

- 박사학위 연구논문

# 응집제의 주입량 및 압력변화에 따른 여과 특성 (下)



이 성 호

청림환경 C&C 대표이사  
(세명대학교 환경공학과 겸임교수)

## 목 차

### I. 서론

### II. 이론

1. 응집
2. 여과이론

### III. 실험

1. 시료
2. 실험장치
3. 실험방법
4. 실험결과 및 고찰

### IV. 결론

### V. 참고문헌

## III. 실험

### 1. 시료

백상지를 주로 생산하는 K제지 주식회사의 폐수를(폐수처리장으로 들어가기 전의 종합폐수) 채취하여 사용하였다.

이 폐수 100mL에 0.01g, 0.03g, 0.05g의 네 가지 응집제(FeCl<sub>3</sub>, Alum, CaCl<sub>2</sub>, polymer)를 각 첨가하여 시료를 제조하였다.

### 2. 실험 장치

본 실험에 사용된 여과기를 Fig. 10에 나타내었다.

여과기는 Air compressor와 Air tank를 설치하여 압력을 생성시켰으며, 각 실험에 필요한 압력은 Air filter를 거쳐 압력 조절기를 통하여 주입된다. 여과기는 외부에서 내부의 관찰이 가능한 아크릴제 여과기를 사용하였다. 또한 여과시간 변화에 따른 여액량을 측정하기 위해 Timer나 전자저울 및 Printer를 설치 사용하였다.

여과기를 살펴보면 위쪽에 Slurry 투입구와 압력 투입구가 있고 아래부분에 필터를 올려놓기 위한 천공판이 있다. 그리고 아래의 출구로 여과된 여액이 빠져나가게 된다.

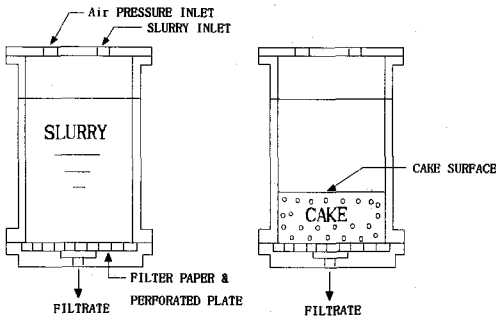


Fig. 10 Schematic diagram of experimental apparatus

### 3. 실험방법

1) 각 시료를 Jar Tester로 5분간 급속교반(150ppm) 시키고, 30분간 완속교반(50rpm) 시킨다.

\* 급속교반은 응집체가 고루 분산될 수 있도록 하기 위함이고 완속교반은 응집체가 Floc을 형성시킬 시간을 주기 위해서다.

2) 천공판 위에 무게를 측정할 GF(1μ)를 천공판 위에 공기가 들어가지 않도록 올려 놓는다.

3) 시료를 시료 투입구를 통해서 잘 저으면서 투입한다.

4) 시료 투입구를 잠근다.

5) Pressure regulator로 필요한 압력을 조절한다.

6) 압력 투입구로 압력을 주입 시키고 동시에 시간 간격에 다른 무게 측정기를 작동시키고 Timer로 시간을 측정한다.

7) 여과 종말점을 잘 확인하여 압력의 투입을 중단하고 여과종료 시간을 측정한다.

### 4. 실험 결과 및 고찰

#### 4.1 여과실험의 기구 및 분석

여과는 Cake의 두께와 비례하여 진행되는데 일정한 시간에 일정한 Cake가 비례하여 생긴다. 그리고 이 Cake은 여재로서 작용함으로써 액체로부터 고형분을 분리해서 청정한 여액만을 투과시키는 작용을 한다.

Fig.11~13까지는 FeCl<sub>3</sub>를 0.03g 첨가하여 49kPa의 압력에서 여과실험을 한 것이다. Fig.11에서는 시간의 증가에 따른 여액량을 나타내고 있다. 여과가 진행됨에 따라서 그 여액량은 일정 순간까지 고른 증가를 보인다.

