

紙類包裝工學特講 ⑬

紙類包裝工學要論

3. 포장공학 개론(包裝工學 概論)

韓國 골판紙 包裝工業 協同組合
專務理事·技術指導士 安 憲 榮

3.11 포장시험(包裝試驗)

3.11.1 포장시험개념

① 포장은 이를 시용(施用)하는 목적에 따라 여러가지 성능이 요구된다. 또한 포장을 형성하고 있는 포장재료는 포장기능상 요구하고 있는 성능 이외에, 포장성형(成形) 또는 포장작업의 단계등에서 필요로 하는 성능도 있어야 하며, 이와 같은 포장 및 포장재료(包裝材料)의 각종 성능을 평가(評價)하는 수단으로는 여러가지의 시험방법이 설정되고 있다. 그러나 포장의 실용면에 있어서의 문제점의 범위 및 포장재료·포장기술·유통기술에 관하여 일정규격으로 규정된 시험방법만으로는 불충분한 경우가 많으며, 그럼으로 때에 따라서는 독자(獨自)의 시험을 행하는 경우가 많다.

② 현재 우리나라에서 일반적으로 적용하고 있는 포장시험규격은 다음과 같은 것을 들 수 있다.

- (i) KS규격 (Korean Industry Standard)
 - (ii) ISO규격 (International Organization for Standardization)
 - (iii) ASTM규격 (American Society for Testing Materials)
 - (iv) TAPP규격 (Technical Association of Pulp and Paper Industry)
 - (v) FS미국연방규격 (Federal Specification)
 - (vi) 미군 규격 (Military Specification)
 - (vii) 이밖에 소비자보호등의 입장에서 행정부의 각부서의 고시(告示) 또는 업계규격으로 포장 및 포장재료 시험방법을 규정하고 있는 경우등이 있다.
- ③ 포장 및 포장재료의 시험은
- (i) 포장재료의 제조과정에 있어서의 품질관리
 - (ii) 거래상의 수입검사(受入檢査)
 - (iii) 실용에 대한 적응성(適應性)의 검토
 - (iv) Claim발생시의 원인 규명
 - (v) 포장재료 및 포장기술의 우열

- (優劣) 판정
 - (vi) 표준화의 실시
- 등의 목적을 위하여 행하게 된다. 이와같은 목적을 위하여 행하는 시험방법의 일반적 요건은
- 1) 얻어진 시험결과가 보편성(普遍性)이 있을 것
 - 2) 재현성(再現性)이 양호할 것
 - 3) 내용품의 파괴(破壞), 변질 또는 포장의 파손상, 실제적인 현상(現象)에 상관성이 있을 것
 - 4) 시험인력(人力)·시간·설비비 등이 적게 들것 등이 요구된다.

3.11.2 KS포장 및 포장재료 시험규격

- 1) KS A 1010 시험용기의 기호 표시 방법
- 2) KS A 1011 포장화물의 낙하 시험 방법
- 3) KS A 1012 포장화물 및 용기의 압축 시험 방법
- 4) KS A 1013 방습 포장 재료의 투습도 시험 방법

