

〈研究論文(技術)〉

## 막을 이용한 염색폐수의 재활용 연구

서명포

갑을기술연구소 환경연구실  
(1998년 7월 11일 접수)

### A Study on Reuse System of Dyeing Wastewater using Membrane

Myong Po Seo

*Environmental Lab., Kabool Research Center, 6-2B 1L Bisan-Dong Seagu, Taegu, Korea.*

(Received July 11, 1998)

**Abstract**—Reuse of wastewater becomes an important consideration to solve the environmental pollution problems in recent industrialization and urbanization. Especially, the characteristic of dyeing process is subject to use much water and thus has serious problems for removal of color and organic pollutants in their wastewater.

This report is divided into two main parts ; The purpose of the first part was to determine if alkaline wastewater discharged from textile dyeing operation factory could be flocculated directly by Fenton oxidation method. This study was conducted to investigate Fenton reaction efficiencies and optimization of Fenton reagent dose and reaction condition of Fenton method as pretreatment for dyeing wastewater in K dyeing industry were investigated.

In the second part of this research, to treat dyeing wastewater it was found that the most effective way is to use ultrafiltration and reverse osmosis at the conditions of the pH 7.0~8.0 and operating pressure of 2.5~35Kg/cm<sup>2</sup>.

This paper is mainly dealt with the application on reuse system of dyeing wastewater treatment using ultrafiltration and reverse osmosis membranes.

The results showed that dyeing wastewater could be reused by chemical, filter and membrane sequential treatment process.

### 1. 서 론

타 분야의 산업에 비해 많은 물을 사용하면서 오염도가 높아 수질 오염이 심각한 염색가공 분야는 염색 공정에서 발생하는 오염물의 양을 근원적으로

줄일 수 있는 염료, 조제 등의 원·부재료 및 염색 기술의 개선과 병행하여 폐수처리와 자원절약이란 두 가지 문제를 동시에 해결해야 한다. 또한 염색 공업은 수요자의 요구에 따라 가공 하기 때문에 생 산품목이 다양하고 소량 다품종을 생산할 경우가

많다. 그러므로 그 폐수는 계절, 일, 시간에 따라서 수질과 수량이 크게 변하며 수세 공정에서 섬유에 부착하여 있는 호제와 불순물을 제거한 후 각종의 염조제를 첨가하여 가공하는 공정에서도 많은 물을 사용하고 있다.

특히, 염색 가공업체가 밀집되어 있는 대구, 반월, 안산지역 염색가공 업체들은 가공 과정에서 다량의 물을 사용하는 다량의 용수 산업으로 일컬어져 왔다. 이들 업체에서 발생하는 염색 가공 폐수들을 처리하는 데 있어서 어려운 점은 각종 염료 및 조제약품들의 색도성분에 대한 원인 및 제거가 확실하게 밝혀지지 않고 있기 때문이다.

이들 염색폐수의 기존 처리방법을 크게 분류하면 화학적 산화법과 생물학적 처리법, 활성탄 흡착법 등이 있는데, 이들은 개개의 방법을 이용하기 보다 조합해서 활용하는 실정이며 방류 기준에 근접한 수치로 배출되기 때문에 섬유 경기가 호황을 맞게 될 경우 공장 증설에 의한 하천의 오염이 증가하고 물 부족 현상은 심화될 것으로 판단된다. 이에 대한 적극적인 대처 방안으로 막(membrane)을 이용하여 폐수를 재이용<sup>1,2)</sup> 하므로써 용수 부족난을 해결하고 환경 오염을 최소화시킬 수 있기 때문에 폐수 처리 기법으로 개발해야 할 필요성이 증가 되어가고 있다.

