Journal of the Korean Society of Water and Wastewater
Vol. 19, No. 4, pp. 473-479, 2005

상하수도학회지, 논문
19권 4호, pp. 473-479, 2005

활성탄 흡착지의 운영시 응집 방법에 따른 경제성 평가

Economical Evaluation Based on Method of Coagulation with GAC Adsorber Operation

홍성호* · 성대현

Seongho Hong* · Dae-Hyun Sung

숭실대학교 공과대학 환경 · 화학공학과

(2005년 5월 9일 논문접수; 2005년 7월 28일 최종 수정논문 채택)

Abstract

Applying enhanced coagulation is not uncommon not only to improve water quality but also to obtain economical advantages in water treatment. In this study, the economical evaluation was investigated with considering dosage of coagulant, produced sludges and usage of activated carbon with two different water sources. To simulate the granular activated carbon(GAC) adsorber mini-column test was adapted. Even if there were some variation according to the source waters, the life time of GAC was extended 60 to 110days with adding 2.5 to 3 times of coagulant in enhanced coagulation. With assumption of changing GAC adsorber at 50% of breakthrough the total treatment cost can be reduced to range from 25% to 44% with adapting the enhanced coagulation. The obtained value can not be generalized because the value can be varied by water quality and cost of the GAC or coagulant. However, the evaluation can be basis starting point to find optimum operation methods for the drinking water treatment which has plan to adapt GAC adsorber.

Key words: Enhanced coagulation, NOM, adsorption, activated carbon
주제어: 강화된 응집, 자연유기물질, 흡착, 활성탄

1. 서 론

상수원수의 지속적인 악화와 80년대 후반부터 언론에 보도된 음용수 관련사고로 국민들의 먹는 물에 대한 불신은 매우 높다. 또한 이러한 사고 뿐 만이 아니라 전반적인 생활수준의 향상으로 과거와 달리 어떠한 물을 먹고 사용하는가에 대한 관심이 높아지고 있다. 이러한 시대에 부응하기 위하여 정부나 지자체에서는 대부분의 정수장이 기존의 정수처리공정으로 현재의 수질 기준을 만족시키고는 있으나, 보다 깨끗한 물을 생산하기 위하여, 강화되는 수질기준에

*Corresponding author Tel: +82-2-820-0628, FAX: +82-2-812-5378, E-mail: shong@ssu.ac.kr (Hong, S.H.)

적극적으로 대응하기 위하여 또는 신뢰를 회복하기 위하여 1994년 이후에 낙동강수계를 중심으로 활성탄 흡착지 또는 오존과 활성탄을 이용한 고도처리를 도입하기 시작하였다.

국내 정수장에 고도정수처리시설이 단기간에 급속히 도입됨으로써 상수원수의 악화 지역주민들의 먹는 물에 대한 민원 등과 같은 사회적 요구에 신속히 대응하였다는 긍정적인 효과에도 불구하고, 체계적이고 계획적인 고도정수시설 도입과정이 미비하였고 도입목적 자체가 불확실하여 최적공정 선정, 시설의 적정운영 및 도입효과에 대한 평가가 미흡한 측면들이 지적되어 왔다.

이러한 문제를 개선하기 위하여 많은 연구자들이 도입 목적을 보다 확실히 하고, 경제적이고 최적화된 공정을 선택하거나 운영하는 방법에 대하여 많은 연구를 수행하였다. 특히 수중에 존재하는 자연유기물질의 저감을 통하여 염소소독시에 발생하는 THMs(Trihalomethanes)이나 HAAs(Haloacetic acids)와 같은 소독부산물의 저감이 고도처리시설의 주 기능으로 알려져 있어 이에 대한 연구가 다양하게 수행되었다(Crozes, et. al., 1995).

