

Sheath/Core형 나일론/PET 고중공 복합사 및 직물물성 연구

김승진[†] · 박경순 · 조진황

영남대학교 섬유패션학부

A Study on The Physical Properties of Sheath/Core Type Nylon/PET High Hollow Composite Yarns and its Fabrics

Seung Jin Kim[†], Kyung Soon Park and Jin Hwang Jo

School of Textiles, Yeungnam University, Gyeongsan, Korea

(Received: May 1, 2009/Revised: June 17, 2009/Accepted: June 22, 2009)

Abstract— This paper surveys the physical properties of sheath/core nylon/PET high hollow composites filaments and its fabrics according to the various elution conditions such as concentration of elution, eluted time and eluted temperature. For this purpose, sheath/core nylon/PET filament was texturized and four kinds of fabric specimens were woven with different warp and weft densities. These grey fabrics were eluted with two kinds of concentrations of NaOH (30g/l, 40g/l), three kinds of eluted temperatures (50°C, 60°C, 85°C) and two kinds of eluted times (60min, 120min). The elution characteristics of these specimens were investigated and discussed with different elution conditions. In addition, the mechanical properties such as extensibility, bending rigidity, shear modulus and compressional work of these specimens according to the elution conditions were analysed and summarized with cross-sectional shapes of eluted filaments measured by SEM.

Keywords: sheath/core, hollow filament, elution mechanical property, cross-sectional shape

1. 서 론

중공사 직물은 국내외 많은 기업에서 개발되고 있는 소재이며 중공사 개발 형태는 die swelling 기술을 활용한 나일론 단일의 air full 구조를 가지는 것이 일반적이며 사가공 및 제직단계에서 내부 중공 형성부의 붕괴를 막기 위한 이형단면화 기술이나 중공형태 안정화 기술을 도입한 설계 디자인이 다양화되고 있는 실정이다.

한편 용출형 중공사 직물이 일본 기업에서 시제품으로 출시되고 있으나 마케팅 진입을 위한 초기 프리 마케팅 단계로 판단된다. 일본의 가네보, 도레이 그리고 유니티카 등에서 중공섬유가 생산되고 있지만 중공률이 25~30% 정도의 기술수준이며 유니티카의 Wincall[®]이 중공률 40% 이상의 스포츠웨어 용도로 소재개발이 되고 있는 실정이다. 국내에서는 Wincall[®]과 같은 중공률 40% 이상의 스포츠 소재 개발에 많은

관심을 가지고 있으나 아직까지 40% 이상의 중공률을 가지기 위한 용출 특성 및 이들 사와 직물의 특성에 관한 기초 데이터 및 기술적 특성이 보고된 바가 없다.

Wincall[®]은 sheath/core형 나일론/PET 복합사로서 core 부분의 PET가 가공단계에서 용출되어 중공률 40% 이상의 나일론계 중공섬유로 분류되며 복합방사기술을 이용하여 제조되고 있다. 특히 섬유표면에서 중공부로 관통하는 미세공이 마이크로 크리에이터로 되어있고 이 미세공으로 섬유표면에서 내부로 땀을 흡수하여 중공부에서 도수를 확산하고 섬유내부로 방출하여 착용시 땀에 의한 끈적임을 억제하고 기화열에 의한 시원함을 느끼게 하는 쾌적소재이다. 특히 나일론 비중이 1.14g/cm³로 중공률 40% 이상으로 산출되는 겉보기 비중이 0.7g/cm³ 이하로 물에 뜰 수 있는 섬유이다.

한편 일본 구라레이의 sheath/core형 중공사 Air-mint

[†]Corresponding author. Tel.: +82-53-810-3890; Fax.: +82-53-812-5702; e-mail.: sjkim@ynu.ac.kr

는 가공공정에서 용출시 중공률이 감소하는 단점을 보완하기 위해 복합방사 기술을 도입하였다.

해(海)부분은 Nylon, 도(島)부분은 exceval로서 복합방사한 다음, 최종 가공에서 도부분을 용해시켜 20~70%의 중공률 및 최대 600여개의 중공을 형성할 수 있는 기술을 확립하였다. 이러한 다공구조는 외부 응력을 분산시켜 기계적 강도를 유지하고 섬유 무게를 40%정도 감소시키는 효과가 있다. 이는 마이크로 나일론의 소프트 감을 살린 내의 의류분야, 경량 감을 살린 데님 캐주얼 소재 및 고밀도 직물의 스노우보드 웨어의 스포츠 용도에 적용 중이다.

가네보의 Lighton은 일반 나일론에 비해 약 20%의 경량화를 실현하였으며, 비중 0.94g/cm^3 로서 사의 중심부가 완전 중공 원형 단면의 고기능 나일론사이다. 사의 중공부에 여분의 에어를 함유하고 있기 때문에 단열성이 우수할 뿐만 아니라 보온성도 향상된다. 착용감을 중시한 경량패적의 소재에 적용되며 중공부에 dead air를 함유하고 있기 때문에 일반 나일론에 비하여 단열성이 뛰어난 소재이다.

국내의 경우에도 경제성 및 기술적 접근을 위한 기반 인프라의 성숙으로 die swelling 방식에 의한 중공 필라멘트 개발 및 상품개발이 추진되고 있지만 일반 중공사는 사가공 단계인 연사, 가연 등의 제직 준비단계에서의 mechanical stress에 아주 취약하다는 문제점을 내포하고 있다. 이는 섬유 단면상에서 형성된 중공부가 바로 붕괴로 이어져 중공사 고유의 특성을 지니는 상품화 용도에 부적합하게 되는 경우가 있으며 이러한 현상을 이용하여 차별화 cotton like 소재로 용도 전개를 하기도 하지만 그 적용에 한계를 가지고 있다.

