온수제정변좌용 리터너블 포장 발전 및 평가

Development and Evaluation of Returnable Packaging for 'WASHLET'

上橋健一 / 東陶機器(주) 그린 포장추진부

Ⅰ. 서론

일본의 TOTO그룹은 1993년에 「지구환경방침」을 제정하고 『지구자원이 효율적 활용, 순환되는 「상품만들기」, 「기업경영」, 「사회 시스템의 형성」 노력하다』라는 이념속에서 환경배려상품의 개발, 기업활동 프로세스에서의 환경부하절감, 환경마네지먼트 시스템의 구책 등, 적극적으로 활동을 하고 있다.

포장의 환경대응에 대하여 「3R」을 기본원칙으로 하여 독자의 가이드라인을 책정하고 환경대응포장에 힘쓰고 있다.

- 리듀스(Reduce) : 포장을 줄인다(무포장 · 단순포장 등)
- 리유스(Reuse) : 포장을 반복하여 사용한다(리터너블 포장 등)
- 리사이클(Recycle) : 리사이클에 배려한다(재생재의 적용, 폐기처리성의 향상 등)

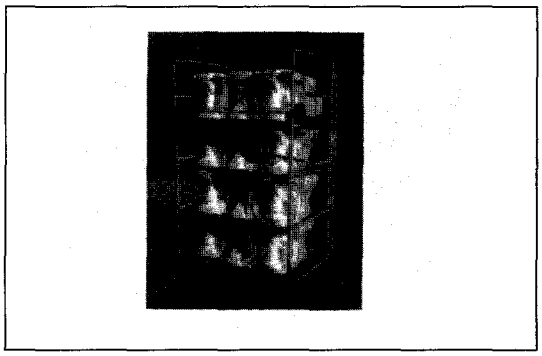
여기에서는 「유스」의 관점에서 개발한 워슈렛(온수세정변좌)용 리터너블포장을 례로 개발과 평가시험에 대하여 소개한다.

1. 개발 배경

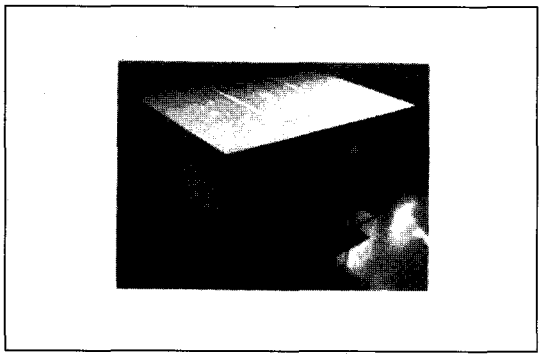
최근 지구환경보전에 의식이 높아지고 있는 가운데 시장에서는 환경을 배려한 요구되어, 상품에 대하여 포장재(개봉 후의 잔재(殘材))의 리듀스가 제조업계의 과제가 되고 있고, 환경부하의 저감(低減)과 자원의 효율적인 이용에 관한 기술개발이 성황리에 추진되고 있다.

이 포장재의 리듀스를 진행하기 위해서는 제품이 고객의 손에 전달될 때까지 얼마만큼의 포장재료가 사용되고 있는 것인가를 파악하는 것

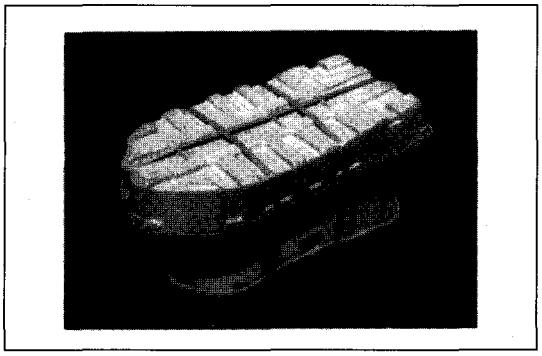
(사진 1) 무포장 사례(위생도기(陶器)



〔사진 2〕 간단포장사례(욕조)



〔사진 4〕 리사이클 사례(펄프 몰드 포장)



이 필요하다.

