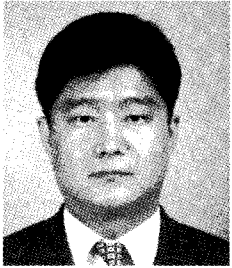




강화골심지의 필요성과 강화 처리기술



서울지방중소기업청 지원협력과
농 학 박사 최 정 현

<ol style="list-style-type: none"> 1. 서 론 2. 강화골심지의 품질특성 3. 종이의 재활용이종이의 물성에 미치는 영향 4. 환경문제와 골심지 5. 맺음말 - 강화골심지의 제조기술 	

1. 서 론

골판지상자를 만드는데 사용되는 골판지는 표면라이너와 이면라이너 사이에 파상의 골을 성형한 골심지를 첩합하여 만든다. 따라서 골판지라는 포장재료는 골판지원지재료의 특성과 형태에서 형성되는 구조적 강성이 물성의 대부분을 차지한다. 그중에서도 골판지원지의 품질수준이 조악할 경우 상자의 강도로 나타나는 품질수준이 떨어져 수송 도중 골판지포장상품이 파손될 우려가 있어, 포장상품에 대한 소비자의 이미지를 나쁘게 할 수 있다. 또한 국내 골판지상자의 제조원가를 따져 보면 주원료인 원지가 차지하는 비중이 70%를 상회하고 있어, 원가와 품질에 절대적인 비중을 차지하는 종이의 품질이 중요한 문제가 아닐 수 없다.

골심지는 원료의 종류에 따라 반화학펄프를 주원료로 제조하는 세미골심지(Semi Chemical Pulp - Medium

Paper), 벗짚펄프와 폐지를 주원료로 하여 제조하는 황골심지(Straw Medium Paper), 폐지를 주원료로 하는 특골심지(Repulped Medium Paper)로 구분할 수 있다. 세미케미칼펄프란 펄프 제조시 원료인 목재의 수율을 최대한 얻을 수 있는 기계펄프(Mechanical Pulp)와 셀룰로스로 이루어진 펄프를 얻을 수 있는 화학펄프(Cheical Pulp)의 장점을 얻기 위하여 기계식 방법과 약품처리를 거쳐 얻어지는 펄프로써 수율은 화학펄프보다는 높고, 강도도 기계펄프보다는 높아서 포장지의 원료로 사용하기에 적합하나 경제성 때문에 미국 등에서 사용가능하다. 현재 국내에서 주로 사용하는 골심지는 소위 말하는 특심지가 대부분이다.

골심지의 물성이 강화되면 얻을 수 있는 장점은 여러 가지가 있다. 첫째, 골판지의 특성인 외부 포장재로서의 기능인 피포장물의 보호기능의 강화를 들 수 있다. 즉 유통상 상품파손방지를 통하여 물자절약이 가능하다는 점이다. 두 번째로 골판지 DW를 SW로 대체가 가능하므로 원지 절약이 가능하다는 점이다. 국내에서는 일본과는 달리 이중양면 골판지의 사용량이 월등히 높는데, 이는 골심지의 품질이 떨어지는 것이 가장 큰 이유라고 생각된다. 따라서 골심지의 품질이 강화되어 이중양면골판지의 사용량을 줄일 수 있다면 자원절약이라는 측면에서 대단히 바람직한 일로 생각된다. 세 번째로는 골판지두께가 얇아져 수송중적효율 향상 효과가 있다. 네 번째로 궁극적으로는 포장코스트 감소로 인한 물류비용의 절감효과를 얻을 수 있다.

이상을 요약하면 골심지의 품질이 강화되면 그 자체로서

상품의 안정성 유지강화효과를 기대할 수 있으며, 이중양면 골판지의 상당부분을 양면골판지로 대체할 수 있어 원지의 절감, 생산공정의 축소로 인한 원료 및 에너지 등 제조원가의 절감을 기대할 수 있고, 자원이 부족한 우리나라의 실정에서는 상당한 환경개선의 효과까지 기대할 수 있으며, 또한 골판지의 두께가 얇아지면 물류비의 절감 등 다각적인 기대효과가 있다.

그러나 국내에서는 종이산업의 특성에서 원료의 물성이 절대적인 비중을 차지하고 있음에도 불구하고 경제성 문제 때문에 좋은 원료를 사용하기 어렵고, 공정관리도 어려운 상황이며, 쉽게 해결될 수 있는 문제도 아니다. 따라서 현재의 여건 하에서 끊임없는 기술개발 노력이 필요한 분야인데 본고에서는 이러한 관점에서 우리가 지향해야 될 목표 및 기술적 접근방법 등에 대하여 검토해 보고자 한다.

