

강심골판지의 물성에 관한 연구

이수근 · 김재능
신성대학 상품포장과 · 연세대학교 패키징학과

A Study of the Physical Properties of Single Wall Dual-layer Medium Corrugated Board

Soo-Keun Lee · Jai-Neung Kim
Dept. of Goods Packaging, Shinsung College · Dept. of Packaging, Yonsei University

Abstract

Normally, the single wall(SW) corrugated board has more advantages than double wall(DW) corrugated board in terms of the cost of the materials and logistics. For instance, the SW corrugated board has 3 layer papers whereas the DW corrugated board has 5 layer papers. The thickness of the SW is about 5mm, but that of the DW is 8mm. Accordingly, the SW corrugated board is quite more used in the developed countries than the DW corrugated board. But in Korea, the DW corrugated board is quite more used. The reason why more DW corrugated board are used than the SW corrugated in Korea is that in order that the SW corrugated board has the same box compression strength as DW corrugated board, the cost of the SW corrugated board is higher than that of the DW corrugated board because the virgin kraft liners are all imported from overseas.

In this study, the physical properties such as flat crush strength and column crush strength of typical SW corrugated board and single wall dual-layer medium corrugated board and their costs were analyzed.

The analysis resulted in that single wall dual-layer medium corrugated board has the same thickness as the SW corrugated board but the more flat crush strength and column crush strength and the less cost than the SW corrugated board.

서 론

현재 국내에서는 골판지원지의 88% 이상을 폐지에서 얻고 있으며¹⁾ 특히 폐골판지의 회수율이 매우 높아 여러번의 재활용에 의

한 섬유질 품질저하로 골판지의 강도가 떨어지게 된다.²⁾

이를 위해 지력증강제나 생전분의 투입 등으로 고강도 골심지 개발에 많은 노력을 하고 있지만 원가상승, 폐수처리 등의 난점

으로 생산기술로까지 연결되기 어려운 실정에 놓여 있다.

1996년도 국내 골판지 총생산량은 32억9천만²m²이고, 이중에서 이중양면골판지(DW)가 약45%, 양면골판지(SW)가 55%를 차지하고 있다.¹⁾

이중양면골판지가 차지하는 비율이 미국 9%, 일본 13% 등의 선진국과 비교하면³⁾ 국내의 이중양면골판지를 상당히 많이 사용하고 있는 실정임을 잘 알 수 있는데 이는 이중양면골판지와 동일한 강도를 갖는 양면골판지로 바꿀 경우 오히려 원가상승을 초래할 수 있기 때문으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는, 저급의 국산원지를 배합한 강심골판지에 대한 특성 및 경제성 분석을 통하여 기존 양면골판지의 강도 보장 및 가격 절감을 기할 수 있는 대체방안과 이중양면골판지의 강심골판지로의 대체방안에 대해서 살펴보고자 한다.

강심골판지의 구조

Fig.1은 이중양면골판지(DW) 및 양면골판지(SW), 강심골판지의 구조를 비교하여 나타낸 것이다.^{4) 5)}

강심골판지는 기존의 A골 밑에 변형된 A골을 적층시킨 것으로 골판지 두께는 양면골판지(A골)와 같은 5mm이고 이중양면골판지 보다는 3mm가 얇다.

강심골판지는 2개의 골이 적층되었기 때문에 골심지의 압축변형에 따른 평면 압축강도가 일층 양면골판지 보다 큼을 쉽게 짐작할 수 있다.

특히 고골심지가 급격한 압축강도 저하를 억제하는 역할을 하게 되고 더욱이 저골심지가 지지해 주므로 충분한 완충효과를 갖게 되고 압축강도가 급격히 저하되지 않기 때문에 제품보호에 우수한 특성을 지니게 된다.

