수송포장시험 최근 경향

Recent Trend of Transport Packaging Test

長谷川 淳 英 / (주)日立物流

Ⅰ. 서론

포장의 최대의 목적은 포장된 내용품을 최종적으로 고객에게 전달될 때까지 보호하는 것이다.

보호해야할 것을 외부로부터의 영향요인을 분석해 보면 물리적요인, 화학적요인, 생물적요인, 인위적 요인으로 나눌 수 있다.

이 안에서 포장상품에 대하여 가장 큰 영향을 주는 것은 낙하충격으로 대표되어지는 물리적요인이다.

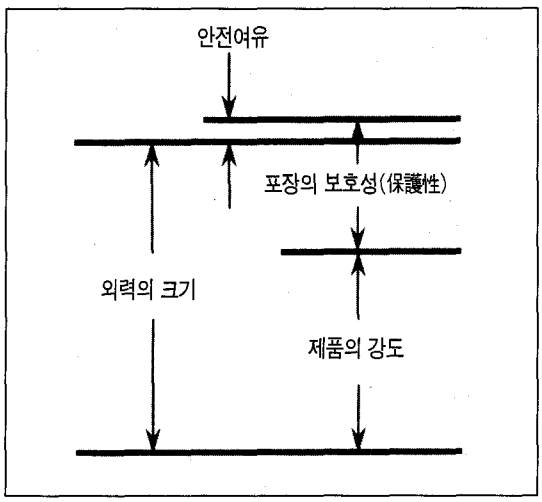
포장상품에 생긴 이상에 대해 조사 분석을 해보면, 제품이 회복불가능의 손상을 입는 것은 화물취급때 낙하충격에 의한 것이 가장 많다고 판단된다.

포장설계자는 이와 같은 사고가 생기지 않게 하기위해 충분히 배려하여 설계를 하지만, 수송중의 포장의 사고를 제로로 할 수는 없다. 그렇다고 사고의 발생을 없애는 것은 불가능하므로, 사고가 발생하는 확률이 제품의 종류에 의해 적정하다고 여겨지는 수치이하가 되도록 포장설계를 하고 있는 것이 현재의 상황이다.

낙하충격이외의 수송기관의 하대진동(荷臺振動)이나 창고보관 중의 적단하중(積段荷重)에 의한 포장품의 이상 등에 대해서도 충격의 경우와 같게 말할 수 있다.

수송포장시험은 현 시점의 내용이 최선이라고 하는 것이 아니라, 시시각각 변화하는 사회 인프

〔그림 1〕 제품 강도와 보호성



라와 물류환경에 맞게 다시 검토하여 개정할 필요가 있다.

실제로 행해지고 있는 수송포장시험의 현황과 시험계측기술의 상황에 대하여 정리를 해 보았다.

1. 수송포장시험 의의

위에 말한 바와 같이 수송포장시험은 새롭게 설계한 포장사양이 실제의 물류환경에 적합한지 아닌지를 확인하기 위한 시험이다.

〔그림1〕은 포장물이 받는 외력(外力)의 크기와 제품의 강도 및 포장의 보호성의 관계를 나타낸 것이다.

제품은 자신의 강도를 갖고 있으며, 또한 물류과정이 정해지면 포장상품이 받는 외력의 크기도 결정된다. 포장 보호성의 레벨은 외력의 크기와 포장 강도의 부족함을 보충하는 동시에, 안전여유가 최소한이 되도록 설정할 필요가 있다.

수송포장시험을 생각할 때에 또 한 가지 생각해야할 필요가 있는 것은 시험규격의 계층레벨이다.

