

〈研究論文(學術)〉

## 호부직물의 초음파 수세에 의한 역학적 특성의 변화

이춘길 · 박성득\* · 오봉효\*

\*경일대학교 공과대학 섬유공학과, 섬유기능대학 섬유생산기술학과  
(1997년 6월 18일 접수)

### On the Change of Fabric Mechanical properties in Ultrasonic Fabric Washing System

Choon Gil Lee, Sung Diuk Park\*, and Bong Hyo Oh\*

*Dept. of Textile Eng., College of Eng., Kyungil Univ., Kyungsan, Korea*

*\*Dept. of Textile Production, Textile Polytechnic College, Taegu, Korea*

(Received June 18, 1997)

**Abstract**— Peach skin fabrics were washed by the general and ultrasonic washing systems using different conditions. The physical properties of the washed fabrics were estimated. The following results were obtained through experimental data and their analysis.

The tensile properties were changed due to fabric running speed and washing methods. The lower the running speed, the higher the extensibility and resilience and the lower the linearity and tensile energy. In the general washing method, the extensibility and resilience had lower values than those of the ultrasonic washing method and the linearity and tensile energy had the higher values than those of the ultrasonic washing system.

The bending properties, bending moment and histeresis, were estimated. These values were generally lower in the ultrasonic washing system than those of the general washing system. The faster the washing speed, the higher the value of hysteresis.

The shear properties were affected by the fabric running speed and washing methods. Shear stiffness and hysteresis of shear forces increased according to the increase of the fabric running speed. The values were higher in the general washing system than those of the ultrasonic washing system. The compressional energy was affected by the fabric running speed. The higher the fabric speed the higher the compressional energy. The ultrasonic washing system had lower compressional energy than the general washing system.

The higher the running speed, the lower the coefficient of friction and geometrical roughness. The values of geometrical roughness were influenced by the removal of the sizing agent. The higher the remaining sizing agent, the higher the fabric weight and the thicker the thickness of fabric.

## 1. 서 론

소비자들이 의류에 요구하는 성능은 시대에 따라 변화되고 있다. 의류소재의 기호는 생활이 풍요로워짐에 따라 기능성 뿐만 아니라, wool, silk, cotton 등에 유사한 특성인 자연감과 고급감이 있는 특성까지 선호하게 되었다. 신타섬 등 소비자들의 기호가 다양해짐에 따라 polyester 장섬유를 중심으로 천연섬유와 비슷한 성능을 가진 신타섬 직물소재가 계속 상품화되기에 이르렀다. 특히 소비자들의 섬유제품에 대한 성능평가는 생활 수준의 향상과 더불어 시각적 감각인 패션에도 민감하지만 고기능성과 고감성을 추구하는 경향으로 변화하고 있다.

직물의 handle 평가는 인장특성, 굽힘특성, 전단특성, 압축특성 및 표면특성 등의 역학적 특성에서 대부분 결정된다. 직물의 역학특성과 handle은 섬유의 단면보다는 섬유집합체의 구조에 더 많은 영향을 받으며, 실의 변수, 직물밀도 및 가공조건이 동일하면 직물의 굽힘강성은 섬유의 굽힘 강성과 비례한다<sup>1)</sup>.

직물의 성질은 구성사의 특성, 직물의 구조 및 후가공의 영향을 받고 있으므로, 이를 중심으로한 handle에 관한 연구가 활발하게 행하여지고 있으며 개관적 평가를 위한 표준화에 대한 연구<sup>2,3,4)</sup>도 이루어지고 있다. 최근 S. Kawabata<sup>3,4)</sup>가 개발한 KES-FB System을 사용하여 폴리에스테르 섬유를 이용한 특화 합섬소재 섬유의 단면모양, 집합체의 구조 및 직물의 구조가 handle에 미치는 영향에 대한 연구 및 다감성 소재에 대한 연구<sup>5,6)</sup>가 활발하게 이루어지고 있다.

신타섬이란 고분자적으로 새로운 합성섬유를 의미하지 않고 일반적으로 극세사, 불규칙한 단면, 삼각단면, 이형수축 등의 실의 구조에 의해 고안한 폴리에스테르 직물을 의미하며 실제로 천연섬유 중의 견직물을 모방하기 위해 적절한 실과 직물구조를 이용하고 가장 적합한 가공공정을 이용하여 인조섬유의 특별한 기능과 천연섬유에 없는 독특한 handle을 갖춘 새로운 타입의 직물이다. 신타섬 직물의 정의와 분류는 합섬회사마다 약간의 다른점은 있지만 직물의 handle에 따라서 피치스킨, 뉴실크, 드라이터치, 뉴울의 네 가지로 대별할 수 있다<sup>8)</sup>.

본 연구에서 사용한 시료인 피치스킨은 폴리에스테르의 초극세사 섬유를 사용하여 제작하며, 복숭아 껍질같은 느낌을 부여하여 포근하고 따뜻한 감이 양모직물과 같고 실키한 촉감을 유지하는 소재로서, 분섬개섬, 하이벌키, 감량 및 표면기모 등의 가공처리를 하는 신타섬 직물이다.

본 연구는 이러한 신타섬 직물의 수세공정에 있어서 발호에 따른 직물의 물리적 특성의 변화를 연구한 것이다. 수세공정은 종래의 수세방식에서는 다량의 물과 에너지를 사용하여 오염물질 및 첨가제를 제거하는 것이었다. 따라서 에너지가 많이 소모되며, 다량의 물이 소요되는 문제점이 대두되었다. 이러한 문제점으로 말미암아 새로운 방식의 수세기술의 도입이 절실히 필요하게 되었고, 진동에 의한 새로운 방식의 수세기가 일본 등지에서 개발되어 왔다. 이 방식은 에너지와 용수의 절약으로 인하여 경제성에 큰 기여를 할 수 있는 방식으로 생각된다. 그러나 국내에서는 이에 대한 연구개발이 전혀 이루어지지 못한 상태에 처해 있었다.

