よこ編み地の伸長特性について*

(昭和41年2月3日受理)

川崎 健太郎**

小野 孝之

——→ 摘 要 ←——

目 的

よこ編み地の伸長特性とその形状因子との関係を検討し、あわせて紡績糸と伸縮加工糸編み地間の伸長挙動を比較検討することを目的として、編み地の応力—伸度測定を行なった。

成 果

広範囲に編み地ループ長を変えて編成した数種の番手原糸からなる両面編み地において原糸が伸縮性、非伸縮性であるとを問わず、

- (1) 編み地の伸度はそのカバー ファクタ d/l (d : 糸の直径, l : 編み目ループ長) に相関して変化した。
- (2) 同一素材原糸からなり、編み目密度の異なる各種編み地の応力—伸度曲線は、カバー ファクタ d/l と実験定数の積で表わされる移動係数を用いて平行移動することによって、実質的に重ね合わせることができた。
- (3) かくして編み地の伸長変形は編み地密度の大小にかかわらず、同一機構で行なわれること、同一素材、同一組織の編み地の応力—伸度特性は、前項で得られた母曲線によって考察すべきことが推定された。

1. 緒 言

よこ編み地の幾何学的な形状因子に関する研究はいくつかあるが、その伸長挙動についてはわずかに H. M. Fletcherらが最近発表した綿のよこ編み地について、その最大伸度および残留伸びと編み地のカバー ファクタ d/l (d : 糸の太さ, l : ループ長) の関係を追究した¹⁾報文が目立つにすぎない。

本研究は両面編み地を試料として、その幾何学的な形状因子との関連の下に伸長特性を明らかにすることを目的として行なったもので、あわせてストレッチ ヤーン(伸縮かさ高糸)の編み地と(非伸縮性の一般)紡績糸の編み地の伸長挙動を比較検討することを試みた。

本報では同種素材で数種の太さの糸により、広範囲にループ長を変えて編成した両面丸編み地について、まず応力—伸度曲線を測定し、その最大伸度(定荷重下の伸度)と各種の形状因子との関係を検討してFletcherらの結論の妥当性を確かめ、さらに全伸長領域下の応力—伸度曲線とカバー ファクタの関係を検討した。

2. 試料および実験方法

本報の試料は伸縮性のテクスチャード ヤーンと非伸縮性の紡績糸について、おのおの糸の太さの異なる数種の糸を素材とし、13G~24 Gの丸編み機で両面編み地を編成し、常法によって精練、乾燥した編み地を試料とした。

ストレッチ ヤーンは東洋レーヨン(株)市販の“ウーリ”ナイロン 70 d/2, 110 d/2, スパン ヤーンは同社の“トレロン”(アクリル 100%紡績糸) 1/36, 1/48, 1/52を使用し、第1, 2表の試料を作成した。

第1表はおのおの同一糸(70 d/2, 1/48)を素材とし、編み機のゲージ、編成時のコース密度(度目)を変化させて作成した試料の一覧表である。

第2表は同一編み機で太さの異なった糸を使用し、編成時のコース密度を変化させて作成した試料表である。

(以後ストレッチ ヤーンの編み地をストレッチ ジャージ、スパン ヤーンの編み地をスパン ジャージと略称する。)

* Stretch Properties of Weft Knitted Fabrics.

** K. Kawasaki, Member, and T. Ono. 蝶理株式会社 繊維開発室

(第1表) ジャージ ファブリック試料の明細 (1)

○ ストレッチ ジャージ

(70d (24f) / 2 仮よりナイロン糸, インターロック)

試料 番号	編み機 (G)	ループ長 (cm)	密 度		C×W	W/C
			ウエー ル数	コース 数(C)		
102	13	0.45	31	39	1 209	0.78
103	16	0.35	34	47	1 598	0.72
104	16	0.31	35	55	1 925	0.63
105	20	0.37	34	43	1 462	0.78
107	20	0.31	37	51	1 887	0.73
108	20	0.28	38	59	2 242	0.65
109	24	0.36	35	45	1 575	0.78
110	24	0.30	37	55	2 035	0.69