이 포장재료가 사용되고 있는 것을 확인한 결과 크게 2가지의 과정으로 분류할 수 있다.

우선 일본의 상품 메이커로부터 상품구입 및 일본에 배치되어 있는 생산거점에서의 조립식 상품이송의 「제품생산과정」, 다음으로 공장에서 생산되는 제품을 고객에게 전달하는 「상품운송과정」이다.

이 각각의 과정에서 사용되는 포장재료는 거의 같은 양으로 그 포장재료의 거의가 원웨이로 폐기처분되고 있다.

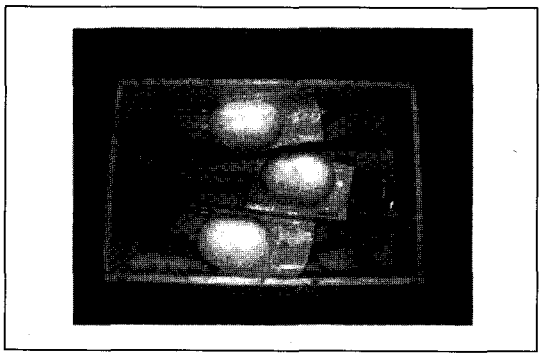
토토(주)에서는 장년(長年) 포장재료의 리듀스에 힘을 기울리고 있지만 매년 개선되고 있는 물류환경에 의한 감량화를 하여도 적은 포장재료 절감 밖에 할 수 없어, 환경부하를 경감시키는 것의 큰 효과를 거두지 못하는 것이 현재의 실정이다.

거기에서 포장재료를 절감하는 것만이 아닌 리유스로 전부 폐기하는 발상으로 전환하여 제품생산과정에서 상품이송상자를 「상품수송과정」에서는 "상품이 통한 상자"라고 칭하고 리터너블 포장의 개발에 노력하고 있다.

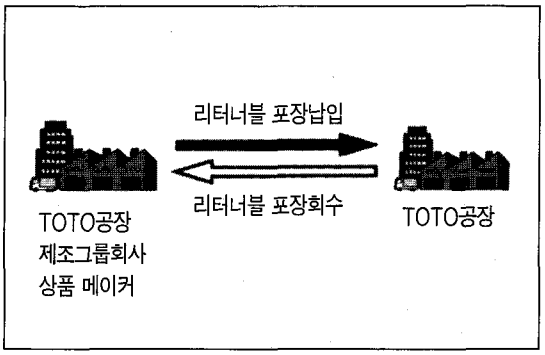
〈운용프로우〉

제품 · 상품을 운송하는(專用便) 돌아오는 편

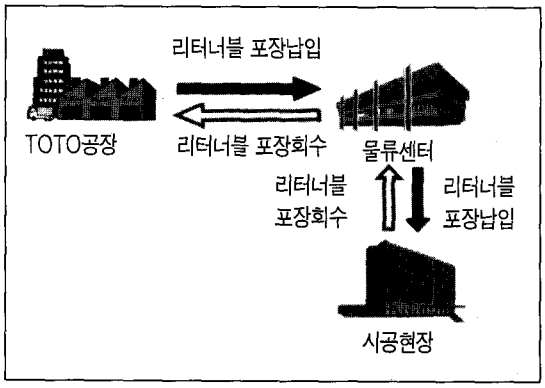
〔사진 3〕 유스포장사례(水栓金具)



〔그림 1〕 제품생산과정 리터너블 포장



〔그림 2〕 상품운송과정의 리터너블포장



〔표 1〕 리터너블 포장 재료검토

구분	골판지	인젯션 성형품	저배합 발포 시트	플라스틱 골판지
내구성	△	◎	△	△
편리성	○	○	◎	◎
범용성	◎	○	◎	◎
금형비	◎	△	◎	◎
가격	◎	○	○	◎
폐기성	◎	○	◎	◎
감용성	○	△	△	◎
득점	17	13	16	19

◎:3점 ○:2점 △:1점으로 산정

(택배 등)을 활용하여 리터너블 포장을 회수한다(〔그림 1〕, 〔그림 2〕).

