

## 신발 sole용 소재의 발전

임 성 욱 · 윤 정 식 · 유 종 선

### 1. 개 요

체중 약 60kg의 사람이 하루 평균 6000보를 걷는다면 발에는 약 432ton의 하중이 걸리는 것<sup>1)</sup>이 되고 이는 국제선 취항의 점보기의 무게(약 400ton)를 넘는 하중이다.

최초 신발은 발을 보호한다는 단순한 기능으로부터 출발하였으나 현재는 발의 건강이나 착용감, 쾌적성을 추구할 뿐만 아니라 과학화되고 전문화되어 있다. 신발, 특히 sports shoes에 공통적으로 요구되는 특성은 다음과 같이 정리할 수 있을 것이다.

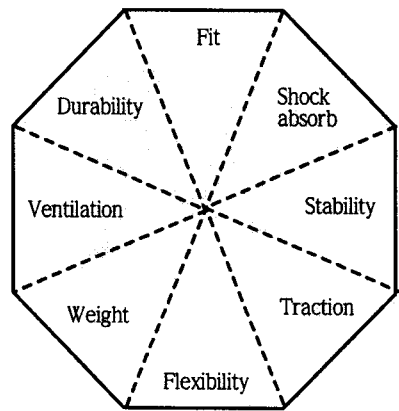
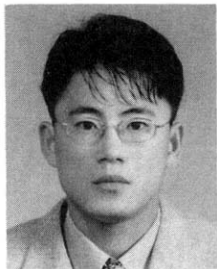
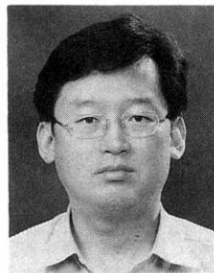


그림 1. 신발의 요구 특성

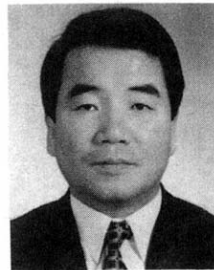
- ① Fitting성(fit)    ② 충격흡수성(shock absorb)
- ③ 안정성(stability)    ④ Grip특성(traction)
- ⑤ 굴곡성(flexibility)    ⑥ 경량성(light-weight)
- ⑦ 통기성(ventilation)    ⑧ 내구성(durability)



**임성욱**  
 1997 인하대학교 고분자공학과  
 1999 인하대학교 고분자공학과 석사  
 1999~ 한국신발·피혁연구소  
 현재 고무재료연구팀 주임연구원



**윤정식**  
 1985 경희대학교 화학공학과  
 1992 경희대학교 화학공학과 박사  
 1994 일본큐슈대학 방문연구원  
 1990~ 한국신발·피혁연구소  
 현재 고무재료연구팀장



**유종선**  
 1981 경희대학교 화학공학과  
 1987 경희대학교 화학공학과 박사  
 1985~ 일본경도섬유대학  
 1986 고무화학연구소 객원연구원  
 1989~ 한국신발·피혁연구소  
 현재 신발연구부장

1)  $60\text{kg} \times 6,000\text{보} \times 120\% = 432\text{ton}$  (보행시 발에는 체중의 약 120%의 부하가 걸리며 주행시에는 체중의 300%에 가까운 부하가 걸린다)

이들 요구 특성은 물론 신발 전체로서 요구되는 특성이지만 신발의 구성 요소별로 구분해 보면 표1과 같이 구분할 수 있을 것이다.

이들 신발에서 요구되는 특성을 만족시키기 위하여 신발에 사용되는 부품 또한 인공소재 중심의 고기능소재나 부품이 사용되고 있으며 기능소재에 대한 요구는 더욱 커지고 있고 최근에는 건강지향, 환경친화적 소재 또는 재사용이 가능한 소재 등 보다 소비자에게 설득력이 있는 소재가 요구되고 있다.

표 1. 신발의 요구 특성과 구성 부품과의 관련성

신발 부품 요구특성	겉창	중창	안창 (soak liner)	갑피	기타
Fitting 성	△	△	○	○	last 및 제화 방법
충격흡수성	△	◎	○	×	
안정성	◎	◎	○	○	
Grip 특성	◎	×	×	×	
굴곡성	◎	◎	○	△	
경량성	◎	◎	◎	◎	
통기성	×	×	△	◎	
내구성	◎	○	○	○	

◎ : 관련성 매우 크다, ○ : 관련성 있다,  
△ : 관련성 약간 있다, × : 관련성 없다

본고에서는 신발 sole용 소재를 중심으로 소재의 발전과정과 향후 발전방향에 대하여 전망해 보고자 한다.

## 2. 신발의 구성

앞에서 신발의 요구 성능에 대하여 살펴보았다. 본 절에서는 신발이 어떻게 구성되는가 살펴보고 이와 같은 요구 특성을 만족시키기 위해서 어떠한 소재가 사용되는지 보다 구체적으로 살펴보려고 한다.

### 2-1. 신발의 구성

Sports shoes는 다음 그림과 같이 크게 발의 상부를 덮는 부위의 갑피(upper)와 발이 지면과 접하는 부분의 바닥재(sole)로 구분할 수 있

며 sole은 다시 안창(inside), 중창(midsole) 및 겉창(outsole)으로 구분된다. 각각은 부위별로 요구특성이 다르며 각 요구특성에 맞추어 여러 가지 소재가 사용된다. 또한 최근에는 신발 sole의 각 부위에 특정한 기능이 부여된 소재를 부품화하여 조합하는 형식의 신발 기능화에 대한 연구가 활발히 진행중인 실정이다.

