

선용집 충전물의 입도와 보류도에 따른 종이 물성 분석

Analysis of the size of preflocculated fillers and the change of paper physical properties as retention of the filler flocs

이학래 · 윤희정 · 김종민 · 이경호

서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과

1. 서론

국내 제지산업은 주원료인 펄프를 대부분 수입에 의존하고 있기 때문에 원료 수급에 있어 매우 불안정한 요소를 가지고 있다. 더욱이 근래에 들어 세계 각국의 환경 및 자원보호에 관한 관심이 고조됨으로 인해서 펄프의 공급량이 저하될 수도 있을 것으로 예상된다. 따라서 국내 제지산업은 펄프원료 절감을 위한 방안을 적극적으로 모색해나가야 할 것이다.

국내 제지산업이 처해있는 여러 가지 상황을 고려해 볼 때, 원료의 절감을 위해 취할 수 있는 방안은 현재 사용하고 있는 펄프 원료를 비섬유성 원료 즉 무기 충전물로 대체하는 방법을 활용할 수밖에 없다.

충전은 중요한 제지공정중의 하나로 다양한 종이의 물성을 향상시키기 위해서는 종이에 보류되는 충전물의 양과 질을 적절히 조절하는 것이 중요하다. 또한 충전물은 섬유보다 저렴한 장점을 가지고 있다. 하지만 충전제의 증대에 따라 제품의 일반 강도적 성질의 저하가 심하게 발생하고, 초지 공정에서는 단순한 충전제의 투입량 증대를 통하여 회분 함량의 증가를 피할 경우 탈수성 저하와 같은 각종 습부화학적 문제점을 유발할 수 있다. 이런 문제점들을 극복하기 위해서는 충전물 선용집 기술을 활용할 수 있다.

충전물 선용집 기술은 충전물을 지료에 투입하기 전에 충전물을 고분자로 먼저 응집시킨 후 지료에 투입하는 기술을 말한다. 충전물이 선용집되어 투입되면 충전물에 의한 섬유와 섬유사이의 결합 방해 현상을 줄일 수 있으며 종이의 강도 저하를 감소시키는 효과를 얻을 수 있다. 본 연구에서는 선용집된 충전물의 입도와 보류도에 따라 종이의

물리적, 광학적 성질의 변화를 분석함으로써 충전물 선응집 기술의 기본 방향을 설명코자 한다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서는 선응집된 충전물의 입도와 보류도에 따른 종이의 물성변화를 분석해 보기 위해 사용된 충전제로는 GCC ($1.545\mu\text{m}$)를, 양성고분자로는 C-PAM (1.23meq/g)과 C-Starch (0.32meq/g)를 사용하였다. 선응집된 충전물의 입도를 평가하는 방법으로 CCD (Charge Coupled Device) 카메라를 이용한 Direct Size Detector를 개발하여 선응집된 충전물의 영상을 얻은 후 화상분석을 이용하여 입도를 분석하였다. 충전물을 응집시킬 때의 교반 속도와 시간을 조절하여 크기가 다른 충전물 응집체를 만든 후 평량 70g/m^2 으로 수초지를 만들어 백색도, 불투명도, 인장강도 등을 측정하였다. 또한 SEM을 이용하여 수초지의 표면도 관찰하였다. Fig. 1은 전반적인 실험의 모식도이다.

