(Ⅱ) 紡績の技術変化を探る*

久保田 篤**
山 本 良 男***

展 望

1. 戦後の紡績近代化の歩み

戦後の復興期は、まず戦前と同じ設備レベルに乏しい物資から復元するため拡大に努めてきたが、朝鮮動乱ブーム後は、設備近代化、合理化を目指し始めた。

合理化の方向としては、米国綿業の先進技術の視察から、① 高速化、② 工程短縮、③ 自動化、④ Lp 化、等があげられ、新鋭機（バーバー・コールマン社ハイスピードワーパー、オートマチックスプーラ等）も導入され、品質管理手法の実用化等、ハード、ソフト両面から、米国綿業に追いつくべく努力し、大いに成果をあげた。

1960年代には、東洋紡より連続自動紡績装置（CAS）が発表、実用化された。

その後、各社より、それぞれの工夫をこらしたシステムが相次いで発表され、独自の国産技術が開花するに至った。

1960年代後半には、欧米諸国のメーカが、従来の紡機製作技法に航空機、自動車等高度の技術を導入、さらに電装設備を加えることで大幅のレベルアップを図り、高品質、高生産性の新鋭機が相次いで発表された。

1970年には東洋紡三本松工場にこの欧州紡機メーカの新鋭機を軸に、搬送自動化、集綿塵の集中自動化を組込み、その生産性は一挙に3倍になったという。

国内紡機メーカも、大いに刺激されこの間大幅な技術導入や独自開発が進み、1973年に東洋紡忠岡工場（ニット糸専紡）は、主要生産設備はほとんど国産機を採用、稼動したという。

オイルショック以後は、エネルギーコストが高騰したため、近代化による電力原単位増加が製造原価を押上げ、近代化による省力効果が大幅に相殺される結果となった。従ってその後の方針としては、省エネルギー化を重要な目標として把えるようになった。

特にG5以降の円高対応については、

- ・量産品の思い切ったフルコストダウン
- ・テキスタイル指向の高付加価値品生産、が求められた。

① 原綿コストダウン策として、原綿の高精度調合化及び高効率梳綿コマが検討され、② 製造コストダウン及び短サイクル化具現のためにFMS化が検討されている。

紡績近代化の上で、特筆すべきは、日本紡績協会の役割がある。もとより近代化の原動力は各社の不断の努力の成果であるが、ともすれば閉鎖的傾向になりやすいところを、共通の場を提供し技術的諸問題を解決するに主要な役割を果たしてきたといえる。

具体的には、① 工場見学会、② 海外視察、③ 品質管理技術普及、④ 作業標準化等で公害対策、省エネ対策等にも積極的に取り組んでいる。

このような近代化の中で、梳綿工程と巻糸工程にスポットを当て、合理化の歩みを探ってみた。

2. 梳綿機合理化の歩み

2.1 連続並掃除装置

戦後合理化は、並掃除の連続化で始まった。

各針布の針間に夾雑物を含んだ沈み綿が貯るとネップを生成させるため、並掃除、すなわち、針布内

*General Review for Spinning Process Technologies

**A. Kubota, 鐘紡(株)ポリエステル技術部操業課長

***Y. Yamamoto, 村田機械(株)紡織技術部主任部員

表1 設備近代化の背景と歩み

の沈み綿を除去することが、品質上不可欠であった。反面並掃除により、① 並掃除による製品歩留悪化、② 並掃除後針間に再び沈み綿が貯るため、経時的にスライバ番手変動を生ずる、③ 並掃除作業員が必要等のデメリットがあったため、連続並掃除装置が開発された。まずエリミネータが実用されたが種々問題点があり普及率は低かったが、1950年代にバキューム方式のエパークリーナ等が実用化され、広く採用された。

具体的な構造は、図1に示すようにシリンダ針布のバックシート中央部分に、バキュームノズルを往復させ、針間に沈積する直前に吸取るようにし、吸取った綿は再び給綿する構造となっている。

