형상기억고분자를 이용한 섬유제품의 형태안정화 가공

박성민

한국염색기술연구소

1. 서 론

최근의 패션경향은 종전과는 확연히 다른 몇 가지 특징을 나타내고 있다. 감성공학의 실제적 구현이 패션창출의 중심과제로 등장하면서, 소비자들의 오감을 충족시킬 수 있는 기능성에 대한 요구가 증대하게 되었고 그 결과 예술적 요소 중심의 종래 패션흐름이 실용성과 기능성을 동시에 추구하는 기술중심의 흐름으로 변화하고 있는 것이다. 천연소재에 대한 요구가 늘어나고, 부드럽고 가벼운 소재개발의 필요성이 증대되고 있는 것은 이와 같은 최근 패션동향의 한 단면이라고 할 수 있다. 따라서 소비자의 감성적 욕구를 동시에 충족시켜야하는 최근의 패션흐름을 실현시키기 위해서는 새로운 기술이 개발되어야 한다는 과제를 남기게 되었다[1].

또한 1980년대 후반부터 시작된 천연섬유로의 회귀성향은 천연섬유의 소비를 크게 증가시키고 100% 면직물의 easy care성을 향상시키기 위한 폭넓은 연구와 신상품을 탄생시키는 계기가 되었으며, 특히 최근에는 최종 제품의 편이성을 돋보이게 하면서 관심이 집중되고 있다. 특히 1990년대 이후 본격적으로 등장하기 시작한 Tencel, Lyocell, Modal등 new rayon이 소비자들의 주목을 받기 시작하면서 이들 소재에 대한 관심도 높아지고 있는 실정이다.

그러나 면 및 재생 셀룰로오스계 섬유에 물이 들어가면 물은 섬유의 microfibril사이의 비결정 영역에 들어가 표면의 수산(-OH)기와 반응을 일으키고 결합하므로 팽윤이 된다. 이를 건조시키면 원상태로 수축되면서 왜곡현상이 발생되어 주름이나 수축발생의 원인이 된다. 특히 rayon계 섬유의 경우 습윤시 팽윤정도가 커서 강력이 현저하게 감소하는 경향이 있으며 원단이 빳빳해져 주름 발생 가능성이 크고, 발생된 주름을 개선하기는 더욱 어렵다. 이러한 성질에 의해 기존 면 및 재생 셀룰로오스 직물의 경우 착용 시 구김이 심하여 외관이 흐트러지거나 세탁 시 수축으로 인하여 옷의 치수와 형태가 변형되고 표면의 평활성이 파괴되기도 한다[2].

이러한 면 및 재생 셀룰로오스계 섬유의 문제점들을 해결하기 위하여 기술발전이 뚜렷한 형태안정가공의 중요성이 대두되었다. 형태안정가공 방법의 대부분인 수지가공이나 VP가공 등의 가교결합은 태를 손상하거나 강력의 저하 등의 문제점들이 발생할 수 있다. 기존의 형태안정가공은 품질의 안정성 문제 또는 전체적인 제품성능 저하 등의 문제들을 안고 있으므로 개선의 필요성이 커지고, 특히 형태 안정성이 우수한 셀룰로오스계 섬유를 개발하기 위해서 최적의 염색가공 조건 및 chemical 처리법을 상호보완적으로 사용할 필요가 있다.

이와 같은 셀룰로오스계 섬유의 easy care성을 향상시키고 제품의 형태안정, 주름과 같은 결점들을 해소하기 위하여 기술발전이 비교적 뚜렷한 형태안정가공으로 커버하는 방법 및 액체암모니아 가공, VP(vapor phase)[3-4]가공과 같은 새로운 가공방법이 대두하여 사용되어지고 있으나, 직·편물에서 가장 문제가 되는 형태안정 및 주름회복 불량 등의 제반 문제점들이 아직까지 완벽하게 극복되지 않고 있는 실정이다.

몇 년 전부터 시장으로 나온 형상기억 셔츠나 블라우스(형태 안정 , 형태 보관 유지 등의 명칭은 다양함)제품에서 「형상 기억」이나 「형태 안정」의 이름이 붙은 제품은 종래의 Wash &Wear(이하 W&W라 함)제품(세탁 후 간단한 손질로 착용할 수 있는 성능의 제품)의 성능을 진화시킨 제품이다.

본 고에서는 이러한 형태안정화 제품기술 뿐 만 아니라, 현재 섬유선진국에서 개발중인 새로운 개념의 형상기억물질과 이를 이용한 가공기술에 대하여 소개하고자 한다.

2. 본 론

2. 1. 형태안정화 기술의 국내 · 외 관련 기술 현황

국내 · 외적으로 면 및 재생 셀룰로오스의 형태안정화 가공은 영국의 Tootal Broadhurst Lee사가 1926년 레이온 제품에 요소포르말린수지를 함침(含浸)시켜 방추성과 치수의 안정성을 주는 특허를 출원한 것이 최초이다. 그 후 1935년 스위스의 Ciba사(Ciba-geigy社)가 같은 목적으로 멜라민 포르말린수지를 사용하기 시작하였으며, 그 후 에틸렌 요소, 트리아존, 트로필렌 요소, 글리옥살계 수지등이 중심이 되었다. 현재는 1956년 초기 BASF사에 의해 개발된 글리옥살계의 DMDHEU가 많이 사용되고 있다. 1956년에 미니케어법이 발표될 때까지는 건(乾)주름방지성에 비하여 습(濕)주름방지성이 뒤떨어졌다[5].

미니케어법 이후 1960년에 포름알데히드를 주로 하는 W&W가공이 개발되어 건조와 습윤시의 주름방지성이 균형있게 향상되게 되면서 세탁 후 다림질이 크게 줄어들었다. 더욱이 봉제후 형태안정성을 얻기 위해서 소위 post-cure가공이 개발되었다.

이것은 직물에 수지액을 침지시켜두고 봉제후 큐어링하여 가교하는 방법이다. 또 1964년 이후 폴리에스테르 섬유와 면이나 레이온과의 혼방품의 출현으로 건 · 습 주름방지성의 플리츠성을 겸비한 PP가공, DP가공 및 VP가공이 개발되어 세탁 후 다림질 없이 착용할 수 있게 되었다[6].

그러나 이러한 가공기술에 의한 제품도 강도저하, 포름알데히드의 발생, 촉감, 봉제품으로서의 품질 등의 문제가 발생한다. 또한 국내에서는 W&W가공, DP 가공효과를 증진시키기 위한 선행기술로서, 가교제를 처리하지 않고 액체암모니아를 이용한 머서화가공 등이 상용화 되었으며, 나노 가공기술에 의한 형태안정화 가공기술은 아직 개발되지는 않았다.

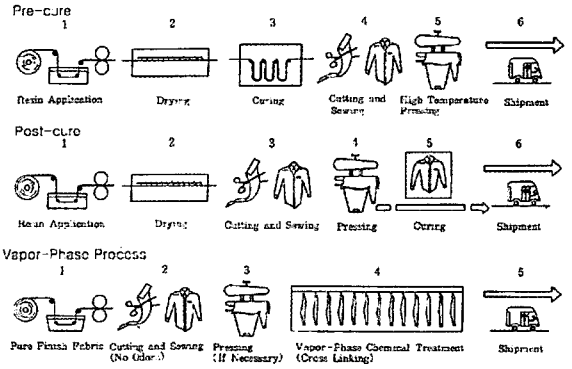


Fig. 1. pre-cure, post-cure, VP 가공의 기본공정도[7].

앞서 소개한 이러한 가공기술은 현재 면섬유를 팽윤시키는 가공과 조합하여 사용하고 있다.

