

- 反応タンクの活性汚泥混合液を均一に攪拌するための攪拌動力が従来型より大幅に小さい攪拌機を導入することで、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

下水道/水処理工程/電気使用設備/高度処理設備

原理・仕組み

- 従来型に比べ攪拌動力が小さい攪拌機が開発されている。このような攪拌機を導入することで攪拌に要する電力消費量を削減することができる。

高効率攪拌機

- 高効率攪拌機は、装置の構造や形状により、インペラ式、双曲面形攪拌翼式、ドラフトチューブ式、直結式、旋回機構付プロペラ式に分類される。



高効率攪拌機の種類[1]

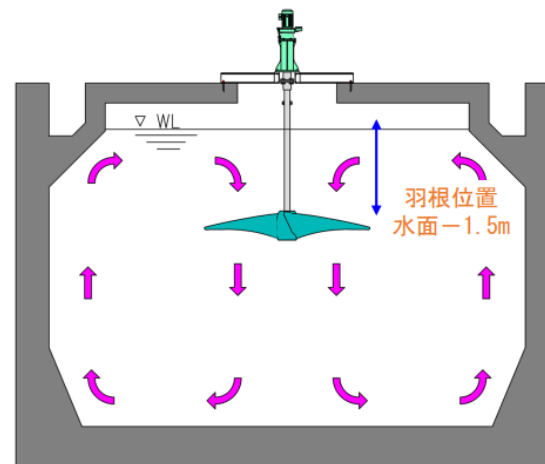
出所) [1]環境省・国土交通省「下水道における地球温暖化対策マニュアル」
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gei/pdf/manua160530b.pdf> (閲覧日: 2024年10月31日) より作成

効率・導入コストの水準

- 効率水準: -
- 導入コスト水準: -

対策イメージ

- 下図は、インペラ式攪拌機の導入イメージ図である。
- 従来技術の水中攪拌機を設置している4か所の反応タンクに省エネ型攪拌機を導入した場合、攪拌機の消費電力量が69~95% (平均79%) 削減できるとの試算もある[1]。



インペラ式攪拌機の導入イメージ[2]

出所) [2]株式会社クボタ「反応タンク用低速攪拌機 (Kウイング)」
https://www.kubota.co.jp/product/water-t/products/pdf/tec_0021.pdf (閲覧日: 2024年10月31日)

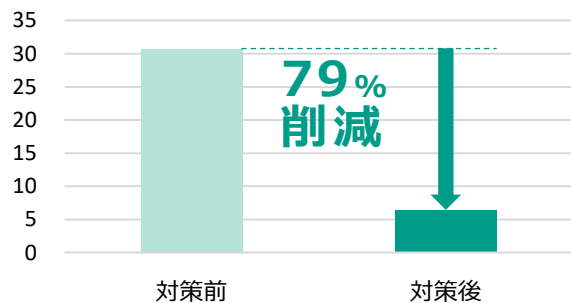
導入効果

- 処理能力6,500m³/日の反応タンクに高効率攪拌機を導入し、攪拌機の電力消費量を79%削減できたケースにおける試算例は以下のとおり。

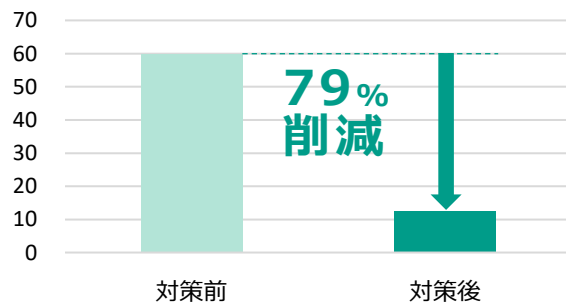
導入効果の試算例

- 各指標で79%削減できる試算結果。

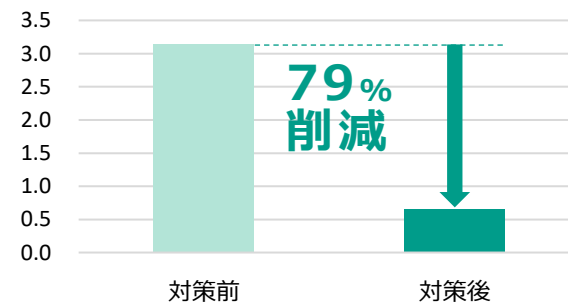
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (百万円/年)



