ALD 精紡機の設計上の諸問題*

(昭和34年6月4日受理) 会 員 川 端 俊 雄**

上 関 僚 三

→ 摘 要 ←

研究目的

ALDは従来のエプロン方式とはまったく異なった類例のない牽伸方式で、エプロンの代りに4個の不銹鋼製のスライド ピースを組合せ互に位相を異にしつつ、これを前後に駆動させて粗糸の送り出しと拘束を同時につかさどるようにしたものである。われわれは1956年以来この方式の精紡機および粗紡機への実用化を企図し、設計と実験研究を行ってきたが、ここにその構造、機能並びに耐久性の面について検討を試みた。

研究結果

(1) 4個のスライド ピースは前進に遅く、後退に早い往復運動をする。この運動によって粗糸はフロントローラのニップ点のごく近くまで繊維が集中されて送り出される。

この場合スライド ピースの前進速度は $\pi d_f/D < \delta N$ の関係式を満足するように選ばなければならない。

(2) サイド ピースは粗糸の太さに応じてひとりでに溝の断面積を変化させるような構造になっている。精紡機では 100~350 grain/30 yd までの粗糸ならば溝幅を変えることなく紡出できる。

(3) ALD装置には1ゾーン システムのⅠ型と2ゾーン、1ゾーン併用式のⅡ型の2種類がある。

(4) 綿紡出の場合、粗糸が何%太まったときにトップ ピースがもち上げられるか、またその時の圧力の大きさがいくらかは第11~15図の線図によって示される。一定の限界以上に粗糸が太くなるとトップ ピースがもち上るので側圧力は一定限界以上には大きくならないことがわかる。

(5) スライド ピース回りの接触面の摩耗進行の傾向としては約 1000 hr 運転の後には初期摩耗から定常摩耗へ移ると推定せられ、スライド ピース回りの耐久性はきわめて大きい。

1. 緒 言

ALDはアボット ライン ドラフタ (Abbott Line Drafter) の略称で、繊維のドラフト コントロール装置に関するものであって、ここにラインと言うのは従来のドラフト コントロール機構がすべて回転機構を利用しているのに対して、この装置では直線運動を利用しているという意味を表わしたものである。

ALDは米国ニュー ハンプシャ州ウイルトンのアボット式オートマチック ワインダのメーカーである Abbott Machine Co. Inc. の社長 S.L. Abbott によって発明せられたもので、1956年末以降当社は同所と提携して、これが実用化をはかってきたものである。

2. 構造各部の名称

第1図はALDドラフト装置の、また第2図は組立てられたスライド ピースの断面図で、主な部品の名称はそれぞれの図面に記入されている通りである。

(第1図) ALD装置 (Ⅰ型)

①, (1a): フロント ローラ	⑧: フィンガ スプリング
②, (2a): バック ローラ	⑨: スイング アーム
③: スライド ピース	⑩: プレス スプリング
④: カム ボックス	⑪: クレードル
⑤: カム シャフト	
⑥: ホルダ バー	
⑦: スイング アーム	

* Problems in the Designing of ALD Ring Spinning Frame.

** T. Kawabata, K. Uezeki, Member. 石川製作所

(第2図) ALDスライド ピース断面図 (I型)

- ①: センタ スライド ピース ④: ガイド ピース
 ②: サイド スライド ピース ⑤: ボトム ナイロン
 ③: トップ スライド ピース シート

3. 機能の概要

ALDはさきに述べたように、繊維のドラフトコントロール装置に関するものであるが、それは粗糸に接触する面をもち、その通路を構成する4個のスライドピースが互に位相を異にして、前進、後退の往復運動をしつつ、それらのスライドピースを加圧して粗糸を四方から押えることによって粗糸の送り出しと拘束(コントロール)とをつかさどるようにしたものである。

まず粗糸の送出し作用について説明すると、スライドピースの往復運動はカムシャフトの回転につれて、スイングアームを介して伝えられるが、その運動は前進に遅く、後退に速く、しかも前進しているピースの数はいかなるときでも、後退しているピースの数よりも多くなるように、カムの形状と位相がくふうされていて、粗糸はその摩擦力の差によって常に連続的に送り出されるようになっている。カムの回転角と各ピースの変位の関係は第3図に示す通りである。なお各ピースのストロークは約3mmで、カムの断面図を第4図に示す。

