精紡々出張力のチェース変位による特性*

会 員 村 上 文 男**

〃 磯 部 洋 一 郎

1. ま え が き

そ毛精紡機の高速化は数年来着実に進められており、すでに30～40%のスピードアップが達成されている。このさきまだまだスピンドル回転数は上昇をとげるであろうが、この高速化の方向は大きく2つに分けて考えられる。すなわち1つはこれまでのようにバルーンを形成させながらかなり高い紡出張力のもとで高速化を進めていくものであり、1つはいままで概念にとらわれない新しい紡績法を採用することで、バルーンを形成させずにきわめて低い張力のもとで高速化をはかるものである。前者における手段としてはコニカルリング、バルーンコントロールリング、スピンドル回転の自動変速装置の採用などがあり、現在までの高速化はこれらに負うところが大きい。後者の例としてはまだ試験研究の段階にあるものも含めてたとえば頭よりスピンドル（バルーンを積極的に崩壊させたまま紡出するもの）、ポット精紡機などがあり大幅な回転上昇をねらっている。

バルーンを形成させない新方法の研究はもちろん進めねばならないが、工場技術者としては前者の方向で一層の高速化をはかるのが急務である。アンチノードリング、コニカルリングを使用して高速化は相当達成されるがリングレールが上昇したとき（コップへの巻取角度が最小の近くで）張力の増大はさけられないので、これに変速装置を加えて変速運転の最適条件を求めた。上記のようにアンチノードリング、コニカルリングの種類、設置条件によらず張力の増大の現象はつねに生ずるからこれを極力おさえるよう最適条件を独立に求めることができる。

2. 変速運転について

変速運転という考え方はけっして新しいものでないが、その装置としては紡出張力を測定し、この結果と基

準張力との比較を行なって回転を変化させてやるフィードバック方式が望ましいが第2図のようなプログラムコントロール方式が实际的である。フィードバック方式では経済的にひきあわないことのほかにあとでのべるように張力が最大になったときにスピンドルの回転を最低にすることの困難な場合が生ずる欠点をもつからである。

変速様式にはベース変速（リングレールの平均位置すなわちコップの形成過程に応じて変速させるもの）、チェース変速（コップのチェース位置すなわちリングレールの昇降1回ごとに変速させるもの）、さらにこれら2者を組み合わせたものの3様式が考えられる。コップ形成の初期においてはストレッチ（スネールワイヤからリングまでの距離）が大であり、バルーンが大きくなって必然的に紡出張力は高くなる。とくにコップ尻形成中は巻取角度が小さいので張力は著しく高くなり糸切れの集中的発生のおそれがある。

したがってこの期間だけスピンドル回転を若干低下させ、コップ尻が完成したあとスピードアップして平均スピンドル回転を稼ぐのがいわゆるベース変速である。コップ尻が完成したあとスピードアップすると今度はリングレールの昇降運動に応じてすなわち巻取角度の大小に応じて紡出張力は周期的変動を示す。とくにリングレールが上昇し、チェースの上部を巻くときは巻取角度が小となり張力はこの前後において異常に高くなる。したがってチェース位置に応じてスピンドル回転数を変化させればこの張力の異常高をさけることができ糸切れを減少させることができるし、また糸切率を同一水準におくならば一層の高速化が可能である。これがチェース変速である。増速およびチェース変速開始後リングレール下降位置においてバルーンくずれが発生し、これが糸切れ原因に大きく関連する場合は開始時期をおくられればよく、本試験においては3分玉以降に実施し

* The Effect of Ring Rail Position on Spinning Tension.

** F. Murakami, Y. Isobe, Member. 東洋紡績株式会社

(第1図) チェース位置と糸切本数

た、われわれが数年前にエクスラン スフ混紡 (40/1) について測定したチェース位置 (A~Eの5区分) と糸切数との関係を第1図に示す。チェース上部のAにおいて巻取角度の関係から糸切れが圧倒的に多いことがわかるが、チェース変速によりこの部分の糸切れを減少させることが期待できる。

このようにチェース位置による張力変動の幅をできるだけ小さくし、ベース変速とともに平均スピンドル回転数の上昇、糸切率の低下をねらったものがチェース変速の目的である。ベース変速の効果は精紡機の高速化が進められてきたこんにち非常に大きいことは明らかなので、ここではチェース変速の最大効果を求めるべくチェース変速の最適条件を検討した。

3. チェース変速の内容

精紡機駆動用モータのプリーを V. P. S. (Variable Pitch Sheave) に変え、カムでこのプリー径を周期的

(第2図) 精紡機自動変速装置

(リング レール昇降周期と同じ) に変化させる。装置の概要は第2図に示す。チェース変速装置 ⑤ の内部にはハート カムと同形のカムがあり、これにより V. P. S. の径を周期的に変えている。④は電気信号を受けてスピンドル回転を大幅に変化させるベース変速装置である。普通は ⑤ 内部のチェース カムとハート カムとを同位相にとりつけがちであるが、これでは張力が最大になったときにならずしも回転が最低になるとはかぎらない。張力、回転などにつきあらかじめ充分その変化や特性をつかんでもっとも適当な位相に取付ける必要があり、この状態ではじめて変速装置の正しい評価ができるのである。

