

충전물 선응집이 종이의 물성에 미치는 영향

Effects of GCC preflocculation on the physical properties of paper

이학래 · 윤혜정 · 김종민 · 이경호

서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과

1. 서 론

제지산업에서 탄산칼슘이나 탈크, 클레이, 이산화티탄 등과 같은 충전물은 다양한 이유로 종이에 첨가된다. 예를 들어 충전물의 첨가는 값비싼 펄프 섬유 대신 상대적으로 값싼 충전물의 함량이 증가하게 되어 종이의 원가를 절감할 수 있고, 인쇄적성 및 종이의 백색도, 불투명도, 평활도 등의 광학적 성질들을 개선시킬 수 있다. 충전물이 가지고 있는 이런 장점 때문에 제지업계에서는 인쇄용지를 중심으로 충전물의 사용을 증가시키기 위해 많은 노력을 해왔다. 하지만 충전물의 함량이 증가하면 종이의 인장강도, 파열강도 등의 일반 강도적 성질이 저하된다. 특히 스티프니스의 저하로 인쇄 시 급지 불량률이 증가하며, 지분발생으로 인한 인쇄 공정상의 문제 등을 유발할 수 있다. 또 단순한 충전물의 투입량 증대를 통해 회분 함량의 증가를 피할 경우 탈수성 및 보류도 저하와 같은 문제가 야기될 수 있다. 특히 보류도가 낮은 경우에는 일반적으로 장망초지기에서 두께 방향으로 회분분포가 불균일해져서 이로 인한 양면성이 크게 나타날 수도 있다.

고충전과 관련된 이와같은 종이의 강도 저하 현상을 극복하고 초지 공정상의 탈수성 악화를 방지하기 위한 방안으로 충전물 선응집 기술이 있다. 충전물 선응집 기술은 고분자 물질을 이용하여 충전물을 응집시켜 적절한 크기의 응집체를 형성시킨 후 헤드박스 가까운 위치에서 지료에 투입하는 기술을 의미한다. 이 기술을 활용하기 위해서는 충전물 응집체의 크기를 적절히 조절하는 것이 무엇보다 중요하다. 본 연구에서는 충전물의 크기를 달리하여 종이에 보류시킨 후 선응집된 충전물이 종이의 물성에 미치는 영향에 대해 분석함으로써 충전물 선응집 기술의 기본 방향을 설명코자 한다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서는 선응집된 충전물의 입도에 따른 종이의 물성변화를 분석해보기 위해 충전물로는 GCC (평균입도 : $1.580 \mu\text{m}$)를, 고분자로는 C-PAM (전하밀도 : 0.91 meq/g)과 C-Starch (전하밀도 : 0.32 meq/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 때 고분자의 투입량과 교반 속도를 조절하여 크기가 다른 충전물 응집체를 만든 후 이를 지료에 투입하여 평량 90g/m^2 의 수초지를 만들어 백색도, 인장강도 등을 측정하였다. Fig. 1은 전반적인 실험의 모식도이다.

