



石油化學工場の排水處理

Wastewater treatment for petroleum Refinery

金 柱 恒*
Kim, Joo Jang

1. 서 론

지구촌의 환경문제가 검토되고 또한 커다란 관심사를 가져온지 벌써 반세기가 넘었다.⁽¹⁾

특히 우리나라의 경우, 1960년 후반기부터 경이적인 석유화학 산업의 발전을 거듭하면서 이로부터 수반되어진 산업 배수 물질이 해양 등 자연환경에 미치는 영향이 크게 대두되기 시작하였다.

이를 위하여 산업계에 있어서는 환경대책에 많은 노력을 경주하여 왔음에도 불구하고 아직도 조석으로 대하는 매스컴의 따가운 눈초리는 이제 우리나라민의 보건환경 차원을 넘어, 모든 생태계에 심각성을 증명하고 주고 있는 현실이 안타까울 따름이다.

따라서 본 기고에서는 석유화학 공장에서의 배수 가운데 주요 문제점인 Oil 성분의 효율적인 분리 제거기술을 비롯하여 최근 질소 및 인의 문제 등에 관한 소고로서 활성오니법(活性汚泥法)의 산업폐수 현상과 금후의 과제에 대하여 간략하게 기술하여 보기로 하겠다.

2. 배수처리

배수(排水) 가운데 현탁(懸濁)하고 있는 불질을 비롯하여 용해(溶解)하고 있는 물질을 제거시키는 공법이 배수처리가 된다.

배수처리 공정으로서 크게 분류하여 물리 화학 처리와 생물처리(生物處理)로 나눈다.

생물처리에는 호기성미생물(好氣性微生物)에 의한 호기성처리와 혐기성미생물(嫌氣性微生物)에 의한 혐기성처리가 있다.

석유화학공장으로 부터 배출되는 배수의 오탁물질(汚濁物質)의 주체(主體)는 용해성 유기물질로 되어지고 있기 때문에 생물처리는 유효한 수단이라고 본다.

생물처리를 실시하는데에 있어서는 부유물(SS)이나 유분(油分) 등을 제거시키기 위하여 응집침전법(凝集沈澱法) 또는 가압부상법(加壓上浮法) 등, 물리화학적 처리가 전처리로써 채용되어 지고 있다.

혐기성 생물처리는 그의 성 Energy성과 발생오니량(發生汚泥量)이 적은 특성을 감안하여 발효공법(發酵工法) 배수를 중심으로 실용화가 진행되 왔지만, 석유화학 배수의 경우는 혐기성 처리의 유기산 발효과정이 곤란하여 실용화가 되지 못하고 있다.

따라서 석유화학 배수처리의 중심은 경제성을 비롯하여 처리수질의 안전성으로 볼때 호기성 생물처리의 대표적인 공정기술이 바로 활성오니법이 되고 있다.

활성오니법은 1914년 영국의 Manchester에서 실용화한 기술로써 반세기가 넘는 동안 가정 및 공장폐수의 처리에 사용되어 왔다.

한편 활성오니 Plant의 설계는 그동안 대부분 경험적 방법에 의하여 수행되었고, 1960년대 초이 이르러 비로서 활성오니계에 대한 더욱 합리적인 방법이 개발되었다.⁽²⁾

* 工業化學技術士. 韓田油化工業株式會社 副社長

이 방법은 오랜 관측에서 가정폐수나 공장폐수를 일정시간 동안 포기하면 유기물질량이 감소하고 동시에 응결오니(Flocculent sludge)가 형성된다는 것에 의하여 유래되었다.

우리나라의 경우, 1970년 말경부터 본격적으로 현재 하수처리 표준법으로 불리워지고 있는 종래의 활성오니법을 중심으로 하여 Step Aeration법, Conductstabilization법, Long time Aeration법, Oxidation ditch법 등 각종 변법이 개발되어지고 있지만, 산소용해의 효율이나 질소 및 인의 제거율 향상에서 기대효과는 만족스럽지 못하고 있는 것으로 알려지고 있으며, 다만 현재의 산업배수를 비롯한 하수처리에서 가장 넓게 이용되고 있는 활성오니법이란 산소용해방식에 의한 분류와 질소 및 인을 제거함에 각종 변법이 성행되고 있다.

3. 유수분리장치

석유화학공장의 배수처리는 일반 산업 폐수와는 달리 중요문제점이 Oil 성분을 효율적으로 제거하는 것이 목적이며 이를 위하여 여러 가지 유수분리 장치가 설치되게 되는데, 이의 종류는 API를 비롯하여 PPI 및 CPI 등으로 되어있다.

유수분리 장치로써의 기대효과는 Oil의 특성, 즉 Oil분이라고 하는 것은 물보다 비중이 작기 때문에 전처리공정으로 Oil성분만을 부상시켜 처리하도록 하는 공법이다.

따라서 Oily Water 중에서 현탁분산 되어진 형태의 일반적인 Oil은 비교적 제거가 가능하지만, 이송 Pump 등의 가동이나 기타물리적 작동에 의하여 Emulsion형태로 유화된 Oil 성분들은 Water 중의 Colloid 상태로 안정하게 존재하기 때문에 분리제거가 어려운 문제점은 없지 않다.

