

ステップ流入による処理方法の評価

水質管理課 南部水質調整係 ○ 北島 良一
坂本 俊彦
堀 麻衣子

1. はじめに

標準活性汚泥法では、冬季に反応タンク内の水温が下がり、処理水質が低下することがある。特に降雨、降雪による急激な水温の低下を契機に、硝化が後退し、亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)濃度が高く、蓄積した結果、COD、BOD等の処理水質が悪化する(以下、亜硝酸型硝化)。

亜硝酸型硝化は水温が低いことやSRTが短いことが原因であると言われており、ステップ流入による処理方法は標準法に比べ、反応タンク内でのMLSSを高く保持することができ、負荷を分散することができるので、ステップ流入法が、亜硝酸型硝化に対する予防策として有効であると考えられる。

今回、中部下水処理場では、B系処理施設を利用し、ステップ流入法と標準法の処理水質等を比較することにより、その有効性について調査、検討を行った結果、知見が得られたので報告する。

2. B系水処理施設概要

図-1にB系反応タンク概要図を示す。

中部下水処理場のB系水処理施設はB-1系とB-2系の2系列に分けられ、各系列とも最初沈殿池・反応タンク・最終沈殿池が2池ずつで構成されている。反応タンクは1池が2水路4槽分画の構造で、超微細気泡型散気盤による全面曝気方式を採用している。

送風量は、各池1,2槽目の前段と3,4槽目の後段で別々に制御ができ、通常DO一定制御を行っている。DOの制御地点は前段は2槽目中程、後段は3槽目出口である。

B-1, B-2系の返送汚泥は、互いに混合することなく同系列の反応タンクの入口に返送される。従って、B-1系とB-2系の水処理系列は、最初沈殿池から反応タンクへ入る間の共通水路で汚水が混じり合う他は、独立した系列になっている。

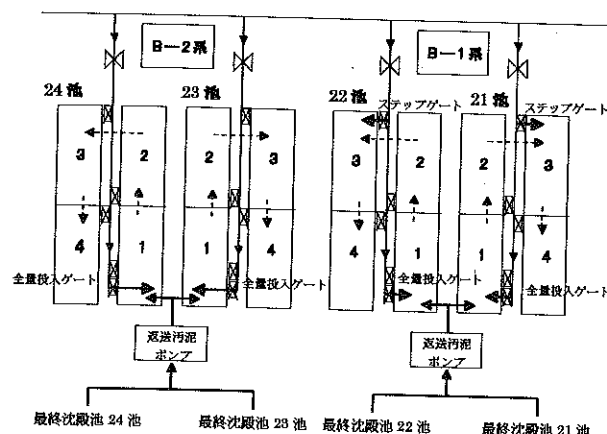


図-1 B系反応タンク概要図

3. 調査内容

3.1 反応タンク各槽、処理水の水質

ステップ流入法、標準法の反応タンク各槽及び処理水の水質を比較調査した。

3.2 調査条件

B-1系をステップ流入法、B-2系を標準法とした。目標MLSSは $1,500\text{mg/l}$ 、返送率は50%とし、ステップ流入地点は反応タンク3槽目入口、目標ステップ比率は1:1とした。

3.3 期間、分析項目等

調査期間は平成13年12月11日～平成14年2月22日、データ収集期間は平成14年1月9日～2月22日で行った。分析項目はCOD、BOD等の炭素系、T-N、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 等の窒素系、MLSS、Kr等の活性汚泥試験等について行った。採水は反応タンク各槽の試験ではスポット採水とし、処理水については定置型自動採

水器で採水した。また、反応タンク各槽の試験では送風量一定の条件で調査を行った。

4. 結果および考察

4.1 反応タンク各槽の水質

調査期間内に7回、調査を行い、表-1に反応タンクの運転条件の一例を示す。この時の測定結果をもとに以下で説明する。ただし1, 3槽目入口についてはKrを除き計算値である。

(1) 窒素系の処理

T-N, NH₄-N, NO₃-Nの各反応槽での挙動を図-2に示す。

硝化については、標準法では沈後水を1槽目に全量投入しているため、1, 2槽目では炭素系の処理が先行して進み、3, 4槽目で硝化が急速に進行している。一方、ステップ流入法では、1槽目と3槽目に沈後水を分散して投入するため、1, 2槽目及び3, 4槽目で共に硝化が進行している。このようにステップ流入法と標準法では処理の流れに顕著な違いが見られるが、反応タンク出口では、両方法ともほぼ同程度に硝化が終了している。

