

라이너지의 탄성계수에 영향을 미치는 인자

Factors to affect elastic modulus of linerboard

윤혜정 · 진성민 · 최익선 · 김지용 · 김동규*¹

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부, *¹ 아세아페이퍼텍 연구소

1. 서론

동절기에 매우 낮은 대기 습도 조건에 의해 골판지 상자들의 패션부위가 터져나가는 문제가 빈번하게 발생한다. 이와 같이 scoring 이후 상자를 접을 때 최외각의 라이너지가 스트레스를 집중적으로 받으면서 충분히 신장되지 못하고 터지는 현상을 패션터짐이라 한다.^{1,2)} 그런데 이것은 최종 상품단계에서 발생하는 문제이기 때문에 원료 문제 및 에너지 측면에서 그 손실이 막대하다고 할 수 있다.

이를 해결하기 위한 방안으로써 골판지 및 지합 제조작업장 전체를 항습처리하는 시스템을 도입하거나, 길이가 길고 강도가 좋은 섬유로 원료를 대체하는 방법들이 있다. 그러나 투자비가 많이 들고 원가가 상승하는 문제가 수반된다. 또한 원료 조성 단계에서 보습제 투입이나 패션 작업 시 골판지에 수분을 공급하는 방법들도 소개 되었지만 이 또한 한계가 있다.³⁾

그래서 고해처리를 통해 라이너지의 인장강도 및 신장률을 개선시키기 위한 방안이 연구된 바 있다.⁴⁾ 그러나 섬유마다 제각각의 특성이 있으므로 그 활용범위가 제한적이며 보다 근본적인 해결방안이 필요한 실정이다.

Emslie 등⁵⁾은 패션이론에 대한 기본 이론을 설명하면서 골판지에 패션을 넣고 굽힐 때 터짐현상이 발생하지 않기 위해서는 층간 결합력보다 층분리에너지가 더 커야한다고 주장하였으며 이론적인 계산식과 실험결과로 이를 증명해보였다. 층분리에너지는 라이너지의 탄성계수와 패션의 폭 및 깊이 등에 의해 결정되는데 특히 탄성계수와 비례적인 관계를 갖는다고 하였다.

따라서 라이너지의 탄성계수 증가를 통해 층분리에너지를 높일 수 있고 결국 이는 패션터짐을 방지하는 방안이 될 수 있을 것으로 보인다. 본 연구에서는 층별 부착량, top

층의 고해처리조건 등을 조절함으로써 라이너지의 탄성계수에 영향을 미치는 인자들을 탐색하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

라이너지를 제조하기 위하여 UKP(Unbleached Kraft Pulp)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 고해처리

공시재료를 Valley beater를 이용하여 고해시간을 달리하여 여수도 570, 485, 408 mL CSF 수준으로 조절하였다.

2.2.2 염색처리

층별 밀도를 평가할 수 있도록 Top 층 지료에 염료를 투입하였고 3시간 이상 교반하여 섬유들이 충분히 염색되도록 하였다.

2.2.3 수초지 제작

Top 및 back 층의 부착량을 달리하여 전체 평량이 240 gsm이 되도록 2층지를 제작하였다(Table 1).

Table 1. Variables of sheet forming condition

구분	TOP	BACK
부착량, g/m ²	30	210
	50	190
	70	170
여수도, mL CSF	570, 485, 408	485

2.2.4 강도특성 평가

TAPPI method T410 om-98, T410 om-97, T494 om-96에 의거하여 평량, 두께, 인장강도 및 신장률, 탄성계수 등을 평가하였다.

2.2.5 층별 밀도 평가

제작된 수초지를 15 mm × 1 mm 크기의 시편으로 자른 후 슬라이드 글라스 위에 단면이 보이도록 고정시켰으며, 광학현미경을 이용하여 150배 배율로 단면 이미지를 얻었다. 얻어진 이미지로 층별 두께를 측정하고 측정된 평량과 함께 밀도를 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 층별 부착량에 따른 라이너지 탄성계수 변화

Fig. 1은 408 mL CSF의 동일한 고해처리를 받은 top층과 back 층으로 구성된 2층의 라이너지의 탄성계수를 평가한 결과를 나타내고 있다. Top 층의 부착량이 증가할수록 탄성계수는 증가하는 경향을 보였다. 특히 top 층의 부착량이 1 gsm 증가할 때 탄성계수는 1.6%가 비례적으로 증가함을 알 수 있었다.