미국 환경보호청에서는 자연유기물질에 의한 소독부산물의 저감을 위하여 TOC(total organic carbon)의 농도가 2mg/L 이상인 경우에 농도와 알칼리도에 따른 제거하여야하는 제거율을 제시하고 있다. 이러한 제거율을 달성하기 위하여 기존응집의 개념인 입자성 물질의 제거에서 보다 많은 양의 응집제를 투여하거나 pH의 조절을 통한 자연유기물질의 제거를 위한 강화된 응집(enhanced coagulation)을 적용하기 시작하였다. 국내에서도 몇 몇 연구자들이 기존응집과 강화된 응집을 비교하였고, 또한 응집의 조건에 따라서 활성탄 흡착지가 어떻게 거동하는지에 대한 연구도 발표되었다. 일반적으로 강화된 응집 후에 활성탄 흡착지를 운영하는 경우에는 낮아진 자연유기물질의 농도와 pH의 영향에 의하여 활성탄의 수명이 연장된다는 것으로 알려져 있다. 원수의 특성에 따라 차이는 있지만 강화된 응집을 적용하는 경우에 기존응집을 한 경우와 비교하여 활성탄 흡착지의 수명이 최대 2배이상 연장된다고 보고하고 있다. 하지만 강화된 응집을 수행하기 위해서는 보다 많은 양의 응집제가 투여되어야 하는데 이는 발생되는 슬러지의 양과 직접적인 관계가 있다. 따라서 보다 경제적인 정수처리공정의 운전을 위해서는 강화된 응집에 따른 추가 응집제의 비용, 슬러지 처리비용 그리고 활성탄 흡착지의 수명 연장과는 경제적으로 어떠한 상관관계가 있는지 고찰하는 것이 중요하다. 그럼에도 불구하고 강화된 응집을 적용하는 경우에 얼마나 활성탄 흡착지의 수명 연장을 가져오고 이에 따라 비용이 어떻게 차이가 나는지에 대한 연구는 전무한 상태이다.

따라서 본 연구에서는 강화된 응집을 적용하는데 따른 응집제의 양, 발생되는 슬러지의 처리비용 그리고 활성탄 흡착지의 수명 연장에 따른 활성탄의 사용율에 대하여 경제성을 평가하기 위하여 서로 다른 자연유기물질의 농도를 가지고 있는 원수를 사용하여 실험을 수행하였다. 활성탄 흡착지의 거동을 모사하기 위하여 Mini-column 실험이 적용되었다.

2. 실험 재료 및 방법

2.1. 원수의 특성 및 응집조건

본 실험에 사용된 원수는 상대적으로 높은 자연유기물질의 농도를 가지는 원수(GW)로 한강의 지천에서 채수하였고, 상대적으로 낮은 자연유기물질의 농도를 가지는 원수(BW)로 한강의 지천에서 채수하였다. 각 원수의 특성에 대하여 **Table 1**과 **2**에 정리하였다. GW의 경우에 자연유기물질의 농도를 나타내는 DOC(Dissolved organic carbon)의 농도가 9.15mg/L를 나타내었고, 탁도는 6.5NTU를 나타내었다. 상대적으로 낮은 자연유기물질의 농도로 선택한 BW의 경우에 DOC의 농도가 2.8mg/L, 탁도는 2NTU를 나타내었다.

응집실험에 사용된 응집제는 10.5%의 poly aluminium chloride(PAC)를 사용하였다. 응집제의 aging에 따른 영향을 막기 위하여 일주일마다 새로 만들어 사용하였다. 응집 실험은 3단계로 진행되었다. 급속교반 단계에서는 교반 속도를 130~140rpm으로 3분간 교반시켰고, 완속교반 단계에서는 15~20rpm으로 30분간 교반시켰다. 그리고 최종적으로 침전 시간은 1시간으로 하였다. 응집실험을 수행하면서 별도의 pH조절을 하지 않았다.

