

편성조직과 편성밀도에 따른 외의용 면위편성포의 형태안정성에 관한 연구

김 영 리

서울대학교 의류학과 박사후과정 연구원

Studies on Dimensional Properties of Cotton Weft-Knitted Fabrics for outerwear

Young-Li Kim

Post-Doc. Course, Dept. of Clothing and Textiles, Seoul National University

(1996. 8. 29 접수)

Abstract

The purpose of this study was to determine the effect of knit structure and knit density (machine tightness factor) on the dimensional properties and K_{1-4} values of weft-knitted fabrics followed over eleven cycles of mechanical relaxation to provide the basic data for constructing weft-knitted fabrics for outwear with excellent dimensional stability

The eighteenth weft-knitted fabrics were produced with different knit structure (1×1 rib, half-cardigan rib, half-milano rib, interlock, single pique, crossmiss interlock) and machine tightness factor (loose, medium, tight) for this study. Dimensional properties such as width, length, area shrinkage and dimensional parameter (K) of eighteenth knitted fabrics including thickness and bulk property were measured.

The results were as follows;

1. The dimensional behavior of the 1×1 rib and interlock in relaxation cycles was anisotropic, i.e., length shrinkage was usually associated with a width expansion, whereas the other weft-knitted fabrics which have tuck or miss loops in the knit structure behaved isotropically, i.e., length and width shrinkages were usually found. It was proposed that the difference in dimensional behavior between these structures was due to the dissimilar nonrelaxed geometrical shapes of the individual structural units forming these weft-knitted structures.

The mechanical relaxation shrinkage of weft-knitted cotton fabrics was dependent on the tightness of construction. For a range of fabrics knitted on this study, an increase in fabric tightness caused a decrease in the length shrinkage of the fabric accompanied by an increase in its width shrinkage.

2. Half-milano rib and crossmiss interlock which have tuck loops in the knit structure showed significant increase in the K_1 value with the number of relaxation cycles. 1×1 rib and interlock showed little or no change in the K_1 value, whereas decrease in the K_4 value. The large variations in the K_1 and K_4 value were noted with changes in machine tightness factor of weft-knitted fabrics.

3. Thickness and bulk property of weft-knitted fabrics showed the increase by initial relaxation treatment and showed no further change after the four relaxation cycles. Thickness of weft-knitted fabrics had high degree of correlation with the machine tightness factor of construction, which appears that fabric can reach a state of low internal energy by three-dimensional readjustment.

I. 서 론

편성포는 직물과 비교하여 신축성, 보온성, 유연성 및 구김안정성 등이 뛰어나 편안하고 관리가 용이하다는 장점을 갖고 있어 최근 그 수요가 크게 증가하고 있으며, 특히 위편의 경우는 생산공정이 간단하면서도 다양한 편성조직을 형성할 수 있어 널리 이용되고 있다¹⁾.

그러나 제편후에 나타나는 큰 이완수축으로 인한 편성포의 형태적 변형은 편성의류의 제조시 큰 문제점으로 작용하며 특히 변형후의 탄성회복율이 낮은 면섬유로 제편된 편성포에서 더욱 현저한 형태적 변형이 나타난다^{2,3)}. 지난 10여년간 의외용 편성포에 대한 면섬유의 사용량이 증가해 오면서 편편성포의 품질관리에 대한 중요성이 대두되었으며 더불어 높은 수준의 형태안정성이 요구됨에 따라 편성포의 이완수축으로 인한 문제를 해결하기 위하여 많은 연구가 행해졌다⁴⁻¹²⁾.

Munden³⁾은 평편성포의 형태안정계수($K_1 \sim K_4$ value)를 최초로 정의하여 무게, 치수 및 여러 편성포의 성질들을 미리 예측하고자 시도하였으며, Knapton^{4,5)}과 Smirfitt⁶⁾는 이 이론을 고무편과 양면 편성포에까지 확대시켜 1시간의 텀블건조로써 모편성포가 완전이완 상태에 도달할 수 있다고 보고하였다.

Heap 등^{7,8)}은 면편성포의 수축률 문제해결을 위해 STARFISH 계획을 수행한 결과, 반복된 세탁과 텀블건조과정을 통하여 편편성포가 기준상태에 도달하며 이 기준상태에서 측정된 편성포의 치수특성을 통하여 편성에 사용된 원사와 편성 및 가공공정의 조건에 따른 편성포의 치수변동을 미리 예측할 수 있음을 밝혔다. Knapton 등^{4,10,13)}도 편성물의 형태안정치와 편성성능은

편성구조, 편환길이, 카바팩터와 같은 구조적 인자들에 의해 영향을 받으며 이들 구조적 인자들이 편성의류의 성능에도 변화를 가져온다고 보고하여, 편성포의 편성성능과 형태안정치와의 관련성에 대한 보다 구체적인 연구의 필요성을 제기하고 있다.

현재 생산되는 의외용 편성포는 대부분 턱이나 웰트 편환을 응용 조합하여 형성된 매우 다양한 조직으로 이루어지므로, 단순조직의 형태안정거동에 대한 기존의 연구들을 이러한 다양한 편성조직에까지 넓혀가려는 시도가 필요하다. 그러므로 다양한 편성구조를 갖는 편성포의 이완이나 세탁시의 거동, 그리고 이들 편성포의 여러 변수들이 이완시에 어떠한 영향을 미치는지를 분석하고 완전이완상태에 도달할 수 있는 처리방법을 규명하기 위한 자세한 실험적 연구가 요구된다.

그러나 편성포와 관련하여 편성구조, 편환길이, 카바팩터 등과 같은 구조적 인자들이 편성포의 이완거동과 형태안정성능에 미치는 영향에 대한 연구가 미흡한 실정이므로 우수한 기능성과 형태적 성능을 갖는 편성포를 설계하고 적절한 이완처리를 위해서는 이들의 관계에 대한 구체적이고도 체계적인 연구의 필요성이 요구된다.

따라서 본 연구에서는 의외용 의류에 일반적으로 사용되는 6종의 위이중편성조직을 선택하여 각각 편성밀도를 3가지로 달리하여 제편한 다음, 첫째, 반복적인 세탁 및 텀블건조를 통한 기계적이완처리로 인해 발생하는 편성포의 형태적 변화를 살펴보고 둘째, 편성조직 및 편성밀도의 변화가 편성포의 형태안정특성에 미치는 영향을 규명해 보고자 시도하였다.

II. 실험

1. 시료

1-1. 편성용사

시료의 편성에 사용된 편사는 100% 면사(2/20's)를 사용하였다.

1-2. 편성조건과 편성도

시료의 편성에 사용된 편기는 편폭 84인치, 7계이지인 전자식 전자동 횡편기(SHIMA SEIKI SEC-214K)를 사용하였으며, 24 traverse/m의 속도로 편성하였다.