2.2 メタリックワイヤ (MCC)

針布は梳綿作用の主役で針布の管理については、ユーザの紡績各社と針布メーカの技術蓄積により成熟段階にあったが、MCCの出現により梳綿機の機

図1 エバークリーナ
(日本紡績協会技術部会技術資料60号)

針布 (フレキシブル)

番 手	山数/ 25.4mm	列数/ 25.4mm	針頭数/ (25.4mm) ²	D 針経mm
シリンドラ 110	22.9	24.0	550	0.305
ドッファ 120	25.0	24.0	600	0.280
ト ッ プ 120	25.0	24.0	600	0.280

初期の深歯MCC

名 称	山数/ 25.4mm	列数/ 25.4mm	針頭数/ (25.4mm) ²
深歯 MCC シリンドラ	15.0	31.75	476

名 称	山数/ 25.4mm	列数/ 25.4mm	針頭数/ (25.4mm) ²
MCC ドッファ	15.0	33.86	508

現在の浅歯MCC

名 称	山数/ 25.4mm	列数/ 25.4mm	針頭数/ (25.4mm) ²
浅歯 MCC シリンドラ	16.0	40.31	645

名 称	山数/ 25.4mm	列数/ 25.4mm	針頭数/ (25.4mm) ²
浅歯用 MCC ドッファ	16.0	33.86	542

図2 各種の針布
(金井重要工業資料)

能は飛躍的に向上した。

MCCは欧州では1930年頃から、米国では1940年頃から普及したようであるが、1954年に英国の代表的紡機メーカーであるプラット社の MCC が我国に輸入されたのと相前後して国内メーカーが国産化実用に成功している。

当初は化合繊紡を中心に、1955年頃より普及して綿紡にても1959年頃より普及し、折からの伊勢湾台風被害復旧等を契機に一気に拡大していった。

MCC 採用のメリットとして

- ① 沈み綿が堆積しないので、並掃除不要。
  - ② 高速運転にてもネップ生成、繊維の損傷がなく、フック繊維の生成は減少するなど高速化を可能にする。
  - ③ 除塵性能が良い。
  - ④ 磨針等の保全停台が著しく少ない。
- 等が挙げられる。

なお、MCC 化はシリンダ・ドoffaに採用され、トップは従来針布及びその改良型を使用するケースが多い。

1962年以降急速に普及した一因としてシリンダ用に浅歯化仕様が開発されたことが挙げられる。当初、合繊用としてシリンダへの繊維巻付防止策として開発され、好評を博した上に、綿紡用としても、特に除塵性能に著効が認められ急速に拡大した。

梳綿機生産性向上の制約は、針布から MCC 化する

ると、ウェブ剥取機構に移り、フライコームの高速化開発、さらにはローラドoffa（1963年頃）の出現で高速化が進んだ。

又、ローラドoffaと同時期にクラッシュローラが開発され、特に綿紡での除塵性能が良く、一部の紡績で使用され効果を挙げている。

2.3 ラップ給綿からシュート給綿へ

1960年東洋紡が自動連続紡績システム（CAS）を

図3 シュート給綿システム
(日本スピンドル製造資料)

図4 タンデムカード
(日東エンジニアリング資料)

発表し、混打綿機と梳綿機とが直結された。すなわち、ラップ給綿からシュート給綿への転換であり、以来種々のシステムが実用化されている。

特徴として、① ラップ取扱の省人化、② 品質面でラップ継目等の解消による番手不同の改善、③ ラップ屑減少、歩留向上、④ 連続操業を容易とし、作業環境を向上する、等があり、1978年には $\approx 20\%$ 普及したが、その後、多品種小ロット化対応を迎えると、① 品種の切替が困難、② 休日明けの長区間むら変動が大きい、③ 消費電力が大、④ 省力効果のみでは投資効果は低い等のデメリットから伸びていない。

