フ リ ク タ の 研 究*

(第6報) スライバの小むら矯正装置

(昭和36年6月24日受理) 会 員 竹 田 啓**

" 三 平 和 雄
竹 田 忠 国

—→ 摘 要 ←—

目 的

検出、操作部にフリクタを使用したスライバの小むら矯正装置を試作し、その動作機構を明らかにし、実験的に性能を検討する。

成 果

(1) 装置の伝達関数を一次近似その他の近似により線型系として求め、つぎの式を得た。

$$G(s) = \frac{e^{-ts/v_B} - k_0 \frac{v_R}{ls} (1 - e^{-ts/v_B})}{1 + k_0 \frac{v_R}{ls} (1 - e^{-ts/v_B})}$$

(2) $G(s)$ の考察の結果、 $k_0=0.1\sim 0.2$, $k_0=0.5\sim 1.0$ 程度にすることが小むらの矯正としては好ましいことがわかった。

(3) 矯正実験の結果、ゲイン定数を適当にとることにより精紡糸の 15 yd 間 (スライバ長にして約 8.5 cm) の変動係数を 20 数 %, 30 yd 間のそれを 30 数 % 減少できた。

1. 緒 言

最近スライバむらの矯正が種々の方法で行なわれているが、その多くは仕上練条機で行なわれているのが現状のようである。それは後工程ほど最終製品の向上が大きく、コスト上生産性の高い工程で行なうことが有利であるという2面の要求に原因を求めることができる。

しかしながら最終製品において、より短い波長のむらまでなくすという要求について考えるならば、どうしても紡出速度と制御系の速応性との関係において障害につき当るであろうことは明白である。ここにおいて後工程でしかも紡出速度のおそい工程を対称とし、1デリベリ当りのコストが非常に安価であるという制御系を考えるのも1つのやり方としておもしろいと思う。

われわれはこのような方法の一端としてまず大むらのみをカードスライバにおいて矯正する方法を第3報¹⁾で報告した。

本報ではこのようにあらかじめ定常的な大むらの除去された練条揚りスライバの繊維長オーダのむらをスーパー²⁾ハイドラフト精紡機の後部において矯正する装置、その理論的な解析、矯正効果について報告する。

2. 矯 正 装 置

まず試作した装置の説明図を示せば、第1図のようなフリクタ2個、つるまきばね1個からなるごく簡単なものである。すなわち入力スライバの太さを抗力として検出しゾーン中のスライバに太さに応じた張力を与えるフリクタ F_2 、および出力スライバの太さを抗力として検出し太さに応じたゲージ変化を与えるつるまきばねで支えられたフリクタ F_1 よりなるものである。

フリクタ F_1 はやや平均的な太さを検出し、スライバをスムーズにフリクタ内に導くように、 F_1 はスライバがなるべく短い部分でのみ接触し、太さの変化に対して相当に感度がよいように設計されている。

* Studies on the Frictor. Part 6: Instrument to Corect the Short Wave Length Irregularity of Slivers, (第1報 11巻 10号, 第2報 11巻 12号, 第3報 13巻 1号, 第4報 14巻 3号, 第5報 14巻 10号に所載)

** H. Takeda, Member. T. Takeda, 山形大学, K. Mihira, Member. 日本女子大学

BRはスーパーハイドラフト精紡機のバックローラである。 F_1 の先端とBRのニップ点までの距離はこの間で繊維がドラフトを受ければむらを増大するため可及的小にすべきである。

(第1図) 矯正装置概略図

作用を簡単に説明する。矯正ドラフトは F_2 の先端と F_1 の繊維はじ点間で行なわれる。かりに F_2 に太いスライバが入ったとするならば、スライバにかかる張力が F_2 に生ずる抗力に釣り合って増加するためゾーン中の繊維束を細くする作用が生ずる。張力によるこの作用

(第2図) 矯正装置概略図

の大きさはゲージの大小に関係するだろうことは容易に想像できる。この作用が充分正確に行なわれないならば F_1 に入るスライバに太さ変動が残存する。 F_1 はこの太さ変動を抗力として検出し、この抗力がスプリングの変位と釣り合うまで F_1 自身が変位する。すなわち、フリクタ間のゲージ変化が生じて同一張力下でのドラフト量を変化させる。

もちろん上記2作用は独立ではあり得ないが近似的には前者はオープンループ作用、後者はクローズドループ作用とみなせる。ガイドはスライバのねじれ角度がドラフト力に非常に大きな影響をもつため、これをさけるための偏平型スリットである。