- 5) KS A 1014 포장 재료의 투수도 시험 방법
- 6) KS A 1015 크라프트 대형 지대의 낙하 시험 방법
- 7) KS A 1016 대형 지대의 바늘땀 강도 시험 방법
- 8) KS A 1017 포장 화물의 진동 시험 방법
- 9) KS A 1018 포장 화물 및 용기의 회전 6각드럼 시험 방법
- 10) KS A 1019 포장 화물 및 용기의 경사충격 시험 방법
- 11) KS A 1020 포장 화물 및 용기의 살수 시험 방법
- 12) KS A 1021 검 테이프 접착력 시험 방법
- 13) KS A 1022 포장용 아스팔트 가공지의 삼출 저항성 시험방법
- 14) KS A 1023 방습 포장 용기의 투습도 시험 방법
- 15) KS A 1024 블로킹 시험방법
- 16) KS A 1026 포장 화물의 평가 시험 방법 통칙
- 17) KS A 1027 플라스틱 필름과 시트의 가스 투과도 시험 방법
- 18) KS A 1028 플라스틱 필름의 다트식 낙하 시험 방법
- 19) KS A 1029 포장용 완충재료의 동적 압축 시험 방법
- 20) KS A 1030 포장용 완충재료의 정적 압축 시험 방법
- 21) KS A 1040 포장용 가공지의 내 접착성 시험 방법
- 22) KS A 1042 골판지의 정적 만곡 시험 방법
- 23) KS A 1043 원통형 수송용기의 낙하 시험 방법
- 24) KS A 1044 평 파렛트 시험 방법
- 25) KS A 1045 방청처리 금속의 대기 폭로 시험 방법
- 26) KS A 1046 종이 및 판지제의 적재 높이 측정방법
- 27) KS A 1047 종이 및 판지의 세로(기계)방향 측정 방법
- 28) KS A 1048 일관 수송용 상자형 파렛트의 시험 방법
- 29) KS A 1049 판지의 침수 시험 방법
- 30) KS A 1050 종이 또는 파지의 결 및 사이즈도 측정방법
- 31) KS A 1053 음료용 카톤원지의 끝머리 샘 시험방법
- 32) KS A 1054 지류 식품 용기중 해독성 잔류물질 시험 방법
- 33) KS A 1055 종이 및 판지의 내부 결합 강도의 두께 방향 인장 시험에 의한 측정 방법
- 34) KS A 1056 종이의 내구성 시험 방법
- 35) KS A 1107 접착 테이프 및 접착 시트의 시험 방법
- 36) KS A 1712 배송용 소형 보냉고 시험 방법
- 37) KS A 1714 컨테이너의 보냉 성능 시험 방법
- 38) KS M 7011 시험 용지의 채취 방법
- 39) KS M 7012 시험 용지의 전처리
- 40) KS M 7013 종이 및 판지의 평량 측정 방법
- 41) KS M 7014 종이 및 판지의 인장 강도 시험 방법
- 42) KS M 7015 종이 및 판지의 신장률 시험 방법
- 43) KS M 7016 종이 및 판지의 인열 강도 시험 방법
- 44) KS M 7017 종이 및 판지의 저압 파열 강도 시험 방법
- 45) KS M 7018 종이의 섬유 조성 시험 방법
- 46) KS M 7019 종이 및 판지의 투습도 시험 방법
- 47) KS M 7020 종이 및 판지의 투기도 시험 방법
- 48) KS M 7021 종이 및 판지의 두께와 밀도 시험 방법
- 49) KS M 7022 종이 및 판지의 회분 시험 방법
- 50) KS M 7023 종이 및 판지의 수분 시험 방법
- 51) KS M 7025 종이의 사이즈도 시험 방법(스테키히트)
- 52) KS M 7027 종이 및 판지의 습윤 인장 강도 시험 방법
- 53) KS M 7028 종이 및 판지의 백크 시험기에 의한 평활도 시험 방법
- 54) KS M 7029 종이의 표면 pH 시험
- 55) KS M 7038 종이의 불투명도 시험 방법
- 56) KS M 7050 왁스에 의한 종이 표면 강도 측정 방법
- 57) KS M 7051 판지의 압축 강도 시험 방법(링 크러시법)
- 58) KS M 7052 골판지 접착력 시험 방법
- 59) KS M 7053 종이 및 판지의 pH 시험 방법
- 60) KS M 7054 종이 및 판지의 흡수도 시험 방법(콤포법)
- 61) KS M 7056 판지의 타공 강도 시험 방법

62) KS M 7057 종이 및 판지의 발수도 시험 방법

63) KS M 7062 종이 및 판지의 내마모도 시험 방법

64) KS M 7063 골판지의 압축강도 시험 방법

65) KS M 7065 종이 및 판지의 MIT 내절강도 시험 방법

66) KS M 7066 판지의 층 분리 시험 방법

67) KS M 7067 종이 및 판지의 75도 거울면 광택도 시험 방법

68) KS M 7068 종이 및 판지의 쇼퍼 내절도 시험 방법

69) KS M 7073 종이의 광물질 충전제 및 광물질 코팅제의 정량 분석

70) KS M 7074 방염 처리한 종이 및 판지 내화염성 시험 방법

71) KS M 7075 종이의 흡유도 시험 방법(피마자 유법)

72) KS M 7077 판지의 스티프니스 시험방법(하중 굴곡법)

