

ポットシルク繰糸機の理論的研究 第2報

柳 沢 延 房 *

(昭和27年9月5日受理)

Nobufusa YANAGISAWA : THE THEORETICAL RESEARCH
OF THE "POT-SILK REELING MACHINE" 2.

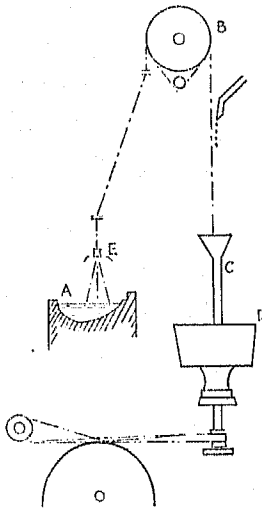
前 書

第1報に於て、繰棒の回転数が一定であつても、繰棒が多角形の場合、繰糸速度はたえず、速度変化即ち加速度を生じ、繰糸速度が大きくなると加速度は益々甚しくなる結果、繰糸張力の振動も大きく作用し、膠着抵抗や繰鍋中の繭の反転抵抗を助長せしめ、糸質の低下、落緒回数増加等悪影響を及ぼすことを理論と実際とにつき証明した。次に本機のポットシルク繰糸機のポット内の糸の運動糸形及び張力等を研究し、繰糸の理法にかなつた長所を述べて見たい。

(3) ポット内の糸の運動と張力

第1報で略図にて大体の繰糸順序を説明したのであるが、更に改めて第14図で少々詳しく之を述べると、糸の送出ローラーBの回転によつて、繰鍋Aからの糸は回転接緒機構Eに穿たれた孔を通過して巻き揚げられ、送出ローラーから更に糸は導糸管Cを通過し、回転しつつあるポット内に巻き取られる。従つて送出ローラーで糸は繭から解舒されて引き揚げられるが、送出ローラー通過後の糸は自重の外、ポット内の遠心力から来る張力と落下附着水の力で繰糸されることになる。糸と共に導糸管からポット内に入った水はポットが遠心分離機の役目を同時に果して、水はポット壁の小孔からしぼり取られる。その間糸には所定の撚がかかりポット内壁に巻き取られる。繰糸中導糸管は約7cmの振幅で緩かに上下運動をなし、糸はポット内壁へやはり7cmの幅で巻かれる。そして送出ローラーは段車により数段の変速が可能になつている。

第14図



本機使用工場の一例を述べると ポット回転数は、5,500 r. p. m. で巻取糸長とポット回転による糸の撚数は第4表のようである。

第4表

巻取糸長 (米/分)	撚 数 (回/米)
29.0	190
39.6	140
55.5	100
76.8	71
106.3	52

ポット回転と糸の運動、形及びその張力等に関する研究はポットが本機の心臓部分とも考えられる所丈に特に大切な点であり、又生産能率の点からも、糸質の良否の分岐点である所からも充分な研究が必要である。又本機発明者の一人湯原

* 信州大学繊維学部機械工学研究室

$$C_1 = \frac{\omega_0 - \omega_1}{\frac{1}{2\gamma_1^2} - \frac{1}{2\gamma_0^2}} ; \quad C_2 = \frac{\omega_0\gamma_0^2 - \omega_1\gamma_1^2}{\gamma_0^2 - \gamma_1^2}$$

之等を(4)式へ代入して整頓すると、

$$\omega = -\frac{\omega_0 - \omega_1}{\frac{1}{2}\left(\frac{1}{\gamma_1^2} - \frac{1}{\gamma_0^2}\right)} + \frac{\omega_0\gamma_0^2 - \omega_1\gamma_1^2}{\gamma_0^2 - \gamma_1^2} = \frac{(\omega_0 - \omega_1)\gamma_1^2\gamma_0^2 + (\omega_0\gamma_0^2 - \omega_1\gamma_1^2)\gamma^2}{\gamma^2(\gamma_0^2 - \gamma_1^2)}$$

$$\text{或は} = \frac{\omega_0\gamma_0^2(\gamma^2 - \gamma_1^2) + \omega_1\gamma_1^2(\gamma_0^2 - \gamma^2)}{\gamma^2(\gamma_0^2 - \gamma_1^2)}$$

