



Title	高負荷脱窒素し尿処理における固液分離効率化の検討
Author(s)	竹田, 久人; 越智, 茂雄; 坂本, 振東 他
Description	第4回衛生工学シンポジウム (平成8年11月7日 (木) -8日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 1 生物処理 . 1-5
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 4, 22-27
Issue Date	1996-11-01
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/7817
Type	departmental bulletin paper
File Information	4-1-5_p22-27.pdf



1-5

高負荷脱窒素し尿処理における固液分離効率化の検討

○竹田久人（住友重機械工業㈱） 越智茂雄（住友重機械工業㈱）
坂本振東（住友重機械工業㈱） 中野孝二（住友重機械工業㈱）

1. 緒 言

し尿の高負荷脱窒素処理方式は昭和63年度に厚生省水道環境部監修のし尿処理施設構造指針に加えられた比較的新しい処理方式で、硝化脱窒素槽において酸素の溶解効率を格段に高めるとともにMLSSを12,000~20,000mg/lと高く運転することで、硝化脱窒素槽滞留時間を短縮し、無希釈でし尿中の有機物および窒素を除去できる技術である¹⁾。このような利点から高負荷脱窒素処理方式は膜分離高負荷脱窒素処理方式とともに現在主流になっている処理技術である。

しかし、高負荷脱窒素処理方式はMLSS濃度を高く運転するために汚泥の固液分離が難しく、反応槽容積が小さいために負荷変動に対し敏感であり、高度な制御技術が必要であるといった処理の問題点もある。特に固液分離方法については各種の技術があるが、それぞれ一長一短がある¹⁾。

弊社では従来より高負荷脱窒素処理方式における固液分離法として重力沈殿と機械濃縮を組み合わせた方式で行ってきた。本論文では従来の機械濃縮+重力沈殿による固液分離法の欠点を補うために処理工程を変更し、実際の運転を行ったところ、良好な結果が得られたので報告する。また薬品使用量および電力量等の維持管理費についても低減が図れたので併せて報告する。

2. 従来の機械濃縮機+重力沈殿による固液分離方法

固液分離法を重力沈殿と機械濃縮を組み合わせた方式とする従来の高負荷脱窒素処理方式の生物処理工程はFig.1に示すとおりである。機械濃縮機は硝化脱窒素槽および2次硝

化脱窒素槽の間に位置し、硝化脱窒素槽処理液全量を機械濃縮機で固液分離する。機械濃縮機で濃縮した汚泥は返送汚泥として硝化脱窒素槽に移送し、一部を余剰汚泥として汚泥処理設備へ移送する。また分離液は2次硝化脱窒素槽に流入し、重力沈殿設備で2次硝化脱窒素槽処理液を固液分離する。重力沈殿汚泥は返送汚泥として2次硝化脱窒素槽に移送し、一部を余剰汚泥として汚泥処理設備へ移送する。

この処理方式では機械濃縮機で一段目の固液分離を行うために重力沈殿設備での固液分離が行いやすい反面、

- ①硝化脱窒素槽処理液全量を機械濃縮機に移送するために機械濃縮機を常時運転する必要がある。
 - ②機械濃縮機の濃縮の状態次第で硝化脱窒素槽および2次硝化脱窒素槽の汚泥濃度が左右される。
 - ③余剰汚泥を2箇所から引抜くため、汚泥の管理が難しい。
- といった問題があった。

3. 新方式の機械濃縮機+重力沈殿による固液分離方法

機械濃縮機の濃縮状態の変動が処理プロセスに及ぼす影響を小さくするため、また同時に機械濃縮機で必要な電力を低減させることを目的としFig.2に示す処理工程を考案した。投入し尿等は硝化脱窒素槽および2次硝化脱窒素槽で生物処理し、重力沈殿設備で固液分離する。重力沈殿設備から引抜いた汚泥を機械濃縮機に移送し、汚泥を更に濃縮する。濃縮した汚泥は返送汚泥として硝化脱窒素槽に移送し、一部を余剰汚泥として汚泥処理設備