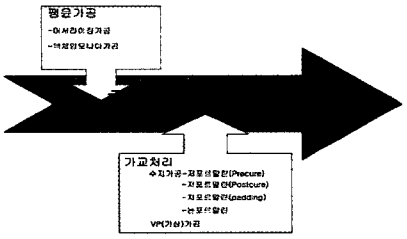


Fig. 2. 형태안정화 가공

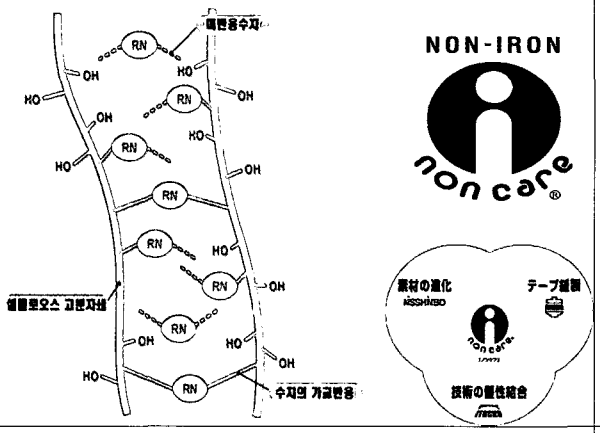
Table 1. 국내 형태안정가공의 발전경과[5]

구분	일반가공	초기 방축·방추가공	W&W가공	DP, VP가공	liq. NH_3+수지가공	나노가공기술에 의한 가교결합
가공연대 건방추도 W&W성 주요대상재료	1925~1930 150~160 1급 -	1945~1955 220~230 2~3급 면·레이온	1955~1965 250~260 3~4급 면	1965~현재 280~300 4급 면·합섬혼방	2000~현재 250~260 3급 면	문헌소개
가공특징	요소수지 초기 축합물을 이용한 섬유가공 포르말린발생 촉감손상	가교제와 반응계의 최적화 포르말린발생 촉감손상	가교반응, 가교효과의 검토 포르말린발생 촉감손상	고도의W&W가공 형태고정가공 포르말린발생 촉감손상	W&W가공, DP가공가공효과를 증진시키기 위한 선행기술 또는 가교제를 처리하지 않는 고감성 제품 및 post-cure제품	-

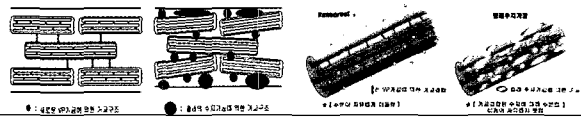
Table 2. 국외 형태안정가공의 발전경과[5]

구분	일반가공	초기 방축방추가공	W&W가공	DP, VP가공	liq. NH3+수지가공	나노가공기술 가교결합	형상기억고분자를 이용한 형태복원가공
가공연대 건방추도 W&W성 주요대상재료	1925~1930 150~160 1급 -	1945~1955 220~230 2~3급 면·레이온	1955~1965 250~260 3~4급 면	1965~현재 280~300 4급 면·합섬혼방	1980~현재 250~260 3급 면	2000~현재 280~300 4급 면·합섬혼방	기술개발 추진 중
가공특징	요소수지 초기 축합물을 이용한 섬유가공 포르말린발생 촉감손상	가교제와 반응계의 최적화 포르말린발생 촉감손상	가교반응, 가교효과의 검토 포르말린발생, 촉감손상	고도의 W&W 가공 형태고정가공 포르말린발생 촉감손상	W&W가공, DP가공가공효과를 증진시키기 위한 선행기술 또는 가교제를 처리하지 않는 고감성 제품 및 post-cure제품	액체암모니아의 단점 극복 강력유지 형태안정화 가공	액체암모니아, 나노가교기술보다 더 적극적인 개념의 형태안정 및 형상복원기능을 가짐

Table 3. 최근 국외 형태안정가공의 개발현황

국가/제조사	상품명	특징	성능	용도
일본/니신보	나노사이언스[논케어][8]	나노형태의 가공제를 이용한 셀룰로오스계 섬유의 수산화기의 가교결합	나노사이언스「논케어」「SPP Å」는 극소량의 포름알데히드의 수지를 새롭게 조제한 것으로 종래의 액체 암모니아 가공도 병용할 수 있는 나노레벨의 가교반응 조절기술이다. 이로 인해, 종래에서는 도저히 달성할 수 없었던 면 100%로 W&W성 3.5급 이상을 얻을 수 있었다. 봉제공정에서 봉제성이 우수하여 Puckering을 방지하며, 논아이론셔츠를 구현시킬 수 있다..	여성복, 신사복, 와이셔츠 및 면 과 재생셀룰로오스 제품
				
미국/나노텍스	나노프레스[9]	나노형태의 가공제를 이용한 셀룰로오스계 섬유의 수산화기의 가교결합	일반적인 형태안정가공 후에 경·위사 방향의 파열강력저하를 방지하며, 더욱이 약간 증강시키는 효과까지도 있다. 종래의 형상기억가공, 형태안정가공의 최대의 문제는 면 100%에 대한 적용에 큰 한계가 있었다. 가공 후의 강력 저하, 특히 위사의 인열강력의 저하가 약 35~60%로 특히 커서, 면 100% 40's 포플린 등의 일반 박지직물에 적용이 곤란하였다. 이 때문에 위사에 80/2's를 사용하던지 액체암모니아 가공을 실시하여 큰 제약의 해결을 도모하여 왔는데 근본적으로는 해결하지 못하였다. Nano Press는 이러한 문제를 근본적으로 해결하는 강력 유지 형태안정가공이다. Nano Press는 경위사 인열 강력을 원포와 거의 동등하게 하던가 약간 증강시키는 효과를 갖는다.	여성복, 신사복, 와이셔츠 및 면 과 재생셀룰로오스 제품

