 報 文

(昭和 37 年 10 月 26 日 受理)

ス ト レ ッ チ ヤ ー ン に 関 す る 研 究

第 1 報 合ねんにおける下より数と安定上より数
についてのモデル実験第 2 報 イタリアねん糸機方式におけるスレッ
チャーのネッキングについて
 日本レイヨン株式会社 木村 博郎・米 山 稔
 宇 治 工 場
 安塚 勝三

STUDIES ON THE STRETCH YARN (1) (2)

By Hiroshirō Kimura, Minoru Yoneyama and Katsumi Yasuzuka

(NIPPON RAYON Co. Ltd., Uji City, Kyoto, Japan)

(1) MODEL EXPERIMENT OF THE NUMBER OF INITIAL TWIST AND THE NUMBER
OF PLY TWIST IN MOMENT ZERO

We have investigated the relation between the number of initial twist and the number of ply twist in moment zero, and to obtain the following experimental formula.

That is :

$$T_w = \alpha \log W + \beta$$

Where

T_w : number of ply twist in moment zero

W : tension in ply twisting

α, β : constant determined by the sum of initial twist ${}_1t_1, {}_2t_2$ (S twist is positive and Z twist is negative)

For the sum of initial twist ${}_1t_1$ and ${}_2t_2$, the constant α, β , are given by the linear line in non-elastic or non-stretch yarns. On the other hand, in the case of the yarn having elastic or stretching properties, the constant α, β , are inclined to show a refractive point.

(2) NECKING BEHAVIOUR OF STRETCH YARNS PRODUCED BY MEANS OF AN ITALIAN TWISTER

Making stretch yarns by the use of an italian twister, we have observed the necking phenomena by the way of investigating the number of untwisting (the direction of untwisting : S, Z) and the number of ply twisting, and to minimize the twisting condition in necking phenomena.

(1) For 100 d/24 fil stretched nylon yarns, the best turns of untwisting and ply twisting are : the number of untwisting in the direction of S is 20 t/m, in the direction of Z is 120 t/m and the number of ply twisting in the direction of S is 105 t/m.

(2) The relation between the previous untwisting, ply twisting conditions and the necking phenomena is given by the following experimental formula :

in the direction of untwisting $S : N = \alpha_1(m^2 - 40m + 400)$

in the direction of untwisting $Z : N = \alpha_2(m^2 + 200m + 10000)$

Where

N : number of necking

α_1, α_2 : necking coefficient

m : number of untwisting

(3) The number of ply twisting being in the range between 80 t/m and 130 t/m, the relation between the number of untwisting and the necking phenomena is :

$$N = (19/10^3 \cdot Z^2 + 38/10^6 \cdot Z + 31/10^4) (S^2 - 40S + 400)$$

(Received October 26, 1962)

第1報 合ねんにおける下より数と安定上より数についてのモデル実験

1. 緒 言

ストレッチャーンの製造方法としては加ねん—セット—解ねん法、仮より法などのよりを利用する方法のほか擦過法、押込法、型付法などの各種方式があるが、最も多く用いられている代表的な製造方法はよりを利用するいわゆるトルクヤーンである。

このよりの利用によるストレッチャーンでは上述の3操作によつて加ねん方向へもどろうとする強いトルクが生じるからこのトルクを打消すために、一般にはより方向の異なる2本以上の糸を合ねんする必要がある。

この合ねん時の上より数(合ねん数)はトルクを打消すと同時に、ストレッチャーンとしての特性を損わないようかせ風合およびかせ繰りなどの後処理を考慮して、比較的弱ねんにてより合わされている。この際下より(解ねん)糸のより数は、上よりによつてそれぞれ増減されるから通常、加ねん—セット—解ねん法では上よりと同方向の下よりのより数(解ねんオーバー数)は反対方向のより数よりも少なくしている。

しかしながら、実際のストレッチャーン製造におけるこの下より数と上より数との関係については、上述の点を考慮しながら経験的に定めているものであつて、理論的な研究は行なわれていないようである。

本報告はストレッチャーン研究の一段階として、ゴム糸などのモデルを用いこの上より数と上より数との関係を実験的に検討したものである。

2. 試料および実験方法

2.1 試 料

ストレッチャーンの挙動に比較的近く、しかも観察が容易と思われる材料として弾性範囲の大きい市販のゴム

糸(断面正方形)を第1モデルとし、第2モデルとしては210 d (34 fil) モイストレッチャーン(1本のままにしてトルクを打消したストレッチャーン)を6本引きそろえて1本の繊維束としたものを用いた。この第1、第2モデルの試料はいずれも大きな伸縮性を有する材料であるが、さらに伸縮性を有しない材料として840 d (140 fil) のタイヤコード用原糸を2本引きそろえてこれを第3モデルとした。

