



전 병 준

(주)프라임텍인터내셔널

기술영업부장

효율적이고 안정 관리를 위한 산업폐수 처리기술<12>

목 차

1. 산업폐수 처리를 위한 기초 개념

- (1) 현탁 입자의 제거방법
- (2) 슬러지의 침전 부상처리
- (3) 용해성 물질의 제거방법
- (4) 저농도 유기물의 제거방법
- (5) 무기성 오염물의 제거방법

2. 석유화학 공장의 폐수처리

- (1) 정유공장의 폐수처리
- (2) 일반 석유화학 공장의 폐수처리

3. 제지·펄프공장의 폐수처리

4. 합섬·염색공장의 폐수처리

5. 식품공장의 폐수처리

6. 제철·철강공장의 폐수처리

7. 하수·위생처리장의 폐수처리

8. 특정 오염물질의 처리기술

9. 폐수처리 신기술에 대한 이해

10. 폐수 재활용기술과 안정관리

V. 식품공장의 폐수처리

식품공장은 업종이 다양하고, 원료물질도 다양한 성상을 갖고 있으므로 폐수 또한 다양한 특성을 갖고 있다. 그러나 유기물이 폐수의 주 오염물질이기 때문에 수중에 용해성으로 존재하는 경우가 많다. 따라서 단순한 응집침전처리만으로는 유기물의 제거가 쉽지 않은 경우가 많으며, 활성오니처리를 병행하는 것이 일반적인 처리방법이다.

1. 식품폐수의 특징

식품공장의 폐수는 소규모 공장일 경우는 일반 표준활성오법으로도 무난히 처리되는 것이 일반적이지만 알콜발효폐수와 같

〈 표 5-1. 통조림 가공 공장의 폐수 수질에 〉

항 목	공정구분	해동공정	증기혼재	절 단	세 척	기 타	부산물 가공
SS(ppm)		490~550	50~100	480~1,340	10~40	800~1,100	100~600
COD _{Cr} (ppm)		800~1,000	-	800~1,500	40~60	200~400	400~1,000
BOD(ppm)		2,500~3,000	-	1,700~3,000	60~120	500~850	800~2,000

〈 표 5-2. 맥주발효 폐수의 수질에 〉

항 목	공정구분	보리세정공정	HOP Gas 배 수	맥이 Gas 배 수	세정배수 (호모)	세정배수 (용기)	혼합배수
TDS(ppm)		760	2,300	7,200	17,000	800	2,400
유기물(%)		55	93	96	95	60	85.0
응해분(ppm)		640	1,300	800	12,000	700	1,420
SS(ppm)		120	1,000	6,400	4,500	100	1,000
pH		6.5	4	4	4	10.5	7.1
BOD(ppm)		400	3,400	850	20,000	230	1,700

이 용해성이 대단히 높거나 돈육 가공공장이나 어류 가공공장과 같이 고농도의 단백질이나 지방분이 높은 경우에는 일반 처리법으로는 처리가 곤란한 경우도 있다. 《표. 5-1》《표. 5-2》에 대표적인 식품공장 폐수의 수질을 나타내었다.

식품공장의 폐수에는 유기물이 많이 함유되어 있어 COD, BOD가 높은 경우가 많고 특히 경우에 따라서는 단백질이나 동식물유(Normal Hexame Extracts), 부유물질 등의 함유량이 높기 때문에 과도하게 높은 유기물 폐수일 경우에는 활성오니 처리보다는 혐기성 소화조 처리를 실시하는 경우도 많다.

소화조를 실시하는 경우는 BOD농도가 높은 경우에 해당되며, 일반적으로 활성오니처리에 비하여 관리가 까다롭기 때문에 처리공법을 채택할 때에는 충분한 검토가 필요하다.