국가/제조사	상품명	특징	성능	용도
일본/蝶理	녹스녹로얄	품질·태 유지의 에코 가공	가정 세탁이 가능한 이지케어성과 더불어 소재 자신이 지니는 소프트하고 자연스러운 태를 손상하지 않는 제품 가공으로서, 제로 포르말린 공정에 의한 항균·방취 부여 형태 안정 가공법이다. 면, 마, 큐프라, 텐셀, 레이온 같은 셀룰로스 섬유 소재에 적합하고, '건강과 지구 환경에 우수한' 워셔블 제품을 구현한다. 특히, 마 소재(리넨이나 라미)에 그 효력을 가장 발휘한다. ① 소프트하고 마일드한 파부 촉감으로 따끔따끔한 감이 없고 잔털 일어남도 적다. 또, 소재의 상쾌함과 청량감을 유지한다. ② 세탁 후의 형 무너짐이나 주름, 쭈글거림이 적고 노 아이론으로 착용이 가능하다. 속건성도 높다. ③ 포르말린이나 유해 약제를 사용하지 않은 에콜로지 가공이다.	여성복, 신사복, 아동복 등으로 셀룰로스계 소재 제품. 현재 여성복 대응으로 80% 이상을 점한다. 시장에 도입한지 4년이 경과하여 지명도가 높아지고 있다. 형태 안정이나 이지케어성 모두 착용감도 우수하다.
일본/가네보	나노 트렌드	슈트용 주름 방지 양모 소재	① 수분이나 습기의 흡착을 억제함으로써 주름의 발생을 경감한 양모 원단 ② 수지를 가교 결합시킨다고 하는 종래의 수법이 아니고, 소수성(疎水性)의 가공제를 이온 결합시킨다고 하는 새로운 기술(특허 출원 중)을 채용하여 종래의 수지 가공품보다도 높은 방추성(防皺性)을 실현 ③ 습도가 높아질수록 양모 원단에 주름이 생기기 쉬운 것에 착안하여 가공을 하는 것으로서, 양모 섬유에 대한 물 분자의 흡착을 억제할 수 있다. 그 결과, 양모 섬유의 수분 함유율이 낮아지고 주름이 생기기 어렵게 된다. ④ 종래의 가공품과는 달리 수지 가공이 아니기 때문에 소재의 태를 손상하지 않는다.	원단 가격은 1m당 1,200~1,500엔이다. 신사, 여성 슈트 소재 등으로 제안하여 초년도 1억엔의 판매을 예상하고, 이미 三陽商會가 '미스터 산요'라는 신사 슈트에 채용하기로 결정
일본/도스코	風麻 마의 방추	이지케어 (easy-care) 가공	① 마는 천연 섬유 가운데 가장 샤리감이 있는 청량 소재이다. 수분의 흡수, 발산성이 우수하고 강력도 있다. 이 때문에 여름 소재로 활용되어 왔다. 그러나 마 제품은 주름이 생기기 쉽고, 치수의 변화가 크기 때문에 상업 세탁에 의뢰하고 있는데, 이러한 문제를 해결하였다. ② 우수한 방추성, W&W성, 치수 안정성, 포르말린프리(제로 포르말린) 가공이다. ③ 우수한 방추성으로 주름 회복율이 25~50% 향상, W&W성은 3~4급으로서 세탁 내구성도 우수하다. 종래의 가공품에 비하여 동등 또는 그 이상의 방추성이 얻어진다. ④ 라미60수, 리넨 40수 중심으로 전개	남성 재킷, 보텀, 여성 재킷, 원피스, 보텀이다. 2003년 12월 재팬 크리에이션 '04에서 공개하였다. 반응이 좋아 통신 판매나 교외형 전문점에서 실적을 쌓고 있다.
일본/구라보	에코워시 21[10]	오존을 사용한 방축 울	방축 가공은 스케일(scale)을 박리하는 염소 가공이나 섬유의 표면을 수지로 피복하는 수지 가공(BAP 가공)이 일반적이었다. 그러나 이러한 방법으로는 스케일에 손상을 주어, 울 본래의 성질이 저하하고 태에 변화를 준다. ① '에코워시 21'은 오존의 힘으로 스케일의 선단 부분만을 개질하여 울 본래의 성질을 유지하면서 축소를 방지. ② 울 고유의 부드러운 태를 갖는다. ③ 우수한 방축성을 유지하면서 발수성도 손상하지 않는다. ④ 필링 저항성이 좋다. ⑤ 스케일 부분에 한정하여 가공하기 때문에 섬유 내부의 손상이 적고 울 본래의 강·신도를 유지한다. ⑥ 염소를 사용하지 않기 때문에 환경 친화적.	여성복을 중심으로 하는 의류 제품, 양말, 내의, 머플러
일본/구라보	루나파[11]	면과 양모의 이층 구조사	① 양모의 장점을 잘 살려내고 주위에 면을 감아 싸는 것으로써 단점을 해소하는 소재 ② 10%의 방축 양모를 90%의 면이 감싸는 형태로 된 이층 구조사. 심부에 양모의 이층 구조사를 상품화하기 위해서는 심부를 아크릴 같은 합성섬유로 만드는 것보다 고도의 기술을 필요로 한다. 구라보는 독자적인 기술로 이를 컨트롤하여 2층 구조사 ③ 양모의 혼용률을 20~30%까지 높이는 것도 가능하지만, 10%로도 충분히 보온성과 벌키성이 풍부하였다. 또, 잔털이 일어서는 것도 적고, 항상 변함없이 매끄러운 독특한 태를 유지한다. 방축 양모를 사용하고 있기 때문에 가정 세탁도 가능.	20수, 30수, 38수, 양말, 내의, 직물, 니트 소재 전개. '루나파'의 심부를 오존 처리한 방축 양모 '에코워시21'로 하기도 하고, 커버링 부분을 죽 섬유인 '凜竹'으로 하기도 하는 등의 상품 개발

국가/제조사	상품명	특징	성능	용도
일본/日本毛織	트라벨스크	탈 주름선언	울 100%의 기능성 직물. 주름이 생기기 어렵고, 주름이 생겨도 없애기 쉬운 간단한 손질로 주름이 회복한다. 소프트, 적당한 스트레치성, 쾌적한 착용감, 아름다운 실루엣 실현. ①직물 설계 : 오랜 노하우와 많은 시험 제작을 반복하여 최적인 원료, 실, 조직을 추구, 주름에 최적인 직물 설계를 확립 ②안티링클 가공 : 이 회사의 기술과 이탈리아 화학 약품 메이커의 기술을 융합하여, 울 본연의 우수한 특성을 손상시키지 않고, 섬유, 실, 직물을 열고정하여 주름 회복성을 향상₩ ③직물 가공 : 대형 정리 기계를 도입하여 직물을 충분히 릴렉스시켜 열고정함으로써 직물에 후쿠라미와 스트레치성을 부여하여 외력을 분산,항주름성을 향상 ④주름 측정 시험 : 4급(5급이 최적)을 취득. IWS법에서도 통상 이상의 항주름성을 발휘.	남성 슈트를 중심으로 전개. 도쿄~오사카 간을 신간선으로 3시간 타도 주름이 없다라고 하는 컨셉으로 개발된 일본 최초의 주름 대책 직물.
일본/도요보, 토미야어패럴, 스미토모상사	나노프루프[12]	① 내부의 미세한 부분까지 균일하게 침투 ② 물을 부드럽게 이동시키는 수분자 사이즈의 가교구조	섬유분자간을 수지로 가교결합시킨 수지가공은 수지가 섬유표면에 모이기 쉽고 수지를 섬유내부까지 침투시키는 것이 어렵다. 이에 비해 VP가공은 기상에 의한 가공에 의해 내부까지 가교제가 충분히 침투, 구석구석까지 가교결합이 이뤄지고 있다. 그 때문에 형태안정성이 우수하고 또, 수지가공처럼 수지가 물의 통로를 가로막아 물의 이동을 방해하는 일이 없기 때문에 흡수속건성이 우수. '나노 프루프'에 도입된 신VP기술은 나노테크놀로지를 구사한 기상제어기술에 의해 내부의 미세한 부분까지 가교제의 침투가 가능해져 형태안정성과 흡수속건성을 한 단계 향상. 	도요보가 형태안정가공의 기술공여, 원재료(생지)를 공급=원료에서 제품화까지 제조 및 형태기억가공의 노하우 기술공여. 토미야어패럴은 상품기획, 생산과 일본 및 유럽시장에서의 판매. 또, 스미토모상사는 물류 및 생산을 담당, 유럽시장에서 판매

2.2. 형상기억재료

재료의 형상기억효과는 51년 Au-Cd합금에서 처음 발견되었으나 80년대에 이르러 본격적으로 실용화되었다. 플라스틱의 형상기억거동 역시 포장용 열수축 폴리에틸렌에서 오래 전부터 이용되어 왔으나 다양한 플라스틱재료에 대한 본격적인 연구와 상용화는 1980년대 후반 일본의 대기업에 의해 주도되었다.

형상기억 효과는 일반적으로 소정의 온도영역에서 변형 가공시킨 후 재가열하면 원래의 형상으로 회복하는 현상을 말한다. 이러한 성질을 가지는 대표적인 재료는 형상기억 합금으로 열탄성 martensite변태에 기인하는 것으로 잘 알려져 있다[13-14]. 형상기억 합금이 실용화된 것은 지금부터 약 20년전, 미국 전투기에 쓰이는 파이프의 연결에 사용된 것이 최초의 일이다. 그 합금은 지금까지도 형상기억합금의 주류를 이루고 있으며 NITINOL로 불리워 지고 있는 니켈과 티탄의 합금이다. 당시 이것은 상당히 고가격이었기 때문에 경제성보다도 기능성이 우선되는 전투기에 채용되어 일반용까지는 수요가 확대되지 않았다.

