研究解説

段 織 に 関 す る 研 究*

会 員 乾

昇**

1. ま え が き

近年、繊維工業は急速な発展を遂げ、新しい繊維がつぎつぎと開発されている。一方繊維製品とくに織物も高品質が要求されてきているが、最近の労働力不足はこれを熟練によって達成することを不可能な情況に追込んでいる。

したがって、あらゆる産業がそうであるように、繊維産業においても、機械に対する要求が自動化からさらに一歩進んで高性能化に向かいつつある。ところが一般の繊維は高分子であって、その物理的性質は種類によって千差万別である。このような繊維を対象として、その製品を機械的に均一化し高品質化することは非常にむずかしい。

このような問題のうち、複雑な組織とか特殊織物というような分野での問題は多岐にわたり、それぞれ個々の解決策が必要とされるであろう。

織物織成というプロセスは たて糸と よこ糸を交さくさせることであるが、その品質に影響する因子は非常に多い。もっとも一般的な欠点として古くから問題にされながら、現在なお完全な解決が与えられていないのは織段であろう。

織段は機械段、止め段および織付け段（きずほぐし段）に大別されるが、織付け段は製織中に発生した織きずを、織布工が発見して織機上でそのきずの発生した部分のよこ糸を抜取り、ふたたび製織を開始するとき、そのクロスフェル付近に発生する段（布面上の横すじ）であって、織布工の技能の巧拙によってその大きさは異なり、しかもいかにたくみに織り付けても決して完全に除くことはできない。

このような人為的な因子のものを別に考えれば、機械的に防ぎ得るものとしては、機械段および止め段の二つである。

機械段とは布面上に規則的に連続して現われる横縞状の不均一部分をいう。しかし、規則的な縞状に認められる織段のうちでも、不均一なよこ糸張力や織度むらなどのよこ関係で生じたものは、見かけは機械段と類似しているが全然異質のものである。いわゆる機械段とは織機の主運動中、直接たて関係に結びつく送出し、巻取り、開口およびおさ打ちなどの要素によって生ずるものをいい、しかもたて糸自体の物理的性質に起因することはほとんどない。

また止め段とはなんらかの原因で織機が停台して、織成のプロセスが一時中段し、ふたたび運転が始められると、その停台および起動の行なわれた布面上の位置に発生するよこすじである。

これは機械段とは異なり、織成のプロセスが一時中断することによって、クロスフェル近傍における布とたて糸の構成が時間軸に対して定常状態と異なり、不連続点を含むことから発生する。

これが糸の粘弾性的性質に起因することは明らかであり、あらゆる種類の糸に対する物理的性質は多くの人びとによって明らかにされている。しかし、その個々の物理的性質に対してさらに織成というプロセスのクロスフェル近傍の現象を追究しても、織段を防止する普遍的な手段を見出すことは非常に困難であろうと考えられる。

筆者はこの機械段と止め段について糸の粘弾性的性質からよりも、むしろ織機の動特性すなわち機械的な構造とその運動状態を解決することから、一般論的または実用上許される範囲内での織段防止の手段を見出すことを

* Thick and Thin Areas in Woven Fabrics. (昭和 46 年度 学会賞受賞論文)

** N. Inui, Member.

目的として本研究を行なった^{1~4)}。

織段に関連する従来の研究について見ると、たて糸張力に関するもの、クロスフェル近傍の組織やプロセスに関するミクロの解析、ならびに織布プロセスの数学的表現からクロスフェルの位置を取扱ったものなどがあげられる^{5~21)}。

しかし従来の研究には直接織段を取上げているものはほとんどなく、ましてその防止手段に対しては、止め段に対する Greenwood らの研究があげられるのみである。

織段に関してクロスフェル近傍のミクロ的な解析はもちろん重要であるが、この結果から織段防止の手段を導き出すことは、織機の機構や運動の性格から考えて非常に困難であると思う。

そこで筆者は観点を変え、織機の機構とその運動という面に関して解析を行ない、とくに薄織物に対してそれらがどのように織段に影響するかを探究し、その結果から織段防止の手段を見出そうとした。

織段防止に対して実用的に許容される範囲内でその効果を上げる期待がもてるものは、常識的であるがクロスフェルの移動にもっとも大きく影響する送出し装置のテンション ローラー系の運動を制御することであろう。

そのためには、テンション ローラー系の運動と たて糸張力との関連性について、これらの動特性を解析し、これによって定常運転時におけるクロスフェルの位置の移動を求めれば、機械段発生の原因を解明できるであろう。また止め段に対しては、これが織機の起動から定常状態、および定常状態から停止に至る間の過渡現象に起因することは明らかで、この間の動特性を解析すれば、その発生のメカニズムが明らかになるであろう。当然のことではあるが自由振動系であるテンション ローラー系の運動と たて糸張力との相関関係が、定常状態に対して過渡現象区間では異なることから、理論と実験によってこの差異を定量的に把握しようと考えた。

