

이 글은 미국에서 이루어지고 있는 EVOH 다층용기의 리사이클에 대한 개략적인 내용을 옮겨놓은 것이다. 국내에서 진행되고 있는 리사이클에 조금이나마 도움이 되길 기대하며 ...

EVOH 다층용기의 리사이클

1. 서언

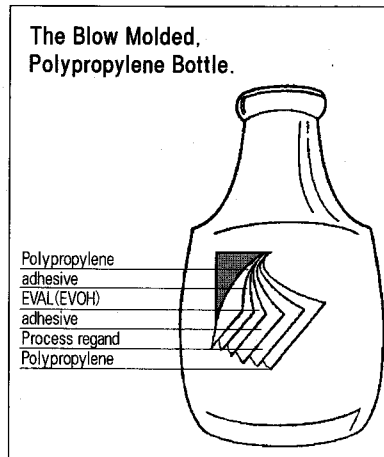
미국은 환경대책으로 폐플라스틱 재생이용의 움직임이 현실적인 단계를 맞이하고 있다. 궁극의 목표는 어떻게 많은 폐플라스틱을 회수·재이용할 수 있을까이며 이에 시스템 제작, 기술검토가 실제적으로 진행되고 있다.

현재 사용되고 있는 EVOH 다층용기 제품의 재이용기술 검토에 관계한 입장에서 회수기술검토내용 및 관련 시스템 상황을 소개하고자 한다.

2. EVOH 다층용기의 위치와 관련하여

EVOH는 가스 배리어성이라는 기능을 포장재료에 부여하는 재료로써 이미 많이 사용되고 있다. 전형적인 이용형태의 하나는 [그림 1]에 나타난 것처럼 이른바 Multi material-Mult Layer 용기이다.

(그림 1) Multi material-Mult layer



용기의 전 중량에 대해서 5~15%를 EVOH가 점하는 것이 많다. 플라스틱 포장재료에 있어서는 두종 이상의 재료를 사용해서 한종의 재료로는 얻을 수 없는 특성을 실현하는 것이 일반적이다.

그것은 이른바 경제적(생자원·생에너지)관점으로 부터 비롯됐다. 그러나 재이용한다는 면에서 다른 것에 비해 다층용기가 불리하다는 것은 사실이다.

미국에서는 1988년 4월에 미국공업협회(SPI)가 플라스틱병과 TRAY의 밑바닥에 [그림 2]와 같은 마크를 붙이도록 권장하였다. 이에 따라 소비자가 플라스틱 용기의 소재종류를

(그림 2) SPI의 플라스틱 용기 코드 번호

	폴리에스터 PET
	고밀도 폴리에틸렌 HDPE
	폴리염화비닐 V
	저밀도 폴리에틸렌 LDPE
	폴리프로필렌 PP
	폴리스티렌 PS
	그외 OTHER

용이하게 식별하고, 효율적인 분리수거를 의도했던 것이다. 주·자치제에 따라서는 미국공업협회의 권장을 이미 법제화하고 있는 곳도 있다. 다층용기의 취급에 관해서 주된 소재의 번호를 1~6으로 구분할지, 아니면 7번까지 할지에 대해서도 다소의 혼란이 발생했다.

1) 재생품의 이용분야

EVOH 다층용기와 유사한 플라ستيك 용기의 대부분은 열가소성수지이고 그것에 대한 재생이용의 개념은 아래와 같이 분야·용도에 있어서 가능한 한 피수수지를 재생수지로 대체하고 있다.

2) 재생 가공법

위 분야용품중 범용적인 용융성형법(압출·사출)에 의한 성형품이 가장 경제적이다.

그것들의 관점에서 EVOH 다층용기의 리사이클은 커다란 스트림을 가지는 플라스틱 리사이클 시스템의 기술적 가능성을 검토해서 그것을 실현시키는 것이 가장 유효한 방법이라고 결론지었다. 즉 EVOH 다층용기가 NO.7로써 방지되지 않고 그 주요구성 소재인 NO.6으로 분류·수집되는 길을 개척하는 것이 중요한 포인트이다.

3. EVOH 다층용기 리사이클링 재생품의 특성

EVOH 다층용기 재생품의 물성을 단계로 나누어서 평가했다. 평가의 포인트는 다층용기의 분쇄법(복수의 수지혼합물)을 재생형 했던 것이 단독재료의 성형물과 비교해서



▲ EVOH 재질의 차단성 다층용기(좌)와 케첩병



어떠한 특성을 가지는가에 있다.

EVOH 다층용기의 구성은 [그림 1]에 나타난 병의 예에서 볼 수 있듯이 주재료 폴리프로필렌, EVOH, 접착성 수지 프로세스내 회수품의 층으로 구성되어 있다.

여기에서 프로세스내 회수품은 금번 검토하고자 하는 다층용기의 분쇄법과 같은 성격을 가지는 것으로 프로세스내 회수에 대해서는 회수기술에 관해서 많은 내용이 있다. 여기서는 생략하지만 REC층의 조직에 따라서는 문제가 있는 것과 그 대책으로 GF-30 등의 안정화 첨가제가 출시되고 있는 것은 주지의 사실이다.

1) EVOH/PP계 용기의 회수

미국시장에서 유통되고 있는 케첩병과 레토르트 용기를 선정하여 조사해 본 결과 용기의 재질 구성은 다음과 같다.