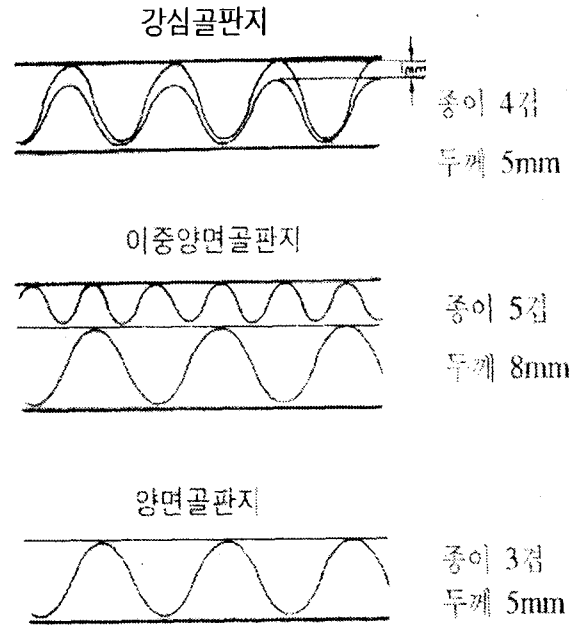


그림 1. 골판지의 구조

실 험

국산원지배합의 SW(A골, 3·4종)와 강심골판지의 물성분석

실험방법

KS A 1502(외부포장용골판지)에서 규정하고 있는 골판지의 수직압축강도 품질기준에⁶⁾ 해당하는 국산원지배합 양면골판지(A골, 3·4종)를 표 2와 같이 각 2종씩 선정하고 이에 대응할 수 있는 저급의 국산원지를 배합한 강심골판지를 표 3과 같이 설계하여 평면압축강도와 수직압축강도, 가격 등을 비교 분석하였다.

평면압축강도와 수직압축강도 측정은⁷⁾ 링 크러쉬 압축강도기(TMI, USA)를 사용하였으며, 10회 측정하여 평균하였다.

실험은 20±2℃, 65±2% RH 하의 항온항습실에서 시료를 24시간 전처리후 실시하였다.⁸⁾

수입원지를 배합한 SW와 강심골판지의 물성분석

실험방법

수입원지를 배합한 양면골판지(A골)를 표 4와 같이 2종을 선정하고 이에 대응할 수 있는 저급의 국산원지를 배합한 강심골판지를 표 5와 같이 설계하여 각각의 평면압축강도와 수직압축강도, 가격 등을 비교 분석하였다.

실험은 국산원지배합 양면골판지(A골, 3·4종)와 강심골판지의 특성비교와 동일한 조건으로 실시하였다.

결과 및 고찰

국산원지배합 SW(A골, 3·4종)와 강심골판지의 특성비교

국산원지를 배합한 양면골판지(A골, 3·4종)와 저급의 국산원지를 배합한 강심골판지에 대한 평면압축강도와 수직압축강도, 가격의 측정결과를 표 6, 7에 나타내었다.

실험결과 SW-4종 기준 양면골판지의 A-41 시료와 강심골판지 D-41 시료의 물성 및 가격을 비교하면 평면압축강도의 경우 A-41 시료 보다 D-41 시료가 2배 이상 높게 나타났고 수직 압축강도도 16.6% 이상 높게 나타났다. 가격은 A-41 시료를 100%로 기준으로 했을 때 D-41 시료는 94.1%로 낮게 나타났다. (그림 2)

A-42 시료와 D-42 시료의 물성 및 가격 비교에서도 A-42 시료에 비해 D-42 시료가 평면압축강도와 수직압축강도에서 각각 2.3배, 4.5% 높게 나타났고, 가격에서도 A-42 시료를 100%로 기준으로 했을 때 D-42 시료는 81.0%로 낮게 나타났다. (그림 3)