또한 Oily Water의 Sludge는 일반폐수의 Sludge와는 달리 Oil분이 주체가 되어지고 있으므로 인하여 탈수처리에 방해가 가져오는 문

제점도 있다.^(3,4)

3.1 API장치⁽⁵⁾

API(American Petroleum Institute)는 미국석유협회에서 제안한 장치로써 보통 유적(油滴) 150 μ 까지 회수가 가능하며 일반적으로 얻어진 Data를 기준으로 하면 유입수 중의 Oil분 1,000PPM일 때 유출수 가운데의 Oil분은 약 30PPM정도로 되는 성능을 발휘할 수가 있으며 각종 입도가 다른 유적이 혼입되어 있을 경우의 부상관계선은 그림 1과 같다.

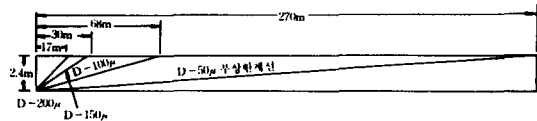
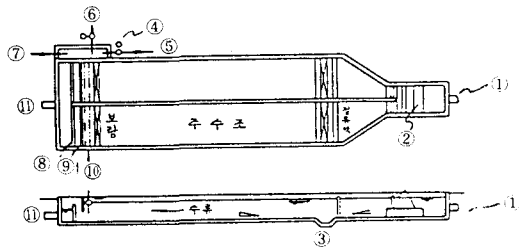


그림 1. API 장치의 Oil 부상 관계선표⁴⁾

한편 장치의 개략적 구조를 살펴보면 그림 2와 같으며 API Separator의 세부구조는 다음과 같은 기능을 갖고 있다.

- 전처리부(Pre-Separation Section)
대형부유물을 제거하기 위한 장치
- 주수조(主水槽)
부상분리를 위한 주요부분 장치
- 정류설비
수류(水流)를 층류로 하기 위한 설비장치 (Vertical Slot Baffle)
- 일류언
수위를 조절하기 위한 조절판(Effluent Weir and Wall)
- 집유관(集油管)
표면에 뜬 Oil을 제거시키기 위한 배관 설비 (Oil Skimming pipe)
- 집유조(集油槽)
회수된 Oil을 다시물과 분리하여 회수 Oil Tank로 이송하는 장치(Skimmed oil Sump)



- Legend :
- | | |
|-------------|-----------|
| ① 입구 | ⑦ 집유조 |
| ② 케이트보랑제진책 | ⑧ 일류언 |
| ③ Sludge 트랩 | ⑨ 저류언 |
| ④ 배수 Pump | ⑩ 회전식 집유판 |
| ⑤ 분리기 입구조 | ⑪ 출구 |
| ⑥ 회수유 | |

그림 2. API Oil Separator 의 구조

3.2 PPI 장치⁽⁶⁾

PPI(Parallel plate Interceptor)는 Shell사에서 개발한 평행판식 유수분리 장치로써 API보다 성능이 우수하여 유경 60 μ 정도 까지 회수가 가능하다.

유입수중의 Oil분이 1,000PPM일 때 유출수의 Oil분은 약 10 PPM까지 처리가능 하다.

장치로써의 특징은 상부가 뚜껑으로 덮여져 있고 천정수로 수봉(水封)되어 있어 회수 Oil의 증발이 없으며 방재상(防災上), 방취상(防臭上)으로 볼 때 유리할 뿐만이 아니라 분리된 Oil은 자동적으로 회수되도록 설계되어 있으며 비교적 조면적이 적어 API의 1/4 정도가 되며, 또한 Sludge의 제거도 용이 하는 등의 성능을 갖고 있다.

단순 수조에 의한 부상과 평행판을 쓴 부상을 비교하여 보면 그림 3과 같다.

한편 장치로써의 개략적인 구조는 그림 4와 같으며 PPI Separator의 기능의 역할은 다음

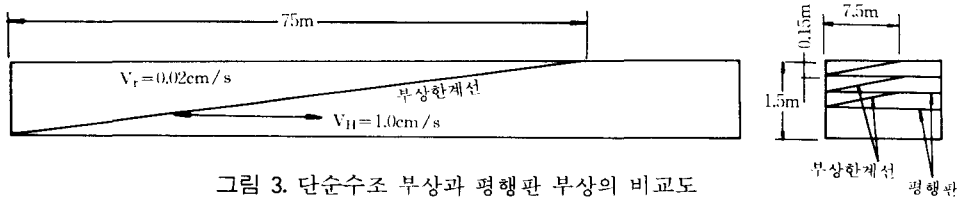


그림 3. 단순수조 부상과 평행판 부상의 비교도

과 같다.

