

新しい精紡方式の開発

大阪大学工学部 堀 川 明

1. ま え が き

紡績工程を大別すると、①混打綿工程、②梳綿工程、③練条工程、④粗紡・精紡工程の四つになる。混打綿工程では、原料綿の固く締った塊を細かく碎き、ほこりや異物を除き、一本一本の繊維が完全に分離し混合するまで原料を解きほぐす作用が行なわれる。こうして得られた繊維の集団は、方向がまちまちで、このままでは細い糸状のものにすることができない。つぎの梳綿工程で、繊維の方向が一方に配列され、太い棒状の連続体が構成される。棒状の繊維連続体をスライバと呼んでいるがこのスライバの太さのむらを均一にする練条工程を終えて、これを細くし、よりをかけるのが粗紡・精紡工程である。

紡績工程の中で、生産高に最も大きな影響のあるのは梳綿工程と精紡工程とである。

精紡機の高性能化にはいろいろの方法が考えられるが要するにスピンドルの回転数に比例して生産高は大きくなる筈である。ところがスピンドルの回転数を20—30%上げるだけでもいろんな欠陥が表われて来る。現在最も広く用いられている精紡方式はリングとトラベラを使用する方法で、糸はリングに沿って滑走するトラベラによって案内され、よりかけられ、トラベラとスピンドルの回転数の差だけポビンに巻取られる。紡出ローラから送り出された糸によりを加えるため、糸はスピンドルによりトラベラを介して高速にねじられるが、糸自体もトラベラによって振り回される。このとき糸は空気抵抗のため3次元的な曲線を描きながら、紡錘形の表面に沿って回転する。これをバルーニングと称しているが、この空気抵抗により糸に付加される張力が、ある場合には糸を切断せしめる程度に大きくなる。現在用いられている精紡機のスピンドル回転数は綿紡の場合、ほとんど10,000 rpm 以上で、12,000 rpm はすでに珍らしくなくなっているし、15,000 rpm のものもある。さらに極く最近では、20,000 rpm も試されている。このような高速回転になるとバルーニングにより生ずる糸の張力もかなり大きくなる筈である。また、トラベラは直径1 mm 程度のワイヤをC字形にまげたもので、リングのフランジ

にはまって滑走するが、このトラベラにはさらに糸が通っていて、糸によりをかけると同時に、糸をポビンにきれいに巻いて行くときのガイドの役目ももっている。リングの直径は約70 mm 程度であるから、トラベラの回転数が10,000 rpm のとき、トラベラは126 km/hr の速度でリングと摩擦していることになる。その摩擦熱のためトラベラが焼け飛んでしまうことは今でもよく見られる。また高速化によるスピンドルの支持方法にも問題がある。一時、空気ベアリングの利用なども考えられたが実用には供されていない。スピンドルにはポビンがはまってをり、糸はこのポビンに層を成しつつ巻取られてゆく、スピンドルに付加される重量は時間的に一定割合で増加して行くし、スピンドルと糸を含めた回転体の重心もわずかに移動する。スピンドルのわずかの振れが糸切れに悪影響を及ぼすことは明らかである。

以上、高速化に対するいくつかの問題点をあげたが、従来のリングとトラベラによる精紡方式を固執するかぎり、これらの問題点を1つずつ解決して行かなければならない。わが国で精紡機の錘数の制限が行なわれても、回転数の規制までは行なわれていない。もしも非常な高速(目下のところ20,000 rpm が目標)が得られたならば、それは10,000 rpm の精紡機2台分の生産力をもつことになる。

一方、こうした従来の型の精紡方式による高速化に切りつけ、全く別の観点から高性能化を達成しようとする研究が、昨年あたりから急に内外の文献で見えはじめた。世界的に綿紡績の研究で名高い、アメリカ農務省のSRRL 研究所(ニューオルリーズ)を昨年訪問したさい、そのRusca 綿紡研究部長と2時間にわたりドラフト理論で討議した後で、将来の精紡方式は?という問いに対して彼は即座に次節(c)項で説明するような、リングとトラベラを使用しない新しい精紡方式を示した。

2. 新しい精紡方式

精紡方式の困難さは、糸のよりかけと巻取りという全く異質の動作を連続的にしかも同時に行なわねばならないことである。リングとトラベラとの組み合わせは、それら両者の摩擦力を巧妙に利用した方式であるが、高速化

