



# 강화골심지의 필요성과 강화 처리기술



경희대학교 공과대학 화학공학과  
교수 · 이학박사 김 용 욱

목	차
1. 골판지 포장 제조용 골심지 개설	
2. 현대 유통경제사회의 변천과 골판지포장강도의 중점 변화 및 강화 골심지의 필요성	
3. 강화골심지 사용의 경제적 효과	
4. 제지원료 폐지 회수 다빈도, 다사용과 골심지 강도와와의 관계	
5. 강화 골심지의 강화처리 기술	

## 1. 골판지 포장 제조용 골심지 개설

### 1) 골심지의 종류 · 용도 및 물성

골판지포장은 라이너와 골심지를 접착제로 안과 겉에 고속으로 부착하여 건조한 것을 절단하여 사용한다. 본래의 원료는 펄프와 폐지 등을 이용하여 골심지를 반원(차인파)의 연속된 형상을 생산한다.

KSM 7076 골심지의 물성은 수분, 열단장, 평면 압축강도, 수직압축강도, Edge Cush 강도 등으로 분류한다. 이 상은 제품의 특성에 좌우된다.

골심지에 대한 한국 규격기준 (KSM 7076 골판지용 골심지) A, B, C에서 볼 수 있듯이, 평량과 비압축강도를 비교하면 비압축강도 11의 A급 평량 110-140 g/m<sup>2</sup>와 같은 비압축강도의 B급 평량 160-200 g/m<sup>2</sup>이 동일하며, 비압축강도 9의 B급 평량 110-140 g/m<sup>2</sup>와 같은 비압축강도 9의 C급 평량 160-200 g/m<sup>2</sup>이 동일함을 알 수 있다. 여기에서

골심지의 강도를 높이는 방법은 평량이 중요하다는 것을 알 수 있다.

### 2) 골심지의 발전연혁

골심지는 골판지를 제조할 때 코르게이터(Corrugator)는 지름 10cm 정도의 권심(捲芯)에 전체길이 2,000-4,000m 정도의 골판지 원지를 감아서 그 지름이 120cm정도의 것을 장착한다. 골판지 공장에 보유하고 있는 원지의 종이폭은 코루게이터 전폭 1/2정도의 폭간격을 50mm 차로 커팅하였고, 1개의 중량은 종이폭과 종이질에 따라서 크기가 다르지만, 그 범위는 500-1500kg이 된다.

골심지의 물성이 골판지 상자의 물성에 중요한 기능역할을 한다. 특히 평면 압축강도 및 수직 압축강도가 밀접한 관계가 있다. 골심지의 품질기준(표1)에 의하면 A급의 특성이 우수품이다. 현실로 국내에서는 C급에 속한 낮은 평량의 것이며, 비압축강도가 높은 것이 우수한 것이 된다. 한편 폐수문제, 초지속도의 저속발생등 생산성 저하등의 문제가 있다.

오늘날 우수한 골심지를 외국에서 수입하거나 또는 국내에서 생산하는 라이너를 골심지로 사용하거나, 이중양면골판지를 생산사용하여 대응하고 있는 현실이다.

그리고 강화골심지의 생산에 필요한 조건은 종이의 건조강도가 80% 이상은 섬유사이 수소결합이고, 20%는 섬유가 서로 연결되어 나타낸 결합으로 결집되었다.

그래서 지력증강제를 첨가하여 종이의 강도를 향상시키는 곧 수소 결합을 증가시키는 것이 중요하며, 섬유의 유연성

과 결합을 적합화 하여야 한다.

지력증강제로는 원료의 기법으로 폴리아크릴아미드계 (PAM), 양이온 전분계 및 첨가제로는 내부 첨가제와 표면 처리 방법이 있다. 결과로 고해처리 기법의 운영과 지력증강제를 적절히 사용하여 골심지를 우수하게 할 수 있다. 한국은 골심지를 120만톤/년간, 지력증강제를 7만톤/년간 소비되는 상황이다.

언제나 단섬유활엽수의 증가, 폐지의 배합비가 재순환으로 증가하며, 충전제의 첨가량의 증가등이 문제점이며, 운전함에 전력소비량의 증가, 여수성의 저하로 인한 초지속도의 감소, 종이 밀도의 상승과 인장 강도의 저하, 불투명도의 저하가 되는 것을 방지하며, 강도를 증가시켜야 한다. 또 골에는 단섬유 결합을 보강할 필요가 요망된다.