各試料のモデルは、より数の測定が容易に行なわれるよう標識として第1モデルの場合にはゴム糸の一边をマジックインキで着色し、第2、第3モデルもそれぞれの構成糸中の1本を染色しておいた。

2.2 実験方法

S, Z方向にそれぞれ解ねんオーバーされたストレッチャーンを2本引きそろえて合糸すれば、適当な上より数のもとにトルクが安定する。この実験を各モデルについて各種の張力下でおこない下より数と上より数ならびに張力の関係を調査した。この際の下より方向とそのより数から、次の4つの場合が考えられるが、ここでは第1モデルのゴム糸を除いて他は適宜実験をおこなつた。

- i) 下より方向が同じでかつ同より数の場合……(A)
- ii) 下より方向は同じであるが合糸する糸の下より数が異なる場合………(B)
- iii) 下より方向は異なるが合糸する糸の下より数が同じ場合………(C)
- iv) 下より方向が異なりかつ合糸する糸の下より数が異なる場合………(D)

実験装置は第1図に示す装置を使用し、クリップ①とチャック間で下よりの付与された試料のチャック端を標準下より張力 w の状態で、下よりされた試料のよりよじりが生じないようにしてローラ④を通しておき、さら

Fig. 1. Apparatus for measurement.

に他方の試料にも同様にして下よりを付与しローラ①に通し、2つの下より試料を引きそろえた後、クリップ①側の試料端に標準下より張力を与えてローラ③に通す。この状態のままでクリップ②、③の間で引きそろえ試料を把持し試料を測定すると同時にクリップ②に合ねん張力 W を付し、スケールを傾斜させて傾斜角 $\theta=90^\circ$ のときのトルク N による試料の旋回数を検ねん器を用いてより数として算出する。

3. 実験結果

実験をおこなった結果を整理すると次のようである。

3.1 合ねんにもなう下より回数と上より回数の関係

ゴム糸を利用した第1モデル実験においては第1表に示されるように、合ねんにもなう下より回数と上より回数との関係は単純なる算術的關係にあることがわかった。すなわち S 方向にそれぞれ6回よられていたゴム糸を2本引きそろえて Z 方向に5, 10, 20回合ねん(上より)すると、その際の下より数は1 S , 4 Z , 14 Z と合ねん方向にもどされる。

この関係は下より数が異なる場合でも、より方向が異なる場合でもまた引きそろえ本数が3本の場合であつても成立する。さらに試料を伸長または収縮させてもこの関係は変わらない。

注) より回数

ここでは試料の糸長変化は考慮していないので、より数とは区別する。

3.2 合ねん時の下より数と安定上より数

各モデル糸に同方向あるいは異方向の下よりをほどこし、これを2本合糸して3, 15, 20, 50, 100, 180 g

の各種緊張下でトルクが安定した場合の上より回数を測定した結果は、各モデル糸の下より方向が同方向であればそれぞれの下より回数の和が一定の場合、合ねん時の安定上より回数は同一緊張下で近似値的に一定となる。また下より方向が異方向であればそれぞれの下より回数の差が一定の場合、同様合ねん時の上より回数は同一緊張下で近似値的に一定となる。

安定上より数の方向は下よりが同方向の場合は下より方向と逆になり、下よりが異方向の場合は下より回数の絶対値の少ないほうのより方向と同じになる。

これらの関係をグラフに示すと第2図～第5図のようになる。

注) この図ではより数および緊張度により試料の糸長が変化するから、これを実測して1m当りのより数として図示してある。

4. 実験結果の検討および考察

4.1 合ねんにもなう下より回数と上より回数の関係

実験結果3.1の下より回数と上より回数の関係を数式で示すと(1)式で表わされる。

第1表 合ねんにもなう下より回数と上より回数(第1モデル実験)

実験法	上より回数	下より回数 S		下より回数 Z	
		1	2	1	2
A	0	6	6	11	11
	5 Z	1	1	16	16
	10 Z	4 Z	4 Z	21	21
	20 Z	14 Z	14 Z	31	31
B	0	14	6	10	5
	5 Z	9	1	15	10
	10 Z	4	4 Z	20	15
	20 Z	6 Z	14	30	25
C	0	6		6	
	5 Z	1		11	
	10 Z	4 Z		16	
	20 Z	14 Z		26	
D	0	16		23	
	5 Z	11		28	
	10 Z	6		33	
	20 Z	4 Z		43	

