

北部第二下水処理場第五系列返流水処理の水処理状況について

水質管理課 ○高 須 豊
片岡 雅 樹
石川 将 二

1 はじめに

北部第二下水処理場第5系列（以下、本施設）が平成12年5月から、北部汚泥処理センター（以下、北セ）で発生する汚泥処理返流水（以下、返流水）の処理施設として稼働した。今回、本施設の運転実績および反応タンク機能試験結果等について報告する。

2 施設概要

本施設の緒元を表-1、処理フローを図-1に示した。本施設は高度処理施設として設計されたものである

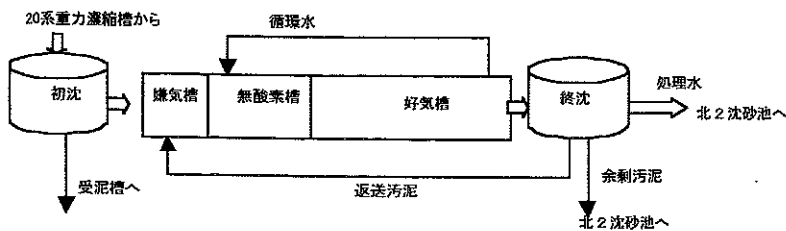


図1 A2O法フローシート

が、当面、返流水の処理施設として運転しているものである。施設の特徴としては循環法脱窒法（以下、循環法）を基本としているが、窒素だけでなくりんも除去も可能な、嫌気—無酸素—好気法（以下A2O法）で運転できる施設となっている。

3 水処理実績状況

(1) 稼働状況

本施設稼働にあたり、SSの高い返流水質を改善するために、北セの重力濃縮20系（以下20系）と新分配槽を直列に配して運転している。稼働後の反応タンクの運転実績は表-2のとおりである。また平成12年6月以降の水質計器値、処理結果の平均値を表-2に示す。また処理水量については、本施設は5月より運転を始め、徐々に処理水量を増加させ、6月末には7000m³/dの処理が可能となった。7月からは返流水の全量を処理したところ、終沈より汚泥流出が激しくなり硝化機能が停止し、再立ち上げが必要になった。この時点で、終沈容量が十分でないことが確認されたため、以後の運転では処理水量7000m³/dを上限に運転を行った。反応タンク流入水質については、重力濃縮効率が低下しSSが高くなるよう、20系および新分配槽の引抜き汚泥量の増量や、使用している20系の槽を切替るなどの対策を適宜講じた。また、年間を通して窒素、りん負荷が高くなる時期があり、窒素・りんの処理に大きく影響を与えた。窒素負荷の増大では反応タンクのpHが低下し、りん負荷の増大では処理水中のりん濃度が上昇した。この原因は北セでの脱水処理量が増加し、濃縮処理量との比率の変動によ

表1. 設計緒元

項目	単位	設計値
最初沈殿池容量(水面積)	m ² (m ²)	1,400(353)
反応タンク容量	m ³	11,520
最終沈殿池容量(水面積)	m ² (m ²)	2,500(628)
最大処理水量(平均処理水量)	m ³ /日	12,000(10000)
初沈水面積負荷 *1	m ³ /m ² ・日	28.3
終沈水面積負荷 *2	m ³ /m ² ・日	15.9

* 1 平均処理水量時。20系重力濃縮槽も併用した場合、水面積負荷は10。
1, *2 平均処理水量時

表2. 処理実績

項目	単位	設計値	H12年度平均	
処理水量	m ³ /日	12000	6721	
反応タンク滞留時間	hr	30	41.1	
MLSS	mg/l	3000	3880	
循環率	%	236	234	
返送率	%	178	151	
SRT	日	-	7.1	
BOD-SS負荷	kg/SSkg	0.35	0.20	
T-N-SS負荷	kg/SSkg	-	0.071	
T-P-SS負荷	kg/SSkg	-	0.0086	
		5-1系	5-2系	平均
反応タンク水温(°C)		27.2	27.7	27.5
pH		6.4	6.4	6.4
DO(好気槽前段)(mg/l)		1.75	1.64	1.70
DO(好気槽後段)(mg/l)		1.66	1.57	1.62
ORP(嫌気槽)(mv)		-411	-372	-392
ORP(無酸素槽)(mv)		-272	-309	-291
ORP(好気槽)(mv)		274	309	292
空気倍率		57.6	54.8	56.2

る影響があったと思われる。さらに窒素、りん濃度が高くなり、pHの低下や終沈での汚泥越流があった場合には処理水量を減量して対処した。また、余剰汚泥の排出先であるが、当初は20系に投入したが、余剰汚泥量の増加とともに汚泥浮上が激しくなったため、排出先を沈砂池に変更した。

