

라이너 제조용 펄프의 고해 조건이 에너지 소비와 종이 물성에 미치는 영향

원종명

강원대학교 제지공학과

1. 서 론

최근 심각하게 대두되고 있는 환경 오염은 오존층 파괴, 기후 급변, 생태계 파괴 등 각종 문제를 야기하고 있어 전 세계 각 국에서 환경 오염의 감소를 위한 다양한 방법을 강구하고 있다. 그 대표적인 예로서 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 삼림자원 보호 및 환경 오염의 일환으로 폐지 재활용을 적극 추진하고 있으며, 각 생산 공정에서의 에너지 소비 절감을 위한 노력을 경주하고 있다. 제지산업은 장치산업이자 용수산업이며, 종이 제조 원가의 상당 부분을 에너지 비용이 차지하고 있다. 제지 공정 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 등력을 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 소비 에너지의 변화 및 종이 물성 변화를 조사하여 가능한 한 에너지 소비를 줄이면서 적절한 수준의 물성을 얻을 수 있는 방법을 강구하고자 실시되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

본 연구에 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 한 면이 왁스로 표면처리되었다.

2.2 실험 방법

2.2.1 펄프화 및 고해

라이너를 해리시키기 전에 먼저 손으로 적당한 크기로 찢어 물에 약 18시간 동안 침적시켰다가 고농도 펄프에서 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 더블 디스크 리화이너(Sprout-Waldron사)를 사용하였으며, 고해세기를 일정하게 유지할 수 있도록 하기 위하여 콘베이어 벨트 방식의 펄프 공급 장치를 사용하였고, 디스크 리화이너 플레이트의 온도 변화가 미치는 영향을 최소화하기 위하여 열수를 지속적으로 공급하여 플레이트의 온도를 조절하고, 또한 고해 농도를 조절하기 위한 희석수로도 사용하였다. 고해를 실시하는 동안 소비된 동력을 측정하기 위하여 전력계를 사용하였으며, 각 고해 조건에서 무부하 동력을 먼저 측정하여 총 고해 동력으로부터 빼어주어 순 고해동력으로 사용하였다. 고해 조건으로서 플레이트의 간격을 0.01, 0.007, 0.004 인치로 조절하였으며, 각 간격에서 5%, 8% 및 12%의 고해 농도를 적용하였다.

2.2.2 수초지 제조

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

2.2.3 물성 측정

TAPPI Standard에 의거 수초지를 전처리 및 조습 처리를 실시한 후 평량, 두께를 측정하여 벌크를 산출하고, Taber stiffness와 압축강도(VAC를 이용)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 고해 조건에 따른 에너지 소비

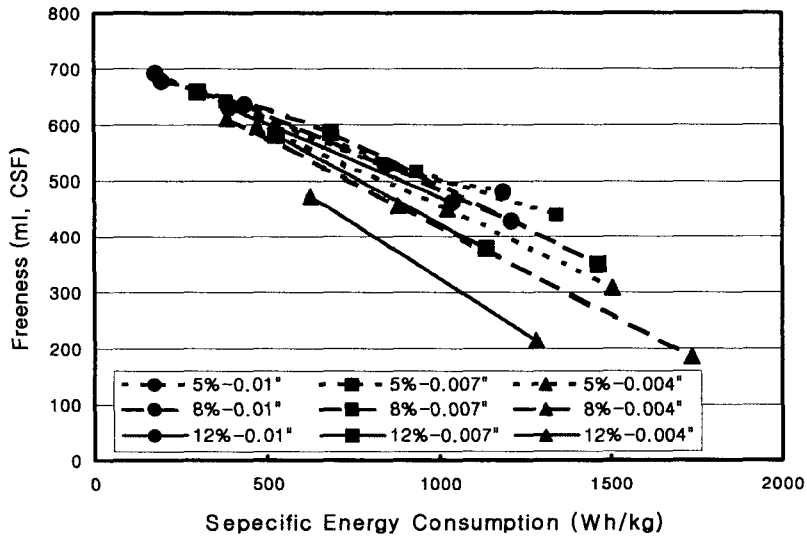


Fig. 1. Effect of refining consistency and refiner plate gap on the specific energy consumption.

비록 고해농도 5%와 8% 사이에서는 그 효과의 차이가 그리 크지는 않았으나 전반적으로 고해 농도가 높을수록, 그리고 플레이트 갭이 작을수록 동일 비에너지 소비량에

의하여 여수도가 감소될 수 있는 정도가 증가되었다.