第2図は本装置をスーパーハイドラフト精紡機にとりつけた写真である。

なお本報告の実験はすべて 275 grain/6 yds, 57 mm カット, 3 d, 練条2回揚りビスコース スプスライバで行なった。

3. 低ドラフト域のドラフト力の測定

前章の説明でも推察されるように、本装置の動作は低ドラフト域のドラフト力と非常に密接な関係にある。第3図に概略を示したような石川、清水の考案したドラフト力測定機を使用し、本装置の基本的特性である低ドラフト域におけるドラフト力ゲージ、ドラフト量、スライバの太さについて実験を行なった。

(第3図) ドラフト測定機概略図

装置の状態を再現するために特別に設計したフリクタ F_a , F_b , F_c を測定機にとりつけた。 F_a はスライバの収束を、 F_b , F_c はおのおの F_1 , F_2 の繊維はじ状態を再現する。

精紡機のバックローラ速度は精紡実験では 7.8 cm/min としたが、ドラフト力の測定は 14 cm/min を保った。それは 2 m/min になると約 10% 程度のドラフト力増加が認められるが、上記速度差では差異が認められないという実験結果にもとづく。よって以下のデータはそのまま矯正実験の場合にそのまま適用できる。

まずスライバ太さ、ゲージを一定に保ったときのドラフト力とドラフト量との関係について考察する。

Martindale, 小川, 石原, 石川, 清水らの実験ですでに報告されていると同様な結果が第4図に示したように得られた。すなわち、低ドラフト域ではドラフト力はドラフト量とともに増加し、ゲージが小になるにしたがって高ドラフト側に移るが、ほぼ 1.15 辺で最大値をとる。

最大値をすぎればほぼ双曲線的に減少していく。斜線

(第4図) ドラフト量—ドラフト力関係図

を付した線は最高値を示すドラフト量をつらねたものである。この性質は後述で明確化されるように、本装置の可能性をうらづけるものであり、限界線はこの意味において非常に重要な特性値である。

限界線はスライバの繊維配列度と密接な関係にあって、配列度が悪いほど大きなドラフト量へ移ることは上記諸研究の示すところである。

第5図は第4図においてドラフト量一定にしてゲージとドラフト力の関係を求めたものである。ゲージ変化に対するこう配はゲージがせまいほど大きくなり負の値を示す。

以上はスライバの太さを一定値 275 grain/6yds に保った場合についてであるが、供給スライバの太さを変え

(第5図) ゲージ—ドラフト力関係図

(第6図) スライバ重量—ドラフト力関係図
×印は第5図の値を示す

たときのドラフト力測定結果の一例が第6図である。ゲージ 66～56 mm、ドラフト量 1.05, 1.10, 1.15、スライバの太さを 200～350 grain/6yds として行なった範囲ではゲージ、ドラフト量一定のドラフト力とスライバの太さとの間にはほぼ直線関係が成立する。しかもすべての直線はスライバの太さ 136.4 grain/6yds の点を通るとみなして大過ないようである。

以下にてでくる符号をつぎのようにする。

	符 号	単 位
入力スライバの太さ	$w_2(t) = w_{20} + \Delta w_2(t)$	grain/6 yds
入力スライバの繊維先端密度関数	$n_2(t) = n_{20} + \Delta n_2(t)$	
出力スライバの太さ	$w_1(t) = w_{10} + \Delta w_2(t)$	grain/6 yds
出力スライバの繊維先端密度関数	$n_1(t) = n_{10} + \Delta n_1(t)$	
F_2 に働く抗力	$f_2(t) = f_{20} + \Delta f_2(t)$	g
F_1 に働く抗力	$f_1(t) = f_{10} + \Delta f_1(t)$	g
入力スライバ速度	$v_s(t) = v_{s0} + \Delta v_s(t)$	cm/min
出力スライバ速度	v_B	cm/min
ゲ ー ジ	$r(t) = r_0 + \Delta r(t)$	mm
ドラフト力	$f_a(t) = f_{a0} + \Delta f_a(t)$	g
ドラフト量	$d(t) = d_0 + \Delta d(t)$	
ばね定数	c	g/mm

ただし t 表示しないものは静特性を示すことにする。またつぎのような仮定を設ける。

(1) 繊維の先端がフロントローラにはじかれた瞬間にフロントローラ速度をとり、ゾーン中では $v_s(t)$ と同一速度をとる。この仮定は本報においてはすべての繊維が抗束されているために不必要とも考えられる。