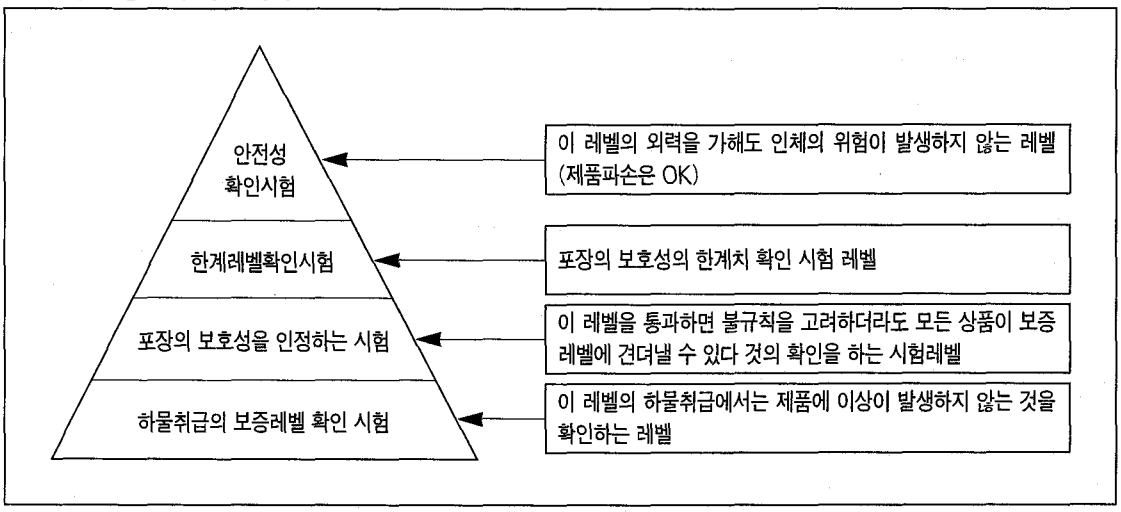
일반적으로 시험규격은 '이 조건의 시험에 합격하면 OK' 라는 1단계의 시험레벨만이 결정되어 있는 경우가 많다.

그러나 포장시험의 의미를 생각해보면 1단계의 시험기준 만으로는 충분하다고 말할 수 없으며 보증, 인정, 한계, 안전이라는 4단계의 시험기준을 마련하는 것이 바람직하다.

이하는 이 4단계의 기준이라는 방법에 관하여 좀 더 구체적인 내용에 대해 집어보고 싶다.

실제로 공업제품의 포장설계를 하고 있는 실무자에 있어서는 자명한 일이지만 양산이행(量産移行)의 지령을 내릴 때에 하는 포장시험은 양산품(量産品)의 시험이 아닌 시작품(試作品)을 이용한 시험이다. 당연한 말이지만 시작품이

〔그림 2〕 포장시험 레벨 의의



〔표 1〕 포장화물 시험규격과 관련 규격 (2004년 7월15일 시점)

규격번호	규격의 명칭	비 고
Z 0105 : 1998	포장화물 - 포장모듈치수	ISO에 의거
Z 0108 : 2004	포장용어	현시점 1999년 판
Z 0119 : 2002	포장설계를 위한 제품충격강도시험방법	ISO에 의거
Z 0150 : 2001	포장 - 포장화물의 하물취급 지시마크	ISO에 의거
Z 0152 : 1996	포장화물주의	일본고유의 규격
Z 0170 : 1998	유닛로드 - 안전성시험방법	ISO의 번역판
Z 0200 : 1999	포장화물 - 평가시험방법통칙	ISO에 의거
Z 0201 : 1989	시험용기의 기호표시방법	
Z 0202 : 1994	포장화물 - 낙하시험방법	ISO에 의거
Z 0203 : 2000	포장화물 - 시험의 전 처리	ISO의 번역판
Z 0205 : 1998	포장화물 - 수평충격시험방법	ISO에 의거
Z 0212 : 1998	포장화물 및 용기 - 압축시험방법	ISO에 의거
Z 0215 : 1996	재봉틀 박음 클레프트 종이봉투의 박음질강도시험방법	
Z 0216 : 1991	포장화물 및 용기의 산수(散水)시험방법	
Z 0217 : 1998	클레프트 종이봉투 - 낙하시험방법	ISO에 의거
Z 0222 : 1959	방습포장용기의 투습도 시험방법(透濕度試驗方法)	
Z 0232 : 2004	포장화물 - 진동시험방법	ISO에 의거

란 제작의 정도가 틀리기 때문에 구조체로서의 강도도 틀리다.

