

폴리부텐 제조기술 개발과 포장산업의 관계

정동진·윤현기/대림산업 대덕연구소

목 차

1. 서론	3. 폴리부텐 제조 공정 현황
2. 폴리부텐의 성질 및 활용분야	4. 포장산업과의 관계
2-1. 물리 화학적 성질	5. 결론
2-2. 폴리부텐의 사용분야	

1. 서론.

석유화학은 납사분해에 의한 에틸렌, 프로필렌, 부타디엔, 벤젠 등을 포함하는 방향족화합물 등 각종 화학원료의 공급과 아울러 폴리에틸렌이나 폴리프로필렌등의 산업용이나 생활용품 소재등의 다양한 제품생산과 함께 전개되고 있다. 국내에는 납사분해 설비가 대규모로 증설되어 에틸렌 기준 약 340만톤(8개 업체)이 되고 있으며 이때 발생하는 병산물의 양 또한 막대한데, 약 700,000톤에 이르는 C₄ 잔사유를 들수 있다.

대림산업에서는 1984년부터 한국화학연구소와 함께 C₄잔사유를 활용한 폴리부텐 제조에 관한 연구를 개시하였으며, Pilot Plant를 통한 공정연구 및 시제품의 시장적용 과정을 거쳐 12,000톤 규모의 상업적 공정을 설계, 건설하고 1994년부터 폴리부텐을 생산 출하하게 되었다. 특히 이러한 개발과정중에는 대림엔지

니어링이 공동참여 함으로서 전문적인 공정설계개념이 확보되고, 석유화학 공정에서의 기본설계작성(basic design package)이 자체적으로 수행되어 기술개발의 새로운 전기를 맞이하게 되었다.

폴리부텐 제조연구가 진행되던 80년대에 C₄ 잔사유는 수소첨가반응을 거쳐 부탄LPG나 가솔린혼합사용등 저가의 연료형태로 이용되고 있었으며, 90년도에 이르러서 MTBE로의 대량수요가 생기기 시작하기는 하였으나, 해당원료에서 생산되는 폴리부텐이나 부틸고무, MMA, 정제 이소부틸렌등 부가가치 또는 파급효과가 큰 제품은 모두 수입에 의존하는등 산업적 활용이 미비한 상태였다. 그럼에도 불구하고 석유화학 유분의 Down Stream을 활용하는 생산기술은 아직도 기술이전이 거부되고 특허등의 지적소유권이나 노하우에 의해 적극적으로 보호되고 있는 실정이다.

대림산업에서는 '대림폴리부텐'의 상품명으로 10개 Grade의 폴리부텐을 생산하여 국내수요량의 약 90%공급과 함께 수출이 진행되고 있으며 이 제품및 생산기술에 대하여 이미 장영실상 및 국산 신기술(KS마크)를 획득하였다. 세계적으로 볼때 90년대 이후 신공정이 개발되고 개량제품이 생산되고 있으며 Wrap필름분야에서의 신규수요가 창출되는 등 폴리부텐은 새로운 전환기를 맞고 있다.

2. 폴리부텐의 성질 및 활용분야

2-1. 물리 화학적 성질

폴리부텐은 C₄ 잔사유중의 이소부틸렌이 선택적으로 중합제조되는 투명접착성의 액상물질로서, 수평균분자량이 보통 500내지 3,000정도 범위내에서 생산되는 제품을 총칭한다. 제품종류는 평균분자량의 크기에 따라 우선 구분되는데 이는 폴리

부텐의 점도와 밀접한 관계를 가지기 때문이며, 대림산업에서는 분자량을 기준으로 680, 730, 900, 1200, 1400, 2300, 2400을 기본으로 생산하고 있는데, 수요자의 주문에 의해 임의 grade도 생산 가능하고 향후 500, 550, 600 정도의 저분자량 폴리부텐의 확대 생산도 검토되고 있다.

기타 색상(투명성), flash point, pour point, 냄새등의 취급물성, 유전율, 절연과피전압등의 전기적 특성, 고온분해잔사, 단말기 이중결합 특성, 분자량분포 등의 기능적 특성, 산거나 잔류황등의 화학적특성 등이 있다. 이러한 물성들은 용도에 따라서 필요시 분석대상이 되기도 하며, 제조업체에 따라 약간씩 다르기는 하나 대부분 일정범위내의 값을 가지고 있다.

