

# 비중이 다른 미세입자의 투입에 따른 정수장의 응집 효과 분석

## The Analysis of Coagulation Effect in the Water Treatment Plant by Input of Micro-Particles having Different Specific Gravity

권영빈\*, 최계운\*\*, 이주경\*\*\*, 박효선\*\*\*\*

*Young-bin Kwon, Gye-woon Choi, Joo-kyoung Lee, Hyo-seon Park*

---

### 요 지

현재 상수시설의 경우 갈수록 악화되는 수질과 정수장의 유지관리 인원 상주의 어려움, 기존의 응집, 침전, 여과 정수처리 시스템의 처리성능 증대에 따른 한계성에 직면한 상황이다. 안정적으로 수질의 개선을 통한 장치의 콤팩트화, 유지관리가 편리한 고도정수 수질기준에 만족하는 정수처리 시스템이 필요하다. 본 연구에서는 기존의 정수처리 시설인 혼화지에 응집제와 함께 다양한 비중을 가지고 있는 모래입자를 투입하여 응집제와 모래의 결합에 따른 탁도 제거효율과 슬러지의 양을 비교하였으며, 침전지내에 정류벽을 설치하여 침전지 초반에 가라앉을 수 있도록 유도하여 탁도 및 슬러지양을 비교하였다. 응집제만 투입한 경우보다 시료를 투입한 경우가 탁도제거율과 슬러지양이 상승하는 것을 볼 수 있으며 그중에서도 규사의 경우가 가장 많은 탁도제거율의 상승을 나타냈다. 또한 이중 정류벽을 설치하여 탁도 및 슬러지양을 측정된 결과 이중정류벽을 설치하지 않은 경우보다 탁도제거율 및 슬러지양 또한 높게 측정되었으며 슬러지의 양 또한 침전지 앞부분에 집중되는 것으로 나타났다. 이러한 경우 상기 플럭의 질량이 증가하기 때문에 처리속도를 높이고, 체류시간을 줄이고, 처리를 효율적으로 안정되게 수행하는 것이 가능하다. 본 연구결과를 바탕으로 정수시설의 설치에 있어 시료와 이중정류벽을 함께 사용할 경우 응집제의 절감 또는 침전지의 콤팩트화를 가져올 것으로 예상된다.

**핵심용어 : 정수처리, 미세입자, 탁도제거, 이중정류벽, 콤팩트화**

---

## 1. 서 론

갈수록 악화되는 수질과 기존 수도설비의 노후화가 심각해지고 숙련된 수도 기술자가 부족한 실정에 있다. 또한 기존 응집, 침전, 여과 정수처리 시스템의 처리성능 증대와 한계성에 직면한 상황이다. 따라서 안정적으로 수질의 개선을 통한 장치의 콤팩트화, 유지관리가 편리한 고도정수 수질기준에 만족하는 정수처리 시스템이 필요하다.

정수처리공정중의 응집공정은 응집제 주입 후 급속히 교반시켜 균등하게 혼합해주는 급속혼화

---

\* 정회원 · 인천대학교 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : 2000kyb@naver.com  
\*\* 정회원 · 인천대학교 토목환경공학과 교수 · E-mail : gyewoon@incheon.ac.kr  
\*\*\* 정회원 · (주)이산 수자원부 · E-mail : jkno1@isg.kr  
\*\*\*\* 정회원 · 인천대학교 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : kokomanara@hanmail.net

와 입자의 충돌속도를 가속시킴으로서 전기적으로 불안정한 콜로이드 입자를 침전성이 있는 크기의 입자로 뭉치게 하는 것으로 고액분리 효율을 높여주는 중요한 공정이다.

프랑스OTV사에서 개발한 Actilfo Process에 의하면 Micro Sand형태로 모래를 주입하면 입자주위로 생성된 플록의 밀도가 상당히 증가하고 응집속도와 침강속도가 증가한다고 하였다.

본 연구에서는 혼화지와 침전지 사이에 마이크로샌드 투입장치를 설치하고 침전지 앞부분에 일종의 정류벽의 설치로 인해 고속응집, 침전처리장치의 설치에 따른 효과를 알아보기 위하여 연구를 진행하였다. 이는 혼화지에서 투입되는 약품과 함께 모래를 투입하여 좀 더 큰 플록을 형성하고, 침전 초기에 플록들이 가라앉는 결과를 가져와 침전지의 콤팩트화가 가능하게 한다.