국내에서는 이러한 수세기를 외국으로부터 도입하여, 현장에서 사용하여 왔으며, 에너지와 용수의 절약에 매우 뛰어난 효과가 있음이 증명되었다. 그러나 이 기계는 고가이며 수명 및 국내 중소기업체의 기존설비에 대한 적합성 등의 문제점이 제기되는 경우도 발생하였으며, 또 기계 자체의 결함으로 인하여 직물의 장력과 구김이 생기는 기술상의 문제점도 대두되었다. 이러한 상황에서 에너지와 용수가 절감되며, 국내의 중소기업에서 사용하고 있는 기존장치와 연결하여 사용할 수 있고, 또한 기술상의 문제점이 없는 새로운 형태의 수세기가 개발될 필요성이 절실히 제기되었다.

본 연구에서는 국내의 기술진에 의해 새롭게 개발한 수세기를 이용하여 수세 후의 물리적 특성을 연구하였다. 이 수세기는 (주)삼일산업에서 개발한 것으로, 핵심기술은 직물과 용수 사이에 상호 마찰을 일으킬 수 있도록 초음파를 발진시키는 장치와 효율적인 수세효과를 나타낼 수 있는 기타 장치들을 개발한 것이다. 이 기술은 종래의 방식과는 큰 차이가 있고, shower를 설치하여 그 효과도 증대시킨 것이다. 또한 torque motor 등 기술적인 knowhow를 사용하여 직물에 일정한 장력을 주어 직물이 구김

을 받지 않게 하였다는 것 등의 특징이 있다.

대한화섬 폴리에스테르 직물인 피치스킨에 아크릴을 호제로 사용한 원단을 이용하여 수세실험을 하였다.

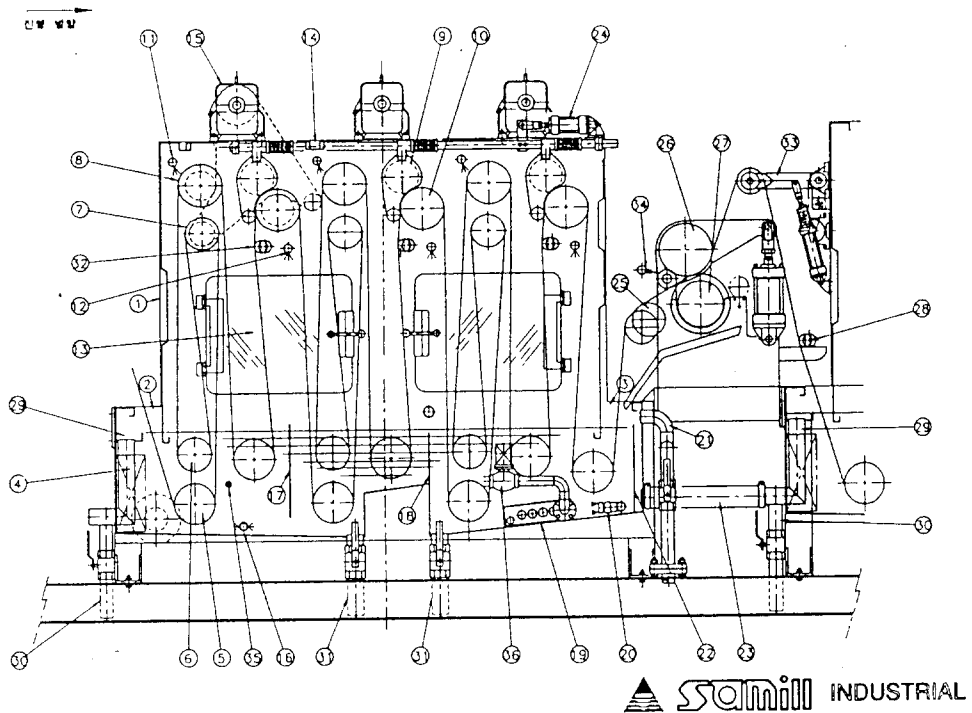
## 2. 실험

### 2.1 시 료

직물에 대한 수세효율을 확인하기 위하여, 경위사의 밀도가 각각 134.4 ends/in 및 57.8 picks/in이고 경위사 번수가 각각 175.3 denier 및 157.7 denier인

### 2.2 수세기

수세기는 직물투입구 및 약품조와 초음파 수세조인 온탕, 그리고 냉탕의 세 개의 수세조로 구성되어 있다. (주)삼일산업에서 개발한 초음파 수세기를 사용하여 실험을 하였으며, Fig. 1은 본 연구에 사



1 : Ultrasonic bath	13 : Bath door	25 : Expander roller
2 : Inlet of fabric	14 : Bath cap	26 : Upper mangle roller
3 : Outlet of fabric	15 : Torque motor	27 : Lower mangle roller
4 : Ultrasonic generator	16 : Air jet nozzle	28 : Bend bar
5 : Lower guidance roller	17 : First partition	29 : Overflow
6 : Lower guidance roller	18 : Second partition	30 : Overflow drain
7 : Upper guidance roller	19 : Multi-tube type exchanger	31 : Drain valve
8 : Upper guidance roller	20 : Noiseless heater	32 : Bend bar
9 : Pressure roller	21 : Water supply	33 : Dancer roll
10 : Driving roller	22 : Counter flow	34 : Shower spray nozzle
11 : Shower nozzle	23 : Connecting tube	35 : Temperature sensor
12 : Steam jet tube	24 : Air cylinder	36 : Solenoid valve

Fig. 1 Ultrasonic fabric washing machine(Samill Co., Ltd.).

