

충전물 선응집 기술 적용시 미세분 활용방안 모색

Fines utilization for effective preflocculation of fillers

이학래 · 윤혜정 · 이경호 · 이상훈

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부 환경재료과학전공

1. 서론

충전물이 가지고 있는 많은 장점 때문에 제지업계에서는 충전물의 사용량을 증가시키기 위해 많은 노력을 해왔다. 그러나 충전물의 함량이 증가하면 종이의 인장강도나 파열강도 등 제반 강도적 성질이 저하된다. 또한 스티프니스의 저하로 인쇄 시 급지 불량이나, 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 있으며 특히 보류도가 낮은 경우에는 일반적으로 장망초지기에서 두께 방향으로 회분분포가 불균일해져서 이로 인한 양면성이 크게 나타날 수 있다.

고충전과 관련해서 종이의 강도 저하 현상을 극복하고 초지 공정상의 탈수성이 악화되는 것을 방지하기 위한 방안으로 충전물 선응집 기술이 소개된 바 있다. 충전물 선응집 기술은 고분자 물질을 이용하여 충전물을 응집시켜 적절한 크기의 응집체를 형성시킨 후 헤드박스 가까운 위치에서 지료에 투입하는 기술을 의미한다. 충전물이 선응집되어 투입되면 충전물에 의한 섬유와 섬유사이의 결합 방해 현상을 줄일 수 있고 충전물 함량이 증가함으로 발생하는 종이의 강도 저하를 감소시킬 수 있다. 충전물을 선응집시켜 종이의 강도 저하를 감소시키는 효과를 얻기 위해서는 충전물이 선응집되어 지필에 보류되는 것이 중요하고 선응집된 충전물의 보류도는 그 입도가 큰 영향을 끼친다. 따라서 무엇보다 충전물 선응집체의 입도를 측정해 낼 수 있는 기술 개발이 선행되어야 한다.

따라서 본 연구에서는 선응집된 충전물의 입도를 측정하기 위해 optical back-reflection measurement를 적용한 MTS사의 Labscan을 이용하여 다양한 조건에서 선응집된 충전물의 입도를 실시간으로 평가하였다. 또한 백수나 recovery된 미세분을 충전물과 함께 응집시키는 코플록 기술을 적용하여 충전물 선응집시 효과를 증대시키고자 하

였다. 이를 위해 코플록을 형성한 후 입도를 평가하여 충전물 선응집 기술 적용 시 미세분을 활용하는 방안을 모색해 보았다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서 충전물을 선응집시켜 그 입도를 평가하기 위해 충전물로는 GCC (평균입도 : 1.58 μm)를 사용하였고, 사용한 고분자의 종류와 특성은 Table 1과 같다.

Table 1. The characteristics of used polymers

	Charge density (meq/g, pH 7)	Viscosity (cPs, 0.5%)	Structure
C-PAM L1	1.28	480	Linear
C-PAM L2	2.89	650	Linear
C-PAM B	2.15	323	Branch
PEI	10.3	2	Branch

충전물 선응집 시 미세분을 활용하위해 첫째, 백상지 공장에서 백수를 채취하여 백수의 미세분과 충전물을 응집시켰으며 둘째, saveall에서 회수된 미세분을 충전물과 응집시켜 코플록을 형성하였다. 단, saveall에서 채취한 미세분을 이용하여 충전물을 선응집시킬 경우 응집체의 크기가 과도하게 커져서 본 연구에 사용된 기기로 측정할 수 있는 입도 범위에서 벗어나기 때문에 Micro-crystalline cellulose (MCC)를 모델 미세분으로 대체하여 코플록을 형성시켰다.

선응집된 충전물의 입도를 평가하는 방법으로 three-fold dynamic optical back-reflection measurement (3D ORM)을 적용한 MTS사의 Labscan을 이용하여 다양한 조건에서 선응집된 충전물의 입도를 실시간으로 평가하였다. Fig. 1은 Labscan의 모식도이다.

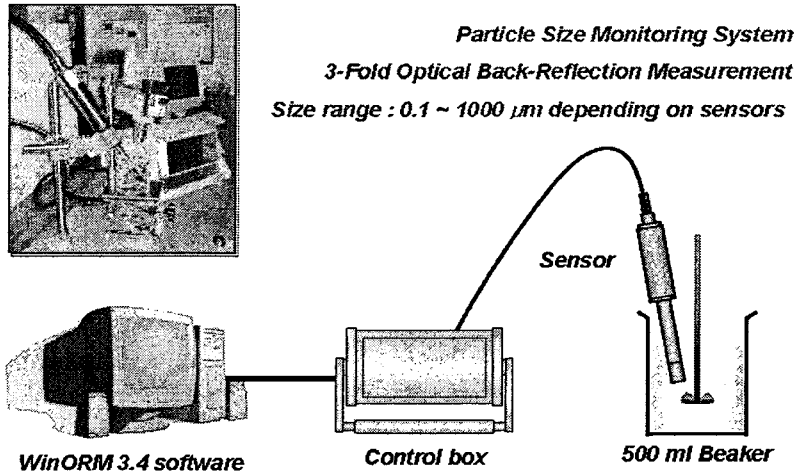


Fig. 1. MTS Labscan.

선응집된 충전물의 전단력에 대한 안정성과 과도한 전단력에 노출된 후 약한 전단력에서 재응집되는 현상을 평가하기 위해 충전물 혹은 충전물과 미세분이 600 rpm으로 교반되고 있는 상황에서 2분 후 고분자를 투입하고 같은 교반속도에서 3분간 응집시킨 후 1400 혹은 1800 rpm으로 교반속도를 올려서 전단력에 대한 선응집체의 안정성을 평가하였다. 1400, 1800 rpm으로 2분간 교반시켜 선응집체의 안정성을 평가한 후 다시 4분간 600 rpm으로 교반속도를 낮추어서 고전단하에서 파괴된 응집체가 재응집되는 현상을 살펴보았다.

