



DW · UPS · 이층골심판지의 구조 · 강도와 경제성 분석

태림포장공업주식회사
전무이사 조 병 한

< 목 차 >

- I. DW, UPS, 이층골심판지의 구조적 특성
- II. 동일 원지 구성시의 압축강도 비교
- III. 동일 압축강도 대별 파강 및 원지가격 비교
- IV. DW, UPS, 이층골심판지의 강도, 경제성 종합평가

DW, UPS, 이층골심판지의 강도와 경제성 분석

I. DW, UPS, 이층골심판지의 구조적 특성

1875년 미국의 Robert H. Thomson & Norris사에서 양면 골판지(SW)를 처음으로 출시한 이래 지금까지 품질과 생산량 면에서 많은 발전을 거듭 하면서 골판지를 저 원가로 강하게 만들기 위한 방법은 여러 각도로 검토되어 왔다.

국내에서는 SW 55%, DW이 45%정도 사용되고 있으며 일본, 구미등(90~95%)에 비하여 DW의 높은 점유 비를 나타내고 있으며, 이것은 국내에서 강도가 높은 강화골심지가 생산이 되지 않고 있기 때문이다. 또한 일부 소비자(User)들의 두껍고 무거운 골판지 상자가 좋다는 의식에도 문제점이 있음을 지적하고 싶다.

그러나 국내의 열악한 환경에서도 DW을 SW로 전환하여 물류비등 원가 절감 방안의 일환으로 골심지 2가닥을 합치하여 골을 성형하는 UPS, 높이가 다른 A골을 따로따로 성형하여 접합시킨 이층골심판지를 생산하고 있는 회사가 있으나 그 효과는 미지수이다.

일본에서의 UPS 보급은 제1차 석유 파동 때인 1974-1975년에 시작되었고, 그 원인은 원지가격이 급등함으로써 DW을 SW로 대체하여 원가 절감을 시도하는 것이 목적이었다. UPS의 보급에는 특히 일본의 "전국농업협동조합연합회"가 관심을 가지고 지정 골판지 공장에 UPS 제조 설비의 설치를 장려했던 경우가 있었다. 그러나 싱글페이지에 2매의 골심지를 접합시키는 일은 싱글페이지의 속도를 저하시켜 생산성을 떨어지게 하기 때문에 대부분의 규모가 큰 골판지 공장에서는 UPS 설비를 설치를 하지 않고 제지 회사와 협력하여 강화골심지 개발을 추진하게 되었다. 현재 일본의 골판지 시장은 강화골심지가 주류를 이루고 있으며 UPS는 그후 이내 생산이 중단되어, 오늘에는 찾아볼 수 없게 되었다.

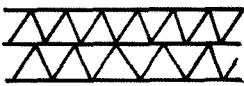

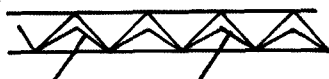
아직도 국내에서 생산하고 있는 UPS는 100% 농산물 포장용 상자로 일부가 이용되며, 농산물 유통의 문제점의 하나인 상하차와 수송에서의 취약한 점을 보완하기 위하여 고강도인 UPS-DW을 사용하나, 일부 농민들은 농산물 수량을 속이기 위한 방법으로 상자 무게를 늘리는 수단으로서 UPS DW 상자를 선호하고 있다. 이러한 점을 시정하기 위해서는 농산물 포장에 실 중량 표시가 제도화되어야 한다

고 생각한다.

또한 이층골심판지는 UPS의 단점인 생산성 저하와 생산 원가 증가의 단점을 보완하기 위하여 제1 싱글페이서에서 골 높이가 낮은 A골로 편면 골판지를 만들고 제2 싱글페이서에서는 골 높이가 높은 A골 골심지를 골 높이가 낮은 A

골 편면 골판지에 첩합하는 이층편면골심판지를 만드는 공정을 갖고 있으나, 높이가 서로 다른 골의 간격을 조절하는 특수 설비가 필요하게 된다.

