기능성 골판지 포장재 KS규격표준화연구

A study on the KS standardization of functional corrugated fibreboard

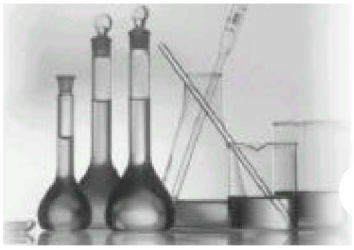
생물환경과 공업연구관 이용무 외
02) 509-7260 yongmoo@ats.go.kr

abstract

In order to keep a characteristic corrugated fibreboard of fruits and flowers, temperature and humidity change of corrugated fibreboard are analyzed. According to relative humidity rises at fixed temperature, bursting strength of corrugated fibreboard was fallen and double wall corrugated fibreboard appeared greatly the bursting strength decline rate than double faced corrugated fibreboard and edgewise compressive strength of paper more than humidity 80% in rapidly fall. A column crush test of paper became decrease in the high temperature and ordinary temperature strength did over humidity 70% rapidly fallen and strength decrease happened by low temperature 80% slowly fallen and later rapidly. According to ISO standard temperature humidity conditioning (23±2℃, 50±2%) change, pulp composition difference as to the ring crush strength of a physical strength and generally compare to KS standard increased 5~8% for the compressive strength, and wet strength reagent was increased 4% inside and out.

1. 서론

골판지는 원래 나무상자 대용품으로서 사과나 귤, 과일 캔 등 수송하기 위해 보급되어 왔다. 그러나 현재는 청과물, 가공식품 이외에도 전기· 기계부품, 약품· 화장품, 섬유제품, 출판· 인쇄· 사무용품의 포장 등 여러 분야에서 사용되고 있을 뿐 아니라 외장용 포장 재료로서 우수한 특성 때문에 당분간 경쟁할 만한 대체품이 없을 것으로 여겨진다. 이처럼 골판지 상자가 각종 제품의 포장에 사용되는 최대 이유는 가벼우면서 강도가 높고, 또 보관이나 수송시 내용물 보호재료로서 그 기능이 우수하기 때문이다. 또한 골판지는 리사이클링 품목으로 가격이 싸고 균일한 품질과 안정된 공급이 가능하며 미려한 인쇄가 가능하다는 점이 다른 포장 재료를 대체하게 된 이유이다.



백(白)라이너나 색(色)라이너에 의한 미장화도 골판지의 용도를 더 한층 확대시키고 있다. 전 세계적인 생태계 보존 붐 가운데 리사이클링 시스템의 모델산업으로서 골판지 포장 재료의 우위성이 재인식되고 있다. 더욱이, 골판지상자의 표면이 골판지용 라이너로 되어 있어 물에 약한 단점을 가지고 있어 발수성· 내수성 라이너의 개발되고 있다.

최근 우리 나라에서도 농산물의 상품성제고와 신선도의 저하에 따른 손실률 감소를 위해 저온유통시스템(cold chain system)이 확산되고 있다. 이에 따라 농산물의 골판지상자 사용이 일반화되고 저온유통시스템이 확산되고 있다.

한편, 많은 골판지 생산업체는 "농산물 표준규격에 나와 있는 규격에 따라 겉포장상자의 표면에 R2~R6 정도의 발수처리를 시행하고 있으나 현재 발수 처리되어 유통되고 있는 상자의 경우 온도 및 주변의 습기변화에 의한 강도저하에 적절히 대처하지 못하고 있는 실정이다. 따라서 상자의 파손을 방지하기 위해 사용자들은 점차 고강도 재질의 상자를 요구하고 이는 과대포장으로 이어져 농산물 유통에서의 원가상승의 원인이 되고 있다. 농산물의 포장비용이 높아지면 이는 곧 농산물 단가의 인상으로 이어져 물가인상을 초래하게 되고 현재 정부에서 농산물 포장의 확산을 위하여 지원하고 있는 보조금도 동반 상승하는 등 경제적인 손실이 불가피하게 된다.

이에 발수성이 높으면서도 강도가 높은 기능성 골판지 개발에 관한 연구가 이루어져 왔으나 골판지 원지에 첨가되는 물질위주로 개발이 되었고 실제로 골판지 생산과정에서의 적용방법 등 에 대한 기술축적이 미비한 실정이다. 또한 골판지 상자의 생산비가 경제적으로 불합리하거나 실제로 골판지 상자 제작과정에서 여러 가지 문제점이 발견되는 등 실효를 거두지 못하고 있다.

본 연구에서는 기존의 발수성보다는 내수 및 내습성을 갖는 화훼용 및 과채류용 골판지 원단 및 상자를 직접 제작하여 저장온도와 습도 변화에 따른 물리적 특성을 파악하여 기능성포장재의 표준화 기초 자료로 활용하고자함에 있다.

가. 골판지 원지의 규격

1) 골판지용 라이너의 규격

골판지용 라이너의 KSM 7502는 1962년에 제정된 이래 매 5년마다 규격이 개정되었다. 그 후 1980년 이후에는 종래의 강도 허용차 표시를 최저 보정치 표시로 하여 일부 개정하였다. 골판지 상자의 물류조건 변화, 골판지 포장의 합리화에 따라 라이너 품질의 다양화, 박물화가 진행되었기 때문에 1986년에는 대폭적인 재개정이 이루어져 현재에 이르렀다. 1986년의 주요 개정 내용은 다음과 같다.

