

일반강연 III-1

분리막을 이용한 염료폐수재활용

김건태, 임성균, 최광호
코오롱 엔지니어링 환경기술연구소

Reusing of dye wastewater by membrane process

G.T. Kim, S.K. Yim, K.H. Choi

R & D Center, Kolon Engineering Inc.

207-2, Mabuk-Ri, Gusung-Myoun, Youngin-City, Kyungki-Do, Korea

1. 서론

국내 산업폐수 발생량 중 소량이지만 오염도가 높고 난분해성이 다량 함유되어 있는 염료폐수는 일반적인 응집침전 + 생물학적처리로는 폐수 방류기준치인 COD_{Mn} 100ppm 이하로 처리하기가 불가능하다. 따라서 S화학에서는 방류수 수질 기준을 만족시키기 위하여 생물학적 처리 후단에 3차 처리로서 분말 활성탄 설비와 같은 고도처리설비를 도입하여 운전하고 있으나 운전비가 과다하고, 분말활성탄의 주입시 미분의 비산으로 인하여 주위시설에 영향을 미치는 것으로 나타났다.

S화학에서는 활성탄처리설비의 문제점을 해결하고 폐수를 공업용수로 재활용하기 위해 일일 1500m³의 폐수 중 750m³에 고도처리설비인 역삼투설비를 적용하였다.

2. 실증 Plant

염료폐수재활용을 위한 시스템의 구성은 모래여과기, 역세형 정밀여과설비, Chemical 설비 및 역삼투 설비로 이루어져 있다.

재활용시스템의 원수는 생물학적 처리 후 활성탄 처리설비로 유입되는 배관에서 1차 저류조를 거쳐 모래여과기로 도입한다. 모래여과기는 0.7 ~ 2mm의 균등계수 1.4이하의 Sand를 충전한 Sand Filter와 0.45 ~ 0.7mm의 균등계수 1.4이하의 Sand를 충전한 Polishing Filter 2단으로 이루어져 있으며, 각 Filter의 Sand 하부에는 자갈을 충전하였다. 모래여과기의 주목적은 부유물질을 1차 제거하여 후단의 역세형 정밀여과설비의 부하를 경감시켜주기 위한 것이며, 역세주기는 1회/1일로 공기역세와 수역세를 수행한다. Filter는 2Sets가 설치되어 1 Set(Sand Filter + Polishing Filter)가 역세공정으로 전환되면 Stand-by 설비가 여과공정을 수행한다. 역세폐수는 기존 공정인 활성오니 폭기조로 순환되어 약품응집처리 후 다시 모래여과기로 유입된다.

역세형 정밀여과설비는 0.2 μ m의 Pore를 갖는 폴리프로필렌 재질의 중공사

모듈, 역세 Tank 및 Cleaning Tank로 이루어져 있으며, 미세 부유물질을 제거하여 분리막 유입기준 수질인 SDI 5이하로 처리한다. 역세형 분리막 표면에 축적된 미세 부유물질은 주기적인 고압 역세공기에 의해 막표면에서 탈착되어 계외로 배출되며, 주기적인 역세에도 TMP(Trans Membrane Pressure : Feed Press와 처리수 Press.의 압력차)가 상승하면, 약품세정에 의해 TMP를 줄여준다. 역세주기는 20분 또는 30분에 1회 수행하도록 설계되었으며, 역세시에는 순간적으로 고압(600kPa 이상)의 역세압력과 다량의 역세공기가 필요하므로 Compressor와 Air Receiver를 설치하였다.

역삼투 유입기준으로 전처리된 폐수는 재활용 수질기준 이하(TDS :100ppm, COD_{Mn} : 10ppm 이하)로 처리하기 위하여 Product Stage로 구성된 역삼투설비로도입된다. 1st Stage는 6 : 3 배열로 Seawater용 분리막을 적용하였고, 2nd Stage는 3 : 1 배열로 Brackish용 분리막을 적용하여 1st R/O에서는 내부 회수율 70%로, 2nd R/O에서는 90%로 설계하였다. 각각의 분리막 모듈은 Hydranautics사의 8040 - HSY - SWC1과 8040 - LSY - CPA2 Model 을 사용하였다.

