ユーザーよりみた仮撚機について*

木村 博 郎**

1. はじめに

繊維界にあって、合成繊維の加工糸は過去十数年の間に、量的にもまた質的にも著しい発展をとげた。この間にいろいろな加工糸用の素材、加工方法、加工機械、特性を異にする加工糸、さらにはこれら加工糸を用いた最終製品の開発が行なわれ、幾多の企業的な検討がなされた。その結果、現在ではストレッチ加工に関する基本的な問題は解決されて、いまや残されている問題は生産性の向上による合理化を基盤とする加工糸のコストダウン、品質の向上、特にむらのない加工糸、最終用途に最も適した加工糸の開発などの点にまがしばられてきた感じである。このなかにおいて、仮撚機は中心的な役割をなし、量的には約 80% は仮撚加工糸で占められている。一方アメリカにおいては押込法による加工が比較的多くカーペット用の太デニールの加工に用いられ仮撚式は 30~40% にとどまっている。

仮撚機がこのような加工糸界の主役をになうに至った経緯をみると高性能仮撚機械開発の成果が大きくクローズアップされてくる。ここではこれら仮撚機についてユーザーの一人として私見を述べてみたい。

2. 仮撚機の開発経緯

わが国においては加工糸は衣料用を中心として展開してきたが、将来ともその傾向は大きく変わることはないように思われる。当初は加撚—熱固定—解撚法にはじまり、現在に至るまでにいろいろな加工法が考え出され、企業的な検討が行なわれた。その結果、衣料用としては撚歪みを用いた加工糸が、性能的にまた能率的にも他の方法の加工糸をりょうがするに至った。そのなかにおいて仮撚糸は能率面において、均一性の面において、圧倒的な優位を誇っていることは関係各位の認めるところである。将来は潜在的な用途分野で、たとえば、インテリ

ア用で生活様式の洋式化に伴って、仮撚糸とは異質の加工糸の進出が期待されているとしても、衣料用の分野においては、なお一層仮撚糸が優位となることはつきに述べる加工機の開発経緯からしても明らかなことである。

わが国の加工糸は昭和 27 年頃から加撚—熱固定—解撚法によって靴下用を中心とした分野で開発が始められた。この種の加工糸は伸縮性が他のどの方法の加工糸に比しても良好である反面、セットむらに起因する染色むら、低生産能率が問題となり、この解決策として仮撚機の開発が試みられるに至った。

その試みが功を奏し、昭和 34 年頃になって仮撚機による本格生産が開始されるようになった。この頃の仮撚機は現在のものに比べるとあらゆる点において格段の差があり問題も多かった。いうなれば、当時の仮撚機の観点からは現在の仮撚機は想像を越すものであった。初期の仮撚機のスピンドル回転数は $3 \times 10^4 \sim 5 \times 10^4$ rpm で、ヒーター機構に欠点も多く、また材質面においても完全性を欠き、損耗度合が著しく、したがってその加工糸も均一性が十分でないために、用途面において少なからず問題があり、その早期解決が仮撚機の将来を決める大きな岐路に立たされた。しかし、従来の加撚—熱固定—解撚糸に比べると、均一性において、生産性において格段の差があったことは言をまたない。そのために加撚—熱固定—解撚糸の用途が靴下に限られていたのに対し、一般メリヤス用として口数の多い編機への商品展開ができるようになった。仮撚機の開発としては、国内では三菱重工と日本レイヨンの協力態勢が最初であり、その他は外国のメーカーに依存した感が強かったように思われる。

一度仮撚機の開発機運がみられるとその後の開発は目覚ましいものがあり、年々新鋭機が開発されるに及び、昭和 37 年頃になるとスピンドル回転数は $7 \sim 15 \times 10^4$ rpm と一気に当初の 2 倍から 3 倍にアップされた。こ

* False Twisters Discussed by the Users.

** H. Kimura, 日本レイヨン(株) 開発部長

の背後には機械メーカーとユーザーとの強力な協同開発の体制が確立され、一体となった開発が功を奏したものと考えている。ここに至って仮燃スピンドルは、その機構にいろいろくふうの跡がみられた。すなわち、従来までは仮燃スピンドルをベルトによって直接回転させる方式であり、ベアリングの耐久性からみても 3×10^4 rpm が限度とされていたが、高度なミニチアベアリングの開発によって $7 \sim 15 \times 10^4$ rpm が十分可能となった。いっぽうヒーター面においてもその構造や制御方法が進歩して有効ヒーター長も 600 mm 前後となり従来の 200 mm 前後のものに比べると著しく改良され、制御精度も $1 \sim 3^\circ\text{C}$ 以内にコントロールされるようになった。熱媒体を利用した新しいタイプのヒーターの開発は著しい成果をあげた。

