

신발에 사용되는 고분자재료

이 재 연 · 박 찬 현 · 김 대 식

1. 서 론

인류의 역사는 신발과 함께 발전하였다고 해도 과언이 아니다. 원시시대 신발은 신발이라기 보다는 뜨거운 모래나 들쭉날쭉한 돌, 바위 등으로 발을 보호하기 위해 가죽이나 나뭇잎 등으로 발을 감싸는 수준의 것이었다. 이후 신발은 인류 역사 속에서 계속적으로 언급이 되어왔으며 고대 이집트나 중국 외에 세계의 문명화된 대부분의 지역에서 신발이 나타났으며 이 때에도 발의 보호에 대한 중요성을 인식하고 있었다는 것을 알 수 있다. 최초 신발은 발을 보호한다는 단순한 기능으로부터 출발하였으나 현재는 발의 건강이나 착용감, 쾌적성을 추구할 뿐만 아니라 과학화되고 전문화되어 있다. 최근 소비자의 생활수준 향상과 욕구의 다변화에 기인하여 특수한 기능, 다양한 기능 즉, 피팅성(fitting), 충격흡수성(shock absorb), 안정성(stability), grip 특성(traction), 굴곡성(flexibility), 경량성(light-

weight), 통기성(ventilation), 내구성(durability) 등을 가진 고기능성 신발 제품에 대한 기호도가 점차 증가하고 있다.¹ 일반적으로 신발 착용시 발생하는 환경 및 신발의 요구 물성을 표 1과 같이 구분하였다. 이에 따라 신발 제품에 있어서 이러한 기능을 지닌 새로운 소재의 개발이 요구되고 있다. 따라서 해외뿐 아니라 국내의 많은 업체에서는 이러한 소비자의 욕구를 충족시키기 위하여 새로운 기능을 가진 소재의 개발에 주력하고 있으며, 그 결



박찬현

1990 충남대학교 화학과 (학사)
1993 충남대학교 화학과 (석사)
1993~ 한국신발피혁연구소 선임연구원
현재



이재연

1984 영남대학교 공업화학과 (학사)
1987 영남대학교 고분자공학과 (석사)
1994 영남대학교 고분자공학과 (박사)
1988~ 한국화학연구소
1989
1989~ 한국신발피혁연구소 인조피혁
현재 연구팀장



김대식

1998 경희대학교 화학공학과 (학사)
2000 한양대학교 화학공학과 (석사)
2000~ 한국신발피혁연구소 연구원
현재

Development Trend of Polymer Modification for Shoe

한국신발피혁연구팀 인조피혁연구팀 (Jae Yeon Lee, Chan Heun Park, and Daeshik Kim, Artificial Leather Research Team, Korea Institute of Footwear and Leather Technology, 786-50 Dang-gam-dong, Busan Jin-ku, Busan 614-100, Korea)

과 다양한 기능을 가진 소재 또한 소개되고 있다.

구가 활발히 진행중인 실정이다.

2. 신발의 구성

신발은 **그림 1**과 같이 크게 발의 상부를 덮는 부위의 갑피(upper)와 발이 지면과 접하는 부분의 바닥재(sole)로 구분할 수 있다. 바닥재로서 지면과 닿는 부분인 sole은 다시 안창(insole), 중창(midsole) 및 겉창(outsole)으로 구분된다.² 각각은 부위별로 요구 특성이 다르며 각 요구 특성에 맞추어 여러 가지 소재가 사용된다. 또한 최근에는 신발의 각 부위에 특정한 기능이 부여된 소재를 부품화하여 조합하는 형식의 신발 기능화에 대한 연

3. 신발에 사용되는 고분자

3.1 갑피 (Upper)

신발용 upper 즉, 갑피는 천연가죽과 합성피혁으로 구분된다. 신발에 사용되는 천연가죽은 많은 사람들이 알고 있는 것처럼 소가죽이 주종을 이루고 있으며 합성피혁은 크게 구분해서 폴리우레탄(이하 PU)계 합성피혁과 PVC를 이용한 합성피혁으로 구분할 수 있다. 먼저 PU계 인조피혁을 살펴보면 다음과 같다.

