紡 績

新 井 克 育

1. はじめに

昭和48年に始まったオイルショックは全産業分野に致命的とも思える打撃を与えたが、以後の10年間における対応策は業種により大きく異なっていた。先端技術分野では半導体のICからLSI、更に超LSIへの飛躍、光通信技術の実用化、パソコンの普及、CAD/CAM、ロボットの活用によるFA化の進展と枚挙にいとまのない新技術の開発、新生産方式の採用とそれに基づく新分野の開拓により、オイルショックを完全に克服し、それ以前に比べ一層の発展を遂げているところが多い。これに反して素材産業分野では立直りは遅く、その殆どがオイルショックの後遺症に苦しんでいるのが現状であろう。

特に紡績業界は世界的需要の停滞と途上国との競合に苦しみ、それを克服する画期的な技術革新がなかったために、環境変化を克服できないまま縮小均衡となっているのが現状である。表1は吾国における綿タイプ紡績糸の過去10年間の生産実績を示したものである。内容の変動はあるにしてもこの10年間に17%の大幅な減産となっていることが判る。この結果として吾国の大手紡績会社の決算は特殊な数社を除き殆どがかなり苦しいものとなっているのは周知の事実である。

表1 綿タイプ紡績糸生産の推移

単位：千トン

	綿 糸	スフ糸	ポリエステル 紡 績 糸	以上計
S 47	555.1	203.2	231.3	989.6
48	554.9	181.9	243.2	980.0
49	511.4	145.8	219.4	876.6
50	460.5	108.5	195.2	764.2
51	498.3	119.8	235.4	853.5
52	440.9	98.6	219.8	759.3
53	447.9	107.3	237.8	793.0
54	507.7	126.0	265.2	898.9
55	503.8	111.1	269.4	884.3
56	455.5	96.9	255.2	807.6
57	470.2	92.6	262.6	825.4

Spinning Technology

YOSHIYASU ARAI

TOYOBO CO., LTD.

東洋紡績株式会社 技術部・部長

一般に画期的な技術の発展は設備の新增設や更新投資が活発に行なわれる発展過程で可能となることが多い。

また逆に画期的な技術が開発されれば、それを母胎としてその産業自体が再び活力を取戻し、その技術をもとに新しい製品分野が拓けるのが普通であるが、紡績においては残念ながらこのようなインパクトを与える新技術はこの10年間出現しなかったと言わざるを得ない。

しかしながら技術の発達をうながすもう一つの要素として、現状の行詰りを打開しようとする強い共通のニーズがある。この点に関しては紡績業界は過去数十年來、極めて強い共通の技術開発のニーズを持ち続けた特異な業界ということもできる。すなわちリング精紡機の宿命的な低生産性と、労働集約的生産形態の抜本的改善は、紡績に携わる者すべてに共通する夢であり、紡績技術の研究開発の殆どがこれに集約されて来たということができる。

特に1967年のローター式OESの開発成功以来、精紡技術の革新化の研究開発が本格化し、OESに続く新しいアイデアの精紡技術が次々と開発され、紡績における中心的話題となっている。その中のあるものはアイデアだけで、あるものは試作されたが実用に至らずに消え去り、ごく少数のものだけが業界でその可能性を実用テストされている状況にある。

紡績技術はその原理がいかにすぐれていても、またその生産性がいかに高くても、作られる製品が従来の製品（主としてリング糸）と異なる場合は、仲々業界に受け入れられない宿命があり、他の産業と事情を異にしている。衣料品が単に実用的価値だけでなく、消費者の嗜好による面が強いだけに、業界の製品に対する考え方が保守的であり、新技術が仲々定着しないうみがある。この点が紡績技術の革新化を大きく阻害しており、この事情は物の有り余る今日の西欧社会では簡単に解決できない問題ではあるが、この点を放置しては紡績の革新は一向に進まず、世の中の進歩から紡績だけが一人とり残されてしまうことにもなりかねない。