즉, 실제로 출하되는 상품과는 조건이 다름에도 불구하고 이 단계에서 양산적용(量産適用)이 접합한지 판단해야 한다.

양산으로 이행한 후에는 포장 실제의 수송환경에 적합성이 있는지 아닌지, 제품 및 포장의 불규칙정도가 당초의 예상범위 내(內)인지 아닌지 확인하기 위한 시험, 말하자면 선별시험이 실시된다.

이 시험의 레벨은 실제와 똑같은 방식으로 외력의 레벨과 대응하고 있을 필요가 있다.

상기의 설명에서 명백한 것은 시작단계(試作段階)에서 포장의 기능 확인시험(인정레벨)과 양산품의 시험(보증레벨)은 목적이 틀리며, 각각의 시험은 그 목적에 맞는 레벨이어야 한다는 점이다.

다음의 포장시험은 제품포장강도의 데이터 입수에 가장 좋은 기회라 할 수 있는 것이다. 다음의 설계에 사용할 수 있는 기초데이터 수집을 위해서 제품파손이 생길 때까지 시험을 하여(한계레벨) 제품 및 포장의 강도특성데이터를 계측해 놓는 것이 더욱 좋은 포장개발을 위해서는 필요하다.

이 시험에는 제품과 포장이 오버 스펙이 되어 있는지를 확인하는 효과도 있다.

포장되는 대상물에 따라서는 또 다른 한가지의 요소가 존재한다.

TV나 냉장고 등의 가전제품에서는 장기간 지속하여 사용하는 것이 전제로 되어있으나, 수송과정에서 당하는 충격 등에 의해 회로기판에 생긴 작은 흠집 등이 시간의 경과에 따른 변화로 인하여 발열 등을 일으켜 화재의 원인 등이 되는 경우가 있다.

이와 같은 사고가 발생하지 않게 하기 위해서는 통상의 시험레벨보다 훨씬 더 엄한 조건(안전성확인레벨)으로 시험을 하여 제품 이상이 생기는 정도의 외력을 가하여도 화재 등 인명에 관계되는 등 중대사고로 이어지는 이상은 생기지 않는 것을 확인해둘 필요가 있다.

이상에 기술한 바와 같이 시험항목과 시험레벨을 도표로 나타내면 〔그림 2〕와 같이 나타낼 수가 있다.

2. 수송포장시험 종류

수송포장시험의 항목선정과 시험조건결정에 관해서는 대상이 되는 포장물이 물류과정에서 받을 가능성이 있는 모든 장애조건을 수용할 수 있게 결정할 필요가 있으며, 시험레벨도 물류과정에서 일어날 수 있는 가능성이 있는 장애레벨과 대응해 놓지 않으면 안 된다.

일반적으로 제품이 물류과정에서 받는 외력의 요소와 레벨은, 제품의 종류에 따라 실제로 수송되는 루트, 수송기관의 종류, 하물취급 방법, 창고에서의 보관조건 등이 다르기 때문에 각각 틀리게 되어있다.

따라서 수송포장시험의 내용도 제품의 종류, 수송경로와 수송기관 등의 시스템 조건에 맞추어 최적의 것을 선택 할 필요가 있다.

수송포장시험의 조건은 제품의 특성에 따라 다른 요소를 포함하고 있기 때문에 각 기업이 독자적으로 규정하고 있는 경우가 많다.

일본에서는 통일규격으로써 일본공업규격(JIS : Japanese Industrial Standard)이 있으며 표준적인 시험규격을 규정하고 있다. JIS는 제외국의 규격 특히 ISO(International Organization for Standardization)과 정합성(整合性)을 갖으면서 일본 내의 수송환경에 적합한 내용이 되도록 고려하여 규정하고 있다.

