

# 정수장 슬러지의 침강특성에 관한 연구

○ 문용택, 이용권, 류계라

## 1. 서 론

정수장 슬러지의 농축 공정은 배출수지, 배출슬러지, 또는 침전지의 슬러지를 받아들여서 자연침강에 의하여 농축을 행하는 공정이다. 또 기계탈수의 경우에는 일정한 슬러지 농도가 없으면 탈수가 극히 곤란해지고 또 탈수케이크는 함수율이 높아지는 등의 문제가 있으므로 이를 위해서도 소요의 슬러지 농도가 되도록 농축처리를 행할 필요가 있다.

일반적으로 기계탈수의 경우 배출슬러지로 부터의 실제의 슬러지 농도는 2 % 이하이고 양적으로도 큰 양이 되므로 수배이상의 농축처리가 필요하다. 약품응집침전과 급속여과를 주체로 한 급속여과 방식에 의하여 생긴 슬러지는 원수의 상태에 따라 차이가 있으나 통상 수산화알루미늄을 주체로 하므로 친수성이고 함수율이 높은 특성이 있고 원래 농축되기 어려운 성질을 갖고 있다. 또한, 농축조는 배출수지나 배출슬러지로부터 슬러지를 받아 들어서 이것을 농축시켜 슬러지 용량을 감소시키는 것을 주목적으로 하는 시설이므로 탈수기가 간헐적으로 운전될 경우에는 슬러지의 저류기능을 부여한 시설이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 하천수를 수원으로 하는 B 정수장 슬러지의 농도 변화에 따른 침강 특성 및 유기고분자 응집제와 Zeolite의 첨가에 따른 침강특성을 조사하여 농축조의 효율 향상을 위한 방안을 제시하고자 한다.

## 2. 재료 및 방법

본 연구는 2000년 2월에 B 정수장 배슬러지지의 침전 슬러지를 채취하여 슬러지 농도를 4.1 %, 2.3 %, 1.9 %로 인위적으로 조정하여 농축조 유입 슬러지로 간주하였다. 실험기구는 1L 메스 실린더를 사용하여 원슬러지, 원슬러지 + 유기 고분자 응집제, 원슬러지 + 유기 고분자 응집제+ 제올라이트에 대하여 침강 시간은 24시간까지로 하여 시간별로 침강 슬러지의 높이를 측정하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 슬러지의 침강 특성

---

한국수자원공사 수자원연구소 선임연구원, 인턴사원, 인턴연구원

배슬러지지의 유출슬러지의 농도가 1.6 %인 슬러지를 인위적으로 0.8 %, 1.6 %, 2.3 %로 조정했으며, 유기물함량은 55 %였다. 오니의 농도별 30분, 1-6시간, 17시간-24시간 동안의 침강특성 실험결과는 그림1에 나타났다. 1-6시간 범위에서는 농도 0.8 %가 1.6 %, 2.3 %의 오니에 비해 침강성이 우수하게 나타났으나, 농도 1.6 %에 비해 농도 2.3 %의 오니가 침강성이 좋게 나타났다. 그러나 17-24 시간 범위에서는 2.3 % 오니보다 1.6 %오니가 침강성이 약간 좋게 나타나 오니의 농도가 낮을수록 침강효율이 좋게 나타났다. 중농도와 고농도의 침강성이 뚜렷이 구별되지 않은 것은 유기물함량이 높아 비중의 차이가 크지않기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 농축조의 체류 시간이 24시간 이상임을 감안할 때 농도가 낮을수록 침강효율이 좋게 나타났으며, 농축조로 오니를 유입시 배니지의 체류시간을 적절하게 조절하여 슬러지 농도조절에 따른 침강효율을 높일 필요가 있다.

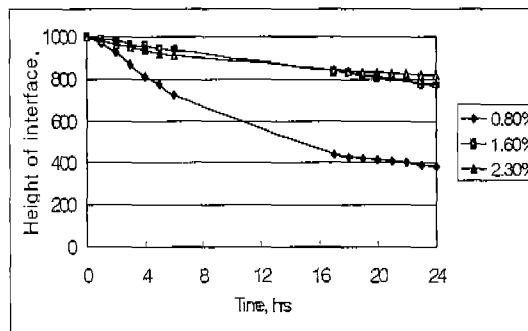


그림 2 체류 시간에 따른 침강 특성  
(유입 슬러지 농도 0.8 %, 1.6 %, 2.3 %)

### 3.2 유기고분자 응집제 주입에 따른 침강특성

#### (1) 슬러지 농도 0.8 %일때의 침강특성

농축조 유입오니의 농도가 0.8 %이고, 유기물함량이 55 %인 정수장오니에 유기고분자 응집제 주입량을 달리하여 교반한 후 30분 동안의 침강특성 실험결과를 그림 2에 나타냈다.

