

오수정화시설의 설계 시공상의 문제점 및 관리

정경훈 / 대양정화건설(주) 대표

내부청소가 용이하지 아니한 임호프 탱크 방법과 살수판의 수평유지가 곤란한 살수형 부패 탱크 방법을 정화조의 구조, 가격 및 성능기준에서 삭제함으로써 이 방법에 의한 정화조의 제조·판매를 금지하도록 했다.

1. 오수 분뇨 및 축산폐수의 처리에 관한 법률의 주요 골자

1) 설치 예정인 하수 종말 처리시설 등의 처리구역내의 건물이 하수 종말 처리시설 등의 완공이후에 준공되는 경우에는 오수정화시설 또는 정화조의 설치의무를 면제하도록 하여 국민의 편의를 도모함.(제10조 및 제12조의 2)

2) 수질오염이 심화되는 것을 방지하기 위하여 오수정화시설에 적용하는 방류수 수질기준을 1996년 7월 1일부터 강화함.(별표1)

3) 내부 청소가 용이하지 아니한 임호프 탱크 방법과 살수판의 수평유지가 곤란한 살수형 부패 탱크 방법을 정화조의 구조, 규격 및 성능기준에서 삭제함으로써 이 방법에 의한 정화조의 제조, 판매를 금지하도록 함(별표10)

4) 세부사항

1996년 6월 30일까지 적용하는 기준(일반지역)

정화조	생물학적 산소 요구량	50 이상
1일 처리용량 100 M ³ 미만	"	100 이하
1일 처리용량 100 M ³ ~ 200M ³	"	80 이하
1일 처리용량 200 M ³ 이상	"	60 이하

1996년 7월 1일부터 적용되는 기준(일반지역)

정화조	BOD	50 이상	SS	-
1일 처리용량 100 M ³ 미만	"	80 이하		80 이하
1일 처리용량 100 M ³ ~ 200M ³	"	60 이하		60 이하
1일 처리용량 200 M ³ 이상	"	40 이하		40 이하

* 개정후 골프장에 설치된 오수정화시설의 방류수 수질기준은 생물화학적산소요구량 10mg/L, 부유물질 10mg/L이하로 한다.

2. 우수 정화 시설의 종류

1) 장기폭기 방식

활성 슬러지의 변법으로 표준적인 폭기 시간이 길고(18~36hr), BOD 부하가 적고 폭기 혼합액의 부유물 농도가 높게 유지되는 것이 특징이다. 폭기시간이 길기 때문에 시설에 여유를 주므로써 유지관리를 용이하게 하고 동시에 MLSS(현탁 고형물) 농도를 높게 유지하여 체류시간이 길어짐에 따라 슬러지 발생량이 적다. 50~150%의 슬러지 반송률이 적용된다. 소규모 처리장에 적합하다.

2) 접촉 산화법

폭기조내 공간율이 크고 표면적도 큰 PLAST-IC여재를 접촉재로 하여 접촉재로 부착된 생물막을 이용하여 호기성 처리하는 방법이다. 주로 소규모 공장폐수나 분뇨의 3차 처리에 이용, 수량변동이 큰 시설에 이용한다.

장기폭기방법보다 적은 면적을 요구한다.

3) 회전원판법

가장 최근에 개발된 방법으로 직경 2-3M의 원판을 중심축에 여러장의 요철형 판을 고정시켜 접촉조내에 원판 면적의 약 40%를 침전시킨 상태로 저속 회전시킨다. 오니 반송이 필요없다.

4) 표준 활성 슬러지법

유입하수량이 큰 처리 시설에 적합하며 처리 대상 인구를 5,000명 이상으로 정하고 있다. 유입수에 대하여 최종 침전지에서 20-40%의 활성 오니를 폭기조에 반영하고 4-6시간 폭기하여 처리하는 방법, 폭기시간이 짧기 때문에 소규모 하수처리에 적용할 경우 유입 하수량 및 수질의 시간적 변동에 대한 침전지를 설치하는 것이 보통이다.