○ スパン ジャージ

(1/48 アクリル 紡績糸, インターロック)

111	13	0.44	27	29	783	0.92
112	13	0.43	24	29	696	0.81
113	16	0.31	33	45	1 485	0.73
114	16	0.29	32	47	1 504	0.68
117	20	0.32	34	37	1 258	0.91
118	20	0.30	36	43	1 548	0.85
120	24	0.29	37	42	1 554	0.89

(第2表) ジャージ ファブリック試料の明細 (2)

○ スパン ジャージ

試料 番号	糸 使 い	編み機 (G)	ループ長 (cm)	密 度		C×W	W/C
				ウエー ル数	コース 数(C)		
132	"トレロン"1/52	14	0.55	28	21	587	1.34
133	" "	"	0.52	29	24	696	1.21
135	" "	"	0.44	32	27	876	1.18
142	"トレロン"1/36	"	0.45	25	24	600	1.05
143	" "	"	0.45	27	25	688	1.08
144	" "	"	0.42	27	29	794	0.93
145	" "	"	0.39	28	30	828	0.93

○ ストレッチ ジャージ

151	"ウーリ"ナイロ ン70d (34f) / 2	14	0.49	27	28	759	0.96
154	" "	"	0.42	29	33	963	0.87
162	"ウーリ"ナイロ ン110d (24f) / 2	"	0.51	25	27	691	0.93
163	" "	"	0.48	26	28	718	0.95
164	" "	"	0.46	26	32	821	0.82
165	" "	"	0.41	27	33	886	0.80

応力—伸度測定は万能型引っぱり試験機 (東洋測器製
テンシロンⅢ型機) を使用し, ストリップ法 (試料幅 5
cm, 長さ 10 cm) により, 引っぱり速度 100 mm / min
で行なった。なお試験条件は室温 20~25°C, R.H60~

70%で, 測定値は同一試料について 3~5 回の平均値を
示す。

伸長実験は本報ではコース方向について行なった。編
み地密度の測定はループで直読し, ループ長は編み地よ
りほどかれた糸のループ数と定荷重 (100 mg / d) 下で
の糸長より算出した。また糸の直径 (d) はおのおの呼
称デニール, 番手より計算した。

3. 実験結果と考察

3.1 編み地のストレッチと形状因子の関係

第1, 2図はそれぞれスパン ジャージ, ストレッチ
ジャージの応力—伸度曲線を示す。これらのグラフで,
その応力軸は編み地密度の影響を少なくする意味で伸長
時の荷重を 試料幅内にある 総デニール {コース数×2
(表裏)×使用糸のデニール} で割り, デニール当りの
応力に換算した。

(第1図) スパン ジャージの応力—伸度曲線

(第2図) ストレッチ ジャージの応力—伸度曲線

まずこれらの編み地のストレッチと幾何学的な形状因
子の関連性を検討するため, 編み地の伸びの代表値とし
て定荷重 (100 mg / d) 下での伸度 (以後この伸度をス
トレッチと略称する) を測り, 編み目密度 $C \times W$ (イン
チ当りのコース数×ウエール数), ループ長 l , 編み目形

(第3図) スパン ジャージのストレッチと $C \times W$ の関係

(第6図) ストレッチ ジャージのストレッチと W/C の関係

(第4図) ストレッチ ジャージのストレッチと $C \times W$ の関係

(第5図) スパン ジャージのストレッチと W/C の関係

状のファクタと考えられる W/C などとストレッチの相関性を調べた。

第3～6図はこれらの関係を示すもので、これらのグラフから編み地のストレッチはストレッチ ジャージにおける $C \times W$ は別として、上記の形状因子とそれほど明らかな相関はないことがわかった。

そこで筆者らは、Fletcher らの報告にならって編み地のカバー ファクタ d/l (d : 糸の太さ) とストレッチの関係を検討した。ここで編み地のカバー ファクタ d/l について、D. L. Munden の所説を要約して紹介する。

