牽 切 張 力 に 関 す る 研 究*

(第2報) 実 験 的 考 察

(昭和39年4月11日受理) 会 員 堀 川 明**

→ 摘 要 ←

目 的

牽切張力は牽切紡績における牽切の難易、牽切機械の設計、牽切によって得たスライバの均せい度など、牽切紡績に関連した多くの情報を提供してくれることを第1報で理論的に知った。本報告ではさらに実験によって牽切張力現象を解明し、実際の牽切紡績への応用の可能性を示そうとする。

成 果

牽切張力はドラフト比から1を引いた値に反比例し、ドラフト比が小さいと動力の増加、ミスカットの発生、など困難な事態が発生する。牽切張力の変動の形は牽切むらと相似の形になるので、張力変動からむらを知ることができる。

1. ま え が き

牽切紡績では、引揃えた連続繊維の束を2組のローラでつかんで引き切るので、そのローラによる完全な持すなわち適当な荷重が必要であり、また機台の構造も、その荷重ないしローラ間の張力に十分耐えるものでなければならない。

すでに第1報で理論的考察を試みたのであるが、牽切張力は紡出されるスライバの太さむらと同じものであることがわかっている。このことは本報で実験的にも確認されるが、要するに牽切張力現象を解明することは、紡出スライバのむらの解明と同じ意義を有するということ

である。

牽切紡績、とくにパーロック式については、その理論ならびに技術は主として日本で開発されてきたものである。紡績工程の簡略化、自動化がいわれてすでに久しい。ここ2,3年来リングトラベラ方式に対してさえ限界が云々されている。

もう一度現在の技術的観点に立ってパーロック式を見直してもいいのではなからうか。

2. 牽切張力測定装置

2.1 牽切張力検出機構

第1図のフロントローラ部分を拡大して示すと第2図のようになる。白くニッケルめっきした部分③がフロントローラスタンドである。スタンド中央部に3本のビスで止めた円板が見える。これはフロントボトムローラ②のローラベアリングのカバーである。その上にスタンドから少しはみ出して見える黒いのが、フロントトップローラ①である。スタンド下端は、ローラベアリングにより軸⑩で支えられている。この軸はフレームにナットで固定されている。

スタンド下端には、連結棒⑨が取付けられている。

(第1図) 牽切張力測定装置

* Draft-cut Force in Tow to Yarn System. Part 2: Experimentals. (第1報, 17巻, 8号)

** A. Horikawa, Member. 大阪大学工学部

(第2図) 牽切張力検出機構

牽切張力が働くとスタンドは図の左側に振れるが、軸②で支えられているので、連結棒①は右側に振れる。(振れの大きさは実際には 0.1 mm 以内である) 連結棒①はゴム クッションを経てストレインゲージ式のロードセル②③に牽切張力を伝える。連結棒下端には板ばね④があり、板ばねの下部はコイルばねで支えられて、ダンパの役と 0 点調整の役とを兼ねている。とくに ②のゴム板はフロントローラを駆動するときに生ずる機械的高調波を除くのに役立っている。

2.2 フロントローラ駆動方式

フロントローラの駆動には第3図の方式を採用する。第1ベベルギヤ B_1 はフレームに支持され変速機から駆動される。ベベルギヤ B_2 以後のギヤはすべてローラスタンドに支持されている。ベベルギヤ B_1 とベベルギヤ B_2 との噛み合いの位置は、スタンド支え軸の中心線に一致するようにしてある。外部からの動力は、ベベルギヤ B_1 を経てベベルギヤ B_2 に伝えられるが、ギヤ B_1, B_2 の噛み合いの位置がスタンド支軸の中心線上にあるので、伝えられた力のスタンド支軸回りの回転モーメントは 0 になる。したがってこの歯車列によってボトムローラに回転力は伝えられるが、スタンドを支軸の回りに回転させようとする力はない。すなわちこの機構によって牽切張力に雑音を与えることなく、フロントボトムローラを駆動することができ、ボトムローラ駆動力に無関係にローラスタンドの微小変位によって牽切張力を検出することができる。

(第3図) フロントローラ駆動方式

2.3 測定、記録装置

牽切装置の概略図と測定器類の結線図とは第4, 5図のようである。

(第4図) 牽切装置の概略

(第5図) 測定装置の配置

牽切張力の大きさをあらかじめ検定するには、まず牽切装置を空運転し、スタンド下端の連結棒を圧しているゼロ点調整ばねを加減して、ロードセルに荷重がかからないようにする。このときスタンドは直立、ロードセルと連結棒とはゴムダンパをかいしてわずかに接触を保っている。ペン書きオシログラフの針はこのとき振れ