## 2. 현대 유통경제사회의 변천과 골판지포장강도의 중점 변화 및 강화골심지의 필요성

골심지 생산과정에서 고강도 골심지 (SPC) 수입 시장규모는 연간 4만 5천M/T(96년, 230억원)로 연간 2천 500만불의 수입대체 효과가 있고, 국내 동일제지(주) 등에서 이의 국산대체 개발에 주력하고 있다. 국제 경쟁력이 기술향상을 유도하게 된다.

오늘날 시장경제의 확립과 유통구조가 세계화가 이루어져 육.해 및 항공의 운송 수단으로 대량 화물과 신속한 그리고 안전한 유통공급이 현시대의 65억인구가 생존함에 필요한 생활을 누리고자 물류이동이 24시간 연중 정지가 없이 지구의 자전과 공전 같이 더욱 공기와 물이 국경없이 이동하며 흐름과 같다.

생산품은 생산자와 소비자 사이 정확 신속과 만족을 주는 긴밀한 수단은 곧 포장된 상품과, 수송, 하역 및 보관, 배송 판매로서 상품과 재화의 이동과정에서 고단 적재수송, 높은 적재하역, 높은 적재 보관 및 관리를 지게차나, 에스컬레이터, 리프트엘리베이터 및 컨테이너 등 기계를 이용하게 되며, 창고업도 냉동과 항온 및 입체 고층순환자동화 하역 및 품질검사 관리가 선입 선출과 공히 필요하게 되었다.

골판지 포장은 깨끗한 종이류이며, 한쪽 원색 인쇄와 경량 포장으로 미려하며, 기존의 무생물적 포장재가 이제 활성생명체인 농수산 축산물 특히 야채류와 신선도를 유지하는 과일류 및 곡물까지 이용함에 있어, 그동안 기능이 파열

강도만으로 현상만 유지함과 더불어 상하(上下) 강도인 압축강도 중요성이 인식되어, 미국의 Rule 41이 1991년에 압축강도 Edge Crush강도가 정규격으로 개정되어 한국에도 도입 KSA 1502, KSA 1531과 더불어 KSM 7502와 KSM 7076과 함께 개정되어서 미국과 EU국가 등 세계의 수출포장 강도에 대하여 압축강도가 긴요한 포장강도를 중요시하게 되었으며, 최근 완충제로서 스티로폼류 사용이 환경친화성의 문제점이 크므로 더욱 골판지 응용사용 추세로 시장이 증가하게 되었다.

강화골판지의 필요성이 대두 되면서 골심지 규격을 압축강도 및 비압축강도(세로)를 JIS 3902, JIS 3904 골판지용 골심지 수준으로 규격화 하였다. 예로서 라이너와 골심지의 이음매 부분에는 외부에서 볼 수 있도록 색지를 삽입하는 표시 및 골심지의 평량규격이 현재의 불특정에서 정량화 하며, 골심지의 회분 함유율은 6% 이하가 적당하게 권장하고, 규격의 국제수준화로 국제 경쟁력 강화 촉진 매체가 되어 직접 수출과 간접 수출량 증대에도 일조 될 것으로 보인다.

최근의 초지 공정에 강화제를 첨가한 골심지를 사용한 골판지용 강화 골심지의 평량은 140-200g/m<sup>2</sup> 정도의 것이 적당할 것이다.

호료침지 과정의 골심지를 침지시킨 골판지는 115g/m<sup>2</sup> 정도의 저평량 골심지 원지 2장과 polyacetic vinyl계 접착제로 접합시킨 강화골판지를 만드는 방법(UPS)이 개발사 용된 일이 있으나, 골판지 생산성 저하에 따른 Cost가 문제가 되어 강화골심지 개발에 의한 DW의 SW화 추세로 발전한 것이다. (표1)는 강화골심지와 일반 골심지의 예시로 몇 개회사 제품의 내역을 표시하였다. (우리나라에서는 강화골심지 대신 라이너를 골심지로 사용하고 있음)

## 3. 강화골심지 사용과 경제적 효과

오늘날 물품 과적과 창고안 보관 넓이를 줄이기 위하여, 자동화 창고로 기계화한 건축시설과 두께가 얇은 포장상태로 적재를 많이 하여 Total 물류 Cost를 줄이는 전략상 현대적 상하적재에서 압강이 가장 중요하고 필수적임은 주지의 사실이다.

