

경량화 섬유 제조 기술

강영식, 김익수*, 김학용, 길명섭

전북대학교 섬유소재시스템공학과, *신승대학교 섬유학부

1. 서론

최근 생활수준의 향상으로 인해 레저 및 스포츠용 의류의 수요 증가로 기능성 소재의 개발 필요성이 크게 대두되고 있다. 그중에서도 스포츠 의류용 소재는 보온성, 부피에 대한 경량성 및 복원성 등이 요구된다. 섬유의 경량화를 위한 수단으로는 직·편물의 조직 설계, 경량화 소재 적용, 섬유의 중공화, 섬유 집합체의 별키화가 있다. 직·편물의 조직을 연구하면 어느 정도의 경량화가 가능하지만 더욱 경량화를 꾀하기 위해서는 섬유 자체의 경량화가 필요하다.

통상 중공사는 섬유의 밀도를 낮추고 소재의 중심 부분을 공기가 채우고 있어 강한 반발력 및 복원성이 있으며, 경량화가 가능하며 특히 공기를 함유함으로써 보온성을 향상시킬 수 있다. 중공사는 경량, 보온뿐만 아니라 이형단면, 섬유표면과 내부의 다공화 기술과 연결시켜 광택, 외관, 흡수, 건조의 기능을 부여할 수 있기 때문에 합성섬유의 기본적인 개질

기술이 되고 있다. 중공섬유는 초기에 스키 웨어 등 겨울용 보온소재로 한정되었으나 최근에는 일반 패션용 의류 소재 및 일반 스포츠 웨어, 쿠션, 토이, 필로우, 부직포 등으로 그 용도가 점차 다양화되고 있다. 이러한 추세에 따라 일본에서는 연간 50% 이상의 성장을 기대하고 있으며, 시장 확대를 위한 다양한 용도 개발에 주력하고 있다(Table 1).

이러한 중공사의 최대 기술과제는 중공도를 높이는 것이다. 즉, 물에 뜨는 섬유를 만들고자 할 경우에 중공도는 사용하는 폴리머의 비중에 따라 다르지만 폴리에스터의 경우, 30% 이상이 되면 겉보기 비중이 낮아져 가능해진다. 이 30%의 중공도는 용융방사에 있어서 상당한 수준의 기술을 필요로 하기 때문에 고분자의 중합도, 방사구금의 설계, 냉각 등에 있어서 많은 연구가 진행되고 있다. 또 다른 방법은 심초(core-sheath) 복합사의 심부분에 용체에 잘 녹는 폴리머를 배치하고, 가공 후에 이것을 녹여내는 방법이다. 고도의 중공률이 얻어지기 쉽고, 특히, 중공사를 가공할 경우에 가장 큰 문제인 중공부의 막힘도 해소할 수 있다. 폴리에스터에 있어서는 이소프탈산, 5-소디움술폰이소프탈산 및 에틸렌 글리콜로 이루어진 그룹 중에서 선택된 1종의 화합물이 1~20몰% 공중합되어 있는 폴리머가 사용된다. 한편 중공사의 단면형상은 요구되는 효과에 따라 다양하게 연구되고 있다. Table 2는 중공화 기술에 대해 정리하여 나타내었으며, 본 고에서는 중공섬유의 제조 공법과 각 공법별 특징 및 원리들에 대해서 소개하고자 한다.

Table 1. 중공섬유의 용도

구분	용도	특성
패션성 여성 및 남성 의류	T-shirt, 안감용 mesh	lightweight, comfortable
기능성 스포츠 의류	ski wear, motor cycle wear	water-repellent, hard, waterproof, lightness
패션성 스포츠 의류	training wear, team-jacket, jumper	lightness
기타	tent, bag, sleeping-bag	lightness

Table 2. 중공화 기술

효과	적용기술	실례 (상품명)
물에 뜬(중공율 30% 이상)	폴리머, 방사구금최적화 중공부 용출	에어로 캡슐 키라트
고차가공시 중공부의 막힘 방지	굴곡강성의 큰 단면 형상 중공부 용출형	하리로 키라트
고도 별키성과 경량	다각단면	마이크로아트
광택	고변형사 다각단면 중공부의 형태(삼각)	하리로
방오성	田형중공	카펫용
흡수, 속건성(다공성)	폴리머 용출 기술	웰키