SW-3종 기준 양면골판지의 A-31, 32 시료

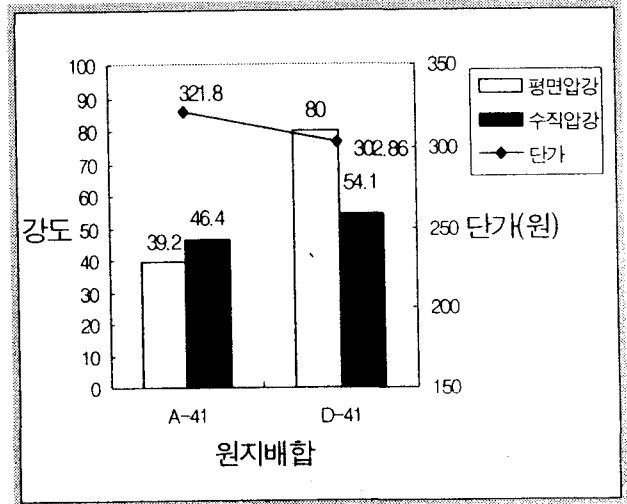


그림 2. 양면골판지(A골) 대 강심골판지의 특성비교 (SW-4종 기준)

A-41 : KA300/K200/KA300

D-41 : SK210/K₂220/K₂220/SK210

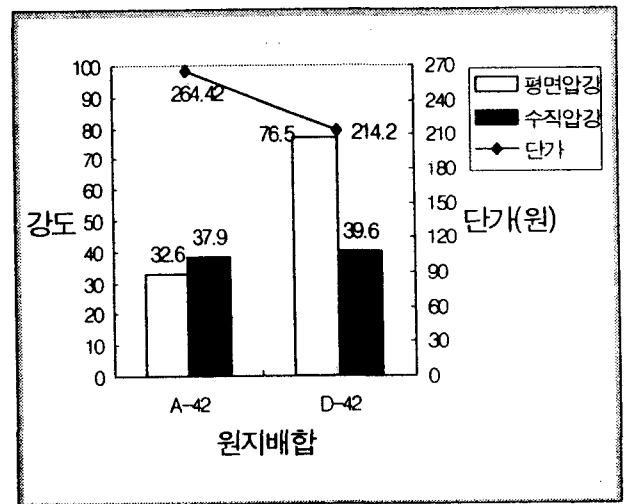


그림 3. 양면골판지(A골) 대 강심골판지의 특성비교 (SW-4종 기준)

A-42 : KA300/K₂200/KA210

D-42 : KA210/B160/B160/K₂200

와 강심골판지 D-31 시료의 물성 및 가격 비교에서는 평면압축강도의 경우 A-31, 32 시료보다 D-31 시료가 1.62배 이상 높게 나타났고 수직압축강도도 8.3~14.3% 이상 높게 나타났다. 가격은 A-31 시료를 100%로

기준으로 했을 때 D-41 시료가 97.0%로 낮게 나타났지만 A-32 시료에 대해서는 101.7%로 조금 높게 나타났다. (그림 4)

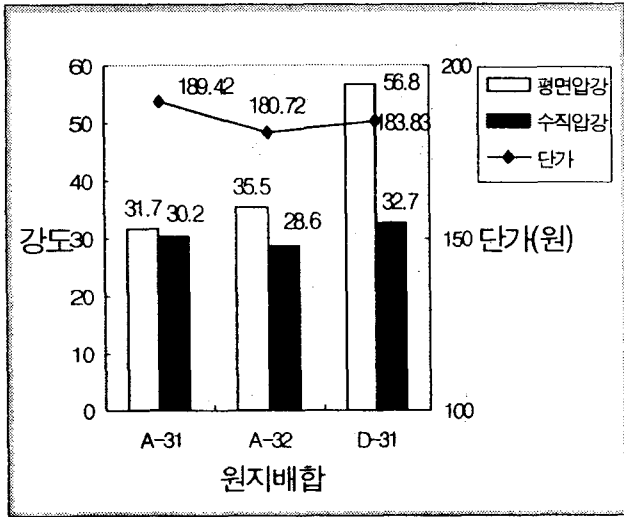


그림 4. 양면골판지(A골) 대 강심골판지 특성비교 (SW-3종 기준)
 A-31 : KA210/K₂200/K₂200
 A-32 : SK180/K₂200/KA180
 D-31 : SK180/S120/S120/SK180

위의 비교실험 결과로부터 고급의 국산원지를 배합한 양면골판지(A골, 3·4종)를 강심골판지로 대체할 경우 골판지 가격은 낮추면서 평면압축강도와 수직압축강도를 높일 수 있음을 확인할 수 있었다.