2. 재료선정

리터너블 포장의 재료로서는 일반적으로 인젯션 성형품이 대다수로 저배합 발포시트 가공품, 플라스틱 골판지 가공품, 골판지 가공품이다.

각각의 재료의 메리트 및 데메리트를 각 항목마다 유출하여 평가했다〔표 1〕.

단지 전조건으로서 플라스틱 재료에는 범용성

〔표 2〕 리터너블 포장의 기능검토

리터너블 포장	요구기능	검토항목
상품이송상자	낙하내구성	불측(不測)의 사태를 상정
	강성(剛性)	상자 자체의 형상을 유지
제품 통과 상자	감용화(減容化)	회수시의 운송효율
	기밀구조	제품보호성능
	제품의 고정방법	품질유지

이 있고, 코스트의 낮은 가격인 폴리프로필렌수지를 적용했다.

더욱이 리터너블 포장에는 기존 제품의 것이 많이 존재하지만 사용자 측에서 사용자의 요구에 대하여 ① 내구성이 있고 ② 편리성에 우수하며 ③ 범용성이 있고 ④ 싼 가격으로 ⑤ 폐기성도 고려하였다.

또한 제품이 통한 상자는 고객으로부터 회수되는 것은 포장을 뜯어서 배출하는 상태가 되기 때문에 ⑥ 감용화(減容化)를 할 수 있는 것을 필수항목 조건으로 했다.

재료에는 각각 일장일단(一長一短)이 있고. 갑을을 붙인 상태이지만 각 항목의 이점 합계로 미세한 득점을 상회하는 플라스틱 골판지에 사용재료를 결정했다.

또한 사용자측에서 "사용자"의 요구에 부응하기 위하여 토토회사 특유의 리터너블 포장의 개발에 착수했다.

3. 구조검토

리터너블 포장의 기본 컨셉은 「파괴되기 전까지 반복하여 사용」이 전제로 되어 있다. 그러나 장기간 사용하지 못하고 쉽게 파괴되면 리터너블 포장에 투자하는 의미가 없다.

그렇기 때문에 리터너블 포장에는 내구성이 높은 것이 요구된다. 그 내구성이라고 하는 것은 불측(不測)의 사태를 상정한 낙하내구성과 상자 자체의 형상을 유지하는 강성(剛性)을 크게 생각할 수 있다.

제품을 통한 상자에 대해서는 빈 상자가 되어 생산공장에 회수되는 운송효율을 향상시키기 위하여 감용화(減容化)가 될 수 있어야 한다.

또한 제품을 넣는 포장 봉투를 폐지(廢止)하는 것으로 현념 되고 제품본체의 먼지가 묻는 것을 방지하는 기밀구조(氣密構造)여야 한다.

더욱이 제품의 품질을 보호한 대로 고객에게 전달되기 위하여 제품고정방법이 필요하고 이들이 요구기능으로서 말할 수 있으며 기술적으로 심(深)구(求)하여야 한다〔표 2〕.

3-1. 부품이송상자

3-1-1. 낙하내구성

심취(深取)한 운송환경 데이터로부터 낙하되는 가능성이 높은 부위에 대하여 보강부재를 설치했다.

더욱이 언젠가는 폐기되는 시기가 오는 것을 고려하여 상자 본체를 보강부재와의 접합을 시작으로 모든 접합부재에 원터치 착탈기능(着脫機能)이 있는 구조를 기용했다〔그림 3〕.