용된 초음파 수세기의 초음파 수세조의 종단면도를 보인 것이다.

## 2.3 실험방법

### 2.3.1 수세기에 의한 수세실험 방법

직물의 주행속도는 40m/min, 50m/min 및 60m/min로 하였으며, 각 조건에서 초음파를 발진시키는 경우와 발진시키지 않는 경우를 구분하여 실험을 하였다.

실험은 약품처리조를 95°C, 초음파 수세조를 70°C 그리고 냉각 수세조를 40°C로하여 실시하였다. 1 ton의 용수가 들어가는 수세조에는 초기량 기준으로 47% NaOH 5kg, 산화호발제 1kg를 투입하였으며,

앞에서 언급한 폴리에스테르 직물을 원단으로 사용하여 각 조건별로 수세를 한 후 각각에 대한 시료를 채취하였다.

### 2.3.2 직물의 물리적 특성 측정

수세조건이 다른 7종의 피치스킨 직물을 KES-FB System을 이용하여 16종의 역학특성치를 계측하였다. 7종의 피치스킨 직물의 역학 특성값은 KN-201-LDY를 이용하여 측정하였으며, 역학특성의 계측 항목은 Table 1과 같다. 16종의 역학특성치는 각각 경사 및 위사방향으로 측정하였으며, 실험오차가 커서 신뢰할 수 없는 위사방향의 모든 측정치와 경사방향의 측정치 중 RC와 MMD는 고찰에서 제외시켰다.

Table 1. Description of Mechanical Characteristic Values

Property	Parameter	Description	Unit
Tensile	EM	Extensibility	none
	LT	Linearity of load/extension curve	none
	WT	Tensile energy per unit area	$g \cdot cm/cm^2$
	RT	Tensile resilience	%
Bending	B	Bending rigidity	$gf \cdot cm^2/cm$
	2HB	Hysteresis of bending moment	$gf \cdot cm^2/cm$
Shearing	G	Shear stiffness	$g/cm \cdot deg$
	2HG	Hysteresis of shear force at shear angle ( $\Phi=0.5deg.$ )	$g/cm$
	2HG5	Hysteresis of shear force at shear angle ( $\Phi=5deg.$ )	$g/cm$
Compression	LC	Linearity of compression/thickness curve	none
	WC	Compressional energy	$g \cdot cm/cm^2$
	RC	Compressional resilience	%
Surface	MIU	Coefficient of friction	none
	MMD	Mean deviation of MIU	none
	SMD	Geometrical roughness	$\mu m$
Thickness and Weight	T	Fabric thickness	mm
	W	Fabric weight	$mg/cm^2$

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 수세직물의 인장특성

KES-FB1에 의해 구한 일반수세와 초음파 수세 직물에 대한 특성치를 보인 것이 Fig. 2~5이다. Fig. 2에서 볼 수 있듯이 경사방향의 신장성(EM)은 일반수세 및 초음파 수세 모두 수세속도가 빠를수록 감소하나 초음파 수세가 일반수세보다 높은 값을 보이고 있다. 이것은 직물에 부착된 호제가 수세공정에서 탈호될 때 초음파 수세의 경우가 일반수세보다 더욱 호제의 제거가 잘 되어 신장성이 좋다는 것을 말해주는 것이다. 수세공정을 거치지 않은 원단의 EM 값이 1.9723임을 고려할 때, 이는 호제가 신장성을 작게하는 요인으로 작용함을 잘 말해주는 것이다.

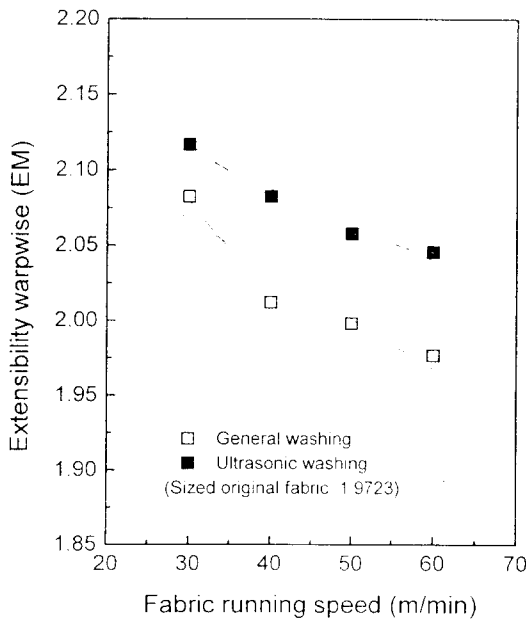


Fig. 2 Effect of fabric running speed on extensibility warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

Fig. 3은 하중과 신장 곡선의 선형도(LT)를 나타낸 것이다. 이는 일반수세의 경우 대략 0.692~0.715이며, 수세속도 40~60m/min에서는 큰 변화

를 보이지 않으나 이를 1차 회귀식으로 표시하면 기울기가 0.00051의 값을 갖는다. 초음파 수세의 경우는 대략 0.680~0.705로서 수세속도가 빠를수록 증가하고 있다. 이 그림에서 같은 조건일 경우 초음파 수세가 일반수세보다 선형도가 낮은 값을 보이고 있다.

