

計測制御と製糸技術

蚕糸試験場製糸部 西 出 照 雄

Ⅰ. はじめに

定織度感知器の発明¹⁾、自動繰糸機の開発²⁾と普及とによって、製糸技術および生産性は飛躍的に向上し、作業個々の技術にゆだねられていた労働集約的な生産構造から近代的な生産構造へと脱却した。その後、各種製糸機械の開発と改良、工務技術の改善、工程管理基準の体系化研究^{3~5)}等によって今日の製糸技術体系は形成されてきた。ちなみに、多条繰糸機が主体となっていた昭和30年度の繰糸工1人1日当りの繰糸量は1.1kgであったが、自動繰糸機の普及と製糸技術の向上とによって大幅に向上し、昭和51年度には12.3kgと約10倍を越したことから生産性の向上を知ることができよう。

一方、現用の製糸機械の部分改良や工務技術の見直し等によって、今後製糸技術や生産性の向上が期待される部分は少なくないと思われるが、この点からだけの製糸技術や生産性の向上にはおのずから限界があろう。したがって、多条繰糸機から自動繰糸機に移行した時のような飛躍的な製糸技術の改善による生産性の向上をはかるには、従来の手法や機構に拘束されることなく、製糸技術に応用できる基礎的な研究成果や他分野の諸技術を積極的に吸収し、製糸技術として消化された革新的な製糸機械あるいはシステム化された製糸工程を創り出す必要がある。このような革新的な製糸技術を創り出すためには、次のような開発研究が必要と考える。すなわち、(1) 製糸工程、特に煮繭・繰糸工程における諸生産情報を収集することができる計測装置の開発。(2) 生産情報に基づいて制御判断を自動的に行ない、制御指示を外部制御機構に出力できる制御装置の開発。(3) 製糸各工程をシステム化するためのハードおよびソフト両面からの工程のシステム化研究。(4) 前項(1)~(3)の諸機能を装備した新しい繰糸機、煮繭機等製糸機械の開発。

したがって、人間の感覚、認識、神経組織に相当する⁶⁾計測制御手法と装置との開発は、今後の飛躍的な製糸技術の発展を期するための前提条件といっても過言ではないと考える。

以下、製糸技術の発展向上に寄与すべく、ここ数年著者が研究を進めてきた製糸工程における計測制御について私見を述べることにする。

Ⅱ. 織度の計測と制御

繰糸中に得られる織度情報は製糸工程における繭から生糸への唯一の加工プロセスの情報であり、この情報の精度により、生産される生糸の形態的な面での品質の大半が決定づけられる重要な情報である。また、この情報は単に織度成績を推定するための情報を含んでいるだけではなく、接緒、落緒、解じ率等煮繭・繰糸工程における繭に対する処理結果の判定に必要な貴重な情報をも含んでいると考える。したがって、繰糸中に時々刻々と変化する織度値を計量化し、上述した織度情報として収集処理する手法と装置とを開発することにより、今後の製糸技術の向上に役立てたい。

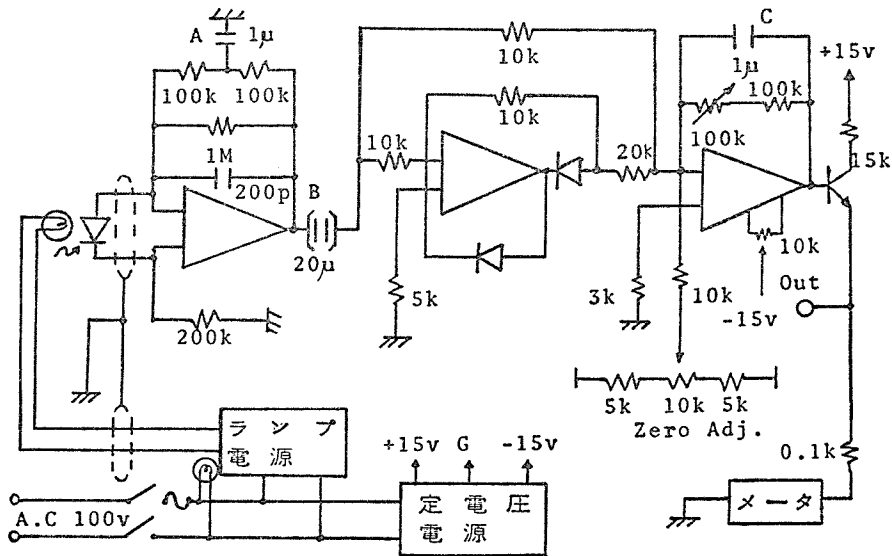
1. 計測方法と装置

織度情報の自動計測について行なわれた報告は、例えば空気マイクロメータを応用した報告^{7~}

9), その他の各手法による報告^{10~16)}があるが, まだ繰糸工程における実用段階には至っていない。

一方, 繰糸工程において比較の実用性の高いと思われる光電技術は近年著しい発展を遂げている。そこで, 柳原氏¹¹⁾によって試みられた手法を応用して試作した繰度計測装置について述べる。

繰度の計測方法は, 走行する生糸と接触して回転する偏心鼓車によって, 生糸糸条はスリットからの測定光束を周期的に遮断し, 遮断時の陰光量を光電素子によって電気量に変換するものである。この方法によれば, 測定光束を遮断する周期の搬送波を生糸の太さによって振幅変調する作用に置き換えることができる。したがって, 測定光の強弱変化, ドリフト等によるゼロ点の移動は無視することが可能となり, また, 測定光路中の夾雑物の影響はある程度防ぐことができるようになる。



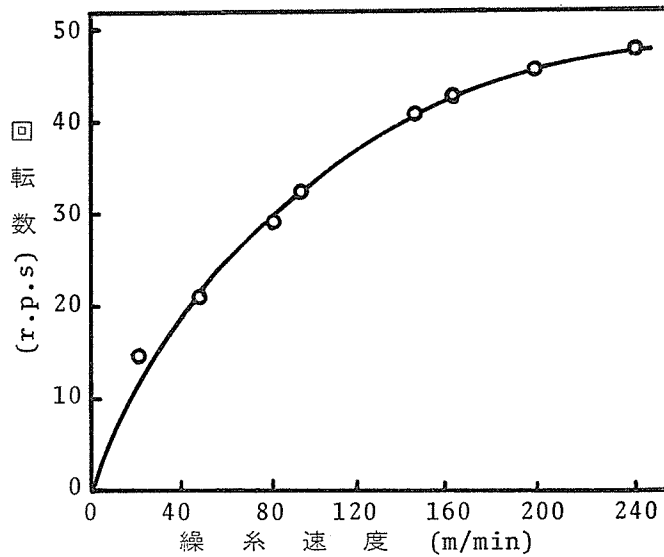
第1図 繰度計測装置の回路図

検出部で得た繰度情報を電気量として外部に出力する繰度計測装置の回路を第1図に示す。この装置は光電素子によって光電流として得られた繰度信号を増幅する交流増幅部, 繰度信号を直流化して増幅する整流・増幅部, ICおよびランプの電源部等から構成されている。

2. 計測装置の基本特性

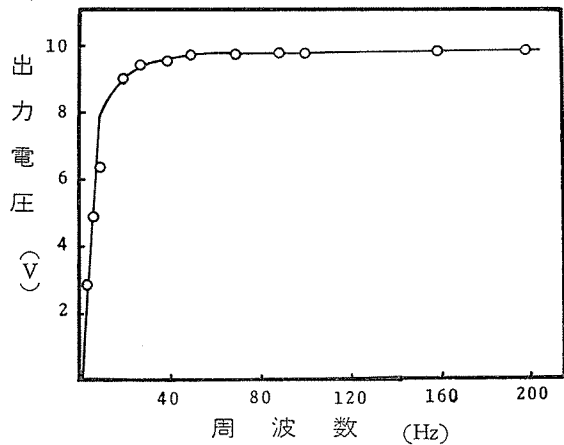
2-1. 入力周波数に関して

本装置の計測方法は前述したように, 偏心鼓車の回転にともなって横方向に生糸が周期的に測定光束を遮断することによって得られる陰光量を繰度情報としている。一方, 生糸に加わる張力は繰糸速度によって変動することから偏心鼓車の回転数, 換言すれば光電素子に入力される搬送波の周期または周波数は繰糸速度によって異なる。このことは第2図の結果からも知ることができよう。なお, 偏心鼓車1回転で生糸は測定光束を1往復, すなわち2回遮断することになるので, 光電素子に入力される搬送波の周波数は, 第2図に示した偏心鼓車の回転数を2倍することによって求められる。例えば, 繰糸速度 150m/min 時の搬送波の周波数は約 60Hz (2×30) である。

