

(Ⅱ - 72) 管状限外ろ過におけるフラックスの初期低下に関する研究

長岡技術科学大学 (学) ○柳根勇

(正) 桃井清至 原田秀樹

1. はじめに

膜分離システムにおいて、ろ過時間の経過とともに膜透過性能の低下は、大きな問題点として残されている。特にろ過開始直後、フラックスが瞬時的に低下し、低下したフラックスは、後の平衡フラックスの値にも大きく影響を与える。そこで本研究では、このろ過開始直後、即ちろ過初期段階において、フラックスの低下現象及びフラックスの影響因子などについて検討を行った。

2. 実験方法

図-1に実験装置の概略を示す。反応槽内の活性汚泥混合液は、循環ポンプにより反応槽と膜モジュールの間を加圧循環されている。反応槽の容積は8 lである。基質タンクより、人工基質を自動的に反応器内へ補給し反応器内の液量を一定に保つようにした。実験に用いた活性汚泥混合液はフェノールを主成分とする人工下水で連続培養したものである。基質組成を表-1に示した。実験に用いた膜モジュールは日東電工の管状限外ろ過膜(分画分子量2万, 有効膜面積340cm², 材質ポリオレフィン)である。膜システムの操作条件は膜面流速1.0 m/s, 操作圧力 1.96×10^5 Paである(操作条件に関する実験を除く)。初期フラックス(ろ過開始1分以内のフラックス)を測定するために、膜モジュールの表面に吸水紙を巻くことにより、透過液を回収した。そして、ろ過前後の吸水紙の質量変化よりフラックスを求めた。分離対象液pHの調整は次のように行った。培養した活性汚泥混合液を自然沈降による固液分離し、上層の上澄み液をpH調整の原液として用いた。調整試薬としてNaOH(2N)とH₃PO₄(1:9)を使用した。

3. 実験結果

図-2に、ろ過時間の経過とともにフラックスの変化を調べた実験結果を示す。図から見られるように、ろ過開始直後、膜透過流量は急激に減少し、その後ろ過時間の経過とともに徐々に低下していく。図-3は、ろ過開始後1分以内のフラックスの変化を示したものである。混合液のほかに水道水のフラッ

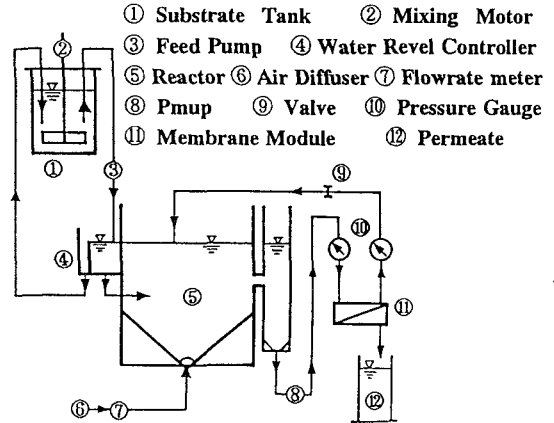


Fig.1 Schematic Diagram of Experimental Apparatus

Table.1 Substrate Composition

C ₆ H ₅ OH	500 mg/l
KH ₂ PO ₄	80 mg/l
NH ₄ Cl	320 mg/l
MgSO ₄ · 7H ₂ O	100 mg/l
MnSO ₄ · 7H ₂ O	9.0 mg/l
FeCl ₃ · 6H ₂ O	1.0 mg/l
CaCl ₂ · 2H ₂ O	20 mg/l

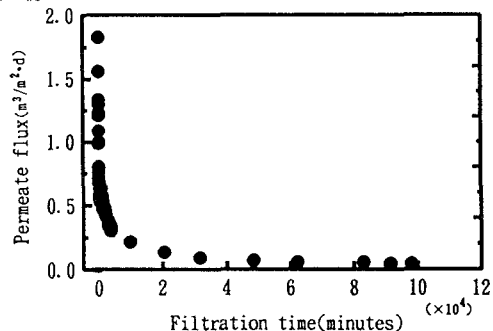


Fig.2 Variation of permeate flux with an elapse of filtration time.