スピンドル回転数の上昇は単にそれだけにとどまらず、あらゆる面により結果をもたらした。従来は巻取量も 200~300 g/チーズであったがスピンドル回転数のアップに合わせて巻量は 0.5~1 kg/チーズとなり、最近では 3~5 kg/チーズとなり、いわゆるラージパッケージ化され、作業人員の合理化、用途の多用化を促し、それにもまして均一な加工糸が得られるようになったことである。

以上の仮燃開発の機運はヨーロッパにおいても著しいものがあり、その先鞭をつけたのはAR社のマグネットスピンドルの開発である。このマグネットスピンドルのアイデアは根岸氏によるものであるが、このアイデアをいち早く導入し、現在仮燃機の主流まで伸ばすことに成功したAR社の意気込みはみるべきものがあつた。このマグネットスピンドルの開発によって、昭和37~8年頃になるとスピンドル回転数 20×10^4 rpm の仮燃機が登場するに至った。この段階に至ると仮燃機は性能的にも、また加工糸の品質的にも将来の加工糸界をなう確固たる基礎を固めることができた。

こののち仮燃機の開発は一層盛んになり国内においても数社が開発に力を入れ、一方外国機の性能も一段とアップし、昭和40年頃になるとスピンドル回転数 $30 \times 10^4 \sim 45 \times 10^4$ rpm の仮燃機が国内外の各機械メーカーの手によってつぎつぎに発表されるようになった。

ここに至り、われわれユーザー側から見た場合、仮燃機の性能としては一長一短はあるとしても、レベル的には国内外を含め各メーカーともほとんど差がないまでに発展したように考える。

すなわち、加工機の性能、加工糸の品質、性能につい

ては国産機もほとんどそんな状態ではなかろうか。ただ操業実績についてはメーカーによりまちまちの感じであり、今後の課題の一つである。

以上はスピンドル方式の仮燃機の開発経緯であるが、より高速化をねらう仮燃機としては回転体に繊維を直接接触させて摩擦力によって直接仮燃を与える機構や、さらにはケンネル機構によって、最近ではスピンドル回転数換算 $100 \times 10^4 \sim 300 \times 10^4$ rpm が実用的に入りつつある。

このようにして仮燃機の開発は高性能化、均一加工糸の実現に向かって急ピッチで進められている現状であり、合繊加工糸のあるかぎり、将来とも仮燃機の優勢は続くものとする。

3. 代表的な仮燃機

現在の仮燃機は性能的には $30 \sim 45 \times 10^4$ rpm が一般化した感じである。しかし、これは加工機械の能力であった普通の操業速度は、スピンドル方式では 70 d, $28 \sim 36 \times 10^4$ rpm が一般的のように聞いている。また、摩擦式、さらにはケンネル式の仮燃機はスピンドル換算 $100 \times 10^4 \sim 300 \times 10^4$ rpm で画期的な加工速度を目標として実用の段階に急ピッチで突入しつつあるが、すう勢としては将来の仮燃機といった感じも強い。第1表は代表的な仮燃機を示したものである。

第1表に示した仮燃機はいずれも少なからず一長一短を持っているが加工機、および加工糸の性能はいずれも優劣つけがたく、共通していえることは高スピードと、機械の使いやすさを目指して合理化をはかり、ラージパッケージ、作業性がよく、性能が増したにもかかわらず、従来の低速機に比べ作業しやすいのが特長である。

4. 仮燃スピンドル

仮燃スピンドルは仮燃機の生産能率を決める最もたいせつな部分であり、この機構の著しい発展によって現在の各種高速仮燃機が実現したといっても過言ではない。

初期の仮燃スピンドルは直接駆動であり構造的に高速回転はできず、さきに述べたように 5×10^4 rpm が限度とされていた。しかし、最近では高性能、ミニチアベアリングの開発により、スピンドルを小型化することに成功し、 $30 \times 10^4 \sim 35 \times 10^4$ rpm までは操業的に可能な段階となった。この機構を採用している仮燃機は三菱重工ST-5、Leesona-555にみることができる。