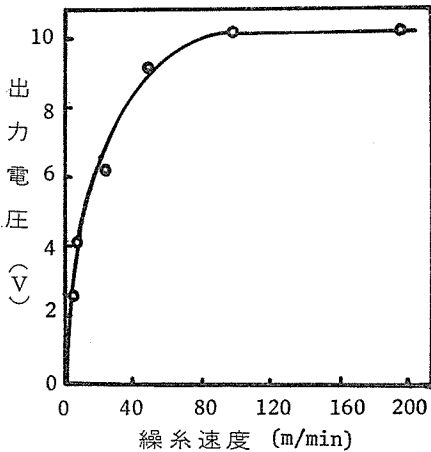


第2図 繰糸速度と偏心数車の回転数

入力周波数が本装置の出力電圧に及ぼす影響について検討した結果を第3図に示す。この検討方法は周波数を任意に変えることができる関数発生器を本装置に接続して、入力周波数（入力信号は正弦波）を変えていった時の本装置の出力電圧をプロットしたものである。入力周波数 40Hz 程度までの出力電圧は急激に高くなるが、それ以上の周波数域ではほぼ一定となる。この周波数 40Hz に対応す



第3図 入力周波数と出力電圧



第4図 繰糸速度と出力電圧

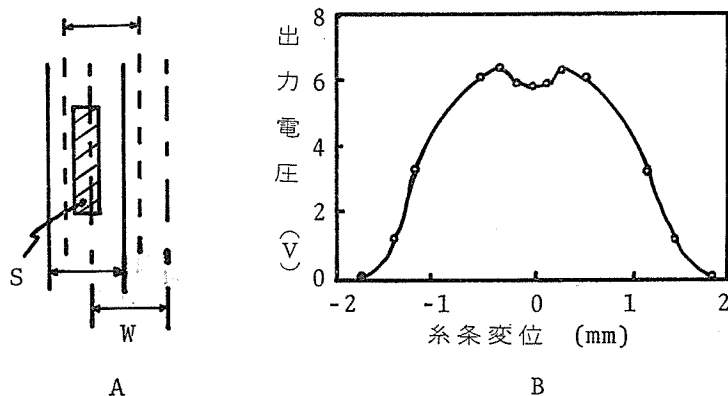
る繰糸速度は第2図から推定すると約 60m/min である。なお、第1図中のコンデンサ A～C の容量値を大きくすることによって、第3図の結果をさらに低周波数側にシフトすることができる。すなわち、これらのコンデンサによって出力電圧に与える周波数（繰糸速度）の影響を防ぐことができる。

一方、実繰時における繰糸速度と出力電圧との関係は第4図のような変化を示し、繰糸速度 80m/min 以上での出力電圧ではほぼ一定となる。したがって、実

用的な観点からは、繰糸速度が約 100m/min 以上であるならば、第 2～4 図の結果から判断して本装置を使用する場合の繰糸速度の影響は無視してもよいものといえよう。

2-2. 測定光束と糸条の設定位置

第 5—A 図にモデル的に示したように、測定光束に対する糸条の設定位置のずれが計測結果に与える影響について検討する。

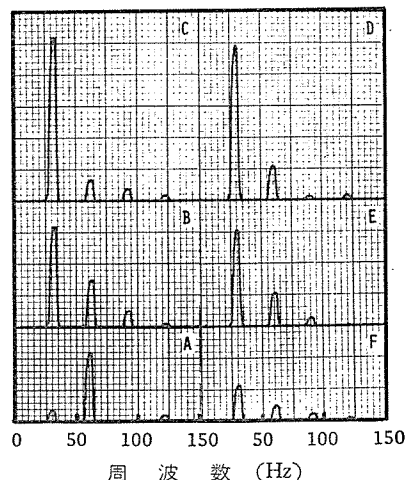


第 5 図 糸条の設定位置の影響

A : 測定光束と糸条の振動位置
B : 糸条の位置と出力電圧の関係
S : 測定光束 W : 糸条の振動幅

第 5—B 図は測定光束を対称軸として左右対称に糸条が振動している中心位置を原点として、漸次糸条の振動位置を左または右方向に（糸条変位として）移動させた時の出力電圧を示したものである。この結果から、測定光束に対する糸条の設定位置によって同一の太さの糸条でも出力電圧、すなわち織度は異なって計測されることがわかる。したがって、織度計測を行なう際には測定光束と糸条との位置関係についてじゅうぶんな考慮を払う必要がある。そこで、糸条の設定位置が適正であるか否かを判断する方法には、例えば第 6, 7 図に示す織度信号の周波数分布あるいはシンクロスコープ等による信号波形の観察等がある。

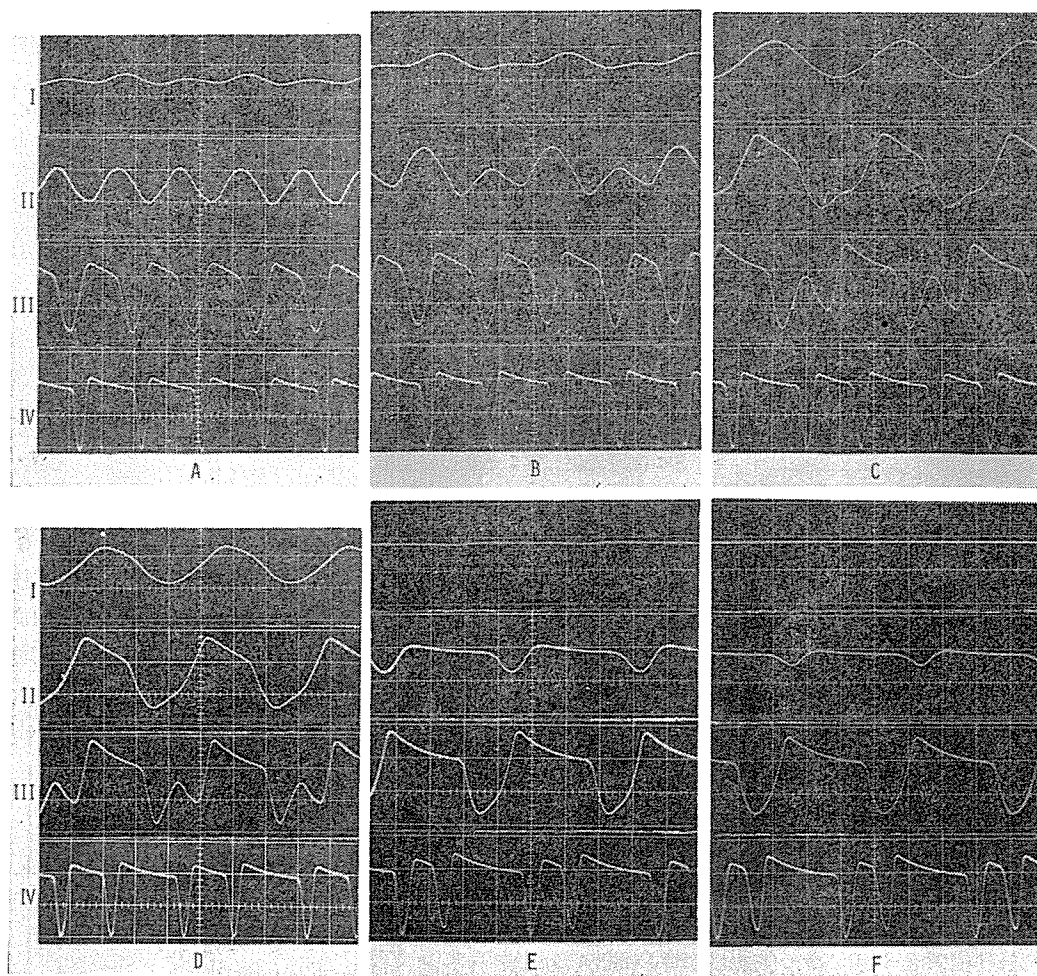
第 6 図は第 5 図の実験と並行して各糸条位置における信号の周波数分布について調査した結果である。図中 A は測定光束を対称軸として糸条が左右対称に振動している時に得られる信号の周波数分布であり、B→F は糸条の振動位置を一方向側に移動した時の周波数分布を示すものである。図中 A→F に共通した特徴は、基本周波数成分を 30Hz として、その整数倍の周波数域に高調波成分が現われていることである。この基本周波数 30Hz が意味するところは、糸条が測定光束の一端を通過した時の影響であり、60Hz は糸条が測定光束の両端を通過した時の、換言すれば糸条が左右 1 往復した時の影響によるものである。したがって、糸条が正しい位置に設定さ



第 6 図 糸条の位置が織度信号の周波数に与える影響

れている場合の信号の周波数分布は、図中Aのように第1次高調波成分（糸条が左右1往復する周波数域）が最大ピークを示すパターンとなる。

第7図は第5，6図の実験と並行して，光電素子から出力された信号波形（第1図のB点）をシンクロスコープにより観察したもので，糸条の設定位置の移動による信号波形や，糸条が測定光束を遮断する変化の様相を知ることができよう。この信号波形の変化が第5—B図に示した出力電圧の変化に直接関与しているのである。なお，第7図は糸条の振動振幅（偏心鼓車の偏心距離に相当）による信号波形への影響も同時に比較できるように示してある。例えば，糸条が測定