- 전실(前室)

사류와 Screen을 설치 조형(粗形) 부유물을 제거시킨다

- 주수조(主水槽)

부상 분리를 위한 주요부로서 9단으로 된 평판세트가 측방향 45° 경사로 설치되, 평행판의 간격 100mm, 수직거리 141mm로 되며 유적(油滴)은 상층철판에 부착하여 조금씩 성장, 철판의 천정을 따라 후두하 유류에 고이게 된다.

한편 Sludge는 침강하여 철판위에 가라앉아 45° 경사를 미끄러져 평행판하의 Sludge oil에 모인다.

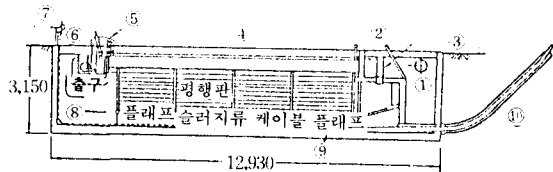
- 집유기구(集油機構)

분리된 oil은 상호후드내에 고이게 된다.

자유수면보다 약간 올라가 있어 자동으로 일류관을 넘어 회수유조에 들어가게 된다.

- Sludge제거

가끔 흡입 Pump로 Guide pipe를 통하여 흡입한다.



- Legend :
- | | |
|---------------|-----------------------|
| ① 입구 | ⑥ 방축 |
| ② Vent Screen | ⑦ Winch |
| ③ Inlet Pipe | ⑧ 수류 |
| ④ 시일수 | ⑨ Flexible Suction 호수 |
| ⑤ 일류관 | ⑩ Guide Pipe |

그림 4. PPI Oil Separator 의 구조

3.3 CPI 장치⁽⁵⁾

CPI(Corrugated plate Interceptor) 역시 Shell사에서 개발한 공법으로 PPI식과 같이 직경 60 μ 의 oil분까지 분리회수가 가능하다.

보통 1,000ppm oil분을 함유하는 폐수를 10ppm 이하의 유출수로 낮출 수 있으며, 한편 설비의 특징으로는 PPI보다 설계면적이 작아도 되며 청정시의 공칭능력에 대하여 우천시에는 2~4배의 수량을 증가시킬 수 있다.

그림 5는 CPI Separator 장치의 개괄적 구조를 나타낸 것이며 세부적 구조 기능을 살펴보면 다음과 같다.

- 전체구조

Plastic 파상판(波狀板)을 다수평행으로 조합, 45° 경사로 수중에 잠기도록 하고 있다.

- 유입부

유입부에 사류가 설치되어 있다.

- 본체

재질은 Glass fiber로 강화된 Isophthalic Acid polyester 또는 이와 유사한 재질로 되어 있으며 pH 5~9로 유지하며 그 밖의 범위일 때는 특수재질의 요구된다.

분리된 OIL은 파상판 철(凸)부를 따라 수류에 대항하면서 상승하는데 반하여 Sludge는 요(凹)부를 따라 하강한다.

- 집유기구

본체 상류의 유면(油面)은 증발과 취기를 막고자 Polyurethane foam의 덮개를 하고 집유구의 상부 개구부는 출구면보다 약간 높게 설정되어 있다.

4. 활성오니법의 종류

석유화학공장이나 기타 배수처리 공장에서 많이 채택되고 있는 공법으로 종래부터 폐수중에 유기물을 처리하기 위한 방식으로 넓게 사용되어 왔다.

이 방식은 유기물의 흡착 산화를 목적으로 하는 침전조로 구성되어 있으며 포기조에는 활

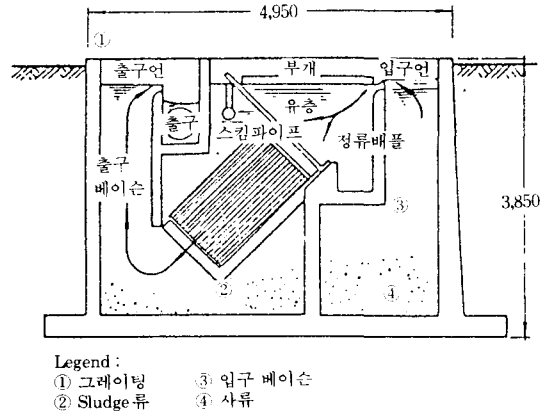


그림 5. CPI Oil Separator의 구조

성오니를 포기하기 위하여 Blower설비와 산기설비 및 침전조의 오니 Scrapper 그리고 침전 분리된 오니를 포기조로 반송하는 오니 Pump 등이 필요하게 되어 있다.

또 종래의 활성오니법에서는 처리 효율에도 한계가 있어서 넓은 설치면적이 필요하게 되며 초기시설 투자비도 과대한 예산이 소요되어 포기 Blower를 주체로 하는 각종기기의 전기요금 유지 관리비도 높은 문제점으로 대두되어 왔다.

산소용해 방식에 의한 활성오니법의 유지관리비 유지관리비 대부분은 생물 반응에서 소비되고 있는 산소의 용해, 즉 포기(曝氣) 동력으로 되고 있다.