こゝでポットの場合に当てはめて $\gamma_0 = 0; \omega_0 = 0$ と置くと、

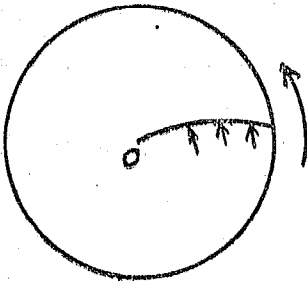
$$\omega = \frac{-\omega_1\gamma_1^2\gamma^2}{-\gamma^2\gamma_1^2} = \omega_1$$

即ち γ_1 円筒内の空気は γ_1 円筒と同じ角速度で回転していることになる。

さて之は始めに述べたように円筒が無限に長いことゝ、円筒が比較的低速度で回転するという2条件の下に考えられる結果であるが、本実験のポットは無限に長くはないが、円筒の上下は外気と殆ど遮断され、僅に上蓋が中央に5cm径の孔があることゝ、ポット周壁に0.5mm径の16個の小孔が開いていて、外気と連絡する程度であり、又低速回転の下に導かれた式とはいえ、円筒の外側の流体は渦等が生じて乱流になることが考えられるが、円筒の内側の流体は、相当の高速度に於ても上式が成立し、流れは定常状態を保つものと考えられる。

そこでポットのアルミニウム製の蓋を硝子製の同形の蓋に置き換え、試みに線香の煙で空気の流れ状態を硝子蓋をとおして観察すると、ポット内の煙はポットの中心を中心とした綺麗な円を描き、線香を取り去った後も暫くその状態を維持する。上蓋の孔附近の空気の流れを検べると極くわずかに空気がポット内に流れ込む程度で思つた程の流れは見られない。之はポット周壁からの空気の逃げが殆どないことであつて、この小孔は実際線糸の場合質量の大きな水は活潑に逸散するが、質量の小さい空気はこの現象は余り起らないと考えられる。しかしこの煙の様子ではポット内の空気の角速度は解らない。風速計特に熱電堆やピトー管を利用して風速を測ろうと工夫して見たが思うように行かない。理論的にポットより多少の角速度の遅れが空気にはないが線糸が出来ない。何故ならばの速度で線糸している場合、糸はやはり毎秒 v cm 丈ポット内壁に巻き取られ、その結果は第17図のように

第17図



糸の回転はポットの回転に遅れる。そのため若しポット内空気がポットと同回転ならば風は図のように糸に突き当り、ポット内壁に一旦巻き取られた糸は、ほぐれるかもつれ易いことになる。

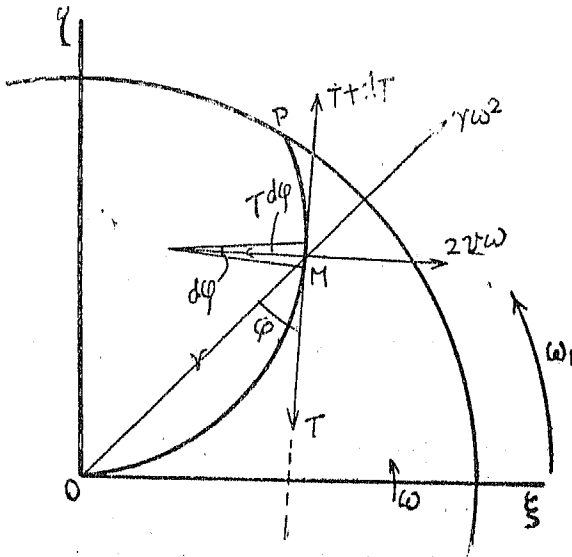
(厳密にはポットの回転により糸に及ぼすトルクから、この理論による糸形を打ち消すような現象が起るのではあるが。)

