

下水処理場における省エネ型送風機 導入促進に関する共同研究



資源循環研究部 研究員
郷野 梨夏

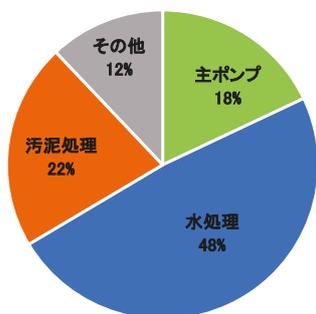
1 研究の概要

1.1 背景

下水処理場全体における消費エネルギーの内訳は、水処理施設が大きな範囲を占めている状況です。

また、わが国では2021年10月22日に閣議決定された地球温暖化対策計画により2050年のカーボンニュートラル実現に向けた目標として、温室効果ガスを2013年度比で2030年までに46%削減することを目指しており、今後、さらに消費電力量を抑制し、温室効果ガス発生を抑制していく必要があります。

消費エネルギーの割合が大きい水処理施設の中でも、消費エネルギーの高い機器の1つである送風機において、省エネ性能の優れた機器の導入が急務となっています。



出典：R3下水道統計

図-1 下水処理場の消費電力内訳

1.2 本研究の目的

本研究では、省エネ型送風機の導入を促進するために、省エネ型送風機の特徴及び導入検討・施工・維持管理に関わる情報を整理し、さらに、導入効果を明示することを目的としました。

2 研究体制

2.1 研究体制

荏原実業(株)、新明和工業(株)、前澤工業(株)、メタウォーター(株)、(公財)日本下水道新技術機構

2.2 研究期間

令和4年11月～令和5年12月

3 研究内容

3.1 省エネ型送風機

本研究の対象は、空気軸受式高速ターボブロワ、磁気浮上式高速電動機直結単段ターボブロワ、高効率容積式スクリーブブロワの3種類の省エネ型送風機としています。

3.1.1 空気軸受式高速ターボブロワ

空気軸受式高速ターボブロワは、遠心式ターボブロワであり、シャフトを保持する空気軸受は非接触で回

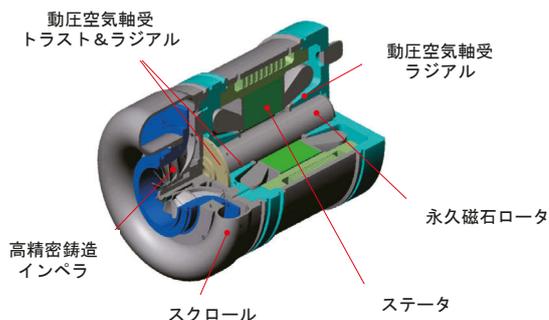
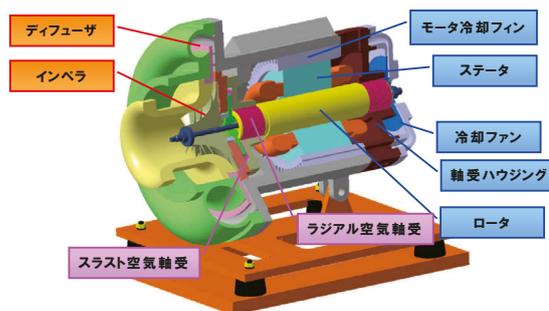


図-2 空気軸受式高速ターボブロワ概要図

転するため、機械損失が発生しない構造となっています。

また、インバータによる回転速度制御が可能であり、モータ直結構造であるため、伝達損失が発生せず、省エネルギー化を図ることができます。

3.1.2 磁気浮上式高速電動機直結単段ターボブロワ

磁気浮上式高速電動機直結単段ターボブロワは、ロータが磁気により浮上した状態で非接触を保ちながら高速回転をするため、機械損失が発生しない構造となっています。インバータによる回転速度制御とインレットバーン制御を組み合わせることにより、効率化を図ることができます。

また、送風機目標運転圧力をリアルタイムに演算し、負荷変動に合わせた吐出圧力演算を行う可変圧力演算装置も導入することで、さらなる省エネルギー化を図ることができます。

