

저급 국산골판지원지의 강도강화방법 연구

김종경 · 류운형* · 주상명** · 이 환***

용인송담대학 유통·상품포장전공, *국일제지(주), **네오텍(주), ***우림특수포장(주)

Improvement of Physical Properties of Low Quality Recycled Corrugated Fiberboard Liners

Jong-Kyoung Kim, Wun-Hyung Ryu*, Sang-Myung Joo** and Hwan Lee***

Dept. of Distribution & Packaging, Yong-In Songdam College, *Kookil Paper Co.

Neo-Tech Co., *Woorim speciality packaging Co.

ABSTRACT

For both economic and ecological reasons corrugated box manufacturers are seeking to produce acceptably strong boxes while using more recycled paper. This study was to develop hydrophilic coating agents in order to improve overall physical properties of recycled corrugated fiberboard liners. Two coating agents were developed and applied to 'S' corrugating medium. The results showed that compression strength of new liners, named 'S-A' and 'S-B', were increased significantly both standard humidity and high humidity environment and it was as much as 'SK' liner. New developed liners were also economically advantageous since new liners were estimated about one hundred fifty dollars per ton cheaper than SK liner. The study indicated that further work is needed on the coating technology and machine development.

Key words: recycled paper, packaging, environment

서 론

골판지는 환경친화적인 포장재로 널리 알려져 있으며 포장용기의 재료로서 뿐 만 아니라 포장 완충재로서의 수요가 높다. 그러나 대부분 고지로부터 재활용된 원지를 사용한 골판지의 경우 강도저하가 가장 큰 문제이며 특히 국산원지는 수분에 특히 약한 것이 현실이다. 박(1994) 등은 골판지상자의 경우 20시간 이후에는 평형흡수율에 도달하고 상대습도 50% 이상에서는 상대습도의 증가에 따라 상자의 압축강도가 크게 저하된다고 하였으며 다른 연구에서도 유사한 결과가 나왔다.(1) 김(2000) 역시 습도변화에 따라 농산

물용 골판지상자의 압축강도 및 파열강도 저하가 크게 나타난다고 보고했으며 이를 예측하기 위하여 골판지원지와 상자의 재질구성 등에 대하여 연구하여 골판지상자의 압축강도, 파열강도, 재료비, 무게 등을 설계할 수 있는 프로그램을 개발하기도 하였다.(2) Levans는 파렛트에 적재된 대규모의 골판지상자를 대상으로 상대습도, 함수율, 적재기간, 적재패턴 등에 따른 상자의 압축강도와 흡습특성을 광범위하게 조사하였다.(3)

골판지원지 및 원단의 내수성 확보는 고온다습한 환경에서의 성능유지, 강도보완 및 자원절감 효과를 얻을 수 있어 고가의 수입 고지 대체가 가능하다. 이것은 온습도 변화에 안정한 원지 표면 처리 기술과 약품의 개발로 가능하며 이에 덧붙여 골판지의 강성과 완충성을 최적화할 수 있는 원지 배합 설계가 뒤따라야 한다.

골판지의 내수성을 보완하기 위한 연구는 주로

* Corresponding Author; Jong-Kyoung Kim, 571-1,
Dept. of Distribution & Packaging, Yong-In Songdam
College, Gyunggi, 449-710 Korea
E-mail : <packim@ysec.ac.kr>

코팅이나 함침의 방법으로 수행되었다. 민(2004) 등은 저온유통용 내수골판지 제조를 위해 10 여 가지 원지를 시중에 사용되는 방습제, 전분내수화제, 표면사이즈제 등을 골판지 원지에 코팅하여 시험하였다. 그 결과 일반 골판지 원지에 비해 강도와 내수성이 크게 증가하였고 전분내수화처리, 방습제, 표면사이즈제 등을 추가로 도공할 경우 내수성이나 방습성이 더욱 개선된다고 하였다.(4) 신(2001)은 봉사의 첨가량 증가가 층간결합력을 향상시키고 Flavonoid resin 계의 고분자를 적용하면 내수성을 증가시킬 수 있다고 하였으며 현장적용시의 문제만 제거한다면 가장 적합한 약품으로 추천하였다.(5) 그러나 이러한 연구는 상업적 활용에는 비용 및 제조공법에 있어서 보완할 점이 많은 것으로 판단된다.

