

グラニュール式脱窒装置の開発 (その2)

Development of Granule Type Denitrification System (No. 2)



(環)製品開発室
野 中 信 一
Shinichi Nonaka

ステンレス鋼の硝酸酸洗排水を対象として、パイロット規模のグラニュール式脱窒装置により実験を行った。

$\text{NO}_3\text{-N}$ 負荷 $20 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ の高負荷処理が可能等、ベンチスケールの実験と同様の処理性能が得られることを実証できた。

さらに、0.3 hrの短い滞留時間でも80~90%の $\text{NO}_3\text{-N}$ 除去率が得られることが判った。馴養立ち上げには約4週を要したが、初期投入汚泥量を多くすることによって期間を短縮できるとシミュレーションにより推察された。

A pilot scale granule-type denitrification system was tested using the nitric acid pickling wastewater discharged from stainless steel manufacturing process. The same performance as with a bench-scale test unit was achieved at the high loading rate of $20 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{d}$ $\text{NO}_3\text{-N}$. The test proved 80—90% removal ratio of $\text{NO}_3\text{-N}$ even at short retention time of 0.3 hr. Acclimation required about 4 weeks but it can be shortened by increasing initial sludge injection, judging from computer simulation.

Key Words :

脱 窒
グラニュール

Denitrification
granule

まえがき

海域の富栄養化防止のため、水質汚濁防止法の一部改正等、関係法令が整備され1993年10月より窒素・リンの排水規制が開始された。窒素の一般排水基準値は最大 120 mg/L 、日間平均 60 mg/L であるが、この基準への対応が著しく困難な業種についてはより緩やかな暫定基準が適用され、5年間の猶予が与えられている。当社では1998年10月からの本格的な規制開始に向けて、よりコンパクトで維持管理の容易なグラニュール式脱窒装置の開発を進めてきた。

グラニュール式脱窒法は脱窒菌が高密度に固定化されたグラニュール状の汚泥を用いる方法であり、硝酸・亜硝酸性窒素を除去対象とする。グラニュール状汚泥は緩やかな攪拌を与えることによって、菌体自身が持つ自己集塊作用により懸濁汚泥から形成することができるが、形成されたグラニュールは汚泥濃度として $8 \sim 10 \text{ kg/m}^3$ に達し、沈降性も非常に優れている。このグラニュールの特性を生かした本脱窒装置は次の特長を有している。

- (1)高負荷処理、設備面積の低減化
- (2)適用濃度範囲が広く、低レベルの処理水質が可能
- (3)運転管理が容易

(4)運転休止後の立ち上がりが早く、不定期運転も可能
このグラニュール式脱窒装置について前回(Vol. 40 No. 1/1996)はグラニュールの形成方法及び処理性能に関する基礎実験結果を紹介したが、今回は実排水を用いた実証実験結果を報告する。

1. 実証実験の概要

実用化に当たっての初期馴養立ち上げ方法の確認と、基礎実験で得られた処理性能を実証することを目的として、実排水によるパイロット実験を行った。実証実験はステンレス鋼の硝酸酸洗排水を対象とし、神鋼鋼線工業(株)泉佐野工場殿のご協力を得て実施した。

1.1 処理対象排水

ステンレス鋼の酸洗工程では、表面に生成した金属酸化物のスケールを除去するため、硝酸やふっ酸等の薬品が使用されている。これらの酸は循環利用されるが、酸洗を続けるに従い硝酸・ふっ酸中にはFe, Cr, Ni等が溶解して遊離の酸が減少するため酸洗能力が低下する。この時点で酸の更新が行われ、廃酸が生じる。酸洗排水はこの廃酸と酸洗後のステンレス鋼を洗浄したリンス排水からなるが、現在ほとんどが石灰中和法により処理され、金属類とふっ

素が除去される。しかし、硝酸は除去されることがなく処理水に残存する。泉佐野工場殿においても石灰中和法が採用されている。酸洗排水の中和処理水の水質分析例を第1表に示すが、実験期間の硝酸性窒素濃度は概ね20~100 mg/Lの範囲で変動していた。

1. 2 装置

実験の処理フローシートを第1図に、装置外観を写真1に、概略仕様を第2表に示す。装置は第1図に示したように、原水槽、脱窒リアクター、沈殿槽、処理水槽で構成されている。なお、今回の実験では沈殿槽なしでも処理水SS濃度20 mg/L以下が得られており、原水SS濃度が低い場合は沈殿槽を省略することも可能である。脱窒リアクターは中間部にGSS(Gas·Solid-Separator)を有する上昇流式のリアクターであり、寸法は内径0.8 m、全高3.5 mで、GSS下部容積は1 m³である。ここではNO₃-N容積負荷及び滞留時間はこのGSS下部容積を基準に計算する。