2. 식품폐수의 일반적인 처리 방법

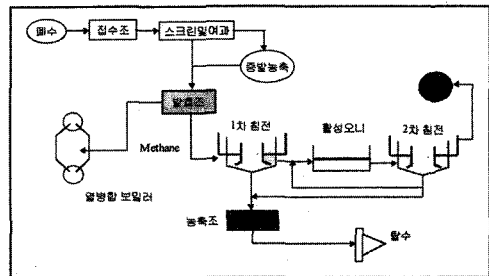
대부분의 식품공장 폐수는 BOD가 100~200ppm 정도 이므로 활성오니법과 같은 생물처리 방법이 중심이 되며, 전처리 용도로서 응집침전법이 채택되고 있다. 또한 BOD가 다소 높아 1단계 활성오니 처리만으로는 방류기준에 근접하는 문제가 있을 경우에는 2단계 활성오니 처리를 실시하기도 한다. 예로서 BOD 2,000ppm 정도의 폐수를 2단계 활성오니법으로 처리할 경우에는 BOD 20ppm 정도까지 저하시킬 수 있으며, 경우에 따라서는 재차 응집침전처리를 실시하여 COD를 제거시키거나 색도를 제거하기도 한다.

한편 주정공장 폐수와 같은 알콜의 증류 폐액은 BOD가 10,000ppm을 상회하기 때문에 활성오니법 보다는 혐기성 소화법이 적당하다.

통상 증류폐액은 온도가 높기 때문에 메탄 발효법(Methane Fermentation)을 사용하는 경우가 대부분이고, BOD 제거율은 80~90% 정도이므로 처리액은 재차 활성오니처리를 하는 경우가 일반적이다. 주정공장이나 어류 가공공장 등 현탁성 물질이 많은 경우에는 전처리로서 Screw Decantor나 원심분리 등의 방법들이 채

택되고 있으며, 무기 응결제로는 철염($FeCl_3$)이 많이 적용되고 있다. 철염이 무기응결제로 많이 사용되는 주요 이유로는 폐수중에 함유되어 있는 황화물 이온 등이 응집과정중에 응집방해인자로 작용하는데 철염을 사용하면 황화물이온이 철염과 결합하여 황화철(FeS)의 형태로 침전되므로 방해인자를 제거하는 부가적인 효과를 나타내기 때문이다.

국내의 경우 식품공장들의 일반적인 처리에서는 처리상의 커다란 문제점이 없는 것으로 알려지고 있으나, 식용유나 육가공업체 또는 특수 품목을 생산하는 공장의 폐수처리에서는 응집처리 과정에서 Floc이 부상하는 문제 등을 겪을 수 있는데 이 경우 설비의 구조가 침전조일 경우에는 Floc의 Carry-over를 방지하기 위해 Fence를 설치하는 방법을 강구하거나, 또는 Carry-Over된 Floc을 제거를 위하여 역상류 방식 등의 Sand-filter등을 검토하는 것이 바람직하다.



【그림 5-1. 주정 공장 폐수처리의 개략적 Flow 예】

3. 식품폐수의 기타의 처리방법

식품공장폐수와 같이 유기물의 함량이 높은 폐수의 처리를 위해 최근에 개선되어 재차 소개되는 방법은 감압 증류방법 등이 있으며, 이를 간략히 소개하면 다음과 같다.

원래 증발분리 방법이나 분별증류법은 Solvent와 같은 휘발성이 강한 물질을 물에서 분리하거나 혼합물 중에서 휘발성이 강한 물질과 약한 물질을 분리하는 석유화

학 공정에서의 분리법으로 많이 적용되는 방법이다. 그러나, 용 폐수처리에서는 증발분리법 자체가 에너지 소모가 큰 처리방법이므로 이용되는 예가 드물고 고농도 폐수의 농축분리에 이용되는 정도에 그쳤으나 최근에는 고농도 유기물질이 배출되는 폐수의 처리에 증발법에 감압장치를 추가한 감압증발법으로 소개되고 있다. 감압증발법이란, 여러 가지 고농도의 악성폐수를 동시에 증발 처리할 수 있는 비합성 처리 플랜트로 미생물, 화학약품, 회석수 등을 사용하지 않고 단순히 물리적 기능에 의해 농축 처리한다. 따라서 고농도 유기물폐수의 경우와 같이 처리가 어렵고 혐기성 소화조의 운전이 부담이 있는 경우에 적용될 수 있다.