수송포장의 시험을 하기 위해서는 각각의 화물 특성을 고려하여 수송조건에 대응한 시험항목을 레벨로 선정하여 실시할 필요가 있다.

현재의 JIS에서 규정되어 있는 수송포장시험(최근에 제정 또는 개정된 JIS에서는 포장화물** 시험으로 표기되어져 있다)은 〔표 1〕에 나타난 것처럼 일반포장품의 시험항목으로써는 낙하시험(Z 0202), 진동시험(Z 0232), 압축시험(Z 0212)의 규정이 있으며, 그 밖에 이들의 시험의 시험조건이 기재된 평가시험통칙(Z 0200)으로 규정되어져 있다. 이들 시험은 모두 ISO와의 정합(整合) 되어있다.

상기의 기타 특수화물의 시험으로써 산수(散水)시험 등의 몇 가지의 시험이 규정되어 있다.

또한 포장설계의 기준이 되는 제품의 대충격강도(對衝擊强度)를 알아보기 위한 제품강도확인시험과 집합화물의 시험으로써 유닛로드시험이 규정되어져 있다.

JIS에서 규정되어 있는 수송포장시험과 그 관련규격을 〔표 1〕에 표시해 놓는다.

일반 포장상품은 상기의 시험을 하여 포장의 보호성을 파악하는 것에 의해 안심하고 출하하

〔표 2〕 JIS규격에 없는 포장화물시험

시험의 명칭	시험의 내용
타박시험	중추(重錘)를 포장의 측면방향에 충돌시켜서 제품에 가해지는 충격에 대하여 포장의 보호성을 확인한다.
밟기 시험	족형(足形)을 놓고 하중을 가하던지, 실제로 사람이 올라가 밟아서 보호성을 확인한다.
굴리기 시험	하역시에 굴러가는 것에 대하여 보호성을 확인한다.(ISO 2876에 이 시험이 규정되어 있다)
넘어트리기 시험	높이가 있을 경우에는 포장상품을 넘어뜨려 보호성을 확인한다.
끌기 시험	PP 밴드나 손잡이를 잡고 끌어 당겨서 하역하여 보호성을 확인한다.
격동 시험	전용시험기에서 철도수송 중, 레일의 연결부위 충격을 재현하여 보호성을 확인한다.
흔들기 시험	전용시험기에서 배의 흔들림에 의한 포장품의 이동과 충격을 재현하여 보호성을 확인한다.
실주행(實走行) 시험	시험품(試驗品)을 트럭에 싣고 실제의 도로를 주행하여 보호성의 확인을 한다.
회전 육각드럼 시험	전용시험기를 사용하여 포장품이 계단에서 굴러 떨어질 때의 시험품의 손상의 정도를 확인한다. 현재에도 발전도상국 경향의 포장시험방법으로써 행하여지는 경우도 있다. (최근까지는 JIS에서 규정되어 있었다)

는 것이 가능하지만, 제품의 종류에 따라서는 특수한 시험을 하지 않으면 실제의 시장에서 생기는 사고가 재현되지 않는 물건도 존재한다.

예를 들어 냉장고 등의 높이가 있는 제품에서는 하물 취급 시에 다른 상품과 접촉하는 것에 의해 측면에 타박이 생기는 경우가 있다. 이 타박에 대한 보호성에 관해서는 JIS에서 규정되어진 수송포장에서는 확인이 불가능하기 때문에 타박재현시험이라는 특별한 시험을 행하여 포장의 보호기능의 확인을 하고 있다.

실제로 기업에서 현장에서 행해지고 있는 JIS에 없는 시험항목으로써는 〔표 2〕에 나타나 것과 같은 부분이 실시되어지고 있다.

