精紡機紡糸張力に関する一考察*

(昭和28年12月14日受理)

会 員 山 口 正 隆**

→ 摘 要 ←

研 究 目 的

バルーニング各部の張力分布を確め、糸の釣合から計算によって張力を計算し、これが変化について検討せんとしたものである。

研 究 結 果

バルーニング撮影図より計算式を求め実測値と殆んど一致することを確め、バルーニングの張力曲線を求めた。

1. 緒 言

これまで種々の素因による紡糸張力について個々に実測を主体として研究して来たがこれらについて各批評を加え、又特にバルーニング各部の個々の張力をも計算し関連的な結論について述べる。

2. バルーニング瞬間撮影による張力計算

ストロボ或はフラッシュ撮影によってバルーニング形を決定し第1図の如く定め、 x_n 点における張力を T_n 、0 点における張力を T_0 とすると T_n の方向は $x_{n-1}x_{n+1}$ の方向に等しいとみなし

$$T_0 \frac{dx_1}{x_0 x_1} - T_n \frac{dx_n + dx_{n+1}}{x_{n-1} x_{n+1}} = \sum_0^n F_n \quad (第 1 図)$$

F_n は ds_n 部分の合外力であり $x_{n-1}x_{n+1}$ は x_{n-1} 点と x_{n+1} 点との糸長を示す。又

$$T_0 \frac{dz_1}{x_0 x_1} = T_n \frac{dz_n + dz_{n+1}}{x_{n-1} x_{n+1}} \dots\dots\dots (1)$$

今 $dz_1 = dz_2 = dz_3 \dots = dz_n$ とすると (1) より

$$T_n = \frac{\sum_0^n F_n}{\frac{2dx_1}{x_{n-1} x_{n+1}} - \frac{dx_n + dx_{n+1}}{x_{n-1} x_{n+1}}} \dots\dots\dots (2)$$

同様に標準基点を x_p とすると

$$T_n = \frac{\sum_n^p F_n}{\frac{2dx_p}{x_{n-1} x_{n+1}} - \frac{dx_n + dx_{n+1}}{x_{n-1} x_{n+1}}} \dots\dots\dots (2')$$

が得られる。この式によって糸の各点における比較的正確な張力を得る。

今誤差を少なくするため、スネルワイヤより、バルーニングの中程までは (2') 式をそれ以下は (2) 式を用いて残りを計算する。正確を期する意味において $\sum_0^n F_n$, $\sum_n^p F_n$ を大きくとることにした。又空気抗力は前報で測定した実験により $x^{1.3}$ $\omega^{1.3}$ に比例するものとして計算する。

今一例を示すと 20's, トラベラ SO 1/0, 11 000 r. p. m., 巻取径 1 3/8 in, 4 in リフトについて撮影した

(第 2 図)

(第 3 図)

* Spinning Tension of a Spinning Frame.

** M. Yamaguchi, Member. 東京工業大学

No. 1~15 について計算例を示すと第1表の通りである。これより求めたバルーニング外部の張力とバルーニング曲線と照らし合せてみると第2, 3図の如く、一般に張力はバルーニングの肩部から下に行くに従って漸次減少し、トラペラ附近に近づくにつれて大きくなる。

3. 関係各部の張力に関して

a) 糸の釣合

トップローラから送り出されて精紡糸はスネルワイヤを通り糸自体、各位置によって、撚りを掛けられつつ回転してバルーニングを形成し、この間遠心力 F_{1n} 、空気抗力 F_{2n} 、を受けつつ、トラペラを通り木管に巻取られると考えられる。この際、糸とトラペラ、トラペラとリングの摩擦抗力に打ち勝って糸が巻取られて行く。(第4図参照) 今

バルーニングのスネルワイヤ部の張力…………… T_1 (第4図)

バルーニングのトラペラ部の張力…………… T_2
巻取張力…………… T
糸の受ける水平方向の合抗力…………… R
トラペラの摩擦抗力…………… P
糸とトラペラの摩擦係数…………… f
バルーニングとスピンドル

中心軸とのなす角…………… α
トラペラとスピンドル中心軸とのなす角…………… β
トラペラ重量…………… m
糸番手…………… N
リフト…………… h
リフト最大長…………… l
木管の直径方向と巻取られる糸とのなす角…………… α_0
リング半径…………… r_1
巻取径…………… r

とすると $\sin \alpha_0 = r/r_1$ …………… (3)

(第 1 表) (1~15)

n	x_n (mm)	dx_n (mm)	$dx_{n+1} + dx_n$ (mm)	$\overline{x_{n-1} + x_{n+1}}$ (mm)	$2dx_1 / \overline{x_{n-1} + x_{n+1}}$	$2dx_{10} / \overline{x_{n-1} + x_{n+1}}$
1	6.0	6.0	10.7	22.68		-0.212
2	10.7	4.7	9.1	21.97		-0.218
3	15.1	4.4	8.4	21.69		-0.221
4	19.1	4.0	7.0	21.19		-0.227
5	22.1	3.0	5.0	20.62		-0.233
6	24.1	2.0	2.9	20.21	0.594	
7	25.0	0.9	0.7	20.01	0.600	
8	24.8	-0.2	-1.5	20.06	0.598	
9	23.5	-1.3	-3.7	20.34	0.590	
10	21.1	-2.4	-4.8	20.57	0.583	

