

II-PS18 新固液分離システムによる下水処理施設の高機能化について

前澤工業(株) 正員 石川 進
正員 鈴木辰彦
正員 矢尾 真

1. はじめに

近年、水環境の保全や再利用を目的として、下水の高度処理に関する検討が行なわれている。窒素及びリンの除去が特に重要となるが、ランニングコストが比較的安価となることから、生物学的除去法が有利であると考えられる。しかし、硝化反応を促進するためには、BOD負荷を低く押さえる必要があり、水処理施設が多量となる。

筆者らは、下水処理の第1段で、無薬注加圧浮上分離と滲過を組合せた新しい固液分離システムを考え、昭和61年度からバイオフィオカスW.T.の一環として、研究を行ってきた。下水処理の第1段で高い固液分離性能を有する本固液分離システムを用いることは、生物処理への負荷を大幅に軽減できるとともに、分解速度の遅い懸濁成分を取り除き、分解速度の速い溶解成分を供給することになる。その結果、滞留時間6時間の嫌気・好気循環法において、窒素及びリンの除去が可能となる。

本発表においては、流域下水処理場と小規模下水処理場の2ヶ所で実施した実験結果について報告する。

2. 実験方法

実験は、下水の流達時間が比較的長い流域処理場である霞ヶ浦湖北浄化センター(バイオフィオカスヤード)と、下水の流達時間が短い小規模処理場である清水町清水下水終末処理場の2ヶ所で実施した。

実験プラントの処理フローを

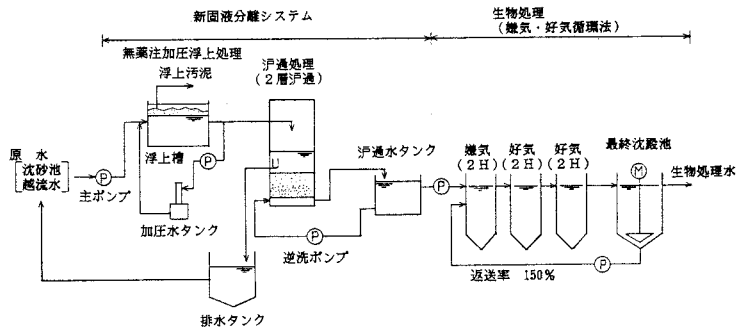


図-1 実験プラント全体フロー

図-1に示す。加圧浮上槽滞留時間は、15~20分、滲過速度は約100m/dayとしている。生物処理装置は、嫌気槽滞留時間2時間、好気槽滞留時間4時間の嫌気・好気循環法とした。また、返送汚泥ラインにより硝化液の循環も行なうフローとし、返送率は150%とした。

3. 実験結果

表-1に実験結果を示す。

1) 新固液分離システムの処理水質について

バイオフィオカスヤードにおいては、溶解性のBOD成分の比率が低く、BODの除去率は68.3%と高い。一方、清水下水終末処理場においては、溶解性のBOD成分の比率が高く、BODの除去率は52.4%となっている。SSの除去率は、共に高く、約85%であった。また、T-Pの除去率は、比較的高く、55.4%であった。T-Nについては、アンモニア態窒素の比率が高いため、約30%の除去率であった。

表-1 新固液分離システムを用いた嫌気・好気循環法の運転状況と平均水質

実験期間及び場所	生物処理運転状況	分析項目	平均水質				
			流入原水 (mg/ℓ)	固液分離 処理水 (mg/ℓ)	固液分離 除去率 (%)	生物処理水 (mg/ℓ)	生物処理 除去率 (%)
1990. 1. 11 ～1990. 2. 15 バイオフォーカスヤード	滞留時間	嫌気槽 2 Hr	SS	207	29.5	6.1	79.3
		好気槽 4 Hr	T-BOD	216	68.4	16.6	75.7
	返送率	150%	D-BOD	68.9	34.7	4.5	87.0
	MLSS	3940mg/ℓ	T-N	52.0	34.8	12.3	64.7
	BOD-MLSS負荷	0.066kg/kg・日	NH ₄ ⁺ -N	42.4	30.0	2.8	90.7
	SRT	29.5日	NO ₃ ⁻ -N	trace	trace	6.9	—
1990. 11. 1 ～1990. 12. 14 清水下水終末処理場	滞留時間	嫌気槽 2 Hr	SS	155	24.1	2.4	90.0
		好気槽 4 Hr	T-BOD	225	109	6.1	94.4
	返送率	150%	D-BOD	96.1	87.5	3.2	96.3
	MLSS	2490mg/ℓ	T-N	36.0	26.5	10.2	61.5
	BOD-MLSS負荷	0.17kg/kg・日	NH ₄ ⁺ -N	24.8	21.4	3.9	81.8
	SRT	21.7日	NO ₃ ⁻ -N	trace	trace	5.7	—
			T-P	8.3	3.7	1.0	73.0
			Ort-P	3.1	2.7	0.69	74.4