次に糸の形と糸の張力を求める式を導いて見よう。

第18図に於てポットの中心 O の位置にある導糸管から出

た糸が矢印の方向に ω_1 の角速度で回転しつゝあるポット内壁に巻き取られている或る瞬間の糸の形を考え、それを OMP とする。今回転座標 ξ, η を考え、糸形と共に ω の角速度を以つて中心 O の廻りを回転している。中心 O から r の距離にある糸形上の一点 M に糸長 ds をとり、その部分に作用する力を考えて見よう。

第18図



ボットの角速度 ω_1 と糸形若しくは回転座標の角速度 ω との間には次の関係がある。

$$\text{即ち } \omega = \omega_1 - \frac{v}{R}$$

但し v は繰糸速度 R はボットの内半径とする、そこで ds に作用する力は回転座標軸に対し糸に作用する諸力の他に運転加速度 $\gamma\omega^2$ から来る力、コリオリの加速度 $2v\omega$ から来る力及びボット内空気が糸に作用する抵抗力等である。但しこの際糸の運動は一水平面上に於て行われるものと仮定する。

すると考えている糸 ds に作用する力のうち糸に直角方向の力の釣合式は

$$Td\phi - Wds\cos^2\phi - m\dot{s}(2v\omega + \gamma\omega^2\sin\phi) = m\dot{s}\frac{v^2}{\rho} \dots\dots(1)$$

又糸に切線方向の力の釣合式は、

$$-dT + Wds\cos\phi\sin\phi = m\dot{s}\gamma\omega^2\cos\phi \dots\dots(2)$$

ここで ϕ は今考えている糸長 ds の所で糸に引いた切線が r 方向となす角、 m は糸の単長位の質量、 ρ は ds 部分の糸の曲率半径である。

又 W は風が単位長さの糸に直角に作用す抵抗力である、この抵抗力に就いては種々の実験式があるが Lamb の理論式は次のようである。

$$\text{即ち } W = - \frac{8\pi\mu \frac{a}{Re} u^2}{\frac{1}{2} - \log_3 \frac{1.7811Re}{8}}$$

ここで μ は空気密度、数値1.7811は Masheroni 常数、 Re はレーノルズ数、 a は糸の断面の半径で21.04デールの本機繰糸のものは水を含んで0.007cm程度である。又 u は糸に対する空気の関係速度である。

さて(1)式及び(2)式から W 中の u の値が求まらなければ、之を解くのに面倒であるが、 a も u も非常に小さく、寧ろ真空中の糸の運動と考えられ、微分方程式の解を求めた上で、実際回転中の糸形を何らかの方法で捉え、之を比較する方が問題が楽に解決されると思われるので、上式の W の項を取り去つてその解を求めて見る。

そこで(1)式を書き換えて整理すると、

$$T = m\dot{s}(2v\omega + \gamma\omega^2\sin\phi) + mv^2 \dots\dots(1')$$

(2)式も同様にして、

$$T = \frac{mv^2}{2} (R^2 - r^2) + mv\omega_1 R \dots\dots(2')$$

(1)' 式と(2)' 式とを等置して

$$\rho \left(2v\omega + \gamma\omega^2 \frac{r}{\sqrt{r^2 + r'^2}} \right) + v^2 = \frac{\omega^2}{2} (R^2 - r^2) + v\omega_1 R \dots\dots(3)$$

こゝで ρ は曲率半径, r は中心からの距離であるから, 之等を ξ , η で表して整理して次の式が得られる。

$$\text{即ち } \eta'' = -\frac{(1+\eta'^2)^{\frac{3}{2}}}{b + \frac{\omega^2}{2}(\xi^2 + \eta^2)} \left\{ 2v\omega + \frac{\omega^2(\xi\eta' - \eta)}{\sqrt{1+\eta'^2}} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

