技 術 動 向

繊維の製造並に加工の技術革新方向

矢 沢 将 英

1. 緒 言

日本の繊維産業は戦前、戦後を通じて、重要輸出産業としてまた国民生活必需品産業として極めて重要な役割を果たしており、近年産業構造の重化学工業化、弱電等の軽機械工業の発展にともない、繊維品の輸出の比重は相対的に低下しているものの依然として重要な役割を果たしている。しかし外においては先進国繊維産業の構造の構造的強化再編成（米国のコンバーター）や、新興国の繊維産業の発展があり、内においては次第に労働力需給の逼迫や賃金の上昇など顕著となり、繊維産業を取巻く環境は著しい変化を見せつつあり、もし、わが国繊維産業がこのような環境の変化に対処することなく、国際競争力を失い、かりに英国・西独の如く自国消費の30~40%を輸入に依存するようなことになれば、逆に、6,000~8,000億円の繊維製品を輸入しなければならない。

この内外環境変化に対し、繊維産業の製造、加工の技術革新、並に流通を含めてその産業構造の変革の方向について、著者の繊維技術者としての長年の体験と研究を通じて少々大胆な構想を述べてみたい。

2. 要 旨 並 に 結 論

繊維製造の大企業である人造繊維工場からは、人手を多く要する糸を1本宛ボビン取りする作業をなくし、フィラメントヤーンは、無燃状態で数百本単位に並列延伸され、各1本毎に糊付抱合され乾燥後平行集束されて数百本単位にフィルムに包まれながら100 kg以上の巨大ボビンに巻かれた姿の製品形態となり出荷され、従って高速溶融紡糸の合成繊維フィラメントヤーンが1鍾毎に延伸され中途半端の加熱を行う延燃機は廃止され、フィラメントトウも短繊維化されるものは将来グレーのまま利用されるものだけで、その大半は無捲縮で30~50万

dの100 kg以上の巨大ボビンに再繰を完璧にするためフィルムに包まれて巻かれたものが繊維メーカーの製品となり、これらの連続糸の各1本への分條、燃糸、テキスチャー加工、糸の整経等は地方に土着分散する農山小町村の時間的、季節的遊休労力の副業的中小産業として発展せしめ、フィラメントトウ及び部分整経糸は機業地組合またはコンバーター的大企業のもつ「集束糸の連続高温高压パッドスチーム加工設備（5~10 t/d/set）」で従来の精練、漂白、染色加工賃の約半額が先染加工されて、フィラメントトウの加工されたものは最後に捲縮加工されてステープルに切断されて先染わたの紡績（多くは中小紡績）に送られるか、無切断無捲縮で巨大ボビンにフィルムに包み巻かれてトウ紡績工場に送られる。先染糸は地方に分散土着する中小工場で本整経、織布され、反物は大型企业又は共同組合の整理工場で仕上げ整理されコンバーターの手で流通機構にのせられる。

すなわち将来のわが国の繊維産業の大企業は思い切った機械化、連続量産化を計って、その労働生産性を従来の数倍または桁違いに大となし、人手の掛る糸2本宛取扱う作業は弱電産業と類似に、地方に土着分散する時間的、季節的に動員可能な副業的労働力に依存する形とする事が国民経済力の総合的向上からも望ましい姿である。

後進国の繊維産業の発展からわが国の繊維製品はますます高級化を計らねばならない。高級品は多品種小ロット化は必然であり、この点繊維加工は従来の如く後染優先でなく今後は先染無地、混色混織品の先染優先時代の到来は必至である。この点でグレー製品工場の思い切った自動化、連続化を行って省力化、量産化することが一つの方向であろうが、その製品は単味、量産であるから他面分散土着労力を動員する中小の紡績、織布工場は高級品の多品種小ロット型の先染加工品を主とする形として、地方土着副業として有利に展開すべきであり、高級品生産は国民の総合レベルの高いことが必要であるだけに、後進国の進出に対処し得るものとならう。手前味噌となり甚だ恐縮であるが、要は例えば私共が長年研究し