73) KS M 7079 종이의 광물질 코팅제 및 충전제의 정성 분석 방법

74) KS M 7080 종이의 티탄 안료 시험 방법

75) KS M 7081 종이 및 판지의 고압 파열 강도 시험 방법(IGT법)

76) KS M 7082 종이 및 판지의 고압 파열 강도 시험 방법

77) KS M 7083 종이 및 판지중의 수용성 염화물의 분석 방법

78) KS M 7096 종이의 스티프니스 시험 방법(클라크법)

79) KS M 7097 골판지의 습파열 강도 시험 방법

80) KS M 7121 종이 및 판지의 협잡물 시험 방법

81) KS M 7122 종이 및 판지의 사이드 시험 방법(허큘러스 시험법)

82) KS M 7123 굽힘 하중에 의한 종이의 강성 시험 방법

83) KS M 7124 종이의 내유도 시험 방법

84) KS M 7127 유연 차단재의 투습도 시험 방법

85) KS M 7134 종이 및 판지의 마찰계수 시험 방법

86) KS M 7137 봉합 연 포장 포대의 시험 방법

3.11.3 포장재료의 두께·중량(평량) 측정

① 종이·판지 및 플라스틱 필름등의 시트(Sheet)상의 포장재료의 두께·중량은 포장재료의 강도 또는 차단성(遮斷性)과 밀접한 정량적 관계를 가지고 있다.

② 두께시험

(i) 종이 및 판지의 두께
종이 및 판지의 두께와 밀도(密度) 시험 방법은 KS M 7021에 규정되고 있으며, 0.002mm까지의 두께를 읽을 수 있는 Micrometer를 사용하며, 두께는 mm로 표시하고, 소수점이하 3째자리까지 보고한다.

계산식은 다음과 같다.

$$V = \frac{T \times 1000}{W}$$

$$D = (g/cm^3) \frac{W}{T \times 1000}$$

여기에서 V:비용적(比容積) : 밀도의 역수(逆數)

D : 밀도

T : 두께(mm)

W : 평량(g/m²)

(ii) 셀로판·점착(粘着) 테이프·폴리에틸렌 필름·적층재의 구성층의 두께의 측정이 필요하다. 폴리에틸렌의 가공두께는 다음식으로 계산하며, 단위는 μ(미크론)으로 표시한다.

$$\text{폴리에틸렌 가공두께}(\mu) = \frac{W}{A \times d} \times 10^4$$

여기에서 W : 폴리에틸렌 필름의 중량(g)

A : 시험편의 면적(cm²)

d : 폴리에틸렌의 밀도(g/cm³)

③ 중량(평량·坪量)시험

(i) 종이, 판지, 셀로판에 있어서는 두께보다 단위면적당(單位面積當)의 중량, 즉 평량이 중요시되는 경우가 많다.

(ii) 종이·판지의 평량

1) 종이 및 판지의 평량(坪量) 측정방법은 KSM 7013에 규정되고 있다.

2) 시험편은 1000cm²의 것 10매로 하고, 최소 5매 이상을 취하며, 1m²당 g단위(g/m²)로 표시한다.

(iii) 셀로판, 폴리에틸렌대(袋) 테이프 안 등의 평량측정이 중요하다.

3.11.4 포장재료의 강도 시험

(i) 포장재료의 강도는 시험종류로 중요한 것은 인장강도(引張強度·Tensile Strength), 인열강도(引裂強度·Tearing Strength), 파열강도(破裂強度·Bursting Strength), 내절강도(耐折強度·Folding Endurance Strength), 압축강도(壓縮強度·Ring Crush Strength), 평취강도(穿孔衝擊強度·Puncture

Strength) 등을 들 수 있다.

(ii) 인장강도란 특정의 나비를 가진 시험편의 한쪽 끝에 하중(荷重)을 가해서 끊어질때 시험편의 저항(抵抗)하는 강도를 말한다. KS M 7014에서는 15mm너비의 시험편으로 시험하여, kgf/15mm로 나타내는 것을 원칙으로 한다. 종이의 인장강도의 한 표시 방법인 열단장(裂斷長·Breaking Length)와의 관계식은 다음과 같다.

$$\text{열단장(km)} = \frac{\text{인장강도(kgf)}}{B \times W} \times 100$$

여기에서 B : 시험편의 나비(mm)
W : 시험편의 평량(g/m²)