第7図 測定光束に対する糸条の振動位置と信号波形（シンクロスコープにより撮影）

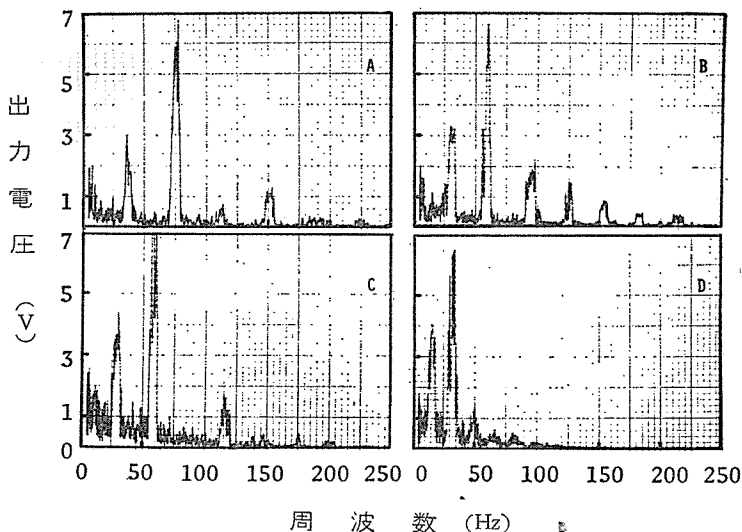
糸条の振幅(mm)：Ⅰ＝0.5 Ⅱ＝1.5 Ⅲ＝2.5 Ⅳ＝5
スリットの幅は2mm

光束に対して左右対称に振動している場合には，図中Aのように規則正しい波形を示す。一方，糸条の振動位置が移動した場合を図中Fに例をとってみる。F—Ⅰは糸条の振幅が小さいため，糸条は測定光束の外で振動しているので信号は得られないが，F—Ⅳは振幅が大きいため，まだ測定光束を遮断していて信号を得ることができる。しかし，この場合の糸条は，もはや測定光束

に対して左右に振動しておらず、信号波形はA—Ⅳに見られるような波形を示さない。

このように、糸条と測定光束との相対的な位置が適当であるかどうかの判断は第6，7図に示したように、織度信号の周波数分布のパターンあるいはシンクロスコープ等による信号波形の観察から行なえる。

第8図は繰糸速度と織度信号の周波数分布について例示したものである。繰糸速度の上昇とともに偏心鼓車の回転数が増加し（第2図），その結果搬送波の周波数分布は高周波数側にシフトすることが認められた。しかし、繰糸速度によって変化する搬送波の周波数は、織度の情報として

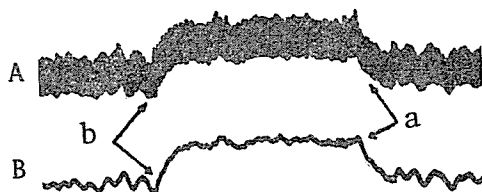


第8図 繰糸速度と織度信号の周波数分布
繰糸速度 (m/min) : A=200 B=150 C=100 D=30

直接関与するものではない。そこで、後述するようにアナログ量で織度制御の判断を実行するには、織度信号に含まれる搬送波の周波数成分を除去することが必要となる。このための1方法として時定数T (Time constant) を持つ低域濾波器によって織度信号を波形整形する方法がある。第8図に示した結果はこの方法による場合の各繰糸速度に適応した低域濾波器の時定数を設定する際に重要な意味を持つものである。

3. 計 測 例

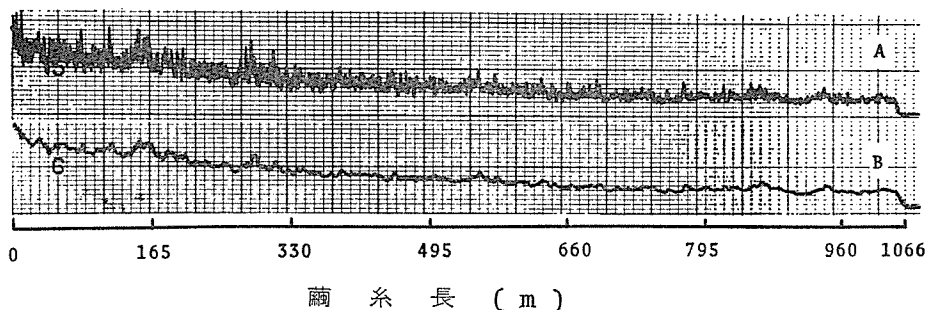
第9図は繰糸中に発生する落緒や接緒の現象を人為的に作り、1本の繭糸の増減による生糸織度の変化の様相を本装置によって観察したものである。この図に示すように本装置は、生糸織度が急激に変化する最小単位である繭糸1本の増減による、いわばON—OFF的な織度の変化を的確に検出する性能を具備している。なお、図中の信号波形Aは本装置による原織度信号で、その波形のままでは変化が激しく制御判断を行なうには不適



第9図 接緒と落緒の計測
A : 原織度信号波形 B : 濾波織度信号波形
a : 落緒点 b : 接緒点

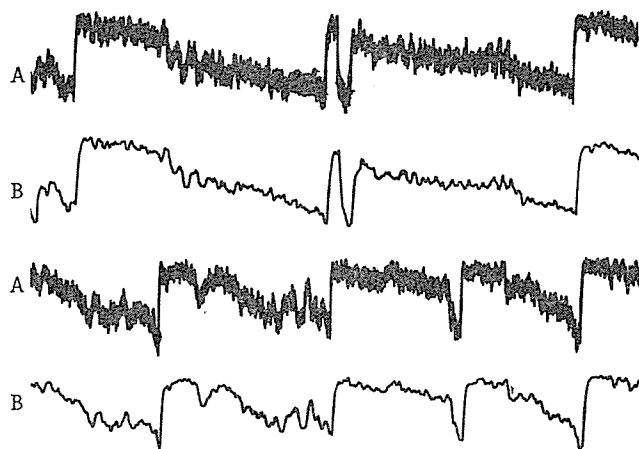
当であることが知られよう。信号Bは適当な時定数を持つ低域濾波器によって信号Aを波形整形したもので、搬送波の影響を除去している。

繰糸中の生糸の繊度は接緒や落緒による変化を除けば、生糸を構成する個々の繭糸の繊度曲線の影響を受けて変化するものと考えられる。そこで本装置の検出機能を検討する観点から、外層から内層までの繭糸繊度の変化を計測し、第10図に示す結果を得た。この図から、本装置は繭



第10図 繭糸繊度曲線の計測

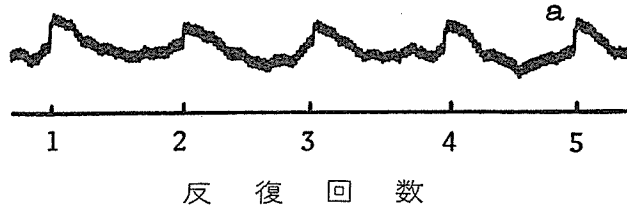
糸1本の外層から内層に至る微少な繊度変化（繭糸繊度曲線）を連続して計測できる機能を持つことが確かめられた。なお、繭糸繊度の計測に際しては測定光束の幅を規制するスリットの幅を、生糸繊度の計測の場合に比較してごく狭くする必要がある。



第11図 生糸繊度の連続計測

第11図は本装置を繰糸機に取付けて、繰糸中の繊度情報を連続して収集したものである。この結果から、本装置は落緒や接緒あるいは繭糸繊度曲線等の影響を受けながら繰製される生糸の繊度変化の様相を克明に計測できることが確かめられた。

計測装置の具備すべき機能の1つとして再現性の有無がある。本装置の再現性を検討するために用いた方法は、生糸（糸長5m）をループにして、エンドレスに何回も巡回させ、その信号波形を連続して記録する方法である。第12図はこの方法によって記録した結果の一部である。この図からわかるように、得られた信号波形はほぼ同一の波形を連続してくりかえしている。このこ

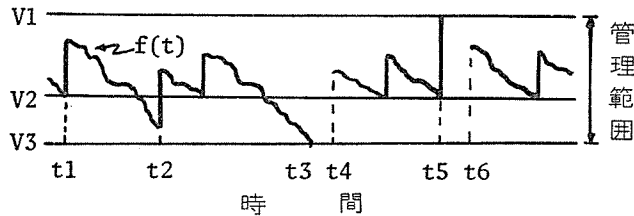


第12図 計測装置の再現性

とは本装置の再現性が良好であることを意味している。

4. 制御方法と装置

織度の制御方法^{17,18)}は細限織度接緒法¹⁹⁾をもとにして、第13図に示すように生糸を繰製する際に許容できる上、下限の織度範囲と細限織度を電圧でそれぞれ V_1 , V_3 , V_2 と設定し、電圧量として得られる織度信号 $f(t)$ を設定した $V_1 \sim V_3$ と逐次電圧比較を行なって制御判断を実行し、この制御指示にしたがって接緒や繰棒停止等の制御動作を実行するものである。