특히 평면압축강도가 높다는 것은 또다른 측면에서 이점으로 작용하게 된다. 일반적으로 골판지 원단 및 상자의 수송·보관시에 골판지 골을 눕히고 있는데 이를 경우 하단 부위에 위치한 원단과 상자들은 사용하기 이전부터 골이 찌그러지게 되어 골판지 상자 압축강도 저하요인으로 작용하게 된다.⁹⁾

실험결과에서 알 수 있듯이 강심골판지는 양면골판지(A골, 3·4종)에 비해 약 1.6배 이상 평면압축강도가 높은 것으로 나타나 위에서 언급한 골찌그러짐에 의한 골판지

상자 압축강도 저하를 최대한 억제할 수 있는 장점을 가지고 있음을 알 수 있다.

또한 국내 물류시스템의 발달로 골판지 상자가 충격으로 인한 파괴보다는 다단(多段)적재로 인한 하단부위의 상자 파괴가 대부분이므로 골판지 상자압축강도의 중요성이 크게 부각되어 골판지 품질기준이 1996년 12월에 과열강도 위주에서 수직압축강도 기준으로 바뀌었다.

이러한 점에서도 강심골판지가 양면골판지(A골, 3·4종)에 비해 수직압축강도가 다소 높아 장점으로 작용하고 있다.

일반적으로 유통과정에서의 선도유지를 위하여 육가공 식품류는 냉동·냉장포장을 행하고 있고 청과물이나 야채류 등도 예냉포장을 실시하게 된다.

이러한 경우 내용물과 대기온도 차이로 생기는 결로현상으로 유통중 겔포장상자의 찌그러짐이 발생하는 경우가 많다.^{10) 11)}

강심골판지는 양면골판지와 비교해서 중간에 공기층이 한층 더 있어 결로현상으로 인한 상자압축강도 저하로 유통중 상자 찌그러짐을 최대한 억제할 수 있게 됨을 알 수 있다.

수입원지를 배합한 SW와 강심골판지의 특성비교

수입원지를 배합한 양면골판지(A골)와 고급의 국산원지를 배합한 강심골판지에 대한 평면압축강도와 수직압축강도, 가격의 측정결과를 표 8, 9에 나타내었다.

실험결과 수입원지를 배합한 양면골판지(A골)의 EA-1 시료와 강심골판지 DM-1 시료의 물성 및 가격을 비교하면 평면압축강도가 EA-1 시료 보다 DM-1 시료가 약 7% 높게 나타났고 수직압축강도도 14.8% 이상 높게 나타났지만 가격은 EA-1 시료를 100%로 기준으로 했을 때 DM-1 시료는 83.7%로 낮게 나타났다.

EA-2 시료와 DM-2 시료의 물성 및 가격 비교에서는 EA-2 시료에 비해 DM-2

시료가 평면압축강도가 약 1.2% 낮게 나타났지만 수직압축강도에서는 3.4% 높게 나타났고, 가격도 EA-2 시료를 100%로 기준으로 했을 때 DM-42 시료는 69.3%로 낮게 나타났다.

위의 비교실험결과에서 강심골판지가 수입원지배합의 양면골판지(A골)에 비해 골판지 가격은 낮추면서 평면압축강도와 수직압축강도를 높일 수 있음을 알 수 있어서, 수입원지배합 양면골판지(A골)를 저급의 국내 원지를 배합한 강심골판지로 대체가 가능함을 확인할 수 있었다.