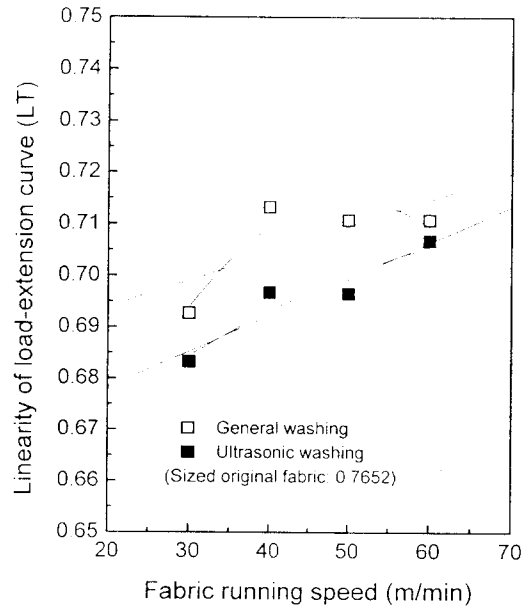


Fig. 3 Effect of fabric running speed on linearity of load-extension curve warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

한편 Fig. 4는 경사방향의 인장에너지(WT)를 나타낸 것으로 이는 LT와 같은 경향을 보여주고 있다. 이것은 (1)식의 분자에 해당하는 값이므로 LT에서의 의미로 평가할 수 있다.

Fig. 5는 회복상을 나타내는 레지리언스(RT)를 보인 것으로 이는 전체적으로 EM과 같은 현상을 나타내고 있다. 그러나 일반수세의 경우 수세속도가 30~40m/min에서 더욱 뚜렷하게 감소하는 경향을 보여주고 있다. 초음파 수세에서도 직물의 수세속도가 빠를수록 회복성이 감소하는 것을 알 수 있다.

위와 같은 인장특성에 대한 직물의 수세속도와 초음파의 발전에 따른 효과는 직물에 부착된 호제의

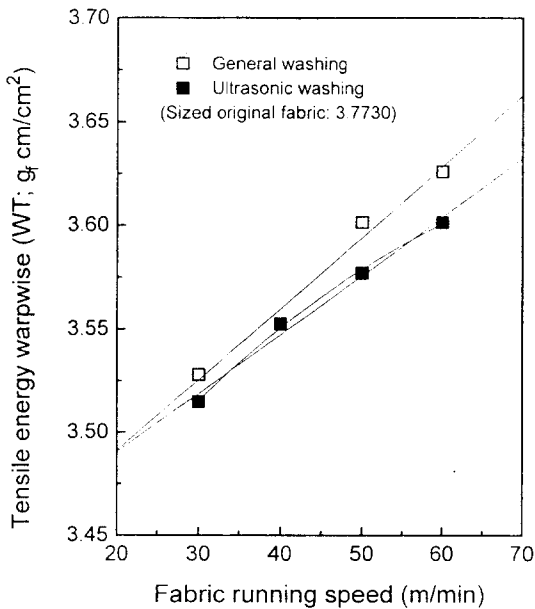


Fig. 4 Effect of fabric running speed on tensile energy warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

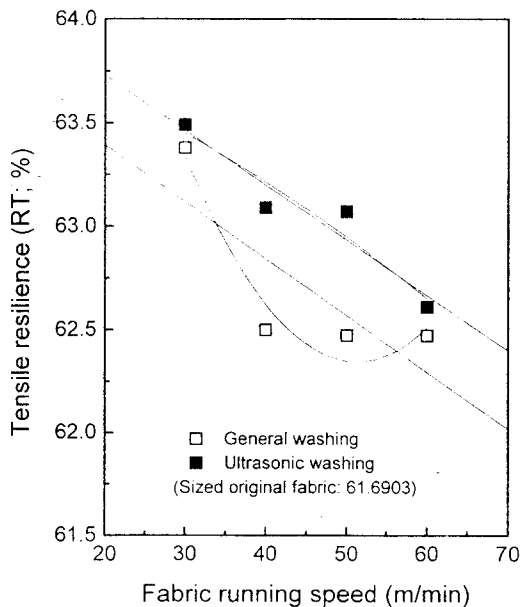


Fig. 5 Effect of fabric running speed on tensile resilience warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

제거가 초음파 발진과 수세속도의 변화에 따른 탈호의 효율성에 기인한 것으로, 호재의 제거가 용이함에 따라 신장성(EM)과 회복성(RT)이 증가하고 선행도(LT)와 인장에너지(WT)가 감소하는 효과를 나타낸 것이다.

### 3.2 수세직물의 굽힘특성

KES-FB2에 의해 구한 일반수세와 초음파 수세 직물에 대한 굽힘 특성치를 보인 것이 Fig. 6~7이다. Fig. 6은 직물 수세속도에 대한 일반수세와 초음파 수세 시 직물의 경사방향에 대한 단위길이당 굽힘강성(B)의 변화를 보인 것으로, 직물 수세속도가 빨라짐에 따라 일반수세와 초음파 수세 공히 그 값이 대체로 증가하는 경향을 보이고 있다. 이는 탈호를 하지 않은 원단의 굽힘강성이 0.4721임을 고려할 때, 경사방향에 부착된 호재의 영향이 굽힘강성을 크게 하는데 기여하였음을 말해주고 있음에 따라, 초음파 수세의 경우가 더욱 수세에 대한 효율성이 큼을 설명해 주는 것이다.