(2) 問題点と対策

返流水質に起因する場合として、①NH₄-Nの流入濃度が高くなったことで、処理水中のNO₃-N濃度が上昇し、反応タンクのpHが低下した。その影響で活性汚泥中の原生動物数が減少したり、アルカリ度の低下に伴い硝化が進まなくなる状況があった。②流入SSが高くなり、MLSSが急激に増加したことで、終沈で汚泥が流出したり、余剰汚泥が増加し、SRTが低下したことで活性汚泥の生物相が変化してしまい、NH₄の酸化形態がNO₃まで進まず、NO₂で止まってしまったために、NO₂-Nが高濃度の処理水になることがあった。以上のような障害が発生した場合は、水量を下げたり、硝化が進んでいる系列から汚泥移送を行うなどの措置が必要であった。

4 水処理結果

(1) 水処理状況について 原水・沈後水・処理水の平均値を表-3に示した。返流水の水質は南部汚泥処理

センター返流水に比べSS・BOD・T-N・T-Pとも高めであるため空気倍率は50倍以上と高い場合が多かった。しかし、施設の最大処理能力の水量を下回る7000m³/d以下の処理であり、滞留時間に余裕があるため、BOD・COD・SSは良好に処理されていた。窒素除去については反応タンク内で硝化と脱窒が十分起こっており、80%の除去率を確保できていた。一時期、亜硝酸が高くなる時期や硝化が進みにくい時期があった

表.3 水処理結果(平成12年度)

	原水	沈後水	処理水	除去率*
SS	2088	651	50	92.3
COD	1277	620	52.8	91.5
BOD	3359	1251	34.5	97.2
T-N	372	431	75.2	82.6
NH ₄ -N	119	273	18.7	93.2
NO ₂ -N	0	0	2.85	-
NO ₃ -N	0	0	47.1	-
T-P	69	54.8	18.9	65.5

* 除去率は反応タンク前後の除去率

が、他系列よりの汚泥移送や空気量の確保で対処し、通常の硝酸の酸化状態に戻すことができた。

(2) 窒素・りんの処理状況 年間を通じて反応タンクではほとんどNH₄-NがNO₃-Nまでに酸化され、嫌気槽での脱窒も良好に行われていたことがわかる。除去率も、返送率と循環率から計算される理論除去率以上(返送・循環比からは80%)の場合が多かった。また、りんについては、流入濃度が高いので、50%除去でもまだ20mg/l以上は残る濃度レベルのため、条件が整わなければ処理水中のりん濃度を数mg/l以下にすることが難しい。たとえば日常試験・機能検査の結果では、①返送汚泥が嫌気槽において十分りんを放出すること②返流水が適度な有機物負荷をもっていることが必要な条件であった。したがって、返流水SS濃度が高くなった場合では、嫌気槽でりんの放出に必要な嫌気的な条件が確保され、りん除去は良くなるが、SRTの低下などにより活性汚泥中の生物数が減少してしまうため、りん除去は安定せず、処理全体が悪化する傾向が見られた。

5 機能検査結果について

平成12年度には反応タンク機能検査を8回実施したが、調査時期により活性汚泥の質が異なっていたため、必ずしも設定条件を反映した結果が得られたとは限らなかった。その中で比較的りん除去が良好だった事例と悪かった事例の設定条件を表-4に示す。

(1) RUN1 (図-1, 2参照) 本施設は循環法を基本としているが、返流水中のりん濃度が高いため、りん濃度を下げる運転が必要であり、りん除去が期待できるA2O法と比較した。RUN1の結果は、循環水の投入先が1セルである循環法と2セルのA2O法との比較である。このときの空気量は、前段の空気量を多くしたテーパード型の風量一定の運転を行った。結果を見ると、A2O法では嫌気槽でりんの放出

表4. 機能解析設定一覧

日付	系列	処理	制御方式	空気量(前段/後段)	空気倍率	返送率(%)	循環率(%)
RUN 1	5-1	A(2)	C	100/30	50.7	150	250
	5-2	R	C	100/30	49.9	150	250
RUN 2	5-1	A(2)	C	100/100	58.4	150	250
	5-2	A(2)	C	133/66	59.3	150	250

処理 A:A2O法(循環先セル) R:循環脱窒法

制御方式 C:風量一定

空気量単位:(m³/min)

が起こり、好気槽でのリンの摂取速度はA2O法の方が大きな値を示している。一方の循環法ではリンの吐き出しが十分でなく、好気槽後段でのリンの取り込みが悪い。窒素処理に着目すると、A2O法ではNH₄-Nの酸化状況が12セルで終了するようになっており、処理終了後の余分なDOの上昇がないため、嫌気槽に返送された汚泥はDOが低く嫌気条件を損なわない状況になっていると考えられる。このような条件がリン除去にとって必要な条件と考えられる。また返送汚泥中のNO₃-N濃度もDOと同じ影響を及ぼすため、NO₃-N濃度も高過ぎない方が、望ましい。終沈での脱窒もリン除去にプラスになると思われる。