## 2. 실험장치 및 실험방법

### 2.1 실험장치의 구성

본 연구에서는 비중이 다른 물질의 투입에 따른 콤팩트한 한국형 침전지의 검증을 위하여 정수 시설과 같은 처리계통도의 Pilot Plant를 설치하여 실험을 실시하였다.

혼화지에서는 임펠러를 설치해 약품이 급속 혼화 되도록 설계 하였으며 급속혼화지에서 유입된 응집제가 단시간 내에 유입된 원수와 골고루 확산되도록 작용하게 된다. 또한 응집지 1, 2, 3단을 지날수록 임펠러의 속도를 낮추어 플록을 형성하는데 보다 좋은 응집효과를 낼 수 있도록 하였다.

탁도의 측정위치는 유입수와 혼화지, 응집지 1, 2, 3단, 그리고 침전지와 유출수를 측정하였으며 Pilot Plant의 모식도 및 탁도 측정위치는 그림 2.1과 같다. 유량조절조를 통해 유입된 원수는 혼화지에서 약품과 시료와 함께 교반되어 플록을 형성하며 응집지 1, 2, 3단을 지날수록 큰 플록을 형성하여 침전지에 가라앉게 된다.

정류벽의 경우 유공율이 6%~8%정도로 설계하는 것이 바람직하며 응집지와 침전지에 설치된 정류벽은 그림 2.2와 같다.

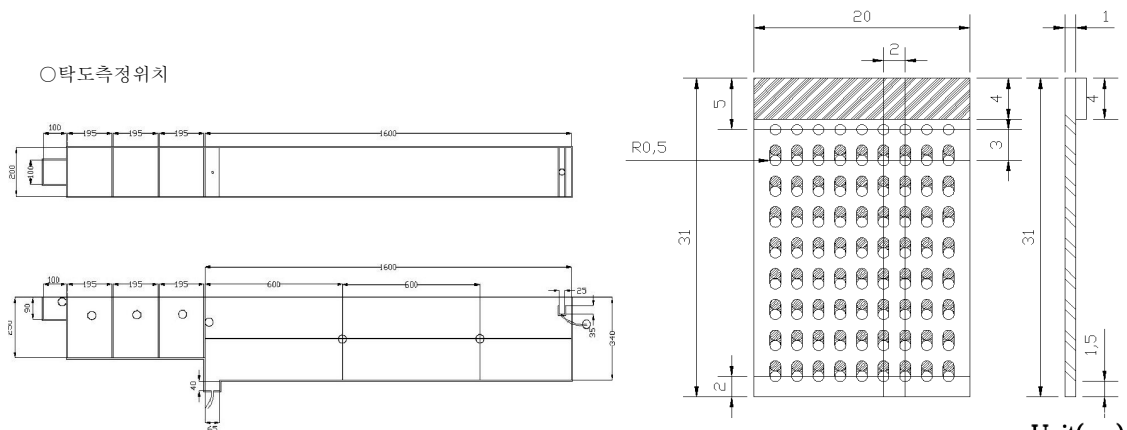


그림 2.1 Pilot Plant 모식도

그림 2.2 정류벽

### 2.2 실험방법

본 연구를 수행하기에 앞서 응집제의 투입량의 결정과 시료의 양을 결정하기 위하여 Jar-Test를 이용하였으며, 응집지 속도결정 실험은 혼화기의 rpm을 비롯한 약품투입량과 원수의 체류시간

을 일정하게 고정하고 응집지의 rpm속도를 변화시켜 실험이 동일한 조건에서 진행될 수 있도록 하였다. 시료의 투입량이 결정되면 응집지의 3단과 침전지에 유공율의 조정이 가능한 유공이 하향하는 형태의 정류벽을 설치하여 실험을 수행하였다. 유공이 하향하는 정류벽의 설치시 시료들과 응집을 이룬 플록들이 침전지의 앞부분에 침전될 것으로 예상되며 본 실험을 통하여 침전지의 컴팩트화가 가능할 것으로 판단된다.

