仮燃加工における燃分布に関する研究

倉敷紡績機技術研究所	佐々木	俊郎	(会員)
〃	黒田	勝明	(会員)
〃	角倉	敏彦	(会員)

Twist Distribution in the False-Twist Texturing Process

Toshiro Sasaki, Katsuaki Kuroda

and Toshihiko Suminokura

Technical Research Laboratory, Kurashiki

Spinning Co., Ltd., Neyagawa, Osaka-fu

Abstract

In an experimental false-twisting apparatus, the behavior of twist of the filaments passing through the twisting zone including a heater has been analyzed under the various texturing conditions. The relationship between the number of twist set in the heater and the crimp rigidity of the textured yarn has also been discussed.

In this experiments, two multifilaments (black and white) were supplied together into the apparatus, and their behavior in the twisting zone were observed with the aid of a photography.

The results summarized are:

- (1) The number of twist through the zone is effected for the most part by the temperature of the filaments to be textured which is estimated by the heater temperature and yarn speed.
- (2) The behavior of the twist is also influenced by the other various texturing conditions, i.e., yarn tension, yarn bending angle around the yarn guide, etc.
- (3) Generally, the observed maximum number of twist is nearly equal to the calculated number of twist, allowing for the twist contraction.
- (4) The crimp rigidity of the textured yarn shows a good correlation with the maximum number of twist set actually in the heater, while the one with the configuration of the twist distribution gives no significant influence.

(Received September 3, 1969)

摘要

目 的 仮燃加工の加熱領域における燃分布を瞬間写真撮影の方法から詳細に調べ、実験的に各種加工条件との関係を明らかにする。さらに、糸物性への影響についても若干の考察を行なう。

成 果 (1) ヒーターが常温のとき、加熱領域における燃は一様であるが、高温になるにしたがい、不均一な燃分布が現われる。このことから、燃分布の原因は主として糸の温度分布にあると思われる。

(2) 燃分布の形状は糸速、加燃張力、ヒーター接触角、ヒーター温度分布などの影響を受けそれぞれ変化する。

(3) 通常の加工条件のとき、実際に得られる見かけ燃数の最大値は、実験の結果、計算燃数に燃収縮を考慮した値にほぼ等しいことがわかった。

(4) 伸縮復元率の値は、熱分布の形状にはほとんど影響されず、実際にセットされるとき熱数と密接な関係がある。

(昭和44年9月3日 受理)

1. 緒 言

仮燃加工における、いわゆる4 T条件(Temperature, Twist, Tension, Time)のうち、燃数については従来からスピンドル回転数と糸速とから求めた計算燃数を加工条件としてきた。しかし、仮燃加工中の燃数は加燃領域中の糸に沿って一様になっているのではない。したがって、燃に関する加工条件を的確に把握するには、計算燃数のみでは不十分であり、燃分布、あるいは実際にヒート セットされるときの燃数を知らなければならない。

これまで、燃分布に関する報告^{1,2,3)}は2, 3見られるが、いずれの場合にも測定が困難であるために詳細な分布は得られていない。ことに、ヒーター内部については推定の域にとどまっている。

本報では、当所で試作した仮燃加工実験装置を用いて、瞬間写真撮影の方法によって、ヒーター内部も含む加燃領域全体について精密に燃分布を測定し、温度、糸速、張力などの加工条件との関係を実験的に明らかにした結果について述べる。さらに、この燃分布とセット効果の関係について検討した結果も記す。

2. 実験方法

2.1 実験装置の概要

実験に使用した仮燃加工実験装置の構成を第1図に示す。また、燃分布の測定を行なった加燃領域の写真を第2図に示す。

この実験装置は基本的には通常の仮燃機と変わるとこ

第1図 実験装置

第2図 実験装置の主要部分

ろはないが、各加工条件を独立に、精度よく、しかも広範囲に制御できるようにしている。主な点について記すところとなる。

(ヒーター温度) 温度分布を均一に保つため、熱板の長さを短くしている(9 cm)。ヒーター電流の制御を慎重に行なえば、加工中の温度変動は $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 以下におさえることができる。熱板の温度、および温度分布は、熱板に固定して取り付け付けた枝付熱電対により測定する。

(スピンドル回転数) 安川電機製のサイリスタレオナード方式によるプリント モーターで駆動し、任意の回転数を得ることができる。実験中は光電式ピックアップとカウンター、およびブラウン管オシロスコープにより常に回転数を監視する。

