

면 편성물의 방염처리에 의한 형태안정성의 변화

지 주 원[†]

전주기전여자대학 의상코디네이션과

Changes of Dimensional Stability of Cotton Knitted Fabrics after Flame Resistant Treatment

Ju-Won Jee[†]

Dept. of Fashion Coordination, Jeonju Kijeon Women's College
(2005. 1. 17. 접수)

Abstract

Effect of fixation methods and relaxation treatment on the dimensional stability and physical properties of MDPPA/HMM treated cotton knitted fabrics were studied. Combination of four different fixation methods - relaxation, swelling agent treatment, pad dry cure fixation, and wet fixation - were applied to flame retardant finish of 4 kinds of cotton knitted fabric with MDPPA/HMM. Then these fabrics were washed 10 times. As a result, In swelling treatment on 10G showed relatively higher value of length shrinkage than 14G. Length and width shrinkage were increased by initial washing treatment and no further change was shown after 6 washing cycles. After 10 washing cycles, length and width shrinkage decreased. The KES standardized basic value of B/W, 2HB/W and bursting strength of interlock were relatively larger than those of single jersey. The values of B/W and 2HB/W of cotton knitted fabrics were increased by relaxation and washing treatment but were decreased by swelling treatment. In addition, the bursting strength of the cotton knitted fabrics was decreased after fusing, washing and relaxation treatment.

Key words: MDPPA/HMM, Cotton knitted fabric, Relaxation treatment, Washing treatment, Dimensional stability; 인산아미드계 방염제, 면 편성물, 이완처리, 세탁처리, 형태안정성,

I. 서 론

면섬유는 우수한 대전성, 흡수성, 수분율, 투습성 특성을 가지므로 쾌적한 섬유로 알려져 있으며 면 편성물은 여러 용도로 사용되고 있다. 편성물은 편환으로 형성되었으므로 함기성, 흡습성과 신축성이 좋고 구김이 덜 생기는 등의 직물보다 우수한 성질을 갖는다. 그러나 단점으로 면 편성물은 편직 후 건조상태

에서도 지속적인 이완이 일어나게 되는데 이는 편환 길이의 감소가 없어도 편환의 형태가 더욱 둥글게 되어 웨일 방향의 길이가 짧아지게 되므로 수축이 일어나게 된다. 또한 꼬임을 준 실로 편환을 만들면 가연시에 가한 장력을 최소화하기 위하여 편환이 비틀어지며 편성물 면으로부터 튀어나오게 되어 코스방향의 폭도 줄게 된다. 이와 같이 제편 후에 나타나는 큰 이완수축으로 인한 편성포의 형태적 변형은 편성의 류의 제조 시 큰 문제점으로 작용하며 특히 편성 후의 탄성회복률이 낮은 면섬유로 제편된 편성포에서 더욱 현저한 형태적 변형이 나타난다(서문원, 1967; Banerjee and Alaiban, 1988). 조직구성상 편성물은

[†]Corresponding author

E-mail: jwji@kijeon.ac.kr

이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구 되었음(KRF-2001-003-D00134).

직물에 비해서 신축성이 크고 장력에 민감하여 웨일, 코스방향 모두 불안정하기 때문에 형태, 치수안정성의 확보와 신축성 유지라는 상반된 원인을 만족시킬 수 있는 기술과 설비가 필요하게 된다. 편성물은 구성 실 간의 자유도가 크기 때문에 여러 가지 특성들이 나타나지만, 그로 인한 문제점 중 하나는 형태안정성이 결여되어 있다는 점이다(박신웅 외, 1994; 장병호 외, 1997).

이러한 문제를 해결하기 위하여 많은 연구자들이 편성물의 형태안정성에 대한 연구를 행하였으며 이 분야에 대한 많은 자료와 결과들을 보고하였다.

Munden(1960)은 면 편성포의 수축거동이 이완과 수축(consolidation)의 두가지 이완거동에 의해 이루어진다고 하였다. 평 편성포를 이용한 이 이론은 편성물의 길이 수축에서도 확인되었는데, 초기의 이완과정에서는 큰 수축이 발생하고 반복되는 이완처리에 의해 작은 수축이 계속 나타나고 있으며 이것은 편환 사이의 마찰에 의해 점진적인 조직의 결속으로 인한 수축인 것으로 사료된다. 이러한 현상은 싱글 니트와 더블 니트의 모든 조직에서 동일하게 나타난다. 이완과정에서 등방성(길이 수축, 폭 수축)으로 거동하며, 이와 같은 편성조직 간의 수축률 변화의 차이는 편성구조를 형성하는 개개의 편환들이 비이완상태에서의 기하학적 구조형태가 서로 다르기 때문으로 생각된다. Knapton 외(1971, 1975)의 모 편성물의 완전이완 상태에 관한 연구와 Starfish(Heap et al., 1983, 1985) 계획에서 편성물이 완전이완상태에 도달하기 위한 실험방법을 제시하였고 그 결과에 대하여 보고한 바 있다. 박신웅 외(1994)은 더블 니트 편성포의 형태안정계수를 구하기 위하여 대표적인 몇 가지 편조직에 대하여 Knapton의 방법과 Starfish 방법을 적용하여 이완처리 후 이완처리법을 비교 검토하였다. 연구결과 Starfish 방법에 의해 이완시킴이 적합하다고 보고하였다.

면제품은 의류 및 인테리어 제품으로 널리 이용되면서 제품의 방염성이 요구되므로 면섬유의 방염가공에 대한 많은 연구가 진행되어왔다. 방염가공한 직물의 물성은 사용한 방염제의 종류, 촉매의 양, 처리 조건, 조제의 종류와 비율 등 여러 가지 요인들에 의하여 영향을 받는다. 면직물을 MDPPA/HMM으로 방염가공처리 시 머서화 전처리, 팽윤제 첨가 및 방염가공처리법에서의 습식고착법(wet-fixation technique)의 도입이 면직물의 방염성과 물성에 미치는 영향을 검토 결과 머서화 전처리와 습식고착법에 의해 방염성과

