

대사열의 발생을 이용한 활성슬러지의 활성 측정

박순용, 허 원

강원대학교 공과대학 환경·생물공학부(생물공학과)

전화 (0361) 250-6276, FAX (0361) 243-6350

Abstract

A device to measure the temperature difference between the supernatant and the sediment blanket in the course of SV30 measurement in processing of activated sludge process. The temperature elevation in the sludge sediment represent the metabolic heat production by the microorganisms and can be an indicator for the capability of waste treatment. The utilities of the device for the analysis of activated sludge process were demonstrated in this report.

서론

생물학적 폐수 처리장에서의 운전목표는 첫째는 방류수 수질기준(BOD, COD, N, P)을 준수하고 둘째로 방류수를 청정하게 유지하며 마지막으로 잉여슬러지 발생량을 최소화하는 것이다.¹⁾ 그러나 이 기준들은 이미 처리조에서 나온 결과만을 가지고 분석하는 방법이므로 실제로 폐수의 생물학적 처리가 일어나고 있는 처리조의 생물학적 환경분석을 명확하게 하거나 생물학적 변화에 관하여는 활성의 지표에 대한 분석의 대안은 없는 실정이다. 단지, SVI 나 MLSS정도가 현장에서 측정되어지는 정도라고 할 수 있겠다. 그러나 이 방법조차도 정확히 생물군집의 활성을 측정한다기보다는 균체량을 측정하고 침강된 부피에 의해 침강성의 양호함을 판단하는 지표이지 슬러지 자체가 지니는 폐수처리능력을 나타내는 지표는 아니다. 왜냐하면 폐수처리장의 생물학적 처리조건은 pH, DO, 수온, 유기물, 유독 물질 등이 공존하며 미생물이 잘 자랄 수 있는 환경만 유지되는 것은 아니다. 기질이 풍부하더라도 그 외 부적절한 생물학적 환경으로 인하여 활성슬러지에 존재하지만 활성을 거의 발현하지 못하거나 상실한 미생물이 다수 일 가능성도 배제 할 수가 없다.¹⁾ 그러므로 활성이 없는 슬러지가 MLSS에 포함되어도 생물학적 분해능력을 판단할 방법이 없기 때문에 활성을 띤 균체량만을 측정한다고는 볼 수 없고 처리장의 생물학적 환경조건변화를 즉각적으로 알아내어 그에 대처하기란 불가능하다고 할 수 있겠다.

본 연구에서는 생물체가 지니는 고유한 성질중 하나인 대사열²⁻⁴⁾이 미생물로 구성되어진 슬러지에서도 발생한다는 점에 착안하여 슬러지의 활성을 측정하는 방법을 고안하였다. SV₃₀의 측정시 침전층과 상등액과의 온도차를 측정하여 슬러지의 활성을 나타낼 수 있는 지표로 사용가능 한가를 점검하였으며 동시에 온도차를 실시간으로 monitoring하고 data를 얻음으로써 생물학적 처리장의 환경조건의 변화를 알 수 있고 관리의 지표로 사용할 목적으로 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

활성 슬러지 대사열을 측정하기 위한 장치로는 슬러지 침전용 원통형 실린더에 수직방향으로 7개의 온도 센서를 부착하고 이 센서로부터 신호 처리 및 데이터 수집을 위해 16bit 해상도의 A/D converter와 PC 및 측정용 소프트웨어를 사용하였다 (Figure 1). 슬러지를 포함한 폐수를 위의 장치에 첨가한 후 시간의 변화에 따라 슬러지가 침전하게되면 수직방향으로 배열된 온도센서로부터 온도를 측정하고 각각의 온도센서의 측정값을 나타내고 저장하는 소프트웨어를 제작하였다. 소프트웨어 제작에는

LabVIEW 4.1(National Instrument, USA)을 사용하여 프로그램 하였다 (Figure 2). 온도 측정장치는 고속 응답의 온도센서로서 온도 감지소자는 고 내습성의 thermistor를 사용하였다. 이 thermistor를 실제 온도와 각 센서간의 온도값의 차를 보정해 주는 calibration 과정을 거쳐 0℃에서 45℃의 온도를 측정 가능하도록 회로를 구성하였다. 그리고 16bit 해상도의 A/D converter를 사용하여 0.00069℃의 분해능으로 온도를 측정할 수 있도록 구성하였다.

실린더에 7개의 thermistor를 맨 밑 바닥부터 50ml의 간격을 두어 설치하였으며, 폭기조 내의 활성슬러지를 실린더에 유입시킨 후 침강시 슬러지의 대사열을 측정하여 온라인으로 모니터링함과 동시에 데이터를 수집하였다.

