

西部水再生センターにおけるブロー電力量削減 及び公共用水域への影響について

横浜市 ○ 岩崎章展
高城享
佐々木 怜子

1. はじめに

横浜市は 2050 年までの脱炭素化「Zero Carbon Yokohama」の実現に向けて、令和 5 年 1 月に「横浜市温暖化対策実行計画（市役所編）」を改定し、2030 年度における温室効果ガス排出量を 2013 年度比で 50% 削減する目標を掲げ、温暖化対策を加速させている。下水道事業においては同計画の目標を達成するために「下水道脱炭素プラン」で具体的な取組を定め、全ての下水道事業において温暖化対策を実践している。

横浜市ではこれまで完全硝化を目指す運転を行ってきたが、アンモニア制御の特性を活かし、硝化を調整することでブロー電力量を削減することができた。また、反応タンク流入量の調整や MLSS 等の日々の運転管理を見直すことにより、更に消費電力量を削減することができた。一方、電力量削減と処理水質はトレードオフの関係にあるため、放流先の公共用水域への影響についても水質調査を行ったので合わせて報告する。

2. ブロー電力量等の削減のための処理調整

(1) アンモニア制御による硝化の調整

西部水再生センターでは第 1 系列の 11 池及び 12 池のそれぞれ 1/6 セル目（前段）、4/6 セル目（後段）にアンモニア計（NH₄計）を設置している。前段及び後段の制御式を①、②に示す。

$$\text{前段送風量 (Q)} = (\gamma \times (\text{NH}_{4\text{in}} - \text{NH}_{4\text{mid}}) + \alpha) \text{Qin} + \beta \dots \dots \text{①}$$

γ : 硝化に係る係数、 $\text{NH}_{4\text{in}}$: 前段 NH₄計の計測値、 $\text{NH}_{4\text{mid}}$: 後段 NH₄計における目標値、 α : 有機物の酸化に係る係数、 Qin : 流入量、 β : 内生呼吸等に必要な送風量

$$\text{後段 DO 制御値} = \text{DO 設定値} + \text{DOa} \text{、DO 補正值 (DOa)} = \text{補正係数 (a)} \times \text{後段 NH}_4 \dots \dots \text{②}$$

前段・後段共にアンモニア性窒素の濃度に伴い送風量が制御される特性がある。この特性を用い、アンモニア性窒素の濃度が高い時間帯に硝化促進を行い、低い時間帯に硝化を抑制するよう制御し、安定的に硝化の調整を行った。処理水中のアンモニア性窒素の濃度及び完全硝化と比較した際の送風量の削減量を表-1に示す。水温の高い夏場は硝化が進んだが、安定的に硝化を調整することができ、送風量を空気倍率で 0.15~0.52 削減することができた。

表-1 処理水中のアンモニア性窒素の濃度及び空気倍率の削減量

		R4.6	R4.7	R4.8	R4.9	R4.10	R4.11	R4.12	R5.1	R5.2
11 池	NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	5.4	3.3	1.9	1.8	5.0	4.4	4.5	3.6	4.5
	空気倍率	△0.52	△0.31	△0.18	△0.17	△0.48	△0.42	△0.43	△0.34	△0.43
12 池	NH ₄ ⁺ -N (mg/L)	2.6	2.3	1.6	1.6	4.1	3.3	3.2	2.3	2.6
	空気倍率	△0.25	△0.22	△0.15	△0.15	△0.39	△0.31	△0.30	△0.22	△0.25

(2) 運転管理の見直し (MLSS)

過去2年間の同月と比較した MLSS 削減量及び空気倍率の削減量を表-2に示す。西部水再生センターは全ての系列で標準活性汚泥法（疑似嫌気好気法）を採用している。また、処理区域内の下水の排除方式は分流式で、住宅地が多いため、市内の他の水再生センターと比較すると負荷の高い下水が流入する。そのため、これまでは MLSS を高く（年平均：1800mg/L）管理し、硝化を促進させていた。令和4年度は A-SRT 及び A-BODSS に管理値を設け MLSS を見直し、送風量を空気倍率で 0.12~0.37 削減した。