섬유 물성이 향상되는 것을 확인할 수 있었다(지주원, 오경화, 1999). 그러나 면섬유의 방염가공에 대한 연구의 대부분은 면직물을 시료로 행하여졌고 면 편성물에 대한 보고서는 찾아보기 어려운 실정이다. 이것은 편성물의 특성상 가공처리 시 형태안정성, 방염성과 쾌적성이 조화를 이루어야 하는 면에서의 어려움 때문이라고 사료된다. 선행연구(지주원, 송경근, 2003)에서는 고부가가치를 갖는 쾌적하고 방어진인 기능을 갖는 방염가공 면 편성물 설계의 기초자료를 마련하고자 MDPPA/HMM을 사용하여 편성구조와 게이지가 다른 4종류의 면 편성물을 방염처리하였다. 이완처리의 영향과 방염가공처리법에서의 팽윤제를 이용한 전처리와 습식 고착법의 도입이 면 편성물의 방염성과 물성의 변화에 어떻게 영향을 미치는가를 검토한 결과, 방염처리로 내부 구조의 가교형성으로 신장성은 저하하고 굽힘강성(B), 굽힘이력(2HB), 전단강성(G)이 뚜렷이 증가하였고 압축에너지, 압축선형성, 압축회복도는 감소하였다. 팽윤제 처리와 습식고착법의 도입으로 방염제 부착량이 증가하여 편물의 굽힘강성(B)과 전단강성(G)이 대체로 증가하였고 팽윤제 처리만 한 경우는 실 간, 섬유 간 여유가 생기면서 굽힘강성(B)과 전단강성(G)이 다른 처리보다 낮은 것으로 나타났다. 이러한 선행연구를 토대로 방염가공 면 편성물의 형태안정성과 연관된 연구가 필요하다.

그러므로 본 연구에서는 선행연구(지주원, 송경근, 2003)의 후속으로 면 편성물에 방염처리 시 이완처리의 영향과 방염가공처리법에서의 팽윤제를 이용한 전처리와 습식고착법의 도입에 따른 세탁 전후 형태안정성의 변화를 수축율, 형태보형성, 내구성의 측면에서 고찰하고자 한다.

II. 실험방법

1. 시료 및 시약

본 연구에 사용된 편성물은 100% 면사(2/40's)를 사용하여 실험실용 위편기(자동회편기 HF-119TC)로 싱글저지 2종류, 인터록 2종류를 편성하였다. 본 연구에서의 편성물의 구조와 게이지의 변화는 실질적으로 위편성물 제편에서 주로 사용되는 싱글 저지와 인터록 구조로, 게이지는 10G, 14G를 선택하였다. 편성물에서 게이지를 바꿀 경우 편사도 같이 바꾸어주는 것이 일반적이다. 14G에서는 2/40'를 10G에서는 2/40'를

2합사한 2/2/20를 사용하여 제편하였다. 시료의 특성은 <Table 1>과 같다. 방염제로는 Pyrovatex CP new (MDPPA)를 사용하였고, 방염조제는 Hexamethylene melanine (HMM)을 사용하였다. 팽윤제로는 면섬유와 방염제와 반응하지 않고 팽윤성이 우수한 Tetraethylene glycol dimethylether(TGDE, Sigma Chemical Co. Ltd.)을 사용 하였으며 칩투제로는 Triton X-100(Duksan chemical Co), 촉매로 인산1수소나트륨을 사용하였다. 유연제로는 폴리프로필렌계의 Siligen VN(BASF)을 선택하였다. 기타 약제는 시약 1급을 사용하였다.

2. 가공방법

4가지 종류의 편성물에 대하여 이완처리의 유·무, 면섬유의 미세구조를 열어주기 위한 고착법에서의 팽윤제 사용 및 습식 고착방법을 병행하여 2단계로 시료를 방염가공처리 하였다.

1) 방염처리법

방염처리법은 다음과 같고 <Table 2>에서 방염처리법을 정리하였다.

(1) 전처리 이완처리법

편성포는 편성 직후 48시간 공기 중에 방치하여 건조 이완시킨 다음, 표준상태에서 Heap 외(1983, 1985)이 제안한 세탁 및 텀블 건조를 통한 기계적 이완방법으로 처리하였다.

(2) MDPPA/HMM에 의한 면 편성물의 방염가공방법

방염처리는 30×30cm² 크기의 정련한 면 편성물을 1:30의 패딩액에서 5분간 침지하여, wet pick up이 90~100% 되도록 패딩한 후 시험포를 편 프레임에서 걸어 100°C에서 5분간 건조하고 150°C에서 4분간 열처리하였다. 열처리가 끝난 가공포는 2% Na₂CO₃ 용액으로 2분간 수세하고 증류수로 충분히 행군 후 자연건조하였다.

Table 1. Specification of fabrics.

	Structure of fabrics	Yarn count	No. of gauge	Treatment	Count (course*wale/in ²)	W/T*	K1**	K2***	K3****	K4*****
A	Single Jersey	2/2/20	10G	No Relaxation	13*17	1.71	21.39	4.05	5.29	0.765
				Relaxation	14*19	1.97	25.24	4.31	5.85	0.737
B	Single Jersey	2/40	14G	No Relaxation	19*25	1.44	21.74	4.07	5.35	0.760
				Relaxation	21*29	1.57	26.70	4.39	6.07	0.724
C	Interlock	2/2/20	10G	No Relaxation	30*36	2.85	145.4	34.81	41.77	0.833
				Relaxation	30*44	3.07	174.7	34.52	50.64	0.682
D	Interlock	2/40	14G	No Relaxation	42*44	2.23	171.2	40.42	42.35	0.955
				Relaxation	42*54	2.58	189.4	37.46	50.57	0.741

W/T*: 두께(T: Thickness)에 대한 무게(W:Weight)의 비

K1**=Course unit/cm×Wale unit/cm×(SCSL)²

K2***=Course unit/cm×SCSL

K3****=Wale unit/cm×SCSL

K4(loop shape factor)*****= K2/K3

SCSL(structural-cell stitch length)=(1회전 편성 시에 공급된 편사의 총길이/N)×Nt

N: 총 편침수 Nt: 최소반복단위의 편성에 소요된 편침수

Table 2. Relaxation and flame retardant treatments.

Sample	Treatment	1step: No Relaxation Treatment				2step: Relaxation Treatment			
		R*	PDC**	S***	W****	R	PDC	S	W
Control		×	×	×	×	○	×	×	×
PDC		×	○	×	×	○	○	×	×
S-PDC		×	○	○	×	○	○	○	×
W-PDC		×	○	×	○	○	○	×	○
S-W-PDC		×	○	○	○	○	○	○	○

R*: relaxation treatment, PDC**: padding, DDC**: drying, CDC**: curing, SDC***: swelling, WDC****: wet-fixation

(3) 팽윤처리

팽윤처리 편성물은 패딩액에 10% TGDE를 넣어서 패딩처리 후 시험포를 핀 프레임에서 걸어 100°C에서 5분간 건조하고 150°C에서 4분간 열처리하였다. 열처리가 끝난 가공포는 2% Na₂CO₃ 용액으로 2분간 수세하고 증류수로 충분히 헹군 후 자연건조하였다.