計算条件

- 処理能力6,500m³/日の反応タンクに高効率攪拌機を導入し、攪拌機の電力消費量を79%削減できたケースを想定した。

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】
対策前の日電力消費量	⑤	378	-	kWh/日	資料[3]を基に想定
年間稼働日数	⑥	365	365	日/年	通年で稼働すると想定
電力消費量削減率	⑦	-	79.0	%	p4の試算例を基に想定
電力消費量	⑧	138	29.0	千kWh/年	Before : ⑤×⑥÷1,000 After : ⑧b× (1-⑦a÷100)
エネルギー消費量	⑨	1,192	250	GJ/年	⑧×①

計算式の添え字bはBefore、aはAfterを示す。

出所) [3]国土交通省「下水処理場のエネルギー最適化に向けた省エネ技術導入マニュアル(案)資料編」<https://www.mlit.go.jp/common/001295307.pdf> (閲覧日: 2024年10月31日)

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑩	30.8	6.5	kL/年	⑨×④
CO ₂ 排出量	⑪	59.9	12.6	t-CO ₂ /年	⑧×②
エネルギーコスト	⑫	3.1	0.7	百万円/年	⑧×③÷1,000

備考

-

硝化液循環ポンプにおける流量制御システム・台数制御システム ・回転数制御システムの導入、エアリフトポンプの導入

設備導入



対策概要

- 硝化液循環ポンプにおける流量制御システム・台数制御システム・回転数制御システムの導入、エアリフトポンプの導入により、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

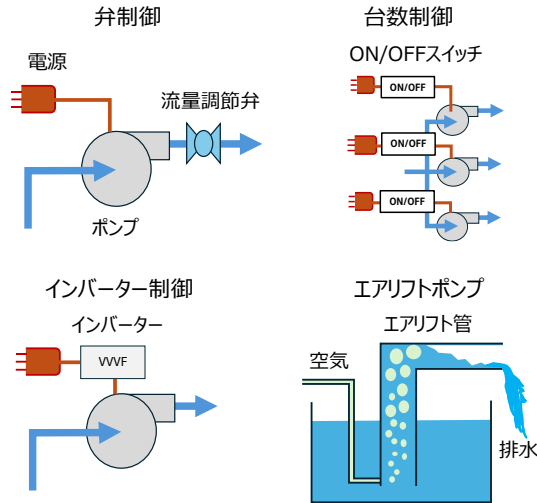
下水道/水処理工程/電気使用設備/高度処理設備

原理・仕組み

- ポンプを使用する液体搬送では、流量制御方法として、弁制御、台数制御、インバーター（回転数）制御等が用いられる。ポンプを使用しない液体搬送方法としてエアリフトポンプがある。
- 搬送需要に合わせて流量制御を行うことで搬送に必要なエネルギー消費量を削減することができる。

流量制御方法、エアリフトポンプの概要

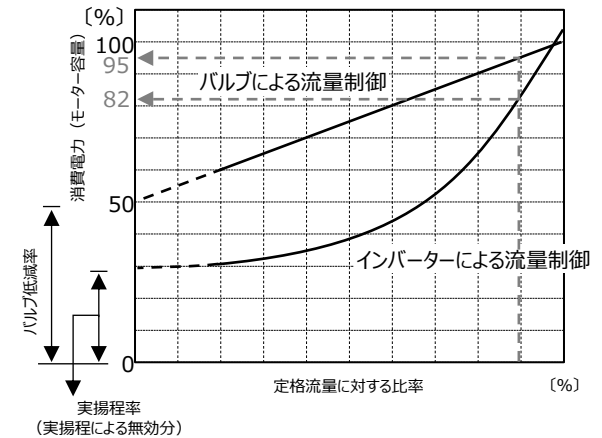
- ・ 弁制御は、ポンプ出側の弁開度で流量制御する。
- ・ 台数制御は、ポンプの運転台数で流量制御する。
- ・ インバーター制御は、インバーターでポンプの回転数を変化させて流量制御する。
- ・ エアリフトポンプは、空気の吹き込み流量で流量制御する。他の方法より仕組みが簡単であるが、揚程や流量に制約がある。



流量制御方法、エアリフトポンプの概念図

対策イメージ（弁制御とインバーター制御の削減効果）

- ・ 右図は、弁制御、インバーター制御について、流量と消費電力の関係を示す模式図である。
- ・ 弁制御とインバーター制御は、同じ容量の遠心ポンプを比較した場合である。流量を90%に制御した場合、消費電力は、それぞれ定格の95%（削減率5%）、82%（削減率18%）となり、インバーター制御の方が削減効果大きい。



流量と消費電力の関係^[1]

出所) [1]「2018省エネルギー手帳」一般財団法人省エネルギーセンター (2017年) p.52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：－

