

PF4) 응집제 첨가가 침전과 용존공기부상법을 이용한 팽화 슬러지 농축에 미치는 영향

박영식*, 김동석¹

대구대학교 보건과학부, ¹대구가톨릭대학교 환경과학과

1. 서 론

용존공기 부상법(DAF: Dissolved Air Flotation)은 가압상태에서 가포화된 물을 감압시킬 때 발생하는 미세기포가 상승하는 과정에서 수중의 콜로이드 물질과 충돌, 부착되는 원리를 이용하여 수중의 부유물질을 제거하는 수처리 방법이다(김유창 등, 2001). 용존공기 부상법은 제지 및 식품폐수 등의 생물학적 폐수처리 시설에서 뿐만 아니라 하수처리 공정에 있어서도 플록의 부상분리와 슬러지 농축에 DAF 공정이 적용되고 있다.

여러 가지 부상법 중에서 용존공기 부상법은 일반적인 침전공정과 비교하였을 때 여러 가지 장점을 가지고 있다. 플럭 형성 시간이 적게 소요되고 침전공정에 비하여 10배 이상의 수리학적 표면부하율(hydraulic loading rate)를 가진다. 또한 용존공기 부상법으로 처리 후 형성된 슬러지의 총 고형물 농도는 약 2-3%로 침전에 의해 형성된 총고형물 농도인 약 0.5%보다 높은 것으로 알려져 있다(이준, 2004).

본 연구는 슬러지 팽화가 일어나 침전에 의한 슬러지 농축이 어려운 제지공장의 반송슬러지를 대상으로 황산알루미늄과 고분자응집제(A-301) 첨가시 고농도의 농축슬러지를 얻을 수 있는 조건을 도출하고자 하였다.

2. 재료 및 실험 방법

실험에 사용한 슬러지는 M 제지사의 반송슬러지를 채취하여 sieve로 체질한 뒤 폭기되는 저류조에 보관하였다. 슬러지는 인공 합성원수에 순용시켜 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 M 제지사의 반송슬러지는 순용 후 SVI를 측정된 결과 350-450 mL/g 나타내어 팽화가 발생한 상태였고, 농도는 2000-2500 mg/L의 범위에 있었다.

실험에 사용한 DAF 장치는 크게 가압수조와 부상수조로 나뉘며, 가압수조는 길이와 외경이 18 mm인 PVC 파이프를 100% 충전하여 실험하였다. 부상수조는 내경이 7 cm, 높이가 50 cm이며, 총 부피는 1.92 L이다. 부상수조의 상부는 모터와 감속기가 달려 있으며 속도 조절장치에 의하여 속도를 조절하였다. 실험에 사용한 슬러지 농도는 2250 mg/L이었으며, 가압수조 압력을 5 atm으로 50분 간 유지시킨 후가압수 순환비는 20%, 가압수 주입시간은 25 초로 부상 실험하였다.

황산알루미늄 첨가 실험은 부상수조에 슬러지 1 L를 투입하고 황산알루미늄을 1-9 mg/L 투입하고 200 rpm으로 2분간 급속교반하고, 20 rpm으로 10분간 완속교반한 뒤 가압수를 주입하였다.

실험에 사용한 슬러지 농도는 2210 mg/L이었으며, 가압수조 압력을 5 atm으로 50분 간 유지시킨 후가압수 순환비는 20%, 가압수 주입시간은 25 초로 부상실험하였다.

고분자 응집제 실험은 음이온 응집제(A-301)를 0.1-3.0 mg/L를 투입하고 200 rpm으로 3분간 급속교반하고, 20 rpm으로 15분간 완속교반한 뒤 가압수를 주입하였다.

농축된 슬러지는 부상이 끝난 뒤 슬러지 계면 상부에서 피펫을 이용하여 채취한 뒤 농도를 측정하였으며, 부상수조 하부의 슬러지는 부상수조 하부 5 cm지점의 채취구에서 10 mL 채취하여 농도를 측정하였다. 슬러지 농도는 Standard Methods에 따라 측정하였다(APHA, AWWA, WPCF, 1992).