가) 등급 : 종래의 A· B· C 3등급을 라이너원지의 품질을 개량하고 요구자 수요에 맞추어 품질의 다양화가 이루어져 골판지라이너의 품질을 기존 3등급이와에 고강도인 특급을 첨가하여 다음과 같이 KK, KA, KB, KC의 4등급으로 구분하여 정하였다.

나) 표시 평량 : 생산 실적을 참고로 하여 표시평량을 결정하였다. 즉 AA· A· B등급 평량의 종류에 대해서는 생산 실적에서 볼 때 차이가 없어 동일평량으로 하였다.

다) 압축강도(가로) : 각 등급 모두 종래 보다 수준을 높였다.

라) 파열강도 : 각 등급 모두 파열강도의 수준은 앞에서 언급한 배경, 원료사정, 실태조사 결과 등을 감안하여 결정하였다. 비파열강도의 단위는 종래에는 단위가 없었으나 ISO규격에 기준하여 단위를 kgf/㎠· ㎡/g {kPa· ㎡/g}로 하였다.

마) 모양 치수 : 한 두루마리에 이음매가 전에는 3이하였으나 1이하로 개정하였다.

2) 골판지용 골심 원지의 규격

골판지용 골심 원지의 KSM 7076은 1974년에 골판지용 세미골심지의 황골심지와 특골심지를 구분하여 제정하였고 그 이후 수차래 규격 확인 및 개정하였다.

최근 골판지용 원지의 사회정세의 변화, 제지기술의 향상으로 KS규격이 실태에 부합되지 않았기 때문에 1996년에 다시 개정하여 현재에 이르렀다. 1996년 개정된 주요 내용은 다음과 같다.

가) 종류 : 등급은 종래대로 A· B· C의 3등급, 평량은 5종류로서 1992년 실적에 의하면 그에 맞는 평량 비율이 89.8%이었다.

나) 평량허용차 : 종래대로 ±4%

다) 두께 : 규격에서 제외시켰다.

두께에 관해서는 KS제정이래 규격치의 하나로 정하여 왔지만, 원재료의 폐지이용 증가와 초지 프레스의 고성능화로 강도는 규격치에 만족되나 두께는 얇아져 규격을 지키기 곤란하게 되었다.

이 때문에 생산자들은 두께를 규격에서 제외할 것을 제안해왔고 반대로 원지를 사용자 측에서는 골성형시 가공적성을 우려하여 두께가 필요하다는 의견이었으나 생산자 측에서는 두께를 제외할 것을 요구하였다.

라) 압축강도(가로) : 수분, 평면압축강도는 종래대로 하기로 하였다.

마) 파열강도 : 골짜임된 골심원지의 파열강도는 골판지의 파열강도에 대한 기여도가 낮다는 이유로 한때는 규격에서 제외되기도 하였다.

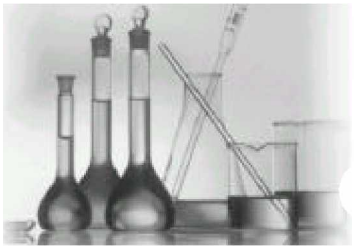
3) ISO규격도입에 따른 온습도전처리 조건의 변화

국내에서는 1999년 이후 ISO를 국내도입에 따른 시험방법을 국제부합화로 추진 중이었다. 첫 번째로는 ISO 부합화를 위한 SI 단위의 통일성이 요구되며 혼란을 맞기 위해서 SI를 KS규격에 도입하기 위하여 순차적 개정이 이루어지고 있는 단계이다. 즉, SI 단위를 규격치로 하고 종래의 단위를 참고하여 { }병기하는 형식개정이 모든 KS에 대하여 실시되고 있다.

단위계에 대해서는 이렇게 해서 KS규격이 일반적으로는 SI단위만 표시하도록 교체되는데 온습도전처리에 예민한 종이시험에 대해서 큰 과제로 남아 있어 종이시험의 환경조건을 언제 ISO규격으로 변경할 것인가 하는 것이다.

잘 아는 바와 같이 국내에서는 용지의 전처리에 종이시험의 표준조건을 KSM 7012(시험용지의 전처리 조건)1에 온도 20 ± 2℃, 상대습도 65 ± 2%로 정하고 있다.

그러나, 구미를 중심으로 한 선진공업국의 대부분



은 이미 꽤 오래 전부터 23 ± 2℃/50 ± 2%로 변경하여 현재에 이르렀다.

ISO는 1977년 ISO187로 23 ± 2℃/50 ± 2%에서 시험조건을 제정하였는데 선진공업국 중에서는 일부만이 20 ± 2℃/65 ± 2%를 표준으로 정하고 있다.

시험조건이 변경되었을 경우의 문제점으로서는 다음과 같은 것들을 예를 들 수가 있다. 첫 번째로는 평형 수분치가 낮아지기 때문에 평량 측정치가 낮아지게 된다.

두 번째로는 종이의 수분이 변화됨에 따라 각종 물성치가 변화하고 과거의 데이터가 무용화가 된다. 세 번째로는 항온항습실을 20 ± 2℃/65 ± 2%에서 23 ± 2℃/50 ± 2%로 변경하는 것이 설비적으로 펄프· 제지회사 모두 가능할 것인가 하는 것들이다.

그러나, 세계적으로 볼 때 23 ± 2℃/50 ± 2%로 변경하는 것이 대세로 움직이고 있고 국내에서는 온습도 전처리조건의 변경에 따른 이점으로는 다음과 같은 것들을 들 수 있다.