硝化液循環ポンプにおける流量制御システム・台数制御システム ・回転数制御システムの導入、エアリフトポンプの導入

設備導入

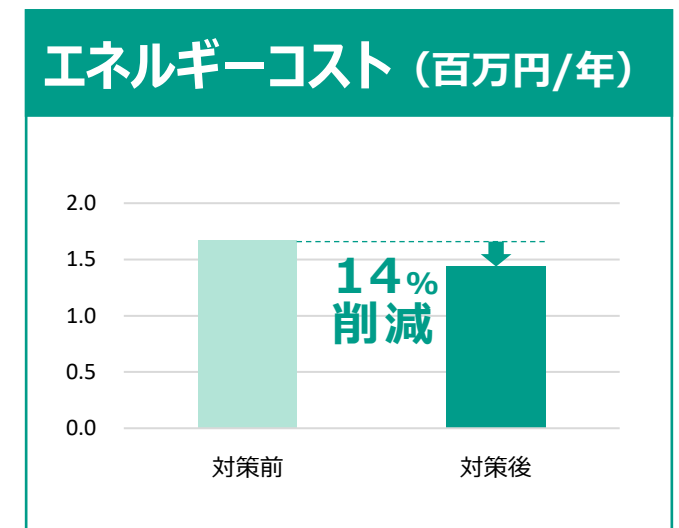
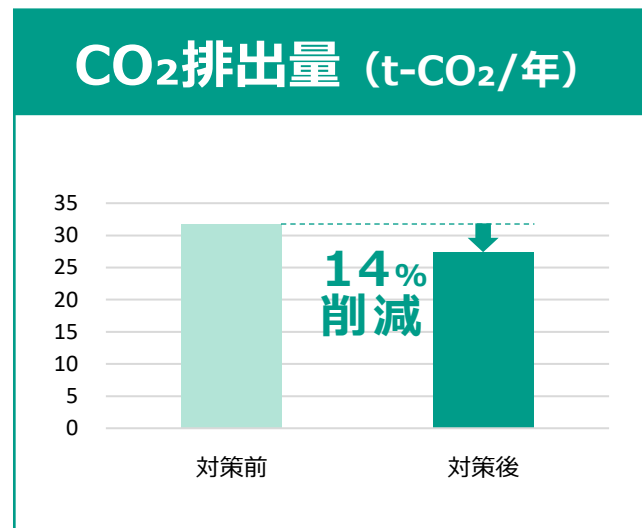
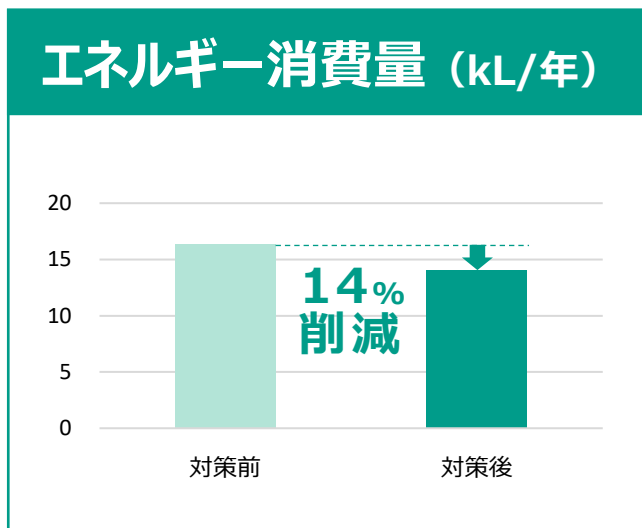


導入効果

- 11kWの硝化液循環ポンプの流量制御を、弁制御からインバーター制御に変更したケースにおける試算例は以下のとおり。
- 流量は年間の平均で定格の90%と想定した。

導入効果の試算例

- 各指標で14%削減できる試算結果。



硝化液循環ポンプにおける流量制御システム・台数制御システム ・回転数制御システムの導入、エアリフトポンプの導入

設備導入



計算条件

- 11kWの硝化液循環ポンプの流量制御を、弁制御からインバーター制御に変更したケースを想定した。
- 流量は年間の平均で定格の90%と想定した。

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】
硝化液循環ポンプの定格消費電力	⑤	11.0	11.0	kW	資料[2]を基に想定
硝化液循環ポンプの年間稼働時間	⑥	8,760	8,760	h/年	想定値
硝化液循環ポンプの負荷率	⑦	80.0	80.0	%	資料[2]を基に想定
電力消費量削減率	⑧	5.0	18.0	%	流量90%としてp7の図を基に想定
電力消費量	⑨	73.2	63.2	千kWh/年	⑤×⑥×⑦÷100×(1-⑧÷100)÷1,000
エネルギー消費量	⑩	633	546	GJ/年	⑨×①