A, B: 下より方向が同じものについて合ねん

C, D: 下より方向が異なるものについて合ねん

Fig. 2. Relations between the number of initial twist and the number of ply twist in moment zero.
Experimental model 1: elastic gum yarn
The direction of initial twist: Z_1, Z_2
The direction of ply twist: S

Fig. 3. Relations between the number of initial twist and the number of ply twist in moment zero.
Experimental model 1: elastic gum yarn
The direction of initial twist: Z, S
The direction of ply twist: S

$$T_a = t_{a2} - t_{a1} \quad (1)$$

ただし、 S 方向を正、 Z 方向を負とする。

T_a : 上より回数

t_{a1} : 合ねん前の下より糸のより回数

t_{a2} : 合ねん後の下より糸のより回数

ところでより回数 (T_a, t_{a1}, t_{a2}) とより数 (T, t_1, t_2) の間には次の関係が規定できる。

$$T = T_a / l_2 = T_a / l(1 - \epsilon_0) \quad (2)$$

$$t_1 = t_{a1} / l_1 = t_{a1} / l(1 - \epsilon_1) \quad (3)$$

$$t_2 = t_{a2} / l_2 = t_{a2} / l(1 - \epsilon_0) \quad (4)$$

ただし

l : 原長 (無より状態の試料長)

l_1 : 合ねん前の下より糸の試料長

l_2 : 合ねん後の試料長

ϵ : l_1 を基準にした合ねん後のより縮み率あるいはより伸び率

ϵ_1 : 合ねん前の下より糸のより縮み率あるいはより伸び率

従つて (2), (3), (4) 式を (1) 式に代入するとより回数のかわりに下より数と上より数の関係が得られる。

$$T = t_2 - t_1 / (1 - \epsilon) \quad (5)$$

$$T = t_2 - (1 - \epsilon_1) t_1 / (1 - \epsilon_0) \quad (6)$$

ただし、 ϵ_0 : l を基準とした合ねん後のより縮み率あるいはより伸び率

4.2 合ねん時の下より数と安定上より数

4.1 において下より数と上より数との関係について検討したが、合ねん時の下より数と安定上より数との関係もこのうちの特徴的な場合であると考えられ

Fig. 4. Relations between the number of initial twist and the number of ply twist in moment zero.
Experimental model 2: multi stretch yarn (210d/34F×2)×2
The direction of initial twist: Z_1, Z_2
The direction of ply twist: S

Fig. 5. Relations between the number of initial twist and the number of ply twist in moment zero.
Experimental model 3: raw yarn for tire cords (840 d/140 F×2)×2
The direction of initial twist: Z_1, Z_2
The direction of ply twist: S

る。

トルクヤーンの場合、合ねんをおこなう主目的はトルク的に安定なる糸を作ることにあるから、下より数と安定上より数の関係は重要な意味をもつてくる。ところでこの実験における下より数と安定上より数との関係は、実際のトルクヤーンの場合には解ねん時のオーバーより数と合ねんより数との関係に相当する。

第2図～第5図から、下より数と安定上より数との間には一般に次の関係がある。

$$T_w = \alpha \log W + \beta \quad (7)$$

ただし

T_w : 安定上より数 (Sよりを正, Zよりを負とする)

W : 緊張度 (荷重)

α, β : 下より糸のより数, あるいは差によつて定まる係数

2本の下より糸をおのおの t_1, t_2 とすると

$$\begin{cases} \alpha = -f(|t_1 + t_2|) \\ \beta = +g(|t_1 + t_2|) \end{cases} \quad (8)$$

2本の下より糸がそれぞれSより, Zよりで $S > |Z|$ であるか, またはSより, Sよりの場合 $\alpha > 0, \beta < 0$, 一方2本の下より糸がおのおのSよりZよりで $S < |Z|$ であるか, またはZより, Zよりの場合には $\alpha < 0, \beta > 0$ で与えられる。(ここで $f(\cdot), g(\cdot)$ は2本の下より糸のより数, あるいはより数差の関数を意味する)。

(8)式の α, β の関係を実験の結果から外挿すると第6図が得られる。

第6図の $|Z+Z|$ または $|S+Z|$ と α, β の関係をみると、伸縮性を特徴とするゴムおよびストレッチ糸束の場合は α ならびに β は途中で折れる直線となり、伸縮性を有しないタイヤコード原糸の場合は1本の直線となる。伸縮性を有する場合は途中で折れる理由としては、 α 直線の折点 a, a', a'', β 直線の折点 $b,$

Fig. 6. The relationship between the initial twist $|Z_1+Z_2|$ $|Z+S|$ and the constant α, β .

