

高能率繰糸の研究

宮下文四郎・雨宮育造

Bunshirō MIYASHITA and Ikuzō AMAMIYA : Studies on Getting High Efficiency of an Automatic Silk Reeling Machine with regard to the Manufactured Silk Thread Quality.

(1960年9月1日受理)

I 緒 言

自動繰糸機の繰上生糸織度の維持は機械的に行われる。即ち繰上生糸の織度感知装置により1粒差あるいは細限織度は指示され、この指示が接緒発動部に伝わり、給繭接緒機により繭糸の接緒補給が行われ、自動的に繰糸は継続される。従つてこれ等各部装置の性能は集積されて自動繰糸機の性能となり、繰製生糸の品質を左右する。高能率繰糸を行うために各部装置の性能について研究したので、関連項目の検討と共に報告する。本研究は片倉工業株式会社の関光司氏の協力を得て行つたものである。尚本稿を草するに当り繊維学部白井助教授から詳さに推敲を受けた。以上の各位に深甚の感謝を捧げる。

II 性能関連項目の検討

(1) 接緒時間について 織度感知、給繭接緒はいずれもある時間を必要とする。織度感知から給繭接緒完了までの所要時間を接緒時間と云い、この時間は短い程巻取速度を速くする可能性を繰糸機に与え、生糸の落緒斑の長さを短縮させる。この時間は落緒斑の長さを巻取速度で除して得られる関係にある。繰糸中この時間を実測することは感知機の多様性と相まつて困難である。筆者は人工染色繭糸の混繰中に於て積極的にその断緒と接緒とを繰返させて得られる色相斑生糸を調査して接緒時間を求めた。

各装置が迅速確実に動作すれば勿論この時間は最少であり、動作に無効動作が含まれるとこの時間は増加する。動作を定期的に行わしめる定時接緒機構ではこの時間は最大と最小の両値を採る。各機の種類は多数あるが主として接緒時間は次のようにして構成されている。

感知機が1粒差または細限織度点即ち下限を発見してから指令を発するまでを感知指示時間と呼び、生糸織度が修正された後感知機が元態に復帰するまでを感知復帰時間と称すれば、この両者の和は感知時間と云える。両者は装置の種類により区々の値を採っている。また両者のいずれかに給繭接緒機の都合から生ずる接緒待機時間を含むことがあるがこれは感知時間に含めないことにする。次に感知機が指令を発した時から給繭接緒機が之を感知し動作を完了するまでを給繭接緒時間とする。この時間も装置の種類によつて区々なのが実状である。

移動式給繭接緒機の接緒時間 T の構成を見る。給繭接緒時間を t 、感知時間を t_1 とすると

$$T = t + t_1$$

また t は感知機の指令時から給繭接緒機が之を察知までの時間 t_2 と給繭運動の開始から接緒完了までの時間 t_3 との和として与えられる。 t_2 は固定式給繭接緒機では小さく問題にならない。しかし移動式では t_2 を短くしようすると繰糸機の設計および価格に不利が生ずる。即ち給繭接緒機の移動速度を v 、その運転間隔を l とすると、 t_2 は $l/2v$ で表わし得るからである。ま

た t_2 は後述の接緒効率 $R\%$ が減少すると増加して $100/R$ を乗じた値となる。次に1回の感知指令に対して2回以上の接緒を行う連続接緒は許されないので、 $t > t_1$ であることが t_1 に要求される。これらのことから自動繰糸機は常に t_1 の小さい感知機を追求している。

(2) 接緒効率について 手接緒には接緒の失敗がある。実用の各種給繭接緒機にも同様の不能接緒がある。有効に本機が動作を完了する割合を接緒効率 R といい、最大接緒回数 N に対して表示される。今巻取速度を V 、落緒斑の長さを L とすると次のようにして算出される。

$$T = L/V \quad N = 1/T$$

実際接緒回数： n 、粒付数： m 、解舒糸長： a とすると

$$n = Vm/a \quad \therefore R = n/N \times 100$$

手接緒の N を求めることは困難であるが、自動繰糸機の N は容易に得られる。一般に接緒速度は自動繰糸機に於て等速度であるが、手接緒では必要に応じ緩急自在であるから手接緒の R は高い。個々の繭の a が等しい原料繭に於ては定時接緒機構の R は100%となるようである。

R が減少すると正常な接緒時間が増大するので下限以下の細生糸の巻取量が多くなり、平均生糸織度は細くなる。更に R の減少と後述の多粒接緒の増加とがあると一定の R を維持することが困難となり、時間的にまた緒間に差を生じ、生糸の緒間および緒内の偏差は増大される。