出所) [2]環境省・国土交通省「下水道における地球温暖化対策マニュアル」<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gel/pdf/manua160530b.pdf> (閲覧日: 2024年10月31日)

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑩	16.3	14.1	kL/年	⑩×④
CO ₂ 排出量	⑫	31.8	27.4	t-CO ₂ /年	⑨×②
エネルギーコスト	⑬	1.7	1.4	百万円/年	⑨×③÷1,000

備考

- 遠心ポンプで回転数制御を行う場合、回転数が下がるとポンプ効率も下がるため、理論値よりも省エネ効果が小さくなることありうる。

汚泥輸送ポンプにおける台数制御システム・インバーター等による回転数制御システムの導入

設備導入



対策概要

- 汚泥輸送ポンプに台数制御システムやインバーター等による回転数制御システムを導入することで、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

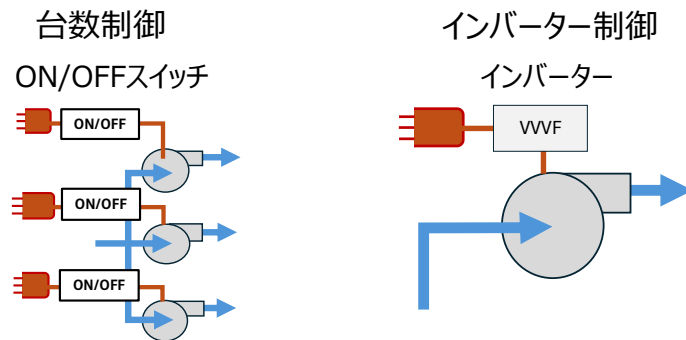
下水道/水処理工程/電気使用設備/高度処理設備

原理・仕組み

- 汚泥の搬送需要が変動する場合は、台数制御やインバーター等による回転数制御を導入し、搬送需要に合わせて流量を制御することでポンプの電力消費量を削減することができる。

対策イメージ（台数制御・インバーター制御）

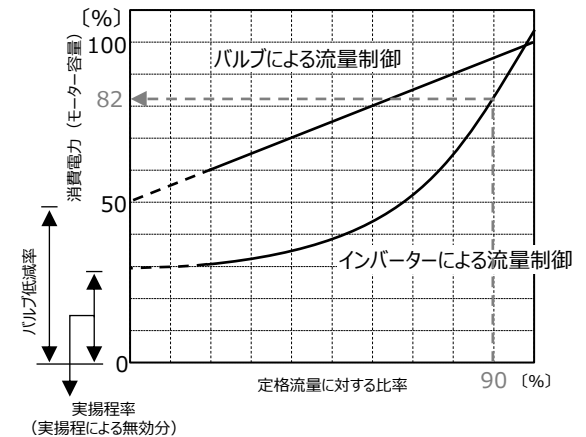
- 台数制御は、ポンプの運転台数で流量制御する。
- インバーター制御は、インバーターでポンプの回転数を変化させて流量制御する。



台数制御、インバーター制御の概念図

対策による削減効果

- 右図は、弁制御、インバーター制御について、流量と消費電力の関係を示す模式図である。
- インバーター制御は、流量を定格の90%に制御した場合、消費電力は定格の82%（削減率18%）となる。



流量と消費電力の関係^[1]