ないで、記録紙のゼロを指すようにする。そのときまでにロードセル、ストレインメータ、増幅器、ペン書きオシログラフなどが十分調整済みの状態になっていなければならないことはもちろんである。

つぎに牽切装置は空運転のままとし、フロントローラスタンドのフックCに静荷重をかける。荷重は牽切張力と同じ方向にかかるようにし、フックCの高さはフロントローラの繊維つかみ点と同じ高さになっている。

静荷重をいろいろに変え、オシログラフのペンの振れと、荷重との関係を見る。すべての調整が正しく行なわれていれば、荷重とペンの振れとは完全に比例する。

上のような静的な牽切張力と、ロードセルのひずみとの関係は第6図のように十分の精度で比例している。

(第6図) ロードセルのひずみと静的牽切張力との比例性

ロードセルの荷重検出端の変位は 10^{-6} mmの大きさである。連結棒と検出端との間には厚さ1.5 mm、一辺8 mmの四角いゴム板をはさんであるが、連結棒の変位は実際にはきわめて小さい。したがってフロントローラ自体の牽切張力のための変位は、ローラゲージ(80, 120, 150 mm)にくらべて無視できるほどに小さい。

静的牽切張力(検定のための静荷重)とオシログラフのペンの振れとの関係も、この実験の範囲内で十分に直線性を保持していることを確かめておいた。(その結果については省略する)

3. 試料の性質について

ここではつぎの2種の試料を使用する。

1.2×4000 d ビスコース ブライト トウ

1.5×4000 d ビスコース ブライト トウ

牽切張力に関する理論的ならびに実験的考察を行なうためには、単繊維の引張り特性を知る必要があるが、これらの値は、試料長、荷重方式、荷重速度、周囲の温湿

度によって数10%の差を生じ、とくに牽切のように繊維束の状態で引張るときには、束の各単繊維は単独のときとは別の引張り挙動を示すので、牽切張力を考察するための単繊維試験法としては特別の注意が必要である。そこでこの項では単繊維の引張り試験をいくらの試料長で行なえば、牽切張力の特性にもっとも適した資料が得られるかいうことを実験的に考えてみよう。

牽切張力の考察に必要な単繊維引張り特性は

平均切断伸率: ϵ_0 (%)

平均切断強さ: P (g)

単繊維が切断するまでの平均引張力: P_m (g)

の3つである。

(1) 単繊維引張り特性と繊維束引張り特性

長さ100 mmの繊維束(1.5×4000 d)を等速で引張ったときの荷重、伸び曲線は第7図の細い実線のような形になり、最大荷重に達するまでは、傾きの異なる2種の直線からなり、頂点を過ぎると図のような曲線を書いて荷重ゼロに戻る。

単繊維の引張り特性はビスコースの場合、繊維束の前半分(頂点に達するまで)とまったく同じような傾きの異なる2種の直線からなる特性を画き、その荷重が最大に達したところで切断する。繊維束は頂点をもった山形の分布をするが、単繊維は頂点で切断してしまう。

繊維束は単繊維の集合であり、各単繊維間における伸びの差や切断荷重の大きさの差が、繊維束特有の特性曲線を画かせているのである。したがって単繊維の特性から繊維束の特性を導出することができるはずである。

まず多くの単繊維引張試験の結果から(平均の荷重、伸び曲線)を求める。つぎに切断伸び率と、その(伸び率に対する本数の累積頻度分布曲線)を求める。これら両図から同一の伸び率に対する

(荷重)×(本数の累積頻度)×(束の中の繊維の本数)を求め、これをすべての伸び率について算出して図示すると繊維束に対する荷重、伸び曲線が求められる。

第7図の破線は、繊維束と同じ試料長の100 mmの単繊維の(平均の荷重、伸び曲線)と(伸び率に対する本数の累積頻度分布曲線)とから計算によって求めた繊維束の荷重、伸び曲線である。繊維束そのものの引張り特性と比較すると、それよりも最大荷重が大きく、伸びは小さくなっている。