3. 최근 수송포장시험 특징

최근의 수송포장시험은 종래의 시험과는 크게 변화되어 있다. 그 이유로 열거할 수 있는 것은 아래의 항목이다.

(1) ISO와의 정합성

(2) 시험, 계측장치의 진보

(3) 새로운 시험방법의 일반보급

다음으로 각각의 항목에 대해 조금 사견(私見)을 기술해 보겠다.

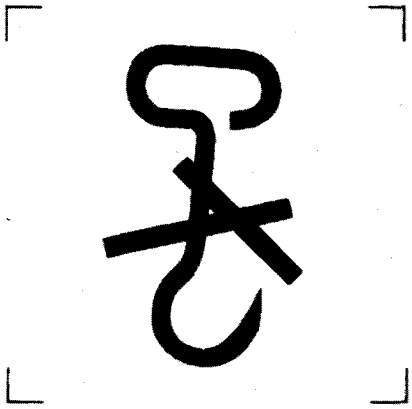
3-1. ISO 정합성

최근의 JIS 개정에서는 ISO와의 정합성 확보에 중점을 두고 있다. 이 목적의 하나가 비관세장벽의 배제이다.

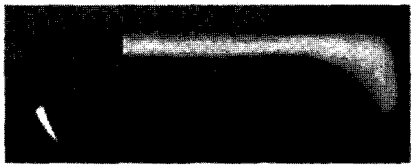
즉, 해외의 기업에서 제조되어진 제품을 일본내에서 사용하는 경우에 JIS가 장애가 되어서는 안 된다는 것이다. 이 자체에 어떠한 문제는 없지만 ISO와의 정합성을 우선한 나머지 일본의 실정과 정합하지 않은 부분이 나타나 있으며 이러한 사정에 관해서는 좀 더 세심한 배려가 필요하다고 사료된다.

예를 들어 일본은 주위가 바다로 되어진 나라이기 때문에 구미(歐美)에 비해서 평균습도가

〔그림 3〕 일본 미국의 차이점



갈고리 사용 금지



일본의 갈고리

높다는 특징이 있다. 또한 다습상태가 장기간 계속되는 장마기단이 존재하는 것도 일본의 기후의 특징이다.

이와 같은 상황을 고려하여 이전의 JIS에서는 온·습도의 표준상태는 20℃, 65%로 규정되어 있으나 현재 JIS의 표준상태는 ISO와 정합시킨 23℃, 50%로 변경되어 있으며 일본의 기상환경과도 부합하지 않는다.

또한 픽토리얼 마크(도면에 의한 표시)도 구미(歐美)의 마크가 우선적으로 변경을 하기 때문에 일본인에 있어서는 알기 어렵게 변경되어 있는 경우도 있다.

예를 들어 하물표시마크(통칭 케어마크 : Z 0150에 규정) 중에 '갈고리사용금지'의 표시에 사용되고 있는 갈고리의 모양은 일본인이 알고 있는 갈고리와는 전혀 다른 물건이므로 마크를 보고 의미를 이해하는 사람은 거의 없는 실정이다.

그러나 JIS보다도 ISO가 합리적인 방식을 하고 있는 부분도 많으며, 이들의 부분에 대해서는 직접 그 이점을 평가하여 JIS에 채용하는 것이 바람직하다.

3-2. 시험·계측장치 진보

최근 10년 정도 안에 수송포장시험에서 사용되는 시험장치와 계측장치는 크게 변화되었다.

낙하충격시험은 제품충격강도를 측정하기 위한 시험장치(Z 0119에서 규정)가 일반화하여 제품충격시험기를 사용한 포장화물시험 방법이 Z 0202로 규정되어있기 때문에 이 방법을 사용하는 기업이 증가하였다.

이 시험방법은 예전부터 실시되어 온 자유낙하에 의한 충격시험에 비해 월등히 재현성이 뛰어나며 적당한 치구를 사용하는 것으로 임의의 각도의 충격시험을 하는 것이 가능한 등 많은 장점을 가지고 있기 때문에 앞으로도 점점 이용이 확대되리라 예상된다.