2.4 オートレベラ（番手むら是正装置）

梳綿機は供給された綿層とスライバとして送り出される速度の比が約100倍であることから、供給される綿層の長さ方向のむらがスライバ番手むらとして100倍に拡大して表われる。この長区間むらは是正するため、オートレベラ機構を、梳綿機が、綿条機に採用することが要望されてきた。

梳綿機のオートレベラの主流は閉ループ、すなわち、スライバ断面積をメジャリングローラで検出し、フィードローラを変速させるシステムが多いが、開ループ方式を採用し、短区間むら制御と対象とするシステムも使用されている。

2.5 タンデムカード（2山連結梳綿機）

タンデムカードは戦前から品質向上に著効ありと定評があったが、① 生産性が低い、② 並掃除等操作性に難点あり、③ 保全維持が困難、等で実用化されなかったが、MCCの出現等により実用可能となり、空気精紡機供給スライバが夾雑物の極めて少ないことを要求することから、空気精紡用として実用化され、混打綿工程の高率除塵機能向上と併用され、前紡除塵の重要な役割を担っている。

一方、コマ糸など高級糸の前紡として、1975年頃より採用され始めている。混打綿工程の高精度調合及び開繊向上機能との組合せで1格上の糸、逆にいうと1格下の原綿使用での生産を可能にするメリットが狙いと考えられる。

2.6 梳綿合理化を支えた周辺技術

(a) スライバむら評価

従来むら評価はスライバを単位長さに切断個々の重量変化から不同率を求めていた。

測定に費やされる労力と原料から測定頻度は少なく、得られる工程情報も乏しかった。

1960年代からウースター社糸むら試験機等が導入され、ラップ、スライバ、粗糸、糸までのむら評価が連続して迅速に可能となった。1970年代には日本国内に約350台のテストが納入されむら評価に活用され、又、スペクトログラフとの組合せで生産条件及機台の欠陥個所の発見が容易となったことは高く評価される。

(b) フック繊維

梳綿機の中でシリンダからドッファに繊維が受渡しされる際に、繊維の端がフック状になることの調査研究が1950年代から、数多くなされてきた。

梳綿スライバの段階で構成する繊維の後端がフックしているものと、先端がフックしているものを区別し、以降の工程でスライバ、糸の向きが変わっても「先端」、「後端」フックと呼び、その影響を調査していて、① 生成されたフック繊維をどのように向けて工程に仕掛けたら、糸質・生産性で有利かのテーマと、② 梳面機内でフック繊維の生成制御についてのテーマが多く、この微細な研究が梳綿機の発展に大いに役立っている。

2.7 結 び

以上のほかに高速カードの出現実用化が特筆されるが、十分に紹介されているので省略する。戦後以来、時代のニーズに応じて合理化してきた足跡をたどったが先人諸先輩の努力に改めて敬意を表したい。

3. 巻糸機合理化の歩み

3.1 QTW から RTW へ (Quick Traverse Winder, Rotary Traverse Winder)

戦後、米国ではすでにバーバーコールマン社のオートマチックスプーラ（糸速1,000 yd/min）やアボット社のオートワインダ等の高性能自動ワインダが稼動していた。

一方、日本の戦後の復興期は、戦前と同レベルの糸速100~150 m/min 程度の QTW や、スプリットドラムワインダで復元された。

国内メーカは、QTW、次いで、スプリットドラムワインダ、続いて RTW の生産へと移行した。

3.2 大グループ自動ワインダの出現

1950年代、特需等で、急速に体力を回復した大手紡績各社は海外の新鋭機を導入した。例えば1953年、東洋紡山田工場にバーバーコールマン社オートマチックスプーラが輸入され稼動している¹⁾。