활성오니의 혼합액(混合液)의 산소이동량(酸素移動量)을 식으로 표시하면 다음과 같다.

$$OTR = K_L a (C^* - C) \dots \dots \dots (1)$$

여기서 OTR : 산소이동량

$K_L a$: 총괄산소 이동 용량계수

C^* : 포화용존 산소 농도

C : 포기조내의 용존산소농도 (D.O)

포기 동력의 효율화 계산에는 기액계면(氣液界面)을 증가하는 방법과 산소분압을 높이는 즉 식 1의 추진력($C^* - C$)을 증가하는 방법이 있다.

산소용해방식에서 활성오니법을 분류하면 다음과 같다.

4.1 종래의 방법

산소용해 방식에서 활성오니법으로 분류하여 최초로 개발된 방법으로써 이는 그림 6에 나타낸 바와 같이 현재도 가장 넓게 채용되고 있는 Process이다.

하수처리에서는 표준활성 오니법 이라고도 불리워지고 있으며 공기중의 산소를 효율적으로 용해(溶解)시키기 때문에 산기관(散氣管)을 이용하여 시회류(施回流)를 생기게 하는 방식과는 달리 미세기포(微細氣泡)를 발생시키는 산기관(散氣板)을 포기조 밑바닥에 배치하는 전면(全面) 포기방식이나 기계포기 방식이

개발되어 있다.

그러나 사회류식이나 전면포기의 경우에도 산소이용 효율은 5~15%로 떨어지기 때문에 많은량의 배 Gas에 의한 취기(臭氣)나 미생물 비산(飛散) 문제가 지적되고 있다.

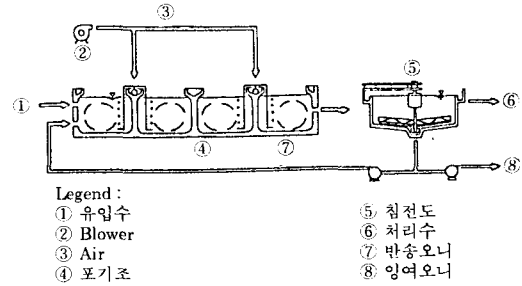


그림 6. 재래식 활성오니법의 처리도

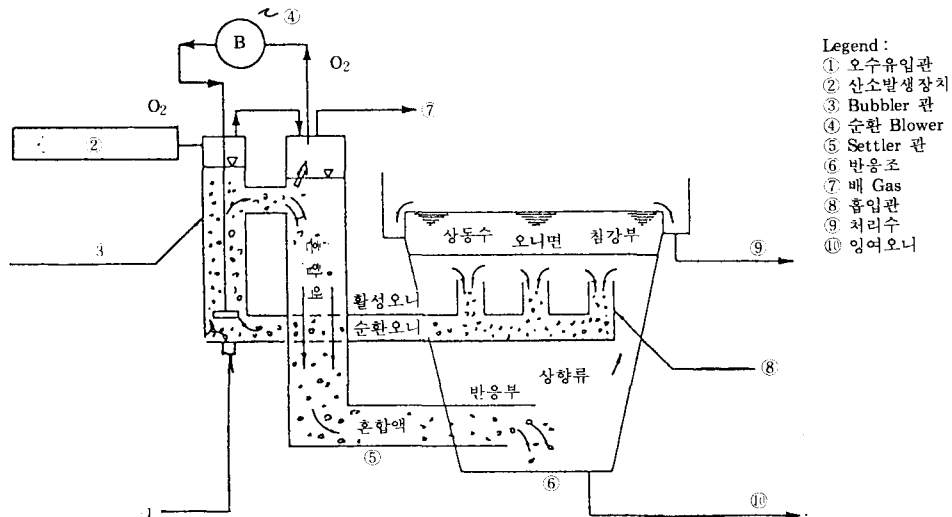


그림 7. 산소활성오니법의 원리도

4.2 산소법⁽⁶⁾

종래의 공기포기의 경우는 산소공급에 한계가 있어 배수처리 기대효과에 많은 문제점이 있었다.

이에 처리효율화를 기하기 위하여서는 포기

조내의 미생물량을 많이 보유하여야 하며 또한 그러기 위하여서는 당연히 산소 소비량도 증가시켜야만이 한다.

따라서 산소 활성 오니법이라는 것은 종래의 방법과는 달리 고농도의 산소를 사용하여 포기

조와 침전조의 기능을 동시에 갖도록 한 것이
로서, 순산소를 이용하게 되면 공기포기에 비
하여 산소분압의 차이로 인하여 20℃일 경우
약 5배의 용존산소가 공급이 가능하게 되는 것
이다.

또한 포기조와 침전조의 일체화가 가능하다
면 설치면적에도 크게 절약이 기대될 것이므로
본 방법은 특수한 산기통을 설비함으로써, 이
점을 가능하게 하고 있으며 개괄적인 원리도는
그림 7과 같다.

한편 상향류식 순산소 활성 오니법⁽⁶⁾ 주요구
조도를 살펴보면 그림 8과 같으며, Process에
서의 오수는 흡입관으로 부터 흡입한 순환오니
와 산소 발생장치에서 발생한 고농도 산소와
Bubbler관저부에서 혼합하게 된다.