つぎに単繊維試験の試料長を10 mmとして、上と同様の実験と計算とを行ない、これから繊維束の荷重、伸び曲線を求めると図の太い実線(細線の中にかくれて見

(第7図) 単繊維の引張り特性から算出した繊維束の荷重、伸び曲線と繊維束を直接引張って得た荷重、伸び曲線との比較

(第8図) 1.2d 単繊維荷重、伸び特性

(第9図) 1.5d 単繊維荷重、伸び特性

にくい(頂点以後はやや見やすい)のようになり、繊維束から直接測定した曲線(細い実線群)とかなりよく一致するようになる。

以上のことから100 mm 長さの繊維束の切断荷重や切断伸び率を知るためには、100 mm の単繊維試験の結果から算出するよりも、10 mm の単繊維試験の結果から算出した方が、繊維束の実験結果とよく合うことがわかる。このように繊維束の長さより短い単繊維についての資料から算出した方が実験とよく合うのはどうしてだろうか、つぎに簡単にその理由を考えてみよう。

繊維束の引張りにおいては、各単繊維は、横圧力を受けて相互に伸びを制御し合い、各々が比較的均一に伸びようとする傾向を生ずる。このような状態は繊維束自体の長さよりも、はるかに短い単繊維を引張ったときと同じである。

同じ単繊維の引張り試験においても、100 mm のものは10 mm のものにくらべて、1本の繊維の中に弱く伸びの小さい点を含む確率が大きく、それだけ試験結果は強度が小さく、伸びも小さくなりやすい。

(2) 牽切張力考察の基礎資料として単繊維の引張り特性から、牽切張力を考察するときの基礎資料としての単繊維の引張り特性を求めるには、牽切におけるつかみ長さよりずっと小さい試料長について試験した方がよいことがわかる。

牽切においては;

荷重速度は…等速引張りりと等速荷重引張りりと両方の性質があるが、だいたい等速引張りりに近い荷重をうける繊維長は…フロントローラ、バックローラともに回転しているので正しい意味

(第1表) 単繊維引張り特性値

繊維度 (d)	平均切断強 (g)	平均切断伸び率 (%)	切断されるまでの張力の平均 (g)	(張力の平均) (平均切断強)
1.2	4.10	12.66	2.47	0.601
1.5	4.77	12.06	2.87	0.602

(第10図) 1.2×4000d

のつかみ長さは一定でないが、この場合、近似的に最大繊維長を、その長さと考えることとする。

切断伸び率は… 1 回だけ張力を受ける繊維もあるけれども 2 回以上張力を受ける繊維もあり複雑であるが、一応単繊維試験の結果から、その平均値をとることとする。

この実験においては

ドラフト比: $D=1.5, 1.8, 2, 3, 4, 5, 8$

ローラゲージ: $h_0=80, 120, 150$ (mm)

最大繊維長: $l_{max}=90\sim170$ (mm)

前の繊維束と単繊維との比較実験から考えて、このときの単繊維試料長は 10~20 mm が適当である。ここでは 20 mm を試料長とする。

第 8, 9 図は 1.2 d, 1.5 d のビスコース ブライト纖維を試料長 20 mm, 標準状態 (20°C, 60% RH) でテンシロン試験機 (東洋測器株式会社製万能型纖維引張試験機) にかけて引張ったときの資料である。

これから牽切張力の算出に必要な単繊維引張り特性をまとめると第 1 表のようになる。

単繊維が切断されるまでの張力の平均値は、荷重、伸び曲線とよこ軸との間の面積をプランメータで測定し、よこ軸の長さでその面積を割って算出した。

4. 牽切張力曲線

第 10~12 図までは 1.2×4 000 d について、第 13~15 図までは 1.5×4 000 d についての測定値で、上の方がドラフト比 1.5, 下の方へドラフト比が大きくなる。

ペン書きオシログラフにおけるペンの振れの大きさ

(第 2 表) ペンの振れの大きさと牽切張力の大きさ

ドラフト比 (D)	ペンの振れ 1 mm (記録紙の 1 目盛) ごとの牽切張力 (kg)	記録紙の 20 目盛 (フルスケール) における牽切張力 (kg)
1.5	0.5	10
1.8, 2, 3, 4	0.25	5
5, 8	0.125	2.5

