「合成繊維の進化—捲縮—」特集

バイメタル複合繊維

佐藤 正幸

1. はじめに

長繊維(フィラメント)や短繊維(ステープル)の糸に羊毛のような捲縮(クリンプ)を持たせ、伸縮性や嵩高性を持たせるために図1に示すような様々な加工法が工業化されてきている。

図1 加工糸の加工法の分類

これら種々の方法の多くは、基本的には繊維に物理的手段によって捲縮歪みを付与し、この歪みを適当な方法で固定することによって捲縮を付与する方法であり、加工方法にその特徴を有する製造技術である。一方、複合捲縮法は、単繊維内で2種類のポリマを並列(バイメタル)型に複合することによって捲縮発現能を付与する方法であり、繊維自身に特徴のある製造技術である。本項ではバイメタル複合繊維を中心とした複合捲縮糸についてレビューする。

2. 複合繊維の歴史、分類

1936年, Carothers (Du Pont) によってナイロン66が発見されて以来約60年が経過したが、その間合成繊維は工業的に大成功を遂げ、今日に至っている。

この約60年の合成繊維の歴史の中で、今日汎用技術として活用がなされている複合紡糸技術は約50年の歴史があり、Sissonらによって1940年代に提案された¹⁾。すなわち、合成繊維の発見からわずか10年後には複合紡糸技術の検討がなされてきていることになる。

バイメタル複合に代表される複合捲縮糸はウールの捲縮形態を実現することを目標に開発がなされてきた。すなわち、ウールの立体的なヘリカルコイル型捲縮がOltho-coltexとPara-coltexのバイメタル構造によって発現することが解明されたことがきっかけとなり、バイメタル状に複合した合成繊維の研究が始まったといわれている²⁾。そして合成繊維の複合紡糸を精力的に研究開発したDu Pontによって1959年アクリル系複合繊維“Orlon Saylle”が、また1963年ナイロン複合繊維“Cantrece”が商業生産化され、以後世界の合繊各社で研究が進められ現在に至っている。

複合繊維はポリマ種類、断面形態、目的・機能などによって分類される。図2に断面形態による分類を示す³⁾。複合紡糸技術は超極細繊維の製造、高異形断面化、機能性付与など様々な目的・用途に応じて複合形態を変え、今日各社から工業化されてきているが、これらの複合紡糸技術は、芯鞘複合、並列(バイメタル)複合といった、単純な複合形態を実現するために種々検討がなされてきた技術の蓄積によって成り立っている。

Side by Side Type Conjugated Fibers

著者紹介 MASAYUKI SATO

Fibers & Textiles Research Laboratories, Toray Industries Inc.

東レ(株)繊維研究所 研究員

著者は、複合繊維の研究に従事してこられた。趣味は、ゴルフ、ドライブとのこと。

本稿では、バイメタル型の複合繊維の製造方法についてわかりやすく解説していただいた。

図2 複合繊維の横断面による分類

3. 複合形態と特徴

繊維に捲縮発現能を付与するための複合形態としては、バイメタル複合型および偏芯芯鞘型が現在工業化されて

表1 自己捲縮発現型複合繊維の基本構造と特徴

	バイメタル複合	偏芯芯鞘複合
断面模式図		
捲縮発現	<ul style="list-style-type: none">・捲縮発現には理想的な形態・複合比率を変更することで捲縮率の制御容易	<ul style="list-style-type: none">・バイメタル複合と同一の捲縮性を得るには、より大きな収縮差付与が必要
接合面の剥離性	<ul style="list-style-type: none">・ポリマの組合せによっては剥離しやすいことを考慮する必要がある	<ul style="list-style-type: none">・剥離の問題は比較的緩和される
複合形態の安定性	<ul style="list-style-type: none">・偏芯芯鞘複合よりは安定	<ul style="list-style-type: none">・芯成分位置を安定化することが難しい
紡糸口金設置	<ul style="list-style-type: none">・比較的単純	<ul style="list-style-type: none">・かなり複雑

おり、表1にそれぞれの特徴を示す。いずれの複合形態においても、収縮率の異なる2成分のポリマをバイメタル型あるいは偏芯芯鞘型に複合した後、加熱や膨潤によって収縮させるとコイル状の立体捲縮を生じることによって発現させるものである。(図3にバイメタル複合繊維断面写真、図4にその捲縮形態を示す)。

複合捲縮糸の物性や捲縮発現能は、繊維を構成する2成分のポリマ物性のみならず、複合形態、複合比率、捲縮発現時の処理条件によって大きく変化するのは当然のことであり、目的、用途によって組み合わせるポリマ成分の種類や複合比率などを変更することによって制御が可能である。

複合形態と捲縮発現能に関しては、一般には同一ポリマ成分、同一複合比率では偏芯芯鞘型複合よりバイメタル複合のほうが大きく、複合比率が1に近いほど大きくなる。また同一ポリマ成分、同一複合比率のバイメタル複合繊維であれば複合界面が繊維断面において直線的であるほうが湾曲しているものよりも大きくなる。この関係を模式的に示したのが図5⁴⁾である。ここでは捲縮半径比が小さくなるほど捲縮発現能が大きいことを意味している。

図3 バイメタル複合繊維断面写真

図4 バイメタル複合繊維の立体捲縮

4. 糸曲がり現象と防止技術

バイメタル複合繊維は収縮率の異なる2成分のポリマを接合する方法が一般的であるが、特にポリエステル繊維においては重合度(すなわち粘度)が異なる2成分のポリマを張り合わせる方法が一般的に用いられている³⁾。