いう点ですでに限界が見えはじめています。つぎに最近作られ、一部実用機も出ているリング、トラベラを使わない精紡方式のいくつかを紹介しよう。

(a) J. Meimberg のコームスピニング¹⁾

図1はこの紡績法の原理を示したもので、円板PはシャフトSのまわりを自由に回転し、その回転数は r_p である。 R_s はシャフト端に取付けられたローラで、シャフトSと同じ回転数 r_s をもっている。 R_1, R_2, R_3, R_4 はシャフトに取付けられた歯車で駆動され、針布Lを前進させる。 R_1-R_4 の周速は R_s と同じになるよう設計されており、四つのローラの軸は、それぞれ円板P上に固定されている。 r_s, r_p の大きさを図の矢印のようにとると、この装置は右へ回転しながら針布は円板上を左へ小さな相対速度 v で移動する。

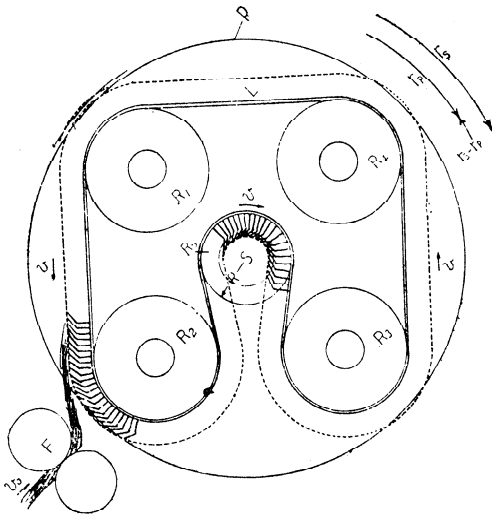


図 1

Fから繊維を供給すると、円板は高速で回転しているので、針布は四つの角で繊維をすき取る。円板が1回転すると針布も前進

きに繊維をすき取る。こうして順次すきとられた繊維は針布により円板中心部に運ばれる。このとき円板中心から針布の相対速度 V で繊維群を前方に引き出すと、円板が回転しているので繊維束はよりがかけられ、糸となって引き出される。こうして紡出された糸

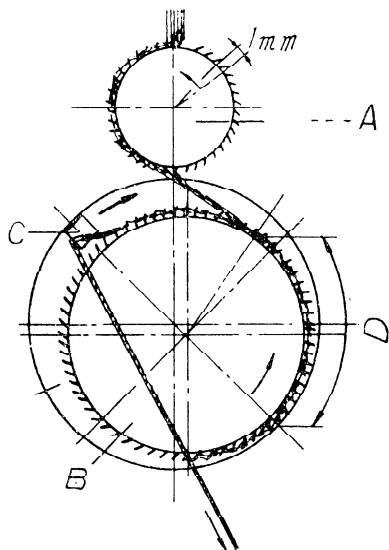


図 2 Meimberg の方法

は直接チーズに巻くこともできるし、さらに連続的に次の工程に送ることも可能である。

図2は同じく Meimberg の方法である。繊維束はピンを植えたローラAによって少しずつ供給され、コーミングローラBでドラフトされながらその表面に堆積して行く。最後に分離装置Cで引き離されて糸になる。BはAより高速で、CはBよりわずかに速く回転し、B上の繊維を離脱させる作用をもっている。C自体はBとともに回転しているので、引き出された繊維束によりがかけられ糸を形成する。よりかけと巻取りとが全く分離されているので、巻取りに高速回転を必要としない。しかし円板Bには、その他の回転駆動装置も組込まれているため円板Bにどれだけ高速回転が許されるかが問題である。

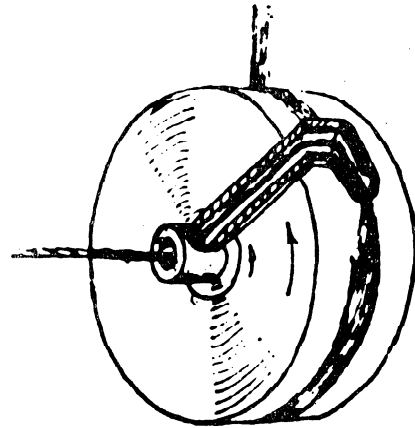


図 3

図3も Meimberg の設計による新しいコームスピニングの方法で、上部から供給された繊維束は、周囲に針布を巻いたドラムですきとられ、ドラフトされる。一方このドラムと同方向に、わずかながら遅れて回転するL字形のチューブがあり、繊維はこのチューブを通して回転中心の孔から前面に引き出される。ドラムの回転によって繊維束によりがかけられるが、このよりはドラム中心から、L字形チューブ内を経て、その先端部まで及び、そのよりによる拘束力が、繊維をドラム表面から離す作用をしている。L形チューブは、粗紡機のノライヤとよく似た作用を持っている。