2. 경량화 소재

2.1. 폴리프로필렌(PP) 섬유

PP 섬유는 낮은 용점이 최대의 단점이지만 섬유의 종합적인 특성으로는 산업용 섬유에 최적의 섬유로 경량성(밀도 0.90~0.92), 내약품성, 소수성(섬유내 수분을 0~0.05%)을 이용한 분야에서는 폴리에스터보다 우수한 용도도 많다. 유럽과 미국, 일본에서는 카펫과 부직포

(의료, 각종 자재용)로의 사용이 확립되어 있고, 생산량도 늘고 있다. 이외에도 변형단면, 증공화, 복합 등의 방사기술을 구사해서 기능의 다양화가 시도되고 있다. Ubenitto 화성의 Simtex는 Isotactic PP를 원료 고분자로 사용하여 Tg 이상에서 10배로 열연신하여 고결정화도, 고배향 구조를 부여하는 방법으로 종래 원사에 비해 2배의 고강도와 4배의 고탄성률을 가지는 섬유이다.

수산용 고강도 고결정성 폴리프로필렌 섬유는 PP 섬유의 경량성과 물을 흡수하지 않는 특성, 그리고 강도는 수산용 혹은 육의 용도로 사용되는 로프류에 최적이다. 또 다른 PP 섬유의 주용도는 콘크리트 보강재이다. PP 고유의 화학적 안정성은 콘크리트의 내구성을 향상시켜 미세균열의 발생을 억제하고 특히, 화재 시 균열 방지에 효과가 있다. 이외에도 속건성과 열전도율이 낮아 보온성 소재로도 응용이 가능하기 때문에 의류에 접목을 시키고자 염색이 가능할 수 있도록 블렌딩이나 첨가제를 통한 가염성능을 부여하는 연구가 활발히 진행 중이다.

2.2. 초고강도 PE(UHMWPE)

초고분자량 폴리에틸렌(UHMWPE) 섬유 소재는 고강도, 고탄성률, 경량성, 내충격성, 내마모성, 내피로성, 화학안정성, 내후성 등이 뛰어나며 바닷물 및 습기에 팽윤되지 않기 때문에 가수분해가 되지 않는 특성을 가지고 있다. 이로 인해 에너지 비용 절감을 위한 민간항공기, 자동차 등의 운송기기에 사용되며, 골프채, 테니스 라켓, 요트 구조재 등의 스포츠 레저 분야와 어망, 로프 등의 해양산업 분야를 비롯한 우주항공, 방위산업, 의료산업 등의 다양한 분야에서 첨단 제품 개발에 적극적으로 사용되고 있다.

고강도 PE 섬유는 비강도와 비강성이 지금까지 개발된 섬유 중에서 PBO 다음으로 높은 섬유로서 초고분자량 폴리에틸렌 합성기술, 공정제어기술, 겔방사 기술, 초연신 기술 및 정밀가공 후처리 기술 등 고도의 기술이 복합적으로 확보되어야 한다.

겔방사의 기본은 결정영역의 결점을 줄이는 것이다. 비결정영역에서 체인의 끝, 확장부분, 접힌 사슬 등은 결점으로 간주된다. 이러한 겔방사 연신법에 의해 제조되는 도요보의 고강력 폴리에틸렌 섬유 "Dyneema"는 91년에 본격적으로 사업화되어 2003년에는 연간 1,020톤으로 생산량이 확대되었다. 더욱이 탄소와 수소로부터 만들어진 폴리에틸렌은 태워도 물과 이산화탄소만 발생하기 때문에 유해물질의 발생을 최소화하여 환경에 부담을 경감시켜 주는 슈퍼섬유이기도 하다.

