

ATAD 방식을 이용한 하수잉여슬러지 저감에 관한 연구(I)

강 현 · 강은경 · 황인호* · 김영환* · 최영익* · 임영욱**

수원대학교 환경공학과, *한국정수공업(주) 기술연구소, **서남대학교

I. 서론

우리나라의 하수 발생은 1999년 현재 1,574천톤으로 그 처리, 처분 방법은 해양투기가 52.1%, 매립이 40.7%이며, 재활용과 소각이 각각 5.1%, 2.1%이다. 대부분의 처분이 해양투기와 매립에 의존하고 있는데, 이것은 1997년에 유기성슬러지의 직매립 금지규정이 도입된 이후 매립은 줄었지만 처리비가 저렴한 해양투기로 전환됨으로써 본래의 취지와는 또 다른 문제를 야기 시키고 있다. 해양투기는 런던협약과 관련된 96의정서가 발효되면 금지 될 것으로 예상되므로 근본적인 하수슬러지의 처리가 매우 시급한 문제로 대두되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 자가발열 고온호기성 소화조(ATAD)를 이용하여 활성슬러지 공정에서 발생하는 잉여오니를 ATAD에서 처리한 후 폭기조로 반송하여 잉여슬러지 배출을 최소화하고, 궁극적으로 공정 밖으로의 잉여슬러지 배출이 전혀 없는 공정 개발을 목표로 하고 있다.

II. 실험장치 및 방법

1. 실험장치

본 연구는 Fig. 1에서 보는 바와 같이 폭기조, 침전조, 농축조, ATAD로 구성하였고, 유효용량은 각각 3.4m³, 4.2m³, 210ℓ 그리고 450ℓ이며 ATAD 2기를 두고 운영하였다. 본 연구에서 고형물 감량 지표로 TS 와 VS 감소율을 사용하였고, 최종 처리수질 지표로 BOD, COD_{Cr}, SS를 측정하였다. 분석방법은 Standard Method 및 수질오염공정시험법에 준하였다.

2. 실험방법

수원시 환경사업소 유입수를 원수로 사용하여 유량 15m³/d로 실험하였다. 이때 활성오니조 평균 HRT는 6.6시간이었고 침전조 부하는 5.3m³/m².d였다. 그리고 농축조에서 발생하는 잉여슬러지를 사용하여 실험하였다. ATAD의 운영은 semi-continuous 방식으로 이루어졌고, 외부열원 없이 일정 시간 이후부터 65℃ 이상 유지하였다. 공기량은 10~12LPM, ATAD의 농축슬러지 유입량은 70~120ℓ/d, 유출량은 40~100ℓ/d로 하였으며, ATAD에서 유출된 소화액 전량은 약 6~10시간 동안 폭기조에 유입시켰다. 폭기조의 MLSS는 2000~2500mg/ℓ로 시작하여 5000mg/ℓ까지 증가시켰으며, F/M는 0.11~0.31kgBOD/kgMLSS·d 였으며, 운영 SRT는 5~16일이며 평균 10일정도로 운영하였다. 폭기조 내의 DO는 1.2mg/ℓ를 유지하여 처리수의 수질을 관찰하였다. 마지막으로 ATAD의 운전 방법에 따라 다음과

[연락처] (우)445-743 경기도 화성시 봉담읍 와우리 산 2-2 수원대학교 환경공학과 강현, 강은경

Tel : 031-220-2146, Fax ; 031-220-2533 , E-mail ; elab@mail.suwon.ac.kr

같이 구분하였다. RUN1은 초기부터 2월 19일까지로 ATAD 2기를 운전하였고, RUN2는 이 후 3월 10일까지로 ATAD 1기를 운전하였으며 RUN3는 3월 11일부터 시작하였고 ATAD를 운전하지 않았다.