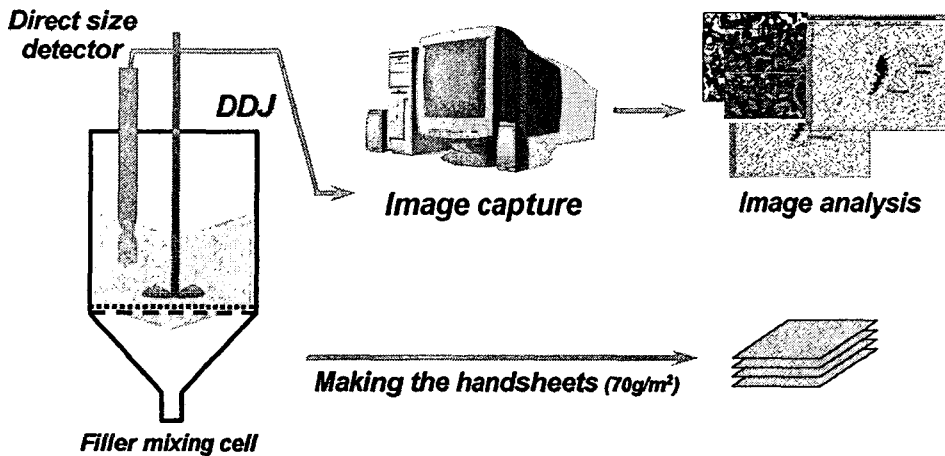


Fig. 1. Scheme of experimental methods

3. 결과 및 고찰

교반 속도와 시간에 따른 충전물 응집체 크기의 변화를 측정된 결과 교반속도가 증가할수록 응집체의 크기가 작아지는 것으로 나타났다. 같은 교반속도에서도 시간이 증가할수록 응집체의 크기가 작아지면서 그 크기가 일정해지는 현상을 보였다. Fig. 2는 C-PAM(0.04%)을 첨가했을 때 교반 속도와 시간에 따른 응집체의 크기변화를 나타낸 것이다. C-starch(0.6%) 경우도 비슷한 결과를 얻었다.

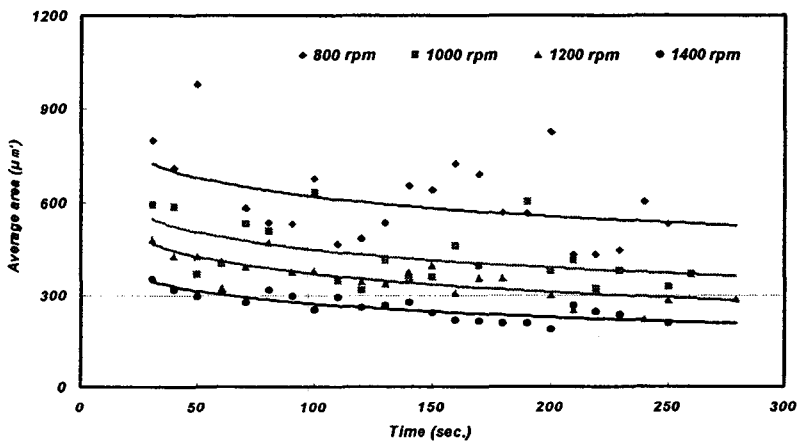
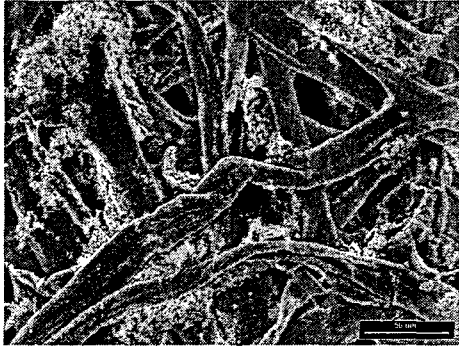
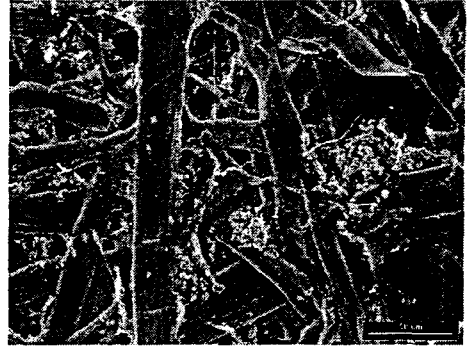


Fig. 2 Floc average area with shear strength and time.

충전물을 800rpm과 1400rpm 으로 교반하여 고분자를 넣고 응집체의 크기가 비교적 일정해지는 120초 후에 지료에 투입한 후 수초를 하여 그 차이를 비교한 결과 Fig. 3의 SEM 표면사진에서와 같이 선응집된 수초지(a)의 경우 충전물의 응집체가 덩어리져서 섬유사이에 존재하는 반면에 기존의 방법으로 수초(b)한 종이상에는 충전물의 응집체가 섬유 표면과 사이에 존재하는 것을 볼 수 가 있었다.



(a) Preflocculation method



(b) Conventional method

Fig. 3 SEM images of sheets surface

선응집된 충전물의 응집체는 덩어리져서 충전되기 때문에 수초지의 섬유간 결합을 덜 방해하여 기존의 방법으로 수초된 종이보다 더 높은 인장강도를 나타냈으며 백색도나 불투명도는 충전 방식보다는 수초지의 ash 함량에 따라 변화하는 모습을 보였다. 선응집된 충전물 응집체의 크기를 달리하여 ash 보류도를 측정해본 결과 1400rpm으로 응집된 충전물보다 800rpm으로 응집된 충전물의 ash 보류도가 더 높게 나왔으며, 기존의 충전 방법과 비교했을 때 선응집된 충전물 응집체가 같은 양을 투입했을 때 더 높은 ash 보류도를 나타내었다.

※ Acknowledgement

본 연구는 청정생산사업의 지원에 의해 수행되었음. 일부 BK21 핵심사업의 지원을 받았음.