상하수도학회지. 논문
19권 4호. pp. 473-479. 2005

Table 1. Characteristics of GW Water

	Raw water
pH	7.8
Turbidity (NTU)	6.5
Alkalinity (mg/L as $CaCO_3$)	115
UV_{254} (/cm)	0.1008
UV_{272} (/cm)	0.0882
DOC (mg/L)	9.15

Table 2. Characteristics of BW Water

	Raw water
pH	7.3
Turbidity (NTU)	2
Alkalinity (mg/L as $CaCO_3$)	39
UV_{254} (/cm)	0.0284
UV_{272} (/cm)	0.0232
DOC (mg/L)	2.81

2.2. Mini-Column의 설계 기준

Mini-Column설계에 관한 식은 RSSCT(rapid small scale column test) 설계식의 이론을 바탕으로 하여 mini-Column에 필요한 각각의 인자를 산출하였다. 본 실험에서는 실제 흡착지에서의 EBCT(Empty bed contact time)를 20분으로 가정하고 Mini-column을 설계하였다. Mini-column과 실제 흡착지와의 상관관계는 활성탄 입경에 대한 함수로부터 결정되었다. 본 실험에서 사용된 mini-column에서 EBCT는 실제 흡착지에서 사용되는 활성탄의 입경과 mini-column에서 사용된 활성탄의 입경비의 제곱으로 얻어진 scaling factor(SF)인 96으로부터 얻어진 약 0.208분으로 운전하였다. 보다 자세한 설계 방법은 홍등이 발표한 논문을 참조하였다(홍성호, 2003). 본 실험에 적용된 mini-column의 운전 조건을 **Table 3**에 정리하였다.

3. 분석방법

본 연구에서는 슬러지 발생량, 탁도, DOC, 그리고 UV_{254} 등을 측정하였다. 탁도는 Model 2100 turbidimeter(HACH)를 사용하였으며 침전 60분 후에 상등수를 채취하여 측정하였다. DOC는 DC-180(Dohrmann)을 사용하여 NPOC(Non- purgeable organic carbon) 방법을 사용하여 측정하였다. DOC의 표준시료로는 KHP(Potassium bipthalate)가 사용되었다. 산화방식은 UV/Persulfate 방식이며 검출은 NDIR(Nondispersive Infrared detector)방식이다. UV_{254}는 Analytikjena Specord 200을 사용하였다. 슬러지 발생량은 공정시험법에서 제시하고 있는 고형물 분석방법에 따라서 측정하였다.

Table 3. Operating conditions of Mini-column

parameter	value
Scaling Factor	96
Type of Activated carbon	Calgon F-820
Size of activated carbon for large column	1.1mm
Size of activated carbon for small column	0.112mm
Column length	7.44cm
Column diameter	3.5mm
Flowrate	3.6 ml/min

4. 결과 및 고찰

4.1. 강화된 응집에 의한 탁도 및 자연유기물질의 제거

Fig. 1에는 GW 원수를 대상으로 PAC 주입량에 따른 DOC 제거율을 나타낸 것이다. **Fig. 1**에서 나타난 바와 같이 PAC 주입량이 5mg/L일 때 DOC제거율은 13%, 10mg/L에서 25%의 제거율을 보였으며, 25mg/L에서 최대 제거율은 약 45%를 나타내었다. 그리고 주입량이 35mg/L 이상에서는 제거율이 크게 증가하지 않는 것으로 나타났다. 이는 자연유기물질을 제거하기 위하여 일정량 이상의 응집제를 투여하여도 소수성 자연유기물질을 제거할 수 있는 적정량의 응집제가 있다는 것을 나타내고 있다고 생각한다. **Fig. 2**에 나타난 탁도 제거에 의하면 응집제의 투여량이 25mg/L 일때 0.3NTU를 나타내어 가장 높은 제거율을 나타내었다. 응집제의 투여량을 35mg/L로 한 경우에는 탁도가 0.7NTU까지 상승하였다. 이렇게 과다한 응집제의 투여에 의하여 탁도가 증가하는 것은 미 반응된 응집제와 재안정화된 입자성 물질에 의한 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 기존응집은 우리나라 음용수수질기준인 0.5NTU를 만족하는데 필요한 투여량인 10mg/L로 그리고 강화된 응집은 과다한 투여에 의하여 DOC의 제거율이 크게 증가하지 않고, 미국환경보호청에서 요구하는 알칼리도에

