

前澤工業（株） ○数井 徹
（財）埼玉県下水道公社 五十嵐 滋之

1. はじめに

膜分離式活性汚泥法は、汚泥の沈降分離に左右されず、清澄な処理水を得ることができる為、近年実用に向けての検討が盛んに行なわれている。なかでも、エアレーションタンク内に直接膜を浸漬し、吸引する方法は、装置のコンパクト性という点から有望である。本報では、埼玉県・荒川処理センター（流域下水処理場）内に実験プラントを設置し、浸漬型MF膜を用いた活性汚泥法の運転を行なってきた、その運転条件とエアレーションタンク内状況（標準活性汚泥法の通常の管理項目程度）から、主に膜の目詰りという問題に関して考察したので報告する。

2. 実験方法

2. 1 実験装置

実験は図1に示す装置で行なった。上段の膜モジュール3本はそれぞれ独立しており、Fluxを異なえて目詰りの進行を観察した。下段の膜モジュール5本は主に滞留時間の調節、及び処理水質の調査のために用いた。膜モジュールの仕様については表1に示す。

2. 2 運転条件

運転条件を表2に示す。流入水は実験当初より初沈越流水を用いていたが、84日目に初沈流入水に切り換えた。本実験期間中、滞留時間は8時間と固定し、空気倍率は5～10倍の間で変化させている。また、膜の運転方法について、表3に示す。膜の運転は全て、吸引18分：停止2分の間欠吸引で行った。Fluxについては、設定平均Fluxが各々の値となるよう吸引時の流量を、定流量弁又は調節計で定値制御している。

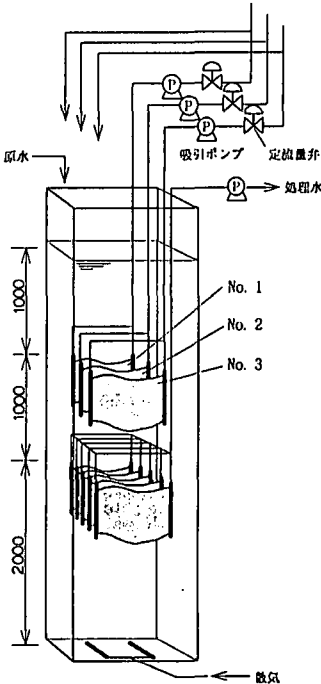


図1 実験装置

表1 膜モジュールの仕様

種類	浸漬型中空糸膜
材質	ポリエチレン
公称孔径	0.1μm
有効面積	4m ²

表2 運転条件

曝気槽容量	1×0.45×4m=1.8m ³
滞留時間	8hour
空気倍率	5～10倍
流入水	初沈越流水、又は初沈流入水

表3 膜の運転方法

運転方式		間欠吸引
吸引：停止時間		18：2分
散気速度（Lv）		2.5～5m/hour
平均Flux	上段N0.1	0.12m/day
	上段N0.2	0.18m/day
	上段N0.3	0.24m/day
	下段（5本並列）	0.27m/day

3. 実験結果と考察

3. 1 運転状況と透過係数の変化

実験期間中の透過係数20℃補正值（上段NO.1、NO.2、NO.3膜）、及びエアレーションタンク内の状況（温度、MLSS、SVI、VTS、DO、ORP）、水質（pH、BOD、NH₄-N）、BOD/MLSS負荷の経日変化を図2に示す。ここで、透過係数20℃補正值は、

$$K_{20} = \frac{F}{\Delta P} \cdot \frac{\mu}{\mu_{20}}$$

K_{20} ：透過係数20℃補正值 ((m/d)/(kgf/cm²))

F ：Flux (m/d)

ΔP ：膜間差圧 (kgf/cm²)

μ ：水の粘性係数

μ_{20} ：20℃での水の粘性係数

で算出され、図中のプロットは全て停止直前の値である。

透過係数は実験開始直後に差がついて以降、総じて（NO.3膜の20～23日目、及びNO.1膜の85～100日目の間を除いて）3者ほぼ平行に変化している。特に70日目で急降下し始めた点と、112日目で上昇し始めた点が目立った。

