

# 내외통 원형구조로 된 일체형 반응조를 이용한 공기상향류식 하수고도처리 공법

한국정수공업주식회사  
(www.haji.co.kr)

## 1. 신기술의 개요

최근 환경부에서는 상수원보호 특별대책 지역을 팔당호, 대청호에서 전국으로 확대하여 향후 팔당호, 대청호, 낙동강 주변 지역의 하수 및 오수처리장에 대하여 2003년부터 질소, 인 규제 항목을 추가하는 것으로 법을 개정(2000. 10. 22)하였으며, 또한 모든 폐수배출업소에 대해 질소, 인에 대한 규제를 강화하고 있다.

현재 보급되어 있는 주요 고도처리공법은 활성슬러지공법을 변형한 생물학적 고도처리시설과 변형 활성슬러지공법에 미디어 등의 접촉여재를 추가하여 사용하는 침적식 생물학적 고도처리시설이 주류를 이루고 있다. 하지만 이러한 처리방식은 유기물과 질소, 인의 제거에 필요한 무산소조, 혐기조 및 폭기조 등의 생물반응조와 고액분리시설인 2차침전지가 횡류식으로 분리 배열되어 있어서 넓은 부지, 복잡한 배관 및 기계·전기장치 등이 필요하게 되어 건설비가 비싸며, 전문기술자가 부족한 중·소도시에서 적용하기에는 다소 문제가 있다.

본 신기술은 질소 및 인제거 반응조인 무산소/혐기조, 유기물 제거 및 질산화 반응조인 폭

기조, 그리고 고액분리조인 침전지를 하나의 반응조에 조합하여 장착함으로써 복잡한 기계장치 및 배관 등을 생략할 수 있고, 아울러 유지관리가 편리하여 비전문가도 쉽게 운전할 수 있다.

## 2. 신기술의 내용

### 1) 신기술 공정의 원리

<그림 1>은 본 개발 공법의 개념을 표현한 것이다. 원형의 통안에 활성슬러지를 넣고 일정시간 정치시키면 고액분리가 일어나서 슬러지 blanket이 형성된다. 이 통 안쪽에 상하가 개방된 원통형 column을 수직으로 세우고, 중앙하부에서 공기를 주입하면 슬러지는 공기의 추진력에 의해 column 내부로 이동하고 관 내에서는 주입된 공기에 의해 유기물 제거 및 질산화를 위한 호기성 조건이 조성된다. 다시 폭기조 외곽에 또 하나의 column을 설치하고 폭기조 column 높이를 조절하면 폭기조 슬러지는 공기추진력에 의해 폭기조 외곽 column 상부로 이송된다. 폭기조 외곽 column에서는 공기가 공급되지 않기 때문에 질소제거 및 인 방

## 내외통 원형구조로 된 일체형 반응조를 이용한 공기상향류식 하수고도처리 공법

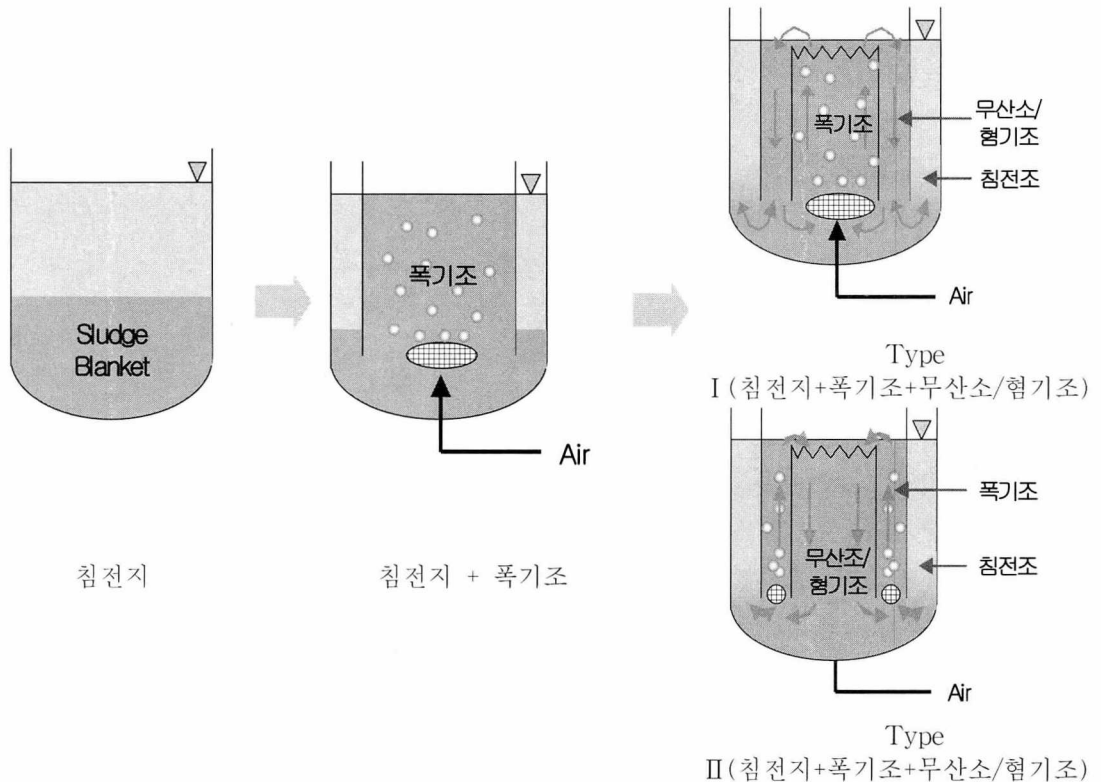
출을 위한 무산소/혐기성 조건이 형성된다 (Type I).