(1) 23 ± 2℃/50 ± 2%에서의 물리적 성질은 20 ± 2℃/65 ± 2%의 경우보다도 습도에 대한 민감성이 낮다.

(2) 인쇄소의 상대습도는 통상 65%RH보다도 낮아23 ± 2℃/50 ± 2%의 방안이 실질적으로 근접하다

(3) 23 ± 2℃/50 ± 2%의 조건이 65%에 비해 습도가 낮기 때문에 시험기기를 양호한 상태로 유지관리, 보관할 수 있다.

(4) 실험실내에서 일하는 작업자에게는 23 ± 2℃/50 ± 2%의 쪽이 더 쾌적한 조건이다.

4) 골판지업계의 최근요구사항

골판지 업계의 최근 경향은 콜게이터의 고속· 광폭화, 골판지 원지의 저급화(low grade)· 경량화, 골판지 상자의 소형화, 미장화· 고급화가 추구되고 있다.

첫 번째로 최근물류의 이송을 효율적으로 이동하기 위해 골판지상자의 수요가 급증함으로서 골판지원지의 수요의 증가되고 있다. 수요를 충족하기 위해서 분당속도가 200m를 넘는 콜게이터의 개발과 종래의 기계를 개조하여 분당 250m이상으로 운전하는 실례도 있다. 콜게이터의 고속화· 광폭화에 따라 골판지 원지에 대한 품질요구도 강화되고 있은 추세이나 자원의 재활용목적으로 업계에서는 기준치완화를 요구하고 있으며 요규의 조건은 포장화물을 운반하는 물류(창고, 보관, 하역, 운송)의 자동화· 기계화가 보급되어 화물의 손상이 감소하는 경향이다. 또한 상자 가공기술이 진보하고 가공공정에서의 열화로 골판지원지의 강도가 감소되었다. 이러한 물류 환경이나 상자 가공기술의 고도화로 원지에 대한 강도 요구가 낮아지고 포장의 비용절감과 관계하여 골판지 원지의 저급화와 경량화, 간소화가 진행되고, 핵가족화의 진행과 이러한 움직임의 증가로 편리성의 추구와 편의점의 발달, 소비자 욕구 등에 의한 포장단위의 소형화, 소단위 분할 포장화가 진행돼 있는데 골판지 상자도 빠르게 소형화되고 있다. 물류의 작업성 향상에 의한 노무대책과 관련하여 특히 식료품용 골판지에서는 급속히 진행되고 있다. 골판지 상자의 소형화에 의해 종래 물건을 운반하는 상자로서 이용되었던 골판지가 그대로 가게 앞에 놓여지는 경우가 늘고 있다. 이 때문에 포장의 폐지화, 상품의 이미지향상으로 판매촉진을

목적으로 표면지의 미장화 고급화가 이루어지고 있다. 실 예로 청과물용 골판지 상자가 현재 60%가 흰색 또는 컬러화 되고 있으며 현재에는 80%이상이 고급화추세로 가고 있다. 또한 고급화와 발을 맞추어 내용물의 신선도유지가 주요한 요인으로 대두되고 있으며 물류의 표준화발달로 생산지 또는 집하장에서 소비자에게 직접 공급하는 방식을 확대로 신선도 유지 등 기능성이 부여된 골판지가 요구되고 있다. 본 연구에서는 원지에 대한 특성 연구하여 그 결과를 KS규격의 기준조정에 활용하고자한다.

2. 재료 및 시험방법

가. 일반라이너

1) 물리적 특성

가) 시험편의 전처리조건

시험편을 인장강도 및 압축강도 시험편을 제작하여 항온항습기 챔버에 24이상 전처리한 후 즉시 시험하였음. 본 연구에서는 ISO규격인 23 ± 2℃/50 ± 2%와 KS규격인 20 ± 2℃/65 ± 2%로 처리하였고 골판지상자의 저온특성을 측정하기 위해서 5℃에서 시험을 행하였고 고온 다습조건인 온도는 30, 40℃, 습도는 70%, 80%, 90%등으로 시험하였다. 골판지용 라이너 및 골심지를 동일한 조건에서 전처리하여 골판지라이너의 골판지의 수직압축강도를 원지와의 비교검증을 하였다.

나) 골판지용 라이너 및 골심지원지의 압축강도 및 파열강도 등 물리적 강도 시험은 KS M 7502에 따라 시험하였으며

다) 골판지용 라이너와 골심지를 표 1과 같이 일반용 골판지로 조합하여 골판지의 특성을 조사하였고 표면지에 특수 강화골심지를 KLB 225를 채용하여 저온특성을 조사하였다. 골판지를 제조사에는 다음과 같은 공식을 이용하여 측정한다.