도레이에서 출시하고 있는 중공사도 중공률이 25% 및 30%의 단섬유 직물용 중공사가 있으며 용출형 Nylon 66은 중공률이 40%에 이르고 있다. 국내에서도 Kolon과 효성에서 침장과 외출복용 Nylon 중공사와 가방지에 적용하는 중공사가 출시되고 있지만 중공률이 20% 정도로서 낮은 것이 단점으로 지적되고 있다. 지금까지 기업들의 중공사 제품에 대한 특성을 설명하였지만 중공사 및 직물에 대한 기초연구를 살펴보면 다음과 같다.

전¹⁾ 등은 NaCl을 사용하여 PET와 블렌드하여 방사를 행하고, 후공정중에 NaOH를 이용하지 않고 물에 의해서 NaCl을 제거하는 방법을 이용하여 미세공이 있는 중공 폴리에스테르 섬유 제조에 관한 기초실험을 하였다. 반면에 최근 많은 연구가 되고 있는 나노 방사법을 이용한 연구를 수행한 논문으로서 이²⁾ 등은 전기방사법으로 고분자, 세라믹, 복합물 등의

이중구조, 중공구조 및 다공성 구조 섬유를 제조한 연구를 총괄적으로 고찰하였다. 한편, 사가공공정에서 복합화 기술을 적용한 연구로서 송³⁾ 등은 중공 PET 필라멘트사와 다른 사의 ATY 및 ITY 사가공 기술로 복합화하는 과정에서 중공사의 중공단면을 최대유지시키기 위한 중공복합사 제조기술을 연구하였다. 유변학적 이론을 접목한 박⁴⁾ 등은 다양한 분자량의 폴리프로필렌 시료의 유변학적 특성을 분석하였으며, 분자량과 유변물성에 따른 다이팽윤 거동 및 중공률을 포함한 폴리프로필렌 중공섬유의 단면 양상의 변화를 고찰하였다. 권⁵⁾ 등은 미연신 폴리프로필렌 섬유에서의 냉각조건에 따른 구조변화를 살펴보고, 같은 단면적을 갖는 중공섬유와 원형섬유를 비교함으로써 이러한 단면구조에서의 변화가 냉각과정에 따른 구조 및 물성에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구를 하였다. 특히 박⁶⁾ 등은 PET/Co-PET 해도사의 초극세화를 위하여 연속식 방식에 의한 Co-PET를 용출, 제거하기 위한 최적 조건을 조사하고, 이들의 변화에 따른 직물의 인장성질에 대한 연구를 수행하였다. 그러나 최근 스포츠소재로 많이 사용되고 중공사 및 직물의 중공률과 그들의 물성에 대한 연구는 기업들의 노하우에 관계되는 민감한 기술 때문에 학술지에 발표된 바는 많지 않으며 대학에서의 기초 연구도 많지 않은 실정이다.

본 연구에서는 국외에서 중공률 40% 이상의 고중공 복합사 및 직물이 스포츠웨어 용도로 연구·개발되고 있으나 국내에서는 이에 대한 용출특성 및 사와 직물에 대한 물성의 기초 데이터가 보고된 바가 없어 외국에서 제품화가 되고 있는 sheath/core형 나일론/PET 복합사 물성을 분석⁷⁻⁹⁾하고 이들을 사용하여 제직한 직물의 용출조건에 따른 중공직물의 역학물성을 분석하여 부드러운 촉감과 경량의 고중공 스포츠용 소재개발을 위한 기초 물성 데이터를 중소섬유 기업들에게 제공하고자 한다.

2. 실험

2.1 시료

일본 U사의 POY 70d/16f를 일본 무라타 33H 가연기에서 DTY 50d/16f로 사가공한 후 경사와 위사의 밀도를 다르게 한 4가지 생지를 제직하였다. Table 1에 POY를 DTY로 사가공하기 위한 가연 조건을 나타내었다. 그리고 Table 2에 본 연구에서 사용된 sheath/core형 나일론/PET 고중공 복합사로 제직한 직물의 제직조건을 나타내었다.

Table 1. Yarn texturing conditions

Items	Conditions
Belt angle (°)	100
Velocity ratio	1.4
1st heater temp. (°C)	170
Draw ratio	1.1
Yarn speed (m/min.)	400

Table 3. Eluting condition of specimens

Items	Conditions
NaOH(g/l)	30, 40
Bath temp.(°C)	room temp., 50, 60, 85
Elution time(min.)	24(hour), 60, 120

Table 2. Fabric specimens and weaving conditions of the nylon fabrics using Nylon/PET high hollow composite filaments

No.	Linear density (d)		Density (ends, picks/inch)		Fabric width (inch)		Weave	Remark
	warp	weft	warp	weft	grey	finishing		
1			141	110				Total warp number : 9,600 ends
2	N/DTY	N/DTY	141	120	62	59	Plain	
3	50/16	50/16	156	110				
4	SD	SD	156	120				

2.2 Sheath/core형 나일론 용출형 고중공 직물의 용출조건

나일론 용출사로 제작된 중공직물은 최적의 용출 조건을 결정하기 위해 다음 Table 3의 조건으로 용출하였다. NaOH 농도는 30g/l와 40g/l로 2가지를 선택하였고 감량온도는 상온, 50, 60, 85°C로서 4가지로 변화시키면서 상온에서 처리한 시료는 처리시간은 24시간, 그리고 50, 60, 85°C에서 처리한 시료는 60분 그리고 120분으로 각각 처리하였다. 용출처리할 중공직물을 30×30cm로 cutting한 후 시험편의 초기 무게(A)를 측정하고 후 용출조건에 따라 NaOH 30g/l, 40g/l 용액을 준비하여 IR 염색기를 사용하여 용출하였다. 분당 3°C로 승온하여 용출처리 온도인 50, 60, 85°C까지 승온한 뒤 각 처리 조건에 따라 60분, 120

분 후 시험편을 채취하여 수세한 후 일반 열풍건조기에서 온도를 40°C로 하여 시험편이 완전히 건조될 때 까지 건조한 후 시험편의 무게(B)를 측정하여 무게비에 따른 용출률을 계산하였다.

