段 織 に 関 す る 研 究

(第2報) 止め段に関する研究

遠州製作(株) 阪本繊維機械研究所

乾

昇(会員)

倉 田

充(会員)

Thick and Thin Areas in Fabrics during Weaving Process

Part 2: Research on Setting-on Areas in Fabric

Noboru Inui and Mitsuru Kurata

Sakamoto Textile Machinery Institute, Enshu Limited, Nara-ken

Abstract

The purpose of this article is to clarify the relation between the causes for setting-on areas in fabrics and their scales. We have made several experiments to grasp the tendency of scales and analyzed them by using the equations on warp tension which were established in Part 1 and the equation on bending of the race which was introduced in this report.

In the light of the results, we have tried to make clear the causes for setting-on areas and find the means to avoid them. We have reached, the following conclusions:

(1) To make setting-on areas small in scale, the moment of inertia of the tension roller system must be made as small as possible for the automatic bobbin changing cotton loom and the spring constant of the tension spring must be made as small as possible for the water jet loom.

(2) The change of the loom speed when the loom starts or stops has great influence on the scales of setting-on areas.

(3) On the automatic bobbin changing cotton loom, the scale of setting-on areas in fabrics is affected mainly by the change of the warp tension. On the water jet loom, it is affected mainly by the bending of the race.

(4) To avoid setting-on areas due to fluctuations in the beating-up tension of warp just before or after the loom starts, we should do well to equalize this tension to the tension in its stationary running state. That is, compensate for the warp tension around the beat-up point so as to satisfy the following equation:

$$\int_a^b f(t) dt = \int_a^b g(t) dt$$

where

$f(t)$: Warp tension curve in stationary running state.

$g(t)$: Warp tension curve in starting or stopping state.

a, b : Beginning and end of beating-up.

(Received June 3, 1968)

摘 要

目 的 本報は止め段に関し具体的に実際の織機について実験し、その成因と止め段の規模との関連を明らかにしようとしたもので、止め段の傾向を実験的に把握し、また第1報で得たたて糸張力に関する解析式およびレースのたわみに関し誘導した解析式を利用して解析を行ない、これらの結果より止め段の成因をつきとめる。そしてこの結果に基づいて止め段を防止する方法を考える。

成 果 (1) 止め段規模を小さくするには綿用自動織機ではテンション ローラー系の慣性モーメントを小さくし、ウォーター ジェット ルームではテンション スプリングのばね定数を小さくすればよい。

(2) 起動および停止時に発生する織機の回転角速度の変化が止め段規模に占める割合は大きい。

(3) 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が主としてそれを支配する。

(4) たて糸張力の変動による止め段を防止する方法としては、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的に一致させる。すなわち $\int_a^b f(t) dt = \int_a^b g(t) dt$ が成り立つように補正するのが有効である。

(昭和43年6月3日受理)

1. ま え が き

第1報¹⁾では段織解明の基礎理論を確立し、止め段に関してもこれらの理論が活用しうることを確かめた。本報ではこの止め段に関し具体的に実際の機械について実験し、その成因と止め段の規模との関連を明らかにしようとした。

止め段はその頻度は少ないが、高級織物や薄織物においては大きな欠点として取り上げられており、この解決は織機全体の性能向上の上に大きな役割を果たすといえる。止め段は糸切れ、織工の交代ならびに破損部品の交換などにおける織機の停止によって発生する。ゆえに、糸の品質を向上し、3交代制を行ない、部品の耐久性を増すことによって必然的に減少させうるものであって、このような努力もつねに払われている。しかし織機の停止を皆無にすることは所詮不可能なことであろう。

従来、止め段の傾向およびその成因に関する報文は第1報で述べたように数多くあるが、いまだ明確な解析はなされておらず、またその防止対策に至っては、Greenwood²⁾の消極おさ打ち以外見当たらない。しかもこの方法も織機他の条件からみて実用化はむずかしいと考えられる。