(4)式中, η', η'' は夫々 η を ξ について 1 回若しくは 2 回微分したことを示し,

$$b = v^2 - \frac{\omega^2 R^2}{2} - v\omega_1 R \text{ と置いた}$$

さてこの式の解析は面倒のようであるから Adams Bashforth 法により, 近似的に糸の形を見出すことにする。

今 $\xi_0 = 0$ $\eta_0 = 0$ の時 $\eta_0' = 0$ なるように回転座標を選ぶ時, (4)式から $\eta_0'' = -\frac{2v\omega}{b}$, 更に(4)式をもう一度微分して,

$$\eta''' = -2v\omega \frac{3(1+\eta'^2)^{\frac{3}{2}} \eta' \eta'' \left\{ b + \frac{\omega^2}{2}(\xi^2 + \eta^2) \right\} - (1+\eta'^2)^{\frac{3}{2}} \omega^2(\xi + \eta\eta')}{\left\{ b + \frac{\omega^2}{2}(\xi^2 + \eta^2) \right\}^2} - \omega^2 \frac{\left\{ 2\eta' \eta'' (\xi\eta' - \eta) + (1+\eta'^2) \xi \eta'' \right\} \left\{ b + \frac{\omega^2}{2}(\xi^2 + \eta^2) \right\} - (1+\eta'^2)(\xi\eta' - \eta)\omega^2(\xi + \eta\eta')}{\left\{ b + \frac{\omega^2}{2}(\xi^2 + \eta^2) \right\}^2}$$

更にもう一度微分して,

$$\eta'''' = \dots\dots\dots$$

之等に上の値を代入して,

$$\eta_0'''' = 0, \quad \eta_0'''' = -\frac{24(v\omega)^3}{b^3} + \frac{4v\omega^3}{b^2} \text{ となる。}$$

そこでボット中心附近で糸の形が,

$$\eta = \eta_0 + \eta_0'(\xi - \xi_0) + \frac{1}{2!}\eta_0''(\xi - \xi_0)^2 + \frac{1}{3!}\eta_0'''(\xi - \xi_0)^3 + \dots\dots\dots(5)$$

なる Taylor's Series が近似的に採用出来るものとすれば, 今 $\xi = \xi_1 = \frac{R}{10}$ とし, 更に上述の夫々の値を之に代入して,

$$\eta = \eta_1 = \frac{1}{2} \left(-\frac{2v\omega}{b} \right) (0.1R)^2 + \frac{1}{4!} \left\{ -\frac{24v^3\omega^3}{b^3} + \frac{4v\omega^3}{b^2} \right\} (0.1R)^4 + \dots\dots\dots(6)$$

今仮に第4表中の巻取糸長を 55.5m/min とすると, $v = 92.5\text{cm/s}$, 又ボット回転角速度を 5,500 r. p. m. とし $\omega_1 = 575.7\text{r/s}$, ボット内半径 $R = 7.5\text{cm}$ とすると $\omega = \omega_1 - \frac{v}{R} = 563.4\text{r/s}$, $b = -9,311,400(\text{cm/s})^2$, $\eta_0'' = 0.0111$, $\eta_0'''' = 0.00076 \approx 0$ となり,

$$\xi_1 = \frac{R}{10} = 0.75\text{cm} \text{ に対し(6)式から } \eta = \eta_1 = 0.003 \text{ となる。}$$

更に $\xi_1 = 0.75\text{cm}$, $\eta_1 = 0.003$ の点に於ける $\eta_1' = \frac{\eta_1 - \eta_0}{\xi_1 - \xi_0} = 0.0041$,

$$\eta_1'' = -9,252,500, \quad \eta_1''' = 0.0003 \rightarrow 0, \quad \eta_1'''' \rightarrow 0$$