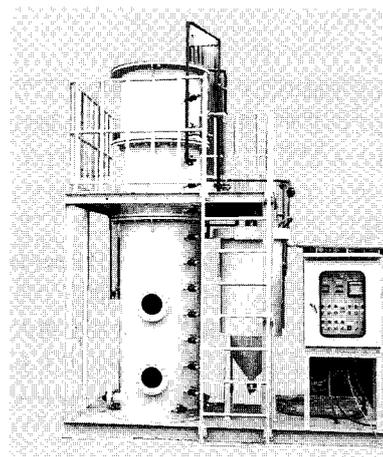


写真1 パイロット実験装置
Photo.1 Pilot test unit

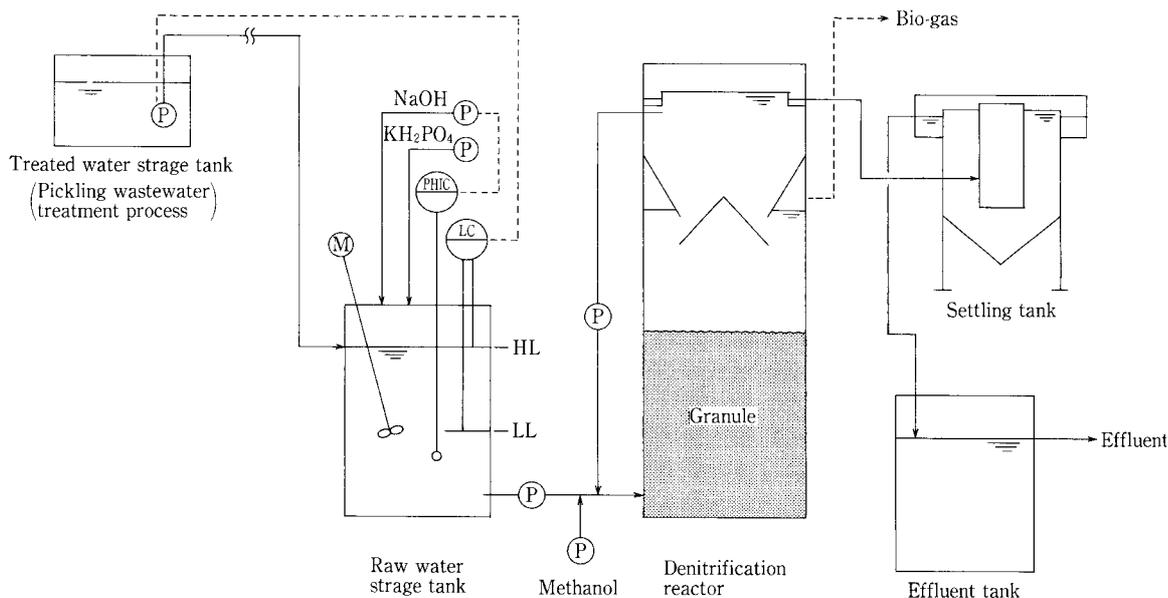
第1表 酸洗排水の中和処理水分析例
Table 1 Example for effluent of pickling wastewater

Item	Water quality
pH	(-) 7.1
T-N	(mg/L) 54.6
NO ₃ -N	(mg/L) 45.3
SS	(mg/L) <5
TOC	(mg/L) 15
T-P	(mg/L) <0.2
Ca	(mg/L) 278
F	(mg/L) 4.5

第2表 実験装置仕様
Table 2 Specifications of the pilot test unit

Item	Specification	Volume
Raw water strage tank	1 150 mm ^φ × 1 160 mm ^H × 1 tank	1 m ³
Denitrification reactor	800 mm ^φ × 3 500 mm ^H × 1 tank	1.7 m ³
Settling tank	600 mm ^φ × 1 870 mm ^H × 1 tank	0.3 m ³
Effluent tank	580 mm ^φ × 880 mm ^H × 1 tank	0.2 m ³
Chemicals tank	450 mm ^φ × 750 mm ^H × 4 tank	0.1 m ³

Chemicals: Methanol, Nitric acid, Phosphate, Sodium hydroxid



第1図 グラニュール式脱窒実験フローシート
Fig. 1 Flow diagram of pilot test

1.3 方法

1) 実験原水の調整

生物学的処理では汚泥増殖のための無機栄養塩として窒素の他にリンが必要であるが、酸洗排水には第1表に示したようにリンがほとんど含まれていない。このため、原水槽にリン酸水素ナトリウムを添加して実験を行った。リン酸性リンの添加量はメタノール投入量に対して1/100とした。また、本排水はNO₃-N濃度が20~100 mg/Lと比較的低いため、処理可能なNO₃-N負荷を調査する実験では原水槽に硝酸を添加して、NO₃-N濃度を最大1500 mg/Lまで高めた。硝酸添加によってpHが低下するが、NaOHにより原水槽のpHをNO₃-N負荷に応じて4~6に調整した。