표1. 골판지의 구성

골판지의 구분	골판지원지의 구성	수직압축강도	파열강도	비고
DW	K2 180/S 120/S 120/S 120/K180	3 14	11.6	

골판지의 파열강도계산

양면골판지의 파열강도 = (앞라이너 파열강도 + 뒷라이너의 파열강도)×0.95

이중양면골판지의 파열강도 = (앞라이너 파열강도 + 중라이너 파열강도 + 뒷라이너의 파열강도)×0.95로 표시되며

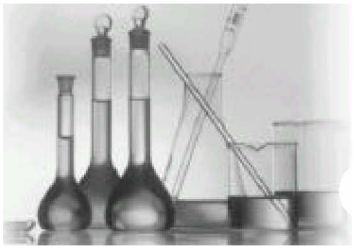
골판지의 수직압축강도는 계산은

양면골판지의 경우

$$P1 = \frac{Ro+Tx\cdot Rm+Ri}{152.4(mm)} \times 50(mm) \text{ 또는}$$

$$P1 = \frac{Ro+Tx\cdot Rm+Ri}{152.4(mm)} (N/m)$$

이중양면골판지의 경우



$$P1=\frac{Ro+Tx\cdot Rm+Rc+TB\cdot Rm+Ri}{152.4(mm)}\times 50(mm)\ \text{또는}$$

$$P1=\frac{Ro+Tx\cdot Rm+Rc+TB\cdot Rm+Ri}{152.4(mm)}(N/m)$$

여기에서 P1 : 양면골판지의 수직압축강도(kgf/50mm)
P2 : 이중양면골판지의 수직압축강도 (kgf/50mm)
Ro : 라이너의 압축강도(kgf)
Rm : 골심지의 압축강도(kgf)
Ri : 뒷라이너의 압축강도 (kgf)
Rc : 중라이너의 압축강도 (kgf)
Tx : 골조율 A 골인 경우 = TA = 1.6
B 골인 경우 = TB = 1.4
C 골인 경우 = TC = 1.5

3. 결과 및 고찰

가. 습도 변화에 따른 골판지 원지의 강

골판지 원지에서는 포장을 목적으로 하기 때문에 상자의 압축강도 외부로부터의 충격강도등을 견딜 수 있도록 설계되어 있는 바 골판지원지의 압축강도는 그림 1 ~ 그림 8에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 온 습도에 따른 물리적 강도를 측정한 결과 골판지용 골심지인 S 120인 경우 습도가 증가함에 따라 압축강도가 점차적으로 적은 폭으로 감소하다가 습도가 80%에서는 급격히 떨어지며 습도가 90%에서는 50%의 강도에 비해 1/2정도로 저하됨을 볼 수 있다. 특히 온도조건에서는 고온보다 온도가 낮을수록 압축강도가 떨어지는 것을 볼 수 있다. S120의 경우 사용한 골심지원지의 배합에서 보면 업체별로 공정상의 차이가 있으나 본 연구에 제공된 시료의 경우 KOCC가 90%, KONP가 7%, 기타 3%로 구성되어 있다 1차년 도에서 연구된 KOCC와 KONP의 배합비율에 따른 시험결과와 비교시 다소 압축강도는 상회함에도 불구하고 다습조건에서는 물리적 강도가 급격히 감소됨으로서 이를 보강하고 내수성을 향상시키기 위해서는 KNOP를 증가시키거나 습윤지력증강제를 첨가하여 물리적 강도를 향상시킬 수 있고, 아울러 내수성을 향상시킬 수 있다. 저온저장 다습조건에서는 내수성을 향상시키는 것이 바람직하다.

또한 골판지용 라이너나 중심지의 경우 그림에서 보는 바와 같이 습도가 증가할수록 압축강도는 저하됨을 볼 수 있으며 short span tester에서도 동일한 특성을 볼 수 있었다ISO와 KS 조건에서는 큰 차이가 없음을 볼 수 있다.

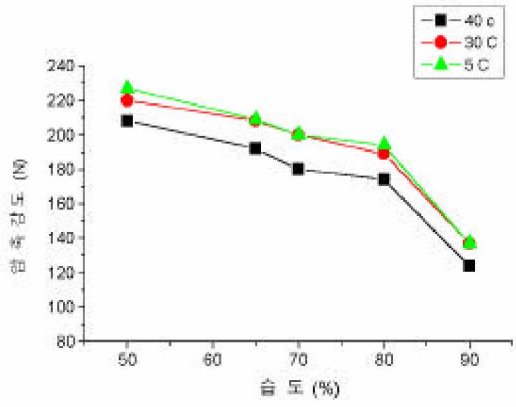


그림 1. 온습도변화에 따른 압축강도의 변화(K 180

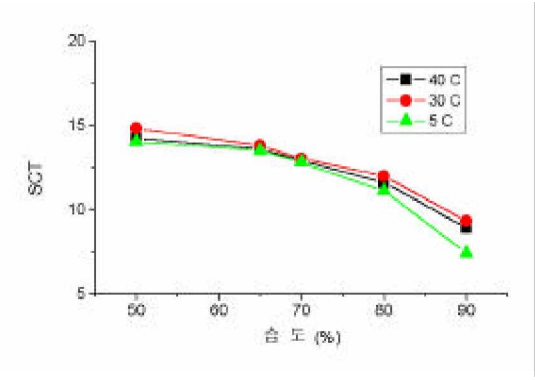


그림 2. 온습도변화에 따른 SCT의 변화(K 180)

