

## 수질-7 양이온 고분자전해질에 의한 수중 입자의 응집특성

김대경, 문창성<sup>1</sup>, 고병철, 이민규<sup>2</sup>, 감상규\*

제주대학교 환경공학과, <sup>1</sup>서귀포시동부하수처리장

<sup>2</sup>부경대학교 화학공학부

### 1. 서론

수처리 공정 중 응집 공정은 그 역사가 가장 오래된 방법일 뿐 아니라 오늘날에 있어서도 상수원수 또는 하·폐수의 처리에 적용되고 있는 물리화학적 공정으로, 이는 응집제를 주입하여 응집물의 생성을 촉진시켜 침전, 여과 또는 부상의 후속적인 공정의 수반에 의해 수중 입자 또는 유기물을 제거하는 것이다.

수처리 플랜트에서 응집제의 주입량은 일반적으로 운전자의 경험이나 주기적인 Jar-tests에 의해 결정된다. 그러나 갑작스런 홍수 등으로 상류 유역으로 높은 농도의 토사가 유입될 때 원수의 수질에 적절한 응집제의 주입량을 잘 못 조절하여 비효율적인 침강을 초래하고 또한 여과시간을 짧게 하여 궁극적으로 처리수의 수질이 수질 기준을 초과하는 경우가 자주 발생한다(Kan과 Huang, 1998). Kan과 Huang(1998)은 응집 공정에서 입자의 응집 상태를 모니터링하기 위해 Gregory(1984)에 의해 개발된 광도분산분석기(PDA)와 일반적인 자-테스터를 이용하여 응집제의 최적 주입량에서 처리수의 탁도 및 슬러지 부피를 비교·검토한 결과 전자는 후자보다 더 경제적이고, 효율적이라고 하였다.

본 연구에서는 응집제로서 수종의 고분자 전해질과 응집 모니터로서 PDA를 사용하여 다양한 탁도 현탁액에 대해 교반강도, 응집제 주입량, 탁도 농도 및 이온강도에 따른 응집특성을 살펴보았다.

### 2. 재료 및 방법

본 실험에서 사용된 탁도입자는 kaolin powder(Aldrich Chemical Co.)를 사용하여 15 NTU, 35 NTU, 55 NTU로 조제후 사용하였고, 입자 크기는 5.33~6.18  $\mu\text{m}$ 이다.

응집제로 사용된 양이온 고분자전해질은 Allied Colloids Ltd.에서 제공되었고, 이는 acrylamide와 dimethylaminoethyl acrylate의 copolymer인 P-A(20 % cationic, MW 2-3 x 10<sup>6</sup>)와 P-B(40% cationic, MW 2-3 x 10<sup>6</sup>), poly(2-hydroxypropyl-N,N-dimethylammonium chloride) (P-C, 100 % cationic, MW 3-4 x 10<sup>6</sup>) 및 poly(diallyldimethylammonium chloride) (P-D, 100 % cationic, MW 3-4 x 10<sup>6</sup>)으로 탈이온 증류수로 0.01 % 용액으로 조제하여 사용하였다.

300 mL 비이커에 kaolin 현탁액 200 mL (pH7.0)을 취하고, 응집제 일정량을 주입한 후 교반강도를 이의 영향 검토시에는 50-250 rpm으로, 기타 영향 검토에서는 200 rpm으로 하여 15분간 응집 실험을 행하였다. Microtube pump를 이용하여 직경 2.65 mm인 PVC tube를 통해 시료를 15 ml/min의 유량으로 연속적으로 통과시키면서 Flocculation

Index(FI)를 on-line 모니터링 하였다. 응집실험 후 제타 전위를 측정하고, 응집효율을 파악하기 위해 2시간 침전후 잔류탁도를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 교반강도의 영향

Fig. 1은 P-B에 의한 Kaolin 현탁액(55NTU)의 응집에 미치는 교반강도의 영향을 나타낸 것으로 50 rpm에서 200 rpm까지는 점차적으로 FI가 증가하는 것을 볼 수 있었으며, 250 rpm 에서는 빠른 속도로 응집이 일어나지만 약 8분 후기는 FI가 감소되는 것을 알 수 있었다. 다른 응집제에 의한 교반강도의 영향에서도 동일한 결과가 얻어 졌다. 따라서 기타 응집특성 연구에서는 교반강도를 200 rpm으로 하여 사용하였다.