これらの結果から具体的な織段防止の手段を開発することを最終的目的として本研究を行なった。

本研究を通じて実験に供した織機ならびに試織対象とした織物はつぎのとおりである。一般的にいう織機は軽織機であり織物は薄物に属する。

1) 綿用自動織機

阪本式 SO-C 型管替自動織機

おさ幅 112 cm

回転数 168 rpm

2) ウォーター ジェット ルーム

遠州ジェット ルーム

おさ幅 105 cm

回転数 360 rpm

3) 綿用自動織機に対する試織布

平織

たて糸: 40s 綿糸, 総本数 2 530

織上幅 103 cm

よこ糸: 40s 綿糸, よこ密度 14.57 picks/cm

4) ウォーター ジェット ルームに対する試織布

たて糸: 30 d ナイロン, 総本数 3 720

織上幅 97 cm

よこ糸: 30 d ナイロン

よこ密度 23.23 picks/cm

2. 織段に関する たて糸張力の解析

一般に織布工程において、織物の品質に対して送出装置の占める比重は非常に大きい。とくに薄織物の製織に当たってその高品質化をはばむ織段に対し、送出装置の高性能化をはかるには、最も関係の深い たて糸張力についてその特性を把握することが先決であると考え、送出運動による たて糸張力の理論的解析を試みた。

まず たて糸張力を動的に取扱って、定常運転中の たて糸張力を織機のクランク軸 1 回転の全区間にわたって解析した。

機械段は定常運転時のクランク 1 回転中の張力変動によって生ずるのではなく、その変動のしかたが異なったり、急激にクランク 1 回転中の平均張力が変化した場合に発生するものである。後者については送出量や巻取量の急激な変化が起こらない限り発生しないと考えてよい。前者については、クランク 1 回転中の たて糸張力の変動が大きいとつぎのクランク 1 回転間に対する張力変化のパターンを変化させる要因となりやすいので、このような観点からクランク 1 回転の間における たて糸張力の変化を小さくする方法について、上記の解析結果をもとにして考究した。一方止め段に関しては、起動および停止時の たて糸張力の変化のしかたを定常運転中のそれと一致させる手段について研究した。

また、得られた解析式が実際と一致するかどうかを確かめるため、実際の織機について数値計算を行ない、これを実測した各値と比較検討した。

2.1 解析方法

たて糸および布を一種の ばね とみなし、これらが送

出し、巻取り、おさ打ち ならびに開口運動によって動
 的変位を与えられ、この結果 テンション ローラー にも
 動的変位が与えられると考えて、第 1 図および第 2 図に
 示したモデルを仮定した。解析を簡単にするため、たて
 糸の質量を無視し、たて糸の運動に関連する装置各部の
 摩擦抵抗はすべて テンション ローラー アーム軸に集中
 しているものとした。

(第 1 図) 送出装置のモデル

(第 2 図) 送出し装置を振動系に置換えたモデル

第 1 図に示す送出装置の張力付与機構のモデルは、近
 似的に第 2 図に示すような振動系のモデルに置き換える
 ことができる。すなわち、第 2 図において m はテンシ
 ョン ローラー系の等価質量で、テンション スプリングの
 ばね定数 k_2 と等しい ばね定数を有する ばねを介して
 固定壁に取付けられている。一方 たて糸と布の合成ば
 ね定数 k_1 と等しい ばねを介して、送出し、巻取り、
 おさ打ちおよび開口の各運動によって たて糸長に与え
 られる変量と等しい変量を与えるカムによって、質量 m

は押し上げられる。またこの振動系には摩擦力が作用し
 ているが、軸受と軸の間には薄い油膜が存在するので、
 この摩擦力は相対速度に比例するとして取扱った。

すなわち本解析では、テンション ローラー系を粘性減
 衰振動系の力による強制振動系として扱い、とくに最大
 開口時の静止角区間では過渡振動系として取扱った。

このような振動系により動的なテンション ローラー
 の変位 x による たて糸長の变量を求め、これと送出し、
 巻取り、おさ打ち および開口運動による たて糸長の変
 量 x_0 との差に糸の ばね定数を乗じたものを たて糸張
 力の变量とし、基準張力に变量を加えて たて糸張力と
 した。なお第 2 図および解析式に用いた記号はつぎのと
 おりである。

x_0 : 送出し、巻取り、おさ打ち および開口運動によ
 る たて糸長の变量

k_1 : 布と たて糸との合成ばね定数

k_2 : テンション スプリングの ばね定数

k : 布と たて糸とテンション スプリングとの合成
 ばね定数

m : テンション ローラー系の等価質量

c : 粘性減衰係数

いま、送出し、巻取り、おさ打ちおよび開口による周
 期的外力 P_1 , P_2 , P_3 , および P_4 がテンション ロー
 ラーに作用する場合を考えるとその運動方程式は

