

NF 분리막을 사용한 머어서화폐수에서의 알카리 회수 및 재사용기술(I)

- PILOT TEST DATA -

손은중, 이범수, 최은경, 김진우*

생산기술연구원 섬유기술개발센터, *한양대학교 섬유공학과

1. 서론

다른 산업에 비해 많은 물을 사용하고 오염도가 높아 수질오염이 심각한 섬유산업은 염색가공공정에서 발생하는 오염물의 양을 근원적으로 줄일 수 있는(Source Reduction)염료 및 조제 등의 원부재료나 염색가공기술의 개발과 병행하여 폐수처리와 자원절약이란 두가지 문제를 동시에 해결해야 한다.

분리막기술에 의한 염색가공폐수처리는 단순한 폐수처리에서 한 단계 앞선 기술로 공업용 수부족의 타개나 환경관리의 적극적인 대응책으로서, 염색가공폐수로 부터 자원을 회수(recovery), 다음공정에서 재사용(reuse)하고 더불어 폐수량을 현저히 경감할 수 있는 Zero Discharge 개념에 입각한 필요 불가결한 기술이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 RO막과 UF막 사이에 있는 NF(Nano Filtration)막의 특성을 이용하여 먼니트직물 및 면직물 머어서화 폐수에서의 알카리를 회수하여 재사용하는 것을 목표로 다음의 사항을 고찰하여 보았다.

- 먼니트머어서화 폐액, 면직물의 머어서화 폐액의 NF막에 의한 알카리 회수에 따른 투과 특성
 - 투과시간에 따른 투과액 Flux(ℓ/m^2hr) 변화
 - 머어서화폐액의 전처리 조건에 따른 투과액 Flux(ℓ/m^2hr)의 변화
 - 투과액 Flux(ℓ/m^2hr)의 온도의존성
 - 머어서화 폐액내의 조제 및 염에 의한 막오염의 영향
- 원액 대비 투과액의 수질비교로 NF 분리막에 의한 알카리 회수 및 재사용기술 확립

2. 실험

2.1 실험재료(머어서화 폐액)

본 실험에 사용된 시료는 경기도 안산시의 염색단지에 위치한 먼니트 머어서화가공업체와 면직물 머어서화가공업체에서 시료를 채취(시료채취 지점 ; Fig.1, Fig.2 참조)하여 분리막 Pilot Test에 사용하였다. 머어서화 폐수의 성상은 Table 1과 같다.

Table 1. Characteristic of Mercerization Waste Waters

항 목	면니트 머이서화폐수	면직물 머이서화폐수
비 중	1.014 \approx 2Be' \approx 1.20g/100g \approx 1.20g/100cc	1.024 \approx 3Be' \approx 1.85g/100g \approx 1.89g/100cc
pH	11.70(50배 희석시) 12.47(10배 희석시)	-
SS(mg/l)	0.53	-
COD(ppm)	170.72	-
TOC(ppm)	550	-
Color Density	-	-
전도도(ms/cm)	70.1	-
양이온 분석		
Na ⁺	7535.97 ppm	
K ⁺	575.91 ppm	
Mg ⁺	678.53 ppm	
Ca ⁺	713.42 ppm	
음이온 분석		
F ⁻	32.62 ppm	
Cl ⁻	23.30 ppm	
NO ₃	16.95 ppm	
HPO ⁺	15.37 ppm	
SO ⁺	35.87 ppm	