(3) 不能接緒と多粒接緒 接緒運動を行つても接緒が出来なかつた場合を不能接緒といい、1回の接緒運動で2粒以上の繭糸を接緒することを多粒接緒という。簡易な接緒方式を採る自動繰糸機に於て接緒効率 R をよくしようとする多粒接緒となりやすく、多粒接緒を少くしようとする多粒接緒が多くなる傾向が認められた。今生糸の平均織度 D_M と之等の関係とを組合せて次式を提出する。但し下限即ち感知細限織度を D_0 、接緒される繭糸織度を d_1 、多粒接緒によつて太くなる織度を d_2 、落緒と不能接緒によつて細くなる織度を d_3 とする。

$$D_M = D_0 + \frac{d_1}{2} + d_2 - d_3$$

この関係は定粒式および定織度式繰糸機に成立したが、後者の D_0 はほぼ一定に保ち得るので右辺項が D_M に及ぼす程度は両式の間で相違がある。特に定粒式では d_2 と d_3 のために定粒維持困難となり人為的補正動作の必要を生ずることがある。これは定粒式繰糸機設計の注意点となる。次に定織度式のこの関係を更に吟味した結果を述べる。但し3粒以上の多粒接緒は殆んどないので2粒接緒の場合に限定する。

今 $d_3 = 0$ 即ち1粒有効接緒率100%の場合2粒接緒率が $R\%$ 生じこのため太くなる D_M の増加量を S とし、 d_1 と d_2 とを一体として考えると前式から

$$S = D_0 + \text{平均接緒繭糸織度}/2 - D_M$$

例えば $D_M = 20.70$ 、 $D_0 = 19.20$ 、平均繭糸織度は2.60デニールであるが接緒される繭糸織度は3.00デニールである場合は

$$S = 19.20 + [3.00(1 - R/100) + 3.00 \times 2 \times R/100]/2 - 20.70 = 1.50R/100$$

即ち S と R とは比例関係にあり、この条件で2粒接緒率100%とするとこれが0%の時よりも S は1.50デニール太くなることを示す。

更に $d_3 = 0$ 即ち不能接緒のみが D_M に影響する場合 D_M は細くなるが次の接緒機会に補充されるので前者よりこの関係の害は少なかった。

生糸の織度偏差に及ぼす不能接緒と多粒接緒との影響を調査し、その結果を次に示す。2粒接緒率0%の時織度偏差は勿論最少で、50%の時織度偏差は最大となつた。 D_M が2個所に集

中したためである。100%の2粒接緒率になると D_M は上位の繊度に集中し、平均生糸繊度の増大と相まって繊度偏差は中位の値を採る。不能接緒は D_M に及ぼす影響と同様の理由でその害が少い。しかし極端ではないが飛繊度を生じ糸条斑成績を低下させた。

以上を総合すると不能接緒と多粒接緒の害は定粒式に多く定繊度式に少い。定粒式では細斑の深さが大きくなるためである。

(3) 集中落緒について 殆んど同時に2粒以上の繭が落繭することを集中葉緒といい、しばしば感知機と給繭接緒機との動作を混乱させる。この混乱を防止し各装置の性能調査を容易にするため、これが発生率と各種条件とを対比した。集中落緒は接緒時間、繭の性状、繰糸条件などによりその発生率を異にする。今繰糸中の単位時間当り対1緒平均落緒数 M と解舒糸長 a 、平均粒付数 m 、巻取糸長 V との関係を示すと

$$M = Vm/a$$

M を与える落緒数集団の分布が Poisson 分布に従うとすると単位時間中の1緒の落緒が x 回起る確率 P が求められる。実際の接緒時間を勘案して単位時間を15secとし M を算出し、 M が1~3回となる確率 P と V および a との関係表を作つた。それを第1表に示した。但し $m=8$ とした。

第1表 1緒平均落緒数と落緒の確率

解舒糸長			500m		600		700		800	
巻糸	取長	落緒回数	M	P	M	P	M	P	M	P
40m/min m/min	1回			0.1364		0.1141		0.1064		0.0905
	2		0.16	0.0109	0.13	0.0074	0.12	0.0064	0.10	0.0045
	3			0.0006		0.0003		0.0003		0.0002
60	1			0.1888		0.1638		0.1435		0.1291
	2		0.24	0.0227	0.20	0.0164	0.17	0.0122	0.15	0.0097
	3			0.0018		0.0011		0.0007		0.0005
80	1			0.2324		0.2061		0.1823		0.1638
	2		0.32	0.0372	0.27	0.0278	0.23	0.0210	0.20	0.0104
	3			0.0040		0.0025		0.0016		0.0011
100	1			0.2681		0.2372		0.2171		0.1947
	2		0.40	0.0536	0.33	0.0391	0.29	0.0315	0.25	0.0243
	3			0.0072		0.0043		0.0030		0.0020