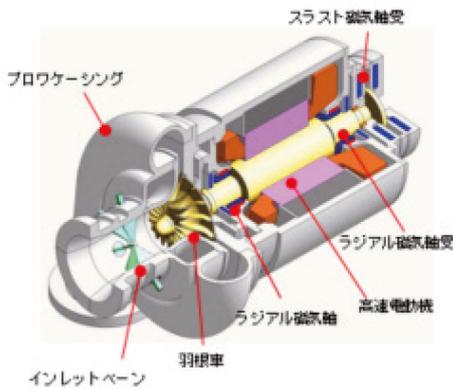


図-3 磁気浮上式高速電動機直結単段ターボブロワ 概要図

3.1.3 高効率容積式スクリュブロワ

高効率容積式スクリュブロワは、一對のスクリュロ

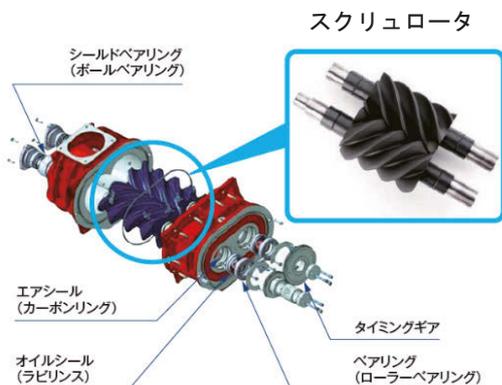


図-4 高効率容積式スクリュブロワ 概要図

ータが対向回転し、スクリュロータとケーシング間の容積が漸減することで、連続的に送風機内部での圧縮を行う構造となっています。連続的な内部圧縮により全断熱効率が高く、高い省エネルギー性を有します。

また、回転数制御により効率低下が少なく、スクリュロータは電動機直結であるため伝達ロスが少ないことから、省エネルギー化を図ることができます。

3.2 導入効果の確認

本研究では、現有処理能力約12,000m³/日～146,000m³/日となる7つの下水処理場を対象に、省エネ型送風機を導入した場合の省エネ効果について、机上で試算しました。

さらに、省エネ型送風機を導入済の現有処理能力約14,000m³/日～200,000m³/日となる4つの処理場を対象に、省エネ型送風機の導入前後の運転実績をもとに、省エネ型送風機更新による電力削減量を確認しました。

本稿では、このうちケーススタディ2例と導入実績効果2例について紹介します。

3.3 ケーススタディ

ケーススタディの検討フローを図-5に示します。本研究では、実際の下水処理場を対象に既存の送風機台数、送風機型式、制御方式や運転管理状況を確認し、既存の送風機を省エネ型送風機へ変更した場合の消費電力量、温室効果ガス削減量を算定しています。

この結果をもとに、導入効果が得られた要因を確認しました。

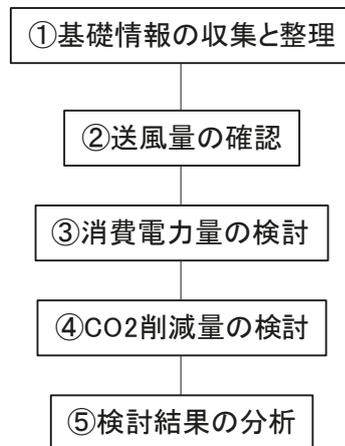


図-5 検討フロー

3.3.1 ケーススタディ（A処理場）

1) 処理場の概要

A処理場の概要を表-1に示します。1～4系用として設置されている90～165m³/minの単段増速ブロワ5台全てを140m³/minの空気軸受式高速ターボブロワへ更新した場合の省エネ効果を確認しました。

2) 導入効果

送風機台数や送風量，制御方式は変更しないものとし，送風機本体の機種のみを省エネ型送風機へ変更し

表-1 A処理場概要

現有処理能力	146,000 m ³ /日
水処理方式	標準活性汚泥法
反応タンク	5系列（今回は1～4系列のみを対象とする）
散気装置	低圧損型メンブレン式散気装置，散気板・散気筒