以上は J. Meimberg の考案によるコームスピニング方式である。綿紡における精紡機と同程度の生産をあげるためには、コームドラムはやはり 10,000~20,000 rpm させなければならない。よりかけと巻取りとが一応分離できたとと言っても、まだかなりの研究が必要であろう。現在 Spinnbau 社で実用機が作られているが、主にそ毛糸用であって、綿の高速精紡機にくらべて、その生産性はかなり低く、まだ研究の余地がある。

(b) A. Barker の不連続 break spinning²⁾

繊維束によりを与えるためには、一方の端をねじらなければならぬ。精紡におけるよりの付与位置から両側には、一応無限長さの原料繊維束と糸とがあると考えてよい。もしも両側のどちらにもねじり運動を与えないでよりかけを行ない得るならば、精紡機の高速度に極めて有利である。それは、両端の大きな糸玉を、よりかけのため高速回転させないですむからである。

しかし、原料繊維束と紡出糸との間で、一度繊維束をバラバラに分解切断し、そこでよりを与えてしまつて糸に形成してしまえば、これまでの精紡方式のように、供給繊維束と、紡出糸との間に相対的なよりのための回転を必要としない。バラバラに分解・切断した繊維束によりを与えるためのエネルギーは、糸玉を高速回転させるためのエネルギーよりも極めて小さく、加撚装置さえ適当なものが設計されれば理論的には、100,000~200,000rpmのよりかけも不可能ではない。このような精紡方式を break spinning と呼んでいる。

図4は A. Barker の考案した不連続ブレーク精紡方式の原理図である。原料繊維束は図の上部の1組のローラから少しづつ供給される。下部のローラは相互に一定のクリヤランスを保って回転しているが、図の左側のローラの表面の一部には洗濯板のような溝付きの板が突出して、この高さが、ちょうど

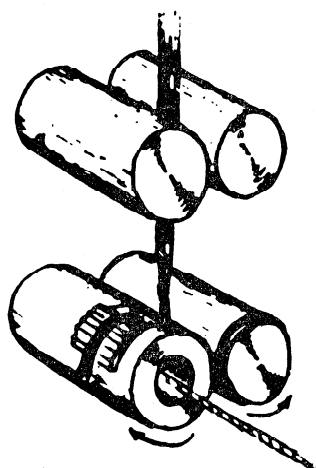


図4

右側のローラと接するようになっている。下部ローラは高速回転していて、洗濯板の部分で上から供給される繊維束を少しづつつかみ込んで回転する。ここで breaking が行なわれている。下部左側のローラ表面には、その中心方向に向う孔があり、中心部から直角に軸方向にも孔が開いている。洗濯板上の繊維の房は、よられた糸と、上記のガイド孔で連結しており、糸を引張り出すと、繊維房先端によりがかかって抱束されつつ糸を形成して行く。下部ローラが1回転すると1回よりがかかる。下部右側ローラを大径として駆動し、下部左側ローラを小径従動とすれば、毎分数万のよりかけを行なうことも不可能ではない。

(c) G. J. Kyame (SRRL) の不連続 break spinning³⁾

これは A. Barker の改良型ともいふべきもので、原

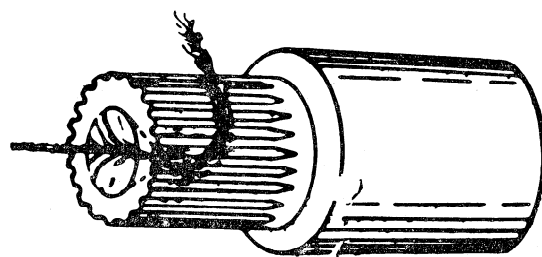


図5

理的には変わったところがない。ただし、図5に示すように、下部ローラの部分的な洗濯板上の突起の代りに、全面溝付きのローラを採用し、繊維房は、このローラの表面から渦巻状に中心部に向う孔を通して中央のよりかけ孔に出るようになったところが異なっている。溝付きローラの直径は小さくなっているけれども、供給ローラからの繊維房のつかみとりが、前節のものにくらべてより連続的になっているところが進歩である。

