

# 嫌気・無酸素・好気法による汚泥処理返流水の処理について

横浜市 ○一戸 直之  
北谷 道則  
石川 将二  
片岡 雅樹

## 1. はじめに

横浜市北部汚泥処理センターでは、5 下水処理場から発生する汚泥の集約処理を行っている。一方、汚泥処理から発生する「遠心濃縮分離液」「遠心脱水分離液」は混合した後、返流水として3 下水処理場に返流している。しかし、この返流水は BOD、窒素・りんが高濃度であるため、返流先の処理場の流入負荷を増大させてきた。そこで、隣接する北部第二下水処理場において、平成 12 年 4 月より嫌気・無酸素・好気法（以下 A2O 法）を用いた返流水処理施設を稼働させ、返流水の負荷軽減を図ってきた。

今回、この施設の処理実績および反応タンク内の水質調査結果から得られた知見について報告する。

## 2. 施設・設備概要

本施設の設計諸元を表-1に、処理フローを図-1に示す。現在、最初沈殿池、反応タンク、最終沈殿池は2池で構成され、最初及び最終沈殿池は円形沈殿池である。また、反応タンクは、12 区画に分割され、嫌気、無酸素、好気の各槽の構成比率は 1 : 2 : 9 となっている。さらに、A2O 法で処理した処理水は、北部第二下水処理場の沈砂池に返流され、流入下水と混合され再処理されている。一方、余剰汚泥は、重力濃縮された後、下水処理場から送泥された汚泥と混合され汚泥処理される。

表-1 設計諸元

項目	単位	設計値	池数
最初沈殿池容量	m <sup>3</sup>	1,400	2
反応タンク容量	m <sup>3</sup>	11,520	2
最終沈殿池容量	m <sup>3</sup>	2,500	2
初沈水面積負荷	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日	28	—
終沈水面積負荷	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ・日	20	—

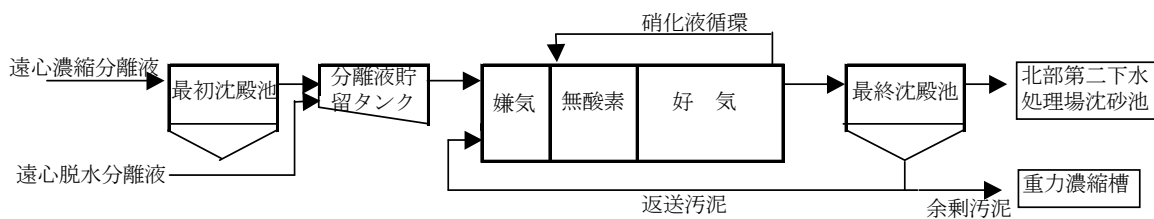


図-1 処理フロー

## 3. 運転及び処理実績

表-2に平成 13 年度の運転実績及び設計値を表-3に同じく処理実績を示す。現在の運転は、設計値の 60%程度の処理であり、処理能力には余裕がある。しかし、最

表-2 運転実績

項目	単位	設計値	平成 13 年度実績
処理量	m <sup>3</sup> /日	日平均 10,000 日最大 12,000	7,000 (5,000~7,500)
反応タンク HRT	hr	23	40 (37~55)
MLSS	mg/l	3,000	3,700 (3,000~4,500)
循環比	%	300	240 (200~250)
返送比	%	200	125 (80~150)
空気倍率	倍	—	52 (40~81)
SRT	日	—	7 (4~18)
BOD・SS 負荷	kg/SSkg・日	0.35	0.23 (0.11~0.5)

初沈殿池での遠心濃縮分離液の固液分離が十分でない時には、反応タンク流入水（以後、流入水）のSSが高くなりMLSSが急上昇した。また、約1,000mg/lの高濃度NH<sub>4</sub>-N排水である遠心脱水分離液量が多くなると、流入水のNH<sub>4</sub>-N濃度が高くなった。このため、高濃度NH<sub>4</sub>-Nの硝化に対応できるように、反応タンク内のMLSSは設計値よりも高めに設定し運転した。また、窒素・りん除去が低下したときには、処理水が下水処理場の沈砂池に逆流されるため、下水処理場の窒素・りん負荷を高める結果となった。

