

준설퇴적물 분류 및 오염물질의 물리화학적 전처리

이성재, 배범한*, 박규홍, 강성원

*경원대학교 토목환경공학과, *Corresponding Author*

중앙대학교 대학원 토목공학과

bhbae@mail.kyungwon.ac.kr

요약문

Pretreatment technologies are defined as technologies that prepare or condition dredged material for subsequent, more rigorous treatment processes. The objectives of this study are to test the feasibility of treating dredged sediment using pretreatment process(hydrocyclone, sedimentation basin, and flotation), and to estimate design parameters for a pilot-plant design. The final goal of the project is to recycle the dredged sediment that is otherwise reused as construction materials.

key word : pretreatment, dredged sediment, construction materials.

1. 서론

준설퇴적물 내 오염물은 큰 입자에 비하여 작은 입자에 강하게 흡착되어 존재한다. 오염된 퇴적물을 입자별로 분리하여 처리하면 준설퇴적물의 처분량 및 처분비용도 상당량 감소시킬 수 있고, 오염상태가 비교적 양호한 큰 입자의 준설퇴적물은 노반재 및 건설용 자재로 충분히 재활용하는 방안을 강구할 수 있다. 이에 본 연구는 준설토의 입자분리 및 물리·화학적 전처리를 통한 준설토의 재이용 개발기술 및 선별공정 별 처리설계인자(scale-up)를 제시하고자 수행하였다.

2. 실험장치 및 방법

그림 1은 본 연구에 사용한 준설토 처리를 위한 선별공정의 개략도이다. 준설토의 성상분석은 비중은 KS F 2308, 입도분석은 KS F 2309에 따라 각각 수행하였다. pH는 EPA SW-846 Method 9045C¹⁾에 준하여 ORION社 Model 550 pH meter를 사용하여 측정하였고, 고형물 함량, 수분함량, 및 강열감량은 Standard Methods 2540G²⁾에 따라 103~105 및 550 °C에서 건조 및 강열시킨 후 무게를 측정하여 산출하였다. 또한, 질소 및 인은 HACH社의 DR/2500 spectrophotometer를 사용하여 분석하였다. 준설토의 입자분리는 hydrocyclone을 이용하였고, 고형물 농도와 압력을 변화시켜 분리제거효율을 측정하였다.

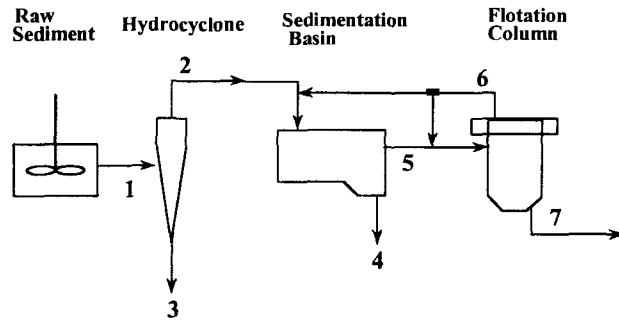


그림 1. 준설토 처리를 위한 선별공정.

최적응집제 주입을 산정은 $Al_2SO_4 \cdot 18H_2O$ 와 jar-test를 이용하였고, 침강특성은 침전컬럼(I.D.10 cm, height 100 cm)을 제작·사용하였다. 영양염류의 화학적 처리를 위하여 MgO 와 $Ca(OH)_2$ 를 첨가하여 질소 및 인의 제거변화율을 산정하였으며, 선별공정의 각 단계별 물질수지를 파악하였다. 마지막으로, 가압수의 주입비를 20, 30, 및 40 %로 변화시키며 부상조 내 고형물농도의 변화를 통한 부상효율을 측정하였고, 부상속도도 산출하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 준설토의 특성 및 입자분리

준설토의 부식성은 영양염류의 용출가능성을 고려할 때 좋은 기준이 될 수 있는데, Hakanson과 Jansson³⁾이 제안한 퇴적물의 부식도를 이용하여 판단한 결과 각 지점별 준설토의 부식화 정도는 유기물의 분해가 많이 진행된 poly humic 상태로 판명되었다.

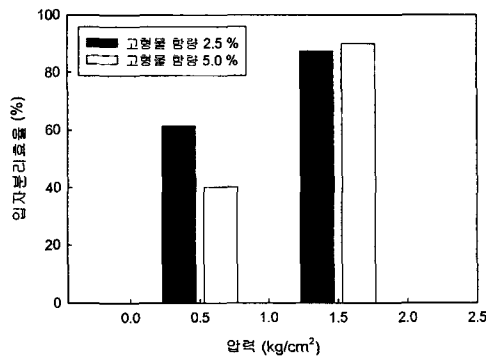


그림 2. Hydrocyclone의 입자분리 특성.

준설토의 고형물 함량과 hydrocyclone 유입펌프의 압력변화에 따른 입자분리효율의 상관관계를 현장시료를 이용하여 측정하였다. 고형물 농도가 낮을수록, 압력이 증가할수록, 입자분리효율이 증가하는 경향을 보였으며, 그 결과, 1.5 kg/cm²의 압력에서는 고형물 농도에 상관없이 비슷한 분리효율을 나타내어 본 hydrocyclone의 최적 압력조건은 1.5 kg/cm²가 산출되었다.

3.2 최적응집제 주입을 산정 및 침강특성

$Al_2SO_4 \cdot 18H_2O$ 를 사용하여 jar-test를 통해 최적응집제 주입을 산정하였다. 원시료와 응집·침전 후 상등액의 부유물 제거효율을 측정하여 파악하였는데, 그림 3과 같이 응집제 주입농도 40 mg/L에서 최적의 제거효율을 보였다.