効率・導入コストの水準

- 効率水準：－
- 導入コスト水準：－

出所) [1]「2018省エネルギー手帳」一般財団法人省エネルギーセンター（2017年）p.52より作成

汚泥輸送ポンプにおける台数制御システム・インバーター等による回転数制御システムの導入

設備導入



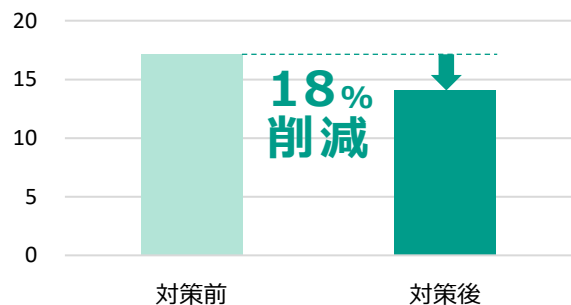
導入効果

- 11kWの汚泥輸送ポンプにインバーター制御を導入して流量を年間の平均で定格の90%に抑制できたケースにおける試算例は以下のとおり。

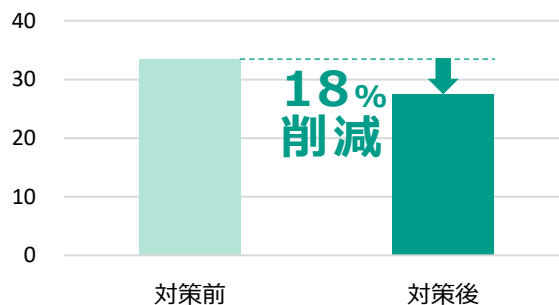
導入効果の試算例

- 各指標で18%削減できる試算結果。

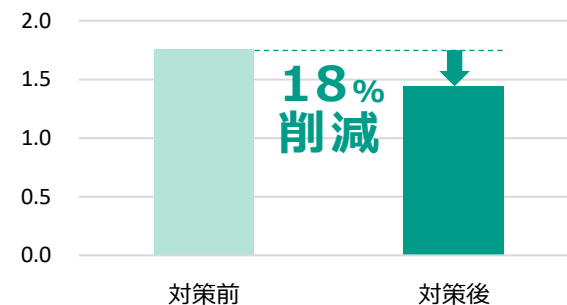
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (百万円/年)



汚泥輸送ポンプにおける台数制御システム・インバーター等による回転数制御システムの導入

設備導入



計算条件

- 11kWの汚泥輸送ポンプにインバーター制御を導入して流量を年間の平均で定格の90%に抑制できたケースを想定した。

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】
汚泥輸送ポンプの定格消費電力	⑤	11.0	11.0	kW	資料[2]を基に想定
汚泥輸送ポンプの年間稼働時間	⑥	8,760	8,760	h/年	想定値
汚泥輸送ポンプの負荷率	⑦	80.0	80.0	%	資料[2]を基に想定
電力消費量削減率	⑧	0.0	18.0	%	Before : 流量100%としてp10の図を基に想定 After : 流量90%としてp10の図を基に想定
電力消費量	⑨	77.1	63.2	千kWh/年	⑤×⑥×⑦÷100×(1-⑧÷100)÷1,000
エネルギー消費量	⑩	666	546	GJ/年	⑨×①

出所) [2]環境省・国土交通省「下水道における地球温暖化対策マニュアル」<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gel/pdf/manua160530b.pdf> (閲覧日: 2024年10月31日)

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑩	17.2	14.1	kL/年	⑩×④
CO ₂ 排出量	⑫	33.5	27.4	t-CO ₂ /年	⑨×②
エネルギーコスト	⑬	1.8	1.4	百万円/年	⑨×③÷1,000