그러나 최근에는 밥솥, 커피메이커, 에어콘 등의 가전제품의 부품과 치열교정용 철사, 브라자, 안경태와 그 밖의 의료분야 등 일반용도로서의 형상기억합금의 실용화가 급격히 진행되어 왔으며 앞으로도 형상기억 합금의 용도가 더욱 확대되고 사용량이 증가할 것으로 예상된다.

한편 오래전부터 고분자재료도 형상기억 합금과는 다른 기구에 의해 형상을 기억할 수 있음이 여러 형태로 알려져 있다. 고분자재료의 형상기억 성질은 고무나 플라스틱과 같은 점탄성을 가지는 물질이 이전에 받은 응력을 기억하는 성질을 가지고 있는 것에 기인 한다[15].

2.3. 형상기억고분자

2.3.1 형상기억 고분자의 정의

형상기억 고분자란 유리전이 온도나 결정질 융해온도와 같은 고분자의 상전이 온도를 경계로 한 분자사슬의 운동성 차이로 인해 형상회복성과 형상고정성의 특징을 가지는 고분자를 말한다. 고분자 재료는 합금 재료와는 다른 기구에 의해 형상기적 효과가 발현된다.

2.3.2 형상기억 효과의 기구

고분자 재료는 합금 재료와는 다른 기구에 의해 형상기억 효과가 발현된다. 전형적인 형상기억 거동을 고무를 예로 하면 다음과 같다. 고무는 적당한 응력을 부여하면 수배로 연신하고 응력을 제거하면 원래의 길이로 회복된다. 소위 고무탄성을 나타낸다.

응력 부하에 의한 연신, 응력 제거에 따른 수축은 반복이 가능하다. 응력을 부여하여 변형시킨 후에 저온으로 냉각하면 그 변형이 고정되어 고무탄성을 나타내지 않게 된다. 적당한 온도영역에서 유지되는 한 그 변형은 유지되고, 따라서 임의의 모양으로 변형시키는 일이 가능하다. 그러나 다시 실온까지 가열하면 고무는 즉시 변형된 형태를 해소시키고 원래의 모양으로 회복한다. 결국 형상기억 현상이 발현한 것이 된다[20].

2.3.3 형상기억 고분자의 조건

형상기억 고분자는 분자 사슬의 흐름을 억제하기 위한 고정점 혹은 동결상과 온도 변화에 따라서 연화와 경화가 가역적으로 일어나는 가역상의 이상결정질, 고분자의 유리상, 고분자 사슬의 얽힘 들으로 이들은 화학적, 구조적인 차이를 가지고 있다.

고정점에 의한 분류에 의해 열경화성과 열가소성으로 분류되며, 열경화성은 형상회복력과 형상회복속도가 우수하고 열가소성은 성형이 용이한 장점을 가지고 있다. 열경화성 및 열가소성 형상기억 고분자의 형상기억고분자의 형상기억 과정의 상태변화를 모델화하여 각각 Fig 3과 Fig 4에 나타내었다.

또한 가역상은 상온 이상의 특정한 온도의 상하에서 분자운동이 동결되고 또한 해제될 수 있는 것이 사용될 수 있다. 이와 같이 고정점과 가역상을 가지고 있는 고분자는 일반적으로 형상기억 성질을 보인다.

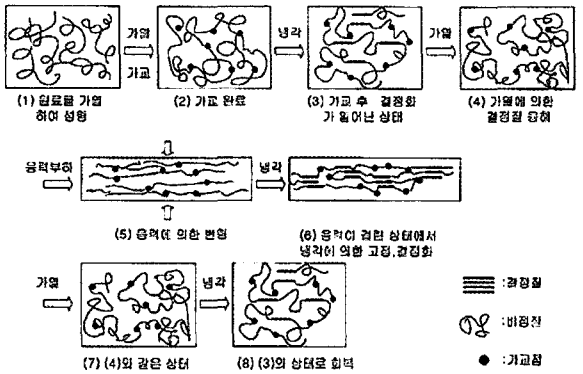


Fig. 3. 열경화성 수지의 형태변화.

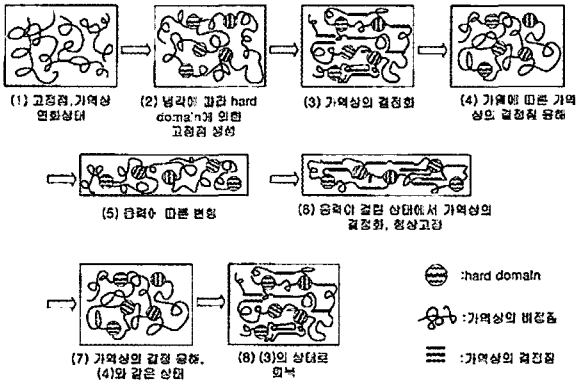


Fig. 4. 열가소성 수지의 형태변화.

Table 4. 형상기억 고분자와 형상기억합금의 비교

	형상기억 고분자	형상기억 합금
형상회복이 가능한 허용변형양	大 (250 ~ 800%)	小 (6 ~ 7%)
회복력	小 (10 ~ 30 kg/㎠)	大 (1,500 ~ 3,000kg/㎠)
회복양	大	小
형상회복 온도	25 ~ 90℃	-10 ~ 100℃

형상기억 고분자(shape-memory polymers)는 잘 알려진 형상기억 금속과 마찬가지로 '형상기억' 특성을 갖고 있어서, 변형된 모양의 수지를 특정 온도이상으로 가열하면 원래의 형상으로 되돌아가는 특이한 기능을 갖고 있다. 형상기억 고분자는 특이한 기능과 함께 앞으로 응용성이 다양하게 기대되어 최근에 많은 주목을 받고 있다. 형상기억 합금에 비하여 형상기억

Table 5. 시판 형상기억고분자의 종류

형상기억고분자	고정점	연화-경화 가역상	Maker
trans-polyisoprene(TPI)	polydiene 이중결합의 가교	TPI의 결정상	쿠란
polynorbonene	고분자량 polymer의 얽힘	polynorbonene의 유리 전이점(Tg)	일본 제온
스티렌-부타디엔 공중합체	폴리스티렌 도메인	trans-polybutadiene의 결정상	旭化成工美
폴리우레탄	폴리우레탄의 결정상	polyurethane의 soft segmen(T_g)	三菱重工美

고분자는 저렴한 가격, 형상 변형의 큰 가변성, 성형 가공의 용이성 등의 장점이 있다[21~23].

형상기억 합금은 결정의 특수한 상변이를 이용하여 기억 효과를 발현하는 데 대하여, 형상기억 고분자는 가교 결합이나 상변화에 따른 어떤 결합인자를 이용한다고 알려져 있다. 전자선으로 가교된 폴리에틸렌 수축 튜브가 이미 잘 알려져 상품화된 실 예이다.

이러한 배경에서 고분자재료가 가지고 있는 형상기억 성질에 대한 관심이 높아져, 최근에는 탄성체를 중심으로 분자구조를 제어하여 재료에 형상기억 성질을 부여 하는 연구에 의해 형상기억 고분자의 개발이 이루어졌다. 특히 기존의 형상기억재료인 형상기억 합금에 비해 형상기억 고분자는 가볍고, 성형성이 좋으며 회복변형양이 크고 가격이 낮다는 특징을 가지고 있다. 형상기억 합금과 고분자는 주로 일본에서 개발되었으며 각각 기억과 회복의 기구가 다르고 사용되는 온도도 다르다. 개발된 대표적인 형상기억 고분자를 Table 6.에 나타내었다.

형상기억고분자는 고분자의 유동을 방해하는 고정점(혹은 동결점)과 온도변화에 따라 연화↔경화를 가역적으로 반복하는 가역상의 2상구조로 이루어져 있다[26]. 따라서 고분자가 형상기억능을 갖기 위해서는 적어도 세그먼트 수준에서의 상분리 구조를 갖거나 가교결합을 가져야 한다.

