

KS 및 ISO에 의한 조습처리가 라이너지의 품질특성에 미치는 영향

김형진¹⁾ · 최우영¹⁾ · 최형기²⁾

1) 국민대학교 임산공학과 · 2) 산업자원부 기술표준원

1. 서 론

최근 들어 급변하고 있는 인터넷 및 홈 쇼핑과 같은 새로운 구매형태의 변화에 인한 단위 포장에 대한 수요 확대 및 수출 시장의 다변화, 오염 유발 포장 소재에 대한 국제 환경 규제 강화 등에 따라 골판지 수요가 크게 증대하고 있다. 이에 따라 골판지에 대한 품질 고급화로의 요구가 확대 되었으며 규격화, 표준화로의 관심으로 이어졌다. 기존에 주로 행해졌던 골판지에 관한 연구는 라이너지와 골심지를 주원료로 사용하는 골판지의 물성에 주요 타겟이 맞추어졌다. 그러나 라이너지의 특성에 따라 골판지의 최종 품질이 좌우되고, 또한 골판지 제조 원가비용의 50%이상을 라이너지와 골심지가 차지하고 있기 때문에 원지에 대한 정확한 분석 및 이해가 요구되고 있다. 라이너지는 다양한 환경조건과 수송, 적재 중에 발생하는 압축하중을 견딜 수 있어야 하고 골판지 상자의 외관 특성에 따라서 인쇄적성도 고려되어야 한다. 환경요건에 따른 국제 규격의 적용과 품질특성에 대한 강화요인도 필수적이라 할 수 있다. 그러므로 현재 국내에서 적용되고 있는 KS규격에 의한 전처리 조건과 ISO 전처리 조건변화에 의한 라이너지의 물성을 평가하는 것은 중요한 의미를 지닌다 할 수 있을 것이다. 특히 산업의 수출비중이 내수 시장에 비해 중요한 우리나라의 경우 골판지의 특성은 장기 적재 중 발생하는 계절적 변화와 선박 운송 중 발생하는 온·습도 변화에 매우 민감하다 할 수 있다. 온·습도 변화는 최악의 경우 골판지 상자의 기능이 골판지 생산시 초기 강도의 20~30%밖에 기능을 못하는 경우가 발생한다고 보고 된 바도 있다. Byrd(1984)는 일정한 습도조건의 환경에서보다 순환 습도에 의한 환경 변화에 따라 라이너지의 압축 creep 속도가 2~9배 가량 더 빠르다고 보고하였다.

이와 같이 종이의 물리적, 기계적 강도 특성은 전처리 과정 중 조습처리 조건에 의해 크게 영향을 받는다. 한국산업규격과 ISO 및 TAPPI에서 규정하고 있는 조습처리 환경

조건은 각각 상이한 온도 및 상대습도를 채택하고 있다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 생산된 라이너지를 이용하여 KS 및 ISO에서 규정하고 있는 조습처리 조건을 적용하여 물리적 특성을 평가, 분석함으로써 표준화 연구의 기초자료 확보 및 규격조건의 변화에 대비한 라이너지의 물리적 특성에 관한 상관관계를 제시하고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

본 연구에서는 국내에서 생산하고 있는 7개사의 라이너지를 이용하였으며, 라이너지의 등급에 따라 KK급(평량 175g/m², 225g/m², 300g/m²), KA급(평량 210g/m²), KC급(180g/m²) 지종을 분양받아 공시재료로 사용하였다.

2.2 물리적 특성 평가

2.2.1 조습처리

라이너지의 전처리 환경 조건은 항온 항습실에서 KS M 7012에 의한 시험용지의 전처리 환경조건 및 ISO 187에 의한 전처리 환경조건을 설정하여 실험하였다.

표1. KS 및 ISO에 의한 전처리 환경 조건

	Temp.(°C)	R.H(%)
KS	20±2°C	65±2%
ISO	23±2°C	50±2%

각 조건 설정 후 최소 64시간 이상 조습처리를 실시하였고, 각 전처리 조건의 변경 시 48시간 경과 후 시험시료의 전처리를 실시하였다. 정확한 온·습도를 유지하기 위해 항온 항습실 자체의 통풍 건습도계 외에 디지털식 건식 온습도계와 습식 습도계를 사용하여 온·습도 조건을 정밀하게 조절하였다.