そこで筆者は止め段の成因を解析することを試み、まず止め段の傾向を実験的に把握し、その結果より止め段の成因を見出した。

また第1報で得た簡単で取り扱いやすいたて糸張力に関する解析式と本報で導いたレースのたわみに関する解析式を利用してその成因を解析した。以下、これらの結果ならびに解析に基づいて考えられる止め段の防止対策について述べる。

2. 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異なる。そこで、止め段規模の傾向を知る目的で、これらのいくつかの組み合わせに対して、綿用自動織機とウォータージェットルームについて、止め段の規模とそれに対応するたて糸張力の動的変化の状態ならびにそれら相互の相関性を実験によって探究した。またさらに、止め段の顕著に現われるウォータージェットルームについては、織機の起動および停止のクランク角度および停止中の時間を变化させた場合についても同様な実験を行った。

たて糸張力の測定は第1報で述べた応力リングを用いる方法によった。

また止め段の規模はそこに現われたよこ糸のピッチ間隔と規定のよこ糸ピッチ(定常運転中のよこ糸ピッチ)との差をもって表現した。すなわち、薄段はその差が正であり、その値が大きいほど止め段規模が大であると称することとした。逆にその差が負の場合は厚段を意味する。

このピッチ間隔の測定には日本光学製万能投影機を用いた。

2.1 測定条件

綿用自動織機およびウォータージェットルームにおける測定条件は第1報と同様である。

なお第1報の条件以外の変化諸元は下記のとおりである。

A. 綿用自動織機

回転数 (rpm) : 74, 168, 210

テンションローラー系の慣性モーメント

(kg·sec²/cm) : 1.5, 2.4, 10.4, 16.1

そうこう一致時期 (°) : 325, 0 (トップセンター)

82 (フロントデッドセンター)

B. ウォータージェットルーム

織機停止中の時間 (min) : 0, 1/6, 1, 2, 5, 10

織機起動クランク角度 : 330°, 0° (フロントデッドセンター) および停止したままの任意のクランク角度

織機停止クランク角度 : 種々の任意のクランク角度

2.2 測定結果ならびに考察

上述の種々の条件の組み合わせに対するたて糸張力および止め段規模の測定結果を第1～13図に示す。

これらの結果から下記のことがいえる。

(1) 第1～3図および第13図に示されるように同じような薄織物を製織しているにもかかわらず、綿用自動織機ではおさ打ち力によるたて糸張力のピークが小さくウォータージェットルームではそれがはじめ考えていた以上に大きく発生している。これは糸の性質の相異によるものでなく、クロスフェル近傍の水およびレースのたわみによるものと考えられる。

(2) 第1～3図に示されるように綿用自動織機においては、起動および停止時の動的なたて糸張力は定常運転時に比し、その変動は小さく、低速運転の定常時のそれとよく似た変化のしかたをしている。

(第 1 図) 回転数が異なるときのたて糸張力 (綿用自動織機)

(第 3 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)

(第 2 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 4 図) 止め段規模と回転数関連図

(3) 第 4 図からわかるように、綿用自動織機においては、織機の回転数が増加すると、止め段規模が大きくなって薄段が顕著になるが、このことは第 1 図において回転数の大きいほうが、おさ打ち以前における定常運転時のたて糸張力と起動および停止時におけるたて糸張力との差の大きいことと相関性があると考えられる。

(4) 第 5 図に示されるように、テンションローラー系の慣性モーメントが増加すると、止め段規模も増大している。これは第 2 図に示されるように、起動および停止時においては、慣性モーメントの大きいほどおさ打ち以前におけるたて糸張力が定常運転時に比し大きく減少していることと関連がある。

(第5図) 止め段規模と慣性モーメント関連図
(綿用自動織機)

(5) 第6図に示されるように、そうこう一致時期をトップセンター以前にすると、この場合に限って止め段規模は負となり厚段が発生する。これは第3図において起動および停止時のおさ打ち以前のたて糸張力が定常運転時のそれに比して高くなっていることと関係があると考えられる。またそうこう一致時期をフロントデッド