혼합된 오수는 Air Lift 효과에 의하여
Bubbler관내를 상승하면서 충분히 산소를
흡수, Saddler관 상부에 유입하게 된다.

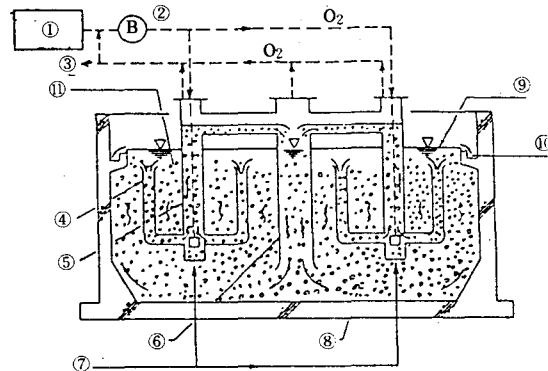
Saddler관에서는 미반응된 산소 Gas가 분리
되고 혼합액은 Saddler관 저부로 부터 반응조
로 방출하게 되는데, 반응조 저부로 유입된 혼
합액은 흡입관 유입면 부근에서 순환오니와 처
리수로 분리되도록 반응조내를 서시히 상승함
으로써 흡착, 산화, 미생물 여과 등의 생물반응
이 진행되게 되며 흡입관면의 상부에서는 유속
이 늦게되므로 고액분리가 되어서 청등수가 처
리수로 되어 월류구를 통하여 방류하게 된다.

또한 미반응되어진 산소 Gas는 Settler관 상
부로 부터 순환 Blower에 의해서 회수되며 다
시 Bubbler관으로 이송되어 다시 사용하게 됨
으로 이용효율을 높일 수 있도록 되어 있다.

잉여오니는 반응조 저부로 부터 배출시켜 일
반적으로 방법으로 농축하여 탈수처리 하게 된
다.

4.3 초심층 포기법⁽⁷⁾

그림 9에 나타난 바와 같이 수심 50~150m
의 Tape Shaft(深井戸)를 포기조로 하는 방식
으로써 정수압(靜水壓)에 비례하여 포화용존

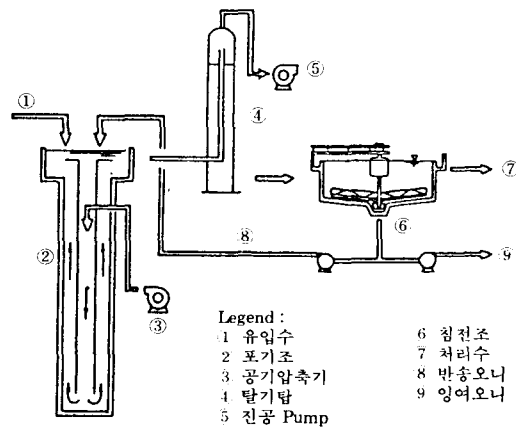


- Legend :
- | | |
|-------------|--------|
| ① 산소발생장치 | ⑦ 오수 |
| ② 순환 Blower | ⑧ 반응조 |
| ③ 배 Gas | ⑨ 상등수 |
| ④ 흡입관 | ⑩ 처리수 |
| ⑤ Bubbler 관 | ⑪ 오니계면 |
| ⑥ Settler 관 | |

그림 8. 상향류식 순산소활성 오니법의 구조도⁽⁶⁾

산소농도(飽和溶存酸素濃度)가 크게 되며, 산
소이동 추진력(推進力)을 크게 할 수가 있다.

또한 공기 사용에도 불구하고 산소 이용 효
율은 50% 이상 달성할 수 있으며, 설비면에서
도 포기조의 Space를 현저하게 작게 할 수 있
는 최대의 Merit가 있지만, 오니에 부착하고
있는 기포를 제거하기 위한 고액분리(固液分
離)의 Space가 크게 된다.



- Legend :
- | | |
|-----------|--------|
| ① 유입수 | ⑥ 침전조 |
| ② 포기조 | ⑦ 처리수 |
| ③ 공기압축기 | ⑧ 반응오니 |
| ④ 탈기탑 | ⑨ 잉여오니 |
| ⑤ 진공 Pump | |

그림 9. 초심층 포기의 활성오니 처리법

5. 질소 및 인 제거 활성 오니법

종래 활성오니법의 역할은 배수가운데 유기물 제거가 주체였으나 이는 해역 등의 폐쇄계수역(閉鎖系水域)에서 부영양화(富營養化) 문제와 함께 질소 및 인의 원인 물질도 제거의 필요성이 대두되게 되었다.

