

제지 폐수의 응집처리 및 floc강도 측정에 따른 최적 투입량 결정

강미란 · 김연오 · 조준형

강원대학교 산림과학대학 제지공학과

I. 서론

응집 처리란 수중에 안정하게 분산되어 있는 현탁물질, 콜로이드상의 물질을 응결, 응집시켜 거대 입자경을 갖도록 floc화하여 물과 분리시키는 기술을 말하며, 이는 전체 용·폐수 처리의 효율을 크게 좌우한다. 응집제로는 무기응집제와 유기고분자응집제를 사용하고 있으며 floc의 여과성, 침전성, 강도 등의 특성을 향상시키고 경제성을 고려하여 사용해야 한다.

본 실험에서는 제지 폐수의 기초적 전처리로서 Zeta Potential을 측정하여 적정 응집제 투입량을 선정하고, 응집제의 투입량에 따른 Turbidity, SS, COD를 측정하여 최적의 응집제 투입량을 검토하였다.

또한 응집·침전의 효율을 결정하는 가장 중요한 평가항목인 floc의 강도를 측정함으로써 기계적 강도가 양호하면서 응집효과가 좋은 최적 투입량을 검토하였다.

최적 응집제 투입량에 따른 응집제의 사용량 감소는 실제 공정에서 약품비용 절감 효과가 있으며, 또한 폐수처리의 효율을 극대화를 기대할 수 있다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

재생지를 원료로 하여 화장지를 생산하는 제지공장의 원폐수를 사용하였으며, 폐수 처리 공정 및 성상은 Table.1과 같다.

2. 실험방법

Alum과 NaOH를 이용하여 폐수의 pH를 6~7로 조정하였으며, 폐수 1ℓ에 Anionic

Polymer와 Cationic Polymer를 단독으로 투입량을 늘리면서 급속교반과 완속교반으로 응집시켜 30분 동안 침전시키며, 상등액의 COD 제거효율과 탁도, Zeta Potential을 측정하였다.

폐수 1ℓ에 일정량의 Anionic Polymer를 투입하고 급속교반과 완속교반을 시켜 응집이 일어나면, Cationic Polymer의 양을 증가시켜 투입하여 급속교반, 완속교반을 하였다.

Table 1. Characteristics of wastewater used in this study

Item	Raw wastewater
pH	7.07
SS(ppm)	2350
COD(ppm)	1130
Turbidity(NTU)	94

Table 2. Analytical apparatus

pH	HANNA pH/mH meter. MODEL 15189N
Suspended Solids	GF/C filter, Suction flask, Dry oven
Turbidity	Turbidity Instrument
COD	KMnO4
Zeta Potential	Particle Charge Demand
Mechanical Strength	LAB stirrer, Turbidity Instrument