3. 결과 및 고찰

3.1. 황산알루미늄 첨가의 영향

Fig. 1에 황산알루미늄 첨가량에 따른 부상과 침전 공정에서의 농축 슬러지 농도를 나타내었다. 그림에서 보듯이 황산알루미늄 4 mg/L의 투입량이 최적 투입량이었으나 응집제가 투입되지 않았을 때에 비해 14%의 슬러지 농축량이 증가하였다. 침전의 경우는 1 mg/L만 증가하여도 2배 이상의 농축효율을 얻었으나 그 이상의 응집제 농도에서는 효과가 없으므로 나타났다. 부상공정에서의 하부수의 슬러지 농도는 응집제를 투입하지 않았을 경우의 농도인 84 mg/L에서 20~30 mg/L로 나타나 하부수의 슬러지 농도 감소에는 효과가 있는 것으로 나타났으나 부상증진 효과는 적기 때문에 최적 응집, 응결 조건은 구하지 않았다.

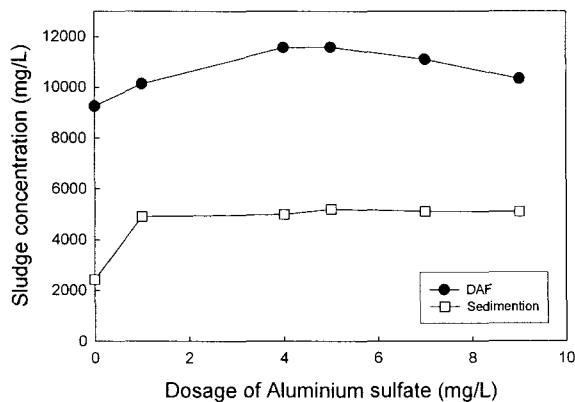


Fig. 1. Effect of aluminium sulfate dosage on the sedimentation and DAF process.

3.2. 고분자 응집제 첨가의 영향

Fig. 2에 고분자 응집제 첨가량에 따른 황산 부상공정에서의 슬러지 계면높이와 침전공정에서의 SVI 변화를 나타내었다. 부상공정에서 부상 후 슬러지 계면높이는 응집제 미투입시 60 mm에서 0.5 g/L 투입시 52 mm까지 감소하는 경향을 보였으나 0.5 mg/L이상의 응집제 투입량에서는 슬러지 계면높이가 증가하는 경향을 보였다. 반면 침전 공정의 경우 응집제 미 투입시 SVI가 385 mL/g에서 0.3 g/L 투입시 358 mL/g으로 감소되었으나 0.7 mg/L 투입시 SVI가 410 mL/g으로 빠르게 증가되었으며 응집제 미 투입시의 SVI보다 높게 나타났

다. 일정량 이상의 고분자 응집제 투입은 부상과 침전 공정에 불리한 것으로 나타났다.

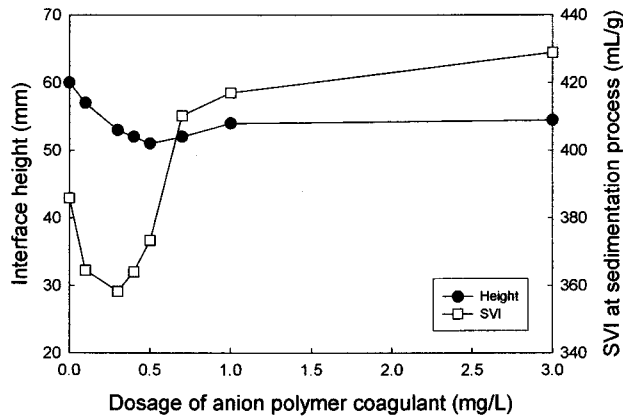


Fig. 2. Variation of sludge interface height on the DAF process and SVI on the sedimentation process with polymer coagulant.

