

정수지내 도류벽의 설치효과에 관한 연구

최계운* · 오전영호** · 김영규**

1. 서론

정수처리 시스템에서 염소접촉조는 침전지를 통과한 원수에 대하여 미생물 및 오염물질을 제거하기 위한 장치이며 염소접촉조내 도류벽은 원수에 대한 염소의 접촉시간을 극대화하기 위하여 염소접촉조내 설치되는 격벽(Baffle)을 말한다. 염소를 원수와 혼합하는 과정에서 접촉시간은 염소의 소독효율에 영향을 미치는 중요한 요소이며, 일반적으로 충분한 접촉시간을 유지하기 위하여 격벽을 이용한 교반방식을 사용하고 있다. 그러나 이러한 격벽식 정수처리구조물중의 일종인 염소접촉조에 대한 관련 서적이거나 설계기준 등에도 도류벽의 형태나 그 혼합효과가 타 공정에 비하여 비교적 간략히 소개되어 있는 것은 염소접촉에 대한 중요성이 낮아서가 아니라 혼합현상이 매우 복잡하고 흐름에 따라 상당히 영향을 받고 있어 이에 대한 정형을 표현하기가 쉽지 않기 때문이다.

현재 국내 정수장의 경우 시설의 규모나 처리방식에 관계 없이 동일한 염소접촉조의 형태를 가지고 있으며 주로 침전지 유출부에 도류벽이 설치되고 있다. 또한 설치되어 있는 도류벽들이 대부분 콘크리트로 제작되어 있어 현장에서의 제작설치에 어려움을 겪고있을 뿐만 아니라 설치된 도류벽이 과학적인 접근에 의하여 설치되기보다는 단순히 상수도시설기준을 준수하는 수준에 머무르고 있어 유입수의 조건 등에 상관없이 거의 일정한 형태를 가진 도류벽이 설치되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 염소접촉조내에서 도류벽의 형태를 변화시켜 3가지 형태의 도류벽에 대한 도류효과를 실험을 통하여 분석하고자 한다. 정수처리시스템의 Pilot Plant를 이용한 실험을 통하여 도류벽 설치에 따른 흐름을 검토하고, 여러 형태의 도류벽 설치에 따른 효과를 유속 및 흐름 상태 등을 통하여 분석하였다

2. 실험장치의 원리 및 운영

2.1 Pilot Plant의 설치

실험을 위한 Pilot Plant는 실제 정수장에서의 적용성을 위하여 가능한 한 실제 정수장과 동일한 체류시간 유지가 가능토록 하였으며, 기존 정수장의 사용 응집제인 PACS를 사용하도록 하였고 혼화지에서 약품투입이 이루어지고, 이어서 3단의 응집공정과 침전공정을 거치도록 하였다. Pilot Plant는 투명 아크릴로 제작하여 실험시 육안 확인이 용이하도록 하였다.