3. 경량화 제사 기술

3.1. 종래의 제사 기술

섬유를 형성하는 용융방사 공정에 있어서 최종 섬유에 영향을 미치는 요인들은 크게 공정변수와 물질변수로 나누어 볼 수 있으며, 공정변수에는 토출량, 방사속도, 방사온도, 냉각조건 등이 있고, 물질변수에는 평균분자량, 분자량 분포 등이 있다. 일반적인 원형섬유의 용융방사에서는 방사온도, 평균분자량, 분자량 분포 조건이 변해도 압출 연신비에는 영향을 미치지 않으므로 최종적으로 권취한 섬유의 지름은 변하지 않는다. 그러나 증공섬유의 방사공정에서는 방사온도 조건과 평균분자량, 분자량 분포 특성에 의해 권취된 섬유의 내경과 외경의 값이 달라지게 됨으로써 증공도를 포함한 단면 특성도 변하게 된다. 즉, 고분자 점도의 변화에 따라 노즐부에서의 팽윤 현상과 유동성 차이, 고화속도 등에 의해 동일한 노즐일지라도 증공도의 변화가 발생하는데 폴리에스터의 고유점도 변화에 따른 증공사의 증공율 변화를 Figure 1에 나타내었다.

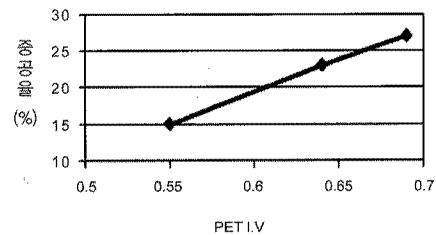


Figure 1. 폴리에스터 고유 점도 변화에 따른 증공도의 변화.

또한 동일점도와 동일 노즐부에서도 냉각조건에 따라 증공도는 변화될 수 있다. Figure 2는 냉각 구간 간격에 따른 증공섬유의 단면 사진이다.

Figure 2에서와 같이 동일한 온도와 풍량일지라도 냉각 구간의 간격에 따라서 증공도가 변하는 것을 알 수 있다. 그러

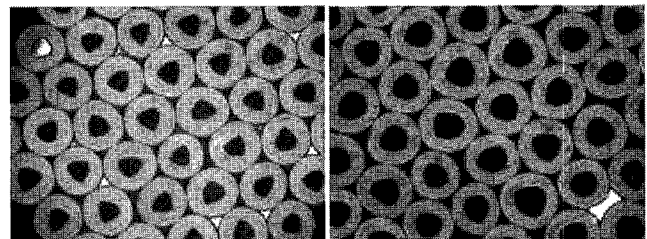


Figure 2. 냉각 구간 간격에 따른 증공섬유의 단면 사진.

므로 공정변수와 물질변수를 달리하여 어느 정도 원하는 수준까지의 중공도는 확보할 수 있으나 중공섬유는 그 제조공정이나 고차 가공공정 또는 제품의 사용 중에 중공부의 일그러짐이 일어나기 쉽고 중공섬유로서의 유용한 특성이 비교적 쉽게 손상되는 결점이 있어서 이런 문제점을 해결하기 위한 다양한 방사기술과 고분자 설계 기술이 연구되고 있다.

3.2. 노즐 기술

노즐에 의한 중공사는 구금을 통과한 폴리머가 토출 직후 연결편에 의해 그 두께의 폭만큼 갈라져 토출 폴리머가 팽창하고, 서로 융착되기 위한 공간을 이루는 부위에서 공기가 흡입되며, 폴리머가 가지는 점탄성 특성으로 인해 급격한 온도 및 압력 변화에 의해 토출된 미연신사가 팽윤하게 되고, 이에 따라 융착 부위가 서로 접착되어 구금홀의 모양과 유사한 모양의 중공사를 형성하는 방식이다. 이때 토출공 사이의 이격간격인 불연속부가 너무 좁으면 중공사 중심부에 공기가 차지하고 있는 부분의 비율이 너무 작아지게 되어 공기의 흡입이 어렵게 되고, 폴리머의 양이 과도하게 되어 폴리머가 중심부 쪽으로 쏠리면서 중공율이 낮아지게 된다. 반대로 불연속부가 너무 넓게 되면 폴리머가 토출된 후에 접착이 어렵게 되어 중공이 형성되지 않게 되는 문제로 인해 구금 설계가 매우 까다롭다.

일반적인 타입의 중공노즐에 의해 토출된 폴리머는 중공사의 내·외주면이 동시에 동일 크기로 팽윤하게 되는 관계로 중공부의 직경이 수축되어 중공율이 떨어지기 쉽다. 이런 이유로 융착부에 흡입되는 공기의 양과 공기 흡입이 원활히 될 수 있으며 반대로 중공형성이 잘될 수 있는 폴리머의 토출량 등을 고려한 노즐 기술에 대한 연구가 활발히 진행되어지고 있다.