다음은 DW, UPS, 이층골심판지의 특성을 간단하게 표시한 것이다

구분	DW	UPS	이층골심판지
골의 형태		 골심지와 골심지 사이에 접착제를 도포하여 합지	 낮은 A골과 높은 A골 사용
골의 종류	AA, AC, AB, CB, BB CE, BE, 등 모든 조합이 가능하다.	A	AA
원단 두께	10mm ~ 4mm	5mm	5mm
생산 속도	200m~250m/분	70m~80m/분	150m~200m/분
추가접착재	없음	20~40g/m ²	없음

I. 동일 원지 구성 시의 강도 비교

골판지에서 골의 형태에 따른 수직 압축 강도의 변화를 측정하기 위하여 동일한 원지를 사용하고,

사용원지	지종약호	평량	RCT
SCP	P5	148 g/m ²	25.36 kgf
KLB	E	177 g/m ²	29.26 kgf

구분	이층골심판지 ①	DW ②	(A) ① ÷ ②
원지구성	E P5 P5 E	E P5 E P5 E	
계산 ECT ③	44.24 kgf/50mm	52.76 kgf/50mm	83.85%
실측 ECT ④	51.94 kgf/50mm	63.37 kgf/50mm	81.86%
(B) ④ ÷ ③	17.40%	20.10%	

주) * 향온향습기에서 관계 습도 65±2%, 온도 20±2℃로 24시간 전처리 하였음.

* 상기의 실험은 만능시험기 AGS-500G (SHIMADZU)로 실험 하였음.

* RCT는 각각 10개 시료 실험 수치임.

* ECT는 각각 20개 시료 실험 수치임.

* 계산 ECT는 KS A 1502 <참고 표2>에 근거함.

* 골 짜임율은 A Flute : 1.56 C Flute : 1.45 B Flute : 1.32로 계산함.

동일한 생산 속도로 DW와 이층골심판지를 동일한 속도로 생산한 원단으로 ECT(골판지 수직압축강도)를 측정하였다.

위 실험에서 나타나는 결과를 분석하면, 계산 ECT와 실측 ECT의 강도 증가는 DW를 100으로 할 때 이층골심판지가 DW에 비하여 (B)는 1.99%가 낮고 (A)는 2.7%가 낮아 이층골심판지의 구조적 특성으로 인한 프러스 알파는 없으며, 오히려 약 2%의 마이너스 알파가 작용하고 있음을 보여주고 있다. (국가공인기관 2곳의 ECT 실험치 절대 값은 약간의 차이가 있으나 상대치는 동일한 수준임.)

이러한 이유는 이층골심판지를 생산할 때 S/F 라이너는 저급 품질일수록 신축율의 정도가 부정확하기 때문에 골과 골 사이의 간격을 100% 정확하게 유지 하기는 어렵다. 때문에 높은 골과 낮은 골 사이를 1.0mm~0.7mm정도 유지하여 S/F 라이너의 일정하지 못한 신축 율을 보완하면서 골과 골 사이에서 발생할 수 있는 골 찌그러짐을 방지하고 있다. 따라서 낮은 골은 라이너에 첩합되지 못하고 중간에 떠 있는 형태가 된다.

골판지의 수직 압축 강도는 골판지의 두께와 표면, 이면 라이너의 인장 강도 및 압축 강도에 견딜 수 있는 힘에 따

라 거의 완전하게 결정된다는 보고가 있으며, 이층골심판지는 압축 하중이 걸려 휘어질 때 골과 골 사이가 떨어져 있어, 낮은 골과 라이너가 접촉되지 않아 구조적으로 하중을 견딜 수 있는 힘이 약화된 결과라고 생각된다. 이것은 골판지의 휨강도(Bending Stiffness)가 수직 압축 강도에 큰 영향을 주고 있다는 이론을 입증 해주는 것으로 판단한다.

II. 동일 압축 강도 대별 파강 및 원지가격 비교

상자를 설계할 때에는 내용물을 파악하고 적재단수를 감안하여 압축 강도와 파열강도를 계산하는 것이 필수이다.

골판지의 원지구성을 정해 놓고 압축 강도와 파열강도를 실험에 의해서 알아보는 방법도 있으나, 이 방법은 비효율적이므로 국내에서 일반적으로 많이 사용하고 있는 원지를 선택하여 원지의 물성치를 실험한 데이터를 필요 상자 압축 강도를 계산하는 근거로 삼았다.

계산 방법은 위에서 실험한 결과를 토대로 하였으며, 이것을 분석해 보면 골의 형태에 따라 수직 압축 강도의 변화는 전혀 없었고, 사용하는 원지의 물성치 만큼의 비율로 수직 압축 강도가 나타나고 있음을 알 수 있다.