5) 현수 미생물 접촉식

호기성 및 혐기성의 소화를 동시에 작용케 하는 염화비닐실을 링으로 형성하여 표면적을 증가시키고 잉여오니의 발생물을 억제시킨다. 최근에 개발된 방식으로 SUPER TANK 등 중수도 처리에도 응용된다.

6) 접촉 안정 방법

접촉산화방식과 동일하며, 접촉안정조를 추가 설치하여 생물막 처리를 강화한 방식이다.

3. 설계, 시공시의 문제점과 대비책

공종상 : 토목, 건축, 설비, 전기, 환경 전문분야에 걸쳐 복합공종이라 할 수 있다.

1) 토목, 건축부분

(a) 철저한 구조계산

① 구조물 완공후의 구조 계산과 시공중의 발생하는 구조 계산을 복합산정하여 설계 반영한다.

② 완공후 기계가동시 전달하는 진동소음에 대한 구조 계산, 설계 반영

(b) 부동침하에 대한 사전 검토

내부 칸막이 중 오·폐수가 만수인 조와 공수인 조가 발생하는 경우

(c) 관로 및 맨홀 시공 철저

배수는 자연배수를 원칙으로 하는 구조물 및 위치선정

① 우수관로의 침하로 발생하는 경우

② 맨홀뚜껑으로 악취 발생하는 경우

(d) 우수 인입 라인은 항상 물속에 잠기도록 시공(냄새, 역류 방지)

(e) 구조물의 설계자는 관리자가 다닐수 있는 통로를 충분히 두어야 한다.

(f) 관리자의 운용에 있어서 상수도 시설은 하는 것이 용이하다.

2) 설비부분

(a) 기계 및 자재 선정 : 부식방지용 기자재 선정

(b) 스크린조에는 (침사지 포함) 폭기장치를 두어야 한다. 국내 기술로는 파쇄기의 운용이 불가능하다. 수동 스크린 및 자동스크린에 의존해야 맞다.

(c) 자동스크린은 높이를 높게하여 자동으로 오물을 분리할 수 있게 시공(자동스크린 대신 스크루스크린(일명 : 수퍼스크린) 사용시 효율이 좋다. 고가품)

(d) 개량탱크 OUT라인과 AIR-LIFT는 수면 아래로 시공(폭포화 방지)

(e) 유량조정조의 유량변동에 따른 펌프유량 이송은 꼭 계측이 가능한 장치를 하여야 한다.

(f) 유량조 전용 BLOWER 설치 (콘트롤 펌프가동시 수위가 낮아지는 현상) 산기관의 배관은 위치 조내부의 균등한 전체폭기와 일부분의 편폭기로 나눌 수 있다.

- 갯수는 1개 라인에 산기관 갯수는 4개 미만, 하부 배관길이는 2M미만으로 한다.(가능하면 하부배관을 원칙으로 한다)

(g) 기계갯수는 가동펌프의 2대이상 예비펌프를 두어야 한다.

(h) 기계가동방법은 가동펌프가 장시간 정지된 상태로 관리하면 고장의 원인이 발생하므로 기계가 동시 교대할 수 있는 타이머장치 부착을 하여야 한다.

(i) 센스는 오투기식을 (수은접점) 원칙으로 하되 감시회로 내장

(j) 폭기조의 배관 방식 : 현시공 상향식 → 하향식으로 배관(코너부분 부패방지)

(k) 침전지 스크래퍼는 중심구동형과 원주구동형 겸용으로하부 슬러지와 상부 이물질을 제거할 수 있는 장치를 두어야 한다.

(l) 물수위 조절 및 방수철저로 소독된 물이 역류되지 않도록 한다.

(m) 접촉 산화 방법 시공시 반송라인 설치 (메디아의 재질이 불량하므로 성숙된 오니의 탈락으로 침전조에 침전된 오니를 반송시킬 필요가 있음)

(n) 배수조 자연방류시 조 깊이를 낮게하여 정화된 물이 다시 썩지 않게 할 것

(o) OUT PUMP의 경우 3대 설치 : 1대는 정식가동, 1대는 비상시 가동, 1대는 엔진양수기 설치(정전 및 비상 발전기 고장시 수동으로 가동)

(p) 활성탄 여과조를 설치하여 PPM을 낮추도록 한다(일명 : 센터 필터)

(q) 내부는 지정색 페인팅으로 관리자가 친근감이 갖도록 깨끗하게 시공하는 것이 좋다.

