

응집제 종류에 따른 탁도제거 효율비교

최계운*, ○김기훈**, 꺾종운***

1. 서론

최근들어 여러 수질문제들로 인하여 수돗물 전체에 대한 심한 불신과 아울러 기존의 정수처리체계의 개선요구가 증폭됨에 따라 기존의 정수처리 방법을 개선한 고도정수처리 시스템들이 도입되기 시작하였다. 그러나, 국내에서 주로 언급되고 있는 고도정수처리장치를 설치함에 있어서 엄청난 경비가 소요되어 시민들의 부담이 크게 가중될뿐만 아니라, 시설을 운영하는데 있어서도 상당한 기술이 요구되고 있어, 자칫 이러한 시설들이 제대로 활용되지 못할 우려가 있다. 또한, 이와같은 고도정수처리시설을 설치하기 위하여는 상당한 시일이 소요되기 때문에 이와는 별도로 단기간에 기존시설을 그대로 활용한 가운데 적은 비용의 추가만으로 수질을 개선할수 있는 방안이 모색되고 있다. 본 연구는 이와같은 시도의 일환으로 재래식 정수처리시설을 그대로 이용한 가운데, 각종 응집제를 선정하여 탁도제거효율을 비교 평가 하므로써, 적정 응집제 선정에 따른 탁도제거효율의 향상에 관하여 검토하고자 하였다.

2. 실험방법

현재 대부분의 정수장에서 사용되고 있는 재래식 정수처리 시설은 탁도제거를 주목적으로 하고 있는 공정이며, 이 공정에서 가장 문제가 되고 있는 때는 봄과 가을에 조류가 발생하는 경우, 여름 우기시 고탁도일 경우와 저온시의 저탁도 또는 고탁도의 경우등이라 할 수 있다. 본 연구에서는 이 중에서 여름 고탁도인 경우와, 겨울 저온시 고탁도의 경우에 대하여 여러 응집제를 이용하여 응집실험을 실시하였다. 실험을 위한 응집제로는 기존정수장에서 많이 사용하고있는 PACS와 최근 G-7과제의 일환으로 연구되고 있는 PAX, Si-PAX(SiO₂ 1%), Si-PAX(SiO₂ 2%), Si-PAX(SiO₂ 3%), Si-PAX(SiO₂ 4%), Si-PAX(SiO₂ 5%), Ca-PAX의 8개의 응집약품을 선정하여 탁도제거효율을 비교하도록 하였다.

* 인천대학교 토목공학과 교수

** 인천대학교 토목공학과 석사과정

*** 경기화학공업(주) 책임연구원

고온에서의 응집효율 비교를 위한 대상 원수는 부평정수장으로 유입되는 팔당댐에서 취수되는 팔당원수와 잠실 수중보 지점에서 취수되는 풍납원수등 2개의 원수를 사용 하였으며, 수온이 낮고 고탁도인 경우에 탁도제거효율을 비교하기 위하여는 증류수에 카올린을 첨가하여 탁도를 조절한 인공원수를 사용하였다. 고온 고탁도의 경우 실험기간으로는 수온이 높고 탁도변화가 심한 시기인 1996년 7월 18일부터 1996년 8월 28일까지 약 40일간을 실험기간으로 택하였다. 이때의 원수의 특성을 살펴보면 팔당원수의 경우 pH는 6.94~7.80의 범위를 나타내고 있으며, 수온은 22.2~28.7℃로 고온을 유지하는 것으로 나타났다. 알카리도는 15~73ppm의 범위를 나타내고 있었으며, 원수의 탁도는 2.34~90.2NTU로 탁도변화가 크게 나타나고 있었다. 풍납원수의 경우는 pH가 6.52~7.78의 범위를 나타내고 있으며, 수온은 21.5~28.9℃의 고온을 유지하고 있고, 알카리도는 15~41ppm의 범위를 나타내고 있었으며, 원수의 탁도는 3.58~51.9NTU를 나타내고 있었다. 저온 및 고탁도에서의 응집제 실험을 위한 인공원수의 경우는 온도를 5℃로 유지한 가운데 탁도를 53.3NTU로 조절하여 사용하였다.