最近の仮燃機の中核となっているのはジャイロ機構を

(第1表) 代表的な仮燃機

機 種	三菱SF5	HN-7	T F T	F-103	FT-411 or FT-415	FT-400	FZ-25 or FZ-26	CS-12
メーカー	三菱重工	日本スピン ドル	東レエンジ ニアリング	東芝機械	ARCT	ARCT	Heberlein	E. Scragg
国 名	日 本	日 本	日 本	日 本	フ ラ ンス	フ ラ ンス	ス イ ス	イ ギ リ ス
錘 数	188	160	144	160	216	216	160	188
最高スピ ンドル回転数 (rpm)	30×10 ⁴	40×10 ⁴	40×10 ⁴	40×10 ⁴	40×10 ⁴	40×10 ⁴	30~40×10 ⁴	40×10 ⁴
70 d 生産 能力(kg /月/台)	5 000	5 200	4 700	5 200	7 000	6 000	4 200	6 000
巻 取 量 (kg)	クレードル式 2.7~3.0	クレードル 3.0	ロータリー トラバース 3.0	ロータリー トラバース 3.0	クレードル式 3.0	クレードル 式 3.0	クレードル式 2.0	クレードル 式 2.7
	① ヒーター 熱媒体使用、接触式 ② スピンド ルの直接駆 動 ③ 仮燃機本 体と給糸巻 取部分離方 式 ④ ダウン方 式	① ツインの フィード ローラー ② 接触式、 ニクロム線 ヒーター ③ ジャイロ 機構を利用 したスピ ンドル、ス プリングによ りスピ ンドル把持 ④ アップ方 式	① 屈折方式 により有効 ヒーター長 900~2700 mmまで変 更可。2ゾ ーンヒ ーター方式 接触式 ② ジャイロ 機構を利用 したスピ ンドル、ス プリングによ りスピ ンドル把持 ③ 仮燃機本 体と給糸巻 取部分離方 式 ④ アップ方 式	① エブロン ローラー ② 接触式ニ クロム線ヒ ーター ③ ジャイロ 機構を利用 したスピ ンドル、ス プリングによ りスピ ンドル把持 ④ アップ方 式	① エブロン ローラー ② ジャイロ 機構を用い たマグネッ トスピン ドル スピ ンナー はクロス バータイ プ ③ 特殊熱抵 抗体を用い たパイプ ヒーター ④ 仮燃機本 体と給糸巻 取部分離方 式 ⑤ アップ方 式 ⑥ ソフト ワインド 可、オイリ ング装置付	① 2段熱 処理ヒー ター付そ の他はF T411 or F T 415 に準じる	① FZ-25 はノンタッ チ式チャン バーヒー ター FZ-26は 接触式ヒー ター ② ジャイロ 機構を用い たマグネッ トスピン ドル ③ 無段変速 可 ④ ダウン方 式	① ジャイロ 機構を利用 したスピ ンドル、ス プリングによ りスピ ンドル把持 ② オイリ ング装置付 ③ アップ方 式

機 種	AM-1	Leesona— 555	FT-12 or FT-24	FL-8 A	EPI	Duo Twist	TZ-21	Spinner 156VK
メーカー	Klinger	Leesona	Sotexa	富士軽機	Hobourn	Turbo	Heberlein	Spinner OY
国 名	イギリス	アメリカ	フランス	日 本	イギリス	アメリカ	ス イ ス	フィンランド
錘 数	192	156	108(FT-12) 216(FT-24)	48 (24箇)	48	16 (8セク ション)	32	156
最高スピ ンドル回転数 (rpm)	45×10 ⁴	34.5×10 ⁴	40×10 ⁴	スピンドル 換 算 20×10 ⁵	スピンドル 換 算 10×10 ⁵	スピンドル 換 算 15-20×10 ⁵	スピンドル 換 算 20×10 ⁵ (30 d) 10×10 ⁵ (70 d)	スピンドル 換 算 24×10 ⁵ (30 d) 10×10 ⁵ (70 d)
70 d 生産 能力(kg /月/台)	6 200	4 150	3000(FT-12) 6000(FT-24)	4 630	2 315	2 500	1 400	3 400
巻 取 量 (kg)	クレードル式 3.0	クレードル式 3.6		ロータリー トラバース 5.0				バーン 1.5
	① 熱媒体使用の接触式 ヒーター、 ヒーター有効長は適宜 変更可 ② オートド ッファァー付 ③ ジャイロ 機構を利用 したマグネ ットスピン ドル ④ ダウン方 式	① エブロン ローラー ② スピンド ル直接駆動 ③ 接触式ニ クロム線ヒ ーター ④ 仮燃機本 体と給糸部 分分離方式 ⑤ アップ方 式	横型ヒーター	① 摩擦仮燃 方式、2個 のツイスター と1個の補 助ツイスター 使用 ② 屈折ヒー ター接触方 式 ③ 強制水冷 装置 ④ 各錘単 独駆動	① 摩擦仮燃 方式	① ケンネル 方式で糸送 り機構として コンカル ローラー 使用 ② 2本一 緒に加工 する ③ クリン プの形態が あらい ④ 操業実 績は少ない	ケンネル方式	摩擦仮燃方式