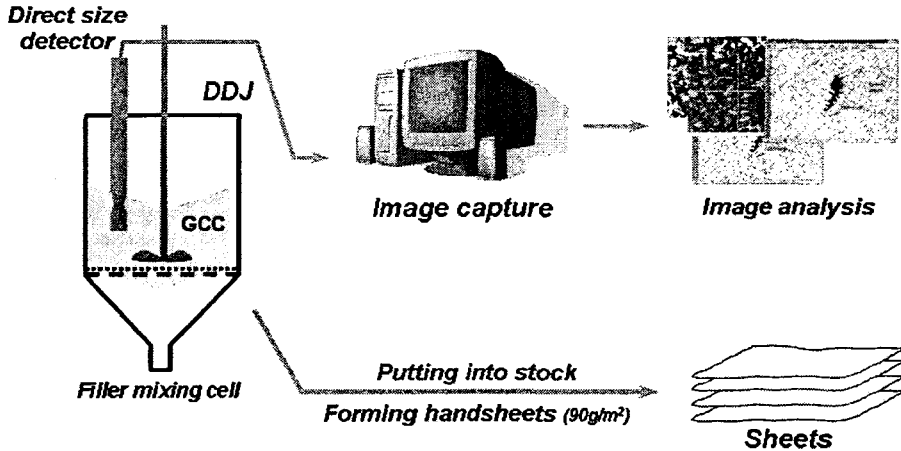


Fig. 1. Experimental procedures for filler preflocculation, size evaluation and sheet forming.

3. 결과 및 고찰

고분자 투입량과 교반 속도에 따른 충전물 응집체 크기의 변화를 측정한 결과 응집체의 크기는 교반속도보다 고분자 투입량에 더 큰 영향을 받는 것으로 나타났다. Fig.

2는 고분자 투입량과 전단력에 따른 응집체의 평균입도를 3차원적으로 도시한 그래프이다.

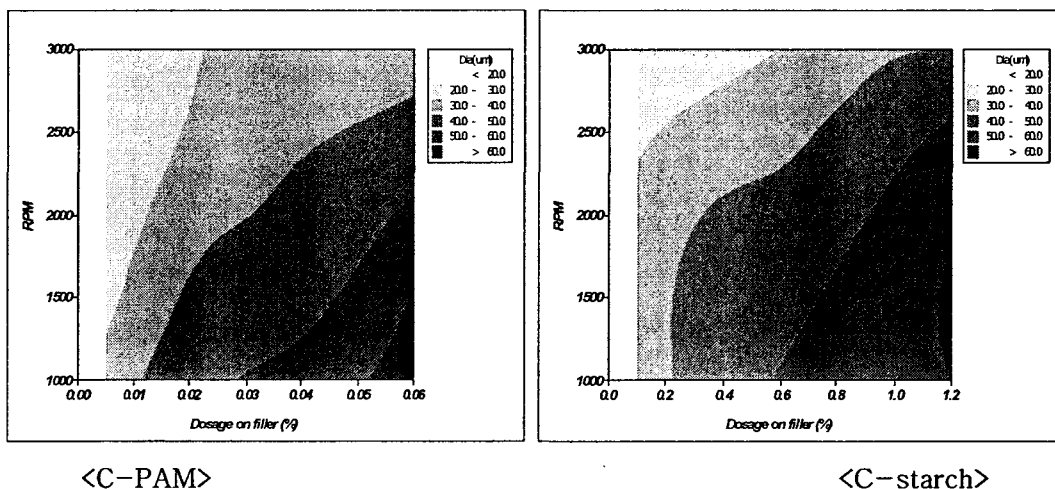


Fig. 2. The average floc sizes with polymer dosage and shear strength.

일반적으로 C-Starch을 이용하여 C-PAM과 비슷한 크기의 응집체를 얻기 위해서 20배 이상의 투입량이 필요하였다. 또 응집체 크기가 동일한 경우 C-Starch를 이용한 경우가 C-PAM보다 전단력에 대한 충전물의 입도 변화가 적었다.

응집체의 크기에 따른 물성의 변화를 평가하기 위해 C-PAM을 이용하여 평균입도가 다른 충전물 선응집체의 세 조건을 살펴보면 다음 Table. 1 과 같다.

Table 1. The average floc sizes pre-flocculated by C-PAM

	0.02% 3000 rpm	0.04% 2000 rpm	0.06% 2000 rpm
Average floc size	28.3 μm	40.2 μm	51.3 μm

세 가지 평균입도가 다른 선응집 충전물로 제조된 종이의 백색도와 인장강도를 살펴본 결과 같은 회분함량에서 응집체의 크기가 커짐에 따라 인장강도는 증가하였고 백

색도는 감소하는 것으로 나타났다. 인장강도의 경우 40 μm 의 경우와 51 μm 의 경우는 큰 차이가 없었으나 28 μm 의 평균입도를 갖은 선용집체는 다른 두 조건과는 상당한 차이가 있었다. 일반적으로 응집체의 크기가 커짐에 따라 인장강도가 개선되었다. 하지만 백색도의 경우 같은 회분함량에서 응집체의 크기가 커짐에 따라 감소하였다(Fig. 3).