2.2.2 물리적 특성 평가

한국산업규격에 의거하여 라이너지의 기본 물성으로서 평량(KS M 7013), 함수율(KS

M 7023), 압축강도(KS M 7051), 파열강도(KS M 7082)를 측정하였고 그 외에 SCT, 인장강도, 신장율, 인열강도, 두께를 측정하였다. 시험 시료의 채취에는 실험오차를 최소화하기 위하여 각 측정장치의 전용 시편 절단기를 이용하였으며, 각 항목별 실험 횟수를 20회 실시하여 측정값에 대한 표준편차를 검정한 후 평균값을 비교, 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 RCT에 의한 라이너지의 압축강도 특성

RCT에 의한 라이너지의 압축강도 특성은 상자제조에 따른 수직압축 하중에 직접적으로 영향을 미치기 때문에 라이너지의 물리적 특성을 평가하기 위한 중요한 인자 중 하나이다. 현재 라이너지에 관한 KS규격에서의 비압축강도는 평량과 등급에 따라 각각 다른 허용 범위를 규정하고 있다. 그림 1 및 2에서와 같이 국내산 라이너지의 경우 KS 및 ISO 조건에 따라 전처리 후 RCT를 측정하였을 때 각 회사별 모든 지점에서 비압축강도가 허용 기준 내에 포함되는 것을 알 수 있었다.

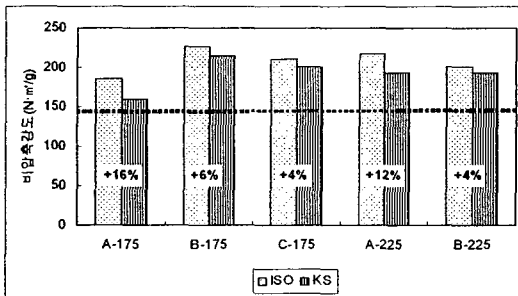


그림 1. 전처리 조건 변화에 대한 KK급 라이너지의 비압축강도 특성

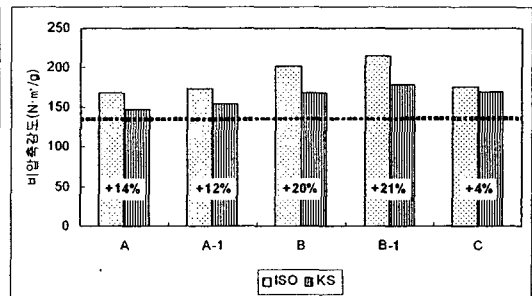


그림 2. 전처리 조건 변화에 대한 KA급 라이너지의 비압축강도 특성

KS 전처리 조건에서 ISO 전처리 조건으로 변화 시켰을 경우 KK급 175g/m²의 경우 8.86%, 225g/m²의 경우 8.03%, 300g/m²의 경우 12.79% 증가 하였으며, 평균적으로 KK 급에서는 10.55% 증가하는 경향을 나타내었다. KA급 라이너지 210g/m²에서는 평균 약

14.30% 증가하였으며, 그 외 KC급 평량 180g/m²에서는 평균 9.60% 증가하는 경향을 나타냈다.

KS M 7502에 따르면 RCT에 의한 압축강도는 비압축강도 외에 지중등급별, 평량별에 따라 허용범위가 구체적으로 규정되어 있다. 그림 3 및 4에서와 같이 압축강도 특성은 비압축강도와 동일한 추세를 나타냈으며, 시험한 모든 지중에서 규정된 강도를 상회하는 값을 나타냈다. KS 전처리 조건에 비해 ISO 조건에 의한 강도의 평균 변화율은 KK급 175g/m²의 경우 평균 7.73%, KK급 225g/m²의 경우 평균 11.73%, KK급 300g/m²의 경우 평균 11.41% 증가 하였으며, KA급 평량 210g/m²에 대해서는 약 13.28%, KC급 평량 180g/m²의 경우 8.79% 증가하는 경향을 나타냈다.