### 1) 물자 절약(유통과정에서 상품손상 방지)

한국의 기업들이 처한 수송부분의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

표 1. 강화 골심지와 일반 골심지의 예시

생산지	골명	평량(g/m <sup>2</sup> )	입강(kg)	비입강(kg/g·m <sup>2</sup> )
사 가	SAM-S 강 화	160	30	18.75
		180	33.8	18.75
		200	38.7	19.35
Finland	골심지	120	—	15.2
오 이 다	SAM-S 강 화	160	28.4	17.7
		180	33.7	18.7
		200	38.6	19.3
동 일	K 180 K 200	180	20.1	11.2
		200	21.8	10.9
조 일	SK 210 YSK 210	210	30.9	14.7
		210	35	116.7

음과 같다.

- ① 다품종, 다거래처의 수송계획의 미비
- ② 경제적 차량 운행일정 계획의 미비
- ③ 차량의 상하차 대기시간의 과다
- ④ 재래식 창고시설로 인한 상차, 하차 시간의 과다
- ⑤ 차량 운행 회전율의 저조
- ⑥ 성수기와 비수기의 수송에 적절한 대응책의 미비
- ⑦ 불필요한 차량 보유로 수송비용 과다
- ⑧ 외부차량 대차시 또는 수배송시 서비스 부족
- ⑨ 운송회사의 영세성
- ⑩ 특수설비 차량 부족
- ⑪ 수송 표준화의 미흡
- ⑫ 수송수단 간, 연계체계의 미비(핸드폰의 활용)
- ⑬ 수송정보 체계의 부조리
- ⑭ 낮은 운행효율 및 적체효율
- ⑮ 수송장비의 노후화로 수송효율 저하
- ⑯ 물류 수송에 고속도로나 해양을 이용함에 시간이 절약되어야 한다(물류비 감소)

2) 자원절약(골판지 DW에서 SW 대체로 원지절약)

생산 자원을 통한 원가절감 유도 곧 이것은 원지가격 폭등 상태로는 무포장 출하를 하고 싶은 원가 압박을 받게 된다.

DW 골판지를 SW 골판지로 대체하는 최대목적은 원가절감이다. 여기서 문제는 골판지포장의 품질강도는 포장제한 조건에 적합한 동일 또는 조사하면서 원지 5 Ply DW를

3Ply로 배합하되, 다만 단위원지의 평량을 높이거나, SCP 골심지등 Pulp심을 사용함으로써 실제적으로는 Total 원지 소요량의 절약을 가져올수 있어야 한다. 여기에는 골심지의 평량의 조절과 지력을 증강시키는 강화골심지 개발로 Cost 절감과 원지사용량 절감을 기할 수 있을것이다.

또한 원지사용량 감소는 포장폐기물 감량화 및 물류 Cost 절감을 가져오는 실리가 있게된다. 예컨대 25' CTV 골판지 포장에서 DW에서 SW로 전환하면, 상자넓이가 3.6mm<sup>2</sup>시 SW는 DW보다 평량의 감소가 0.38kg. 그 감소율은 29%가 된다. (표 2 참조)

<표 2> 25인치 CTV 경우 골판지용 소요 넓이를 3.6m<sup>2</sup>로 가정

골판지종류	원지구성비(g/m <sup>2</sup> )	평량합(kg/m <sup>2</sup> )	총무게(kg)
DW3	KAW300×S120× KA300×S120×KA300	1.26	4.5
SWR	수300×SCP175×수300	0.88	3.2(29%감소)

3) 수송 증적 효율 향상(골판지 상자 자중감소, 얇아져)

한국의 도로사정은 고속화도로가 있으나, 적체불량으로 경제선진국에 비하여 물류 비용이 매우 증가하여 경쟁력을 잃고 있다. 한국은 펄프와 폐지의 수입에 따른 물류비 절감과 자원절약 차원에서 DW를 SW로 대체를 해야함은 필수 과제이다.

국내에서 SW로의 대체가 85%라하면 DW 포장이 35%

이상의 대체효과는 30억m<sup>2</sup>중 10억m<sup>2</sup>의 물류비용 절감효과(DW의 평균 물류비용의 30원/m<sup>2</sup>, DW와 SW대체는 40% 전환)

30원×0.04×10억m<sup>2</sup>=120억원이 되고

폐지자원 절감 효과(DW가 SW로 대체될 때 절약 되는 무게 200g/m<sup>2</sup> 수입폐지와 국내폐지의 평균가격 약 160원/kg) 200g×10억m<sup>2</sup>×160원/kg = 320억원이 되어, 연간 약 440억원의 절감효과가 발생한다.