カムでピースの前進をつかさどる部分は等速運動を与える形状で、回転角で約153°、後退をつかさどる部分は回転角で約27°で、わずかな区間ではあるけれども4個

(第3図) ALDスライドピースの運動

- ①: トップ スライド ピース ③: ボトム スライド ピース
 ②: ボトム スライド ピース ④: トップ スライド ピース

(第4図) ALDカム シャフト

のピースが4個とも前進して送出し力はその区間だけ増加することになるが、これは機構上やむを得ないことで、その害は逆に後退するピースがある区間同時に2個となり、送出し力が不足する場合に比べれば遙かに軽少である。

スライドピースの往復運動の速さ、プレススプリングの加圧などの紡出条件が糸質におよぼす影響については後の紡出特性に関する講演で詳細述べられるが(本文42頁参照)、ともかくスライドピースの前進速度はバックローラが粗糸を送り出す速さ以上でなければならない。したがって粗糸はドラフトゾーンで若干のテンションが与えられるわけで、ドラフト量、フロントローラの直径、スライドピースの前進速度との間には結局次の関係が成立することが必要である。

いま

d_f : フロント ボトム ローラの直径

D : ドラフト量

N : フロント ローラ1回転についてスライドピースの往復周期回数

δ : スライドピースの1往復によって送り出される粗糸の長さ

とすれば

$$\frac{\pi \cdot d_f}{D} < \delta \cdot N$$

の関係式を満足するようなスライドピースの速さを選ばなければならない。

すなわちスライドピースの速さはドラフト量の大きい場合には遅く、ドラフト量の小さい場合には速くするべきであるが、繊維の長さや種類によってもスライドピースの速さは糸質に有意な影響を与える。

一般に送出し力の変化の糸質におよぼす影響をなる

べく少なくするためにスライド ピースの往復周期はある程度以上速い方がよいが、その反面フロント ローラの引抜力の変動による粗糸張力の変動を喰い止めるためには $\pi \cdot d_f / D$ と $\delta \cdot N$ の差が少ない方がよいわけである。したがって綿のような短繊維のものでは速い方がよく（もちろんこの場合限度がある）、羊毛のような長くかつクリンプの強い繊維に対しては遅くすべきである。

次にスライド ピースが粗糸を拘束（コントロール）する作用について説明すると、4個のスライド ピースのうち中央の2個すなわちセンタ ピースはそれらの間に細い溝を形成し、その溝の中を粗糸が通過する。この粗糸は上部の2個のトップ ピースの折り曲げられた部分によって押えられ、トップ ピースはそれぞれプレス スプリングによって加圧されるようになっている。またこの2個のトップ ピースはそれぞれ両側のサイド ピースにネジその他の方法で一体に固着されている。

サイド ピースはその断面の形状が円形で、粗糸の太さに応じて自由に回転して溝の断面積を変化せしめ得るようになっている。精紡機では粗糸の通る溝幅は 1.6～1.7 mm で、その最小断面積は 0.3 mm² になっているから大体 100～350 grain/30 yd までの粗糸ならば溝幅を変えることなく紡出できる。

トップ ピースの粗糸を押える圧力は繊維の長さや種類に応じて調整できるようになっている。一般に繊維長の短いほど、また繊維量の多いほど強くすべきであり、繊維長が長く、特に羊毛のようにクリンプの多い繊維に対しては弱くしなければならない。

4. 構造各部の説明

現在製作せられている精紡機のALDドラフト装置にはⅠ型およびⅡ型の2種類があって、Ⅰ型は1ゾーンシステムであるのに対して、Ⅱ型は2ゾーン、1ゾーン併用式である。それぞれの型式の概要は第5図(a)、(b)に、またⅡ型のドラフト装置の断面図は第6図に示されている。

Ⅰ型ではF—B間のゲージは $4\frac{3}{8}$ in で繊維長 4 in

(第 5 図 a)

(第 5 図 b)

(第 6 図) ALD 装置 (Ⅱ型)