3) 환경

(a) 방류수 수질에 중점을 둔 설계(법규에 준함)

(b) 환기 :

①유해가스를 대기중에 배출시 위치선정으로 관로이설은 방수처리가 완벽한 관으로 시공하여야 한다. (PS : 배기가스 관로공사가 어려운 점에서는 탈취기 설치로 폐수처리장 외부로 바로 배출할 수 있다.)

②배기는 철저한 계산 및 시공 환기 횟수는 15회 이상으로 설계

환기 계수 방식 :

정화조 상부 관리층 공간 $Q(M^3) = \text{『기계실 가로} \times \text{세로} \times \text{높이』}$

선정된 공기량 $A(M^3/MIN) = Q \times (7-15\text{회}) \times 1.1(\text{여유분})$

③배기 PIPE 시공 철저(도면1 참조)

(c) 소음·진동 :

①본건물 옹벽과 정화조 옹벽의 분지 시공

②연결시공시에 내부 설비 시공시 완벽한 진동 분리 시설 및 소음, 방지 시설 철저

③기계 방진 설치 예(도면2 참조)

4. 오수 정화시설 관리요령

오수 : 분뇨와 목욕수, 세탁수 등 생활오수(잡배수)를 통틀어 오수라 한다.

1) 일반적 사항

①오수 정화시설 설계설명서 및 도면은 상시 관리실에 비치 활용한다(계통도 비치)

②오수 정화시설 설치 당시의 시설 기준과 같이 유지가 되도록 상시 유의하여야 한다.

③오수 정화시설 시간은 위 설계서상의가동 시간에 맞추어 매일 가동해야 한다.

④오수 정화시설의 기능이 정상적으로 가동되고 있는지를 수시로 점검하고 자체적으로 기록 유지한다.(표1 참조)

⑤점검후 이상이 있을 경우에는 즉시 정비하여야 한다. 단 기술적인 진단을 요할 경우 오수 정화설계 시공업체에 연락하여 정비할 부분은 자문을 받아서 처리한다.

⑥오수 정화시설의 규격, 기능, 구조 등을 변

경하거나 이상이 있는 경우는 별도 서식의 신고서에 오수정화시설의 변경설계도서와 기타 변경내용을 증명하는 서류를 첨부하여 구청장에게 신고하여야 한다.(시행규칙 제11조 제2항)

⑦ 오수 정화시설의 소유(관리)자는 당해 시설이 설치된 건물에서 배출되는 오수를 무단 방류하거나 비정상적인 방법으로 처리하여서는 아니되며 방류수 수질기준과 설치기준에 따라 유지 관리하여야 한다.

⑧ 오수 정화시설은 그 기능이 정상적으로 유지될 수 있도록 오니농축조의 청소수거일을 설계기준상 명시된 일짜에 맞춰 수거해야 한다.(30-90일 정도) 만일 제때에 수거가 안될 시에는 방류수질에 SS나 BOD의 수치가 높아지게 된다.

- 유효용량별 저류기간은 허가 당시 설계사 양서 및 도면에 표기된 용량과 기한임.

- 정상적으로 가동되지 아니한 정화시설로서 각종의 오수가 부패되고 스컴이 생성된 경우에는 정화시설내 모든 부위의 오수 및 오니를 제거 후 종오니를 확보하여야 한다.

- 정상 가동되고 있음을 증명하기 위해서는 구청장이 통지한 청소 이행기한 10일 이전에 채취한 방류수를 국·공립 연구기관 또는 수질환경보전법 제44조의 규정에 의한 측정 대행자가 측정한 수질시험 성적서를 구청장에게 제출하여야 한다.

