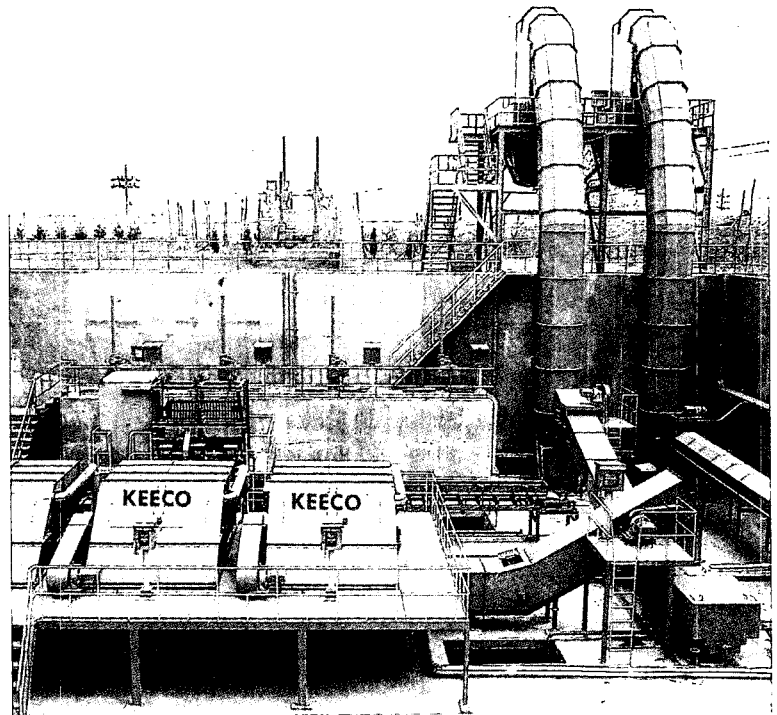


# 회분식활성오니법(K-SBR)에 의한 산업폐수처리

한국종합수기공업(주)  
환경개발팀



## 1. SBR의 발전개요

현재 국내에서의 생물학적 하수 및 산업폐수처리방법은 표준활성오니법 및 이를 개량한 변법들이 대부분을 차지하고 있다. 이러한 Conventional System은 저류, 폭기, 침전, 방류를 연속적으로 운전하는 방식(CFS; Con-

tinuous Flow System)으로 국내 대규모 하수처리 및 산업폐수처리에 적용하여 수질오염방지에 많은 기여를 하였으나 관리기술이 필요하고 특히 부하변동에 민감하여 설계시 전처리시설의 충분한 고려가 있어야 한다.

1914년 Ardern과 Lockett이 처음으로 언급한 활성오니법은

원천적으로 FILL-AND-DRAW 형태의 회분방식(Batch System)에 그 기원을 두고 있다.

그 이후 회분식 처리방법은 소규모적으로 이용되어 오다가 1930년 이후 도시의 급격한 인구증가와 산업발전으로 하·폐수처리장의 규모가 커지면서 막

대한 량의 유입폐수를 자동으로 조정할수 있는 밸브등의 기술개발이 뒤따르지 못하여 회분식방법은 현재와 같은 연속흐름식 처리방법으로 전환 발전되어 왔다.

그러나 급속한 기술발전에 의해 동력설비의 자동밸브시스템, 전기적 타이머설비 및 수위조정 장치등의 새로운 Hardware의 실용화가 가능하게 되면서 회분식처리법에 재차 관심을 갖기 시작하면서 1950년대에 미국의 Hoover, Porges등에 의해 회분식활성오니법이 재론되기 시작했고, 1970년대 이후에 이르러 미국 Notre Dame 대학에서 L.Irvine등의 연구로 SBR Pro-

cess가 유기물의 부하변동에 적응력이 높을뿐 아니라 BOD, SS 제거 외에 질소, 인의 제거효과가 우수하다는 것이 인정되면서 재차 주목을 받기 시작했다.

1980년대에 들어와 SBR에 대한 연구가 활발히 진행되면서 중소규모의 생물학적 폐수처리에 있어 경제성 및 그 적응력뿐 아니라 탁월한 효과가 확인되어 미국, 호주, 유럽등지에서는 지역하수처리 및 산업폐수처리에 널리 적용하고 있다.