実験開始直後の差は、新膜の透過係数（純水で約86）が皆同じと仮定すると、Fluxが小さい程、吸引力（膜間差圧）が小さくて済むことから、膜の深層にまで進入する物質が少なかったためではないかと思われる。その後3者平行して変化するのは、Fluxがこの程度（0.24m/d以下）に低ければ、膜の目詰まりは、Flux、またはこれに伴う吸引力よりもむしろ、活性汚泥自身の持っている付着力等の因子が卓越するためと考えられる。

ところでNO.3膜が20～23日目の間で急降下したときは、槽内が嫌気化しており、しかも散気速度が小さかったこと、及びその後自然回復したことから、この期間のみ目詰まりの機構が変わったもの（例えばケーキ層の張付き）と思われる。

尚、NO.1膜の85～100日目間で透過係数があまり下降しなかったのは、この期間、定流量弁にエアが噛み込み、しばしば停止するトラブルがあったことによる。

3. 2 膜の透過係数変化と各管理項目との相関性

横軸に管理項目を、縦軸に1日当りの透過係数変化量をとって、代表例（MLSS、SVI、pH、ORP）を図3に示す。透過係数変化量は、どの膜も同様な傾向を示したことから、NO.3膜のデータのみをプロットして示した。

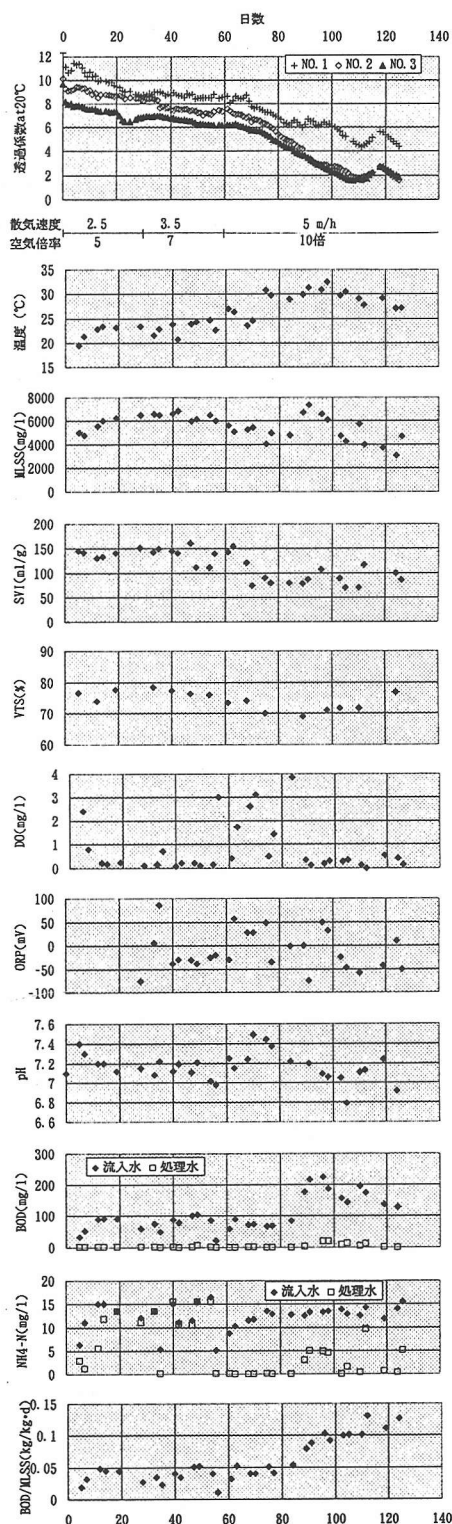


図2 経日変化

MLSSについては、相関性に乏しく、回帰直線では通常考えられる傾向（MLSS濃度が高いほど、目詰りし易い）とはむしろ逆の傾向を示した。

管理項目中、最も相関性が強かったのはSVIであり、SVIが低い（沈降・圧密性が良い）とき程、膜は目詰りし易いという現象が見られた。相関図は省略したが、これと関連して、VTSや温度にも相関性が見られた。

pHとORPについては、ほとんど相関性を示さず、金属類等の濃度も測定していないので、明瞭にするには至らなかった。その他、流入BOD、BOD/MLSS負荷等との相関性もなかった。