PU계 인조피혁의 경우 제조 방법 중 수지층의 건조방식에 따라 건식과 습식으로 나누어 진다. 건식법에 의한 방법은 backing cloth에 코팅된 수지를 열풍으로 건조하여 합성피혁으로 형성시키는 제조 방법이며, 습식법은 backing cloth에 코팅된 수지를 수조내에서 함침시켜 강제로 용제를 이행시킴으로써 연속식 기공을 형성시키는 제조 방법을 말한다. 건식법은 가공 공정이 간단하고, 낮은 기술 수준으로 균일한 제품을 얻을 수 있는데 반하여 공기의 투과도나 감촉이 천연피혁과 비교해서 만족할 수준이 안되는 단점이 있다. 그러나 습식법은 가공시 고도의 기술이 요구되며 따라서 제품의 물성 예를 들어 투습도나 촉감이 우수하여 건식법에 의해 제조된 제품에 비하여 상대적으로 고부가 제품을 얻을 수 있는 가공법이다. 그러나 이와 같은 가공 공정에서 널리 사용되고 있는 PU는 용제형이다. 이들 용제형 PU 수지는 물리적 특성이 우수한 반면, 가공시 다량의 용매(DMF, MEK, TOL 등)가 특히, 발암물질로 규정된 DMF가 비산됨에 따라 작업자의 건강 및 생산성을 저해하고 대기 오염과 같은 환경위해 요소가 되는 물론 휘발성이 높아 작업장 내의 화재의 주요한 원인이 되고 있다.³ 그러므로 현재 미국, 독일, 일본 등과 같은 선진국을 비롯한 국내 업계에서는 이러한 문제점을 극복하기 위하여 물리적 특성이 우수한 수성 PU에 대한 연구가 활발히 진행되고는 있으며, 최근 독일의 STAHL, 일본의 大日本 Ink사 등에서는 탑 코트(top-coat)용 수성 PU를 소개한 바 있다.^{4,5} 그러나 이들 소재는 내수성과 투습·방수성이 다소 취약한 것으로 알려져 있다. 그러나 국내에서 제조된 수성 PU의 경우 물리적 특성이 낮아 천연피혁의 binder 용으로 소

표 1. 착화 시 발생하는 환경 및 신발의 요구 물성

구 분	발생요인	요구특성	요구정도
동적환경	충격	연질특성	◎
		반발탄성	◎
	미끄러짐	마찰계수	◎
	마모	내마모율	◎
	뒤틀림	강성	△
	복원력	반발탄성	△
정적환경	찢어짐	인열특성	◎
	경량성	비중	◎
	외관	착색성	□
	내후성		◎
	내열성		△
생 산 성	내화학성		△
	접착특성	관능성	◎
	가공성		△
기 타	치수안정성		◎
	재료비		□

* ◎ : 매우 요구됨, △ : 다소요구됨, □ : 요구됨.

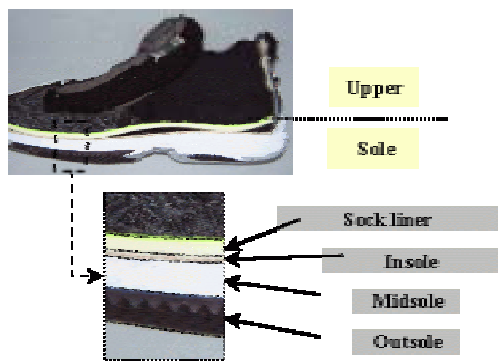


그림 1. 신발의 구성.

량 적용되고 있으며, 소비자의 요구 수준을 충분히 만족시킬 수 있는 단계까지는 이르지 못하여 이에 대한 연구가 활발히 진행중 이다.

