

상향류식 순산소 활성오니법

(첫번째)

오리엔탈기연 소장	스스끼요시오	
이학박사		
유기엔지니어링	나쓰겐지	(공동연구)
기술조사역		
(주) 백산기공	민성기	
기술사		

본 기술강좌는 지난 3월 서울시, 인천시, 경기도 협의회에서 개최된 기술세미나와
 이대공보(1989년 4월호)에 실린 것이다. <편집자 주>

목 차

1. 개 요
2. 반응조 내부장치
3. 산소발생 장치
4. 본법의 특징
5. 본법과 타법과의 비교
6. 실시 예
 - PILOT TEST
 - 하수처리 개보수
 - 도장 폐수
7. 결 론

1. 개 요

최근 우리나라는 고도 성장기에 접어들면서 공장으로부터 배출되는 각종 폐수와 그리고 생활수준의 향상과 인구집중현상에 따른 생활오수 농업생산기술 향상등으로 수질 오염에 따른 환경문제가 커다란 사회 문제로 되고 있다.

더욱이 공장에서는 모든 제품 생산체계가 종래와는 달리 단품종 대량생산 체제에서 다품종 소량생산 체제로 전환되고 있으며 고품질 생산기술의 발전으로 오염물질의 배출도 다양하게 변화되면서 오염물질 처리방법의 기술과 시설도 많은 개선이 요구 되어지고 있다.

이와 같이 처리시설의 미비및 노후화, 그리고 오염물질의 다양화및 악성화, 오염부하의 증대, 수질규제의 강화 등에 따라 처리시설의 개조및 증설에 많은 예산과 기술이 필요하게 되었으며 유지비도 큰 부담으로 대두되고 있다. 그래서 효율이 높은 처리방법, 각종 오염물질별 고도처리법, Compact화한 처리법, 저렴한 유지관리비등 새로운 처리설비에 관한 기술개발이 시급을 요하고 있다.

이에 따라 학계, 연구소, 기업체 등에서는 다각도로 연구개발이 시작되어 많은 실효를 거두고 있어서 한가지 공법을 소개 하고자 한다. 종래부터 폐수중에 유기물을 처

리하기 위해서는 활성오니법이 많이 사용되어 왔다. 이 방식은 유기물의 흡착, 산화를 목적으로 하는 포기조와 고액분리를 목적으로 하는 침전조로 구성되어 있으며 포기조에는 활성오니를 포기하기 위하여 Blower설비와 산기설비 및 침전조의 오니 Scrapper 그리고 침전 분리된 오니를 포기조로 반송하는 반송 오니 펌프 등이 필요하게 되어 있다.

또 종래의 활성오니법에서는 처리효율에도 한계가 있어서 넓은 설치면적이 필요하게 되며 초기 시설 투자비도 과다한 예산이 소요되어 포기 Blower를 주체로 하는 각종 기기의 전기요금등 유지관리비도 높은 문제점으로 대두되고 있다.

금번 소개하고자 하는 본 방식은 고농도의 산소를 사용하는 것에 착안하여 포기조와 침전조의 기능을 (그림 1 참조) 동시에 갖는 획기적인 발상으로 개발하게 된 것이다.

처리효율화를 꾀하기 위해서도

포기조내의 미생물량을 많이 보유하여야 하며 또 그러기 위해서는 당연히 산소 소비량도 증가되어야 하지만 종래의 공기 포기로서는 산소 공급에 한계가 있기 때문에 종래의 방법만으로는 효율화를 기대하기가 어렵다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 유효한 방법으로 고농도 산소를 사용하게 되는 것이다.

순산소를 이용하게 되면 공기 포기에 비해 산소 분압의 차이로 인해 20℃일 경우 약 5배의 용존산소가 공급이 가능하게 되어 포기조는 고부하의 처리가 가능하게 되는 것이다.

또한 포기조와 침전조의 일체화가 가능하다면 설치 면적에도 크게 절약이 기대될 것이므로 본 방법은 특수한 산기통을 설비함으로써 이 점을 가능하게 하고 있다.