MASAHIDE YAZAWA

(株)ポリマー加工研究所(社長)

図 Continuous Pressure Steamer (Bleaching, Dyeing)

てきた「集束繊維・糸の連続高温高圧パッドスチーム加工装置」等を新しい産業構造のコンバーター的大企業が持つて、ロットを纏めた先染加工を従来の約半値で行い、中小紡績、織布工場で多品種小ロットの先染加工品を安くつくる形に繊維産業の技術革新と産業構造を変革することがわが国繊維産業の将来であり、大農化が困難であって教育レベルが高く、有利な副業的中小企業の地方分散配置が必要であるわが国民の総合経済力の上昇に役立つものと確信する。

3. 桁違いの労働生産性の連続高温高圧パッドスチーム加工機の確立

著者は繊維学会の「繊維と工業」昭 42. 5 月号に「繊維加工の技術革新方向」と題して人造繊維が全繊維の 60% 以上にも達した現在において、その加工のあり方はせっかく連続繊維として生産される人造繊維をそのまま連続加工することなく、従来の天然の短繊維を主とした時代に確立された後染加工方式に追従する方式は幾多の矛盾、不合理が存在し、高級品の多品種小ロット化に全く不向であり、先染優先時代が到来しつつあることを述べ、かつこれは昭和 42 年 7 月資源調査会の政府への勧告第 20 号「繊維加工技術の革新に関する勧告」(127～136 頁)にも記載されている。

私共が長年研究して来た「集束繊維・糸の連続高温高圧パッドスチーム加工法」に基づく実用装置 (5～10 t/d/set) のプラモデル並に略図を開示し (近い将来に某社を

通しソ連圏へ輸出の予定) その大要を述べ、この加工方式から現在のフィラメントヤーン、フィラメントウの製法、製品形態をその後加工との関連と、上述の如き繊維産業を取巻く環境からかえりみて、従来の染色加工に比し桁違いの労働生産性があり、その先染賃は約半減する本装置の確立は極めて重要であり、特に人造繊維工場から出荷されるフィラメントヤーン、フィラメントウの製造工程及び製品荷姿が将来改変するべきであろうと予言を申上げることが皆さんにも新しい論議の課題となることが期待される。

本装置で染斑を如何にしてなくすかの研究に 7 年間の長日月を要し、目下均染に対する基本技術は完成している。

4. 後染 (反物加工) の欠点

わが国は世界第 2 位の人造繊維の生産国であり、繊維素系が約 50 万トン、合成繊維が約 60 万トン、天然繊維は綿 45 万トン、毛 15 万トン、麻類 8～10 万トンである。今や各種繊維の混用時代に入っして、その物理化学性の異なる繊維製品の後染加工は幾多の矛盾、不合理性が痛感され、例えば

a) 異種繊維の混用は多浴染を必要とし、1 つの繊維の染料は他繊維を汚染し、関係のない他の繊維加工に随伴される。すなわち綿とポリエステルの混紡品は綿の精練、漂白に無関係なポリエステルが同時に、スフとポリエステル混紡はスフの樹脂加工に無関係なポリエステル

が随伴される。アクリル繊維と繊維素系繊維との混用もまた同様、染料も染法もそれぞれ異なる異種繊維混用は後染が不利である。

b) 布加工は撚や打込みで組織がち密化しているため、染液、加工液、洗滌水の接触に時間を要し加工時間が長くなって連続加工は不可能であり、特に拡布状態の高温高压染色は装置費が極めて高価で、稼働率悪く、ジッカー、ウインス染の如くパッチ式作業によらざるを得ない。

c) 後染加工は一浴一色で色は単調である。

d) 後染品（漂白を含む）は大衆品加工であり、多品種小ロット向でない。以上の如き理由から後進国でも採用容易な後染加工品は将来のわが国の繊維加工業界での発展性は期待されない。

