



방지사설의 설치 및 적정 운영관리 기술

| 연재 |

II. 방지사설의 설계

2. 공정별 설계기준

2-1. 물리·화학적 처리시설

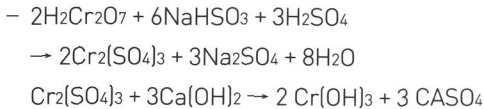
2-1-10. 환원시설

| 기 능 |

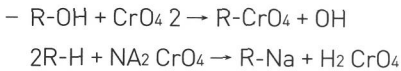
6가 크롬이 함유된 유독한 폐수에 PH 2.5~2.8이 되도록 H₂SO₄를 주입한 후 NaHSO₃을 주입하여 무해한 3가 크롬으로 환원시키는 시설

| 종 류 |

1) 산성환원 침전법



2) 이온교환법



3) 전기분해 환원법



| 설계기준 |

- 1) 체류시간은 15~30분
- 2) 교반속도 120~180rpm
- 3) 교반기 type : W/Drive 또는 VS motor 로 설치한다.
- 4) 조의 형태는 폭 = 길이 = 깊이 → W:L:H = 1:1:1-1.2

| 운전요령 |

- 1) 환원조에서 H₂SO₄ 용액으로 PH는 2.5~2.8을 유지하고 NaHSO₃ 용액으로 ORP 250~330mV로 유지한 상태에서 15~30분간 반응시켜 황색의 폐수가 등적색

에서 청록색으로 육안식별이 가능할 때까지 반응시킨다.

- 2) 환원처리한 후 중화제 주입시 Ca(OH)₂를 사용하는 것이 경제적이고 안전하다.

| 처리효율 |

일반적으로 6가 크롬 80~95% 제거 가능
처리수의 6가 크롬은 0.1mg/l 이하까지 가능

2-1-11. 산화시설

| 기 능 |

CN 폐수에 NaOCl, Cl₂, HOCl, KMnO₄ 등의 산화제를 주입하여 CO₂ 와 N₂ 로 분해시켜 제거하는 시설
부가적으로 COD와 ABS 및 n-H의 제거기능이 있음

| 설계기준 |

- 1) 체류시간 : 제1산화조 10~20분
제2산화조 30~40분
- 2) 교반속도 : 120~180rpm
- 3) 교반기 type : W/Drive 설치
- 4) 조의 형태 : 폭 = 길이 = 깊이(1:1:1~1.2)

| 운전요령 |

알카리성 연소주입법에서의 운전요령은 제1산화조의 PH를 10.5~11로 조정하여 산화제 NaOCl 주입시 ORP는 300~350mV로 유지시킨 상태에서 10~20분 정도 반응시키고 제2산화조의 pH는 7.5~8.0으로 조정하여 ORP는 600~650mV로 유지시킨 상태에서 30~40분간 반응시킨다.

| 처리효율 |

고농도일 경우 CN 80~95% 정도의 제거효율을 갖으며 일반적으로 처리수의 CN은 0.1mg/l 까지 가능하다.
COD는 20~100mg/l(주로 저분자유기물이나 환원제에 의한 무기성COD) ABS는 10~20mg/l, n-H은

5~15mg/ℓ 정도 제거

2-1-12. 여과시설

| 기 능 |

화학적 및 생물학적 처리후 처리수 중에 남아 있는 미세한 SS성분을 제거함

| 설계기준 |

- 1) 급속여과기 여과속도 : 5~24m³/m²/hr(7~15m³/m²/hr 범위가 바람직)
단 최대 여과속도 20m³/m²/hr 적용시는 유입속도가 100mg/ℓ 이하여야 한다.
- 2) 생물학적 처리수에 대한 적용 여과속도의 최대값은 14m³/m²/hr이다.
- 3) 높이: 직경 = 2:1을 넘지 않게 한다.
- 4) 순수충진층(여과층)의 높이는 통상 여과탑의 직경과 같게 한다.
- 5) 총 높이는 역세시 팽창률을 고려하여 여과층에 대해 50~100% 여유고를 둔다
- 6) 역세시 수리학적 부하율은 30~50m³/m²/hr

| 처리효율 |

유출수는 SS 5~20mg/ℓ 정도, 제거되는 COD/BOD는 약 10~20mg/ℓ 정도 제거 가능

2-1-13. 흡착시설

| 기 능 |

여과시설을 거친 처리수 또는 화학적 생물학적 처리수에 대하여 잔존 BOD, COD의 제거, 탈취, 합성세제의 제거 기능을 가짐

| 설계기준 |

- 1) 수리학적 부하율을 하향류, 상향류 모두 5~12m³/m²/hr
- 2) 역세시 수리학적 부하율은 하향류인 경우 25~50 m³/m²/hr
- 3) 전체 높이 대 직경의 비 2:1로 한다
- 4) 순수충진층(활성탄층)의 높이는 통상 흡착탑의 직경과 같게 한다.
- 5) 접촉시간 : 15~30분
- 6) 하향류에서 Carbon size : 8×30 mesh이며 상향류의 경우는 12×40 mesh이다.