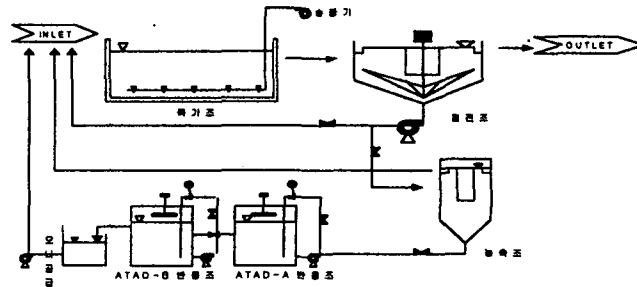


Fig. 1 Schematic Diagram of process including ATAD

III. 결과 및 고찰

1. 폭기조 내 특성 조사

폭기조 내의 MLSS와 MLVSS 농도는 RUN 1에서 증가하는 추세를 보이다가 RUN2에는 시 감소세를 보였고 이후 꾸준히 유지되었다. MLVSS의 농도가 3300mg/l에서 3700mg/l의 범위를 유지한다는 것은 폭기조 내에 무기물의 축적이 거의 이루어지지 않는다고 판단할 수 있다. SV30은 RUN1에서 증가한 후 90%이상 유지하여 침강성이 좋은 것으로 나타났다(Fig. 2).

2. COD_{Cr}, SS의 변화

운전기간 중 COD_{Cr}와 SS의 농도 변화를 Fig. 3와 Fig. 4에 나타내었다. 그림에서 보는바와 같이 COD_{Cr}은 유입수 농도가 상당히 큰폭의 변동에도 불구하고 유출수 농도는 매우 낮게 유지되었다. COD_{Cr}의 제거효율은 96.7~60.0%로 평균 84.2%로 높게 나타났다. 특히 소화액을 폭기조로 반송하는 기간인 RUN1, 2와 반송하지 않는 기간인 RUN3의 COD_{Cr} 제거효율과 유출 농도에 큰 변화가 없었다. SS는 유출수의 최고 농도가 15.8mg/l로 RUN3에서 유출수 중의 SS 농도는 증가하지 않은 것으로 나타났고, 평균 87.7%의 처리율을 보였다.

3. 소화액의 반송에 의한 영향

운전기간 중의 소화액을 폭기조로 반송할 때 폭기조의 영향을 Fig. 5과 Fig. 6에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 RUN1, 2 동안에 슬러지 유입으로 인해 폭기조의 DO가 낮아졌다고 판단할 수 있을 만한 결과는 보이지 않았으며, 유출수 중의 SS는 RUN1과 RUN2보다 오히려 RUN3에서 더 증가한 경향을 보였다. 이것으로 볼 때, 폭기조에 영향을 미치는 것은 소화액의 유입보다 유입수에 의한 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

4. ATAD의 고형물 분해

ATAD의 고형물 분해 효율은 앞에서 말한 첫 번째 방법의 경우 TS와 VS가 각각 평균 32.3%와 33.3%를 보였고, 두 번째 방법의 경우 각각 54.0%와 54.7%를 보였다. ATAD 내의 온도는 농축슬러지의 유입 온도에 관계없이 운전 시작 24시간 이내에 50℃ 이상 유지하였다.

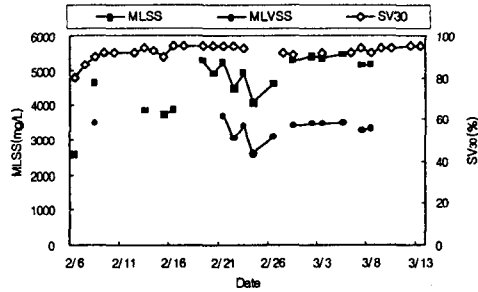


Fig. 2 Variations of MLSS, MLVSS and SV₃₀ during operation time.

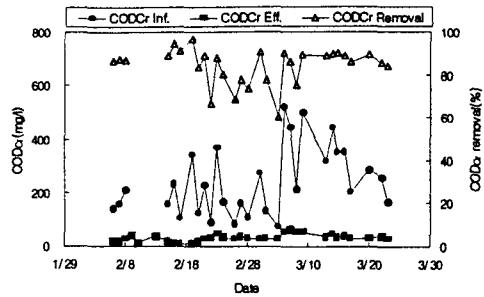


Fig. 3 Variations of COD_{Cr} and COD_{Cr} removal(%) during operation time.

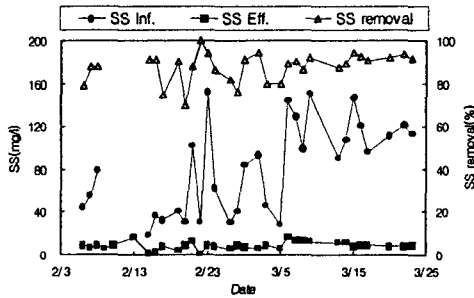


Fig. 4 Variations of SS and SS removal(%) during operation time.