다음으로 위에서 언급한 용제형 PU를 이용하여 합침, 코팅과 같은 공정으로 제조된 인조피혁이 아닌 PVC와 같은 과립(granule) 또는 분말(powder) 상태의 원료를 캘린더(calender) 가공에 의하여 제조되는 합성피혁이 있다. 이는 PVC leather로 알려져 있다. 이들 PVC leather는 고분자를 kneader 등과 같은 혼련 설비를 거쳐 시트 형태로 가공하는데 사용되는 캘린더 장비를 이용하여 제조된 PVC 필름을 backing cloth와 합포하여 신발의 갑피로 사용되는 합성피혁이다. 이는 간단한 캘린더 장비만 갖추면 되고 고도의 기술을 요하지 않는 방법이며 천연가죽에 비해 투습도와 같은 제반 물성이 현저히 낮은 이유로 저가의 제품으로 인식되고 있다. 이러한 공정에서 사용하는 PVC의 일반적인 특성은 다음과 같다.

일반적으로 PVC는 가소제의 조성비에 따라 경질, 반경질 및 연질 등의 다양한 특성을 얻을 수 있어 각종 배관재, 건축자재, 전선피복용 소재, 포장재, 시트, 완구, 생활용품 등 다양한 적용 분야를 가진 범용 고분자이다.⁶ 특히 PVC는 다른 소재에 비하여 내마모성이 우수하고 다양한 표면 효과를 얻을 수 있어 장판, 바닥재, 천막, 신발, 가방, 의류 등 다양한 용도에 적용되고 있다. PVC는 다 방면에 걸쳐 아주 널리 사용되는 물질이지만, 심각한 환경오염을 일으킨다는 아주 큰 결점을 가지고 있다.⁷

즉, PVC는 소각될 때 chlorinated dibenzofurans, chlorinated dibenzodioxins과 염산가스와 같은 유독 물질을 생성한다. 일반적인 지식으로 다이옥신과 퓨란(furan)은 면역결핍증, 기형아 출산, 암과 같은 질병을 일으키고, 또한 염산가스는 강력한 부식성 물질이다. 이것이 대기 중에 수분과 접촉함으로써 산성비를 유발시킨다. 또한 PVC에는 안정제와 가소제로 사용되는 중금속과 같은 첨가제들이 함유되어 있는데 이들 안정제의 대부분이 발암물질이다. PVC가 매립된 후 물에 의해 이러한 안정제들이 천천히 녹아 나와 토양에 분산됨으로써 환경오염을 일으킨다.

많은 선진국에서는 PVC의 생산과 수입을 금지하고 있어 PVC를 대체할 수 있는 비독성 물질의 개발에 박차를 가하고 있다. 그러므로 플라스틱 제조업자들은 PVC의 심각한 결점을 해결할 수 있는

새로운 열가소성 물질을 개발하는데 많은 노력을 하고 있다. PVC 대체 소재는 현재 PVC의 성능을 모두 충족시키면서 PVC의 단점을 보완할 수 있는 것이어야 한다. 이러한 세계적인 추세에 맞춰 선진국은 물론 국내에서도 PVC 대체 시트에 대한 연구 또한 활발히 진행되고 있다. PVC leather 대체를 위한 연구는 대표적인 열가소성 탄성체인 스티렌계 블록 공중합체를 이용하는 것이 일반적이다. 스티렌계 블록 공중합체는 공단량체의 조성비에 따라 제반 특성의 조절이 비교적 자유롭고, 내후성이 탁월하며, 밀도가 낮은 장점이 있다. 또한 원료단가가 비교적 낮고, 스크랩(scrap)의 재활용이 용이한 반면, 가공성이 우수하여 기존의 PVC 장치를 그대로 활용할 수 있는 장점이 있다. 신발갑피용 합성피혁의 물리적 요구 특성을 표 2에 나타내었다.

3.2 Sole

3.2.1 안창 (Sock Liner)

발바닥과 직접 접촉하는 부위로서 실제 신발을 신었을 때 느끼는 발의 피로는 안창이 좋지 못하기 때문인 경우가 많으며 그 중요성에 비하여 일반적인 인식은 그다지 크지 않다.