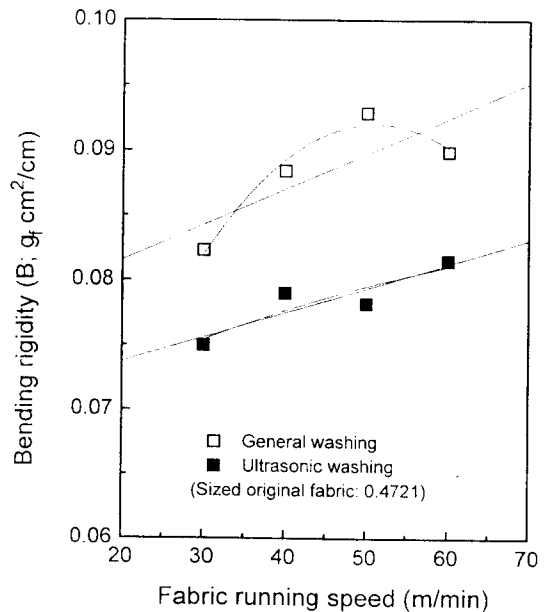


Fig. 6 Effect of fabric running speed on bending rigidity warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

Fig 7은 단위길이당의 히스테리시스 모멘트(2HB)를 보인 것이다. 여기서도 직물의 수세속도가 빨라짐에 따라 일반수세와 초음파 수세 공히 그 값이 대체로 증가하는 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 그러나 수세속도가 빠를수록 초음파 수세는 일반수세보다 낮은 값에서 일정하게 증가하나 일반수세에서는 수세속도 30~40m/min에서 급격한 증가를 보여주고 있다. 그러나 이들 값은 원단의 경우인 0.3391에 비해 월등히 낮은 값을 보이고 있으므로 이 경우도 굵직강성의 경우와 같이 호제가 히스테리시스 모멘트를 크게함을 말해주는 것이다.

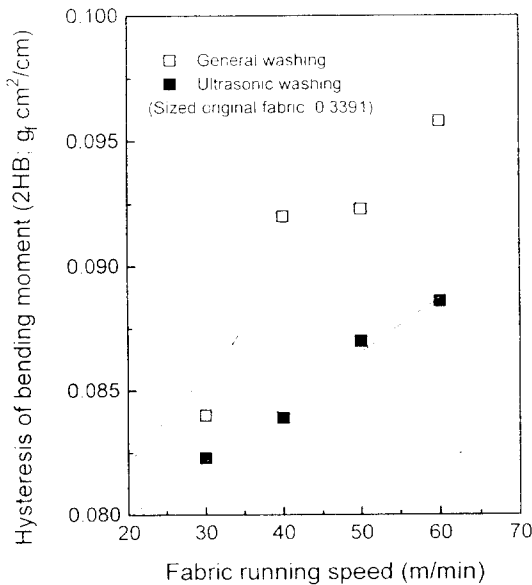


Fig. 7 Effect of fabric running speed on hysteresis of bending moment warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

### 3.3 수세직물의 전단특성

KES-FB1에 의해 구한 일반수세와 초음파 수세 직물의 수세속도에 대한 직물의 전단특성치를 보인 것이 Fig. 8~10이다. Fig. 8에서의 전단강성(G)과 Fig. 9의 전단각 0.5°에서의 히스테리시스(2HG) 및 Fig. 10의 전단각 5°에서의 히스테리시스(2HG5)는 일반수세 및 초음파 수세의 경우 공히 직물 수세속

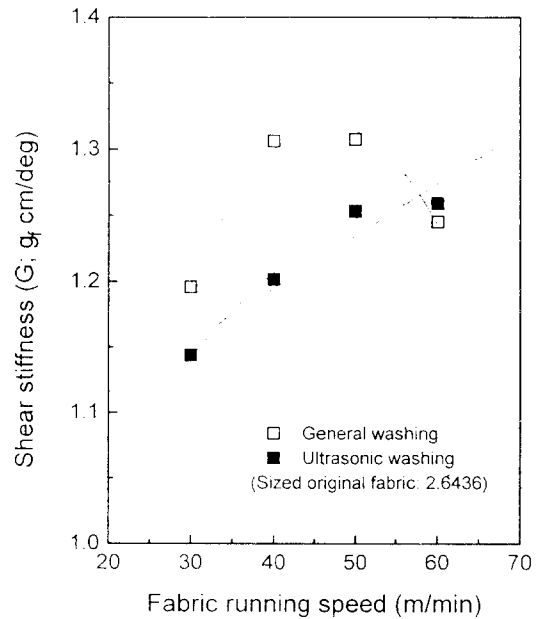


Fig. 8 Effect of fabric running speed on shear stiffness warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

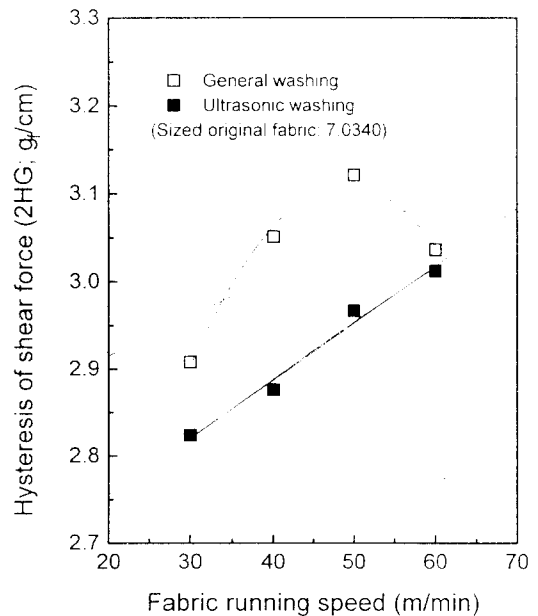


Fig. 9 Effect of fabric running speed on hysteresis for shear force warpwise at 0.5° shear angle for the comparison of general and ultrasonic washing.