* 인천대학교 토목환경시스템공학과 교수
** 인천대학교 토목환경시스템공학과 석사과정

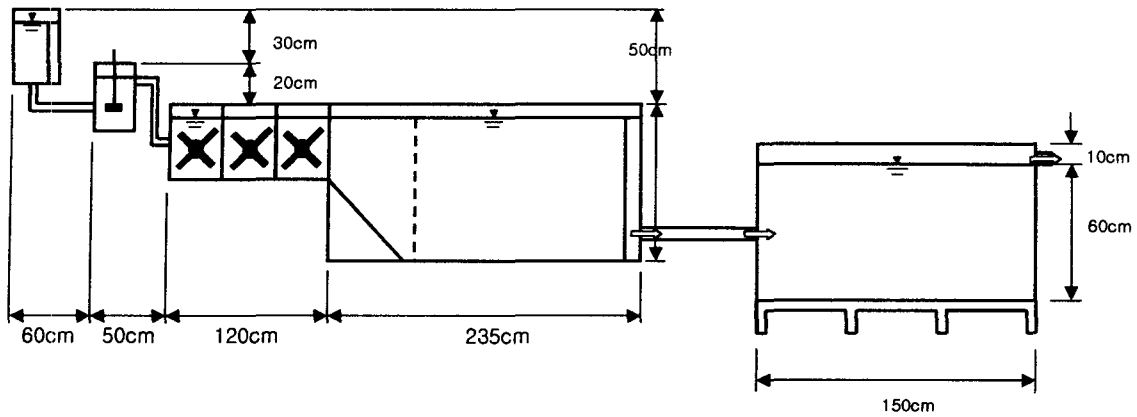
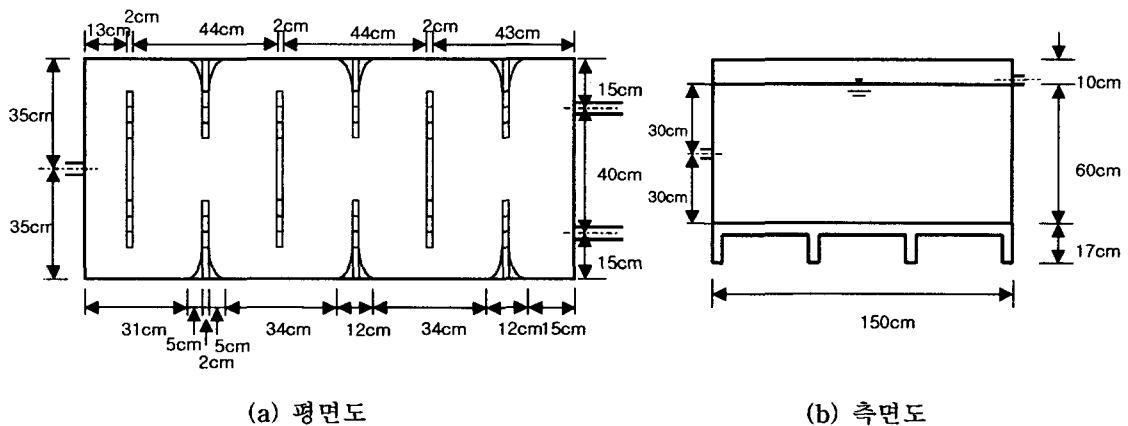


그림 1. Pilot Plant 설치단면도

본 연구를 위하여 제작한 Pilot Plant는 그림 1과 같이 크게 유량조절조, 혼화지, 응집지, 침전지 그리고 염소접촉조로 구분된다. 유량조절조는 공급되는 원수량을 일정하게 조절하고, 혼화지는 G 값에 따른 회전수를 가변 운영하도록 변속모터를 설치하였으며, 응집제의 주입은 정량펌프를 이용하였다. 응집지는 3단의 플러형성조로 나누어지며, 패들형 횡축교반기가 변속모터로 운용되고 각각의 플러형성조는 정류벽으로 구분하여 주변영향을 최소화 하였다. 또한, 침전지는 체류시간을 2시간으로 하여 처리유량은 12m³/day로 하였으며 수심 1.0m, 용적을 1.254m³으로 하였다. 염소접촉조는 체류시간을 1시간으로 하여 수심 60cm, 용적을 1,050m³으로 하였다.

2.1 염소접촉조의 제작

일반적으로 염소접촉조의 형태는 일방향 형태로 이루어져 있으며, 염소접촉조 내부에 도류벽을 균등하게 배치하여 원수의 흐름을 유도하는 방식을 사용하고 있다. 그러나 본 실험에서 사용된 도류벽은 그림 2와 같이 염소접촉조 내부에서 단방향이 아닌 양방향 흐름을 유도하도록 배치하였다.



(a) 평면도

(b) 측면도

그림 2. 염소접촉조의 개략도

도류벽의 길이는 각각의 도류벽 형태에 따른 흐름의 변화를 알아보기 위하여 길이의 변화를 최대 30cm 이상 연장이 가능하도록 제작하였으며, 각각의 도류벽 형태에 따라서 발생하는 원수의 흐름 상태에 대한 변화를 측정하도록 하였다. 도류벽의 형태에 따른 실험을 실시하기 위하여 A-Type, B-Type, C-Type의 3가지의 형태로 도류벽을 설치하여 실험을 하였으며, 흐름에 대한 유속을 측정하기 위하여 X,Y,Z 방향에 대하여 3차원 유속이 측정 가능하고 최소 0.01mm/sec의 유속측정이 가능한 NDV 초음파유속계를 사용하였다. 본 실험에서는 NDV 초음파유속계를 사용하여 수심 10cm, 30cm, 50cm 지점에서 유속측정을 하였다. 실험에 이용된 도류벽의 형태는 그림 3과 같다.

