

1. はじめに

厚生省補助事業であるし尿処理施設での膜分離技術の実用化を皮切りに、用排水プロセスでの膜分離技術の適用は急速に普及しつつあり、処理性能と経済性を併せもった新世代膜分離技術が開発されている¹⁾。新世代膜分離システムは消費動力の低減と膜の洗浄頻度を低減させるため吸引ろ過と間欠運転の組み合わせが一般的である²⁾が、膜分離技術の小規模生活排水処理施設への適用をはかるためには、さらに消費動力を低減させプロセスを簡素化することが要求される。

本実験で用いたサイフォン吸引式浸漬平膜装置は上記施設への適用を目的として、吸引ポンプを使用せずサイフォンによる負圧を膜透過動力として用いた極めて省エネルギーな膜装置である³⁾。実際の合併浄化槽(接触曝気法)処理水を用いて上記膜装置の長期連続運転を行なったのでその結果を報告する。

2. 実験装置及び方法

本実験では処理対象水として接触曝気法合併浄化槽処理水を用い、実合併浄化槽消毒槽に10㎡膜モジュールを2セット(A系及びB系)設置して、運転方法の違いによるフラックスの変化を確認することとした。一般に生物膜法による二次処理水は微細なSSが懸濁し透視度が低下する傾向にあるが、この濁度成分は分散状の細菌群であり、消毒槽で沈殿したり放流後の水域で沈積し水質汚濁の一端を担う危険性をもっている。また通常消毒に用いられる塩素剤は処理水中の色度成分と反応してトリハロメタンを生成する危険性をもっている。本実験で処理水に対して膜分離を適用した目的は、上記のSS分の除去及び塩素剤を用いない大腸菌の除菌を行ない、処理水の有効利用(水耕栽培利用、親水利用、水生昆虫や魚の育成、地下水の灌養等)をはかることにある。

実験装置仕様を表1に示す。使用した膜は孔径7μmのMF膜であり10㎡モジュールをスラブ上から水中に懸垂設置されている。図1に平膜モジュール外観を示す。膜の間隔は5mmであるが各膜の間に各1本の洗浄用空気が固定してあり空気洗浄時は全面が均等に洗浄できるよう設計されている。実験装置のフローシートを図2に示す。A系モジュールでは透過液は上部から流出し、空気洗浄は手動間欠で行なった。B系モジュールでは透過液

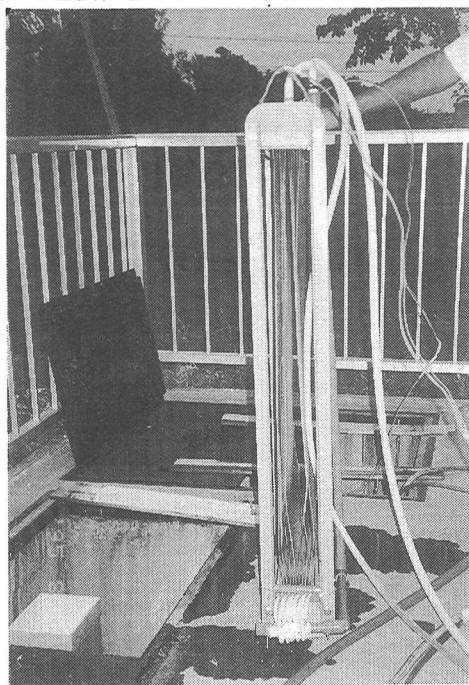


図1 浸漬平膜モジュール外観

表1 浸漬平膜実験装置仕様一覧

膜材質	ポリアレフィン
膜形状	0.5mW×1mH×10枚/モジュール
膜面積	10㎡/モジュール
操作圧力	-1~-1.5mAq(サイフォン吸引)
洗浄方法	手動エア洗浄(A)及び常時エア洗浄(B)
設置方式	スラブ上より水中に懸垂
消毒槽容量	11m³(0.8W&0.9W×2L×3.25D)
透過液槽	0.25*×4mVP流用

は下部から流出し透過中も常時
空気洗浄できる。上部集水では
膜透過液に空気が混入しサイフォン
運転に不都合であった。図3に
サイフォン吸引ユニット外観を示す。サ
イフォン管上部に空気トラップ・ガスタンクを
設置し、液面の低下を内蔵フロート
スイッチで検出して空気吸引ポンプ
を自動運転している。フラックスはロ
ータータで測定し換算した。

