(昭和34年2月12日受理)

ドラフト力について (I)

第1報 ドラフト力測定機と低ドラフト力の一般的性質について

東京工業大学 石川 章一・清水 二郎

STUDY ON DRAFTING FORCE (I)

(1) AN INSTRUMENT FOR THE MEASUREMENT OF THE DRAFTING FORCE AND ITS GENERAL PROPERTIES AT SMALL DRAFTS.

By Shoichi Ishikawa and Jiro Shimizu

(Tokyo Institute of Technology, Meguro-Ku, Tokyo, Japan)

1. The measurement of the force generated during drafting the slivers or rovings would be a valuable information for drafting conditions (drafting ratio, roller setting etc.) and sliver constructions (twist and fibre arrangement in a sliver). For this purpose we developed an instrument for measuring drafting force (Fig. 1).

In figure 2 the main part for measuring is shown. The front rollers A_1A_2 are mounted in the cradle which is suspended from a framework by a shaft B. The torsion due to drafting force is only picked up by the magnetic strain meter M which is clamped along two edges: along one edge to the cradle H_1 and along the other edge to external frame H_2 (Fig. 3).

2. The force required to draft rovings of rayon staple is investigated at small drafts.

Results obtained are as following:

a) In a certain small draft the maximum drafting force is recognised, which in turn decreases with the increase of the distance between the front and back rollers (Fig. 6).

b) Generally drafting force depends on the distance of roller setting when drafting ratio is constant (Fig. 7, 8).

c) The relation between drafting ratio, roller setting and drafting force is represented by the 3 dimensional surface (Fig. 9), which is formulated by equation (6).

(Received February 12, 1959)

1. 緒 論

合成繊維およびその混紡糸の紡糸条件にはその物理的機械的性質が従来の天然の繊維と著しく異なるために、過去の経験やそれに立脚した理論により解決し得ないものがある。近年この種の問題を解決する一手段としてドラフト力の測定が採用されてきた。

さてドラフト力の測定は1949年に Martindale¹⁾により測定装置とその性格の一部が発表されてより、ローラドラフトの研究の一環として発展し、本邦でも小川氏ら²⁾が多くのデータを報告されているが、その骨子とす

るところはドラフトに対する力学的な諸問題の解決であり、とくに在来のドラフト理論が数学的手法によりいわゆる“むらの発生”の機構を論じたのに対して、紡績条件やロービング、スライバなどの紡糸性を実験的に、しかも力学的な性質を含めて決定する方法を導き出そうとするものである。したがって、この意味では在来のドラフト理論より、さらに工業的な中間性に富んだ立場にある。

本報では、まず、これらの目的に従って造られたドラフト力測定機の概略と性能、そしてロービングのドラフトで最も問題となる低ドラフトのドラフト力の一般性質

について論ずる。

2. 測定機

測定機の概略を第1図に示す。

Fig. 1. Diagram of the instrument for measuring the drafting force.

- A フロントローラのクレードル
- B バックローラ
- C 減速装置

から構成され、フロントローラは直接取付けられたモータにより定速度 (16 rpm) 回転し、それに対しバックローラは伝達歯車を交換することにより逐次低速度回転に移り、ドラフトを高めることができる。ドラフト力はこの両ローラ間でドラフトされるロービングスライバにより生ずる抗力を指し、本報ではこのためにフロントローラのクレードルを支持する軸に生ずるトルクを測定する。

Fig. 2. Diagram of the front roller system

- A₁, A₂: front rollers
- M: magnetic strain gauge

第2図に示すごとく、実際には軸とそれに支持されるクレードルとの間にベアリングを入れ、軸にはクレードルの荷重のみを支持させ、ドラフト力によりクレードルに作用する力を軸のまわりの回転力として分離する。したがって、図中Mで示される同筒の一端をクレードルに連結し、他端を測定機の本体に固定させ、その中心を軸の中心と一致させて、ドラフト力による軸のまわりの回転力を円筒のねじれ抵抗トルクとして測定する。