1-3. 시료의 종류와 조건

본 연구에 사용된 편성포는 싱글 니트와 더블 니트의 조직을 각각 3종씩 모두 6종류의 편성조직을 사용하였으며, 각각의 편성조직은 편성밀도를 3가지로 달리하여 총 18종의 위편성포를 직접 편성하여 실험에 이용하였다. 먼저 싱글 니트는 기본조직인 1×1고무편(1×1 rib), 1×1고무편에 턱코편을 조합된 편반편(half-cardigan rib) 그리고 1×1고무편에 미스편이 조합된 편대편(half-milano rib)의 3가지 시료를 선택하여 편성하였다. 더블니트는 기본조직인 인터록(interlock)과 인터록편에 장침 턱코와 단침 턱코를 조합한 싱글 피케(single pique), 인터록편에 장침 미스와 단침 미스를 조합한 크로스미스 인터록(crossmiss interlock)의 3가지시료를 선택하였다. 각 편성포의 조직도 및 구조적 특성은 Table 1과 같다.

2. 실험방법

2-1. 편성포의 이완과정

편기에서 빠져나온 편성포는 48시간 공기중에 방치하여 건조이완시킨 다음, 표준상태에서 Heap등^{7,8)}이 제안한 반복세탁 및 텀블건조를 통한 기계적이완방법을 사용하여 처리하였다.

회전드럼식세탁기(Bloomberg사)를 사용하여 세제(persil)를 0.5% 넣고 60℃에서 60분동안 세탁하였다. 세탁후 최종회전주기가 끝난 각 시료는 텀블건조기(Bloomberg사)에 넣고 70℃에서 90분간 텀블건조하였으며, 이때 최종 10분간은 열원을 제거한 상태에서 텀블건조만을 행하였다. 1회의 세탁 및 텀블건조과정을 거친 편성포는 다시 냉수에 수세사이클만을 시행한 후

동일한 방법으로 텀블건조하였는데, 수세 및 텀블건조 과정은 편성포의 치수가 더 이상 변하지 않는 상태에 도달할 때까지 반복해서 완전히완 상태의 시료에 이르도록 하였으며, 매 이완처리과정이 끝날 때마다 편성포의 구조적 특성 및 형태안정계수를 측정하였다.

2-2. 편성포의 수축율

50×50 cm의 시료를 3개씩 준비하여 울이 풀리지 않게 한 후 길이 및 나비방향으로 각각 표점거리 25 cm의 표식 3개씩을 표시한 다음, 위의 편성포의 이완과정에 준하여 처리하였다. 각 이완처리 cycle이 끝날 때마다 길이 및 나비 방향의 각 표식간의 거리변화를 측정하여 편성포의 길이, 폭 및 면적 수축율로 나타내었다⁸⁾.

2-3. 편성포의 편성밀도

KS K 0512에 의하여 편성포를 평평한 대 위에 놓고 구김이나 장력이 없도록 하여 100 cm당 웨일 및 코오스의 수를 측정하고 이를 cm당 웨일 및 코오스의 수로 환산하였다. 편성포의 밀도는 매 이완과정이 끝나고 48시간동안 표준상태에서 방치한 후 측정하였다.

2-4. 편성포의 SCSL 및 MTF

편성 후 편성포의 편환장 측정은 100 웨일 간격으로 양 끝에 표시를 한 다음 해사하고 그 끝에 초하중을 가한 상태에서 단위편환길이를 측정한 후, 10개의 길이측정치로부터 평균편환길이를 구하여 다음 식에 의해 SCSL(structural-cell stitch length)과 MTF(machine tightness factor)로 환산하였다^{4,15)}.

$$SCSL(\text{cm}) = (\text{회전 편성시에 공급된 편사의 총길이} / N) \times Nt$$

$$MTF = \frac{(\sqrt{\text{tex}}) \times Nt}{SCSL}$$

여기서, N : 총편침수

Nt : 최소반복단위의 편성에 소요된 편침수

2-5. 편성포의 형태안정계수

편성포의 이완시 나타나는 치수의 변화는 편환의 길이와 편환의 형태간의 관련성에 의해 결정되며 다음과 같은 형태안정계수에 의해 나타내어질 수 있는데, Knap-ton¹⁶⁾의 방법에 따라 다음식에 의하여 구하였다.

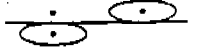
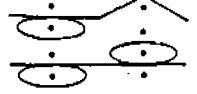
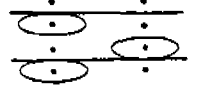
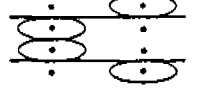
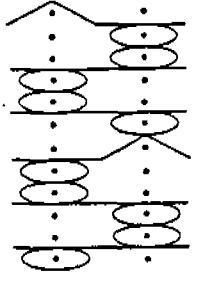
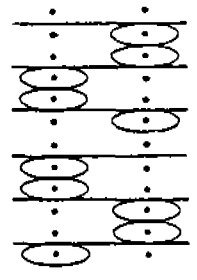
$$K_1 = \text{Course unit/cm} \times \text{Wale unit/cm} \times (\text{SCSL})^2$$




$$K_2 = \text{Course unit/cm} \times \text{SCSL}$$

$$K_3 = \text{Wale unit/cm} \times \text{SCSL}$$

$$K_4(\text{loop shape factor}) = K_2 / K_3$$

Table 1. Structural characteristics of knitted fabrics for samples

Structure		SCSL (cm)	MTF	Weight (g/cm ²)	Thickness (mm)	Notation ^a
Single knits	1×1rib	2.578	5.95	0.059	2.10	 B F 1
		2.427	6.32	0.062	2.24	
		2.222	6.91	0.066	2.39	
	Half-cardigan rib	3.708	8.28	0.055	1.82	 B F 1
		3.455	8.89	0.058	2.03	
		3.193	9.62	0.062	2.15	
	Half-milano rib	4.173	7.36	0.063	1.95	 B F 1
		3.941	7.79	0.065	2.05	
		3.675	8.35	0.067	2.21	
Double knit	Interlock	2.848	10.78	0.068	2.23	 B F 1
		2.752	11.16	0.073	2.36	
		2.538	12.10	0.082	2.51	
	Single-pique	6.801	6.77	0.075	2.30	 B F 1
		6.724	6.84	0.081	2.48	
		6.244	7.38	0.086	2.60	
	Crossmiss interlock	7.186	6.41	0.085	2.35	 B F 1
		6.736	6.84	0.088	2.51	
		6.510	7.07	0.090	2.68	

^aF=front needle bed. B=back needle bed.  =plain loop.  =tuck loop.  =miss loop

2-6. 편성포의 두께 및 벌크성

매 이완처리 후 편성포의 두께와 중량을 각각 KSK 0506, KSK 0514에 의해 측정하였다. 측정된 두께와 무게로부터 매 이완처리 후 각 편성포의 벌크성을 다음식에 의해 구하였다⁴⁾.

$$\text{Bulk property}(\text{cm}^3/\text{g}) = \frac{\text{Thickness}(\text{cm})}{\text{Areal Weight}(\text{g}/\text{cm}^2)}$$

III. 결과 및 고찰

1. 편성조직과 편성밀도에 따른 위편성포의 수축율 변화

이완과정에서 나타난 위편성포의 수축율 변화를 살펴 보기 위하여 편성조직과 편성밀도를 달리한 총 18종의 위편성포를 사용하여 기계적 이완처리를 행한 후, 이에

따른 편성포의 길이, 폭 및 면적 수축율을 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 1, 2 및 Table 2에 나타내었다.