2.3 물성분석

Sheath/core형 나일론 용출형 중공사와 이들 중공사로 제작된 직물은 다음 Table 4의 조건으로 물성을 측정하였다. 실의 물성은 기본 물성 데이터로서 번수, 수축률 그리고 제직성에 관계되는 인장특성을 측정하였으며 직물 물성 데이터는 용출조건에 따라 직물 소재의 촉감이 어떻게 변하는가를 예측하기 위해 KES-FB system에 의한 역학물성을 측정하였다. 그리고 용출후의 실 단면의 상태를 확인하기 위해 SEM 사진을 측정하였다.

$$\text{Elution rate (\%)} = \frac{\text{용출전 직물의 무게 (A)} - \text{용출후 직물의 무게 (B)}}{\text{용출전 직물의 무게 (A)}} \times 100$$

Table 4. Measuring equipment for physical property of specimens

	Measuring Equipment	Remark
Yarn	Denier	Warp Reel Sample length : 90m
	Shrinkage	Dry-Heat Chamber 180°C, 30min
		Water Bath 100°C, 30min
Tensile property	Testometric MICRO 350 Sample length : 100mm Test speed : 100mm/min.	
Fabric	KES-FB system	Sample size : 20×20cm
	SEM	

3. 결과 및 고찰

3.1 Sheath/core 복합사의 물성

다음 Table 5는 sheath/core 나일론 용출형 중공사의 사 물성 data를 나타낸 것이다.

사의 습열수축률은 염색·가공 공정에서 습식·건식 공정에서의 공정 열처리시 어느 정도 직물의 열수축이 야기될 것인가를 예측하는데 중요한 물성 데이터가 된다. 보통 POY PET의 습열수축률¹⁰⁾은 필라멘트의 굵기와 방사조건에 따라 약간의 차이는 있으나 40~50% 그리고 건열수축률¹⁰⁾은 50~60%의 값을 보인다. 본 연구에서 사용한 시료는 일본 U社의 시료로서 core 부분은 PET 그리고 sheath 부분은 Nylon으로서 Fig. 1에 보이는 사구조를 하고 있는 것으로 알려져 있다. 따라서 Table 5의 실험 데이터에서 볼 수 있듯이 POY의 습열수축률이 7.8%, 건열수축률이 3.78%를 보이는 것은 sheath/core 구조의 복합사이면서 사 표면에 수분의 이동이 쉽게 일어나도록 되어져 있는 구조로 인해 습열과 건열처리가 될 때 사표면으로 열과 수분 및 증기의 이동이 쉽게 일어나므로써 습·건열수축률이 일반사에 비해 크게 낮은 값을 보인다고 보여진다.

그리고 DTY의 습열과 건열수축률은 33.14%와 39.17%를 보이므로써 오히려 일반 PET와 Nylon DTY의 습·건열수축률 3~10%의 값과 비교할 때 약 3배 정도 높은 값을 보이고 있다. 이는 사표면에 열과 수분의 통로 역할을 하는 구조가 사가공 과정에서 히

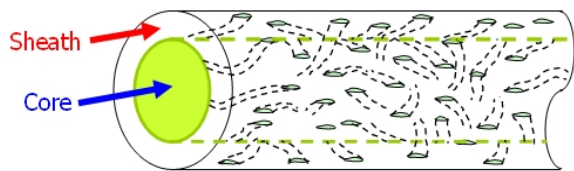


Fig. 1. Schematic diagram of hollow filament made by U company (Japan).

터에서 열처리 그리고 텍스처링 과정에서 마찰 등으로 별기한 사구조를 가지면서 오히려 일반 DTY의 습·건열수축률 보다 훨씬 큰 열수축률을 보인다고 사료된다. 이러한 현상은 스포츠용 흡한속건소재로 사용되는 중공사의 염색·가공공정에서의 열처리 조건을 설정할 때 참고가 되어야 할 분석결과라고 사료된다. 인장특성치는 core에 있는 PET 부분이 용출되기 전 상태이므로 인장강도 값이 제직에서 크게 문제가 되지 않는 일반 DTY와 비슷한 값을 보이고 있다.

3.2 용출조건에 따른 sheath/core형 나일론 용출형 중공직물의 용출특성

Table 2의 조건에 따라 4가지 직물시료를 제직한 후, Table 3의 용출조건으로 용출한 시료의 용출특성을 분석하였다. Fig. 2는 본 실험에서 제직한 중공사 직물의 용출조건에 따른 용출량을 나타낸다. Fig. 2에서 볼 수 있듯이 용출온도 85℃, 용출시간 120분일 때 NaOH 농도 30g/l, 40g/l의 용출조건에서 용출량은 50%이상의 용출량을 보이고, 상온에서도 24시간 용출할 때 50%이상의 많은 용출량을 보인다. 그리고 NaOH 농도, 용출온도, 용출시간이 증가함에 따라 용출량은 증가하는 경향을 나타낸다. 제직설계조건에 따른 용출량은 4번 중공직물이 다른 직물에 비해 밀도가 다소 높게 제직이 되어 전체적으로 낮은 용출량을 나타내는 것을 볼 수 있다.

Fig. 3은 용출처리시간을 60분과 120분으로 나누어 용출처리온도와 NaOH 농도에 따른 4가지 직물시료의 용출률을 도시한 것이다. Fig. 3(a)에서 볼 수 있듯이 처리온도 50℃에서 60분 처리하는 NaOH 농도 30g/l와 40g/l에 관계없이 10% 정도의 용출량을 보이며, Fig. 3(b)에서 120분 처리시 이 값은 16~18%의 분포를 보이며 처리온도가 60℃로 약 10℃ 상승함에 따라 용출량이 거의 2배로 상승하며 NaOH 농도 30g/l와 40g/l 사이에도 10% 정도의 용출률의 차이를 보임으로서 처리온도의 용출량에 대한 효과가 큼을 보여준다.