(第 11 図) 1.2×4 000 d

(第 12 図) 1.5×4 000 d

フル スケール

フル スケール

(第13図) 1.5×4 000 d

(第14図) 1.5×4 000 d

5. 平均牽切張力

オシログラフで得た牽切張力の曲線と、張力ゼロの基準線との間の面積をプランイメータで測定し、長さで割って平均牽切張力を出す。

第16, 17図は平均牽切張力 (kg) とドラフト比との関係を示したもので、理論結果が示すように、平均牽切張力はドラフト比から1を引いた値: $(D-1)$ が大きくなるにつれて双曲線的に減少しているのがわかる。

理論式による平均牽切張力は

$$T_{\text{mean}} = n_0 P_m \times \frac{2 \epsilon_c}{(D-1)(1+\epsilon_c) + D \epsilon_c}$$

これに第1表の値を入れて計算すると

$$1.2 \times 4000 \text{ d のとき } T_{\text{mean}} = \frac{2.3}{1.1 D - 1} \quad (\text{kg})$$

$$1.5 \times 4000 \text{ d のとき } T_{\text{mean}} = \frac{2.5}{1.1 D - 1} \quad (\text{kg})$$

で表わされる。 $D=2 \sim 8$ の範囲で、上式をさらに書きかえると

と牽切張力との関係は、ドラフト比の大きさによって第2表のように変えてあるが、いずれも振れの大きさと張力の大きさはすでにのべたとおり完全に比例する。

平均牽切張力は、一般にドラフト比が小さいときに大きく、ドラフト比が増すにつれて急速に小さくなるが、ドラフト比が5を越すと、その変化は小さくなる。この傾向はローラゲージが変わっても、単繊維の太さが変わってもまったく同じである。

測定曲線の中で、長さ942 mmを示してあるが、これは(ボトムローラの直径) $\times \pi \times 10$ の値で、この長さがボトムローラの10回転に相当することを示している。

942 mm と書いた下の矢印は時間の進行方向(したがってフロントローラからでてきたスライバの進行方向)を示し、図の左側から始まって右側で終わっていることを表わす。

張力ゼロの基線に短い線で区切ってあるのは、フロントボトムローラの1回転ごとのタイムマークである。

(第15図) 1.5×4000 d

● h=80 mm × h=120 mm ○ h=150 mm
(第16図) 1.2×4000 d ビスコース平均牽切張力

● h=80 mm × h=120 mm ○ h=150 mm
(第17図) 1.5×4000 d ビスコース平均牽切張力

1.2×4000 d のとき $T_{\text{mean}} = \frac{2.1}{D-1}$ (kg)

1.5×4000 d のとき $T_{\text{mean}} = \frac{2.3}{D-1}$ (kg)

になる。一方実験結果による平均牽切張力を

$$T_{\text{mean}} = \frac{K}{D-1}$$

で表わすこととし、Kの値を測定結果から求めると第3表のようになる。この表には理論値も示してあるが、この種の実験でこの程度ならば理論と実験とは十分あっているといえよう。

(第3表) 平均牽切張力の実験式と理論式の比較

平均牽切張力 (kg)	1.2×4000 d	1.5×4000 d
理論式: $n_0 P_m \times \frac{2\epsilon_c}{(D-1)(1+\epsilon_c) + D\epsilon_c} \div$	$2.1/(D-1)$	$2.3/(D-1)$
実験式: $\frac{K}{D-1} =$	$2.3/(D-1)$	$2.7/(D-1)$

平均牽切張力がローラ ゲージの大きさとのような関係があるかを知るため、かりにドラフト比 1.5~8.0 の間の平均牽切張力の和を取ることとし、これをローラ ゲージ別に整理すると第18図のようになる。

この結果から、平均牽切張力がわずかであるが、ローラ ゲージの大きさとの関係のあることがわかる。一般に

ローラ ゲージ (mm)
 $1.2 \times 4000 d$ — $1.5 \times 4000 d$

(第18図) 牽切張力とローラ ゲージとの関係

単繊維の引張り試験においては、試料長が大きいほど引張り強さが小さくなる傾向があるが、これと同じ理由でローラ ゲージを大きくすると、各単繊維の引張り強さが小さくなり、したがって平均牽切張力も小さくなると考えられる。