도가 빠를수록 증가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 일반수세의 경우에는 40~50m/min에서는 변화가 거의 없으나 60m/min에서는 다소 감소하는 현상을 나타내지만 2HG5에서는 거의 변화가 없음을 알 수 있다.

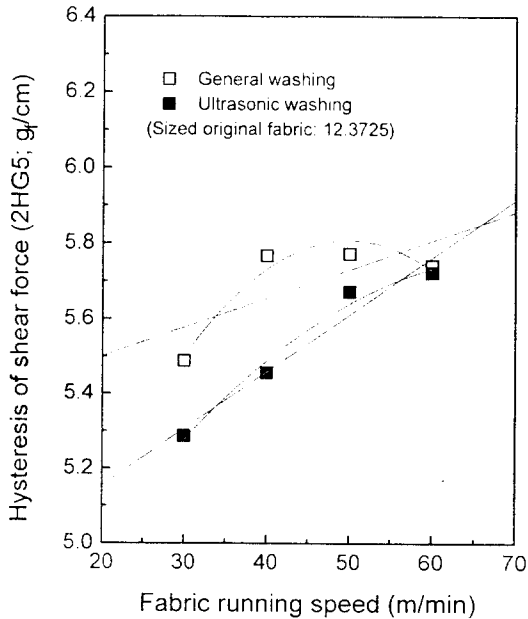


Fig. 10 Effect of fabric running speed on hysteresis for shear force warpwise at 5° shear angle for the comparison of general and ultrasonic washing.

위와 같은 전단특성에 대한 직물의 수세속도와 초음파의 발진에 따른 효과는 초음파 수세인 경우와 수세속도가 느린 경우, 전단강성(G) 및 히스테리시스(2HG, 2HG5)가 낮은 값을 보인다. 이는 직물이 부드러워지고 또한 탄성적인 성질을 갖고 있음<sup>12)</sup>을 의미하며, 초음파 수세인 경우 히스테리시스(2HG, 2HG5)의 증가폭이 일정한 것은 형태안정성이 우수하다는 것을 나타낸다고 사료된다.

### 3.4 수세직물의 압축특성

Fig. 11은 KES-FB3에 의해 구한 일반수세와 초음파 수세 직물에 대한 압축특성치를 보인 것이다.

직물의 압축특성은 풍만감, 부드러움, 쾌적함, 형태안정성 그리고 보온성 등에 직접적인 영향<sup>13)</sup>을 미치는 중요한 역학적특성이다.

압축에 필요한 에너지(WC)를 보인 Fig. 11은 수세속도가 빠를수록 일반수세 및 초음파 수세의 경우 모두 그 값이 증가하는 경향을 보이고 있다.

Fig. 11에서 수세속도가 빠를수록 WC가 증가한 것은 직물에 잔류된 호제의 양이 더 많기 때문이라고 생각된다. 즉, 압축특성에 대한 직물의 수세속도와 초음파의 발진에 따른 효과는 호제의 제거가 섬유간의 거동에 자유스러움을 주고, 직물에서 경사와 위사가 차지하는 공간이 커짐에 따라 그 특성을 잘 살릴 수 있었기 때문으로 생각된다.

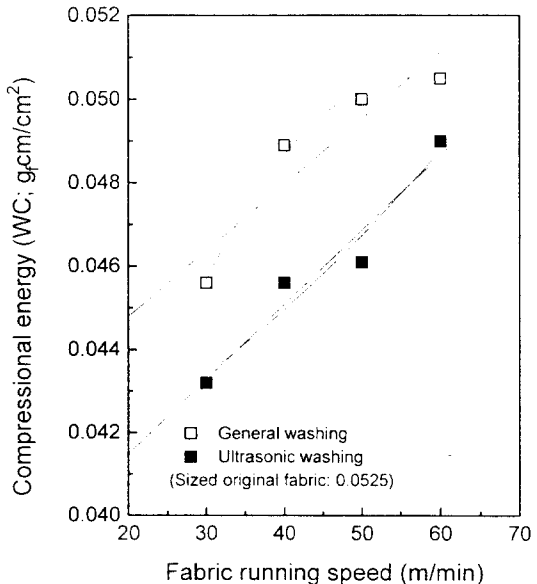


Fig. 11 Effect of fabric running speed on compressional energy warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

### 3.5 수세직물의 표면특성

KES-FB4에 의해 구한 일반수세와 초음파 수세 직물에 대한 표면특성치를 보인 것이 Fig. 12~13이다. 표면특성치는 천의 평활감과 관련되는 인자이다.



Fig. 12는 평균마찰계수의 평균치(MIU)를 보인 것이며, Fig. 13은 표면요철의 평균편차(SMD)를 보인 것이다. 이들 그림에서 직물의 수세속도가 빠를수록 그 값이 감소함을 보여주고 있다. 그리고 초음파 수세일 경우가 일반수세보다 더 큰 값을 보여주고 있음을 알 수 있다. 이는 실에 호박을 형성하여 각종 불균제를 막아주고 또 실 사이의 공간이 작아지므로 표면의 요철이 감소한 상태로 되었기 때문이다. 호박을 제거하였을 경우에는 실이 잔재하지 못하고 실 사이의 공간이 커지므로 표면요철이 커지기 때문이라고 생각된다. 즉, 표면특성에 대한 직물의 수세속도와 초음파의 발전에 따른 효과는 수세과정에서 호박형성이 파괴되면서 실이 자유스러운 상태에 놓이게 되고 실과 실 사이의 커진 공간이 마찰계수를 크게 하였기 때문이라고 사료된다.

