

Polyamine계 유기고분자응집제를 이용한 정수처리

○이선주, 오석영, 권순범, 정원문

1. 서론

유기고분자응집제를 이용한 응집은 1950년대 초반에 개발되기 시작하면서 부터이며, 고분자는 분자들의 아주 긴 연결체로서 이들은 보통 정전기적 전하를 띄고 있다는 이유로 유기성고분자 응집제를 Polyelectrolytes라 하기도 한다. 고분자는 일반적으로 이온특성에 따라 음이온, 양이온, 비이온으로 분류되며, 그 성상에 따라 분말상태, 액상, 에멀션상태로 분류되는데 가장 많이 사용되는 액상고분자는 대부분이 양이온성이며 그 농도는 1%보다 높지 않다. 또한 Clay 입자의 응집을 위해서는 분자량이 10^5 인 양이온성 고분자가 전하 중화와 동시에 가교작용을 하므로 보다 효과적이다.

수처리시 고분자응집제를 이용한 입자의 비안정화는 가교결합과 전하중화의 두가지 메카니즘에 의해 발생하는데 고분자를 주입할 경우 콜로이드 입자표면에서 다음의 몇 단계 과정을 거쳐 응집을 실행하게 된다. 첫째, 콜로이드입자와 고분자입자의 완전한 혼합. 둘째, 고분자 분자의 콜로이드 입자 표면으로의 흡착(전하중화 및 가교작용). 셋째, 고분자 분자의 흡착으로 인한 콜로이드 입자 표면의 전하 재배열. 넷째, 비안정화된 입자간 응결 등으로 진행된다.

실험에 사용된 고분자응집제는 양이온성으로 현재 환경부 고시 수처리제의 기준과 규격 및 표시기준에 합당하여 상수처리에 사용 가능한 Polyamine계 유기고분자응집제를 사용하였다. 응집제는 미국의 C사의 제품과 K대에서 합성한 제품 그리고 A사에서 대규모로 생산한 제품을 사용하여 실험하였으며, Jar-Test와 장방형 침전지를 개량한 용존공기부상 실험장치를 이용하여 실험하였다.

2. 본론

실험에 사용된 Polyamine계 고분자응집제 S제품 4종과 K제품 4종 그리고 A제품을 이용하여 주응집제로 Alum과 PACS를 조합하여 Jar-Test를 이용한 실험을 행하였다. 실험 후 처리수의 탁도, UV-254, Chlorophyll-A를 측정하여 실험결과를 비교하였다.

주응집제로 PACS의 실험결과 단독으로 사용하였을 때 탁도 제거율은 10ppm에서 최고의 효율을 나타내었으며, 부응집제로 사용된 C사와 K대 제품을 첨가하여도 비슷한 결과를 나타내었다. 그러나 A사 제품은 89%의 탁도제거율을 보여 PACS단독으로 사용된 것이나 C사와 K대 제품을 첨가 한 것 보다 우수한 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 UV-254의 제거효율과 Chlorophyll-A의 제거효율도 비슷한 결과를 나타내었다. 이때 주응집제인 PACS는 10ppm 부응집제인 A사 제품은 0.2ppm에서 최적의 효율을 나타내었고 주응집제의 감소효과는 나타나지 않았다.

한국수자원공사 수자원연구소 상하수도연구팀

주응집제로 Alum을 사용한 경우 Alum 단독으로 사용한 경우보다 K대 308D를 첨가한 경우가 탁도제거 효율이 가장 우수하였다. 그러나 UV-254의 경우 A사제품의 제거율이 가장 우수하여 90% 이상의 제거율을 나타내었다. 이 경우 Alum 30ppm에 부응집제의 농도는 0.5ppm으로 주응집제의 감소효과는 크게 나타나지 않았다.

대체적인 제거효율에 있어 A사 제품이 다른 고분자응집제에 비해 우수한 결과를 나타내었는데 이러한 결과는 실험실상의 합성 보다는 대규모로 정확한 중합조건을 찾아 합성하였기 때문에 제거율이 우수하다고 생각된다. 그러나 주응집제의 감소효과는 나타나지 않았는데, 이것은 원수의 탁도가 10NTU 이하에서는 소량의 주응집제가 사용되므로 부응집제를 첨가하여도 주응집제의 감소효과가 그다지 크게 나타나지 않는다고 생각된다.

수처리공정에 있어 여과지 폐색을 일으켜 큰 문제가 되는 조류의 제거효율을 알아보기 위하여 조류 Synedra가 발생한 S정수장에서 주응집제로 Alum과 PACS를 이용하고, 부응집제로 C사와 K대 제품을 이용하여 조류 제거 효율실험을 행하였다.

이 결과 주응집제 단독으로 사용하였을 때 PACS와 PAC는 20ppm에서 최적의 제거율을 나타내어 약 85%의 제거율을 보였으며, Alum은 응집제의 주입율이 증가될수록 제거율도 증가되는 경향을 보여 40ppm에서 약 80% 제거되었다.

주응집제로 Alum 30ppm을 사용하고 부응집제로 C사와 K대 제품을 사용하였을 때 Synedra의 제거율은 향상되어 Kufloc322A는 0.5ppm에서 95% 이상 제거되는 경향을 보였으며, C사의 567C는 0.5ppm에서 97% 이상의 Synedra가 제거되었다.

양이온성 고분자응집제의 경우 주 응집메카니즘이 전하중하와 가교결합으로 주응집제와 부응집제를 동시에 주입하는 경우가 대부분이다. 그래서 주응집제로 PACS와 Alum을 이용하여 주응집제와 부응집제를 동시에 주입하여 탁도와 Synedra의 제거효율을 비교하였다.

이 결과 Alum은 동시에 주입하는 것이 탁도와 Synedra 제거효율이 우수하였으며, PACS는 급속교반 후 주입하는 것이 제거효율이 우수하였다. 이러한 결과는 Alum의 플렉형성이 PACS보다는 훨씬 빠르게 이루어지기 때문이라고 생각된다.

용존공기부상장치의 전단에 위치한 장방형침전지 응집지 3단에 고분자응집제를 주입하였으며 그 위치를 수표면과 수중에 투여하여 탁도제거효율을 비교하였다. 장방형침전지 응집지 3단 수표면에 고분자응집제를 투여한 결과 주응집제 PACS가 10mg/L에서 최적의 효율을 나타내었으며, 그 이상과 이하에서는 효율의 급격한 저하가 나타났다. 침전지 3단 수중에 부응집제를 투여한 결과는 최적의 탁도제거율은 주응집제 8mg/L에서 나타나고 그 이상과 이하에서는 완만한 감소추세를 나타내었다. 수표면 결과와 비교해 볼 때 주응집제의 양이 줄어들었으며, 탁도 제거효율도 80%이상으로 67%의 제거효율을 보인 수표면투여보다 우수하였다. 이러한 결과는 수표면보다 수중에서 고분자응집제가 쉽게 잘 혼화되어 가교결합을 이루므로 제거효율이 우수하다고 판단된다.

3. 결론

- 주응집제로 Alum과 PACS 둘다 부응집제로 A사 제품을 사용하였을 때에 탁도, UV254, Chlorophyll-a의 제거효율이 우수하였다.
- 조류 Synedra 제거효율은 고분자응집제를 주입하였을 때 90% 이상 제거되었다.
- 장방형 침전지 개량형 용존공기부상장치에 고분자응집제를 주입할 경우 응집지 3단 수중에 주입하는 것이 가장 효율이 높았다.