한편 1986년에 일본하수도 사업단의 기술평가위원회에서 회분식방법에 의한 하수처리 효능에 대해서 건설성에 보고서를 제출 처리수질이 2차처리로서도

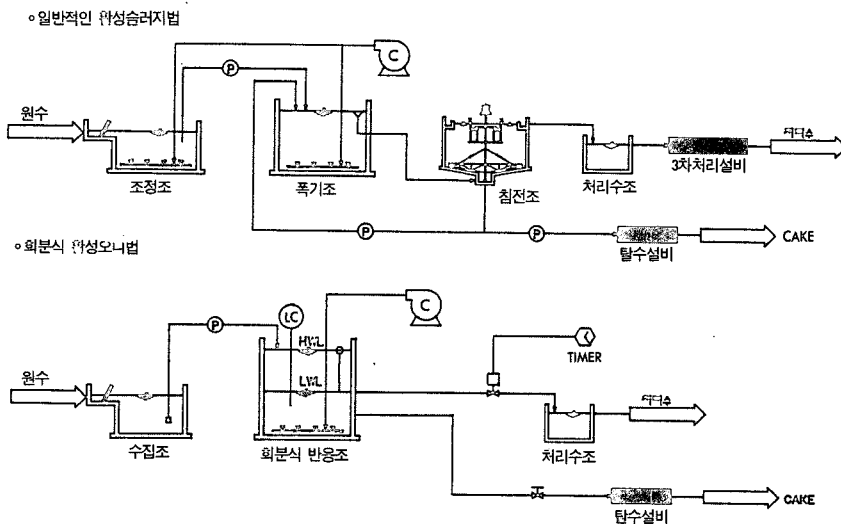
방류기준을 만족한다고 인정받아 이의 보급이 활발해지고 있다.

국내에서는 1984년에 한국종합수공업(주)에서 스위스 NE-STECH사와 공동으로 한서식품의 폐수처리에 SBR를 적용 설치한 이후 자체기술개발을 통해 청보식품, 삼호물산, 태광제약, 부광약품등 현재까지 15여개 이상의 산업폐수에 적용·설치하여 그 효능을 인정받고 있다.

## 2. SBR Technology

회분식반응조(SBR)는 동일한 반응조내에 원수를 유입시켜서 반응 및 침전후 상등처리수를

FIG. 1 CFS와 K-SBR 공정도 비교



방류하는 반응조로서 폭기조, 침전조, 탈질소조의 세가지 기능을 한개의 반응조로 운전하는 방법이다. 즉, 연속처리방식의 공간개념을 시간개념으로 전환한 생물학적 처리방법이다.

SBR의 Single-tank공정을 활성오니공정과 비교하면 Fig.1과 같다.

기본 Period는 Time Sequence에 따라 유입(Fill), 반응(React), 침전(Settle), 방류(Drain), 대기(Idle)로 구분되어 각 단계가 반복하게 된다.

## 2.1 유입(Fill)

반응조에 폐수를 유입시키는 단계로서 반응조내에는 앞단계에서 남겨둔 적당량의 활성슬러지가 있는 상태이다. 폭기는 불필요하나 액을 서서히 교반하여 활성슬러지와 유입된 폐수가 잘 혼합되도록 해준다. 반응조내는 혐기상태를 유지하므로 앞단계에서 산화된 질소성분 즉  $\text{NO}_3$ 가 탈진되어 질소가스가 발생하고 이로써 폐수속의 질소성분이 제거된다.

## 2.2 반응(React)

폐수의 유입이 끝나고 난 후 공기를 주입하여 반응조내의 유기물을 처리하는 단계로서 CFS의 폭기조와 같은 기능이 된다. 다만 유입수나 유출수가 없는 상태에서 회분식으로 처리되므로 반응조내의 유기물농도는 처음에는 높다가 서서히 낮아지게

된다. 이때 DO, SRT React Period동안은 Aeration과 Mechanical Mixing을 조절하여 목적하는 반응을 진행시킨다. 예를들어 질산화를 진행시켜 탈질이 되도록 한다.