(第6図) 止め段規模とそうこう一致時期関連図
(綿用自動織機)

ッドセンター付近にすると、止め段規模は増大する。これはおさ打ち以前のたて糸張力の変化のしかたが定常運転時に比し大きく減少していることと関連する。

(6) 綿用自動織機においては、第1～6図に示されるように、起動および停止時におけるおさ打ち以後のたて糸張力が定常運転時のそれに比し高くなっている。おさ打ち以前のたて糸張力が低ければ止め段は薄段になるから、おさ打ち以後のたて糸張力が止め段に影響する度合は少ないと考えられる。

(7) ウォータージェットルームにおける代表的な止め段の規模を第7図に示したが、薄段が発生したあとに必ず厚段が生じている。この傾向は第6図に示す綿用自動織機の場合において、そうこう一致時期をフロントデッドセンターにしたときの止め段規模にもみられる。

(第7図) 代表的な止め段規模
(ウォータージェットルーム)

(8) 第8図に示されるように、織機の停止後一定時間そのまま放置し、その後起動したときの止め段規模は全部増大していて薄段になっている。また停止位置がフロントデッドセンター付近の場合の止め段規模はバックデッドセンター付近の場合のそれより大きい。これにより、止め段規模は織機の回転数すなわち角速度 ω に関連があることがわかる。

(9) 第9図および第10図は織機の停止直後または停止の2min後にそうこうを一致させ、さらにそのまま一定時間放置し、その後起動したときの止め段規模と停止クランク角度との関係を示すものである。図において止め段規模は、停止クランク角度がフロントデッドセンター(0°)からピッキング時(142°)までは、クランク位置が進むにつれて徐々に減少し、その他のクランク角度間ではほぼ一定で大きい値を示している。この現象に対してはつぎのように解釈できる。すなわち、織機の取り扱い上、フロントデッドセンターからピッキング時までには停止すると、手でクランクを逆転してそうこうを一致させるためフロントデッド

(第 8 図) 停止クラック角度と止め段規模との関係
(ウォーター ジェット ルーム)
(織機の停止後一定時間そのまま放置して起動)

(第 9 図) 停止クラック角度と止め段規模との関係
(ウォーター ジェット ルーム)
(織機の停止後そのまま 2 min 放置, その後
そうこう一致にして時間を経過して起動)

(第 10 図) 停止クラック角度と止め段規模との関係
(ウォーター ジェット ルーム)
(織機の停止後ただちにそうこう一致
にしそのまま一定時間放置して起動)

ッド センター にもってくるが、ピッキング以後の停止
に対しては、手でクラックを正転してそうこうを一致
させるので、おさ打ち時の織機回転速度、クラックを手
動で回転させることによる各部の運動、クラックの手動
回転方向の正逆による最大開口域の通過の有無などの要
素に差異を生じ、これが止め段規模を大きく変化させる
要因になっているといえる。さらに詳述すれば、ピッキ
ング以後に停止した場合は手でクラックを正回転する

が、その間テンション ローラー系の軸摩擦は静摩擦に
近くなり、たて糸張力が最大になる最大開口域を通過し
ても、テンション ローラー系はあまり変位しない。し
たがって、たて糸はいったん伸ばされその後そうこう一
致までクラックがまわされると、その伸び分に対応して
クロスフェルが布側に移動することとなり、大きな薄段
を発生させるものと考えられる。

(10) 第 11 図および第 12 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ック位置で停止しても
約 2 min で安定する。このような現象は、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至るまで
のものであり、この現象については 3.3 で詳述する。

図中の数字は停止クラック位置を示す
(フロント デッド センター基準)
(第 11 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)

図中の数字は停止クラック位置を示す
(フロント デッド センター基準)
(第 12 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)

(11) 第 13 図に示されるように、綿用自動織機に比
しウォーター ジェット ルームでは、起動および停止時
におけるおさ打ち前後のたて糸張力およびおさ打ち力は
それほど顕著に低下せず、定常運転時に近い値を示して
いる。

