

굴패각 첨가가 팽화슬러지의 부상과 침전에 미치는 영향

박영식*, 김동석¹
 대구대학교 보건과학부, ¹대구가톨릭대학교 환경과학과
 (ysparkk@daegu.ac.kr*)

Effect of Oyster Shell Addition on the Flotation and Sedimentation of Bulking Sludge

Young Seek Park*, dong Seog Kim¹
 Div. of Health. Sci., Daegu Univ., ¹Dept. of Environ. Sci., Catholic Univ. of Daegu
 (ysparkk@daegu.ac.kr*)

서론

슬러지 농축은 일반적으로 중력침전, 부상, 원심분리 등의 물리적인 방법을 이용하여 이루어지며, 슬러지 자체의 중력을 이용한 농축은 주로 1차 슬러지에 적합하다고 알려져 있으며, 슬러지 밀도가 1.01-1.09g/cm³인 2차슬러지인 잉여슬러지에는 좋은 방법이 아닌 것으로 보고되고 있다¹⁾.

용존공기부상법은 부상 농축법 중의 하나로 가압상태에서 과포화된 물을 감압시킬 때 발생하는 미세기포가 상승하는 과정에서 수중의 콜로이드 물질과 충돌·부착되는 원리를 이용하여 수중의 부유물질을 제거하는 수처리 방법이다²⁾.

본 연구는 팽화 상태에 있는 슬러지 농축에서 굴패각 분말이 용존공기부상법을 이용한 부상과 침전 효율에 미치는 영향을 고찰하였다.

실험

실험에 사용한 슬러지는 M 제지사의 반송슬러지를 채취하여 sieve로 체질한 뒤 폭기되는 저류조에 보관하였다. 슬러지는 인공 합성원수에 순응시켜 실험에 사용하였다. 실험에 사용한 M 제지사의 반송슬러지는 순응 후 SVI를 측정된 결과 350-450 mL/g 나타내어 팽화가 발생한 상태였으며, 평균 반송슬러지 농도인 2200 mg/L를 기준으로 실험하였다.

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. 가압수로는 수돗물을 사용하였으며, 예비실험에서 팽화 슬러지의 부상에서 최적조건으로 나타났던 가압수 순환비는 20%(A/S 비, 7.070 x 10⁻³ mL/mg), 가압수조 압력은 5 atm, 가압수 주입시간은 25초, 부상시간은 30분으로 조절하여 실험하였다³⁾.

실험에 사용한 굴패각은 수돗물로 세척하고 자연 건조시켜 도가니에서 분쇄하여 No. 60(250 μm) 표준체로 체질하여 250 μm 이하의 입자들만 사용하였다. 농도를 측정된 슬러지에 굴패각을 0.2-5 g/L 투입하고 Jar-tester에서 300 rpm으로 30분 간 교반한 후 슬러지 밀도와 SVI 등을 측정하였다.

결과 및 토론

신 등⁴⁾은 굴껍질의 성분을 분석한 결과 Ca와 Al, Mg, Na, 등의 알칼리성 금속이 다량 존재하여 하수슬러지의 개량에 적용될 수 있으며, 고형물 함량이 3.4~4.6%인 소화슬러지 100 mL당 2.0g 이상의 굴껍질을 개량제로 사용할 경우 25%의 고형물 함량을 얻을 수 있다고 보고하였다.

250 μm 이하의 크기로 체질한 굴패각 투입량을 0.2-5 g/L로 조절하면서 슬러지의 습윤밀도와 SVI 변화를 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 보듯이 굴패각이 투입되지 않은 슬러지의 습윤밀도는 1.06 g/mL이었으며, 굴패각이 5 g/L투입되었을 때 습윤밀도는 1.22 g/mL까지 증가하였다. 슬러지의 SVI는 굴패각이 투입되지 않았을 때는 429 mL/g이었으며, 1.6 g/L의 굴패각이 투입될 때 까지 SVI는 158.2 mL/g으로 빠르게 감소되었으며, 5.0 g/L의 투입량에서는 57.5 mL/g으로 나타나 초기에 비해 약 7.59배 감소되어 황토의 10.9배 감소보다 낮은 감소율을 나타내었다.

