

회전막을 이용한 동역학적 정밀여과의 특성

박진용·최창균·김재진*

서울대학교 공과대학 화학공학과
* 한국과학기술연구원 분리막연구실

Characteristics of Dynamic Microfiltration using Rotating Membrane

Jin Yong Park, Chang Kyun Choi, and Jae Jin Kim*

Department of Chemical Engineering, College of Engineering, Seoul National University
* Membrane Lab., Korea Institute of Science & Technology

본 연구에서는 Tobler[1]가 십자흐름여과(crossflow filtration)의 개선책으로 제안한 동역학적 여과기를 제작하여 그 특성을 실험적으로 고찰하였다. 이 여과기는 두 개의 동심원통 사이를 유체가 흐를 때 내부원통의 회전속도가 외부원통의 회전속도보다 매우 빠를 경우 발생하는 Taylor 와류를 응용한 것이다. Margaritis와 Wilke[2]가 회전발효기라는 명칭으로 에탄올 발효와 여과를 동시에 하는 장치를 고안한 것이, Taylor 와류를 막분리에 응용한 시초라고 말할 수 있다. 그 후 Tobler[3]는 황색염료를 사용하여 실험한 결과와 함께 동역학적 여과기의 최적 조업조건에 대하여 보고하였다. Kroner와 Nissinen[4]은 "MBR Bio Reactor AG"에서 제작한 동역학적 여과기를 이용하여, 효모와 대장균 등 미생물을 대상으로 실험한 결과, 동물세포가 파괴되지 않고 여과될 수 있는 회전속도의 상한선이 700 rpm임을 밝혀냈다. Murase 등[5]은 세라믹 막을 사용하여 Korean Kaolin, PMMA, 효모를 대상으로 동역학적 여과기의 특성을 고찰하였다. Cooney 등[6]은 VFF(vortex flow filtration)이란 명칭으로 Bovine serum albumin으로 실험한 결과를 보고하였다. 본 연구실에서는 이미 실리카 슬러리를 사용한 동역학적 여과기의 성능을 기존의 여과이론과 비교하여 보고한 바 있다[7].

이미 보고된 논문[7]의 결과에 추가하여, 동심원통 사이의 간격을 반으로 줄인 직경 6.9 cm 외부원통으로 새 여과기를 제작하여 실험하였다. 보고된 결과의 여과기는 내부원통의 반경의 비 d/r_1 가 0.65이고, 새로 제작된 여과기는 d/r_1 값이 0.33이다. 사용한 막은 기공의 크기가 1.2 μm 인 "MF-Cellulose ester"로, 내부원통을 이루고 있다. 슬러리는 평균입도가 4.00 μm 인 Tix-O-Sil 34K 실리카를 1.0 wt%로 물과 혼합하여 사용하였다. 이미 보고된

결과[7]와 동일한 방법으로 d/r_1 가 0.33인 여과기로 실험한 결과를 과도기와 준정상 상태로 구분하여 Taylor 수와의 상관관계를 살펴 보았다. 과도기와 준정상 상태에서 구한 상관식으로부터 각 상관식이 적용되는 영역을 도시한 것이 Fig. 1이다. 한편, Murase 등[7]이 보고한 결과에 의하면 세라믹 막으로 PMMA를 여과했을 때 31.4 rad/sec이하의 각속도에서는 투과선속이 일정하게 되는 준정상 상태에 도달하지 못하였다. 이 각속도에 해당되는 막의 선속도는 47.1 cm/sec이고, 본 연구에서 준정상 상태에 도달하기 시작한 200 rpm에 해당되는 선속도는 54.5 cm/sec로 두 값은 거의 일치한다. 이에 착안하여 다음 식에 나타난 과도기에서의 기울기 k 를 막의 선속도에 대하여 도시하여 본 것이 Fig. 2이다.

$$J_{m0}/J_m = k (V/V_0) + 1$$

여기서 J_m 은 평균 투과선속, J_{m0} 는 초기 투과선속, V 는 누적투과부피, V_0 는 여과기 내부의 용량이다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 k 값이 한 직선 위에 놓이게 되었다. 따라서, 과도기의 케이크의 형성은 Taylor 수보다 막의 선속도에 의하여 영향을 받게 된다는 것으로 추측된다.

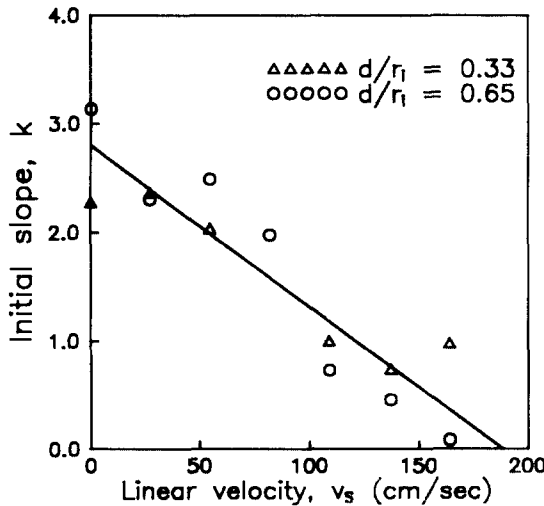


Fig. 1. Initial slope vs. linear velocity.

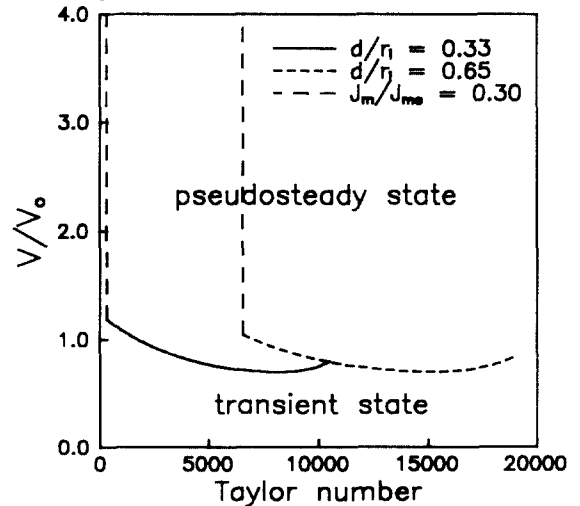


Fig. 2. Application of present predictions.

REFERENCES

1. Tobler, W.: *Filtration & Separation*, **16**, 630 (1979).
2. Margaritis, A. and Wilke, C.R.: *Biotech. & Bioeng.*, **20**, 709 (1978).
3. Tobler, W.: *Filtration & Separation*, **19**, 329 (1982).
4. Kroner, K.H. and Nissinen, V.: *J. Membrane Sci.*, **36**, 85 (1988).
5. Murase, T. et al.: *Kagaku Kogaku Ronbunshu*, **15**, 630 (1989).
6. Cooney, C.L. et al.: 2nd Int. Biotech. conf., 33 (1990).
7. Park, J.Y., Choi, C.K. and Kim, J.J.: *Hwahak Konghak*, **27**, 637 (1989).