

## 폴리에스터 섬유시대

### - 폴리에스터 섬유공업의 전환기(5) -

#### 3.4 비섬유 제품

##### (1) 엔지니어링 플라스틱

###### ① PET 수지

PET 수지는 섬유 이외에도 엔지니어링 플라스틱으로서도 이용될 수 있다. 엔지니어링 플라스틱에 대한 명확한 정의는 없으나 폴리에틸렌이나 폴리염화비닐 등과 같은 범용 수지에 비하여 고도의 내열성, 내충격성, 내약품성, 내마모성 및 내마찰성, 내후성 등의 성능이 우수한 수지로 금속 대체용으로 기계부품, 전기 전자 부품, 화학 반응장치 등에 사용될 수 있는 플라스틱을 말하는데 엔지니어링 플라스틱으로 많이 사용하는 수지는 폴리아미드, 폴리아세탈, 폴리카보네이트, 폴리에스터, 폴리페닐렌옥사이드가 있으며 이들을 5대 범용 엔지니어링 플라스틱이라 한다.

PET 수지는 열가소성 수지로 성형이 용이하고 물성이 우수하나 결정화 속도가 느려 성형성이 불량한 단점이 있으므로 유리섬유로 강화하여 성형수지로 사용한다.

유리섬유로 보강한 FR-PET(fiber-reinforced-PET)는 내열성, 치수안정성, 전기특성, 외관 광택 등이 우수하여 전기, 전자제품 등에 사용된다. PET를 베이스로 하는 엔지니어링 플라스틱으로서 개발된 것으로서 다음과 같은 것들이 있다.

· 유리섬유 강화급 수지 : 유리섬유 함유율 30% 정도이며 고강성, 저수축용에는 유리 함유율을 높인다. 열변형 온도가 높고 전기적 특성이 우수하여 내열성이 요구되는데 사용된다.

· 저수축급 수지 : 유리섬유와 함께 운모등의 무기충전제가 함유되어 우수한 열적, 기계적 성질을 가지면서도 수축이방성이 적고 성형 후의 변형도 작다.

· 난연급 수지 : 유리섬유로 보강되어 기계적인 성질이 우수하면서도 난연성을

갖는 수지로 난연성을 요구하는 전기, 전자 분야에 적합한 수지이다.

- 폴리머 엘로이(polymer alloy) : PBT항에서 다름.

## ② PBT 수지

PBT(Polybutylene terephthalate)수지는 1,4-부탄디올(1,4-butanediol)과 TPA 또는 DMT의 축합중합으로부터 얻어지는 폴리에스터로 1970년 미국의 셀라니스사(Celanese Co.)가 개발하여 엔지니어링 플라스틱으로 사용되는 수지로서 PBT 수지는 기계적, 전기적 특성, 내열성, 내약품성이 우수하며 특히 결정화 속도가 높아서 성형가공성이 양호하므로 사출성형용 수지로 사용된다. 비록 PBT 수지는 섬유로 이용되는 양이 많지 않으나 중합과정과 중합의 출발물질이 같은 것이 많으므로 쉽게 폴리에스터 섬유 메이커가 진출할 수 있는 분야여서 대부분의 기업이 PBT 수지 분야에 진출하였다.

PBT를 베이스로 하는 열가소성 엔지니어링 플라스틱으로서 개발되어 있는 대표적인 수지 그레이드는 다음과 같은 종류가 있다.

(a) 비강화급 수지 : 보강재, 충전재가 보강되어 있지 않은 것으로 전기적 특성과 가공성이 요구되는 비강화품 사출성형에 사용되는 것이다.

(b) 강화급 수지 : 유리섬유, 유리 비드(bead), 무기 충전제(filler) 등을 첨가한 것으로 전기적 특성과 기계적 특성이 동시에 요구되 FEO 사용되는 수지이며 전기, 전자와 자동차용 부품으로 널리 사용되고 있다.

(c) 난연성급 수지 : 난연성이 요구될 때 사용하는 수지로서 일반타입과 연소시 녹아 흘러내리지 않는 타입(non-bleed type), 릴레이(relay), 스위치용의 저접점 오염급이 개발되었다.

(d) 폴리머 엘로이 : 폴리머 엘로이란 고분자의 다성분계로서 복합특성을 구현하기 위한 재료를 말한다.