へ移送する。また分離液は2次硝化脱窒素槽に移送する。2次硝化脱窒素槽の汚泥濃度は分離液が流入する分だけ硝化脱窒素槽の汚泥濃度よりも低くなり、重力沈殿設備での固液分離が容易になる。

さらに重力沈殿装置から引抜いた汚泥が十

分濃縮できている場合、また将来的に浄化槽汚泥搬入比率の増加によって負荷が減少し、硝化脱窒素槽MLSSを低く運転できる場合等、機械濃縮機運転の必要がなくなることを考慮し、機械濃縮機をバイパスする配管を付設するものとした。

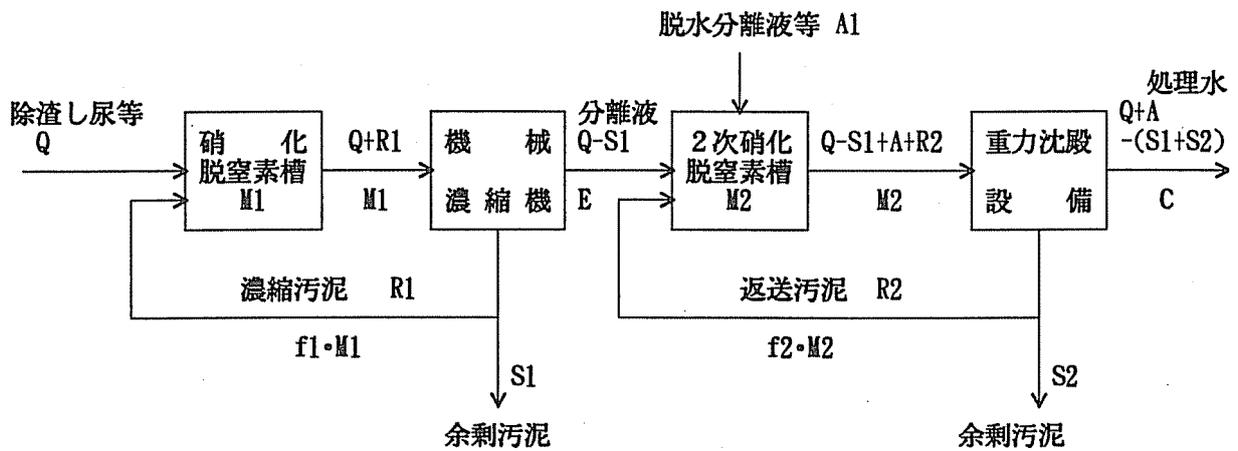


Fig. 1 従来方式の機械濃縮機+重力沈殿による固液分離方法

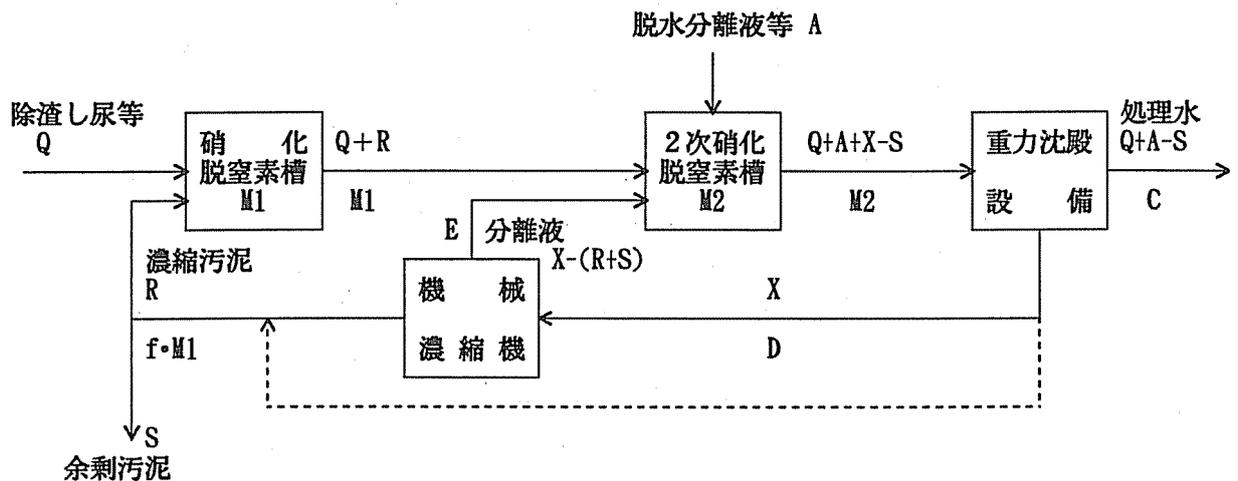


Fig. 2 新方式の機械濃縮機+重力沈殿による固液分離方法

4. 計算による新方式の検討

Fig. 1に示す従来方式処理工程およびFig. 2に示す新方式処理工程の物質収支を計算した。ただしFig. 1およびFig. 2において

Q : 投入除渣し尿等

M1 : 硝化脱窒素槽MLSS

M2 : 2次硝化脱窒素槽MLSS

f、f1、f2 : 濃縮倍率

R、R1、R2 : 各返送汚泥量

S、S1、S2 : 余剰汚泥引抜量

A、A1 : 脱水分離液等

X : 重力沈殿設備引抜汚泥量

D : 重力沈殿設備引抜汚泥濃度

E : 分離液SS濃度

C : 処理水SS濃度

Fig. 2において計算を行うにあたり、各汚泥濃度をM1=13,000mg/l、f・M1=35,000mg/l、D=18,000mg/lと仮定した。

余剰汚泥発生量を8kg/k1とすると

$$S=8Q \times 1,000/35,000=0.23Q \quad \text{----- (1)}$$

脱水分離液Aは凝集汚泥脱水分(凝集汚泥発生量2kg/k1、汚泥濃度15,000mg/l)も考慮すると凝集汚泥量は0.13Q(=2Q×1,000/15,000)で

あるから

