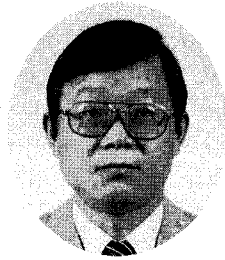


# 염색가공산업 폐수처리

(두번째)



신 항 식

(한국과학기술원·토목공학과(환경분야) 부교수)

## 목 차

- I. 머리말
- II. 방직공정
- III. 폐수의 배출원 및 특성
- IV. 처리목표 및 방류수 수질기준
- V. 폐수의 감량화 기법
- VI. 폐수처리방법
- VII. 결 론
- 참 고

### V-3. 직물 생산공정의 변환

생산기계나 공정을 변화시키므로 폐수량을 줄일 수 있다. 그 대표적인 예를 몇가지 들어보면 회분식 염색기계 대신에 연속식을 사용하면 작은 공간에서 적은 양의 물과 화학약품을 사용하여 회분식과 같은 정도의 효율을 얻을 수 있어 폐수의 감량화를 얻을 수 있고, 수세 공정에서 다단역류(Multiple stage counter flow rinsing system)법을 사용하면 4-5배정도의 수세효율을 높일 수 있으며, 세척수를 뜨거운 물로 사용할 경우에는 발생폐수량이 약 1/3정도로 감소되었음이 보고된 바 있다. 그림. 3은 수세공정에서

역류(counter flow)장치를 보여주고 있다. 또 물을 사용하는 공정을 용제를 사용하는 공정으로 바꾸어 용제(Solvent)를 회수하면 상당량의 폐수를 줄일 수 있다. [1, 4, 7, 8]

### V-4. 재순환 및 재사용

폐수내에 들어있는 유용한 물질을 분리하여 생산공정에 재사용한다면 폐수처리비용의 상당한 감축을 가져올 수 있다. 표백과 염색 공정에서 재사용의 가능성을 살펴보면 다음과 같다. [1, 3, 4, 7, 8]

● Mercerizing 알카리 회수 : 투석이나 원심분리후 증류

● 염료회수 : Indigo염색처럼 1가지의 염료가 사용될때 한의여과(Ultrafiltration)등의 방법으로 회수 재사용이 가능하다.

● 용수의 재사용 : 오염도가 크지 않은 유출수의 재사용하는 방법으로 대개 다음과 같은 경우에 사용된다.

-아주 좋은 수질을 요구하지 않는 공정에 화학약품이 들어 있지 않는 냉각수를 재사용 할

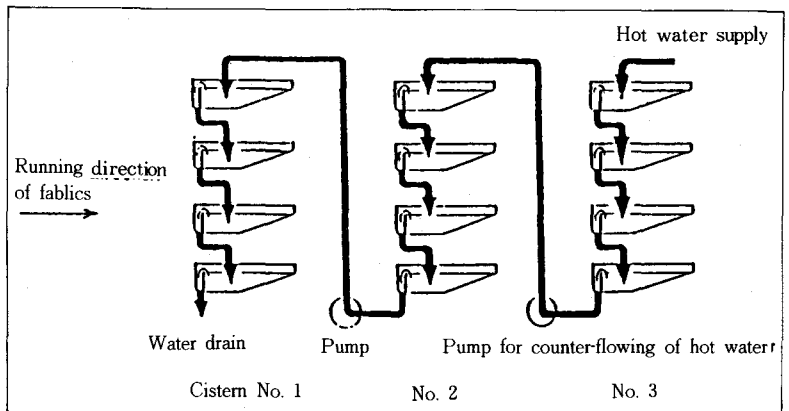


그림. 3 Mechanism of Hot Water Counter Flow Device

수 있다.

- 수증기를 농축 재사용.
- Kiering 공정에 Bleaching 유출수를 재사용한다.
- 상대적으로 적게 오염된 세척수를 재사용한다.

