



하이브리드 리터너블 용기 개발

Development of Hybrid Returnable Container

高濱敏德 / 왕자인터팩(주) 부장

1. 서론

환경문제가 대두된 지 오래지만, 우리 중량물 업계에서도 이 문제를 해결하기 위한 중요한 상황을 맞이하고 있다.

중량물 수송 포장에서 오랫동안 수출용 1회용 용기(원웨이 용기)를 제조 판매해 온 당사이지만 일찍부터 시대가 요청하는 최적 수송포장의 해답을 구하기 위한 하나의 해결책으로 될 수 있는 리터너블 용기 개발에 힘을 쏟아 왔다. 그 개발한 용기와 1회용 용기의 성능, 코스트 비교 검토에 관하여 보고해 본다(그림 1, 2).

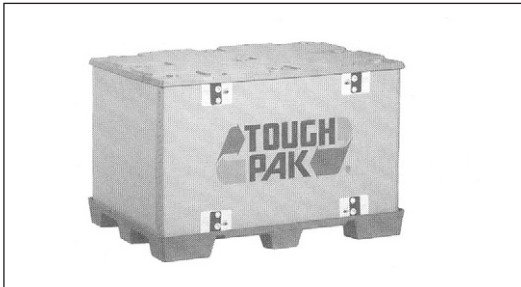
1. 강도

1회용과 반복 사용 용기는 각각 내구성의 관점에서 필요 강도를 검토해야 한다.

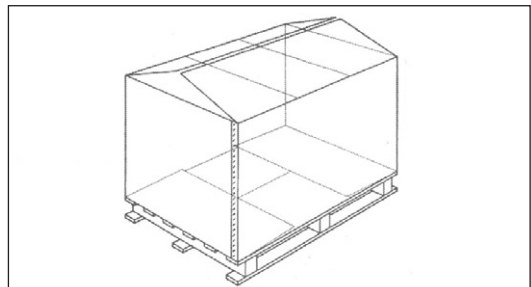
이번에 개발한 리터너블 용기의 내구성에 관해서는 사용 조건에 의한 차이가 크다는 것은 명백하지만 어림잡아 상부는 3년 정도의 사용을 상정하고 파렛트는 5년 정도를 상정하고 있다.

그러나 경제 합리성을 가지는 용기 강도의 적정 기준을 정하는 것은 현실적으로 이야기 하는 것이 쉽지가 않아서 결정한 근거는 질문을 받으면 대답이 궁색한 측면도 있다. 그에 관해서는 금

[그림 1] 리터너블



[그림 2] 원웨이





[표 1] 비교사양

용기	(A) 리터너블 용기	체 적	(B) 원웨이 용기	체 적
외치수	1,150×1,130×1,075	29.07kg	1,150×1,130×1,075	27.06kg
유효 내치수	1,078×1,058×912		1,120×1,100×914	
재료	몸통	3층 골판지(1300G)	반A식 3층 골판지(1100G)	4.164m ²
	뚜껑	폴리올레핀수지(PE+PP)	컷트시트 1,120×1,100×1매	1.232m ²
	파렛트	상동	목재파렛트	0.02897m ³
			상판 1,120×90×15×7매	0.010584m ³
			중간 1,130×45×90×3매	0.0137295m ³
			하판 1,150×90×15×3매	0.0046575m ³

* 중량 계산시 목재의 비중은 0.529 사용

* 비교한 사양은 당사의 용기

후 더 한층의 검증을 거쳐야 하므로 미리 양해를 구하고자 한다.

1-1. 몸통(상부)

상자의 압축강도에 관해서는 [그림 1]은 당사 3층 골판지 1300 그레이드를 사용하므로, [그림 2]의 3층 골판지 1100 그레이드보다 압축강도가 약 15% 상승한다[표 1].

상자는 반복 사용한다고 하는 관점에서 어느 정도의 강도면 충분할까를 추정하는 것이 문제이

지만, 결정에 있어서는 유감스럽게도 경험치에 의존할 수 밖에 없다. 그러나 객관적인 기준은 없을까 검토할 때에 켈리컷트의 각종 상자의 적재 하중에 의한 열화가 참고로 된다. 3년정도의 열화는 수송조건은 가미되지 않는다해도 50% 전후로 상정되는데, 그래서 상자의 압축강도를 구해보면 다음과 같다.