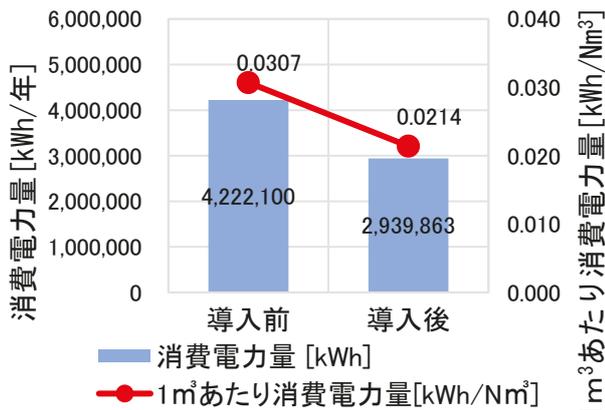


図-6 A処理場 消費電力量の比較

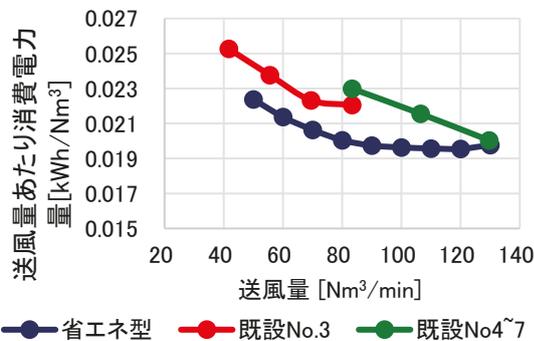


図-7 A処理場 送風量に対する送風量当たりの消費電力量比較

た際の送風機本体の電力量を比較した結果，省エネ型送風機へ変更することで電力量が30%削減されると試算されました（図-6参照）。

また，送風機の送風量当たりの消費電力量について，既設の送風機と省エネ型送風機を比較した結果，消費電力量は省エネ型送風機の方が既存送風機を下回る結果となりました（図-7参照）。

3.3.2 ケーススタディ（B処理場）

1) 処理場の概要

B処理場の概要を表-2に示します。4系列に送風する102～205Nm³/minの多段ターボブロワ4台から205～224Nm³/minの磁気浮上式高速電動機直結単段ターボブロワ2台へ更新した場合の省エネ効果を確認しました。

2) 導入効果

B処理場の導入効果は，表-3に示す送風機と送風量制御，圧力制御を変更した4ケースを対象に比較しました。

ケース別に消費電力量と電力原単位を算定した結果，送風機自体の性能による効率化，風量制御による効率化，可変圧制御による効率化が図れる結果となりました。

表-2 B処理場概要

現有処理能力	120,000m ³ /日
水処理方式	標準活性汚泥法
反応タンク	12池（3池/系列×4系列）
散気装置	低圧損型メンブレンパイプ式（1,3系） メンブレンパネル式（2,4系）

表-3 B処理場 検討ケース

	送風機	風量制御方式	圧力制御方式
ケース①	既設多段	風量一定制御 (季節により送風量設定値変更)	圧力一定制御
ケース②	磁気浮上	風量一定制御 (季節により送風量設定値変更)	圧力一定制御
ケース③	磁気浮上	風量倍率による風量制御	圧力一定制御
ケース④	磁気浮上	風量倍率による風量制御	可変圧力制御

既設の条件と最も効率の良い条件であるケース①とケース④を比較すると電力量が24%削減すると試算されました。(図-8参照)

図-9に示すケース別の送風量当たりの消費電力量より、送風量が小さいほど省エネ型送風機による効率化が図れ、消費電力量の削減効果が大きくなることが分かりました。

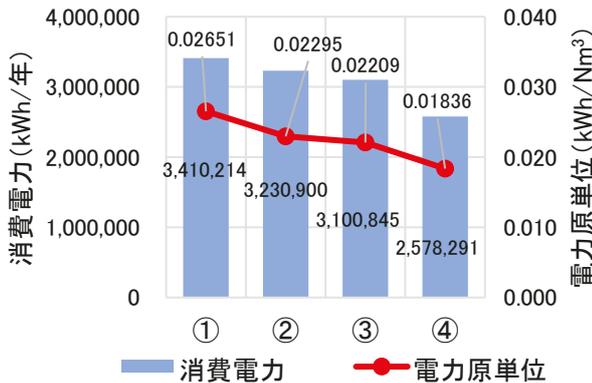


図-8 B処理場 消費電力量の比較

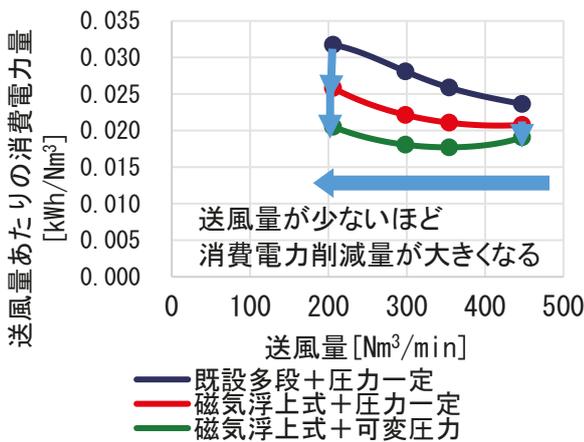


図-9 B処理場 送風量に対する送風量当たりの消費電力量比較

3.4 導入事例調査による検証

導入事例調査では、省エネ型送風機を導入済の処理場を対象に、省エネ型送風機導入前後の消費電力量を比較することで、省エネ型送風機の効果を確認しました。

3.4.1 導入事例調査による検証 (C処理場)

