Transparency Technology of PP and the Application for Container Packaging

PP 투명화기술과 용기포장에 대한 전개

中 野 康 宏 / 이데미츠유니테크(주) 상품개발센터 제2개발과

Ⅰ. 서론

일반적으로 PP(폴리프로필렌) 수지는 물리적 강도, 내열성, 내약품성이 뛰어나고, OPS(이축 연신 폴리스티렌), PVC(폴리염화비닐), PET(폴리에틸렌 테레프탈레이트) 등 다른 수지의 대체상품화를 위한 연구 개발이 추진되어 왔다. 이들 대체에 큰 장애가 되는 것으로 투명성 부족을 꼽을 수 있다. 결정화 수지이기 때문에 일반 제조방법으로는 혼탁하기 쉽고, 투명성이 떨어져 응용분야가 제한되어 왔다.

투명성을 높이기 위해 조핵제를 첨가한 PP시트는 α정의 증가나 구정 수의 증가 등에 의해 결정화도가 높아지고, 2차 가공성(열성형)에 있어서 성형가공 온도영역이 좁아지는 등 성형성에 과제가 있었다. 그 때문에 투명성을 요구받는 PP시트 분야의 용도 전개는 제한받아 왔다.

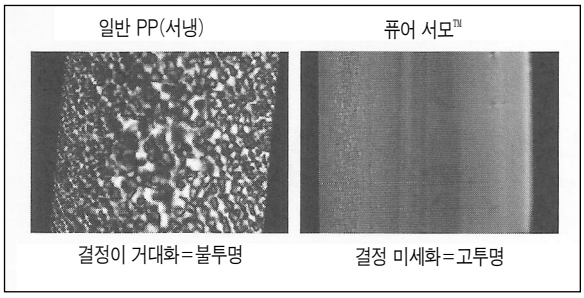
동사는 이 투명성을 개선하는 가공기술 개발에 착수, 조핵제를 사용하지 않고 PP의 결정화를 컨트롤하는 독자의 냉각 프로세스를 확립하고 있다.

다음에 PP의 결정화 컨트롤에 의한 투명화기술과 그 기술을 활용해 투명성과 성형용이성을 실현한 시트 '퓨어 서모™' 의 특징, 용기 포장에 대한 전개 등에 관해 소개한다.

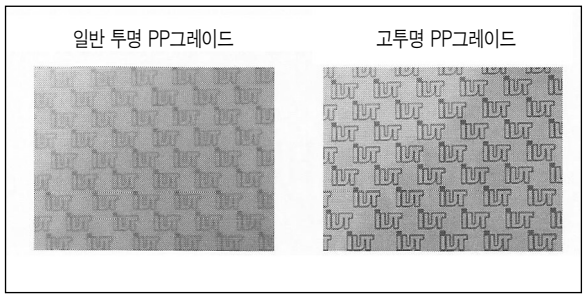
Ⅱ. PP의 투명화기술

PP는 결정성이 높아(결정화도, 결정화속도, 구정 사이즈 등) 일반 제막방법으로는 불투명하다. 투명한 PP를 얻으려면, 일반적으로 첨가제 처방(조핵제)에 의해 미세 결정을 다량으로 만들고, 구정의 성장을 억제하는 수법이 적용된다. 최근 조핵제의 종류, 성능에 관한 개발이 추진되면서 조핵제가 들어간 PP시트의 투명성이 기존에 비해 향상했지만, 그 백탁감을 완전히 해소하는 데에는 도달하지 못했다. 또한 PP는 결정성 수지이기 때문에 융점 부

〔사진 1〕 편광 현미경에 의한 단면 관찰 사진



〔사진 2〕 성형품 5장 쌓았을 때의 내용물 시인성의 비교

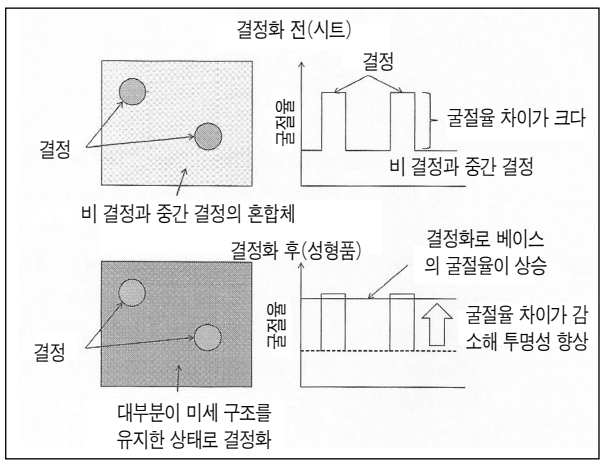


근에서 매우 점도가 낮아 열 성형이 어렵다. 조핵제의 첨가는 결정화도를 높여 열성형성의 범위를 더욱 좁히기 때문에 열성형용 투명 PP시트의 전개는 일부 용도로 한정된다.