고강도 유지를 위해 수입원지배합 양면골판지를 사용하고 있는 국내여건에 저급의 국내원지배합 강심골판지로의 대체로 자원절감 및 원가절감이 예견된다.

이중양면골판지(DW)와 비교한 강심골판지의 특성

강심골판지는 이중양면골판지에 비해 상자압축강도는 다소 떨어지지만 가격이 저렴하고(약 13%), 골판지 두께를 줄일 수 있다는 장점을 가지고 있다.

이중양면골판지의 두께가 8mm인데 비해 이중골판지는 양면골판지(A골)와 같은 5mm로 3mm의 차이를 보임에 따라 골판지 상자당 6mm의 상자 두께를 줄일 수 있다.

물류표준화의 선행조건으로 포장표준화를 꼽을 수 있고, 포장표준화 중에서도 치수표준화가 가장 중요한 요소라고 볼 때, 강심골판지가 가지는 상자당 6mm의 두께 절감은 매우 큰 의미를 가지게 된다.

실제 겹포장 치수를 결정하고 팰리트에 적재형태를 결정하는 과정이나 트럭 및 컨테이너 적재를 행할 경우 겹포장 상자 치수의 불과 몇 mm 때문에 적재가 곤란하여 적재효율이 떨어지게 되어 애를 먹는 경우가 많이 발생하고 있기 때문이다.

결론

강심골판지와 국산원지를 배합한 양면골판지(A골, 3·4종)의 특성비교에서 강심골판지는 국산원지를 배합한 양면골판지(A골, 3·4종)에 충분한 경쟁력이 있으며 대체가 가능함을 확인하였다.

강심골판지는 국산원지를 배합한 양면골판지(A골, 3·4종)에 비해 평면압축강도는 1.6배 이상 높은 것으로 나타나 골판지 원단 및 상자의 수송·보관시에 골 찌그러짐에 의한 상자압축강도 저하를 최대한 줄일 수 있음을 확인하였다. 수직압축강도의 경우도 4.5~16.6% 이상 높게 나타나 다단적재로 인한 하단 부위의 상자 파손을 최소화 할 수 있음을 확인하였다. 반면에 가격은 3~19% 정도 저렴하게 나타났다.

강심골판지와 수입원지배합 양면골판지(A골)의 특성비교에서도 강심골판지는 수입원지를 배합한 양면골판지(A골)에 비해 평면압축강도가 비슷하거나 다소 높게 나타났고, 수직압축강도도 높은 것으로 나타난 반면 가격은 약 16% 이상 낮은 것으로 나타나 국내원지배합 강심골판지로의 대체가 가능함을 확인하였다.

강심골판지는 양면골판지와 비교해서 중간에 공기층이 한층 더 있기 때문에 냉장·냉동식품포장이나 과일·야채류의 예냉포장시 결로현상으로 인한 상자압축강도 저하를 최대한 지연시킴을 알 수 있었다.

물류합리화를 위한 포장표준화 측면에서도 이중양면골판지에 비해 강심골판지는 골판지 상자당 6mm의 상자 두께를 줄일 수 있는 장점을 가지고 있어서 기업의 물류비 절감에 기여할 수 있음을 알 수 있었다.

이상에서 살펴본 바와 같이 강심골판지는 강도와 가격, 기타 여러 가지 많은 장점을 가지고 있어서 국내 골판지 산업에 커다란 기여를 할 것으로 예측된다.