b', b'' までの直線は勾配が急であり、各モデル糸の伸縮がいまだ残っている領域であつて緊張状態により安定上より数の変化しやすい領域であると考えられる。各折点をすぎると α 直線, β 直線とはともに勾配のゆるい直線となり緊張状態によつて安定上より数が比較的影響を受けにくい領域であると考えることができる。

一般に α, β 直線は繊維材料が伸縮性であるか否かによつて途中で折れたりするが、下より糸の下より数の和または差によつて第6図に示すような変化をするから任意の下より数の糸を安定上より数で合ねしよつとすれば、第6図から求める α, β を(7)式に代入した値を安定上より数として採用すればよいことになる。

一方(7)式を(5), (6)式に代入すれば、より縮み率あるいはより伸び率の関係が導きだせることになる。

$$\alpha \log W + \beta = t_2 - t_1 / (1 - \epsilon) \quad (10)$$

$$\epsilon = 1 + t_1 (\alpha \log W + \beta - t_2) \quad (11)$$

(10) および (11) 式において下より糸としての下より数が定まれば、 α, β は第6図を参考にして定まり t_1, t_2 も (3), (4) 式より定まるから W を一定に選ぶことにすれば (10), (11) 式はそれぞれより縮み率あるいはより伸び率だけの関係になる。従つてそれは各実験値を (10) あるいは (11) 式に代入すればよい。

$$\begin{aligned} \epsilon_0 &= -t_1 \epsilon_1 / (\alpha \log W + \beta + t_2) \\ &\quad + t_1 / (\alpha \log W + \beta - t_2) + 1 \end{aligned} \quad (12)$$

下より糸の方向を Z とすると、 $t_1 < 0$ であるから $\alpha \log W + \beta > t_2$ のときは、一般に $\alpha \log W + \beta > 0$ であるから $-t_1 / (\alpha \log W + \beta - t_2) > 0$ となる。

従つて(12)式の $t_1, t_2, \alpha, \beta, W$ に実験値を代入すると、第7図に示すような $X_1, X_2, \dots, X_n$ などの直線群が得られる。次に ϵ_1, ϵ_0 のいずれか一方を定めれば、 Y 曲線で示すような ϵ_1, ϵ_0 の任意のより縮み率を想定することができる。同様に $t_1 < 0$, $\alpha \log W + \beta < t_2$ の場合を想定すると第8図が得られる。

注) 第7, 8図は仮想曲線であるが実際に実験値を代入して得られる $\epsilon_1 - \epsilon_0$ 曲線は極めて複雑になると思われる。また W を変えると Y_1, Y_2 などの $\epsilon_1 - \epsilon_0$ 曲線が得られる。

Fig. 7. $\epsilon_1 - \epsilon_0$ relationship.

Fig. 8. ϵ_1 - ϵ_0 relationship.

5. 総 括

(1) 合ねんにもなる下より回数と上より回数の関係は

$T_a = t_{a2} - t_{a1}$ で示され、下より数と上より数の関係は $T = t_2 - t_1 / (1 - \epsilon)$ あるいは $T = t_2 - (1 - \epsilon_1)t_1 / (1 - \epsilon_0)$ で表わされる。

(2) 下より糸のより方向が同方向の時はそれぞれの下より数の和を、また異方向のときはその差を一定にすれば、合ねん後の安定上より数は一定緊張下で近似値的に一定となる。

注) 本実験ではストレッチャーンにおける合ねんを目的としているので比較的弱ねん域であり、強ねん域においてはこの結果がそのまま適されるか否かは今後の課題である。

(3) 合ねん時の安定上より方向は、下より糸のより方向が同方向の場合は下より方向と反対であり、下より糸がそれぞれ異方向の場合は、下より数の少ない方向と

同方向になる。

(4) 合ねん時の下より数と安定上より数との間には

$$T_w = \alpha \log W + \beta \quad \text{の関係がみられる。}$$

(5) α, β は下より糸のより数と、あるいはより数差によつて直線的に変化するが、伸縮性を特徴とする繊維材料の場合は、それぞれ途中で折れた直線となり、伸縮性を有しない材料では一直線で表わされる。

(6) 下より数と安定上より数の実験値を用いて(10)式、(11)式から第7図、第8図のような ϵ_0 - ϵ_1 曲線を得ることができる。

6. 結 言

本実験では合ねんにおける基礎的な問題をゴム糸などのモデルを用いて検討したがこの結果、ストレッチャーンの場合のように、下より数が比較的弱ねんのときには、下より数と上より数および安定上より数との間には簡単な関係式の成り立つことがわかった。