(2) 入力スライバの変動分は小さく、したがってすべての値は一次近似で表示できる。

第5図の曲線群を

$$f_d w_2 = w_{20} = h(r, d) w_{20} \quad \dots\dots\dots (1)$$

で表示すると第6図の結果より

$$f_d = h(r, d) w_{20} \cdot \frac{w_2 - w_{00}}{w_{20} - w_{00}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ただし $w_{00} = 136.4 \text{ grain/6yds}$, $w_{20} = 275 \text{ grain/6yds}$

4. 線型近似による動特性の理論的考察

入, 出力スライバの太さは第1図に示したようにおのの F_2 の先端, 平均ゲージ r_0 点の太さで規定し, F_1 , F_2 に生ずる抗力はこれらの点の太さで定まるとする。

F_1 , F_2 に働く抗力はスライバの速度が相当に小さいので三次式で近似できた⁶⁾。第7, 8図は実験に使用したフリクタ F_1 , F_2 の特性曲線である。

よって F_1 , F_2 の特性曲線の一次近似は

$$f_1(t) = f_{10} + 3 \alpha_1 w_{10}^2 \cdot \Delta w_1(t) \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$\therefore \Delta F_1(s) = 3 \alpha_1 w_{10}^2 \cdot \Delta W_1(s) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$f_2(t) = f_{20} + 3 \alpha_2 w_{20}^2 \cdot \Delta w_2(t) \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\therefore \Delta F_2(s) = 3 \alpha_2 w_{20}^2 \cdot \Delta W_2(s) \quad \dots\dots\dots (6)$$

となる。

ゲージについては静的に

$$r = r_0 + \Delta r = r_0 + \frac{1}{c} \Delta f_1 \quad \dots\dots\dots (7)$$

が成立する。この式を動的なものに書きかえるために, 第9図(1)のようなA, B, Cなる矩形状の入力変化が入ったときの出力すなわちゲージ変化の応答について考察する。

(第7図) フリクタの特性曲線

(第8図) フリクタの特性曲線

(第9図) ゲージ変化の動特性

応答は同図(2)に示されるごとくゲージはバックローラの速度と同一速度で増し, おののに対して時刻 t_A , t_B , t_0 で(7)式で規定される量に達する。それ以後は入力波の持続時間 (t_{A0} , t_{B0} , t_{C0}) の間一定値を保つ。入力変化が0になる時刻 $t_{A'}$, $t_{B'}$, $t_{0'}$ に達するとゲージはほぼ二次型ですみやかに元の状態となる。この際極端な不連続の入力変化がない限りスライバのダンピング効果が大きく振動は生じない。このようにゲージ変化は非線型性を示すが, 入力変化量は小さいと考えているから Δr は考慮するスライバの波長に比しごく小さいはずである。したがって第9図(3)のような0次比例要素と考えることにする。すなわち(7)式は

$$\Delta k(s) = -\frac{1}{c} \Delta F_1(s) \quad \dots\dots\dots (8)$$

となる。

また, (2)式を一次近似すると

$$\begin{aligned} \Delta f_d = & \left(\frac{\partial h}{\partial d} \right)_{\substack{w_2=w_{20} \\ r=r_0 \\ d=d_0}} \cdot \Delta d + \left(\frac{\partial h}{\partial r} \right)_{\substack{w_2=w_{20} \\ r=r_0 \\ d=d_0}} \cdot \Delta r \\ & + h(r_0, d_0) w_2 = w_{20} \cdot \frac{\Delta w_2}{w_{20} - w_{00}} \quad \dots\dots\dots (9) \end{aligned}$$

となり、上式においてスライバにかかる張力がそのままドラフト力に置き換えられ f_d , d , r , w_2 間の伝達関数に 0 次比例要素を仮定すると

$$\begin{aligned} \Delta F_2(s) = & \left(\frac{\partial h}{\partial d} \right)_{\substack{w_2=w_{20} \\ r=r_0 \\ d=d_0}} \cdot \Delta D(s) + \left(\frac{\partial h}{\partial r} \right)_{\substack{w_2=w_{20} \\ r=r_0 \\ d=d_0}} \cdot \Delta R(s) \\ & + h(r_0, d_0) w_2 = w_{20} \cdot \frac{\Delta W_2(s)}{w_{20} - w_{00}} \quad \dots\dots\dots (10) \end{aligned}$$