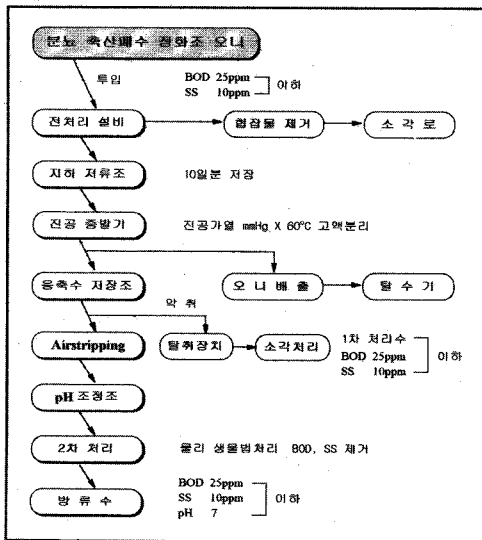
또한 밀폐 감압조건이므로 악취로 인한 시설입지의 어려움과 민원 등을 완화시킬 수 있는 방법이기도 하다. 그러나, 감압증발법은 농축을 동반하는 처리방식이므로 폐수중에 혼합되어 있는 무기물 성분이 석출되어 스케일을 형성하거나 유기물의 비등에 의한 거품의 발생 등 실제 연속 운전과정중에 유발되는 문제점의 해결이나 방지가 운전중의 과제이다. 최근에는 이러한 문제들을

해결하기 위해 소포제와 스케일 스케일방지제를 병용하는 방법까지 적용되고 있는 실정이므로 처리방법을 선택시 충분한 고려가 필요하다.

상기에 언급된 처리공정은 유기물 폐수중 가장 극단적인 폐수인 분뇨처리장의 감압증발법의 Flow로서 이를 살펴보면 다음과 같은 공정으로 구성되어 있다.

분뇨중에 함유되어 있는 고형물, 협잡물을 전처리에서 제거하고 증발기에 투입하여, 내부를 감압 가온하여 분뇨중 유기물의 열적분해와 함께 수분의 증발을 통하여 분뇨중의 오염물 성분을 급속히 농축시킨다. 1차적인 감압증발에서 수분과 함께 증발된 휘발성 유기물 성분은 Stripping과 탈취장치를 통해 휘발성 유기물 성분을 제거한 후 무회석 상태로 방류된다.

한편, 농축된 오염성분은 탈수 제거된다. 탈수기로는 Belt Press가 주로 채택되고, 전처리 설비는 스크린·롤러·스크류프레스·액체 사이클론·원심분리기·콘베이어 소각기로 구성되며, 분처리 설비는 감압증발부인 다중효용관·Air Stripper·A/G Filter·Micro Filter·R/O System으로 구성된다.

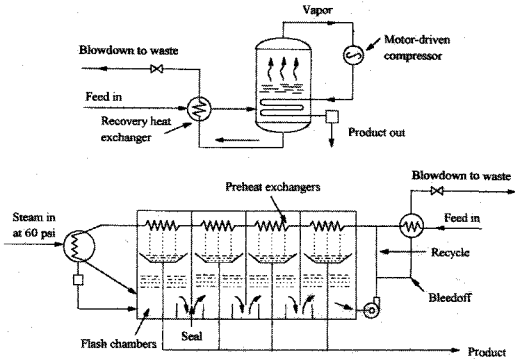


【그림 5-2. 감압증발식 분뇨처리장 Flow 예】

증발분리법의 이러한 처리공정은 비교적 단순하지만 대다수의 운전경비가 필요한 문제가 있으므로 고농도 폐수에서만 검토가 가능하며, 운전시 농축처리 폐액의 탈수처리에서도 상당한 어려움이 따르는 것이 일반적이다. 통상 감압증발공정을 거친 고농도 유기폐액은 Emulsion형상을 띄고 있어 안정한 상태이므로 현탁성분을 포집하는 일반적인 고분자 응집제로는 탈수가 불가능한 경우가 많다.

