

横浜市中部水再生センターにおける 疑似 AOA法 法運転の検討

横浜市 ○内藤 純一郎、安達 理文
三好 孝枝、佐々木 史

1. はじめに

横浜市では東京湾の富栄養化対策として高度処理の導入を進めているが、同時に、既存の標準活性汚泥法施設においても、反応タンク流入部の曝気風量を抑制することで疑似嫌気好気法（以下、疑似 AO 法）による処理を行っている。

横浜市中部水再生センター（以下、中部 WTP）では、窒素・りん処理能の向上及びバルキング対策として平成 17 年度より疑似 AO 法による処理を行っているが、近年、更なる窒素除去促進や汚泥の脱窒浮上抑制のため、疑似嫌気好気無酸素法（以下、疑似 AOA 法）の導入を検討し、一部系列に導入を開始した。本報では、疑似 AOA 法の導入前後における処理状況の比較結果と、反応タンクの曝気風量抑制に伴う省エネ効果について考察した結果について報告する。

2. 調査対象・方法

(1) 施設概要

中部 WTP は、昭和 37 年に本市最初の下水処理場として運転を開始し、現在、横浜市中区の大部分と南区の一部を処理区域とする、計画処理面積 942ha、計画処理人口 119,800 人の合流式下水道終末処理場である。施設概要を表 1 に示す。

表 1 中部 WTP 施設概要

	A 系列	B 系列
日最大計画処理水量	44,650m ³ /日	46,250m ³ /日
最初沈澱池	4,811m ³ ×6池	4,314m ³ ×4池
反応タンク	9,360m ³ ×4池	9,724m ³ ×4池
最終沈澱池	6,569m ³ ×4池	4,879m ³ ×4池

(2) B 系列における疑似 AOA 法の運転について

中部 WTP の処理系列は A、B の 2 系列からなり、反応タンクは 1 系列あたり 4 池で構成されている。各池は 4 セルに分割されているが、従来、前段である 1 セル目の送風バルブを絞ることで微曝気化し、疑似嫌気槽として運転することで、疑似 AO 法による処理を行ってきた。このうち、B 系列においては通常時、処理能力に比較的余裕があるため、反応タンクの 3 セル目（後段）について微曝気化することで、疑似無酸素槽としての運用を行い、疑似 AOA 法の導入を試みた。また、それに伴い、従来 3 セル目に設置していた溶存酸素計 (DO 計) を 4 セル目に移設した。疑似 AOA 法の導入前後における B 系列反応タンクの構造を図 1 に示す。

(3) 調査方法

B 系列 (B21～24 池) への疑似 AOA 法の導入は、平成 27 年度に 2 池 (B23、24 池：全体の 1/2) に、平成 29 年度に残りの 2 池 (B21、22 池) に対して行っている。調査は、B21、22 池への疑似 AOA 法導入前後における水処理状況の変化及び槽内の水質挙動の把握・比較のため、最初沈澱池流出水（以下、

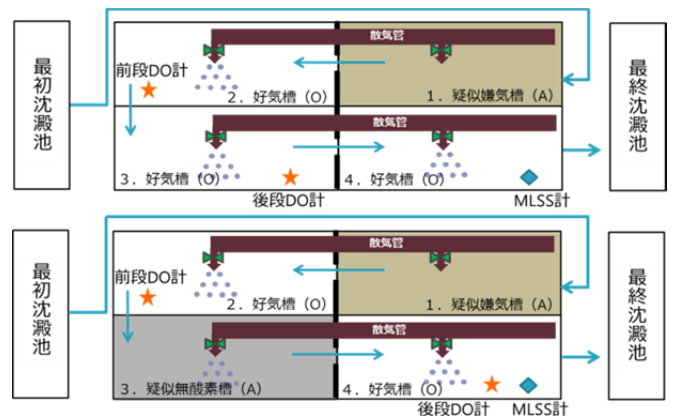


図 1 B 系列反応タンク構造図
(上：疑似 AOA 導入前 下：導入後)

沈後水) から反応タンク各セル、二次処理水への流れ方向に機能調査を行った。表-2に、機能調査の実施期間及び期間中における運転・水質状況の概況を示す。また、疑似 AOA法導入前後の省エネ効果を検証するため、各系列の曝気風量を比較するとともに、処理水質(窒素・りん)と送風機の消費電力量についても比較を行った。