- 7) 사용되는 Carbon 성상은 석탄질로써 ks규격 2~3급이 바람직함

| 처리효율 |

- 1) 처리대상 폐수, 활성탄 type 및 소요량에 따라 다르나 일반적인 유기폐수의 경우 30~45분 접촉시간으로써 Cabon 1kg 당 0.2~0.8 kg COD 의 범위
- 2) 유출수 최고 0.5~15 mg/ℓ COD 까지 가능하다.

2-1-14. 살균시설

| 기 능 |

폐수내 병원균을 함유하거나 함유할 수 있는(부패가능한) 폐수의 경우 방류직전에 살균처리하며 살균효과는 살균 후 살아 있는 지표세균인 대장균군의 농도 또는 잔류염소 농도로써 판단한다.

| 종 류 |

Cl₂, NaOCl, CaOCl, O₃ 폐수 살균처리에는 일반적으로 차아염소산(NAOCL)을 많이 사용함

| 설계기준 |

- * 차아염소산소다를 사용할 경우

 - 1) 접촉시간은 15분 이상으로 한다.
 - 2) 약 액조는 약 7일간의 저장에 알맞으며 내식성의 용기로 한다.
 - 3) 주입량은 정수의 경우 Breakpoint curve에 의한 결정을 하지만 폐수에서는 5~30mg/ℓ 정도 주입량이면 된다.(Breakpoint까지는 필요 없다.)

2-1-15. 농축시설

| 기 능 |

탈수처리전 슬러지부피를 감소시킴으로써 탈수효율을 증대시키는 기능

| 종 류 |

중력농축, 부상농축, 원심분리농축

| 설계기준 |

- * 중력농축의 경우

 - 1) 월류부하는 16.3~32.6m³/m²/day로 한다
 - 2) 고품분 체류시간은 0.5~2day이며 하절기에는 낮은 값, 동절기에는 높은 값을 사용한다.
(여름철에는 미생물농도 활동도가 높음)

- 3) 유효깊이는 3~3.7m으로 한다
- 4) 유입슬러지에 대한 고형물부하 및 농축 전·후의 농도는 다음과 같다.

슬러지 종류	고형물부하 (kg/m ³ .day)	고형물 함유량 (%)	
		농축 전	농축 후
1차 슬러지	98 ~ 146	2.5 ~ 5	8 ~ 10
활성슬러지	24 ~ 29	0.5 ~ 1	2.5 ~ 3
1차+활성슬러지	29 ~ 49	4 ~ 5	5 ~ 10

2-2. 생물학적 처리시설

2-2-1. 폭기시설 - 호기성처리

| 기 능 |

활성슬러지에 의한 유기성물질의 산화, 슬러지의 증식 자기산화 등 생물학적 반응을 진행시켜 유기물을 제거하기 위해 이에 필요한 공기(산소)를 주입하고 교반하는 시설

| 설계기준 |

구 분	표 준	참기폭기
F/M 비(KG BOD/KG MLSS.D)	0.15 ~ 0.4	0.05
SRT(day)	4 ~ 8	30
폭기조 체류시간(hr)	8 ~ 24	24이상
BOD 용적부하(kg/m ³ .d)	0.3 ~ 1.0	0.1 ~ 0.3
산소요구량(kg BOD 제거량)	0.8 ~ 1.1	1.4 ~ 1.6
슬러지 반송률(%)	30 ~ 100%	100 ~ 300%
MLSS(mg/l)	1500 ~ 4000	5,000 ~ 12,000

* 폭기조 설계는 최근 개발되는 기술, System에 따라 많은 차이가 있으며, 특히 기질에 따라 미생물을 이용한 분해효율이 영향을 받으므로 이에 따라 폭기조 Size 결정이 달라진다.

| 운전요령 |

- 1) 유입페수의 성상을 계속적으로 조사하여 충격부하가 없도록 해야 한다.
 - 시간별 최대배출량 및 평균배출량
 - 최대오염도 및 평균오염도
 - N.P 저해물질농도, 수온 PH 측정
- 2) 적정 F/M 비를 유지하여야 한다.
- 3) 폭기조의 DO는 2 mg/l 전·후로 유지한다.
- 4) BOD:N = 100:5-15:1-5 으로 BALANCE를 유지
- 5) 온도: 15 ~ 25℃(최적 수준)
- 6) PH: 6.5~8 수준

- 7) 유입수의 독성물질이나 고농도유기물 농도유입시 미생물의 SHOCK로 효율에 직접적 영향을 미치므로 관리 필요

* 기타 상세한 사항은 생물학적 처리시설 참조 요망

| 처리효율 |

폭기조 유입 BOD, 운전조건, 공법특성 등에 따라 BOD 기준 60~95% 제거율

2-2-2. 소화조 - 혐기성처리

| 기 능 |

고농도유기물(CODcr : 5,000mg/l 이상)을 LNG(메탄 GAS)로 전환시켜 ENERGY를 생산할 수 있으며 슬러지 발생량과 전력 소모량 및 소요부지면적이 호기성에 비해 1/10~1/20 수준이므로 매우 경제적이다.

