

# 양이온성 고분자와 음이온성 콜로이드 실리카의 상호작용과 펄프 섬유유의 응집 특성

김 향수 · 이 학래

서울대학교 대학원 임산공학과

## 1. 서 론

제지 공정의 효율화 및 제품의 품질 향상을 위하여는 사용되는 보류시스템의 작용 기작에 대한 정확한 이해를 통하여 실제 적용 시의 변화를 예측하고 최적화를 모색하는 것은 매우 중요하다. 본 연구에서는 양이온성 고분자와 음이온성 콜로이드 실리카의 반응에 따른 고분자물질의 콘포메이션 변화를 평가하기 위하여 모세관 점도계를 이용한 점도 특성 변화를 평가하였으며 콜로이드 실리카에 의한 고분자의 수축현상을 지료의 침강부피를 측정하여 검토하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1 공시 재료

본 실험에서는 양이온성 고분자 전해질로는 옥수수전분, 찹옥수수전분 그리고 구아검을, 음이온성 콜로이드 실리카로는 Eka chemicals에서 제작된 BMA 590과 BMA 780을 이용하였다. 적용 시에는 모두 0.5%의 농도로 희석하여 사용하였다.

### 2.2 실험 방법

#### 2.2.1 점도 측정

점도 측정용 시료는 양이온성 고분자 수용액의 농도를 0.1, 0.5, 1.0%로 희석한 후 10 mL 채취하고, 고분자의 전건무게에 대해 음이온성 콜로이드 실리카의 무게가 0~40%가 되도록 농도를 조절한 시료 10 mL를 채취하여 20 mL가 되도록 하였다. 이 혼합액에 증류수 80 mL를 가하여

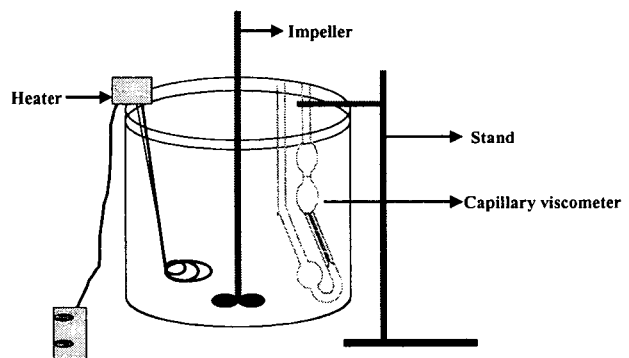


Fig. 1. Schematic drawing of the capillary viscosity measuring apparatus.

전체가 100 mL가 되도록 한 뒤, 다시 10 mL를 취하여 점도계에 넣고  $20 \pm 0.1$  °C 에서 10분 간 방치한 후 형성된 응집체의 점도를 평가하였다. 점도계는 Cannon Fenske type이었으며, 측정장치의 모식도는 Fig. 1과 같다.

### 2.2.2 펄프 섬유용 응집 특성

실험실용 Valley beater를 이용하여  $460 \pm 10$  mL CSF가 되도록 고해한 Sw BKP : Hw BKP = 7 : 3, 그리고 슬러리 상태의 중질탄산칼슘(GCC) 25%를 혼합하여 지료를 조성한 후 Fig. 2에 제시된 방법과 같이 보류상제의 투입순서를 달리하여 실험을 진행하였다.