(iii) 인열강도란 일정한 길이의 시험편에 미리 칼로 찢 자리를 낸 후, 그 종이를 계속적으로 찢어가는데 소요되는 힘의 평균값으로서 gf로 나타낸다. (KS M 7016)

(iv) 파열강도란 특정한 면적의 종이를 그 면적에 균등하게 수직(垂直)으로 작용하는 압력으로서 터뜨렸을 때, 그 종이 저항하는 힘을 말한다. kgf/cm²로 표시한다. (KS M 7017)

(v) 압축강도

1) 압축강도에는 Ring Crush 강도, 평면압축강도(平面壓縮強度·Flat Crush Strength), End Crush 강도(Column Crush·Edge Crush 및 Concora (Container Corporation of America) Test 등이 있다.

2) Ring Crush는 KS M 7051에서 판지의 압축강도 시험방법(링 크러시법)이 규정되고 있으며, 라이너 또

는 골심지 등의 두께 1mm이하의 판지의 압축강도시험이 주가 된다. ASTM D 1164(Ring Crush of Paperboard), TAPPI T 472(Compression Resistance of Paperboard(Ring Crush Test)), JIS P 816(판지의 압축강도 시험 방법<링 크러시법>) 등이 이에 관한 규격이다. 판지의 압축강도는 보통 Ring Crush 강도를 말하는 것으로, 골판지 상자의 압축강도와 상관관계가 있으며, 판지의 압축강도로 부터 골판지 상자의 압축강도를 계산하여 예상할 수가 있다.

시험편은 길이 152.4mm, 폭 12.7mm로 절단하여 링상으로 하여 지지구(支持具)에 넣고 압축하여, 찢부러지는 때의 최대하중(荷重)을 kgf로 표시한다. 압축강도의 계산식은 다음과 같다.

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

여기에서 W : 시험편의 평량(g/m²)
S : 압축강도(kgf)
C : 비압축강도

3) 평면압축강도는 골판지의 평면(平面)에 대하여 수직(垂直)으로 압축력을 가하여, 라이너의 면이 옆으로 미끄러지지 않는 조건하에서 압축강도를 시험하는 것으로서, 시험편의 파형(波形)이 완전히 압축과괴 될때의 최대값으로 kgf/32.2cm²로 표시한다. 다만 이중양면골판지에는 이 시험을 적용하지 않는다.

이 시험은 골판지 제조작업의 품질을 좌우(左右)하는 요인이며, 골성형

에 사용하는 재료의 성능을 종합적으로 평가하는 것으로, 골판지 상자의 압축강도와는 상관성(相關性)이 없다.

4) End Crush 강도는 곧 판지상자를 겹쳐 쌓았을 때의 골판지시트가 찢어지는 강도를 측정하는 것으로, 골판지의 골을 세워서 상하(上下)로 압축력을 가했을때의 내압강도(耐壓強度)를 말하며, 시험편 중앙부분이 완전히 꺾어졌을때의 최대값을 kgf/50mm로 표시한다. 골판지 제조시의 접착양부(良否), 라이너, 골심지의 강도, 골성형(成形)상태등이 측정된다.

5) Concora는 평면 압축강도와 같으나, 평면압축강도는 골판지에 대한 종합강도인 반면(反面), Concora는 골심지의 평면압축강도이며, 골심지만의 강도측정이 된다.

3.11.5 포장재료의 투과성(透濕性) 시험

① 개관

투과성시험에는 투습도(透濕度) 시험, 기체투과도시험이 있다.

② 투습도

프라스틱필름등 시트상(狀) 재료의 수증기 투과성은 투습도에 의하여 나타낼 수가 있으며, 투습도란 일정한 두께의 시트상 재료의 단위면적(單位面積), 단위시간에 있어서의 수증기의 투과량(透過量)을 투습도라 한다. 단위는 g·cm/cm²·sec·cmHg로 표시한다.

3.11.6 포장화물용기(包裝貨物
容器)의 시험

① 개요

포장화물은 유통과정에 있어서 외력(外力)의 침해 즉 수송상 동적(動的) 외력의 침해를 받게 되며, 또한 보관 상태에 있어 정적(靜的) 외력을 받게 된다. 동적 외력은 수송도중, 상·하·좌·우·전·후(上·下·左·右·前·後)의 6방향에서 물리적(物理的) 부하(負荷)를 받게 된다. 이 부하에는 충격(衝擊), 진동(振動), 압축(壓縮)이 주요내용이 되며, 이와같은 위해(危害) 요소에 대하여 유통과정에 있어 포장화물의 파손·손상을 방지할 수 있는 조건을 재현(再現)하는 방법으로 여러가지 시험방법이 채택되고 있는 것이다.