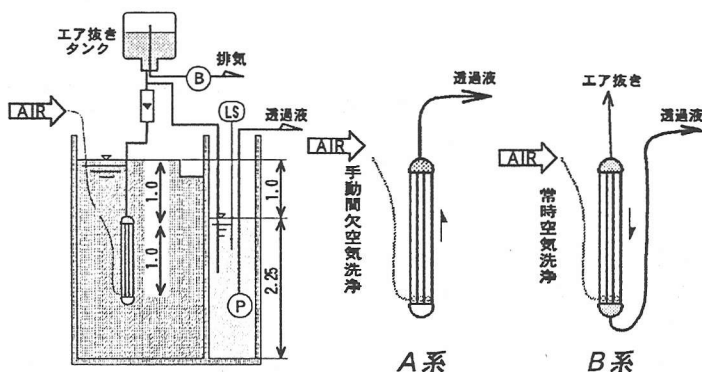


図2 実験装置フローシート

3. 結果及び考察

3.1 塩素剤の影響と処理水SS濃 度の変動

本浄化槽処理水の消毒には固形塩素剤(次亜塩素
酸Ca)が使用されており、膜装置を消毒槽に設置(場
所の都合による)ために本実験の結果は、当然塩素
剤の影響を受けていることになる。但し一般に固形
塩素剤は補給した当初にどんどん消費された後は次
回補給まで実質塩素消毒がなされないことが報告さ
れているが、本設備でもこの傾向があり、塩素剤が
機能していない期間の方が長かった。そのため塩素
消毒前の処理水を用いた実験では、本実験よりもフ
ラックスの低下が短くなる可能性がある。処理水SS濃度
は前半の3ヵ月では20~40mg/lの間にあり、後半の3
ヵ月は低下して2~15mg/lの間にあった。後半A系の
空気洗浄頻度が低減しているのはSS濃度の低下と塩
素剤の両方が影響している様子である。

3.2 Headとフラックスの関係

連続運転時のサイフォン吸引Headは1.0m~1.1mAqで
運転したが、フラックスはHeadに強い影響を受けるの
で運転開始6ヵ月後にHeadとフラックスの関係を調査し
た(図4)。Headとフラックスの関係はほぼ直線的な関
係があるがHead2.5mAqで曲線が折れ曲がっている
のは、流量過大により管路抵抗が増大した結果で
ある。今後Headを上げていけば薬液洗浄を必要と
するまでにまだ相当の間定常運転が可能と思われる。

3.3 フラックスの経日変化

図5に実液運転によるフラックスの経日変化(Head=1
mAq)を示した。A系では当初のフラックスは高いが運転
継続と共にフラックスは次第に減少し概ね10日に1回程
度15~20分の空気洗浄が必要であった。B系は常時