● 열회수 : 표백, 염색 공정등의 유출수는 고온의 폐수를 방출하므로 열교환기를 이용하여 열을 회수한다.

## VI. 폐수처리

면직물 가공공정에서 나오는 폐수의 양과 질에 영향을 미치는 인자는 일반적으로 원료의 불순물함량, 제조공정의 적절한 조작, 공정에 사용되는 화학약품, 유기물회수 및 재사용등과 관련된다. [3] 이 폐수에서 제거해야될 주요오염원은 색도, BOD부하, pH, 높은 온도 등으로 유입수역에서 산소고갈을 방지하고, 수중생물을 보호함을 목적으로 한다. 일반적으로 사용되는 처리법은 물리화학적방법으로 색도 등의 독성물질을 제거하고, 그 유출수를 활성오니법이나 라군(Lagoon)등의 생물학적으로 처리하는 방법이다. [14] 그림. 4는 일반적인 면섬유 처리방법들에 대한 대안들을 보여주고 있다. [1]

일반적으로 폐수처리방법을 선택하기 위해서는 먼저 처리해야될 폐수의 특성과 처리수 배출기준에 대한 평가가 있어야되는데 산업폐수의 특성에 관련되는 일반적인 변수는 유량변동, 온도변동 그리고 다음과 같은 폐수 특성의 변동, 그리고 제조공정과 그 공정에 사용되는 화학약품에 대한 지식이 필요하다. [3,4,5]

이와 같은 정보를 얻기 위해서는 먼저 제품의 생산량, 제조공정의 변동, 오염물의 강도와 발생원에 대한 조사가 선행되어야 한다. 이

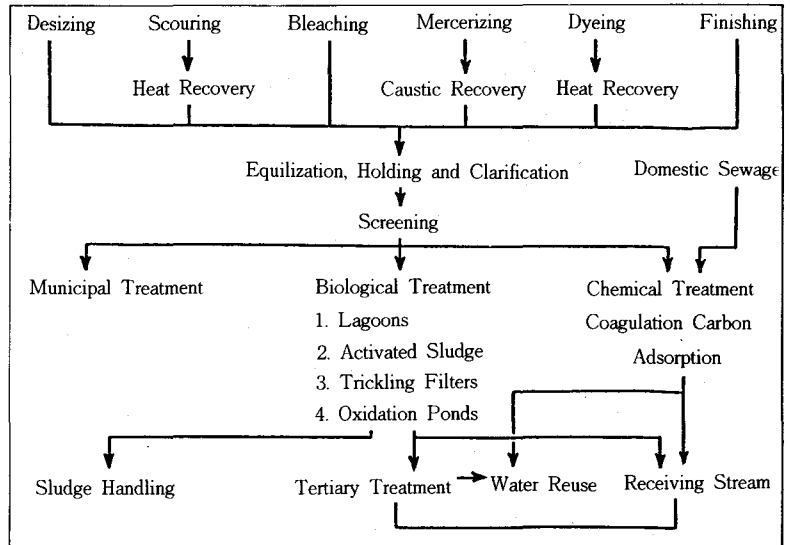


그림. 4 Cotton Waste Processing Flow Chart

런 조사가 계속해서 지속된다면 폐수처리시설의 설계뿐만아니라 용수 질약, 화학약품 사용량의 감축과 오염물이 작게 발생하는 물질로 대체, 공정변환등과 같은 오염원 조절에 대한 여러가지 자료를 알 수 있게 해주므로 면가공 공정의 경우 BOD부하를 75%정도까지 감소시킬 수 있게 된다. [3,4,5]

위에서 얻은 정보를 기초로하여 폐수의 방류기준과 장래의 생산량, 용통성, 공간이용도등을 고려 적절한 처리방법을 선정한다.