表2 巻糸機の変遷と主な出来事

昭和 (西暦)	'20 '45	'51	'55	'59	'63	'67	'71	'75	'79	'81	'83	'85	'87
I TMA開催地			ブラ ッセル	ミラ ノ	ハノ ー ー バー	バー ゼル	パリ	ミラ ノ	ハノ ー ー バー	O T M A S	ミラ ノ	O T M A S	
○QTW													
○大グループ	(アボット型)												
○小グループ (サーキュラ型)	(バーバー・コルマン型)												
○単独ノック型	シュラホースト												
○連続化・自動化 (A.C.F./A.D./ノッター)	ギルボス型												
○工程間連続化 (管系/ポビン/チーズ)	カミマツ												
○品質向上	マッハコーナ												
○情報化	(大グループ)												
	(小グループ)												
	搬送												
	(FMS化)												
	高速化・ラージパッケージ化												
	省力化												
	電子ヤーンクリーナ												
	定長装置												
	モニタリングシステム												
	リンクコーナ												
	(ロング精紡機)												
	多品種小ロット												
	短サイクル												
	省エネルギー化(集中フロー化など)												
	スプライサ												
	円高ドル安												
	高度成長期 労働力不足 資金の高騰												
	電気料金の値上												
	高付加価値 差別化												
	オイルショック ニクソン・ショック												

図5 巻糸工程の近代化
(日本紡績協会資料)

	Travelling Knotter Stationary Winding Unit	Stationary Knotter Travelling Winding Unit
Large group	50-300 drums 	50-200 drums
Small group	10-50 drums 	8-32 drums
Single Unit	Stationary Unit and knotter with one by one 10-96 drums 	

図6 オートワインダの種類

	糸速 m/min	生産量 kg/D.H.	持ち鍾数 D/人	生産量 kg/H. 人
Q TW	100~ 300	0.34	—	—
R TW	400~ 600	0.84	48	40.32
大グループ機	600~1000	0.65	76	49.4 {A.C.F. A.D.
小グループ機	800~1200	1.28	125	160.0 {A.C.F. A.D.
単鍾単独ノッタ機	800~1200	1.56	314	489.84 {A.C.F. A.D.
(例示)		(C-20Ne)	(C-20Ne)	(C-20Ne)

図7 近代化比較 (日本紡績協会資料)

1954年には、国内でもアボット社のオートワインダがライセンス生産開始した。

この機械は主としてウール用のカムトラバース方式であったが、綿糸用にロータリトラバース方式を採用したロングワインダが国内メーカ各社から開発された。

これらの機種は、少品種大量生産対応の国産機として広く採用された。

1960年代には連続自動紡績システム (CAS 東洋紡他) が実用化され、巻糸工程では、自動管糸供給装置として管糸のリザーブコンベア、供給管糸口出し装置、巻取ユニットへの管糸自動供給、途中糸切れの糸継装置などが開発され、システムに組み入れられた。

1960年~1970年はこの様に大グループ自動ワインダの全盛期であった。

3.3 小グループ自動ワインダ

1970年代、海外ではすでにサーキュラ型 (トラベリングユニット型) の10~32ドラム機 (シュワイタ、ギルボス等) や単鍾機 (固定ユニット型、シュラフォースト、サビオ等) の高性能機が出現して、高速化、自動途中糸継ぎ、巻取停止時間の短縮化等の高効率化及び、多品種少ロット生産に対応した。

この情報は、早々に国内に反映され、1964年には、サーキュラ型のギルボスワインダが国内メーカによりライセンス生産され、又、単鍾機も国内メーカで開発された。

自動ワインダの主要装置として、

① ノッタ：機械式ノッタには、フィッシュマン型とウィバース型がある。自動ワインダの発展は、自動ノッタの性能に左右され、その性能向上、安定化、

図8 卷糸工程の近代化 (日本紡績協会資料)

量産化とともに1ノッタ多錘型、単錘単独ノッタ型へと展開した。

② ヤーンクリーナ (スラブキャッチャ)：糸品質向上の要望から、機械式スラブキャッチャは、電子式ヤーンクリーナに転換され残留欠点は飛躍的に減少し、後部工程の操業性向上に大きく貢献している。1970年には約13%の採用率であったが、1980年には約56%まで増加した。

