

|||||||
解 說
|||||||

各種 污水 淨化施設의 原理와 效率

조 광 명 *

The Principles and Efficiencies of Various Sewage

Treatment Facilities .

Kwang Myeung Cho *

1. 서 언

환경청에서 권장하는 오물 청소법, 동 시행령 및 동시행규칙에 의하면 서울특별시, 직할시 및 시의 관할구역으로 규정된(법 제 4 호) 특별청소 지역과 주택건설촉진법 제 3 조 제 3 호의 공동주택을 건설하는 지역에서는 오수정화시설을 설치해야 하는데(영 제 5 조), 오수정화시설은 침전 호기성 또는 혐기성 분해등의 방법에 의하여 분뇨와 생활하수를 함께 처리하는 정화시설로서(법 제 2 조) 장기포기법, 표준활성슬러지법, 접촉안정법, 접촉산화법, 살수여상법, 임호프랭크법, 그리고 회전원판법 등의 원리를 택하게 되

어있다(규칙 제 4 조). 그러나 하수도법의 규정에 의하여 건설한 종말처리장의 처리구역으로서 우수, 오수 분리식 하수도가 설치된 지역과 기타 환경청장이 건설부장관과 협의하여 설치할 필요가 없는 지역으로 고시하는 지역은 설치가 제외된다(영 제 5 조)

오수정화시설의 성능(규칙 제 24 조)과 방류수 수질기준(규칙 제 25 조)은 다음표와 같이 규정되어 있으며, 설치기준은 환경청 고시 제38-5호(1983.3.5)로 고시되었는 바 오수정화시설의 원리와 효율을 이해함으로써 이들 규정과 기준 등의 타당성에 대하여 살펴볼 필요성이 있다.

표. 오수정화시설의 성능과 방류수의 수질기준

처 리 대 상 인 원	성 능	방류수 수질기준
500 인 미만	BOD 50 %이상 제거	BOD 100 ppm이하
500 인 이상~1,000 인 미만	BOD 60 %이상 제거	BOD 80 ppm이하
1,000 인 이상	BOD 70 %이상 제거	BOD 60 ppm이하

2. 오수정화시설의 원리 및 효율

오물청소법 시행규칙 제 4 조에 명기된 7종류 오수정화시설의 원리중에서 오수처리면에서 따진

다면 임호프랭크법만 물리적 방법이며, 나머지는 모두 호기성 생물학적 처리공법으로 표준활성슬러지법, 접촉안정법 및 장기포기법은 활성슬러지법에 속하며, 접촉산화법, 살수여상법, 그리고

* 正會員, 仁荷大學校 環境工學科

회전원판법은 고정미생물막 공법으로 분류할 수 있다.

활성슬러지공법은 1차 처리된 폐수의 2차 처리를 위하여, 혹은 1차 처리를 거치지 않은 폐수를 호기성으로 완전처리하기 위하여 채택되는데, 일반적으로 많이 채택되는 재래식(표준) 활성슬러지법에서는 폐수를 계속 포기조로 주입시켜 미생물이 유기물을 섭취분해하고 성장한 미생물은 응결되게 한다. 응결된 미생물은 종말침전지에서 침전되어 활성슬러지로서 일부는 포기조로 반송되며, 나머지는 폐기시킨다. 종말침전지의 깨끗한 상정액이 처리수가 된다. 표준활성슬러지공법에서 미생물 체류기간은 5~15일, F/M비는 0.2~0.4 kg BOD/kg MLVSS-day, 용적부하는 0.3~0.6 kg BOD/m³-day, MLSS 농도는 1,500~3,000 mg/l, 포기조 체류기간은 4~8시간, 그리고 슬러지 반송은 25~50%가 권장되며, BOD 제거효율은 85~95% 정도이다.¹⁾

한편, 장기포기법은 활성슬러지 공법의 한 변법으로 미생물의 내생 호흡단계에서 운영하는 방법이므로 포기조에서의 유기물 부하가 0.05~0.15 kg BOD/kg MLSS-day, 또는 0.1~0.4 kg BOD/m³-day 정도로 낮은 대신 포기시간은 길어서 18~36시간이 되도록 한다. 따라서 미국에서는 유량이 1MGD 이하인 소규모 처리장에서 많이 이용되는데, 주택단지, 학교, 공원, 소규모 지역사회에서 방출되는 오수의 처리를 위해서 Prefabricated package plant로 제작하는 경우가 많다. 통상 슬러지의 폐기를 별도로 실시하지 않으나 필요한 경우에는 슬러지 처리 및 처분시설(통상 호기성 소화와 모래건조상)을 갖추며, 슬러지 처리 및 처분문제를 간단히 하기 위하여 일차침전은 실시하지 않는 경우가 많다. 미생물 체류기간은 20~30일, MLSS 농도는 3,000~6,000 mg/l, 그리고 슬러지 반송물은 75~150%로 유지하며, BOD 제거효율은 75~95%로 변화폭이 크나¹⁾ 80% 정도로 기대하면 무난할 것이다.