利用して、超小型化した外径 2~3.0 mm の仮燃スピンドルをマグネット、またはスプリング力により回転円板に押し付けて直径比に相当する増速を行なう仮燃スピンドル機構である。この機構の開発によって現在では $30 \times 10^4 \sim 45 \times 10^4$ rpm が仮燃機の代表となった感じである。この機構を利用した加工機としては ARCT 社の ARFT-3, FT-411, FT-415, FT 400, Heberlein 社の FZ-25, FZ-26, Klinger 社の AM-1, Scragg 社の CS-9, CS-12, 国産機では、東レエンジニアリング社の TFT, 日本スピンドルの HN-7, 東芝機械の F-103, F-105 などがある。

仮燃スピンドルとしてはこのようなすう勢にあるが、スピンドルの性能を左右するものにスピナーの材質、形状がある。初期のころは樹脂製、メタルなどが主で耐久性が悪いのが欠点とされていたが、仮燃機の開発が盛んとなるに及び、酸化アルミナ、人造サファイヤのスピナーが開発され、しかも軽量化、および小型化が可能となり、耐久性も解決され高速化が可能となった。現在の代表的な仮燃機はこの材質に限定されている。このうちでも高速機は表面仕上のまさるサファイヤが主流となっている。スピナー径は 0.8~1.22 mm が最も一般である。

スピナー型式は撚り止め効果の点で材質と同様きわめて重要なものの一つに数えられるが、大部分の仮燃機は中空スピンドルの先端部に、軸に対し直角方向、または若干の角度をつけた固定式が一般化している。この方式は細デニール 20 d から中間デニール 100 d 程度の加工には適しているが、太デニール (420 d 以上) に対しては曲率の関係で好ましくない。この点スピナーを 2 個使用し十文字型に配置したスピナー、たとえば AR 社のスピンドルは適用デニール範囲が広い。しかも、この方式のスピンドルは仮燃加工繊維をつねにスピナーの中心部を通過する特長がある。

これらスピンドル方式に対しチューブの内面、または円板の外周に繊維を直接接触させてその摩擦力によって仮燃を与える方式は飛躍的な加工糸速が可能であり、特に細デニールの加工に対しては他の加工機の追従を許さない。富士軽機社の FL-8, FL-8 A はこの種のタイプで 30 d, 50 d では加工糸速 400 m/min の操業を続けることができる。

Spinner O. Y. 社の Spinner 156 VK, Hobourn 社のタイプ EPI もこの種の仮燃機である。

このほか、開発途上のものとしてケンネル方式があ

り、摩擦式仮燃機構と同様超高速の加工ができる特長がある。この方式は 2 本の繊維束と一緒に撚るために加工糸のクリンプ形態は従来のものに比べ本質的に大きくなる性質があり、従来の加工糸とは別の観点から用途開発の要があるように思われる。

5. ヒーターについて

仮燃加工においてはきわめて短時間で熱セットを行なうためにヒーター機構のよしあしは最も重要な部分の一つである。この点初期の仮燃機は十分でなく問題があった。すなわち、初期のヒーターはヒーター長も 200~300 mm が一般的でヒーターのコントロール精度に不備が目立ち、通糸時と未通糸時の温度差、さらには経時的な温度差が問題で加工糸のむらが難解な問題とされていた。加工速度との関係において見かけの相対的なヒーター長は現在のヒーターと差はないが、容量、温度分布、コントロール方式などの点において理論的に検討すると初期のものは劣っている。

この点現在のヒーターは、有効長 600~1000 mm となり、コントロール精度も飛躍的に向上し、 1°C 以内の温度がつねに保証されるようになった。この結果、現在の高レベルの仮燃機開発の大きな原動力となったことは言をまたない。

ここでわれわれの行なった実験結果をもとにしてヒーター機構について考えてみたい。

繊維を熱固定するためには、改めて述べるまでもなく所定の温度まで至らしめ、しかるのち少なくとも 2 次転位点以下の温度まで冷却してはじめて強固な熱固定となる。このサイクルを仮燃加工中でいかに合理的に行なうかがよい加工糸を作るためのかなめとなるのは当然であろう。

