

II-504

硝化脱窒同時反応法に関する研究

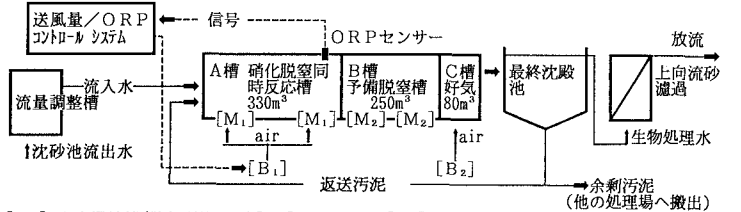
建設省土木研究所 正員 森山克美
浜松市 北村武之 鷺山和男 北村裕一

1. はじめに

曝気条件下において硝化反応と脱窒反応を同時に進行させる窒素除去法を本論文では、硝化脱窒同時反応法と呼ぶこととする。本法については、すでに石川ら¹⁾によるし尿を対象とした研究があり、最近の無希釈によるし尿からの窒素除去には、本法を利用したものもある。また、筆者ら²⁾、木田ら³⁾によって特にこの反応を意識した運転の結果ではないが、都市下水処理においてこの反応が生じていることが報告されている。筆者らは、この反応を利用した都市下水からの窒素除去について実施設を用いた実証実験を実施し、本法の基本的な処理特性について報告した^{4) 5)}。本報告は、本法を適用した3種のプロセスにおける硝化脱窒同時反応速度の定量化と窒素収支について検討したものである。

2. 実験概要

(1) 腫ヶ丘処理場 実験施設のプロセス構成を図-1、運転条件を表-1に示す。A槽の攪拌曝気はA槽ORPが一定になるよう制御された。B槽は水中攪拌機による攪拌、C槽は定量曝気とした。



(2) 湖東処理場 プロセスのフロー、条件は図-7に示す。当処理場のプロセスは、硝化・内生脱窒法である。当処理場の硝化槽送風量は自動制御されてないが、硝化槽DO濃度が0.5~1.0 mg/l程度になるように調整されている。硝化槽の制御が完全ではない場合の硝化脱窒同時反応速度の評価対象とした。

図-1 腫ヶ丘処理場フロー

表-1 運転条件(腫ヶ丘処理場)

流入水量	900~1100(1000)m³/日
生物反応槽滞留時間	15~17(16)時間
(A槽:8時間, B槽:6時間, C槽:2時間)	
汚泥返送比	60~90(80)%
MLSS	2800~3200(3000)mg/l
BOD-S負荷(A槽に対し)	0.1~0.16
TN-S負荷(A槽に対し)	0.02~0.04
SRT	17~25日
SAT ¹⁾	10~16日
A槽ORP設定値	100→125→150→180 →115→125mV(段階的に変更)
(ORP値:飽和塩化銀電極を比較電極とした。)	

(3) パイロットプラント フロー、条件は、図-8に示す。ORPが一定となるよう制御された硝化脱窒槽と返送汚泥ライン上の予備脱窒槽から構成される。

3. 実験結果と考察

(1) 腫ヶ丘処理場 同時反応槽における窒素系の変化を図-2に示す。また、このデータをもとに、ORP測定値と同時反

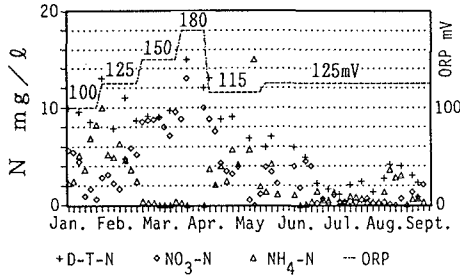


図-2 A槽における窒素系の変化

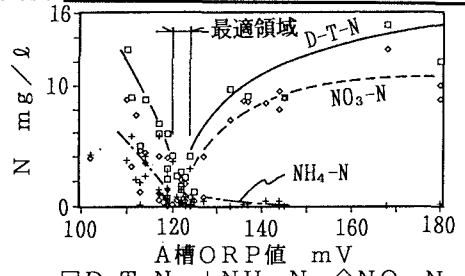


図-3 ORP値とA槽内窒素濃度の関係

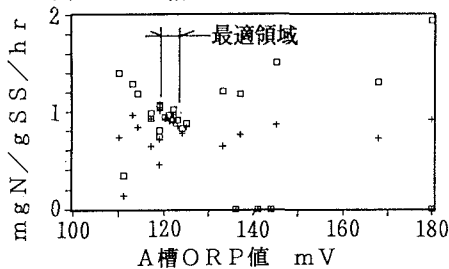


図-4 ORP値とA槽内での硝化、脱窒速度

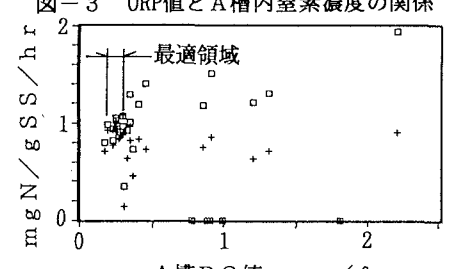


図-5 DO値とA槽内での硝化、脱窒速度

応槽における各形態の窒素濃度の関係を求めた結果が、図-3である。同時除去の最適ORP値は120~125mV近辺にあり、これより高いORP値では $\text{NO}_3\text{-N}$ がDTN(溶解性全窒素)の大部分を占め、120mV以下では、 $\text{NH}_4\text{-N}$ が残留することが認められる。図-4、5に同時反応槽ORP値、DO値と硝化速度(K_N)、脱窒速度(K_{DN})の関係を示す。ORP値では120~125mV、DOでは0.2~0.3mg/lの範囲で、