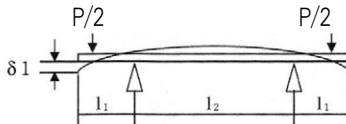
1300 그레이드 상자 압축강도(실험식)

$$S = 145 \times 4388^{0.5} \times 912^{-0.117} = 4,237 \text{kgf} = 42,433 \text{N}$$

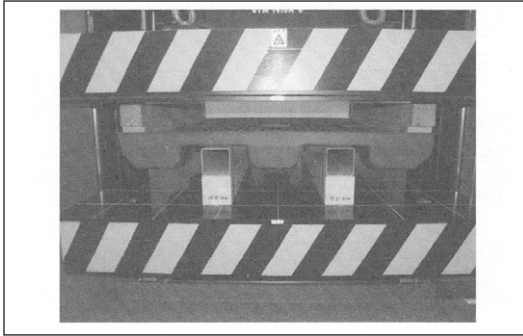
[표 2] 4점 굴곡 시험

품명 규격	치수	l1 (cm)	l2 (cm)	b (cm)	P (kN)	(kgf)	W (kgf)	δ1 (cm)	EI (kgf · cm ²)	Ave. (EI)
BIG-PAK	1,135×1,135	28.0	40.0	110	0.76	77.499	38.749	4.88	1.83.E+05	1.83.E+05
TOUGHPAK A	1,130×1,150	28.0	44.0	113	7.55	770.267	385.133	4.4293	2.14.E+06	1.99.E+06
		28.0	44.0	113	7.00	713.948	356.974	4.7593	1.84.E+06	
		28.5	45.0	115	6.96	709.318	354.659	3.938	2.34.E+06	
		28.5	45.0	115	6.32	644.115	322.115	3.994	2.10.E+06	

$$\delta_1 = \frac{P/2 \cdot l_1^3 (3l_2/1l_1 + 2)}{6EI}$$



[사진 1] 굴곡 시험



통상 1회용의 경우는 안전율을 3~3.5 정도로 설계하지만 반복 사용이라고 하는 점에서 5~6 정도를 최적의 것으로 한다. 때문에 충전 중량은 경제적이거나 계산상으로 750kg 정도가 적절하지 않을까 추론한다.

금후 사용하면서 추적 조사를 하면서 가능한 사용 회수와 기간, 충전 중량, 피곤포물 형상과의 관계를 객관적인 데이터 수집, 분석하여 최적인 설계에 반영할 것이다.

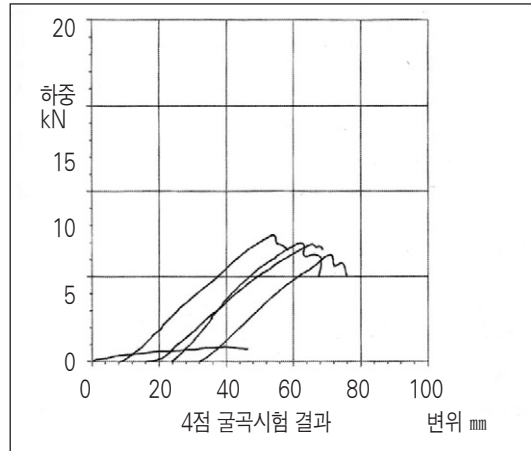
1-2. 파렛트와 두께

재질선정으로 금속도 생각하였지만, 경량과 보존성에서 플라스틱을 선정하였다.

반복 사용 조건에서 공장자의 보관시, 반송시에 용적을 적게 해야한다는 점이 파렛트와 두께의 형상 설계상의 필수 요건이다. 따라서 일반 플라스틱 파렛트와 비교하면 테스트 가능한 형상으로 하기 위해서 강도의 점에서 약간 희생할 수밖에 없지만, 구조적으로 서로 비슷한 종래 제품과의 굴곡 비교시험(사진 1)은 [표 2], [표 3], [그림 3]과 같은 결과로 된다.