Chemical로는 생물학적처리수 중에 함유되어 있는 미생물을 살균하기 위한 NaOCl, 미생물 살균 후 잔류하는 염소에 의한 막의 보호를 위해 NaHSO₃, Scaling 생성을 억제하고 pH를 조정하기 위한 Acid, 분리막 처리 후 pH 조정용 NaOH 및 역세형 정밀여과설비와 설비와 역삼투설비의 Fouling 발생 시 세정을 위한 약품으로 구성되었다.

1st R/O에서 발생하는 농축수 150m³/D는 증발법을 이용하여 처리하고, 증발 응축수 120m³/D는 1st R/O 처리수 680m³/D와 1st R/O 처리수조에서 혼합하여 2nd R/O로 처리하도록 설계하였다.

그림1에 개략적인 염료폐수재활용 공정도를 나타내었다.

3. Plant 운전결과 및 고찰

생물학적 처리후 방류되는 폐수를 역세형 정밀여과설비로 전처리 및 역삼투 (Reverse Osmosis : R/O) 처리 후 재활용하였다.

0.2um Pore를 갖는 역세형 정밀여과설비의 수질은 SDI₁₅ 3 이내로 R/O 유입수질 기준에 적합하였고, Cleaning 주기를 TMP(Trans Membrane Pressure) 100kPa로 설정하였을 때, 약 4일에 1회로 나타났다.

CMF 처리수질이 COD_{Mn} 150ppm ~ 300ppm, Conductivity 12000 ~ 15000uS/cm로 유입 될 때, 1st R/O 시스템 회수율 70%, 운전압력 38 ~ 40kg/cmG로, 2nd R/O시스템 회수율 90%, 운전압력 16 ~ 20 kg/cmG으로 운전한 결과, 1st R/O의 처리수 COD_{Mn} 15 ~ 25ppm, Conductivity 150 ~ 200uS/cm, 2nd R/O 처리수 COD_{Mn} 6 ~ 10ppm, Conductivity 15 ~ 25uS/cm으로 나타나, 1st R/O 시스템 COD 제거율은 90% 이상, Conductivity 제거율은 98% 이상, 2nd R/O 시스템 COD 제거율은 50% 이상, Conductivity 제거율은

85%이상으로 나타났다.

4. 참고문헌

1. Stanley R. Karrs, " The Int'l Desal. & Water Reuse", 8(1), 48 ~ 52, (1998)
2. J.P. Kim, "Membrane Journal" 8(2), 94 ~ 101 (1998)
3. J. Lozier, "Microfiltration for Water Treatment Symposium" 61 ~ 63 NWRI, CA, (1994)
4. T.Y. Kim, G.T. Kim & K.H. Choi, "Chem. Industry & Technology", 11(6), 15 ~ 18(1993)

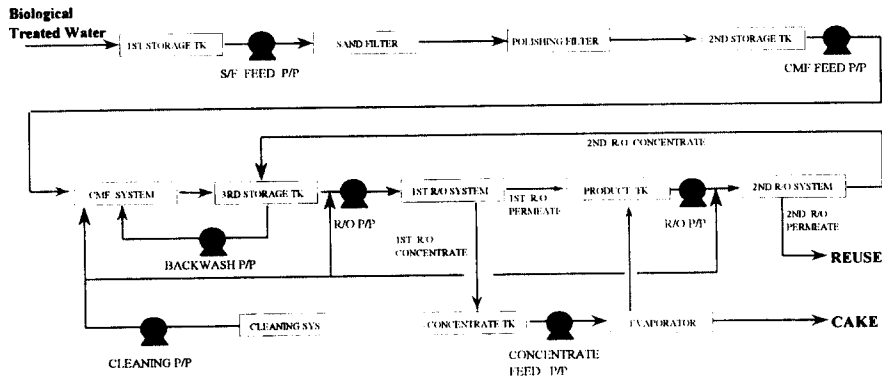


Fig.1 Schmatic Diagram of Dye Wastewater Reusing System

Table.1 Analytical Water Quality of Unit Process

분석항목	단위	원수	CMF 처리수	1st R/O 처리수	2nd R/O 처리수
Conductivity	uS/cm	14800	12800	192	18
pH	ppm	7.8	6.5	5.8	5.6
COD _{Mn}	ppm	220	185	19	6
T-Hardness	CaCO ₃		60	-	-
M-Alkalinity	CaCO ₃		664	27	8
SiO ₂	ppm		12	0.5	-
SO ₄	ppm		4520	30	3
SS	ppm	40	-	-	-