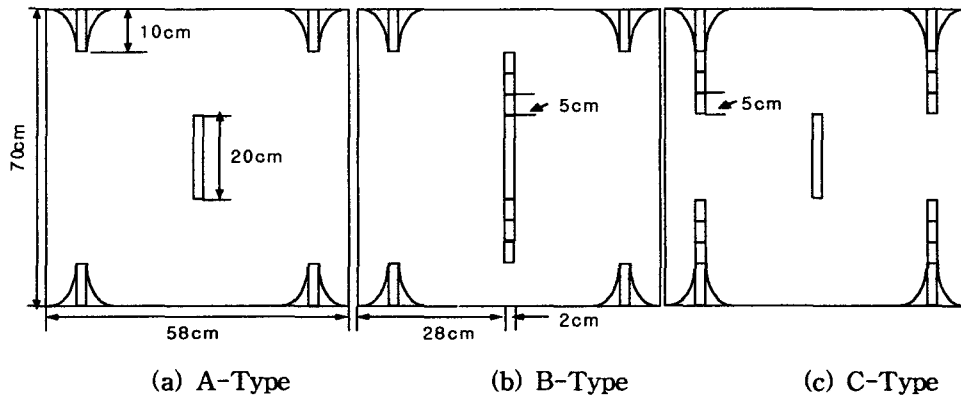


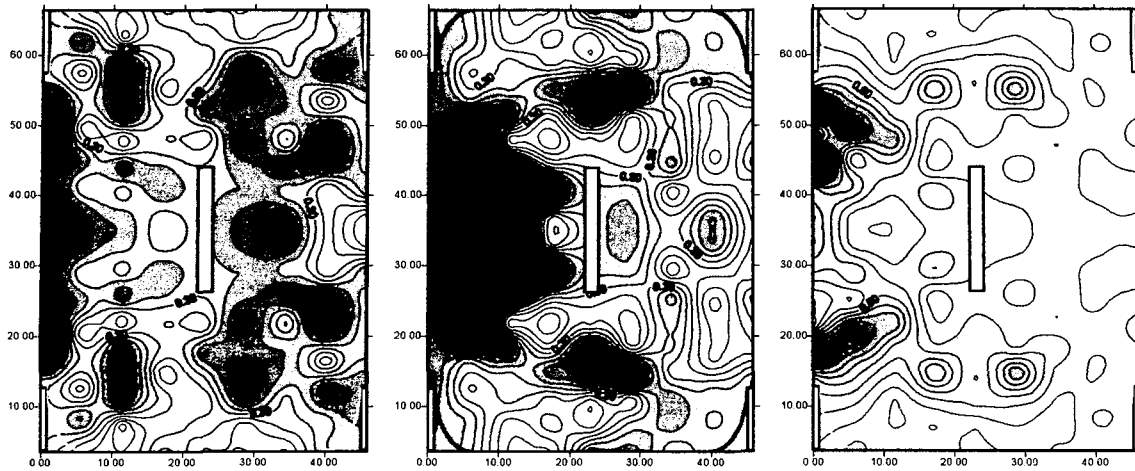
그림 3. 도류벽의 형태 (A, B, C-Type)

3. 실험결과와 분석

각각의 도류벽의 형태에 따른 유속의 분포는 그림4,5,6과 같다. 측정 위치는 각 형태별로 수심 10cm~50cm 까지 20cm 간격으로 측정하여 각 측정당 30초간의 유속을 평균하여 표현하였다.