따라서 본 연구는 친수성 코팅제를 개발, 원지와 원단을 시험생산하고 생산된 원지와 원단을 각각 기존의 골판지와의 강도 및 원가측면에서 비교분석하고자 하였다.

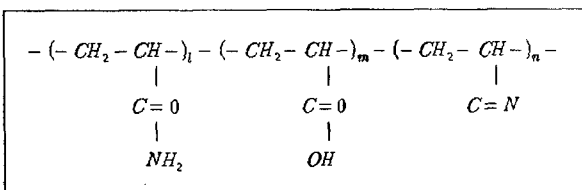
재료 및 기구

고강도화 및 내구안정성이 대폭 개선된 국산 고강도 골심지를 개발하기 위하여 우선 운습도 변화에 안정한 원지표면처리를 위한 약품(코팅제) S-A 및 S-B를 개발하여 적용하였다.

1. S-A

1) Acrylamide 음이온 삼중합(Polyacrylamide terpolymer)

2) 구조



3) 제품의 특성

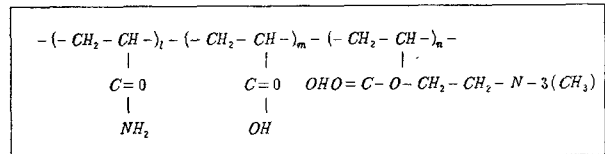
Acrylamide, acrylic acid 및 acrylonitril의 monomer를 라디칼 중합에 의해 구조적으로 random한 삼중합체로 된 고분자 화합물로 친수성이며 또한

카르복실기의 이온화에 따른 음이성 특성을 가지고 있다. 이는 산화전분과의 상용성이 우수하여 사이즈 프레스에서의 코팅이 용이하고, 섬유와의 자체 수소결합에 의해 표면강도 및 종이의 Stiffness를 증가시킨다.

2. S-B

1) Acryloamide 양쪽 이온성 삼중합체(Poly-acrylamide terpolymer)

2) 구조



3) 제품의 특성

Acrylamide, acrylic acid 및 cationic acrylic 양이온성 monomer를 라디칼 중합에 의해 구조적으로 random한 삼중합체로 된 고분자 화합물로 친수성이며 또한 카르복실기의 이온화에 따른 음이성 특성과 양이온성 반복단위에 따른 양이온성을 동시에 가지고 있는 양쪽성 특성을 가지고 있다. 이는 산화전분 및 다른 변성전분과의 상용성이 우수하여 사이즈 프레스에서의 코팅이 용이하고, 섬유와의 자체 수소결합 과 이온결합에 의한 자가 정착 능력을 가지고 있어 표면강도 및 종이의 Stiffness를 증가시킨다.

사용 원지는 골판지상자에 가장 범용으로 사용되는 SK(180g/m²), S(120g/m²), K(180g/m²)를 적용하였다. 골심지로 사용된 S(120g/m²)원지는 2004년 11월 경북 구미에 위치한 원덕제지에서 생산하였으며 원단제조용 SK, K 원지는 각각 아세아제지와 경산제지에서 생산하였다. 골심지로 사용하고 코팅한 원지는 S(120g/m²)이었다.

Table 1은 사용된 원지와 원지의 물리적 강도의 기준이 되는 파열강도, 링크러쉬치(Ring Crush)를 표시한 것이다. 원지의 물리적 강도는 생산회사에 따라 조금씩 다르나 여기서는 본 연구를 위해 원지를 생산한 제조회사의 참고규격을 따랐다.

생산된 원지는 경북 한신포장(주)에서 코팅 및

Table 1. Quality Standards of Makers for Recycled Corrugated Fiberboard Liners.