クスも同時に測定した。図-3から分かるように、水道水のフラックスを膜本来の透過能力にした場合、膜透過性能は混合液のろ過開始直後の短時間で大きく低下した。ろ過開始後の僅か20秒で、フラックスは $2.83 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ から $1.36 \text{ m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ に大きく減少し、本来の膜透過性能の半分まで低下した。

また、ろ過時間を変化させ、初期フラックスと分離対象液pHの関係を調べた。その結果図-4に示す。図から分かるように、初期ろ過時間の変化にもかかわらず、フラックスはほぼ同様な変化パターンを示した。pH 7~9のところで最大フラックスを示し、酸性とアルカリ性側になるに従いフラックスは減少した。

図-5に、初期フラックスと操作圧力の関係を調べた実験結果を示す。図より、フラックスの操作圧力依存性は、ろ過時間によって異なることが分かる。ろ過開始後1分以内の初期フラックスは、平衡状態の限界フラックス（膜種類と操作圧力によらないフラックス）には達せず、操作圧力の増加に従い大きくなった。それに対し、ろ過時間10分のフラックスは、操作圧力の約 $1.65 \text{ kg}/\text{cm}^2$ のところからあまり変化しなくなり、限界フラックスになった。一方、初期フラックスと膜面流速の関係を調べたところ、図-6に示したような結果が得られた。図から、ろ過時間によって、膜面流速の初期フラックスに及ぼす影響は異なることが分かる。ろ過時間10分の場合、フラックスは膜面流速とともに大きくなった。しかしながら、ろ過時間が60秒に短くすると、膜面流速の影響はほとんど見られなくなる。ろ過時間をさらに短縮すると、膜面流速の増加に従って、初期フラックスは逆に減少した。これらの結果から、初期段階のフラックスとその後のフラックスは、異なるメカニズムで低下することが考えられる。

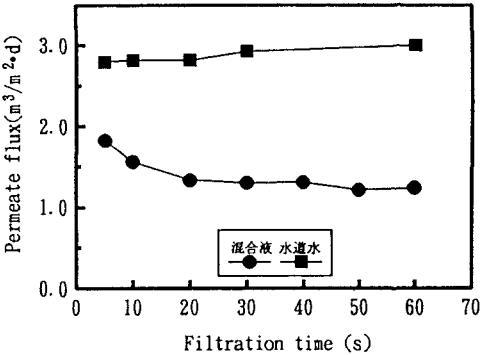


Fig.3 Permeate flux dropping with an elapse of filtration time (from 0 to 60 seconds).

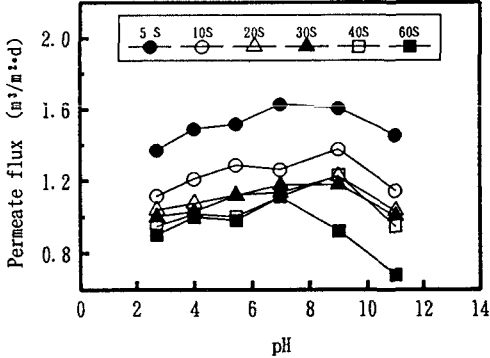


Fig.4 Variation of permeate flux with pH as a function of filtration time.

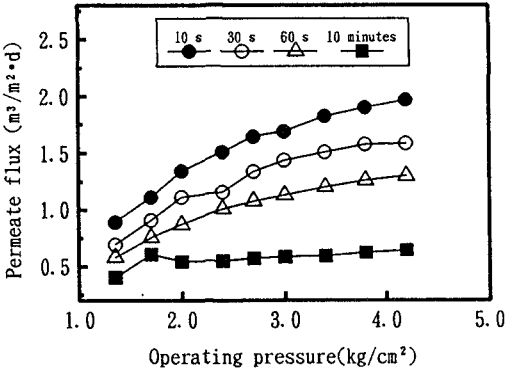


Fig.5 Influence of operating pressure on the permeate flux(crossflow velocity=1.0m/s).

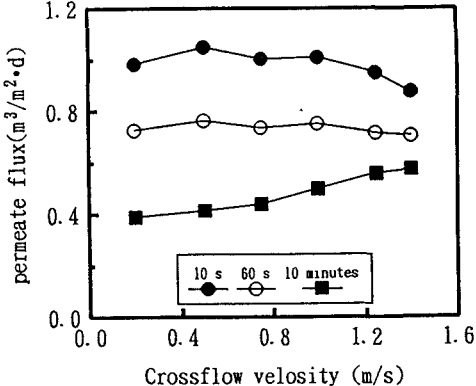


Fig.6 Influence of crossflow velocity on the permeate flux(operating pressure=2.00kg/cm²).