

고농도 펄핑을 통한 재생섬유의 업그레이드

Upgrade of recycled fibers by high consistency pulping

이학래¹⁾ · 윤혜정¹⁾ · 이상길¹⁾ · 허용대¹⁾ · 이제준¹⁾ · 류정용²⁾

¹⁾서울대학교 임산공학과 · ¹⁾한국화학연구원 펄프제지연구센터

1. 서 론

저급 원료인 고지를 이용하여 품질 좋은 종이를 생산하는 것은 현재 제지 산업이 당면하고 있는 가장 큰 도전 중 하나이다. 특히 재활용률이 높고, 강도의 중요성이 높은 산업용지의 경우는 대부분 국산고지를 원료로 생산되고 있어 원료확보와 품질 개선을 위해 많은 기술 개발이 요청되고 있다. OCC 펄프는 많은 재생과정을 거친 섬유이기 때문에 버진 펄프에 비해 상대적으로 약한 기계적 처리를 실시해야만 각질화(hornification)되어 팽윤성과 유연성이 감소된 재생섬유의 과도한 단섬유화 현상과이에 따른 탈수 불량 등 공정상의 문제를 극복할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 골판지 고지인 OCC (Old Corrugated Containers)를 장섬유분과 단섬유분으로 분급(fractionation)하고 분급된 장섬유분을 실험실용 고농도 펄프를 사용하여 처리한후 처리된 섬유의 섬유특성(여수도, WRV, 미세분 함량, 미해리분 함량, 섬유장)과 물성(밀도, 인장강도, 파열강도, 압축강도)을 평가하고, 그 결과를 실험실용 Valley beater를 이용하여 고해한 경우와 비교하였다.

2. 실험방법

2.1. 공시재료

본 연구에서는 AOCC를 원료로 사용하였다. AOCC 장섬유분의 여수도는 550 mL CSF였다.

2.2. 실험방법

2.2.1. OCC 장섬유분의 펄핑

Slot size 0.2mm의 screen basket이 설치된 Multifractor (Fig. 1)를 이용하여 입구 지료를 장섬유분:단섬유분의 유량비가 2:8이 되도록 분급을 실시하고 이 중 장섬유분 지료를 채취하였다. 장섬유분을 농축한 후 실험실용 고농도 펄퍼를 사용하여 처리하였다. 처리조건은 온도 60°C, 회전수 3,500 rpm으로 고정하였고, 농도는 6, 8, 10%, 처리시간은 10, 20, 30분으로 하였다.

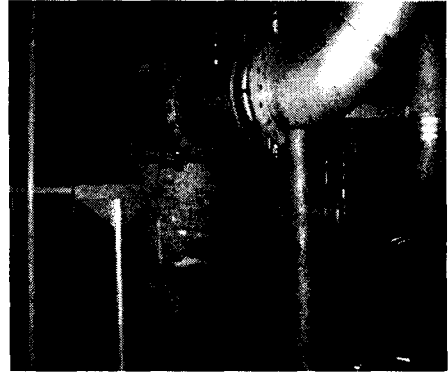


Fig. 1. Fractionator in the mill

2.2.2. OCC 장섬유분의 고해

실험실용 Valley beater를 이용하여 농도 1.57%로 5분간 해리 후 3, 7분간 고해를 실시하였다.

2.2.3. 섬유특성 평가

처리된 지료를 백수를 이용하여 0.5%로 희석한 후 TAPPI 시험법 등에 의거하여 섬유특성을 평가하였다. 미해리분 함량은 Sommerville-type 스크린을 이용하여 측정하였다. 이때 slot size는 0.15 mm인 스크린을 사용하였고, 100 kg의 청수를 이용하여 30분간 정선을 실시한 후 스크린 상에 잔류된 성분을 채취하여 무게를 측정하였다.