Fig. 1은 이완처리과정에서의 편성포의 길이수축율을 나타낸 것으로 기계적이완처리의 횟수가 증가함에 따라 편성포의 길이방향으로 점진적인 수축이 발생하는 것을 알 수 있다. 편성조직에 따른 길이 수축의 변화를 살펴보면 싱글 니트와 더블 니트의 길이 수축율이 모두 17~20% 정도로 거의 비슷한 값을 보이며 그 수축경향도 유사하였다. 터크편환을 포함하는 편반편과 싱글피케조직에서 가장 큰 길이 수축이 형성되며 반면에 미

스편환을 갖는 편대편과 크로스미스인터록은 길이수축의 정도가 상대적으로 적게 나타났다.

Fig. 2는 이완처리 과정에서의 편성포의 폭수축율을 나타낸 것으로 편성포의 종류에 따라 두가지의 상이한 거동을 보이는 것으로 나타났다. 먼저 1×1 고무편과 인터록을 제외한 나머지 편성포들은 이완과정의 초기에는 다소 증가하다가 이완과정이 반복되어 5회 이상이면 거의 변화가 없거나 약간 감소하는 경향을 보이고 있다. 편성조직에 따른 폭수축의 정도는 더블 니트보다는 싱글 니트에서 현저히 컸으며, 편대편과 크로스미스

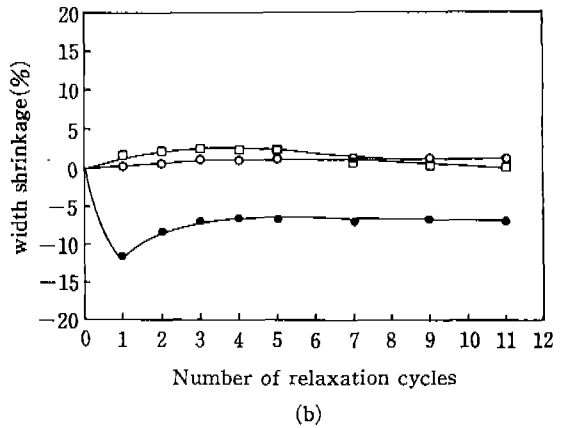
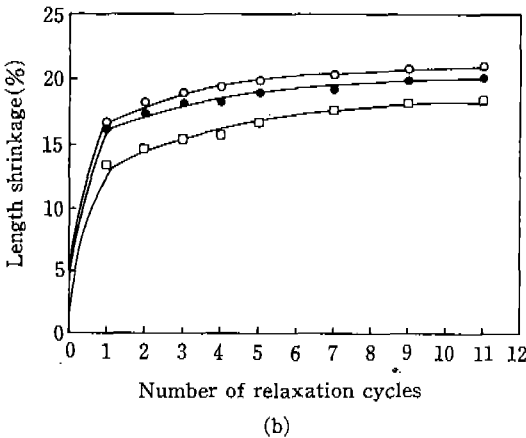
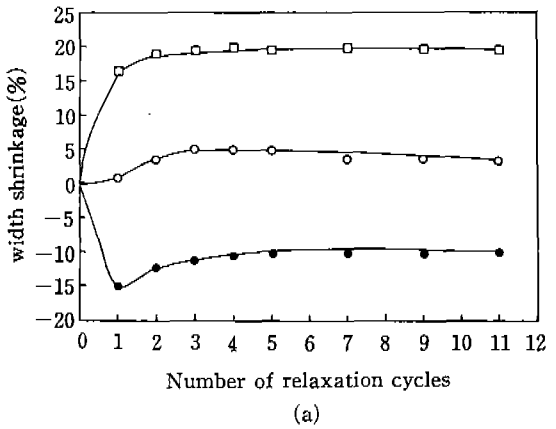
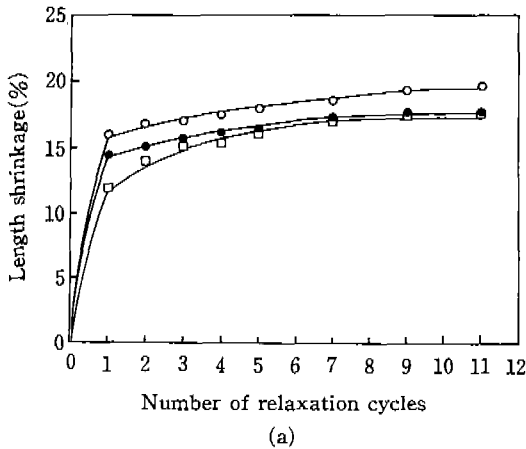


Fig. 1. Effect of relaxation treatments on the width shrinkage of weft-knitted cotton fabrics.

- (a) : single knits-• 1×1rib,
 - half-cadigan rib,
 - half-milano rib ;
- (b) : double knits-• interlock,
 - single pique,
 - crossmiss interlock

Fig. 2. Effect of relaxation treatments on the length shrinkage of weft-knitted cotton fabrics.