T-Nについては、標準法では、1槽目でSSに起因する窒素が活性汚泥に吸着され、さらに返送汚泥中に含まれるNO₃-Nが脱窒されたため、1槽目で急激に減少し、その後は微減している。ステップ流入法では、3槽目入口で一旦高くなる以外は標準法と同様な挙動を示している。しかし、ステップ流入法では活性汚泥に対する負荷が小さくなるため、標準法に比べ1, 3槽目での脱窒量が少なく、結果として4槽目出口で標準法より高い濃度を示す結果になっている。しかし、1, 3槽目の送風量を下げた方向で調整すれば、標準法と同等あるいはそれ以上に脱窒を進ませることはできると考えられる。

NO₂-Nの各反応槽での挙動を図-3に示す。

標準法では、硝化が急速に進行する3, 4槽目でNO₂-Nが高くなる傾向があり、調査期間内では、0.5 ~ 1.1mg/lの範囲まで上昇している。一方ステップ流入法では、3槽目あるいは4槽目で濃度が最も高くなるが、今回の調査では、最も濃度の高い日でも0.7mg/lを越えることはなかった。今まで図に示した結果は、反応タンク水温16.8

°Cの測定結果であるが、15 °C以下の状態が続いた場合には、亜硝酸酸化細菌による硝化速度が小さくなり、NO₂-Nがさらに高くなると思われる。そして、NO₂-Nがある程度まで高くなると、その毒性によって亜硝酸酸化細菌などがダメージを受け、さらにNO₂-Nが蓄積していくと考えられる。図-3の結果等からも、特に標準法ではその傾向が強いと考えられるため、NO₂-Nを低く抑えることができるという点で、ステップ流入法が亜硝酸型硝化に対する予防策として有効である可能性がある。

(2) 炭素系の処理

COD, BODの各反応槽での挙動を図-4に示す。標準法では、1槽目でCOD, BODが大きく低下し、

表-1 反応タンクの運転条件

項目	方式		標準法
	前段	後段	
送風量 (m ³ /hr)	786	842	787
流入水量 (m ³ /hr)	278		279
反応タンク水温 (°C)	16.7		16.8
MLSS (mg/l)	前段	2170	1410
	後段	1410	1320
ステップ比	0.47		1.0

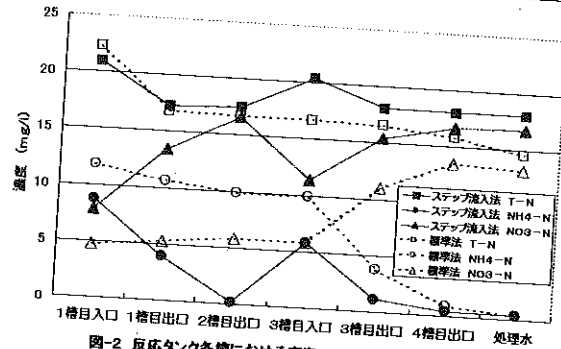


図-2 反応タンク各槽における窒素の挙動 (T-N, NH₄-N, NO₃-N)

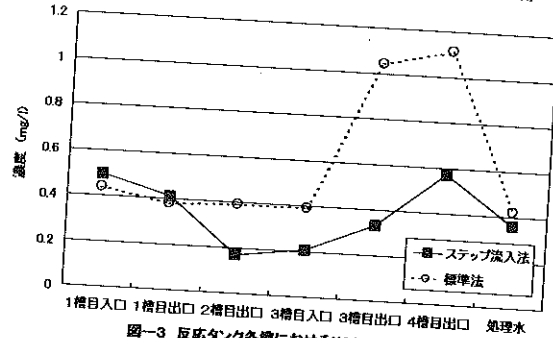


図-3 反応タンク各槽におけるNO₂-Nの挙動

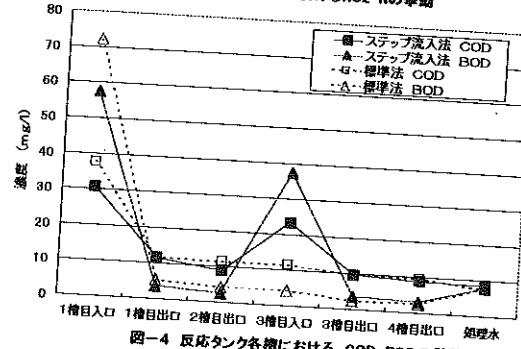


図-4 反応タンク各槽におけるCOD, BODの挙動

2槽目までにほぼ炭素系の処理は終了している。ステップ流入法では、3槽目入口で沈後水の流入により、一旦高くなる以外は、標準法と同様な挙動を示している。4槽目出口のCOD, BODは、標準法とステップ流入法の間にはあまり見られない。

(3) リンの処理

T-P, PO₄-P の各反応槽での挙動を図-5に示す。標準法, ステップ流入法とも炭素系の処理と似た傾向を示し、標準法の方がステップ流入法より4槽目出口でT-P, PO₄-Pが若干低くなっているが、差がみられない調査結果もあり、はっきりした違いは見られない。

