

수질오염 방지시설 설치 및 운영관리 기술

◆ 연재

IV. 방지시설의 운영관리

4. 폐수처리 설비의 유지관리

4-3. 생물학적 처리시설중 활성슬러지법 종류와 특성

- * 주로 활성슬러지법을 중심으로 설명함
- * 각종 활성슬러지법의 조작조건

공 정	SRT(days)	F/M비 kg BOD/kg MLSS · day	용적부하율 kg BOD/m ³ · day	MLSS 농도 mg/l	폭기시간 hrs	Qr/Q 비
plug flow법	5~15	0.2~0.5	0.31~.64	1500~3000	8~24	0.25~0.75
complete mix법	5~15	0.2~0.6	0.8~1.92	2500~4000	8~24	0.25~1.0
접촉안정화법	5~15	0.2~0.6	0.96~1.2	1000~3000 4000~10000	0.5~1.0 6~12	0.5~1.5
장기폭기법	20~30	0.05~0.15	0.2~0.4	3000~6000	24~48	0.5~1.5
산화구법	10~30	0.05~0.3	0.08~0.48	3000~6000	8~36	0.75~1.5
단계식 부하법	5~15	0.2~0.4	0.64~0.96	2000~3500	8~24	0.25~0.75
순산소법	3~10	0.25~1.0	1.6~3.2	2000~5000	6~8	0.25~0.5
bio-media	5~15	0.2~1.0	0.5~2.0	5000~20000	8~24	0.5~1.5

4-3-1. 압출류법(plug flow)

재래식 활성오니법(수로형식의 다단계 폭기방식) 폭기조 구조가 일방적 흐름으로 흐르며 미처리 유기물의 불규칙적인 배출현상을 방지할 수 있다. 또한 bulking 현상도 감소시킬 수가 있다. 유입수 농도가 높거나 문제점이 있을시 영향을 많이 받는다

4-3-2. 완전혼합법(Complete Mix)

폭기조 전체가 완전 혼합폭기되는 방식으로 대부분 1조의 폭기조이다. MLVSS, O₂ 요구량이 전체가 동일하며 유입수의 농도변화 chock에 영향이 적은 장점이 있으나 미처리된 폐수가 배출될 수가 있고 미생물상태가 한번 악화되면 회복하는데 시간이 소요될 수가 있으며 bulking 현상이 올 수도 있다.

4-3-3. 접촉안정화법(Contact Stabilization)

생물흡착법이라고도 하며(bio-sorption) 폭기조와 안정화조가 있어 반송슬러지를 경유한 후 폭기조 입구로 이송한다. sludge에 흡착된 유기물을 추가로 산화·분해한다. 반송슬러지를 이용함으로써 접촉조용량 등이 적어질 수 있다.

4-3-4. 장기폭기법(Extended Aeration)

일반적인 활성슬러지법과 동일한 flow이나 체류시간이 길고 저부하 상태로 운영된다. 부하변동에는 강한 면이 있으나 침강성이 나쁘고 처리수 SS가 유출되어 수질을 악화시키는 경우가 있다.

4-3-5. 산화구법(Oxidation Ditch)

하·폐수의 호기성 생물처리법의 일종으로 Pasveer oxidation ditch라고 한다. 수심이 낮고 폭기용 회전체(로타식기계)외 슬러지 인발펌프가 설치됨.

대기로부터 산소도입, 혼합액내 순환에 의해 유속이 발생하고 활성슬러지와 혼합 등의 역할을 하고 있다.

폭기용 회전기(로타)의 운전이 정지되면 혼합액의 고액분리가 행해진다.

4-3-6. 단계식 부하법(Step Feed-Aeration)

폭기조가 다단계로 일방향으로 흐르며 유입수를 다수의 지점에서 분산유입시키므로 F/M비 및 MLVSS의 O₂ 이용속도를 균질화 하는 것이다. 폭기조내의 MLSS는 유입부는 높고 유출부는 낮다. 폭기조내 평균 MLSS는 재래식보다 높은 편이며 그만큼의 폭기조 용적이나 F/M 비를 낮출 수 있다.

4-3-7. 점검식 폭기법(Tapered Aeration)

폭기조 전단부에 이용가능한 유기물량이 풍부하고 산소소비도 크다. 유하하면서 유기물량도 적고 산소필요량도 감소하게 된다. 폭기조 길이 방향에 따라 공기(산소) 공급량도 축소 조절하는 것이다.

4-3-8. 순산소 활성 슬러지법(High Purity Oxygen)

폭기조에 공기(air) 대신 99%이상의 순산소(O₂)를 공급하는 것이다.