PBT 수지는 위에서 말한 바와 같이 여러 가지 장점을 가지고 있으나 충격 강도가 약하며 유리 강화품은 뒤틀림(warpage)이 발생하기 쉽고 표면광택이 저하되는 문제점도 있다. 그러므로 강성이 크고 2차 전이온도가 낮은 고무성분, 올레핀

게 엘라스토머, 폴리카보네이트 등과 혼합하여 엘로이화 한다. 내충격성을 개선하기 위해 사용되는 고무로는 부틸고무(butyl rubber), EPDM(ethylene propylene diene monomer), 폴리이소부티렌, 아크릴고무, 부타디엔계 고무, 니트릴기 함유 변성고무 등이 있으며 고무와 혼합하면 내충격성이 향상되나 연화점 및 강도는 저하된다. 내충격성 이외에도 성형가공성을 개량하기 위한 폴리카플로락톤과의 엘로이화, 내열, 난연성을 개선하기 위한 폴리페닐렌 에테르, 폴리카보네이트, PET 등과 엘로이화, 브롬화된 폴리카보네이트, 에폭시수지, 폴리페닐렌옥사이드, 폴리스티렌, 알키드수지 등과의 엘로이화 등의 개발이 이루어졌다.

## (2) PET 병

### ① PET병의 용도

최근 플라스틱 병으로 각광을 받고 있는 것에 PET병이 있다. 이미 간장, 소스 등의 식품용 병이나 부엌용 세제 병 등 투명한 플라스틱 용기로 널리 쓰이고 있으며 최근 청량 음료 병으로도 사용되기 시작하여 폴리에스터 업계의 관심 소재가 되고 있다. PET병의 역사는 비교적 짧다. 1974년 펩시 콜라(Pepsi cola)용기로 PET병을 사용하기 시작한 것이 본격적인 PET 병의 시작이었다. 그 이후 패션성과 기능성이 우수하여 수요는 폭발적으로 증가하여 1980년 2리터 크기의 병으로 연간 20억 개에 달하였으며 2리터 용량이 대형 탄산 음료병의 80%가 유리로부터 PET로 바뀐 것으로 추정되고 있다. 우리나라에서는 1979년 선경인더스트리에서 연간 270만개의 PET병을 제조한 이래 PET병은 용기로서의 우수한 성능, 광택이 있는 투명성을 살린 패션이 세간에 널리 받아 들여져 폭발적으로 그 수요가 증가하여 현재는 간장, 소스 조미료, 식용유, 샐러드 드레싱 등 액체식품, 청주 및 소주 등의 알코올 음료 용기, 부엌용 세제, 샴푸, 화장품의 용기 등 비식품 분야의 용기로 이용되고 있다.

### ② 병용PET 수지의 제조, 품질 및 특징

병용 PET 수지의 제조과정은 섬유용 수지와 거의 비슷하나 다른 점은 축합 중

합후 일단 펠렛(pellet)으로 만들고 다시 점도와 순도를 높이기 위하여 고상중합을 행하는 것이다. 또 식품용 포장재로 이용되므로 위생적인 면을 고려하여 중합 공정에서 첨가되는 촉매 등의 약품의 종류나 첨가량에 대해서도 위생법에 저촉되지 않도록 주의해야 한다.

또 특수한 목적에 따라 중합시 TPA나 EG 이외에 제3성분으로서 아디프산, 이소프탈산, 이소프탈산디메틸, 디메틸렌글리콜, 세바신산, 네오벤질글리콜, 1,4-부탄디올 등을 소량 사용하기도 한다. 일반적으로 제3성분을 첨가함으로써 PET의 균일성이 흐트러져 물성이 저하하나 결정성이 저하하여 성형품의 투명성이 증가한다. 중합시의 촉매로서는 여러 가지의 금속촉매가 사용되나 병용 PET 수지로서 요구되는 높은 투명성을 얻기 위해서는 게르마늄이나 안티몬 등의 촉매가 사용되는데 이 중 게르마늄이 가장 좋은 투명도를 부여한다. 이들 촉매는 중합 후 미반응물이나 부생성물을 제거할 때에도 제거되지 않고 수지중에 남아 있으나 그 사용량이 아주 미량이고 용출되지 않으므로 위생상의 문제는 없다.