2-2. 폴리부텐의 사용분야

폴리부텐이 가지는 성질을 살펴보면 표1과 같으며 각 성질을 활용한 각종제품이 다양한 분야에서 개발 활용되고 있다.

제품군별 폴리부텐 수요구조는 지역에 따라 다르며, 대략적으로 미국, 일본, 한국에서의 수요분포를 표2에 나타내었다. 미국이나 유럽에서는 약 60%가 윤활유첨가제 부문에 사용되며, 점접착제용으로는 약 10%가 사용(미국의 경우 연간 약 38,000톤 정도)되어 그 수요가 매우 큰 편이다. 한국과 일본에서도 약 15% 정도가 점접착제부문에 이용되는 것을 볼때 포장산업과 밀접한 관련이 있음을 볼수 있으며, 특히 물류자동화에 따른 Wrap필름의 급속한 사용증가에 따라 이분야 수요가 매년 증가하고 있다. 폴리부텐

(표1) 폴리부텐의 용도

성질	용도
투명 점착성	투명테이프, 산업용 접착제, wrap film, 끈끈이
절연성	통신케이블의 절연층전제, 절연함침유
반응성 단말기	윤활유 첨가제 제조
윤활성 및 고온분해성	2-cycle oil, metal foil가공유, 콤프레서 오일
비경화성 및 탄성	sealants, 건축용 caulking제, 마스틱
방수성 및 내기후성	방수코팅 조제, undercoating
수지용해성 및 점착성	공업용접착 Film, Wrap, 코팅연화제

(표2) 폴리부텐의 용도별 수요구조

	미 국		일 본		한 국	
	Use	%	Use	%	Use	%
윤활유 첨가제 제조	226,000	60	15,000	46	330	5
Caulking & 실링제	48,900	13	3,500	11	650	10
점접착제 제조	37,600	10	4,700	15	980	15
Lubricants	18,800	5	2,900	9	330	5
Electrical Application	15,000	4	2,700	8	3,600	55
기타	11,300	3	1,200	4	600	10
수 출	18,800	5	2,300	7	(5,500)	(-)
계	376,000	100	32,300	100	6,500	100

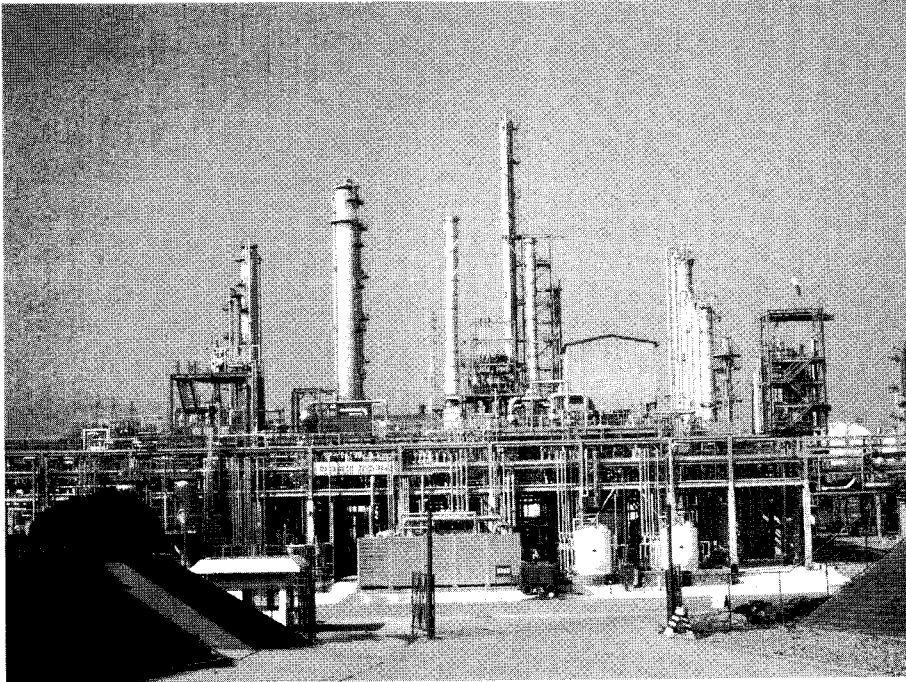
참고 : 1. CMR, June 4, 1993
 2. 内外化學品資料, 91.12. CMC, Japan
 3. Chemical Journal, 7.19, 1993, Korea

은 대기중에서 증발이나 건조되지 않는 점착성을 보유함으로써, 점착제의 점성부여제, 절연테이프나 각종 산업용 테이프 제조에도 이용되고 있다.