表-2 MLSS 及び空気倍率の削減量（同月比）

R4.5		R4.6		R4.7		R4.8		R4.9	
MLSS	空気倍率	MLSS	空気倍率	MLSS	空気倍率	MLSS	空気倍率	MLSS	空気倍率
△200	△0.12	△300	△0.19	△200	△0.12	△600	△0.37	△500	△0.31
R4.10		R4.11		R4.12		R5.1		R5.2	
MLSS	空気倍率	MLSS	空気倍率	MLSS	空気倍率	MLSS	空気倍率	MLSS	空気倍率
△400	△0.25	△500	△0.31	△300	△0.19	△300	△0.19	△400	△0.25

(3) 低圧動力の削減

低圧動力の削減として初沈汚泥引抜ポンプの消費電力を削減した。過去の水質及び初沈汚泥の試験データから初沈汚泥量を算出し、段階的に初沈汚泥の引抜量の見直しを行った。最終的には同ポンプの稼働時間を 30%削減することができた。

(4) 反応タンク流入量の調整

反応タンク流入量の調整により送風量の削減を行った。第2系列は散気装置の状態が異なり、酸素移動効率 は 13 池が高く 14 池は低い。そのため、14 池を停止し、効率の高い 13 池で処理を行うことによって第2系列の送風量は空気倍率で 1.4 倍削減することができた。

3. ブロア電力量削減結果

図1に令和2年度から令和4年度の各月のブロア電力量を示す。アンモニア制御による硝化の調整や日々の運転管理の見直しにより、各月でブロア電力量を、平均で 10%以上削減することができた。また、主ポンプや低圧動力を含む水処理全体の電力量も平均で 5%以上削減することができた。

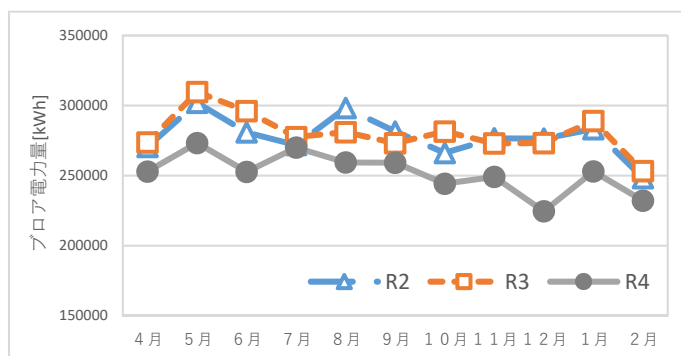


図1 各月のブロア電力量

4. 処理水質及び公共用水域への影響

(1) 処理水質

アンモニア性窒素及び BOD の処理水質を図2、COD 及び透視度の処理水質を図3に示す。西部水再生センターの計画放流水質は BOD が 15mg/L なので、アンモニア性窒素が 3 mg/L 以下となるよう調整した。アンモニア制御や運転指標により、管理値以内に硝化を調整することができた。ただし、冬季の水溫低下や令和4年10月上旬以降に生じている最終沈殿池のかき寄せ機の故障により、反応タンクの

