

## 1 目的

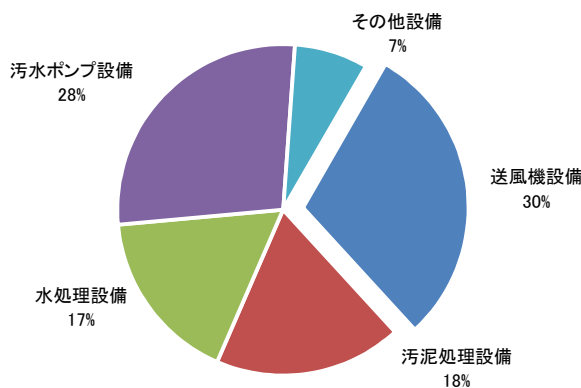
下水処理場で消費する電力量は反応タンクへ送気する送風機の電力量が大きな割合を占めており、省エネルギーの観点からは反応タンクへの空気量を削減することが効果的である。釜無川浄化センターは、アンモニア性窒素を酸化させない硝化抑制運転を採用し電力量の削減に努めているが、近年夏期になると送風能力が不足する状況が生じており、送風機の2台運転を検討する時期に来ている。

本調査研究は、釜無川浄化センター送風機の送風能力の不足状況を整理するとともに、送風機2台運転における運用方法の確認と2台運転時の課題を明らかにすることを目的に調査を行うものである。

## 2 使用電力量の調査

釜無川浄化センターの使用電力量の状況を図1に示す。

釜無川浄化センターの使用電力量は年間 4,911,384kWh、月平均 409,282kWh であった。現在、釜無川浄化センターでは、大容量機の No.2 送風機1台を運転しているが、送風機設備が占める使用電力量は全体の約30%と大きな割合を占めていた。



※汚水ポンプ設備には、沈砂・し渣処理系設備を含む。また、水処理設備は主に最初沈殿池設備、反応タンク設備、最終沈殿池設備である。

図1 釜無川浄化センター使用電力量の割合

## 3 送風機運転状況の調査

### 1) 送風能力の不足状況の調査

釜無川浄化センターは、夏季になると送風機の送風能力が不足する傾向がある。

一例として、令和元年8月2日の送風機の運転状況を図2に、そのときの反応タンク DO の状況を図3に示す。送風機は2:00~4:00、14:00~24:00の間は、インレットバーンが全開にもかかわらず吐出圧力が低下していた。これは、送風機の吸込風量が上限であるにもかかわらず、反応タンク DO が不足し、風量調整弁が開側に動作している状況であり、送風機の送風能力が不足している状況を示している。

この日の反応タンク DO は全体的に変動幅が大きく、No.1-1 反応タンクは2時間程度、No.4-1 反応タンクは10時間程度、目標 DO 値を維持できない状況となっていた。調査期間中、送風機の送風能力不足が確認できた日数は、7月が8日間、8月が16日間、9月が6日間の計30日間であった。

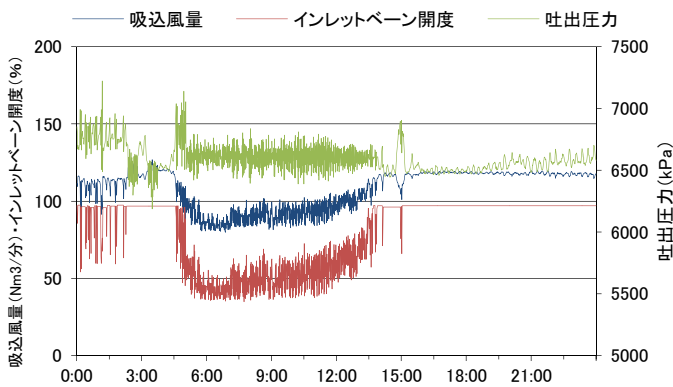


図2 送風機運転状況(R1.8.2)

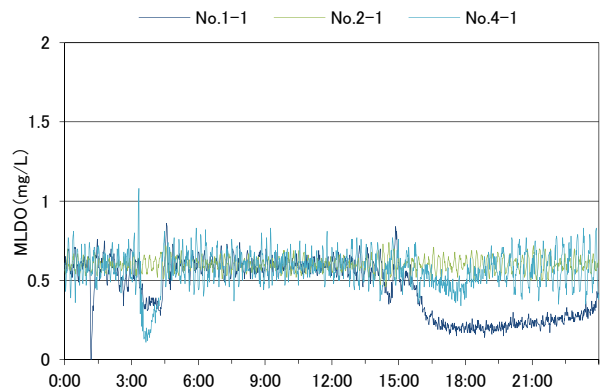


図3 反応タンクDOの状況(R1.8.2)

## 2) 送風能力の不足と処理水質の調査

送風機の送風能力不足が認められた7~9月の処理水SSの状況を図4に示す。

処理水SSは7月初旬から中旬までは非常に良好であったが、下旬から悪化し始め、8月下旬をピークに9月中旬になるとやや改善が認められた。送風機の送風能力不足も7月下旬頃から認められるようになり9月中旬以降改善されていることを考えると、送風機の送風能力不足が処理水悪化の原因となった可能性も考えられる。

