

열가소성 엘라스토머 기술 동향

강 종 석 · 서 흥 석

1. 서 론

열가소성 엘라스토머(Thermoplastic Elastomer, 이하 TPE라 함)는 1960년대부터 개발되어 현재 중요한 고분자재료로 이용되고 있으며, 올레핀계 TPE, 스티렌계 TPE, 우레탄계 TPE, 불소계 TPE, 폴리에스테르계 TPE, PVC계 TPE, 폴리아미드계 TPE 등 많은 종류가 개발되어 이용되고 있다.¹

TPE의 발전 역사를 살펴보면, 제1세대로 Kraton S., Polyurethane 및 Sunprene이 1960년대 초부터 개발되었으며, 제2세대로 TPR, USR RB, Hytrel, Kraton G 등이, 제3세대로 Santoprene, Geolast, Pebax DAI-EL 등이 개발되었다.

일반적으로 TPE는 응용되는 소재별 특성에 따라 스티렌계 TPE, 폴리우레탄계 TPE, 폴리오레핀계 TPE, 폴리에스테르계 TPE,² PVC계 TPE, 그리고 폴리아미드계 TPE로 나누어질 수 있으며, 그 소재특성의 기초물성에 따라 각각의 응용범위에 차이가 발생하게 된다. 따라서 상기의 각 소재별 TPE 소재특성별 종류와 특징, 용도, 기타 응용특성에 대해서 살펴보고, 국내외 기술특허동향에 대해 분석하였다.

1.1 스티렌계 엘라스토머

TPE란 가황고무와 열가소성 수지의 성질을 가진 재료로, 동일 소재 중에 고무와 플라스틱의 성능을 동시에 가지고 있다. TPE 가운데 가장 많이 사용되는 재료로 스티렌계 엘라스토머 (Styrene-Butadiene Copolymer: 이하 SBC라 함)

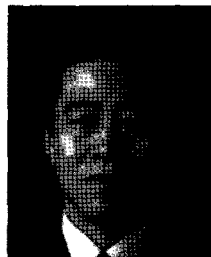
는 블록공중합체로 1965년 Shell사의 트리블록형 TPE를 제1세대로 하여 30년 이상의 역사를 가지고 있으며, 1972년에 수소를 첨가한 제2세대 SBC가 개발되어 현재의 SBC의 근원을 이루고 있다.

지금까지 리빙 음이온 중합기술을 고도로 활용하여 폴리머 구조, 폴리머의 성능 개발이 활발하게 진행되고 있으며, 최근에는 기능기를 부여한 Styrene-Butadiene-Styrene(SBS), Styrene-Isoprene-Styrene(SIS)에 수소를 첨가한 SEPS, SEBS가 등장하고, 제3세대라고 부르는 랜덤형 SBR에 수소를 첨가한 HSBP이 개발되어 있다.³



강종석

2002~ 한양대학교 공업화학과 박사 졸업
2002~ 한국과학기술정보연구원
현재 선임연구원



서흥석

1971~ 한국과학기술정보센터
1979
1982~ 산업연구원 특허정보처리부장
1991
1998~ 산업기술정보원
1999 연구기획조정실장
현재 한국과학기술정보연구원
전문연구위원

표 1-1. Classification of Styrene-based TPE

분 류	하드 세그먼트	소프트 세그먼트
스티렌계	폴리스티렌	폴리부타디엔 또는 이소프렌
		수첨폴리부타디엔 (에틸렌-부틸렌)
		수첨 폴리이소프렌 (에틸렌-프로필렌)
	폴리스티렌-폴리에틸렌	수첨 폴리부타디엔 (에틸렌-부틸렌)
	폴리스티렌-수첨 폴리부타디엔계 폴리스티렌-수첨 폴리이소프렌계 베이스의 컴파운드	

1.1.1 스티렌계 엘라스토머의 종류

표 1-1에 스티렌계 TPE의 종류와 하드 세그먼트 및 소프트 세그먼트를 소개한 것이다.

SBC는 하드 세그먼트로 폴리스티렌을 사용하고, 소프트 세그먼트로 폴리부타디엔 또는 폴리이소프렌 등의 공중합체를 사용하는 가장 고무와 유사한 TPE로 유연성, 탄력성을 살려 수지개질제나 도로개질제 및 점착체를 중심으로 수요가 증가되고 있다. 또한 SBS와 SIS에 수소를 첨가한 타입인 SEBS, SEPS가 급속히 시장을 확대하여 SBS 전체의 근저를 이루고 있다. 수소첨가 SBC는 주로 필름이나 튜브 등으로 가공되는 업무용 식품포장이나 의료 분야에서 사용하는 폴리프로필렌 등의 수지개질제로 사용되고 있다.

1.1.2 SBC의 특징

SBC는 TPE 중에서도 고무탄성이 우수하여, 고무와 매우 유사하며 성분이행에 따른 다른 재료의 침식도 일으키지 않으며, 냄새도 없다. 또한 저경도 영역에서 강하며, 고무경도 60 이하를 표준 그레이드로 갖는다. 사용 온도범위가 넓고, 특히 내한성이 우수하며, 취화온도는 -60℃ 이하이며, 연질 PVC, EVA 등과 비교하여 경도의 온도의존성이 적다. 내열노화성과 내후성이 우수하며, 식품위생성, 의료위생성이 우수

하다. 성형가공상의 특징을 보면 다음과 같다.

- 컬러링의 자유도가 크고, 드라이 블렌드법, 마스터배치법, 컬러펠리트법 등 통상의 플라스틱과 같은 착색방식을 사용할 수 있다.
- 유동 특성이 우수하기 때문에 플라스틱과 같이 각종 성형가공(사출성형, 압출성형, 블로우성형 등)이 가능하며, 성형기도 플라스틱용 일반 성형기를 그대로 사용할 수 있다.
- 금속을 부식시키는 성분이 없으므로 PVC의 금형과 같이 크롬도금을 할 필요가 없다.
- 성형 시 스푼, 러너는 다시 원료로 이용할 수 있으므로 경제성이 좋으며, 성형가공을 단 시간에 할 수 있어 가공비가 줄어들고, 양산 효과가 크다.

1.1.3 SBC의 용도

SBC는 수지개질제, 아스팔트 개질제, 점착착제, 컴파운드 4분야로 사용되고 있다. 수지개질제는 폴리스티렌수지, 폴리프로필렌수지 등에 사용되며, 내충격성이나 내구성을 높이기 위해 첨가되고, 자동차부재(범퍼, 내장재 등), 식품용기 등에 사용되고 있다. 또한 아스팔트 개질제로는 SBS가 중심으로 사용되고 있으며, 주로 고속도로 등의 배수성 포장용 고점도 바인더로 사용된다. 최근 배수에 의한 노면의 슬립방지, 흡음 기능으로 많이 사용되고 있다. 점착착제 용도로는 점착테이프류에 많이 이용되고 있으며, 종이기지귀나 생리용품, 특히 성인용 종이기지귀로 주목되고 있다. 컴파운드는 수지개질제와 일부 용도가 중복되지만 자동차부품, 식품용기, 의료용구, 공업 부품, 스포츠용품 등 광범위하게 이용되고 있다.