3-1-2. 강성

플라스틱 골판지 등의 시트 가공품은 6면이 막혀있는 상자의 상태로 내외 압력에 의해서 일그러짐을 억제할 수 있지만 개구부(開口部)가 개봉된 상태에서는 일그러지거나 뒤틀리기 쉽다.

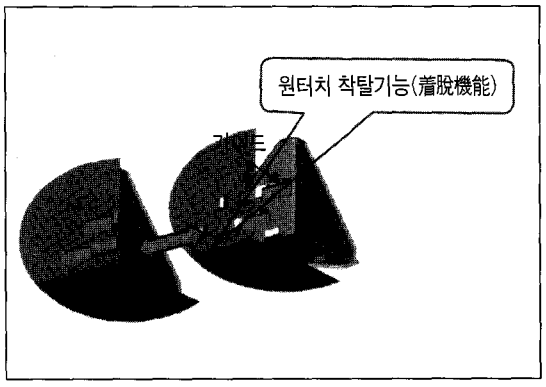
특히 상자를 쌓아 올릴 때 등의 압축하중에 대하여 그것이 현저하게 나타난다. 거기에서 상자 측면을 접어서, 부분적으로 2중 구조로 강성을 향상시킬 수 있었다〔그림 4〕.

3-2. 제품이 통하는 상자

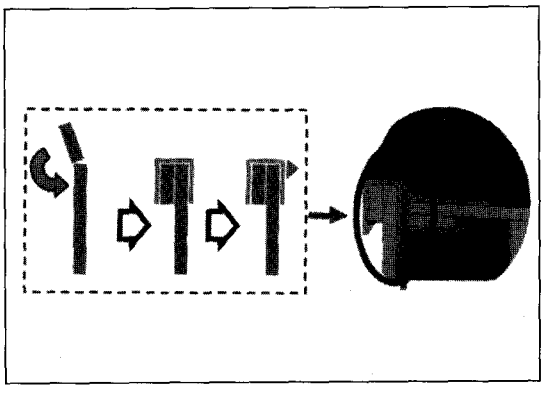
3-2-1. 감용화(減容化)

제품이 통하는 상자는 토토회사의 생산공장에서 제품이 수납되어 현장에 된 후에는 제품만이 꺼내어지고 용기는 다시 생산공장에 회수

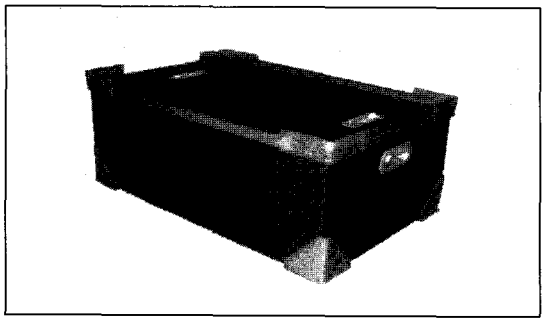
〔그림 3〕 보강부재



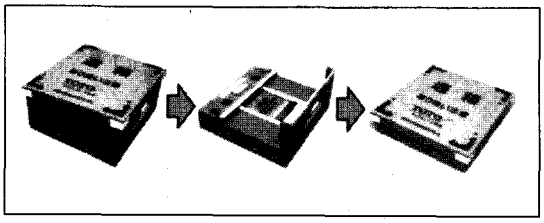
〔그림 4〕 상자 측면의 이중구조



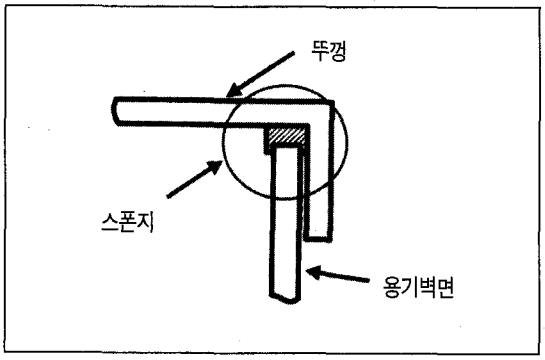
〔사진 5〕 부품이송상자 완성상태



〔사진 6〕 접는 구조



〔그림 5〕 기밀(氣密)구조



된다.