第3図に変速様式の一例を示すが、前にものべたようにコップの巻きはじめにおいては集中的糸切れが発生することから低速にしておくことがぜひ必要で、増速後チェース変速を加えた形になっている。チェース変速を実施する前にリング レール位置と張力、チェース カム信号とスピンドル回転変化との関係を調べておく必要がある。第4、5図がこの調査結果で、これからつぎのこと

a, c, e : 任意 b, d : ギヤ チェンジ
 f : 6% (Max) g : 19% (Max)

(第3図) 変速様式

リング レール昇降周期 12.4 sec
 チャート送り 5 mm/sec
 回転数 (1/48 仕掛) 10700 rpm

(第4図) リング レール変位と張力との関係

(第5図) チェースカム変位と回転変化との関係

が判明する。

- i) 張力のピークは巻取角最小(リングレール最上位置)のときでなく、リングレールが下降しはじめてからある時間後にあらわれる。(この時間は試験を実施した回転の範囲ではほぼ一定であった)
- ii) チェースカムで変速する場合、回転にはかならず時間おくれが生ずる。
- iii) 回転と張力との間にもおくれのあることが判明している。¹⁾(このおくれは前項に比較するとはるかに小さい)

このような調査結果を考えればチェース変速中の張力と巻取角(リングレール位置)、スピンドル回転との関係は第6図のブロック線図で示される。ここでは L はリ

(第6図) チェース変速を示すブロック線図

ングレール最上点と張力ピークとの時間おくれであり、回転とチェースカムとの関係は第5図とモータの特性を考慮して1次おくれで近似してある。なお $T_1 \gg T_2$ であるからチェースカム信号のピークと回転最低位置とのおくれ(これを Δ とする)の計算に際しては T_2 を無視してさしつかえない。

第6図で出力 X が巻取角最小のちかくでピークになるのをできるだけおさえるよう最適条件をつかむ必要がある。第6図の出力 X を第7図(a)のように分解すれば $X=X_1+X_2$ であるから X のピークの最大値は X_1 のピークと X_2 の谷とが合致したときにもっとも効果的に最

(第7図a) 張力分解図

(第7図b)

大張力をおさえることができる。糸切れは糸の細い部分において繊維がぬけることであり、張力には大きな関係はないとする報文もあるが、張力の大きいときに糸切れが生じることは第1図からもまたコップ巻はじめの集中糸切れからも明らかな事実であり、上にのべた最適条件をつかめば糸切率低減の期待がもてるわけである。第7図で $L-\Delta=0$ となるように調節できればよいわけで、このために X_2 までの間にむだ時間を入れると第7図(b)のようになる。この調節はチェース変速用カムの取付角度を変更することで簡単に実施でき、 $\Delta > L$ の場合はむだ時間でなく進み時間となるがカムの取付角度のことであるから進み時間の調節も可能であり、フィードバックコントロールではこれが実施困難である。第4、5図の場合は $L-\Delta=-0.2 \text{ sec}$ であり、リングレールの昇降周期が 12.4 sec であるからチェースカムの取付角度を $-0.2/12.4 \times 360^\circ \approx -6^\circ$ だけおくらせねばならない。(6°取付角度を進めることと同じである)

そ毛精紡機では仕掛品種の変動がはげしく、そのたびに回転数をかえるから他の回転における最適取付角度を求めておく必要がある。このためにはチェースカム信号とスピンドル回転変化との関係、すなわち時定数 T_1 を求めればよい。

4. 最適取付角度の算出

T_1 を算出すれば各回転数における Δ を求めることができる。1次おくれ要素にチェースカム信号を加えた場合の出力を考えればよく、したがって第8図(a)のように表わすことができ、さらにチェースカムの形は

(b) のように三角波形として取扱って充分である。第 8 図 (b) の点線を時間関数 $Z(t)$ で表わすならば $Z(t)$ は周期 t'_0 の周期関数であるからその ラプラス 変換 $L[Z(t)]$ は

$$L[Z(t)] = \frac{1}{1 - e^{-t'_0 s}} \int_0^{t'_0} Z(t) e^{-st} dt \dots\dots\dots (2)$$

(a) (b)
(第 8 図) チェース カム信号

で示される。 $Z(t)$ の 1 周期をステップ関数を用いて

$$Z(t) = a\{u(t) - u(t - t_0)\} - b\{u(t - t_0) - u(t - t'_0)\} \dots\dots\dots (3)$$

と表示し (2) 式の演算を進めれば

$$\begin{aligned} Z(t) &= \frac{1}{1 - e^{-t'_0 s}} \int_0^{t'_0} \{au(t) - (a+b)u(t - t_0) \\ &\quad + bu(t - t'_0)\} e^{-st} dt \\ &= \frac{1}{s(1 - e^{-t'_0 s})} \{a - (a+b)e^{-t_0 s} + be^{-t'_0 s}\} \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