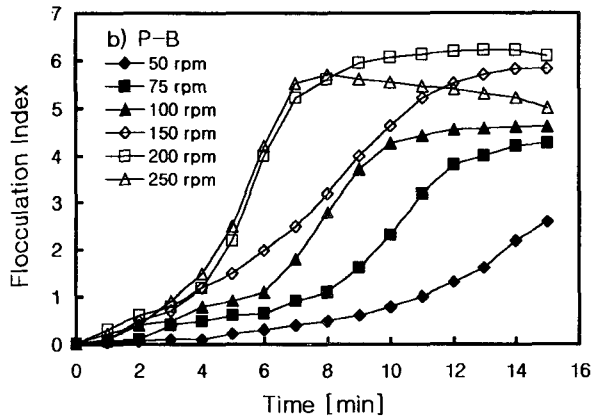


Fig. 1. The effect of mixing intensity (P-B : 0.4 mg/L, Turbidity : 55 NTU).

#### 3.2 응집제 주입량의 영향

최적 응집제 주입량까지는 응집제 주입량이 증가함에 따라 각 응집제별로 지체시간 (A 영역)이 감소하고, 일정한 응집속도를 보이는 C영역의 기울기는 증가함을 알 수 있었다. 그러나 최적 응집제 주입량을 초과하게 되면 입자의 재안정화가 일어나 지체시간이 길어 지고 FI는 감소함을 알 수 있었다. 각 응집제의 최적 주입량은 P-A, P-B, P-C 및 P-D에 대해 각각 0.75 mg/L, 0.4 mg/L, 0.05 mg/L, 0.04 mg/L으로 응집제의 전하밀도가 높을수록 응집제의 최적 주입량이 감소함을 알 수 있었다. 또한 이 주입량에서 입자의 제타 전위는 거의 0에 가까움을 알 수 있었다.

#### 3.3 탁도농도의 영향

Kaolin 현탁액(15, 35, 55 NTU)에 응집제를 주입한 경우 탁도가 증가할수록 FI가 증가하여 입자의 제거율이 증가하였으나, 탁도 증가에 따른 적정 주입량은 변화를 보이지 않았으며, 응집제별 제거효율은 P-D>P-C>P-B>P-A순으로 나타났다. 분자량은 비슷하

지만 전하밀도가 높은 P-B가 전하밀도가 상대적으로 낮은 P-A에 비해 제거효율이 양호한 것으로 보아 전하밀도가 높을수록 입자의 제거효율이 증가함을 알 수 있었다.

#### 3.4 이온강도의 영향

1가인 NaCl은 2가 MgCl<sub>2</sub>, CaCl<sub>2</sub> 보다 더욱 많은 양을 주입해야만 응집이 일어남을 알 수 있었고, 2가인 CaCl<sub>2</sub> 와 MgCl<sub>2</sub>의 경우, salt의 과량으로 주입되었을 경우에는 점차 입자가 재안정화 되는 경향을 보이고 있으며, 이는 Lee(1991)의 실험결과와 유사한 경향을 보이고 있다. 또한 각 salts에 따른 제거효율은 CaCl<sub>2</sub>>MgCl<sub>2</sub>>NaCl 순으로 나타났다.

#### 4. 결 론

PDA는 응집제의 주입량에 따른 입자의 응집상태를 효과적으로 모니터링할 수 있었고, 15-55 NTU의 탁도범위에서 각 고분자 전해질의 최적 주입량은 유사하였으며, 탁도가 증가할수록 FI 및 입자 제거효율은 증가하였고, 전하밀도가 높고 분자량이 낮은 고분자 전해질(P-C 와 P-D)은 전하밀도가 낮고 분자량이 큰 고분자 전해질(P-A 와 P-B)보다 FI는 낮았으나 최적주입량은 적었고, 탁도 제거효율은 증가하였다.

#### 감사의 글

본 연구는 2001년도 제주대학교 두뇌연구21사업에 의하여 지원되었으며 이에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- Gregory, J., 1984, Turbidity flocculations in flowing suspensions, *J. Colloid Interface Sci.*, 105(2), 357-371.
- Gregory, J. and L. Guibai, 1991, Effects of dosing and mixing conditions on polymer flocculation of concentrated suspensions, *Chem. Eng. Commun.*, 108, 3-21.
- Kam, S.K. and J. Gregory, 2001, The interaction of humic substances with cationic polyelectrolytes, *Water Research*, 35(15), 3557-3566.
- Kan, C.C. and C. Huang, 1998, Coagulation monitoring in surface water treatment facilities, *IAWQ 19th International Conference*, 21-26 June, Vancouver, Canada, Vol. 2, pp. 372-379.
- Lee, S.Y., 1991, The flocculation of charged particles in aqueous solutions by cationic polyelectrolytes, Ph.D. Thesis, University College London, 164pp.