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \dots\dots\dots (1)$$

となる。

(1) 式の一般解は自由振動の場合の解と、周期的外
 力 $P_1 + P_2 + P_3 + P_4$ に対する特解との和として求める
 ことができる。しかし織段がとくに問題にされる薄織物
 について考えれば、おさ打ち力は開口による外力よりは
 るかに小さく、また送出しならびに巻取運動による た
 て糸長の变量が たて糸張力の変化に及ぼす影響はきわ
 めて小さい。

また実験上、送出し、巻取りならびに よこ入れ運動
 を取除き、おさ打ちならびに開口運動のみを行なわせた
 ときと、定常運転時すなわち製織時との たて糸張力差
 はほとんど見られなかった。このため (1) 式における
 $P_1 \sim P_3$ を無視して織段に影響する各因子を見出すた
 めの簡単な たて糸張力式を求めることにした。

したがって (1) 式において、 $P_1 + P_2 + P_3 = 0$,

$$P_4 = \frac{B}{2} (\cos \omega t - 1) \text{ とすれば}$$

$$m\ddot{x} + c\dot{x} + kx = \frac{B}{2} (\cos \omega t - 1) \dots\dots\dots (2)$$

ただし $B=k_1 \frac{a+b}{2ab} \left(\frac{h}{2}\right)^2, \omega t = \frac{2\pi\theta_1}{\theta_2}$

a ：そうこう一致時期におけるクロスフェルからヘルドまでの距離

b ：そうこう一致時期におけるヘルドからドロPPERまでの距離

h ：ヘルドの上下運動の行程

θ_1 ：たて糸が最上位より移動しはじめてから任意時刻に至るまでのクランク回転角

θ_2 ：たて糸が最上位より最下位への運動を完了する間のクランク回転角

$0 < t < \frac{2\pi}{\omega}$ に対するテンション ローラーの変位を

x_1 とすると、(2) 式より

$$x_1(t) = -\frac{B}{2k} \left\{ 1 - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\zeta\omega_0 t} \cos(qt - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}) + \frac{B}{2k \sqrt{(1-\lambda^2)^2 + (2\zeta\lambda)^2}} \left\{ \cos(\omega t - \delta) - \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\zeta\omega_0 t} \cos(qt - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \cdot \frac{1+\lambda^2}{1-\lambda^2}) \right\} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

$t > \frac{2\pi}{\omega}$ に対する変位を x_2 とすると

$$x_2(t) = \frac{B}{2k} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} \left\{ e^{-\zeta\omega_0 t} \cos(qt - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}) - e^{-\zeta\omega_0(t-\frac{2\pi}{\omega})} \cos \left\{ q \left(t - \frac{2\pi}{\omega} \right) - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \right\} \right\} - \frac{B}{2k \sqrt{(1-\lambda^2)^2 + (2\zeta\lambda)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} \left\{ e^{-\zeta\omega_0 t} \cos(qt - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}) \cdot \frac{1+\lambda^2}{1-\lambda^2} - e^{-\zeta\omega_0(t-\frac{2\pi}{\omega})} \cos \left\{ q \left(t - \frac{2\pi}{\omega} \right) - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \cdot \frac{1+\lambda^2}{1-\lambda^2} \right\} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

また、たて糸長の変量 x_0 もテンション ローラーの変位 x と同様に、開口運動による変量のみとして取扱うと

$$x_0 = \frac{B}{2k} (-1 + \cos \omega t) \dots\dots\dots (5)$$

ただし、

ω ：強制円振動数

ω_0 ：固有円振動数

ζ ：減衰係数比

$$\lambda = \omega / \omega_0, \quad \delta = \tan^{-1} \frac{2\zeta\lambda}{1-\lambda^2}, \quad q = \omega_0 \sqrt{1-\zeta^2}$$

2.2 解析式の検討

解析式が実際に利用しうるかどうかを検討するため、第1図に示したような張力付与機構を有する積極送装置を取付けた綿用自動織機およびウォーター ジェット

(第3図) 定常運転時のテンション ローラーの変位と たて糸長の変量および たて糸張力(綿用自動織機)

(第4図) 定常運転時のテンション ローラーの変位と たて糸長の変量および たて糸張力(ウォーター ジェット ルーム)

ルームについて、解析式の一般解よりテンション ローラーの変位ならびに たて糸張力の数値計算を行なった。そして同条件下の実測値とともにこれらの織機について第3図および第4図にそれぞれ示した。第3図では たて糸張力曲線 およびテンション ローラーの変位曲線の理論値は実測値とほぼ一致しており、本解析式が実際の現象をよく表わしていることがわかる。