5. 先染（フィラメント及び糸の集束状態の連続加工）の長所

a) 人造繊維のフィラメントトウはグレーの紡績用には捲縮後ステープルに切断され梱包供給されることは従来通りであろうが、トウ紡績用は繊維を損傷されやすい捲縮加工がほどこされて、容積の大きい段ボール函に荷造されて発送され、トウ紡績工場で再度加熱延伸されて捲縮を申し切って切断して後スライバーを再度捲縮加工して練篠以降の工程にかけることを考えると、原料トウの捲縮加工は繊維のパラケルのを防止する以外は、全く無意味で繊維を損傷する工程であり、これは当然無捲縮トウをフィルムに包んで再繰し易く、100kg以上の荷姿に巻き上げることが包装費、運賃が割安となる許りでなく、トウの連続高温高压染色にも必要な条件であり、トウ染加工品は再度平行繊維のままフィルムに包まれて無捲縮状態で100kg巻きの荷姿でトウ紡績工場に送られ、篠綿化の後に捲縮加工されて練篠以降の工程にかけるべきであり、紡績用の先染短繊維を作る場合のみ、連続染色乾燥後捲縮を与えてステープルに切断して梱包出荷することが合理的である。

b) フィラメントヤーン紡績系の加工は糸の集束状態の連続高温高压パッドスチーム加工であるが、前述したようにフィラメントヤーンを数百本、各本並列状態で個別の糊付抱合され、配列順序を固定して集束してフィルムに包んで例えば100kg/ペールに包装出荷された集束糸は地方中小企業で各1本に分條して目的の撚糸を一挙に行って後、部分整経が行われ、この部分整経糸巻多数組を更に並列してパッドし、集束してパイプオートクレーブを1分以下通過する間に高温高压加工され、配列順序よく展開して後処理、洗滌、給油、乾燥、調湿後配並列順序を、巻き初め巻き終りに規定して、100kg以上の巻

き上げを行い、これを直接本整経したり、または緯糸のみ再度分條して1本毎糸巻に巻取る。紡績糸も部分整経以降は上述フィラメントヤーンの場合と同様である。われわれの開発した装置は染色の場合は50~60万dのトウ状集束が並列2本のパイプオートクレーブを通るように設計され、これは反物の長さ当りの目方とほぼひとしく、水洗以降のローラの働き幅は約1mであるゆえ10t/d/setの能力となるが、漂白後染色する場合には1本のパイプオートクレーブ(150mmφ)はチタン製としてNaClO₂漂白、洗滌、ドラム乾燥後そのまま他方の染色オートクレーブ管を通る二工程連続作業となる。均染には均一パディングが必要条件で、それには各単繊維、単糸の張力、内部歪の補正などが重要な役目を果し、本装置の完成に最も苦悩多き長日月を要してノウハウが決定されたキープポイントである。

c) フィラメント・糸の先染は加工液滲透、洗滌が織布の場合より、容易高速であり順序よき集束はオートクレーブをパイプ状(150mmφ)にして任意の高温高压の飽和蒸気の圧力シールが容易であり、すべての加工反応は30~60秒の短時間で終了し、全加工工程は高速(30~70m/min)の連続加工が可能である。従って装置の能力は5~10t/d/setとなり、多数台設置して50~100t/dの加工工場は一工場の経営下に置かれ得る。そして連続量産化すれば自動化可能となり、その労働生産性は従来の染色加工が1.2~1.5t/月1人であったものが桁違いの10~30t/月1人となろう。設備費も従来と桁違いに安いものとなろう。

d) 特にパッドスチーム法は繊維に対する染液量が均一で従来の80~100分の1であり、染料の利用率高め、廃水の汚染を防止し、染色助剤費を少くし、ユーティリティの原単位を低減し極めて有利な点が多い。如何に小ロットでも切替時に導布(掃除用を兼ねる)を接続するゆえ切替も可能であるが、切替頻度の多い事は稼働率を低下し、人手を要するゆえ可及的に大ロット化することが望ましい。この点から考えても本装置の実用化には繊維産業の構造改革再編成と並行しない限り、現状ではわが加工業界で採用してもメリットは少ない。将来はコンパーターの大企業の開発新事業となろう。ソ連邦やコンパーター組織に編成された米国の如き国では採用が容易である。