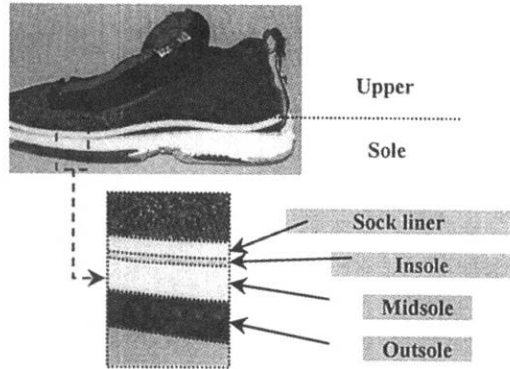


그림 2. 스포츠화의 구성

## 3. 신발 sole용 소재의 변천 및 향후 전망

### 3-1. 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 다음 표에 정리하여 나타내었다.

표 2. 안창(sock liner)용 소재

	Latex	PE	PU	EVA
특	• 고무탄성 우수	• 발열성	• 탄성가장 우수	• 고생산성
장	• 복원성 우수	• Bad touch 부족	• Pouring에 의한 제조	• 가장 일반적
	• 경량화 부족	• 경량화 특성	• 변색	• 복원성 부족
	• 물성 열악		• 가수분해	• 기능성 부여에 부적합
			• 고비중	



표 4. 여러 가지 중창의 제조 방법 및 소재에 따른 비교

Midsole	Characteristics	Remark
PU foam	<ul style="list-style-type: none"> <li>• high elasticity</li> <li>• processing (pouring)</li> <li>• yellowing</li> <li>• high density</li> <li>• hydrolysis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reactive foaming</li> <li>• pouring of P &amp; R liquid</li> <li>• easy to insert air bag</li> </ul>
EVA sponge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• inferior physical property to PU foam</li> <li>• limited side(wall) design</li> <li>• lower compression set</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sliced and cutting of expended EVA</li> </ul>
Molded EVA sponge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• high elasticity</li> <li>• waste in processing (higher material loss)</li> <li>• poor productivity</li> <li>• high cost</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• complicated manufacturing method</li> </ul>
Combined PU/EVA sponge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• applicable to air bag model</li> <li>• combination of the advantage of PU foam and EVA sponge</li> <li>• property and color difference of each</li> </ul>	
Injection molded EVA sponge	<ul style="list-style-type: none"> <li>• processability and productivity (automation)</li> <li>• minimized loss of material</li> <li>• glossy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• injection molded sponge with simultaneous expansion of EVA</li> </ul>

던 cushion성이나 충격흡수성을 더욱 적극적으로 발휘시키기 위하여 충격흡수 소재를 이용한 부품도 상당부분 연구되고 있으며 실제로 스포츠화에 응용되기 시작하고 있다.

### 3-3. 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 5와 같이 나타낼 수 있다.

신발 발전의 큰 흐름중의 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 40이하(DIN)의 겔창도 개발되었다.

최근에는 신발 겔창에 있어서도 고내마모성, high grip성, 충격흡수성 등 각각 고유의 기능을 소유한 부품을 조립하여 기능성을 향상시키고 있으며 제조 방법의 자동화, high touch 소재 등의 개발이 진행되고 있다.

표 5. 여러 가지 신발 걸창의 특성 비교

Outsole	Application or key property	Characteristics
NR	Canvas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canvas shoe</li> <li>• Shoe making by hot air cure in oven</li> <li>• Simple process</li> <li>• Sneakers</li> </ul>
Synthetic rubber and blend sole	chemi-shoes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• general (most popular)</li> <li>• multi-color</li> <li>• shoe assembly by bond(CR, PU)</li> </ul>
Functional rubber	athletic shoes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• functionalize</li> <li>• high performance of sole</li> </ul>
Sponge rubber	light weight	<ul style="list-style-type: none"> <li>• low density solid sole</li> <li>• cellular material</li> <li>• high cushion</li> <li>• low mechanical property</li> </ul>
High performance rubber outsole	abrasion resistance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• light weight by reducing the volume</li> <li>• high abrasion resistance</li> </ul>
Transparent outsole	fashion	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fashion</li> <li>• design</li> <li>• diene or EP(DM) base</li> </ul>
TPE	easy process	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fashion(coloring)</li> <li>• automation of production (injection molding)</li> <li>• low weight (specific gravity 1↓)</li> </ul>

또한 지금까지 내마모성 문제로 사용에 제한을 받아왔던 열가소성 탄성체(TPE)를 이용하여 기존의 열경화성 고무 수준의 내마모성을 발휘하는 TPE sole이 개발되었고 TPE를 발포를 이용한 저비중 TPE outsole의 개발도 진행 중이다.

#### 4. 결 론

지금까지 신발의 요구 특성과 구조 및 이에

따른 사용 소재의 종류 및 발전과정에 대하여 살펴보았으나 앞으로도 신발용 소재의 기능은 더욱 발전해나갈 것이며 21세기에는 한단계 높은 레벨의 건강, 안정, 환경을 배려한 소재의 개발이 진행되어 real performance의 시대가 도래할 것이다. 이러한 진화 및 발전에 있어서 소비자가 이해하기 쉽고 느낄 수 있는 소재의 제안이 전제되어야 할 것이다.