2.2.4. 물성 평가

종이의 물성을 평가하기 위해 평량 100g/m²으로 수초를 실시하고, 인장강도, 파열강도, RCT 등을 TAPPI 시험법에 의거하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. AOCC 장섬유분의 기계적 처리

AOCC 장섬유분은 펄퍼와 beater에서 처리하였을 때 처리시간에 따라 여수도는 지

속적으로 감소하였다 (Fig. 2). 펄퍼로 처리했을 때의 여수도 감소폭은 고해를 실시한 것과 비교해서 완만한 감소를 보였다. 처리시간에 따라서는 10분에서 급격한 감소를 보인 후에는 더 이상의 큰 감소는 보이지 않았다. 미해리분 또한 여수도 곡선과 비슷한 경향을 나타내었다(Fig. 3). 펄퍼에서 처리한 경우 미해리분이 완만히 감소하였으나 고해처리를 한 경우에는 시간이 지남에 따라 상당히 많은 감소폭을 보였다.

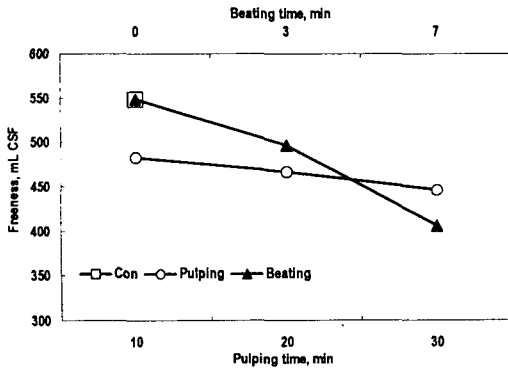


Fig. 2. Freeess after pulping or beating.

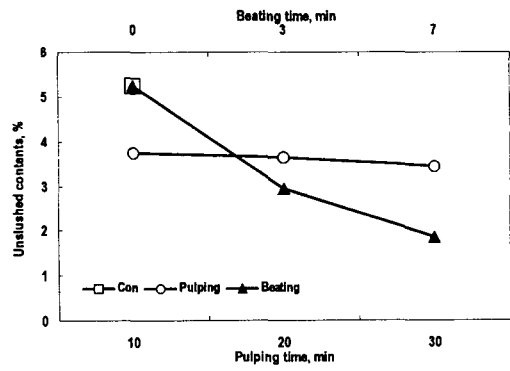


Fig. 3. Unslushed contents after pulping or beating.

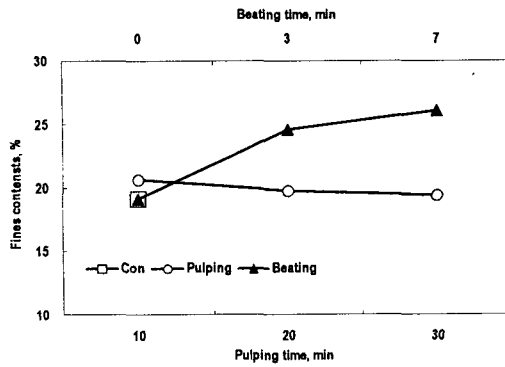


Fig. 4. Fines contents after pulping or beating.

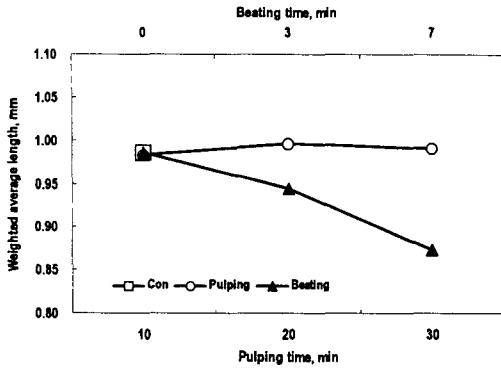


Fig. 5. Weighted average fiber length after pulping or beating.

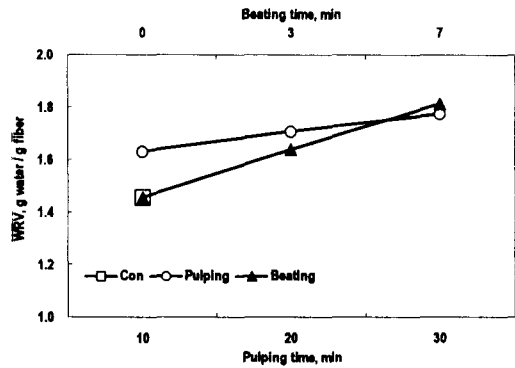


Fig. 6. WRV after pulping or beating.

