

N-10 小規模ODにおける脱窒、脱リンの制御

日立機電工業(株) ○浜田英明 吉田輝久

1. はじめに

OD 法で窒素とリンを同時に除去する場合、通常、好気と嫌気のゾーン運転を行いながら、専用の混和槽に凝集剤を投入している。しかし、近年採用されている OD は周長（ゾーン長）が短く、中には曝気槽と最終沈殿池が一体構造の OD があり、凝集混和槽を配置することが難しく、窒素とリンがどれくらい除去できるのか十分に把握されていなかった。そこで、本研究は小規模 OD で DO 値を基に間欠曝気運転（以下、間欠式 DO 制御）を行いながら、曝気槽に凝集剤を直接添加し、窒素とリンの同時除去を試みた。

2. 試験方法

試験は、700m³/日規模の OD で実施した。試験時の流入水量は、日平均計画汚水量に対して、約 70% の負荷率であった。試験装置は図-1 に示すように、曝気機の直上流に DO 計を設置して、間欠式 DO 制御を行った。制御方法は図-2 のように DO 規定値（好気反応の終点）に達するまで曝気を行い、その後は一定の嫌気時間を設けて、好気と嫌気を繰返す方式で、流入負荷量が増減した場合、曝気槽の酸素消費量も変化するため、負荷量に見合って曝気時間が自動的にコントロールされる。一方、凝集剤（ポリ鉄）は曝気機の近傍に添加し、曝気攪拌流速を利用して急速混和した。薬注ポンプは、当初、タイマーにより一定間隔で運転する定時注入、及び水量比例注入を行ったが、最終的には負荷量比例型の自動注入を行った。その制御方法は生活排水中の BOD、N、P の混入比が一定であることに基づいており、流入 BOD が多い時には N や P も多く流入すると考えた。したがって、流入負荷量に自動追従して曝気量をコントロールするシステムに同調して薬注ポンプを制御すれば、リンの負荷量に見合った凝集剤を注入できる。

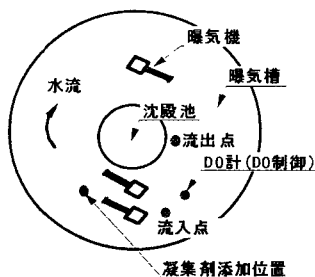


図-1 試験装置の配置

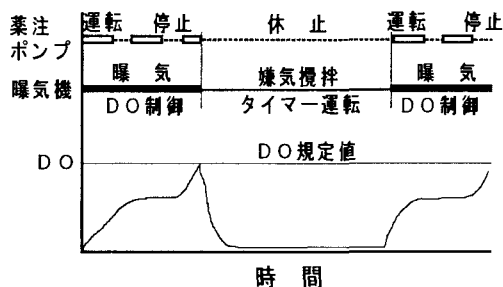


図-2 曝気機と薬注ポンプの運転方法

3. 硝化脱窒のための DO 規定値

曝気から非曝気に切替える DO 規定値は表-1 に示す 0.2~0.5mg/L までの条件を検討した。最も窒素処理性能が悪かったのは、0.2mg/L の時であり、処理水中に Kj-N が多く存在し、酸素不足の状態であった。また、0.2mg/L は制御 DO 値としてはかなり低い値であり、DO の微妙な変化でも DO 規定値に達してしまうため、非曝気状態が頻繁に発生し、負荷量に追従した曝気量とならなかった。一方、DO 規定値が 0.3mg/L 以上は、自動制御運転が可能であったが、Kj-N/NO_x-N の比率が 1 に近く、最も好気と嫌気のバランスがとれていたのは、DO 規定値が 0.4mg/L であった。また、0.5mg/L

表-1 DO 規定値と制御結果

DO 規定値 (mg/L)	平均曝気動力 (kWh/日)	処理水質 (mg/L)			
		BOD	SS	Kj-N	T-N
0.2	13.9	7.3	2.6	6.1	7.2
0.3	15.3	7.3	3.8	2.4	5.3
0.4	15.7	9.3	3.2	2.3	4.5
0.5	15.9	5.8	2.8	2.1	3.5

次に、当処理場におけるリンの収支を見ると、1日当たり約1750g流入し、その6割が汚泥として除去されていた(図-6)。凝集剤は残り4割の溶解性T-Pに対して、反応したと考えられ、溶解性T-Pと鉄のモル比が1:2.35(流入水に対しては0.05mL/L)となるよう添加した期間(図-4の平成10/3/30~4/7)では処理水の平均T-Pは、0.24mg/Lで、しかも窒素処理に及ぼす悪影響が少なくリン、窒素ともよく処理された。

