

폴리에스터(PBT, PET)의 특성

R&D Center

1. 개요

폴리에스터는 분자내에 에스터 그룹 $-COO-$ 를 함유한 열가소성 수지를 의미하며, 결정성 고분자로 강인한 특성을 가지며, 우수한 피로강도, 내충격성 및 내용제성을 보유한 엔지니어링플라스틱이다.

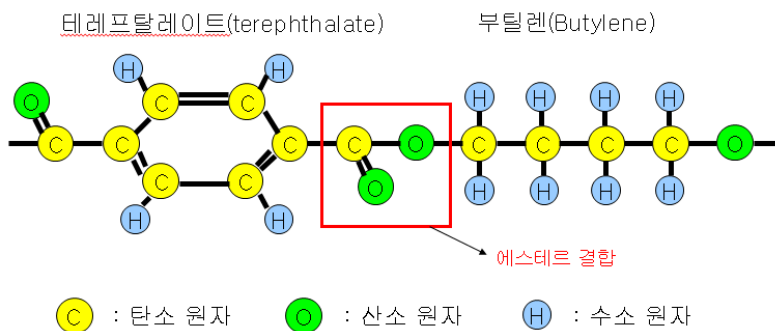
KEPEX는 한국엔지니어링플라스틱(주)가 생산하는 폴리에스터 수지의 상품명입니다. KEPEX에는 PBT와 PET가 있습니다.

주요한 KEPEX의 특징은 다음과 같습니다.

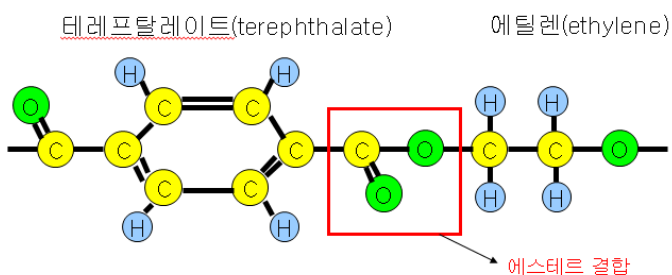
- 기계적 강도가 우수하다.
- 표면 광택이 좋다.
- 비흡습성으로 치수안정성이 좋다.
- 내마모특성과 자기윤활성이 좋다.
- 내화학약품성이 우수하다.
- 전기적특성이 좋다.
- 유리점유 강화 시 강성이 우수하다.
- 내크리프 특성과 내피로성이 우수하다.
- 고온에서 장시간 사용이 가능하다.
- 난연화가 용이하다.

2. PBT와 PET의 분자 구조

(1) PBT (Polybutylene Terephthalate)

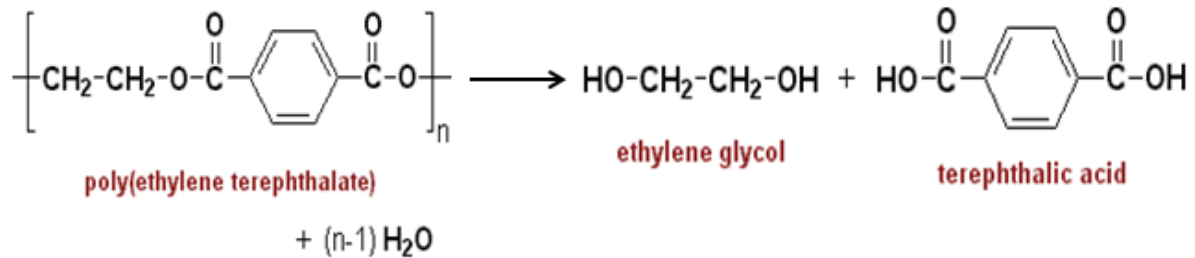


(2) PET (Polyethylene Terephthalate)



3. 가수분해

(1) 가수분해 메커니즘



폴리에스터는 수분의 존재 하에서 용융되면 가수 분해 반응이 일어나서, 에스터기가 다시 카르복실기와 하이드록실기로 해중합을 일으키게 된다. 다시 말해서 수분을 흡습하고 있는 상태의 PET를 고온에서 사출 성형시 가수분해가 발생하여 EG(ethylene glycol), TPA(terephthalic acid) monomer가 생성되면서 polymer chain이 분해되고 이로 인하여 성형품의 강도저하를 일으킨다.