2. 강화골심지의 품질특성

골심지는 인쇄면이 나타나거나 혹은 외부미관도 중요한 요소인 라이너와는 달리 내부에 사용하는 종이이면서 포장재료로서 물성특성 중 압축강도가 가장 중요한 요소가 되고 있다.

국내의 골심지 품질기준으로서 다음 표 1에 나타낸 바와 같이 KS M 7076의 규정에 따라 A, B, C급으로 나누어 품질을 관리하고 있다. 표에서 보는 바와 같이 골심지의 품질을 평가하는 기준은 물성치로는 열단장과 압축강도, 비압강, 표시평량 및 두께, 평량허용차 및 수분 등이 평가기준이 되고 있으나 향후에는 품질평가기준으로 회분량도 포함시키는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

구체적인 물성치로 골심지에서 가장 중요한 비압축강도는

표 1. 골심지의 품질강도별 분류(KS M 7076)

(1996. 12. 28 개정)

종 급	평량 g/m	평량 허용 차%	두께 mm	열단장 (세로) (km)	압축강도 (가로) h(kgf)	비압축강도 N/m ² /g kof m/g	수분 ^① %
A	110	±4	0.18~0.22	4.0 이상	119(12.1) 이상	108(11) 이상	8.0±1.5
	120				129(13.2) 이상		
	140				151(15.4) 이상		
	160		204(20.8) 이상		127(13) 이상		
	180		229(23.4) 이상				
	200		255(26.0) 이상				
B	110	±4	0.18~0.22	3.5 이상	97(9.9) 이상	88(9) 이상	8.0±1.5
	120				106(10.8) 이상		
	140				123(12.6) 이상		
	160		173(17.6) 이상		108(11) 이상		
	180		194(19.8) 이상				
	200		216(22.0) 이상				
C	110	±4	0.18~0.22	3.0 이상	75(7.7) 이상	69(7) 이상	8.0±1.5
	120				82(8.4) 이상		
	140				96(9.8) 이상		
	160		141(14.4) 이상		88(9) 이상		
	180		159(16.2) 이상				
	200		176(18.0) 이상				

주^① 수분은 밀을 감에 때의 수분으로 한다.

평량에 따라 7~13까지로서 평량 160g/m², A급이 비압강 13 kgf 이상이다.

강화골심지는 일본 하이팩이 '하이콘테'란 상품명으로 1974년 최초로 시도하였는데, 현재 일본의 경우 18.5~20 kgf를 A급 강화골심지, 16~18 kgf를 B급강화골심지라 하며, 전체 골심지사용량 중 15% 정도를 차지하고 있다. 기술적 핵심은 수용성레진을 혼합하여 종이의 물성을 강화시켜 제조하는 방법을 사용하고 있다.

현재 국내에서 유통되는 K-liner 200g/m²의 경우 비압강 15.5 정도이므로 대개 강화골심지는 비압강 13이상의 품질을 유지하는 경우 통상 강화골심지라 하여 사용하고 있으나 객관화된 기준치가 있는 것은 아니다.

3. 종이의 재활용이 종이의 물성에 미치는 영향

골심지의 원료인 종이는 셀룰로스가 주성분인 목재펄프를 물속에서 해리하여 성형 초조한 판상의 재료이기 때문에 적절한 조건으로 처리하면 재활용이 가능한 소재이다. 그러나 재활용하게 될 때, 몇가지 변화가 일어나게 되는데, 가장 대표적인 현상인 각질화(角質化, hornification)가 일어난다. 즉 우리가 밥을 오래 두게 되면 딱딱해져서 다시 데워도 탄력을 잃어버리듯이 열을 가하여 건조시킨 셀룰로스는 뽀처럼 딱딱해지는 각질화를 거쳐 다시 해리하여도 본래의 성질을 전부 회복하는 것은 아니다. 이를 비가역적각질화라고 한다. 또 재활용하게 되면 물성이 저하되는데, 이는 셀룰로스의 분자구조에서 결합력을 유지해 주는 활성수산기의 일부가 활성을 소실하기 때문에 나타나는 현상이다.