#### 4. 結果および考察

##### (1) 硝化反応

1池当りの処理水量3,700m<sup>3</sup>/日、返送率150%、循環率250%で運転した時の好気槽の実滞留時間は5.6時間であった。この時の送気量と硝化量の関係を示したのが図-2である。この運転条件での送気倍率は、平均49倍(39倍~59倍)であった。図-2より、硝化量は送気量に比例して増加していた。さらに、送気量30Nm<sup>3</sup>/分以下では硝化が起らなかったことから、この送気量までは、有機物の酸化分解のために使われたものと考えられる。次に、返送率80~150%、循環率200~250%の範囲の条件で運転した時の曝気時間と硝化量の関係を図-3に示す。曝気時間は、好気槽で硝化が開始されてからの硝化時間を示す。この図から、硝化速度は4mgN/gMLSS/hr程度であった。

##### (2) 脱窒反応

嫌気槽での脱窒量は、返送汚泥のNO<sub>3</sub>-N濃度によって決まる。処理水量3,700m<sup>3</sup>/日、返送率150%の条件で運転した場合、嫌気槽の実滞留時間は1.3時間となった。この条件で嫌気槽の脱窒速度を求めたのが図-5である。この図から、嫌気槽へ返送された返送汚泥のNO<sub>3</sub>-Nの最大値は80mg/lであり、この

表-3 処理実績(平成13年度)

項目	流入水 (mg/l)	処理水 (mg/l)	除去率 (%)
BOD	1,430 (700~2,800)	32 (7~130)	98
COD	510 (340~850)	44 (28~94)	91
SS	550 (200~1900)	26 (5~190)	95
T-N	390 (280~500)	74 (42~120)	81
NH <sub>4</sub> -N	290 (180~410)	13 (0.1~62)	96
T-P	56 (34~79)	13 (0.8~37)	77

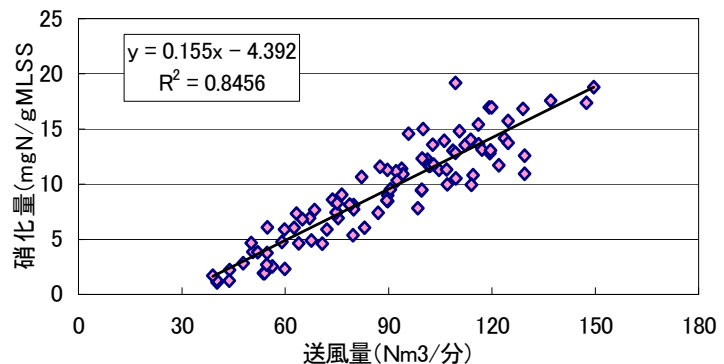


図-2 送気量と硝化量の関係

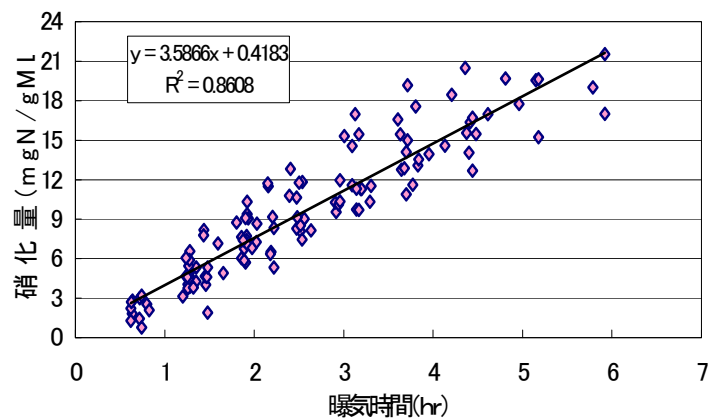


図-3 曝気時間と硝化量の関係

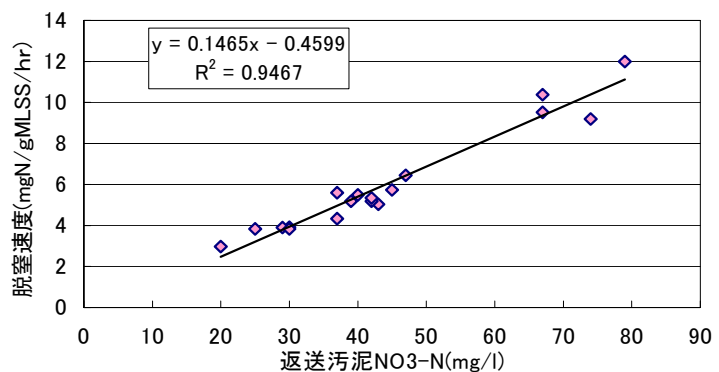


図-4 嫌気槽での脱窒速度

時の、脱窒速度は12mgN/gMLSS/hrであった。

次に、無酸素槽での脱窒量は、循環水のNO<sub>3</sub>-N濃度によって決まる。処理水量3,700m<sup>3</sup>/日、返送率80~150%、循環率250%の運転条件では、無酸素槽2区画の実滞留時間は0.8~0.6時間であった。このうち、脱窒は1区画目で終わっており、実際の脱窒に要した時間は半分の0.4~0.3時間であった。この時の脱窒速度を図-5に示すが、循環水のNO<sub>3</sub>-Nが70mg/lのとき、