무산소/혐기성 과정을 거친 슬러지는 폭기조에 공급되는 공기의 흡인력에 의하여 칼럼 하부의 개방된 공간을 통하여 폭기조로 유입되고, 폭기조 슬러지는 다시 상부로 이동하여 무산소/혐기조로 유입된다. 즉, 하나의 반응조에서 폭기조에 공급되는 공기공급 추진력에 의해 이와 같은 과정이 끝없이 반복되는 것이다.

이러한 과정에 의하여 슬러지 blanket 대부분은 폭기조 및 무산소/혐기반응조로 이송되고, 반응조 최외곽 부분은 얇은 층의 슬러지

blanket만 유지되는 상향류식 침전지 역할을 하게 된다. 또한 침전지 슬러지는 공기공급 추진력과 반동력에 의해 반응조 내외로 유동을 가지기 때문에 침전지에서 슬러지 정체에 의한 슬러지 rising 문제는 발생되지 않는다.

이와 같이 원통형 column에 의해 폭기조 및 무산소/혐기조가 분리되고, 슬러지 이송은 폭기조에 공급되는 공기추진력에 의하고, 생물반응조 외부는 상향류식 침전조로 활용하여 모든 생물반응 및 슬러지 침전지의 기능이 하나의 반응조에서 이루어진다.



<그림 1> 본 공법의 개념도

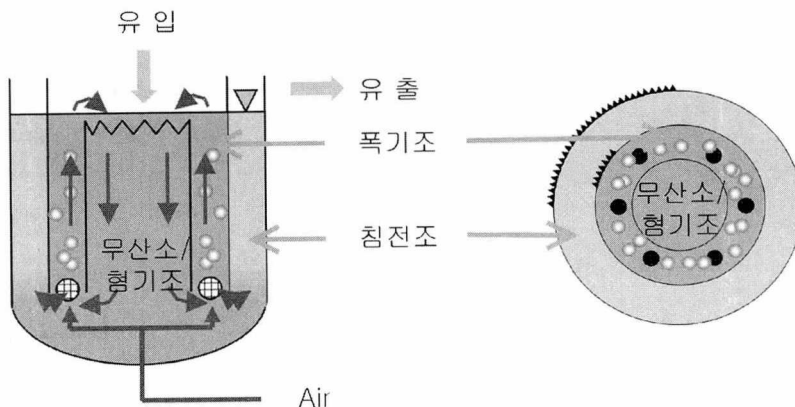
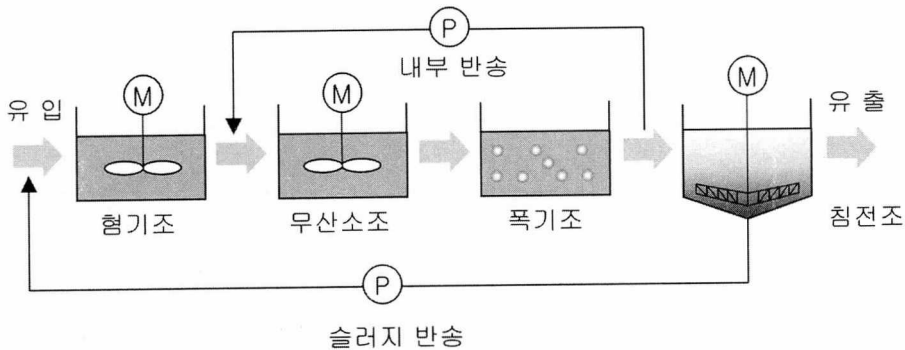
2) 기존 BNR공정과의 비교