3.2 고해 조건이 종이 물성에 미치는 영향

Fig. 2~4에서 볼 수 있는 바와 같이 본 연구에서 검토된 평량 126 g/m², 185 g/m² 및 205 g/m²에서 고해 농도와 플레이트 갭이 종이의 벌크에 미치는 영향이 확인되지 않았다. 또한 Fig. 5에서 보는 바와 같이 평량 126 g/m²에서 다소 높은 벌크를 나타낸 것 이외에 평량의 영향이 나타나지 않았다. 단지 여수도 400 ml CSF까지는 여수도가 감소됨에 따라 벌크가 크게 감소되다가 그 이하에서는 큰 변화를 나타내지 않았다. Fig. 6는 여수도와 압착지수와의 관계를 나타낸 것으로 역시 고해 농도와 플레이트 갭이 이들 관계에 별 영향을 미치지 않았으며, 주로 여수도에 의하여 영향을 받았음을 알 수 있다. Fig. 7은 Taber stiffness 측정치와 압축강도로부터 산출된 유효두께와 실제 측정된 종이의 두께와의 관계를 나타낸 것으로 평량 185 g/m² 및 205g/m²에서 서로 유사한 값을 나타낸 반면, 평량 126 g/m²에서는 유효두께가 실제 측정치보다 매우 높은 값을 나타내었다.

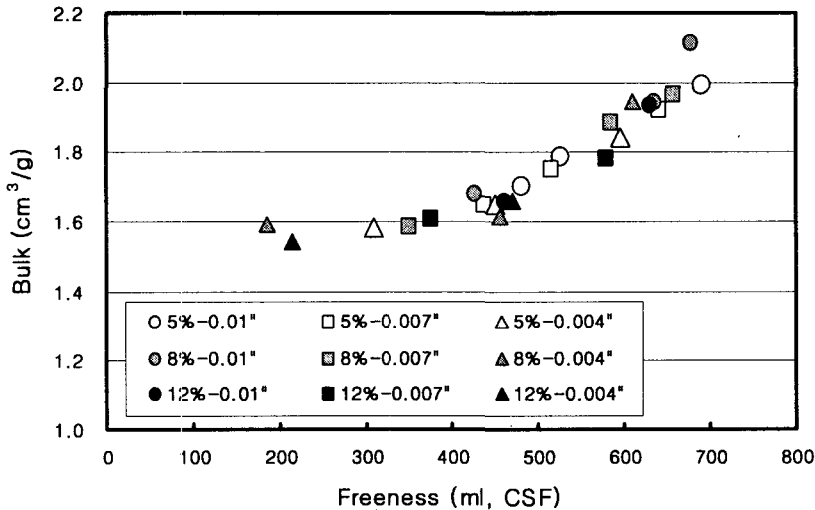


Fig. 2. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship between bulk and freeness(126 g/m²).

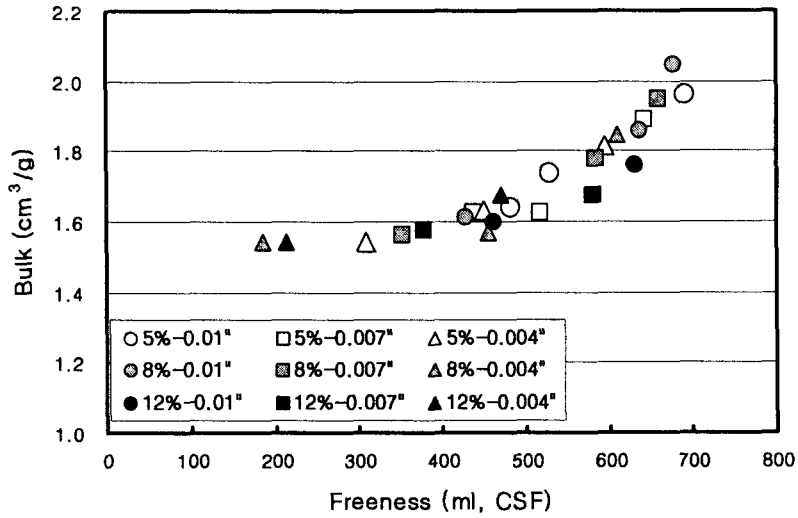


Fig. 3. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship between bulk and freeness(185 g/m²).

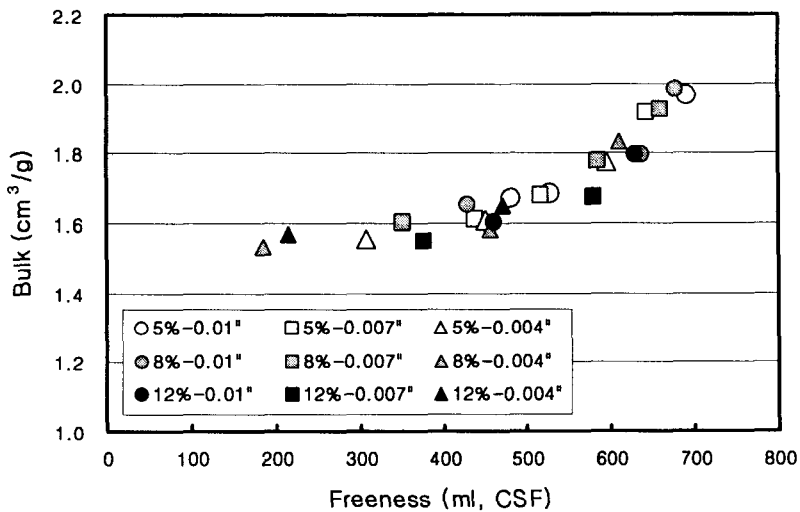


Fig. 4. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship between bulk and freeness(205 g/m²).