Liners	Basis Wt. (g/m^2)	¹⁾ Relative Bursting Str.	²⁾ Relative Comp. Str.	Burst Str. (kgf/cm^2)	Ring Crush Test (kgf, MD)	Makers
SK	180	2.0	11.0	3.8	20.0	Asia Co.
S	120	1.9	8.4	2.2	10	Wonduk Co.
K	180	1.9	11.7	3.5	21	Asia Co.

$$^1) \text{Relative Bursting Strength} = \{ \text{Burst Strength}(kgf/cm^2) \div \text{Basis Weight}(g/m^2) \} \times 100$$

$$^2) \text{Relative Compressive Strength} = \{ \text{Ring crush strength}(kgf) \div \text{Basis Weight}(g/m^2) \} \times 100$$

Table 2. Test Results of "S" and Coated Liners.

Liners	Basis Wt. (g/m^2)	Burst Str. (kgf/cm^2)	Ring Crush Test (N, MD)
S Liner	120	2.2	119
S-A	123	3.0	152
S-B	123	2.7	165

Table 3. Property, Solid Percent, Unit Price of Coating Agent.

Coating agent	Solid(%)	Property	Unit Price (Korean Won/kg)
S-A	15	minus ion, Excellent compatibility with oxidized starch	550
S-B	15	Plus ion, Excellent compatibility with starch	830

Table 4. Comparison of Corrugated board papers.

Paper	Basis Wt. (g/m^2)	Relative Bursting Str.	Relative Comp. Str.	Bursting Str. (kgf/cm^2)	Ring Crush (kgf, MD)	1000Won/ton
SK	180	2.0	11.0	3.8	20.0	550
S	120	1.9	8.4	2.2	10	350
K	180	1.9	11.7	3.5	21	400
S-A	123	2.4	12.6	3.0	15.5	391
S-B	123	2.2	13.7	2.7	16.8	400

원단으로 가공하였다. S원지의 코팅방법은 S-A, S-B 코팅액과 물의 비율을 6:4로 희석하여 사용하였으며 롤 코팅기(두영기계, 2002)를 이용하여 코팅하였다. 코팅액 조성물의 비율은 호화농도 10%의 산화전분, 물, 아크릴수지, 표면사이즈제, 코팅액이 각각 1:1:1:0.3 으로 하였다. 코팅은 적용한 롤코팅기가 양면코팅이 불가하고 편면코팅으로도 실험의 성과를 예측가능하기에 편면만 코팅하여 실험에 적용하였다.

코팅된 골심지는 SK($180g/m^2$) / S($120g/m^2$) / K($180g/m^2$)의 배합으로 원단으로 가공하였으며 골 높이는 B골로 하였다.

원지 및 원단의 파열강도 실험은 사전에 샘플링한 시료를 표준상태(20°C-RH 50%)하에 24시간 진처리 후 파열강도시험기(CO-608, 대양 Instruments)를 이용하여 저압파열강도시험방법(KS M 7017)에 따라 원지의 표면과 이면을 각각 10회 실시하였다.

골판지원지의 압축강도 시험은 원형 형태로 구조적인 안정화를 기한 다음, 가압하는 원형붕괴시험기(ring crush tester)(13-02-00, TMI)로 측정하였다.

시료의 크기6"(152.4mm)×1/2"(12.7mm)의 것을 사용하였으며, 압축강도의 기준은 원지의 CD(Cross Direction)방향으로 하였으며 모든 시험항목은 10개 시료에 대해 측정하여 평균값과 표준편차를 구하였다. 시험은 KS M7021(종이 및 판지의 두께와 밀도 시험 방법), KS M 7051-1997(판지의 압축강도 시험방법)에 따랐다.

결과 및 고찰

기존의 골판지 원지와와의 평량 및 강도 비교 분석한 결과는 Table 2와 같다.

Table 2의 실험과 같이 시험생산된 원지 A와 B의 파열강도 22-35%, 링크러쉬치 28-38%로 각각 상승하였으며 이러한 변화는 상대습도의 변화에도 크게 변화되지 않았다.

이러한 경향은 골판지원지를 원단으로 개발한 후에도 비슷한 경향을 나타내었으며 상자의 강도를 나타내는 수직압축강도는 약 20%의 상승효과가 나타났다. 그러나 상대적으로 파열강도의 경우 4-5%정도의 상승효과가 있는 것으로 나타났

는데 이것은 골판지의 파열강도에는 표면 및 이면라이너가 가장 큰 영향이 있는데 반해 이번 원단 개발 시 골심지에만 코팅 처리했기 때문에 직접적인 강도상승 효과는 없었기 때문이다.