となる。上記仮定は清水の『小むらの自動制御』においてドラフト力とドラフト量の伝達関数を実験的に 0 次比例要素と考えている点より推して当なものであろう。

最後に、ドラフトプロセスの伝達関数を求めなければならない。これに関しては井原、清水らの研究があるが、われわれは田畑、川端の求めたスライバの断面繊維本数と繊維先端密度関数間の関係を用いて補注のようなプロセスを規定した。すなわち第 c-3 図のブロック線図である。この線図はフロントローラが変速する場合に関するものであるが、本報のようにスライバの入る速度を変化する場合にもそのまま適用できる。矯正ドラフト比は後述するようにたかだか平均 1.08 程度であるから $Gw_2 n_2(s) \cdot Gn_1 w_1(s) \doteq 1$ とすると (c-6) 式は

$$\frac{\Delta W_1(s)}{w_{10}} = \frac{\Delta W_2(s)}{w_{20}} e^{-sr_0/v_{s0}} - \frac{\Delta D(s)}{d_0} \cdot \left\{ \frac{v_R}{sl} (1 - e^{-sl/v_R}) \right\} \quad \dots\dots\dots (11)$$

と書ける。

以上の式を総合してブロック線図で示すと第 10 図と

(第 10 図) 矯正装置のブロック線図

(第 11 図) 矯正装置のブロック線図

なる。

このままではわかりにくいので

$$\begin{aligned} k_0 = & w_{20} \left\{ 3\alpha_2 w_{20}^2 \right. \\ & \left. - \frac{1}{w_{20} - w_{00}} h(r_0, d_0) w_2 = w_{20} \right\} \left[\left(\frac{\partial h}{\partial d} \right)_{\substack{w_2=w_{20} \\ r=r_0 \\ d=d_0}} \cdot \frac{1}{d_0} \right. \\ & \left. \dots\dots\dots (12) \right] \end{aligned}$$

$$k_c = 3\alpha_1 \left(\frac{w_{20}}{d_0} \right)^3 \frac{1}{c} \cdot$$

$$\left\{ - \left(\frac{\partial h}{\partial r} \right)_{\substack{w_2=w_{20} \\ r=r_0 \\ d=d_0}} \right\} \left[\left(\frac{\partial h}{\partial d} \right)_{\substack{w_2=w_{20} \\ r=r_0 \\ d=d_0}} \cdot \frac{1}{d_0} \right] \quad \dots\dots\dots (13)$$

とおき、 $r_0 = l$ の近似をして各操作がはっきりするように整理すると第 11 図のようになり、 F_2 によるオープンループ動作と F_1 によるクローズド ループ動作の両面を有することがはっきりする。ただし精紡部と記したブロックは精紡機の全ドラフトが非常に大きいとしたときの定常理想ドラフトプロセスの項である。また $\Delta w_y(t)/w_{y0}$ は糸の太き変動、 L は全むだ時間を示している。

入、出力スライバについての伝達関数を $G(s)$ とすると

$$G(s) = \frac{e^{-ls/v_R} - k_0 \frac{v_R}{ls} (1 - e^{-sl/v_R})}{1 + k_c \frac{v_R}{ls} (1 - e^{-sl/v_R})} \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$\begin{aligned} |G(j \frac{2\pi}{T})| = & \left[1 + k_0 \frac{v_R T}{l\pi} \sin \frac{l\pi}{v_R T} \left\{ k_0 \frac{v_R T}{l\pi} \sin \frac{l\pi}{v_R T} \right. \right. \\ & \left. \left. - 2 \cos \frac{l\pi}{v_R T} \right\} / 1 + k_c \frac{v_R T}{l\pi} \sin \frac{l\pi}{v_R T} \right. \\ & \left. \left\{ k_c \frac{v_R T}{l\pi} \sin \frac{l\pi}{v_R T} + 2 \cos \frac{l\pi}{v_R T} \right\} \right]^{1/2} \quad \dots\dots\dots (15) \end{aligned}$$

となり、定常偏差に対する最終値は

$$\begin{aligned} |G(0)| = & \frac{1 - k_0}{1 + k_c} \\ & \dots\dots\dots (16) \end{aligned}$$

である。

この系は $k_0, k_c \geq 0$ である限り k_0, k_c の値にかか

わらず安定であることは明らかである。

k_0, k_c に種々の値を与えて (15) 式より入、出力スライバの振幅比を求めると第 12 図のごとくなる。

まず $k_c = 0$ とし k_0 との関係についてみると、 k_0 が大きくなるにつれむら波長 3 ~ 4 l 以上においては振幅比は波長に逆比例して小さくなり、 $k_0 =$