그 이후로는 그 양의 증가가 없어지게 되는데 이것은 여과가 진행됨으로서 원액에 포함된 고형분은 Filter 위에 Cake을 형성하고 나머지 청정한 여액은 여재를 통과하여 투과되기 때문이다.

Fig.12는 시간에 따른 여액의 부피를 나타내는 것인데 이것은 무게를 여과기의 단면적으로 나누어 계산한 것이다. 여기서도 Fig.11과 마찬가지로 어느 점까지는 일정하게 증가하고 여과 종말점을 지나면 부피의 증가가 없어짐을 알 수 있다.

여과속도는

$$* V_m = (V_1 + V_2)/2 \cdot \cdot \cdot \cdot (V_x + V_{x+1})/2$$

$$* Dv/Dt = (w_1/a_1)/t_1 \cdot \cdot \cdot \cdot (w_x/a_x)/t_x$$

여기에서, V = volume, t = time(sec), w = weight, a = 단면적 Vm 값은 여과시간의 변화와도 비례하기 때문에 Dt/Dv값(여과속도)이 시간이 증가함에 따라서 감소된다. Dv/Dt값의 역수 값을 취하여 Fig. 13에 나타내었다. 이 그래프에서 보면 그 값이 일정한 간격으로 증가하다가 어느 지점에 이르면 급속하게 증가하는 지점이 있는데 그 지점이 바로 여과 종말점이다.

#### 4.2 일정한 압력과 응집제 주입에 따른 여과 특성

Fig. 14에서는 98kPa의 압력과 0.03g의 응집제를 주

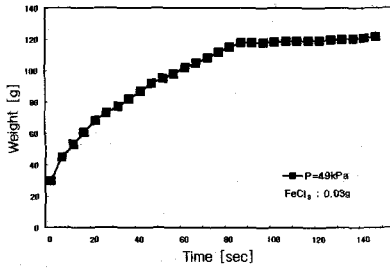


Fig. 11 Relation between filtration time and filtrate weight

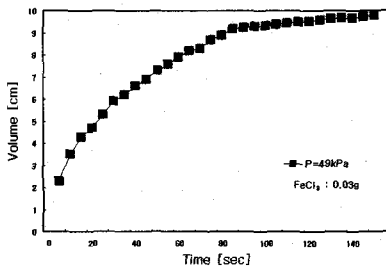


Fig. 12 Relation between filtration time and filtrate volume

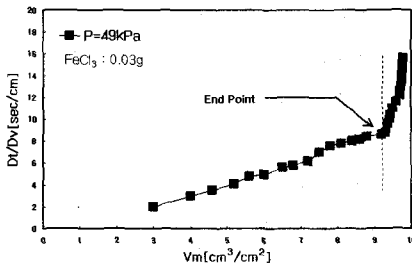


Fig. 13 Relation between Vm and Dt/Dv

입하였을때의 시간의 변화에 따른 여액량을 나타낸 그래프이다. 위와 같이 동일한 조건에서 여과 실험을 하였을 때 일정 여과시간에서 여액량이 가장 큰 것은 FeCl<sub>3</sub>이다. 즉 FeCl<sub>3</sub>는 타 응집제에 비하여 응집의 효과가 클 수 있다. CaCl<sub>2</sub>에 비하면 거의 2.5배의 응집효과가 큰 것이다.

Fig. 15에서 보면 Fig. 14의 반대 순으로 그래프가 형성되는데 이것은 낮게 형성될수록 여과 기간이 짧아짐을 뜻하는 것이므로 FeCl<sub>3</sub>가 가장 여과가 빨리 됨을 알

수 있다. 즉 Fig.14에서와 마찬가지로 FeCl<sub>3</sub>가 가장 여과가 잘 됨을 알 수 있다.