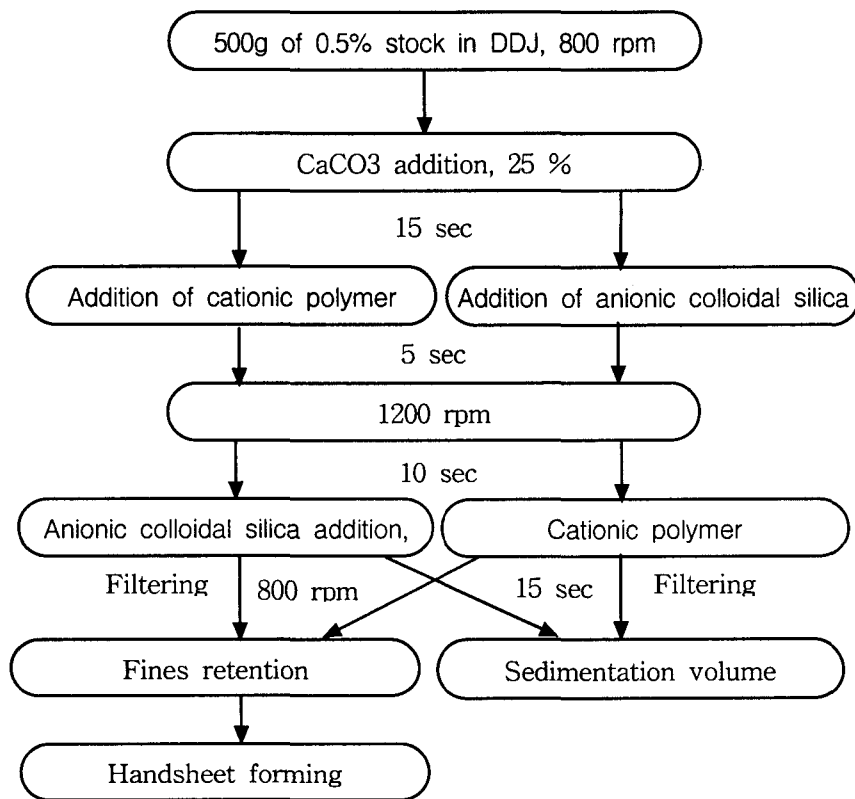


Fig. 2. Flow chart for the preparation of measuring methods.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 점도 평가

양성 옥수수, 찰옥수수 전분과 양성 구아검과 음이온성 콜로이드 실리카를 이용하여 모세관 점도를 평가한 결과 음이온성 콜로이드 실리카의 첨가량이 증가함에 따라 모세관 통과

시간이 감소하였다. 이것은 음이온성 콜로이달 실리카에 의해 양성전분의 분자구조가 압축된 때문으로 판단된다. 이러한 경향은 양성전분의 농도가 높아질수록 더욱 뚜렷하였다.