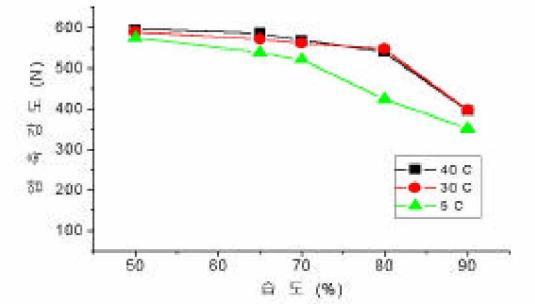


그림 3. 온습도변화에 따른 압축강도 변화(KLB 225

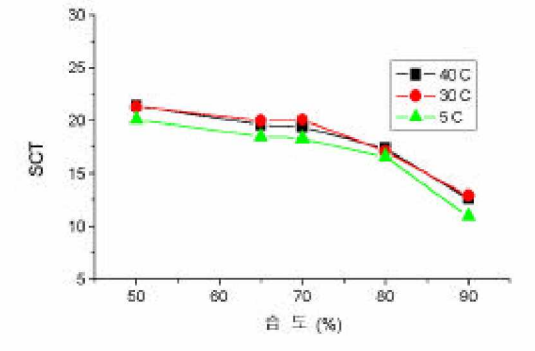


그림 4. 온습도변화에 따른 SCT의 변화(KLB 225

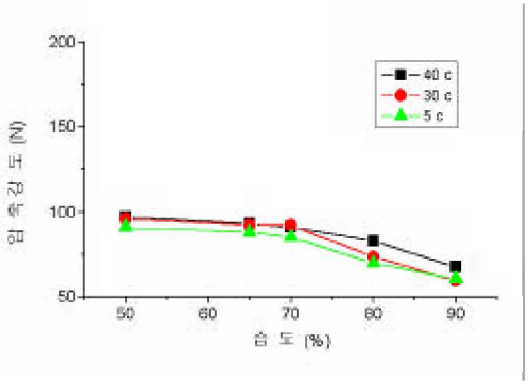


그림 5. 온습도변화에 따른 압축강도 (S 120)

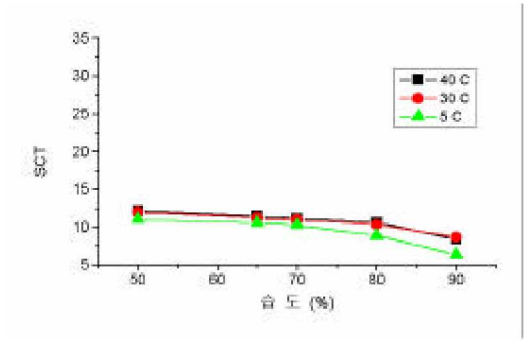


그림 6. 온습도변화에 따른 SCT의 변화(S 120

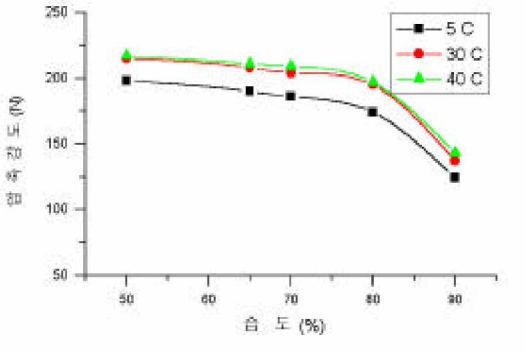
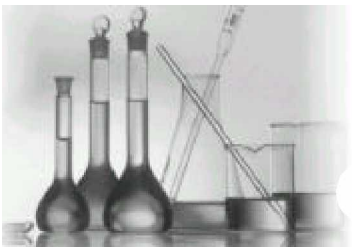


그림 7. 온습도변화에 따른 압축강도변화(K2 180



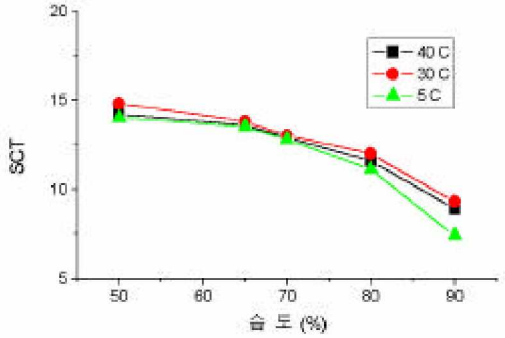


그림 8. 온습도변화에 따른 SCT의변화(K2 180)

나. 습도 변화에 따른 골판지 수직압축강

청과물의 품질저하의 주원인은 호흡에 의한 성분소모, 대사에 의해서 청과물의 생명활동은 온도가 낮으면 확실하게 신진대사가 저하된다. 선도를 오랫동안 보존하기 위해서는 청과물 및 화훼류를 채취하여 급속 냉각하면 호흡 대사가 억제되고 포장에서 산무를 억제하기 위해서는 저온 하에서 유통되어야한다. 실질적으로 청과류, 화훼류의 종류에 따라 보관시 적정 온도범위가 있으나 일반적으로 적정한 온도범위는 0-2℃에서 보존되는 것이 바람직하다. 실제적으로 여러 조건을 만족하지 못할 시에는 10-20℃에서 낮은 온도에서 보관하는 것이 대부분을 차지하고 있다.

과채류 포장용 골판지에 대한 압축강도시험은 저온 저장 하고 있는 조건과 운송 중에 상승되는 온도인 5 ~ 40℃ 상에서 습도를 ISO 국제규격인 50%에서 KS규격인 65%, 그 외 70%, 80% 및 90%로 습도를 변화시켜 전 처리후 시편을 압축강도를 측정하였다.

저장온도에서 습도를 50%부터 90%까지 5단계로 변화시키면서 압축강도를 측정한 결과를 그림 9에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 골판지의 압축강도와 골판지 원지의 경우와 비슷하게 상대습도 80%를 분기점으로 하여 습도가 높을수록 급속하게 압축강도가 감소하고 있음을 알 수 있다.

과채류로 사용할 경우 일반적으로 사이즈제 및 발수제 처리를 행하는 과채류 포장용 골판지 원지의 경우 상대습도가 80%에 이를 때까지는 발수제와 같은 처리만으로 골판지 상자의 압축강도 저하를 어느 정도 방지할 수 있으나, 그 이상의 습도에서는 압축강도의 급격한 저하를 막기 위해서는 발수제처리 이외의 방수 또는 방습 등 다른 형태의 내수처리가 필요하다.