(第12図) ゲイン定数と入, 出力スライバの振幅比

1において定常偏差は0となる。 $k_0 > 1$ においてはゲイン過大となりむしろ逆に新たなむらを付加する。むら波長が3~4*l*以下では振幅比が1以上となりむらを増幅する。その作用は k_0 が1に近づくほど強く、しかも増幅を生ずる点はむら波長の大きい方にずれる。

つぎに $k_0=0$ として k_c の値との関係を見ると、 k_c が大きくなるほど振幅比はむら波長の大きい範囲ではより減少するが、やはりむら波長の小さい範囲で増幅作用を生ずる。 k_c が大きいほどその作用は強いが、増幅を生ずる点は k_0 の場合とは逆に k_c の増大とともにむら波長の小さい方に移り、同じ波長の点で増幅が生ずるとすればその作用は k_0 の場合に比し小さい。このように前工程では除去し得なかったような波長のむらを除去するという意味からみるとオープンループ動作よりはクローズドループ動作の方がすぐれていることがわかる。本報のような方法では k_0, k_c の割合は変化できるがオープンループ動作は必然的に入り $k_0=0$ にはできない。

したがって両者を組み合わせた場合の動作についてみると(15)式でわかるように両者の積となり、両者の振幅比が1以下ならばより減少し、両者が1以上になるとより大きくなる。すなわちより強い小むらの増幅が起る。 k_0, k_c をいかにとるべきかは入力スライバの波長スペクトルを考慮し、第3報のような評価方法を用いればより正確であり、一層明瞭となるが、以上の考察より推して k_0 を0.1~0.2、 k_c を0.5~1.0程度にすべきであろう。かくすればより小さな波長での増幅作用をできるだけおさえ、繊維長の2倍の波長程度まではある程度の矯正効果が期待できる。

k_0, k_c のゲイン定数は(12), (13)式より明らかにように任意に与えることのできる $\alpha_1, \alpha_2, c, r_0, h(r_0, d_0)$ と、これらの値により従属的にプロセスより決定してくる $\left(\frac{\partial h}{\partial r}\right)_{r=r_0}^{w_2=w_0}, 1/\left(\frac{\partial h}{\partial d}\right)_{r=r_0}^{w_2=w_0}, w_{00}$ の要素よりなる。第4図の特性曲線において系の動作点を定める $r_0, h(r_0, d_0)$ ($w_{20}=275$ grain/6 ydsの場合 f_{20})を与えて k_0, k_c に関係してくる要因を計算すると第13図のようにいずれも $r_0, h(r_0, d_0)$ とともに増加する。点線で示した部分からは第4図に示した限界線付近の状態となり、ゲインの急激な増大をともなう安定なドラフトを行なうことができなくなる。このような状態付近で動作させることは k_0 に関する項の増加程度が k_c のそれより大きいことから考えても、 k_0 の要素すなわちオープンループ動作の比重をますことにもなり思わしくないことである。

(第13図) ゲイン定数のプロセス要因

ゲインの調整は $\alpha_2, \alpha_1, c, r_0$ などをかえることにより可能なわけであるが、実際上は大幅な入力スライバの太さ変更がない限りは r_0 のみで行なうのが便利である。ただしこの際に注意しなければならないのは上述したように k_0 と k_c の比率が第13図より定まってくることである。大幅な入力変更といったのはこの意味においてである。

以上線型系の近似式をもって考察したのであるが、第4図または第13図でもわかるように線型近似できる範囲はそう大きくはない。したがって実際の使用上においては入力スライバの波長スペクトルのみならずスライバ

の太さの度数分布も考慮すべきことを付記しておく。

5. 実験結果

本装置を通して実際に精紡し、その性能を検討した種々の実験のうち主なものについて述べる。

スライバの試長を 35 yd とし、精紡前にクロス式糸むら試験器によりあらかじめ変動係数を算出した。それを装置を通す場合と通さない場合の 2 方法で並行して精紡した。紡出番手は 161 倍ドラフトで 30 s である。