하수 및 폐수의 재이용 기술로는 물리적, 화학적, 생물학적인 모든 방법<sup>3,4)</sup>을 적용한 종합적인 공법(comprehensive process)이 응용되고 있다. 이러한 공법 중에서 최근에 막분리 기술이 환경분야의 새로운 기술로서 관심이 집중되고 있으며 수처리 분야에서 그 적용이 확산되고 있다. 특히, 막분리 기술 중에서도 UF(한외여과, ultrafiltration) 및 RO(역삼투막, reverse osmosis)을 이용한 공정이 큰 관심의 대상이 되고 있다. 막분리 기술은 방류수 배출허용기준과 같은 법규의 강화추세와 국제적으로 Green Round와 같은 환경적 규제뿐만 아니라 많은 사람들이 요구하는 깨끗한 물에 대한 욕구에도 분리막 기술은 잘 부합되는 공정이며 보다 능동적인 대비책이 될 것으로 판단된다.

본 연구에서는 염색 가공시에 발생하는 염색 폐수를 응집 - 여과 - 막 여과 공정으로 처리하면서

pH, 응집제 사용, 운전압, 막 종류에 따른 제거 효율과 폐수의 재활용에 따른 수질결과에 대하여 연구하였다.

일반적으로 염색 폐수의 경우, 색도 제거시에 양호한 방법으로 알려진 Fenton 산화법<sup>5,6)</sup>을 이용하여 전처리 하였으며, 응집 - 여과 - 막처리 공정을 경과 할 경우 가장 효과적인 COD(chemical oxygen demand) 제거율과 색도 제거율을 보여 주었으며, 이 결과를 참고하여 재활용 가능한 수질의 가능여부를 판단하였으며, 후처리용으로 역삼투막 공정의 도입 필요성 및 그 결과들을 비교 검토하였다.

## 2. 실험 재료 및 방법

### 2.1 실험장치

염색폐수 재활용 시스템에 사용한 실험장치와 처리 flow는 Fig. 1과 같다. 실험장치는 저장조, 응집조, 저류조, sand filter, activated carbon filter, cartridge filter, UF, RO 등으로 구성되어 있으며 크게 전처리 부분과 UF/RO부분으로 나누어져 있다.

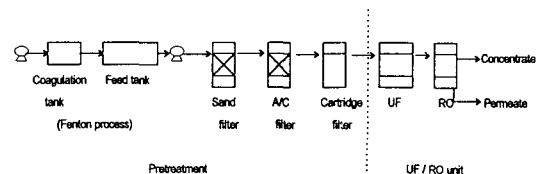


Fig. 1 Treatment process of dyeing wastewater used in this study.

### 2.2 염색 폐수(시료수)

본 실험에서는 염색 폐수로 대구광역시 내 K 염색 공장의 염색 폐수를 채수하여 사용하였다. 그리고 폐수의 성장, 초기유입수의 pH, 사용되는 응집제의 종류 및 첨가 농도를 실험 변수로 결정하고 수질은 Table 1과 같이 pH는 10.4~12.4로 평균 10.8이고, BOD(biological oxygen demand)는 420~560mg/L으로 평균 460mg/L이며, COD<sub>Mn</sub>는 410mg/L으로 평균수질이 거의 일정 하였다.

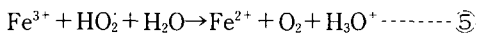
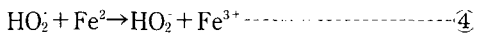
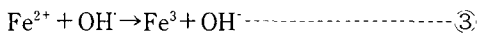
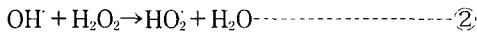
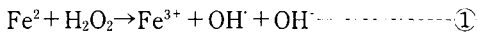
**Table 1. Characteristics of wastewater used in this study** (1997.1~1997.12)

Items	pH	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
Range of value (avg. value)	10/8	410	460	340

\*SS(suspended solid)

**2.2 Fenton 산화처리 공정(fenton process)**

고급 산화법중의 한 방법인 Fenton(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 FeSO<sub>4</sub>) 산화법은 다음과 같은 반응으로 진행된다.