第4図の たて糸張力曲線について見ると、フロントデッド センター 付近において、実測値に理論値にはみられないピークが発生している。これは一種のパンピング現象であるが、ウォーター ジェット ルームの場合は薄織物であっても、製織直後の布は十分にぬれており、おさ打ちされる布の質量が相当大きくなっているため発生したものと考えられる。

しかし、実測値と理論値との差はわずかに3.5%程度なので薄織物に関してはとくに問題にする必要はないと考える。

3. 機械段に関する研究

ここでは織機の装置の性能面から機械段の実態を把握し、機械の立場からこれを解消する手段を見出す目的で行なった基礎的な二、三の研究について述べる。

はじめに、機械段の発生を支配する たて糸張力の变化に直接影響を及ぼすいくつかの因子について、前節で導いた理論式を適用するとともに実測を行ない機械段の性格を定量的に把握した。

つぎに機械段の実体を実験的に把握するため人為的に機械段を発生させることができる送出装置を製作して、不適量送出しと機械段との関係を確認めた。とくに送出装置のうち一般に下回りの装置として呼ばれる直接たて糸の送出しを司るビーム駆動機構の部分についての送出し現象に検討を加えた。さらに送出装置のうち上回りの装置として重要な役割を演じている張力付与機構において、機械段に関係の深いテンション ローラーと張力付与ばねの両者に対し、それぞれその性能が機械段に及ぼす影響を実験的に検討した。

3.1 機械段に対する送出し装置の諸定数の影響

定常運転中に発生する機械段への影響因子としては、各クランク サイクルにおける送出量、巻取量が たて糸張力に占める割合はわずかである。

そこで たて糸張力の変化に直接影響する因子としてテンション ローラー等価質量 m 、ばね定数 k および減衰係数 ζ を取上げ、これらと たて糸張力の変化との関

係を理論と実測によって定量的に把握することとした。

まず前節で求めた解析式を m および k の関数で表わし、それぞれの増減による たて糸張力の増減を理論的に解析した。また ζ については強制振動における振幅比の図表より、 ζ の増減による たて糸張力の増減を把握した。

前述の綿用自動織機およびウォーター ジェット ルームについてこれら諸定数を変化させて たて糸張力を測定した実測値を、解析式より新たに計算した理論値とともに第5図～第7図に示した。

(第5図) テンションローラー等価質量が異なるときの たて糸張力

理論上および各図よりつぎのことがいえる。たて糸張力の変動幅を減少させるためには、綿用自動織機に対しては m を小さくし、ウォーター ジェット ルームに対しては位相差が大きくなならない範囲内で m を大きくすべきである。

つぎにばね定数 k については、綿用自動織機では合成ばね定数の大きい方が、またウォーター ジェット ルームではそれが小さい方が たて糸張力の変動幅は小さい。

また減衰係数 ζ に関しては、たて糸張力の変動幅を減少させるには綿用自動織機においては ζ を大きくとる方がよく、ウォーター ジェット ルームにおいては

ウオーター ジェット ルーム(0°:フロント デッド センター)

(第6図) ばね定数 k が異なるときの たて糸張力

(第7図) ζ が異なるときの たて糸張力

これが小さい方がよい。

3.2 不適量送出しと機械段との関係

布を製織する場合、布となって巻取られていく たて糸の長さと同量の たて糸を送出すように一越ごとに たて糸ビームを厳密に回転させることができれば、送出し装置に関係する機械段はほとんど問題にされないであろう。しかし実際問題としては、温湿度変化による糸の伸縮、あるいは装置、部品の慣性や摩擦などの影響によって常時適量の送出量を維持することは不可能である。したがってどのような方式の積極送出装置においても、送出量の過不足を補償する制御機構が取入れられており、このような欠陥を補っている。

そこで過不足のある送出しについて段発生の限界および段の規模を知るため、段発生の要因となる不適量送出

しと機械段との関連を実験的に調べた。

実験方法としては、まず間欠的に過剰送出しができるように改造した従来の織機の送出装置を用い、このときの たて糸張力の変動の測定および機械段の発生状況の把握をそれぞれ同時に行なった。この結果より たて糸の張力の変動のなかでも織段に直接関係すると考えられるのは、1サイクル中の変動ではなく、1サイクルごとの最高張力の変動（以下張力変動と呼ぶ）であり、長時間記録においてその張力曲線の水平直進性が問題であるといえる。張力曲線の波状のピッチは薄段の発生のピッチとほぼ一致しており、波の高さすなわち張力変動が大きいほど薄段が鮮明に現われ、またその波長が長いほど薄段の幅が広がっている。