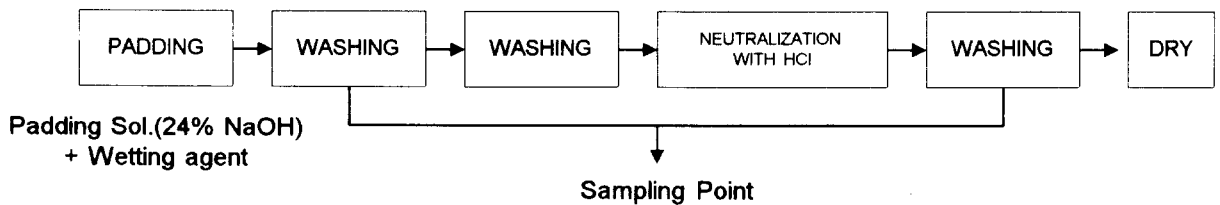


Fig. 1 Schematic of Mercerization Process for Knitted Cotton Fabrics

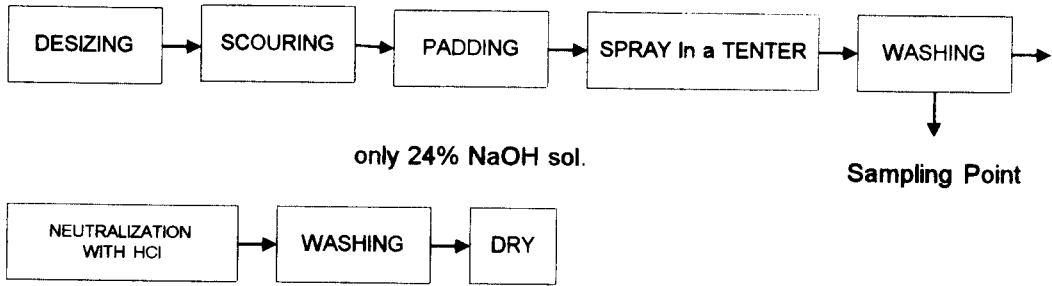


Fig. 2 Schematic of Mercerization Process for Woven Cotton Fabrics

2.2 실험 장치(NF Membrane Pilot Unit)

본 실험에 사용된 Pilot Unit는 Closed System type으로 설계, 제작하였으며 시스템의 flow diagram은 Fig. 3과 같다.

TM 203모듈로 실험할 경우 일정량의 머어서화폐액을 Flow Diagram의 Feed Tank에 채운후, Motor로 구동되는 Feed Pump와 밸브 V3, V4을 조절하여 Inlet Pressure와 공급유량을 조절하면서 분리막 Module로 공급하여 15분간격으로 투과액의 Flux를 측정하였으며 투과되지 못한 액은 계속 순환되는 Closed System으로 실험을 하였다.

TM 410모듈의 경우도 TM 203과 같이 실험을 하였으나 시간당 투과액의 양이 상대적으로 TM203보다 많으므로 Feed Tank의 일정높이 이하로 수위가 떨어지지 않도록 Batch식으로 공급하여 실험을 진행하였다.

본 실험에서는 MPW사에서 제조하여 시판중인 MPT34막(분획분자량 : 200, pH 0~14, Maximum Temperature 70℃)를 사용하였다.

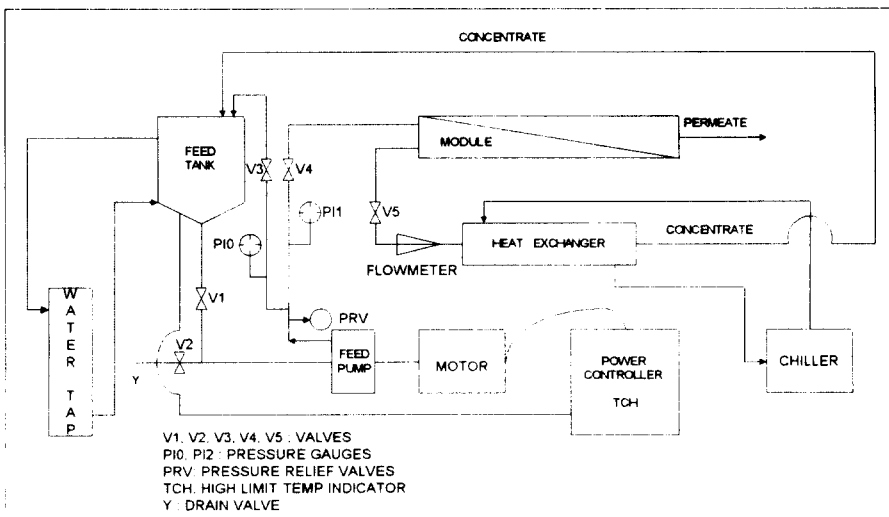


Fig. 3 NF Membrane Pilot Unit Flow Diagram

2.3 실험 방법

Table 2에 Pilot Test에 사용된 NF막과 모듈종류, 운전조건, 분리막 효율을 나타내었으며 Table 3에 원수 및 투과액의 수질분석방법을 나타내었다.