(第13図) 起動および停止時におけるたて糸張力
(ウォーター ジェット ルーム)
(よこ糸密度: 23.2 picks/cm)

(12) 止め段規模と停止時間との関係は、ウォーター ジェット ルームにおいて、10 min 以内で非常に少ないことが第26図からわかる。また綿用自動織機においては24 hr 停止放置しても止め段規模は2~3%しか変化しなかった。これは(9)で述べたようにたて糸張力が停止後約2 min後に一定値に近づくことから当然であると考えられる。

3. 止め段の成因

たて糸およびよこ糸張力が変動しなくても、糸の屈折状態の相異により光学的に反射が異なり、段のように見える場合もあるが、ここでは止め段の成因を前節の測定結果から、下記の3項目に分けて解析した。

(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、そのための打ち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

上記3項目について理論的な解析を行ない、同時に測定によってこの理論を裏付けた。

3.1 たて糸張力の変化

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、一般的に織機のクランク軸の回転に換算すると、 $\frac{1}{2} \sim 2\frac{1}{2}$ 回転である。

第1報で扱った(2)、(24)および(25)式を再掲して、いま(1)、(2)および(3)式とし、これらの式の中の織機の角速度 ω がたて糸張力を変化させる因子であると仮定して、綿用自動織機およびウォーター ジェット ルームにおける起動および停止時の角速度を用いて数値計算を行ない、実測値と比較した。なお、実測は抵抗線変位計および応力リングを用いて行なった。

$$F(t) = F_0(t) + k_1(x_0 - x) \quad \dots\dots\dots (1)$$

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

$$x_2(t) = \frac{B}{2k} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} \left\{ e^{-\zeta\omega_0 t} \cos\left(qt - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right) - e^{-\zeta\omega_0 \left(t - \frac{2\pi}{\omega}\right)} \cdot \cos\left\{q\left(t - \frac{2\pi}{\omega}\right) - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}\right\} \right\} - \frac{B}{2k\sqrt{(1-\lambda^2)^2 + (2\zeta\lambda)^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} \left\{ e^{-\zeta\omega_0 t} \cos\left(qt - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \cdot \frac{1+\lambda^2}{1-\lambda^2}\right) - e^{-\zeta\omega_0 \left(t - \frac{2\pi}{\omega}\right)} \cos\left\{q\left(t - \frac{2\pi}{\omega}\right) - \tan^{-1} \frac{\zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}} \cdot \frac{1+\lambda^2}{1-\lambda^2}\right\} \right\} \quad \dots\dots\dots (3)$$

(1) クランク角度 θ と時間 t との関係

織機の起動および停止時における テンション ローラーの変位およびたて糸張力を数値計算するにあたって、角速度 ω 、強制振動数比 λ および位相差 δ を知るためにクランク角度 θ を時間 t の関数として $\theta = f(t)$ とすると、 ω 、 λ および δ はそれぞれつぎのように t の関数として与えられる。

$$\omega = \frac{d\theta}{dt} = f'(t) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\lambda = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{f'(t)}{\sqrt{k/m}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\delta = \tan^{-1} \frac{2\zeta\lambda}{1-\lambda^2} = \tan^{-1} \frac{2\zeta\sqrt{k/m}f'(t)}{k/m - \{f'(t)\}^2} \quad \dots\dots\dots (6)$$

実験に使用した綿用自動織機 および ウォーター ジェット ルーム における起動および停止時の角速度 ω を求めるために、クランク角度 θ と時間 t との関係を実測した。その測定結果ならびにその結果から求めた近似式による曲線を第14図および第15図に併記した。

(第14図) 起動および停止時における θ と t との関係 (綿用自動織機)

(第15図) 起動および停止時における θ と t との関係 (ウォーター ジェット ルーム)

図に示されるように近似式はその利用範囲では実測値とほぼ一致するので、計算にはこの近似式をあてることとし、 t の関数で表わした綿用自動織機およびウォーター ジェット ルームに関する各値を、それぞれ第1表および第2表に示した。