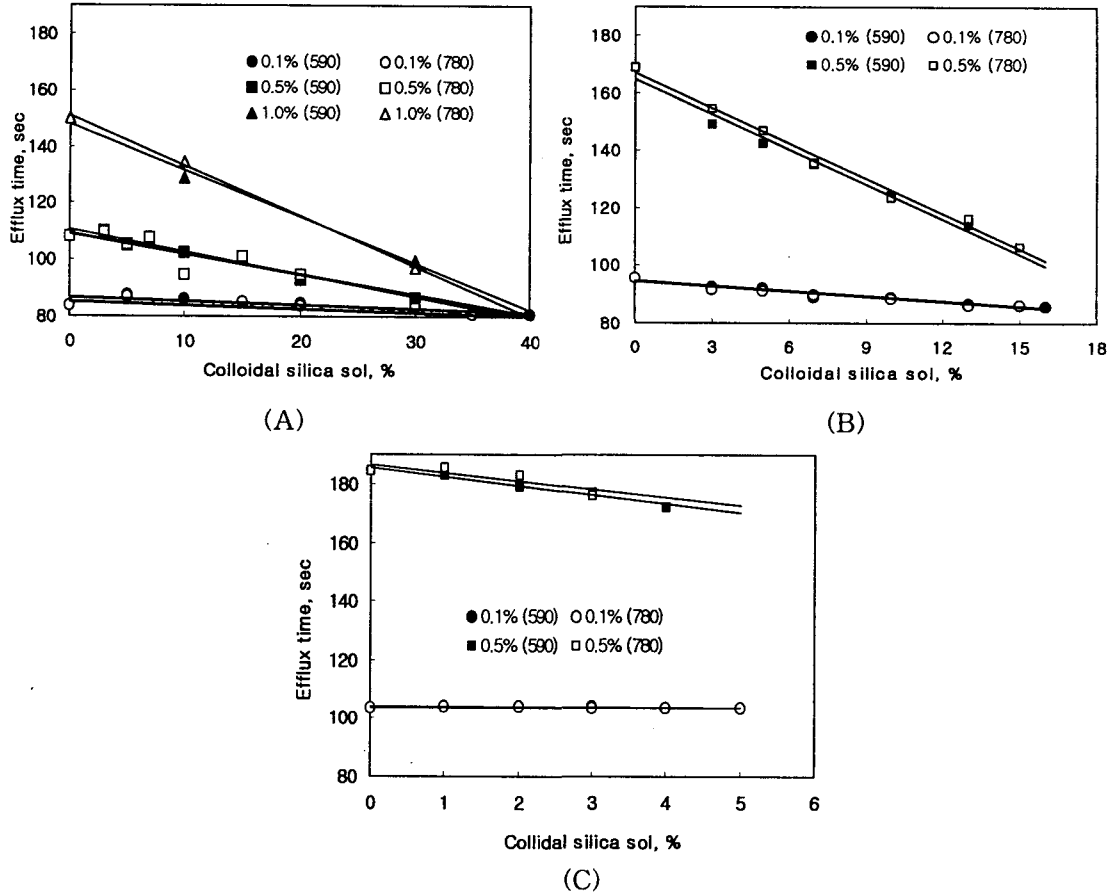


Fig. 3. Efflux time as a function of the addition levels of cationic waxy maize starch(A) with the degree of substitution 0.04 and cationic corn starch(B), cationic guar gum(C) with the degree of substitution 0.08.

### 3.2 응집거동 해석

양이온성 고분자 투입 조건에 따른 지료의 침강 부피 변화를 Fig. 4에 도시하였다. Fig. 4(A)는 양이온성 고분자를 지료 내에 선투입 한 후 전단력을 부여한 다음 음이온성 콜로이달 실리카를 투입한 결과로 구아검의 경우 콜로이달 실리카 첨가에 따라 계속적으로 단독 첨가 시에 비해 침강 부피가 증가하였다. 이처럼 선상의 구아검을 사용한 경우에는 콜로이달 실리카에 의해 침강 부피가 증가하였으나 분지상 고분자인 전분의 경우에는 침강부피가 약간 증가한 후 일정하게 유지되었다.

Fig. 4(B)는 음이온성 콜로이달 실리카 선투입 시의 결과로 음이온성 콜로이달 실리카를 선투입한 경우 양성전분 선투입 시에 비해 전체적으로 낮은 침강 부피를 나타내었다. 이는 콜로이달 실리카 선투입 시 고분자가 지료 조성분에 흡착되기 전에 반응이 일어나 더욱 수축된 상태에서 지료 조성분을 응집시키게 되므로 침강 부피가 감소한 것이라 판단된다.