표 2. 수종별 재생횟수에 따른 물성변화

수종 재생횟수	활엽수				침엽수			
	0	1	3	5	0	1	3	5
여수도	343	470	441	420	326	441	362	334
두께(1/100mm)	8.1	10.0	10.5	10.6	7.8	8.7	9.2	9.3
밀도	0.73	0.57	0.53	0.53	0.74	0.63	0.60	0.59
열단장	6.38	2.52	2.03	1.93	8.61	4.40	3.71	3.65
인장강도	92	70	60	58	102	182	213	204
Water Retention	131	114	103	106	132	113	109	106

자료 : Ellis & Sedlacheck, 1993 Secondary Fiber Recycling TAPPI Press

재활용횟수에 따른 물성변화를 종합한 것이 다음 그림 1이다. 그림에서 보듯이 재활용횟수가 늘어나면 날수록 물성은 떨어지는데, 일정횟수가 지나면 점점 물성저하의 변화폭이 줄어드는 것을 볼 수 있다.

종이는 과연 몇번 까지 재활용할 수 있을까? 여기에 대한 일반적인 답을 구하기는 어렵다. 국내 골심지제조공장에서 주로 사용하는 폐지는 폐골판지상자가 대부분이며, 폐골판지상자는 라이너와 골심지가 섞여 있는데 라이너의 경우에는 표층에 버진펄프가 있다. 다시 말하면 폐골판지상자에는 재생회수가 없는 경우, 1회 재생한 종이 및 재생횟수를 알 수 없는 경우의 원지로 구성되어 있다. 만약에 폐골판지상자 대신 좋은 원료로 대체하면 현재의 설비로도 충분히 물성 향상효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

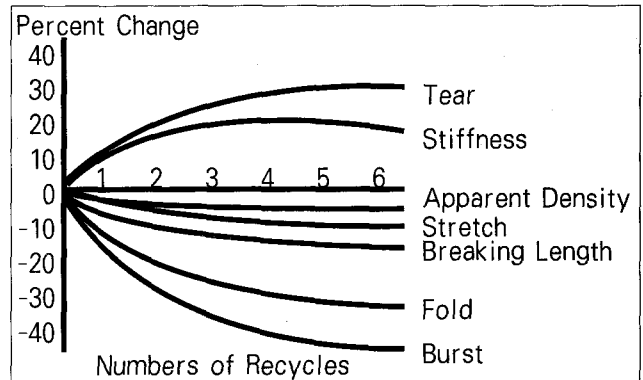


그림 1. 재활용횟수에 따른 %물성변화

한편 Ellis와 Sedlacheck는 다음과 같은 실험을 하여 흥미로운 결과를 발표한 바 있다. 침엽수와 활엽수의 표백 크

라프트펄프를 제조하여 각각 재활용시험을 하면 재활용횟수에 따라 수종별로도 차이가 난다는 점이다. 다음 표 2에 의하면 침엽수펄프가 활엽수펄프 보다 재활용횟수가 늘어나도 강도저하폭은 작은 것을 알 수 있다. 이에 반하여 두께증가율은 활엽수펄프가 침엽수 펄프 보다 더 늘어나고 있다. 이것은 섬유의 형태에서 기인된 것으로 생각되는데, 침엽수펄프가 활엽수펄프 보다 상대적으로 더 가늘고 긴 것이 일반적이기 때문에 나타나는 현상이다.

이상을 종합하면 경제성 등 여러요인 때문에 골심지의 원료는 폐지를 주로 하여 사용할 수 밖에 없는데, 이러한 폐지를 사용함에 따라 종이의 물성저하는 필연적이다. 특히 골심지의 경우 전량 폐지를 사용해야 하는데, 이로 인한 물성저하를 경제성이 있는 방법으로 어떻게 조절할 것인가 하는 것이 과제로 대두되고 있다.

4. 환경문제의 골심지

최근 환경문제와 관련하여 포장재문제가 관심의 대상이 되고 있다. 그 중요한 내용은 두가지로서 첫째 '전과정영향평가'(LCA ; Life Cycle Assesoment) 에서 종이재료가 플라스틱소재 보다 환경에 미치는 영향이 어떠한가가 하는 문제와 두번째로는 종이포장재와 경합관계에 있는 캔포장이 나 플라스틱포장재에서 나오는 소위 말하는 '환경호르몬' 문제이다.