円筒は残留歪の少なく、磁氣的歪のない金属 (アルヘル合金を用いた) を用い、その肉厚は 0.2 mm 筒長は測

定部で 30 mm とした。

Fig. 3. Diagram of the magnetic strain meter

M: magnetic strain gauge

固定端である。前述のごとくローラにかかるドラフト力はクレードルを通して H₁ 側から円筒をねじる。この円筒の周囲に励磁コイル C₁ (1 次側) が 3000 回、円筒にはサーチコイル C₂ (2 次側) が 300 回巻かれている。したがって 1 次側を 3000 s/c, 250 V 程度の電圧で励磁すると円筒のトルクに対して円筒内に交流磁場が生じ、この変化をサーチコイルで検出し、増巾、整流後、直読または記録する。

なお発振回路には並列 T 型回路を用い、一段の電力増巾の後電圧を 150~300 V までにして 1 次側を用いた。

(第 4 回 a 参照)

第 4 図 b はクレードルのローラ把持点にドラフト方向にかけた張力 (ドラフト力と同方向) と 2 次側の出力電圧との関係を示したものである。

Fig. 4 a. Oscillator and amplifier

Fig. 4 b. Output voltages of last amplifier system

は低ドラフト側にかなりこまか

なドラフト比が要求される。本装置の実現ドラフト比は 1.02, 1.06, 1.12, 1.16, 1.23, 1.28, 1.33, 1.40, 1.45, 1.53, 1.59, 1.68, 1.74, 1.85, 2.02……等て最高 12.2 までである。

d) ドラフト力の記録

一般にドラフト力は時間とともに変化し糸むら曲線等に見られるような形態を示す。第5図Aはドラフト2, ローラ間隔 9 cm で測定したロービング(後記)のドラフト力の状態を記録したものである。このようにドラフ

Fig. 5. Variations in the drafting force

ト力つ激しく変化する場合にはドラフト力をメーターの上で直読することは困難である。テンションドラフトの付近ではこの変化は更に激しくなり、グラフの上からも平均ドラフト力を算定するのは困難になるので本測定では積分回路を用いて、高い周波数の波をカットする場合もある。第5図Bは積分回路に通じた場合を示し、これをスナプリーディングしても平均ドラフト力としての差異は大してとめられなかつた。なお第5図Cはドラフト力に相当する力として一定の張力をドラフト方向に加えた際に積分回路に生ずる電圧の変化の状態と、それを取り去つた際の同じく電圧の変化の状態を示したものである。したがって積分回路を用いた測定はスライバを供給して2分間後から始めた。

3. 低ドラフトの一般的性質

さて本報では Martindale, Foster³⁾, Wegener⁴⁾らのドラフト力に関する研究を実験的に検討し、拡張できるものを拡張し、統一できるものをまとめ、低ドラフト力の機械的条件に対する一般的性質を結論として得ることを目的とする。したがって、ここではローラドラフトの条件すなわちドラフト比とローラ間隔とを変化させた場合のドラフト力の変化をまず求めようとする。

試料としては 2d, 1.5^u ビスコースフ(ブライト)のシンプレックス上りのロービングを用いた。

a) ドラフト比に対するドラフト力の一般的形態

第6図はドラフト比 1.0~4.0 でローラ間隔を 6, 7,

Fig. 6. Drafting forces at smaller drafts

8, 9 cm とした場合の平均ドラフト力を示す。

ローラ間で繊維がドラフトされる場合(1)まずロービングに作用する力の大部分は繊維をその周囲の繊維群から引き出すための準備につやされる。すなわち繊維はその周囲の繊維群との接触による平衡が破れるまで緊張する。その間ドラフト力はドラフト比とともに増大しロービングの場合には 1.0~1.5 で最高値に達する。

(2)さらにドラフトが増大するとロービング中の繊維は同時にずれを起こし、ロービングは大きく変形する。この際ドラフト力は図のように減少する。

b) ドラフト力の最高値について

すなわち実験的考察からスライバ、ロービングなどの繊維集団をドラフトする際には必ずこのドラフト力の最高値が存在し、さらにドラフトの機械的条件によつても支配されることが第6図から推察される。