이 회수의 경우에는 처음의 상태와 거의 같기 때문에 어떻게 감용화(減容化)을 할 수 있을까가, 수송효율을 향상시키기 위해 중요하다.

그래서 용기의 4측면을 접을 수 있게 검토하고 감용화(減容化)시키는 수단을 적용했다.

접는 구조에는 플라스틱 골판지의 열용융(熱溶融)에 의한 힌지가공을 적용했다.

상당히 내수성이 있는 힌지구조를 가질 수 있게 되었다.

결과로서 체적비에는 접는 후에 1/3까지도 감용화(減容化)가 가능하게 되었다〔사진 6〕.

3-2-2. 기밀구조

워슈렛트의 외관부품에는 폴리프로필렌수지가 사용되고 있고 정전기를 발생하는 성질을 가지고 있다. 그렇기 때문에 유통과정에서 용기내부에 먼지가 들어가면 제품본체에 부착하는 결과가 된다. 이 먼지의 침입을 방지하기 위해 통하는 상자의 결합부분에 기밀성을 가지게끔 하였다.

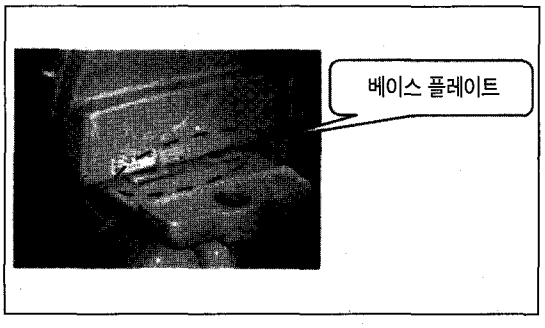
〔그림 5〕와 같이 뚜껑과 용기와의 결합부분에 스폰지를 붙여서 거의 완전한 기밀구조를 완성에 성공했다.

3-2-3. 제품 고정방법

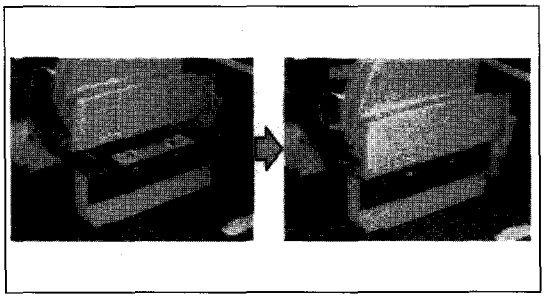
마지막으로 제품의 고정방법에 대해 설명한다. 워슈렛트의 시공에는 〔사진 7〕과 같이 제품고정용의 치구(베이스플레이트)를 이용했다.

이 베이스플레이트을 〔사진 8〕과 같이 통하는

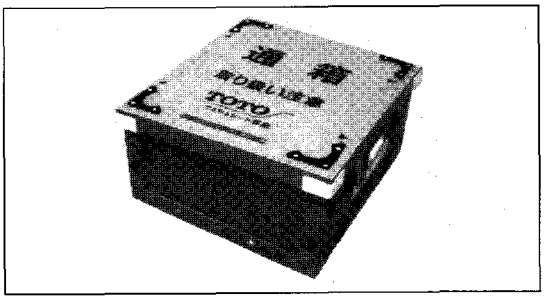
〔사진 7〕 시공방법



〔사진 8〕 제품고정방식



〔사진 9〕 제품이 통하는 상자 완성상태



상자 본체 내에 칸막이 부분에 설치하여 제품을 접착하는 것으로 제품을 통하는 상자 내부에 고정했다. 이 수법에 따라서 제품외관부와 통하는 상자 내면의 접촉에 의해 훼손이 되는 것을 방지했다.