一般に合ねん時の問題は表面的には今回の実験で把握できたが、実際にはデニールの関係、繊維材料の剛性(フィラメント数、ヤング率)などが影響を与えるものと思われる。また実際問題としてのストレッチャーンの合ねんにおいては、安定上より数のほかに風合すなわちバルキー性、くびれ(necking)、霜柱(snarling)ならびにかせ繰りなどの取扱いも考慮してこの上より数を決定しなければならないから実際のストレッチャーンの場合には一層限定されることになる。これらの諸問題についてはいずれ次報にて検討する考えである。

本研究をおこなうに当り種々教示を賜わつた群馬大学淵野教授に感謝いたします。

付記; 本報文は繊維学会、高分子学会などの共催により行なわれた「合成繊維の加工に関する討論会」(37.12.3)においてその概要を講演した。

第2報 イタリーねん糸機方式におけるストレッチャーンの necking について

1. 緒 言

よりを利用するストレッチャーンではこのよりによつて生ずるトルクを打消すために一般にはより方向の異なる2本以上の糸を合ねんして用いる。

この合ねん操作は第1報¹⁾で述べたようにそれぞれの糸に加ねん、解ねんを施すことになるからこの S, Z の下より数(ストレッチャーンではオーバー解ねん数)が合ねん数とともにトルクの安定性や糸の風合すなわちバルキー性、くびれ(necking)、霜柱(snarling)など

に大きな影響を与えるから良好なるストレッチャーンとしては当然この necking の少ないことが要求される。

本報告はイタリーねん糸機方式(以下 I. T 方式とよぶ)におけるストレッチャーンの necking についてその研究結果を述べたものである。

2. 実験方法

100 d/24 fil ナイロン糸を加ねん数 2,500 t/m, スチームセット 115 °C/20 分の条件で I. T 方式ストレッチ加工を行ないこの解ねん糸を試料長 50cm の検ねん器上に

IDEAL STRETCH YARN MODEL , WHERE NECKING PHENOMENA ARE LEAST

STRETCH YARN MODEL IN WHICH NECKING PHENOMENA IS FOUND

Fig. 1. Necking models of stretch yarns.

において第1表のより数となした S , Z の下より (ストレッチ加工上の呼称に従がい以下オーバー解ねんとよぶ) を 0.1 g/d の張力下において2本そろえ同じく第1表のとおり種々の組合せで合ねんを行ない, 次にこのストレッチヤーンを 15 cm に収縮させ黒紙上に添付して necking 数を調べ 1 m 間に換算した。実験はいずれも10回ずつ行ないその平均を求めた。

第1図はストレッチヤーンの necking を示す写真である。

3. 実験結果

3.1 S オーバー解ねん数と necking の関係

第2図～第5図は Z オーバー数, 合ねん数をそれぞれ第1表の規準より数にとり S オーバー解ねん数を $300 \sim -300 \text{ t/m}$ 変化させた場合の necking 数を表す図でありいずれも近似値的にほう物線となつている。

(1) necking を最小とする S オーバー解ねん数は 20 t/m 位を中心にして $-100 \sim 150 \text{ t/m}$ の領域にありこの範囲は合ねん数 $80 \sim 130 \text{ t/m}$ ではほとんど変化はないが 150 t/m になるとその領域は $-70 \sim 70 \text{ t/m}$ と狭くなる。

(2) necking を最小とする Z オーバー解ねん数は

第1表 規準より数 (t/m)

S 解ねんオーバー数	Z 解ねんオーバー数	合ねん数
-300	150	80
-200	100	112
-100	0	130
0	-60	150
150	-80	
200	-100	
300	-130	
	-150	
	-200	
	-300	

S 方向: +, Z 方向: -

注) オーバー解ねんとは加ねん, 熱固定, 解ねんの操作において加熱時のより数を越えて反対方向により戻される状態を表わす。未解ねんとはオーバー解ねんの場合とは反対に加ねん時のより数が残っている状態。

120 t/m 位にあつてこれより解ねん数が増加しても減少しても necking 数は急激に増加する。

Fig. 2. The relation between the number of untwisting S and the number of necking in the ply yarn.
The direction of untwisting: S, Z
The number of ply twist: $80 S (t/m)$

Fig. 3. The relation between the number of untwisting S and the number of necking in the ply yarn.
The direction of untwisting: S, Z
The number of ply twist: $112 S (t/m)$

3.2 Z オーバー解ね数と necking の関係

第6図～第8図は3.1と同様にしてZオーバー解ね数を $-300 \sim 200 t/m$ まで変化させて necking 数を調べた図である。

(1) 傾向はSオーバー解ね数の場合と同様であるが necking を少なくするZオーバー解ね数領域はSオーバー領域に比べてかなり狭くほう物線もSオーバーの場合に比べ層 sharp になっている。