3.3 テンション ローラーの追従性の影響

積極送出装置において、たて糸張力を直接支配しているのは、テンション ローラーに力を及ぼしているウェイトあるいはスプリングである。製織中、ウェイトの自重あるいはスプリングの抗力が円滑に たて糸に働かなければ張力むらが発生し、このために機械段を生じさせる。

テンション ローラーにかかっている たて糸は開口、巻取り、送出しならびに おさ打ちなどによって常に移動するが、その都度テンション ローラーには外力が働く。この場合、外力の発生要因の変化に対するテンション ローラーの変化のしかたが張力変動の要点となる。

そこで、張力付与装置としては、慣性を小さくすることと、ジョイントの数を少なくすることが、張力の復元時間をはやめ、かつ復元率を高めるのに効果があるといえる。

3.4 張力付与ばね が織布品質に及ぼす影響

張力付与源にコイルばねを使用する場合、特性の異なるばねでも静的には同値の たて糸張力を付与することができる。そこで実際製織した場合、そのばねの性質が動的には布面にどのように影響するかを調べた。

その結果ばねの選定にあたっては、高張力が得られてしかも変位に対して強さの変わりにくいものが望ましいといえる。したがってばね定数の小さいばねに対して初期たわみを大きく、すなわち初期張力を高くして用いるのが、張力付与用ばねとしては有効であった。

4. 止め段に関する研究

いままで止め段に関して織機の動的特性に起因する起動停止時の たて糸張力の変化の根源に対する追求およ

びこれと止め段との関連に対する明確な解析はなされておらず、また たて糸張力以外の止め段の成因に対する解析もおろそかにされている。

そこで筆者は織機の運動および構造に起因する止め段の成因を理論的に解析し、同時に実験を行ない、この理論を裏付けることによって、これらの解析結果を普遍的なものと認めようとした。

一方、止め段規模を定量的に把握する目的で、止め段規模とそれに対応する たて糸張力の動的変化の状態との相関性を実験によって求めた。ここで止め段規模とはよこ糸のピッチをいう。したがって薄段はよこ糸のピッチが定常運転時のそれに比し大きい場合であり、その逆の場合は厚段となる。

これらの実験にあたり、よこ糸のピッチの測定には日本光学製万能投影機を用いた。

4.1 止め段の成因

織機の運動および構造面から見て下記の3項目に分けて理論と実験によって解析した。

- (1) 織機の起動および停止時の回転速度が定常運転時のそれとは異なるために発生する たて糸張力の変化によるクロスフェルの移動
- (2) (1)と同様に回転速度が異なるためにレースに発生する たわみが異なり、そのための打込まれるよこ糸の位置の定常時からのずれ
- (3) 織機の停止中における たて糸張力の弛緩によるクロスフェルの移動

4.2 たて糸張力の動的変化

たて糸張力の変化は、織機の起動および停止時の回転速度が定常時のそれと異なるために発生するものと仮定し、その仮定に基づいて解析を進めた。停止している織機を起動したり、または定常運転中の織機を停止したりする場合、定常状態に至る時間および停止するまでに要する過渡状態の時間は、織機回転数やブレーキ装置およびモーターの特性その他種々の条件によってそれぞれ異なるが、この起動および停止状態を測定し、クランク角度を時間の関数として表わし、これよりえられた角速度および強制振動数を解析式に代入し、数値計算を行ない、同条件下の実測値とともに第8図～第11図に示した。

図に示される起動および停止時におけるおさ打ち前後の たて糸張力変化により、クロスフェルが移動して止め段を生成していると考えてよい。

この張力変化量より数値計算したクロスフェルの移動

(第8図) 起動時におけるテンション ローラーの変位と たて糸長の変量および たて糸張力 (綿用自動織機)

(第9図) 停止時におけるテンション ローラーの変位と たて糸長の変量および たて糸張力 (綿用自動織機)

量が、止め段規模に及ぼす影響は綿用自動織機では約90%であり、ウォーター ジェット ルームでは約13%程度であることを確認した。

(第10図) 起動時におけるテンション ローラーの変位とたて糸長の変量およびたて糸張力(ウォーター ジェット ルーム)

(第11図) 停止時におけるテンション ローラーの変位とたて糸長の変量およびたて糸張力(ウォーター ジェット ルーム)

4.3 レースの たわみ量

レースは毎回前後運動しているため、自身の質量によってレース ソードとの結合部を支点として たわみが発生する。しかし、起動および停止時には、その加速度が定常運転時と異なるために、とくに おさ打ち時すなわちフロント デッド センター付近ではその たわみ量が異なった値を示す。これは当然 よこ糸のおかれる位置に影響し、止め段発生の原因の一つとなっている。ウォーター ジェット ルームにおける おさ打ち時期のレースの たわみ量を測定し、その結果を第12図に示すが、

(第12図) おさ打ち時のレースの たわみ量と角速度比較図(ウォーター ジェット ルーム)