III. 실험결과

1. 음이온성 Polyacrylamide의 최적 투입량

(1) Zeta Potential 및 floc 형성시간 측정

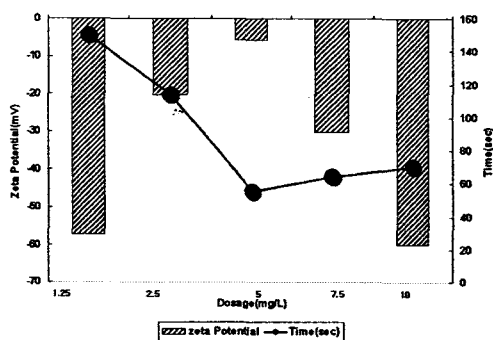


Fig 1. Zeta Potential and Time of floc was made VS. Dosage

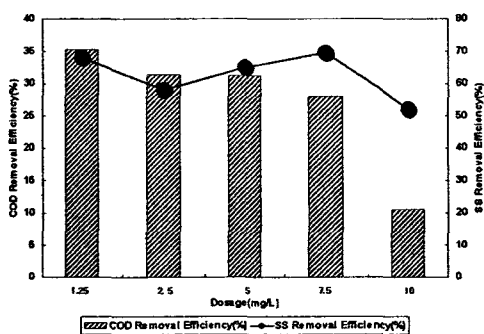


Fig 2. Removal efficiency of COD and SS

Fig 1.은 음이온성 polyacrylamide의 투입량에 따른 Zeta Potential과 floc의 형성 시간을 나타내었다. 폐수 1ℓ에 대하여 0.1%의 음이온성 PAM 투입량을 1.25, 2.5, 5, 7.5, 10mg/L투입했을 때, floc형성 시간은 음이온성 PAM 5mg/L 투입했을 때가 가장 빨랐다. 또한 Zeta Potential은 음이온성 PAM 2.5mg/L 투입했을 때와 5mg/L 투입했을 때가 Zero값에 가장 가까웠으며, 이는 응집이 일어나기 가장 쉬움을 의미한다.

(2) COD 및 SS 제거 효율

Fig 2. 에 보는바와 같이 폐수 1ℓ에 대하여 0.1%의 음이온성 PAM 투입량을 늘려 1.25, 2.5, 5, 7.5, 10mg/L투입했을 때, COD 제거효율은 40% 이하로 매우 낮은 값을 나타냈으며, SS제거효율 역시 70% 이하로 대체로 낮은 값을 나타냈다. COD 제거효율은 음이온성 PAM 1.25mg/L 투입했을 때가 가장 높았으며, SS 제거효율은 7.5mg/L 투입했을 때가 가장 높았다.

2. 양이온성 Polyacrylamide의 최적 투입량

(1) Zeta Potential 및 floc 형성시간 측정

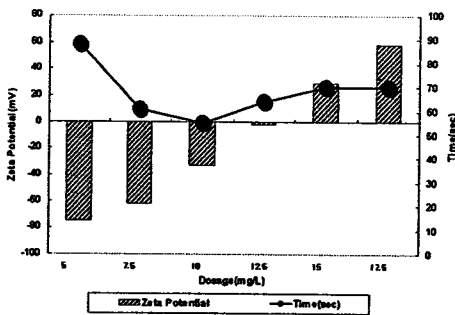


Fig 3. Zeta Potential and Time of floc was made VS. Dosage

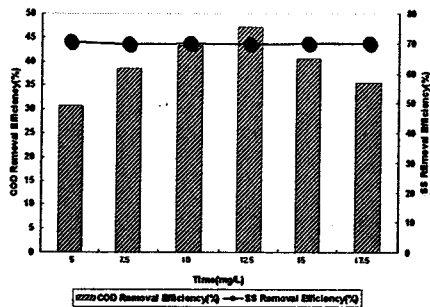


Fig 4. Removal efficiency of COD and SS

Fig 3.에서 보듯이 폐수 1ℓ에 대하여 0.07%의 양이온성 PAM의 투입량을 늘려 5, 2.7, 10, 12.5, 15, 17.5mg/L투입했을 때, floc형성 시간은 양이온성 PAM 10mg/L 투

입했을 때가 가장 빨랐으며, 또한 Zeta Potential은 양이온성 PAM 12.5mg/L 했을 때 Zero에 가장 가까웠다.

(2) COD 및 SS 제거 효율

폐수 1ℓ에 대하여 0.07%의 양이온성 PAM의 투입했을 때, 음이온성 PAM을 투입했을 때보다는 COD 제거효율이 조금 높게 나타났지만, SS 제거효율은 음이온성 PAM 투입했을 때와 비슷한 값이 측정되었다. COD 제거효율이 가장 높은 것은 약 45%정도로 양이온성 PAM 12.5mg/L를 투입하였을 때이며, SS 제거효율의 경우 모든 투입조건 모두 별 차이가 없었다. 이는 음이온성 PAM과 양이온성 PAM 모두 단독 사용으로는 기대하는 효과를 얻기가 어렵고 음이온성과 양이온성의 PAM을 적정량 혼합하여 사용함이 필요하다는 것을 의미한다. 양이온성 Polyacrylamide의 투입량에 따른 COD 및 SS의 제거효율에 대한 결과 값은 Fig 4. 에 나타내었다.