2. 紡績技術開発の動向

紡績技術は1960年代に既存技術の改良が積極的に進められ、設備、技術面で面目を一新したが、特に1967年にチェコスロバキアでBD200が開発されるに及び、

精紡技術の革新化が技術開発の中心テーマとなり、1970年代はOESの改良と普及、さらにOES以外の革新的精紡技術への挑戦が行なわれ現在に至っている。この間前紡、ワインダ工程の自動化、高性能化の研究も進められてきたが、革新紡績開発の蔭にかくれて大きくクローズアップすることはなかった。ただ最近になってエレクトロニクス、特にコンピュータ、ロボット等自動化周辺技術の急速な進歩と、その低価額化が進むにつれて、工程のシステム化による徹底した省人化、さらに無人化紡績工場の構想も検討されるようになってきている。

従来紡績技術、とくに紡機の開発は殆どが紡機メーカーによって進められてきたが、革新紡機の開発においては開発主体が大きく変わってきていることも特筆すべきことである。OESではSchlafhorstやSavioなどワインダメーカー、吸着フリクションOESでは不織布機械メーカーのDr. E. Fehrer社の参入、結束紡績においてはDu Pont、東レをはじめとするファイバメーカーやワインダメーカーの村田機械の参入など紡績技術、設備開発の地図がぬり替えられつつある。また超高速紡糸の可能な無燃系分野ではオランダの通信機メーカーのSignal社やカナダの独立研究所のBobtex社など繊維と関係のなかった企業の参入が目につく。

これに反して専業紡機メーカーは嘗て米国のメーカーが完全に姿を消して話題になったが、最近では紡機メーカーの始祖として世界の紡績産業を育てた英国のPlatt社が経営に行詰りHollingsworth社に買収されたことは耳新しいことである。革新紡績の分野では従来式の単なる性能の向上、改良ではなくアイデアとそれを実用機に具体化する開発力、技術力が勝負であり、今後の展開は更に多様化してくるであろう。

3. 革新紡績技術の動向

繊維束に連続的に燃を与えて糸を形成する方法は有史以前から用いられた原始的方法であるが、紡績技術の歴史はこの原始的とも言える加燃技術の改良の歴史であったと言っても過言ではない。

1828年にJohn Thorpによって発明されたリング紡績法は、紡績技術を飛躍的に発展させ、これをベースとして戦前すでに近代紡績技術は確立されていたと言える。

戦後の生活の高度化、他産業の発達に伴う省力化、高品質化、コストの引下げ等の強い合理化ニーズは、材料、機械加工、電気、エレクトロニクス等の周辺技術の進歩に支えられて、リング紡績法に一層の磨きをかけ、1960年代には技術的に既存紡績技術は成熟の域に達したといえる。しかしながら加燃の必要性からリング精紡機の生

産性の本質的弱点として残されたままであった。1967年のロータ式OESの開発は、このリング紡績法の行詰りを打破し、紡績技術が古来の原始的加燃原理から脱却し、新しい紡績の可能性を拓いたという意味で記念すべき歴史的出来事といえよう。このことはまたリング精紡機の独占時代に終止符を打ったという意味も大きい。ロータ式OESはその後改良を重ね、近代紡機として着実にその地歩を固めつつあるが、OESといえども実燃をベースとしているため、その速度には自ら限界がある。このロータ式OESの速度の壁に挑戦する試みが1970年代に活発に行なわれ、次々と発表されたがその多くは実用化にまで至らず今日に至っている。その中で1981年大阪のOTEMASで発表された村田機械のMJSに代表される結束紡績法は、実燃から脱却した新しい糸形成原理で従来の紡績糸に極めて近い糸を高速で紡出可能であり、ポストOESとして大きな期待が寄せられている。また昨年のミラノのITMAでは吸着フリクション式OESが目目を一新して再登場し大きな話題を呼んでいる。これらは今後の改良、製品面での評価など実用面での研究評価をまたねばならないが、紡績革新化の本命として充分期待できる。