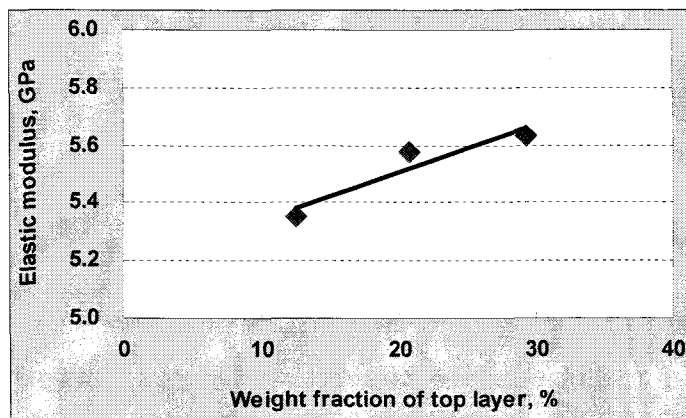


Fig. 1. Elastic modulus of linerboard with weight fraction of top layer.

3.2 고해처리 조건에 따른 라이너지 탄성계수 변화

Fig. 2는 top+back을 50+190 gsm으로 동일하게 하고, 485 mL CSF 여수도 수준의 back층과 고해수준을 달리한 top 층을 결합한 2층지의 탄성계수를 나타내고 있다. 408 mL CSF 여수도 수준에서 가장 큰 탄성계수를 나타냈으며 여수도와 탄성계수가 비례적인 상관성을 보였다. 일반적으로 밀도와 탄성계수는 비례적인 상관성을 갖는다.⁶⁾ 결국 고해처리로 인한 top 층의 밀도 증가가 탄성계수를 증가시켰을 것으로 판단된다.

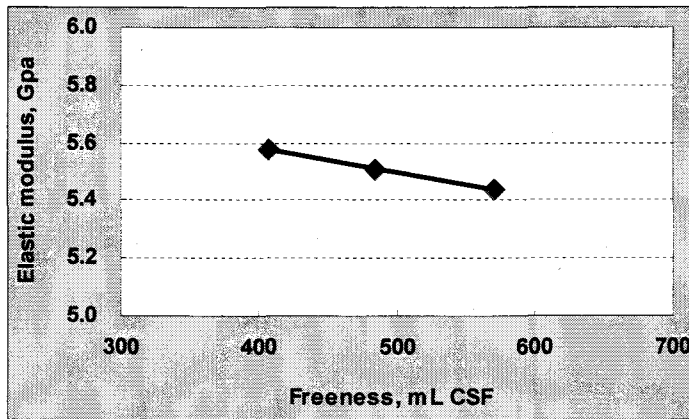


Fig. 2. Elastic modulus of linerboard with freeness of top layer.

4. 결론

라이너지의 탄성계수에 영향을 주는 인자를 평가한 결과 2층의 다층지의 경우 top 층의 부착량이 증가할수록 또한 top층 원료의 고해도가 클수록 라이너지의 탄성계수가 비례적으로 증가함을 알 수 있었다. 다만 top 층의 고해처리가 많이 가해진 경우 부착량에 의한 탄성계수 증가효과가 더욱 크게 나타남을 알 수 있었다. 이는 top 층의 고해도 차이가 top 층의 밀도 변화를 야기하여 라이너지의 탄성계수에 영향을 준 것으로 생각된다. 특히 1 gsm의 top 층 부착량 증가로도 탄성계수를 1.6% 가량 증가시킬 수 있으므로 층별 부착량 조절로 라이너지의 탄성계수를 효과적으로 제어할 수 있을 것으로 보인다.

사 사

본 연구는 산업자원부 신기술실용화기술개발사업 지원에 의해 수행되었음. 최익선 연구원은 BK 21 핵심 사업 지원을 받아 연구를 수행하였음.

참고문헌

1. 김순철, 골판지 기술, 예진출판사, pp156-163, 1997.
2. Antti Savolainen, Paper and Paperboard Converting, Papermaking Science and Technology series, Vol.12, TAPPI Press, pp228-235, 1998.
3. Corrugating Defect/Remedy Manual 6th ed., TAPPI Press, pp176-177, 1999.
4. 윤혜정, 이학래, 이학래, 최익선, 김동규, 원료 및 초지 조건에 의한 저습도 조건에서의 라이너지 신장률 개선, 2006 춘계 펄프종이공학회 학술논문집, pp63-68, 2006.
5. A. G. Emslie & R. S. Brennman, A Theoretical and Experimental Study of the Scoring and Bending of Boxboard, Tappi 57(6);289-297 (1967).
6. Niskanen K., Paper Physics, Papermaking Science and Technology series, Vol.16, TAPPI Press, pp138-191, 1998.