

汚泥負荷を変動させた膜分離活性汚泥法における膜面付着層の形成に関する研究

神鋼バンテック

○正 山地洋樹

長岡技術科学大学 正 桃井清至、小松俊哉

1. はじめに

現在実用化されている殆どの膜分離活性汚泥法はフロックを形成する微生物を優先種とした、「汚泥が沈降しやすい」標準活性汚泥法に準じた条件で運転されており、汚泥の沈降性に関係なく固液分離が可能であるという膜分離システムの利点を生かしているとは言えない。本研究では膜分離活性汚泥法における高汚泥負荷条件下での運転の可能性の検討を行うため、汚泥負荷を変化させた連続処理運転における膜透過性能の変化と膜面付着層の形成機構について検討した。

2. 実験装置及び実験方法

2.1 実験装置と実験条件

Fig.1に実験装置の概略を示す。膜モジュールは日東工業製管状型膜モジュール（材質：ポリオレフィン、分画分子量：20,000、有効膜面積：340cm²）を使用した。実験条件はTable-1に示した。標準活性汚泥法に準じた汚泥負荷である0.1

(kg-TOC/kg-MLVSS/Day) (BOD換算で0.25 (kg-BOD/kg-MLVSS/Day)) から0.8まで段階的に増加させた。また基質はペプトン、グルコースを主炭素源とした人工排水を用いた。

2.2 実験方法

汚泥負荷の変動による反応槽部及び膜ろ過部での処理性能への影響を検討するために、反応槽内の汚泥濃度が5,000

(mg-MLVSS/l) となるよう、汚泥負荷0.1以外は1日に1回汚泥を混合液として引き抜きながら連続処理を行った。また連続処理運転中に汚泥混合液の膜ろ過特性の変化を調べるため、薬品洗浄後の膜を用い、30分間の回分ろ過実験を行い、このときの30分ろ過後の平衡透過流束J30 (m³/m²/Day) で評価した。なお膜面付着層について、本研究では水洗浄で除去されるものをケーキ層、物理的洗浄（スポンジボール洗浄）によって除去されるものをゲル層とし、薬品洗浄によってしか排除されないものを目詰まり物質と仮定した。そしてFig.2に示したような手順でFluxを測定し、ろ過抵抗モデルを用いて各付着層抵抗を算出した。また水洗浄、スポンジボール洗浄時に排除された付着物を回収し、付着量を測定した。

3. 結果及び考察

3.1. 運転状況について

膜透過流束（J30）は運転開始後急激に低下しており、従来法である汚泥負荷0.1の場合はJ30は20日程度で安定し、高負荷条件では10日目程度で安定していた（Fig.3）。

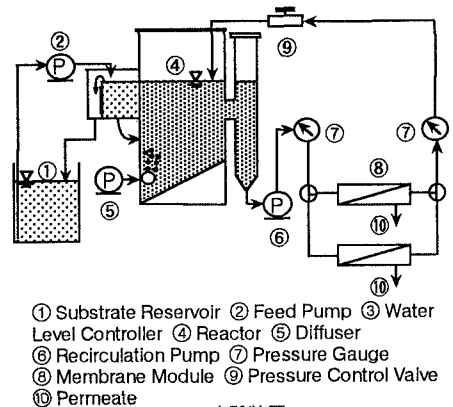


Fig.1 実験装置

Table-1 実験条件

汚泥負荷 (kg-TOC/kg-MLVSS/Day)	0.1, 0.2, 0.4, 0.8
汚泥濃度 (mg-MLVSS/l)	5000 (一定)
滞留時間(hrs.)	12 (一定)
反応槽容積(l)	6
液温(℃)	25±2
使用基質	グルコース、ペプトンを 主炭素源とした人工排水

実験操作

ろ過抵抗

- i. 薬品洗浄後の膜のFlux . . . Rm
- ii. 混合液を30分間ろ過 . . . Rm+Rp+Rg+Rc
- iii. 水洗浄後のFlux . . . Rm+Rp+Rg
- iv. スポンジ洗浄後のFlux . . . Rm+Rp