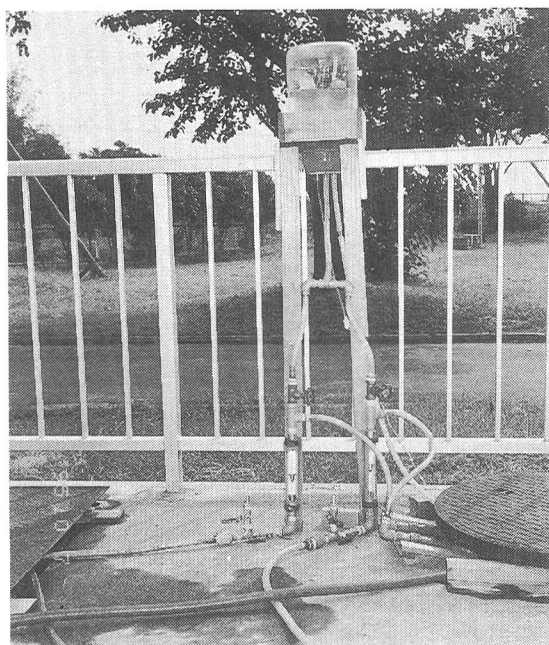


図3 サイフォン吸引ユニット外観

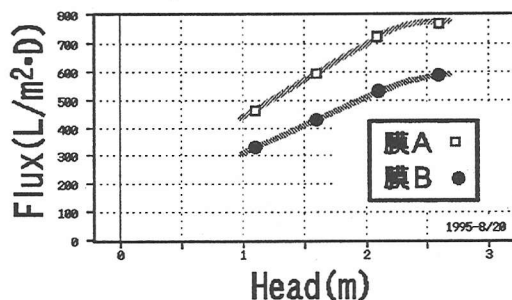


図4 吸引圧力とフラックスの関係

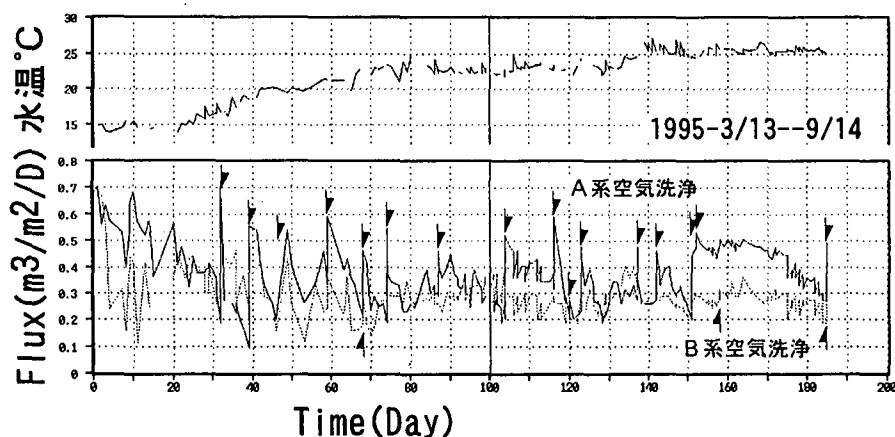


図5 実液運転におけるフラックスの経日変化(H=1mAq)

空気洗浄を受けているのでフラックスの減少は殆ど観察されず僅かに2回空気洗浄を要した。これはいつも若干量の空気で洗浄することにより表面への汚泥の付着を防ぐことができることを示している。

3.4 集水方向によるフラックスの違い

6ヵ月通水後B系膜ユニットの集水方向を変化させてフラックスを測定(空気は停止)したところ、270~290L/m²・日(通常の下部集水)から430~460L/m²・日(上部集水)に上昇したが、この値は同日のA系のフラックスとほぼ同じであった。このことからB系の低いフラックスは膜面の影響ではなく、水圧が低い上部から高い下部へ透過液が不織布内を移送されるとき抵抗の影響であることが分った。

4. まとめ

新世代膜装置に要求される条件は、建設費及び運転動力費の低減と膜洗浄頻度の低減である。本実験装置ではサイフォンによる低圧吸引と浸漬平膜の各膜間に1本ずつの洗浄用エアラインを配置することによる確実な空気洗浄方式の実験装置を用いて、実施設で長期間連続運転を行なったがその結果、次のことが明らかとなった。

- (1)合併浄化槽(接触曝気法)処理水を用いた本サイフォン吸引膜装置は、簡単な空気洗浄のみで長期間安定した透過フラックス(0.3~0.4m³/m²・日atΔH=1mAq)を維持できた。
- (2)常時空気洗浄方式(B系)では当初から手動間欠空気洗浄方式(A系)に比べてフラックスは低めであったが、運転期間6ヵ月間のフラックスはほぼ一定(0.3m³/m²・日atΔH=1mAq・手動空気洗浄2回のみ)であり、自動空気洗浄の効果が持続することが確認された。
- (3)常時空気洗浄方式(B系)で当初からフラックスが低い原因は、水深方向に集水していることによる透過液輸送側での通液抵抗によるものであり、膜の構造を改善することにより解消する可能性がある。
- (4)今後引き続き運転を継続し、薬品洗浄による回復性などを確認する予定である。

本実験で使用した浸漬平膜は(株)エフ・エス・エスより供給頂いたものを使用した。また実施設での浸漬平膜装置の実験には本高専当研究室学生諸君及び小金沢助手の協力を頂いたので、ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1)Ohkuma,N.,Shinoda,T.,Aoi,T.and Magara,Y."Performance of Rotary Disk Modules in a Collected Human Excreta Treatment Plant",1994,17th Biennial Conference of IAWQ,Preprint Book 4,pp227-235
- 2)清水 健二、石田 宏司、山田 豊、和泉 清司、師 正史 "浸漬型有機平膜による生活排水処理システムの開発",環境研究,1993, No. 91, pp6-13
- 3)青井 透、中野 守 "サイフォン吸引法による浸漬平膜装置の処理特性、第50回土木学会年次学術講演会講演集,1995, pp1066-1067