

골판지 물류와 포장 표준화

Corrugated carboard logistics and packaging standardization

남병화 / 한국포장전략연구소 소장

1. 서론

오늘날 경제적으로 가장 싸면서 보편적으로 사용되고 있는 수송용기는 골판지상자이다. 골판지상자는 취급이 편리하고 대량생산이 가능하며 봉합과 개봉이 편리 및 자동화작업이 가능하다. 또한 자원의 재활용이 가능하고, 완충성이 뛰어나며 단열효과 및 인쇄효과가 우수하여 사용량은 매년 증가추세에 있다.

골판지상자는 사용단계에서부터 사용 후 폐기물을 감안해야만 하는 순환형 경제사회로의 전환이 불가피한 현실에서 수송용 포장재료로 더욱 각광을 받을 수밖에 없다. 1856년 영국에서 처음 사용하기 시작된 골판지상자는 지금까지 제조공정, 가공공정, 상자로의 응용단계가 국내·외에서 많은 연구결과들로 발표되어 큰 발전을 이룩하였다. 본 기고에서는 물류합리화를 위해 수송용기로 골판지상자가 대부분 적용되기 때문에 물류효율증대에 시발점이라고 할 수 있는 포장의 치수표준화와 강도표준화를 중심으로 기술하고자 한다.

2. 포장치수표준화

일반적으로 포장표준화의 4대 요소는 재료, 강도, 치수, 기법을 통칭한다. 모든 요소가 밀접하게 상호 보완되어야 물류효율화를 이룩할 수 있지만 가시적으로 보면 물류제반장비가 면적 및 공간이기 때문에 치수표준화가 물류관리와 제일 근접하다고 볼 수 있다. 치수표준화의 기본적 사고방식은 포장치수와 물류관계의 면적 및 공간을 계열화 하는 것으로써, 다시 말하면 모듈(Module)화 하는 것이다. 즉 포장화물이 물적유통에 관계하여 물류의 공간치수를 계열화함으로써 물류의 공간적 효율을 증대시킨다는 것이다. 여기에서 물류에 관련되는 공간의 대상으로는 철도화차, 트럭, 컨테이너 등의 화물적체 부분과 창고 등의 보관시설 치수들을 말한다.

그러나 현재의 물자 흐름이 대량생산, 대량유통, 대량소비화 됨에 따라 상품의 원가절감을 위해 화물에 유닛로드시스템이 도입되기에 이르렀다. 유닛로드의 기본이 되는 파렛트로드

(Pallet Load)가 필요하였고, 파렛트 치수가 물류합리화의 성공여부를 결정하는 요인으로 등장하여 파렛트를 중심으로 포장치수가 정수 분할되고, 유통장비가 변화되었다.

업체별로 파렛트의 치수결정은 자사의 수송장비와의 정합성, 하역작업성, 포장 Module치수와와의 정합성, 기존 장비시설의 활용도를 고려하여 결정하게 된다. 결국 포장치수는 정해진 파렛트에 가장 많이 적재할 수 있는 치수를 계산하여 적용하면 되는 것이다.

이미 대부분의 공업선진국은 물류의 효율성증대를 위해 국가별로 국가 표준파렛트를 채택하여 사용하고 있는데 대표적인 ISO(국제표준화기구)가 규정한 파렛트규격은 다음과 같다.

① 1,200×800mm : 유럽 18개국이 공동으로 운영하는 EURO규격이며, 유럽 각국이 주관하여 ISO규격으로 채택되었으나 해상용 컨테이너에는 사용이 불가능한 규격이다.

② 1,200×1,000mm : 독일과 네델란드가 사용하던 규격이었으나 현재에는 1,200×800mm 규격의 EURO 파렛트 규격으로 전환하였다.

③ 1,140×1,140mm(1,100×1,100mm) : 해상용 컨테이너를 많이 사용하는 국가들의 주장으로 유럽국가들의 반대를 설득하여 1989년에 채택된 규격이다. 일본과 한국은 1,100×1,100mm 규격을 국가의 표준 파렛트로 채택하고 있으며 대형트럭 적재가 용이한 규격이다.