특히 PET는 물, 산, 염기에 강한 내약품성을 가지지만 100℃ 이상의 온도에서는 가수분해가 일어난다. 100%RH, 100~200℃에서 PET의 가수분해 속도는 열분해속도에 비해 10,000 배나 빠르며 산화에 의한 분해보다 5,000 배 빠르다. PET의 초기 산가가 가수분해에 영향을 미치며 초기 산가가 낮을 수록 PET의 내가수분해성이 향상된다. 따라서 PBT/PET의 용융 가공(사출, 압출, 방사, 제막)시에는 필히 건조를 하여 가능한 공기와 접촉되지 않는 조건에서 가공하여야 한다.

(2) 가수분해의 영향

그림 1은 흡습한 상태에서 고온 사출성형시 발생하는 폴리에스터 수지이 가수분해의 정도를 보여주고 있다. FT-IR을 활용하여 가수 분해시 발생하는 carboxylic acid (COOH) 량을 측정한 것으로 수분율이 높을 수록 가수분해가 더 크게 일어나는 것을 알 수 있다.

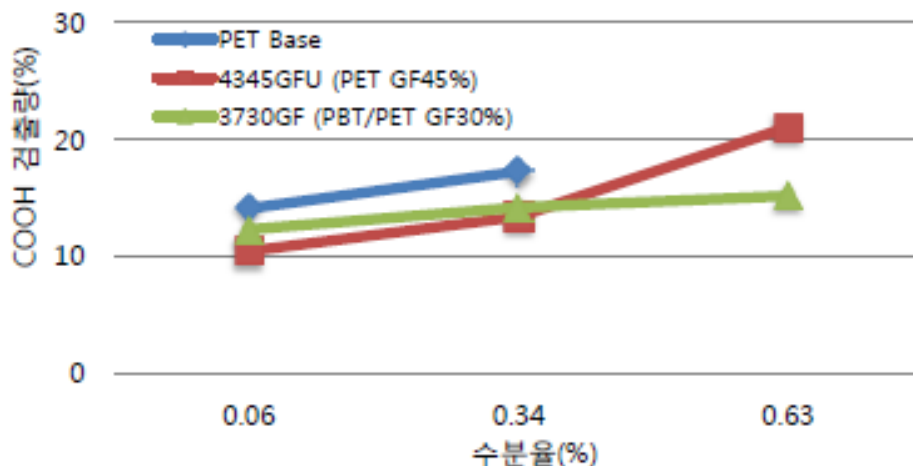


그림 1. 흡습량에 따른 가수분해 변화(by FT-IR 분석법)

그림 2 및 3은 폴리에스터의 흡습량에 따른 가수분해가 제품의 강도에 어떠한 변화를 일으키는지를 명확하게 보여주고 있다. 3730GF의 경우 약 20%, 4345GF의 경우 약 30%, PET base의 경우 약 35%의 물성저하를 보이고 있다. 또한 PBT 보다는 PET가 가수분해의 영향을 더 많이 받는 것을 알 수 있다.

