

라이너 제조용 펄프의 고해 조건이 종이의 휨 강성 및 물성에 미치는 영향

원종명 · 차재복
강원대학교 제지공학과

1. 서 론

최근 심각하게 대두되고 있는 환경 오염은 오존층 파괴, 기후 급변 생태계파괴 등 각종 문제를 야기하고 있어 전 세계 각 국에서 환경 오염의 감소를 위한 다양한 방법을 강구하고 있다. 그 대표적인 예로써 각 국에서 민간 또는 정부 차원에서 온실가스의 주범인 에너지 소비 절감 운동을 적극적으로 추진함과 동시에 에너지 소비를 줄일 수 있는 환경친화형 기술 또는 장치의 개발을 위하여 많은 자금을 투자하고 있으며, 홍보를 강화하고 있다.

제지산업계도 이와 관련하여 산림자원 보호 및 환경 오염의 일환으로 폐지 재활용을 적극 추진하고 있으며, 각 생산 공정에서의 에너지 비용절감에도 노력을 하고 있다. 제지산업은 장치산업이자 용수산업이며, 종이 제조 원가의 상당 부분을 에너지 비용이 차지하고 있다. 제지공정 중 건조 공정이 가장 많은 에너지를 소비하며, 고해 공정이 두 번째로 많은 에너지를 소비한다. 미국의 경우 OCC를 주로 사용하고 있는 우리나라와는 달리 미표백 반화학 펄프를 라이너 제조를 위한 주원료로 사용하고, OCC를 일부 혼합 사용하고 있다. 따라서 적절한 수준의 라이너 강도를 얻는데 있어서 고해 공정은 필수라 할 수 있으며, 가능한 한 적은 동력을 투입하여 소기의 목적을 달성할 수 있는 방법을 강구하는 것이 매우 중대한 과제라 할 수 있다. 이러한 연구의 필요성은 버진 목재 펄프를 주로 사용하는 백상지 제조업계에서도 매우 크다 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 고해 조건을 달리 하였을 때 종이 물성 변화를 비교하여 가능한 한 에너지 소비를 줄이면서 가장 효율적이며 적절한 수준의 휨 강성과 물성을 얻을 수 있는 방법을 강구하고자 실시되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

본 연구에서 사용된 공시 재료는 미국 위스콘신주 그린베이지 소재의 그린베이지 판지 회사의 라이너를 분양 받아 사용하였다. 라이너 제조 시 사용된 원료의 구성은 미표백 반화학 크라프트 펄프 94%와 OCC 6%이었으며, 라이너의 한면이 왁스로 표면처리되었다.

2.2 실험 방법

2.2.1 펄프화 및 고해

라이너지를 해리시키기 전에 먼저 손으로 적당한 크기로 찢어 물에 약 18시간 동안 침적시켰다가 고농도 펄퍼에서 10%의 농도로 약 40분간 해리를 실시하고, 특수 제작된 아스피레이터와 압착 탈수 장치를 이용하여 약 20% 정도의 농도로 농축시키고, flutter를 이용하여 펄프 덩어리를 잘게 부순 후 함수율을 측정하고 비닐 봉지에 담아 실험에 사용하기 위하여 냉장실에 보관하였다.

펄프의 고해를 위하여 직경 12인치의 싱클 디스크 리화이너(Sprout-Waldron사)를 사용하였으며, 고해세기를 일정하게 유지할 수 있도록 하기 위하여 콘베이어 벨트 방식의 펄프 공급 장치를 사용하였고, 디스크 리파이너 플레이트의 온도를 조절하고, 또한 고해 농도를 조절하기 위하여 열수를 회석수로 사용하였다. 고해 조건으로서 플레이트의 간격을 0.01, 0.007, 0.004 인치로 조절하였으며, 각 간격은 5%, 8% 및 12%의 고해 농도를 적용하였고 리파이너 통과 횟수를 1회, 2회, 3회까지 실시하였다.

2.2.2 수초지 제조

TAPPI Standard에 의거 실험실용 수초지기를 이용하여 각 고해 조건 별로 평량 126, 185, 205 g/m²의 수초지를 각각 20매씩 제조하여 기건시켰다.