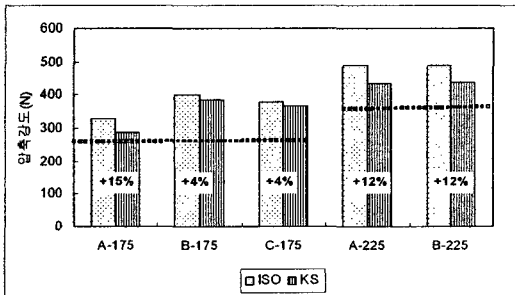


그림 3. 전처리 조건 변화에 대한 KK급 라이너지의 압축강도 특성

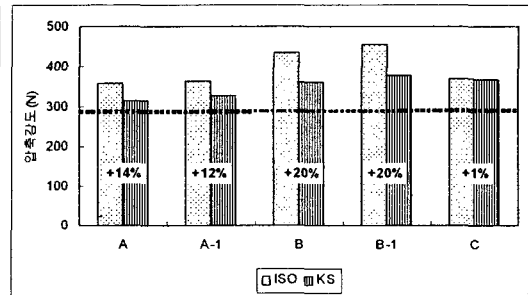


그림 4. 전처리 조건 변화에 대한 KA급 라이너지의 압축강도 특성

3.2 전처리 조건 변화에 따른 라이너지의 파열강도 특성

골판지 산업의 경우 파열강도는 골판지의 품질 특성을 평가할 수 있는 인자로서 운송 및 공정 조건을 조절하는 지표로서 사용되고 있다. KS M 7502에서와 같이 라이너지의 파열강도 특성을 평량으로 환산한 비파열강도로 나타냈을 경우 KK급에서는 1개 지종을 제외한 모든 지중에서 KS 기준값을 상회하였으나 KA급에서는 모든 시료가 기준 강도값에 미달하였으며, KC급에서는 규정 한계 기준에서 3지중에서만 허용 강도값을 만족하였을 뿐 전체적으로 열악한 강도 특성을 나타내었다. KS 전처리 조건에 의한 파열강도 대비 ISO 전처리 조건에 의한 평균 변화율은 KK급 175g/m²의 경우 2.00%, KK급 225g/m²의 경우 3.00% 증가 하였으며, KA급 평량 210g/m²의 경우 평균 4.83%, KC급 평량 180g/m²의 경우 평균 5.44% 정도 증가함을 알 수 있었다. 따라서 국내산

라이너지의 경우 상질 섬유원료를 혼합하여 초지하는 KK급을 제외한 KA 및 KC급에서는 사용 원료의 반복된 회수공정에 의해 섬유의 Hornification 현상이 심화되어 현 KS 규격에 정한 강도에 미달되는 것으로 판단된다.

또한 KS M 7502에서 규정하고 있는 라이너지의 각 등급별, 평량별 파열강도 특성은 평량 환산에 의한 비파열강도 변화 추세와 유사한 경향으로서 KK급의 대부분 지종은 KS 규정치를 만족하였으나 KA급, KC급에서는 KS 규격 기준에 미달되는 것으로 나타났다.

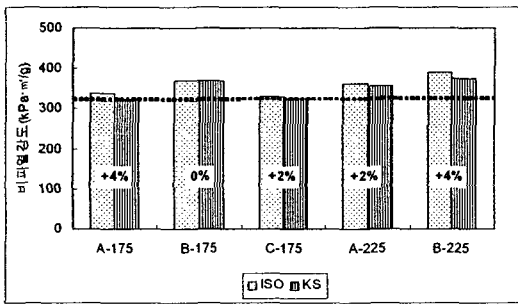


그림 5. 전처리 조건 변화에 대한 KK급 라이너지의 비파열강도 특성(I)

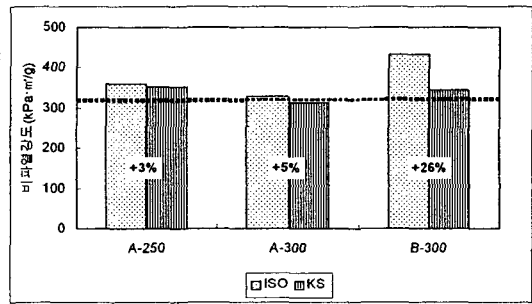


그림 6. 전처리 조건 변화에 대한 KK급 라이너지의 비파열강도 특성(II)