4) 포장비 감소

오늘날 유통경제 사회에서 포장은 '상품의 얼굴'이요 소비자의 구매 효과 그리고 상품의 품질과 신뢰도에 큰 효과가 있다. 소비자의 욕구는 소량화, 고급화, 다종화, 및 개별화로 소비패턴이 변하고 있으며, 이와 관련하여 포장은 물류의 시발이요 가격절감의 원천이 된다.

상품은 생산자와 소비자간에 연결하는 위치와 시간적 적시 충족도가 필요하다. 결국 상품유통은 눈을 즐겁게 두 손으로 가볍게 만진후 맘에 들어야 가격을 지급하게 된다.

오늘날 물류는 상품생산, 원료 공급과 상품을 판매하고 사용함에 AS(뒤처리 관리)까지도 포함된다. 이를 Logistics라고 말한다. 어느 물건이나 생산품을 포장과 상하역, 수송, 보관 및 판매하는 과정에서 포장비의 감소전략이 필요하다.

4. 제지 원료 폐지 회수 다변도, 다사용과 골심지 강도와의 관계

한국의 종이 판지는 전체 생산에 골판지 원지인 라이너, 골심지의 점유비가 32% 이상 되며, 한국의 골판지 원지 공업의 생산능력이 연간 라이너 골심지를 합하여 94년에 232만 M/T이고, 97년말의 생산능력이 361.8만M/T으로 늘어나 60%가 증가한 현상이다.

제지원료 문제에서 인도네시아에서는 폐지 수입량이 94년에 100만 M/T, 95년에는 200만 M/T 수입하고 있음이 90-98년의 현황이다. 한국내 공장에서 폐지를 95년도에 490만 M/T, 96년도에 550만M/T 사용하는데 그중 수입량은 140-150만 M/T이며, 잔량은 국내수입폐지로 대체하고 있다. 97-98년의 폐지 수입량이 150-200만 M/T이 필요하다.

한국의 제지공업에 있어 첫째가 원료 확보이고, 둘째가 환경문제로 지류폐지 회수율은 95년 53.2%이고, 골판지포

장은 95% 이상이 회수되고 있다.

폐지를 여러번 재사용 할수록 강도와 물성이 나빠져서 이를 극복하는 기술을 확보함이 없이 외국으로 부터 고품질의 원지 수입을 막을 수는 없다. 한 예로서 SW와 DW사용비율이 한국은 DW가 45%이며, 미·일 등은 15% 이하를 사용함으로 원료펄프의 물성이 낮아 원지의 강도가 약해진다.

한국에서 수입하는 폐지 90% 이상을 미국에서 수입하는데 미국의 골판지원지 Recycling 비율은 55-60%로 2000년에는 10% 증가한 65-75%까지 상승시킬 계획이다. 오늘날 미국에서는 1-2회 재사용분이 수입될 것이며, 한국에서는 생산능력이 늘어나 재활용 회주가 10번이상 사용한 후에야 완전폐기하거나 그 이상이다.

물성의 기능은 상실될 것이며, 폐수의 무방류 기술은 물을 적게 쓰며 오염 처리가 상정된다.

골판지 포장업체는 기계의 신증설, 고속화, 광폭화 및 자동화가 되다보니 Warp도 문제점이다. 한국에서 폐지를 Recycling하여 쓰므로 Warp는 원지 수분 편차나, 평량편차의 요인으로 작용한다.

Warp의 종류는 장방향, 횡방향 여러 가지가 있다. Warp를 막기 위하여 골판지의 Sheet를 반적할 때 여러방법으로 세로와 가로로 합판같이 섞어 활용하는 연구가 필요하고 또 폐지를 많이 사용하여 회분이 많아서 골의 Roller의 마모나 Slitter Knife, 커터칼날의 마모가 심화 되는 것도 문제다.

5. 강화 골심지의 강화처리 기술

1) 평량문제

평량은 일정넓이의 종이의 중량으로 현재는 1m<sup>2</sup>의 질량을 g로 표시한다(m평량) 강화골판지 제조에는 양면 골판지에 강화골심지를 사용하여 효과를 얻게되며, 골심지의 원지 평량은 180-200g/m<sup>2</sup>정도이다. RC는 17이상.

골심지는 새로운 펄프를 주원료로 한 펄프심과 폐지 펄프가 주원료인 특심지로 나눈다. KS, JIS에는 골심지를 열단장과 압축강도 (Ring Crush) A급, B급 및 C급의 3종류로 구분한다.

강화골심지의 고지의 배합율은 20-70%정도이고 특심지는 C급에 상당한다.