유기고분자 응집제의 주입량이 증가할수록 침강특성이 좋게 나타났다.

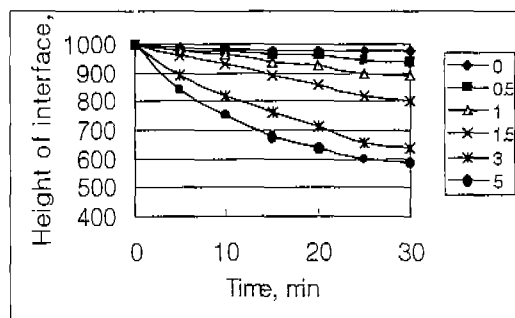


그림 3 유기고분자 응집제 주입량별 침강특성  
( 체류시간 : 30분, 슬러지 농도 : 0.8 %)

1-6시간, 17-24시간 동안의 침강특성 실험결과는 그림 3에 나타났다. 유기고분자 응집제 주입량이 1 mg/l 이상인 경우 6시간에서 24시간 까지 계면높이가 거의 일정하게 나타나 6시간이면 침강이 거의 완료되었으며, 24시간에서의 생오니의 계면높이보다 낮게 나타나 농축효율을 높일 수 있었다. 따라서 현재 농축조의 체류시간이 24시간 이상임을 감안할 때 농도가 0.8 %인 저농도의 오니인 경우 유기고분자 응집제를 약 1 mg/l 주입하면 농축조의 체류시간을 24시간에서 6시간 정도로 크게 단축시킬 수 있을것으로 판단되었다.

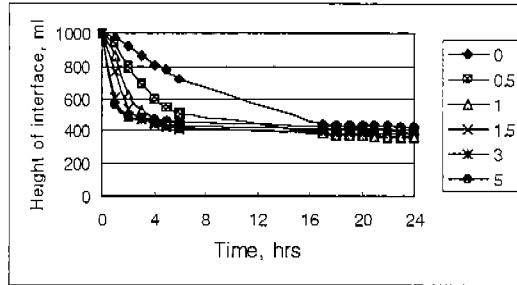


그림 4 유기고분자 응집제 주입량별 침강특성  
( 체류시간 : 24시간, 슬러지 농도 : 0.8 %)

(2) 슬러지 농도 1.6 %일때의 침강특성

농축조 유입오니의 농도가 1.6 %이고, 유기물함량이 55 %인 정수장오니에 유기고분자 응집제 주입량을 달리하여 교반한 후 30분 동안의 침강특성 실험결과는 그림 4에 나타났다.

유기고분자 응집제의 주입량이 증가할수록 침강특성이 좋게 나타났다.

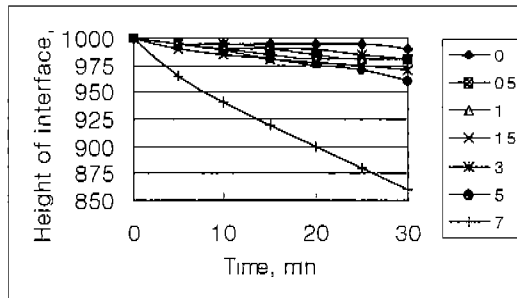


그림 5 유기고분자 응집제 주입량별 침강특성  
( 체류시간 : 30분, 슬러지 농도 : 1.6 %)

1-6시간, 17-24시간 동안의 침강특성 실험결과는 그림 5에 나타났다. 유기고분자 응집제를 5-7 mg/l를 주입하면 6시간에서 24시간까지 계면높이가 거의 일정하게 나타나 6시간이면 침강이 거의 완료되었다. 이는 입자가 조대화되어 슬러지의 표면적을 감소시켜 계면높이를 크게한 것으로 판단된다. 그러나 유기고분자 응집제 주입량이 1-3 mg/l 주입시 6시간에서 24시간까지 계면높이가 지속적으로 낮아졌다.

유기고분자 응집제를 1-1.5 mg/l 주입시 침강특성 실험결과 6시간에서 17시간까지 계면높이가 지속적으로 낮아졌다. 17시간에서 생슬러지의 계면높이와 비교시 260 ml나 더 많이 침강되어 침강

효율이 월등한 것으로 나타났으며, 17시간에서 24시간까지는 계면높이가 거의 일정하게 나타나 17시간에서 침강이 완료된 것으로 판단되었다.