개발한 파렛트와 목재 파렛트와의 강도비교 시험은 하고 있지 않지만 종래의 플라스틱제 파렛

[그림 3] 굴곡시험



트의 이용실적과 유통실태가 400kg 정도의 수납 물에 문제없이 적용되고 있는 실태로부터 추측해 보면, 개발품은 그것의 약 10배 이상의 굴곡 강도를 갖고 있기 때문에 적재 중량은 훨씬 더 클 것으로 생각한다.

지금까지 원웨이 목재 파렛트를 사용한 원웨이 용기의 경우는 대략 1톤 정도는 곤포 대상이다.

이 개발한 파렛트에 1톤을 실었을 경우 균등 하중이라면 문제가 없다고 생각하지만, 범용으로 쓰는 감각적이지만 종래품의 2배 정도라고 추정한다.

덧붙여 적재중량 750kg 상정의 (B) 목재 파렛트의 데키보드 설계는 다음과 같다.

$$Bt^2 = \frac{3WL}{4fd} \quad B = \frac{3 \times 750 \times 106}{4 \times 113 \times 1.5 \times 1.5} = 234$$

(B)사양의 경우는 상부 데키보드의 총화율 0.8, 하부는 0.5에 대해서 상부 0.56(30%less) 하부는 0.24(52% less)로 하고 있다.



[표 3] 굴곡 비교 시험

시험기 명칭	CTM			시험종류	4점굴곡		
하중풀스케일	100kN			로드셀 정격	100kN		
하중렌지	100%RO			왜곡1정격	10mm		
왜곡1렌지	사용치 높음			시험속도	10.0mm/min		
기록지속도	OFF			시험 기본체 강성	0mm/kgf		
중간점(하중)	5	10	15	중간점(변위)	10	20	40
	kN	20	25		30	mm	60
탄성률 해석	간격	0.4	2	초기시료길이 에썬스판 폭	440mm		
	하중	피치	0.1kN	신장원점 초기 하중점	20N		
왜곡보정	보정하지 않음			파단점 계측	0.5N		
SS커브 보존	한다						

측정일	2008년 12월 10일	환경온도	23℃
환경습도	55%RH	시료명칭	TOUGHPAK
코멘트 1	케이스 치수: 1130×1150	코멘트 2	1.BP 2~5.TOUGHPAK · A~D

TestID=861 시험번호	최대점 하중 kN	최대점 하중 kgf	최대점 변위 mm
1	0.7600	77.498	48.800
2	7.5537	770.27	44.293
3	7.0014	713.94	47.593
4	6.9560	709.32	0.0000
5	6.3177	644.22	39.940

이것은 경험적으로 1.5cm 컷트 시트를 끼는 효과와 일회용이라고 하는 점이다.

가까운 시일내에 목재 파렛트의 굴곡 시험을 실시, 데이터 비교를 할 예정이다.

1-3. 수납중량

하이브리드 리터너블이라고 하는 점에서 슬리브와 뚜껑 내지는 파렛트의 강도가 밸런스가 좋지 않으면 안된다.

수납물의 형상에 좌우되는 것은 말할 필요도 없지만, 최저 3년 이상 해외로 돌아다닌다고 하

는 조건하에서 750kg 정도까지가 최적 범용성이 있는 수납 중량으로 가정하고 있다.

금후 실적을 조사해 나갈 예정이다.

2. 3R 검증과 CO₂ 배출량 비교

하이브리드 리터너블 용기 개발은 포장 재료와 용기 회수를 위한 정맥수송에 의한 환경 부하가 트레이드 오프의 관계에 있으므로 어디까지나 리터너블 상자가 유리하다고 하는 추론에 근거하여 작업을 추진해 왔다.

그 결과 포장재료의 절감, 재이용, 리사이클이라고 하는 수순을 순환형사회형상 추진 기본법은 나타내고 있다. 또 후드마일리지 개념이 보급되고 있는 중이다. 그래서 수출 곤포재의 리터너블화는 일회용 용기와 비교해서 CO₂ 절감에 유효한지를 검증할 필요가 있다.