주요운전조건을 보면

- 1) 높은 용존산소농도에서 경제적인 조업이 가능하다.
- 2) 산소공급에 제약이 없기 때문에 높은 MLSS 농도 및 높은 용량부하에서의 조업이 가능하다.
- 3) 슬러지의 응집성, 침강성이 좋고 높은 MLSS 농도에서도 고속처리가 가능
- 4) 체류시간이 짧아 고부하 조업하에서도 슬러지 생산량이 적다.
- 5) 산소법과 공기공급방식의 비교내역

항 목	산소법(순O ₂)	공 기 (Air)
용존산소농도(DO : ppm)	6~10	1~2
체류시간 (hr)	6~12	12~24
MLSS 농도(ppm)	4000~10000	1500~4000
BOD 용적부하(kg BOD/m ³ · day)	2~4	0.5~1.0
F/M 비	0.4~0.8	0.3~0.6
SVI	50~100	100~150
잉여슬러지 생산량(kg/kgBOD)	0.5~0.8	0.3~0.7

4-3-9. 연속회분식 반응기(SBR, Sequencing Batch Reactor)

회분식 반응기로서 압출류법과 동일한 동력학 특성을 가진다. 즉 동일한 조건의 반응기 용적에서 완전혼합형 반응기보다 더 많은 기질제거가 가능하며 연속회분식 반응기를 수개 설치하여 연속운전할 경우 효과를 얻을 수 있고 별도의 침전지가 필요없는 장점이 있다.

1) 기본적인 운전형식

인입 ⇒ 반응 ⇒ 침전 ⇒ 처리수유출 ⇒ 잉여슬러지 폐기 단계

2) 활성슬러지법에 비한 장점

- 순간적인 높은 유량이나 부하를 완화하는 균등조 역할이 가능
- 수질이 만족시까지 방류금지가능, 필요시 반응기 가동조절 가능
- 반송슬러지 이송불필요, 시설비, 운전비 절감, 폭기조에서 O₂ 전달효율 증대
- 혐기성상태가 사상균 증식 억제기능, 탈질, 탈인도 가능, 높은 기질 소비율

4-3-10. 그 외의 활성오니 변법 종류

1) 수정폭기법(Modified aeration)

MLSS 400~800ppm, 폭기시간 : 1.5~2.5hr,
F/M 비 : 1.5~3.0
BOD 제거효율 : 50~70%

2) 고농도 활성슬러지법

MLSS를 높은 운전방식 : 난분해성 물질을 함유한 공장폐수처리 적합
고·액분리방식 : 부상분리법, 특수한 여과장치, 원심분리기사용

3) 고속 aeration 침전지

Lagoon법 일종으로 한조에서 폭기-침전이 이루어지는 방식
시설비가 저렴하나 처리효율이 낮은 단점이 있다

4) 심층폭기법(Deep shaft reactor)

수심이 10m~100m 까지의 심층폭기 방식을 선택
통상 8m 이상이면 심층폭기로 분류되며 산소이용효율의 향상과 폭기조의 소요 부지면적의 감소를 목적으로 개발됨
구체적인 효율은 조건에 따라 다르며 경제성 분석이 뒤따라야 할 것임

5) 활성탄, 무기응집제첨가 방법

○ 활성탄 첨가 활성 슬러지법

- 처리수질이 개선(유입수량, 수질변동시, 독극물 등의 혼입시 등)

○ Guggenheim법과 그 변법

- 포기조에 소석회 또는 염화제2철 첨가 : flocc 형성-흡착력 증가(유산반토, 철염도 첨가)

* 이 때는 주입농도 미생물부작용 등 별도로 고려가 필요함

○ zigerlic법

폭기조에 석면포를 투입하여 flocc 형성과 흡착능력을 높이는 방식 변법으로 Zeolite, 활성알루미나, 활성규산 등도 사용하는 사례

5. 폐수처리시설 유지관리 점검표

5-1. 생물학적 점검표 - 일일점검항목

점검대상	점검사항	점검요령
유량계	유입수량	삼각웨어 등
처리수	pH, 투시도, 색상, 취기, COD	pH계, 간이수질분석기, 자동측정기

점검대상	점검사항	점검요령
침전조	거품정도 침전물부상의 유무 침전상태(오니계면) 상등수 유통상태 부유물 유출의 유무	육안관찰 육안관찰 오니계면 낮은가 편류는 없는가 육안관찰
스크린	이물에 의한 막힘유무	육안관찰
PUMP PIT	펌프소음, 진동 전류치 이상유무	막힘, 자동운전중 운전음 · 진동을 전류계로 확인
저류조정조 계량조	이송량의 확인	먼지, 막힘, 설정량의 점검
폭기조	폭기상황, 공기량 미생물, pH 색상, 취기, 발포 SV, DO	균일교반 혼합, 육안 현미경, pH meter 육안 DO meter 등
Blower	소음, 발열, 진동 지시메타(유량) 유통유상상태	전류계, 전압계확인 전력계, flow meter 유량계 및 보급
오니반송 장치	반송오니량의 확인 반송오니의 색상, 농도 취기	웨어 등 육안 관능, 육안
오니저류 · 농축	오니량, 취기	육안(levelmeter)
약품조	부족여부, 교반상태	육안관찰
pH조정조	pH, 색상	pH계
응집조	응집상태, 회전속도 응집제, 색상, pH	육안 농도확인, pH meter
탈수기	탈수상태	함수율, cake 확인