2) 新固液分離システムを用いた嫌気・好気循環法の処理水質について

バイオフォーカスヤードにおいては、生物学的硝化・脱窒を目的として運転管理を行なっている。生物処理水のT-Nは12.3mg/ℓであり、全除去率は76.3%であった。

清水下水終末処理場においては、生物学的窒素・リンの同時除去を目的として行なった。生物処理水のT-Nは10.2mg/ℓであり、全除去率は71.7%であった。また、生物処理水のT-Pは1.0mg/ℓであり、全除去率は88%であった。

表-2に、流入BOD濃度と窒素及びリン除去量の関係を示す。①式にR=1.5を代入すると、理論上の最大窒素除去率は60%となり、生物処理のT-N除去率の結果と一致する。新固液分離システムは、高いBOD除去率が得られるため、脱窒における水素供与体としてのBODの不足が心配される。しかし、実用的な循環比を100～150%と考え、③式にR=1～1.5, CN=30mg/ℓを代入すると、必要BOD濃度は42.9～51.5mg/ℓとなり、通常は問題とはならないと考えられる。生物処理におけるT-Pの除去濃度は、⑤式によって与えられる。これに、本実験により得られた値(BODin=109mg/ℓ, ηb=0.944, r=0.5, PX=0.04)を代入すると、T-Pの除去濃度は2.06mg/ℓとなり、概略一致する。

4. まとめ

流域下水処理場と小規模下水処理場の2ヶ所で、新固液分離システムを第1段に用いた滞留時間6時間での嫌気・好気循環法による実験を行なった。その結果、処理水のT-N濃度を約10mg/ℓ, T-P濃度を約1mg/ℓとすることが可能であった。従って、新固液分離システムを用いることにより、既設の標準活性汚泥処理施設においても、若干の改造を行なうだけで、窒素・リンの除去という高機能化がはかれると考えられる。

5. おわりに

本実験を実施するにあたり、御協力をいただいた清水町清水下水終末処理場の皆様に感謝の意を表します。

表-2 流入BOD濃度と窒素及びリン除去量の関係

(1) 脱窒反応に必要なBOD濃度 循環法による窒素除去率は、硝化率及び脱窒率を100%とすると、次式で与えられる	①
$\eta = \frac{R}{1+R}$	
η : 窒素除去率 R : 循環比	
また、単位脱窒量あたりの必要BOD量は、	
$\frac{\text{必要BOD量}}{\text{NO}_3^- - \text{N}} = \frac{5 \times 16}{2 \times 14} = 2.86$	②
と考えられる。	
流入する窒素がすべて硝化されると仮定すれば、脱窒反応における水素供与体として必要なBOD濃度は、①、②式から次式で与えられる。	
$\text{必要BOD濃度} = 2.86 \times \text{CN} \times \frac{R}{1+R}$	③
CN : 流入T-N濃度	
(2) 流入BOD濃度とリン除去量の関係 リンの除去量は、最終的には汚泥として処分されるため、次式で与えられる。	
$\Delta P = \Delta X \times \text{PX} = \Delta \text{BOD} \times r \times \text{PX}$	④
ΔP : リン除去量 ΔX : 汚泥発生量 PX : 汚泥中のリン含率 ΔBOD : 除去BOD量 r : 除去BOD当りの汚泥発生率	
濃度として表わすと、次式となる。	
$\Delta \text{CP} = \Delta \text{CBOD} \times r \times \text{PX}$	
$= \text{CBODin} \times \eta b \times r \times \text{PX}$	⑤
ΔCP : 除去リン濃度 ΔCBOD : 除去BOD濃度 CBODin : 流入BOD濃度 ηb : BOD除去率	