- ①, (1a): フロント ローラ
- ②, (2a): ミドル ローラ
- ③, (3a): バック ローラ
- ④: スライド ピース
- ⑤: ガイド ピース
- ⑥, (6a): カム ボックス
- ⑦: カム シャフト
- ⑧: スイング アーム
- ⑨: フィンガ スプリング
- ⑩: スイング アーム ホルダー
- ⑪: スイング アーム カバ
- ⑫: プレス スプリング
- ⑬: トップ アーム

までが紡出できるのに対して、Ⅱ型ではF—M間のゲージが $2\frac{3}{4}$ in で、M—B間は $1\frac{1}{8}$ ～ $4\frac{3}{8}$ in の間を任意に調整できるから、したがって繊維長 $2\frac{1}{2}$ in までは2ゾーンで紡出し、それ以上の繊維長のものに対してはミドル トップ ローラを軟圧して1ゾーンで紡出するようになっている。Ⅱ型のスライド ピースの繊維を拘束

する長さはⅠ型の $\frac{1}{2}$ で、約 40 mm である。

以下各部にわたってそれぞれ概要を説明する。

(1) フロント ローラ

ピースの先端のフロント ニップ点への接近はローラの直径が大きくなってもほとんど影響を受けないので、ボトム ローラ 1 $\sim$ 1 $\frac{1}{8}$ in に対してトップ ローラ 1 $\frac{3}{8}$ in にすることができる。なおボトム トップ ローラ共アンチフリクション ベヤリングで支軸されている。

(2) バック (ミドル) ローラ

Ⅰ型の粗糸の通る部分は溝になっていて、粗糸がスライド ピースの溝に入りやすいように一定の形状に圧縮成形する役目をする。Ⅱ型においてはバックゾーンでブレーキドラフトあるいはテンションドラフトが与えられて粗糸の形が矯正されるので、ボトム ローラを溝にする必要がない。

A LD ではニップラインは常に変わらないことが必要で、このボトム ローラもアンチフリクションベヤリングで支軸する必要がある。

Ⅰ型ではバック トップ ローラの片側にゴム巻が施され、ボトム ローラのフリートによって回転が伝達される。これらの関係は第7図に示されている。

(第 7 図)

またトランペットの先端はボトム ローラの溝にはまり、スプリングによって常に押えられ、粗糸を溝に正しく導く役目をしている。なおトランペットの溝はⅡ型で下が開いているので、粗糸を横から入れることができる。(第1図参照)

(3) カム ボックス

カム ボックスは鋳鉄製で上下2体に分かれおのおの6 鍾ごとに一体となっていて、内部にカム シャフトを支軸するようになっている。Ⅰ型とⅡ型とではその形状が大分異なっているが、図面を参照せられたい。

(4) カム シャフト

カム シャフトはベース円の直径 20 mm でボトム ロ

ーラと同質の材料で6 鍾ごとにつくられ表面硬化が施され、6 鍾ごとにアンチフリクション ベヤリングで支軸されている。カム シャフトはギヤ エンドでフロント ローラから歯車で回転が伝達され、必要な範囲、替歯車で回転比が加えられようになっている。

(5) スイング アーム

スイング アームは各鍾ごとに4個を1組とし、スイング アーム ホルダにピンで組立てられ、このスイング アーム ホルダはカム ボックスに固着される。カム シャフトに接する部分にはナイロン製のローラがピンで支軸され、コイル スプリングでカムに押し当てられる。ナイロン ローラがカムを押す圧力はⅠ型で 1.08 $\sim$ 1.26 kg, Ⅱ型で 0.8 $\sim$ 0.88 kg となっているから、スイング アームの先端で 0.72 $\sim$ 0.83 kg および 0.57 $\sim$ 0.62 kg となっている。またナイロン ローラの外径は 16 mm, ピン孔の径は 4 mm で円滑に回転するようになっている。

Ⅰ型でスイング アームを装備した時のカム シャフトのみ片側1ラインをまわすに必要なトルクは約 90 kg-cm であるから、180 r.p.m. のときの所要動力は約 170 W/200 spls となり、紡出中のカム シャフトのみの所要動力は約 500 W/400 spls 前後となっている。

(6) スライド ピース

スライド ピースはいずれもステンレス鋼製で精密な研磨仕上りが施され、特に繊維の通る部分は十分なめらかに仕上げられている。ピースの全長はⅠ型では 87 mm, Ⅱ型では 47 mm である。