실린더 용량은 500ml이며 두께 20mm의 P.E. form으로 단열재 처리를 하였다. 활성 슬러지는 춘천하수처리장의 2차 침전조 슬러지를 사용하였으며 또 실험실의 소형 폐수처리장치를 운전하고 여기에서 얻은 슬러지를 사용하였다.

결과 및 고찰

Calibration

Thermistor는 온도의 상승에 따라서 저항 값이 급속히 감소하며, 서미스터마다 고유 상수 값을 갖는다. 고유값을 측정하기 위해 항온조에서 0~35℃까지 온도를 증가시키며 각각의 저항값을 가지고 고유상수를 구하였다. 온도의 변화에 대하여 각각의 온도센서는 약 0.1℃ 범위 내에서 오차를 보이고 있었다. 따라서 0.1℃ 이상의 온도의 변화가 발생할 경우 실제로 온도의 변화가 발생한 것으로 판단하였다. 장기간 동안의 온도 센서의 안전성도 검토하였다. 24시

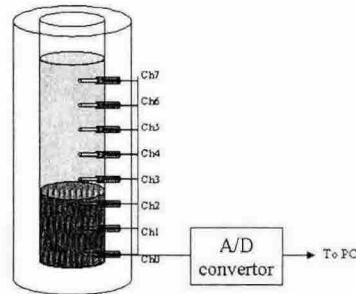


Fig. 1. A schematic of the device to measure the activity of a sludge

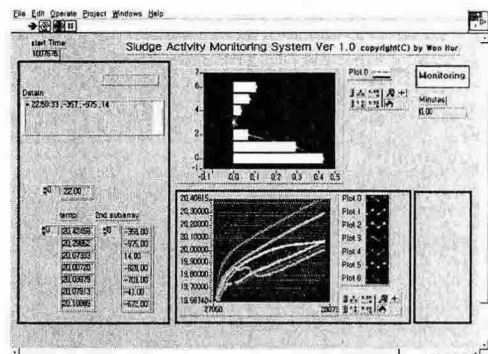


Fig. 2. A front panel of the software

간 이상 항온조에서 방치하여도 약 0.1℃ 이내에서 온도의 변화를 보였다. 결과적으로 0.1℃ 이상의 온도의 변화는 실제온도의 변화라고 판단할 수 있었다. 본 장치에 증류수를 채운 후 방치할 경우 초기에는 온도가 같으나 시간이 지날수록 상단의 온도는 증가하고 하단의 온도는 감소하는 경향을 보였다. 20℃에서 30분 경과시 온도의 구배는 0.01℃/cm 정도로 온도의 구배가 발생하였다.

슬러지의 대사열 측정

폐수처리중인 슬러지를 포함한 폐수에서 슬러지의 활성측정 가능 여부를 확인하기 위하여 폐수처리장에서 수집된 슬러지와 이를 멸균하여 방냉한 슬러지를 동일한 조건에서 일정시간 폭기한 후 본 장치에서 30분간 침강시키면서 실시간으로 온도변화를 측정하여 매 10분 단위로 대사열의 변화를 차트화 하였다. 대조실험을 위해 슬러지의 활성을 제거한 같은 사멸한 슬러지의 침강시 온도변화를 역시 관찰하였다. Figure 3에서는 30분 경과 후 슬러지의 침전층과 상등액의 온도차가 0.5℃이상 발생함을 볼 수 있다. 그와 반대로 같은 조건에서 슬러지를 멸균시켜 다시 침강실험을 한 결과 Figure 4에서는 dead cell 에서는 온도의 차이가 발생하지 않았다. 따라서 본 실험에서는 이와 같이 슬러지 층의 온도와 상등액의 온도차이를 측정하여 활성슬러지의 활성도를 측정할 수 있음을 보였다.