撚り歪みの熱固定を考えた場合、歪みが熱応力緩和を終わった状態で 2 次転位点以下の温度まで冷却してはじめて理想的な熱固定が行なわれる。しかるに応力緩和時間は分子の再配列に要する時間と考えることのできるもので、もし応力緩和時間によって著しく応力変化が左右されるのであれば、単に機歪みを与えて極短時間所定の加熱温度に保って 2 次転位点以下の温度状態に戻しても十分な熱固定は望めないことになる。

ところで、操作性のよい高能率の仮燃加工を行なうためには、ごく短時間で加熱-冷却のサイクルを行なうことが必要となることは説明するまでもない。仮燃加工中、所定加熱温度に達した繊維の応力緩和時間 t_s sec は

(1) 式となる。

$$t_s = \frac{L_s \times 60}{V} \quad \dots\dots\dots (1)$$

L_s : 有効加熱ゾーンの長さ (m)

V : 加工糸速 m/min

現在実用化されている 仮撚加工機 において加工糸速 90 m/min, 有効加熱ゾーンの長さ 0.5 m の場合, 得られる加工糸の品質は十分満足できると考えてよいので, この条件を基準として考察する。この場合, 応力緩和時間は 0.33 sec となる。したがって, 実験的には緩和時間としては 0.33 sec であれば実用的な意味で十分熱セット効果があり, クリンプ安定性のよい加工糸が得られることになる。そこで, 現在実用的に考えられる有効加熱ゾーンを用いてどの程度の加工速度が可能であるかを実験的に推測してみると, $L_s = 0.5$ m として加工糸速 1000 m/min とすると緩和時間は 0.03 sec となる。一方, 70 d ナイロン糸を用いて動的ヤング率の変化値と対比してみると, 0.33 sec と 0.03 sec では, 少なくとも著しい違いはなく, 加熱温度を十分考慮すれば応力は緩和するものとする。第 1 図は加熱温度と動的ヤング率の関係を示したものである。²⁾ したがって現在の有効加熱ゾーンを用いて加熱温度を現在より高く選び, 繊維が所定温度に達していれば加工糸速 1000 m/min 程度の加工は可能と考えられる。もちろん, 緩和時間は大きな問題であり, 理論的にはその是非がいろいろ論じられている。³⁾

(第 1 図) 加熱温度と動的ヤング率の関係²⁾

以上応力の観点から加工性を考えたが, ここで問題になるのは繊維を所定の温度まで加熱させるための時間, および 2 次転位点以下に下げる時間であり, 実験的にはこの時間が加工性を決定するのではないかとの結論を得た。

われわれの実験によると必要な加熱時間 t_h および加熱ゾーン L とセットの諸条件との関係は (2), (3) 式で示される。

$$t_h = \frac{1}{c} \log \left(1 + \frac{T - T'_0}{m} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$L = \frac{V}{60c} \log \left(1 + \frac{T - T'_0}{m} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

T : 目標とする繊維の加熱温度

T'_0 : 加熱前の繊維温度 (室温)

C : 繊維の熱伝導率, 熱容量 (すなわち, デニール比容積) などに影響される繊維の昇温速度定数

m : ヒーター使用条件で定まる定数

V : 加工糸速 m/min

この関係式において加熱時間 t_h を短縮させて最適加工範囲を広げるためには操業上ゆるせる範囲において m を大きく選べば効果的である。

(a) m の選定基準 (その 1)

ヒーターを最も効果的に利用することを考えた場合, m の選定はわれわれの実験では (4) 式に従うとよいことを把握した。

$$m = T_z - T_y + 5 \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで T_z : ヒーター設定温度

T_y : 目標とする最高加熱温度

このときの有効ヒーター長を $L_{\min}$ とすると

$$L_{\min} = \frac{V}{60c} \log \left(1 + \frac{T - T'_0}{T_z - T_y + 5} \right) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$m = T_z - T_y + 5$$

T_z : ヒーター設定温度 200°C

T_y : 繊維の最高加熱温度 190°C

(第 2 図) ヒーターを最も効果的に利用する場合の加工糸速と有効ヒーター長および冷却ゾーンの関係

実験では 70 d/24 f ナイロン糸の場合

$T_z = 200^\circ\text{C}$ $T = T_y = 190^\circ\text{C}$ $T'_0 = 25^\circ\text{C}$ のとき

$$L_{\min} = \frac{V}{60c} \times 2.46 \quad \dots\dots\dots (6)$$

第 2 図は (6) 式の関係を示したものである。

(b) m の選定基準 (その 2)

理想的には m を小さくして加熱時間を長くすることを考慮するのがよい。この場合の有効ヒーター長を $L_{\max}$ とすると、一例として、 $m = 1$ の場合に (7) 式を得る。