精紡糸を 15 yd (スライバの長さにして約 8.5 cm) 間隔に 350 個連続して切断、計量して 15 yd 間、30 yd 間の変動係数を求めた。

両者の変動係数を比較するには入力スライバ間の変動

係数の差を消去する必要がある。その方法として入力スライバの変動係数とそれを装置を通さないで精紡した糸の変動係数との関係をそれぞれ 15 yd 間、30 yd 間変動係数について実験式をもって求め、装置を通したスライバがかりに通さなかったとしたときの変動係数を推定した。この推定値と実際の値との比をもって矯正比となづけて矯正効果の指標とした。

第 14, 15 図はそれぞれフリクタ $F_2=1$, $F_1=10$, スプリングのばね定数 15 g/mm のものを使用した場合の 15 yd 間、30 yd 間の矯正比を平均ゲージについて図示したものであり、範囲は 95% の信頼限界を示す。第 16, 17 図は同様にフリクタ $F_2=2$, $F_1=10$, スプリン

(第 14 図) 平均ゲージ—矯正比

(第 16 図) 平均ゲージ—矯正比

(第 15 図) 平均ゲージ—矯正比

(第 17 図) 平均ゲージ—矯正比

(第18図) 平均ゲージ—平均ドラフト

グのばね定数 15 g/mm としたときのものである。第18図は上記条件下における平均ドラフト量を実測した結果である。なお w_{20} は 275 grain/6yds である。

本装置によるとスライバが相当に強く集束されるためにブレーキドラフトゾーンのドラフト力が増加し、普通使用のクレードルでは不正ドラフトが生ずる。これはウースタスペクトルグラフ上にはっきり現われる。この欠陥はクレードルのはじ力を倍加することにより簡単にとりのぞかれた。この場合には装置を通した糸と通さない糸のウースタスペクトルグラフ上ではほとんど差異は認められなかった。前節の結果とウースタスペクトルグラフで測定したむら波長の最大 10 m であったことより考えて、この結果は当然予想されるところである。

しかしながら 15 yd 間、30 yd 間の変動係数では図より明かなように矯正効果が認められた。これらの値はスペクトル値の比ではないから、かならずしもそのまま 8.5 cm 波長のスライバむらの矯正効果と解釈できないのはもちろんである。

本実験に使用したフリクタとスプリングの定数と第13

図の結果より k_0 , k_e を r_0 について計算すると第1表のようになる。

この結果と対比して実験により求めた矯正比と平均ゲージとの関係について考察する。

矯正比は平均ゲージ r_0 を増加するにしたがい減少し、あるゲージで極小値をとり、それ以上ゲージが大きくなると逆に矯正比は増加傾向を示す。すなわち他のすべての要因を固定し r_0 をかえてゲイン定数 k_0 , k_e を変化させることにより矯正効果を最大にすることができる。

この点の r_0 は α_2 の小さい F_1-10 , F_2-1 の組み合わせでは約 55 mm, α_2 の大きい F_1-10 , F_2-2 の組み合わせでは約 54 mm である。

この値は第1表より考えて小さいように思われるが、入力スライバの変動が装置を線型で近似するには大きく、平均的なゲインとしては表の値より大きくなっているためと考えられる。 k_0 , k_e が非常に小さいと思われる $r_0=50$ mm 以下においても相当な矯正効果を示すことは、矯正比が最小となる点以上のゲージでは急激な矯正比増加が起こることとともに上記の理由によると考えられる。

矯正効果の量についてみると、両者ともに 15 yd 間の変動係数で 20 数%, 30 yd 間の変動係数で 30 数% 減少し、はっきりした差異は認められない。このことは前節の計算より推定できるように k_0 , k_e の比, r による k_0 , k_e の増加程度の多少の違いにはあまり関係しないことを示す。したがって当然 r_0 によるゲイン定数の増加程度が大きい方がゲージに対してより鋭敏となり、ゲージの設定の難易からいえば好ましくないということがいえる。

最後に糸切れの点についてふれると、糸切れは矯正比の増加しはじめるとともに多少生じ、測定点以上では急激に増加する。これは太い部分において急激なゲイン増加が起るためである。このような状態になるのをさけるために、それ以上のゲージ増加が起らないように最大ゲ

(第 1 表)

		r_0	54 mm	55 mm	56 mm	57 mm	58 mm
F_1-10 F_2-1	$\alpha_1=2.859 \times 10^{-5}$ $\alpha_2=2.344 \times 10^{-5}$ $f_{20}=384$ g	k_0	0.10	0.12	0.16	0.20	0.25
		k_e	0.68	0.71	0.77	0.89	1.05
F_1-10 F_2-2	$\alpha_1=2.859 \times 10^{-5}$ $\alpha_2=3.207 \times 10^{-5}$ $f_{20}=620$ g	k_0	0.17	0.24	0.35	—	—
		k_e	1.11	1.31	1.66	—	—