안창용 소재는 크게 latex foam, PU foam, PE sponge 및 EVA sponge로 구분할 수 있으며 각각의 특징은 표 3에 정리하여 나타내었다.

향후 insole에 있어서는 피팅성이 우수한 소재라든가 compression set 특성이 우수한 EVA insole 또는 natural touch를 강화한 latex 또는 cork insole

표 2. 신발용 합성피혁의 요구특성 및 장, 단점 비교

구분	적용분야	요구특성	장점	단점
신발용	스포츠화	경량성	경량성 고 반발탄성 신축성, 패션성	내마모율
	캐주얼화	신축성, 내마모성 발한성, 항균특성		내유성 내용제성 내 scratch 성
	Snow boots 등 특수화	기계적 강도 투습·방수성 신축성, 보온성 등	보온성, 저온특성 방수성, 촉감	내마모율 투습성
	부 품	광택도, 색상의 선명도, 성형성		

표 3. 안창용 소재

	Latex	PE	PU	EVA
특 징	· 고무탄성 우수 · 복원성 우수 · 경량화 부족 · 물성열악	· 발열성 · Bad touch · 복원성 부족 · 경량화 특성	· 탄성 가장 우수 · Pouring에 의한 제조 · 변색 · 가수분해 · 고비중	· 고생산성 · 가장 일반적 · 복원성 부족 · 기능성 부여에 부적합

표 4. PU 와 EVA 중창의 비교

	PU Foam	EVA Sponge
장점	• 부드러운 촉감 • 가공성 • 물리적 특성 • 고탄성 • Set 특성	• 내변색성 • 저비중(≤ 0.2)
단점	• 고비중 (midsole의 경우 경량화에 문제) • 내변색성	• 가공공정 복잡하고 노동집약적 생산형태 (buyer 기피) • 원재료 loss (40~55%) • Compression set 특성

이 요구되고 있으며 기능화 또는 고성능화 측면에서는 PU insole의 저비중화나 통기성을 지닌 insole 등의 개발이 기대되고 있다. 또한 insole에 항균성, 방취성 등 인체에 보다 쾌적한 환경을 부여하는 특수 첨가제가 결합된 제품에 대한 연구도 병행되고 있다.

3.2.2 중창 (Midsole)

중창은 다층 구조로 되어 있는 sole의 한가운데 부분으로 착지 시의 충격을 흡수하는 것이 제일의 요구 특성이며 나아가 도약 시에는 에너지 손실이 없도록 반발탄성이 우수할 것이 요구된다. 도약과 착지 시 발생하는 충격력은 격렬한 운동인 배구나 농구의 경우 몸무게 기준 최대 7.1배에서 최저 4.1배

정도가 발생하는 것으로 보고되고 있다. 또한 피로한 상태에서의 도약 후 착지했을 경우에는 신체의 자연스러운 충격흡수 동작이 제대로 기능을 하지 못해 더 큰 충격력을 받는 것으로 알려져 있다. 보행보다는 달릴 때 발생하는 충격력은 충격흡수제가 사용된 적당한 신발로 약 2/3까지 감소시킬 수 있다고 보고되고 있다. 따라서 신발 중창의 기능성화는 매우 중요하다 할 수 있다. 신발용 중창은 대부분 발포체가 사용되고 있으며 소재로는 EVA와 PU가 가장 많이 사용되고 있다. 특히, EVA sponge의 경우 초기의 단순 sliced sponge로부터 사출성형 sponge까지 제조 방법 면에서 많은 발전을 거듭하여 왔다.⁸

Midsole로 사용되는 고분자로는 PU와 EVA로 대별할 수 있으나 각각의 특징을 정리하면 다음과 같다.