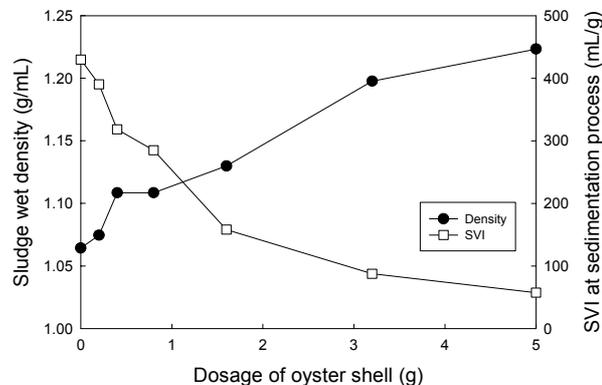


Fig. 1. Variation of sludge wet density and SVI with the oyster shell addition.

Fig. 2에 굴패각 투입에 따른 부상과 침전공정에서의 슬러지 농도 및 부상공정에서의 슬러지 계면높이를 나타내었다. Fig. 2에서 보듯이 굴패각이 투입되기 전의 부상공정에서 8630 mg/L에서 굴패각 투입량에 따라 슬러지 농도가 증가하여 25000 mg/L까지 증가하였다. 침전공정에서는 굴패각이 투입되기 전의 2236 mg/L에서 굴패각 투입량에 따라 직선적으로 증가하여 5 g/L 투입시 17388 mg/L까지 증가하였다.

Fig. 2에서 보듯이 부상공정에서의 슬러지 계면높이는 46 mm에서 굴패각 첨가량이 증가함에 따라 선형적으로 증가하여 5.0 g/L 투입시 58 mm까지 증가하였다.

실제 순수한 슬러지만의 농도로 표현하기 위하여 MLVSS를 구하여 굴패각이 첨가되지 않은 VSS/SS 비의 역수를 곱하여 식 1과 같이 굴패각을 제외한 슬러지 농도를 구하여 Fig. 3에 나타내었다.

$$MLSS(\text{converted}) = MLVSS(\text{kaoline addition}) \times \frac{MLSS(\text{raw sludge})}{MLVSS(\text{raw sludge})} \quad (1)$$

굴패각의 최적 투입량은 황토 투입량과 같은 0.8 g/L로 나타났으며 모든 굴패각 투입량에서 굴패각을 투입하지 않은 슬러지의 농도보다 높게 나타났다. 0.8 g/L의 굴패각 투입시 농축 슬러지 농도는 11764 mg/L로 나타나 굴패각이 투입되지 않았을 때의 부상 슬

러지 농도인 8617 mg/L보다 1.36배의 농도 증가를 나타내었다. 침전공정의 경우는 굴패각 투입량이 증가함에 따라 농축된 슬러지 농도가 선형적으로 증가하였으며, 5 g/L 투입시는 3.25배 높은 7617 mg/L로 나타나 굴패각과 같은 응집보조제의 투입은 종래의 침전공정에서 슬러지 농축에 큰 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 부상공정을 이용한 슬러지 농축에서는 투입하지 않을 때보다 높게 나타나지만 부상공정의 특성상 보조제의 투입량의 많으면 슬러지의 무게와 밀도가 높아져 부상하기 어려워지기 때문에 최적 투입량이 나타난다고 사료되었다.

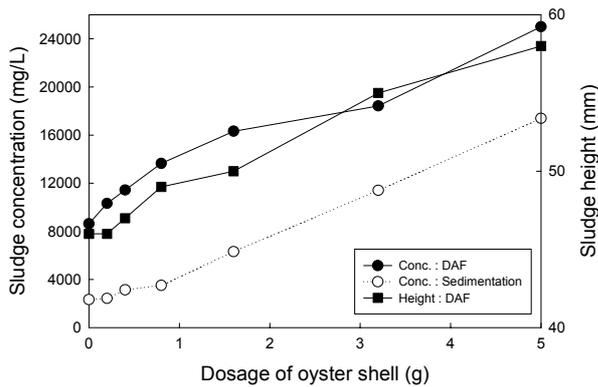


Fig. 2. Effect of oyster shell addition on the sludge concentration and interface height.