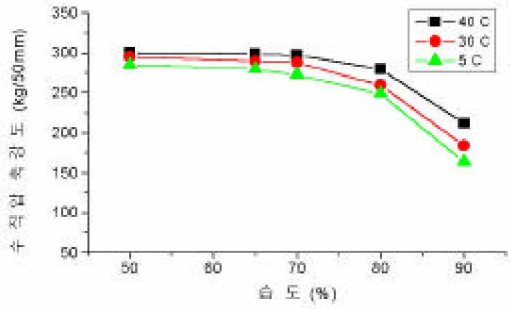


그림 9. 골판지의 온, 습도변화에 따른 수직압축강도의 변화(DW)

골판지원지의 수직압축강도(edgewise compressive strength)를 온습도변화에 따른 특성을 측정한 결과 ISO와 KS조건에서 보는바와 같이 동일한 습도에서 5℃와 40℃에서의 습도변화관계를 본 결과 습도가 낮은 데에서는 온도의 영향성이 없으나 습도가 높은 곳에서는 온도가 낮을수록 압축강도의 크게 낮아짐을 볼 수 있다. 고습도에서는 습도가 높고 온도가 높을수록 층간의 섬유결착강도가 약화되어 수직압축강도가 시간에 따라 감소하기에 본 연구에서는 온습도조건을

규정하기 위해서 시간에 따라 감소량을 측정하였다 최초 4시간 전처리후 수직압축강도는 399 kg/50mm 이고 8시간 전처리후 수직압축강도는 268 kg/50mm 이며 24시간 전처리후에는 234 kg/50mm감소량이 선형적으로 감소함을 볼 수 있다. 그 이후 48시간 213 kg/50mm, 72시간 205 kg/50mm으로 감소폭이 둔화됨을 볼 수 있었다. 24시간, 48시간, 72시간동안 전처리할 경우 고습도에서는 48시간 처리 후 그 결과를 비교하면 압축강도가 초기강도에 비해 25%이상 떨어지나 72시간에서는 48시간처리와 시험결과차이가 5% 미만을 보여주고 있어 이와 같은 시험오차는 실험자간, 실험실간의 오차로 간주된다. 본 연구에서 시험조건은 48시간 전처리후 그 결과를 그림과 같이 얻었다.

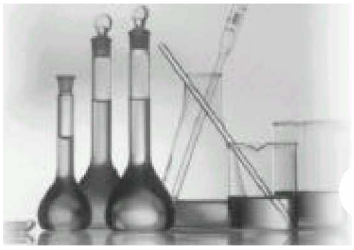
그림7 에서 보는바와 같이 65%에서는 50%로 습도가 낮출 경우 수직압축강도는 5~8 %정도 증가하는 것을 볼 수 있으며 온도에 대한 수직압축강도의 변화량은 동일한 온습도상에서 5℃ 와 40℃ 를 비교시 12~17%까지 변화 폭을 볼 수 있다.

습도가 90%일 때 수직압축강도가 52 kg/50mm의 차이가 발생되고 있고, 80%일 때 36 kg/50mm의 차이를 보이고 있다. 골판지의 수직압축강도는 습도에 민감하게 변화되고 있다. 습도가 낮을 경우에는 수직압축강도의 차이가 작은 반면에 습도가 높을 경우 큰 차이를 보여주고 있다. 이와 같이 골판지의 원지인 라이너, 골심지 및 접착제의 내수성과 발수성이 요구된다.

골판지의 내수성 및 발수성 수직압축강도 파열강도 등은 골판지 원지와의 관계가 밀접함으로 각사에서 제조하고 있는 것을 ISO규격화에 맞추어 측정한 결과를 표 2 와 같이 나타내었다. 골판지 제조시 라인속도가 200m/min으로 생산하고 있으며, 내수성 또는 발수성이 우수한 골판지원지를 생산하기 위해서는 라이너원지에 내습성을 부여시 내습성을 향상시키는 것만큼 작업성이 떨어지기 때문에 기존의 200m/분이었던 것이 130m/분으로 속도를 낼 수밖에 없다. 전분접착제의 경우 일정량이 골판지라이너나 중심지에 흡수되어 접착되고 있으나 골판지라이너에 습윤 지력증강제 처리하거나 강 사이징 처리 시에는 표면에 흡수성이 약화되어 층간접착력을 약화로 수직압축강도는 오히려 떨어진다. 이와 같이 흡수력의 차이를 극복하기 위해서는 선 속도를 줄여야한다. 작업성이 현저하게 떨어지다 보니 특수용도 목적 외의 골판지생산을 기피하고 있는 실정이며 특히 저온 특성을 유지하기 위해서는 접착제를 저온 접착제를 사용하여야 하나 저온접착제가 고가이며 작업성이 나쁘기 때문에 생산성을 맞기가 어려운 실정이다.

골판지 원지의 강도에 따라 수직압축강도 등 기능성이 부여되고 있으나 표층에 10~20%정도 펄프를 부착하여 SK원지를 제조하고 있으나 이를 K원지로 대체시 압축강도, 파열강도 등이 10~15% 물리적 강도가 떨어지며 원가 역시 ton당 10만원의 원가 절감을 가져온다.