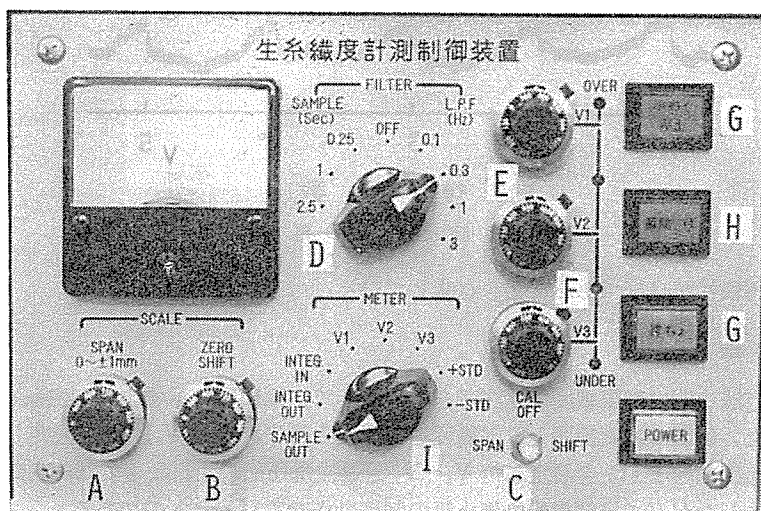
第13図 織度制御の方法

落緒や繭糸織度の低下によって生糸織度が細くなり、 $f(t)$ が V_2 に達すると接緒指示が電氣的に出力され、接緒杆を駆動して繭糸が1本接緒されるので、 t_1 点のように織度は太く回復する。接緒指示があっても直ちに有効接緒が得られない場合には、 t_2 点のように $f(t)$ が V_2 以上になるまで接緒の指示は出力し続けられる。接緒指示が出力し続けられたにもかかわらず、有効接緒が得られぬまま織度が低下して $f(t)$ が V_3 に達すると、それ以上織度が低下して飛び織度が生ずることを防ぐために t_3 点で繰棒停止の指示が出力され、自動的に繰棒は停止される。停止した繰棒は粒付け修正後、再び t_4 点で回転させる。

一方、接緒時に多粒接緒が行なわれると、生糸の織度は目的の織度からかなり離れたものとなって、飛び織度が生ずる恐れがある。このため $f(t)$ が V_3 に達した場合 (t_5) には、 t_3 の場合と同様に繰棒を停止させ、粒付け修正後に再び t_6 で繰棒を回転させる。したがって、 $t_3 \sim t_4$, $t_5 \sim t_6$ の時間は繰棒が停止していた時間を示すことになる。

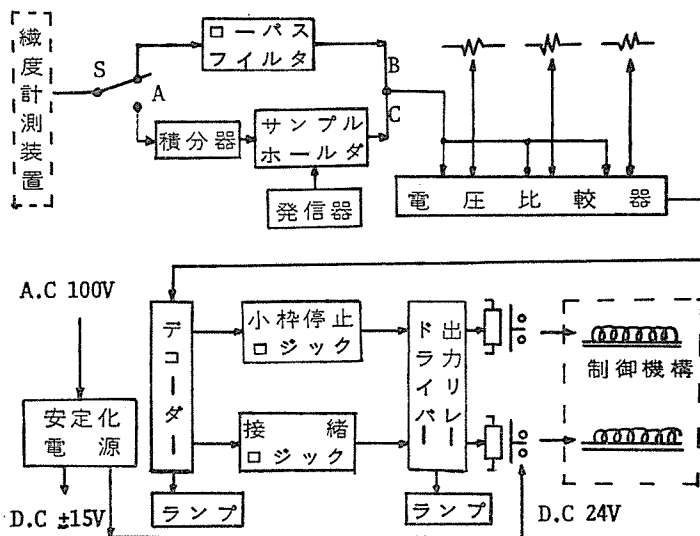
なお、 V_1 と V_3 は繰糸目標に合わせて設定する必要がある。すなわち、繰糸目標が、繰糸能率は若干ダウンしても織度のちらばりを小さく抑えた生糸を繰製したい時には、 V_1 と V_3 の間隔を狭くすればよい。一方、多少糸むらがあっても繰糸能率を高めたい場合には、 V_1 と V_3 の間隔を広く設定すればよいことになる。

第14図は試作した織度制御装置の正面外観図である。A～Cのダイヤルで織度信号の入力感度や較正等の入力に関する調整を行ない、Dで波形整形の方法と時定数を選択する。Eは織度の上限、接緒点、下限等の比較電圧、すなわち $V_1 \sim V_3$ を設定するダイヤルで、Fのランプは繰糸



第14図 織度制御装置の正面図

中の生糸の織度が設定条件 ($V_1 \sim V_3$) のどの範囲にあるかを示すものである。Gは制御指示の内容を示し、Hは論理回路を始動させるためのスイッチである。Iは本装置の各回路をチェックする回路監視用のツマミである。

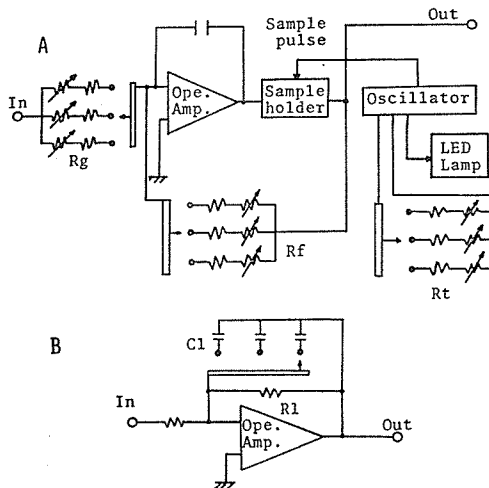


第15図 織度制御装置のブロック図

第15図は本装置の回路をブロック図として示したもので、本装置は波形整形を行なうフィルタ部、制御判断をアナログ量で行なう電圧比較部、制御指示を正しく外部に出力する論理出力部および電源部から構成されている。

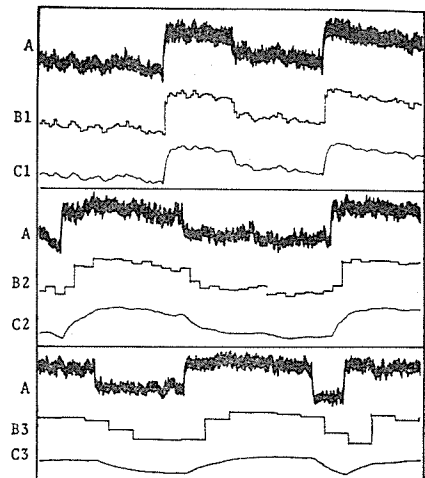
織度計測装置で収集された原織度信号はすでに述べたように、搬送波による影響のため激しく変動するので、制御判断にこの信号を直接用いることは好ましくない。そこで、原織度信号を波

形整形して制御判断に適した信号波形とするために、第16図に示すような1次遅れ要素を持つ低域濾波器と、区間積分およびサンプルホールド手法を併用した2種類のフィルタ²⁰⁾を本装置に設けた。



第16図 フィルタの回路図

A : 区間積分とサンプルホールド
B : 1次遅れのフィルタ



第17図 濾波繊維度信号の比較

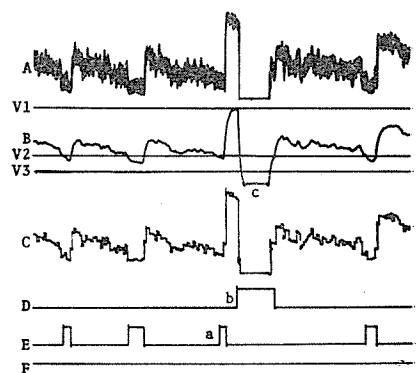
A : 原繊維度信号 B : 区間積分とサンプルホールドによる濾波繊維度信号 C : 1次遅れのフィルタによる濾波繊維度信号 時定数(秒):
B1, C1=0.25 B2, C2=1.0 B3, C3=2.5

繰糸中に得られた原繊維度信号Aと2種類のフィルタを用いて波形整形した繊維度信号B、Cとを比較した結果を第17図に示す。この結果から、時定数が大きにしたがって波形整形された信号波形は平均化が進んで滑らかな波形になり、微少な繊維度変化を検出しにくくなるとともに、原繊維度信号の変化に対する応答速度も遅くなる。一方、時定数が小さいと波形整形された信号波形はまだ凹凸が激しく、繊維度制御の判断および実行を電氣的、機械的に安定した状態で行うには不適当となる。したがってフィルタの時定数の設定に際しては、原繊維度信号の周波数、遅れ時間、制御機構の制御動作時間等をじゅうぶんに考慮する必要がある。

5. 制 御 例

前述した一連の計測制御装置と繰糸機とを接続して構成した繊維度制御システムによって、繊維度制御を行なった実施例について述べる。

第18図は接緒時に多粒の繭が接緒され、生糸の繊維度が管理範囲の上限に達した場合の繊維度制御過程を示したものであり、第19図は管理範囲の下限に達した場合について示したものである。両図とも図中の記号Aは原繊維度信号、Bは1次遅れ要素を持つ低域濾波器による濾波繊維度信号で、Cは区間積分とサンプルホールド手法による濾波繊維度信号である。D、E、Fはそれぞれ上限による繰糸停止、接緒、下限による繰糸停

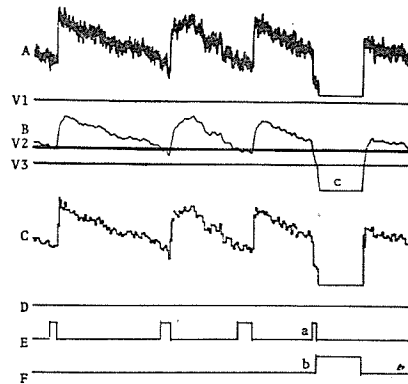


第18図 繊維度制御例 (1)