PU foam의 가장 특징적인 점은 제조 방법에 있으며 pouring 공법에 의하여 제조되기 때문에 air bag을 삽입하는 제품 등에 적합한 제조 공법으로 air bag을 장착한 신발이 제조되는 한 PU foam은 계속하여 사용될 것이다. Midsole의 전반적인 기술 개발의 단계를 도시하면 표 5와 같다. 대표적인 midsole의 종류를 신발에 사용되기 시작한 순서에 준하여 다음 표에 나타내었으나 가장 먼저 개발된

표 5. 여러 가지 중창의 제조 방법 및 소재에 따른 비교

Midsole	Characteristics	Remark
PU foam	• high elasticity • processing (pouring) • yellowing • high density • hydrolysis	• reactive foaming • pouring of P & R liquid • easy to insert air bag
EVA sponge	• inferior physical property to PU foam • limited side(wall) design • lower compression set	• sliced and cutting of expended EVA
Molded EVA sponge	• high elasticity • waste in processing (higher material loss) • poor productivity • high cost	• complicated manufacturing method
Combined PU/EVA sponge	• applicable to air bag model • combination of the advantage of PU foam and EVA sponge • property and color difference of each	
Injection molded EVA sponge	• processability and productivity (automation) • minimized loss of material • glossy	• injection molded sponge with simultaneous expansion of EVA

것이 사라지고 새로운 것이 출현한 것이 아니라 이들 대부분은 현재에도 사용되고 있는 종류들이다.

EVA 중창은 2 단계의 압축성형에 의해 re-molded EVA midsole (phylon) 공법을 중심으로 제조되어 왔으나 가공 공정이 복잡하고 원료 손실이 많기 때문에 최근에는 사출성형공법과 prefoam공법에 의한 midsole의 생산방식이 급속히 확산되고 있다.

향후 midsole은 보다 더 저비중화가 진행되어 현재의 비중 0.2 정도에서 0.15 수준까지 경량화될 것으로 예상되며 이때 발생하는 물성의 저하는 폴리올레핀계 신규 소재를 적절히 조합함으로써 해결될 것으로 예상된다. 더욱이 지금까지 발포체화에 의하여 자연적으로 부여되던 쿠션성이나 충격흡수성을 더욱 적극적으로 발휘시키기 위하여 충격흡수 소재를 이용한 부품도 상당부분 연구되고 있으며 실제로 스포츠화에 응용되기 시작하고 있다.

3.2.3 겔창 (Outsole)

지면과 직접 접촉하는 부위로서 용도와 목적에 따라 다르게 설계되고 있으나 특히 grip성, 내마모성, traction성(전진을 위한 grip성)이 요구되며 나아가 sole 전체로서의 충격흡수성, 안정성, 경량화, ball joint부의 굴곡성 등이 요구된다.

소재로는 열경화성 고무가 가장 많이 이용되고 있으나 그외 열가소성 엘라스토머나 경량화를 위하여 발포체 등도 적용되고 있다.

과거 많이 사용되었거나 현재 사용되고 있는 겔창 종류를 정리하면 표 6과 같이 나타낼 수 있다.

신발 발전의 큰 흐름 중의 하나가 경량화라고 할 수 있을 것이다. 현재 신발을 경량화하기 위하여 midsole이나 insole의 경우 발포체화하고 있으며 upper를 포함하여 다른 부품의 경우 더 이상의 경량화에는 한계가 있을 것으로 판단된다. 따라서 신발의 경량화에 있어서 가장 발전의 여지가 많은 것이 겔창이라고 할 수 있다. 겔창의 경량화에 있어서 가장 큰 제약은 내마모성이지만 현재 비중 0.3 정도에서 내마모성이 DIN 기준 80 정도의 겔창을 개발하였으며 비중 0.5~0.6에서 40 이하(DIN)의 겔창도 개발되었다.