- (a) : single knits-• 1×1rib,
 - half-cadigan rib,
 - half-milano rib ;
- (b) : double knits-• interlock,
 - single pique,
 - crossmiss interlock

Table 2. Area, length, and width shrinkage of weft-knitted cotton fabrics knitted into six knit structures at various machine tightness factors

Knit structure	MTF	Area shrinkage, %			Length shrinkage, %			Width shrinkage, %		
		(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)	(a)	(b)	(c)
1×1rib	5.95	2.56	12.00	12.86	17.99	20.77	21.27	-18.76	-11.07	-10.22
	6.32	0.64	5.35	6.10	14.48	18.44	17.64	-15.01	-10.27	-11.02
	6.91	0.27	2.49	3.95	14.62	15.81	17.51	-17.46	-15.81	-15.43
Half-cardigan rib	8.28	22.63	24.75	27.01	21.93	21.46	23.27	0.88	8.59	4.87
	8.89	15.56	22.11	22.83	15.99	17.99	19.69	0.33	4.88	3.44
	9.62	17.35	21.56	21.38	13.86	15.01	16.28	4.04	7.71	6.08
Half-milano rib	7.36	22.65	28.48	28.41	14.17	19.80	21.42	9.87	10.83	9.70
	7.79	29.32	33.93	33.36	11.98	16.28	17.67	16.44	19.55	19.77
	8.35	28.30	31.59	31.49	8.77	10.15	12.15	21.40	23.85	23.54
Interlock	10.78	14.15	17.64	20.81	21.17	22.91	25.42	-11.92	-6.82	-6.81
	11.16	8.52	14.60	16.13	16.55	18.99	20.33	-11.39	-6.66	-6.65
	12.10	13.03	15.54	17.91	16.11	17.89	20.15	-4.02	-2.86	-2.89
Single pique	6.77	16.96	21.45	22.94	19.03	21.54	24.29	-2.53	-0.09	-0.91
	6.84	17.45	18.88	22.54	17.01	19.91	21.04	0.15	1.43	1.39
	7.38	16.83	21.33	21.75	16.69	19.90	20.51	0.16	1.79	1.53
Crossmiss interlock	6.41	11.76	18.20	8.47	15.81	18.28	20.26	-4.79	-2.09	-1.85
	6.84	15.04	17.51	17.99	13.41	16.66	18.43	1.88	2.31	0.08
	7.07	12.02	15.78	15.59	10.72	13.71	14.58	1.45	2.39	1.03

*(a) : after the first wash-and-dry cycle, (b) : after the fifth wash-and-dry cycle, (c) : after the eleventh wash-and-dry cycle

인터록의 경우에서 폭수축율이 매우 컸고 편반편과 싱글피케는 수축률이 작게 나타났다. 반면에 1×1 고무편과 인터록은 최초의 기계적 이완처리에 의해 폭방향으로 크게 늘어났다가 이후의 반복이완처리에서 다시 약간 수축하는 경향을 보이고 있다.

싱글 니트 중 편대편과 더블 니트 중 크로스미스인터록이 길이방향의 수축은 가장 적었던 반면 폭 방향으로 가장 큰 수축을 보이는 것으로 나타난 것은, 편대편과 크로스미스인터록이 모두 미스편환을 갖고 있는 조직임을 고려할 때 웨일과 웨일을 직선적으로 연결해 주는 미스편환의 존재가 길이 방향의 수축은 억제하고 폭 수축은 촉진시키는 역할을 하는 것으로 생각된다.

반면에 1×1 고무편과 인터록은 길이방향의 수축은 컸으나 폭방향으로는 초기의 이완처리과정에서 오히려 늘어나는 경향을 보이는 것은, 이 조직들이 단순한 plain loop만으로 구성 되므로 다른 조직에 비해 웨일

방향의 신장성이 상대적으로 크기 때문에 기계적 이완과정에서 가해진 열과 힘에 의해 편환의 물리적인 신장이 발생하게 된 때문으로 생각된다. 그러나 이러한 물리적 신장은 초기의 이완처리에서만 나타나며 이후의 연속되는 이완과정에서는 편환의 수축이 나타나게 된다. 그러므로 1×1 고무편과 인터록과 같이 코오스방향의 높은 신장을 갖는 편성포는 봉제전의 이완처리 과정을 확실히 행해 주어야 봉제 후 수축으로 인한 문제를 방지할 수 있을 것으로 보인다.

Munden¹⁷⁾은 변형성포의 수축거동이 relaxation과 consolidation의 두가지 이완거동에 의해 이루어진다고 주장하였다. relaxation은 제조공정 중 가해졌던 모든 신장들이 사라짐으로서 편환내의 긴장이 제거되어 나타나는 큰 수축으로 이완과정의 초기에 나타나며, consolidation은 안정한 상태로 회복되려는 편성포내의 힘이 큰 편환과 편환사이의 마찰에 의한 구속을 극복할

수 없어 유발되는 작은 수축으로 이완의 최종단계나 이완후 반복세탁과정에서 발생한다고 하였다. 그는 평편성포의 경우 습윤이완시 위의 두가지 수축과정이 연속적으로 나타나므로 이완과정이 반복됨에 따라 점진적인 수축이 계속적으로 발생한다고 보고하였다.

평편성포를 이용한 이 Munden의 이론은 본 연구의 길이 수축에서도 확인되었는데, 초기의 이완과정에서 큰 수축(relaxation)이 발생한 이후에 반복되는 이완처리에 의해 작은 수축이 계속 나타나고 있으며 이것은 편환사이의 마찰에 의해 점진적인 조직의 결속으로 인한 수축(consolidation)인 것으로 생각된다. 이러한 현상은 싱글 니트와 더블 니트의 모든 조직에서 동일하게 나타나며, 이 결과로부터 평편성포의 수축거동에 대한 Munden의 이론이 터크와 미스편환을 포함하는 복잡한 편환구조의 다양한 고무편과 이중편조직들에게까지 적용될 수 있음을 확인할 수 있었다.

1×1 고무편과 인터록은 이완과정에서의 이방성(길이수축, 폭팽창)을 나타내는 반면 그 이외의 다른 조직들은 등방성(길이수축, 폭수축)으로 거동하고 있으며, 이와같은 편성조직간의 수축을 변화의 차이는 편성구조를 형성하는 개개의 편환들이 비이완상태에서의 기하학적 구조형태가 서로 다르기 때문으로 생각된다. 반복적인 이완처리에 의한 위편성포의 수축을 변화할 편성밀도에 따라 분석해 보기 위하여, Table 2에 편성밀도를 3가지로 변화시킨 각 편성조직의 면적, 길이 및 폭 수축율을 제시하였다.

모든 편성포에서 편성밀도가 증가함에 따라 길이수축은 감소하며 반대로 폭수축은 증가하는 것으로 나타났다. 또한 1×1 고무편과 인터록과 같이 이방성의 수축 경향을 나타내는 편성조직의 경우 편성밀도가 커지면 폭의 늘어남이 다소 줄어드는 것으로 나타났다. 이와같이 위편성포에 있어서 편성밀도의 증가는 웨일방향보다는 상대적으로 코오스방향 편환의 결속력과 응집력을 높이는 결과를 가져오게 되므로, 길이수축은 감소하는 반면 폭수축은 커지는 것으로 생각된다.