동사의 PP시트 투명화기술은 조핵제를 첨가하지 않고, 동사 독자의 프로세스 중 용융한 PP를 급냉하는 제막공정에서 부여하고 있다. 용융한 PP를 급냉해 가시광을 파장보다 작은 사이즈의 스메티카정을 형성해 투명성을 발현하고 있다. [사진 1]에 나타낸 것처럼 일반적인 서냉에서는 냉각속도가 느리기 때문에 가시광의 파장보다 큰 결정(α정)이 형성된다. 이 결정에서부터 가시광이 산란해버리기 때문에 투명성이 발현되지 않는다. 하지만 급냉법에서는 미세한 스메티카정이 형성되기 때문에 가시광이 산란하지 않고 투과하고, 뛰어난 투명성을 발현한다. 또한 이 프로세스에서는 시트 표면의 폴리싱(polishing)을 동시에 할 수 있어서 고광택성이 겸비된다.

또한 '퓨어 서모™'는 동사 독자 프로세스에 의해 시트 단계에서는 결정화도가 낮은 상태였다가 열성형 시에 시트가 가열되면 제어된 결정의 미세구조를 유지한 상태로 결정화가 추진돼 시트 속 굴절율 차이가 감소하기 때문에 투명성이 향상한다.

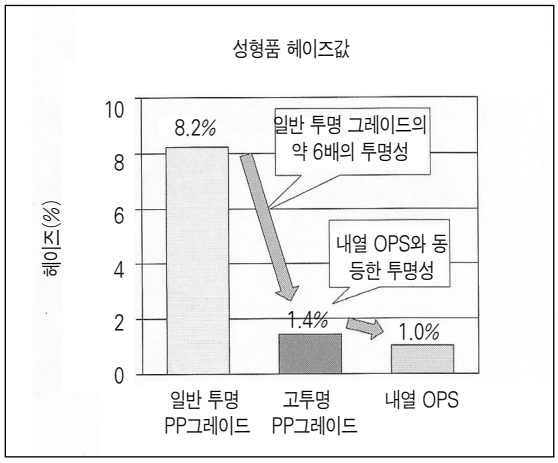
〔그림 1〕 결정화 상태의 변화에 의한 투명성 향상의 이미지



[그림 1]에 시트 속 결정화 상태의 변화에 의한 투명성 향상의 이미지를 나타냈다.

동사에서의 거듭된 연구 결과, 압출해 성형한 PP의 투명성은 냉각속도뿐만 아니라 절단

〔그림 2〕 퓨어 서모™의 투명성 비교



응력에 의한 배향결정화에도 영향을 미치는 것으로 나타났다. 이 연구 결과에서부터 동사 독자의 압출가공기술을 개발, 내열 OPS와 동등한 고투명성을 실현했다.

[사진 2]에 '퓨어 서모™'의 일반 투명 PP그레이드와 더욱 투명성을 개량한 고투명 PP그레이드를 성형한 뚜껑을 5장 쌓았을 때의 사진을 나타냈다. 일반 투명 PP그레이드는 투명성이 떨어지고, 배경이 다소 백탁해 보인다. 하지만 투명성을 개량한 고투명 PP그레이드에서는 백탁감이 없고 배경이 보다 깨끗하게 보인다. 그 때문에 내용물의 채색을 손상하지 않는다.

또한 투명성을 나타낸 헤이즈값을 [그림 2]에 나타냈다. 헤이즈값은 고투명 PP그레이드가 1.4%로 일반 투명 PP그레이드와 비교해 대폭 향상해 내열 OPS의 1.0%와 거의 동등하다. 동사 독자의 급냉 프로세스와 가공기술에 의해 내열성, 내유성이 뛰어난 PP이면서 내열 OPS와 동등한 투명성을 실현하게 된 것이다.

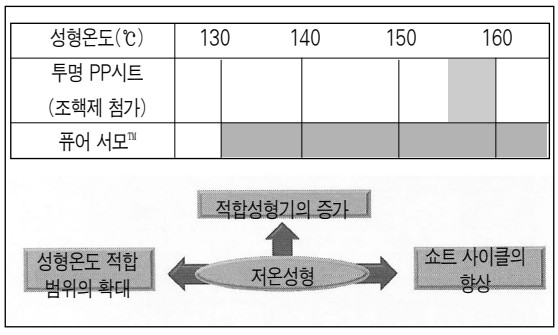
Ⅲ. '퓨어 서모™'의 특징

앞에서 서술한 '퓨어 서모™'는 조핵제를 포함하지 않은 투명 PP시트이다. 대표적인 특징인 고투명 · 고광택성 이외의 특징에 관해 살펴보도록 한다.