(張力) 一般にテンション メーター挿入により燃の伝播が妨げられるため、真の張力を知ることはむずかしい。この点について検討した結果、高感度のストレンゲージを用いて、糸の屈曲角をきわめて小さくすることでこの影響を無視できるようにした。張力の設定は第1, 第2 フィード ローラーの表面速度の比、すなわちフィード率を変えることによって行なわれる。実験中は常時張力を測定記録している。また、この張力を得るためのフィード率の値も各実験ごとに求めている。

(糸速) 熱板との接触長が短いため、セット時間を適当な範囲になるように糸速で調節する。第1, 第2 フィード ローラー、および巻き取りローラーは、シンボ工業製リングコーン無段変速機を用いて、それぞれ単独駆動するため、各ローラーの回転数を任意に設定することができる。回転数の測定には、前述の光電式ピックアップとカウンターを用いた。

2.2 燃分布の測定方法

白、黒2本のマルチ フィラメント糸を同時に供給し、加工中の状態をせん光時間の短いフラッシュによって照明して写真撮影する。このフィルムに現われた白黒のピッチから燃数を求める。測定範囲は、第1 フィード ローラーからスピンドルまでの加燃領域全部で、特にヒーター内部の測定もできるようにカバーは耐熱ガラスを用いている。

試料は白、黒糸ともテトロン 75d のマルチ フィラメントで、本報の実験を通じて同一パーンからの糸を用いている。

この白黒糸についての写真撮影結果の一例として、ヒーター熱板上における状態を第3図に示す。

2.3 計算燃数と見かけ燃数

一般に糸は燃れることによって収縮するから、単に燃数という場合にはつぎの2つの意味が考えられる。すなわち、いま無燃で長さ l_0 の糸を R 回転することによって長さが l になったとすると、 R/l_0 (t/m) で与えら

等倍撮影したフィルム上における白黒のピッチをマイクロメーター付万能投影器（日本光学製）にて測定して見かけ燃数を求める

第3図 ヒーター通過時の糸

れる燃数 T_0 と、 R/l (t/m) で与えられる燃数 T が考えられる。本報では T_0 を計算燃数、 T を見かけ燃数と呼ぶことにする。 $l_0 > l$ であるから、常に $T_0 < T$ になる。

スピンドル回転数と糸速とから計算される燃数は T_0 であり、写真から求められる燃数は T である。したがって、加工条件と燃分布の関係を調べるにあたって、まず計算燃数と見かけ燃数の関係について検討する。

デニールフィラメント数の異なるマルチフィラメント糸4種について、検燃器を用いて、一定張力に保ちながら加熱したときの、加熱に伴う長さの変化から両者の関係を求めた。その結果を第4図に示す。この測定時の張力は0.3g/dとした。この値は通常の仮燃加工の張力よりも大きい。これは常温では二重燃が発生しやすいための処置である。

計算燃数 1000 t/m あたりまで両者はほぼ一致しているが、これを過ぎると差は急激に増大する。今回燃分布測定に用いた150dテトロン糸についてみると、計算燃数

第4図 計算燃数と見かけ燃数

1000, 2000, 2500 t/m に対して見かけ燃数はそれぞれ約 1100, 2600, 3600 t/m となっている。ただし、計算燃数 2500 t/m に対する見かけ燃数は、0.3g/d の張力によっても二重燃が発生して実測ができなかったため、図の破線のように推定した。

3. 燃分布測定結果と考察

3.1 ヒーター温度の影響

実験装置において、計算燃数を 2500 t/m、張力 0.15 g/d に設定し、ヒーター温度を常温から 240°C まで変えて測定した結果を第5図に示す。図において、横軸には測定位置をとり、縦軸には写真から測定した見かけ燃数をプロットしている。

この図から、燃分布について次のような結果を読みとることができる。

- (イ) ヒーターが常温のときには加熱領域全部にわたり均一な燃数を示す。
- (ロ) ヒーター温度が上昇するにつれて、スピンドル側が高く、第1フィードローラーに向かって順次低下するような分布を生じる。
- (ハ) スピンドル直前で得られる最大燃数は、ヒーター温度 200°C 以上では 2.3 で求めた計算燃数と見かけ燃数の関係をほぼ満足するが、100°C 以下では、これよりわずかに低下する。
- (ニ) ヒーター温度 200°C 以上では、スピンドル直前からヒーター入口までは温度による燃分布の差は見られないが、ヒーター以前の燃数が温度の上昇によって低下する。