6. 変動牽切張力

牽切張力の測定曲線において、曲線の3つ以上の頂点に接する上限の張力を最大牽切張力、曲線の3つ以上の谷に接する下限の張力を最小牽切張力とする。変動牽切張力の周期長さの理論式は

$$(l_{\max} + b_{\max}) + (l_{\min} + b_{\min})$$

これは牽切むらの周期長さとまったく同じであるから、むらの周期長 L_p をここでも牽切張力の周期長さの記号とすると

$$L_p = (l_{\max} + b_{\max}) + (l_{\min} + b_{\min})$$

h_n を繊維のつかみ長さ (ローラ ゲージからトップローラ被覆ゴムの変形幅を差し引いた値) とすると

$$\frac{L_p}{h_n} = \frac{(D-1)(1+\epsilon_c) + D\epsilon_c}{(1+\epsilon_c)\{C-(1+\epsilon_c)\}} + \frac{D\epsilon_c + \{D(1+\epsilon_c) - 1\}}{(1+\epsilon_c)}$$

上の式を簡略化すると、 $D = 2 \sim 8$ の範囲で

$$L_p \approx h_n D$$

が成立する。この実験においては $D = 1.5 \sim 8.0$

$$h_n = (80 \sim 10) \sim (150 - 10) = 70 \sim 140 \quad (\text{mm})$$

したがって、理論周期長さは大約

$$L_p = 105 \sim 1120 \quad (\text{mm})$$

である。この実験で記録している変動牽切張力は、牽切スライバの長さで約 2000 (mm)、したがって、この間には 3~20 個の最大牽切張力の「山」あるいは最小牽切張力の「谷」が存在することになる。ここでは、変動牽切張力曲線の 3 つ以上の頂点に接する上限の張力を

最大牽切張力とし、3 つ以上の谷に接する下限の張力とした。

6.1 牽切張力の変動幅

最大牽切張力と最小牽切張力との差を牽切張力の変動幅とする。第 10~15 図の記録例でもわかるように、ドラフト比が小さいときには平均牽切張力は大きく、その変動幅も大きい。ドラフト比が大きくなると平均牽切張力は小さくなるが、その変動幅も小さくなる。第 19, 20 図は牽切張力の変動幅を示している。変動の幅だけを見るとドラフト比が大きいきとき、変動幅は小さくなるよう

● $h_0 = 80 \text{ mm}$ × $h_0 = 120 \text{ mm}$ ○ $h_0 = 150 \text{ mm}$

(第19図) 牽切張力の変動 (幅 $1.2 \times 4000 d$ ビスコース)

● $h_0 = 80 \text{ mm}$ × $h_0 = 120 \text{ mm}$ ○ $h_0 = 150 \text{ mm}$

(第20図) 牽切張力の変動幅 ($1.5 \times 4000 d$ ビスコース)

に見えるが、スライバの太さがほぼドラフト比に反比例して小さくなっているため、スライバの太さで割った値（ここでは変動率と称している値）について考察する必要がある。このことについては次項にのべる。

牽切張力の変動幅は 1.2 d の方が 1.5 d よりわずかに小さい。これは 1.2 d の方が 1.5 d よりも繊維の強さが小さいためである。ローラ ゲージの影響については、ここで扱った 80~150 mm の範囲では大差は認められなかった。

6.2 牽切張力の変動率

● $h_0=80\text{ mm}$ × $h_0=120\text{ mm}$ ○ $h_0=150\text{ mm}$

(第 21 図) 牽切張力の変動率 (1.2×4 000 d ビスコース)

● $h_0=80\text{ mm}$ × $h_0=120\text{ mm}$ ○ $h_0=150\text{ mm}$

(第 22 図) 牽切張力の変動率 (1.5×4 000 d ビスコース)

牽切張力の最大値と最小値との差を平均牽切張力で割った値を牽切張力の変動率とする。この変動率は変動幅を平均値で割った値であるから、ドラフト比の異なる変動率を比較してその大小を判定することができる。

第 21, 22 図は牽切張力の変動率を示している。ドラフト比が小さいとき変動率は小さいが、ドラフト比が大きくなると変動率もしだいに増加する。この傾向は牽切むらの傾向とまったく同じである。理論値もこれと同じ傾向の曲線になるが、最大値と最小値との差は理論値の方が実験値よりもはるかに大きい。

図の実線は理論値に定数を掛けた値を示している。

1.2×4 000 d のとき (理論値)×0.390=(実験値)

1.5×4 000 d のとき (理論値)×0.334=(実験値)