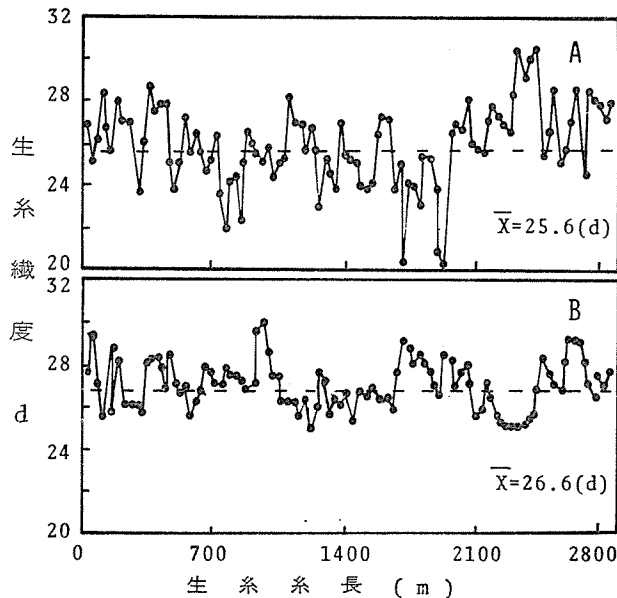
止の指示を繰糸機の各機構へ出力する制御出力である。また $V_1 \sim V_3$ はそれぞれ、第13図で述べた比較電圧である。

第18, 19図の制御例から、本システムは生糸の織度が落緒や繭糸織度の低下によって接緒点に達すると、自動的に接緒を行ない生糸の織度を回復させることができることや、生糸の織度が設定した織度管理範囲を越えた場合に繰棒停止の指示によって繰棒が自動的に停止され、飛び織度の発生を防ぐことができるなどの機能を持っていることが確かめられる。

第20図は従来の方法によって繰製した生糸Aと、第18, 19図に示した方法で繰製した生糸Bとの織度を時系列として比較したものである。AとBの織度時系列を比較すると、AはBより織度変化、すなわち時系列の振幅が大きく、織度の均一性という面からはBにくらべて劣っていることがわかる。また、従来の織度制御方法は本制御のように上、下限織度を積極的に規制する制御ループがないため、Aに見られるように目的織度から大きくはずれた織度が生じる場合がある。一方、本



第19図 織度制御例 (2)



第20図 生糸織度の時系列

A: 現行法による織度時系列 B: 本手法による織度時系列

制御方法によって繰製した生糸の織度時系列には、上、下限織度の規制を行なっているので、当然のことながら目的織度から大きくはずれた織度は生じていない。

以上に述べたように、アナログ情報処理手法を応用した本制御方法と制御システムは、繰糸中の生糸の織度を一定の範囲内に管理するための手法として、基本的には有効であると判断される。なお、この制御システムを活用して、電算機を中枢とする制御システムを現在開発中であるが、

現在までの試験成績をみるとほぼ期待通りの結果が得られている。

織度の計測と制御技術は製糸技術の基本的な役割りを果たすものであり、また織度情報が各種の生産情報を含んでいることなどを勘案すると、アナログあるいはデジタル手法による織度制御システムを開発することは、今後の煮繭・繰糸工程の管理システムの開発研究にも役立ち得るものと考えている。

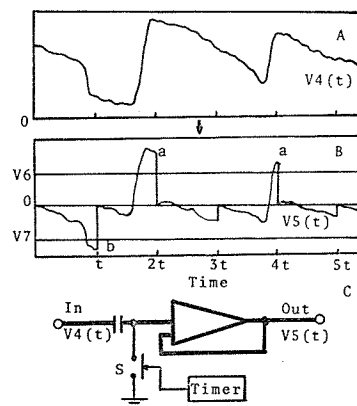
Ⅲ. 繰糸情報の計測

繰糸中に発生する落緒、有効接緒および無効接緒等の回数、3種類の原因別に区別した繰枠停止時間と停止回数、接緒指示回数等の繰糸情報を織度情報に基づいて自動計測する方法と装置²¹⁾ について述べる。

1. 方法と装置

落緒回数と有効接緒回数の計測方法は第21図のモデルに示すように、繰糸中に得られる織度情報に基づくアナログ処理手法による。すなわち、織度制御装置によって波形整形された織度信号 $V_4(t)$ (本装置の入力信号、21-A図) は、定時間ごとに瞬時 ON になるスイッチ S (21-C図) によって $V_5(t)$ (21-B図) のようになる。この理由は、S が ON になると $V_4(t)$ はアースに流れて21-C図の回路出力電圧は瞬時ゼロとなるためである。このような信号変換と電圧比較とによって落緒と有効接緒の回数は計測されるが、ここで有効接緒回数と落緒回数の計測プロセスについて第21図を用いて述べることにする。

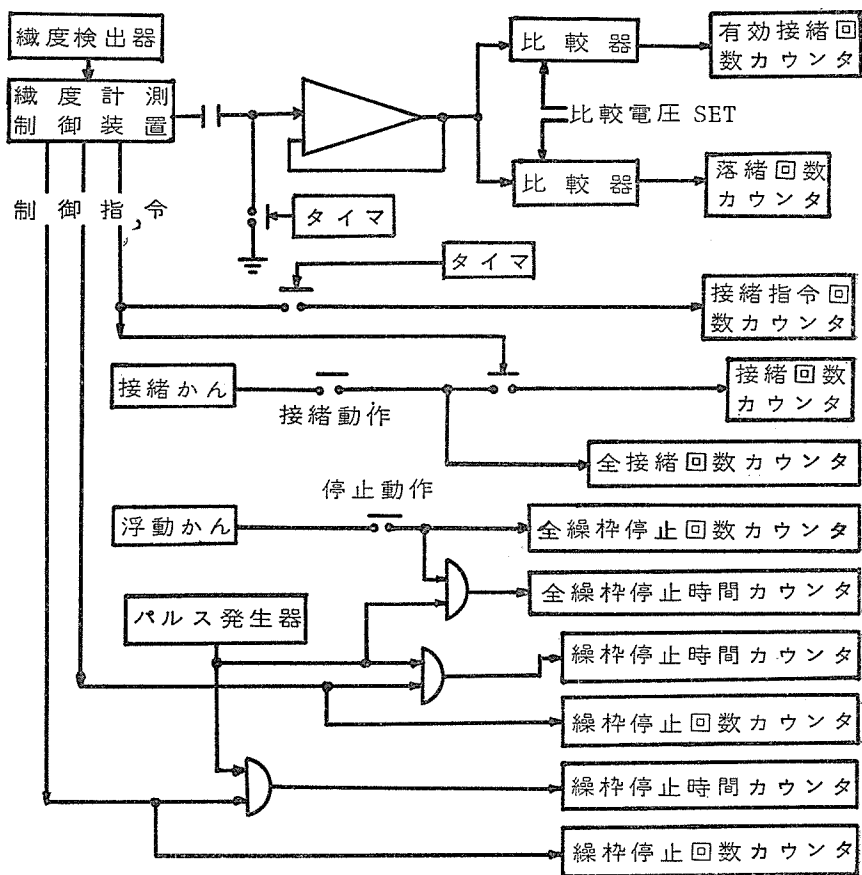
$V_5(t)$ は S の瞬時 ON によって負の方向に向ってゼロボルトに戻るが、その時有効接緒の比較判断用に設定した電圧 V_6 と交錯した場合に有効接緒と判断し、その結果を電磁カウンタに計数表示する。例えば、21-B図に示すように有効接緒が行なわれて、 $V_5(t)$ が正の方向に変化している時に V_6 と交錯しても、その交錯時点では有効接緒とは判断せず、S の ON によって $V_5(t)$ がゼロボルトに戻る時に V_6 と交錯した点 a で有効接緒と判断するものである。一方、落緒回数の計測方法も有効接緒の場合と同様である。すなわち、S の ON によって $V_5(t)$ が正の方向に向ってゼロボルトに戻る時に、落緒の比較判断用に設定した電圧 V_7 と交錯した点 b において落緒と判断して、その結果を電磁カウンタに計数表示する。



第21図 有効接緒と落緒の計測方法

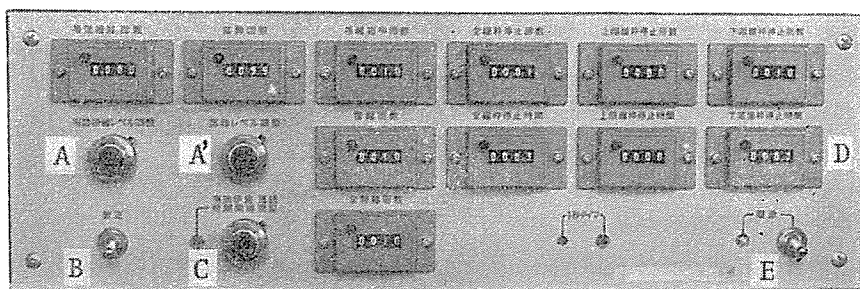
他の繰糸情報は第22図の本装置と他の装置との接続ブロック図に示す構成により計測される。計測方法の1例として繰枠停止時間と停止回数について述べる。

繰糸中の生糸に加わる張力が増大した場合や、糸道の整理等のために作業者が故意に繰枠を停止させる場合には、浮動杆は上方に移動して繰枠が停止する。この時、浮動杆に取付けた無接点リレーが ON となって繰枠停止回数がカウンタに計数表示されると同時に、論理素子と1秒タイマとによって停止時間が計数表示される。一方、生糸の織度が管理範囲を越えて太くまたは細くなった場合には織度制御装置から繰枠停止指示 (DC10V) が本装置と繰枠停止装置に出力される。この停止指示により繰枠は停止して、張力の場合と同様に停止回数と停止時間を計測し、



第22図 繰糸情報計測装置の接続ブロック図

それぞれの電磁カウンタに計数表示する。第23図は本装置の正面外観図である。



第23図 繰糸情報計測装置の外観

- A : 有効接緒レベル設定ダイヤル. A' : 落緒レベル設定ダイヤル.
 B : 計測, 較正切換スイッチ. C : 検索間隔設定ダイヤル.
 D : 電磁カウンタ. E : 電源スイッチ.