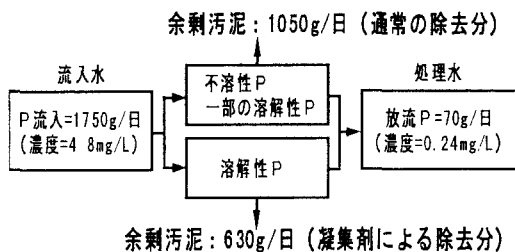


図-6 リンの収支

さらに、脱リン試験の期間では、凝集剤の添加方法を種々変更し、処理性能を比較検討した。図-7の運転1と運転2の凝集剤添加量は9.6L/日であるが、運転1は薬注ポンプを1日に24回、毎正時に10分間の運転を行い、運転2は流入水量に比例してポンプを起動し、同様の回数、時間で運転した。運転1は負荷量の大きい時刻に処理水リン濃度が高く、負荷変動が直接処理水に影響を及ぼす結果となった。運転2は運転1と同様に、処理水リン濃度の変動幅が大きく、安定した処理は行えなかったが、添加方法の違いにより処理水リン濃度の変動パターンが大きく変ることが判り、薬注ポンプの制御方法によっては、安定的な脱リンが行えると考えられた。本稿では割愛したが、試験では運転3として、リン負荷量を考慮したタイマー設定で、同量の凝集剤量、回数、時間でポンプを起動し、安定的にリンが除去できることを確認した。以上を踏まえ、最終的に薬注ポンプはDO制御を行う曝気機の運転時間と連動する運転4として、負荷量比例注入を行った結果、処理水リン濃度の変動幅が小さい、安定した処理が行えた。

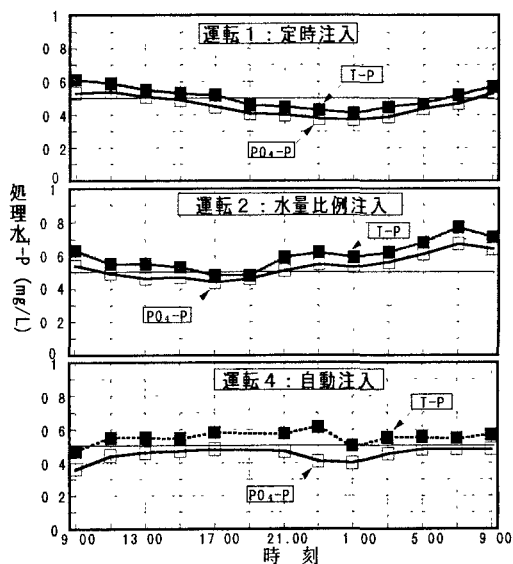


図-7 薬注方法とリンの処理状況

尚、図-8は凝集剤添加率と処理水の関係をプロットしたもので、処理水の平均T-Pを0.5mg/Lとするには、リンに対する鉄のモル比が1.3倍以上に添加すればよいことが推定される。

5. まとめ

日平均計画汚水量に対して、70%程度流入する700m³/日の小規模ODにおいて、

1) 曝気機の間欠式DO制御運転と凝集剤添加活性汚泥法の組合わせにより、窒素とリンの同時除去を行い、小規模ODで高度処理施設に匹敵する栄養塩除去ができることを確認した。処理水質は、T-Nが5mg/L以下、T-Pが0.5mg/L以下であった。

2) 薬注ポンプは、間欠式DO制御を行う曝気機の曝気時間と連動して運転することにより、リンの負荷量に比例した薬注が行え、安定したリンの処理が行えた。

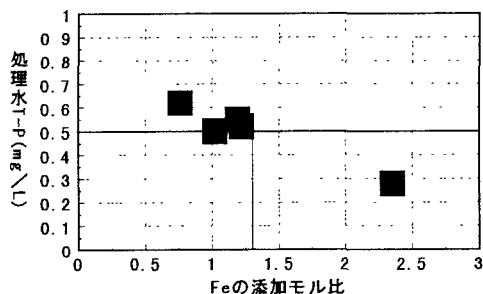


図-8 凝集剤の添加率とリンの処理性能

に設定した時は処理水が最も良好であり、これらのことから、DO 規定値は、0.4～0.5mg/L に設定するのが好ましいと考えられた。

次に、DO 規定値 0.4mg/L における負荷量と曝気量の関係を図-3 に示す。凡そ BOD 負荷が 3 kg/H 以下の時、曝気から非曝気になっており、負荷の時間変動に対して曝気量が自動追従していることが判る。尚、窒素の形態としては、Kj-N が 0.5mg/L 前後を境界として曝気機が制御されていたことから、最適条件下で T-N が 1 mg/L 程度まで処理できると推察された。