1. 열성형성

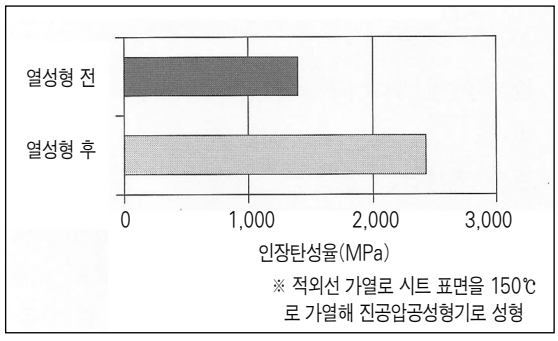
최근 엔드유저로부터 투명 PP 용기의 요망이 높아짐에 따라 투명 PP의 성형을 주안에 둔 진공압공성형기의 개발이 촉진되면서 뛰어난 기종이 등장하고 있다. 하지만 PP를 비결정의 PS, PVC, PET 등과 동등하게 성형

〔그림 3〕 퓨어 서모™의 열성형성



World Packaging

〔그림 4〕 열성형 후의 강성 향상



성을 개량한다는 것은 소재 면에서부터의 근본적인 기술 대응을 늦어지게 하고, 응용 전개의 폭을 좁히게 된다.

한편, '퓨어 서모™'는 특수한 급냉 프로세스에서 수지를 용융상태에서부터 급냉 고화하기 때문에 기존 PP에는 없던 저결정 상태로 제막된다. 그 때문에 시트의 연화 온도가 낮고, 저온에서의 열성형이 가능해 성형가공온도의 영역이 넓어지게 된다([그림 3]). 이것은 성형조건 조정을 용이하게 함과 동시에 생산효율을 상승시키는 효과를 만든다. 또한 투명 PP시트의 과제였던 난(難)성형성이라는 문제점을 해결할 수 있다.

2. 강성

'퓨어 서모™'는 시트 단계에서의 투명성, 열성형성을 고려해 저결정 상태로 유지되고 있기 때문에 시트 단계에서는 부드럽고, 강성이 낮은 시트가 되고 있다. 하지만 열성형 공정에서 재가열되는 것에 의해 미세 결정화가 진행하면 높은 투명성을 유지한 채로 일반 PP소재와 동등한 강성으로까지 향상한다([그림 4]).

3. 내열성, 내유성

PP는 다른 범용수지에 비해 뛰어난 내열성을 가진 것이 특징 중 하나이다. '퓨어 서모™'

〔표 1〕 퓨어 서모™와 다른 소재의 특성 비교

	퓨어 서모™	A-PET	일반 투명 PP	PVC	내열 OPS
투명성	◎	○	○	◎	◎
성형성	○	◎	△~○	◎	◎
강성	○	◎	○	◎	◎
비중	0.90	1.34	0.91	1.40	1.05
내열성	◎	×	◎	△	○
내유성	◎	△	◎	△	×
환경성	◎	○	◎	△	○

는 PP 중에서도 내열성이 높은 서모 PP를 사용하고 있기 때문에 그 융점은 160℃ 부근에 위치한다. 연화점(열성형온도)도 PP는 결정상태에 따라 차이가 있지만 140℃ 이상인데, 일반 PS는 75~90℃의 범위에 있다. 또한 PP는 내약품성, 내유성이 뛰어난 수지로 유분을 포함한 식품포장에 특히 적합한 소재이다. [표 1]에 기타 수지와 '퓨어 서모™' 의 성능 비교표를 나타냈다.

Ⅳ. 포장 용기에 대한 적용과 앞으로의 전개

1. 포장 용기에 대한 적용

최근 1인 가구의 증가나 핵가족화, 고령화에 의해 식사에 대한 외부화 · 간편화의 니즈가 높아지고 있고, 간편성이 높은 가공 · 조리가 끝난 식품의 니즈가 확대되고 있다. 특히 편의점이나 슈퍼마켓에서의 도시락이나 반찬 메뉴가 충실해지면서 보다 손쉽게 그대로 먹을 수 있는 편의성의 관점에서부터 트레이 포장이 주목되고 있다.