| 설계기준 |

구 분	혐기성(UASB TYPE)	호기성
SRT(day)	150 ~ 300	5 ~ 30
체류시간(hr)	의미 없음	8 ~ 24
BOD 용적부하(kg/m ³ .d)	10 ~ 20	0.5 ~ 1.5
산소요구량(kg BOD 제거량)	0	0.8 ~ 1.6
슬러지생산율(kgMLSS/kgBOD)	0.01 ~ 0.015	0.6 ~ 0.7
MLSS(mg/l)	50,000 ~ 100,000	2,000 ~ 6,000
DISTRIBUTOR	유입수분산이 용이할 것	-
SEPARATOR	가스와 슬러지분리가 용이하며 정류기능 구조	-

| 장 점 |

- 1) 유용한 천연가스(메탄)를 얻을 수 있다.
(메탄 생성율 : 0.35m³/kgCODcr / 발열량 10,000Kcal / m³)
- 2) 산소를 전달할 필요가 없으므로 BLOWER 동력이 필요 없다.
- 3) 슬러지 발생량이 극소량이고 슬러지(GRANUL 상 슬러지)는 판매할 수 있다.(\$200/m³)
- 4) BOD부하가 높으므로 부지가 약 1/10로 절감된다.
- 5) 영양염 비율(N/P)을 고려할 필요가 없다.
- 6) 유기염소계 화합물의 처리가 가능하다.
- 7) 장시간 운전정지(1년 이상) 후에도 정상 가동이 가능하다.

| 단 점 |

- 1) 후처리로 호기성처리가 필요하다.

[처리수 BOD : 500~2000mg/l]

- 2) 가온설비가 필요하다.(35~40℃)
- 3) 운전에 호기성처리보다 더 높은 수준의 경험과 기술이 필요하다.

| 처리효율 |

- 1) CODcr 기준 80~90% 제거율
- 2) 처리수 BOD 500~1500mg/l 내외

2-3. 고도 처리시설(질소/인)

2-3-1. 탈인 시설(혐기조)

| 기 능 |

원폐수중의 유기물을 이용하여 탈인미생물(X-PAO)이 인을 방출함(LUXY-UPTAKE)

| 설계기준 |

체류시간(hr)	0.5HR ~ 1HR
----------	-------------

공법에 따라 차이가 많음.

| 운전조건 |

DO(mg/l)	0
질산염/아질산염(mg/l)	0
ORP(mV)	-300
PH	6.5 ~ 7.5

| 처리효율 |

원폐수의 기질과 질산염과 아질산염의 농도에 따라 차이가 큼. 혐기조에서 방출되는 인의 양에 최대 8배 정도를 후단 포기조에서 과잉 섭취할 수 있음.

본 설비를 설치할 경우 일반적인 활성오니법에서 제거되는 인의 양에 약 1.5~2배 내외로 추가 제거 가능. 따라서 고농도의 인의 제거는 곤란하며 이 경우 화학처리법을 병용해야 함.

2-3-2. 탈질 시설(무산소조)

| 기 능 |

질산화조에서 유입되는 질산염과 아질산염을 전자수용체로 이용하고 유기물을 전자공여체로 이용하여 무해한 질소가스로 환원시켜 제거함.

이때 탈질조의 위치가 질산화조 전단에 위치할 경우 전탈질법으로 분류하며 전자공여체는 원폐수중의 BOD를 이용

하게 된다.

탈질조의 위치가 질산화조의 후단일 경우 전자공여체는 외부에서 공급되어지는 BOD(예:메탄올, 초산 등)가 필요하다. 이를 후 탈질법이라 한다.

| 설계기준 |

구 분	전탈질	후탈질
체류시간(hr)	2 ~ 8HR	2 ~ 5HR
공법과 질소농도에 따라 차이가 많음.		
비탈질율(kgNO ⁻ -N/kgMLSS.day)	0.05 ~ 0.1	0.1 ~ 0.15

| 운전조건 |

DO(mg/l)	0
ORP(mV)	-50 ~ -350
PH	6.5 ~ 8.0
수온(℃)	12이상(최적 20이상)

| 처리효율 |

1) 전탈질법

- 제거율 : 대체적으로 50%~70%
- 영향인자 : 원폐수의 기질과 유효성
(저분자이며 지방족화합물일수록 유리함)
내부반송율과 질산화율
(과도한 내부반송은 질화조의 응존산소를 공급하는 역할을 하므로 질산화율과 탈질현황을 보면서 조절)

2) 후탈질법

- 제거율 : 대체적으로 70%~90%
- 영향인자 : 질산화율
외부 탄소원 주입량

3) 조합법(전탈질법 + 후탈질법)

- 제거율 : 운전조건에 따라 80%~95%

자료제공 : 환경보전협회 환경연수처

다음호에 계속 ...