Table 5. Physical properties of Nylon/PET high hollow composite filaments

		POY 70d/16f	DTY 50d/16f
	Linear density (d)	68.3	48.0
Shrinkage	Wet (%)	7.80	33.14
	Dry (%)	3.78	39.17
Tensile property	Initial modulus (gr/d)	1.41	8.01
	Tenacity (gr/d)	2.28	3.39
	Breaking strain (%)	124.66	55.27

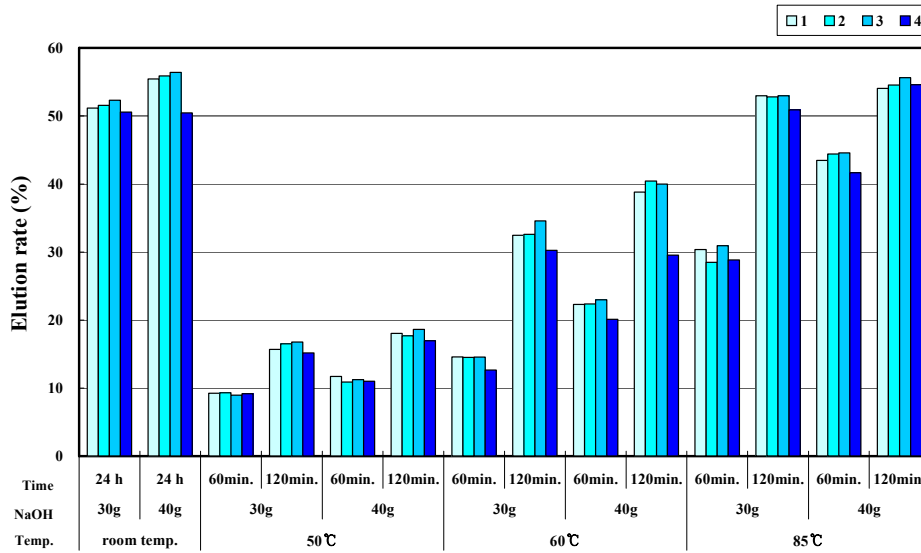
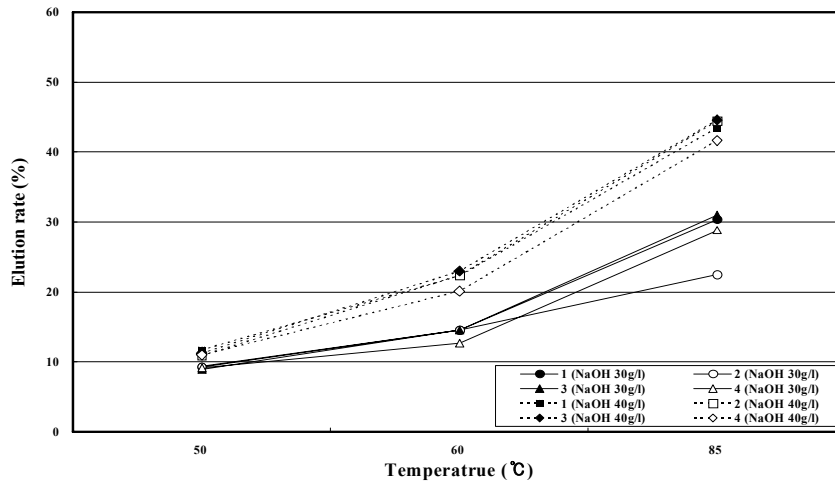
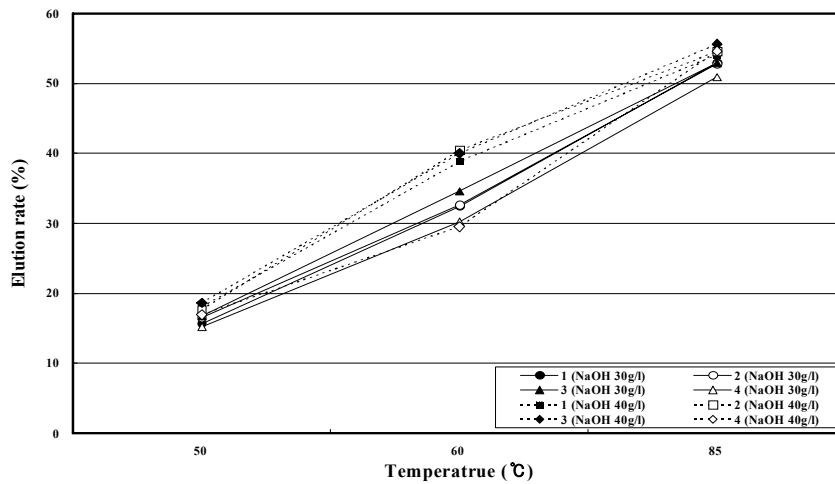


Fig. 2. Eluting rate of fabrics according to the eluting conditions.



(a) Treated time (60 min)



(b) Treated time (120 min)

Fig. 3. Elution rate of specimens according to eluting concentration and temperature with treated time.

이러한 처리온도의 효과는 60℃에서 85℃로 처리 온도가 높아지면서 선형적으로 용출량이 증가함을 볼 수 있다. 이러한 현상은 60℃에서 10℃ 상승하므로써 2배 정도의 용출량 상승의 효과가 85℃ 온도에서도 선형적으로 작용하므로써 선형성을 보이는 것으로 판단된다.

따라서 용출률 40~50%의 스포츠용 중공직물을 제조하려면 40g/l의 NaOH 농도에서 60℃, 120분 처리 조건과 30g/l의 NaOH 농도에서 85℃, 120분 처리 조건 혹은 40g/l의 NaOH 농도, 85℃에서 60분 혹은 120분 처리할 때 가능하게 된다. 그리고 직물밀도가 높을 때 용출이 상대적으로 적게 일어나는 조건은 40g/l NaOH 농도에서 처리온도 60℃, 120분 처리할 때가 용출이 적게 일어남을 확인할 수 있었다.