表-2 調査期間及び期間中の運転・水質状況

処理方法		疑似AO	疑似AOAO	疑似AOAO	
系列名		B21(前)	B23(前)	B21(後)	B23(後)
調査期間 (年月)		H29.11~12		H30.3~4	
調査回数 (回)		4		3	
H R T	反応タンク (hr)	8.7	8.6	7.4	7.3
	疑似嫌気槽 (hr)	2.2	2.1	1.8	1.8
	疑似無酸素槽 (hr)	0	2.1	1.8	1.8
	好気槽 (hr)	6.5	4.3	3.7	3.7
SRT (d)		10.1	7.7	7.7	8
A-SRT (d)		7.6	5.8	3.9	4
BOD-SS負荷 (kg/kg/d)		0.12	0.13	0.16	0.14
返送汚泥率 (%)		80	90	83	84
処理水T-N濃度 (mg/l)		7.84		6.51	
処理水T-P濃度 (mg/l)		0.43		0.12	

3. 結果・考察

(1) 疑似 AOA法 法の導入による窒素除去能の比較

図-2及び表-3に機能調査の結果を示す。疑似 AOA法 法の全池導入前における、疑似 AO法 (B21(前)) と疑似 AOA法 (B23(前)) による窒素成分(NH₄-N、NO₃-N、NO₂-N) 除去の挙動を比較したところ、後者において二次処理水中の窒素がよく除去されていた。これは、疑似無酸素槽に相当する反応タンク3セル目において、内生脱窒が良好に作用していたためであると考えられる。また、疑似 AOA法 法の全池導入前後の同一池における、疑似 AO法 (B21(前)) から疑似 AOA法 (B21(後)) への運転切替による水質挙動の比較結果をみると、やはり窒素除去能が大きく改善されていた。また、表-3に示すとおり、沈後水に対する二次処理水の窒素除去率は約15% 上昇していた。

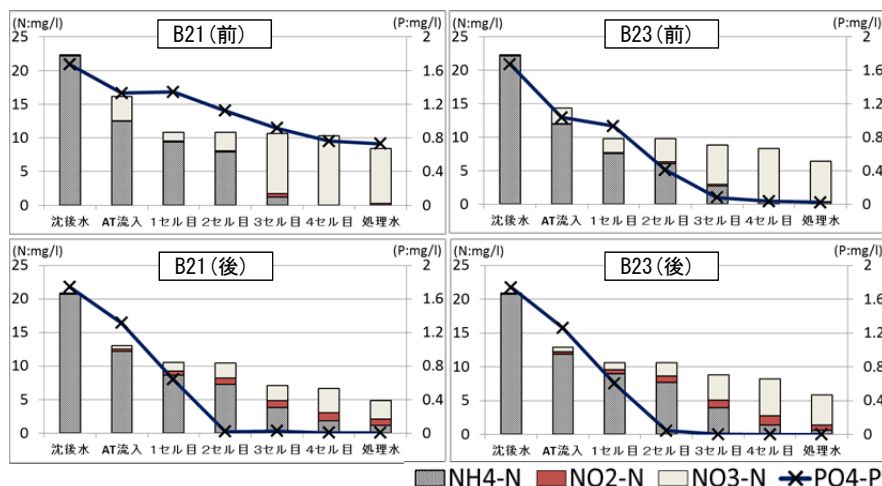


図-2 流れ方向の窒素・りんの挙動

(2) りん除去能の変化

窒素と同様に、りん成分(PO₄-P)も疑似 AO法 と疑似 AOA法 法について、疑似 AOA法 法の全池導入前及び運転切替え前後における比較を行ったところ、疑似 AOA法 法の運用下においても問題なく除去されており、むしろ、疑似 AOA法 法への切替えによって、りん除去能が改善したようにみえた。この要因について、詳細は不明であるが、疑似 AOA法 法を導入した系列においては、窒素除去が進んだ分、返送汚泥由来で反応タンクに持ち込まれる NO₃-N が減少したために、1セル目におけるりんの放出が促進されたことも考えられる。

表-3 窒素・りん除去、残存率(処理水/沈後水)

