製 糸 - ナイロン

川 口 達 郎

1. は じ め に

ナイロンの製糸技術の動向について述べる前にわが国における過去10年間のナイロンフィラメントヤーンの状態についてポリエステルと比較して簡単にふれたい。表1に生産高と価格の推移を示した¹⁾。ナイロン糸の全生産量は過去10年間はほぼ一定であり、かさ高加工糸は約2割減少した。価格はポリエステルよりはるかに高くなり、ポリエステルによる代替も進むという厳しい環境にあった。この間の製糸技術開発もポリエステル主導で進められた感もある。しかし、既存設備の改善によるコストダウン、品質向上や高付加価値新製品の開発の地道な努力と並行して、高速製糸を中心とする技術開発も精力的になされた。本稿では過去約10年間で最も技術進歩の大きかった紡糸・延伸・加工工程での高速化について特許および機器開発情報を中心に記述することにする。

高速紡糸法の発想は古く30年以上も前にDu Pont社が約5500m/分でポリアミドやポリエステルを紡糸する例を特許に記載している²⁾。しかし工業生産の段階に到達するまでにはプロセス技術とワインダを中心とする機器の開発が必要であった。数年前までは紡糸生産速度は高々3500m/分にとどまっていたが、ここ数年の間のワ

表1 わが国のナイロン、ポリエステルFYの
生産高・価格の推移

年	ナイロンFY			ポリエステルFY		
	*生産高		70D原糸 価格	*生産高		75D原糸 価格
	原糸	加工糸		原糸	加工糸	
1972	279	42	430	179	93	600
1977	287	39	497	277	34	504
1978	288	34	559	318	138	614
1979	291	35	606	314	143	626
1980	294	33	805	305	162	696
1981	275	35	784	310	168	734

* 1000 t/年 価格 円/kg

*Recent Development of High-Speed Fiber
Making Technologies*

TATSURO KAWAGUCHI

Fibers & Textiles Research Laboratories,

Toray Industries, Inc.

General Manager

東レ(株)繊維研究所 (工博)

インダおよびプロセス技術の進歩により、紡糸巻取速度で6000m/分、仮燃加工速度で1200m/分が現実的なものとなってきた³⁾。また紡糸工学および繊維の構造・物性の解析も進み工業化推進の一つの支えとなってきている⁴⁾。

2. 高速化技術の開発動向

2.1 機器開発

紡糸用の6000m/分級の高速巻取機は各社で開発され、工業生産に採用しうるかどうかの確認テストの域に達している⁵⁾。今後はコップ数、巻量、自動化など経済性や安全性、耐久性などのより精度の高い評価へと進展するものと思われる。一方給油、インタレース、糸道ガイドなどの周辺機器についても材料、加工技術の上で着実な進歩があった。

延伸仮燃機(DTY機)の開発は75~150デニール中心のポリエステル用の開発が先行したが、中・細デニールのナイロン用の開発もなされた。表2にナイロン用フリクションDTY機の開発経過を示した^{3,6)}。衣料用ナイロン加工糸の主用途であるストック用細物については1200m/分で加工できるDTY機が出そろい実用化の域に入った。

2.2 製糸技術

衣料用および産業用ナイロンフィラメントヤーンの製糸高速化に関する過去10年のおもな特許を用途・プロセスから分類して表3に示した。この中で注目すべき項目について述べる。

表2 DTY機の開発推移

年	メーカ	機 種	加工速度(m/分)
1967	Spinner	156 VK	500
1971	Spinner	156 VK	600
1975	ARCT	FTF483	600
1976	石川製作所	FK-6	600
1978	Barmag	FK6L	900
1978	Scragg	DCS-1000	1000
1981	Scragg	DCS-1200	1200
↓	村田機械	Mach Crimper 333-II	1000
1982	ARCT	FT-1000	1200
↓	Barmag	FK6L-12	1200

表3 ナイロンの製糸高速化に関する過去10年のおもな特許

分類		内容	特許番号
衣 料 用	POY (仮燃加工用)	糸の物性(伸度・配向度・結晶特性)の特定化	開50-64518, 開50-112596, 開51-112919 公58-39925, 公57-59325, 公58-43484
		巻取条件・巻姿・パッケージの保管	開50-71919, 開50-71920, 昭50-90712 開51-123322, 開51-149915, 公58-42284 公57-4722, 公58-17290, 公58-17289
	DTY (延伸仮燃)	未延伸糸の延伸仮燃条件	開48-1345, 公50-22612, 開48-75815 公51-23620, 公53-9295
		POY物性と加工条件	開50-71923, 開50-76324, 公57-35292 公57-59325, 公58-18456, 開52-77225
		特殊仮燃	開49-71210, 公57-17093
	POY (生糸用)	糸の物性(配向度・結晶特性・ヤング率など)	開51-88719, 開51-112974, 開52-15623 開53-78368, 開54-73972, 開55-80535
		染色堅ろう性	公58-30407, 開52-66720, 開54-23717
		熱処理(機械的延伸はしない)	開47-35216, 公57-25644, 開50-83522 開58-3048, 開54-15024, 開56-4731
		差別化(極細, 異型, 制電性)	公48-17605, 公48-28012, 開53-134922 公57-17967, 公57-38686, 開54-23718 開56-159309, 公58-22575, 公58-38531
	DSD (直接紡糸延伸)	熱処理方法・条件	公50-20610, 開50-83516, 開50-88323 開51-47114, 公53-8812, 公57-35287
		油剤・給油方法	公50-21570, 開48-1417, 公57-38685
		インタレース方法	公51-13765, 開48-28749, 公54-15022 公49-10606, 公57-38685, 公57-55804
		差別化(混繊糸)	開50-154524, 公53-8823, 開56-134224
	超高速製糸	6000m/分以上の超高速の糸および製糸方法	公49-11329, 公51-36813, 開52-110920 開52-110921, 開58-115113, 開58-136816 公58-3048
	SDTY (紡糸直結かさ高加工)	仮燃加工	公48-29807, 公57-24407, 開49-54623 開49-72416, 開50-88328, 開50-89627
		特殊紡糸で巻縮・かさ高性を付与	開55-51809, 開58-144108, 公51-12731
産 業 用	POY-後延伸	高応力紡糸した高配向未延伸糸を延伸・熱処理した糸の物性	開57-191337, 開58-54018, 開58-60012
	POY	高速紡糸(延伸省略)燃糸し, ディップ工程で熱延伸してタイヤコードとする	開49-133648, 開54-34415, 開54-116497
	DSD	インタレースし毛羽・糸切を防止する	開54-15022, 公57-21564, 開57-101033