n	$dx_n + dx_{n+1} / \overline{x_{n-1} + x_{n+1}}$	$ 2dx_{10} - dx_n + dx_n / \overline{x_{n-1} + x_{n+1}}$	F_{1n} (遠心力) (g)	F_{2n} (空気抗力) (g)	$\sqrt{F_{1n}^2 + F_{2n}^2}$ (g)	$\sum_0^n F_n$ $\sum_n F_n$ (g)	T_n (g)
1	0.472	0.684	0.270	0.041	0.273	7.884	11.53
2	0.414	0.632	0.456	0.083	0.463	7.611	12.04
3	0.387	0.608	0.636	0.128	0.649	7.148	11.76
4	0.330	0.557	0.794	0.171	0.812	6.499	11.67
5	0.242	0.575	0.890	0.200	0.912	5.687	9.90
6	0.143	0.451	0.948	0.219	0.973	4.082	9.05
7	0.035	0.565	1.002	0.226	1.025	5.107	9.04
8	-0.075	0.673	0.956	0.223	0.982	6.089	9.05
9	-0.182	0.772	0.914	0.209	0.938	7.029	9.10
10	-0.233	0.816	0.837	0.186	0.857	7.884	9.66

$\Sigma F_{1n} = 7.703 \text{ g}$ $\Sigma F_{2n} / \Sigma F_{1n} = 21.8\%$
 $\Sigma F_{2n} = 1.686 \text{ g}$

$$P = T \sin \alpha_0 = T r / r_1 \dots\dots\dots (4)$$

$$T_1 = R \cos \beta / \sin (\alpha + \beta) \dots\dots\dots (5)$$

$$T_2 = R \cos \alpha / \sin (\alpha + \beta) \dots\dots\dots (6)$$

$$T_2 = T / f \dots\dots\dots (7)$$

又池田章氏織機学誌 2, 11 より

$$f = 2.5 - 0.8 \sin \alpha_0 + 0.2 h / l$$

トラベラ部分の糸について

$$T_2 = P \cdot \frac{r_1}{r} \cdot \frac{1}{f} \dots\dots\dots (8)$$

又 P については

$P = \phi(m, N, h)$ と考えられるから (5), (6) より

$$T_1 / T_2 = \cos \beta / \cos \alpha \dots\dots\dots (9)$$

(8) より P が大となれば T_2 が大となり (6) より $\cos \alpha$ が大となる。即ち α が小となる。

また T_1 と T_2 の差を小にするためには (9) より β を小にすべきで m が大となり紡糸張力は大きくなる。

今 SO 1/0, 11 000 r.p.m. について以上を確かめると

h	8 in	6 in	4 in
P	29.0 g	19.9 g	16.0 g

撮影により h, r, r_1 を実測すると

写真番号	1~7	1~8	1~11	1~15
h (in)	7 1/4	6	5 1/4	4
r (mm)	31	20	35	37
r_1 (mm)	41.2	41.2	41.2	41.2

この中写真 1~8 及び 1~15 について

$$(6) \text{ より } T_{2(1\sim 8)} = 17.8 \text{ g}$$

$$T_{2(1\sim 15)} = 9.3 \text{ g}$$

今送り出しの影響を 6% として

$$\left. \begin{array}{l} T_{2(1\sim 8)} = 18.8 \text{ g} \\ T_{2(1\sim 15)} = 9.8 \text{ g} \end{array} \right\} \dots\dots\dots (10)$$

(10) の値は写真より計算した値

$$T_{2(1\sim 8)} = 18.7 \text{ g}$$

$$T_{1(1\sim 15)} = 9.7 \text{ g}$$

に極めてよく一致することを知る。

以上より (8) の関係があることが実験実証せられる。

b) 紡糸張力変化

種々のファクタの中特に考えることはリングレールの加速度についてであるがこれを ε とし ε によって加えられるトラベラの加速度 φ は

$$\varphi = \frac{r_1}{r} \varepsilon, \quad m\varphi + T' \sin \alpha_0 = P'$$

$$P = T \cdot \frac{r}{r_1} \text{ より } T = T' \text{ として}$$

$$dP = P' - P = m \frac{r_1}{r} \varepsilon$$

しかるに m は極めて小さい値であるから dP は無視出来るものとする。

又リフトの変化については SO 1/0, 11 000 r.p.m. の場合前報の実験報告より式を求めると

$$P = 1 + 3.25 l'' \dots\dots\dots (11)$$

を得る。

(4), (11) より精紡機の巻取構造によって巻取径が小さい時は張力は大きくなり、大となれば小となる現象はドッキング直後の木管の下部巻始めのコッピングから漸次変化し下部の形が完成するにつれて、即ち上部の形に切り換えられるにつれて、張力変化が逆になることでも明瞭に分る。

今 (4), (11) より張力が一定となるべきコッピングの糸成形角 θ を求めると

$$T = (1 + 3.25 l) \frac{r_1}{r} \dots\dots\dots (12)$$

$$\frac{\partial T}{\partial l} dl + \frac{\partial T}{\partial r} dr = 0$$

$$\therefore r dl - (0.3 + l) dr = 0$$

$$\therefore \frac{dr}{r} = \frac{dl}{0.3 + l}$$

$$\therefore cr' = 0.3 + l$$

No. 1~7 写真撮影図より

$r = 31 \text{ mm}$, $r_1 = 41.2 \text{ mm}$, $l = 7 \frac{1}{4} \text{ in}$ の状態から初めるものとする

$$c = 12.4 \dots\dots\dots (13)$$

即ち $\tan \theta = 12.4$, $\theta \approx 85^\circ$ 従って $\theta = 90^\circ$ に近いことは当然である。通常 θ はおよそ $70 \sim 75^\circ$ であるが 90° 近くにすれば張力は一定となることが考えられるが、これは実際的には巻取り不可能であって、他の条件の許す範囲で出来る限り θ を大にすることが望ましいことはいうまでもない。