이와 같은점을 만족시키고 실용화되어 가고 있는 공법중의 하나인 상향류식 순산소 활성오니법을 소

개하고자 하는 것이다.

2. 반응조 내부장치

상향류식 순산소 활성오니법의 주요구성 설비는 반응조(종래의 포기조와 침전조에 상당) 및 그 내부장치 산소발생장치 순환 Blower로 구성되어 있다(그림 1, 그림 2 참조).

오수는 흡입관으로부터 흡입한 순환오니와 산소 발생 장치에서 발생한 고농도 산소와 bubbler관 저부에서 혼합되게 된다.

혼합된 오수는 AIR LIFT 효과에 의해서 bubbler관 내를 상승하면서 충분히 산소를 흡수해서 Saddle관의 상부에 유입하게 된다.

Saddle관에서는 미 반응된 산소가스가 분리되고 혼합액은 Saddle관 저부로부터 반응조로 방출되게 된다.

반응조 저부로 유입된 혼합액은 흡입관 유입면 부근에서 순환오니와 처리수로 분리되도록 반응조 내를 서서히 상승하게 된다.

이와 같은 사이에 흡착, 산화, 미생물여과등의 생물반응이 진행된다.

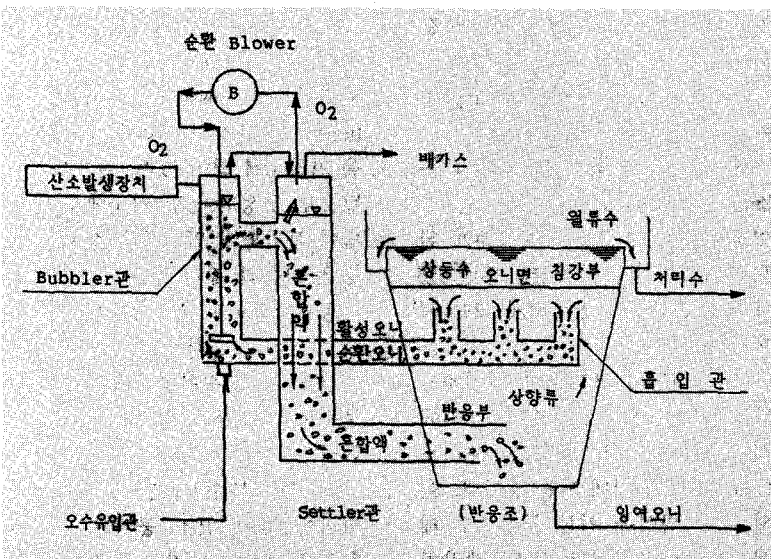
흡입관면의 상부에서는 유속이 늦게 되므로 고액분리가 되어서 청등수가 처리수로 되어 월류구를 통하여 방류되게 된다.

한편 미반응된 산소 가스는 Settler관 상부로부터 순환 Blower에 의해 회수되어 다시 bubbler관으로 이송되어 재사용하게 되므로 산소의 이용 효율을 높일 수 있도록 되어 있다.

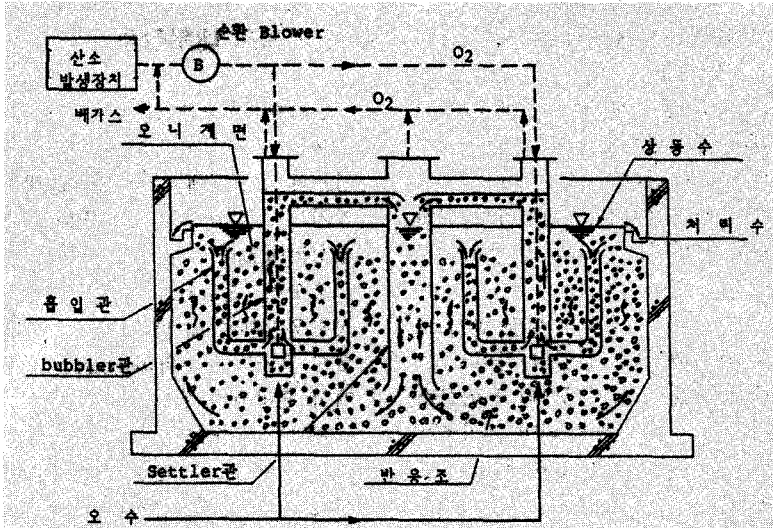
잉여오니는 반응조 저부로부터 배출시켜 일반적인 방법으로 농축해서 탈수처리하게 된다.