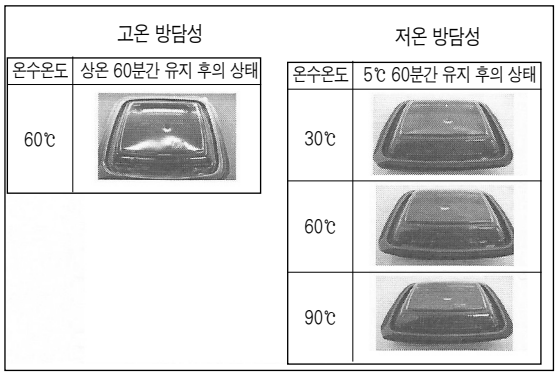
또한 보존성이 높기 때문에 유통도 냉동 · 칠드(냉장)를 적용하는 상품이 늘고 있다. 이러한 상품들은 먹기 전에 전자레인지로 가열된다. 내용물에 따라 스팟 가열된 식품의 온도는 100℃ 이상이 되기 때문에 포장재에는 내열성이 요구된다.

포장의 실체를 살펴보면, 용기 측은 발포 PS나 PS 단체에서부터 PP 필러, PP 저발포, 종이 등 내열성 용기로의 교체가 진행되고 있지만, 뚜껑재 측은 내용물의 시인성이 중요하기 때문에 OPS가 사용되고 있는 경우가 많다. 최근에는 내열성을 높인 OPS가 사용되고 있다. 이 내열성을 높인 OPS는 약 115℃가 내열 한계이다. 더욱이 식품은 유분을 포함한 것이 많아 내유성도 요구된다. 이들 요구특성에 응답한 것이 '퓨어 서모™' 이다.

또한 도시락이나 반찬 트레이의 뚜껑 대부분은 방담처리 및 실리콘에 의한 미끄러짐용이 처리가 실시되고 있다. 방담처리는 냉동유통에서 칠드(냉장) 또는 상온으로 돌아갔을 때의 결로, 전자레인지 가열되었을 때의 수증기 부착을 방지하는 것으로, 내용물을 선명하게 보이는 것은 필수 성능이다. 방담처리방법으로써는 방담제를 섞거나 코팅하는 2가지 방법이 있는데, 각각에 장단점이 있다. 섞는 방식은 장기간에 걸쳐 방담성능을 유지할 수 있지만, 브리드 문제와 효과의 안정성이 부족하다. 코팅식은 방담효과와 그 안정성은 확보할 수 있지만, 장기간 유지가 부족하다. 일반으로 OPS에서는 코팅에 의한 방담처리가 적용되고 있다.

한편 PP는 표면 젖음성이 나빠서 방담처리가 어렵지만, 동사에서는 안정성이 뛰어난

〔그림 5〕 퓨어 서모™의 방담성



코팅 방담처리방법 및 처리제를 개발해 적용하고 있다. 이것은 OPS를 열화시키는 효과를 나타내기 때문에 동시에 실리콘 코팅에 의한 미끄러짐 용이성을 부여하는 것도 가능하다.

'퓨어 서모™'의 고투명성 · 고광택성에 장기 안정성이 있는 방담성을 부여해 시인성이 높고, 디스플레이 효과가 높은 성형 뚜껑의 제공이 가능해졌다([그림 5]).

2. 앞으로의 전개

식품 포장에서 선도를 유지한 맛있음, 겉보기의 맛있음을 추구하기 위해 보존성, 디스플레이성, 편의성 등을 추구한 다양한 상품이 라인업되고, 유통 형태의 다양화, 각종 살균 대응 등 포장에 요구되는 니즈도 다양화 되고 있다. 그러한 중에 앞에서 서술한 고투명 · 성형용이성 PP시트 '퓨어 서모™'의 특징을 살린 도시락이나 반찬 트레이의 성형 뚜껑에 동사의 고밀봉 · 개봉용이용기 '매직 톱™'을 일체화시켜 톱 필름과 차별화한 높은 디스플레이성, 최근 니즈가 높아지고 있는 롱 라이프화를 위해 가스치환 씰할 수 있는 패키지를 개발하고 있다.

또한 식품포장 이외에서는 적용 실적이 있는 공업용 트레이나 PFS(프리필드 실린지)용 보톰재, 위생재의 브리스타 등 비식품용에서도 고투명 · 성형용이 PP시트 '퓨어 서모™'의 특징을 살린 용도 전개의 강화를 추진하고 있다.

Ⅴ. 결론

최근 라이프사이클이나 사회 변화를 배경으로 식생활도 변화함에 따라 편의성이 높은 가공 · 조리가 끝난 식품의 니즈가 확대하고 있다. 도시락이나 반찬 트레이의 뚜껑 등으로 전개되고 있는 고투명 · 성형용이 PP시트 '퓨어 서모™'의 근간기술이 되는 PP의 투명화 기술과 각종 기능을 부여하는 기술을 소개했다.

앞으로도 그 특징, 우위성을 살려 시장에서 요구하고 있는 니즈를 파악해 적극적인 용도 전개 및 고부가가치화로 이어지는 개발을 추진해나갈 것이다. PW