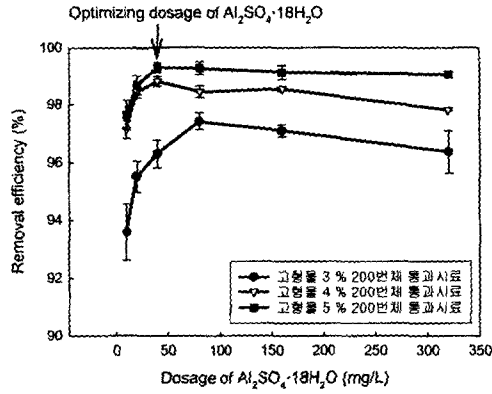


그림 3. 응집제 주입량에 따른 부유물질 제거특성.

침강특성은 침전컬럼과 슬러지와와의 마찰력에 의해 발생하는 wall effect를 최소화하여⁴⁾ 실험을 수행하였다. 그 결과 최적응집제 농도에서, 침강속도는 26.91 ± 0.24 m/hr가 산출되었으며, 이는 유입수량에 따른 침전지 설계에 사용될 수 있을 것이다.

3.3 준설토 침출액 내 영양염류 제거

질소 및 인을 동시에 처리하는 방법으로 magnesium ammonium phosphate(MAP) 형태로 결정화시켜 제거하는 방법을 MgO를 사용하여 준설토 침출액 내 영양염류의 변화를 알아보았으며, 상기 방법을 적용시 pH 조절을 위해 $Ca(OH)_2$ 를 첨가하였다. 그 결과 이론적인 반응 몰 비와 실제 처리수와의 반응 몰 비에는 차이가 있음을 알 수 있었고, 이는 Schulze-Retter와 유사한 결과를 보였다.⁵⁾

3.4 준설토 및 오염물질 물질수지

준설토 처리를 위한 선별공정별 고형물함량, 총질소 및 총인을 측정하여 그림 4와 같이 물질수지를 파악하였다. Flotation column을 제외한 전체 공정별 액상에서 총인은 거의 검출되지 않았고 총질소는 모든 공정단계에서 일정한 농도 값이 검출되었다. 고형물의 경우 총질소 및 총인의 농도 값은 hydrocyclone 상부>유입수>hydrocyclone 하부의 순으로 나타나 입자크기에 매우 큰 영향을 보였다. 또한, 각 공정별 mass recovery는 전체적으로 잘 부합되었으나 flotation column의 총인 비율이 높게 산출되었는데, 이는 부상과정 중 고형물에서 탈착현상 등의 영향 때문으로 사려된다.

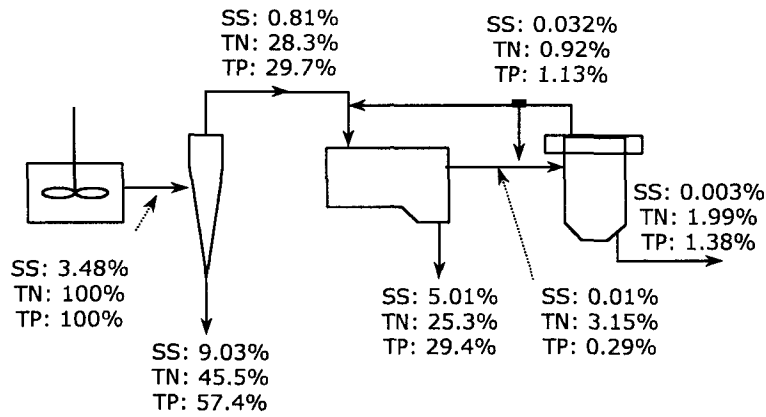


그림 4. 선별공정 별 물질수지 산정.

3.5 부상 특성

최종 농축단계인 가압부상조에서 가압수의 주입비에 따른 부상효율을 검토하였다. 주입비 30 %에서 최적의 부상효율을 나타내었고, 부상제거 효율은 30 % > 40 % > 20 %의 순으로 나타났다. 부상속도는 반송비의 변화에 큰 차이를 보이지 않았으며, 15.86 ± 0.23 m/hr가 측정되었는데, 이를 stokes 법칙에 근거한 상승속도에 따른 기포크기를 관찰한 결과 80~110 μm 의 기포크기가 산출되었다.

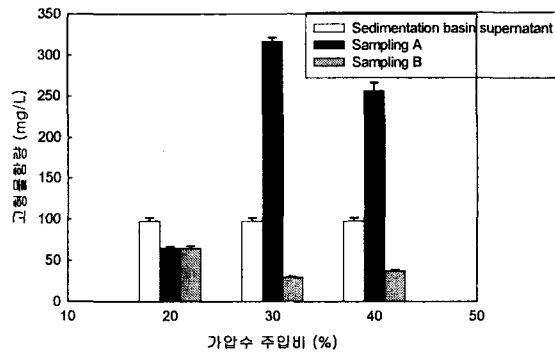


그림 5. 가압수 주입비에 따른 부상효율 특성.

4. 참고문헌

1. U.S.Environmental Protection Agency, "Test Method for Evaluating Solid Waste" , 3rd Edition, 1996.
2. APHA-AWWA-WPCF, "Standard Methods" , 19th Edition, American Public Health Association, 1995.
3. Hakanson, L., and Jansson, M., "Principles of Lake Sedimentology" , Springer, 1983.
4. Eckenfelder, W. W., and Santhanam, C. J., "Sludge Treatment" , Marcel Dekker, 1981.
5. Schulze-Rettmer, R., "The Simultaneous Chemical Precipitation of Ammonium and Phosphate in the Form of Magnesium-Ammonium-Phosphate" , *Wat. Sci. Technol.*, 23 pp. 659~667, 1991.