아직 동남아시아에서는 폴리부텐이 생산되지 않고 있으며 약 40,000내지 50,000톤에 이르는 사용량은 주로 일본, 미국등에서 수입에 의존하고 있는데, 주로 오토바이용의 2-cycle 엔진오일 제조용으로 공급되고 있으며, 최근에는 경제발전 에 따라 Wrap 필름의 수입이 증가 되는 것으로 보아 머지않아 Wrap 필름부분의 수요도 커질것으로 예상된다.

본래 폴리부텐은 자동차 등의 내연기관용 윤활유첨가제 중에서 엔진

내부에 축적되는 탄소나 금속잔유물을 윤활기유 중에 미세하게 분산시키는 Dispersant 제조에 주로 사용되었으며, 폴리부텐 분자량은 약 900 내지 1,400범위 정도가 이용되었다. 아직 윤활유 첨가제 배합기술이 없는 한국, 브라질, 인도등에서는 이분야 수요가 미미하나, 기술제후나 폴리부텐의 대체공급, 또는 자체개발을 통한 수요확대가 예상되고 있으며, 국내 자동차산업의 발전과 함께 윤활유 첨가제부문의 제품개발 및 수요확대가 기대되고 있다.



◀ 폴리부텐 제조 공장전경

3. 폴리부텐 제조공정 현황

폴리부텐은 1940년경 미국 Oronite 사 (Chevron Chemicals)에 의해 처음 공업적 생산이 개시되었고, 이후 Cosden Oil & Chemicals와 Amoco Chemicals사에 의해서 기술이 제공되었다. 현재는 기존의 구공정이 거의 폐쇄되고 신공정으로 대량생산 체제를 갖추고 있으며 10개국에서 생산중에 있다

세계적인 폴리부텐제조 설비능력은 약 700,000 톤으로, 이중 미국이 전체의 55%에 해당하는 376,000 톤, 유럽은 3개 국가에서 30%에 이르는 약 153,000톤으로서 세계 생산량의 85%이상을 점하고 있다.

일본은 60년대에 Cosden 공정과 Standard Oil(후에 Amoco Chem.) 공정을 도입하여 3개회사에서 폴리부텐생산이 개시되었으나 현재까지 설비증설과 공정개량을 하면서 약

33,000톤 이상을 생산하고 있다.

최근에는 아르헨티나, 브라질과 인도에서 새로이 폴리부텐 제조설비를 가동하고 있는데, 브라질의 경우 1988년에 미국 Chevron과 합작으로 연간 12,000톤 규모의 생산공장을 건설하여 이중 5,000톤은 Chevron에 공급하며, Chevron의 미국공장은 가동을 중지한 것으로 알려져 있다. 인도에서는 1980년대 말에 생산 개시 이후 최근에는 3개 공장에서 생산중이나, 미국 Cosden사로부터 도입된 구공정이기 때문에 제품의 품질이 열악한 것으로 조사되고 있다.

대림산업에서는 기존의 공정을 검토하고 실험실적 연구를 바탕으로 약 5년동안 Pilot Plant를 운전하므로써, 공정상의 문제점을 극복하고 고품질 폴리부텐을 생산할수 있었으며, 현재 폴리부텐품질과 제조공정의 성능을 인정받아 해외로의 기술 공여 요청이 접수되고 있다.

4. 포장산업과의 관계

국내 포장산업은 수조원에 이르는 거대한 규모로, 이중에서 폴리부텐과 관련있는 분야로는 Stretch Wrap필름분야, 핫멜트산업과 접착 테이프 업계로 대별될수 있으며, 연간 성장율이 약 20~30% 정도로 추정된다. 이분야에 사용되는 폴리부텐은 보통 수평균분자량이 1200 내지 1400범위의 제품이 사용되나 Wrap필름에서는 약 900정도가 사용되기도 한다.