粘度の異なる2成分のポリマを同一の円管内に並列して流すと、その流動抵抗の違いによって流速差が生じ、高粘度ポリマが低粘度ポリマに比べて遅くなる。このような流速の偏った流れが吐出孔から吐出され、管壁の拘束から解放されると流速の遅い方、すなわち高粘度ポリマ側に糸が曲がる現象が発生する。この糸曲がりが大きくなるとドリップの原因となり紡糸性の低下を招くとともに、糸ムラを誘発することがある。

図5 複合状態と捲縮発現能

糸曲がりを防止する方法としては、使用する2成分ポリマの熔融粘度差をなくせば良いわけで、ポリマ面からの改良も考えられてきているが、ここでは口金構造を中心とした種々の検討について紹介する。

(1) ポリマ合流方法

糸曲がりは先に述べたように粘度の異なるポリマが円管内を流れる際に流速差が生じることによって発生する。この糸曲がりを改善する方法として、流速差の発生を極力抑制するためにポリマの合流方法について種々検討がなされている。基本的には流速差が生じないように合流から吐出までの間の複合流状態での流路を極力短くするという考え方で検討がなされており、その代表的な例を表2にまとめた。

(2) 口金構造

口金構造からの検討の考え方は大きく2つある。1つは、糸曲がりそのものを抑制するものではなく、糸曲が

りが発生してもドリップが生じないようにするという考え方、もう1つは糸曲がりそのものを抑制しようとする考え方である。

前者の例としては吐出孔を口金面に対して角度を付けることによって糸曲がりが相殺されるようにする方法や吐出孔を口金面より吐出させてドリップを防止する方法、糸の曲がった方向から気体を吹き付けて曲がりを矯正する方法などが挙げられる。また後者の例としては吐出面に段差を付けて高粘度成分を低粘度成分よりも先に解放することで糸曲がりを防止する方法、吐出孔から針状物を飛び出させる方法などがある。代表的な例を表3にまとめた。

表2 バイメタル複合の合流方法

合流モデル	概要	実例
吐出孔の途中で第2成分を注入する方法	実公昭41-12724(東レ) 特開昭56-145918(東人) など
吐出孔に対して平行流として供給する。合流部に緩衝部を設けるなどの工夫がされている。	特公昭41-16124(三豊レ) 特公昭43-30008(Du Pont) など
吐出直後に口金外で接触または融着により複合する。	実公昭42-19536(東洋紡) 特開昭58-163715(東人) など

5. バイメタル複合繊維の用途

バイメタル複合繊維は現在、種々の素材で広く展開されており、その代表的な用途をいくつか紹介する。

(1) アクリル系

アクリル系では立体捲縮による嵩高性を活用して、セーターなどのニット類やカーペット用途を中心に広く展開されている。

(2) ナイロン系

ナイロン系では昭和40年に東レ“タピロン”、鐘紡“N-22”が生産化された。いずれもホモポリアミドとコポリアミドのバイメタル複合繊維であり、伸縮性を活用してストッキング用途に広く展開されてきた。バイメタル複合繊維は仮燃加工糸と比較して透明感、光沢感が優れていることから高級品として使用されてきた。しかしながら現在の高級ストッキング用途では、その後に開発されたポリウレタンとポリアミドを偏芯芯鞘複合した捲縮発現糸が主流になっている。また、ストッキング用途以外

表3 バイメタル複合の口金構造例

口金構造モデル	概 要	実 例
吐出孔を引取方向に対して角度を持たせることで糸曲がりを相殺させる	B. P. 965, 729 (Visco. Swiss) など
吐出孔を突出させ、ドリッブを防止する	特公昭42-2006 (鐘紡) など
曲がった方向から気体を吹きつけ曲がりを矯正する	特公昭44-17927 (帯人) など
吐出面に段差を付けて曲がりを防止する	特公昭43-15572 (ICI) など
吐出孔から針状物が飛び出した口金を用いる	特開昭63-275707 (帯人) など

ではほとんど実用化されていないのが現状である。

(3) ポリエステル系

ポリエステル系はステープルとフィラメントで広く展開されている。

ステープルでは嵩高性を活かしてふとん綿で展開が進められており、また近年では伸縮性を活用した不織布用

途で展開が進められてきている。

一方フィラメント分野では仮撚加工糸が主流であるが、仮撚加工糸では加工時の断面変形によって光沢感、透明感が低下する。このため仮撚加工糸では得られないシャリ感や光沢感、透明感を活かしてハイゲージ編物で展開されてきた(東レ“スビール”)。

しかし近年、衣料用途では適度なストレッチ性を付与することによる快適性が重要視され、これに伴ない織物分野でもバイメタル複合繊維の活用がみられるようになってきており(東レ“マロー”, ユニチカ“Z-10”など)、今後さらに展開していくことが予想される。

また、伸縮性以外の特徴を発現させたものとしては、ベルベット調の深色性を得るためにバイメタル複合繊維を異形化したクラレ“デフォール”, ドライタッチを得るために異形化した旭化成“フォンタナμ”などが開発されている⁵⁾。

6. おわりに

複合繊維は種々の目的・用途にあわせて各種工業化されてきており、今後も発展し続けて行くであろう。バイメタル複合繊維は、嵩高性、伸縮性を特徴に発展してきたが、新たな機能、価値を想像することによって今後も発展していくものと期待する。

参考文献

- 1) U.S.P.2,386,173, 同2,439,813, 同2,439,815など.
- 2) 繊維の形成と構造の発現(III), 化学同人, P41(1971).
- 3) 松井, 織機誌, 34, P321(1981).
- 4) F. Fourné, *Chemiefasern*, 18, 353(1968).
- 5) 最新の紡糸技術, 高分子刊行会, P132(1992).