之等を再び(6)式に代入して,

$$\xi_2 = 1.20 \text{ に対し } \eta_2 = 0.006$$

以下同様の方法繰を返すことにより (ξ_0, η_0) , (ξ_1, η_1) , ……等が求まる。

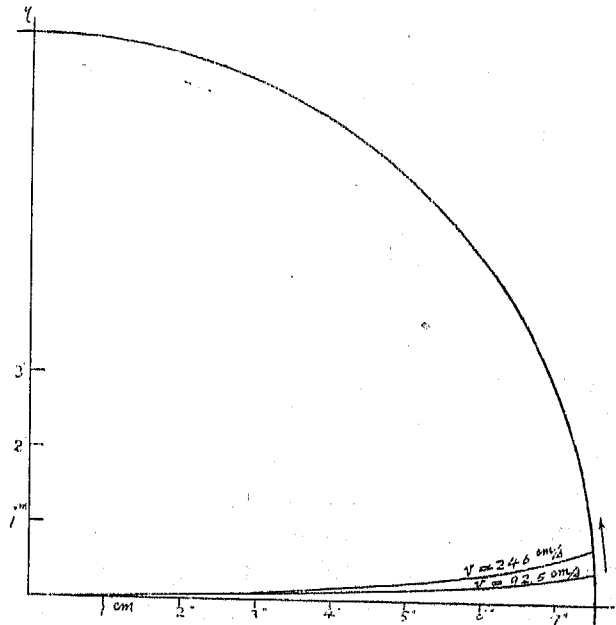
第5表

繰糸速度 $v=92.5\text{cm/s}$		繰糸速度 $v=246\text{cm/s}$	
ξ (cm)	η (cm)	ξ (cm)	η (cm)
0	0	0	0
0.75	0.003	0.30	0.001
1.20	0.006	1.00	0.011
1.50	0.013	1.70	0.029
1.90	0.023	2.40	0.056
2.10	0.029	3.00	0.085
2.30	0.034	3.60	0.120
2.50	0.040	4.20	0.164
2.80	0.050	4.80	0.220
3.10	0.061	5.40	0.287
3.40	0.073	6.00	0.370
3.80	0.089	6.60	0.475
4.20	0.107	7.10	0.589
4.70	0.132	7.50	0.714
5.20	0.160		
5.70	0.192		
6.20	0.230		
6.70	0.276		
7.20	0.336		
7.50	0.400		

次に第4表中の巻取糸長最大な値 103.3m/min から (ξ, η) を求め、前の結果と合せ第5表に示した。

角速度 ω の回転座標に対する糸の形を第5表によりボットの平面図上に図示すると第19図である。

第19図



理論的に求めた糸の形は極く曲率の小さい寧ろ直線に近い曲線をなしている。そして空気の抵抗を無視した場合糸の形は、その質量、太さ等に無関係である。

次に糸のボット内に於ける張力は(2)'式から容易に之を求めることが出来る。即ち導糸管からボット内に出た糸は(2)'式で $r=0$ と置くことにより次のようになる。

$$T = \frac{m\omega^2 R^2}{2} + mv\omega_1 R \dots\dots (7)$$

ボット周壁に於ては(2)'式で $r=R$ として、 $T = mv\omega_1 R \dots\dots (8)$

糸に添うて水が落下するので、糸の質量を単位長さに着いて如何程の値にしたら妥当であるかという事であるが、之は第1報で述べたように大体糸の質量の3倍の水が附着乃至含まれると考えればこの場合実験の糸が21.04デニールであるから糸の重量、湿分、水分合せて約0.0001g/cmと見ることが出来る。又 $R=7.5\text{cm}$, $v=92.5\text{cm/s}$, ボット回転を5,500r.p.m. として $\omega_1=575.7\text{r/s}$ $\omega=563.4\text{r/s}$ となるから、ボット周壁が糸を引く力は(8)式から、

$$T = mv\omega_1 R = \frac{0.0001}{980} \times 92.5 \times 575.7 \times 7.5 = 0.041\text{g}$$