2. 편성조직과 편성밀도에 따른 위편성포의 형태안정계수

편성포의 형태안정계수인 K_1 , K_2 및 K_3 는 각각 면적, 길이 및 폭방향에 대한 편성포의 안정성을 나타내는 매개변수이며, K_4 는 개개 편환의 형태변화를 지시하

는 인자이다. 편성포가 치수적으로 안정하여 형태적 변형을 일으키지 않는 완전이완상태는 형태이완계수 중 K_1 과 K_4 값이 이완과정에 의해 더 이상 달라지지 않고 고정된 상수값에 도달하였을 때를 의미한다.

그러므로 기계적 이완처리과정에서의 위편성포의 형태안정거동을 규명하기 위하여 위편성포의 편환조직에 따른 K_1 과 K_4 값의 변화를 구해보았는데, 그 결과를 각각 Fig. 3과 4에 제시하였다.

Fig. 3에 나타난 K_1 값의 변화를 살펴보면, 싱글 니트의 1×1고무편, 편반편과 더블 니트의 인터록은 이완처

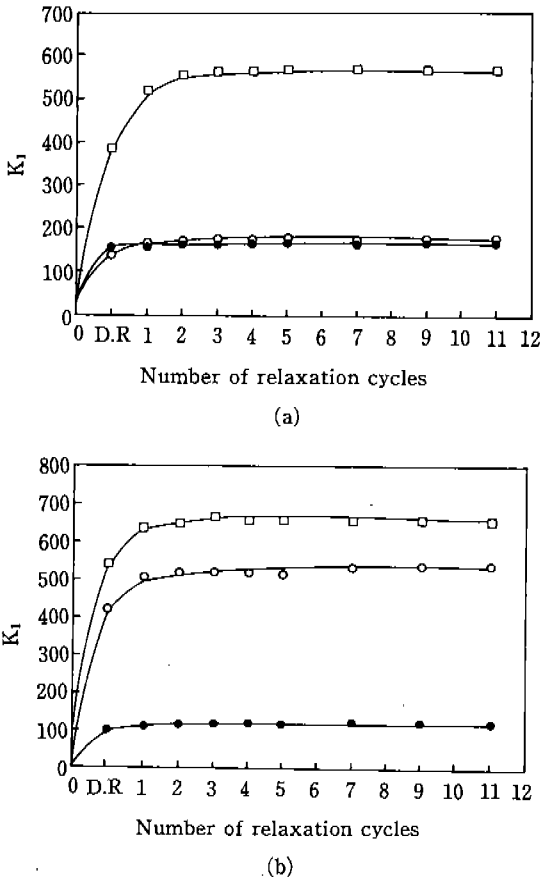


Fig. 3. Effect of relaxation treatments on the k_1 value of weft-knitted cotton fabrics.
 (a) : single knits-● 1×1rib,
 ○ half-cadigan rib,
 □ half-milano rib ;
 (b) : double knits-● interlock,
 ○ single pique,
 □ crossmiss interlock

리에 의해 유의한 변화를 보이지 않음을 알 수 있다. 반면에 편대편, 싱글피케 및 크로스미스 인터록은 초기 2, 3회의 이완처리에 의해 크게 증가하였다가 그 이후로는 서서히 일정해지는 것으로 나타났으며, 이것으로 보아 기계적 이완처리에 의해 면적수축이 발생하여 더 촘촘한 직물로 변화하였음을 알 수 있다. 미스편환을 포함하는 편대편과 크로스미스 인터록에서는 K_1 값의 증가가 현저하였는데, 이것은 이 조직들의 수축거동이 등방성으로 발생하므로 인해 면적의 감소가 현저하였기 때문으로 해석할 수 있다. 마찬가지로 1×1고무편과 인

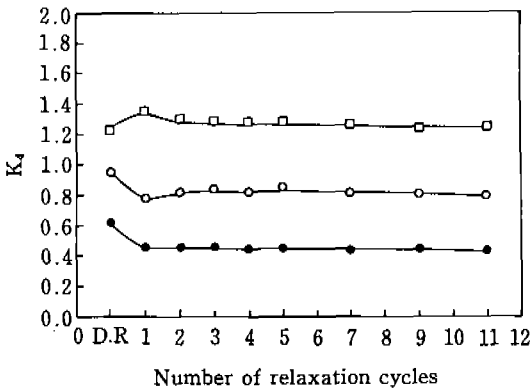
터록이 K_1 값에 큰 변화를 보이지 않은 것은 이 조직에서 길이와 폭방향의 수축이 이방성으로 이루어진 때문으로 보인다.

그러나 Fig. 4에 나타난 K_4 값의 변화를 살펴보면, 1×1 고무편과 인터록이 K_1 값은 기계적 이완처리에 의해 거의 변화를 보이고 있지 않았던데 반하여 K_4 값에서는 큰 감소를 나타내고 있음을 알 수 있다. 이것은 이 조직의 SKC가 이방성으로 변화하여 편성포의 길이와 폭에 변화가 발생하였음을 의미하는 것으로 편성포의 길이가 감소함에 따라 폭은 증가하여 편환형태의 이완이 가속화되고 있음을 확인할 수 있다. 이러한 효과는 간단한 고무편 조직에서 나타나는 것으로 보고된 바 있으나⁴⁾, 본 연구에서는 고무편이외에 인터록도 동일한 이완거동을 갖는 것으로 확인되었으며 이것은 이 두 조직의 개개의 편환이 갖는 기하학적 구조가 유사한 때문으로 생각된다. 이러한 이유 때문에 1×1 고무편과 인터록 편성포도 다른 조직의 편성포 만큼 쉽게 완전이완 상태에 도달하기 어려운 것으로 보인다.

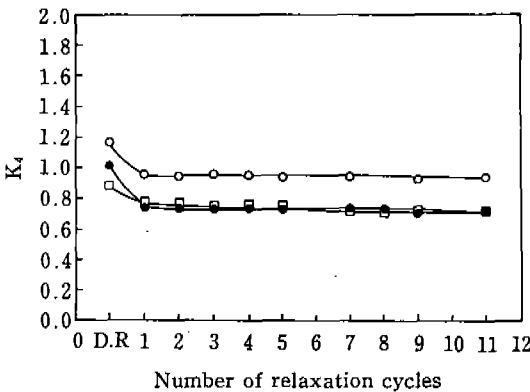
이와같이 모든 편성조직에서 나타나는 K_1 과 K_4 값의 변화는 의의용 편성포에서 일반적으로 행해지고 있는 세탁·팀불건조를 통한 1회의 이완처리만으로는 형태적 안정을 얻을 수 없으며, 봉제이후의 세탁, 습윤과정 등에 의해서 계속적인 편환형태의 변화가 발생하게 됨을 시사해 주는 것이다. 그러므로 편성포가 완전이완을 이루어 형태적으로 안정한 편성포를 얻기 위해서는 최소 5회 이상의 기계적이완처리가 필요한 것으로 생각된다.