케첩병	PP(Random)	58%
	EVAL	5%
	AD	5%
	REGRIND	32%
레토르트 용기	PP(Block)	37%
	EVAL	15%
	AD	4%
	REGRIND	44%

여기에서

▲ 100% Monolayer: 주재료 PP를 단독성형한 후 분쇄한 것

▲ 100% Multilayer: 다층용기를 분쇄한 것

▲ X% mono/Y% mult: 상기를 X:Y 비율로 배합한 것

이 연구에서 다층용기의 분쇄물(100% Multi)의 성형품물성 및 성형성은 단독품(100% mono)과 비슷한 특성을 가지고 현실적인 양자의 배합품에는 더욱더 단독품의 특성에 가까운 것을 알 수 있다.

PRB(Plastic Bottle Institute, 미국공업협회의 한 부서)는 1990년 4월 앞의 평가에 근거해서 다층케첩병의 코드에는 No.5를 새기고 PP로 분별수집해야 할 것을 제안하고 있다.

미국에서 사용되고 있는 3.9l의 식용유병은 EVOH/HDPE계로 구성된 용기지만 그것은 No.2가 새겨지고 HDPE로 회수가 행해지고 있다.

2) EVOH/PP계 용기의 HDPE로써의 회수

[표 3]은 케첩병을 HDPE의 스트림으로 회수하는 가능성을 조사했

[표 1] 다층 케첩병 재생품 특성

Property	100% Monolayer	90%/10% Mono/Multi	100% Multilayer
Tensile, psi @ yield	4020	4120	4330
@ break	2900	2710	2520
Elongation, % @ yield	12.7	11.5	10.0
@ break	400	150	130
2% Flex Modulus, Kpsi	126	135	153
Izod, Ft. lbs in.	3.1	2.7	2.7
ESCR, hrs	130	300	290
Column Crush, lbs	46	62	57
Spiral Flow 400°F	10.25in.	10.5in.	10.25in.
500°F	13.50in.	13.0in.	13.0in.

Unnotched, -18°C

[표 2] 다층 레토르트 재생품 특성

Property	100% Monolayer	90%/10% Mono/Multi	100% Multilayer
Tensile, psi @ yield	3590	3570	4210
@ break	2540	2840	3900
Elongation, % @ yield	6.9	6.9	4.8
@ break	38	22	7
2% Flex Modulus, Kpsi	181	189	229
Izod, Ft. lbs in.	19	11	4
HDT, 66 psi °C	86	92	89
Spiral Flow 400°F	11.25in.	11.25in.	12.25in.
500°F	14.5in.	14.25in.	14.5in.

Unnotched, -18°C

[표 3] 다층 케첩 병의 HDPE로 회수성

Property	100% PCR HDPE	95%/5% PCR/Ketchup	75%/25% PCR/Ketchup
Tensile, psi @ break	2260	2160	2100
Elongation, % @ break	125	230	155
1% Flex Modulus, Kpst	155	161	154
Izod, Ft. -lbs/in	5.1	4.6	4.5
Gardner Impact, Ft. -lbs/in	293	299	291
ESCR, hrs.	2.3	4.5	6.2
Column Crush, lbs.	60.5	62.7	63.6

Unnotched, 23°C ~ 23°C

던 결과이다. 여기에서

▲ 100PCR HD-PE : HDPE 단층의 사용제 병을 분쇄한 것.

▲ X% PCR/Y% Ketchup : 다층 케첩병의 분쇄품을 상기에 Y : X로 배합한 것이다.

이 실험의 결과는 PP를 베이스로 하는 EVOH 다층병은 5~25% 범위로 배합해서 HDPE의 스트림으로 돌아가서도 물성상 문제가 없는 것을 나타내고 있다.

한편, PBI는 1990년 12월 조사를

근거로 PP계 다층병은 최대 6% 범위로 HDPE를 배합했어도 기술적으로 문제가 없는 것으로 발표했다. 동시에 전 미국에서의 1989년 통계로 HDPE의 블로병 127만톤에 대해서 PP 블로병은 4.5만톤이기 때문에 PP병을 전량 HDPE의 스트림으로 회수했어도 그 비율이 6% 이하가 되므로 문제가 없다고 발표했다.

이것을 배경으로 코드의 운용이후 더욱 현실적으로 변경될 것으로 예상할 수 있다.

3) EVOH/PS계 용기의 HDPE의 회수

큰 HDPE의 스트림으로 EVOH/PS계 용기를 합류시키는 기술적 가능성을 검토했지만 그 경우는 유감스럽게도 양자의 상용성 부족으로 그대로는 불충분한 특성 밖에 얻을 수 없다.

4) 그외의 회수

전술의 EVOH/PS계 용기의 PS 스트림으로의 회수를 비롯해서 그외 대표적인 조합구성에 대해서 적절한 회수기술을 검토해야 할 것이다.

4. 결론

유럽의 조사는 플라스틱을 포장재료에서 배제한다면 쓰레기 발생량이 250% 증대할 것이라고 보고 있다. 따라서 현실의 플라스틱문제는 가능한한 플라스틱을 리사이클링 하는 것으로 해결하는 방법이 바람직하다. 그것에는 행정·민의·기술에 따른 광범위한 노력이 요구되기 때문에 각 부분에 있어서 보다 현실적인 제안을 통해서 유효한 방법을 구축해야 할 것이라고 생각한다. [K]