ろ過抵抗式

$$J = \frac{\Delta p}{\mu (R_m + R_p + R_g + R_c)}$$

より、各抵抗を算出

Fig.2 回分ろ過実験のフロー

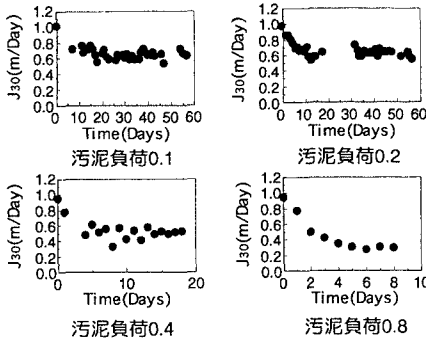


Fig.3 各汚泥負荷条件における J_{30} の推移

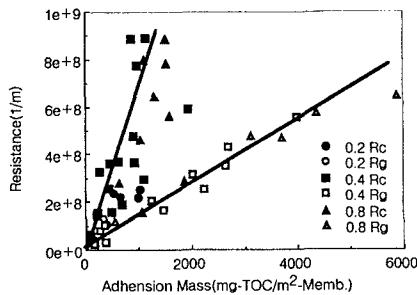


Fig.5 膜面付着物量と抵抗の関係

また膜透過流束は汚泥負荷が高くなると若干低下する傾向が見られた。なお汚泥負荷を標準活性汚泥法の8倍にまで上昇させても、DOの維持などの問題が生じたがトータルとして99%以上の有機物除去性能が得られていた。

3.2. 膜面付着層の構成について

引き抜きを行わない従来条件の場合、付着層抵抗は物理洗浄でしか排除できないゲル層抵抗で占められていたが、引き抜きを行う高汚泥負荷の場合は運転の長期化とともにゲル層抵抗はあまり見られなくなり、替わってケーキ層抵抗が大きくなっていった (Fig.4)。すなわち高汚泥負荷で運転を行うことによって、汚染された膜は水洗浄だけである程度透過性能が回復することから、本法の維持管理が容易になると考えられる。

膜面付着物に関して、ケーキ層はゲル層よりも単位付着量あたりの抵抗が大きく、汚泥負荷の影響とは関係なく付着量で抵抗は支配されている (Fig.5)。またSEM観察によってもケーキ層はゲル層よりも密な構造になっている (Fig.6) ことが確認された。また汚泥負荷が高くなるとケーキ層抵抗支配になった理由は、付着層におけるポリマー量が減少した (Fig.7) ため付着力が弱まり、この結果水だけで大半の付着層が洗い流されたものと考えられる。

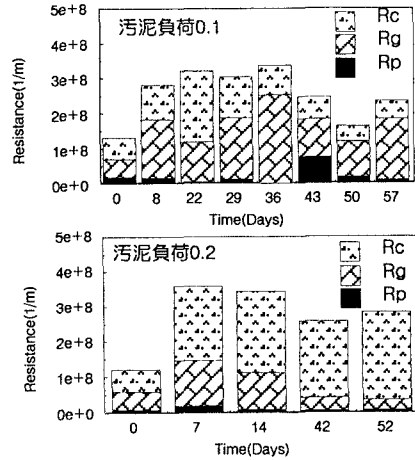


Fig.4 付着層抵抗の変化

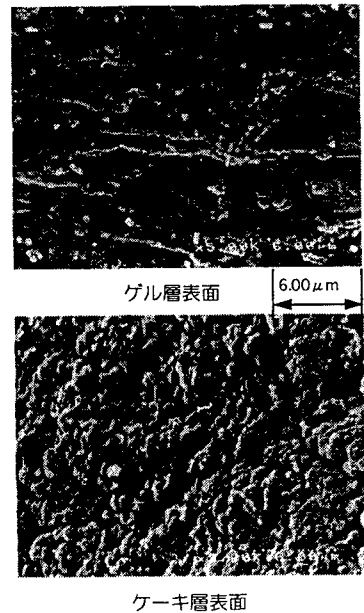


Fig.6 SEMによる付着層表面の観察：汚泥負荷0.1

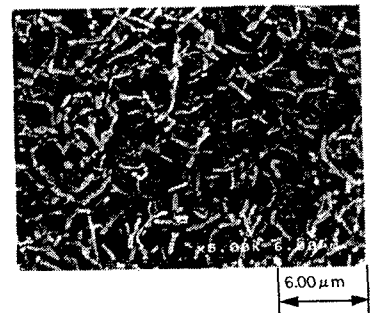


Fig.7 SEMによるケーキ層表面の観察：汚泥負荷0.4