5-2. 주1회 점검항목

점검대상	점검사항	점검요령
수질분석	pH, BOD, COD, SS, T-N, T-P, n-H 기타 유해성분	기기, 이화학분석
배 관 펌프(모터) Blower 수위계	MLSS, 진동, 소음 발열, 기름누출 온도, 압력, 송풍량 펌프연동확인	이상소음, 진동유무 손, 육안관찰 온도계, 수동 압력계, 유량계 등
오니 레이크	오니량(인발) 파손여부, 그리스	SV, MLSS, 종합 육안

5-3. 월1회 점검항목

점검대상	점검사항	점검요령
저류조정조 배 관 산기관 수중펌프	퇴적오니제거 등 접합부위, 파손, 균열 누수, 막힘, 절연도 펌프막힘, 분해검사	육안관찰확인 산기상태 check 분해, 청소, 급유 등 (6월에 1회정도)

5-4. 연1회 점검항목

점검대상	점검사항	점검요령
장치전체	파손, 부식 등 확인	수리, 방청, 도장
토목관계	폭기조, 침전조 등의 청소 누설, 균열유무의 확인	모래, 이물 등의 제거
기계관계 송 풍 기 탈 수 기	회전부분의 확인 고정부분의 확인 분해검사	분해, 청소, 점검 부품교환, 분해, 청소
전기관계	구동부분, 누전, 절연불량 등	점검교환, 절연시험기 등

5-5. 화학적 처리시설 점검 - 일일점검표

점검대상	점검사항	점검요령
장치전체 (교반기, 펌프 등)	소음, 진동, 발열	육안과 계기확인
처리수 수 질	pH, 투시도, 색상, 취기, CN C ⁶⁺ , 총 Cr, Cu, Zn	시험지, 간이측정
침전조	침전상태, 슬러지부상 거품유무, 투시도, 탁도 pH, SS 유출여부	육안관찰 육안 pH 및 육안
반 응 조 시안분해조 크롬환원조 pH조정조 응 집 조 중 화 조 전 극	교반, 혼합상태, 이물 pH, ORP 잔류염소, 색상 pH, ORP, 색상 회전속도, 응집상태, 응집제 색상, pH pH, 투명도, 오염, 파손	육안관찰 pH계 등 pH계 외 중화제, 처리약품 등 육안 pH 외 육안관찰
조작반 원수저조 펌프 수위계 유량계	pH, ORP 의 지시치 전류, 전압의 확인 수질(pH)색상 등 양수 자동운전 유량계확인	설정 pH, ORP 오동작 지시치와 조내 pH ORP 확인 과대전류 이상 pH 오동작, 불량여부, 유량초과 등

점검대상	점검사항	점검요령
약품조	재고부족여부 교반상태, 농도 액면계, 경보장치 등	육안관찰 손으로 작동확인
약품주입 장 치	누출여부 주입이 pH, ORP 연동여부 주입펌프	육안관찰 육안, 작동간격
배 관	누수 등의 여부	육안관찰
탈수기	탈수상태	함수율, 여액상태
기 타	장치청소 약품조 조작반 기타기기류	청소시 감전과 회전부분에 주의한다

5-6. 월1회 정도 점검항목(일부는 월간항목)

점검대상	점검사항	점검요령
전 체	처리가능 확인	공정별로 채수분석
철기구	녹	방청도장(정도)
저류조정조	쓰레기, 기름부상, 퇴적물 누설유무	육안관찰 시동전 수위비교
배 관	배관폴림 부식, 파손, 액누설유무 배관지지대	육안관찰 등
pH, ORP	단자부, 리드선부의 녹 등 엠프 등 회로점검	육안관찰 테스터 사용 등
기록계	지시계 연동 확인 기록지의 확인	육안관찰
교반기	V 벨트의 탄력 기어부분 윤활유의 점검	손으로 점검 교환
펌 프	부식상황, 급유, 팩킹점검, 교환	육안관찰
송풍기	에어필터의 막힘 오일의 점검, 보충	청소
전기배선	단선, 단락, 절연불량 누전 단자부의 접촉불량, 녹, 발열 어스	절연기활용 육안 부식, 결선확인
탈수기	기계부분의 점검	기간별로 분해점검
기기관계	회전, 고정부분	분해, 청소점검-교환

점검대상	점검사항	점검요령
토목관계	파손, 지하침투, 조정조, 침전지	보수, 도장, 부식점검
전기관계	조작반 구동부품 pH, ORP, 전극, 케이블	작동점검교환 성능교환 절연불량, 점검교환

6. 활성오니(슬러지) 공정의 관리지표

6-1. 가시적인 지표

- 1) 색깔
- 2) 냄새
- 3) 포말(폭기조 기포)
- 4) 조류의 성장
- 5) 폭기형태
- 6) 유출수의 청정도
- 7) 기포(침전조)
- 8) 부상물질
- 9) 고형물퇴적(집수조, 폭기조, 반응조 등)
- 10) 흐름형태
- 11) 난류형성
- 12) 발열상태

자료제공 : 환경보전협회 환경연수부
다음호에 계속...