備考

- 遠心ポンプで回転数制御を行う場合、回転数が下がるとポンプ効率も下がるため、理論値よりも省エネ効果が小さくなることありうる。

アナモックス反応による高効率窒素除去技術の導入

設備導入



対策概要

- アンモニアと亜硝酸を利用して窒素を除去するアナモックス反応による高効率窒素除去技術を導入することで、エネルギー消費量を削減する。

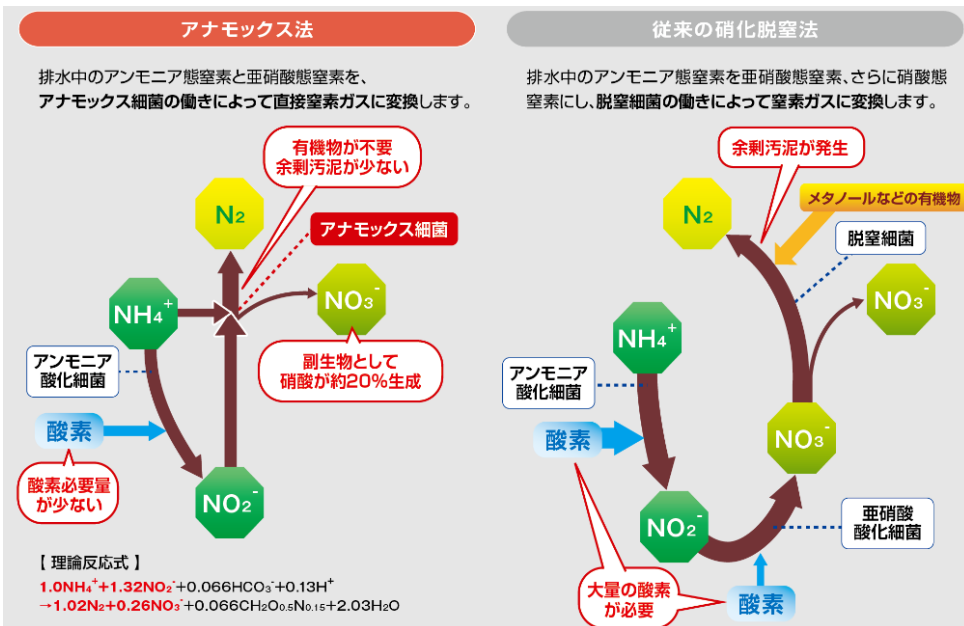
導入可能性のある業種・工程

下水道/水処理工程/電気使用設備/高度処理設備

原理・仕組み

- アナモックス反応を利用した窒素除去では、アンモニア性窒素の約半量を亜硝酸性窒素に変換すればよいため、従来の硝化脱窒に比べて必要な酸素量が少なく、ばつ気に係る電力消費量を削減することができる。

アナモックス法と従来の硝化脱窒法の概要



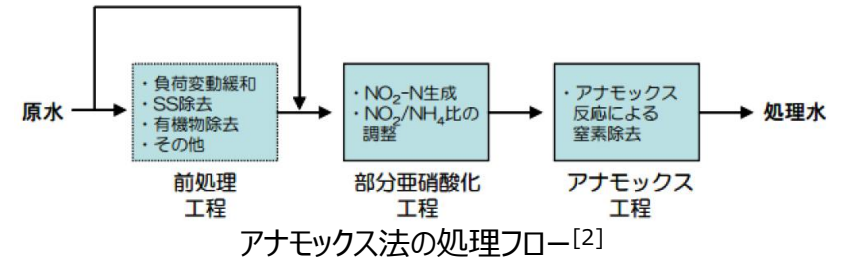
アナモックス法と硝化脱窒法の概念図^[1]

効率・導入コストの水準

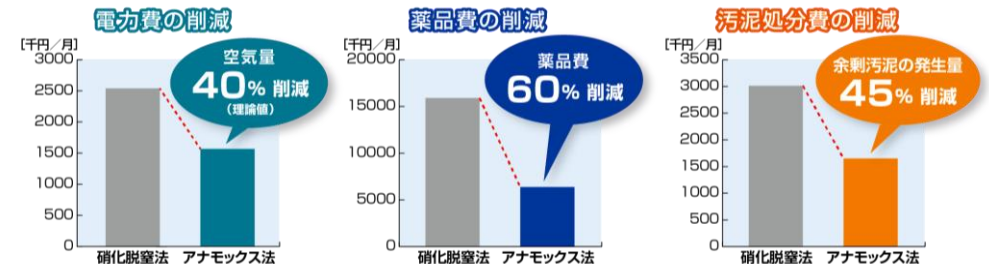
- 効率水準：－
- 導入コスト水準：－

対策イメージ

- ・ 部分亜硝酸化工程でアンモニア性窒素の約半量を亜硝酸性窒素に変換した後、アナモックス反応により窒素を除去する。
- ・ 電力消費量を削減できることに加え、有機物の添加が不要、汚泥発生量が少ない、施設規模が比較的小さいといった特徴がある。



アナモックス法の処理フロー^[2]



アナモックス法のメリット^[1]

出所) [1]大阪市「大阪市平野下水処理場脱水分離液処理施設～アナモックス反応を利用した窒素除去法～」
<https://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000574577.html> (閲覧日：2024年11月1日)
[2]環境省・国土交通省「下水道における地球温暖化対策マニュアル」
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gei/pdf/manua160530b.pdf> (閲覧日：2024年11月5日)