그림 2는 생물학적 질소 및 인 제거의 대표적인 공정인 A<sup>2</sup>/O공정과 본 공정을 비교하여 나타낸 것이다.

A<sup>2</sup>/O공정 등과 같은 주류공정(main-stream process)에서 질소제거를 위해서는 질산성 질소가 함유된 폭기조 슬러지 혼합액을 무산소조로 내부반송(internal recycle)이 반드시 필요하고, 2차침전지에서 고액분리를 거친 슬러지는 각 반응조에 미생물 양을 보충하거나 혐기조로의 슬러지 반송을 위하여 공정의 전단으로 슬러지 반송(Return Activated Sludge: RAS)이 필요하다.

이와 달리, 본 공정에서는 원통형 반응조 내에 두개의 column을 삽입하고 반응조 하부에서 공기를 주입하면 공기가 공급되는 부분은 용존산소가 풍부하여 호기영역이 형성되고, 공기가 공급되지 않는 부분은 무산소/혐기영역이 형성되며, 공급되는 공기에 의한 와류의 영향을 받지 않는 부분은 침전조의 기능을 하게 된다.

호기 영역에서는 용존 산소를 이용하여 유기물 산화 및 질산화가 진행되고 질산화 과정을 거친 슬러지혼합액은 폭기조에 공급되는 공기 추진력에 의해 무산소/혐기조로 이송된다. 무산소/혐기조에서는 유입하수의 유기탄소원을 이용하여 폭기조에서 이송된 질산성 질소



<그림 2> A<sup>2</sup>/O 공정과 신기술공정과의 비교

혼합액을 질소가스로 환원시켜 제거하고 슬러지 내의 인이 방출된다. 무산소/혐기조를 거친 슬러지는 다시 공기공급 추진력에 의해 폭기조로 이송된다.

- $A^2/O$  공정 등에서는 여러 개의 반응조가 횡류식으로 배열되어 있어서 사용하는 부지면적이 넓고 건설비가 많이 소요되며, 복잡한 기계배관으로 인하여 유지관리가 까다롭다.
  - ⇒ 본 공정은 입형 단일반응조로 이루어져 있어서 소요부지가 작고 설치가 간편하며, 구조가 간단하고 운전이 용이하여 유지관리가 편리하다.
- $A^2/O$  공정에서는 폭기조 슬러지를 무산소조로 반송하거나, 2차침전지 슬러지를 혐기조로 반송시키기 위해서 이송펌프 및 배관 등이 필요하다.
  - ⇒ 본 공정에서 슬러지의 이송은 폭기조에 주입되는 공기공급 추진력에 의해 폭기조에서 무산소/혐기조로, 무산소/혐기조에서는 폭기조로 이루어지기 때문에, 별도의 슬러지 반송설비와 배관이 필요없다.
- $A^2/O$  공정을 비롯한 대부분의 생물고도처리 설비는 별도의 침전조를 필요로 하며 하향류식 침전조로 이루어져 있어서 폭기조의 유지관리 상태에 따라서 슬러지 rising 등의 문제가 발생할 우려가 있다.
  - ⇒ 본 공정에서는 생물반응조 최외곽부분을 슬러지 blanket을 형성하는 상향류식 슬러지 접촉타입(upflow

sludge contact type)의 침전조로 슬러지가 공기공급추진력과 반동력에 의해 폭기조 및 침전조로 들락거려서 정체에 의한 슬러지 rising 문제가 발생되지 않는다. 또한, 슬러지 blanket층은 일정의 여과층 역할을 하기 때문에 안정적인 고액분리를 이룰 수 있다.