3. 음이온성 PAM투입과 양이온성 PAM의 최적 혼합투입량

(1) 음이온성 PAM 2.5mg/L 투입

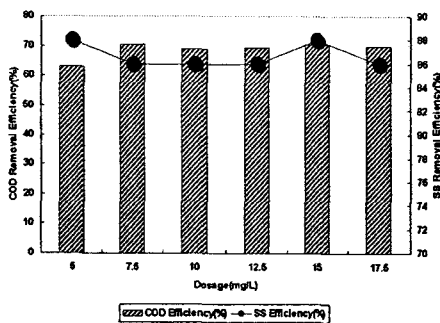


Fig 5. Removal efficiency of COD and SS

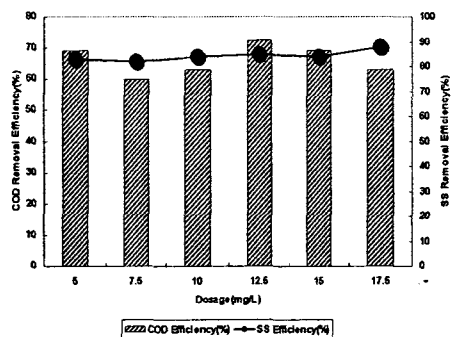


Fig 6. Removal efficiency of COD and SS

(2) 음이온성 PAM 5mg/L 투입

Fig 5.는 양이온성 PAM 투입에 따른 COD 및 SS의 제거효율을 나타내었고, Fig 6.는 음이온성 PAM의 투입에 따른 결과 값을 나타내었다. 그래프에서도 보듯이 음이온

성 응집제의 일정 양에 대해 양이온성 응집제의 투입량을 증가할 경우 SS 제거효율은 음이온성 PAM이나 양이온성 PAM을 단독으로 사용할 때보다 상당히 높게 나타났으며, 그 값은 약 90% 정도이다. 또한 투입량 증가에 따른 SS 제거효율에도 큰 차이는 없다. COD제거율의 경우 음이온성 PAM 5mg/L에 대해 양이온성 PAM 12.5mg/L 투입했을 때 가장 높은 값을 나타냈으며, 모든 조건에서 음이온성 응집제 2.5mg/L 첨가 시 보다 높은 값을 나타냈다.

4. 응집제 투입량에 따른 floc 강도 측정

사실 중전의 무기응집제는 floc의 크기가 가장 중요한 응집성능의 평가항목이었으나, 유기고분자응집제는 이온성이 크지 않은 응집제를 투입하여도 거대 floc의 형성에는 문제가 없다. 따라서 가장 중요한 평가항목은 floc의 강도이다.

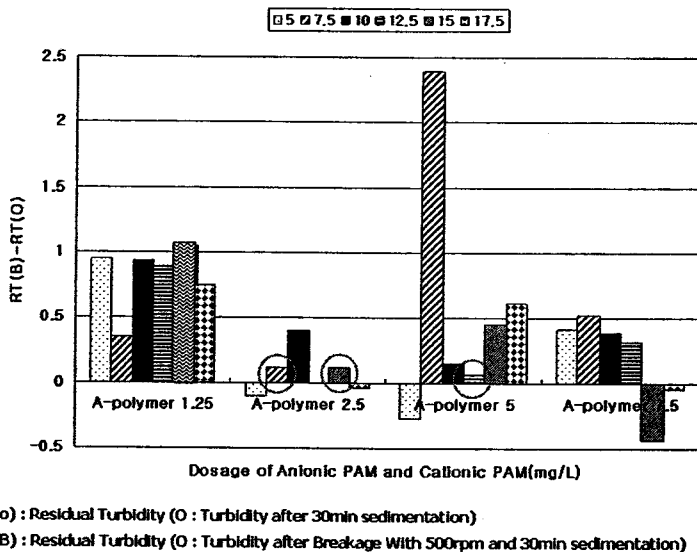


Fig 7. Floc strength by Turbidity

응집제 투입으로 floc이 형성된 후 30분의 침전시간을 둔 후 상등액의 탁도를 측정한다. 이후 형성된 floc을 500rpm에서 30초간 파괴하고 다시 30분간 floc을 침전시킨 후 상등액의 탁도를 재 측정하여 비교하였다.

