

東北大学 正会員 大村達夫

—728—

出量は式(2),(5)より圧力の平方根に比例する。一方、膜透過流量は式(4)から圧力の1乗に比例する。そのため、圧力が増加すると、ろ液全体に対する割合は、破断面からの流出量よりも膜透過流量の方が相対的に大きくなる。その結果、長さが長くなるほど流出率が小さくなることが示された。

4.2 原水流出率に与える膜破断位置の影響
膜モジュールの長さを1 mに固定し、膜破断位置を0, 0.5, 1mと変化させた場合の圧力分布を図-3,4,5に示す。各流路における膜透過流量 Q_t と、破断面からの原水流出量 Q_1 の全体に占める割合を表-1にまとめた。

原水流出率が最も大きくなるのは、入口において膜が破断した場合で6.0%であった。モジュール中央部で膜が破断した場合、膜破断面からクロスフローが流出するまでに壁面摩擦が作用するため、原水流出率は3.1%と入口の値よりも低下した。モジュール出口で膜破断が発生した場合、破断膜と未破断膜の圧力分布が出口で2kPaしか変わらず、流路②においても①と同程度の膜透過流束が得られている。ただし、流路③における膜破断面からの原水流出も全体の2.0%を占め、全体の原水流出率は中央部における膜破断と比較して0.5%ほど高くなり、この区間内において最小値が存在することが示唆された。

膜ろ過運転において、膜モジュール入口のファウリング軽減等の目的から、クロスフローの流下方向を一定間隔で切り替える運転方式がある。このような方式は、破断位置が入口と出口を交互に繰り返すことになり、原水流出率は入口と出口で破断した場合の平均値4.8%であると考えられる。クロスフローを一方方向で運転する場合の入口破断における原水流出率と比較して2割のリスク低下を期待することができる。

5. おわりに

今回の数値シミュレーションによって、膜破断による原水流出量を定量的な評価の可能性を示した。これらの結果に、膜破断の確率や原水中の病原微生物濃度を考慮することで、膜ろ過運転に伴うリスク評価を様々な運転条件に対して応用し得ると考えられる。

表-1 各流路における流量の割合(%)				
$L_b(m)$		0	0.5	1
流路1	Q_{f1}	93.9	96.8	96.2
流路2	Q_{f2}	0.0	0.1	0.2
	Q_{12}	5.8	2.7	1.6
流路3	Q_{f3}	0.0	0.0	0.0
	Q_{13}	0.2	0.4	2.0
原水流出率		6.0	3.1	3.6

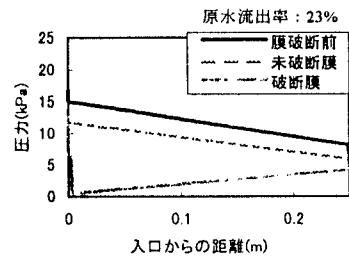


図-2 破断前後の圧力分布 ($L_m=0.25m$)

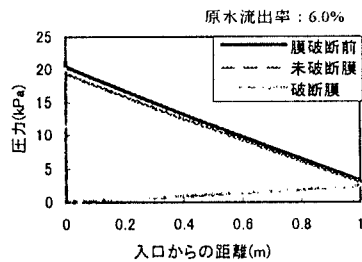


図-3 破断前後の圧力分布 ($L_m=1m, L_b=0m$)

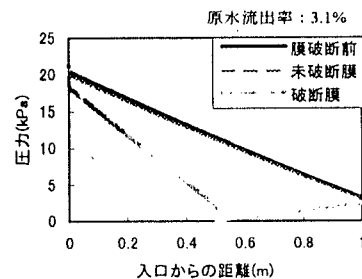


図-4 破断位置と流出率の関係 ($L_b=0.5m$)

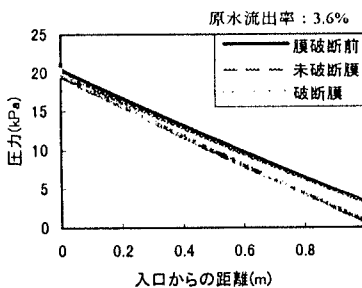


図-5 破断位置と流出率の関係 ($L_b=1m$)

(参考文献)

- 1) 藤田賢二, 滝沢智: 外圧式中空糸膜における目詰まりの過程のシミュレーションと操作方法の評価, 水道協会雑誌, pp93-100, 1992.
- 2) 水理公式集: 土木学会(1980)