

정수처리에서 고탁도 원수가 YEF 모듈의 회수율에 미치는 영향

양형모, 권오성, 노수홍, 윤희성*
연세대학교 환경공학부, (주)새한

The Effect of High Turbidity Water on the Overall Recovery in Drinking Water Treatment Using YEF Module

Hvug-Mo Yang, Oh-Sung Kwon, Soo-Hong Noh, Hee-Sung Yoon*
Dept. of Environmental Engineering, Yonsei University, SAEHAN*

1. 서론

정수에 있어서 최근 원생동물(*Cryptosporidium*, *Giardia*) 및 Virus에 의한 인명 사고 등으로 인해 고도처리가 요구되고 있다. 그러나 오존이나 염소소독과 같은 화학적 처리의 경우 소독부산물을 생성하는 단점을 가지고 있어 물리적 처리 방법인 막여과 시설의 도입이 활발히 고려, 적용되어지고 있다. [1,2]

그러나, 막여과를 이용한 고도정수처리가 경쟁력을 갖기 위해서는 높은 회수율이 요구된다. 높은 회수율은 정수의 높은 생산성과 낮은 농축수 발생량을 의미하는 의미한다. 정수처리공정에서 발생한 농축수는 재처리해야 하는 대상이다. 그럼으로 높은 회수율을 실현시킴으로써 농축수의 양을 최소화하고 생산수를 극대화 할 필요가 있다. 기존 정수처리에 적용된 대부분의 모듈들은 높은 회수율유지를 위해 응집, 침전등의 전처리 또는 막모듈의 2단 구성을 통해 높은 회수율을 유지 시키고 있다.

높은 회수율을 얻기 위해서는 고농도로 농축된 농축수에서도 안정적으로 정수를 생산해 낼 수 있어야 하며 이에 대한 연구가 보다 필요한 현실이다. [3]

본 연구에서는 적은 산기량으로도 막오염 제어가 용이하고 높은 투과율 운전이 가능한 YEF모듈을 이용하였다. 정수처리에 있어 고탁도 원수 유입과 고회수율 조건에서 YEF 모듈의 최적 운전조건을 고찰하였다. [4,5]

2. 실험

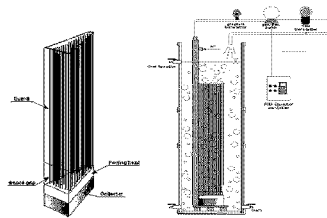


Fig. 2 YEF 500 C/D module & Schematic experimental setup

YEF 모듈의 Center pipe는 이중으로 구성되어 물과 공기를 동시에 이송할 수 있도록 모듈의 콜렉터와 산기관이 연결되어 있다. 또한, 중공사막의 하단부만을 충전 시키고 상단부는 자유롭게 움직일 수 있는 구조를 가지고 있다. 하단 고정부 계면의 중공사막에는 EVA코팅을 하여 강성을 높여 중공사막의 단사를 방지하도록 하였다. Table. 1 은 본 실험에 사용된 중공사막의 사양으로 MF와 UF를 사용하여 YEF모듈을 제작하였다.

Table. 1 Specification of membrane used

구분	Material	Pore size (μm or MWCO)	OD (mm)	ID (mm)	Membrane manufactured by
YEF 500C	Polysulfone	0.1	1.1	0.7	SK chemical
YEF 500D	Polyacrylonitrile	100,000	1.4	0.8	Chemicore

실험에 사용된 Kaolin의 입자의 평균 입경은 $3.4\mu\text{m}$ 이고, 개수분포(number distribution)로 $2.5\sim 4.0\mu\text{m}$ 범위에서 대부분이 존재하며, 질량분포(weight distribution)는 $2.3\sim 3.9\mu\text{m}$ 에서 90%의 입자 분포를 나타냈다.

Kaolin의 농도를 100mg/L , $1,000\text{mg/L}$, $10,000\text{mg/L}$, $20,000\text{mg/L}$ 로 하여 고탁도 고농도 원수조건을 제한하였다. 압력을 변화시켜주며 한 투과율에서 30분 운전, 10분 산기세척의 방식으로 각 Kaolin 농도에서 임계투과율 값을 구하였다. 운전시 YEF 500C의 경우 70LPM의 산기량을 유지하였으며, YEF 500D의 경우 산기 조건에서 투과율 변화가 없어 전량여과방식으로 운전후 10분간 산기세척만을 실시하였다.