앞서 언급한 바와 같이 중공도를 올리기 위한 방법으로 만곡된 슬릿 두 개 이상을 원형으로 배열한 방사구금을 이용하여 구금의 지름, 슬릿 폭, 만곡슬릿과 슬릿간의 길이, 고분자 용융체의 점도, 토출량, 방출사조의 냉각방식을 조절하는 방법이 알려져 있으나 이와 같은 방법만으로 제조된 중공사는 방사 시 방사공 상부의 압력 불균형이나 방사된 고분자 용융체를 냉각시키는 과정에서 공기의 와류에 의해 원사가 개환되거나 반복 사용 시 중공사가 개환되어 공기층을 잃게 되는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 다중공사 또는 이형단면 중공사 개발에 관한 연구가 진행되고 있다. 다중공사의 형태로 개발된 대표적인 섬유가 데이진의 "Aerocapsule Y"이다. Figure 3에서 보는바와 같이 "Aerocapsule Y"는 3

중공의 형태로 가운데에 Y자형의 지지체가 형성되어 있어 중공의 깨짐을 방지하였으며 3개의 중공이 각각 존재하기 때문에 보온성, 경량성, 복원성이 우수하다.

이형단면 중공사의 형태로 개발된 대표적인 섬유는 유니티카의 "Microart"로 井자 단면이 특징이다. 중심부의 중공도는 높아야 7~8%지만, 다축선단부에서 둘러 쌓인 공간이 중공부와 같은 효과를 가지므로 중공도가 약 30% 인 통상의 원형 마카로니형 중공사와 같은 경량효과를 갖는다.

이외에도 개질 폴리머로 기존 중공 노즐을 사용하여 중공도를 올리는 방법으로 블렌딩을 하거나 무기물 입자를 혼입하여 중공구금을 통해 방사시키고, 후가공 시 폴리머를 알칼리용액에서 처리하여 폴리머에 혼입된 무기 미립자나 블렌딩된 이온성 폴리머를 용출하여 섬유의 내부뿐 아니라 표면에도 중공부가 형성되어 40% 이상의 중공율을 가지는 3차원적 중공섬유를 제조하는 방법이 있는데, 그 대표적인 섬유가 데이진의 "Aerocapsule DRY"이다.

그러나 이전까지의 노즐기술에 의한 중공섬유는 중공의 피막을 일정 이상으로 얇게 유지시키는 것이 어렵기 때문에 중공도를 올리기 위해서는 섬유의 굵기가 굵어질 수밖에 없는 한계가 있어 중공사를 사용한 직편물은 소프트한 감촉을 발현시키는 데 문제가 있었으며, 면 등 다른 소재와 조합에 의한 복합사로서 전개할 경우에 단사섬도가 굵기 때문에 다른사의 감촉마저 손상시키는 문제점이 있다. 이러한 단점을 극복한 제품이 데이진의 "Aerocapsule MAGNIF"로 중공을 형성시키는 노즐의 만곡슬릿의 개수와 그에 따른 고분자의 다이 팽윤을 고려한 슬릿과 슬릿간의 간격 및 적당한 중공의 피막을 형성하기 위해 만곡슬릿의 휘어져 들어가는 부분의 각도와 길이 등을 최적화함으로써 1.1 dtex의 섬도에서 고중공도를 형성할 수 있게 되었다.

상기 언급한 제품들 외에도 다양한 노즐 기술 및 폴리머 개질 기술에 의해 제조된 섬유들은 다양하다. 다음은 그중에서 몇몇의 업체별 섬유제품의 특징을 알아보았다.

도레이의 "Bodyjoy"는 중공사의 외형은 원형이지만, 중공부는 삼각형상의 중공섬유로 중공부에서 부분적으로 두꺼운

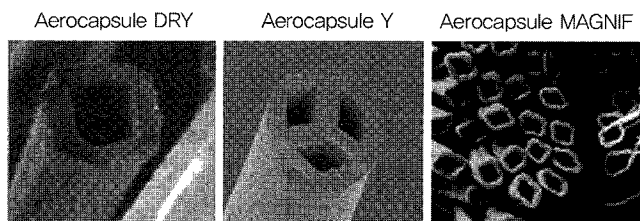


Figure 3. 데이진 aerocapsule 시리즈 단면사진.