(4) その他

Kr (酸素利用速度係数) の各反応槽での挙動を図-6に示す。標準法では、1槽目で大きくKrが低下して以降は3槽目出口まではほぼ一定で、4槽目で若干低下傾向にある。一方ステップ流入法では、標準法と違い2槽目で低下しており、MLSSが高く、負荷が低いため、2槽目出口で炭素系と窒素系の処理がほぼ終了していることがわかる。2槽目以外はほぼ同じ傾向を示した。

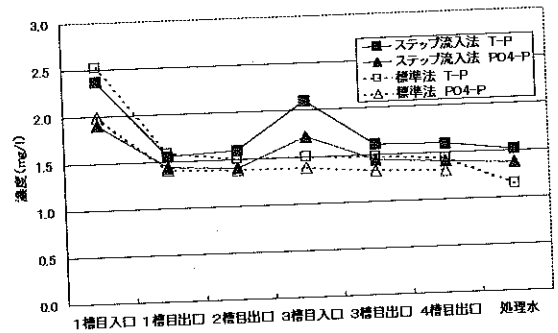


図-5 反応タンク各槽におけるT-P, PO₄-Pの挙動

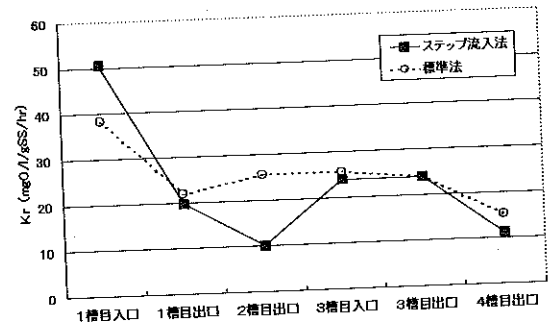


図-6 反応タンク各槽におけるKr(酸素利用速度係数)の変化

4.2 処理水の水質

処理水の調査期間内での各分析項目の平均値を表-2に、COD, BOD, T-Nの挙動を図-7に示す。

(1) 窒素系, 炭素系の処理

硝化については、大きな差は見られなかった。ただしT-Nでは、ステップ流入法が17.0mg/lに対し、標準法は14.9mg/lと低い値を示し、各反応タンクでの脱窒の差が処理水の結果に反映している。CODは大きな差はなかったが、BODはステップ流入法が9.1mg/lに対し、標準法は6.8mg/lと低い値を示した。

(2) E.coli, その他の処理

E.coliは、ステップ流入法が標準法より高い傾向を示すと言われるが、実際の結果からもステップ流入法が標準法より高い値であることが確認され、2月13日にはステップ流入法が1600個/ml、標準法が370個/mlと顕著な差が見られた。その他の項目については大きな差は見られなかった。

表-2 処理水の水質結果(平均値)

	pH	透明度	SS	COD	BOD	htu-BOD	E.coli	T-N	NH ₄	NO ₂	NO ₃	T-P	PO ₄
ステップ流入法	6.9	91	6	9.6	9.1	4.6	770	17	0.59	0.26	14	1.4	1.4
標準法	7.0	91	5	9.4	6.8	4.2	450	15	0.32	0.20	13	1.2	1.1

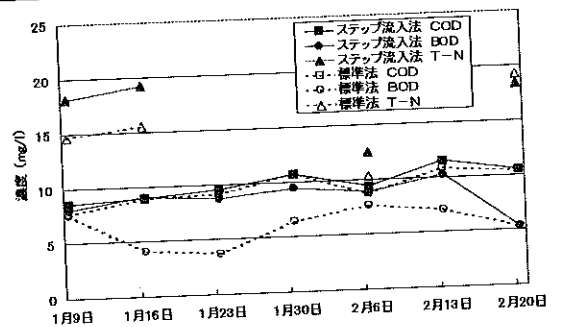


図-7 処理水のCOD, BOD, T-Nの挙動

5. まとめ

今回、B系処理施設でステップ流入法での処理を行い、以下の結果が得られた。

- (1) ステップ流入法は水温低下時には標準法に比べてNO₂-Nが低く、亜硝酸型硝化の予防には有効である可能性がある。
- (2) ステップ流入法では標準法と比較し、T-N, BOD, E.coliが高い傾向にある。
- (3) COD, NH₄-N, T-P等、他の分析項目では、ステップ流入法と標準法の間には顕著な違いは見られなかった。

平成13年度は暖冬の影響で、平年より水温が15℃を下回る日が少なかったため、NO₂-Nが高く水処理が困難となる亜硝酸型硝化に移行する状況は起こらなかったが、亜硝酸型硝化の予防策として、ステップ流入法の有効性が示唆できた。この結果を踏まえ、次年度も継続して調査していく予定である。