따라서 여기에서는 원지 구성에 따른 RCT 값을 계산하여

지종별 가격 및 물성치 표

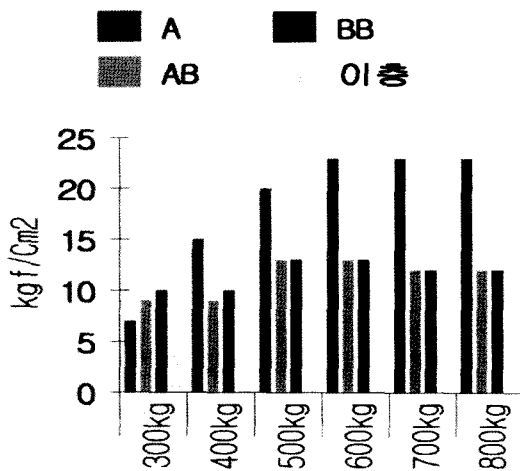
지종	지종 약호	표시평량 g/m ²	실평량 g/m ²	압강 kgf	파강 (kgf/cm ²)	두께 mm	단가원 /kg	비고
Kraft Liner	E	175	177	29.26	7.87	0.215	520	
Kraft Liner	E2	225	224	39.51	9.70	0.300	520	
Kraft Liner	E3	300	301	46.67	12.94	0.425	520	
Jute Liner	SK	180	182	27.32	4.43	0.230	320	
Jute Liner	WR	210	211	34.65	6.90	0.280	390	
Medium	S	120	119	8.85	1.65	0.190	220	
Medium	S2	220	219	27.5	4.40	0.325	240	일명 강화 골심지
Test Liner	B	160	159	16.85	2.53	0.225	230	골심지에 병행사용
Test Liner	K	190	188	24.65	3.32	0.265	240	골심지에 병행사용
Test Liner	JK	200	202	29.71	5.10	0.300	300	골심지에 병행사용
SCP	P1	127	128	19.70	4.14	0.190	500	
SCP	P5	150	148	25.36	4.55	0.215	500	
SCP	P7	175	174	34.68	5.06	0.280	500	

* 원지 단가는 1997. 10. 1 현재 시중 거래 가격임.

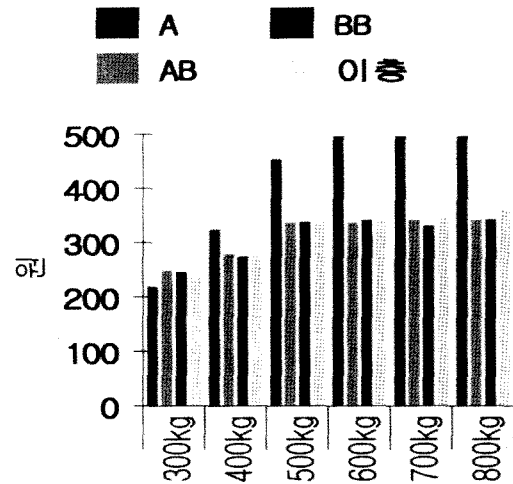
동일압강도의 상자물성치와 원지가격 비교

필요압강	상자규격	골의종류	원지구성	상자압강 (kgf)	거장ECT (kgf/50mm)	파강 (kgf/cm)	원지가격 (원/m)
300 kgf	350×300×250	A	Sk JK K	297	32.64	7.29	219.12
		AB	Sk S S B K	299	32.86	8.77	247.98
		BB	Sk S K S K	303	33.263	10.17	244.99
		이층	Sk S K K	307	33.82	7.29	235.22
400 kgf	400×300×250	A	E2 JK WR	391	39.92	14.94	324.39
		AB	Sk A S K K	398	40.63	8.77	279.48
		BB	Sk S K K K	397	40.52	10.17	274.56
		이층	Sk K B JK	391	39.94	9.00	274.73
500 kgf	450×310×310	A	E3 P7 E2	494	46.47	20.387	454.30
		AB	E A K K K	494	46.45	13.06	337.34
		BB	E A K S2 K	490	46.14	13.06	338.40
		이층	E S2 JK K	497	46.74	10.07	342.18
600 kgf	520×400×350	A	E3 P7 E3	601	48.82	23.29	497.20
		AB	E B K K K	598	46.45	13.06	337.34
		BB	E K K K K	623	48.41	13.06	340.86
		이층	E S2 JK K	602	46.74	10.07	342.18
700 kgf	600×400×400	A	E3 P7 E3	683	48.82	23.29	497.20
		AB	WR K K K K	725	51.80	12.05	340.89
		BB	WR K K K K	703	50.18	12.05	330.85
		이층	WR JK JK K	695	49.66	9.20	344.85
800 kgf	890×650×680	A	E3 P7 E3	752	48.82	23.29	497.20
		AB	WR K K K K	798	51.80	12.05	340.89
		BB	WR S2 K K K	793	51.49	12.05	341.94
		이층	WR JK JK JK	790	51.32	10.87	360.69