예로서 trans-polyisoprene(TPI)은 2중결합의 가교점이 고정점이 되고 온도 변화에 따라 결정↔용해를 반복하는 결정상이 가역상이 된다. 또 스티렌-부타디엔 공중합체에서는 T_g 가 높은 PS 도메인이 고정점이 되며, 결정상인 t-PB상이 가역상이 된다[24].

Table 6. 대표적인 형상기억고분자

형상기억 고분자	고정상	가역상	형상회복 온도
Trans polyisoprene	이중결합의 가교	결정상	67℃
XLPE	화학가교, 방사선 가교	결정상	130℃
Polynorborene	고분자사슬의 얽힘	유리전이온도를 갖는 사슬	35℃
Styrene-butadiene copolymer	styrene의 domain	결정상	60℃
Polyurethane	hard segment	soft segment	-30~70℃
Polyester계 alloy			

형상기억고분자는 보통 T_g 혹은 T_g 이상에서 변형가공하고, 그 변형을 냉각함으로써 형상을 고정한다. 그 후 재가열에 의해 원래의 형상으로 회복된다. Table 7에 일본에서 개발된 형상기억 고분자의 종류와 특성에 관하여 요약하여 보았다. 형상기억 고분자의 성형 가공에서 보면 1차 성형시에 고분자 사슬간에 가교 결합이나 물리적 결합이 일어나게 되는 데(형상기억 인자), 이때의 가공온도가 형상기억 온도이고 냉각에 의하여 1차적 형상의 고정화가 일어난다.

2차성형시에 다시 가열하면(형상 기억 온도 이하) 1차 성형품의 변형이 일어나고 급냉하여 2차적 형상으

Table 7. 형상기억 고분자의 종류와 특성

형상기억 고분자	PN	PIP	PSB	PU	PC	PEL
	poly-(norbornene)	trans-1,4-polyisoprene	styrene-butadiene block copolymer	polyurethane block copolymer	poly-(caprolactone)	polyethyene random copolymer
형상기억 인자	고분자 사슬의 물리적 결합	가황에 의한 화학적 가교	스티렌 블록의 물리적 결합상	hard segment의 결정상	가교결합제를 이용한 가교	고분자 사슬의 물리적 결합
2차적 변형상	유리전이 현상(사슬)	결정상태 (사슬)	결정상태 (부타디엔 블록)	유리전이 현상(soft segment)	유리전이 현상(사슬)	유리전이 현상(사슬)
형상회복온도(℃)	35	67	60 ~ 90	-30 ~ 60		
형상기억온도(℃)	150+	-	120+	200		
비중	0.96	0.96	0.97	1.04		
인장강도 (kgf/㎠)	350	290	100	350		
제조회사	일본제온	구라레	아사히카세이	미쓰비시중공업	스미토모전기	미쓰이석유

로 고정화된다. 변형된 성형품을 다시 가열하면(형상 회복 온도) 본래의 1차적 형상으로 되돌아간다. 2차 성형 시에는 유리전이나 결정상의 전이에 의하여 변형된 성형품이 만들어진다(2차적 변형상). 이와 같이 형상기억 수지에서는 형상 회복 온도(또는 2차 성형 온도)에서 가열 연화라는 고분자 사슬의 응력 완화가 일어나 형상 회복이 가능하게 된다.

스티렌-부타디엔계 블록 공중합체(SBS) 열가소성 탄성체의 기술에 기초를 둔 PSB 형상기억 수지는 통상의 열가소성 성형 가공법에 의하여 성형 가공할 수 있는 장점으로 관심을 끈다. 폴리부타디엔은 트란스 이중 결합이 많아지면 결정성으로 되고 트란스 함량의 조절로 60℃ 정도의 융점을 갖는 고분자가 만들어진다. 트란스 폴리부타디엔과 폴리스티렌(연화점 100℃)을 잘 조절하여 블록 공중합체로 만들어 복합화하면 열가소성의 특성을 갖는 우수한 형상기억 고분자가 얻어진다.

PSB의 형상기억 성형 제품을 만드는 과정은 다음과 같다. PSB 고분자를 120℃ 온도 이상으로 가열하면(1차성형) 스티렌 블록과 부타디엔 블록이 모두 유동성으로 되므로 통상의 플라스틱 성형 방법으로 가공하여 40℃ 이하로 냉각하면 고정화된 1차 성형품이 만들어진다. 다시 60~90℃ 온도로 가열하면 스티렌, 블록은 고체 상태로 구속되어 있고 부타디엔 블록만이 용해되어 가교된 고무 상태로 된다. 이 고무 상태의 고분자에 힘을 가하여 변형시키고 냉각하면 2차 성형품이 만들어진다. 이때 냉각에 의하여 부타디엔 사슬 부분이 결정화 되므로 2차적 형상으로 고정화되어 2차 성형품이 만들어 진다. 이때 냉각에 의하여 부타디엔 사슬 부분이 결정화 되므로 2차적 형상으로 고정화된다. 2차 성형품을 60~90℃로(형성회복 온도) 가열하면 다시 부타디엔 영역의 용해가 일어나고 1차적 형상을 기억하면 본래의 성형품으로 되돌아가게 된다[25].

폴리에틸렌과 고리 단량체의 랜덤 공중합체를 이용한 PEL 형상기억 수지는 가격이 낮고 가공성이 좋은 장점이 있다. PN과 PIP를 이용한 형상기억고분자는 제일 먼저 개발되었는데, 강성이 낮은 탄성체성질을 개선하고 성형성을 높이기 위하여 다른 고성능 엔지니어링 플라스틱과 블렌딩한 제품도 개발되고 있다.

앞서 언급한 각종 형상기억 고분자는 형상의 고정과 회복을 반복하여 사용하기 때문에 반복내구성이 우수하여야 한다. 일반적으로 고분자는 점탄성을 가지고 있기 때문에 회복과정에 잔류변형이 발생한다. 그동안 잔류변형의 발생에 대한 hard segment 함량, 분자량 분포, 분자량, 열처리 등의 영향에 대한 연구가 진행되어 왔다[16~19].

형상기억 고분자는 형상기억 합금에 비해 형상 회복력이 작은 단점을 가지고 있다. 파이프 이음이나 리벳과 같은 회복에 의한 형상회복력이 작은 단점을 가지고 있다. 파이프 이음이나 리벳과 같은 회복에 대한 내부확장과 공업용 재료에 이용되기 위해서는 높은 형상회복력이 필요하다.

고분자의 형상기억 효과는 이미 수축튜브, 수축포장 등에 응용되어 왔으며 형상기억 고분자는 다양한 용도로 사용될 수 있다. 대표적으로 응용될 수 있는 것은 먼저, 평소에는 접어서 보관하고 사용할 때에는 원래의 형태를 복원하여 사용하는 캠핑 용품, 여행화, 어린이 풀등이 있다. 또한 좁은 입구에 삽입한 후 내부에서 확대하여 리베트, 주택내부의 틈, 혈관의 확장과 폐쇄, 프린터 롤의 피복제에 사용되며, 사용중에 변형시킨 것을 복원할 수 있는 넥타이, 자동차 범퍼 등이 있다.