Fe<sup>2+</sup>이 과잉 존재하고 pH가 3이하일 때 ①, ③, ④, ⑤ 반응이 지배적이다. 한편 Kuo(1992)<sup>3)</sup>는 염색폐수의 탈색시 반응온도를 20~70℃로 변화시키면서 탈색의 변화정도를 연구하였는데 50℃에서 가장 효율성이 높다고 보고하였다. 즉, 반응온도가 낮을 경우 탈색에 요구되는 시간이 반응온도가 높을 때 보다 4배 이상 길어짐을 알 수 있다. 따라서, 염색폐수의 막 투입전 전처리 방법으로, 본 연구에서는 기존의 타 응집제보다 염색폐수에서 효과가 좋은 것으로 인식되는 Fenton 산화법을 채택하였다.

**2.3 모래여과 공정(sand filtration process)**

정수 기술로 모래를 이용한 여과법을 이용하였으며 여과속도는 100m/day이하의 완속 여과법을 활용하였으며 여재로 anthracite(specific gravity 1.5-1.6), 공함속도를 16min, inside diameter 10.5cm, length 1.6m의 원통형 용기를 제작 사용하였다.

**2.4 활성탄 흡착 공정(adsorption process of activated carbon)**

활성탄 흡착탑은 다음의 기본적인 사항들을 고려

하여 설계 하였다. 활성탄의 수명은 유입수의 유기물 양과 제거해야 할 색도 성분에 크게 좌우 되는데, 원수의 유기물량이 계절과 생산 공정의 시간대 별 염색가공 oder 조건에 따라 변하므로 이를 고려하였다.

**Table 2. Characteristics of activated carbon**

Items	Specification
Ash Content	6%
Mechanical Strength	92%
Activation Method	Steam
Reaction	pH 5-9
Raw Material	Charcoal
Apparent Density	410g/L
Iodide Number(AWWA)	950mg/L

**Table 3. Column Design**

Items	Specification
Diameter	21cm
Total Length	200cm
Carbon Bed Depth	190cm
Carbon Type	7kg
Particle Size	18~30mesh
Application Rate	3.95m/h
Contact Time(empty bed)	30min.

**2.5 한외여과 공정(ultrafiltration process)**

한외여과막은 일반적으로 이방성구조(asymmetric structure)를 취하고 있는데 분리기능을 가진 표면활성층과 이를 지지하는 sponge층으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 RO시설의 전처리 효과를 높이기 위해 UF 공정을 도입하였으며 연속적인 실험에서 14hrs이 지나면 저장조 역세펌프를 회전시켜 back washing을 함으로써 막내부에 농도 분극 현상을 최소화하도록 운전하였으며 약품(NaOH 0.1%, HCl 0.1%)을 주입하여 막세정 효율을 극대화 하였다. 사용한 UF module 구성은 다음과 같다.

**Table 4. Membrane used in this study**

Items	Specification
Module Type	Hollow Fiber
Size	5"×40", 2EA
Initial Flow Rate	810 l/hr
MWCO	30,000
Max. Oper. Pressure	5kg/cm <sup>2</sup>
Operating Temperature.	45℃
pH	1~14
Material	Polysulfone

\*MWCO(Molecular Weight of Cut Off)

\*제품 : (주)선경

**2.6 역삼투막 공정(reverse osmosis process)**

염색폐수를 재활용하기 위한 마지막 공정, 역삼투막 공정은 다성분인 용질에서 용매만 통과시키는 반투막과 구동력인 압력차를 이용하여 삼투현상의 반대현상을 적용한 방법이다. 즉, 고농도쪽에 압력을 가하여 삼투압차 이상을 넘게 되면 고농도쪽의 용매가 저농도쪽으로 이동하여 분리되는 방법이다. 전처리 공정인 환외여과 공정에서 잘 제거되지 않는 색소 및 이온 성분들의 제거<sup>8,9)</sup>에 매우 효과적이다.