### 3) 신기술 공정의 특징

- 무산소/혐기, 호기 및 침전 기능이 하나의 원통형 반응조에서 이루어짐.
- 슬러지반송 및 슬러지 내부반송 : 폭기조에 공급되는 공기추진력에 의하여 폭기조에서 무산소/혐기조로, 무산소/혐기조에서 폭기조로의 슬러지 이송이 이루어짐에 따라 슬러지 반송에 필요한 펌프, drive unit 및 배관 그리고 슬러지 내부반송에 필요한 펌프 및 배관이 불필요함.
- 질소 및 인의 제거 : 유입 하수의 유기탄소원을 substrate로 사용하여 무산소/혐기 공존조에서 질소 및 인을 제거함
- 침전조 : 상향류식 슬러지 접촉 방식으로 SS제거가 탁월함.
- 자동화 및 통신화 : 공정이 간단하여 자동화 방안이 간편하고, web based data logging system을 장착함으로써 원거리에서 현장 운전상황을 감시하고 납품처에서 통신망을 통하여 유지관리가 가능함.

### 3. 활용전망

1996년 환경부는 2005년까지 하수도 보급률 80%를 달성하여 전국 195개 하천구간의 수질환경 기준 달성비율 95% 제고를 사업목표로 정하였다.

그리고 내무부, 농림부, 환경부 3개 부처가 각각 농어촌의 오폐수처리사업을 시행하고 있다. 내무부에서는 농어촌 주거환경사업의 일환으로 20호 전후의 소규모 자연마을에 간이오수처리사업을 추진하며, 농림부에서는 농어촌 생활환경 정비사업의 일환으로 조성되는 문화마을을 중심으로 50호 이상의 마을을 대상으로 오수처리시설을 설치하고 있고, 환경부에서는 면 단위 하수처리사업으로 하수도정비사업을 시행하고 있다.

또한 환경부에서는 상수원보호 특별대책 지역을 확대하여 팔당호, 대청호, 낙동강 주변 지역의 하수 및 오수처리장에 대하여 2003년부터 질소, 인 규제 항목을 추가하는 것으로 수질환경보전법을 개정하였으며, 이에 추산되는 처리 시설 수는 3,800여 개소에 달한다.

따라서 본 신기술은 정부 정책과 맞물려 활용범위가 매우 넓다.

### 4. 기술적 파급효과

#### 1) 시설의 간소화

종래 소규모 오수처리시설은 주로 FRP를 재료로 하여 횡류식 원통형으로 성형 제작하고, 설치는 굴착식으로 한다. 횡형식 반응조에 일반 활성슬러지 및 미디어가 내장될 지라도 고액분리를 위한 침전지 그리고 drive unit, 반송 펌프 및 배관 등이 마찬가지로 필요하다. 특히,

내장된 미디어에 협잡물이 끼거나 이상이 생겨서 청소를 하여야 할 경우에는 운전을 중지하고 통 내의 물을 모두 뺀 후 사람이 수작업으로 청소를 하여야 하는 불편함이 있다.

반면 본 신기술은 drive unit, 반송펌프 및 관련 배관이 불필요하여 시설이 간단하며, 유지관리가 간편하다. 또한 수직으로 설치하고 반응조 상부는 개폐식으로 여단을 수 있도록 함으로써 고장 시에도 사람이 들어가지 않고 크레인을 사용하기 때문에 수리가 용이하고, 안전하다. 이와 같은 편리성은 시멘트 타설식으로 공사한 경우에도 마찬가지여서 본 신기술은 전문기술자가 부족한 읍·면 및 소도시 지역 수처리 시설 적용에 파급효과가 클 것으로 예상된다.

#### 2) 자동화 및 통신화

최근 환경부에서는 시·군단위 소도시 지역에 설치되어 있는 소규모 오폐수처리장의 운전실태 조사결과, 운전 및 유지관리에 많은 문제점이 있는 것으로 판단하여 향후에는 납품사에서 시설 설치 후 약 3년간은 운전 및 유지관리에 기술자문 등 사후관리를 의무화하였다. 또한 최근 국내의 자동화 및 통신화 기술수준의 향상으로 인해 향후에는 운전관리를 선진국 수준인 자동화로 유도하고, 국민의 알권리를 존중하기 위해서 하수처리장 및 정수장의 시설현황과 수질현황정보는 인터넷을 통하여 공개하는 방향으로 추진하고 있다.

이에 부응하여 본 신기술에서는 현장운전의 유지관리 편리성을 도모하기 위하여 운전은 자동화시켰고, 유지관리는 인터넷 통신을 통하여 납품사에서 관리함으로써 정부에서 추진하는 방안에 부응하는 진일보된 기술이다.