시험생산에 적용한 각 코팅액의 특성과 고품분, 원가는 Table 3과 같다. 코팅 후 원지의 평량은 평균 $2.5g/m^2$ 상승하였다. 이것을 원지에 도포되는 코팅액 비용과 골판지의 일반적인 코팅가공단가(m^2 당 4원)로 환산하면 m^2 당 5-6원의 원가가 올라가게 되며 기존 S 원지보다는 약 41,000원에서 50,000원/ton 정도의 추가금액이 소요된다. Table 4는 가격대비 강도변화를 측정된 것이다.

Table 4에서 보듯이 S원지에 비하여 톤당 4-5만원 생산가격이 상승하게 되어 톤당 40만원 정도가 될 것으로 보이며 이것은 기존 K원지와 비슷하다.

그러나 파열 및 링크러쉬치의 상승으로 비파열강도와 비압축강도는 S지는 물론 K지보다 월등히 높아 졌으며 당초 목표로 삼았던 SK원지보다도 높게 나타났다. 단가 또한 SK지보다 톤당 15만원 정도 저렴하게 생산이 가능한 것으로 나타났다.

결론

본 연구를 위하여 내수성 높으면서도 골판지용 전분과 친화성이 높아 접착이 잘 되며 재활용성이 뛰어난 S-A 및 S-B 코팅액을 개발하였다. 개발된 코팅액은 본 연구를 위해 시험생산된 원지(골심지)에 코팅된 후 기존 원지들과 비교, 분석하였고 원단으로 가공한 후 시험 분석 및 샘플 가공하는데 사용하였다.

원지 S-A와 S-B의 비파열강도 및 비압축강도는 기존에 비해 S-A의 경우 33, 51% 상승하였고 S-B는 20, 65%씩 각각 상승하였다. 이 수치는 기존 S지보다 톤당 단가가 15만원 이상 비싼 SK에 비해서도 S-A의 경우 16, 13% 높고 S-B의 경우 각각 4, 23% 높은 것으로 본 연구의 목표를 충분히 달성하였다고 판단된다.

생산된 원지는 높은 상대습도 조건에서도 높은 강도를 유지하였으며 원단으로 가공 시에도 좋은 결과를 나타내었다.

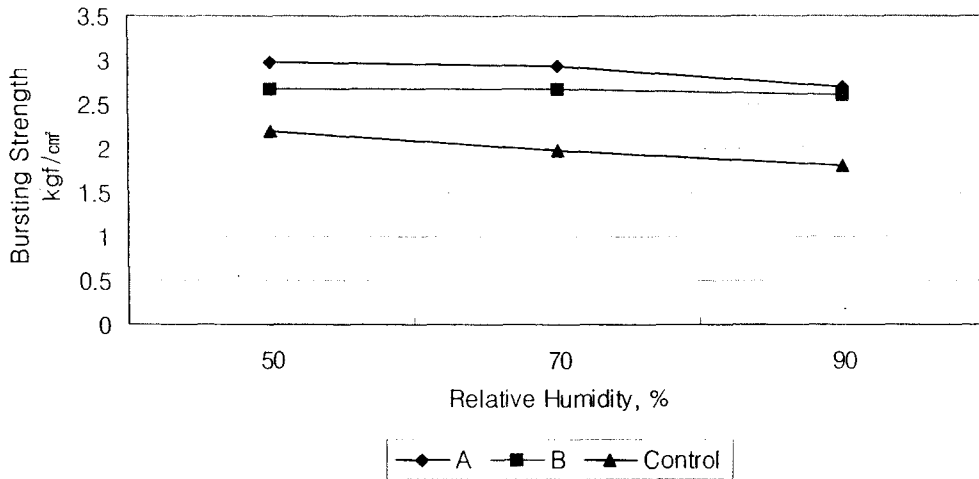


Fig 1. Changes in Bursting Strength on different relative humidity.

