

EZ-Actimeter

활성오니조의 문제점을 진단하고 처방을 제시하는 만능장비



곽무영 / 이학박사, 대조바이오텍(주) 대표이사

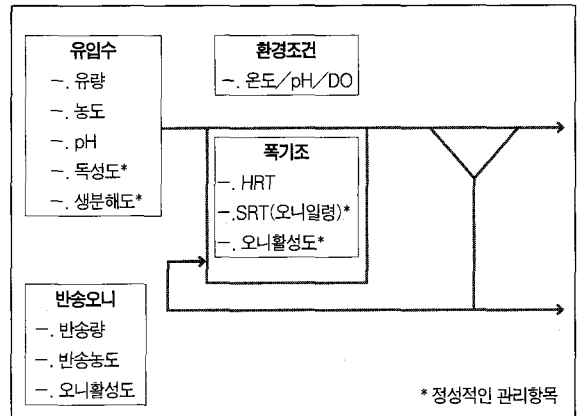
1. 개요

최적의 방류수질을 확보하기 위한 활성오니법 폐수처리장의 운전관리는 오랫동안 수 많은 현장의 운전경험을 통하여 어느 정도 안정적인 관리단계에 이르고 있는 실정이다. 그러나 악성폐수가 유입되거나 성상변화가 심한 폐수처리장의 경우에는 최상의 처리시설을 갖추고 있더라도 현장경험과 관계없이 처리효율이 낮거나 부적정 처리로 인하여 빈번히 방류수질에 많은 문제점을 갖고 있다. 또한 활성오니조에 의해 처리가 쉬운 오수 또는 하수라 하더라도 발생량이 변동되었을 경우 적정처리에 대한 신속한 대응이 어려우며 시설용량 개조여부에 대한 고민에 빠지기도 한다. 아울러 운전중인 시설이 유입되는 오염원 부하량에 대해 적합한 시설용량을 갖추고 있는지 등에 대한 평가를 하고 싶어도 적절한 대안을 갖고 있지 못한 실정이다. 최근에는 IMF시대를 맞이하여 기업마다 감량경영에 따라 원가절감을 실현하기 위해 적정 사용량에 대해 검증없이 무분별하게 사용하여온 화학약품이나 종균제등의 사용량을 줄이는 방안을 찾아야 할 때이다. 이러한 다양한 문제점들은 지금까지 의존하여온 경험관리에 의한 운전방식만으로는 다소 해결하기 어려운 것이다.

이에 대해 생물공학 기술의 생활화에 앞장서는 대조바이오텍(주)

는 오랫동안 현장관리자들이 폐수처리장의 관리중 가장 애로사항으로 지적하여온 활성오니조의 다양한 문제를 간단하게 해석하고 조치할 수 있는 관리기술을 체계화하여 왔다. 특히, 미생물의 행동특성을 정확히 평가할 수 있으며 유입되는 오염원의 성상분석을 실시하여 이미 지적된 문제점들을 해결할 수 있는 간편한 장비인 EZ-Actimeter를 개발 보급하게 되었다. 본 장비는 환경관리공단의 기술지원자금에 의해 3년간에 걸쳐 미국 Bioscience사와 공동으로 개발되었으며, 국내의 하수처리장, 산업폐수처리장 등지에서 적용실험을 성공적으로 완료하여 우수성이 인정되는 제품이다.

2. 제품개발배경



[그림 2. 폐수처리장 신관리 항목]

일반적으로 활성오니조를 적정운전하기 위해서는 먹이(Food)인 오염원의 성상, 촉매인 미생물(Microbes)의 상

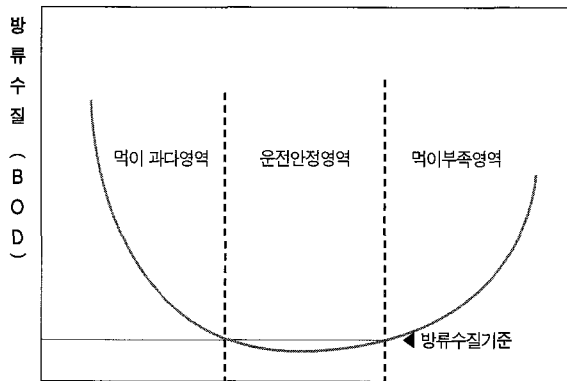


[그림 1. EZ-Actimeter 제품 사진]

태, 그리고 폭기조의 환경조건(Reactor Environments) 3가지가 중요한 관리인자이다. 특히, 먹이(F)의 경우에는 유입수량, 유입농도, pH, 독성도, 생분해도가 중요하며, 미생물(M)의 경우에는 반송량, 미생물농도, 활성도가 중요하다.