평량은 두께, 수분, 지력, 밀도등의 근본요소로 작용한다. 즉, 평량변동은 종이·판지의 후박과 밀도변동의 원인이

되며, 그것은 CD와 MD방향 평량변동 대응기술이 중요하다. MD방향 평량변동의 대책은 ① 헤드박스의 크기와 구조 적절성 ② 농도 조절장치의 적절성 ③ 머신체스트의 검토를 요하며, CD방향 평량변동은 ① 초지기의 수평 ② 원료분산 적절성 ③ 헤드박스 및 Vat내 농도 적절성등의 체크, 강도 향상을 도모한다.

2) 두께문제

골심지 두께는 mm로 표시하며, A급, B급, C급 각 평량 110-200 g/m<sup>2</sup>의 두께는 공히 0.18-0.37mm 범위이나, 각 평량별 지료원질 배합에 따라 차가 있게된다.

두께는 밀도 및 평량과 밀접하며, 밀도는 압축강도와 관계가 크다.

밀도란 단위체적당 중량 즉, 『중량÷부피』 — 『중량÷종이 두께』가 된다.

3) 열단장 문제

골심지는 Corrugator 주행속도 200m/min를 유지하기 위해서는 적정 항장력, 즉 인장강도와 인열강도가 있어야 한다.

그러나 KS규격 에서는 열단장을 표시하고 있다.

열단장의 시험은 KS M 7014에 의하며, 그계산식은 다음과 같다.

$$A = \frac{T}{B \times W} \times 1000$$

A : 열단장(세로)km

T : 세로방향 인장강도 (N) [kgf]

B : 시험편의 나비(mm)

W : 단위면적의 시료를 매달았을때 지지부에 생기는 힘 (mN/m<sup>2</sup> [gf])

4) Ring Crush 문제

특수 골심지에는 내수골심지와 강화골심지가 있다. 내수골심지는 내수라이너와 결합하여 사용하는데 내수성을 갖는 골심지이다.

보통 골심지는 접합적성을 고려하여 비교적 물을 흡수하기 용이하게 초조하며, 내수골심지는 물을 차단하는 성질을 갖어 원료조정 공정에 내수약품과 사이즈제를 첨가하여 제조한다. 내압을 강화 향상코자 강한 펄프의 사용 또는 지력증강제를 초지때에 첨가하여 제조한다. 평량은 180-

200g/m<sup>2</sup>정도가 많고, Ring Crush의 수준은 17이상이다. 제조기법이 강도를 좌우한다.

Ring Crush강도는 골심지강도의 핵심으로서, 이것은 골판지상자를 쌓아 올렸을때의 적재하중을 견디는 수직강도로서, 문제는 종이 방향성상 MD방향강도가 강하나, 골판지 제조 공정상 골심지 및 라니어는 CD방향이 상자높이가 되고 있어, 골판지 원지제조에 있어서의 CD방향강도 향상기술개발이 요구된다.

KSM 7051로 시험하는 압축강도 계산공식은 다음과 같다

$$C = \frac{S}{W} \times 100$$

C : 비압축강도 (N · m<sup>2</sup>/g) (kgf)

W : 펄량(g/m<sup>2</sup>) (m<sup>2</sup>/g)

S : 압축강도(N) (kgf)

5) 환경친화 Recycle과 중금속 및 내분비 교란물질 함유여부

최근 골판지는 회수율이 95% 이상으로 실상은 단위원가 면에 크게 이익을 준다. 일반 폐지 리사이클 공정과 폐기물의 관계는 탈묵과정, 폐수처리 과정(BOD, COD, SS), 이를 기계적 물리적 생물학적 및 화학적 처리와 소각시의 슬러지 배출가스, 산화질소 화합물, 황화합물, 일산화탄소 및 먼지에는 낮은 탈황기름 사용과 질소산화물에 전기집진기, 흡식 스크루바의 설치, 금속물질인 크롬, 구리, 리튬, 카드뮴과 납 등이고 그리고 다이옥신(연소표백), 폐지탈황(연소)이 공기안에 0.4-2.0p/g 기준과 관련하여 한국은 1998년에 1.0ng/g로 노력하고 있다. 수질오염은 BOD가 30-70 ppm, COD가 40-80ppm 및 SS은 30-70ppm으로 환경투자를 보면 시설투자가 15% 이상이고, 환경관리비에 포장환경의 원가비가 10% 상승으로 제품 가격의 상승영향을 주게된다.

환경차원에서 폐수처리 시설과 물의 재사용율의 향상 및 고형물의 소각로 및 흡수가스 처리가 요망된다. 내분비 교란물질은 본격적인 검증이 필요하다.