따라서 농축조 유입오니의 농도가 1.6 %인 중농도의 슬러지인 경우 유기고분자 응집제 1-1.5 mg/l를 주입하여 체류시간을 24시간에서 17시간으로 단축시킬수 있고, 침강효율도 향상시킬 수 있을 것으로 판단된다.

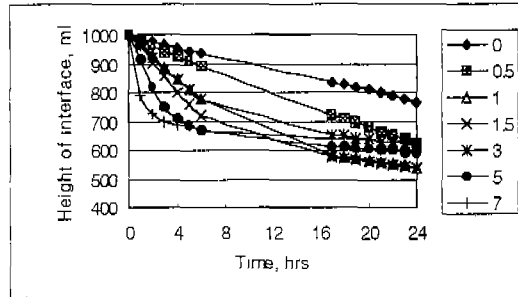


그림 6 유기고분자 응집제 주입량별 침강특성  
( 체류시간 : 24 시간, 슬러지 농도 : 1.6 %)

### (3) 슬러지 농도 2.3 %일때의 침강특성

농축조 유입오니의 농도가 2.3 %이고, 유기물함량이 55 %인 정수장오니에 유기고분자 응집제 주입량을 달리하여 교반한 후 30분 동안의 침강특성 실험결과는 그림 6에 나타났다.

유기고분자 응집제의 주입량이 증가할수록 침강특성이 좋게 나타났다.

따라서 유기고분자 응집제 주입에 따른 농도별 오니의 침강특성 실험결과 공통적으로 유기고분자 응집제 주입량이 많을수록 30분 이내에서는 침강효율이 우수하게 나타났다.

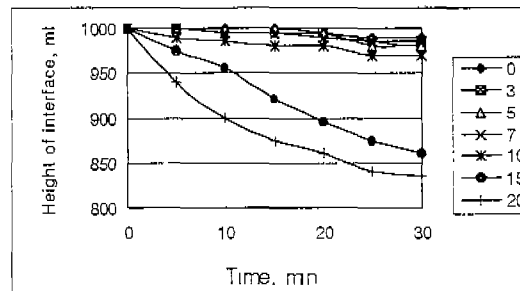


그림 7 유기고분자 응집제 주입량별 침강특성  
( 체류시간 : 30분, 슬러지 농도 : 2.3 %)

1-6시간, 17-24시간 동안의 침강특성 실험결과는 그림 7에 나타내었다. 유기고분자 응집제 15-20 mg/l를 주입하면 6시간에서 24시간까지 계면높이가 거의 일정하게 나타나 6시간이면 침강이 거의 완료된 것으로 판단되었다.

그러나 유기고분자 응집제 주입량이 10 mg/l 주입시 침강특성 실험결과 6시간에서 17시간까지 계면높이가 지속적으로 낮아졌다. 17시간에서 생슬러지의 계면높이와 비교시 140 ml나 더 많이 침강되어 침강효율이 월등한 것으로 나타났으며, 17시간에서 24시간까지는 계면높이가 거의 일정하게 나타나 17시간에서 침강이 완료된 것으로 판단되었다.

따라서 농축조 유입오니의 농도가 2.3 %인 고농도의 슬러지인 경우 침강성이 매우 불량함으로 유기고분자 응집제를 10-15 mg/l를 주입하여 체류시간을 24시간에서 17시간으로 단축시킬수 있고, 침강효율도 향상시킬 수 있을것으로 판단된다.

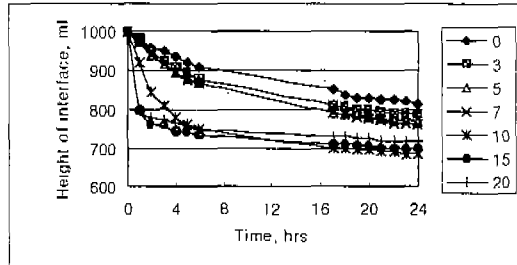


그림 8 유기고분자 응집제 주입량별 침강특성  
( 체류시간 : 24 시간, 슬러지 농도 : 2.3 %)

### 3.3 유기고분자 응집제와 제올라이트 첨가에 따른 침강특성

농도가 1.1 %이고, 유기물함량이 55 %인 정수장오니에 유기고분자 응집제 주입량을 1.5 mg/l로 하고, 침강성 향상을 위해 비중이 큰 제올라이트 1, 1.5 g을 첨가하여 교반한 후 30분 동안의 침강특성 실험결과는 그림 8에 나타내었다.