또한 폭기조의 환경(E)으로는 DO, pH, 온도와 오탁활성상태 그리고 오탁일령이 관리되어야 한다.

이 3가지 관리인자들의 최적화는 폐수처리의 기본목적인 폭기조에서 유입되는 오염원을 미생물로 하여금 최대한 분해하고 침전조로 넘어가 고액분리가 최대한 전개되도록 조절되어 지게 하는 것이다. 이때 양질의 방류수질을 확보하기 위해서 폭기조내 방류지점의 오탁일령(SRT, Sludge Retention Time)을 최적으로 제어해야 한다는 사실은 가장 중요한 것이다.



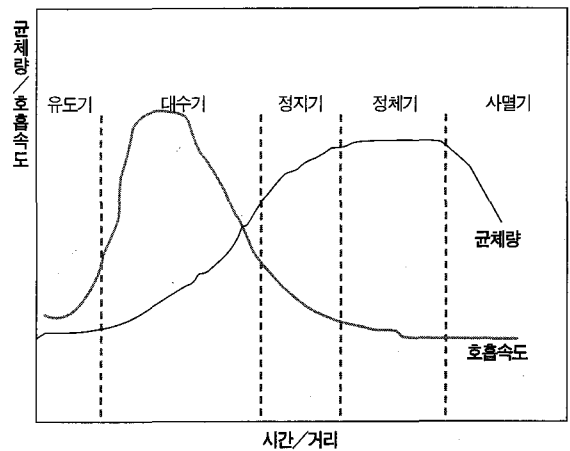
(그림 3. 방류수질과 오탁일령 상관관계)

지금까지는 측정항목으로서 먹이의 경우 유입부하량인 유량(Qi) 및 농도(BOD, COD, TOC) 등의 정량적인 항목에 국한하여 왔으나 독성도(Toxicity)나 생분해도(Biotreatability) 등의 정성적인 항목들의 측정이 불가능하다고 생각하거나 관심을 갖지 못하였다. 또한 미생물의 경우에도 반송량(Qr)이나 오탁농도(MLSS, MLVSS)등 정량적인 항목은 측정하여 관리하였으나 처리효율에 직결되는 정성적인 항목인 오탁활성도(Sludge Activity)는 측정하지 못하였다.

또한, 이론과는 달리 현장에서 오탁일령(SRT)의 개념을 이해하여 활성오니조 관리에 도입하는 처리장은 거의

드문 것이 현실이다. 이것은 오탁일령을 측정하여 처리장의 관리에 활용하기 보다는 지금까지 적절한 측정방법이 없어 공식화된 일정한 계산식에 따라 산출된 값만을 기록하는 차원에서 벗어나지 못하고 있었다는 것에서 비롯된다. 폭기조내에서는 수리학적 체류시간(HRT, Hydraulic Retention Time)이 정량적인 측정항목이라면 오탁일령은(SRT) 다소 추상적이나 정성적으로 관리되어야 하는 항목인 것이다.

특히, 오탁일령(SRT)은 미생물이 먹이를 분해하는 전 과정을 나타내는 절대지표로서 방류수질을 결정하는 오탁일령 곡선은 미생물의 증식곡선(Growth Curve)과 일치한다. 또한 미생물의 증식곡선은 미생물의 대사속도 및 호흡활동과 비례적인 관계에 있으므로 어느 지점에서의 미생물 대사속도 또는 호흡속도를 측정하면 오탁일령을 측정할 수 있는 것이다.



(그림 4. 미생물 증식곡선과 호흡속도(활성도)의 상관관계)