(第1表) 綿用自動織機の起動および停止時における θ と t との関係

	起 動 時	停 止 時
時 間 (t)	$0 \leq t \leq 0.592$	$0 \leq t \leq 1.00$
クランク 角 度 (θ)	$7.1 \pi t^2$	$4.2 \pi t (2-t)$
角 速 度 (ω)	$14.2 \pi t$	$8.4 \pi (1-t)$
強 制 振 数 比 (λ)	$1.01 t$	$0.6 (1-t)$
位 相 差 (δ)	$\tan^{-1} \frac{2.02 \zeta t}{1-1.02 t^2}$	$\tan^{-1} \frac{1.2 \zeta (1-t)}{1-0.36(1-t)^2}$

(第2表) ウォーター ジェット ルームの起動および停止時における θ と t との関係

	起 動 時	停 止 時
時 間 (t)	$0 \leq t \leq 0.35$	$0 \leq t \leq 0.8$
クランク 角 度 (θ)	$-13.6 \pi t (t-0.7)$	$7.6 \pi t (t-0.05)$
角 速 度 (ω)	$-13.6 \pi (2t-0.7)$	$7.6 \pi (2t-0.05)$
強 制 振 数 比 (λ)	$-0.49(2t-0.7)$	$0.28 (2t-0.05)$
位 相 差 (δ)	$\tan^{-1} \frac{-0.98 \zeta (2t-0.7)}{1-0.24(2t-0.7)^2}$	$\tan^{-1} \frac{0.55 \zeta (2t-0.05)}{1-0.08(2t-0.05)^2}$

なお、定常運転時における綿用自動織機およびウォーター ジェット ルームの λ の値は、第1報で求めたようにそれぞれ0.6および0.329であるので、起動および停止時における λ の値は当然それ以下であり、 λ を t の関数として表わすと、 t はその制限をうけることとなる。

(2) 起動および停止時におけるテンション ローラーの変位および たて糸張力

前項で求めた ω , λ , δ などを用いて(1), (2)および(3)式より、起動および停止時におけるテンション ローラーの変位およびたて糸張力に関して綿用自動織機およびウォーター ジェット ルームについて数値計算を行ない、同条件下の実測値とともに第16~19図に示した。

また定常運転時のテンション ローラーの変位およびたて糸張力の理論値を比較の意味で同図に併記した。

(第16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17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)

(第18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19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)

なお起動開始は綿用自動織機ではトップ センターで、このときそうこうは一致している。またウォーター ジェット ルームではフロント デッド センター以前 60° でこれはそうこう一致時期以前 60° である。また停止動作の開始すなわちいわゆるハンドルのオフは両者ともフロント デッド センターとした。

第14図および第15図における角度と時間との実測値を、角度を時間の2次関数として近似した近似式とし、これを用いて計算してもたて糸張力の理論値は、実測値とクラック角度全區間にわたってほぼ一致している。特に起動および停止時におけるテンション ローラーの変位およびたて糸張力の振幅の理論値と実測値とが—

致しているということは、起動および停止時におけるたて糸張力の変化が織機の回転速度の変化に起因していることを意味しているといえる。

(3) 止め段規模に及ぼすたて糸張力変化の影響

2.2 で述べたように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、そうこう一致時期および織機回転数などの条件により、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変化して、これが止め段規模を変化させている。このたて糸張力が定常時のそれに比し減少しているときに止め段は薄段となり、増大しているときに厚段となっていることから、たて糸張力の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。また実験に用いた両者の織機において、起動および停止時におけるたて糸張力の変化は織機の回転速度の変化に起因していることが前項で理論的にも実験的にも確かめられた。

そこでこれらのたて糸張力の変化が止め段規模に影響する程度を知るために、たて糸ビームからサーフェスローラーまでを第20図に示すようなモデルに置き換えて解析した。

図において、いまたて糸張力が ΔF 減少したと考えると

$$\Delta F = k_1 \Delta l_1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$k_1 = \frac{k_3 k_4}{k_3 + k_4} \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$k_4 \Delta l_2 = k_3 (\Delta l_1 - \Delta l_2) \quad \dots\dots\dots (9)$$

$$\therefore \Delta l_2 = \frac{k_3}{k_3 + k_4} \Delta l_1 \quad \dots\dots\dots (10)$$

