

사출용 신발창 재료의 개발동향

안 회 정 · 강 동 호

1. 개 요

우리나라의 신발산업은 섬유산업과 함께 대표적인 노동집약적 경공업으로 1990년대 초반까지 43억불의 수출로 우리나라 전체수출의 6.6%를 차지하여 최절정기에 달했으나, 임금등 생산요소비용의 급증등에 따른 OEM생산 수출의 한계로 국내생산 및 수출감소와 신발생산 저임금 국가로의 생산설비 이전 가속화로 1990년을 정점으로 규모가 점차로 축소화 되어가고 있는 실정이다.

(제조업상의 신발산업의 위치)

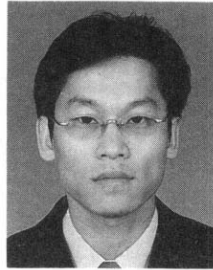
구 분	1985	1990	1993	1995	1996
업체수(개)	875	1860	1885	1809	1769
비중(%)	1.9	2.7	2.1	1.9	1.8
종업원수 (천명)	145	179.6	82.4	55.5	45.6
비중(%)	6.0	5.9	2.9	1.9	1.6
생산액 (십억원)	1790	4295.7	2926.9	2558	2683
비중(%)	2.3	2.4	1.1	0.7	0.7
부가가치 (십억원)	678	1784.0	1398.8	1196	1393
비중(%)	2.5	2.5	1.3	0.8	0.8

또한 신발의 생산기지가 동남아시아로 옮겨감에 따라 신발제조에 있어 최고의 기술력을 가진 한국은 중국을 비롯한 동남 아시아 각국에 점진적인 기술 이전 단계에 있으며 또 한편으로는 대만과 더불어 주요부품의 공급기지로써 남게 되었다. 또한 신발산업은 전세계적으로

로 성장하는 업종으로써 95년 이후에는 연평균 3.8% 이상 신장되어 2005년에는 연간 144억쪽에 이를 것으로 전망되며 그 중 약 70% 정도는 동남 아시아에서 생산될 것으로 추정된다. 세계 신발 수요 추이 및 전망을 표 1에 나타내었다.

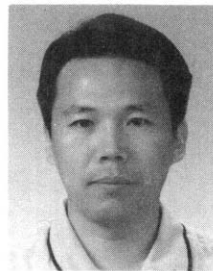
표 1. 세계 신발 수요 추이 및 전망

구 분	1980	1985	1990	1995	2000	2005
수 량	72.0	76.1	84.1	98.8	119	114



안희정

1997 동서대학교 화학공학과 졸업
1997 부산대학교 화학공학과 졸업
이학 석사
1996~ 한국 신발·피혁 연구소
1999 위촉연구원
1999~ (주)컴테크 케미칼 기술
2001 연구소 연구원



강동호

1984 부산대학교 자연과학대학
화학부 졸업
1987 한국과학기술원 화학부 졸업
이학 석사
1997 포항공과대학 화학부 졸업
이학 박사
1987~ LG기술원 정밀화학
1990 연구소 연구원
1990~ 포항공과대학교 전임 및
1992 조교
1997~ 포항공과대학교 생리
1998 분자연구센터 선임연구원
1998~ (주)동신 메디칼 기술
1999 연구소 연구소장
1999~ (주)컴테크 케미칼 기술
2000 연구소 연구소장

따라서 성장하는 신발산업에 발 맞추어 국내 산업을 육성 발전 시키기 위해서는 신발의 완제품에 관련된 기술 보다는 부품에 집중된 기술 개발이 더욱 더 절실하다고 할 수 있겠다. 이제 신발산업은 노동 집약적인 산업이 아니라 기술 집약적인 산업으로 발전해 나가야만이 국내 신발산업의 부흥을 일구어 낼 수 있을 것이다. 그러기 위해서는 고부가가치를 가질 수 있는 신발 재료를 연구개발해 나가야 할 것이다.