を得る。チェース カムの波形は $Z(t)$ を積分したものであるから、チェース カム信号 (入力) のラプラス変換 $Y(s)$ は次式となる。

$$Y(s) = \frac{1}{s^2(1 - e^{-t'_0 s})} \{a - (a+b)e^{-t_0 s} + be^{-t'_0 s}\} \dots\dots\dots (5)$$

したがって出力 $X(s)$ は

$$X(s) = \frac{K}{(1 + T_1 s)s^2(1 - e^{-t'_0 s})} \{a - (a+b)e^{-t_0 s} + be^{-t'_0 s}\} \dots\dots\dots (6)$$

(6) 式の逆変換 $x(t)$ は周期関数でその 1 周期 $x_1(t)$ は $0 \leq t \leq t'_0$ において

$$x_1(t) = L^{-1} \left\{ K \left(\frac{1}{s^2} - \frac{T_1}{s} + \frac{T_1^2}{1 + T_1 s} \right) \{a - (a+b)e^{-t_0 s} + be^{-t'_0 s}\} \right\} \dots\dots\dots (7)$$

と表わすことができるから全時間軸についての $x(t)$ は

(第 9 図) チェース カム変位と回転変化 (計算値)

(第 10 図) 各回転数におけるカムの取付角度

容易に求まり、この結果を第 7 図に合わせて下向きに画くと第 9 図のようになる。ここで Δ はスピンドル回転の最小値を与える時間とリング レール 最上位置時との時間差を求めて

$$\Delta = -T_1 \log e\{b/(a+b)\} \dots\dots\dots (8)$$

と表わせる。 T_1 はチェース変速範囲における精紡機の時定数であり、 a と b はそれぞれリング レールの昇降速度である。カムの形から $b=3a$ であり、 Δ の実測値 0.6 sec を入れると $T_1=2.08$ sec を得る。 Δ は (8) 式からわかるようにリング レールの昇降周期には無関係で一定であるから各スピンドル回転におけるチェースカムの取付角度は簡単に求められ、第 10 図のように線図を作っておけば現場において容易に変更することができる。とくに精紡機の回転をあげたときはこの取付角の厳密な調整が必要である。

5. チェース変速の効果と糸切表示法

変速装置を最適条件にセットして紡出張力をコップの巻始めから満管まで連続記録した。この結果を第 11 図に示す。(a) は変速運転実施前の張力変化であり、コップ尻が完成すると巻取角による張力変動の大きいことがわかる。(b) は変速運転実施後のもので、チェース変速により張力変動幅が減少していることがはっきりわかる。第 12 図に 5 分玉近くでこの張力変化を拡大した記録を示す。

(第11図) 変速運転の効果

(第12図) 変速運転張力比較

(第13図) 糸切分布曲面

(第14図) 変速運転の糸切分布曲面

変速運転の効果は最終的には糸切れ調査を実施してはつきりするのであるが、第13図のような糸切分布曲面を作成すれば糸切れについての詳細な情報が得られる。第13図は変速運転実施前の糸切れ状態であり、 x 軸、 y 軸、 z 軸にそれぞれ分玉（コップ成形程度）、チェース位置、糸切数をとってある。 y の小さいとき（すなわち巻取角度小のとき）糸切れが多く、チェース変速でこの部分の糸切れを減少させることが期待できる。またコップの巻始めにも集中的糸切れがあらわれており、この付近では低速運転が望ましいこともわかる。第14図は変速運転中の糸切れ分布曲面で x - y 平面にほぼ平行な糸切れ分布曲面が得られ、集中的糸切れ発生はもはや生じなくなっている。

6. む す び

ベース変速、チェース変速により糸切率を大きく減少させることがわかった。また糸切率をこれまでと同一水準におくならば平均スピンドル回転の上昇ができる。しかしバルーンを形成させながらの増速であるから大幅に回転アップを期待することはできない。われわれの経験では変速装置をつけても20%以上のスピードアップは無理と思われる。バルーンが形成されているかぎりにおいては回転がある限度以上上昇するとバルーンくずれの現象が生じる。バルーンがくずれると張力は極端に低下するのであるが、機械の構造がこのような現象に対しては不適當であり糸切れの原因となる。このバルーンくずれは紡出張力を大きくすれば（たとえばトラベラの

重いものにかえる) 防止できるがこんどは張力が原因で糸切れが発生する。この辺に変速運転による高速化の限界があり、大幅なスピードアップが望めない点でもある。この問題に関しては新しい紡出法すなわちバルーンを形成させない方法に寄せる期待が大きい。これまでの回転水準で糸切率を低下せしめるには変速運転は大きな効果がある。

以上変速運転およびその最適状態についてのべてきたが、この研究は当社岐阜工場の協力のもとに実施された

ことを最後につけくわえておく。

文 献

- 1) 村上, 細辻: 精紡機紡出張力の調節, 制御工学, 5, 4, p. 27 (1961)
- 2) J. Adamson, C. Casswell, J. Ingham, J. B. Sharp: An investigation into the state of a worsted yarn at an end-break; J. Text. Inst., Wool Research Conference (1960) Part II, T 1131~1146.