(4) 습식고착법(wet-fixation technique)

패딩액에서 5분간 침지 후 wet pick up이 90~100% 되도록 패딩하고 폴리에틸렌 백에 넣어 밀봉한 후 85°C에서 60분간 고착시키고 위와 같은 조건으로 건조하여 열처리하고 수세 후 자연건조하였다.

2) 세탁처리법

KS K 0465의 가정용 자동 세탁기법에 준하여 10회 세탁하였다.

3. 측정 및 분석

1) 편성포의 수축률 분석

50×50cm² 시료를 3개씩 준비하여 울이 풀리지 않게 한 후 길이 및 나비방향으로 각각 표점거리 25cm의 표식을 3개씩 표시한 후 위의 편성포의 이완과정에 준하여 처리하였다. 각각 방염처리 후, 세탁처리(각 1, 3, 6, 9 10회)가 끝날 때마다 길이 및 폭 방향의 각 표식간의 길이변화를 측정하여 길이, 폭의 수축률을 측정하였다.

$$\text{수축률(\%)} = \frac{(\text{수축 전 원 길이} - \text{수축된 길이})}{\text{수축 전 원 길이}} \times 100$$

2) 형태보형성에 관련된 표준화된 기본값의 변화

20×20cm² 크기의 시료를 준비하여 KES-FB에 의해 측정된 굽힘 기본 물성의 조합값인 단위면적당 중량(W)에 대한 굽힘강성(B)의 비인 B/W, 단위면적당 중량(W)에 대한 굽힘이력(2HB)의 비인 2HB/W로부터 의복착용 시의 형태보형성 변화를 관찰하였다.

$$B/W = \text{굽힘강성(B)}/\text{단위면적당 중량(W)}$$

$$2HB/W = \text{굽힘이력(2HB)}/\text{단위면적당 중량(W)}$$

3) 내구성 분석

KSK 0351 유압법으로 기준시료, 방염처리포, 10회 세탁 후 방염처리포의 파열강도를 측정하여 내구성 변화를 살펴보았다.

III. 결과 및 고찰

본 연구에서는 시료가 크게 이완처리, 방염처리, 세탁처리를 받게 된다. 그러므로 방염처리 전의 이완처리 유·무와 방염처리법, 편성물의 종류 및 세탁처리에 따른 형태안정성의 변화를 수축율, 형태보형성, 내구성의 측면에서 살펴보았다.

이완처리에 따른 두께에 대한 무게의 비인 W/T의 변화는 충실도와 관계되는 KES 변환 값이다. 이완처리에 따른 기준 시료의 이완처리에 따른 결과는 <Table 1>과 같다. 이완처리 및 미 이완처리 시 구조에 따라서 C(인터록 10G)>D(인터록 14G)>A(싱글저지 10G)>B(싱글저지 14G)의 순이다. 인터록이 싱글 저지보다, 10G가 14G보다 더 충실도가 큰 것으로 나타났다. 실이 굵어서 밀도가 낮은 경우에 이완으로 더욱 밀집되어 충실도가 커진 것으로 보인다. 이완처리의 W/T>미 이완처리의 W/T로 이완처리로 시료가 수축되어 서로 밀집됨을 알 수 있다.

기준 시료의 형태안정성의 변화를 살펴보고자 Knapton의 방법(Knapton, 1969)에 의하여 기준 시료에 대한 K1-K4를 구하였다. 편성포의 형태안정계수인 K1, K2 및 K3는 각각 면적, 길이 및 폭 방향에 대한 편성포의 안정성을 나타내는 매개변수이며, K4는 개개 편환의 형태변화를 지시하는 인자이다. 편성포가 치수적으로 안정하여 형태적 변형을 일으키지 않는 완전이완상태는 형태이완계수 중 K1과 K4값이 이완과정에 의해 더 이상 달라지지 않고 고정된 상수값에 도달하였을 때를 의미한다. <Table 1>의 길이 및 폭 방향에 대한 편성포의 형태안정계수인 K2, K3에서 이완처리 후 길이 방향, 폭 방향 수축에 대한 이방성을 확인할 수 있다. 싱글 저지로 이완처리시 K2, K3 모두 증가하여 등방성(폭 수축, 길이 수축)의 거동을 보인다. 인터록은 이완처리로 K3는 증가하지만, K2는 감소하여 이방성(폭 수축, 길이 감소)을 나타낸다. 이와 같은 편성조직 간의 수축률의 변화의 차이는 편성구조를 형성하는 개개의 편환들의 비 이완상태에서의 기하학적 구조형태가 서로 다르므로 이완에 대한 거동이 차이 나는 것으로 사료된다. 이완처리로 면적에 대한 편성포의 형태안정계수인 K1은 증가하여 수축으로 면적이 증가함을 알 수 있다. 싱글 저지는 등방성으로 면적의 수축 정도가 인터록보다 큰 것을 알 수 있다. 편환의 형태변화를 지시하는 인자인 K4의 변화에서 이완처리로 싱글 저지는 소폭 감소하지만 인터록은 이완처

리로 크게 감소함을 알 수 있다. 이것은 인터록 조직이 이방성으로 변화하여 편성포의 길이와 폭에 변화가 발생하였음을 의미하는 것으로 편성포의 길이가 감소함에 따라 폭은 증가하여 편환 형태의 이완이 가속화되고 있음을 확인할 수 있다.

1. 수축률의 변화

방염처리 면 편성물의 길이 방향 수축률의 변화는 <Table 3>과 같다.

편성물의 수축은 섬유특성, 스티치 길이, 편직게이

Table 3. Changes of length and width Shrinkage ratio of weft-knitted fabrics.

		길이 수축률(%)											
		이완 후		1회 세탁 후		3회 세탁 후		6회 세탁 후		9회 세탁 후		10회 세탁 후	
		이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리
PDC	A	22.5	23.9	24.8	25.9	26.1	25.9	25.2	26.3	26.1	27.0	25.1	25.4
	B	13.3	10.2	14.8	13.5	15.0	13.1	16.5	14.2	16.0	13.3	16.0	14.4
	C	15.4	11.9	18.1	16.5	20.2	17.4	20.0	18.7	20.0	20.7	19.8	23.1
	D	18.0	10.9	20.0	15.4	20.7	16.3	21.9	17.6	21.7	20.0	22.6	20.0
S-PDC	A	23.8	26.3	26.4	23.9	26.8	26.1	26.8	26.7	26.8	26.3	27.4	25.4
	B	13.1	9.0	15.2	14.0	16.0	14.4	16.0	14.6	16.0	14.8	16.7	14.4
	C	13.7	10.7	17.4	23.5	18.3	19.3	17.0	19.8	20.6	20.4	18.0	23.1
W-PDC	D	18.5	11.7	20.6	15.7	21.5	16.7	22.0	18.3	22.8	19.8	23.3	20.0
	A	22.9	26.1	24.9	25.7	25.5	25.8	26.2	27.1	26.2	26.5	25.7	27.5
	B	13.5	11.5	16.0	13.0	16.5	14.6	15.2	16.3	15.8	15.6	16.7	15.4
S-W-PDC	C	14.3	10.6	17.2	18.1	18.0	19.4	20.9	19.6	20.2	22.6	20.2	23.1
	D	20.0	10.8	21.9	15.2	24.3	15.2	23.1	15.4	24.3	17.8	24.3	18.0
	A	26.1	26.7	27.7	25.9	28.8	25.9	29.1	28.3	28.0	28.0	28.3	28.7
S-W-PDC	B	12.3	10.2	14.2	13.1	15.2	15.4	15.8	15.4	16.0	16.3	14.6	14.6
	C	16.5	12.2	19.6	16.5	20.2	18.1	26.5	20.6	20.2	25.6	22.0	20.9
S-W-PDC	D	18.7	11.9	20.2	13.0	20.2	13.5	21.5	15.9	23.0	17.0	23.7	18.5

