

# 댐 원수 특성에 따른 최적 응집제 결정 연구

이 선 주

## 1. 서론

중설예정인 광역상수도 2곳의 정수장에서 댐 원수의 특성에 맞는 최적응집제를 결정하기 위하여 응집제 효율실험을 하였다.

정수장 A의 취수지점은 댐 원수의 특성을 갖고 있었으나, 다른 B 정수장 취수지점은 약간의 하천수 수질을 갖고 있었다. 증설할 정수장의 최종 응집제를 검토하기 위한 1, 2차 효율실험을 하였으며, 응집제에 따른 탁도 제거율, 입자개수, 천연유기물질(NOM) 제거율, 슬러지 발생량, 경제성등을 비교 검토하여 최적응집제를 선정하였다.

## 2. 본론

### 2.1 실험방법

실험은 각각의 Jar Tester를 이용하여 실행하였다. 시료는 원수를 20ℓ 통으로 채수하여 수온, 탁도, pH, 입자개수를 측정 후 시료를 채취하여 실험실에서 알카리도와 TOC를 측정하였다. 시료는 각각 6개의 2ℓ 사각교반 Jar에서 교반실험을 하였다. A지점정수장의 Jar Test 실험의 급속혼화 rpm은 348에서 1분, 50, 30, 15 rpm에서 10분 씩 교반시키고, 20분간 정치하였으며, B 지점정수장의 급속혼화 rpm은 348에서 1분 70, 30, 15 rpm에서 각각 2분간 교반시킨 후 30분간 정치한 후 모두 1/3지점의 수용액을 채취하여 탁도, pH, 알카리도, 입자개수를 측정하였다. 이 방법은 각각의 정수장의 현장여건에 알맞은 혼화, 응집방법을 이용하였다.

실험의 공정성을 위해 측정기기는 동일한 기기만을 사용하였으며, 탁도계는 Hach 2100 P, 입자개수기는 Hemtrac PC-2400 PS, pH meter는 Hach EC-20, TOC Analyzer는 TEKMAR DOHRMANN Phoenix 8000 The UV. Persulfate TOC Analyzer 을 사용하였다.

응집제는 단분자 무기응집제인 황산알루미늄보다는 무기고분자응집제인 폴리염화알루미늄(PAC), 폴리염화알루미늄규산(PACs)의 탁도 제거율이 우수한 것으로 알려졌으나, 수질에 따라 그 특성이 다르며, 실험에는 이 세가지 응집제를 모두 사용하여 비교하였다.

### 가. A정수장 실험결과

A정수장의 실험에서는 Alum과 PACs 그리고 PAC의 응집제 변화실험을 하였다. Alum사용시의 원수의 탁도는 5.6NTU 이었으며, Alum의 농도는 20ppm에서 5ppm씩 증가시키면서 실험하였다. 이때 35ppm에서 최적 제거율인 84.5%인 0.87 NTU를 나타내었다. PACs의 실험시 원수는

한국수자원공사 수자원연구소 수도연구부

4.95 NTU를 나타내었으며, 농도는 8ppm에서 2ppm씩 증가시키면서 실험하였다. 이 결과 실제 정수장에서 사용중인 12ppm에서 탁도 90%가 제거될 0.77 NTU가 나타났다. PAC의 실험시 원수의 탁도는 7.06NTU 이었으며, 농도는 8ppm에서 2ppm 씩 증가시키면서 실험하였다. 이 결과 16ppm에서 88%가 제거된 0.91NTU를 나타내었다. A정수장의 실험결과는 PACs가 제거율 90%에서 0.77 NTU로 가장 우수하였으나 상대적으로 원수의 탁도가 가장 낮은 상태였다. A정수장의 1차 실험 결과 PACs는 12ppm에서 90.1%, PACI은 16ppm에서 88.4%, Alum은 35ppm에서 84.5%의 최적 탁도 제거율을 나타내었다.

표 1 A정수장의 응집제별 1차 탁도 제거효율

Alum(ppm)	20	25	30	35	40	45
탁도(NTU)	1.26	1	0.97	0.87	0.92	1.18
탁도제거율(%)	<b>77.50</b>	<b>82.14</b>	<b>82.68</b>	<b>84.46</b>	<b>83.57</b>	<b>78.91</b>
PAC(ppm)	8	10	12	14	16	18
탁도(NTU)	1.61	1.04	0.77	0.88	1.45	1
탁도제거율(%)	<b>79.23</b>	<b>86.58</b>	<b>90.06</b>	<b>88.65</b>	<b>81.29</b>	<b>87.10</b>
PACs(ppm)	8	10	12	14	16	18
탁도(NTU)	2.75	1.87	1.1	1.12	0.91	1
탁도제거율(%)	<b>64.97</b>	<b>76.18</b>	<b>85.99</b>	<b>85.73</b>	<b>88.41</b>	<b>87.26</b>

나. B 정수장의 실험결과

B 정수장에서의 실험은 Alum과 PACs에 대한 실험을 행하였다. Alum은 20에서 45ppm의 범위에서, PACs는 8에서 16ppm 사이에서 Jar Test를 하였다. 이 결과 Alum은 30ppm에서 86.3%, PACs는 16ppm에서 84%의 탁도 제거율을 나타내었다.