—印のついている個所はゲイン定数が極度に大きくなることを示す

ージを設定してゲインの増加傾向をゆるめるのも効果的である。

6. 総 括

フリクタを使用するごく簡単なスーパー ハイ ドラフト 精紡機にとりつけるスライバの小むら矯正装置を試作し、ドラフト力の測定結果をもとにして装置を線型系に近似し、その解析をした。この結果をもとに各部の係数を変更した場合の矯正効果を精紡糸の変動係数の比で比較した。主な結果を総合するとつぎのとおりである。

(1) 本装置は0次比例要素のオープン ループ の要素 k_0 とクローズド ループ の要素 k_c 、および周波数特性を付与する繊維先端密度関数を断面繊維本数の測定で推定することにより生じた項よりなると考えられる。

(2) ゲイン定数 k_0 、 k_c は低ドラフト域のドラフト力、ゲージ、ドラフト量特性より与えられる要素とフリクタ、スプリングの定数、平均ゲージにより与えられる要素よりなり k_0 を 0.1~0.2、 k_c を 0.5~1.0 程度にとるのが好ましいことが近似計算、実験によりわかった。

(3) 矯正実験の結果適当なゲイン定数をとれば、精紡糸の 15 yd 間 (スライバ長にして約 8.5 cm) の変動係数を 20 数%, 30 yd 間の変動係数を 30 数%減少できることができた。

終りにドラフト力の測定に多大の便宜を賜った東京工業大学 石川章一教授、清水二郎氏ならびに種々のご援助を賜った日東紡績に深く感謝する。

参 考 文 献

1) 三平, 竹田; 本誌, 13, 13 (1960-1)
2) 甲斐野, 三平, 竹田, 日東紡; 特許公告 (昭36-18379)
3) 石川, 清水; 繊維学会誌, 15, 461 (1959-6)
4) J. G. Martindale; J. Text. Inst., 38, T 151 (1947-3)
5) 小川, 石原; “ドラフトの理論と実際” 繊維機械学会 (1957)
6) 三平, 竹田; 本誌, 11, 670 (1958-10)
7) 清水; 投稿中
8) 佐藤, 井原, 宮下; 織工試報, 47 (1958-12)
9) 清水; 本誌, 12, 872 (1959-2)
10) 田畑, 石川; 本誌, 9, 220 (1956-4)
11) 川端; 本誌, 12, 868 (1959-12)

補注 理想ドラフトのプロセス

(1) 繊維の先端は、すべてフロント ローラにはじかれた瞬間においてフロント ローラの速度に加速され、それまではバック ローラの速度を保つ。

(2) 繊維は完全に平行である。

(3) 入力スライバ、ドラフトの変化分は微小であり一次近似できる。

以上の仮定により入、出力スライバの繊維先端密度関数間には第 c-1 図の関係があり、連続の方程式として

(第 c-1 図) 繊維先端密度関数に関するドラフト プロセス

次式が成立する。

$$\frac{\Delta N_2(s)}{n_{20}} e^{-s r_0 / v_B} = \frac{\Delta D(s)}{d_0} + \frac{\Delta N_1(s)}{n_{10}} \dots\dots\dots (c-1)$$

上式を入、出力をスライバの断面繊維本数とした場合の関係にするには、断面繊維本数と繊維先端密度関数の間を規定する関係が必要となる。すなわち、等長繊維 l の場合には

$$G_{w_2 n_2}(s) = \frac{\Delta N_2(s) / n_{20}}{\Delta W_2(s) / w_{20}} = \frac{1}{\frac{v_B}{ls} (1 - e^{-sl/v_B})} \dots\dots\dots (c-2)$$

$$\left. \begin{aligned} 20 \log \left| G_{w_2 n_2} \left(j \frac{2\pi}{T} \right) \right| &= 20 \log \frac{l\pi}{v_B T} - 20 \log \left| \sin \frac{l\pi}{v_B T} \right| \\ \angle G_{w_2 n_2} \left(j \frac{2\pi}{T} \right) &= \frac{l\pi}{v_B T} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (c-3)$$

$$G_{n_1 w_1}(s) = \frac{\Delta W_1(s) / w_{10}}{\Delta N_1(s) / n_{10}} = \frac{v_F}{ls} (1 - e^{-sl/v_F}) \dots\dots\dots (c-4)$$

$$\left. \begin{aligned} 20 \log \left| G_{n_1 w_1} \left(j \frac{2\pi}{T} \right) \right| &= 20 \log \frac{T v_F}{l\pi} + 20 \log \left| \sin \frac{l\pi}{T v_F} \right| \\ \angle G_{n_1 w_1} \left(j \frac{2\pi}{T} \right) &= - \frac{l\pi}{T v_F} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (c-5)$$