$$A=0.23Q+0.13Q=0.36Q \quad \text{----- (2)}$$

返送汚泥量Rは

$$R=\frac{(M1-C)Q-(f \cdot M1-C)S-C \cdot A}{f \cdot M1-M1} \quad \text{----- (3)}$$

C=0とすれば

$$R=\frac{Q-f \cdot S}{f-1} \quad \text{----- (4)}$$

また

$$X=\frac{(f \cdot M1-E)(R+S)}{D-E} \quad \text{----- (5)}$$

ただし、EはFig. 1の処理方式の場合の計算結果と同じ値とする。

2次硝化脱窒素濃度M2は

$$M2=\frac{M1(Q+R)+E(X-R-S)}{Q+X-S+A} \quad \text{--- (6)}$$

同様にFig. 1の場合においても計算を行った。

その際、M1、M2、f1・M1(=f・M1)、f2・M2(=D)はFig. 2と同様とした。また余剰汚泥発生量はS1:S2=6.5:1.5として計算した。計算結果をTable. 1に示す。

Table. 1 新方式および従来方式の物質収支計算結果

項目[Fig. 2の場合、Fig. 1の場合]	新方式(Fig. 2)	従来方式(Fig. 1)
硝化脱窒素槽MLSS[M1、M1]	13,000mg/l	
2次硝化脱窒素槽MLSS[M2、M2]	8,139mg/l	
濃縮汚泥濃度[f・M1、f1・M1]	35,000mg/l	
分離液濃度[E、E]	1,842mg/l	
重力沈殿設備引抜汚泥濃度[D、f2・M2]	18,000mg/l	
返送汚泥量[R、R1]	0.23Q	
脱水分離液量[A、A1]	0.36Q	0.40Q
返送汚泥量[-、R2]	—	0.85Q
余剰汚泥量[S、S1+S2]	0.23Q	0.27Q
機械濃縮機移送量[X、Q+R1]	0.94Q	1.23Q
分離液量[X-(R+S)、Q-S1]	0.48Q	0.81Q