역삼투막은 분리성능에 따라 sea water desalination(SW)용, brackish water desalination(BW), tap water purification(TW)용으로 나눌 수 있는데 SW 급은 염소이온의 경우 98.6%의 제거율을 보이고, BW, TW급은 96%의 최저 제거율을 보인다. TW급은 SW, BW급에 비해서 저압형(최고 사용압력 : 125psi)인테 이는 처리대상이 염분을 많이 함유하고 있지 않은 하수 등을 정수하는 용도로 많이 쓰이는데 SW, BW급에 비해 삼투압이 높지 않기 때문이다. 본 연구에서는 SW급인 Filmtec사의 제품을 사용하였다.

**2.7 재활용을 위한 염색폐수 처리공정의 확립**

본 실험에서는 초기(유입수) pH, Fenton 시약의 첨가 농도, 모래 및 활성탄 공정의 용량, 환외여과막, 역삼투막 등의 pore size 그리고 염색 폐수의 성상이 실험 변수로 작용하였으며 특히, 막처리 공정의 효율성을 위하여 그 전처리 단계인 화학 처리 공정 중에서 많은 방법이 있지만 염색 폐수가 강알칼리성 폐수이므로 중성 및 약산성 범위에서 응집 반응이

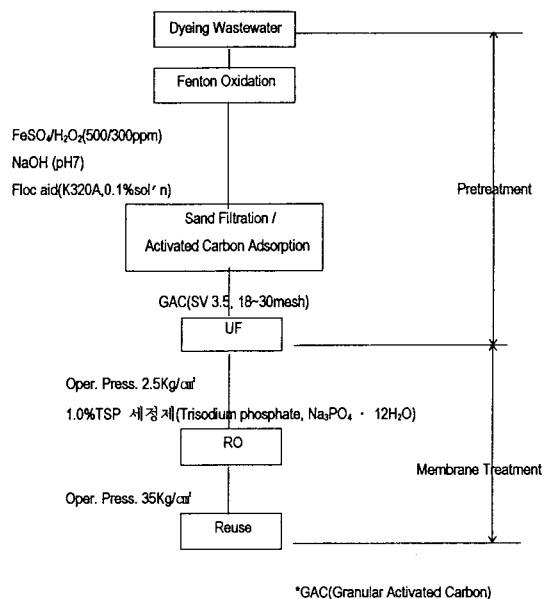
잘 일어나는 Fenton 처리 공정을 채택하였다. 그리고, 막처리 조건의 전체를 위하여 SDI(silt density index)를 5이하로 조정하기 위하여 물리적 흡착 공정으로 Fenton처리 공정 후 모래여과 및 활성탄 흡착 공정을 두어 SS 및 SDI 유발 물질을 제거하므로써 환외여과막 및 역삼투막의 운전조건을 완화시켜 투과 회수율을 높이는 방법을 채택하였다. 그 주요 process는 Fig. 2와 같다.

**Table 5. Membrane used in this study**

Items	Specification
Module Type	Thin Film Composite (SW30-2540)
Size	O.D 2.4"×L40", 2EA
Initial Flow Rate	46L/min
MWCO	300
Max. Oper. Pressure	1000psi(6.9Mpa)
Operating Temperature	50℃
pH Range	2~11
Model	SW30-2540

\*O.D(outside diameter), L(length)

\*제품 : Filmtec사



\*GAC(Granular Activated Carbon)

**Fig. 2 Treatment process of dyeing wastewater used in this study.**

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1 Fenton 산화법 처리 결과

본 실험에 사용된 염색 폐수는 고부하이면서 색도가 높은 관계상 일반적으로 처리 효율이 높고 안정된 Fenton 산화법으로 전처리 하였다. 이 전처리 결과에서 Fenton 시약의 최적반응 온도 및 최적 주입량<sup>10)</sup>을 실험해 본 결과 Fig. 3, 4, 5에서 알 수 있듯이 최적 반응 온도 조건은 50°C이며, 최적 주입량은 800ppm으로 나타났다. 그리고, 반응시간은 COD<sub>Mn</sub>제거율 기준으로 30min.정도가 적절한 최적 반응 시간이라 판단되었다.