3. 결과 및 고찰

Labscan을 이용하여 고분자 투입량과 교반 속도에 따른 충전물 응집체 크기의 변화를 측정한 결과 응집체의 크기는 고분자 투입량과 교반속도에 따라 매우 다양하게 형성되었다. 충전물이 미세분과 함께 응집되어 코플록을 형성하였을 때 교반속도 변화에 따른 응집체의 크기 변화를 살펴보았다. Fig. 2는 고분자를 0.06% 투입하였을 때 선응집체의 입도를 분석한 결과이다. 'Pre' 는 미세분을 첨가하지 않고 충전물에 고분자만 투입하여 선응집한 결과이고 'Co-WW' 는 백수를, 'Co-MCC' 는 Microcrystalline cellulose를

충전물과 함께 코플록시킨 결과이다. C-PAM L1을 투입했을 때 600 rpm에서 고분자가 투입된 경우 백수나 MCC를 사용하여 선응집시킨 코플록이 충전물로만 선응집시킨 Pre보다 더 큰 응집체를 형성하였다. 하지만 교반속도가 1400 혹은 1800 rpm으로 증가한 경우 600 rpm에서 더 큰 응집체를 형성한 Co-WW는 Pre보다 더 작은 응집체를 형성하였다. 반면 Co-MCC는 1400 혹은 1800 rpm에서 Pre과 비슷한 수준의 응집체 크기를 유지하였지만 600 rpm에서 Pre보다 더 큰 응집체를 형성하였기 때문에 Pre보다 전단력에 견디지 못하다는 것을 알 수 있다. 교반속도를 다시 600 rpm으로 낮춘 경우 고전단에서 파괴된 응집체들이 재응집되는 현상은 보이지 않았다.

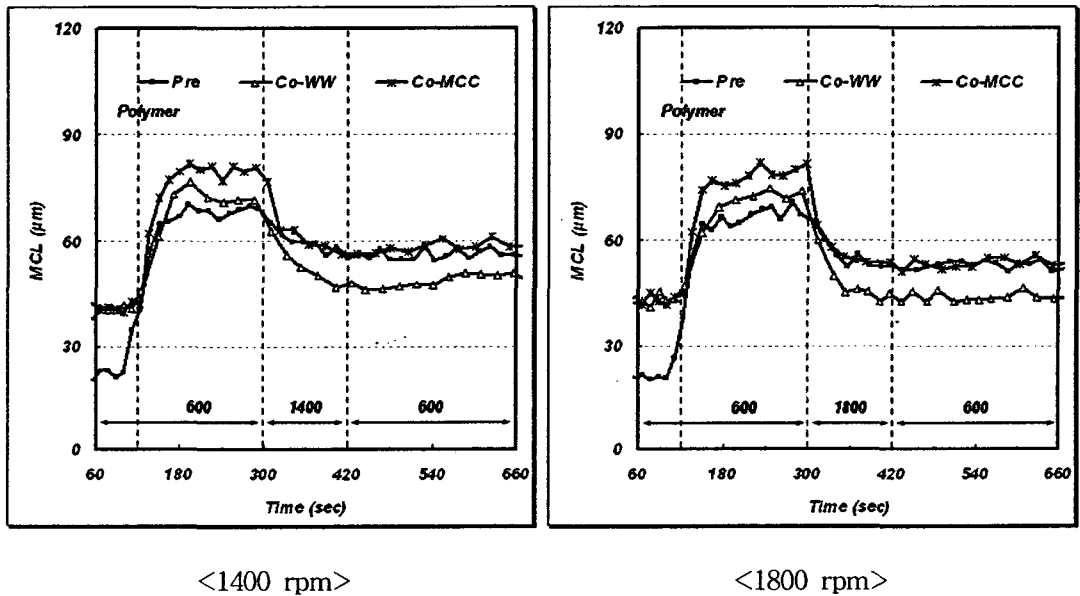


Fig. 2. The mean chord length with shear rate.

4. 결론

결론적으로 미세분과 함께 선응집된 코플록은 충전물만 응집시킨 응집체보다 전단력에 의해 쉽게 파괴되었다. 이는 충전물만으로 이루어진 선응집체는 응집체를 이루는 성분이 단일 성분으로 균일하기 때문에 응집이 견고하게 이루어진 반면 충전물과 미세분을 함께

응집시킨 경우 서로 다른 물질들이 응집되어 보다 성긴 응집체가 형성되어 교반 속도가 낮을 때는 큰응집체를 형성하였다가 교반 속도가 상승하면서 높은 전단력에 견디지 못하고 응집체가 파괴된 것으로 판단된다. 따라서 충전물 선응집 기술 적용 시 미세분을 활용할 경우 전단력에 대해 안정한 응집체를 형성할 수 있는 방안이 요구된다.

5. 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) Joseph, A., Phillip, C. and Alessandra, G., "Characterization of the flocculation dynamics in a papermaking system by non-imaging reflectance scanning laser microscopy (SLM)", *Nordic Pulp and Paper Res. J.*, 13(2):159(1998).
- 5) Blanco, A., Fuente, E., Negro, C., Monte, M. and Tijero, J., "Focused beam reflectance measurement as a tool to measure flocculation", *TAPPI J.*, 84(12): 14-20 (2002).

사 사

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