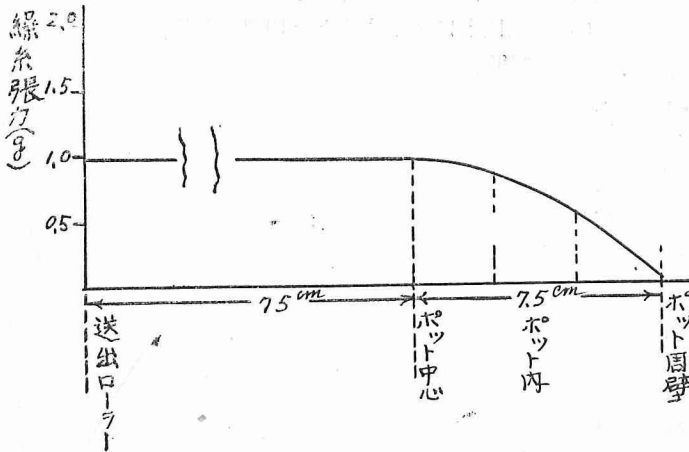
又導糸管出口の糸の張力は(7)式から、

$$T = \frac{m\omega^2 R^2}{2} + mv\omega_1 R = 0.952\text{g}$$

ボット内糸の各点の張力は(2)'式から之を求めることが出来る。送出ローラーの所の糸の張力は導糸

管出口の糸の張力へ送出ローラーから導糸管までの湿分と水分と糸の重量の和丈加えればよい。そこで導糸管出口と糸との間の摩擦を無視すれば、送出ローラーから導糸管を経てポット周壁に至るまでの糸の張力図は第20図のようである。

第20図



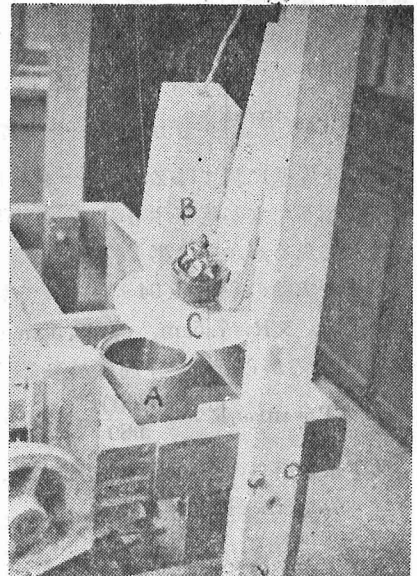
ポットシルク繰糸機で繰糸する場合繰鍋から送出ローラーを経てポット内壁に巻き取られるまでの糸の通路は第14図を見れば解るように、フック、鼓車等の摩擦物に接する部分が多く、且つ糸の急激な屈曲部が殆どないこと、繰糸中機械、フック、鼓車等の振動箇所もなく、且つ第1報で述べたように多角形繰棒から起る張力振動は全然なく、繭の「∞」字形吐糸から来る結節点の膠着や、管繭の反転吐糸から来る抵抗を助長させるような不自然さは本機には全く見られない。

第1報第13図で見れば、フック、鼓車の所で糸が急激に屈曲してその際、フック、鼓車と糸との間に如何に大きな摩擦力が生じるかを比較して、本機が繰糸で非常な長所を持つことがわかる。尙本機は張力が殆ど零で巻き取られ従来の最大張力で巻き取られる機械と趣を全く異にしている。

次に先に求めた糸の形は、ポット内に於て糸に空気の抵抗がないものとして理論的に求めたのである。実際の場合、空気の抵抗がどのように糸に作用し理論式とどのように違っているかである。そこで回転ポット内の糸が実際にポットに巻き取られている形や状況を何等かの方法で捉えて見る必要がある。回転糸形を捉える方法として、高速度写真撮影による方法、高度の輝度による瞬間撮影、ストロボスコープによる方法、又最近発売中のストロボストップによる方法等が考えられるが、このうち瞬間撮影による方法を選んで実験中、起電機の故障で一時実験が停頓したので、ストロボスコープ法で糸形を観察することにした。第21図はその場合の装置である。本装置の製作に当つては、本学部学生、田中秀幸、鳥羽久雄、清水岩由3君の応援によつて完成されたもので、図のAはポット、Bは遮蔽された光源、Cはスリットを持つた回転盤である。回転盤C上のモーターの回転は抵抗器で種々に変え得るようにしてある。

糸形の観察は容易であるが、その糸形の撮影までには至っていない。この装置により観察される糸形を、理論的糸形(第19図)と比較すれば実際の場合糸形の曲率が多少大きく現われるが、大体同形になることが解る。そこで糸が毎分5,500回に近い高速度回転による糸の張力に比べ空気抵抗力がそれ程大きく糸に作用しないことが解る。この結果から見れば本機械発明者の一人湯原氏の説べるように14デニール以上が繰糸可能ということは、結局理論的根拠から言われたのでは