또한 Fenton 산화법으로 원폐수를 처리한 결과 Table 6에서와 같이 COD<sub>Mn</sub>은 평균 410에서 206으로 BOD는 460에서 310으로 SS는 340에서 145로 각각 50%, 32.6%, 57.4%의 제거효율을 보여주었다.

Table 6. Result of Fenton's method experiments.

Constituent	pH	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
Range of value (avg. value)	6.95	206	310	145

#### 3.2 모래여과과정(sand filtration process) 처리결과

모래여과 공정의 처리 상황은 Fig. 6에 나타난 바 같이 1차 Fenton 처리 공정을 거친 유입수의 농도가 평균값으로 COD<sub>Mn</sub> 206mg/L 이었으나 모래여과수는 평균 COD<sub>Mn</sub> 184mg/L로 약 10% 정도의 낮은 제거율을 보여주었다. BOD 역시 Fenton처리 공정 후 평균 310mg/L 정도로 유입되어 평균 317mg/L 정도를 배출하기 때문에 거의 제거되지 않고 있었다.

그러나 SS의 경우는 유입시 평균 145mg/L로부터 유출시 119mg/L로 약 18% 정도의 제거효율을 나타냈다.

이러한 결과로 미루어 볼때 입자상 부유물질인

SS인 경우는 모래여과 공정을 거치는 것이 효율적이라고 판단되지만 COD 및 BOD제거에는 효과가 없다고 판단된다.

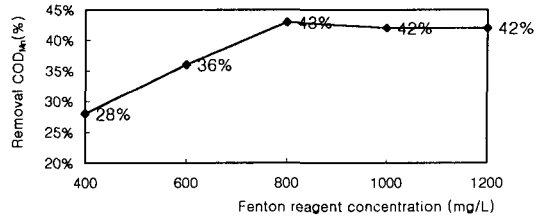


Fig. 3 COD<sub>Mn</sub> removal efficiency by Fenton reagent concentration.

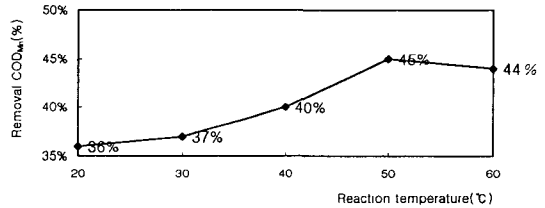


Fig. 4 COD<sub>Mn</sub> removal efficiency by reaction temperature.

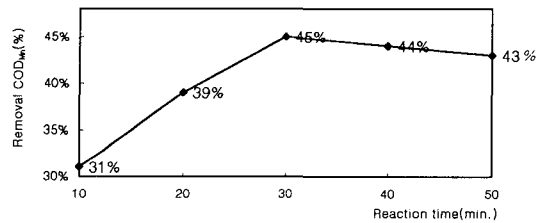


Fig. 5 COD<sub>Mn</sub> removal efficiency by reaction time.

Table 7. Result of sand filtration experiments.

Constituent	pH	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
Range of value (avg. value)	7.0	184	317	119

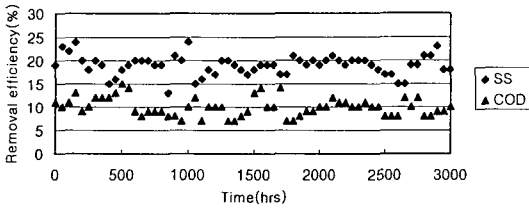


Fig. 6 Removal efficiency after sand filtration.

3.3 활성탄 흡착공정(adsorption process of activated carbon) 처리결과

활성탄 흡착공정에서는 모래 여과후의 유입수가 COD<sub>Mn</sub> 평균값 184mg/L 정도로 유입되어 평균 65 mg/L 정도 처리되기 때문에 평균 65% 정도의 COD<sub>Mn</sub> 제거율을 보여 주었으며 BOD 역시 유입수 평균 317mg/L에서 유출되는 값이 90mg/L로 약 72%의 높은 제거율을 나타내었다.