1.2 우레탄계 열가소성 엘라스토머

우레탄 엘라스토머는 1940년대 초기에 유럽에서 개발된 이후 유사한 폴리에스테르 베이스의 열경화형이 미국에서 개발되었으며, 폴리에스테르 또는 폴리에테르 등을 디소시아네이트로 프리폴리머화한 액상의 주형 엘라스토머가 출현되었고, 열가소성 엘라스토머로 발전되었

다. 원료, 배합, 가공법에 다양성이 있으며, 상품화되어 있는 제품은 광범위하다.

우레탄계 열가소성 엘라스토머(Thermoplastic Polyurethane: TPU)는 고무와 플라스틱의 중간 영역에 있으며, 반발 특성, 내마모성이 높게 평가되고 있다. 또 기계적 강도, 내유성, 내약품성, 내후성 등에 있어서도 높은 특성을 가지며, 사출성형품으로부터 압출성형품까지 폭넓은 용도로 착실히 신장하고 있다. TPU는 이소시아네이트기와 활성수소가 당량으로 면상 고분자화한 완전 열가소성 타입과 성형 후 가열에 의해 약간의 일차가교가 생성된 불완전한 가소성 타입이 있다. 또한 원료 조성으로부터 아디페이트형, 카프로락톤형, PTMG형 및 폴리탄산에스테르형의 4종류로 분류된다.⁴

1.2.1 TPU의 특징

열가소성 폴리우레탄(Thermoplastic Polyurethane: TPU)은 다른 TPE에 비하여 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 우선 소재 물성에 의한 장점을 살펴보면,

- 고무탄성이 풍부하고, 기계적 강도가 크다(다른 TPE보다 기계적 강도가 2~5배, 인장강도는 30~60 MPa, 신도는 300~700%이다).
- 극저온에서의 내굴곡성이 우수하다.
- 내한성이 저온취화온도에서 -60℃ 이하로 매우 우수하다.
- 내마모성은 TPE 중에서 최고이다.

- 내유성과 내가솔린성이 우수하며, 광물유, 동식물유에 대하여 큰 내성을 나타낸다.
- 접착성 및 웰더 가공성이 우수하다.
- 다른 수지와 의 컴파운드가 가능하다.
- 사출, 압출성형에 있어서는 일반 플라스틱용 성형기를 사용할 수 있다.

위와 같은 특징 외에도 고무영역으로부터 플라스틱영역까지의 넓은 경화범위를 가지고 있어 공업부품에서 일상용품까지 여러 가지 용도로 사용되고 있다. 성형법으로는 사출, 압출, 칼렌더, 용해, 증공 등 여러 가지 가공방법이 실시되고 있으며, 압출성형이 약 40%를 차지하고 있다. 최근에는 압출성형품이 매년 10% 정도로 신장하고 있다. 또한 단점으로 제기되고 있는 사항은 다른 경쟁재료(TPO, TPS, TPVC 등)와 비교하여 가격이 높으며, 성형가공 조건의 다소 까다롭다는 것이다.

1.2.2 우레탄 엘라스토머의 종류

우레탄 엘라스토머는 사용재료면에서 주형형, 열가소성(TPU)형, 혼련형으로 대별되며, TPU가 최대의 시장규모를 가지고 있다.

TPU는 아디페이트형, 카프로락톤형, PTMG형, 기타로 분류된다.

TPU 중에서 가장 많이 사용되고 있는 것은 아디페이트형이며, 폴리올의 분자구조상, 열수에는 약하지만 용도에 따라서는 문제가 되지 않기 때문에 저가적인 점에서 전체의 반수를

표 1-2. Characteristics and Types of Urethane Elastomer

타입	조성	특징
아디페이트형	아디핀산과 글리콜의 아디핀산에스테르폴리올에 단쇄 폴리올 분쇄 하 폴리이소시아네이트를 부가중합	PTMG형에 비하여 기계적 성질, 내유성이 좋지만, 내수성, 히트빌드업, 내한성은 떨어진다.
카프로락톤형	에타-카프로락톤을 개환하여 제조된 폴리락톤에스테르폴리올의 개재 하 폴리이소시아네이트를 부가중합	저충격성과 저수성으로 아디페이트형, PTMG형의 중간에 위치한다.
PTMG형 기타	THF의 개환중합으로 얻은 폴리테트라메틸렌글리콜에 단쇄 폴리올의 개재 하 폴리이소시아네이트를 부가중합	열수 또는 고온도 환경 저항. 일반 특성은 다른 2타입보다 10~20% 낮다.

차지하고 있다.

1.2.3 우레탄의 기본 구조

TPU는 폴리올(분자량 500~3,000, 폴리에테르, 폴리에스테르, 폴리카프로락톤, 폴리카보네이트 등의 종류가 있다), 쇠연장제(1,4-부탄디올 등), 디이소시아네이트(MDI 등)의 3성분을 반응시켜서 얻는다(그림 1-1).

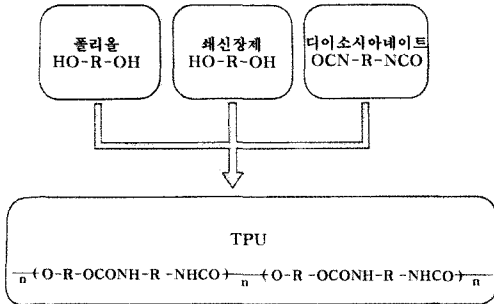


그림 1-1. Synthetic reaction of TPU.

구조적으로는 쇠연장제와 디이소시아네이트의 반응물을 하드 세그먼트상, 폴리올과 디이소시아네이트의 반응물을 소프트 세그먼트상으로 하는 블록폴리머이다. 이 두 가지 상은 분자 중에서 상용하지 않고, 마이크로 상분리한 상태로 존재하며, 하드 세그먼트층에 대해서는 우레탄 결합 간의 수소결합에 의해 유사가교점이 형성된다(그림 1-2).

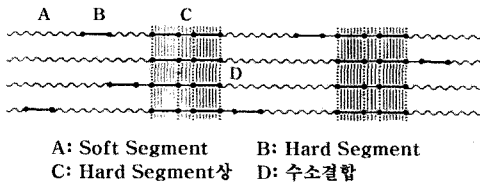


그림 1-2. Structure of TPU.

TPU는 부드러운 소프트세그먼트를 유사가교점에서 연결한 구조를 취하기 때문에 변형 시에도 고분자 체인 간의 슬라이딩이 일어나지 않고, 탄성을 발현한다(그림 1-3).

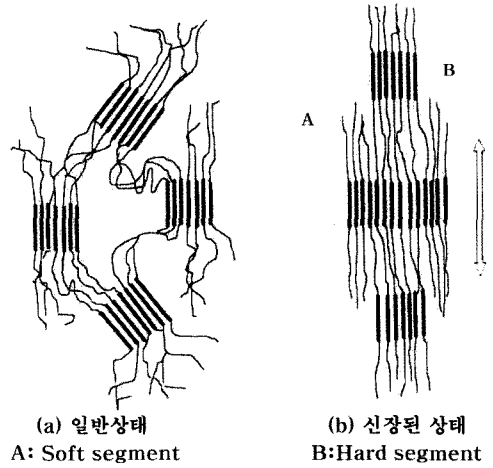


그림 1-3. Structural deformation of TPU.