이에 관한 시험방법으로는

- (i) 포장화물 및 용기의 낙하(落下) 시험방법
- (ii) 포장화물 및 용기의 회전(回轉) 6각 드럼시험방법
- (iii) 포장화물 및 용기의 경사(傾斜) 충격시험방법
- (iv) 포장화물 및 용기의 진동(振動) 시험방법
- (v) 포장화물 및 용기의 압축(壓縮) 시험방법
- (vi) 포장화물 및 용기의 살수(撒水) 시험방법등이 있다.

② 포장화물 및 용기의 낙하시험방법 (Method of Drop Test for Packaging Freights)

(i) 유통과정에서 포장화물 및 용기가 받는 외력의 침해중에서 가장 큰 것이 하역중에서 받는 낙하충격(落下

衝擊)이다. 그러므로 포장을 설계할 때에는 이와같은 낙하충격에 견딜 수 있는 강도를 충족할 수 있도록 설계하여야 한다.

(ii) 이 시험방법은 KS M 1011에 규정되고 있다.

③ 포장화물 및 용기의 회전육각드럼시험방법(Method of Revolving Hexagonal Drum Test for Prckaging and Shipping Containers)

(i) 이 시험은 포장화물이 유통과정에서 받는 외력(外力)으로 인하여 파손되는 것을 방지하기 위한 포장의 적정도(適正度)를 알기 위한 시험이다.

(ii) KS A 1018에 규정되고 있다.

④ 포장화물 및 용기의 경사충격시험방법 (Method of Incline Impact for Packaging and Shipping Containers)

(i) 이 시험은 포장화물 및 용기가 수평방향의 충격을 받았을때의 포장방법 및 용기의 견디는 능력을 측정하는 것으로서, 무게 및 체적이 크고, 낙하시험(落下試驗)의 적용이 곤란한 것에 행하는 시험이다.

(ii) KS A 1019에 규정되고 있다.

⑤ 포장화물 및 용기의 진동시험 방법(Method of Vibration Test for Packaging Freights)

(i) 이 시험은 포장화물 및 용기가 수송과정에서 받는 진동(振動)에 대하여 내용품 또는 포장이 받는 손상(損傷)의 정도와 포장의 방진(防塵), 완충효과 및 공진(共振)의 영향을 알아 그 적정도를 기하는데 목적이 있다.

(ii) KSA 1017에 규정되고 있다.

⑥ 포장화물 및 용기의 압축시험방법(Method of Compression Test for Packaging Freights and Containers)

(i) 이 시험은 화물을 포장한 용기가 정적(靜的) 상태의 창고 또는 수송중의 Truck, 선박 등에 화물을 적재했을 때의 포장화물의 파손을 방지할 수 있는 적정도를 알기 위한 시험이다.

(ii) KS M 1012에 규정되고 있으며, kgf로 표시한다.

(iii) 이 강도는 최근 대량 유통체제와 관련하여 입체창고의 등장 및 수송 차량의 대형화등 요인으로 대단히 중요한 강도로 중요시하고 있으며, 이러한 조건에 맞는 포장설계를 위해서는 압축강도 기본요소(基本要素)로 포장소재, 포장재의 구조, 포장재의 성상등과, 상자의 치수, 포장의 인쇄 면적 등 변동요소(變動要素)와 유통조건상 안전계수(安全係數)등을 고려해야 한다.

안전계수 결정조건은 특히 물류 중 경시(經時)열하, 습도열하, 적재열하, 수송열하, 하역열하에 유의해야 한다.

⑦ 포장화물 및 용기의 살수 시험방법

(i) 이 시험은 포장화물의 물에 대한 저항성을 시험하는 것으로 무압(無壓)의 물을 화물표면에 살포(撒布)하여, 화물안에 물이 스미는 정도와 화물강도의 노화(老化)를 검토하는 시험이다.

(ii) KS A 1020에 규정되고 있다.

<계 속>