		폭 수축률(%)											
		이완 후		1회 세탁 후		3회 세탁 후		6회 세탁 후		9회 세탁 후		10회 세탁 후	
		이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리	이완 처리	미 이완 처리
PDC	A	13.6	14.3	14.7	14.3	15.3	15.0	15.3	15.7	14.7	14.7	14.2	14.3
	B	16.4	15.3	17.8	16.7	18.4	16.9	18.0	16.4	18.2	17.8	16.2	16.9
	C	7.7	6.2	7.9	6.2	8.7	7.2	8.2	7.7	7.4	5.6	6.9	4.9
	D	1.0	0.3	1.0	2.3	1.0	3.3	0.5	2.6	0.5	-0.5	-0.5	0.0
S-PDC	A	14.2	14.7	14.7	14.0	16.4	14.7	14.4	14.0	14.4	14.7	15.1	13.0
	B	17.8	15.6	17.8	16.9	18.2	17.6	19.6	17.6	17.8	18.0	18.4	17.1
	C	4.1	7.9	6.4	4.1	5.6	9.2	4.9	8.7	6.2	7.4	5.1	6.9
	D	-0.5	0.5	0.8	3.3	1.3	2.6	0.3	3.1	-1.0	1.5	-1.0	1.5
W-PDC	A	13.3	12.7	14.7	13.6	15.6	14.7	15.1	14.4	13.8	14.7	16	13.8
	B	18.2	15.3	18.7	17.1	19.3	16.9	17.1	17.1	19.3	17.3	19.8	17.6
	C	5.4	7.4	5.9	7.4	6.7	7.9	5.6	8.2	4.4	6.2	4.4	5.9
	D	0.0	-0.8	0.5	-0.3	0.8	0.3	-0.3	0.3	-1.0	-1.8	-1.3	-0.3
S-W-PDC	A	15.1	14.3	16.2	14.3	15.8	15.3	16.9	14.7	16.4	15	15.8	13.8
	B	18.4	15.1	17.8	16.4	18.7	16.7	18.4	16.9	19.3	16.7	18.2	17.6
	C	7.9	7.2	7.7	7.4	9.0	9.0	2.6	8.5	7.4	0.5	6.9	5.9
	D	0.5	0.5	2.3	3.8	3.1	4.6	2.3	4.1	1.5	2.3	-0.5	-0.3

지, 실 꼬임, 니트 장력, 수세 건조방법 같은 많은 방법에 의해 결정된다. 그러나, 수축에 대부분 미치는 주요원인으로는 실의 팽윤과 니트 과정 중 실에 부과된 장력의 완화이다. 실의 팽윤으로 인한 루프 변화의 형상은 직물과 비교해서 니트 루프의 특이한 3차원 형상으로 극단적으로 복잡하다. 팽윤된 루프의 기본적 기하학적 형태의 긴장된 상태는 팽윤에 의해 생기고 건조 동안 일부 남아있다. 이러한 잔류 스트레스는 원래 형태로 루프 구조가 돌아가도록 돕지 않고 스트레스가 deswelling과 함께 점점 사라짐에 따라서 더한 수축을 가져온다. 더욱이 꼬인 실이 팽윤되면, 꼬임각은 증가하고 스트레스는 더 커져서 건조 후에 루프 변형을 가져올 수 있고, 교대로 웨일 방향에서의 비틀림(skewness)이 생기게 할 것이다. 텀블 건조대에서의 교반 같은 건조 동안의 더한 자극이 있으며, 건조 동안 루프 구조의 변형과 수축은 심각해진다. 꼬임 효과를 무시하더라도, 코스 곡률(course curvature)의 변화는 건조 동안 더한 수축을 가져온다. 면 평편의 길이 수축은 주로 2가지 현상에 의해 일어난다.

① 루프의 이동

② 코스 곡률의 변화

면 수축의 주요한 면은 직물건조 후에도 유지되는 물침지로 인한 형태변화이다. 건조상태에서는 접단성이지만 물에 침지하면 거동은 거의 소성물질 같이 된다. 수세되고 수축된 직물은 건조 후 본래 형태로 돌아가지 않고 침지 후 새로운 형태로 남는다. 실 꼬임의 효과로 편성물은 루프 구조의 비틀림이 초래되고 웨일 방향에서의 비틀림 각의 다양한 정도가 발생한다. 평직은 이러한 효과는 만일 밀도가 낮다면 특히 현저하다(Moon, 1967).

직물구조에 따른 길이방향 수축률의 변화는 이완처리 후 방염처리한 경우 A(싱글 저지10G)>D(인터록14G)>C(인터록10G)>B(싱글 저지14G)의 순으로 나타났다. 길이방향의 수축률은 10G>14G로 굵은 실로 편직된 편성물의 수축률이 더 큰 것으로 보인다. 이것은 밀도가 낮으면 수축이 현저하고 특히 평편에서 효과가 크다는 위의 연구(Moon Won Suh, 1967)와 일치한다. 미 이완처리 시 A(싱글 저지10G)의 수축률이 가장 크며 세탁 후에도 길이방향 수축률이 가장 크다. 나머지 구조 간의 차이는 그리 크지 않다. 실 간의 구속력이 부족한 싱글 저지의 굵은 실로 편직된 경우의 길이 방향의 형태안정성이 저하됨을 확인할 수 있다.