충격시험을 한 경우에는 가속도 계측을 하는 것이 일반적이지만 가속도의 계측기기도 예전의 아날로그방식의 계측기계에서 디지털 계측기계로 바뀌어 가고 있다.

아날로그방식의 계측기계에서는 시험 실시 후의 데이터 해석의 전용기기가 필요한 것과 동시에 해석에 시간이 걸리는 등, 비용과 시간이 걸

리는 것이 보통이었으나 디지털 데이터는 해석 소프트웨어를 도입하는 것만으로 PC를 이용하여 간단히 해석이 가능하며 코스트와 시간도 절약 가능하기 때문에 많은 기업이 디지털계측을 도입하려 하고 있다.

진동시험에 있어서의 가장 큰 변화는 다축동시가진장치(多軸同時加振裝置)의 도입이라 할 수 있다.

이전에는 포장화물의 진동시험에는 상하방향 또는 수평방향 한가지만의 가진장치가 사용되었으나 최근에는 2축 또는 3축 동시가진(同時加振:동시에 진도를 가하는 것)이 가능한 진동시험장치의 도입이 증가되고 있다.

또한 종래에는 정현파(正弦波) 스위프(sweep) 가진시험이 많이 행해져 왔으나 기술의 진보에 의해 고기능의 랜덤제어장치가 일반화 되고 있다.

다축동시가진시험장치를 이용하여 랜덤가진시험을 하는 것으로 인해 예전의 시험방법에서 재현되지 못했던 실제수송에 근사(近似)한 진동조건이 가능해 졌기 때문에, 개발한 포장의 문제점 해명이 효과적으로 이용되게 되었다.

3-3. 일반 보급

수송포장시험의 기본규격인 Z 0200에 랜덤가진시험이 도입되어진 것은 1994년이었으며, 물류환경조건에 대응한 시험조건의 조합이 도입된 것은 1999년이다. 이들의 새로운 방법은 JIS에 도입 후, 10년을 경과하여 어느 정도 일반적으로 보급되었다.

최근의 JIS의 개정에서 랜덤시험이 우선시험으로써 채용되어진 것도 위에서 말한바와 같은 배경이 있기 때문으로, 앞으로도 새로운 시험방법으로 변경되어질 가능성이 높기 때문에 JIS의 내용변경에 대해서는 충분한 주의를 기울일 필요가 있다.

4. 최근의 시험규격

물류에 관한 인프라는 매일 변화하고 있다. 또한 시험장치와 계측기계도 기술의 진보와 함께 새로운 기능을 가진 제품이 생겨나고 있다. 이와 같은 변화에 대응하기 위해 포장시험의 규격도 몇 년을 기준으로 개정이 이루어지고 있다. 수송포장시험의 JIS에도 몇 가지의 새로운 방식이 도입되고 있다.