これよりレースの たわみ量はクラシク角速度の関数とみなしてよい。

レースの たわみがリードの たわみに影響することは当然であるが、いまリードの たわみ量がレースの たわみ量と一致するとして取扱うと、レースの たわみ量の変化はそのまま止め段に影響することとなる。いま止め段規模とレースの たわみ量との関係を明確にするために、運転中の織機を任意のときに停止させ、そのまま一定時間放置し、その後すぐハンドルを起動位置に入れてふたたび運転状態にする。このときの停止クラシク角度を横軸にとり、発生した薄段の よこ糸間隔を縦軸にとって図示すると第13図のようになる。図よりレースの た

(第13図) 停止クラシク角度のまま一定時間放置したのち起動(ウォーター ジェット ルーム)

わみ量の変化が止め段規模に占める割合は大きいことがうかがえる。

4.4 たて糸張力の弛緩

第14図、第15図に示されるように、停止後の たて糸張力はどのようなクラシク位置で停止しても約 2 min

(第14図) 織機停止中の たて糸張力変化(ウォーター ジェット ルーム)(停止のまま放置)

で安定する。このような現象は、結局動的変位をしているテンション ローラーおよび たて糸などが急に停止し、動摩擦の平衡状態から静摩擦のそれへ比較的早く移ることを意味している。しかも止め段規模は 2 min か

(第15図) 停止後の たて糸張力変化
(ウォーター ジェット ルーム)
(停止後すぐそうこう一致にして放置)

ら 10 min という大きな停止時間にもかかわらずその変化が少ないことから、たて糸張力の弛緩が止め段規模に占める割合は非常に少ないと考えられる。

4.5 止め段規模の傾向

止め段は織機が停止することによって発生するが、その規模は、織機の回転数、テンション ローラー系の慣性モーメントおよび そうこう一致時期などによっても異なる。

そこでこれらのいくつかの組合わせに対する たて糸張力の測定結果を第16～18図に、またそれらに対応する止め段規模の測定結果の一例を第19～21図に示す。

0°: トップ センター

(第16図) 回転数が異なるときの たて糸張力
(綿用自動織機)

これらの図からわかるように止め段規模を小さくするには綿用自動織機においては、テンション ローラー系の慣性モーメントを小さくし、ウォーター ジェット ルームにおいては、テンション スプリングのばね定数を

(第17図) 慣性モーメントが異なるときの
たて糸張力 (綿用自動織機)

(第18図) そうこう一致時期が異なるときの
たて糸張力 (綿用自動織機)

小さくすればよい。しかし、クランクの角速度 ω の変化が止め段規模に占める割合の大きいことが明らかにされた以上、この ω の変化をなくさない限り、止め段規模は小さくすることはできても解消することはできない。 ω

(第19図) 止め段規模と回転数関連図

(第20図) 止め段規模と慣性モーメント
関連図 (綿用自動織機)

の変化に影響されるものは、起動および停止時の たて糸張力の変動ならびにレースの たわみ量である。綿用自動織機では たて糸張力の変動が主として止め段規模を支配し、ウォーター ジェット ルームではレースのたわみ量が主として支配する。しかし、レースのたわみ量はレースの補強などにより小さくしうるので、その場合にはウォーター ジェット ルームにおいても、たて糸張力の変動が止め段規模に占める割合が大きくなると考えられる。しかし一方、ウォーター ジェット ルームにおいてはレース系の慣性モーメントを大きくすると起

(第21図) 止め段規模と そうこう一致時
期関連図 (綿用自動織機)

動および停止時の ω の変化が小さくなり、よこ糸間隔の変化がゆるやかになり、見かけ上極端な薄段が現われない。このようにゆるやかに起動および停止することは、従来の有ひ織機では ひ投げ方法の性格上不可能であって、新しい よこ入れ方式を有するいわゆる革新織機の特長としてまことに興味深い。

止め段を解消する最善の手段は ω の変化をなくすことであるが、これを完全になくすことは、モーターの特

(第22図) たて糸張力曲線 (綿用自動織機)

性、織機の慣性などから考えて不可能である。換言すれば起動および停止時の たて糸張力をクランク角度全区間にわたって定常運転時と一致させることは不可能である。そこで たて糸張力の変動による止め段を防止する方法として、起動および停止時の おさ打ち前後の たて糸張力だけでも定常運転時のそれと平均的に一致するよう補正することが考えられる。

すなわち第 22 図および第 23 図において

(第 23 図) たて糸張力曲線
(ウォーター ジェット ルーム)

$$\int_{\theta_a}^{\theta_b} f(\theta) d\theta = \int_{\theta_a}^{\theta_b} g(\theta) d\theta \dots\dots\dots (6)$$