2) 水素供与体

水素供与体にはメタノールを使用した。前回の基礎実験では所要メタノール量は1.9 g/g 除去NO₃-Nであったが、今回の実験では原水のNO₃-N濃度が変動した場合にメタノールの不足が除去律速とならないように、添加量を2.5 g/g 流入NO₃-Nに設定した。

3) 初期投入種汚泥量

種汚泥にはメタン発酵のグラニューールと下水処理場の活性汚泥の2種類を使用し、GSS下部のVSS濃度として、グラニューール15000 mg/L、活性汚泥1500 mg/Lとなる量を投入した。

4) 分析方法

NO₃-N : JIS K0102 43.2.5 イオンクロマトグラフ法

NO₂-N : JIS K0102 43.1.1 ナフチルエチレンジアミン吸光光度法

VSS : JIS K0102 14.5 強熱減量

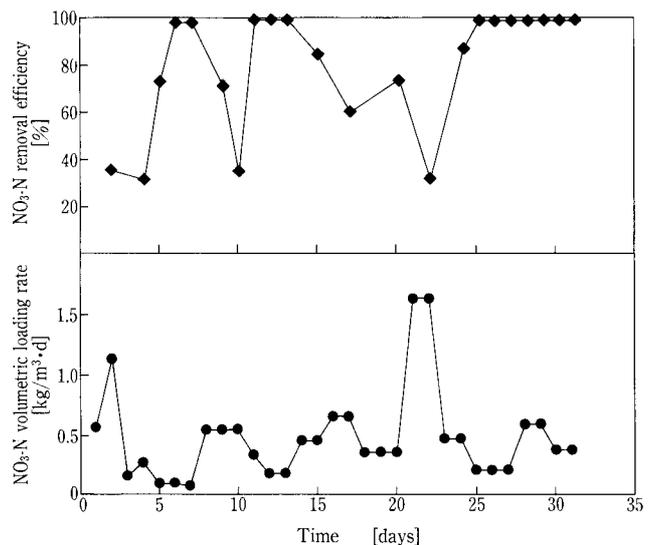
2. 初期馴養立ち上げ方法の確認 (Run 1)

馴養立ち上げは基礎実験と同じNO₃-N容積負荷0.3 kg/m³・dで開始したが、当初は予想したNO₃-N除去率が得られなかった。基礎実験との運転条件の相違点を検討した結果、次の点が除去率が低い原因と推定された。

(a)今回、実験に使用したグラニューールの脱窒能力は基礎実験時の1/7と低い

(b)本実験原水は溶存酸素(DO)が高く、飽和濃度に近い
(a)はグラニューールに含まれる脱窒菌の量が少なく、脱窒菌を増やすためには菌の増殖に適した環境条件を整える必要があることを示唆している。一方、(b)は脱窒菌に適した嫌気条件が保たれない可能性があることを示している。実際、脱窒反応が十分に行われていない実験初期は処理水にはDOが2 mg/L程度残留していた。脱窒槽の嫌気条件を整えるため、亜硫酸ソーダを投入して原水のDOを除去した結果、著しい効果が認められ90%以上のNO₃-N除去率が得られるようになった。

これ以降、NO₃-N容積負荷0.5 kg/m³・d、NO₃-N除去率90%以上が達成できるまでを馴養期間と位置づけ、立ち上げに要する期間の調査を行った(Run 1)。この間は原水流量を段階的に増加して、滞留時間を6→4→2 hrと下げていった。Run 1におけるNO₃-N容積負荷及びNO₃-N除去率の推移を第2図に示す。原水流量は5.5から12 m³/dまで増加したが、この期間の原水NO₃-N濃度が当初予想より低く、かつ変動幅が大きかったためNO₃-N容積負荷を目標



第2図 馴養運転データ

Fig. 2 Operational data for acclimation

値に設定できなかった。NO₃-N負荷は0.07~1.64 kg/m³・dの範囲で変動したが、概ね0.2~0.6 kg/m³・dであった。Run 1の前半から後半は、大幅な負荷上昇によってメタノールが不足した等の理由により、NO₃-N除去率が低下することがあったが、馴養後半は99%以上の除去率が得られた。第2図より、メタン発酵グラニューールを用いて立ち上げる場合、馴養終了の目標であるNO₃-N容積負荷0.5 kg/m³・d、NO₃-N除去率90%以上を達成するには約4週間を要すると言える。

基礎実験では2週間でNO₃-N容積負荷を1.3 kg/m³・dまで上昇できたが、これは前述のようにグラニューールの初期脱窒能力に大きな差があったためと考えられる。

3. 処理性能の実証

3.1 最大NO₃-N容積負荷の調査 (Run 2)