以上から新方式の機械濃縮機移送量は従来方式の機械濃縮機移送量に対して約76%に減少していることがわかる。また生物処理での発泡が激しいような場合、消泡水を多量に硝化脱窒素槽に投入することがあり、このような場合、従来方式では機械濃縮機にかかる負荷が大きくなるため、機械濃縮機の容量に余裕をとる必要があるが、新方式では特に問題にならない。

5. 実設備への適用

新方式の機械濃縮+重力沈殿による固液分離法による高負荷脱窒素処理方式のし尿処理施設として埼玉県北本地区衛生組合殿向けに設備を納入した(設備名称:クリーンセンターあさひ)。クリーンセンターあさひの基本仕様をTable. 2に示す。なお硝化脱窒素槽および2次硝化脱窒素槽の運転は間欠投入、間欠曝気運転²⁾とし、機械濃縮機は1回/日、自動洗浄を行うようにしてある。濃縮して得た濃縮汚泥は濃縮汚泥貯槽を介し、一部余剰汚泥として引き抜き、残りを返送汚泥として硝化脱窒素槽にポンプ移送している。また分離液は自然流下で2次硝化脱窒素槽に流入させている。

Table. 2 クリーンセンターあさひ設計基本数値

設 計 項 目		設 計 値
処 理 量	し 尿	36kl/day(0.26Q)
	浄 化 槽 汚 泥	100kl/day(0.74Q)
	計	136kl/day(1.00Q)
プロセス水使用量		68kl/day(0.50Q)
槽 容 量 等	硝化脱窒素槽容量	680.4m ³
	2次硝化脱窒素槽容量	180.7m ³
	重力沈殿設備容量	205.9m ³
	重力沈殿水面積負過	4.8m/day
機械濃縮機(T社製)能力		15 m ³ /Hr
主電動機出力		30kW
差動機出力		5.5kW

6. 運転結果

'95年9月~'95年12月 までの運転データをFig. 3に示す。投入量はデータ採取当初は搬入量が少なく120kl/day前後の運転が続いたが、11月後半より年末の搬入のピークがあり、最大で計画搬入量の約19%多く投入を行った。データ採取期間は搬入量の増減による処理の乱れはなかった。本運転では自動洗浄以外の操作を行っておらず、濃縮汚泥の濃度として約31,000~38,000mg/lの範囲でばらついた。本処理方式では濃縮汚泥濃度が上記の変動幅の範囲であれば硝化脱窒素槽の安定した運転が可能であった。また2次硝化脱窒素槽汚泥濃度もほぼ安定して推移した。一部2次硝化脱窒素槽汚泥濃度が上昇しているところがあるが、これは週末に脱水を行わないために、2次硝化脱窒素槽に流入する脱水分離液がなくなるためである。なお2次硝化脱窒素槽のMLSSが上昇しても重力沈殿設備は十分対応でき、汚泥の流出はなかった。

Fig. 3に示す破線は硝化脱窒素槽の汚泥濃度を、返送汚泥濃度、返送汚泥量および投入し尿の汚泥発生量から求め、硝化脱窒素槽滞留時間を考慮し4日分の移動平均で表したものである。汚泥の発生は11/10までのデータで投入し尿1klあたり約8.5kgであった。データ採取期間の後半では計算値と分析値の差が大きくなっているが、これは投入し尿の性状が従来よりも濃度の低いものが搬入されたため、汚泥の発生量が少なかったためと思われる。