ここで

k_1 : たて糸と布との合成ばね定数 (kg/cm)

(第20図) 止め段とたて糸張力関係モデル

k_2 : テンション スプリングのばね定数 (kg/cm)

k_3 : たて糸のばね定数 (kg/cm)

k_4 : 布のばね定数 (kg/cm)

Δl_1 : テンション ローラーの変位 (cm)

Δl_2 : クロスフェル移動量 (cm)

また綿用自動織機およびウォーター ジェット ルームにおいて、たて糸張力が第21図および第22図に示すような変化をするとして、定常運転時に対する起動および停止時の張力の減少量 ΔF を次式のように考える。

平均値の定理より

$$\Delta F = \int_a^b f(t) dt - \int_a^b g(t) dt \quad \dots\dots\dots (11)$$

ここで

$f(t)$: 定常時におけるたて糸張力曲線

$g(t)$: 起動および停止時におけるたて糸張力曲線

a, b : おさ打ち前後のクランク角度 (°)

(7)~(11) 式を用い、実測した ΔF , k_3 および k_4 を代入して数値計算したおさ打ち前後のたて糸張力変動によるクロスフェルの移動量を第3表に示す。なお a, b の値は第4表に示すとおりである。

第3表から明らかなように、おさ打ち前後のたて糸張力の変動によるクロスフェルの移動が、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

——: 定常時におけるたて糸張力
 - - - - : 起動および停止時におけるたて糸張力
 a, b : おさ打ち前後の t の値

(第21図) たて糸張力曲線 (綿用自動織機)

———：定常時におけるたて糸張力
 - - - - -：起動および停止時におけるたて糸張力
 a, b : おさ打ち前後の t の値

(第22図) たて糸張力曲線
 (ウォーター ジェット ルーム)

(第3表) たて糸張力変動によるクロスフェル移動量

	A たて糸張力変動によるクロスフェル移動量 (cm)	B 止め段と定常運転時とのよこ糸間隔の差 (cm)	AがBに占める割合 $A/B \times 100$ (%)
綿用自動織機	0.0150	0.0165	90.9
ウォーター ジェット ルーム	0.0018	0.0135	13.3

(第4表) おさ打ち前後のクランク角度

	綿用自動織機	ウォーター ジェット ルーム
a	60°	340°
b	90°	20°

(注) 綿用自動織機ではトップ センターがクランク角度 0° であり, ウォーター ジェット ルームではフロント デッド センターがクランク角度 0° である。

ーター ジェット ルームでは約 10 % 程度である。

3.2 レースのたわみ量の変化

(1) レースのたわみに関する解析

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, レースのたわみにも変化が発生するものとして, 第23図についてレースに働く力 F およびレース中央のたわみ量 η を考える。

$$F = \frac{I \alpha}{L^2} \dots\dots\dots (12)$$

$$F = \frac{I}{L^2} \left(\frac{r^2 \omega^2}{l} \cos 2\theta + r \omega^2 \cos \theta \right) - \frac{h W}{L} \sin \left\{ \frac{r}{L} (1 - \cos \theta) \right\} \dots\dots\dots (13)$$

$$\eta = F a \dots\dots\dots (14)$$

ここで

I : ロッキング シャフト まわりのレースおよびレース ソード系の慣性モーメント

α : コネクティング アームピンの加速度

L : コネクティング アーム長

r : クランク半径

ω : クランク回転角速度

l : レース ソード長

θ : クランク回転角

W : レース系の重量

h : ロッキング シャフトからレースおよびレース ソード系の重心までの距離

a : レースの材質および形状によって与えられる定数

(13) 式において第1項は ω^2 の関数であり, 第2項は重力の関数である。したがってレースのたわみ量は ω によって変化することが明らかである。

そこでレースのたわみの影響を調べるため, 止め段規模に対してたて糸張力の変動の影響が小さいウォーター ジェット ルームを対象として, 起動および停止時におけるレースの中央のたわみ量 η を抵抗線歪計で測定した。その測定結果を第24図に示す。