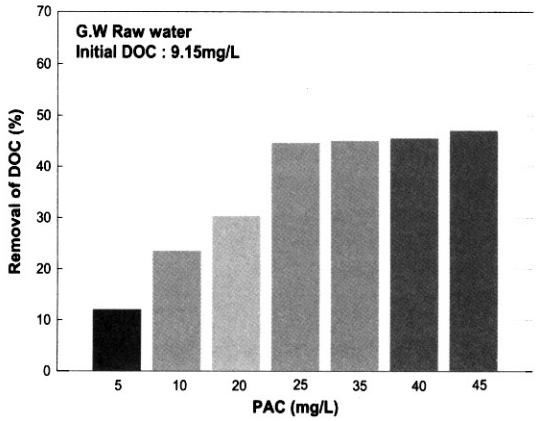

Fig. 1. Removal of DOC on PAC dosages for GW water.

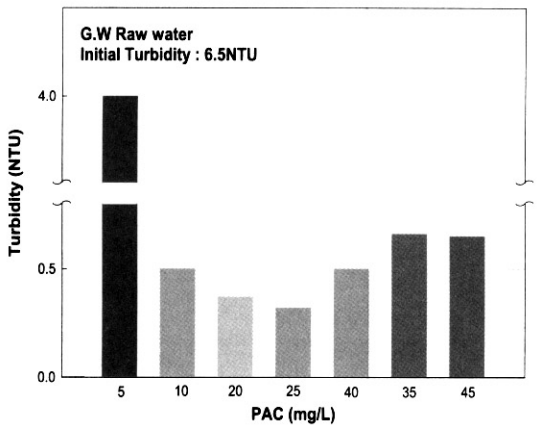

Fig. 2. Removal of turbidity on the PAC Dosages for GW water.

Table 4. Comparison of water quality after CC and EC for GW water

	Conventional coagulation	Enhanced coagulation
PAC dose (mg/L)	10	25
Removal DOC (%)	23.5	44.6
Turbidity (NTU)	0.5	0.32
Sludge (W/V)	41mg/L	81mg/L
DOC (mg/L)	7.00	5.07

따른 자연유기물질의 제거율을 만족하여 응집제의 투여량을 25mg/L로 하여 활성탄 흡착지의 파과 특성을 평가하는데 필요한 원수를 제조하였다. **Table 4**에 기존응집과 강화된 응집 후의 수질과 슬러지 발생량에 대하여 정리하였다.

GW 원수보다 상대적으로 DOC와 탁도가 낮은 BW 원수를 사용하여 강화된 응집에 의하여 어떠한 거동을 나타내는지에 대하여 실험을 수행하였다. 수행된 실험 방법은 GW의 실험 방법과 동일하였다.

Fig. 3에는 BW 원수를 대상으로 PAC 주입량에 따른 DOC 제거율을 나타낸 것이다. **Fig. 1**에서 나타난 바와 같이 DOC 제거율은 응집제의 투여량이 2mg/L에서 33%, 5mg/L에서 29%의 제거율을 보였으며, 10mg/L에서 최대 제거율은 약 45%를 나타내었다. 그리고 주입량이 20mg/L와 25mg/L 이상에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 따라서 본 실험에서는 기존응집은 우리나라 음용수수질기준인 0.5NTU를 만족하는데 필요한 투여량인 5mg/L로 그리고 강화된 응집은 과다한 투여에 의하여 DOC의 제거율이 크게

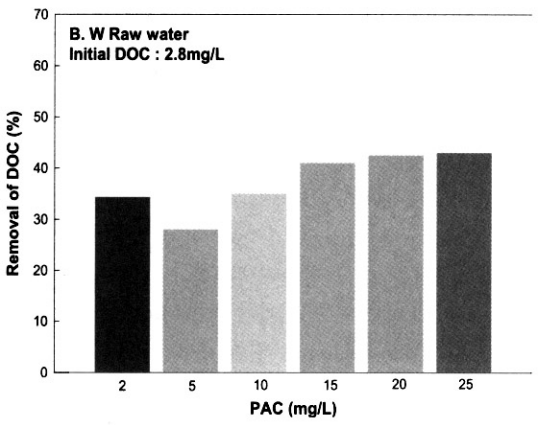

Fig. 3. Removal of DOC on PAC dosages for BW water.