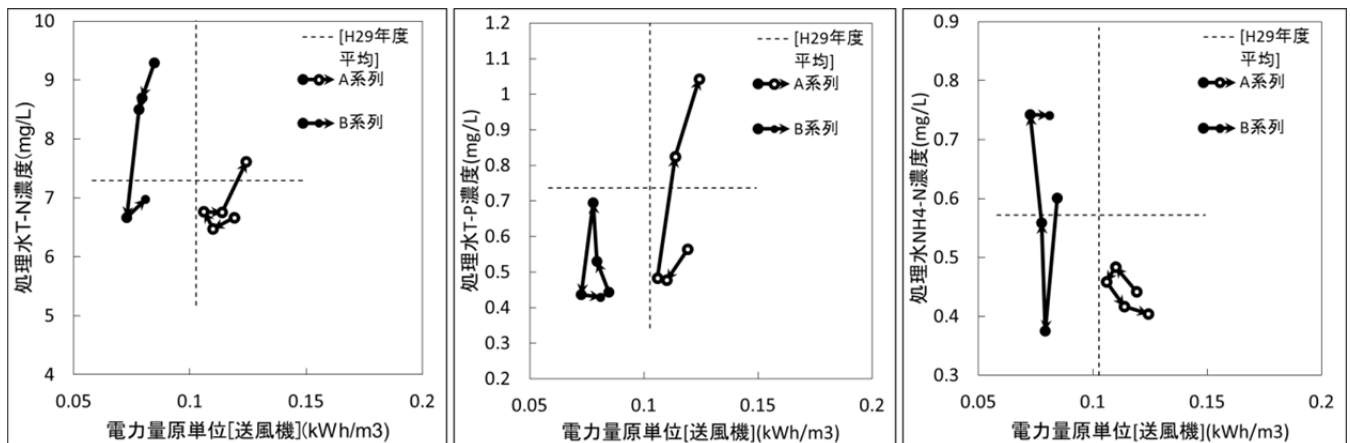
	B21(前)	B21(後)	B23(前)	B23(後)
N除去率 (%)	61.9	76.6	71.1	72.5
P除去率 (%)	56.3	99.8	98.7	100
NH ₄ -N残存率 (%)	2.6	24.4	4.6	9.0

N:NO₃-N+NO₂-N+NH₄-N P:PO₄-P

(3) 反応タンク曝気風量と窒素・りん処理水質の二軸評価

図-3に、中部 WTP の反応タンク各系列における送風機の消費電力と二次処理水中の全窒素(T-N)・全りん(T-P) 濃度についての二軸管理図を示す。図の作成方法は、「水質とエネルギーの最適管理のためのガイドライン~下水処理場における二軸管理~」(国土交通省、平成30年3月)を参照した。A、B系列について比較すると、T-N、T-P 濃度ともに、B系列では疑似 AOA法 法の導入(平成27年~)以降に改善傾向がみられ、同時に消費電力量も抑制されていた。このことは、B系列において疑似 AOA法 法の導入

により、処理水質の改善と省エネが同時に達成され得ることを示唆している。一方、NH₄-N についてみると、平成 27 年以降に若干の濃度上昇がみられる。



図ー3 送風機電力量と窒素・りん濃度の二軸評価図

4. まとめと今後の課題

調査結果から、中部 WTP の反応タンク B 系列における疑似 AOAO 法の導入効果について、次のような知見が得られた。

- ① 窒素除去能は、疑似 AOAO 法の導入によって向上がみられた。これは、疑似無酸素槽における内生脱窒が機能しているためと考えられる。
- ② りん除去能は、疑似 AOAO 法の導入後も高い水準を維持した。
- ③ A、B 系列における反応タンク送風機の消費電力量と二次処理水の T-N・T-P 濃度の相関について、B 系列では、疑似 AOAO 法の導入以降、処理水質を改善しつつ消費電力量が抑制されていた。

これらのことから、中部 WTP では、疑似 AOAO 法の導入により、窒素・りんの処理水質改善とともに省エネ効果が期待できる。しかし、B 系列において疑似 AOAO 法の運用を開始して以降、調査結果からも明らかのように、二次処理水中に NH₄-N が残存 (B21(後)、B23(後)) する傾向がみられている。A-SRT をみても明らかのように、疑似 AOAO 法の運用は、疑似 AO 法に比べ好気槽の滞留時間が減少するため、硝化抑制による処理悪化には常に注意を払う必要がある。また、今回の調査結果から、りん除去が進む理由については窒素除去が進んだことによる返送汚泥中の NO₃-N 減少も一因と考えられるが、安定した水質管理を行っていくため、流入水質や有機物負荷等、他の変動要因についても検討を続けたい。

参考文献

国土交通省 水質とエネルギーの最適管理のためのガイドライン～下水処理場における二軸管理～
(平成 30 年 3 月)

問合わせ先：横浜市環境創造局下水道水質課 内藤 純一郎 E-mail ju00-naito@city.yokohama.jp
〒231-0803 神奈川県横浜市中区本牧十二天 1-1 TEL 045-621-4343