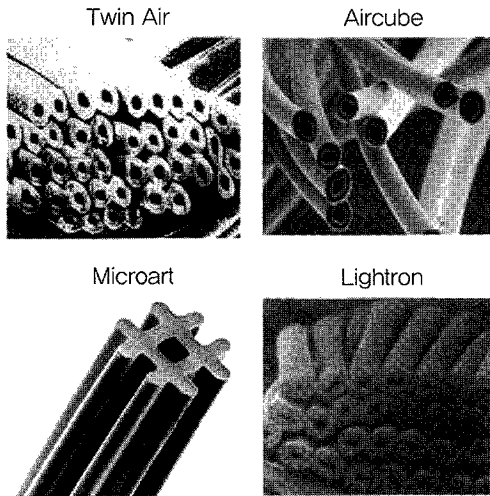


Figure 4. 기타 중공섬유.

노즐	섬유단면	노즐	섬유단면

Figure 5. 노즐 형상에 따른 섬유 단면.

부분을 형성하여 중공부의 일그러짐을 억제하는 데 성공했다. 뿐만 아니라 중공부가 존재함에 따라 섬유내부에서의 난반사에 의한 빛의 흡수량이 저하되기 때문에 동일한 염료로 염색하더라도 보통의 중공섬유에 비교해서 발색성이 떨어지게 되는 단점을 폴리머 개질에 의한 고발색화 기술로 개선하였다. 아사히카세이의 “Twinair”는 기존의 중공노즐의 배열을 서로 붙여 배열한 ∞형 이형중공이 특징이다. 종래의 방사구멍을 그대로 사용할 경우에는 10~15%의 중공을 밖에 얻지 못하여 기능 향상에 한계가 따르게 되는 문제점을 개선해 중공율 25% 이상의 고중공사를 제조하였으며, 특히 합성섬유의 큰 단점인 번들거리는 광택 및 촉감을 편평사 모양의 단면을 적용시킴으로써 개선하였다. 도요보의 “Aircube”는 중공부가 사각형의 중공사로 비중은 0.80이며, 물에 뜨고 마일

드한 광택과 고강도가 특징이다. 가네보 합섬의 “Lightron”은 비중이 0.94로 보통사(나일론 1.34)보다 15~20% 가벼우며 보온효과가 우수한 것이 특징이다. Figure 4는 각사에서 제조한 중공섬유의 단면사진을 보여주고 있다.

이외에도 다양한 노즐을 통한 고중공, 경량화를 위한 연구개발이 지속적으로 이루어지고 있다. Figure 5는 다양한 노즐 형상에 따른 섬유 단면을 나타낸 그림이다.

3.3. 용출형 고분자를 이용한 중공섬유

중공섬유의 개발이 많이 이루어지고 있지만, 사가공과 연이은 직편의 제조공정으로 인해 중공부가 일그러져 본래의 효과가 발휘되지 않기 때문에 소재개발에 많은 어려움이 있다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 용출형 고분자를 이용한 중공섬유에 관한 연구가 진행되었다.

용출형 고분자를 이용한 중공섬유는 심초 복합방사에서 심부분에 이용해성 폴리머를 방사하여 수용액의 처리에 의해 용출하는 방법으로 이를 위해 다양한 수용성 폴리머나 알칼리 이용해성 폴리머에 관한 연구가 진행되었다. 하지만 이러한 이용성 폴리머를 이용하여 복합방사된 섬유의 용출조건을 선정하는 것은 매우 어려운 일이다. 즉, 완전한 심부분의 용출을 위해 과도한 수용액을 사용하게 되고 이로 인해 초부분 폴리머의 물성 취하가 발생하게 되어 적당한 물성을 확보하기 어렵게 된다. 따라서 이러한 용출을 용이하게 하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있으며 그중 한 방법은 심부분에 적용되는 이용해성 폴리머를 방사한 후에 알칼리 수용액으로 처리할 때, 용이하게 용출될 수 있도록 무기입자를 포함하는 방법이다. 이것은 무기입자를 함유한 용출형 복합섬유 또는 이를 포함하는 원단을 알칼리 수용액으로 처리하면 심부분에 함유된 무기입자가 이용성 폴리머로부터 빠져나오면서 빠져나온 경로를 따라 미세한 통로를 형성하게 되고 무기입자 배출로 생긴 미세통로는 용출성분이 보다 용이하게 용출되는 것을 돕기 때문이다.