이 경우 Emulsion Breaking 효과와 함께 응결작용이 있는 철염(FeCl3)를 투입하여 폐수중의 황화물 이온의 제거효과를 함께 얻으며, 고분자 응집제를 병용하여 탈수처리하게 되지만 pH의 재조정이나 최종 Cake의 처리 문제 등이 있게 된다.

따라서 고분자응집제의 적절한 선택이 중요하며, 최적의 탈수제를 선정할 경우에는 단독으로도 완전한 탈수가 가능하다.



【그림 5-3. 증발농축 모식도(上)와 다단식 증발기(下)의 예】.

4. 산화처리방식을 이용한 식품폐수의 기타 처리방법

유기물의 함량이 높고 처리가 대단히 까다로운 경우의 식품공장폐수에서 검토가 가능한 부분으로는 직접적으로 산화제를 이용한 폐수처리방법이 사용되는 경우도 소개되고 있는데 일반적으로 산화제의 요구농도가 높기 때문에 경제성이 문제가 될 수 있어, 소규모악성폐수가 유발공장에 한하여 검토되거나 적용되는 경우가 많다.

일반적으로 산화제를 이용하는 유기물폐수의 처리법으로는 염소(Residual Chlorine)를 직접적으로 주입하여 산화처리하는 방법, 오존발생기를 이용한 오존처리법, 과산화수소를 이용한 Fenton처리법이 소개되는 실정이다. 이들의 주요한 특성과 처리방법은 다음과 같다.

가. 염소처리법

염소는 오존이나 OH free radical에 비해 산화력은 저조하지만 廉價의 산화제로 오래전부터 쓰여 왔다. 염소는 수중에서 가수분해하여 pH 2이하인 경우 Cl_2 로 잔존하고, pH 3-6에서는 HOCl을 많이 형성하며, pH 7 이상에서는 OCl^- 로 잔존한다.

일반적으로 산화력은 산성에서 강한 것으로 알려져 있지만 수질에 따라 알칼리성에서도 적용 가능하다. 또한 오염물이 불포화기를 가진 경우 중간생성물에 의해 수

질을 악화시킬 위험이 있으므로 유의하여야 한다.

염소처리에는 액화염소를 氣化해 물에 용해시켜 농후한 염소수를 만들고 처리수에 주입하여 산화시키는 방법이 주로 사용된다. 따라서 염소주입기를 필요로하며, 현재 많은 형태의 주입기가 있다.

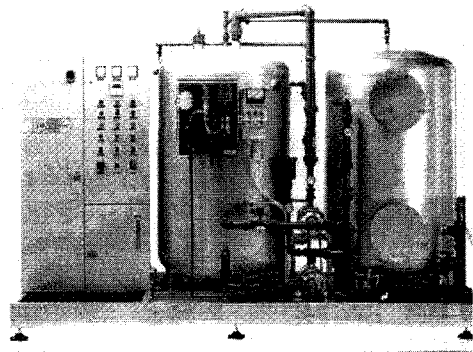
상수의 염소처리에서는 염소가 산화반응에 소비된 후 잔류되는 농도까지 충분히 투입하여야 효과를 얻을 수 있는데 이 점을 Break point라고 하며, 이 방법을 Break point chlorination이라 한다.

그러나 폐수처리에 응용될 경우, 반응 초기 염소는 염화제일철, 황화수소 등의 환원성 물질과 반응하여 소비되므로 실제 유기물 산화에 사용되려면 과잉 투입되어야 하는 점을 고려하여야 한다.

염소산화 방식은 우리 나라에서는 수도수의 살균에 가장 많이 사용되며, 폐수처리에서는 시안폐수 등의 처리에 주로 적용하고 있다. 수도수의 살균에는 잔류염소 농도로 0.2ppm 가량 사용하며, 시안폐수에는 시안농도의 3배 가량 필요한 것으로 알려져 있다.