증가하지 않고 알칼리도가 60mg/L 이하이고 초기 DOC의 농도가 2.0에서 4.0mg/L인 경우에 적용되는 40%의 제거율을 만족하는 응집제의 투여량인 20mg/L로 하여 활성탄 흡착지의 파과 특성을 평가하는데 필요한 원수를 제조하였다. **Table 5**에 기존응집과 강화된 응집 후의 수질과 슬러지 발생량에 대하여 정리하였다.

4.2. 강화된 응집에 따른 활성탄 흡착지의 파과 특성 및 경제성 평가

GW 원수를 사용하여 기존응집과 강화된 응집 후에 얻어진 처리수를 사용하여 mini-column을 이용하여 활성탄 흡착지의 파과 특성을 고찰하였다. 기존응집 후의 초기 DOC 농도는 7.00mg/L였고, 강화된 응집 후의 초기 농도는 5.01mg/L로 약 2.0mg/L의 차이

상하수도학회지. 논문
19권 4호. pp. 473-479. 2005

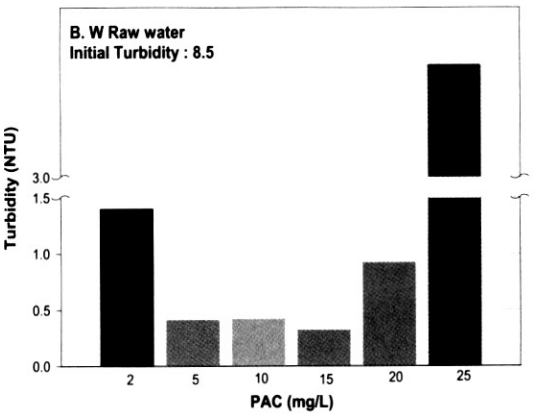

Fig. 4. Removal of turbidity on PAC dosages for BW water.

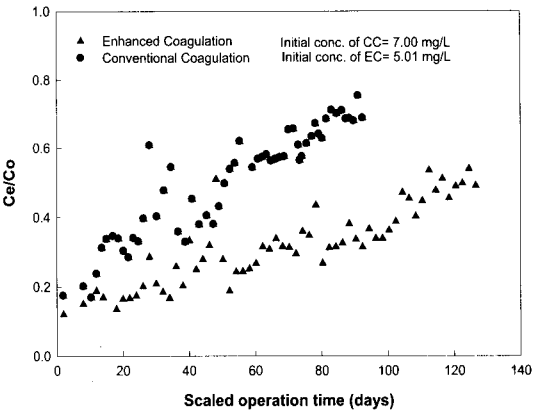

Fig. 5. Comparison of DOC breakthrough for CC and EC using GW water.

Table 5. Comparison of water quality after CC and EC for BW water

	Con. coagulation	Enhanced coagulation
PAC dose (mg/L)	5	15
Removal DOC (%)	28	43
Turbidity (NTU)	0.41	0.32
Sludge (W/V)	27.99mg/L	43.89mg/L
DOC (mg/L)	2	1.6

를 나타내었다.

Fig. 5에서 나타난 바와 같이 50% 파과를 나타내는 운전 기간은 기존 응집은 약 50일, 강화된 응집은 약 110일로 강화된 응집에 의하여 약 60일 정도의 활성탄 사용 기간을 연장시킬 수 있었다. 각각의 응집 후 슬러지 양은 각각 41mg/L, 81mg/L이 생성되었다. 일반적인 슬러지 함수율은 약 71~76%이지만 본 실험 수행시 슬러지 탈수조 등 여러 가지 조건을 정수장과 동일시 하기는 불가능하였다. 따라서 슬러지 양을 측정하기 위하여 공정시험법의 SS(suspended solid) 측정 조건과 동일하게 GF/C를 이용하여 110에서 2시간 건조하여 무게를 측정하였다. 이 데이터를 바탕으로 약 60일의 활성탄 사용기간 연장과 슬러지 양의 차이 그리고 PAC주입량에 따른 경제성을 평가하였다.