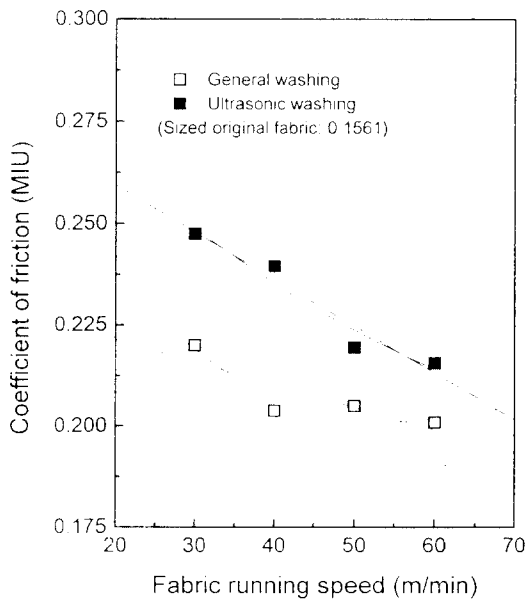


Fig. 12 Effect of fabric running speed on coefficient of friction warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

3.6 수세직물의 무게와 두께

일반수세와 초음파 수세 직물에 대한 무게와 두께를 보인 것이 Fig. 14와 15이다. 이들 그림에서

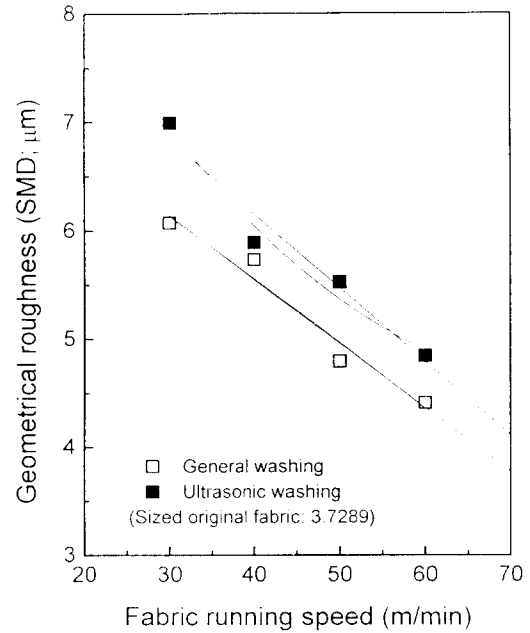


Fig. 13 Effect of fabric running speed on geometrical roughness warpwise for the comparison of general and ultrasonic washing.

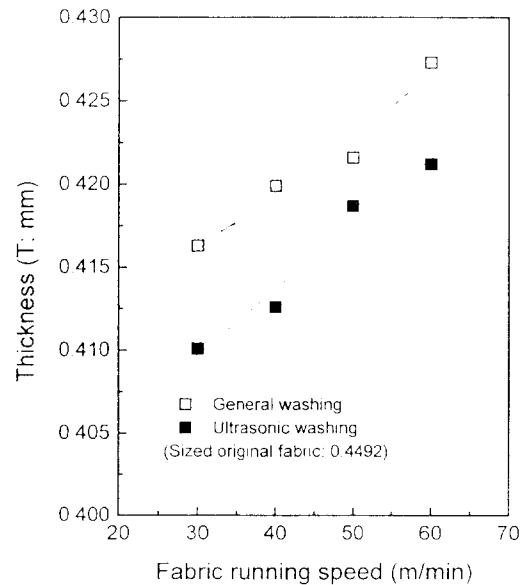


Fig. 14 Effect of fabric running speed on thickness for the comparison of general and ultrasonic washing.

직물의 두께(T)와 무게(W)는 잔류호제의 양에 따라 결정되므로 Fig. 14 및 15에서 나타난 것과 같은 경향을 취한 것이다.

Fig. 14는 압력이 0.5gf/cm<sup>2</sup>에서의 시료의 두께(mm)를 측정된 것으로 이는 Fig. 11에서 보는 바와 같이 잔류호부량이 많으면 압축에 필요한 에너지(WC)가 커지는 현상을 고려할 때, 직물의 수세속도의 증가에 따른 두께의 증가는 당연한 현상으로 판단된다. Fig. 15는 단위 면적당의 무게를 mg/cm<sup>2</sup>로 나타낸 것으로, 이 경우에도 잔류호부량이 증가함에 따라 직물의 무게를 무겁게 한 결과이다.

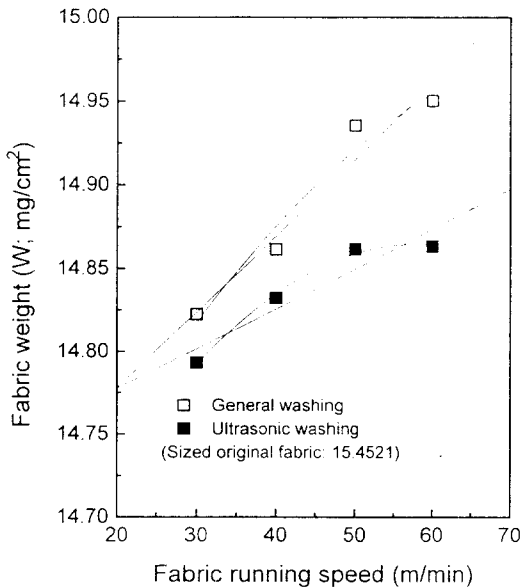


Fig. 15 Effect of fabric running speed on fabric weight for the comparison of general and ultrasonic washing.