고온에서의 실험은, 실험기간동안 매일 1회씩 2개의 원수를 취수한후 실험을 실시하였으며 실험은 정수장에서 주로 사용되고 있는 Jar 실험장치를 사용하였는데, 1리터에 500ml씩의 원수를 넣고 각각의 비이커에 응집제를 0.0025ml(5ppm), 0.005ml(10ppm), 0.0075ml(15ppm), 0.01ml(20ppm), 0.0125ml (25ppm), 0.015ml(30ppm)씩 투입한후 100rpm으로 1분간 급속교반한 후 40rpm으로 10분간의 완속교반을 실시하고 10분간 침강시킨후 수표면 하부 1cm의 위치에서 상등수를 취하여 시료의 잔류탁도를 측정하여 결과를 비교하였다.

3. 고온에서의 응집효율 비교

대부분의 정수장에서, 황산알루미늄의 경우는 20ppm내,외의 응집약품을, PACS의 경우는 10~15ppm내,외의 응집제를 투입하고 있는 것을 감안하고, 응집제 투입에 따른 2차적 문제를 줄이기 위하여 소량의 응집제를 투입하려는 시도가 G-7연구등을 통하여 제기되고 있는점을 감안하여 소량의 응집제 투입시의 탁도제거효율을 비교하였다.

그림 1~그림 2는 팔당원수에 8개의 응집제를 투입한후의 잔류탁도를 비교한 그림이다. 그림 1 및 그림 2에서 보는바와 같이 기존에 사용되고 있는 PACS가 적은 용량임에도 불구하고 여전히 좋은 탁도제거효율을 보이고 있으며, Ca-PAX 및 Si-PAX (4%)의 경우가 다른 응집제에 비하여 우수한 탁도제거효율을 보이고 있다.

그림 3~그림 4는 동일한 응집제를 풍납원수에 대하여 적용한 결과를 보여주고 있다. 그림에서 보는바와 같이 전반적으로는 Ca-PAX 및 Si-PAX (5%)가 우수한 탁도제거효율을 나타내는 것으로 보이며, 타응집제는 이보다 효율이 저하되는 것으로 나타나고 있다. 특히, 고온, 고탁도시에는 Si-PAX(1%)와 Ca-PAX가 좋은 효율을, 고온 저탁도시에는 응집제별 차이가 작은 것으로 나타나고 있다. 그러나, 이와같은 8개의 응집약품에 대하여 소량 투입하였을 경우 원수의 유입탁도가 적을 때는 잔류탁도가 1~2NTU를 보이고 있어, 어느정도 만족스러운 결과를 보여주고 있으나, 고탁도일 경우에는 잔류탁도가 10NTU를 넘는등 아직까지도 소량의 응집약품투입만으로는 소기의 탁도

제거 효과를 기대하기가 어려운 것으로 판단된다. 이와같은 소량의 응집제 투입과는 달리 약품량을 증가하였을때의 효과를 측정하기 위하여 고온시 탁도제거효율이 비교적 높은 Ca-PAX를 5ppm, 10ppm, 15ppm을 투입하여 잔류탁도를 그림 5 및 그림 6과 같이 비교하였다.

그림 5는 Ca-PAX를 팔당원수에 투입하였을 때의 잔류탁도의 변화를 보여주고 있으며, 약품이 10ppm이상 투입된 경우에는 잔류탁도의 대부분이 2NTU이하에 이르고 있고, 15ppm이 투입된 경우에는 훨씬 우수한 탁도제거 효율을 보여주고 있다.

그림 6의 풍납원수에 대하여도 팔당원수와 유사한 경향을 보이고있어 고온에서 저탁도 또는 고탁도일 경우 응집약품의 선택에 따라, 우수한 응집제거 효율을 나타낼 수 있음을 확인할 수 있다.

4. 저온에서의 응집효율 비교

3장에서 고온의 경우에 대하여 검토하였으나, 그동안의 정수장 운영 효율을 분석하여 보면 저온에서의 응집제거 효율이 저하되는 것으로 나타나고 있다. 따라서, 본 장에서는 저온의 경우에 대하여 탁도제거 효율을 비교하였다. 저온의 경우에도 고탁도시가 더욱 문제가 되므로, 수온을 5℃로 유지한 가운데 증류수에 카울린을 첨가한 인공원수를 사용하여 실험을 실시하고 이때의 탁도를 고탁도가 유지되도록 하였다.