(7) ローラ ウェートおよびトップ ピースの加圧

Ⅰ型ではフロント トップ ローラは2 鍾ごとにローラビームの裏側に装着されたコイル スプリングによって加圧される。加圧力は1 鍾当たり通常 6 $\sim$ 8 kg に調整される。

バック ローラはクレードルに保持され、クレードルは着脱自由でその前端にはトップ ピースを加圧するプレス スプリングが取り付けられている。このプレス スプリングはあらかじめスプリング テスタで適当な圧力にネジによって調整される。

Ⅰ型では新たに粗糸を通す場合にはクレードルを取りはずし粗糸をセンタ ピースの中央の隙間に入れ、クレードルを装着すればよいが、Ⅱ型ではピースの長さが短く、この操作がやや困難であるので、1 鍾ごとのトップ アーム方式になっている。したがってトップ ローラおよびトップ ピースの加重スプリングはこのアームに装置され、粗糸を通す場合はトップ アームを上げるの

で操作は簡単である。各トップ ローラの荷重は1 鍾当りフロントは6 kg, ミドル バックはそれぞれ 2.5 kg, トップ ピースの圧力はⅠ型では片側 80~160 g に調節ネジで自由に調整できるが, Ⅱ型では 40, 60, 100, 120 g の4段階でそれぞれの繊維に応じ簡単にスプリングが取り替えられるようになっている。

トップ ピースを押す圧力すなわち粗糸を押える圧力は各鍾共に差がなく, 左右均等になることが望ましいので, この目的を果たすために特別の考慮が払われている。

第8図はこの構造を説明している。

(第 8 図)

(8) トラバース機構

このドラフト装置にはいずれもトラバース機構がない。トラバースさせることはローラの摩擦軽減により効果を与えることは当然である。しかしALDではトラバース機構の複雑さとこれが糸質におよぼす不安とはトラバースの利益を消して余りあると考えられる。ALDではトップ ローラの直径を大きくし, ゴムの耐摩耗性を増すことによってこの問題を解決している。ここ1年余りの集団運転の結果は十分これを証明している。なおゴムの硬度は78°~80°である。

5. 破損と摩耗に対する配慮

(1) フロント ローラへ繊維が巻きついたとき

フロント ローラに繊維が巻きついて, ピースの前進が妨げられた場合にはスイング アームのフィンガ スプリングはこの抵抗によって後方へ曲がり, 巻きついた繊維がとり除かれれば元に復し安全が保たれる。このフィンガ スプリングはあらかじめ適当な圧力に予圧されて組立てられてあるので, 通常の運転状態では曲ることのないようになっている。またフロント ローラへの繊維の巻きつきが非常に増大した場合にはスライド ピースはフィンガ スプリングから離脱し, ピースの往復運動は停止し, 粗糸の送り出しが中止される。したがって粗糸はバック ローラとピースの後端との間に溜るが, この部分のスペースは相当に余裕があり十分安全である。

(2) スライド ピースがフィンガ スプリングから離脱したとき

なんらかの原因でスライド ピースがフィンガ スプリングから離脱した場合にはピースの中間に取り付けられたストップでピースの落下やフロント ローラへの喰いこみを防止している。特にⅡ型でローラ スタンドの角度の大きい場合には一層安全なようにくふうされている。第9図はこの部分の構造を示している。

(Ⅰ型用)

(Ⅱ型用)

(第 9 図)

(3) 耐摩耗性ナイロンの使用

摩耗を防止するために各部にナイロンを使用している。その主な部分は次に示すようなものである。

- (a) バックおよびミドル トップ ローラ アーバ
- (b) スイング アーム アーバ
- (c) スイング アーム ローラ
- (d) プレス スプリング シート
- (e) サイド ピース ボトム シート

6. スライド ピース部分の耐久性

スライド ピースの往復運動の際の摩擦力と各部の摩耗の進行状態について計算と実測の両方から検討したのでその結果を報告する。

まずカム ボックスあるいはスライド ピースの表面に摩耗を起させる作用力はプレス スプリングによる加圧によって粗糸を介してセンタ スライド ピースがカム ボックスまたはサイド ピースへおよぼす圧力である。