(2) necking 数を最小とするZオーバー解ね数は $-120 t/m$ 位にありこれを中心として $-150 \sim -90 t/m$ の領域では比較的 necking は少ないがこの領域外では急激に増加している。

3.3 合ね数と necking の関係

3.1の実験結果から necking の比較的少ないSオーバー解ね数として $-100, 0, 150 t/m$ をとり合ね数を $80, 112, 130, 150 t/m$ としたときの necking は第9図～第11図のようである。

合ね数 $80 \sim 130 t/m$ の範囲ではほとんどみられないが $130 t/m$ 以上の合ね数では necking は多くなる。この実験では $80 t/m$ 以下のより数については実験を行なわなかったがその necking 曲線はS, Zオーバー解ね数の場合と同じくほう物線的な変化が予想される。

4. 考 察

4.1 necking の発生原因について

工業的に生産されたストレッチャーの necking 部分を顕微鏡で拡大観察すると第12図のように、necking 部分は正常部分のように構成糸中の各フィラメントが任意方向に分散せず集束し、かつ残留よりが認められる。

この現象は加ねんセットされたよりひずみが解ねん操作によるも均

一に解ねんされず局部的に未解ねん状態になっているものと考えられる。このように本報で扱っている necking は本質的には未解ねん現象であるが、未解ねんと区別した理由は未解ねん現象の著しいものはストレッチヤーンとしての意義をなさないからである。

またネックの計数にあたりその大小が問題となるが、本報では部分的な小さいものだけであつて大きなものは未解ねんとして necking とは別に後報にて検討するつもりである。

次に単糸の解ねん状態においては特別 necking の認められなかつた糸も合ねん操作により構成単糸が合ねん方向により戻され、部分的に加ねんひずみ状態、すなわち局部的未解ねん状態になり necking が発生することになる。

このように necking は本質的には未解ねん現象であるから発生原因としては、より数関係が最も大きな影響をおよぼすが、実際問題としてはこの他に低張力下に加ねん操作によつてもたらされる static 特異曲率点^{2),3)} の特殊な場合と考えられる二重より現象がある。すなわち二重より部分は static 特異曲率点と違つてヤーン全体が同一曲率をもつて熱固定されるからこの部分は解ねん操作によりヤーン全体として反転を起しても、各構成フィラメントの曲率が同じであり、しかも各フィラメントはより構造上、よりが残存するからフィラメント同志は分織せず集束するので necking となる。

いずれにしても necking の主原因は、より条件と張力条件にあると考えられ、イタリーねん糸機の機構上これがより数むらとなり結局 necking 現象を生ずる原因になるものと思われる。この necking と張力との関係については目下研究中である。

Fig. 4. The relation between the number of untwisting S and the number of necking in the ply yarn.

The direction of untwisting : S, Z

The number of ply twist : 130 S (t/m)

Fig. 5. The relation between the number of untwisting S and the number of necking in the ply yarn.

The direction of untwisting : S, Z

The number of ply twist : 150 S (t/m)

Fig. 6. The relation between the number of untwisting Z and the number of necking in the ply yarn.

The direction of untwisting : S, Z
The number of ply twist : 80 S (t/m)

Fig. 8. The relation between the number of untwisting Z and the number of necking in the ply yarn.

The direction of untwisting : S, Z
The number of ply twist : 130 S (t/m)

Fig. 7. The relation between the number of untwisting Z and the number of necking in the ply yarn.

The direction of untwisting : S, Z
The number of ply twist : 112 S (t/m)

Fig. 9. The relation between the number of ply twist S and the number of necking in the ply twist.

The direction of untwisting : S, Z
The number of untwisting S : -100 (t/m)

Fig. 10. The relation between the number of ply twist S and the number of necking in the ply yarn.

The direction of untwisting: S, Z

The number of untwisting S : 0 (t/m)

Fig. 11. The relation between the number of ply twist S and the number of necking in the ply yarn.

The direction of untwisting: S, Z

The number of untwisting S : 150 (t/m)

4.2 necking を最少とする S, Z 解ねんオーバー数と合ねん数の関係

第2図～第11図においていずれの条件でも necking の少ない各より数の範囲を求めると第2表を得る。

S オーバー解ねんは necking の点からは -100 t/m の未解ねん状態から 150 t/m の広範囲にわたって良好であるが、 Z オーバー解ねんは未解ねん状態では良好でなく necking を最少とする範囲は -150 t/m ~ -90 t/m と S オーバー解ねんに比べて著しく狭い。

合ねん数は 130 t/m までの範囲では necking にはほとんど影響ないが 130 t/m 以上では次第に増加する。

一方 necking の少ないより数範囲においても最良と

Fig. 12 Enlarged microscopic side view of the stretch yarn with necking phenomena.