Mini-column 설계기준에서 Pump 용량에 따른 유량조절 문제로 인하여 Column length를 설계식에서 산출된 값의 3배로 하여 EBCT 0.2min에 영향을 받지 않도록 유량도 3배 증가시켰다. 따라서 경제성평가를 할 때는 3배로 하여 산출된 값이 아닌 원래 mini-column을 설계한 값으로 원수 처리량 1ton을 기준으로 경제성을 평가하였다. 운전기간은 강화된 응집과 같은 110일을 기준으로 하였다. Mini-column에 사용된 활성탄 양을 1/3로 계산하면 0.435g에서 0.145g이고, 유량은 1.154mL/min로 환산하면 1.662L/day가 된다. 50%의 파과 시점을 기준으로 기존응집의 경우 110일 동안 사용된 활성탄양은 활성탄을 한 번교체 후 10일 정도 더 사용을 할 수 있으므로 0.319g이 된다. 원수 처리량 1ton을 기준으로 0.319g을 운전 기간동안 사용한 원수 1.83L로 나눠 환산하게 되면 ton당 174g의 활성탄을 사용하게 된다. 그리고 슬러지의 량은 41mg/L로 원수 1ton을 처리하게 되면 41g의 슬러지가 발생하게 된다. PAC 사용량(10mg/L)은 0.095mL/L, 즉 0.095L/ton이 된다.

강화된 응집의 경우 110일 동안 활성탄을 교체하지 않으므로 활성탄 소모량은 0.145g이 되며, 기존 응집과 같이 원수처리량 1ton을 기준으로 환산하면 ton당 79g의 활성탄을 사용하는 것을 알 수 있다. 슬러지량은 81g/ton 그리고 PAC 사용량(25mg/L)은 0.2375mL/L를 사용하며 환산하면 0.238L/ton을 사용하게 된다. **Table 6**은 GW 원수 처리량 1ton을 기준으로 경제성을 평가하여 기존응집을 1로 하였을 때 강화된 응집에 의해서는 얼마를 나타내는가에 대한 결과를 나타낸 것이다. 정수장에서 사용되는 모든 비용을 감안할 수는 없으나, 강화된 응집과 직접적인 관계가 있는 인자만을 사용하여 평가하였다. 강화된

Table 6. Economical evaluation after CC and EC for GW water

	단가	con. co. 사용량	con. co. 실제비용	enhanced co. 사용량	enhanced co. 실제비용
PAC(10.5%) 사용 비용	130,000원/ton	0.095L	1	0.238L	2.49
슬러지처리비용 (운송비용 포함)	23,765원/ton	41g	1	81g	1.9
활성탄 사용비용	1,400,000원/ton	174g	1	79g	0.45
합계			1		0.56

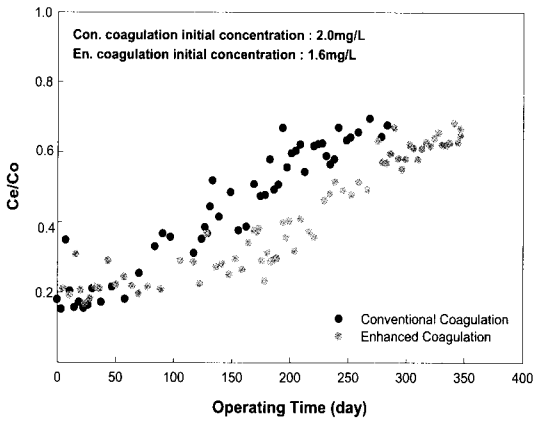

Fig. 6. Comparison of DOC Breakthrough for CC and EC using BW water.