1) 実験推移

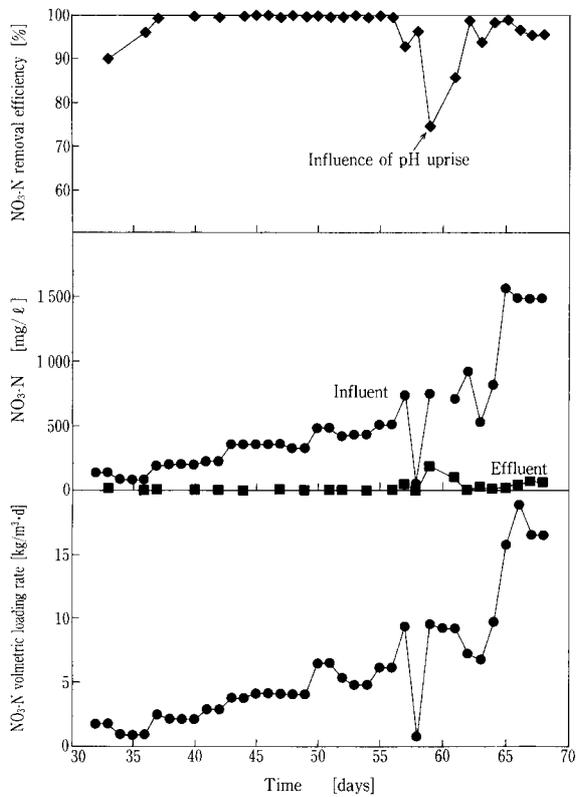
原水流量を12 m³/d、滞留時間を2 hrに固定し、原水NO₃-N濃度を硝酸添加によって高めることでNO₃-N容積負荷をアップした。実験条件と結果を第3表に示す。Run 2は原水NO₃-N濃度及びNO₃-N容積負荷によって6段階に分かれ、それぞれ100~1500 mg/L、1.3~16.9 kg/m³・dの範囲で実験した。

Run 2におけるNO₃-N容積負荷と、原水・処理水NO₃-N濃度及び除去率の推移を第3図に示す。実験の途中pHコントロールの不調により脱窒槽内のpHが11まで上昇したが、この時のNO₃-N除去率は約70%あった。原水供給の一時停止、低濃度原水の供給等の運転を行った結果、5日後には元に回復し90%以上の除去率が得られた。グラニューール内部の脱窒菌はpH上昇等の環境条件が変化しても大きなダメージを受けないため、NO₃-N除去率の低下が小さく、かつ短期間で回復したと推定される。

NO₃-N容積負荷はpH上昇による処理悪化及び回復期間を除くと、約5週間で1.3 kg/m³・dから16.9 kg/m³・dまで、13倍の負荷アップが出来た。また、第3図に示すようにNO₃-N除去率はpHの異常時を除くと全期間を通じ

第3表 Run 2 実験条件及び結果
Table 3 Experimental conditions and results(Run 2)

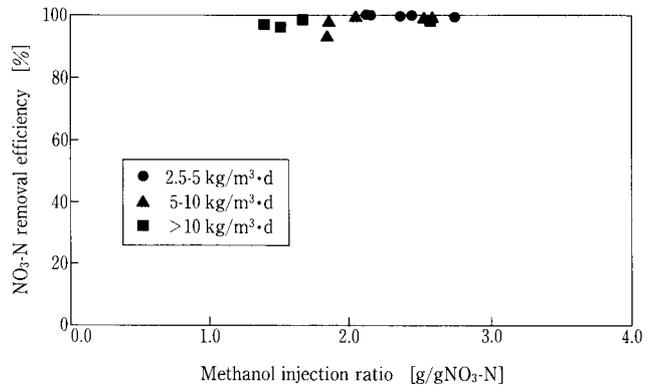
Run No.	Retention time		NO ₃ -N loading rate		Influent NO ₃ -N		Effluent NO ₃ -N		NO ₃ -N removal efficiency		Effluent SS	
	hr		kg/m ³ ·d		mg/L		mg/L		%		mg/L	
	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average
2-1	—	2.0	0.90~1.77	1.26	81~134	102	3.2~13.6	7.4	90.1~96.0	93.6	8~25	15
2-2	—	2.0	2.12~2.88	2.43	188~220	204	<1~1.3	<1	99.3~99.5	99.5	9~43	32
2-3	—	2.0	3.78~4.11	4.00	322~354	345	<1~<2	<2	99.4~99.7	99.5	7~23	14
2-4	—	2.0	4.76~6.45	5.71	418~509	465	<2	<2	99.5~99.6	99.6	13~22	16
2-5	—	2.0	6.75~9.64	8.22	527~918	749	20.0~86.0	48.2	90.6~97.6	93.7	10~60	28
2-6	—	2.0	15.8~18.9	16.90	1490~1560	1510	63.7~129	87.2	91.8~95.7	94.3	13~62	39