최근에는 신발 겔창에 있어서도 고내마모성, high grip성, 충격흡수성 등 각각 고유의 기능을 소유한 부품을 조립하여 기능성을 향상시키고 있으며 제조방법의 자동화, high touch 소재 등의 개발이 진행되고 있다.⁹ 또한 지금까지 내마모성 문제로 사용에 제한을 받아왔던 열가소성 탄성체(TPE)를 이

표 6. 여러 가지 신발 겔창의 특성 비교

Outsole	Application or key property	Characteristics
NR	Canvas	• Canvas shoe • Shoe making by hot air cure in oven • Simple process • Sneakers
Synthetic rubber and blend sole	chemi-shoes	• general (most popular) • multi-color • shoe assembly by bond(CR, PU)
Functional rubber	athletic shoes	• functionalize • high performance of sole
Sponge rubber	light weight	• low density solid sole • cellular material • high cushion • low mechanical property
High performance rubber outsole	abrasion resistance	• light weight by reducing the volume • high abrasion resistance
Transparent outsole	fashion	• fashion • design • diene or EP(D)M base
TPE	easy process	• fashion(coloring) • automation of production (injection molding) • low weight (specific gravity 1↓)

용하여 기존의 열경화성 고무 수준의 내마모성을 발휘하는 TPE sole이 개발되었고 TPE 발포를 이용한 저비중 TPE outsole의 개발도 진행 중이다.

4. 각종 탄성체들의 연구 동향

앞에서 언급했듯이 합성피혁면에서는 용제형 PU를 사용하여 합성피혁을 제조하는 경우나 PVC를 이용하여 합성피혁을 제조함으로써 야기되는 환경오염 등과 같은 문제점, sole 면에서는 경량화라든가 기능성을 부여하기 위한 해결 방법으로 많은 연구자들이 대체 소재를 개발하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다.¹⁰ 본 절에서는 이러한 소재들의 대체연구를 수행하기 위해 어떠한 재료들이 사용되고 있으며 이들 재료의 장단점, 기계적 특성, 기능성을 표 7~9에 나타내었다.

5. 결 론

우리가 매일 신고 있는 신발도 산업의 발전과 함

표 7. 각종 탄성체를 이용한 대체 소재 연구

적용소재	회사명	장점	단점
EVA	한화 듀퐁 미쯔이	* 후처리 적용성 · 인쇄성, 고주파 용착성 저온 특성 · 투명성, 셀 형성특성, 접착 특성 · 유연성, high sensitivity * 원료단가	* 물리적 특성 · 내마모율, 인장 및 인열강도 · 재봉특성 * 가공성 · 열에 의한 용착성
Ethylene-copolymer	Dow Mistui Dupont Sumitomo	* 기계적 특성 · 인장특성, 내마모율, 유연성 · 저온특성, high sensitivity * 물리적 특성 · 인장특성, 내마모율 * 가공특성 * 기능성 · 투명성, 저온 특성, 유연성	* 가공성 · 높은 전단비 * 후처리 기법에 대한 적용성 · 고주파 용착성, 인쇄성, 접착성 * Sensitivity * Cell 의 안정성
TPO	Sumitomo Monsanto Uniroyal 금호	* Soft touch	* 물리적 특성 · 인장, 인열 특성, 내마모율 * 후처리 기법에 대한 적용성 · 고주파 용착성, 인쇄성, 접착성 * 원료단가
SBC	Shell, 금호 Asahi	* 가공성	* 내열 안정성 * 내화학 특성
TPU	SK, Dow BASF Stahl	* 물리적 특성 * 후처리 기법에 대한 적용성 * Soft touch	* 점착성에 의한 가공성 * 원료의 단가
고무 라텍스	Beneki 금호, Denkka	* Cast 형 대체소재	* 물리적 특성, 내후성 * 냄새, 칼라의 한계성
가황고무	Beneki 동일산업	* 물리적 특성 * Soft touch	* 가공성 및 제조단가 * 후처리 적용성