第21図



なくて、経験上細糸による本機の繰糸は始動の際僅かの空気移動で糸條が導糸管に附着したり、導糸管から糸條をボット内に落す困難さから来たものか、或は、細糸がボット内空気の僅かの変動に支配され、糸形を乱すためかとも思われる。今までの所、ボット内空気回転のづれがそれ程糸形に影響がなく、空気抵抗が等閑視される程度に小さいため、(4)式から糸形は糸の太さ、質量に無関係であるということが出来る。尙撮影に成功し、詳細に亘つて兩者の比較が出来れば、空気遅れが明瞭となり、更に厳密な14デニールの限界点の正誤が解り、張力等もより正確に得られると思われる。

結 論

先ずボットシルク繰糸機による繰糸張力が理想的であることを知るために、第1報で座繰式による繰棒の多角形から来る張糸振動を理論と実験とから求め、尙繰糸の際フック、鼓車等が糸に與える摩擦力が繰糸張力の大きな部分をなすことを説明した。又本報告に於て本機ボットの高速回転から来るボット内の糸形、及び張力を理論と実際とから研究し、繰糸各部の張力分布を求めた。張力が座繰式では繰糸機自身の振動、フック、鼓車等の糸に與える摩擦力、繰棒が多角形であることから来る張力振動、更に之等が原因となつて管齒吐糸の條件から来る抵抗を助成し、糸質、落緒数、繰糸速度等に悪影響を及ぼすのに比較し、本繰糸機では、以上のような振動、張力変化、摩擦力が殆ど全部除かれ又フック、鼓車等で糸の通路が急に向きを變える等の無理がなく、極く円滑に繰糸され、繰糸速度に対する繰糸張力が如何に小さいかを知り得るのである。その他、繰糸と懸掛けとの2工程を同時に行い時間と燃料の節約等も期待出来る。未だ本機が年若く、研究が充分行われて居らないため、機構が大げさである点、撚数と繰糸速度とが単独に自由に得られるようにすること、細糸の繰糸までも容易に得られるような工夫等が未解決である。今後は更に機構の細部に亘つて研究を進めると同時に糸質の物理的研究とが差し迫つた問題である。

終りに本研究に対し、文部省から数度にわたる研究費の交附を受け、又工大教授内田豊作氏、東大教授菅義夫氏から御懇篤な研究指導に接し、本学部先生各位から直接御援助を受け、尙実験設備に対し、本学部学生、田中、鳥羽、清水3君から格別の御助力を得たことに対し篤く感謝の意を表する次第である。

(昭和26年9月 日本機械学会で発表)

参 考 文 献

- 内田 豊作, 久世栄一 (1951) 繊維学会誌 48; 7
- 林 貞三 (1935) 蚕糸学雑誌 8; 2
- 中川 房吉 (1950) 技術資料 23
- 藤井 澄二 (1948) 繊維機械学会誌 1; 2
- 太田 友彌, 林 卓夫, 境 俊二 (1951) 繊維機械学会誌 32; 4
- 雨宮 綾夫 (1947) 応用数学力学 1; 4
- 岩辺 嗣朗 (1949) 繊維機械学会誌 2; 10
- 大富 真, 塩野 哲三 (1952) 繊維機械学会誌 45; 5
- 萩原 清治 (1951) 蚕繭学
- 横山 忠雄 (1940) 日本蚕糸学雑誌 1
- 藤本 武助 (1942) 応用流体力学
- 小野 鑑正 (1940) 材料力学
- 湯原 諒 (1949) 山陽技術雑誌 8
- 萩原 尊礼 (1950) 振動測定

註：第1報に於て、第1図、第11図(b)、第13図が上下顛倒しているのを訂正します。

Summary

The "Pot-Silk Reeling Machine" has pots instead of reels used in general, and the silk thread is wound and twisted inside the high speed pot by the help of the centrifugal force of its attached water.

The pot mechanism is the heart of this machine, and the betterment of silk quality, suitable twisting, possibility of fine thread reeling, reasonable reeling tension, and decrease of the number of thread breaking, etc. depend upon this mechanism.