또한, 개질 폴리머를 이용하여 개질 폴리머를 초성분으로 하여 이용성인 심성분과 함께 복합방사하여 제사한 다음, 알칼리 감량처리에 의하여 초성분에 기공을 형성시키고 형성된 기공을 통하여 심성분을 용출시켜 중공사를 제조하는 방법이 있다. 이 방법은 용출후의 초성분이 망상구조를 유지하고 있음으로 인해 강도 저하가 없으며, 중공에 의한 경량성과 탄성을 가지면서 미세기공에 의하여 흡수성, 흡한성, 속건성이 우수하며, 표면요철에 의해 심색성 및 독특한 촉감을 발현하는 장점을 가지고 있다. 그 대표적인 제품이 유니티카의 용

출 중공사 “Wincall” 이다. “Wincall”은 심성분에 알칼리 이 용성 폴리에스터와 초성분에 나일론과 나일론과의 상용성을 개량한 폴리에스터의 블랜드 폴리머를 배합한 심초 복합사를 방사한 후, 심성분을 용출하는 것으로 40% 이상의 중공도와 표면에서 중공부로 관통한 미세공을 가지는 나일론 중공사이다. “Wincall”은 중공부 및 마카로니부의 나노오더 미세공에 의해 쾌적성 의류소재로서 경량, 보온, 온습조절 등의 기능을 발현하고 있으며, 향후 중공부 및 마카로니부의 나노오더 미세공에 의한 분리 특성, 흡착특성을 응용한 엔지니어링 분야 나 의학 분야에 다양한 필터용도로 전개가 가능하다.

또 다른 형태로는 편심형 중공사가 있다. 이는 심성분이 섬유단면상에서 초성분에 의해 감싸여져 있기 때문에 발생하는 용출성 저하 문제를 해결하기 위한 방법으로 열린 C 형의 섬유단면을 형성하여 심성분이 외부에 노출되어 있어 용액에 의해 용출이 되면서 슬릿을 형성하게 되고, 이 슬릿을 통해서 모세관 현상에 의해 용액이 쉽게 이동되어 고분자 용출이 용이하게 되어있다.

가네보의 “Kyrat”은 심초 복합방사로 얻어진 섬유를 직·편물로 만든 후, 염색공정에서 중심부의 용제가용 고분자를 용출시키는 방법을 채택하고 있다. 염색공정까지는 비중공상태의 섬유이기 때문에 가연가공에서 중공부가 일그러지지 않고 30%를 넘는 큰 중공도가 얻어진다. 이외에도 구라레는 초산비닐계 중합체 “Exceval”을 개발하여 섬유화에 성공하였다. “Exceval”은 용용성형과 수용성을 겸비한 새로운 타입의 폴리머로 높은 생분해성을 지니고 열수용해 후의 처리도 용이하다. 특히 용점이 240~260 °C인 범용 폴리에스터와의 복합 기술의 양산화에 성공하여 고난도 폴리에스터와의 방사기술 확립에 의해 나일론이나 폴리프로필렌 등 모든 열가소성 수지와의 용용방사가 가능하다. 이러한 폴리머 기술과 방사기술을 통해 “Air-Mint”를 개발하여 초부분을 “Exceval”로 복합방사 한 다음, 최종 가공 과정에서 용해시켜 20~70%의 중공률을 형성하면 통기성, 경량성, 팽창성 등의 특수한 감촉을 발현할 수 있다. Figure 6은 “Air-Mint”의 “Exceval” 용출 전·

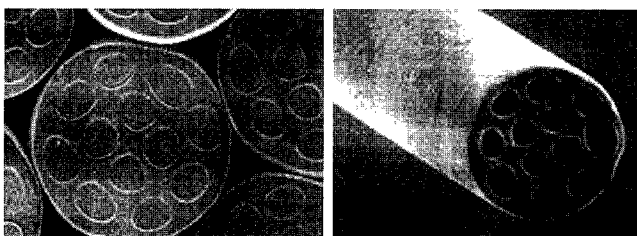


Figure 6. Air-mint의 exceval 용출 전·후의 단면사진.