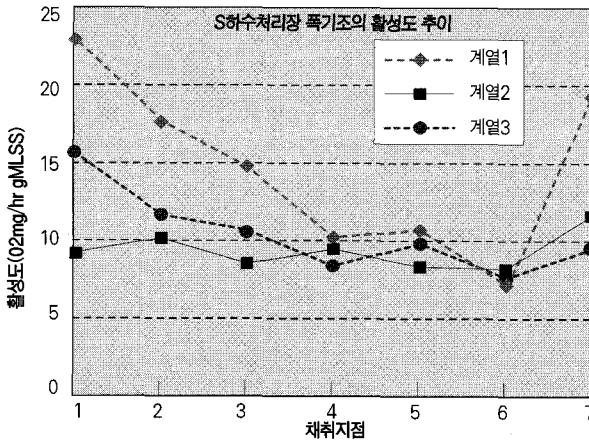
그러므로 정량적인 관리항목 이외에 정성적인 관리항목을 측정하여야만 오탁일령의 변화추이를 보다 정확하게 평가하고 활성오니조의 안정적인 관리를 수행할 수가 있는 것이다. 결론적으로 EZ-Actimeter는 지금까지 측정이 불가능 하였던 정성적 관리항목들 즉, 유입수의 독성효과나 생분해도, 미생물의 활성도, 오탁일령 등의 다양한 항목을 하나의 장비로 측정할 수 있도록 독립적인 Software를 내장하여 각각의 목적에 맞는 프로그램을 선정하도록 제작하였다.

3. 제품용도

- 포기조의 오니일령 측정 및 관리제어
- 오니활성도 측정 및 변화추이 감시
- 유입수 독성도 및 최대산소소모속도 측정 및 관리
- 공정별 폐수의 분석 및 Source 관리
- 폐수의 생분해도 특성 측정 및 관리
- 생물학적 처리공정의 운전효율 분석평가
- 신속한 유입부하량 및 5일 BOD 예측
- 응집제 및 중균제 약품사용량 적정성 여부 평가
- 생물학적 처리시설의 Trouble-Shooting 감시 및 정상화.

4. 적용사례

1) 하수종말처리장의 대부분은 낮은 처리효율이 용량부족으로 인식되어 시설증설에 많은 투자를 하여 왔다. 그러나 EZ-Actimeter의 측정 결과는 오히려 상당수의 하수처리장이 과다용량으로 설계되어 처리효율이 저하될 수 있다는 사실을 평가할 수 있었다. 특히, 처리효율이 낮고 플록의 침강성이 낮아 진단을 요청하였던 다수의 하수처리장의 경우 EZ-Actimeter에 의한 오니일령(SRT)의 측정 결과에 따라 인발량과 반송량 조절을 통하여 MLSS 조정을 거친 후에 방류수 BOD를 5ppm 정도로 내보낼 수 있도록 지원이 가능하였다.



(그림 5. 하수종말처리장 SRT 제어 사례)

2) 석유화학폐수의 경우 원가절감을 위해 생산공정중에 사용되는 원료의 교체를 필요로 하였으나 폐수처리장 효율에 끼치는 독성 및 생분해도 영향을 감시할 필요가 있었다. EZ-Actimeter를 사용하여 미생물 활성도에 교체원료가 영향을 주는지 여부를 측정된 결과 문제가 없다는 결론에 따라 원료를 교체하는 작업을 통하여 품질향상과 원가절감을 추진할 수 있었다.

3) 정유폐수중에 사상균 번식이 과도하여 사상균 증식의 원인을 밝히는데 EZ-Actimeter를 사용하여 측정된 결과, 폭기조 상단부에서 모든 유기물이 분해되어 오니가 장시간 저부하상태로 체류됨으로서 사상균의 번식이 유발되었다는 현상을 밝혀 내었다. 또한 본 장비를 통하여 공정폐수중 일부가 산소를 고갈시키는 고농도의 황화합물이 함유되어 있다는 사실도 밝혀 내었다. 이에 따라 유입수 유입방식의 변경을 추천하였으며 MLSS 조정을 통하여 개선을 유도하였다. 특히, 사상균 제어를 위한 염소 투입시 EZ-Actimeter로 미생물의 사멸과 활성을 감시함으로써 정상화를 위한 진행결과를 효과적으로 감시할 수 있었다.

4) 식품폐수의 경우 분산성 오니에 의해 침강성이 낮아 방류수질이 나쁜 폭기조의 처리효율을 향상시키기 위해 활성도를 측정하였다. 유입수의 BOD 부하량을 측정된 결과 부하변동이 다소 심하였다는 사실을 밝혀 내었으며, 폭기조 활성도를 측정하고 유입수의 BOD 부하량을 측정하여 유입량과 반송량을 조정함으로써 처리효율을 적정수준으로 향상시킬 수 있었다.