제품마다 차이가 있기는 하나 폴리부텐 사용비율은 LLDPE Wrap 필름업계에서는 약 2~3%정도(필름 전체기준), 기저귀의 일회성 핫멜트에서는 약 5~10%, 그리고 테이프 업계에서는 약 3~10% 정도(점접착제 기준)로 대략 추정되고 있으며, 현재 위 분야에 공급되는 폴리부텐의 양은 약 300톤 정도로, 국내 수

[표3] 포장산업과 관련된 폴리부텐 이용분야

	산업규모	폴리부텐의 기능 및 사용량
stretch wrap	약 7,000~8,000 톤/년	점착 부여제
film 업계 (LLDPE계)	약 150억 규모 국내생산 약 80% 공급	약 1~4% 수준 사용
접착테이프업계	약 1,000~1,500톤/년 약 10억~20억 규모 국내생산 약 70% 공급	점착부여 약 3~10% 수준 사용
핫멜트업계 (일회용품용)	약(3,500~4,000톤/년 약 80억~00억 규모 국내 생산 약 30% 공급	가소성부여 약 5~30% 사용

요가능량 400톤의 약 70% 정도인 것으로 추정되고 있다.

특히 산업포장용으로서 각광을 받고 있는 LLDPE계 스트레치필름(stretch film)은 포장이 간편하고, 대규모 일관물류시스템이 가능하며, 연신성이 우수하여 그 수요가 30~50%로 신장되고 있는 상태며 거의 국내생산 공급이 이루어지고 있으며, 가정용이나 영업유통에서는 보건 안전상의 논란으로 기존의 PVC Wrap을 급속히 대신하고 있다.

LLDPE Wrap Film제조는 T-die 법(Casting법)과 Inflation 방식이 있으며 T-die법에서는 PVC나 LLDPE를 생산하며 폴리부텐이 약 1%내지 3% (LLDPE계), Inflation법에서는 주로 LLDPE 계만 생산하며 약 4% 정도가 사용되는데, 국내에서 LLDPE film의 생산 공급과 T-die 설비 확충으로 인하여 수요가 꾸준히 늘고 있다.

Wrap 필름은 보통 3층 구조로 되어 있으며, 중간 core층에 폴리부텐과 LLDPE 또는 LDPE를 Blending한 구조로 되고 양쪽 면에는 LLDPE또는 LDPE층으로 구성되어 있는데, 중간층에 있는 폴리부텐이 한쪽면의 LLDPE로 확산이동되면서

한편에서만 점착력을 보이게 된다. 폴리부텐은 밀도가 낮은 층으로 확산되는 경향이 있으며, 저밀도형 LLDPE나 VLDPE층으로의 확산이 쉽게 진행되므로 Grade 선정이 점착력의 발현과 제품물성에 중요한 역할을 하게된다.

접착테이프는 셀로판테이프, 절연테이프, OPP테이프, 청색 포장테이프, 종이테이프등 일반적으로 사용되는 테이프제조에 폴리부텐이 사용되고 있으며, 보통은 소규모 포장에 이용된다. 테이프용 점접착제는 SBR, 천연고무, rosin계 성분, 인덴-쿠마론 수지, 석유수지, 고분자 폴리이소부틸렌등이 사용되며, 폴리부텐은 점성부여체로서 약 3~10% 범위에서 첨가된다.

핫멜트업계중에서는 폴리부텐이 부분적으로 사용되나, 핫멜트의 주요시장인 packaging등에서는 거의 이용되지 않고 다만 일회용품으로서 아기 기저귀등의 점착band등에 사용되고 있다.

5.결 론

급속히 신장되고 있는 포장필름(LLDPE계)의 점착성을 발현하는 폴리부텐의 국내 개발및 공급에 의해서, 산업용 스트레치 필름뿐만 아니라 영업유통용및 가정용에서의 가격경쟁력 제고와 지속적인 성장에 기여하고 있다.

더욱이 LLDPE도 대립산업등 국내업체에 의한 생산 공급이 이루어짐으로써 수입에 의존하던 모든 원자재가 수입대체되고 이분야 산업경쟁력을 높이는 계기가 되었다. 동남아지역에서는 아직 자채원료가 확보되지 못하고 있는 시점에서 포장용필름의 수요가 점차 증가하고 있기때문에 국내에서의 원료확보와 Wrap필름 제조기술 확보는 수출경쟁력을 높이는 효과도 동반될 수 있다.