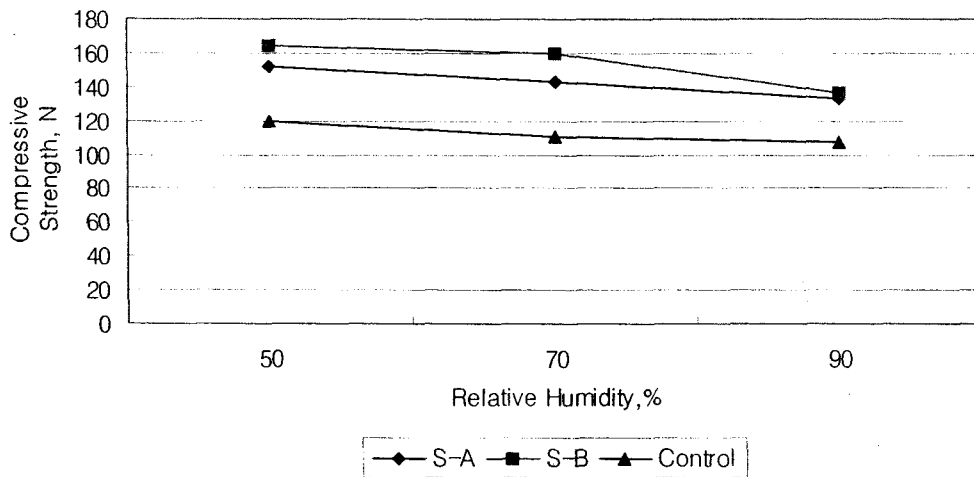


Fig 2. Changes in Compressive Strength on different relative humidity.

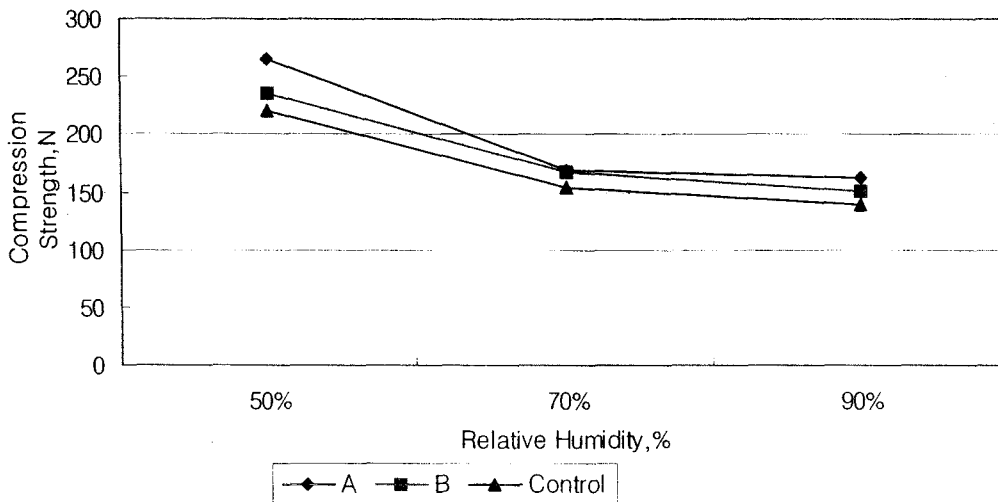


Fig 3. Changes in Compressive Strength of Corrugated fiberboards on different relative humidity.

참 고 문 헌

1. 박종민의 외 3, 1994, 농산물 포장용 골판지상자의 층적내구성의 분석과 향상에 관한 연구(1), 한국농업기계학회지 19(4) 358-368.
2. 김수일, 2000, 농산물 포장용 골판지상자 설계에 관한 연구, 박사학위 논문, 대구대학교, 130-131
3. Performance and Evaluation of Shipping Containers(1989), Maltenfort, G, Jelmar Publishing Co., Inc, 156-159
4. 조중연, 민춘기, 신준섭, 2004. 원지의 종류와 표면처리방법에 따른 내수 골판지 원지의 물성, 한국펄프·종이공학회 추계학술발표논문집, 179-192
5. 신준섭, 2001. 골판지의 내수성향상을 위한 내수 화제 개발과 적용방법 평가, 한국포장학회지, 7(1), 1-8.