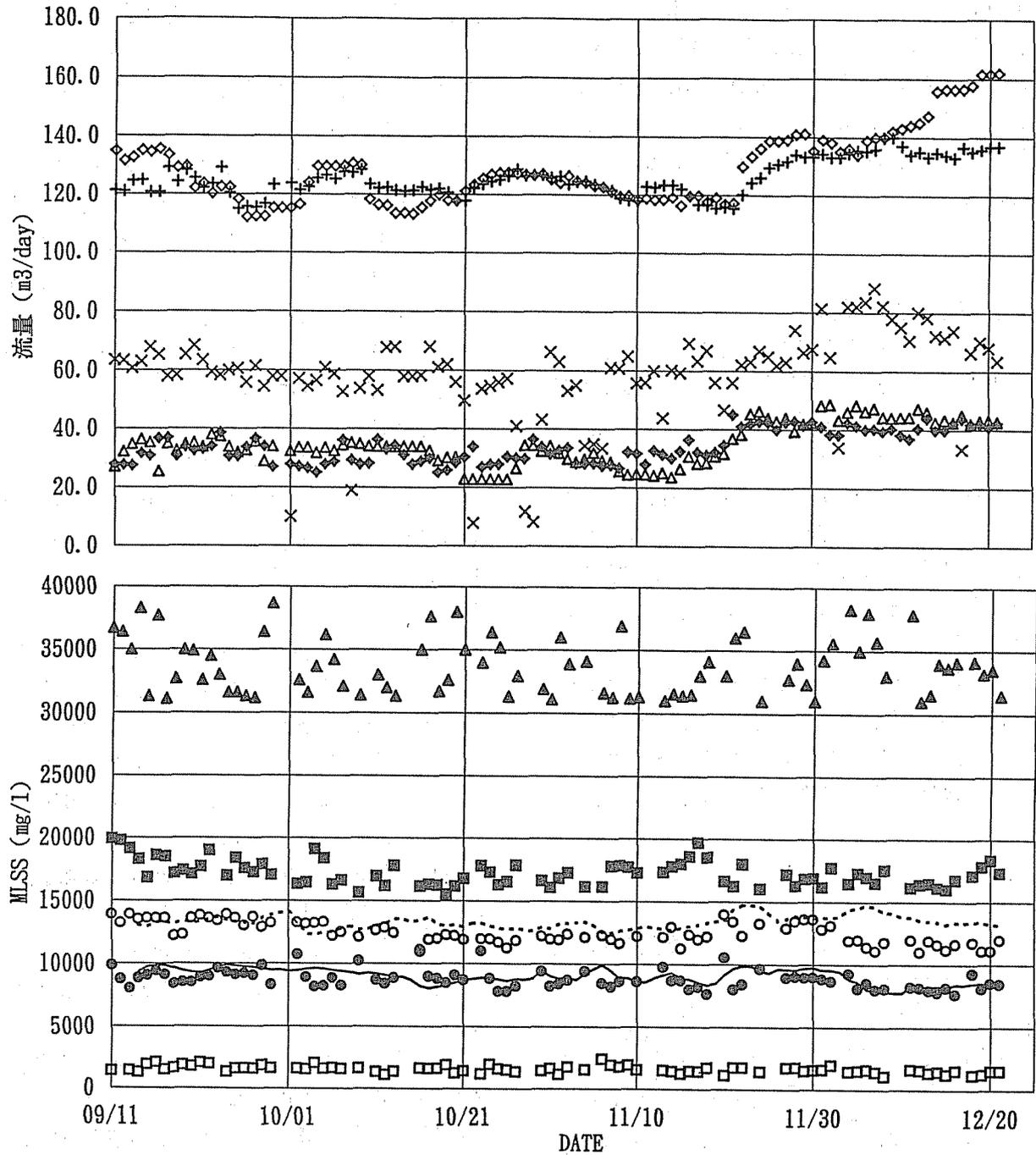
またFig. 3に示す実線は2次硝化脱窒素槽の汚泥濃度を、硝化脱窒素槽汚泥濃度および2次硝化脱窒素槽流入水量、分離液濃度および分離液量、脱水分離液量をから求め、同様に移動平均を計算したものである。計算値は実際の分析値とほぼ同様な値を示している。