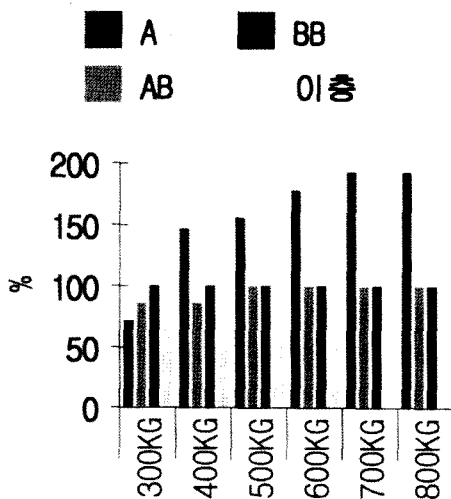
동일 압강대의 파강비교



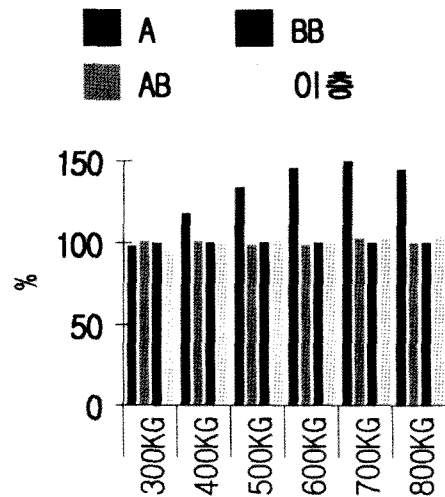
동일 압강대의 원지가 비교



동일 압강대의 파강의 백분비



동일 압강대의 원지가의 백분비



ECT를 구하고, BCT는 상자의 주변 장에 ECT값을 곱한 다음 일정 비율을 곱하여 산출하였으며, 상자의 파강은 사용하는 라이너의 파강 합계에 0.9를 곱하여 산출하였다.

위 표를 분석해 보면 파강은 상자압강 300kg를 제외하고는 A골이 현저히 높게 나타나고, AB와 BB는 같으며 이층은 다소 떨어지고 있다. 원지 가격은 압강이 높아질수록 A가 많이 들어가고, BB, AB, 이층의 순서로 되지만 그 차이는 많지가 않다.

A골이 파강은 높으나 원지 가격이 높게 나타나는 것은 적합한 국내산 고강도 골심지가 없어 압강의 보완책으로 수입 라이너로 압강을 보강했기 때문이다.

IV. DW, UPS, 이층골심판지의 강도, 경제성 종합 평가

골판지의 강도와 경제성 비교는 절대 비교 방법으로는 정확한 판단을 할 수 없기 때문에 여기에서는 상대 비교 방법을 사용하여 동일한 압강대에서 골판지 형태별 파강과 압강

및 원지 가격을 종합 평가하기로 한다.

지금까지 DW의 일반적인 골 구성은 표면에 B골 안쪽에 A골로 구성하였다. 이것은 B골은 인쇄 적성이 좋고 A골은 완충성이 좋기 때문이다. 그러나 두께가 두꺼워 물류 점유비가 높아 SW에 비하여 비경제적이거나, 현재 국내 현실은 고강도 골 심지가 생산되지 않고 있어 DW를 SW로 대체하는데 많은 애로 점을 안고 있다.

DW를 SW로 대체하기 위한 방편으로 대구 지역에서 농산물 포장용으로 골심지를 합치하여 골을 강화시키는 UPS를 생산하고, 최근 D사에서는 높은 A골과 낮은 A골을 사용한 이층골심판지를 생산하고 있다.