고해시간에 따라 미세분 함량은 증가하였지만 펄핑의 경우는 일정하였다(Fig. 4). 즉 고해는 섬유를 절단시켜 재생 포텐셜을 감소시키지만 펄핑은 섬유의 절단보다는 외벽의 피브릴화를 일으킨 것으로 판단된다. 이는 섬유장 결과와 WRV를 통해서도 판단할 수 있다(Fig. 5~6).

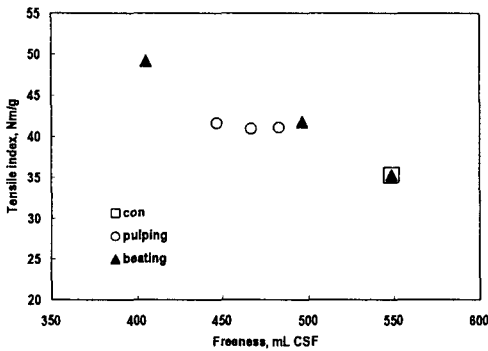


Fig. 7. Tensile index vs. Freeness

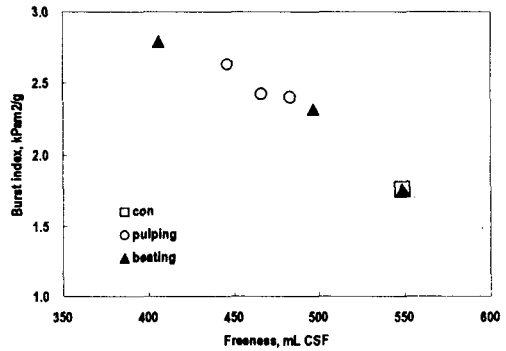


Fig. 8. Burst index vs. Freeness

강도의 경우를 살펴보면 고농도 펄핑보다는 고해를 실시한 경우에 동일한 여수도 수준에서 인장강도는 약간 높게 나타났지만, 파열강도는 비슷한 경향을 보였다(Fig. 7~8). 펄핑의 경우 인장강도는 여수도가 감소할수록 강도는 거의 변화가 없었지만 파

열강도는 여수도 감소에 따라 직선적인 관계를 보였다. 반면 고해는 인장강도와 파열강도 모두 고해시간이 증가함에 따라 강도와 여수도는 직선적인 관계를 보였다.

4. 결 론

현장에서 분급된 OCC 장섬유분의 펄핑처리와 고해처리를 비교한 결과 같은 여수도 수준에서 고해처리가 펄핑처리보다 강도적인 측면에서 약간 우수한 결과를 보였다. 단 펄핑처리 시간이 증가함에 따라 미세분 함량은 증가하지 않은 반면 여수도는 감소하는 결과를 나타내었으나 고해처리는 미세분이 증가함에 따라 강도가 증가하는 경향을 보였다. 즉 고해처리에 의해 생성된 미세분은 곧바로 초지공정에 섞여 초지가 이루어져 강도향상에 도움이 되지만 재활용 시에 이들 미세분은 더 이상 강도에 좋은 영향을 미치는 물질이 아니라 마치 filler처럼 행동해 섬유간 결합을 방해하는 물질로 된다고 보고된 바 있다. 이처럼 고해처리에 의해 강도가 증가하지만 미세분이 다량 발생하므로 다시 재사용하였을 때 재활용 포텐셜을 저하시킬 것으로 판단되었다.

5. 참고문헌

1. Stratton, R. A., Characterization of fibre-fibre bond strength from out-of-plane paper mechanical properties, *JPPS* 19(1):J6 (1993).
2. Parel, M. and Trivedi, R., Variations in strength and bonding properties of fines from filler, fiber, and their aggregates, *Tappi J.*, 77(3):185 (1994).
3. Abuakr, S. M., Scott, G. M. and Klungness, J. H., Fiber fractionation as a method of improving handsheet properties after repeated recycling, *Tappi J.*, 78(5):123 (1995).
4. Luukko, K. and Paulapuro, H., Mechanical pulp fines : effects of particle size and shape, *Tappi J.*, 82(2):95 (1999).
5. Htun, M. and de Luvo, A., The implication of the fines fraction of the properties of bleached kraft sheet, *Svensk papperstidning nr*, 16:507 (1978).
6. Justus, E. J. and Gustafson, D. R., Stratified flow for optimum use of recycled fibers in linerboard and corrugated grades, *Tappi J.*, 57(8):89 (1974).