2. 装置の基本的特性

2-1. 検索周期

有効接緒や落緒の判断を行なう時間間隔, 換言すれば第21-C図のスイッチ S が瞬時 ON にな

る時間間隔を、ここでは検索間隔と定義しておく。

第24図は検索間隔が本装置の直流分除去後の出力波形（第21—B図の $V_s(t)$ に相当）に与える影響について検討した結果である。この結果を見ると、検索間隔が短い場合には入力信号（第21—A図の $V_s(t)$ に相当）の電圧変化分はよく分別することができるが、その電圧レベルが低いため比較用の設定電圧のレベルも低く設定しなければならぬことから、比較用電圧間の電圧差が僅少となり、実用的には比較電圧を設定しにくい欠点が認められる。一方、検索間隔が長くなると1検索間隔内の情報が不安定になる傾向が認められる。したがって、有効接緒と落緒の回数を精度よく計測するための1条件として、じゅうぶんなS/N比を得ることができる最適な検索間隔を見出す必要がある。

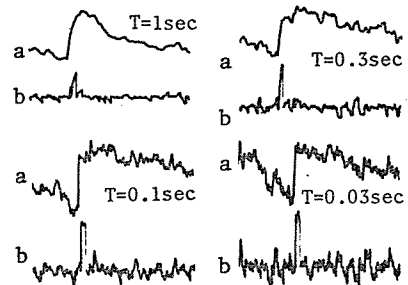


第24図 検索間隔と出力波形
検索間隔(秒): A=1 B=2 C=4 D=8

2—2. 入力信号の濾波周波数の影響

有効接緒や落緒の回数を自動計測するために本装置へ入力する信号は、織度制御装置の低域濾波器で波形整形した織度信号である。したがって、入力信号の波形は低域濾波器の時定数 T （または濾波周波数 f , $f = (2\pi T)^{-1}$ ）の設定値により変化する。また、この入力信号の変化は本装置の出力波形に影響を及ぼすことから、計測の精度にも影響を与えることが考えられる。このことについて検討した結果を第25図に示す。

時定数あるいは濾波周波数によって周期、振幅（信号電圧の変化分）がかわる入力信号波形 a は、本装置の出力波形 b に影響を与えることが第25図から知ることができる。したがって、有効接緒と落緒の計測精度の向上をはかるための1条件として、織度信号に含まれる雑音を除去して有効接緒と落緒の情報を取り出すのに適した



第25図 濾波入力信号波形と出力波形
検索間隔 2 秒

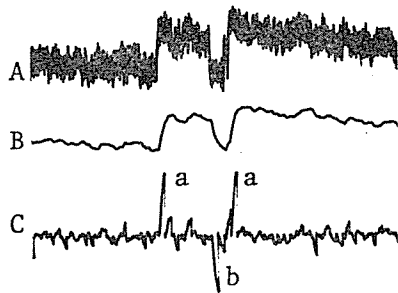
フィルタの時定数あるいは濾波周波数を見出す必要がある。以上、第24, 25図の結果から、入力信号の濾波周波数と検索間隔とは、有効接緒回数と落緒回数の計測精度に直接影響を与えることが認められるので、これらの設定に際してはじゅうぶんな考慮が必要である。

3. 計 測 例

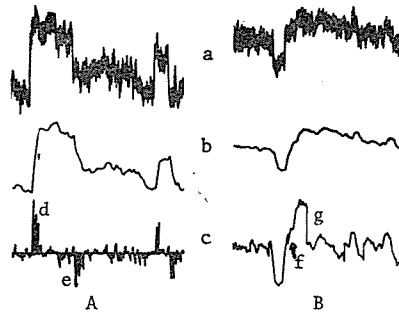
第26図は有効接緒と落緒とを正確に分別計測した例を、アナログ信号として示したものである。図中Aは繰糸中に得られた原織度信号であり、Bは低域濾波器（ $T=1\text{sec}$ ）による濾波織度信号で本装置の入力信号である。Cは本装置のモニター用端子が得た信号である。この結果から、織度信号A, Bにおける有効接緒および落緒点と、Cにおける有効接緒点 a と落緒点 b とはよく一致して、有効接緒、落緒ともに正確に計測されていることが認められる。

第27図は検索間隔の長短によって生ずる誤計測例について示したものである。(i) 検索間隔

が短い場合（第27—A図）：接緒や落緒によって生糸の繊度は急激に太くあるいは細く変化する。



第26図 有効接緒と落緒の正しい計測例
A：原繊度信号波形 B：濾波入力繊度信号波形 C：出力波形 a：有効接緒
b：落緒
検索間隔は2秒



第27図 有効接緒と落緒の誤計測例
検索間隔（秒）：A=1 B=8

この変化にしたがって繊度信号aも変化するが、本装置の入力信号は1次遅れ要素を持つ低域濾波器によって波形整形した濾波繊度信号bである。この濾波繊度信号は、繊度変化に対応する電圧変化は瞬時にはあらわれず、低域濾波器の時定数にしたがった遅れをとる。そのため、図中のd点のように、1回の有効接緒にもかかわらず、数回の有効接緒と誤計測してしまう可能性がある。また落緒の場合（図中のe点）にも同様なことがあり得る。（ii）検索間隔が長い場合（第27—B図）：図示例のように落緒が生じたにもかかわらず検索間隔が長いため、1検索間隔内で別に有効接緒がなされて、落緒による急激な信号電圧の低下は消去される。このため本装置の計測結果は図中のf点のようになり、落緒を計測することができなくなる。本例の場合、有効接緒は偶然g点で計測されているが、有効接緒の場合も前述した落緒の場合と同様な理由から、正確に計測することができなくなる。

第1表は本装置によって得た計測結果と、人による実測値とを比較したものである。実験に際し、有効接緒と落緒の判断を行うための比較電圧（ V_6 , V_7 ）は、実際に繰糸できる最も細い繭糸が落緒し、あるいは接緒された時の繊度信号電圧の変化分を実験から求め、その電圧変化分をそれぞれ落緒比較電圧、有効接緒比較電圧として設定した。このような比較電圧の設定方法を採用すれば、実用上繰糸可能な繭糸の落緒あるいは有効接緒による繊度信号の電圧変化分は、すべて設定した比較電圧以上あるいは以下になり、不適当な電圧設定による誤計測を防ぐことができよう。

		落 緒	有 効 接 緒	繰 糸 の 停 止 原 因		
				上 限 (V1)	下 限 (V3)	張 力, 他
回 数	実 測 値 (A)	92	79	2 (15sec)	4 (90sec)	1 (11sec)
	計 数 値 (B)	98	89	2 (17sec)	4 (91sec)	1 (13sec)
百 分 率 (A) (B) × 100		106.5	112.5	100	100	100

第1表 実測値と計数値との比較

第1表の結果によると、繰糸停止回数は実測値と計測値が一致しているが、繰糸停止時間には

若干の差が認められる。しかし、この程度の差は実用上無視できるものとする。有効接緒と落緒の回数の計測結果については、本装置による計測値の方が人による実測値よりも多い傾向が認められる。この原因は入力信号の濾波周波数、検索間隔等の条件設定が不適当であったためと推察されるので、今後これらの設定条件の組合せ方法を検討し、測定精度を高める手段を講じたい。

実測値と計測値に若干の差が生じた計測項目はあったが、今後、設定条件をさらに検討することによって計測精度の向上は可能であると考えられるので、本計測方法や装置の機能は、繰糸情報を自動的にかつ実時間で計測する装置として、基本的にはよいと考える。