floc 의 강도가 가장 좋은 것은 투입율이 음이온성 응집제 2.5mg/L에 대해 양이온성 응집제 7.5mg/L와 15mg/L 일 때이고, 음이온성 응집제 5mg/L 투입에 대해 양이온성 응집제 12.5mg/L일 때이다. 그 중에서도 음이온성 응집제가 5mg/L투입되고, 양이온성 응집제 12.5mg/L 투입했을 때의 floc의 강도가 가장 좋은 것으로 나타났다. 또한 floc을 파괴한 쪽이 더 낮은 탁도를 나타낸 것은 고분자 응집제의 잔류영향에 의해 고전단에 의한 재응집이 일어났을 것으로 사료된다.

IV. 결론

제지폐수의 응집처리에 따른 Zeta potential과 floc강도 측정에 의해 최적 투입량 결정에 대해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. floc 형성 시간에 따른 응집제의 주입 농도 선정

- 음이온성 PAM은 0.1%,
- 양이온성 PAM 은 0.07% 로 용해할 경우 floc 형성 시간이 가장 빠르므로, 이를 각 응집제의 적정 용해 농도로 정하였다.

2. 음이온성 PAM, 양이온성 PAM 단독 투입에 따른 효율

- 음이온성 PAM 단독 투입 시 투입량이 2.5mg/L와 5mg/L일때 Zeta Potential이 Zero에 가장 가까우므로 이를 음이온성 PAM의 단독 적정투입량으로 정하였다.
- 양이온성 PAM 단독 투입 시 Zeta Potential에 의한 적정량을 선정하였으며, 그 값은 12.5mg/L이다.

3. COD 및 SS 제거 효율

- 0.1% 음이온성 PAM 5mg/L에 대해 0.07% 양이온성 PAM 12.5mg/L를 투입했을 때, COD 제거효율은 약 70%, SS 제거효율 약 90% 정도이며, 이는 음이온성이나 양이온성 PAM 단독 사용 시 보다 COD 제거효율은 약 2배가 상승하였고, SS 제거효율은 약 0.7배 상승하였다.

4. floc 강도는

- 음이온성 응집제가 5mg/L투입되고, 양이온성 응집제 12.5mg/L 투입했을 때의 floc 의 강도가 가장 좋은 것으로 나타났으며,

- flocc을 파괴한 쪽이 더 낮은 탁도를 나타낸 것은 고분자 응집제의 잔류영향에 의해 고전단에 의한 재응집이 일어났을 것으로 사료된다.

VI. 참고문헌

- 1) Proceedings of the Korean Environmental society conference Nov. 2000. 113-114
- 2) 대한환경공학회 2002 춘계 논문집(I)
- 3) Proceedings of the Korean Environmental society conference Nov. 2000. 115-116
- 4) J. of KSEE vol.11.No2. pp.3-8 1989
- 5) Journal of Korea Technological society of Water and Waste Water Treatment
- 6) Journal of Korea TAPPI Vol. 33. No. 3, 2001 Printed in korea
- 7) J. For. Sci., Kangwon Nat'l Univ., No. 14 : 101~111, 1998
- 8) 박정숙, 각종 응집제 첨가에 따른 제지폐수 처리에 관한 연구, 강원대학교 학사학위 논문, 1992.
- 9) Nickel., Electrophoretic studies of turbidity removal by coagulation with aluminium surfate, Jour. AWWA. vol. 53, pp. 438, 1961.
- 10) Camp, T. R., Flocculation and flocculation basin, proc. A. S. C. E. Vol. 67, pp. 177, 1975.
- 11) 윤태일. “응집제 주입량의 콘트롤을 위한 Streaming Current Detector의 이용.” 대한환경공학회지. 8(1). 69~76 (1986)
- 12) 제지폐수의 응집 특성 연구, 한국환경과학회/김선화, 김해진 2000. 1.
- 13) 응집 pH 조정과 응집제 종류에 따른 성상 변화 및 응집제 저감 방안 수질보전, 17권, 4호