2.2.3 물성 측정

TAPPI Standard에 의거 수초지를 전처리 및 조습처리를 실시한 후 평량, 두께를 측정하여 겉보기 밀도를 산출하고, Taber stiffness, 인장강도, 파열강도 등을 측정하여 각 조건별로 비교 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 고해 조건에 따른 종이의 휨 강성 변화

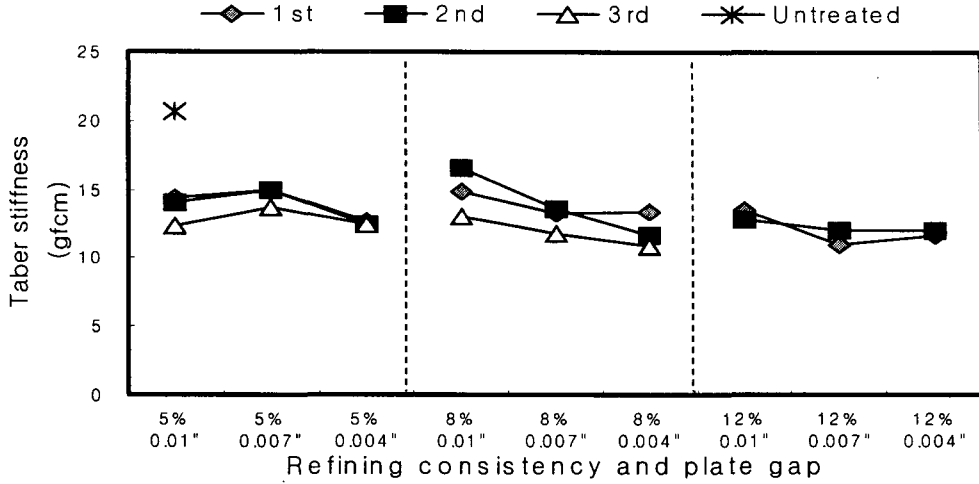


Fig. 1. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Taber stiffness(126 g/m²).

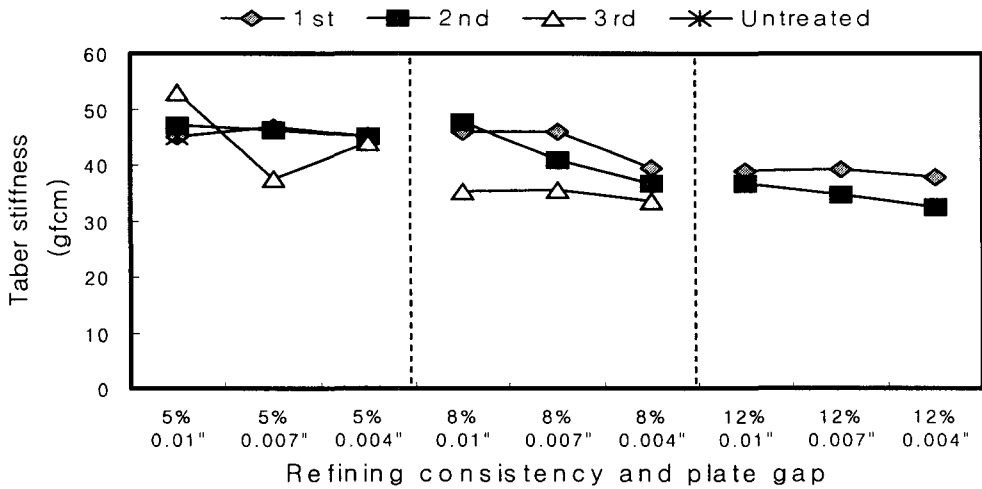


Fig. 2. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Taber stiffness(185 g/m²).

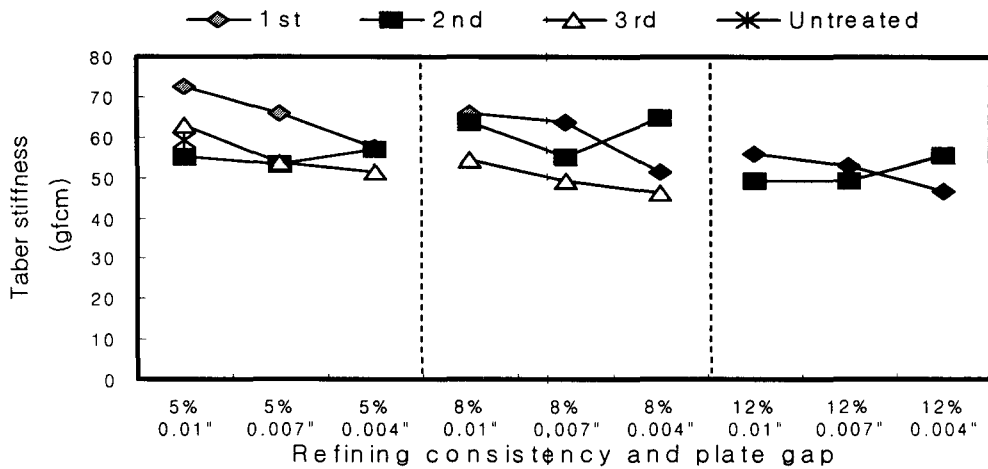


Fig. 3. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Taber stiffness(205 g/m²).