3.3 용출조건에 따른 sheath/core형 나일론 용출형 중공직물의 역학물성

용출조건에 따른 용출형 중공직물의 촉감을 간접적으로 비교하기 위해 생지상태와 용출조건에 따라 용출된 직물을 KES-FB system을 이용해서 직물의 역학특성을 측정하였다. Fig. 4에 용출형 중공사 직물의 85℃ 용출 처리온도에서 처리된 시료의 신장특성(Extensibility, EM)을 나타내었다.

Fig. 4에서 시료 1과 3은 위사의 밀도는 110본으로 동일하며 경사밀도만 시료 1은 141본이며 시료 3은 156본이다. NaOH 농도와 처리시간에 따른 모든 시료에서 경사밀도가 낮은 1번 시료의 직물 신장성이 1~2% 높은 값을 보인다. 이러한 현상은 2번과 4번 시료에서도 동일한 현상을 보이며 이는 용출이 40~

50%가 일어나더라도 낮은 경사밀도를 가진 직물이 신축성이 더 높은 값을 가지는 것을 유지하고 있다는 것을 보여준다. 그리고 경사밀도 141본인 1번과 2번 시료 그룹과 경사밀도가 156본인 3, 4번 그룹을 비교할 때 위사방향의 신축성이 밀도가 낮은 1, 2번 그룹이 밀도가 높은 3, 4번 그룹보다 2~3% 정도 높은 값을 보임을 알 수 있다. 이러한 현상도 용출이 일어나더라도 직물의 밀도가 낮은 직물이 높은 직물보다 높은 신축성을 유지한다는 것을 보여준다. Fig. 2에서 볼 수 있듯이 NaOH 농도 30g/l에서 60분 처리된 시료의 용출률이 4개 직물 시료 모두 29~30%의 값을 보였는데 45~50% 정도의 용출률을 보인 다른 조건의 시료보다 직물의 경사와 위사방향 모두 신축률이 훨씬 낮은 경사는 7~8% 정도, 위사방향은 8~12%의 값을 보인다. 이는 NaOH 농도가 30g/l의 낮은 농도에서 85℃, 1시간 처리하여 30% 정도의 용출률이 발생했을 때 직물의 수축률은, 40~50% 용출률의 직물 시료의 수축률인 경사방향 10%, 위사방향 12~17%보다 약 2~5% 정도가 낮은 값을 보인다는 것을 확인할 수 있다. 그리고 생지의 신축성이 경사, 위사 모두 2~4% 정도를 보임으로서 용출에 의해 4~5배 정도 직물신축성은 증가한다는 것을 알 수 있다. 한편 Fig. 2에서 용출률을 보면 NaOH 30g/l, 상온에서 24시간 용출시킨 시료의 용출률과 30g/l 85℃에서 2시간 용출시킨 시료의 용출률이 52% 정도로서 비슷한 용출률을 보이며 또한 NaOH 농도 40g/l, 상온에서 24시간 용출시킨 시료의 용출률과 40g/l, 85℃에서 2시간 용출시킨 시료의 용출률이 55% 정도로서 비슷한 값을 보인다.

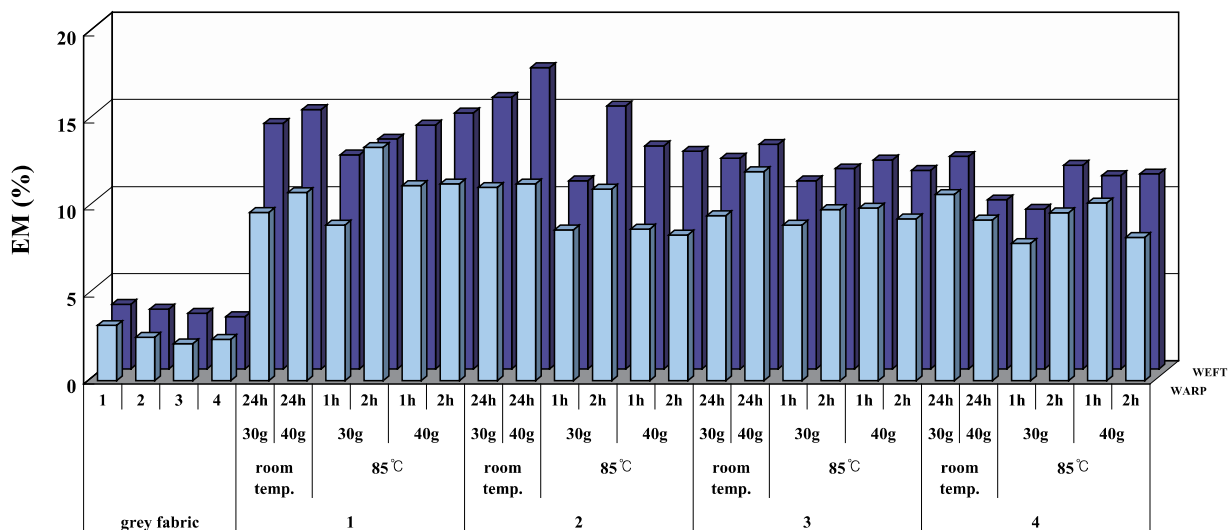


Fig. 4. Extensibility of nylon high hollow fabrics according to elution conditions.

이들 두 시료군들의 Fig. 4에서 보인 신축성(EM)을 비교해 보면 2번 시료를 제외하면 모두 6~12% 정도의 비슷한 신축성을 보이므로서 용출처리조건에 관계없이, 용출률이 비슷하면 직물의 신축성이 비슷한 값을 보임을 확인할 수 있다.