Table 8. 형상기억고분자를 이용한 제품

	응 용 부 분
도료, 피복제	도장품, 생체적합성 인공피혁 및 장기
Elastomer	Roller, 구두창, 콘베이 벨트, 테니스 코트
연질&반경질 foam	Floor mat, 타일, 매트릭스, 가구, 포장재
경질 foam	컨테이너, 배관단열재, Block, DBL, 주입용

2.4 형상기억 물질을 이용한 형상기억 소재 개발

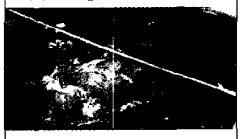
최근 개봉해 인기를 모았던 영화 <스파이더맨>의 주인공은 기존의 영화 속 영웅인 슈퍼맨이나 배트맨에 뒤지지 않는 독특한 의상을 입고 스크린에 등장한다. 같은 두께의 강철보다 10배나 강하다는 거미줄로 만든 이 옷은 큰 충격에도 찢어지지 않고 탄력이 좋을 뿐만 아니라 방수성과 보온성도 매우 우수하다. 이 영화에서처럼 거미줄을 이용해 빌딩숲을 누빈다는 다소 황당한 내용을 현실화하는 것은 아니더라도, 최근엔 첨단과학과 접목된 각종 지능형 옷이 미래의 의생활을 바꿀 준비를 하고 있다.

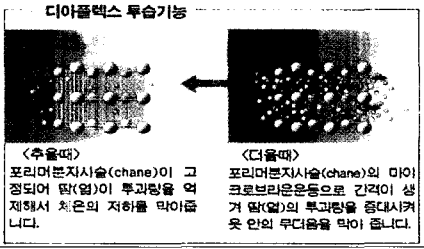
요즘처럼 더위가 기승을 부리는 날에 입으면 손대지 않더라도 소매가 저절로 올라갈 수 있도록 개발된 셔츠가 대표적인 사례다. 이처럼 형상기억력을 가진 섬유제품 및 형상기억고분자를 이용한 섬유제품에 대한 소개하면 Table. 9,10과 같다

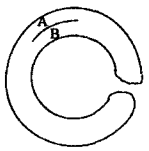
Table 9. 국내 형상기억 고분자를 이용한 섬유분야 연구동향

	제목/출처/내용	비고
1	제목: 지능형 수분투과 직물의 제조와 특징 출처: 한국섬유공학회 추계학술발표회 논문집 제 34권 제 2호 내용: 형상기억 PU를 직접 합성하고 이를 직물에 코팅하여 지능형 수분투과 직물을 제조하고 특성을 연구	
2	제목: 형상기억수지를 이용한 지능형 투습방수직물 및 진동제어 섬유복합재료의 제조 출처: 한국섬유공학회 춘계학술발표회 논문집, 제 35권 제 1호 내용: 형상기억고분자를 이용하여 지능형 투습방수직물과 진동제어 섬유를 제조하고 이의특성에 관한 연구	
3	제목: 형상기억능을 갖는 polyethylene terephalate-polyethylene glycol 공중합체를 이용한 laminate 복합재료의 제조(I) 출처: 한국섬유공학회 춘계학술발표회 논문집, 제 35권 제 1호 내용: laminate 복합재료의 제조gkrl 위해 PET-PEG공중합체및 각종 첨가제의 종류에 따른 형상기억능과 damping효과를 분석	

Table 10. 형상기억 물질을 이용한 형상기억 섬유제품

국가/제조사	상품명	특징	성능	용도
일본/와코루	형상기억 합금브라	체온에 맞춰 모양을 유지	86년 일본의 여성속옷 업체 와코루가 내놓은 '형상기억 합금을 이용한 브래지어'다. 형상기억합금은 젖가슴의 모양을 적당하게 유지하고, 젖가슴 전체의 힘을 분산시키는 역할을 한다. 이 브래지어는 자주 빨아도 모양이 쉽게 변형되지 않고 처음 디자인을 유지함으로써 가슴의 모양을 아름답게 유지할 수 있도록 제작했다. 현재는 전세계적으로 상용화됨.	체형보정용 속옷
이태리	형상기억 와이셔츠	온도에 따라 소매 길이가 조절되며 다림질도 필요 없는 셔츠	이탈리아 패션 하우스에 공개된 지능형 옷. 온도에 따라 소매 길이가 조절되며 다림질도 필요 없다. 자동 소매조절 셔츠는 이런 형상기억 합금 브래지어의 기능에서 한 단계 발전한 형태다. 이 셔츠는 니켈과 티타늄의 합금인 니티놀 섬유 1가닥과 나일론 섬유 5가닥으로 짜여져 있으며, 실내 온도가 몇 도씩 올라갈 때마다 몇 cm씩 짧아지도록 프로그램돼 있다. 일교차가 심할 경우 기온이 높은 낮에는 짧은 소매 셔츠로, 기온이 낮은 아침과 밤에는 긴 소매 셔츠로 변형되는 것이다. 또한 이 옷은 구겨지거나 섬유에 주름이 잡히더라도 헤어드라이어 등으로 열을 가하면 원래 모양으로 되돌아가는 기능이 있다. 날씨가 덥거나 야외에서 활동할 때 인체에서 열이 나오면 저절로 다림질한 효과가 나타나는 셈이다.	기온차가 많이 나는 계절이나 지방의 외의류용
이태리 일본 한국 중국	금속사를 이용한 제품	금속분말과 복합첨가물 X를 혼합하여 압축성형가공한 후 금속 극세사와 복합첨가물X를 분리 제거하여 제조	2000년 프리미에르비종을 통해 첫선을 보인 메탈섬유가 이태리·일본에 이어 세계 3번째로 국내 개발로 이어지면서 신개념 고부가가치 아웃도어 의류소재로 각광받아 왔으나, 국내 개발업체들이 개발이익을 회수하기도 전에 범용상품으로 전락할 위기에 놓였다. 특히, 메탈섬유는 리얼메탈 제강기술이 스웨덴·스위스·일본에 이어 한국이 보유했으나 최근 중국이 제강기술 확립에 이어 메탈섬유 생산을 본격화, 원료난이 해소되면서 빠른속도로 대중상품화 되는 추세다.메탈섬유 국내 리딩업체는 영텍스타일· 파카 ·구주글로벌 등이나 최근 베크·새롬INT 등직물업체들을 비롯 일부 면방업체들까지 생산에 나선 것으로 알려져 앞으로 시장 각축전은 더욱 치열해질 전망이다.	메탈섬유는 아웃도어용 의류뿐만 아니라 커텐 등 인테리어 소재로도 상품화가 주목되는 등 신수요 창출이 무궁무진한 소재로 주목받고 있다.
미국/Natick Solider Systems center	개인방호복	형상기억고분자를 이용하여 섬유의 표면에 코팅 기능성 부여	군사용으로 개발중인 지능형 옷. 미국 군사연구소가 개발한 특수잠수복은 물 속에선 기존 잠수복처럼, 물 밖에서는 일반 전투복처럼 착용할 수 있다. 이 잠수복은 형상기억 고분자 물질이 안팎으로 코팅된 특수섬유로 만든다. 물 속에서 온도가 18℃ 이하로 내려갈 경우 섬유조직이 촘촘해져 물이 옷 내부로 스며들지 못하게 되고, 물 밖으로 나와 온도가 올라가면 섬유조직이 느슨해지면서 공기와 땀이 드나들 수 있는 것이다.	미군의 개인방호복 중 특수전 용도 