#### 4. 결 론

신합섬 직물인 피치스킨을 수세속도를 달리하여 일반수세와 초음파 수세를 한 후 이들 직물의 경사 방향에 대한 역학적 특성치를 실험적으로 구하고 이를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 인장특성의 변화는 직물에 부착된 호제의 제거가 초음파 발진과 수세속도의 변화에 따른 탈호의 효율성에 기인한 것으로, 이 경우 호제의

제거가 용이해짐에 따라 신장성(EM)과 회복성(RT)이 증가하고 선행도(LT)와 인장에너지(WT)가 감소하였다.

2. 단위길이당 굽힘강성(B)은 직물 수세속도가 빨라짐에 따라 대체로 증가하였다. 이는 호제가 굽힘강성을 크게함을 말해주는 것으로, 초음파 수세의 경우가 수세효율이 더욱 큼을 설명해주는 것이다. 단위길이당의 히스테리시스 모멘트(2HB)도 직물의 수세속도가 빨라짐에 따라 그 값이 대체로 증가하는 경향을 보여주었다. 이 경우도 굽힘강성의 경우와 같이 호제가 히스테리시스 모멘트를 크게함을 말해주는 것이다.
3. 전단강성(G)과 히스테리시스(2HG 및 2HG5)는 직물 수세속도가 빠를수록 증가하였다. 초음파 수세인 경우와 수세속도가 느린 경우, 전단강성(G) 및 히스테리시스(2HG, 2HG5)가 낮은 값을 보였다. 이는 직물이 부드러워지고 또한 탄성적인 성질을 갖고 있음을 의미하며, 초음파 수세인 경우 히스테리시스(2HG, 2HG5)의 증가폭이 일정한 것은 형태안정성이 우수하다는 것을 나타낸다고 사료된다.
4. 압축에 필요한 에너지(WC)는 수세속도가 빠를수록 증가하였다. 수세속도가 빠를수록 증가한 것은 직물에 잔류된 호제의 양이 더 많기 때문으로 사료된다. 즉, 수세속도가 느린 경우에는 호제의 제거가 용이하여 섬유 간의 거동에 자유스러움을 주고, 직물에서 경사와 위사가 차지하는 공간이 커짐에 기인하여 압축에너지가 감소한 것이다.
5. 표면특성은 수세속도가 빠를수록 일반수세 및 초음파 수세의 평균마찰계수(MIU)와 표면요철의 평균편차(SMD)는 직물의 수세속도가 느릴수록 그리고 초음파 수세일 경우 더 큰 값을 나타내었다. 이는 실에 호막을 형성하여 각종 불균제를 막아주고 또 실 사이의 공간이 작아 지므로 표면의 요철이 감소한 상태로 되었기 때문이다.
6. 잔류호부량이 많으면 압축에 필요한 에너지(WC)가 커지는 현상을 고려할 때, 직물의 수세속도의 증가에 따른 두께의 증가는 당연한

현상으로 판단된다. 무게도 잔류호부량이 증가하면 잔류호제의 자체부계에 의해 증가하였다.

### 감사의 글

이 논문은 통상산업부 에너지자원기술개발지원센터 지원과제(과제번호 94-P-10-17)에 의해 개발된 초음파 수세기를 이용하여 실험한 것으로 연구지원 기관과 사업주관기관인 (주)삼일산업에 감사함을 드립니다.

### 참고문헌

1. M. Matsudaire and M. Matsui, *J. Text. Inst.*, 83(1), 144(1992).
2. T. J. Mahar, R. C. Dhingra, and R. Postile, *Text. Res. J.*, 57, 357(1987).
3. S. Kawabata, "The standardization and Analysis of Hand Evaluation", The Text. Mach. Soc of Japan, Okasa(1980).
4. S. Kawabata, R. Postle, and M. Niwa, "Objective Specification of Fabric Quality : Mechanical Properties and Performance", The Text. Mach. Soc. of Japan, Kyoto(1982).
5. H. Matsukura, *J. Text. Mach. Soc. Japan*, 41, 129(1988).
6. T. Betsuno, *J. Text. Mach. Soc. Japan*, 43, 663 (1990).
7. S. Kobayashi, 染色工業(日), 38, 288(1991).
8. 小山洋子, 丹鷲鴨子, 川端季雄, 第20回 纖維工學 研究討論會 要旨集, 136(1991).
9. 松尾達樹, *J. Text. Mach. Soc. Japan*, 21, 260 (1968).
10. S. M. Spivak and L. R. G. Treloar, *Text. Res. J.*, 37, 1038(1967).
11. J. D. Owen, *J. Text. Inst.*, 59, T313(1968).
12. R. C. Dhingra, D. Lui, and R. Postle, *Text. Res. J.*, 59, 357(1989).
13. T. J. Mahar and R. Postil, *Text. Res. J.*, 59, 721(1989).
14. S. Kawabata, "The Standardization and Analysis of Hand Evaluation", 생산기술연구원 섬유 기술실용화센터 역(1991).
15. 이광수, 이춘길 외, '초음파 수세기술' 개발에 관한 최종보고서, 통상산업부(1996.9).