

원료 및 초지 조건에 의한 저습도 조건에서의 라이너지 신장률 개선

Improvement of the strain of linerboard at low relative humidity condition by raw material and papermaking variables

윤혜정 · 이학래 · 진성민 · 최익선 · 김동규*¹

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부, *¹ 아세아페이퍼텍 연구소

1. 서 론

섬유는 흡습성의(hygroscopic) 물질이기 때문에 주변 환경의 수분 조건에 민감하게 반응한다. 일반적으로 주변의 상대습도가 증가하면 섬유의 stress는 감소하고 strain은 증가하는 경향을 보이기 때문에 종이의 인장강도 및 스티프니스는 감소하고 인열강도 및 신장률은 증가하게 된다.¹⁾ 최근 포장재로서의 활용이 증대되고 있는 골판지 상자의 경우 역시 수분 조건에 민감한 원료를 사용한다는 점에서 대기 습도에 따른 물성관리가 매우 중요하다. 과채류 포장에 이용되는 골판지의 경우 상대습도가 높은 여름철에 압축강도 저하로 인해 상자가 무너지는 문제 등이 발생한다.²⁾ 이와 관련하여 온습도 조건 변화와 과채류 포장 상자의 강도 변화에 대한 연구³⁾가 라이너지 및 골심지의 물성 변화보다는 상자의 압축강도 및 과열강도 등의 관점에서 진행되어 왔다. 고습도 조건뿐 아니라 저습도 조건에서도 골판지는 와프 등을 포함한 다양한 품질 문제를 겪고 있다. 특히 대기습도가 낮은 동절기에는 종이가 뻗뻗해지게 되어 골판지 상자 제조 시 패션부가 터지는 문제 등이 발생하게 된다.⁴⁾ 이것은 습도변화에 따라 주기적으로 발생하는 고질적인 문제로서, 최종 단계에서 발생하는 클레임이라는 특성상 원료 문제뿐만 아니라 에너지 측면에서 손실이 막대하기 때문에 이를 극복할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다.

패션터짐은 Fig. 1에 보이듯이 scoring 이후 상자를 접는 과정에서 최외각의 라이너지에 스트레스가 집중되면서 패션부위가 터지는 현상을 말한다.^{4,5)} 섬유가 길고 강도가 높은 크라프트 라이너를 사용하는 경우 패션터짐을 어느 정도 예방할 수 있겠지만 재 활용 섬유의 사용량이 증가하고 있는 국내 상황에 비춰볼 때 단순한 원료 물질 대체는 한계가 있다. 이를 해결하기 위하여 원료 조성에서 보습제를 투입하거나 패션 작업 시

골판지에 수분을 공급하는 방법들이 소개된 바 있지만⁴⁾ 이것 역시 원가 문제와 작업 시간 등의 문제를 수반하기 때문에 근본적인 해결책이라 할 수 없다. 따라서 적절한 원료의 선택 및 원료 개질 등을 포함한 초지 조건의 변화를 통해 라이너지의 물성을 개선하는 방법 등이 바람직할 것으로 생각된다.

이를 위해 본 연구에서는 우선, 습도조건에 따른 일반 라이너지와 고강도 라이너지의 물성 변화를 평가하고 펄프 종류 및 고해 처리 등의 초지조건을 달리 했을 때 저습도 조건에서의 종이의 신장률 및 강도 특성을 측정 비교함으로써 저습도 조건에서 라이너지의 신장률을 개선할 수 있는 방법을 찾아보고자 하였다.

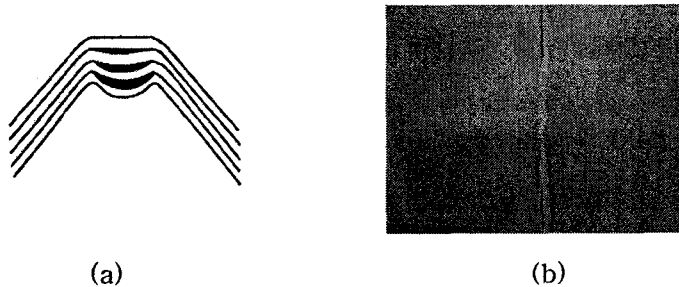


Fig. 1. Folding behavior of a scored board; (a), and pictures of cracking in corrugated boards; (b).