まずスライド ピース間の側圧力による摩擦力に打勝って, サイド ピースが回転してトップ ピースがもち上がるためには粗糸がもとのどれほどの割合に太まったときであるかを解析して見た。

第10図において

(1) 溝の中では繊維束がピース面におよぼす圧力の強さ $p \text{ g/cm}^2$, 繊維束の比体積 $v \text{ cm}^3/\text{g}$, 繊維束の断面積 $A \text{ cm}^2$, 繊維束の単位長さの重さ $W \text{ g/cm}$ の間には次の関係式が成立する。(藤野研究室の研究報告による) すなわち

$$p \cdot v^{5.03} = 123\,000 \quad \text{ここで} \quad v = \frac{A}{W}$$

ゆえに

$$p = 123\,000 \left(\frac{W}{A} \right)^{5.03} \dots\dots\dots (1)$$

(2) 溝内の圧力の増加にともないトップ ピースが

もち上るまで断面積は一定である。

(3) 溝は全長にわたって断面積は同じである。

(4) 溝幅は 1.7 mm である。

以上の仮説に基いて計算式を次のように誘導した。

まず $dW/W = \eta$ とおくことによって

$$dp = 5.03 \times 123\,000 \left(\frac{W}{A} \right)^{5.03} \eta$$

したがって

$$p + dp = 123\,000 \left(\frac{W}{A} \right)^{5.03} (1 + 5.03 \eta) = p(1 + 5.03 \eta) \quad \dots\dots\dots (2)$$

(第 10 図)

ゆえにセンタ ピースがサイド ピースにおよぼす側圧力は第 10 図によって

$$P_h = (p + dp) h \cdot l = p(1 + 5.03 \eta) h \cdot l \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで溝内の圧力の高まりによってトップ ピースがまさにもち上げられようとするときの力の平衡式を考える、すなわちトップ ピースの回転に対する抵抗モーメントは第 10 図および (2), (3) 式より

$$p(1 + 5.03 \eta) h \cdot l \cdot \mu \cdot d + W_s \cdot \mu \cdot r + P_n \cdot L$$

またトップ ピースのサイド ピース中心に対する回転モーメントは第 10 図および (2), (3) 式より

$$p(1 + 5.03 \eta) b \cdot l \cdot L$$

以上の 2 式を相等しいとおくことによって次の平衡式を得ることができる。

$$p(1 + 5.03 \eta) l (b \cdot L - h \cdot \mu \cdot d) = W_s \cdot \mu \cdot r + P_n \cdot L \quad \dots\dots\dots (4)$$

ここで摩擦係数 μ の値をいかに推定するかが問題であるが、藤野研究室の研究の中に 250 grain の粗糸がその 5% を増してトップ ピースがもち上っている実験例があったので、これを (4) 式に代入して μ を計算した結果

$$p = 300 \text{ g/cm}^2, \eta = 0.05, h = 0.129 \text{ cm}, l = 7.5 \text{ cm}$$

$$d = 1 \text{ cm}, W_s = 50 \text{ g}, P_n = 100 \text{ g}$$

として $\mu = 0.086$ を得た。

これより $\mu < 0.09$ であると考えられるが、スライドピースの作動条件としては

(1) 各スライド ピースが強制的に往復運動をさせられている。

(2) 各スライド ピース間には給油としてある。

(3) 各スライド ピースは線接触に近い状態である。などから μ の値は相当に小さいものであると推定されるので、 $\mu = 0.05$ 程度かあるいはよほど条件の悪いときでも $\mu = 0.10$ 程度でなかろうかと考えられる。

そこで粗糸が何% 太まったときにはじめてトップ ピースがもち上げられるかを (4) 式から計算して見ると次の第 1 表および第 2 表のようになる。

$\mu = 0.05$ の場合

(第 1 表) 粗糸の太まりの限界 $\eta\%$

グレン $p(\text{g/cm}^2)$	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
100	2.10	2.33	2.57	2.82	3.06	3.32	3.58	3.84	4.12	4.40
200	1.63	1.83	2.03	2.23	2.43	2.65	2.86	3.08	3.30	3.54
300	1.41	1.59	1.81	1.99	2.18	2.37	2.56	2.76	2.96	3.16
400	1.33	1.49	1.67	1.85	2.03	2.21	2.37	2.56	2.74	2.94
500	1.21	1.37	1.53	1.69	1.87	2.02	2.21	2.37	2.54	2.74