4. 결과 및 토론

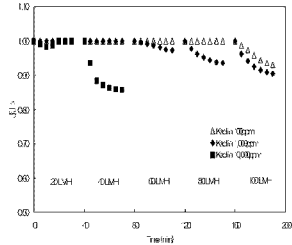


Fig. 2 Effect of kaolin conc. on J/J_0 at constant pressure using YEF 500C

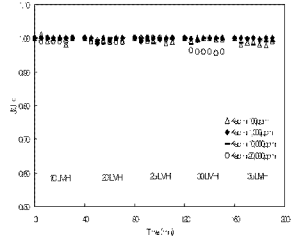


Fig. 3 Effect of kaolin conc. on J/J_0 at constant pressure using YEF 500D

MF박을 이용한 YEF 500C모듈의 경우 Kaolin 100mg/L 농도에서 투과율 20, 40, 60, 80, 100LMH로 운전하였다. 80LMH까지는 시간에 따라 투과율이 일정하게 유지 되어 투과율이 감소하는 지점이 나타나지 않았다. 하지만 100LMH에서는 운전 시간에 따라 투과율이 일정하게 감소하는 것을 확인할 수 있었다. Kaolin 1,000mg/L의 농도에서는 50LMH까지 투과율이 유지 되었다. Kaolin 10,000mg/L의 농도에서는 20LMH 초기에 약간 투과율이 감소하였으나 20LMH로 일정하게 유지 되었다. 압력을 올려주어 투과율이 30LMH가 되어서는 시간이 지남에 따라 투과율이 점차 감소하였다. 40LMH에서는 시간에 따라 투과율의 감소폭이 커지는 것을 관찰하였다.

UF중공사막을 이용한 YEF 500D 모듈의 경우 PWP값이 MF에 비해 4배 정도 낮아 YEF 500C에 비해 낮은 투과율에서 실험이 실시되었다.

각 Kaolin 농도에서 5~35LMH의 투과율로 운전한 결과 카울린 농도 100, 1,000, 10,000 mg/L에서는 모두 35LMH까지 투과율이 일정하게 유지되는 것을 확인하였다. 하지만 모듈의 압력이 $-0.65\text{Kg}/\text{cm}^2$ 이상으로 증가하여 35LMH 이상의 투과율에서는 실험을 진행하지 못하였다. 전여과(Dead end) 방식으로 운전 후 10분간의 산기세척만으로도 초기투과율로 회복되는 것을 관찰하였다. 카울린 농도 20,000mg/L에서는 25LMH까지 일정하게 유량이 유지 되다가 30LMH부터는 시간이 지남에 따라 투과율의 감소가 관찰되었다.

Table. 2 Effect of kaolin conc. on critical flux of YEF Module

Kaolin Conc. (mg/L)	YEF500C (MF 0.1 μ m)	YEF 500D (UF: 100,000 dalton)
	Critical Flux (LMH)	Sub-Critical Flux (LMH)
100	80	35
1,000	50	-
10,000	20	35
20,000	-	25

Kaolin을 이용한 고탁도, 고농도 원수조건의 실험을 통해 YEF 모듈이 실 플랜트 적용가능성을 확인했다. 여류질 고탁도 유입시 일반적인 침지형 모듈보다 높은 투과율에서 안정적으로 운전될 것으로 판단된다. 또한 이를 통해 평상시 높은 회수율로의 운전이 가능하여 농축수의 양을 최소화 하고 생산수량을 최대화 할 수 있을 것으로 기대된다.

5. 참고문헌

1. Tomas. M. and Missimer. G. P., Water supply Development for Membrane Water Treatment Facilities. Lewis Publishers, Boca Raton, pp1~39 (1994)
2. Mallevialle. J., Odendall. E. P., and Wiesner, M. R., Water Treatment Membrane Process, McGraw-Hill (1996)
3. Taylor, J. S., Mulford, A., Duranceau, S. J., and Barrentl, W.M., "Cost and performance of a membrane pilot plant," *J. AWWA*, **81**(11), 52~60 (1989)
4. 권오성, "YEF(Yonsei End Free) 모듈의 Scale-up에 따른 수리학적 특성", 연세대학교 석사학위논문 (2003)
5. 윤희성, 권오성, 유소담, 양형모, 노수홍 "YEF(Yonsei End Free) 모듈의 설계에 의한 표면유속", 한국박학회 춘계 학술발표회, pp94~97 (2004)