

가중응집제 재이용을 위한 하이드로사이클론 회수효율 평가

Evaluation of Hydrocyclone Recovery Efficiency for Reuse of Weighted Coagulation

서희승¹⁾ · 김연권²⁾

Seo, Heeseung · Kim, Younkwon

침강성이 불량한 슬러지의 플럭과 물리적으로 결합시킴으로서 플록의 금속침강을 유도하는 가중응집기술이 약품주입 기술의 대안으로 제시되었다. 선행연구에서 가중응집제 종류중 하나인 하수슬러지 활성탄을 가지고 슬러지 침강효율을 관찰하였으며 슬러지 감소율 (Volume Reduction Rate, VRR)이 좋은 것으로 나타났다. Kim(2018) 등 금번 연구에서는 하이드로사이클론의 회수효율 평가를 위해 다음과 같이 수행하였다. 실험은 유입유량 및 장치 하단부 유량조절, 가중응집제의 입경별 회수실험과 다단(Multi-stage) 조건에서의 회수율로 구성되어있으며 실험은 각각 최적의 회수조건을 기준으로 수행되었다.

또한 슬러지 농도와 상관관계를 통해 나타난 점도의 값을 입자의 분리속도 식에 대입하여 미생물 농도와 입자의 분리속도를 가중응집제 입경에 따라 나누어 상관관계를 선형화하였다.

금번 연구에서 슬러지 침강성을 개선시키는 가중응집제를 일회성에 그치지 않고 후속 공정인 하이드로사이클론을 통해 재이용하기 위한 방안에 대해 고려하였으며 장치의 고액분리 시 회수효율의 영향을 미치는 주요 운전인자들에 대해 실험 평가하였다.

다음의 식은 힘의 평형식이며 하이드로 사이클론 내에 작용하는 메커니즘 중 중력을 제외한 원심력과 저항하는 항력이 평형을 이루게 되며 해당 식을 통해 입자의 분리속도를 알 수 있으며 미생물의 점도, 입자의 직경 및 밀도 하이드로사이클론의 치수 등을 대입하여 입자의 분리속도를 알 수 있다. 미생물 농도와 분리속도의 상관관계는 Fig. 1에서 나타내었다.

$$\text{힘의 평형식 (원심력}(Fc) = \text{항력}(Fd)) = \frac{\pi d_p^3 \times p_p}{6} \times \frac{V_\theta^2}{R_2} = 3\pi\mu_g d_p V \quad (1)$$

$$\text{입자의 분리속도 (V)} = \frac{d_p^2 (p_p - p)}{18\mu_g} \times \frac{V_\theta^2}{R_2} = \frac{d_p^2 \times p_p}{18\mu_g} \times \frac{V_\theta^2}{R_2} \quad (2)$$

V : 입자의 분리속도

d_p : 입자의 직경(m)

μ_g : 유체의 점도(kg/m · s)

p_p : 입자밀도(kg/m³)

V_θ : 원심력이 최대가 되는 R_2 지점에서 선회류의 접선속도 (m/s)

R_2 : 원추하부 반경 (m)으로 외부 선회류가 내부 선회류로 방향전환을 일으키는 지점

1) K-water연구원 물이용연구소 연구원(shs1027@kwater.or.kr)

2) K-water연구원 물이용연구소 수석연구원(kyk90@kwater.or.kr)

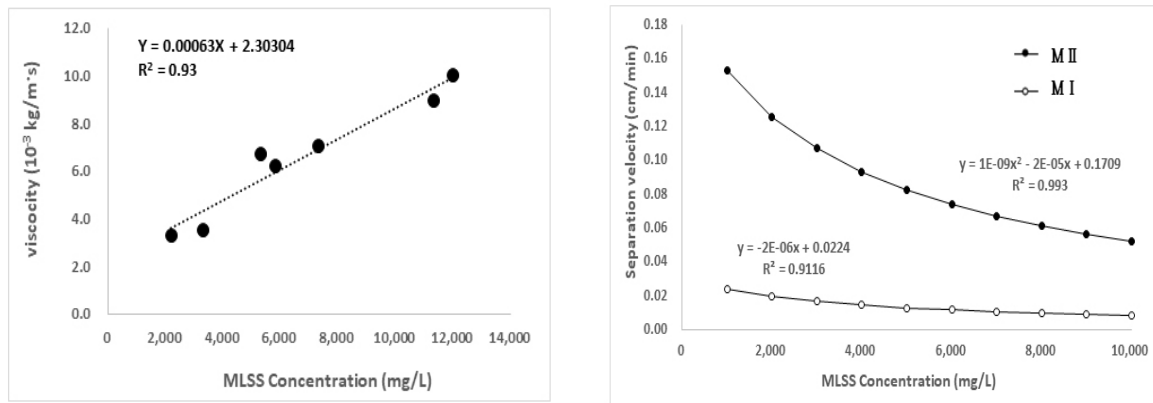


Fig. 1. Correlation between sludge concentration and separation velocity

Fig. 1은 “슬러지 농도와 점도가 산소전달계수에 미치는 영향” Hwang(2002)를 참고하여 입자의 분리속도식에 대입하여 나타낸 상관관계식이다.

상관관계식을 통하여 MII가 MI에 비해 분리속도가 월등히 크다는 것을 알 수 있었으며 MI의 경우 미생물 농도의 관계없이 낮은 회수효율을 가질 것으로 판단되었다. 또한 MII의 경우 미생물 농도가 증가하면서 점차 회수율이 감소 될 것으로 사료된다.

더 나아가 입자의 분리속도가 증가할수록 하이드로사이클론 회수율 또한 비례하여 상승하는 것을 알 수 있었으며 가중응집제 및 하이드로 사이클론 장치의 Scale-up을 할 때 의미 있는 정보를 제공할 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Kim Y. K. (2018), Evaluation on the characteristics of sludge settleability improvement using sewage-sludge activated carbon, KSWST Jour. Wat. Treat. 26(5), pp. 1~57 (In Korean).
2. Hwang, W. S. (2002), Effect of the sludge MLSS and viscosity to the oxygen transfer coefficient.