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

라이너지의 습도 조건에 따른 물성 변화를 평가하기 위해 국내 A사에서 생산 중인 일반크라프트 라이너지(NKLB)와 고강도 크라프트 라이너지(KLB)를 공시재료로 사용하였다. NKLB와 KLB는 다층지로 구성되어 있으며 평량은 225 gsm과 300 gsm 두 종류를 사용하였다. NKLB가 back 층 원료를 KOCC로 사용한 데 반해 KLB는 back층에 AOCC를 사용하였다. 또한 원료 및 초지 조건의 영향을 살펴보기 위하여 섬유 특성이 상이한 5종류의 UKP (Unbleached Kraft Pulp)를 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 고해처리

각각의 UKP를 Valley beater를 이용하여 고해정도를 달리하여 여수도를 20, 25, 30, 35 °SR 수준으로 조절하였다.

2.2.2 수초지 제작

각 조성된 원료로부터 실험용 수초지를 이용하여 평량 80 gsm의 수초지를 제작하였다.

2.2.3 조습처리

TAPPI method 402sp-98에 의거하여 23°C 50% RH 조건으로 24시간 이상 조습처리하였다. 저습도 조건 조습처리를 위하여 Fig. 2와 같은 humidity chamber를 사용하였으며⁶⁾ 항습조건을 위해 25% RH 조건은 $K_2C_2H_3O_2$, 38% RH 조건은 CrO_3 의 시약⁷⁾으로 만든 포화용액을 이용하였다.

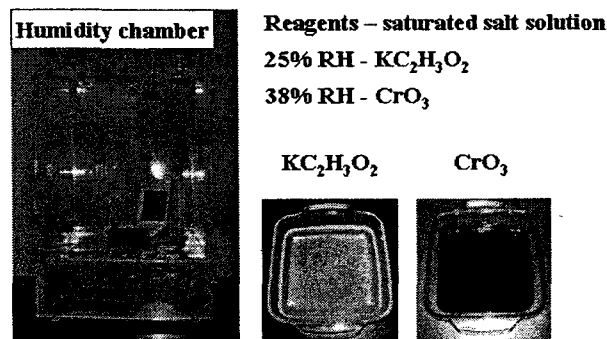


Fig. 2. Picture of humidity chamber and reagents to control the relative humidity.

2.2.4 강도특성 평가

TAPPI method T410 om-98, T410 om-97, T494 om-96, T822 om-93, T403 om-97에 의거하여 평량, 두께, 인장강도 및 신장률, 압축강도, 파열강도 등을 평가하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 상대습도 변화에 따른 물성 변화

Fig. 3은 상대습도의 변화에 따른 인장강도 및 신장률의 변화를 나타내고 있다. 일반 크라프트 라이너지 뿐 아니라 고강도 크라프트 라이너지에서도 저습조건에서 인장강도는 증가하였으나 신장률은 감소하였다. 이러한 경향은 일반적으로 알려진 바와 같으나, 습도 조건이 38%에서 25%로 더 떨어진 경우 인장강도의 증가는 그리 크지 않았지만

신장률은 38% 조건에 비해 더 큰 감소를 나타내었다. 25% RH 조건에서의 신장률은 50% RH 조건에 비해 18~21% 정도로 급격하게 감소하였다. 이로부터 주로 상대습도가 30% 미만인 동절기에 인장강도가 다소 상승함에도 불구하고 잦은 팩션터짐 현상이 발생하는 것은 급격한 신장률 감소에서 유래될 수 있다고 생각되었다. 따라서 저습도 조건에서 신장률을 개선시킬 수 있고 적절한 원료와 초지조건을 찾는 것은 중요하다고 판단된다.