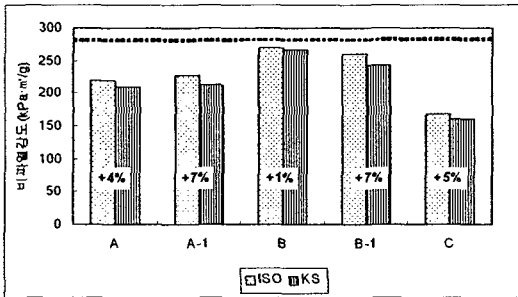


그림 7. 전처리 조건 변화에 대한 KA급 라이너지의 비파열강도 특성

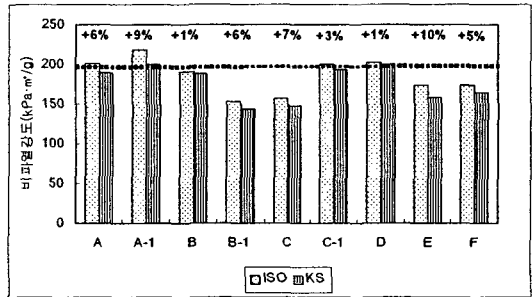


그림 8. 전처리 조건 변화에 대한 KC급 라이너지의 비파열강도 특성

3.3 전처리 조건 변화에 따른 라이너지의 평량 허용차 및 수분

평량은 종이의 각종 물리적, 기계적 성질뿐만 아니라 광학적 성질, 전기적 성질 등과 상관관계가 있는 기본적인 인자이다. KS M 7502에 의한 라이너지의 평량 허용차는 기

준 평량에 대해 $\pm 4\%$ 로 규정하고 있으나 본 연구에서 수행한 대부분의 지중에 있어서는 규격 범위를 상회하는 것으로 나타났다. 이와 같이 각사에서는 목표 평량보다 다소 높은 평량으로 운전 조건을 관리함으로써 ISO 전처리 조건 변화시에도 KS조건에 의한 평량 오차를 만족시킬 수 있는 값을 나타내어 전처리 환경 조건 변화에 대한 평량의 변화는 매우 적은 것으로 나타났다. KS 전처리 조건에 대한 ISO 전처리 조건의 평균 변화율은 KK급 175g/m²의 경우 0.91%, KK급 225g/m²의 경우 0.57%, KK급 300g/m²의 경우 1.32% 감소하여 KK급 전체 평균에 대해서는 0.83% 감소하는 경향을 나타내었고, KA급 210g/m²에 대해서는 약 1.08%, KC급의 경우 0.62% 감소하여 평량의 변화율은 매우 낮은 것으로 측정되었다.

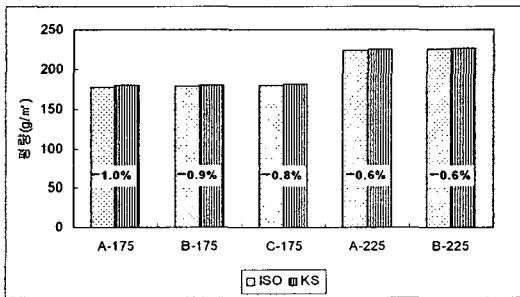


그림 9. 전처리 조건 변화에 대한 KK급 라이너지의 평량 특성

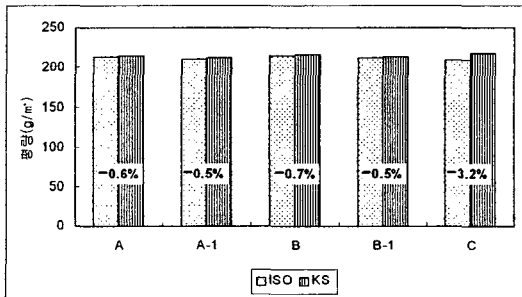


그림 10. 전처리 조건 변화에 대한 KA급 라이너지의 평량 특성

KS M 7502에 의한 라이너지의 함수율은 $7.5\pm 1.5\%$ 로 규정되어 있다. 본 연구에서 수행한 KS 전처리 조건에 의한 평균 함수율은 약 8.5%였으며, ISO 전처리 조건에 의한 평균 함수율은 약 7%로 측정되어 KS와 ISO 기준 모두를 만족시키는 것으로 나타났다. 그러나 KS 전처리 조건에 대한 ISO 전처리 조건에 의한 평균 함수율 변화율은 KK급 175g/m²의 경우 14.00%, KK급 225g/m²의 경우 12.58%, KK급 300g/m²의 경우 12.31% 감소하여 KK급 전체 평균에 대해서는 13.61% 감소하는 경향을 나타내었고 KA급은 약 12.86%, KC급의 경우 16.11% 감소하여 전처리 조건의 변화가 라이너지의 함수율에 직접적으로 영향을 미치는 것으로 나타났다.