その他の方式は、それぞれ特長はもっているが、糸質が在来糸と大きく異なったり、汎用性に欠け大きな期待はもてない。ここではこれまでに発表された種々の紡績法を糸形成の原理に基づいて分類し、表2に示し、主要

表2 紡績法の分類

なものの動向について概要を記す。

(1) OES

パッケージを回転することなく、高速で実燃を与える OES は表 2 に示す如く、種々の方法が検討されてきたが、現在ではロータ式 OES と吸着フリクション式 OES が実用化されている。

ロータ式 OES については今更説明を要しないが、開発以来 17 年を経て実用機として定着し、徐々にではあるがリング精紡機を侵蝕しつつある。特に高速化、自動化の面では長足の進歩を示し、その進歩の速さは原理面での合理性を証明しているといえよう。すなわち当初の BD200 ではロータ速度は 3 万内至 3 万 5 千であったが、現在最高のものは 10 万回転も可能とし、事実 8 万回転でコマーシャルに操業されている。また自動糸継ぎ、自動玉揚げも殆どのメーカーが標準仕様化し、高生産性と省力性の面で紡績近代化に大きく貢献している。ただ吾国では製品市場の保守性と業界体質の問題から導入はあまり進んでいないが、欧米、特に米国では積極的に導入され、太番手分野の OES 化が急速に進みつつある。

用途的にはデニムではすでに OE 糸が標準化し、テリー、ニット分野でも積極的に使用されていると言われる¹⁾。米国ではこのため超高速、完全自動化された第 3 世代の OES が更に積極的に導入されていくであろう²⁾。吾国の事情とまことに対照的である。図 1 に第 3 世代の OE 機を代表する Schlafhorst の Autocoro の写真を示す。

OES の糸質については各社それぞれ工夫改良を行っているが本質的には変らずリング糸に比べ強度は 20 % 位低い。紡糸番手はポリエステル綿混紡で 45 番手も可能としているが、実用的には 30 番手までであろう。経済性からはやはり 20 番手以下の太番手に適した紡績

法とすることができる。

一方吸着フリクション式 OES (以下 F-OES と略す) についてはオーストリアの Dr. E. Fehrer 社が 1975 年にカーペット用の極太番手用の DREF と称する実用機を開発し、特定用途である程度の実績をあげて来た。その後改良を続け DREF II を、更に 1982 年には DREF III を世に出した^{3,4)}。DREF III は図 2、図 3 に示すように、吸着ローラーの加撚軸方向にエプロンドラフトされた別のフリースを供給し、コーミング解繊されたファイバーと吸着ローラ上でシース・コア混合し、複合糸を OES で作るものである。DREF III では綿、レーヨン、ポリエステルなどの衣料用繊維 1.5 d×3.8 mm も使用でき、16 番手まで紡出可能としている。このため開織ローラーを大幅に改良している(図 4)。DREF III は従来太番手、高生産を特長としていたが、用途的に限定されるため、汎用性を高めるために短繊維用に改良したと思われるが、構造的に複雑すぎ実用性の点では問題が多いと思われる。

F-OES として英国の Platt が昨年の ITMA に短繊維用に新たに開発した Masterspinner を出品し大きな話題を呼んでいる。展示会では綿糸 30 S を 200 m/min、アクリル 24 S を 250 m/min の超高速で紡出した。これは実燃紡績としてはこれまでの新記録であろう。図 5 に示すように従来のロータ式 OE 機と殆ど同じ外觀仕様で

図 1 Schlafhorst 社の Autocoro

図 2 DREF III の構成図

図 3 DREF III の原理図

図4 DREF IIIの解繊部

図5 Platt 社Masterspinner 全景

図6 Platt 社Masterspinnerの構造原理図

あり、短繊維専用で生産性の高いこと、中番手まで可能という点では極めて大きな進歩といえることができる。糸質が満足されるならば次世代OE機として大いに期待できよう。

Masterspinnerの構造、原理は図6に示すように、解繊された繊維流が一对の吸着加燃ローラー表面に $25^{\circ} \sim 30^{\circ}$ の角度で、糸の引出し方向と反対方向に吹きつけられる。吹きつけた空気流が乱れないようにサクションされていること、一对の吸着ローラーの一方はパーホレートされた金属ローラーであるが、他方はゴムまたはウレタンで被覆されている。フリクションによる加燃効果をも高めるためと思われる。詳細は明らかにされていないが、かなりの工夫がなされており、OESの新たな展開として注目される技術である。