④ 48×40 : 1995년도에 미국의 주장으로 포함된 규격으로서 1,200×1,000mm와 비슷한 치수인 미국 규격이지만 미국 이외의 국가에서는 사용하지 않는다.

이상과 같이 ISO의 파렛트 규격은 국가간의

이해관계가 복잡하게 대립되어 앞으로도 많은 규격의 변화가 예상되고 있다.

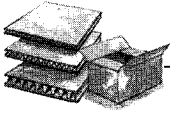
우리 나라에서는 국가 표준파렛트로서 T11형(1,100×1,100mm)을 채택하고 있지만 현재 국내기업에서 T11형 표준파렛트의 이용률은 25% 수준에 머물고 있어 아직 후진국 수준에 불과한 실정이다.

우리 나라에서 채택한 T11형(1,100×1,100mm)파렛트에 해당되는 포장 모듈치수는 KS A 1002(수송포장 계열치수)에 69종의 표준치수가 규격화 되어있고 적재효율, 적재방법 등이 상세히 소개되어 있어 참고할 수 있다. 그러나 69종의 모듈치수 중에서 선정합이 가장 올바른 방법이지만 절대적인 요건은 아니며, 기업의 생산제품 및 제반여건에 적절한 치수를 선정하면 되는 것이다.

따라서 치수결정의 제반인자들을 종합적으로 분석하여 가장효율적인 치수를 결정되어야 한다. 이와같은 분석을 위해 국내에는 CAPE, MAXLOAD등과 같은 컴퓨터 분석 프로그램이 실용화되어 적용되는데, 상자규격에 따라 파렛트의 적재효율이나 적재형태를 다양하게 시각적으로 분석해 줄 뿐만 아니라, 상자강도 및 규격의 재설계까지 가능하여 상당히 효과적인 적용이 가능하다.

3. 포장강도 표준화

수송용 용기 중 대부분을 차지하는 골판지상자는 내용물에 따라 파손방지를 위해 필요로 하는 물리적인 강도는 달라지는데, 내용물이 눌러 깨지거나 변형이 쉬운 제품(농산물, 공산품, 생



특 집

화용품 등)은 상자의 압축강도 위주로, 눌러도 크게 변형이 안되는 제품(볼트, 너트, 일부 캔 제품 등)은 상자의 파열강도를 위주로 한 것을 선정기준으로 한다.

그러나 우리 주변의 90%이상이 눌러면 변형이 되는 제품들이기 때문에 골판지상자의 압축강도는 큰 의미를 갖는다.

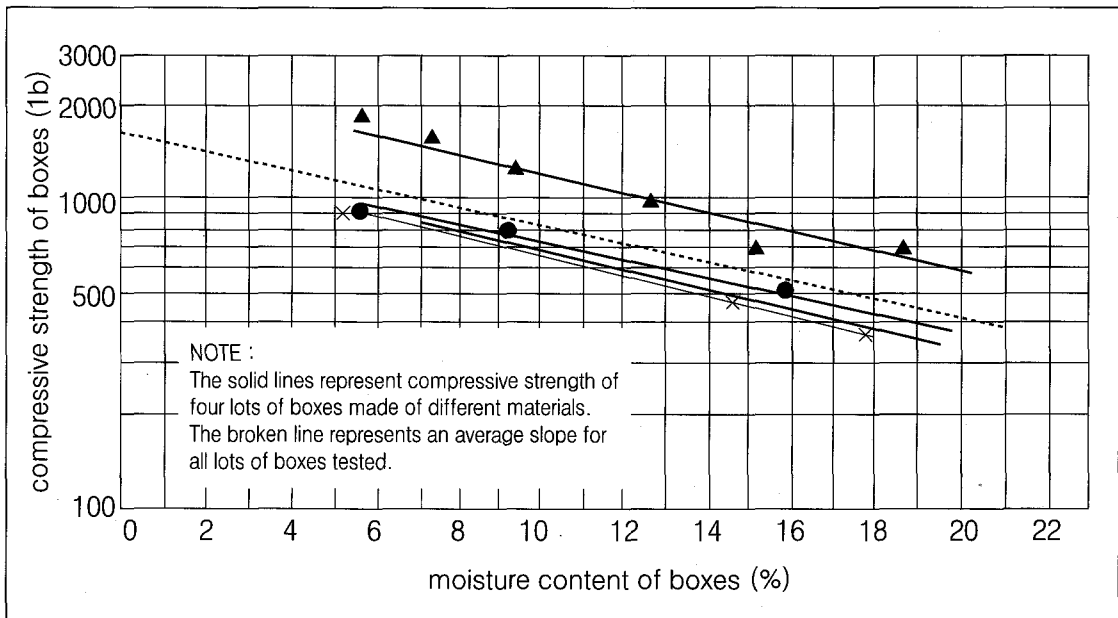
이와같은 골판지상자는 KS A 1502(외부 포장용 골판지) 및 KS A 1531(외부 포장용 골판지상자)에 재료와 상자가 규정되어 일반적으로 제품의 치수나 중량에 따른 재료종류는 선정할 수 있는데, 골판지의 대표적 강도인 파열강도가 기준이 되고 있다. 유통과정에서 골판지상자에