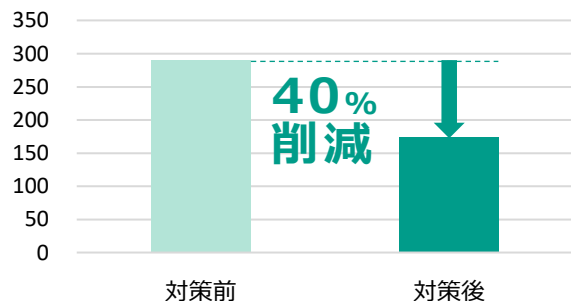
導入効果

- 流入水量3,000m³/日の返流水処理施設にアナモックス反応による高効率窒素除去技術を導入し、電力消費量を40%削減したケースにおける試算例は以下のとおり。

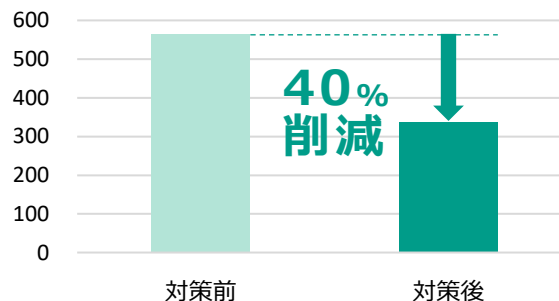
導入効果の試算例

- 各指標で40%削減できる試算結果。

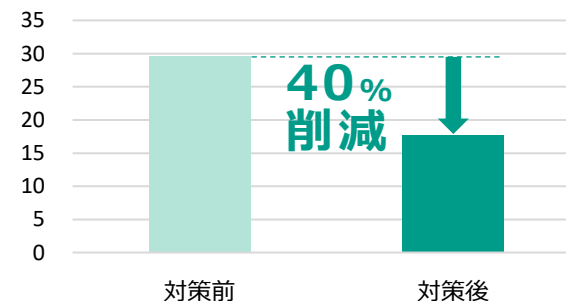
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (百万円/年)



アナモックス反応による高効率窒素除去技術の導入

設備導入



計算条件

- 流入水量3,000m³/日の返流水処理施設にアナモックス反応による高効率窒素除去技術を導入し、電力消費量を40%削減したケースを想定した。

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】
電力消費量削減率	⑤	-	40.0	%	p13の図を基に想定
電力消費量	⑥	1,300	780	千kWh/年	Before : p13のグラフから読み取った電力費用を基に電気の単価を③として想定 After : ⑥b × (1 - ⑤a ÷ 100)
エネルギー消費量	⑦	11,232	6,739	GJ/年	⑥ × ①

計算式の添え字bはBefore、aはAfterを示す。

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑧	290	174	kL/年	⑦ × ④
CO ₂ 排出量	⑨	564	339	t-CO ₂ /年	⑥ × ②
エネルギーコスト	⑩	29.6	17.8	百万円/年	⑥ × ③ ÷ 1,000

備考

- 処理水に高濃度のリンが含まれ、リン酸マグネシウムアンモニウムの生成による配管閉塞等が懸念される場合は、目詰まりしにくかつメンテナンスしやすい散気装置を採用する等の対策を行う。
- アンモニアの放散が懸念される場合は、施設の設置環境や条件によっては臭気対策が必要となる。
- 運転立ち上げ時や流入水質の変動時等に発泡することがあるので、ばっ気を要する施設においては消泡装置の設置を検討する。

対策概要

- 高度処理設備に高度センサー制御システムを導入して効率的な処理を行うことにより、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

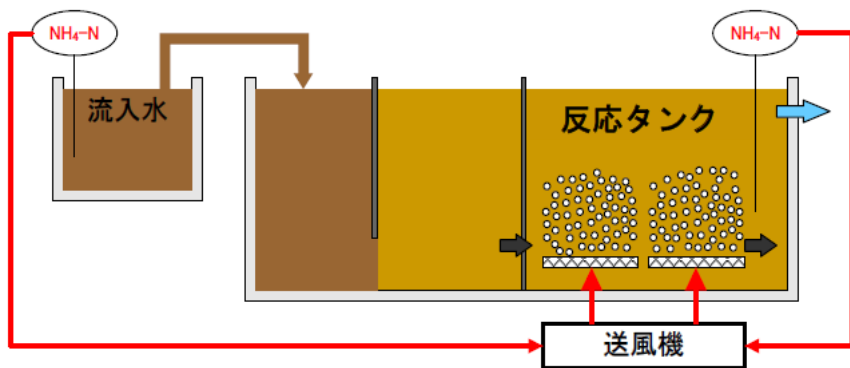
下水道/水処理工程/電気使用設備/高度処理設備

原理・仕組み

- 反応槽への流入負荷の変動に対し、反応槽の水質等をセンサーにより計測してばっ気量を制御することにより、送風機の電力消費量を削減する。

対策イメージ（アンモニア性窒素濃度によるばっ気量制御）

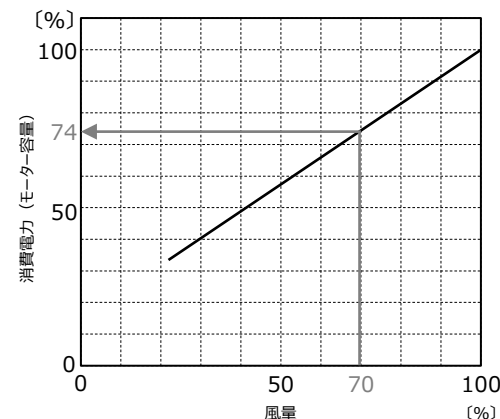
- アンモニア性窒素濃度をセンサーで連続計測し、この計測値を基にインバーターにより送風機の回転数を制御してばっ気量を調整する。
- このシステムの導入により、風量を30%低減できたとの報告がある^[1]。