국가/제조사	상품명	특징	성능	용도
(주) 휴비스	메모리[27]	듀폰이 공급하는 PTT섬유 원료를 이용한 제품. 현재 이를 직물용으로 용도를 전개하는 국가는 한국이 거의 유일하다.	미국 모학사는 카페트용으로, 일본 도레이사는 카시트용으로 개발. 이에 따라 의류용 PTT섬유는 한국직물업체 주도로 시장 확대. 현재, 휴비스·새한 등이 공급하는 PTT섬유는 원사가격이 kg 기준 10달러에 이르는 고가품이다. 휴비스는 옥수수 성분을 지닌 PTT섬유 시장 안정을 위해 지난해 11월부터 '메모리 서클'을 운영하는 등 원사 공급 조절에 나서고 있다. 현재 휴비스는'메모리'를 세미덜(SD) 75데니어, 150데니어를 주종으로 매월 200톤씩 생산하고 있는데, 50데니어나, 선염사·돕 다이드사 등 후속타를 준비하여 다양한 차별화제품을 지속적으로 확대해나갈 방침이다. 메모리는 직물조직 및 중량에 따라 자켓, 점퍼, 바지, 스커트 등 모든 의류에 사용할 수 있으며, 여성복으로 엘레강스한 분위기를 연출할 수도 있고 헤비한 소재로는 남성용 바지나 수트를 만들 수 있어 다양한 소재로 각광받고 있다. 올해 파리 프리미에르비죵에 참석한 것을 시발로 시장 니즈에 맞게 다양한 상품을 구성하여 해외 유명전시회에 써클가입사와 함께 '휴비스 공동관'참가도 추진중이다.	미성교역, 성안, 신흥직물공업, MI자카텍, 영텍스타일, 제이에스인더스트리, 청호패브릭, 태광무역, 파카, 해일 등 국내 굴지의 교직물 업체를 총 망라한 10개사에서 생산중.
새한	METALLO[28]	듀폰이 공급하는 PTT섬유 원료를 이용한 제품. 현재 이를 직물용으로 용도를 전개하는 국가는 한국이 거의 유일하다.	기존의 형상기억소재 원단은 와이어를 섬유와 같이 가늘게 뽑은 후 일반원사와 함께 복합하여 만드는데 가는 와이어 섬유의 생산이 어렵게 때문에 원단 가격이 비싸다는 단점을 가지고 있다. 또, 와이어 섬유 사용으로 인해 무거우며 구겨짐이 많은 원단의 특성상 와이어 섬유가 잘게 부러져 피부에 손상을 일으키거나 세탁에 의해 녹이 발생하는 등의 문제점이 있었다. 이에 반해 메탈로는 특수 방사기술에 의해 개발되어 와이어를 사용하지 않고도 쉽게 구겨지고 쉽게 펴지는 효과를 낼 수 있다. 이외에 기존의 형상기억소재 원단에 비해 가볍고 부드러우며, 염색성이 탁월한 강점도 가진다.	새한 관계자는 "최근 여성스러우며 부드럽고 편안한 의류 트렌드에 힘입어, 각종 여성 의류 및 남성 아웃웨어 등의 소재로 폭발적인 수요가 예상된다"며 향후 본격적인 마케팅 활동에 따라 내년에는 130억원의 매출을 기대하고 있다.
미쓰비시중공업의 자회사인 MC텍스타일	디아플렉스[29]	더워지면 투습도를 높여 옷안의 수증기를 밖으로 내보내고, 추워지면 투습도를 억제 옷안의 따스함을 지켜줌.	온도반응 기억소재인 '디아플렉스'는 무공질(맴브레인:무공질막)이면서 온도반응 기억기능 특성으로 투습 기능을 발휘하는 소재. 방수성은 내수압 20,000~40,000㎜H20, 투습성은 투습도 8,000~12,000g/㎡·24hrs로 양 수치가 매우 높기 때문에 폭넓은 착용영역을 형성, 고기능 의류 전개가 가능하다. 특히 방수성과 투습성 외에 그동안 같은 기능성 소재에서 간과되기 쉬었던 결로 방지기능이 추가됐다. 따라서 보온성, 방풍성, 발수성과 더불어 고감도 스포츠 의류에 적합한 터치감, 신축성, 내구성을 고루 갖추고 있다. 이 소재는 일본 미쓰비시중공업에서 세계 최초로 개발한 우레탄사형상기억폴리머의 기술을 근간으로 온도반응 기억기능을 갖춘 매우 독특한 고성능 신소재로 평가받고 있다. 기존 맴브레인 소재는 다공질막으로 형성되어있지만 디아포렉스는 무공질막으로 막을 구성하는 폴리머분자의 움직임에 따라 투습도를 조절하고 있다. 이에 따라 더워지면 투습도를 높여 옷안의 수증기를 밖으로 내보내고, 추워지면 투습도를 억제 옷안의 따스함을 지켜주고 있다. 	폴리우레탄 막을 통해 부드러움과 신축성을 보유, 운동이나 작업을 동반한 의류용으로도 많이 사용되고 있다. 현재 일본에서는 페닉스, 엑스닉스, 요넥스 등 스포츠 브랜드와 마스터즈, 폴로골프, 데산토 등 골프웨어 및 일반 캐주얼 의류에 이르기까지 많은 업체들이 이 소재를 사용하고 있다. 국내에는 엘로드, 레노마, 슈페리어, 아놀드파마 등에 공급되고 있다.

국가/제조사	상품명	특징	성능	용도
스위스/쉘러	C-change[30]	형상기억고분자를 이용한 투습방수 형상복원	전나무 열매는 수분과 기온변화에 매우 효과적으로 반응한다. 날씨가 춥고 습하면 잎을 닫고 기온이 올라가면 다시 잎을 여는 것이다. 쉘러가 사용한 점막 기술도 이와 유사한 방식으로 작용해 변화하는 기후 상태와 착용자의 활동에 적합하도록 조절한다. C-change 점막은 기온변화에 맞춰 반응하도록 입력되어 있다. 기온이 올라가고 몸에서 나오는 열로 인해 수분이 생기면 점막이 반응하게 된다. 친수성 점막의 중합체 구조가 변화해 수분 증기가 바깥으로 빨리 빠져나갈 수 있도록 하는 것이다. 몸에서 나오는 열과 증기가 감소하면 중합체 구조는 원래의 상태로 돌아간다. 이같은 작용 때문에 형상기억이라고 불리는 것이다. 이러한 과정을 통해 몸에서 나오는 열이 저장되고, 추위에 대응할 수 있게 된다. 쉘러는 스마트 점막 기술과 함께 새로운 형태의 라미네이션을 결합했다. 	 스키복, 등산복, 및 수술용 가운 등
일본/미츠비시중공업/고마쓰세이렌/토오레	아제쿠라[31]	저온 한랭 환경, 고온 온난 환경하에서 투습량을 콘트롤 하는 기능. 고투습 소재이기 때문에 스포츠 등으로 땀을 흘려도 투습이 잘됨.	「아제쿠라」는 형상 기억 수지의 특성을 응용한 세계 최초, 착용 환경의 변화에 따라 발한에 의한 수증기 투과량을 콘트롤할 수 있는 기능을 가지는 환경 대응형 쾌적 투습 소재이다. 「아제쿠라」는 습해지는 것을 막기 위해 지면으로부터 떨어진 높은 곳에 만든 창고를 부르는 말로서, 형상기억고분자를 이용하여 개발된 제품이 항상 쾌적한 환경을 유지하는 기능을 가졌다 하여 붙여진 이름이다. 본 제품은 형상기억고분자 특유의 수증기 투과기능을 살려, 미츠비시중공업의 폴리머 흡겹합 기술과 고마쓰세이렌부의 초박막 도공 기술, 토오레측의 텍스타일 개발력이 융합해. 92년 8월에 개발하였다. 「아제쿠라」의 제조는 형상 기억 폴리마를 나일론이나 폴리에스테르 소재에 5-15μm의 두께로 코팅 한 것으로, 운동전이나 운동직후의 몸이 따뜻해지고 있지 않은 상태(저온한랭 착용 환경)에서는 보온기능을, 또 운동중이나 운동 직후 발한량이 많은 상태(고온온난 착용환경)에서는 적극적으로 땀에 의한 수증기를 투과한다.	착용 환경에 대응해 보혼과 수증기 투과의 양 기능을 갖춘 획기적인 소재이므로, 아스레틱크웨아, 스키나 고르브레인웨아등의 스포츠웨어로서 최적
러시아/면화산업연구개발소	형상기억의류[32]	형상기억고분자를 이용한 원사개발 및 이를 이용한 고기능성 섬유제품의 생산기술	면화 산업 연구개발소에서 알려온 바에 의하면, 개발된 신소재는 일명 형상기억 섬유에 속하는 것이다. 해외에서는 이미 이러한 소재가 개발, 생산되고 있지만 러시아에서는 이번이 최초 개발이다. 이 소재는 폴리우레탄사를 사용하여 탄력성, 신축성 및 형상 기억 등을 특성을 지니고 있다. 이 소재를 개발한 목적은 탄력성이 있으면서 동시에 고강도의 골조를 제작하는 것이다. 폴리우레탄 첨가물을 이용하여 수 많은 새로운 특성을 얻음과 동시에 이 섬유는 원재료인 천연 재료의 유익한 특성들도 그대로 지니고 있다. 이 슈퍼 섬유는 모스크바 정부의 의뢰로 개발되었다. 제 3회 모스크바 발명 전시회에서 금메달을 수상한 이 신소재는 현재 대량 생산에 들어갔다	일반의류용
미국/조지아공대/NC주립대 공동연구	형상기억원사	형상기억고분자를 이용하여 쾌적성을 극대화한 원사	형상 변형온도가 다른 두가지의 형상 기억 고분자를 이용하여 C자 형태의 중공사를 제조. 두가지의 형상 기억 고분자는 각각 40℃ 및 25℃ 정도의 온도에서 형상을 변형함. 40℃정도의 온도에서는 원사의 단면이 편평사의 형태로 변하면서 통기 성을 증가시켜 쾌적성을 증가시키고, 25℃이하의 온도에서는 중공을 형성하여 보온성을 증진시킨 제품.  *Fiber Cross Section: A & B are two polymers (outer and inner components) in a hollow bi-component fiber.*	기존의 제품의 쾌적성을 극대로 증가시킨 제품