TPU 탄성률의 온도의존성에 대해서는 2개의 T_g (유리전이온도)가 관찰된다. 통상 소프트 세그먼트에 의한 $T_g(S)$ 는 $-50\sim 0^\circ\text{C}$ 정도, 하드 세그먼트의 $T_g(H)$ 는 $100\sim 150^\circ\text{C}$ 정도로 설정되고, 하드세그먼트의 용점 $T_m(H)$ 이 TPU 전체의 용점을 좌우한다.

수지의 성형은 기본적으로 수지의 가열용해공정과 냉각고화공정의 2가지 프로세스이다. TPU의 용해공정에서는 하드 세그먼트(특히 T_m)가, 고화공정에서는 소프트 세그먼트(특히 T_g)가 성형성에 크게 영향을 준다. 하드 세그먼트의 T_m 이 낮고, 소프트 세그먼트의 T_g 가 높으면 용해되기 쉽고 고화되기 쉬운 수지가 된다. 또한 하드·소프트 세그먼트 간의 상용성도 크게 성형성에 영향을 준다. 양 세그먼트 간의 상용성이 작은 경우에는 전이온도(T_m , T_g) 전후에서의 탄성률의 변화가 크고, 성형 시의 용해, 고화가 빨라진다고 생각된다.

1.2.4 TPU의 용도

압출성형과 사출성형이 주를 이루고 있으며, 전체의 8할 정도를 차지하고 있다. TPU는 하드 및 소프트 세그먼트의 각 블록의 양과 질을 변경함으로써 합성이 가능하고, 이 때문에 성형법이나 용도, 이용자에 맞추어 설계가 가능하다. 유망한 용도 동향을 보면 압출용도로 필름, 시

트와 전선, 케이블 피복 쪽으로 수요가 신장되고 있다. 구체적 용도로는 양호한 기계적 특성과 내마모성을 살려, 자동차부품, 기계부품, 신발창, 호스튜브, 벨트, 필름, 전선 등 다양하게 이용되고 있다. 또한 신변품으로는 시계 밴드, 카세트플레이어 밴드, 스키 부츠, 축구화, 스노체인 등에도 사용된다.

표 1-3. Usage of Urethane Elastomer

성형법	분 야	용 도
사출성형	공업부품	그리스 커버, 햄머, 기어류, 시일재, 패키징, 더스트 커버, 롤러, 캐스터, 볼트조인트
	스포츠, 레이저	스키부츠, 셔커, 골프, 야구 등의 스포츠슈즈, 스노체인,
	기 타	힐톱, 시계 밴드
압출성형	호스, 튜브	고압 호스, 도장 호스, 농약호스, 연료튜브, 유공압 튜브
	시트, 필름	벨트 컨베이어, 타폴린, 키보드 시트, 의류, 에어매트, 다이어프램
	기 타	전선 케이블, 환벨트, V벨트
칼렌다성형	타폴린, 벨트, 필름 합성 피혁	
인플레이션 성형	필 림	
블로우 성형	벨로즈, 용기류, 필름	
용액가공	접착제, 합성 피혁	

1.3 올레핀계 엘라스토머(Thermoplastic Olefin)

올레핀계 엘라스토머는 성형가공성, 디자인의 유연성, 리사이클성, 코스트 등이 우수하다. 또한 최근에는 PVC 대체재료로 환경측면에서도 주목을 받고 있으며, 엘라스토머 중에서 유망한 시장을 차지하고 있다.

올레핀계 엘라스토머는 1972년 미국 Uniroyal 사가 TPR이라는 제품명으로 상시된 것으로 시장이 형성되었다. 그 후 DuPont, Exxon, Goodfich

사 등의 EPDM 메이커, Hercules, Allied Chemical 사 등 폴리프로필렌 메이커 등이 참여하여 본격적 시장이 형성되었다.

1.3.1 TPO의 종류

TPO는 사용재료별로 보면 다음과 같은 타입이 있다.⁵

① 블렌드형 TPO

폴리프로필렌이나 폴리에틸렌 수지와 올레핀계 고무(EPDM, IIR)의 단순한 기계적 블렌드에 의한 것으로 제조 프로세스에는 반바리 믹서와 압출기가 통상 사용된다.

② 부분 가교 블렌드형 TPO

올레핀계 고무와 폴리올레핀 수지의 혼련에 있어서 유기과산화물을 첨가하여 고무상을 부분 가교시켜 얻은 것으로 1단계법과 2단계법이 있다.

③ 완전(동적)가교 블렌드형 TPO

폴리프로필렌을 연속상으로, 가교 EPDM을 분산상으로 하는 복합체로, 분산상은 평균입경이 1~1.5미크로미터의 EPDM 완전가교체이다. TPO는 일반 플라스틱과 마찬가지로 사출·압출·칼렌다성형이 가능하다. 고무의 가공과 가장 다른 점은 타입에 따라 혼련과 가황공정이 불필요하다는 것이다. 이 때문에 공정이 간단하고 에너지 소비도 적어 메리트가 있다.

1.3.2 TPO의 용도

TPO는 용도별로 보면 자동차 분야가 전체의 70%를 차지하고 있다. 범퍼나 매트가드 등 일부 부재에서는 TPO의 사용이 감소하고 있으나, 내장재나 시일재, 글라스런체널 등 증가하고 있는 것도 많고, 자동차 분야 전체에서는 호조의 신장을 나타내고 있다.

건축, 주택 등 말단의 수요는 부진하나 패키징이나 가스켓 등 PVC 대체라는 이유로 건축이나 토목분야에서는 호조를 진행하고 있다. 단 가격이 하락하고 있으며, 금액 베이스에서의 신장은 작다.

일용품이나 잡화류에서는 대규모 이용자가

확립되어 있지 않아 다방면에 걸쳐 이용되고 있으며, 기능면에서 높이 평가되면서 서서히 확대되고 있다. 표 1-4에 TPO의 용도를 소개한다.

표 1-4. Usage of TPO

분 야	용 도	
자동차부품	외장 부품	범퍼, 에어댐스커트, 사이드몰, 후방미, 키킹플레이트, 럽프하우징
	내장 부품	인스트루패널 패드, 도어트림 표판, 천장재 표피
	기타	에어덕트, 호스, 에어백 케이스 리드, 색도관 케이블, 액추에이터, 가스켓
가전부품	세탁기 호스, 후돈 건조기 호스, 에어컨 호스, 프로텍터류, 패킹류, 아테고무	
전선, 케이블	커넥터, 보호 커버, 자동차 케이블	
토목, 건축재	지수 시트, 패킹	
공업 부품	패킹, 각종 호스, 글립, 시트	
일용 잡화	문구, 족 고무, 스포츠용품, 글립	
기 타	수지개질 블렌드용(충격성 개량, 도장성 개량, 경도 개량, 기타)	

1.4 불소계 열가소성 엘라스토머

불소계 열가소성 엘라스토머는 하드 세그먼트로 불소수지를, 소프트 세그먼트로 불소고무를 결합한 ABA형 폴리머로, 블록형 불소고무계와 그라프트형 불소고무계 및 저융점 불소수지를 활용하는 폴리머 알로이로 대별되며, 주류는 블록형이다.