석유화학 배수중에는 활성오니의 생체합성(生體合成)에 필요한 질소 및 인이 함유하지 않는 경우가 그동안 많았지만, 최근 석유화학제품의 다양화에 수반하여 질소 및 인이 고농도(高濃度)로 함유되어진 Case가 증가하고 있다.⁽⁷⁾

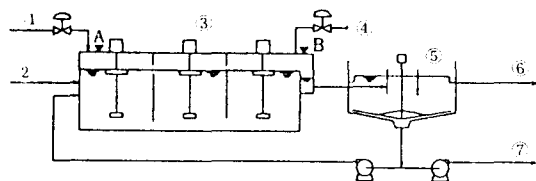
5.1 응집제 첨가법

배수중에 인을 제거하는 방식으로서의 원리는 금속염(金屬鹽) 응집침전법과 같은 방법이다. 즉 3가지 금속 ion으로서 배수의 인을 난수용성(難水溶性) 화합물로써 고정한다. 응집제는 포기조에 직접 주입하지만, 황산반도 등의 Al염의 경우는 포기 말단부에 주입하는 것이 효과적인 방법이 되겠다.

또한 제일철염의 경우는 유입단에 주입하는 것이 양호하다.

그러나 응집제 주입에 의한 BOD, COD 제거율 향상은 기대하기가 어렵다.

다음 그림 10은 응집제 활성오니법의 Flow Sheet를 살펴본 것이다.



- Legend :
- A → 응집제유입개소(제일철염)
 - B → 응집제유입개소(Al)
 - 1 산소
 - 2 원수
 - 3 포기조
 - 4 배 Gas
 - 5 침전조
 - 6 처리수
 - 7 잉여오니

그림 10. 응집제 첨가 활성 오니법

5.2 휘스트립법⁽⁷⁾

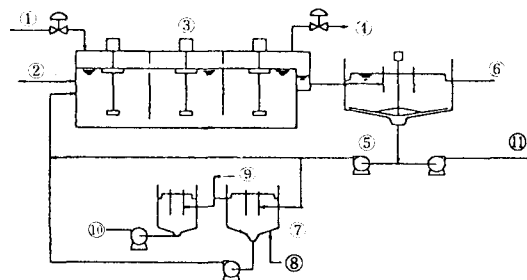
활성오니의 생체합성(生體合成)에는 인이 불가결(不可決)로 되 있지만, 통상 활성오니 가운데서의 인 함유율은 1~2%로 된다.

그러나 활성오니를 용존산소, 아초산(亞硝酸), 초산이 존재하지 않도록 혐기상태로 한 후, 호기상태로 하면, 생체합성에 필요한 량(量) 이상의 인을 섭취하는 것을 볼 수 있는데 이러한 현상은 활성오니에 의한 인의 과잉 섭취라고 명명하고 있다.⁽⁷⁾

따라서 이 같은 현상을 최초로 배수처리에 적용한 Process가 휘스트립법이며 다시 말해 반송오니의 일부를 탈인조(脫磷槽)에서 혐기상태로 인을 방출 시킨 후 포기조로 되돌리면 인을 팽잉섭취하게 된다.

탈인조에서 방출한 인은 세정수(洗淨水)에서 향류(向流)하여 씻어보낸 후 석회(石灰)로써 고정(固定)하여 계외로 방출한다.

휘스트립법의 개활적인 공정도는 그림 11에 나타내 보았다.



- Legend :
- 1 산소
 - 2 원수
 - 3 포기조
 - 4 배 Gas
 - 5 침전조
 - 6 처리수
 - 7 탈인조
 - 8 세정수(원수 또는 처리수)
 - 9 석회
 - 10 인 오니
 - 11 잉여오니

그림 11. 휘스트립법의 공정도

5.3 혐기호기법

혐기호기 활성오니법은 포기조 선단에 혐기부분을 설치하여 인의 과잉 섭취를 도모하게

하는 Process로 과잉섭취된 인은 잉여오니로써 제외로 배출시킨다.

처리수의 인농도가 안정되는 활성오니 중의 인 함유율에는 제제가 있기 때문에 휘스트립법에 비하여 배수 중의 인 농도가 비교적 낮은 경우에 적용되고 있다.

협기호기법의 개활적인 Flow sheet를 살펴보면 그림 12와 같다.

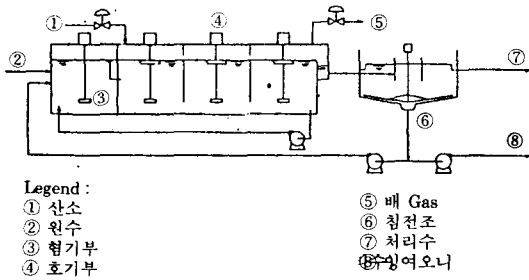


그림 12. 협기호기법의 공정도

5.4 초산액 순환 탈 질소법

질소의 초화(硝化) 반응에 관여하는 미생물은 아초산효과 초산균으로 된다.

이의 초산균은 유입수 중의 무기질소 화합물을 산화하는 것에 의해 증식(增殖) Energy를 획득할 때 무기성탄소(CO₂)를 생체합성으로 이용할 수가 있다.

탈질반응(脫窒反應)은 NO₂-N, NO₃-N를 용존산소가 없는 무산소상태(無酸素狀態)로써 탈질균(脫窒菌)의 초산호흡에 의하여 N₂ gas로 환원하는 반응으로 된다.