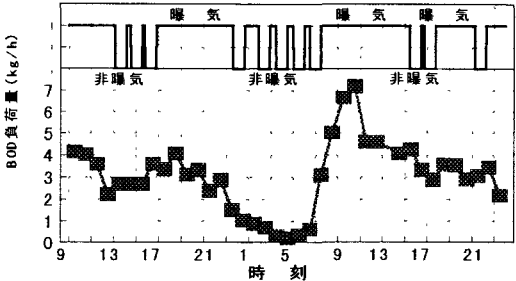


図-3 負荷量と曝気量の関係

4. 窒素・リン同時除去運転の検討

図-4 に運転の経緯と水処理の状況を示した。曝気機のタイマー運転では、月単位あるいは季節単位でタイマーの設定量を見直しており、日量負荷と曝気量がうまく合致した時は、T-N が 2 mg/L 程度まで処理され、合致しない時は 30mg/L 付近まで上昇し、負荷変動に曝気量をうまく追従させて窒素を処理するには限界があった。DO 規定値を 0.4mg/L として、単独で間欠式 DO 制御を行った期間では、流入負荷量に対して、適正に好気嫌気が配分されたため、処理水の平均 T-N が 2.4mg/L と低く、良好に処理が行なえた。

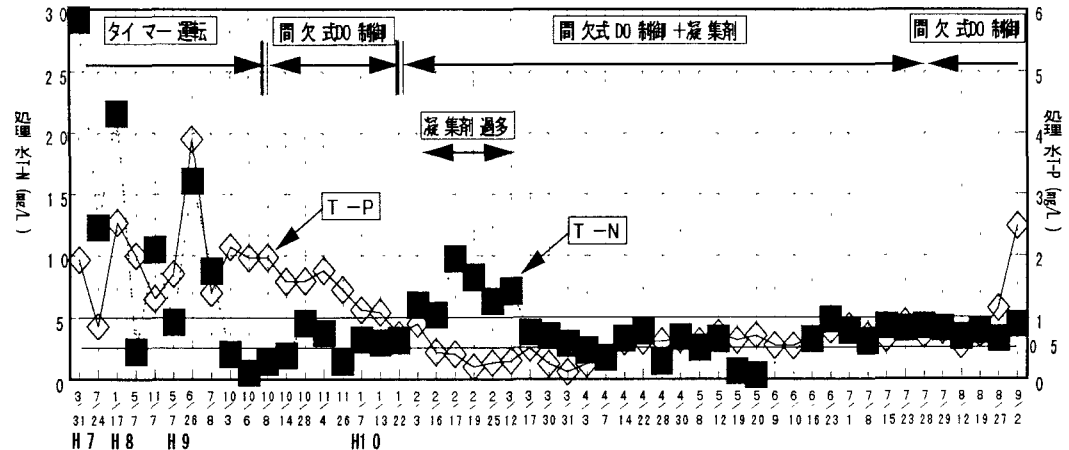


図-4 運転の経緯と水処理の状況

そこで、凝集剤添加を開始したが、初期 (H10/2/3～3/12) は添加量が過剰であったため、硝化が進行せず、一時的に T-N が 5 mg/L 以上となった。この期間の凝集剤の添加率は流入汚水量に対して、0.05mL/L 以上であった。実験室で、凝集剤が硝化速度に及ぼす影響を調べたところ、凝集剤の添加率が大きくなるほど硝化速度は直線的に小さくなった (図-5)。0.05mL/L の添加率では、硝化速度が最大時の 83% に低下した。したがって、以後の実験ではそれより小さい添加率で運転したところ、T-N は 5 mg/L 以下に保たれた。

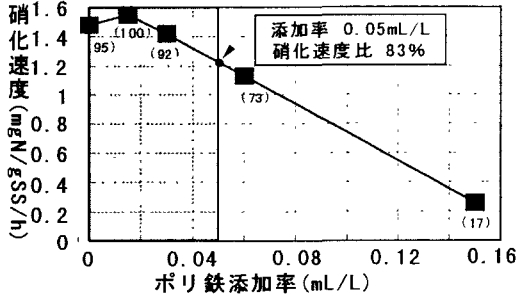


図-5 ポリ鉄が硝化速度に及ぼす影響