

膜分離装置を用いたし尿処理システム

アタカ工業株式会社 ○鈴木 憲亮

大倉 孝雄

辻 文夫

上垣内 郁夫

1. はじめに

高負荷脱窒素処理方式のし尿処理システムに、限外ろ過(UF)膜による固液分離を適用した膜分離型し尿処理システムの研究を行なった。基礎的研究、パイロットテストを経て実用規模での一年間の実証試験を行なったので、ここにその概要を報告する。

2. 試験の概要

2.1 試験用施設の設備構成

実証試験のフローシートを図-1に示す。

試験用施設はすでに実用に供している高負荷脱窒素処理方式の施設(15K ℓ /日)に一部変更工事を行ない、膜分離装置を設けたものであり、受入前処理設備、高負荷生物反応槽、UF膜分離装置、汚泥処理設備およびその他の付帯設備から構成される。膜透過液を主工程処理水とし、後処理は既存の設備である凝集沈殿、砂ろ過、活性炭吸着の各装置へ流入させて処理を行なった。

生物反応槽は硝化脱窒を単一槽で行なわせる無希釈高負荷脱窒素処理方式(I Zジェットエアレーションシステム)である。膜分離装置は基礎的研究によって選定した、最も実用性が高いチューブラー型UF膜モジュール(分画分子量20,000)を採用した。

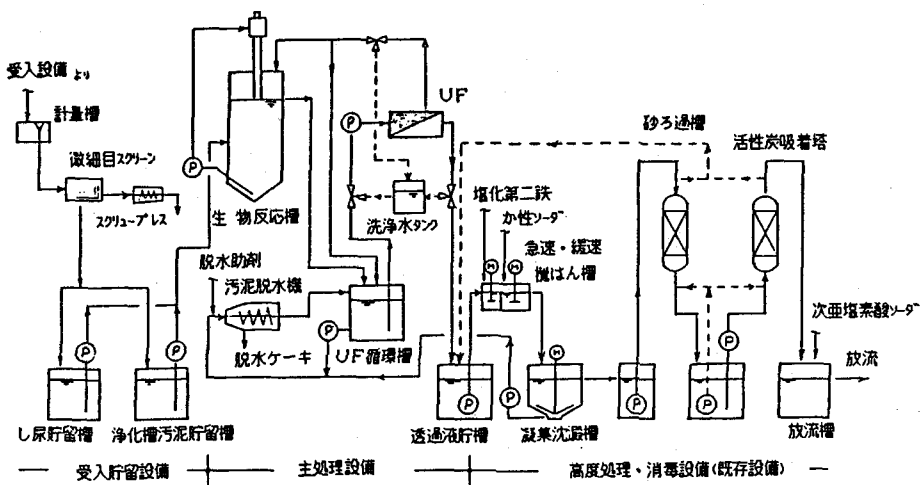


図-1 実証試験フローシート

2.2 運転条件

試験用施設が実用施設であるため、し尿の収集、搬入などの実状に応じた全量処理を行なった。従って試験用施設の四季毎の処理量あるいは浄化槽汚泥の混入率は自治体の収集搬入計画を予め調査し、その都度設定維持することとした。四季平均の試験運転条件を表-1に示す。

表-1 試験運転条件

工程	項目	四季平均値
投入し尿	し尿投入量	9.2 k g/d
	浄化槽汚泥投入量	4.4 k g/d
	混合し尿量	13.6 k g/d
	投入時間サイクル	5分投入+30分休止
生物反応槽	滞留日数	4.4 日
	MLSS	14,300 mg/l
	BOD容積負荷	1.54 k $\text{g}/\text{m}^3\text{d}$
	BOD汚泥負荷	0.111 k g/kgSSd
	T-N汚泥負荷	0.049 k g/kgSSd
	返送汚泥量	54 m $^3/\text{d}$ (4Q設定)
	水温(温度コントロール)	32~36℃

3. 試験の結果および考察

実証試験における主要工程の水量および処理水質の分析結果を表-2に示す。

表-2 実証試験処理工程の水量、水質表(四季平均)

処理項目 項目	前 処 理		主 処 理		高 度 処 理		汚泥処理
	し 尿	浄化槽汚泥	12反応槽	UF透過液	凝集・砂ろ過水	放流水	脱水ろ液
平均水量[m $^3/\text{d}$] (原水倍率)	9.2 (0.68Q)	4.4 (0.32Q)	— —	18.0 (1.32Q)	— —	18.2 (1.34Q)	7.0 (0.51Q)
平均水質							
pH [—]	7.96	8.16	6.96	6.97	5.93	6.31	7.12
BOD [mg/l]	8,680	2,300	13.4	3.4	—	1.5	—
COD [mg/l]	5,180	2,760	434	190	55.4	5.2	307
SS [mg/l]	7,340	5,210	14,300	N.D	—	3.2	451
T-N [mg/l]	3,750	1,130	62.0	34.2	21.8	14.7	—
T-P [mg/l]	371	152	120	107	1.3	0.54	18.6
色度 [度]	—	—	2,110	910	161	5.1	—
Cl $^-$ [mg/l]	3,000	1,120	—	2,070	—	2,400	—