더욱이 제품의 착탈(着脫)작업도 상당히 좋고 베이스플레이트를 교환만 하는 것으로 비슷한 가공방법을 가지는 다른 기조에도 용이하게 전개할 수 있게 되었다.

4. 신규평가기준 설정

리터너블포장을 운용에 맞춰 새로운 평가시험 기준의 설정을 했다. 우선 토토회사의 리터너블 포장의 운송에는 트럭전용편을 사용하는 것이 전제로 되어있다.

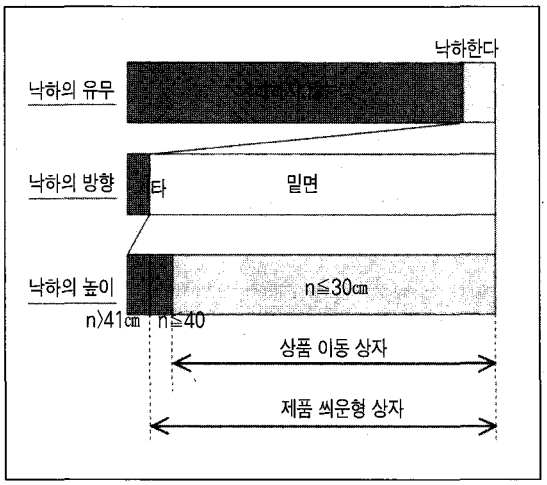
거기에서 과거 수년에 걸쳐서 토토회사가 독자적으로 조사를 진행하여 왔던 운송환경 데이터를 뽑아내어 해석을 했다.

〔표 3〕 수송환경 데이터(예)

Event Number	Time of Event	Peak X	Peak Y	Peak Z	Max Drop
		g	g	g	㎝
4:03	02/26/2001 13:21:54.34	-0.20	-0.02	-0.98	15.61
4:04	02/26/2001 13:22:01.06	0.08	0.05	-1.00	18.37
4:05	02/26/2001 13:22:08.49	0.59	-0.19	-0.79	6.34
4:05	02/26/2001 13:22:08.49	0.61	-0.07	-0.79	6.39
4:10	02/26/2001 13:24:42.27	0.06	0.00	-1.00	7.91
4:10	02/26/2001 13:24:42.27	0.06	0.00	-1.00	6.81
4:13	02/26/2001 13:26:37.26	-0.01	0.06	-1.00	16.87
4:29	02/26/2001 13:45:04.24	-0.38	0.06	-0.92	10.28
6:05	02/27/2001 16:55:11.39	0.75	-0.06	-0.26	35.76
6:08	02/27/2001 17:01:39:51	0.55	0.11	-0.83	32.52
6:18	02/28/2001 7:42:57.38	0.01	0.08	-1.00	13.76

* 첨부 데이터는 채취한 데이터의 일부이다.

〔표 4〕 수송과정의 낙하데이터 해석



4-1. 낙하시험

환경 데이터레코더에 의하면 채취한 데이터가 〔표 3〕이다.

그렇지만 이 데이트를 해석한 결과, 이 데이터의 많은 부분은 낙하사정이 아닌 충격사정이라는 것이 판명되었다.

그래서 이들의 데이터 중에서 낙하사정의 부분을 빼내어 통계적으로 해석한 것이 〔표 4〕에 나타냈다.

낙하 데이터를 해석한 결과 한번 운송할 때 낙하될 가능성은 약 5%였다. 5% 가운데 낙하방향은 93%가 밑 방향으로 집중하여 발생하는 것을 알 수 있었다. 낙하 높이는 40㎝ 이하가 93%를 차지했다.

이 분석결과의 의하여 리터너블 포장의 낙하 평가시험기준을 설정했다.

더욱이 부품이동상자와 제품을 넣는 상자에서는 사용되는 상황이 틀리기 때문에 각각의 상황에 따라서 평가시험기준의 설정을 했다.