Fig. 5에 중공사 직물의 굽힘강성(Bending rigidity, B)을 나타내었다. Fig. 5에서 볼 수 있듯이 생지의 굽힘강성치 보다 용출후 굽힘강성치가 경사와 위사방향 모두 4~5배 정도 낮은 값을 보이므로서 직물이 부드러워진다는 것을 알 수 있다. 특히 용출률 50% 이상을 보인 조건 즉 농도 30g/l에서 85℃, 2시간 처리 조건과 40g/l에서 85℃, 2시간 처리된 시료의 굽힘강성치가 다른 조건에서의 시료들의 굽힘강성치 보다 1.5~2배 정도 높은 값을 보이므로서 사 상에서는 core 부분의 폴리에스테르가 용출되지만 직물은 구조적으로 수축이 되어 더욱 컴팩트한 구조를 가지므로서 굽힘강성치가 높은 값을 보인다고 사료된다. 이러한 현상은 Fig. 4에서 보인 용출률이 50% 이상인 이들 시료들의 신축성이 다른 시료들의 신축성보다 더 큰 값을 보이므로서 굽힘강성은 더 낮은 값을 보여야 함에도 실험결과에서 더 높은 값을 보이므로서 높은 용출에 의해 굽힘강성이 낮을 것이라는 일반적인 추정과는 반대의 현상을 보임을 확인할 수 있다.

Fig. 6에 중공사 직물 시료의 전단강성(Shear rigidity, G)을 나타내었다. Fig. 6에서 볼 수 있듯이 용출후 중공직물의 전단강성은 생지의 전단강성치보다 경·위사 방향 모두 2~3배 정도 낮은 값을 보이므로서 용출후 부드러워진 것을 확인할 수 있다. 또한 전단강성치에서는 인장특성과 굽힘특성과는 달리 용

출조건 중 NaOH 농도가 전단강성에 미치는 영향이 큼을 확인할 수 있다. 즉 직물 시료 4가지 모두 상온에서 처리한 경우 농도 40g/l 보다 30g/l 처리 시료가 더 높은 전단강성치를 보임으로서 용출이 적게 되어 직물이 더 stiff함을 알 수 있다. 이러한 현상은 85℃ 처리온도에서도 NaOH 농도 40g/l 보다 30g/l 처리 시료의 전단강성이 더 높은 값을 보이므로서 같은 현상을 보이고 있다. 그러나 용출률이 NaOH 농도보다는 처리시간의 효과가 더 큼에도 불구하고 4가지 직물시료 모두 1시간 처리시료보다 2시간 처리한 시료가 더 큰 전단강성을 보이므로서 85℃, 2시간 처리조건에서는 격심한 중공이 생기면서 단면이 심하게 변형이 되어 전단변형에 대한 직물의 경·위사 교차점에서의 경사와 위사의 움직임에 대한 마찰이 커져 더 큰 전단강성치를 보이는 것으로 판단된다. 이러한 현상은 3.4절의 SEM 사진 사단면에서 확인할 수 있을 것으로 보여진다. 한편 직물의 경·위사 밀도가 다른 4가지 시료의 전단강성치의 변화는 어떤 경향성도 보이지 않으므로서 용출조건이 직물구조 조건보다 전단특성의 변화에 더 큰 영향을 미침을 확인할 수 있다.

Fig. 7은 중공사 직물시료의 압축일(Compressional energy, WC)을 나타낸다. 굽힘강성과 전단강성에서는 생지보다 용출된 중공직물의 굽힘강성과 전단강성이 높은 값을 보였지만 압축일에서는 인장특성의 EM과 같이 생지보다 용출된 중공직물이 더 높은 값을 보이고 있다. 이는 중공사의 길이 방향의 EM과 같이 lateral 방향의 압축특성에 있어서도 생지보다 용출된 중공섬유 직물이 core 부분이 비워있기 때문에 2~3배 정도 높은 값을 보이고 있다.

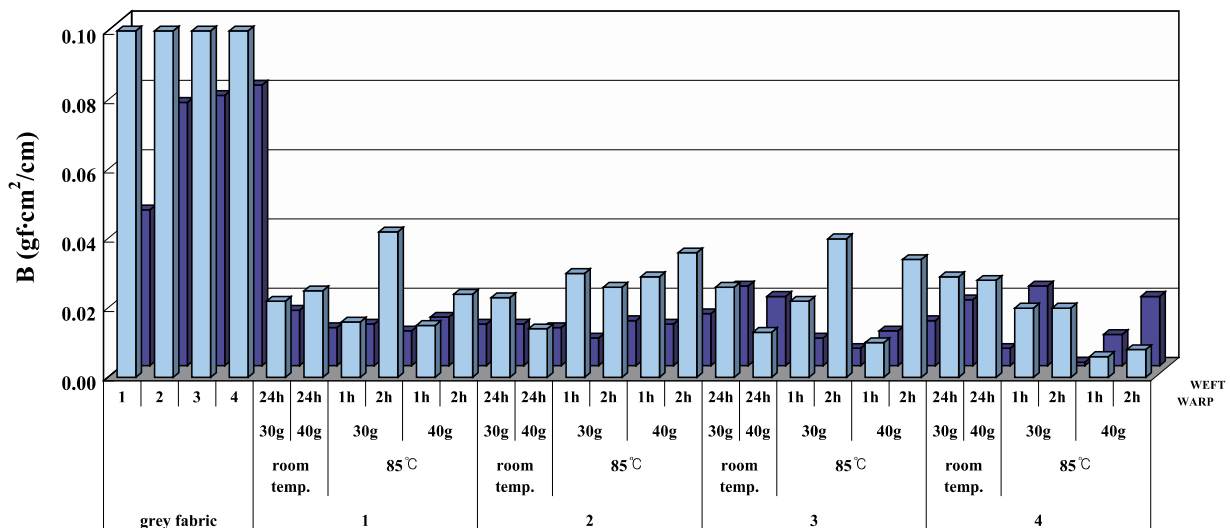


Fig. 5. Bending rigidity of nylon high hollow fabrics according to elution conditions.