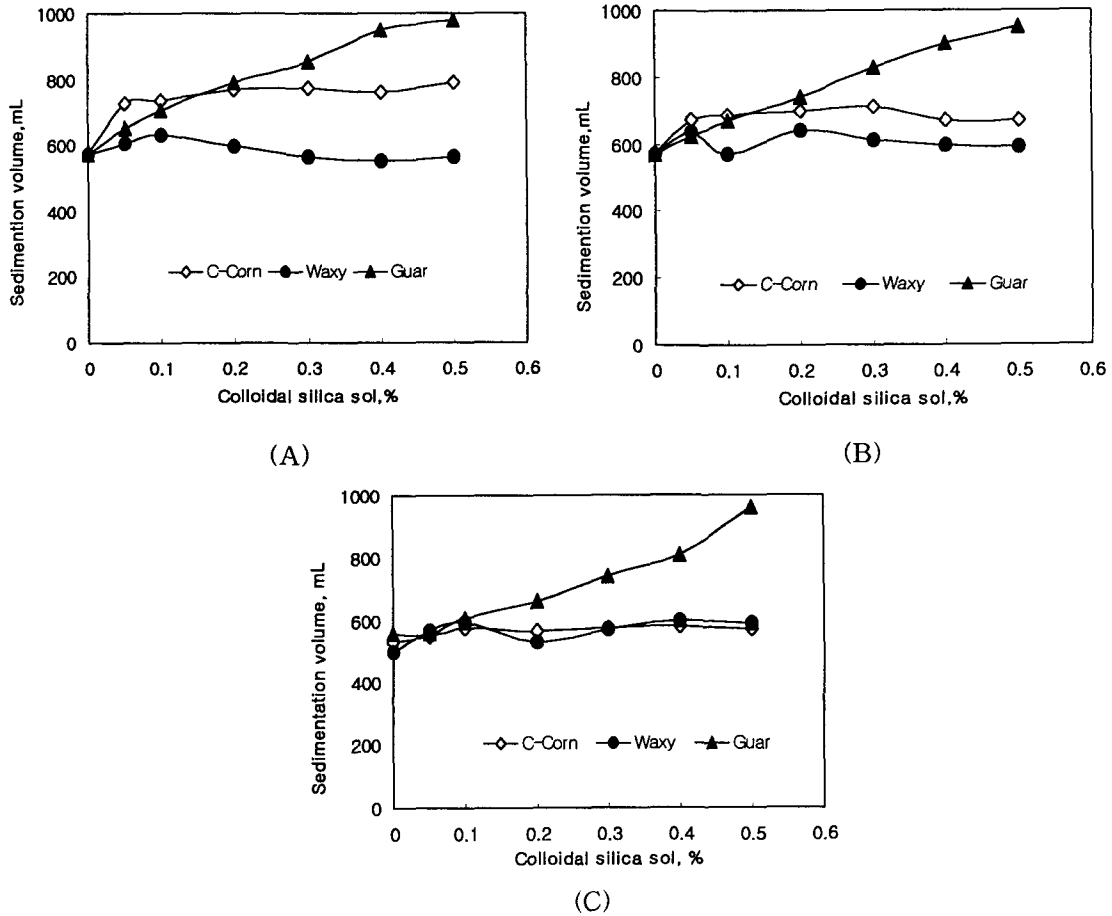


Fig. 4. The effects of colloidal silica addition on sedimentation volume when cationic polymer post added(A), pre added(B) and cationic polymer and colloidal silica were added simultaneously(C).

Fig. 4(C)는 양이온성 고분자와 음이온성 콜로이달 실리카를 선반응시킨 결과이다. 양이온성 고분자와 콜로이달 실리카를 선반응시킨 결과, 투입 순서를 달리하였을 때에 비해 전체적으로 침강 부피가 낮아졌다. 특히, 양성 옥수수 전분의 경우 큰 감소를 나타냈다. 이는 옥수수 전분의 경우 콜로이달 실리카에 의해 아밀로펙틴의 외곽구조가 정전기적 반응을 통하여 치밀화되고, 양이온기가 중화됨으로써 응집효과가 크게 저하된 때문이라 해석된다.

### 3.3 물성 평가

동일한 첨가조건에서 지료 조성분간의 반응에 의한 응집의 정도를 평가하고자 원형 수초하여 지합과 투기도를 평가하였다

지합 측정 결과 콜로이달 실리카의 구조화 유무에 따른 지합의 차이는 나타나지 않았으나, 양이온성 고분자의 종류에 따른 영향은 큰 것으로 나타났다. 콜로이달 실리카와 양성 찰옥수수 전분의 경우 작은 응집체가 형성됨에 따라 종이의 지합이 높게 나타났다. 이에 반해 큰 응집체를 형성하는 양성 구아검의 경우 가장 낮은 지합을 나타냈다. 투기도를 측정 결과 양성 찰옥수수 전분을 적용한 경우 투기도가 상승하였다. 이는 분지상의 양성 찰옥수수 전분이 콜로이달 실리카와 반응하여 미세한 응집체를 형성하는 특징이 있음을 보여주고 있다.

## 4. 결 론

모세관 점도계를 이용하여 양이온성 고분자와 음이온성 콜로이달 실리카의 반응에 따른 점도 변화를 측정하였다. 그리고, 고분자의 종류, 투입순서에 따른 펄프 섬유의 침강 부피의 변화를 측정하였다.

분지상의 양성 찰옥수수 전분의 경우 콜로이달 실리카가 첨가되면 분지 내로의 침투되기 때문에 정전기적 인력에 의해 분지의 수축이 이루어짐으로써 작은 응집체가 고르게 형성되었다. 이에 따라 지합과 투기도 개선 효과가 크게 나타났다. 따라서 높은 지합 효과를 목적으로 하는 마이크로파티클 시스템의 경우에서 효과적일 것으로 판단된다. 선상 구아검의 경우 콜로이달 실리카에 대해 전체적으로 큰 응집체를 형성하였다. 그리고 형성된 응집체는 전단력에 의한 영향이 적은 것으로 나타났다.

## 5. Reference

1. Andersson K. and Lindgren E., Important properties of colloidal silica in microparticulate systems, 1997 Nordic Pulp and Paper Research Journal 12(1) : 15-22.
2. Swerin A. Odberg L., Flocculation of celluloseic fibre suspension by model microparticulate retention aid systems, 1993 Nordic Pulp and Paper Research Journal 8(4):389-398.
3. Richard D. H., Effect of molecular structure of starch on performance in papermaking applications, 1988 Papermaking Conference, : 119-124.
4. Wagberg L. , Bjorklund M., Asell L. and Swerin A., On the mechanism of flocculation by microparticle retention aids system, Tappi Journal 79(6) , : 157-164 (1996).
5. Michael J. J. and Darren K. S., The theory of retention, Paper Technology, 26-33(1994).
6. Terrence M. G., High performance alkaline retention programs, 1990 Neutral/Alkaline Papermaking, 141-150.