4-1. 진동시험

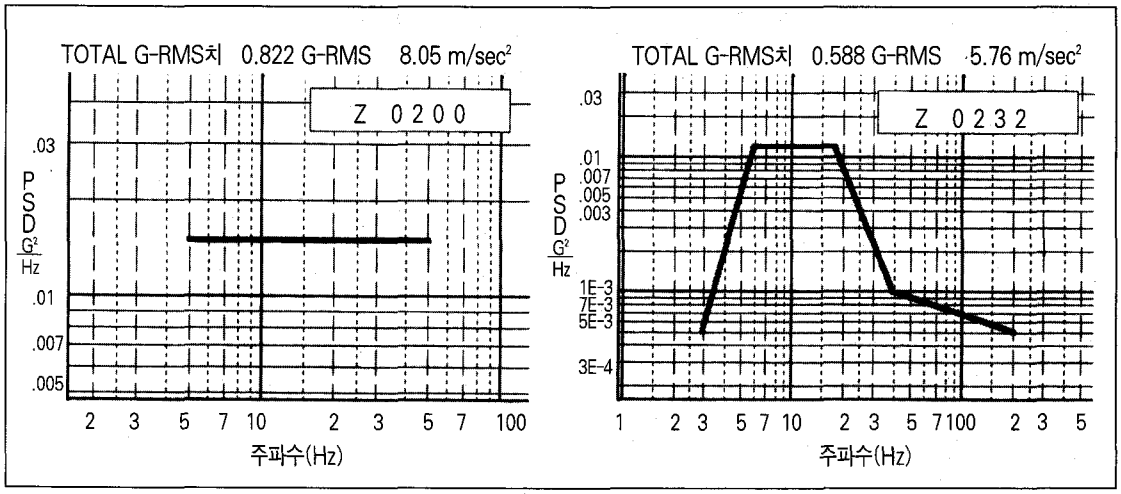
진동시험은 JIS Z 0232에서 규정되어 있다. 1999년판의 JIS에서는 시험 장치와 시험방법에 관하여 규정되어져 있었으나, 금년에 새롭게 개정되어진 JIS에서는 2가지의 큰 개정이 이루어졌다.

(1) 예전의 JIS에서는 최우선으로 행한다고 규정되어 있던 정현파대수소인가속시험(正弦波對數掃引加速試驗)에 바뀌어 '랜덤가속시험을 우선으로 적용한다.' 로 변경되었다.

(2) 랜덤가속시험을 적용하는 경우에 적용해야 할 PSD 특성은 종래의 Z 0200에 '불규칙진동시험' 이라는 표현으로 규정되어 있었으나, 이번의 개정에서는 '랜덤시험' 으로써 Z 0232의 안에 직접 기재되었다.

가능한 빠른 시기에 Z 0200의 개정을 하여 새로운 조건으로 일체화 할 필요가 있다.

〔그림 4〕 Z 0200과 Z 0232에서 규정되어진 PSD특성의 차이



4-2. 조합수송 포장시험

공장에서 출하되어진 포장화물이 고객에게 전달될 때까지 진동, 충격, 하중 등의 여러 가지 종류의 외력을 받게 된다.

이들의 외력에 대응한 시험조건이 결정되어 있는 것은 화물포장 - 평가시험통칙(Z 0200)이다. 1994년 판에는 낙하, 진동, 압축의 각종 시험조건이 따로 규정되어져 있어, 실제의 물류환경에 적합 시키기 위해서는 어떠한 조합으로 시험을 해야만 하는지가 규정되어 있지 않았기 때문에 시험을 실시하는 측에서 자사(自社)의 수송환경을 고려하여 조합조건을 결정할 필요가 있었다.

1999년의 개정 시에 ISO 4180의 내용이 거의 그대로 부록서로서 사용되었다.

이 개정에 의해 수송환경조건에 맞게 행해져야할 조합의 시험방법이 명시되어져서 실용성이 높은 시험규격이 되었으나, 새롭게 채용되어진 진동시험과의 정합성 등을 고려하여 보다 알기 쉬운 규격이 되도록 시급한 개정이 필요하다.

5. 결론

최초에 기술한바와 같이 수송포장시험은 물류환경과 사회 인프라와 연동하여 적당한 시간(약 5년)을 주기로 새롭게 개정이 이루어지고 있다.

다만 JIS는 그 성격상 일본 내의 환경에 대응하기 위한 규정이 만들어져 있어서, 국제적으로 전개하고 있는 현재의 물류환경에는 적합하지 않은 부분도 많다. 이 글에서는 JIS를 바탕으로 수송포장시험에 대해 설명 했지만, 수출입업무에 종사하는 이에게 있어서는 해외의 규격에도 민감해야 한다.

앞으로의 포장의 무대는 세계에 있다는 것을 인식해 두고, 포장관계자가 좀 더 넓은 시야로 포장을 다시 짚어 레벨을 올려줄 것을 기대하면서 글을 마친다. ko