## 2.3 침전(Settle)

반응이 끝난 폭기액을 정지시켜 고액을 분리하는 단계이다. 기능상 침전조와 같게되나 침전조를 따로 이용하지 않고 반응조내에서 그대로 침전시킨다. 침전된 슬러지는 질소가스에 의해서 떠오를 수 있으므로 침전시간을 길게 하여서는 안된다.

## 2.4 배수(Draw)

고액분리가 끝난 후 상등액을 방류하는 단계이다.

## 2.5 대기(Idle)

한차례의 처리가 끝난 후 새로 폐수가 유입될 때까지 기다리는 단계이다. 특히 폐수유입량의 변화가 심할 경우 및 유입량이 많을 때에는 이 단계를 생략할 수도 있고, 유입량이 적을 때에는 이 단계를 길게하여 상황에 따라 대처할 수 있다. 이 단계에서 잉여슬러지의 폐기를 실시할 수 있으며 폐기량은 새로 유입되는 폐수의 고형물량과 MLSS량에 의하여 결정한다.

## 3. SBR Process 특징

SBR의 장점은 무엇보다도

Conventional Continuous Flow System에 비해 높은 적응성을 들 수 있다.

① 유입량이 설계용량보다 적을 때 Liquid Level Sensor를 낮게 조절할 수 있으므로 유입량의 조절이 용이하며 유기물부하를 쉽게 조절할 수 있다.

② 일단 정해진 Process운전은 처리설비의 실질적인 유입의 어떠한 변화에도 불구하고 유지된다. 즉 유입량이 높을때나 낮을때나 목적하는 처리결과를 얻는데 요하는 체류시간을 일정하게 유지할 수 있다. 따라서 어떤 변화에도 불구하고 처리수 수질기준을 만족한다.

③ 처리수를 방류하는 기간에 제한이 없기 때문에 처리수는 특별히 요구되는 수질이 되었을 때까지 기다려 방류할 수 있다.

④ 유입량이 적을 경우 불필요한 과폭기가 되지 않도록 조절하므로써 전력비를 절감할 수 있다.

⑤ MLSS를 쉽게 조절할 수 있어 SRT 및 F/M비를 쉽게 조절할 수 있고 반응슬러지가 필요 없으므로 슬러지반송설비를 생략할 수 있다.

⑥ 고액분리는 흐름이 없는 상태에서 일어나므로 단회로현상이 일어나지 않는다.

⑦ Process가 Timer Setting에 의해 자동으로 운전됨으로 Operator를 최소화할 수 있고 특별한 운전기술이 필요치 않다.

⑧ 주입하는 동안 DO가 Zero

에 가까우므로 반응기간 동안에 더 큰 산소전달율을 얻을 수 있다.

⑨ Anoxic/Aerobic조건에 의한 질산화반응 및 탈질반응이 일어나 높은 질소제거율을 얻을 수 있다.

⑩ 생물학적 인제거가 일어날 수 있도록 그에 필요한 미생물이 활동하기에 적절한 환경조건을 제공할 수 있다.

⑪ 모든 조작이 한개의 반응조내에서 이루어지므로 따로 침전조를 설치할 필요가 없다.

#### 4. SBR의 Microorganism 고찰

공정상태의 주기적인 반복은 SBR Process에서 미생물이 여러 환경적 조건을 경험케한다. 연속흐름의 활성슬러지가 구분된

반응조 (Cascade Reactor) 시스템을 통해 순환됨으로서 미생물은 어느한 곳에서 다른곳으로 흘러가면서 매우 다른 환경적조건을 경험하게 된다.

환경적 조건의 일부는 시스템 설계에 의해 상당히 영향을 받을 수 있다. 이러한 영향들 중에는 유기물의 농도, 용존산소농도, 미생물의 기아상태의 존재, 와류(Turbulence)등 이다.

이러한 환경조건의 주기적 변화는 활성슬러지의 조성(대사작용 Metabolic Potential)에 큰 영향을 주는 인자중의 하나이다.