불소계 엘라스토머는 불소수지와 불소고무의 중간적인 재료로 다른 열가소성 엘라스토머에 비하여 화학적으로 매우 안정하며, 불소수지 및 불소고무의 우수한 내후성 때문에 열가소성 엘라스토머로 내후성은 상당히 우수하다. 불소고무의 결점인 열시강도의 향상을 도모하기 위해 개발된 것으로 불소수지 관련 제품에 대한 이용자의 요구에 따라 제품화되고 있다.⁶

불소계 열가소성 엘라스토머의 개념을 그림 1-4에, 용도를 표 1-5에 나타낸다. 성형가공에서는 열가소성 수지이면서, 성질은 불소고무와 유사하다고 하는 독특한 특징을 가지고 있다.

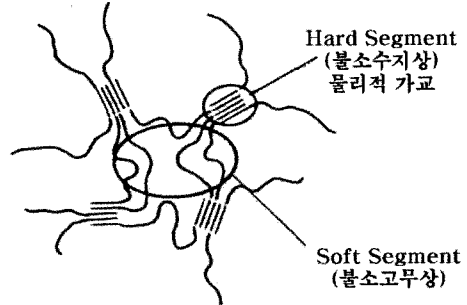


그림 1-4. Concept of Fluorine-based Elastomer.

표 1-5. Usage of Fluorine-based Elastomer

분야	용 도
호스, 튜브	내약품용 호스, 내열용 호스, 각종 튜브
시트	내약품, 내열용 시트류, 테이프류
기타	시일재, 가스켓, 라이닝재, 다이어프램, 내식 도료, 고무 개질, 불연화재

2. 국내·외 기술특허 동향

2.1 기술 동향

2.1.1 스티렌계 엘라스토머

SBS 구조를 기본 구조로 하면서 리빙중합의 특징을 살려 커플링기술, 스티렌과 부타디엔의 중합속도차를 이용한 테이퍼 중합기술, 중합개시제 분할 첨가기술 등이 개발되어, 라디칼 텔레블록코폴리머, 멀티블록코폴리머, 바이모달코폴리머, 테이퍼블록코폴리머 등이 설계 제조되고 있으며, 완전 블록타입에 비하여 테이퍼블록타입이 폴리스티렌 개질에 있어서 투명성과 내충격성의 밸런스가 우수하고, 멀티블록타입이 저점도화 할 수 있는 것으로 알려져 있다.⁷

▪ 소프트 세그먼트: 물성과 고무탄성뿐만 아

나라 각종 수지와의 상용성, 상용성에 관계하는 인자로 소프트 세그먼트는 매우 중요하다. 소프트 세그먼트에는 구성, 미크로구조, 변성의 유무의 3가지 요소가 있다.

소프트 세그먼트가 폴리부타디엔인 SBS, 폴리이소프렌으로 변경한 SIS, 폴리부타디엔에 수소를 첨가한 SEBS, 폴리이소프렌에 수소를 첨가한 SEPS 등 대표적인 스티렌계 열가소성 엘라스토머들이 개발되어 있다.

특수한 것으로는 SBS의 폴리부타디엔의 일부에 수소를 첨가한 폴리머(소프트 세그먼트는 부타디엔·에틸렌·부틸렌 공중합체)가 있으며, 그 중에서 폴리부타디엔의 비닐결합부를 선택적으로 수소 첨가한 폴리머(소프트 세그먼트는 부타디엔·부틸렌 공중합체)가 SBBS라는 이름으로 소개되고 있다. 이 외에도 부타디엔과 이소프렌을 공중합 한 것 및 그의 수소첨가물 또는 폴리부타디엔과 폴리이소프렌을 커플링 기술에 의해 1분자 내에 결합시킨 것 등이 있다.

최근에는 기본적인 4종류의 소프트 세그먼트를 베이스로, 미크로 구조를 컨트롤함으로써 고성능화가 왕성하게 행해지고 있다. 종래형의 SBS와 SIS의 특성 차이를 가져오는 폴리머 구조인자의 하나로 사이드체인의 수가 있으며, 통상은 폴리이소프렌을 이용한 SIS가 사이드체인이 많다. 그러나 폴리부타디엔에서도 비닐결합 비율을 컨트롤함으로써 사이드체인을 증가시킬 수 있다.

수소첨가계의 엘라스토머에서도 폴리부타디엔의 비닐결합량(수소첨가 후는 부틸렌량)에 의해 엘라스토머로의 각종 특성을 변화시킬 수 있으며, 고부틸렌 함유량의 SEBS는 폴리프로필렌과의 상용성이 높아 특이한 모폴로지를 형성하고, 투명, 연질 올레핀계 수지 분야에 이용되고 있다.

스티렌계 열가소성 엘라스토머에서는 그라프트반응 등에 의한 소프트 세그먼트의 변성이 행해지고 있다. 그라프트 변성으로는 카르복시산 변성이 대표적이지만, 에폭시 변성물도 있

다. 이들 변성물은 극성기를 갖지 않은 스티렌계 열가소성 엘라스토머에 산이나 에폭시 등의 극성기를 도입함으로써, 각종 수지와의 상용성, 각종 재료와의 접착성, 각종 화합물과의 반응성 등을 향상시키고 있으며, 극성을 가진 수지의 개질제 또는 극성수지와 비극성수지와의 폴리머 알로이에서 상용화제로 사용되고 있다.

▪ 하드 세그먼트: 스티렌계 열가소성 엘라스토머의 하드 세그먼트는 원래 폴리스티렌이지만 음이온중합에 의한 블록 공중합체라는 관점에서 최근 새로운 하드 세그먼트가 등장하고 있다. 그 중 하나가 비닐함유량이 적은 폴리부타디엔블록을 수소 첨가하여 얻은 결정성 폴리에틸렌을 하드 세그먼트로 사용하는 기술이며, SEBS, CEBS라는 블록 공중합체가 개발, 제조되고 있다. 또한 폴리시클로헥사디엔 또는 그의 수소첨가물을 하드 세그먼트로 하는 블록 공중합체도 개발되어 주목받고 있다.

▪ SEBS를 사용한 폴리머 알로이: SEBS는 폴리머의 구조로부터 폴리프로필렌을 비롯한 폴리에틸렌 및 폴리스티렌, PPE와의 상용성이 우수하다. 또한 변성 등의 기술에 의해 극성기를 도입함으로써 PA, PBT 등에 대한 상용성을 대폭 향상시킬 수 있다.

▪ SEBS에 의한 PP의 개질: 폴리프로필렌은 강도 강성, 고온 특성, 가공성이나 기타 많은 특성이 우수하며, 가격이 저렴한 대표적인 범용수지이지만 폴리프로필렌의 호모폴리머는 내충격성, 저온 특성이 약간 어려워 엘라스토머에 의한 개질이 가장 효과적인 수지의 하나이다.