(2) RUN2 (図-3, 4参照) リン除去に優れたA2O法で、さらにリン除去を効率的に行うために、好気槽前後段で送風量の比率を換えた場合について比較した。好気槽前段の空気量を多くして、NH₄-Nの酸化を進めた場合と、前後段の空気量を等分することで、後段までかけてNH₄-Nの酸化を均等に進めた場合を比較した。NH₄-Nの酸化については両系列ともアルカリ度が不足していたため、硝化反応が進行しなくなり、NH₄-Nが20mg/l程度残留していた。また嫌気槽におけるリンの放出が十分起きていないため、好気槽でのリンの摂取が見られない。このため、好気槽での前後段の風量の差でリンの摂取の違いがあるか確認できなかった。これは、返送汚泥および循環水中のNO₃-Nが80mg/l程度と高かったため、嫌気槽での嫌気条件が整わず、リン放出が起らなかったと考えられる。

6. おわりに

本施設の流入水は窒素・リン共に高濃度なので、効率的な処理が必要である。本年度の運転実績及び機能解析を踏まえ安定した処理が行える条件が設定できるよう今後も調査、検討を行って行く。

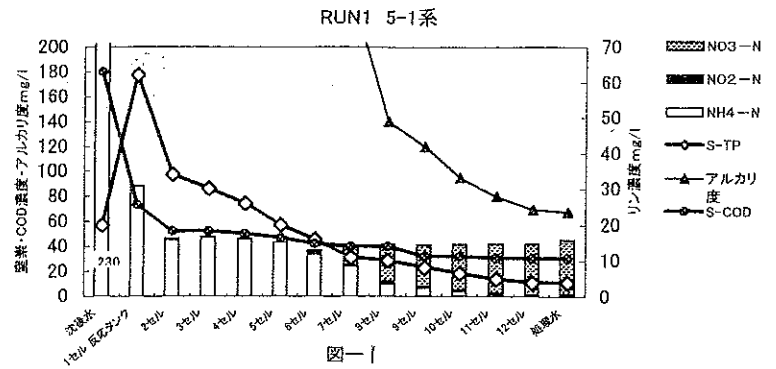


図-1

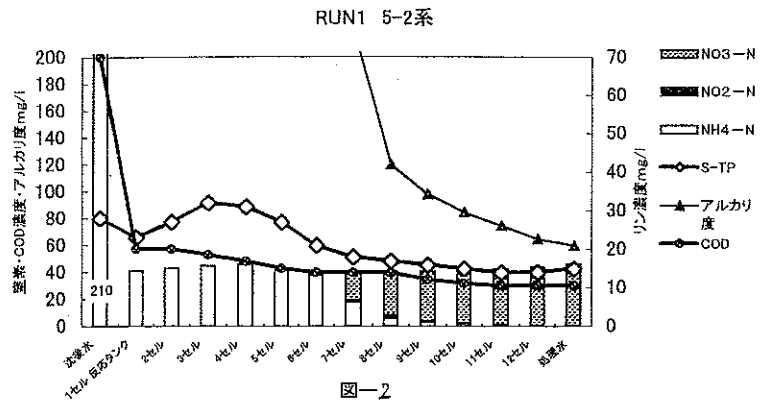


図-2

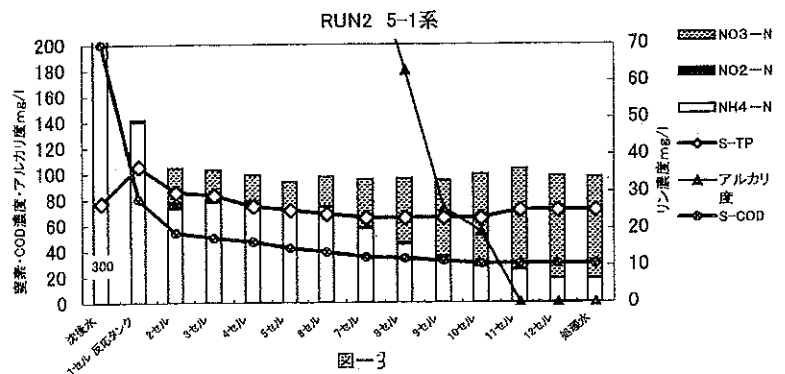


図-3

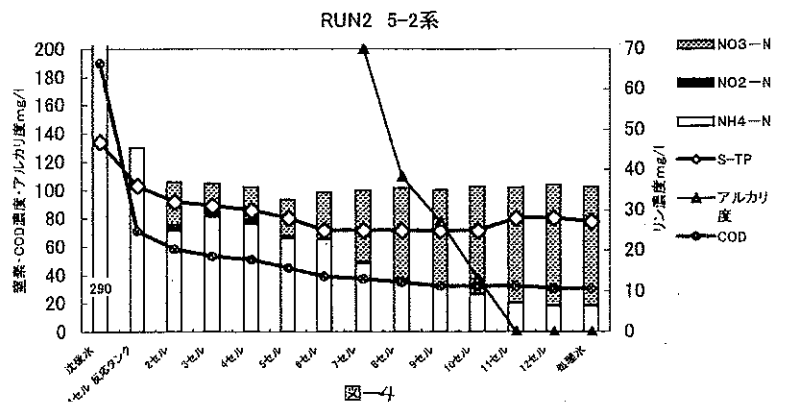


図-4