참고로 투과액의 Flux는 15분 간격으로 일정시간 투과액의 양을 모아서 LMH(ℓ/m^2hr)로 전환하여 나타내었다.

Table 2. Spec. of Membrane Used, Operation Conditions of Pilot Unit & Membrane Performance

		Pilot Operation 1	Pilot Operation 2	Pilot Operation 3	비 고
사 용 원 액		면리트 머어서화폐액	면직물 머어서화폐액	면직물 머어서화폐액	-
Membrane Used	Module model name	TM 203	TM 203	TM 410	MPW사
	Description	NF Tubular, Monomodule (0.6m)	NF Tubular, Monomodule (0.6m)	NF Tubular, 18Membs. in module (1.22m)	MPW사
	Membrane Area(m^2)	0.024	0.024	0.84	MPW사
Operating Conditions	Pressure(kg/cm^2)	24~30	24~30	25~27	Pressure Gauge로 제어함
	Temperature($^{\circ}C$)	29~60	29~60	36~50	냉각수와 Chiller사용 제어
	Operation Hours	12	12	4	각 Pilot Operation 가동시간
	Flow Rate(ℓ/min)	9~11	9~11	19	시스템 부작 유량계 이용 제어
Membrane Performance	Feed Volume(ℓ)	50	30	153.8	공급액의 양
	Permeate Volume(ℓ)	-	-	134.9	투과액의 양
	Feed Quality(specific gravity)	1.014	-	-	비중계 사용
	Permeate Quality(specific gravity)	1.006~1.008	-	-	비중계 사용
	Membrane Flux(ℓ/m^2hr)	16~70	-	28.4~48.9	LMH(ℓ/m^2hr)로 계산
	Volumetric Recovery	-	-	87.7%	(Permeate vol. \times 100) / (Feed vol.)

Table 3. Analytical method of Mercerization Waste Waters

분석 항목	분석 방법
Specific Gravity	비중계 사용
pH	회석하여 pH meter 사용
SS(mg/l)	유리섬유 여지법
COD(ppm)	100℃, 과망간산칼륨 산성법
TOC	TOC Analyzer(Sivers Instrument Inc.)
Color Density	환경오염공정시험법(투과율법)
전도도(ms/cm)	Conductivity Meter 사용
이온 분석	Ion Chromatography 이용

3. 결과 및 토의

NF 분리막의 전처리 유무에 따른 투과특성을 관찰하기 위하여 먼니트머어서화 폐액을 전처리 공정없이 Fig. 4와 같이 운전압력과 유량을 일정하게 유지하고 운전온도는 냉각장치의 가동없이 자연 승온조건으로 운전한 결과, 운전 초기 Flux의 값이 93에서 6시간이 경과후 약 1/3수준으로 떨어지므로, 먼니트 머어서화 폐액의 분리막 공정에 앞서 적절한 전처리공정 및 세정공정의 필요성을 관찰할 수 있었다.

TM 203모듈과 TM 410모듈을 사용한 NF 분리막의 투과특성 중 온도에 관한 영향을 관찰하여 보았다. TM410의 경우 Fig.5 에서와 같이 공급압력과 유량을 일정하게 유지하고 batch 식으로 먼직물 머어서화폐액의 공급에 따른 온도증감에 따라서 투과액 Flux도 비슷한 경향이 있음을 관찰할 수 있었다.