탈질균은 호기상태로써는 산소호흡을 행하며 무산소상태에서는 유입수 중의 유기물을 수소용체(水素受容體)로써 초산 흡을 할 수가 있어 통성협기성균(通性嫌氣性菌)으로 된다.

따라서 이상과 같은 반응을 조합한 생물학적 제거 Process에는 각종 변법이 있지만, 일반적으로 그림 13에서 보는 바와 같은 초산액 순환 탈 질소법이 대중을 이루고 있다.

다만 초산균의 증식속도는 극히 늦어지므로 초산조내의 초화균 농도를 높여 주기 위하여 초산균을 고분자 단체내에 포괄 고정 시킨 Pellet나 초산균 부착이 용이한 발포제를 초산조내에 첨가하는 초산 촉진법의 개발이 급후진보되고 있다.⁽⁷⁾

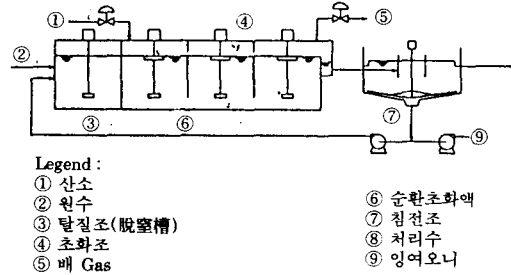


그림 13. 초화액 순환 탈 질소법

6. 석유화학공장의 배수

석유화학공장 특히 Combined Complex의 총합배수나 생물처리에 방해를 가져다주는 물질을 함유한 폐수처리의 활성오니법을 살펴보면 다음과 같다.

6.1 Combined Complex 총합배수처리

석유화학 Combined Complex 총합배수에 있어서 산소 활성 오니법(산소법)과 종래의 활성오니법(종래법)으로 동일한 배수를 일개월간 처리하여본 결과 표 1과 같은 성능의 데이터를 얻었다.

여기서 유기물의 제거성능을 살펴보면, 차(差)는 인정되지 못하고 있지만 특징적인 것은 잉여오니의 생성량이다.

산소법의 경우는 오니부하(F/M)가 높은 값에도 불구하고 잉여오니 발생율은 공기법의 약 1/2이 었다. 활성오니법의 잉여오니 발생량을 식으로 표시하면 다음 2식과 같다.

$$ESS = ax(\text{유기물 제거량}) - b \times Sa \quad \dots\dots (2)$$

표 1. 총합배수 성오니 처리 데이터⁽⁷⁾

시험항목	분류	산소법 (뉴눅스법)	공기법 (Step Aeration)
Aeration 시간, hr		9.7	22.5
오니방출비, %		30	30
MLSS, mg/l		6,200	5,700
SVI		50	120
Do, mg/l	4	4	1.2
F/M비		0.32	0.15
kg TOC/kg MLSS.d			
반송오니농도, %		2.5	1.6
TOC	유입수, mg/l	800	800
	처리수, mg/l	33	32
	제거율, mg/l	96	96
잉여오니발생율		0.29	0.56
kg SS/kg 제거 TOC			

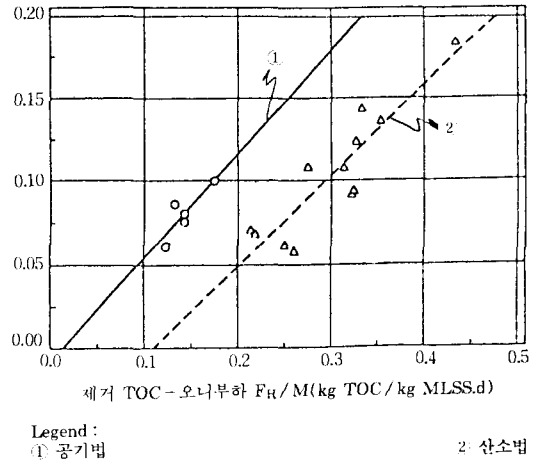


그림 14. 잉여오니 발생량⁽⁷⁾

여기서

ESS : 잉여오니 발생량 kg/d

Sa : 포기조내 MLSS량 kg

a : 오니 전환율

d : 자기산화계수

유기물 제거량으로 TOC(유기성탄소)의 제거량 TOC_R(kg/d)를 사용 정리하며 다음 3식과 같게 된다.

$$\frac{ESS}{Sa} = a \times \frac{TOC_R}{Sa} - b \dots\dots\dots (3)$$

따라서 산소법과 공기법의 월평균당 잉여오니 발생량을 분석을 사용함으로 그림 14와 같은 그림을 전개할 수가 있으며 여기서 공기법과 산소법을 개조한 후의 데이터도 함유하게 된다.

6.2 조해물질 함유처리

생물처리에 조해(阻害)를 주는 물질 중 염소, 시안, Formaldehyde를 함유한 석유화학 배수에 있어서 산소활성 오니법에 의한 처리 사례는 다음과 같다.

(1) 염소함수배수

고농도의 염소 ion을 함유하는 배수를 희석하여 생물처리를 행한다.