Table 3은 위편성포의 형태안정계수의 변화에 대한 편성밀도의 영향을 살펴보기 위하여 편성밀도를 3가지로 달리한 18종의 편성포의 K_1 , K_2 , K_3 및 K_4 값을 각 이완처리 단계에서 제시하였다.

건조이완 단계에서의 K_1 값은 편성밀도와 유의한 관련성을 보이지 않았으나, 반복되는 기계적이완처리에 의해 완전이완상태에 도달한 편성포에서는 K_1 값이 편성밀도에 따라 유의하게 증가하는 것으로 나타났다. 또한 K_4 값은 모든 편성조직에서 편성밀도가 증가함에 따라 커지며, 이완과정이 반복되어 완전이완단계에 이르게 되면 K_4 값의 편성밀도에 대한 관련성은 다소 적어졌다. 이러한 결과는 완전이완상태가 최소에너지상태에 가깝다고 하더라도 연속적인 세탁·팀불건조에 의한 잔여수축의 가능성은 아직도 존재한다는 것을 나타낸다.



(a)



(b)

Fig. 4. Effect of relaxation treatments on the k_4 value of weft-knitted cotton fabrics.

- (a) : single knits-● 1×1rib,
- half-cadigan rib,
- half-milano rib ;
- (b) : double knits-● interlock,
- single pique,
- crossmiss interlock

편성포가 그 내부에너지 상태가 최소가 되어 완전이 완에 이르게 되면 K_1 과 K_4 값이 편성과정의 여러변수들에 의해 영향받지 않고 일정한 상수로 나타내어 진다고 보고되어 있다^{4,9)}. 그러나 본 연구에서는 1×1고무편과 같이 단순한 조직의 편성포에서만 완전이완시 편성밀도에 관계없이 거의 유사한 값을 나타내었으며, 복잡한 편환구성을 갖는 다른 편성조직에서는 편성밀도에 따른 K_1 과 K_4 값의 차이가 완이 진행됨에 따라 다소 적어 지기는 하지만 11회의 이완처리 이후에도 여전히 존재하고 있는 것으로 나타났다. 이것으로 보아 편성밀도 이외에 터크나 미스와 같은 편환형태도 면편성포의 이완과정에 영향을 미치는 인자로 작용하여 형태안정계수를 변화시키는 것으로 생각된다.

3. 편성조직과 편성밀도에 따른 위편성포의 두께 및 벌크성의 변화

이완과정에서 나타난 위편성포의 두께 및 벌크성의

변화를 편성조직과 편성밀도에 따라 살펴보았는데, 그 결과를 Fig. 5, 6, 7 및 8에 나타내었다.

Fig. 5는 여러 편성조직을 갖는 위편성포들의 이완과정에서의 두께변화를 나타낸 것인데, 싱글 니트와 더블 니트의 모든 조직에서 초기의 이완처리에 의해 편성포의 두께가 증가하다가 4, 5회 이상 이완처리가 반복되면 두께의 변화는 사라지고 일정한 값을 나타내고 있다.

이러한 결과는 평편과 고무편 조직간의 직물표면에서의 편환각도의 차이에 의해 평편은 이완과정에서 두께가 감소하는 반면 1×1고무편은 두께의 증가를 나타내었다는 Knaption의 보고⁹⁾와 일치되는 결과이다. 또한 본 연구를 통하여 인터록은 물론 편반편, 편대편, 싱글 피케 및 크로스미스인터록과 같이 터크편과 미스편이 조합된 더욱 복잡한 조직들도 이완과정에서 1×1고무편과 동일한 두께변화의 거동을 나타낸다는 것을 알 수 있었다.

Table 3. Average K_{1-4} values of weft-knitted cotton fabrics knitted into six knit structures at various machine tightness factors

Knit structure	MTF	K_1				K_2				K_3				K_4			
		(a)	(b)	(c)	(d)	(a)	(b)	(c)	(d)	(a)	(b)	(c)	(d)	(a)	(b)	(c)	(d)
1×1rib	5.95	156.2	160.4	177.5	179.1	9.60	8.08	8.64	8.67	16.27	19.84	20.53	20.67	0.59	0.41	0.42	0.42
	6.32	154.4	158.0	168.9	170.0	10.14	8.82	8.95	8.89	16.36	17.91	18.33	18.59	0.62	0.49	0.48	0.48
	6.91	165.0	171.7	176.6	179.3	10.33	8.79	8.79	8.87	16.66	19.52	19.79	20.20	0.62	0.45	0.45	0.44
Half-cardigan rib	8.28	120.7	156.1	168.3	165.5	10.71	10.81	11.74	11.26	11.27	14.44	14.35	14.69	0.93	0.74	0.81	0.76
	8.89	137.8	163.2	177.0	178.7	11.43	11.28	12.34	11.90	12.05	14.46	14.33	15.01	0.94	0.78	0.86	0.79
	9.62	145.2	175.8	185.2	184.8	12.13	12.64	13.14	12.92	11.97	13.90	14.08	14.30	1.01	0.91	0.91	0.90
Half-milano rib	7.36	376.8	487.2	527.0	531.2	20.52	22.77	23.02	22.73	18.35	21.39	22.89	23.36	1.11	1.06	1.01	1.00
	7.79	383.4	521.3	567.8	568.9	21.74	27.08	27.55	26.66	17.63	20.03	21.06	21.42	1.23	1.35	1.28	1.24
	8.35	389.3	543.0	570.9	570.8	23.13	29.43	30.38	29.86	16.83	18.44	18.73	19.16	1.37	1.58	1.60	1.55
Interlock	10.78	92.90	108.2	112.8	115.7	9.45	8.68	8.85	8.78	9.82	12.46	12.74	13.17	0.96	0.70	0.69	0.67
	11.16	102.1	111.6	119.5	120.5	10.15	9.11	9.40	9.35	10.05	12.24	12.70	12.88	1.00	0.74	0.74	0.73
	12.10	98.53	113.3	116.7	119.7	10.50	10.10	10.21	10.19	9.37	11.21	11.42	11.74	1.12	0.90	0.89	0.87
Single pique	6.77	375.8	452.7	478.6	491.8	20.98	20.45	20.96	20.78	17.91	22.12	22.83	23.66	1.15	0.92	0.91	0.87
	6.84	419.1	507.7	516.7	541.0	22.18	22.11	21.98	21.61	18.88	22.96	23.50	23.92	1.16	0.96	0.95	0.94
	7.38	411.8	495.2	523.5	526.1	21.94	21.98	22.34	22.29	18.76	22.52	23.42	23.60	1.17	0.97	0.95	0.94
Crossmiss interlock	6.41	520.6	590.3	636.7	633.8	20.69	19.75	20.67	20.08	25.15	29.88	30.79	31.55	0.82	0.66	0.67	0.64
	6.84	541.1	636.8	655.8	655.9	21.85	28.58	29.31	29.98	24.75	24.58	29.31	29.98	0.88	0.77	0.76	0.73
	7.07	590.2	670.9	700.9	698.3	23.70	24.05	24.28	23.94	24.90	27.89	28.86	29.16	0.95	0.86	0.84	0.82