2. 신 발

2.1. 신발의 개념

신발이란 처음에는 발을 보호하는 도구로써 인간에게 보급되었으며, 우리나라의 경우는 B.C30년대의 마한 시대에 그 근원을 두고 있다. 현대에 와서는 신발이란 단순히 발의 보호라는 기본적인 개념을 떠나서 인체공학, 생명공학, 정보통신 그리고 고분자 공학등의 첨단 기술이 종합된 fashion상품으로 자리잡고 있으며, 또한 레저와 스포츠에 있어서는 인간의 욕망을 달성하기 위한 필수적인 도구로도 사용되고 있다.

신발은 100여가지 이상되는 부품의 조립으로 이루어지며 디자인이 가미되어 그 사용되는 소재의 종류는 실로 다양하다 할 것이다.

제품의 고급화 및 고기능화에 발 맞추어 개발되는 신소재는 제품의 질적 향상을 이룩한다는 의미에서 뿐만이 아니라, 사용이 간편하도록 개발된 소재를 제품생산에 이용하면 공정 축소, 그에 따른 인건비 절감 등의 효과를 얻을 수 있다. 따라서 신발용 신소재는 고물성, 고기능성을 위해 개발된 신소재와 원가절감, 공정개선 또는 간편성을 위해 개발된 신소재로 개발 목적상 크게 2가지로 나누어 지고, 그 적용되는 부위는 다시 세분화 되어진다.

2.2. 신발의 구조

신발의 구조는 크게 upper와 sole로 나누어지며 upper란 피혁이나 인조섬유로 구성된 신발의 윗부분이며 sole은 바닥면과 접지되는 탄

성체를 말하며, sole은 다시 insole, midsole 그리고 outsole로 구성된다.

Insole은 발과 직접 접촉하는 부위이며 outsole은 직접 바닥에 접하는 부분이며 주로 고무로 된 소재의 부품이다.

또한 midsole은 insole 과 outsole의 중간에 위치해서 소위 일반인들이 쿠션을 느끼게 하여 주는 부품으로써 인체의 보호에 대단히 중요한 역할을 하며 신발의 외관에도 큰 영향을 미치게 하는 것으로 그 제조 과정은 주로 접착 line으로 구성된다.(그림1)

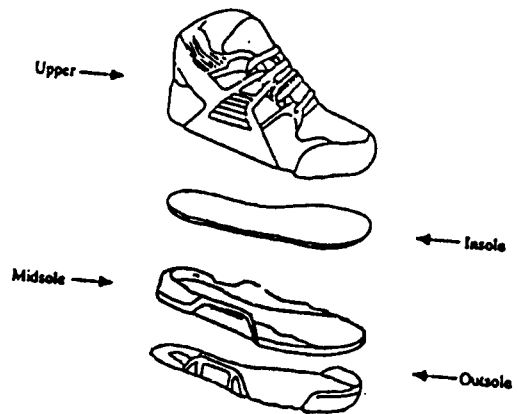


그림 1. 운동화의 구조

3. Outsole용 소재 및 개발 동향

Outsole은 신발바닥에 부착되는 고무류가 주종을 이루는 발을 보호한다는 신발고유의 기능을 가지는 부품으로 outsole과 지면과의 마찰력에 의해 보행이 이루어 지도록 되어있다. 따라서 소재가 가져야하는 고유의 물성인 굴곡성, 내마모성, 내slip성, 경량성, non-marking성 등이 우수하여야 하고, 부품 제조상에 있어서 가공 생산성이 양호하여야 한다.

따라서 천연고무, 합성고무, 가교제 및 첨가제를 배합과 열성형에 의해 제조되어지는 범용 고무 outsole에 대한 신소재의 연구초점은 물성 개선 측면에서는 고내마모성 outsole의 개발,

저비중 outsole의 개발, 내slip성 outsole의 개발 등이 있고 가공성 개선측면에서는 가황고무 outsole의 성형상의 문제점을 해결하기 위하여 가교시키지 않고 열에 의하여 흐름성이 있어 사출성형이 가능하고 재생사용이 가능한 열가소성 엘라스토머의 개발 또는 적용성 개발에 연구가 집중되고 있다. 특히 모기업에서는 이미 사출성형에 의한 outsole의 개발을 완료하여 제품에 적용시키고 있다.