これらの結果から、200°C 以上の場合、スピンドル直前ではスピンドルによって与えられる燃数に達しているものと考えて良い。この部分より前（第1フィードローラー側）、すなわち糸の低温部になるにしたがい、ねじり剛さが増大するために燃数は次第に減少し、第5図のような燃分布が現われるものと考えられる。

100°C 以下の場合には、低温であるために糸のねじり剛さが大きく、スピンドルにおいて燃にげが発生し、スピンドル直前の燃数が減少する。そして、加熱領域全部にわたり、高温の場合に比較してねじり剛さの値に差が少ないために、燃数は一様となり、均一な燃分布に近づくものと考えられる。

3.2 ヒーター温度分布の影響

この実験装置において、ヒーター熱板は全面にわたってほとんど均一な温度を示すように製作されているが、ここでは、ヒーター入口、または出口付近を特に加熱して、この部分だけを約 6°C 上昇させて実験した。この結果を第6図に示す。

ヒーター入口付近を上昇させたときは通常の場合とは

第5図 仮燃温度と燃分布

第6図 ヒーター温度分布と燃分布

とんど変わらないが、出口付近を上昇させたときは燃分布は変わってくる。ヒーター出口付近を昇温しているにもかかわらずスピンドルからここまでの燃分布は通常の場合と変わらず、ヒーター中央部以前で燃数が低下している。この現象は3.1の(イ)で述べたことと本質的に同じ現象で、燃にげが発生しない限り最終到達燃数は同じになり、それ以前の相対的低温部ではねじり剛さの増大のために燃数は減少するものと考えられる。

3.3 糸速の影響

糸速を3段階に変えた場合の燃分布の測定結果を第7図に示す。この図から、最大燃数は3者とも等しいと見てよいが、高速になるほど、ヒーター内で最大燃数に到達する位置が遅れてくることがわかる。ヒーター内に入ってから糸の温度は、熱伝達の理論から、加熱時間とともに指数関数的に上昇すると考えられるため、いずれの場合も時間的に見ると、温度上昇曲線はほぼ等しいと見てよい。したがって、高速になるほど、位置的には温度上昇が遅れてくることになる。結局、この場合も糸の温度分布によって燃分布が発生しているものと考えられる。

第7図 糸速と燃分布

このことから、糸速が非常に大になった場合には、ヒーター内で糸の温度平衡部分がなく、したがって燃分布もヒーター全長にわたって勾配を持つようになることが考えられる。このようになると、セット効果は当然低下してくるであろうが、セット効果の低下をもたらすものとして、温度上昇の遅れによる真のセット時間の問題のほかに、燃分布の存在を考えなければならないであろう。本報では、このような高速のところまでは実験していない。

3.4 燃数の影響

ヒーター温度 230°C、張力 0.15g/d の場合について、計算燃数を 1000, 2000, 2500 t/m と変えたときの結果を第8図に示す。いずれの場合も最大到達燃数が、第4図における計算燃数と見かけ燃数の関係をほぼ満足している。このことは、加工中の糸を瞬間的に両端把持切斷

第8図 計算燃数と燃分布

して取り出した糸を検燃することによっても確かめられた。燃分布の形状はいずれの場合もよく似ている。

3.5 加燃張力の影響

計算燃数を 2000 t/m に設定し、温度 230°C にて張力を 0.05 g/d から 0.20 g/d まで変えて燃分布を測定した結果を第9図に示す。計算燃数を低くしているのは、張力の小さい場合の二重燃発生を防ぐためである。

図から、計算燃数は一定であるにもかかわらず、実際

第9図 加燃張力と燃分布

の燃数は加燃張力によって変わっていることがわかる。フィード率がほぼ 0 % であった加燃張力 0.15 g/d の場合に、2.3 で求めた第4図の計算燃数と見かけ燃数の関係を満足しており、これより高張力、あるいは低張力では、張力による伸長、あるいは熱による収縮を考慮することで、それぞれの最大燃数を説明することができる。