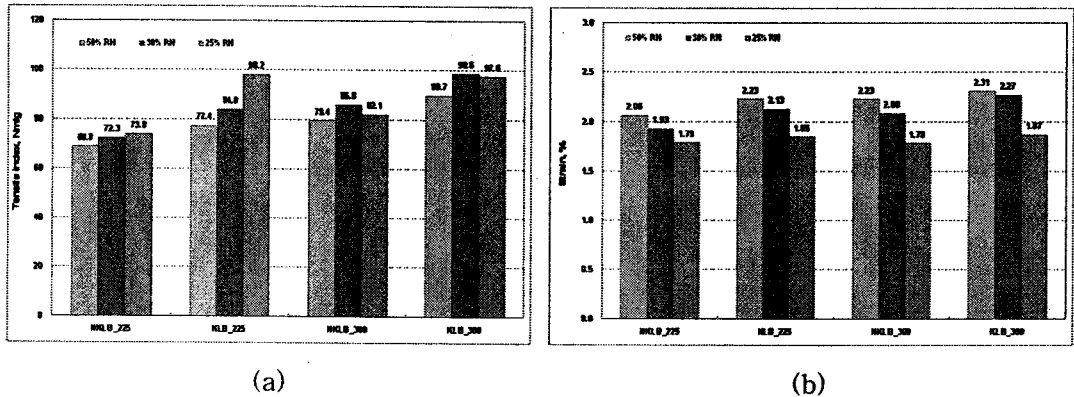


Fig. 3. Tensile index (a) and strain (b) with change of relative humidity.

3.2 원료에 따른 인장강도 및 신장률 변화

종이의 물성은 원료 특성에 따라 영향을 받게 되는데 Fig. 4는 5종류의 UKP로 제작한 수초지를 20°SR 여수도 수준으로 조절하여 인장강도(a)와 신장률(b)을 측정된 결과를 보여주고 있다. 인장강도의 경우 모든 수초지에서 상대습도가 25% RH 수준으로 떨어졌을 때 5~12% 가량 증가하였다. 그러나 신장률의 경우 펄프의 종류에 따라 차이를 보였다. B, D, E UKP의 경우 50% RH 조건에 비해 25% RH 조건에서 3~8% 가량 낮은 신장률을 보이고 있는 반면에 A, C UKP의 경우는 오히려 9~16% 증가하는 결과가 나타났다. 이는 펄프 종류마다 고해처리를 통해 나타나는 섬유 fibrillation 정도가 다르고 그에 따른 섬유장에 차이를 보이기 때문으로 생각된다.

3.3 고해정도에 따른 신장률 변화

Fig. 5는 고해정도를 달리했을 때 E type UKP의 인장강도와 신장률을 보여주고 있다.

고해정도가 30°SR까지는 50% RH 및 25% RH 조건 모두에서 인장강도가 증가하지만 그 이상의 고해세기에서는 다시 감소하는 경향을 보여주고 있다. 그러나 신장률은 50% RH 조건에서 인장강도와 같은 경향을 보이지만 25% RH 조건에서는 오히려 35°SR 여수도에서 가장 높은 신장률을 보이고 있다. 특히 35°SR 여수도에서 저습도 조건에서 50% RH 대비 인장강도와 신장률 모두가 증가하는 모습을 볼 수 있다. 이를 통해 E type UKP로 제작한 수초지의 경우 35°SR 여수도 수준의 고해세기에서 대기의 상대습도가 저하되더라도 신장률을 개선시킬 수 있음을 알 수 있었다. 즉, 저습조건에서 라이너지의 신장률을 개선시키기 위하여 펄프 종류에 따라 적정 고해세기를 조절하는 것이 매우 중요한 것으로 판단되었다.