종이의 휨 강성에 영향을 미치는 인자들은 주요인자로 두께와 펄프의 Young률, 건조응력, 함수율, 표면처리 등이 있으며 부가적인 인자로는 밀도, 평량, 섬유 결합등과 섬유의 배향성 등을 들 수 있다.

본 실험에서는 고해 조건에 따른 종이의 휨 강성을 실험하였는데 Fig. 1~3까지 보여지는 종이의 휨 강성은 주요인자로 작용하는 두께와 Young률에서의 영향으로 점차 감소하는 추세를 보여지고 있다. 처리정도에 따른 두께의 변화는 Fig. 4에서 표시하였다. 또한 부가적인 인자인 밀도와 평량에 의하여 작용하는 것을 관찰할 수 있었다.

Table. 1. Effect of refining treated on the relationship young's modulus(N/mm²)

	Untreated	1st	2nd	3rd
126 g/m ²	1524	1923	2410	2659
185 g/m ²	1708	1996	2496	2949
205 g/m ²	1755	1944	2383	2776

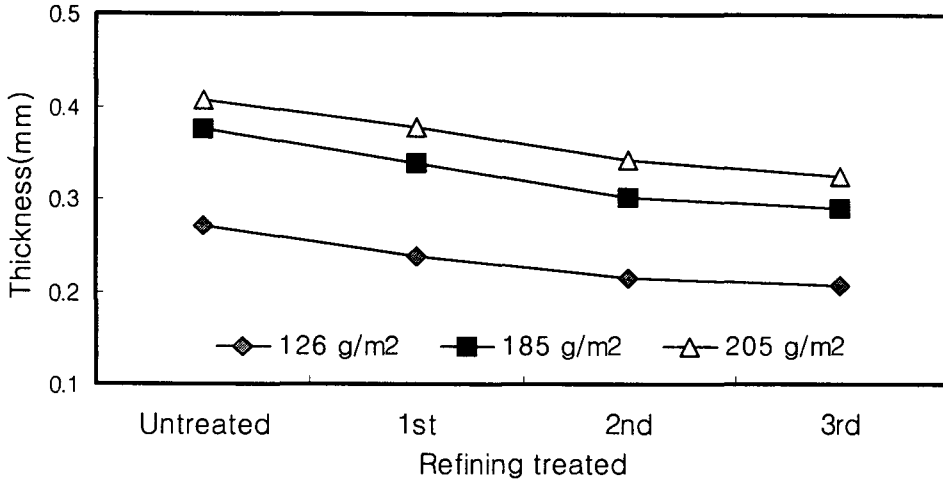


Fig. 4. Effect of refining treated on the relationship Thickness(N/mm²)

3.2 고해조건에 따른 종이의 물성 변화

본 연구에서 종이의 물성 중 가장 중요시 되는 인장지수와 파열지수를 확인하였다. 종이의 인장지수와 파열지수의 변화는 고해의 처리 횟수가 증가 할때 그 값이 높아지는 것을 관찰 할 수 있었다. 또한 플레이트의 갭이 좁아지고 처리농도가 높아질수록 그 값은 더욱 높아졌다. 주목할 만한 점은 처리 농도가 높은 것 보다는 처리시 리파이너 디스크 사이의 간극이 좁을수록 강도적인 측면에서는 유리하다는 것을 본 실험을 통하여 알 수 있었다.

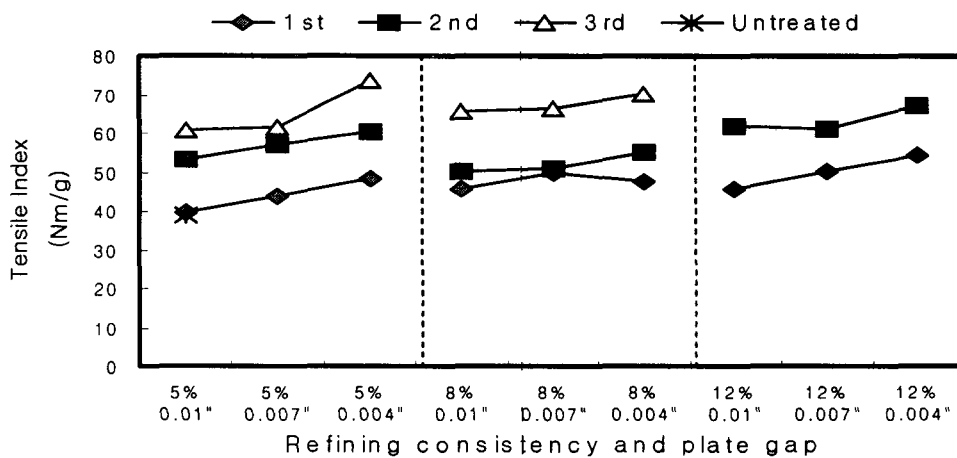


Fig. 5. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Tensile Index(126 g/m²)