표 2 B 정수장의 응집제별 1차 탁도 제거효율

Alum(ppm)	20	25	30	35	40	45
탁도(NTU)	2.41	1.72	1.24	1.33	1.48	1.28
탁도제거율(%)	<b>73.28</b>	<b>80.93</b>	<b>86.25</b>	<b>85.26</b>	<b>83.59</b>	<b>85.81</b>
PACs(ppm)	8	10	12	14	16	.
탁도(NTU)	3.43	2.27	1.91	2.01	1.74	.
탁도제거율(%)	<b>68.53</b>	<b>79.17</b>	<b>82.48</b>	<b>81.56</b>	<b>84.04</b>	.

원수와 여과수의 입자분포는 2-3 $\mu\text{m}$ 의 작은 입자수는 증가되었으나, 3-5 $\mu\text{m}$ 에서 20-30 $\mu\text{m}$ 사이의 입자수가 큰 폭으로 감소하였음을 알 수 있다.

최적 제거율인 Alum 30ppm과 PACS 16ppm에서의 차이점은 3-5 $\mu\text{m}$ 의 입자가 Alum은 약 1,000개 정도이나, PACs는 1,500개를 나타냄을 알 수 있다. 다른 입자들의 분포는 최적상태와 그 근처에서는 비슷한 양상을 나타내었다.

#### 다. 용존유기탄소(DOC) 제거율 실험

A 정수장의 TOC 제거 실험결과 최적 탁도 제거율과 최적 TOC의 제거가 일치하지 않았으며, 응집제 주입량이 증가될수록 TOC의 제거율은 증가되는 경향을 보였다. 실험시 원수의 TOC 농도는 3ppm 이내로 높지 않은 편이었다.

B 정수장의 실험시 TOC 제거 효율 Alum은 탁도 최적 제거율을 보인 30ppm에서 가장 높은 29%의 제거 효율을 나타내었으며, PACs는 12ppm에서 30%의 제거효율을 나타내었다. 탁도 최적 주입점인 16ppm에서는 20%정도의 TOC 제거율을 나타내었다. 응집제의 최적주입율을 결정하기 위해서는 16ppm에서 84% 탁도 제거율을 보인 점과 12ppm에서 82.5%를 보인 점은 큰 차이를 나타내지 않는다. 그러므로 응집제를 주입시에는 TOC에 대한 영향과 탁도 제거율의 적절한 조화가 필요하다고 생각된다.

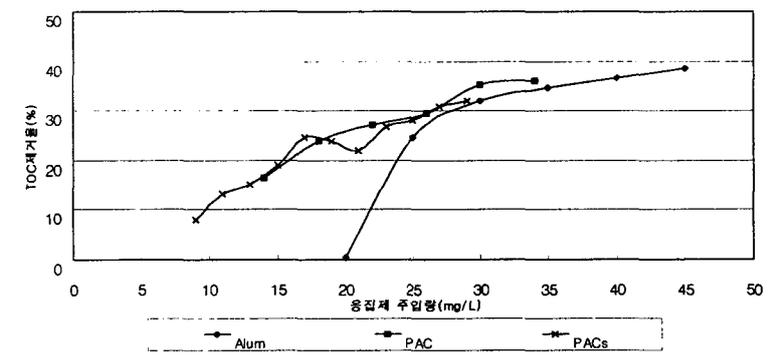


그림 1 응집제 별 TOC 제거율

### 3. 결론

- 응집제별 탁도제거 효율은 응집제 별 큰 차이를 나타내지 않았으며, 입자개수의 분포도 비슷한 경향을 보였다.
- 천연유기탄소농도(TOC)의 제거율은 일반적인 경향을 찾기 어려우며, 과량의 응집제를 주입하는 것이 유리하였다.
- pH와 알카리도의 변화는 Alum의 변화율이 가장 높았으나, 응집 보조제를 사용하면 정수처리 공정에 큰 영향을 끼치지 않는 정도였다.
- 슬러지 발생량은 Alum이 가장 많이 발생되었으며, PACs와 PAC는 비슷하였다.
- Alum은 PACs에 비해 약 3배의 물량이 필요하며, 이에 대한 제반 경비를 고려하면 PACs가 경제성이 있다고 판단된다.