응집을 적용하는 경우에는 같은 양의 처리수를 생산하는데 기존응집과 비교하여 같은 50%의 파과에 도달한다고 가정하였을 때 약 56%의 비용을 가지고 운전할 수 있다. 만약에 강화된 응집의 50% 파과인 2.5mg/L의 DOC 농도에서 기존응집 후에 활성탄 흡착지를 재생하거나 교체한다면 이보다 응집에 따른 경제적인 비용은 더 크리라 생각된다.

GW 원수와 비교하여 상대적으로 낮은 DOC와 탁도를 나타내는 BW 원수를 사용하여 기존응집과 강화된 응집 후에 얻어진 처리수를 사용하여 mini-column을 이용하여 활성탄 흡착지의 파과 특성을 고찰하였다. 기존응집 후의 초기 DOC 농도는 2.00 mg/L였고, 강화된 응집 후의 초기 농도는 1.6mg/L로 약 0.4mg/L의 차이를 나타내었다.

Fig. 6은 BW의 처리수를 대상으로 mini-column test한 결과를 나타낸 것이다. 활성탄을 50% 파과시점에서 교체한다고 가정하면 기존응집 후에는 약 140일, 강화된 응집 후에는 약 240일로 약 100일정도의 차이를 보이며, 100일 정도의 활성탄 사용 기간을 연장시킬 수 있다. 응집 실험 후 기존응집 슬러지 발생량은 27.99mg/L, 강화된 응집 슬러지 발생량은 43.89mg/L로 나타났다. 슬러지 양을 파악할 때는 GW 원수로 실험을 수행했을 때와 같은 조건인 GF/C를 이용하여 110°C에서 2시간 건조하여 무게를 측정하였다. 또한 약 100일의 활성탄 사용기간 연장과 슬러지 양의 차이 그리고 PAC주입량에 따른 기존응집과 강화된 응집에 관한 경제성을 평가하였다.

BW 원수도 mini-column을 설계한 값으로 원수 처리량 1ton을 기준으로 경제성을 평가하였다. 50%의 파과시점을 기준으로 기존응집의 경우 240일 동안 사용된 활성탄양은 0.248g으로 운전기간 동안 사용된 원수량 3.98L를 나눠 원수 처리량 1ton을 기준으로 환산하면 ton당 62.5g의 활성탄을 사용하는 것을 알 수 있다. 또한 슬러지량은 28mg/L, 따라서 ton당 28g이 발생하며, PAC 사용량(5mg/L)은 0.0475mL/L로 ton당 0.048L를 사용하게 된다.

강화된 응집의 경우 240일 동안 활성탄을 교체하지 않으므로 활성탄 소모량은 0.145g이 되며, 기존응집과 같이 원수 처리량 1ton당 36.4g을 사용하는 것을 알 수 있다. 슬러지 발생량은 43.89mg/L로 ton당 43.9g이 발생하며, PAC 사용량(15mg/L)은 1L당 0.1425mL를 사용하고 환산하면 0.143L/ton을 사용하게 된다. **Table 7**은 부평정수장 원수 처리량 1ton을 기준으로 경제성 평가 결과를 나타낸 것이다. GW와 달리 상대적으로 낮은 BW에서 기존응집과 강화된 응집에 따른 차이가 크게 나지 않은 이유는 낮은 탁도와 DOC의 농도로 사료된다. 특히 강화된 응집에 의한 응집제의 사용량이 GW에 비교하여 약간 높았고 활성탄의 사용량도 높은 것으로 나타났다. 강화된 응집에 의한 수명 연장 기간이 110일이었으나, 기존응집과 비교하여 2배에 미치지 못하여 활성탄 사용량이 GW와 비교하여 높게 나타났다. 이 경우도 강화