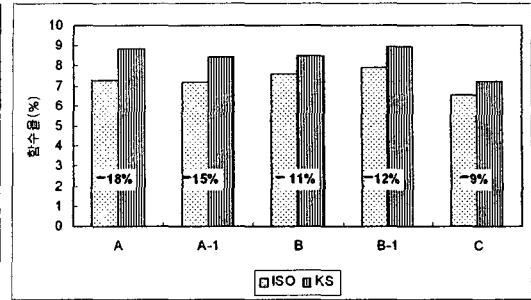
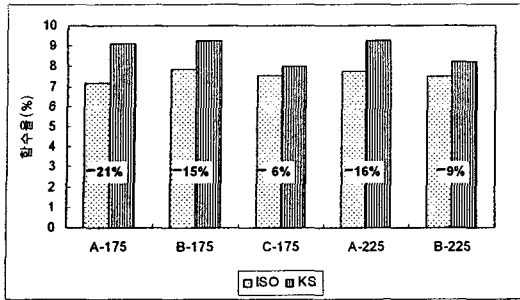


그림 11. 전처리 조건 변화에 대한 KK급 라이너지의 함수율 특성

그림 12. 전처리 조건 변화에 대한 KA급 라이너지의 함수율 특성

4. 결론

일반적으로 종이의 수분 증가는 종이 내 섬유간 결합을 약화시켜 골판지의 경우 하중에 의한 구조체의 조직이 무너지거나 절단되기 때문에 골판지 상자의 제반 물리적, 기계적 강도 특성은 수분의 증가에 의해 감소되는 경향을 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 KS 전처리 조건 및 ISO 전처리 조건에 따라 환경을 변화시켜 라이너지의 품질 특성을 평가하고 ISO에 의한 국제규격 표준화 연구의 기초자료 확보 및 규격조건의 변화에 대비한 물성 기준의 상관관계를 제시하고자 하였다.

국내산 라이너지의 비압축강도 특성은 KS조건에 부합하는 것으로 나타났으며, ISO에 의한 전처리 조건으로 변화시켰을 경우 약 10%정도 강도가 향상되는 것으로 나타났다. 비파열강도의 경우 KS 규격 조건에 비해 대부분의 지점에서 미달하는 것으로 나타났다. 따라서 국내 라이너지의 원료 품질특성을 고려한 기준 조건의 하향이나 또는 제조 회사의 비파열 강도 향상 방안이 모색되어야 할 것으로 판단된다. KS 전처리 조건에서 ISO 전처리 조건으로의 환경 변화에 따른 평량 특성은 제반 물성의 변화율에 비하여 낮은 변화율을 나타내었다. 국내산 라이너지의 경우 기준 평량 보다 높게 제조하는 경우가 대부분을 차지하였으며, ISO로의 환경 조건 변화에 따른 평량 역시 KS규격에 의한 기준 이상의 평량을 나타내어 전처리 조건에 영향을 받지 않을 것으로 사료된다. 수분의 경우, 평량 특성과 같은 경향을 나타내었으며 ISO 전처리 조건에 의한 라

이너지의 수분 또한 KS규격에 부합하였으나, 전처리 조건의 변화에 따른 수분 변화율은 매우 크게 변화하는 것으로 나타났다.

인용문헌

1. Considine, H. M., Stoker, D. L., Laufenberg, T. L. and Evans, J. W., Compressive creep behavior of corrugating components affected by humid environment, TAPPI J. 77(1) : 87-95, 1994.
2. 서영범, 오영순, 환경변화에 강한 골판지 개발을 위한 기초연구(제1보), 펄프·종이 기술, 30(1), 1998.
3. Roy E Benson. Effects of Relative Humidity and Temperature on Tensile Stress-Strain Properties of Kraft Linerboard. Tappi J 54(5) : 699-703, 1971.
4. Lorentzen & Wettre. Testing Instruments
5. 전재형, 골판지 상자강도의 예측신뢰성에 대한 최신 측정기술의 연구, 펄프·종이 기술 국제세미나, 제 24권, 1997.
6. 이명훈, 조중연, 신준섭, 과채류 포장용 골판지 상자의 저장온도와 습도에 따른 물리적 특성 변화, 펄프·종이기술, 34(1) : 46-53, 2002.
7. William E. Scott., Properties of Paper : An Introduction, TAPPI PRESS, 89-93, 1989.