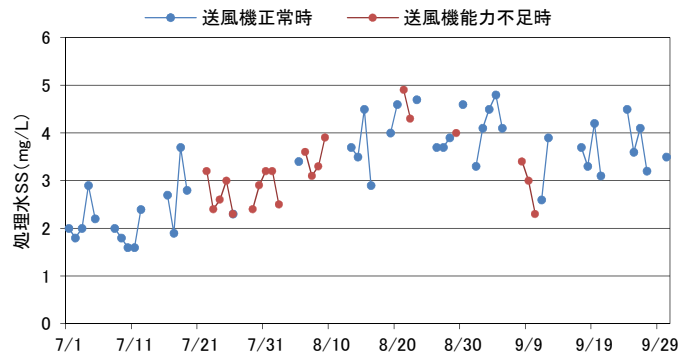


図4 処理水SSの状況

## 3) 吐出空気温度高警報の発生についての調査

平成24年度から、夏期になると送風機の「吐出空気温度高」警報が発生し、送風機が停止する状況が発生している。平成30年8月2の吐出空気温度高警報発生状況を図5に示す。

吐出空気温度高警報は、気温が高くなる15:00頃、送風機のインレットバレーンが全開の状態で、反応タンク風量調整弁が閉側に動作し、吐出圧力が上昇したときに発生していた。

吐出空気温度高警報の発生は、気温の上昇と吐出圧力の上昇が関係しているものと思われる。吐出空気温度高警報の発生を防止するためには、ライザーバルブの開度を開側に調整し吐出圧力を下げるのが有効と思われる。

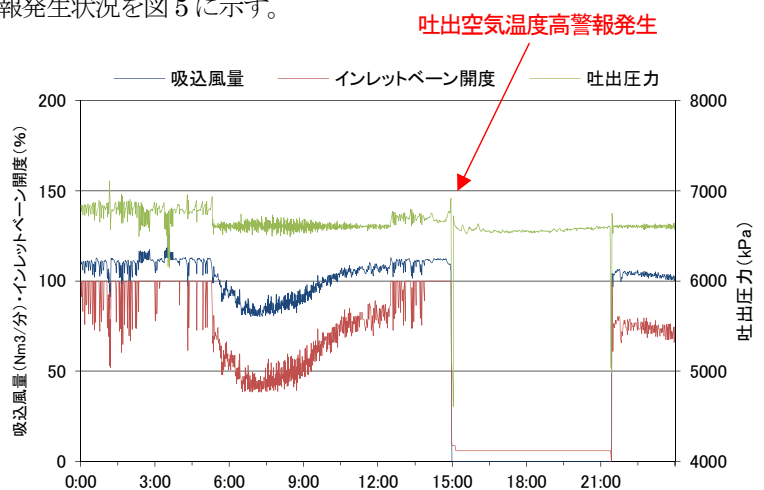


図5 吐出空気温度高警報発生状況(H30.8.2)

## 4 送風機2台運転の調査

### 1) 反応タンク6池使用時の調査

反応タンク6池使用における2台運転の運用方法を調査するため、No.2-2送風機運転中に使用中の6池の風量

調整弁を手動で全開固定とし、さらに未使用池 2 池の風量調整弁を閉めていき、8 池使用相当の環境を構築したうえで No.1-2 送風機を追加運転した。その後、未使用池 2 池の風量調整弁を閉めていく中で送風機の運転状況を確認した。

調査の結果、8 池使用相当では、No.1-2 送風機は問題なく起動した。その後、未使用池 2 池の風量調整弁を閉めていくと吸込風量は低下していき、さらに閉めていくと No.1-2 送風機放風弁開の警報が発生したため、No.1-2 送風機を停止した。このときの吸い込み風量は No.2-2 送風機が 85Nm<sup>3</sup>/min、No.1-2 送風機が 42Nm<sup>3</sup>/min、吐出圧力は 6,800kPa であった。

本調査から、6 池使用相当において大容量送風機及び小容量送風機の同時運転を行うためには、反応タンク放風弁もしくは未使用池に空気を逃がし吐出圧力を低減する必要があることが分かった。

## 2) 吐出圧一定制御の調査

反応タンク 8 池使用の環境を構築し、No.2-2 送風機に No.1-2 送風機を追加運転し、反応タンク DO 一定制御、送風機吐出圧一定制御の自動運転の状況を確認した。

調査結果を図 6 に示す。

No.2-2 送風機、No.1-2 送風機を同時に運転した場合でも、反応タンク風量調整弁の動作に合わせて吐出圧力を一定にするように、各送風機インレットベーンは連動しながら動作していた。