16mgN/gMLSS/hrの脱窒速度が得られた。しかし、循環水のNO<sub>3</sub>-Nが70mg/lを超えると脱窒速度が大きく低下した。これは、循環水のNO<sub>3</sub>-Nが高くなりすぎると、無酸素槽で脱窒できる限界を超えてしまい、ORPが上昇(-100mv以上)してしまうことが原因で、脱窒能力が急激に低下したものと考えられる。

### (3) りん除去

本施設におけるりん除去率は、表-3に示すように平均で77%であるが、流入水の水質変動が大きく、反応タンクの運転管理が難しいため、処理水T-Pは0.8~37mg/lの範囲で変動していた。その中で、流入水のNH<sub>4</sub>-N濃度が低いとき、SS濃度が高いときにはりん除去がよい傾向にあった。SS濃度の増減はSRTに影響が出るので、SRTと処理水PO<sub>4</sub>-Pの関係を示したのが図-6である。この図から、SRTが4~6日程度であるとりん除去がよい傾向にあった。しかし、流入水のSS濃度があまり高くなりすぎると、SRTが4日を切り硝化反応に影響が出ることがあった。

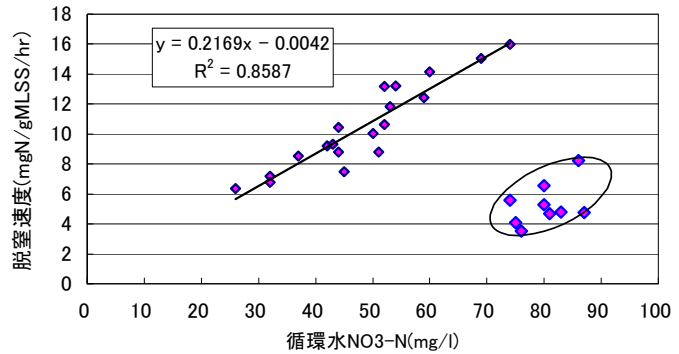


図-5 無酸素槽での脱窒速度

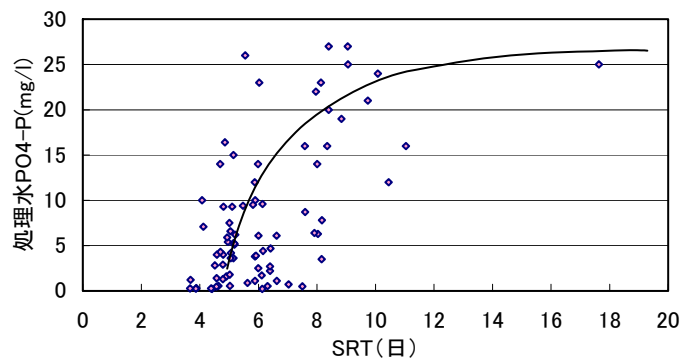


図-6 SRTと処理水PO<sub>4</sub>-Pの関係

## 5. まとめ

- ①BOD, COD, SSの除去は良好で除去率は平均で90%を確保できた。
- ②硝化量は送风量に比例していた。また、硝化速度は4mgN/gMLSS/hr程度であった。
- ③嫌気槽、無酸素槽における脱窒速度は、設計値の11.8mgN/gMLSS/hrを十分確保できた。しかし、無酸素槽で、脱窒限界量を超えると無酸素槽のORPが上昇し、脱窒速度が大幅に低下する現象がみられた。しかし、これ以外のときは窒素除去率80%を確保できた。
- ④りんは、平均除去率75%を確保できたが、流入水の水質が変動すると、運転管理が不安定になり、りん除去が悪化することがあった。しかし、SRTが4~6日程度のとき、りん除去が安定する傾向にあった。

## 6. おわりに

今後、返流水の全量処理(12,000m<sup>3</sup>/日)に向けた対応と、窒素・りん除去を安定化させるA2O法の運転方法について調査していきたい。

問合わせ先：〒230-0045 横浜市鶴見区末広町1-6-8

横浜市下水道局北部第二下水処理場内水質管理課 TEL 045-503-0894