3.1 前処理工程

膜分離装置の運転を安定して長期に継続するためには、流路閉塞の原因となるし尿中の粗大夾雑物や多量の繊維類を除去し、膜・生物反応槽系への流入を防止しなければならない。

試験の結果、選定目幅 0.7mmのスクリーンは、その目的を十分達成していることが確認された。

3.2 膜・生物反応槽系

春期試験の結果を例に処理性能の経日変化を示したものが図-2である。有機物は生物反応槽で良好に除去され、膜分離でさらに安定した水質となる。T-Nも膜分離で50%程度の除去が認められる。

また、反応槽内COD濃度は安定しており、UF膜の分画機能による高分子成分の系内蓄積傾向はなく、生物分解や汚泥処理操作によって系がバランスしていることも確認される。

3.3 UF膜分離装置

実証試験期間中のUF膜装置の運転管理はフラックス 60~40l/m 2 ・時の変化範囲で行い、経時的なフラックスの低下に対しては薬品洗浄を2~3ヶ月に1回の程度で実施した。

膜面では膜の分画機能によるコロイドあるいは高分子有機物成分のゲル層の形成と膜内部への蓄積があり、それに伴うフラックスの低下はUF膜分離装置の運転操作に付随する現象である。高度のろ過性能を生かし、所定の透過量を維持するための管理条件として薬品洗浄は有効かつ不可欠である。

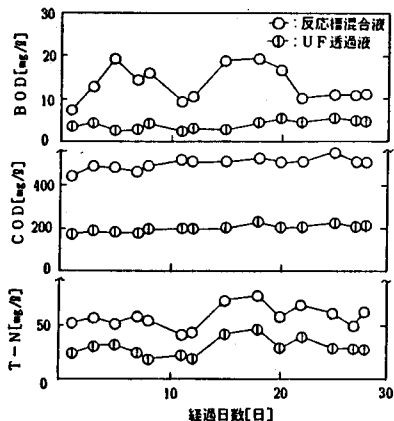


図-2 水質経日変化(春期)

3.4汚泥処理

生物反応系よりの余剰汚泥と後段よりの凝集分離汚泥との混合汚泥を遠心分離機を用いて脱水した。通常の助剤注入率(2~3% vs Dry SS)において、含水率は四季平均で82.2%となり、脱水性において従来の高負荷脱窒素処理方式と変わるところはなかった。

3.5高度処理

高度処理工程には一部砂ろ過、活性炭逆洗水が混入するが、ほとんどがUF膜透過液である。

凝集工程におけるこの透過液のブロック形成およびその沈降分離性はいずれも良好であり、清澄な分離液が得られた。凝集沈降後の除濁を目的とした砂ろ過処理水の水質を、透過液の水質と比較するとおよそT-Pで99%、COD70%、色度80%の除去であった。

なおT-Nについても有機性Nの除去にともなう減少がみられた。さらに砂ろ過水を活性炭吸着処理した水はCOD・色度が良好に吸着除去され、従来の高負荷脱窒素処理方式の高度処理水と同等となった。全体として放流水質は試験期間中安定していた。

4. おわりに

全般的な処理性能は、し尿処理施設構造指針に基づく高負荷脱窒素処理方式の固液分離部をUF膜分離型に変えても、その処理水質には大きな差はなかった。

しかし、生物反応槽と膜分離装置が結合した膜・生物反応系は、高度な分離性能を持つUF膜の特性を生かして、高MLSSの保持、制御を行い運転管理、汚泥管理を容易にするとともに、高分子有機物を阻止して安定した処理性能が得られる等の特性を有することが確認された。また、膜透過液はMLSSが完全に除去されているため高度処理工程への濁質負荷量は大きく軽減され、さらにUFの微生物阻止機能により、より衛生的なものが確保される。

一方、経済的にも高容積負荷によるコンパクト化等のため、従来の低二方式(標準脱窒素処理方式)に比べ建設費、運転費の低減化が図れることを明らかにした。

なお、本研究は(社)全国都市清掃会議(廃棄物処理技術開発センター)、国立公衆衛生院(衛生工学部)を中心とする「膜利用技術研究」の一環として実施したものである。

おわりに、御協力いただいた愛媛県伯方町環境衛生センター殿に厚く御礼申し上げます。