현재까지의 자료에 의하면 섬유공장폐수는 활성오니법처리가 가장 실효를 거두고 있는데, 실제 BOD 제거 효율은 85-90%정도이며 처리 효율을 높이기 위해서 부가적인 물

리화학처리등의 전처리가 요구되는 것으로 밝혀졌다. 표. 6는 여러가지 처리공정들이 오염물제거 효율에 대한 개략적인 값을 나타내고 있다. [3,5]

### VI-1. 전처리

각 공정에서 나오는 폐수는 먼저 균등조에서 특성물을 일정하게 만들어 후처리 시설에 충격부하를 줄여주게 되는데, 균등조의 DO 고갈을 막고 황화수소로 인한 냄새와 부식을 방지하기 위해 과산화수소를 주입 시켜주기도 한다. 섬유폐수는 고알칼리폐수이므로 중화조를 두는 것이 효과적이며, 스크린으로 험잡물을 제거 시킨후 2차 처리시설로 방류한다. [1,2,13,15]

pH	Phenol and other organics of concern
Alkalinity or acidity	Oils and grease
BOD-raw and settled	Solids-total with volatile, suspended with
COD-raw and settled	volatile (raw and settled) or settleable
Phosphorus-inorganic and total	Color
Nitrogen-ammonia and organic	Chlorine
Metals-particularly toxic	
Anions-chlorides and sulfates or toxic	

### VI-1. 전처리

각 공정에서 나오는 폐수는 먼저 균등조에서 특성들을 일정하게 만들어 후처리 시설에 충격부하를 줄여주게 되는데, 균등조의 DO 고갈을 막고 황화수소로 인한 냄새와 부식을 방지하기 위해 과산화수소를 주입 시켜주기도 한다. 섬유폐수는 고알칼리폐수이므로 중화조를 두는 것이 효과적이며, 스크린으로 협잡물을 제거 시킨후 2차 처리시

설로 방류한다. [1,2,13,15]

### VI-2. 물리화학적 처리

면섬유 가공공정의 화학적 응집 침전은 생물학적처리에 앞서, 미생물에 독성이 있는 중금속, 염료등을 제거하고 유기물 부하를 줄이거나 생물학적처리 유출수의 수질개선을 위해 사용된다. 응집침전의 반응 기작은 이온층의 압축, 흡착과 전하의 중화, Sweep 응집, 입자

간의 가교결합 등으로 설명되는데 그림. 5와 그림. 6에서 보여 주는 것과 같다. 일반적으로 사용되는 응집제는 lime, alume, ferric chloride, ferrous sulfate, calcium chloride, polymer등인데 주로 불용성이거나 물속에 확산되어 있는 물질의 제거에 효과적이다. [12] 면직물 가공공정 폐수의 색도제거에 일반적으로 alum이 많이 사용되는데 이때 발생하는 슬러지는 농축, 개량, 탈수성 등이 좋지않아 비효과적이고, 양이온 고분자응집제(Cationic polyme)를 이용하고 보조제로 alum을 첨가 했을때 슬러지 처리특성이 향상된다고 최근 보고되었다. 그리고 색도를 제거하기 위해 주입하는 응집제량은 pH, 염료의 종류, 색도 등에 따라 결정된다. [9] 또, 색도제도가 목적일때는 연속식 전해부상법으로 전기분해를 이용하여 염료의 발색단을 산화 또는 환원시켜 처리하는 방법도 연구중이다. [16] 알칼리도가 높은 폐수는 이산화탄소, SOx, NOx 등이 다량 함유되어 있는 굴뚝연기를 뽑아 중화시키면 사용되는 중화 약품을 줄일 수 있다.