앞에서 선행한 연구에서 결과 자류에서는 온 습도변화에 따라 물리적 강도인 압축강도 및 파열강도의 변화량이 크기 때문에 펄프의 원질 배합에서 얻은 결과 KNOP의 함량이 증가할수록 내수성이라던가 압축강도의 특성이 증가되는 반면에 기타 압축강도는 다소 미흡결과를 보여주고 있다. 저온에서 저장하였다가, 고온에 방치할 경우 저온에서 고온으로 전환시 습도가 높고 골판지의 표면온도가 낮기 때문에 표면에서 이슬현상이 발생된다. 이슬현상이 발생시 골판지내로 수분이 침투함으로서 골판지의 강도가 서서히 저하된다. 이때 표면에 발수 골판지를 사용할 경우



5~9%정도 저하를 가져오는 반면에 표면에 발수가 공처리가 미흡시에는 물리적강도가 20%이상 저하되는 것으로 나타났다. 온 습도의 변화량에 대해서 이중 양면골판지의 파열강도를 측정한 결과 파열강도의 변화폭은 링 크러쉬 압축강도에 비해 미세하기 때문에 표로 명기하였다. 파열강도시험결과를 표 1에 나타내었다 표에서 보는 바와 같이 습도가 높게 변화하여도 그 감소 폭이 1.5 kgf/㎠에서 2.5 kgf/㎠범위내에서 변화됨을 볼 수 있다.

표1. 온·습도의 변화량에 대한 파열강

시험항목 \ 습도	50%	65%	70%	80%	90%
파열강도 (kgf/㎠)	11.9	11.6	11.3	10.8	10.3

골판지용 원지에 대해서 각사별로 파열강도 및 링 크러쉬압축강도와 shot span tester에서의 압축강도의 비교한 결과 표 2와 같이 나타내었다. 업체별 측정한 결과에서 보는 바와 같이 A사의 K180과 SK180을 비교할 때 2.86에서 3.95로 파열강도가 향상됨을 볼 수 있으며 압축강도 역시 22.3에서 25.7로 상승함을 볼 수 있었다. 표층에 버진 펄프를 부착함으로서 수직압축강도는 크게 향상되나 파열강도는 섬유고해정도에 따라 차이가 있겠지만 고해도에 따른 강도변화는 수직압축강도에 증가폭에 비해 적게 증가함을 볼 수 있다.

압축강도를 평균한 결과 조일제지, 화승제지 등 8개사의 K180의 평균한 결과 2.8로 나타내었으며 반면에 SK180은 3.9를 나타내고 있다.

앞에서는 온 습도에 대하여 측정한 결과를 ISO 국제규격과 부합화를 위해 업체별 골판지용 원지에 대해서는 전처리조건을 온도 23±2 ℃, 습도 50±2 %에서 시험한 결과를 표 3 에 나타내었다.

표에서 보는바와 같이 국내에서 생산되고 있는 180 g/㎡인 경우 파열강도는 평균 280 KPa인데 303에서 225까지 분포되어 있음을 볼 수 있다.

표2. 각 사별 지종별 강도 비교

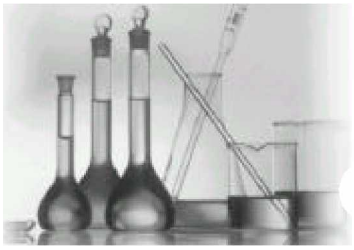
	평량	파강	비파	CD 압강	CD 비압	MD 압강	MD 비압
D사 DK180	183.8	307	167	276	150	407	221
U사 K180	182.9	232	127	221	121	324	175
U사 K180(지)	181.8	277	152	241	133	355	203
DL사 K180	186.7	302	162	280	150	351	188
Y사 K180	180.8	330	183	274	152	379	210
S사 K180	181.2	232	128	235	130	316	174
W사 K180	184.3	225	122	232	126	310	168
A사 K180	179.3	286	160	223	124	333	186
DW사 K180	182.0	326	179	249	137	395	217
Avg	182.5	280	150	248	136	356	195
Y사 SK180	184.0	460	250	297	162	422	229
A사 SK180	182.0	395	217	257	141	373	205
H사 SK180	183.2	395	216	286	156	401	219
D사 SK180	178.9	399	223	262	146	390	218
W사 SK180	177.2	357	201	234	132	382	216
S사 SK180	182.8	330	181	294	161	417	228
J사 SK180	177.1	361	204	245	138	366	207
Avg	180.7	390	210	268	148	393	217
D사 CK180	185.4	394	212	332	179	486	262
J사 KLB175	178.3	689	386	326	183	426	239
J사 황180	178.2	342	192	249	139	249	139
J사 KLB225	226.2	776	343	426	188	640	283
J사 KLB300	302.3	1112	368	589	195	869	287
J사 황210	211.6	597	282	358	169	543	256
J사 원210	211.0	526	249	340	161	512	243
J사 백180	179.8	334	186	232	129	351	195
DL사TKLB150	155.5	241	155	193	124	280	180
DY사 B150	155.6	176	113	185	119	267	172