이 때 희석배율을 변경하여 염소 ion 농도를 변화시킨 Case에 있어서 평균처리 성능을 조사한 것이 표 2의 데이터이며 여기서 염소 ion 농도 1% 이하에는 유기물 제거 성능에 차는 인식하지 못하였다.

표 2. 염소함수 배수의 산소활성처리⁽⁷⁾

항 목	1개월 평균			
	RUN-1	RUN-2		
운전상황	Aeration 시간, hr	2.4	2.2	
	MLSS, mg/l	17,500	19,600	
	MLVSS/MLSS, %	64	54	
	F/M비	0.30	0.46	
	kg BOD/kg MLSS.d	4~6	426	
수질	DO, mg/l	4~6	426	
	염소 ion, 유입수, mg/l	6,800	10,000	
	BOD	유입수, mg/l	334	447
		처리수, mg/l	5.5	8.7
		제거율, %	98.4	98.1
	COD	유입수, mg/l	520	802
		처리수, mg/l	85	145
제거율, %		83.7	81.9	

(2) 시안함수배수

시안은 사람을 중심으로 생각하면 유독물질

이 되고 있지만, 활성오니의 경우에는 충분히 순양(馴養)하면 순치(馴致)가 되는 것으로 알려지고 있다.

표 3에 시안 농도의 변화에 대하여 산소 활성 오니법의 처리성능을 비교하였다.

유입수 가운데 시안이 10mg/l 정도 함유한 것은 지장이 없는 것으로 알려지고 있다.

표 3. 시안함유 배수의 산소 활성 오니처리⁽⁷⁾

분 류		RUN-1 (17일)	RUN-1 (30일)
항 목			
F/M비, kg BPD/kg MLVSS.d		0.35	0.55
MLSS, mg/l		4,050	3,970
MLVSS/MLSS, %		88	90
T-CN	유입수, mg/l	2.2	13.9
	처리수, mg/l	0.68	2.20
	제거율, %	69.1	84.2
COD _{min}	유입수, mg/l	985	995
	처리수, mg/l	266	269
	제거율, %	73.0	73.0
BOD/COD, 유입수		1.84	1.76

(3) Formaldehyde 함유 배수

Formaldehyde 수용액은 Formalin 소독제로써 유명하다.

Formaldehyde 농도가 약 10일 주기로써 변동하는 배수의 산소활성 오니법에 의한 처리 상황일 때 각각의 기간 평균값을 사용 그림 15에 나타내 보았다.

Formaldehyde만을 평균하면 BOD의 대폭적인 변동에 대하여서도 활성오니가 추가하여 따르는 모양으로 알고 있다.

7. 맺는말

지금까지 제목건에 대하여 간략하게 살펴 보았다.

금후 석유화학 제품의 증대 내지 다양화에 수반하여 배수 중의 오염물질 종류도 다기(多岐)에 미칠것으로 우려되고 있는 바 다음과 같

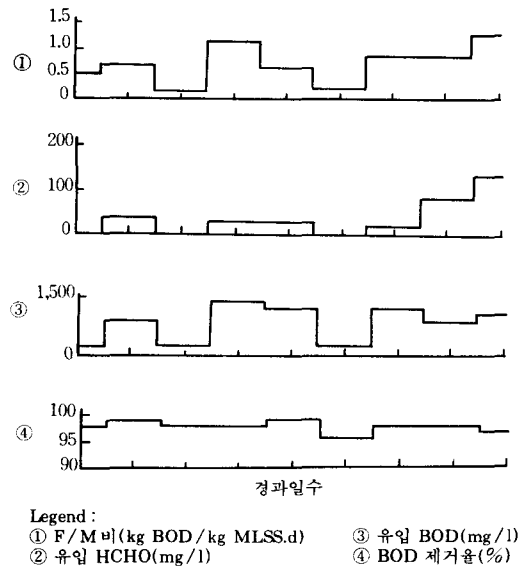


그림 15. Formaldehyde 함유배수처리⁽⁷⁾

은 과제가 우리에게 남아 있음을 기억하여야 될 것이다.

-COD제거 향상

석유화학공장 입지는 다반사가 해역에 입지하고 있다.

해역의 배수처리 규제는 COD로써 되고 있지만, COD로써 검출되고 있는 유기물과 BOD로써 대표되고 있는 활성오니로써 제거 가능한 유기물과는 성분이 다르고 있다.

생물처리가 곤란한 유기물을 황성오니로써 분해가능한 물질로 개선하는 기술개발에 역점을 두어야겠다.

-고액분리기술의 개선

침전조는 부리 Space가 크기 때문에 활성오니가 변조(變調)을 가져왔을 시의 대응이 곤란하다. 고액분리기술의 개선 없고 침전조가 불필요한 활성오니법의 개발이 바람직하다.

이상과 같은 금후의 과제는 자연의 복원력 차원과 더불어 지구 환경에 보다 온화한 영역을 제공함으로써 자연순환법칙에 공존하는 삶이 지속될 것으로 사료된다.