〔표 5〕 제품 씌운형 상자 낙하 평가시험조건

리터너블포장	항목	설정조건	결 과
상품이동 상자	낙하 높이	30㎝	모두 찰과 정도의 손상으로 실력은 더욱 위에 있다
	낙하 방향	밑면, 각	
	낙하 회수	각100회	
제품 씌운형 상자	낙하 높이	40㎝	문제없다.
	낙하 방향	밑면	
	낙하 회수	30회	

4-1-1. 부품이송 상자

서두에서도 말한 것처럼 이 상품이송 상자는 (제품생산과정)으로 사용하는 목적으로 개발했다.

〔표 4〕 밑면에서 낙하가 중요하다는 것을 알 수 있지만, 제품이동 상자에 수납되는 상품은 여러 가지이기 때문에 하역에서 가벼운 것도 수납도 생각할 수 있어 조잡한 취급도 상정할 수 있다. 거기에서 낙하방향은 밑면 및 각도로 하고 낙하높이 30㎝로 설정한다.

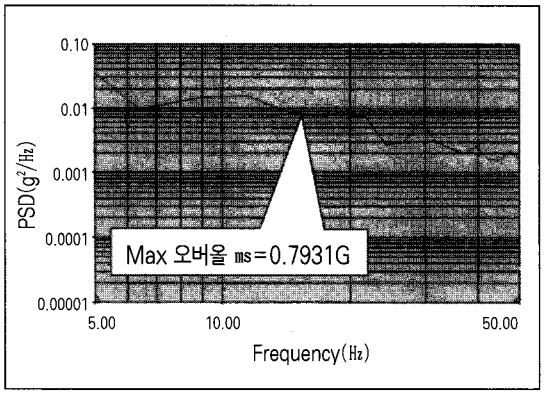
4-1-2. 상자평가 시험조건

다음으로 씌운 상자의 평가시험조건의 설정을 살펴보면 「상품운송과정」에서 사용되고 있는 제품 씌운기 상자는 사용범위를 TOTO사 물류센터 특정의 시공현장(오피스 · 병원 등의 대규모 건설현장)에 한정한다.

더욱이 이 제품씌우기 상자는 처음에 〔그림 2〕를 보면 알 수 있듯이 물류센터에서 직접 시공공장에 보급한다. 그렇기 때문에 상자를 보는 것도 좋게하고 반복 사용회수도 30회로 정하여 이 범위 내에서 평가기준을 설정했다.

종전에 서술한 것처럼 실제 수송 루트로 확인한 결과 낙하 및 충격에 의해 발생빈도가 낮게

〔그림 6〕 진동 데이터의 PSD 해석



〔표 6〕 제품 씌움상자 진동평가시험조건

항목		설정조건
진동수범위		5~50Hz
파워 스펙틀 밀도		0.013G²/Hz
오버 올 rms 치		0.7931G
진동시간	1-3방향	20hr
	2-4방향	10hr
	5-6방향	10hr
PSD 패턴		
결과		별다른 문제가 없다.

나타났다. 또한 충격방향은 상품이동상자와 같이 밑면에 집중되어 있다.

거기에서 1수송당 낙하빈도는 1번으로서 반복하여 사용하는 것을 가미하여 「밑면만 30회 낙하」로 설정하고 있다.

낙하 높이에 대해서는 JIS Z 0200를 참고로 「통상상정되는 정도」로 판단하고 40cm로 설정했다.

이것은 유통과정에서의 하역작업이 TOTO사의 전임 책임자만이 아닌 외부 회사의 작업자에 의한 하역작업이 진행하는 것을 상정한 결과이다. 이상으로부터 〔표 5〕와 같이 낙하시험기준을 설정했다.

4-2. 진동시험

환경 데이터 레코더에 따라서 채취한 진동파형 데이트를 각각 PSD 해석하고〔그림 6〕 주파수대 지역마다 Max치를 진동시험의 조건으로 설정했다.