3. 결 론

산업의 발달에 따라 재료에 대한 과학기술의 요구가 크게 달라지고 있다. 단순한 구조재료 로소의 성능만으로는 현대 그리고 앞으로 미래에 재료의 요구에 부응할 수 없게 된다. 섬유산업의 직면한 현재의 상황은 다른 여타의 산업분야와 별반 다를 것이 없다.

이탈리아나 독일 및 일본 등의 섬유선진국들은 21세기 차별화상품으로 의류용 고 기능성소재와 산업용 신소재를 최상으로 꼽고 있다. 대표적인 고기능성 의류용 섬유소재로는 쾌적 사이언스 가공소재와 건강기능성 소재 등과 같이 섬유소재에 차별화 된 특수 기능을 부여한 고기능성 제품군이 있으며 특히, Nano구조 기능가공 및 형상기억고분자를 이용한 고기능 고감성 하이테크 섬유가공기술개발에 많은 노력을 기울이고 있다. 특히, 형상기억고분자를 이용한 기술개발은 화학기술개발, 소비자 기호 및 시장트랜드에 적합한 고급 패턴 개발, 면 및 재생 셀룰로오스 섬유의 염색가공기술개발, 형상기억고분자를 섬유상 처리하는 형상복원제품개발기술개발, 형상복원 면 및 재생셀룰로오스 섬유제품의 성능평가기술 연구개발, 고방축, 형상복원 및 고감성 제품의 상품홍보 및 마케팅 등의 단계별 목표를 정하여 연구개발 및 상품화가 지속적으로 이루어 지고 있다. 우리나라의 경우, 이러한 분야에서의 연구개발이 걸음마 단계 이지만, 앞으로 지속적인 연구개발 및 상품화가 필요하리라 생각된다.

참고문헌

1. Shigeki Fukuoka, "形狀記憶纖維製品, " 機能材料, Japan, **16**(5) p.23, 1996.
2. M. Lewin S. B. Sello, "Handbook of fiber science and technology: Vol II ; Chemical processing of fibers and fabrics: functional finishes: partA:" , Marcel Dekker, p. 2, 1983.
3. 노덕길 "최신 Celluloser계 섬유의 형태안정 가공기술" , *J. Korean Soc. Dyers & Finishers*, **6**(3), 84~90(1994).
4. 伊藤博, "VP加工商品の 展開" , *加工技術*, **27**(11), P.44-46(1992).
5. M. Lewin S. B. Sello, "Handbook of fiber science and technology: Vol II ; Chemical processing of fibers and fabrics: functional finishes: partA:" , Marcel Dekker, p.3, 1983.
6. M. Lewin S. B. Sello, " "Handbook of fiber science and technology: Vol II ; Chemical processing of fibers and fabrics: functional finishes: partA:" , Marcel Dekker, p. 17, 1983.
7. http://www.toyobo.co.jp/seihin/xa2/miracle/koutei.htm
8. http://www.nisshinbo.co.jp/field/textiles/noncare/index.html
9. http://www.nano-tex.com/products
10. http://www.kurabo.co.jp/division/wool/ecowash/ecowash.html
11. http://www.kurabo.co.jp/cgi_cot/cgi/seihin/search.cgi/type=INI&idx=ル
12. http://www.toyobo.co.jp/seihin/xa2/miracle/nanoproof/index.htm
13. M. Irie, "Development and Application of Shape Memory Polymers"(Japnese), CMC, p.24, 1989.
14. I. Corneils, and C. M. Wayman, *Scripta. Met.*, **10**, 359(1967).
15. H. A. Barnes, J. F. Hutton, and K. Walters, "An Introduction to Rheology", K. Walters, Elsevier, New York, p.11, 1989.
16. C. S. Paik Sung, T. W. Smith, and N. H. Sung, *Macromolecules*, **13**, 117(1980).
17. A. R. Payne, *J. Polym. Sci. Synop.*, **48**, 169(1974).
18. D. S. Hwu, and S. L. Cooper, *Polym. Eng. Sci.*, **11**, 369(1971).
19. J. C. West, and S. L. Cooper, *J. Polym. Sci. Symp.*, **60**, 127(1977).
20. L. H. Sperling, "Introduction to Physical Polymer Science", Singapore, John Wiley & Sons, p.382, 1992.
21. S. Hayashi, *Int. Prog. Urethanes*, **6**. 90(1993).
22. A. Hirata, *Kobunshi*, **38**, 843(1989).
23. K. Sugimoto, *Plastics Age*, June, 165(1989).
24. M. Ishii, *Plastic Age*, June, 158(1989).
25. M. Karouji and A. Hirata, *Plastics Age*, June, 173(1989).

26. S. Hayashi, *Plastics Age*, June, 169(1989).
27. http://www.ktnews.com/news/news_content.asp/countnum=44545
28. http://www.ktnews.com/news/news_content.asp/countnum=43211
29. http://www.diaplex.co.jp/
30. http://www.schoeller-textiles.com/
31. http://www.yeskisti.net/yesKISTI/InfoSearch/ReadDB05.jsp?tid=1&did=495132
32. 山口宗英, 感性に訴える商品開發 形狀記憶樹脂応用商品「あぜくら」にちいて, *纖維學會誌*, **50**(8), 489-491(1994).
33. 福岡重紀, 形狀記憶纖維製品, *機能材料*, **16**(5), 21-30(1996).
34. Fred L. Cook, Karl I. Jacob, Malcolm Polk, Behnam Pourdeyhimi, "Shape Memory Polymer Fibers for Comfort Wear", National Textile Center Annual Report: November 2005.

저자소개

박 성 민

1997 경북대학교 염색공학(학사)
1997 한국염색기술연구소 연구원
2001 경북대학교 염색공학과(석사)
2002 경북대학교 염색공학과 (박사과정)
2007~현재 한국염색기술연구소 연구개발실 시험분석팀 팀장, ILAC-MRA KOLAS국제공인인증시험소 Technical manager

Tel.: 053-350-3770; Fax.: 053-350-3737
E-mail : psungmin@empal.com