나. 오존을 이용한 산화처리

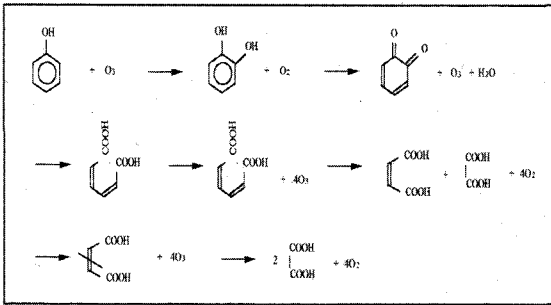
오존은 불소 다음으로 강한 산화력을 가진 천연물질이다. 또한 오존발생장치만 있으면 공기중의 산소를 이용하여 항상 오존을 생성할 수 있으므로 어떠한 경우라도 사용이 가능한 장점을 가진다.



오존발생장치

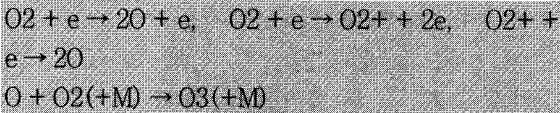
오존은 탈색, 탈취는 물론 시안이나 페놀에 대해서도 강력한 산화력을 발휘하므로 유해물질의 처리에도 효과적이며, 수중에서 산소로 방출되므로 2차적인 오염의 염려가 없다.

오존의 효과에 대한 대표적인 예로 페놀의 산화과정을 설명하면 다음과 같다. (페놀은 대표적인 난분해성 유해물질)



오존처리를 효과적으로 하려면 다음과 같은 설비가 요구된다.

· 오존발생장치



M: 제3의 물질, 공기의 경우 N2, 器壁 등
고전압에서 방전시켜 오존을 생성시키며, 방전전압은 10-20 kV, 주파수는 50-500 Hz로 유지하며, 산소를 이용할 경우 1-12%, 공기를 이용할 경우 0.5-6% 가량의 오존을 얻을 수 있다.

· 접촉장치

산화효율은 오존과 처리수를 얼마만큼 효과적으로 접촉시키는 가에 달려있다. 접촉방식은 크게 Diffuser에 의한 방식과 Injection type에 의한 방식으로 구분할 수 있는데 前者는 처리수가 구조물 내부의 판 사이를 지나며 각 판 사이에 있는 散氣板에서 접촉하는 방식이며, 後者는 접촉조에서 가압펌프를 통하여 오존을 공급 접촉시

키는 방법이다.

전자의 경우 오염물 부하가 높은 물을 처리하는데 효과적이며, 후자는 대규모의 물을 처리하는 공정에서 유효한 것으로 밝혀져 있다.

오존산화처리는 상수처리, 시안폐수, 페놀폐수, 하수의 고도처리, 염색폐수의 처리 등에 효과적인 방법으로 추천되고 있다.

그러나, 오존처리는 폐수처리에 적용하기에는 과도한 초기투자비가 요구되는 단점을 안고 있으며, 개략적인 투자비는 오존1Kg발생당 수천만원선으로 알려지고 있으므로 다량의 오존이 요구되는 폐수처리에서는 경제성이 문제가 된다.

다. 과산화수소를 이용한 FENTON 산화처리

과산화수소에 의한 산화처리(FENTON 산화)는 철(Fe) 촉매 하에서 과산화수소가 Hydroxyl Radical($\cdot OH$)을 형성하며 이 때 형성된 $\cdot OH$ 는 산화력이 매우 강하여 모든 유기물질을 무차별적으로 공격하는 성질을 이용하여 산화시키는 방법으로 유기물에 의한 COD 제거에 효과적인 것으로 알려져 있다. 이 반응으로 유기물은 분해되어 최종 생성물 CO2와 H2O로 되므로 2차의 오염물을 발생시키지 않는 것이 특징이다.