⑨ 악취가 발생하지 않도록 하고 파리, 모기 등 해로운 벌레의 발생, 번식을 방지하여야 한다.(월 1회 이상 내부 소독처리 할 것)

⑩ 오수 정화시설을 장시간에 걸쳐 양호한 상태로 유지하기 위해서는 시설을 설치할 때 설정된 정화계산서, 구조, 용량, 기계류의 종류와 사양, 성능을 설정한 설계 계산서 그리고 시공도면의 내용을 충분히 숙지할 것.

⑪ 처리 계통상 시설 구조물들과 관련된 운전 조작에 유의하여야 하며, 운전중 실적데이터를 정기적으로 기록하고 이러한 자료를 항상 비치하여 관리의 지침으로 삼아 최적의 관리를 하도

록 할 것.

⑫ 정화조의 1일 1회 이상 항상 점검하고 기계의 이상 유무를 항상 파악하여야 한다.

⑬ 윤활유

오일은 너무 많이 주입하여도, 너무 적어도 위험하므로 오일게이지의 표식대로 적당한 양을 급유해야 하며, 게이지를 항상 확인하고 부족(적으면)하면 즉시 보충해 준다.

오일을 전량 교체할 때는 브로와를 냉각시킨 후 내부를 전량 드레인 하고 오일로 세척후 드레인을 막고 새 오일을 표식까지 보충한다.

⑭ 구리스

구리스 전량 교환 때는 브로와 운전중에 하부 구리스 배출구 콕크를 떼어내고 상부 구리스 니플에 구리스 주입기로 새 구리스를 깨끗하게 주입한다.

2) 장비 관리사항

① 수동 스크린

- 수동 스크린의 설치 각도는 45°-60°로 유지한다.

- 스크린의 교체나 보수시 분리, 제거가 가능해야 한다.

- 관리자는 협착물을 항상 제거하여 협착물 저류통에 모아 수분이 제거된 후 처리한다.

② 자동 스크린

- 주요 구조부는 본체와 스크린 박스로 구분되며 본체는 토목구조물과 분리가 가능하도록 볼트로 견고히 부착하고 스크린 박스는 제거되는 협착물이 본체와 분리되어 떨어지는 지점에 설치한다.

- 운전은 1일 24시간 연속운전하여야 하며, BAR에 끼기 쉬운 이물질은 매일 청소를 하여야 하고 모아진 협착물은 수분을 제거후 처분해야 한다.

- 스크린 박스는 주기적으로 햇빛에 말려 두었다가 재사용한다.

- 주기적으로 체인의 점검이 필요하며, 관리가 소홀할 경우 고장율이 많으므로 항상 주유상태를 확인 점검하여야 한다.

③ 파쇄기

- 유입되는 오수중의 혐착물을 파쇄하는 장치로서 1일 24시간 운전하여야 한다.

④ 유량조정 펌프

- 유입되는 오수를 유량조정조에 저장하여 일정량 폭기조로 이송하는 장치이다. 항시 자동 운전하여야 하며 자동 불능시 수동 운전한다.

⑤ 루츠 부로와

- 조 내부의 오수를 폭기하는 장치이며, 또한 오수이송장치(AIR-LIFT)에 사용되는 공기를 공급하는 장치이다. 1일 24시간 연속 운전하여야 한다.(일정시간 2대 교대운전)

- 부로와는 항시 주유상태를 확인하여야 하며 1일 6시간 이상 정지시 오수처리 능력을 크게 저하시키므로 수시 점검보수를 요한다.

⑥ 소포 펌프

- 조내부 폭기에 의해 발생하는 거품을 제거하는 장치이다.

루츠 부로와와 연계 동작하도록 되어 있으므로 자동 운전한다.(단, 거품발생이 적거나 자동 운전 불능시 수동운전 한다)

⑦ 오니 레크

- 침전조에 유입되는 오수중 침전물을 침전

조 중앙으로 모으는 장치이다.

1일 24시간 연속 운전하여야 한다.

- 수시 점검을 요하며, 기계적인 사정으로 8시간 이상 작동을 중지시켰을 때는 재가동시 부상하는 슬릿지를 완전 제거후 계속 가동 시킬 것.

⑧ 급·배기팬

- 조 내의 환기를 위한 장치이다.