(1) 仮燃加工糸用のPOYの物性・巻取技術およびPOYの延伸仮燃技術

仮燃加工糸用の革新プロセスである延伸と仮燃を直結し, 工程省略と加工の高速化を同時に達成しようとする技術思想は約20年前からあった。通常の低配向の未延伸糸を使用し延伸と連続して仮燃を行なう, いわゆるUY-Out Draw Texturing技術の開発はナイロンで先行した。しかし, 紡糸および加工の高速化による生産性向上と品質の改善を進めるためのPOY-DTYの技術開発はポリエステルがやや先行して開始された。ナイロンの生産化はポリエステルより数年遅れ, わが国での加工糸分野のPOY-DTYによる生産化はあまり進んでいない。これには経済的と純技術的な理由がある。後者とし

ては安定なPOYのパッケージを得るためには巻取速度をポリエステルより1000m/分程度高くするか, 紡糸過程での配向度調整の技術開発が必要であったことと, ポリエステルより一般に細デニールであり, 多糸条化や低張力巻取など難度が高かったことなどが考えられる。これらの点に関し詳細な検討がなされ数多くの特許出願がなされている。

また衣料用ナイロンの約45%を占める靴下分野, とくに婦人用のストッキングについては過去10年品種の多様化, 品質と収率の向上がめざましかった。さらにPOY, POY-DTY技術の導入によりコストダウンと品質改善を進めるべく検討が続けられ, 特許出願にも反映されている。

(2) POYの生糸分野への展開

POYとはほぼ同じ速度で紡糸した糸を仮燃加工せずにフラットヤーンとして使用する技術および差別化製品の開発に関する出願が多い。POYは通常の延伸糸に比較して配向度・ヤング率が低く、高伸度であり繊維構造上も非晶領域の配向度が低く染色堅ろう性は悪いが、長所としては、均一性、ソフトな風合、低コストな点である。従来糸より悪い特性をいかにカバーするか、長所をどのようにかすかいろいろの観点から検討がなされている。また低コストで高付加価値の製品を得るための検討もなされ、とくに極細糸に関する出願が多い。

(3) 直接紡糸延伸法(SD)における熱処理とインターレース技術

高速延伸における毛羽・糸切れを防止するために均一給油・インターレース技術が重要である。インターレースの基本技術は20年以上前に開発されたが、高速下で糸に損傷を与えることなくいかに効率よくインターレースを付与するか種々の角度から検討がなされている。熱処理については装置開発と共に低コスト安定熱処理技術に関するものが多い。

(4) 産業用太デニールの製糸技術

タイヤコード用の太デニール糸のPOYを後延伸・熱処理することにより従来糸より低収縮で耐疲労性を向上することに関する特許、POYを製糸段階で延伸せずそのまま燃糸しディップ工程で熱延伸してタイヤコードと

する特許が注目される。

(5) 超高速化への挑戦

6000 m/分以上の超高速で製糸した糸特性および製糸方法に関する出願も見受けられる。6000 m/分レベルの生産化技術の確立と限界技術への挑戦のためにもさらに深く検討が進められるものと思われる。

3. おわりに

過去約10年間の製糸技術の動向を製糸の高速化を中心に展望した。ポリエステルとの素材間競合も一段落し、ナイロン固有の用途も明確になってきた。しかし今後も量的拡大が望めない中でスクラップ・アンド・ビルドに耐えうる技術をいかに確立していくかが大きな課題であり、高速化を中心とする技術に何を付加してこれを達成するかが当面の目標となろう。

参考文献

- 1) 化繊ハンドブック(1983年)
- 2) 特公昭31-6767, 31-6768, Du Pont
- 3) 安塚勝三, 繊維工学, **33**, 361(1980)
長谷川勝美, 繊維と工業, **38**, 521(1982)
- 4) 清水二郎ら, 繊維学会誌, **37**, 143(1981)
清水二郎ら, 繊維と工業, **38**, 499(1982)
- 5) 小川一三, 繊維工学, **36**, 1(1983)
- 6) 北島光雄, 繊維工学, **36**, 6(1983)

(昭和58年11月6日受理)