### VI-3. 생물학적 처리

면섬유폐수의 2차 처리는 일반적으로 활성화된 호기성 미생물에 의해 유기물을 흡착, 분해시키는 활성오니법이 가장 많이 이용되며, 그 효율이 좋게 평가되고 있지만 재래식의 경우 부하변동에는 강하다는 장점이 있지만, 오니발생량이 많고 침강조에서 고액분리가 잘 되지 않기 때문에 장기포기식이 많이 사용되고 있다. 장기포기식은 발생되는 슬러지가 반응조내에서 내생 호흡(endogemous decay)되도록 설계한 형태로 pH나 온도변동, 충격부하에 상대적으로 잘 견디며, 최소수리학적 체류시간은 3일 정도이

표.6 Anticipated Treatment Removal Efficiencies

TREATMENT UNIT PROCESS	RANGE OF REMOVAL EFFICIENCY IN PERCENT				
	BOD <sub>5</sub>	COD	TSS	Grease	Color
<u>Primary Treatment</u>					
P1-Screening	0-5	-	5-20	-	-
P2-Equalization	0-20	-	-	-	-
PC1-Neutralization	-	-	-	-	-
PC2-Chemical Coagulation (removals vary with chemicals and dosage used)	40-70	40-70	30-90	90-97	0-70
PC4-Floatation	30-50	20-40	50-60	90-98	-
<u>Secondary Treatment</u>					
B1C, B5-Conventional Activated Sludge and Clarification	70-95	50-70	85-95	0-15	Color removals for biological treatment units not documented
B1E, B5-Extended Aeration and Clarification	70-95	50-70	85-95	0-15	
B4, B5-Aerated Lagoon and Clarification	60-90	45-60	85-95	0-10	
B2-Anaerobic Lagoon	50-80	35-60	50-80	0-10	
B3-Aerobic Lagoon	50-80	35-60	50-80	0-10	
B6-Packed Tower	40-70	20-40	-	-	
B7-Roughing Filter	40-60	20-30	-	-	
<u>Tertiary Treatment</u>					
PC6-Chemical Coagulation	(SEE PC <sup>2</sup> ABOVE)				
PC7-Mixed Media Filtration	25-40	25-40	80	-	-
PC8-Carbon Adsorption	25-40	25-60	25-40	-	80-90
D1-Chlorination	0-5	0-5	-	0-5	0-5
D2-Ozonation	-	30-40	50-70	-	70-80
<u>Advanced Treatment</u>					
A1-Spray Irrigation	90-95	80-90	95-98	-	-
A2-Evaporation	98-99	95-98	99	-	-
A3-Reverse Osmosis	95-99	90-95	95-98	-	-