방염편성물의 방염처리법에 따른 길이 방향 수축률의 변화를 살펴보면, 이완처리 후 방염처리 한 편성물에서 대체로 S-W-PDC>S-PDC, W-PDC>PDC로 나타났다. 팽윤처리 방염편성물의 수축률이 크고 PDC 방염처리 편성물의 수축률이 가장 작으며 나머지는 비슷하다. 이것은 팽윤처리로 열린 공간이 커지면서 수세로 쉽게 구조가 변형되기 때문(Moon Won Suh, 1967)으로 사료된다. 미 이완처리 후 방염처리 편직에서는 방염처리에 따른 길이방향의 수축률에서 큰 차이를 볼 수 없다.

면 편성물은 지속적 이완이 발생하고 세탁 시 물속에서 팽윤하며 섬유결정과 미세피브릴 구조로 인한 이방성으로 방적사에서의 Spiral length가 감소하여 실은 수축한다(Moon Won Suh, 1967). 10회 세탁횟수에 따른 변화에서 1회 세탁 후 대체로 이완처리 편성물의 수축률이 미 이완처리 편성물에 비하여 수축률이 더 크다. 이완처리와 세탁처리로 더 크게 수축한 것으로 보인다. 6회까지는 이완처리 편성물의 길이 방향 수축률이 더 크지만 9회 세탁 후에는 거의 수축률의 차이가 근소하거나 이완처리 편성물의 길이 방향 수축률이 더 크다. 이완처리의 편성물은 3회까지는 급격히 증가하고 9회까지는 완만히 증가하지만 10회 세탁 시는 감소 경향을 보인다. 미 이완처리 편성물의 길이 방향 수축률은 계속 10회까지 증가한다. 이완처리 경우가 세탁에 안정함을 확인할 수 있다. 여기서 일반적으로 면직물의 경우는 직물의 제직과정의 장력(internal stress)이 이완처리로 완화되면서 세탁 후 그리 큰 수축이 발생하지 않지만 편성물인 경우 편성물 자체의 형태불안정성으로 이완처리 자체가 일종의 물리적 힘으로 작용하여 편성물의 수축률에 영향을 미치는 것으로 사료된다. 9회 이상의 세탁으로는 수축률이 더 이상 증가하지 않고 오히려 감소하기도 하여 오랜 세탁으로 편성물은 수축되다가 늘어나는 것으로 보인다.

방염처리 면 편성물의 폭 방향 수축률의 변화는 <Table 2>와 같다. 편성물의 너비 수축은 웨일 공간이 팽윤된 실 직경 4배보다 큰 경우 직물에서 루프 이주에 의해 동반된다. 루프에 열린 공간이 있을 때, 수세에 의해 쉽게 변형된다. 촘촘한 직물에서 변형은 상대적으로 작다. 폭 수축은 빈 공간에 관계한다. 저지는 폭 방향으로 수축하는 경향이 있다. 젖었을 때 감소된 모듈과 스트레스 완화는 폭 수축에 더 기여한다. 이러한 비틀림 스트레스는 루프가 변형되고 loop overlapping을

발생시키고 폭 감소를 가져온다. 더 큰 공간이 존재하면 더 많은 폭 수축이 예상된다. 공간이 없더라도 폭 수축은 이것을 허용하도록 collapse 됨으로 발생한다 (Moon, 1967).

직물 구조에 따른 폭 방향 수축률의 변화는 이완 처리한 경우 B(싱글 저지14G)>A(싱글 저지10G)>C(인터록10G)>D(인터록14G)의 순으로 나타났다. 길이 방향의 수축률과 다른 경향을 보인다. 앞의 control 시료에서 살펴보았듯이 인터록은 폭 방향으로 수축이 적고 도리어 신장하는 경우로 나타났다. 싱글 저지는 W/T의 비교에서 충실도가 낮은 구조로 위 이론과 같이 열린 공간이 큰 경우 변형이 큼을 알 수 있다. 이완처리에 따른 폭 방향 수축률의 변화는 대체로 이완처리 후 방염처리한 편성물의 폭 방향 수축률이 조금 큰 것으로 나타났다. 세탁 후에도 같은 경향을 보인다. 세탁 회수에 따른 변화에서 이완처리 후 방염처리 편성물인 경우 3회까지는 폭 방향의 수축률이 증가하고 9회까지는 증가하거나 감소하며 10회 세탁 시에는 대체로 감소한다. 편성물인 경우는 세탁처리가 완회수축의 역할이라기보다는 물리적인 힘으로 작용하여 세탁 횟수 증가에 따라서 길이가 증가하는 것으로 나타났다. 미 이완처리 후 방염처리 편성물인 경우 같은 경향을 보인다.

방염편성물의 방염처리법에 의한 폭 방향 수축률의 변화를 살펴보면, 이완 처리 후 방염처리 한 편성물에서 방염처리 후 폭 방향 수축률은 S-W-PDC>W-PDC>S-PDC, PDC로 나타났다. 1회 세탁까지의 폭 방향 수축률은 대체로 S-W-PDC가 가장 크고 나머지 방염처리별 폭 방향의 수축률의 차이는 크지 않다. 팽윤처리로 폭 방향에서 수축 정도가 증가한 것을 알 수 있다. 팽윤처리로 열린 공간이 커지면서 변형이 크게 일어난 것으로 사료된다. 세탁횟수의 증가함에 따라서 방염처리법에 따른 폭 방향의 수축률에서 일정한 경향이 없어진다. 미 이완처리 후 방염처리한 방염 편성물의 폭 방향의 수축률은 이완처리 방염 편성물과 같은 경향을 보인다.

2. 형태보형성(shape retention)의 변화

직물의 형태보형성은 직물의 가공, 봉제공정, 착용시의 환경변화에 대하여 형태의 변화 정도를 나타낸 것으로 KES에 의해 측정된 기본 물성 조합 값으로 설명할 수 있다. Kawabata(1973)는 KES에 의한 기본

물성의 조합 값으로 굽힘회복성과 드레이프성 등을 설명하였다. Niwa(1976)는 KES 시스템에서 얻은 조합 값과 드레이프성, 형태보형성, liveliness성 등의 외관 특성과 피부감각 등 태의 특성과의 관계를 정리하였다.