스티렌계 열가소성 엘라스토머는 올레핀계 엘라스토머와 같이 대표적인 폴리프로필렌의 개질제이며, 특히 SEBS는 소프트 세그먼트가 올레핀계 엘라스토머이며, 폴리프로필렌과의 상용성이 우수하므로 개질효과는 가장 우수하다. 폴리프로필렌을 SEBS로 개질할 경우 SEBS의 E/B비의 차이에 의해 폴리프로필렌과의 상용성이 변화하여, 부틸렌의 양이 증가함에 따라서 상용성이 향상되고 분산입자경이 작아진다.

E/B비를 컨트롤함으로써 폴리프로필렌의 강성/내충격성 밸런스를 최적화할 수 있고, 저탄성률화, 투명화까지 폭넓게 개질을 할 수 있다. 폴리프로필렌의 강성과 고온 특성을 최대한 유지하면서 내충격성과 저온 특성을 개질하는 경우는 일반적으로는 중 부틸렌타입(B의 양=35~50%/전체 EB의 양)의 SEBS가 사용된다. 또한 고 부틸렌타입(B의 양>70wt%)의 수소첨가 폴리부타디엔을 소프트 세그먼트로 하는 SEBS는 폴리프로필렌과 블렌딩할 경우 특이한 모르폴로지를 형성한다(표 2-1). 이 고부틸렌 SEBS 개질 폴리프로필렌은 폴리프로필렌 단체에 비해 탄성률이 매우 낮고, 투명성, 내용력백화성이 우수하여 연질 PVC에 대신하는 새로운 소프트재료로 기대되고 있다.

표 2-1. Characteristics and Types of SEBS(PP/SEBS=80:20)

조성물	특 성				
	SEBS	인장 탄성률	응력백화	투과율 (Injection)	고무입경 (TEM)
	부틸렌량 (in EB)				
A	36	840	33	76.9	500
B	47	750	38	61	120
C	60	460	9	82.5	50
D	68	450	7	86.6	45
E	76	400	3	84.8	20
호모 PP	-	1260	-	-	-

*1: 듀폰충격(미사일경: 1/2 인치, 하중 0.5 kg, 높이 30 cm) 후의 ΔTt

• PP/SEBS/올레핀계 엘라스토머: SEBS는 단독으로도 폴리프로필렌에 대한 높은 개질효과를 가지지만 올레핀계 엘라스토머와 병용하여 폴리프로필렌을 고도로 개질할 수도 있다. 이 계에 대하여 최적화된 SEBS를 사용한 경우, SEBS는 폴리프로필렌과 올레핀계 엘라스토머 도메인의 계면에 존재하여 계면접착강도를 높인다고 생각된다.

• 변성 SEBS에 의한 PA, PBT의 개질: 무수

말레산 변성 SEBS는 SEBS 자체가 가지고 있는 각종 플라스틱과의 상용성 외에 극성을 가진 PA, PBT 등과의 상용성도 향상된다. PA 및 PBT를 스티렌계 열가소성 엘라스토머로 개질한 경우 무수 말레산 변성 SEBS를 사용함으로써 엘라스토머와의 분산입자경을 미세하게 하는 것이 가능하며, 초적입자경으로 제어된 블렌드물은 높은 내충격성을 갖는다. 이 열로이에서 변성 SEBS의 작용기는 PA 또는 PBT와 반응하여 그라프트체를 형성하고, 이 그라프트체가 매트릭스 폴리머와 SEBS의 상용화제로 작용한다고 생각된다. 변성 SEBS의 PA와의 상용성을 응용한 예로는 PA/PP 알로이가 있으며, 변성 SEBS에 의해 알로이의 미분산화와 분산의 안정화가 달성된다.

• 리사이클에의 응용: 스티렌계 열가소성 엘라스토머는 올레핀계 수지, 스티렌계 수지를 비롯한 많은 수지에 대하여 내충격성이나 신장특성과 같은 강인화에 필요한 특성을 개량하는 개질제임과 동시에 많은 수지에 대한 상용화제이며, 리사이클 분야로 응용이 확대될 것으로 기대된다. 이미 PE와 PA섬유 또는 PET섬유로 된 카펫을 변성 SEBS를 사용하여 리사이클하는 기술 등이 확립되어 있으며, 앞으로 더욱 폭넓은 분야에 적용될 것으로 생각된다.

• 특정 선택 수소첨가형 엘라스토머 SBBS: SBS가 열안정성이 낮은 이유는 소프트 세그먼트의 폴리부타디엔 부분에 함유된 이중결합 때문이다. 이 이중결합에는 폴리부타디엔의 1,4결합구조에 포함된 것과 비닐결합(1,2결합)에 포함된 것 2종류가 있다. 최근 특이한 선택성을 가진 수소첨가 촉매를 사용하여 비닐결합을 선택적으로 수소를 첨가함으로써 제조된 1,4-(부타디엔-부틸렌)-폴리스티렌(SBBS)이 개발되어 열안정성이 보고 되어 있다.

2.1.2 우레탄계 엘라스토머

우레탄계 엘라스토머의 기술 동향을 보면 고기능화를 향한 개발이 이루어지고 있으며, 내열, 내열수성의 개량, 성형가공 조건의 개량,

내자의선, 항곰팡이성, 투습성, 무황변성 등이 주요 과제이다.

고무재료 중에서도 특히 우레탄 엘라스토머는 기계적 강도나 내마모성이 우수하고, 내유성도 우수한 탄성체이다. 이러한 특징을 살려 유공압 패킹이나 벨트, 호스, 튜브, 탄소 부시 등 기능부품으로 사용되고 있다.

우레탄 엘라스토머의 반발 탄성 기능, 내한성, 내열성, 내가수분해성, 저압축영구비틀림 특성을 겸비한 우레탄 엘라스토머가 개발되어 있는데, 상온경화형 엘라스토머는 방수재, 상재, 포장재, 실링재로 사용되고 있으며, 시공기술을 포함한 개발이 이루어지고 있다. 방수재로는 빌딩 옥상의 주차장 건설과 주차장공법이 개발되어 있다. 또한 토목용도나 보수용도로 스프레이 타입의 엘라스토머가 속경화를 무기로 응용되고 있고, non-MOCA 시스템도 개발되어 있다.

폴리우레탄 체인 중에 하드 세그먼트와 소프트 세그먼트가 마이크로상 구조를 발현하는 세그먼트화 폴리우레탄은 우수한 기계적 성질, 화학적 안정성 및 생체적합성을 나타내어 의료용 재료로 유용성이 평가되어 왔다. 세그먼트화 폴리우레탄의 합성은 먼저 양 말단에 수산기를 가진 비교적 분자량이 작은 폴리올과 디이소시아네이트를 반응시켜 양 말단에 이소시아네이트를 가진 프리폴리머를 제조하고, 이 프리폴리머를 디아민 또는 디올로 쇄연장반응을 하는 2단계 합성법이 일반적이다. 수소결합 형성능이 높은 우레탄기 또는 우레아가 풍부한 하드 세그먼트가 결정성 도메인을 형성한다.⁸⁻¹¹

한편 소프트 세그먼트는 굴곡성이 풍부하여 세그먼트화 폴리우레탄의 우수한 고무탄성에 기여하고 있다. 세그먼트화 폴리우레탄의 역학적 성질은 하드 세그먼트의 분율 또는 소프트 세그먼트의 길이에 의해 광범위하게 제어할 수 있다.