すなわち、牽切張力の変動率に関する実験値は理論値の約 $\frac{1}{3}$ で、ドラフト比を変えたときの牽切張力の変動率の変化の傾向は理論値と同じである。

図の中でローラ ゲージが 80 mm の黒丸は、ローラ ゲージが 150 mm の白丸より一般に変動率が小さいように見える。理論的に牽切張力の変動率は、ドラフト比 D と繊維の切断伸び率 ϵ_c との関数で表わされ、ドラフト比 D が同一ならば繊維の切断伸び率 ϵ_c の影響が入ってくる。

単繊維の引張り試験においては、試料のつかみ長さが大きいほど切断伸び率は小さい。また理論的考察によれば切断伸び率の小さいものは、牽切張力の変動率が大きい。したがってローラ ゲージが大きいと繊維のつかみ長さが大きく、そのため切断伸び率が小さいので牽切張力の変動率が大きくなる。

第 21, 22 図はこれらの関係をも示しており、ローラ ゲージの小さい黒丸よりローラ ゲージの大きい白丸の方が一般に変動率が大きくなっている。

7. 牽切張力の変動率と牽切むらの変動率

理論計算によると、牽切張力の変動率と牽切スライバの断面繊維数の変動率とはまったく同じ関数で表わされる。牽切域にある繊維を大別すると、すでに牽切ずみの高速繊維群、バック ローラにつかまれているすでに牽切ずみの低速繊維群、フロント、バック両ローラにつかまれている牽切過程にある延伸繊維群の 3 つになる。これらの繊維群の占める繊維数の割合の変化が牽切むらになり牽切張力の変動となって表われる。ところがこれらの繊維群の占める繊維数の割合の変化は繊維切断点の分布に起因している。繊維切断点が分布すれば、牽切むらや牽切張力の変動が表われるが、その機構はむらのと

○ 1.2×4000 d × 1.5×4000 d
(第 23 図) 牽切スライバむらの変動率

きと張力のときとまったく同じで、理論的には

$$\frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\text{mean}}} = \frac{w_{\max} - w_{\min}}{w_{\text{mean}}}$$

である。ここで w は牽切スライバの単位長 (1 cm) あたりの重量 (mg) で、上の式の値は牽切スライバの断面繊維数の変動率に等しい。

第 23 図は牽切スライバむらの変動率である。第 21, 22, 23 図とのドラフト比に対する変化の傾向はまったく同じであるが、その変動率の値は同じではない。この実験の場合

$$\frac{T_{\max} - T_{\min}}{T_{\text{mean}}} = 2.3 \frac{w_{\max} - w_{\min}}{w_{\text{mean}}}$$

で、牽切張力の変動率の方が、牽切むらの変動率よりも約 2 倍大きく表われている。

理論値は理想的な最大、最小値についての変動率であるが、実験ではそのような極端な値がでにくいことと、測定上の誤差などが重なって理論値よりも小さな値になったと思われる。

8. 牽切張力曲線と牽切むら曲線との比較

牽切張力変動と牽切むらとは本質的に同じ原因 (切断点の分布, 変動) によって生じるので、理論的には同じ式で表現される。ところが前の実験結果が示すように、牽切張力の変動率、牽切むらの変動率は、それぞれ理論値の約 $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{6}$ に等しく、前者は後者の約 2 倍の値になる。しかしドラフト比の変化に対する傾向はまったく両者とも理論傾向と一致する。

そこでさらに牽切張力曲線と牽切むら曲線とを同時に記録し、それらの曲線を重ね合わせて直観的に比較してみよう。

実験では

ローラ ゲージ: $h_0=120$ (mm)

ドラフト比: $D=2, 3, 4, 5, 8$

試料: 1.2×4000 d, 1.5×4000 d

について行なった。

① 1.2×4000 d, $D=2.0$, $h=120$ mm

② 1.2×4000 d, $D=3.0$, $h=120$ mm

③ 1.2×4000 d, $D=4.0$, $h=120$ mm

④ 1.2×4000 d, $D=5.0$, $h=120$ mm

⑤ 1.2×4000 d, $D=8.0$, $h=120$ mm

実線: 牽切張力の変動
破線: 牽切むら

(第 24 図)

① 1.5×4000 d, $D=2.0$, $h=120$ mm

② 1.5×4000 d, $D=3.0$, $h=120$ mm

③ 1.5×4000 d, $D=4.0$, $h=120$ mm

④ 1.5×4000 d, $D=5.0$, $h=120$ mm

⑤ 1.5×4000 d, $D=8.0$, $h=120$ mm

実線: 牽切張力の変動
破線: 牽切むら

(第 25 図)