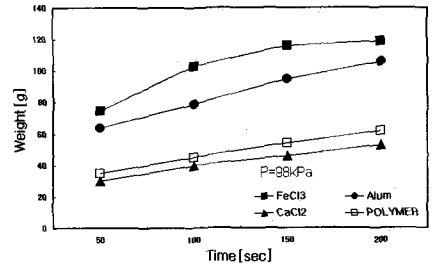


Fig. 14 Relation between filtration time and filtrate weight

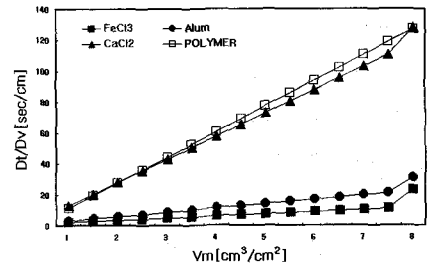


Fig. 15 Relation between Vm and Dt/Dv

#### 4.3 응집제 주입량에 따른 여과특성

Fig. 16은 0.01g, 0.03g, 0.05g의 응집제를 첨가하고 일정한 압력P(98kPa)에 따른 FeCl<sub>3</sub>의 여과특성을 나타낸 그래프이다.

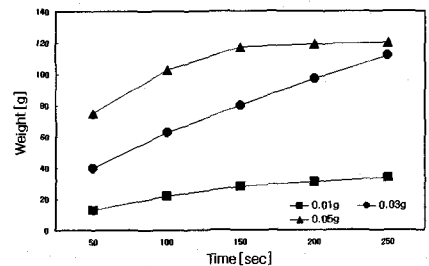


Fig. 16 Relation between filtration time and filtrate weight

응집제의 주입량이 많아질수록 단위 시간당 여과되는 여액량이 많아짐을 알 수 있다. 현탁액에 응집제가 첨가되면 Floc이 형성되어 침전성이 좋아지고 탈수성도 좋

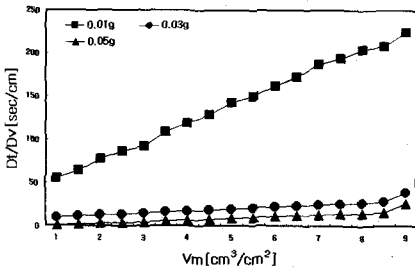


Fig. 17 Relation between Vm and Dt/Dv

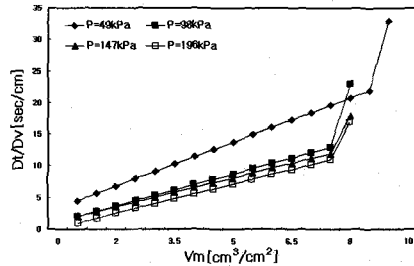


Fig. 19 Relation between Vm and Dt/Dv

아지게 된다. 즉 응집제 사슬의 가교결합에 의해 분산된 콜로이드 입자들이 응집이 되는 것이다. 그러므로 어느 정도 응집제의 양이 증가되어 첨가될수록 응집의 효과가 커지며 자연 탈수도 좋아지게 된다. Fig. 16에서도 응집제의 양이 가장 많은 0.05g일 때 가장 여과가 잘 되었다. 같은 단위시간에 여액량을 보면 0.05g일 때가 0.01g일 때보다 4배 정도 여액량이 많음을 알 수 있다. Fig. 17에서 보면 Fig. 16에서와 반대 방향으로 그래프가 형성되는데 이 역시 가장 낮게 형성된 0.05g이 가장 여과가 빨리되고 여과시간도 가장 짧음을 알 수 있다. 또한 여과가 끝나는 여과 종말점이 낮게 형성된다.