세그먼트화 폴리우레탄의 의료용 재료로의 유용성은 우수한 생체적합성에 있으며, 장기간 체내에 사용될 경우의 생체적합성에는 문제가

지적되어, 재료안정성의 향상이 과제이다. 또한 세그먼트화 폴리우레탄의 생체 내 열화의 원인으로 석회화, 산화, 가수분해, 지질의 흡착에 의한 환경응력 균열 등을 들 수 있다. 조건에 따라서는 이들이 복합하여 열화를 촉진하는데, 열화에 의해 생성된 분해물의 생체 위해성도 검토가 필요하다. 세그먼트화 폴리우레탄은 장기 사용에서 생체 내 재료파괴에 이르기 전 고분자의 구조 변화나 고분자 표면에서의 생체성분 흡착, 고분자의 존재에 의한 생체의 세포 레벨에서의 거동 등을 밝힘으로써 생체 내 안정성이 높은 세그먼트화 폴리우레탄을 개발해야 할 것이다.

기타 의료용 폴리우레탄으로 생체 내 안정성 및 혈액적합성을 개선하는 새로운 방법의 하나로 불소함유 세그먼트화 폴리우레탄의 개발이 있다. 이것은 불소함유 디이소시아네이트를 도입함으로써 하드 세그먼트의 소수성을 증가시켜 보다 완전한 마이크로상 구조를 형성시키는 것으로 동시에 안정성 향상도 기대된다.

• TPU의 가공성 개량방법: 일본특허에 공개된 자료로부터 TPU의 성형성 개량방법을 조사한 결과, 1974년부터 1996년까지 공개특허 가운데 TPU를 주체로 한 플라스틱, 엘라스토머, 수지조성물에 대하여 성형성을 개량한 것은 60건이었다. 이들 방법은 크게 4가지로 나눌 수 있다.

① TPU와 다른 수지의 폴리머 블렌드, 알로이 또는 공중합

TPU 이외의 수지를 폴리머 블렌드, 알로이화방법 또는 공중합에 의해 TPU와의 조합, 이형성, 유동성 등의 성형성을 개량하는 것으로, 대상 수지로는 스티렌계 수지로 ABS·AES·SBS·SEBS·SIS 수지, MA변성폴리스티렌, 올레핀계 수지로 PE·EPR·염소화PE가 있으며, PVC(공중합), 에폭시 수지, 폴리페놀 및 가소화 폴리아미드 등이 사용되고 있다.

블렌드 대상 폴리머로는 스티렌계 수지가 가장 많고, 다음이 올레핀계 수지이다. 스티렌 수

지에 대해서는 ABS 수지 등 범용 엔지니어링 플라스틱에서 SEBS 등의 특수 엘라스토머까지 다양한 구조, 작용기, 기계적 특성, 경도를 가진 수지가 있으며, 비교적 싼 것이 많다. 이들은 비교적 자유롭게 서로 혼화함과 동시에 TPU와도 비교적 상용성이 좋으므로 TPU 조성물의 성분으로 가장 많이 검토되고 있다.

올레핀 수지는 가격면에서 우위를 차지하여 전수는 많지만, 비극성 수지이므로 극성이 높은 TPU와의 상용성은 원래 나쁘고, 이 점에 대하여 특히 많은 특허가 공개되어 있다.

② 조성의 변경(폴리올, 이소시아네이트, 쇠신장제)

TPU 자체의 조성을 변경하여 성형성을 개량하는 방법으로 다음과 같은 것이 있다.

- 장쇄 폴리올의 변경
 - C₆, C₉ 디올로부터 합성한 폴리에스테르 폴리올
 - 3급 OH기를 함유하는 폴리에스테르폴리올
 - 고분자량, 중분자량 폴리올과의 블렌드
- 쇠 연장제의 변경
 - C₆디올의 사용
- 기타
 - 고경도, 저경도 TPU의 블렌드
 - 하드 세그먼트 부분에 이미드, 아미드 결합의 도입

조성물에서는 비교적 분기 C₆, C₉ 디올 등을 사용한 폴리에스테르폴리올에 관한 것이 많고, 다음으로 저분자량, 고분자량 폴리올의 블렌드 사용이나 저경도, 고경도 TPU의 블렌드 등 독특한 방법이 시도되고 있다.

③ TPU에 왁스 등을 첨가

왁스, 오일 등을 TPU에 첨가하여 성형성을 개량하는 방법으로 다음과 같은 것이 있다.

- 아미드계 왁스의 첨가
- 지방산, 지방산에스테르, 지방산금속염의 첨가
- 윤활유, 활성탄의 첨가
- 알킬실리콘, 인산의 첨가

왁스에 대해서 TPU는 본래 금속 등에 접촉성이 강하므로 외부 활성이 강한 아미드계 왁스를 사용한 예가 많으며, 특수한 예로는 윤활유, 실리콘오일의 첨가가 있다.

④ TPU의 합성법 변경

TPU의 합성방법을 변경하여 성형성을 개량하는 방법으로 다음과 같은 방법이 있다.

- 프리폴리머법
- 압출기 중에서 고온에서 괴상중합을 하는 방법
- 한번 합성한 TPU에 다시 전단력을 가하는 방법
- 특정 NCO/OH기 비와 MFR값

합성법으로는 프리폴리머법 또는 고온에서의 괴상중합이 있다. 프리폴리머법에서는 TPU의 블록구조를 보다 명확한 형태로 만드는 기능을 발현시키는 시도이며, 괴상중합은 반응의 균일성을 증가시켜 미소겔 등을 줄여 제품의 외관을 향상시킨 것이다.

2.1.3 올레핀계 엘라스토머

올레핀계 엘라스토머의 기술개발 예로는 다음과 같은 것이 있다.

- 신규 올레핀계 엘라스토머: 에틸렌-부틸렌 구조와 에틸렌-부틸렌-스티렌 구조의 2종류가 개발되었으며, 모두 본격적으로 상시되고 있다. 에틸렌-부틸렌 구조의 올레핀계 엘라스토머는 폴리프로필렌의 내충격성을 개량하는 데 효과적이며, 굴곡탄성과 내충격성이 양호하다. 폴리프로필렌 컴파운드의 연질화나, 폴리프로필렌 필름의 내충격성(특히 저온에서의) 개량, 저온 히트시일성을 개량하는 데 이용되고 있다. 또한 에틸렌-부틸렌-스티렌 구조의 것은 지금까지 없었던 구조로 연질 PVC에 가까운 크리프 특성을 나타낸다.