牽切張力はペン書きオシログラフで記録し、このとき同時に牽切スライバに印を付けてフロントローラからスライバを引き出し、約 1000 mm スライバが出たとき機械を停止、オシログラフの記録を止める。スライバを紙上に置き 20 mm ごとに切断計量して図示する。一方ペン書きオシログラフで得た曲線を写真に取り牽切張力曲線の記録フィルムを引伸し機にそう入し、牽切むら曲線と同率に拡大して両図を重ね合わせた。

第 24, 25 図はこうして得られた比較図である。牽切張力の測定において、ピックアップの感度は一定とし、牽切むらと高さを揃えていない。平均値を示す線は一致させてある。平均値からの曲線の出、入の状態、ふれ方などを比べると、牽切張力と牽切むらとがまったく等しい挙動をしていることがよくわかる。

ドラフト比が 5 のときは、牽切張力のふれの高さと、牽切むらの変動の大きさとだいたい同じくらいの尺度になっているので比較に便利である。5~10 mm の小さなむらまで張力とむらとはよく一致している。

要するに、牽切張力の変動と牽切むらとは同じ形になることを実験的に知ることができた。

9. む す び

繊維束を牽切するとき、バックローラとフロントローラとの間に作用する張力、すなわち牽切張力は、牽切スライバのむらと相似の形状をもち、これによって牽切中のむらを知ることができる。

平均牽切張力はドラフト比から 1 を引いた値 ($D-1$) には反比例する。ドラフト比が 2 以下のときは牽切張力が大きいので、大きな動力を必要とするばかりでなく

ローラのつかみ力もこれに伴って大きくしなければならぬ。ローラのつかみ力はローラ荷重の増加によって大きくするが、これもまた牽切動力を大きくする原因である。ローラのつかみ力が牽切張力に対し適当でないと繊維とローラの間にスリップが起こり、繊維束がミスカット（未牽切）され、これがさらに大きな張力を誘発することになり牽切そのものが困難になる。

変動牽切張力は牽切むらと相似の形になるので、牽切張力の変動曲線から牽切むらの挙動を知ることができる。牽切張力の変動率はドラフト比の小さいときは小さく、ドラフト比 5 位までは急に、ドラフト比 5 以上ではゆるやかに増加する。この傾向は牽切むらの変動率と同じである。

普通のむら測定機を使用した場合は、フロントローラから出てきたスライバを、そのむら発生源からある間隔を置いたところで測定するため、むらの発生時刻との間にかなりの時間差があった。ところが牽切張力と牽切むらとは同じ曲線の型になるので、張力変動をむら曲線の代用とし、張力変動からむらを検出することにすればむらの発生源において、その発生時刻にむらを検出することが可能になる。また一般に張力変動の測定はむらの測定よりも容易である。

なお、この研究は藤野先生の御鞭撻に負うところ多大である。ここに記して謝意を表わします。

文 献

- 1) 堀川：牽切張力に関する研究（第 1 報），本誌，17, 8, 9 (1964-8)

驚 異 の L A S E R

原子力について発見された驚嘆のエネルギー LASER とは何か。これは **Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation** の頭文字を取った新語である。すなわち「発光体の励起された放射によって起こる光源の増幅」とでも訳すべきか。

その電磁波の誘導放出による光線の増幅エネルギーは太陽面エネルギーの出力に対し同一面積で 1 億倍に達し速力は大陸間弾道弾 (ICBM) の時速 1 万 5 千マイルに対し LASER は秒速 18 万 6 千マイルとのことである。

LASER はもはや制御不可能な狂暴性を有する形態のエネルギーではなく医学、宇宙探検に、工業

に、あるいはまた軍備関係にまで役立つものとなりつつある。

LASER 光線は 1/16 鋼板を容易に打ち抜き、また精密照準や測定装置に応用されるようになった。またいままではとうてい測定困難な超遠距離も測ることができる。

LASER については素人に解りやすいように書かれた *Rotarian* 誌 6 月号の全訳および *Machinery* 1964 年 4 月 15 日発行にやや専門的に、記述したものの摘訳が当学会に備えつけてあるから興味ある方は御一覧の上もし希望者多数なれば、実費再版配布してもよいと思っている。
(T.F.)