落緒数は15sec間についての値である。

次に夫々10緒につき之を実測し、その1緒1minについての平均落緒数になおして実測値と理論値とを対比した。その結果は次の通りである。

巻取糸長	43m/min	56
実測値	0.46回	0.52
理論値	0.464回	0.640

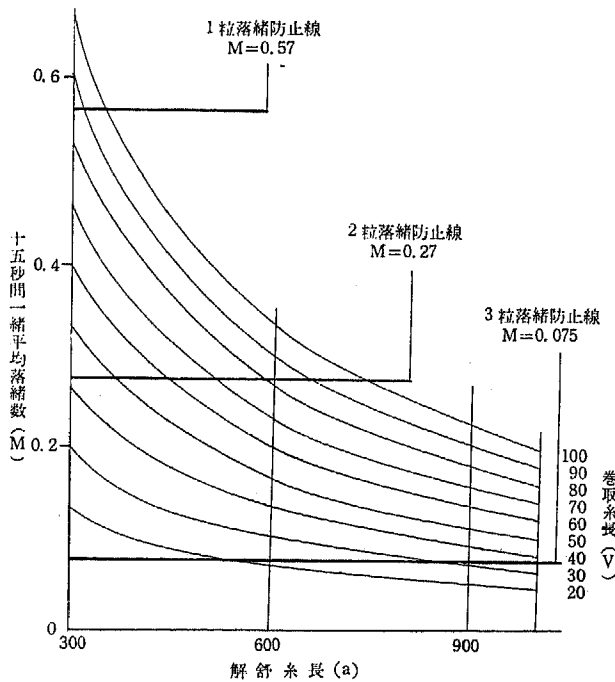
但し繰糸条件は $m=8$ 、 $a=746$ 、 $V=43&56$ であり、繰糸温度 $90^{\circ}F$ 、繭糸長 1166m 繭糸繊度

2.23dである。実測値は1/100の危険率で理論値以内におさまるのでこのようにして得られる理論値 M は妥当と考える。

集中落緒が自動繰糸機 1 set 内に発生しないためにはその発生確率を 1/400 以内にする必要がある。1 set は400緒からなるためである。即ち P を0.0025とする限界巻取速度を求めなければならない。 P を与えて M を逆算すると

2粒集中落緒	$M=0.075$
3粒集中落緒	$M=0.27$
4粒集中落緒	$M=0.57$

この値を各粒集中落緒の防止線とし関係図を求め管理資料とした。その関係図を第1図に示した。



第1図 落緒管理図 (粒付数 $m=8$)

III 織度感知機の性能

本機は織度調整の起点となり自動繰糸機の性能に関係する。織度の感知方法には種々あるが要求される性能を定めることはその改良と利用法の発展とのため必要である。

(1) 正確度 現在の感知機は繰糸生糸の中心織度を維持するのに下限の設定のみを行つて満足されている。繰糸の実態と装置の簡明化のためである。従つて下限の感知は正確でなければならない。生糸織度 D_M 、生糸標準偏差 δ 、正確度 C の間に次の関係を考えることが出来る。

$$C = \delta / D_M \times 100$$

織度の正確値を測定することは測定糸長の短い程困難で、生糸検査法の場合を考えても了解される。勿論感知機で正量織度を求めることも出来ない。このため繰糸中の感知織度は真の生糸

織度とある関係を保つ値となる。接緒直前の生糸部分から33中以下は200回、34中以上は100回の調査糸長を採り正確度を検査した。定織度式で21中繰糸の場合を第2表に例示した。

第2表 織度偏差限度と許容正確度

糸 格	生糸標準偏差	緒内標準偏差	許 容 正 確 度
6 A	1.31 d	1.14	5.2 %
5 A	1.34	1.19	5.9
4 A	1.56	1.25	5.9
3 A	1.68	1.29	6.1
2 A	1.81	1.34	6.3

但し10緒の緒間偏差は0.5と仮定して緒内偏差は算出された

本表は正確に接緒が行われた場合を示したので実用上は50%の安全率を見込むべきである。次に緒間織度の正確度が重要となる。これは緒内織度の正確度と共同して生糸の織度偏差に影響するからである。定織度式は勿論であるが定粒式ですら緒間偏差がある。定織度式の場合21中に於て緒間偏差は正確度1.7%以下即ち標準偏差0.35d以下であれば実用性がある。定粒式の緒間偏差の一例を第3表に示した。

第3表 定粒式繰糸生糸の緒間偏差

期 別	調 査 件 数	平 均	最 太	最 少
春	178	0.35	0.52	0.23
初 秋	91	0.28	0.46	0.21
晩 秋	106	0.30	0.45	0.20