고내마모성 outsole 개발의 경우는 고내마모 특성을 가지는 고무의 배합 기술과 가교도를 조절하는 기술, 고내마모성을 가지는 첨가제의 도입기술, 충전제의 고무에의 분산기술, coupling제의 도입기술 등의 연구가 이루어 지고 있다.

4. Midsole용 소재의 개발과 동향

4.1. Midsole의 특성

Midsole의 기능은 아주 중요하다. 착화시 발의 충격이 발목에서 허리를 통하여 대뇌에 까지 전달되어 인체에 손상을 가져다 주는 충격을 완화하는 역할, 즉 충격완화가 가장 중요한 기능 중의 하나이다. 이러한 midsole은 보행중 발에 미치는 충격을 흡수하기 위한 소재로서 혁제 운동화에 적용되기 시작한 것은 70년대로 부터이며 적용될 수 있는 소재는 연질 또는 반연질의 모든 수지의 발포체가 사용될 수 있지만 현재는 크게 EVA발포체와 PU발포체가 주류를 이루고 있다.

표 2. Midsole의 특성

부 품 명	특 성
Midsole Sponge	<ul style="list-style-type: none"> *충격흡수 능력이 클 것 *비중이 낮아 가벼울 것 *탄성, 복원력이 우수할 것 *내일광성등 변색 경향이 적을 것 *내약품성, 내유성 및 내오존성이 우수할 것 *외관이 수려할 것 *가공성이 좋을 것 *광택이 적을 것

4.2. 사출용 Midsole의 재료

현재 국내외에서 생산되는 Midsole의 주요소재는 EVA(Ethylene Vinyl Acetate)발포체와 Polyurethane 스펀지(sponge)가 주로 사용되고 있다. Polyurethane 스펀지는 영구압축줄음률이 매우 낮고, 반발탄성이 우수하여 내구성이 좋고, 가공공정의 자동화가 가능하다는 장점을 가지고 있지만 공해성 물질이고, 비중이 높아서 무거우며, 또한 가수분해에 의하여 황변이 일어나기 때문에 성형후에 착색공정이 필요하다는 단점을 가지고 있다.

이에 반해 EVA midsole은 성형이 자유롭고, 백색도가 우수하며, 비중이 낮고 변색성이 없으며 가격이 저렴하다는 우수한 장점으로 가장 보편적으로 사용되는 midsole용 소재이다. 그러나 중요한 요구물성인 영구 압축률줄음률이 높아 내구성이 떨어진다는 문제와 가공 공정이 번거롭다는 단점을 안고 있다.

따라서 midsole용 소재의 개발 동향은 기존 EVA midsole의 단점인 영구압축률줄음률을 개선하는 연구가 활발히 진행되고 있고, 그 연구방향은 EVA 수지와 상용성이 있는 제3의 수지와의 blend기법을 통한 물성개선이 주류를 이루고 있다. 또한 가공 공정이 복잡하다는 단점을 해결하기 위한 연구로 press공법이 아닌 사출 성형 공법의 개발 및 compound 개발이 완료되어 신소재로서의 상업화가 이루어진 상태이다. 그리고 PU midsole의 단점을 개선하는 연구로서는 저비중 PU midsole의 개발, 황변 억제성 PU midsole의 개발에 초점을 맞추어 연구개발이 진행되고 있다. 또한 기존의 midsole용 소재인 EVA와 PU 스펀지 외에 적용이 가능한 제3의 수지계 스펀지 소재의 개발에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 이에 여기서는 최근 개발이 활발히 진행되고 있는 소재에 대하여 조사를 하였다.

4.3. Engage

Engage고무는 DuPont-Dow사에서 최근에 개

발이 완료된 메탈로세인(Metallocene)축매에 의해 제조된 신소재 고무로 고무의 비중이 0.864~0.931 까지 다양한 polyethylene-octene copolymer이다.