3. 3 薬品洗浄

実験期間中、下段の膜のみ薬品洗浄を行った。薬品洗浄方法について、表4に示す。この洗浄方法では、膜を取外すことなく薬品洗浄が行なえ、しかも少量の薬液で済むので便利である。薬品洗浄の結果、吸引時Flux0.30 m/dでの膜間差圧は、0.77kgf/cm²から0.05kg/cm²へと、約1/15に減少した。

表4 薬品洗浄方法

手順	操作内容
1	曝気槽内の汚泥を別槽に移す
2	2%クエン酸を膜内部に注入する
3	約1時間放置
4	膜処理水を膜内部に送り薬液を押し出す
5	2%NaOHを膜内部に注入する
6	約2時間放置
7	膜処理水を膜内部に送り薬液を押し出す
8	曝気槽内の廃液を排出し、汚泥を戻す

4. おわりに

これまでの結果をまとめると

- 1) Fluxが0.12, 0.18, 0.24m/dでは、同様な速さで目詰まりが進行することから、処理水量の最も多い0.24m/dが最も効率的である。
- 2) SVIが低い（汚泥の沈降・圧密性が良い）とき程、膜の目詰りが進行し易い。
- 3) 薬品洗浄は、槽内の汚泥を別槽に移し、膜の内側から薬液を充たす方法で、かなり回復する。

以上のように、1)に関して、Fluxはあまりにも低くするとかえって処理効率が悪くなることがわかった。今後は逆に0.24m/dよりも高Flux側での比較、及び最適な間欠吸引間隔の検討も行う予定である。また2)に関しては、元来、膜分離式活性汚泥法の最大の長所が汚泥の沈降・圧密性を無視できることにあるにもかかわらず、膜の目詰りが汚泥の沈降・圧密性と関係があるという、皮肉な結果を得た。しかし、運転管理にあたり、SVIは、測定が手軽でしかも短時間で結果が出ることから、薬品洗浄時期を予測する簡便な指標になり得るとも考えられる。今後もさらにデータを取り、今回は調査できなかった微生物の代謝産物や金属類等との関係も追求していきたい。

<参考文献> 日本下水道協会、1991：下水道維持管理指針

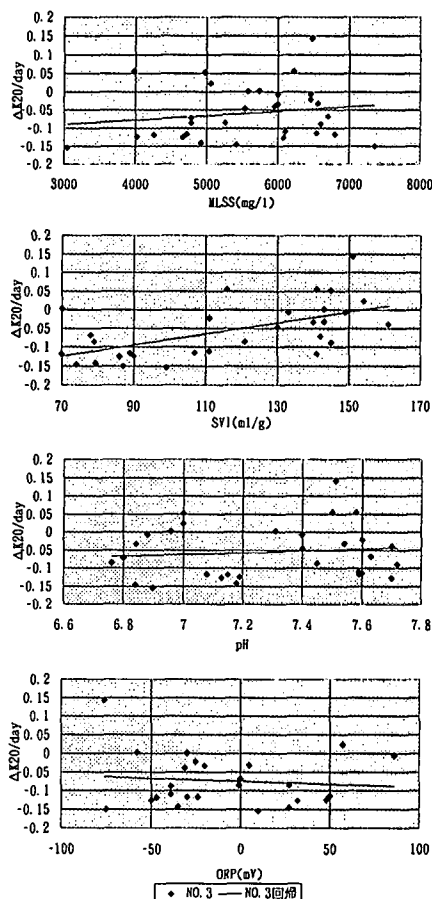


図3 相関図