이와 같이 본법은 종래의 포기과

(그림 1) 원리도



〈그림 2〉 구조도



침전을 동일조에 이루어내는 새로운 폐수처리방식으로 신규설비는 물론 기존 시설 개보수에 가장 유효한 방법으로 소개되고 있다.

3. 산소발생장치

3-1 개요

표준활성오니법에 있어서 포기시간은 대체로 6-8시간 정도로 알려져 있다. 그러나 이 시간을 단축해서 시설을 Compact화 하기 위해서도 포기조내의 MLSS 농도를 증가시켜야 되며 따라서 당연히 산소소비량도 증가 되어야 하기 때문에 그에 상응하는 산소공급이 필요하게 된다.

그래서 필요이상의 산소를 공급하기 위한 제일 좋은 방법은 고통도 산소를 이용하는 것이 좋을 것으로 생각한다.

고농도 산소를 사용하는 최대 이점은 산소분압의 차이에 의해 산소용해속도가 증대한다는 것이다.

공기법과 순산소법을 간단히 비교하여 보면 산소가 물에 녹아 들어가는 양은 기압, 수온, 염분 등에 영향이 있으나 순수중의 포화 산소량은 20°C에서 약 9mg/l이다. 또 산소가스 100%의 경우에 포화용존 산소량은 약 43mg/l이다. 따라서 포기조내에서 필요로하는 최소한의 용존산소량 2mg/l로 볼 때 생물이 이용 가능한 산소량은 다음과 같다.

공기포기법 : 9mg/l - 2mg/l = 7mg/l

순산소포기법 : 43mg/l - 2mg/l = 41mg/l

이상과 같이 순산소를 이용하게 된다면 같은 산소 용해능력에서 5.8배의 용존산소가 공급되게 되는 것이다.

또 종래법의 포기조와 침전조의 역할을 최종침전조 정도의 부지에서 해결이 된다면 면적으로 보아도 Compact화가 기대 되는 것이다. 이와 같은 발상을 기본 구상으로 해서 순산소 포기법과 산소발생장치를

개발하게 된 것이다.

본 법인 순산소활성오니법이 실용화 되게 된 큰 요인은 저렴한 가격으로 산소 제조가 가능하였기 때문이다.

종래의 산소 제조법은 공기의 분별액화 또는 물의 전해법외에 몇가지 방법이 있었으나 최근에는 합성 또는 특수처리된 천연분석에 의한 흡착 분리작용을 이용해서 저렴하게 산소를 제조하는 장치가 개발되었다.

본 방식으로 채용된 산소 발생기는 특수처리된 천연분석 분자의 선별효과를 이용한 것으로서 질소와 산소에 대해서 흡착능력에 큰차를 가지고 있는 특수처리된 천연산의 분석을 원료로 사용해서 선택적으로 N₂가스를 흡착하고 O₂가스만을 공기중에서 남도록 하므로 고통도 (80-90%)의 O₂가스를 제조하는 것이다.

흡착제의 재생은 진공펌프에 의해 감압하는 방법을 이용하며 본 장치의 분리효과를 높이기 위하여 압력변동형 (pressure Swing adsorption법)을 본장치에 적용하여 효율을 기하도록 되어 있다. 흡착탑은 3탑으로 구성되어 탑 입구에도 건조탑이 부착되어 있으며 각장치별 기능은 다음과 같다.

공기 Blower : 토출압 0.5kg/cm²으로 공기는 흡착탑으로 송입된다.

전처리탑 : 수분, 탄산가스등의 불순물을 제거하여 건조공기를 만든다.

흡착탑 : 특수처리된 흡착제가 충전되어 있어 건조 공기가 충전층을 통과하므로 질소를 흡착한다.

탈착장치: 진공펌프에 의해 진공으로 탈착 재생을 하게 된다.