미치는 실질적인 강도는 찌그러짐을 방지할 수 있는 상자의 압축강도임을 업체의 담당자들은 많이 경험하고 있다.

그러나 골판지상자의 압축강도와 관련되는 요소인 상자의 재질 및 골 성형상태, 인쇄상태, 저장기간 및 대기조건, 적재방법 및 수송 중의 진동, 충격 등 많은 압축강도 저하요인으로 인하여 단순하게 강도를 규정할 수 없다.

따라서 KS규격으로는 골판지상자의 압축강도를 규격화함이 어려운 것이다. 그러므로, 골판지상자를 사용하는 업체 스스로가 골판지 원지 또는 원단의 강도부터 상자의 압축강도를 추정 관리할 필요가 있다.

(그림 1) 함수율의 영향



허용하중=압축강도 습도노화지수 적상피로지수로써, 예를 들면 압축강도300kgf, 습도노화지수50%, 적상피로계수60%의 경우는
 $허용하중 = 300 \times 0.5 \times 0.6 = 90\text{kgf}$ 가 되는 것이다.

그림 보는 방법 : C점의 6%함수율 때, A점의 1,000lb압축강도인 골판지상자는 E점의 18%함수율로 올라가면 강도가 D점인 440lb로 저하함 Joseph F. Hanlon은 Handbook of Package Engineering에는 더욱 단적으로 표시하고 있다(표1참조).

(표 1) 습도에 의한 노화지수

상대습도(%)	적상강도(%)
건조	100
25	90
50	80
75	65
85	50
90	40

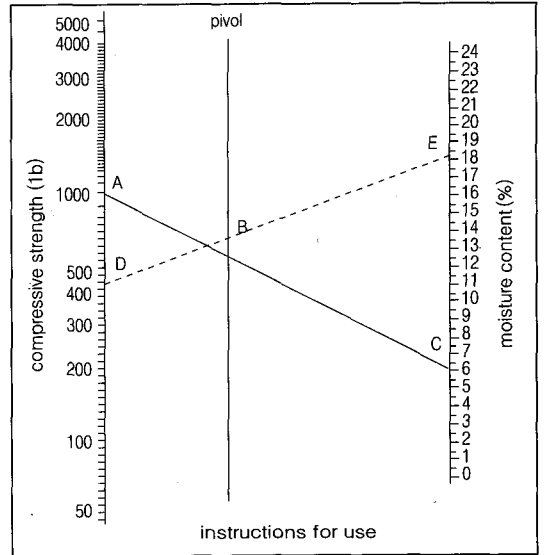
골판지상자의 압축강도에 대한 추정방법은 실제 상자의 압축강도 시험결과와는 다소 차이가 있지만, 확인시험(실제 Field Test)을 통하여 용이하게 보정할수 있으므로 골판지상자의 압축강도 예측에 많이 활용되고 있다. 일반적으로 알려진 압축강도 산출 식에 대하여 요약설명 하면 다음과 같다.