4. 결론

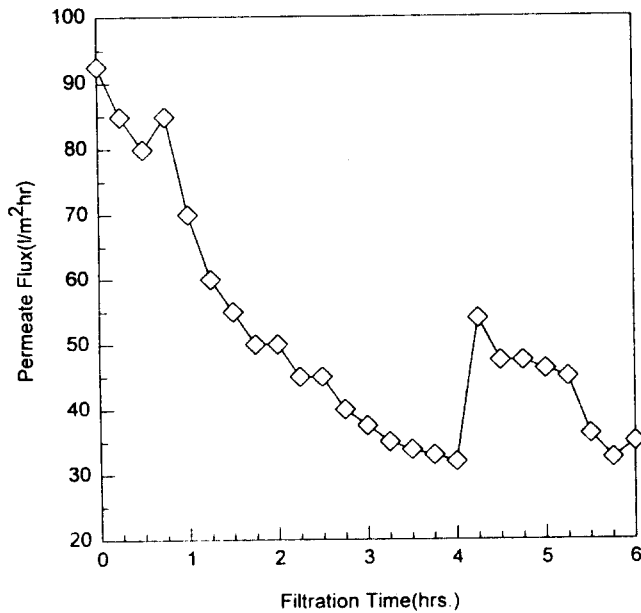
Closed System Type의 NF Pilot Unit로 먼니트 머어서화 폐액과 먼직물 머어서화폐액에서의 알카리 회수 및 재사용실험에 따른 실험결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

- 먼니트머어서화폐액과 먼직물머어서화폐액의 NF 분리막 공정에 있어 전처리 공정의 필요성과 적절한 전처리공정을 확립할 수 있었다.
- 머어서화폐액의 온도 변화에 따른 NF막 Flux의 변화를 관찰할 수 있었다.
- 머어서화폐액의 NF막 오염방지에 관한 기술을 확립할 수 있었다.
- 원액 대비 투과액의 수질비교결과 NF 분리막에 의한 알카리 회수 및 재사용의 가능성을 확인할 수 있었다.

참고문헌

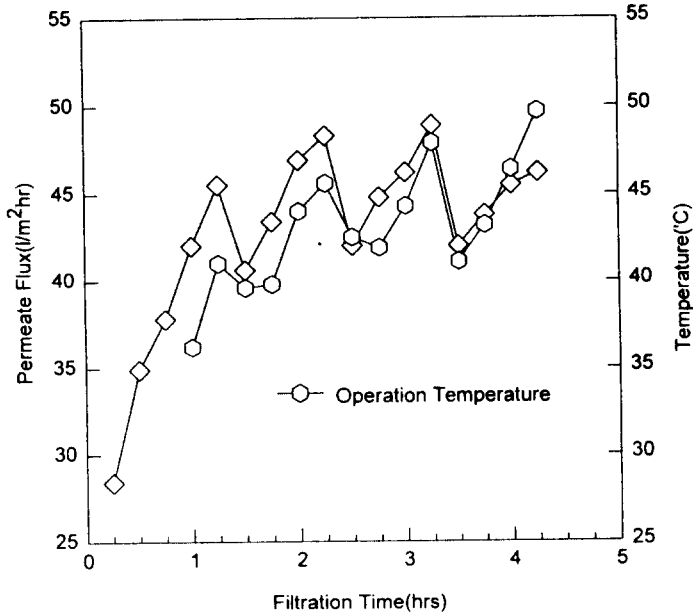
1. Membrane Products 자료 제공 (1994):

- 1) Recovery of Caustic Soda from Textile Mercerization and Sandoflex Operations,
- 2) Membrane Process for Recovery of Water and Salts from Textile Dye Wastes with Reactive Dye Stuffs,
- 3) New Application Data: Dye Waste Treatment- Reactive Dye Waste Treatment from a Local Dye House, Dye Bath Volume: 50 m³/day.
- 4) Membrane Products Catalogue



P = 24 - 30 kgf/cm² ; Operation Temp = 28 - 54 (°C) ; Mono Module Used

Fig. 4 Effect of Permeate Flux on Recovery of Caustic Soda from Knitted Cotton Fabric Mercerization Waste Waters by NF Membrane Process



P = 25 - 26 kgf/cm² ; V = 19 L / min ; TM410 Module Used

Fig. 5 Effect of Operation Temperature on Permeate Flux in Recovery of Caustic Soda from Woven Cotton Fabric Mercerization Waste Waters by NF Membrane Process