가스홀더: O₂저장 탱크
자동설비: Timer에 의해 순차적으로 자동발브가 작동하는 전자동 방식임

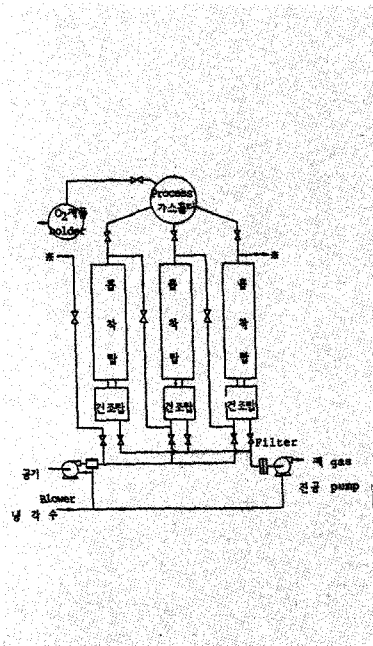
3-3 산소제조 공정도

<그림 3> 참조

3-4 본장치의 특징

- 1) 설비비, 전력비, 인건비가 저렴하다.
- 2) 저온 고압 분리장치와 달리 원료 공기 계통은 저압이기 때문에 안전성이 대단히 높으며 고압가스 취급법에 적용을 받지 않는다.
- 3) 전자동 무인 운전이 가능함

<그림 3> 산소 제조 공정도



로 장치의 취급에는 숙련된 기술이 불 필요하다.

- 4) 건조된 고농도 산소가 제조된다.
- 5) 전력 원 단위는 0.5-1.0 kw/0.2m³/Hr 정도로 제조가 가능하다.

4. 본법의 특징

본법은 종래의 일반 활성오니법과 산소활성오니법과 비교하여 볼 때 다음과 같은 특징이 있다.

- 1) 부지 면적이 절감된다.
종래의 일반 활성오니법과 산소활성오니법은 상당한 용량의 포기조와 침전조의 면적이 필요하였지만 본법에서는 고액분리에 필요한 종래의 침전조 정도의 면적으로 처리가 가능하게 된다.
- 2) 최종 침전조가 불필요하다.
종래의 표준활성오니법은 포기조와 침전조를 구분해서 별개로 설치가 필요했으나 본법에서는 침전조가 필요없다.
- 3) 반응조를 밀폐조로 할 필요가 없다.
종래의 산소활성오니법에서는 포기조 전체를 밀폐해서 미반응 잉여산소를 회수하였으나 본법에서는 Settler판과 Bubbler판만 밀폐해서 잉여산소를 회수하므로 시설이 간편하다.
- 4) 처리장에도 소음이나 기포 발생이 없다.
반응조내에는 강제 교반을 하지 않기 때문에 수류(水流)에 의한 소음과 포기조 표면에 기포가 발생되지 않고 침전조 표면과 같이 잔잔하게 상등한

다.

또 산소순환용의 Blower는 포기 Blower보다 적은 용량의 Blower를 사용하므로 소음대책이 용이하고 계면활성제동이 함유되어 기포발생이 극심한 폐수처리에도 적합한 공법이다.

- 5) 처리장치는 $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$ 로 적어진다.

고부하 처리가 가능하기 때문에 처리시설은 종래법에 비해서 적어지게 된다. 종래의 표준 활성오니법에서는 포기시간이 약 6-8시간 정도 필요하게 되지만 본법에서는 $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{4}$ 로 단축이 가능하게 된다. 이것은 산소의 용해속도가 높고 고MLVSS로 운전이 가능하므로써 효율이 상승되기 때문이다.

산소의 흡수효율은 종래의 활성오니법에서는 5-20% 정도이지만 본법에서 70-75% 정도 상승하게 된다.

- 6) 본법에서의 활성오니는 응집성이 풍부하다.
반응조의 활성오니는 항상 고농도의 용존산소가 유지되어 있고 또 강제 교반을 하지 않기 때문에 오니의 해체가 없어서 항상 응집성이 높게 되므로 고액분리가 용이하게 된다.
- 7) 폐수는 미생물층에 여과가 된다.
반응조의 오니는 브랑켓트층을 형성하고 있기 때문에 미생물막 여과의 역할을 겸하고 있어서 수질관리 향상에 기여하게 된다.
- 8) 폐수의 수질, 수량변동에 대

해서 안전성이 있다.