第2表 Necking の少ないより数範囲 (t/m)

分類	範囲	最良より数
S オーバー解ねん	$-100 \sim 150$	20
Z オーバー解ねん	$-150 \sim -90$	-120
合ねん	$80 \sim 130$	105

思われるより数は第2表に示すとおり S オーバー解ねん 20 t/m, Z オーバー解ねん -120 t/m, 合ねん 105 t/m であるが理論的には合ねん数はできるだけ少なく, S, Z のオーバー解ねん数はそれぞれ零のときが necking は少なく風合特にパルキー性の点でも望ましいが実際問題としてはかせさばき, かせ繰りなどの点から最低 80 t/m の合ねんは必要である。

さらにまた製品としてのストレッチヤーンではトルクのにも安定したものでなければ合ねん本来の意味がないから第2表のより数範囲においてトルクの安定したより数のくみ合わせを考慮しなければならない。

4.3 解ねんオーバー数と necking 数との関係式

S, Z の解ねんオーバー数および合ねん数と necking 数との間には近似的にほう物線にて表わされる関係のあることが明らかとなった。

$$N = \alpha m^2 + \beta m + \gamma \quad (1)$$

ただし N : necking 数, m : 解ねんオーバー数

α, β, γ : 係数

実験結果から(1)式を微分すれば

$$m_1 = -\beta/2\alpha = \text{const.} \quad (2)$$

(2) 式の m_1 は necking を最少とする解ねんオーバー数を示し, そのときの necking 数は

$$N = \gamma - \beta^2/4\alpha \quad (3)$$

(3)式で示される。

また, ストレッチヤーンとしては necking が零であ

Fig. 13. The coefficient of necking in the plyed yarn.
The direction of untwisting: S, Z

Fig. 14. The coefficient of necking in the plyed yarn.
The direction of untwisting: S, Z

ることが製品価値の上から望ましいから、実際のストレッチャーンの場合には

$$r = \beta^2/4 \alpha = \alpha m_1^2 \quad (4)$$

(4)式で示される係数関係があると考えられる。

従つて(4)式を(1)式に代入して実際の解ねんオーバー条件を満足する式は

$$N = \alpha m^2 + \beta m + \alpha m_1^2 \quad (5)$$

実験により(2)式の m_1 は S 解ねんオーバーの場合(6)式で示される。

$$m_1 = 20 \text{ (t/m)} = -\beta_1/2 \alpha_1 \quad (6)$$

(6)を(5)に代入して

$$N = \alpha_1(m^2 - 40m + 400) \quad (7)$$

同様に Z 解ねんオーバーの場合

$$N = \alpha_2(m^2 + 200m + 10000) \quad (8)$$

4.4 α_1, α_2 について

(7), (8) 式における α_1, α_2 は, S 解ねんオーバー数, Z 解ねんオーバー数の実験値より第 13 図, 第 14 図のようになる。

α_1, α_2 は小さいほど, 解ねんオーバー数の変化にともなう necking 変化ならびに neckig 数は少ないので, α_1, α_2 の最も小さい解ねんオーバー数をもつて最良解ねんオーバー数を規定することができる。

ところで合ねん数が増加すると解ねんオーバー数の両極端域では α_1, α_2 の変化が著しいが, 合ねん数が実用より数範囲で変化する程度では α_1, α_2 もその変化率も小さい解ねんオーバー数が存在する。S 解ねんオーバー数と α_1 を検討すると $-200 > Z$ 解ねんオーバー数 > 0 の範囲内の α_1 が小さく, しかもこの範囲では変化率も極めて少ない。Z 解ねんオーバー数の場合には $-50 < S$ 解ねんオーバー数 < 50 の範囲がよい。