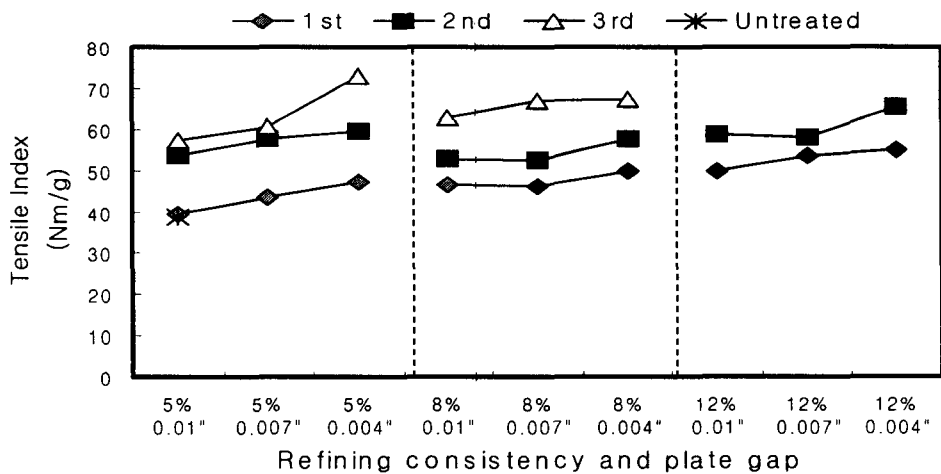


Fig. 6. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Tensile Index(185 g/m²)

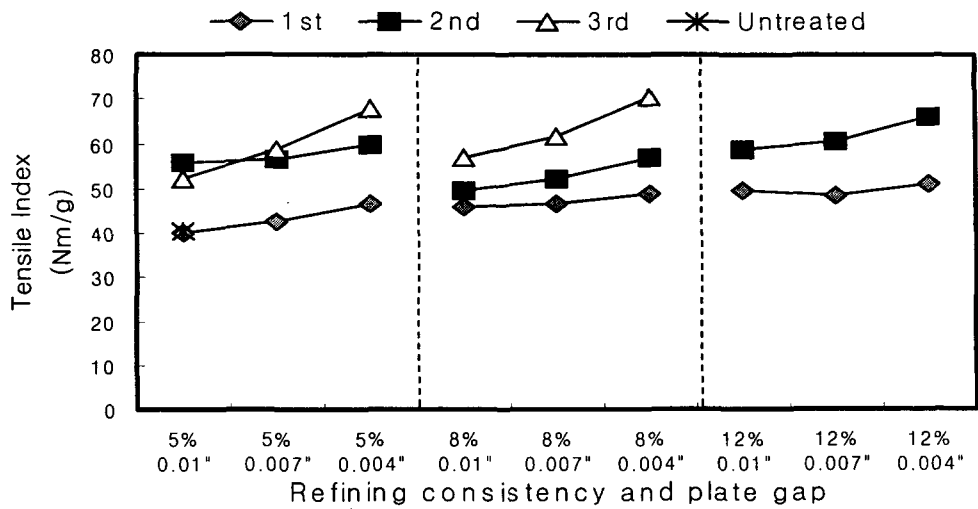


Fig. 7. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Tensile Index(205 g/m²)