1) B/W의 변화

KES의 기본 물성 조합 값 중 단위면적당 중량(W)에 대한 굽힘강성(B)의 비인 B/W는 자체 무게로 직물이 처질 때의 형태에 관계하는 값이다. 굽혀진 직물의 형태를 나타내며 값이 적을수록 형태보형성은 좋지 않고 많이 처진다(Kawabata, 1973). 선행연구(지주원, 송경근, 2003)에서 방염처리 전 이완처리 유·무에 따른 굽힘특성의 변화를 살펴본 결과, 미 이완처리 시료와 방염포에서 이완처리로 B, 2HB가 증가하였고 특히 증가 정도는 인터록에서 크고 10G>14G로 나타났다. 이는 이완처리로 편성물이 수축되어 실 간, 섬유 간 구속력이 증가한 것으로 생각되며 싱글 저지보다 인터록의 경우가 수축으로 구속력이 더욱 증가된 것으로 생각된다. 방염처리 종류에 따라서 살펴보면, 기준 시료보다 방염포의 B, 2HB는 크며 인터록에서 그 차이가 더 크다. 방염처리 시 방염제의 부착에 의한 가교형성과 패딩의 효과로 실 간, 섬유 간 마찰력이 증가하였고 방염제의 부착이 더 많은 것으로 보인다. 방염처리별 분석에서 W-PDC, S-W-PDC의 처리포에서 B가 크고 팽윤처리하여 실 간 여유를 가질수 있는 S-W-PDC의 처리포에서 B가 방염포 중 가장 낮은 것으로 나타났다(지주원, 송경근, 2003).

방염처리, 이완처리, 세탁처리에 따른 면 편성물의 B/W의 변화는 <Fig. 1>과 같다. 구조별로 살펴보면, C>D>B>A의 순으로 인터록>싱글 저지이며 인터록에서 게이지 간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 인터록이 형태보형성 면에서 우수하며 같은 인터록 구조라도 게이지가 큰 것이 더 우수한 것으로 나타났다. 이완처리의 효과에서 이완처리 편성물의 B/W>미 이완처리 편성물의 B/W로 이완처리로 더 밀집되면서 형태보형성이 향상된 것으로 나타났다. 세탁·전·후를 비교하면 세탁 후 편성물의 B/W는 증가하였으며 인터록은 증가 정도가 크고 싱글 저지는 그리 크지 않은 것으로 나타났다. 인터록 편성물은 이완처리와 세탁으로 구조가 치밀해지면서 B/W가 증가한 것으로 나타났다.

방염처리에 따른 변화에서 방염포의 B/W>기준 시료의 B/W로 인터록 구조에서 그 차이가 크게 나타났

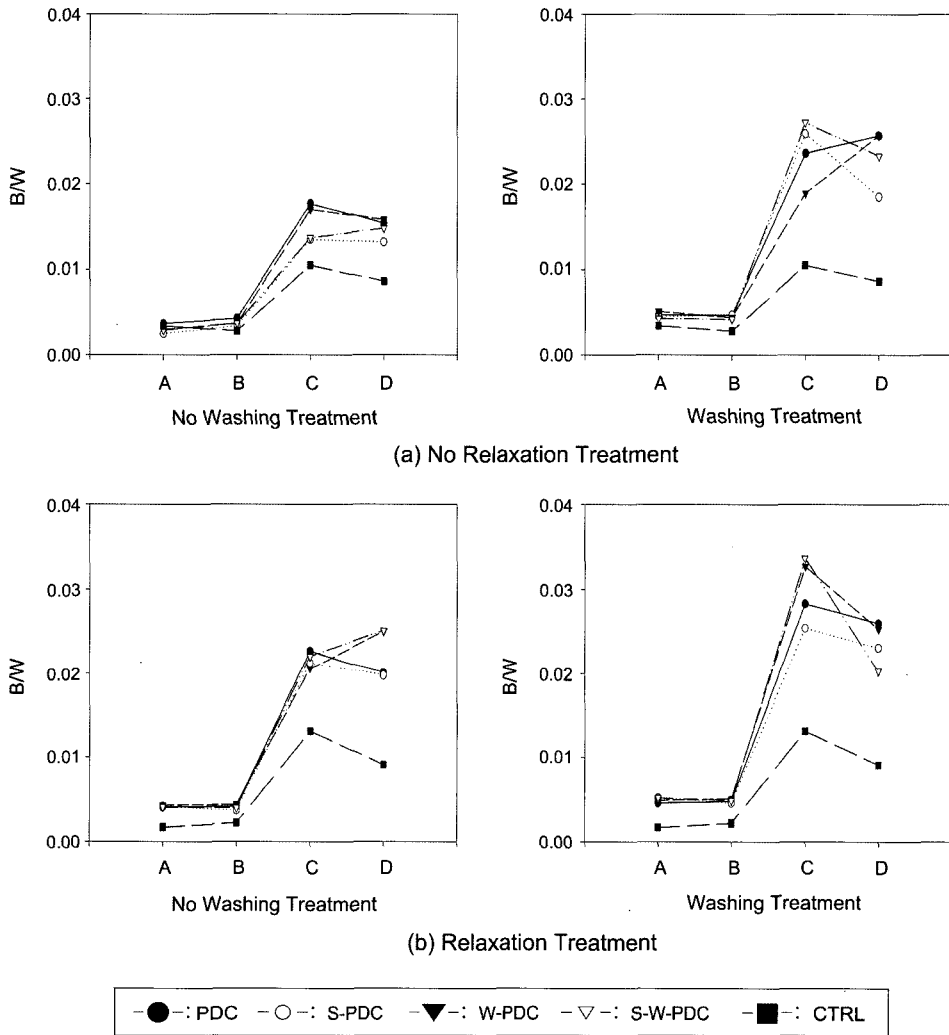


Fig. 1. Changes of B/W of cotton knitted fabrics after treatment.

다. 방염처리로 방염제의 부착과 조적이 치밀해지고 뽕뽕해지면서 B/W가 커진 것으로 나타났고 인타룩 편성물에 싱글 저지보다 더 많은 양의 방염제가 부착되어 그 차이가 큰 것으로 사료된다. 방염처리별로는 대체로 팽윤처리한 경우의 방염포의 B/W가 낮은 것으로 나타났다. 팽윤처리로 사간 여유가 생기면서 편성물의 B가 낮은 결과로 생각된다.

2) 2HB/W의 변화

KES의 기본 물성 조합 값 중 단위면적당 중량(W)에 대한 굽힘히스테리시스(2HB)의 비인 2HB/W는 자체 무게로 직물이 쳐질 때의 형태의 불확실성에 관

계하는 값이다. 큰 값을 가진 것일수록 형태가 불확실하고 직물의 움직임에 대한 liveliness성이 결여되어 변형으로부터 회복시간이 길다(Kawabata, 1973).

방염처리, 이완처리, 세탁처리에 다른 면 편성물의 2HB/W의 변화는 <Fig. 2>와 같다. 구조별로 살펴보면, C>D>B>A의 순으로 위의 B/W의 결과와 같은 경향을 보인다. B가 커지면서 2HB가 커진 것으로 나타났다. 이완처리의 효과에서 이완처리 편성물의 2HB/W > 미 이완처리 편성물의 2HB/W로 이완처리로 형태 불안정성이 향상된 것으로 나타났다. 세탁 전·후를 비교하면 세탁 후 편성물의 2HB/W는 증가하였다. 이완처리 편성물의 경우 증가 정도가 큰 것으로 나타났다.