3.6 ヒーター接触角の影響

ヒーター前後にそれぞれ設置しているヤーンガイドによって糸は屈曲される。ここでは、この角度をヒーター接触角と呼ぶ。この角度を変えたときの結果を第10図に示す。

第10図 ヒーター接触角と燃分布

計算燃数はいずれの場合も 2500 t/m であるが、実際にセットされるヒーター内の燃数は角度によって変わっている。屈曲角が大きいほど、スピナーからの燃の伝播が妨げられるので、ヒーター内での燃数が低くなるのは当然である。

しかし、スピナー直前では計算燃数が一定であれば、ヒーター接触角に関係なく等しい燃数になるはずである。実験結果では図のように、スピナー直前での燃数もヒーター接触角につれて低下している。この理由としては、スピナー直前での張力増加、あるいはスピナーでのスリップが考えられるが確認していない。

以上のことから、実際の仮燃機において、特にヒーターからスピナーの間のガイド類の設置および管理には十分配慮しなければならないことであると言える。

3.7 空冷部長さの影響

ヒーターを出た後、加燃されたままスピナーに至るま

での区間が有効な空冷部長さである。この長さを45mm, および75mmとして燃分布を測定したが, 両者の間で差は認められなかった。実際の仮燃機では空冷部長さが常に問題になるが, この実験装置では糸速が遅いため, 45mmでも十分な空冷時間を与え, 75mmとの差が現われなかったものと考えられる。

4. 燃分布と伸縮復元率の関係

加燃張力を変えた実験(結果は第9図), およびヒーター接触角を変えた実験(結果は第10図)によって得られた試料について, 伸縮復元率(crimp rigidity)を測定した結果を第11図に示す。加燃張力, ヒーター接触角の増加につれて, 伸縮復元率は低下している。つぎに, 燃分布測定結果との関係をみるために, ヒーター内での最

第11図 加燃張力, ヒーター接触角と伸縮復元率

第12図 ヒーター内の最大燃数と伸縮復元率

大燃数に対する伸縮復元率の値をプロットした。その結果を第12図に示す。加工条件の異なる試料であるが, 伸縮復元率の値はヒーター内の最大燃数とよく対応していることがわかる。

加燃張力と伸縮復元率との関係は, 実験的に知られているが, 第12図の結果から加燃張力が単独に作用しているのではなく, 加燃張力による燃数変化も大きな影響をおよぼしているものと考えられる。

ヒーター温度分布, 糸速, 空冷部長さなどと燃分布の関係を調べた際の実験試料についても, それぞれ伸縮復元率を測定したが, すべて等しい値を示した。これらの条件をパラメーターとした実験では, 燃分布の形に変化が見られる場合(第6, 7図)でも, ヒーター内最大燃数には変わりがなかったことから, 伸縮復元率の値はヒーター内最大燃数に対応するものと考えられる。

以上のように, 伸縮復元率に対してヒーター内最大燃数が大きな影響をもっていることが推測できる。この燃数は計算燃数以外の要因の影響も受けて変化することがわかったので, 今後加工条件として実際にヒートセットされるときの燃数を知ることが, 糸の物性を把握するために必要である。

5. 結 言

瞬間写真撮影の方法によって, 加燃領域における燃分布を詳細に測定し, つぎのような結果を得た。

- (1) ヒーターが常温のときには燃は様にかかっているが, 高温になるにしたがって, ヒーターより前方への伝播が妨げられるようになる。したがって, 糸の温度分布が燃分布形成の主な要因と考えられる。
- (2) 燃分布の形状は糸速, 加燃張力, ヒーター接触角, ヒーター温度分布などに影響されそれぞれ変化する。
- (3) 通常の加工条件のとき, 実際に得られる見かけ燃数の最大値は, 実験の結果, 計算燃数に燃収縮を考慮した値にほぼ等しいことがわかった。
- (4) 伸縮復元率の値は, 燃分布の形状にはほとんど影響されず, 実際にヒートセットされるヒーター内の最大燃数と密接な関係がある。

なお本研究は, 昭和44年5月の日本繊維機械学会第22回年次大会研究発表会において発表した。

参 考 文 献

- 1) P. Abbenheim; Text. Ind., **129**, No. 12, 58 (1965)
- 2) W. Wegener; Melliand Textilber., **47**, 1343 (1966)
- 3) U. Liebsher, D. Taubner; Faserforsch. Textiltech., **17**, 518 (1966) *ibid.*, **17**, 539 (1966)
- 4) D. F. Arther, C. R. Jones; J. Text. Inst., **53**, T217 (1962)
- 5) 小林; 繊維工学, **20**, P691 (1967)