3.1 A-Type 도류벽

그림 4에서 보는바와 같이 A-Type의 유속 분포는 유입초기에서 빠른 유속분포를 보이며, 흐름이 진행되는 과정에서 중앙에 설치된 도류벽을 기준으로 점차 유속이 크게 감소하는 결과를 보인다. 유속은 30cm 수심에서 유입 초기에 가장 큰 값을 보이고 있는데, 이는 염소접촉조내 원수의 유입이 관을 통해 유입되기 때문으로 판단된다. 또한 상부인 50cm 수심에서는 유속변화가 매우 적게 나타나고 있다. 중앙에 설치된 도류벽을 지난후 부터는 유속의 변화가 적게 나타나고 흐름형태 또한 매우 단조로운 것을 알 수 있다. 수심에 따라 다소 차이가 있으나 유입부의 흐름에 비해 유출부의 흐름은 현저히 완화되어 도류벽에 의한 흐름의 혼합효과가 나타나고 있다.



(a) 수심 10cm

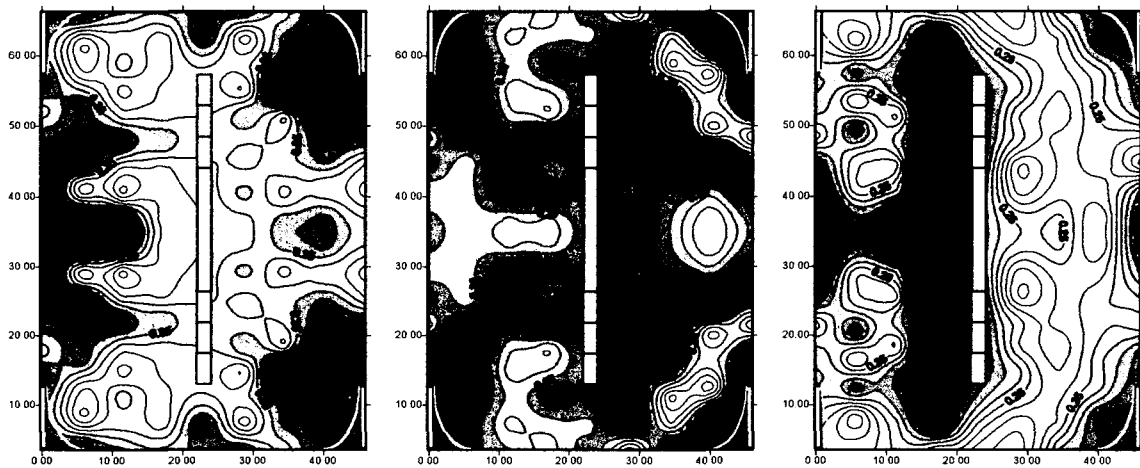
(b) 수심 30cm

(c) 수심 50cm

그림 4. A-Type 도류벽의 유속분포

3.2 B-Type 결과분석

그림 5에서 보이는 바와 같이 B-Type의 도류벽 형태에서는 각각의 유입수와 유출수의 수심에서 유속분포가 거의 일정한 값을 보이고 있다. 중앙부 도류벽의 영향으로 유입 초기와 도류벽을 지난 후 유출 되는 지점에서의 유속이 크게 나타나고 있어 도류벽은 전면에서 유속이 감소되었다가 유출부에서 다시 유속을 증가시키는 것으로 나타났다. B-Type의 경우 지역적으로 유속이 매우 낮은 부분이 적게 나타나고 있어 도류벽 전면부에서 흐름을 변화시킨 뒤 유출 부에서는 유입 상태와 유사한 흐름을 유지시키는 것으로 판단된다.



(a) 수심 10cm

(b) 수심 30cm

(c) 수심 50cm

그림 5. B-Type 도류벽의 유속분포

3.3 C-Type 결과분석

그림 6과 같이 C-Type의 유속분포는 매우 불규칙적으로 나타나고 있으며, 대칭적인 모습이 아닌 부분적으로 유속의 집중현상이 일어나고 있어 혼합효과가 큰 것으로 판단된다. 이것은 유입되는 부분의 단면의 면적이 크게 줄어들어 증가된 유속이 접촉조 내에서 단면확대로 다시 유속이 감소하기 때문으로 판단된다. 중간부 도류벽은 유입부의 빠른 유속을 일시적으로 변화시키고 도류벽 직후에서 유속을 감소시킴으로써 접촉조내의 흐름이 단순하게 유지되는 것을 방지하는 것으로 판단된다.