*(a) : dry-relaxed state, (b) : after the first wash-and-dry cycle, (c) : after the fifth wash-and-dry cycle, (d) : after the eleventh wash-and-dry cycle

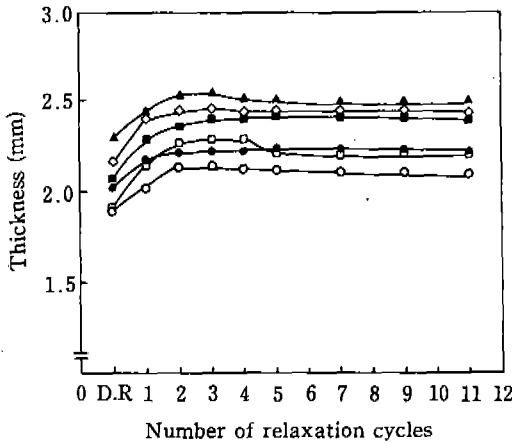


Fig. 5. Effect of relaxation treatments on the thickness of weft-knitted cotton fabrics.

- 1×1rib, ○ half-cadigan rib,
- half-milano rib, ■ interlock,
- ◇ single pique, ▲ crossmiss interlock

앞에서 기계적 이완처리에 의해 편성포의 길이와 폭의 치수변화가 나타났던 것을 고려해 볼 때, 편성포는 이완과정에서 길이, 폭 및 두께 등의 치수가 재정돈되면서 서서히 낮은 내부에너지상태에 도달하게 되며 이때 비로서 완전이완을 이루게 되는 것으로 생각된다.

또한 편성조직에 따른 두께의 변화는 건조이완시 싱글 니트의 경우 1×1고무편>편대편>편반편, 그리고 더블 니트의 경우 크로스미스인터록>싱글피케>인터록의 순서를 나타내었으며 이 순서는 기계적이완처리를 행한후에도 계속 유지되었다.

Fig. 6은 편성포의 두께와 편환길이와의 관련성을 살펴보기 위하여 11회 이완처리에 의하여 완전이완된 편성포의 t/l 를 MTF에 대하여 나타낸 것이다. 완전이완 상태에서의 편성밀도와 적물두께간에 직선관계가 성립된다는 것을 알 수 있으며 그 관련성을 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$t/l = 0.143 \text{ MTF} - 0.321$$

이 두 변수간의 상관계수는 0.98로서 매우 유의한 상관관계를 가지는 것으로 나타났고, 위 식에서 절편이 0을 나타내지 않으며 이것은 Postle¹⁹⁾의 결과와 일치하는 것이다.

Fig. 7과 8은 이완처리에 의한 위편성포의 벌크성의 변화를 각각 편성조직과 편성밀도에 대하여 살펴본 것이다.

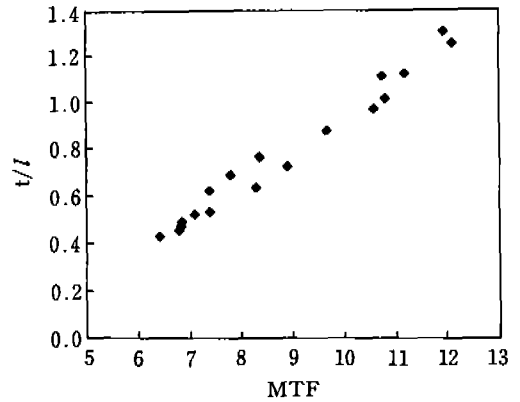


Fig. 6. Relation between the machine tightness factor and t/l after the eleventh relaxation cycles (l : SCSL).

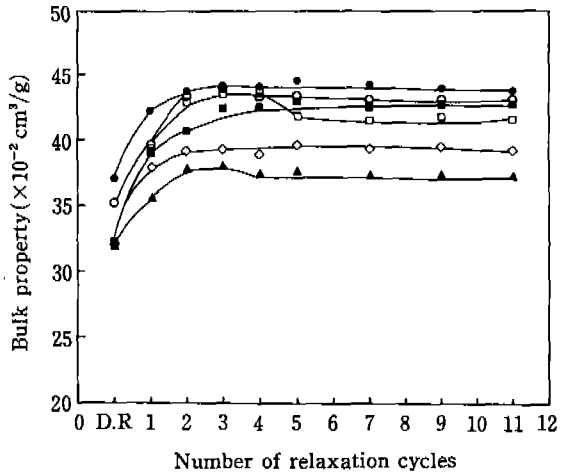


Fig. 7. Effect of relaxation treatments on the thickness of weft-knitted cotton fabrics.

- 1×1rib, ○ half-cadigan rib,
- half-milano rib, ■ interlock,
- ◇ single pique, ▲ crossmiss interlock

Fig. 7을 살펴보면 이완처리에 의한 위편성포의 벌크성의 변화는 두께와 비슷한 거동을 나타내는데, 초기 2회까지의 세탁·텀블건조처리에 의해 크게 증가하였다가 이후에는 일정한 값을 나타내고 있다. 또한 편성조직에 따른 벌크성은 싱글 니트가 더블 니트보다 크며 1×1고무편>편반편>편대편, 인터록>싱글피케>크로스미스인터록의 순서로 나타났다. 이러한 결과를 볼 때 편성조직내에 터크와 미스편환이 포함되면 편성구조가

더욱 촘촘하고 조밀해짐으로서 편성포의 벌크성이 낮아 지는 것을 알 수 있다.

Fig. 8은 이완처리된 편성포의 벌크성과 편성밀도와 의 관련성을 살펴본 것인데, 두께와는 달리 두 변수간 에 유의한 상관관계들 보이지 않는 것을 볼 때 위편성 포의 벌크성은 편성밀도와 큰 관련성을 갖지 않는 것으 로 생각된다.

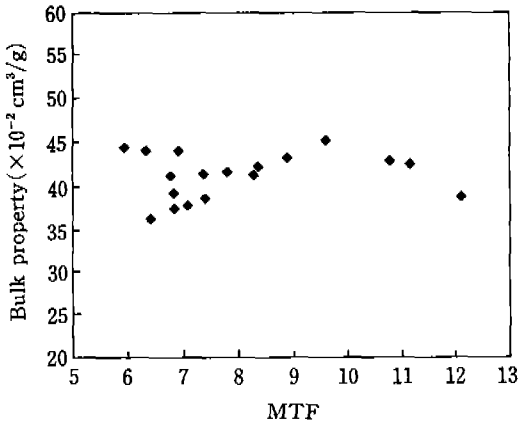


Fig. 8. Relation between the machine tightness factor and bulk properties after the eleventh relaxation cycles.