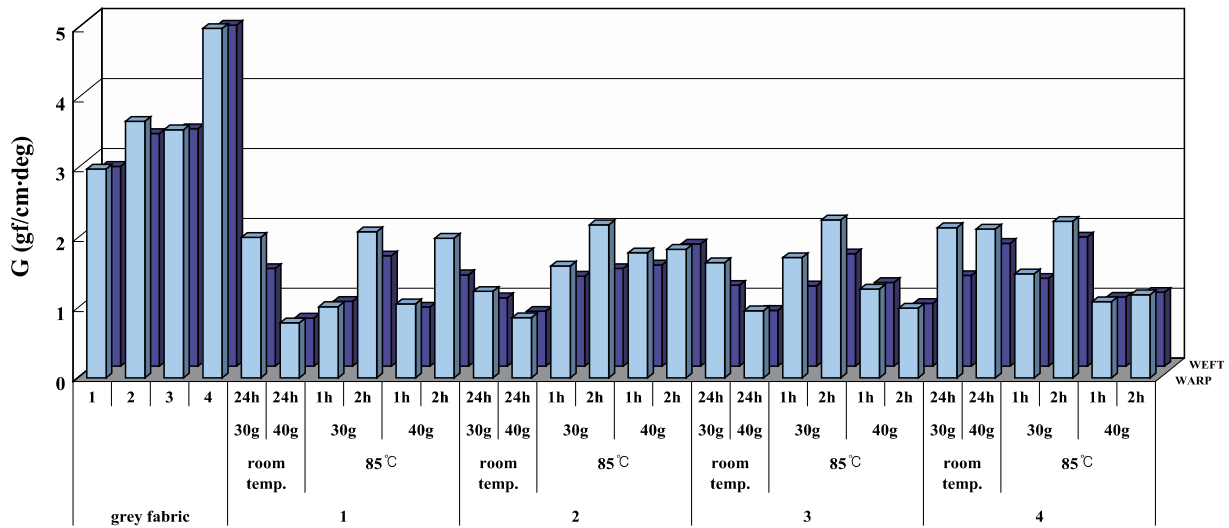


Fig. 6. Shear rigidity of nylon high hollow fabric according to elution conditions.

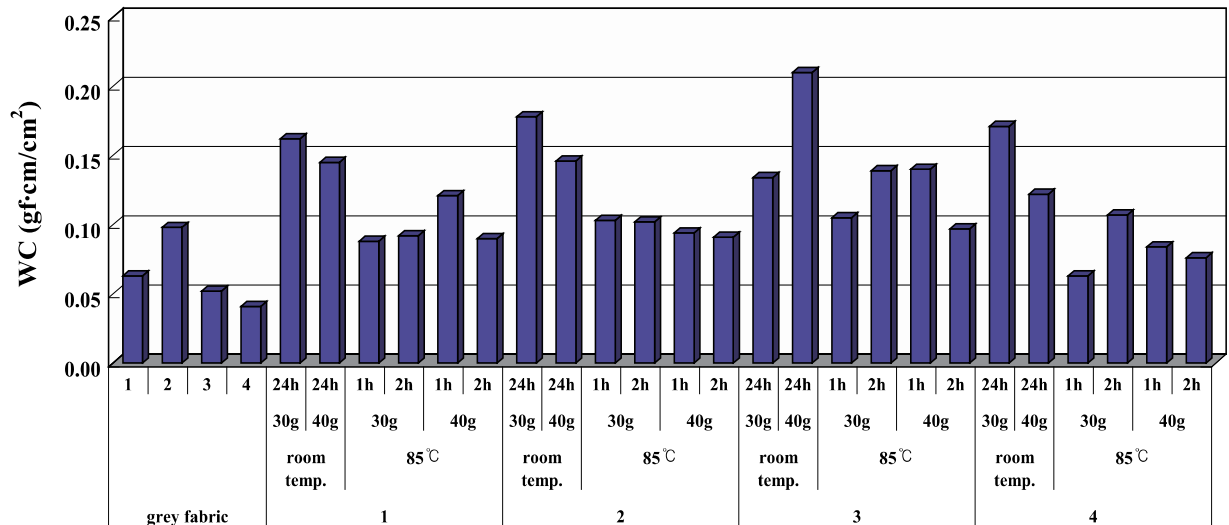


Fig. 7. Compressional energy(WC) of nylon high hollow fabrics according to elution conditions.

그리고 4가지 직물시료 모두 중공률이 비슷한 30g/l 농도에서 상온에서 24시간 처리한 시료와 85°C에서 2시간 처리한 시료, 그리고 40g/l 농도에서 상온에서 24시간 처리한 시료와 85°C에서 2시간 처리한 시료의 압축일을 각각 비교하면 상온에서 24시간 처리한 시료가 1.3~2배 정도 높은 값을 보임으로서 두 용출조건이 용출률은 비슷한 50% 정도이나 직물의 압축특성은 상온에서 24시간 처리조건의 직물이 부드러운 특성을 가진다는 것을 알 수 있으며 이는 24시간 처리에 의해 중공부분 내에 잔존하는 가용성 폴리에스테르의 양이 남아 있지 않으면서 덜 변형이 되어 압축성이 부드러운 특성을 보인다고 사료된다. 이는 3.4절에서 보이는 중공사 단면사진에서 확인 될 수 있다고 보여진다.

3.4 용출조건에 따른 직물내의 사단면 사진 분석

Fig. 8은 1번 직물 시료의 각 용출조건에서 용출된 직물의 SEM(1,800배) 사진 단면을 보인다.