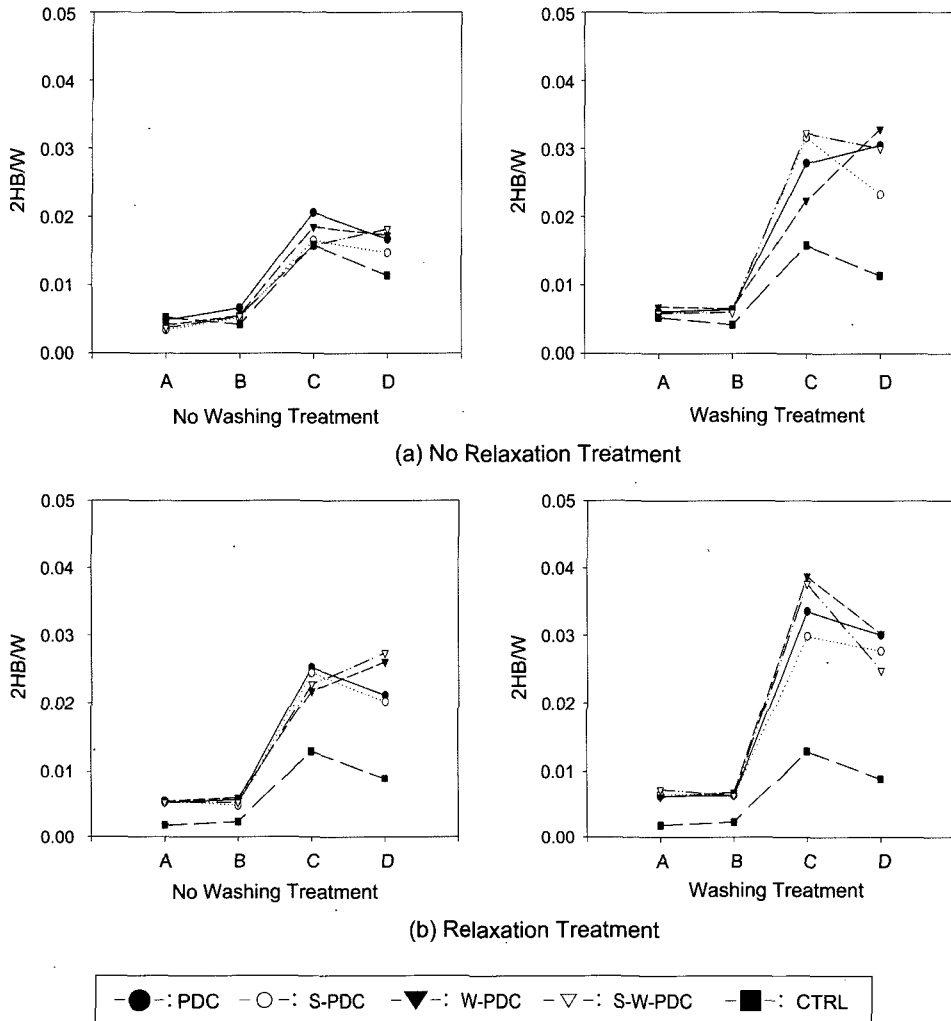


Fig. 2. Changes of 2HB/W of cotton knitted fabrics after treatment.

방염처리에 따른 변화에서 방염포의 B/W의 경향과 같으나 이완처리로 방염포와 기준 시료 간의 차이가 더 뚜렷한 것으로 나타났다. 이완처리 후 방염처리 한 경우에 굽힘소성이 크게 나타나는 것으로 보인다. 방염처리별로는 대체로 팽윤처리한 경우의 방염포의 2HB/W가 낮은 것으로 나타났다. 팽윤처리로 시간 여유가 생기면서 편성물의 2HB가 낮아진 결과로 생각된다.

3. 파열강도의 변화

방염처리, 이완처리 및 세탁에 따른 파열강도의 변

화는 <Fig. 3>과 같다. 구조별로 살펴보면 C>D>B>A의 순으로 인터록>싱글 저지이며 인터록에서 개이지 간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 이완처리 효과에서 미 이완처리 편성물의 파열강도>이완처리 편성물의 파열강도로 이완처리로 편성물이 손상되었음을 알 수 있다. 이완처리 시 시료의 밀도가 증가하지만 기계적 작용에 의한 손상이 있는 것으로 사료된다. 세탁효과에서 기준 시료에서는 이완처리 후 파열강도의 저하를 보이지만 방염포에서는 이완처리에 따른 큰 차이를 보이지 않는다. 미 이완처리포에서는 세탁으로 파열강도가 저하하였다.