第3図 最大NO₃-N負荷調査データ
Fig. 3 Denitrification performance, at maximum NO₃-N loading

て93%以上が得られ、原水NO₃-Nが500mg/l以下の場合は1~2mg/L以下(分析定量下限値)の良好な処理水質が得られた。

SS濃度については第3表に示すように、原水は非常に低く実験期間を通じてほぼ5mg/L以下であったが、処理水は14~39mg/Lと原水より高くなった。処理水SS濃度は各Runによって変動しているが、Run 2-2では脱窒反応で発生するガス量の増加に伴って、それまで脱窒槽底部に蓄積していた種汚泥中の微細なSSが流出した



第4図 メタノール添加率とNO₃-N除去率の関係
Fig. 4 Effect of methanol injection on NO₃-N removal efficiency

ため増加したと考えられる。また、Run 2-5~2-6では負荷上昇に伴い菌体増殖量も大幅に増加したため、その一部が流出して処理水SSが増加したと考えられる。

2) 所要メタノール添加量

Run 2におけるメタノール添加率とNO₃-N除去率の関係を第4図に示す。実験では予測される流入NO₃-N量に対して2~2.5倍となるようメタノール添加量を設定したが、原水NO₃-N濃度の変動によって上記範囲からはずれることがあった。

NO₃-N除去率は第4図に示すように、メタノール添加率2g/g流入NO₃-N以上ではほぼ98%以上の除去率が得られた。しかし、添加率が2g/g流入NO₃-N未満になると除去率が若干低下する傾向が見られた。この値は基礎実験の結果と一致し、かつ理論値ともほぼ一致する。なお、第4図からメタノールはNO₃-N容積負荷に関係なく、一定の率で添加する必要があることが判る。

3. 2 滞留時間の影響調査(Run 3)

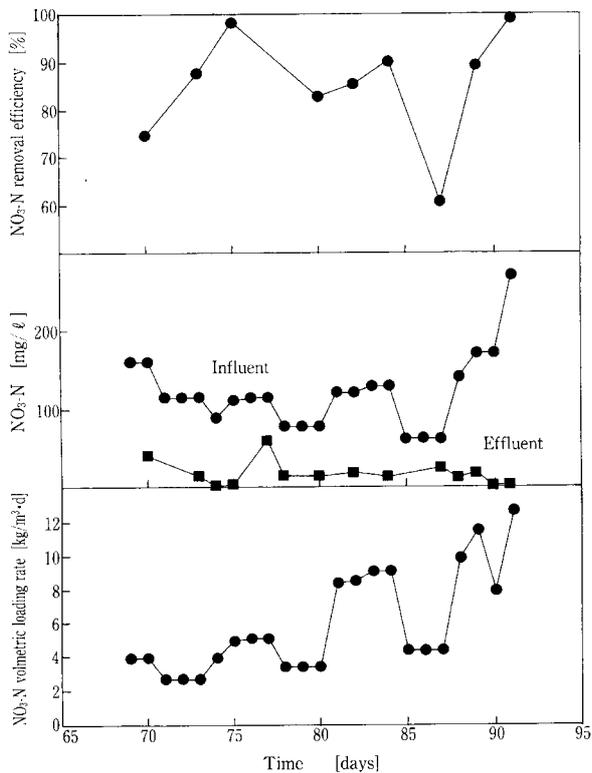
1) 実験推移

原水流量を24~72m³/dに段階的に増加して滞留時間を1→0.5→0.3hrと短縮して行った。原水NO₃-N濃度は概ね100mg/Lに調整した。実験条件と結果を第4表に示

第4表 Run 3実験条件及び結果

Table 4 Experimental conditions and results(Run 3)

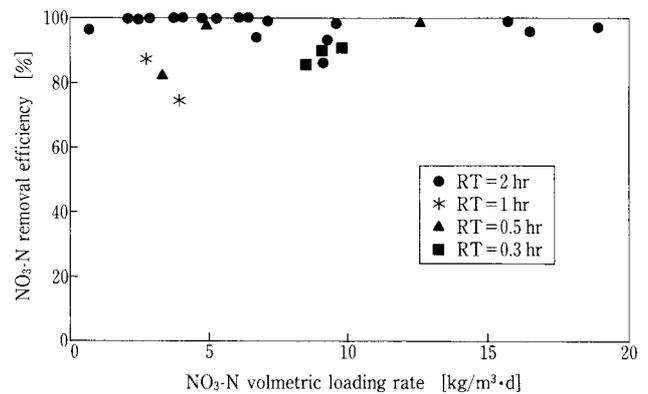
Run No.	Retention time		NO ₃ -N loading rate		Influent NO ₃ -N		Effluent NO ₃ -N		NO ₃ -N removal efficiency		Effluent SS	
	hr		kg/m ³ ·d		mg/L		mg/L		%		mg/L	
	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average	Range	Average
3-1	—	1.0	2.67~3.90	3.16	114 ~ 159	132	14.1~41.2	24.9	74.1~87.6	82.2	11~19	14
3-2	—	0.5	3.35~5.04	4.14	76.4~114	94	<2 ~13.2	8.4	82.7~98.2	90.1	11~27	19
3-3	—	0.3	8.38~9.06	8.75	120 ~ 128	124	12.8~17.5	15.2	85.4~90.0	87.7	4~13	9
3-4	0.3~0.5	—	4.3 ~12.6	—	61 ~ 270	—	1.6~24.0	—	60.7~99.0	—	8~19	—