従つて最良解ねんオーバー数は Z: 120 t/m, S: 20 t/m でありこの数値は實際上 I, T 方式ストレッチ加工を行なう場合の最適解ねんオーバー数とほとんど一致していることがわかる。またこの α_1, α_2 は第 13 図あるいは第 14 図よりわかるとおり近似的に次の関係を満足している。

$$\alpha_1 = f_1(Z, T) = A_1 Z^2 + B_1 Z + C_1 \quad (9)$$

$$\alpha_2 = f_2(S, T) = A_2 S^2 + B_2 S + C_2 \quad (10)$$

ただし S, Z: 解ねんオーバー数

T: 合ねん数

(9)式について

$$Z = -B_1/2 A_1 = \text{const.} \quad (11)$$

しかもこの Z 解ねんオーバー数において α_1 は非常に小さい。またこの α_1 の変化

$$f_1(-B_1/2 A_1, T) = C_1 - B_1^2/4 A_1 > 0 \quad (12)$$

(12) 式は合ねん数 T が変化しても極めてその変化は少ない。(11) 式は実験値を代入すると

$$-B_1/2 A_1 = -100 \quad (13)$$

(13) 式を(9)式に代入すると

$$\alpha_1 = f_1(Z, T) = A_1 Z^2 + 200 A_1 Z + C_1 \quad (14)$$

同様にして

$$-B_2/2 A_2 = 20 \quad (15)$$

$$\alpha_2 = f_2(S, T) = A_2 S^2 - 40 A_2 S + C_2 \quad (16)$$

ここで係数 A_1, C_1, A_2, C_2 は合ねん数 T によつて定まる定数であるが一般に C_1, C_2 は実験の結果, 通常の範

細内では合ねん数 T によりあまり変化しない。

(14), (16) 式をそれぞれ (7), (8) 式に代入すれば necking 数と解ねんオーバー数, 合ねん数の関係が得られる。

$$N = (A_1 Z^2 + 200 A_1 Z + C_1) (S^2 - 40S + 400) \quad (17)$$

または

$$N = (A_2 S^2 - 40 A_2 S + C_2) (Z^2 + 200 Z + 10000) \quad (18)$$

いま合ねん数が $80 < T \leq 130$ 程度であれば (17) 式は第13図より次のように表わされる。

$$N = (19/10^8 Z^2 + 38/10^6 Z + 31/10^4) (S^2 - 40S + 400) \quad (19)$$

従つて necking の少ない最良なる解ねんオーバー数は (19) 式を零とおいて得られる S, Z の解ねんオーバー数である。

5. 総 括

(1) I.T 方式ストレッチヤーンの necking を最少とする S, Z の解ねんオーバー数および合ねん数については第2表に示すような関係が得られる。これはナイロン糸 100 d/24 fil の場合であつて一般には織度, フィラメント数などによつて異なると考えられるが, この関係は各より数に対する等しいより角を選ぶことにすれば織度の異なる場合でも 100 d/24 fil と同様に適用できると思う。この問題に対する詳細なる検討は後報にて行なう予定である。

(2) 100 d/24 fil I.T 方式ストレッチヤーンの場合, 解ねんオーバー数と合ねん数および necking 数との間には次のような関係が得られた。

$$S \text{ 解ねんオーバー} : N = \alpha_1 (m^2 - 40m + 400)$$

$$Z \text{ 解ねんオーバー} : N = \alpha_2 (m^2 - 200m + 10000)$$

ただし N : necking 数

α_1, α_2 : 変数

m : S, Z 解ねんオーバー数

(3) 変数 α_1, α_2 は第13図, 第14図のような関係を示す。

α_1, α_2 は合ねん数 T によりあまり変化せず, 合ねん数 $80 \leq T \leq 130$ 程度であれば本実験の 100 d/24 fil ナイロンストレッチヤーンの場合, S, Z 解ねんオーバー数と necking 数との間には次の関係式が成立する。

$$N = (19/10^8 Z^2 + 38/10^6 Z + 31/10^4) (S^2 - 40S + 400)$$

6. 結 言

良好なるストレッチヤーンとしては各種の条件があるが本報で述べた necking もこの一つであり大きな影響をおよぼす。このためには解ねんオーバー数, 合ねん数がある条件に合致することが必要で実験によりこの最適条件を検討した。実際のストレッチヤーン製造時においてもこの解ねんオーバー数, 合ねん数をどのように決定するかということは非常に大きな問題であるが, この実験結果は実際上の最適条件とほとんど一致している。

この結果をさらに発展して行けばよりを利用するストレッチヤーン製造時の使用糸織度と S, Z 解ねんオーバー数ならびに合ねん数との適切な関係を把握し得るものと思う。これについてはいずれ後報にて検討する考えである。

おわりに本研究を行なうにあたり, ご指導をいただいた群馬大学淵野教授に深く感謝いたします。

付記: 本報文は繊維学会, 高分子学会などの共催により行なわれた「合成繊維の加工に関する討論会」(37. 12, 3) においてその概要を講演した。

文 献

- 1) 木村, 米山, 安塚; 織学誌投稿中
- 2) " " " ; " (4, 6 報参照)
- 3) " " " ; " (")