が成立つようにすればよい。

ここで

- $f(\theta)$: 定常時における たて糸張力曲線
- $g(\theta)$: 起動および停止時における たて糸張力曲線
- θ_a, θ_b : おさ打ち前後のクランク角

この考えにそって開発した止め段防止装置およびその効果については次節で詳述する。

5. 織段防止装置の開発

前節までの解析や実験結果に基づいて、織段を解消する具体的装置の開発に対する研究結果について述べる。

機械段に対しては、たて糸張力付与装置の良否が織段の発生に大きく影響することから、たて糸の経路、張力付与ばねの形態およびテンション ローラーの追従性に

ついて検討し、操作面をも考慮に入れた簡単な構造で織段を防止できる簡易形積極送出装置を開発した。

止め段に対しては、モーターの起動特性および織機の慣性などから、たて糸張力を起動および停止時と定常運転時との全区間にわたって一致させるような具体的な方策を講ずることは非常にむずかしいと考え、起動および停止時に対して おさ打ち 以前のあるクランク 角度間についてのみ張力を高め、定常運転時の張力に平均的に一致させることとした。すなわち、テンション ローラーにイージング運動を兼ねさせている張力付与装置においては、開口運動が そうこう一致から最大開口に進行するとき、つまりテンション ローラーが織前に引寄せられるときに、テンション ローラーの運動を拘束すると、ひ口が開くにつれて たて糸張力が増加する。また逆に最大開口から そうこう一致に進行するときにテンション ローラーの運動を拘束すると、ひ口が閉じるにつれて たて糸張力が減少することになる。

このような現象を利用して、そうこう一致がトップ センターである場合は、トップ センターから おさ打ちまでのある区間テンション ローラーの運動を拘束すれば、おさ打ち以前の たて糸張力を高めることができる。

また、そうこう一致がフロント デッド センターである場合は、おさ打ち直前のひ口は次第に閉じつつあるから、この区間でテンション ローラーの運動を拘束すると、たて糸張力は減少する。そこで定常運転中は毎回このような拘束を行ない、張力を高めたいときだけ拘束しないようにすれば、実質的にはこのときだけ張力を増加させたことになる。

したがって紡績糸の織成に多用されているトップ センターでの そうこう一致の場合については前者を、またフィラメント糸の織成に多用されているフロント デッド センターでの そうこう一致の場合に対しては後者を採用すれば、おさ打ち以前のあるクランク角度間の たて糸張力を定常時の張力と平均的に一致させることが可能である。

またテンション ローラーとは別個にイージング ローラーを具備している方式のものであれば、テンション ローラーはイージング運動を行なわないため、上述の方法では おさ打ち 直前の張力を高める効果はない。この方式のものでは正規のイージング ローラーの運動に対して強制的に変化を与えることによって、その時期だけ局部的に たて糸張力を増減することができる。

この原理を起動および停止時に利用して たて糸張力を定常運転時と平均値的に一致させることができる。

これらの手段を具体化し、一般に用いられている織機の送装置に簡単に取り入れることのできる第 24 図および第 25 図に示すような止め段防止装置を開発した。

(第 24 図) 拘束型止め段防止装置

(第 25 図) 強制型止め段防止装置

この止め段防止装置を組込んだ簡易形積極送装置を綿用自動織機に取付け、製織実験を行なったところ止め段の発生はまったくなく、この装置のすぐれていることが確かめられた。

しかし、ウォーター・ジェット・ルームについては、止め段規模はレースのたわみ量の差によるものが大半を占めることが判明した。これに対してはレースを補強するとともに人為的なペダル操作によって起動直前に たて糸張力を増加させる よこ糸間補正装置を採用することにより止め段を小さくすることができた。なお綿用

(第 26 図) 起動時におけるテンション ローラーの変位と たて糸長の変量および たて糸張力曲線

(第 27 図) 停止時におけるテンション ローラーの変位と たて糸長の変量および たて糸張力

自動織機において止め段防止装置の有無による起動および停止時の たて糸張力曲線ならびに止め段の規模をそれぞれ第26図～第28図に示した。

(第28図) 止め段規模と止め段防止装置の関連図

6. む す び

張力付与系と たて糸張力との動的な関係を解析し、これが織段に及ぼす影響を実験的にしらべた結果、つぎのことがらが明らかになった。

まず機械段に対しては

(1) クランク1サイクルごとの最高張力の変動が機械段を発生させ、その張力変動の大きさとピッチとが段の鮮明度とピッチとに正の相関関係を有する

(2) 綿用自動織機で回転数が200 rpm以下の低速運転の場合には、張力付与系の慣性モーメントよりもその系の軸摩擦の方が機械段に及ぼす影響が大きい

(3) バネを張力付与源とする場合は、ばね定数の小さい方が機械段は発生しにくい

また止め段に関しては

(1) 定常運転時に対し、起動および停止時におけるおさ打ち以前の たて糸張力が低いほど止め段は顕著である

(2) この現象は回転数が大きい場合には、テンションローラー系の慣性モーメントが大きい場合および そうこう一致時期がトップ センターよりフロント デッド センターに近い場合の方が顕著になり、止め段がはっきり現われる