시험시간에 관해서는 실제로 채취한 진동 데이터의 기록시간으로부터 나눈 것으로, 그것에 30회 사용의 진동시간 1-3 방향은 20hr로 설정한다. 그것에 맞쳐 수평방향도 설정하고 있다〔표 6〕.

4-3. 압축시험

또한 압축시험을 JIS Z 0212에 기초로 하여 실시했다. 강도확인결과는 TOTO사의 설계기준치를 클리어하고 있다〔표 7〕.

5. 결과

리터너블 포장을 적용하는 것으로 효과를 확인했다.

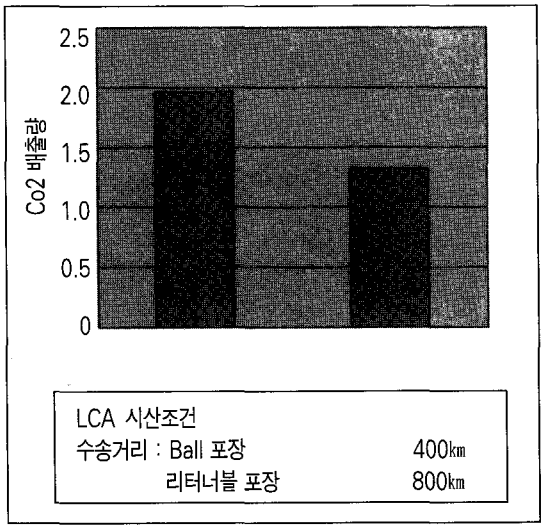
상품 이동상자에서는 3가지의 제품만 시험했지만, 지금까지 사용해 왔던 골판지포장재료는 모든 폐기되어 년간 약 40t의 소멸효과가 나왔다.

또한 제품 씌운 상자에서는 12층 건물의 아파

〔표 7〕 제품 씌운형 상자 낙하 평가시험결과

No.	최대 압축 하중(kN)	양(㎜)
1	3.783	17.03
2	3.685	11.48
3	3.744	15.06
평균	3.737	14.52
적재 단수 8단		

〔표 8〕 LCA 시산결과



트를 년간 150동 완성시킬 경우 약 60t의 폐골판지가 발생하게 되는 계산이 된다. 이것을 리터너블 포장화을 하는 것에 따라서 포장에 남은 재료가 제로가 된다.

합계로 약 100t의 폐골판지의 배툴을 억제할 수 있어 환경부하의 경감에 크게 기여할 수 있다.

더욱이 지금까지 골판지 포장을 리터너블 포장으로 하는 것에 따라서 LCA이 시산(試算)결과로 CO_2의 배출량이 32% 절감하게 되었다〔표 8〕.

이들은 리터너블 포장을 개발한 설계자만이 아닌 출하 · 수송을 담당하는 사람, 납입 거래처의 협력이 있어서 성과를 올릴 수 있었다.

6. 결론

이번에 소개한 리터너블 포장은 한정된 수송루트(TOTO공장, 특정의 시공현장)의 것이다.

개별산재(散在)의 시공현장(개별 주택 등)에 리터너블 포장을 확대해 가기 위해서는 포장기술면에서 상정되는 수송환경의 조사 및 그 실태에 맞는 평가시험기준방법의 설정이 필요하다. 또한 운용면에 있어서도 리터너블 포장의 회수가 포인트가 된다.

개별산재현장에 대하여 회수체제를 구축하기 위해서는 1납입 메이커의 노력으로는 곤란하고 납입회사인 거래처의 협력이나 동업 타사의 연휴가 필요하다. ko

기술원고를 모집합니다.

포장과 관련된 신기술을
발표할 업체와 개인은
'월간 포장계' 편집실로
연락주시기 바랍니다.

편집실 : (02)835-9041
E-mail : kopac@chollian.net