[표 4] 리터너블 원웨이 CO₂배출량 비교(월 40ft 컨테이너 1개=40파렛트 출하)

물류시스템	리터너블	배출량	원웨이	배출량	절감량
포장재료	하이폴에이스1300 그레이드 슬리브	4.946kg-CO ₂	하이폴에이스1100그레이드	외장 6.815kg-CO ₂	▲4.62kg-CO ₂ ▲0.185톤CO ₂
	뚜껑	44.898kg-CO ₂	커트시이드	6.815kg-CO ₂	
	파렛트		파렛트	46.452kg-CO ₂	
	합계	49.8444kg-CO ₂		54.464kg-CO ₂	
	40ft 컨테이너당=40세트	1.9930톤CO ₂		2.178톤CO ₂	
수송 사이다마	대형트럭 3대	0.2067톤CO ₂		0.2067톤CO ₂	
▼ 100km					
요코하마	컨테이너선 40ft 1개	2.874톤CO ₂		2.8863톤CO ₂	
▼ 5.500km					
방콕	대형 5톤 트럭 6대	0.3461톤CO ₂		0.3475톤CO ₂	
▼ 100km					
야유타야	대형 5톤 트럭 1대(40세트)	0.0171톤CO ₂			
▼ 100km					
방콕	LCL 화물(40세트)	0.1416톤CO ₂			
▼ 5.500km					
요코하마	4톤 트럭 1대(40세트)	0.0171톤CO ₂			
▼ 100km					
사이다마		3.6026톤CO ₂		3.4414톤CO ₂	0.1612톤CO ₂
		5.5956톤CO ₂		5.8194톤CO ₂	0.0238톤CO ₂
<p>CO₂ 절감양 (1.993×3)+n(3.4268+0.1758)<n(2.178+3.4414) n=2.964 4라운드째 수출부터는 원웨이 포장재료상 당분 약 2.0t-CO₂가 절감되는 계산</p>					

2-1. 계산조건

이하 일회용 용기와 리터너블 상자의 CO₂ 배출량 비교에 관하여 언급하는데 비교 모델 케이 스로써의 계산조건은 다음과 같다.

① 수송경로

사이다마현 → 요코하마 항구 → 방콕 → 야유타야

② 출하수량

40ft 해상 컨테이너 1개 40 파렛트

③ 1파렛트당의 외치수와 내용물 중량

외치수는 1,150×1,130×1,100이며 내용물과

중량 부품은 750kg이다.

④ 리터너블 경우 회전율과 용기 소요일 수 공장출하에서 현지 공장 도착까지의 소요일수를 16일로 한다. 왕복하는데 걸리는 일수를 75일(2.5개월)로 한다

⑤ 준비하는 리터너블 상자의 필요수량 3개월 분으로 한다.

2-2. CO₂ 배출계수

① 용기제조

수지 파렛트용 원재료와 제품의 수송에 의한



[표 5] 리터너블과 원웨이 코스트 비교(월 40ft 컨테이너 1개=40파렛트 출하)

물류시스템	리터너블	코스트	원웨이	코스트	차이
포장재료	하이폴에이스 1300 그레이드슬리브	5,300엔	하이폴에이스 1100 그레이드 외장	5,610엔	16,950엔
	뚜껑	20,500엔	커트사이드	920엔	
	파렛트		파렛트	2,320엔	
	세트 합계	25,800엔		8,850엔	
	40ft 컨테이너당=40세트	1,032,000엔		354,000엔	
수송 사이다마	대형트럭 3대	105,000엔		105,000엔	
▼ 100km					
오꼬하마	컨테이너선 40ft 1개	130,350엔		130,350엔	
▼ 5,500km					
방콕	대형 5톤 트럭 6대	78,000엔		78,000엔	
▼ 100km					
야유타야	대형 5톤 트럭 1대(40세트)	13,000엔			
▼ 100km					
방콕	LCL 화물(40세트)	32,000엔			
▼ 5,500km					
오꼬하마	4톤 트럭 1대(40세트)	26,000엔			
▼ 100km					
사이다마		384,350엔		313,350엔	
		1,416,350엔		667,350엔	
비용대비 효과 $1,032,000\text{엔} \times 3 + n(13,000\text{엔} + 32,000\text{엔} + 26,000\text{엔}) < n354,000\text{엔}$ $n = 10.9$ 4리터너블 시스템 도입 후 약 11개월에 브레이크 이븐					

배출 계수 산출은 종래의 돈킬로법을 사용한다.