방염처리로 파열강도는 저하하였고 4가지의 방염

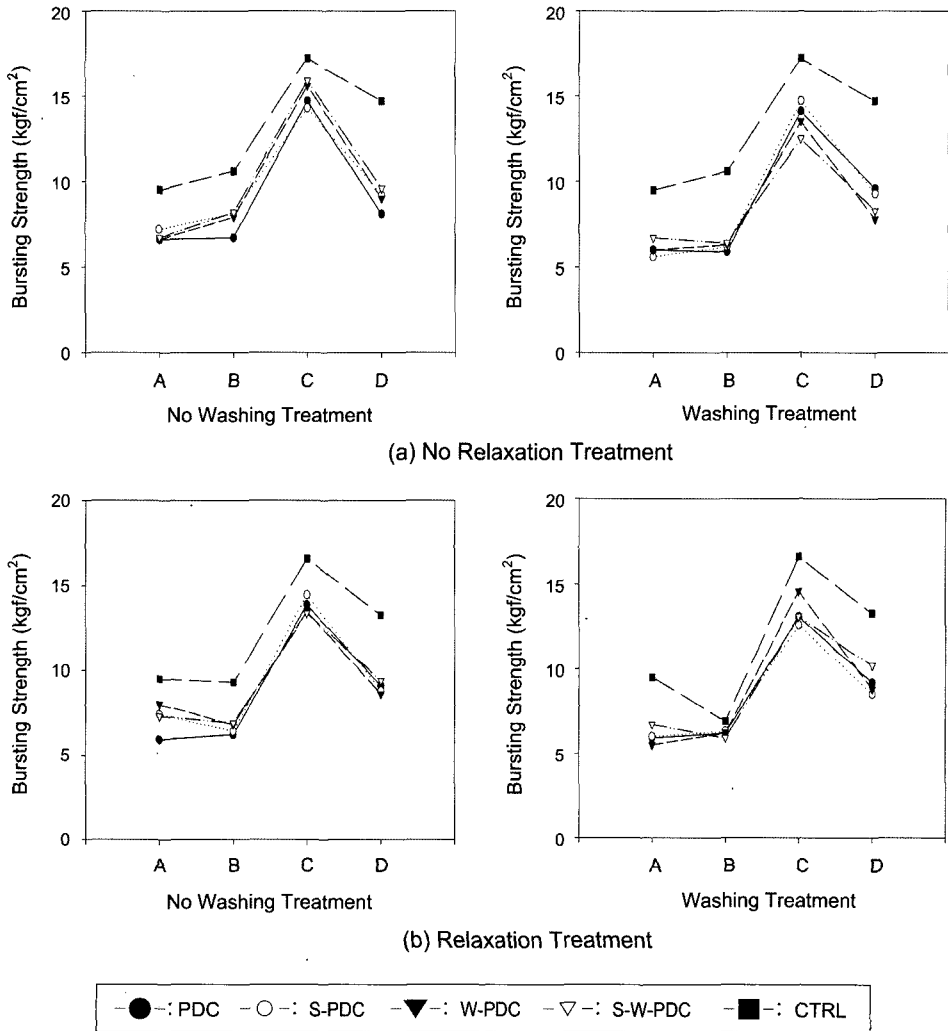


Fig. 3. Changes of bursting strength of Cotton knitted fabrics after treatment.

처리별로 살펴보면 PDC 처리한 편성물의 파열강도는 적지만 방염처리별로 큰 차이를 보이지 않는다. 파열강도는 방염처리와 이완처리로 저하되고 구조별로 차이가 크며 방염종류별로는 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다.

IV. 결 론

본 연구에서는 편성구조와 게이지가 다른 4종류의 면 편성물을 MDPPA/HMM을 사용하여 방염처리하였다. 방염처리 시 이완처리의 영향과 팽윤제를 이용한 전처리, 습식고착법 및 세탁처리에 의한 면 편성

물의 형태안정성의 변화를 고찰하였고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 길이 방향 수축률은 10G가 14G보다 크며 팽윤처리 방염편성물의 수축률이 크게 나타났다. PDC 방염처리 편성물의 수축률이 가장 작으며 S-W-PDC, S-PDC, W-PDC 방염처리 편성물의 수축률은 비슷하다. 세탁회수에 따른 변화에서 이완처리 후 방염처리 편성물인 경우 6회까지는 폭 방향의 수축률이 증가하고 9회까지는 증가하거나 감소하며 10회 세탁 시에는 대체로 감소한다. 폭 방향의 수축률은 인터록조직이 싱글 저지 조직보다 적으며, 이완처리 후 방염처리 편성물의 수축률이 크다. 세탁횟수에 따른 변

화는 길이 방향 수축률의 변화와 같은 경향이다.

2. 형태안정성을 나타내는 B/W의 변화는 인터록>싱글 저지이며 인터록에서 케이지 간의 차이가 큰 것으로 나타났다. 인터록이 형태보형성 면에서 우수하며 같은 인터록 구조라도 케이지가 큰 것이 더 우수한 것으로 나타났다. 이완처리와 세탁으로 편성물의 B/W는 증가한다. 방염처리 방염 편성물은 시간 여유가 생기면서 B/W가 낮은 것으로 나타났다. 형태불안정성을 나타내는 2HB/W의 변화는 구조별로 이완처리별로 B/W와 같은 경향을 보인다.

3. 내구성을 나타내는 파열강도의 변화에서 파열강도는 방염처리와 이완처리로 저하되고 구조별로 차이가 큰 것으로 나타났다. 인터록이 싱글 저지보다 파열강도가 크고 미 이완처리 편성물의 파열강도가 크며 세탁으로 파열강도는 낮아지는 것으로 나타났다.

참고문헌

- 장병호, 박병기, 이수민, 김광수, 조태문, 유동일. (1997). *섬유가공학*. 서울: 형설출판사.
- 지주원, 송경근. (2003). 면 편성물의 방염처리에 의한 방염성과 물성변화. *한국의류산업학회지*, 5(3), 273-282.
- 지주원, 오경화. (1999). MDPPA/HMM 처리 면직물의 고착방법에 따른 방염성과 물성의 변화. *한국의류학회지*, 23(5), 737-744.
- Banerjee, P. K., & Alaiban, T. S. (1988). Geometry and Dimensional Properties of Plain Loops made of Rotor Spun Cotton Yarns, Part1: outline of Problem and Experimental Approach. *Text. Res. J.*, 58(2), 123.
- Heap, S. A., Greenwood, P. F., Leah, R. D., Eaton J. T., Steven J. C., & Keher P. (1983). Prediction of Finished Dimensions of Cotton Knits-The Starfish Project, Part 1: Introduction and General Overview. *Text. Res. J.*, 53(2), 109.
- Heap, S. A., Greenwood, P. F., Leah, R. D., Eaton, J. T., Steven, J. C., & Keher, P. (1985). Prediction of Finished Dimensions of Cotton Knits-The Starfish Project, Part 2: Shrinkage and the Reference State. *Text. Res. J.*, 55(3), 211.
- Hollies, N. R. S., & Getchell, N. F. (1967). Wet-Fixation Process for Improved Durable-Press Cotton. *Text. Res. J.*, 37, 70-76.
- Jeffries, R., & Wicker, J. O. (1969). The Function of Swelling in the Finishing of Cotton. *Text. Res. J.*, 39, 548-449.
- Kawabata, S. (1973). 風合い計測のための布の力學的特性のキャラクリゼ-シ-ン およびその計測システムについて: 布の風合い編集委員會編. *日本纖維機械學會誌*, 26, 721-728.
- Knapton, J. J. F. (1969). Geometry of Complex Knitted Structure. *Text. Res. J.*, 39, 889.
- Knapton, J. J. F., & Fong, W. (1971). The Dimensional Properties of Knitted Wool fabrics: part 5. *Text. Res. J.*, 40, 158.
- Knapton, J. J. F., Truter, E. V., & Aziz, M. A. (1975). The Geometry Dimensional and properties and Stabilization of cotton Plain-Jerzy Structure. *J. Textile Inst.*, 66, 413.
- Moon, W. S. (1967). Study of the Shrinkage of Plain Knitted Cotton Fabric, Based on the Structural Changes of the Loop Geometry Due to Yarn Swelling and Deswelling. *Text. Res. J.*, 37, 417-431.
- Munden, D. L. (1960). Dimensional Stability of Plain-Knit Fabrics. *J. Textile Inst.*, T200.
- 丹羽雅子. (1976). 衣服材料の力學的性質データ集-その2. 日本における外 衣用編布. *纖維消費科學誌*, 29, 198.