e) 三原色、白黒、無地染(またはこれらの濃、中、淡)の先染わたから、あらゆる混合色、配合色の組合せが考えうるゆえ、混織も含めて多品種小ロットの染色に対し、わたの先染は少品種大ロットとなし得るゆえ、染賃は染料面からも極めて安価で有利となろう。

f) 紡績(織布?)賃は従来のグレー加工より割高と

なろうが、この不利は染賃が半減することと、最終製品が先染高級品の多品種小ロット型となる有利性でカバーされて余りあろう。高級品の小ロット多品種型は先進国の繊維加工の必然的傾向である。そしてグレーの製品に対しては紡糸、紡績、織布工場の自動化、単一工場の量産化を思い切って行って労働生産性を高度に発揮せしむると同時に、他面に於て小ロット多品種型の高級加工に対処して小まわりのきく先染品の中小紡績、織布工場の存在が必要であり、大量生産の先染加工の大工場を創設してこれとの関連に於て地方に分散する副業的中小企業を有利に永存繁栄せしむることが、国民経済総合面からわが国状にマッチした繊維産業の技術革新の方向であ

り、産業構造の改革の方向である。労働力が安く豊富であった昔と違い教育程度も更に高くなった戦後の日本で農業が大農化を困難とする限り、有利な兼業の副業を地方に分散せしめることが、労働生産性を国民全体面から上昇せしめるものであり、わが国状にあった総合産業のあり方であろう。

(以上述べた技術に関しては幾多の特許申請がされているが、その詳細については関心ある企業と更に詳細に打合せたい。この研究は前繊維学会長都立大学教授岡島三郎氏の協力を受けること多大である。

(於 繊維学会第1回夏季セミナー特別講演 昭和43年8月21日)

ナイロン6,6の原料として有望視されるアクリロニトリル

ポリアミド樹脂の総称であるナイロンは、ジカルボン酸とジアミンの縮重合(ナイロン6,6および6,10)またはω-アミノ酸の重合(ナイロン7および11)あるいはラクタムの縮重合(ナイロン6および12)によって得られる。これらナイロン単量体の生産に関するプロセスには数多くの技術的進歩がみられる。その一つは従来のプロセスの改良であり、他の一つは新しいプロセスを生み出す化学反応の発見である。

ナイロン6,6単量体の一つであるアジピン酸の生産はシクロヘキサノールの硝酸酸化またはシクロヘキサンの酸化を含む。シクロヘキサンからのルートはシクロヘキサンを酸化してKAオイル(シクロヘキサノンとシクロヘキサノールの混合物)にする第一段階と、このKAオイルを空気または硝酸でさらに酸化してアジピン酸にする第二段階に分けられる。Chemstrand, ICI, Rhône-Poulenc および三菱はこのシクロヘキサンの段階でほう酸を用いる改良されたプロセスを用い、Du Pont, El Paso Products は普通のプロセスを使用している。前者は収率がよく、後者はコストが

安いといわれる。

ナイロン6,6のもう一つの単量体であるヘキサメチレンジアミンは、これまでアジピン酸から転化によってアジポニトリルを得、これを水素添加して得られていたが、American Celanese はアジピン酸のエステル化と水素添加により、1,6-ヘキサンジオールを経てヘキサメチレンジアミンを作っている。Monsanto は最近アクリロニトリルの電解ヒドロ二量化による方法を商業化している。また、ヘキサンジオールを用いる方法も最近2年間に商業化されており、ヘキサメチレンジアミンの製造法は現在開発中である。すなわちICI はアクリロニトリルをアジポニトリルに変える電解アマルガムプロセスを、Du Pont および Knapsack は1,2-ジシアノシクロブタンをアジポニトリルにする非電解法をそれぞれ開発している。さらにカルボニル触媒を用いて直接アジポニトリルをつくる方法も研究されている。このようにアクリロニトリルはヘキサメチレンジアミンの製造原料として重要視されるようになり需要が増大している。

H 422 European Chem. News 14 [359/360] 40(1968)

(日本科学技術情報センター「海外技術ハイライト」から転載)