종이제용기 제조에 관해서는 전국 골판지공업 조합에 의해 정해진 것을 기초로 산출한다.

골판지 상자의 CO₂ 배출량(m²당)
 골판지 공장 + 외장용 라이너 + 골심원지 =
 $62.5\text{g-CO}_2/\text{m}^2 + 442\text{g-CO}_2/\text{kg} + 478\text{g-CO}_2/\text{kg}$

종이제 용기(리터너블 상자의 슬리브 및 일회용 용기)에 관해서는 유저까지의 초회 납품 거리가 20km 정도이므로 CO₂ 배출은 편의상 무시하

였다.

목재의 배출계수는 독립행정법인 삼림종합연구소에 의한 목재비중은 임법 시험장편 「목재공업핸드북개정 3판」(1982) 105항을 참조했다.

② 수송

- 육상수송 : 개량 돈킬로법

- 해상수송 : 컨테이너선 수송 중량당의 CO₂ 배출량 0.0207을 채용(재단법인 SHIP AND OCEAN 재단 「선박에서의 온실효과가스(CO₂ 등)의 배출삭감에 관한 조사연구 보고서」(2001년 6월에서).

③ 해상거리는 대권항로로 하고 도중기항하지 않는 것으로 산출하였다.

④ 우드 마일즈 연구회편 「건축물우드마일즈 관련 지표 산출 매뉴얼 Ver. 2005」

2-3. CO₂ 배출

3라운드에서 브레이크이븐으로 된다. 따라서 4회째 사용부터 원웨이 용기에 의한 배출량 2,178톤이 절감된다.

3. 수송코스트 비교[표 5]

채용한 데이터는 2008년 9월호로 현재는 여러 가지 사항이 크게 변화하고 있으므로 양해를 바란다.

3-1. 계산조건

환율

u\$ 1.00 = J¥ 110

1 THB = J¥ 3.25

3-2. 토탈물류코스트

리터너블 시스템 도입 후 약 11개월에서 브레이크이븐되며 12개월째부터 코스트절감 효과를 발휘한다.

4. 마무리

리터너블 시스템을 도입하는 것이 이산화탄소 배출에 관해서나 혹은 토탈 물류 코스트점에서나 약 1년 지나면 유리해진다.

가령 월 1개의 출하에서 3년을 이용하면 CO₂

절감으로 약 50톤, 코스트 절감이 약 850만₩ 예상되므로 충분히 채산성이 맞는다는 것을 계산에서 쉽게 이해할 수 있다.

통상 리터너블 경우는 월간 컨테이너의 취급 개수가 주 1개 이상은 되지 않을까 한다.

실제로 도입하면 용기 관리 코스트로 생략해야 하지만 물류량이 많으면 많을수록 절감효과가 커진다.

용기관리면에서도 장래 RFID를 이용하면 그 관리의 번잡함도 경감될 것으로 생각되어 큰 장애가 된다고는 생각하지 않는다.

이번에 이용한 수치는 금후 보다 정밀도가 향상하여 실태를 반영한 것으로 해 나가지만 현 시점에서 수송포장 용기의 방향성을 확인하는 의미에서 개요는 파악할 수 있었다고 생각한다.

더 한층의 정밀도 향상을 위해 여러부들의 기탄없는 의견을 받았으면 하며 관심있는 분들의 연락을 기대해 본다. ☐

기술원고를 모집합니다.

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

편집실 : (02)2026-8655~9

E-mail : kopac@chollian.net



세계의 포장