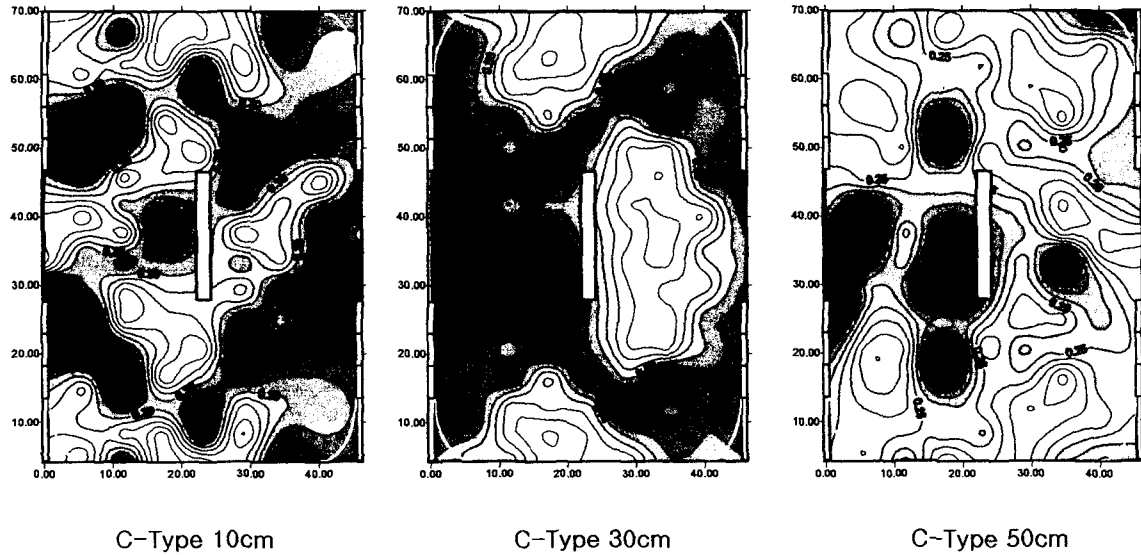


그림 6. C-Type 도류벽의 유속분포

4. 결론

본 실험에서는 염소접촉조에서 사용되고 있는 도류벽에 대해서 각각의 도류벽의 형태에 따른 흐름의 상태를 파악하여 최적의 도류벽 형태를 도출하기 위해 A,B,C-Type 으로 분류를 하여 흐름의 형태를 파악하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 도류벽의 형태는 흐름에 대해서 많은 영향을 보이고 있고, 흐름의 형태는 염소의 반응접촉 시간을 증가시켜주는 역할을 하는데 있어서 큰 요인이 된다.
2. A-Type의 경우 유입부 흐름에 비해 유출부의 흐름을 완화시켜 접촉조내에서 상당한 흐름의 변화가 진행되는 것으로 나타났다.
3. B-Type의 경우 유입부의 유속이 유출부까지 그대로 유지되어 접촉조내의 흐름을 안정적으로 유지시키는 것으로 나타났다.

4. C-Type의 경우 유입부의 빠른 유속을 도류벽 전면에서 임시적으로 변화시키고 유출부의 유속을 다시 증가시키는 것으로 나타났다.

5. 접촉조내에 어느 한가지 형태의 도류벽을 일정하게 사용하는 것 보다는 각각의 도류벽 형태에 따른 흐름 특성을 파악하여 적절한 조합으로 구성하는 경우 염소접촉조 내에서 최대의 효율을 보일 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. K. Shiono, E. C. Teixeira, Turbulent characteristics in a baffled contact tank. Journal of Hydraulic Research. Vol 38. 2000, pp. 403~416
2. 건설기술연구원, 1992, "상수 수질향상을 위한 수처리 공정개선에 관한 연구"
3. 유명진, 조용모, 1996. "상수처리(정수의 기술)", 동화기술
4. 한국수자원학회. 1998, "상수도 공학의 이론과 적용"
5. 환경부, 1997, "기존 정수장 효율향상 기술"