5) 정밀화학 폐수처리장에서는 다양한 제품이 생산되고 있으며 생산제품이 주기적으로 변경할 때마다 발생하는 폐수의 성상변화가 심하였다. 폐수의 성상이 자주 바뀔 때마다 처리장의 처리효율 또한 변동하여 방류수질이 불안정한 처리장의 경우 EZ-Actimeter를 적용한 결과 오니에 대한 유입수의 독성 및 활성의 영향이 측정되었으며 유입수량 및 반송량을 조정함으로써 독성충격을 최소화하고 장시간 활성을 유지할 수 있도록 하였다.

6) 제지폐수의 경우 리그닌등의 과다한 고형성 부유물 질로 인하여 MLSS중 실제 오니의 활성이 어느 정도 차지 하는지 가능하기가 어려워, 처리효율 제어를 위한 MLSS 조절에 대한 적정수준을 평가할 필요가 있었다. 본 EZ-Actimeter를 사용하여 오니의 활성을 주기적으로 측정하여 비교함으로써 MLSS 대비 활성의 변화를 추적할 수 있었다. 이에 따라 장기폭기법에 의한 폭기조내 오니일령(SRT)을 측정함으로써 처리효율에 대한 제어가 가능하였으며 침전조의 오니 침강성 향상에 대한 개선을 이룰 수 있었다.

7) 방류수의 5일 BOD를 신속하게 측정하여 방류수질을 파악하기 원하는 다수의 폐수처리장에서는 신속 BOD 측정기의 필요성을 의뢰하였다. 본 EZ-Actimeter를 사용하여 30분 정도에 5일 BOD를 신속히 예측하도록 하였으나 환산 Factor를 적용하는 본 장비의 속성상 약 5%에서 25% 정도의 오차범위를 나타내었다. 본 오차범위는 일반 습식법에 의한 허용 오차범위인 25% 이내에 들어가지만 오차의 원인이 폐수의 성상변화 즉, 생분해도에 의한 것으로 신속 BOD가 갖는 한계이다. 그러나 유입수의 유입부하량을 측정하기 위한 측정자료로는 상당한 신뢰도를 보여 주었다.

8) 일차 화학처리 약품이 미생물의 활성에 독성 또는 활성등의 어떠한 영향을 끼치는지 평가하는 것은 일련의 폐수처리공정을 관리하는 중요한 변수이다. 그러므로 본 EZ-Actimeter와 현장의 미생물을 사용하여 1차 처리수인 폭기조 유입수 독성 정도를 평가할 수 있었다. 또한 종말처리장으로 유입되는 각종 폐수에 대해 독성도의 상대적인 영향을 평가함으로써 개개의 공장폐수가 종말처리장의 처리효율에 대해 어떠한 영향을 끼치는지 파악할 수 있었다.

9) 종균제를 사용하고 있는 업체에서 미생물의 적정 사용량 및 효과에 대한 객관적인 기준을 제시해 줄 것을 제안 받았다. 본 EZ-Actimeter 장비를 사용하여 폭기조 미생물의 활성을 측정하고 오니일령(SRT)을 감시함으로써 종균제 및 1차 처리약품의 투입을 원천적으로 감소시킬 수 있

었으며 약 30% 내지 50%의 원가절감을 실현할 수 있었다. 본 장비를 사용하여 폭기조의 처리능력인 활성도를 직접 측정하게 함으로서 종균제의 적정 사용기준을 마련할 수 있었다.

이상과 같이 활성오니법에 의해 폐수를 처리하는 다수의 업체를 방문하여 EZ-Actimeter 활용도를 평가한 결과 지속적으로 독성도/활성도/오니일령 제어를 통하여 폐수처리효율을 극대화 할 수 있다는 결론을 얻었다. 또한 폐수처리 약품인 종균제의 사용기준을 제시함으로써 종균제 사용을 최적화 하는 등 폐수처리의 운전비용을 현저히 절감할 수 있기도 하였다.

5. 결론

EZ-Actimeter는 오염원을 제거하는 미생물의 호흡특성을 이용하여 오니활성도, 유입부하량, 유입수 독성도 및 생분해도 등을 측정하게 함으로써 활성오니조를 정상적인 경험관리에서 정량·정성을 통합한 과학적 관리로 전환하도록 하고 있다. 이에 따라 기존시설의 문제해결과 동시에 운전최적화를 추진하고, 추가시설 없이 처리효율을 향상시키고, 처리약품의 적정화를 통해 운전비용을 절감할 수 있도록 지원할 수 있는 최적의 장비일 것이다.

〈 상담 및 문의 : (02)3141-4083, 4 〉