Engage고무는 가공성 면에서는 플라스틱과 같이 용이 하며 성능면에서는 고무와 같은 성능을 가진 신소재 고무이다. Engage고무는 pellet 형상으로 되어 있어서 취급이 용이 하고 가공형시간이 짧기 때문에 생산원가를 절감할 수 있을 뿐만 아니라, Engage 고무의 비중이 타고무의 비중보다 적어 같은 무게로서 많은 분량의 제품을 생산할 수 있으므로, 제품의 단가를 낮출 수 있다. 결론적으로 Engage 고무는 다음과 같은 특성을 가지는 발포제품을 만들 수 있다.

- 우수한 반발탄성
- 낮은 수축률
- 우수한 내마모성
- 우수한 내압축성

Engage고무의 신발재료 이용에 있어서 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

1) Engage고무의 경제성면에서 장점

- 비중이 적다 : 원가 절감 효과, 30%
- Non-Halogen : 환경친화적 원료 부식성이 없다
- 가소제가 요구되지 않음 : 가소제의 침출 현상이 없다
- 장기간 물성이 유지됨
- 넓은 범위의 온도에서 모듈러스가 낮다 : 저온에서 유연성이 우수하다 (저온특성 양호)

2) EVA 수지와 Engage 고무의 비교

- 투명성이 우수하다
 - : 투명성이 요구되는 부품개발
- 내굴곡 피로성이 우수하다
 - : 내구성이 우수한 부품개발
- 인장강도가 높다
 - : 강하고 질긴 부품개발
- 수지의 내열성, 가공성이 우수하다
 - : 스크랩을 재사용할 수 있다

- 용융온도가 낮다

: 첨가제의 분산이 빠르고 용이함

4.4. 기 타

이외에도 고물성 및 기능성을 극대화하기 위해 MITSUI CHEMICAL에서 개발한 Tafmer 수지라든가 열가소성 엘라스토머인 TPE 수지 등이 신발창 재료로서의 가능성에 대한 개발이 진행중에 있고 일부는 좋은 결과를 나타내고 있기 때문에 곧 범용적으로 사용이 기대된다.

5. Insole용 소재 및 개발동향

Insole 은 신발 착용시 사람의 발바닥과 직접 접촉되어 신발의 보행 안정성, 큐션에 의한 충격 완화 등의 착용감을 좋게하기 위한 필수 구성품이다. 따라서 insole 품질 정도가 신발의 착용감을 결정하게 되므로 좋은 insole의 사용유무가 신발 전체의 품질을 결정한다고 할 수 있다.

Insole의 모양은 신체의 발바닥이 입체적인 구조로 이루어져 있으므로 인체공학적인 구조로 이루어져야만 좋은 착용감을 얻을 수 있다. 따라서 예전에는 sheet를 알맞게 절단한 sheet형 insole이 사용되다가 인체공학적인 구조설계가 도입되면서 오늘날에는 상품가치가 높은 cup형 insole로 대부분 변화 되었다. Insole용 소재로는 수지류, 고무류, 라텍스류 등의 발포체들이 사용될 수 있으며, 오늘날은 주로 EVA foam, PU sponge, latex foam등이 많이 사용되어진다. 이 중에서 가장 많이 사용되어지는 insole용 소재로는 EVA foam으로서 전체 수요의 약 70%이상을 차지하고 다음으로 PU sponge와 latex foam의 순으로 사용되고 있는 실정이다.

EVA foam은 insole용 소재로서 가장 중요한 요구 물성인 영구 압축 줄임률이 높아 내구성이 떨어진다는 큰 단점과 통기성이 없다는 단점이 있지만 가격이 저렴하고 특히 cup-insole이 가능하므로 초기 외관이 미려하여 상품가치가 높다는 장점이 있어 많이 사용되고 있다. PU sponge 는 영구압축줄임률이 매우 낮고 반발탄성이 매우 우수하며 cup-insole이 가능하

표 3. Insole용 소재의 비교 구분

구분	EVA Foam	PU Sponge	Latex Foam
영구압축줄임률	불량	우수	우수
내구성	불량	우수	우수
반발탄성	불량	우수	우수
형상	Cup 됨	Cup 됨	Cup 안됨
가격	낮음	높음	낮음
적용신발	중·저가신발	고가신발	저가신발
사용량 (이유)	많음 (가격,형상)	적음 (가격)	적음 (형상)

지만 가격이 매우 높고 비중이 높기 때문에 고가의 신발에 제한적으로 사용되고 있는 실정이다.