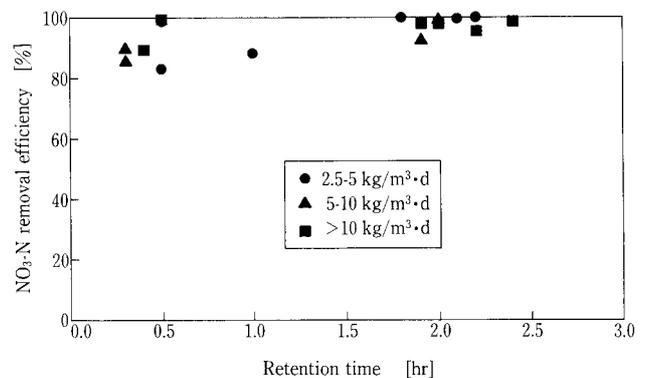
第5図 滞留時間の影響調査データ
Fig. 5 Denitrification performance, at minimum retention time

す。Run 3は滞留時間によって4段階に分かれるが、Run 3-4では原水NO₃-N濃度と滞留時間を短期間で変化させて実験した。Run 3-1~3-3のNO₃-N容積負荷は滞留時間の短縮に伴って増大するが、3.2~8.8 kg/m³·dの範囲であった。

Run 3における原水・処理水NO₃-N濃度及び除去率の推移を第5図に示す。原水NO₃-N濃度はRun 3-4を除くと76~159 mg/Lの範囲であった。Run 3-1開始直後の処理水NO₃-N濃度は約40 mg/Lと高くなっているが、これはRun 2終了時の脱窒槽内の残留NO₃-N濃度が129 mg/Lと高かったことと、Run 3開始前に配管口径変更工事等により10日間運転を休止したことが影響したためである。

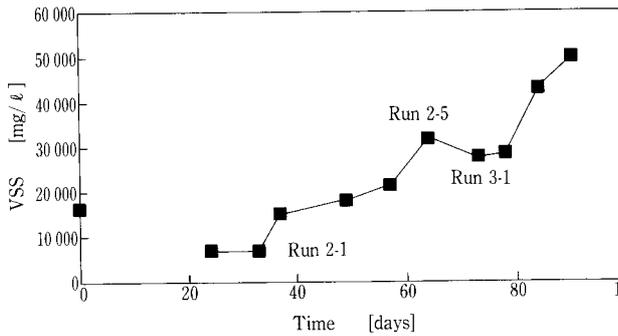


第6図 NO₃-N容積負荷と除去率の関係
Fig. 6 Relation between NO₃-N volumetric loading rate and removal efficiency



第7図 滞留時間とNO₃-N除去率の関係
Fig. 7 Relation between retention time and NO₃-N removal efficiency

これを除いた処理水のNO₃-N濃度は2~17.5 mg/Lであった。Run 3-4では滞留時間を0.3から0.5 hrに、原水NO₃-N濃度を61→140→270 mg/Lと短期間で変化させたがRun 3-1~3-3とはほぼ同じ処理水NO₃-N濃度1.6~24 mg/Lが得られ、水量や濃度変動に対して十分に対応できることが判った。Run 3での処理水NO₃-N濃度はRun 2の1~2 mg/L以下に比べると高いが、滞留時間が短くなると菌体との接触時間やショートパス等の影響により処理限界



第 8 図 VSS 濃度の経時変化
Fig. 8 Change of VSS concentration with time elapsed

濃度が高くなると考えられる。処理限界濃度が高くなると、Run 3-4初期のように原水NO₃-N濃度が低くなるほどNO₃-N除去率は低下する。原水NO₃-N濃度が100 mg/L程度の場合、NO₃-N除去率は第 5 図に示すように80~90%の範囲になると予想される。処理水SS濃度は第 4 表に示したように、ほぼ20 mg/L以下となっており、滞留時間は影響しなかった。Run 2とRun 3のデータからNO₃-N容積負荷9 kg/m³・d以下では、処理水SS20 mg/L以下が得られると考えられる。

2) NO₃-N容積負荷とNO₃-N除去率の関係

Run 2及びRun 3におけるNO₃-N容積負荷とNO₃-N除去率の関係を第 6 図に示す。滞留時間が2 hr の場合、NO₃-N容積負荷19 kg/m³・d以下ではほぼ90%以上のNO₃-N除去率が得られる。しかし、滞留時間が短くなると10 kg/m³・d以下の負荷でも除去率は80~90%と、滞留時間2 hrの場合より10%程度低くなる。