- 밸브상태 및 베어링 주유상태를 수시 점검하여야 한다.

- 조내부 출입시 항상 환기를 시킨 후 출입하여야 한다.

⑨ 소독기

- 처리수 속의 대장균을 박멸하기 위해서 소독기기로 소독하는 장치이다.

- 소독량은 기계 자체에 붙은 다이아프램으로 조절한다.

⑩ 에어리프트 펌프

- 침전조에 주로 설치되며 침전된 슬릿지를 이용하는데 주로 설치된다.

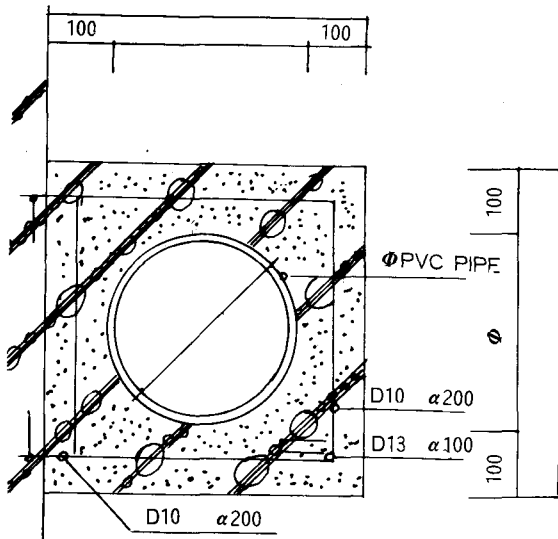
- 밸브조절에 의하여 공기량 조정하면 오수 이송량을 조절 할 수 있다.

3) 점검 및 보수 처리 요령

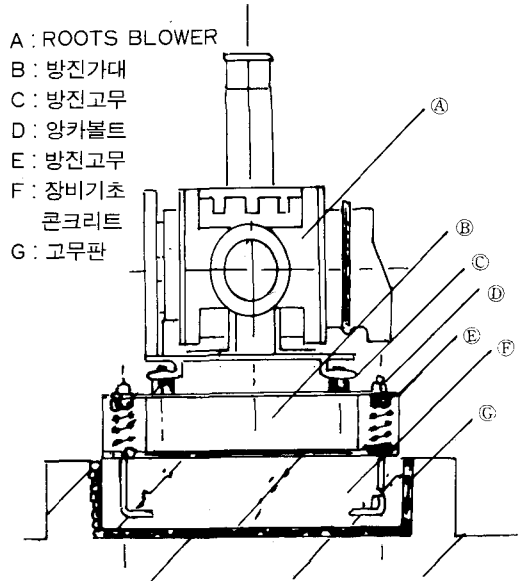
고장 현상	점 검	보 수
브로와가 회전하지 않는다.	1. 전원이나 모터 고장 2. 브로와 내부에 이물이 들어갔다. 3. 브로와 베어링 부분에 오일이 없다. 먼지가 덩어리로 되었다. 녹이 붙어 있다. 4. 베어링의 손상, 임펠러의 고장 5. 브로와 내부가 타 붙어 있다.	1. 전원 및 모터 고장부분 수리 2. 분해하여 이물을 제거한다. 3. 청소하고 재유한다. 4. 베어링 교환과 동시 접촉부 수리 5. 분해 수리
이상한 소음 발생	1. 내부에 이물이 들었다. 2. 볼트의 풀림 3. 베어링의 마모 4. 기아접촉 불량 및 파손 5. 내부 마찰	1. 분해청소 2. 해당 부위 조임 3. 베어링 교체 4. 기아의 조정 및 교체 5. 분해 및 수리
진동이 심하다	1. 브로와 설치볼트가 풀려 있다. 2. 설치불량(기초불량) 3. 배관의 지지가 나쁘다. 4. 브로와 벨트 중심 불일치 5. 토출축 압력이 너무 높다.	1. 볼트 조임 2. 설치 상태를 재조정한다. 3. 지지대 수정한다. 4. 폴리중심 조정 및 인장조정 5. 정격압력으로 조정
풍량부, 압력 미달(안올라 간다)	1. 흡입축 휠타가 먼지로 막혔다. 2. 흡입, 배관계통에 막힌 곳이 있다. 3. 브로와나 플랜지부 및 기타 토출 관계통에서 기체가 새는 곳이 있다. 4. 안전변이 그대로 열렸다. 5. 브로와 내부간격이 너무 크다. 6. 회전수의 부족	1. 휠타를 청소 또는 교체한다. 2. 배관계통을 청소한다. 3. 패킹등을 교환, 새는 곳을 수리한다. 4. 안전변의 조정 5. 간격의조정 6. 브이벨트 또는 폴리 조정