문헌

1. 한국포장산업실태조사('95), 월간포장산업, 제138호, 1995, p90-102
2. 김순철, 골판지기술, 예진출판사, 1997, p68-70
3. 김기정, 환경을 고려한 강심골판지의 역할, 한국펄프·종이공학회, 1997
4. F.A. Paine, The Packaging User's Handbook, Blackie, 1991, p79
5. Joseph F. Hanlon, Handbook of Package Engineering, McGraw-Hill, 1984, p14-3
6. 한국표준규격(KS A 1502 : 외부포장용 골판지), 한국표준협회, 1996
7. 한국표준규격(KS M 7063 : 골판지 압축강도 시험방법), 한국표준협회, 1993
8. 한국표준규격(KS M 7012 : 시험용지의 전처리), 한국표준협회, 1993
9. 이수근, 김응주, 제일제당(주) 조미료류 포장개선 연구보고서, 산업디자인·포장개발원, 1991
10. 이수근, 남병화, 농산물 포장개선 연구보고서, 산업디자인·포장개발원, 1990
11. Baird, C.D., J.J. Gaffney, and M.T. Talbot, Design criteria for efficient and cost effective forced air cooling systems for fruits and vegetables, ASHRAE transation, 1988, p1434

표 1. 골판지의 품질기준 (KS A 1502)

종 류		수직압축강도 (kgf/50mm)			수분 (%)
		A골	B골	C골	
양면 골판지	1종	17.4 이상	16.8 이상	17.1 이상	10.0 ± 2.0
	2종	18.0 이상	17.5 이상	17.7 이상	
	3종	26.1 이상	25.4 이상	25.7 이상	
	4종	36.4 이상	35.6 이상	36.0 이상	

표 2. 실험대상 양면골판지 (A골, 3·4종)

골판지 품질기준 수직압축강도 (kgf/50mm)	시료 No	원 지 배 합 (Liner/Med/Liner)
SW 4종 기준 (36.4 이상)	A-41	KA300 / K200 / KA300
	A-42	KA300 / K ₂ 200 / KA210
SW 3종 기준 (26.1 이상)	A-31	KA210 / K ₂ 200 / K ₂ 200
	A-32	SK180 / K ₂ 200 / KA180

표 3. 실험대상 강심골판지

골판지 품질기준 수직압축강도 (kgf/50mm)	시료 No	원 지 배 합 (Liner/Med/Med/Liner)
SW 4종 기준 (36.4 이상)	D-41	SK210/K ₂ 220/K ₂ 220/SK210
	D-42	KA210/B160/B160/K ₂ 200
SW 3종 기준 (26.1 이상)	D-31	SK180/S120/S120/SK180

표 4. 실험대상 수입원지배합 양면골판지

시료 No	원 지 배 합		
	Liner	Med	Liner
EA-1	EX300	SCP150	EX300
EA-2	EX225	SCP127	EX225

표 5. 실험대상 강심골판지

시료 No	원 지 배 합			
	Liner	Med	Med	Liner
DM-1	SK210	K200	K200	SK210
DM-1	KA210	B160	B160	K ₂ 200

표 6. 국산원지배합 SW(A골,3·4종)의 물성

시료 No	평량(g/m ²)	평면압강(kgf/32.2cm ²)	수직압강(kgf/50mm)	단가(₩/m ²)
A-41	912.0	39.2	46.4	321.80
A-42	822.0	32.6	37.9	264.42
A-31	722.0	31.7	30.2	189.42
A-32	672.0	35.5	28.6	180.72

표 7. 국산원지배합 강심골판지의 물성

시료 No	평량(g/m ²)	평면압강(kgf/32.2cm ²)	수직압강(kgf/50mm)	단가(₩/m ²)
D-41	1082.2	80.0	54.1	302.86
D-42	891.6	76.5	39.6	214.20
D-31	721.2	56.8	32.7	183.83

표 8. 수입원지배합 양면골판지의 물성

시료 No	평량(g/m ²)	평면압강(kgf/32.2cm ²)	수직압강(kgf/50mm)	단가(₩/m ²)
EA-1	834.0	83.6	45.3	397.98
EA-2	648.12	77.4	38.3	309.12

표 9. 강심골판지의 물성

시료 No	평량(g/m ²)	평면압강(kgf/32.2cm ²)	수직압강(kgf/50mm)	단가(₩/m ²)
DM-1	1022.0	89.4	52.0	333.20
DM-1	891.6	76.5	39.6	214.20