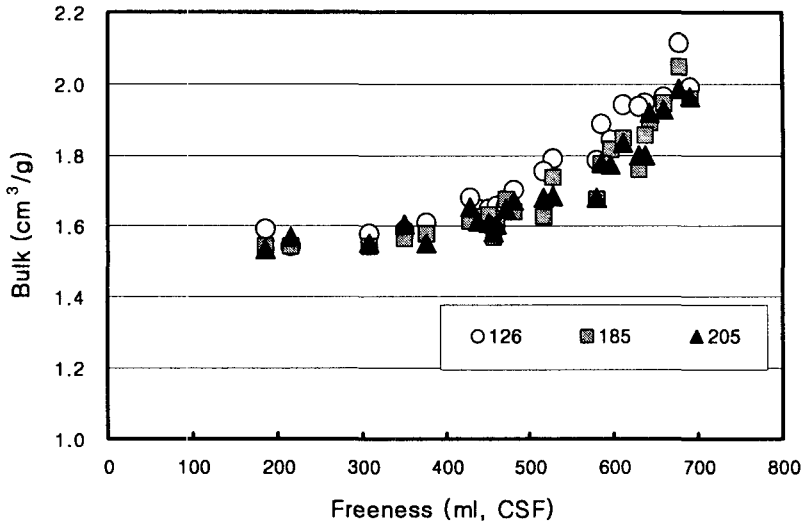


Fig. 5. Effect of grammage on the relationship between bulk and freeness.

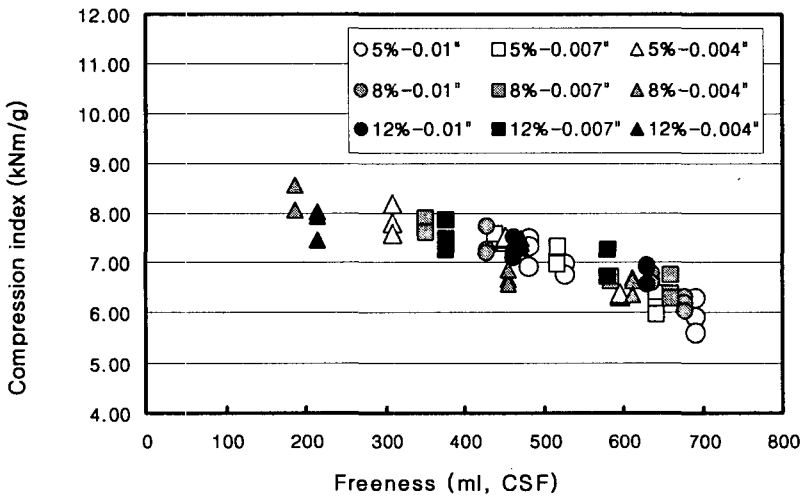


Fig. 6. Effect of refining consistency and plate gap on the relationship between compression index and freeness.

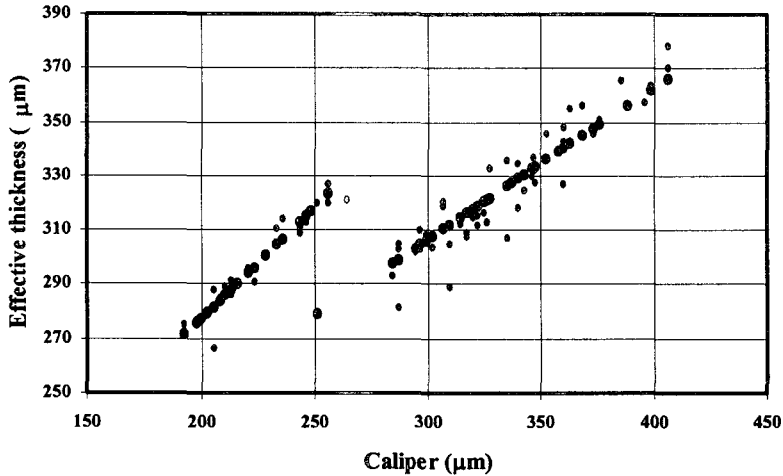


Fig. 7. Effect of grammage on the relationship between effective thickness and caliper.

4. 결 론

라이너 제조 시 고해농도와 플레이트 갭이 비에너지 소비 및 종이 물성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 연구를 실시한 결과 고해농도가 높을수록, 플레이트 갭이 적을수록 동일 수준의 여수도 감소 효과를 얻는데 요구되는 비에너지가 감소되었다. 그러나 고해농도와 플레이트 갭의 변화는 라이너 및 판지에서 중요한 벌크에 영향을 별로 미치지 않았으며, 오히려 여수에 의하여 좌우되었음을 확인할 수 있었으며, 압축지수도 고해농도와 플레이트 갭보다는 여수에 의하여 영향을 받았다. 여수도 변화에 따른 라이너 벌크의 감소는 여수도 400 ml CSF까지 직선적으로 크게 감소되었으나 그 이후는 완만하거나 별 변화가 나타나지 않았다. 낮은 평량(126 g/m²)에서는 유효두께가 실측치보다 높게 나왔는데 그 원인은 아직 밝혀지지 않았다.