#### 4.4 압력의 변화에 따른 여과 특성

Fig. 18에서는 FeCl<sub>3</sub> 0.03g을 주입하고 압력을 49, 98, 147, 196kPa로 변화 시키면서 여과하였다. 같은 응집제 주입량에서 압력이 높을수록 단위 시간당 여액량이 많아지는 것을 알 수 있다. (49kPa와 98kPa의 압력

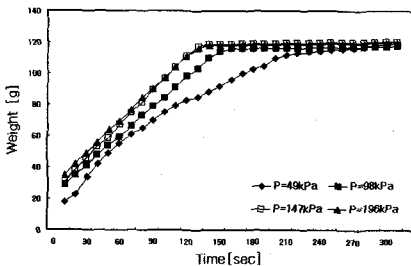


Fig. 18 Relation between filtration time and filtrate weight

이 가장 큰 차이를 보임) 압력이 높아 질수록 분산된 입자가 빨리 침전되고 여과도 빨리 된다. Fig. 19도 역시 다른 것과 마찬가지로 여과가 잘 될수록 그래프가 밀어서 형성되고 있고 여과시간도 가장 짧음을 알 수 있다.

#### 4.5 여과 특성에 따른 탁도의 변화

탁도는 수중의 현탁물질들에 의해서 빛이 흡수되거나 산란되는 정도를 나타내는 것이다.

Fig. 20에서 볼 수 있듯이 응집제의 주입량이 많아질수록 탁도가 증가한다. 원응집제의 색도에 영향을 받아 각 종류간의 응집제도 차이를 나타낸다.

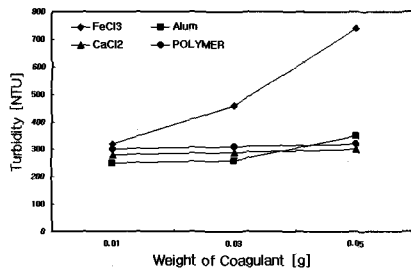


Fig. 20 Variation of the turbidity by the dosage of coagulants

## IV. 결론

1) 네 가지 응집제(FeCl<sub>3</sub>, Alum, CaCl<sub>2</sub>, Polymer)중에서 가장 여과 효과가 좋은 것은 단위 시간당 여액량이 많고 여과속도가 빠른 FeCl<sub>3</sub>였다.

2) 응집제의 주입량이 많아 질수록 여액량이 많고 여과속도가 빠르다.

3) 일정한 조건하에서 압력이 높아지면 여액량이 많아지고 여과속도가 빨라진다.

4) 여과를 시켜주면 여과전의 탁도에 비해 약 80~90%의 탁도가 제거된다.

이상의 결과로부터 여러 가지 조건의 변화를 주면서 본 실험을 한 결과 응집제의 증가 및 압력이 높아질수록 여과효율이 증가함을 알 수 있었으며, 폐수 부하량의 분석에 따른 결과와 여과속도 및 여액량과의 관계로부터 최적응집제의 선택과 주입량등의 결정이 가능하다고 사료된다.

## V. 참고문헌

1. Bennet. C. O. and Meyer. J. F., Momentum and Heat Transfer, 3rd edn, McGraw-Hill New York, Ch. 15. p. 224 (1982).

2. Britt. K. W., Unbehend. J. E. and Sridharan. R, Tappi. J. 69(7) p76 (1986).

3. Ingmanson, W. L., Tappi J. 35(10), 439 (1952)

4. Ingmanson, W. L. and Whitney. R. P., Tappi J. 37(11), 523 (1954)

5. Pires. E. C., Springer. A. M. and Kumar. V., Tappi J. 72(7), 149 (1989).

6. Shirato, M., T. Targaki, R. Mori and K. Sawamoto, J. Chem. Eng. Japan, 1, 86, (1968)

7. Shirato, M., T. Aragaki, E. Iritani, J. Chem. Eng. Japan, 13, 61 (1980)

8. Shirato, M., T. Aragaki, E. Iratani, M. Wakimoto, S. Fujiyoshi and S. Nanda, J. Chem. Eng. Japan, 10, 54, (1977)