一般には平編み地について、編み地密度 N とループ長の間に

$$N = k/l^2 \dots \dots \dots (1)$$

k : 実験定数

の関係があり、その後 (1) 式が平編み地のみならず、 1×1 リブ、インターロック、ピッケ編み地についても

(第7図) 編み地のカバーファクタについて

近似的に成り立つことが T. S. Nutting らによって確かめられた。²⁾

編み地のカバーファクタ (K) は編み地の粗密を示すファクタで、第7図のモデルで示すように、1 ループ組織の占有する面積 (S) に対する糸自身の占める面積 (s) 比率として定義されるから

$$K = s/S \quad \dots\dots\dots (2)$$

しかるに

$$N = 1/S = k/l^2$$

であるから

$$\begin{aligned} K &= (l \times d) k / l^2 \\ &= kd / l \propto d / l \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

ただし、これは紡績糸のごとくほとんど伸縮性のない糸の場合のみいえることであって、ストレッチヤーンの編み地では編み地中で糸が巻縮し、その結果ループ長 (l) は縮少し、糸の直径 (d) は当然増加している。

いま編み地中での見かけのループ長を (l')、見かけの糸の太さを (d') とすればストレッチヤーンのカバーファクタ (K') は、

$$K' \propto d' / l' \quad \dots\dots\dots (4)$$

編み地中でのストレッチヤーンの収縮は等容積変化であると仮定すれば

$$(d'/d)^2 = l'/l \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\therefore K' \propto d' / l' = d / l \sqrt{l'/l} \quad \dots\dots\dots (6)$$

ストレッチヤーンは糸の外周を識別することが困難なため、見かけの直径 (d') は実測しがたい。また、見かけのループ長 (l') も正確に実測することは不可能であるが、以下のような方法で近似的に測定することができる。すなわち、編み地から糸に過度の緊張を与えないように注意しながら糸をときほぐし、ガラス板上に静置し、他のガラス板で押えつけて試料を作製した。この試

(第9図) ストレッチ ジャージのストレッチと d'/l' の関係

料糸の中心線の描く波形をトレースし、キルビメータによって波形に沿っての線長を実測し、平均して見かけのループ長 (l') を算出した。

第8図はスパン ジャージにおけるストレッチとカバーファクタの関係を、第9図はストレッチ ジャージにおけるストレッチと、上記の方法によって実測した (l') を用い (4), (5), (6) 式によって計算したカバーファクタとの関係を示す。

これらのグラフによって、編み地のストレッチは糸の太さ、ループ長、編み目密度、編み目形状などの個々の要素よりもむしろ、カバーファクタによって支配されることがわかった。

3.2 応力-伸度曲線の重ね合わせについて

前節に引き続いて、同一素材の各編み地において定荷重下の伸度 (最大伸度) のみならず編み地の全伸長領域下の応力-伸度曲線が、カバーファクタに関連することを見出した。すなわち第10, 11図のごとくある曲

(第8図) スパン ジャージのストレッチと d/l の関係

(第10図) スパン ジャージの応力-伸度曲線の重ね合わせ

(第11図) ストレッチ ジャージの応力-伸度曲線の重ね合わせ

線を基準として、上下左右に平行移動すると各曲線は伸長の全範囲で重ねることができた。

このことより伸度を x 、ある曲線の応力を $f(x)$ 、重ね合わされる他の曲線を $g(x)$ 、重ね合わせのための平行移動量を x_0 とすれば

$$\begin{aligned} g(x) &= f(x+x_0) - f(x_0) \\ &= F(x, x_0) \dots\dots\dots (7) \end{aligned}$$

(第12図) 応力-伸度曲線の重ね合わせ

となり各曲線は同一関数形で表わされる。

いま曲線の重ね合わせの際の基準とした曲線と重ね合わせるために平行移動する曲線との伸度差(x_0)、すなわち原点の移動量を移動伸度とすれば、おのおのの曲線において各荷重下の伸度に移動伸度を加えれば基準曲線に一致することになる。しかもある荷重 (100 mg/d) 下のストレッチが d/l と反比例的な関係にあるから、移動伸度と d/l が同様の関係にあれば応力-伸度曲線とカバーファクタの関係が明らかとなる。