<p>토출 압력이 높거나 과전류 진동음이 발생</p>	<p>t 1. 토출축 밸브가 잠겨있다. 2. 토출관 계통이 막혀 있다. 3. 안전변의 고장 4. 압력계 고장</p>	<p>1. 해당밸브를 연다. 2. 해당부위 조치(청소) 3. 안전변의 수리 또는 교체 4. 압력계 수리 또는 교체</p>
<p>전동기의 과부하 및 온도가 높다.</p>	<p>1. 임펠러의간격이 불일치 2. 전류계의 고장 3. 토출압력이 사양보다 높다. 4. 냉각수 공급 불량 5. 구리스와 윤활유의 부족 및 운동 불량</p>	<p>1. 수리 또는 분해 조립 2. 전류계를 수리한다. 3. 정격사양에 맞춘다. 4. 수냉식의 경우 냉각수 공급 5. 구리스 및 윤활유의 보충 및 유동부분 수리</p>

<도면1> 옥상연결덕트상세도



<도면2> ROOTS BLOWER 설치 상세도



<표1> 우수 정화시설 각종 방식의 장·단점 비교

구 분	장기 폭기 방식	접촉 산화 방식	회전 원판식	현수미생물접촉식	표준활성오니방식	접촉 안정 방식
소음 진동 및 소모 동력	ROOTS, BLOWER 사용	장기폭기방식보다 30% 감	장기폭기방식보다 50% 감	장기폭기방식보다 30% 감	장기폭기방식과 거의 같다	좌동
유지관리	미생물 조절이 어렵다.	미생물 관리가 용이하다.	좌동	좌동	미생물 조절이 어렵다.	미생물 관리가 용이하다.
경제적 처리용량규모	소규모 처리장	300M ³ /DAY 이상	500M ³ /DAY 이상	300M ³ /DAY 이상	100M ³ /DAY 이상	300M ³ /DAY 이상
유지관리비	100%(추정)	80%	60%	80%	150%	80%
장 점	· 부하변동에 따른 운전이 가능하다. · 유지관리가 비교적 용이 · 슬러지 발생량이 비교적 적다.	· 유지관리가 쉽다. · 슬러지 발생량이 타방식보다 적다. · 오토반송이 필요 없고 오토 소량으로 처리 간단	· 자연 산소 이용 · 슬러지 발생 적다. · BLOWER와 반송오니 펌프가 없어 동력비가 적다.	· 슬러지 발생 적다. · 유지관리가 쉽다. · 동력비가 절감(침전조 반송 설비무)	· 대용량 하수처리장에 이용 · BOD, SS 제거율이 높다.	· 슬러지 발생 적다. · 유지관리가 비교적 용이 · 오토 재폭기조(안정조)가 있다.
단 점	· 설계면적이 넓게 요구된다. · 폭기량이 많다. · 에너지가 많이 듦 · 수질이 나쁨	· 설계부하보다 큰 부하가 유입될 경우 접촉재 사이에 막힘 현상초래 하는 경우가 있음	· 시설의 운전은 간단하나 수질의 제어가 어렵다. · 원관축 이음 불량 · 원관 하자 발생 시 보수가 어렵다.	· 고부하 조건에서 생물막이 두꺼워지면 혐기성이 증대되고 악취발생과 효율이 떨어짐	· 운전이 복잡하여 고도의 기술 필요 · 운전 비용이 많이 듦(오니약품비)	· 설계 면적이 넓다. · 장기폭기와 동일