(第23図) レース系説明図

また止め段規模に直接関係するおさ打ち時期のレースのたわみ量のみをプロットしたものを第25図に示す。また比較のためにクランクの角速度 ω の変化をも併記した。

これらの測定結果より下記の事項が明らかとなった。

停止時: ブレーキ作動開始をクランク角度 -300° とする
 起動時: 起動をクランク角度 0° とする

(第24図) 起動および停止時のレースの中央のたわみ量とおき打ち時のレースのたわみ量の実測値 (ウォーター ジェット ルーム)

(第25図) おき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)

a. レースはその中央部がフロント デッド センターでは布側にたわみ, バック デッド センターでは反対にうしろ側にたわむ。

b. 起動および停止時におけるおき打ち時期のレースのたわみ量の変化は起動および停止時における角速度の変化に非常によく似ている。したがっておき打ち時期のレースのたわみ量を ω の関数とみなすことができる。

(2) 止め段規模に及ぼすレースのたわみ量の変化の影響

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り扱ふと, 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ン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26図のようになる。

(第26図) 停止クラン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)

(第27図) 停止後クランクを 0° にしたのち起動 (ウォーター ジェット ルーム)

同様に織機を停止させ, すぐに手でクランクを回転して, そうこう一致であるフロント デッド センターにもっていき, 一定時間放置したのち起動させた場合, および停止後そのまま 2 min 放置してから手でクランクをフロント デッド センターまで回転させて一定時間放置したのち起動させた場合について, 停止クランク角度とよこ糸間隔との関係を第27図に示した。なお放置時間はどの実験についても, 10 sec, 1 min, 2 min, 3 min, 5 min および 10 min とした。

また, これらのレースのたわみ量の変化に基づき, フロント デッド センター直前および直後に停止したときならびにバック デッド センター付近に停止したときに発生する止め段の傾向を, よこ糸を線で表わしてモデル化した形で第28図に示した。

第26~28図より下記の傾向がうかがえる。

a. 第26図および第27図より, レースのたわみ量の変化が止め段規模に占める割合は大きい。

(第 28 図) レースのたわみによる起動および停止時の止め段の傾向

b. ピッキング (143°) 以前に停止すると逆回転し、ピッキング以後に停止すると正回転してそうを一致させ、一定時間放置して起動した場合の止め段規模は、第 27 図に示されるように $143^\circ \sim 360^\circ$ 間において、レースのたわみ量に約 0.20 mm 付加した値と一致している。これは、ウォーター ジェット ルームの送り出しおよび巻き取りがそれぞれ $0^\circ \sim 180^\circ$ 間および $180^\circ \sim 360^\circ$ 間に行なわれるようになっているため、 $143^\circ \sim 360^\circ$ 間では巻き取りが行なわれて、クロス フェルが布側に移動するためである。しかし、定常運転時のよこ糸間隔は約 0.43 mm であるから、なお 0.20 mm 強移動しているわけで、これは手動で回転するために 2.2 の (9) で述べた理由によるものと考えられる。

c. 第 28 図の a, b, c を比較すると下記のことがいえる。

i) フロント デッド センターを過ぎて停止した場合
停止する 1 回転前の おさ打ち時のレースは定常運転時と同様なたわみをしているが、停止直前での おさ打ち時のレースのたわみはほとんどなく、よこ糸は直線状に置かれる。しかし起動直後の おさ打ち時のレースのたわみは定常運転時に近いわん曲をしている。そのため薄段ののちに厚段が生じる。

ii) バック デッド センター付近に停止した場合
バック デッド センターで停止し、その位置から起動するから、停止直前および起動直後の おさ打ち時のレースのたわみは定常運転時に近く、したがって止め段の規模は小さいが、薄段ののちに厚段が生じる傾向はなお残っている。