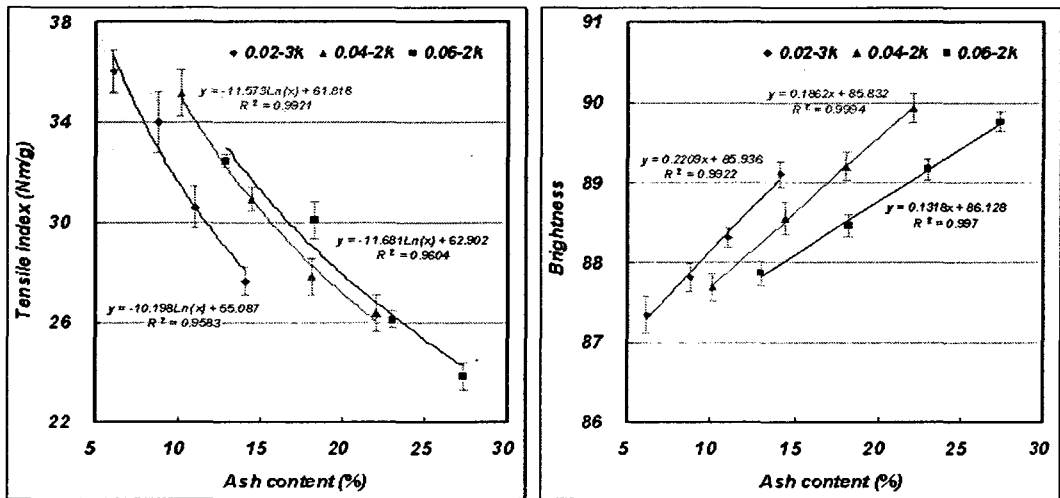


Fig. 3. The effects of average floc sizes on the physical properties.

위와 같은 결과는 충전물이 선용집되어 그 크기가 커짐에 따라 종이의 섬유간 결합을 방해하는 경향이 감소하였기 때문이며 입자가 큰 응집체는 작은 응집체보다 광산란계수가 낮아서 백색도를 저하시킨 것으로 사료된다.

사 사

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

참고문헌

1. Mabee, S. and Harvey, R., "Filler flocculation technology – increasing sheet filler content without loss in strength or runnability parameters", Proceeding of 2000 TAPPI papermakers conference, TAPPI PRESS, Atlanta, USA, p.797, (2000).
2. Gerischer, G., Murray, L. J. and Vanwyk, W. J., "Improved retention of filler clay by means of pre-flocculation and selective dosing", Paperi Ja Puu,78(1-2): 51-56 (1996).
3. Mabee, S. W., "Controlled filler preflocculation – improved formation, strength and machine performance", Proceeding of 2001 TAPPI papermakers conference, TAPPI PRESS, Atlanta, USA, (2001).
4. Li, L., Collis, A. and Pelton, R., "A new analysis of filler effects on paper strength", J. Pulp Paper Sci. 28(8): 267-273 (2002).
5. Han, Y. R. and Seo, Y. B., "Effect of particle shape and size of calcium carbonate on physical properties of paper", J. Korea TAPPI, 29(1): 7-12 (1997).
6. Fairchild, G. H., "Increasing the filler content of PCC-filled alkaline papers", Tappi J., 75(8): 85-90 (1992).
7. Gigac, J., Kuna, V. and Schwartz, J., "Effect of fibers and fillers on the optical and mechanical characteristics of paper", Tappi J., 78(2): 162-167 (1995).