표 8. 각종 열가소성 탄성체의 기계적 특성

기계적 특성	단위	TPO	가황고무	TPU	EVA	SBC	PVC
경도	Shore A	64~90	40~90A	60~90A	60~80A	60A	40~90A
인장강도	kg/mm ²	1.0~1.5	1.2~1.8	1.5~2.0	0.6~1.5	0.5~2.0	15~2.0
내마모율	mg loss	250~350	50~180	10~200	250~500	250~350	100~250
굴곡 특성	10 ℃	100,000↑					
	-10 ℃	80,000↓	100,000↑				5,000↓
신 장 율	%	400~600	500~700	400	300~500	450~1000	200~300
인열강도	kg/mm	2.0~2.5	2.5~5.5	5.0~7.0	3.0~8.0	2.5~5.5	2.0~4.0
비중	g/cc	0.97	1.2	1.2	0.94	0.98	1.4
내후성		우수	탁월	탁월~ 우수	우수	탁월~ 우수	탁월~ 우수
내열온도	℃	120	140 ↑	140 ↑	100 ↓	100 ↓	140↑

계 생활 수준의 향상으로 고기능성, 다양성을 필요로 하고 있다. 예를 들어, dress shoe, 축구화, 조깅화, 농구화 등 제 각각 조건이나 상황에 맞는 기능들이 요구된다. 이러한 신발의 기능적인 측면을 보면 충격흡수성, 안정성, 굴곡성, 경량성과 같은 성

표 9. 각종 열가소성 탄성체의 기능성

특성	TPO	Rubber	TPU	EVA	SBC	PVC
투명성	낮음	매우낮음	탁월	탁월	우수	탁월
접착특성	매우낮음	매우낮음	탁월	탁월	탁월	탁월
인쇄성	매우낮음	매우낮음	탁월	우수	우수	우수
고주파용착성	매우낮음	매우낮음	우수	낮음	낮음	탁월
원료가격	높음	높음	매우높음	낮음	낮음~ 매우높음	낮음

질이 절실히 요구되고 있는 실정이다. 일상생활에서 항상 사용하는 이들 신발 제품은 소비자의 욕구 다변화에 기인하여 특수한 기능, 다양한 기능 고기능성 신발 제품에 대한 기호도가 점차 증가하고 있다. 위의 기능적인 부분뿐만 아니라 디자인과 같은 신발 외적으로 보이는 미관까지도 고려하게 되면서 여러 가지 복합적인 특성을 요구하게 되었다. 이러한 요구 특성을 충족시키기 위해서는 가장 중요한 것은 다양한 원료의 개발과 많은 적용 연구가 진행되어야 한다. 향후 궁극적인 발전의 방향은 제조공정 상에서나 사용 후 recycle과 같이 환경친화적인 동시에 충격흡수성, 안정성, 굴곡성, 경량성, 통기성, 내구성 등과 같이 요구되는 특성이 고기능성인 재료, 신발외적인 요구 기능인 fashion성에 부합될 수 있는 재료의 개발이 선행되어야 한다. 이러한 연구가 활발히 진행될 때 최종 소비자가 원하는 성능이나 기능도 충분히 충족시킬 수 있을 것이라 생각한다.

참 고 문 헌

1. S. W. Lim, *Rubber Technology*, **1**(2), (2000).
2. S. Yoon, *Poly. Technology Industry*, **4**, 23 (1996).
3. M. Szycher, "Handbook of Polyurethane", Chap. 14. 1, CRC Press, Florida, 1999.
4. R. Lam bourne, "Paint and Surface Coating Theory and Practice", John Wiley and Sons, New York, 1997.
5. C. R. Martens, "Waterborne Coatings : Emulsion and Water soluble Paint", Van Nostrand Company, New York, 1981.
6. C. P. Ratra, *Pop Plast.*, **30**, 34 (1985).
7. *Modern Plastic Int.*, **29**, 45 (1999).
8. B. M. Walker, "Handbook of Thermoplastic Elastomers", New York, 1982.
9. George L. Ball and Ival O. Salyer, *J. Appl. Polym. Sci.*, **31**, 663 (1986).
10. C. S. Ha and S. C. Kim, *J. Appl. Polym. Sci.*, **35**, 2211 (1988).