(2) 結束紡績法

ここ数年、紡績技術開発における最大の話題はトルクジェット仮燃による結束紡績法の実用化であろう。

結束紡績法は平行繊維束にエア・トルクジェットで仮燃を与え、その解燃トルクにより毛羽繊維を糸軸の無燃の繊維束のまわりに燃回し、巻付けコヒージョンを与えるもので、原理的には実燃はなく、紡績系構成原理としては全く革新的なものである。リングやOESのように機械的回転体を持たないため設備的にも単純化でき、超高速化が可能である。またエア・ジェットによる仮燃付与ということから太番手よりは中細番手に適し、OESと競合することは少ない⁷⁾。

この原理はDu Pontによって20年以上も前に発見、開発されたもので^{8,9)}、1972年頃Du Pontは自らプロデューサーズ・スパンヤーンとしてアクリル100%の結束糸をNandelの商標で発売したが、1,2年で生産を中止したいきさつがある。

その後この原理を短繊維紡績に適用する研究が、特に吾国で積極的に進められてきた。

東レは自社専用機を開発し^{10,11)}、ポリエステル100%を中心にすでに実用生産中であり、フェース、シャミラン等のブランドで差別化系として展開している。これはDu Pontと同じ進み方といえよう。

一方機械メーカーでは村田機械がいち早くこの開発に取組み、実用機を完成させ、1981年のOTEMASで公開して世界の注目を集めたことはよく知られている¹²⁾。図7に村田機械のMJSの構成原理図を示す。

また昨年のITMAでは村田機械の他に豊田自動織機、豊和工業もそれぞれ独自に開発した結束紡績機を展示し、世はまさに結束紡績機の開発競争時代に入った感がある。図8に豊田の結束紡績機の全景を示す。

OESは当初、綿100%からスタートしたが、結束紡

図7 村田機械MJSの構造原理図

図8 豊田自動織機の結束紡機の全体図

は合繊からスタートし、現在綿と合繊の混紡糸を主対象としている。結束紡績はDu Pontの例でも判るように牽切紡と連動し tow-to-yarn 方式も可能であり、今後幅広い展開が期待されるところである。結束紡の採用については欧米企業は積極的で、特に米国ではMJSはすでに200台近い実績をもつと聞いているが、日本では製品評価がうるさく今一つ進んでいない。業界の保守性が今後の紡績業界の競争力にどう影響するか危惧される。

(3) その他の革新紡績法

OES、結束法を除いた革新紡績としては、無撚糸法に属するSignal Twilo、Bobtexが昨年のITMAにも展示されたが、特に目新しい点はない。ただこの方式は無撚であるだけに超高速が可能でBobtexは最高1000 m/min、Twiloは600 m/minが可能としている。糸質が全く異なるだけに紡績の主力となることは考えられず、

ごく限られた用途に限定されよう。また仮撚機メーカーのARCTがRS-200、一般にNovacoreと言われるベルトフリクション方式の交互撚糸式的高速コアヤーン機を開発しているが実用性は疑問である。同じARCTがRS-300と称するインターレースによる高速紡績を展示したが、糸質は不十分でありこれも可能性は少ない。図9にRS-200の原理図を示す。

図9 ARCTのRS-200 (Novacore)の原理図

革新紡績は今後共新しいアイデアを求めて探索がなされるであろうが、一方では既に開発されたものの改良、普及と革新紡にに適した製品開発、用途開発に一層の努力が払われねばなるまい。