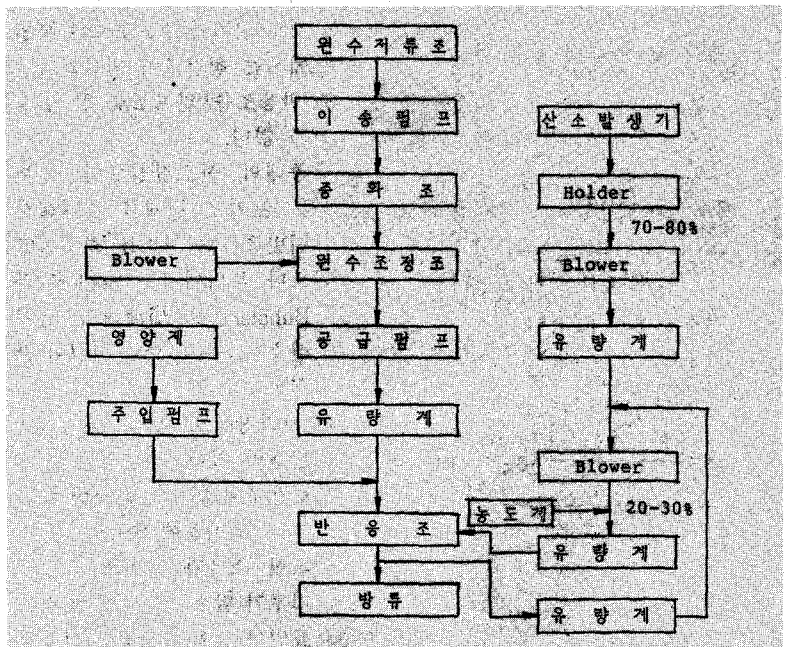
본법은 고MLVSS로 운전이 되기 때문에 BOD-SS부하는 낮게 유지되어 수질변동에 대해서 안전하게 되고 또 수량변동에 대해서는 다량의 오니순환(유입폐수의 약 10배정도)이 반응조내를 순환하기 때문에 처리수량이 다소 변동이 발생 되어도 처리 효과에는 커다란 영향은 주지 않는다.

- 9) 동력비가 절감된다.
동력비는 폐수의 질과 종류에 따라 다소차이도 있으나 공기활성오니법에 비해서 약 30-60%까지 절감이 된다.
- 10) 공사비가 다소 저렴하다.
공사비는 공기활성오니법에 비해서 장치가 Compact화 되어 10-30%정도 절감이 가능하다.
- 11) 탈취 대책이 용이하다.
공기포기법에 비해서 배가스량이 약 $\frac{1}{100}$ 정도로 배가스량 발생량이 대폭적으로 적게 발생되므로 탈취용량이 적게 되어 대책수립이 용이하고 시설비도 저렴해진다.
- 12) 기존 포기조의 처리 능력 향상
기존 포기조의 개량으로서 처리 능력이 향상되므로 기존 처리장의 수질개선 및 처리능력 배가
- 13) 오니반송설비가 불필요하다.
종래의 활성오니법과 산소 포기법에서는 오니반송설비가 필요로 하였으나 본법에서는 반응조 내부에 흡입관 바블러판, 새들러판을 설치하여도

5. 본법과 타법과의 비교

	산소활성오니법	채래식 산소활성오니법	공기표준 활성오니법
유지보수			
운전관리	무인화운전이가능	전문기술자 필요	중급정도기술자필요
청소	간단	간단	시간이 필요
보수	보통	어렵다	보통
처리수중의오니월류	거의없다	약간있다	수시로 변화에 따라 심하다.
부하변동의 영향			
BOD농도mg/l	5500-13,000	6000-8000	2000-3000
은도	문제가 없다	오니반송시 다소 문제가 있다	문제가 다소 있다
환경문제			
소음	보통	보통	크다
취기	없다	없다	문제가 있다
투시도	양호	양호	보통
안전성	안전	위험성이 있다	안전
조내 체류시간 (포기조+침전조)	2시간	3시간	20시간
오니반송	불필요	필요	필요
침전조	불필요	필요	필요
설치면적			
1000m ³ /D 기준	427m ²	575m ²	758m ²

〈그림 4〉 처리공정도



반송이 필요없게 되었다.