SS제거도 유입수 평균값이 119mg/L에서 유출수 평균값 37mg/L로 약 69% 정도의 제거율을 나타냈다.

이 활성탄 처리공정의 경우 유입수 부하 농도에 따라 life time도 많은 차이가 있었으나, 약 600시간 정도의 운전 후 교체, 재사용하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

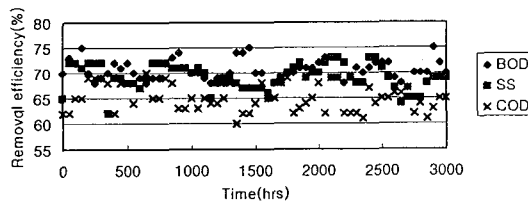


Fig. 7 Removal efficiency after adsorption process of activated carbon.

3.4 한외여과(ultrafiltration) 처리결과

본 연구에서 사용한 한외여과막은 (주)선경 SKUS-206-0830으로 한외여과막 처리에 의해 SS, 경도성 물질, 전도도, 증발잔유물 등의 급격한 제거율을 확인할 수 있었고 특히 N-hexane치가 완벽하게 zero value로 되어 용액중의 유분제거가 양호한 것으로 나타났으며 이로 인해 화학적 전처리로 제거가

어려웠던 N-hexane 추출물질들이 한외여과막을 통과한 후 현저하게 감소되어 후처리인 역삼투막 공정을 고려할 때 매우 안정된 조건으로 실험할 수 있었다. 그러나 한외여과막만 통과시킨다면 잔존물질(예: 경도성물질 및 COD 유발물질)이 아직도 남아있어서 재활용수로 부적합함을 나타내었다.

Table 8. Results of ultrafiltration experiments.

Constituent	pH	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
Range of value (avg. value)	7.4	3.2	7	0

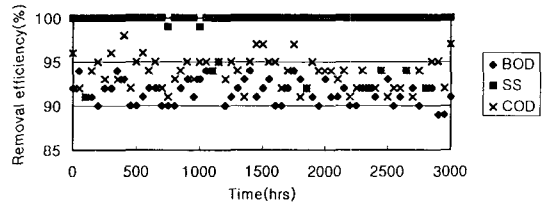


Fig. 8 Removal efficiency after ultrafiltration treatment.

3.5 역삼투막(reverse osmosis) 처리 결과

염색 폐수의 재활용 공정에서 최종 도입된 역삼투공정은 다성분의 용질로부터 용매만 투과시키는 반투막을 이용하고 구동력인 압력차를 이용하여 삼투막의 반대현상을 이용한 공정이다. 한편, 한외여과 및 역삼투막 처리 공정에서는 운전 시간의 경과에 따라서 유입수중에 함유된 용출 성분들이 module 내의 막에 의해 처리되면서 미세 pore를 막히게 하기 때문에 product 양을 기준으로 선정된 주기(초기 flux의 20~30% 감소시킴)별로 막세정 약품을 이용하여 막을 오염시킨 성분들을 세정할 필요가 있었다.

여기서 1.0% TSP(trisodium phosphate)가 64%의 세정효율을 나타내어, 0.2% HCl(세정효율 18.2%), 0.1% NaOH(세정효율 13.7%)보다 우수함을 알 수 있었다.