Latex foam은 insole용 소재로서 PU sponge에 버금가는 우수한 물성을 가지고 있고, 가격적인 측면에서 EVA foam보다는 약간 비싸지만, PU sponge보다는 매우 싸기 때문에, 현실적으로 가장 이상적인 insole용 소재라고 할 수 있다. 그러나 아직까지 cup-insole을 만들 수 있는 기술이 개발되지 못하여 상품가치가 떨어진다는 단점이 있다.

이와같은 기존의 insole 용 소재의 문제점을 개선한 신소재의 개발동향은 EVA insole의 경우 통기성 insole의 개발, 영구압축 줄임률이 우수한 insole의 개발에 초점을 맞추어 연구가 진행되고 있고, PU insole의 경우는 저비중 insole의 개발에, latex insole의 경우는 cup-insole 재조공정 개발에 주안점을 두고 연구가 진행되고 있다. 또한 기존의 insole용 소재외에 적용 가

능한 제3의 수지 foam 소재의 개발에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다.

6. 기타 기능성 부품의 개발 동향

기존의 outsole, midsole 그리고 insole외에 신발에 기능성을 부여하기 위한 기능부품으로서 충격 흡수 기능과 디자인 기능을 겸비한 air-bag 부품과 system 개발, 신발에 통기성을 부여하기 위한 air-pump 부품과 통기 system의 개발, 신발의 비틀림을 방지하기 위한 플라스틱 소재를 이용한 torsion-bar의 개발 등의 연구가 이루어지고 있다.

또한 최근에는 outsole과 midsole을 일치시킨 unitsole이라는 개념을 도입시킨 sole에 대한 소재를 개발 중에 있으며, 이러한 unitsole은 경도, 내slip성 그리고 내마모성에 역점을 두고 개발을 시켜야 될 것이다.

표 4에는 최근의 신발창에서 대표적으로 요구되는 성능을 나타내었다.

고부가 가치가 있는 제품을 누가 먼저 개발하는가에 향후 신발 산업을 주도적으로 이끌어가는 최고의 지름길이 될 수 있으므로 신발 기술국가의 우위를 계속적으로 지켜나가기 위해서는 끊임없는 연구 노력이 있어야 할 것이다.

특히 그 동안 미약했던 분야인 신발부품소재 부분에 집중적인 투자와 연구가 되어야 할 것이다.

표 4. 신발창에서 요구되는 대표적인 물성

Physical properties	Unit	PHYSICAL REQUIREMENT				METHOD
		insole	outsole	midsole	unitsole	
Density	g/cc	MAX 0.2	MAX 1.15	MAX 0.22	0.28-0.32	ASTM-3575
Hardness	Asker C	40-44	-	50-56	60-64	ASTM-2240
	Asker A	-	60-65	-	-	ASTM-2240
Tensile strength	kg/cm ²	-	MIN 110	MIN 20	MIN 30	ASTM-412
Tear strength	kg/cm	-	MIN35	MIN 10	MIN 15	ASTM-624
Split tear	kg/cm	-	-	MIN 3	MIN 2.5	ASTM-3574
Elongation	%	-	MIN 350	200-400	MIN 340	ASTM-412
Compression set	%	MAX 60	35	MAX 60	MAX 0.2	NIKE-16
Abrasion resistance	Akron	-	MAX 0.2	-	-	NIKE-9
	DIN	-	MAX 120	-	-	GE-27
	NBS	-	MIN 250	-	-	-
Elasticity	%	-	-	-	-	ASTM-2632
Thermal shrinkage	%	-	-	2	1.5	NIKE-1