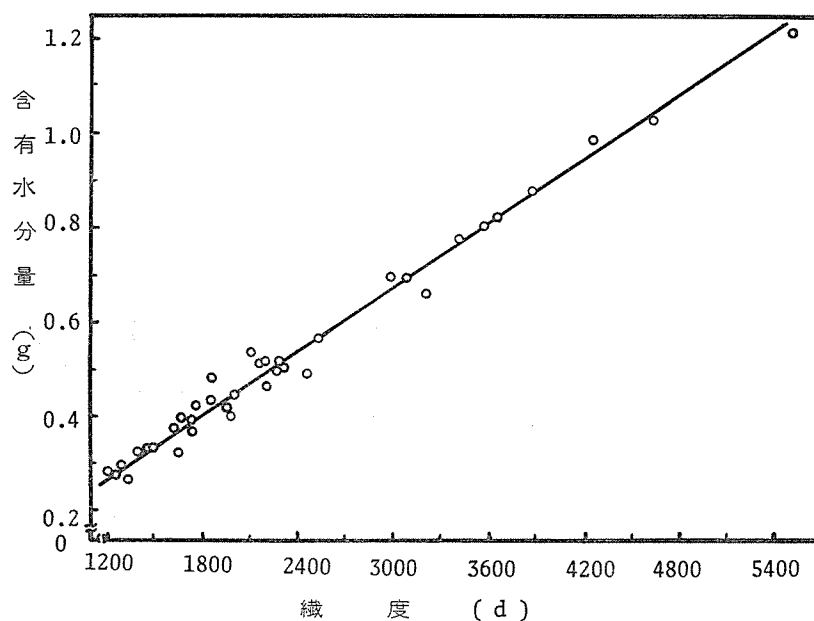
Ⅳ．繰糸織度の計測と制御

索抄繰部における繰糸の織度は原料繭の性状、煮繭条件の適否²²⁾、新繭の補給量²³⁾移動給繭バスケットへの給繭量等の各要因によって、またそれと関連のある繰解部の繭消費量や索抄繰部の繭量の多少等によって常に変動している。このことから、煮繭・繰糸工程における工程の解析と制御の手法を開発する上で、時々刻々と変化する繰糸織度は重要な情報源である。一方、繰糸織度情報に基づいて一定の範囲内に繰糸織度を管理できる装置が開発されるならば、繰糸織度の均整化による繰糸の新たな用途拡大と生糸量歩合の向上ならびに索抄繰部の監視作業の軽減化等に寄与することができるであろう。

このような観点から索抄繰部における繰糸織度情報を収集し、その情報に基づいて繰糸織度を一定の範囲内に管理するための計測制御方法と装置²⁴⁾について述べる。

1. 計測制御方法と装置

計測方法：乾燥状態における生糸の絶縁抵抗は極めて高いが、水分を吸収することによって、その絶縁抵抗は急激に低下して導電性を示すようになる²⁵⁾。繰糸の絶縁抵抗は生糸の場合と同様

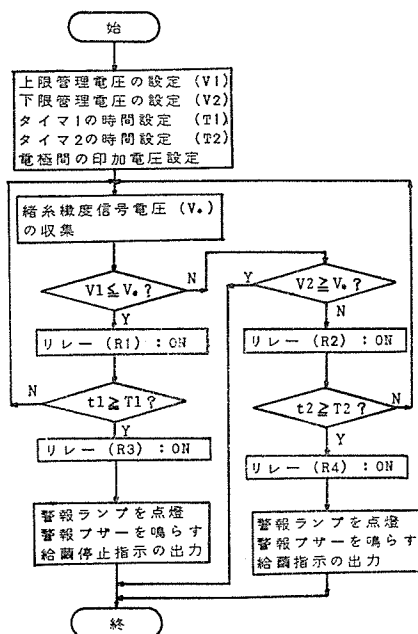


第28図 繰糸織度と含有水分量

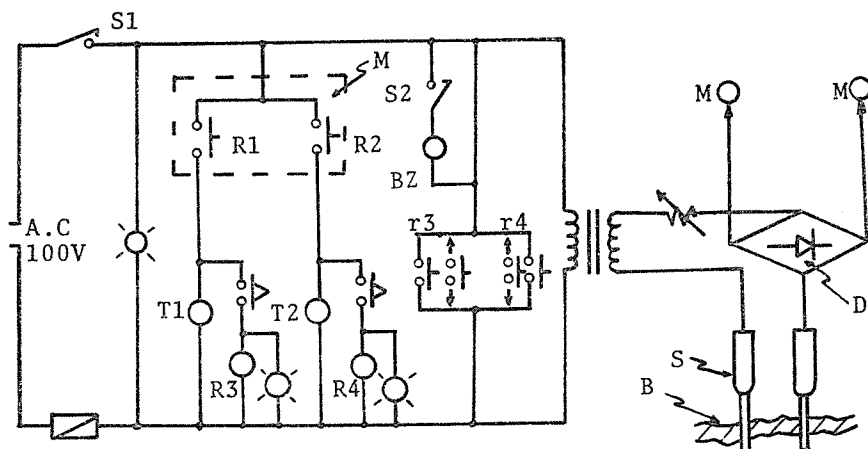
な傾向を示し、また第28図に示すように緒糸の繊度とその含有水分量とはほぼ直線的な関係を示す。緒糸がこのような特性を持つことを利用して緒糸繊度の計測方法を考案した。すなわち、緒糸に含まれる水分量は緒糸繊度にはほぼ対応しているので、緒糸を介した電極間の絶縁抵抗は緒糸繊度に対応した変化を示すし、また絶縁抵抗の変化に対応して電極間の電圧量も変化する。したがって、本計測方法はこの電圧量を連続的に緒糸繊度信号として収集しようとするものである。

制御方法：第29図は緒糸繊度を一定の範囲内に管理するための制御方法を流れ図として示したものであり、第30図は本装置の概略回路図である。

検出端で電圧量として得られた緒糸繊度信号 V_0 はメータリレーに伝送され、そこで V_0 は電圧で設定された上限管理電圧 V_1 と下限管理電圧 V_2 とに逐次アナログ量によって電圧比較される。電圧比較の結果、
(i) $V_1 > V_0 > V_2$ の場合、緒糸繊度は管理範囲内にあるので制御指示は出力されない。
(ii) $V_0 \geq V_1$ の場合、メータリレーのリレー R_1 が ON となって上限管理用タイマは R_1 と接続されて、 V_0 が V_1 を越えている時間 t_1 を計数する。なお、このタイマにはあらかじめ管理時間 T_1 を設定しておく。 t_1 が T_1 に至るまでに、 V_0 が V_1 以下になった場合には R_1 が OFF となってタイマは時間の計数を停止し、制御指示は出力しない。一方 t_1 が T_1 に達した場合には、リレー R_3 が ON となって上限警報ランプ L_1 およびブザー BZ により、緒糸繊度が管理範囲の上限に達していることを作業者に通報する。これと同時に、緒糸が太くなりすぎることと、生糸量歩合の減少を防ぐために新繭補給停止の指示を新繭槽に出力する。
(iii) $V_0 \leq V_2$ の場合の制



第29図 緒糸繊度の制御フロー



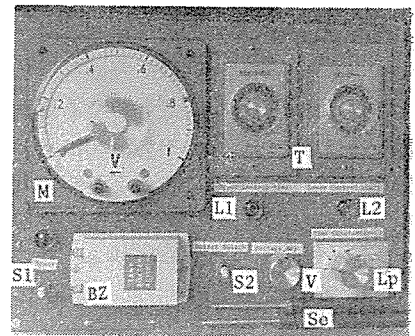
第30図 緒糸繊度計測制御装置の回路図

M: メータリレー. T_1, T_2 : タイマ. BZ: 警報ブザー. D: ダイオードブリッジ.
S: 検出端. B: 緒糸. R_3, R_4 : 外部出力用リレー.

御方法は(ii)項で述べた方法と同様であるが、制御指示の内容が異なる。この場合の制御指示の内容は、緒糸が漸次細くなって緒糸切断と言う事態を防ぐために新繭補給の制御指示が出力される。

なお、制御判断の過程で時間の比較を導入した理由は次の事由によるものである。すなわち、緒糸繊度は短時間内でも激しく変動するため、瞬時点における電圧比較だけでは緒糸繊度を管理範囲内に管理することが困難であることと、装置の回路や機構が常にON-OFFをくり返してチャタリング現象を招く恐れがあること等に対する処置として時間の比較を導入した。

装置：本装置は接触式電極¹⁴⁾を応用した検出端(電極は真ちゅう製、3mm ϕ)とダイオードブリッジからなる検出部、電圧量として得られる緒糸繊度信号が管理範囲内にあるか否かを電圧比較によって判断する第1次制御判断部、緒糸繊度の変化傾向を時間の面から判断する第2次制御判断部、第1、2次の制御判断に基づいて外部に制御指示を与える出力部および電源部より構成されている。第31図は試作した本装置の正面外観図である。

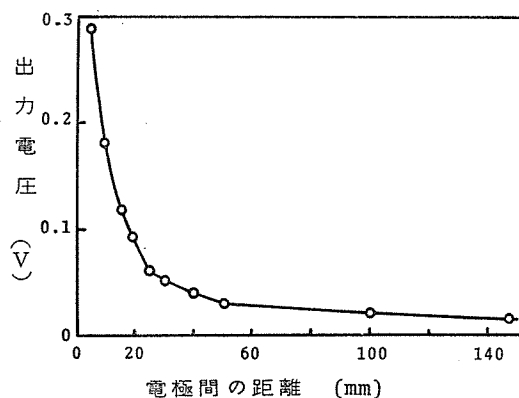


第31図 緒糸繊度計測制御装置の外観
M：メータリレー。S₁：電源スイッチ。
BZ：警報ブザー。S₂：ブザースイッチ。
L₁, L₂：制御出力ランプ。T：タイマ。
V：印加電圧調整ツマミ。Lp：フィルタ。
Se：検出端。