품명	농도	외상	사용용해농도
형산제일철	철 19% 이상	녹색 분말	10 %
과산화수소	H ₂ O ₂ 35%	투명 액체	원액 사용
pH 조정제 (형산, 가성소다)	관계 없음	액체 또는 고체	관계 없음
POLYMER	90 % 이상	흰색 분말	0.1 %

그러나, Fenton처리법은 처리효율을 극대화하기 위해서 과산화수소와 황산철을 투입 후 pH를 3~4 가량으로 유지시켜야 하는 점에 유의하여야만 한다. FENTON 산화처리에는 다음과 같은 약품이 주로 사용된다.

FENTON 산화처리는 산화반응조, pH조정조, 응집조 등의 설비가 요구되는데 이는 효율을 최대화시키기 위해 요구되는 pH와 체류시간을 맞추기 위한 고려이다.

과산화수소와 황산철의 투입량은 COD농도 및 기타 수질요건에 따라 변동되나 일반적으로 과산화수소는 CODMn의 2~3배 가량 투입하며, 황산제일철은 과산화수소의 2배 가량 투입한다. 이 때 과산화수소가 과량으로 투입되면 COD가 상승하며 침전조의 FLOC이 부상하는 현상이 발생할 수 있으므로 유의하여야 한다.

· 산화반응조 (pH 3~4 유지)

과산화수소와 황산제일철을 투입하여 교반 시킬 수 있는 반응조로 폐수유량에 대해 30분~1시간 이상의 체류시간을 가질 수 있는 용량이 필요.

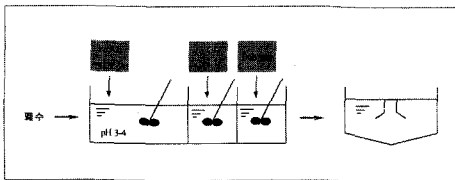
· pH조정조

산화반응은 pH 3~4 가량에서 진행되므로 고분자응집제로 응집시키려면 다시 pH를 중화할 수 있는 설비가 필요.

· 응집조

고분자응집제를 투입하여 최종 응집시키는 설비로 산화처리 후 pH중화된 폐수가 침전조에 도달하기 전에 투입하여 침전이 용이하도록 보조.

· 약품 용해, 투입 설비 (용해 TANK, PUMP)



과산화수소와 황산철을 적정농도로 희석하여 정량 투입할 수 있는 설비

◎ 업종별 산업폐수의 일반적 배출농도(단위 : mg/l)

업종	pH	BOD	COD	SS	N-H
1. 유기화학제조시설	3~12	300~6500	2000~1300		
2. 비료제조시설 • 요소비료 • 인산, 복합비료	7~8 2~4		100~200	100~200 100~150	10~30
3. 합성고무제조시설	4~8	100~500	100~500	100~800	
4. 인화물제조시설	5~9	500~700	500~700	200~300	
5. 비누, 세정제, 제품 제조시설 • 비누 • 개인화장제	12 6~8.5		830 100~300	290 10~50	10~50
6. 고무제품 및 플라스틱 제품 제조시설 • 단이더	5~7		300~600	150~300	5~8
7. 종이제품 제조시설 • 골판지 • 단이류지 • 한지 • 지판용지, 보류지, 순백지 • 화장지(염산) • 생리대, 기저귀 • 초지 • 단보류지 • 마닐라지 • 백상지 • 종상지 • 백리이나 • 한지, 장판	6~7 5~7 8~11 6 7 6~7 4~8 5~7 6~7 6~7 6~8 5	1050 1180 110 800 465 700 500 400~500 900 800 1250 110 510	900 960 60 700 560 400 480 500~550 520 720 900 950 425	1100 1800 320 900 278 750 800 800~1800 640 1200 1100 950 380 180	20 28 4.5 40 28 40 40