한편 활성탄 흡착공정 후 염색폐수의 SDI(silt density index) value는 ∞로서 역삼투 공정 처리에

직접 유입하는 것이 타당하지 않다. 왜냐하면, 적어도 역삼투 공정에 적용하려면 SDI 값이 5이하로 유지되어야 하기 때문이다. 따라서 한외여과 공정을 역삼투공정 전단에 설치하여 운용한 결과 SDI value가 0을 나타내고 있다. 한외여과 처리공정에서 SS는 100% 제거효율을 나타내고 색도 제거율은 45~59%의 제거효율을 보였다. 이 결과를 기준으로 한외여과 처리시 염색 용수로 재활용하는 데는 가시광 영역의 wave number 340이상에서 absorbency가 0.3이하의 수치를 보여주는데 이것은 염색 용수로 재활용 할 때 전되도 등에 문제점이 나타날 것으로 판단된다. 따라서 색도를 완전하게 제거하기 위해서는 RO 공정의 도입이 필요하다. Fig. 9에 역삼투막처리 공정의 flux 변화를 368psi에서 515psi까지 나타내었다. 운전온도가 15℃에서 30℃로 변화할 때 각 압력에서 flux가 선형적으로 증가함을 나타내지만 운전 압력만 가지고는 flux의 큰 변화가 없었다.

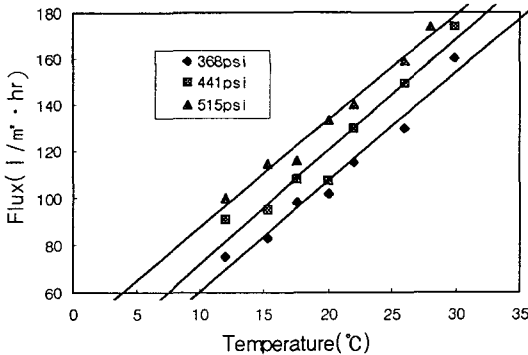


Fig. 9 Flux and temperature relation on the pressure variance.

한편, 역삼투막의 적정 운전 압력 평가 방법으로서 압력 인자를 고려한 정상상태에서 단위 압력당 flux를 압력에 관하여 살펴보면 운전 압력 35[kg/cm<sup>2</sup>]에서 3.2[L/m<sup>2</sup>·hr kg/cm<sup>2</sup>]으로 가장 높았으며 27[kg/cm<sup>2</sup>]일때 3.0[L/m<sup>2</sup>·hr kg/cm<sup>2</sup>]으로 정상상태에 도달함을 보여주었다. 따라서 적정 운전 압력은 27~40[L/m<sup>2</sup>·hr kg/cm<sup>2</sup>]의 범위인 35[kg/cm<sup>2</sup>]이 적절하다고 판단된다.

Table 9에서 알 수 있듯이 RO처리의 결과는 색도 제거율 100%, COD<sub>Mn</sub>제거율 92~98%, 경도 90~98

% 제거, Ca, Mg, Fe 등의 경우에 82~96% 제거율을 나타내었다.

Table 9. Results of reverse osmosis experiments.

Constituent	pH	COD <sub>Mn</sub> (mg/L)	BOD (mg/L)	SS (mg/L)
Range of value (avg. value)	7.1	1.1	2.4	0

#### 4. 결 론

- 1) 본 연구에서 상기 언급한 최적 재활용 공정을 통과한 염색 폐수 처리 최종결과 수질은 아래 Table 10과 같았으며, 최종 RO 공정에서의 결과 수질에서 살펴볼 때, 재활용 가능한 수질을 얻을 수 있었다.
- 2) Membrane을 이용한 염색폐수의 재활용 최적 공정 순서는 다음과 같이 선정되었다.  
염색 폐수 원수 → Fenton 산화(과산화수소 300ppm, 황산제일철 500ppm) → 모래 여과 → 활성탄 여과 → 한외 여과 → 역삼투 → 재활용
- 3) 염색폐수를 재활용하기 위한 RO의 전처리 조건에서 화학처리 방법으로 COD<sub>Mn</sub>, BOD, SS제거율 등이 우수한 것으로 알려진 Fenton산화공법을 이용하여 최적조건인 반응온도 50℃, 반응시간 30분, 최적 주입량 800ppm을 구할 수 있었으며, 염색폐수 원수대비 COD<sub>Mn</sub>제거율 49.8%, BOD제거율 32.6%, SS제거율 57.4%의 결과를 얻을 수 있었다.
- 4) UF나 RO의 원활한 운전 조건을 위해서 전처리로 모래여과공정 및 활성탄 흡착공정을 두어 탁도, SDI 및 SS를 어느 정도 제거하는 것이 membrane공정에 도움이 되는 것으로 나타났다.
- 5) Membrane 운전 조건의 경우 UF는 최적압력이 2.5kg/cm<sup>2</sup>, RO의 경우 35kg/cm<sup>2</sup>dml의 운전 조건이 적절한 것을 알 수가 있었다.
- 6) RO를 통과한 최종 처리 수질을 검토하여 보