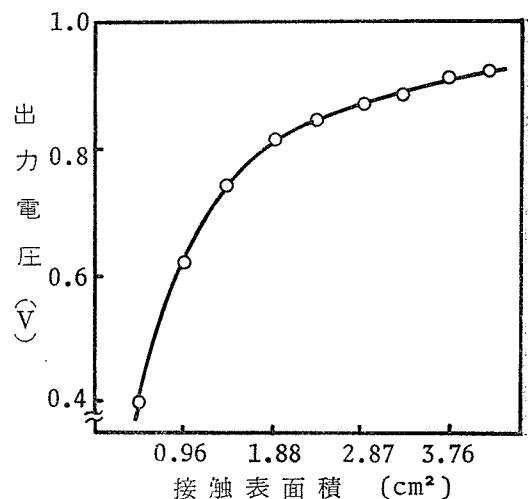
2. 装置の基本的特性例

第32図は電極間の距離、すなわち緒糸長と出力電圧との関係を示したものである。この結果から、電極間の距離の変動は出力電圧に影響を与えることがわかる。したがって、計測に際しては常に電極間の距離を一定に保持する必要がある。

第33図は電極の接触表面積が出力電圧に及ぼす影響について検討した結果である。この検討方法は、電極を水中に順次一定の長さだけ浸していき、その時の出力電圧をプロットしたものである。この結果、水と接触する電極の表面積が大きくなるにしたがって出力電圧は高くなることが認められた。このことを電極の太さが一定であるという前提に立って、水を緒糸に代替し



第32図 電極間距離が出力電圧に与える影響



第33図 電極の接触表面積(水と接触)と出力電圧
印加電圧AC 2 V 水の電気伝導度 290 μ S/cm

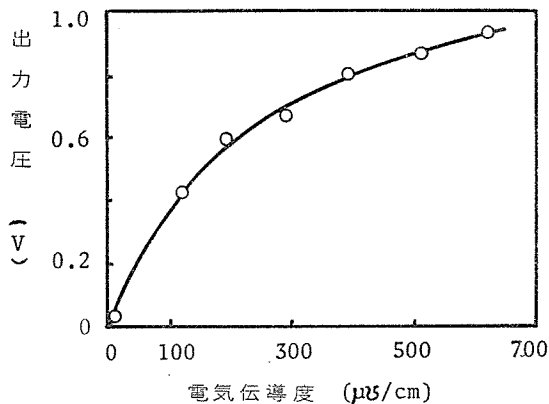
て実用的な面から考えてみる。電極と緒糸との接触面積が大きくなることは、緒糸が太くなることにほかならない。したがって緒糸が太くなれば第33図のように出力電圧は高くなることが確かめられた。

第34図は水の電気伝導度と本装置の出力電圧との関係について示したものである。この検討方法は純水に塩化カルシウムを適宜加えて電気伝導度の異なる水をつくり、それらの水に電極を浸した時の出力電圧を測定したものである。この結果から、本装置の出力電圧は水の電気伝導度に影響を受けることが認められる。一方、前述した方法で調整した電気伝導度の異なる水に同一の緒糸を浸漬し、数回の真空浸透を行ない、緒糸にじゅうぶん吸水させた後、その緒糸を電極に接触させて検出した出力電圧は第35図のようになる。

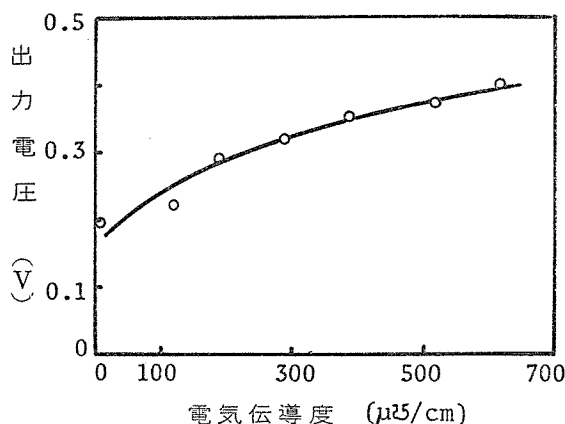
索抄緒槽における湯水の電気伝導度は各工場の原水によって若干異なるが、一般的には約 $200 \sim 300 \mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲にあると言われている。操業中の電気伝導度の変化はせいぜい $\pm 50 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以内と考えられる。したがって、索抄緒槽の実用的な湯水の電気伝導度範囲 $200 \sim 300 \mu\text{S}/\text{cm}$ の出力電圧の変化は、第35図からわかるように、緒糸中の水の電気伝導度の影響を受けて若干変化するものの、実用的な見地からすればほとんど変化ないとみて差しつかえない。このことから、緒糸織度の計測に際して本装置は索抄緒槽の湯水の電気伝導度に影響されないことが確かめられた。

3. 計測制御例

第36図は本装置の計測制御機能について検討した1例である。図中 V_0' 、 V_0 は原緒糸織度信号と濾波緒糸織度信号を示し、 V_1 と V_2 は緒糸織度の管理範囲を電圧で設定した上、下限管理電圧である。 A_0 、 B_0 は上、下限電圧の比較によってメータリレーから出力された第1次制御出力を示す。 A 、 B は新繭槽へ出力する新繭補給停止の出力と新繭補給の出力である。この結果から、本装置は索抄緒部における緒糸織度情報を収集できるとともに、緒糸織度情報に



第34図 水の電気伝導度が出力電圧に与える影響
電極間距離1cm 印加電圧AC2V 水の電気伝導度は KCl で調整した



第35図 緒糸に含まれる水の電気伝導度が出力電圧に与える影響
電極間距離1cm 印加電圧AC8.8V

てどのように関連し合うかを示したブロック図である。実線は本稿で述べた装置のシステム系統を示し、破線は今後の開発研究を待って充足されるであろう系統を示している。図からわかるように各装置は、それぞれ相互に関連した回路を持ち、繰糸工程を一つのシステムとするための構成要素となっている。

繰糸工程のシステム化を完成させるには、多くの計測制御装置の開発が必要であり、また破線で示した系統は単に諸装置の開発だけで満足されるものではなく、ハードとソフト両面からの開発研究が必要である。したがって、今後の製糸技術あるいは生産性の飛躍的な向上をはかるには、製糸工場、機械メーカー、大学、研究機関等のより一層の協力による多方面からの総合的な技術開発が必要である。

<文 献>

- 1) 大木定雄, 岡村源一 (1955) : 繰糸糸条の織度感知装置 (特許), 特公昭30—1956
- 2) たとえば, 小林 安 (1964) : 自動繰糸機に関する研究 (学位論文)
- 3) 嶋崎昭典 (1961) : 蚕試報 16 (6)
- 4) 嶋崎昭典 (1963) : 蚕試報 18 (5)
- 5) 嶋崎昭典, 赤池弘次 (1966) : 蚕試報 20 (2)
- 6) 吉住 章 (1970) : 製糸夏期大学教材 (23)
- 7) 樋口健治, 大野克躬, 関根俊彦, 土橋俊人 (1953) : 製糸絹研究発表集録 (3)
- 8) 西出照雄, 寺島利一, 吉住 章 (1972) : 製糸絹研究発表集録 (22)
- 9) 石川喜夫 (1976) : 製糸絹研究発表集録 (20)
- 10) 河田末吉, 瀬川 馨 (1952) : 織機誌 4
- 11) 柳原 茂 (1960) : 蚕試報 16 (3)
- 12) 乙部聖爾 (1975) : 製糸絹研究発表集録 (25)
- 13) 西出照雄 (1976) : 織学誌 32 (10)
- 14) 竹川 寛, 小林源治, 伊藤千恵子 (1964) : 日蚕雑 33 (3)
- 15) 清水正昭, 細井 満, 小川敬之 (1959) : 生糸検査所研究報告 4 (2)
- 16) 西出照雄 (1976) : 日蚕雑 45 (2)
- 17) 西出照雄 (1976) : 日蚕雑 45 (3)
- 18) 西出照雄 (1977) : 蚕糸科学と技術 16 (9)
- 19) 中川房吉 (1933) : 糸格向上製糸法, 明文堂
- 20) 西出照雄 (1977) : 織学誌 33 (4)
- 21) 西出照雄 (1977) : 織学誌 33 (9)
- 22) 嶋崎昭典, 関島 稔, 返田喜久子, 村上陽子 (1966) : 製糸絹研究発表集録 (16)
- 23) 井上和也, 村上陽子 (1973) : 製糸絹研究発表集録 (23)
- 24) 西出照雄 (1978) : 緒糸量警報装置 (特許出願中), 出願番号 53—057616
- 25) 村野圭市 (1974) : 製糸絹研究発表集録 (24)