この場合は (1) の場合に比べヒーター長は約 2 倍要することになる。

$$L_{\max} = \frac{V}{60c} \times 4.70 \quad \dots\dots\dots (7)$$

第 3 図はこの関係を示したものである。

(第 3 図) 理想的なヒーターの使い方をした場合 ($m = 1$) の加工糸速と有効ヒーター長および冷却ゾーンの関係

5.1 冷却ゾーン

加熱ゾーンと同様熱固定を考えるとこの条件の適否が問題となるが、冷却温度は 2 次転位点以下の温度であればよいと考え、加熱ゾーンに比べると冷却ゾーンは、かなり短くてもよいことがわかる。有効加熱ゾーン: L , 有効冷却ゾーン: L_c としてこの比を γ とすると (8) 式となる。

$$L_c = \gamma L \quad \dots\dots\dots (8)$$

実験結果では

$$\gamma_{air} = 0.618 \quad \dots\dots\dots (8')$$

$$\gamma_w = 0.545 \quad \dots\dots\dots (8'')$$

(8') は室温 25°C の加工室で空冷する場合

(8'') は水温 15°C で強制水冷を行なった場合である。

したがって (6), (7) 式に対しその冷却ゾーンはそれぞれ m の選定 (その 1) の場合

$$L_c = (0.618 \sim 0.545) L_{\min} = (0.618 \sim 0.545) \times 2.46 \frac{V}{60c} \quad \dots\dots\dots (9)$$

同様に m の選定 (その 2) の場合

$$L'_c = (0.337 \sim 0.295) L_{\max} = (0.337 \sim 0.295) \times 4.70 \frac{V}{60c} \quad \dots\dots\dots (10)$$

現在の仮燃機の構造は (10) 式に近いが、将来より高速の加工を行なうためには (9) 式の構造が必要となるように考える。

5.2 ヒーターの温度分布と有効ヒーターゾーンについて

仮燃加工機における加工糸の走行方向 (アップ方式, ダウン方式, さらにには水平方式) さらににはヒーターの容量, ヒーター長, ヒーターの加熱, および制御方式, 接触方式, 非接触方式などによってヒーターの温度分布状態は様々ではないが、一般にはヒーターの中央部が高く両端の低い凸形の温度分布となるのが普通である。

第 4 図はこのモデルを示す。

(第 4 図) 一般的なヒーターの温度分布

したがって、この場合の有効ヒーターゾーンは見かけのヒーター長に比べるとかなり小さいのが普通で有効加熱ゾーンは $(L_2 - L_1)$ となる。この場合繊維は有効ヒーターゾーンに至るまえにヒーター長 $(L_1 - L_0)$ に相当する予備加熱を受けることになる。これによって上昇した糸の温度 T''_0 は (11) 式となる。

ただしつぎの仮定を採用している。予備加熱中、糸は予備加熱ゾーンの平均温度で加熱される。ニュートンの熱移動法則が適用でき、かつ糸の内部が均一に加熱される。ふく射による加熱効果はない。

$$T_0'' = T_2'' - (T_2'' - T_0') \exp\left\{-(L_1 - L_0) \frac{60c}{V}\right\} \quad (11)$$

ただしヒーター ($L_0 \sim L_1$) における平均ヒーター温度を T_2'' とする。

糸の最終的な加熱温度 T は有効ヒーターゾーンの平均温度を T_2' とすれば (12) 式に相当する温度となる。

$$T = T_2' - (T_2' - T_0'') \exp\left\{-(L_2 - L_1) \frac{60c}{V}\right\} \quad (12)$$

非接触式ヒーターはこのモデルに近い。いわゆるヒーター最端の熱温が低く、有効ヒーター長は短いのが欠点でもある。

(第5図) 理想的なヒーターの温度分布

第5図は理想的な温度分布を示す場合である。この場合の繊維の加熱温度は (13) 式となる。

$$T = T_2' - (T_2' - T_0'') \exp\left\{-(L_2 - L_1) \frac{60c}{V}\right\} \quad (13)$$

熱媒体を用いた接触式ヒーターはこの分布に近い。

また、最近のニクロム線方式ではコントロール方式、ヒーター構造の改良によって接触式ヒーターにおいてこの分布に近いものが得られるようになった。この接触式ヒーター、および非接触式ヒーターの長所短所をみると、接触式ヒーターは非接触式ヒーターに比べ有効ヒーター長が著しく長く、しかも熱効率が良いのが特長の一つである。