K_N 、 K_{DN} 共に約0.8~1.0mgN/gSS/hrであった。これらの領域より高い領域では、 K_N 、 K_{DN} にひらきが生じる。これは同時反応槽に $\text{NO}_3\text{-N}$ が残留することを意味する。図-6に、設定ORP値125mVで運転された6月~8月末までの全データを用いて、当処理場の窒素収支を求めた結果を示す。DTN流入負荷の約86%が同時反応槽で除去されており、硝化脱窒同時反応速度は、0.87mgN/gSS/hrであった。一方、図-2に示されたORP値150、180、115mV時の各水質平均値で窒素収支を求めると、DTN除去量は15.1kg/日、 K_N は0.64mgN/gSS/hrであった。

(2) 湖東処理場 当処理場の窒素収支を図-7に示す。当処理場の同時反応槽(硝化槽)で得られた K_{DN} は、高度な制御を行なわない条件での値として評価するものである。

腫ヶ丘処理場での値の約半分であったが、ほぼ内生脱窒速度に匹敵した。

(3) パイロットプラント 窒素収支を図-8に示す。このフローは、同時反応を利用して窒素を除去することを意図したものである。得られた K_{DN} 値は制御を行なったにもかかわらず、腫ヶ丘処理場に比べ低い値であったが、処理水TNとしては、10~15mg/lを得られた。パイロットプラントの K_{DN} 値が低いのは、反応槽混合特性の実施設との差異によるものと考えられる。

4. おわりに

硝化脱窒同時反応を窒素除去プロセスに活用するに当たってはORP制御、又はDO制御等が必要であり、これらの制御を行なった場合の反応速度として、実施法の窒素収支から0.8~1.0mgN/gSS/hrが求められた。なお、硝化脱窒同時反応槽としては、基本的に完全混合型の単一槽を想定しているが、パイロットプラントの結果が示すように、反応槽のスケールと完全混合の程度により反応速度が支配される点については、今後検討したい。

参考文献 1)石川ら：曝気条件下における脱窒現象の機構解析、衛生工学研究論文集、第20巻、1984。2)森山ら：硝化・内生脱窒法に関する研究、衛生工学研究論文集、第24巻、1988。3)木田ら：実施標準活性汚泥法における窒素、リンの高率除去について、第26回下水道研究発表会講演集、1989。4)森山ら：窒素・リンの生物学的同時除去プロセスの開発、第26回下水道研究会発表会講演集、1989。5)K. Moriyama et al.:Renovation of an extended aeration plant for simultaneous biological removal of nitrogen andphosphorus using oxie-anaerobic-oxic process, IAWPRC/EWPCA International Specialized Conference, Munich, Sept. 4-7, 1989。

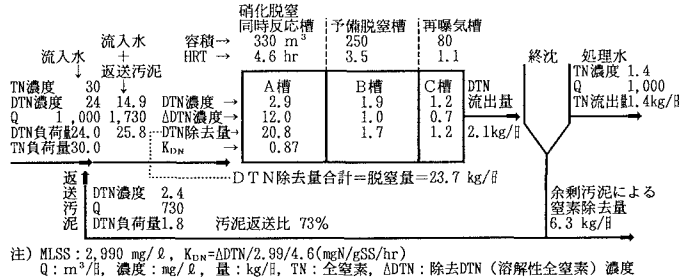


図-6 硝化脱窒同時反応法の窒素収支(腫ヶ丘処理場)

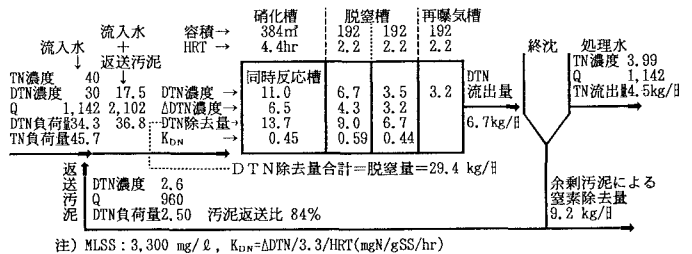


図-7 硝化・内生脱窒法の窒素収支(湖東処理場)

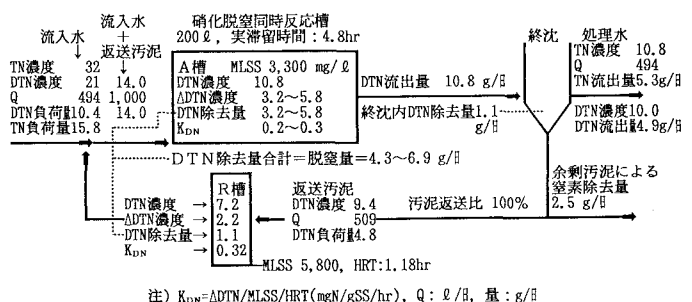


図-8 硝化脱窒同時反応法の窒素収支
(パイロットプラント)