1) 処理場の概要

C処理場の概要を表-4に示します。C処理場は、処理場全体の消費電力量のうち36%が送風機の電力量

表-4 C処理場概要

現有処理能力	21,760m ³ /日
水処理方式	標準活性汚泥法
反応タンク	池数：6池
散気装置	散気板・散気筒

となっており、施設の老朽化も進んでいることから、40~80m³/minの多段ターボブロワ3台から81.2m³/minの空気軸受式高速ターボブロワ1台へ、切り替えています。

2) 導入効果

省エネ型送風機を3カ月運転した実績をもとに、送風機更新前後の年間消費電力量を比較した結果を図-10に示します。

省エネ型送風機を導入することによって、送風機消費電力量が23%削減されたことを確認しました。

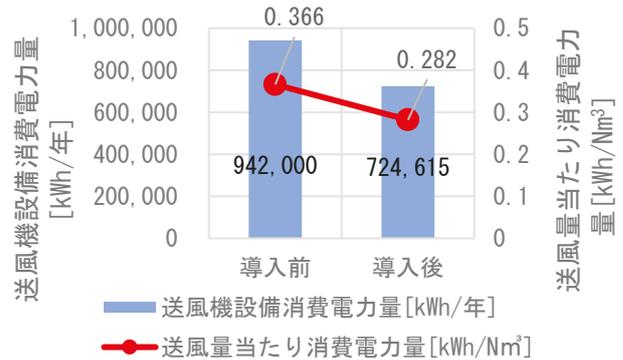


図-10 C処理場 消費電力量の比較

3.4.2 導入事例調査による検証 (D処理場)

1) 処理場の概要

D処理場の概要を表-5に示します。D処理場では、25~32m³/minのルーツブロワ2台を36m³/min高効率容積式スクリーブロワ2台へ切り替えています。

表-5 D処理場概要

現有処理能力	13,740 m ³ /日
水処理方式	標準活性汚泥法
反応タンク	3系列 (A-1・2, B)
反応タンク形状	A系：2池 B系：1池
散気装置	A系：超微細メンブレン (第2, 4槽), 水中エアレーター (第1, 3槽) B系：メンブレン (第2, 4槽), 水中エアレーター (第1, 3槽)

2) 導入効果

省エネ型送風機への更新前の過去3年間と更新後の1年間の年間消費電力量実績を図-11に示します。

省エネ型送風機導入前の過去3年間の平均と比較した結果、省エネ型送風機を導入することによって、消費電力量が22%削減されたことを確認しました。

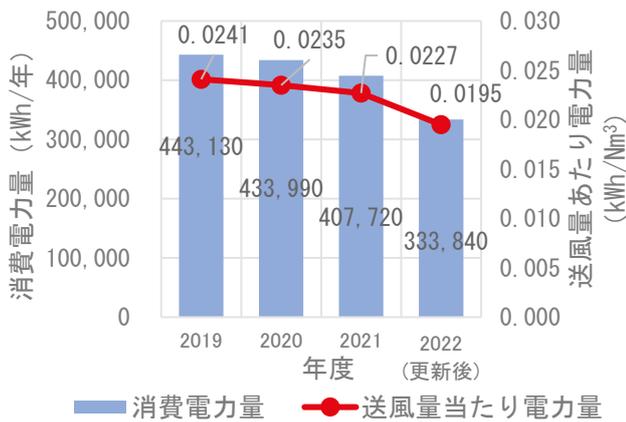


図-11 D処理場 消費電力量の比較

4 まとめ

ケーススタディの結果から、省エネ型送風機の導入による消費電力削減効果を検討しました。7ケースの試算結果では、電力削減率が11~51%程度見込まれる結果となりました。

送風量に対する送風量当たりの消費電力量は、いずれの送風量に対しても省エネ型送風機の方が既存の送風機を下回る結果となり、省エネ型送風機の方が高効率であることを確認しました。また、その効果は、送風量が小さいほど大きくなることを確認しました。

導入実績による効果の確認では、全ての処理場において省エネ効果を確認でき、4処理場での消費電力量削減効果は3~29%となりました。

これらの結果から、机上の計算だけでなく、実際の運転においても効果が得られることを確認し、省エネ型送風機の導入が消費電力量の省エネ化に有効であることが分かりました。

5 おわりに

本稿では、下水処理場における省エネ型送風機についてケーススタディと導入実績を交えて紹介しました。

今後、施設の更新に合わせて省エネ型送風機を導入することで、下水処理場の省エネルギー化、維持管理費用の低減、さらなる温室効果ガス排出の低減への効果が期待できると考えます。

省エネ型送風機の導入に当たって、本研究成果を活用していただければ幸いです。