この結果は実機運転における処理水質の安定性は、原水のNO₃-N濃度変動よりも水量変動に左右されることを示唆している。

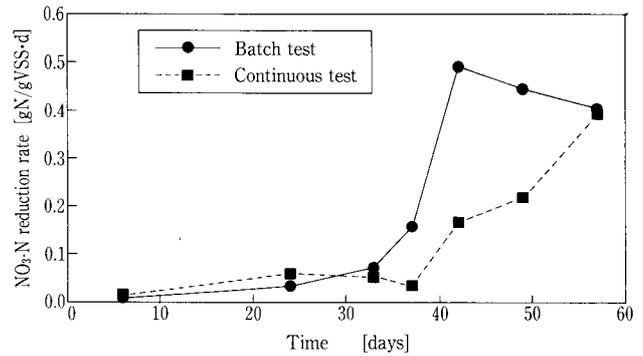
3) 滞留時間とNO₃-N除去率の関係

滞留時間とNO₃-N除去率の関係を第 7 図に示す。図ではNO₃-N容積負荷を2.5~5, 5~10, 10 kg/m³・d以上の3段階に分けてプロットしたが、前述のようにNO₃-N除去率は負荷よりむしろ滞留時間に影響されることが判る。第 7 図より、NO₃-N除去率は滞留時間1.8 hr以上では一定となるが、それ未満では滞留時間が短くなるほど低下すると言える。

今回の実験によって、グラニュール脱窒装置はNO₃-N容積負荷19 kg/m³・dで90%以上の除去が可能で、また0.3 hrという短い滞留時間でも80~90%の除去が可能という優れた処理能力を実証できた。以上の結果より、本法はNO₃-N濃度1500 mg/Lの高濃度排水から、100 mg/L以下の低濃度排水まで広範囲に適用でき、かつ従来に比べて設備面積をより少なくできると言える。

3.3 グラニュール増加量

種汚泥として投入したグラニュールと活性汚泥の総量は脱窒槽のVSS濃度に換算して16500 mg/Lである。脱窒槽からグラニュールを高さ25 cm毎に定期的に採取して、保持VSS濃度を測定した。脱窒槽VSS濃度の経時変化を第 8 図に示す。なお、第 8 図における経過日数は、0日目は初期



第 9 図 脱窒速度の経時変化
Fig. 9 Change of NO₃-N reduction rate with time of granule

投入時点とし、1日目は嫌気条件が整ってから馴養運転を開始した時点とした。また、途中の運転休止期間は計数から除外した。

種汚泥中の微細なものや気泡を内包するなどの浮上し易いグラニュールが原水通水開始初期に流出したため、VSS濃度はRun 1の初期段階で約7000 mg/Lに半減した。Run 1で半減してからRun 2-1の33日目まではVSS濃度は7000 mg/Lとほぼ一定であったが、この期間はNO₃-N容積負荷が低いため汚泥増殖量と流出量がバランスしていたと考えられる。37日目以降は、VSS濃度は日数経過に伴って増大し、実験終了時点の90日目では50300 mg/Lに達した。

NO₃-N容積負荷の上昇によって1日当たりの汚泥増殖量が多くなったことと、増殖汚泥が脱窒槽内でグラニュール化して処理水に流出しなかったことにより、VSS濃度は短時間で大幅に増加したと言える。Run 2終盤の64日目からRun 3-1の73日目にかけてVSS濃度が低下しているが、これは10日間の運転休止が影響したと考えられる。

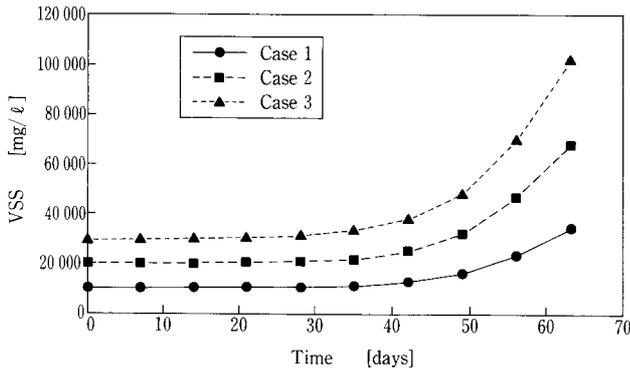
Run 2-3において汚泥増殖収率を求めた。汚泥増殖収率は除去BOD当たりの増加VSS量を表し、期間中の累積流出VSS量と除去BOD量、及び期間前後の脱窒槽内のVSS(グラニュール)変化量の収支計算から求めた。汚泥増殖収率として0.071 g VSS/g 除去BODが得られたが、この値は基礎実験の0.07 g VSS/g 除去BODと同じであった。なお、BODをNO₃-Nに置き換えた場合の汚泥増殖収率は0.161 g VSS/g 除去Nであった。