- 재료 니즈와 기술개발: TPO는 스폴, 런너, 성형불량품 등을 분쇄하고, 펠렛화함으로써 재이용할 수 있다. 따라서 이론상 가공공장 내에서의 단재의 삭감에 공헌한다. 또한 자동차부품 등으로 실제 사용할 경우에도 물성의 변화가

적고, 이것을 회수하여 리사이클하는 것도 가능하다. 단 이 경우 부품 회수방법의 시스템화가 확립되어 있지 않아 앞으로 과제라고 생각된다.

유해물질문제로 소각에 의한 다이옥신 문제, 환경호르몬 문제 등에 의한 재료 전환에 TPO 이용이 추진되고 있다. 이와 같은 문제점의 대책으로 엘라스토머제품에 대한 환경성의 요구는 매년 증가하고 있다. 올레핀계 엘라스토머는 종래의 고무, 일부 플라스틱을 대체하는 재료로 주목되고 있다.

폐기물 회수, 코스트다운 등 리사이클 시스템화의 과제는 아직 많지만, TPO를 보급함으로써 환경문제를 해결하는 관점으로부터 앞으로 한층 발전할 것으로 보인다.

유해물질문제의 대상이 되는 재료를 대량으로 사용하고 있는 자동차업계에서는 자주 규제의 한 방법으로 리사이클이 가능한 재료로 전환을 도모하고 있으며, 가전업계에서도 재료 전환을 추진하고 있다.

2.1.4 불소계 엘라스토머

최근 열가소성 엘라스토머와 아크릴 변성 불소화합물을 함유하는 칼렌더링이 우수한 열가소성 불소계 엘라스토머, 불소함량이 40%인 비닐리덴 플루오리드/헥사플루오로프로필렌 공중합체와 불소함량이 40%인 테트라플루오로에틸렌을 니딩한 불소화 열가소성 엘라스토머가 개발되고 있으며, 불소고무와 불소수지를 가교제와 함께 가교시켜 인장강도를 개선한 엘라스토머가 개발되고 있다.¹²

불소계 엘라스토머의 용도는 주로 호스, 튜브류나 시트 제품으로 사용되고 있다. 불소계 고무의 용도와 경쟁이 치열하기 때문에 고가적인 불소계 엘라스토머는 특수용도에 한정되고 있으며, 앞으로 새로운 용도 개척이 요망되고 있다. 예를 들면 듀폰에서는 아래와 같은 구조의 Kalrez를 개발하여 판매하고 있다(그림 2-1).

이 제품은 불소수지의 우수한 내약품성과 불소고무를 상회하는 내열성(300℃에서도 고무성질 보유) 및 탄성을 겸비한 것으로, 시일링재료

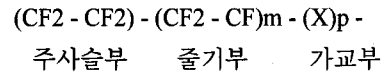


그림 2-1. Structure of Kalrez elastomer of Dupont.

사용할 경우 장기간 사용이 가능하고, 안정성과 신뢰성을 확보할 수 있다. 화학반응장치의 미캐니컬 시일, 화학펌프, 배관부품, 반도체 산업, 제조장비 부품, 자동차 엔진용 가스센서부품으로 사용되고 있다.¹³

2.2 특허출원 동향

2.2.1 스티렌계 열가소성 엘라스토머 출원 동향

1991년부터 현재까지 우리나라, 일본, 미국 및 유럽에 특허출원된 스티렌계 열가소성 엘라스토머에 대한 특허 중 공개 또는 공고된 특허 건수는 총 396건이며, 일본이 274건으로 압도적 우위를 나타내고 있다. 1994년부터 증가 경향을 나타내고 있으며, 2002년도와 2003년도는 아직 공개되지 않은 특허가 많아 건수는 미미한 상태이다.

한국공개특허에서는 금호석유화학이 5건으로 톱을 차지하고 있고, 한국신발피혁연구소, 바이엘AG, 굳이어 타이어 & 러버 Co가 각각 3건, 엘지화학, 현대자동차, 다이셀화학공업, 바스프, DuPont, Dow Chem. Co. 미쯔보시 벨트가 각각 2건으로 상위를 차지하고 있다. 한국특허에 출원된 특허기술내용을 보면 시트, 신발창, 자동차 타이어 및 필름으로 사용되는 것이 주류를 차지하고 있다.

일본특허에서는 Mitsubishi Chem. Corp.이 19건, Mitsui Petrochem. Ind. Ltd.가 15건, Mitsubishi Belting Ltd.가 14건, Sekisui Chem. Co가 11건, Sumitomo Rubber Ind. Ltd.가 10건, Sumitomo Bakelite Co.와 Asahi Chem. Ind. Co.가 9건, Bridgestone Corp.이 8건, Terumo Corp.이 7건으로 상위를 차지하고 있다.

미국특허에서는 Sumitomo Rubber Ind. Ltd.와 Mitsui Chem. MKV Co.가 각각 4건, Solvay Engineered Polymers와 Mitsui Petrochem. Ind.

표 2-2. Trend of Patent Application of Styrene-based Elastomer

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	계
한국	1	-	1	4	5	4	4	6	7	6	3	4	1	46
일본	14	17	15	27	31	25	34	41	19	29	21	1	-	274
미국	2	-	1	-	3	5	4	5	3	3	3	2	-	31
유럽	1	-	-	2	1	5	8	7	3	-	10	8	-	45
계	18	17	17	33	40	39	50	59	32	38	37	15	1	396

Ltd.가 각각 3건, Supreme Corp.가 2건으로 상위를 차지하고 있다.

유럽에서는 BASF AG가 4건, Sovay Engineered Polymers와 Sumitomo Rubber Ind. Ltd., Mitsui Petrochem. Ind. Ltd., DSM N.V.가 각각 3건으로 상위를 차지하고 있다.

표 2-2에 스티렌계 엘라스토머에 대한 우리나라, 일본, 미국 및 유럽의 연도별 특허건수를 나타낸다.

2.2.2 우레탄계 엘라스토머 출원 동향

1991년부터 현재까지 우리나라, 일본, 미국 및 유럽특허에 출원된 우레탄계 열가소성 엘라스토머에 대한 특허 중 공개 또는 공고된 특허건수는 총 442건이며, 일본이 315건으로 압도적 우위를 나타내고 있다. 1991년부터 현재까지 꾸준한 출원 경향을 나타내고 있으며, 2002년도와 2003년도는 아직 공개되지 않은 특허가 많아 건수는 미미한 상태이다.

한국공개특허에서는 총 12건이 출원되어 있으며, 엘라스토머를 이용한 막이나 필름이 2건,

엘라스토머 조성물에 대한 특허가 2건 그리고 신발창, 패드, 밴드 등으로 이용하는 기술에 대한 특허 등이 출원되어 있다. 출원인별로 보면 킴벌리 클라크 월드와이드 Inc.가 2건을, 국내 기업으로 삼성종합화학, 서일화학, 미원유화 등이 각각 1건을 출원하고 있다.

일본공개특허에서는 Asahi Kasei Corp.이 19건으로 톱을 차지하고 있고, Sekisui Chem. Co.가 17건, Bando Chem Ind. Ltd.가 14건, Kuraray Co.가 11건, Sumitomo Rubber Ind. Ltd.와 Dainippon Printing Co., Toyoda Kosei Co.가 각각 10건으로 상위를 차지하고 있다.