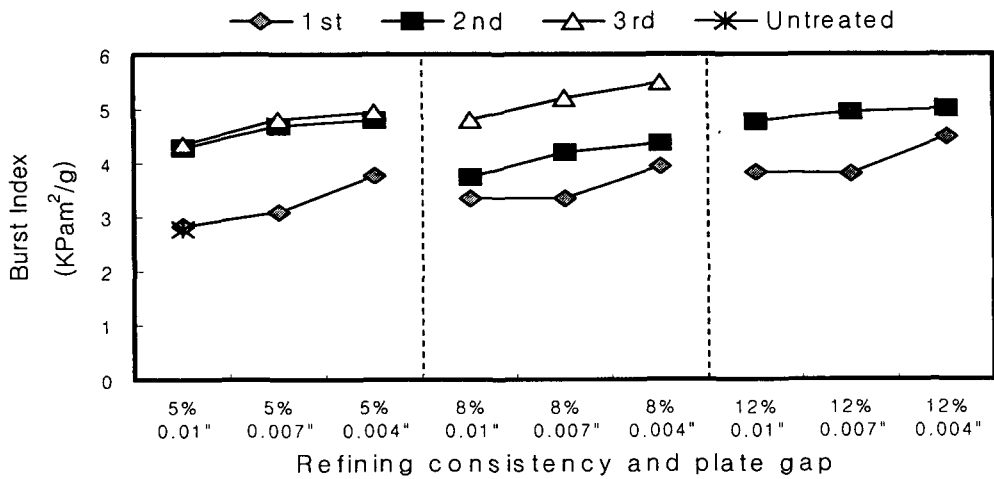


Fig. 8. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Burst Index(126 g/m²)

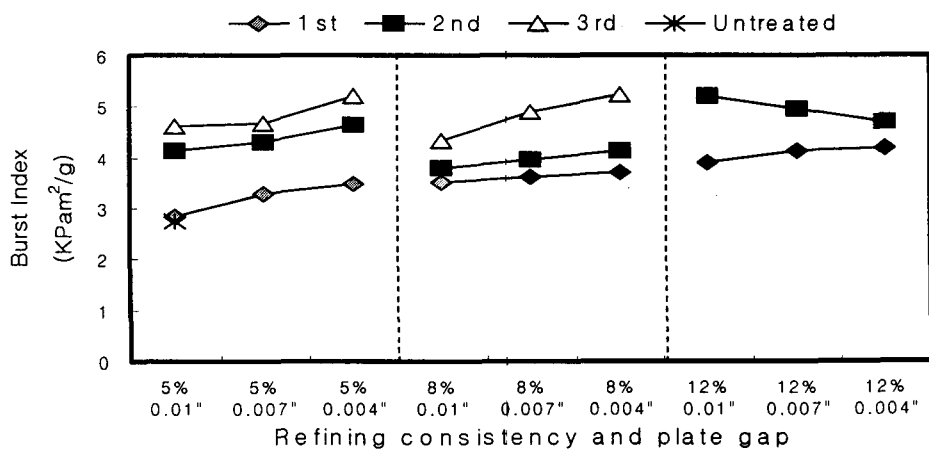


Fig. 9. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Burst Index(185 g/m²)

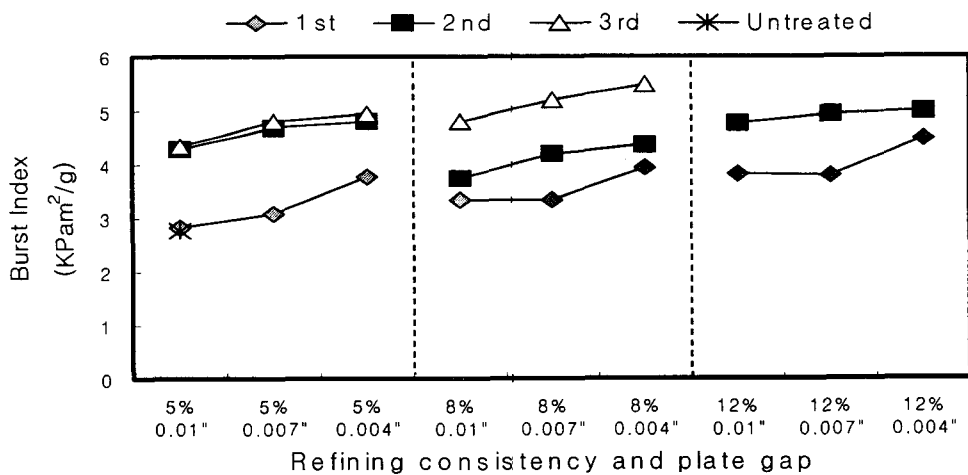


Fig. 10. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship Burst Index(2 g/m²)

4. 결 론

라이너 제조 시 고해농도와 플레이트 갭이 종이의 휨 강성 및 종이 물성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 연구를 실시한 결과 고해농도가 높을수록, 플레이트 갭이 적을수록 종이의 휨 강성은 점차 감소되었고 이는 두께와 Young률 등에 의하여 좌우되었음을 확인할 수 있었다. 또한 고해농도가 높을수록, 플레이트 갭이 적을수록 인장강도와 파열강도는 증가하였다. 특히 리파이너 간극의 변화에 따른 제반 물성의 변화가 뚜렷함을 보여주어 간극변화에 따른 고해세기의 영향이 크게 작용한 것을 확인할 수 있었다.