후의 단면 사진이며, Figure 7은 각 사의 용출형 중공섬유의 단면을 나타낸 것이다.

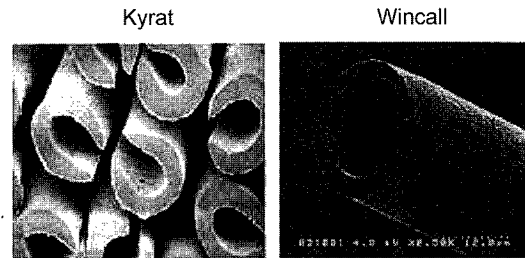


Figure 7. 용출형 중공섬유 단면.

이 밖에도 다양한 중공사들이 있는데, Table 3은 앞서 언급된 제품을 제외하고 현재 생산중인 중공사를 정리한 것이다.

Table 3. 현재 생산중인 중공사

폴리머	상품명	제조사	특징
폴리에스터	Welky	데이진	다중공성
	Airpro	유니타카	용출방식중공
	AirKeep	유니타카	캐티온가염형 중공
	벤로프트	도요보	다공중공
	다이아레가트	도요보	田형 중공
	가란드	구라레	중공스테이플
나일론	렉쥬르	구라레	3층 복합 중공사
	뤼리로	도레이	삼각단면

4. 소재복합기술에 의한 경량화

합성섬유의 경량화는 전술한 바와 같이 방사의 중공화 기술로 실현 가능하지만, 천연섬유에 있어서는 방적기술의 개선으로 다양하게 접근하고 있다. 구라보의 “Spinair”는 PVA 섬유인 “쿠라톤 K-II”를 중심으로 면을 초로한 2층 구조의 복합방적사를 만들어 후가공의 단계에서 용해 처리하여 수용성의 심성분을 녹여내어 면 100%의 중공사가 된다. 이것을 FCM(focus method) 방식이라 하는데, 이를 위해 적정 원면을 선정하고 적합한 면사의 올 수 등에 대한 많은 실험과 시험분석을 통해 중공도가 20% 인 “Spinair” 중공면사의 개발에 성공하였다. 여기서 “쿠라톤 K-II”나 면이 모두 단섬유여서 서로 잘 얽히며 브리지 구조가 만들어지기 때문에 여러 번 세탁하여도 중공구조를 유지하게 있다. “Spinair”는 타올, 니트, 양말 등에서 그 특징을 살린 상품군이 완성단계에 있다(Figure 8).

또한 중공 레이온 직물을 제조하기 위해 셀룰로스 디아세

Table 4. 소재복합에 의한 경량화와 외관 촉감제어

상품	메이커	기술내용과 특징
Torayair	도레이 구라레	<ul style="list-style-type: none"> • 테이진의 아크릴 SF와 PVA 계 수용성 섬유 "쿠라론 K II"의 복합방적사를 염색공정에서 PVA를 용출·제거하여 공극을 형성함 • 20%의 경량성, 부드러운 외관, 수려한 제직성 및 적절한 당김성을 가짐
Spinair	구라보	<ul style="list-style-type: none"> • 면과 수용성 PVA의 복합방적사임
Purecion	도레이	<ul style="list-style-type: none"> • 초극세 아크릴과 중공 폴리에스터의 혼방사임
카르쥬 20	도요보	<ul style="list-style-type: none"> • PET 자발신장형 이수축 혼섬사 또는 중공사도 사용함 • PET 100% 이면서 의복내 온도의 마일드한 조절이 가능함
Worfeel	아사히카세이	<ul style="list-style-type: none"> • 뱀베르그와 특수폴리에스터의 심초복합사임 • 규프라의 흡습발열에 의해 의복 내를 따뜻하게 함



Figure 8. Spinair의 용해 전(좌측)과 후(우측)의 사진.