一方、非接触式ヒーターは繊維がヒーターにタッチし

ない状態で加工できるため、接触ヒーターに比べヒーター一面と糸との摩擦力が作用しないため、よりオーバーフィードでしかも低張力下で加工できる特長がある。しかしすでに述べたとおり有効ヒーター長は接触式ヒーターに比べかなり小さく繊維がふんいき中を通過する際、空気の熱容量が小さいために通糸時と未通時の温度差が著しい欠点がある。

この点 Heberlein 社の仮燃機にみられるようなチャンバー形式のヒーターはくふうの現われと考えることができる。

つぎに、以上述べた考え方に基づいて現在の仮燃機のヒーターをみてみるとそれぞれ一長一短はあるが、第1表に示した代表的な仮燃機においてはほぼ満足されているのではないかと考える。これら現在の仮燃機をさらに脱してより高性能の仮燃機を開発するには、機構的に考えてヒーター機構以上に冷却ゾーンの問題を解決する必要がある。この問題を解決せずして単に加工糸速を増しても得られる加工糸はクリンプ特性の点で十分満足のできるものは得られないのではないか。

6. 仮燃機の問題点

現在の代表的な仮燃機としては、高速加工に焦点を合わせた開発が行なわれてきた感じがあり、性能的にはいずれもすぐれたものであるが、労働人口の減少、労務費のアップが深刻な問題となり、合理化をはかる必要がありそのためには1人当たりの生産性をより一層増す必要にせまられている。したがって、この問題の解決には単に仮燃機の直接的な問題点の解決に止まらず総合的な構造改革を準備しておく必要があろう。ここでは当面問題となっている直接、間接的な仮燃機に関する問題点について述べたい。

(1) 部品の損耗

高速加工機の共通的な問題として部品の損耗があり、そのうちトップローラーの摩耗が特に問題のように思われる。この点については現在仮燃機の共通問題であり、この対策としてはゴム材質、ローラー方式、ツインローラー方式、エプロン方式などのニップ方法の検討を進め、各機械メーカーともその特長を発揮している。ローラー材質としてはニトリル系ゴム、ウレタン系ゴムが主として使われている。

(2) 操業性の問題

加工糸速のアップに対処するために、ヒーター長を延ばすことの必要性から機械の高さが長くなり、2.5~3.0

mが一般的となり、最近では踏合を必要とする仮撚機がほとんどで操作性としては今後解決しなければならない問題の一つである。この点を解決するために横型ヒーターを採用している Sotexa 社の FT-12, F-24 などがあるが床面積が大きくなる欠点があり、この点は縦型が仮撚機の主流となっており、その代わり加工機本体と給糸および巻取の分離などによりかなり改良くふうの跡が見られる。

(3) 機械および加工糸の汚れ

機械汚れのうちで最も注意を要する問題にヒーター面の汚れがある。繊維に平滑性、帯電防止などを付するため油剤が使われているが、加工中にヒーターの加熱によってこれら油剤が気化したり分解されたりして、その他不純物と一緒にヒーター面に付きタール状となり糸の汚れや加工むらを誘発することがある。高温度を必要とする繊維では特にこの問題が重要視される。排煙装置の採用によってこの点はかなり改良されたが問題は解決に至ったわけではない。

加工糸の汚れに関係する問題として機械油が間接、直接的に加工糸に付き汚れをまねくことも少なくない。

回転部はできるだけオイルレス ベ어링などにより、解決することが必要となろう。加工糸欠点の 80% 以上はこれらなんらかの汚れによるものと考えても過言ではないくらいである。この点は今後の問題である。

(4) ラージ パッケージ

高速化が進むほどドフリング時間が問題となり、ひいては多くの人手を必要とするので、ラージ パッケージが必須となる。現在の仮撚機としては 1~3 kg/チーズが一般的であるが、機械によっては 5 kg/チーズも可能である。この点、一層のラージ パッケージが望まれる。

(5) チーズのパンチ巻

加工糸を使用する際にはメリットとなり、この方法が一般化すると編織工程で糸切り替えの時間的ロスが顯著しい合理化となる。

(6) オート ドフリング

現在オート ドフリング装置を付した加工機は少ないが高速化が進むにつれて強力な開発の必要が生じであろう。

(7) 仮撚加工工程以降の合理化および高速化

仮撚加工機については非常に進歩しているが、それ以降の工程については今後に期待することが少なくない。すなわち、仮撚工程については 1 人当たりの生産性は大きい、以降の工程において 1 人当たりの生産性が著し

く低い。したがって加工費の内訳をみると 約 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{2}$ は後工程で占められているのが現状ではなかろうか。そのためには工程の省略、さらには後工程の合理化を強力に進める必要があると考える。