### 3. 시료투입시 탁도변화

Jar-Test의 결과를 바탕으로 실험을 하였다. 투입시료의 경우 작은 입도지수의 규사, 큰 입도지수의 규사, 주물사, 유리규사를 투입하여 실험을 하였다. 작은 입도지수의 규사는 53~300 $\mu\text{m}$ 의 석영으로 이루어졌으며 입도지수는 86.51이고 큰 입도지수의 규사는 70~270 $\mu\text{m}$ 의 석영으로 이루어졌으며 입도지수는 91.01로 나타났다.

#### 3.1 각 시료별 탁도제거율

시간별 시료별 탁도제거율을 계산하여 어떤 시료를 사용하였을 때 가장 좋은 탁도제거효율이 있는지를 판단하였다. 실험의 조건은 동일하게 설정하였으며 3시간에서 8시간까지 고르게 탁도와 슬러지양을 측정하였다. 응집제만 투입한 경우 최고 탁도제거율은 응집제의 투입 6시간 후로 78.41%로 측정되었으며 작은 입도지수 규사를 투입한 경우는 역시 6시간 후로 85.03%로 응집제만 투입한 경우보다 7%정도 높은 탁도제거율을 보이는 것으로 나타났고 대부분의 실험에서 약품 투입 후 6시간 경과후가 가장 높은 탁도제거율을 나타냈으며 시간이 지남에 따라 다시 탁도제거율이 낮아지는 것을 볼 수 있다. 그림 3.1은 시료별 시간변화에 따른 탁도제거율(%)을 나타낸 그래프이다.

표 3.1 각 시료별 탁도제거율 (Unit : %)

실험조건 약품 주입후	응집제만 투입시	작은 입도지수 규사 투입	큰 입도 지수 규사 투입	주물사 투입	유리규사 투입
3시간	65.97	48.52	54.04	58.73	56.19
4시간	77.51	69.57	59.54	59.92	58.54
5시간	78.09	78.76	73.59	73.56	71.11
6시간	78.41	85.03	82.77	78.65	80.74
7시간	76.57	81.89	82.12	75.34	80.33
8시간	76.18	77.63	78.65	75.80	75.63

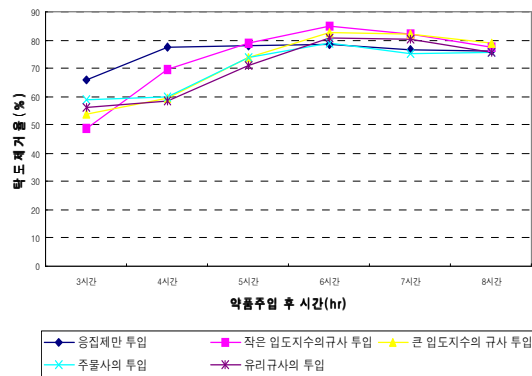


그림 3.1 각 시료별 탁도 제거율

#### 3.2 이중정류벽 설치에 따른 탁도 측정

응집제만 투입하여 실험한 결과를 바탕으로 응집지 3단의 뒷부분과 침전지 앞부분에서 10cm 지점에 이중정류벽을 설치하여 슬러지가 침전지 앞부분에 가라앉을 수 있도록 유도하였으며 이 결과는 침전지의 컴팩트화를 가져올 것으로 예상된다.

작은 입도지수의 규사를 투입하여 실험한 결과 최고 탁도제거율은 90.72%로 응집제만 투입한

경우보다 12%정도 높게 나타났으며 이 수치는 실험 중에서 가장 높은 탁도제거율을 나타낸다. 큰 입도지수의 규사를 투입한 결과 최고의 탁도제거율은 87.78%로 나타났다.