인공원수의 탁도를 53.3NTU로 유지하였으며 기존에 가장 널리 사용되고 있는 응집약품인 PACS와 탁도제거효율이 높을 것으로 기대되는 Ca-PAX를 이용해 잔류탁도를 측정함으로써 탁도제거 효율을 검

팔당원수, 5PPM-1

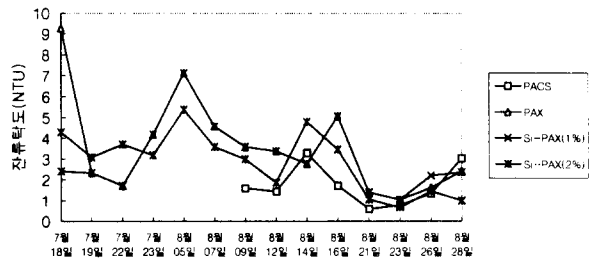


그림 1 잔류탁도 비교(PACS의 3종)

팔당원수, 5PPM-2

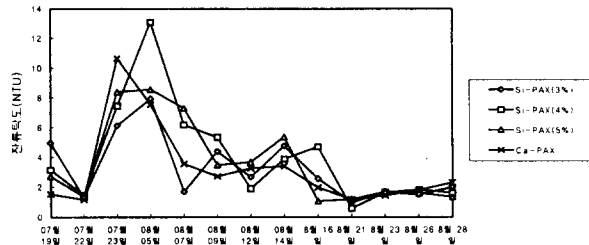


그림 2 잔류탁도 비교(Ca-PAX의 3종)

풍납원수, 5PPM-1

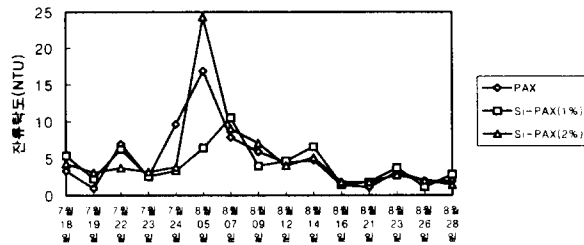


그림 3 잔류탁도비교(PAX의 2종)

풍납원수, 5PPM-2

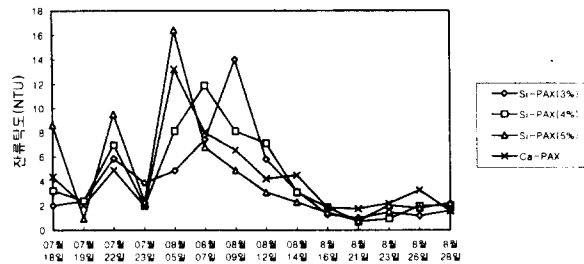


그림 4 잔류탁도비교(Ca-PAX의 3종)

토하였다. PACS를 투입하였을 경우 저온 고탁도의 원수에 대하여는 5ppm 투입시 탁도제거 효율이 가장 좋은 것으로 나타났으며 투입량이 증가 할수록 그 효율이 약간 저하되는 것으로 나타나고 있다. Ca-PAX를 투입하였을 경우에는 투입량을 약간 증가하는 것이 탁도제거 효율이 좋은 것으로 나타났으나 그 효율이 80%정도에 이르러 PACS의 탁도제거효율인 94%정도에 비해 탁도제거효율이 떨어지는 것으로 나타났다.

5. 결 론

고온 고탁도, 저온 고탁도, 고온 저탁도 시에 대하여 8개의 응집약품투입에 따른 탁도제거 효율을 비교하였다. 고온 저탁도 시의 경우에는 투입량이 작을때(5ppm)에는 PACS, Si-PAX(SiO₂ 1%) 및 Si-PAX(SiO₂ 5%)의 경우가 탁도제거 효율이 좋았으며, 고온 고탁도시의 경우에는 Si-PAX(SiO₂ 1%)와 Ca-PAX의 경우가 탁도제거 효율이 좋은 것으로 나타났다. 특히, Ca-PAX의 경우 15ppm을 투입하였을때에는 고온 고탁도에서 탁도제거 효율이 95%이상으로 매우 우수한 경향을 보이고 있다. 저온 고탁도인 경우에는 기존 응집제인 PACS가 Ca-PAX에 비해 탁도제거 효율이 더 좋은것으로 나타났고, 약품투입량이 증가하여도 탁도제거효율 증가가 크지 않으므로 소량의 응집약품 투입량을 기대하여 불만하다. 이와 같은 실험결과를 통하여 고온 고탁도시의 원수환경에서는 Ca-PAX가, 고온 저탁도시와 저온 고탁도시의 원수환경에서는 PACS가 비교적 좋은 결론을 나타내고 있어 원수조건에 따라 약품선택에