同一のロービングについては、この最高値がローラドラフトの外部的条件、ここではローラ間隔に依存する。第6図はローラ間隔が 6, 7, 8, 9 cm のドラフト力の変化を示すが、間隔の増加とともにピークの高さは減少し、しかも最高値を示すドラフト比が 1.30, 1.28, 1.18, 1.12 と後退することがわかる。すなわちローラ間隔が増大するとともにロービングをドラフトするに要する力は減少する。このことは、力学的の意味での変形(ロービング中の繊維相互間のずれ)が起きやすくなることを示す。

なおわれわれの考えるテンションドラフトの位置がこの最高値の付近にあることは明らかなことであるが、ロービングに十分な張力を与えるためにはテンションドラフトを与えるべき両ローラ間の間隔をできるだけ小さくし、かつそのドラフト比を厳密に規定せねばならない。たとえば、ロービングでローラ間隔 6 cm と 7 cm との場合では最高値を示すドラフト比は 1.28, 1.30 にあるが、ローラ間隔を定めても、ドラフト比の 1.20, 1.30, 1.40 という差に対してドラフト力にかなりの開きを見せるから張力を与えるにはドラフト比は正確を期さねばな

らぬことが察せられる。

c) ドラフト力の一般式

低ドラフト側でのローラドラフトの条件とドラフト力との関係を求めるために最高低の付近からドラフト比の増加とともにドラフト力が減少する状態を示したのが、

Fig. 7. Demonstration of the effects of roller setting on drafting forces

第7図の右の図である。この図からローラ間隔が増加すると同じドラフト比ではドラフト力が減少することがわかる。

この曲線は Martindale¹⁾ の示した。

$$FD = h \quad (1)$$

(但し、 F はドラフト力、 D はドラフト、 h は常数) とは必ずしも合致しないが、ドラフト比に対する適当な補正值 D_0 を挿入

$$F(D - D_0) = h \quad (1)'$$

Fig. 8. Relation between the roller setting and drafting force

とすることにより表現し得る。

さて第7図の右の図からローラ間隔を横軸にして同ドラフト比で各測定値を分けて書き換えたのが左の図である。この図からドラフト力がドラフト比とローラ間隔により規定されること、ローラ間隔が小さい方がつねにドラフト力が大きいこと、

そしてドラフト比が小さいほどその傾向が著しいことなどがわかる。

第7図はローラ間隔 R をドラフト力 F との逆数をそれぞれ横軸と縦軸にとつた図である。Foster が綿の種類によりこの直線関係を確めて、

$$F_0/F + R_0/R = 1$$

の関係式を求めているが、第8図はドラフト比の変化についても、この直線式がかなりの範囲で成立することを確かめたものである。しかも同一のロービングに対してはこれらの直線間には一定の関係、すなわちドラフト比の高い場合には勾配が大であつて、逆に低くなる場合には勾配は小になることを認められ、これらの直線の延長線が一定値の付近に集まることが予想される。したがつて(2)から変形した式

$$F = F_0(R/(R - R_0)) \quad (2)'$$

(2)' で R_0 はドラフト比に関係なく一定値になると考えられる。この場合には $1/R_0 = 0.22$ で $R_0 = 4.5 \div 5$ cm すなわち繊維長よりわずかに大きな値となる。

したがつて、われわれの条件下では(2)'式の F_0 はドラフト比にのみ関係すると考えられるから、(2)'式に Martindale の式

$$F_0 = h/(D - D_0) \quad (1)'$$

を挿入すると

$$F = \frac{h}{D - D_0} \left(\frac{R}{R - R_0} \right) \quad (3)$$

となる。

(3)式中 D_0 , R_0 は前記の過程を経て実験的に定まる常数であるが、前述のごとく R_0 は繊維長に近い値であつて、理想的に考えられる最小ローラ間隔を意味する。いま $R_n = nR_0$ に対応するドラフト比を D_n , ドラフト力を F_n とすると