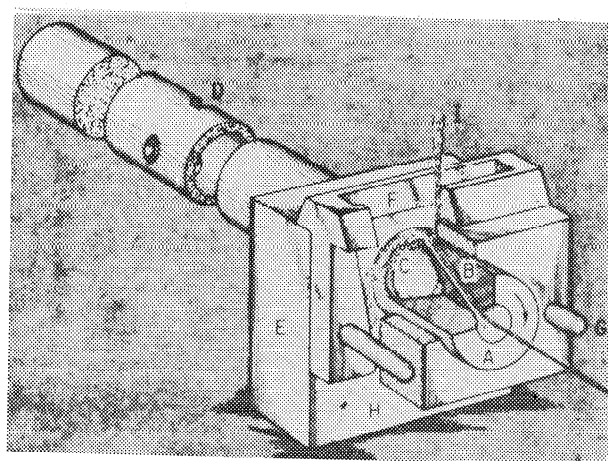


図6

図6は、同じ SRRL で一昨年開発されたものである。繊維束の原料 I はフレーム F から導入される。シリンダ A は中空で、その表面の1箇所 C は、金網でできている。このままでは供給された繊維を積極的につかまないので、D から空気を引いて低圧で C の金網上に繊維房を形成させる。この繊維の房はよりによって抱束され、B のガイド孔を通り、シリンダ A の中央部から引き出される。空気の吸引力を利用した繊維房の形成方法は前の溝付ローラにくらべてより確実である。シリンダ A の回転数は、目下実験段階で 9,850 rpm であるが、さらに高速化するよう研究が進められている。

(d) Keeler の break spinning⁴⁾

シリンダ、あるいはローラで、1回転ごとに1回繊維房をつかみとるよりも、できるだけ数多くつかみとる方が、糸の均せい度をよくする上で効果がある。図7は従来のローラドフット装置をそのまま使用し、細く紡出された繊維束を、一たん気流で解きほぐした上でよりを加

えるものである。ドラフトされた繊維束は、気流でよりかけ装置に送り込まれる。よりかけ装置のケースの内には、放射線状に多数の孔を円周表面に設けた小型のドラムがあり、これが高速で回転している。繊維はこれらの入口からドラム内に入り、放射線状に中央に集合する。ここには糸の末端があって、ドラムとともに回転している。ドラム

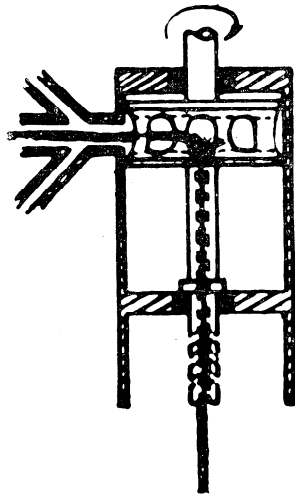


図 7

中心の繊維群は中央の糸のかけに抱束されながら中央の中空軸に引き込まれて行く。この装置も高速化ができると思うが、高速化したとき生ずる空気流と、繊維移送のための空気流とのバランスをうまく考えるか、積極的にドラムの回転による気流を利用するか、その辺が今後に残された問題であろう。

(e) M. Götzfried の流体精紡方式⁵⁾

カード スライバを、一応開織した状態で供給孔に導く、吸込まれた繊維は、初め誘い糸で右側に引き出され

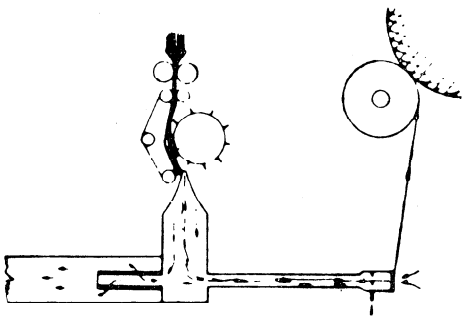


図 8

る。図の左側の補助管部には、管の表面に多数の孔がつけられているため、ここを通過する気流が旋回流になるよう設計されている。この旋回流は、右側のパイプ中にも旋回流を生ぜしめるので、繊維は渦の中でよりかけられ糸を形成する。糸がパイプから右側出るとここで直接ボビンに巻取られる。繊維の供給速度と、糸の引出し速度とからドラフト比が決まり、より数は旋回流の強さにも関係する。この方式は空気の旋回をよりかけに利用するのであるから、旋回速度を数万のオーダーに上げることは困難ではない。しかし旋回流によるエネルギーで繊維束を十分によりかけることはむづかしく、より数も一定しない要素をもっている。とくに気流についての研究が必要であろう。しかし小設備ながら実用機