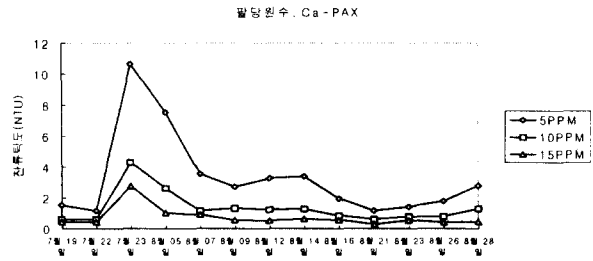


그림 5 Ca-PAX의 실험결과(팔당원수)

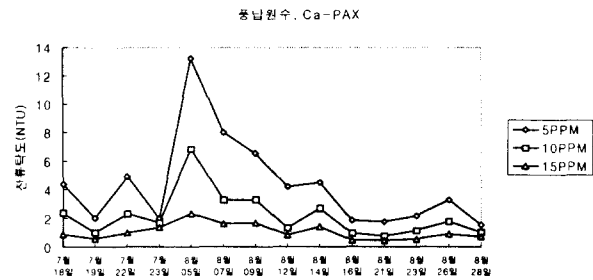


그림 6 Ca-PAX의 실험결과(풍납원수)

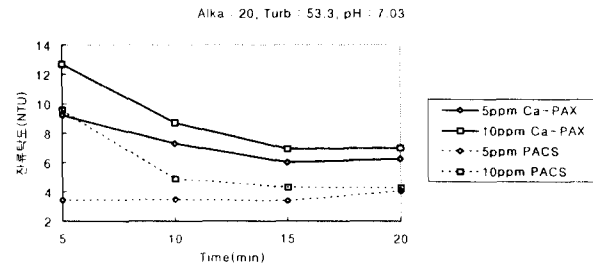
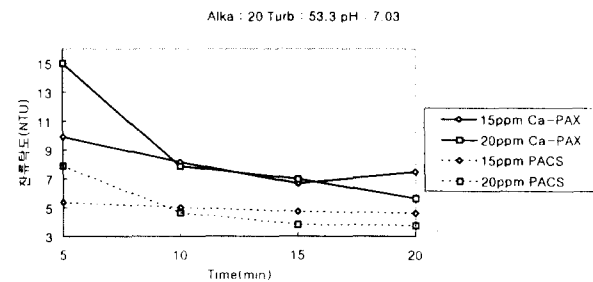


그림 7 시간에 따른 잔류탁도 비교(5ppm~10ppm)



신중을 기하여, 보다 질 좋은 음용수를 생산할수 있도록 하여야 할 것이다.

6. 참고문헌

- Andrea-Villegas, R. and Letterman R. D., (1976), "Optimizing Flocculator Power Input", ASCE Journal of the Environmental Engineering Division, No.EE2 pp.251-262.
- AWWA, Committee on Coagulation, (1971), "State of the Art of Coagulation", Journal of Environmental Engineering Division, Vol.63, No.2, pp.99-108.
- Griffith, J. D. and Williams, R. G., (1972), "Application of Jar-Test Analysis at Phoenix, Ariz", Journal of Environmental Engineering Division, Vol.64, No.12, pp.825-830.
- Hudson, H. E. Jr. and E. G. Wagner, (1981), "Conduct and Uses of Jar Tests", Journal of Environmental Engineering Division, Vol.73, No.4, pp.218-223.
- Kawamura, S., (1973), "Coagulation Considerations", Journal of Environmental Engineering Division, Vol.65, No.6, pp.417-423 .
- 강용태, (1991), "정수시설 개선에 대한 연구", 수도, 제 54 호, pp.73-82.
- 김원만, (1988), "수리공식집", 건우사.
- 신성의, 박주석, (1989), "수처리 단위조작", 동화기술.
- 양상현, (1990), "수질공학", 동화기술.
- 양상현, (1990), "상·하수도공학", 동화기술.
- 김양 외 6인, (1992), "정수처리 능력 향상에 관한 연구", 한국수자원공사 수자원연구소.