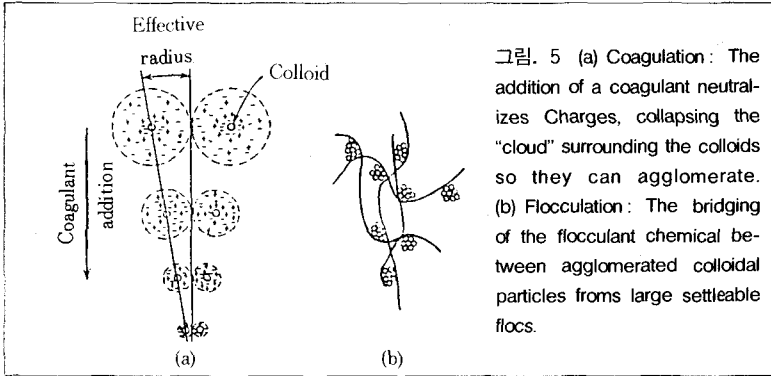


그림. 6 고분자와 입자간 가교결합

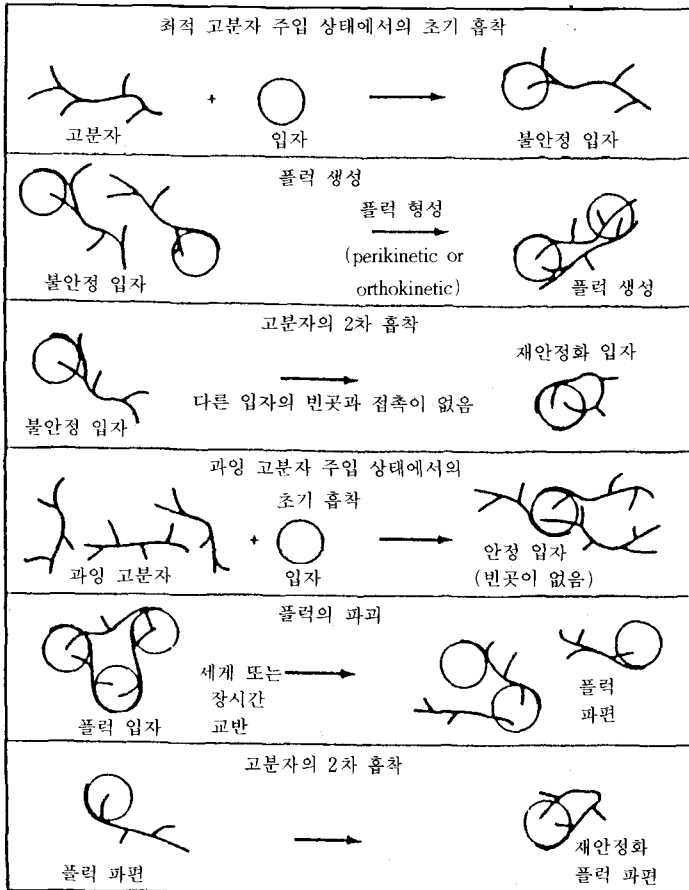


표. 7 재래식 활성슬러지와 장기포기법의 설계인자 비교

설계인자 / 인자	재래식	장기포기법
F / M비 (Kg BOD / Kg MLSS / 일)	0.25	0.01-0.4
MLSS(mg / l)	2500	3000-4000
수리학적 체류시간(시간)	12-24	36-120
BOD 제거효율(%)	90	85-95

다. 표. 7은 재래식과 장기포기법의 설계인자 및 효율을 비교한 것이다.

호기성 또는 임의성라균은 BOD 제거효율이 85-95%로 만족스런 결과를 얻을 수 있지만 부지사용면적이 큰 것이 단점이다. [3,5,11]

섬유폐수는 부유물질이 적기 때문에 1차 침전조는 두지 않는 것이 일반적이며 폐수의 강도가 클 때는 살수여상조를 활성오니조 앞에 두기도 한다. [1,5]

폐수내에 크롬이 56-166ppm 정도로 존재할 경우 생물학적 처리에 영향을 미치게 되므로 전처리가 필요하지만, 페놀(phenol), 아황산(sulfide) 등은 순화된 미생물에 의해 쉽게 분해되기 때문에 크게 문제가 되지 않는다. [2,3] 또 포기조내에 활성탄을 주입시켜 운전하면 충격 부하에 견디는 능력이 커져 색도와 유기물 제거효율이 개선되며 거품문제등을 감소시킬 수 있다.

미생물에 필요한 영양분의 경우 BOD5 : N:P를 100 : 5 : 1로 유지시켜 주어야 하는데 섬유폐수의 경우 질소 성분이 부족하므로 암모니아등을 공급해 주어야 하므로 가정하수와 혼합하여 처리할 수 있다. [3,4]

폐수 내에 함유된 염료는 대부분이 생물학적으로 분해하기 어려우며 분해되더라도 독성물질을 생성할 수 있기 때문에 처리효율에 영향을 미치게 된다. 현재까지 알려진 바로는 미생물에 의해 제거되는 염료는 생물학적 흡착(biosorption)에 기인한다는 것이 일반적인 설명이다. [10] 활성오니조 유입수의 색도는 백금-코발트법으로 40unit 이상일때 미생물에 독성이 있는 것으로 알려졌다. [8]

<내용중 ( ) 표시는 참고문헌 참고표시임>

<다음호에 계속>