iii) フロント デッド センター直前に停止した場合
停止前のおさ打ち時のレースのたわみは定常運転時に近く、よこ糸はわん曲しておかれるが、起動直後の おさ打ち時のレースのたわみは少なく、よこ糸はほぼ直線状におかれる。その後レースのたわみはだんだんと定常運転時に近づく。そのため薄段ののちに厚段が生じる。

d. 綿用自動織機におけるレースのたわみ量がウォーター ジェット ルームのそれに比し、はるかに小さいのは、レースの形状および材質も異なるが、回転数の低いことが大きくいっている。またシャトル ボックスがレースの両側に付加されていることも影響していると考えられる。すなわち、レース ソードを支点として、おさ打ち時にはシャトル ボックス も布側へたわむため、レース中央のたわみ量が減殺されると考えられる。

3.3 たて糸張力の弛緩

2.2 の (10) でふれた現象すなわち織機の停止後、安定するまでのたて糸張力の動的変化について解析する。

糸の粘性弾性作用については多くの研究が発表されており、その荷重—伸び曲線の形について報告されている。これらのうち、ここでは G. Nordhammer の報告を引用する。これによれば「第 29 図の荷重—伸び曲線において、糸を非常に遅く引っ張ると、荷重—伸び曲線 E_q とは異なる普通の荷重—伸び曲線を描いて、糸は平衡状態にない。もし $O A$ 曲線上、 A で伸びが止められ、糸が一定の伸び ϵ_1 で維持されると、その張力は徐々に減少し B_1 に近づく。また $A C$ 曲線上、 B で糸の伸びを ϵ_2 のまま維持すると張力は徐々に増加し F_1 に近づく。これらの現象は時間に従属する。また $A B$ 曲線のごとく張力が低下すれば伸びが ϵ_1 から ϵ_2 へと変化する」と発表されている。

(第 29 図) 荷重—伸び曲線

本研究で行なった測定の範囲内では、織機が急に停止した場合は、たて糸の張力と伸びの関係が AB 曲線のように変化せず、むしろ伸びが一定のときの状態に近い。すなわち $A B_1$ の変化をするものと考えられる。この現象はたて糸張力の弛緩であり、このように考えることによって第 11 図および第 12 図に示される現象が理由づけられる。また、第 26 図において、止め段規模は 10 sec から 10 min という大きな停止時間の相異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小さいと考えられる。

4. 考 察

本章で述べたように起動および停止時の諸条件に対する止め段規模の傾向からつぎのことがいえる。

すなわち、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小さくすればよい。しかし、3 では 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。したがって、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 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。

したがって止め段を解消するためには、 ω の変化をなくすことが最善であるが、これを完全になくすことは、モーターの特性、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ッ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値的に一致するように補正することが考えられる。すなわち、第 21 図および第 22 図において (11) 式の $\Delta F=0$ とした式

$$\int_a^b f(t) dt = \int_a^b g(t) dt \dots\dots\dots (15)$$

が成り立つようにすればよい。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続報で詳述する。

5. む す び

以上のように本報において得られた結論を要約するとつぎのようになる。

- (1) 止め段規模を小さくするには綿用自動織機ではテンション ローラー系の慣性モーメントを小さくし、ウォーター ジェット ルームではテンション スプリングのばね定数を小さくすればよい。
- (2) 起動および停止時に発生する織機の回転角速度の変化が止め段規模に占める割合は大きい。
- (3) 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が主としてそれを支配する。
- (4) たて糸張力の変動による止め段を防止する方法としては、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。すなわち $\int_a^b f(t) dt = \int_a^b g(t) dt$ が成り立つように補正するのが有効である。

本研究の一部は本学会第 21 回年次大会で発表した。

参考文献

- 1) 乾 昇; 本誌, 20, T 307 (1967)
- 2) K. Greenwood, W. T. McLoughlin; J. Text. Inst., 56, T 314 (1965)
- 3) G. Nordhammer; J. Text. Inst., 47, T 604 (1956)