4. 脱窒処理能力の上昇に関する考察

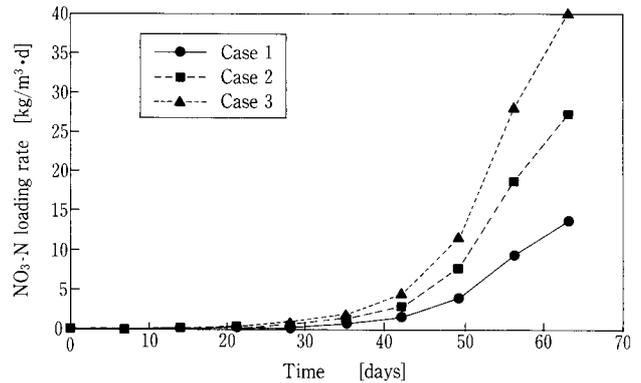
4.1 グラニュールの脱窒速度の上昇

定期的に採取したグラニュールの脱窒速度を回分試験により求めた。回分試験は容量122 mLのバイアル瓶にグラニュールと硝酸ナトリウム、無機栄養塩、微量金属類を成分とする合成排水を投入して、窒素ガスでパージした後密封し、一定温度に保った振とう培養器にセットして攪拌する方法により行った。ここで、脱窒速度は単位VSS量当たりのNO₃-N除去量(g N/g VSS・d)を表すものとする。回分試験の他に、連続処理実験における脱窒速度を第 8 図に示した脱窒槽保持VSS濃度とNO₃-N容積負荷及び除去率から求めた。各々の方法で求めた脱窒速度の経時変化を第 9 図に示す。第 9 図における経過日数は第 8 図と同様の方法で計数した。

連続試験における脱窒速度は、本来グラニュールが有す



第10図 VSS濃度のシミュレーション
Fig. 10 Simulation of VSS



第11図 NO₃-N負荷のシミュレーション
Fig. 11 Simulation of NO₃-N loading rate

る脱窒能力より低い負荷で運転した場合は小さい値となる。第9図において37~49日目にかけての連続実験の脱窒速度が回分試験に比べて大幅に小さくなっているのは上記の理由による。33日目までと57日目の回分試験と連続試験の脱窒速度は概ね一致していることから、回分試験のデータにより本法の脱窒処理能力を検討した。

メタン発酵のグラニュールを用いて立ち上げる場合、4~5週間は脱窒速度の上昇は非常に緩やかである。しかし、脱窒速度が0.1 g N/g VSS·dを越えると急激に上昇し、2週間程度で最大値に達する。グラニュールの最大脱窒速度は42日目の0.49 g N/g VSS·dであったが、基礎実験の0.82 g N/g VSS·dに比べると約60%の値であった。本実験原水にはCaが300 mg/L程度含まれており、グラニュール表面及び内部に炭酸カルシウムが存在すると考えられる。分析の結果グラニュール中のCaの重量割合は最大30%以上に達しており、これが脱窒菌細胞内へのNO₃-Nの取り込み等に影響を及ぼし、脱窒速度の低下に繋がった可能性がある。

4.2 NO₃-N容積負荷の上昇

3. 3項の汚泥増殖収率と4. 1項の脱窒速度の上昇から、メタン発酵グラニュールを種汚泥に用いた場合の処理日数の経過による脱窒槽VSS濃度及び処理可能なNO₃-N容積負荷の増加を、初期投入VSS濃度を10,000, 20,000,

30,000 mg/Lの3条件として、次の前提条件の下でシミュレーションした。

前提条件

- ・1条件を1週間としこの間の脱窒速度、VSS濃度は一定
- ・脱窒速度は処理結果日数に伴い上昇(第9図を基本)
- ・汚泥増殖収率は0.161 g VSS/g 除去Nとする
- ・増殖汚泥は全て脱窒槽に保持される

シミュレーション結果を第10, 11図に示す。第11図より初期投入VSS(グラニュール)量を多くすることによって、短時間でNO₃-N容積負荷を高めることができると予測される。

むすび

グラニュール式脱窒装置の商品化を目的として、ステンレス鋼の硝酸酸洗排水を対象とした実証実験を行い、馴養立ち上げ方法等の貴重なデータを得ることができた。NO₃-N負荷約20 kg/m³·dで90%以上のNO₃-N除去率が得られる等、基礎実験とほぼ同等の処理性能が得られることも実証できた。5年間の猶予期間を経て、1998年10月から本格的な窒素の排水規制が行われることになるが、本グラニュール式脱窒装置は各種条件の幅広い排水に対処でき、また、省スペース化、省力化といったニーズに応えることができると考える。最後に、実験に当たってご協力、ご尽力をいただいた神鋼鋼線工業(株)泉佐野事業所の柳所長殿、松浦課長殿、矢奥殿をはじめとして関係各位に深謝いたします。

連絡先

野 中 信 一 環境装置事業部
製品開発室
TEL 078-992-6532
FAX 078-992-6503
E-mail s.nonaka@pantec.co.jp