다. ISO 규격과 KS규격간의 강도변화

KS에서는 골판지용 라이너원지 및 골심지에 대해서 압축강도, 파열강도 등 2개항목이 매우 중요하고 골심지에서는 인장강도인 열단장을 기준으로 하고 있다. 골심지는 골판지용 라이너보다 고지가 다량 첨가되고 재활용횟수가 높기 때문에 섬유의 단섬유화와 열에 의한 펄프표면의 각질화 등으로 강도가 저하되고 있어 소기의 목표에 적합한 물리적 강도를 유지하기 어려운 실정이다. 골심지에서는 일정한 인장강도인 열단장으로 물리적 강도를 규정하고 있다. A급은 열단장이 4.0 km이상, B급은 3.5 km이상, C급은 3.0 이상으로 규정하고 있다 상기 강도이상이 요구되어야 골형성시 Tender에서 장력을 유지할 수 있다. 본 실험에서는 상기 원지의 강도 시험 중 S120, 180인 경우 열단장이 4.5 km, 4.4 km로 나타내고 있다. 이때 시험조건은 ISO의 온습도조건에서는 인장강도의 KS규격에 비해 7~12%이상승하고 있다. 이중양면 또는 양면 골판지제조에 있어서 기준이 되고 있고 적합한 골판지를 생산 및 주문 시 원부자재를 평가하여 주문되고 있다. 이를 계산하여 수요자가 요구할 수 있는 기본적인 원부자재에 해당된다. 본 연구에서는 업체별 온습도 변화에 따른 강도 특성을 측정한 결과를 표 3 과 같이 요약하였다.

표3. KS규격과 ISO규격비교

종류별	20±2℃, 65±2% (KS조건)						23±2℃, 50±2% (ISO조건)				
	표시평량	압축강도(N)		SCT(KNm/kg)		과열강도(KPa)	압축강도(N)		SCT(KNm/kg)		과열강도(KPa)
		MD	CD	MD	CD		MD	CD	MD	CD	
KLB 225	225	377.2	469.8	30.28	18.40	505	434.3	596.8	33.07	21.37	538
CK 180	180	236.7	324.4	25.50	16.95	307	247	357.4	28.65	18.70	339.2
S 120	120	83.4	135.2	22.31	10.47	145	97.1	154.3	25.17	12.21	161.7
B 150	150	123.9	177.9	20.06	11.80	193	140.1	201.4	22.31	13.39	204.2
KLB 175	175	249.4	346.6	29.48	19.32	499	295.5	387.1	32.44	21.29	537.7
BP 210	210	250.4	337.8	22.06	15.36	375	288.4	365.1	24.72	16.43	406.7
TLB 127	125	106.7	160.2	21.80	12.42	159	128.7	182.1	24.71	15.00	185.1
TLB 150	150	143.4	208.3	22.43	12.08	200	154.9	230.6	24.19	14.05	218.4
KAE 127	125	107.6	157.4	22.70	13.12	212	130.5	183.8	25.13	14.32	237.9
KAE 150	150	142.9	214.9	23.72	12.90	251	166.1	193.7	26.65	14.84	276.2
KAN 180	180	186.2	264.7	22.60	13.69	287	214	300.3	25.30	14.50	306
KAN 210	210	273.9	372.9	24.22	16.04	455	336.1	410.9	26.78	17.31	479.4
K2 180	180	179.1	263.9	22.28	12.97	240	208.1	298.6	23.65	14.22	256.1
K2 200	200	205.2	286.1	19.97	12.78	255	229.8	335.4	23.15	14.68	269.3
K2 220	220	268	352.9	21.62	14.89	317	308.7	410.3	25.25	16.39	344.1



원지의 ring crush 압축강도와 short span test를 하였을 때 온습도와 관계와 ISO 국제규격의 압축강도와 병행하여 short span test를 적용시 국가간 교역에 있어서 불이익을 초래할 수 있기에 ring crush 압축강도와 short span test의 압축강도를 비교하고 온습도변화에 따라 국내 원지의 특성을 조사하였다.

표 3 에서 보는 바와 같이 압축강도와 short span test를 비교시 압축강도의 변화량 온습도변화에 대해서 민감하게 변화는 반면에 short span test의 강도 변화량은 10%내외의 변화량을 가짐을 알 수 있다

파열강도에서 전처리조건이 ISO기준으로 습도가 낮을 경우 파열강도는 높아짐을 볼 수 있다. 파열강도는 ISO 조건, KS조건과 비교시에서 KS에 비해 파열강도의 강도 변화가 10~17%변화를 보이고 있다.

4. 결론

1) 골판지용원지(라이너 및 골심지)의 강도를 향상시키기 위하여 AOCC와 KOCC의 원질 조성에 따른 특성, 원질의 숙성차이에 따라 강도의 발현과 발수도 및 내수도의 특성을 향상시킬 수 있으며 아울러 수직압축강도 등 물리적강도를 향상시킬 수 있었다.

2) 과채류 및 화훼류의 골판지 특성을 유지하기 위해서는 골판지원지의 온도, 습도변화에 따른 특성을 분석한 결과 다음과 같다.

- 일정한 온도에서 상대습도가 높아짐에 따라 골판지원지의 파열강도는 저하되며, 이중양면 골판지가 양면 골판지에 비해 파열강도 저하율이 크게 나타났으며, 원지의 수직압축강도는 습도 80%이상에서 급격히 저하됨을 보였고.
- 골판지 상자의 압축강도는 온도가 높은 영역에서 원지의 수직압축강도가 저하되며 상온에서는 습도 70%이상에서 강도가 급격하게 하락하였고 저온(5℃)하에서는 80%까지 완만하게 강도 저하가 일어났으며 이후 급격하게 하락하였다.

3) ISO 온습도전처리조건(23±2℃, 50±2%)변화에 따라 물리적 강도의 압축강도는 원질 조성에 차이에 따라 다소 차이가 있으며 일반적으로 KS 규격에 비해 압축강도는 5~8%정도 증가되며 지력증강제가 함유된 강화 골심지에서는 증가폭이 4%내외로 나타내고 있다.