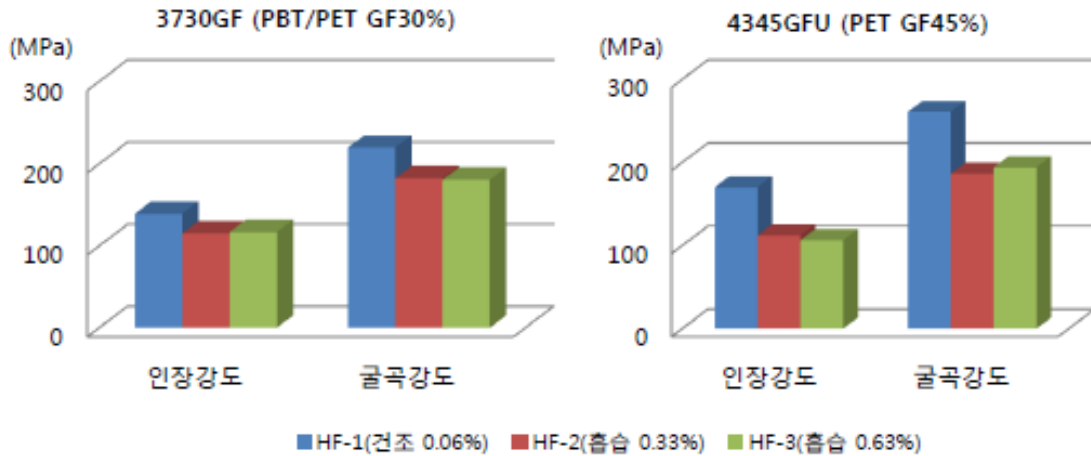


그림 2. 흡습량에 따른 물성 변화

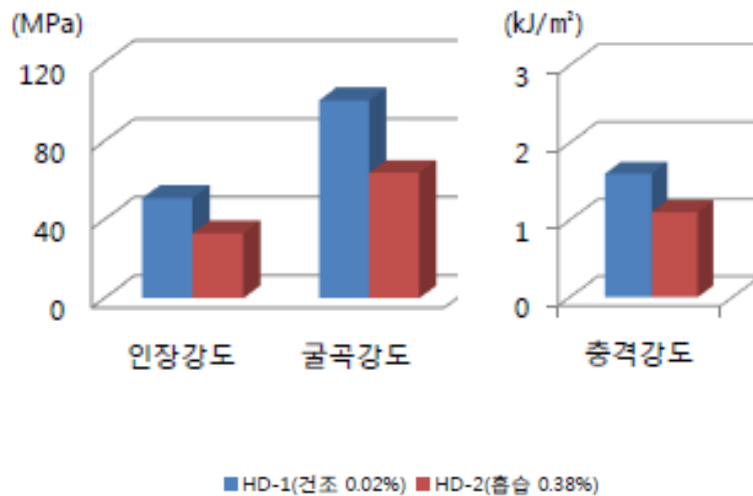


그림 3. PET base의 흡습량에 따른 물성 변화

4. 건조

폴리에스터 수지는 0.003%의 극소량의 수분에도 고온 하에서 가수분해가 진행된다. 이는 공기 중에 포함된 미량의 수분이라 하더라도 폴리에스터 수지의 표면에 흡착되어 사출성형 과정에서 가수분해를 일으키고 이는 곧바로 부품의 강도저하로 이어질 수 있다는 얘기이다. 그러므로 PBT 나 PET 사출품의 불량률 줄이려면 제습 dryer 및 hopper dryer가 반드시 사용해야 하며, 사출기로 투입되는 수지의 수분 관리가 절대적으로 필요하다. 또한 사출기 호퍼 내의 pellet 온도도 최소 100℃ 이상 유지해주는 것이 가수분해에 의한 사출성형품의 불량률 방지할 수 있는 방법이다.

일반적으로 사출 성형 시에는 한계수분율인 0.02% 이하로 건조할 것을 권장한다. 더 정밀한 성형품의 경우 그 이하로 건조하기도 한다.

5. 내약품성

폴리에스터 수지 중 대표적인 PBT는 결정성 폴리머로서 우수한 내약품성을 지니고 있다. 하지만 에스터 결합으로 강산, 알칼리, 수증기 등에는 가수분해에 의해 침해를 당하지만 유기용제나 유류 등에는 강한 내성을 갖고 있다.

[표 1. 플라스틱 종류 별 내약품성]

구분	PBT	MPPO	POM	PA6, PA66	PC
흡수율	0.08	0.07	0.22	1.90, 1.20	0.15
약산	◎	○	△	○	◎
강산	△	○	X	X	△
약알칼리	○	○	○	○	○
강알칼리	X	○	○	○	X
기름	◎	○	○	○	△
아세톤	○	○	○	○	X
벤젠	○	X	○	◎	X
사염화탄소	◎	X	◎	○	X
알콜	◎	○	◎	△	△
에스텔	○	X	○	◎	X
가솔린	◎	△	◎	◎	X
용제	클로로페놀	사염화탄소	페놀	페놀,개미산 메타크레졸	염화메틸렌 클로로포름

(◎ : 우수, ○:양호, △:보통, X : 취약)