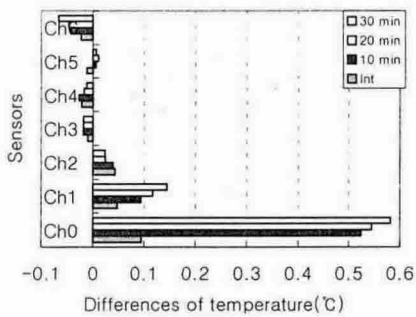


Fig. 3. Temperature profile of a activated sludge sedimentation

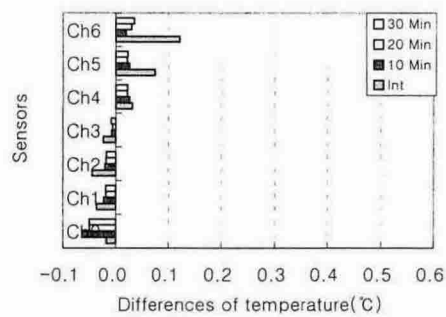


Fig. 4. Temperature profile of a dead activated sludge

슬러지부상의 온라인 모니터링

활성슬러지를 활성측정을 위한 본 장치에 장시간(약 12시간) 슬러지를 침전을 시켜두고 온라인으로 온도의 변화를 모니터 하였다. 최하단부의 온도센서(Ch0)의 온도는 슬러지의 침전과 함께 급격하게 온도가 상승하였다. monitoring을 하였다. 최하단에서 두 번째의 온도센서(Ch1)는 슬러지의 침전이 진행됨에 따라 온도가 상승하다가 침전이 더욱더 지속되어 센서가 상등액층에 노출되면서 다시 온도가 감소하기 시작하였다. 이후 장시간 방치한 결과 5시간 이후 갑자기 슬러지가 부상하여 온도 센서가 부착되지 실린더의 얇은 최상단부로 이동하였다. 이는 산소결핍으로 인한 탈질화 과정⁶⁾으로 질소가스를 발생시켜 슬러지가 가벼워져 물에

뜨는 현상으로 본 장치를 이용하여 온라인으로 슬러지의 부상시간을 측정할 수 있음을 보였다. 따라서 본 장치는 생물학적인 측면에서 슬러지의 성질을 분석하는데 사용할 수 있다.

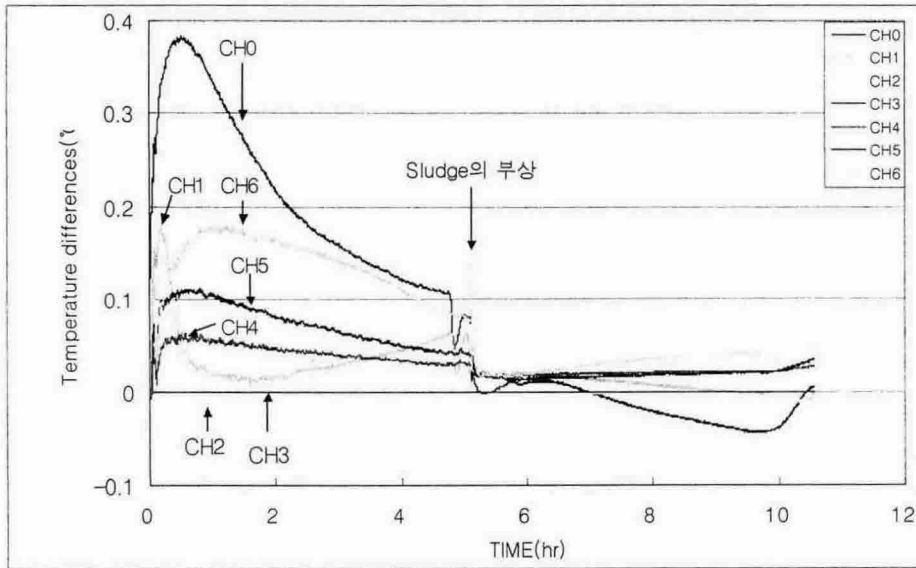


Fig.5. On-line monitoring of Sludge sedimentation and floating.

참고문헌

1. 이문호, "생물학적 하·폐수 처리"(1999), 환경관리연구소
2. Bastiaan H.A. van Kleeff, J.Gijs Kuenen, and Joseph J. Heijnen, "Heat Flux measurements for the Fast monitoring of Dynamic Responses to Additions by Yeasts That Were Subjected To Different Feeding Regimes in Continuous Culture"(1996), Biotechnol. prog.1999, 12, 510-518
3. Tomas D. Brock & Micheal T. Madigan, "Biology of Microorganisms"(1991), Prentice Hall inc., 111-112
4. Bruce Alberts, Dennis Bray, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, James D. Watson, "Molecular biology of THE CELL"(1994), Garland publish Inc, 670-671
5. Davis L. Ford and W.W. Eckenfelder, Jr, "Effect of Process Variables on Sludge Floc Formation and Settling characteristics."(1967), J WPCF, 39, 11, NOV.
6. 장윤석, "생물학적 탈질소화-질산화에 의한 분뇨처리"(1987), 고려대학교 석사 학위논문, 7-17