예를들면, Activated Sludge를 주기적으로 Aerobic과 Anoxic 조건으로 하였을시 질산화균(Nitrifier)과 탈질화균(Denitrifier)이 공중하여 미생물군체를 형성한다. Chudoba (1985), Van den Eynbe(1983),

Chiesa(1982)등은 슬러지 침강성에 대한 Periodic Feast/Famine Conditions의 영향에 대한 설명하였다.

즉, 기질의 농도가 높고, Floc 형성 미생물의 농도가 높을수록 사상성세균 성장을 억제하고 한편, 기아조건(Starvation Condition)은 Floc을 형성하는 Slime Material (Extracellular Polymers)의 합성을 좋게 한다는 것이다.

그러나 무엇보다도 중요한것은 환경적조건의 주기적인 변화뿐 아니라 특별한 조건을 일정기간 유지 시키는데 있다.

#### 5. SBR의 운전방법

연속시스템(CFS)에서는 처리설비의 설계에 중점을 두고 폐수를 처리하는 반면에 SBR은

FIG. 2 운전방법

0	6	12	18	24
Fill	React			Settle   Drain & Idle
Aeration			Anoxic	
Anoxic	Aeration			Anoxic
Anoxic	Aeration	Anoxic	Aeration	Anoxic

① ② ③

“ SBR은 기존의 처리방법에 비하여 경제성이 높을뿐 아니라 자동적으로 운전되므로 유지관리가 용이하고 고농도 유기폐수는 물론 난분해성의 산업폐수처리에도 적합한 방법으로 고도처리 효율까지 기대할 수 있는 방법이다. ”

운전관리기법에 중점을 두어 부하변동에 대응한다.

한 Cycle중의 5단계의 운전방법은 유입수의 성분과 처리수의 수질목표에 따라 다르기 때문에 여러가지 방법이 있다. 그러나 이들 방법들을 종합하여 보면 세가지 방법으로 구분할 수 있다. (Fig. 2)

Fig. 2의 세가지 운전방법은 나름대로의 장·단점이 있으나 일반적으로 다음과 같다.

①의 방법 : 유기물만을 주로 처리 대상으로 할 경우

②의 방법 : 유기물, 질소, 인을 동시에 처리대상으로 할 경

우

③의 방법 : 질소와 인의 제거 측면에서 ②의 방법보다 유리

그러나 반응단계중 어느시기에 얼마 만큼의 혐기상태를 설정하는 것이 유리한가에 관해서는 폐수의 종류에 따라 경험적으로나 Pilot Test를 실시하여 결정하는 것이 바람직 하다.

## 6. X-SBR의 산업폐수적용

SBR 연구초기에는 주로 중·소도시의 지역하수처리에 있어 계절에따른 부하변동 및 경제성에 중점을 두었으나, 산업폐수처

리에도 큰 유연성을 가지고 있어 한국종합수기공업(주)에서는 1984년부터 중·소규모의 식품제조가공공장, 농·수산물가공공장, 제약공장, 도축장, 병원폐수등에 회분식활성오니법을 적용·설치하여 완벽하게 처리하고 있다. <표 1>은 산업폐수 종류별로 실제 기동사례를 몇가지 나나낸 것이다.

SBR은 기존의 처리방법에 비하여 경제성이 높을뿐 아니라 사전에 설정된 운전기준에 따라 자동적으로 운전되므로 유지관리가 매우 용이하고, 설계와 운전방법에 따라 고도처리 효율까지 기대할 수 있는 방법이다. 다만 연속흐름식 처리에 익숙해있었기 때문에 다소 생소하게 느껴질 뿐이다. SBR이 가지고 있는 광범위한 적응력은 고농도 유기폐수는 물론 난분해성의 산업폐수처리에도 적합한 방법이다.

<표 1> K-SBR에 의한 산업폐수처리 사례

시설공장	적용 폐수 종류	설계용량(m <sup>3</sup> /D)	운전 DATA		
			BODin.	BODef.	제거율%
S 물산	어묵제조가공폐수	350	300	10	96.7
K 제약	제약공장폐수	300	1,000	30	97.0
S 병원	세탁, 기타폐수	50	250	10	96.0
K 식품	두부제조폐수	100	1,000	13	98.7