が良質な糸を紡出している。

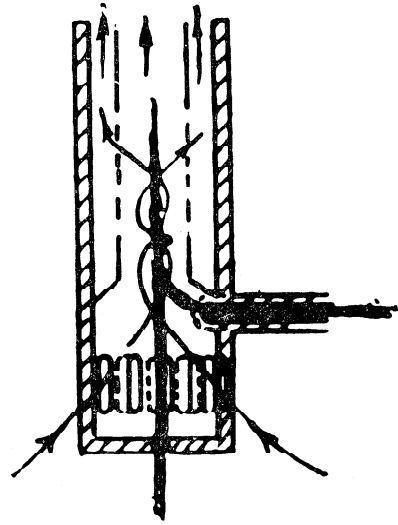


図 9

図9は改良型で、vortex spinning と呼ばれている。繊維は空気の吸引力で渦巻室に入る。渦巻室は円筒形のチューブで図の下端には空気がチューブに切線方向に流入するような孔が円筒表面に明けられており、下端の細孔から糸が引き出される。上端から空気が吸引されると側方から入った繊維束は一応ばらばらに解かれるが、渦巻室内の渦流によってよりかけられ糸を形式する。こうしてできた糸は下端から引き出される。チューブ内にはさらに図の破線で示されているような孔明きチューブがあって、繊維が広がり過ぎないように、かつ空気流が有効によりかけを行なうように考慮されている。この場合も前と同じように気流の方向と糸の引出し方向とが逆になっているのは興味がある。これは渦流による毛羽の発生を少なくするのに効果があるようである。従来、紡績の加燃に渦流を用いることは困難視されていたが、この精紡方式が実験的に成功してから、再びクローズアップされてきた。しかしなおより数の不安定、毛羽が多いことなど問題点が残るようである。

(f) 鐘紡の空気式精紡方式⁶⁾

この方式は原理的には M. Götzfried のものと同じで

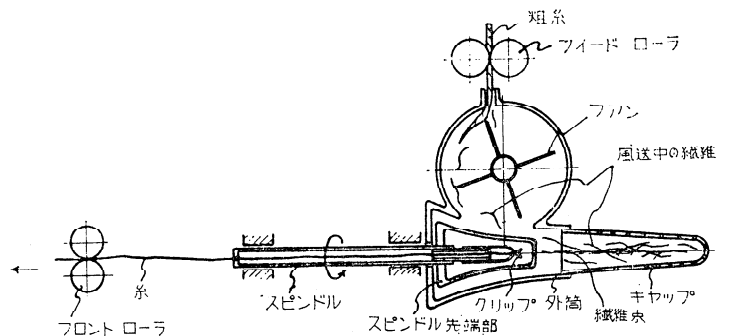


図10 空気利用紡績法の試作装置

り高速化が期待できる。

(i) Oglesby の革電気精紡⁸⁾

長方形の室の上端に二つの電極があり、この室に十分開織された繊維が送り込まれる。一方の電極はシリンダ状、他方の電極はシリンダ状電極と同一中心線上にあって棒状をし、両者の距離は供給繊維の長さよりいくらか長く取ってをく。電極に近付いた繊維群は、静電気的作用で各繊維とも真直ぐに配列され、その状態のまま集束される。シリンダ電極の外側には加燃装置があり、この回転でよられて糸となり引出される。

3. む す び

機械工学の分野では、何年も前にすでに特許になっているとか、その原理はすでに前からあったとかいうアイデアが、現代の技術的観点で見直されて、現実化することがしばしばある。例えば内燃原動機についてみてもジェット、ロケットからロータリ エンジン、ガスタービンすべてその類いである。過去に死蔵されている多くのアイデアに、現在の技術水準をもった照明をあて、それらのアイデアを将来の開発のために生かすことも意義なしとしない。

精紡方式については、現在のリング・トラペラ方式が

すでに 100年以上も前からのものであり、それ以後も極めて多く精紡方式が考案されながら実用化に至らなかったのは、リング・トラペラ方式の改良によって今日までとにかくわれわれの要求する程度の高性能化の目的が達しられてきたからであった。ところが、その方式についても今日すでに限界が現われ始めたのである。

平行繊維の束によりを加えるという一見単純な動作も機械的に高効率に行なうにはかなり高度の技術が要求される。

繊維によりを加える方法は、原理的に ①固体摩擦、②繊維間の摩擦とからみ合い、③織綿による分離、④空気流、⑤液流、⑥静電場などの利用が考えられる。さてここ数年の間にどのようなものが成功するだろうか。

文 献

- 1) J. Meimberg, Melliand Textilber. (1961)
- 2) A. Barker, J. Text. Inst. (1936)
- 3) G. J. Kyame, Text. Worl, p (1961, 1962)
- 4) Keeler, J. Text. Inst. (1962)
- 5) M. Götzfried, Z. ges. Textil. Industrie, (1959)
- 6) 浦野, ほか3名, 織機誌 (1963)
- 7) Honing Text. Res. J., (1956)
- 8) M. Panek, Man-made Text., (1962), Text. Industrie, (1962)
- 9) Oglesby, ext. Res. J., (1956)