- ① 켈리컷터(Kellicutt)의 식 : 골판지원지의 R.C총합과 주변장의 1/3승에 비례
- ② 맥기(McKee)의 식 : 골판지원단의 수직압축강도와 두께 및 주변자의 1/2승에 비례
- ③ 울프(Wolf)의 식 : 맥기의 식 + 상자의 길이/폭, 높이의 영향을 보정
- ④ 말텐포르트(Maltenfort)의 식 : 콘코라(CONCOR)강도의 도입[시험편 : 6 1/2]
- ⑤ Modern Application Inc.의 응용식 : 치수, 인쇄면적, 골, 대기조건의 계수 적용

이상의 골판지상자 압축강도 추정계산식은 포장관련 자료로 많이 발표되었기 때문에 본 기고에서는 미국에서 주로 적용되는 골판지의 노화조건 및 압축강도 안전계수에 대하여 소개하고자 한다.

미국농무성임산시험소장사인 K.Q.Kellicutt

(그림 2) 함수율과 압축강도

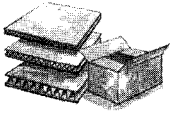


비고: 실선표시는 원지구성이 다른 재료로 제조된 4종의 압축강도이며, 점선은 시험편 전체의 평균압축강도를 표시하였음
 그림 보는 방법 : 상대습도65%(세로축)에서 수평으로 선을 그려, 곡선과 만난점에서 수직으로 그으면 7일(가로축)을 얻음
 상에서 3개월 유통기간에서 상대습도85%가 예상된다면 각각의 지수를 서로 곱하면 유효내압능력이 된다.

씨는 골판지원지가 함수율의 증가에 따라 압축강도가 얼마정도 떨어지는가를 오랜 보험으로 (그림1)과 같이 산출하였고, 이것을 응용하여 (그림2)의 계산도표를 산출하였다.

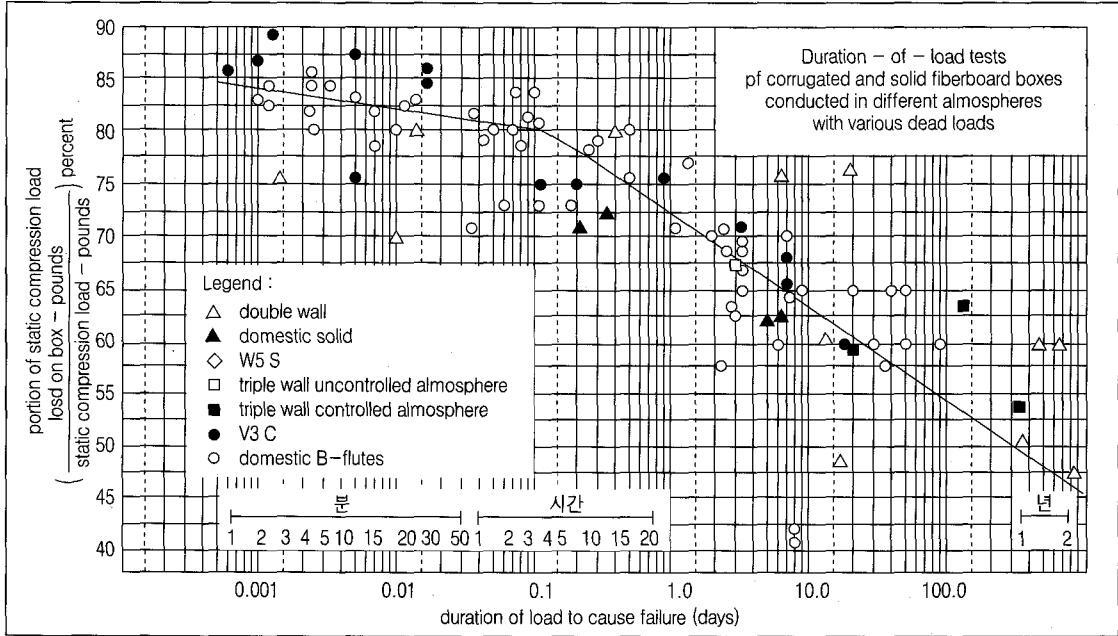
(표 2) 적상에 의한 피로지수

기간	적상강도(%)
단시간	100
10일	65
30일	60
100일	55
1년	50



특 집

(그림 3) 각종 상자의 적상하중에 의한 노화



비고: 실선표시는 원지구성이 다른 재료로 제조된 4종의 압축강도이며, 점선은 시험된 전체의 평균압축강도를 표시하였음
그림 보는 방법: 평균치(점선)을 보면, 함수율 7.5%때 압축강도는 900lb이고 함수율 13%에서는 600lb로 떨어짐을 알수 있음. 따라서 잔존강도는 600lb/900lb로 나타남

보관시 적상하중에 의한 압축강도의 노화에 대해서는 [그림 3]의 Kellicuit씨의 자료가 발표되고 있다.