(2) 敏感度 感知時間によって敏感度は表示出来る。正確度を高めようとして感知機の位置を巻取棒直前におくと感知時間は多くなる。また感知復帰時間の占める割合が多いと連続接緒となりやすい。敏感度は繰糸機の能率と生糸品質とを左右するものである。

敏感度の良否によつて感知接緒織度即ち細限織度から元態に復帰すべき生糸の織度差は異つて来る。敏感度が感知接緒織度を薄皮1粒差または平均繭糸織度以内にするような感知機は実用性がある。敏感度良好の場合生糸の織度偏差は少くなるが、変化点が多くなるので糸条斑は悪くなる。

(3) 信頼度 正確度や敏感度の変化が予知し得られ、故障除去の容易な場合実用上から信頼度の限界は与えられる。突発的故障の多く生ずる感知機は実用性がない。肉眼で粒数判別の出来ない場合信頼度は不可欠の問題となる。粒付数または繰糸生糸織度の絶対値を示す感知機ではいかなる種類でもその信頼性は高い。

(4) 定常関係の保持性 原料繭の性状、煮繭繰糸条件、施設の変更などによつて感知性能は一般に変化した。しかしその性能の変化と織度変化との間の関係が判明しており、その関係が常に保持され得る場合感知機は実用性をもつ。またこれに関連する構造上の注意点を摘録しておく。即ち感知を正確にせんとして往々糸質を損するか使用不便をまねているものがある。敏感度を高めようとして耐久力を失うものがある。安価であることもまた必要である。

結言として感知性能の理論的解明が不可能なものは駆逐されると考える。

IV 給繭接緒機の性能

感知機の指令を察知して自動的に正緒繭を繰解繭群中に供給し接緒させるのが本機である。本機の種類には緒毎に固定された固定式、緒間を循環する移動式などがあり、供給方式によって区画式、開放式などがある。本機の性能も感知機のそれと同じく繰糸能率、生糸品質、生糸収量に影響する。性能中の接緒効率、給繭接緒時間、繭補給能力について調査吟味を行った。

(1) 接緒効率 前述の関係から生糸平均繊度 D_M と接緒効率 R との実験式を 1 粒接緒のみの場合について求め次式を得た。

$$D_M = -41.86/R + 21.36$$

但し巻取速度 $61m/min$ 、20緒接緒回数 $16回/min$ 、解舒糸長 $758m$ 、繭糸繊度 $2.86d$ の場合である。一般に R の減少により即ち有効接緒能力が繰糸を継続するに必要な接緒回数に近づく程、 R の減少が D_M の減少に及ぼす影響度は多くなった。

(2) 給繭接緒時間 この時間の多いことは生糸の細斑糸長 L を長くする。今 L が最大となる場合を吟味する。接緒時間 T と巻取速度 V との間には

$$L = T \cdot V$$

n 回連続して不能接緒が起ると L は L_n となり、給繭接緒時間 t が含まれるようになる。

$$L_n = T \cdot V + ntV$$

$n=5$ 、 $V=100m/min$ 、 $T=10sec$ 、 $t=9sec$ の場合を試算すると $L_n = 91.6m$ となる。またこの場合 $R=70\%$ とするとその出現する確率は $24/10000$ である。即ち t は不能接緒と共に強く L を左右する。 L は手接緒の落緒糸長に相当するので t は生糸品位を決定する重要因子の一つである。

(3) 繭補給能力 正緒繭は接緒する前に予め繰解繭群附近に運搬されておらなければならない。固定式給繭接緒機では付設の独立運搬装置により、移動式では一体となつた運搬装置によりこの運搬は行われる。運搬が給繭接緒機の運行あるいは動作と無関係の場合はこの運搬能力は給繭接緒機の性能から除外される。そのため移動式給繭接緒機の現行型について吟味した。

補給量 F は補給機容量を Q とすると (但し補給機速度 v 補給機運転間隔 l)

$$F = Qv/l$$

F を粒数で表わすと最大接緒粒数 N との間に $F \geq N$ の関係がなければならないので

$$Qv/l \geq Vmx/a$$

但し x は補給機の担当緒数である。 F は充分余有のあることが望まれた。

V 摘 要

高能率繰糸を行うために自動繰糸機の繊度感知機、給繭接緒機の性能を調査した。繊度感知機の正確度、敏感度、信頼度の限界を求め本機の実用性に論及した。給繭接緒機の接緒効率と給繭接緒時間とが生糸品質に影響する程度を求めた。

Summary

The writer has examined the denier determining apparatus and the cocoon-thread feeding apparatus of an automatic silk reeling machine in order to get high efficiency.

In this experiment the limits of accuracy, swiftness, and reliance of the denier determining apparatus were found, and its practical utility is discussed in this paper.

The influence which the efficiency and the speed of the cocoon-thread feeding apparatus have on the quality of the manufactured silk thread was studied.