負荷増加及び最終沈殿池の水面積負荷が高くなったことにより、N-BOD が上昇したことが課題であった。COD 及び透視度については良好な処理水質となった。

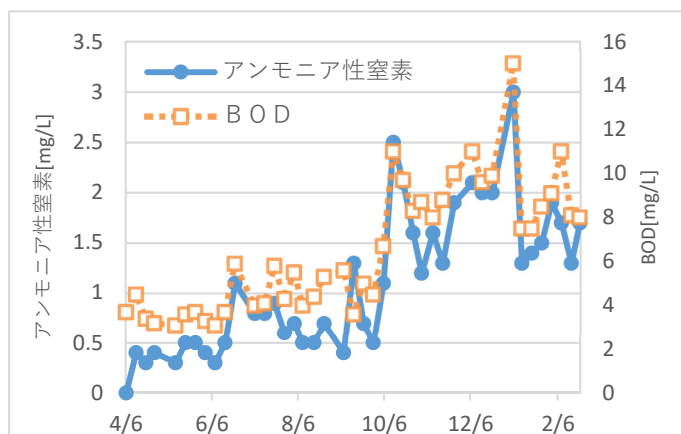


図2 処理水質（アンモニア性窒素及びBOD）

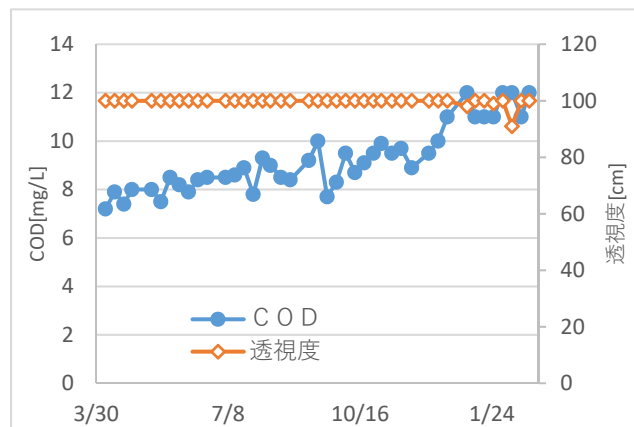


図3 処理水質（COD及び透視度）

(2) 公共用水域への影響調査

図4に放流先の公共用水域におけるBOD及びC-BODの調査結果を示す。西部水再生センターの放流口より上流の水質試験結果により、硝化細菌はほとんど存在しなかった。また、下流では放流水（処理水）のNH₄の影響により、N-BOD由来と考えられるBOD上昇が見られたが、十分な希釈効果によって環境基準（8 mg/L）以下となり、大きな影響は無かった。

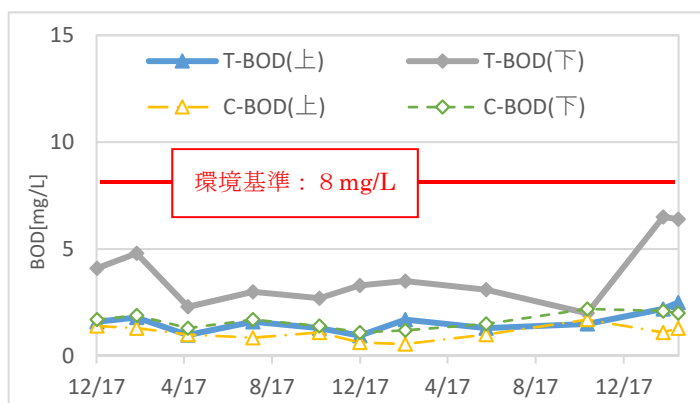


図4 公共用水域の調査結果

4. まとめ

アンモニア制御を用いることや運転管理を見直すことによって次の結果が得られた。

- ・安定的に硝化を調整することができ、ブロー電力量を削減することができた。
- ・反応タンクの負荷増加や最終沈殿池の水面積負荷の増加の際のN-BODは課題であった。
- ・放流先の公共用水域に大きな影響は無かった。

現状の硝化促進運転は硝化細菌の調整は困難である。そのため、N-BOD対策と送風量を削減するために、瀬戸内海等で行われている栄養塩管理運転を参考に硝化抑制運転を試験的に実施している。

参考文献

- 1) 横浜市環境創造局 水質試験年報（令和2・3年度）
- 2) 社団法人日本下水道協会 下水道施設計画・設計指針と解説 後編
- 3) 社団法人日本下水道協会 下水道維持管理指針 実務編
- 4) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部 栄養塩類の能動的運転管理に関する事例集

問い合わせ先：横浜市環境創造局下水道施設部下水道水質課

TEL：045-621-4343 E-mail：ks-suishitsu@city.yokohama.jp