접촉안정법도 활성슬러지공법의 한 변법으로서 오수를 접촉조라고 불리는 포기조에서 약 30~60분간 포기시킨 다음 침전시키며, 반송슬러지는 안정조에서 약 3~6시간 체포시킨다. 따라서 소량의 반송슬러지를 장시간 포기시킴으로 재래식 활성슬러지법에 비하여 약 50%의 포기조 부피만 요구되는 장점이 있으나 운영이 어렵다는 단점이 있다. F/M비는 0.2~0.6 kg BOD/kg MLVSS-day; 용적부하는 1.0~1.2 kg BOD/m³-day, MLSS 농도는 1,000~3,000 mg/l, 그리고 슬러지 반송율은 25~100%가 알맞으며, BOD 제거율은 80~90% 정도이다.¹⁾

살수여상은 통상 도시하수의 2차 처리를 위하여 사용될 수 있는데 탱크에다 직경 10cm 전후의 쇠석, 광재, 자갈 등의 매질을 채우고 그 위에다 1차 처리수를 뿌리는 시설로서, 매질 표면에 부착 성장하는 미생물이 흘러내리는 폐수내의 유기물을 섭취분해하면서, 미생물 층이 두꺼워지면 탈리하므로 이의 제거를 위하여 2차 침전지가 요구된다. 많이 채택되는 1.5~3.0m 깊이의 저울 살수여상에서는 수리학적 부하가 1~4 m³/m²-day가 되도록 하며 처리수의 재순환은 실시하지 않는다.¹⁾ BOD 제거효율은 활성슬러지법에 비하여 낮아 80~85% 정도로 기대할 수 있다.²⁾

회전원판법에서는 수평축에다 원형프라스틱판을 조밀하게 꿰어서 판 직경의 40% 정도가 오수에 잠기도록 18m/min의 원주속도로 서서히 축을 회전시키면 판위에 1~4mm 두께의 미생물막이 형성되면서(이는 2,500~10,000 mg/l의 MLSS 농도에 상응한다) 폐수내의 유기물을 제거하는데 회전시의 전단력에 의해서 탈리된 미생물막은 침전제거시켜야 한다. 통상 4단으로 설치하여 0.041 m³/m²-day의 율로 가정오수를 처리하면 처리수의 BOD가 10mg/l 이하가 된다고 한다.³⁾

접촉산화법도 일종의 고정미생물막 공법으로서 통상 매질로 가득찬 충전상(packbed-bed)에다

상향류로 폐수를 주입하면서 포기시키는 공법으로 회전원판법과 마찬가지로 대량의 미생물이 부착성장함으로 낮은 F/M비를 유지하여 처리효율이 좋으나 아직 널리 이용되는 방법은 아니다.

임호프탱크는 침전실, 소화실 및 Scum실로 구성되는데 침전실에서 침전된 슬러지가 소화실에서 혐기성소화되므로 한 탱크내에서 오수의 침전과 슬러지의 소화가 동시에 진행된다는 장점이 있으나, 탱크의 구조가 복잡하고 오수는 침전처리만 받게 되므로 BOD 제거효율은 30~40%만 기대하는 것이 좋다.

3. 오수정화시설의 설치 및 가동에 따른 문제점

오물청소법에 의한 오수정화시설의 설치 및 가동은 주택단지, 큰 건물 등의 점 오염원에서 배출되는 오수를 처리함으로써 수자원의 오염을 방지하는데, 그 근본목적이 있는 듯한데, 이의 실시로 인한 가능성 있는 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

첫째는 주민의 이중적인 경제부담으로서, 앞으로 대부분의 도시에서 하수종말처리시설을 보유하게 되면 오수정화시설의 필요성은 감소되며, 해당지역의 주민은 오수정화시설의 시설비 및 운영비 외에 하수도세도 부담하게 되는 모순이 생기게 된다.

또한 현재 대도시에서의 오수정화시설은 높은 지가 관계로 지하에 설치되는데 채광 및 환기가 불비하여 시설의 노후화가 빠르며, 운영자 및 인근주민의 위생면에서도 문제가 야기될 수 있다.

그뿐만 아니라 규칙 제 4조에 명기된 7종류의 오수정화방법의 처리효율을 살펴보면 임호프탱크는 표에 명기된 성능과 방류수 수질기준을 만족시키기가 어렵다고 판단된다. 왜냐하면 앞에서 설명된 바와 같이 임호프탱크는 오수를 침전만 시키므로 BOD 제거효율을 30~40% 밖에 기대할 수 없으며, 40%가 된다고 하더라도 기준

을 만족시키지 못하게 되기 때문이다. 따라서 임호프탱크방법은 오수정화방법에서 삭제시키는 것이 타당하다고 판단된다.

오수정화시설 설치기준에 의하면 슬러지의 최종처분에 관한 사항이 언급되어 있지 않으며, 따라서 실제 슬러지 처분에서 부정적인 문제가 발생할 소지가 많다. 따라서 이에 관한 사항을 명시하든지, 아니면 슬러지의 생산이 적은 장기포기법을 권장하는 것이 좋을 듯 하다.

4. 결 언

수자원의 오염방지를 위하여 특별청소지역과 공동주택에서는 오수정화시설을 설치하도록 오물청소법은 규정하고 있으나, 이의 시행은 처리의 이중성, 비용부담의 이중성, 처리효율의 부적합, 슬러지처분의 미흡 등 여러가지 문제점을내포하고 있다.

따라서 앞으로 하수종말처리시설이 갖추어지는 지역에서는 오수정화시설의 설치를 해제해야 할 것이며, 시설의 운영이 쉽고 처리효율도 양호하며 슬러지도 적게 생기는 장기포기법의 채택이 권장된다. 뿐만 아니라 처리시설도 공장에서 규모별로 package plant 를 제작하여 현장에 쉽게 설치할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

참 고 문 헌

1. Metcalf & Eddy, Inc., Wastewater Engineering : Treatment, Disposal, Reuse, 2nd Ed., McGraw-Hill Book Co.(1979).
2. 崔義昭, 趙光明, 環境工學, 清文閣 (1979).
3. Antonie, R.L., Fixed Biological Surfaces -Wastewater Treatment, CRC Press (1976).