ばっ気量の制御の概念図^[1]

削減効果事例

- 下図は、ばっ気用の送風機として用いられることが多いループロウの風量と消費電力の関係を示す図である。
- 風量を30%低減して定格の70%とした場合、消費電力は、定格の74%程度に低減される。



風量と消費電力の関係^[2]

効率・導入コストの水準

- 効率水準：－
- 導入コスト水準：－

出所) [1]環境省・国土交通省「下水道における地球温暖化対策マニュアル」
<https://www.env.go.jp/earth/ondanka/gel/pdf/manua160530b.pdf> (閲覧日：2024年11月5日)
[2]株式会社アンレット「三葉アンレットループロウオイルフリー・ドライ」p.11より作成

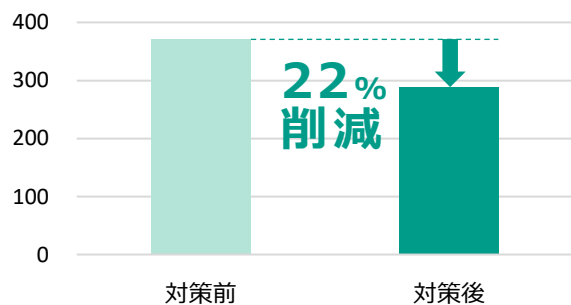
導入効果

- 処理能力7,000m³/日の反応槽に高度センサー制御システムを導入し、インバーターにより送風量を30%低減できたケースにおける試算例は以下のとおり。

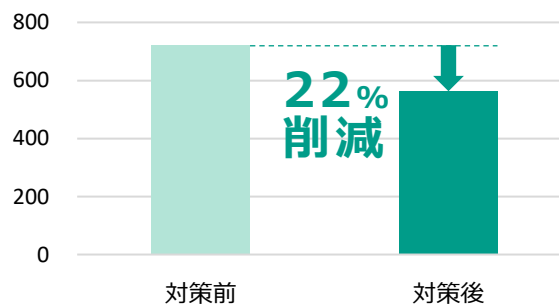
導入効果の試算例

- 各指標で22%削減できる試算結果。

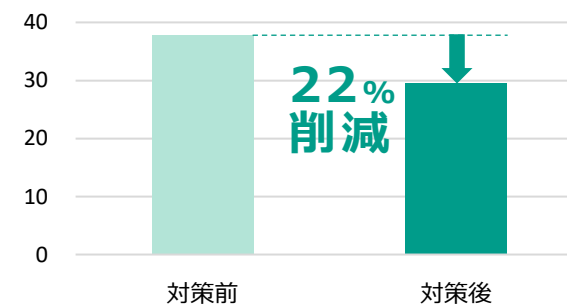
エネルギー消費量 (kL/年)



CO₂排出量 (t-CO₂/年)



エネルギーコスト (百万円/年)



計算条件

- 処理能力7,000m³/日の反応槽に高度センサー制御システムを導入し、インバーターにより送風量を30%低減できたケースを想定した。

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】
送風機の定格消費電力	⑤	190	190	kW	資料[3]を基に想定
年間稼働時間	⑥	8,760	8,760	h/年	想定値
電力消費量削減率	⑦	-	26.0	%	After：定格風量の70%としてp16の図を基に想定
インバーターの電力ロス	⑧	-	5.0	%	資料[4]を基に想定
電力消費量	⑨	1,664	1,296	千kWh/年	⑤×⑥×(1-⑦÷100)÷(1-⑧÷100)÷1,000
エネルギー消費量	⑩	14,380	11,202	GJ/年	⑨×①

出所) [3]国土交通省「下水処理場のエネルギー最適化に向けた省エネ技術導入マニュアル(案)資料編」<https://www.mlit.go.jp/common/001295307.pdf> (閲覧日: 2024年10月31日)
 [4]三菱電機株式会社「製品についてFAQ」https://fa-faq.mitsubishielectric.co.jp/faq/show/11590?site_domain=default (閲覧日: 2024年10月31日)

計算結果

項目	記号	Before	After	単位	計算式
エネルギー消費量	⑩	371	289	kL/年	⑩×④
CO ₂ 排出量	⑫	722	563	t-CO ₂ /年	⑨×②
エネルギーコスト	⑬	37.9	29.5	百万円/年	⑨×③÷1,000

備考

• -