업종	pH	BOD	COD	SS	N-H
8. 식품제조시설 • 도시락, 김치 • 양념물고기 • 건농산물 • 밀사료, 경미량 • 두부 • 어분사료, 연육 • 소형, 개질, 초코콜 • 단무지, 오이지 • 도개(우가공) • 유제품, 전지말 • 정미, 구루텐 • 우유, 치즈, 버터 • 라면 • 스낵공장 • 식빵, 피자 • 카스테라 • 조미료, 염류 • 쿠키, 비스켓 • 새우, 꼬조개, 참치 • 굴, 홍합, 건굴 • 통조림 • 주정	7~8 4~10 7.5 6~7 7 5~6 4 6~7 4 7~8 4 8 7.5 6~8 7 6~8 5 8 6~8 6~8 4.2	760 1000 550 900 47000 1500 570 600 1250 2900 2700 1200 310 500 800 3400 2300 2000 2000 60000	300 700 500 34000 500 530 480 1400 1700 2500 720 150 460 700 1400 2100 1800 1500 43000	300 750 470 350 52000 500 340 620 2100 1700 340 130 490 500 950 420~1500 970 22000 -30000	20 50 20 6500 1000 22 60 340 200 7 75 5 42 50 20 40 9 150 80
• 주정(증자용) • 맥주, 약가 • 안두, 순백지 • 톨가스, 튀김 • 전지오징어 • 홍개살 • 두유 • 오징어, 가지미 • 명태, 연육 • 간장, 분질, 고추장 • 짜장	3~4 5 6~8 7~8 9~10 7 6~8	25000 12000 530 1000 1020 3200 450	24000 -35000 500 550 780 1500 520	60000 -30000 200 400 300 770 370	40~50 60 40 30 210 28

업종	pH	BOD	COD	SS	N-H	
<ul style="list-style-type: none"> •우유류,빙하유 •커피,블리더 •선반,물안,보도당 •포도주,분도당 	7 5-6.5 7 10	440 2200-2700 900 2400	220 1500-1700 810 1900	240 1100 190 260	120 170-300	
9. 가죽,인피,제품제조시설	4-12	1200-2000	600-1600	1200-3500	70-150	Cr ³⁺ 40-100
<ul style="list-style-type: none"> •우피 •도피 •양피 •오리털 •양크,아우,로커 •비나 •의류지,생선지 •신발가죽 	4-10 4-11 8-10 3-5	1500-2500 200-400 1200 2000	1800-3200 1100-2400 220-420 1800	1000 210-280 290-360 260	1000 210-280 260	Cr ³⁺ 15-30 Cr ³⁺ 50
10. 1차금속제조시설	1-5	200-300	200-300	1000-	5	Cr ³⁺ 65-20
11. 금속광업시설	3-8	250-300	250-300	500-800	9	
12. 비금속광업시설	3-8			5000-8000		
13. 비금속광물제조시설	6-7	200-300	200-300	1500-		Pb 10-30
14. 인쇄,출판시설	2-12	400-600	400-600	100-400		
15. 사전처리시설	6-8	200-300	200-300	250-300	20-30	
16. 병일시설	4-8	250-300	250-300	250-300		CN, Cr ³⁺ 대장균
17. 인쇄,시험시설	3-12	100-300	100-300	100-200	5	중금속류
18. 가공,금속제조시설	2-3	200	200	50	12	Zn, Cr ³⁺ , Pb, Cu

업종	pH	BOD	COD	SS	N-H	
<ul style="list-style-type: none"> •시, 샷시 •치킨 •주조,양조기어 •면도제 •분트 •금속버스무스 •산회 •물리반원 •세탁,면,면세서 •관아원식 •지축차부품 	2-3 6-7 4-10 6-10 1-3 4		60-100 250-320 300-900 500 200 180	40-90 310-410 150-300 220 300 440	5 7 15-40 150 40 10	Cu, Cr Zn, Cr ³⁺ , Pb, Cu Zn, Cr ³⁺ , Pb Zn, Fe Zn, Cr ³⁺
19. 섬유제품제조시설						온도, 색도
<ul style="list-style-type: none"> •이코털시염색 •염색, 표백 •화섬염색 •화섬, 혼방염색 •L, I, 인염색 •폴리에스테르염색 •리아론시염색 •세모가공 •면, T/C, 면시염물 •자연섬유사 •혼방, 면, 이코털직물 •방직사, 원사, 가공사 •직물 •T/C, 직물 	3 4-12 11 11 9 12 8 10 10-11 6-12 9-12 12 10 9-12	490 410 240 340 510 1100 180 6000 1600 180 600 350 760 410	310 350 220 310 410 1300 180 6000 1180 190 400 300 610 430	120 160 240 240 260 850 100 4000 730 130 300 200 460 380	6 8 8 42 50 42 600 30 160 5 200 58 20	