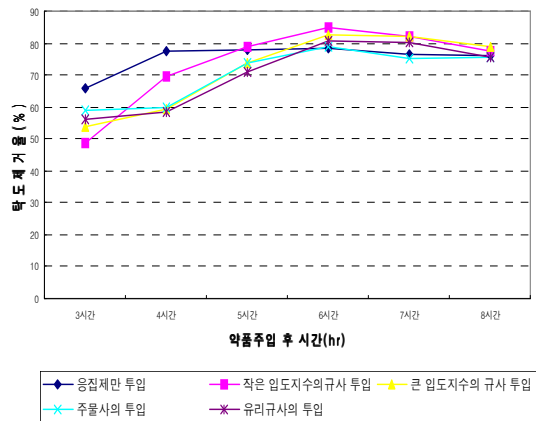


그림 3.2 이중정류벽 설치시 각 시료별 탁도제거율

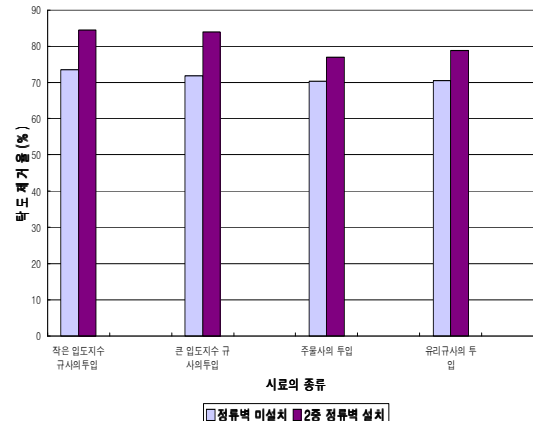


그림 3.3 이중정류벽 설치 유·무에 따른 탁도제거율 비교

정류벽 설치 유·무에 따라 탁도 제거율을 비교 분석하였다. 그림 3.3은 정류벽 설치 유·무에 따른 탁도제거율을 나타낸다.

큰 입도지수 규사의 경우 정류벽을 설치하지 않은 경우 72%이던 탁도제거율이 84%로 12%나 상승하여 가장 높은 탁도제거율을 보였다. 주물사의 경우 정류벽을 설치하지 않은 경우 보다 약 7%상승하여 가장 낮은 제거율을 보였다. 이 결과는 정류벽 설치시 침전지 초반에 슬러지들이 많이 가라앉아 유출수의 경우 많은 슬러지들이 배출되지 않는 것으로 판단된다.

#### 4. 각 시료별 슬러지 측정값

2중 정류벽을 설치하였을 경우 슬러지를 측정하였다. 슬러지의 측정위치는 유입구로부터 10cm, 30cm, 50cm, 70cm, 90cm, 110cm, 130cm에서 측정하였다. 작은 입도지수의 규사의 경우 침전지 10cm부근의 경우 정류벽이 설치된 바로 뒷부분이기 때문에 다른 실험보다 많은 슬러지가 쌓이는 것을 볼 수 있으며 30cm 또한 정류벽의 영향으로 많은 슬러지가 쌓이는 것을 볼 수 있다. 그러나 90cm 이후의 지점에서는 슬러지 양이 급격히 줄어드는 것으로 측정되었으며 시간이 지나도 슬러지가 조금씩 쌓이는 것으로 측정되었다. 큰 규사입자의 경우 슬러지의 증가가 침전지 앞부분에서는 급격히 늘어나지만 뒷부분으로 갈수록 증가의 양이 미비한 것으로 나타났다. 주물사의 투입시 슬러지양은 정류벽 설치부분에서 가장 가까운 20cm지점에서 가장 높게 나타났으며 70cm부터 급격히 줄어드는 것을 볼 수 있다. 유리규사의 경우 슬러지의 양은 정류벽이 설치된 앞부분에서 가장 많이 쌓이며 침전지 하류부에서는 시간이 지나도 슬러지 양이 적은 것이 특징이다.

실험 결과를 바탕으로 이중 정류벽을 설치하여 원수의 탁도에 따라 슬러지량을 비교분석하여 결과값을 도출하였다. 유입원수에 따른 슬러지 값은 작은 입도지수의 규사의 경우가 가장 높게 측정되었으며 큰 입도지수의 규사, 유리규사, 주물사의 순으로 나타났다. 침전지 10cm부근의 경우 정류벽이 설치된 바로 뒷부분이기 때문에 다른 실험보다 많은 슬러지가 쌓이는 것을 볼 수 있으며 30cm이후에 급격히 그 값이 줄어드는 것을 볼 수 있는데 정류벽의 설치로 인해 침전지 뒷부분의 값이 급격히 줄어드는 것으로 판단된다.