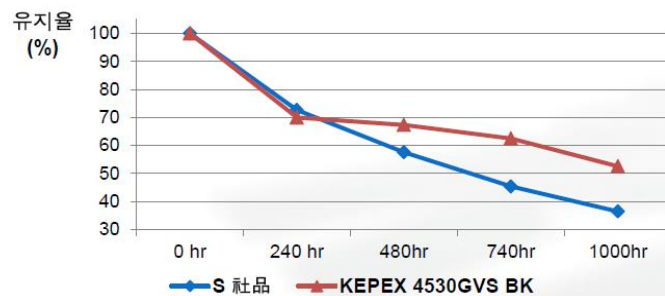
6. 내열성

PET와 PBT의 용점은 제각기 256°C와 220°C로 높고 또한 유리전이점도 70°C와 40°C이다. 열변형 온도는 PET의 편이 높은데 PBT도 glass fiber 강화에 의해 현저히 상승한다. 이를테면 30% glass 섬유강화 PBT는 열변형 온도가 210°C로 높고 150°C 이하에서 충분히 장기 사용에 견딘다고 할 수 있다

[표 2. 엔지니어링플라스틱의 내열성]

수지	열변형온도(°C)		RTI (°C) 장기사용온도
	비강화	GF 30%	
PBT	55	210	130
PET	65	225	140
PA6	65	210	115
PA66	75	250	125
POM	110	160	100
PC	140	150	130
MPPO	105	140	110

■ 인장 강도



■ 충격 강도

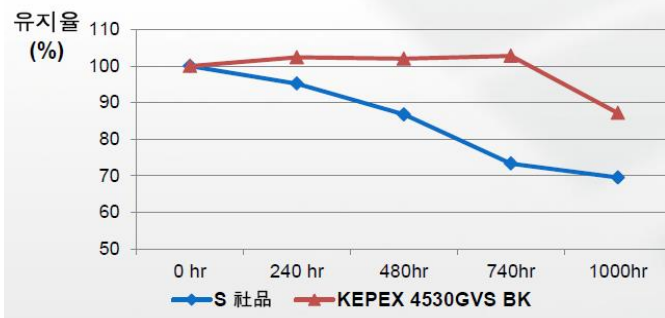


그림 4. KEPEX 4530GVS의 강도 유지율(210°C, 1000 h)

7. 난연성

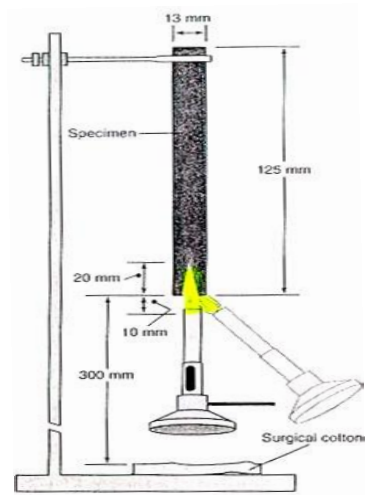
폴리에스터계 수지인 PBT나 PET 자체는 난연성이 없지만 난연제를 첨가하여 불에 잘 연소되지 않는 난연성을 구현할 수 있다. PBT나 PET 수지에는 일반적으로 브롬계 난연제를 주로 사용하고 있으며 GF 강화 난연 소재가 많다.

[표 3. PBT 및 PET 난연 grade 특성]

분류	특성	Grade	난연성 (UL)	충격강도 (kJ/m²)	인장강도 (MPa)
PBT	GF 15% 난연	3315GVS	V-0	5.5	100
	GF 30% 난연	3330GVS	V-0	6.8	120
	GF 30% 난연 인성향상	3330GVT	V-0	9.0	130
	GF 30% 난연, 내후	3315GVU	V-0	3.5	88
PET	GF 45% 난연	4530GVS	V-0	8.5	140

UL 시험 규격

구분	V-0	V-1	V-2
불 타는 시간	< 10s	< 30s	< 30s
연소기간합계 (5시편/10회)	< 50s	< 250s	< 250s
탈지면 발화	No	No	Yes



8. 내후성

플라스틱은 외부 또는 내부 환경에 노출되는 기간에 따라 광과 열에 의해 분해가 일어난다. 이의 가장 주된 요인은 자외선이며, 이로 인해 성형품 표면의 색상 변화, 광택 저하, 강도 저하, 백화현상(chalking) 등이 일어난다.

광안정제는 플라스틱의 분해를 지연시키는 역할을 수행한다. 광안정제에 의한 효과는 옥외폭로 시험 또는 촉진 내후성시험을 통해 평가한다. 옥외폭로시험은 플로리다, 아리조나 시험장에서 주로 실시되며 국내에서는 서산 시험장이 있다. 서로 다른 시험장에서 얻어진 결과는 근본적으로 다르며, 따라서 호환성이 없다.