Fig. 3에 고분자 응집제 첨가량에 따른 부상과 침전공정에서의 슬러지 농도를 나타내었다. 그림에서 보듯이 부상에 의한 슬러지 농도는 응집제 미 첨가시 9121 mg/L에서 0.5 mg/L 첨가시 12298 mg/L로 34.8%(1.35배) 증가하였다. 그러나 0.5 mg/L 이상의 응집제 농도에서는 농축 슬러지 농도가 감소하는 경향을 나타내었다. 침전의 경우 0.3 mg/L에서 6.5%의 농축 증가율을 얻었지만 그 차이는 무시할 정도로 적었다.

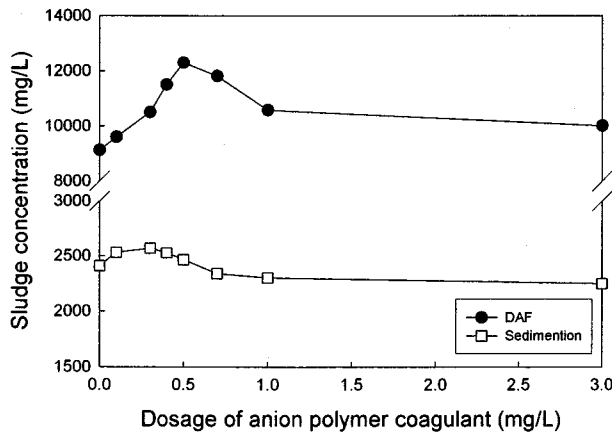


Fig. 3. Variation of sludge concentration on the DAF process and sedimentation process with polymer coagulant.

Fig. 4에 음이온 고분자 응집제의 투입량에 따른 슬러지의 함수율 변화를 나타내었다. 응집제 미투입시 슬러지의 함수율은 96.6%였으며, 0.5 mg/L의 응집제 투입시 90.7%로 5.9%의 함수율 감소를 얻었다.

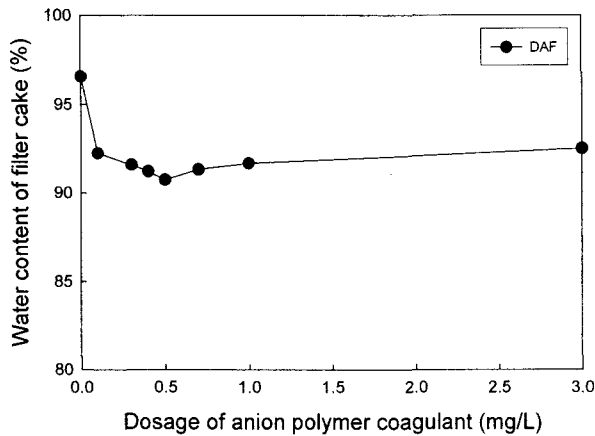


Fig. 4. Effect of polymer coagulant on the water content of sludge after filtration.

4. 요약

황산알루미늄 4 mg/L의 투입량이 최적 투입량이었으나 응집제가 투입되지 않았을 때에 비해 14%의 슬러지 농축량이 증가하였다. 침전의 경우는 1 mg/L만 증가하여도 2배 이상의 농축효율을 얻었으나 그 이상의 응집제 농도에서는 효과가 없는 것으로 나타났다.

부상공정에서 최적 고분자 응집제 투입량은 0.5 mg/L인 것으로 나타났다. 침전공정에서는 고분자 응집제의 투입에 의해 슬러지 농축이 큰 향상을 보이지 않았다.

응집제 미투입시 슬러지의 함수율은 96.6%였으며, 0.5 mg/L의 응집제 투입시 90.7%로 5.9%의 함수율 감소를 얻었다.

감사의 글

본 연구는 2005년도 경북지역환경기술개발센터의 지원을 받아 진행되었기에 감사드립니다(과제번호 : 05-2-10-11-06).

참고 문헌

- 김유창, 김재형, 신흥식, 2001, 용존공기부상(Dissolved air Flotation)을 이용한 수처리 기술, 機械와 材料, 13(2), 113-124.
- 이준, 2004, 부상공정에 의한 상수슬러지 농축, 서울대학교 석사학위논문, 1-15.
- APHA, AWWA, WPCF., 1992, Standard method for the examination of water and wastewater, 18th ed.