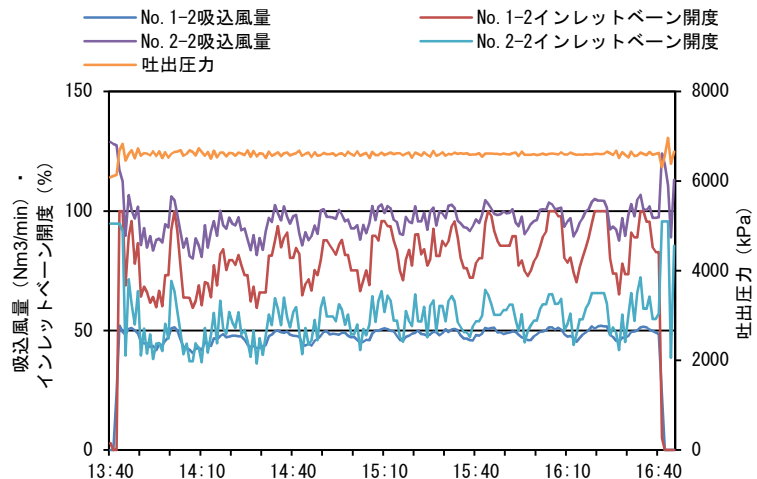


図 6 吐出圧一定制御の状況

## 3) 台数制御の調査

台数制御は吐出圧一定制御において、送風量に従い必要な送風機を自動で運転するものであり、ステップ 1 (小容量機 1 台) からステップ 10 (小容量機 2 台+大容量機 4 台) までの 10 段階に分かれている。現有送風機設備においてはステップ 5 (小容量機 1 台+大容量機 2 台) まで制御が可能であり、各ステップの移行は、設定された風量 (以下「ステップ移行風量」という。) により移行する。

No.2-2 送風機自動運転中に、No.1-2 送風機を自動運転にとり、No.2-2 送風機の送風量を台数追加のステップ移行風量 140Nm<sup>3</sup>/min 以上に設定した。しかし、No.2-2 送風機は 122Nm<sup>3</sup>/min までしか風量を確保することができず、No.1-2 送風機は起動しなかった。

これは、メンブレン式散気装置のように酸素溶解効率が高く圧力損失が高い散気装置を導入した結果、圧力損失が上昇し、当初想定していた吸込風量を確保できなかったためと思われる。送風機の台数制御を行うためには、シーケンスの変更により台数制御のステップ移行風量を変更する必要がある。

## 4) 電気料金の試算

送風機 2 台運転における最大の課題は、電気料金の増加である。本調査では、概算電気料金増加額を把握することを目的に、限定的な条件の中ではあるが、電気料金の試算を行った。

この結果、電気料金は、1 ヶ月当たり夏季は約 330,000 円、その他季は約 170,000 円増加した。年間の増加額は約 2,520,000 円であった。

### 【試算条件】

- No.2-2 送風機に No.1-2 送風機を追加運転する状況を想定した。
- No.2-2 送風機、No.1-2 送風機 2 台運転において、それぞれのインレットベーン全開での運転を想定した。なお、

本運転における使用電力量が 110kW 増加したことを踏まえ、契約電力は 670kW から 780kW に変更することとした。

- ・送風機の 2 台運転時間は、送風機の能力不足が 7 月から 9 月の間、合計 189 時間であったことから、7 月から 9 月の間、1 日 3 時間運転することとした。
- ・使用電力量は、夏季は平成 30 年 7 月、その他季は平成 31 年 2 月の実績をベースとした。
- ・基本料金単価、再エネ賦課金単価、燃料調整単価は平成 31 年 3 月の金額を使用した。

## 5 まとめ及び考察

- ・下水処理において送風機設備が占める使用電力量の割合は高く、釜無川浄化センターでは約 30% を占めていた。
- ・釜無川浄化センターは夏季に送風機の能力が不足する状況が生じており、調査期間における送風機の送風能力不足日数は 7 月が 8 日間、8 月が 16 日間、9 月が 6 日間であった。
- ・送風機の送風能力不足に起因する DO 不足は、一部の反応タンクでは 1 日のうち 10 時間程度認められた。送風機の送風能力不足は、処理水質に悪影響を与えている可能性がある。
- ・送風機吐出空気温度高警報は、気温が高い状況で、吐出圧力が上昇したときに発生していた。送風機吐出空気温度高警報発生を防止するためには、反応タンクライザーバルブを開側に調整し吐出圧力を低く抑えることが有効である。
- ・反応タンク 6 池使用において大容量送風機 1 台と小容量送風機 1 台の同時運転を行うためには、反応タンク放風弁や未使用池から空気を逃がし、送風機の吐出圧力を低く抑える必要がある。
- ・吐出圧力を適正に管理すれば、大容量送風機 1 台と小容量送風機 1 台との同時運転において、吐出圧一定制御による自動制御が可能である。
- ・送風機の台数制御については、酸素溶解効率が高い散気装置の導入により圧力損失が上昇したため、ステップ移行風量を確保することができなかった。台数制御を行うためには、シーケンスの変更によりステップ移行風量を変更する必要がある。
- ・夏季の 3 ヶ月間、1 日約 3 時間 No.2-2 送風機と No.1-2 送風機を同時運転した場合、電気料金は夏季月約 330,000 円、その他季月約 170,000 円、年間約 2,520,000 円増加することが見込まれる。