第13, 14図は数種の太さの糸のストレッチ、スパン ジャージにおける移動伸度とカバーファクタの関係を示すグラフである。かくしてカバーファクタと移動伸度の間にはかなりよい直線性が認められる。

(第13図) ストレッチ ヤーンの移動伸度と d'/l' の関係

(第14図) スパン ジャージの移動伸度と d/l の関係

(第15図) 移動伸度とカバーファクタの関係

第15図において縦軸に移動伸度を δ 、横軸を d/l とすると、この直線式は

$$\delta = \beta(d/l) - \alpha \dots\dots\dots (8)$$

さらにこの直線が横軸と交わる点の横座標を $(d/l)_0$ とすれば

$$\delta = \beta \{ (d/l) - (d/l)_0 \} \dots\dots\dots (9)$$

ここで $(d/l)_0$ は移動伸度 $\delta = 0$ のときの d/l の値であるから基準曲線の選び方によって定められる定数である。すなわち移動伸度 δ は素材、組織によって定められる定数 β とカバーファクタ d/l によって表わされることがわかった。

そこで第13, 14図によって得られた定数 β を用い, 第1, 2図の各応力—伸度曲線の伸度軸を $\beta(d/l)$ だけ平行移動して描いたのが第16, 17図である。

(第16図) 修正されたストレッチ ジャージの応力—伸度曲線

(第17図) 修正されたスパン ジャージの応力—伸度曲線

さらに応力軸方向への重ね合わせのための平行移動量は、伸度軸方向の移動量に比べて小さいが、同様の手法により算出した移動応力を用いて、伸度方向に修正された応力—伸度曲線のおのおのを応力軸方向に移動すれば各曲線の差はさらに少なくなり、かなり1本の曲線に近くなっている。

ここで各曲線は完全に重なり合うとはいえないが、第

16, 17図における各曲線の位置関係は原図のそれと一致しないことから、本実験結果にこれ以上の重ね合わせ効果は期待できないであろう。しかし元のおのおのの応力—伸度曲線の位置関係に比べれば、ほぼ曲線を1本化できたといえることも事実である。

4. 結 論

ストレッチ ヤーンおよびスパン ヤーンによる両面編

み地において、その応力—伸度挙動について検討した結果、同一素材の両面編み地においてその応力—伸度挙動は1本の曲線(マスタカーブ)で代表することができ、またおのおのの曲線の重ね合わせのための移動量は編み地のカバーファクタによってのみ決定されるということが予想された。

したがって編み地の変形は編み地の粗密、ストレッチの大小にかかわらず同一の機構に支配されることが推定される。

また編み地の応力—伸度特性は、カバーファクタの効果が除かれた母曲線について考察するほうがより好ましいことがわかった。

なお本実験における重ね合わせにおいて、ある程度のばらつきが認められたが、これらは主として変形時に避け得ない非可逆的な編み目間のずれによるものと推定され、応力—伸度の測定に先立ち、繰り返し伸長を行ったり、あるいは編み地が安定し糸相互間の摩擦の影響を少なくした状態、たとえば水中などで測定すればより1本化された曲線が得られ、素材別の代表曲線(マスタカーブ)が求まるものと予想される。

今後の代表曲線について、編み組織、素材、原糸の効果を検討したい。

終わりに本研究に用いた試料作製にご協力賜わった東洋レーヨン(株)繊維加工試験所の田畑、池村両氏に厚く感謝の意を表し、あわせて実験に協力した当室の松井ふさえ嬢に深謝する。

なお、本報の一部は昭和40年10月29日に行なわれた本学会主催の繊維産業連合講演会で発表した。

文 献

- 1) H. M. Fletcher, S. H. Robert; Text. R. J., **35**, 497 (1965)
- 2) T. S. Nutting, G. A. V. Leaf; J. Text. Inst., **55**, T45 (1964)
- 3) D. L. Munden; J. Text. Inst., **50**, T448 (1959)