③ 定長装置：従来、管糸の本数や直径で規制していた玉揚方式から、糸長揚げ定長方式が開発され、整径工程での糸長不揃による糸ロスを減少させた。

④ モニタリングシステム：情報処理システムの進歩により、モニタリングシステムが実用化され、巻取幅の糸切れ、効率、生産量や不良錘のチェック等、データ収集、分析をして、生産、品質、保全管理を行っている。

⑤ ニットへの対応：糸解舒性の向上を図った9°15'コーンの品質向上策として、綾落ち、端面落

ちの防止、巻密度 (ドラムトラバース比)、ウィバースノッタの性能向上等が開発実用化された。

3.4 工程間連結化 (精紡↔巻糸間の管糸及空ボビンの移送)

1970年代高度成長期には賃金が高騰し省力化が当面の課題であった。このため、管糸はマガジン及管糸箱で自動搬送され、ワインダに自動供給するシステムが、種々開発された。

3.5 オイルショック対応

オイルショックによる大不況の対応として省力化に加えて、省エネルギー化、高付加価値化が要望され実施された。

① 省エネルギー化：その1つの具体化が集中ブロワシステムで、機台内のサクシオン用ブロワを除き、大型、集中化して別置し、ワインダ間をダクトで連結する方式で、従来方式に比して、約30%以上の省

図9 マッハスプライサ
(村田機械カタログ)

2-2. 継ぎ見本 Ne 5

短繊維 (綿) Ne 40

機械式ノッター (ウィバース)

マッハスプライサ

仕掛糸：綿100%・Ne 30
組 縦：平編フリス編 (リブ)

図10 編物
(村田機械カタログ)

エネルギーを達成した。

② 省力化：工程間の自動連結化（管糸、ボビン、パッケージの搬送）が、更に積極的に推進された。

③ 高付加価値化：ITMA-'83ミラノで発表されたスプライサの開発が代表的なものである。機械式糸結び目に比較して、スプライサの糸継ぎ目の強度は若干低下するが（約10～15%）実用上の支障はなく、形態は美麗である。糸継ぎ目の太さも単糸の約1, 2倍であって、機械式糸結び目の4倍と比べて均斉である。この効果として、後部工程（整径、糊付、製織編等）での糸切れが減少した。

スプライサには、エア方式が主流であるがツインディスク方式もある。又、スプライサの保守工数は少なく、特にセラミックカッタを採用してからはほとんど不要である。

ちなみに今日の国内出荷機の約99%はスプライサ仕様である。

又、スプライサの効用として、継ぎ目が欠点とされない点が着目され、精紡管糸の小パッケージ化によるスピンドル回転数の高速化で生産性向上、省エネルギー化を図る、高速精紡機への再度の挑戦が始まっている。

さらには、精紡機と自動ワインダを1対1で直結するシステムが実現した。メリットとして、① 少ロット生産に最適、② 品種切替が容易で短時間で済む、③ 品質管理、保全管理が容易、④ 据付面積の節減及び将来の無人操業への1ステップ等が挙げられる。

精紡機が多錘化（現在 MAX 1,200錘）、傾向も実現の一助となっている。

3.6 今後の課題

- ① 高速化
- ② スプライサの完成
- ③ 完全なモニタリングシステムの完成
- ④ 完全なクリーニングシステムの完成
- ⑤ 全自動化→無人化
- ⑥ メンテナンスフリ化（自己診断、自動保全化）
- ⑦ 自動パッケージ検査化

などが挙げられる。

参考文献

- 1) 東洋紡百年史
- 2) 繊維技術ニュース, 423, 446, 484, 500, 592号
- 3) 化繊協会調査資料 No. 323
- 4) 村田機械, カタログ及び資料