표 4.1 각 시료변 슬러지 측정값

유입구로부터 약품 투입후	10cm	30cm	50cm	70cm	90cm	110cm	130cm
규사(1)의 투입	1.08	0.92	0.77	0.53	0.31	0.10	0.07
작은규사 입자투입	1.97	1.77	0.69	0.48	0.16	0.11	0.07
큰 규사 입자투입	1.88	1.67	0.70	0.39	0.20	0.07	0.07
주물사 투입	1.76	1.65	0.60	0.45	0.27	0.08	0.06
유리규사 투입	1.80	1.62	0.68	0.47	0.27	0.11	0.09

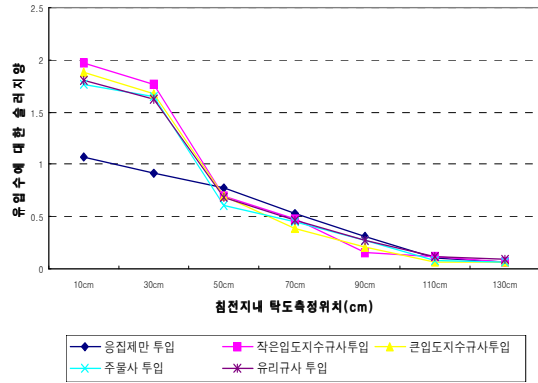


그림 4.1 각 시료별 슬러지 측정값

## 5. 결 론

시료의 투입과 침전지내 정류벽의 설치 유·무에 따른 침전지내 효과 검토를 위하여 Pilot Plant를 설치하여 효과를 검토하였다. 탁도와 슬러지양을 측정하여 실험결과를 비교하였으며 결과는 다음과 같다.

첫째, 예비실험을 통하여 결정된 결과값을 바탕으로 응집제와 시료를 투입하여 실험한 결과 응집제만 투여시 78%이던 최고 탁도제거율은 입도지수가 작은 규사의 투입시 85%로 상승하였고 슬러지의 측정값도 응집제만 투입시보다 0.38cm 상승하여 가장 큰 효과를 보였다.

둘째, 침전지내 정류벽을 설치하여 탁도를 측정한 결과 응집제만 투입시 78%이던 탁도제거율이 입도지수가 작은 규사의 투입시 91%로 약 13%정도 상승하여 가장 큰 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이 결과는 침전지내 정류벽을 설치하지 않은 경우보다 5~6%정도 상승한 결과로 침전지내 정류벽의 설치에 따른 효과로 판단된다. 침전지내 정류벽을 설치한 경우 침전지 뒷부분으로 갈수록 슬러지 양이 급감하는 것을 볼 수 있는데 정류벽의 설치의 효과로 판단된다.

셋째, 본 연구결과 응집제와 시료를 동시에 투입할 경우 탁도제거율과 슬러지의 양이 늘어나는 것으로 나타나 향후 시료에 대한 다양한 연구가 이루어질 경우 응집제 사용량의 감소 및 응집 침전효과 개선이 기대된다. 또한 침전지내 정류벽의 사용시 탁도제거율이 증가하였으며 정류벽의 설치로 인해 침전지 앞부분의 슬러지양이 증가하는 것으로 나타나 이 결과를 정수처리공정에 적용할 경우 침전지의 콤팩트화가 예상된다.

## 참 고 문 헌

1. OTV. (1994). "Depolluer Les Eaux Pluviales, contribution a l'elaboration d'une strategie" collection OTV
2. Guibelin, E., Desalle, F and Binot, P.. (1994). "The Actiflo process: Ahighly compact and efficient precess to prevent water pollution by stormwater flows" Wat. Sci. Tech 30. pp.88-86
4. 최계운. (1992). "정수처리 능력 향상에 관한 연구". 한국수자원공사,
5. 최계운, 김기형, 김현수, 전영호, 김동우, 이호선, 장연규. (2002). "P.D.F. 도류벽의 설치효과에 관한 분석 연구 보고서"