R_n に対して

$$F_n = \frac{h}{(D_n - D_0)} \left(\frac{n}{n-1} \right) \quad (4)$$

R_m に対して

$$F_m = \frac{h}{(D_m - D_0)} \left(\frac{m}{m-1} \right) \quad (5)$$

が得られるから、(4)と(5)とから h を消去すると

$$F_n = F_m \left(\frac{D_m - D_0}{D_n - D_0} \right) \frac{n(m-1)}{m(n-1)} \quad (6)$$

が得られる。

(6)式は縦軸にドラフト力、横軸にそれぞれローラ間隔とドラフト比をとつた3次元図表として第9図のように表現される。

いまドラフト比を一定とした場合について考えるならば(6)は

Fig. 9. Relation between drafting ratio, roller setting and drafting forces.

$$F_n = F_m \frac{n(m-1)}{m(n-1)} \quad (7)$$

となり、この際のドラフト力の変化はローラ間隔とドラフト力との軸のなす平面上に表わされる。

ここで $R_0 = 5$ cm として、ローラ間隔が 7, 8, 9, 10 cm のドラフト力を (7) 式に従って計算すると、7 cm の場合を 600 gr. wt. として 450, 380, 340 gr. wt. となる。

同様にローラ間隔を一定にした場合にはドラフト力の変化はドラフト比とドラフト力との両軸のなす平面に表わされる。

$$F_n = F_m \left(\frac{D_m - D_0}{D_n - D_0} \right) \quad (8)$$

(8) 式で $D_0 = 1.26$ (ローラ間隔の最高値を示したドラフト比) の補正值を入れて計算した。

第 9 図の実線は同様な計算を行って得られた曲線の作る曲面で、ドラフト比とローラ間隔とドラフト力との 3 者により定められた曲面からなる。今後、この曲線を DRF -曲面と呼ぶ。この曲面からロービングではローラ間隔とドラフト力とがドラフト力を支配する要因であり、ローラ間隔とドラフト比とが大きいほど、ドラフト力が小になることがわかる。なお図中点線で示される曲面は実験値で、計算値の曲面と実験値の曲面とがかなり似た

傾向を持つことが示された。

4. 結 論

ドラフト力測定機を試作し、ロービングを用いて機械的条件と平均ドラフト力との関係を低ドラフト域において調査検討した。

その結果次のような結論を得た。

(1) ローラ間隔の大小によりドラフト力の最高値は支配され、かつその位置もローラ間隔が大きくなるほど低ドラフト側に移行する。

(2) したがって紡績中のロービングに十分な張力を加えるにはローラ間隔とドラフト比とを厳密にせねばならぬ。

(3) 同一のロービングに対しては平均ドラフト力は機械的条件に従って (6) 式に示すような DRF -曲面に沿って変化する。

なお (6) 式に示される DRF -曲面はロービングの性質、すなわち繊維の種類、より数、ロービング中の繊維の形態により支配される。これらに関しては第 2 報以下で報告する。

本研究は、昭和 32 年春期、昭和 33 年秋期繊維学会研究発表会で報告した。

最後に実験の資料を賜わった埼玉紡績、三菱レイヨン中央研究所、実験を御援助下さった斎藤学、児島寛治君らに感謝いたします。

文 献

- 1) J. G. Martindale; *J. Text. Inst.*, 38, T. 151 (1947-3)
 - 2) 小川照若; “ドラフトの理論と実際” (1957) 繊維機械学会, 下間類一; “ドラフト力に関する海外の研究” 同上
 - 3) B. Cavaney and G. A. R. Foster; *J. Text. Inst.*, 45, T. 390 (1954)
 - 4) Wegener, W. and Bechlenberg, H.; *Rayon Zellwolle*, 33, No. 2, 78 (1955)
- その他
H. L. Röder; *Text. Res. J.*, 28, 819 (1954-10)

会 員 の 声 募 集 に つ い て

会員各位の声を「会員の声」として掲載したいと存じますから原稿をお寄せ下さい。字数は本学会所定の原稿用紙 1 枚以内 (450 字) といたします。お気軽に御投稿願います。