이것을 기반으로 생각한 간단한 적상에 의한 피로지수는 Hanlon씨에 의해 [표 2]와 같이 표시되고 있다.

또한 육상수송 중 또는 창고보관 중에 발생하는 압축하중에 견디는 평가를 위해 ASTM D 4169 및 KS A 1026에서는 적상된 하중의 배수에 상당하는 지수(압축강도 안전계수)를 곱하여 필요압축강도를 도입하고 있는데 계산식과 ASTM, KS의 안전계수를 검토하면 다음과 같다.

$$P = k \times W \times (H/h - 1)$$

여기서 P : 골판지상자의 필요압축강도(kgf)

k : 안전계수(Safety Factor)

W : 상자의 중량(kgf)

H : 적재할 수 있는 높이(mm)

h : 상자의 높이(mm)

비고 : 유통조건(기간, 습도, 진동 등)에 따라 안전계수는 1 증감할 수 있다.

이상과 같이 골판지상자의 안전계수는 적재된 제품의 최하단 상자가 받는 하중에 대하여 몇 배수 일 때 안전한가를 판단하는 계수이다. 안전계

(표 3) ASTM D 4169(Standard Practice for Performance Testing Shipping Containers and Systems)의 안전계수

내용물의 구조	보관			수송		
	I	II	III	I	II	III
내용물의 압축하중을 지지하지 않는것	8.0	4.5	3.0	10.0	7.0	5.0
강성재료 등이 내부를 지지하고 보강된 것	4.5	3.0	2.0	6.0	4.5	3.0
직접하중 받아도 가능한 것	3.0	2.0	1.5	4.0	3.0	2.0

(표 4) KS A 1026(포장화물의 평가시험 방법통칙)의 안전계수

하중에 따른 구분	용기의 흡습성 등에 따른 구분		
	외장용기가 흡습할 우려가 없거나, 고려할 필요가 없음	외장 용기가 흡습할 우려가 있음	외장용기가 현저히 흡습할 우려가 있고, 내용물이 유동체임
골판지 상자등이 외장 용기만이 하중을 부담할 경우	4	5	7
내용품, 원충재, 내장용기 등이 복합하여 하중을 부담할 경우	2	3	4
내용품이나 내장용기가 하중을 부담하고, 외장용기는 하중의 부담을 고려할 필요가 없는 경우	1	1	1

수는 위의 표에서와 같이 제반요건에 따라 1.0~10.0까지 크게 차이가 나기 때문에 신중을 기해야한다.

제품으로 정리하면 내용물이 자립제품은 제품 자체가 적상하중을 어느 정도 갖고 있기 때문에 1~4정도이면 가능하다

하지만 비자립제품의 경우는 제품자체에 직접 하중이 전달되어 5~10정도의 안전계수가 필요함을 의미한다.

4. 결론

포장표준화는 제품을 생산하는 업체의 입장에서 보면 경제성과 깊은 관련이 있는 개념으로서

유통의 원활화로 물류비용절감에 기여할 수 있다는데 큰 뜻이 있다.

물류비용의 절감은 상품의 원가절감과도 직결되며, 포장표준화는 물류의 근본 뿌리를 관리하는 중요한 역할을 하게 되는 것이다.

우리의 유통환경이 정보화시대로 빠르게 전환되는데 따라 제반물류여건도 크게 변하고 있다.

점차 상품에서 물류비가 차지하는 비중이 증가되어, 고물류비가 기업 경쟁력의 큰 변수로 등장할 시대를 대비하여 기업에 적절한 포장 표준화를 통해 원가절감을 도모할 시점이다.

수송용 용기의 90%이상을 차지하는 골판지 상자의 관리(포장치수, 포장강도)는 물류합리화를 위해 지름길임을 명심하여야 한다. ☐