6. 실시예

상향류식 산소 활성오니법은 도시하수 처리를 주목적으로 연구 개발된 새로운 오수 처리법이었으나 현재는 단지하수, 급식폐수, 식품가공폐수, 자동차 도장 공장 폐수, 수산가공폐수, 축산폐수, 쓰레기 처리장 폐수, 농약폐수등의 산업폐수처리에 적용하여 실용화되어 가고 있다.

상기 실적중에서 본공법을 사용한 난분해성 고농도 폐수의 PILOT LIST 성과와 기존시설의 개보수사례 및 신규 Plant의 적용 실시례를 소개하고자 한다.

2) 장치사양

(1) 조류

원수저류조 : 30m³
중 화 조 : 10m³
원수조정조 : 6.5m³
영 양 제 조 : 20L
반 응 조 : 600L
산소발생기 : 1.0m³/H 농도
80-85%

holder : 1.2m³

(2) 기기류

이송펌프 : 170L/min×100V
공급펌프 : 86L/H×100V
주입펌프 : 50mL/min×100V
순환부로우 : 최대 50/min×
4kg/cm²×100V
산소공급 부로우 : 15L/min

(3) 계기류

원수공급유량계 : 수도메타
15A5-80L/H

산소공급유량계 : Flow식 0.
2-2L/min

순환산소량유량계 : Flow식
5-50L/min

6-1 PILOT TEST 성적

본 실험은 순산소 활성오니법 개발에 참여한 유기엔지니어링에서 모사인 유기합성제약(주)에서 배출되는 알데히드 유도체를 주성분으로 하는 악성난분해 폐수에 적용 여부를 확인하기 위하여 실시한 후 본공법을 적용하여 실용화한 실시례이다.

1) 처리공정 <그림 4> 참조

2) 실험방법

2-1. 실험조건

표 4. 참조

표 4. 실험조건

조건	구분	RUN-1	RUN-2	RUN-3	RUN-4	RUN-5	RUN-6
실험기간		7.20-8.5	8.5-9.10	9.10-10.3	10.4-11.6	11.7-12.5	12.6-2.10
처리수량(ℓ/h)		20	20	30	30	30	50
수 온(℃)		20-30	24-33	22-30	18-22	20-23	18-25
순환수량(m ³ /h)		3-7	3-7	3-7	3-7	3-7	1-7
BOD 용적부하 (kg/m ³ ·d)		0.47-2.21 (1.34)	0.75-1.72 (1.24)	0.82-1.5 (1.16)	1.14-1.2 (1.17)	0.76-1.4 (1.08)	1.64-5.8 (2.97)
BOD-SS부하 (kg/SSkg·d)		0.04-0.17 (0.11)	0.07-0.17 (0.12)	0.09-0.19 (0.14)	0.085-0.11 (0.098)	0.085-0.13 (0.094)	0.14-0.58 (0.31)
MLSS(mg/ℓ)		11800-13330 (12500)	9870-11700 (10780)	6220-9690 (7950)	9330-13470 (11400)	12900-15300 (14100)	8590-11720 (10155)
SVI		34-59 (47)	41-53 (47)	46-84 (65)	30-40 (35)	33-46 (39)	31-39 (35)
체류시간(h)		30	30	20	20	20	12
산소 개스 농도(%)		70-85 (77)	75-86 (80)	75-86 (80)	73-88 (80)	76-84 (80)	77-88 (83)
산소 개스 공급량(ℓ/h)		0.9-1.3 (1.1)	1.1-1.5 (1.3)	0.5-1.5 (1.0)	1.0-2.0 (1.5)	1.0-2.0 (1.5)	1.2-2.0 (1.6)

<다음호에 계속>