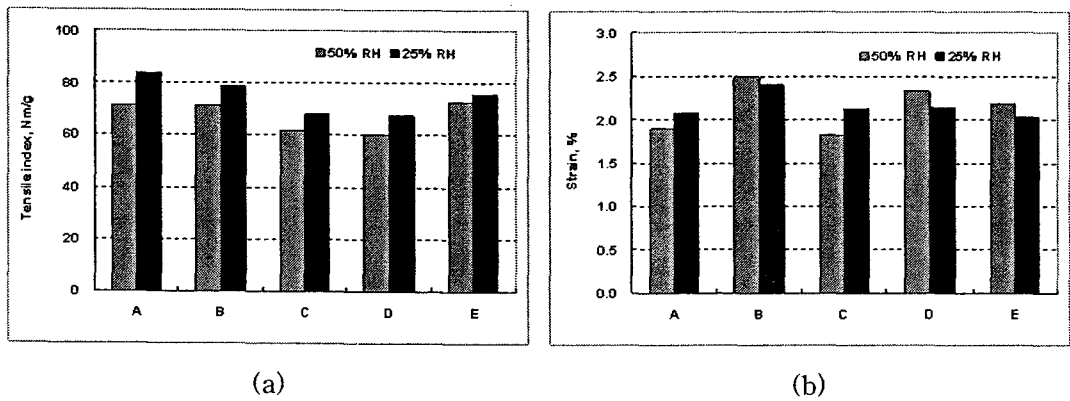


Fig. 4. Tensile index (a) and strain (b) of sheets made of various UKPs at 50% RH and 25% RH condition.

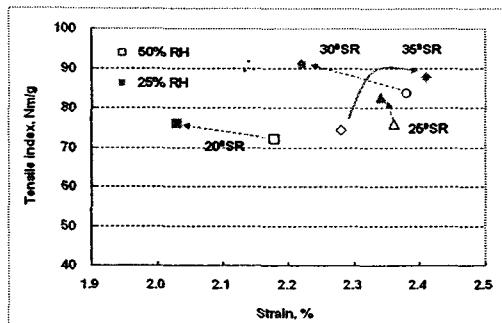


Fig. 5. Change of strain and tensile index of E type sheet after refining.

4. 결 론

상대습도의 변화에 따라 종이의 물성 변화를 평가한 결과 25% RH 수준의 저습조건에서 50% RH 조건에 비해 인장강도는 증가하지만 신장률이 20% 가량 감소하기 때문에 골판지 상자 제조 시 패션터짐의 원인이 될 수 있는 것으로 판단되었다. 본 연구에서는 이를 해결하기 위하여 고해 처리를 통해 여러 가지 펄프원료를 개질하여 신장률을 개선하고자 하였다. 펄프의 종류에 따라 고해세기에 따른 물성 변화에 차이를 보이기 때문에 적정수준의 고해 세기를 조절하여 저습조건에서 신장률의 감소 없이 인장 강도를 증가시킬 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

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

참고문헌

1. William E. Scott, Properties of paper : an introduction, pp89-93, TAPPI PRESS.
2. 조중연, 민춘기, 신준섭, 농산물 저온유통용 내수 골판지 상자의 제조(제1보) - 섬유
의 종류, 습윤저력증감제 및 방습제 첨가에 따른 골판지 원지의 물리적 특성 -, 펄
프종이기술 vol.35 no.2, 2003, 한국펄프종이공학회
3. 김중경, 조중연, 신준섭, 소규영, 임현상, 서영범, 손기주, 과채류 포장용 골판지 상자
의 안전계수 규격화 및 설계 프로그램 구축(I) - 상대습도에 따른 농산물 포장용 골
판지 원지의 물리적 특성 변화 및 상자압축강도의 예측 -, 2005 한국펄프종이공학회
추계학술논문발표회.
4. 김순철, 골판지 기술, pp156-163, 예진출판사.
5. Antti Savolainen, Papermaking Science and Technology, vol.12; Paper and
Paperboard Converting, pp228-235, TAPPI PRESS
6. 함충현, 이학래, 습도에 따른 수초지의 휨강성 변화, 2004 한국펄프종이공학회 추계
학술논문발표회.
7. James P. Casey, Pulp and Paper ; Chemistry and chemical technology, 3rd ed.
Vol. 3, p1767, Wiley Interscience.