고상중합은 수지의 점도와 순도를 높이는데 필요한 공정이다. 성형품으로서 강도를 유지하기 위해서는 섬유용 수지에 비해 중합도가 더 높은 것을 사용할 필요가 있다. PET의 중합도를 높이기 위해서는 중합의 최종단계에서 반응조건을 가혹하게 하여야 되나 고온에서 장시간 PET를 방치하면 열분해를 일으켜 아세트알데히드와 같은 부산물이 생성되므로 이를 피하기 위해 어느 정도의 중합도를 가진 PET 수지를 일단 칩 형태로 만들고 고화시킨 후 고상중합을 행하여 중합도를 높인다. 부생된 아세트알데히드는 용융시 제거되므로 순수한 수지를 얻을 수 있다. 아세트알데히드 21에서 기화되며 물에 잘 용해되고 식품 중에서 미량 존재하며 음주 후 인체 내에 생성되는 등 인체에는 그렇게 크게 해로운 것은 아니나 식품에 따라서는 미량의 아세트알데히드에 의해서 맛이 변하므로 주의를 요한다.

### ③ PET병의 제조

PET병의 제조는 일부에서 직접 블로우(direct blow) 방식이나 인젝션 블로우(injection blow) 방식으로 행해지는 곳도 있으나 대부분은 2축 연신 블로우 방식으

로 만들어지고 있다. 그러나 병의 제조는 섬유공장에서 이루어지는 경우는 없으며 폴리에스터 섬유 메이커는 수지를 제조하여 수지의 공급만을 담당하는 것이 일반적인 관례이다. 삼양사의 예를 들면 수지는 삼양사 전주공장에서 제조된 후 대전으로 운송된 뒤 병으로 성형된다. 병은 부피가 크고 운송에 많은 경비가 소요되므로 병의 수요처인 대도시에서 성형되는 것이 경제적으로 유리하기 때문이다.

### (3) PET 필름

#### ① PET필름의 특성과 용도

PET 수지는 다른 열가소성 범용 수지에 비하면 비중이 크며 용점이 높다. 또 유리 전이점이 높아서 상온에서 사용할 때 형태 안정성이 좋을 뿐만 아니라 흡수율도 0.4%로 낮아서 흡수에 의한 변형도 잘 일어나지 않으므로 물에 의한 영향도 적게 받는다. 또 항장력이 큰 성형품을 만들 수 있으므로 내충격성도 좋고, 상온에서의 결정화속도가 비교적 낮으므로 투명한 성형품을 얻을 수 있다. 그러므로 성형품의 광선 투과율이 90%를 넘어 유리와 거의 같은 정도의 투명성을 얻을 수 있다. 화학적인 안정성도 양호하며 고농도의 알칼리에 의해서 상해를 받기는 하나 산이나 저농도의 알칼리에 의해서 상해를 받기는 하나 산이나 저농도의 알칼리에 대해서는 안정하며 유기화합물에 대해서도 방향족 화합물에 의해서 상해를 받기는 하나 알코올, 파라핀, 유지 등에 대해서는 안정하며 양호한 내약품성을 가지고 있다. 이러한 PET의 우수한 물성은 필름으로서 PET 이용을 촉진시켰다. PET 필름의 주요 용도는 전기와 관련된 것으로 전기 절연재, 콘덴서, 프린트회로 기판, 전선피복, 면상 발열체, 테이프로서 점착테이프, 자기테이프, 사진 관련 용도로서는 사진필름, 인쇄 제판용 필름, 포장재료로서는 수축필름, 가스투과 방지용 필름, 건축용 자재로서는 장식용, 사무용품으로는 OHP 필름, 기타 금은 장식사, 무적 방탄 필름 등 아주 넓은 범위에 걸쳐 있으나 최근 VTR이 전세계적으로 급격하게 보급됨에 따라 자기 테이프용 필름의 신장세가 가장 두드러지고 있다.