$\mu = 0.10$ の場合

(第 2 表) 粗糸の太まりの限界 $\eta\%$

グレン $p(\text{g/cm}^2)$	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
100	4.57	5.11	5.75	6.36	6.96	7.65	8.35	9.15	9.95	10.74
200	3.46	4.95	4.42	4.93	5.47	5.96	6.57	7.16	7.76	8.45
300	3.12	3.52	3.98	4.40	4.83	5.37	5.87	6.36	6.90	7.45
400	2.82	3.18	3.64	4.00	4.47	4.93	5.37	5.86	6.36	6.85
500	2.64	2.98	3.38	3.76	4.14	4.59	5.05	5.49	5.92	6.40

次にサイド ピースにかかる最大側圧力は粗糸の太さおよびプレス スプリングの加圧力の強さに対して (3) 式から計算したものに上記の粗糸の太まりの限界における側圧力の増加を加えたものである。(第 11~15 図の線

図参照)

なおこの限界をこえる太まりに対してはトップ ピースはもち上がるから側圧力としてはそれ以上にはかからないことを意味している。この線図からたとえば粗糸 200 grain, プレス スプリング加圧 120 g の場合でも側圧力は精々 300 g 程度までしかかからないことがわかるから、摩擦や側圧力が糸質におよぼす影響等は何ら懸念

(第 11 図) $p=100 \text{ g/cm}^2$ ($P_n=37.5 \text{ g}$)

(第 12 図) $p=200 \text{ g/cm}^2$ ($P_n=75 \text{ g}$)

(第 13 図) $p=300 \text{ g/cm}^2$ ($P_n=112.5 \text{ g}$)

(第 14 図) $p=400 \text{ g/cm}^2$ ($P_n=150 \text{ g}$)

(第 15 図) $p=500 \text{ g/cm}^2$ ($P_n=187.5 \text{ g}$)

する必要はないと考えられる。長期間の摩耗試験の結果が明らかにそれを実証している。すなわちカムボックスのセンタピースとの接触面およびセンタスライドピースのサイドピースとの接触面の摩耗痕の深さを実測したものは第16図のような摩耗特性曲線になるが、摩耗進行の傾向としては定期的な掃除と給油とを施すことによって、約1000 hr 運転の後には初期摩耗から定常摩耗へ移るものと推定せられる。しかも摩耗痕の深さが2500 hr 程度の運転でも 30μ を越えることはないから、スライドピース回りの耐久性はきわめて大きいと考えている。

(第16図) 摩耗特性曲線

A: カムボックス B: センタピース

7. ALD 精紡機の主な特長

以上 ALD 精紡機の構造と機能の概要を述べてきた

が、結論的にその主な特長を挙げると次の通りである。

- (1) 同一ドラフト装置で繊維長の適用範囲がきわめて大きい。たとえばⅡ型では綿のような短繊維から 6 in までの羊毛あるいは合繊まで紡出ができる。
- (2) フロントローラのニップ点の極く近くまで (8 ~ 9 mm) 繊維を集束して送り出す。したがって 1 in 以下の短い原綿にきわめて有効であり、コレクタ等の使用のわずらわしさが無い。
- (3) コントロールの強さを任意調節ができる。すなわちそれぞれの繊維の種類や長さに応じて簡単に適当な圧力に調整ができる。
- (4) エプロンを使用しない。したがって静電気の発生によるトラブルやエプロンの老化、切断等による消耗やこれらの原因による空錘、停台がない。
- (5) 温度や湿度による影響が少ない。従来のエプロン式に比して関係温度を 10~20% 上げてでも紡出ができる。
- (6) 必ずしもブレーキドラフトを必要としない。したがって番手の切り替えや繊維長の変更に対して、ローラゲージを変える必要がない。
- (7) 織物の風合が向上する。
- (8) 機械的掃除が容易で長時間の連続運転が可能である。
- (9) ドラフト装置の耐久性はきわめて大きいと推定せられる。