미국특허에서는 Spalding Sports Worldwide Inc.가 12건으로 톱을 차지하고 있고, Acushnet가 6건, Advanced Elastomer Systems L.P.가 3건으로 상위를 차지하고 있다.

유럽특허에서는 Olin Corp.와 Spalding Sports Worldwide Inc., Acushnet Co.가 각각 5건으로 톱을 차지하고 있다. (표 2-3)

표 2-3. Trend of Patent Application of Urethane-based Elastomer

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	계
한국	-	-	1	3	1	1	-	2	2	1	-	-	1	12
일본	29	21	20	28	14	15	25	49	26	55	31	2	-	315
미국	3	2	3	4	5	5	4	6	4	12	6	2	-	56
유럽	6	-	6	5	3	2	6	8	7	2	12	2	-	59
계	38	23	30	40	23	23	35	65	39	70	49	6	1	442

표 2-4. Trend of Patent Application of Fluorine-based Elastomer

	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	계
한국	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	2
일본	2	2	1	5	1	3	3	1	3	-	1	2	-	24
미국	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	3
유럽	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
계	2	3	3	6	1	4	3	1	4	2	1	2	-	32

2.2.3 불소계 엘라스토머 출원 동향

1991년부터 현재까지 우리나라, 일본, 미국 및 유럽에 특허출원된 불소계 열가소성 엘라스토머에 대한 특허 중 공개 또는 공고된 특허건수는 총 32건으로, 기술개발이 미진한 상태에 있으며, 일본이 24건으로 압도적 우위를 나타내고 있다.

한국공개특허에서는 일본의 미쯔이도아쯔 가가꾸(주)가 2건을 출원하고 있으며, 기술내용을 보면 표피부재에 대한 것이다. 일본특허에서는 Nichias Corp.이 4건, Asahi Glass Co.가 3건, Sumitomo Chem. Co., Dainippon Printing Co., Kanegafuchi Chem. Ind. Co.가 각각 2건으로 상위를 차지하고 있다. 미국특허에서는 Nitta Moore Co.가 2건, 3M Co.가 1건을 출원하고 있다. 유럽에서는 3M Co.와 Flow-Rite Controls Ltd., Nitta Moore Co.가 각각 1건을 출원하고 있다.

표 2-4에 불소계 엘라스토머에 대한 우리나라, 일본, 미국 및 유럽의 연도별 특허건수를 나타낸다.

3. 결론 및 전망

스티렌계 열가소성 엘라스토머는 폴리머 구조를 고도로 제어하는 것이 가능하며, 학술적으로도 구조 및 물성발현 메커니즘 등이 연구되고 있다. 이에 따라 재료면, 실용면에서 구체화되고, 금후 점점 중요도와 이용범위가 확대할 것을 기대된다. 한편 의료용 엘라스토머에 대한 수요는 금후 점점 높아질 것으로 예상된다. 현

재 이미 임상에 응용되고 있는 실리콘고무, 천연 및 합성고무 또는 폴리우레탄소재를 개량하여 보다 고기능의 제품을 제조하는 것도 중요하지만, 기타 신규 고성능 의료용 엘라스토머 소재를 개발하는 것도 중요한 과제이다.

우레탄 엘라스토머는 PVC 대체, 용도 개척의 가능성, 개호상품의 채용 증가에 따라 성장이 예상되지만, 안정적인 주력용도가 부족하고 성형기구나 설비가 정비되지 않아 성장 장애요인이 되어 있다. 앞으로 TPU 시장의 확대에는 신규 용도의 개척과 기존의 용도 가운데 메인이 되는 용도를 확립할 필요가 있다. 자동차 산업 등 주력용도 분야와 연결되어 있으므로, 시장은 앞으로 수평 또는 미증가 경향으로 예상되고 있다.

올레핀 엘라스토머는 리사이클, 경량 등 환경면의 우위성과 환경 관련 법정비, 가황고무, PVC 대체 등으로 성장이 예상되지만, PVC 보다 고가격이어서 성장 장애요인이 되고 있다.

TPO 시장은 기업의 환경의식 고조와 함께 PVC 대체 재료로 앞으로도 확대될 전망이며, 어떻게 대체 수요를 획득할 수 있는가에 따라 방향이 정해질 것이다. PVC는 가격 면에서 우위에 있으며, 가공성이 좋고, 유연성, 투명성 등의 기능면에도 우수하다. 이 때문에 코스트를 중시하는 재료의 경우에는 TPO가 불리하여, PVC 대체가 순조롭지는 않을 것이다. 그러므로 기능이 우수해도 PVC에 가까운 가격을 가진 제품도 개발되고 있으며, 리사이클법과 환경관련법이 정비되면 자동차용도, 주택, 잡화용도에

서도 확대될 전망이다.

불소계 엘라스토머의 용도는 주로 호스, 튜브류나 시트제품에 사용되고 있다. 불소고무와의 경쟁으로 가격이 비싼 불소계 엘라스토머는 특수용도로 한정되어 있으며, 용도가 유사한 불소고무와의 경쟁은 앞으로도 계속될 것으로 보인다.

참 고 문 헌

1. 草川紀久, “熱可塑性 엘라스토머” 工業材料 45(6), pp.38-42, 1997.
2. Yamashita Katsuhisa, Nonomura Chisato, “폴리에스테르계 熱可塑性 엘라스토머의 成形 및 物性” 成形加工 12(12), pp.760-764, 2000.
3. Tasaka Michihisa, “高機能 熱可塑性 엘라스토머의 開發動向” 플라스틱 49(8), pp.76-84, 1998.
4. Ishihara Mahito, “熱可塑性 폴리우레탄 엘라스토머” 플라스틱 에이지 pp.104-109, 1999.
5. Mizumoto Kunihiko, “올레핀계 熱可塑性 엘라스토머의 新展開” 成形加工 12(12), pp.755-759, 2000.
6. Tomoda Masayasu, “弗素系 熱可塑性 엘라스토머” 플라스틱 48(3), pp.46-51, 1997.
7. Suda Yoshikazu, Takayama Shigeki, “스티렌系 熱可塑性 엘라스토머의 新展開” 成形加工 12(12), pp.750-754, 2000.
8. Young Joong Kim, Byung Chul Lee, “폴리우레탄 산업의 현황” 고분자과학과 기술 10(5), pp.589-596, 1999.
9. Hayashida Shoji, “폴리우레탄” 플라스틱 48(1), pp.143-147, 1997.
10. Nakano Kenji, “反撥彈性 機能을 向上한 우레탄 엘라스토머” 工業材料42(2), pp.36-40, 1994.
11. 機構部品으로 用途를 擴大하는 熱可塑性 “폴리우레탄 엘라스토머” 工業材料 42(2), pp.54-59, 1994.
12. 建元正祥, “弗素系 熱可塑性 엘라스토머” 日本고무協會誌 66(9), pp.673-682, 1993.
13. 林壽郎, “醫療用 엘라스토머” 日本고무協會誌 71(5), pp.243-250, 1998.