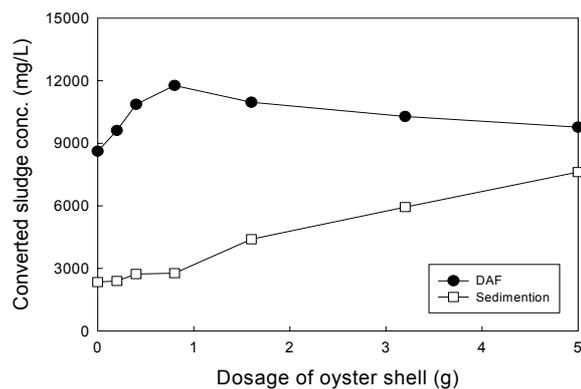


Fig. 3. Effect of oyster shell addition on converted sludge concentration.

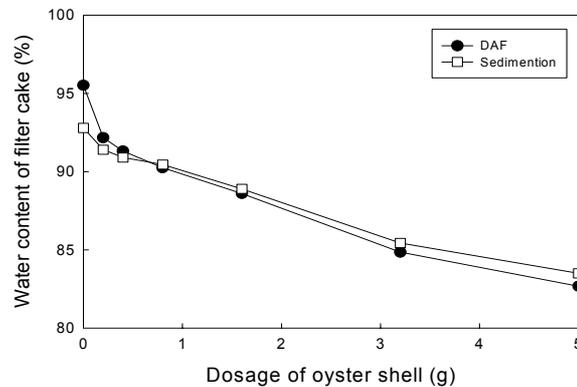


Fig. 4. Effect of oyster shell addition on water content after filtration.

Fig. 4에 굴패각 첨가에 따른 부상과 침전 공정에서의 농축 슬러지의 함수율을 나타내었다. 부상만 거친 슬러지의 함수율은 99.1%이며, 여과 공정을 거치면서 함수율은 95.5%로 감소하여 여과에 의해 3.6%의 감소율을 보여 고형물 농도는 4.5%에 불과하였다. 굴패각 첨가량이 증가하면서 슬러지의 함수율은 감소하여 5.0 g/L 첨가시 여과 후 함수율이 82.7%까지 감소하였다. 최적 부상농도인 0.8 g/L의 굴패각이 첨가되었을 때의 부상 후 슬러지 함수율은 98.6%였으며, 여과공정을 거치면서 90.2%로 나타났다. 침전의 경우도 부상과 비슷한 경향을 나타내었다. 문 등⁵⁾은 200 mesh 체(75 μm)로 체질한 굴패각을 정수 슬

러지 200 mL에 6, 7 g 주입시 슬러지 케이크 고형물 함량이 증가하고, 탈수시간이 단축되었다는 결과로 미루어 볼 때 부상 단계의 굴폐각의 적용은 부상되는 슬러지의 농도를 증가시킬 뿐만 아니라 후속공정인 여과공정에도 긍정적인 역할을 하는 것으로 나타났다. 그러나 굴폐각이 부상에 미치는 영향은 향후 연구해야할 과제인 것으로 사료되었다.

부상만 고려할 경우 최적 굴폐각 주입량은 0.8 g/L, 후속공정인 여과까지 고려할 경우 최적 투입량은 5.0 g/L 이상일 것으로 나타났으나, 5.0 g/L의 경우 순수 농축 슬러지 농도가 투입량 0.8 g/L 에 비해 10% 적기 때문에 추후 후속공정과의 연계시 최적 투입량에 대한 연구가 필요할 것이라고 사료되었다.

사사

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

참고문헌

1. Choi, Y. G. and Chung, T. H., Effects of Humus Soil on the Settling and Dewatering Characteristics of Activated Sludge, *Wat. Sci. Tech.*, **42**(9), 127-134(2000).
2. 김유창, 김재형, 신흥식, 용존공기부상(Dissolved air Flotation)을 이용한 수처리 기술, *機械와 材料*, **13**(2), 113-124(2001).
3. 박영식, 용존공기 부상법을 이용한 폐수 슬러지 함수율 감소 방안, 경북지역환경기술개발센터 과제 최종보고서, 1-24(2005).
4. 신만철, 문종익, 정유진, 장혜정, 성낙창, 굴꺾질을 이용한 하수슬러지의 탈수특성에 관한 기초연구, *한국환경위생학회지*, **26**(2), 30-33(2000).
5. 문종익, 최성문, 임영석, 성낙창, 김철, 광영규, 분말 폐굴꺾질을 이용한 정수슬러지의 탈수 개선방안, *한국환경위생학회지*, **27**(2), 17-21(2001).