첫번째 문제인 전과정영향평가에 대하여는 이미 많은 발표가 있었기 때문에 여기에서는 간단히 약술하겠지만, 필자의 생각으로는 국내에서, 특히 골판지원지의 경우는 나무를 몇그루 베다든지 하는 문제와는 관계가 없는 폐지가 원료에서 차지하는 비율이 라이너의 경우 70%이상, 골심지의 경우 거의 100% 수준이기 때문에 계산에 대입하는 요소가 달라져야 한다고 생각한다. 오히려 폐지를 원료로 투입하기 때문에 전체적으로는 골판지포장재가 다른 어떤 소재 보다도 환경친화적인 소재라고 말할 수 있다.

환경호르몬에 대하여는 자세히 알아보자. 환경호르몬이란 유해환경이 만든 '인체교란물질'을 통칭하는 용어로서 좀더 구체적으로는 인체호르몬이 나오는 내분비계를 교란하는 물질들로서 이들은 인체의 균형을 깨고 인체의 정상적인 발달을 방해한다. 인체에서 호르몬은 수많은 세포와 기관의 정보교환을 돕는 물질로 피속에 녹아 있다가 특정세포의 수

용체에 작용한다. 그러나 화학구조가 체내 호르몬과 비슷한 환경호르몬이 대신 이 수용체와 결합하거나 수용체의 입구를 막아버리면 인체에 이상이 생기게 된다.

미국환경보호국(EPA)에 따르면 현재까지 유해성이 입증된 환경호르몬은 살충제인 DDT, 유산(流産)방지제인 DES 및 다이옥신 등 몇개의 물질에 불과하다. 나머지 유해할 것으로 의심되는 환경호르몬은 유기염소계가 대부분이다.

환경호르몬에 대하여 최근 많은 관심이 모아지고 있는 것은 이 물질에 의한 피해가 상상 이상으로 엄청나기 때문이다. 최초로 환경호르몬이란 물질이 인식된 것은 1966년 미국 메사추세츠주에서 10대 소녀에게서 질암이 발견된 이후이다. 그 원인을 추적해 본 결과 어머니가 임신 중 합성호르몬제제인 DES를 복용한 사실이 밝혀졌으며, 1992년 영국의 의학잡지인 '브리티시메디컬저널'에 1940년 ml당 1억 1천3백만개이던 덴마크남성의 정자수가 1990년 6천6백만개로 줄었다는 보고가 실렸다. 우리나라에서는 해양연구소와 서울대가 남해안을 조사한 결과 항구 주변의 소라, 고둥에서 암컷의 생식기에 수컷의 생식기가 생겨 불임이 되는 소위 '임포섹스'현상이 나타났다고 보고된 바 있다. 그 원인은 선박용 페인트에 생물이 달라붙지 못하도록 부착방지제로 사용되는 TBT(트리부틸주석)때문인 것으로 밝혀졌다.

환경호르몬은 이론적으로는 생식기 뿐만아니라 모든 기관에 위협한데, 특히 면역신경계에 영향을 미칠 경우는 병에 대한 저항력 감소, 불안, 집중저하 등의 이상이 생길 수 있다.

포장재료와 관련하여 환경호르몬으로 의심되는 물질은 컵라면의 플라스틱용기에서 검출되는 스티렌트리머, 음료수캔에서 검출되는 비스페놀A 등이 문제가 되고 있다. 현재 환경호르몬으로 선정된 물질은 국가별, 기관별로 조금씩 다른데, 국내에서는 세계야생보호기금(WWF)이 선정한 67종의 호르몬을 우선연구대상으로 지정하여 검토하고 있다. 종이재료의 경우 이러한 환경호르몬을 유발시킬 수 있는 재료는 전혀 아니며, 또 종이 자체의 제조공정에 환경호르몬을 유발할 가능성도 거의 없다. 따라서 환경호르몬과 관련하여는 자유로운 소재라고 할 수 있다.

중금속의 경우 국내에서도 이미 오래전 부터 규제대상으로 지정하여 관리해 오고 있다. 이러한 중금속은 주로 수

은, 납, 크롬 및 카드뮴 등 일정량 이상이 체내에 축적되면 상당한 장애를 일으킬 수 있는 물질들로서 현재의 규제체제 하에서는 재료 자체에서 발생한다기 보다는 제품을 생산하는 과정이나 관리하는 중간에 외부로부터 유입되어 제품에 포함되는 경우가 대부분이다. 이 중에서 카드뮴과 납을 예로 들면 FAO와 WHO에서 정한 기준에는 1일 섭취허용치는 체중 1 kg당 각각 1.19ppm과 7.15ppm이다.