(8) 集中生産方式

仮撚加工機とは直接関係はないが現在の仮撚加工の状態をみると、生産工場の単位が比較的小さく 1 人当たりの生産性が低いのが日本の加工糸界の現状である。しかも、単位の小さい工場で多品種の銘柄を生産しており、前近代的な生産方式が取られている。この打開策としては少なくとも生産銘柄の単一化、さらには、生産工場単位を大きくし、集中生産を考えなければならないのではなかろうか。しかし、この方式に代わる打開策として加工糸界では各加工企業の特徴を十分生かした企業として発展することが当面の目標のように思われる。すなわち各企業とも個性のある製品を開発することに力を注ぐ必要がある。

(9) 加工コスト

すでに述べたように現在の仮撚機はいずれも性能的にはきわめてすぐれたものであると思われる。したがってこれらの問題はこれら加工機をいかに使うかが問題であり、すなわち加工費をいかに下げるかが焦点となろう。

そこで現在仮撚機の加工費の構成比率について検討してみたい。第 6 図は各種仮撚機についての加工費の構成比率を平均的に示したものである。

(第 6 図) 70 d/2 仮撚加工糸の標準加工原価構成比率 (仮撚の後工程を含む)

図によると、加工費のうち、償却費、労務費、管理費がそれぞれ 20 % を占め、荷造運賃、金利、工消修繕がそれぞれ 10 % 前後を占めている。これら平均的な数字に対し、仮燃機の性能と加工費の主なる構成割合をみるとつぎのようである。

(i) 償 却 費

スピンドル回転数 $30 \sim 40 \times 10^4$ rpm の外国機は 20 % 前後を償却費で占めている。これに対し国産機では 15 % 程度である。償却費は高性能機では概して加工機の値段も高いために必ずしも減るとは限らず、一方低能率の加工機では、5 % 前後のものもあるが、将来の仮燃機は高性能にして償却費が 10 % 前後となるような加工機が望まれる。これに対し 2 段熱処理タイプでは償却費 25 % 前後を占めているが、将来は 15 ~ 20 % 程度に下げることが望ましい。

(ii) 労務費、管理費

現在では国内外のどの仮燃機でも労務費、管理費はそれぞれ 20 % 前後を占めている。このうち、労務費は前

述の合理化を進めることにより 10 ~ 15 % 程度に引き下げよう努力をすることが望まれる。

(iii) 従来のすう勢としては値段は高いが性能としては外国機がすぐれているといった考えが強かったが、現在の仮燃機としては、操業実績については未知な点が多いが国産機と外国機の機能的な違いはないのではなかろうか。

してみるとこれらの問題は単位生産量当たりの加工費をいかに下げるかがユーザーからみた加工機の最大の課題であろうと考える。それには単に加工機に限らずユーザー自体の広義の構造改革を行ない、あらゆる段階での合理化を強く望まれる次第である。

文 献

- 1) 木村, 古下, 安塚; 未発表
- 2) 山田, 林; 日本レイヨン基礎研究室研究抄録第 5 号 (1965)
- 3) A. Jones; J. Text. Inst., 53, T217 (1962)

■ 文献複写について ■

当会では、かねてより雑誌の複写事務を行なっています。下記によりお申し込み下さい。

- ・ **申 込** 申し込みは必ず当会備付けの複写申込用紙を用い、所定の事項をご記入の上お申し込み下さい。複写申込用紙をご入用の方は下記あてお申し込み下さい。複写申込用紙以外によるお申し込みは混乱を招く恐れがありますので遠慮下さい。なお複写に応じる文献は本会備付のものに限ります。
- ① 文献名 ② 著者名 ③ 題目 ④ 年次 ⑤ 巻号数 ⑥ ページ ⑦ 大きさ ⑧ 送付先 ⑨ 依頼者氏名

- ・ **料 金** 会員 (送料当会負担)
 フィルムだけの場合 30円
 キャビネ 1 頁 60円
 A 5 版 1 頁 80円
 A 4 版 1 頁 100円
 フィルムご入用の場合は備考にその由ご記入下さい。
- ・ **期 日** 複写は受け付けてから 1 週間程度でできますが、文献によって若干日数が長くなることもありますのでお含み下さい。
- ・ **貸 出** 文献の貸出しは一切行ないません。ご覧になる方、また複写器持参の場合は当会までお越し下さい。
- ・ **申込先** 社団法人 日本繊維機械学会 文献複写係
 (大阪市西区靱 1 丁目 118 大阪科学技術センタービル TEL (443) 4691)