4. 既存技術分野の動向

革新紡績は業界に極めて大きなインパクトを与えてはいるが、現実面ではリング紡績法がなお主流を占めており、その意味では既存技術分野での開発、改善も重要な関心事である。しかしながらここ数年間における既存分野での技術進歩はまことに遅々たるもので特筆すべきものは極めて少なかったように思われる。

紡績工程合理化のニーズとしては、高速LP化、自動化による省力、更に今後の課題として搬送の自動化、システム化、工場全体のシステム的管理法、多品種生産に対応できるFMS化などが考えられる。また付加価値の増大という面からの新製品化技術、品質向上技術は今後のソフト指向の時代に益々重要性を帯びてくるものと思われる。注目すべき技術としては、

図 10 篠巻および管糸搬送システム

(1) 村田機械がマッハ・コーナー用に開発したスプライサー¹³⁾は、これまで紡績糸では不可避と考えられていた結び目をなくし、ノットレス・ヤーンを実現した点でその意義は大きい。これは単に品質面の効果以外に、紡績の操業の考え方、更に機械、編機の効率向上などその波及効果は極めて大きいと考えられる。Schlafhorst, Savio など主要ワインダメーカーも追従しており、今後急速に普及するものと考えられる。

(2) 豊和工業は最も人手を要する粗糸、精紡のハンドリング、搬送を完全に自動化、システム化する要素技術を確認し、システム例を展示した。これは本体設備、工場レイアウトにも係る大掛りなものだけに新設工場以外では簡単に適用することは難しいと思われるが、将来のリング紡績工場の一つの雛形として有意義である。図10にこの構想図を示す。

豊田自動織機はOESをベースとし、コンピュータで全システムを管理する無人化工場の構想を発表している¹⁴⁾。

これらはいずれも完成されたものではないが、技術的バックグラウンドは実現可能な状態にあると考えられる。

今後のソフト技術の進展と共に徐々にではあるが、工場管理のシステム化が進むものと期待したい。

(3) 最近精紡機とワインダを連結した方式を各社が開発しているが、これは約20年前にも試みられたものが、時代の要求、設備信頼性の向上によって再度とり上げられたという点で興味深い。図11にこの一例を示す。これは一斉揚げ方式のオート・ドッファを前提としたもので精紡パッケージを小さくし、高速運転を前提にしたものと思われるが、小ロットFMSという点では有効であろう。

この他ワインダのチーズを台車に移す作業に汎用ロボットを活用した例や、従来のベール・プ拉克カーに替り床上に整列した多数のベールからコンピュータの指示によって移動しつつ綿房を掻きとるタイプのベール・オープンナなど、紡績も漸くコンピュータを備えた設備が登場し注目されている。

図11 精紡機とワインダの連結

5. む す び

紡績技術は現在重大な岐路に立たされていると思う。

OE機の着実な進歩、結束紡績の実用化など紡績の技術革新は急速に進みつつある一方で、現実の工場では10年前と殆ど変わらない設備が稼働しているのが実状である。

紡績のように製品のデリケートな品質を重視するソフト指向の産業においては、生産性だけが問題ではないが、ここまで来た革新技術を充分活用できないのは勿体ない話である。これら革新技術をいかに有効にシステムの中にとり入れるか、そのソフトの開発研究こそ吾国の紡績技術者に課せられた最大の課題ではないだろうか。

参 考 文 献

- 1) Text. World [5] p.50 (1983)
- 2) Text. Month [2] p.27 (1983)
- 3) Text. Prog., 11 [2] p.13 (Text. Inst.)
- 4) Text. Month [10] p.20 (1982)
- 5) 特開昭 56-96919
- 6) 特開昭 56-101919
- 7) 新井; 織機誌, 26 [6] (1973)
- 8) USP 3,079,746
- 9) 特公昭 43-28250
- 10) 浅野他; 織機誌, 35 [3] (1982)
- 11) 特公昭 52-43256
- 12) 中原; 織機誌, 35 [9] (1982)
- 13) 松井他; 織機誌, 35 [3] (1982)
- 14) 東岡; 織機誌, 35 [1] (1982)

(昭和59年1月25日受理)