(3) おさ打ち以後つぎの おさ打ちまでの間における たて糸張力の定常運転時に対する差異が止め段に及ぼす

影響は少ない

(4) 織機回転数の大きい場合、レーズ の たわみ量が止め段に及ぼす影響はきわめて大きく、シャットル ボックスを有しないウォーター ジェット ルームのような織機の場合はこれが止め段規模を支配している

(5) ウォーター ジェット ルームだけでなく、シャットル織機のようなピッキング機構を有しないいわゆる革新織機において、止め段を防止する便法として、ゆるやかに起動を行なうのが有効なことがわかった

(6) 止め段を防止するには起動および停止時の おさ打ち前後の たて糸張力を定常運転時のそれと平均値的に一致させるとよい

つぎに理論的な解析からはつぎのことがらが明らかになった。

(1) クランク1サイクル中の たて糸張力の変動に最も大きく影響するのは、綿用自動織機ではテンションローラー系の慣性質量であり、ウォーター ジェット ルームでは布と たて糸とテンション プリンクの合成ばね定数である。したがって製織中の たて糸張力変動を小さくするには、綿用自動織機ではテンション ローラー系の慣性質量を小さくするのが良く、ウォーター ジェット ルームでは張力付与の ばね定数を小さくすること、たて糸経路を長くすることが良い

(2) 起動および停止時と定常運転時との たて糸張力の差は織機の回転速度のちがいに起因するところが大きい

(3) 起動および停止時の たて糸張力の変動が止め段規模に及ぼす度合は、綿用自動織機では非常に大きく、ウォーター ジェット ルームではわずかである

以上の結果を総合して機械段および止め段を防止する手段を研究し、実験的にその効果を確かめながら具体的な織段防止装置を開発した。

すなわち、機械段に対しては たて糸の経路、張力付与ばねの形態およびテンション ローラーの追従性に対して検討し、実用性のある織段防止構造を有する装置を試作した。

また止め段に対しては起動および停止時における おさ打ち前後の たて糸張力を定常運転時のそれと平均値的に一致させるのに、テンション ローラーの運動の性格を利用した簡単で実用性のある止め段防止装置を試作した。

(付記) 本研究のうち機械段の解析はランダムに発生する機械段のみに片寄せた感があり、周期的に発生する機

械段の解析が不十分であった。

この周期性を帯びた機械段の解明が今後に残された研究課題であるが、現在筆者は布面において、この周期成分を自己相関関数を使用して解明しており、また織機においては、送出装置、巻取装置、開口装置などの各装置における運動部分の周期成分およびフレーム、レール類などの振動の周期成分をそれぞれ解明している。

参 考 分 献

- 1) 乾; 織機論文集, **20**, T307 (1967)
- 2) 乾, 倉田; 織機論文集, **21**, T232 (1968)
- 3) 乾, 倉田; 織機論文集, **23**, T83 (1970)
- 4) 乾, 倉田; 織機論文集, **23**, T91 (1970)
- 5) A. E. Owen; J. Text. Inst., **19**, T365(1928)
- 6) H. Chamberlain, D. C. Snowden; J. Text. Inst., **38**, T28 (1948)
- 7) F. Stein; Diss. T. H. Stuttgart (1926)
- 8) F. Stein; Melliand Textilber., **8**, 994 (1927)
- 9) F. Stein; Kunstseide, **10**, 121 (1928)
- 10) H. Keller; Diss. E. T. H. Zürich (1943)
- 11) 三浦, 宇野; 織機誌, **5**, 45 (1952)
- 12) 鴨川; 織機誌, **12**, 629 (1959)
- 13) 鴨川, 室津, 泉沢; 織機誌, **13**, 555 (1960)
- 14) 鴨川, 室津, 泉沢; 織機誌, **13**, 747 (1960)
- 15) 久世, 酒井, 三原; 織学誌, **11**, 192 (1955)
- 16) 久世, 酒井; 織機誌, **17**, 793 (1964)
- 17) 切替, 富塚; 織学誌, **15**, 647 (1959)
- 18) 沢木; 織機誌, **2**, No. 6, 7 (1949)
- 19) K. Greenwood et al; J. Text. Inst., **47**, T241 (1956)
- 20) K. Greenwood, G. N. Vaughar; J. Text. Inst., **48**, T39 (1957)
- 21) K. Greenwood, W. T. McLaughlin; J. Text. Inst., **56**, T314 (1965)