상하수도학회지, 논문
19권 4호, pp. 473-479, 2005

Table 7. Economical evaluation after CC and EC using BW water

	단가	con. co 사용량	con. co 실제비용	enhanced co. 사용량	enhanced co. 실제비용
PAC(10.5%) 사용 비용	130,000원/ton	0.048L	1	0.143L	3.0
슬러지처리비용 (운송비용포함)	23,765원/ton	28g	1	43.9g	1.43
활성탄 사용비용	1,400,000원/ton	62.5g	1	36.4g	0.58
합계			1		0.75

된 응집 후의 초기 DOC 농도인 1.6mg/L에서 재생이나 교체를 한다면 그 차이는 더 커질 수 있다. 사용되는 응집제의 양, 발생되는 슬러지의 양, 활성탄 사용량, 모든 인자에 대한 단가등에 의하여 비교값은 달라질 수 있다. 또한 DOC의 농도 그리고 탁도등과 같은 원수의 특성과 정수장의 운전 조건등에 의하여 달라질 수 있으나 경제성에 대한 평가를 수행함으로서 각 정수장에 따른 최적의 정수장 운전 조건이 무엇인가를 비교하는데 기초 자료를 제공할 수 있으리라 생각된다.

5. 결 론

정수처리공정에서 활성탄 흡착지를 운영하는 경우에 강화된 응집을 적용하는 것이 수질 향상뿐 만 아니라 경제적으로 어떠한 장점이 있는지를 평가하기 위하여 응집제의 양, 발생되는 슬러지의 처리비용 그리고 활성탄 흡착지의 수명 연장에 따른 활성탄의 사용율을 비교하여 경제성을 평가하였다. 활성탄 흡착지의 거동을 모사하기 위하여 Mini-column 실험이 적용되었다.

원수의 특성에 따라서 차이는 있었으나 강화된 응집을 적용함으로서 기존응집과 비교하여 응집제의 투여량을 2.5에서 3배 정도 더 투여하면 DOC의 농도를 최대 32% 더 제거할 수 있는 것으로 나타났다. 강화된 응집에 의하여 활성탄 흡착지의 수명을 60일에서 최대 110일 정도 연장할 수 있는 것으로 나타났다.

또한 정수처리비용을 비교한 결과 활성탄 흡착지에서 자연유기물질의 파과가 50%에 도달하였을 때 교체한다고 가정하였을 때 처리비용을 25%에서 최대 44%까지 절감할 수 있는 것으로 나타났다. 하지만 이는 절대적인 비교값은 아니며 사용되는 응집제의 양, 발생되는 슬러지의 양, 활성탄 사용량, 모든 인자에 대한 단가등에 의하여 비교값은 달라질 수 있다. 또한 DOC의 농도 그리고 탁도등과 같은 원수의 특성과 정수장의 운전 조건등에 의하여 달라질 수 있으나 경제성에 대한 평가를 수행함으로서 각 정수장에 따른 최적의 정수장 운전 조건이 무엇인가를 비교하는데 기초 자료를 제공할 수 있으리라 생각된다.

사 사

본 연구는 숭실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음.

참고문헌

홍성호, 김성진, 오현제 (2003) 강화된 응집이 활성탄 흡착에 미치는 영향, *상하수도학회지*, **17**(3), pp.378-385.

Crozes, G., White, P., and Marshall, M. (1995) Enhanced Coagualtion: its Effect on NOM Removal and Chemical Costs, *J. AWWA.*, **87**(1), pp.78-89.

Krasner, S.W., and Amy, G. (1995) Jar Test Evaluations of Enhanced Coagulation, *J. AWWA.*, **87**(10), pp.93-107.

Semmens, M.J., Staples, A.B., Hohenstein, G. (1986) Influence of Coagulation On Removal of Organics by Granular Activated Carbon, *J. AWWA*, **78**(8), pp.80-84.

Hopper, S.M., Summers, R.S., Solarik, G. and Owen, D.M. (1996) Improving GAC Peformance by Optimized Coagulation, *J. AWWA*, **88**(8), pp.107-120.

White, M.C., Thompson, J.D., Harrington, G.W. and Singer, P.C. (1997) Evaluation Criteria for Enhanced Coagulation Compliance, *J. AWWA*, **89**(5), pp.64-77.