## ② PET 필름의 제조법과 용도별 종류

PET 필름의 제조법으로서는 2축 연신법, 압출법, 인플레이션(inflation)법이 있다. 이 중에서 2축 연신법이 가장 널리 사용되는데 2축 연신법은 다시 텐터(tenter)법과 튜브(tube)법으로 나뉘며, 텐터법에 의해서 만드는 것이 가장 널리 이용되는 방법이다. 텐터법에서 PET 수지는 250~300°C의 온도에서 압출되어 미연신 필름이 된 후 80~130에서 2~4배로 연신되어 완성된 필름이 된다. 이렇게 제조된 필름은 전기절연, 증착, 사진필름, 트레이싱용 필름으로 사용된다. 그러나 용도에 따라서는 어떤 제품들은 특수한 후가공 처리를 받게 되므로 폴리에스터 필름에는 많은 차별화 상품이 존재하며 다음과 같은 것이 있다.

(a) 강력화 필름 : 일반적인 필름에 비해 종방향으로의 기계적 강도를 크게 한 것으로 자기 테이프용으로 쓰인다.

(b) 매트(mat)화 필름 : 고급 제도용 원지나 고급 증착용 필름으로 후가공이 필요하다.

(c) B종 내열성 필름 : 전기 절연용으로 원료수지의 내열성을 증가시켜주기 위해 첨가제를 가한다.

(d) 표면경화 필름 : 필름으로 만든 후 표면강화 처리를 한다.

(e) 착색 필름 : 도전성 물질로 필름의 표면을 처리한다.

(f) 대전방지 필름 : 원료수지에 대전방지제를 첨가하거나 흡습성을 증가시키고 표면처리를 한다.

(g) 난연필름 : 표면에 난연성 물질을 첨가하고 처리한다.

(h) 저 올리고머 필름 : 수지원료에 포함된 올리고머를 철저히 제거한 것이다.

(i) 내후성 필름 : 수지원료에 내후성 물질을 첨가한다.

(j) 가스 배리어(gas barrier)성 필름 : 표면처리를 하여 기체 투과성을 감소시킨 것이다.

(k) 이접착성 필름 : 수지 원료에 첨가제를 가하고 접착성이 증가하도록 표면처리를 한다.

여기서 표면처리란 필름의 표면의 성질을 변화시키기 위해서 가해지는 물리 화학적 처리를 말하는 것으로 물리적인 처리로서는 방전 처리, 자외선 처리, 전자선 처리, 방사선 처리, 화염 처리, 조면화 처리, 금속 등의 증착 처리가 있으며 화학적 처리로서는 코팅 처리, 라미네이션(lamination), 도금 처리 등이 있다.

우리 나라에서 PET 필름은 1985년 코오롱, 선경, 제일합섬에서 생산이 시작되었는데 이들 3개 기업은 모두 오디오, 비디오 테이프의 생산과 판매에 관련되어 있다. 국내 최대의 테이프 메이커인 SKC는 선경인더스트리와, 새한미디어는 제일합섬이 속해 있는 삼성그룹과 동일한 그룹에 속해 있으며, 코오롱과 동양폴리에스터는 자체 내에서 테이프를 생산하고 있다.

### 3.5 새로운 폴리에스터 섬유

#### (1) 고강력, 고탄성을 폴리에스터 섬유

방향족 폴리에스터는 열방성 액정을 형성한다는 것은 잘 알려진 사실이며 이를 섬유화하거나 엔지니어링 플라스틱으로 사용하려는 노력은 오래 전부터 있어 왔으나 아직 국내에서는 상품화 단계에 이른 것은 알려지지 않고 있다. 동양폴리에스터 연구소에서 이를 실험실 단계에서 성공하였다는 보고가 있으나 아직 실험실 단계에 머물러 있는 것으로 믿어지므로 더 이상 상론치 않기로 한다.

#### (2) PBT섬유

삼양사에서는 국내 최초로 PBT를 방사하여 섬유를 제조하는데 성공하였다.

우리 기업 연구소의 신제품 개발과 관련하여 지적하고 싶은 것은 이러한 연구가 우리 기술에 의한 독창적인 결과라기 보다는 일본의 연구를 모방한 것에 지나지 않는다는 것이다.

그러므로 각 회사의 신제품 개발은 거의 동일한 품목에 집중되어 있다. 이러한 모방적 연구 개발은 우리의 일천한 연구 역사에서 어쩔 수 없는 것이라 할 지라도 앞으로는 남의 기술을 그저 모방하여 2류에 안주하는데 급급할 것이 아니라 독자적인 기술에 입각한 신제품의 개발에 총력을 경주하여야 할 것이라는 점이다.