



PEN 포장재료 응용과 전개

Application and Development of PEN Packaging Materials

白根 隆志 / 공동인쇄(주) 포장상품개발부

1. 서론

포장재료에 있어서 폴리에틸렌 텔레프탈레이트(PET)는 뛰어난 물리적 및 화학적 특성으로 연포장재 성형용기, 블로우 성형병 분야에서 널리 사용되고 있으나, 같은 폴리에스테르수지인 폴리에틸렌-2, 6-나프탈레이트(PEN)는 분자쇄에 있는 나프탈렌 골격의 강직성과 평면성 때문에 PET에 비해 기계적 강도(영율, 파단강도), 내열성(장기열안정성, 치수안정성), 화학적성질(내약품성, 가스차단성)이 뛰어나 예부터 PET보다 한수 위의 수지로서 주목을 받고 있었다. 그러나 성형에 있어서 결정화에 의한 백화나 가수분해에 의한 점도 저하 때문에 내충격성과 히트셸성에 문제가 있어서 당사는 아드캠코(주)와 공동으로 PEN 성분을 포함하는 공중합폴리에스테르수지인 PEN-SCR을 개발하였다.

PEN-SCR은 PEN의 뛰어난 자외선 차단성, 내열성, 비흡착성에다가 결점인 히트셸성, 내충격성을 새롭게 부여한 수지이다.

지금까지 PEN은 고온에서의 압출성형(용점 269℃)이나 결정성 때문에 성형가공이 어려워져서 특별한 연구나 전용성형기가 필요해져서 널리 사용되지는 않았었다.

사출성형이나 압출성형 등의 가공성을 개량한 PEN-SCR 수지의 특징과 포장재료로의 전개에 관해서 서술해 본다.

1. 수지 특징

1-1. 구조

폴리에스테르는 디칼본산과 디올로 이뤄지는 열가소성 수지로 모노머의 종류, 조합에 의해 여러 가지 재료가 만들어지며, PEN은 2,6-나프탈렌디칼본산디메틸(NDC)과 에틸렌글리콜(EG)을 주성분으로 증축합하여 만들어지고 있다. 또 PEN의 기계적 성질이나 가공성 개량의 목적으로 여러 가지 공중합체가 있으며 그 대표적인 것으로는 산성분에 테레프탈산(TPA)을 첨가한 3성분계의 것이 있다.

그리고 PEN-SCR은 거기에 알콜 성분을

[표 1] PEN-SCR과 PET계 비결정성 수치 비교

		PEN-SCR	PET계비창성수지
밀도	g/cm ³	1.23	1.27
융점	℃	-	-
그라스전이온도	℃	110	76
전광선투과율	%	91.5	92.0
헤이즈	%	2.0	3.9
인장파단강도 MD	MPa	88.0	53.0
	TD	76.0	53.0
인장파단신도MD	%	160.0	파단
	TD	186.0	파단
인열강도	MD	N	65.8
	TD	N	173.6
산소투과성	ml/m ² /24hr	70.0	150.0
수증기 투과성	g/m ² /24hr	15.0	35.0

※측정샘플:0.05mm 무연신 필름

※상기 데이터는 당사 측정기에 의한 비교치이며 보증치는 아님

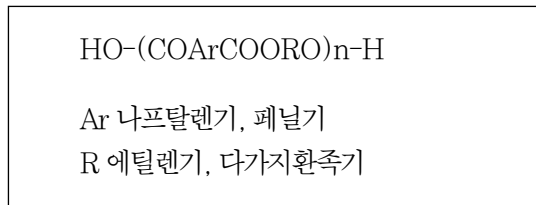
가한 4성분계로 이뤄지는 공중합 폴리에스테르 수지를 합성하였다(그림 1). 각 성분의 비율을 바꾸는 것으로 내열성, 내약품성, 내충격성 등에 뛰어난 수지를 만들 수 있다.

1-2. 특성

PET와 PEN은 결정성인것에 대해 폴리에스테르 공중합 수지인 PEN-SCR은 비결정성인 것이 큰 차이이다. 특징은 다음과 같다.

① 성형시에 결정화(백화)되지 않아 투명성이 좋다.

[그림 1] 화학식



② 저온에서의 압출이 가능, 고점도에서 분자량 저하가 적다.

③ 분자쇄에 있는 강직한 구조 때문에 내충격성에 뛰어나다.

④ 글라스 전이 온도(Tg)가 높아 내열성이나 내약품성이 있다.

위와 같이 비 결정성 PET계 공중합 수지와 의 물성비교를 [표 1]에 나타낸다.

1-3. 내열성

PEN-SCR은 공중합비에 따라 변화해가는 것의 하나로 글라스 전이 온도(Tg)가 있다.

이것은 공중합성분의 하나인 2.6나프탈렌디칼본산디메틸(NDC)의 영향이 크다.

NDC는 나프탈렌 치환체 중에서도 높은 결정성을 가지며 거기에 부피가 큰 구조의 분자를 조합시키는 것으로 분자운동을 제한하여 Tg를 올리고 있다.