The theoretical investigation of the thread motion in the pot under the same conditions of the manufactory was performed and in consequence the thread-shape and every tension of all points of the thread was solved. The differential equation that expresses the thread-shape was so difficult to be solved by a general method that the approximate solution by the Adams-Bashforth method was adopted. Though the pot revolution and the circulation of the inner closed air are supposed to be entirely equal in Müller's theory, the air circulation in the pot of this machine is supposed to be dragged a little than the revolution of the pot because in the case of this pot many small holes through the periphery of the pot and a comparatively large hole through its lid connect the inner air with the outer air.

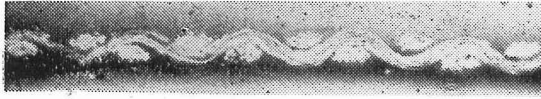
The actual thread-shape could be observed experimentally by the stroboscopic method. After the comparison of the theoretical shape with the actual shape they were found to be almost coincident and it was also found that the air resistance to the thread was so little that it could be omitted.

The reeling tension in the case of the "Re-reel Machine" was reported already in Research Reports of the Faculty of Textile and Sericulture of Shinshu University, No.1. The reeling tension in the case of the "Re-reel Machine" was very large on account of the vibration of this machine itself, the resistance of hooks and small guide wheels, the vibrating tension owing to the polygonal reel and the furtherance of the bobbing motion of cocoons. On the contrary, in the "Pot-Silk Reeling Machine" there occurs nothing to enlarge the reeling tension, and the path and the motion of the thread are natural and smooth.

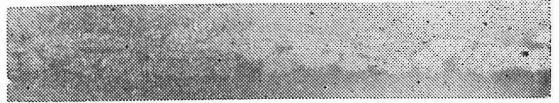
(Laboratory of Mechanical Engineering, The Faculty of Textile and Sericulture, Shinshu University, Ueda, Japan.)

三浦, 内田, 一志 : 絹織物構造と摩擦性との関係について

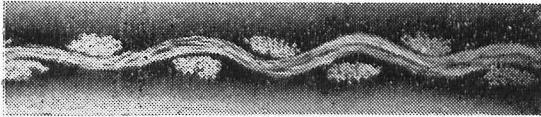
P 1



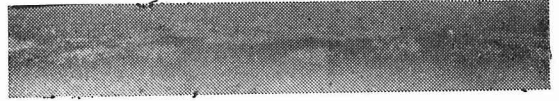
S 1



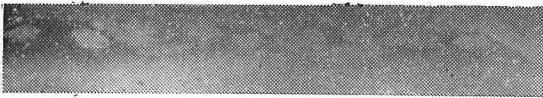
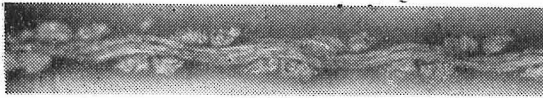
P 5



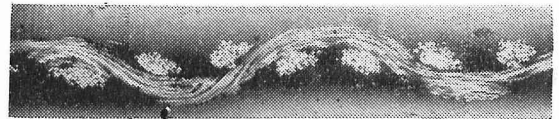
S 9



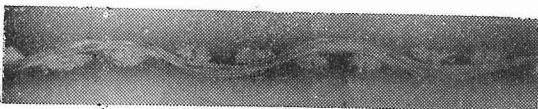
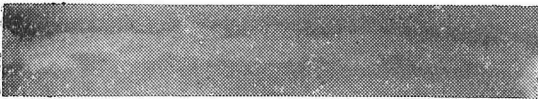
T 1



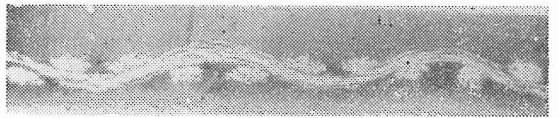
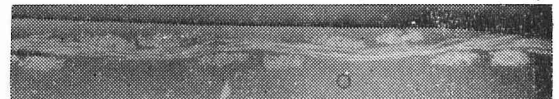
≡ 1



T 6



≡ 6



a : 縦断面
b : 横断面

(第 3 図参照)