IV. 결 론

편성조건의 구조적 인자들이 외의용 위편성포의 형태 안정성에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 편성조직과 편성밀도에 따른 18점의 위편성포를 제조하였으며, 각 편성포는 완전이완에 도달할때까지 기계적이완처리를 행하여 이완과정에서의 편성포의 수축율, 형태안정계 수, 두께 및 벌크성의 변화를 살펴보았다. 이러한 형태 안정특성치들은 편성조건에 따른 편성조직 및 편성밀도 별로 비교·고찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 1×1 고무편과 인터록은 이완과정에서의 이방성 (길이수축, 폭팽창)으로 거동하는 반면 편반편, 편대 편, 싱글피케 및 크로스미스인터록과 같이 터크나 미스 편환을 포함하는 조직들은 등방성(길이수축, 폭수축)으로 거동하며, 이와같은 편성조직간의 수축율 변화의

차이는 편성구조를 형성하는 개개의 편환들이 비이완상 태에서의 기하학적 구조형태가 서로 다르기 때문으로 생각된다.

또한 모든 편성포에서 편성밀도가 증가함에 따라 길 이수축은 감소하는 반면 폭수축은 증가를 나타내며, 또 한 1×1 고무편과 인터록과 같이 이방성의 수축경향을 나타내는 편성조직의 경우 편성밀도가 커지면 폭의 늘 어남이 다소 줄어드는 것이 관찰되었다.

2. 미스편환을 포함하는 편대편과 크로스미스인터록 에서 이완처리에 의한 K₁값의 증가가 현저하였고 1×1 고무편과 인터록은 K₁값이 거의 변화를 보이지 않은 반 면 K₄값에서 큰 감소를 나타내었으며, 이것으로부터 터 크나 미스와 같은 편환형태가 면편성포의 이완과정에 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 또한 이완과정에서 위편성포의 K₁, K₄값은 편성밀도에 따라 증가하는 것 으로 나타났다.

3. 편성포의 두께 및 벌크성은 초기의 이완처리에 의 해 증가하였다가 그 이후에는 일정한 값을 나타내며, 편성밀도와 편성포의 두께 사이에는 높은 양의 상관성 을 갖는 것으로 나타났다. 이와같이 편성포는 이완과정 에서 길이, 폭 및 두께 등의 치수가 재정돈되면서 서서 히 낮은 내부에너지상태에 도달하게 되며 이때 비로서 완전이완을 이루는 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- 1) P-L. Chen, R.L. Barker, G.W. Smith and B. Scruggs, Handle of Weft Knit Fabrics, *Textile Res. J.*, **200** (1992).
- 2) P.K. Banerjee and T.S. Alaiban, Geometry and Dimensional Properties of Plain Loops Made of Rotor Spun Cotton Yarns, Part I: Outline of Problem and Experimental Approach, *Textile Res. J.*, **123** (1988).
- 3) D.L. Munden, The Geometry and Dimensional Properties of Plain-Knit Fabrics, *J. of Textile Inst.*, **T45** (1964).
- 4) J.J.F. Knapton, F.J. Ahrens, W.W. Ingenthron and W. Fong, The Dimensional Properties of Knitted Wool Fabrics, PartII: 1×1, 2×2 Rib and Half-Cardigan Structures, *Textile Res. J.*, **1013** (1968).
- 5) J.J.F. Knapton and W. Fong, The Dimensional Properties of Knitted Wool Fabrics, Part V:

- Interlockand Swiss Double-Pique Structures Fully -Relaxed and in Mashin-Washing and Tumble -Drying, *Textile Res. J.*, **158** (1971).
- 6) J.A. Smirfitt, Worsted 1×1 Rib Fabrics, Part I: Dimensional Properties, *J. of Textile Inst.*, **T248** (1964).
 - 7) S.A. Heap, P.F. Greenwood, R.D. Leah, J.T. Eaton, J.C. Steven and P. Keher, Prediction of Finished Dimensions of Cotton Knits-The Starfish Project, Part II: Introduction and General Overview, *Textile Res. J.*, **109** (1983).
 - 8) S.A. Heap, P.F. Greenwood, R.D. Leah, J.T. Eaton, J.C. Steven and P. Keher, Prediction of Finished Dimensions of Cotton Knits-The Starfish Project, Part II: Shrinkage and the Reference State, *Textile Res. J.*, **211** (1985).
 - 9) J.J.F. Knapton, E.V. Truter and A.K. M.A. Aziz, The Geometry, Dimensional Properties and Stabilization of the Cotton Plain-jersey Structure, *J. of Textile Inst.*, **413** (1975).
 - 10) J.H. Song and J.D. Turner, Some Aspects of Geometry of Simple Rib-Tuck Weft-Knitted Wool Fabrics, *Textile Res. J.*, **481** (1968).
 - 11) C. MacKay, S.C. Anand and D.P. Bishop, Effect of Laundering on the Sensory and Mechanical Properties of 1×1 Rib Knitwear Fabrics, Part I: Experimental Procedures and Fabric Dimensional Properties, *Textile Res. J.*, **151** (1996).
 - 12) P.K. Banerjee and T.S. Alaiban, Geometry and Dimensional Properties of Plain Loops Made of Rotor Spun Cotton Yarns, Part II: Area and Linear Parameters, *Textile Res. J.*, **214** (1988).
 - 13) P.K. Banerjee and T.S. Alaiban, Geometry and Dimensional Properties of Plain Loops Made of Rotor Spun Cotton Yarns, Part III: Spirality of the Wale Line, *Textile Res. J.*, **287** (1988).
 - 14) C.N. Gowers and F.N. Hurt, The Wet-Relaxed Dimensions of Plain-Knitted Fabrics, *J. of Textile Inst.*, **108** (1978).
 - 15) R. Postle, Dimensional Stability of Plain-Knitted Fabrics, *J. of Textile Inst.*, **65** (1968).
 - 16) J.F. Knapton, Geometry of Complex Knitted Structure, *Textile Res. J.*, **889** (1969).
 - 17) D.L. Munden, Dimensional Stability of Plain-Knit Fabrics, *J. of Textile Inst.*, **200** (1960).
 - 18) M.S. Burnip and S.M.A. Fahmy, Experimental Studies of the Dimensional Properties of Double-Knit Fabrics, *J. of Textile Inst.*, **272** (1977).
 - 19) R. Postle, The Shape and Dimensions of Worsted Rib Knitted Fabrics, *J. of Textile Inst.*, **395** (1969).