골판지의 경우 종이재료에서 환경호르몬이 검출될 가능성은 거의 전무하며, 중금속도 포함될 가능성도 마찬가지로 거의 없다. 필자의 경우 폐지 내에 포함된 중금속물질들을 기기로 검출해 본 바 있다. 특히 종이재료보다는 사실은 잉크 등에 의해 포함될 가능성이 많기 때문에 주로 인쇄잉크가 많이 포함된 폐복사지와 폐신문지를 위주로 검토하였다. 다음 표 4에 분석치를 나타내었는데, 납의 경우 폐복사지와 폐신문지에 각각 100g당 0.009, 0.057 ppm이었으며, 카드뮴의 경우 각각 0.006, 0.045였다. 이는 원료 자체의 문제가 아니라 수집, 저장, 운반, 재활용공정 등의 과정을 거치면서 다양한 경로로 오염된 수준 정도로 평가된다. 골판지의 경우 이러한 수치도 더욱 낮아질 것으로 생각된다.

따라서 공정관리만 제대로 이루어 진다면 현재의 수치 조차도 더욱 낮게 나타날 것이다.

표 3. 종이재료에서 검출되는 중금속물질

	순수필프	폐복사지	폐신문지	비 고
납	0.001	0.009	0.057	
카드뮴	미검출	0.006	0.045	

단위 : ppm/100g

이러한 특성을 종합하면 종이재료가 천연물에 기초를 둔 환경친화적이며 인체무해성의 특성을 가지고 있는 소재라는 점을 확고히 입증해 주는 증거라고 할 수 있다.

5. 맺음말 — 강화골심지의 제조기술

골판지상자를 제조하는 원료 중 골심지의 품질이 강화되면 많은 장점을 얻을 수 있어, 이를 강화골심지라 한다. 강화골심지는 상품의 안정성유지 강화효과, 이중양면골판지의 양면골판지로의 대체효과로 인한 원지의 절감, 생산공정의 축소로 인한 원료 및 에너지 등 제조원가의 절감 등, 자원

이 부족한 우리나라의 실정에서는 다각적인 향상효과를 기대할 수 있다. 그러나 국내에서는 경제성 문제로 좋은 원료를 사용하기 어렵기 때문에 기술적으로 이를 극복해야 할 과제로 대두되고 있다. 강화골심지의 품질수준은 수치로 나타내자면 비압축강도를 기준으로 할 때 13 이상에 해당되는 원지가 될 것이다.

기술적인 면에서 골심지의 생산방식 측면에서 보면 국내 회사에서 생산하는 강화골심지는 일본과는 달리 대개 생전분을 투입하여 제조하고 있다. 약품으로서 생전분을 사용하는 이유는 가장 가격이 저렴한 재료이기 때문에 사용하고 있으며, 사용방식은 공정 중에 생전분을 투입하는 내침방식 혹은 후처리방식 두가지가 있다. 후처리방식으로는 사이즈 프레스에 의한 전분의 투입이 가장 보편적인 방식이다. 생전분을 내침방식으로 투입할 경우 폐수처리부분에서 BOD 수치가 급격히 올라가는 문제가 있기 때문에, 일단 초지를 완성한 후에 건조되기 전에 프레스에서 전분을 투입하는 사이즈프레스를 도입하는데, 이 방식은 폐수에 영향을 미치지 않기 때문에 가장 선호하는 방식이 되고 있다.

그러나 사이즈프레스를 이용한 강화골심지의 제조방식에서는 전분투입량에 따라 건조속도의 저하문제가 일어나는데 이것은 생산량과 관계되는 문제이다. 강화골심지를 만들기 위하여는 대개 8% 내외의 생전분을 투입하는데 이로 인한 초지생산속도는 20~30% 정도 감소되는 것으로 나타나고 있다.

따라서 설비나 폐수문제 등 제반여건을 보면 국내여건상 사이즈프레스가 가장 적합한 것으로 생각되는데, 이 방식에서 전분을 개질기능화하여 투입량을 3% 이내 수준으로 줄이는 것이 국내 실정에서는 가장 바람직한 방법으로 생각된다.

골심지는 최근 문제되고 있는 환경호르몬이나 중금속문제에서도 자유로울 수 있는 장점을 갖고 있다. 문제는 이들 원지가 포장소재로서 갖고 있는 강도나 물성을 필요골판지 강도를 충족해 줄 수 있어야 하며, 두번째로는 경제적인 면에서도 강점이 있어야 시장의 대체효과를 거둘 수 있다는 점이다. 따라서 이러한 맥락에서 강화골심지 개발방향을 재정립 할 필요가 있는 것이다.