〈업종별-용도별 공업용수의 적정 표준수질(공업시험원 임의제정)〉

업종	용도별	탁도 (degree)	pH	암모니아질소 (ppm as NH ₃ -N)	경도 (ppm as CaCO ₃)	총 발산량 (ppm)	염소이온 (ppm as Cl ⁻)	질소 (ppm as N)	망간 (ppm as Mn)
식품제조업	냉각용	10	7.0	35	50	75	30	0.10	0.10
	세척용	5	7.0	35	50	75	20	0.10	0.10
	원료용	1	7.0	60	60	80	20	0.10	0.10
	온습조용용 제품처리용	10 1	7.0 7.0	50 40	50 30	80 80	30 10	0.10 0.10	0.10 0.10
섬유공업 (염색 제외) 의류·가단 섬유제조업	냉각용	20	7.0	60	50	200	30	0.10	0.10
	세척용	20	7.0	50	50	200	20	0.10	0.10
	온습조용용 제품처리용	20 20	7.0 7.0	60 50	60 50	150 150	20 15	0.10 0.10	0.10 0.10
염색공업	냉각용	20	7.0	50	50	100	100	0.05	0.10
	세척용	1	7.0	50	100	50	20	0.05	0.05
	원료용	1	7.0	50	10	50	10	0.10	0.01
	온습조용용 제품처리용	1 1	7.0 7.0	50 50	20 10	50 50	10 10	0.05 0.05	0.05 0.05
발전제조 중이공용 제조업	냉각용	10	7.5	50	100	150	30	0.05	0.02
	세척용	5	7.5	30	30	100	10	0.05	0.02
	원료용	5	7.0	50	80	80	30	0.05	0.02
	온습조용용 제품처리용	2 5	7.0 7.5	50 40	50 50	100 100	10 50	0.05 0.05	0.02 0.02
	화학공업	냉각용	20	7.0	50	50	200	80	0.10
세척용		10	7.0	50	50	80	20	0.10	0.05
원료용		10	7.0	40	40	70	10	0.10	0.05
온습조용용 제품처리용		15 10	7.0 7.0	70 50	60 50	130 100	20 15	0.10 0.10	0.05 0.05
석유·석탄 제품제조업		냉각용	30	7.0	40	50	200	10	0.10
	세척용	6	7.0	40	50	200	5	0.05	0.01
	원료용	6	7.0	40	50	150	5	0.05	0.01
	온습조용용 제품처리용	6 1	7.0 7.0	90 50	80 50	200 100	5 5	0.10 0.05	0.01 0.01
	고유·제혁 오일제조 동해생제조업	냉각용	20	7.0	60	50	200	30	0.10
세척용		20	7.0	50	50	200	20	0.10	0.10
온습조용용 제품처리용		20 20	7.0 7.0	60 50	60 50	150 150	20 15	0.10 0.10	0.10 0.10
철강업		냉각용	30	7.0	100	200	300	100	-
	세척용	30	7.0	100	200	300	100	-	-
	온습조용용 제품처리용	20 20	7.0 7.0	100 100	100 100	200 300	50 50	-	-
	비철금속· 금속제품· 가공업	냉각용	20	7.0	40	60	300	20	0.10
세척용		16	7.0	40	50	300	10	0.10	0.10
원료용		20	7.0	40	60	200	10	0.10	0.10
온습조용용 제품처리용		20 20	7.0 7.0	40 40	60 50	200 300	10 10	0.10 0.10	0.10 0.10

다음호에 계속...