Fig. 8에서 볼 수 있듯이 NaOH 30g/l 농도에서는 85°C, 120분 처리한 시료에서 완전 중공을 확인할 수 있으며 40g/l 농도에서도 85°C, 120분에서 완전 중공을 확인할 수 있다. 그러나 상온에서 24시간 처리한 시료는 30g/l와 40g/l 모두에서 중공을 확인할 수 있으며 이들 조건에서 용출률이 50% 이상 되는 것을 확인 하였다. 이러한 현상은 앞에서 설명된 85°C에서 2시간 처리한 시료가 1시간 처리한 시료보다 전 단강성이 더 큰 값을 보이는 것이 2시간 처리시료가

Conc. of NaOH	Treating time	Treating temperature		
		30°C	60°C	85°C
30g/l	60min			
	120min			
40g/l	60min			
	120min			
-	24h			
		Room temp., NaOH 30g/l		Room temp., NaOH 40g/l

Fig. 8. Cross section of hollow filaments by SEM.

사진에서 볼 수 있듯이 완전 중공이 되어 직물 교차점에서의 마찰을 증가시켜 더 큰 전단강성 값을 보임을 확인할 수 있다. 그리고 압축일에서도 같은 중공률 50% 조건인 24시간 상온처리 시료와 85°C, 120분 처리시료의 단면을 비교하면 24시간 상온처리 시료 단면이 적게 변형됨으로 직물을 lateral 방향으로 압축할 때 더 부드러운 압축성을 보인다고 사료된다.

4. 결 론

1. Sheath/core nylon/polyester POY 복합사의 습-건열 수축률은 각각 7.8% 및 3.8% 정도로서 일반 나일론과 PET에 비해 8~10배 정도 낮은 값을 보이며 이들의 DTY는 습-건열수축률이 각각 33.1%와 39.2% 정도를 보이므로써 일반 나일론과 PET에 비해 약 3배 정도 높은 값을 보인다.

2. NaOH 농도, 용출온도 그리고 용출시간이 증가함에 따라 용출량은 증가하며 용출온도의 용출량에 대한 효과가 60℃에서 85℃로 높아질 때 크게 증가하며 용출률 40~50% 정도의 스포츠용 중공직물을 제조하려면 40g/l의 NaOH 농도에서 60℃, 120분 처리조건과 30g/l의 NaOH 농도에서 85℃, 120분 처리조건 혹은 40g/l의 NaOH 농도, 85℃에서 60분 혹은 120분 처리할 때 가능하다.
3. 용출률이 40~50% 정도 범위에서 동일한 정도의 용출이 발생한 직물이라도 생지에서의 직물밀도가 낮은 직물이 높은 직물보다 높은 신축성을 보여주며 용출처리조건에 관계없이 용출률이 비슷하면 신축성은 비슷한 값을 보인다.
4. 용출률 50% 이상을 보인 용출조건 시료의 굽힘강성이 다른 조건의 시료의 굽힘강성치보다 1.5~2배 정도 높은 값을 보인다.
5. 전단강성치에 NaOH 농도가 미치는 영향은 인장과 굽힘특성과는 달리 큰 영향을 미치며 NaOH 농도 40g/l보다 30g/l에서 처리된 시료의 전단강성이 더 높은 값을 보이며 경위사 밀도의 변화는 전단강성치의 변화에 어떤 경향성도 보이지 않음으로서 용출조건이 직물구조조건보다 전단특성의 변화에 더 큰 영향을 미친다.
6. 중공직물의 길이 방향의 신축성과 같이 측면 방향의 압축특성에 있어서도 용출된 중공직물이 생지보다 2~3배 정도 높은 값을 보이고 있다.

감사의 글

이 연구는 2008학년도 영남대학교 학술연구조성비에 의한 것으로 관계기관에 감사드린다.

참고문헌

1. 전사라, 노영옥, 박준원, 서문호, 김학용, 이덕래, "한국섬유공학회 1999년 봄 학술발표회 논문집", 서울, pp.40-43, 1999.
2. G. H. Lee, I. T. Jung, S. H. Shim and K. B. Yoon, Fabrications and Applications of Core/Sheath, Hollow and Nanoporous Structured Nanofibers by Electrospinning, *Polymer Science and Technology*, **19**(1), 25-34(2008).
3. M. K. Song and H. Choi, Hollowness Change of Hollow Composite Yarns with Process Conditions, *Journal of the Korean Fiber Society*, **40**(1), 26-32(2003).
4. K. S. Park and S. Y. Kim, Effect of Molecular Weight and Rheological Properties on the Cross-Sectional Characteristics of Polypropylene Hollow Fiber, *Journal of the Korean Fiber Society*, **37**(6), 309-315(2000).
5. K. H. Kwon, M. S. Lee, Y. D. Kwon and S. Y. Kim, Effect of the Cooling Conditions on the Viscoelastic Behavior of Polypropylene Hollow Fibers, *Journal of the Korean Fiber Society*, **37**(5), 259-264(2000).
6. M. S. Park, J. H. Yoon and D. H. Cho, A Study on Extraction Condition of Co-PET from PET Co-PET Sea-Island Type Microfiber Fabric, *J. Korea Soc. Dyers & Finishers*, **13**(2), 34-41(2001).
7. S. J. Kim, K. S. Park, D. H. Cho, J. H. Jung and S. H. Moon, "Proceedings of the Korean Textile Conference", Gwangju, Vol. 39, p.27, 2006.
8. K. S. Park, S. J. Kim, W. H. Choi, J. H. Jung and S. H. Moon, "Proceedings of the Korean Dyeing and Finishing Conference", Iksan, Vol. 18, p.53, 2006.
9. D. H. Cho, S. H. Moon, S. J. Kim, K. S. Park and C. S. Chae, "Proceedings of the Korean Society of Clothing and Textiles Conference", Seoul, Vol. 30, p.213, 2006.
10. S. J. Kim, "The Physical Properties of Polyester Yarns DATA Collections", Yeungman Univ. RRC, Gyoengsan, Korea, pp.1-409, 1997.