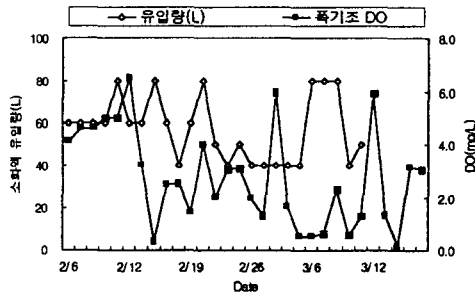


Fig. 5 Relationship of return solution and DO in aeration tank.

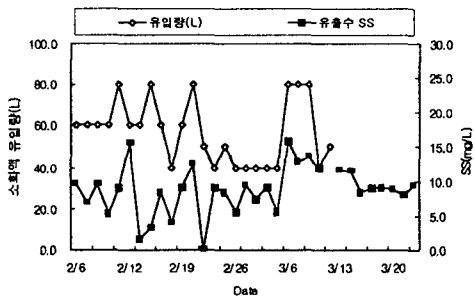


Fig. 6 Relationship of return solution and SS of effluent.

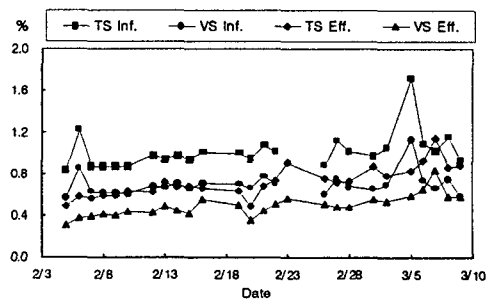


Fig. 7 Variation of solid in influent and effluent of ATAD.

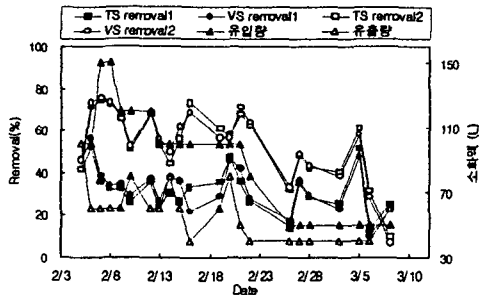


Fig. 8 Variation of solid removal(%) in ATAD.

IV. 결론

활성슬러지 공정에서 발생하는 잉여슬러지의 적정처리를 위해 ATAD가 포함된 표준 활성슬러지 공정의 운영을 실시하였다. 본 연구 기간동안 시스템 외부로의 슬러지 배출은 이루어지지 않았으며, 그 처리 수질도 배출수 수질기준을 충분히 만족하는 결과를 얻었다. 본 연구의 결과를 종합하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 소화액을 폭기조로 반송하더라도 폭기조 내의 MLSS, MLVSS는 일정한 수준에서 유지되었고, 폭기조내의 DO도 영향을 받지 않았다.
2. 운전기간 동안에 시스템 외부로의 슬러지 배출은 없었으며, 폭기조에서의 무기물 축적도 관찰되지 않았다.
3. 운전기간 동안 유입수의 수질 변화에도 처리수의 수질은 적정 수질을 유지하여 배출수 수질 기준을 만족하였다.
4. ATAD의 고형물 분해는 ATAD 내에서의 총고형물 유입량과 총고형물 유출량으로 그 처리효율을 구하면 TS는 평균 54.0%, VS는 평균 54.7%의 제거 효율을 보였다.

V. 사사

이 연구는 G-7 환경기술개발사업의 지원을 받아 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 1) 염규진, 구정현, 하·폐수처리장 슬러지의 합리적 관리방안, 한국환경정책·평가연구원(1992)
- 2) Y.Sak ai, T.Aoyagi, N.Shita, A.Akash and Hasegawa, Complete decomposition of biological waste sludge by thermophilic aerobic bacteria, Water Science and Technology, Vol 42, No. 9, pp 81~89.
- 3) Reichart, O.(1979). New experimental method for the determination pf the heat destruction parameter of microorminims. Acta Alimentari, 8,131-127.
- 4) APHA, AWWA, WEF. Standard Method 18th Ed.(1992)
- 5) Oscar W. Hass, Demonstration of Thermophilic Aerobic-Anaerobic Digestion at Hagerston, Maryland.
- 6) Harlan G. Kelly, Henryk Melcer and Donald S. Mavinic, ATAD of municipal sludges : Full-scale demonstration project. Water Environ. Res.,65(7), (1993)