테이트를 사용하여 직물을 제조한 후에 탈아세틸화를 통하여 검화 시키는데, 탈아세틸화에는 알칼리와 산에 의한 두가지 방법이 알려져 있다. 그중 알칼리를 이용하여 검화시키면 아세테이트의 외층부터 내층으로 점차적으로 검화가 일어나게 되고, 그 반응 속도를 조절하게 되면 표층 부분만 선택적으로 검화시키는 것이 가능하게 되는데, 이러한 방법에 의해 섬유의 외층과 내층이 서로 다른 치환도를 가지게 할 수 있다. 아세테이트 섬유는 치환도에 따라 유기용매에 대한 용해도 특성이 달라지며 이러한 용해도 차를 이용하면 표면만 검화된 아세테이트 섬유의 내층을 유기용매로 쉽게 용해시킬 수 있으며 반면에 검화된 외층은 대부분의 아세틸기가 하이드록시기로 치환됨에 따라 유기용매에 용해되지 않고 셀룰로스 섬유로 남아있게 된다.

이와 같이 다른 종류의 소재를 복합, 혼섬, 혼방, 교편직함에 따라 섬유간의 공극을 조절하는 방법들이 연구되고 있으며 해마다 많은 복합소재가 시판되고 있는데, 대표적인 예를 Table 4에 소개하였다.

5. 맺음말

섬유의 고성능 및 고기능성에 대한 인식이 확대되어 최첨단 과학과 기술이 속속 범용 섬유에 도입되고 있어 새로운 특성의 이해와 소재 개발이 매우 빠르게 진행되고 있다. 항균 및 소취 기능을 가진 청결 섬유, 난연성과 제전성 등의 특성을 가지는 안전 섬유, 항알러지 및 생체적합성을 가진 건강 증진 섬유, 흡한/속건성과 경량성을 가지는 쾌적 섬유 등이 다양한 방법과 형태로 속속 개발되어 섬유산업과 다른 산업분야에도 응용이 확대되고 있다.

이와 같은 흐름 속에서도 여전히 시대의 요구에 부응하는 새로운 성능을 가진 섬유의 개발에 대한 요구는 증가하고 있으며 그 자체의 형태는 변화하지 않지만 새로운 부가가치를 창출하는 제품이 속속 개발되고 있어 향후에는 상상을 초월하는 분야에서도 응용이 가능할 것으로 생각된다. 이러한 맥락에서 경량화 섬유소재에 활용되는 기술도 새로운 소재와 가공 기술과의 융합을 통하여 더욱 차별화되고 고부가가치의 실현이 가능한 소재로의 진보가 기대된다.

• 강 영 식

2000. 전북대학교 섬유공학과 졸업
 2002. 전북대학교 섬유공학과(석사)
 2002. 휴비스 연구소
 2008-현재. 웅진케미칼(주) 기술연구소

• 김 익 수

1998-1999. 미국 Oak Ridge 국립연구소 연구장학생
 2000. 일본나고야대학 재료기능공학과(박사)
 2003-2005. 일본 신슈대학교 섬유학부 COE 연구교수
 2005-2006. 일본 신슈대학교 섬유학부 조교수
 2006-현재. 일본 신슈대학교 섬유학부 부교수
 2009-현재. 중국 소주대학 객좌교수

• 김 학 용

1981. 전북대학교 섬유공학과 졸업
 1983. 서울대학교 섬유공학과(석사)
 1993. 서울대학교 섬유공학과(박사)
 2004-2005. Univ. of Massachusetts(Amherst), 교환교수
 2004-현재. 지방연구중심대학 헬스케어기술개발사업단 사업단장
 1998-현재. 전북대학교 섬유소재시스템공학과 부교수

• 길 명 섭

1994. 전북대학교 섬유공학과 졸업
 1996. 전북대학교 섬유공학과(석사)
 2003. 전북대학교 섬유공학과(박사)
 2003-2004. Institute of Materials Science, Univ. of Connecticut, Post Doc.
 2004-2007. 전북대학교 헬스케어기술개발사업단 연구교수
 2007-현재. 전북대학교 섬유소재시스템공학과 조교수
 전화 : 063-270-4635
 e-mail : mskhil@chonbuk.ac.kr