7. 維持管理費について

計算で示したように従来方式に対し新方式では機械濃縮機に移送する汚泥量が約76%に

なっているために機械濃縮機の容量が小さく
 ているため。実設備の機械濃縮設備は安全のため
 に1ランク大きなものを設置したが、本運転

より適正な容量の機械濃縮機でも性能を満足
 できると考えられた。



- : 硝化脱窒素槽MLSS ● : 2次硝化脱窒素槽MLSS □ : 分離液汚泥濃度
- : 重力沈殿設備引抜汚泥濃度 ▲ : 濃縮汚泥濃度 △ : 余剰汚泥引抜量
- ◆ : 返送汚泥量 ◇ : 投入量 + : 機械濃縮機移送量
- × : 脱水分離液量

..... : 硝化脱窒素槽汚泥濃度計算値 — : 2次硝化脱窒素槽汚泥濃度計算値

Fig. 3 クリーンセンターあさひ運転結果

Table. 3 電力量比較

		従来方式	新方式
機 械 濃 縮 使 用 電 力	機械濃縮機主電動機	30kW	22kW
	差動機	5.5kW	3.7kW
	機械濃縮機供給ポンプ	5.5kW	3.7kW
	余剰汚泥(濃縮)ポンプ	2.2kW	2.2kW
	濃縮汚泥移送(硝化脱窒素返送槽)ポンプ	2.2kW	2.2kW
	2次硝化脱窒素槽返送汚泥ポンプ	3.7kW	不要
	2次硝化脱窒素槽余剰汚泥ポンプ	2.2kW	不要
	計	51.3kW	33.8kW

更に新方式は従来法に対しフローの簡略化が図れているために必要なポンプの台数が少なく済む。以上より新方式電力使用量はクリーンセンターあさひの処理規模で Table. 3 に示すように従来方式より17.5kW分だけ低くできる。

薬剤使用量については従来法では機械濃縮機で安定した固液分離を必要としたために、機械濃縮機に高分子凝集剤を添加(対SSで0.1%程度の高分子凝集剤)し運転する必要があったが、新方式では濃縮汚泥および分離液両方を前段に返送するために機械濃縮機での固液分離にさほど注意を要しない。従って機械濃縮機で高分子凝集剤を使用しなくてもよいために薬剤使用量も削減できた。

また施設の負荷が減少した場合、機械濃縮機を使用せずに硝化脱窒素槽のMLSSを下げて運転することを考慮すると、新方式では重力沈殿設備の固液分離状態の悪化に対して速やかに対応できる利点を有していると考えられる。

8. 結 言

以上のように新方式の機械濃縮機+重力沈殿による固液分離方法を採用したし尿の高負荷脱窒素処理方式において安定した運転が確認できた。

まとめると以下のようなになる。

- ①機械濃縮する汚泥量が従来法の約76%になり機械濃縮機容量が小さくできる。またフローの簡略化できることから電力量が低減できる。
- ②機械濃縮機における固液分離に対し、従来法ほど注意を要しないため、高分子凝集剤を使用しなくても運転が可能であり、薬品使用量の低減が可能である。
- ③余剰汚泥を1箇所から引抜くため汚泥の管理が容易である。
- ④将来の負荷低減時にも設備改造なしに対応可能な処理方式であると思われた。

最後にデータ採取にあたり、ご協力いただいた北本地区衛生組合殿に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 厚生省水道環境部監修、し尿処理施設構造指針解説(1988)、全国都市清掃会議
- 2) 松並壯、真柄泰基、中野孝二、岡庭良安(1982)、間欠曝気方式によるし尿中の窒素除去に関する研究、水質汚濁研究、5. 9~18