표 4는 KEPEX 내후 grade인 3730GF BK 및 3750GF BK에 대한 MS-210-06에 따른 내후성 평가 결과이다. 표에서 보는 바와 같이 우수한 내후성은 가지고 있음을 알 수 있다. 그림 5는 KEPEX 내후 grade의 내장재 조건(SAE J2412)하에서의 인장강도 유지율을 나타내었다.

[표 4. KEPEX 내후성 grade의 내후성]

Grade	Gray scale	ΔE	비고
3730GF BK	4 - 5	2.2	Crack, 깨짐 등이 없음.
3750GF BK	4 - 5	2.3	Crack, 깨짐 등이 없음.

주) 1. 평가조건(MS-210-06) : 65.5 W/m²(광량), 1800h(내후성촉진시험기)

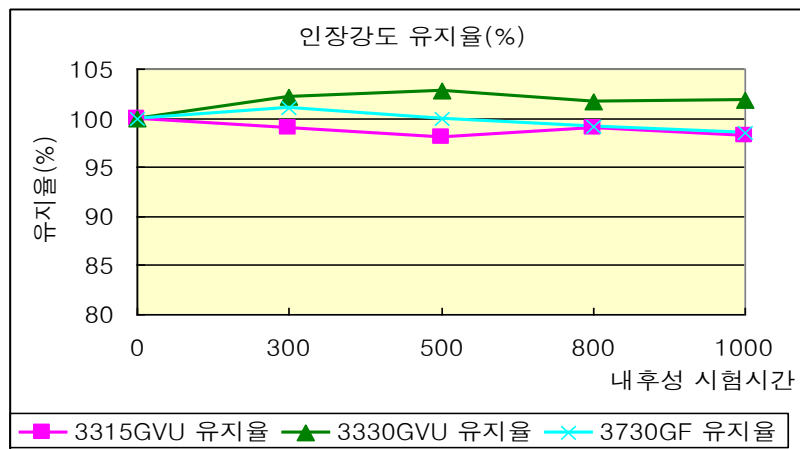


그림 5. KEPEX 내후성 grade의 내장재(SAE J2412) 조건하의 인장강도 유지율

본사

서울특별시 마포구 마포대로 119 (공덕동)

Tel 02-707-6831-9, Fax 02-714-9235

연구소

경기도 군포시 고산로 166, 104동 201호 (당정동, SK벤티움)

Tel 031- 436 -1300, Fax 031- 436 -1301

울산공장

울산광역시 남구 장생포 고래로 84

Tel 052-279-7831~2, Fax 052-279-7889

평택공장

경기도 평택시 팽성읍 추팔산단 1길 82번지

Tel 031- 691-3003, Fax 031- 691-3896

Disclaimer: 1. 상기 자료는 본 제품에 대해 당사의 현재 기술 수준에서 측정된 것이며, 측정 방법 및 조건에 따라 변경될 수 있습니다. 본 제품에 고객에 의해 안료 및 기타 첨가제가 사용된 경우 상기 자료는 적용되지 않습니다. 본 제품은 (치)의학 Implants 용으로는 적합하지 않으며, 고객은 안전 및 보건 기준에 따라 본 제품을 사용해야 합니다. 제품 사용의 결정 및 책임은 고객에게 있으며, 상기 자료는 법적 소송 및 근거자료로 활용될 수 없습니다.

2. 상기 성형수축률은 당사 시험편 금형을 이용하여 특정 사출조건에 한하여 측정된 수치이므로, 측정조건에 따라 다소 변동될 수 있습니다. 귀사에서 제작하고자 하는 금형의 경우 두께, 디자인, 사출기, 사출조건 등이 당사 시험편 금형과 상이하여 상기 수축률과 차이가 있을 수 있으므로, 귀사의 설계조건, 사출성형조건 등을 충분히 검토하신 후 필요 시 보정하여 적용하시기 바랍니다. 제작하고자 하는 금형과의 수축률 차이가 발생할 경우 당사에서는 어떠한 법적 책임도 질 수 없으며, 모든 책임은 귀사에 있음을 분명히 밝혀 드립니다.