11)
となる。

ただし (c-4) 式は $\Delta v_F(t)$ は v_F に比し小であるという仮定が入っている近似式である。また T はむらの周期である。

(c-3), (c-5) 式のゲインをボード線図で示すと第 c-2 図のようになる。

(第 c-2 図) 入, 出力繊維先端密度関数, 断面繊維本数間のゲイン線図

(第 c-3 図) 理想ドラフトのブロック線図

(c-2), (c-4) 式を (c-1) 式に代入して入, 出スライバの断面繊維に関する式を求めると

$$\frac{1}{\frac{v_B}{l s} (1 - e^{-s l / v_B})} \cdot e^{-s r_0 / v_B} \frac{\Delta W_2(s)}{W_{20}} = \frac{\Delta D(s)}{d_0}$$

$$+ \frac{1}{\frac{v_F}{l s} (1 - e^{-s l / v_F})} \cdot \frac{\Delta W_1(s)}{W_{10}} \quad \dots\dots (c-6)$$

となり, これをブロック線図で示すと第 c-3 図となる。

上式において $\Delta D(s) = 0$ において定常理想ドラフトについて考えてみよう。

(c-6) 式は

$$G_p(s) = \frac{\Delta W_1(s)/W_{10}}{\Delta W_2(s)/W_{20}} = d_0 \frac{(1 - e^{-s l / v_B d_0})}{(1 - e^{-s l / v_B})} e^{-s r_0 / v_B}$$

..... (c-7)

$$\left. \begin{aligned} 20 \log |G_p(j \frac{2\pi}{T})| &= 20 \log d_0 + 20 \log \left| \sin \frac{l \pi}{v_B T d_0} \right| \\ &\quad - 20 \log \left| \sin \frac{l \pi}{v_B T} \right| \\ \angle G_p(j \frac{2\pi}{T}) &= \frac{2\pi}{v_B T} \left\{ \frac{l}{2} \left(1 - \frac{1}{d_0} \right) - r_0 \right\} \end{aligned} \right\}$$

..... (c-8)

となる。

スライバをドラフトすれば波長 λ はドラフト倍になる (時間的に考えた周期 T は不変) ことを考慮すれば, (c-8) 式のゲインは第 c-3 図において $\lambda = 1l$ のところに $d_0 l$ がくるように $|G_{n_1 w_1}|$ を平行移動し, $|G_{w_2 n_2}|$ と加え合せれば求められることがわかる。第 c-4 区は $d_0 = 2$ についてゲインを求めたものである。

(第 c-4 図) 定常理想ドラフトによる小むらの増幅作用

以上の結果より繊維先端密度関数が繊維長オーダの波長むらを有しても, スライバの断面繊維本数のむらとしてはそのまま現われないが, たとえ定常理想ドラフトを行なっても波長がドラフト倍に引きのばされるため断面繊維本数もそのままドラフト倍されるのではなく, むらが強調されて出てくることがわかる。そしてドラフト量を大きくして行くならばますます $|G_{w_2 n_2}|$ に近似して行くことが予想される。

ローラのねじれ振動, ゲージのふれなどは繊維長に比しその波長は相当に短いためにそのパートより生産された中間製品には顕著なむらはないが, 最終製品ではいちじるしいむらが生ずるという事実の原因の一半はこのような理由によるものと思われる。すなわち上記のような欠陥は短波長の繊維先端密度むらを生じさせているが, そのままではむらが潜在していて, 後工程で相当のドラフトをしないとむらとして現われてこないということである。われわれはここにおいてこのような作用を定常理想ドラフトによる小むらの増幅作用ということにする。

本文への適用上, 等長繊維の場合について述べたのであるが, 等長繊維であると繊維長以下の波長においてはゲインが周期的に $+\infty$ または $-\infty$ になり, この間の事情はわかりにくい, 不等長繊維では単調減少するのでよく納得のいくところである。