



골판지상자의 압축강도의 예측 및 안전율(계수) 적용 방법

편집실 제공

골판지상자에 필요한 압축강도를 예측하기 위한 식은

$$P(\text{kgf}) = K \times W (N - 1) \leq P_1$$

P : 골판지상자의 필요 압축강도(kgf)

K : 안전계수(안전율) (일반적으로 3 - 5를 적용하나, 국내에서는 정적상태 2.7, 동적상태 3.0을 적용)

W : 1매의 골판지상자에 포함된 상품의 총 중량(kg)

N : 적재단수($N = H/h$, H=적재 총 높이(mm), h=골판지상자의 높이(mm))

P₁ : 피포장물의 실제 압축강도(kgf)

상기의 식은 엄밀하게 적용하기 위해서는 파렛트의 높이와 중량을 고려할 필요가 있다.

□ 골판지상자의 안전계수의 산출 및 고려방법

골판지상자는 여러 가지 요인(수분(함수율), 적재방법, 적재기간, 보관장소 등)으로 인하여 골판지상자의 압축강도가 열화되므로 이러한 각종요인의 열화조건을 고려하여 골판지상자의 안전설계에 필요한 것이 안전계수 또는 안전율이다.

다양한 열화요인에 따라 안전계수를 계산하여 보면,

□ 골판지상자에 미치는 다양한 열화요인(조건, 인자)에 따른 열화율(w)

- 골판지상자 제조시의 열화율(w₁) = 5 - 8%
- 보관 및 저장기간에 의한 열화율(3개월 기준)(w₂) = 35 - 45%
- 보관장소의 환경조건에 의한 열화율(30℃, 80% RH)(w₃) = 20 - 30%
- 적재방법에 의한 열화율(정상인 경우 15%)(w₄) = 15 - 20%
- 수송 및 취급에 의한 열화율(진동 및 낙하 충격)(w₅) = 10 - 15%

$$\text{안전계수}(K) = 1/(1-w_1)(1-w_2)(1-w_3)(1-w_4)(1-w_5)$$



$$= 1/(1-0.05)(1-0.45)(1-0.20)(1-0.20)(1-0.10)$$

$$\approx 3.3$$

상기와 같이 안전계수를 산출하는 것은 다양한 열화요인을 고려하여 산출하고 있으나 열화용인에 따라 정확한 안전계수를 구할 수 없기 때문에 일반적으로 경험에 의존하고 있는 실정이다.

따라서 외국의 경우, 안전계수에 대하여 참고할 수 있도록 표로 정리하였으나, 실제로 적용하기에는 많은 어려움이 있다.

<표 1> 안전계수(K)

	보관기간	적재방법		
		블럭적재	편월적재	벽돌적재
국내용	3 개월 이내	2.5	2.9	3.5
	3 - 5 개월	3.3	3.9	4.7
	5 -10 개월	4.1	4.9	5.9
수출용	해상컨테이너수출	보관기간 및 적재방법에 따라 안전계수는 국내와 동일		
	컨테이너 이외	4.1	4.9	5.9

※내용물만으로 하중을 받고, 포장용기에 하중이 가하지 않는 경우는 안전계수를 1.5배로 한다.

<표 2> 미국 ASTM 규격의 안전계수(F)

포장화물의 구조	안전계수 레벨(F)		
	I	II	III
1. 골판지, 판지, 플라스틱으로 만든 용기 (내장재료 유무에 무관) 내용제품에는 하중이 걸리지 않는 포장화물	8.0	4.5	3.0
2. 목재와 같은 견고한 재료를 사용한 내장이 있는 골판지, 판지, 플라스틱으로 만든 용기 (포장재료에 하중을 받음)	4.5	3.0	2.0
3. 내열, 내습성이 있는 용기(골판지, 판지, 플라스틱 제품이외의 것) 또는 제품이 압축하중을 직접 받는 포장 (예, 압축포장)	3.0	2.0	1.5
4. 제품이 어느 비율로 압축하중을 받는 경우	F값은 다음 식으로 계산 $F = P(F_p) + C(F_c)$		



- 참고¹⁾ I : 시험부하 레벨이 높고 손상발생의 확율이 높은 경우
 III : 시험부하의 정도가 낮고 손상발생의 확율이 낮은 경우
 II : I과 III의 중간

참고²⁾ F_P : 상기 타입의 III의 압축포장에 부여한 계수

P : 제품에 따라 지지된 하중의 비율

F_C : 상기 타입 I 또는 II에 부여된 계수

C : 용기에 의하여 지지되고 잇는 하중의 병크

※파렛트 로드로서의 시험을 실시하는 경우에는 F계수를 30% 낮게 해도 좋다.

□ 골판지상자의 압축강도 계산 예

- 골판지상자의 바깥치수 = $360 \times 300 \times 250$ mm
- 골판지상자 1매의 총 중량 = 10 kg
- 적재 제한 높이 = 4 m
- 안전계수 = 3.0

먼저 골판지상자를 적재할 때의 적재 단수를 구하면 $N = H/h$ 에서(H=적재 총 높이(적재 제한높이)(mm), h=골판지상자의 높이(mm)) $N = H/h = 4000\text{mm}/250\text{mm} = 16$ 이고,

여기서, $P(\text{kgf}) = K \times W (N - 1) = 3.0 \times 10 (16 - 1) = 450 \text{ kgf}$ 이다.

따라서 골판지상자는 450 kgf 이상의 압축강도를 갖도록 설계되어야 한다.