제올라이트를 추가로 첨가한 것이 침강성이 좋게 나타나 비중을 증가시키는 효과가 있는 것으로 나타났다.

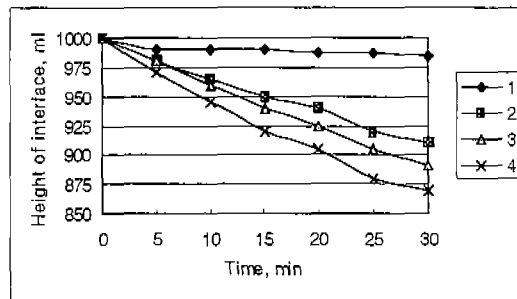


그림 8. 폴리머와 제올라이트 첨가에 따른  
침강특성(체류시간 : 30분)

1. 원슬러지, 2. 원슬러지 + 폴리머 1.5mg/l,
3. 원슬러지 + 폴리머 1.5mg/l + Z(1g)
4. 원슬러지 + 폴리머 1.5mg/l + Z(1.5g)

17-24시간 범위에서의 실험결과는 그림 9에 나타냈다. 제올라이트를 추가로 첨가한 것이 유기고분자 응집제만 주입한것보다 침강이 빨리 완료되었으나, 24시간에서의 침강효율은 크게 향상되지 않았다. 향후에 오니의 농도, 유기고분자 응집제와 제올라이트 첨가량을 달리하여 여러 가지 조건으로의 실험을 수행할 예정으로 있다.

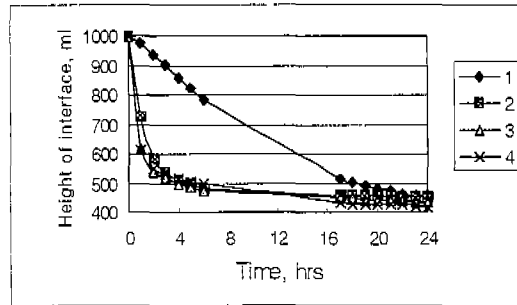


그림 9. 폴리머와 제올라이트 첨가에 따른 침강특성(체류시간 : 24 시간)

1. 원슬러지, 2. 원슬러지 + 폴리머 1.5mg/l,
3. 원슬러지 + 폴리머 1.5mg/l + Z(1g)
4. 원슬러지 + 폴리머 1.5mg/l + Z(1.5g)

#### 4. 결 론

본 연구는 하천수를 수원으로 하는 B 정수장 슬러지의 침강특성에 대해 고찰 하였다. 여기서 얻은 결과는 다음과 같다.

(1) B 정수장 슬러지의 침강 특성 실험결과 농축조의 유입슬러지의 농도가 낮을수록 농축 효율이 향상 되었다. 따라서 배슬러지에서의 슬러지의 체류시간을 장기간 하는 것은 농축조로의 유입 슬러지의 농도의 증가를 야기시켜 침강성을 악화시킬 수 있다.

(2) 침강성이 불량한 B 정수장의 경우 농축효율 향상을 위해 농축조 유입전 슬러지에 폴리머 또는 무기질을 첨가하여 농축효율을 향상시켜 슬러지의 부피감소에 의한 시설용량 축소로 시설비용을 절감시킬 필요가 있다.

#### 5. 참고문헌

1. 한국수자원공사, "정수장 슬러지 재활용 추진방안 연구," 1998.
2. 한국수자원공사, "정수장 슬러지 감량화 기초 연구," 1995.
3. 구윤희, 명규남외 3인, "상수슬러지의 수분분포와 탈수성에 대한 영향인자," 대한환경공학회지, Vol. 20, No.12, pp.1811-1822, 1998.
4. ASCE, " Management of Water Treatment Plant Residuals", Technology Transfer Handbook, U.S. EPA/625/R-95/008, pp. 44, 1996.
5. Carl E. Adams, Jr., Davis L. Ford, W. Wesley Eckenfelder, Jr., "Development of Operational Criteria for Wastewater Treatment", Enviro Press, Inc., pp. 359-379, 1981.
6. J.M.Mongemery, Consulting Engineers, Inc., Water Treatment Principles & Design., John Wiley & Sons, Inc., New York, pp. 126 ~ 143, 1985.