UPS는 앞서서도 지적하였듯이 제조 공정상 생산 속도의 저하와 생산 원가 상승으로 경제성이 없어 일본에서는 1980년대 초까지 생산해 오다가 현재는 찾아 볼 수가 없고 최근 국내에서도 생산이 감소 추세에 있는 실정이다.

이층골심판지는 앞서서의 실험치를 보면 동일한 압강일때 BB-DW에 비하여 원지 가격은 경제적 면에서 전혀 이점이 없고, 파강은 DW 보다는 낮은 수치를 나타내고 있어, 동일한 상자 압강을 유지한다고 해도 상자의 취급이 불안정한 상태에서는 DW의 상자에 비하여 내용물의 파손 위험은 많이 노출된다.

이층골심판지의 인쇄 적성을 B골과 같이 좋게 하기 위해서는 표면라이너를 고평평 원지로 대체하면 가능하지만 골심지용 원지와 라이너의 RCT치 대비 원지가격은 라이너가 골심지에 비하여 높으므로 비경제적이다. 또한 원지의 호환성 면에서는 BB-DW가 이층골심판지 보다는 강도와 원지 가격 면에서 더 많은 호환성을 갖고 있어 원지 채고 부담을 줄여 원가를 절감하기에는 더 많은 이점이 있다.

지금까지 국내에서 DW를 SW로 대체하기 위한 노력이 계속 되고 있지만, 아직까지는 뚜렷한 대안이 없었으나, 최근 T사에서 강도는 유지하면서 슬립화되고 물류비를 절감 할 수 있는 방법으로 표리면 모두 B골을 사용한 BB-DW를 출시하여 호평을 받고 있으며, 원가 대비 물성(압강, 파강)면에서 어떤 형태의 골판지보다 우월성이 증명되어 앞으로 소비자(User)들의 인식 변화와 함께 물류비 절감에 획기적인 기여를 할 것으로 보인다.

AB-DW와 동일한 원지 구성으로 BB-DW를 생산하면 원단의 두께가 8mm에서 5mm로 낮아져도 압축강도 저하는 계

산상으로는 약 3.4%에 불과하며, 압축 강도에는 큰 변화가 없다. 이것은 BB-DW의 물성중 평면압강은 골심지를 2가닥 사용한 이층골심판지와 같은 수준이며 A골보다는 B골의 인쇄 적성이 탁월하여 인압에 의한 골의 손상이 없기 때문에 골판지 본래의 강도를 유지 할 수 있어 ECT 대비 BCT의 감소 폭이 줄어들게 되기 때문이다.

실 예로 상자 작업시 작업자가 세심한 주의를 기울이지 않으면 프린터슬롯터의 피딩롤러의 간격이 적정치 보다 다소 좁게 조정되는 경우가 많다. 이때 골은 찌브러들게 되어 압강저하의 가장 큰 요인이 되며, BB-DW는 AB-DW에 비하여 골이 찌브러들지 않아 골의 손상에 의한 압강 저하가 거의 없어 오히려 AB-DW 보다 압강이 더 높게 나타나는 경우가 많이 있다.

BB-DW의 모든 물성(압강, 파강)은 AB-DW와 같으나 원단의 두께는 A골과 같아 물류비가 절감되며, AB-DW의 상자 조립시 발생하는 날개의 강한 복원력에 의한 자동포장기의 트러블을 방지 할 수 있어 포장 공정의 생산성을 향상시킬 수 있고, 모서리의 각이 정확하게 되기 때문에 적체시 안정감 및 외관이 미려하다.

BB-DW는 기존의 카트리지 타입 싱글페이지에서는 (퀵체인지 방식) 설비의 개체나 보강 없이 생산 할 수 있어, 이층골심판지를 생산하기 위한 특수한 싱글페이지와 골 피치 조정 장치를 고가의 로얄티를 주고 수입하지 않아도 되며, 생산 속도와 Loss 측면에서 볼 때 생산 원가는 이층골심판지에 비하여 적게 든다.

그러나 일본의 경우와 같이 골판지 업계와 제지 업계가 공동으로 고강도 골심지와 라이너를 개발하는 것만이 장기적으로 국가 경쟁력을 키울 수 있는 방법이라고 생각한다.