Table 10. Results of each process for dyeing wastewater(mean value for 2 months)

Items	Unit	Pretreatment Process				Membrane	
		Raw Water	Fenton process	Sand Filtration	Activated Carbon Process	UF	RO
pH	.	10.8	6.9	7.0	7.2	7.4	7.1
COD <sub>Mn</sub>	mg/L	410	206	184	65	3.2	1.1
BOD <sub>5</sub>	mg/L	460	310	317	90	7	2.4
SS	mg/L	340	145	119	37	0	0
Ca	mg/L	8.54	6.32	6.20	5.84	4.24	0.01
Mg	mg/L	2.50	0.44	0.43	0.42	0.19	0.04
Fe	mg/L	0.72	0.37	0.25	0.1	0	0
Si	mg/L	4.13	0.05	0.07	0.11	0.09	0
SDI		∞	∞	∞	∞	0	0
Conductivity	ms/cm	7.6	14.7	11.3	10.7	3.2	0
Evaporation Residue	mg/L	2845	2960	2700	1840	110	0

\* COD<sub>Mn</sub> : According to KMnO<sub>4</sub> reflux method

\* SDI : Silt Density Index

\* Ca, Mg, Fe, Si : ICP(Inductively Coupled of Plasma)

면 일반적으로 공업용수 및 음용수 수질에 비해서 상당히 양호한 수질로서 일반 염색용수로 재활용할 수 있다고 판단되었다.

- 7) 이상에서 살펴본 바와 같이 염색폐수의 재활용을 위해서는 화학처리 및 막처리를 병행하여 도입 처리함으로써 염색용수로 재활용하는 데 필요한 수질을 얻을 수 있었으며 각각의 처리방법에 한계성이 있기 때문에 이들을 조합 운용하는 것이 타당하다.
- 8) 본 연구에서 염색 폐수를 재활용하는 데 필요한 화학적, 물리적 공정 위주로 공정 방법만 확립한 바 향후 본 연구와 관련하여, UF 및 RO의 운전압력 및 투과속도, 염료 및 염조제별 적정처리공법 및 적정 membrane 선정, 전처리 및 막 오염 세정액 선정, 세정주기, 최적 세정액 선정, 최적운전시간 및 membrane의 life time 등을 공정별로 검토하여 세부적인 실험 결과를 비교 검토할 예정이다.

### 참고문헌

1. TORAY, "Reverse Osmosis Membrane Technical

Bulletin"(1990).

2. 고석문, 박청길, 김오식 "막분리 기술", 동화기술 (1986).
3. 曹煥, 李石榮, 張斗相, 崔相和, 韓國纖維工學會誌, 16(6), 11(1982).
4. 박영규, 이철희, 양용운, "응집-활성오니 공정에 의한 폴리에스테르 감량폐수가 주인 염색폐수 처리", 환경연구, 8(2), 19(1989).
5. W. G Kuo, "Decolorizing dye wastewater with Fentons Reagent", Wat. Res., 26, 7, 881(1992).
6. Richard G. Zepp. "The photo-Fenton reaction Environ.", Sci. Technol. 26, 313(1992).
7. Mark C. Potter. "Concentration polarization with membrane ultrafiltration", Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Develop. 11, 3(1972).
8. Walling C., El-Taliawi, G. M and Johnson R. A., J. Am. Chem. Soc., 133, (1996).
9. Christian barraque 외 23인, "Water treatment hand book", 15ed. Degremout paris, 147, (1979).
10. 한국공업규격(KS M0103), "물의 응집시험방법", 한국공업표준협회(1986).