1-4. 자외선 차단성

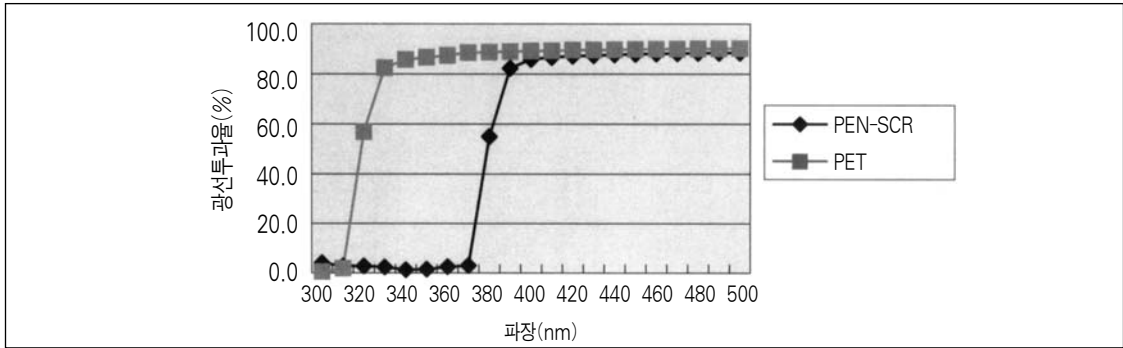
PEN-SCR은 폴리에스테르 수지 중에서도 높은 자외선 차단성을 갖고 있다(그림 2). 이것은 분자쇄에 있는 나프탈렌환이나 벤젠환에 의한 것이다. 또한 비결정성이기 때문에 마스터재치, 드라이컬러를 사용하여 착색도 가능하며, 착색에 의해 고파장 영역의 자외선을 차단할 수도 있다.

1-5. 내약품성

일반적으로 비결정성 수지는 글라스전이온도(Tg) 이하에서는 분자운동이 제한되기 때문에 가스투과성이 낮아 내약품성이 있다. 그러



[그림 2] 투명증착 필름 생산수량 동향



[표 2] PEN-SCR과 타비결정수지와의 내약품성 비교

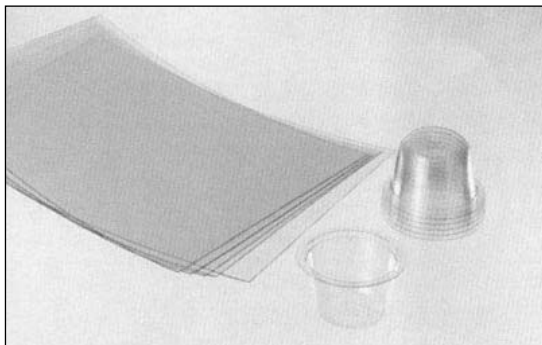
구 분		PEN-SCR	PET계비창성수지	A-PET
내용제성 ※상온 7일간 침지	알콜	○	○	○
	초산에틸	×	×	×
	MEK	△	×	×
	톨루엔	×	×	×
	벤젠	×	×	×
	클로로포름	×	×	×
	m-크실렌	×	×	△
내산성 ※상온 7일간 침지	10% 염산	○	△	△
	10% 초산	○	○	○
내알카리성 ※상온 7일간 침지	10%MaOH	○	○	○
	25% 암모니아수	○	○	△
내식품오염성 ※70℃ 7일간 침지	커피	○	×	×
	녹차	○	△	×
	사라다유	○	○	○
	식초	○	△	△
	케찹	○	×	×
	마요네즈	△	×	×
	간장	○	×	×
	우스터소스	○	×	×
	키친하이터	○	○	×

참조: ○:변화없음 △:백탁 ×:형상변화, 오염

나 Tg를 초과하면 분자운동이 활발해져 내약품성은 떨어진다. PEN-SCR은 Tg가 높은데

다가 나프탈렌환의 영향에 의해 비결정성폴리에스테르수지 중에서 내약품성이 높다[표 2].

[사진 1] PEN-SCR(식품용기)



1-6. 히트셀성

공중합수지인 PEN-SCR은 다른 폴리에스테르와의 상용성이 좋아서 범용 폴리에스테르계 씨란트와의 접착이 가능하다. 결정화나 성형가공에 있어서 연신 배향이 일어나기 어렵기 때문에 접착이 안정화된다.

1-7. 기타

전술한 이외에도 내가수분해성이나 차단성, 내충격성 등의 특징을 갖고 있다.

2. 포장재료 전개

지금까지 PEN-SCR의 특징에 관해 서술하였으나 그 특징을 살린 포장재료로 전개에 관하여 생각해본다.

내열성, 보향성이 뛰어난 점에서 식품용기 [사진 1], 특히 충전 후 가열살균하는 상온 유통식품이나 용기에 내열이 필요한 무균충전음료, 고온에서 충전할 필요가 있는 점성이 높은 약체가 높은 화장품 등으로의 전개를 생각할 수 있다[사진 2].

[사진 2] PEN-SCR(화장품류병)



투명성, 자외선 차단성에 뛰어나다는 점에 있어서는 내용물 확인이 필요해서 자외선에 약한 비타민류 등의 PTP용 시트, 점안약 등 의료용기로의 전개를 생각할 수 있다. 또 감마선 살균 등의 방사능 살균이 필요한 분야에도 적용할 수 있는 성질을 가지고 있다.

히트셀성과 비흡착성에 뛰어나다는 점에 있어서는 방향제나 약품용 연포장재, 라미네이트 튜브류로의 전개를 생각할 수 있다.

3. 전망

PET는 물성과 가격면의 밸런스에 뛰어나다는 점에서 현재 대형시장을 형성하고 그 후 가공성을 보완하는 형태로 공중합화, 그리고 비결정성의 수지가 나와 시장을 확대하였으나 지금까지 PEN은 가공성면에서 충분히 시장에 침투하지 못하여 유통량도 매우 적다.

종래의 PET용 장치로 가공성형 할 수 있다는 점에서 물성적으로 PET로는 한계가 있는 용도에 대해 금후 PEN-SCR의 사용이 기대된다. [K]